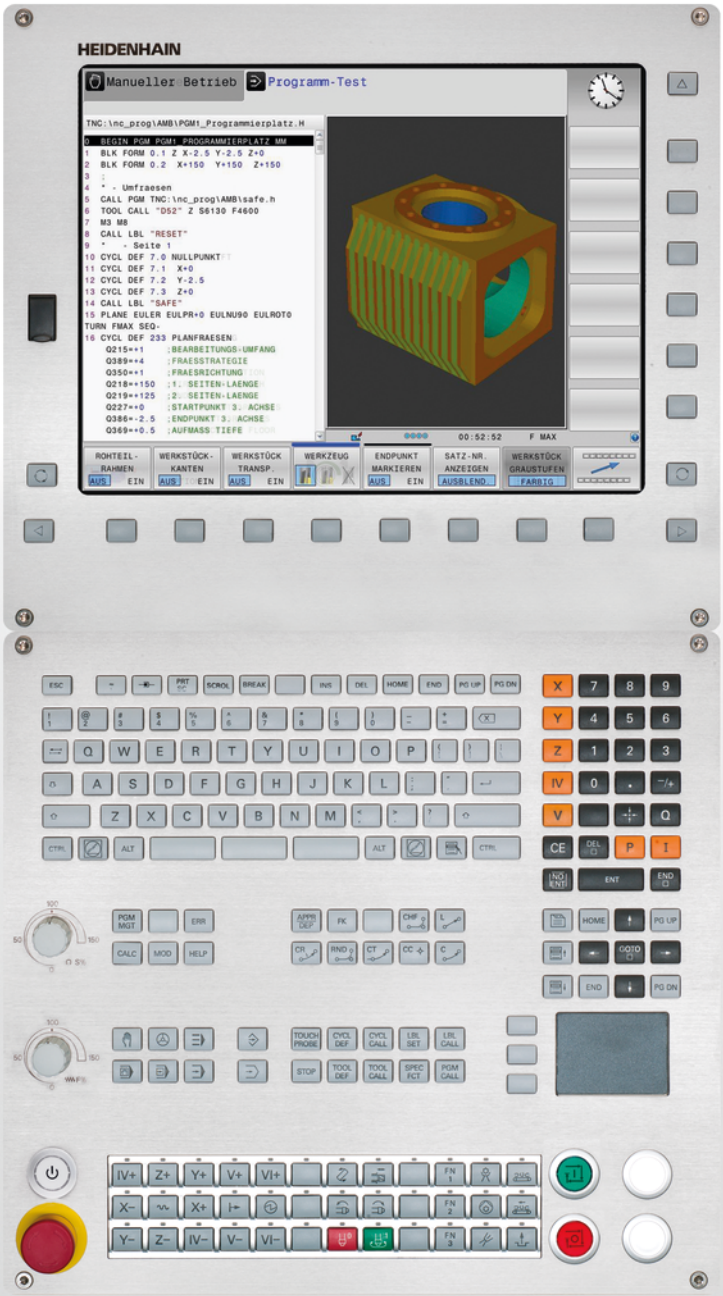
HEIDENHAIN



TNC 620

用户手册
循环编程

NC软件版本号
817600-02
817601-02
817605-02

中文（zh-CN）
8/2015

基础知识

关于本手册

以下是本手册中所用符号的说明。

⇨	该符号表示必须注意所述功能的重要信息。
⚠	**警告** 该符号表示如果未采取避免措施存在可能导致轻微损伤的危险情况。
!	这些符号表示使用所述功能时可能有以下一项或多项风险： ■ 损坏工件的危险 ■ 损坏夹具的危险 ■ 损坏刀具的危险 ■ 损坏机床的危险 ■ 伤害操作人员的危险
	该符号表示所述功能必须由机床制造商实施。因此所述功能与具体机床有关。
	该符号表示该功能的详细说明需要参阅其它手册。

有任何修改意见或发现任何错误？

我们致力不断改善我们的文档手册。 请将您的意见或建议发至以下电子邮件地址： **tnc-userdoc@heidenhain.de**。

TNC型号，软件和功能特性

本手册讲解以下版本号的NC软件功能和特性。

TNC型号	NC软件版本号
TNC 620	817600-02
TNC 620 E	817601-02
TNC 620编程站	817605-02

后缀为“E”的版本为TNC出口版。 TNC的出口版有以下限制：

- 联动直线轴最大轴数为4个

机床制造商需要对机床参数进行设置使TNC的功能适用于其机床。因此，本手册中所述的部分功能可能不适用于你所用机床的TNC系统。

你所用机床的TNC系统可能没有以下功能：

- TT刀具测量功能

要熟悉你所用机床的功能特点，请与机床制造商联系。

海德汉和许多机床制造商都提供针对TNC数控系统的培训服务。 为了有效提高使用TNC系统的技术水平并能与其它TNC用户分享使用经验和想法，我们建议你参加这些培训。

用户手册：

所有有关TNC的非循环功能的说明，参见TNC 620的《用户手册》。 如需该《用户手册》，请与海德汉公司联系。

对话格式编程用户手册ID号： 1096884-xx。

DIN/ISO格式编程用户手册ID号： 1096888-xx。

软件选装项

TNC 620提供多个软件选装项供机床制造商选用。 每个软件选装项需单独启用，其相应功能为：

附加轴（选装项0和选装项1）	
附加轴	增加1至2个控制环
高级功能包1（选装项8）	
扩展功能组1	**用回转工作台加工** ■ 用二维平面方式编程圆柱表面轮廓 ■ 支持将旋转速度以线速度方式定义 **坐标变换：** 倾斜加工面 **插补:** 倾斜加工面的3轴圆弧插补（空间圆弧）
高级功能包2（选装项9）	
扩展功能组2	**3-D加工：** ■ 最小加加速（Jerk）运动控制 ■ 3-D刀具补偿 ■ 程序运行时，用电子手轮改变摆动主轴头角度但不影响刀具中心点位置。（TCPM = Tool Center Point Management（刀具中心点管理）） ■ 保持刀具与轮廓垂直 ■ 刀具半径补偿方向垂直于运动方向和刀具方向 **插补:** 5轴直线插补（需出口许可证）
测头功能（选装项17）	
探测功能	**测头探测循环：** ■ 自动模式时补偿刀具不对正量 ■ **手动操作**模式的原点设置 ■ 自动模式中设置原点 ■ 自动测量工件 ■ 自动测量刀具
海德汉DNC（选装项编号18）	
	通过COM组件与外部PC计算机应用软件通信
高级编程功能（选装项19）	
扩展的编程功能	**FK自由轮廓编程：** 对不符合数控尺寸标注要求的工件图纸用海德汉对话格式在图形支持下编程

高级编程功能（选装项19）

	固定循环： ■ 啄钻，铰孔，镗孔，锪孔，定中心（循环201至205，208，240，241） ■ 铣削内螺纹和外螺纹（循环262至265，267） ■ 精加矩形和圆弧型腔和凸台（循环212至215，251至257） ■ 清平面或斜面（循环230至233） ■ 直槽和圆弧槽（循环210，211，253，254） ■ 矩形和圆弧阵列点（循环220，221） ■ 轮廓链，轮廓型腔—以及平行轮廓加工，摆线槽（循环20至25，275） ■ 雕刻（循环225） ■ 可集成OEM循环（机床制造商开发的专用循环）

高级图形功能（选装项20）

扩展的图形功能	**程序校验图形，程序运行图形** ■ 俯视图 ■ 三视图 ■ 3-D视图

高级功能包3（选装项21）

扩展功能组3	**刀具补偿：** M120： 半径补偿的轮廓，最多可预先对99个程序段的补偿值进行计算 **3-D加工：** M118： 程序运行中用手轮叠加定位

托盘管理（选装项22）

托盘管理	

显示步距（选装项23）

显示步距	**输入分辨率：** ■ 直线轴最小至0.01 µm ■ 旋转轴至0.00001°

DXF转换工具（选装项42）

DXF转换工具	■ 支持的DXF格式： AC1009（AutoCAD R12） ■ 选取轮廓和阵列点 ■ 简单和方便地指定参考点 ■ 从对话格式程序中选择轮廓部分的图形元素

KinematicsOpt（选装项48）

优化机床运动特性	■ 备份/恢复当前运动特性 ■ 测试当前运动特性 ■ 优化当前运动特性

扩展刀具管理（选装项93）

扩展的刀具管理	基于Python

远程桌面管理器（选装项133）	
远程操作外部计算机	■ 单独计算机中的Windows ■ 集成在TNC接口中
关联轴补偿—CTC（选装项141）	
关联轴补偿	■ 确定轴加速运动导致的位置偏差 ■ TCP（**T**ool **C**enter **P**oint（刀具中心点））补偿
位置自适应控制—PAC（选装项142）	
自适应位置控制	■ 根据加工区轴的位置改变控制参数 ■ 根据轴速和加速度改变控制参数
负载自适应控制—LAC（选装项143）	
自适应负载控制	■ 自动确定工件重量和摩擦力 ■ 根据工件实际质量调整控制参数
有效振颤控制—ACC（选装项145）	
有效振颤控制	加工期间全自动控制振颤的功能

特性内容等级（升级功能）

如用该软件选装项—**F**eature **C**ontent **L**evel（特性内容等级）升级功能，将能显著提高TNC软件管理性能。 属于FCL范围内的功能不能通过单纯更新TNC软件得到。

> 收到新机床时，所有升级功能全部可用且无需支付附加费。

在本手册中，升级功能用**FCL n**标识，其中**n**代表特性内容等级的顺序号。

如需永久使用FCL功能，必须购买密码。 更多信息，请与机床制造商或海德汉公司联系。

适用地

TNC符合EN 55022中规定的A类设备要求，主要用于工业区域。

法律信息

本产品使用开源软件。更多信息，请见数控系统以下部分

- “程序编辑”操作模式
- MOD功能
- **许可证信息**软键

可选参数

海德汉持续开发全面的循环程序。 因此，每个新版软件都可能为循环增加新的Q参数。 这些新Q参数是可选参数，其中有些不适用于之前版本的软件。 在循环中，这些参数总是在循环定义的结尾处。 有关可选Q参数的简要介绍，请见该版软件的"81760x-02版软件新的循环功能和有变化的循环功能"部分。 用户可以选择定义可选Q参数，也可以用NO ENT键删除可选Q参数。 用户也可以使用参数的默认值。 如果意外删除了可选Q参数或如果希望在软件更新后扩展现有程序中的循环，可根据需要在循环中加入可选Q参数。 以下是执行该操作所需的步骤：

将可选Q参数插入到现有程序中：

- 调用循环定义
- 按下向右方向键直到显示新Q参数为止
- 应用默认值或输入新值
- 要传输新Q参数，再次按下向右箭头键或按下END退出菜单
- 如果不想应用新Q参数，按下NO ENT键

兼容性

大部分用老款海德汉数控系统（TNC 150 B及该款以后型号）生成的零件程序可执行新版TNC 620软件。 即使在现有循环中添加新增的可选参数（"可选参数"），通常也能正常执行你的程序。 方法是使用保存的默认值。 相反，如果将新版软件生成的程序在老款数控系统中运行，可以用NO ENT键删除循环定义中相应的可选Q参数。 这样，可以确保程序向下兼容。 如果NC程序段中有无效元素，TNC打开这样的文件时将其标记为ERROR（错误）程序段。

81760x-01版软件新循环功能

- 固定循环225（雕刻）的字符集增加多个字符和直径符号参见 "雕刻（循环225，DIN/ISO： G225）", 266 页
- 新固定循环275（摆线铣削）参见 "摆线槽（循环275，DIN ISO G275，软件选装项19）", 192 页
- 新固定循环233（端面铣削）参见 "端面铣削（循环233，DIN/ISO： G233，软件选装项19）", 152 页
- 循环205（万能啄钻）现在可用参数Q208定义退刀速率参见 "循环参数", 84 页
- 为螺纹铣削循环26x提供一个接近进给速率参见 "循环参数", 107 页
- 为循环404增加一个参数Q305（表中编号）参见 "循环参数", 300 页
- 为钻孔循环200，203和205提供一个参数Q395（深度基准），以处理T ANGLE（刀尖角）参见 "循环参数", 84 页
- 为循环241（单刃深孔钻）提供多个输入参数参见 "单刃深孔钻（循环241，DIN/ISO： G241，软件选装项19）", 88 页
- 开始提供探测循环4（3-D测量）参见 "3-D测量（循环4，软件选装项17）", 387 页

81760x-02版软件新的循环功能和有变化的循环功能

- 新“负载自适应控制”（LAC）循环，控制参数的负载相关自适应控制（软件选装项143），参见 "确定负载（循环239，DIN/ISO： G239，软件选装项143）", 274 页
- 循环270： “轮廓链数据”（软件选装项19）新增加的循环，参见 "轮廓链数据（循环270，DIN/ISO： G270，软件选装项19）", 190 页
- 循环39（圆柱面）（软件选装项1）增加轮廓循环，参见 "圆柱面（循环39，DIN/ISO： G139，软件选装项1）", 212 页
- 固定循环225（雕刻）的字符集扩大至包括CE、ß和@字符及系统时间，参见 "雕刻（循环225，DIN/ISO： G225）", 266 页
- 循环252至254（软件选装项19）增加可选参数Q439，参见 "循环参数", 134 页
- 循环22（软件选装项19）增加可选参数Q401和Q404，参见 "粗加工（循环22，DIN/ISO：G122，软件选装项19）", 181 页
- 循环484（软件选装项17）增加可选参数 Q536，参见 "校准无线测头TT 449（循环484, DIN/ISO： G484，DIN/ISO： G484，选装项17）", 432 页

1 基础知识 / 简要介绍 43
2 使用固定循环 47
3 固定循环： 钻孔 67
4 固定循环： 攻丝 / 螺纹铣削 95
5 固定循环： 型腔铣削 / 凸台铣削 / 槽铣削 125
6 固定循环： 阵列定义 161
7 固定循环： 轮廓型腔 169
8 固定循环： 圆柱面 201
9 固定循环： 用轮廓公式描述的轮廓型腔 219
10 循环： 坐标变换 233
11 循环： 特殊功能 257
12 使用探测循环 277
13 探测循环： 自动测量工具不对正量 287
14 探测循环： 自动设置原点 305
15 探测循环： 自动检查工件 347
16 探测循环： 特殊功能 383
17 探测循环： 自动测量运动特性 399
18 探测循环： 自动测量刀具 425
19 循环表 441

1 基础知识 / 简要介绍 43

1.1 概要 44

1.2 系统提供的循环组 45

固定循环一览表 45
探测循环一览表 46

2 使用固定循环.....47

2.1 使用固定循环.....48

机床相关循环 （软件选装项19）.....48
用软键定义循环.....49
用GOTO功能定义循环.....49
调用循环.....50

2.2 循环的程序默认值.....52

概要.....52
输入GLOBAL DEF（全局定义）.....52
使用GLOBAL DEF（全局定义）信息.....53
各处全部有效的全局数据.....54
钻孔加工全局数据.....54
型腔循环25x铣削加工的全局数据.....54
轮廓循环铣削加工的全局数据.....55
定位特性全局数据.....55
探测功能全局数据.....55

2.3 用PATTERN DEF（阵列定义）功能定义阵列.....56

应用.....56
输入“阵列定义”.....57
使用“阵列定义”.....57
定义各个加工位置.....58
定义一个单行.....58
定义一个阵列.....59
定义各个框线.....60
定义整圆.....61
定节圆.....62

2.4 点位表.....63

应用.....63
创建点位表.....63
隐藏加工过程中的个别点.....64
在程序中选择点位表.....64
用点位表一起调用循环.....65

3 固定循环： 钻孔 67

3.1 基础知识 68

概要 68

3.2 定中心（循环240，DIN/ISO： G240，软件选装项19） 69

循环运行 69
编程时注意： 69
循环参数 70

3.3 钻孔（循环200） 71

循环运行 71
编程时注意： 71
循环参数 72

3.4 铰孔（循环201，DIN/ISO： G201，软件选装项19） 73

循环运行 73
编程时注意： 73
循环参数 74

3.5 镗孔（循环202，DIN/ISO： G202，软件选装项19） 75

循环运行 75
编程时注意： 75
循环参数 76

3.6 万能钻孔（循环203，DIN/ISO： G203，软件选装项19） 77

循环运行 77
编程时注意： 77
循环参数 78

3.7 反向镗孔（循环204，DIN/ISO： G204，软件选装项19） 79

循环运行 79
编程时注意： 80
循环参数 81

3.8 万能啄钻（循环205，DIN/ISO： G205，软件选装项19） 82

循环运行 82
编程时注意： 83
循环参数 84

3.9 螺旋镗铣（循环208，软件选装19）.....86

循环运行.....86
编程时注意：.....86
循环参数.....87

3.10 单刃深孔钻（循环241，DIN/ISO： G241，软件选装项19）.....88

循环运行.....88
编程时注意：.....88
循环参数.....89

3.11 编程举例.....91

举例： 钻孔循环.....91
举例： 钻孔循环与“阵列定义”功能一起使用.....92

4 固定循环： 攻丝 / 螺纹铣削 95

4.1 基础知识 96

概要 96

4.2 用浮动攻丝架攻丝（循环206，DIN/ISO：G206） 97

循环运行 97
编程时注意： 97
循环参数 98

4.3 不用浮动攻丝架的刚性攻丝（循环207，DIN/ISO： G207） 99

循环运行 99
编程时注意： 100
循环参数 101
程序中断后退刀 101

4.4 断屑攻丝（循环209，DIN/ISO：G209，软件旋转项19） 102

循环运行 102
编程时注意： 102
循环参数 103

4.5 螺纹铣削基础知识 105

前提条件 105

4.6 螺纹铣削循环（循环262，DIN/ISO： G262，软件选装项19） 106

循环运行 106
编程时注意： 106
循环参数 107

4.7 螺纹铣削/锪沉孔（循环263，DIN/ISO：G263，软件选装项19） 108

循环运行 108
编程时注意： 109
循环参数 110

4.8 螺纹钻孔/铣削（循环264，DIN/ISO：G264，软件选装项19） 112

循环运行 112
编程时注意： 112
循环参数 113

4.9 螺旋螺纹钻孔/铣削（循环265，DIN/ISO：G265，软件选装项19）.....115

循环运行.....115
编程时注意：.....116
循环参数.....117

4.10 外螺纹铣削（循环267，DIN/ISO：G267，软件选装项19）.....119

循环运行.....119
编程时注意：.....119
循环参数.....120

4.11 编程举例.....122

举例： 螺纹铣削.....122

5 固定循环： 型腔铣削 / 凸台铣削 / 槽铣削 125

5.1 基础知识 126

概要 126

5.2 矩形型腔（循环251，DIN/ISO： G251，软件选装项19） 127

循环运行 127
编程时注意： 128
循环参数 129

5.3 圆弧型腔（循环252，DIN/ISO：G252，软件选装项19） 131

循环运行 131
编程时注意： 133
循环参数 134

5.4 槽铣削（循环253，DIN/ISO： G253），软件选装项19 136

循环运行 136
编程时注意： 137
循环参数 138

5.5 圆弧槽（循环254，DIN/ISO：G254，软件选装项19） 140

循环运行 140
编程时注意： 141
循环参数 142

5.6 矩形凸台（循环256，DIN/ISO： G256，软件选装项19） 145

循环运行 145
编程时注意： 146
循环参数 147

5.7 圆弧凸台（循环257，DIN/ISO：G257，软件选装项19） 149

循环运行 149
编程时注意： 149
循环参数 150

5.8 端面铣削（循环233，DIN/ISO： G233，软件选装项19） 152

循环运行 152
编程时注意： 155
循环参数 156

5.9 编程举例 158

举例： 铣型腔、凸台和槽 158

6 固定循环： 阵列定义 161

6.1 基础知识 162

概要 162

6.2 极坐标阵列（循环220，DIN/ISO： G220，软件选装项19） 163

循环运行 163
编程时注意： 163
循环参数 164

6.3 直线阵列（循环221，DIN/ISO： G221，软件选装项19） 165

循环运行 165
编程时注意： 165
循环参数 166

6.4 编程举例 167

举例： 极坐标阵列孔 167

7 固定循环： 轮廓型腔 169

7.1 SL循环 170

基础知识 170
概要 171

7.2 轮廓（循环14，DIN/ISO：G37） 172

编程时注意： 172
循环参数 172

7.3 叠加轮廓 173

基础知识 173
子程序： 叠加型腔 173
包括的区域 174
不含的区域 175
重叠区域 176

7.4 轮廓数据（循环20，DIN/ISO：G120，软件选装项19） 177

编程时注意： 177
循环参数 178

7.5 预钻孔（循环21，DIN/ISO：G121，软件选装项19） 179

循环运行 179
编程时注意： 179
循环参数 180

7.6 粗加工（循环22，DIN/ISO：G122，软件选装项19） 181

循环运行 181
编程时注意： 182
循环参数 183

7.7 底面精加工（循环23，DIN/ISO： G123，软件选装项19） 184

循环运行 184
编程时注意： 185
循环参数 185

7.8 侧面精加工（循环24，DIN/ISO： G124，软件选装项19） 186

循环运行 186
编程时注意： 186
循环参数 187

7.9 轮廓链（循环25，DIN/ISO：G125，软件选装项19）.....188

循环运行.....188
编程时注意：.....188
循环参数.....189

7.10 轮廓链数据（循环270，DIN/ISO： G270，软件选装项19）.....190

编程时注意：.....190
循环参数.....191

7.11 摆线槽（循环275，DIN ISO G275，软件选装项19）.....192

循环运行.....192
编程时注意：.....193
循环参数.....194

7.12 编程举例.....196

举例： 粗铣和半精铣一个型腔.....196
举例： 预钻孔，粗铣和精铣叠加轮廓.....198
举例： 轮廓链.....200

8 固定循环： 圆柱面 201

8.1 基础知识 202

圆柱面循环概要 202

8.2 圆柱面（循环27，DIN/ISO： G127，软件选装项1） 203

循环运行 203
编程时注意： 204
循环参数 205

8.3 圆柱面铣键槽（循环28，DIN/ISO：G128，软件选装项1） 206

循环运行 206
编程时注意： 207
循环参数 208

8.4 在圆柱面上铣凸台（循环29，DIN/ISO：G129，软件选装项1） 209

循环运行 209
编程时注意： 210
循环参数 211

8.5 圆柱面（循环39，DIN/ISO： G139，软件选装项1） 212

循环运行 212
编程时注意： 213
循环参数 214

8.6 编程举例 215

举例： 用循环27加工圆柱面 215
举例： 用循环28加工圆柱面 217

9 固定循环： 用轮廓公式描述的轮廓型腔.....219

9.1 用复杂轮廓公式的SL循环.....220

基本单元.....220
用轮廓定义选择程序.....222
定义轮廓描述.....222
输入轮廓公式.....223
叠加轮廓.....224
用SL循环加工轮廓.....226
举例： 用轮廓公式粗铣和精铣叠加轮廓.....227

9.2 用简单轮廓公式的SL循环.....230

基础知识.....230
输入简单轮廓公式.....232
用SL循环加工轮廓.....232

10 循环： 坐标变换 233

10.1 基础知识 234

概要 234
坐标变换的有效范围 234

10.2 DATUM SHIFT（原点平移）（循环7，DIN/ISO： G54）中 235

作用 235
循环参数 235

10.3 用原点表进行原点平移（循环7，DIN/ISO： G53） 236

作用 236
编程时注意： 237
循环参数 237
在零件程序中选择原点表 238
在“程序编辑”操作模式中编辑原点表 238
配置原点表 240
退出原点表 240
状态显示 240

10.4 原点设置（循环247，DIN/ISO： G247） 241

作用 241
编程前注意： 241
循环参数 241
状态显示 241

10.5 镜像（循环8，DIN/ISO： G28） 242

作用 242
编程时注意： 243
循环参数 243

10.6 旋转（循环10，DIN/ISO：G73） 244

作用 244
编程时注意： 245
循环参数 245

10.7 缩放系数（循环11，DIN/ISO： G72 246

作用 246
循环参数 246

10.8 特定轴缩放系数（循环26）..... 247

作用..... 247
编程时注意：..... 247
循环参数..... 248

10.9 加工面（循环19，DIN/ISO：G80，软件选装1）..... 249

作用..... 249
编程时注意：..... 250
循环参数..... 250
复位..... 251
旋转轴定位..... 251
倾斜系统的位置显示..... 252
监测加工区..... 252
倾斜坐标系中的定位..... 253
组合坐标变换循环..... 253
使用循环19（加工面）的步骤..... 254

10.10 编程举例..... 255

举例： 坐标变换循环..... 255

11 循环： 特殊功能 257

11.1 基础知识 258

概要 258

11.2 停顿时间（循环9），DIN/ISO： G04） 259

功能 259
循环参数 259

11.3 程序调用（循环12，DIN/ISO： G39） 260

循环功能 260
编程时注意： 260
循环参数 261

11.4 主轴定向（循环13，DIN/ISO： G36） 262

循环功能 262
编程时注意： 262
循环参数 262

11.5 公差（循环32，DIN/ISO：G62） 263

循环功能 263
CAM系统中几何定义的影响 263
编程时注意： 264
循环参数 265

11.6 雕刻（循环225，DIN/ISO： G225） 266

循环运行 266
编程时注意： 266
循环参数 267
允许雕刻的字符： 268
非打印字符 268
雕刻系统变量 269

11.7 端面铣（循环232，DIN/ISO：G232，软件选装项19） 270

循环运行 270
编程时注意： 271
循环参数 272

11.8 确定负载（循环239，DIN/ISO： G239，软件选装项143）.....274

循环运行.....274

编程时注意：.....274

循环参数.....275

12 使用探测循环 277

12.1 探测循环的一般信息 278

功能原理 278
考虑手动操作模式中的基本旋转 278
“手动操作模式”和“电子手轮操作模式中”的探测循环 278
自动操作的探测循环 279

12.2 使用探测循环前的准备工作 281

到被测点的最大行程： 探测表中的DIST（距离） 281
到触点的安全距离： 探测表中的SET_UP（安全距离） 281
定向红外线测头至编程探测方向： 探测表中的TRACK（追踪） 281
触发式测头，探测进给速率： 探测表中的F 282
触发式测头，用于定位的快移运动： FMAX 282
触发式测头，用于定位的快移运动： 探测表中的F_PREPOS 282
多次测量 282
多次测量的可信范围 282
执行探测循环 283

12.3 探测表 284

一般信息 284
编辑探测表 284
探测数据 285

13 探测循环： 自动测量工具不对正量.....287

13.1 基础知识.....288

概要.....288
所有测量工件不对正量探测循环的共同特点.....289

13.2 基本旋转（循环400，DIN/ISO： G400，软件选装项17）.....290

循环运行.....290
编程时注意：.....290
循环参数.....291

13.3 用两孔的基本旋转（循环401，DIN/ISO：G401，软件选装项17）.....292

循环运行.....292
编程时注意：.....292
循环参数.....293

13.4 用两个凸台的基本旋转（循环402，DIN/ISO：G402，软件选装项17）.....294

循环运行.....294
编程时注意：.....294
循环参数.....295

13.5 用旋转轴补偿的基本旋转（循环403，DIN/ISOISO：G403，软件选装项17）.....297

循环运行.....297
编程时注意：.....297
循环参数.....298

13.6 设置基本旋转（循环404，DIN/ISO：G404，软件选装项17）.....300

循环运行.....300
循环参数.....300

13.7 通过旋转C轴补偿工件不对正量（循环405，DIN/ISO：G405，软件选装项17）.....301

循环运行.....301
编程时注意：.....301
循环参数.....302

13.8 举例： 用两孔决定基本旋转.....303

14 探测循环： 自动设置原点.....305

14.1 基础知识.....306

概要.....306
所有原点设置探测循环的共同特点.....308

14.2 原点在槽中心（循环408，DIN/ISO：G408，软件选装项17）.....309

循环运行.....309
编程时注意：.....309
循环参数.....310

14.3 原点在凸台中心（循环409，DIN/ISO：G409，软件选装项17）.....312

循环运行.....312
编程时注意：.....312
循环参数.....313

14.4 原点在矩形内（循环410，DIN/ISO：G410，软件选装项17）.....314

循环运行.....314
编程时注意：.....314
循环参数.....315

14.5 原点在矩形外（循环411，DIN/ISO：G411，软件选装项17）.....317

循环运行.....317
编程时注意：.....317
循环参数.....318

14.6 原点在圆内（循环412，DIN/ISO：G412，软件选装项17）.....320

循环运行.....320
编程时注意：.....320
循环参数.....321

14.7 原点在圆外（循环413，DIN/ISO：G413，软件选装项17）.....323

循环运行.....323
编程时注意：.....323
循环参数.....324

14.8 原点在外角（循环414，DIN/ISO：G414，软件选装项17）.....326

循环运行.....326
编程时注意：.....327
循环参数.....328

14.9 原点在内角（循环415，DIN/ISO：G415，软件选装项17）.....330

循环运行.....330
编程时注意：.....330
循环参数.....331

14.10原点在圆心（循环416，DIN/ISO：G416，软件选装项17）.....333

循环运行.....333
编程时注意：.....334
循环参数.....334

14.11原点在测头轴（循环417，DIN/ISO：G417，软件选装项17）.....336

循环运行.....336
编程时注意：.....336
循环参数.....337

14.12原点在4孔的中心（循环418，DIN/ISO：G418，软件选装项17）.....338

循环运行.....338
编程时注意：.....338
循环参数.....339

14.13原点在一轴上（循环419，DIN/ISO：G419，软件选装项17）.....341

循环运行.....341
编程时注意：.....341
循环参数.....342

14.14举例： 将原点设置在圆弧的中心和工件上表面.....343

14.15举例： 将原点设置在工件上表面和螺栓孔圆的圆心.....344

15 探测循环： 自动检查工件.....347

15.1 基础知识.....348

概要.....348
记录测量结果.....349
测量结果保存在Q参数中.....350
结果分类.....351
公差监测.....351
刀具监测.....352
测量结果的参考系统.....352

15.2 原点面（循环0，DIN/ISO：G55，软件选装项17）.....353

循环运行.....353
编程时注意：.....353
循环参数.....353

15.3 极坐标原点面（循环1，软件选装17）.....354

循环运行.....354
编程时注意：.....354
循环参数.....354

15.4 测量角度（循环420，DIN/ISO： G420，软件选装项17）.....355

循环运行.....355
编程时注意：.....355
循环参数.....356

15.5 测量孔（循环421，DIN/ISO： G421，软件选装项17）.....357

循环运行.....357
编程时注意：.....357
循环参数.....358

15.6 测量孔外（循环422，DIN/ISO：G422，软件选装项17）.....360

循环运行.....360
编程时注意：.....360
循环参数.....361

15.7 测量矩形内尺寸（循环423，DIN/ISO：G423，软件选装项17）.....363

循环运行.....363
编程时注意：.....363
循环参数.....364

15.8 测量矩形外尺寸（循环424，DIN/ISO：G424，软件选装项17）.....365

循环运行.....365
编程时注意：.....365
循环参数.....366

15.9 测量内宽度（循环425，DIN/ISO：G425，软件选装项17）.....368

循环运行.....368
编程时注意：.....368
循环参数.....369

15.10 测量凸台宽度（循环426，DIN/ISO：G426，软件选装项17）.....370

循环运行.....370
编程时注意：.....370
循环参数.....371

15.11 测量坐标（循环427，DIN/ISO：G427，软件选装项17）.....372

循环运行.....372
编程时注意：.....372
循环参数.....373

15.12 测量螺栓孔圆（循环430，DIN/ISO： G430，软件选装项17）.....374

循环运行.....374
编程时注意：.....375
循环参数.....375

15.13 测量平面（循环431，DIN/ISO：G431，软件选装项17）.....377

循环运行.....377
编程时注意：.....377
循环参数.....378

15.14 编程举例.....379

举例： 测量和修复加工矩形凸台.....379
举例： 测量矩形型腔并记录结果.....381

16 探测循环： 特殊功能.....383

16.1 基础知识.....384

概要.....384

16.2 测量（循环3，软件选装项17）.....385

循环运行.....385
编程时注意：.....385
循环参数.....386

16.3 3-D测量（循环4，软件选装项17）.....387

循环运行.....387
编程时注意：.....387
循环参数.....387

16.4 校准触发式测头.....388

16.5 显示校准值.....389

16.6 校准TS（循环460，DIN/ISO： G460，软件选装项17）.....390

16.7 校准TS长度（循环461，DIN/ISO：G461，软件选装项17）.....392

16.8 校准TS内半径（循环462，DIN/ISO：G462，软件选装项17）.....394

16.9 校准TS外半径（循环463，DIN/ISO：G463，软件选装项17）.....396

17 探测循环： 自动测量运动特性.....399

17.1 用TS测头测量运动特性（KinematicsOpt选装项）.....400

基础知识.....400
概要.....400

17.2 前提条件.....401

编程时注意：.....401

17.3 保存运动特性（循环450，DIN/ISO： G450，选装项）.....402

循环运行.....402
编程时注意：.....402
循环参数.....403
记录功能.....403
数据管理说明.....404

17.4 测量运动特性（循环451，DIN/ISO：G451，选装项）.....405

循环运行.....405
定位方向.....407
鼠牙盘连接的机床.....408
选择测量点数.....408
选择基准球在机床工作台的位置.....409
精度说明.....409
不同校准方式说明.....410
反向间隙.....410
编程时注意：.....411
循环参数.....412
其它模式（Q406）.....414
记录功能.....415

17.5 预设点补偿（循环452，DIN/ISO：G452，选装）.....416

循环运行.....416
编程时注意：.....417
循环参数.....418
调整可换铣头.....420
漂移补偿.....422
记录功能.....424

18 探测循环： 自动测量刀具.....425

18.1 基础知识.....426

概要.....426
循环31至33和循环481至483的差异.....427
设置机床参数.....428
刀具表TOOL.T中各项.....430

18.2 校准TT（循环30或480，DIN/ISO： G480，选装项17选装项17）.....431

循环运行.....431
编程时注意：.....431
循环参数.....431

18.3 校准无线测头TT 449（循环484, DIN/ISO： G484，DIN/ISO： G484，选装项17）.....432

基础知识.....432
循环运行.....432
编程时注意：.....433
循环参数.....433

18.4 测量刀具长度（循环31或481，DIN/ISO： G481，选装项17）.....434

循环运行.....434
编程时注意：.....435
循环参数.....435

18.5 测量刀具半径（循环32或482，DIN/ISO： G482，选装项17）.....436

循环运行.....436
编程时注意：.....436
循环参数.....437

18.6 测量刀具长度和半径（循环33或483，DIN/ISO： G483，选装项17）.....438

循环运行.....438
编程时注意：.....438
循环参数.....439

19 循环表 441

19.1 概要 442

固定循环 442

测头探测循环 444

1

基础知识 / 简要介绍

1.1 概要

对于由多个加工步骤组成的、经常重复使用的加工过程，可将其保存为标准循环存放在TNC存储器中。 坐标变换和多个特殊功能的循环也包含在其中。 大多数循环都用Q参数传递参数。

碰撞危险！

有时循环能执行许多操作。 为了安全，加工前必须运行程序图形测试功能！

如果在循环中使用编号大于200的间接参数赋值（例如**Q210 = Q1**），循环定义后，被赋值参数（例如Q1）的任何变化将不起作用。 这种情况时应直接定义循环参数（如**Q210**）。

如果为循环编号200以上固定循环定义了进给速率参数，就可以不直接输入数字值，而是用**TOOL CALL**（刀具调用）程序段中定义的给进给速（**FAUTO**软键）。 也可以根据相应循环和进给速率参数功能用**FMAX**（快移速度），**FZ**（每刃进给量）和**FU**（每转进给量）定义进给速率。

注意，循环定义后，**FAUTO**进给速率的变化将不起作用，因为系统处理循环定义时，TNC内部用**TOOL CALL**（刀具调用）程序段为进给速率赋值。

如果要删除循环中的一个程序段，TNC将询问是否要删除整个循环。

1.2 系统提供的循环组

固定循环一览表

CYCL DEF

▶ 软键行显示多个可用循环组

循环组	软键	页
啄钻，铰孔，镗孔，和锪孔循环	钻孔/攻丝	68
攻丝，螺纹切削和螺纹铣削循环	钻孔/攻丝	96
型腔、凸台和槽及端面铣削的循环	型腔/凸台/凹槽	126
坐标变换循环，用于各轮廓的原点平移、旋转、镜像、放大和缩小	坐标变换	234
子轮廓循环（SL）用于加工由多个重叠子轮廓组成的轮廓，以及用于圆柱面加工和摆线铣削	SL循环	202
生成阵列点的循环，例如圆弧阵列孔或直线阵列孔	图案	162
特殊循环，例如停顿时间，程序调用，主轴定向，雕刻，公差，确定负载	特殊循环	258

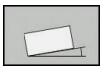
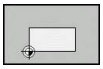
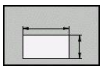
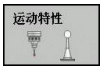
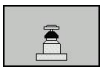
▷

▶ 根据需要，切换至机床相关的固定循环。 这些固定循环可被机床制造商集成在其系统中。

探测循环一览表

TOUCH PROBE

▶ 软键行显示多个可用循环组

循环组	软键	页
自动测量和补偿工件不对正量的循环		288
自动预设工件原点的循环		306
自动检查工件的循环		348
特殊循环		384
测头校准		390
自动测量运动特性循环		288
自动测量刀具循环（需由机床制造商设置为可用）		426

▷

▶ 根据需要，切换至机床相关的探测循环。 这些探测循环可被机床制造商集成在其系统中。

2

使用固定循环

2.1 使用固定循环

机床相关循环 （软件选装项19）

除海德汉循环外，许多机床制造商还为TNC系统提供他们自己的循环。 这些循环使用单独循环编号范围：

- 循环300至399
  机床相关循环用**CYCLE DEF**（循环定义）键定义
- 循环500至599
  机床相关探测循环通过**测头**键定义

相关功能说明，参见机床手册。

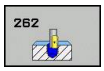
有时，机床相关循环也可以像海德汉标准循环一样传递参数。 定义生效的循环在定义后TNC就立即执行（参见 "调用循环", 50 页）。 调用生效的循环只有在调用后才执行（参见 "调用循环", 50 页）。 同时使用定义生效循环和调用生效循环时，必须注意防止改写正在使用中的传递参数。 操作步骤如下：

- 通常，定义生效的循环必须在调用生效循环前进行定义
- 如果要在调用生效的循环定义和调用之间编程一个定义生效的循环，那么仅当无共用的特定传递参数时才行

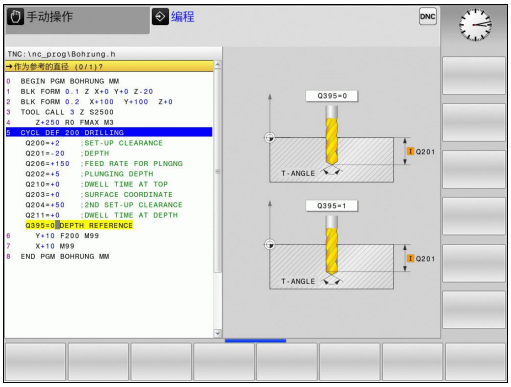
用软键定义循环

- 软键行显示多个可用循环组

- 按下所需循环组的软键，例如选择钻孔循环的DRILLING（钻孔）



- 选择一个循环，例如螺纹铣削。 TNC启动编程对话，并提示输入全部所需数值。 同时，在右侧窗口显示输入参数的图形。 对话中提示输入的参数用高亮形式显示。
- 输入TNC所需的全部参数，每输入一个参数后用**ENT**键结束
- 输入完全部所需参数后，TNC结束对话



用GOTO功能定义循环

- 软键行显示多个可用循环组

- TNC在弹出窗口中显示可用循环清单
- 用箭头键选择所需循环；或者
- 输入循环编号并用**ENT**键确认。 然后，TNC开始如上所述的循环对话

NC程序段举例

7 CYCL DEF 200 DRILLING	
Q200=2	**;SET-UP CLEARANCE**
Q201=3	**;DEPTH**
Q206=150	**;FEED RATE FOR PLNGNG**
Q202=5	**;PLUNGING DEPTH**
Q210=0	**;DWELL TIME AT TOP**
Q203=+0	**;SURFACE COORDINATE**
Q204=50	**;2ND SET-UP CLEARANCE**
Q211=0.25	**;DWELL TIME AT DEPTH**
Q395=0	**;DEPTH REFERENCE**

调用循环

前提条件
以下数据必须编程在循环调用前：
- 用于图形显示的**BLK FORM**（工件毛坯）（仅用于图形测试）
- 刀具调用
- 主轴旋转方向（M功能M3/M4）
- 循环定义（CYCL DEF）

对有些循环，还必须遵守其它前提条件。 详见各循环说明。

下列循环一旦在零件程序中作了定义便自动生效。 这些循环不能被调用，也不允许被调用：
- 圆弧阵列点循环220，直线阵列点循环221
- SL循环14（轮廓几何特征）
- SL循环20（轮廓数据）
- 循环32（公差）
- 坐标变换循环
- 循环9（停顿时间）
- 全部探测循环

用以下功能可调用所有其他循环。

用CYCL CALL（循环调用）功能调用一个循环

CYCL CALL（循环调用）功能将调用先前最后定义的固定循环一次。 循环起点位于CYCL CALL（循环调用）程序段之前最后一个编程位置处。

CYCL CALL

- 要编程一个循环调用，按下**CYCL CALL**（循环调用）键
- 按下**CYCL CALL M**软键输入一个循环调用
- 根据需要，输入辅助功能M（例如用**M3**使主轴运转），或按下**END**键结束对话

用CYCL CALL PAT调用一个循环

CYCL CALL PAT（循环调用阵列）功能调用在任何位置处最新用PATTERN DEF（阵列定义）(参见 "用PATTERN DEF（阵列定义）功能定义阵列", 56 页)或点位表(参见 "点位表", 63 页)功能定义的固定循环。

用CYCL CALL POS（循环调用位置）调用一个循环

CYCL CALL POS（循环调用位置）功能将调用最新定义的固定循环一次。 循环起点位于**CYCL CALL POS**（循环调用位置）程序段中定义的位置处。

TNC用定位逻辑移动至**CYCL CALL POS**（循环调用位置）程序段中的定义位置。

- 如果沿刀具轴的当前位置高于工件顶面（Q203），TNC先将刀具在加工面中运动，然后再沿刀具轴运动至编程位置。
- 如果刀具沿刀具轴的当前位置低于工件顶面（Q203），TNC先将刀具沿刀具轴移至第二安全高度处，然后再沿加工面移至编程位置。

三个坐标轴必须编程在**CYCL CALL POS**（循环调用位置）程序段中。 用刀具轴的坐标可以很容易地改变起点位置。 它起到了另一种原点平移的作用。

在**CYCL CALL POS**（循环调用位置）程序段中最新定义的进给速率仅适用于运动到该程序段中编程的起点位置。

通常，TNC用无半径补偿（R0）的方式移至**CYCL CALL POS**（循环调用位置）程序段中定义的位置处。

如果用**CYCL CALL POS**（循环调用位置）功能调用已定义起点位置的循环（例如循环212），那么该循环中所定义的位置将被用作**CYCL CALL POS**（循环调用位置）程序段定义位置的另一个平移运动。 因此，必须在循环中将起点位置设置为0。

用M99/89调用循环

M99功能仅在其编程程序段中有效，它调用先前最后定义的固定循环一次。 可以将**M99**编程在定位程序段的结束处。 TNC移至该位置后，再调用最后定义的固定循环。

如果需要在每个定位程序段之后使TNC自动执行循环，用**M89**编程第一个循环调用。

要取消**M89**的作用，编程：

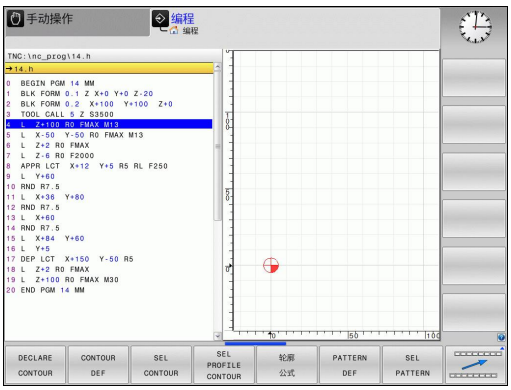
- 在移至最后一个起点的定位程序段中使用**M99**；或者
- 用**CYCL DEF**（循环定义）定义一个新固定循环

2.2 循环的程序默认值

概要

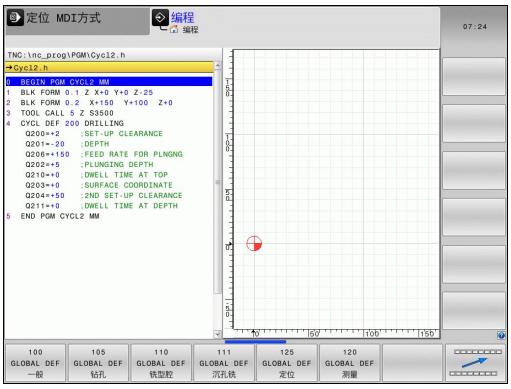
循环20至25的每一个循环以及编号为200和200以上的循环总使用相同的循环参数，例如安全高度**Q200**，每次定义循环时都需要输入一次。**GLOBAL DEF**（全局定义）功能可将这些循环参数在程序开始处只定义一次，它对程序中的所有固定循环全部有效。在相应固定循环中，只需要链接程序开始处的定义值。

提供以下GLOBAL DEF（全局定义）功能：



加工阵列	软键	页
GLOBAL DEF COMMON（全局定义通用） 定义全局有效的循环参数	100 GLOBAL DEF 一般	54
GLOBAL DEF DRILLING（全局定义钻孔） 定义特定钻孔循环参数	105 GLOBAL DEF 钻孔	54
GLOBAL DEF POCKET MILLING（全局定义型腔铣削） 定义特定型腔铣削循环参数	110 GLOBAL DEF 铣型腔	54
GLOBAL DEF CONTOUR MILLING（全局定义轮廓铣削） 定义特定轮廓铣削循环参数	111 GLOBAL DEF 沉孔铣	55
GLOBAL DEF POSITIONING（全局定义定位） 定义**CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）的定位特性	125 GLOBAL DEF 定位	55
GLOBAL DEF PROBING（全局定义探测） 定义特定探测循环参数	120 GLOBAL DEF 测量	55

输入GLOBAL DEF（全局定义）

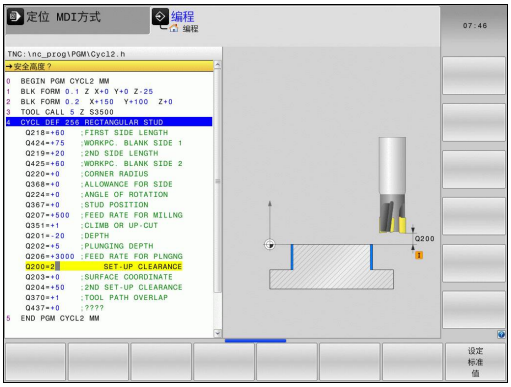


- ▶ 选择“程序编辑”操作模式
- ▶ 按下特殊功能键（SPEC FCT）
- ▶ 选择程序默认值功能（程序默认值）
- ▶ 选择**GLOBAL DEF**（全局定义）功能（GLOBAL DEF）
- ▶ 选择所需GLOBAL DEF（全局定义）功能，例如**GLOBAL DEF COMMON**（全局定义通用）（100 GLOBAL DEF 一般）
- ▶ 输入所需定义值并用ENT键确认

使用GLOBAL DEF（全局定义）信息

如果在程序开始处输入了相应GLOBAL DEF（全局定义）功能，定义加工循环时可以链接这些全局有效的参数值。

操作步骤为：



- ▶ 选择“程序编辑”操作模式
- ▶ 选择固定循环
- ▶ 选择所需循环组，例如： 钻孔循环
- ▶ 选择所需循环，例如**DRILLING**（钻孔）
- ▶ 如果它有全局参数，TNC显示**SET STANDARD VALUES**（设置标准值）软键
- ▶ 按下**SET STANDARD VALUES**（设置标准值）软键。然后，TNC在循环定义中输入关键字**PREDEF**（预定义）。这将创建一个连接程序开始处定义的相应**GLOBAL DEF**（全局定义）参数的链接

> **碰撞危险！**
> 必须注意事后修改程序设置将影响整个加工程序，因此将明显改变加工过程。
> 如果在固定循环中输入固定值，这个值将不能被**GLOBAL DEF**（全局定义）功能修改。

各处全部有效的全局数据

- **安全高度**： 刀尖与工件表面间距离，用于沿刀具轴在循环起点位置处进行自动接近运动。
- **第二安全高度：**这个位置为在加工步骤结束时TNC将刀具停在该处。下个加工位置由加工面上的该高度接近
- **F定位：**在一个循环内TNC移动刀具的进给速率
- **F退刀**： TNC退刀的进给速率

该参数对编号2xx以上的所有固定循环有效。

钻孔加工全局数据

- **断屑退刀速率：**断屑时TNC的退刀值
- **在孔底的停顿时间**： 刀具在孔底的停留时间，以秒为单位
- **在顶部停顿时间**： 刀具保持在安全高度处的时间，以秒为单位

该参数适用于钻孔、攻丝和螺纹铣削循环200至209，240和262至267。

型腔循环25x铣削加工的全局数据

- **行距系数**： 刀具半径乘以行距系数等于横向进刀步长
- **顺铣或逆铣**： 选择铣削类型
- **切入方式**： 切入材料用螺旋线运动，往复运动或垂直运动

该参数适用于铣削循环251至257。

轮廓循环铣削加工的全局数据

- **安全高度**： 刀尖与工件表面间距离，用于沿刀具轴在循环起点位置处进行自动接近运动。
- **第二安全高度**： 刀具与工件表面不会发生碰撞的绝对高度（用于工序中定位和循环结束时退刀）
- **行距系数**： 刀具半径乘以行距系数等于横向进刀步长
- **顺铣或逆铣**： 选择铣削类型

该参数适用于SL循环20，22，23，24和25。

定位特性全局数据

- **定位特性**： 加工步骤结束时，沿刀具轴退刀： 退至第二安全高度或单元起点位置处

该参数适用于每个用**CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）功能调用的固定循环。

探测功能全局数据

- **安全高度**： 测针与工件表面间距离，用于自动接近探测位置
- **第二安全高度：**如果**移到第二安全高度**选项有效，TNC沿测头轴在两测量点间移动测头的坐标
- **移到第二安全高度**： 选择在测量点间使TNC将测头移到安全高度还是移到第二安全高度

适用于所有探测循环4xx。

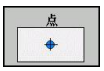
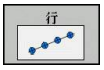
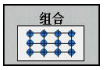
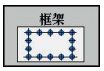
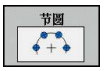
2.3 用PATTERN DEF（阵列定义）功能定义阵列

应用

用**PATTERN DEF**（阵列定义）功能可以方便地定义规则的加工阵列，用**CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）功能调用定义的阵列。 循环定义期间，辅助图形显示相应阵列定义参数。

> **!** **PATTERN DEF**（阵列定义）功能只适用于刀具轴为Z轴。

支持以下加工阵列：

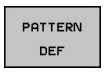
加工阵列	软键	页
点 定义9个以内加工位置		58
行 定义一行，直线或旋转		58
阵列 定义一个阵列，直线，旋转或变形		59
框式 定义一个框，直线，旋转或变形		60
圆 定义一个整圆		61
节圆 定义一个节圆		62

输入“阵列定义”

- 选择**程序编辑**操作模式

- 按下特殊功能键

- 选择轮廓和点加工功能



- 打开**PATTERN DEF**（阵列定义）程序段

- 选择所需加工阵列，例如单行
- 输入所需定义值并用ENT键确认

使用“阵列定义”

输入阵列定义后，就可用**CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）功能调用该阵列定义"调用循环", 50 页。 TNC将执行最新定义的加工阵列的加工循环。

加工阵列一直保持有效直到定义新阵列或用**SEL TABLE**（选择表）功能选择一个点位表。

用程序中启动功能选择任何一点，在该点开始或继续加工（参见《用户手册》的“测试运行和程序运行”部分）。

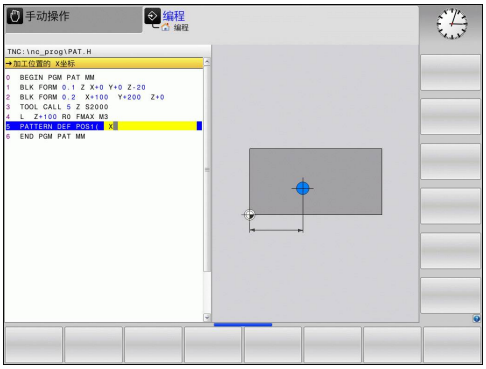
定义各个加工位置

最多可以输入9个加工位置。用**ENT**键确认每个输入项。如果定义的**工件表面Z轴坐标**不等于0，那么加工循环中定义的**Q203**有效外，该值将也有效。

- **加工位置的X轴坐标**（绝对坐标）：输入X轴坐标
- **加工位置的Y轴坐标**（绝对坐标）：输入Y轴坐标
- **工件表面坐标**（绝对坐标）：输入开始加工位置的Z轴坐标

NC程序段

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF POS1
   (X+25 Y+33.5 Z+0) POS2 (X+50
   Y+75 Z+0)
```



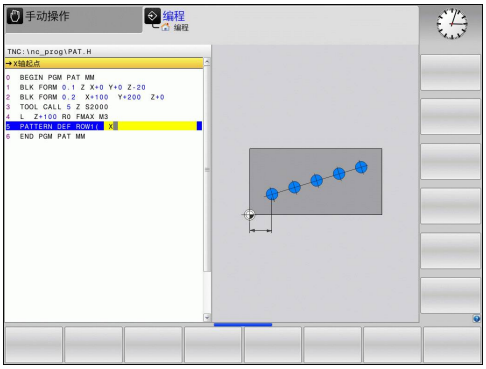
定义一个单行

如果定义的**工件表面Z轴坐标**不等于0，那么加工循环中定义的**Q203**有效外，该值将也有效。

- **X轴起点**（绝对值）：行起点的X轴坐标
- **Y轴起点**（绝对值）：行起点的Y轴坐标
- **加工位置间距**（增量值）：加工位置间距离。 可以输入正值或负值
- **重复次数**：加工操作总数
- **整个阵列的旋转位置**（绝对值）：围绕所输入起点的旋转角度。 参考轴：当前加工面的参考轴（例如刀具轴为Z的X轴）。可以输入正值或负值
- **工件表面坐标**（绝对位置）：输入开始加工位置的Z轴坐标

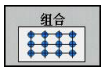
NC程序段

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF ROW1
   (X+25 Y+33.5 D+8 NUM5 ROT
   +0 Z+0)
```



定义一个阵列

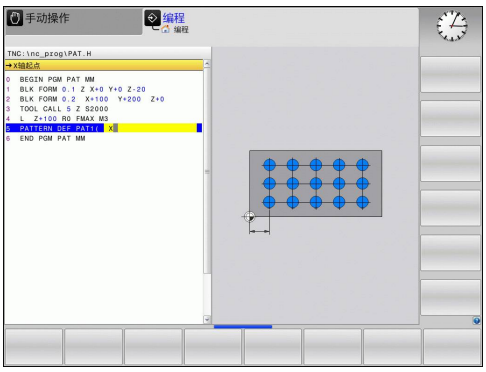
如果定义的**工件表面Z轴坐标**不等于0，那么加工循环中定义的**Q203**有效外，该值将也有效。
旋转位置参考轴和**旋转位置辅助轴**参数累加到整个阵列已执行的**旋转位置**上。



- **X轴起点**（绝对值）： 阵列起点的X轴坐标
- **Y轴起点**（绝对值）： 阵列起点的Y轴坐标
- **加工位置X轴间距**（增量值）： 加工位置间沿X轴方向的距离。 可以输入正值或负值
- **加工位置Y轴间距**（增量值）： 加工位置间沿Y轴方向的距离。 可以输入正值或负值
- **列数**: 阵列的总列数
- **行数**： 阵列的总行数
- **整个阵列的旋转位置**（绝对值）： 整个阵列围绕所输入的起点旋转的角度。 参考轴： 当前加工面的参考轴（例如刀具轴为Z的X轴）。 可以输入正值或负值
- **旋转位置参考轴**： 仅限围绕所输入的起点变形的加工面参考轴的旋转角度。 可以输入正值或负值。
- **旋转位置辅助轴**： 仅限围绕所输入的起点变形的加工面辅助轴的旋转角度。 可以输入正值或负值。
- **工件表面坐标**（绝对值）： 输入开始加工位置的Z轴坐标

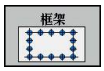
NC程序段

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF PAT1 (X+25 Y
   +33.5 DX+8 DY+10 NUMX5
   NUMY4 ROT+0 ROTX+0 ROTY
   +0 Z+0)
```



定义各个框线

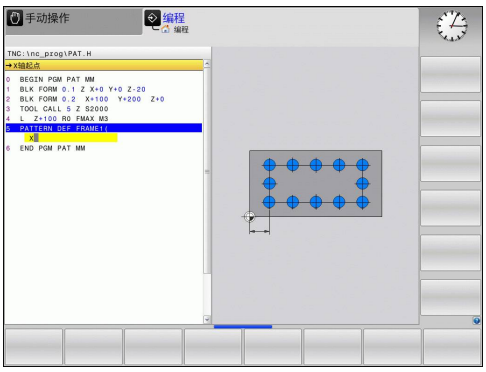
如果定义的**工件表面Z轴坐标**不等于0，那么加工循环中定义的**Q203**有效外，该值将也有效。
旋转位置参考轴和**旋转位置辅助轴**参数累加到整个阵列已执行的**旋转位置**上。



- **X轴起点**（绝对值）： 框线起点的X轴坐标
- **Y轴起点**（绝对值）： 框线起点的Y轴坐标
- **加工位置X轴间距**（增量值）： 加工位置间沿X轴方向的距离。可以输入正值或负值
- **加工位置Y轴间距**（增量值）： 加工位置间沿Y轴方向的距离。可以输入正值或负值
- **列数**: 阵列的总列数
- **行数**： 阵列的总行数
- **整个阵列的旋转位置**（绝对值）： 整个阵列围绕所输入的起点旋转的角度。 参考轴： 当前加工面的参考轴（例如刀具轴为Z的X轴）。可以输入正值或负值
- **旋转位置参考轴**： 仅限围绕所输入的起点变形的加工面参考轴的旋转角度。可以输入正值或负值
- **旋转位置辅助轴**： 仅限围绕所输入的起点变形的加工面辅助轴的旋转角度。可以输入正值或负值。
- **工件表面坐标**（绝对位置）： 输入开始加工位置的Z轴坐标

NC程序段

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF FRAME1
   (X+25 Y+33.5 DX+8 DY+10
   NUMX5 NUMY4 ROT+0 ROTX+0
   ROTY+0 Z+0)
```



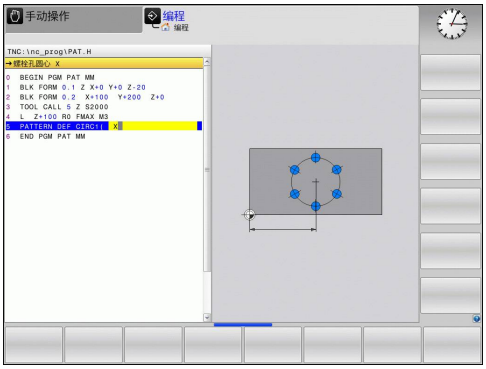
定义整圆

如果定义的**工件表面Z轴坐标**不等于0，那么加工循环中定义的**Q203**有效外，该值将也有效。

- **螺栓孔圆心X轴**（绝对值）： 圆心的X轴坐标
- **螺栓孔圆心Y轴**（绝对值）： 圆心的Y轴坐标
- **螺栓孔直径**： 螺栓孔圆的直径
- **起始角**： 第一加工位置的极角。 参考轴： 当前加工面的参考轴（例如刀具轴为Z的X轴）。 可以输入正值或负值
- **重复次数**： 整圆上加工位置总数
- **工件表面坐标**（绝对位置）： 输入开始加工位置的Z轴坐标

NC程序段

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF CIRC1
     (X+25 Y+33 D80 START+45
     NUM8 Z+0)
```



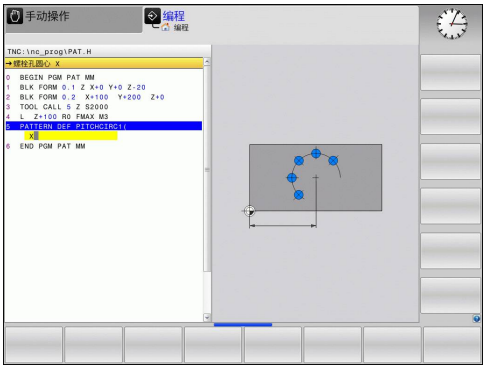
定节圆

如果定义的**工件表面Z轴坐标**不等于0，那么加工循环中定义的**Q203**有效外，该值将也有效。

- **螺栓孔圆心X轴**（绝对值）： 圆心的X轴坐标
- **螺栓孔圆心Y轴**（绝对值）： 圆心的Y轴坐标
- **螺栓孔直径**： 螺栓孔圆的直径
- **起始角**： 第一加工位置的极角。 参考轴： 当前加工面的基本轴（例如刀具轴为Z的X轴）。可以输入正值或负值
- **步距角/终止角**： 两个加工位置间的增量极角。 可以输入正值或负值。 也可以输入终止角（用软键切换）。
- **重复次数**： 整圆上加工位置总数
- **工件表面坐标**（绝对位置）： 输入开始加工位置的Z轴坐标

NC程序段

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF PITCHCIRC1
   (X+25 Y+33 D80 START+45
   STEP30 NUM8 Z+0)
```



2.4 点位表

应用

如果需要在非规则的阵列点上运行一个循环或按顺序运行多个循环，需要创建一个点位表。

如果使用钻孔循环，点位表中的加工面坐标是指孔的圆心。 如果使用铣削循环，点位表中的加工面坐标是指相应循环的起点坐标（如圆弧型腔的圆心坐标）。 主轴坐标轴的坐标对应于工件表面的坐标。

创建点位表

▶ 选择**程序编辑**操作模式

▶ 调用文件管理器： 按下**PGM MGT**键。

文件名？

▶ 输入点位表文件名和文件类型并用**ENT**键确认。

▶ 选择尺寸单位： 按下**MM**或**INCH**软键。 TNC切换至程序段窗口和显示空点位表。

▶ 用**INSERT LINE**（插入行）软键插入新行并输入所需加工位置的坐标。

重复以上步骤直到所有坐标输入完毕为止。

点位表名的开头字符必须为字母。
用软键**X OFF/ON**（X轴关闭/开启），**Y OFF/ON**（Y轴关闭/开启），**Z OFF/ON**（Z轴关闭/开启）（第2软键行）可以指定点位表中需输入的坐标。

隐藏加工过程中的个别点

用点位表**FADE**（隐藏）列可以指定在加工过程中需隐藏的点。

▶ 在表中选择需隐藏的点

▶ 选择**FADE**（隐藏）列

▶ 启用隐藏，或者

▶ 取消隐藏。

在程序中选择点位表

在**程序编辑**操作模式中，选择需启动点位表的程序：

▶ 按下**PGM CALL**键，调用选择点位表的功能

▶ 按下**POINT TABLE**（点位表）软键

输入点位表文件名并用**ENT**键确认。 如果点位表未保存在与数控程序文件相同目录下，必须输入完整路径。

NC程序段举例

```
7 SEL PATTERN "TNC:\DIRKT5\NUST35.PNT"
```

用点位表一起调用循环

TNC用**CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）功能运行最新定义的点位表（也适用于用**CALL PGM**（程序调用）功能嵌套在程序中定义的点位表）。

如果需要TNC在点位表中定义的点处调用最新定义的固定循环，可以用**CYCLE CALL PAT**（循环调用阵列）编程一个循环调用：

- 要编程一个循环调用，按下**CYCL CALL**（循环调用）键
- 按下**CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）软键调用点位表
- 输入TNC由一个点移动到另一个点的进给速率（如果没有输入该数据，TNC将用最后一个编程进给速率移动；**FMAX**无效）。
- 根据需要，输入辅助功能M，然后按下**END**键确认

TNC在两个起点间退刀至第二安全高度处。 TNC用循环调用的主轴坐标轴坐标或循环参数Q204值间的较大值作第二安全高度。

如果要在预定位主轴坐标轴时用慢进给速率运动，用辅助功能M103。

使用SL循环与循环12时的点位表作用

TNC将这些点位视为附加原点平移。

使用循环200至208和262至267时的点位表作用

TNC将把加工平面上的点视为孔圆心的坐标。 如果要将点位表中定义的主轴坐标轴的坐标用作起点坐标，必须将工件表面坐标（Q203）定义为0。

使用循环251至254时的点位表作用

TNC将把加工面上的点视为循环的起点坐标。 如果要将点位表中定义的主轴坐标轴的坐标用作起点坐标，必须将工件表面坐标（Q203）定义为0。

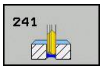
3

固定循环： 钻孔

3.1 基础知识

概要

TNC提供以下用于各类钻孔和加工的循环：

循环	软键	页
循环240（定中心） 自动预定位时，第二安全高度可选输入定中心直径或定中心深度		69
循环200（钻孔） 自动预定位，第二安全高度		71
循环201（铰孔） 自动预定位，第二安全高度		73
循环202（镗孔） 自动预定位，第二安全高度		75
循环203（万能钻孔） 自动预定位时，第二安全高度，断屑和进给递减量		77
循环204（反向镗孔） 自动预定位，第二安全高度		79
循环205（万能啄钻） 自动预定位时，第二安全高度，断屑和预停距离		82
循环208（螺旋铣孔） 自动预定位，第二安全高度		86
循环241（单刃深孔钻） 自动预定位至加深的起点位置时，轴转速和冷却液定义		88

3.2 定中心（循环240，DIN/ISO：G240，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至工件表面之上的安全高度处。
2 刀具以编程进给速率**F**定中心在编程的定中心直径或定中心深度处。
3 如有定义，刀具保持在定中心深度处。
4 最后，刀具退至安全高度或—如果编程了第二安全高度—用快移速度**FMAX**退至第二安全高度。

编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

循环参数**Q344**（直径）或**Q201**（深度）的代数符号决定加工方向。 如果编程直径或深度 = 0，将不执行该循环。

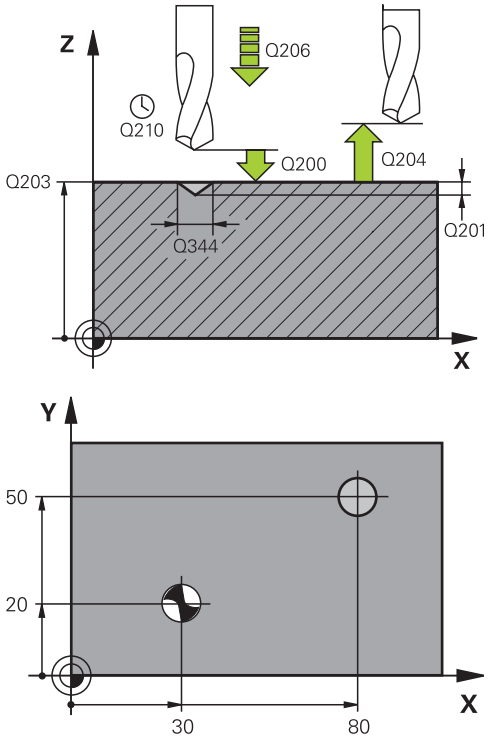
碰撞危险！

如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**定义TNC输出出错信息（开启）或不输出出错信息（关闭）。

必须注意，如果**输入了正直径或正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数

- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入正值。 输入范围0至99999.9999
- **选择深度/直径（0/1）**Q343： 选择是否基于输入的直径或深度执行定中心。 如果用基于输入的直径执行定中心，必须在刀具表“TOOL.T”的**T ANGLE**（刀尖角）列定义刀尖角。
  0: 基于输入的深度定中心
  1: 基于输入的直径定中心
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与定中心最低点（定中心圆锥尖）之间的距离。 仅当Q343=0时才有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **圆直径（代数符号）**Q344： 定中心直径。 仅当Q343=1时才有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 执行定中心时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围: 0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**。
- **在孔底处的停顿时间**Q211： 刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.0000
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999



NC程序段

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 CYCL DEF 240 CENTERING	
Q200=2	;SET-UP CLEARANCE
Q343=1	;SELECT DIA./DEPTH
Q201=+0	;DEPTH
Q344=-9	;DIAMETER
Q206=250	;FEED RATE FOR PLNGNG
Q211=0.1	;DWELL TIME AT DEPTH
Q203=+20	;SURFACE COORDINATE
Q204=100	;2ND SET-UP CLEARANCE
12 L X+30 Y+20 R0 FMAX M3 M99	
13 L X+80 Y+50 R0 FMAX M99	

3.3 钻孔（循环200）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至工件表面之上的安全高度处。
2 刀具以编程进给速率**F**钻至第一切入深度。
3 TNC以快移速度**FMAX**将刀具退至安全高度处并在此停顿（如果输入了停顿时间），然后以快移速度**FMAX**移至第一切入深度上方的安全高度处。
4 刀具以编程进给速率F钻孔至切入深度。
5 TNC重复这一过程（2至4步）直至达到编程的孔总深为止。
6 最后，刀具从孔底退至安全高度或—如果编程了第二安全高度—用快移速度**FMAX**退至第二安全高度。

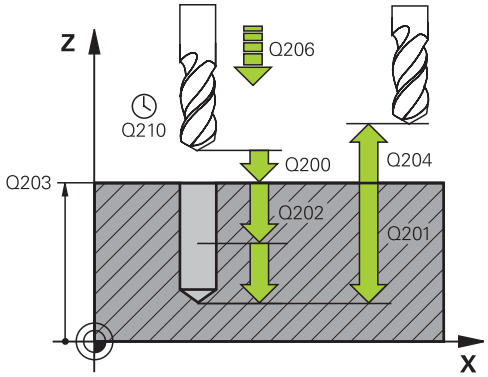
编程时注意：

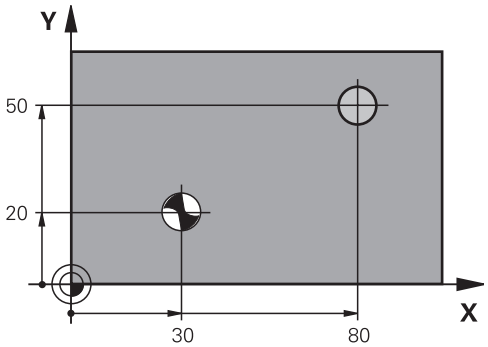
用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。
循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

碰撞危险！
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数

- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入正值。 输入范围0至99999.9999
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与孔底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 钻孔期间的刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999，或**FAUTO**，**FU**
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 输入范围0至99999.9999。 该深度不能是切入深度的倍数。 下列情况将一次加工到所需深度：
  - 切入深度等于该深度
  - 切入深度大于该深度
- **顶部停顿时间**Q210： 刀具自孔内退出进行排屑时，刀具在安全高度处的停留时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.0000
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **在孔底处的停顿时间**Q211： 刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.0000
- **深度基准**Q395： 选择输入的深度是相对刀尖位置还是相对刀具的圆周面。 如果TNC认为深度是相对刀具的圆周面，必须在刀具表TOOL.T的T ANGLE（刀尖角）列定义刀尖角。
  0 = 相对刀尖的深度
  1 = 相对刀具圆周面的深度





NC程序段

```
11 CYCL DEF 200 DRILLING
   Q200=2      ;安全高度
   Q201=-15    ;深度
   Q206=250    ;切入进给速率
   Q202=5      ;切入深度
   Q211=0      ;在顶部停顿时间
   Q203=+20    ;表面坐标
   Q204=100    ;第二安全高度
   Q211=0.1    ;在底部停顿时间
   Q395=0      ;深度基准
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M99
```

3.4 铰孔（循环201，DIN/ISO： G201，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。
2 刀具以编程进给速率**F**铰孔至输入的深度。
3 如果编程了停顿时间，刀具将在孔底处停顿所输入的时间。
4 然后，刀具以进给速率F退刀至安全高度，如果编程了第二安全高度，由安全高度处以**FMAX**快移速度移至第二安全高度处。

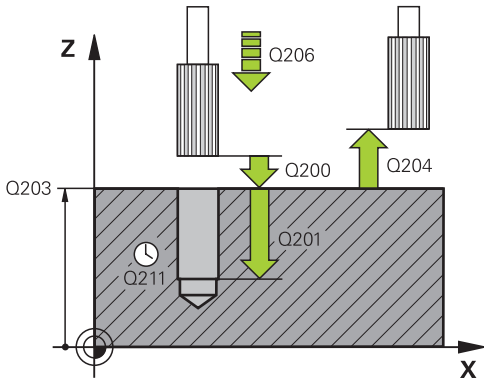
编程时注意：

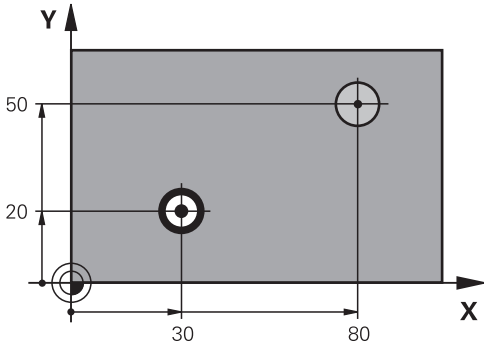
用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。
循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

碰撞危险！
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数

- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与孔底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 铰孔时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**
- **在孔底处的停顿时间**Q211： 刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.0000
- **退刀速度**Q208： 刀具自孔中退出的移动速度。 如果输入Q208 = 0，刀具将以铰孔进给速率退刀。 输入范围0至99999.999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999





NC程序段

```
11 CYCL DEF 201 REAMING
   Q200=2      ;安全高度
   Q201=-15    ;深度
   Q206=100    ;切入进给速率
   Q211=0.5    ;在底部停顿时间
   Q208=250    ;退刀进给速率
   Q203=+20    ;表面坐标
   Q204=100    ;第二安全高度
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M9
15 L Z+100 FMAX M2
```

3.5 镗孔（循环202，DIN/ISO： G202，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至工件表面之上的安全高度处。
2 刀具以切入进给速率钻孔至编程深度。
3 如果编程中要求停顿，刀具将在孔底处停顿所输入的时间并保持当前主轴无进给旋转。
4 然后，TNC将主轴定向至参数Q336定义的位置。
5 如果选择了退刀，刀具将沿编程方向退离0.2毫米（固定值）。
6 然后，刀具以退刀速度退刀至安全高度，如果编程了第二安全高度，由安全高度处以**FMAX**快移速度移至第二安全高度处。 如果Q214=0，刀尖将停留在孔壁上。

编程时注意：

要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和TNC系统进行专门设置。

这个循环只适用于伺服控制主轴的机床。

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

循环执行完后，TNC将恢复循环调用前的冷却液和主轴状态。

碰撞危险！

如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

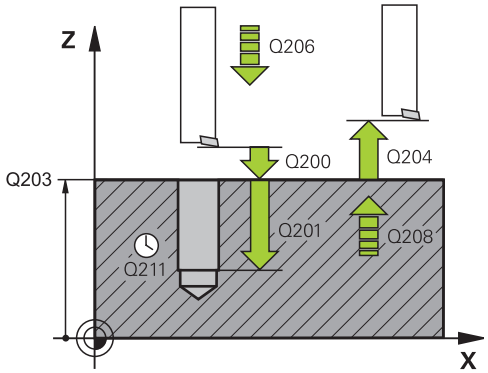
选择刀具退离孔边的方向。

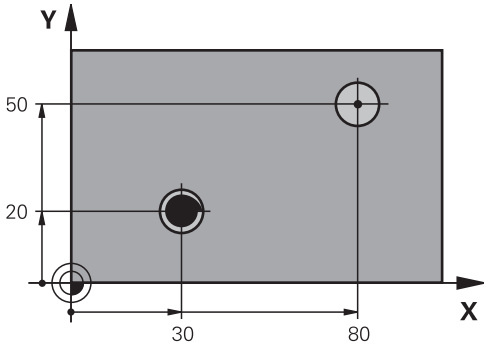
编程主轴定向时，以使主轴定向在Q336中输入的角度位置，检查刀尖位置（例如，在**手动数据输入定位**操作模式中）。 设置角度使刀尖沿平行于坐标轴方向。

退刀时，TNC自动考虑当前坐标系统的旋转因素。

循环参数

- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与孔底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 镗孔中的刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**
- **在孔底处的停顿时间**Q211： 刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.0000
- **退刀速度**Q208： 刀具自孔中退出的移动速度。 如果输入Q208 = 0的话，刀具将以切入进给速率退刀。 输入范围为0至99999.999，或**FMAX**，**FAUTO**
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.999
- **退离方向（0/1/2/3/4）**Q214： 确定TNC在孔底处的退刀方向（主轴定向之后）
  0: 不退刀
  1: 沿基本轴负方向退刀
  2: 沿辅助轴负方向退刀
  3: 沿基本轴正方向退刀
  4: 沿辅助轴正方向退刀
- **主轴定向角**Q336（绝对值）： 退刀前，TNC定位刀具的定向角。 输入范围-360.000至360.000






```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 202 BORING
   Q200=2      ;安全高度
   Q201=-15    ;深度
   Q206=100    ;切入进给速率
   Q211=0.5    ;在底部停顿时间
   Q208=250    ;退刀进给速率
   Q203=+20    ;表面坐标
   Q204=100    ;第二安全高度
   Q214=1      ;退离方向
   Q336=0      ;主轴角度
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M99
```

3.6 万能钻孔（循环203，DIN/ISO：G203，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。
2 刀具以输入的进给速率**F**钻至第一切入深度。
3 如果编写了断屑程序，刀具将按输入的退刀值退刀。如果不用断屑加工，刀具以退刀速率退至安全高度处，如果编程了停顿时间将在此停留所输入的停顿时间，然后以快移速度**FMAX**再次移至第一切入深度上方的安全高度处。
4 然后，刀具以编程进给速率再次进刀。 如果编程了递减量，每次进给后的切入深度将按减量递减。
5 TNC重复这一过程（2至4步）直至达到编程的孔总深为止。
6 如果程序要求刀具在孔底停留，刀具在孔底停留所输入的停顿时间，空转，然后以退刀速率退至安全高度处。如果是这样编程的话，刀具将以**FMAX**快速移动速度移至第二安全高度处。

