



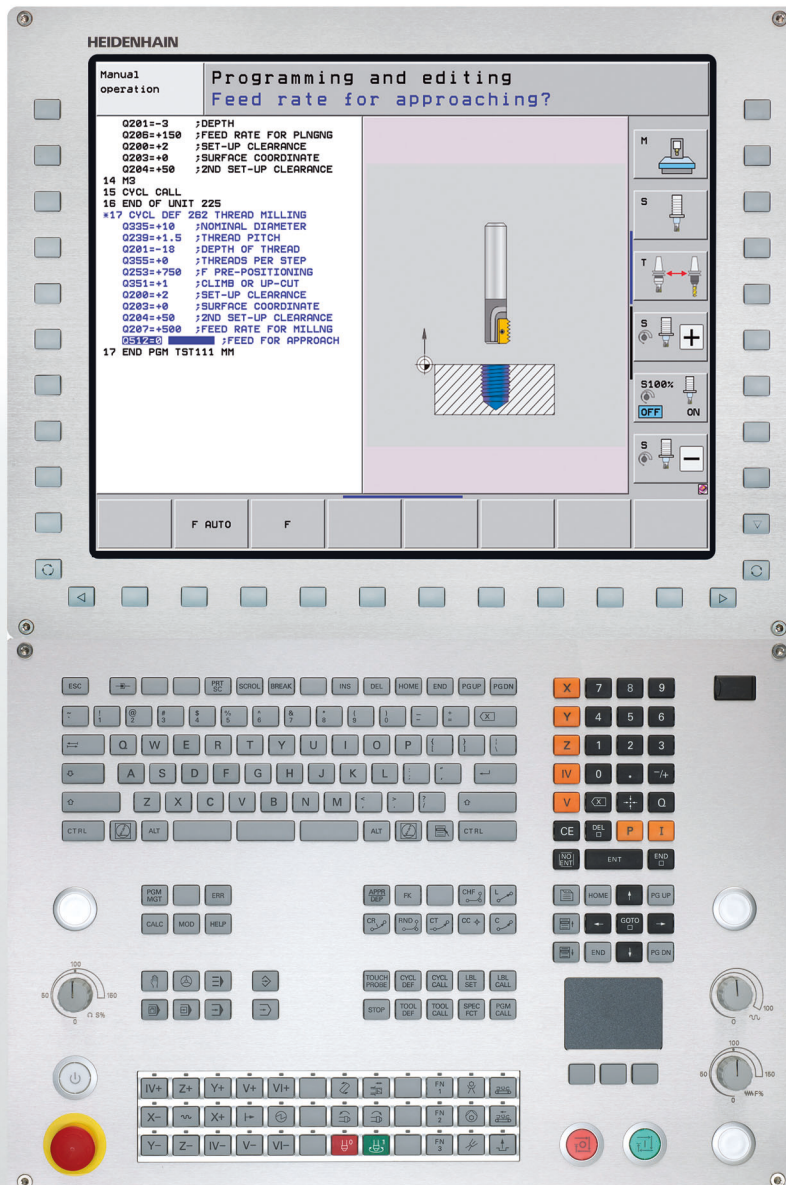
HEIDENHAIN

用户手册
循环编程

iTNC 530

NC 软件版本号
606420-04, SP8
606421-04, SP8
606424-04, SP8

中文 (zh-CN)
3/2016



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。



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
iTNC 530，HSCI 和 HEROS 5	606420-04，SP8
iTNC 530 E，HSCI 和 HEROS 5	606421-04，SP8
iTNC 530 HSCI 编程站	606424-04，SP8
虚拟化软件的 iTNC530 编程站、HEROS 5	606425-04，SP8

后缀为 “E” 的版本为 TNC 出口版。TNC 的出口版有以下限制：

- 联动直线轴的最大轴数为 4 个

HSCI（海德汉串行数控接口）代表 TNC 数控系统全新硬件平台。

HEROS 5 代表基于 HSCI 的 TNC 数控系统的全新操作系统。

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：

所有非循环类的 TNC 功能，参见 iTNC 530 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：737759-xx。

DIN/ISO 格式编程用户手册 ID 号：737760-xx。



smarT.NC 用户手册：

smarT.NC 操作模式使用单独的 “简要指南”。如需该 “简要指南”，请与海德汉公司联系。ID：533191-xx。



软件选装项

iTNC 530 提供多个软件选装项供用户或机床制造商选用。每个软件选装项需单独启用，其相应功能为：

软件选装项 1
圆柱面插补（循环 27，28，29 和 39）
用 mm/min 为单位的旋转轴进给速率： M116
倾斜加工面（手动操作模式下的循环 19 PLANE 功能和 3-D ROT 软键）
倾斜加工面中的 3 轴圆弧插补

软件选装项 2
5 轴插补
样条插补
3-D 加工：
■ M114 ：用倾斜轴加工时自动补偿机床几何特征
■ M128 ：用摆动轴定位时保持刀尖位置（TCPM）
■ TCPM 功能 ：在可选操作模式中用倾斜轴定位时保持刀尖位置（TCPM）
■ M144 ：在程序段结束处补偿“实际/名义”位置的机床运动特性配置
■ 更多 精加 / 粗加 参数和循环 32（G62）中的 旋转轴公差
■ LN 程序段（3-D 补偿）

动态碰撞监测（DCM）软件选装项	说明
该功能用于监测机床制造商定义的部位，避免碰撞。	对话格式编程用户手册

DXF 转换工具软件选装项	说明
抽取 DXF 文件（R12 格式）中的轮廓数据和加工位置。	对话格式编程用户手册

全局参数设置软件选装项	说明
在“程序运行”操作模式中叠加坐标变换，沿虚拟轴方向叠加手轮运动的功能。	对话格式编程用户手册



AFC 软件选装项	说明
用于优化连续生产加工条件的自适应进给速率控制功能。	对话格式编程用户手册
KinematicsOpt 软件选装项	说明
检查和优化机床精度的探测循环	页 458
3D-ToolComp 软件选装项	说明
LN 程序段基于刀具接触角的 3-D 半径补偿。	对话格式编程用户手册
扩展的刀具管理软件选装项	说明
允许机床制造商用 Python 脚本语言修改刀具管理功能。	对话格式编程用户手册
CAD 阅读器软件选装项	说明
在数控系统中打开 3-D 模型	对话格式编程用户手册
插补车削软件选装项	说明
循环 290 的轴肩插补车削。	页 313
远程桌面管理器软件选装项	说明
通过 TNC 用户界面远程操作外部计算机（例如 Windows 计算机）	对话格式编程用户手册



关联轴补偿（CTC）软件选装项	说明
关联轴补偿	机床手册
位置自适应控制（PAC）软件选装项	说明
控制参数自适应控制	机床手册
负载自适应控制（LAC）软件选装项	说明
动态调整控制参数	机床手册
有效振颤控制（ACC）软件选装项	说明
加工期间全自动控制振颤的功能	机床手册



特性内容等级（升级功能）

在 Feature Content Level（特性内容等级）下管理的高级功能 — 软件选装项对 TNC 系统有明显的提升作用。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，高级功能用 **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。

FCL 4 功能	说明
动态碰撞检测（DCM）功能工作时用图形显示被保护区	用户手册
动态碰撞监测（DCM）功能工作时，在停止状态时用手轮叠加定位运动	用户手册
3-D 基本旋转（设置值补偿）	机床手册

FCL 3 功能	说明
3-D 探测循环	页 447
用槽 / 凸台中心自动设置原点的探测循环	页 352
加工轮廓型腔时，刀具全表面接触工件时降低刀具进给速率	用户手册
PLANE 功能：输入轴角	用户手册
用户文档为上下文相关的帮助系统	用户手册
smarT.NC：smarT.NC 编程和加工同时进行	用户手册
smarT.NC：轮廓型腔阵列	smarT.NC 的 “ 简要指南 ”
smarT.NC：在文件管理器中预览轮廓程序	smarT.NC 的 “ 简要指南 ”
smarT.NC：加工阵列点的定位方式	smarT.NC 的 “ 简要指南 ”



FCL 2 功能	说明
3-D 线图	用户手册
虚拟刀具轴	用户手册
支持 USB 接口的外置存储设备（U 盘，硬盘，CD-ROM 驱动器）	用户手册
过滤外部系统创建的轮廓	用户手册
允许在轮廓公式中为各子轮廓定义不同的深度	用户手册
DHCP 动态 IP 地址管理	用户手册
测头参数的全局程序设置的探测循环	页 452
smarT.NC：程序段扫描的图形支持	smarT.NC 的 “ 简要指南 ”
smarT.NC：坐标变换	smarT.NC 的 “ 简要指南 ”
smarT.NC：PLANE 功能	smarT.NC 的 “ 简要指南 ”

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。



60642x-01 版软件新增循环功能

- 新循环 275 (摆线轮廓槽) (参见第 205 页 “ 摆线槽 (循环 275 , DIN/ISO : G275) ”)
- 循环 241 (单刃深孔钻) 现在可定义停顿深度 (参见第 96 页 “ 单刃深孔钻 (循环 241 , DIN/ISO : G241) ”)
- 循环 39 (圆柱面轮廓) 的接近和离开特性现在可调整 (参见第 232 页 “ 循环运行 ”)
- 用基准球校准测头的新探测循环 (参见第 454 页 “ 校准 TS (循环 460 , DIN/ISO : G460) ”)
- KinematicsOpt : 开始提供确定旋转轴反向间隙的附加参数 (参见第 467 页 “ 反向间隙 ”)
- KinematicsOpt : 更好地支持鼠牙盘连接轴的定位 (参见第 465 页 “ 鼠牙盘连接轴的机床 ”)

60642x-02 版软件新增循环功能

- 新循环 **225 (雕刻)** (参见第 310 页 “雕刻 (循环 225, DIN/ISO : G225) ”)
- 新循环 **276 (3-D 轮廓链)** (参见第 210 页 “3-D 轮廓链 (循环 276, DIN/ISO : G276) ”)
- 新循环 **290 (车削插补)** (参见第 313 页 “车削插补 (软件选装项, 循环 290, DIN/ISO : G290) ”)
- 螺纹铣削循环 26x 中, 现在提供相切接近螺纹的单独进给速率 (参见相应循环的说明)
- KinematicsOpt 循环有以下改进:
 - 更新、速度更快的优化算法
 - 角度优化后, 不再需要为优化位置进行单独的系列测量 (参见第 472 页 “其它模式 (Q406) ”)
 - 将偏移误差值 (机床原点修改值) 返回给参数 Q147-149 (参见第 462 页 “循环运行 ”)
 - 球体测量时多达 8 个平面测量点 (参见第 469 页 “循环参数 ”)
 - 执行循环时, TNC 忽略未配置的旋转轴 (参见第 468 页 “编程时注意: ”)

60642x-03 版软件新增循环功能

- 循环 256（矩形凸台）现在提供一个决定接近凸台上位置的参数（参见第 158 页 “矩形凸台（循环 256，DIN/ISO：G256）”）
- 循环 257（圆弧凸台铣削）现在提供一个决定接近凸台上位置的参数（参见第 162 页 “圆弧凸台（循环 257，DIN/ISO：G257）”）

60642x-04 版软件新增循环功能

- 循环 25: 新增剩余材料的自动标识 (参见第 202 页 “ 轮廓链 (循环 25 , DIN/ISO : G125) ”)
- 循环 200: 新增输入参数 Q359 , 以定义深度参考 (参见第 73 页 “ 钻孔 (循环 200) ”)
- 循环 203: 新增输入参数 Q359 , 以定义深度参考 (参见第 81 页 “ 万能钻孔 (循环 203 , DIN/ISO : G203) ”)
- 循环 205: 新增退刀速度的输入参数 Q208 (参见第 89 页 “ 万能啄钻 (循环 205 , DIN/ISO : G205) ”)
- 循环 205: 新增输入参数 Q359 , 以定义深度参考 (参见第 89 页 “ 万能啄钻 (循环 205 , DIN/ISO : G205) ”)
- 循环 225: 现在还允许输入德语变音字符并能倾斜一定角度 (参见第 310 页 “ 雕刻 (循环 225 , DIN/ISO : G225) ”)
- 循环 253: 新增进给速率参考的输入参数 Q439 (参见第 148 页 “ 槽铣削 (循环 253 , DIN/ISO : G253) ”)
- 循环 254: 新增进给速率参考的输入参数 Q439 (参见第 153 页 “ 圆弧槽 (循环 254 , DIN/ISO : G254) ”)
- 循环 276: 新增剩余材料的自动标识 (参见第 210 页 “ 3-D 轮廓链 (循环 276 , DIN/ISO : G276) ”)
- 循环 290: 还可以用循环 290 加工凹槽 (参见第 313 页 “ 车削插补 (软件选装项 , 循环 290 , DIN/ISO : G290) ”)
- 循环 404: 新增输入参数 Q305 , 用于在起点表的任何行中保存基本旋转 (参见第 343 页 “ 设置基本旋转 (循环 404 , DIN/ISO : G404) ”)



60642x-04 SP8 版软件新增循环功能

- 循环 253（槽铣削），现在提供加工槽时定义进给速率参考的参数（参见第 148 页“槽铣削（循环 253，DIN/ISO：G253）”）
- 循环 254（圆弧槽），现在提供加工槽时定义进给速率参考的参数（参见第 153 页“圆弧槽（循环 254，DIN/ISO：G254）”）

60642x-01 版软件有变化的循环功能

- 用循环 24（DIN/ISO：G124）进行侧边精加工的接近特性有变化（参见第 198 页“编程时注意：”）

60642x-02 版软件有变化的循环功能

- 循环 270 定义的软键位置有变化

60642x-04 版软件有变化的循环功能

- 循环 206：如果输入在刀具表中，TNC 现在监测螺距
- 循环 207：如果输入在刀具表中，TNC 现在监测螺距
- 循环 209：如果输入在刀具表中，TNC 现在监测螺距
- 循环 209：如果参数 Q256 被定义为 0（断屑的退刀距离），断屑期间 TNC 现在将刀具从孔中完全退出
- 循环 202：如果参数 Q214 被定义为 0（分离方向），TNC 现在不从孔底退刀
- 循环 405：如果定义参数 Q337=0，TNC 现在还将原点写入原点表的第 0 行中
- 相应的探测循环 4xx：参数 Q305 的输入范围（参考点号或原点号）扩展至 99999
- 循环 451 和循环 452：测量期间，仅当到基准球的距离大于球头半径时，TNC 现在才关闭状态窗口

目录

基础知识 / 简要介绍	1
使用固定循环	2
固定循环：钻孔	3
固定循环：攻丝 / 螺纹铣削	4
固定循环：型腔铣削 / 凸台铣削 / 槽铣削	5
固定循环：阵列定义	6
固定循环：轮廓型腔，轮廓链	7
固定循环：圆柱面	8
固定循环：用轮廓公式描述的轮廓型腔	9
固定循环：多道铣	10
循环：坐标变换	11
循环：特殊功能	12
使用探测循环	13
探测循环：自动测量工具不对正量	14
探测循环：自动设置原点	15
探测循环：自动检查工件	16
探测循环：特殊功能	17
探测循环：自动测量运动特性	18
探测循环：自动测量刀具	19

1 基础知识 / 简要介绍 41

1.1 概要 42

1.2 系统提供的循环组 43

 固定循环一览表 43

 探测循环一览表 44



2 使用固定循环 45

- 2.1 使用固定循环 46
 - 一般信息 46
 - 机床相关循环 47
 - 用软键定义循环 48
 - 用 GOTO 功能定义循环 48
 - 调用循环 49
 - 使用辅助轴 U/V/W 51
- 2.2 循环的程序默认值 52
 - 概要 52
 - 输入 GLOBAL DEF (全局定义) 的定义 53
 - 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 55
 - 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 56
- 2.3 用 PATTERN DEF (阵列定义) 功能定义阵列 57
 - 应用 57
 - 输入 “ 阵列定义 ” 58
 - 使用 “ 阵列定义 ” 58
 - 定义各个加工位置 59
 - 定义一个单行 60
 - 定义一个阵列 61
 - 定义各个框线 62
 - 定义整圆 63
 - 定义节圆 64
- 2.4 点位表 65
 - 应用 65
 - 创建点位表 65
 - 隐藏加工过程中的个别点 66
 - 定义第二安全高度 66
 - 在程序中选择点位表 67
 - 调用与点位表相关的循环 68

3 固定循环：钻孔 69

- 3.1 基础知识 70
 - 概要 70
- 3.2 定中心（循环 240，DIN/ISO：G240） 71
 - 循环运行 71
 - 编程时注意： 71
 - 循环参数 72
- 3.3 钻孔（循环 200） 73
 - 循环运行 73
 - 编程时注意： 73
 - 循环参数 74
- 3.4 铰孔（循环 201，DIN/ISO：G201） 75
 - 循环运行 75
 - 编程时注意： 75
 - 循环参数 76
- 3.5 镗孔（循环 202，DIN/ISO：G202） 77
 - 循环运行 77
 - 编程时注意： 78
 - 循环参数 79
- 3.6 万能钻孔（循环 203，DIN/ISO：G203） 81
 - 循环运行 81
 - 编程时注意： 82
 - 循环参数 83
- 3.7 反向镗孔（循环 204，DIN/ISO：G204） 85
 - 循环运行 85
 - 编程时注意： 86
 - 循环参数 87
- 3.8 万能啄钻（循环 205，DIN/ISO：G205） 89
 - 循环运行 89
 - 编程时注意： 90
 - 循环参数 91
- 3.9 镗铰（循环 208） 93
 - 循环运行 93
 - 编程时注意： 94
 - 循环参数 95
- 3.10 单刃深孔钻（循环 241，DIN/ISO：G241） 96
 - 循环运行 96
 - 编程时注意： 96
 - 循环参数 97
- 3.11 编程举例 99



4 固定循环：攻丝 / 螺纹铣削 103

- 4.1 基础知识 104
 - 概要 104
- 4.2 用浮动夹头攻丝架的新攻丝（循环 206，DIN/ISO：G206） 105
 - 循环运行 105
 - 编程时注意： 105
 - 循环参数 106
- 4.3 不用浮动夹头攻丝架的新刚性攻丝（循环 207，DIN/ISO：G207） 107
 - 循环运行 107
 - 编程时注意： 108
 - 循环参数 109
- 4.4 断屑攻丝（循环 209，DIN/ISO：G209） 110
 - 循环运行 110
 - 编程时注意： 111
 - 循环参数 112
- 4.5 螺纹铣削基础知识 113
 - 要求 113
- 4.6 螺纹铣削（循环 262，DIN/ISO：G262） 115
 - 循环运行 115
 - 编程时注意： 116
 - 循环参数 117
- 4.7 螺纹铣削 / 镗沉孔（循环 263，DIN/ISO：G263） 118
 - 循环运行 118
 - 编程时注意： 119
 - 循环参数 120
- 4.8 螺纹钻孔 / 铣削（循环 264，DIN/ISO：G264） 122
 - 循环运行 122
 - 编程时注意： 122
 - 循环参数 123
- 4.9 螺旋螺纹钻孔 / 铣削（循环 265，DIN/ISO：G265） 125
 - 循环运行 125
 - 编程时注意： 126
 - 循环参数 127
- 4.10 外螺纹铣削（循环 267，DIN/ISO：G267） 129
 - 循环运行 129
 - 编程时注意： 129
 - 循环参数 131
- 4.11 编程举例 133

5 固定循环：型腔铣削 / 凸台铣削 / 槽铣削 137

- 5.1 基础知识 138
 - 概要 138
- 5.2 矩形型腔（循环 251，DIN/ISO：G251） 139
 - 循环运行 139
 - 编程时注意： 140
 - 循环参数 141
- 5.3 圆弧型腔（循环 252，DIN/ISO：G252） 144
 - 循环运行 144
 - 编程时注意： 145
 - 循环参数 146
- 5.4 槽铣削（循环 253，DIN/ISO：G253） 148
 - 循环运行 148
 - 编程时注意： 149
 - 循环参数 150
- 5.5 圆弧槽（循环 254，DIN/ISO：G254） 153
 - 循环运行 153
 - 编程时注意： 154
 - 循环参数 155
- 5.6 矩形凸台（循环 256，DIN/ISO：G256） 158
 - 循环运行 158
 - 编程时注意： 159
 - 循环参数 160
- 5.7 圆弧凸台（循环 257，DIN/ISO：G257） 162
 - 循环运行 162
 - 编程时注意： 163
 - 循环参数 164
- 5.8 编程举例 166



6 固定循环：阵列定义 169

- 6.1 基础知识 170
 - 概要 170
- 6.2 极坐标阵列（循环 220，DIN/ISO：G220） 171
 - 循环运行 171
 - 编程时注意： 171
 - 循环参数 172
- 6.3 直角坐标阵列（循环 221，DIN/ISO：G221） 174
 - 循环运行 174
 - 编程时注意： 174
 - 循环参数 175
- 6.4 编程举例 176

7 固定循环：轮廓型腔，轮廓链 179

- 7.1 SL 循环 180
 - 基础知识 180
 - 概要 182
- 7.2 轮廓（循环 14，DIN/ISO：G37） 183
 - 编程时注意： 183
 - 循环参数 183
- 7.3 叠加轮廓 184
 - 基础知识 184
 - 子程序：重叠型腔 185
 - 包括的区域 186
 - 不含的区域 187
 - 重叠区域 187
- 7.4 轮廓数据（循环 20，DIN/ISO：G120） 188
 - 编程时注意： 188
 - 循环参数 189
- 7.5 预钻孔（循环 21，DIN/ISO: G121） 190
 - 循环运行 190
 - 编程时注意： 190
 - 循环参数 191
- 7.6 粗加工（循环 22，DIN/ISO: G122） 192
 - 循环运行 192
 - 编程时注意： 193
 - 循环参数 194
- 7.7 底面精加工（循环 23，DIN/ISO: G123） 196
 - 循环运行 196
 - 编程时注意： 196
 - 循环参数 197
- 7.8 侧面精加工（循环 24，DIN/ISO: G124） 198
 - 循环运行 198
 - 编程时注意： 198
 - 循环参数 199
- 7.9 轮廓链数据（循环 270，DIN/ISO：G270） 200
 - 编程时注意： 200
 - 循环参数 201



7.10 轮廓链（循环 25，DIN/ISO：G125）.....	202
循环运行	202
编程时注意：	203
循环参数	204
7.11 摆线槽（循环 275，DIN/ISO：G275）.....	205
循环运行	205
编程时注意：	206
循环参数	207
7.12 3-D 轮廓链（循环 276，DIN/ISO：G276）.....	210
循环运行	210
编程时注意：	211
循环参数	212
7.13 编程举例	213



8 固定循环：圆柱面 221

- 8.1 基础知识 222
 - 圆柱面循环概要 222
- 8.2 圆柱面（循环 27，DIN/ISO：G127，软件选装项 1） 223
 - 循环运行 223
 - 编程时注意： 224
 - 循环参数 225
- 8.3 圆柱面，铣键槽（循环 28，DIN/ISO：G128，软件选装项 1） 226
 - 循环运行 226
 - 编程时注意： 227
 - 循环参数 228
- 8.4 圆柱面，铣凸台（循环 29，DIN/ISO：G129，软件选装项 1） 229
 - 循环运行 229
 - 编程时注意： 230
 - 循环参数 231
- 8.5 圆柱面，铣外轮廓（循环 39，DIN/ISO：G139，软件选装项 1） 232
 - 循环运行 232
 - 编程时注意： 233
 - 循环参数 234
- 8.6 编程举例 235



9 固定循环：用轮廓公式描述的轮廓型腔 239

9.1 用复杂轮廓公式的 SL 循环 240

- 基础知识 240
- 用轮廓定义选择程序 242
- 定义轮廓描述 243
- 输入复杂轮廓公式 244
- 叠加轮廓 245
- 用 SL 循环加工轮廓 247

9.2 用简单轮廓公式的 SL 循环 251

- 基础知识 251
- 输入简单轮廓公式 253
- 用 SL 循环加工轮廓 253

10 固定循环：多道铣 255

- 10.1 基础知识 256
 - 概要 256
- 10.2 运行 3-D 数据（循环 30，DIN/ISO：G60） 257
 - 循环运行 257
 - 编程时注意： 257
 - 循环参数 258
- 10.3 多道铣（循环 230，DIN/ISO：G230） 259
 - 循环运行 259
 - 编程时注意： 259
 - 循环参数 260
- 10.4 规则表面（循环 231，DIN/ISO：G231） 261
 - 循环运行 261
 - 编程时注意： 262
 - 循环参数 263
- 10.5 端面铣（循环 232，DIN/ISO：G232） 265
 - 循环运行 265
 - 编程时注意： 267
 - 循环参数 267
- 10.6 编程举例 270



11 循环：坐标变换 273

- 11.1 基础知识 274
 - 概要 274
 - 坐标变换的有效范围 274
- 11.2 原点平移（循环 7，DIN/ISO：G54） 275
 - 作用 275
 - 循环参数 275
- 11.3 用原点表的原点平移（循环 7，DIN/ISO：G53） 276
 - 作用 276
 - 编程时注意： 277
 - 循环参数 278
 - 在零件程序中选择原点表 278
 - 在“程序编辑”操作模式中编辑原点表。 279
 - 在“程序运行”操作模式中编辑原点表 280
 - 将实际值转到原点表中 280
 - 配置原点表 281
 - 退出原点表 281
- 11.4 原点设置（循环 247，DIN/ISO：G247） 282
 - 作用 282
 - 编程前注意： 282
 - 循环参数 282
- 11.5 镜像（循环 8，DIN/ISO：G28） 283
 - 作用 283
 - 编程时注意： 283
 - 循环参数 284
- 11.6 旋转（循环 10，DIN/ISO：G73） 285
 - 作用 285
 - 编程时注意： 285
 - 循环参数 286
- 11.7 缩放（循环 11，DIN/ISO：G72） 287
 - 作用 287
 - 循环参数 288
- 11.8 特定轴缩放系数（循环 26） 289
 - 作用 289
 - 编程时注意： 289
 - 循环参数 290

11.9 加工面（循环 19，DIN/ISO：G80，软件选装项 1）.....	291
作用	291
编程时注意：.....	292
循环参数	293
复位	293
旋转轴定位	294
倾斜系统的位置显示	296
监测加工区	296
倾斜坐标系中的定位	296
组合坐标变换循环	296
在倾斜坐标系中自动测量工件	296
使用循环 19（加工面）的步骤	297
11.10 编程举例	299



12 循环：特殊功能 301

- 12.1 基础知识 302
 - 概要 302
- 12.2 停顿时间（循环 9，DIN/ISO：G04） 303
 - 功能 303
 - 循环参数 303
- 12.3 程序调用（循环 12，DIN/ISO：G39） 304
 - 循环功能 304
 - 编程时注意： 304
 - 循环参数 305
- 12.4 主轴定向（循环 13，DIN/ISO：G36） 306
 - 循环功能 306
 - 编程时注意： 306
 - 循环参数 306
- 12.5 公差（循环 32，DIN/ISO：G62） 307
 - 循环功能 307
 - CAM 系统中几何定义的影响 308
 - 编程时注意： 308
 - 循环参数 309
- 12.6 雕刻（循环 225，DIN/ISO：G225） 310
 - 循环运行 310
 - 编程时注意： 310
 - 循环参数 311
 - 允许雕刻的字符 312
 - 非打印字符 312
 - 雕刻系统变量 312
- 12.7 车削插补（软件选装项，循环 290，DIN/ISO：G290） 313
 - 循环运行 313
 - 编程时注意： 314
 - 循环参数 315

13 使用探测循环 319

- 13.1 探测循环的一般信息 320
 - 工作原理 320
 - 手动操作和电子手轮操作模式的探测循环 321
 - 自动操作的探测循环 321
- 13.2 使用探测循环前的准备工作 323
 - 到被测点的最大行程：MP6130 323
 - 到触点的安全距离：MP6140 323
 - 定向红外线测头至编程探测方向：MP6165 323
 - 考虑手动操作模式中的基本旋转：MP6166 324
 - 多次测量：MP6170 324
 - 多次测量的可信范围：MP6171 324
 - 触发式测头，探测进给速率：MP6120 325
 - 触发式测头，用于定位的快移运动：MP6150 325
 - 触发式测头，用于定位的快移运动：MP6151 325
 - KinematicsOpt：“优化”模式中的允差值：MP6600 325
 - KinematicsOpt，基准球半径的允许偏差：MP6601 325
 - 执行探测循环 326



14 探测循环：自动测量工具不对正量 327

- 14.1 基础知识 328
 - 概要 328
 - 所有测量工件不对正量探测循环的共同特点 329
- 14.2 基本旋转（循环 400，DIN/ISO：G400） 330
 - 循环运行 330
 - 编程时注意： 330
 - 循环参数 331
- 14.3 两孔的基本旋转（循环 401，DIN/ISO：G401） 333
 - 循环运行 333
 - 编程时注意： 333
 - 循环参数 334
- 14.4 两圆柱凸台的基本旋转（循环 402，DIN/ISO：G402） 336
 - 循环运行 336
 - 编程时注意： 336
 - 循环参数 337
- 14.5 旋转轴补偿的基本旋转（循环 403，DIN/ISO：G403） 339
 - 循环运行 339
 - 编程时注意： 340
 - 循环参数 341
- 14.6 设置基本旋转（循环 404，DIN/ISO：G404） 343
 - 循环运行 343
 - 循环参数 343
- 14.7 旋转 C 轴补偿工件不对正量（循环 405，DIN/ISO：G405） 344
 - 循环运行 344
 - 编程时注意： 345
 - 循环参数 346



15 探测循环：自动设置原点 349

- 15.1 基础知识 350
 - 概要 350
 - 设置原点应用的探测循环的共同特点 351
- 15.2 槽中心原点（循环 408，DIN/ISO：G408，FCL 3 功能） 352
 - 循环运行 352
 - 编程时注意： 352
 - 循环参数 353
- 15.3 凸台中心原点（循环 409，DIN/ISO：G408，FCL 3 功能） 355
 - 循环运行 355
 - 编程时注意： 355
 - 循环参数 356
- 15.4 从矩形内定原点（循环 410，DIN/ISO：G410） 358
 - 循环运行 358
 - 编程时注意： 358
 - 循环参数 359
- 15.5 从矩形外定原点（循环 411，DIN/ISO：G411） 361
 - 循环运行 361
 - 编程时注意： 361
 - 循环参数 362
- 15.6 从圆内定原点（循环 412，DIN/ISO：G412） 364
 - 循环运行 364
 - 编程时注意： 364
 - 循环参数 365
- 15.7 从圆外定原点（循环 413，DIN/ISO：G413） 367
 - 循环运行 367
 - 编程时注意： 367
 - 循环参数 368
- 15.8 从圆外定原点（循环 414，DIN/ISO：G414） 370
 - 循环运行 370
 - 编程时注意： 371
 - 循环参数 372
- 15.9 从角点内定原点（循环 415，DIN/ISO：G415） 374
 - 循环运行 374
 - 编程时注意： 374
 - 循环参数 375



- 15.10 圆心原点 (循环 416 , DIN/ISO : G416) 377
 - 循环运行 377
 - 编程时注意 : 377
 - 循环参数 378
- 15.11 原点在探测轴 (循环 417 , DIN/ISO : G417) 380
 - 循环运行 380
 - 编程时注意 : 380
 - 循环参数 381
- 15.12 原点在四孔的中心 (循环 418 , DIN/ISO : G418) 382
 - 循环运行 382
 - 编程时注意 : 382
 - 循环参数 383
- 15.13 原点在一轴上 (循环 419 , DIN/ISO : G419) 385
 - 循环运行 385
 - 编程时注意 : 385
 - 循环参数 386



16 探测循环：自动检查工件 393

- 16.1 基础知识 394
 - 概要 394
 - 记录测量结果 395
 - 测量结果保存在 Q 参数中 397
 - 结果分类 397
 - 公差监测 398
 - 刀具监测 398
 - 测量结果的参考系统 399
- 16.2 参考面（循环 0，DIN/ISO：G55） 400
 - 循环运行 400
 - 编程时注意： 400
 - 循环参数 400
- 16.3 极坐标参考面（循环 1） 401
 - 循环运行 401
 - 编程时注意： 401
 - 循环参数 402
- 16.4 测量角度（循环 420，DIN/ISO：G420） 403
 - 循环运行 403
 - 编程时注意： 403
 - 循环参数 403
- 16.5 测量孔（循环 421，DIN/ISO：G421） 405
 - 循环运行 405
 - 编程时注意： 405
 - 循环参数 406
- 16.6 从外测量圆（循环 422，DIN/ISO：G422） 409
 - 循环运行 409
 - 编程时注意： 409
 - 循环参数 410
- 16.7 从内测量矩形（循环 423，DIN/ISO：G423） 413
 - 循环运行 413
 - 编程时注意： 413
 - 循环参数 414
- 16.8 从外测量矩形（循环 424，DIN/ISO：G424） 417
 - 循环运行 417
 - 编程时注意： 418
 - 循环参数 418
- 16.9 测量内侧宽度（循环 425，DIN/ISO：G425） 421
 - 循环运行 421
 - 编程时注意： 421
 - 循环参数 422



- 16.10 测量凸台宽度 (循环 426 , DIN/ISO : G426) 424
 - 循环运行 424
 - 编程时注意 : 424
 - 循环参数 425
- 16.11 测量坐标 (循环 427 , DIN/ISO : G427) 427
 - 循环运行 427
 - 编程时注意 : 427
 - 循环参数 428
- 16.12 测量螺栓孔圆 (循环 430 , DIN/ISO : G430) 430
 - 循环运行 430
 - 编程时注意 : 430
 - 循环参数 431
- 16.13 测量平面 (循环 431 , DIN/ISO : G431) 434
 - 循环运行 434
 - 编程时注意 : 434
 - 循环参数 435
- 16.14 编程举例 437



17 探测循环：特殊功能 441

- 17.1 基础知识 442
 - 概要 442
- 17.2 校准 TS (循环 2) 443
 - 循环运行 443
 - 编程时注意：..... 443
 - 循环参数 443
- 17.3 校准 TS 长度 (循环 9) 444
 - 循环运行 444
 - 循环参数 444
- 17.4 测量 (循环 3) 445
 - 循环运行 445
 - 编程时注意：..... 445
 - 循环参数 446
- 17.5 用 3-D 测量 (循环 4 , FCL 3 功能) 447
 - 循环运行 447
 - 编程时注意：..... 447
 - 循环参数 448
- 17.6 测量轴平移 (探测循环 440 , DIN/ISO : G440) 449
 - 循环运行 449
 - 编程时注意：..... 450
 - 循环参数 451
- 17.7 快速探测 (循环 441 , DIN/ISO : G441 , FCL 2 功能) 452
 - 循环运行 452
 - 编程时注意：..... 452
 - 循环参数 453
- 17.8 校准 TS (循环 460 , DIN/ISO : G460) 454
 - 循环运行 454
 - 编程时注意：..... 454
 - 循环参数 455



18 探测循环：自动测量运动特性 457

- 18.1 用 TS 测头测量运动特性 (KinematicsOpt 选装项) 458
 - 基础知识 458
 - 概要 458
- 18.2 前提条件 459
 - 编程时注意： 459
- 18.3 保存运动特性 (循环 450 , DIN/ISO : G450 , 选装项) 460
 - 循环运行 460
 - 编程时注意： 460
 - 循环参数 461
 - 日志功能 461
- 18.4 测量运动特性 (循环 451 , DIN/ISO : G451 , 选装项) 462
 - 循环运行 462
 - 定位方向 464
 - 鼠牙盘连接轴的机床 465
 - 测量点数的选择 466
 - 选择基准球在机床工作台上的位置 466
 - 精度说明 466
 - 不同校准方式的说明 467
 - 反向间隙 467
 - 编程时注意： 468
 - 循环参数 469
 - 其它模式 (Q406) 472
 - 日志功能 473
- 18.5 预设点补偿 (循环 452 , DIN/ISO : G452 , 选装项) 476
 - 循环运行 476
 - 编程时注意： 478
 - 循环参数 479
 - 可换铣头的调整 481
 - 漂移补偿 483
 - 日志功能 485

19 探测循环：自动测量刀具 487

- 19.1 基础知识 488
 - 概要 488
 - 循环 31 至 33 和循环 481 至 483 的差异 489
 - 设置机床参数 489
 - 刀具表 TOOL.T 的内容 491
 - 测量结果的显示 492
- 19.2 校准 TT（循环 30 或 480，DIN/ISO：G480） 493
 - 循环运行 493
 - 编程时注意： 493
 - 循环参数 493
- 19.3 校准无线 TT 449（循环 484，DIN/ISO：G484） 494
 - 基础知识 494
 - 循环运行 494
 - 编程时注意： 494
 - 循环参数 494
- 19.4 测量刀具长度（循环 31 或 481，DIN/ISO：G481） 495
 - 循环运行 495
 - 编程时注意： 495
 - 循环参数 496
- 19.5 测量刀具半径（循环 32 或 482，DIN/ISO：G482） 497
 - 循环运行 497
 - 编程时注意： 497
 - 循环参数 498
- 19.6 测量刀具长度和半径（循环 33 或 483，DIN/ISO：G483） 499
 - 循环运行 499
 - 编程时注意： 499
 - 循环参数 500







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 参数作传递参数。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，**Q200** 只用于设置安全高度；**Q202** 只用于切入深度等。



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



► 软键行显示多个可用循环组

循环组	软键	页
啄钻，铰孔，镗孔，铰孔循环	钻孔 / 攻丝	页 70
攻丝，螺纹切削和螺纹铣削循环	钻孔 / 攻丝	页 104
铣型腔，凸台和槽的循环	型腔 / 凸台 / 凹槽	页 138
加工阵列孔的循环，如圆弧阵列或直线阵列点	图案	页 170
SL（子轮廓列表）循环用于较复杂轮廓的平行轮廓加工，这些较复杂轮廓由多个重叠的子轮廓、圆柱面插补组成	SL II	页 182
平面或曲面的多道铣循环	多刀加工 / 铣削	页 256
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	页 274
特殊循环，如暂停时间、程序调用、定向主轴停转和轮廓公差控制，雕刻和插补车削（选装项）	特殊循环	页 302



► 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



► 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		页 328
自动预设工件原点的循环		页 350
自动检查工件的循环		页 394
校准循环，特殊循环	特殊 循环	页 442
自动测量运动特性循环	运动特性	页 458
自动测量刀具循环（需由机床制造商设置为可用）		页 488



► 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

一般信息



如果 NC 程序是从老型号 TNC 数控系统传入的或是脱机编程的 NC 程序（例如用 CAM 系统或 ASCII 编辑器），传入时需要注意：

- 循环编号**小于** 200 的固定循环和探测循环：
 - 老版本 iTNC 软件 and 老型号 TNC 数控系统，部分对话格式程序中可能存在不一定能被最新版 iTNC 编辑器正确转换的字符串。必须确保循环文字不能用半角点号结尾。
- 循环编号**大于** 200 的固定循环和探测循环：
 - 用波浪符（~）表示行末。循环中的最后一个参数不允许存在任何波浪符。
 - 循环名和循环注释可以不特别指定。程序传到数控系统中时，iTNC 补充所选对话格式程序的循环名和循环注释。

机床相关循环

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
机床相关探测循环用 TOUCH PROBE（探测）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 立即执行（另参见第 49 页的“调用循环”）。调用生效的循环，仅在调用后 TNC 才执行（另参见第 49 页的“调用循环”）。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

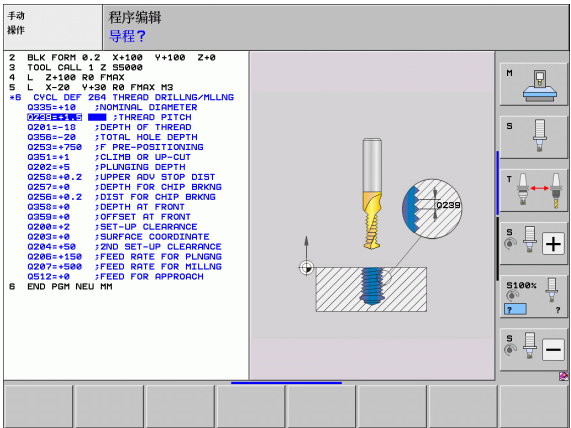
用软键定义循环

CYCL
DEF

钻孔
攻丝

262

- ▶ 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）
- ▶ 选择所需循环，例如 THREAD MILLING（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

CYCL
DEF

GOTO

- ▶ 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
- ▶ 用 CTRL 和箭头键（翻页）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 ;安全高度
Q201=3 ;深度
Q206=150;切入进给速率
Q202=5 ;切入深度
Q210=0 ;在顶部停顿时间
Q203=+0 ;表面坐标
Q204= 50 ;第二安全高度
Q211=0.25;在底部停顿时间



调用循环



系统要求

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）
- 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

- ▶ 编程循环调用：按下 CYCL CALL（循环调用）键
- ▶ 输入循环调用：按下 CYCL CALL M（循环调用 M）软键
- ▶ 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）（参见第 57 页“用 PATTERN DEF（阵列定义）功能定义阵列”）或点位表（参见第 65 页“点位表”）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刀具位置高于工件顶面 (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/M89 调用循环

M99 功能仅在其编程序段中有效，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 (取决于机床参数 MP7440)。

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
- **CYCL CALL POS** (循环调用位置) 程序段或者
- 用 **CYCL DEF** (循环定义) 定义一个新固定循环

使用辅助轴 U/V/W

TNC 沿 TOOL CALL (刀具调用) 程序段中定义为主轴的轴执行进给运动。TNC 在加工平面上只沿基本轴 X、Y 或 Z 进行运动。不包括：

- 循环 3 (铣槽) 和循环 4 (铣型腔) 中，侧边长度的编程辅助轴。
 - 在 SL 循环的轮廓几何特征子程序中的第一个程序段中编程辅助轴。
 - 在循环 5 (圆弧型腔)，循环 251 (矩形型腔)，循环 252 (圆弧型腔)，循环 253 (直槽) 和循环 254 (圆弧槽) 中，TNC 沿循环调用前最后一个定位程序段中的编程轴执行循环。刀具轴 Z 轴有效时，允许以下组合：
- X/Y
 - X/V
 - U/Y
 - U/V

2.2 循环的程序默认值

概要

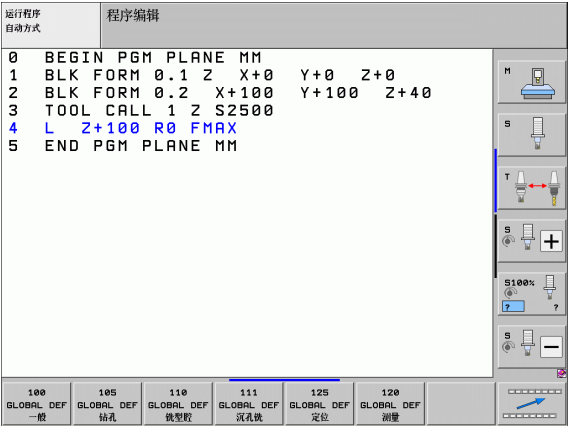
循环 20 至 25 的每一个循环以及编号为 200 和 200 以上的循环总使用相同的循环参数，例如安全高度 **Q200**，每次定义循环时都需要输入一次。**GLOBAL DEF**（全局定义）功能可将这些循环参数在程序开始处只定义一次，它对程序中的所有固定循环全部有效。在相应固定循环中，只需要链接程序开始处的定义值。

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	页 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	页 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	页 55
GLOBAL DEF CONTOUR MILLING（全局定义轮廓铣削） 定义特定轮廓铣削参数	111 GLOBAL DEF 沉孔铣	页 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	页 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	页 56



用 INSERT SMART UNIT（插入 SMART 单元）功能（参见“对话编程用户手册”中“特殊功能”章），然后用**单元 700** 将全部 GLOBAL DEF（全局定义）功能插入到程序段中。



输入 GLOBAL DEF (全局定义) 的定义



▶ 选择 “程序编辑” 操作模式



▶ 按下特殊功能键



▶ 选择程序默认值功能

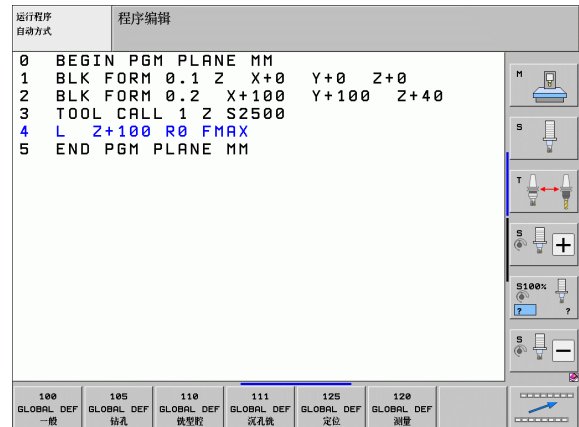


▶ 选择 **GLOBAL DEF (全局定义)** 功能



▶ 选择所需 GLOBAL DEF (全局定义) 功能, 例如 **GLOBAL DEF COMMON (全局定义通用)**

▶ 输入所需定义值并用 ENT 键确认每次输入



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, 定义固定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

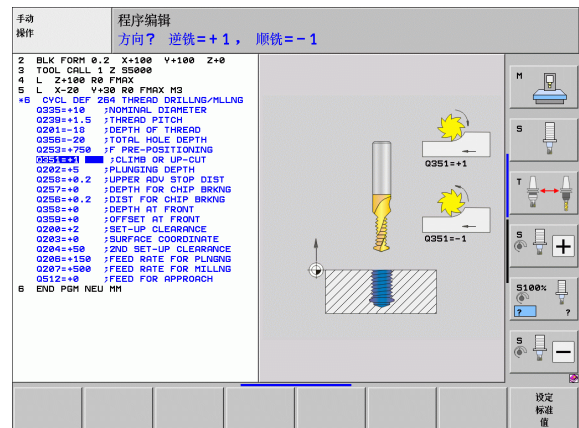


▶ 选择所需循环, 例如 **DRILLING (钻孔)**

▶ 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**：如果激活了**移到第二安全高度**选项，沿探测轴的坐标是 TNC 需在两测量点间移动测头的位置
- ▶ **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



这些参数适用于循环编号大于 4xx 的所有探测循环。

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的输入参数。



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：

加工方式	软键	页
点 定义 9 个以内加工位置		页 59
行 定义一行, 直线或旋转		页 60
阵列 定义一个阵列, 直线, 旋转或变形		页 61
框式 定义一个框, 直线, 旋转或变形		页 62
圆 定义一个整圆		页 63
节圆 定义一个节圆		页 64



输入 “ 阵列定义 ”

SPEC
FCT轮廓
+ 点
加工PATTERN
DEF

- ▶ 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 键确认每次输入

使用 “ 阵列定义 ”

输入阵列定义后，用 **CYCL CALL PAT** (循环调用阵列) 功能调用定义的阵列 (参见第 49 页 “ 用 CYCL CALL PAT 调用一个循环 ”)。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。

可用程序中启动功能选择在任何一点处启动或继续加工 (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。

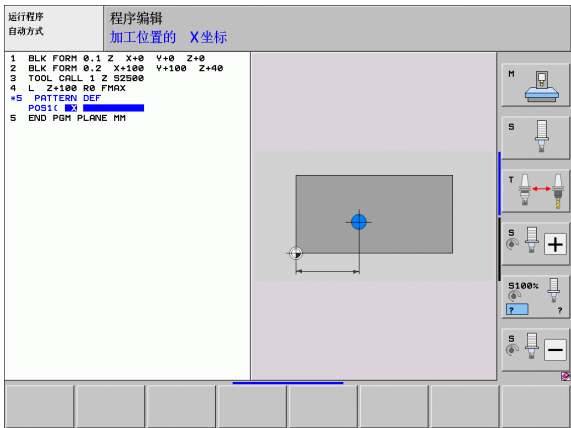


- ▶ **加工位置的 X 坐标** (绝对值) : 输入 X 轴坐标
- ▶ **加工位置的 Y 坐标** (绝对值) : 输入 Y 轴坐标
- ▶ **工件表面坐标** (绝对值) : 输入开始加工位置的 Z 轴坐标

举例：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。

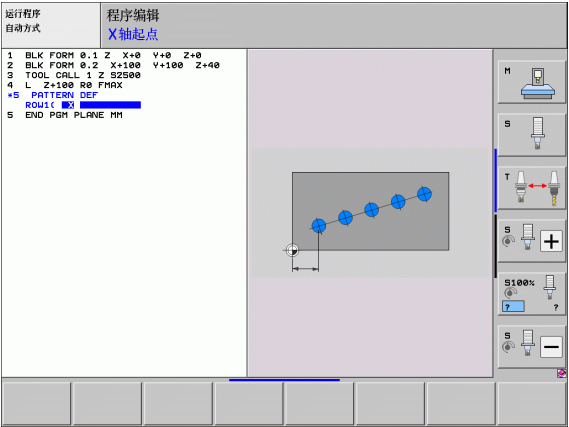


- ▶ **X 轴起点**（绝对值）：行起点的 X 轴坐标
- ▶ **Y 轴起点**（绝对值）：行起点的 Y 轴坐标
- ▶ **加工位置间距**（增量值）：加工位置间距离。可以输入正值或负值
- ▶ **重复次数**：加工操作总数
- ▶ **整个阵列的旋转位置**（绝对值）：围绕所输入起点的旋转角度。参考轴：当前加工面的参考轴（例如刀具轴为 Z 的 X 轴）。可以输入正值或负值
- ▶ **工件表面坐标**（绝对值）：输入开始加工位置的 Z 轴坐标

举例：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。

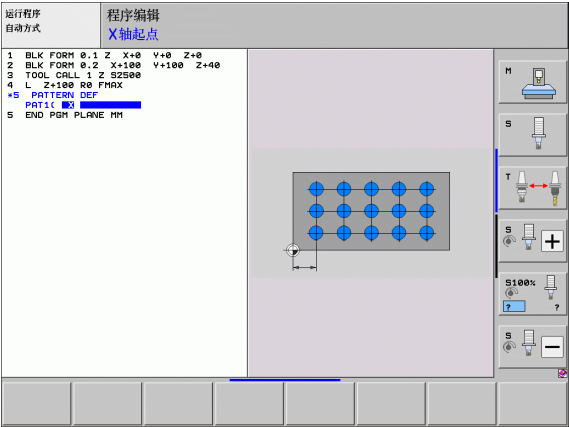


- ▶ **X 轴起点** (绝对值) : 阵列起点的 X 轴坐标
- ▶ **Y 轴起点** (绝对值) : 阵列起点的 Y 轴坐标
- ▶ **加工位置 X 轴间距** (增量值) : 加工位置间沿 X 轴方向的距离。可以输入正值或负值
- ▶ **加工位置 Y 轴间距** (增量值) : 加工位置间沿 Y 轴方向的距离。可以输入正值或负值
- ▶ **列数** : 阵列的总列数
- ▶ **行数** : 阵列的总行数
- ▶ **整个阵列的旋转位置** (绝对值) : 整个阵列围绕所输入的起点旋转的角度。参考轴：当前加工面的参考轴 (例如刀具轴为 Z 的 X 轴)。可以输入正值或负值
- ▶ **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

举例：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。

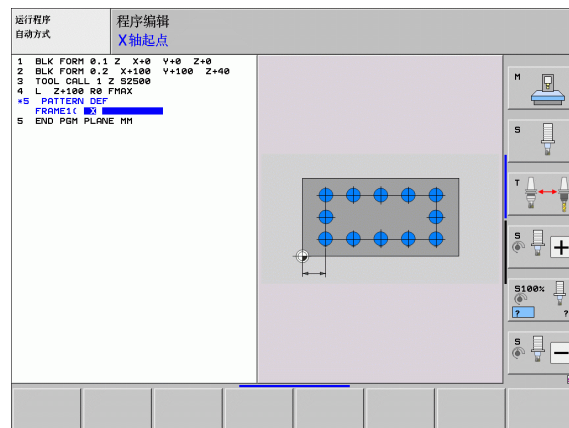


- ▶ **X 轴起点** (绝对值) : 框线起点的 X 轴坐标
- ▶ **Y 轴起点** (绝对值) : 框线起点的 Y 轴坐标
- ▶ **加工位置 X 轴间距** (增量值) : 加工位置间沿 X 轴方向的距离。可以输入正值或负值
- ▶ **加工位置 Y 轴间距** (增量值) : 加工位置间沿 Y 轴方向的距离。可以输入正值或负值
- ▶ **列数** : 阵列的总列数
- ▶ **行数** : 阵列的总行数
- ▶ **整个阵列的旋转位置** (绝对值) : 整个阵列围绕所输入的起点旋转的角度。参考轴 : 当前加工面的参考轴 (例如刀具轴为 Z 的 X 轴)。可以输入正值或负值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

举例：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



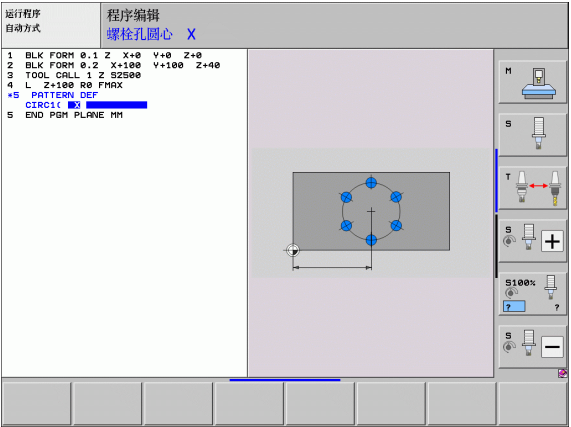
如果定义的**工件表面 Z 轴坐标**不等于 0，那么加工循环中定义的 **Q203** 有效外，该值将也有效。



- ▶ **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**（绝对值）：输入开始加工位置的 Z 轴坐标

举例：NC 程序段

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



定义节圆



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。

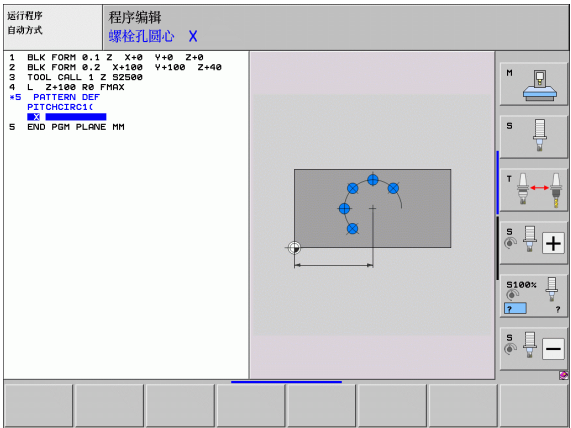


- ▶ **螺栓孔圆心 X 轴**（绝对值）：圆心的 X 轴坐标
- ▶ **螺栓孔圆心 Y 轴**（绝对值）：圆心的 Y 轴坐标
- ▶ **螺栓孔直径**：螺栓孔圆的直径
- ▶ **起始角**：第一加工位置的极角。参考轴：当前加工面的参考轴（例如刀具轴为 Z 的 X 轴）。可以输入正值或负值
- ▶ **步距角 / 终止角**：两个加工位置间的增量极角。可以输入正值或负值。也可以输入终止角（用软键切换）。
- ▶ **重复次数**：整圆上加工位置总数
- ▶ **工件表面坐标**（绝对值）：输入开始加工位置的 Z 轴坐标

举例：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

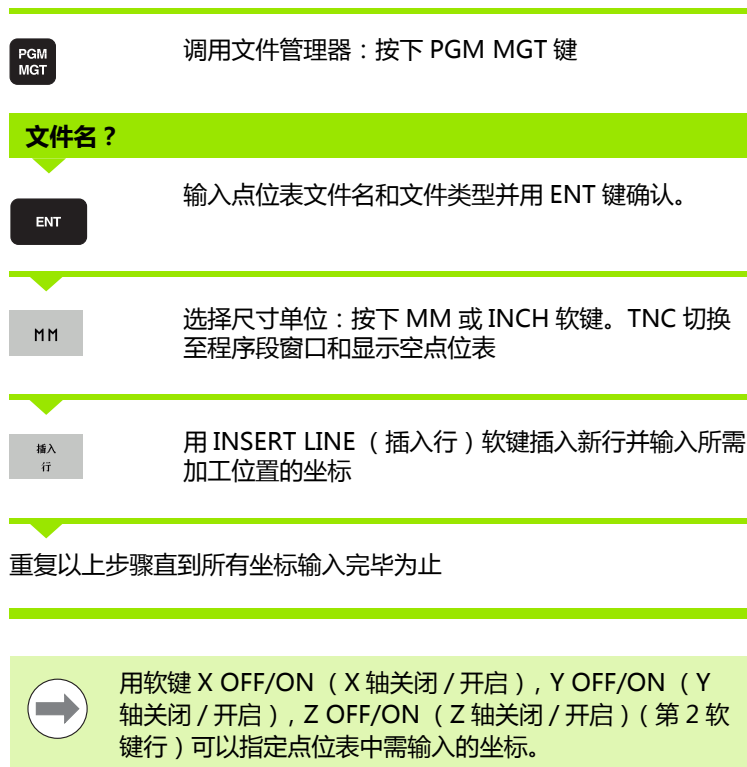
应用

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。



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。



在表中选择隐藏点



选择 FADE（隐藏）列



启用隐藏，或者



取消不显示



为在加工中隐藏标记的点，也必须使 **Block skip**（程序段跳转）软键在**程序运行**操作模式中设置为 ON（开启）。

定义第二安全高度

在 **CLEARANCE**（第二安全高度）列，为每一个点定义独立的高度。然后，达到加工面中的该位置前，TNC 使刀具在沿刀具轴的该值位置处（另参见第 68 页的“调用与点位表相关的循环”）。

在程序中选择点位表

在“程序编辑”操作模式下，选择要启动点位表的程序：



按下 PGM CALL 键调用选择点位表的功能。

点位
表

按下 POINT TABLE（点位表）软键

选择
示窗

按下 WINDOW SELECTION（窗口选择）软键：
TNC 在弹出窗口中显示选择所需原点位表的窗口

用箭头键或用鼠标点击选择点位表，按下 ENT 键确认：TNC 将完整路径名输入在 **SEL PATTERN**（选择阵列）程序段中。



用 ENT 键结束该功能

也可以直接用键盘输入表名或被调用表的完整路径名。

NC 程序段举例

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

调用与点位表相关的循环



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 **CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）编程一个循环调用：



- ▶ 编程循环调用：按下 CYCL CALL（循环调用）键
- ▶ 调用点位表：按下 CYCL CALL PAT（循环调用阵列）软键
- ▶ 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值，即循环参数 Q204 的数据，或第二安全高度列中的第二安全高度定义值，两者中的最大值有效。

如果要在预定位主轴坐标轴时用低速进给速率运动，用辅助功能 M103。

SL 循环和循环 12 中点位表的作用

TNC 将把这样的点视为附加原点平移。

循环 200 至 208 和循环 262 至 267 中点位表的作用

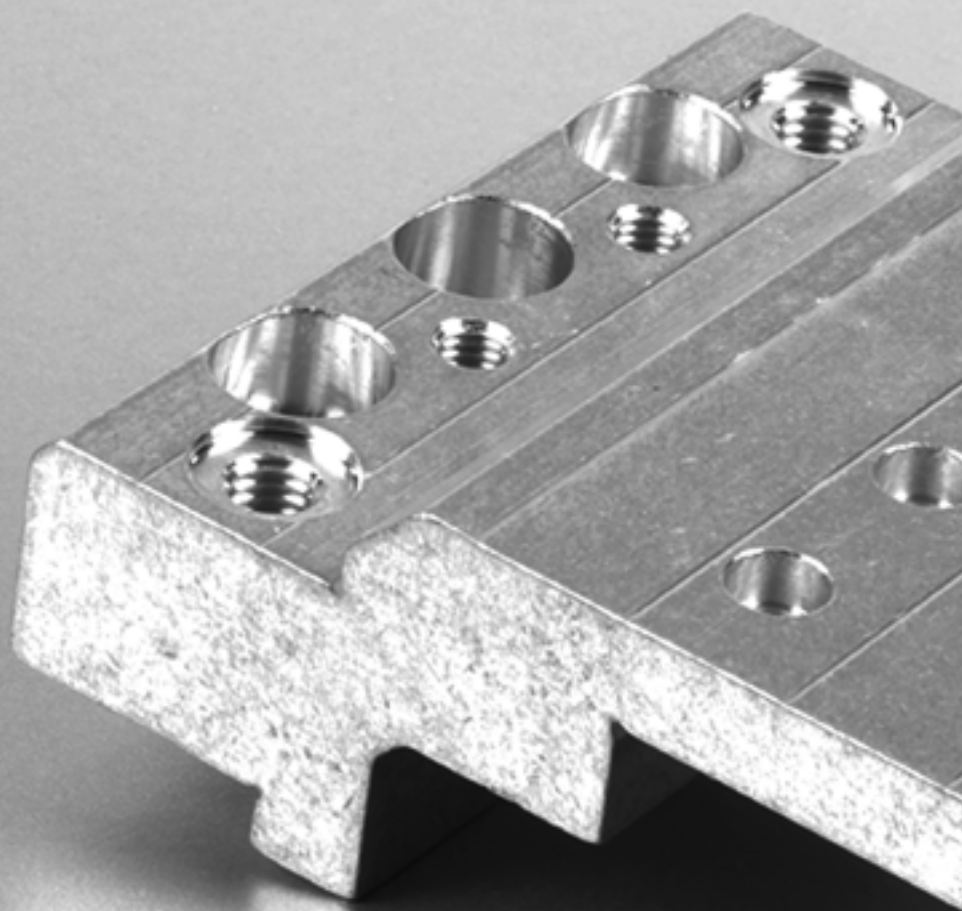
TNC 将把加工平面上的点视为孔圆心的坐标。如果要将点位表中定义的刀具轴的坐标用作起点坐标，必须将工件表面坐标（Q203）定义为 0。

循环 210 至 215 中点位表的作用

TNC 将把这样的点视为附加原点平移。如果要将点位表中定义的点用作起点坐标，必须在相应铣削循环中将起点坐标和工件表面坐标（Q203）定义为 0。

循环 251 至 254 中点位表的作用

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刀具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 9 个用于各类钻孔加工的循环：

循环	软键	页
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		页 71
200（钻孔） 自动预定位，第二安全高度		页 73
201（铰孔） 自动预定位，第二安全高度		页 75
202（镗孔） 自动预定位，第二安全高度		页 77
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		页 81
204（反向镗孔） 自动预定位，第二安全高度		页 85
205（万能啄钻） 自动预定位时，第二安全高度，断屑和 预停距离		页 89
208（螺旋镗铣） 自动预定位，第二安全高度		页 93
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		页 96



3.2 定中心（循环 240，DIN/ISO：G240）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动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** 定中心在输入的定中心直径位置或定中心深度位置。
- 3 如有定义，刀具保持在定中心深度处。
- 4 最后，刀具移至安全高度或如果编程了第二安全高度，则以快速移动速度 **FMAX** 移至第二安全高度处。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点（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，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

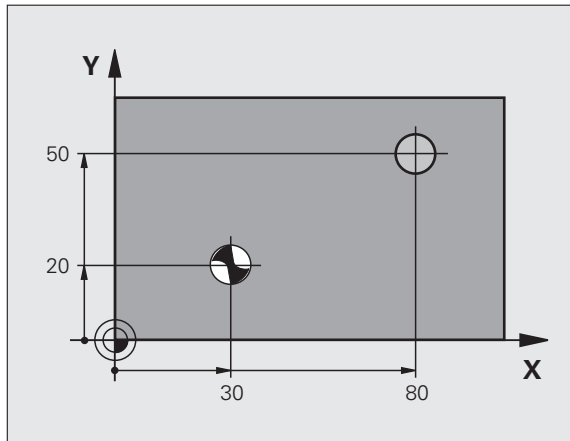
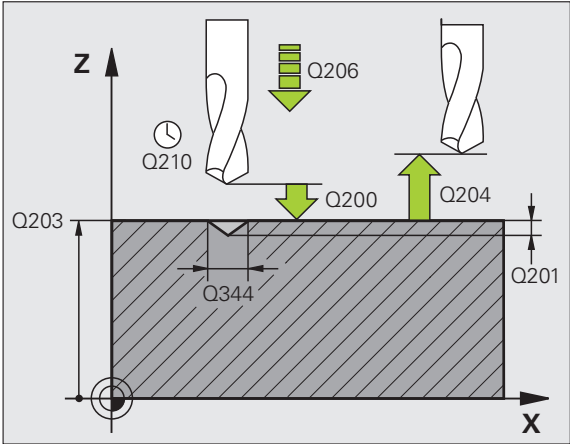
必须注意，如果输入了正深度，TNC 将反向计算预定位。也就是说，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面下方的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

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；或 **PREDEF**
- ▶ **选择深度 / 直径（1/0）Q343**：选择是否基于输入的直径或深度执行定中心。如果 TNC 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
- ▶ **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**：定中心的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**，**FU**
- ▶ **底部停顿时间 Q211**：刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。输入范围 0 至 3600.0000；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**