编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

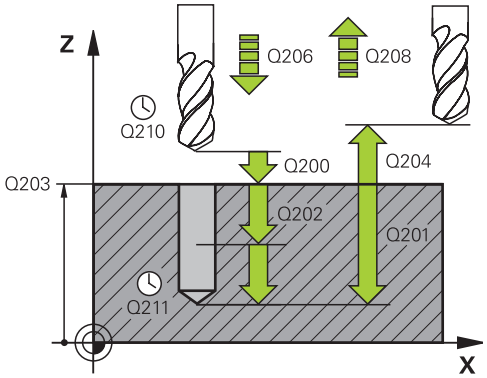
碰撞危险！

如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数

- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与孔底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 钻孔时的刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。输入范围0至99999.9999。该深度不能是切入深度的倍数。下列情况将一次加工到所需深度：
  - 切入深度等于该深度
  - 切入深度大于该深度和未定义断屑工序
- **顶部停顿时间**Q210： 刀具自孔内退出进行排屑时，刀具在安全高度处的停留时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.0000
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **递减量**Q212（增量值）： 每次进给后，TNC将减小切入深度Q202的值。 输入范围0至99999.9999
- **退刀前断屑次数**Q213： TNC由孔中退出刀具进行排屑前的断屑次数。 为了断屑，TNC每次将退刀Q256的值。 输入范围0至99999
- **最小切入深度**Q205（增量值）： 如果输入了递减量，TNC将把切入的深度限制为Q205输入的值。 输入范围0至99999.9999
- **在孔底处的停顿时间**Q211： 刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.0000
- **退刀进给速率**Q208： 刀具自孔中退出的移动速度，单位为mm/min。 如果输入Q208 = 0，TNC将以Q206的进给速率退刀。 输入范围0至99999.999，或**FMAX**，**FAUTO**
- **断屑退离速率**Q256（增量值）： 断屑时TNC的退刀值。 输入范围0.000至99999.999
- **深度基准**Q395： 选择输入的深度是相对刀尖位置还是相对刀具的圆周面。 如果TNC认为深度是相对刀具的圆周面，必须在刀具表TOOL.T的T ANGLE（刀尖角）列定义刀尖角。
  0 = 相对刀尖的深度
  1 = 相对刀具圆周面的深度



NC程序段

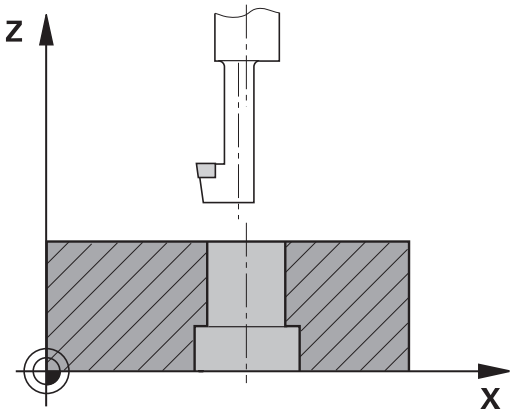
11 CYCL DEF 203 UNIVERSAL DRILLING	
Q200=2	**;安全高度**
Q201=-20	**;深度**
Q206=150	**;切入进给速率**
Q202=5	**;切入深度**
Q211=0	**;在顶部停顿时间**
Q203=+20	**;表面坐标**
Q204=50	**;第二安全高度**
Q212=0.2	**;减量**
Q213=3	**;断屑**
Q205=3	**;最小切入深度**
Q211=0.25	**;在底部停顿时间**
Q208=500	**;退刀进给速率**
Q256=0.2	**;断屑距离**
Q395=0	**;深度基准**

3.7 反向镗孔（循环204，DIN/ISO：G204，软件选装项19）

循环运行

本循环用于从工件底部反向镗孔。

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至工件表面之上的安全高度处。
2 然后，TNC将主轴定向在0度位置处并使主轴停转和使刀具偏移偏心距离。
3 然后刀具以进给速率进入已经预镗的孔中进行预定位直到刀刃达到在工件底部的安全高度位置。
4 TNC再次将刀具定位在预镗的孔中心，转动主轴并接通冷却液，以进给速率镗孔至孔深度处。
5 如果输入了停顿时间，刀具将在镗孔顶部停留，然后再从孔中退刀。 TNC执行另一次主轴定向并使刀具偏移偏心距离。
6 然后，刀具用预定位进给速率退刀至安全高度，如果编程了第二安全高度，由安全高度处以**FMAX**快移速度移至第二安全高度处。



编程时注意：

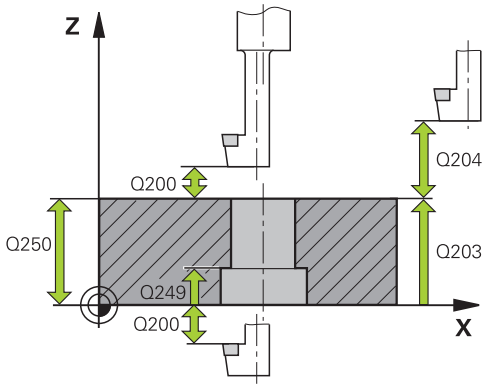
要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和TNC系统进行专门设置。
这个循环只适用于伺服控制主轴的机床。
本循环需要使用向上切削的专用镗杆。

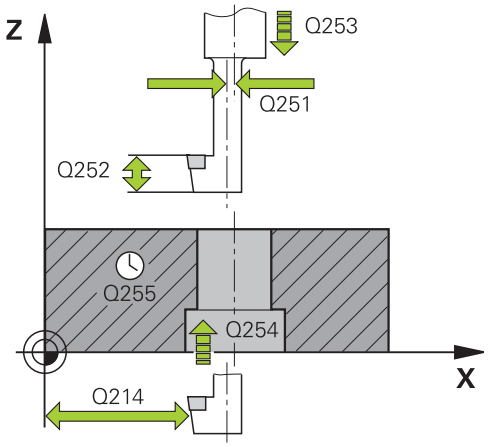
用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。
循环参数深度的代数符号决定加工方向。 注意： 正号表示沿正主轴方向镗孔。
输入的刀具长度是指到镗杆底部的总长度，而不是仅仅到刀刃处。
计算镗孔起点时，TNC将考虑镗杆的刀刃长度和材料厚度。

碰撞危险！
编程主轴定向时，以使主轴定向在**Q336**中输入的角度位置，检查刀尖位置（例如，在**手动数据输入定位**操作模式中）。 设置角度使刀尖沿平行于坐标轴方向。选择刀具退离孔边的方向。

循环参数

- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **锪孔深度**Q249（增量值）： 工件底边与孔顶之间的距离。 正号表示沿正主轴方向镗孔。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **材料厚度**Q250（增量值）： 工件厚度。 输入范围0.0001至99999.9999
- **偏心距**Q251（增量值）： 镗杆的偏心距离，其值来自刀具数据表。 输入范围0.0001至99999.9999
- **刀刃高度**Q252（增量值）： 镗杆底边与主切削刃之间的距离，其值来自刀具数据表。 输入范围0.0001至99999.9999
- **预定位进给速率**Q253: 切入工件或退离工件时用mm/min为单位的刀具运动速度。输入范围为0至99999.999，或**FMAX**，**FAUTO**
- **反向镗孔进给速率**Q254： 反向镗孔中的刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**
- **停顿时间**Q255： 停在镗孔顶部的时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.000
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **退离方向（0/1/2/3/4）**Q214： 确定TNC将刀具偏移偏心距的方向（主轴定向后）；不允许编程为0
  1: 沿基本轴负方向退刀
  2: 沿辅助轴负方向退刀
  3: 沿基本轴正方向退刀
  4: 沿辅助轴正方向退刀
- **主轴定向角**Q336（绝对值）： 刀具进入孔或退离镗孔前TNC定位刀具的定向角。 输入范围-360.0000至360.0000





NC程序段

11 CYCL DEF 204 BACK BORING	
Q200=2	**;安全高度**
Q249=+5	**;锪孔深度**
Q250=20	**;材料厚度**
Q251=3.5	**;偏心距离**
Q252=15	**;刀刃高度**
Q253=750	**;预定位进给速率F**
Q254=200	**;锪孔进给速率F**
Q255=0	**;停顿时间**
Q203=+20	**;表面坐标**
Q204=50	**;第二安全高度**
Q214=1	**;退离方向**
Q336=0	**;主轴角度**

3.8 万能啄钻（循环205，DIN/ISO：G205，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。
2 如果输入加深的起点，TNC将以定义的定位进给速率将刀具移至加深起点之上的安全高度处。
3 刀具以输入的进给速率**F**钻至第一切入深度。
4 如果编写了断屑程序，刀具将按输入的退刀值退刀。 如果不用断屑加工，刀具以快移速度移至安全高度处，再以快移速度**FMAX**移至第一个切入深度上方输入的起点位置处。
5 然后，刀具以编程进给速率再次进刀。 如果编程了递减量，每次进给后的切入深度将按减量递减。
6 TNC重复这一过程（2至4步）直至达到编程的孔总深为止。
7 如果程序要求刀具在孔底停留，刀具在孔底停留所输入的停顿时间，空转，然后以退刀速率退至安全高度处。 如果这样编程，刀具用**FMAX**快速移动速度移至第二安全高度处。

编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

如果输入不同于**Q258**和**Q259**的预停距离，TNC将等量改变第一切入深度与最后切入深度之间的预停距离。

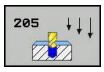
如果用**Q379**输入了一个加深的起点，TNC只改变进给运动的起点。 TNC不改变退刀运动，因此它们是相对工件表面坐标计算的。

碰撞危险！

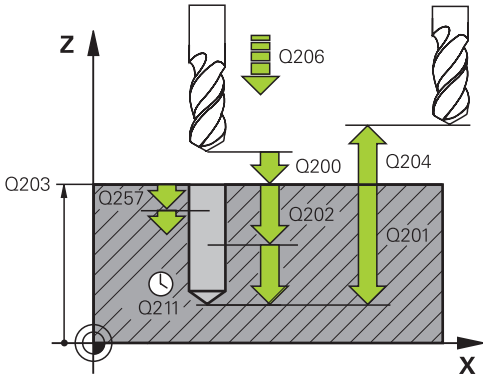
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数



- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与孔底（钻头尖）之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 钻孔时的刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。输入范围0至99999.9999。该深度不能是切入深度的倍数。下列情况将一次加工到所需深度：
  - 切入深度等于该深度
  - 切入深度大于该深度
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **减量**Q212（增量值）： TNC减小的切入深度Q202的值。 输入范围0至99999.9999
- **最小切入深度**Q205（增量值）： 如果输入了减量值，TNC将把切入的深度限制为Q205输入的值。 输入范围0至99999.9999
- **上预停距离**Q258（增量值）： 刀具由孔中退离后，TNC将刀具再次移至当前切入深度位置时进行快速移动定位的安全高度；第一切入深度值。 输入范围0至99999.9999
- **下预停距离**Q259（增量值）： 刀具由孔退离后，TNC将刀具再次移至当前切入深度位置时进行快速移动定位的安全高度；最后一个切入深度值。 输入范围0至99999.9999
- **断屑进给深度**Q257（增量值）： TNC执行断屑时的深度。 如果输入0，不断屑。 输入范围0至99999.9999
- **断屑退离速率**Q256（增量值）： 断屑时TNC的退刀值。 输入范围0.000至99999.999
- **在孔底处的停顿时间**Q211： 刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.0000
- **加深起点**Q379（相对工件表面增量值）： 实际钻孔加工的开始位置。 TNC用**预定位进给速率**从工件表面上方的安全高度位置运动到加深起点上方的安全高度位置。 输入范围0至99999.9999



NC程序段

11 CYCL DEF 205 UNIVERSAL PECKING
Q200=2 ;安全高度
Q201=-80 ;深度
Q206=150 ;切入进给速率
Q202=15 ;切入深度
Q203=+100;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q212=0.5 ;递减量
Q205=3 ;最小切入深度
Q258=0.5 ;上预停距离
Q259=1 ;下预停距离
Q257=5 ;断屑深度
Q256=0.2 ;断屑距离
Q211=0.25 ;底部停顿时间
Q379=7.5 ;起点
Q253=750 ;预定位进给速率
Q208=9999 ;退刀进给速率
Q395=0 ;深度基准

- **预定位进给速率**Q253： 定义断屑退刀后刀具重新回到切入深度时的运动速度（Q256）。 该进给速率对刀具定位到加深起点位置时也有效（Q379不等于0）。 输入单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999 或**FMAX**，**FAUTO**
- **退刀进给速率**Q208： 加工后退刀时，刀具运动速度，单位mm/min。 如果输入Q208 = 0，TNC将以Q206的进给速率退刀。 输入范围0至99999.9999，或**FMAX**，**FAUTO**
- **深度基准**Q395： 选择输入的深度是相对刀尖位置还是相对刀具的圆周面。 如果TNC认为深度是相对刀具的圆周面，必须在刀具表TOOL.T的T ANGLE（刀尖角）列定义刀尖角。
  0 = 相对刀尖的深度
  1 = 相对刀具圆周面的深度

3.9 螺旋镗铣（循环208，软件选装19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以快速移动速度**FMAX**将刀具移至工件表面之上的编程安全高度处，然后将刀具移至倒圆圆弧上镗孔圆周处（如有足够空间）。
2 刀具以编程进给速率**F**沿螺旋线由当前位置铣削至第一切入深度处。
3 达到钻孔深度后，TNC再转动一个整圆排出第一次切入后剩下的切屑。
4 然后，TNC再次把刀具定位在孔中心处。
5 最后，TNC以**FMAX**快移速度返回到安全高度处。如果是这样编程的话，刀具将以**FMAX**快速移动速度移至第二安全高度处。

编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

如果输入的镗孔直径与刀具直径相同，TNC将直接镗至输入的深度而不进行任何螺旋线插补。

当前有效的镜像功能**不影响**该循环定义的铣削类型。

注意如果进给距离过大，可能会损坏刀具或工件。

为避免进给过大，在刀具表的**ANGLE**（角度）栏中输入刀具的最大切入角。 那么TNC将自动计算允许的最大进给量，并相应修改输入的值。

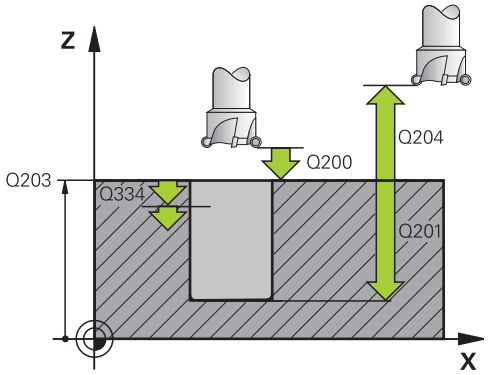
碰撞危险！

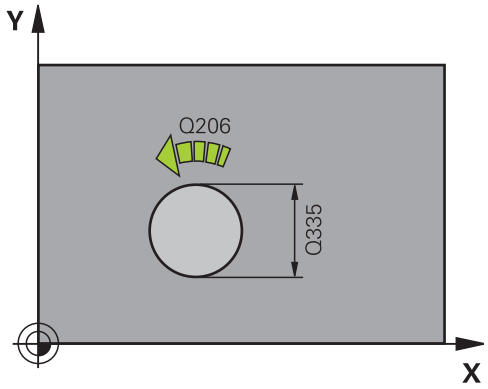
如果输入了正深度，用机床参数displayDepthErr定义TNC输出出错信息（开启）或不输出出错信息（关闭）。

必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数

- **安全高度**Q200（增量值）： 刀具下刃与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与孔底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 螺旋钻孔期间的刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999，或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **一个螺旋的进给量**Q334（增量值）： 刀具一个螺旋（=360度）运动的切入深度。 输入范围0至99999.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **名义直径**Q335（绝对值）： 镗孔直径。 如果输入的名义直径与刀具直径相同，TNC将直接镗至输入的深度而不进行任何螺旋线插补。 输入范围0至99999.9999
- **粗加直径**Q342（绝对值）： 只要在Q342中的输入值大于0，TNC将不再检查名义直径与刀具直径的比。 这样可以粗铣两倍于刀具直径的孔。 输入范围0至99999.9999
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣





NC程序段

```
12 CYCL DEF 208 BORE MILLING
  Q200=2      ;安全高度
  Q201=-80    ;深度
  Q206=150    ;切入进给速率
  Q334=1.5    ;切入深度
  Q203=+100;表面坐标
  Q204=50     ;第二安全高度
  Q335=25     ;名义直径
  Q342=0      ;粗铣直径
  Q351=+1     ;顺铣或逆铣
```

3.10 单刃深孔钻（循环241，DIN/ISO：G241，软件选装项19）

循环运行

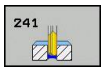
1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。
2 然后，TNC用定义的定位进给速率将刀具移至加深的起点上方的安全高度位置和开启钻孔速度（**M3**）和冷却液。 TNC执行循环中定义旋转方向的接近运动，顺时针，逆时针或静止主轴。
3 刀具用进给速率**F**钻孔至深度，或如果输入较小进给值，钻孔至切入深度。 每次进给后切入深度减小一个递减量。 如果输入了停顿深度，达到停顿深度后，TNC用进给速度系数降低进给速率。
4 如果编程要求断屑，刀具保持在孔底进行断屑。
5 TNC重复这一过程（3至4步）直至达到编程的孔总深为止。
6 TNC达到孔深度后，TNC关闭冷却液并复位钻孔速度为退刀定义值。
7 刀具用退刀进给速率退刀至安全高度位置。 这样编程后，刀具用**FMAX**速度移至第二安全高度位置。

编程时注意：

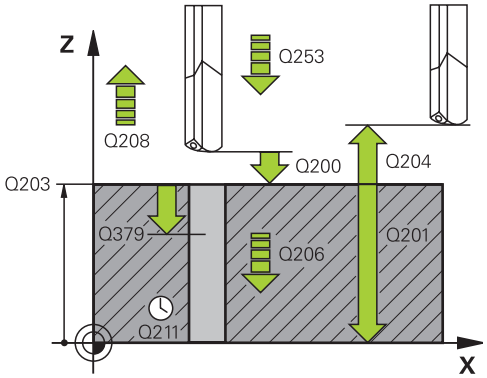
用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。
循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

碰撞危险！
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数



- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与孔底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 钻孔时的刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**
- **在孔底处的停顿时间**Q211： 刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。 输入范围0至3600.0000
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **加深起点**Q379（相对工件表面增量值）： 实际钻孔加工的开始位置。 TNC用**预定位进给速率**从工件表面上方的安全高度位置运动到加深起点上方的安全高度位置。 输入范围0至99999.9999
- **预定位进给速率**Q253： 定义断屑退刀后刀具重新回到切入深度时的运动速度（Q256）。 该进给速率对刀具定位到加深起点位置时也有效（Q379不等于0）。 输入单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999 或**FMAX**，**FAUTO**
- **退刀速度**Q208： 刀具自孔中退出的移动速度。 如果输入Q208 = 0，TNC将以Q206的进给速率退刀。输入范围为0至99999.999，或**FMAX**，**FAUTO**
- **进入/退出旋转方向（3/4/5）**Q426： 刀具进入或退离孔时主轴所需旋转方向。 输入：
  3: 用M3转动主轴
  4: 用M4转动主轴
  5: 静止主轴运动
- **进入/退出的主轴转速**Q427： 刀具进入或退离孔中的主轴所需旋转速度。 输入范围0至99999
- **钻孔速度**Q428： 所需钻孔速度。 输入范围0至99999



NC程序段

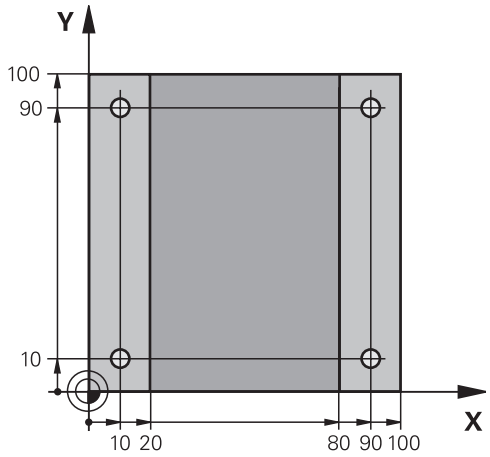
```
11 CYCL DEF 241 SINGLE-LIP
    D.H.DRLNG
  Q200=2      ;安全高度
  Q201=-80    ;深度
  Q206=150    ;切入进给速率
  Q211=0.25   ;在底部停顿时间
  Q203=+100;表面坐标
  Q204=50     ;第二安全高度
  Q379=7.5    ;起点
  Q253=750    ;预定位进给速率F
  Q208=1000 ;退刀进给速率
  Q426=3      ;主轴旋转方向
  Q427=25     ;旋转速度进入/退出
  Q428=500    ;钻孔速度
  Q429=8      ;冷却液开启
  Q430=9      ;冷却液关闭
  Q435=0      ;停顿时间
```

- **冷却液开启的M功能？** Q429: 开启冷却液的辅助功能M。 如果刀具达到孔的加深起点位置，TNC将开启冷却液。 输入范围0至999
- **冷却液关闭的M功能？** Q430: 关闭冷却液的辅助功能M。 如果刀具达到孔深位置，TNC关闭冷却液。 输入范围0至999
- **停顿深度**Q435（增量值）： 沿刀具轴刀具停顿的坐标位置。 如果输入0，该功能不工作（标准设置值）。 应用： 加工通孔时，部分刀具在退出孔底前需要短时间停顿，使切屑送至顶部。 定义值需小于孔深Q201；输入范围0至99999.9999。
- **进给速率系数**Q401： 达到停顿深度后TNC用该系数降低进给速率。 输入范围0至100
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 该深度不能是切入深度的倍数。 输入范围0至99999.9999
- **递减量**Q212（增量值）： 每次进给后，TNC将减小切入深度Q202的值。 输入范围0至99999.9999
- **最小切入深度**Q205（增量值）： 如果输入了递减量，TNC将把切入的深度限制为Q205输入的值。 输入范围0至99999.9999

Q401=100	;进给速率系数
Q202=9999	;最大切入深度
Q212=0	;递减量
Q205=0	;最小切入深度

3.11 编程举例

举例： 钻孔循环



0 BEGIN PGM C200 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	刀具调用（刀具半径3）
4 L Z+250 R0 FMAX	退刀
5 CYCL DEF 200 DRILLING	循环定义
Q200=2 ;安全高度	
Q201=-15 ;深度	
Q206=250 ;切入进给速率	
Q202=5 ;切入深度	
Q210=0 ;在顶部停顿时间	
Q203=-10 ;表面坐标	
Q204=20 ;第二安全高度	
Q211=0.2 ;在底部停顿时间	
Q395=0 ;深度基准	
6 L X+10 Y+10 R0 FMAX M3	接近孔1，主轴开启
7 CYCL CALL	循环调用
8 L Y+90 R0 FMAX M99	接近孔2，循环调用
9 L X+90 R0 FMAX M99	接近孔3，循环调用
10 L Y+10 R0 FMAX M99	接近孔4，循环调用
11 L Z+250 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
12 END PGM C200 MM	

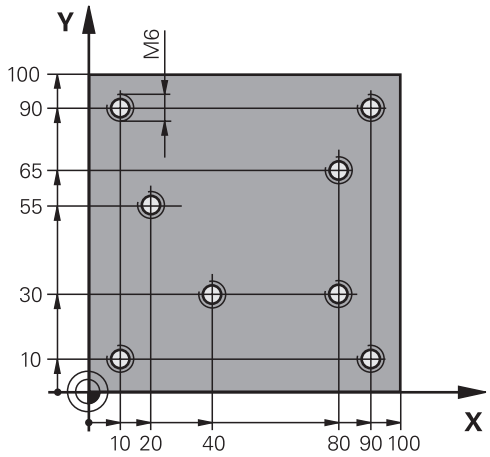
举例： 钻孔循环与“阵列定义”功能一起使用

钻孔坐标保存在阵列定义PATTERN DEF POS（阵列定义位置）中和TNC用CYCL CALL PAT（循环调用阵列）功能调用其坐标值。

选择刀具半径，使加工步骤可以显示在测试图形中。

程序执行顺序

- 定中心（刀具半径4）
- 钻孔（刀具半径2.4）
- 攻丝（刀具半径3）



0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Y+0	
3 TOOL CALL 1 Z S5000	调用定中心刀具（刀具半径4）
4 L Z+10 R0 F5000	将刀具移至第二安全高度（输入F值）： 每个循环之后，TNC定位至第二安全高度处
5 PATTERN DEF	在阵列点中定义全部钻孔位置
POS1(X+10 Y+10 Z+0)	
POS2(X+40 Y+30 Z+0)	
POS3(X+20 Y+55 Z+0)	
POS4(X+10 Y+90 Z+0)	
POS5(X+90 Y+90 Z+0)	
POS6(X+80 Y+65 Z+0)	
POS7(X+80 Y+30 Z+0)	
POS8(X+90 Y+10 Z+0)	
6 CYCL DEF 240 CENTERING	循环定义： 定中心
Q200=2 ;安全高度	
Q343=0 ;选择深度/直径	
Q201=-2 ;深度	
Q344=-10 ;直径	
Q206=150 ;切入进给速率	
Q211=0 ;在底部停顿时间	
Q203=+0 ;表面坐标	
Q204=50 ;第二安全高度	
7 CYCL CALL PAT F5000 M13	调用与阵列孔有关的循环
8 L Z+100 R0 FMAX	退刀，换刀
9 TOOL CALL 2 Z S5000	调用钻孔刀具（刀具半径2.4）
10 L Z+10 R0 F5000	将刀具移至第二安全高度（输入F值）
11 CYCL DEF 200 DRILLING	循环定义： 钻孔

Q200=2 ;安全高度	
Q201=-25 ;深度	
Q206=150 ;切入进给速率	
Q202=5 ;切入深度	
Q211=0 ;在顶部停顿时间	
Q203=+0 ;表面坐标	
Q204=50 ;第二安全高度	
Q211=0.2 ;在底部停顿时间	
Q395=0 ;深度基准	
12 CYCL CALL PAT F5000 M13	调用与阵列孔有关的循环
13 L Z+100 R0 FMAX	退刀
14 TOOL CALL 3 Z S200	调用攻丝刀具（刀具半径3）
15 L Z+50 R0 FMAX	将刀具移至第二安全高度
16 CYCL DEF 206 TAPPING NEW	攻丝循环的定义
Q200=2 ;安全高度	
Q201=-25 ;螺纹深度	
Q206=150 ;切入进给速率	
Q211=0 ;在底部停顿时间	
Q203=+0 ;表面坐标	
Q204=50 ;第二安全高度	
17 CYCL CALL PAT F5000 M13	调用与阵列孔有关的循环
18 L Z+100 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
19 END PGM 1 MM	

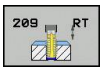
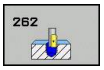
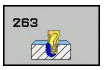
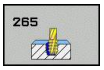
4

固定循环： 攻丝 / 螺纹铣削

4.1 基础知识

概要

TNC提供以下各类螺纹加工循环：

循环	软键	页
循环206（新攻丝） 用浮动夹头攻丝架，自动预定位，第二安全高度		97
循环207（新攻丝） 用浮动夹头攻丝架，自动预定位，第二安全高度		99
循环209（断屑攻丝） 无浮动夹头攻丝架，自动预定位，第二安全高度，断屑		102
循环262（螺纹铣削） 在已钻孔的材料上铣螺纹的循环		106
循环263（螺纹铣削/锪沉孔） 在已钻孔的材料上铣螺纹和锪锥孔倒角的循环		108
循环264（螺纹钻孔/螺纹铣削） 在实心材料上钻孔然后用刀具铣螺纹的循环		112
循环265（螺旋螺纹钻孔/铣削） 在实心材料上进行螺纹铣削的循环		115
循环267（铣外螺纹） 外螺纹铣削和锪孔倒角的加工循环		119

4.2 用浮动攻丝架攻丝（循环206，DIN/ISO：G206）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。
2 刀具一次进给钻孔至总深度。
3 刀具一旦达到孔的总深度，主轴将反向旋转，在停顿时间结束时退刀至安全高度处。如果是这样编程的话，刀具将以**FMAX**快速移动速度移至第二安全高度处。
4 在安全高度处，主轴重新正转。

编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

需要用浮动夹头攻丝架攻丝。 攻丝过程中，必须补偿进给速率与主轴转速之差。

循环运行时，主轴转速倍率调节旋钮不可用。 进给速率倍率调节钮仅在有限的范围内起作用，其范围由机床制造商确定（参见机床手册）。

加工右旋螺纹时用**M3**启动主轴旋转，加工左旋螺纹时用**M4**。

如果在刀具表的**Pitch**（螺距）列输入了丝锥螺距，TNC比较刀具表的螺距与循环中定义的螺距。 如果该值不符，TNC显示出错信息。 循环206中，TNC用编程转速和循环中定义的进给速率计算螺纹螺距。

碰撞危险！

如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

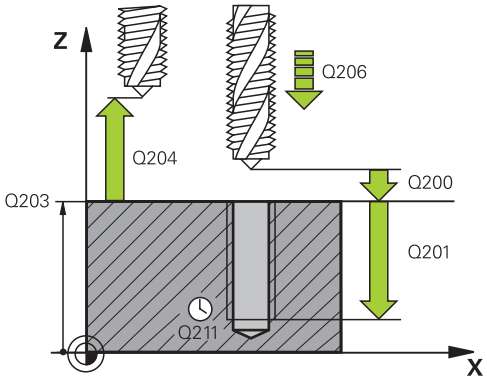
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数

- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999

推荐值： 4x螺距。

- **螺纹深度**Q201（增量值）： 工件表面与螺纹根部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **进给速率F**Q206： 攻丝时的刀具运动速度。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**
- **在孔底处的停顿时间**Q211： 输入0至0.5秒之间的值，以避免退刀时卡刀。 输入范围0至3600.0000
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999



NC程序段

25 CYCL DEF 206 TAPPING NEW	
Q200=2	**;安全高度**
Q201=-20	**;螺纹深度**
Q206=150	**;切入进给速率**
Q211=0.25	**;在底部停顿时间**
Q203=+25	**;表面坐标**
Q204=50	**;第二安全高度**

进给速率计算方法如下： F = S x p

F：进给速率（mm/min）
S：主轴转速（rpm）
p：螺距（mm）

程序中断后退刀

如果攻丝过程中用机床停止按钮中断了程序运行，TNC将显示用于退刀的软键。

4.3 不用浮动攻丝架的刚性攻丝（循环207，DIN/ISO： G207）

循环运行

TNC不用浮动夹头攻丝架，通过一次进给或多次进给加工螺纹。

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快速移动速度将刀具定位至工件表面上方输入的安全高度位置。
2 刀具一次进给钻孔至总深度。
3 刀具一旦达到孔的总深度，主轴将反向旋转，在停顿时间结束时退刀至安全高度处。 这样编程后，刀具用**FMAX**速度移至第二安全高度位置。
4 TNC将在安全高度处停止主轴转动。

编程时注意：

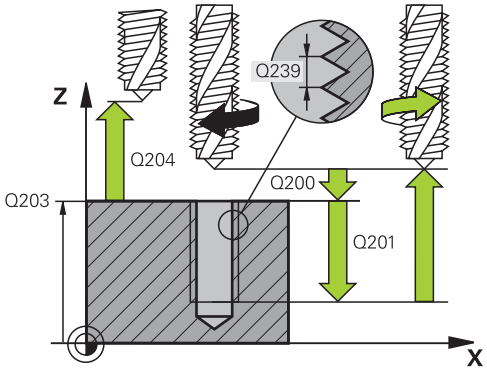
要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和TNC系统进行专门设置。
这个循环只适用于伺服控制主轴的机床。

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。
循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。
TNC用主轴转速计算进给速率。 如果攻丝期间使用进给速率倍率调节，TNC自动调整进给速率。
进给速率倍率调节旋钮不可用。
循环结束时，主轴停止转动。进行下一步操作前，用**M3**（或**M4**）重新启动主轴运转。
如果在刀具表的**Pitch**（螺距）列输入了丝锥螺距，TNC比较刀具表的螺距与循环中定义的螺距。 如果该值不符，TNC显示出错信息。

碰撞危险！
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数

- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **螺纹深度**Q201（增量值）： 工件表面与螺纹根部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **螺纹螺距**Q239： 螺纹的螺距。 用代数符号区分右旋与左旋螺纹：
  + = 右旋螺纹
  –= 左旋螺纹
  输入范围-99.9999至99.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999



NC程序段

26 CYCL DEF 207 RIGID TAPPING NEW	
Q200=2	**;安全高度**
Q201=-20	**;螺纹深度**
Q239=+1	**;螺距**
Q203=+25	**;表面坐标**
Q204=50	**;第二安全高度**

程序中断后退刀

手动操作模式下退刀

要中断螺纹切削加工，按下NC Stop（NC停止）键。 从螺纹加工中退刀的软键显示在页面下方的软键行中。 按下该软键和NC Start（NC启动）键后，刀具从孔中退出并返回加工起点。 主轴自动停止运动且TNC显示出错信息。

程序运行—单段运行或全自动操作模式下退刀

要中断螺纹切削加工，按下NC Stop（NC停止）键，然后按下INTERNAL STOP（内部停止）键。 TNC显示**MANUAL OPERATION**（手动操作）软键。 按下**MANUAL OPERATION**（手动操作）软键后，沿当前主轴坐标轴退刀。 中断加工后，如果要恢复加工，按下**RESTORE POSITION**（恢复位置）软键和NC Start（NC启动）。 TNC使刀具返回起点位置。

退刀时，可沿刀具轴正向也可沿刀具轴负向运动刀具。 请注意退刀时的碰撞危险！

4.4 断屑攻丝（循环209，DIN/ISO：G209，软件旋转项19）

循环运行

TNC系统通过多次进给加工螺纹直至达到编程深度。 可以用参数定义是否需要将刀具从孔中全部退出以进行排屑。

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至编程的工件表面之上的安全高度处。 在此高度处，定向主轴停转。
2 刀具移至编程进给深度，主轴反向旋转并按参数的规定退刀至特定距离或完全退出以进行排屑。 如果定义了增加主轴转速转速的系数，TNC用相应速度从孔中退出。
3 然后主轴恢复正转并进刀至下一进给深度。
4 TNC重复这一过程（2至3步）直至达到编程的螺纹深度。
5 然后退刀至安全高度处。 如果这样编程，刀具用**FMAX**快速移动速度移至第二安全高度处。
6 TNC将在安全高度处停止主轴转动。

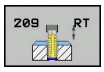
编程时注意：

要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和TNC系统进行专门设置。
这个循环只适用于伺服控制主轴的机床。

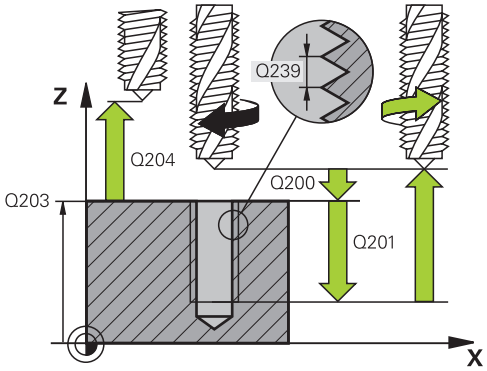
用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。
循环参数“螺纹深度”的代数符号决定加工方向。
TNC用主轴转速计算进给速率。 如果攻丝期间使用进给速率倍率调节，TNC自动调整进给速率。
进给速率倍率调节旋钮不可用。
如果在循环参数**Q403**中定义了快速退刀的转速系数，TNC限制转速使其不超过当前档位的最高转速。
循环结束时，主轴停止转动。进行下一步操作前，用**M3**（或**M4**）重新启动主轴运转。

碰撞危险！
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数



- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **螺纹深度**Q201（增量值）： 工件表面与螺纹根部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **螺纹螺距**Q239： 螺纹的螺距。 用代数符号区分右旋与左旋螺纹：
  + = 右旋螺纹
  –= 左旋螺纹
  输入范围-99.9999至99.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **断屑进给深度**Q257（增量值）： TNC执行断屑时的深度。 如果输入0，不断屑。 输入范围0至99999.9999
- **断屑退刀速度**Q256： TNC将螺距Q239与编程值相乘并在断屑时用计算值退刀。 如果输入Q256 = 0，TNC将刀具由孔中完全退出（至安全高度）以进行断屑。 输入范围0.000至99999.999
- **主轴定向角**Q336（绝对值）： 加工螺纹前TNC定位刀具的定向角。 这样可以在需要时重新加工螺纹。 输入范围-360.0000至360.0000
- **退刀转速系数**Q403： 这是TNC加快主轴转速的系数，也就是从钻孔中退刀时的退刀速度。 输入范围0.0001至10。 最高提高到相应档位的最高转速。



NC程序段

26 CYCL DEF 209 TAPPING W/ CHIP BRKG
Q200=2 ;安全高度
Q201=-20 ;深度
Q239=+1 ;螺距
Q203=+25 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q257=5 ;断屑深度
Q256=+25 ;断屑距离
Q336=50 ;主轴角度
Q403=1.5 ;转速系数

程序中断后退刀

手动操作模式下退刀

要中断螺纹切削加工，按下NC Stop（NC停止）键。 从螺纹加工中退刀的软键显示在页面下方的软键行中。 按下该软键和NC Start（NC启动）键后，刀具从孔中退出并返回加工起点。 主轴自动停止运动且TNC显示出错信息。

程序运行—单段运行或全自动操作模式下退刀

要中断螺纹切削加工，按下NC Stop（NC停止）键，然后按下INTERNAL STOP（内部停止）键。 TNC显示**MANUAL OPERATION**（手动操作）软键。 按下**MANUAL OPERATION**（手动操作）软键后，沿当前主轴坐标轴退刀。中断加工后，如果要恢复加工，按下**RESTORE POSITION**（恢复位置）软键和NC Start（NC启动）。 TNC使刀具返回起点位置。

退刀时，可沿刀具轴正向也可沿刀具轴负向运动刀具。 请注意退刀时的碰撞危险！

4.5 螺纹铣削基础知识

前提条件

- 机床应具有主轴内冷系统（冷却液压力至少30巴，压缩空气压力至少6巴）。
- 螺纹铣削时常会使螺纹面变形。 为避免变形，需要用刀库中或刀具制造商提供的与刀具相关的补偿值。在**TOOL CALL**（刀具调用）中用刀具半径的**DR**差值编程补偿值。
- 循环262，263，264和267仅用于右旋刀具。 循环265可用于右旋和左旋刀具。
- 加工方向由以下输入参数决定： 代数符号Q239（ + = 右旋螺纹 / - = 左旋螺纹）和铣削方法Q351（ +1 = 顺铣/ -1 = 逆铣）。 下表为右旋刀具各个输入参数之间的关系。

内螺纹	螺距	顺铣/逆铣	加工方向
右旋	+	+1(RL)	Z+
左旋	–	–1(RR)	Z+
右旋	+	–1(RR)	Z–
左旋	–	+1(RL)	Z–

外螺纹	螺距	顺铣/逆铣	加工方向
右旋	+	+1(RL)	Z–
左旋	–	–1(RR)	Z–
右旋	+	–1(RR)	Z+
左旋	–	+1(RL)	Z+

TNC螺纹铣削的编程进给速率是相对刀刃的。 但由于TNC总是显示相对刀尖路径的进给速率，因此显示值与编程值不相同。

如果只在一个轴上同时使用循环8（镜像）执行螺纹铣削循环，那么将改变螺纹加工方向。

碰撞危险！

对各进给的编程一定要用相同的代数符号： 循环由彼此相互独立的多个加工步骤组成。 确定加工方向的优先顺序分别在各个循环中作说明。 例如，只想重复运行循环中的锪沉孔加工步骤，那么就将螺纹深度输入为0。 这样加工方向将由锪沉孔深度决定。

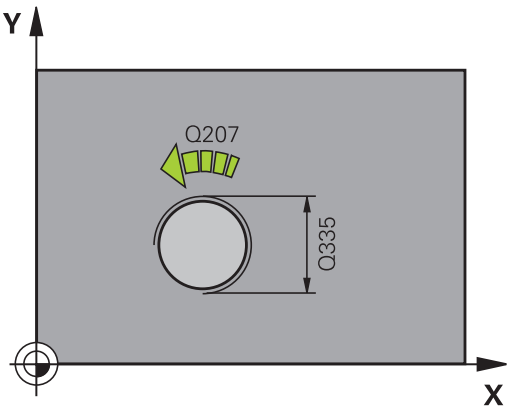
断刀的处理方法

如果螺纹加工中发生断刀，先停止程序运行，切换到“手动输入数据定位”操作模式并将刀具沿直线路径移至孔的中心位置。 然后，沿进给轴退刀并更换刀具。

4.6 螺纹铣削循环（循环262，DIN/ISO：G262，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。
2 刀具以预定位的编程进给速率移至起始面。 起始面由螺距代数符号、铣削方式（顺铣或逆铣）及每步加工的螺纹扣数决定。
3 然后，刀具沿螺旋线路径相切接近螺纹外径。 螺旋线接近前，执行刀具轴补偿运动以便在编程的起始面处开始螺纹路径。
4 根据螺纹扣数参数的设置情况，刀具以一个、多个偏移或一个连续螺旋运动铣削螺纹。
5 然后，刀具相切退离轮廓并返回加工面的起点。
6 循环结束时，TNC用快移速度退刀至安全高度处，或如果编程了第二安全高度，退刀至第二安全高度处。



编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

循环参数“螺纹深度”的代数符号决定加工方向。

如果编程螺纹深度DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

沿距圆心的半圆接近螺纹名义直径。 如果刀具节圆直径比螺纹名义直径小四倍，执行预定位至工件边的运动。

注意，TNC在接近运动前将沿刀具轴作补偿运动。 补偿运动长度最长不超过螺距的一半。 一定要保证孔内有足够的空间！

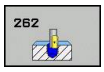
如果改变螺纹深度，TNC自动修改螺旋运动的起点。

碰撞危险！

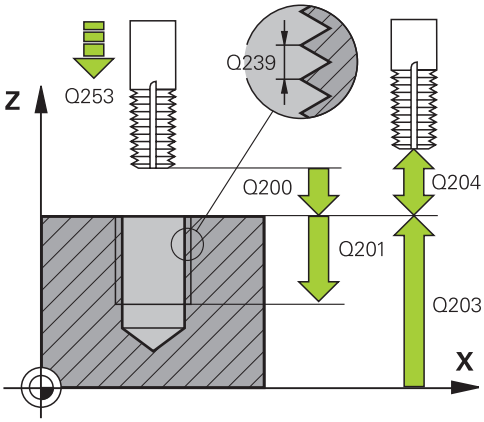
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

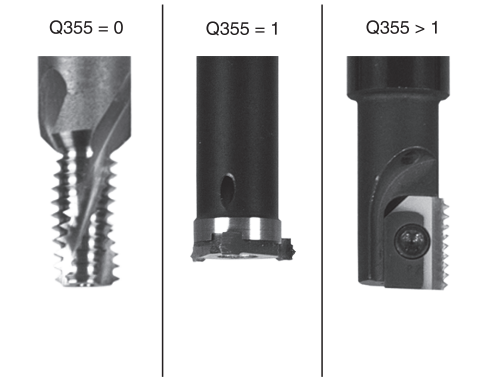
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数



- **名义直径**Q335： 螺纹名义直径。 输入范围0至99999.9999
- **螺纹螺距**Q239： 螺纹的螺距。 用代数符号区分右旋与左旋螺纹：
  + = 右旋螺纹
  –= 左旋螺纹
  输入范围-99.9999至99.9999
- **螺纹深度**Q201（增量值）： 工件表面与螺纹根部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **每步加工的螺纹扣数**Q355： 刀具开始偏置的螺纹扣数：
  0 = 螺纹深度上一条螺纹
  1 = 整个螺纹长度上连续螺纹
  >1 = 接近和退离间为多个螺旋路径；在螺旋线路径间，TNC用Q355与螺距的乘积设置刀具位置。 输入范围0至99999
- **预定位进给速率**Q253: 刀具进入、退出工件的速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FMAX**，**FAUTO**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣（如果输入0，用顺铣加工）
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**
- **接近进给速率**Q206： 接近时的刀具运动速度，单位为mm/min。 如果螺纹直径较小，可用较小接近进给速率降低刀具破损危险。 输入范围0至99999.999或**FAUTO**





NC程序段

25 CYCL DEF 262 THREAD MILLING	
Q335=10	**;名义直径**
Q239=+1.5	**;螺距**
Q201=-20	**;螺纹深度**
Q355=0	**;每步螺纹扣数**
Q253=750	**;预定位进给速率F**
Q351=+1	**;顺铣或逆铣**
Q200=2	**;安全高度**
Q203=+30	**;表面坐标**
Q204=50	**;第二安全高度**
Q207=500	**;铣削进给速率**
Q512=0	**;接近进给速率**

4.7 螺纹铣削/锪沉孔（循环263，DIN/ISO：G263，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。

锪沉孔

2 刀具以预定位进给速率移至锪沉孔深度减去安全高度位置处，然后以锪沉孔进给速率移至锪沉孔深度处。

3 如果输入了到工件边的安全距离，TNC立即以预定位进给速率将刀具移至锪沉孔深度处。

4 然后，TNC根据可用空间大小由中心沿切线方向接近心孔直径或预定位移至工件边，之后沿圆弧路径运动。

正面锪沉孔

5 刀具以预定位进给速率移至正面沉孔深度处。

6 TNC由半圆圆心将刀具无补偿地定位到正面偏置位置处，然后以进给速率沿圆弧路径锪沉孔。

7 刀具再沿半圆移至孔的中心。

螺纹铣削

8 TNC以预定位编程进给速率移动刀具至螺纹的起始面处。 起始面由螺距和铣削类型（顺铣或逆铣）决定。

9 然后，刀具沿相切于螺旋线路径运动至螺纹直径处并用360度螺旋线运动铣削螺纹。

10 然后，刀具相切退离轮廓并返回加工面的起点。

11 循环结束时，TNC用快移速度退刀至安全高度处，或如果编程了第二安全高度，退刀至第二安全高度处。

编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

螺纹深度的循环参数、锪沉孔深度或正面沉孔深度的代数符号决定加工方向。 加工方向按以下顺序确定：
1. 螺纹深度
2. 锪沉孔深度
3. 正面深度

如果将深度参数编程为0，TNC将不执行该步。

如果要正面锪沉孔，将锪沉孔深度定义为0。

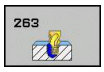
螺纹深度的编程值应至少比锪沉孔深度小三分之一的螺距。

碰撞危险！

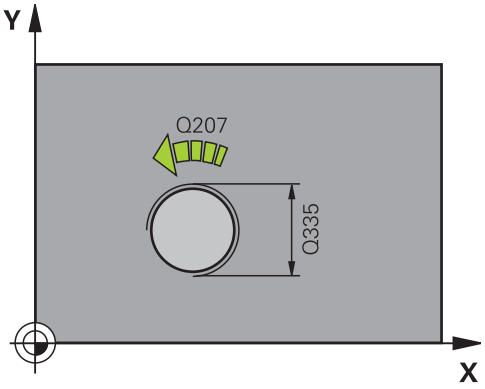
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

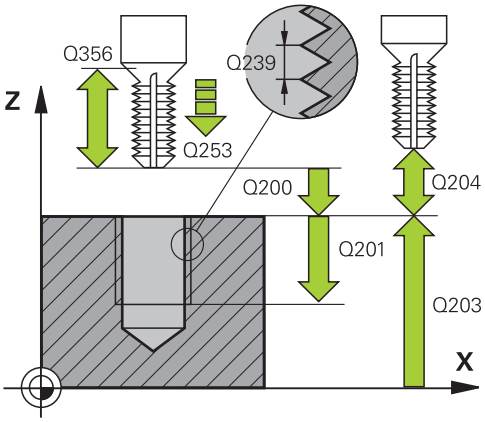
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数

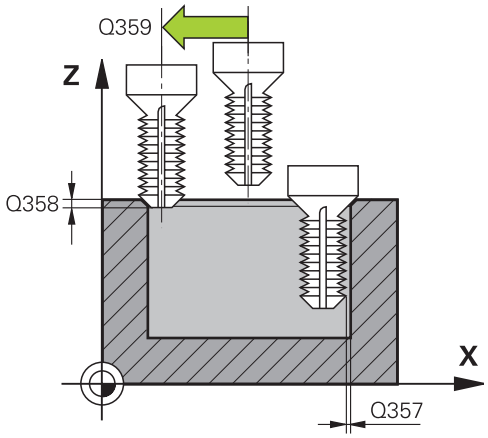


- **名义直径**Q335： 螺纹名义直径。 输入范围0至99999.9999
- **螺纹螺距**Q239： 螺纹的螺距。 用代数符号区分右旋与左旋螺纹：
  + = 右旋螺纹
  –= 左旋螺纹
  输入范围-99.9999至99.9999
- **螺纹深度**Q201（增量值）： 工件表面与螺纹根部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **锪沉孔深度**Q356（增量值）： 刀尖与工件顶面间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **预定位进给速率**Q253: 刀具进入、退出工件的速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FMAX**，**FAUTO**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣 （如果输入0，用顺铣加工）
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **至侧面的安全距离**Q357（增量值）： 刀刃与孔壁间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **正面深度**Q358（增量值）： 前端锪沉孔的刀尖与工件顶面间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **正面锪沉孔偏移量**Q359（增量值）： TNC将刀具中心偏移孔中心的距离。 输入范围0至99999.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999





- **锪沉孔进给速率**Q254： 锪沉孔时刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FAUTO**，**FU**
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**
- **接近进给速率**Q206： 接近时的刀具运动速度，单位为mm/min。 如果螺纹直径较小，可用较小接近进给速率降低刀具破损危险。 输入范围0至99999.999或**FAUTO**



NC程序段

25 CYCL DEF 263 THREAD MLLNG/ CNTSNKG
Q335=10 ;名义直径
Q239=+1.5 ;螺纹螺距
Q201=-16 ;螺纹深度
Q356=-20 ;锪沉孔深度
Q253=750 ;预定位进给速率
Q351=+1 ;顺铣或逆铣
Q200=2 ;安全高度
Q357=0.2 ;侧面安全距离
Q358=+0 ;正面深度
Q359=+0 ;正面偏移
Q203=+30 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q254=150 ;锪孔进给速率
Q207=500 ;铣削进给速率
Q512=0 ;接近进给速率

4.8 螺纹钻孔/铣削（循环264，DIN/ISO：G264，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。

钻孔

2 刀具用编程的切入进给速率钻孔至第一切入深度。
3 如果编写了断屑程序，刀具将按输入的退刀值退刀。如果不用断屑加工，刀具以快移速度移至安全高度处，再以快移速度**FMAX**移至第一个切入深度上方输入的起点位置处。
4 然后，刀具以编程进给速率再次进刀。
5 TNC重复这一过程（2至4步）直至达到编程的孔总深为止。

正面锪沉孔

6 刀具以预定位进给速率移至正面沉孔深度处。
7 TNC由半圆圆心将刀具无补偿地定位到正面偏置位置处，然后以进给速率沿圆弧路径锪沉孔。
8 刀具再沿半圆移至孔的中心。

螺纹铣削

9 TNC以预定位编程进给速率移动刀具至螺纹的起始面处。 起始面由螺距和铣削类型（顺铣或逆铣）决定。
10 然后，刀具沿相切于螺旋线路径运动至螺纹直径处并用360度螺旋线运动铣削螺纹。
11 然后，刀具相切退离轮廓并返回加工面的起点。
12 循环结束时，TNC用快移速度退刀至安全高度处，或如果编程了第二安全高度，退刀至第二安全高度处。

编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

螺纹深度的循环参数、锪沉孔深度或正面沉孔深度的代数符号决定加工方向。 加工方向按以下顺序确定：
1. 螺纹深度
2. 锪沉孔深度
3. 正面深度

如果将深度参数编程为0，TNC将不执行该步。

对螺纹深度的编程值应至少比孔的总深度小三分之一的螺距。

碰撞危险！

如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

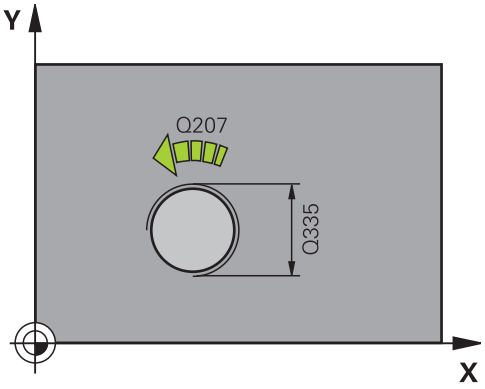
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

循环参数

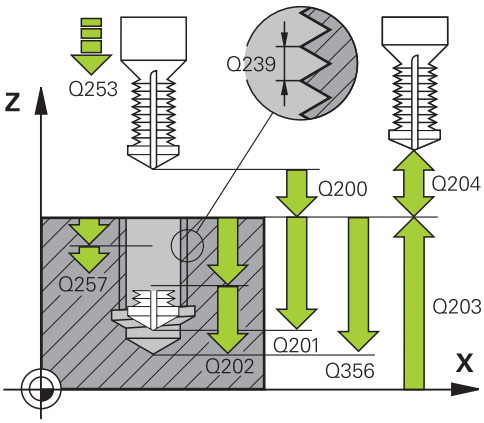
- **名义直径**Q335： 螺纹名义直径。 输入范围0至99999.9999
- **螺纹螺距**Q239： 螺纹的螺距。 用代数符号区分右旋与左旋螺纹：
  + = 右旋螺纹
  –= 左旋螺纹
  输入范围-99.9999至99.9999
- **螺纹深度**Q201（增量值）： 工件表面与螺纹根部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **孔总深度**Q356（增量值）： 工件表面与孔底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **预定位进给速率**Q253: 刀具进入、退出工件的速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FMAX**，**FAUTO**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣 （如果输入0，用顺铣加工）
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 该深度不能是切入深度的倍数。 输入范围0至99999.9999

下列情况将一次加工到所需深度：

- 切入深度等于该深度
- 切入深度大于该深度



- **上预停距离**Q258（增量值）： TNC将刀具移至由孔退刀后的当前切入深度位置时进行快速移动定位的安全高度。 输入范围0至99999.9999
- **断屑进给深度**Q257（增量值）： TNC执行断屑时的深度。 如果输入0，不断屑。 输入范围0至99999.9999
- **断屑退离速率**Q256（增量值）： 断屑时TNC的退刀值。 输入范围0.000至99999.999
- **正面深度**Q358（增量值）： 前端锪沉孔的刀尖与工件顶面间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **正面锪沉孔偏移量**Q359（增量值）： TNC将刀具中心偏移孔中心的距离。 输入范围0至99999.9999
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 进入工件时刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**，**FU**
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**
- **接近进给速率**Q206： 接近时的刀具运动速度，单位为mm/min。 如果螺纹直径较小，可用较小接近进给速率降低刀具破损危险。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**



NC程序段

```
25 CYCL DEF 264 THREAD
    DRILLNG/MLLNG
  Q335=10    ;名义直径
  Q239=+1.5  ;螺距
  Q201=-16   ;螺纹深度
  Q356=-20   ;孔总深度
  Q253=750   ;预定位进给速率F
  Q351=+1    ;顺铣或逆铣
  Q202=5     ;切入深度
  Q258=0.2   ;预停距离
  Q257=5     ;断屑深度
  Q256=0.2   ;断屑距离
  Q358=+0    ;正面深度
  Q359=+0    ;正面偏移量
  Q200=2     ;安全高度
  Q203=+30   ;表面坐标
  Q204=50    ;第二安全高度
  Q206=150   ;切入进给速率
  Q207=500   ;铣削进给速率
  Q512=0     ;接近进给速率
```

4.9 螺旋螺纹钻孔/铣削（循环265，DIN/ISO：G265，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。

正面锪沉孔

2 如果螺纹铣削之前先锪沉孔，刀具以锪沉孔进给速率移至正面沉孔深度处。 如果螺纹铣削后进行锪沉孔，TNC刀具以预定位进给速率将刀具移至锪沉孔深度处。

3 TNC由半圆圆心将刀具无补偿地定位到正面偏置位置处，然后以进给速率沿圆弧路径锪沉孔。

4 刀具再沿半圆移至孔的中心。

螺纹铣削

5 刀具以预定位的编程进给速率将刀具移至螺纹的起始面。

6 然后，刀具沿螺旋运动相切接近螺纹直径。

7 刀具沿连续螺旋向下路径移动至螺纹深度。

8 然后，刀具相切退离轮廓并返回加工面的起点。

9 循环结束时，TNC用快移速度退刀至安全高度处，或如果编程了第二安全高度，退刀至第二安全高度处。

4.9 螺旋螺纹钻孔/铣削（循环265，DIN/ISO：G265）

编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

螺纹深度或正面沉孔深度循环参数的代数符号决定加工方向。 加工方向按以下顺序确定：
1. 螺纹深度
2. 正面深度

如果将深度参数编程为0，TNC将不执行该步。

如果改变螺纹深度，TNC自动修改螺旋运动的起点。

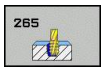
铣削类型（逆铣/顺铣）由螺纹（右旋/左旋）和刀具旋转方向决定，因为只能按刀具的方向加工。

碰撞危险！

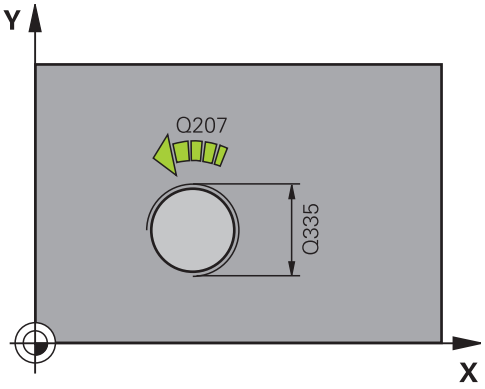
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

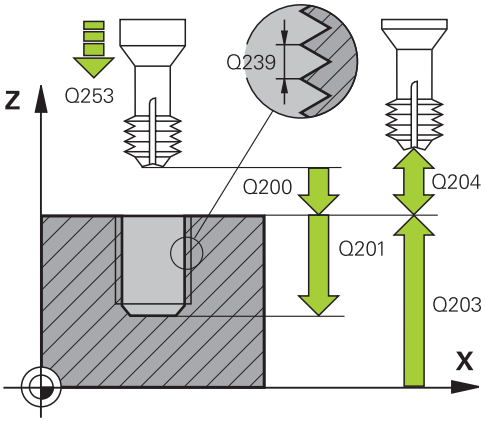
循环参数

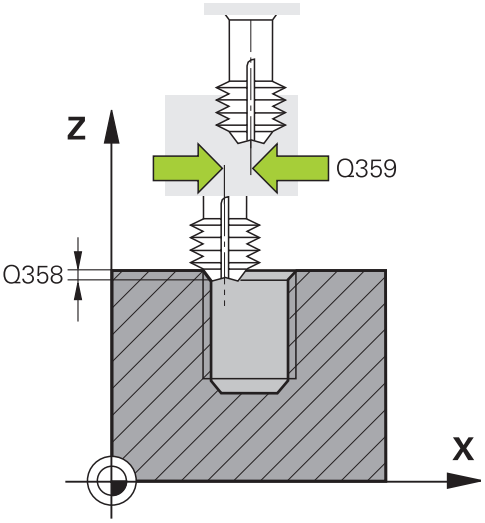


- **名义直径**Q335： 螺纹名义直径。 输入范围0至99999.9999
- **螺纹螺距**Q239： 螺纹的螺距。 用代数符号区分右旋与左旋螺纹：
  + = 右旋螺纹
  –= 左旋螺纹
  输入范围-99.9999至99.9999
- **螺纹深度**Q201（增量值）： 工件表面与螺纹根部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **预定位进给速率**Q253: 刀具进入、退出工件的速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FMAX**，**FAUTO**
- **正面深度**Q358（增量值）： 前端锪沉孔的刀尖与工件顶面间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **正面锪沉孔偏移量**Q359（增量值）： TNC将刀具中心偏移孔中心的距离。 输入范围0至99999.9999
- **锪沉孔**Q360： 执行倒角
  0 = 螺纹铣削前
  1 = 螺纹铣削后
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999



- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **锪沉孔进给速率**Q254： 锪沉孔时刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FAUTO**，**FU**
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**





NC程序段

25 CYCL DEF 265 HEL. THREAD DRLG/MLG
Q335=10 ;名义直径
Q239=+1.5 ;螺距
Q201=-16 ;螺纹深度
Q253=750 ;预定位进给速率F
Q358=+0 ;正面深度
Q359=+0 ;正面偏移量
Q360=0 ;锪沉孔
Q200=2 ;安全高度
Q203=+30 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q254=150 ;锪孔进给速率F
Q207=500 ;铣削进给速率

4.10 外螺纹铣削（循环267，DIN/ISO：G267，软件选装项19）

循环运行

1 TNC沿刀具轴以**FMAX**快移速度将刀具移至输入的工件表面之上的安全高度处。

正面锪沉孔

2 TNC沿加工面的参考轴由凸台中心移至正面锪沉孔的起点处。 起点位置由螺纹半径、刀具半径和螺距决定。

3 刀具以预定位进给速率移至正面沉孔深度处。

4 TNC由半圆圆心将刀具无补偿地定位到正面偏置位置处，然后以进给速率沿圆弧路径锪沉孔。

5 刀具再沿半圆移至起点。

螺纹铣削

6 如果以前正面没有锪沉孔，TNC将刀具定位至起点处。 螺纹铣削的起点 = 正面锪沉孔的起点。

7 刀具以预定位的编程进给速率移至起始面。 起始面由螺距代数符号、铣削方式（顺铣或逆铣）及每步加工的螺纹扣数决定。

8 然后，刀具沿螺旋运动相切接近螺纹直径。

9 根据螺纹扣数参数的设置情况，刀具以一个、多个偏移或一个连续螺旋运动铣削螺纹。

10 然后，刀具相切退离轮廓并返回加工面的起点。

11 循环结束时，TNC用快移速度退刀至安全高度处，或如果编程了第二安全高度，退刀至第二安全高度处。

编程时注意：

用半径补偿**R0**编程加工面上起点（凸台圆心）的定位程序段。

必须事前确定正面锪沉孔前所需的偏移量。 必须输入凸台中心至刀具中心（未修正值）的值。

螺纹深度或正面沉孔深度循环参数的代数符号决定加工方向。 加工方向按以下顺序确定：
1. 螺纹深度
2. 正面深度

如果将深度参数编程为0，TNC将不执行该步。

循环参数“螺纹深度”的代数符号决定加工方向。

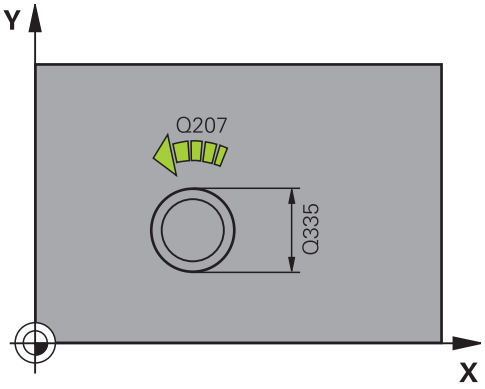
碰撞危险！

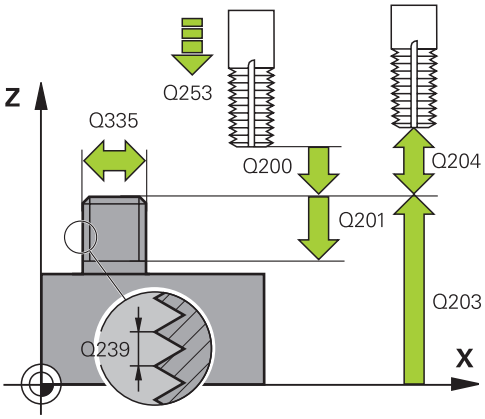
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

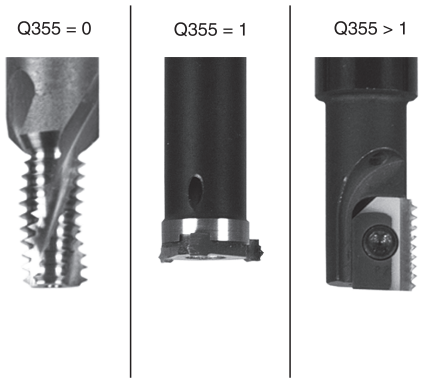
循环参数

- **名义直径**Q335： 螺纹名义直径。 输入范围0至99999.9999
- **螺纹螺距**Q239： 螺纹的螺距。 用代数符号区分右旋与左旋螺纹：
  + = 右旋螺纹
  –= 左旋螺纹
  输入范围-99.9999至99.9999
- **螺纹深度**Q201（增量值）： 工件表面与螺纹根部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **每步加工的螺纹扣数**Q355： 刀具开始偏置的螺纹扣数：
  0 = 螺纹深度上一条螺纹
  1 = 整个螺纹长度上连续螺纹
  >1 = 接近和退离间为多个螺旋路径；在螺旋线路径间，TNC用Q355与螺距的乘积设置刀具位置。 输入范围0至99999
- **预定位进给速率**Q253: 刀具进入、退出工件的速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FMAX**，**FAUTO**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣 （如果输入0，用顺铣加工）
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **正面深度**Q358（增量值）： 前端锪沉孔的刀尖与工件顶面间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **正面锪沉孔偏移量**Q359（增量值）： TNC将刀具中心偏移孔中心的距离。 输入范围0至99999.9999





- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **锪沉孔进给速率**Q254： 锪沉孔时刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FAUTO**，**FU**
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**
- **接近进给速率**Q206： 接近时的刀具运动速度，单位为mm/min。 如果螺纹直径较小，可用较小接近进给速率降低刀具破损危险。 输入范围0至99999.999或**FAUTO**



NC程序段

25 CYCL DEF 267 OUTSIDE THREAD MLLNG
Q335=10 ;名义直径
Q239=+1.5 ;螺距
Q201=-20 ;螺纹深度
Q355=0 ;每步螺纹扣数
Q253=750 ;预定位进给速率F
Q351=+1 ;顺铣或逆铣
Q200=2 ;安全高度
Q358=+0 ;正面深度
Q359=+0 ;正面偏移量
Q203=+30 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q254=150 ;锪孔进给速率F
Q207=500 ;铣削进给速率
Q512=0 ;接近进给速率

4.11 编程举例

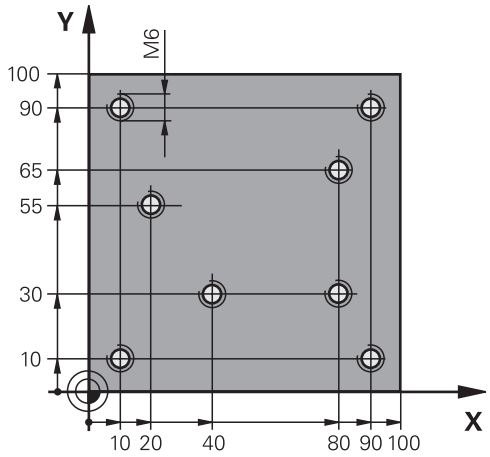
举例： 螺纹铣削

钻孔坐标保存在点位表“TAB1.PNT”中，TNC用**CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）调用它。

选择刀具半径，使加工步骤可以显示在测试图形中。

程序执行顺序

- 定中心
- 钻孔
- 攻丝



0 BEGIN PGM 1 MM		
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20		工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Y+0		
3 TOOL CALL 1 Z S5000		调用刀具： 中心钻
4 L Z+10 R0 F5000		将刀具移至第二安全高度（输入F值）： 每个循环之后，TNC定位至第二安全高度处
5 SEL PATTERN "TAB1"		点位表定义
6 CYCL DEF 240 CENTERING		循环定义： 定中心
Q200=2	**;SET-UP CLEARANCE**	
Q343=1	**;SELECT DIA./DEPTH**	
Q201=-3.5	**;DEPTH**	
Q344=-7	**;DIAMETER**	
Q206=150	**;FEED RATE FOR PLNGNG**	
Q11=0	**;DWELL TIME AT DEPTH**	
Q203=+0	**;SURFACE COORDINATE**	此处必须输入0，点位表内定义生效
Q204=0	**;2ND SET-UP CLEARANCE**	此处必须输入0，点位表内定义生效
10 CYCL CALL PAT F5000 M3		与点位表TAB1.PNT一起用的循环调用，点间进给速率： 5000 mm/min
11 L Z+100 R0 FMAX M6		退刀，换刀
12 TOOL CALL 2 Z S5000		调用刀具： 钻头
13 L Z+10 R0 F5000		将刀具移至第二安全高度（输入F值）
14 CYCL DEF 200 DRILLING		循环定义： 钻孔
Q200=2	**;SET-UP CLEARANCE**	
Q201=-25	**;DEPTH**	
Q206=150	**;FEED RATE FOR PLNGNG**	
Q202=5	**;PLUNGING DEPTH**	
Q210=0	**;DWELL TIME AT TOP**	
Q203=+0	**;SURFACE COORDINATE**	此处必须输入0，点位表内定义生效

Q204=0	;2ND SET-UP CLEARANCE	此处必须输入0，点位表内定义生效
Q211=0.2	;DWELL TIME AT DEPTH	
Q395=0	;DEPTH REFERENCE	
15 CYCL CALL PAT F5000 M3		用点位表TAB1.PNT的循环调用
16 L Z+100 R0 FMAX M6		退刀，换刀
17 TOOL CALL 3 Z S200		调用刀具： 丝锥
18 L Z+50 R0 FMAX		将刀具移至第二安全高度
19 CYCL DEF 206 TAPPING		攻丝循环的定义
Q200=2	;SET-UP CLEARANCE	
Q201=-25	;DEPTH OF THREAD	
Q206=150	;FEED RATE FOR PLNGNG	
Q211=0	;DWELL TIME AT DEPTH	
Q203=+0	;SURFACE COORDINATE	此处必须输入0，点位表内定义生效
Q204=0	;2ND SET-UP CLEARANCE	此处必须输入0，点位表内定义生效
20 CYCL CALL PAT F5000 M3		用点位表TAB1.PNT的循环调用
21 L Z+100 R0 FMAX M2		退刀，程序结束
22 END PGM 1 MM		

点位表TAB1.PNT

TAB1. PNT MM
NR X Y Z
0 +10 +10 +0
1 +40 +30 +0
2 +90 +10 +0
3 +80 +30 +0
4 +80 +65 +0
5 +90 +90 +0
6 +10 +90 +0
7 +20 +55 +0
[END]

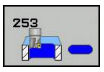
5

固定循环： 型腔铣削 / 凸台铣削 / 槽铣削

5.1 基础知识

概要

TNC提供以下型腔、凸台和槽的加工循环：

循环	软键	页
循环251（矩形型腔） 用所选加工方式粗加工/精加工和螺纹切入循环		127
循环252（圆弧型腔） 用所选加工方式和螺旋线切入方式粗铣/精铣循环		131
循环253（槽铣削） 用所选加工方式和往复切入方式粗加工/精加工循环		136
循环254（圆弧槽） 用所选加工方式和往复切入方式粗铣/精铣循环		140
循环256（矩形凸台） 粗铣/精铣循环，如果要求多道加工，用步长值进刀		145
循环257（圆弧凸台） 粗铣/精铣循环，如果要求多道加工，用步长值进刀		149
233（端面铣削） 加工端面到3个限值		152

5.2 矩形型腔（循环251，DIN/ISO：G251，软件选装项19）

循环运行

循环251（矩形型腔）用于加工完整矩形型腔。 根据循环参数的不同，有以下加工方式：

- 完整加工： 粗铣，底面精铣，侧面精铣
- 仅粗铣
- 仅底面精铣和侧面精铣
- 仅底面精铣
- 仅侧面精铣

粗铣

1 刀具由型腔中心切入工件并进刀至第一切入深度。 用参数Q366定义切入方式。
2 TNC由内向外粗铣型腔，考虑行距系数（参数Q370）和精铣余量（参数Q368和Q369）。
3 粗加工后，TNC沿切线使刀具离开型腔壁，然后移至当前进给深度上方的安全高度处，再由此处以快速移动速度移至型腔中心。
4 重复这一过程直到达到编程的型腔深度。

精铣

5 如果定义了精加工余量，刀具在型腔中心位置切入工件并运动到精加工的切入深度。 TNC首先精加工型腔壁，根据需要可用多次进给。 相切接近型腔壁。
6 然后，TNC由内向外精铣型腔底面。 相切接近型腔底面。

编程时注意：

如果刀具表不可用，由于不能定义切入角，因此必须垂直切入（Q366=0）。

用半径补偿**R0**在加工面上将刀具预定位至起点位置。注意参数Q367（位置）。

TNC自动沿刀具轴预定位刀具。 注意**第二**安全高度Q204。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

循环结束时，TNC将刀具退至起始位置处。

粗铣结束时，TNC将刀具以快移速度返回型腔中心。刀具位于当前啄钻深度之上的安全高度处。输入安全高度，使刀具不致因碎屑造成卡刀。

如果系统计算的螺旋线直径小于刀具直径的两倍，螺旋线铣削期间TNC输出出错信息。如果用中心刃铣刀，用**suppressPlungeErr**机床参数关闭这个监测功能。

如果刀具长度小于循环中编程的进给深度Q202，TNC将进给深度减小至刀具表中定义的LCUTS刀具长度值。

碰撞危险！

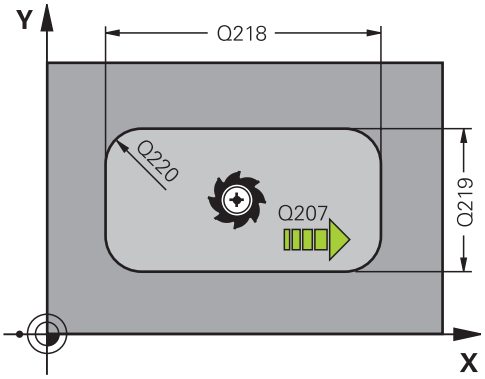
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

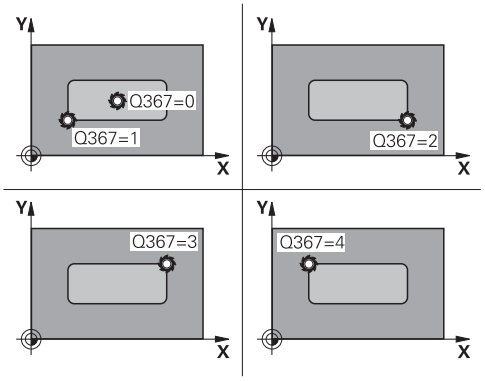
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

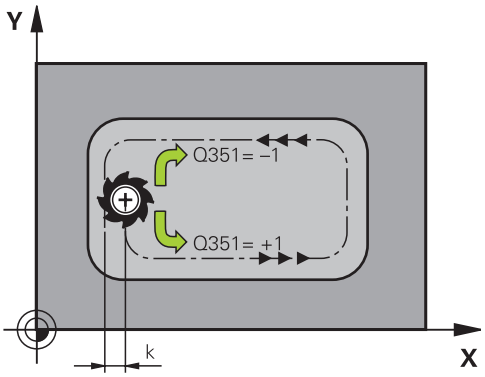
如果用加工操作2调用循环（仅精加），TNC用快移速度将型腔中心位置的刀具移至第一切入深度。

循环参数

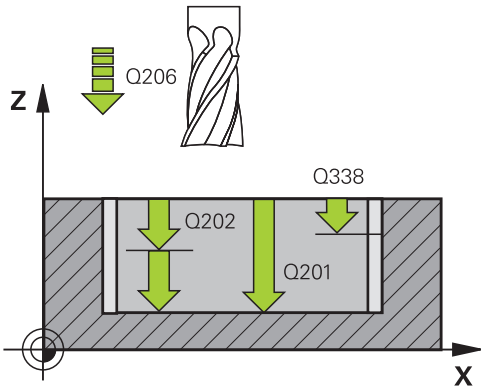
- **加工方式（0/1/2）**Q215： 定义加工方式：
  0: 粗加工和精加工
  1: 仅粗铣
  2: 仅精加工
  只有有特定余量值（Q368，Q369）定义才进行侧面和底面精铣
- **第一侧边长度**Q218（增量值）： 型腔长度，平行于加工面的参考轴。 输入范围0至99999.9999
- **第二侧边长度**Q219（增量值）： 型腔长度，平行于加工面的辅助轴。 输入范围0至99999.9999
- **角点半径**Q220： 型腔角的半径。 如果在此输入0，TNC将假定角点半径等于刀具半径。 输入范围0至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q368（增量值）： 精铣加工面上的余量。 输入范围0至99999.9999
- **旋转角**Q224（绝对值）： 旋转整个加工的角度。旋转中心是调用循环时刀具所处的位置。 输入范围-360.0000至360.0000
- **型腔位置**Q367： 调用循环时，型腔相对刀具的位置：
  0: 刀具位置 = 型腔中心
  1: 刀具位置 = 左下角
  2: 刀具位置 = 右下角
  3: 刀具位置 = 右上角
  4: 刀具位置 = 左上角
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999
  或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣
  PREDEF： TNC用GLOBAL DEF（全局定义）程序段中的数值 （如果输入0，用顺铣加工）
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与型腔底部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 输入大于0的值。 输入范围0至99999.9999

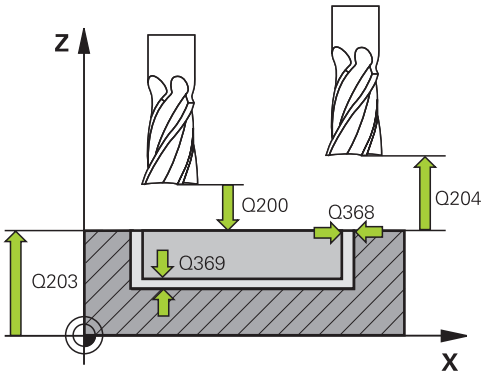






- **底面精铣余量**Q369（增量值）： 沿刀具轴的精铣余量。 输入范围0至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 刀具移至深度处的移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **精铣进给量**Q338（增量值）： 每刀进给量。 Q338=0： 一次进给精铣。 输入范围0至99999.9999
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **路径行距系数**Q370： Q370 x 刀具半径 = 步长系数k。 输入范围: 0.1至1.414或**PREDEF**
- **切入方式**Q366： 切入方式类型：
  0: 垂直切入。 TNC垂直切入，不用刀具表中定义的切入角**ANGLE**（角）。
  1: 螺旋切入。 在刀具表中，当前刀具的切入角**ANGLE**（角）必须定义为非0度。 否则，TNC生成出错信息
  2: 往复切入。 在刀具表中，当前刀具的切入角**ANGLE**（角）必须定义为非0度。 否则，TNC生成出错信息。 往复长度取决于切入角度。 TNC使用的最小值为刀具直径的两倍
  PREDEF: TNC用GLOBAL DEF（全局定义）程序段中的数值
- **精铣进给速率**Q385： 精铣侧面和底面的刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**





NC程序段

```
8 CYCL DEF 251 RECTANGULAR
   POCKET
   Q215=0      ;加工方式
   Q218=80     ;第一边长度
   Q219=60     ;第二边长度
   Q220=5      ;角点半径
   Q368=0.2    ;侧边余量
   Q224=+0     ;旋转角度
   Q367=0      ;型腔位置
   Q207=500    ;铣削进给速率
   Q351=+1     ;顺铣或逆铣
   Q201=-20    ;深度
   Q202=5      ;切入深度
   Q369=0.1    ;底面余量
   Q206=150    ;切入进给速率
   Q338=5      ;精加工进给量
   Q200=2      ;安全高度
   Q203=+0     ;表面坐标
   Q204=50     ;第二安全高度
   Q370=1      ;刀具路径行距系数
   Q366=1      ;切入
   Q385=500    ;精加工进给速率
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99
```

5.3 圆弧型腔（循环252，DIN/ISO：G252，软件选装项19）

循环运行

用循环252（圆弧型腔）加工圆弧型腔。 根据循环参数的不同，有以下加工方式：

- 完整加工： 粗铣，底面精铣，侧面精铣
- 仅粗铣
- 仅底面精铣和侧面精铣
- 仅底面精铣
- 仅侧面精铣

粗铣

1 TNC先用快移速度将刀具运动到工件表面上方的安全高度Q200位置。
2 刀具在型腔中心位置进刀切入到第一切入深度。 用参数Q366指定切入方式。
3 TNC由内向外粗铣型腔，考虑行距系数（参数Q370）和精铣余量（参数Q368和Q369）。
4 粗加工结束时，TNC沿相切路径使刀具在加工面中离开型腔壁Q200的安全高度距离，然后用快移速度退刀Q200的距离，并由该位置用快移速度返回型腔中心位置。
5 重复步骤2至4直到达到编程的型腔深度，加工中考虑精加工余量Q369。
6 如果只编程了粗加工（Q215=1），刀具沿相切路径离开型腔壁安全距离Q200的尺寸，然后沿刀具轴用快移速度退刀至第二安全高度Q200的尺寸并用快移速度返回型腔中心位置。

精铣

1 如果定义了精铣余量和指定了进给次数，TNC用指定次数的进给精铣型腔壁。
2 TNC使刀具沿刀具轴定位在型腔壁的前方位置，考虑精加工余量Q368及安全高度Q200。
3 TNC从内向外加工型腔直到达到直径Q223尺寸。
4 然后，TNC再次将刀具沿刀具轴定位型腔壁前方位置，考虑精加工余量Q368和安全高度Q200，并用下个深度重复精加工型腔壁。
5 TNC重复这一过程直至达到编程的直径。
6 加工到直径Q223后，TNC将刀具在加工面中沿相切路径退刀到精加工余量Q368与安全高度Q200之和的尺寸位置，然后用快移速度沿刀具轴退刀到安全高度Q200并返回型腔中心位置。
7 之后，TNC将刀具沿刀具轴运动到深度Q201位置并从内向外精加工型腔底面。 相切接近型腔底面。
8 TNC重复该操作直到达到深度Q201与Q369之和的尺寸。
9 最后，刀具沿相切路径离开型腔壁安全距离Q200的尺寸，然后沿刀具轴用快移速度退刀至安全高度Q200的尺寸并用快移速度返回型腔中心位置。

编程时注意：

如果刀具表不可用，由于不能定义切入角，因此必须垂直切入（Q366=0）。

以半径补偿**R0**将刀具预定位于加工面上的起点位置（圆心）。

TNC自动沿刀具轴预定位刀具。 注意**第二**安全高度Q204。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

循环结束时，TNC将刀具退至起始位置处。

粗铣结束时，TNC将刀具以快移速度返回型腔中心。刀具位于当前啄钻深度之上的安全高度处。输入安全高度，使刀具不致因碎屑造成卡刀。

如果系统计算的螺旋线直径小于刀具直径的两倍，螺旋线铣削期间TNC输出出错信息。如果用中心刃铣刀，用**suppressPlungeErr**机床参数关闭这个监测功能。

如果刀具长度小于循环中编程的进给深度Q202，TNC将进给深度减小至刀具表中定义的LCUTS刀具长度值。

碰撞危险！

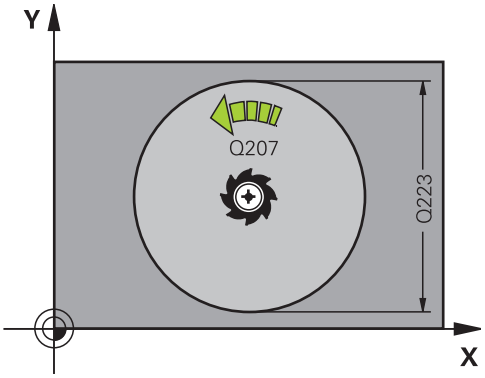
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

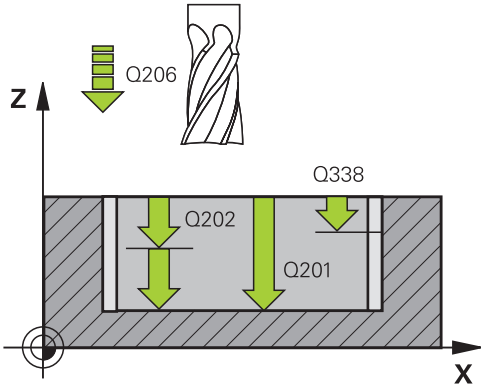
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

如果用加工操作2调用循环（仅精加），TNC用快移速度将型腔中心位置的刀具移至第一切入深度。

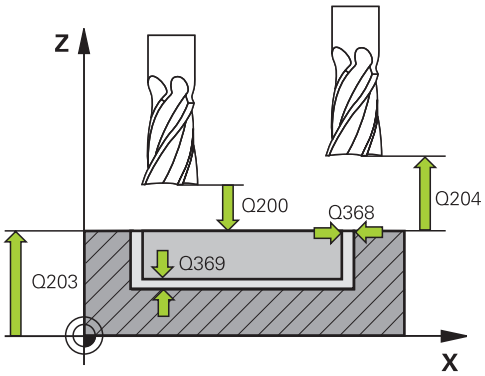
循环参数

- **加工方式（0/1/2）**Q215： 定义加工方式：
  0: 粗加工和精加工
  1: 仅粗铣
  2: 仅精加工
  只有有特定余量值（Q368，Q369）定义才进行侧面和底面精铣
- **圆直径**Q223： 精铣型腔的直径。 输入范围0至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q368（增量值）： 精铣加工面上的余量。 输入范围0至99999.9999
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣
  PREDEF： TNC用GLOBAL DEF（全局定义）程序段中的数值 （如果输入0，用顺铣加工）
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与型腔底部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 输入大于0的值。 输入范围0至99999.9999
- **底面精铣余量**Q369（增量值）： 沿刀具轴的精铣余量。 输入范围0至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 刀具移至深度处的移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**





- **精铣进给量**Q338（增量值）： 每刀进给量。 Q338=0： 一次进给精铣。 输入范围0至99999.9999
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **路径行距系数**Q370： Q370 x 刀具半径 = 步长系数k。 输入范围: 0.1至1.9999；或**PREDEF**
- **切入方式**Q366： 切入方式类型：
  - 0 = 垂直切入。 在刀具表中，必须将当前刀具的切入角**ANGLE**（角）定义为0或90。 否则，TNC将显示出错信息。
  - 1 = 螺旋切入。 在刀具表中，当前刀具的切入角**ANGLE**（角）必须定义为非0度。 否则，TNC将显示出错信息。
  - 或者： **PREDEF（预定义）**
- **精铣进给速率**Q385： 精铣侧面和底面的刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **进给速率参考（0...3）**Q439： 定义编程进给速率的参考值：
  0： 进给速率是指刀具中心点的速率
  1： 仅在侧面精加工时，进给速率才指刀具切削刃速率；否则指沿中心点运动的速率
  2： 侧面**和**底面精加工中，进给速率是指切削刃速率；否则指中心点运动速率
  3： 进给速率仅指刀具切削刃速率



NC程序段

8 CYCL DEF 252 CIRCULAR POCKET	
Q215=0	**;加工操作**
Q223=60	**;圆直径**
Q368=0.2	**;侧面精铣余量**
Q207=500	**;铣削进给速率**
Q351=+1	**;顺铣或逆铣**
Q201=-20	**;深度**
Q202=5	**;切入深度**
Q369=0.1	**;底面精铣余量**
Q206=150	**;切入进给速率**
Q338=5	**;精铣进给量**
Q200=2	**;安全高度**
Q203=+0	**;表面坐标**
Q204=50	**;第二安全高度**
Q370=1	**;刀具路径的行距系数**
Q366=1	**;切入**
Q385=500	**;精加工进给速率**
Q439=3	**;进给速率参考**
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99	

5.4 槽铣削（循环253，DIN/ISO： G253），软件选装项19

循环运行

循环253用于加工完整直槽。 根据循环参数的不同，有以下加工方式：

- 完整加工： 粗加工和精加工（底面和侧面精加工）
- 仅粗加工
- 仅精加工（底面和侧面精加工）
- 仅底面精铣
- 仅侧面精铣

粗铣

1 由槽左圆弧中心开始，刀具以刀具表中定义的切入角方向往复运动移至第一进给深度。 用参数Q366指定切入方式。
2 TNC由内向外粗铣槽并考虑精铣余量（参数Q368和Q369）。
3 重复该加工过程直到达到编程的槽深。

精加工

4 如果定义了精铣余量和指定了进给次数的话，TNC用指定次数的进给精铣槽壁。 沿相切槽的左圆弧接近槽壁。
5 然后，TNC由内向外精铣槽底面。

编程时注意：

如果刀具表不可用，由于不能定义切入角，因此必须垂直切入（Q366=0）。

用半径补偿**R0**在加工面上将刀具预定位至起点位置。注意参数Q367（位置）。

TNC自动沿刀具轴预定位刀具。 注意**第二**安全高度Q204。

循环结束时，TNC只沿加工面将刀具移回到槽中心位置；TNC沿另一个加工面轴不进行任何定位运动。如果定义的槽位置不为0，TNC将只沿刀具轴定位第二安全高度。新循环调用前，刀具移回起点位置或循环调用后程序只进行绝对尺寸运动。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

如果槽宽比刀具直径大两倍以上，TNC将相应地由内向外粗铣槽。 因此，可以用小型刀具铣各种槽。

如果刀具长度小于循环中编程的进给深度Q202，TNC将进给深度减小至刀具表中定义的LCUTS刀具长度值。

碰撞危险！

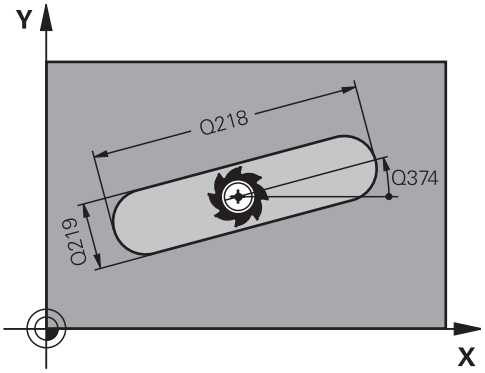
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

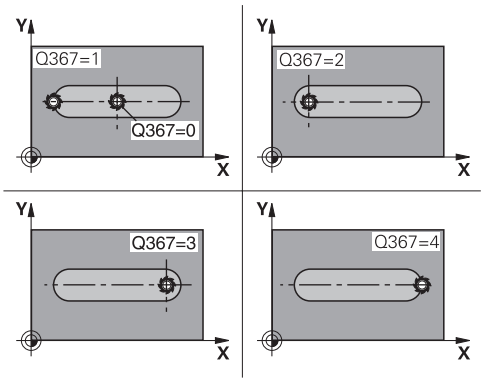
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

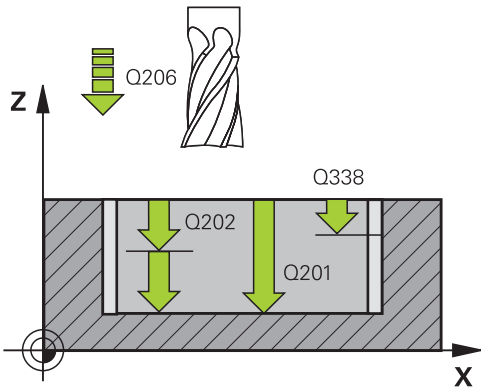
如果用加工操作2调用循环（仅精加），TNC用快移速度将刀具移至第一切入深度!

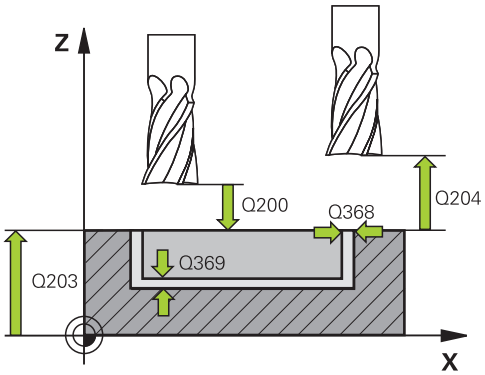
循环参数

- **加工方式（0/1/2）**Q215： 定义加工方式：
  0: 粗加工和精加工
  1: 仅粗铣
  2: 仅精加工
  只有有特定余量值（Q368，Q369）定义才进行侧面和底面精铣
- **槽长度**Q218（平行于加工面参考轴的值）： 输入槽长 输入范围0至99999.9999
- **槽宽度**Q219（平行于加工面辅助轴的值）。 输入槽宽。 如果输入的槽宽等于刀具直径，TNC将只执行粗铣加工（铣槽）。 粗铣时的最大槽宽： 两倍于刀具直径。 输入范围0至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q368（增量值）： 精铣加工面上的余量。 输入范围0至99999.9999
- **旋转角**Q374（绝对值）： 旋转整个槽的角度。 旋转中心是调用循环时刀具所处的位置。 输入范围-360.000至360.000
- **槽位置（0/1/2/3/4）**Q367： 调用循环时，槽相对刀具的位置：
  0: 刀具位置 = 槽中心
  1: 刀具位置 = 槽左端
  2: 刀具位置 = 槽左侧圆弧中心
  3: 刀具位置 = 槽右侧圆弧中心
  4: 刀具位置 = 槽右端
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣
  PREDEF： TNC用GLOBAL DEF（全局定义）程序段中的数值 （如果输入0，用顺铣加工）
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与槽底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 输入大于0的值。 输入范围0至99999.9999
- **底面精铣余量**Q369（增量值）： 沿刀具轴的精铣余量。 输入范围0至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 刀具移至深度处的移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **精铣进给量**Q338（增量值）： 每刀进给量。 Q338=0： 一次进给精铣。 输入范围0至99999.9999
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999









- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **切入方式**Q366： 切入方式类型：
  - 0 = 垂直切入。 不计算刀具表中的切入角（ANGLE）。
  - 1，2 = 往复切入。 在刀具表中，必须将当前刀具的切入角**ANGLE**（角）定义为非0值。 否则，TNC将显示出错信息。
  - 或者： **PREDEF（预定义）**
- **精铣进给速率**Q385： 精铣侧面和底面的刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **进给速率参考（0...3）**Q439： 定义编程进给速率的参考值：
  0： 进给速率是指刀具中心点的速率
  1： 仅在侧面精加工时，进给速率才指刀具切削刃速率；否则指沿中心点运动的速率
  2： 侧面**和**底面精加工中，进给速率是指切削刃速率；否则指中心点运动速率
  3： 进给速率仅指刀具切削刃速率

NC程序段

```
8 CYCL DEF 253 SLOT MILLING
  Q215=0      ;加工操作
  Q218=80     ;槽长度
  Q219=12     ;槽宽度
  Q368=0.2    ;侧面余量
  Q374=+0     ;旋转角
  Q367=0      ;槽位置
  Q207=500    ;铣削进给速率
  Q351=+1     ;顺铣或逆铣
  Q201=-20    ;深度
  Q202=5      ;切入深度
  Q369=0.1    ;底面余量
  Q206=150    ;切入进给速率
  Q338=5      ;精加工进给
  Q200=2      ;安全高度
  Q203=+0     ;表面坐标
  Q204=50     ;第二安全高度
  Q366=1      ;切入
  Q385=500    ;精加工进给速率
  Q439=0      ;进给速率参考
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99
```

5.5 圆弧槽（循环254，DIN/ISO：G254，软件选装项19）

循环运行

循环254用于加工完整的圆弧槽。根据循环参数的不同，有以下加工方式：

- 完整加工： 粗铣，底面精铣，侧面精铣
- 仅粗加工
- 仅底面精铣和侧面精铣
- 仅底面精铣
- 仅侧面精铣

粗铣

1 刀具以刀具表中定义的切入角并以圆弧槽的圆心为中心作往复运动至第一进给深度。用参数Q366定义切入方式。
2 TNC由内向外粗铣槽并考虑精铣余量（参数Q368）。
3 TNC退刀安全距离Q200的距离。 如果槽宽与刀具直径相等，TNC在每次进给后从槽中退刀。
4 重复该加工过程直到达到编程的槽深。

精铣

5 如果定义了精铣余量和指定了进给次数的话，TNC用指定次数的进给精铣槽壁。 相切接近槽侧面。
6 然后，TNC由内向外精铣槽底面。

编程时注意：

如果刀具表不可用，由于不能定义切入角，因此必须垂直切入（Q366=0）。

用半径补偿**R0**在加工面上将刀具预定位至起点位置。注意参数Q367（位置）。

TNC自动沿刀具轴预定位刀具。 注意**第二**安全高度Q204。

循环结束时，TNC将刀具返回加工面起点（节圆圆心）。 例外情况： 如果定义的槽位置不为0，TNC将只沿刀具轴定位第二安全高度。 这时，循环调用后必须用绝对量进行运动编程。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

如果槽宽比刀具直径大两倍以上，TNC将相应地由内向外粗铣槽。 因此，可以用小型刀具铣各种槽。

如果循环254（圆弧槽）与循环221一起使用，不允许槽位置为0。

如果刀具长度小于循环中编程的进给深度Q202，TNC将进给深度减小至刀具表中定义的LCUTS刀具长度值。

碰撞危险！

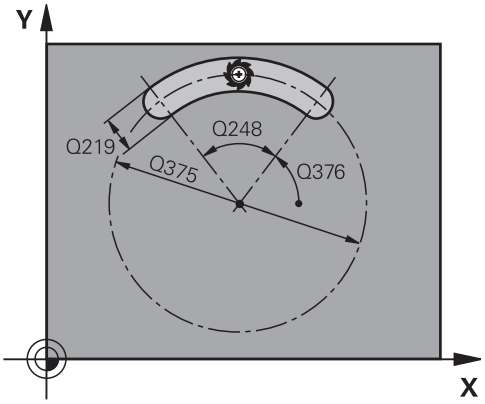
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

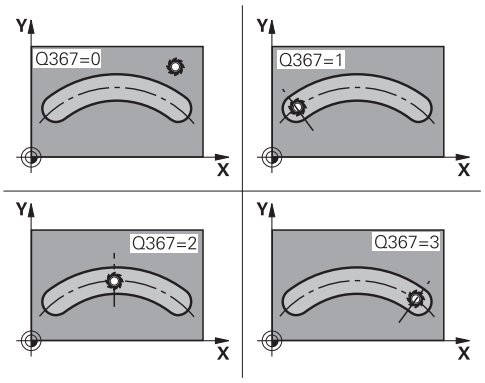
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

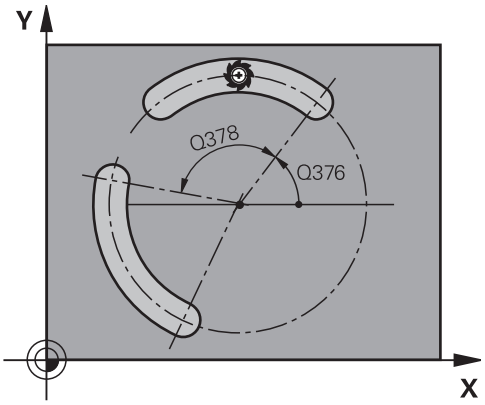
如果用加工操作2调用循环（仅精加），TNC用快移速度将刀具移至第一切入深度!

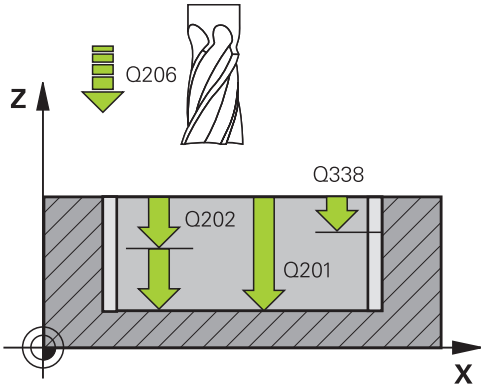
循环参数

- **加工方式（0/1/2）**Q215： 定义加工方式：
  0: 粗加工和精加工
  1: 仅粗铣
  2: 仅精加工
  只有有特定余量值（Q368，Q369）定义才进行侧面和底面精铣
- **槽宽度**Q219（平行于加工面辅助轴的值）。 输入槽宽。 如果输入的槽宽等于刀具直径，TNC将只执行粗铣加工（铣槽）。 粗铣时的最大槽宽： 两倍于刀具直径。 输入范围0至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q368（增量值）： 精铣加工面上的余量。 输入范围0至99999.9999
- **节圆直径**Q375： 输入节圆直径。 输入范围0至99999.9999
- **槽位置的参考位置（0/1/2/3）**Q367： 调用循环时，槽相对刀具的位置：
  0: 不考虑刀具位置。 槽的位置由输入的节圆圆心和起始角决定
  1: 刀具位置 = 槽左侧圆弧中心。 相对该位置的起始角Q376。 不考虑输入的节圆圆心
  2: 刀具位置 = 中心线中心。 相对该位置的起始角Q376。 不考虑输入的节圆圆心
  3: 刀具位置 = 槽右侧圆弧中心。 相对该位置的起始角Q376。 不考虑输入的节圆圆心。
- **第一轴中心**Q216（绝对值）： 相对加工面参考轴的节圆圆心。**仅当Q367 = 0时有效。** 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q217（绝对值）： 加工面辅助轴上的节圆圆心。**仅当Q367 = 0时有效。** 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **起始角**Q376（绝对值）： 输入起点的极角。 输入范围-360.000至360.000
- **角长**Q248（增量值）： 输入槽的角长。 输入范围0至360.000
- **角增量**Q378（增量值）： 旋转整个槽的角度。 节圆的圆心为旋转的中心。 输入范围-360.000至360.000
- **重复次数**Q377： 在节圆上的加工次数。 输入范围1至99999
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999
  或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣
  PREDEF： TNC用GLOBAL DEF（全局定义）程序段中的数值 （如果输入0，用顺铣加工）
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与槽底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 输入大于0的值。 输入范围0至99999.9999
- **底面精铣余量**Q369（增量值）： 沿刀具轴的精铣余量。 输入范围0至99999.9999

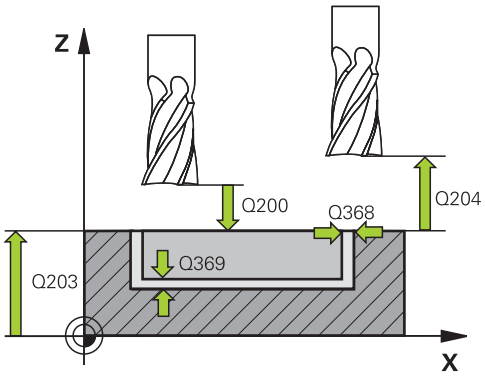








- **切入进给速率**Q206： 刀具移至深度处的移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **精铣进给量**Q338（增量值）： 每刀进给量。 Q338=0： 一次进给精铣。 输入范围0至99999.9999
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **切入方式**Q366： 切入方式类型：
  0: 垂直切入。 不计算刀具表中的切入角（ANGLE）。
  1, 2: 往复切入。 在刀具表中，当前刀具的切入角**ANGLE**（角）必须定义为非0度。 否则，TNC生成出错信息
  PREDEF（预定义）： TNC用GLOBAL DEF（全局定义）程序段中的数值



NC程序段

8 CYCL DEF 254 CIRCULAR SLOT
Q215=0 ;加工操作
Q219=12 ;槽宽
Q368=0.2 ;侧面精铣余量
Q375=80 ;节圆直径
Q367=0 ;参考槽位置
Q216=+50 ;第一轴中心
Q217=+50 ;第二轴中心

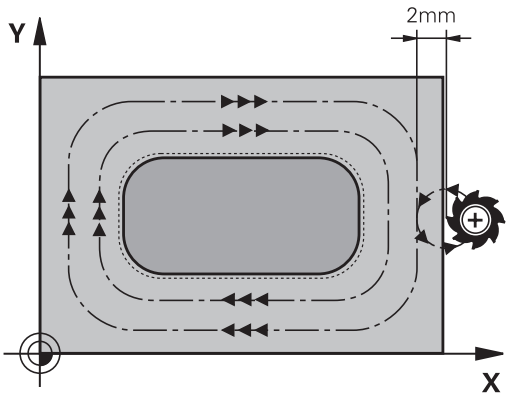
- **精铣进给速率**Q385： 精铣侧面和底面的刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **进给速率参考（0...3）**Q439： 定义编程进给速率的参考值：
  0： 进给速率是指刀具中心点的速率
  1： 仅在侧面精加工时，进给速率才指刀具切削刃速率；否则指沿中心点运动的速率
  2： 侧面**和**底面精加工中，进给速率是指切削刃速率；否则指中心点运动速率
  3： 进给速率仅指刀具切削刃速率

```
Q376=+45  ;起始角
Q248=90   ;角长
Q378=0    ;角度步长
Q377=1    ;重复次数
Q207=500  ;铣削进给速率
Q351=+1   ;顺铣或逆铣
Q201=-20  ;深度
Q202=5    ;切入深度
Q369=0.1  ;底面精铣余量
Q206=150  ;切入进给速率
Q338=5    ;精铣进给量
Q200=2    ;安全高度
Q203=+0   ;表面坐标
Q204=50   ;第二安全高度
Q366=1    ;切入
Q385=500  ;精加工进给速率
Q439=0    ;进给速率参考
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99
```

5.6 矩形凸台（循环256，DIN/ISO：G256，软件选装项19）

循环运行

用循环256加工矩形凸台。 如果工件毛坯尺寸大于最大允许步长，TNC用多道加工直到达到精加尺寸。



1 刀具从循环起点位置（凸台中心）移到加工凸台的起点位置。 用参数Q437定义起点位置。 起点设置（**Q437=0**）在凸台毛坯右侧2 mm位置。
2 如果刀具位于第二安全高度处，刀具将以**FMAX**快速速度移至安全高度，并由安全高度以切入进给速率进刀至第一切入深度。
3 然后刀具相切地运动到凸台轮廓处并加工一圈。
4 如果一圈不能加工至精加尺寸，TNC用当前系数的步长值进刀，再加工一圈。 TNC考虑工件毛坯尺寸、精加尺寸和允许的步长值。 系统重复执行该过程直到达到定义的精加尺寸。 如果起点被设置在角点位置（Q437不等于0），TNC从起点位置向内沿螺旋路径铣削至精加工尺寸。
5 如果需要进一步换道，刀具则沿相切路径离开轮廓并返回到凸台加工的起点位置。
6 TNC再将刀具切入至下一个切入深度并在该深度处加工凸台。
7 重复这一过程直到达到凸台编程深度为止。
8 循环结束时，TNC只使刀具沿刀具轴在循环中定义的第二安全高度位置。 也就是说终点位置与起动位置不同。

编程时注意：

用半径补偿**R0**在加工面上将刀具预定位至起点位置。注意参数Q367（位置）。

TNC自动沿刀具轴预定位刀具。 注意**第二**安全高度Q204。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

如果刀具长度小于循环中编程的进给深度Q202，TNC将进给深度减小至刀具表中定义的LCUTS刀具长度值。

碰撞危险！

如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

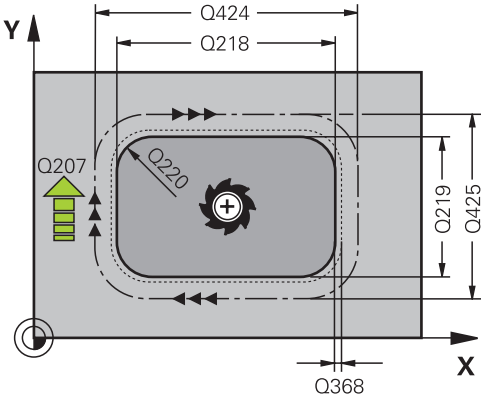
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

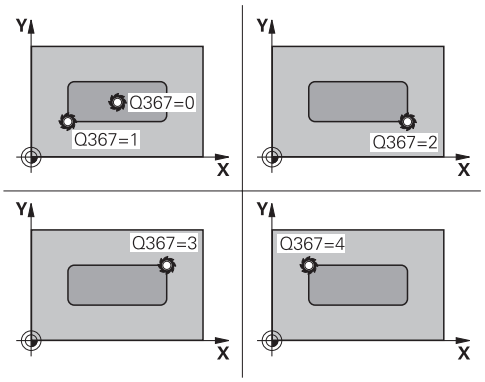
根据接近位置Q439，在凸台旁给接近运动留出足够空间。 至少刀具直径+ 2 mm。

结束时，TNC将刀具退至安全高度或如果编程了第二安全高度，退至第二安全高度。 循环后的刀具终点位置与起点位置不同！

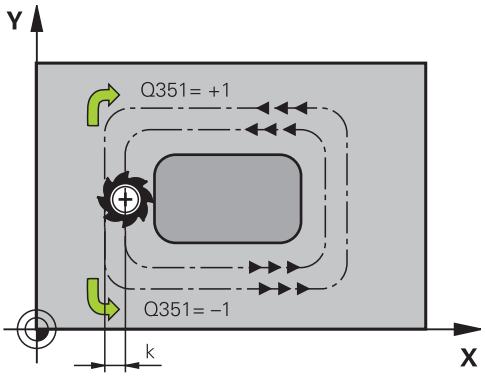
循环参数

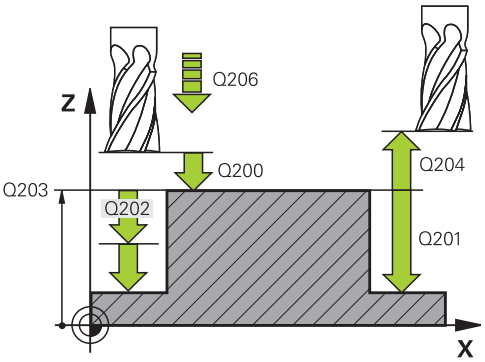
- **第一侧边长度**Q218： 凸台长度，平行于加工面的参考轴。 输入范围0至99999.9999
- **工件毛坯侧边长度1**Q424： 凸台毛坯长度，平行于加工面参考轴。输入**工件毛坯侧边长度1**，必须大于**第一侧边长度**。如果毛坯尺寸1和精加尺寸1之差大于允许的步长（刀具半径乘以路径行距系数**Q370**），TNC执行多道加工。 TNC一定计算步长常数。 输入范围0至99999.9999
- **第二侧边长度**Q219： 凸台长度，平行于加工面的辅助轴。 输入**工件毛坯侧边长度2**，必须大于**第二侧边长度**。如果毛坯尺寸2和精加尺寸2之差大于允许的步长（刀具半径乘以路径行距系数**Q370**），TNC执行多道加工。TNC一定计算步长常数。 输入范围0至99999.9999
- **工件毛坯侧边长度2**Q425： 凸台毛坯长度，平行于加工面辅助轴。 输入范围0至99999.9999
- **角点半径**Q220： 凸台角点半径。 输入范围0至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q368（增量值）： 加工面在加工后保留的精加余量。 输入范围0至99999.9999
- **旋转角**Q224（绝对值）： 旋转整个加工的角度。旋转中心是调用循环时刀具所处的位置。 输入范围-360.0000至360.0000
- **凸台位置**Q367： 调用循环时，槽相对刀具的位置：
  0: 刀具位置 = 凸台中心
  1: 刀具位置 = 左下角
  2: 刀具位置 = 右下角
  3: 刀具位置 = 右上角
  4: 刀具位置 = 左上角
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999或**FAUTO**，**FU**，**FZ**





- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣
  PREDEF： TNC用GLOBAL DEF（全局定义）程序段中的数值 （如果输入0，用顺铣加工）
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与凸台之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 输入大于0的值。 输入范围0至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 刀具移至深度处的移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FMAX**，**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **路径行距系数**Q370： Q370 x 刀具半径 = 步长系数k。 输入范围: 0.1至1.9999；或**PREDEF**
- **接近位置（0...4）**Q437： 定义刀具接近方式：
  0： 凸台右侧（默认设置）
  1：左下角
  2：右下角
  3：右上角
  4：右上角。 如果Q437=0的设置使凸台表面留下接近刀痕，定义另一个接近位置。





NC程序段

8 CYCL DEF 256 RECTANGULAR STUD	
Q218=60	**;第一边长**
Q424=74	**;工件毛坯侧面1**
Q219=40	**;第二侧边长度**
Q425=60	**;工件毛坯侧面2**
Q220=5	**;角点半径**
Q368=0.2	**;侧面精铣余量**
Q224=+0	**;旋转角**
Q367=0	**;凸台位置**
Q207=500	**;铣削进给速率**
Q351=+1	**;顺铣或逆铣**
Q201=-20	**;深度**
Q202=5	**;切入深度**
Q206=150	**;切入进给速率**
Q200=2	**;安全高度**
Q203=+0	**;表面坐标**
Q204=50	**;第二安全高度**
Q370=1	**;刀具路径的行距系数**
Q437=0	**;接近位置**
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99	

5.7 圆弧凸台（循环257，DIN/ISO：G257，软件选装项19）

循环运行

用循环257加工圆弧凸台。 TNC从工件毛坯直径开始用螺旋进给运动铣削圆弧凸台。

1 如果刀具位于第二安全高度之下，TNC退刀至第二安全高度。
2 凸台加工时，刀从凸台中心移动到凸台加工的起点位置。 用极角通过参数Q376定义相对凸台中心的起点位置。
3 TNC将刀具用快移速度**FMAX**移至安全高度Q200位置处，并从该处开始用切入进给速度进刀到第一切入深度。
4 然后，TNC用螺旋进给运动加工圆弧凸台，加工中考虑行距系数。
5 TNC沿相切路径将刀具退离轮廓2 mm。
6 如果需要一次以上切入，刀具在退离运动旁的位置重复进行切入运动。
7 重复这一过程直到达到凸台编程深度为止。
8 循环结束时，刀具沿相切路径退出，然后沿刀具轴退刀到循环中定义的第二安全高度。

编程时注意：

⇨

以半径补偿**R0**将刀具预定位于加工面上的起点位置（凸台圆心）。

TNC自动沿刀具轴预定位刀具。 注意**第二**安全高度Q204。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

循环结束时，TNC将刀具退至起始位置处。

如果刀具长度小于循环中编程的进给深度Q202，TNC将进给深度减小至刀具表中定义的LCUTS刀具长度值。

！

碰撞危险！

如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

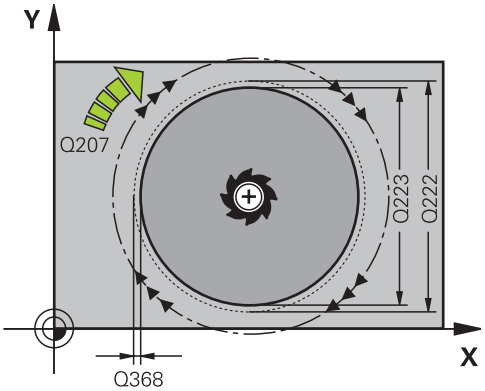
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处！

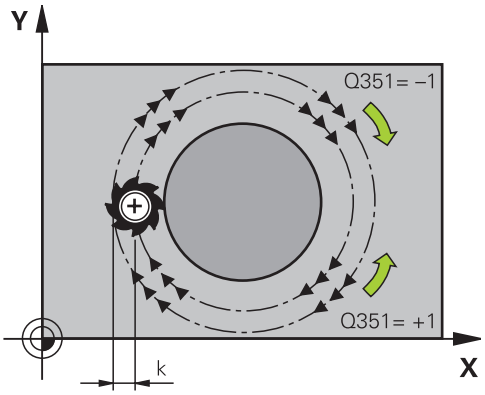
该循环中，TNC会执行接近运动！ 根据起始角Q376定义，必须在凸台旁留出以下空间： 至少刀具直径 + 2 mm。小心碰撞！

结束时，TNC将刀具退至安全高度或如果编程了第二安全高度，退至第二安全高度。 循环后的刀具终点位置与起点位置不同！

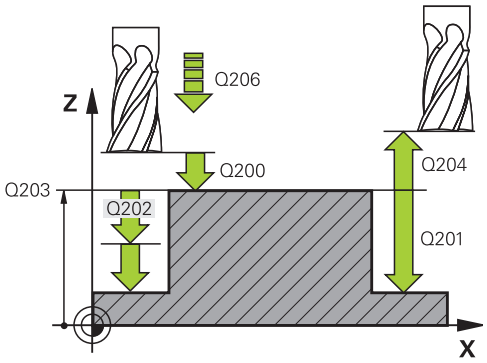
循环参数

- **精加工后的直径**Q223： 最终加工完成的凸台直径。 输入范围0至99999.9999
- **工件毛坯直径**Q222： 工件毛坯直径。 输入大于精加直径的工件毛坯直径。如果工件毛坯直径和精加直径之差大于允许的步长（刀具半径乘以路径行距系数**Q370**），TNC执行多道加工。TNC一定计算步长常数。 输入范围0至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q368（增量值）： 精铣加工面上的余量。 输入范围0至99999.9999
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣
  PREDEF： TNC用GLOBAL DEF（全局定义）程序段中的数值 （如果输入0，用顺铣加工）
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与凸台之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 输入大于0的值。 输入范围0至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 刀具移至深度处的移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FMAX**，**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999





- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **路径行距系数**Q370： Q370 x 刀具半径 = 步长系数k。 输入范围: 0.1至1.414或**PREDEF**
- **起始角**Q376： 相对凸台中心距刀具所接近凸台中心的极角。输入范围0至359°



NC程序段

8 CYCL DEF 257 CIRCULAR STUD	
Q223=60	**;最终零件直径**
Q222=60	**;工件毛坯直径**
Q368=0.2	**;侧面精铣余量**
Q207=500	**;铣削进给速率**
Q351=+1	**;顺铣或逆铣**
Q201=-20	**;深度**
Q202=5	**;切入深度**
Q206=150	**;切入进给速率**
Q200=2	**;安全高度**
Q203=+0	**;表面坐标**
Q204=50	**;第二安全高度**
Q370=1	**;刀具路径的行距系数**
Q376=0	**;起始角**
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99	

5.8 端面铣削（循环233，DIN/ISO：G233，软件选装项19）

循环运行

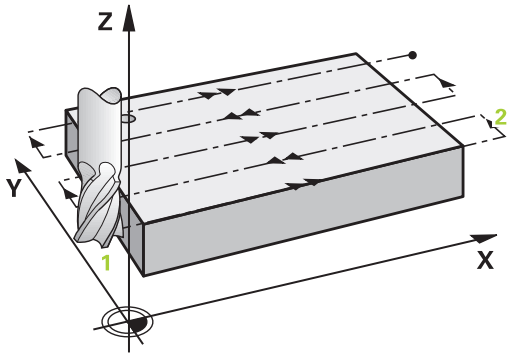
循环233用于用多道进给铣平端面，同时考虑精铣余量。 也可以在循环中定义侧壁，定义后在加工水平表面时将考虑该因素。 该循环提供多种加工方式：

- **方式Q389=0**： 折线加工，在被加工的表面外叠加
- **方式Q389=1**： 折线加工，在被加工表面的边沿处换道
- **方式Q389=2**： 用超行程，逐行加工表面；用快移速度退刀时换道
- **方式Q389=3**： 不移出范围逐行加工表面；用快移速度退刀时换道
- **方式Q389=4**： 从外向内螺旋加工

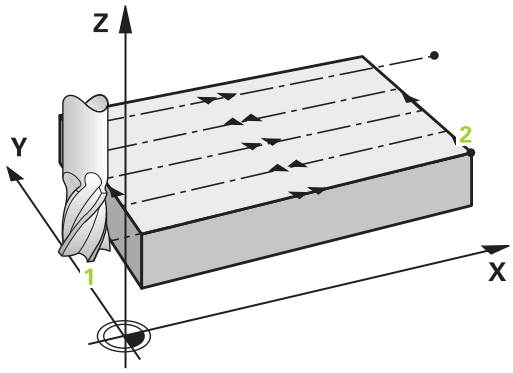
1 从当前位置开始，TNC用快移速度**FMAX**使刀具定位在加工面的起点1位置： 加工面的起点距工件边刀具半径的距离，并与工件边相距安全间隔距离。
2 然后，TNC用快移速度**FMAX**将刀具定位在主轴方向的安全距离位置。
3 然后刀具沿刀具轴用铣削进给速率Q207移至TNC计算的第一切入深度。

方式Q389=0和Q389 =1

在端面铣新加工中，方式Q389=0和Q389=1在超行程方面不同。 如果Q389=0，终点在表面外。 如果Q389=1，终点在表面边沿上。 TNC计算用侧边长度和安全距离到侧边的尺寸计算终点2。 如果用方式Q389=0，TNC还需要刀具在水平表面外移动一个刀具半径值。



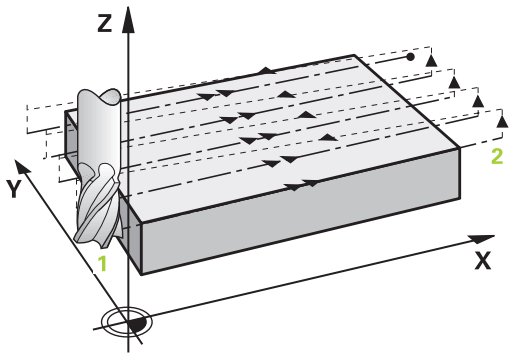
4 TNC将刀具用铣削编程进给速率将刀具运动到终点2位置。
5 TNC以预定位进给速率将刀具偏置到下一道的起点位置处。 偏移量用编程进给宽度、刀具半径、最大行距系数和距侧面的安全距离计算。
6 然后，刀具用铣削进给速率沿反方向返回。
7 重复这个过程直到加工完编程表面。
8 然后，TNC用快移速度**FMAX**将刀具返回到起点1位置。
9 如果需要一次以上进给，TNC用定位进给速率沿主轴将刀具移至下一个切入深度。
10 重复以上步骤直到完成全部进给。 最后一次进给时，用精铣进给速率仅铣削输入的精铣余量。
11 循环结束时，刀具以**FMAX**快移速度退刀至第二安全高度处。

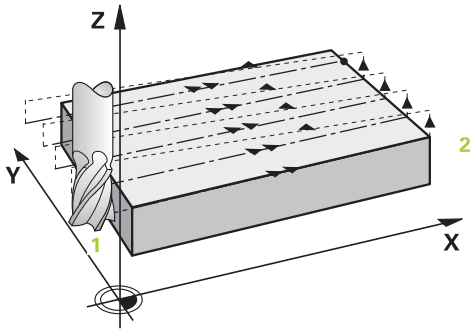


方式Q389=2和Q389 =3

在端面铣新加工中，方式Q389=2和Q389=3在超行程方面不同。如果Q389=2，终点在表面外。 如果Q389=3，终点在表面边沿上。 TNC计算用侧边长度和安全距离到侧边的尺寸计算终点2。 如果用方式Q389=2，TNC还需要刀具在水平表面外移动一个刀具半径值。

4 然后，刀具用铣削的编程进给速率前进到终点2位置。
5 TNC将刀具沿主轴移至当前进给深度上方的安全高度位置，然后用**FMAX**直接返回下道起点。 TNC用编程宽度、刀具半径，最大行距系数和距侧面安全距离计算偏移量。
6 然后刀具返回到当前进给深度，并向下一个终点2方向运动。
7 重复这个多道加工过程直到加工完编程表面。 最后一道终点处，TNC用快移速度**FMAX**使刀具返回起点1位置。
8 如果需要一次以上进给，TNC用定位进给速率沿主轴将刀具移至下一个切入深度。
9 重复以上步骤直到完成全部进给。 最后一次进给时，用精铣进给速率仅铣削输入的精铣余量。
10 循环结束时，刀具以**FMAX**快移速度退刀至第二安全高度处。





方式Q389=4

4 然后，刀具以编程的**铣削进给速率**沿相切圆弧的接近铣削路径的起点位置。

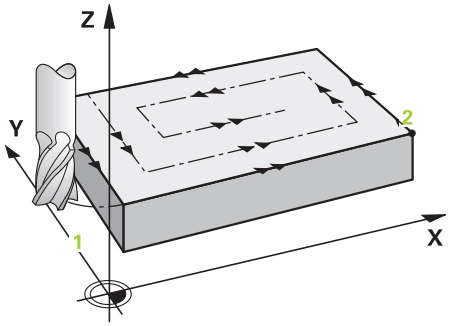
5 TNC用铣削进给速率和更小的铣削路径由外向内加工水平表面。相同的行距系数使刀具可以连续结合工件。

6 重复这个过程直到加工完编程表面。 最后一道终点处，TNC用快移速度**FMAX**使刀具返回起点1位置。

7 如果需要一次以上进给，TNC用定位进给速率沿主轴将刀具移至下一个切入深度。

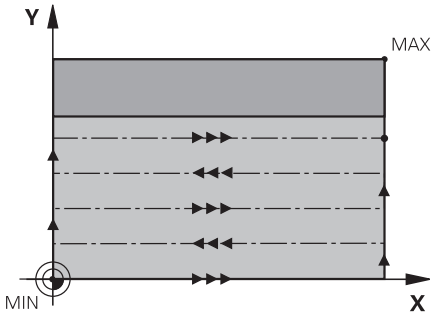
8 重复以上步骤直到完成全部进给。 最后一次进给时，用精铣进给速率仅铣削输入的精铣余量。

9 循环结束时，刀具以**FMAX**快移速度退刀至**第二安全高度**处。



限值

限值用于设置水平表面加工的限制，例如在加工过程中考虑侧壁或肩部位置。 用限值定义的侧壁被精加工至最终尺寸，最终尺寸由水平表面的起点或侧边长度确定。 粗加工期间，TNC考虑侧面余量，而精加工期间的余量用于预定位刀具。



编程时注意：

用半径补偿**R0**在加工面上将刀具预定位至起点位置。注意加工方向。

TNC自动沿刀具轴预定位刀具。 注意**第二**安全高度Q204。

在Q204中输入**第二安全高度**使工件或夹具不能碰撞。

如果输入的第三轴起点Q227与第三轴终点Q386相等，TNC不能执行这个循环（编程深度 = 0）。

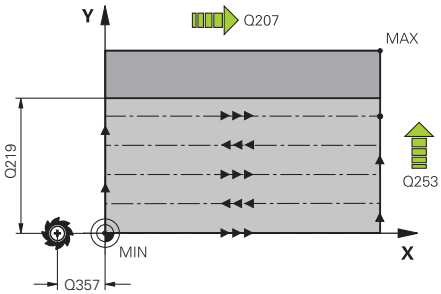
碰撞危险！

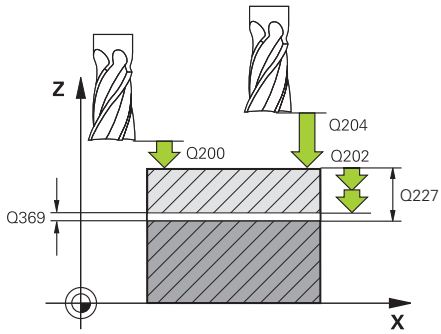
如果输入了正深度，用机床参数**displayDepthErr**决定TNC是否输出出错信息，输出（开启）或不输出（关闭）。

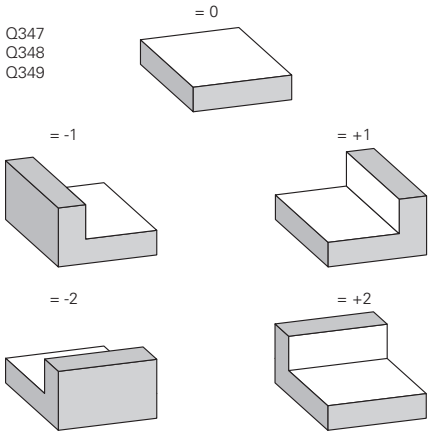
注意，如果输入的起点 < 终点位置，TNC对预定位的计算结果取反。 也就是说，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动至工件表面下方安全高度位置！

循环参数

- **加工方式（0/1/2）**Q215： 定义加工方式：
  0: 粗加工和精加工
  1: 仅粗铣
  2: 仅精加工
  只有有特定余量值（Q368，Q369）定义才进行侧面和底面精铣
- **测量方式（0至4）**Q389： 确定TNC加工表面的方式：
  0： 折线加工，在被加工表面外以定位进给速率换道
  1： 折线加工，在被加工表面边沿位置用铣削进给速率换道
  2： 用定位进给速率在被加工表面外逐行加工、退刀和换道
  3： 在被加工表面边沿位置用定位进给速率逐行加工、退刀和换道
  4： 螺旋加工，由外向内一致进给
- **铣削方向**Q350： 定义加工方向的加工面内的轴：
  1： 参考轴 = 加工方向
  2： 辅助轴 = 加工方向
- **第一侧边长度**Q218（增量值）： 要被多道铣的表面在加工面上沿参考轴的长度，相对第1轴的起点。 输入范围0至99999.9999
- **第二侧边长度**Q219（增量值）： 被加工表面在加工面辅助轴方向的长度。用代数符号指定相对**第二轴起点**的第一道换道铣削方向。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第三轴起点**Q227（绝对值）： 用于计算进给量的工件表面坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第三轴终点**Q386（绝对值）： 需要铣削的端面在主轴坐标轴方向的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **底面余量**Q369（增量值）： 用于最后一次进给的距离。 输入范围0至99999.9999
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 输入大于0的值。 输入范围0至99999.9999
- **路径行距系数**Q370： 最大行距系数k。 TNC用第二侧边长（Q219）和刀具半径计算实际行距，使加工时使用相同行距。 输入范围: 0.1至1.9999。







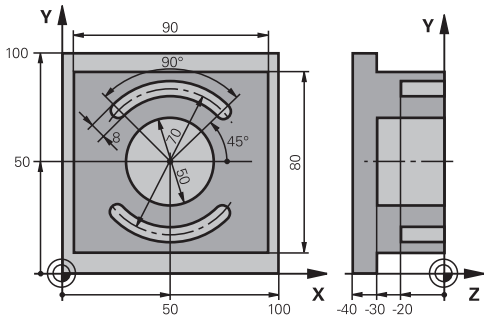
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **精铣进给速率**Q385： 最后一次进给铣削的刀具运动速度，单位为mm/min。输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **预定位进给速率**Q253: 刀具接近起点和移至下一道时的运动速度，单位为mm/min。 如果横向移入材料（Q389=1），TNC将用铣削进给速率Q207运动刀具。输入范围为0至99999.9999，或**FMAX**，**FAUTO**
- **侧面安全距离**Q357（增量值）： 刀具接近第一切入深度时刀具距侧边的安全距离，如果选用加工方式Q389=0或Q389=2，需换道的距离。 输入范围0至99999.9999
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **第一限值**Q347：选择工件侧边，该侧边有侧壁限制（不允许螺旋加工）。 根据侧壁位置，TNC相对起点坐标或侧边长度限制水平表面的加工：（不允许螺旋加工）：
  输入**0**： 无限值
  输入**-1**： 负参考轴的限值
  输入**+1**： 正参考轴的限值
  输入**-2**： 负辅助轴的限值
  输入**+2**： 正辅助轴的限值
- **第二限值**Q348： 参见参数第一限值Q347
- **第三限值**Q349： 参见参数第一限值Q347
- **角点半径**Q220： 限值时的角点半径（Q347至Q349）。 输入范围0至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q368（增量值）： 精铣加工面上的余量。 输入范围0至99999.9999
- **精铣进给量**Q338（增量值）： 每刀进给量。Q338=0： 一次进给精铣。 输入范围0至99999.9999

NC程序段

```
8 CYCL DEF 233 FACE MILLING
  Q215=0      ;加工操作
  Q389=2      ;铣削方式
  Q350=1      ;铣削方向
  Q218=120    ;第一侧面长度
  Q219=80     ;第二侧面长度
  Q227=0      ;第三轴起点
  Q386=-6     ;第三轴终点
  Q369=0.2    ;底面余量
  Q202=3      ;最大切入深度
  Q370=1      ;刀具路径行距系数
  Q207=500    ;铣削进给速率
  Q385=500    ;精加工进给速率
  Q253=750    ;预定位
  Q357=2      ;侧面安全距离
  Q200=2      ;安全高度
  Q204=50     ;第二安全高度
  Q347=0      ;第一限值
  Q348=0      ;第二限值
  Q349=0      ;第三限值
  Q220=2      ;角点半径
  Q368=0      ;侧面余量
  Q338=0      ;精加工进给
9 L X+0 Y+0 R0 FMAX M3 M99
```

5.9 编程举例

举例： 铣型腔、凸台和槽



0 BEGINN PGM C210 MM		
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40		工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0		
3 TOOL CALL 1 Z S3500		调用粗铣/精铣刀具
4 L Z+250 R0 FMAX		退刀
5 CYCL DEF 256 RECTANGULAR STUD		定义加工外轮廓循环
Q218=90	;第一边长	
Q424=100	;工件毛坯侧面1	
Q219=80	;第二侧边长度	
Q425=100	;工件毛坯侧面2	
Q220=0	;角点半径	
Q368=0	;侧面精铣余量	
Q224=0	;旋转角	
Q367=0	;凸台位置	
Q207=250	;铣削进给速率	
Q351=+1	;顺铣或逆铣	
Q201=-30	;深度	
Q202=5	;切入深度	
Q206=250	;切入进给速率	
Q200=2	;安全高度	
Q203=+0	;表面坐标	
Q204=20	;第二安全高度	
Q370=1	;刀具路径的行距系数	
Q437=0	;接近位置	
6 L X+50 Y+50 R0 M3 M99		调用加工外轮廓循环
7 CYCL DEF 252 CIRCULAR POCKET		定义铣圆弧型腔循环
Q215=0	;加工操作	
Q223=50	;圆直径	
Q368=0.2	;侧面精铣余量	
Q207=500	;铣削进给速率	

Q351=+1	;顺铣或逆铣	
Q201=-30	;深度	
Q202=5	;切入深度	
Q369=0.1	;底面精铣余量	
Q206=150	;切入进给速率	
Q338=5	;精铣进给量	
Q200=2	;安全高度	
Q203=+0	;表面坐标	
Q204=50	;第二安全高度	
Q370=1	;刀具路径的行距系数	
Q366=1	;切入	
Q385=750	;精加工进给速率	
8 L X+50 Y+50 R0 FMAX M99		调用铣圆弧腔循环
9 L Z+250 R0 FMAX M6		换刀
10 TOLL CALL 2 Z S5000		调用刀具： 槽铣刀
11 CYCL DEF 254 CIRCULAR SLOT		定义铣槽循环
Q215=0	;加工操作	
Q219=8	;槽宽	
Q368=0.2	;侧面精铣余量	
Q375=70	;节圆直径	
Q367=0	;参考槽位置	不需要在X/Y平面预定位
Q216=+50	;第一轴中心	
Q217=+50	;第二轴中心	
Q376=+45	;起始角	
Q248=90	;角长	
Q378=180	;角度步长	第二槽的起点
Q377=2	;重复次数	
Q207=500	;铣削进给速率	
Q351=+1	;顺铣或逆铣	
Q201=-20	;深度	
Q202=5	;切入深度	
Q369=0.1	;底面精铣余量	
Q206=150	;切入进给速率	
Q338=5	;精铣进给量	
Q200=2	;安全高度	
Q203=+0	;表面坐标	
Q204=50	;第二安全高度	
Q366=1	;切入	
12 CYCL CALL FMAX M3		调用铣槽循环
13 L Z+250 R0 FMAX M2		沿刀具轴退刀，结束程序
14 END PGM C210 MM		

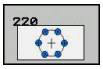
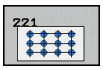
6

固定循环： 阵列定义

6.1 基础知识

概要

TNC直接提供2个加工阵列点的循环：

循环	软键	页
循环220（极坐标阵列）		163
循环221（直角坐标阵列）		165

可将循环220和221与以下固定循环一起使用：

> 如果需要加工非规则阵列点，用**CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）(参见 "点位表", 63 页)创建点位表。
> **PATTERN DEF**（阵列定义）功能支持更多规则阵列(参见 "用PATTERN DEF（阵列定义）功能定义阵列", 56 页)。

循环200 钻孔
循环201 铰孔
循环202 镗孔
循环203 万能钻孔
循环204 反向镗孔
循环205 万能啄钻
循环206 用浮动夹头攻丝架的新攻丝
循环207 不用浮动夹头攻丝架的新刚性攻丝
循环208 螺旋铣孔
循环209 断屑攻丝
循环240 定中心
循环251 矩形型腔
循环252 铣圆弧型腔
循环253 铣键槽
循环254 圆弧槽（只能与循环221一起使用）
循环256 矩形凸台
循环257 圆弧凸台
循环262 螺纹铣削
循环263 螺纹铣削/锪沉孔
循环264 螺纹钻孔/铣削
循环265 螺旋螺纹钻孔/铣削
循环267 外螺纹铣削

6.2 极坐标阵列（循环220，DIN/ISO：G220，软件选装项19）

循环运行

1 TNC用快移速度将刀具从当前位置移到第一次加工操作的起点位置。

顺序:

- 2. 移至第二安全高度（主轴坐标轴）
- 沿主轴坐标轴接近起点。
- 移至工件表面之上的安全高度处（主轴坐标轴）。

2 TNC由该位置开始执行最后定义的固定循环。

3 然后，刀具沿直线或圆弧接近起点进行下一次加工。 刀具停在安全高度处（或第二安全高度）。

4 重复这一过程（1至3步）直到加工全部完成。

编程时注意：

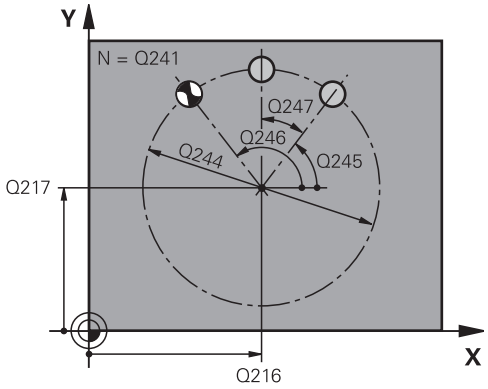
循环220为定义生效，也就是说循环220自动调用最后一个定义的固定循环。

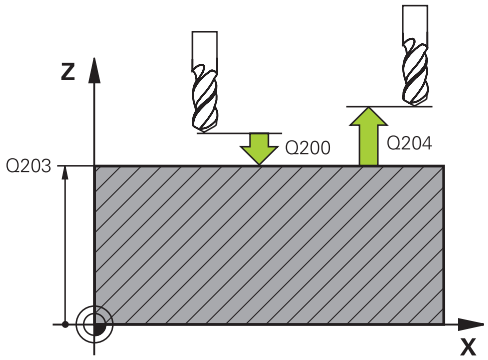
如果将循环220与固定循环200至209和251至267之一的循环一起使用，循环220的安全高度、工件表面坐标和第二安全高度对所选固定循环都适用。

如果用单段运行操作模式运行该循环，数控系统在各个阵列点处停止运动。

循环参数

- **第一轴中心**Q216（绝对值）： 相对加工面参考轴的节圆圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q217（绝对值）： 加工面辅助轴上的节圆圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **节圆直径**Q244： 节圆直径。 输入范围0至99999.9999
- **起始角**Q245（绝对值）： 加工面参考轴与节圆上第一次加工起点位置之间的角度。 输入范围-360.000至360.000
- **终止角**Q246（绝对值）： 加工面参考轴与节圆上最后一次加工起点位置之间的角度（不适用于整圆）。 终止角与起始角的输入值不能相同。 如果输入的终止角大于起始角，将沿逆时针方向加工；否则将沿顺时针方向加工。 输入范围-360.000至360.000
- **角度步长**Q247（增量值）： 节圆上两次加工位置间的角度。 如果输入的角度步长为0，TNC将根据起始角和终止角以及及阵列的重复次数计算角度步长。 如果输入非0值，TNC将不考虑终止角。 角度步长的代数符号决定加工方向（负值 = 顺时针）。 输入范围-360.000至360.000
- **重复次数**Q241： 在节圆上的加工次数。 输入范围1至99999
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义两次加工操作之间测头如何运动：
  0: 在两次加工操作之间移至安全高度处
  1: 在两次加工操作之间移至第二安全高度处
- **运动类型？直线=0/圆弧=1**Q365： 定义两次加工操作之间刀具运动的路径类型：
  0: 两次加工操作之间沿直线运动
  1: 两次加工操作之间在节圆上沿圆弧运动



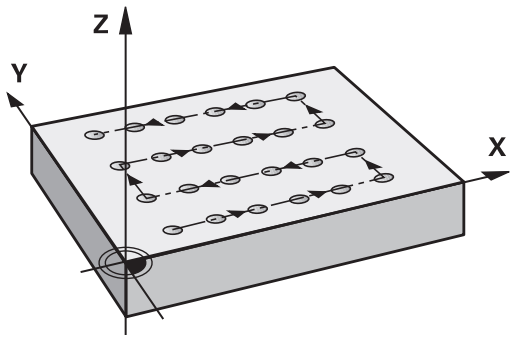


NC程序段

```
53 CYCL DEF 220 POLAR PATTERN
  Q216=+50  ;第一轴中心
  Q217=+50  ;第二轴中心
  Q244=80   ;节圆直径
  Q245=+0   ;起始角
  Q246=+360;终止角
  Q247=+0   ;角度步长
  Q241=8    ;重复次数
  Q200=2    ;安全高度
  Q203=+30  ;表面坐标
  Q204=50   ;第二安全高度
  Q301=1    ;移至第二安全高度
  Q365=0    ;运动类型
```

6.3 直线阵列（循环221，DIN/ISO：G221，软件选装项19）

循环运行



1 TNC自动将刀具由当前位置移至起点位置进行第一次加工。
顺序:
- 2. 移至安全高度（主轴坐标轴）
- 接近加工面中的起点
- 移至工件表面之上的安全高度处（主轴坐标轴）

2 TNC由该位置开始执行最后定义的固定循环。
3 然后，刀具在安全高度处（或第二安全高度）沿正参考轴方向接近下个加工操作的起点位置。
4 重复这一过程（1至3步）直到第一行的全部加工操作均完成为止。 刀具定位在第一行的最后一点上。
5 刀具再移至要进行加工的第二行最后一点上。
6 刀具由该位置沿负参考轴方向接近下一个加工操作的起点。
7 重复这一过程（6步）直到第二行的全部加工全部完成为止。
8 刀具再移至下一行的起点。
9 所有后续行将按往复运动方式完成加工。

编程时注意：

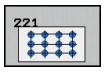
循环221为定义生效，也就是说循环221自动调用最后一个定义的固定循环。

如果循环221与固定循环200至209和251至267中的任何一个组合使用，循环221定义的安全高度、工件表面坐标、第二安全高度和旋转位置适用于所选固定循环。

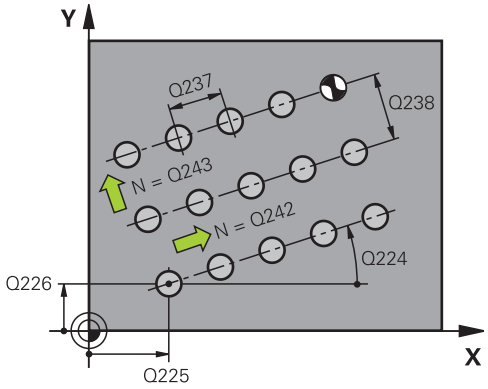
如果循环254（圆弧槽）与循环221一起使用，不允许槽位置为0。

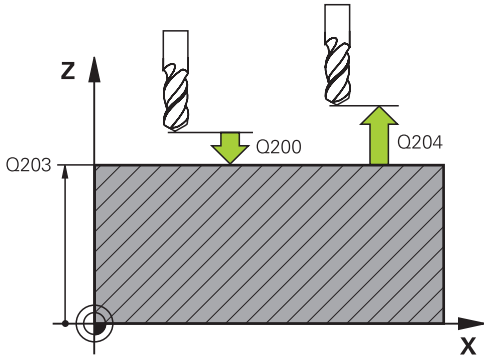
如果用单段运行操作模式运行该循环，数控系统在各个阵列点处停止运动。

循环参数



- **第一轴起点**Q225（绝对值）： 加工面上参考轴的起点坐标。
- **第二轴起点**Q226（绝对值）： 加工面上辅助轴的起点坐标
- **第一轴间距**Q237（增量值）： 直线上各点间的距离
- **第二轴间距**Q238（增量值）： 直线间的距离
- **列数**Q242： 一条直线上的加工次数
- **行数**Q243： 行数
- **旋转角**Q224（绝对值）： 旋转整个阵列的角度。 旋转中心在起点上
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义两次加工操作之间测头如何运动：
  0: 在两次加工操作之间移至安全高度处
  1: 在两次加工操作之间移至第二安全高度处



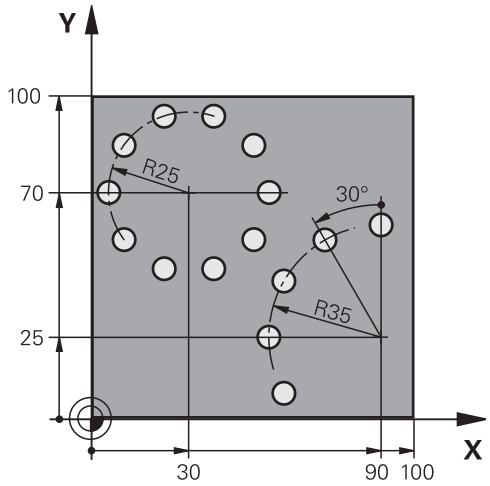


NC程序段

54 CYCL DEF 221 CARTESIAN PATTERN
Q225=+15 ;第一轴起点
Q226=+15 ;第二轴起点
Q237=+10 ;第一轴间距
Q238=+8 ;第二轴间距
Q242=6 ;列数
Q243=4 ;行数
Q224=+15 ;旋转角
Q200=2 ;安全高度
Q203=+30 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q301=1 ;移至第二安全高度

6.4 编程举例

举例： 极坐标阵列孔



0 BEGIN PGM BOHRB MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 Y+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3500	刀具调用
4 L Z+250 R0 FMAX M3	退刀
5 CYCL DEF 200 DRILLING	循环定义： 钻孔
Q200=2 ;安全高度	
Q201=-15 ;深度	
Q206=250 ;切入进给速率	
Q202=4 ;切入深度	
Q211=0 ;在顶部停顿时间	
Q203=+0 ;表面坐标	
Q204=0 ;第二安全高度	
Q211=0.25 ;在底部停顿时间	
6 CYCL DEF 220 POLAR PATTERN	定义极坐标阵列1的循环，自动调用循环200；Q200，Q203和Q204在循环220中定义生效。
Q216=+30 ;第一轴中心	
Q217=+70 ;第二轴中心	
Q244=50 ;节圆直径	
Q245=+0 ;起始角	
Q246=+360 ;终止角	
Q247=+0 ;角度步长	
Q241=10 ;重复次数	
Q200=2 ;安全高度	
Q203=+0 ;表面坐标	
Q204=100 ;第二安全高度	
Q301=1 ;移至第二安全高度	

Q365=0 ;运动类型	
7 CYCL DEF 220 POLAR PATTERN	定义极坐标阵列2的循环，自动调用循环200；Q200，Q203和Q204在循环220中定义生效。
Q216=+90 ;第一轴中心	
Q217=+25 ;第二轴中心	
Q244=70 ;节圆直径	
Q245=+90 ;起始角	
Q246=+360 ;终止角	
Q247=+30 ;角度步长	
Q241=5 ;重复次数	
Q200=2 ;安全高度	
Q203=+0 ;表面坐标	
Q204=100 ;第二安全高度	
Q301=1 ;移至第二安全高度	
Q365=0 ;运动类型	
8 L Z+250 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
9 END PGM BOHRB MM	

7

固定循环： 轮廓型腔

7.1 SL循环

基础知识

SL循环允许用不超过12个子轮廓（型腔或凸台）组成一个复杂轮廓。可以在子程序中定义各子轮廓。 TNC用循环14（轮廓几何特征）中输入的子轮廓（子程序号）计算总轮廓。

SL循环程序的存储能力有限。 一个SL循环中轮廓元素最大编程数量为16384个。

SL循环执行全面和复杂的内部计算并得出加工操作步骤。 为了安全，加工前必须运行程序图形测试功能！ 这是确定TNC系统所计算的程序能否实现所需结果的简单方法。

在轮廓子程序中使用局部Q参数**QL**时，必须在轮廓子程序中定义或计算这些值

子程序特点

- 允许坐标变换。 如果在子轮廓中编程，那么在后续的子程序中也有效，但在循环调用后不必复位。
- 如果刀具路径在轮廓之内，TNC将其视为型腔，例如以半径补偿RR顺时针加工的轮廓。
- 如果刀具路径在轮廓之外，TNC将其视为凸台，例如以半径补偿RL顺时针加工轮廓。
- 子程序中不允许含主轴坐标轴的坐标。
- 两个轴必须编程在子程序的第一个程序段内
- 如果使用Q参数，只在受影响的轮廓子程序内执行计算和赋值操作。

固定循环的特点

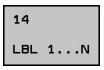
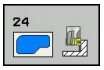
- 在每一次循环前或循环调用前，TNC自动将刀具定位在安全高度位置。
- 由于刀具围绕凸台移动而不是移过它，因此将无间断地铣削各进给深度。
- 可以编程“内角”半径，避免刀具损伤内角的表面（这种方法适用于粗铣和精铣侧面循环中的最外道）。
- 侧面精铣时，沿相切圆弧接近轮廓。
- 精铣底面时，刀具再次沿相切圆弧接近工件（例如，Z轴为主轴，圆弧可在Z/X平面上）。
- 轮廓可以按顺铣或逆铣方式加工。

在循环20（轮廓数据）中输入加工数据（如铣削深度、精铣余量和安全高度等）。

程序结构： 用SL循环加工

```
0 BEGIN PGM SL2 MM
...
12 CYCL DEF 14 CONTOUR...
13 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA...
...
16 CYCL DEF 21 PILOT DRILLING...
17 CYCL CALL
...
18 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT...
19 CYCL CALL
...
22 CYCL DEF 23 FLOOR
   FINISHING...
23 CYCL CALL
...
26 CYCL DEF 24 SIDE FINISHING...
27 CYCL CALL
...
50 L Z+250 R0 FMAX M2
51 LBL 1
...
55 LBL 0
56 LBL 2
...
60 LBL 0
...
99 END PGM SL2 MM
```

概要

循环	软键	页
循环14（轮廓几何特征）（基本数据）		172
循环20（轮廓数据）（基本数据）		177
循环21（预钻孔）（可选数据）		179
循环22（粗铣）（基本数据）		181
循环23（精铣底面）（可选数据）		184
循环24（精铣侧面）（可选数据）		186

增强循环：

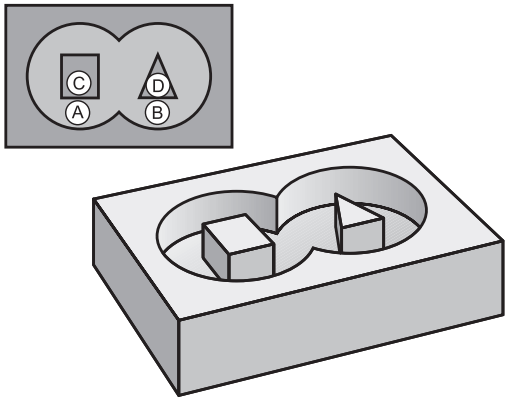
循环	软键	页
循环25（轮廓链）		188
循环270（轮廓链数据）		190

7.2 轮廓（循环14，DIN/ISO：G37）

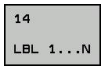
编程时注意：

所有用于定义轮廓的子程序都在循环14（轮廓几何特征）列表中。

> 循环14为定义生效，就是说只要它在零件程序中定义了，这个循环就生效了。
> 循环14中最多可有12个子程序（子轮廓）。



循环参数

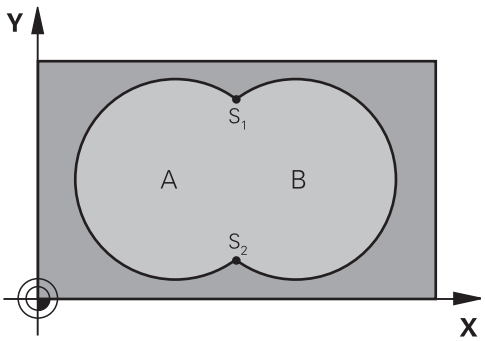


- **轮廓标记号**： 输入用于定义轮廓各子程序的全部标记号。 用ENT键确认各标记号。 输入全部标记号后，用END键结束。 输入不超过12个编号为1至65535的子程序。

7.3 叠加轮廓

基础知识

型腔和凸台可叠加形成一个新轮廓。 因此可以用另一个型腔来扩大型腔区域，也可以用另一个凸台减小型腔区域。



NC程序段

12 CYCL DEF 14.0 CONTOUR
13 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1/2/3/4

子程序： 叠加型腔

> 以下示例程序是在主程序中用循环14（轮廓几何特征）调用的轮廓子程序。

型腔A与B叠加。
TNC计算S1与S2的交点（不必编程）。
型腔编程为一个整圆。

子程序1： 型腔A

51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0

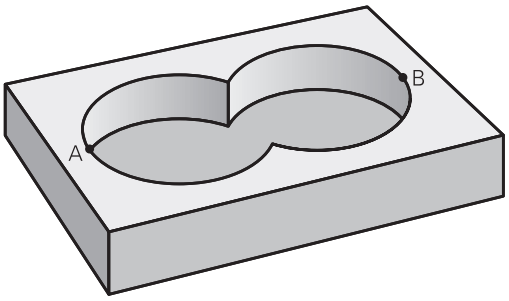
子程序2： 型腔B

56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0

包括的区域

A面和B面都需要加工，包括叠加部位：

- A面和B面必须为型腔。
- 第一型腔（循环14中）必须在第二个型腔之外开始。



A面：

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

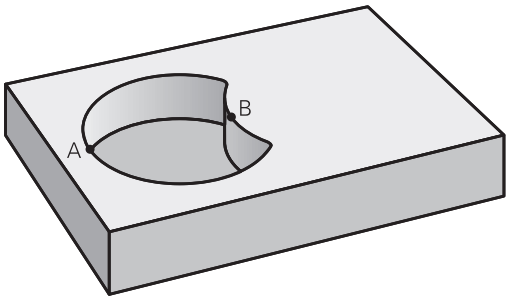
B面：

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

不含的区域

A面需要加工但不含与B面叠加的部分：

- A面必须为型腔，B面为凸台。
- A必须由B外开始。
- B必须由A内开始。



A面：

```
51 LBL 1
52 L X+10 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+10 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

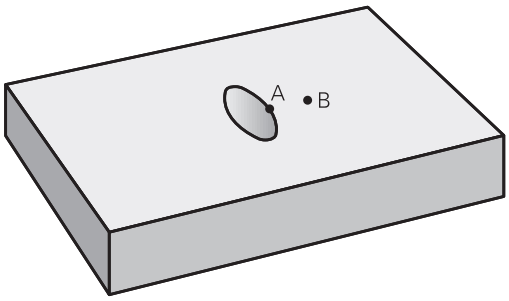
B面：

```
56 LBL 2
57 L X+40 Y+50 RL
58 CC X+65 Y+50
59 C X+40 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

重叠区域

只加工A与B叠加区域。（A或B独有的部分不加工。）

- A和B必须为型腔。
- A必须由B内开始。



A面：

```
51 LBL 1
52 L X+60 Y+50 RR
53 CC X+35 Y+50
54 C X+60 Y+50 DR-
55 LBL 0
```

B面：

```
56 LBL 2
57 L X+90 Y+50 RR
58 CC X+65 Y+50
59 C X+90 Y+50 DR-
60 LBL 0
```

7.4 轮廓数据（循环20，DIN/ISO：G120，软件选装项19）

编程时注意：

在循环20中输入描述子轮廓的子程序加工数据。

循环20为定义生效，就是说只要它在零件程序中定义了，这个循环就生效了。

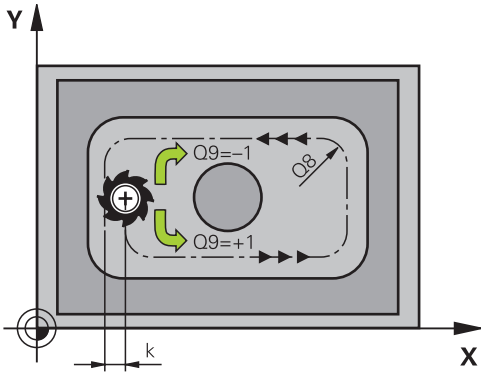
在循环20中输入的加工数据适用于循环21至24。

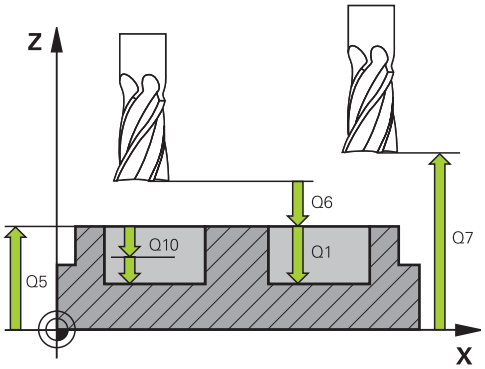
循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH=0，TNC在深度0处执行循环。

如果在Q参数程序中使用SL循环，循环参数Q1至Q20将不能用作程序参数。

循环参数

- **铣削深度**Q1（增量值）： 工件表面与型腔底部之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **路径行距**系数Q2： Q2 x 刀具半径 = 步长系数k。 输入范围-0.0001至1.9999
- **侧面精铣余量**Q3（增量值）： 精铣加工面上的余量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **底面精铣余量**Q4（增量值）： 沿刀具轴的精铣余量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **工件表面坐标**Q5（绝对值）： 工件表面绝对坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q6（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q7（绝对值）： 刀具与工件表面不会发生碰撞的绝对高度（用于工序中定位和循环结束时退刀）。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **内角半径**Q8： 内“角”倒圆半径；输入值为相对刀具中点路径的数据，用于计算轮廓元素间平滑运动路径。 **Q8不是插入在编程元素之间一个独立元素的半径！**输入范围0至99999.9999
- **旋转方向？** Q9： 型腔的加工方向
  - Q9 = -1 逆铣型腔和凸台
  - Q9 = +1 顺铣型腔和凸台





可以在程序中断时检查加工参数，必要时改写参数。

NC程序段

57 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA	
Q1=-20	**;铣削深度**
Q2=1	**;刀具路径的行距系数**
Q3=+0.2	**;侧面精铣余量**
Q4=+0.1	**;底面精铣余量**
Q5=+30	**;表面坐标**
Q6=2	**;安全高度**
Q7=+80	**;第二安全高度**
Q8=0.5	**;倒圆半径**
Q9=+1	**;旋转方向**

7.5 预钻孔（循环21，DIN/ISO：G121，软件选装项19）

循环运行

如果后续轮廓粗加工中不是使用中心切削刃的立铣刀（ISO 1641），就可用循环21（预钻孔）。 在用循环进行粗加工时，例如用循环22，该钻孔循环就可用于在需加工的部位钻一个孔。 循环21考虑侧面余量和底面余量以及在铣刀进刀点处粗加工刀的圆角。 进刀点也可用作粗铣加工的起点。