举例：NC 程序段

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 240 CENTERING
    Q200=2    ;安全高度
    Q343=1    ;选择深度 / 直径
    Q201=+0   ;深度
    Q344=-9   ;直径
    Q206=250  ;切入进给速率
    Q211=0.1  ;底部停顿时间
    Q203=+20  ;表面坐标
    Q204=100  ;第二安全高度
12 CYCL CALL
    POS X+30 Y+20 Z+0 FMAX M3
13 CYCL CALL POS X+80 Y+50 Z+0 FMAX
```



3.3 钻孔（循环 200）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动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** 钻孔至第一切入深度。
- 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 然后，刀具以编程进给速率 **F** 再次进行进给。
- 5 TNC 重复这一过程（2 至 4 步）直至达到编程的深度。
- 6 刀具从孔底退刀至安全高度或如果编程了第二安全高度，用 **FMAX** 退刀至第二安全高度。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点（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！

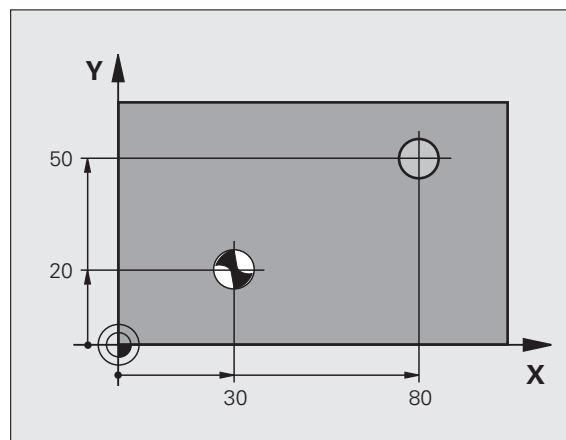
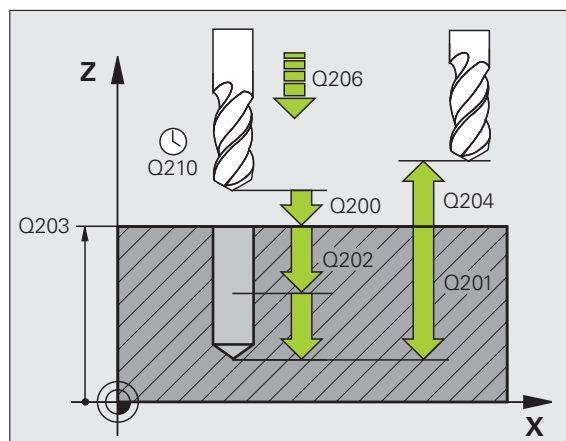
如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面下方的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。



- ▶ **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；或 **PREDEF**
- ▶ **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。下列情况时，TNC 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；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**
- ▶ **底部停顿时间 Q211**：刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。输入范围 0 至 3600.0000；或 **PREDEF**
- ▶ **深度参考 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 是基于刀具的圆柱面确定深度，必须在刀具表“TOOL.T”的 T angle（刀尖角）列定义刀尖角。
 - 0** = 基于刀尖的深度
 - 1** = 基于刀具圆柱面的深度



举例：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

Q210=0 ;顶部停顿时间

Q203=+20 ;表面坐标

Q204=100 ;第二安全高度

Q211=0.1 ;底部停顿时间

Q395=0 ;深度参考

12 L X+30 Y+20 FMAX M3 M99

14 L X+80 Y+50 FMAX M99

3.4 铰孔（循环 201， DIN/ISO：G201）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。
- 2 刀具以编程进给速率 **F** 铰孔到输入的深度。
- 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** 编写加工面上起点（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，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

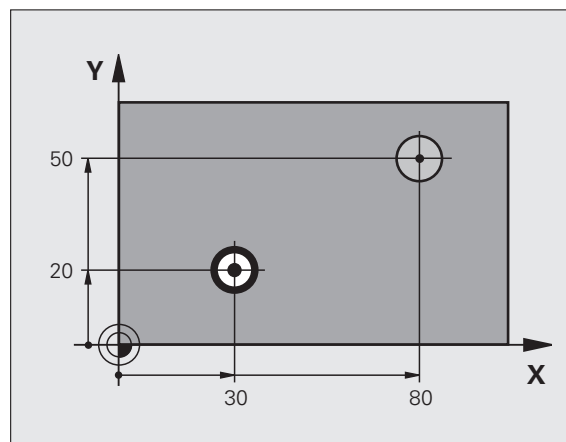
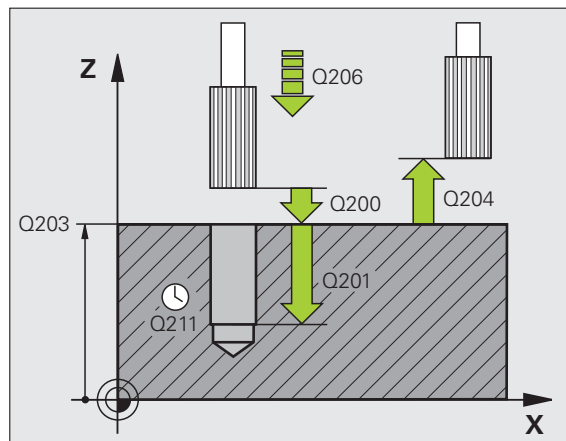
必须注意，如果输入了正深度，TNC 将反向计算预定位。也就是说，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面下方的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

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；或 **PREDEF**
- ▶ **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**：铰孔时的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**，**FU**
- ▶ **底部停顿时间 Q211**：刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。输入范围 0 至 3600.0000；或 **PREDEF**
- ▶ **退刀速率 Q208**：刀具退出孔的运动速度，单位为 mm/min。如果输入 Q208 = 0，使用铰孔进给速率。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；或 **PREDEF**



举例：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 ;底部停顿时间
```

```
Q208=250 ;退刀速率
```

```
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）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动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镗孔到编程的深度。
- 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 TNC 以退刀速率将刀具移至安全高度处，如果输入了第二安全高度，再以 **FMAX** 速率退至第二安全高度处。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** 编写加工面上起点（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，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

选择刀具退离孔边的方向。

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

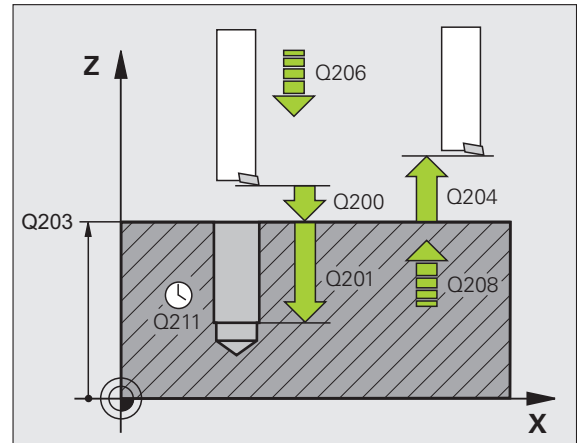
退刀时，TNC 自动考虑当前坐标系统的旋转因素。

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

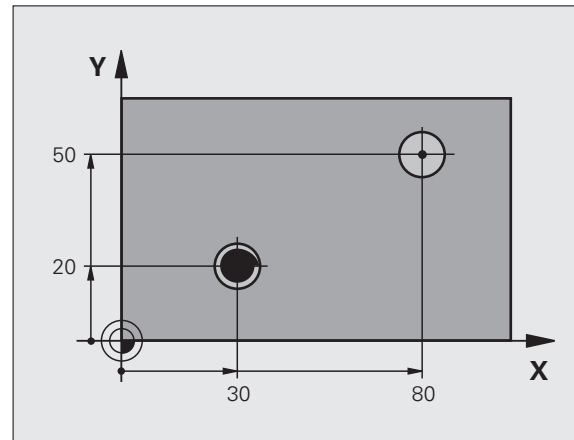
循环参数



- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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** : 镗孔时的刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FAUTO** , **FU**
- ▶ **底部停顿时间 Q211** : 刀具在孔底的停留时间, 以秒为单位。输入范围 0 至 3600.0000 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **退刀速率 Q208** : 刀具退出孔的运动速度, 单位为 mm/min。如果输入 Q208 = 0, 使用切入进给速率。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FMAX** , **FAUTO** , **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 99999.999 ; 或 **PREDEF**



- ▶ **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 沿负参考轴方向退刀
 - 2 沿负辅助轴方向退刀
 - 3 沿正参考轴方向退刀
 - 4 沿正辅助轴方向退刀
- ▶ **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



举例：

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 ;底部停顿时间
Q208=250 ;退刀速率
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）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。
- 2 刀具用编程进给速率 **F** 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。如果未用断屑加工，刀具以快移速度退刀至安全高度处，如果编程了停顿时间将在该处停顿输入的时间，然后以快移速度 **FMAX** 再次移至当前钻孔深度上方的预停距离 Q256 处。
- 4 然后，刀具以编程进给速率再次进给。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，刀具在孔底停留输入的停顿时间，空转，然后以退刀速率退至安全高度处。这样编程后，刀具用 **FMAX** 速度移至第二安全高度位置。



编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点（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，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

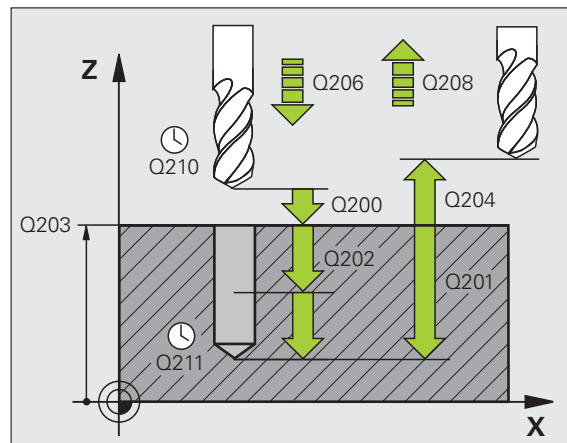
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC 将反向计算预定位。也就是说，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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。下列情况时, TNC 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 ; 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**
- ▶ **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 的输入值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **底部停顿时间** Q211: 刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。输入范围 0 至 3600.0000；或 **PREDEF**
- ▶ **退刀速率** Q208: 刀具退出孔的运动速度，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，PREDEF**
- ▶ **断屑退离速率** Q256（增量值）：断屑时 TNC 的退刀值。输入范围 0.1000 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **深度参考** 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 是基于刀具的圆柱面确定深度，必须在刀具表“TOOL.T”的 T angle（刀尖角）列定义刀尖角。
0 = 基于刀尖的深度
1 = 基于刀具圆柱面的深度

举例：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
Q210=0 ;顶部停顿时间
Q203=+20 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q212=0.2 ;递减量
Q213=3 ;断屑次数
Q205=3 ;最小切入深度
Q211=0.25 ;底部停顿时间
Q208=500 ;退刀速率
Q256=0.2 ;断屑距离
Q395=0 ;深度参考

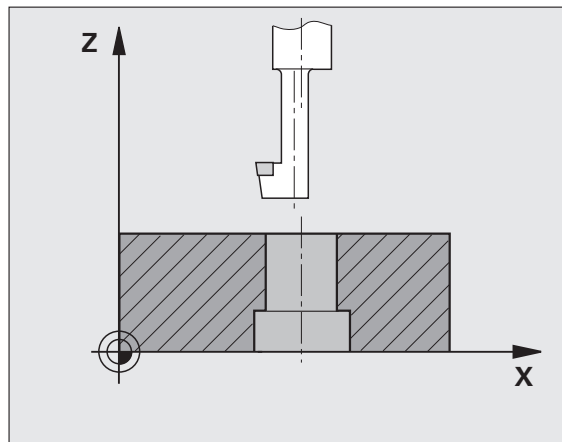


3.7 反向镗孔（循环 204， DIN/ISO：G204）

循环运行

本循环用于从工件底部反向镗孔。

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动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。执行另一次主轴定向并再次使刀具偏移偏心距离。
- 6 TNC 以预定位进给速率将刀具移至安全高度处，如果输入了第二安全高度，再以 **FMAX** 速率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** 编写加工面上起点（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。

如果在循环调用前编程 **M04** 而非 **M03**，还能与 **M04** 一起执行循环 204。



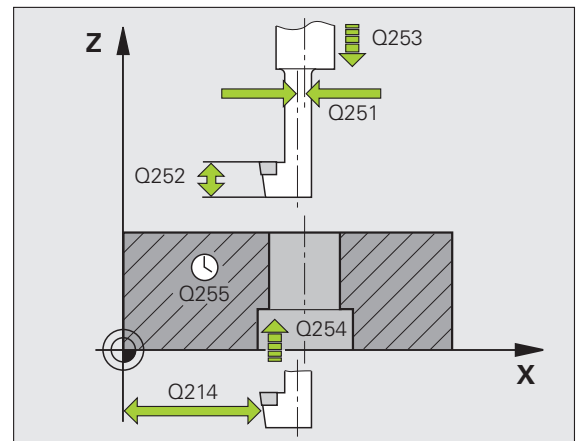
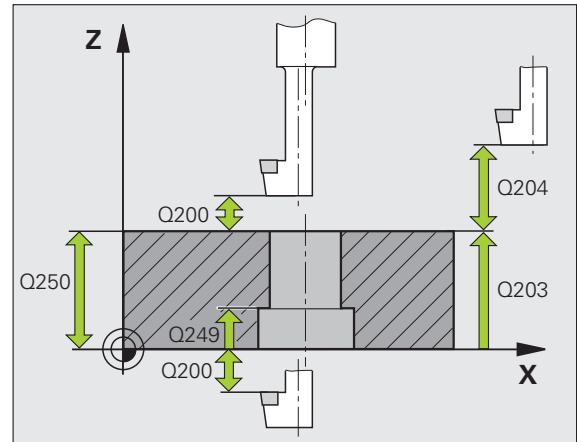
碰撞危险！

编程主轴定向时，为使主轴定向在 **Q336** 中输入的角度位置，检查刀尖位置（例如，在 MDI 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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **镗孔深度 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
- ▶ **偏心距离 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 0 至 99999.999 ; 或 **FMAX** , **FAUTO** , **PREDEF**
- ▶ **镗沉孔进给速率 Q254** : 镗孔时的刀具运动速度, 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 ；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
- ▶ **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）。不允许输入 0
 - 1 沿负参考轴方向退刀
 - 2 沿负辅助轴方向退刀
 - 3 沿正参考轴方向退刀
 - 4 沿正辅助轴方向退刀
- ▶ **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

举例：NC 程序段

11 CYCL DEF 204 BACK BORING
Q200=2 ;安全高度
Q249=+5 ;镗孔深度
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
Q254=200 ;镗孔进给速率
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）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。
- 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 刀具用编程进给速率 **F** 钻孔至第一切入深度。
- 4 如果编写了断屑程序，刀具将按输入的退刀值退刀。如果未用断屑加工，刀具以快移速度退刀至安全高度处，如果编程了停顿时间将在该处停顿输入的时间，然后以快移速度 **FMAX** 再次移至当前钻孔深度上方的预停距离 Q256 处。
- 5 然后，刀具以编程进给速率再次进给。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，刀具在孔底停留输入的停顿时间，空转，然后以退刀速率退至安全高度处。这样编程后，刀具用 **FMAX** 速度移至第二安全高度位置。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点（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。

如果输入了不同的 **Q258** 和 **Q259** 的预停距离，TNC 将等量改变第一和最后一次切入深度之间的预停距离。

如果用 **Q379** 输入了加深的起点，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！**

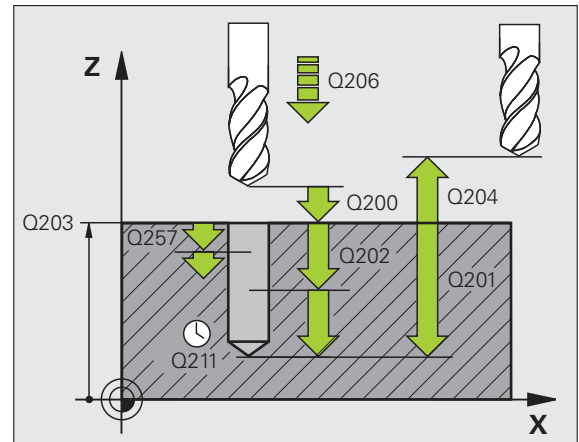
如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。



- ▶ **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**
- ▶ **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。下列情况时, TNC 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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **递减量 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)** : 如果输入了递减量, TNC 将把切入的深度限制为 Q205 的输入值。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。TNC 用 3000 mm/min 的进给速率退刀。输入范围 0.1000 至 99999.9999 ；或 **PREDEF**
- ▶ **底部停顿时间** Q211：刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。输入范围 0 至 3600.0000 ；或 **PREDEF**
- ▶ **加深起点** Q379 (相对工件表面的增量值)：如果已用短刀预钻孔至一定深度，为钻孔的起点位置。TNC 用 **预定位进给速率**将刀具从安全高度移至加深的起点。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **预定位进给速率** Q253：由安全高度到加深起点定位运动中刀具的运动速度，单位为 mm/min。只适用于 Q379 的输入值不等于 0。输入范围 0 至 99999.999 ；或 **FMAX，FAUTO，PREDEF**
- ▶ **退刀速率** 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 99999.999 ；或 **FMAX，FAUTO，PREDEF**
- ▶ **深度参考** 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 是基于刀具的圆柱面确定深度，必须在刀具表 “TOOL.T” 的 T angle (刀尖角) 列定义刀尖角。
0 = 基于刀尖的深度
1 = 基于刀具圆柱面的深度

举例：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=99999;退刀速率
Q395=0 ;深度参考



3.9 镗铣（循环 208）

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的镗孔圆周处（如有足够空间）。
- 2 刀具以编程进给速率 **F** 沿螺旋线从当前位置铣削至第一切入深度。
- 3 达到钻孔深度时，TNC 再次运动一个整圆，将第一次切入后留下的材料排出。
- 4 然后，TNC 再次将刀具定位在孔的中心位置。
- 5 最后，TNC 以 **FMAX** 返回安全高度。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** 编写加工面上起点（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，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

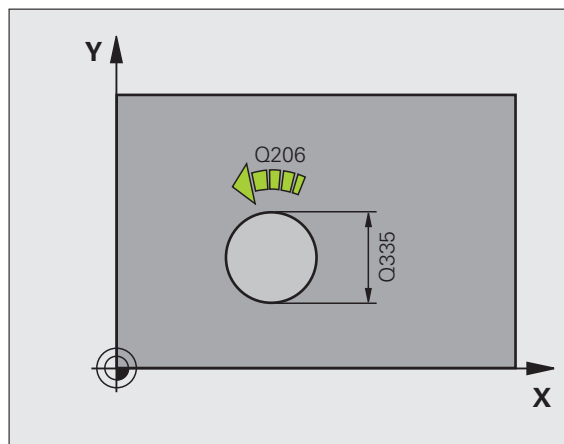
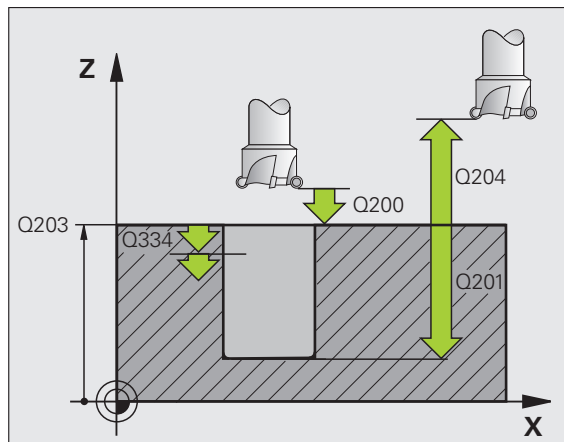
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC 将反向计算预定位。也就是说，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

循环参数



- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀具下刀与工件表面之间的距离。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **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；或 **PREDEF**
- ▶ **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。这样可以粗加工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
PREDEF = 用全局定义的默认值



举例：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 ;粗加直径

Q351=+1 ;顺铣或逆铣



3.10单刃深孔钻（循环 241， DIN/ISO：G241）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。
- 2 然后，TNC 以定义的定位进给速率将刀具移至加深的起点上方安全距离处并激活钻孔速度（**M3**）和冷却液。用循环中定义的旋转方向执行接近运动，顺时针，逆时针或静止主轴。
- 3 刀具以编程进给速率 **F** 钻孔至输入的钻孔深度，或如果输入了停顿深度，钻孔至停顿深度。
- 4 如果编程要求断屑，刀具保持在孔底进行断屑。然后，TNC 关闭冷却液和将钻孔速度复位为定义的退刀速度。
- 5 在孔底的停顿时间结束后，刀具以退刀进给速率退刀至安全高度。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** 编写加工面上起点（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！

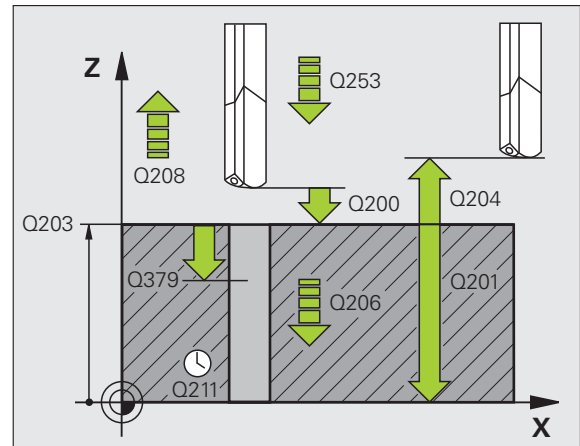
如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面下方的安全高度位置！

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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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**
- ▶ **底部停顿时间 Q211** : 刀具在孔底的停留时间, 以秒为单位。输入范围 0 至 3600.0000 ; 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**
- ▶ **加深起点 Q379 (相对工件表面的增量值)** : 实际钻孔加工的开始位置。TNC 用**预定位进给速率**将刀具从安全高度移至加深的起点。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **预定位进给速率 Q253** : 由安全高度到加深起点定位运动中刀具的运动速度, 单位为 mm/min。只适用于 Q379 的输入值不等于 0。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FMAX, FAUTO, PREDEF**
- ▶ **退刀速率 Q208** : 刀具退出孔的运动速度, 单位为 mm/min。如果输入 Q208 = 0, TNC 将以 Q206 钻孔进给速率退刀。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FMAX, FAUTO, PREDEF**



- ▶ **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。输入范围：
3：用 M3 的主轴转速
4：用 M4 的主轴转速
5：静止主轴运动
- ▶ **进入 / 退出主轴转速** 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
- ▶ **M 代码：冷却液开启** 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
- ▶ **M 代码：冷却液关闭** 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。

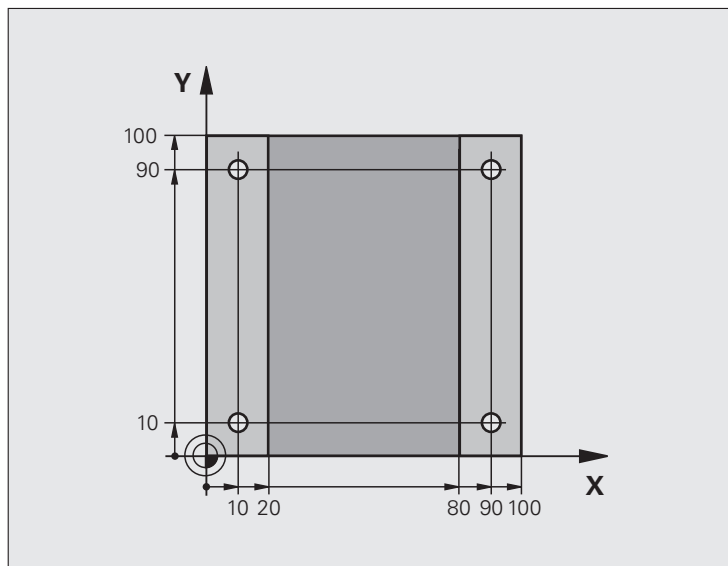
举例：NC 程序段

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;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
Q208=1000;退刀速率
Q426=3 ;主轴旋转方向
Q427=25 ;进入 / 退出旋转速度
Q428=500 ;钻孔速度
Q429=8 ;冷却液开启
Q430=9 ;冷却液关闭
Q435=0 ;停顿深度



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 ;顶部停顿时间	
Q203=-10 ;表面坐标	
Q204=20 ;第二安全高度	
Q211=0.2 ;底部停顿时间	
Q395=0 ;深度参考	

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	



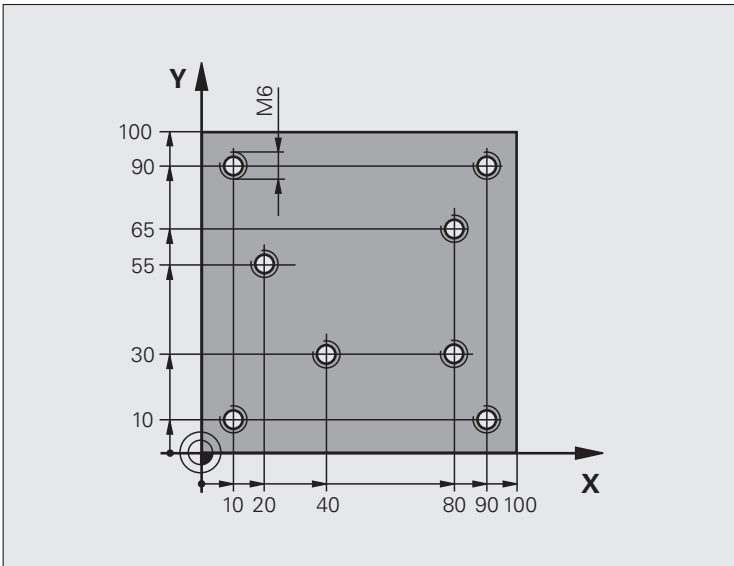
举例：钻孔循环与“阵列定义”功能一起使用

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）：每次循环后，TNC 定位到第二安全高度处
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 ;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	调用与阵列点有关的循环
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	
Q210=0 ;顶部停顿时间	
Q203=+0 ;表面坐标	
Q204=50 ;第二安全高度	
Q211=0.2 ;底部停顿时间	
Q395=0 ;深度参考	
12 CYCL CALL PAT F5000 M13	调用与阵列点有关的循环
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 ;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 8 个用于各类螺纹加工的循环：

循环	软键	页
206（新攻丝） 用浮动夹头攻丝架，自动预定位，第二安全高度		页 105
207（新刚性攻丝） 无浮动夹头攻丝架，自动预定位，第二安全高度		页 107
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		页 110
262（螺纹铣削） 该循环用在已钻孔材料上铣螺纹		页 115
263（螺纹铣削 / 镗孔） 该循环用在已钻孔材料上铣螺纹并镗孔倒角		页 118
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		页 122
265（螺旋螺纹钻孔 / 铣削） 在实心材料上进行螺纹铣削的循环		页 125
267（外螺纹铣削） 该循环用于铣外螺纹并加工镗孔倒角		页 125



4.2 用浮动夹头攻丝架的新攻丝（循环 206，DIN/ISO：G206）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面上输入的安全高度处。
- 2 刀具一次进给攻丝到总孔深。
- 3 刀具一旦达到总孔深，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 在安全高度处，主轴重新正转。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点（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 也显示出错信息。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，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面下方的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

循环参数



- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀尖（起点位置）与工件表面之间的距离。标准值：约为螺距的 4 倍。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **总孔深 Q201**（螺纹长度，增量值）：工件表面与螺纹末端之间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **进给速率 FQ206**：攻丝时的刀具运动速度。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**
- ▶ **底部停顿时间 Q211**：输入 0 至 0.5 秒之间的值，避免退刀时卡刀。输入范围 0 至 3600.0000；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**

进给速率计算方法如下： $F = S \times p$

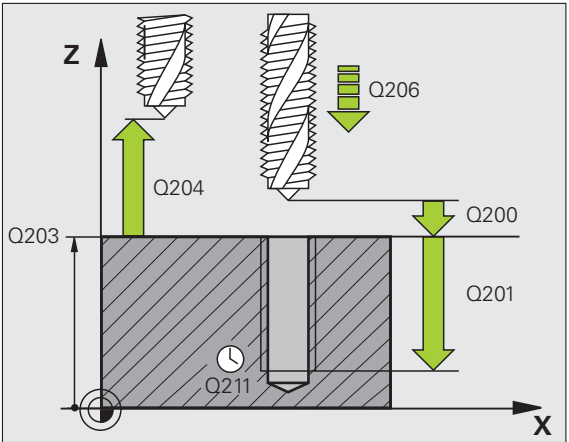
F：进给速率（mm/min）

S：主轴转速（rpm）

p：螺距（mm）

程序中中断退刀

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。



举例：NC 程序段

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



4.3 不用浮动夹头攻丝架的新刚性攻丝 (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 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。
- 2 刀具一次进给攻丝到总孔深。
- 3 刀具一旦达到总孔深，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 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** 编写加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

孔总深度参数的代数符号决定加工方向。

TNC 用主轴转速计算进给速率。如果在攻丝过程中使用了主轴转速倍率调节，系统将自动调节进给速率。

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 也显示出错信息。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

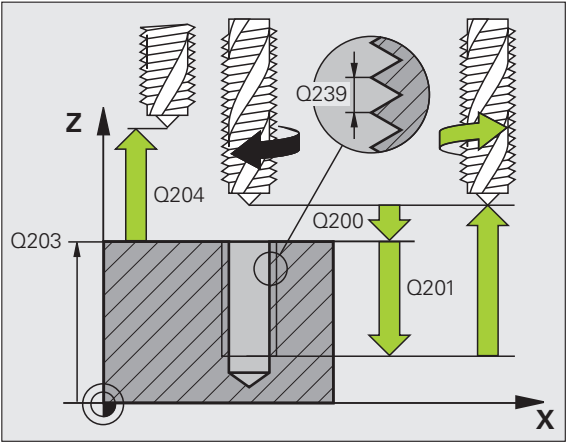
循环参数



- ▶ **安全高度 Q200（增量值）**：刀尖（起点位置）与工件表面之间的距离。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **PREDEF**
- ▶ **总孔深 Q201（增量值）**：工件表面与螺纹末端之间的距离。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **螺距 Q239**
螺纹的螺距。代数符号决定右旋和左旋螺纹：
+= 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 ；或 **PREDEF**

程序中中断后退刀

如果螺纹加工过程中用机床停止按钮中断程序运行，TNC 将显示 MANUAL OPERATION（手动操作）软键。如果按下 MANUAL OPERATION（手动操作）软键，可在程序控制下退刀。只需按下当前主轴的正轴向按钮。



举例：NC 程序段

26 CYCL DEF 207 RIGID TAPPING NEW	
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



4.4 断屑攻丝（循环 209，DIN/ISO：G209）

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 沿刀具坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上的编程安全高度处。在此高度处，定向主轴停转。
- 2 刀具移至编程进给深度，主轴反向旋转并根据参数定义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。这样编程后，刀具用 **FMAX** 速度移至第二安全高度位置。
- 6 TNC 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** 编写加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

螺纹深度参数的代数符号决定加工方向。

TNC 用主轴转速计算进给速率。如果在攻丝过程中使用了主轴转速倍率调节，系统将自动调节进给速率。

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。

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 也显示出错信息。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面下方的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。



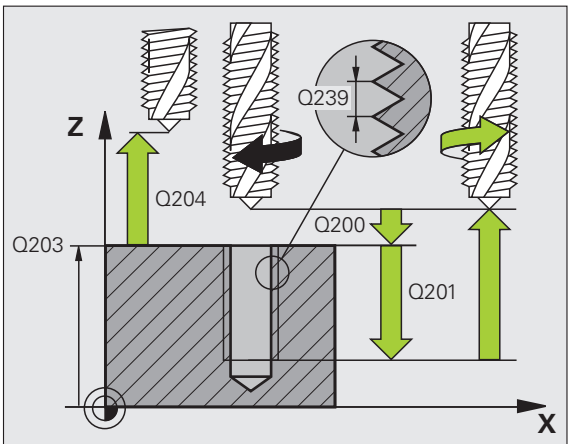
循环参数



- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀尖（起点位置）与工件表面之间的距离。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **螺纹深度 Q201**（增量值）：工件表面与螺纹末端之间的距离。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **螺距 Q239**
螺纹的螺距。代数符号决定右旋和左旋螺纹：
+= 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；或 **PREDEF**
- ▶ **断屑进给深度 Q257**（增量值）：TNC 执行断屑时的深度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **断屑退离速率 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 至 99999.9999
- ▶ **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，加快后的转速最高不超过当前档位的最高转速。

程序中断后退刀

如果螺纹加工过程中用机床停止按钮中断程序运行，TNC 将显示 MANUAL OPERATION（手动操作）软键。如果按下 MANUAL OPERATION（手动操作）软键，可在程序控制下退刀。只需按下当前主轴的正轴向按钮。



举例：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=+1 ; 断屑距离
Q336=50 ; 主轴角度
Q403=1.5 ; 转速系数



4.5 螺纹铣削基础知识

要求

- 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）。
- 螺纹铣削时常导致螺纹面变形。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。在编程中，需要在**刀具调用**中用刀具半径的 **DR** 差值进行补偿。
- 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具的。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镗沉孔加工步骤，那么就将螺纹深度输入为 0。这样加工方向将由镗沉孔深度决定。

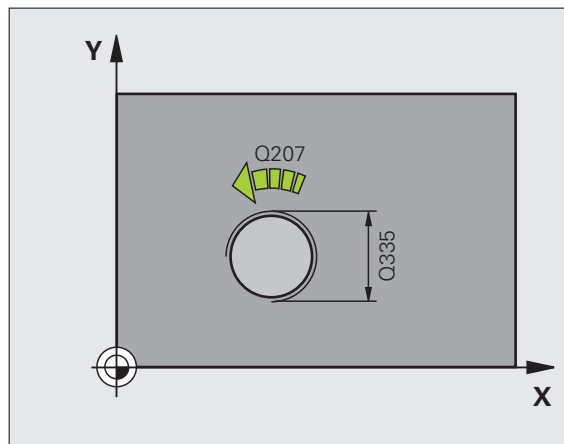
断刀的处理方法

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 262， DIN/ISO：G262）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。
- 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，刀具沿螺旋运动相切接近螺纹直径。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，刀具以一个螺旋运动、多个偏移螺旋运动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 以快移速度退刀至安全高度处，或按编程要求退至第二安全高度处。



编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点（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。如果刀具直径小于螺纹名义直径螺距的四倍，执行预定位到侧边的运动。

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，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

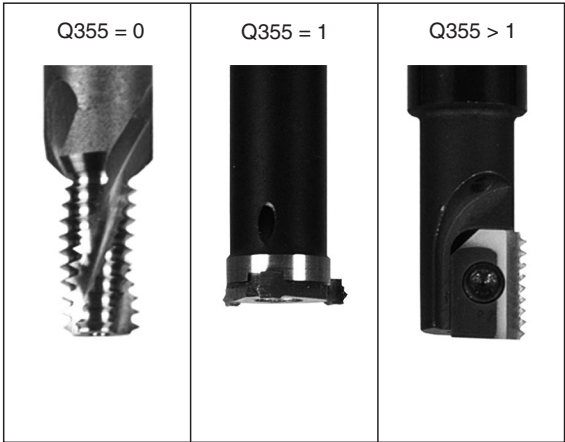
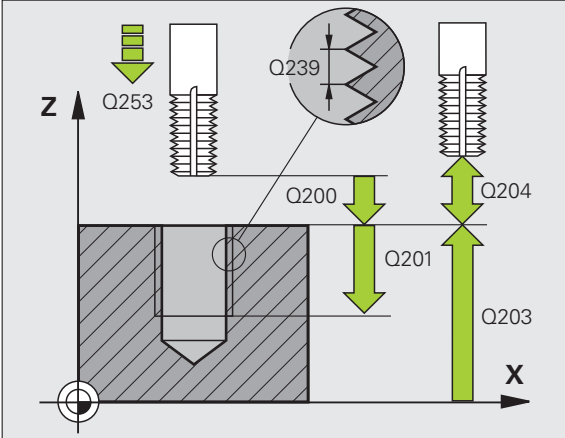
注意，如果深度改变，TNC 调整起始角使刀具沿主轴的 0° 方向达到定义的深度。这时，再次切削螺纹可能产生第二条螺纹槽。

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

循环参数



- ▶ **名义直径 Q335**：螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距 Q239**：螺纹的螺距。代数符号决定右旋和左旋螺纹：
 - + = 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**：刀具运动扣数：
 - 0 = 一条 360° 螺旋线到螺纹深度
 - 1 = 螺纹全长上连续的螺纹路径
 - >1 = 接近和退离的多条螺纹路径；多条螺纹路径之间，TNC 偏置刀具 Q355 与螺距相乘的距离。输入范围 0 至 99999
- ▶ **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 0 至 99999.999 ；或 **FMAX** , **FAUTO** , **PREDEF**
- ▶ **顺铣或逆铣 Q351**：用 M3 铣削的加工类型
 - +1 = 顺铣
 - 1 = 逆铣或 **PREDEF**
- ▶ **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**
- ▶ **铣削进给速率 Q207**：铣削时的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ；或 **FAUTO**
- ▶ **接近进给速率 Q512**：切入螺纹期间刀具的运动速度，单位 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ；或 **FAUTO**



举例：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
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=50 ；接近进给速率



4.7 螺纹铣削 / 镗沉孔 (循环 263 , DIN/ISO : G263)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。

镗沉孔

- 2 刀具以预定位进给速率移至镗沉孔深度减去安全高度位置处，然后以镗沉孔进给速率移至镗沉孔深度处。
- 3 如果已输入侧边安全距离，TNC 立即以进给速率将刀具预定位至镗沉孔深度。
- 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侧边，之后沿圆弧路径运动。

正面镗沉孔

- 5 刀具以预定位进给速率移至正面镗沉孔深度处。
- 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镗沉孔。
- 7 刀具再沿半圆移至孔的中心。

螺纹铣削

- 8 TNC 以预定位的编程进给速率将刀具移至螺纹的起始面处。起始面由螺距的代数符号和铣削类型（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 以快速移动速度退刀至安全高度处，或按编程要求退至第二安全高度处。

编程时注意：**编程前注意：**

用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

螺纹深度、镗沉孔深度或正面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 镗沉孔深度
- 3 正面深度

如果将深度参数编程为 0，TNC 将不执行该步。

如果要正面镗沉孔，将镗沉孔深度定义为 0。

螺纹深度的编程值应至少比镗沉孔深度小三分之一的螺距。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0)，都要输入 MP7441 bit 2。

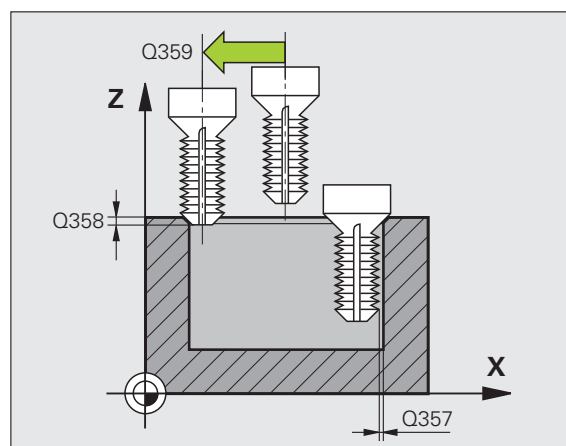
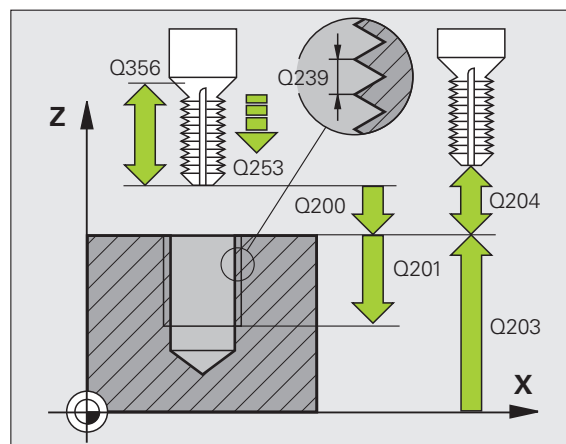
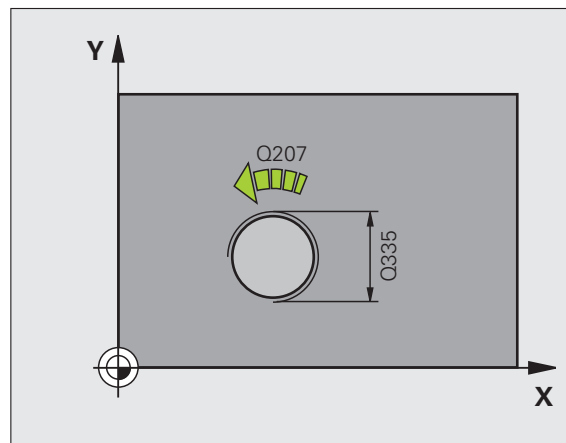
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC 将反向计算预定位。也就是说，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息 (bit 0=0) 或不显示出错信息 (bit 0=1)，都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

循环参数



- ▶ **名义直径 Q335** : 螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距 Q239**: 螺纹的螺距。代数符号决定右旋和左旋螺纹:
 - + = 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
- ▶ **镗沉孔深度 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** : 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 0 至 99999.999 ; 或 **FMAX** , **FAUTO** , **PREDEF**
- ▶ **顺铣或逆铣 Q351** : 用 M3 铣削的加工类型
 - +1 = 顺铣
 - 1 = 逆铣或 **PREDEF**
- ▶ **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**
- ▶ **侧边安全高度 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) : 前端镗沉孔的刀尖与工件顶面间的距离。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **正面镗沉孔偏移 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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **镗沉孔进给速率** Q254 : 镗孔时的刀具运动速度 , 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FAUTO , FU**
- ▶ **铣削进给速率** Q207 : 铣削时的刀具运动速度 , 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **FAUTO**
- ▶ **接近进给速率** Q512 : 切入螺纹期间刀具的运动速度 , 单位 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FAUTO**

举例：NC 程序段

25 CYCL DEF 263 THREAD MLLNG/CNTSNKG
Q335=10 ; 名义直径
Q239=+1.5; 螺距
Q201=-16 ; 螺纹深度
Q356=-20 ; 镗沉孔深度
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 ; 侧边安全距离
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 ; 镗孔进给速率
Q207=500 ; 铣削进给速率
Q512=50 ; 接近进给速率



4.8 螺纹钻孔 / 铣削 (循环 264 , DIN/ISO : G264)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。

钻孔

- 2 刀具以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。如果未用断屑方式, 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预停距离处。
- 4 然后, 刀具以编程进给速率再次进给。
- 5 TNC 重复这一过程 (2 至 4 步) 直至达到编程的孔总深为止。

正面镗沉孔

- 6 刀具以预定位进给速率移至正面镗沉孔深度处。
- 7 TNC 由半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镗沉孔。
- 8 刀具再沿半圆移至孔的中心。

螺纹铣削

- 9 TNC 以预定位的编程进给速率将刀具移至螺纹的起始面处。起始面由螺距的代数符号和铣削类型 (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 以快速移动速度退刀至安全高度处, 或按编程要求退至第二安全高度处。

编程时注意 :



用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

螺纹深度、镗沉孔深度或正面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 孔总深度
- 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 !**

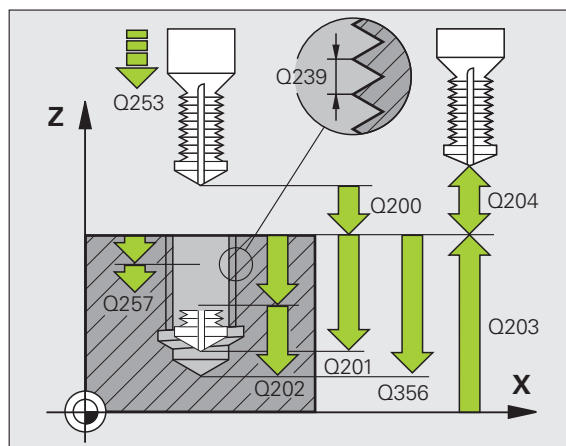
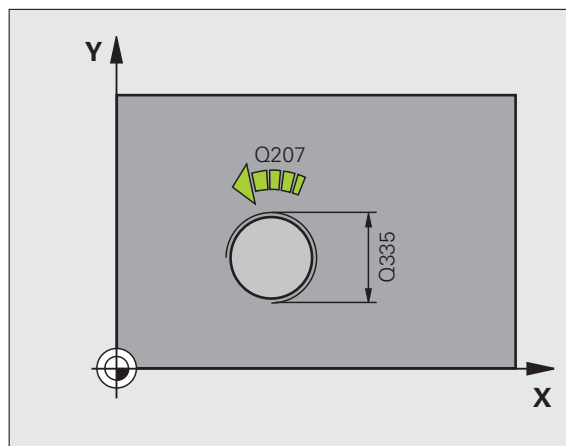
如果输入了正深度, 无论是 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0), 都要输入 MP7441 bit 2。

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, 刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面下方的安全高度位置!

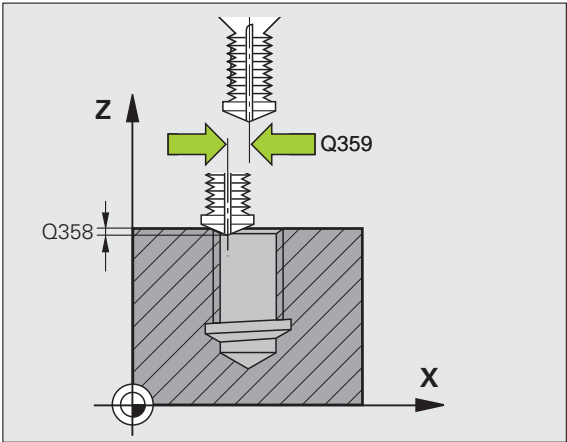
如果调用循环时主轴未转动, 无论是 TNC 显示出错信息 (bit 0=0) 或不显示出错信息 (bit 0=1), 都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

循环参数

- ▶ **名义直径 Q335** : 螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距 Q239** : 螺纹的螺距。代数符号决定右旋和左旋螺纹 :
 += 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
- ▶ **总孔深 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** : 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 0 至 99999.999 ; 或 **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- ▶ **顺铣或逆铣 Q351** : 用 M3 铣削的加工类型
 +1 = 顺铣
 -1 = 逆铣
 或 **PREDEF**
- ▶ **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。下列情况时, TNC 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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **断屑退离速率** Q256 (增量值) : 断屑时 TNC 的退刀值。输入范围 0.1000 至 99999.9999
- ▶ **正面深度** Q358 (增量值) : 前端镗沉孔的刀尖与工件顶面间的距离。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **正面镗沉孔偏移** 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 ; 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**
- ▶ **铣削进给速率** Q207 : 铣削时的刀具运动速度 , 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **FAUTO**
- ▶ **接近进给速率** Q512 : 切入螺纹期间刀具的运动速度 , 单位 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FAUTO**



举例：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
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
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=50 ; 接近进给速率



4.9 螺旋螺纹钻孔 / 铣削 (循环 265 , DIN/ISO : G265)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。

正面镗沉孔

- 2 如果螺纹铣削之前先镗沉孔，刀具以镗沉孔进给速率移至正面沉孔深度处。如果螺纹铣削后镗沉孔，TNC 以预定位进给速率将刀具移至镗沉孔深度处。
- 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镗沉孔。
- 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 以快移速度退刀至安全高度处，或按编程要求退至第二安全高度处。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

螺纹深度或正面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，无论是 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0)，都要输入 MP7441 bit 2。

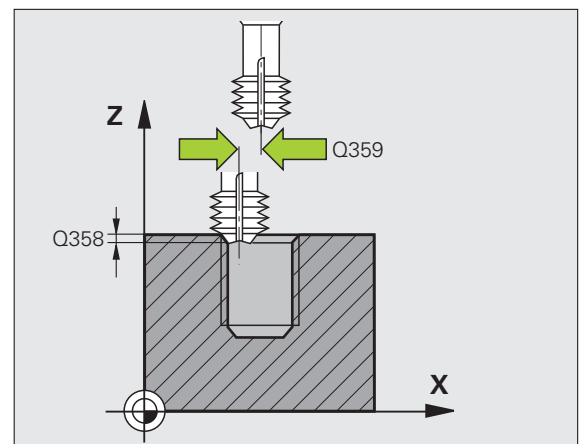
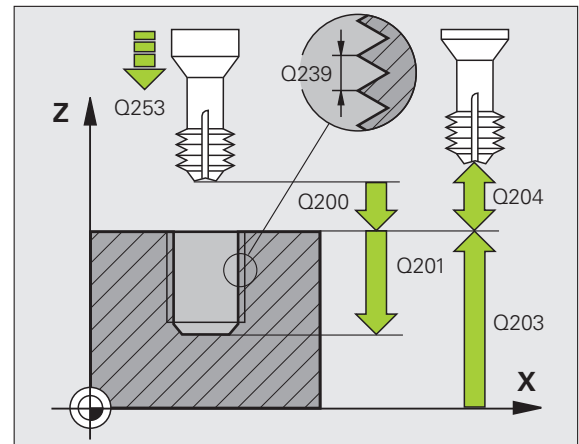
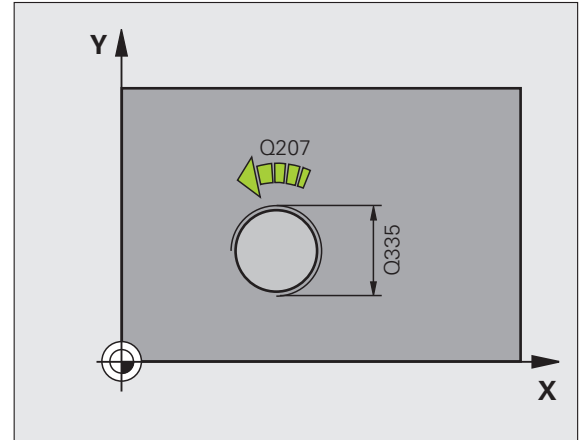
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC 将反向计算预定位。也就是说，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息 (bit 0=0) 或不显示出错信息 (bit 0=1)，都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

循环参数



- ▶ **名义直径 Q335** : 螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距 Q239** : 螺纹的螺距。代数符号决定右旋和左旋螺纹 :
 + = 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** : 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 0 至 99999.999 ; 或 **FMAX** , **FAUTO** , **PREDEF**
- ▶ **正面深度 Q358 (增量值)** : 前端铰沉孔的刀尖与工件顶面间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **正面铰沉孔偏移 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
- ▶ **铰沉孔 Q360** : 执行倒角
0 = 螺纹加工前
1 = 螺纹加工后
- ▶ **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 ; 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**
- ▶ **镗沉孔进给速率 Q254** : 镗孔时的刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FAUTO , FU**
- ▶ **铣削进给速率 Q207** : 铣削时的刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FAUTO**

举例 : 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
Q358=+0 ; 正面深度
Q359=+0 ; 正面偏移
Q360=0 ; 镗沉孔
Q200=2 ; 安全高度
Q203=+30; 表面坐标
Q204=50 ; 第二安全高度
Q254=150 ; 镗孔进给速率
Q207=500 ; 铣削进给速率



4.10 外螺纹铣削 (循环 267 , DIN/ISO : G267)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴坐标轴以 **FMAX** 快速移动速率将刀具移至工件表面之上输入的安全高度处。

正面镗沉孔

- 2 TNC 沿加工面的参考轴由凸台中心移至正面镗沉孔的起点处。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镗沉孔深度处。
- 4 TNC 由半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镗沉孔。
- 5 刀具再沿半圆移至起点。

螺纹铣削

- 6 如果正面未曾进行镗沉孔，TNC 将刀具定位至起点处。螺纹铣削的起点 = 正面镗沉孔的起点。
- 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，刀具以一个螺旋运动、多个偏移运动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 以快移速度退刀至安全高度处，或按编程要求退至第二安全高度处。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编写加工面上起点（凸台中心）的定位程序段。

必须事前确定正面镗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，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

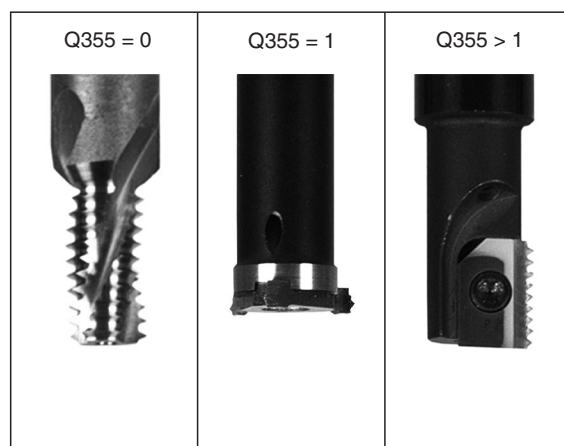
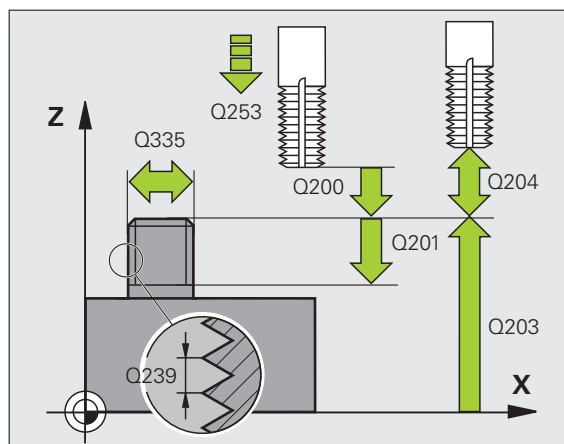
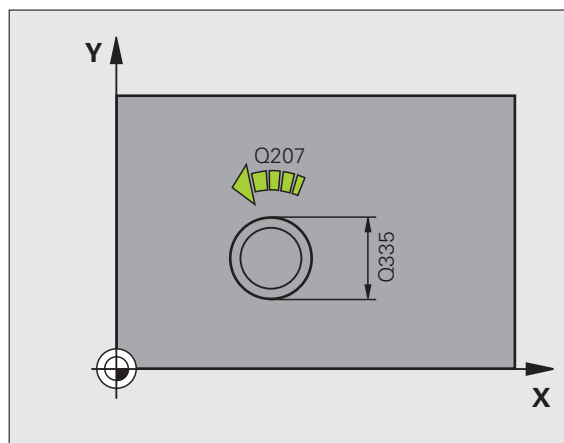
注意，如果深度改变，TNC 调整起始角使刀具沿主轴的 0° 方向达到定义的深度。这时，再次切削螺纹可能产生第二条螺纹槽。

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

循环参数



- ▶ **名义直径 Q335** : 螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距 Q239**: 螺纹的螺距。代数符号决定右旋和左旋螺纹 :
 - + = 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
- ▶ **每步加工的螺纹扣数 Q355** : 刀具运动扣数 :
 - 0 = 一条螺旋线到螺纹深度
 - 1 = 螺纹全长上连续的螺纹路径
 - >1 = 接近和退离的多条螺纹路径 ; 多条螺纹路径之间, TNC 偏置刀具 Q355 与螺距相乘的距离。输入范围 0 至 99999
- ▶ **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 0 至 99999.999 ; 或 **FMAX** , **FAUTO** , **PREDEF**
- ▶ **顺铣或逆铣 Q351** : 用 M3 铣削的加工类型
 - +1 = 顺铣
 - 1 = 逆铣
 或 **PREDEF**



- ▶ **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**
- ▶ **正面深度 Q358**（增量值）：前端镗沉孔的刀尖与工件顶面间的距离。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **正面镗沉孔偏移 Q359**（增量值）：TNC 将刀具中心偏移凸台中心的距离。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；或 **PREDEF**
- ▶ **镗沉孔进给速率 Q254**：镗孔时的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO，FU**
- ▶ **铣削进给速率 Q207**：铣削时的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**
- ▶ **接近进给速率 Q512**：切入螺纹期间刀具的运动速度，单位 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**

举例：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
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
Q203=+30 ；表面坐标
Q204=50 ；第二安全高度
Q254=150 ；镗孔进给速率
Q207=500 ；铣削进给速率
Q512=50 ；接近进给速率



4.11编程举例

举例：攻丝

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

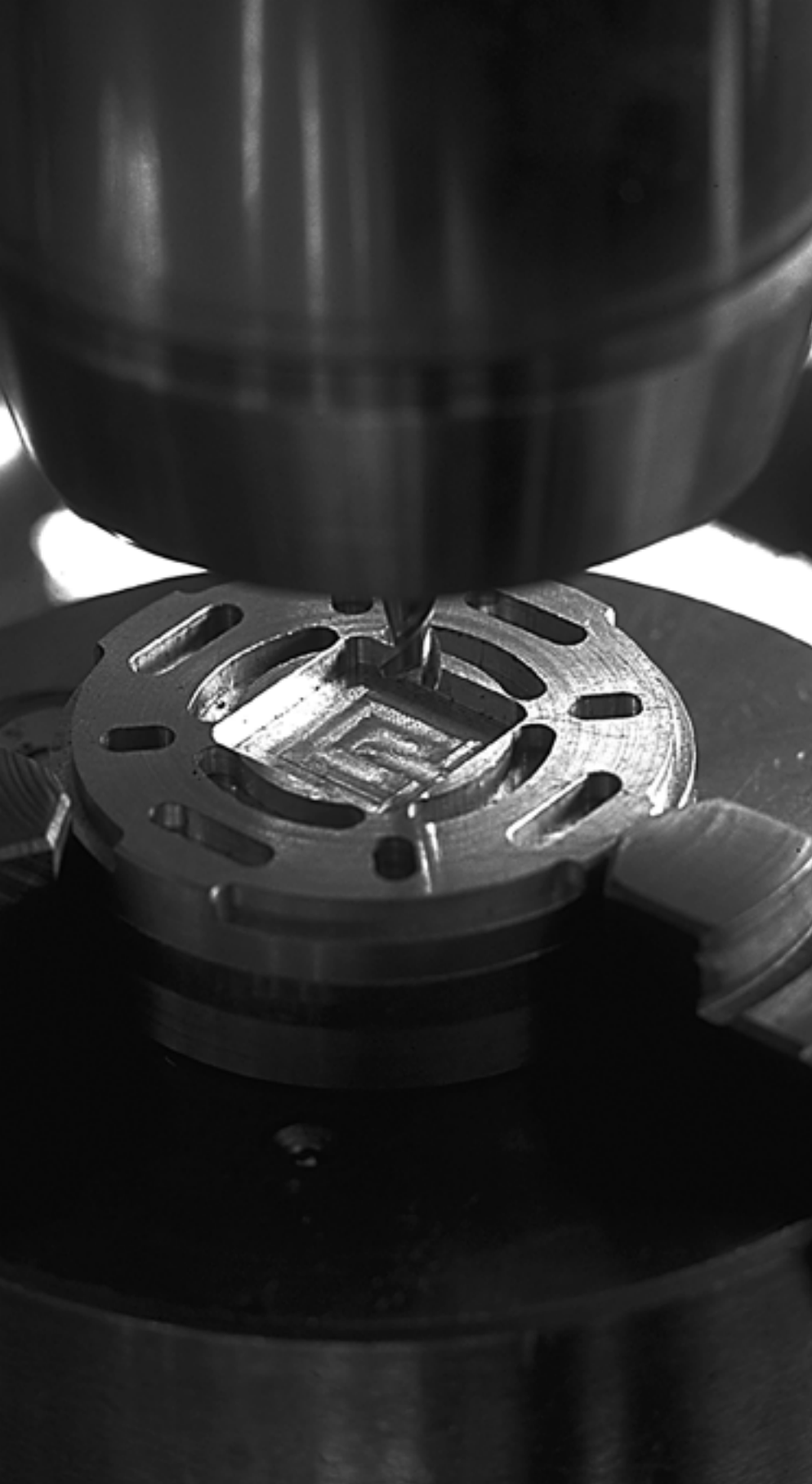
Q204=0 ; 第二安全高度	此处必须输入 0，点位表内定义生效
Q211=0.2 ; 底部停顿时间	
Q395=0 ; 深度参考	
10 CYCL CALL PAT F5000 M3	与点位表 TAB1.PNT 一起用的循环调用，点间进给速率：5000 mm/min
11 L Z+100 R0 FMAX M6	退刀，换刀
12 TOOL CALL 2 Z S5000	刀具调用：钻头
13 L Z+10 R0 F5000	将刀具移至第二安全高度（输入 F 值）
14 CYCL DEF 200 DRILLING	循环定义：钻孔
Q200=2 ; 安全高度	
Q201=-25 ; 深度	
Q206=150 ; 切入进给速率	
Q202=5 ; 切入深度	
Q210=0 ; 顶部停顿时间	
Q203=+0 ; 表面坐标	此处必须输入 0，点位表内定义生效