调用循环21前，还需要编写另外两个循环：

- 循环21（预钻孔）需要使用**循环14（轮廓几何）**或SEL CONTOUR（选择轮廓）确定平面中的钻孔位置
- 循环21（预钻孔）需要使用**循环20（轮廓数据）**确定孔深度和安全高度参数

循环运行：

1. TNC先将刀具定位到平面中（定位的位置是循环14或SEL CONTOUR（选择轮廓）定义的轮廓所确定的位置，或用粗加工刀确定的位置）。
2. 然后，刀具用快移速度**FMAX**移至安全高度。 （在循环20（轮廓数据）中定义安全高度）。
3. 刀具从当前位置用编程进给速率**F**钻孔到第一切入深度。
4. 然后，用快移速度**FMAX**退刀至起点位置并再次进给到第一切入深度减去预停距离t后的尺寸。
5. 预停距离由数控系统自动计算：
   - 孔的总深度在30毫米以内时： t = 0.6 mm
   - 孔的总深度超过30毫米时： t = 孔深 / 50
   - 最大预停距离： 7 mm
6. 然后，刀具用编程进给速率**F**再次进行进给。
7. TNC重复这一过程（1至4步）直至达到编程的孔总深为止。 考虑底面精加工余量。
8. 最后，刀具沿刀具轴退刀至安全高度或退刀至循环前编程高度。 这取决于参数ConfigDatum、CfgGeoCycle，posAfterContPocket。

编程时注意：

计算进给点时，TNC不考虑**TOOL CALL**（刀具调用）程序段中编程的差值**DR**。

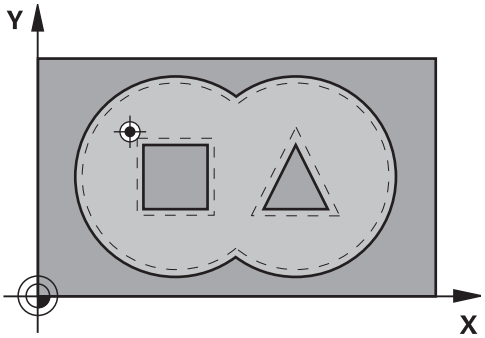
在狭小位置处，如果刀具大于粗铣刀，TNC可能无法执行预钻孔操作。

如果Q13=0，TNC用主轴中当前刀具的数据。

如果将参数ConfigDatum、CfgGeoCycle、posAfterContPocket设置为ToolAxClearanceHeight，循环结束时，刀具在该平面中移至绝对位置，而不是增量位置。

循环参数

- **切入深度**Q10（增量值）： 每次进给刀具所钻入的尺寸（负号表示负加工方向）。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q11： 切入工件时刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **粗加工刀号/刀名**Q13或QS13： 粗铣刀的刀号或刀名。 如果输入数字，输入范围0至32767.9；如果输入名称，最多16个字符。 如果输入Q13=0，TNC用主轴中当前的刀具数据。



NC程序段

```
58 CYCL DEF 21 PILOT DRILLING
  Q10=+5      ;切入深度
  Q11=100     ;切入进给速率
  Q13=1       ;粗加工刀具
```

7.6 粗加工（循环22，DIN/ISO：G122，软件选装项19）

循环运行

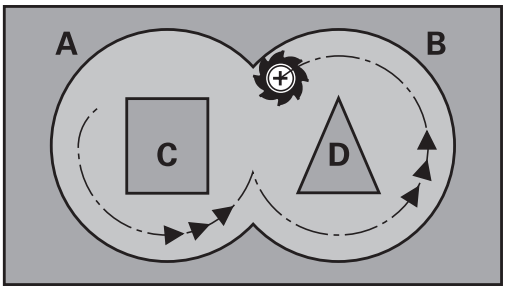
用循环22（粗加工）定义粗加工切削数据。

调用循环22前，还需要编写其它循环：

- 循环14（轮廓几何）或（选择轮廓）
- 循环20（轮廓数据）
- 循环21（预钻孔），根据需要

循环运行

1 TNC将刀具定位在刀具进给点上方并考虑侧面余量因素。
2 第一切入深度中，刀具用铣削进给速率由内向外铣轮廓。
3 首先粗铣凸台轮廓（右图中的C和D）直到接近型腔轮廓（A，B）。
4 接下来，TNC将刀具移至下个切入深度并重复执行粗铣程序直至达到编程深度为止。
5 最后，刀具沿刀具轴退刀至安全高度或退刀至循环前编程高度。 这取决于参数ConfigDatum、CfgGeoCycle，posAfterContPocket。



编程时注意：

本循环要求采用中心刃的立铣刀（ISO 1641）或循环21的预钻孔。

用参数Q19和刀具表的**ANGLE**（角）和**LCUTS**列定义循环22的切入特性：

- 如果定义Q19=0，TNC将只垂直切入，而不用当前刀具的切入角（**ANGLE**）定义。
- 如果定义**ANGLE**（角）=90度，TNC将垂直切入。 往复进给速率Q19用作切入进给速率。
- 如果在循环22中定义了往复进给速率Q19，并且刀具表中的**ANGLE**（角度）定义为0.1至89.999之间，TNC用所定义的**ANGLE**（角）以螺旋线切入。
- 如果在循环22中定义了往复进给速率且在刀具表中未定义**ANGLE**（角），TNC将显示出错信息。
- 如果几何条件不允许螺旋线切入（槽），TNC尽可能进行往复切入。 往复长度用**LCUTS**和**ANGLE**（角）计算（往复长度 = **LCUTS** / tan **ANGLE**）。

如果切除内锐角和用大于1的行距系数，可能残留部分材料。 需要用测试图形特别检查最内路径并根据需要略微修改行距系数。 这样可以重新分配切削路径，通常可以得到所需结果。

半精铣期间，TNC不考虑粗铣刀磨损定义值**DR**。

碰撞危险！

执行SL循环后，必须首先编程加工面中横向运动，例如**L X+80 Y+0 R0 FMAX**。如果将参数ConfigDatum、CfgGeoCycle、posAfterContPocket设置为ToolAxClearanceHeight，循环结束时，刀具在该平面中移至绝对位置，而不是增量位置。

循环参数

- **切入深度**Q10（增量值）： 每刀进给量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q11： 刀具沿主轴坐标轴的运动速度。输入范围0至99999.9999，或**FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- **铣削进给速率**Q12： 刀具在加工面上的移动速度。输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **粗铣刀**Q18或QS18： TNC用于粗铣轮廓的刀号或刀名。 切换至名称输入： 按下**TOOL TABLE**（刀具名）软键。 退出输入框时，TNC自动插入右引号。 如果无粗铣加工，输入“0”；如果输入刀名或刀号，TNC只对粗铣刀未加工的部分进行粗铣。 如果要粗铣的部分无法从侧面接近，TNC用往复切入方式铣削，为此，必须在刀具表“TOOL.T”中输入刀具长度**LCUTS**和定义刀具的最大切入**ANGLE**(角)。 否则，TNC将显示出错信息。 如果输入数字，输入范围0至99999；如果输入名称，最多16个字符。
- **往复进给速率**Q19： 往复切入铣削过程中的刀具运动速度，单位为mm/min。输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- **退刀速度**Q208： 加工后的退刀移动速度，单位为mm/min。 如果输入Q208 = 0，TNC将以Q12的进给速率退刀。 输入范围0至99999.9999，或**FMAX**，**FAUTO**
- **进给速率系数%** Q401： 进给速率百分数系数用于粗加工时，在刀具的整个圆周面进入被加工材料后，TNC降低加工进给速率（Q12）。 如果使用进给速率降低功能，就可以将粗加工的速率定义的足够大，以便在按照循环20中定义的路径行距系数（Q2)加工时达到最佳的铣削状态。 那么在过渡位置或狭窄位置处，TNC还能用定义的比例减慢进给速率，因此能缩短加工总时间。 输入范围0.0001至100.0000
- **半精加工方式**Q404： 如果半精加工刀具半径大于粗加工刀具半径，指定半精加工方式：
  Q404=0：
  TNC将刀具沿该轮廓，在当前深度位置需半精加工的部位之间运动
  Q404=1：
  TNC在需半精加工的部位之间将刀具退刀至安全高度并运动到下个需粗加工部位的起点位置。

NC程序段

59 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	
Q10=+5	**;切入深度**
Q11=100	**;切入进给速率**
Q12=750	**;铣削进给速率**
Q18=1	**;粗加铣刀**
Q19=150	**;往复进给速率**
Q208=9999	**;退刀进给速率**
Q401=80	**;进给速率降低**
Q404=0	**;半精加工方式**

7.7 底面精加工（循环23，DIN/ISO： G123，软件选装项19）

循环运行

循环23（底面精加工）用于切削循环20中编程的精加工底面余量。 如果有足够空间，刀具平滑接近加工面（沿垂直相切圆弧）。 如果没有足够空间，TNC将刀具沿垂直方向移至深度。 然后，刀具清除粗加工后剩余的精铣余量。

调用循环23前，还需要编写其它循环：

- 循环14（轮廓几何）或（选择轮廓）
- 循环20（轮廓数据）
- 循环21（预钻孔），根据需要
- 循环22（粗加工），根据需要

循环运行

1 TNC用快移速度FMAX将刀具运动到第二安全高度位置。
2 然后，刀具以快移速度Q11沿刀具轴运动。
3 如果有足够空间，刀具平滑接近加工面（沿垂直相切圆弧）。 如果没有足够空间，TNC将刀具沿垂直方向移至深度。
4 该刀切削粗加工留下的精加工余量。
5 最后，刀具沿刀具轴退刀至安全高度或退刀至循环前编程高度。 这取决于参数ConfigDatum、CfgGeoCycle，posAfterContPocket。

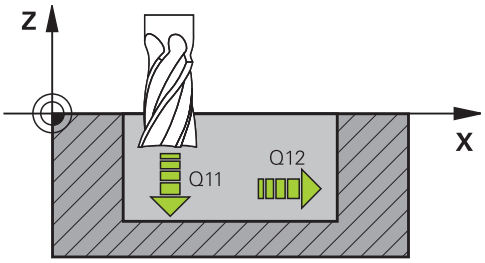
编程时注意：

TNC自动计算精铣的起点。 起点位置取决于型腔的可用空间。
预定位至最终深度的接近半径被永久定义，与刀具的切入角无关。

碰撞危险！
执行SL循环后，必须首先编程加工面中横向运动，例如**L X+80 Y+0 R0 FMAX**。
如果将参数ConfigDatum、CfgGeoCycle、posAfterContPocket设置为ToolAxClearanceHeight，循环结束时，刀具在该平面中移至绝对位置，而不是增量位置。

循环参数

- **切入进给速率**Q11： 切入工件时刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **铣削进给速率**Q12： 刀具在加工面上的移动速度。输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **退刀速度**Q208： 加工后的退刀移动速度，单位为mm/min。 如果输入Q208 = 0，TNC将以Q12的进给速率退刀。 输入范围0至99999.9999，或**FMAX**，**FAUTO**



NC程序段

```
60 CYCL DEF 23 FLOOR FINISHING
  Q11=100     ;切入进给速率
  Q12=350     ;铣削进给速率
  Q208=9999 ;退刀进给速率
```

7.8 侧面精加工（循环24，DIN/ISO： G124，软件选装项19）

循环运行

循环24（侧面精加工）用于切削循环20中编程的侧面精加工余量。用顺铣或逆铣方式运行该循环。

调用循环24前，还需要编写其它循环：

- 循环14（轮廓几何）或（选择轮廓）
- 循环20（轮廓数据）
- 循环21（预钻孔），根据需要
- 循环22（粗加工），根据需要

循环运行

1 TNC将刀具定位在工件表面上方接近位置的起点处。 该平面中的这个位置是TNC接近轮廓时移动刀具沿相切圆弧路径所得的位置。
2 然后，刀具用切入进给速率前进到第一切入深度。
3 沿相切圆弧接近轮廓直到整个轮廓全部完成。 分别精铣每个子轮廓。
4 最后，刀具沿刀具轴退刀至安全高度或退刀至循环前编程高度。 这取决于参数ConfigDatum、CfgGeoCycle，posAfterContPocket。

编程时注意：

侧面余量（Q14）与精铣半径之和必须小于侧面余量（Q3，循环20）与粗铣刀半径之和。

如果循环20中没有定义余量，该数控系统显示出错信息“刀具半径太大”。

侧面Q14的余量是精加工后留下的余量。 因此，它必须小于循环20的余量。

如果运行循环24，但未运行粗铣循环22，该计算方式也有效；在这种情况下，将粗铣半径输入为“0”。

也可以用循环24粗铣轮廓。 这时，必须：

- 将被铣轮廓定义为单个凸台（无型腔限制），并且
- 在循环20中输入精铣余量（Q3），它应大于精铣余量Q14 + 所用刀具的半径之和。

TNC自动计算精铣的起点。 起点位置取决于型腔的可用空间以及循环20中编程的余量。

TNC计算的起点取决于加工顺序。 如果选择有GOTO指令的精细循环并启动程序，起点位置可能不同于用定义的顺序执行程序所在位置。

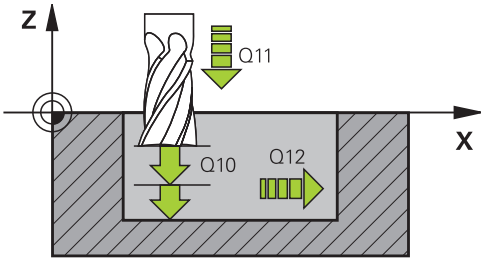
碰撞危险！

执行SL循环后，必须首先编程加工面中横向运动，例如**L X+80 Y+0 R0 FMAX**。

如果将参数ConfigDatum、CfgGeoCycle、posAfterContPocket设置为ToolAxClearanceHeight，循环结束时，刀具在该平面中移至绝对位置，而不是增量位置。

循环参数

- **旋转方向**Q9： 加工方向：
  +1: 逆时针转动
  –1: 顺时针转动
- **切入深度**Q10（增量值）： 每刀进给量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q11： 切入工件时刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.9999或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **铣削进给速率**Q12： 刀具在加工面上的移动速度。输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **侧面精加工余量**Q14（增量值）： 侧面Q14的余量是精加工后留下的余量。 （该余量必须小于循环20中余量。 ）输入范围-99999.9999至99999.9999



NC程序段

61 CYCL DEF 24 SIDE FINISHING	
Q9=+1	**;旋转方向**
Q10=+5	**;切入深度**
Q11=100	**;切入进给速率**
Q12=350	**;铣削进给速率**
Q14=+0	**;侧面精铣余量**

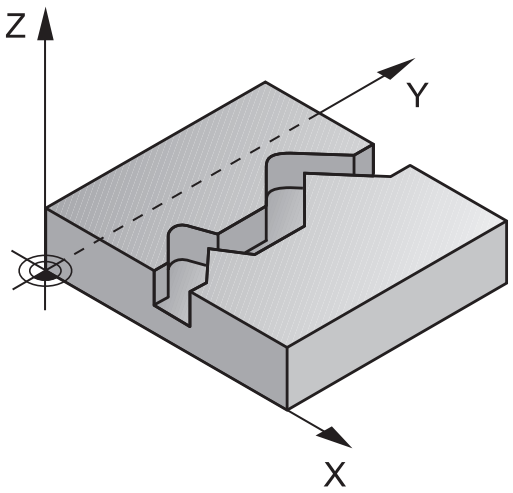
7.9 轮廓链（循环25，DIN/ISO：G125，软件选装项19）

循环运行

这个循环与循环14（轮廓几何特征）一起用于加工开放或封闭轮廓。

用循环25（轮廓链）加工轮廓比用定位程序段加工更有优势：

- TNC将监测加工过程，避免欠刀导致的表面受损。 建议执行该循环前，先进行轮廓图形模拟。
- 如果所选的刀具半径过大，可能需要进一步加工轮廓角。
- 可用顺铣也可用逆铣方法加工轮廓。 即使镜像的轮廓，铣削类型也仍然有效。
- 刀具可以来回多次进给进行铣削： 这样将能提高加工速度。
- 可以输入余量值，以便重复进行粗铣和精铣加工。



编程时注意：

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

TNC仅考虑循环14（轮廓几何特征）中的第一个标记。

SL循环程序的存储能力有限。 一个SL循环中轮廓元素最大编程数量为16384个。

不需要循环20（**轮廓数据**）。

用循环25加工轮廓时，辅助功能**M109**和**M110**不起作用。

在轮廓子程序中使用局部Q参数**QL**时，必须在轮廓子程序中定义或计算这些值

碰撞危险！

小心碰撞。

- 在循环25后不要立即用增量尺寸编程位置，因为编程位置为相对循环结束时的刀具位置。
- 将刀具移至各基本轴已定义的位置处（绝对位置），因为循环结束时刀具位置与循环开始时的刀具位置不同。

循环参数

- **铣削深度**Q1（增量值）： 工件表面与轮廓底面之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q3（增量值）： 精铣加工面上的余量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **工件表面坐标**Q5（绝对值）： 工件表面绝对坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q7（绝对值）： 刀具与工件表面不会发生碰撞的绝对高度（用于工序中定位和循环结束时退刀）。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入深度**Q10（增量值）： 每刀进给量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q11： 刀具沿主轴坐标轴的运动速度。 输入范围0至99999.9999，或**FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- **铣削进给速率**Q12： 刀具在加工面上的移动速度。 输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **顺铣或逆铣**Q15：
  顺铣： 输入值 = +1
  常规逆铣： 输入值 = -1
  多次进给中交替顺铣和逆铣： 输入值 = 0

NC程序段

62 CYCL DEF 25 CONTOUR TRAIN	
Q1=-20	;铣削深度
Q3=+0	;侧面精铣余量
Q5=+0	;表面坐标
Q7=+50	;第二安全高度
Q10=+5	;切入深度
Q11=100	;切入进给速率
Q12=350	;铣削进给速率
Q15=-1	;顺铣或逆铣

7.10 轮廓链数据（循环270，DIN/ISO：G270，软件选装项19）

编程时注意：

用该循环指定循环25（轮廓链）的多个属性。

循环270为定义生效，就是说只要它在零件程序中定义了，这个循环就生效了。

如果使用循环270，不能在轮廓子程序中定义任何半径补偿。

在循环25前定义循环270。

循环参数

- **接近/离开类型（1/2/3）**Q390： 接近和离开类型的定义：
  Q390=1：
  沿圆弧路径相切接近轮廓
  Q390=2：
  沿直线相切接近轮廓
  Q390=3：
  垂直接近轮廓
- **半径补偿（0=R0/1=RL/2=RR）**Q391： 半径补偿的定义：
  Q391=0：
  无半径补偿地加工定义的轮廓
  Q391=1：
  带半径补偿地加工定义的轮廓RL
  Q391=2：
  带半径补偿地加工定义的轮廓RR
- **接近/离开半径**Q392： 只适用于选择了沿圆弧路径相切接近（Q390=1）。 接近/离开圆弧的半径： 输入范围0至99999.9999
- **中心角**Q393： 只适用于选择了沿圆弧路径相切接近（Q390=1）。 接近圆弧的角长。 输入范围0至99999.9999
- **到辅助点距离**Q394： 只适用于选择了沿直线或垂直方向相切接近（Q390=2或Q390=3）。 距离TNC接近轮廓的辅助点距离。 输入范围0至99999.9999

NC程序段

62 CYCL DEF 270 CONTOUR TRAIN DATA	
Q390=1	**;接近类型**
Q391=1	**;半径补偿**
Q392=3	**;半径**
Q393=+45	**;中心角**
Q394=+2	**;距离**

7.11 摆线槽（循环275，DIN ISO G275，软件选装项19）

循环运行

这个循环与循环14**轮廓几何特征**一起使用时，用于用摆线铣削方式完整加工开放或封闭槽或轮廓槽。

用摆线铣削的切削深度大和切削速度快，这是因为切削条件分布均匀，因此可以避免刀具磨损速度快的不利影响。 如果用刀片加工，整个切削长度可用，因此单刃切削量大。 而且，摆线铣削也易于机床操作人员使用。

根据循环参数的不同，有以下加工方式：

- 完整加工： 粗铣，侧面精铣
- 仅粗加工
- 仅侧面精铣

封闭槽粗铣

封闭槽的轮廓描述必须用直线程序段（**L**程序段）开始。

1 根据定位规则要求，刀具运动到轮廓描述的起点位置并用往复运动以刀具表中定义的切入角运动至第一个切入深度。 用参数**Q366**定义切入方式。
2 TNC向轮廓终点沿圆弧运动进行槽的粗加工。 圆弧运动期间，TNC使刀具沿加工方向用（**Q436**）定义的进给量进行加工运动。 用参数**Q351**定义圆弧运动为顺铣还是逆铣。
3 在轮廓终点位置，TNC将刀具移动到第二安全高度和回到轮廓描述的起点位置。
4 重复该加工过程直到达到编程的槽深。

封闭槽精铣

5 由于定义了精加工余量而且如果要求进行多次进给，TNC用多次进给精加工槽壁。 TNC从定义的起点位置相切接近槽壁。 系统考虑顺铣或逆铣。

程序结构： 用SL循环加工

```
0 BEGIN PGM CYC275 MM
...
12 CYCL DEF 14.0 CONTOUR
13 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 10
14 CYCL DEF 275 TROCHOIDAL SLOT...
15 CYCL CALL M3
...
50 L Z+250 R0 FMAX M2
51 LBL 10
...
55 LBL 0
...
99 END PGM CYC275 MM
```

开放槽粗铣

开放式槽的轮廓描述必须用接近程序段（**APPR**开始）。

1 根据定位规则要求，刀具用**APPR**程序段中的参数定义运动到加工的起点位置并使刀具垂直于第一切入深度。
2 TNC向轮廓终点沿圆弧运动进行槽的粗加工。 圆弧运动期间，TNC使刀具沿加工方向用（**Q436**）定义的进给量进行加工运动。 用参数**Q351**定义圆弧运动为顺铣还是逆铣。
3 在轮廓终点位置，TNC将刀具移动到第二安全高度和回到轮廓描述的起点位置。
4 重复该加工过程直到达到编程的槽深。

开放槽精加工

5 由于定义了精加工余量而且如果要求进行多次进给，TNC用多次进给精加工槽壁。 TNC从**APPR**（接近）程序段定义的起点位置开始接近槽壁。 系统考虑顺铣或逆铣。

编程时注意：

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

用循环275（摆线槽）时，循环14（轮廓几何特征）中只允许定义一个轮廓子程序。

在轮廓子程序中用各可用的路径功能定义槽的中心线。

SL循环程序的存储能力有限。 一个SL循环中轮廓元素最大编程数量为16384个。

与循环275一起使用时，TNC不需要循环20（轮廓数据）。

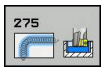
封闭槽的起点不允许在轮廓角点位置。

碰撞危险！

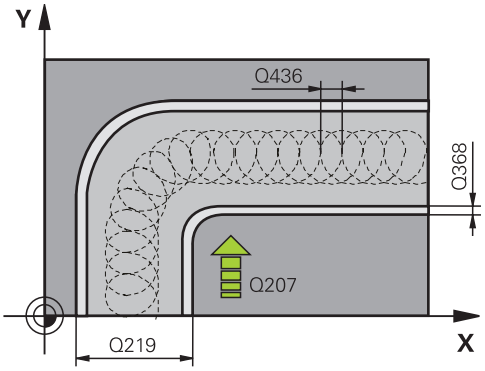
小心碰撞。

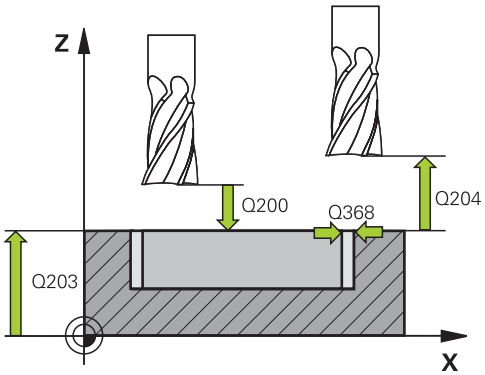
- 在循环275后不要立即用增量尺寸编程位置，因为编程位置为相对循环结束时的刀具位置。
- 将刀具移至各基本轴已定义的位置处（绝对位置），因为循环结束时刀具位置与循环开始时的刀具位置不同。

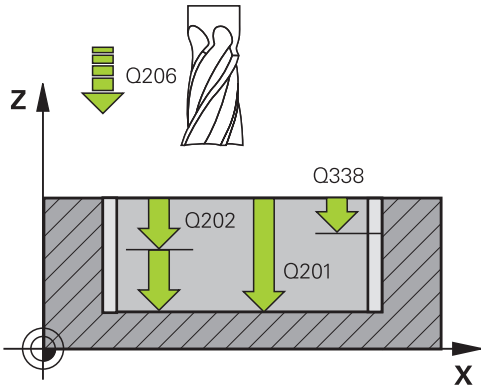
循环参数



- **加工方式（0/1/2）**Q215： 定义加工方式：
  0: 粗加工和精加工
  1: 仅粗铣
  2: 仅精加工
  只有有特定余量值（Q368，Q369）定义才进行侧面和底面精铣
- **槽宽度**Q219（平行于加工面辅助轴的值）。 输入槽宽。 如果输入的槽宽等于刀具直径，TNC将只执行粗铣加工（铣槽）。 粗铣时的最大槽宽： 两倍于刀具直径。 输入范围0至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q368（增量值）： 精铣加工面上的余量。 输入范围0至99999.9999
- **每圈进给参数**Q436绝对值： 刀具每转一圈TNC使刀具沿加工方向运动的距离值。 输入范围0至99999.9999
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **铣削进给速率**Q12： 刀具在加工面上的移动速度。输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **顺铣或逆铣**Q351： 用M3铣削的加工类型
  +1 = 顺铣
  –1 = 逆铣
  PREDEF： TNC用GLOBAL DEF（全局定义）程序段中的数值 （如果输入0，用顺铣加工）
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与槽底之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入深度**Q202（增量值）： 每刀进给量。 输入大于0的值。 输入范围0至99999.9999
- **切入进给速率**Q206： 刀具移至深度处的移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **精铣进给量**Q338（增量值）： 每刀进给量。 Q338=0： 一次进给精铣。 输入范围0至99999.9999
- **精铣进给速率**Q385： 精铣侧面和底面的刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**







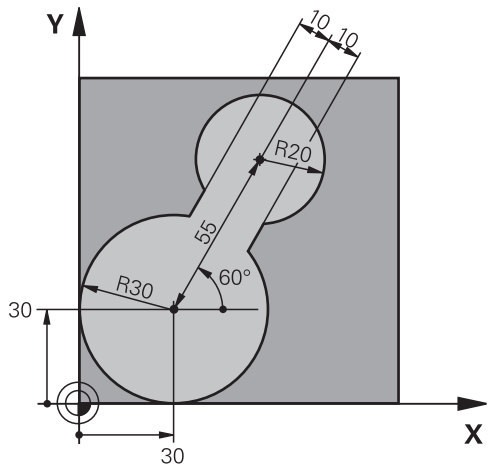
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999
- **切入方式**Q366： 切入方式：
  0 = 垂直切入。 无论刀具表中如何定义切入角ANGLE，TNC都进行垂直切入
  1 = 无作用
  2 = 往复切入。 在刀具表中，必须将当前刀具的切入角ANGLE（角）定义为非0值。 否则，TNC显示出错信息
  或**PREDEF**

NC程序段

```
8 CYCL DEF 275 TROCHOIDAL SLOT
  Q215=0      ;加工方式
  Q219=12     ;槽宽
  Q368=0.2    ;侧边余量
  Q436=2      ;每圈进给
  Q207=500    ;铣削进给速率
  Q351=+1     ;顺铣或逆铣
  Q201=-20    ;深度
  Q202=5      ;切入深度
  Q206=150    ;切入进给速率
  Q338=5      ;精加工进给量
  Q385=500    ;精加工进给速率
  Q200=2      ;安全高度
  Q202=5      ;切入深度
  Q203=+0     ;表面坐标
  Q204=50     ;第二安全高度
  Q366=2      ;切入
9 CYCL CALL FMAX M3
```

7.12 编程举例

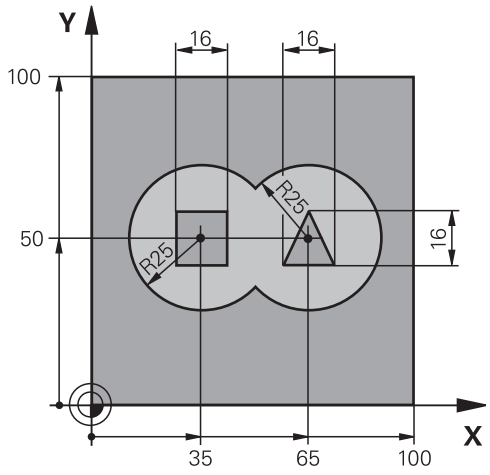
举例： 粗铣和半精铣一个型腔



0 BEGIN PGM C20 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-10 Y-10 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	工件毛坯定义
3 TOOL CALL 1 Z S2500	刀具调用： 粗铣刀，直径30
4 L Z+250 R0 FMAX	退刀
5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY	定义轮廓子程序
6 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1	
7 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA	定义一般加工参数
Q1=-20 ;铣削深度	
Q2=1 ;刀具路径的行距系数	
Q3=+0 ;侧面精铣余量	
Q4=+0 ;底面精铣余量	
Q5=+0 ;表面坐标	
Q6=2 ;安全高度	
Q7=+100 ;第二安全高度	
Q8=0.1 ;倒圆半径	
Q9=-1 ;方向	
8 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	循环定义： 粗铣
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=350 ;粗铣进给速率	
Q18=0 ;粗加铣刀	
Q19=150 ;往复进给速率	
Q208=30000 ;退刀进给速率	
9 CYCL CALL M3	循环调用： 粗铣
10 L Z+250 R0 FMAX M6	换刀
11 TOOL CALL 2 Z S3000	刀具调用： 半精加刀，直径15

12 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	定义半精铣循环
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=350 ;粗铣进给速率	
Q18=1 ;粗加铣刀	
Q19=150 ;往复进给速率	
Q208=30000 ;退刀进给速率	
13 CYCL CALL M3	循环调用： 半精铣
14 L Z+250 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
15 LBL 1	轮廓子程序
16 L X+0 Y+30 RR	
17 FC DR- R30 CCX+30 CCY+30	
18 FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D10	
19 FSELECT 3	
20 FPOL X+30 Y+30	
21 FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60	
22 FSELECT 2	
23 FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10	
24 FSELECT 3	
25 FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30	
26 FSELECT 2	
27 LBL 0	
28 END PGM C20 MM	

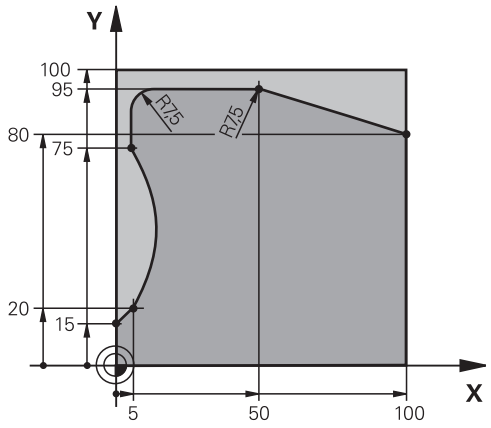
举例： 预钻孔，粗铣和精铣叠加轮廓



0 BEGIN PGM C21 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2500	刀具调用： 钻头，直径12
4 L Z+250 R0 FMAX	退刀
5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY	定义轮廓子程序
6 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1 /2 /3 /4	
7 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA	定义一般加工参数
Q1=-20 ;铣削深度	
Q2=1 ;刀具路径的行距系数	
Q3=+0.5 ;侧面精铣余量	
Q4=+0.5 ;底面精铣余量	
Q5=+0 ;表面坐标	
Q6=2 ;安全高度	
Q7=+100 ;第二安全高度	
Q8=0.1 ;倒圆半径	
Q9=-1 ;方向	
8 CYCL DEF 21 PILOT DRILLING	循环定义： 预钻孔
Q10=5 ;切入深度	
Q11=250 ;切入进给速率	
Q13=2 ;粗加工刀具	
9 CYCL CALL M3	循环调用： 预钻孔
10 L +250 R0 FMAX M6	换刀
11 TOOL CALL 2 Z S3000	调用粗铣/精铣刀具，直径12
12 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	循环定义： 粗铣
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=350 ;粗铣进给速率	

Q18=0 ;粗加铣刀	
Q19=150 ;往复进给速率	
Q208=30000 ;退刀进给速率	
13 CYCL CALL M3	循环调用： 粗铣
14 CYCL DEF 23 FLOOR FINISHING	循环定义： 底面精铣
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=200 ;铣削进给速率	
Q208=30000 ;退刀进给速率	
15 CYCL CALL	循环调用： 底面精铣
16 CYCL DEF 24 SIDE FINISHING	循环定义： 侧面精铣
Q9=+1 ;旋转方向	
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=400 ;铣削进给速率	
Q14=+0 ;侧面精铣余量	
17 CYCL CALL	循环调用： 侧面精铣
18 L Z+250 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
19 LBL 1	轮廓子程序1： 左侧型腔
20 CC X+35 Y+50	
21 L X+10 Y+50 RR	
22 C X+10 DR-	
23 LBL 0	
24 LBL 2	轮廓子程序2： 右侧型腔
25 CC X+65 Y+50	
26 L X+90 Y+50 RR	
27 C X+90 DR-	
28 LBL 0	
29 LBL 3	轮廓子程序3： 左侧方凸台
30 L X+27 Y+50 RL	
31 L Y+58	
32 L X+43	
33 L Y+42	
34 L X+27	
35 LBL 0	
36 LBL 4	轮廓子程序4： 右侧三角凸台
37 L X+65 Y+42 RL	
38 L X+57	
39 L X+65 Y+58	
40 L X+73 Y+42	
41 LBL 0	
42 END PGM C21 MM	

举例： 轮廓链



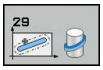
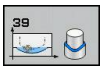
0 BEGIN PGM C25 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2000	刀具调用： 直径20
4 L Z+250 R0 FMAX	退刀
5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY	定义轮廓子程序
6 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1	
7 CYCL DEF 25 CONTOUR TRAIN	定义加工参数
Q1=-20 ;铣削深度	
Q3=+0 ;侧面精铣余量	
Q5=+0 ;表面坐标	
Q7=+250 ;第二安全高度	
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=200 ;铣削进给速率	
Q15=+1 ;顺铣或逆铣	
8 CYCL CALL M3	循环调用
9 L Z+250 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
10 LBL 1	轮廓子程序
11 L X+0 Y+15 RL	
12 L X+5 Y+20	
13 CT X+5 Y+75	
14 L Y+95	
15 RND R7.5	
16 L X+50	
17 RND R7.5	
18 L X+100 Y+80	
19 LBL 0	
20 END PGM C25 MM	

8

固定循环： 圆柱面

8.1 基础知识

圆柱面循环概要

循环	软键	页
循环27（圆柱面）		203
循环28（圆柱面） 铣键槽		206
循环29（圆柱面） 铣凸台		209
循环39（圆柱面） 轮廓		212

8.2 圆柱面（循环27，DIN/ISO： G127，软件选装项1）

循环运行

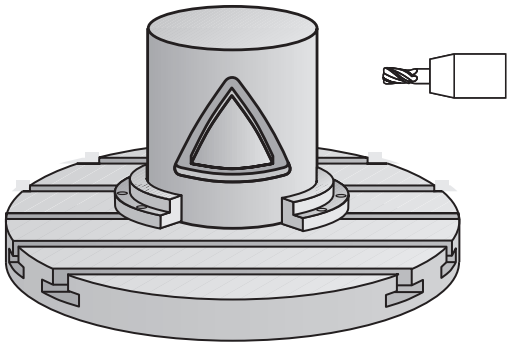
该循环用于用两维尺寸进行轮廓编程，然后将其卷成圆柱形进行3-D加工。 如果要在圆柱面上铣导向槽，用循环28。

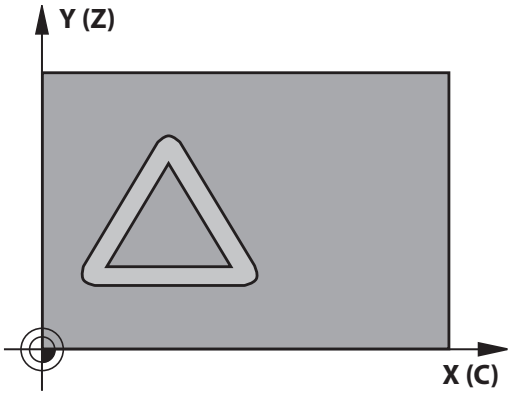
轮廓用循环14（轮廓几何特征）中标识的子程序描述。

在子程序中只用X和Y轴坐标描述轮廓，与机床的实际旋转轴无关。 也就是说轮廓描述与机床配置无关。路径功能**L**，**CHF**，**CR**，**RND**和**CT**都可用。

可以根据需要将旋转轴的尺寸用度数或毫米数（或英寸数）单位输入。 在循环定义中用Q17确定它。

1 TNC将刀具定位在刀具进给点上方并考虑侧面余量因素。
2 在第一切入深度处，刀具将以铣削进给速率Q12沿编程轮廓进行铣削。
3 在轮廓结束处，TNC将刀具退至安全高度处再返回切入点。
4 重复步骤1至3，直至达到编程的铣削深度Q1。
5 然后，刀具移至安全高度处。





编程时注意：

机床制造商必须为圆柱面插补调整机床和TNC系统。
参见机床手册。

在轮廓程序的第一个NC程序段中必须编程圆柱面的两个坐标。

SL循环程序的存储能力有限。 一个SL循环中轮廓元素最大编程数量为16384个。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

本循环要求采用中心切削刃的立铣刀（ISO 1641）。

必须将圆柱设置在回转工作台的中心。 将原点设置在回转工作台的中心。

调用循环时，主轴坐标轴必须垂直于回转工作台轴。否则，TNC将显示出错信息。 可以切换运动特性。

本循环也可用于倾斜加工面。

安全高度必须大于刀具半径。

如果轮廓由许多非切线轮廓元素组成，加工时间较长。

在轮廓子程序中使用局部Q参数**QL**时，必须在轮廓子程序中定义或计算这些值

循环参数

- **铣削深度**Q1（增量值）： 圆柱面与轮廓底面之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q3（增量值）： 在圆柱展开面上的精铣余量。 该余量在半径补偿方向上有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q6（增量值）： 刀尖与圆柱面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **切入深度**Q10（增量值）： 每刀进给量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q11： 刀具沿主轴坐标轴的运动速度。输入范围0至99999.9999，或**FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- **铣削进给速率**Q12： 刀具在加工面上的移动速度。输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **圆柱半径**Q16： 被加工轮廓的圆柱半径。 输入范围0至99999.9999
- **尺寸类型? deg=0 MM/INCH=1** Q17： 子程序旋转轴坐标用度（0）或用毫米/英寸（1）单位。

NC程序段

```
63 CYCL DEF 27 CYLINDER SURFACE
  Q1=-8        ;铣削深度
  Q3=+0        ;侧面精铣余量
  Q6=+0        ;安全高度
  Q10=+3       ;切入深度
  Q11=100      ;切入进给速率
  Q12=350      ;铣削进给速率
  Q16=25       ;半径
  Q17=0        ;尺寸类型
```

8.3 圆柱面铣键槽（循环28，DIN/ISO：G128，软件选装项1）

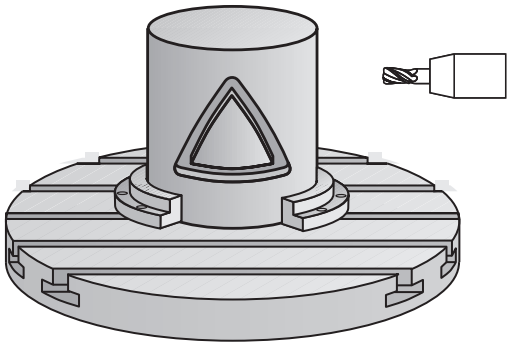
循环运行

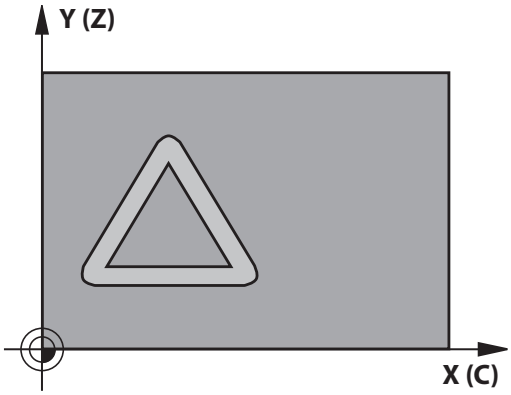
该循环用于编程二维导向槽，然后将其转到圆柱面上。 与循环27不同，该循环使TNC能调整刀具，使刀具在加工中带半径补偿，槽壁基本平行。 如果用与槽宽相等的刀具加工，可以加工出完全平行的槽壁。

刀具相对槽宽越小，在圆弧或斜线方向上变形越大。 为最大限度减小加工导致的变形，可定义参数Q21。 该参数决定公差，在TNC用尽可能与槽宽相等的刀具加工槽时，适用于该公差。

用刀具半径补偿编程轮廓中点路径。 在有半径补偿情况下，指定TNC用逆铣还是顺铣方法铣槽。

1 TNC将刀具定位在刀具进给点上方。
2 TNC使刀具运动到第一切入深度。 刀具沿相切路径或直线以铣削进给速率Q12接近工件。 接近方式由参数ConfigDatum CfgGeoCycle apprDepCylWall确定。
3 在第一切入深度处，刀具沿编程的槽壁以铣削进给速率Q12进行铣削，同时给槽壁留有精铣余量。
4 在轮廓结束处，TNC将刀具移至对面槽壁并返回到进给点。
5 重复步骤2至3，直至达到编程的铣削深度Q1。
6 如果用Q21定义了公差，TNC将尽可能平行地加工槽。
7 最后，刀具沿刀具轴退刀至安全高度或退刀至循环前编程高度。 这取决于参数ConfigDatum、CfgGeoCycle，posAfterContPocket。





编程时注意：

该循环执行倾斜的5轴加工。 要运行该循环，低于机床工作台的第一机床轴必须为旋转轴。 此外，必须可将刀具定位在垂直于圆柱面的位置处。

用ConfigDatum、CfgGeoCycle、apprDepCylWall定义接近方式

- CircleTangential：
  相切接近和离开
- LineNormal： 不能沿切线路径向轮廓起点运动，但可沿直线

在轮廓程序的第一个NC程序段中必须编程圆柱面的两个坐标。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。 如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

本循环要求采用中心切削刃的立铣刀（ISO 1641）。

必须将圆柱设置在回转工作台的中心。 将原点设置在回转工作台的中心。

调用循环时，主轴坐标轴必须垂直于回转工作台轴。

本循环也可用于倾斜加工面。

安全高度必须大于刀具半径。

如果轮廓由许多非切线轮廓元素组成，加工时间较长。

在轮廓子程序中使用局部Q参数**QL**时，必须在轮廓子程序中定义或计算这些值

如果将参数ConfigDatum、CfgGeoCycle、posAfterContPocket设置为ToolAxClearanceHeight，循环结束时，刀具在该平面中移至绝对位置，而不是增量位置。

开启/关闭CfgGeoCycle displaySpindleErr参数决定调用循环时，如果主轴未被激活，TNC输出（开启）还是不输出（关闭）出错信息。 该功能需要由机床制造商实施。

循环参数

- **铣削深度**Q1（增量值）： 圆柱面与轮廓底面之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q3（增量值）： 槽壁的精铣余量。 精铣余量将使槽宽减小二倍的输入值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q6（增量值）： 刀尖与圆柱面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **切入深度**Q10（增量值）： 每刀进给量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q11： 刀具沿主轴坐标轴的运动速度。 输入范围0至99999.9999，或**FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- **铣削进给速率**Q12： 刀具在加工面上的移动速度。 输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **圆柱半径**Q16： 被加工轮廓的圆柱半径。 输入范围0至99999.9999
- **尺寸类型? deg=0 MM/INCH=1** Q17： 子程序旋转轴坐标用度（0）或用毫米/英寸（1）单位。
- **槽宽**Q20： 被加工槽的宽度。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **公差**Q21： 如果使用的刀具小于编程的槽宽Q20，只要槽为圆弧或斜线方向，槽壁将产生加工导致的变形。 如果定义了公差Q21，TNC增加一个铣削工序以确保槽尺寸尽可能与用槽宽相等的刀具铣削槽。 用Q21定义偏离理想槽宽的偏差值。 增加的铣削工序次数取决于圆柱半径、所用刀具和槽深。 定义的公差越小，加工的槽越精确，二次加工时间越长。 公差输入范围0.0001至9.9999
  建议： 使用0.02 mm的公差。
  功能不可用： 输入0（默认设置）

NC程序段

63 CYCL DEF 28 CYLINDER SURFACE	
Q1=-8	;铣削深度
Q3=+0	;侧面精铣余量
Q6=+0	;安全高度
Q10=+3	;切入深度
Q11=100	;切入进给速率
Q12=350	;铣削进给速率
Q16=25	;半径
Q17=0	;尺寸类型
Q20=12	;槽宽
Q21=0	;公差

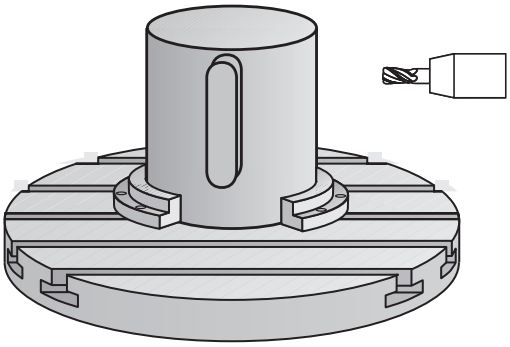
8.4 在圆柱面上铣凸台（循环29，DIN/ISO：G129，软件选装项1）

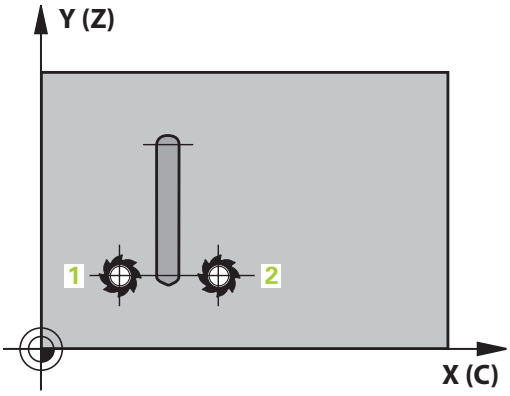
循环运行

本循环用于用两维平面编程凸台，然后将其转到圆柱面上。 用该循环时TNC调整刀具使半径补偿有效，槽壁完全平行。 用半径补偿编程凸台中点路径。 在有半径补偿情况下，指定TNC用逆铣还是顺铣方法铣凸台。

在凸台的两端，TNC自动加一个半圆，其半径等于凸台宽的一半。

1 TNC将刀具定位在加工起点位置处。 TNC用凸台宽度和刀具半径计算起点。 它位于轮廓子程序中定义的第一点旁，偏移凸台宽度的一半和刀具直径。半径补偿决定从凸台左侧开始加工（1, RL = 顺铣）还是从右侧开始加工（2, RR = 逆铣）。
2 TNC定位在第一切入深度后，刀具沿圆弧以铣削进给速率Q12相切移至凸台壁。如果程序要求留精铣余量，留下该余量。
3 在第一切入深度处，刀具以铣削进给速率Q12沿编程凸台壁进行铣削直到整个凸台加工完。
4 然后刀具沿相切路径退离凸台壁，返回加工起点位置。
5 重复步骤2至4，直至达到编程的铣削深度Q1。
6 最后，刀具沿刀具轴退刀至安全高度或退刀至循环前编程高度。





8.4 在圆柱面上铣凸台（循环29，DIN/ISO：G129，软件选装项1）

编程时注意：

该循环执行倾斜的5轴加工。 要运行该循环，低于机床工作台的第一机床轴必须为旋转轴。 此外，必须可将刀具定位在垂直于圆柱面的位置处。

在轮廓程序的第一个NC程序段中必须编程圆柱面的两个坐标。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。 如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

本循环要求采用中心切削刃的立铣刀（ISO 1641）。

必须将圆柱设置在回转工作台的中心。 将原点设置在回转工作台的中心。

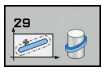
调用循环时，主轴坐标轴必须垂直于回转工作台轴。 否则，TNC将显示出错信息。 可以切换运动特性。

安全高度必须大于刀具半径。

在轮廓子程序中使用局部Q参数**QL**时，必须在轮廓子程序中定义或计算这些值

开启/关闭CfgGeoCycle displaySpindleErr参数决定调用循环时，如果主轴未被激活，TNC输出（开启）还是不输出（关闭）出错信息。 该功能需要由机床制造商实施。

循环参数



- **铣削深度**Q1（增量值）： 圆柱面与轮廓底面之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q3（增量值）： 凸台壁的精铣余量。 精铣余量将使凸台宽度增加二倍的输入值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q6（增量值）： 刀尖与圆柱面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **切入深度**Q10（增量值）： 每刀进给量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q11： 刀具沿主轴坐标轴的运动速度。 输入范围0至99999.9999，或**FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- **铣削进给速率**Q12： 刀具在加工面上的移动速度。 输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **圆柱半径**Q16： 被加工轮廓的圆柱半径。 输入范围0至99999.9999
- **尺寸类型? deg=0 MM/INCH=1** Q17： 子程序旋转轴坐标用度（0）或用毫米/英寸（1）单位。
- **凸台宽**Q20： 被加工凸台的宽度。 输入范围-99999.9999至99999.9999

NC程序段

63 CYCL DEF 29 CYLINDER SURFACE RIDGE	
Q1=-8	**;铣削深度**
Q3=+0	**;侧面精铣余量**
Q6=+0	**;安全高度**
Q10=+3	**;切入深度**
Q11=100	**;切入进给速率**
Q12=350	**;铣削进给速率**
Q16=25	**;半径**
Q17=0	**;尺寸类型**
Q20=12	**;凸台宽度**

8.5 圆柱面（循环39，DIN/ISO： G139，软件选装项1）

循环运行

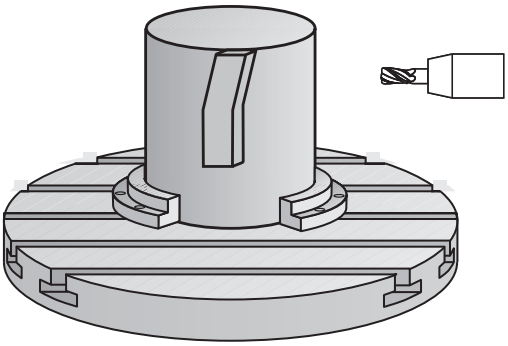
该循环用于加工圆柱面上的轮廓。 被加工轮廓在圆柱的展开面上编程。 用该循环时，TNC调整刀具方向通过半径补偿使开放的轮廓壁总平行于圆柱轴线。

轮廓用循环14（轮廓几何特征）中标识的子程序描述。

在子程序中只用X和Y轴坐标描述轮廓，与机床的实际旋转轴无关。 也就是说轮廓描述与机床配置无关。 路径功能**L**、**CHF**、**CR**、**RND**和**CT**可用。

与循环28和29不同，用轮廓子程序定义被加工的实际轮廓。

1 TNC将刀具定位在加工起点位置处。 TNC定位在轮廓子程序中的定义的第一点旁的起点位置处，偏移刀具直径距离。
2 然后，TNC将刀具移到第一切入深度位置。 刀具沿相切路径或直线以铣削进给速率Q12接近工件。考虑侧面的精加工余量。 （接近方式取决于参数ConfigDatum、CfgGeoCycle、apprDepCylWall。 ）
3 在第一切入深度处，刀具将以铣削进给速率Q12沿编程轮廓进行铣削直到完整轮廓链加工完。
4 然后刀具沿相切路径退离凸台壁，返回加工起点位置。
5 重复步骤2至4，直至达到编程的铣削深度Q1。
6 最后，刀具沿刀具轴退刀至第二安全高度或该循环前最后一个编程的位置（取决于参数ConfigDatum、CfgGeoCycle、posAfterContPocket）。



编程时注意：

该循环执行倾斜的5轴加工。 要运行该循环，低于机床工作台的第一机床轴必须为旋转轴。 此外，必须可将刀具定位在垂直于圆柱面的位置处。

在轮廓程序的第一个NC程序段中必须编程圆柱面的两个坐标。

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。 如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

必须确保刀具有充足的横向接近和退离轮廓空间。

必须将圆柱设置在回转工作台的中心。 将原点设置在回转工作台的中心。

调用循环时，主轴坐标轴必须垂直于回转工作台轴。

安全高度必须大于刀具半径。

如果轮廓由许多非切线轮廓元素组成，加工时间较长。

在轮廓子程序中使用局部Q参数**QL**时，必须在轮廓子程序中定义或计算这些值

用ConfigDatum、CfgGeoCycle、apprDepCylWall定义接近方式

- CircleTangential：
  相切接近和离开
- LineNormal： 不能沿切线路径向轮廓起点运动，但可沿直线

碰撞危险！

开启/关闭CfgGeoCycle displaySpindleErr参数决定调用循环时，如果主轴未被激活，TNC输出（开启）还是不输出（关闭）出错信息。 该功能需要由机床制造商实施。

8.5 圆柱面（循环39，DIN/ISO： G139，软件选装项1）

循环参数

- **铣削深度**Q1（增量值）： 圆柱面与轮廓底面之间的距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **侧面精铣余量**Q3（增量值）： 在圆柱展开面上的精铣余量。 该余量在半径补偿方向上有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q6（增量值）： 刀尖与圆柱面之间的距离。 输入范围0至99999.9999
- **切入深度**Q10（增量值）： 每刀进给量。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **切入进给速率**Q11： 刀具沿主轴坐标轴的运动速度。 输入范围0至99999.9999，或**FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- **铣削进给速率**Q12： 刀具在加工面上的移动速度。 输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **圆柱半径**Q16： 被加工轮廓的圆柱半径。 输入范围0至99999.9999
- **尺寸类型? deg=0 MM/INCH=1** Q17： 子程序旋转轴坐标用度（0）或用毫米/英寸（1）单位。

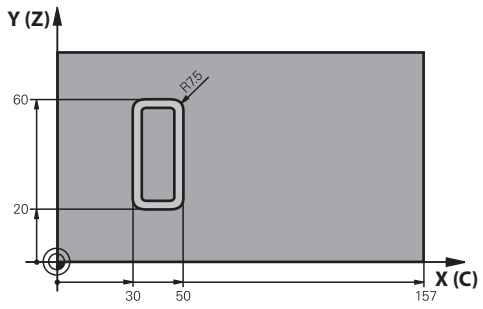
NC程序段

```
63 CYCL DEF 39 CYL. SURFACE
   CONTOUR
   Q1=-8        ;铣削深度
   Q3=+0        ;侧面余量
   Q6=+0        ;安全高度
   Q10=+3       ;切入深度
   Q11=100      ;切入进给速率
   Q12=350      ;铣削进给速率
   Q16=25       ;半径
   Q17=0        ;尺寸类型
```

8.6 编程举例

举例： 用循环27加工圆柱面

- 用B轴铣头和C轴工作台加工
- 将圆柱放在回转工作台中心
- 原点在底面，回转工作台的中心位置

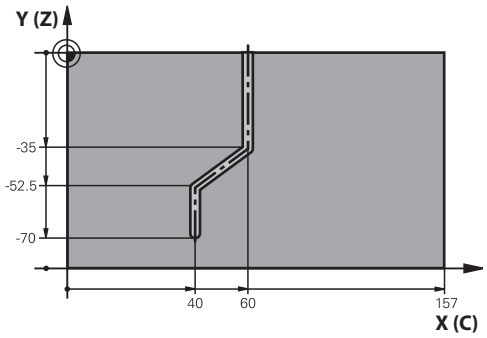


0 BEGIN PGM C27 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	刀具调用： 直径7
2 L Z+250 R0 FMAX	退刀
3 L X+50 Y0 R0 FMAX	预定位刀具在回转工作台的中心
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN MBMAX FMAX	定位
5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY	定义轮廓子程序
6 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1	
7 CYCL DEF 27 CYLINDER SURFACE	定义加工参数
Q1=-7 ;铣削深度	
Q3=+0 ;侧面精铣余量	
Q6=2 ;安全高度	
Q10=4 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=250 ;铣削进给速率	
Q16=25 ;半径	
Q17=1 ;尺寸类型	
8 L C+0 R0 FMAX M13 M99	预定位回转工作台，主轴开启，调用循环
9 L Z+250 R0 FMAX	退刀
10 PLANE RESET TURN FMAX	转回，取消PLANE功能
11 M2	程序结束
12 LBL 1	轮廓子程序
13 L X+40 Y+20 RL	输入回转轴数据，单位为毫米（Q17=1）
14 L X+50	
15 RND R7.5	
16 L Y+60	
17 RND R7.5	
18 L IX-20	
19 RND R7.5	
20 L Y+20	

21 RND R7.5	
22 L X+40 Y+20	
23 LBL 0	
24 END PGM C27 MM	

举例： 用循环28加工圆柱面

- 将圆柱放在回转工作台中心
- 用B轴铣头和C轴工作台加工
- 原点在回转工作台的圆心
- 在轮廓子程序中描述中点路径



0 BEGIN PGM C28 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	刀具调用，刀具轴Z，直径7
2 L Z+250 R0 FMAX	退刀
3 L X+50 Y+0 R0 FMAX	将刀具定位在回转工作台的中心
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN FMAX	倾斜
5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY	定义轮廓子程序
6 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1	
7 CYCL DEF 28 CYLINDER SURFACE	定义加工参数
Q1=-7 ;铣削深度	
Q3=+0 ;侧面精铣余量	
Q6=2 ;安全高度	
Q10=-4 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=250 ;铣削进给速率	
Q16=25 ;半径	
Q17=1 ;尺寸类型	
Q20=10 ;槽宽	
Q21=0.02 ;公差	可再次加工
8 L C+0 R0 FMAX M3 M99	预定位回转工作台，主轴开启，调用循环
9 L Z+250 R0 FMAX	退刀
10 PLANE RESET TURN FMAX	转回，取消PLANE功能
11 M2	程序结束
12 LBL 1	轮廓子程序，描述中点路径
13 L X+60 Y+0 RL	输入回转轴数据，单位为毫米（Q17=1）
14 L Y-35	
15 L X+40 Y-52.5	
16 L Y-70	
17 LBL 0	
18 END PGM C28 MM	

9

固定循环： 用轮廓公式描述的轮廓型腔

9.1 用复杂轮廓公式的SL循环

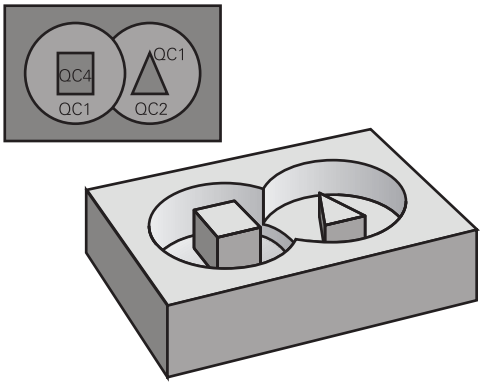
基本单元

SL循环和复杂轮廓公式用于通过子轮廓（型腔或凸台）的组合形成复杂轮廓。 各个子轮廓（几何数据）在单独程序中进行定义。 这样，子轮廓可能被任意次使用。 TNC用轮廓公式连接的所选子轮廓计算完整轮廓。

一个SL循环（全部轮廓描述程序）的存储能力限制在**128个轮廓以内**。支持的轮廓元素数量取决于轮廓类型（内轮廓或外轮廓）及轮廓描述的数量。可编程的元素数量最多为**16384**个。

用轮廓公式的SL循环是一种结构化的程序格式，可以将经常使用的轮廓保存为单独程序。 通过轮廓公式可以将子轮廓连接成完整轮廓和可以决定将其用于型腔还是用于凸台。

现在提供的“用轮廓公式的SL循环”功能中有多处需要通过TNC用户界面输入数据。 这个功能用于进一步开发之用。



程序结构： 用SL循环和复杂轮廓公式进行加工

0 BEGIN PGM CONTOUR MM
...
5 SEL CONTOUR "MODEL"
6 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA...
8 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT...
9 CYCL CALL
...
12 CYCL DEF 23 FLOOR FINISHING...
13 CYCL CALL
...
16 CYCL DEF 24 SIDE FINISHING...
17 CYCL CALL
63 L Z+250 R0 FMAX M2
64 END PGM CONTOUR MM

子轮廓属性

- 默认状态下，TNC假定轮廓为型腔。 不要用半径补偿编程。
- TNC将忽略进给速率F和辅助功能M。
- 允许坐标变换。 如果在子轮廓中编程，那么在后续的子程序中也有效，但在循环调用后不必复位。
- 虽然子程序可以有主轴坐标轴的坐标，但将忽略这些坐标值。
- 加工面在子程序中的第一个坐标程序段中定义。
- 可根据需要定义不同的子轮廓深度

固定循环的特点

- 循环开始之前，TNC自动将刀具定位在安全高度处。
- 由于刀具围绕凸台移动而不是移过它，因此将无间断地铣削各进给深度。
- 可以编程“内角”半径，避免刀具损伤内角的表面（这种方法适用于粗铣和精铣侧面循环中的最外道）。
- 侧面精铣时，沿相切圆弧接近轮廓。
- 精铣底面时，刀具再次沿相切圆弧接近工件（例如，Z轴为主轴，圆弧可在Z/X平面上）。
- 轮廓可以按顺铣或逆铣方式加工。

在循环20（轮廓数据）中输入加工数据（如铣削深度、精铣余量和安全高度等）。

程序结构： 用轮廓公式计算子轮廓

```
0 BEGIN PGM MODEL MM
1 DECLARE CONTOUR QC1 =
    "CIRCLE1"
2 DECLARE CONTOUR QC2 =
    "CIRCLEXY" DEPTH15
3 DECLARE CONTOUR QC3 =
    "TRIANGLE" DEPTH10
4 DECLARE CONTOUR QC4 =
    "SQUARE" DEPTH5
5 QC10 = ( QC1 | QC3 | QC4 ) \ QC2
6 END PGM MODEL MM

0 BEGIN PGM CIRCLE 1 MM
1 CC X+75 Y+50
2 LP PR+45 PA+0
3 CP IPA+360 DR+
4 END PGM CIRCLE 1 MM

0 BEGIN PGM CIRCLE31XY MM
...
...
```

用轮廓定义选择程序

用**SEL CONTOUR**（选择轮廓）功能可以选择有轮廓定义的程序，TNC用轮廓定义提取轮廓描述：

SPEC FCT
- 显示特殊功能的软键行

轮廓 + 点 加工
- 选择轮廓和点加工功能菜单

SEL CONTOUR
- 按下**SEL CONTOUR**（选择轮廓）软键
- 用轮廓定义输入程序全名并用**END**键确认

> 在SL循环之前编程**SEL CONTOUR**（选择轮廓）程序段。如果用**SEL CONTUR**（选择轮廓）功能，不一定需要用**循环14（轮廓几何特征）**功能。

定义轮廓描述

用**DECLARE CONTOUR**（声明轮廓）功能在程序中输入TNC提取轮廓描述的程序路径。 此外，可以选择该轮廓描述的单独深度（FCL 2功能）：

SPEC FCT
- 显示特殊功能的软键行

轮廓 + 点 加工
- 选择轮廓和点加工功能菜单

DECLARE CONTOUR
- 按下**声明CONTOUR**（轮廓）软键
- 输入轮廓指定号**QC**，并用**ENT**键确认
- 输入轮廓描述的程序全名，并用**END**键确认，或者根据需要，
- 为所选轮廓定义单独深度

> 用输入的轮廓标识**QC**可在一个轮廓公式中包括多个轮廓。
> 如果编程了轮廓的单独深度，必须将深度用于全部子轮廓（根据需要指定深度为0）。

输入轮廓公式

用软键在一个数学公式中将不同轮廓相互连接起来。

SPEC FCT

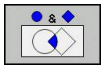
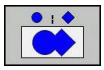
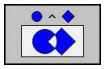
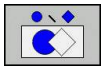
- 显示特殊功能的软键行

轮廓 + 点 加工

- 选择轮廓和点加工功能菜单

轮廓 公式

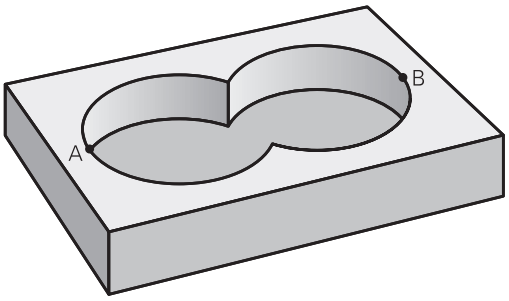
- 按下**CONTOUR FORMULA**（轮廓公式）软键。TNC显示以下软键：

数学函数	软键
与 例如 **QC10 = QC1 & QC5**	
或 例如 **QC25 = QC7 | QC18**	
或与非 例如 **QC12 = QC5 ^ QC25**	
与或 例如 **QC25 = QC1 \ QC2**	
左括号 例如 **QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)**	(
右括号 例如 **QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)**	)
定义一个单一轮廓 例如 **QC12 = QC1**	

叠加轮廓

默认情况下，TNC将编程轮廓视为型腔。 通过轮廓公式功能，可以将轮廓由型腔转换为凸台。

型腔和凸台可叠加形成一个新轮廓。 因此可以用另一个型腔来扩大型腔区域，也可以用另一个凸台减小型腔区域。



子程序： 叠加型腔

> 以下程序举例是轮廓定义程序中的轮廓描述程序。轮廓定义程序通过实际主程序的**SEL CONTOUR**（选择轮廓）功能调用。

型腔A与B叠加。

TNC计算S1与S2的交点（不必编程）。

型腔编程为一个整圆。

轮廓描述程序1： 型腔A

```
0 BEGIN PGM POCKET_A MM
1 L X+10 Y+50 R0
2 CC X+35 Y+50
3 C X+10 Y+50 DR-
4 END PGM POCKET_A MM
```

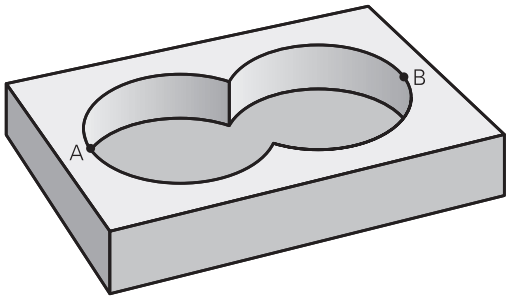
轮廓描述程序2： 型腔B

```
0 BEGIN PGM POCKET_B MM
1 L X+90 Y+50 R0
2 CC X+65 Y+50
3 C X+90 Y+50 DR-
4 END PGM POCKET_B MM
```

包括的区域

A区和B区都需要加工，包括叠加部位：

- 必须在单独程序中输入A区和B区，不用半径补偿。
- 在轮廓公式中，A区和B区用“或”函数处理。



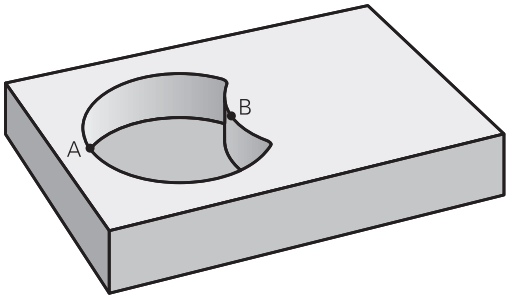
轮廓定义程序：

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR QC1 = "POCKET_A.H"
53 DECLARE CONTOUR QC2 = "POCKET_B.H"
54 QC10 = QC1 | QC2
55 ...
56 ...
```

不含的区域

A区需要加工但不含与B区叠加的部分：

- 必须在单独程序中输入A区和B区，不用半径补偿。
- 在轮廓公式中，B区是用**无**函数从A区相差所得的计算结果。



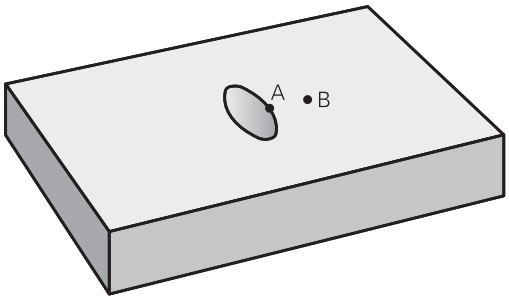
轮廓定义程序：

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR QC1 = "POCKET_A.H"
53 DECLARE CONTOUR QC2 = "POCKET_B.H"
54 QC10 = QC1 \ QC2
55 ...
56 ...
```

重叠区域

只加工A与B叠加区域。（A或B独有的部分不加工。）

- 必须在单独程序中输入A区和B区，不用半径补偿。
- 在轮廓公式中，A区和B区用“或”函数处理。



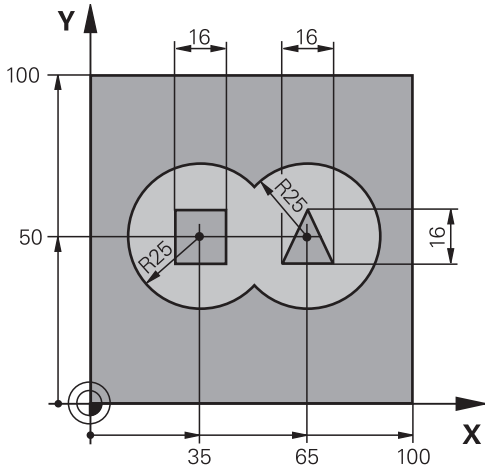
轮廓定义程序：

50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR QC1 = "POCKET_A.H"
53 DECLARE CONTOUR QC2 = "POCKET_B.H"
54 QC10 = QC1 & QC2
55 ...
56 ...

用SL循环加工轮廓

全部轮廓用SL循环20至24加工(参见 "概要", 171 页)。

举例： 用轮廓公式粗铣和精铣叠加轮廓



0 BEGIN PGM CONTOUR MM		
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40		工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0		
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2.5		定义粗铣刀
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3		定义精铣刀
5 TOOL CALL 1 Z S2500		调用粗铣刀
6 L Z+250 R0 FMAX		退刀
7 SEL CONTOUR "MODEL"		指定轮廓定义程序
8 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA		定义一般加工参数
Q1=-20	;铣削深度	
Q2=1	;刀具路径的行距系数	
Q3=+0.5	;侧面精铣余量	
Q4=+0.5	;底面精铣余量	
Q5=+0	;表面坐标	
Q6=2	;安全高度	
Q7=+100	;第二安全高度	
Q8=0.1	;倒圆半径	
Q9=-1	;方向	

9 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	循环定义： 粗铣
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=350 ;铣削进给速率	
Q18=0 ;粗加铣刀	
Q19=150 ;往复进给速率	
Q401=100 ;进给速率系数	
Q404=0 ;半精加方式	
10 CYCL CALL M3	循环调用： 粗铣
11 TOOL CALL 2 Z S5000	调用精铣刀
12 CYCL DEF 23 FLOOR FINISHING	循环定义： 底面精铣
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=200 ;铣削进给速率	
13 CYCL CALL M3	循环调用： 底面精铣
14 CYCL DEF 24 SIDE FINISHING	循环定义： 侧面精铣
Q9=+1 ;旋转方向	
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=400 ;铣削进给速率	
Q14=+0 ;侧面精铣余量	
15 CYCL CALL M3	循环调用： 侧面精铣
16 L Z+250 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
17 END PGM CONTOUR MM	

用轮廓公式定义轮廓的程序：

0 BEGIN PGM MODEL MM	轮廓定义程序
1 DECLARE CONTOUR QC1 = "CIRCLE1"	定义程序“CIRCLE1”（圆1）的轮廓标识
2 FN 0: Q1 =+35	程序“CIRCLE31XY”中所用参数赋值
3 FN 0: Q2 =+50	
4 FN 0: Q3 =+25	
5 DECLARE CONTOUR QC2 = "CIRCLE31XY"	定义程序“CIRCLE31XY”的轮廓标识
6 DECLARE CONTOUR QC3 = "TRIANGLE"	定义程序“TRIANGLE”（三角）的轮廓标识
7 DECLARE CONTOUR QC4 = "SQUARE"	定义程序“SQUARE”（正方形）的轮廓标识
8 QC10 = (QC 1 | QC 2) \ QC 3 \ QC 4	轮廓公式
9 END PGM MODEL MM	

轮廓描述程序：

0 BEGIN PGM CIRCLE 1 MM	轮廓描述程序： 右侧圆
1 CC X+65 Y+50	
2 L PR+25 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM CIRCLE 1 MM	

0 BEGIN PGM CIRCLE31XY MM	轮廓描述程序： 左侧圆
1 CC X+Q1 Y+Q2	
2 LP PR+Q3 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM CIRCLE31XY MM	

0 BEGIN PGM TRIANGLE MM	轮廓描述程序： 右侧三角形
1 L X+73 Y+42 R0	
2 L X+65 Y+58	
3 L X+58 Y+42	
4 L X+73	
5 END PGM TRIANGLE MM	

0 BEGIN PGM SQUARE MM	轮廓描述程序： 左侧正方形
1 L X+27 Y+58 R0	
2 L X+43	
3 L Y+42	
4 L X+27	
5 L Y+58	
6 END PGM SQUARE MM	

9.2 用简单轮廓公式的SL循环

基础知识

用SL循环和简单轮廓公式可以方便地组合最多9个子轮廓（型腔或凸台）。 各个子轮廓（几何数据）在单独程序中进行定义。 这样，子轮廓可能被任意次使用。 TNC用所选子轮廓计算轮廓。

> 一个SL循环（全部轮廓描述程序）的存储能力限制在**128个轮廓以内**。支持的轮廓元素数量取决于轮廓类型（内轮廓或外轮廓）及轮廓描述的数量。可编程的元素数量最多为**16384**个。

程序结构： 用SL循环和复杂轮廓公式进行加工

```
0 BEGIN PGM CONTDEF MM
...
5 CONTOUR DEF P1= "POCK1.H"
  I2 = "ISLE2.H" DEPTH5 I3
  "ISLE3.H" DEPTH7.5
6 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA...
8 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT...
9 CYCL CALL
...
12 CYCL DEF 23 FLOOR
   FINISHING...
13 CYCL CALL
...
16 CYCL DEF 24 SIDE FINISHING...
17 CYCL CALL
63 L Z+250 R0 FMAX M2
64 END PGM CONTDEF MM
```

子轮廓属性

- 不要用半径补偿编程。
- TNC将忽略进给速率F和辅助功能M。
- 允许坐标变换。 如果在子轮廓中编程，那么在后续的子程序中也有效，但在循环调用后不必复位。
- 虽然子程序可以有主轴坐标轴的坐标，但将忽略这些坐标值。
- 加工面在子程序中的第一个坐标程序段中定义。

固定循环的特点

- 循环开始之前，TNC自动将刀具定位在安全高度处。
- 由于刀具围绕凸台移动而不是移过它，因此将无间断地铣削各进给深度。
- 可以编程“内角”半径，避免刀具损伤内角的表面（这种方法适用于粗铣和精铣侧面循环中的最外道）。
- 侧面精铣时，沿相切圆弧接近轮廓。
- 精铣底面时，刀具再次沿相切圆弧接近工件（例如，Z轴为主轴，圆弧可在Z/X平面上）。
- 轮廓可以按顺铣或逆铣方式加工。

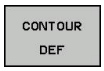
在循环20（轮廓数据）中输入加工数据（如铣削深度、精铣余量和安全高度等）。

输入简单轮廓公式

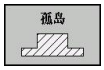
用软键在一个数学公式中将不同轮廓相互连接起来。

- 显示特殊功能的软键行

- 选择轮廓和点加工功能菜单



- 按下**CONTOUR DEF**（轮廓定义）软键。 TNC打开一个，在其中输入轮廓公式。
- 输入第一个子轮廓公式名。 第一个子轮廓必须为最深的型腔。 按下**ENT**键确认



- 用软键指定相邻子轮廓是型腔还是凸台。 按下**ENT**键确认
- 输入第二个子轮廓公式。 按下**ENT**键确认
- 如果需要，输入第二个子轮廓深度。 按下**ENT**键确认
- 继续按以上说明输入对话框直到全部子轮廓输入完成。

必须使最深的型腔在子轮廓列表的开始！

如果轮廓被定义为一个凸台，TNC将把输入的深度理解为凸台高度。输入值（无代数符号）将为相对工件上表面的数据！

如果将深度输入为0，循环20中定义的深度对型腔有效。凸台将为工件上表面上方的突起高度！

用SL循环加工轮廓

全部轮廓用SL循环20至24加工(参见 "概要", 171 页)。

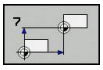
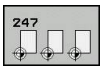
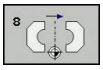
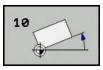
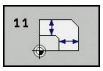
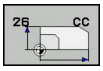
10

循环： 坐标变换

10.1 基础知识

概要

轮廓编程后，通过坐标变换可将编程的轮廓放在工件的不同位置处和用不同尺寸。 TNC提供了如下坐标变换循环：

循环	软键	页
循环7（原点） 在程序内或用原点表直接平移轮廓		235
循环247（原点设置） 程序运行时设置原点		241
循环8（镜像） 镜像轮廓		242
循环10（旋转） 在加工面内旋转轮廓		244
循环11（缩放系数） 放大或缩小轮廓尺寸		246
循环26（特定轴的缩放） 用特定轴缩放系数放大或缩小轮廓尺寸		247
循环19（加工面）用倾斜主轴头/或回转工作台在倾斜坐标系中加工		249

坐标变换的有效范围

开始生效处： 坐标变换定义即生效—无需单独调用。 坐标变换保持有效直到被改变或被取消。

取消坐标变换：

- 用新值定义基本特性循环，如缩放系数1.0
- 执行辅助功能M2，M30或END PG（结束程序段）程序段（取决于机床参数**clearMode**）。
- 选择一个新程序

10.2 DATUM SHIFT（原点平移）（循环7，DIN/ISO： G54）中

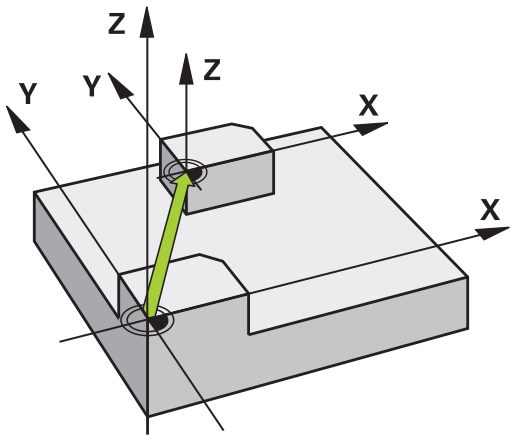
作用

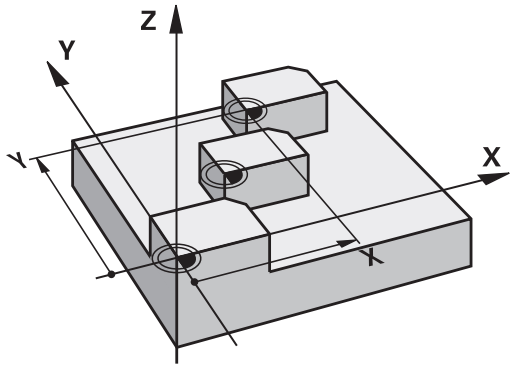
“原点平移”功能使加工可在工件的多个不同位置重复进行。

“原点平移”循环定义后，全部坐标数据都将基于新原点。 TNC在附加状态栏显示各轴的原点平移。 也允许输入旋转轴。

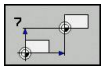
复位

- 直接用循环定义编程原点平移至坐标X=0，Y=0等。
- 调用原点表的原点平移使原点坐标为X=0；Y=0等。





循环参数



- **原点平移**： 输入新原点坐标。 绝对值为相对人工设置的工件原点。 增量值永远相对上个有效原点—可以是平移后的原点。 输入范围: 最多六个NC轴，每个从-99999.9999至99999.9999

NC程序段

```
13 CYCL DEF 7.0 DATUM
14 CYCL DEF 7.1 X+60
15 CYCL DEF 7.2 Y+40
16 CYCL DEF 7.3 Z-5
```

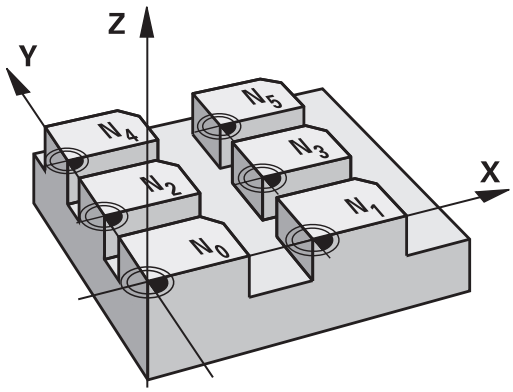
10.3 用原点表进行原点平移（循环7，DIN/ISO： G53）

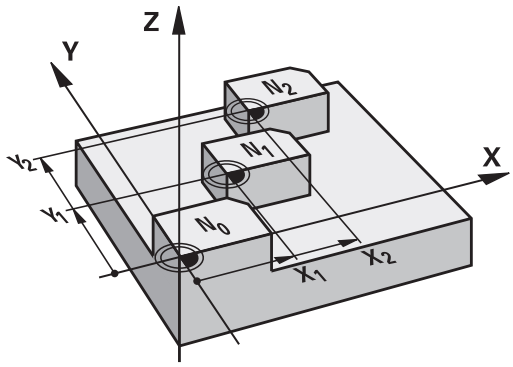
作用

原点表适用于:

- 在工件多个不同位置频繁进行重复的多步加工
- 频繁使用相同的原点平移

在程序中可以直接在循环中定义原点或调用原点表中原点。





复位

- 调用原点表的原点平移使原点坐标为X=0；Y=0等。
- 直接用循环定义原点平移使原点平移至坐标X=0，Y=0等

状态显示

在附加状态栏显示原点表的以下数据：

- 当前原点表名及路径
- 当前原点表号
- 当前原点表号的DOC列的注释

编程时注意：

碰撞危险！
原点表中的原点**一定且唯一地**相对当前原点（预设点）。

如果用原点表进行原点平移，用**SEL TABLE**（选择表）功能激活NC程序所需的原点表。

如果不用**SEL TABLE**（选择表）功能，必须在测试运行或程序运行执行前激活所需原点表。（也适用于编程图形）。

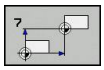
- 在**测试运行**操作模式中用文件管理器选择所需表：表状态为S
- 在**程序运行，单段运行**和**程序运行，全自动**操作模式中用文件管理器选择程序运行所需的表： 表状态为M

原点表中的坐标值只对绝对坐标值有效。

只能在表尾插入新行。

如果创建原点表，文件名必须用字母开头。

循环参数



▶ **原点平移**： 输入原点表或Q参数中的原点号。 如果输入Q参数，TNC激活Q参数中输入的原点号。 输入范围0至9999

NC程序段

```
77 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT
78 CYCL DEF 7.1 #5
```

在零件程序中选择原点表

用**SEL TABLE**（选择表）功能选择TNC读取原点的表：

PGM CALL

- 选择程序调用功能： 按下**PGM CALL**（程序调用）键

原点坐标表

- 按下**DATUM TABLE**（原点表）软键
- 选择原点表完整路径或用**SELECT**（选择）软键选择文件并用**END**键确认输入信息。

> 在循环7（原点平移）前编程**SEL TABLE**（选择表）程序段。
> 用**SEL TABLE**（选择表）功能选择的原点表保持有效至用**SEL TABLE**（选择表）或用**PGM MGT**选择另一个原点表。

在“程序编辑”操作模式中编辑原点表

> 改变原点表中的数值后，必须用**ENT**键保存变更。 否则，程序运行时可能没有变化。

在**程序编辑**操作模式中选择原点表

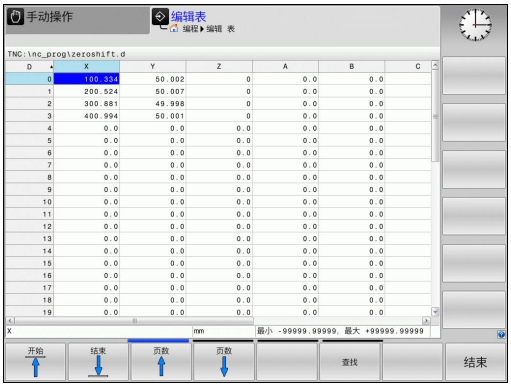
PGM MGT

- 调用文件管理器： 按下**PGM MGT**键
- 显示原点表： 按下**SELECT TYPE**（选择类型）和**SHOW .D**（显示.D）软键
- 选择所需表或输入新文件名。
- 编辑文件。软键行中显示编辑功能有：

软键	功能
开始	选择表起点
结束	选择表结尾
页数	转到上一页
页数	转到下一页
插入 行	插入行（只能在表尾）
删除 行	删除行
查找	查找
开始 行	转到行起点
结束 行	转到行结尾
复制 区域	复制当前值
粘贴 区域	插入被复制的值
附加 N 行	在表尾处添加要输入的行数（原点数）。

配置原点表

如果不想为当前轴定义原点，按下**DEL**键。 TNC将清除相应输入字段中的数值。



> 可以修改表属性。 在MOD操作模式中输入密码555343。 然后，在选择表后TNC提供**EDIT FORMAT**（编辑格式）软键。 按下该软键时，TNC打开一个弹出窗口，显示所选表每一栏的属性。 任何修改仅影响被打开的表。

退出原点表

在文件管理器中选择一个不同文件类型并选择所需文件。

> **!** 改变原点表中的数值后，必须用**ENT**键保存变更。 否则，程序运行时可能没有变化。

状态显示

附加状态显示区，TNC显示当前原点平移值。

10.4 原点设置（循环247，DIN/ISO：G247）

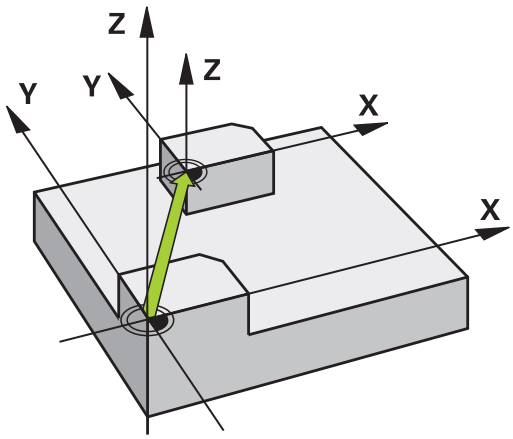
作用

用“原点设置”循环可以将预设表中定义预设点作新原点。

定义“原点设置”循环后，全部坐标输入值和原点平移（绝对值和增量值）均将相对新预设点。

状态显示

在状态栏，TNC在原点符号后显示当前预设点号。



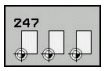
编程前注意：

激活预设表中的一个原点时，TNC复位原点平移，镜像，旋转，缩放系数和轴相关缩放系数。

如果激活预设点号0（行0），那么，激活**手动操作**或**电子手轮**操作模式设置的最新原点。

循环247不适用于**测试运行**操作模式。

循环参数



- **原点编号？**：输入需激活的预设表中的原点号。 输入范围0至65535

NC程序段

```
13 CYCL DEF 247 DATUM SETTING
   Q339=4      ;原点编号
```

状态显示

在附加状态栏（**位置显示状态**）中，TNC在**原点**符号后显示当前预设点号。

10.5 镜像（循环8，DIN/ISO： G28）

作用

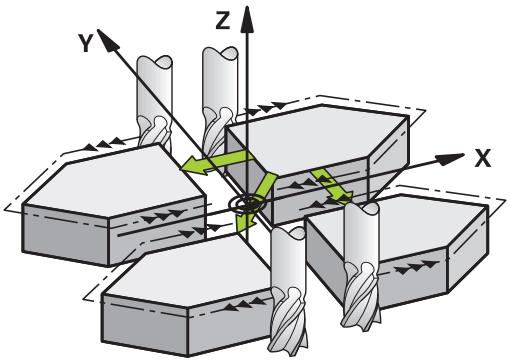
TNC可在加工面上加工轮廓的镜像。

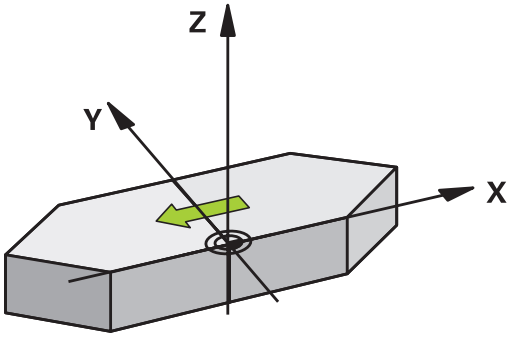
镜像循环在程序中定义即生效。 对于**手动数据输入定位**操作模式也有效。 附加状态栏显示当前镜像轴。

- 如果仅镜像一个轴，刀具的加工方向将反向（除SL循环外）。
- 如果镜像两个轴，加工方向保持不变。

镜像的结果取决于原点的位置：

- 如果原点在被镜像的轮廓上，轮廓元素将在对面。
- 如果原点在被镜像轮廓外，轮廓元素将“跳”到另一位置处。





复位

用**NO ENT**（不输入）再次编程“镜像”循环。

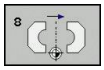
编程时注意：

在倾斜坐标系中使用循环8时，请注意：

- **首先**编写倾斜运动，**然后**调用循环8（镜像）！

如果在未执行倾斜加工面前调用循环8，TNC将输出出错信息。

循环参数



▶ **镜像的轴？**： 输入要被镜像的轴。可以镜像主轴坐标轴之外的全部轴，包括旋转轴，但不含主轴坐标轴及其辅助轴。 最多可以输入三个轴。 输入范围: 最多至三个NC轴**X**，**Y**，**Z**，**U**，**V**，**W**，**A**，**B**，**C**

NC程序段

```
79 CYCL DEF 8.0 MIRROR IMAGE
80 CYCL DEF 8.1 X Y Z
```

10.6 旋转（循环10，DIN/ISO：G73）

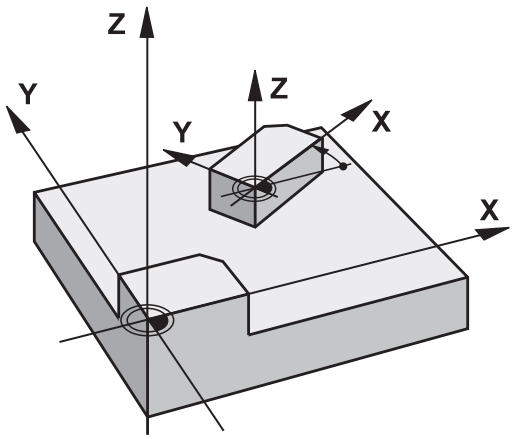
作用

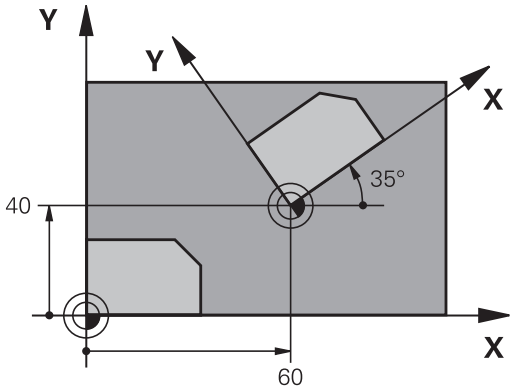
TNC可以在程序中围绕当前加工面的原点旋转坐标系。

“旋转”循环在程序中定义即生效。 在“手动数据输入定位”操作模式下也有效。 附加状态栏将显示当前旋转角。

旋转角的参考轴：

- X/Y平面： X轴
- Y/Z平面： Y轴
- Z/X平面： Z轴





复位

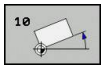
用0度旋转角再次编程“旋转”循环。

编程时注意：

定义循环10将取消当前半径补偿，因此必须根据需要重新编程。

定义循环10后，必须移动加工面的两个轴激活全部轴旋转。

循环参数



- **旋转**： 输入旋转角（度）。 输入范围–360.000°至+360.000°（绝对值或增量值）

NC程序段

```
12 CALL LBL 1
13 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT
14 CYCL DEF 7.1 X+60
15 CYCL DEF 7.2 Y+40
16 CYCL DEF 10.0 ROTATION
17 CYCL DEF 10.1 ROT+35
18 CALL LBL 1
```

10.7 缩放系数（循环11，DIN/ISO： G72

作用

TNC可以在程序中放大或缩小轮廓尺寸，使编程的加工余量缩小或放大。

“缩放系数”在程序中定义即生效。 对于**手动数据输入定位**操作模式也有效。 附加状态栏将显示当前缩放系数。

缩放系数影响

- 同时全部三个坐标轴
- 循环中尺寸

前提条件

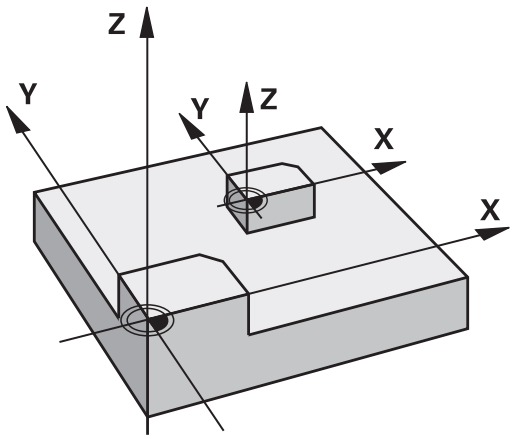
建议放大或缩小轮廓前，先将原点设置在轮廓边或角点处。

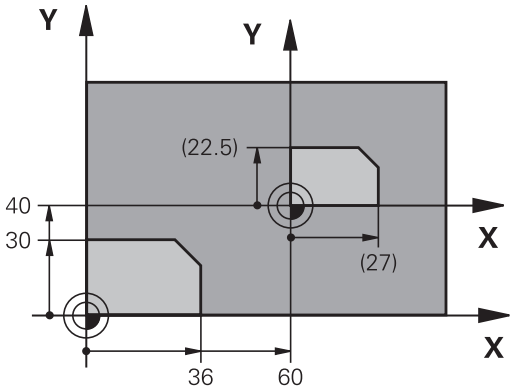
放大： 缩放系数（SCL）大于1（最大至99.999 999）

缩小： 缩放系数（SCL）小于1（最小至0.000 001）

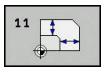
复位

用循环放系数1再次编程“缩放”循环。





循环参数



▶ **缩放系数？**： 输入缩放系数SCL。 TNC将坐标值和半径与缩放系数（SCL）相乘（其说明请见上面的“作用”）。 输入范围0.000001至99.999999

NC程序段

11 CALL LBL 1
12 CYCL DEF 7.0 DATUM
13 CYCL DEF 7.1 X+60
14 CYCL DEF 7.2 Y+40
15 CYCL DEF 11.0 SCALING
16 CYCL DEF 11.1 SCL 0.75
17 CALL LBL 1

10.8 特定轴缩放系数（循环26）

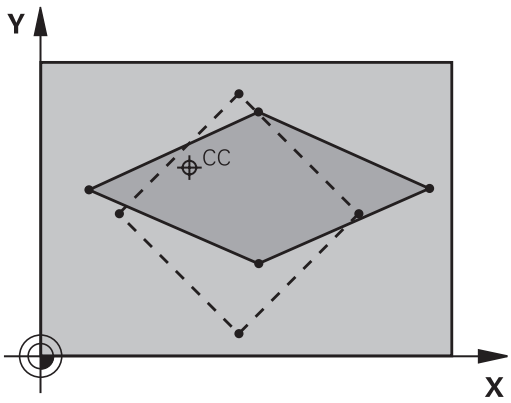
作用

循环26支持每个轴分别的缩小和放大系数。

“缩放系数”在程序中定义即生效。 对于**手动数据输入定位**操作模式也有效。 附加状态栏将显示当前缩放系数。

复位

对相同轴用缩放系数1再次编写“缩放”循环。



编程时注意：

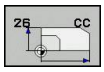
圆弧的两个坐标轴的放大或缩小系数必须相同。

用各特定坐标轴的缩放系数分别对其坐标轴编程。

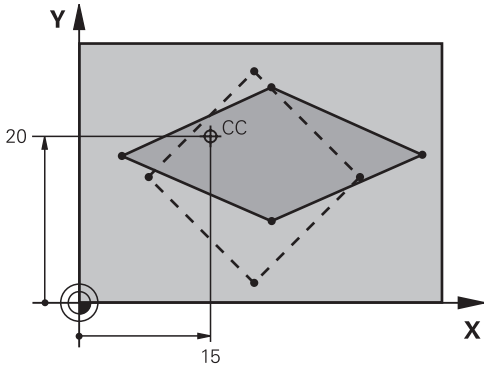
此外，可以输入一个适用于中心的全部坐标轴的缩放系数。

轮廓尺寸相对中心放大或缩小，不必（像循环11（缩放系数））相对当前原点。

循环参数



- **轴和缩放系数**： 用软键选择坐标轴和输入放大或缩小的系数。 输入范围0.000001至99.999999
- **中心坐标**： 输入放大或缩小的特定轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999



NC程序段

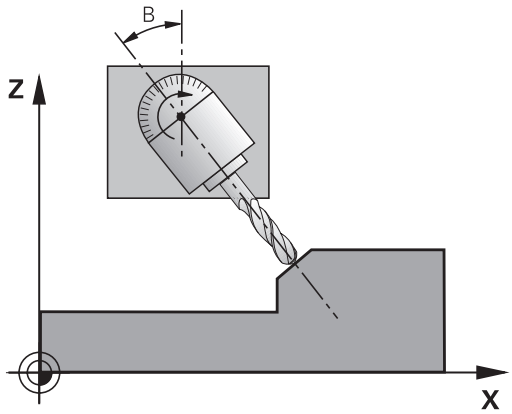
```
25 CALL LBL 1
26 CYCL DEF 26.0 AXIS-SPECIFIC
   SCALING
27 CYCL DEF 26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX
   +15 CCY+20
28 CALL LBL 1
```

10.9 加工面（循环19，DIN/ISO：G80，软件选装1）

作用

循环19中，可以通过输入倾斜角度定义加工面位置 - 即相对机床坐标系的刀具轴位置。 确定加工面的位置有两种方法：

- 直接旋转轴位置。
- 最多可用不超过3个**固定的机床坐标系**的旋转角（空间角）描述加工面位置。 所需空间角由切出一条穿过倾斜加工面的垂线计算得到，把它视为是相对要倾斜的轴。 用两个空间角可以准确地定义每把刀的空间位置。



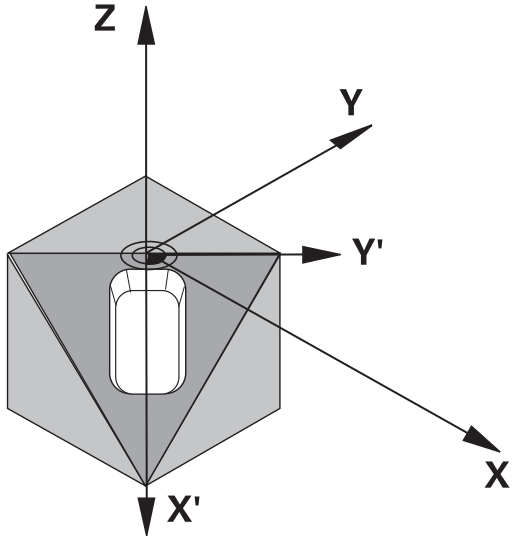
> 注意，倾斜坐标系的位置以及倾斜系统中的全部运动动作都取决于倾斜加工面的描述。

如果用空间角编程加工面位置，TNC自动计算倾斜轴所需的角度位置并将其保存在参数Q120（A轴）至Q122（C轴）中。 如果有两个解，TNC将选择距旋转轴零位最短的路径。

计算加工面倾斜时，总是以相同的顺序旋转轴： TNC首先旋转A轴、然后B轴，最后是C轴。

循环19在程序中定义即生效。 只要移动倾斜系统中的一个轴，将自动激活该特定轴的补偿。 必须移动全部轴才能激活全部轴的补偿。

如果在“手动操作”模式中将**Tilting program run**（运行倾斜加工面程序）功能设置为**Active**（有效），在菜单中输入的角度被循环19（加工面）改写。



编程时注意：

倾斜加工面功能与TNC系统和机床的连接将由机床制造商完成。带有多个定向主轴头和倾斜工作台的机床，将由机床制造商决定将输入的角度解释为旋转轴坐标或解释为倾斜面的倾斜角。
参见机床手册。

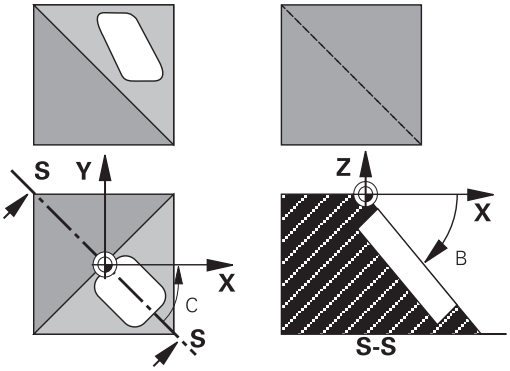
由于未编程的旋转轴被解释为为无变化，因此必须定义全部空间角，包括一个或多个角度值为零的情况。
加工面总是围绕当前原点倾斜。
如果M120有效时使用循环19，TNC自动放弃半径补偿，也使M120功能无效。

循环参数

- **旋转轴和倾斜角？**： 输入旋转轴及其相应的倾斜角。 用软键编程旋转轴A、B和C。 输入范围-360.000至360.000

如果TNC自动定位旋转轴，输入以下参数：

- **进给速率？F =**： 自动定位过程中，旋转轴的运动速度。 输入范围0至99999.999
- **安全高度？**（增量值）： TNC定位倾斜主轴头使刀具离开安全距离后的位置不会改变相对工件的位置。 输入范围0至99999.9999



复位

如需取消倾斜角，重新定义“加工面”循环并输入全部旋转轴角度为0度。必须再次编程“加工面”循环时和用**NO ENT**（不输入）键回答对话提问，关闭该功能。

旋转轴定位

机床制造商决定循环19自动定位旋转轴还是必须在程序中进行人工定位。 参见机床手册。

人工定位旋转轴

如果旋转轴没有在循环19中自动定位，必须在循环定义后用单独的“L”程序段定位旋转轴。

如果使用轴角，可以在“L”程序段中定义轴值。如果用空间角，用Q参数**Q120**（A轴值），**Q121**（B轴值）和**Q122**（C轴值），它们由循环19描述。

人工定位时，必须用Q参数Q120至Q122的旋转轴位置。

不要使用M94（模式旋转轴）类的功能，以免多个定义使旋转轴的实际位置值与名义位置值不符。

NC程序段举例：

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 WORKING PLANE	定义补偿计算的空间角
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0	
14 L A+Q120 C+Q122 R0 F1000	用循环19的计算值定位旋转轴
15 L Z+80 R0 FMAX	激活主轴坐标轴的补偿
16 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	激活加工面补偿

自动定位旋转轴

如果在循环19中自动定位旋转轴：

- TNC只定位受控轴
- 为了定位倾斜轴，在循环定义中除了输入倾斜角外还必须输入进给速率和安全高度。
- 只能使用预设刀具（必须定义刀具全长）。
- 倾斜后，刀尖相对工件表面的位置几乎保持不变
- TNC用最后编程的进给速率倾斜加工面。 最大可达到的进给速率与倾斜主轴头或摆动工作台的复杂程度有关。

NC程序段举例：

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 WORKING PLANE	定义补偿计算的角度
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0 F5000 SETUP50	也定义进给速率和安全高度
14 L Z+80 R0 FMAX	激活主轴坐标轴的补偿
15 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	激活加工面补偿

倾斜系统的位置显示

循环19被激活后，显示的位置(**ACTL**（实际）和**NOML**（名义））以及附加状态栏显示的原点都是相对倾斜坐标系的。 紧接在循环定义之后的显示位置可能与循环19之前最后一个编程位置坐标不同。

监测加工区

TNC仅监测有运动的倾斜坐标系中的轴。 根据情况，TNC输出出错信息。

倾斜坐标系中的定位

用辅助功能M130，可以在倾斜坐标系中将刀具移至基于非倾斜坐标系位置处。

相对机床坐标系的直线定位运动（M91或M92的程序段）也能在倾斜加工面中执行。 限制条件：

- 定位移动没有长度补偿。
- 定位移动没有机床几何特征补偿。
- 不允许刀具半径补偿。

组合坐标变换循环

组合坐标变换循环时，必须确保加工面是围绕当前原点旋转的。 激活循环19前，可以编写一个原点平移程序。 这样将平移基于机床的坐标系统。

如果将原点平移编程在激活循环19之后，那么将平移倾斜坐标系。

重要提示： 重新设置循环时，用与定义循环时的相反顺序：

1. 激活原点平移
2. 激活倾斜功能
3. 激活旋转

...

工件加工

...

1. 复位旋转
2. 复位倾斜功能
3. 复位原点平移

使用循环19（加工面）的步骤

1 编写程序

- 定义刀具（如有“TOOL.T”则不需要）和输入刀具全名。
- 调用刀具。
- 沿刀具轴退刀至倾斜期间不会碰撞工件或夹具设备的位置处。
- 根据需要，用“L”程序段定位旋转轴至一定角度处（取决于机床参数）。
- 根据情况，激活原点平移。
- 定义循环19（加工面）；输入摆动轴的角度值
- 移动全部基本轴（X，Y，Z）激活补偿功能。
- 就像在非倾斜加工面中编程加工过程一样编程。
- 根据情况，用其它角度值定义循环19（加工面）以便在不同坐标轴位置处进行加工。 这时，不一定必须复位循环19。 可以直接定义新角度值。
- 复位循环19（加工面）；用0度编程全部倾斜轴。
- 使“加工面”功能不可用；重新定义循环19并用**NO ENT**（不输入）回答对话提问。
- 根据需要，复位原点平移。
- 根据需要将倾斜轴定位至0度。

2 夹紧工件

3 原点设置

- 手动触碰
- 用海德汉公司的3-D测头控制（参见《测头探测循环用户手册》第2章）。
- 自动用海德汉公司的3-D测头（参见《测头探测循环用户手册》第3章）。

4 在“程序运行 - 全自动方式”操作模式中激活零件程序

5 “手动操作”模式

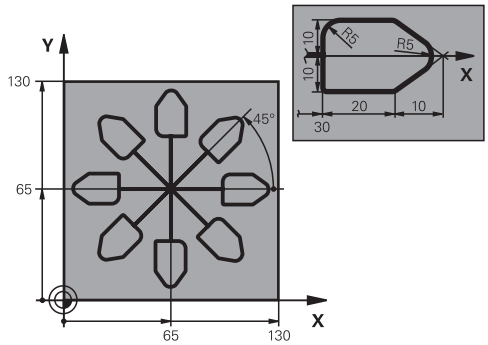
用3D-ROT软键将“TILT WORKING PLANE”（倾斜加工面）功能设置为“INACTIVE”（不可用）。 在菜单中将每个旋转轴的角度值输入为0度。

10.10 编程举例

举例： 坐标变换循环

程序执行顺序

- 在主程序中编写坐标变换程序
- 子程序内加工



0 BEGIN PGM COTRANS MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+130 Y+130 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	刀具调用
4 L Z+250 R0 FMAX	退刀
5 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT	将原点平移到中心
6 CYCL DEF 7.1 X+65	
7 CYCL DEF 7.2 Y+65	
8 CALL LBL 1	调用铣削加工
9 LBL 10	设置程序块重复标记
10 CYCL DEF 10.0 ROTATION	旋转45度（增量值）
11 CYCL DEF 10.1 IROT+45	
12 CALL LBL 1	调用铣削加工
13 CALL LBL 10 REP 6/6	跳回至LBL 10；重复铣削六次
14 CYCL DEF 10.0 ROTATION	复位旋转
15 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
16 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT	复位原点平移
17 CYCL DEF 7.1 X+0	
18 CYCL DEF 7.2 Y+0	
19 L Z+250 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
20 LBL 1	子程序1
21 L X+0 Y+0 R0 FMAX	定义铣削加工
22 L Z+2 R0 FMAX M3	
23 L Z-5 R0 F200	
24 L X+30 RL	
25 L IY+10	
26 RND R5	
27 L IX+20	
28 L IX+10 IY-10	
29 RND R5	

30 L IX-10 IY-10	
31 L IX-20	
32 L IY+10	
33 L X+0 Y+0 R0 F5000	
34 L Z+20 R0 FMAX	
35 LBL 0	
36 END PGM COTRANS MM	

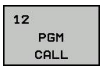
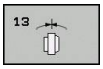
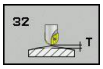
11

循环： 特殊功能

11.1 基础知识

概要

TNC提供以下特殊循环：

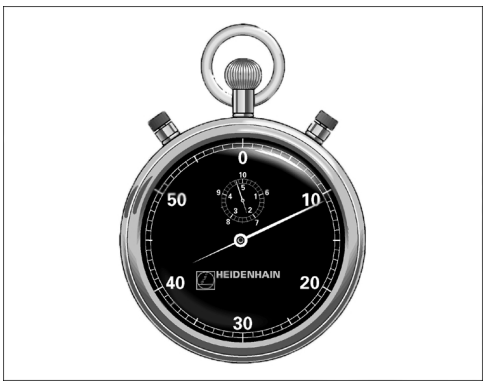
循环	软键	页
循环9（停顿时间）		259
循环12（程序调用）		260
循环13（主轴定向）		262
循环32（公差）		263
循环225（文字雕刻）		266
循环232（端面铣）		270
循环239（确定负载）		274

11.2 停顿时间（循环9），DIN/ISO：G04）

功能

这个循环将使正在运行的程序在执行下一个程序段前暂停“停顿时间”所编程的时间。 停顿时间可被用于排屑这类目的。

该循环在程序中定义即生效。 将不影响模态条件，如主轴旋转。



NC程序段

89 CYCL DEF 9.0 DWELL TIME
90 CYCL DEF 9.1 DWELL 1.5

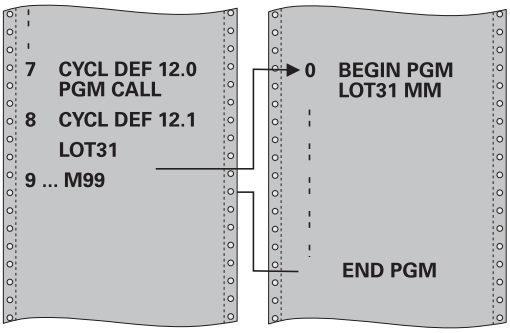
循环参数

- **停顿时间，单位为秒**： 以秒为单位输入停顿时间。输入范围: 0至3600 s（1小时），步长为0.001秒

11.3 程序调用（循环12，DIN/ISO： G39）

循环功能

将编程的例程（如特殊钻孔循环或几何模块）作主程序。 然后像固定循环一样调用它们。



编程时注意：

调用的程序必须保存在TNC系统的内存中。

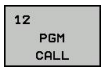
如果要定义循环的程序与发出调用命令的程序在同目录下，只需输入程序名。

如果要定义为循环的程序与发出调用命令的程序不在同目录下，必须输入完整路径（如**TNC:\KLAR35\FK1\50.H**）。

如果要将一个DIN/ISO程序定义为循环，在程序名后输入文件类型“.I”。

通常，用循环12调用时Q参数是全局有效的。 因此请注意，在被调用程序中对Q参数的修改将会影响调用的程序。

循环参数



- **程序名**： 输入要调用的程序名，并根据需要输入目录或者
- 用**SELECT**（选择）软键激活选择文件对话框和选择需调用的程序。

调用程序的方法：

- CYCL CALL（循环调用）（单独程序段）或者
- M99（按程序段）或者
- M89（在每个定位程序段后执行）

将程序50指定为循环和用M99调用

```
55 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
56 CYCL DEF 12.1 PGM TNC:
   \KLAR35\FK1\50.H
57 L X+20 Y+50 FMAX M99
```

11.4 主轴定向（循环13，DIN/ISO： G36）

循环功能

要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和TNC系统进行专门设置。

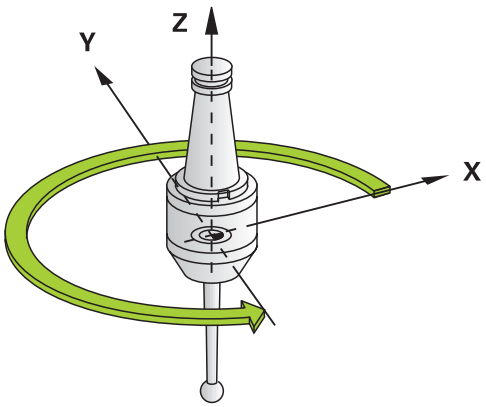
TNC可以控制机床主轴并能将其旋转到给定角度位置处。

以下情况需要定向主轴

- 有确定换刀位置的换刀系统
- 定向用红外线传输信号的海德汉公司的3-D测头发射器/接收器窗口

循环中定义的定向角通过输入M19或M20定位（与机床有关）。

如果编程M19或M20而又未在循环13中定义，TNC将机床主轴定位到机床制造商设置的角度位置（参见机床手册）。



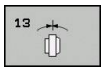
NC程序段

```
93 CYCL DEF 13.0 ORIENTATION
94 CYCL DEF 13.1 ANGLE 180
```

编程时注意：

循环13在系统内用于循环202，204和209。 请注意，如果需要，必须在任一个以上加工循环之后的NC程序中再次编程循环13。

循环参数

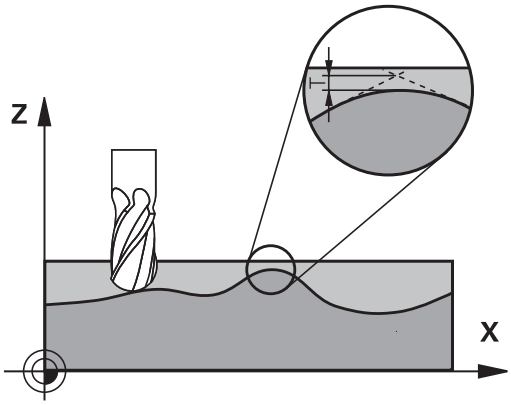


- **定向角**： 输入相对加工面参考轴的角度。 输入范围: 0.0000°至360.0000°

11.5 公差（循环32，DIN/ISO：G62）

循环功能

要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和TNC系统进行专门设置。



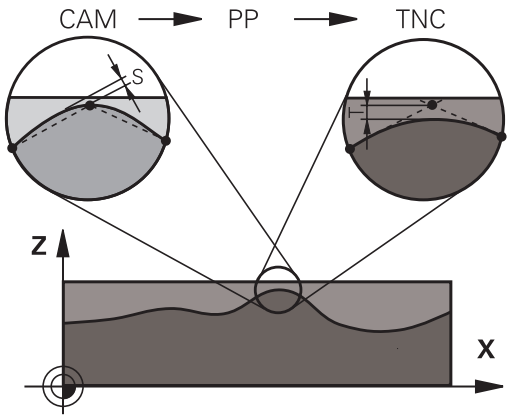
循环32中信息可以影响HSC加工中有关精度、表面光洁度和速度指标，TNC已根据机床特性进行了调整。

TNC自动平滑处理两条路径元素间的轮廓（补偿或不补偿）。 刀具保持与工件表面的接触，因此机床磨损小。 循环中定义的公差也影响圆弧路径上的运动。

根据需要，TNC自动降低编程进给速率使程序用于计算时间的停顿时间更短，从而提高程序加工速度。 **即使TNC不以减慢的运动速度运动，也能满足定义的公差要求。**定义的公差越大，TNC移动轴的速度越高。

平滑轮廓导致轮廓有一定偏差。轮廓误差的**公差值大小**由机床制造商用机床参数设置。如果机床制造商实施了这些功能，**循环32**可以修改预设公差值和选择不同过滤设置。

CAM系统中几何定义的影响



脱机创建的NC程序的最重要影响因素是CAM系统的弦误差S。 后处理器（PP）生成的NC程序的最大点距是用弦误差定义的。 如果弦误差小于等于循环32中定义的公差值**T**，TNC可以平滑轮廓点，除非用机床的特殊设置值限制编程的进给速率。

如果在循环32中选择的公差值在CAM弦误差的110%至200%之间，可以实现最佳平滑过渡。

编程时注意：

如果公差值很小，机床将不能无加加速地切削轮廓。这些加加速运动不是TNC处理能力不足造成的，是为了非常准确地加工轮廓过渡元素，TNC可能需要大幅降低速度。

循环32为定义生效，就是说只要它在零件程序中定义了，这个循环就生效了。

TNC复位循环32，如果

- 重新定义它并用**NO ENT**键在对话提问中确认**公差值**。
- 用**PGM MGT**键选择新程序。

复位循环32后，TNC重新激活机床参数预定义的公差。

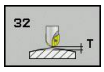
如果程序中用毫米为尺寸单位，TNC将把输入公差视为毫米单位。如果在程序中使用英寸，将把输入值视为英寸单位。

如果传输一个程序，该程序中循环32只有循环参数**公差值T**，TNC根据需要用参数值0插入另外两个参数。

公差值越大，圆弧运动的直径通常越小，除非机床启用了HSC过滤器（由机床制造商设置）。

如果循环32有效，TNC在附加状态栏的**CYC**选项卡中显示为循环32定义的参数。

循环参数



- **公差值T**： 允许的轮廓偏差，单位为毫米（如用英寸编程为英寸）。 输入范围0至99999.9999
- **HSC模式，精铣=0，粗铣=1**： 启动过滤器：
  - 输入值0： **用更高轮廓精度铣削。** TNC用内部定义的精加过滤器设置
  - 输入值1： **用更高进给速率铣削。** TNC用内部定义的粗加过滤器设置
- **旋转轴公差TA**： 当M128有效时，旋转轴位置误差允许以度为单位（TCPM功能）。 如果移动一个以上轴，TNC一定以移动最慢轴的最大进给速率降低进给速率。 通常旋转轴要比线性轴慢很多。 如果对一个以上轴输入较大公差值（如10度），可以显著缩短加工时间，因为TNC不需要将旋转轴移至给定的名义位置处。 输入旋转轴公差值不会损坏轮廓。 只有相对工件表面的旋转轴位置会有变化。 输入范围0至179.9999

NC程序段

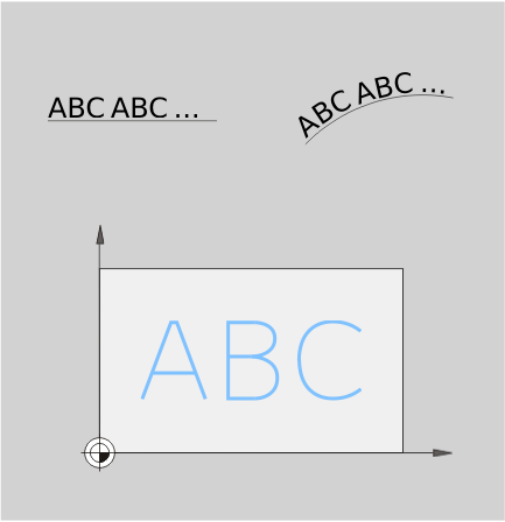
```
95 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
96 CYCL DEF 32.1 T0.05
97 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA5
```

11.6 雕刻（循环225，DIN/ISO： G225）

循环运行

该循环用于在工件平面上雕刻文字。文字可沿直线也可沿圆弧雕刻。

1 TNC使刀具在加工面中第一个字符的起点位置。
2 刀具垂直切入，雕刻底面并铣削字符。 在雕刻字符之间，TNC根据需要退刀至安全高度。 加工字符后，刀具停在工件表面上方的安全高度位置。
3 这个过程重复进行直到字符全部雕刻完成。
4 最后，TNC将刀具退至第二安全高度。



编程时注意：

循环参数DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程DEPTH = 0，这个循环将不被执行。

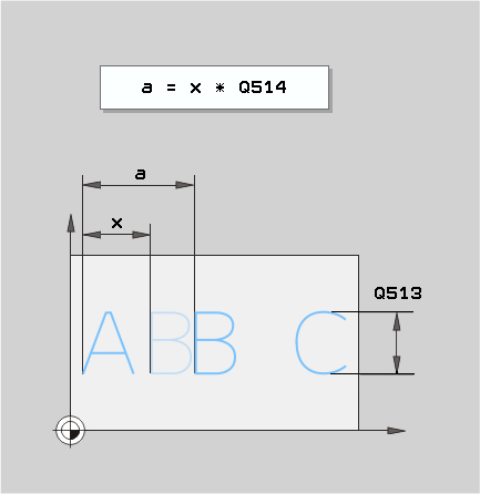
如果沿直线雕刻文字（**Q516=0**），第一个字符的起点用循环调用时刀具位置确定。

如果沿圆弧雕刻文字（**Q516=1**），圆弧中心用循环调用时刀具位置确定。

需雕刻的文字也能用字符串变量（**QS**）传送。

循环参数

- **雕刻文字**QS500： 需雕刻的文字用双引号包围。 用数字键盘的Q键定义字符串变量。 字符键盘的Q键表示正常文字输入。 允许输入的字符： 参见 "雕刻系统变量", 269 页
- **字符高度**Q513（绝对值）： 被雕刻字符的高度，单位mm。 输入范围0至99999.9999
- **间距系数**Q514： 所用字体为比例字体。 如果编程Q514 = 0，TNC雕刻的每个字符宽度可不同。 如果Q514不等于0，TNC缩放字符间间距。 输入范围0至9.9999
- **字体**Q515： 暂时无该功能
- **文字沿直线/圆弧（0/1）**Q516：
  沿直线雕刻文字： 输入 = 0
  沿圆弧雕刻文字： 输入 = 1
- **旋转角度**Q374： 文字沿圆弧排列的中心角。 如果文字沿直线排列，雕刻的角度。 输入范围-360.0000至+360.0000°
- **沿圆弧文字半径**Q517（绝对值）： TNC沿圆弧排列文字时的圆弧半径，单位mm。 输入范围0至99999.9999
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **深度**Q201（增量值）： 工件表面与雕刻底面之间的距离。
- **切入进给速率**Q206： 进入工件时刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999 或**FAUTO**，**FU**
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与工件表面之间的距离。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **工件表面坐标**Q203（绝对值）： 工件表面的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**



NC程序段

```
62 CYCL DEF 225 ENGRAVING
  QS500="A" ;雕刻文字
  Q513=10   ;字符高度
  Q514=0    ;间距系数
  Q515=0    ;字体
  Q516=0    ;文字格式
  Q374=0    ;旋转角
  Q517=0    ;圆半径
  Q207=750  ;铣削进给速率
  Q201=-0.5 ;深度
  Q206=150  ;切入进给速率
  Q200=2    ;安全高度
  Q203=+20  ;表面坐标
  Q204=50   ;第二安全高度
```

允许雕刻的字符：

除小写字母，大写字母和数字外，还允许以下特殊字符：

! # $ % & ‘ ( ) * + , - . / : ; < = > ? @ [\ ] _ ß CE

TNC使用**%**和 ****用于特殊功能。如果需要雕刻这些字符，必须连续输入两次（例如**%%**）。

雕刻德语变音字符ß、ø、@或CE字符时，在需雕刻的字符前输入字符 %：

代数符号	输入
ä	%ae
ö	%oe
ü	%ue
Ä	%AE
Ö	%OE
Ü	%UE
ß	%ss
ø	%D
@	%at
	%CE

非打印字符

除文字外，也可以定义部分用于格式化的非打印字符。在非打印字符前输入特殊字符****。

有以下格式功能：

字符	输入
换行	\n
水平制表位 （该制表位宽度都被设置为8个字符）	\t
垂直制表位 （该制表位宽度固定为一行）	\v

雕刻系统变量

除标准字符外，还能雕刻部分系统变量。 在系统变量前输入**%**。

还能雕刻当前日期或时间。 输入**%time<x>**。 **<x>**定义格式，例如08代表DD.MM.YYYY。 （与**SYSSTR ID332**功能相同，参见《对话编程用户手册》“Q参数编程”章，“复制系统日期到字符串中”部分）

注意，如果输入的日期格式为1至9，必须输入前导数字0，例如**time08**。

字符	输入
DD.MM.YYYY hh:mm:ss	%time00
D.MM.YYYY h:mm:ss	%time01
D.MM.YYYY h:mm	%time02
D.MM.YY h:mm	%time03
YYYY-MM-DD hh:mm:ss	%time04
YYYY-MM-DD hh:mm	%time05
YYYY-MM-DD h:mm	%time06
YY-MM-DD h:mm	%time07
DD.MM.YYYY	%time08
D.MM.YYYY	%time09
D.MM.YY	%time10
YYYY-MM-DD	%time11
YY-MM-DD	%time12
hh:mm:ss	%time13
h:mm:ss	%time14
h:mm	%time15

11.7 端面铣（循环232，DIN/ISO：G232，软件选装项19）

循环运行

循环232用于用多道进给铣平端面，同时考虑精铣余量。 有三种可用的加工方法：

- **方式Q389=0**： 折线加工，在被加工的表面外叠加
- **方式Q389=1**： 折线加工，在被加工表面的边沿处换道
- **方式Q389=2**： 平行线加工，用定位进给速率退刀和换道

1 TNC用定位规则将刀具用**FMAX**快移速度由当前位置移至起点位置1。 如果沿主轴坐标轴的当前位置大于第二安全高度，数控系统先在加工面上定位再沿主轴定位刀具。 否则将先移至第二安全高度，然后再在加工面上运动。 加工面的起点距工件边刀具半径的距离，并与工件边相距安全间隔距离。

2 然后，刀具用定位进给速率沿主轴坐标轴移至数控系统计算的第一切入深度处。

方式Q389=0

3 然后用铣削进给速率继续移至终点2。终点在表面**外**。 数控系统用编程起点，编程长度和编程的距侧边距离和刀具半径计算终点位置。

4 TNC以预定位进给速率将刀具偏置到下一道的起点位置处。 偏置距离用编程宽度，刀具半径和最大铣削行距系数计算得到。

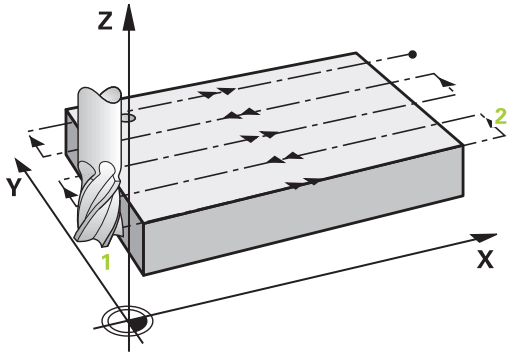
5 然后，刀具向起点1方向返回。

6 重复这个过程直到加工完编程表面。 加工完上一道时，刀具切入下一个加工深度。

7 为了避免无效运动，然后再逆向加工表面。

8 重复以上步骤直到完成全部进给。 最后一次进给时，仅以精铣进给速率铣削输入的精铣余量。

9 循环结束时，刀具用**FMAX**快移速度退刀至安全高度处。

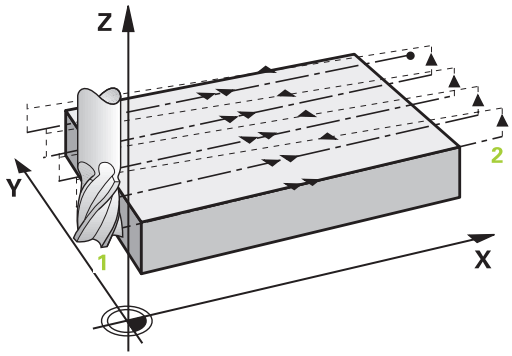


方式Q389=1

3 然后，刀具用铣削的编程进给速率前进到终点2位置。 终点在表面的**边沿**位置。 TNC用编程起点，编程长度和刀具半径计算终点位置。
4 TNC以预定位进给速率将刀具偏置到下一道的起点位置处。 偏置距离用编程宽度，刀具半径和最大铣削行距系数计算得到。
5 然后，刀具向起点1方向返回。 在工件的边沿位置再次运动到下道路径。
6 重复这个过程直到加工完编程表面。加工完上一道时，刀具切入下一个加工深度。
7 为了避免无效运动，然后再逆向加工表面。
8 重复以上步骤直到完成全部进给。最后一次进给时，仅以精铣进给速率铣削输入的精铣余量。
9 循环结束时，刀具用**FMAX**快移速度退刀至安全高度处。

方式Q389=2

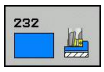
3 然后用铣削进给速率继续移至终点2。 终点在表面外。 数控系统用编程起点，编程长度和编程的距侧边距离和刀具半径计算终点位置。
4 TNC将刀具沿主轴坐标轴定位在当前进给深度上方安全高度处，然后用预定位进给速率将刀具直接返回下一行的起点。 TNC用编程宽度，刀具半径和最大铣削行距系数计算偏置量。
5 然后刀具返回到当前进给深度，并向下一个终点2方向运动。
6 重复这个多道加工过程直到加工完编程表面。加工完上一道时，刀具切入下一个加工深度。
7 为了避免无效运动，然后再逆向加工表面。
8 重复以上步骤直到完成全部进给。最后一次进给时，仅以精铣进给速率铣削输入的精铣余量。
9 循环结束时，刀具用**FMAX**快移速度退刀至安全高度处。



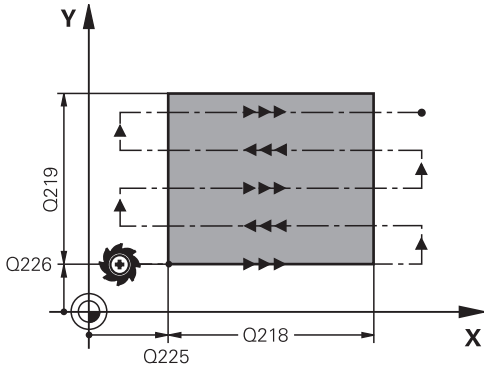
编程时注意：

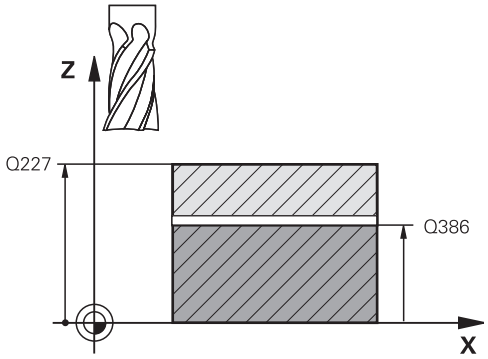
在Q204中输入**第二安全高度**使工件或夹具不能碰撞。
如果输入的第三轴起点Q227与第三轴终点Q386相等，TNC不能执行这个循环（编程深度 = 0）。

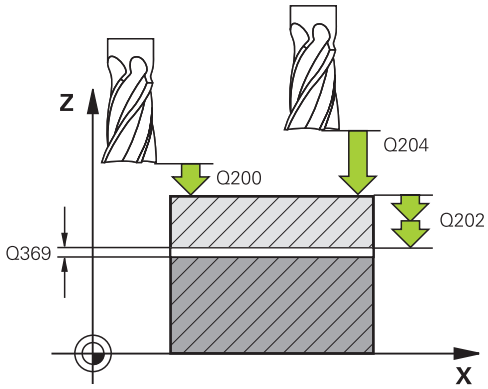
循环参数



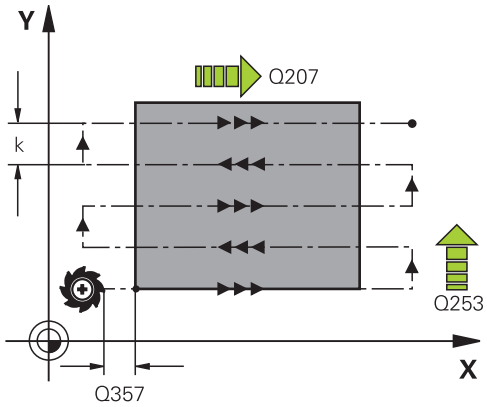
- **加工方式（0/1/2）**Q389： 确定TNC加工表面的方式：
  0： 折线加工，在被加工表面外以定位进给速率换道
  1： 折线加工，在被加工表面边沿位置用铣削进给速率换道
  2： 平行线加工，用定位进给速率退刀和换道
- **第一轴起点**Q225（绝对值）： 被加工表面在加工面参考轴方向的起点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴起点**Q226（绝对值）： 被加工表面在加工面辅助轴方向的起点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第三轴起点**Q227（绝对值）： 用于计算进给量的工件表面坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第三轴终点**Q386（绝对值）： 需要铣削的端面在主轴坐标轴方向的坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一侧边长**Q218（增量值）： 被加工表面在加工面参考轴方向的长度。用代数符号指定相对**第一轴起点**的第一道铣削方向。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二侧边长度**Q219（增量值）： 被加工表面在加工面辅助轴方向的长度。用代数符号指定相对**第二轴起点**的第一道换道铣削方向。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **最大切入深度**Q202（增量值）： 每次进刀时的**最大**进给量。 TNC用刀具轴方向的起点和终点之差计算实际切入深度（考虑精铣余量），使每次进给深度相同。 输入范围0至99999.9999
- **底面余量**Q369（增量值）： 用于最后一次进给的距离。 输入范围0至99999.9999
- **最大行距系数**Q370： **最大**行距系数k。 用第二侧边长（Q219）和刀具半径计算实际行距，使加工时使用相同行距。 如果在刀具表中输入了半径R2（如用端铣刀时的刀刃半径），TNC将相应减少行距。 输入范围0.1至1.9999
- **铣削进给速率**Q207： 铣削时刀具移动速度，单位为mm/min。 输入范围0至99999.999或**FAUTO**，**FU**，**FZ**
- **精铣进给速率**Q385： 最后一次进给铣削的刀具运动速度，单位为mm/min。输入范围0至99999.9999；或**FAUTO**，**FU**，**FZ**







- **预定位进给速率**Q253: 刀具接近起点和移至下一道时的运动速度，单位为mm/min。 如果横向移入材料（Q389=1），TNC将用铣削进给速率Q207运动刀具。输入范围为0至99999.9999，或**FMAX**，**FAUTO**
- **安全高度**Q200（增量值）： 刀尖与沿刀具轴起点位置之间的距离。 如果用加工方式Q389=2进行加工，TNC将把位于当前切入深度之上安全高度处的刀具移至下一道的起点处。 输入范围0至99999.9999
- **侧面安全距离**Q357（增量值）： 刀具接近第一切入深度时刀具距侧边的安全距离，如果选用加工方式Q389=0或Q389=2，需换道的距离。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q204（增量值）： 刀具不会与工件（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**



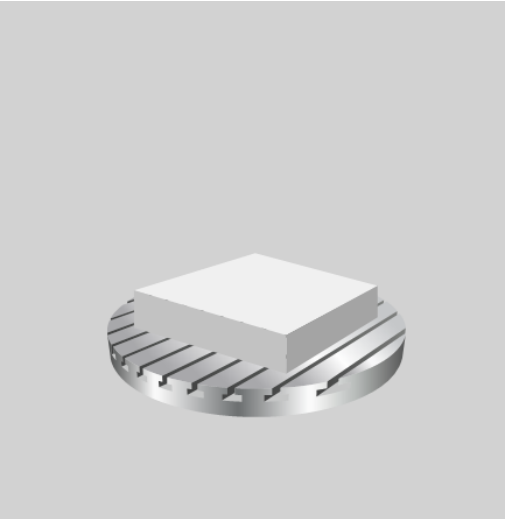
NC程序段

71 CYCL DEF 232 FACE MILLING	
Q389=2	**;方式**
Q225=+10	**;第一轴起点**
Q226=+12	**;第二轴起点**
Q227=+2.5	**;第三轴起点**
Q386=-3	**;第三轴终点**
Q218=150	**;第一边长**
Q219=75	**;第二侧边长度**
Q202=2	**;最大切入深度**
Q369=0.5	**;底面精铣余量**
Q370=1	**;刀具路径最大行距系数**
Q207=500	**;铣削进给速率**
Q385=800	**;精加工进给速率**
Q253=2000	**;预定位进给速率F**
Q200=2	**;安全高度**
Q357=2	**;距侧边距离**
Q204=2	**;第二安全高度**

11.8 确定负载（循环239，DIN/ISO： G239，软件选装项143）

循环运行

机床动态特性随着机床工作台上工件的重量不同而变化。 负载变化对工作台轴的摩擦力、加速度、保持扭矩和粘滞摩擦有影响。 选装项143 LAC（负载自适应控制）和循环239（确定负载）用于使数控系统自动确定和调整当前负载的转动惯量以及当前摩擦力或复位前馈控制和控制单元参数。 这样能最佳地响应主要负载变化。 TNC执行重量计算程序，以确定作用于这些轴的重量。 计算重量程序中，这些轴运动指定的距离—这些轴的准确运动范围由机床制造商定义。 计算重量前，这些轴根据需要运动到一个位置处，在此处，计算重量期间不会导致碰撞危险。 这个安全位置由机床制造商定义。



参数Q570 = 0

1 这些轴没有实际运动。
2 TNC复位LAC。
3 TNC激活前馈参数并根据情况，激活控制单元参数，确保这些轴的安全运动，而不受负载状态影响—Q570=0设置的参数与当前负载**无关**。
4 装夹操作中或NC程序完成后，这些参数很有用。

参数Q570 = 1

1 TNC执行重量计算程序，运动一个或多个轴。 所运动的轴取决于机床配置和轴的驱动。
2 轴的运动范围由机床制造商定义。
3 TNC确定的前馈和控制单元参数**取决于**当前负载。
4 TNC激活所确定的参数。

编程时注意：

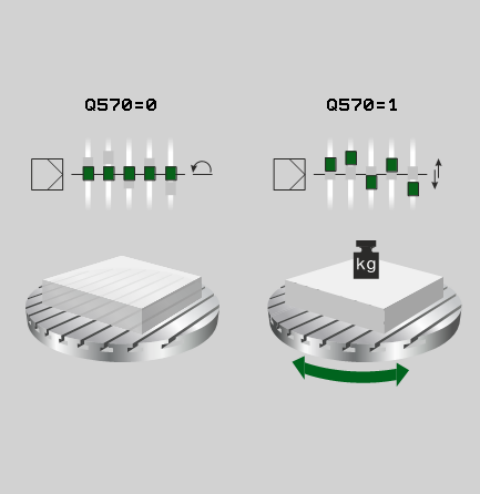
循环239定义后立即生效。
如果用程序中启动功能和TNC在程序段扫描中跳过循环239，TNC将忽略该循环—不执行重量计算程序。

该循环必须由机床制造商实施。
循环239只能与选装项143 LAC（负载自适应控制）一起使用。

该循环使一个或多个轴产生一定量的运动！
TNC用快移速度运动这些轴。
设置进给速率和快移速度倍率调节电位器至至少50 %处，以确保正确确定负载。
循环开始前，TNC可能运动到一个安全位置；该位置由机床制造商定义！
使用该循环前，请联系机床制造商了解循环239执行的运动类型和运动范围！

循环参数

- **确定负载**Q570： 定义TNC是否执行LAC（负载自适应控制）的重量计算程序或复位最新定义的负载相关的前馈和控制单元参数：
  0： 复位LAC；复位TNC最新设置的值；TNC用与负载无关的前馈和控制单元参数
  1： 执行重量计算程序；TNC移动相关轴并根据当前负载情况确定前馈和控制单元参数；立即激活所确定的值



NC程序段

```
62 CYCL DEF 239 ASCERTAIN THE
    LOAD
  Q570=+0    ;确定负载
```

12

使用探测循环

12.1 探测循环的一般信息

海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

为使用3-D测头，机床制造商必须对TNC系统进行特别设置。
参见机床手册。

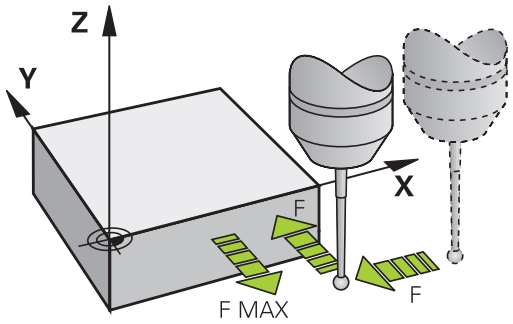
功能原理

TNC执行探测循环时，3-D测头总是沿一个直线轴接近工件。 这也适用于基本旋转或倾斜加工面有效时。 机床制造商用机床参数决定探测进给速率（参见本章中“使用探测循环前的准备工作”部分）。

测针接触工件时，

- 3-D测头向TNC传送信号： 保存被测位置坐标，
- 测头停止运动，并且
- 用快移速度返回起点位置。

如果探针在预定距离范围内未偏离自由位置，TNC显示出错信息（距离： 探测表中的**DIST**（距离））。



考虑手动操作模式中的基本旋转

探测期间，TNC考虑有效基本旋转和沿一定角度接近工件。

“手动操作模式”和“电子手轮操作模式中”的探测循环

手动操作模式和**电子手轮**操作模式中，TNC的探测循环允许：

- 校准测头
- 补偿工件不对正量
- 设置原点

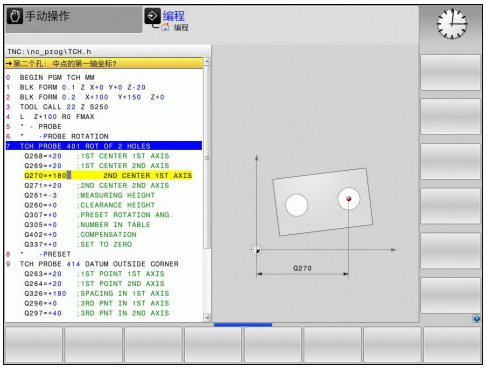
自动操作的探测循环

除了探测循环外，手动和电子手轮操作模式中，TNC还提供很多用于自动化应用的循环：

- 校准触发式测头
- 补偿工件不对正量
- 原点设置
- 自动检查工件
- 自动测量刀具

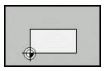
在“程序编辑”操作模式中可以用“TOUCH PROBE”（探测）键进行探测循环编程。 就像大多数最新的固定循环一样，探测循环用400及其以上编号的Q参数传送参数。 需要在多个循环中使用的、具有特殊功能的参数总使用相同编号： 例如，Q260只用于第二安全高度；Q261只用于测量高度等。

为了简化编程工作，在循环定义过程中，TNC提供图形显示。 图中显示需输入的参数（参见右图）。



在“程序编辑”操作模式中定义探测循环

- 软键行显示全部可用的探测功能并分组排列。



- 选择所需探测循环组，例如原点设置。 刀具自动测量循环功能仅适用于进行了特别准备的机床。

- 选择一个循环，例如原点设置在型腔中心。 TNC启动编程对话，并提示输入全部所需数值。 同时，在右侧窗口显示输入参数的图形。 对话中提示输入的参数用高亮形式显示。
- 输入TNC所需的全部参数，每输入一个参数后用ENT键结束。
- 输入全部所需参数后，TNC结束对话

测量循环组	软键	页
自动测量和补偿工件不对正量的循环		288
自动预设工件原点的循环		306
自动检查工件的循环		348
特殊循环		384
自动测量刀具循环（需由机床制造商设置为可用）		426

NC程序段

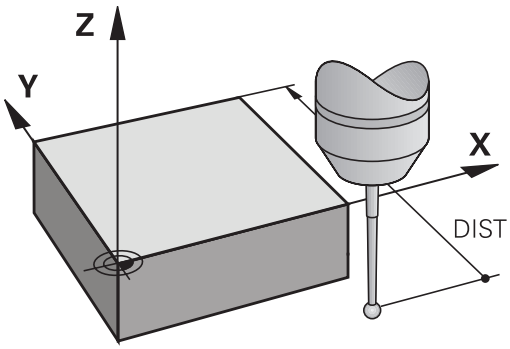
```
5 TCH PROBE 410 DATUM INSIDE
  RECTAN.
  Q321=+50  ;第一轴中点
  Q322=+50  ;第二轴中点
  Q323=60   ;第一边长
  Q324=20   ;第二边长
  Q261=-5   ;测量高度
  Q320=0    ;安全高度
  Q260=+20  ;第二安全高度
  Q301=0    ;移至第二安全高度
  Q305=10   ;表中编号
  Q331=+0   ;原点
  Q332=+0   ;原点
  Q303=+1   ;测量值传送
  Q381=1    ;沿TS轴探测
  Q382=+85  ;TS轴第一坐标
  Q383=+50  ;TS轴第二坐标
  Q384=+0   ;TS轴第三坐标
  Q333=+0   ;原点
```

12.2 使用探测循环前的准备工作

为了尽可能适用于更宽的应用范围，可以用机床参数确定所有探测循环通用的部分。

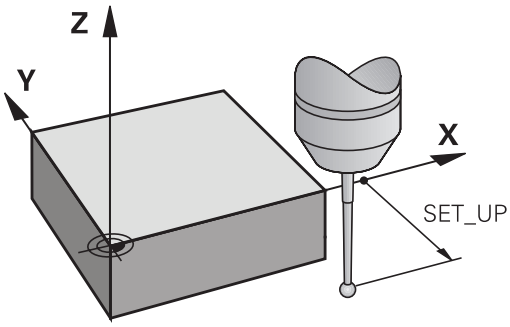
到被测点的最大行程： 探测表中的DIST（距离）

如果探针在**DIST**（距离）中要求的路径范围内未偏离自由位置，TNC显示错误信息。



到触点的安全距离： 探测表中的SET_UP（安全距离）

SET_UP（安全距离）用于定义TNC预定位测头时距已定义的（或计算的）被测点的距离。 所输入的数值越小，必须越精确地定义触点位置。大多数探测循环，除了**SET_UP**（安全距离）外，还可以定义一个安全高度。



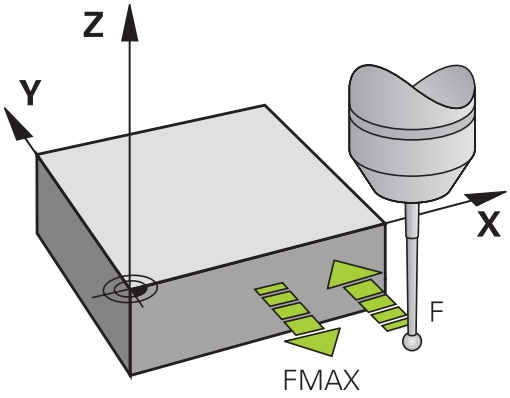
定向红外线测头至编程探测方向： 探测表中的TRACK（追踪）

为提高测量精度，可使**TRACK = ON**使红外线测头在每个探测操作前定向在编程探测方向上。 这样，测头一定沿相同方向偏离自由位置。

> ⇨ 如果修改**TRACK = ON**，必须重新校准测头。

触发式测头，探测进给速率： 探测表中的F

F用于定义TNC探测工件时的进给速率。



触发式测头，用于定位的快移运动： FMAX

在**FMAX**中定义TNC预定位测头或在两测量点间进行定位运动的进给速率。

触发式测头，用于定位的快移运动： 探测表中的 F_PREPOS

F_PREPOS用于确定TNC是否用FMAX或快移速度定位测头。

- 输入值 = **FMAX_PROBE**： 用**FMAX**进给速率定位
- 输入值 = **FMAX_MACHINE**： 用快移速度预定位

多次测量

为提高测量稳定性，TNC可以对每个探测操作连续执行三次以内的探测操作。 定义机床参数中测量次数，**ProbeSettings** > **探测方式配置** > **自动模式：用探测功能多次测量**。如果被测位置值相差太大，TNC输出出错信息（用**多次测量的可信范围**定义极限值）。 多次测量功能可以发现随机误差，例如污染造成的。

如果被测值在可信范围内，TNC保存被测位置的平均值。

多次测量的可信范围

执行多次测量时，**ProbeSettings** > **探测方式配置** > **自动模式**中保存的测量值可能有变化。 **多次测量的可循范围**。 如果测量值间差值超出定义的范围，TNC输出出错信息。

执行探测循环

所有探测循环全部为定义就生效。 也就是说程序运行期间，只要TNC执行了循环定义就自动执行该循环。

碰撞危险！
执行探测循环时，不允许任何坐标变换循环工作（循环7（原点平移），循环8（镜像），循环10（旋转），循环11（缩放）和循环26（轴相关缩放）。

基本旋转工作时，还必须运行探测循环408至419。但必须确保测量循环结束后用原点表的循环7（原点平移）的基本旋转角不变。

编号大于400的探测循环，测头根据定位规则定位：

- 如果测针南极的当前坐标小于第二安全高度坐标（由循环定义），TNC沿探测轴使测头退至第二安全高度处，然后再定位至加工面上的第一起始位置。
- 如果探针南极的当前坐标大于安全高度的坐标（由循环定义）的话，TNC先将刀具移至加工面上的第一个探测点处，然后沿探测轴将测头退至测量高度处。

12.3 探测表

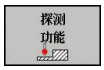
一般信息

探测表用于保存确定探测过程中的多个探测特性数据。 如果用机床执行多次探测，可以分别保存每一次探测的数据。

编辑探测表

编辑探测表，执行：

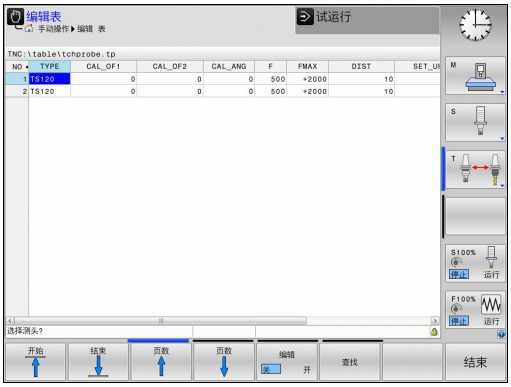
- 选择**手动操作**模式



- 选择探测功能： 按下**TOUCH PROBE**（探测）软键。TNC显示附加软键

- 选择探测表： 按下**TCH PROBE TABLE**（探测表）软键。

- 将**EDIT**（编辑）软键设置为**ON**（开启）。
- 用箭头键，选择所需设置。
- 执行所需修改。
- 退出探测表： 按下**END**软键



探测数据

缩写	输入	对话
NO	探测数： 在表中相应刀具号下方输入该数（列：**TP_NO**）	–
TYPE	选择使用的测头	**选择测头?**
CAL_OF1	探测轴相对主轴坐标轴的参考轴偏移	**TS中心与参考轴未对正?[mm]**
CAL_OF2	探测轴相对主轴坐标轴的辅助轴偏移	**TS中心与辅助轴未对正?[mm]**
CAL_ANG	计算或探测前，TNC将测头定向至定向角（如可定向）	**校准主轴角度?**
F	TNC探测工件的进给速率。	**探测进给速率? [mm/min]**
FMAX	测头预定位或两次探测之间定位运动的探测进给速率	**探测循环中的快移速度? [mm/min]**
DIST	如果探针在预定路径范围内未偏离自由位置的话，TNC输出出错信息	**最大测量距离? [mm]**
SET_UP	**SET_UP**（安全距离）用于定义TNC预定位测头时距已定义的（或计算的）被测点的距离。所输入的数值越小，必须越精确地定义触点位置。大多数探测循环，除了**SET_UP**（安全距离）外，还可以定义一个安全高度。	**安全高度? [mm]**
F_PREPOS	定义预定位速度： ■ 用**FMAX**速度进行预定位： **FMAX_PROBE** ■ 用机床快移速度预定位： **FMAX_MACHINE**	**用快移速度预定位？ ENT/NO ENT**
TRACK	为提高测量精度，可使**TRACK = ON**使红外线测头在每个探测操作前定向在编程探测方向上。 这样，测头一定沿相同方向偏离自由位置： ■ **ON**: 执行主轴追踪 ■ **OFF**: 不执行主轴追踪	**定向探测循环？ 是=ENT，否=NOENT**

13

探测循环： 自动测量工具不对正量

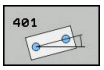
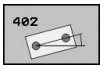
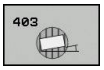
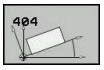
13.1 基础知识

概要

执行探测循环时，循环8（镜像），循环11（缩放）和循环26（特定轴缩放）不允许工作。
海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

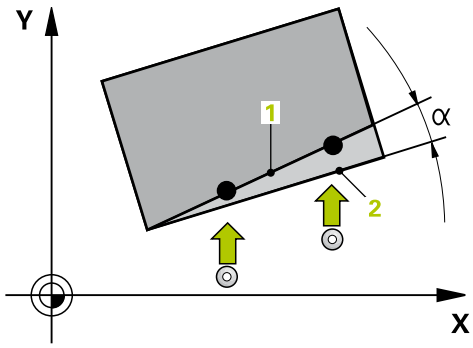
为使用3-D测头，机床制造商必须对TNC系统进行特别设置。
参见机床手册。

TNC提供5个用于测量和补偿工件不对正量的循环。 而且还可以用循环404复位基本旋转：

循环	软键	页
循环400（基本旋转） 用两点自动测量。 通过基本旋转进行补偿。		290
循环401（旋转二孔） 用两孔自动测量。 通过基本旋转进行补偿。		292
循环402（旋转二圆柱台） 用两圆柱台自动测量。 通过基本旋转进行补偿。		294
循环403（围绕旋转轴旋转） 用两点自动测量。 通过转动工作台进行补偿。		297
循环405（围绕C轴旋转） 自动对正孔中心线与正Y轴间的角度偏移量。 通过工作台旋转进行补偿。		301
循环404（设置基本旋转） 设置任意基本旋转。		300

所有测量工件不对正量探测循环的共同特点

循环400、401和402用于通过参数Q307**基本旋转的默认设置**定义测量结果是否用已知角α进行修正（见右图）。 因此，可以测量工件的任意一条直线1的基本旋转并建立相对实际0度方向2的对应关系。

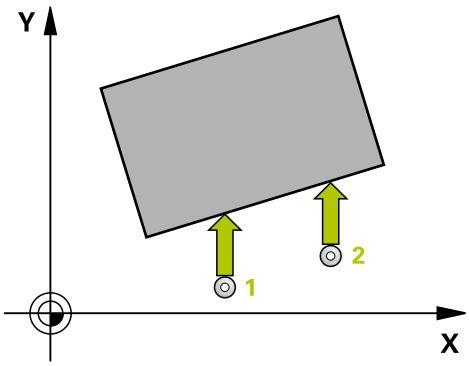


13.2 基本旋转（循环400，DIN/ISO：G400，软件选装项17）

循环运行

探测循环400通过测量工件直平面上的两点决定工件的不对正量。基本旋转功能使TNC可以补偿被测值。

1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至编程探测点1位置。 TNC将测头沿定义的运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。
3 然后，测头运动至下一个起点位置2并探测第二位置。
4 TNC再将测头移回第二安全高度处和执行基本旋转。

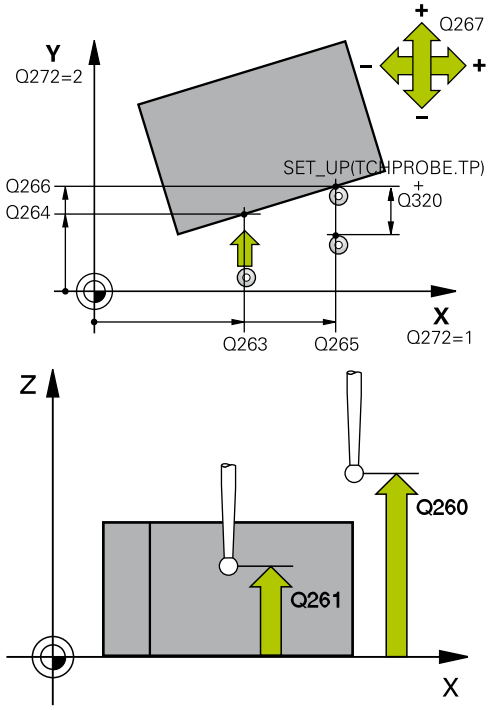


编程时注意：

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
TNC将在循环起点处复位当前基本旋转。

循环参数

- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）： 沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第一轴**Q265（绝对值）： 沿加工面参考轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第二轴**Q266（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量轴**Q272： 进行测量的加工面所在的轴：
  1: 基本轴 = 测量轴
  2: 辅助轴 = 测量轴
- **运动方向1**Q267： 测头接近工件的方向：
  -1: 负运动方向
  +1: 正方向运动
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **旋转角的预设值**Q307（绝对值）： 如果被测不对正量是相对一条非参考轴的直线，输入该参考线的角度。 这样TNC将计算被测值与参考线角度之差，用它作基本旋转。 输入范围-360.000至360.000
- **表中预设点号**Q305： 输入TNC在表中保存所确定的基本旋转的预设点号。 如果输入Q305=0，TNC自动将已确定的基本旋转输入在“手动操作”模式中的“ROT”（旋转）菜单中。 输入范围0至99999



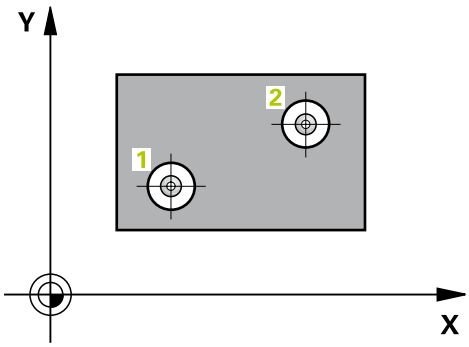
NC程序段

5 TCH PROBE 400 BASIC ROTATION	
Q263=+10	**;第一点第一轴**
Q264=+3.5	**;第一点第二轴**
Q265=+25	**;第二点第一轴**
Q266=+2	**;第二点第二轴**
Q272=2	**;测量轴**
Q267=+1	**;运动方向**
Q261=-5	**;测量高度**
Q320=0	**;安全高度**
Q260=+20	**;第二安全高度**
Q301=0	**;移至第二安全高度**
Q307=0	**;预设旋转角**
Q305=0	**;表中编号**