Q204=0 ; 第二安全高度	此处必须输入 0，点位表内定义生效
Q211=0.2 ; 底部停顿时间	
Q395=0 ; 深度参考	
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：攻丝
18 L Z+50 R0 FMAX	将刀具移至第二安全高度
19 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 ; 底部停顿时间	
Q203=+0 ; 表面坐标	此处必须输入 0，点位表内定义生效
Q204=0 ; 第二安全高度	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.PNTMM
NRXYZ
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 6 个加工型腔，凸台和槽的循环：

循环	软键	页
251（矩形型腔） 用所选加工方式和螺旋线切入方式粗加工 / 精加工循环		页 139
252（圆弧型腔） 用所选加工方式和螺旋线切入方式粗加工 / 精加工循环		页 144
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		页 148
254（圆弧槽） 用所选加工方式和往复切入方式粗加工 / 精加工循环		页 153
256（矩形凸台） 粗加工 / 精加工循环，如果要求多道加工，用步长值进刀		页 158
257（圆弧凸台） 粗加工 / 精加工循环，如果要求多道加工，用步长值进刀		页 162



5.2 矩形型腔（循环 251，DIN/ISO：G251）

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：粗加工，底面精加工，侧面精加工
- 仅粗加工
- 仅底面精加工和侧面精加工
- 仅底面精加工
- 仅侧面精加工

粗加工

- 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 指定切入方式。
- 2 TNC 由内向外粗加工型腔，考虑行距系数（参数 Q370）和精加工余量（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，再由此处以快移速度移至型腔中心。
- 4 重复这一过程直到达到编程的型腔深度。

精加工

- 5 如果定义了精加工余量和指定了进给次数，TNC 用指定次数的进给精加工型腔壁。相切接近型腔壁。
- 6 然后，TNC 由内向外精加工型腔底面。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（型腔位置）。

TNC 沿接近起始位置的坐标轴（加工面）执行循环。例如，如果编程了 **CYCL CALL POS X... Y...**（循环调用位置 X... Y...）将沿 X 轴和 Y 轴，如果编程了 **CYCL CALL POS U... V...**（循环调用位置 U... V...）将沿 U 轴和 V 轴。

TNC 自动沿刀具轴预定位刀具。注意参数 Q204（第二安全高度）。

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。

粗加工结束时，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。

如果对一个轴的循环 251 进行镜像，TNC 将沿该循环定义的相反方向加工。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

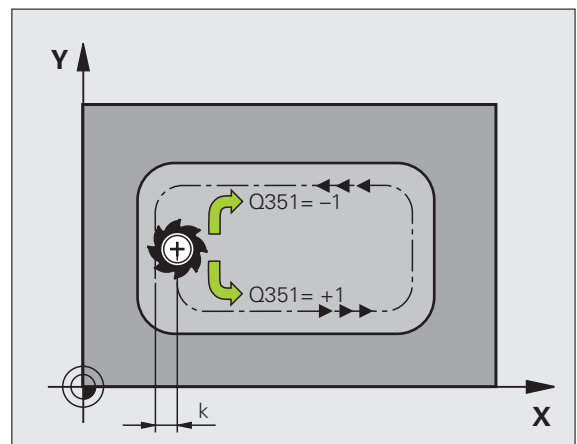
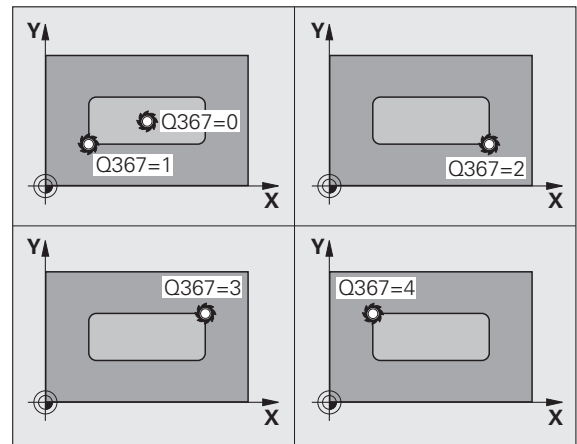
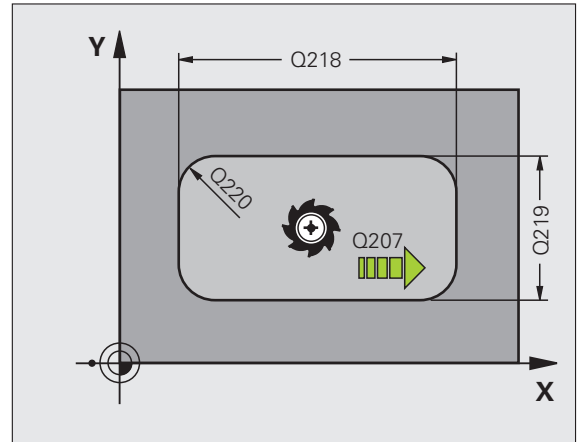
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC 将反向计算预定位。也就是说，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

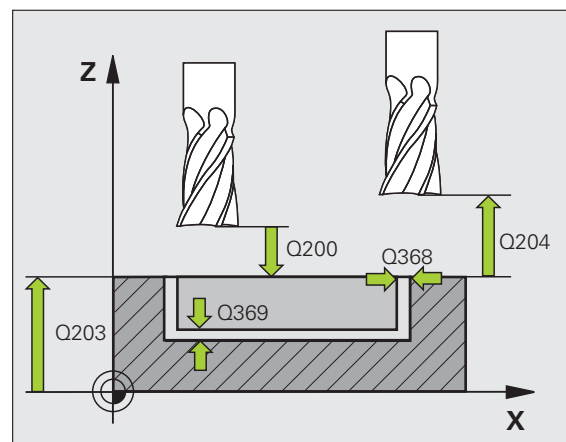
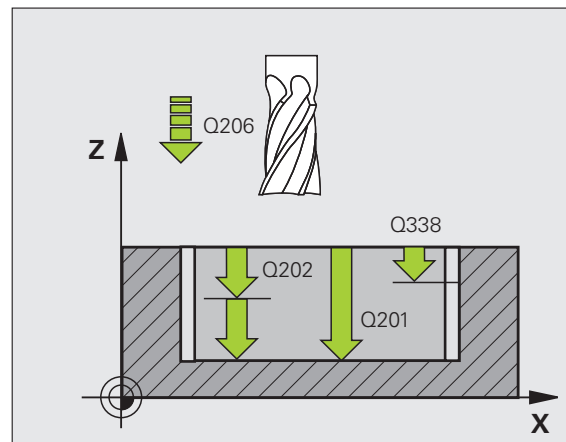
如果用加工操作 2 调用循环（仅精加），TNC 用快移速度将型腔中心位置的刀具移至第一切入深度。



- ▶ **加工方式 (0/1/2) Q215** : 定义加工方式 :
 - 0 : 粗加工和精加工
 - 1 : 仅粗加工
 - 2 : 仅精加工
 只有定义了精加工余量 (Q368, Q369) 才执行侧面和底面的精加工。
- ▶ **第一侧面长度 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
- ▶ **第二侧面长度 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。如果输入值为 0 或小于刀具半径, TNC 定义拐角半径等于刀具半径。这时, TNC 不显示出错信息。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精加工余量 Q368 (增量值)** : 加工面上的精加工余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **旋转角度 Q224 (绝对值)** : 旋转整个型腔的角度。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, 相对刀具位置的型腔位置 :
 - 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** : 铣削时的刀具运动速度, 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
 - +0 = 顺铣; 如果为镜像, TNC 保持顺铣
 或 **PREDEF**



- ▶ **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
- ▶ **底面精加工余量 Q369**（增量值）：沿刀具轴的精加工余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**：刀具移至深度位置期间的运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**
- ▶ **精加工进给量 Q338**（增量值）：每刀进给量。
Q338=0：一次进刀精加工。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）：工件表面绝对坐标。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:** $Q370 \times \text{刀具半径} = \text{步长系数}k$ 。
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。无论刀具表中如何定义切入角 **ANGLE**（角），TNC 都垂直切入。
 - 1 = 螺旋切入。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。
 - 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 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。
 - 或 **PREDEF**
- ▶ **精加工进给速率 Q385：**侧面和底面精加工期间刀具的运动速度，单位 mm/min。输入范围 0 至 99999.9999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**

举例：NC 程序段

8 CYCL DEF 251 RECTANGULAR POCKET
Q215=0 ;加工操作
Q218=80 ;第一侧面长度
Q219=60 ;第二侧面长度
Q220=5 ;角点
Q368=0.2 ;侧面余量
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 CYCL CALL
POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3



5.3 圆弧型腔（循环 252，DIN/ISO：G252）

循环运行

循环 252（圆弧型腔）用于加工完整圆弧型腔。根据循环参数的不同，有以下加工方式：

- 完整加工：粗加工，底面精加工，侧面精加工
- 仅粗加工
- 仅底面精加工和侧面精加工
- 仅底面精加工
- 仅侧面精加工

粗加工

- 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 指定切入方式。
- 2 TNC 由内向外粗加工型腔，考虑行距系数（参数 Q370）和精加工余量（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，再由此处以快移速度移至型腔中心。
- 4 重复这一过程直到达到编程的型腔深度。

精加工

- 5 如果定义了精加工余量和指定了进给次数，TNC 用指定次数的进给精加工型腔壁。相切接近型腔壁。
- 6 然后，TNC 由内向外精加工型腔底面。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）。

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 沿接近起始位置的坐标轴（加工面）执行循环。例如，如果编程了 **CYCL CALL POS X... Y...**（循环调用位置 X... Y...）将沿 X 轴和 Y 轴，如果编程了 **CYCL CALL POS U... V...**（循环调用位置 U...V...）将沿 U 轴和 V 轴。

TNC 自动沿刀具轴预定位刀具。注意参数 Q204（第二安全高度）。

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。

粗加工结束时，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。

如果对循环 252 进行镜像，TNC 将保持循环中定义的加工方向不变，也就是加工方向不被镜像。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

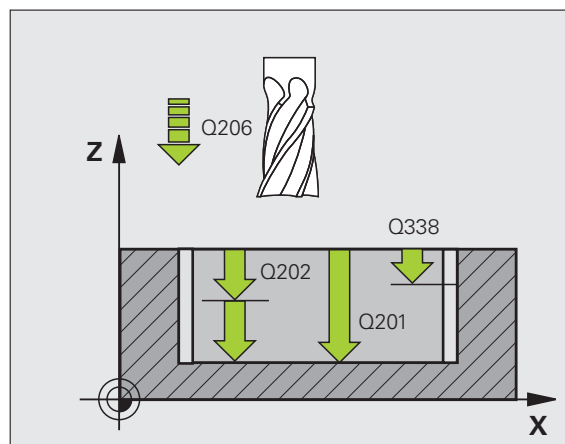
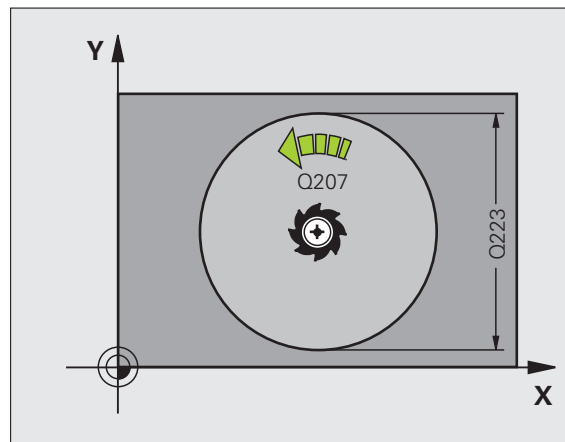
如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

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。

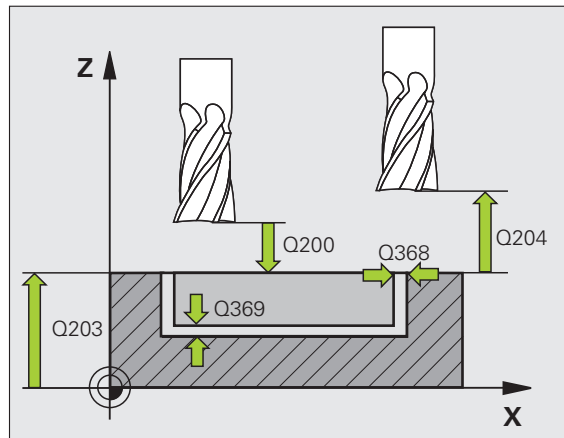
循环参数



- ▶ **加工方式（0/1/2）Q215**：定义加工方式：
 - 0**：粗加工和精加工
 - 1**：仅粗加工
 - 2**：仅精加工
 只有定义了精加工余量（Q368，Q369）才执行侧面和底面的精加工。
- ▶ **圆直径 Q223**：精加工型腔的直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精加工余量 Q368（增量值）**：加工面上的精加工余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **铣削进给速率 Q207**：铣削时的刀具运动速度，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
 - +0** = 顺铣；如果为镜像，TNC 保持顺铣或 **PREDEF**
- ▶ **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
- ▶ **底面精加工余量 Q369（增量值）**：沿刀具轴的精加工余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**：刀具移至深度位置期间的运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**
- ▶ **精加工进给量 Q338（增量值）**：每刀进给量。
Q338=0：一次进刀精加工。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）：工件表面绝对坐标。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**： $Q370 \times \text{刀具半径} = \text{步长系数 } k$ 。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。无论刀具表中如何定义切入角 **ANGLE**（角），TNC 都垂直切入。
 - 1 = 螺旋切入。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**
- ▶ **精加工进给速率 Q385**：侧面和底面精加工期间刀具的运动速度，单位 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**



举例：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 CYCL CALL

POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3

5.4 槽铣削（循环 253，DIN/ISO：G253）

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，底面精加工，侧面精加工
- 仅粗加工
- 仅底面精加工和侧面精加工
- 仅底面精加工
- 仅侧面精加工

粗加工

- 1 由槽左圆弧中心开始，刀具以刀具表中定义的切入角往复运动移至第一进给深度。用参数 Q366 指定切入方式。
- 2 TNC 由内向外粗加工槽并考虑精加工余量（参数 Q368 和 Q369）。
- 3 重复这一过程直到达到编程的槽深度。

精加工

- 4 如果定义了精加工余量和指定了进给次数，TNC 用指定次数的进给精加工槽壁。沿相切槽的右圆弧接近槽壁。
- 5 然后，TNC 由内向外精加工槽底面。相切接近槽底面。

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（槽位置）。

TNC 沿接近起始位置的坐标轴（加工面）执行循环。例如，如果编程了 **CYCL CALL POS X... Y...**（循环调用位置 X... Y...）将沿 X 轴和 Y 轴，如果编程了 **CYCL CALL POS U... V...**（循环调用位置 U...V...）将沿 U 轴和 V 轴。

TNC 自动沿刀具轴预定位刀具。注意参数 Q204（第二安全高度）。

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 相应地由内向外粗加工槽。因此，可以用小型刀具铣各种槽。

如果对循环 253 进行镜像，TNC 将保持循环中定义的加工方向不变，也就是加工方向不被镜像。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

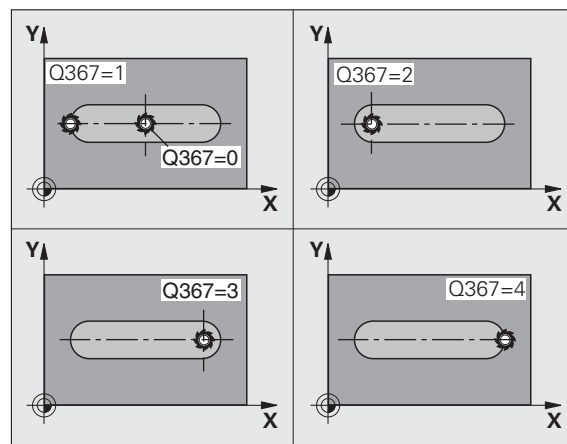
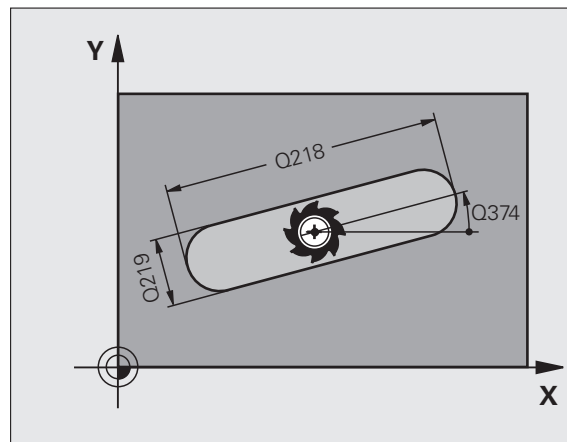
如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

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！

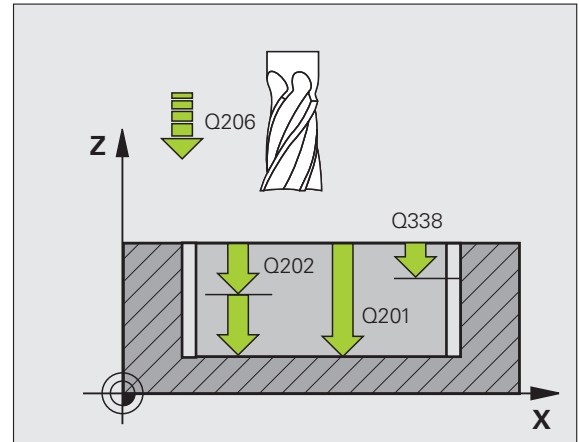
循环参数



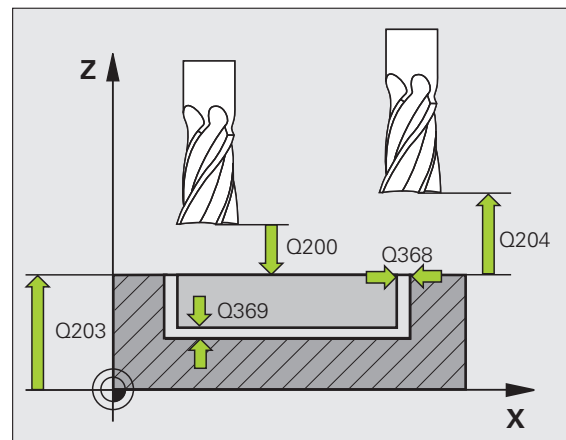
- ▶ **加工方式（0/1/2）Q215**：定义加工方式：
 - 0**：粗加工和精加工
 - 1**：仅粗加工
 - 2**：仅精加工
 只有定义了精加工余量（Q368，Q369）才执行侧面和底面的精加工。
- ▶ **槽长度 Q218**（平行于加工面参考轴的值）：输入槽长。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **槽宽度 Q219**（平行于加工面辅助轴的值）：输入槽宽。如果输入的槽宽等于刀具直径，TNC 将只执行粗加工（铣槽）。粗加工时的最大槽宽：两倍于刀具直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精加工余量 Q368**（增量值）：加工面上的精加工余量
- ▶ **旋转角度 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）**：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 = 槽的左圆弧中心
 - 3**：刀具位置 = 槽的右圆弧中心
 - 4**：刀具位置 = 槽右端
- ▶ **铣削进给速率 Q207**：铣削时的刀具运动速度，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
 - +0** = 顺铣；如果为镜像，TNC 保持顺铣
 或 **PREDEF**



- ▶ **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
- ▶ **底面精加工余量 Q369** (增量值) : 沿刀具轴的精加工余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**: 刀具移至深度位置期间的运动速度, 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ;
或 **FAUTO** , **FU** , **FZ**
- ▶ **精加工进给量 Q338** (增量值) : 每刀进给量。
Q338=0 : 一次进刀精加工。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）：工件表面绝对坐标。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。无论刀具表中如何定义切入角 **ANGLE**（角），TNC 都垂直切入。
 - 1 = 螺旋切入。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 生成出错信息。只要有足够的空间，就以螺旋路径切入。
 - 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**
- ▶ **精加工进给速率 Q385**：侧面和底面精加工期间刀具的运动速度，单位 mm/min。输入范围 0 至 99999.9999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**
- ▶ **进给速率参考（0 至 3）Q439**：选择编程进给速率的含义
 - 0 = 刀具路径中心的进给速率
 - 1 = 仅侧面精加工期间为切削刀的进给速率；其它情况时为刀具路径中心的进给速率
 - 2 = 侧面精加工和底面精加工期间为刀具切削刀的进给速率；其它情况时为刀具路径中心的进给速率
 - 3 = 全部为切削刀的进给速率



举例：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 ；旋转角度
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 CYCL CALL

POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3

5.5 圆弧槽（循环 254，DIN/ISO：G254）

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：粗加工，底面精加工，侧面精加工
- 仅粗加工
- 仅底面精加工和侧面精加工
- 仅底面精加工
- 仅侧面精加工

粗加工

- 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 指定切入方式。
- 2 TNC 由内向外粗加工槽并考虑精加工余量（参数 Q368 和 Q369）。
- 3 重复这一过程直到达到编程的槽深度。

精加工

- 4 如果定义了精加工余量和指定了进给次数，TNC 用指定次数的进给精加工槽壁。相切接近槽侧面。
- 5 然后，TNC 由内向外精加工槽底面。相切接近槽底面。



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）。

以半径补偿为 **R0**，将刀具预定位在加工面上。正确定义参数 Q367（槽位置的参考）。

TNC 沿接近起始位置的坐标轴（加工面）执行循环。例如，如果编程了 **CYCL CALL POS X... Y...**（循环调用位置 X... Y...）将沿 X 轴和 Y 轴，如果编程了 **CYCL CALL POS U... V...**（循环调用位置 U... V...）将沿 U 轴和 V 轴。

TNC 自动沿刀具轴预定位刀具。注意参数 Q204（第二安全高度）。

循环结束时，TNC 只沿加工面将刀具移回到节圆圆心位置；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。

循环结束时，TNC 将刀具返回加工面起点（节圆圆心）。例外：如果定义的槽位置不为 0，TNC 将只沿刀具轴将刀具定位在第二安全高度。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 相应地由内向外粗加工槽。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。

如果对循环 254 进行镜像，TNC 将保持循环中定义的加工方向不变，也就是加工方向不被镜像。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面下方的安全高度位置！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

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：仅粗加工

2：仅精加工

只有定义了精加工余量（Q368，Q369）才执行侧面和底面的精加工。

► **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 将只执行粗加工（铣槽）。粗加工时的最大槽宽：两倍于刀具直径。输入范围 0 至 99999.9999

► **侧面精加工余量 Q368**（增量值）：加工面上的精加工余量。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

► **槽位置参考 (0/1/2/3) Q367**：调用循环时，槽相对刀具的位置：

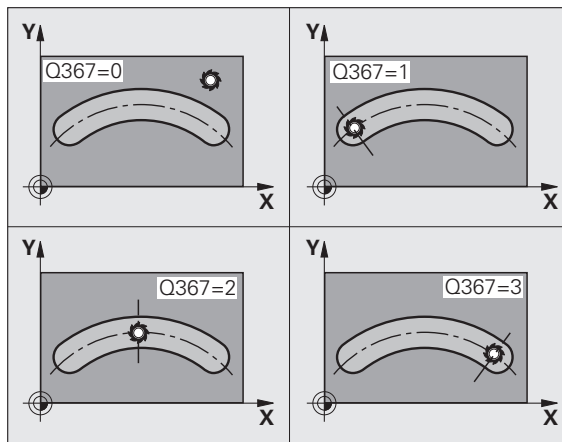
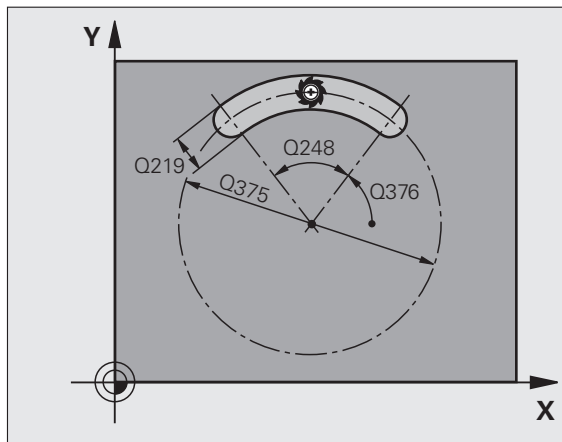
0：不考虑刀具位置。槽的位置由输入的节圆圆心和起始角决定。

1：刀具位置 = 槽的左圆弧中心 相对该位置的起始角 Q376。不考虑输入的节圆圆心。

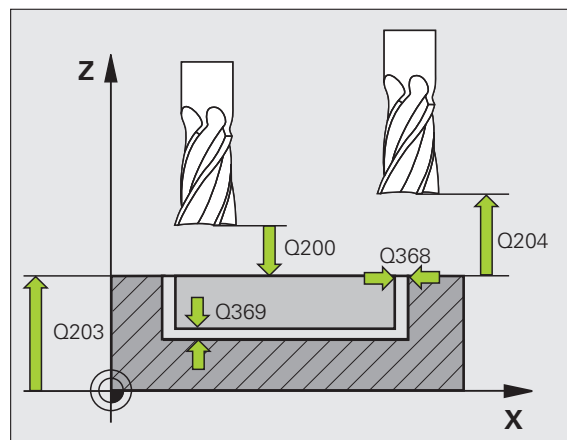
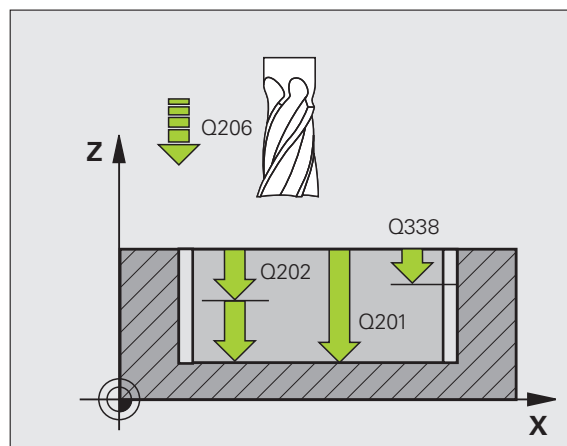
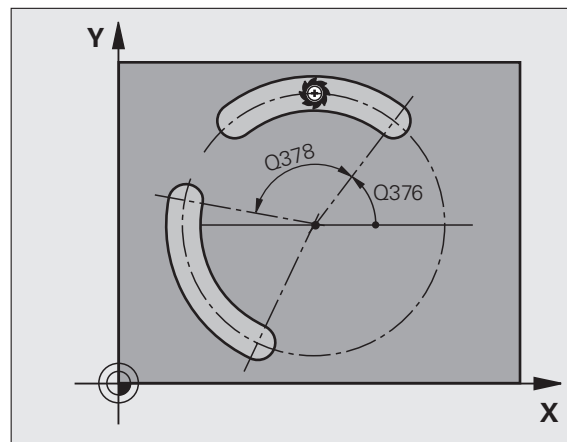
2：刀具位置 = 中心线的中心 相对该位置的起始角 Q376。不考虑输入的节圆圆心。

3：刀具位置 = 槽的右圆弧中心 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** : 铣削时的刀具运动速度, 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
 +0 = 顺铣; 如果为镜像, TNC 保持顺铣
 或 **PREDEF**
- ▶ **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
- ▶ **底面精加工余量 Q369 (增量值)** : 沿刀具轴的精加工余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206** : 刀具移至深度位置期间的运动速度, 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FAUTO** , **FU** , **FZ**
- ▶ **精加工进给量 Q338 (增量值)** : 每刀进给量。
 Q338=0 : 一次进刀精加工。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）：工件表面绝对坐标。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。无论刀具表中如何定义切入角 **ANGLE**（角），TNC 都垂直切入。
 - 1 = 螺旋切入。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 生成出错信息。只要有足够的空间，就以螺旋路径切入。
 - 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 生成出错信息。沿圆弧运动长度是刀具直径三倍以上，TNC 只往复一次。
 - 或者：**PREDEF**
- ▶ **精加工进给速率 Q385**：侧面和底面精加工期间刀具的运动速度，单位 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**
- ▶ **进给速率参考（0 至 3）Q439**：选择编程进给速率的含义
 - 0 = 刀具路径中心的进给速率
 - 1 = 仅侧面精加工期间为切削刃的进给速率；其它情况时为刀具路径中心的进给速率
 - 2 = 底面精加工和侧面精加工期间为刀具切削刃的进给速率；其它情况时为刀具路径中心的进给速率
 - 3 = 全部为切削刃的进给速率

举例：NC 程序段

8 CYCL DEF 254 CIRCULAR SLOT	
Q215=0	；加工操作
Q219=12	；槽宽度
Q368=0.2	；侧面余量
Q375=80	；节圆直径
Q367=0	；槽位置参考
Q216=+50	；第一轴中心
Q217=+50	；第二轴中心
Q376=+45	；起始角
Q248=90	；角长
Q378=0	；角增量
Q377=1	；操作次数
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
Q366=1	；切入
Q385=500	；精加工进给速率
Q439=0	；进给速率参考
9 CYCL CALL	
POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3	

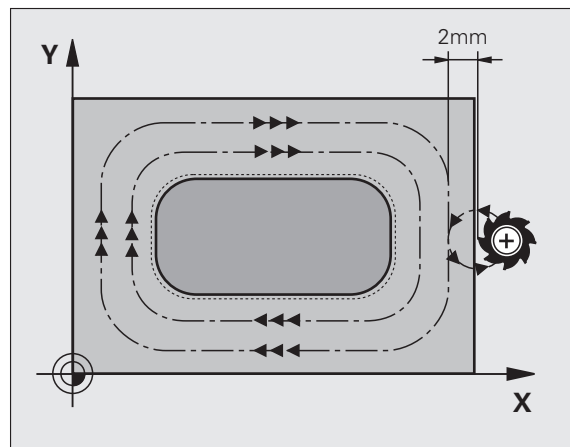


5.6 矩形凸台（循环 256，DIN/ISO：G256）

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。标准设置（**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 刀具相切运动至凸台轮廓并加工一圈。
- 4 如果一圈不能加工至最终尺寸，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 如果需要一次以上切入运动，刀具沿相切路径离开轮廓并返回凸台加工的起点。
- 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编程的凸台深度。
- 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（凸台位置）。

TNC 自动沿刀具轴预定位刀具。注意参数 Q204（第二安全高度）。

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，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

在凸台旁留出足够空间使刀具可以接近。最小：如果用标准接近半径和接近角，刀具半径为 + 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。也就是说循环后的刀具终点位置与起点位置不同。

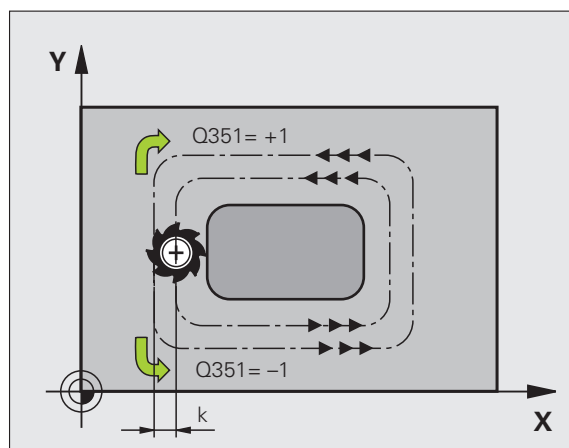
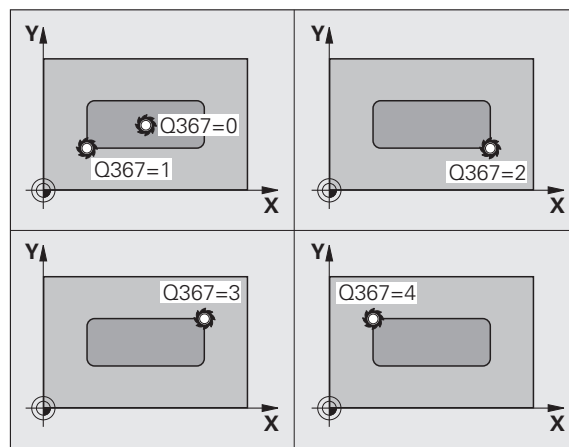
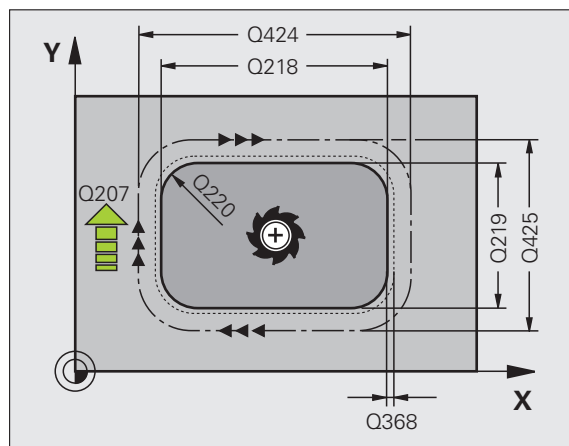
如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。



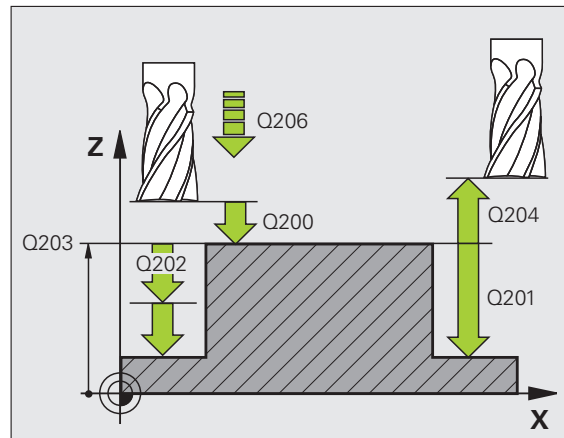
循环参数



- ▶ **第一侧面长度 Q218**：凸台长度，平行于加工面的参考轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **工件毛坯侧面长度 1 Q424**：凸台毛坯长度，平行于加工面参考轴。输入**工件毛坯侧面长度 1**，其值需大于**第一侧面长度**。如果毛坯尺寸 1 和最终尺寸 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
- ▶ **第二侧面长度 Q219**：凸台长度，平行于加工面的辅助轴。输入**工件毛坯侧面长度 2**，其值需大于**第二侧面长度**。如果毛坯尺寸 2 和最终尺寸 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
- ▶ **工件毛坯侧面长度 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
- ▶ **侧面精加工余量 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
- ▶ **旋转角度 Q224**（绝对值）：旋转整个凸台的角度。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
- ▶ **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：铣削时的刀具运动速度，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
 - 或 **PREDEF**
- ▶ **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：刀具移至深度位置期间的运动速度，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）：工件表面绝对坐标。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**
- ▶ **接近位置（0...4）** Q437：定义刀具接近方式：
 - 0：自凸台右侧（默认设置）
 - 1：左下角点
 - 2：右下角点
 - 3：左上角点
 - 4：右上角点
 如果用设置的 Q437=0 接近时接近标记需在凸台表面，那么选择另一个接近位置



举例：NC 程序段