13.3 用两孔的基本旋转（循环401，DIN/ISO：G401，软件选装项17）

循环运行

探测循环401用于测量两孔中心。 然后，TNC计算加工面参考轴与孔中心连线间的角度。 通过基本旋转功能TNC补偿计算值。 也可以通过转动回转工作台补偿确定的不对正量。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动到第一孔1的圆心位置。
2 然后，测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第一孔中心。
3 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第二孔2的圆心位置。
4 TNC再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第二孔中心。
5 TNC再将测头移回到第二安全高度处并执行基本旋转。

编程时注意：

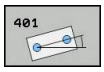
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

TNC将在循环起点处复位当前基本旋转。

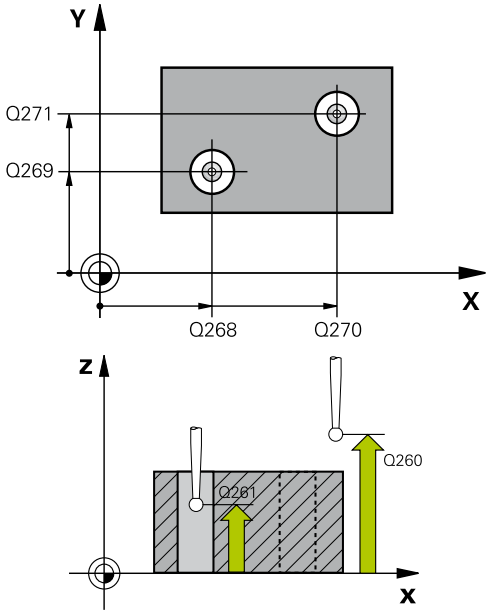
如果要通过转动回转工作台补偿不对正量，TNC自动使用以下旋转轴：

- C轴，刀具轴为Z轴
- B轴，刀具轴为Y轴
- A轴，刀具轴为X轴

循环参数



- **第一孔：沿第一轴的中心**Q268（绝对值）： 第一孔沿加工面参考轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一孔：沿第二轴的中心**Q269（绝对值）： 第一孔沿加工面辅助轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二孔：沿第一轴的中心**Q270（绝对值）： 第二孔沿加工面参考轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二孔：沿第二轴的中心**Q271（绝对值）： 第二孔沿加工面辅助轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **旋转角的预设值**Q307（绝对值）： 如果被测不对正量是相对一条非参考轴的直线，输入该参考线的角度。 这样TNC将计算被测值与参考线角度之差，用它作基本旋转。 输入范围-360.000至360.000
- **表中预设点号**Q305： 输入TNC在表中保存所确定的基本旋转的预设点号。 如果输入Q305=0，TNC自动将已确定的基本旋转输入在“手动操作”模式中的“ROT”（旋转）菜单中。 如果不对正量用回转工作台的旋转补偿（**Q402=1**），该参数不起作用。这时的不对正量将不被保存为角度值。 输入范围0至99999
- **补偿**Q402： 定义TNC需将不对正量测量值设置为基本旋转还是应通过旋转回转工作台使之对正：
  0: 设置基本旋转
  1: 旋转回转工作台
  如果指定用旋转回转工作台，TNC不保存对正量测量值，包括用参数**Q305**在表中进行了定义时。
- **找正后设置为零**Q337： 定义TNC找正后是否应将找正的回转轴角度在预设表中或原点表中设置为0：
  0： 找正后在表中不将回转轴角度设置为0
  1： 找正后在表中将回转轴角度设置为0。 只有定义了**Q402=1**TNC才将显示值设置为0。



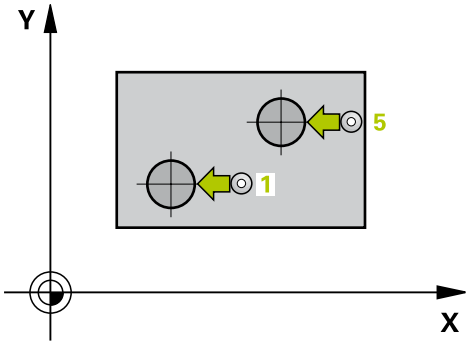
NC程序段

5 TCH PROBE 401 ROT OF 2 HOLES	
Q268=-37	**;第一轴第一中心**
Q269=+12	**;第一中心第二轴**
Q270=+75	**;第二中心第一轴**
Q271=+20	**;第二中心第二轴**
Q261=-5	**;测量高度**
Q260=+20	**;第二安全高度**
Q307=0	**;预设旋转角**
Q305=0	**;表中编号**
Q402=0	**;补偿**
Q337=0	**;置零**

13.4 用两个凸台的基本旋转（循环402，DIN/ISO：G402，软件选装项17）

循环运行

探测循环402用于测量两个圆柱台中心。 TNC计算加工面参考轴与两圆柱台中心连线间的角度。通过基本旋转功能TNC补偿计算值。也可以通过转动回转工作台补偿确定的不对正量。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（FMAX列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动到第一凸台的探测点1位置。
2 然后，将测头移至输入的**测量高度1**处并探测四个点，以确定第一圆柱台中心。 测头沿圆弧在两触点间运动，每次转动90度。
3 测头返回第二安全高度，然后移至探测第二圆柱台的起点5位置。
4 然后，将测头移至输入的**测量高度2**处并探测四个点，以确定第二圆柱台中心。
5 TNC再将测头移回到第二安全高度处并执行基本旋转。

编程时注意：

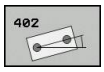
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

TNC将在循环起点处复位当前基本旋转。

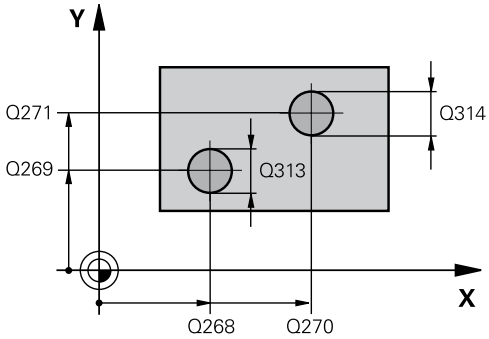
如果要通过转动回转工作台补偿不对正量，TNC自动使用以下旋转轴：

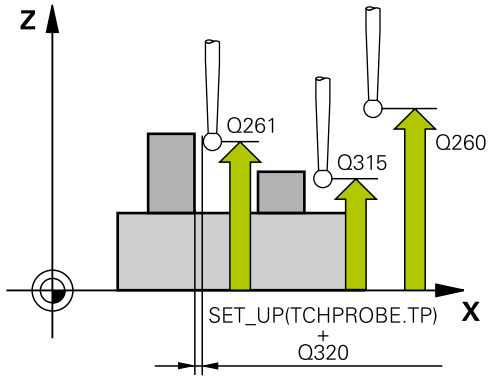
- C轴，刀具轴为Z轴
- B轴，刀具轴为Y轴
- A轴，刀具轴为X轴

循环参数



- **第一圆柱台：沿第一轴的中心**（绝对值）： 第一圆柱台沿加工面参考轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一圆柱台：沿第二轴的中心**Q269（绝对值）： 第一圆柱台沿加工面辅助轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一圆柱台直径**Q313： 第一圆柱台的近似直径。 输入的值应略大，不要过小。 输入范围0至99999.9999
- **探测轴的测量高度1**Q261（绝对值）： 球头中心（=探测轴上触点）在被测圆柱台1位置处的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二圆柱台：沿第一轴的中心**Q270（绝对值）： 第二圆柱台沿加工面参考轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二圆柱台：沿第二轴的中心**Q271（绝对值）： 第二圆柱台沿加工面辅助轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二圆柱台直径**Q314： 第二圆柱台的大约直径。 输入的值应略大，不要过小。 输入范围0至99999.9999
- **探测轴的凸台2测量高度**Q315（绝对值）： 球头中心（=探测轴上触点）在被测圆柱台2位置处的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动





NC程序段

```
5 TCH PROBE 402 ROT OF 2 STUDS
  Q268=-37   ;第一轴第一中心
  Q269=+12   ;第一中心第二轴
  Q313=60    ;圆柱台1直径
  Q261=-5    ;测量高度1
  Q270=+75   ;第二中心第一轴
  Q271=+20   ;第二中心第二轴
  Q314=60    ;圆柱台2直径
```

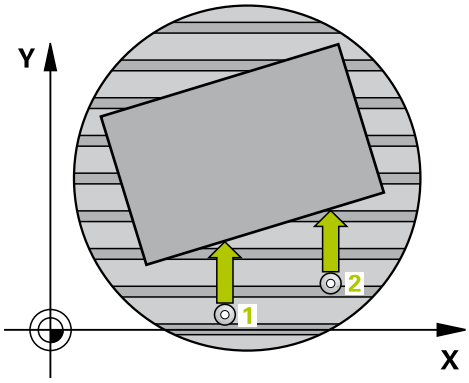
- **旋转角的预设值**Q307（绝对值）： 如果被测不对正量是相对一条非参考轴的直线，输入该参考线的角度。 这样TNC将计算被测值与参考线角度之差，用它作基本旋转。 输入范围-360.000至360.000
- **表中预设点号**Q305： 输入TNC在表中保存所确定的基本旋转的预设点号。 如果输入Q305=0，TNC自动将已确定的基本旋转输入在“手动操作”模式中的“ROT”（旋转）菜单中。 如果不对正量用回转工作台的旋转补偿（**Q402=1**），该参数不起作用。 这时的不对正量将不被保存为角度值。 输入范围0至99999
- **补偿**Q402： 定义TNC需将不对正量测量值设置为基本旋转还是应通过旋转回转工作台使之对正：
  0: 设置基本旋转
  1: 旋转回转工作台
  如果指定用旋转回转工作台，TNC不保存对正量测量值，包括用参数**Q305**在表中进行了定义时。
- **找正后设置为零**Q337： 定义TNC找正后是否应将找正的回转轴角度在预设表中或原点表中设置为0：
  0： 找正后在表中不将回转轴角度设置为0
  1： 找正后在表中将回转轴角度设置为0。 只有定义了**Q402=1**TNC才将显示值设置为0。

Q315=-5	;测量高度2
Q320=0	;安全高度
Q260=+20	;第二安全高度
Q301=0	;移至第二安全高度
Q307=0	;预设旋转角
Q305=0	;表中编号
Q402=0	;补偿
Q337=0	;置零

13.5 用旋转轴补偿的基本旋转（循环403，DIN/ISOISO：G403，软件选装项17）

循环运行

探测循环403通过测量直线上的两个点决定工件的不对正量。 TNC通过旋转A、B或C轴补偿所确定的不对正量。 工件可以被夹持在回转工作台的任意位置处。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至编程探测点1位置。 TNC将测头沿定义的运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。
3 然后，测头运动至下一个起点位置2并探测第二位置。
4 TNC将测头退至第二安全高度处并根据测量值转动循环中定义的旋转轴。 或指定TNC是否在预设表或原点表中将确定的旋转角设置为0。

编程时注意：

碰撞危险！

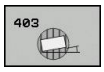
必须确保第二安全高度足够大，能避免旋转轴最终定位运动时无碰撞。

如果**为补偿运动将“Q312轴”**的参数输入0，该循环自动确定需对正的旋转轴（推荐设置）根据探测点顺序，确定带实际方向的角度。 被测角从第一探测点到第二探测点。 如果参数**Q312**选择A，B或C轴为补偿轴，该循环确定角度，而与探测点顺序无关。 计算的角度在–90°至+90°范围内。 对正后，检查旋转轴位置。

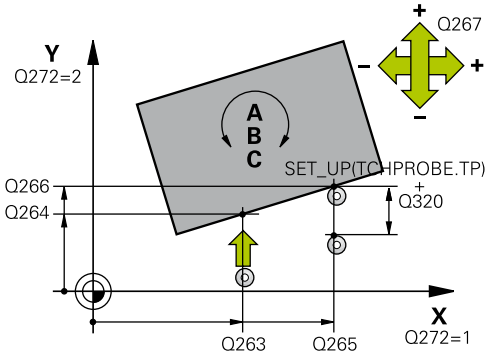
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

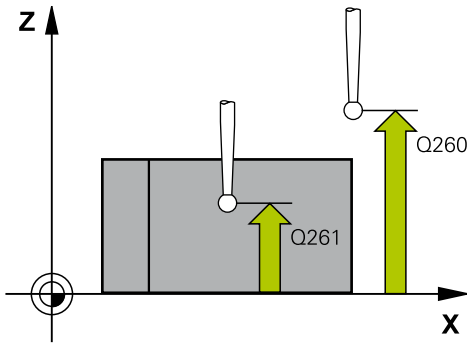
TNC将测量的角度值保存在参数**Q150**中。

循环参数



- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）： 沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第一轴**Q265（绝对值）： 沿加工面参考轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第二轴**Q266（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量轴（1...3: 1 = 基本轴）**Q272： 被测轴：
  1: 基本轴 = 测量轴
  2: 辅助轴 = 测量轴
  3: 探测轴 = 测量轴
- **运动方向1**Q267： 测头接近工件的方向：
  -1: 负运动方向
  +1: 正方向运动
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999





NC程序段

5 TCH PROBE 403 ROT IN ROTARY AXIS
Q263=+0 ;第一点第一轴
Q264=+0 ;第一点第二轴

- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **补偿运动的轴**Q312： 用于指定TNC补偿被测不对正量的旋转轴：
  0： 自动模式 – TNC用当前运动特性确定需对正的旋转轴。 自动模式中，第一回转工作台轴（从工件方向看）用于补偿轴。 推荐设置。
  4： 补偿旋转轴A的不对正量
  5： 补偿旋转轴B的不对正量
  6： 用旋转轴C补偿不对正量
- **找正后设置为零**Q337： 定义TNC找正后是否应将找正的回转轴角度在预设表中或原点表中设置为0：
  0： 找正后在表中不将回转轴角度设置为0
  1： 找正后在表中将旋转轴角度设置为0
- **表中编号**Q305： 输入预设表/原点表中的编号，TNC将把其旋转轴置零。 仅当Q337被设置为1时才有效。 输入范围0至99999
- **测量值传送（0，1）**Q303： 用于指定将已确定的基本旋转保存在原点表中还是预设表中：
  0: 将被测基本旋转写入当前原点表中用于原点平移。参考系统为当前工件坐标系
  1: 将所测的基本旋转保存在预设表中。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **参考角？（0=参考轴）**Q380： TNC对正被测直线的角度。 仅当选择了旋转轴 = 自动模式时或选择了旋转轴 = C轴（Q312 = 0或6）才有效。 输入范围-360.000至360.000

Q265=+20	;第二点第一轴
Q266=+30	;第二点第二轴
Q272=1	;测量轴
Q267=-1	;运动方向
Q261=-5	;测量高度
Q320=0	;安全高度
Q260=+20	;第二安全高度
Q301=0	;移至第二安全高度
Q312=0	;补偿轴
Q337=0	;置零
Q305=1	;表中编号
Q303=+1	;测量值传送
Q380=+90	;参考角

13.6 设置基本旋转（循环404，DIN/ISO：G404，软件选装项17）

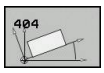
循环运行

程序运行期间，探测循环404可自动设置任何基本旋转或将其保存在预设表中。 如果需要复位当前基本旋转，也可用循环404。

NC程序段

```
5 TCH PROBE 404 BASIC ROTATION
  Q307=+0    ;预设旋转角
  Q305=-1    ;表中编号
```

循环参数



- **旋转角预设值**： 设置基本旋转的角度值。 输入范围-360.000至360.000
- **表中预设点号**Q305： 输入TNC在表中保存所确定的基本旋转的预设点号。 输入范围-1至99999。 如果输入Q305=0或Q305=1，TNC还在**手动操作**模式的基本旋转菜单（**探测回转**）中保存确定的基本旋转。
  -1 = 覆盖和激活当前预设
  0 = 将当前预设复制到预设行0，将基本旋转写入预设行0并激活预设0
  >1 = 将基本旋转保存在指定的预设中。 预设未被激活。

13.7 通过旋转C轴补偿工件不对正量（循环405，DIN/ISO：G405，软件选装项17）

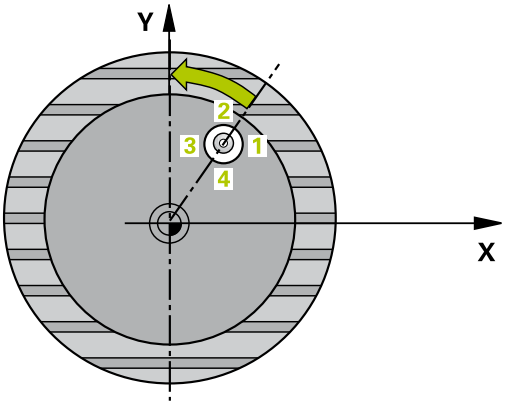
循环运行

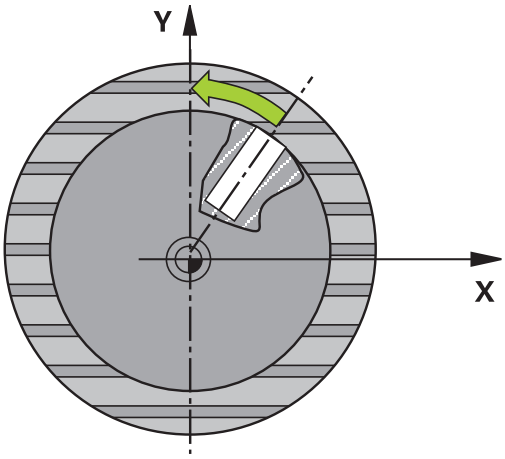
用探测循环405可以测量

- 当前坐标系的Y+方向与孔圆心间的角度偏移量，或者
- 孔中心的名义位置与实际位置间的角度偏移量。

TNC通过旋转C轴补偿所确定的角度偏移量。 可以将工件夹持在回转工作台的任意位置处，但孔的Y坐标必须为正方向。 如果测量孔与探测轴Y的角度偏移量（孔的水平位置），必要执行一次以上循环，因为测量方式会产生不对正量的大约1%的测量误差。

1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。 TNC用编程起始角自动决定探测方向。
3 然后，使测头沿圆弧运动到测量高度或下一起点2的第二安全高度处并探测第二触点。
4 TNC将测头定位在起点3位置处，然后移至起点4位置处，探测第三和第四触点，并将测头定位被测孔中心处。
5 最后TNC再将测头移回第二安全高度处并通过转动工作台对正工件。 TNC转动回转工作台使补偿后的孔中心位于正Y轴方向，或孔中心在垂直和水平探测轴的名义位置处。 被测角度偏移量保存在参数Q150中。





编程时注意：

碰撞危险！

为避免测头与工件碰撞，输入**较小**的型腔（或孔）名义直径的估计值。

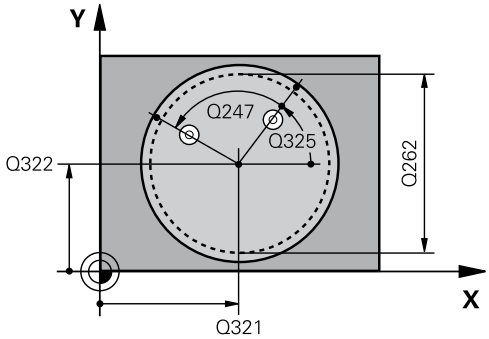
如果型腔尺寸和安全高度无法预定位在触点附近，TNC一定从型腔的中心开始探测。 这时，测头将无法在四个测量点间移回到第二安全高度处。

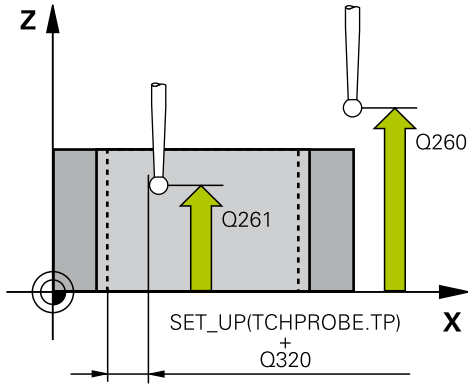
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

角度越小，TNC计算圆心的精度越低。 最小输入值：5°.

循环参数

- **第一轴中心**Q321（绝对值）： 加工面参考轴孔的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q322（绝对值）： 孔沿加工面辅助轴的中心。 如果编程Q322 = 0，TNC将孔的中心对正正Y轴。 如果编程Q322不等于0，TNC将孔的中心对正名义位置（孔中心的角度）。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **名义直径**Q262： 圆弧型腔（或孔）的大约直径。 输入的值应偏小，不要过大。 输入范围0至99999.9999
- **起始角**Q325（绝对值）： 加工面参考轴与第一触点间角度。 输入范围-360.000至360.000
- **角度步长**Q247（增量值）： 两测量点间角度。 角度步长的代数符号决定测头移向下个测量点的旋转方向（负 = 顺时针）。 如果要探测圆弧而不是整圆，编程的角度步长必须小于90度。 输入范围-120.000至120.000
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **对正后置零**Q337： 定义TNC需将C轴显示值置零，还是将角度偏移量写入原点表的C列：
  0: 将C轴显示值置零
  >0: 将角度偏移测量值及正确代数符号写入原点表中。 行号 = Q337的值。 如果原点表中有C轴平移记录，TNC增加所测的角度偏移量。

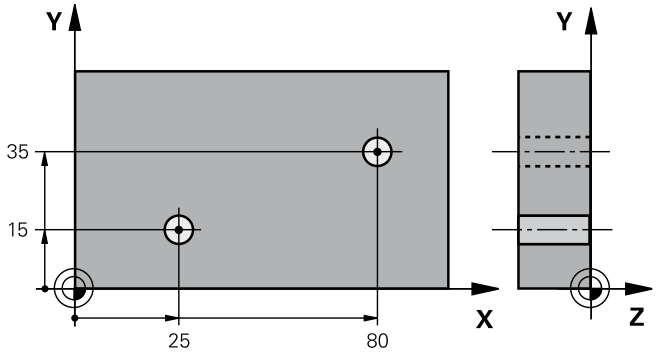




NC程序段

5 TCH PROBE 405 ROT IN C AXIS
Q321=+50 ;圆心第一轴
Q322=+50 ;圆心第二轴
Q262=10 ;名义直径
Q325=+0 ;起始角
Q247=90 ;角度步长
Q261=-5 ;测量高度
Q320=0 ;安全高度
Q260=+20 ;第二安全高度
Q301=0 ;移至第二安全高度
Q337=0 ;置零

13.8 举例： 用两孔决定基本旋转



0 BEGIN PGM CYC401 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		
2 TCH PROBE 401 ROT OF 2 HOLES		
Q268=+25	**;第一中心第一轴**	第一孔中心： X轴坐标
Q269=+15	**;第一中心第二轴**	第一孔中心： Y轴坐标
Q270=+80	**;第二中心第一轴**	第二孔中心： X轴坐标
Q271=+35	**;第二中心第二轴**	第二孔中心： Y轴坐标
Q261=-5	**;测量高度**	进行测量的测头轴坐标
Q260=+20	**;第二安全高度**	测头沿测头轴运动不发生碰撞的高度
Q307=+0	**;预设旋转角**	参考线角度
Q402=1	**;补偿**	通过转动旋转工作台补偿不对正量
Q337=1	**;置零**	对正后将显示值置零
3 CALL PGM 35K47		调用零件程序
4 END PGM CYC401 MM		

14

探测循环： 自动设置原点

14.1 基础知识

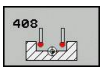
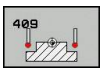
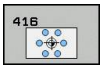
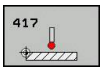
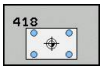
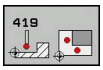
概要

执行探测循环时，循环8（镜像），循环11（缩放）和循环26（特定轴缩放）不允许工作。
海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

为使用3-D测头，机床制造商必须对TNC系统进行特别设置。
参见机床手册。

TNC提供12个用于自动确定原点的循环，将它们用于：

- 直接将确定值设置为显示值
- 将确定值输入在预设表中
- 将确定值输入在原点表中

循环	软键	页
循环408（槽中心原点） 测量槽的内宽度和定义槽中心为原点		309
循环409（凸台中心原点） 测量凸台的外宽度和定义凸台中心为原点		312
循环410（原点在矩形内） 测量矩形内边长度和宽度和定义中心为原点		314
循环411（原点在矩形外） 测量矩形外边长度和宽度和定义中心为原点		317
循环412（原点在圆内），测量圆内边的任意四个点并将中心定义为原点		320
循环413（原点在圆外） 测量圆外边的任意四个点并将中心定义为原点		323
循环414（原点在外角点） 测量角外的两条直线和定义交点为原点		326
循环415（原点在内角点） 测量角内的两条直线和定义交点为原点		330
循环416（原点在圆心） （第二软键行）测量螺栓孔圆上的任意三个孔和定义螺栓孔圆的圆心为原点		333
循环417（原点在TS轴） （第二软键行）测量测头轴的任意位置和定义被测点为原点		336
循环418（四孔定原点） （第二软键行）交叉测量4个孔和定义其连线的交点为原点		338
循环419（原点沿一个轴） （第二软键行））测量任意一个轴的任意位置和定义被测点为原点		341

所有原点设置探测循环的共同特点

旋转（基本旋转或循环10）工作时，也可以运行探测循环408至419。

原点和测头轴

TNC用测量程序中定义的探测轴决定原点的加工面。

当前测头轴	原点设置在
Z	X轴和Y轴
Y	Z轴和X轴
X	Y轴和Z轴

保存计算的原点

在所有原点设置循环中，可以用输入参数Q303和Q305决定TNC保存被计算原点的方式：

- **Q305 = 0，Q303 = 任意值**： TNC显示计算的原点。新原点立即生效。 同时，TNC将循环中显示的原点设置值保存在预设表的第0行中。
- **Q305不等于0，Q303 = -1**

仅在以下情况下时允许该组合
- 读入TNC 4xx系统创建的含循环410至418的程序
- 读入iTNC 530系统旧版软件创建的含循环410至418的程序
- 定义循环时未指定用参数Q303传送测量值

这时，TNC将输出出错信息，因为相对REF的原点处理方式已完全不同。 必须用参数Q303定义测量值传送功能。

- **Q305不等于0，Q303 = 0** TNC将计算的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。 参数Q305的值决定原点号。 **用零件程序中的循环7激活原点。**
- **Q305不等于0，Q303 = 1** TNC将计算的原点写入预设表中。参考系统为机床坐标系统（REF坐标）。 参数Q305的值决定预设点号。 **用零件程序中的循环247激活预设点。**

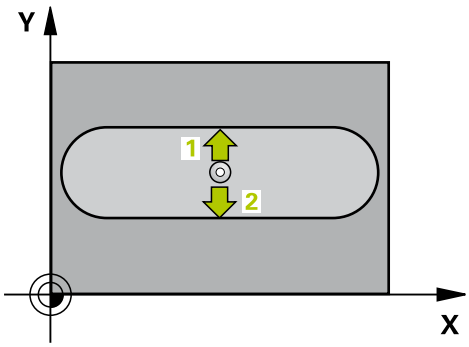
测量结果保存在Q参数中

TNC将相应探测循环的测量结果保存在全局有效的Q参数Q150至Q160中。 这些参数可以用在你的程序中。 注意测量结果参数表中提供每个循环的说明。

14.2 原点在槽中心（循环408，DIN/ISO：G408，软件选装项17）

循环运行

探测循环408用于确定槽中心和将该中心定义为原点。 根据需要，TNC也可以将坐标值输入到原点表或预设表中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。
3 然后，测头沿平行轴在测量高度或在第二安全高度运动至下一个起点2和探测第二触点。
4 最后TNC再将测头移回第二安全高度并处理由循环参数Q303和Q305(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)确定的原点并将实际值保存在以下Q参数中。
5 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q166	被测槽宽实际值
Q157	中心线的实际值

编程时注意：

碰撞危险！

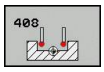
为避免测头与工件碰撞，输入**较小**槽宽的估计值。

如果槽宽和安全高度无法使测头预定位在触点附近，TNC一定从槽的中心开始探测。这时，测头将无法在二个测量点间回到第二安全高度处。

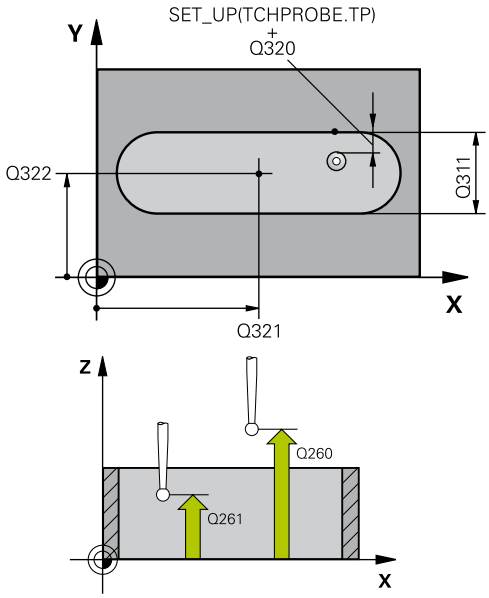
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

循环参数



- **第一轴中心**Q321（绝对值）： 沿加工面参考轴的槽中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q322（绝对值）： 沿加工面辅助轴的槽中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **槽宽**Q311（增量值）： 槽宽，与其在加工面上的位置无关。输入范围0至99999.9999
- **测量轴**Q272： 进行测量的加工面所在的轴：
  1: 基本轴 = 测量轴
  2: 辅助轴 = 测量轴
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **表中编号**Q305： 输入原点表/预设表中的编号，TNC用它保存槽中心的坐标。 如果Q303=1：如果输入Q305=0，TNC自动将显示值设置为新原点在槽中心处。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **新原点**Q405（绝对值）： TNC设置计算的槽中心的测量轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传送（0，1）**Q303： 用于指定将已确定的基本旋转保存在原点表中还是预设表中：
  0: 将被测基本旋转写入当前原点表中用于原点平移。参考系统为当前工件坐标系
  1: 将所测的基本旋转保存在预设表中。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **沿TS轴探测**Q381： 用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点
- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999



NC程序段

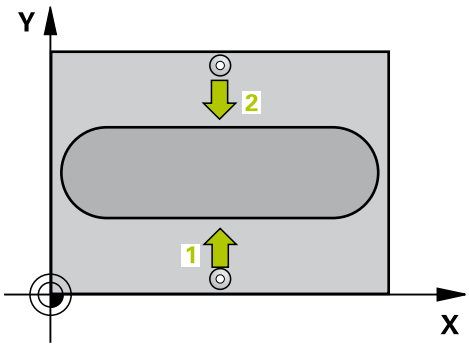
```
5 TCH PROBE 408 SLOT CENTER
  REF PT
  Q321=+50  ;第一轴中心
  Q322=+50  ;第二轴中心
  Q311=25   ;槽宽
  Q272=1    ;测量轴
  Q261=-5   ;测量高度
  Q320=0    ;安全高度
  Q260=+20  ;第二安全高度
  Q301=0    ;移至第二安全高度
  Q305=10   ;表中编号
  Q405=+0   ;原点
  Q303=+1   ;传送测量值
  Q381=1    ;沿TS轴探测
  Q382=+85  ;TS轴的第一坐标
  Q383=+50  ;TS轴的第二坐标
  Q384=+0   ;TS轴的第三坐标
  Q333=+1   ;原点
```

- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **TS轴的新原点**Q333（绝对值）： TNC设置原点的沿测头轴的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999

14.3 原点在凸台中心（循环409，DIN/ISO：G409，软件选装项17）

循环运行

探测循环409用于确定凸台中心和将该中心定义为原点。 根据需要，TNC也可以将坐标值输入到原点表或预设表中。



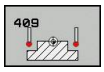
1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。
3 然后，测头在第二安全高度处运动至下一个触点2并探测第二触点。
4 最后，TNC将测头移回第二安全高度和处理用循环参数Q303和Q305确定的原点(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)，并将实际值保存在以下Q参数中。
5 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q166	被测凸台宽度实际值
Q157	中心线的实际值

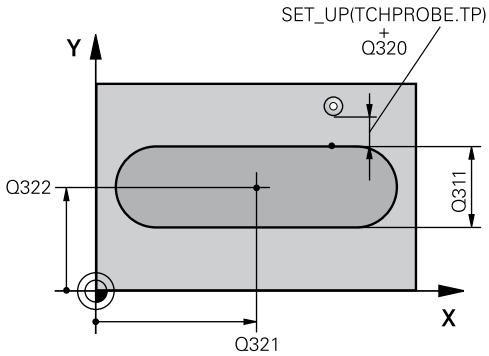
编程时注意：

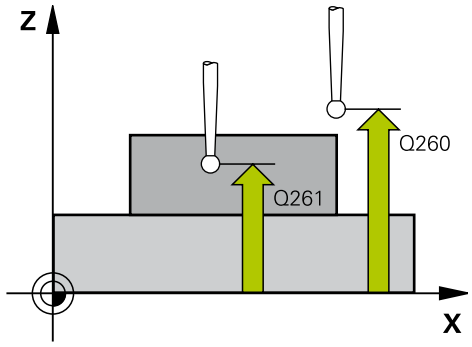
碰撞危险！
为避免测头与工件碰撞，输入**较大**的凸台宽度估计值。
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

循环参数



- **第一轴中心**Q321（绝对值）： 加工面参考轴上的凸台中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q322（绝对值）： 加工面辅助轴上的凸台中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **凸台宽**Q311（增量值）： 凸台宽度，与其在加工面上的位置无关。 输入范围0至99999.9999
- **测量轴**Q272： 进行测量的加工面所在的轴：
  1: 基本轴 = 测量轴
  2: 辅助轴 = 测量轴
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **表中编号**Q305： 输入TNC在原点表/预设表中保存凸台中心坐标的编号。 如果Q303=1： 如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点在凸台中心处。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **新原点**Q405（绝对值）： TNC应设置计算的凸台中心的测量轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传送（0，1）**Q303： 用于指定将已确定的基本旋转保存在原点表中还是预设表中：
  0: 将被测基本旋转写入当前原点表中用于原点平移。参考系统为当前工件坐标系
  1: 将所测的基本旋转保存在预设表中。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **沿TS轴探测**Q381： 用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点
- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **TS轴的新原点**Q333（绝对值）： TNC设置原点的沿测头轴的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999





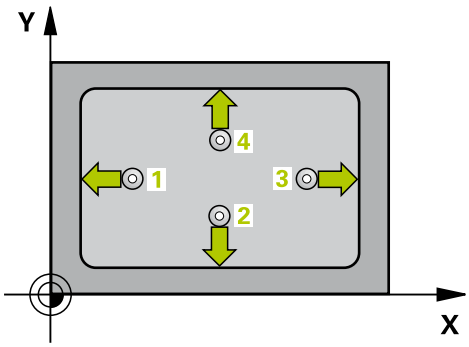
NC程序段

5 TCH PROBE 409 SLOT CENTER RIDGE	
Q321=+50	**;第一轴中心**
Q322=+50	**;第二轴中心**
Q311=25	**;槽宽**
Q272=1	**;测量轴**
Q261=-5	**;测量高度**
Q320=0	**;安全高度**
Q260=+20	**;第二安全高度**
Q305=10	**;表中编号**
Q405=+0	**;原点**
Q303=+1	**;传送测量值**
Q381=1	**;沿TS轴探测**
Q382=+85	**;TS轴的第一坐标**
Q383=+50	**;TS轴的第二坐标**
Q384=+0	**;TS轴的第三坐标**
Q333=+1	**;原点**

14.4 原点在矩形内（循环410，DIN/ISO：G410，软件选装项17）

循环运行

探测循环410用于确定矩形型腔的中心并将其中心定义为原点。 根据需要，TNC也可以将坐标值输入到原点表或预设表中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。
3 然后，测头沿平行轴在测量高度或在第二安全高度运动至下一个起点2和探测第二触点。
4 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
5 最后TNC再将测头移回第二安全高度并处理由循环参数Q303和Q305确定的原点(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)。
6 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点并将实际值保存在以下Q参数中。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q154	沿参考轴的长度实际值
Q155	沿辅助轴的长度实际值

编程时注意：

碰撞危险！

为避免测头与工件碰撞，输入**较小**的第一和第二边长度估计值。

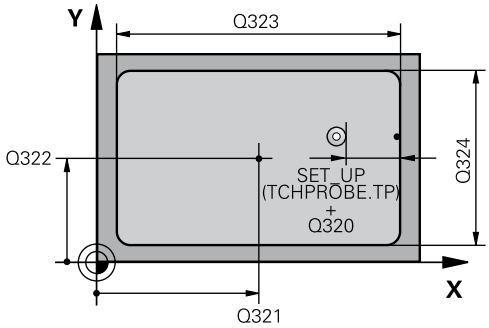
如果型腔尺寸和安全高度无法预定位在触点附近，TNC一定从型腔的中心开始探测。 这时，测头将无法在四个测量点间移回到第二安全高度处。

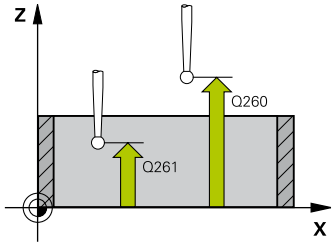
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

循环参数

- **第一轴中心**Q321（绝对值）： 加工面参考轴的型腔中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q322（绝对值）： 加工面辅助轴的型腔中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一侧边长度**Q323（增量值）： 型腔长度，平行于加工面的参考轴。 输入范围0至99999.9999
- **第二侧边长度**Q324（增量值）： 型腔长度，平行于加工面的辅助轴。 输入范围0至99999.9999
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **表中原点号**Q305： 输入TNC用于保存型腔中心坐标的原点表/预设表中的编号。 如果Q303=1： 如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于型腔中心。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **参考轴的新原点**Q331（绝对值）： TNC应设置型腔中心的参考轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **辅助轴的新原点**Q332（绝对值）： TNC应设置型腔中心的辅助轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传输（0，1）**Q303： 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1： 不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0： 将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1： 将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **沿TS轴探测**Q381： 用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点
- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999





NC程序段

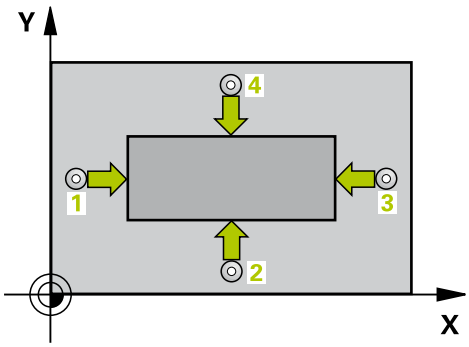
5 TCH PROBE 410 DATUM INSIDE RECTAN.	
Q321=+50	**;第一轴中心**
Q322=+50	**;第二轴中心**
Q323=60	**;第一边长**
Q324=20	**;第二侧边长度**
Q261=-5	**;测量高度**
Q320=0	**;安全高度**
Q260=+20	**;第二安全高度**
Q301=0	**;移至第二安全高度**
Q305=10	**;表中编号**
Q331=+0	**;原点**
Q332=+0	**;原点**
Q303=+1	**;测量值传送**
Q381=1	**;沿TS轴探测**
Q382=+85	**;TS轴的第一坐标**
Q383=+50	**;TS轴的第二坐标**
Q384=+0	**;TS轴的第三坐标**
Q333=+1	**;原点**

- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **新原点**Q333（绝对值）： TNC用于设置原点的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999

14.5 原点在矩形外（循环411，DIN/ISO：G411，软件选装项17）

循环运行

探测循环411用于确定矩形凸台的中心并将其中心定义为原点。 根据需要，TNC也可以将坐标值输入到原点表或预设表中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。
3 然后，测头沿平行轴在测量高度或在第二安全高度运动至下一个起点2和探测第二触点。
4 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
5 最后TNC再将测头移回第二安全高度并处理由循环参数Q303和Q305确定的原点(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)。
6 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点并将实际值保存在以下Q参数中。

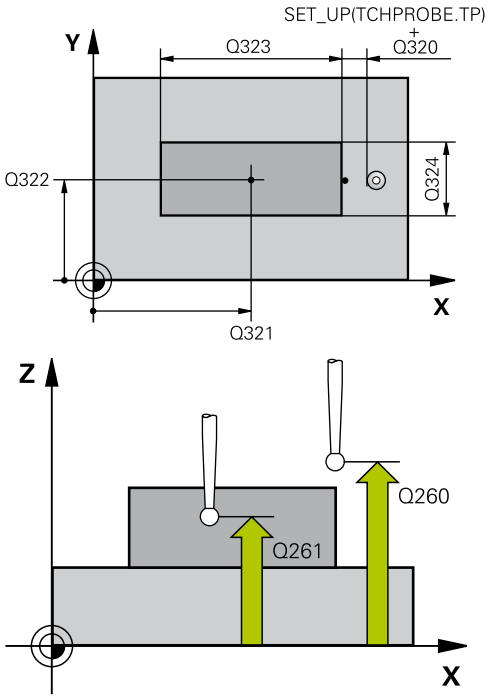
参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q154	沿参考轴的长度实际值
Q155	沿辅助轴的长度实际值

编程时注意：

碰撞危险！
为避免测头与工件碰撞，输入**较小**的第一和第二边长度估计值。
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

循环参数

- **第一轴中心**Q321（绝对值）： 沿加工面参考轴的凸台中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q322（绝对值）： 沿加工面辅助轴的凸台中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一侧边长度**Q323（增量值）： 凸台长度，平行于加工面的参考轴。 输入范围0至99999.9999
- **第二侧边长度**Q324（增量值）： 凸台长度，平行于加工面的辅助轴。 输入范围0至99999.9999
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **表中原点号**Q305： 输入TNC用于保存凸台中心坐标的原点表/预设表中的编号。 如果Q303=1： 如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于凸台中心。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **参考轴的新原点**Q331（绝对值）： TNC应设置凸台中心的参考轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999



NC程序段

```
5 TCH PROBE 411 DATUM OUTS.
  RECTAN.
  Q321=+50  ;第一轴中心
  Q322=+50  ;第二轴中心
  Q323=60   ;第一边长
```

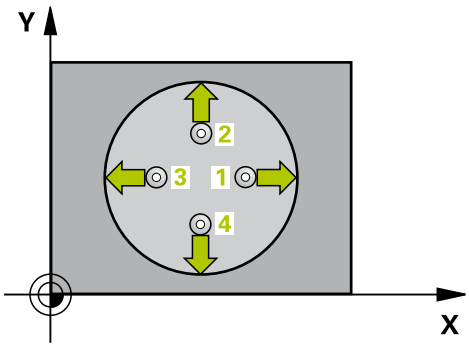
- **辅助轴的新原点**Q332（绝对值）： TNC应设置凸台中心的辅助轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传输（0，1）**Q303： 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1： 不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0： 将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1： 将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **沿TS轴探测**Q381： 用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点
- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **TS轴的新原点**Q333（绝对值）： TNC设置原点的沿测头轴的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999

Q324=20	;第二侧边长度
Q261=-5	;测量高度
Q320=0	;安全高度
Q260=+20	;第二安全高度
Q301=0	;移至第二安全高度
Q305=0	;表中编号
Q331=+0	;原点
Q332=+0	;原点
Q303=+1	;测量值传送
Q381=1	;沿TS轴探测
Q382=+85	;TS轴的第一坐标
Q383=+50	;TS轴的第二坐标
Q384=+0	;TS轴的第三坐标
Q333=+1	;原点

14.6 原点在圆内（循环412，DIN/ISO：G412，软件选装项17）

循环运行

探测循环412用于确定圆形型腔的中心并将其中心定义为原点。 根据需要，TNC也可以将坐标值输入到原点表或预设表中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。 TNC用编程起始角自动决定探测方向。
3 然后，使测头沿圆弧运动到测量高度或下一起点2的第二安全高度处并探测第二触点。
4 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
5 最后，TNC将测头移回第二安全高度和处理用循环参数Q303和Q305确定的原点(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)，并将实际值保存在以下Q参数中。
6 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q153	直径实际值

编程时注意：

碰撞危险！

为避免测头与工件碰撞，输入**较小**的型腔（或孔）名义直径的估计值。

如果型腔尺寸和安全高度无法预定位在触点附近，TNC一定从型腔的中心开始探测。 这时，测头将无法在四个测量点间移回到第二安全高度处。

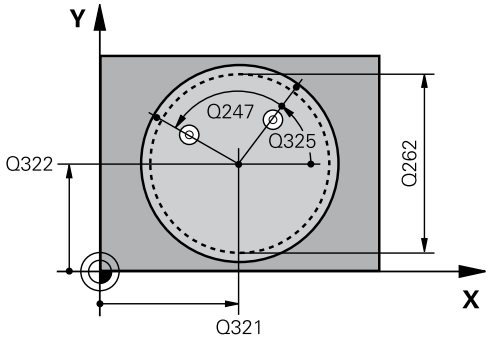
角度增量Q247越小，TNC计算原点的精度越低。 最小输入值： 5°.

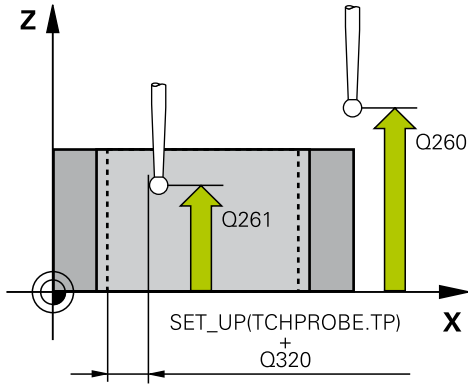
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

循环参数

- **第一轴中心**Q321（绝对值）： 加工面参考轴的型腔中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q322（绝对值）： 加工面辅助轴的型腔中心。 如果编程Q322 = 0，TNC将孔的中心对正正Y轴。 如果编程Q322不等于0，TNC将孔中心对正名义位置。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **名义直径**Q262： 圆弧型腔（或孔）的大约直径。 输入的值应偏小，不要过大。 输入范围0至99999.9999
- **起始角**Q325（绝对值）： 加工面参考轴与第一触点间角度。 输入范围-360.000至360.000
- **角度步长**Q247（增量值）： 两测量点间角度。 角度步长的代数符号决定测头移向下个测量点的旋转方向（负 = 顺时针）。 如果要探测圆弧而不是整圆，编程的角度步长必须小于90度。 输入范围-120.000至120.000
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **表中原点号**Q305： 输入TNC用于保存型腔中心坐标的原点表/预设表中的编号。 如果Q303=1： 如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于型腔中心。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **参考轴的新原点**Q331（绝对值）： TNC应设置型腔中心的参考轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **辅助轴的新原点**Q332（绝对值）： TNC应设置型腔中心的辅助轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传输（0，1）**Q303： 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1： 不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0： 将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1： 将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **沿TS轴探测**Q381： 用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点





NC程序段

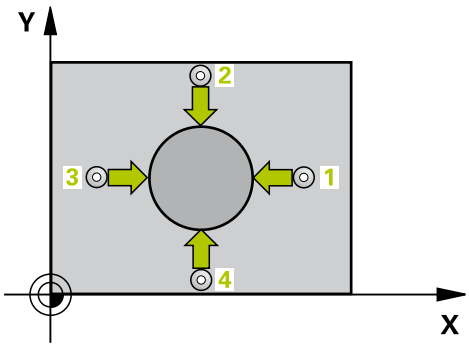
```
5 TCH PROBE 412 DATUM INSIDE CIRCLE
  Q321=+50  ;第一轴中心
  Q322=+50  ;第二轴中心
  Q262=75   ;名义直径
  Q325=+0   ;起始角
  Q247=+60  ;角度步长
  Q261=-5   ;测量高度
  Q320=0    ;安全高度
  Q260=+20  ;第二安全高度
  Q301=0    ;移至第二安全高度
  Q305=12   ;表中编号
  Q331=+0   ;原点
  Q332=+0   ;原点
  Q303=+1   ;测量值传送
  Q381=1    ;沿TS轴探测
  Q382=+85  ;TS轴的第一坐标
  Q383=+50  ;TS轴的第二坐标
  Q384=+0   ;TS轴的第三坐标
  Q333=+1   ;原点
  Q423=4    ;探测点数
  Q365=1    ;运动类型
```

- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **TS轴的新原点**Q333（绝对值）： TNC设置原点的沿测头轴的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量点数(4/3)**Q423： 指定TNC用4个探测点还是3个探测点测量凸台：
  4: 用4个测量点（默认设置）
  3: 用3个测量点
- **运动类型？直线=0/圆弧=1**Q365： 定义运动路径功能，确定刀具在“运动至第二安全高度”（Q301=1）有效时在测量点间的运动方式：
  0: 两次加工操作之间沿直线运动
  1: 两次加工操作之间在节圆上沿圆弧运动

14.7 原点在圆外（循环413，DIN/ISO：G413，软件选装项17）

循环运行

探测循环413用于确定圆凸台的中心并将其定义为原点。 根据需要，TNC也可以将坐标值输入到原点表或预设表中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。 TNC用编程起始角自动决定探测方向。
3 然后，使测头沿圆弧运动到测量高度或下一起点2的第二安全高度处并探测第二触点。
4 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
5 最后，TNC将测头移回第二安全高度和处理用循环参数Q303和Q305确定的原点(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)，并将实际值保存在以下Q参数中。
6 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q153	直径实际值

编程时注意：

碰撞危险！

为避免测头与工件碰撞，输入**较大**的凸台名义直径估计值。

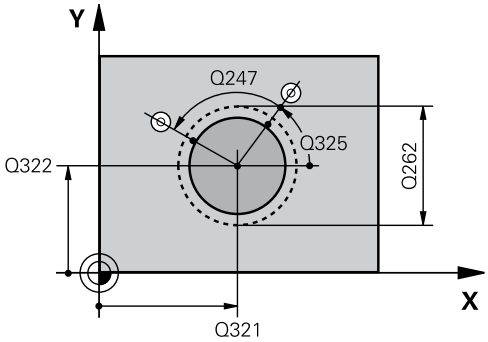
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

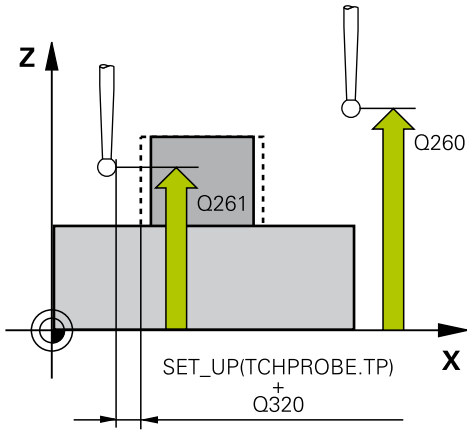
角度增量Q247越小，TNC计算原点的精度越低。 最小输入值： 5°.

如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

循环参数

- **第一轴中心**Q321（绝对值）： 沿加工面参考轴的凸台中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q322（绝对值）： 沿加工面辅助轴的凸台中心。 如果编程Q322 = 0，TNC将孔的中心对正正Y轴。 如果编程Q322不等于0，TNC将孔中心对正名义位置。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **名义直径**Q262： 凸台大约直径。 输入的值应略大，不要过小。 输入范围0至99999.9999
- **起始角**Q325（绝对值）： 加工面参考轴与第一触点间角度。 输入范围-360.000至360.000
- **角度步长**Q247（增量值）： 两测量点间角度。 角度步长的代数符号决定测头移向下个测量点的旋转方向（负 = 顺时针）。 如果要探测圆弧而不是整圆，编程的角度步长必须小于90度。 输入范围-120.000至120.000
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **表中原点号**Q305： 输入TNC用于保存凸台中心坐标的原点表/预设表中的编号。 如果Q303=1： 如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于凸台中心。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **参考轴的新原点**Q331（绝对值）： TNC应设置凸台中心的参考轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **辅助轴的新原点**Q332（绝对值）： TNC应设置凸台中心的辅助轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999





NC程序段

```
5 TCH PROBE 413 DATUM OUTSIDE CIRCLE
  Q321=+50  ;第一轴中心
  Q322=+50  ;第二轴中心
  Q262=75   ;名义直径
  Q325=+0   ;起始角
  Q247=+60  ;角度步长
  Q261=-5   ;测量高度
  Q320=0    ;安全高度
  Q260=+20  ;第二安全高度
  Q301=0    ;移至第二安全高度
```

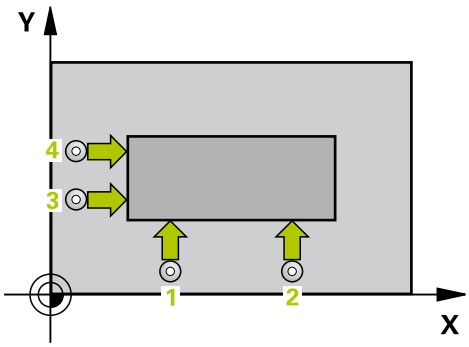
- **测量值传输（0，1）**Q303： 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1： 不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0： 将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1： 将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **沿TS轴探测**Q381： 用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点
- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **TS轴的新原点**Q333（绝对值）： TNC设置原点的沿测头轴的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量点数(4/3)**Q423： 指定TNC用4个探测点还是3个探测点测量凸台：
  4: 用4个测量点（默认设置）
  3: 用3个测量点
- **运动类型？直线=0/圆弧=1**Q365： 定义运动路径功能，确定刀具在“运动至第二安全高度”（Q301=1）有效时在测量点间的运动方式：
  0: 两次加工操作之间沿直线运动
  1: 两次加工操作之间在节圆上沿圆弧运动

Q305=15	;表中编号
Q331=+0	;原点
Q332=+0	;原点
Q303=+1	;测量值传送
Q381=1	;沿TS轴探测
Q382=+85	;TS轴的第一坐标
Q383=+50	;TS轴的第二坐标
Q384=+0	;TS轴的第三坐标
Q333=+1	;原点
Q423=4	;探测点数
Q365=1	;运动类型

14.8 原点在外角（循环414，DIN/ISO：G414，软件选装项17）

循环运行

探测循环414用于确定两条直线的交点并将其定义为原点。 根据需要，TNC也可以将交点输入到原点表或预设表中。



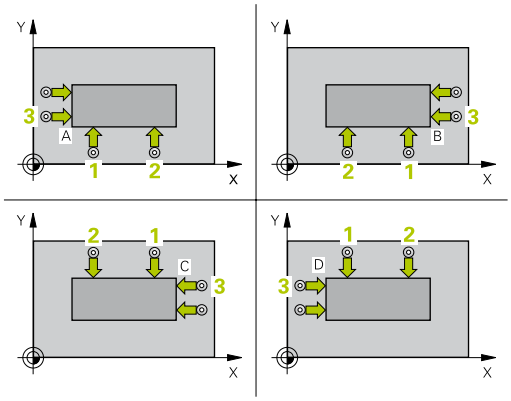
1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动值探测点1位置（参见右上图）。 TNC将测头沿相应运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。 TNC用编程的第三测量点自动决定探测方向。
1 然后，测头运动至下一个起点位置2并在该位置探测第二位置。
2 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
3 最后，TNC将测头移回第二安全高度和处理用循环参数Q303和Q305(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)确定的原点，并将确定的角点坐标值保存在以下Q参数中。
4 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴的角点实际值
Q152	沿辅助轴的角点实际值

编程时注意：

碰撞危险！
如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

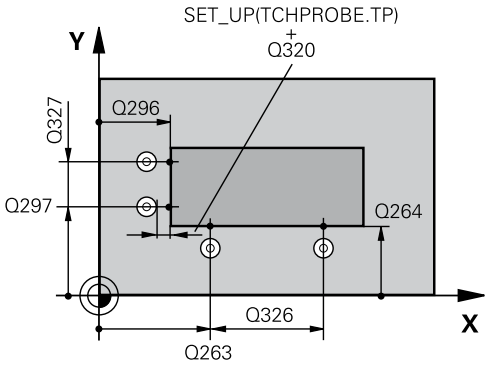
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
TNC总是沿加工面辅助轴方向测量第一条直线。
通过定义测量点1和3的位置，可以确定TNC设置原点的角点（见右图和下表）。

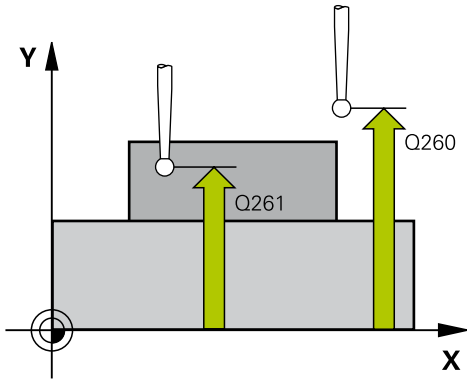


角点	X轴坐标	Y轴坐标
A	点1大于点3	点1小于点3
B	点1小于点3	点1小于点3
C	点1小于点3	点1大于点3
D	点1大于点3	点1大于点3

循环参数

- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）： 沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一轴间距**Q326（增量值）： 加工面参考轴的第一和第二测量点间距离。 输入范围0至99999.9999
- **第三测量点第一轴**Q296（绝对值）： 沿加工面参考轴的第三触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第三测量点第二轴**Q297（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第三触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴间距**Q327（增量值）： 加工面辅助轴的第三和四测量点间距离。 输入范围0至99999.9999
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **执行基本旋转**Q304： 用于确定TNC是否用基本旋转补偿工件不对正量：
  0: 不执行基本旋转
  1: 执行基本旋转
- **表中原点号**Q305： 输入TNC用于保存角点坐标的原点表/预设表中的原点号。 如果Q303=1： 如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于角点上。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **参考轴的新原点**Q331（绝对值）： TNC应设置角点的参考轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **辅助轴的新原点**Q332（绝对值）： TNC应设置计算的角点的辅助轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传输（0，1）**Q303： 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1： 不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0： 将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1： 将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。





NC程序段

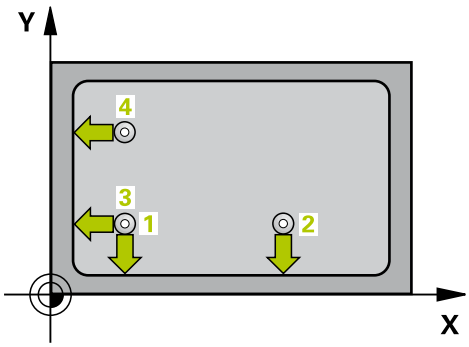
```
5 TCH PROBE 414 DATUM INSIDE CORNER
Q263=+37  ;第一点第一轴
Q264=+7   ;第一点第二轴
Q326=50   ;第一轴间距
Q296=+95  ;第三点第一轴
Q297=+25  ;第三点第二轴
Q327=45   ;第二轴间距
Q261=-5   ;测量高度
Q320=0    ;安全高度
Q260=+20  ;第二安全高度
Q301=0    ;移至第二安全高度
Q304=0    ;基本旋转
Q305=7    ;表中编号
Q331=+0   ;原点
Q332=+0   ;原点
Q303=+1   ;测量值传送
Q381=1    ;沿TS轴探测
Q382=+85  ;TS轴的第一坐标
Q383=+50  ;TS轴的第二坐标
Q384=+0   ;TS轴的第三坐标
Q333=+1   ;原点
```

- **沿TS轴探测**Q381： 用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点
- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **TS轴的新原点**Q333（绝对值）： TNC设置原点的沿测头轴的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999

14.9 原点在内角（循环415，DIN/ISO：G415，软件选装项17）

循环运行

探测循环415用于确定两条直线的交点并将其定义为原点。 根据需要，TNC也可以将交点输入到原点表或预设表中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动到循环中定义的探测点1位置（参见右上图）。 TNC将测头沿相应运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。 探测方向取决于标识角点的编号。
1 然后，测头运动至下一个起点位置2并在该位置探测第二位置。
2 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
3 最后TNC再将测头移回第二安全高度并处理由循环参数Q303和Q305(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)确定的原点并将所确定角点的坐标保存在以下Q参数中。
4 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴的角点实际值
Q152	沿辅助轴的角点实际值

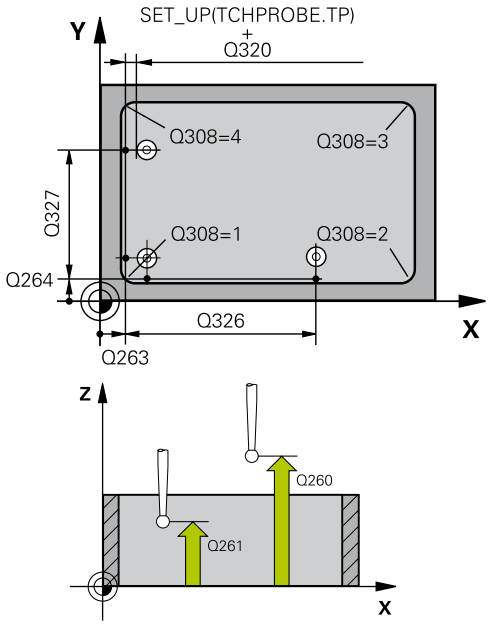
编程时注意：

碰撞危险！
如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
TNC总是沿加工面辅助轴方向测量第一条直线。

循环参数

- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）：沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）：沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一轴间距**Q326（增量值）：加工面参考轴的第一和第二测量点间距离。 输入范围0至99999.9999
- **第二轴间距**Q327（增量值）：加工面辅助轴的第三和四测量点间距离。 输入范围0至99999.9999
- **角点**Q308：TNC将设置为原点的角点编号。 输入范围1至4
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）：进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）：测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）：避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301：定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **执行基本旋转**Q304：用于确定TNC是否用基本旋转补偿工件不对正量：
  0: 不执行基本旋转
  1: 执行基本旋转
- **表中原点号**Q305：输入TNC用于保存角点坐标的原点表/预设表中的原点号。 如果Q303=1：如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于角点上。 如果Q303=0：如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **参考轴的新原点**Q331（绝对值）：TNC应设置角点的参考轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **辅助轴的新原点**Q332（绝对值）：TNC应设置计算的角点的辅助轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传输（0，1）**Q303：用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1：不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0：将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1：将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **沿TS轴探测**Q381：用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点



NC程序段

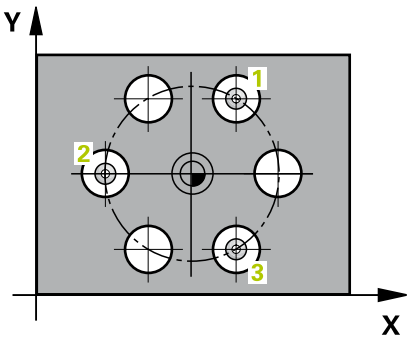
5 TCH PROBE 415 DATUM OUTSIDE CORNER
Q263=+37 ;第一点第一轴
Q264=+7 ;第一点第二轴
Q326=50 ;第一轴间距
Q296=+95 ;第三点第一轴
Q297=+25 ;第三点第二轴
Q327=45 ;第二轴间距
Q261=-5 ;测量高度
Q320=0 ;安全高度
Q260=+20 ;第二安全高度
Q301=0 ;移至第二安全高度
Q304=0 ;基本旋转
Q305=7 ;表中编号
Q331=+0 ;原点
Q332=+0 ;原点
Q303=+1 ;测量值传送
Q381=1 ;沿TS轴探测
Q382=+85 ;TS轴的第一坐标
Q383=+50 ;TS轴的第二坐标
Q384=+0 ;TS轴的第三坐标
Q333=+1 ;原点

- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **TS轴的新原点**Q333（绝对值）： TNC设置原点的沿测头轴的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999

14.10 原点在圆心（循环416，DIN/ISO：G416，软件选装项17）

循环运行

探测循环416用于确定螺栓孔圆的圆心并将其圆心定义为原点。 根据需要，TNC也可以将坐标值输入到原点表或预设表中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动到第一孔1的圆心位置。
2 然后，测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第一孔中心。
3 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第二孔2的圆心位置。
4 TNC再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第二孔中心。
5 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第三孔3的圆心位置。
6 TNC再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第三孔中心。
7 最后TNC再将测头移回第二安全高度并处理由循环参数Q303和Q305(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)确定的原点并将实际值保存在以下Q参数中。
8 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q153	螺栓孔圆直径实际值

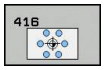
14.10 原点在圆心（循环416，DIN/ISO：G416）

编程时注意：

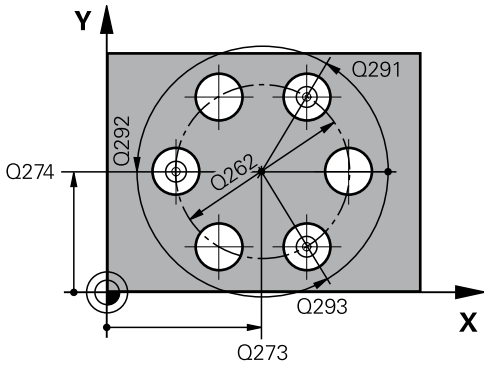
碰撞危险！
如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

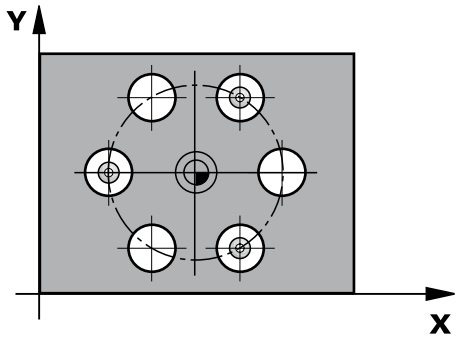
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

循环参数



- **第一轴中心**Q273（绝对值）： 加工面参考轴螺栓孔圆（名义值）的圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q274（绝对值）： 加工面辅助轴螺栓孔圆（名义值）的圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **名义直径**Q262： 输入螺栓孔圆的近似直径。 孔径越小，名义直径越精确。 输入范围0至99999.9999
- **第一孔角度**Q291（绝对值）： 加工面上第一孔中心的极坐标角度。 输入范围-360.0000至360.0000
- **第二孔角度**Q292（绝对值）： 加工面上第二孔中心的极坐标角度。 输入范围-360.0000至360.0000
- **第三孔角度**Q293（绝对值）： 加工面上第三孔中心的极坐标角度。 输入范围-360.0000至360.0000
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **表中原点号**Q305： 输入TNC用于保存螺栓孔圆的圆心坐标在原点表/预设表中的编号。 如果Q303=1：如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于螺栓孔圆的圆心上。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **参考轴的新原点**Q331（绝对值）： TNC应设置螺栓孔圆的圆心参考轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **辅助轴的新原点**Q332（绝对值）： TNC应设置螺栓孔圆的圆心辅助轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999





NC程序段

```
5 TCH PROBE 416 DATUM CIRCLE
    CENTER
  Q273=+50  ;第一轴中心
  Q274=+50  ;第二轴中心
  Q262=90   ;名义直径
  Q291=+34  ;第一孔的角度
  Q292=+70  ;第二孔的角度
```

- **测量值传输（0，1）**Q303： 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1： 不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0： 将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1： 将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **沿TS轴探测**Q381： 用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点
- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **TS轴的新原点**Q333（绝对值）： TNC设置原点的沿测头轴的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表），且只适用于沿探测轴探测原点时。 输入范围0至99999.9999

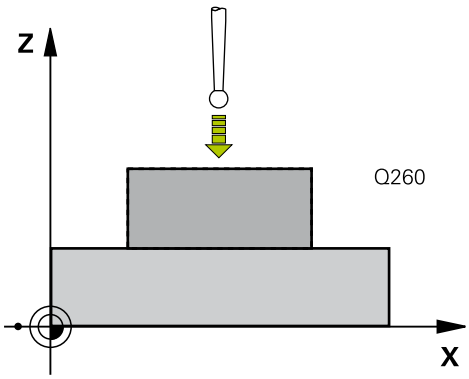
```
Q293=+210;第三孔的角度
Q261=-5    ;测量高度
Q260=+20   ;第二安全高度
Q305=12    ;表中编号
Q331=+0    ;原点
Q332=+0    ;原点
Q303=+1    ;测量值传送
Q381=1     ;沿TS轴探测
Q382=+85   ;TS轴的第一坐标
Q383=+50   ;TS轴的第二坐标
Q384=+0    ;TS轴的第三坐标
Q333=+1    ;原点
Q320=0     ;安全高度
```

14.11 原点在测头轴（循环417，DIN/ISO：G417，软件选装项17）

循环运行

探测循环417用于测量测头轴上的任意一个坐标并将其定义为原点。根据需要，TNC也可以将被测坐标输入到原点表或预设表中。

1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至编程探测点1位置。 TNC将测头沿测头轴的正方向偏移一个安全距离。
2 然后，测头沿其轴移至起点1的输入坐标处并通过简单探测运动测量实际位置。
3 最后，TNC将测头移回第二安全高度和处理用循环参数Q303和Q305确定的原点(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)，并将实际值保存在以下Q参数中。



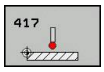
参数编号	含义
Q160	测量点的实际值

编程时注意：

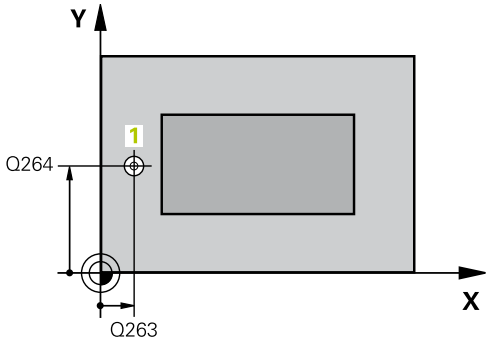
碰撞危险！
如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

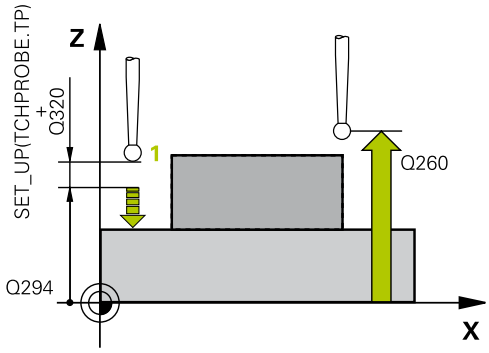
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
然后，TNC设置该轴的原点。

循环参数



- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）： 沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第三轴**Q294（绝对值）： 沿测头轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **表中原点号**Q305： 输入TNC保存坐标的原点表/预设表中的编号。 如果Q303=1： 如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于探测面上。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **新原点**Q333（绝对值）： TNC用于设置原点的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传输（0，1）**Q303： 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1： 不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0： 将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1： 将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。





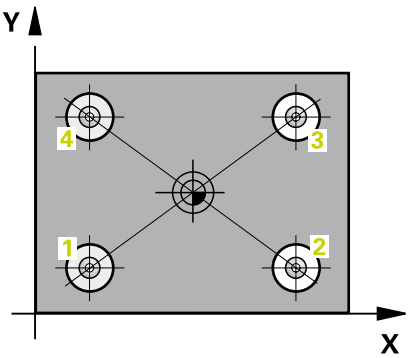
NC程序段

5 TCH PROBE 417 DATUM IN TS AXIS	
Q263=+25	**;第一点第一轴**
Q264=+25	**;第一点第二轴**
Q294=+25	**;第一点第三轴**
Q320=0	**;安全高度**
Q260=+50	**;第二安全高度**
Q305=0	**;表中编号**
Q333=+0	**;原点**
Q303=+1	**;测量值传送**

14.12 原点在4孔的中心（循环418，DIN/ISO：G418，软件选装项17）

循环运行

探测循环418用于计算两个对角孔连线的交点和将原点设置在该交点位置。 根据需要，TNC也可以将交点输入到原点表或预设表中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动到第一孔1的圆心位置。
2 然后，测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第一孔中心。
3 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第二孔2的圆心位置。
4 TNC再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第二孔中心。
5 TNC对孔3和4重复步骤3和4。
6 最后TNC再将测头移回第二安全高度并处理由循环参数Q303和Q305确定的原点(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)。 TNC用孔1/3和2/4圆心间连线的交点计算原点并将实际值保存在以下Q参数中。
7 根据需要，TNC继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

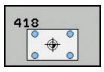
参数编号	含义
Q151	沿参考轴的交点实际值
Q152	沿辅助轴的交点实际值

编程时注意：

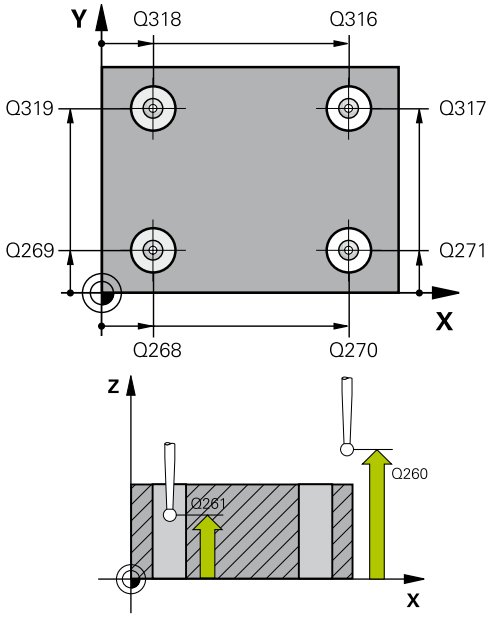
碰撞危险！
如果用探测循环并沿TS轴探测（Q381 = 1）进行原点设置（Q303 = 0），探测时不能有坐标变换。

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

循环参数



- **第一孔：沿第一轴的中心**Q268（绝对值）： 第一孔沿加工面参考轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一孔：沿第二轴的中心**Q269（绝对值）： 第一孔沿加工面辅助轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二孔：沿第一轴的中心**Q270（绝对值）： 第二孔沿加工面参考轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二孔：沿第二轴的中心**Q271（绝对值）： 第二孔沿加工面辅助轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第三圆心第一轴**Q316（绝对值）： 沿加工面参考轴第三孔的圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第三圆心第二轴**Q317（绝对值）： 沿加工面辅助轴第三孔的圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第四圆心第一轴**Q318（绝对值）： 沿加工面参考轴第四孔的圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第四圆心第二轴**Q319（绝对值）： 沿加工面辅助轴第四孔的圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **表中原点号**Q305： 输入TNC保存直线交点坐标的原点表/预设表中的编号。 如果Q303=1： 如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于连线的交点处。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **参考轴的新原点**Q331（绝对值）： TNC用于设置计算的连线交点的参考轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **辅助轴的新原点**Q332（绝对值）： TNC用于设置计算的连线交点的辅助轴坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传输（0，1）**Q303： 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1： 不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0： 将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1： 将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。
- **沿TS轴探测**Q381： 用于指定TNC是否也需要设置测头轴的原点：
  0: 不设置探测轴的原点
  1: 设置探测轴的原点



NC程序段

```
5 TCH PROBE 418 DATUM FROM 4 HOLES
Q268=+20  ;第一中心第一轴
Q269=+25  ;第一中心第二轴
Q270=+150;第二中心第一轴
Q271=+25  ;第二中心第二轴
Q316=+150;第三中心第一轴
Q317=+85  ;第三中心第二轴
Q318=+22  ;第四中心第一轴
Q319=+80  ;第四中心第二轴
Q261=-5   ;测量高度
Q260=+10  ;第二安全高度
Q305=12   ;表中编号
Q331=+0   ;原点
Q332=+0   ;原点
Q303=+1   ;测量值传送
Q381=1    ;沿TS轴探测
Q382=+85  ;TS轴的第一坐标
Q383=+50  ;TS轴的第二坐标
Q384=+0   ;TS轴的第三坐标
Q333=+0   ;原点
```

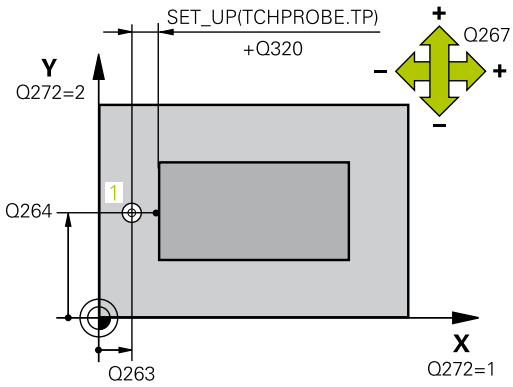
- **探测TS轴：第一轴坐标**Q382（绝对值）： 探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第二轴坐标**Q383（绝对值）： 探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测TS轴：第三轴坐标**Q384（绝对值）： 探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。 仅当Q381 = 1时有效。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **TS轴的新原点**Q333（绝对值）： TNC设置原点的沿测头轴的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999

14.13 原点在一轴上（循环419，DIN/ISO：G419，软件选装项17）

循环运行

探测循环419用于测量任意一个轴的任意一个坐标并将其定义为原点。 根据需要，TNC也可以将被测坐标输入到原点表或预设表中。

1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至编程探测点1位置。 TNC将测头沿编程探测方向的相反方向偏移一个安全距离。
2 然后，测头移至编程测量高度处并通过简单探测运动测量实际位置。
3 最后TNC再将测头移回第二安全高度并处理由循环参数Q303和Q305确定的原点(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)。

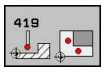


编程时注意：

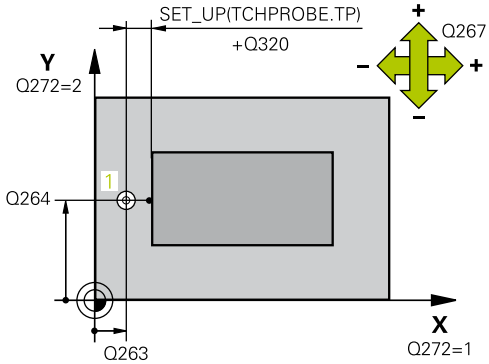
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

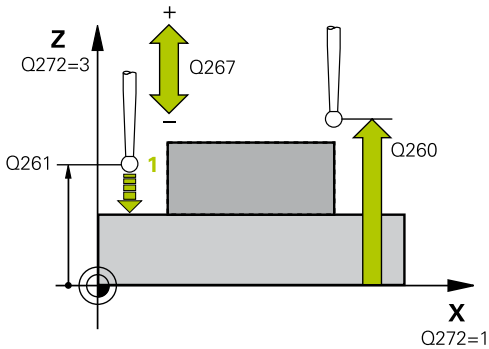
如果连续多次用循环419在预设表中保存一个以上轴的原点，每次执行循环419后必须用循环419激活最后写入的预设点号（如果改写当前的预设点不需要该操作）。

循环参数



- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）： 沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量轴（1...3: 1 = 基本轴）**Q272： 被测轴：
  1: 基本轴 = 测量轴
  2: 辅助轴 = 测量轴
  3: 探测轴 = 测量轴





轴配置

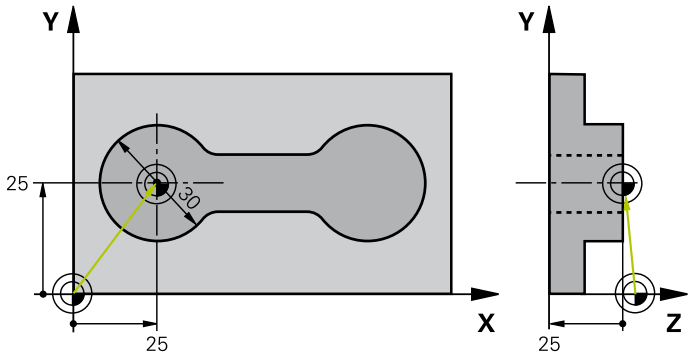
当前测头轴：Q272= 3	相应参考轴：Q272= 1	相应辅助轴：Q272= 2
Z	X	Y
Y	Z	X
X	Y	Z

- **运动方向1**Q267： 测头接近工件的方向：
  -1: 负运动方向
  +1: 正方向运动
- **表中原点号**Q305： 输入TNC保存坐标的原点表/预设表中的编号。 如果Q303=1： 如果输入Q305=0，TNC自动设置显示值使新原点位于探测面上。 如果Q303=0： 如果输入Q305=0，TNC写入原点表的第0行。 输入范围0至99999
- **新原点**Q333（绝对值）： TNC用于设置原点的坐标。 默认设置值 = 0。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量值传输（0，1）**Q303： 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中：
  -1： 不允许用！ 读入老程序时由TNC输入(参见 "所有原点设置探测循环的共同特点", 308 页)
  0： 将测量值写入当前原点表中。 参考坐标系为当前工件坐标系
  1： 将测量的原点写入预设表。 参考系统为机床坐标系统（REF系统）。

NC程序段

```
5 TCH PROBE 419 DATUM IN ONE AXIS
Q263=+25  ;第一点第一轴
Q264=+25  ;第一点第二轴
Q261=+25  ;测量高度
Q320=0    ;安全高度
Q260=+50  ;第二安全高度
Q272=+1   ;测量轴
Q267=+1   ;运动方向
Q305=0    ;表中编号
Q333=+0   ;原点
Q303=+1   ;测量值传送
```

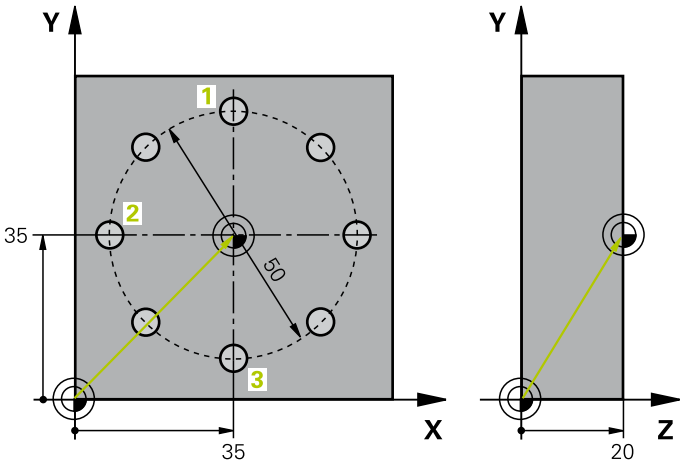
14.14 举例： 将原点设置在圆弧的中心和工件上表面



0 BEGIN PGM CYC413 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		调用刀具0定义测头轴
2 TCH PROBE 413 DATUM OUTSIDE CIRCLE		
Q321=+25	;CENTER 1ST AXIS	圆心： X轴坐标
Q322=+25	;圆心第二轴	圆心： Y轴坐标
Q262=30	;名义直径	圆直径
Q325=+90	;起始角	第一触点的极坐标角度
Q247=+45	;角度步长	计算起点2至4的角度步长
Q261=-5	;测量高度	进行测量的测头轴坐标
Q320=2	;安全高度	累加至SET_UP列的安全高度
Q260=+10	;第二安全高度	测头沿测头轴运动不发生碰撞的高度
Q301=0	;移至第二安全高度	在两测量点间不运动到第二安全高度位置
Q305=0	;表中编号	设置显示值
Q331=+0	;原点	将X轴显示值设置为0
Q332=+10	;原点	将Y轴显示值设置为10
Q303=+0	;测量值传送	无作用，因为是设置的显示值
Q381=1	;沿TS轴探测	也设置测头轴的原点
Q382=+25	;TS轴的第一坐标	触点的X轴坐标
Q383=+25	;TS轴的第二坐标	触点的Y轴坐标
Q384=+25	;TS轴的第三坐标	触点的Z轴坐标
Q333=+0	;原点	将Z轴显示值设置为0
Q423=4	;探测点数	4次探测测量圆
Q365=0	;运动类型	两个测量点间沿圆弧运动
3 CALL PGM 35K47		调用零件程序
4 END PGM CYC413 MM		

14.15 举例： 将原点设置在工件上表面和螺栓孔圆的圆心

被测螺栓孔将被写入预设表中，供以后使用。



0 BEGIN PGM CYC416 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		调用刀具0定义测头轴
2 TCH PROBE 417 DATUM IN TS AXIS		设置测头轴原点的循环定义
Q263=+7.5	**;第一点第一轴**	触点： X轴坐标
Q264=+7.5	**;第一点第二轴**	触点： Y轴坐标
Q294=+25	**;第一点第三轴**	触点： Z轴坐标
Q320=0	**;安全高度**	累加至SET_UP列的安全高度
Q260=+50	**;第二安全高度**	测头沿测头轴运动不发生碰撞的高度
Q305=1	**;表中编号**	将Z轴坐标写入第一行
Q333=+0	**;原点**	将测头轴设置为0
Q303=+1	**;测量值传送**	将相对机床坐标系（REF系统）计算得到的原点保存在预设表“PRESET.PR”中。
3 TCH PROBE 416 DATUM CIRCLE CENTER		
Q273=+35	**;圆心第一轴**	螺栓孔圆的圆心： X轴坐标
Q274=+35	**;圆心第二轴**	螺栓孔圆的圆心： Y轴坐标
Q262=50	**;名义直径**	螺栓孔圆的直径
Q291=+90	**;第一孔的角度**	第一孔圆心1
Q292=+180	**;第二孔的角度**	第二孔圆心2
Q293=+270	**;第三孔的角度**	第三孔圆心3
Q261=+15	**;测量高度**	进行测量的测头轴坐标
Q260=+10	**;第二安全高度**	测头沿测头轴运动不发生碰撞的高度
Q305=1	**;表中编号**	将螺栓孔圆的中心（X和Y）输入在第一行中
Q331=+0	**;原点**	
Q332=+0	**;原点**	
Q303=+1	**;测量值传送**	将相对机床坐标系（REF系统）计算得到的原点保存在预设表“PRESET.PR”中。
Q381=0	**;沿TS轴探测**	不设置测头轴的原点
Q382=+0	**;TS轴的第一坐标**	无作用
Q383=+0	**;TS轴的第二坐标**	无作用

举例： 将原点设置在工件上表面和螺栓孔圆的圆心 14.15

Q384=+0	;TS轴的第三坐标	无作用
Q333=+0	;原点	无作用
Q320=0	;安全高度	累加至SET_UP列的安全高度
4 CYCL DEF 247 DATUM SETTING		用循环247激活新预设点
Q339=1	;原点编号	
6 CALL PGM 35KLZ		调用零件程序
7 END PGM CYC416 MM		

15

探测循环： 自动检查工件

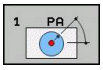
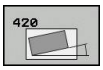
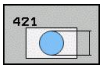
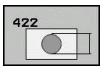
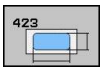
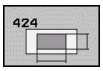
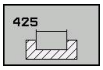
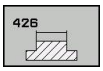
15.1 基础知识

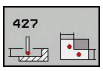
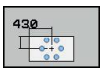
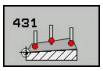
概要

> 执行探测循环时，循环8（镜像），循环11（缩放）和循环26（特定轴缩放）不允许工作。
> 海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

> 为使用3-D测头，机床制造商必须对TNC系统进行特别设置。
> 参见机床手册。

TNC提供12个用于自动测量工件的循环。

循环	软键	页
循环0参考面 测量所选轴的坐标		353
循环1（极坐标原点面） 测量探测方向上的一个点		354
循环420（测量角） 测量加工面上的角度		355
循环421（测量孔） 测量孔的位置和直径		357
循环422（测量外圆） 测量圆弧凸台位置和直径		360
循环423（测量矩形内尺寸） 测量矩形型腔位置，长度和宽度		363
循环424（测量矩形外尺寸） 测量矩形凸台位置，长度和宽度		365
循环425（测量内宽度） （第二软键行）测量槽宽		368
循环426（测量凸台宽度） （第二软键行）测量凸台宽度		370

循环	软键	页
循环427（测量坐标） （第二软键行）测量所选轴的任意坐标		372
循环430（测量螺栓孔圆）(第二软键行） 测量螺栓孔圆的位置和直径		374
循环431（测量平面） （第二软键行）测量平面的A和B轴角度		377

记录测量结果

自动测量工件的所有循环（不包括循环0和1）都可以用TNC系统记录测量结果。 在相应探测循环中，使TNC

- 将测量日志保存在文件中
- 中断程序运行并在屏幕上显示测量日志
- 不创建测量日志

如果将测量日志保存为文件，默认情况下TNC将测量结果保存为文本文件并存放在TNC:\目录下。

> 如需通过数据接口输出测量日志，用海德汉公司的数据传输软件—TNCremo。

举例： 探测循环421的测量日志：

探测循环421（测量孔）的测量日志

日期： 30-06-2005
时间： 6:55:04
测量程序: TNC:\GEH35712\CHECK1.H

名义值：

参考轴中心：	50.0000
辅助轴中心：	65.0000
直径：	12.0000

给定极限值：

中心沿参考轴的最大极限值：	50.1000
中心沿参考轴的最小极限值：	49.9000
中心沿辅助轴的最大极限值：	65.1000
中心沿辅助轴的最小极限值：	64.9000
孔的最大尺寸：	12.0450
孔的最小尺寸：	12.0000

实际值：

参考轴中心：	50.0810
辅助轴中心：	64.9530
直径：	12.0259

偏差：

参考轴中心：	0.0810
辅助轴中心：	-0.0470
直径：	0.0259

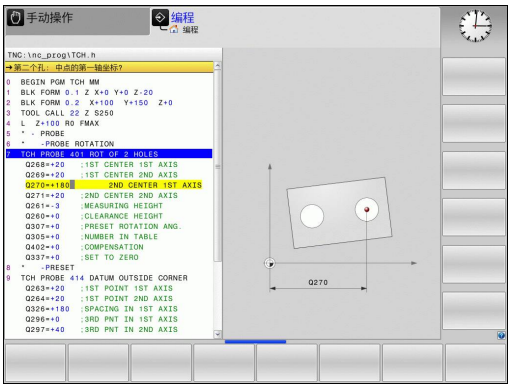
继续测量结果： 测量高度：	-5.0000

测量日志结束

测量结果保存在Q参数中

TNC将相应探测循环的测量结果保存在全局有效的Q参数Q150至Q160中。 偏离名义值的偏差保存在参数Q161至Q166中。 注意测量结果参数表中提供每个循环的说明。

循环定义期间，TNC还用帮助图形显示相应循环的结果参数（见右上图）。 高亮的结果参数属于输入类参数。



结果分类

有些循环需要通过全局有效的Q参数Q180至Q182查询测量结果状态。

结果分类	参数值
测量结果在公差范围内	Q180 = 1
需要修复	Q181 = 1
报废	Q182 = 1

只要测量结果超出公差范围，TNC将设置修复或报废标志。 为确定测量结果是否超出公差范围，检查测量日志或比较相应测量结果（Q150至Q160）与其极限值。

循环427中TNC假定测量外尺寸（凸台）。 但是，如果输入正确最大和最小尺寸和探测方向，可以修正测量状态。

如果未定义任何公差值或最大/最小尺寸，TNC也设置状态标志。

公差监测

大多数工件检查的循环都可使TNC执行公差监测任务。 为此需要在循环定义期间定义必要的极限值。 如果不需要监测公差，只需将监测参数设为0（默认值）。

刀具监测

有些工件检查循环也可以使TNC监测刀具。 TNC监测以下情况

- 因为刀具半径偏离名义值（Q16x中的值），所以必须进行补偿。
- 偏离名义值（Q16x中的值）的偏差大于刀具破损公差。

刀具补偿

该功能只适用于：

- 如果刀具表有效。
- 如果在循环中开启了刀具监测功能（输入刀具名或**Q330**不等于0）。 用软键选择刀具名输入。 TNC不再显示右单引号。

如果执行多次补偿测量，TNC还将相应偏差测量值保存在刀具表中。

TNC总是用刀具表DR列的数据补偿刀具半径，包括测量偏差值在给定公差范围内时。 在NC程序中通过参数Q181可以查看是否需要执行修复加工（Q181=1：必须执行修复加工）。

循环427：

- 如果当前加工面的轴被定义为测量轴（Q272 = 1或2），TNC如上述说明补偿刀具半径。 TNC用定义的运动方向（Q267）决定补偿方向。
- 如果将测头轴定义为测量轴（Q272 = 3），TNC补偿刀具长度。

刀具破损监测

该功能只适用于：

- 如果刀具表有效。
- 如果在循环中开启了刀具监测功能（输入Q330不等于0）。
- 如果刀具表中刀具号的破损公差“RBREAK”（破损）输入值大于0（参见《用户手册》5.2节“刀具数据”部分）。

如果被测偏差大于刀具破损公差，TNC将输出出错信息并停止程序运行。 同时，该刀将在刀具表中被停用（列TL = L）。

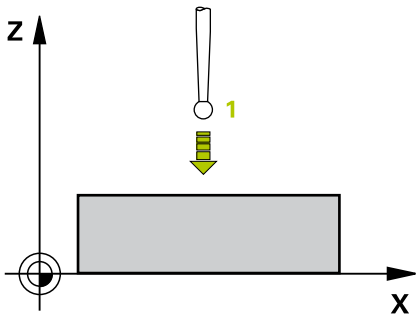
测量结果的参考系统

TNC将所有测量结果全部传给结果参数和当前坐标系统的日志文件，或根据情况转换成平移的及/或倾斜的坐标系。

15.2 原点面（循环0，DIN/ISO：G55，软件选装项17）

循环运行

1 测头用快移速度（**FMAX**列中的设置值）运动至循环编程起点位置1。
2 然后，测头用探测进给速率执行探测过程（**F**列）。 在循环中定义探测方向。
3 TNC保存位置后，测头退回到起点位置处并将被测坐标值保存在Q参数中。 TNC还将测头在发出触发信号时的位置坐标值保存在参数Q115至Q119中。 这些参数中保存的数值，TNC不考虑测针长度和半径因素。



编程时注意：

碰撞危险！
接近编程的预定位点时必须预定位测头，避免碰撞。

循环参数

- **结果的参数编号：**输入用于保存坐标值的Q参数编号。 输入范围0至1999
- **探测轴/探测方向**： 用轴选键或字母键盘输入探测轴和探测方向代数符号。用**ENT**键确认输入信息。 输入范围: 全部NC轴
- **名义位置值：**用轴选键或字母键盘输入进行探测所需预定位点的全部名义坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- 要结束输入，按下**END**键。

NC程序段

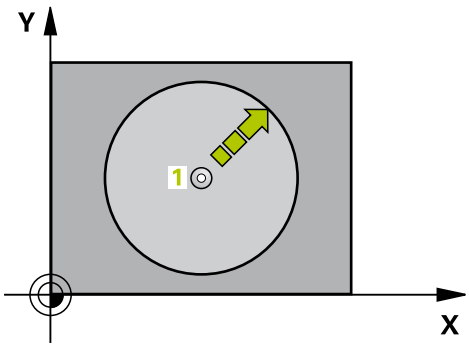
```
67 TCH PROBE 0.0 REF. PLANE Q5
   X-
68 TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5
```

15.3 极坐标原点面（循环1，软件选装17）

循环运行

探测循环1用于测量工件上的任意方向的任何位置。

1 测头用快移速度（**FMAX**列中的设置值）运动至循环编程起点位置1。
2 然后，测头用探测进给速率执行探测过程（**F**列）。 探测期间，TNC沿2个坐标轴轴（取决于探测角度）联动。 探测方向由循环中输入的极坐标角度确定。
3 TNC保存位置后，将测头返回起点。 TNC还将测头发出触发信号时的位置坐标值保存在参数Q115至Q119中。

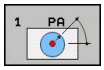


编程时注意：

碰撞危险！
接近编程的预定位点时必须预定位测头，避免碰撞。

循环中定义的探测轴决定探测面：
探测轴X： X/Y平面
探测轴Y： Y/Z平面
探测轴Z： Z/X平面

循环参数



- **探测轴：**用轴选键或字母键盘输入测头轴。用**ENT**键确认输入信息。 输入范围: **X**，**Y**或**Z**
- **探测角度：**从测头轴到测头运动方向的角度测量值。输入范围-180.0000至180.0000
- **名义位置值：**用轴选键或字母键盘输入进行探测所需预定位点的全部名义坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- 要结束输入，按下**END**键。

NC程序段

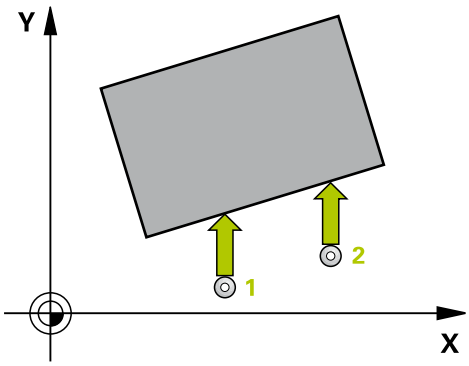
```
67 TCH PROBE 1.0 POLAR
   REFERENCE PLANE
68 TCH PROBE 1.1 X ANGLE: +30
69 TCH PROBE 1.2 X+5 Y+0 Z-5
```

15.4 测量角度（循环420，DIN/ISO：G420，软件选装项17）

循环运行

探测循环420测量工件上任何平面相对加工面参考轴的角度。

1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至编程探测点1位置。 TNC将测头沿定义的运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。
3 然后，测头运动至下一个起点位置2并在该位置探测第二位置。
4 TNC再将测头移回第二安全高度处并将角度测量值保存在以下Q参数中：



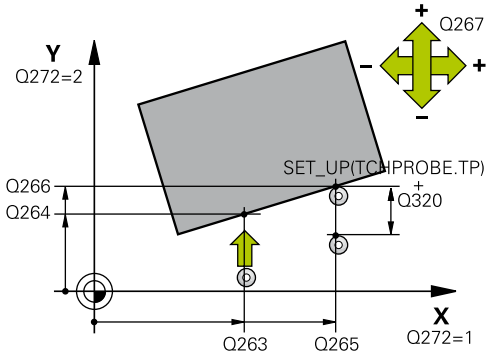
参数编号	含义
Q150	角度测量值为相对加工面参考轴的角度。

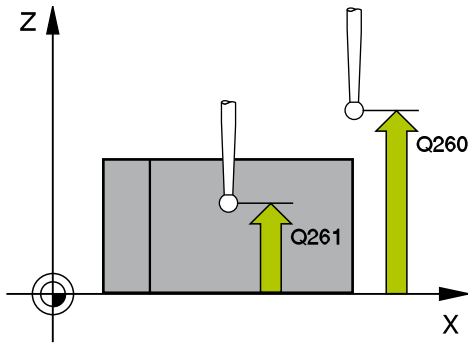
编程时注意：

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
如果测头轴 = 测量轴和被测角度为围绕A轴旋转，使**Q263**等于**Q265**；如果被测角度为围绕B轴旋转，使**Q263**不等于**Q265**。

循环参数

- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）： 沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第一轴**Q265（绝对值）： 沿加工面参考轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第二轴**Q266（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量轴**Q272： 被测轴：
  1： 参考轴 = 测量轴
  2： 辅助轴 = 测量轴
  3： 探测轴 = 测量轴
- **运动方向1** Q267: 测头接近工件的方向：
  -1： 负运动方向
  +1： 正方向运动
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式：
  0: 在测量高度位置的两测量点间运动
  1： 两测量点间在第二安全高度处运动
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0: 不创建测量日志
  1: 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR420.TXT**保存在TNC:\目录下。
  2: 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。 用NC启动键恢复程序运行。





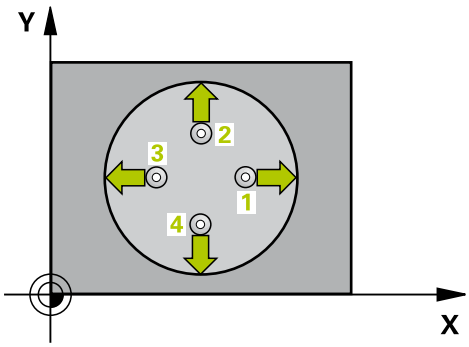
NC程序段

5 TCH PROBE 420 MEASURE ANGLE	
Q263=+10	**;第一点第一轴**
Q264=+10	**;第一点第二轴**
Q265=+15	**;第二点第一轴**
Q266=+95	**;第二点第二轴**
Q272=1	**;测量轴**
Q267=-1	**;运动方向**
Q261=-5	**;测量高度**
Q320=0	**;安全高度**
Q260=+10	**;第二安全高度**
Q301=1	**;移至第二安全高度**
Q281=1	**;测量日志**

15.5 测量孔（循环421，DIN/ISO：G421，软件选装项17）

循环运行

探测循环421用于测量孔（或圆弧型腔）的中心和直径。 如果在循环中定义了相应公差值，TNC将比较名义值与实际值并将偏差值保存在系统参数中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中SET_UP列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。 TNC用编程起始角自动决定探测方向。
3 然后，使测头沿圆弧运动到测量高度或下一起点2的第二安全高度处并探测第二触点。
4 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
5 最后，TNC再将测头移回第二安全高度处并将实际值和偏差值保存在以下Q参数中：

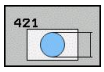
参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q153	直径实际值
Q161	参考轴中心位置的偏差
Q162	辅助轴中心位置的偏差
Q163	与直径的偏差

编程时注意：

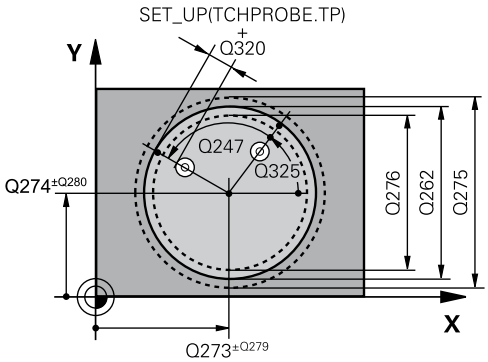
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

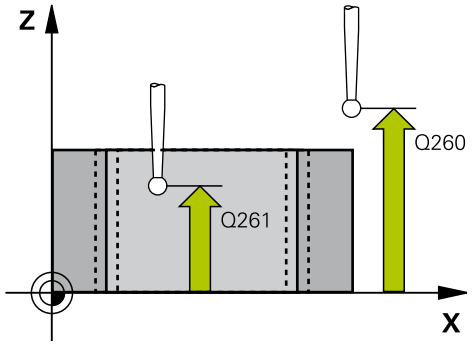
角度越小，TNC计算孔尺寸的精度越低。 最小输入值： 5°

循环参数



- **第一轴中心**Q273（绝对值）： 加工面参考轴孔的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q274（绝对值）： 孔沿加工面辅助轴的中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **名义直径**Q262： 输入孔的直径。 输入范围0至99999.9999
- **起始角**Q325（绝对值）： 加工面参考轴与第一触点间角度。 输入范围-360.000至360.000
- **角度步长**Q247（增量值）： 两测量点间角度。 角度步长的代数符号决定测头移向下个测量点的旋转方向（负 = 顺时针）。 如果要探测圆弧而不是整圆，编程的角度步长必须小于90度。 输入范围-120.000至120.000
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **孔的最大极限尺寸**Q275： 孔（圆弧型腔）的最大允许尺寸。 输入范围0至99999.9999
- **孔的最小极限尺寸**Q276： 孔（圆弧型腔）的最小允许尺寸。 输入范围0至99999.9999
- **第一轴中心的公差**Q279： 沿加工面参考轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999
- **第二轴中心的公差**Q280： 沿加工面辅助轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0: 不创建测量日志
  1: 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR421.TXT**保存在TNC:\目录下。
  2: 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。用NC启动键恢复程序运行。





NC程序段

```
5 TCH PROBE 421 MEASURE HOLE
  Q273=+50  ;圆心第一轴
  Q274=+50  ;圆心第二轴
  Q262=75   ;名义直径
  Q325=+0   ;起始角
  Q247=+60  ;角度步长
  Q261=-5   ;测量高度
  Q320=0    ;安全高度
  Q260=+20  ;第二安全高度
  Q301=1    ;移至第二安全高度
  Q275=75.12;最大尺寸
  Q276=74.95;最小尺寸
  Q279=0.1  ;第一中心公差
```

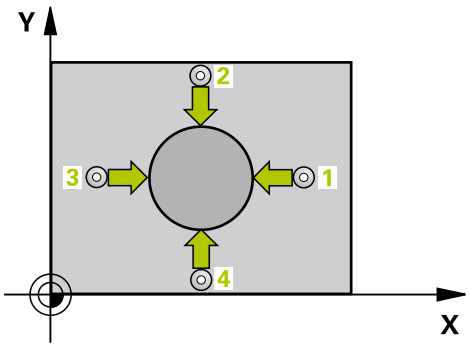
- **如果公差超差程序停止运行**Q309： 用于确定公差超差时TNC是否停止程序运行和输出出错信息：
  0: 不中断程序运行，不输出出错信息
  1: 中断程序运行并输出出错信息
- **监测刀具**Q330： 确定TNC是否监测刀具(参见 "刀具监测", 352 页)。 输入范围0至32767.9，或者16个字符以内的刀具名
  0： 监测功能不可用
  > 0： 刀具表“TOOL.T”中的刀具号
- **测量点数(4/3)**Q423： 指定TNC用4个探测点还是3个探测点测量凸台：
  4: 用4个测量点（默认设置）
  3: 用3个测量点
- **运动类型？直线=0/圆弧=1**Q365： 定义运动路径功能，确定刀具在“运动至第二安全高度”（Q301=1）有效时在测量点间的运动方式：
  0: 两次加工操作之间沿直线运动
  1: 两次加工操作之间在节圆上沿圆弧运动

Q280=0.1	**;第二中心公差**
Q281=1	**;测量日志**
Q309=0	**;出错时程序停止**
Q330=0	**;刀具**
Q423=4	**;探测点数**
Q365=1	**;运动类型**

15.6 测量孔外（循环422，DIN/ISO：G422，软件选装项17）

循环运行

探测循环422用于测量圆弧凸台的中心和直径。 如果在循环中定义了相应公差值，TNC将比较名义值与实际值并将偏差值保存在系统参数中。



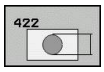
1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。 TNC用编程起始角自动决定探测方向。
3 然后，使测头沿圆弧运动到测量高度或下一起点2的第二安全高度处并探测第二触点。
4 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
5 最后，TNC再将测头移回第二安全高度处并将实际值和偏差值保存在以下Q参数中：

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q153	直径实际值
Q161	参考轴中心位置的偏差
Q162	辅助轴中心位置的偏差
Q163	与直径的偏差

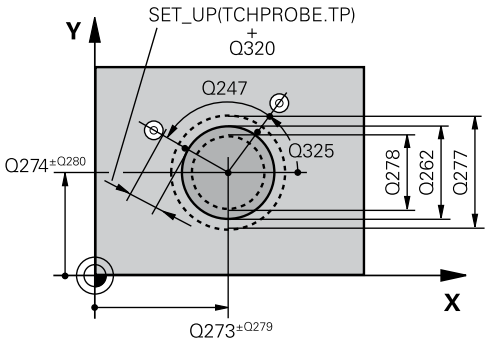
编程时注意：

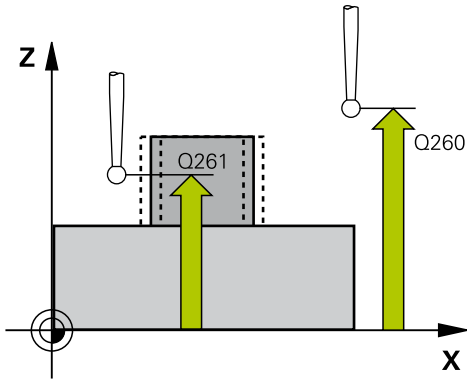
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
角度越小，TNC计算凸台尺寸的精度越低。 最小输入值： 5°

循环参数



- **第一轴中心**Q273（绝对值）： 沿加工面参考轴的凸台中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q274（绝对值）： 沿加工面辅助轴的凸台中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **名义直径**Q262： 输入凸台的直径。 输入范围0至99999.9999
- **起始角**Q325（绝对值）： 加工面参考轴与第一触点间角度。 输入范围-360.0000至360.0000
- **角度步长**Q247（增量值）： 两测量点间角度。 角度步长的代数符号决定旋转方向（负值 = 顺时针）。 如果要探测圆弧而不是整圆，编程的角度步长必须小于90度。 输入范围-120.0000至120.0000
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式：
  0: 在测量高度位置的两测量点间运动
  1： 两测量点间在第二安全高度处运动
- **凸台的最大极限尺寸**Q277： 凸台的最大允许直径。 输入范围0至99999.9999
- **凸台的最小极限尺寸**Q278： 凸台的最小允许直径。 输入范围0至99999.9999
- **第一轴中心的公差**Q279： 沿加工面参考轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999
- **第二轴中心的公差**Q280： 沿加工面辅助轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0： 不创建测量日志
  1： 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR422.TXT**保存在目录TNC:\中。
  2： 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。 用NC启动键恢复程序运行。
- **如果公差超差程序停止运行**Q309： 用于确定公差超差时TNC是否停止程序运行和输出出错信息：
  0: 不中断程序运行，不输出出错信息
  1: 中断程序运行并输出出错信息





NC程序段

```
5 TCH PROBE 422 MEAS. CIRCLE
    OUTSIDE
  Q273=+50  ;圆心第一轴
  Q274=+50  ;圆心第二轴
  Q262=75   ;名义直径
  Q325=+90  ;起始角
  Q247=+30  ;角度步长
  Q261=-5   ;测量高度
  Q320=0    ;安全高度
  Q260=+10  ;第二安全高度
  Q301=0    ;移至第二安全高度
  Q275=35.15;最大尺寸
  Q276=34.9 ;最小尺寸
  Q279=0.05 ;第一中心公差
  Q280=0.05 ;第二中心公差
  Q281=1    ;测量日志
```

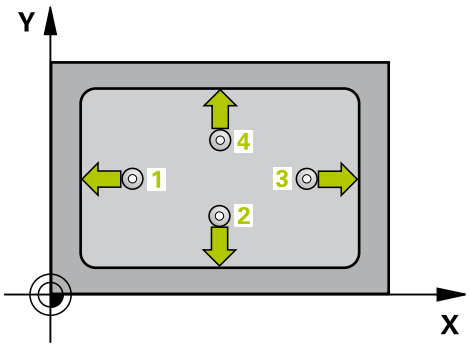
- **监测刀具**Q330： 确定TNC是否监测刀具(参见 "刀具监测", 352 页)。 输入范围0至32767.9，或者16个字符以内的刀具名
  0： 监测功能不可用
  > 0： 刀具表“TOOL.T”中的刀具号
- **测量点数(4/3)**Q423： 指定TNC用4个探测点还是3个探测点测量凸台：
  4: 用4个测量点（默认设置）
  3: 用3个测量点
- **运动类型？直线=0/圆弧=1**Q365： 定义运动路径功能，确定刀具在“运动至第二安全高度”（Q301=1）有效时在测量点间的运动方式：
  0: 两次加工操作之间沿直线运动
  1: 两次加工操作之间在节圆上沿圆弧运动

Q309=0	**;出错时程序停止**
Q330=0	**;刀具**
Q423=4	**;探测点数**
Q365=1	**;运动类型**

15.7 测量矩形内尺寸（循环423，DIN/ISO：G423，软件选装项17）

循环运行

探测循环423用于确定矩形型腔的中心、长度和宽度。 如果在循环中定义了相应公差值，TNC将比较名义值与实际值并将偏差值保存在系统参数中。



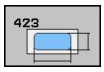
1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。
3 然后，测头沿平行轴在测量高度或在第二安全高度运动至下一个起点2和探测第二触点。
4 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
5 最后，TNC再将测头移回第二安全高度处并将实际值和偏差值保存在以下Q参数中：

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q154	沿参考轴的长度实际值
Q155	沿辅助轴的长度实际值
Q161	参考轴中心位置的偏差
Q162	辅助轴中心位置的偏差
Q164	沿参考轴的边长偏差
Q165	沿辅助轴的边长偏差

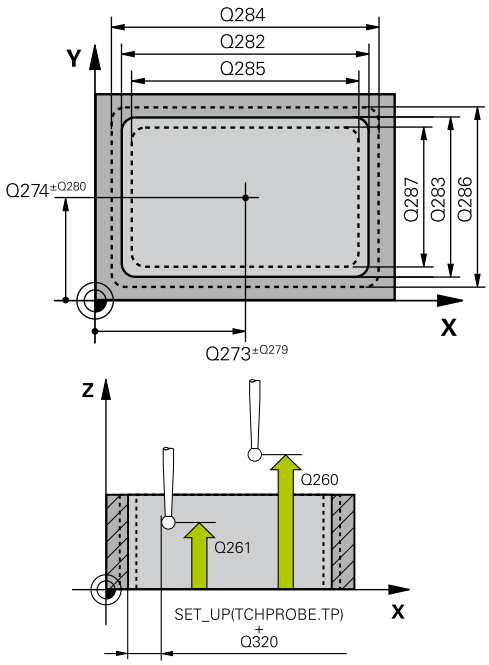
编程时注意：

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
如果型腔尺寸和安全高度无法预定位在触点附近，TNC一定从型腔的中心开始探测。 这时，测头将无法在四个测量点间移回到第二安全高度处。

循环参数



- **第一轴中心**Q273（绝对值）： 加工面参考轴的型腔中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q274（绝对值）： 加工面辅助轴的型腔中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一侧边长度**Q282： 型腔长度，平行于加工面的参考轴。 输入范围0至99999.9999
- **第二侧边长度**Q283： 型腔长度，平行于加工面的辅助轴。 输入范围0至99999.9999
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式：
  0: 在测量高度位置的两测量点间运动
  1： 两测量点间在第二安全高度处运动
- **第一侧边长度最大极限尺寸**Q284： 型腔最大允许长度。 输入范围0至99999.9999
- **第一侧边长度最小极限尺寸**Q285： 型腔最小允许长度。 输入范围0至99999.9999
- **第二边长最大极限尺寸**Q286： 型腔最大允许宽度。 输入范围0至99999.9999
- **第二边长最小极限尺寸**Q287： 型腔最小允许宽度。 输入范围0至99999.9999
- **第一轴中心的公差**Q279： 沿加工面参考轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999
- **第二轴中心的公差**Q280： 沿加工面辅助轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0： 不创建测量日志
  1： 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR423.TXT**保存在目录TNC:\中。
  2： 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。 用NC启动键恢复程序运行。
- **如果公差超差程序停止运行**Q309： 用于确定公差超差时TNC是否停止程序运行和输出出错信息：
  0： 不中断程序运行，不输出出错信息
  1： 中断程序运行并输出出错信息
- **监测刀具**Q330： 确定TNC是否监测刀具(参见 "刀具监测", 352 页)。 输入范围0至32767.9，或者16个字符以内的刀具名
  0： 监测功能不可用
  > 0： 刀具表“TOOL.T”中的刀具号



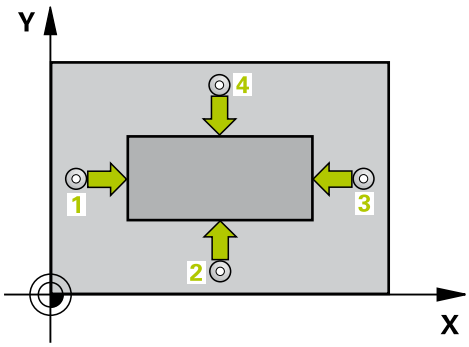
NC程序段

5 TCH PROBE 423 MEAS. RECTAN. INSIDE	
Q273=+50	;圆心第一轴
Q274=+50	;圆心第二轴
Q282=80	;第一边长
Q283=60	;第二侧边长度
Q261=-5	;测量高度
Q320=0	;安全高度
Q260=+10	;第二安全高度
Q301=1	;移至第二安全高度
Q284=0	;第一侧边上限
Q285=0	;第一侧边下限
Q286=0	;第二侧边上限
Q287=0	;第二侧边下限
Q279=0	;第一中心公差
Q280=0	;第二中心公差
Q281=1	;测量日志
Q309=0	;出错时程序停止
Q330=0	;刀具

15.8 测量矩形外尺寸（循环424，DIN/ISO：G424，软件选装项17）

循环运行

探测循环424用于确定矩形凸台的中心、长度和宽度。 如果在循环中定义了相应公差值，TNC将比较名义值与实际值并将偏差值保存在系统参数中。



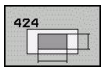
1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。
3 然后，测头沿平行轴在测量高度或在第二安全高度运动至下一个起点2和探测第二触点。
4 TNC将测头定位在起点3位置处，再定位在起点4位置处，探测第三和第四触点。
5 最后，TNC再将测头移回第二安全高度处并将实际值和偏差值保存在以下Q参数中：

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q154	沿参考轴的长度实际值
Q155	沿辅助轴的长度实际值
Q161	参考轴中心位置的偏差
Q162	辅助轴中心位置的偏差
Q164	沿参考轴的边长偏差
Q165	沿辅助轴的边长偏差

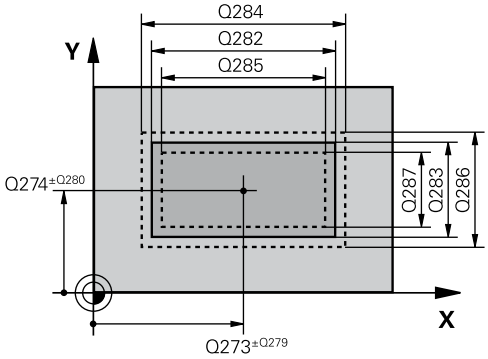
编程时注意：

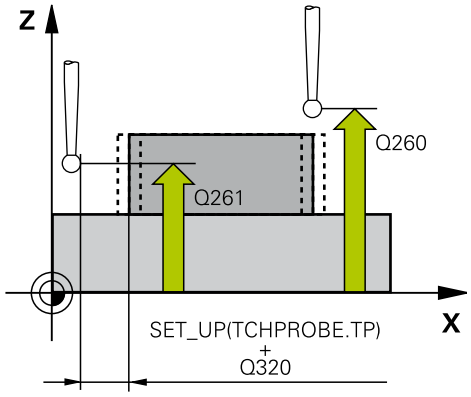
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

循环参数



- **第一轴中心**Q273（绝对值）： 沿加工面参考轴的凸台中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q274（绝对值）： 沿加工面辅助轴的凸台中心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一侧边长度**Q282： 凸台长度，平行于加工面的参考轴。 输入范围0至99999.9999
- **第二侧边长度**Q283： 凸台长度，平行于加工面的辅助轴。 输入范围0至99999.9999
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0： 在测量高度位置的两测量点间运动
  1： 两测量点间在第二安全高度处运动
- **第一侧边长度最大极限尺寸**Q284： 凸台最大允许长度。 输入范围0至99999.9999
- **第一侧边长度最小极限尺寸**Q285： 凸台最小允许长度。 输入范围0至99999.9999
- **第二边长最大极限尺寸**Q286： 凸台最大允许宽度。 输入范围0至99999.9999
- **第二边长最小极限尺寸**Q287： 凸台最小允许宽度。 输入范围0至99999.9999





NC程序段

```
5 TCH PROBE 424 MEAS. RECTAN.
    OUTS.
  Q273=+50  ;圆心第一轴
  Q274=+50  ;圆心第二轴
```

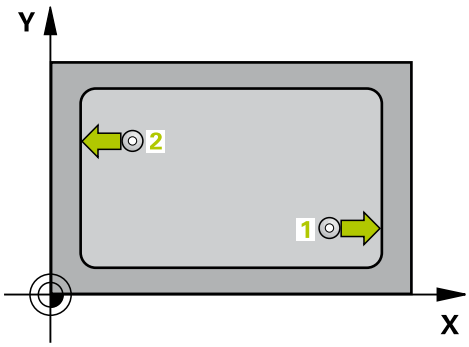
- **第一轴中心的公差**Q279： 沿加工面参考轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999
- **第二轴中心的公差**Q280： 沿加工面辅助轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0： 不创建测量日志
  1： 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR424.TXT**保存在目录TNC:\中。
  2： 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。 用NC启动键恢复程序运行。
- **如果公差超差程序停止运行**Q309： 用于确定公差超差时TNC是否停止程序运行和输出出错信息：
  0: 不中断程序运行，不输出出错信息
  1: 中断程序运行并输出出错信息
- **监测刀具**Q330： 确定TNC是否监测刀具(参见 "刀具监测", 352 页)。 输入范围0至32767.9，或者16个字符以内的刀具名
  0： 监测功能不可用
  > 0： 刀具表“TOOL.T”中的刀具号

Q282=75	;第一边长
Q283=35	;第二侧边长度
Q261=-5	;测量高度
Q320=0	;安全高度
Q260=+20	;第二安全高度
Q301=0	;移至第二安全高度
Q284=75.1	;第一侧边上限
Q285=74.9	;第一侧边下限
Q286=35	;第二侧边上限
Q287=34.95	;第二侧边下限
Q279=0.1	;第一中心公差
Q280=0.1	;第二中心公差
Q281=1	;测量日志
Q309=0	;出错时程序停止
Q330=0	;刀具

15.9 测量内宽度（循环425，DIN/ISO：G425，软件选装项17）

循环运行

探测循环425测量槽（或型腔）的位置和宽度。 如果在循环中定义了相应公差值，TNC将比较名义值与实际值并将偏差值保存在系统参数中。



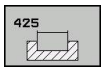
1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。 1. 第一次总是沿编程轴正方向探测。
3 如果输入了第二测量点的偏移量，TNC将测头（根据需要，在第二安全高度位置）移至下一起点2并探测第二触点。 如果名义尺寸较大，TNC用快移速度将测头移至第二触点。 如果未输入偏移量，TNC测量正相反方向的宽度。
4 最后，TNC再将测头移回第二安全高度处并将实际值和偏差值保存在以下Q参数中：

参数编号	含义
Q156	测量长度的实际值
Q157	中心线的实际值
Q166	被测长度偏差

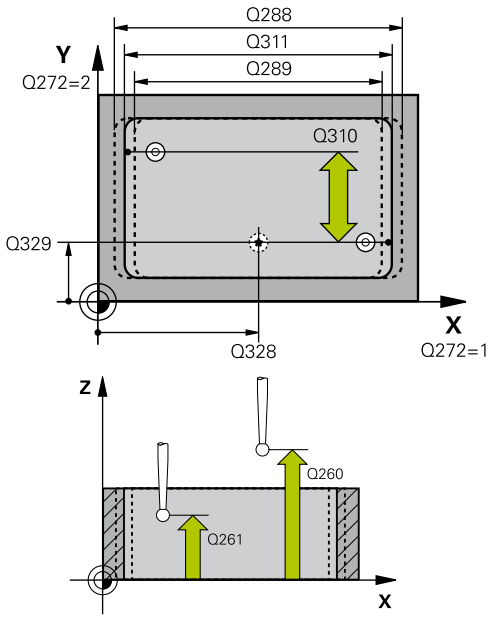
编程时注意：

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

循环参数



- **第一轴起点**Q328（绝对值）： 沿加工面参考轴的探测起点。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴起点**Q329（绝对值）： 沿加工面辅助轴的探测起点。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二次测量的偏移量**Q310（增量值）： 第二次测量前，偏移测头的距离。 如果输入0，TNC不偏移测头。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量轴**Q272： 进行测量的加工面所在的轴：
  1: 基本轴 = 测量轴
  2: 辅助轴 = 测量轴
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **名义长度**Q311： 被测长度名义值。 输入范围0至99999.9999
- **最大尺寸**Q288： 最大允许长度。 输入范围0至99999.9999
- **最小尺寸**Q289： 最小允许长度。 输入范围0至99999.9999
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0: 不创建测量日志
  1: 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR425.TXT**保存在TNC:\目录下。
  2: 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。用NC启动键恢复程序运行。
- **如果公差超差程序停止运行**Q309： 用于确定公差超差时TNC是否停止程序运行和输出出错信息：
  0: 不中断程序运行，不输出出错信息
  1: 中断程序运行并输出出错信息
- **监测刀具**Q330： 确定TNC是否监测刀具(参见 "刀具监测", 352 页)。 输入范围0至32767.9，或者16个字符以内的刀具名
  0： 监测功能不可用
  > 0： 刀具表“TOOL.T”中的刀具号
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表），且只适用于沿探测轴探测原点时。 输入范围0至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动



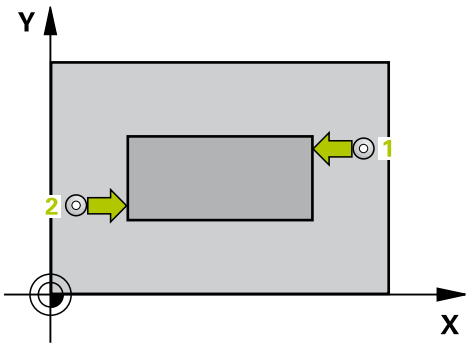
NC程序段

5 TCH PROBE 425 MEASURE INSIDE WIDTH
Q328=+75 ;第一轴起点
Q329=-12.5;第二轴起点
Q310=+0 ;第2次测量偏移量
Q272=1 ;测量轴
Q261=-5 ;测量高度
Q260=+10 ;第二安全高度
Q311=25 ;名义长度
Q288=25.05;最大尺寸
Q289=25 ;最小尺寸
Q281=1 ;测量日志
Q309=0 ;出错时程序停止
Q330=0 ;刀具
Q320=0 ;安全高度
Q301=0 ;移至第二安全高度

15.10 测量凸台宽度（循环426，DIN/ISO：G426，软件选装项17）

循环运行

探测循环426测量凸台的位置和宽度。 如果在循环中定义了相应公差值，TNC将比较名义值与实际值并将偏差值保存在系统参数中。



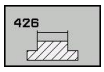
1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC用循环中数据和探测表中**SET_UP**列的安全高度数据计算探测点位置。
2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（**F**列）执行第一次探测。 1. 第一次总是沿编程轴负方向探测。
3 然后，测头运动至下一起点的第二安全高度并探测第二触点。
4 最后，TNC再将测头移回第二安全高度处并将实际值和偏差值保存在以下Q参数中：

参数编号	含义
Q156	测量长度的实际值
Q157	中心线的实际值
Q166	被测长度偏差

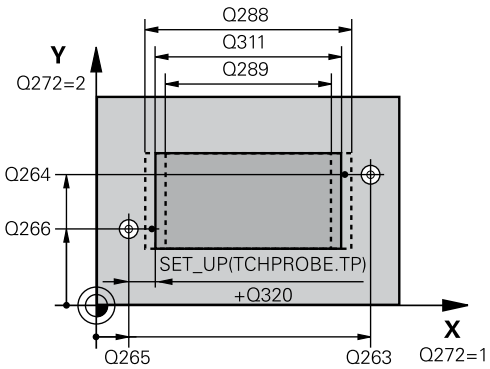
编程时注意：

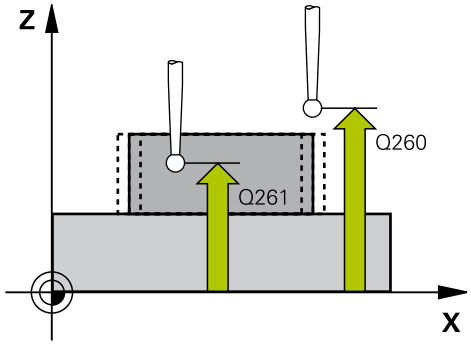
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

循环参数



- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）： 沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第一轴**Q265（绝对值）： 沿加工面参考轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第二轴**Q266（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量轴**Q272： 需测量的加工面中的轴：
  1： 参考轴 = 测量轴
  2： 辅助轴 = 测量轴
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。 Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **名义长度**Q311： 被测长度名义值。 输入范围0至99999.9999
- **最大尺寸**Q288： 最大允许长度。 输入范围0至99999.9999
- **最小尺寸**Q289： 最小允许长度。 输入范围0至99999.9999
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0: 不创建测量日志
  1： 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR426.TXT**保存在目录TNC:\中。
  2： 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。 用NC启动键恢复程序运行。
- **如果公差超差程序停止运行**Q309： 用于确定公差超差时TNC是否停止程序运行和输出出错信息：
  0： 不中断程序运行，不输出出错信息
  1： 中断程序运行并输出出错信息
- **监测刀具**Q330： 确定TNC是否监测刀具(参见 "刀具监测", 352 页)。 输入范围0至32767.9，或者16个字符以内的刀具名
  0： 监测功能不可用
  > 0： 刀具表“TOOL.T”中的刀具号





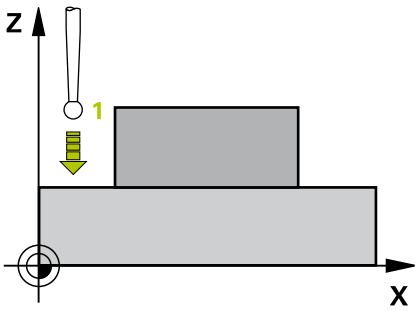
NC程序段

```
5 TCH PROBE 426 MEASURE RIDGE WIDTH
  Q263=+50  ;第一点第一轴
  Q264=+25  ;第一点第二轴
  Q265=+50  ;第二点第一轴
  Q266=+85  ;第二点第二轴
  Q272=2    ;测量轴
  Q261=-5   ;测量高度
  Q320=0    ;安全高度
  Q260=+20  ;第二安全高度
  Q311=45   ;名义长度
  Q288=45   ;最大尺寸
  Q289=44.95;最小尺寸
  Q281=1    ;测量日志
  Q309=0    ;出错时程序停止
  Q330=0    ;刀具
```

15.11 测量坐标（循环427，DIN/ISO：G427，软件选装项17）

循环运行

探测循环427用于确定可选轴的一个坐标值并将坐标值保存在系统参数中。 如果在循环中定义了相应公差值，TNC将比较名义值与实际值并将偏差值保存在系统参数中。



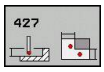
1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动至探测点1位置。 TNC将测头沿定义的运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
2 然后，TNC将测头定位在加工面上输入的触点1位置处并沿所选轴方向测量实际值。
3 最后，TNC将测头移回第二安全高度处并将坐标测量值保存在以下Q参数中。

参数编号	含义
Q160	坐标测量值

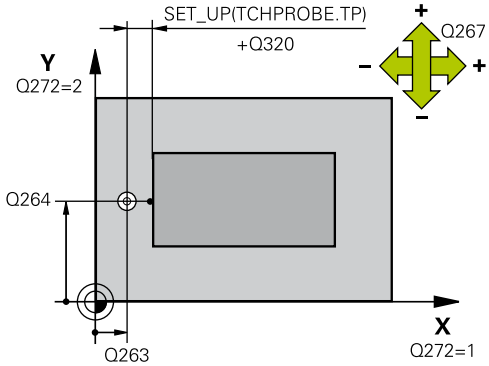
编程时注意：

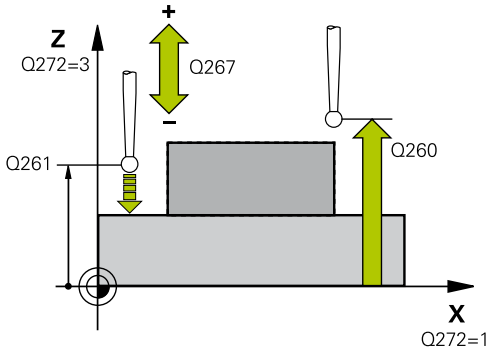
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

循环参数



- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）：沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）：沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）：进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）：测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **测量轴（1至3： 1 = 参考轴）**Q272： 被测轴：
  1： 参考轴 = 测量轴
  2： 辅助轴 = 测量轴
  3： 探测轴 = 测量轴
- **运动方向1** Q267: 测头接近工件的方向：
  -1： 负运动方向
  +1： 正方向运动
- **第二安全高度**Q260（绝对值）：避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0： 不创建测量日志
  1： 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR427.TXT**保存在目录TNC:\中。
  2： 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。 用NC启动键恢复程序运行。
- **最大极限尺寸**Q288： 最大允许测量值。 输入范围0至99999.9999
- **最小极限尺寸**Q289： 最小允许测量值。 输入范围0至99999.9999
- **如果公差超差程序停止运行**Q309： 用于确定公差超差时TNC是否停止程序运行和输出出错信息：
  0： 不中断程序运行，不输出出错信息
  1： 中断程序运行并输出出错信息
- **监测刀具**Q330： 确定TNC是否监测刀具(参见 "刀具监测", 352 页)。 输入范围0至32767.9，或者16个字符以内的刀具名
  0： 监测功能不可用
  > 0： 刀具表“TOOL.T”中的刀具号





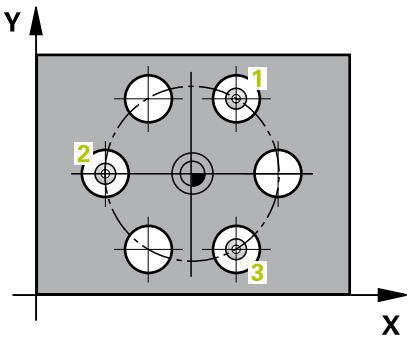
NC程序段

```
5 TCH PROBE 427 MEASURE
    COORDINATE
  Q263=+35  ;第一点第一轴
  Q264=+45  ;第一点第二轴
  Q261=+5   ;测量高度
  Q320=0    ;安全高度
  Q272=3    ;测量轴
  Q267=-1   ;运动方向
  Q260=+20  ;第二安全高度
  Q281=1    ;测量日志
  Q288=5.1  ;最大尺寸
  Q289=4.95 ;最小尺寸
  Q309=0    ;出错时程序停止
  Q330=0    ;刀具
```

15.12 测量螺栓孔圆（循环430，DIN/ISO：G430，软件选装项17）

循环运行

探测循环430通过探测三个孔确定螺栓孔圆的圆心和直径。 如果在循环中定义了相应公差值，TNC将比较名义值与实际值并将偏差值保存在系统参数中。



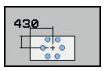
1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动到第一孔1的圆心位置。
2 然后，测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第一孔中心。
3 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第二孔2的圆心位置。
4 TNC再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第二孔中心。
5 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第三孔3的圆心位置。
6 TNC再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第三孔中心。
7 最后，TNC再将测头移回第二安全高度处并将实际值和偏差值保存在以下Q参数中：

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q153	螺栓孔圆直径实际值
Q161	参考轴中心位置的偏差
Q162	辅助轴中心位置的偏差
Q163	螺栓孔圆的直径偏差

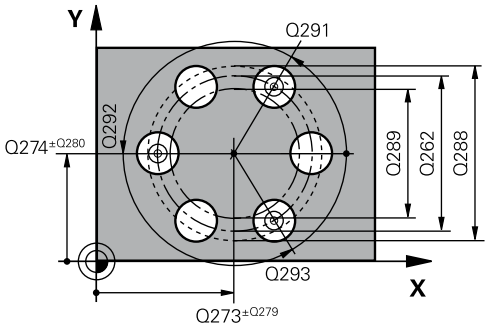
编程时注意：

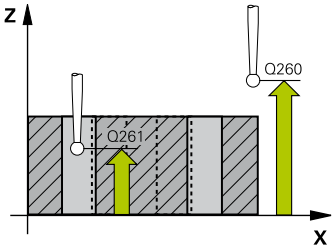
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
循环430只监测刀具破损，无自动补偿刀具功能。

循环参数



- **第一轴中心**Q273（绝对值）： 加工面参考轴螺栓孔圆（名义值）的圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二轴中心**Q274（绝对值）： 加工面辅助轴螺栓孔圆（名义值）的圆心。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **名义直径**Q262： 输入螺栓孔圆的直径。 输入范围0至99999.9999
- **第一孔角度**Q291（绝对值）： 加工面上第一孔中心的极坐标角度。 输入范围-360.0000至360.0000
- **第二孔角度**Q292（绝对值）： 加工面上第二孔中心的极坐标角度。 输入范围-360.0000至360.0000
- **第三孔角度**Q293（绝对值）： 加工面上第三孔中心的极坐标角度。 输入范围-360.0000至360.0000
- **探测轴的测量高度**Q261（绝对值）： 进行测量的沿测头轴的球头中心（=触点）坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **最大极限尺寸**Q288： 螺栓孔圆的最大允许直径。 输入范围0至99999.9999
- **最小极限尺寸**Q289： 螺栓孔圆的最小允许直径。 输入范围0至99999.9999
- **第一轴中心的公差**Q279： 沿加工面参考轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999





NC程序段

```
5 TCH PROBE 430 MEAS. BOLT
    HOLE CIRC
  Q273=+50  ;圆心第一轴
  Q274=+50  ;圆心第二轴
  Q262=80   ;名义直径
  Q291=+0   ;第一孔的角度
```

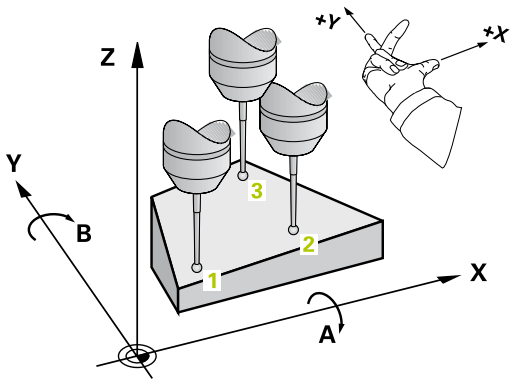
- **第二轴中心的公差**Q280： 沿加工面辅助轴的允许位置偏差。 输入范围0至99999.9999
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0： 不创建测量日志
  1： 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR430.TXT**保存在目录TNC:\中。
  2： 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。 用NC启动键恢复程序运行。
- **如果公差超差程序停止运行**Q309： 用于确定公差超差时TNC是否停止程序运行和输出出错信息：
  0： 不中断程序运行，不输出出错信息
  1： 中断程序运行并输出出错信息
- **监测刀具号**Q330： 确定TNC是否监测刀具破损(参见"刀具监测", 352 页)。 输入范围0至32767.9，或者16个字符以内的刀具名
  0： 监测功能不可用
  > 0： 刀具表“TOOL.T”中的刀具号

```
Q292=+90  ;第二孔的角度
Q293=+180;第三孔的角度
Q261=-5   ;测量高度
Q260=+10  ;第二安全高度
Q288=80.1 ;最大尺寸
Q289=79.9 ;最小尺寸
Q279=0.15 ;第一中心公差
Q280=0.15 ;第二中心公差
Q281=1    ;测量日志
Q309=0    ;出错时程序停止
Q330=0    ;刀具
```

15.13 测量平面（循环431，DIN/ISO：G431，软件选装项17）

循环运行

探测循环431通过测量三点确定一个平面的角度。 它将测量值保存在系统参数中。



1 根据定位规则，TNC用快移速度（**FMAX**列中的值）(参见 "执行探测循环", 283 页)使测头运动到编程探测点1位置并测量该面的第一点。 TNC将测头沿探测方向的相反方向偏移一个安全距离。
2 测头移回第二安全高度并沿加工面移至起点2位置处，测量平面上第二触点实际值。
3 测头移第二安全高度并沿加工面移至起点3位置处并测量平面上第三触点的实际值。
4 最后，TNC再将测头移回第二安全高度处并将被测角度保存在以下Q参数中：

参数编号	含义
Q158	A轴投影角
Q159	B轴投影角
Q170	空间角A
Q171	空间角B
Q172	空间角C
Q173 to Q175	沿测头轴的测量值（第一至第三测量点）

编程时注意：

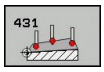
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

要使TNC能计算角度值，不能使三个测量点在一条直线上。

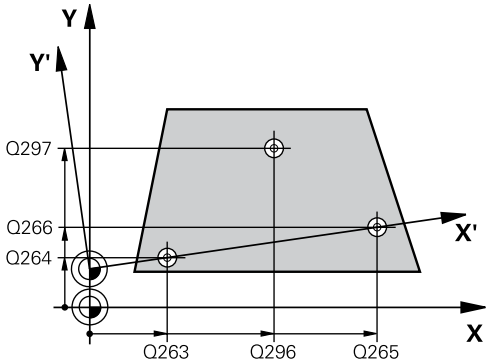
倾斜加工面所需的空间角保存在参数Q170至Q172中。 倾斜加工面时，也可以用前两个测量点指定参考轴的方向。

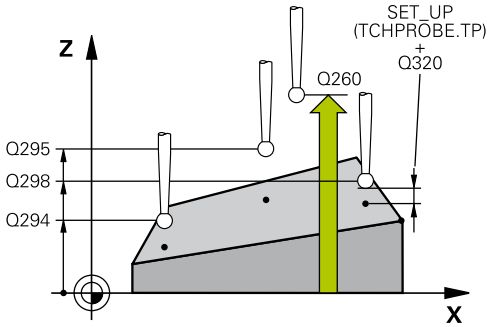
第三个测量点确定刀具轴方向。 将第三个测量点定义在正Y轴方向上，以确保顺时针坐标系统中的刀具轴位置正确。

循环参数



- **第一测量点第一轴**Q263（绝对值）： 沿加工面参考轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第二轴**Q264（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第一测量点第三轴**Q294（绝对值）： 沿测头轴的第一触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第一轴**Q265（绝对值）： 沿加工面参考轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第二轴**Q266（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第三轴**Q295（绝对值）： 沿测头轴的第二触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第三测量点第一轴**Q296（绝对值）： 沿加工面参考轴的第三触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第三测量点第二轴**Q297（绝对值）： 沿加工面辅助轴的第三触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **第二测量点第三轴**Q298（绝对值）： 沿测头轴的第三触点坐标。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。Q320累加至**SET_UP**（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **第二安全高度**Q260（绝对值）： 避免测头与工件（卡具）发生碰撞沿测头轴的坐标值。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量日志**Q281： 确定TNC是否创建测量日志：
  0: 不创建测量日志
  1： 创建测量日志： 默认情况下，TNC将**日志文件TCHPR431.TXT**保存在目录TNC:\中。
  2： 中断程序运行并在TNC屏幕上显示测量日志。 用NC启动键恢复程序运行。





NC程序段

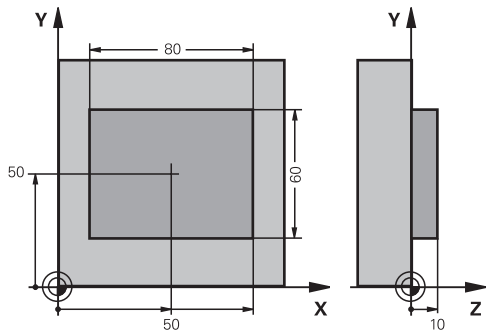
```
5 TCH PROBE 431 MEASURE PLANE
  Q263=+20  ;第一点第一轴
  Q264=+20  ;第一点第二轴
  Q294=-10  ;第一点第三轴
  Q265=+50  ;第二点第一轴
  Q266=+80  ;第二点第二轴
  Q295=+0   ;第二点第三轴
  Q296=+90  ;第三点第一轴
  Q297=+35  ;第三点第二轴
  Q298=+12  ;第三点第三轴
  Q320=0    ;安全高度
  Q260=+5   ;第二安全高度
  Q281=1    ;测量日志
```

15.14 编程举例

举例： 测量和修复加工矩形凸台

程序执行顺序

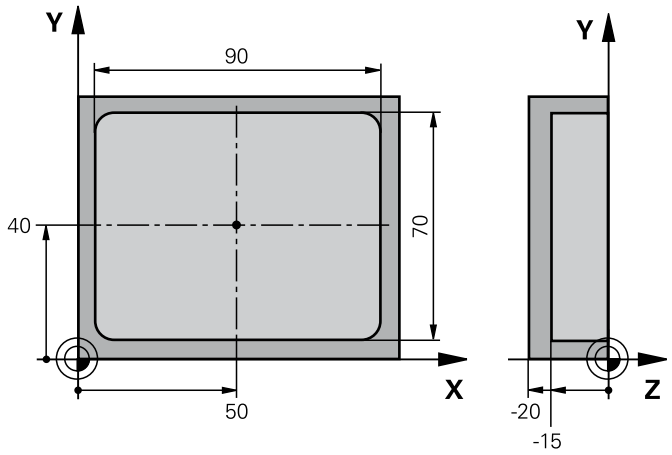
- 粗加，留0.5 mm精加余量
- 测量
- 根据测量值，精加矩形凸台



0 BEGIN PGM BEAMS MM	
1 TOOL CALL 69 Z	粗加工刀具调用
2 L Z+100 R0 FMAX	退刀
3 FN 0: Q1 = +81	沿X轴矩形长度（粗加尺寸）
4 FN 0: Q2 = +61	沿Y轴矩形长度（粗加尺寸）
5 CALL LBL 1	调用加工子程序
6 L Z+100 R0 FMAX	退刀，换刀
7 TOOL CALL 99 Z	调用测头
8 TCH PROBE 424 MEAS. RECTAN. OUTS.	测量粗铣矩形尺寸
Q273=+50 ;圆心第一轴	
Q274=+50 ;圆心第二轴	
Q282=80 ;第一边长	沿X轴名义长度（最终尺寸）
Q283=60 ;第二侧边长度	沿Y轴名义长度（最终尺寸）
Q261=-5 ;测量高度	
Q320=0 ;安全高度	
Q260=+30 ;第二安全高度	
Q301=0 ;移至第二安全高度	
Q284=0 ;第一侧边上限	不需要为公差检查输入值
Q285=0 ;第一侧边下限	
Q286=0 ;第二侧边上限	
Q287=0 ;第二侧边下限	
Q279=0 ;第一中心公差	
Q280=0 ;第二中心公差	
Q281=0 ;测量日志	不传送测量日志
Q309=0 ;出错时程序停止	不输出出错信息
Q330=0 ;刀具编号	不监测刀具
9 FN 2: Q1 = +Q1 - +Q164	计算X轴长度，包括测量偏差
10 FN 2: Q2 = +Q2 - +Q165	计算Y轴长度，包括测量偏差
11 L Z+100 R0 FMAX	退离测头，换刀
12 TOOL CALL 1 Z S5000	精加刀具调用

13 CALL LBL 1	调用加工子程序
14 L Z+100 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
15 LBL 1	矩形凸台固定循环的子程序
16 CYCL DEF 213 STUD FINISHING	
Q200=20 ;安全高度	
Q201=-10 ;深度	
Q206=150 ;切入进给速率	
Q202=5 ;切入深度	
Q207=500 ;铣削进给速率	
Q203=+10 ;表面坐标	
Q204=20 ;第二安全高度	
Q216=+50 ;圆心第一轴	
Q217=+50 ;圆心第二轴	
Q218=Q1 ;第一边长	粗加和精加的X轴变量
Q219=Q2 ;第二边长	粗加和精加的Y轴变量
Q220=0 ;角点半径	
Q221=0 ;第一轴余量	
17 CYCL CALL M3	循环调用
18 LBL 0	子程序结束
19 END PGM BEAMS MM	

举例： 测量矩形型腔并记录结果



0 BEGIN PGM BSMEAS MM		
1 TOOL CALL 1 Z		探测的刀具调用
2 L Z+100 R0 FMAX		退离测头
3 TCH PROBE 423 MEAS. RECTAN. INSIDE		
Q273=+50	;圆心第一轴	
Q274=+40	;圆心第二轴	
Q282=90	;第一边长	X轴名义长度
Q283=70	;第二侧边长度	Y轴名义长度
Q261=-5	;测量高度	
Q320=0	;安全高度	
Q260=+20	;第二安全高度	
Q301=0	;移至第二安全高度	
Q284=90.15	;第一侧边上限	X轴上限
Q285=89.95	;第一侧边下限	X轴下限
Q286=70.1	;第二侧边上限	Y轴上限
Q287=69.9	;第二侧边下限	Y轴下限
Q279=0.15	;第一中心公差	X轴允许位置偏差
Q280=0.1	;第二中心公差	Y轴允许位置偏差
Q281=1	;测量日志	将测量日志保存为文件
Q309=0	;出错时程序停止	超出公差范围时不显示出错信息
Q330=0	;刀具编号	不监测刀具
4 L Z+100 R0 FMAX M2		退刀，程序结束
5 END PGM BSMEAS MM		

16

探测循环： 特殊功能

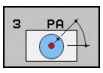
16.1 基础知识

概要

执行探测循环时，循环8（镜像），循环11（缩放）和循环26（特定轴缩放）不允许工作。
海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

为使用3-D测头，机床制造商必须对TNC系统进行特别设置。

TNC提供以下有特殊用途的循环：

循环	软键	页
循环3（测量） 定义OEM循环的循环		385

16.2 测量（循环3，软件选装项17）

循环运行

探测循环3测量工件上沿所选方向的任意一个位置。与其它测量循环不同，循环3允许直接输入测量范围**设置**和进给速率**F**。 此外，确定测量值**MB**后，测头退离定义的距离。

1 测头用输入的进给速率沿定义的探测方向离开当前位置。 探测方向必须在循环中用极坐标角定义。
2 TNC保存位置后，测头停止运动。 TNC将测头的尖头中心的X，Y，Z轴坐标值保存在三个连续Q参数中。 TNC不执行任何长度或半径补偿。 定义循环中第一结果参数的编号。
3 最后，TNC沿参数**MB**定义的方向的相反方向将测头移回该距离。

编程时注意：

探测循环3的准确特性由机床制造商或使用相应探测循环的软件商决定。

探测表中的**DIST**（到触点的最大行程）和**F**（探测进给速率）数据适用于其他测量循环，但不能用在探测循环3中。

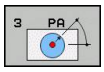
注意，TNC只写入四个连续Q参数中。

如果TNC不能确定触点是否有效，程序运行中不报错。 这时，TNC用–1值赋值给第4个结果参数，使用户可以自己处理错误。

TNC退离测头的距离不超过退离距离**MB**也不超过测量起点位置。 因此可以保证退离期间没有碰撞。

可用系统功能**FN17: SYSWRITE ID 990 NR 6**设置循环运行时是否使用测头输入接口X12或X13。

循环参数



- **结果的参数编号**： 输入TNC分配给第一测量坐标（X）的Q参数编号。 其后Q参数必须为Y轴和Z轴测量值。 输入范围: 0至1999
- **探测轴**： 输入移动测头的运动方向并用**ENT**键确认。 输入范围: X，Y或Z
- **探测角度**： 角度，从定义的**探测轴测量，**而测头沿探测轴运动。 用**ENT**键确认。 输入范围-180.0000至180.0000
- **最大测量范围**： 输入测头自起点的最大运动距离。 用ENT键确认。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量进给速率**： 输入测量进给速率（mm/min）。 输入范围0至3000.000
- **最大退刀距离**： 测针偏离自由位置后，沿探测方向的相反方向的运动路径。 TNC退离测头的位置不超过起点，因此不会碰撞。 输入范围0至99999.9999
- **参考系统？（0=ACT/1=REF）**： 定义探测方向和测量结果是相对当前坐标系（**ACTUAL**（实际），可平移或旋转），还是相对机床坐标系（**REF**）：
  0: 沿当前坐标系探测并将测量结果用**ACTUAL**（实际）坐标系保存
  1: 沿机床REF固定坐标系探测并将结果用**REF**坐标系保存。
- **错误模式（0=关闭/1=开启）**： 指定循环开始时如果测针偏离自由状态，TNC是否输出出错信息。 如果选择了模式**1**，TNC将值**-1**保存为第四结果参数并继续执行循环：
  0： 出错信息输出
  1： 不输出出错信息

NC程序段

```
4 TCH PROBE 3.0 MEASURING
5 TCH PROBE 3.1 Q1
6 TCH PROBE 3.2 X ANGLE: +15
7 TCH PROBE 3.3 DIST +10 F100
  MB1 REFERENCE SYSTEM:0
8 TCH PROBE 3.4 ERRORMODE1
```

16.3 3-D测量（循环4，软件选装项17）

循环运行

> 循环4是一个辅助循环，用于使用任何测头进行探测（TS，TT或TL）。 TNC不提供用任何探测方向校准TS测头的循环。

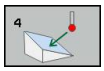
探测循环4沿矢量定义的探测方向测量工件上的任意一个位置。 与其它测量循环不同，循环4允许直接输入测量距离和进给速率。 此外，确定测量值后测头退离定义的距离。

1 TNC用输入的进给速率沿定义的探测方向离开当前位置。 用矢量定义循环中的探测方向（X，Y和Z轴方向的差值）。
2 TNC保存位置后，TNC停止探测运动。 TNC将探测位置的X，Y，Z轴坐标分别保存在三个连续Q参数中。 定义循环中第一参数的编号。 如果是使用TS测头，探测结果用校准的中心偏移值修正。
3 最后，TNC沿与探测的相反方向执行定位运动。 用参数**MB**定义运动路径—测头运动到不超过起点的位置处。

编程时注意：

> TNC退离测头的距离不超过退离距离**MB**也不超过测量起点位置。 因此可以保证退离期间没有碰撞。
>
> 预定位期间，必须确保TNC使测头尖无补偿地移到要求的位置！
>
> 注意，TNC只写入四个连续Q参数中。 如果TNC无法确定有效触点，第4个结果参数值将为–1。

循环参数



- **结果的参数编号：** 输入TNC分配给第一测量坐标（X）的Q参数编号。 其后Q参数必须为Y轴和Z轴测量值。 输入范围: 0至1999
- **X轴的相对测量路径**： 方向矢量的X分量决定测头运动方向。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **Y轴的相对测量路径**： 方向矢量的Y分量决定测头运动方向。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **Z轴的相对测量路径**： 方向矢量的Z分量决定测头运动方向。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **最大测量距离**： 输入测头沿方向矢量自起点的最大运动距离。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **测量进给速率**： 输入测量进给速率（mm/min）。 输入范围0至3000.000
- **最大退刀距离**： 测针偏离自由位置后，沿探测方向的相反方向的运动路径。 输入范围0至99999.9999
- **参考坐标系？（0=实际L/1=REF)**： 确定将探测结果保存在输入坐标系中（**ACTUAL**（实际））还是保存在机床工作台坐标系中（**REF**）：
  0： 将测量结果保存在**ACTUAL**（实际）坐标系中
  1： 将测量结果保存在**REF**坐标系中

NC程序段

```
4 TCH PROBE 4.0 MEASURING IN 3-D
5 TCH PROBE 4.1 Q1
6 TCH PROBE 4.2 IX-0.5 IY-1 IZ-1
7 TCH PROBE 4.3 DIST+45 F100 MB50 REFERENCE SYSTEM:0
```

16.4 校准触发式测头

为了精确确定3-D测头的实际触发点，必须校准测头，否则TNC可能无法提供精确测量结果。

以下情况时必须校准测头：
- 调试
- 测针断裂
- 更换测针
- 改变探测进给速率
- 不稳定，例如机床预热时
- 改变有效刀具轴

校准完成后，TNC直接用当前探测系统的校准值。更新的刀具数据立即生效，而且不需要用新刀具调用。

校准期间，TNC将确定测针的“有效长度”和球头的“有效半径”。要校准一个3-D测头，将一个已知高度和已知内径的环规夹持在机床工作台上。

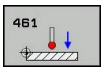
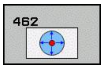
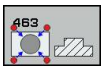
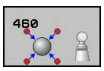
TNC提供校准长度和半径的校准循环：

▶ 按下**TOUCH PROBE**（探测）软键

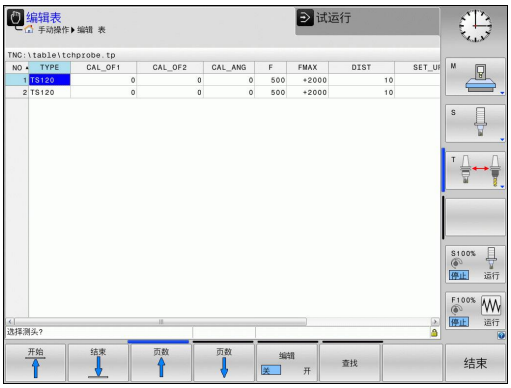
▶ 显示校准循环： 按下CALIBRATE TS（校准TS）

▶ 选择校准循环

TNC的校准循环

软键	功能	页
	校准长度	392
	用环规测量半径和圆心偏心值	394
	用量杆或标准销测量半径和圆心偏心值	396
	用标准球测量半径和圆心偏心值	390

16.5 显示校准值



TNC在刀具表中保存测头有效长度和有效半径。TNC在探测表的**CAL_OF1**（基本轴）和**CAL_OF2**（辅助轴）列中保存测头的球头中心偏心量。按下TOUCH-PROBE TABLE（探测表）软键，系统用屏幕显示这些值。

校准期间自动创建测量日志。 日志文件名为TCHPRAUTO.html。该文件保存在与原文件相同的目录下。 测量日志可用数控系统的浏览器显示。 如果程序校准测头的循环不止一个，TCHPRAUTO.html将包括全部测量日志。 在手动操作模式下执行探测循环时，TNC用TCHPRMAN.html文件名的文件保存测量日志。 该文件保存在TNC文件夹下：*。

使用探测循环前，必须确保激活正确的刀具号，包括执行自动和**手动操作模式**下的探测循环。

有关探测表的更多信息，参见《循环编程用户手册》。

16.6 校准TS（循环460，DIN/ISO： G460，软件选装项17）

循环460用于使用高精度基准球自动校准3-D触发式测头。 可以只校准半径，也可以校准半径和长度。

校准期间自动创建测量日志。 日志文件名为TCHPRAUTO.html。 该文件保存在与原文件相同的目录下。 测量日志可用数控系统的浏览器显示。 如果程序校准测头的循环不止一个，TCHPRAUTO.html将包括全部测量日志。

1 夹持基准球和检查是否存在碰撞可能。
2 沿测头轴将测头定位在基准球上方并使其在加工面中的大致球心位置。
3 循环中的第一次运动沿测头轴的负方向运动。
4 然后，循环决定测头轴的准确球心位置。

编程时注意：

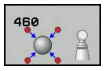
海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

测头有效长度总是相对刀具原点。机床制造商通常将主轴尖定义为刀具原点。

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

在程序中将测头进行预定位，使其大致在基准球中心上方位置。

校准期间自动创建测量日志。 日志文件名为TCHPRAUTO.html。



- **基准球准确半径**Q407： 输入所用基准球的准确半径。 输入范围0.0001至99.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。 Q320累加至探测表中的SET_UP。 输入范围0至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0： 在测量高度位置的两测量点间运动
  1： 两测量点间在第二安全高度处运动
- **平面中探测点数(4/3)**Q423： 直径上测量点数。 输入范围0至8
- **参考角**Q380（绝对值）： 在当前工件坐标系中测量被测点的参考角（基本旋转）。 定义参考角可以大幅放大轴的测量范围。 输入范围0至360.0000
- **校准长度**（0/1）Q433： 半径校准后，确定TNC是否还应校准测头长度：
  0： 不校准测头长度
  1： 校准测头长度
- **长度原点**Q434（绝对值）： 基准球球心坐标。只有进行长度校准时才需要该定义。 输入范围-99999.9999至99999.9999