```

8 CYCL DEF 256 RECTANGULAR STUD
  Q218=60 ；第一侧面长度
  Q424=74 ；工件毛坯侧面 1
  Q219=40 ；第二侧面长度
  Q425=60 ；工件毛坯侧面 2
  Q220=5   ；角点
  Q368=0.2 ；侧面余量
  Q224=+0  ；旋转角度
  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     ；刀具路径行距系数
  Q437=0     ；接近位置

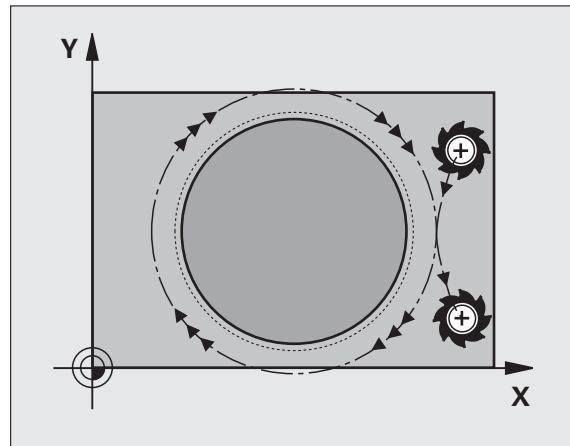
9 CYCL CALL
  POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3
  
```

5.7 圆弧凸台（循环 257，DIN/ISO：G257）

循环运行

用循环 257 加工圆弧凸台。如果工件毛坯直径大于最大允许步长，TNC 进行螺旋进给直到达到精加直径。

- 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。用极角通过参数 Q376 定义相对凸台中心的起点位置。
- 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 刀具沿螺旋路径相切运动至凸台轮廓并加工一圈。
- 4 如果一圈无法达到最终直径，TNC 执行螺旋进给运动直到达到最终直径。TNC 考虑工件毛坯直径尺寸、精加直径和允许的步长值。
- 5 TNC 沿螺旋路径退刀离开轮廓。
- 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编程的凸台深度。
- 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：

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。注意参数 Q204（第二安全高度）。

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

循环结束时，TNC 沿刀具轴将刀具返回起点位置，但不在加工面上。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论是 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都要输入 MP7441 bit 2。

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，刀具沿刀具轴方向用快移速度运动到工件表面**下方**的安全高度位置！

在凸台旁留出足够空间使刀具可以接近。最小：如果用标准接近半径和接近角，刀具半径为 + 2 mm。

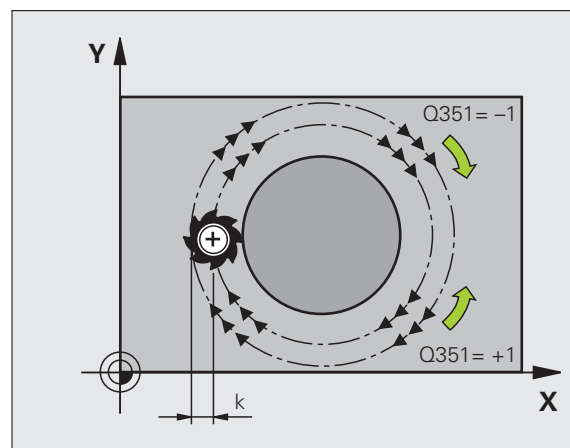
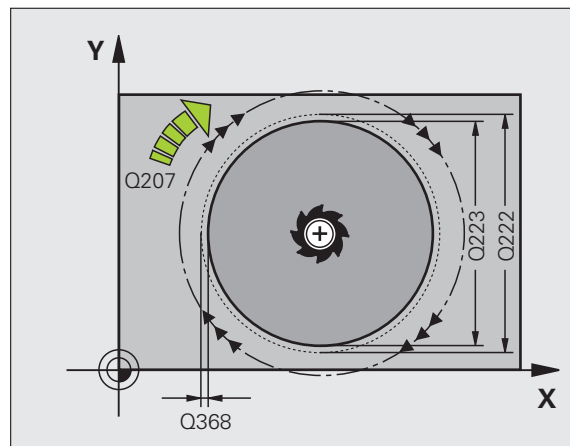
结束时，TNC 将刀具退至安全高度或如果编程了第二安全高度，退至第二安全高度。也就是说循环后的刀具终点位置与起点位置不同。

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

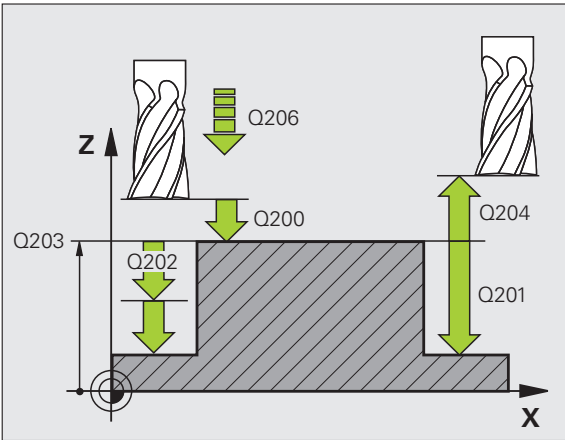
循环参数



- ▶ **最终零件直径 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。如果工件毛坯直径与最终直径之差大于允许的步长（刀具半径乘以行距系数 **Q370**），TNC 将执行多道加工。TNC 一定计算步长常数。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精加工余量 Q368**（增量值）：加工面上的精加工余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **铣削进给速率 Q207**: 铣削时的刀具运动速度，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
或 **PREDEF**



- ▶ **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**：刀具移至深度位置期间的运动速度，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）：工件表面绝对坐标。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**: $Q370 \times \text{刀具半径} = \text{步长系数}k$ 。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 -1 至 359°。值 -1 定义重复的向下进给，每个深度的起始角可能不同，因此能实现最短路径。0 至 359 值明确定义起始角，适用于每一次向下进给



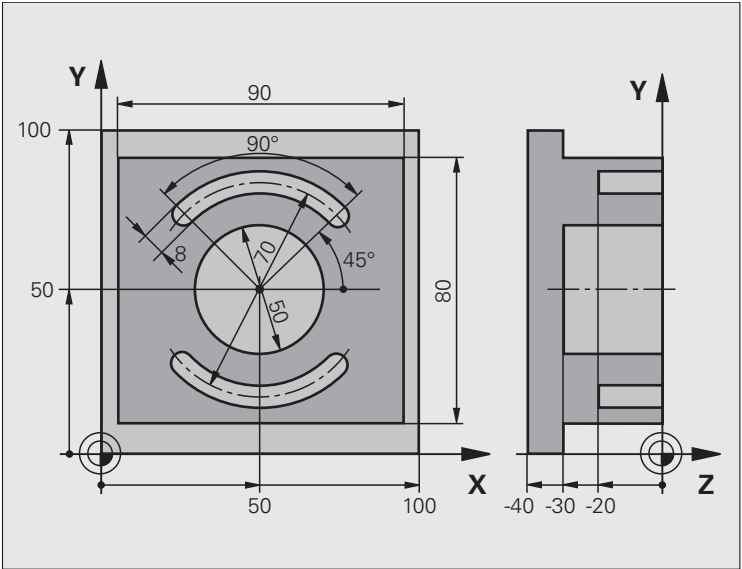
举例：NC 程序段

8 CYCL DEF 257 CIRCULAR STUD
Q223=60 ；最终工件直径
Q222=60 ；工件毛坯直径
Q368=0.2 ；侧面余量
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 ；刀具路径行距系数
Q376=0 ；起始角
9 CYCL CALL
POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3



5.8 编程举例

举例：铣型腔、凸台和槽



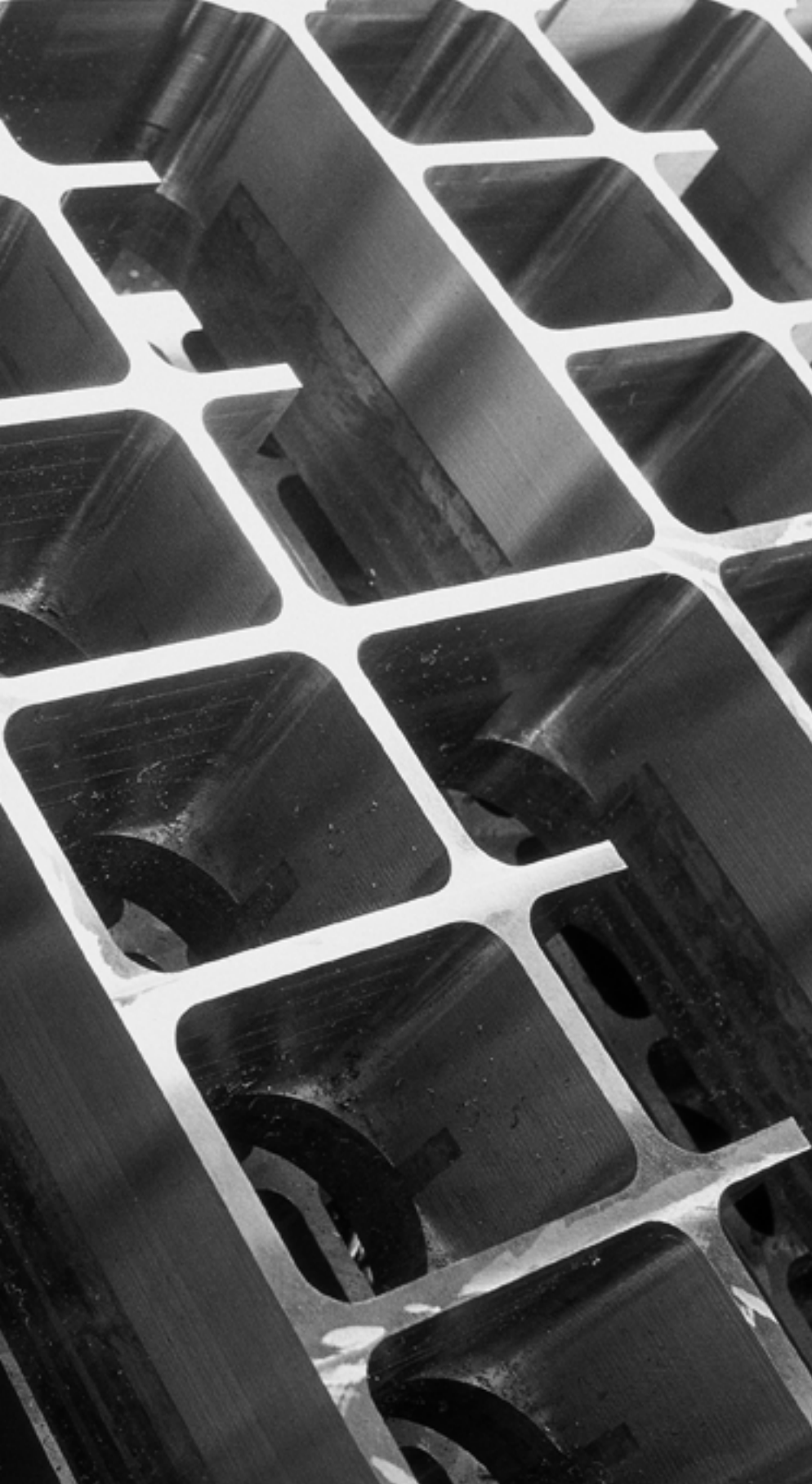
0 BEGIN PGM C210 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+6	定义粗加工 / 精加工刀具
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3	定义铣削槽
5 TOOL CALL 1 Z S3500	调用粗加工 / 精加工刀具
6 L Z+250 R0 FMAX	退刀
7 CYCL DEF 256 RECTANGULAR STUD	定义加工外轮廓循环
Q218=90 ;第一侧面长度	
Q424=100 ;工件毛坯侧面 1	
Q219=80 ;第二侧面长度	
Q425=100 ;工件毛坯侧面 2	
Q220=0 ;角点	
Q368=0 ;侧面余量	
Q224=0 ;旋转角度	
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 ;刀具路径行距系数	
Q437=1 ;接近位置	
8 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 M3	调用加工外轮廓循环
9 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=750 ;精加工进给速率	
10 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX	调用铣圆弧腔循环
11 L Z+250 R0 FMAX M6	换刀
12 TOOL CALL 2 Z S5000	调用刀具：槽铣削
13 CYCL DEF 254 CIRCULAR SLOT	定义铣槽循环
Q215=0 ;加工操作	
Q219=8 ;槽宽度	
Q368=0.2 ;侧面余量	
Q375=70 ;节圆直径	
Q367=0 ;槽位置参考	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 ;角增量	第二槽的起点
Q377=2 ;操作次数	
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	
Q366=1 ;切入	
Q439=0 ;进给速率参考	
14 CYCL CALL FMAX M3	调用铣槽循环
15 L Z+250 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
16 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）		页 171
循环 221（直角坐标阵列）		页 174

可将循环 220 和 221 与以下固定循环一起使用：



如果加工非规则阵列点，用 **CYCL CALL PAT**（循环调用阵列）（参见第 65 页“点位表”）创建点位表。

PATTERN DEF（阵列定义）功能支持更多规则阵列（参见第 57 页“用 PATTERN DEF（阵列定义）功能定义阵列”）。

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	螺旋镗铣
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 / 铤沉孔
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）

循环运行

1 TNC 用快移速度将刀具由当前位置移至起点位置进行第一次加工。

顺序：

- 移至第二安全高度（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：



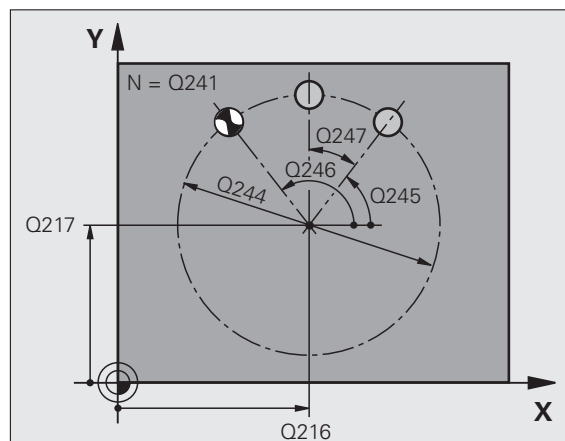
循环 220 为定义生效，也就是说循环 220 自动调用最后一个定义的固定循环。

如果循环 220 与固定循环 200 至 209 和 251 至 267 中的任何一个循环组合使用，循环 220 中定义的安全高度，工件表面和第二安全高度适用于所选固定循环。

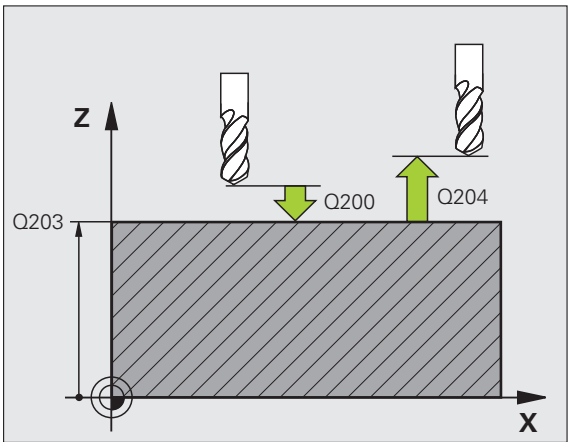
循环参数



- ▶ **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；或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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（夹具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **移至安全高度 Q301**：定义刀具在两次加工之间的运动方式：
 - 0**：在两次加工间移至安全高度处
 - 1**：在两次加工间移至第二安全高度处
 - 或者 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **移动类型？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直径上沿圆弧运动



举例：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 直角坐标阵列（循环 221，DIN/ISO：G221）

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：

- 移至第二安全高度（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一次加工的起点位置。
 - 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次加工的起点。
 - 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。

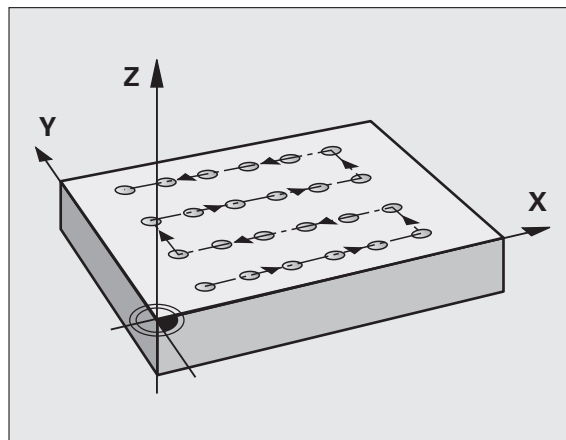
编程时注意：



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 中的任何一个循环一起使用，循环 221 中定义的安全高度，工件表面，第二安全高度和旋转位置对所选的固定循环均有效。

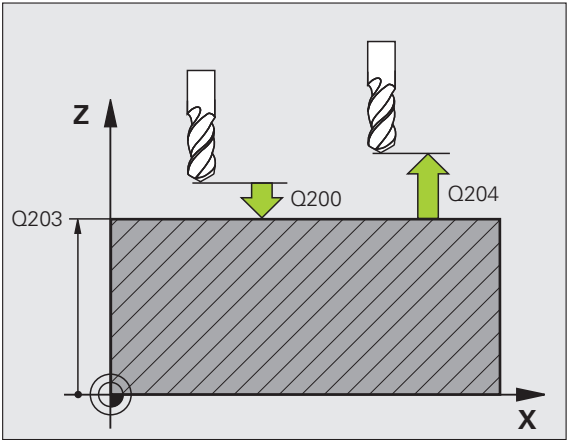
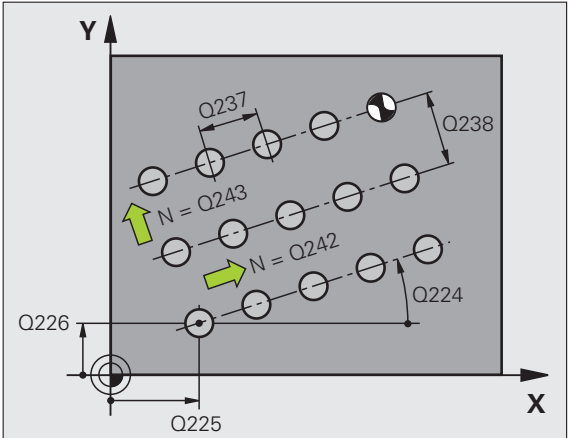
如果循环 254（圆弧槽）与循环 221 一起使用，不允许槽位置为 0。



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
- ▶ **旋转位置 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；或 **PREDEF**（预定义）。
- ▶ **工件表面坐标 Q203**（绝对值）：工件表面坐标
- ▶ **第二安全高度 Q204**（增量值）：刀具不会与工件（夹具）发生碰撞的沿主轴的坐标值；或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **移至安全高度 Q301**：定义刀具在两次加工之间的运动方式：
 - 0**: 在两次加工间移至安全高度处
 - 1**: 在两次加工间移至第二安全高度处或者 **PREDEF**（预定义）



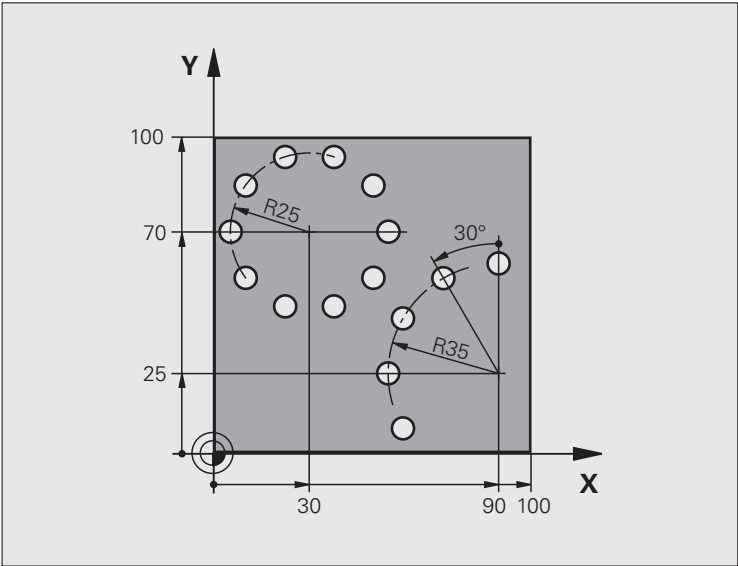
举例：NC 程序段

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 PATTERN 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+3	刀具定义
4 TOOL CALL 1 Z S3500	刀具调用
5 L Z+250 R0 FMAX M3	退刀
6 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	
Q210=0 ;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	
Q395=0.25; 深度参考	



7 CYCL DEF 220 极坐标阵列	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	
8 CYCL DEF 220 极坐标阵列	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	
9 L Z+250 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
10 END PGM PATTERN MM	





7

固定循环：轮廓型腔，轮廓链



7.1 SL 循环

基础知识

SL 循环允许用 12 个以内的子轮廓（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）中输入的子轮廓（子程序号）计算总轮廓。



一个 SL 循环（全部轮廓的子程序）的编程存储能力有限。支持的轮廓元素数量取决于轮廓类型（内轮廓或外轮廓）及子轮廓的数量。编程时最多支持 8192 个轮廓元素。

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。

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。
- TNC 将忽略进给速率 F 和辅助功能 M。
- 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。
- 加工面在子程序中的第一个坐标程序段中定义。辅助轴 U、V、W 允许进行相应组合。必须在第一个程序段中定义机工面的两个坐标轴。
- 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。
- 如果开放的轮廓在子程序中定义，TNC 用终点到起点的直线封闭轮廓。

举例：程序结构：用 SL 循环加工

```
0 BEGIN PGM SL2 MM
...
12 CYCL DEF 14 CONTOUR GEOMETRY ...
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
```



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。
- 为了避免留下刀具的停留痕迹，TNC 在非相切内角处全部插入定义的倒圆半径。在循环 20 中输入的倒圆半径影响刀具中心点路径，也就是说它将加大刀具半径定义的倒圆（适用于粗加工和侧面精加工）。
- 侧面精加工时，沿相切圆弧接近轮廓。
- 精加工底面时，刀具再次沿相切圆弧接近工件（例如，Z 轴为刀具轴，圆弧在 Z/X 平面中）。
- 轮廓可以按顺铣或逆铣方式加工。



用 MP7420 的 bit 4 定义循环 21 至 24 结束时的刀具位置。

■ **bit 4 = 0 :**

循环结束时，TNC 先将刀具沿刀具轴定位在循环中定义的第二安全高度位置（**Q7**），然后定位在循环调用时刀具所在加工面中的位置。

■ **Bit 4 = 1 :**

循环结束时，TNC 只将刀具沿刀具轴定位在循环中定义的第二安全高度位置（**Q7**）。确保进行以下运动期间不发生碰撞！

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

概要

循环	软键	页
14（轮廓几何）（基本数据）		页 183
20（轮廓数据）（必备数据）		页 188
21（预钻孔）（可选数据）		页 190
22（粗加工）（基本数据）		页 192
23（底面精加工）（可选数据）		页 196
24（侧面精加工）（可选数据）		页 198

增强循环：

循环	软键	页
270（轮廓链数据）		页 200
25（轮廓链）		页 202
275（摆线槽）		页 205
276（3-D 轮廓链）		页 210



7.2 轮廓（循环 14，DIN/ISO：G37）

编程时注意：

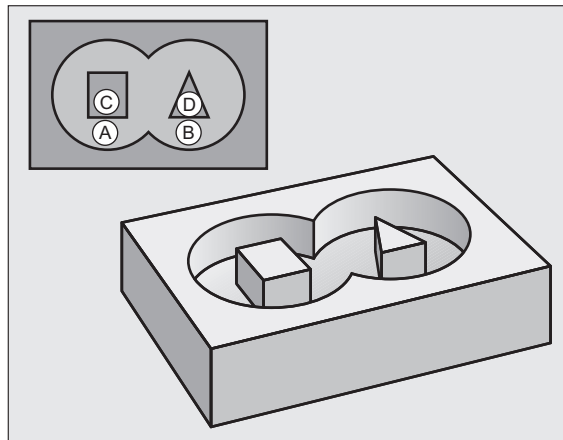
所有用于定义轮廓的子程序都在循环 14（轮廓几何特征）列表中。



编程前注意：

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 可有 12 个以内的子程序（子轮廓）。



循环参数

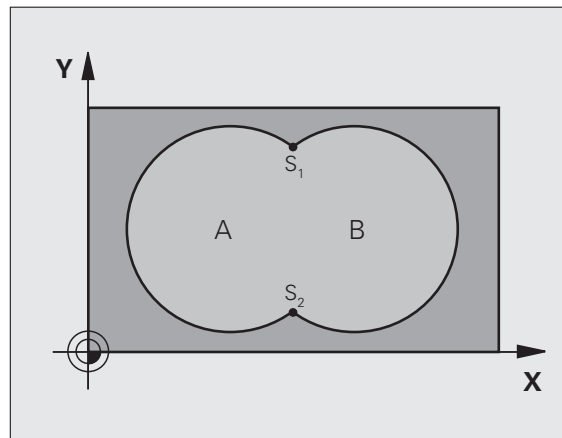
14
LBL 1...N

- **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 254 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。



举例：NC 程序段

```
12 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY
```

```
13 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1/2/3/4
```

子程序：重叠型腔



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 计算交点 S_1 和 S_2 。不需要进行交点编程。

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 区和 B 区都需要加工，包括叠加部位：

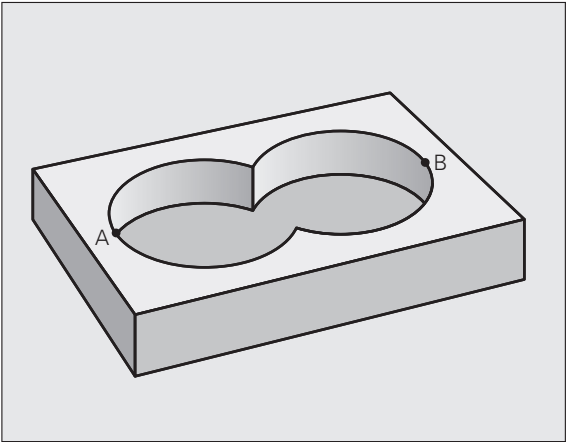
- A 面和 B 面必须为型腔。
- 第一型腔（循环 14 中）必须在第二个型腔之外开始。

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 区需要加工但不含与 B 区叠加的部分：

- 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：

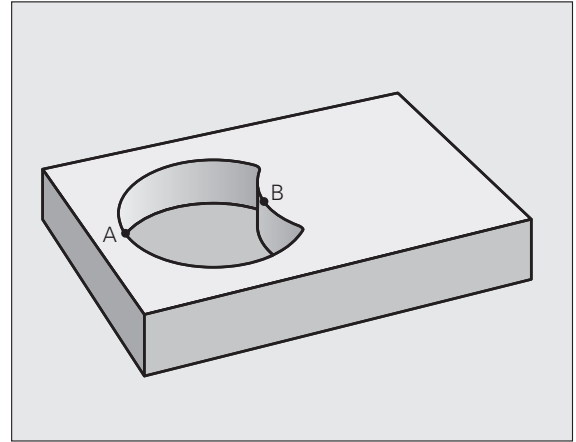
56 LBL 2

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：

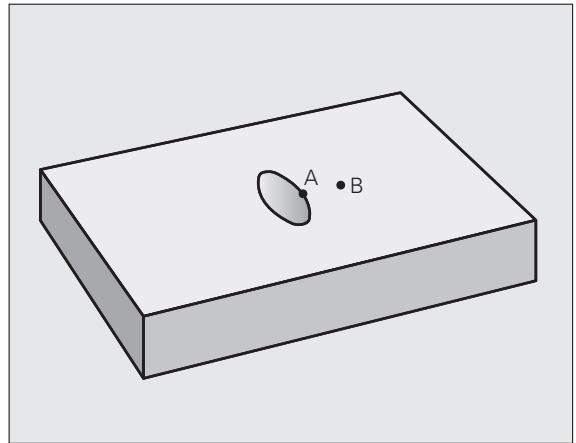
56 LBL 2

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）

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。

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。

在循环 20 中输入的加工数据适用于循环 21 至 24。

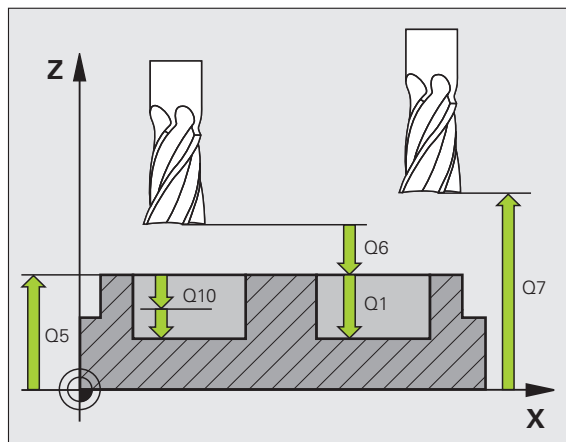
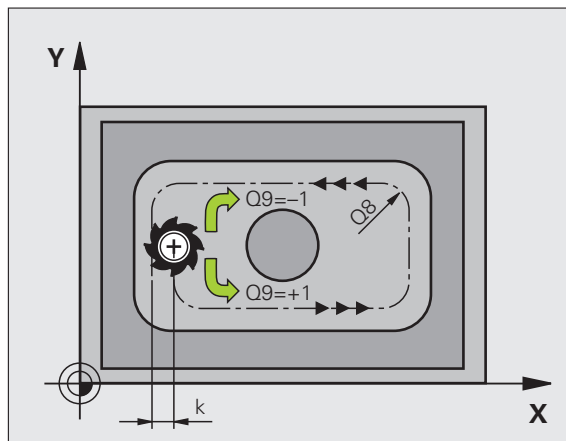
如果在 Q 参数程序中使用 SL 循环，循环参数 Q1 至 Q20 将不能用作程序参数。

循环参数

20
轮廓
数据

- ▶ **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。
- ▶ **侧面精加工余量 Q3**（增量值）：加工面上的精加工余量。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **底面精加工余量 Q4**（增量值）：沿刀具轴的精加工余量。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；或 **PREDEF**
- ▶ **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；或 **PREDEF**
- ▶ **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
 - 或者：**PREDEF**

可以在程序中断时检查加工参数，必要时改写参数。



举例：NC 程序段

57 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA

Q1=-20 ; 铣削深度

Q2=1 ; 刀具路径行距系数

Q3=+0.2 ; 侧面余量

Q4=+0.1 ; 底面余量

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）

循环运行

- 1 刀具从当前位置以编程进给速率 **F** 钻孔到第一切入深度。
- 2 然后，以快移速度 **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。
- 3 预停距离由数控系统自动计算：
 - 孔总深度不超过 30 mm 时： $t = 0.6 \text{ mm}$
 - 孔总深度超过 30 mm 时， $t = \text{孔深} / 50$
 - 最大预停距离：7 mm
- 4 然后，刀具以编程进给速率 **F** 再次进给。
- 5 TNC 重复这一过程（1 至 4 步）直至达到编程的深度。
- 6 在孔底的停顿时间结束后，刀具以快速移动速度 **FMAX** 退刀至起点位置进行断屑。

插入

循环 21 用于在进刀点执行“预钻孔”。加工时，它考虑侧面和底面余量，并考虑粗加工刀具的半径。进刀点也可用作粗加工加工的起点。

编程时注意：



编程前注意：

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，如果刀具大于粗加工刀，TNC 可能无法执行预钻孔操作。



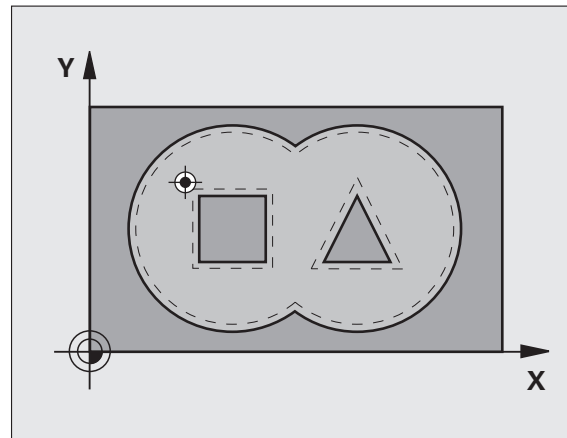
碰撞危险！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

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**：钻孔期间的刀具运动速度，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**：粗加工刀的刀号或刀名。如果输入数字，输入范围 0 至 32767.9；如果输入名称，最多 32 个字符。



举例：NC 程序段

58 CYCL DEF 21 PILOT DRILLING

Q10=+5 ; 切入深度

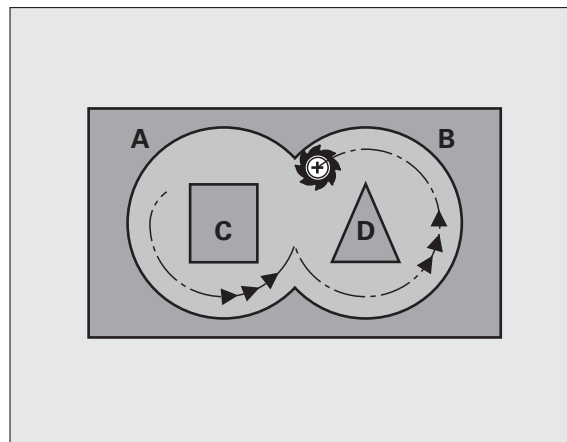
Q11=100 ; 切入进给速率

Q13=1 ; 粗加工刀具

7.6 粗加工（循环 22， DIN/ISO: G122）

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 Q12 由内向外铣轮廓。
- 3 朝向型腔轮廓（在此为：A/B）方向的凸台轮廓（在此为：C/D）被铣掉。
- 4 然后，TNC 将刀具移至下个切入深度并重复执行粗加工程序直至达到编程深度为止。
- 5 最后，TNC 将刀具移至第二安全高度，如果程序有要求，将刀具返回循环被调用时加工面上的位置处（取决于 MP7420，bit 4）



编程时注意：



本循环要求采用中心刀的立铣刀（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。

- 如果定义为 Q19=0，TNC 将只垂直切入，即使当前刀具具有定义的切入角（**ANGLE**）。
- 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）定义为 0.1 至 89.999 之间的值，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。
- 如果几何尺寸不允许进行螺旋线切入（槽的几何特征），TNC 将尽量进行往复切入。往复长度用 **LCUTS** 和 **ANGLE**（角）计算（往复长度 = $\text{LCUTS} / \tan \text{ANGLE}$ ）。

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。

半精加工期间，TNC 不考虑前次粗加工刀磨损定义值 **DR**。

参数 **Q401** 的降进给速率功能是一个 FCL3 功能，更新软件后不能自动提供（参见第 8 页“特性内容等级（升级功能）”）。

**碰撞危险！**

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

如果设置了 **MP7420, bit 4=1**，执行 SL 循环后，必须在加工面上用双坐标值编程第一个运动，例如 **L X+80 Y+0 R0 FMAX**。循环结束后，严禁对于该面上的刀具使用增量定位方式。只能用绝对位置编程。

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**：切入时的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **FAUTO , FU , FZ**
- ▶ **粗加工进给速率 Q12**：铣削时的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **FAUTO , FU , FZ**
- ▶ **前次粗加工铣刀 Q18或QS18**：TNC在粗加工轮廓中已使用的刀号或刀名。按下 TOOL NAME（刀具名称）软键，输入刀名。退出输入框时，TNC 自动插入右引号。如果无前次粗加工，输入 “0” ；如果输入刀名或刀号，TNC 只对前次粗加工刀未加工的部分进行粗加工。如果要粗加工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 将生成出错信息。如果移过任何一个软限位开关，TNC 将显示出错信息。如果输入数字，输入范围 0 至 32767.9 ；如果输入名称，最多 32 个字符。
- ▶ **往复进给速率 Q19**：往复切入期间的刀具运动速度，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 Q12 进给速率退刀。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **FMAX , FAUTO , PREDEF**

举例：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 ；粗加工进给速率
Q18=1 ；前次粗加工铣刀
Q19=150 ；往复进给速率
Q208=99999; 退刀速率
Q401=80 ；进给速率降低
Q404=0 ；半精加工方式



- ▶ **进给速率系数（%）：**Q401：粗加工中用进给速率百分数的系数可使 TNC 在刀具的整个圆周面进入被加工材料后降低加工进给速率（**Q12**）。如果使用降进给速率功能，就可以定义足够大的粗加工进给速率，在按照循环 20 中定义的路径行距系数（**Q2**）加工时，能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：定义在半精加刀具半径大于前次粗加工刀具半径的一半时，TNC 在半精加中运动刀具的方式。
 - Q404 = 0
在需半精加工的部位之间，沿轮廓和在当前深度位置移动刀具
 - Q404 = 1
在需进行半精加的部位之间，将刀具退至安全高度位置并移至下个需粗加工部位的起点位置

7.7 底面精加工（循环 23，DIN/ISO: G123）

循环运行

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加工余量。

编程时注意：



TNC 自动计算精加工的起点。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。



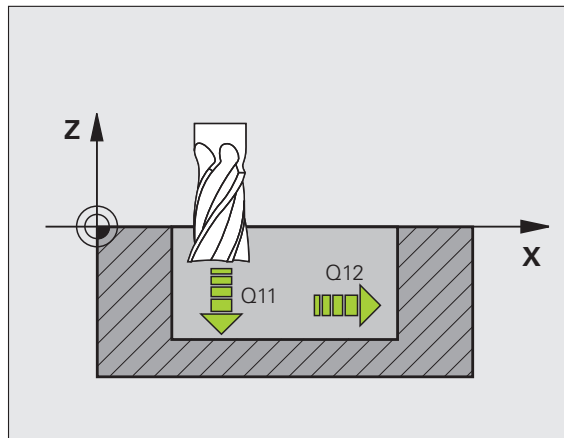
碰撞危险！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

循环参数



- ▶ **切入进给速率 Q11**：切入时的刀具运动速度。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **FAUTO** , **FU** , **FZ**
- ▶ **粗加工进给速率 Q12**：铣削进给速率。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **FAUTO** , **FU** , **FZ**
- ▶ **退刀速率 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 Q12 进给速率退刀。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **FMAX** , **FAUTO** , **PREDEF**



举例：NC 程序段

60 CYCL DEF 23 FLOOR FINISHING

Q11=100 ；切入进给速率

Q12=350 ；粗加工进给速率

Q208=99999; 退刀速率

7.8 侧面精加工（循环 24，DIN/ISO: G124）

循环运行

沿相切圆弧接近和退离各个子轮廓。TNC 分别完成每个子轮廓加工。

编程时注意：



侧面余量（Q14）与精加工半径之和必须小于侧面余量（Q3，循环 20）与粗加工刀半径之和。

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

也可以用循环 24 粗加工轮廓。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 中输入精加工余量（Q3），它应大于精加工余量 Q14 + 所用刀具的半径之和。

TNC 自动计算精加工的起点。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 用以下操作执行定位程序，运动至精加工起点：接近加工面的起点，然后沿刀具轴运动到深度位置处。

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！

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

循环参数

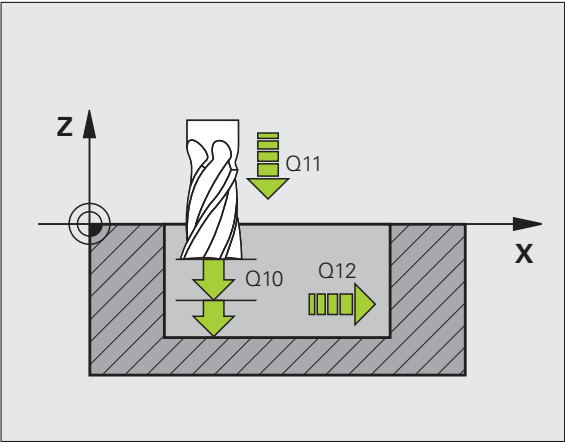


- ▶ **旋转方向？顺时针 = -1 Q9：**
加工方向：
+1:逆时针
-1:顺时针
或者：**PREDEF**
- ▶ **切入深度 Q10（增量值）：**每刀进给量。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q11：**切入时的刀具运动速度。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **FAUTO , FU , FZ**
- ▶ **粗加工进给速率 Q12：**铣削进给速率。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **FAUTO , FU , FZ**
- ▶ **侧面精加工余量 Q14（增量值）：**输入允许多次精加工加工的材料。如果输入 Q14 = 0，将把剩余的精加工余量全部清除掉。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **粗加工刀具 Q438 或 QS438：**TNC 用于粗加工轮廓型腔的刀具号或刀具名。按下 TOOL NAME（刀具名称）软键，输入刀名。退出输入框时，TNC 自动插入右引号。

刀具接近精加工路径的圆弧起点位于循环 22 的最外粗加工路径上。TNC 用粗加工刀具半径和循环 20 中定义的侧面精加工余量 Q3 之和计算起点。如果输入数字，输入范围 -1 至 +30000.9 ；如果输入名称，最多 32 个字符。

Q438=-1：用最近使用的刀具执行粗加工加工（标准特性）

Q438=0：假定粗加工刀具的半径为 0。这样可用循环 20 中定义的精加工余量 Q3 定义起点到轮廓的距离。



举例：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 ; 粗加工进给速率
Q14=+0 ; 侧面余量
Q438=+0 ; 粗加工刀具



7.9 轮廓链数据 (循环 270 , DIN/ISO : G270)

编程时注意：

根据需要，可用该循环定义循环 25 (轮廓链)和循环 276 (3-D 轮廓链) 的多个特性。



编程前注意：

循环 270 为定义生效，就是说只要在零件程序中定义了它，该循环就生效了。

只要定义另一个 SL 循环，TNC 立即复位循环 270 (不包括循环 25 和循环 276)。

如果使用循环 270，不能在轮廓子程序中定义任何半径补偿。

TNC 的接近和离开特性总相同 (对称)。

在循环 25 或循环 276 之前定义循环 270。

循环参数



- ▶ **接近 / 离开类型** Q390 : 接近或离开类型的定义。
 - Q390 = 1 :
沿相切圆弧接近轮廓。
 - Q390 = 2 :
沿相切直线接近轮廓。
 - 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 :
加工的轮廓未定义半径补偿。
 - Q391 = 1 :
加工的轮廓的左侧定义了半径补偿。
 - Q391 = 2 :
加工的轮廓的右侧定义了半径补偿。
- ▶ **接近 / 离开半径** Q392: 只当选择沿圆弧路径相切接近时才有效。接近 / 离开圆弧的半径：输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **中心角** Q393 : 只当选择沿圆弧路径相切接近时才有效。接近圆弧的角长。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **到辅助点距离** Q394: 只当选择沿直线或垂直相切接近时才有效。距离 TNC 接近轮廓的辅助点距离。输入范围 0 至 99999.9999

举例：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



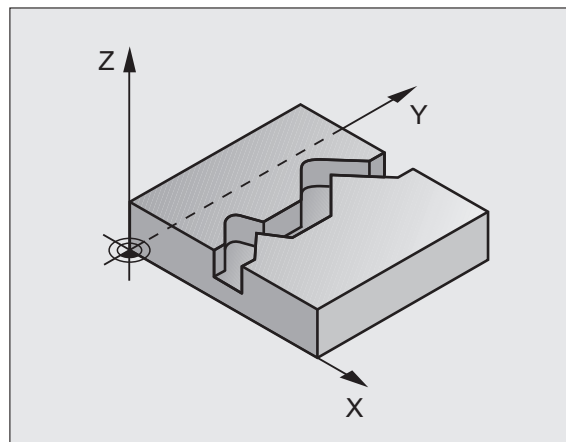
7.10 轮廓链（循环 25，DIN/ISO：G125）

循环运行

这个循环与循环 14（**轮廓几何**）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。
- 如果选择的刀具半径太大，可用**剩余材料的自动识别**功能对轮廓内角进行修复加工。
- 可用顺铣也可用逆铣方法加工轮廓。这种铣削甚至对单轴镜像的轮廓也有效。
- 刀具可以来回多次进给进行铣削（往复加工）：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。
- 循环 270（轮廓链数据）让用户可以轻松地定义循环 25 的特性。



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 25（**轮廓链**）时，循环 14（**轮廓几何**）中只允许定义一个轮廓程序。

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 4090 个。

与循环 25 一起使用时，TNC 不需要循环 20（**轮廓数据**）。

严禁在轮廓子程序中使用接近或离开程序段 **APPR/DEP**。

严禁在轮廓子程序中进行 Q 参数计算。

用**轮廓链数据**循环定义循环 25 的加工特性（参见第 200 页“**轮廓链数据**（循环 270，DIN/ISO：G270）”）。

**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。
- 如果对轮廓的接近和离开编程 **APPR** 和 **DEP** 程序段，TNC 监测这些程序段的执行是否导致轮廓损坏。

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

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
- ▶ **侧面精加工余量 Q3**（增量值）：加工面上的精加工余量。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **工件表面坐标 Q5**（绝对值）：工件表面相对工件原点的绝对坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二安全高度 Q7**（绝对值）：刀具与工件不会发生碰撞的绝对高度。循环结束时的退刀位置。输入范围-99999.9999 至 99999.9999 ；或 **PREDEF**
- ▶ **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 / 逆铣？逆铣 = -1 Q15**：
顺铣：输入值 = +1
逆铣：输入值 = -1
允许在多次进给中交替顺铣和逆铣：输入值 = 0
- ▶ **前次粗加工铣刀 Q18或QS18**：TNC在粗加工轮廓中已使用的刀号或刀名。按下 **TOOL NAME**（刀具名称）软键，输入刀名。退出输入框时，TNC 自动插入右引号。如果没有前次粗加工铣削，输入“0”：TNC 将用当前刀尽可能加工轮廓；如果输入刀号或刀名，TNC 将只加工不能用前次粗加工铣刀加工的轮廓部位。如果输入数字，输入范围 0 至 32767.9 ；如果输入名称，最多 32 个字符。
- ▶ **接受的剩余材料 Q446**：剩余材料厚度，从该厚度开始 TNC 不应再加工轮廓。默认值：0.01 mm
输入范围 0 至 +9.999
- ▶ **最大连接距离 Q447**：两个需半精加部位之间的最大距离，在该距离内刀具在加工深度位置沿轮廓运动，无退刀运动。输入范围 0 至 999
- ▶ **路径延长 Q448**：在轮廓起点和终点位置，刀具路径延长该长度。TNC 总是沿平行于轮廓方向延长刀具路径。半精加工的接近和离开特性必须在循环 270 中定义。输入范围 0 至 99.999

举例：NC 程序段

62 CYCL DEF 25 CONTOUR TRAIN	
Q1=-20	；铣削深度
Q3=+0	；侧面余量
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
Q18=0	；前次粗加工铣刀
Q446=0.01	；剩余材料
Q447=10	；连接距离
Q448=2	；路径延长



7.11 摆线槽（循环 275，DIN/ISO：G275）

循环运行

与循环 14（轮廓几何）共同使用时，该循环用摆线铣削方式完整加工开放式槽或轮廓槽。

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，因此单刀切削量大。而且，摆线铣削也易于机床操作人员使用。如果该铣削方式与自适应进给控制 AFC 软件选装项一起使用还能节省大量时间（参见《对话格式编程用户手册》）。

根据选择的循环参数，有以下加工方式：

- 完整加工：粗加工，侧面精加工
- 仅粗加工
- 仅侧面精加工

粗加工

开放式槽的轮廓描述必须用接近程序段（APPR）开始。

- 1 根据定位规则和 APPR 程序段中参数的定义将刀具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 沿圆弧运动粗加工槽至轮廓终点。圆弧运动期间，TNC 沿加工方向将刀具进给定义的尺寸（Q436）。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 重复这一过程直达到编程的槽深度。

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。

举例：摆线槽模式

```
0 BEGIN PGM CYC275 MM
...
12 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY
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
```

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**）中只允许定义一个轮廓程序。

在轮廓子程序中用所有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 4090 个。

与循环 275 一起使用时，TNC 不需要循环 20（**轮廓数据**）。

封闭轮廓的加工不能用循环 275。

**碰撞危险！**

小心碰撞。

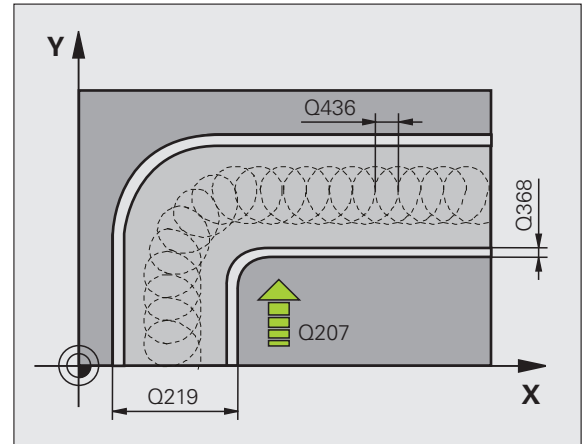
- 在循环 275 后不要立即用增量尺寸编程位置，因为编程位置为相对循环结束时的刀具位置。
- 将刀具移至各基本轴已定义的位置处（绝对位置），因为循环结束时刀具位置与循环开始时的刀具位置不同。

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。

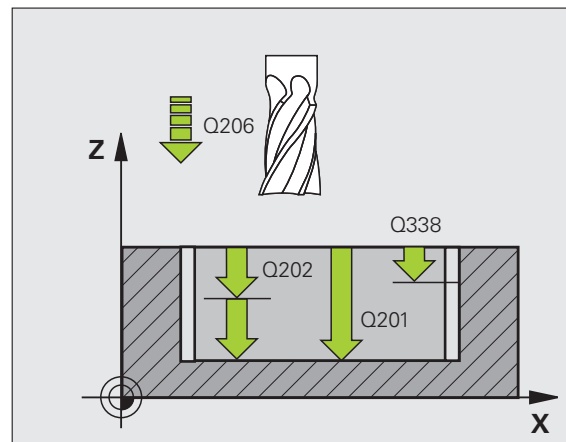
循环参数



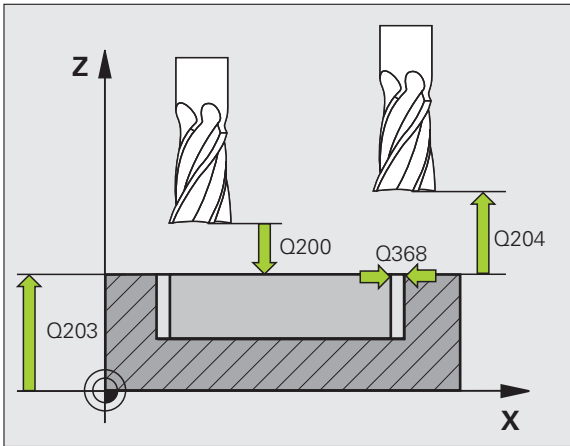
- ▶ **加工方式 (0/1/2) Q215** : 定义加工方式 :
 - 0** : 粗加工和精加工
 - 1** : 仅粗加工
 - 2** : 仅精加工
 如果精加工余量 (Q368) 定义值为 0 , TNC 也执行侧面精加工。
- ▶ **槽宽度 Q219**: 输入槽宽度 ; 如果输入的槽宽度等于刀具直径, TNC 将只加工轮廓线。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精加工余量 Q368 (增量值)** : 加工面上的精加工余量
- ▶ **每圈进给量 Q436 (绝对值)**: 刀具每转一圈 TNC 使刀具沿加工方向运动的距离值。输入范围 : 0 至 99999.9999
- ▶ **铣削进给速率 Q207** : 铣削时的刀具运动速度, 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
 或 **PREDEF**



- ▶ **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**：刀具移至深度位置期间的运动速度，单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**
- ▶ **精加工进给量 Q338**（增量值）：每刀进给量。
Q338=0：一次进刀精加工。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **精加工进给速率 Q385**：侧面精加工期间刀具的运动速度，单位 mm/min。输入范围 0 至 99999.9999；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）：工件表面绝对坐标。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。无论刀具表中如何定义切入角 **ANGLE**（角），TNC 都垂直切入。
 - 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 将显示出错信息。
 - 或者：**PREDEF**



举例：NC 程序段

8 CYCL DEF 275 TROCHOIDAL SLOT
Q215=0 ;加工操作
Q219=12 ;槽宽度
Q368=0.2; 侧面余量
Q436=2 ;每圈进给量
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
Q338=5 ;精加工进给量
Q385=500; 精加工进给速率
Q200=2 ;安全高度
Q203=+0 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q366=2 ;切入
9 CYCL CALL FMAX M3



7.123-D 轮廓链 (循环 276, DIN/ISO : G276)

循环运行

这个循环与循环 14 (轮廓几何) 一起用于加工开放或封闭轮廓。根据需要可用剩余材料的自动识别功能对轮廓的内角进行修复加工。

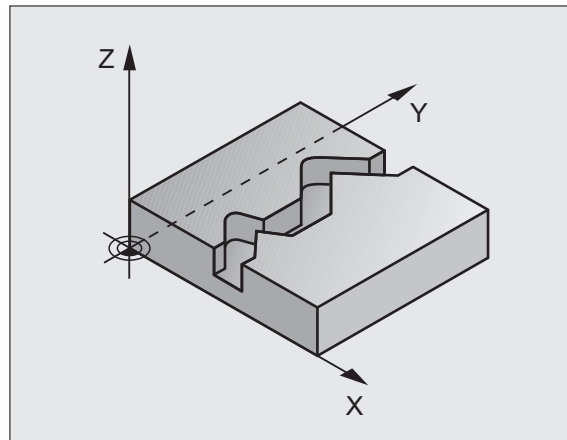
与循环 25 (轮廓链) 不同, 循环 276 (3-D 轮廓链) 还能识别轮廓子程序中定义的刀具轴坐标 (Z 轴)。例如, 用它能轻松加工 CAM 系统创建的轮廓。

无进给地加工轮廓: 铣削深度 $Q1=0$

- 1 刀具用定位规则移至所选加工方向第一轮廓点和所选的接近功能确定的起点加工位置。
- 2 沿相切圆弧接近轮廓并加工到终点。
- 3 刀具达到轮廓终点时, 刀具将相切退离轮廓。离开功能的执行方式与接近功能的执行方式相同。
- 4 最后, TNC 将刀具退至第二安全高度。

带进给地加工轮廓: 铣削深度 $Q1$ 不等于 0 且定义了切入深度 $Q10$

- 1 刀具用定位规则移至所选加工方向第一轮廓点和所选的接近功能确定的起点加工位置。
- 2 沿相切圆弧接近轮廓并加工到终点。
- 3 刀具达到轮廓终点时, 刀具将相切退离轮廓。离开功能的执行方式与接近功能的执行方式相同。
- 4 如果选择往复切入 ($Q15=0$), TNC 将刀具移至下个切入深度并加工轮廓直到达到原起点。否则, 刀具移至第二安全高度并返回加工起点位置。TNC 从该位置使刀具移至下个切入深度。离开功能的执行方式与接近功能的执行方式相同。
- 5 重复这一过程直到达到编程的深度。
- 6 最后, TNC 将刀具退至第二安全高度。



编程时注意：

轮廓子程序中的第一程序段必须有 X 轴、Y 轴和 Z 轴全部三个轴的坐标值。

循环参数 DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程 DEPTH=0（深度为零），TNC 用轮廓子程序中定义的刀具轴坐标执行循环。

用循环 25（**轮廓链**）时，循环 14（**轮廓几何**）中只允许定义一个轮廓程序。

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 4090 个。

与循环 276 一起使用时，TNC 不需要循环 20（**轮廓数据**）。

必须确保循环调用时刀具在沿刀具轴在工件上方；否则 TNC 生成出错信息。

用**轮廓链数据**循环定义循环 276 的加工特性（参见第 200 页“**轮廓链数据**（循环 270，DIN/ISO：G270）”）。

**碰撞危险！**

小心碰撞。

- 循环调用前，沿刀具轴定位刀具使 TNC 接近轮廓起点过程中不发生碰撞。如果循环调用时刀具实际位置低于第二安全高度，TNC 生成出错信息。
- 如果对轮廓的接近和离开编程 APPR 和 DEP 程序段，TNC 监测这些程序段的执行是否导致轮廓损坏。
- 在循环 276 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。

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。



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。如果编程的铣削深度 Q1 = 0 和切入深度 Q10 = 0，TNC 根据轮廓子程序中定义的 Z 轴坐标值加工轮廓。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **侧面精加工余量 Q3**（增量值）：加工面上的精加工余量。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二安全高度 Q7**（绝对值）：刀具与工件不会发生碰撞的绝对高度。循环结束时的退刀位置。输入范围-99999.9999 至 99999.9999 ；或 **PREDEF**
- ▶ **切入深度 Q10**（增量值）：每刀进给量。仅当定义的铣削深度 Q1 不等于 0 时有效。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 / 逆铣？逆铣 = -1 Q15**：
顺铣：输入值 = +1
逆铣：输入值 = -1
允许在多次进给中交替顺铣和逆铣：输入值 = 0
- ▶ **前次粗加工铣刀 Q18 或 QS18**：TNC 在粗加工轮廓中已使用的刀号或刀名。按下 TOOL NAME（刀具名称）软键，输入刀名。退出输入框时，TNC 自动插入右引号。如果没有前次粗加工铣削，输入“0”：TNC 将用当前刀尽可能加工轮廓；如果输入刀号或刀名，TNC 将只加工不能用前次粗加工铣刀加工的轮廓部位。如果输入数字，输入范围 0 至 32767.9 ；如果输入名称，最多 32 个字符。
- ▶ **接受的剩余材料 Q446**：剩余材料厚度，从该厚度开始 TNC 不应再加工轮廓。默认值：0.01 mm
输入范围 0 至 +9.999
- ▶ **最大连接距离 Q447**：两个需半精加部位之间的最大距离，在该距离内刀具在加工深度位置沿轮廓运动，无退刀运动。输入范围 0 至 999
- ▶ **路径延长 Q448**：在轮廓起点和终点位置，刀具路径延长该长度。TNC 总是沿平行于轮廓方向延长刀具路径。输入范围 0 至 99.999

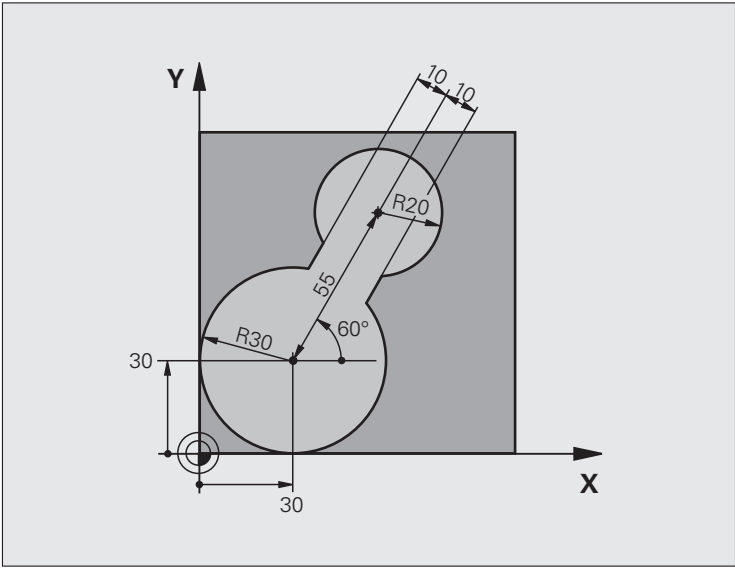
举例：NC 程序段

62 CYCL DEF 276 THREE-D CONTOUR TRAIN	
Q1=-20	；铣削深度
Q3=+0	；侧面余量
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
Q18=0	；前次粗加工铣刀
Q446=0.01	；剩余材料
Q447=10	；连接距离
Q448=2	；路径延长



7.13编程举例

举例：粗加工和半精加工一个型腔



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：前次粗加工刀，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 ; 刀具路径行距系数	
Q3=+0 ; 侧面余量	
Q4=+0 ; 底面余量	
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 ; 旋转方向	



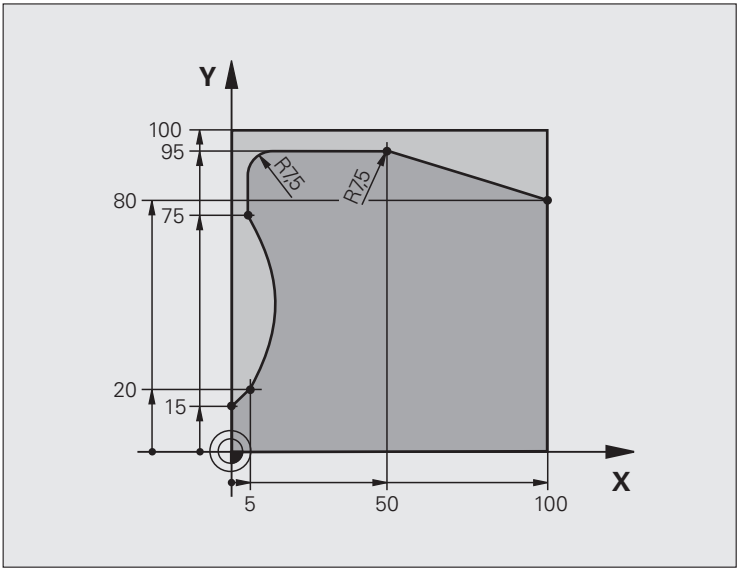
8 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	循环定义：前次粗加工
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=350 ;粗加工进给速率	
Q18=0 ;前次粗加工铣刀	
Q19=150 ;往复进给速率	
Q208=30000;退刀速率	
Q401=100;进给速率系数	
Q404=0 ;半精加工方式	
9 CYCL CALL M3	循环调用：前次粗加工
10 L Z+250 R0 FMAX M6	换刀
11 TOOL CALL 2 Z S3000	刀具调用：半精加工刀具，直径 15
12 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	定义半精加工循环
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=350 ;粗加工进给速率	
Q18=1 ;前次粗加工铣刀	
Q19=150 ;往复进给速率	
Q208=30000;退刀速率	
Q401=100;进给速率系数	
Q404=0 ;半精加工方式	
13 CYCL CALL M3	循环调用：半精加工
14 L Z+250 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
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	

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	调用粗加工 / 精加工刀具，直径 12
12 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	循环定义：粗加工
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=350 ;粗加工进给速率	
Q18=0 ;前次粗加工铣刀	
Q19=150 ;往复进给速率	
Q208=30000; 退刀速率	
Q401=100 ;进给速率系数	
Q404=0 ;半精加工方式	
13 CYCL CALL M3	循环调用：粗加工
14 CYCL DEF 23 FLOOR FINISHING	循环定义：底面精加工
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=200 ;粗加工进给速率	
Q208=30000; 退刀速率	
15 CYCL CALL	循环调用：底面精加工
16 CYCL DEF 24 SIDE FINISHING	循环定义：侧面精加工
Q9=+1 ;旋转方向	
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=400 ;粗加工进给速率	
Q14=+0 ;侧面余量	
17 CYCL CALL	循环调用：侧面精加工
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：左侧正方形凸台
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：右侧三角形凸台
39 L X+65 Y+42 RL	
37 L X+57	
38 L X+65 Y+58	
39 L X+73 Y+42	
40 LBL 0	
41 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
27（圆柱面）		页 223
28（圆柱面）铣键槽		页 226
29（在圆柱面）铣凸台		页 229
39（圆柱面）铣外轮廓		页 232



8.2 圆柱面（循环 27，DIN/ISO：G127，软件选装项 1）

循环运行

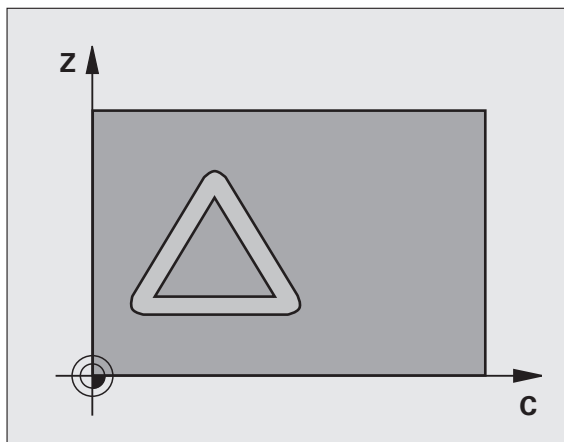
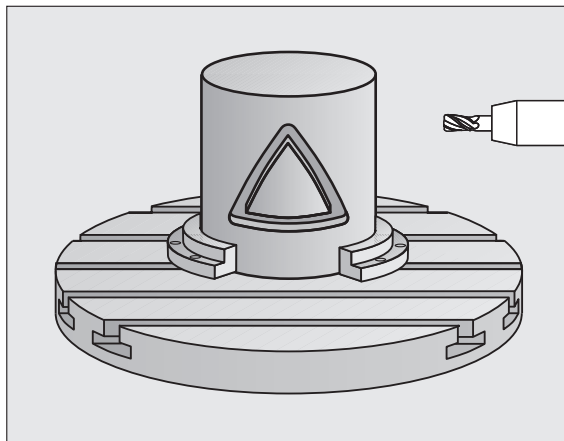
该循环用于用二维尺寸进行轮廓编程，然后将其卷成圆柱形进行 3-D 加工。如果要在圆柱面上铣导向槽，用循环 28。

在循环 14（轮廓）中，用子程序描述轮廓。

子程序中含旋转轴与其平行轴的坐标。例如旋转轴 C 平行于 Z 轴。可用的路径功能有 L、CHF、CR、RND、APPR（不含 APPR LCT）和 DEP。

旋转轴尺寸可根据需要用度数或毫米数（或英寸数）输入。可以在循环定义中选择所需的尺寸类型。

- 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 最后，刀具沿刀具轴退刀至第二安全高度或退刀至循环前的编程位置（取决于 MP7420）。



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。



在轮廓子程序的第一个 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 8192 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。

刀具轴必须垂直于回转工作台。否则，TNC 将显示出错信息。

本循环也可用于倾斜加工面。

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
- ▶ **侧面精加工余量 Q3**（增量值）：在圆柱展开面上的精加工余量。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；或 **PREDEF**
- ▶ **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？度 =0 毫米 / 英寸 =1** Q17：子程序旋转轴的尺寸可为度（0）或为毫米 / 英寸（1）。

举例：NC 程序段

63 CYCL DEF 27 CYLINDER SURFACE	
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



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

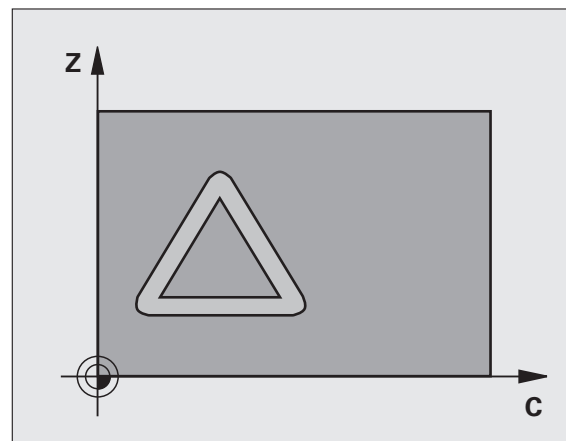
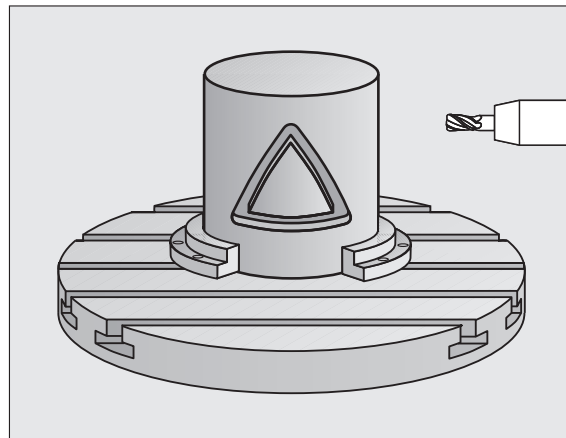
循环运行

本循环用于在两维平面中编程导向槽，然后将其转到圆柱面上。与循环 27 不同，用本循环时 TNC 调整刀具使半径补偿有效，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。为尽可能减小加工导致的变形，用参数 Q21 定义公差，TNC 用这个公差选择与被加工槽宽尽可能相近的刀具加工槽。

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 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，同时给槽壁留有精加工余量。
- 3 在轮廓结束处，TNC 将刀具移至对面槽壁并返回到进给点。
- 4 重复步骤 2 至 3，直至达到编程的铣削深度 Q1。
- 5 如果用 Q21 定义了公差，TNC 将尽可能平行地加工槽壁。
- 6 最后，刀具沿刀具轴退刀至第二安全高度或退刀至循环前的编程位置（取决于 MP7420）。



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。



在轮廓子程序的第一个 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 8192 个。

循环参数 DEPTH（深度）的代数符号决定加工方向。如果编程 $\text{DEPTH} = 0$ ，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。

刀具轴必须垂直于回转工作台。否则，TNC 将显示出错信息。

本循环也可用于倾斜加工面。

**碰撞危险！**

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还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
- ▶ **侧面精加工余量 Q3**（增量值）：槽壁的精加工余量。精加工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 ；或 **PREDEF**
- ▶ **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？度 =0 毫米 / 英寸 =1** Q17：子程序旋转轴的尺寸可为度（0）或为毫米 / 英寸（1）。
- ▶ **槽宽度 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。**建议**：用 0.02 mm 的公差。**功能不可用**：输入 0（默认设置）。输入范围 0 至 9.9999

举例：NC 程序段

63 CYCL DEF 28 CYLINDER SURFACE	
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
Q20=12	；槽宽度
Q21=0	；公差



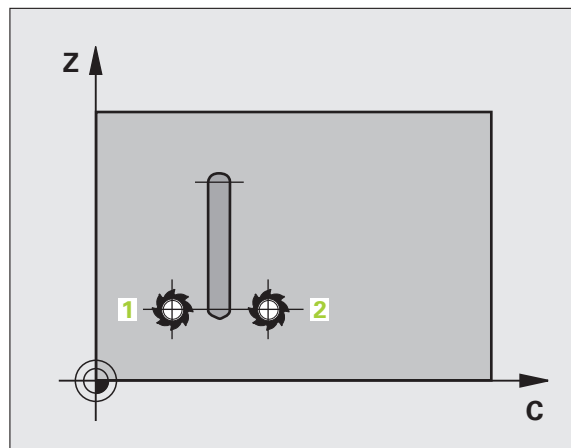
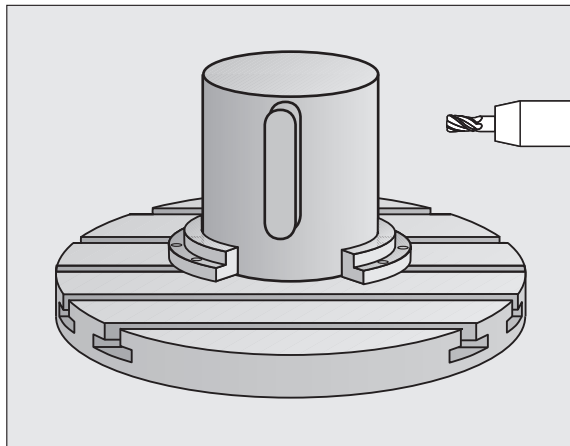
8.4 圆柱面，铣凸台（循环 29，DIN/ISO：G129，软件选装项 1）

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上方位置处。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。考虑侧面编程的精加工余量。
- 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第二安全高度或退刀至循环前的编程位置（取决于 MP7420）。



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。



在轮廓子程序的第一个 NC 程序段中必须编程圆柱面的两个坐标。

必须确保刀具具有充足的横向接近和退离轮廓空间。

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 8192 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。

必须将圆柱设置在回转工作台的中心。

刀具轴必须垂直于回转工作台。否则，TNC 将显示出错信息。

本循环也可用于倾斜加工面。

**碰撞危险！**

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还需要由机床制造商实施。



- ▶ **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
- ▶ **侧面精加工余量 Q3**（增量值）：凸台壁的精加工余量。精加工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 ；或 **PREDEF**
- ▶ **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？度 =0 毫米 / 英寸 =1** Q17：子程序旋转轴的尺寸可为度（0）或为毫米 / 英寸（1）。
- ▶ **凸台宽度 Q20**：被加工凸台的宽度。输入范围-99999.9999 至 99999.9999

举例：NC 程序段

63 CYCL DEF 29 CYLINDER SURFACE RIDGE	
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
Q20=12	；凸台宽度



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

循环运行

该循环用于在平面中编程开放式轮廓，然后将其卷成圆柱形进行 3-D 加工。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。

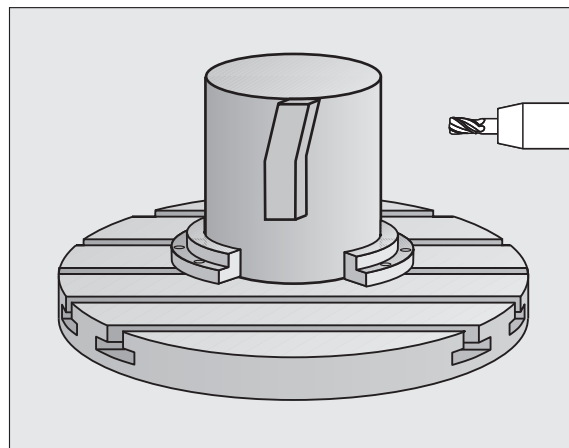
与循环 28 和 29 不同，用轮廓子程序定义被加工的实际轮廓。

- 1 TNC 将刀具定位在加工起点上方位置处。TNC 将起点定位在轮廓子程序中定义的第一点旁的位置处，偏移刀具直径尺寸（标准特性）
- 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 相切移至轮廓。考虑侧面编程的精加工余量。
- 3 在第一切入深度处，刀具以铣削进给速率 Q12 沿编程轮廓进行铣削直到加工完完整轮廓链。
- 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退刀至循环前的编程位置（取决于 MP7420）。



用 MP7680 bit 16 定义循环 39 的接近特性。

- Bit 16 = 0 :
相切接近和离开
- Bit 16 = 1 :
在轮廓起点位置垂直地移至深度位置，刀具非相切接近，在轮廓终点位置向上运动，非相切离开。



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。



在轮廓子程序的第一个 NC 程序段中必须编程圆柱面的两个坐标。

必须确保刀具具有充足的横向接近和退离轮廓空间。

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 8192 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。

必须将圆柱设置在回转工作台的中心。

刀具轴必须垂直于回转工作台。否则，TNC 将显示出错信息。

本循环也可用于倾斜加工面。

**碰撞危险！**

如果调用循环时主轴未转动，无论是 TNC 显示出错信息（bit 0=0）或不显示出错信息（bit 0=1），都要输入 MP7441 bit 0。该功能还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
- ▶ **侧面精加工余量 Q3**（增量值）：轮廓壁的精加工余量。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 ；或 **PREDEF**
- ▶ **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？度 =0 毫米 / 英寸 =1** Q17: 子程序旋转轴的尺寸可为度（0）或为毫米 / 英寸（1）。

举例：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

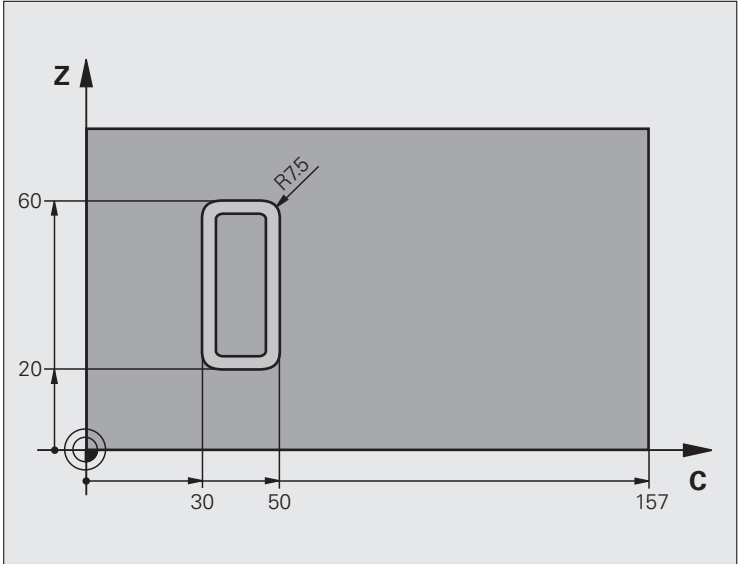


8.6 编程举例

举例：用循环 27 加工圆柱面

注意：

- 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
- 原点在回转工作台的圆心



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	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 27 CYLINDER SURFACE	定义加工参数
Q1=-7 ; 铣削深度	
Q3=+0 ; 侧面余量	
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	



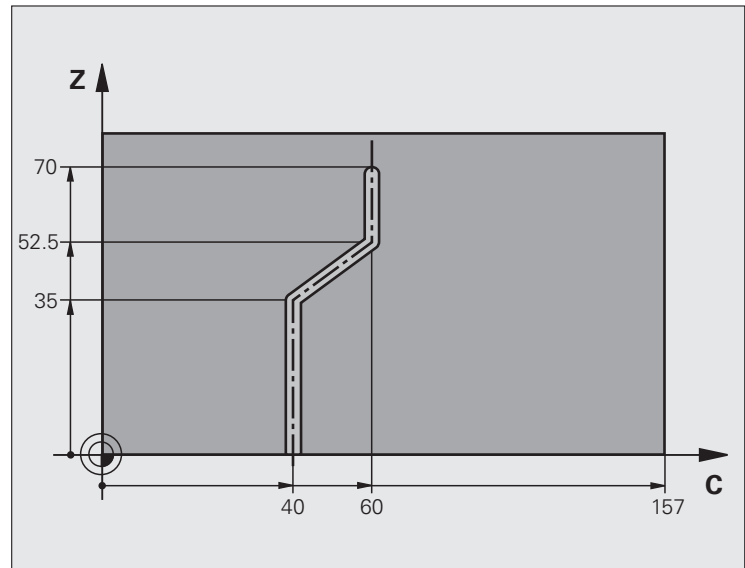
8 L C+0 R0 FMAX M13 M99	预定位回转工作台，主轴开启，调用循环
9 L Z+250 R0 FMAX	退刀
10 PLANE RESET TURN FMAX	转回，取消 PLANE 功能
11 M2	程序结束
12 LBL 1	轮廓子程序
13 L C+40 X+20 RL	旋转轴的数据为毫米单位（ Q17=1 ），由于摆动 90°，因此沿 X 轴运动
14 L C+50	
15 RND R7.5	
16 L X+60	
17 RND R7.5	
18 L IC-20	
19 RND R7.5	
20 L X+20	
21 RND R7.5	
22 L C+40	
23 LBL 0	
24 END PGM C27 MM	



举例：用循环 28 加工圆柱面

注意：

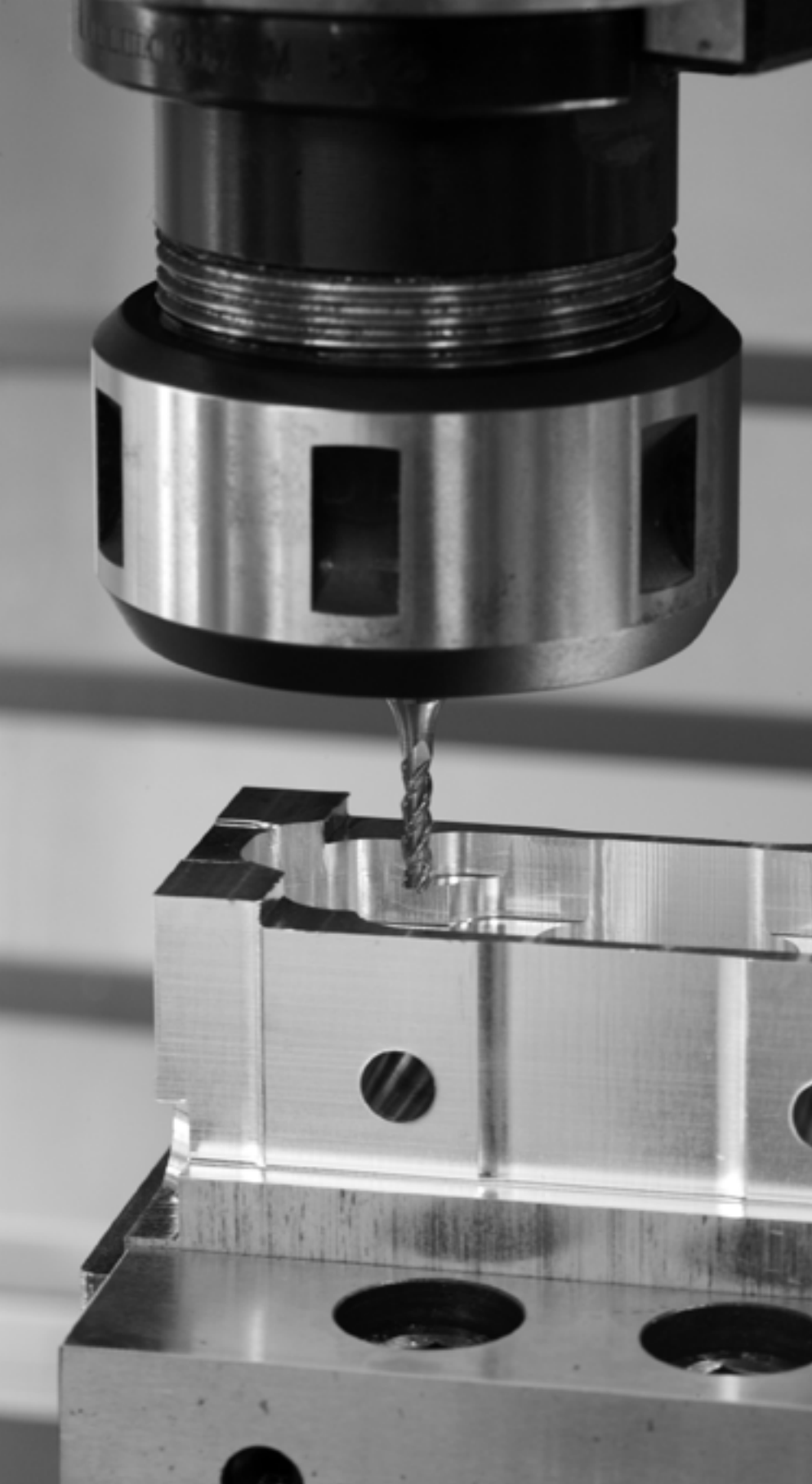
- 将圆柱放在回转工作台中心
- 用 B 轴铣头和 C 轴工作台加工
- 原点在回转工作台的圆心
- 在轮廓子程序中描述中点路径



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 ; 槽宽度	
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 C+40 X+0 RL	旋转轴的数据为毫米单位（ Q17=1 ），由于摆动 90°，因此沿 X 轴运动
14 L X+35	
15 L C+60 X+52.5	
16 L X+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

基础知识

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 **8192 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。

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。在轮廓公式中，只需将型腔变为负的，就可以将型腔转换为凸台。
- 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。支持辅助轴 U、V、W。

举例：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
```