NC程序段

```
5 TCH PROBE 460 CALIBRATE TS
  Q407=12.5 ;球半径
  Q320=0    ;安全高度
  Q301=1    ;移至第二安全高度
  Q423=4    ;探测点数
  Q380=+0   ;参考角
  Q433=0    ;校准长度
  Q434=-2.5 ;原点
```

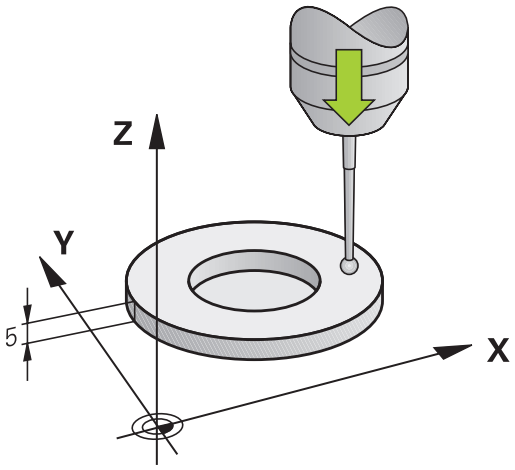
16.7 校准TS长度（循环461，DIN/ISO：G461，软件选装项17）

循环运行

开始校准循环前，必须将原点设置在主轴坐标轴，使机床工作台的Z=0；也必须将测头预定位在环规上方。

校准期间自动创建测量日志。 日志文件名为TCHPRAUTO.html。 该文件保存在与原文件相同的目录下。 测量日志可用数控系统的浏览器显示。 如果程序校准测头的循环不止一个，TCHPRAUTO.html将包括全部测量日志。

1 TNC使测头定向在探测表中定义的角度**CAL_ANG**位置（仅限测头可定向）。
2 TNC沿主轴坐标轴的负方向从当前位置探测用探测进给速率进行探测（探测表的**F**列）。
3 然后TNC用快移速度（探测表的**FMAX**列）使测头返回到起点位置。



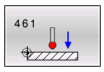
编程时注意：

海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

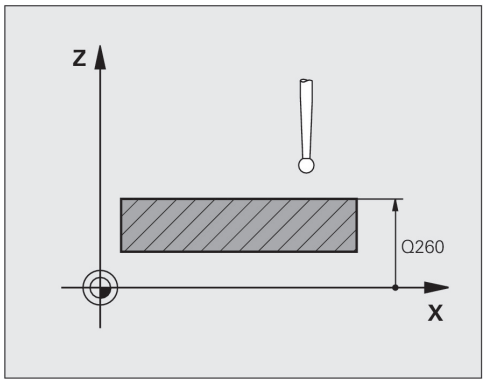
测头有效长度总是相对刀具原点。机床制造商通常将主轴尖定义为刀具原点。

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

校准期间自动创建测量日志。 日志文件名为TCHPRAUTO.html。



- **原点**Q434（绝对值）： 长度的原点（例如环规高度）。 输入范围-99999.9999至99999.9999



NC程序段

```
5 TCH PROBE 461 CALIBRATE TS
    LENGTH
  Q434=+5    ;DATUM
```

16.8 校准TS内半径（循环462，DIN/ISO：G462，软件选装项17）

循环运行

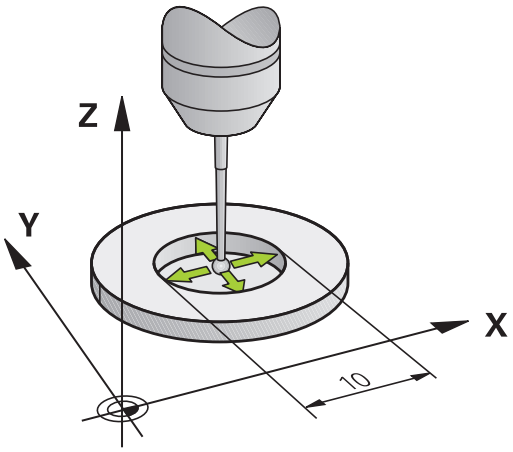
开始校准循环前，需要将测头预定位在环规的圆心并在要求的测量高度位置。

校准球头半径时，TNC执行自动探测程序。第一次探测循环期间，TNC确定环规或量杆的中心（大致测量）并使测头在中心位置。然后，在实际校准过程（最终测量）中确定球头半径。如果允许测头从反向探测，将在另一个循环中确定偏心量。

校准期间自动创建测量日志。 日志文件名为TCHPRAUTO.html。 该文件保存在与原文件相同的目录下。 测量日志可用数控系统的浏览器显示。 如果程序校准测头的循环不止一个，TCHPRAUTO.html将包括全部测量日志。

测头定向决定校准过程：

- 不能定向或只能单反向定向： TNC执行一次大致测量和一个精确测量并确定有效球头半径（刀具表tool.t的R列）
- 双方向可定向（例如用电缆的海德汉测头）： TNC执行一次大致测量和一次精确测量，转动测头180°，然后再执行四次探测。通过从反向探测确定的半径外，还确定偏心量（tchprobe.tp中的CAL_OF）。
- 可任何方向定向（例如海德汉红外线测头）： 有关探测程序，参见“双方向可定向”。



编程时注意：

海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

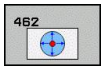
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

偏心量只能由适当测头确定。

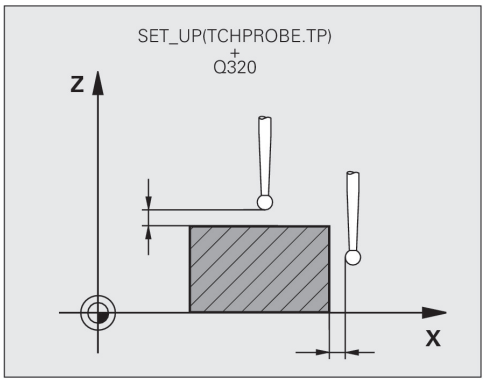
校准期间自动创建测量日志。 日志文件名为TCHPRAUTO.html。

为确定球头中心不对正量，TNC需要机床制造商的特别设置。更多信息，请见机床手册。

测头可否定向以及如何定向已在海德汉测头中确定。对其它测头，由机床制造商设置。



- **环规半径**Q407： 环规的直径。 输入范围0至99.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。 Q320累加至SET_UP（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **探测点数**Q407（绝对值）： 直径上测量点数。 输入范围0至8
- **参考角**Q380（绝对值）： 加工面参考轴与第一触点间角度。 输入范围0至360.0000



NC程序段

5 TCH PROBE 462 TS CALIBRATE IN RING
Q407=+5 ;环规半径
Q320=+0 ;安全高度
Q423=+8 ;探测点数
Q380=+0 ;参考角

16.9 校准TS外半径（循环463，DIN/ISO：G463，软件选装项17）

循环运行

开始校准循环前，需要将测头预定位在校准销的圆心位置。 将测头定位在校准销上方大约安全高度（探测表中值 + 循环中值）的位置。

校准球头半径时，TNC执行自动探测程序。第一次探测循环期间，TNC确定环规或量杆的中心（大致测量）并使测头在中心位置。然后，在实际校准过程（最终测量）中确定球头半径。如果允许测头从反向探测，将在另一个循环中确定偏心量。

校准期间自动创建测量日志。 日志文件名为TCHPRAUTO.html。 该文件保存在与原文件相同的目录下。 测量日志可用数控系统的浏览器显示。 如果程序校准测头的循环不止一个，TCHPRAUTO.html将包括全部测量日志。

测头定向决定校准过程：

- 不能定向或只能单反向定向： TNC执行一次大致测量和一个精确测量并确定有效球头半径（刀具表tool.t的R列）
- 双方向可定向（例如用电缆的海德汉测头）： TNC执行一次大致测量和一次精确测量，转动测头180°，然后再执行四次探测。通过从反向探测确定的半径外，还确定偏心量（tchprobe.tp中的CAL_OF）。
- 可任何方向定向（例如海德汉红外线测头）： 有关探测程序，参见“双方向可定向”。

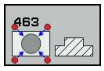
编程时注意：

海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

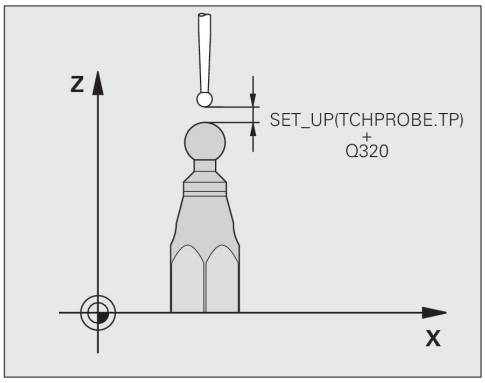
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
偏心量只能由适当测头确定。
校准期间自动创建测量日志。 日志文件名为TCHPRAUTO.html。

为确定球头中心不对正量，TNC需要机床制造商的特别设置。更多信息，请见机床手册。
测头可否定向以及如何定向已在海德汉测头中确定。对其它测头，由机床制造商设置。

16.9 校准TS外半径（循环463，DIN/ISO：G463）



- **凸台半径**Q407： 环规的直径。 输入范围0至99.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。 Q320累加至SET_UP（探测表）。 输入范围0至99999.9999
- **移至第二安全高度**Q301： 定义测头在两测量点间的运动方式。
  0: 在测量高度位置在两测量点间运动
  1: 两测量点间在第二安全高度处运动
- **探测点数**Q407（绝对值）： 直径上测量点数。 输入范围0至8
- **参考角**Q380（绝对值）： 加工面参考轴与第一触点间角度。 输入范围0至360.0000



NC程序段

5 TCH PROBE 463 TS CALIBRATE ON STUD	
Q407=+5	**;凸台半径**
Q320=+0	**;安全高度**
Q301=+1	**;移至第二安全高度**
Q423=+8	**;探测点数**
Q380=+0	**;参考角**

17

探测循环： 自动测量运动特性

17.1 用TS测头测量运动特性（KinematicsOpt选装项）

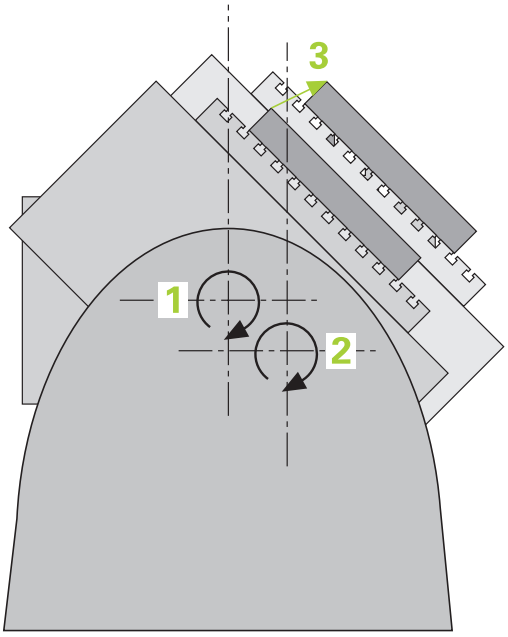
基础知识

精度要求越来越严格，特别是5轴加工领域。 复杂零件加工要求的精度和重复精度高，包括长时间加工情况。

部分多轴加工精度不理想的原因是数控系统中保存的运动特性模型（见右图1）与机床的实际运动特性（见右图2）不同。定位旋转轴时，这些差异造成工件精度不高（见右图3）。 因此，必须使运动特性模型尽可能接近真实情况。

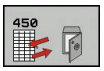
TNC的**KinematicsOpt**功能是帮助用户满足这些复杂要求的重要工具： 3-D测头探测循环在机床上全自动地测量旋转轴，旋转轴可以是工作台的也可以是主轴头的旋转轴。 将基准球固定在机床的任何位置处和用操作人员定义的分辨率进行测量。 循环定义期间，操作人员只需定义需测量的每一个旋转轴。

TNC系统用测量值计算静态倾斜精度。 软件使倾斜运动导致的定位误差最小化，测量过程结束时，机床几何尺寸自动保存在机床相应运动特性表中。



概要

TNC提供使用户可以自动保存、检查和优化机床运动特性的循环：

循环	软键	页
循环450（保存运动特性） 自动保存和恢复运动特性配置		402
循环451（测量运动特性） 自动检查或优化机床运动特性		405
循环452（预设点补偿） 自动检查或优化机床运动特性		416

17.2 前提条件

以下是使用KinematicsOpt选装功能的前提条件：

- 软件选装项48（KinematicsOpt），8（软件选装项1）和17 (测头探测功能）必须启用。
- 必须校准测量用的3-D测头。
- 该循环只用于刀具轴Z。
- 基准球的半径必须精确和确定且必须具有足够刚性可将其固定在机床工作台的适当位置处。 海德汉推荐使用基准球**KKH 250**（ID 655 475-01）或**KKH 100（ID 655 475-02）**，这些基准球刚性好和特别适用于机床校准。 如有任何疑问，请联系海德汉公司。
- 机床运动特性描述必须完整和正确。 输入的转换值精度必须精确到大约1 mm。
- 必须已测量整个机床几何特征（机床调试期间由机床制造商完成）。
- 机床制造商必须将**CfgKinematicsOpt**机床参数保存在配置数据中。 **maxModification**用于定义公差范围，如果运动特性数据超出该公差范围，TNC将显示提示信息。 **maxDevCalBall**用于定义输入的循环参数中的基准球半径尺寸。 **mStrobeRotAxPos**用于定义机床制造商指定的定位旋转轴的M功能。

编程时注意：

海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

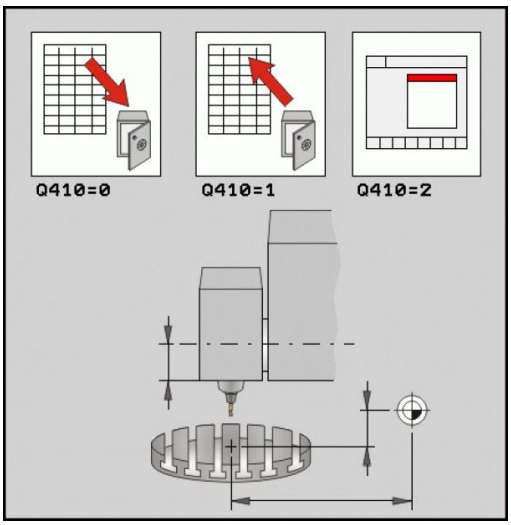
如果机床参数**mStrobeRotAxPos**中定义了M功能，开始执行KinematicsOpt循环（包括循环450）前，必须将旋转运动到0度位置（“当前”坐标系）。

如果KinematicsOpt循环将机床参数修改，数控系统必须重新启动。 否则，有可能所作修改可能丢失。

17.3 保存运动特性（循环450，DIN/ISO： G450，选装项）

循环运行

探测循环450可保存当前机床运动特性配置或恢复原保存的运动特性配置。 显示和删除保存的数据 共有16个存储空间。



编程时注意：

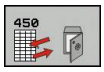
必须在执行运动特性优化前保存当前运动特性配置。
优点：

- 如果对结果不满意或如果优化期间出错（例如电源失效），可以恢复原有数据。

对**恢复**模式，注意

- TNC只将保存的数据恢复为匹配的运动特性配置。
- 运动特性的变化必然使预设点变化。 根据需要设置预设点。

循环参数



- **模式（0/1/2/3）**Q410: 定义是否需要备份或恢复运动特性：
  0： 备份当前运动特性
  1： 还原保存的运动特性
  2： 显示当前存储状态
  3： 删除数据记录
- **存储标识**Q409/QS409： 数据段标识编号或名称。对于数字，输入0至99999的值；对于名称最多输入16个字符。 共有16个存储空间。 如果选择模式2，Q409不可用。 在模式1和模式3中搜索时可用通配符（恢复和删除）。 如果由于使用通配符，TNC找到多个可能数据段，它恢复数据的平均值（模式1）或确认后删除全部所选数据段（模式3）。 可在搜索中用以下通配符：
  ?： 任何一个非限定字符
  $： 一个字母字符（字母）
  #： 一个非限定数字
  *****： 任何长度的字符串

保存当前运动特性

```
5 TCH PROBE 450 SAVE
    KINEMATICS
  Q410=0      ;模式
  QS409="AB"  ;存储标识
```

恢复数据段

```
5 TCH PROBE 450 SAVE
    KINEMATICS
  Q410=1      ;模式
  QS409="AB"  ;存储标识
```

显示所有保存的数据段

```
5 TCH PROBE 450 SAVE
    KINEMATICS
  Q410=2      ;模式
  QS409="AB"  ;存储标识
```

删除数据段

```
5 TCH PROBE 450 SAVE
    KINEMATICS
  Q410=3      ;模式
  QS409="AB"  ;存储标识
```

记录功能

运行循环450后，TNC生成测量日志文件（**TCHPR450.TXT**），它记录以下信息：

- 日志创建日期和时间
- 运行循环的NC程序路径
- 使用的模式（0=保存/1=恢复/2=保存状态/3=删除）
- 当前运动特性标识
- 输入的数据记录标识符

与所选模式有关的日志文件中的其它数据：

- 模式0： 记录TNC系统保存的所有轴信息和运动特性链的变换信息。
- 模式1： 记录恢复运动特性前和恢复后的全部变换信息
- 模式2： 保存的数据记录列表。
- 模式3： 删除的数据记录列表。

数据管理说明

TNC将保存的数据放在文件**TNC:\table\DATA450.KD**中。例如可用**TNCREMO**将该文件备份到计算机中。 如果该文件被删除，也可以删除保存的数据。 如果文件中数据被手动修改，数据记录将被破坏，因此无法再用。

> 如果**TNC:\table\DATA450.KD**文件不存在，执行循环450时，自动生成。
>
> 严禁手动修改保存的数据。
>
> 备份**TNC:\table\DATA450.KD**文件，确保在需要时可以恢复文件（例如数据介质损坏时#。

17.4 测量运动特性（循环451，DIN/ISO：G451，选装项）

循环运行

探测循环451可以检查和根据需要优化机床的运动特性。 用3-D TS系列测头测量一个安装在机床工作台上的海德汉基准球。

海德汉推荐使用基准球**KKH 250**（ID 655 475-01）或**KKH 100（ID 655 475-02）**，这些基准球刚性好和特别适用于机床校准。 如有任何疑问，请联系海德汉公司。

TNC计算静态倾斜精度。 软件使倾斜运动导致的空间误差最小化，测量过程结束时，机床几何尺寸将自动保存在机床相应运动特性描述中。

1 夹持基准球和检查是否存在碰撞可能。
2 手动操作模式中，将原点设置在球心位置，或如果**Q431=1**或**Q431=3**定义为： 沿探测轴将测头手动定位在基准球上方并在加工面的球心位置。
3 选择“程序运行”模式并开始校准程序。
4 TNC用定义的分辨率连续自动测量所有三个轴。
5 TNC将测量值保存在以下Q参数中：

17.4 测量运动特性（循环451，DIN/ISO：G451，选装项）

参数编号	含义
Q141	A轴测量值标准方差（如果未测量该轴，该值为–1）
Q142	B轴测量值标准方差（如果未测量该轴，该值为–1）
Q143	C轴测量值标准方差（如果未测量该轴，该值为–1）
Q144	A轴优化值标准方差（如果未优化该轴，该值为–1）
Q145	B轴优化值标准方差（如果未优化该轴，该值为–1）
Q146	C轴优化值标准方差（如果未优化该轴，该值为–1）
Q147	X轴方向偏移误差，手动传送相应机床参数
Q148	Y轴方向偏移误差，手动传送相应机床参数
Q149	Z轴方向偏移误差，手动传送相应机床参数

定位方向

被测旋转轴的定位方向由循环中定义的起始角和终止角确定。 基准测量自动在0°位置执行。

确定起始角和终止角，确保不重复测量同一个位置。 不推荐重复测量同一测量点（例如测量位置+90°和-270°），但系统不为此产生出错信息。

- 举例： 起始角 = +90°，终止角 = –90°
  - 起始角 = +90°
  - 终止角 = –90°
  - 测量点数 = 4
  - 计算出的角度步长 =(–90 – +90) / (4 – 1) = –60°
  - 测量点1 = +90°
  - 测量点2 = +30°
  - 测量点3 = –30°
  - 测量点4 = –90°
- 举例： 起始角 = +90°，终止角 = +270°
  - 起始角 = +90°
  - 终止角 = +270°
  - 测量点数 = 4
  - 计算出的角度步长 = (270 – 90) / (4 – 1) = +60°
  - 测量点1 = +90°
  - 测量点2 = +150°
  - 测量点3 = +210°
  - 测量点4 = +270°

鼠牙盘连接的机床

碰撞危险！

为使轴定位，必须将轴移出鼠牙盘连接部位。 因此，必须留出较大安全距离，防止测头碰撞基准球。 也必须确保有足够空间可以达到安全高度（软限位开关）。

如果没有软件选装项2（**M128**，**TCPM功能**），必须定义大于0的退离高度**Q408**。

根据需要，TNC圆整计算的测量位置使其适应鼠牙盘分度（与起始角，终止角和测量点数有关）。

根据机床配置情况，TNC不能自动定位旋转轴。 如果为该情况，需要机床制造商的一个特殊M功能使TNC可以运动旋转轴。 为此，机床制造商必须将这个M功能号输入在机床参数mStrobeRotAxPos中。

测量位置用相应轴和用鼠牙盘分度的起始角，终止角和测量点数计算。

计算A轴测量位置举例：

起始角**Q411** = -30

终止角**Q412** = +90

测量点数**Q414** = 4

鼠牙盘分度 = 3°

计算的角度步长 = (Q412 – Q411) / (Q414 – 1)

计算的角度步长 = = (90 – –30) / (4 – 1) = 120 / 3 = 40

测量位置1 = Q411 + 0 * 角度步长 = -30° --> -30°

测量位置2 = Q411 + 1 * 角度步长 = +10° --> 9°

测量位置3 = Q411 + 2 * 角度步长 = +50° --> 51°

测量位置4 = Q411 + 3 * 角度步长 = +90° --> 90°

选择测量点数

为节省时间，例如调试期间，可以用较少测量点数（1或2个）进行大致优化。

然后再用一定测量点数（推荐值 = 4左右）进行精细优化。 测量点数越多，通常结果越好。 最好将测量点均匀分布在轴的整个倾斜范围上。

这是为什么需要在三个测量位置处测量0°–360°倾斜范围的原因，就是在90°，180°和270°位置。 这样定义起始角为90°和终止角为270°。

如要检查相应精度，在**检查**模式中输入较多测量点。

如果测量点定义在0°位置，可以忽略， 因为基准测量位置只能是0°。

选择基准球在机床工作台的位置

原则上，可将基准球固定在工作台的任何可接近位置，也固定在夹具或工件处。 以下因素影响测量结果：

- 带回转工作台/摆动工作台的机床： 将校准球固定在尽可能远离旋转中心位置处。
- 超大行程的机床： 将基准球固定在尽可能靠近后续加工位置处。

精度说明

机床的几何和定位误差影响测量值，因此也影响旋转轴优化结果。为此，必然存在一定误差。

如果没有几何误差和定位误差，循环对机床的任何测量位置在特定时间的测量值都可准确重现。 几何和定位误差越大，在不同位置进行测量的测量结果离散性也越大。

TNC系统的测量日志记录测量结果离散性是保证机床静态倾斜精度的一项措施。 但是，在精度计算中也必须考虑测量圆半径和测量点数和测量位置因素。 一个测量点不足以计算离散性。 只有一点测量点时，计算结果是该测量点的空间误差。

如果同时运动多个旋转轴，其误差值将被合并。 最坏情况是这些误差相互叠加。

> 如果机床有控制主轴，需要在测头表中激活角度跟踪功能（**TRACK （跟踪）栏**）。 通常这样能提高使用3-D测头的测量精度。
>
> 根据需要，校准期间取消旋转轴锁定。 否则，可能导致测量结果失真。 更多信息，请见机床手册。

不同校准方式说明

- **输入大致尺寸后，在调试期间进行大致优化。**
  - 测量点数在1至2之间
  - 旋转轴的角度步长： 约 90°
- **精细优化整个运动范围**
  - 测量点数在3至6之间
  - 起始角和终止角覆盖旋转轴最大可能行程范围。
  - 基准球在机床工作台上的固定位置需要使回转工作台旋转轴在较大测量圆上，或使摆动铣头轴在代表性的位置处测量（例如行程范围的中点）。
- **优化特定旋转轴位置**
  - 测量点数在2至3之间
  - 测量位置在加工工件的旋转轴角度附近。
  - 将基准球固定在机床工作台的后续加工位置处。
- **检查机床精度**
  - 测量点数在4至8之间
  - 起始角和终止角覆盖旋转轴最大可能行程范围。
- **确定旋转轴反向间隙**
  - 测量点数在8至12之间
  - 起始角和终止角覆盖旋转轴最大可能行程范围。

反向间隙

反向间隙是指旋转编码器或角度编码器和工作台反向运动时的微小间隙量。 如果旋转轴有超出控制环范围的反向误差，例如用电机编码器测量角度，倾斜时将导致严重误差。

用输入参数**Q432**激活反向间隙测量。 输入TNC用作行程角度的角度值。 然后，循环将对每个旋转轴执行两次测量。 如果使角度值为0，TNC不测量任何反向间隙。

> TNC不执行自动反向间隙补偿。
>
> 如果测量圆半径< 1 mm，TNC不计算反向间隙。 测量圆的半径越大，TNC确定的反向间隙精度越高（参见 "记录功能", 415 页）。
>
> 不适用于反向间隙，因为定义旋转轴定位的M功能为机床参数mStrobeRotAxPos或该轴为鼠牙盘轴。

编程时注意：

注意倾斜加工面功能将被全部复位。停止**M128**和**TCPM功能**。

将基准球放在机床工作台上，其位置需保证测量过程中无碰撞。

定义循环前，将原点设置在基准球的球心位置和将其激活，或定义一个对应1或3的输入参数Q431。

如果机床参数mStrobeRotAxPos不等于-1（用M功能定位旋转轴），只有全部旋转轴都为0°时才开始测量。

沿测头轴将测头移到探测高度时的探测进给速率，TNC用循环参数**Q253**或**FMAX**中的较小值。测头监测功能不工作时，TNC只用定位进给速率**Q253**运动旋转轴。

如果优化模式中获得的运动特性数据大于允许的极限值（**maxModification**），TNC显示报警信息。 这时可以用NC启动键确认接受获得的特性数据。

注意修改运动特性必然使预设点变化。 优化后，复位预设点。

每次探测时，TNC先测量基准球半径。如果球半径测量值与输入的球半径之差超过机床参数**maxDevCalBall**的定义值，TNC显示错误信息并结束测量。

如果测量期间中断循环运行，运动特性数据将不能保持原有状态。 用循环450进行优化前，必须保存当前运动特性配置，以便发生意外时可以恢复最新保存的运动特性配置。

用英寸编程： TNC只用毫米记录日志数据和测量结果。

TNC忽略不可用轴的循环定义数据。

循环参数

- **模式（0=检查/1=测量）**Q406： 指定TNC进行检查还是优化当前运动特性：
  0: 检查运动特性： TNC测量所定义旋转轴的运动特性，但不作修改。 TNC显示测量日志中的测量结果。
  1: 优化当前运动特性。TNC测量所定义旋转轴的运动特性和**优化当前有效运动特性的旋转轴位置**。
- **基准球准确半径**Q407： 输入所用基准球的准确半径。 输入范围0.0001至99.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。 Q320累加至探测表中的SET_UP。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **退刀高度**Q408（绝对值）： 输入范围0.0001至99999.9999
  - 输入0：
    不运动到任何退离高度。 TNC运动到被测轴的下个测量位置。 不适用于鼠牙盘连接的轴！ TNC运动到第一测量位置的顺序为A轴，B轴再C轴。
  - 输入 >0：
    沿倾斜工件坐标系的退离高度是旋转轴沿主轴坐标轴定位前的TNC位置。 TNC也将测头沿加工面运动到原点处。 该模式时，测头监测功能不可用。 用参数Q253定义定位速度。
- **预定位进给速率**Q253: 定位中的刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0.0001至99999.9999；或**FMAX**，**FAUTO**，**PREDEF**
- **参考角**Q380（绝对值）： 在当前工件坐标系中测量被测点的参考角（基本旋转）。 定义参考角可以大幅放大轴的测量范围。 输入范围0至360.0000
- **A轴起始角**Q411（绝对值）： A轴起始角为第一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **A轴终止角**Q412（绝对值）： A轴终止角为最后一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **A轴仰角**Q413: A轴仰角为测量其他旋转轴的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **A轴测量点数**Q414: 探测测量点数，TNC用该数测量A轴。 如果输入值 = 0，TNC不测量相应轴。 输入范围0至12
- **B轴起始角**Q415（绝对值）： B轴起始角为第一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **B轴终止角**Q416（绝对值）： B轴终止角为最后一次测量时的角度 输入范围-359.999至359.999
- **B轴仰角**Q417: B轴仰角为测量其他旋转轴的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **B轴测量点数**Q418: 探测测量点数，TNC用该数测量B轴。如果输入值 = 0，TNC不测量相应轴。 输入范围0至12
- **C轴起始角**Q419（绝对值）： C轴起始角为第一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **C轴终止角**Q420（绝对值）： C轴终止角为最后一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999

保存和检查运动特性

4 TOOL CALL "TCH PROBE" Z	
5 TCH PROBE 450 SAVE KINEMATICS	
Q410=0	;模式
Q409=5	;存储标识
6 TCH PROBE 451 MEASURE KINEMATICS	
Q406=0	;模式
Q407=12.5	;球半径
Q320=0	;安全高度
Q408=0	;退离高度
Q253=750	;预定位进给速率F
Q380=0	;参考角
Q411=-90	;A轴起始角
Q412=+90	;A轴终止角
Q413=0	;A轴仰角
Q414=0	;A轴测量点
Q415=-90	;B轴起始角
Q416=+90	;B轴终止角
Q417=0	;B轴仰角
Q418=2	;B轴测量点
Q419=-90	;C轴起始角
Q420=+90	;C轴终止角
Q421=0	;C轴仰角
Q422=2	;C轴测量点
Q423=4	;探测点数
Q431=0	;PRESET（预设点）
Q432=0	;反向间隙角度范围

- **C轴仰角**Q421: C轴仰角为测量其他旋转轴的角度。输入范围-359.999至359.999
- **C轴测量点数**Q422: 探测测量点数，TNC用该数测量C轴 输入范围0至12。 如果输入值 = 0，TNC不测量相应轴。
- **A轴测量点数(3-8)**Q423: 探测测量点数，TNC在平面内测量基准球的次数。 输入范围3至8。 测量点数少的测量速度快，测量点多的测量精度高。
- **预设点（0/1/2/3）**Q431： 定义TNC是否将当前预设点（原点）自动设置在球心位置：
  0： 不将预设点自动设置在球心位置： 循环开始前手动预设
  1： 测量前自动预设在球心处： 循环开始前，手动将测头预定位在基准球上方的位置
  2： 测量后自动预设在球心处： 循环开始前手动预设
  3： 测量前和测量后预设在球心处： 循环开始前，手动将测头预定位在基准球上方的位置
- **反向间隙角度范围**Q432； 在这里定义测量旋转轴时所用的运动角度值。 运动角度必须远远大于旋转轴的实际反向误差。 如果输入值 = 0，TNC不测量反向间隙。 输入范围-3.0000至+3.0000

> 如果在校准前激活了“预设点”（Q431 = 1/3），循环开始前将测头运动至基准球球心的上方的安全距离（Q320 + SET_UP）位置。

其它模式（Q406）

测试模式Q406 = 0

- TNC在定义的位置处测量旋转轴和计算倾斜变换的静态精度。
- TNC记录位置优化结果但不进行任何调整

位置优化模式Q406 = 1

- TNC在定义的位置处测量旋转轴和计算倾斜变换的静态精度。
- 这期间，TNC试修改运动特性模型中的旋转轴位置使其达到更高精度。
- 自动调整机床数据。

用前面方法优化旋转轴位置，自动设置原点和自动测量旋转轴反向间隙

```
1 TOOL CALL "TCH PROBE" Z
2 TCH PROBE 451 MEASURE KINEMATICS
  Q406=1      ;模式
  Q407=12.5   ;球半径
  Q320=0      ;安全高度
  Q408=0      ;退离高度
  Q253=750    ;预定位进给速率F
  Q380=0      ;参考角
  Q411=-90    ;A轴起始角
  Q412=+90    ;A轴终止角
  Q413=0      ;A轴仰角
  Q414=0      ;A轴测量点
  Q415=-90    ;B轴起始角
  Q416=+90    ;B轴终止角
  Q417=0      ;B轴仰角
  Q418=0      ;B轴测量点
  Q419=+90    ;C轴起始角
  Q420=+270;C轴终止角
  Q421=0      ;C轴仰角
  Q422=3      ;C轴测量点
  Q423=3      ;探测点数
  Q431=1      ;PRESET（预设点）
  Q432=0.5    ;反向间隙角度范围
```

记录功能

运行循环451后，TNC创建测量日志文件（**TCHPR451.txt**），它记录以下信息：

- 日志创建日期和时间
- 运行循环的NC程序路径
- 使用的模式（0=检查/1=优化位置/2=优化角度）
- 当前运动特性号
- 输入的基准球半径
- 每个被测旋转轴：
  - 起始角
  - 终止角
  - 仰角
  - 测量点数
  - 离散性（标准方差）
  - 最大误差
  - 角度误差
  - 平均反向间隙
  - 平均定位误差
  - 测量圆半径
  - 所有轴的补偿值（预设点平移）
  - 旋转轴的测量不确定性

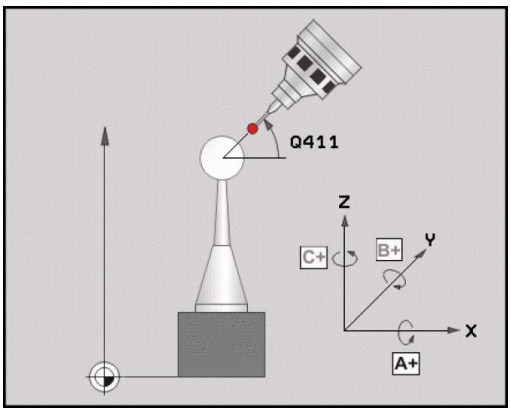
17.5 预设点补偿（循环452，DIN/ISO：G452，选装）

循环运行

探测循环452用于优化机床运动特性变换链(参见 "测量运动特性（循环451，DIN/ISO：G451，选装项）", 405 页)。然后，TNC修正运动特性模型中的工件坐标系使当前预设点在优化后的基准球的球心位置。

例如，这个循环可调整不同可换铣头使工件预设点适用于所有铣头。

1 夹紧基准球。
2 用循环451测量整个基准铣头和用循环451将预设点最终设置在球心位置。
3 插入第二个铣头。
4 用循环452测量可换铣头的换头点。
5 用循环452调整其它可换铣头至基准铣头。



如果可以，加工期间使基准球夹紧在工作台上保持不动，这样可以补偿机床漂移。这同样适用于无旋转轴的机床。

1 夹持基准球和检查是否存在碰撞可能。
2 将预设点定义在基准球位置。
3 将预设点设置在工件上，和开始工件加工。
4 定期用循环452进行预设点补偿。TNC测量相应轴的漂移和在运动特性模型中进行补偿。

参数编号	含义
Q141	A轴测量值标准方差 （如果未测量该轴，该值为–1）
Q142	B轴测量值标准方差 （如果未测量该轴，该值为–1）
Q143	C轴测量值标准方差 （如果未测量该轴，该值为–1）
Q144	A轴优化值标准方差 （如果未测量该轴，该值为–1）
Q145	B轴优化值标准方差 （如果未测量该轴，该值为–1）
Q146	C轴优化值标准方差 （如果未测量该轴，该值为–1）
Q147	X轴方向偏移误差，手动传送相应机床参数
Q148	Y轴方向偏移误差，手动传送相应机床参数
Q149	Z轴方向偏移误差，手动传送相应机床参数

编程时注意：

为进行预设点补偿，必须特别准备运动特性。更多信息，请见机床手册。

注意倾斜加工面功能将被全部复位。停止**M128**和**TCPM功能**。

将基准球放在机床工作台上，其位置需保证测量过程中无碰撞。

定义循环前，必须将原点设置在基准球的球心位置并将其激活。

无单独位置编码器的旋转轴，选择测量点使旋转轴有距限位开关1°的角度运动空间。TNC用这个距离进行内部反向间隙补偿。

沿测头轴将测头移到探测高度时的探测进给速率，TNC用循环参数**Q253**或**FMAX**中的较小值。测头监测功能不工作时，TNC只用定位进给速率**Q253**运动旋转轴。

如果运动特性数据大于允许的极限值（**maxModification**），TNC显示报警信息。 这时可以用NC启动键确认接受获得的特性数据。

注意修改运动特性必然使预设点变化。优化后，复位预设点。

每次探测时，TNC先测量基准球半径。如果球半径测量值与输入的球半径之差超过机床参数**maxDevCalBall**的定义值，TNC显示错误信息并结束测量。

如果测量期间中断循环运行，运动特性数据将不能保持原有状态。用循环450进行优化前，必须保存当前运动特性配置，以便在失败时可以恢复最新保存的运动特性配置。

用英寸编程： TNC只用毫米记录日志数据和测量结果。

循环参数

- **基准球准确半径**Q407： 输入所用基准球的准确半径。 输入范围0.0001至99.9999
- **安全高度**Q320（增量值）： 测量点与球头间的附加距离。 Q320累加至SET_UP。 输入范围0至99999.9999；或**PREDEF**
- **退离高度**Q408（绝对值）： 输入范围0.0001至99999.9999
  - 输入0：
    不运动到任何退离高度。 TNC运动到被测轴的下个测量位置。 不适用于鼠牙盘连接的轴！TNC运动到第一测量位置的顺序为A轴，B轴再C轴。
  - 输入 >0：
    沿倾斜工件坐标系的退离高度是旋转轴沿主轴坐标轴定位前的TNC位置。 TNC也将测头沿加工面运动到原点处。该模式时，测头监测功能不可用。用参数Q253定义定位速度。
- **预定位进给速率**Q253: 定位中的刀具运动速度，单位为mm/min。 输入范围0.0001至99999.9999；或**FMAX**，**FAUTO**，**PREDEF**
- **参考角**Q380（绝对值）： 在当前工件坐标系中测量被测点的参考角（基本旋转）。定义参考角可以大幅放大轴的测量范围。 输入范围0至360.0000
- **A轴起始角**Q411（绝对值）： A轴起始角为第一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **A轴终止角**Q412（绝对值）： A轴终止角为最后一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **A轴仰角**Q413: A轴仰角为测量其他旋转轴的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **A轴测量点数**Q414: 探测测量点数，TNC用该数测量A轴。如果输入值 = 0，TNC不测量相应轴。 输入范围0至12
- **B轴起始角**Q415（绝对值）： B轴起始角为第一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **B轴终止角**Q416（绝对值）： B轴终止角为最后一次测量时的角度 输入范围-359.999至359.999
- **B轴仰角**Q417: B轴仰角为测量其他旋转轴的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **B轴测量点数**Q418: 探测测量点数，TNC用该数测量B轴。如果输入值 = 0，TNC不测量相应轴。 输入范围0至12
- **C轴起始角**Q419（绝对值）： C轴起始角为第一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **C轴终止角**Q420（绝对值）： C轴终止角为最后一次测量时的角度。 输入范围-359.999至359.999
- **C轴仰角**Q421: C轴仰角为测量其他旋转轴的角度。 输入范围-359.999至359.999

校准程序

```
4 TOOL CALL "TCH PROBE" Z
5 TCH PROBE 450 SAVE
  KINEMATICS
  Q410=0      ;模式
  Q409=5      ;存储标识
6 TCH PROBE 452 PRESET
  COMPENSATION
  Q407=12.5   ;球半径
  Q320=0      ;安全高度
  Q408=0      ;退离高度
  Q253=750    ;预定位进给速率F
  Q380=0      ;参考角
  Q411=-90    ;A轴起始角
  Q412=+90    ;A轴终止角
  Q413=0      ;A轴仰角
  Q414=0      ;A轴测量点
  Q415=-90    ;B轴起始角
  Q416=+90    ;B轴终止角
  Q417=0      ;B轴仰角
  Q418=2      ;B轴测量点
  Q419=-90    ;C轴起始角
  Q420=+90    ;C轴终止角
  Q421=0      ;C轴仰角
  Q422=2      ;C轴测量点
  Q423=4      ;探测点数
  Q432=0      ;反向间隙角度范围
```

- **C轴测量点数**Q422: 探测测量点数，TNC用该数测量C轴如果输入值 = 0，TNC不测量相应轴。 输入范围0至12
- **测量点数**Q423： 用于定义平面中基准球测量所需的探测点数。 输入范围: 3至8个测量点
- **反向间隙角度范围**Q432； 在这里定义测量旋转轴时所用的运动角度值。 运动角度必须远远大于旋转轴的实际反向误差。 如果输入值 = 0，TNC不测量反向间隙。 输入范围-3.0000至+3.0000

调整可换铣头

这个程序是为了在旋转轴（铣头）改变后，使工件预设点保持不变。

以下例子中，调整叉式铣头的A轴和C轴。A轴改变，而C轴继续是基本配置的一部分。

- 插入用作基准铣头的可换铣头。
- 夹紧基准球。
- 插入测头
- 使用循环451测量完整运动特性，包括基准铣头。
- 测量基准铣头后，设置预设点（用循环451中的Q431 = 2或3）

测量基准铣头

```
1 TOOL CALL "TCH PROBE" Z
2 TCH PROBE 451 MEASURE
  KINEMATICS
  Q406=1      ;模式
  Q407=12.5   ;球半径
  Q320=0      ;安全高度
  Q408=0      ;退离高度
  Q253=2000   ;预定位进给速率F
  Q380=+45    ;参考角
  Q411=-90    ;A轴起始角
  Q412=+90    ;A轴终止角
  Q413=45     ;A轴仰角
  Q414=4      ;A轴测量点
  Q415=-90    ;B轴起始角
  Q416=+90    ;B轴终止角
  Q417=0      ;B轴仰角
  Q418=2      ;B轴测量点
  Q419=+90    ;C轴起始角
  Q420=+270   ;C轴终止角
  Q421=0      ;C轴仰角
  Q422=3      ;C轴测量点
  Q423=4      ;探测点数
  Q431=3      ;PRESET（预设点）
  Q432=0      ;反向间隙角度范围
```

- 插入第二个可换铣头
- 插入测头
- 用循环452测量可换铣头
- 只测量实际有变化的轴（例如本例中：只测量A轴；C轴被Q422隐藏）
- 整个操作过程中，预设点和基准球的位置不能改变
- 用同样方法调整所有其它可换铣头

换铣头功能与各个机床的具体情况有关。 参见机床手册。

调整可换铣头

```
4 TOOL CALL "TCH PROBE" Z
4 TCH PROBE 452 PRESET
  COMPENSATION
  Q407=12.5  ;球半径
  Q320=0     ;安全高度
  Q408=0     ;退离高度
  Q253=2000  ;预定位进给速率F
  Q380=+45   ;参考角
  Q411=-90   ;A轴起始角
  Q412=+90   ;A轴终止角
  Q413=45    ;A轴仰角
  Q414=4     ;A轴测量点
  Q415=-90   ;B轴起始角
  Q416=+90   ;B轴终止角
  Q417=0     ;B轴仰角
  Q418=2     ;B轴测量点
  Q419=+90   ;C轴起始角
  Q420=+270  ;C轴终止角
  Q421=0     ;C轴仰角
  Q422=0     ;C轴测量点
  Q423=4     ;探测点数
  Q432=0     ;反向间隙角度范围
```

漂移补偿

加工期间，多个机床部件可能由于环境条件变化产生漂移。 如果漂移在整个行程范围内保持足够稳定和如果加工期间基准球可留在机床工作台处，循环452可以测量和补偿漂移。

- 夹紧基准球。
- 插入测头
- 开始加工前，用循环451测量整个运动特性。
- 测量运动特性后，设置预设点（用循环451中的Q432 = 2或3）
- 然后将预设点设置在工件上和开始加工

漂移补偿的基准测量

```
1 TOOL CALL "TCH PROBE" Z
2 CYCL DEF 247 DATUM SETTING
  Q339=1      ;原点编号
3 TCH PROBE 451 MEASURE
  KINEMATICS
  Q406=1      ;模式
  Q407=12.5   ;球半径
  Q320=0      ;安全高度
  Q408=0      ;退离高度
  Q253=750    ;预定位进给速率F
  Q380=+45    ;参考角
  Q411=+90    ;A轴起始角
  Q412=+270;A轴终止角
  Q413=45     ;A轴仰角
  Q414=4      ;A轴测量点
  Q415=-90    ;B轴起始角
  Q416=+90    ;B轴终止角
  Q417=0      ;B轴仰角
  Q418=2      ;B轴测量点
  Q419=+90    ;C轴起始角
  Q420=+270;C轴终止角
  Q421=0      ;C轴仰角
  Q422=3      ;C轴测量点
  Q423=4      ;探测点数
  Q431=3      ;PRESET（预设点）
  Q432=0      ;反向间隙角度范围
```

- 定期测量轴的漂移。
- 插入测头
- 将预设点设置在基准球位置。
- 用循环452测量运动特性。
- 整个操作过程中，预设点和基准球的位置不能改变

这个过程也适用于无旋转轴的机床。

漂移补偿

```
4 TOOL CALL "TCH PROBE" Z
4 TCH PROBE 452 PRESET
   COMPENSATION
   Q407=12.5  ;球半径
   Q320=0     ;安全高度
   Q408=0     ;退离高度
   Q253=99999;预定位进给速率F
   Q380=+45   ;参考角
   Q411=-90   ;A轴起始角
   Q412=+90   ;A轴终止角
   Q413=45    ;A轴仰角
   Q414=4     ;A轴测量点
   Q415=-90   ;B轴起始角
   Q416=+90   ;B轴终止角
   Q417=0     ;B轴仰角
   Q418=2     ;B轴测量点
   Q419=+90   ;C轴起始角
   Q420=+270;C轴终止角
   Q421=0     ;C轴仰角
   Q422=3     ;C轴测量点
   Q423=3     ;探测点数
   Q432=0     ;反向间隙角度范围
```

记录功能

运行循环452后，TNC创建测量日志文件（**TCHPR452.txt**），它记录以下信息：

- 日志创建日期和时间
- 运行循环的NC程序路径
- 当前运动特性号
- 输入的基准球半径
- 每个被测旋转轴：
  - 起始角
  - 终止角
  - 仰角
  - 测量点数
  - 离散性（标准方差）
  - 最大误差
  - 角度误差
  - 平均反向间隙
  - 平均定位误差
  - 测量圆半径
  - 所有轴的补偿值（预设点平移）
  - 旋转轴的测量不确定性

日志数据说明

(参见 "记录功能", 415 页)

18

探测循环： 自动测量刀具

18.1 基础知识

概要

执行探测循环时，循环8（镜像），循环11（缩放）和循环26（特定轴缩放）不允许工作。

海德汉只保证使用海德汉测头时探测循环正常工作。

为使用TT测头，机床制造商必须对TNC系统和机床进行针对性设置。

有些循环和功能可能不适用于您所用的机床。 参见机床手册。

探测循环只适用于有“探测功能”软件选装项（选装项17）的版本。 如果使用海德汉测头，该选装项自动可用。

如果将刀具探测循环与TNC的刀具测量循环一起使用，刀具测头可以自动测量刀具。 刀具长度和半径补偿值可被保存在刀具文件“TOOL.T”中，并在探测循环结束时生效。 提供以下刀具测量类型：

- 刀具静止时，测量刀具
- 刀具旋转时，测量刀具
- 测量各刀刃

用**探测**键可编程**程序编辑**操作模式中的刀具测量循环。 提供以下循环：

循环	新版格式	老版格式	页
校准TT，循环30和480	480 CAL.	30 CAL.	431
校准无线TT 449，循环484	484		432
测量刀具长度，循环31和481	481	31	434
测量刀具半径，循环32和482	482	32	436
测量刀具长度和半径，循环33和483	483	33	438

测量循环仅在中央刀具文件“TOOL.T”有效时才可用。

使用测量循环前，必须先将所有所需数据输入到中央刀具文件中并用**TOOL CALL**（刀具调用）功能调用被测刀具。

循环31至33和循环481至483的差异

特性和操作顺序必须绝对相同。 循环31至33和循环481至483只有两处不同：

- 循环481至483也适用于用G481至G483的ISO编程的控制系统。
- 除测量状态的可选参数外，新循环用固定参数**Q199**。

设置机床参数

开始测量循环前，检查**ProbeSettings** > **CfgToolMeasurement**和**CfgTTRoundStylus**中定义的全部机床参数。
刀具静止时测量刀具，TNC使用**probingFeed**定义的探测进给速率。

测量旋转刀具时，TNC自动计算主轴转速和探测进给速率。
主轴转速计算公式为：
n = **maxPeriphSpeedMeas** / (r • 0.0063)，其中

n:	主轴转速 [rpm]
maxPeriphSpeedMeas:	最大允许切削速度，单位为m/min
r:	当前刀具半径，单位为mm

探测进给速率计算：
v = 测量公差 • n，其中

v:	探测进给速率（mm/min）
测量公差	测量公差[mm]，取决于**maxPeriphSpeedMeas**
n:	轴速 [rpm]

probingFeedCalc决定探测进给速率的计算方式：

probingFeedCalc = **ConstantTolerance**:

测量公差为常量，与刀具半径无关。 对很大的刀具，探测进给速率被降为零。 设置的最高允许旋转速度（**maxPeriphSpeedMeas**）越小和允许的公差（**measureTolerance1**）越小，生效的时间越短。

probingFeedCalc = **VariableTolerance**:

测量公差按刀具半径大小调整。 以确保探测半径较大的刀具时，有足够的进给速率。 TNC按下表调整测量公差：

刀具半径	测量公差
至30 mm	**measureTolerance1**
30至60 mm	2 • **measureTolerance1**
60至90 mm	3 • **measureTolerance1**
90至120 mm	4 • **measureTolerance1**

probingFeedCalc = **ConstantFeed**:

探测进给速率保持为常量；然而测量误差随刀具半径线性增加：

测量公差 = r • **measureTolerance1**/ 5 mm，其中

r:	当前刀具半径，单位为mm
measureTolerance1:	最大允许测量误差

刀具表TOOL.T中各项

缩写	输入	对话
切削	刀刃数（最多20个）	**刀刃数?**
LTOL	用于磨损检测的刀具长度L的允许偏差。 如果超出输入值，TNC锁定刀具（状态**L**）。 输入范围: 0至0.9999 mm	**磨损公差: 长度?**
RTOL	磨损检测的刀具半径R的允许偏差。 如果超出输入值，TNC锁定刀具（状态**L**）。 输入范围: 0至0.9999 mm	**磨损公差：半径？**
R2TOL	磨损检查的刀具半径R2的允许偏差。 如果超出输入值，TNC锁定刀具（状态**L**）。 输入范围: 0至0.9999 mm	**磨损公差： 半径2？**
方向	刀具旋转中测量刀具的切削方向	**切削方向（M3 = -）？**
R_OFFS	刀具长度测量： 测针中心与刀具中心间的刀具偏移量。 默认设置： 无输入值（偏移量 = 刀具半径）	**刀具偏移量: 半径?**
L_OFFS	刀具半径测量：测针上表面与刀具下表面间**offsetToolAxis**之外的刀具偏移值。 默认值： 0	**刀具偏移量: 长度?**
LBREAK	刀具破损检查的刀具长度L的允许偏差。 如果超出输入值，TNC锁定刀具（状态**L**）。 输入范围: 0至0.9999 mm	**破损公差: 长度?**
RBREAK	刀具破损检测的刀具半径R的允许偏差。 如果超出输入值，TNC锁定刀具（状态**L**）。 输入范围: 0至0.9999 mm	**破损公差: 半径?**

常见刀具类型输入举例

刀具类型	切削	TT:R_OFFS	TT:L_OFFS
钻头	–（无作用）	0（无需偏移，因为测量刀尖）	
端铣刀，直径< 19 mm	4（4刃）	0（无需偏移，因为刀具直径小于TT的触盘直径）	0（半径测量期间无需附加偏移。用**offsetToolAxis**偏移量）
端铣刀，直径> 19 mm	4（4刃）	R（需偏移，因为刀具直径大于TT的触盘直径）	0（半径测量期间无需附加偏移。用**offsetToolAxis**偏移量）
半径铣刀，例如直径10 mm	4（4刃）	0（无需偏移，因为要测量球头南极点）	5（必须将刀具半径定义为偏移量，使直径不被测量为半径）

18.2 校准TT（循环30或480，DIN/ISO：G480，选装项17选装项17）

循环运行

用测量循环TCH PROBE 30（探测30）或TCH PROBE 480（探测480）校准TT(参见 "循环31至33和循环481至483的差异", 427 页)。 校准过程自动进行。 完成校准循环的前半部分后，TNC通过旋转主轴180度自动测量校准刀的中心偏移量。

校准刀必须为精密圆柱体，例如圆柱销。 所得校准值保存在TNC存储器中并可用于后续刀具测量中。

编程时注意：

校准循环工作取决于机床参数**CfgToolMeasurement**。 参见机床手册。

校准测头前，必须将校准刀的准确长度和半径输入在刀具表“TOOL.T”中。

TT在机床加工区的位置必须用机床参数**centerPos** > **[0]**至**[2]**进行定义。

如果改变任何一个机床参数**centerPos** > **[0]**至**[2]**的设置值，必须重新校准TT。

循环参数

- **第二安全高度**： 输入主轴不碰撞工件或夹具的坐标轴位置。 第二安全高度为相对当前工件原点。如果输入的第二安全高度太小，使刀尖低于测头触盘面，TNC自动将刀具定位在触盘面之上（**safetyDistStylus**设定的安全区）。 输入范围-99999.9999至99999.9999

老版格式的NC程序段

```
6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 30.0 CALIBRATE TT
8 TCH PROBE 30.1 HEIGHT: +90
```

新版格式的NC程序段

```
6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 480 CALIBRATE TT
  Q260=+100;第二安全高度
```

18.3 校准无线测头TT 449（循环484, DIN/ISO： G484，DIN/ISO： G484，选装项17）

基础知识

循环484用于校准刀具测头，例如红外线TT 449刀具测头。 根据参数设置，校准过程可以全自动进行，也能半自动进行。

- **半自动**—运行前停止： 对话询问是否手动将刀具移至TT上方
- **全自动**—运行前不停止： 使用循环484前，必须将刀具移到TT上方

循环运行

要校准刀具测头，编程测量循环TCH PROBE 484（探测484）。 在输入参数Q536中，可以指定半自动还是全自动运行该循环。

半自动—运行前停止

- 插入校准刀
- 定义和开始校准循环
- TNC中断校准循环的运行
- TNC在一个新窗口中打开一个对话
- 对话询问是否手动将校准刀移到测头中心上方。 必须确保校准刀在触盘测量面上方

全自动—运行前不停止

- 插入校准刀
- 使校准刀在测头中心的上方位置。 必须确保校准刀在触盘测量面上方
- 定义和开始校准循环
- 校准循环连续运行。 校准过程从刀具当前位置开始。

校准刀具：

校准刀必须为精密圆柱体，例如圆柱销。 在刀具表TOOL.T中输入准确的校准刀长度和半径。 校准过程结束时，TNC保存校准值并在后续的刀具测量中考虑这些值。 校准刀的直径需大于15 mm且需伸出夹头大约50 mm。

编程时注意：

碰撞危险！
为避免碰撞，如果Q536设置为1，循环调用前，必须预定位刀具！
校准过程中，TNC完成校准循环的前半程后，还通过转动主轴180°测量校准刀的中心不对正量。

校准循环的工作取决于机床参数**CfgToolMeasurement**。 参见机床手册。
校准刀的直径需大于15 mm且需伸出夹头大约50 mm。 用这些尺寸的圆柱销时，每1 N的探测力导致的变形只有0.1 µm。 如果使用太小直径的校准刀及/或伸出夹头过长尺寸，可能导致测量不精确。
校准测头前，必须将校准刀的准确长度和半径输入在刀具表“TOOL.T”中。
如果TT在工作台上的位置有变化，需要重新校准。

循环参数

运行前停止Q536： 指定循环开始前停止还是不停止自动运行循环：
0： 运行前停止。 对话询问是否手动将刀具移至刀具测头上方。 将刀具移至刀具测头上方大致位置后，按下NC启动键继续校准过程或按下**CANCEL**（取消）软键取消校准过程
1： 运行前不停止。 TNC从当前位置开始校准过程。 运行循环484前，必须将刀具定位在刀具测头上方。

NC程序段

```
6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 484 CALIBRATE TT
  Q536=+0   ;运行前停止
```

18.4 测量刀具长度（循环31或481，DIN/ISO： G481，选装项17）

循环运行

为测量刀具长度，编程探测循环TCH PROBE 31（探测31）或TCH PROBE 480（探测480）（参见 "循环31至33和循环481至483的差异"）。 通过输入参数，可用三种方法测量刀具长度：

- 如果刀具直径大于TT测量面的直径，可以在旋转时测量刀具。
- 如果刀具直径小于TT测量面的直径或测量钻头或球头铣刀的长度，可以在刀具静止时测量刀具。
- 如果刀具直径大于TT测量面直径，可以在刀具静止时测量刀具上的各刀刃。

刀具旋转过程中测量刀具的循环

数控系统通过将被测刀具定位在相对探测系统中心偏心位置以确定旋转刀的最长刀刃，然后向TT测量面运动直到接触该测量面。 偏移量被编程在刀具表的“刀具”偏移量中： 半径（**TT: R_OFFS**）。

刀具静止时测量刀具的循环（例如钻头）

数控系统将被测刀具定位在测量面中心之上位置处。 然后再将非旋转刀移向TT的测量面直到接触测量面。 为启动该功能，将“刀具”偏移量输入为零： 刀具表中半径（**TT: R_OFFS**）。

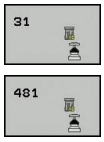
测量各刀刃的循环

TNC将被测刀具预定位在测头顶端一侧。 刀尖至测头顶端间距离在**offsetToolAxis**中定义。 用“刀具”偏移量输入附加偏移量数据： 刀具表中长度（**TT: L_OFFS**。 TNC在刀具旋转过程中沿径向探测各刀刃以确定起始角。 然后通过改变相应主轴定向角测量各刀刃长度。 为激活该功能，编程刀具测量的“探测循环31 = 1”。

编程时注意：

第一次测量刀具前，将以下数据输入在刀具表“TOOL.T”中： 近似半径，近似长度，刀刃数和切削方向。
可以分别测量各刀刃，刀刃**最大数量为20个**。

循环参数



- **测量刀具 = 0/检查刀具 = 1**： 选择第一次测量刀具还是检查已测量的刀具。 如果刀具是第一次测量，TNC改写中央刀具文件“TOOL.T”中的“L”刀具长度数据，它将差值DL设置为0。 如果是检查刀具，TNC比较被测长度与保存在“TOOL.T”中的刀具长度“L”数据。 然后，计算相对保存值的正或负偏差并将其输入在“TOOL.T”中作为差值“DL”。 偏差值也用于Q参数的Q115。 如果差值大于刀具磨损或破损的长度允许公差，TNC将锁定刀具（在“TOOL.T”中状态为“L”）。
- **结果的参数编号？**： TNC保存测量状态的参数编号：**0.0**: 刀具在公差内**1.0**: 刀具磨损（超出**LTOL**）**2.0**: 刀具破损（超出**LBREAK**）。
如果不想在程序中使用测量结果，用**NO ENT**键回答对话提示。
- **第二安全高度**： 输入主轴不碰撞工件或夹具的坐标轴位置。第二安全高度为相对当前工件原点。如果输入的第二安全高度太小，使刀尖低于测头触盘面，TNC自动将刀具定位在触盘面之上（**safetyDistStylus**设定的安全区）。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **刀具测量？0=否/1=是**： 选择是否使数控系统分别测量各刀刃（最多20个刀刃）

第一次测量旋转刀；老版格式

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 31.0 TOOL LENGTH
8 TCH PROBE 31.1 CHECK: 0
9 TCH PROBE 31.2 HEIGHT: +120
10 TCH PROBE 31.3 PROBING THE
   TEETH: 0
```

检查刀具和测量各刀刃并将状态保存在Q5中；老版格式

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 31.0 TOOL LENGTH
8 TCH PROBE 31.1 CHECK: 1 Q5
9 TCH PROBE 31.2 HEIGHT: +120
10 TCH PROBE 31.3 PROBING THE
   TEETH:1
```

新格式的NC程序段

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 481 TOOL LENGTH
  Q340=1      ;检查
  Q260=+100;第二安全高度
  Q341=1      ;探测刀刃
```

18.5 测量刀具半径（循环32或482，DIN/ISO： G482，选装项17）

循环运行

为测量刀具半径，编程测量循环TCH PROBE 32（探测32）或TCH PROBE 482（探测482）（参见 "循环31至33和循环481至483的差异", 427 页）。 用输入参数方式选择刀具半径测量两种方法中的一种：

- 刀具旋转时，测量刀具
- 刀具旋转时，测量刀具并测量各刀刃。

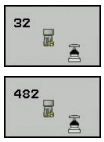
TNC将被测刀具预定位在测头顶端一侧。刀尖至测头顶端间距离在**offsetToolAxis**中定义。 刀具旋转时，TNC径向探测刀具。 如果编程要求连续测量各刀刃，TNC通过定向主轴停止测量各刀刃半径。

编程时注意：

第一次测量刀具前，将以下数据输入在刀具表“TOOL.T”中： 近似半径，近似长度，刀刃数和切削方向。

用静止主轴测量金刚石表面的圆柱形刀具。为此，定义刀具表中的刀刃（**CUT**）数为0并调整机床参数**CfgToolMeasurement**。 参见机床手册。

循环参数



- **测量刀具 = 0/检查刀具 = 1**： 选择第一次测量刀具还是检查已测量的刀具。 如果是第一次测量被测刀，TNC改写中央刀具文件“TOOL.T”中的“R”刀具半径数据，它将差值DR设置为0。 如果是检查刀，TNC比较半径测量值与保存在“TOOL.T”中的刀具半径“R”数据。 然后，TNC计算相对保存值的正或负偏差并将其输入在“TOOL.T”中作为差值“DR”。 偏差值也用于Q参数的Q116。 如果差值大于刀具磨损或破损检测的半径允许公差，TNC将锁定刀具（在“TOOL.T”中状态为“L”）。
- **结果的参数编号？**： TNC保存测量状态的参数编号：**0.0**: 刀具在公差内**1.0**: 刀具磨损（超出**RTOL**）**2.0**: 刀具破损（超出**RBREAK**）。
  如果不想在程序中使用测量结果，用**NO ENT**键回答对话提示。
- **第二安全高度**： 输入主轴不碰撞工件或夹具的坐标轴位置。 第二安全高度为相对当前工件原点。 如果输入的第二安全高度太小，使刀尖低于测头触盘面，TNC自动将刀具定位在触盘面之上（**safetyDistStylus**设定的安全区）。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **刀具测量？0=否/1=是**： 选择是否使数控系统也分别测量各刀刃（最多20个刀刃）

第一次测量旋转刀；老版格式

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 32.0 TOOL RADIUS
8 TCH PROBE 32.1 CHECK: 0
9 TCH PROBE 32.2 HEIGHT: +120
10 TCH PROBE 32.3 PROBING THE
   TEETH: 0
```

检查刀具和测量各刀刃并将状态保存在Q5中；老版格式

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 32.0 TOOL RADIUS
8 TCH PROBE 32.1 CHECK: 1 Q5
9 TCH PROBE 32.2 HEIGHT: +120
10 TCH PROBE 32.3 PROBING THE
   TEETH: 1
```

新格式的NC程序段

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 482 TOOL RADIUS
  Q340=1      ;检查
  Q260=+100;第二安全高度
  Q341=1      ;探测刀刃
```

18.6 测量刀具长度和半径（循环33或483，DIN/ISO： G483，选装项17）

循环运行

为测量刀具长度和半径，编程测量循环TCH PROBE 33（探测33）或TCH PROBE 483（探测483）（参见 "循环31至33和循环481至483的差异", 427 页）。 该循环特别适用于第一次刀具测量，相对分别测量各长度和各半径，它能节省时间。 可以通过输入参数选择所需测量类型：

- 刀具旋转时，测量刀具
- 刀具旋转时，测量刀具并测量各刀刃。

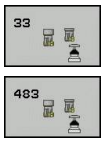
TNC以固定编程顺序测量刀具。 先测量刀具半径，再测量长度。 测量顺序与循环31和32以及的顺序相同。

编程时注意：

第一次测量刀具前，将以下数据输入在刀具表“TOOL.T”中： 近似半径，近似长度，刀刃数和切削方向。

用静止主轴测量金刚石表面的圆柱形刀具。为此，定义刀具表中的刀刃（**CUT**）数为0并调整机床参数**CfgToolMeasurement**。 参见机床手册。

循环参数



- **测量刀具 = 0/检查刀具 = 1**： 选择第一次测量刀具还是检查已测量的刀具。 如果是第一次测量刀具，TNC改写中央刀具文件“TOOL.T”中的“R”刀具半径和“L”刀具长度数据，它将差值DR和DL设置为0。 如果是检查刀具，TNC比较被测数据与保存在“TOOL.T”中的刀具数据。 TNC计算偏差并将正或负差值“DR”和“DL”输入在“TOOL.T”表中。 偏差值也可由Q参数Q115和Q116提供。 如果差值大于刀具磨损或破裂的允许公差的话，TNC将锁定刀具（在“TOOL.T”中状态为“L”）。
- **结果的参数编号？**： TNC保存测量状态的参数编号：**0.0**: 刀具在公差内**1.0**: 刀具磨损（超出**LTOL**及/或**RTOL**）
  2,0: 刀具破损（超出**LBREAK**及/或**RBREAK**）。
  如果不想在程序中使用测量结果，用**NO ENT**键回答对话提示。
- **第二安全高度**： 输入主轴不碰撞工件或夹具的坐标轴位置。 第二安全高度为相对当前工件原点。 如果输入的第二安全高度太小，使刀尖低于测头触盘面，TNC自动将刀具定位在触盘面之上（**safetyDistStylus**设定的安全区）。 输入范围-99999.9999至99999.9999
- **刀具测量？0=否/1=是**： 选择是否使数控系统也分别测量各刀刃（最多20个刀刃）

第一次测量旋转刀；老版格式

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 33.0 MEASURE TOOL
8 TCH PROBE 33.1 CHECK: 0
9 TCH PROBE 33.2 HEIGHT: +120
10 TCH PROBE 33.3 PROBING THE
   TEETH: 0
```

检查刀具和测量各刀刃并将状态保存在Q5中；老版格式

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 33.0 MEASURE TOOL
8 TCH PROBE 33.1 CHECK: 1 Q5
9 TCH PROBE 33.2 HEIGHT: +120
10 TCH PROBE 33.3 PROBING THE
   TEETH: 1
```

新格式的NC程序段

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 483 MEASURE TOOL
  Q340=1      ;检查
  Q260=+100;第二安全高度
  Q341=1      ;探测刀刃
```

19

循环表

19.1 概要

固定循环

循环编号	循环名	定义生效	调用生效	页
7	原点平移	■		235
8	镜像	■		242
9	停顿时间	■		259
10	旋转	■		244
11	缩放系数	■		246
12	程序调用	■		260
13	主轴定向	■		262
14	轮廓定义	■		172
19	倾斜加工面	■		249
20	轮廓数据SL II	■		177
21	预钻孔SL II		■	179
22	粗铣SL II		■	181
23	精铣底面SL II		■	184
24	精铣侧面SL II		■	186
25	轮廓链		■	188
270	轮廓链数据		■	190
26	特定轴缩放	■		247
27	圆柱面		■	203
28	圆柱面上槽		■	206
29	圆柱面上凸台		■	209
39	圆柱面轮廓		■	212
32	公差	■		263
200	钻孔		■	71
201	铰孔		■	73
202	镗孔		■	75
203	万能钻孔		■	77
204	反向镗孔		■	79
205	万能啄钻		■	82
206	用浮动夹头攻丝架攻丝，新		■	97
207	刚性攻丝，新		■	99
208	螺旋铣孔		■	86
209	断屑攻丝		■	102
220	极坐标阵列	■		163
221	直角坐标阵列	■		165
225	雕刻		■	266
232	端面铣削		■	270

循环编号	循环名	定义生效	调用生效	页
233	端面铣削（可选铣削方向，考虑侧壁）		■	152
240	定中心		■	69
241	单刃深孔钻		■	88
247	原点设置	■		241
251	矩形型腔（完整加工）		■	127
252	圆弧型腔（完整加工）		■	131
253	铣键槽		■	136
254	圆弧槽		■	140
256	矩形凸台（完整加工）		■	145
257	圆弧凸台（完整加工）		■	149
262	螺纹铣削		■	106
263	螺纹铣削/锪沉孔		■	108
264	螺纹钻孔/铣削		■	112
265	螺旋螺纹钻孔/铣削		■	115
267	外螺纹铣削		■	119
275	摆线槽		■	192
239	确定负载	■		274

测头探测循环

循环编号	循环名	定义生效	调用生效	页
0	参考平面	■		353
1	极点原点	■		354
3	测量	■		385
4	3-D测量	■		387
30	校准TT	■		431
31	测量/检查刀具长度	■		434
32	测量/检查刀具半径	■		436
33	测量/检查刀具长度和半径	■		438
400	用两点的基本旋转	■		290
401	过两孔的基本旋转	■		292
402	过两凸台的基本旋转	■		294
403	用旋转轴补偿不对正量	■		297
404	设置基本旋转	■		300
405	用旋转轴C补偿不对正量	■		301
408	原点在槽中心（FCL 3功能）	■		309
409	原点在凸脊中心（FCL 3功能）	■		312
410	原点在矩形内	■		314
411	原点在矩形外	■		317
412	原点在圆（孔）内	■		320
413	原点在圆（孔）外	■		323
414	原点在角点外	■		326
415	原点在角点内	■		330
416	原点在圆心	■		333
417	原点在探测轴上	■		336
418	原点在四孔中心	■		338
419	原点在任意轴上	■		341
420	工件—测量角度	■		355
421	工件—测量孔（孔圆心和孔直径）	■		357
422	工件—从外测量圆（圆柱台直径）	■		360
423	工件—从内测量矩形	■		363
424	工件—从外测量矩形	■		365
425	工件—测量内宽（槽）	■		368
426	工件—测量外宽（凸台）	■		370
427	工件—测量任何一个可选轴	■		372
430	工件—测量螺栓孔圆	■		374
431	工件—测量面	■		374
450	KinematicsOpt： 保存运动特性（选装项）	■		402
451	KinematicsOpt： 测量运动特性（选装项）	■		405

循环编号	循环名	定义生效	调用生效	页
452	KinematicsOpt： 预设点补偿	■		400
460	校准测头	■		390
461	校准测头长度	■		392
462	校准测头内半径	■		394
463	校准测头外半径	■		396
480	校准TT	■		431
481	测量/检查刀具长度	■		434
482	测量/检查刀具半径	■		436
483	测量/检查刀具长度和半径	■		438
484	校准TT	■		432

索引

3

3-D测头..... 44
3D探测..... 278
3D探测的机床参数..... 281

F

FCL功能..... 9

K

KinematicsOpt..... 400

S

SL循环..... 170, 203, 212
SL循环：侧面精加工..... 186
SL循环： 粗加工..... 181
SL循环：底面精加工..... 184
SL循环： 叠加轮廓..... 173, 224
SL循环：基础知识..... 170
SL循环： 基础知识..... 230
SL循环：轮廓链..... 190
SL循环： 轮廓链..... 188
SL循环： 轮廓数据..... 177
SL循环： 轮廓循环..... 172
SL循环： 预钻孔..... 179

补

补偿工件不对正量..... 288
补偿工件不对正量：测量直线上的两点..... 290
补偿工件不对正量： 通过两个圆柱台..... 294
补偿工件不对正量： 通过两孔. 292
补偿工件不对正量： 通过旋转轴..... 297, 301

槽

槽铣削：粗加工+精加工..... 136

侧

侧面精加工..... 186

测

测量参数..... 350
测量槽宽..... 368, 368
测量角度..... 355
测量结果保存在Q参数中..... 350
测量矩形凸台..... 363
测量矩形型腔..... 365
测量孔..... 357
测量孔内..... 357
测量孔外..... 360
测量螺栓孔圆..... 374
测量平面倾角..... 377, 377
测量任何坐标..... 372
测量凸台宽度..... 370, 370, 370
测量运动特性..... 405
测量运动特性： 预设点补偿..... 416

程

程序调用..... 260
程序调用：用循环..... 260

粗

粗加工:参见SL循环，粗加工..... 181

单

单刃深孔钻..... 88

刀

刀具补偿..... 352
刀具测量..... 426, 430
刀具测量：测量刀具长度和半径..... 438
刀具测量：刀具半径..... 436
刀具测量：刀具长度..... 434
刀具测量：机床参数..... 428
刀具测量：校准TT..... 431, 432
刀具监测..... 352

底

底面精加工..... 184

点

点位表..... 63

雕

雕刻..... 266

定

定位规则..... 283
定中心..... 69

端

端面铣..... 270

多

多次测量..... 282

反

反向镗孔..... 79

工

工件测量..... 348

攻

攻丝：不用浮动攻丝架..... 99
攻丝： 不用浮动夹头攻丝架..... 102
攻丝： 断屑..... 102
攻丝：用浮动攻丝架攻丝..... 97

公

公差监测..... 351

基

基本旋转： 程序运行期间测量. 288

记

记录测量结果..... 349

加

加工阵列..... 56

铰

铰孔..... 73

结

结果分类..... 351

镜

镜像..... 242

矩

矩形凸台..... 145
矩形型腔：粗加工+精加工..... 127

考

考虑基本旋转..... 278

可

可信范围..... 282

轮

轮廓链..... 188, 190
轮廓循环..... 170

螺

螺栓孔圆..... 163
螺纹铣削/锪沉孔..... 108
螺纹铣削基础知识..... 105
螺纹钻孔/铣削..... 112
螺旋螺纹钻孔/铣削..... 115

内

内螺纹铣削..... 106

倾

倾斜功能： 步骤..... 254
倾斜加工面..... 249, 249
倾斜加工面： 循环..... 249

设

设置基本旋转..... 300

缩

缩放系数..... 246

探

探测表..... 284
探测进给速率..... 282
探测数据..... 285
探测循环：自动模式..... 280

特

特定轴缩放..... 247
特性内容等级（FCL）..... 9

停

停顿时间..... 259

外

外螺纹铣削..... 119

万
万能钻孔..... 77, 82

旋
旋转..... 244

循
循环..... 48
循环： 调用..... 50
循环： 定义..... 49
循环和点位表..... 65

用
用复杂轮廓公式的SL循环..... 220
用简单轮廓公式的SL循环..... 230

原
原点平移..... 235
原点平移：程序..... 235
原点平移：原点表..... 236

圆
圆弧槽： 粗铣和精铣..... 140
圆弧凸台..... 149
圆弧型腔： 粗铣和精铣..... 131
圆弧阵列点..... 163
圆柱面：加工轮廓..... 203, 212
圆柱面： 凸台加工..... 209
圆柱面： 铣槽..... 206

运
运动特性测量..... 400
运动特性测量：保存运动特性... 402
运动特性测量： 测量点选择..... 404, 408, 409
运动特性测量： 测量运动特性..... 405, 416
运动特性测量： 反向间隙..... 410
运动特性测量： 记录功能..... 403, 415, 424
运动特性测量： 精度..... 409
运动特性测量： 前提条件..... 401
运动特性测量： 鼠牙盘连接..... 408
运动特性测量： 校准方式..... 410, 420, 422

阵
阵列点： 概要..... 162
阵列定义..... 56, 162

直
直线阵列点..... 165

主
主轴定向..... 262

啄
啄钻..... 82, 88

自
自动刀具测量..... 430
自动设置原点..... 306
自动设置原点： 4孔的中心..... 338
自动设置原点： 槽中心..... 309
自动设置原点： 矩形凸台中心. 317
自动设置原点： 矩形型腔中心. 314
自动设置原点： 螺栓孔圆心..... 333
自动设置原点： 内角..... 330
自动设置原点： 任意轴..... 341
自动设置原点： 凸台中心..... 312
自动设置原点： 外角..... 326
自动设置原点： 圆弧型腔（孔）的中心..... 320
自动设置原点： 圆凸台圆心..... 323
自动设置原点： 在探测轴..... 336

钻
钻孔..... 71, 77, 82
钻孔循环..... 68

坐
坐标变换..... 234

镗
镗孔..... 75
镗铣..... 86

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☏ +49 8669 31-0
FAX +49 8669 32-5061
E-mail: info@heidenhain.de

Technical support FAX +49 8669 32-1000
Measuring systems ☏ +49 8669 31-3104
E-mail: service.ms-support@heidenhain.de
TNC support ☏ +49 8669 31-3101
E-mail: service.nc-support@heidenhain.de
NC programming ☏ +49 8669 31-3103
E-mail: service.nc-pgm@heidenhain.de
PLC programming ☏ +49 8669 31-3102
E-mail: service.plc@heidenhain.de
Lathe controls ☏ +49 8669 31-3105
E-mail: service.lathe-support@heidenhain.de

www.heidenhain.de

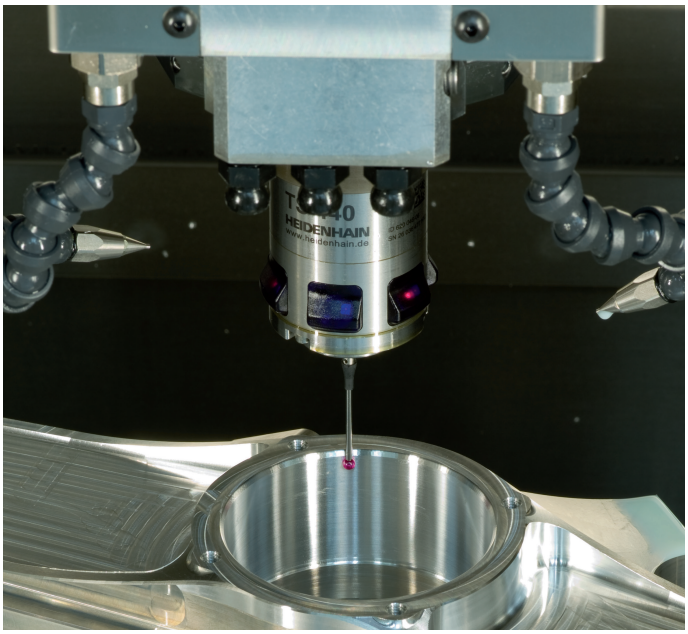
海德汉测头

缩短生产辅助时间和
提高最终工件尺寸精度。

工件测头

TS 220	电缆传输信号
TS 440, TS 444	红外线传输
TS 640, TS 740	红外线传输

- 工件对正
- 设置原点
- 工件测量



刀具测头

TT 140	电缆传输信号
TT 449	红外线传输
TL	非接触式激光测量系统

- 刀具测量
- 磨损监测
- 刀具破损检测

1096886-Z1 · Ver01 · SW02 · 8/2015 · PDF