举例：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 = "CIRCLE31XY"
3 DECLARE CONTOUR QC3 = "TRIANGLE"
4 DECLARE CONTOUR QC4 = "SQUARE"
5 QC10 = ( QC1 | QC3 | QC4 ) \ QC2
6 END PGM MODEL MM

0 BEGIN PGM CIRCLE1 MM
1 CC X+75 Y+50
2 LP PR+45 PA+0
3 CP IPA+360 DR+
4 END PGM CIRCLE1 MM

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

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 轴为刀具轴，圆弧在 Z/X 平面中）。
- 轮廓可以按顺铣或逆铣方式加工。



机床参数 MP7420 用于确定循环 21 至 24 结束时刀具位置。

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）。

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：

-  ▶ 显示特殊功能的软键行
-  ▶ 选择轮廓和点加工功能菜单
-  ▶ 选择 **COMPLEX CONTOUR FORMULA**（复杂轮廓公式）
-  ▶ 按下 **SEL CONTOUR**（选择轮廓）软键
-  ▶ 按下 **WINDOW SELECTION**（窗口选择）软键：TNC 层叠显示用于选择有轮廓定义程序的窗口。
- ▶ 用箭头键或用鼠标点击选择程序，按下 **ENT** 键确认：TNC 将完整路径名输入在 **SEL CONTOUR**（选择轮廓）程序段中
- ▶ 用 **ENT** 键结束该功能
- ▶ 输入有轮廓定义的程序全名，并用 **END** 键确认

也可以直接用键盘输入程序名或有轮廓定义程序的完整路径名。



在 SL 循环之前编程 **SEL CONTOUR**（选择轮廓）程序段。如果用 **SEL CONTOUR**（选择轮廓）功能，就不必须用**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)：

-  ► 显示特殊功能的软键行
-  ► 选择轮廓和点加工功能菜单
-  ► 选择 COMPLEX CONTOUR FORMULA (复杂轮廓公式)
-  ► 按下 DECLARE CONTOUR (声明轮廓) 软键
-  ► 输入轮廓标识符 **QC**，并用 ENT 键确认
-  ► 按下 WINDOW SELECTION (窗口选择) 软键：TNC 层叠显示用于选择被调用程序的窗口
- 用箭头键或用鼠标点击选择有轮廓描述的程序，并按下 ENT 键确认：TNC 将完整路径名输入在 **DECLARE CONTOUR** (声明轮廓) 程序段中
- 为所选轮廓定义单独深度
- 用 ENT 键结束该功能

也可以直接用键盘输入有轮廓描述的程序名或程序的完整路径名。



用输入的轮廓标识符 **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)。

输入复杂轮廓公式

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
- 复杂
轮廓
公式

▶ 选择 COMPLEX CONTOUR FORMULA (复杂轮廓公式)
- 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 $QC12 = QC5 \wedge QC25$	
余或 例如 $QC25 = QC1 \setminus QC2$	
轮廓区域的余 例如 $QC12 = \#QC11$	
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

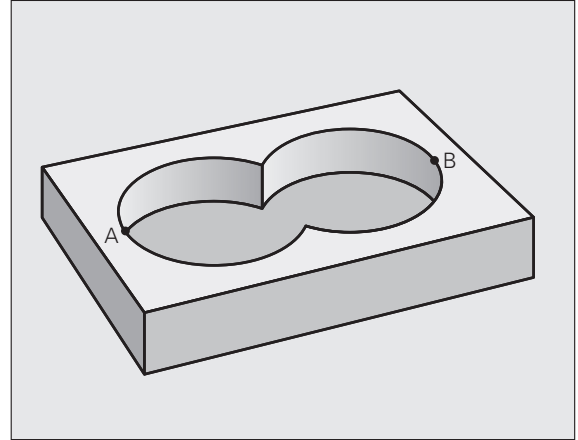


以下程序举例是轮廓定义程序中的轮廓描述程序。轮廓定义程序通过实际主程序的 **SEL CONTOUR**（选择轮廓）功能调用。

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：

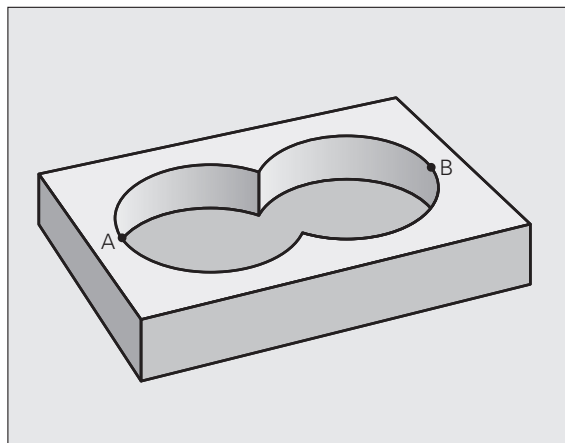
- 必须在单独程序中输入 A 区和 B 区，不用半径补偿。
- 在轮廓公式中，A 区和 B 区用“或”函数处理。

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 ...

```



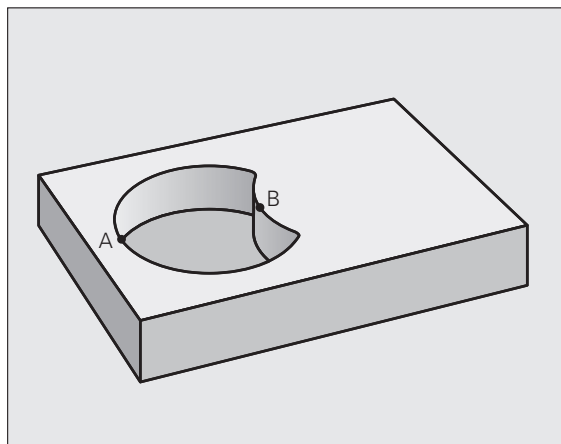
不含的区域

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 A 区用 “余或” 函数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 ...
```

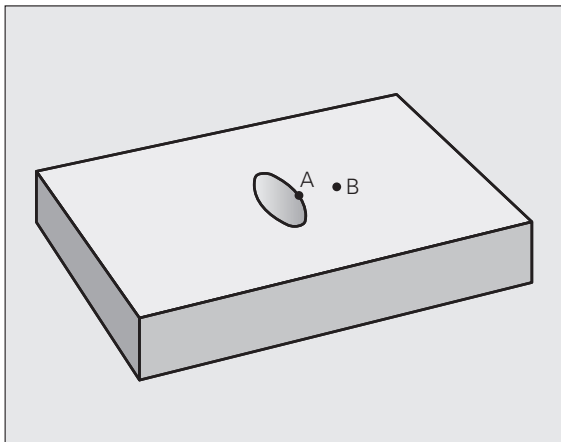
**重叠区域**

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。

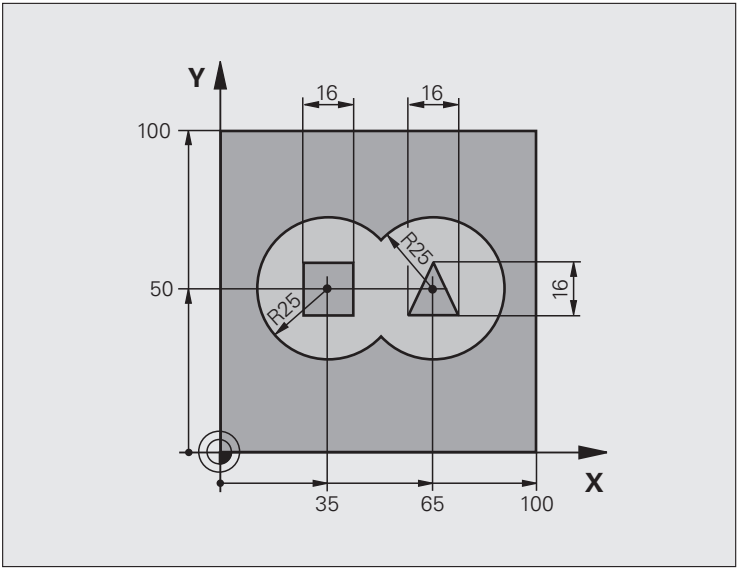
轮廓定义程序：

```
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（参见第 182 页 “概要”）。

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 ;MILLING DEPTH	
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 ; 旋转方向	
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 ; 粗铣进给速率	
Q18=0 ; 粗加铣刀	
Q19=150 ; 往复进给速率	
Q401=100 ;FEED RATE FACTOR	
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 ; 粗铣进给速率	
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 ; 粗铣进给速率	
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	退刀，程序结束
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 CIRCLE1 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 CIRCLE1 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。可编程的元素数量大约达 **8192 个**。

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。支持辅助轴 U、V、W。

举例：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
```



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 轴为刀具轴，圆弧在 Z/X 平面中）。
- 轮廓可以按顺铣或逆铣方式加工。



机床参数 MP7420 用于确定循环 21 至 24 结束时刀具位置。

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。

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

CONTOUR
DEF

- ▶ 按下 CONTOUR DEF (轮廓定义) 软键。TNC 打开输入轮廓公式的对话框

- ▶ 用 WINDOW SELECTION (窗口选择) 软键选择第一个子轮廓或直接输入子轮廓。第一个子轮廓必须为最深的型腔。按下 ENT 键确认

孤岛

- ▶ 用软键指定相邻子轮廓是型腔还是凸台。按下 ENT 键确认

- ▶ 用 WINDOW SELECTION (窗口选择) 软键选择第二个子轮廓或直接输入子轮廓。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（参见第 182 页“概要”）。





10

固定循环：多道铣



10.1基础知识

概要

TNC 提供 4 个有以下特征表面的加工循环：

- 用 CAD/CAM 系统创建的
- 平矩形表面
- 平斜面
- 任何倾斜方向的表面
- 曲面

循环	软键	页
循环 30（运行 3-D 数据） 用于多次进给的 3-D 数据的多道铣		页 257
循环 230（多道铣） 用于铣平矩形表面		页 259
循环 231（规则表面） 斜面或曲面		页 261
循环 232（端面铣） 用于水平矩形表面，大面积和多道进给		页 265



10.2运行 3-D 数据（循环 30， DIN/ISO：G60）

循环运行

- 1 TNC 由当前位置沿刀具轴以快移速度 **FMAX** 将刀具定位在循环编程 MAX 点上方的安全高度处。
- 2 刀具再以 **FMAX** 快移速度在加工面上移至循环编程的 MIN 点处。
- 3 由该点，刀具以切入进给速率进刀至第一轮廓点。
- 4 然后 TNC 连续以**铣削进给速率**加工数字化数据文件中的所有点。根据需要，如果 TNC 将在某些不需要加工的部位，在两个加工步骤之间退刀至**安全高度**。
- 5 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：

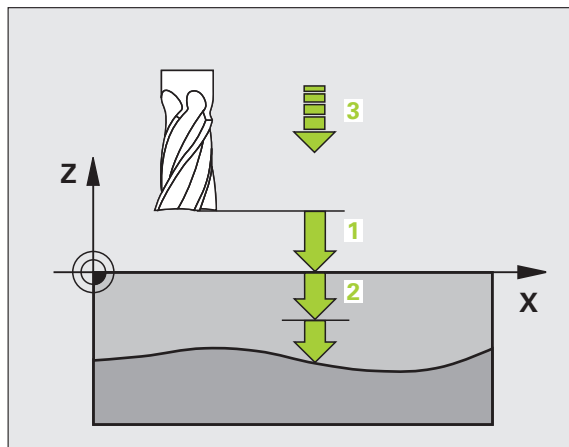
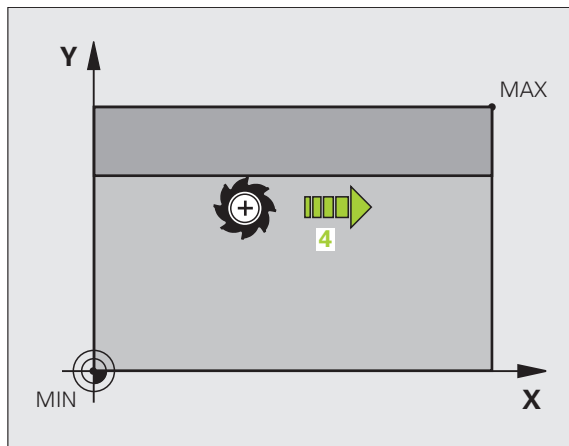


可以特意用循环 30 以多道进给运动运行脱机创建的对话框程序。

循环参数

30
铣削
3-D数据

- ▶ **程序命名 3-D 数据**: 输入保存轮廓数据程序的文件名。如果文件未保存在当前目录中, 输入完整路径。最多可以输入 254 个字符。
- ▶ **加工区的 MIN (最小) 点**: 需铣削的加工区内的最小坐标 (X、Y 和 Z 坐标)。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **加工区的 Max (最大) 点**: 需铣削的加工区内的最大坐标 (X、Y 和 Z 坐标)。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **安全高度 1 (增量值)**: 刀具用快移速度运动时刀尖与工件表面之间的距离。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入深度 2 (增量值)**: 每刀进给量。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 3**: 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**
- ▶ **铣削进给速率 4**: 铣削时刀具移动速度, 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **FAUTO**
- ▶ **辅助功能 M**: 可选输入一个或两个辅助功能, 例如 M13。输入范围 0 至 999



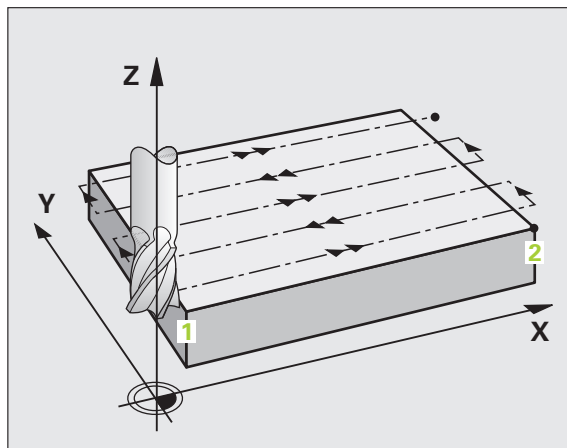
举例：NC 程序段

```
64 CYCL DEF 30.0 RUN 3-D DATA
65 CYCL DEF 30.1 PGM DIGIT.: BSP.H
66 CYCL DEF 30.2 X+0 Y+0 Z-20
67 CYCL DEF 30.3 X+100 Y+100 Z+0
68 CYCL DEF 30.4 SETUP 2
69 CYCL DEF 30.5 PECKG -5 F100
70 CYCL DEF 30.6 F350 M8
```

10.3多道铣 (循环 230 , DIN/ISO : G230)

循环运行

- 1 TNC 由加工面上的当前位置, 用快移速度 **FMAX** 将刀具定位在起点位置 **1** ; 刀具向左和向上移动其半径距离。
- 2 然后, 以 **FMAX** 快速移动速度沿刀具轴将刀具移至安全高度处。由该位置, 刀具用切入进给速率接近刀具轴的编程起点位置。
- 3 刀具用编程的铣削进给速率移至终点 **2**。TNC 用编程起点、编程长度和刀具半径计算终点位置。
- 4 TNC 用换道进给速率将刀具偏置到下一道的起点位置处。偏置量由编程宽度和铣削道数计算得到。
- 5 然后, 刀具沿与第一轴的相反方向返回。
- 6 重复多道铣直到加工完编程表面。
- 7 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：



TNC 将刀具从当前位置定位在起点位置、先沿加工面运动和再沿主轴坐标轴运动。

这样预定位刀具能避免与工件或夹具的碰撞。



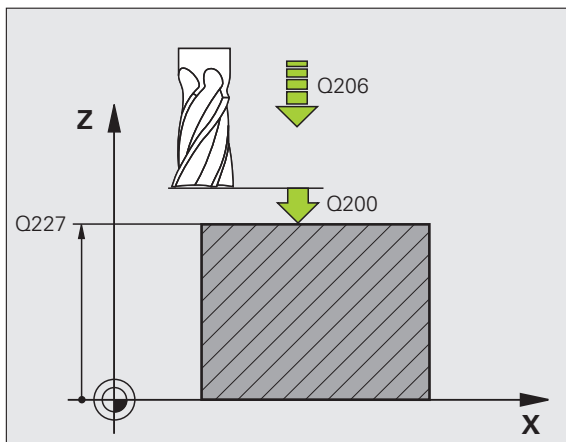
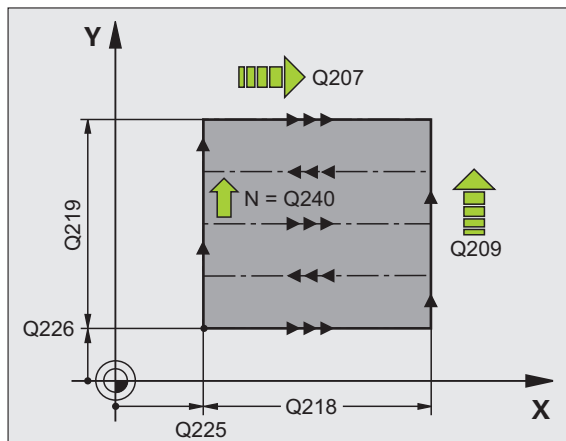
碰撞危险！

输入 MP7441 bit 0 的值, 以确定循环调用时如果主轴未旋转 TNC 是否输出出错信息, 输出 (bit 0=0) 或不输出 (bit 0=1)。这个功能也需要由机床制造商实施。

循环参数



- ▶ **第一轴起点 Q225 (绝对值)** : 需进行多道铣的表面在加工面参考轴方向的最小点坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴起点 Q226 (绝对值)** : 需进行多道铣的表面在加工面辅助轴方向的最小点坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第三轴起点 Q227 (绝对值)** : 执行多道铣时主轴坐标轴方向的高度。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **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)** : 要被多道铣的表面在加工面上沿辅助轴的长度, 相对第 2 轴的起点。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切削次数 Q240** : 全宽上铣削的道数。输入范围 0 至 99999
- ▶ **切入进给速率 Q206** : 由安全高度移至铣削深度处的刀具移动速度, 单位为 mm/min。输入范围为 0 至 99999.9999 ; 或 **FAUTO, FU, FZ**
- ▶ **铣削进给速率 Q207** : 铣削时的刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围为 0 至 99999.9999 ; 或 **FAUTO, FU, FZ**
- ▶ **换道进给速率 Q209** : 刀具移至下一道时的运动速度, 单位为 mm/min。如果在被加工材料上横向移动刀具, 输入的 Q209 需小于 Q207。如果空刀横向移动, Q209 可以大于 Q207。输入范围为 0 至 99999.9999 ; 或 **FAUTO, FU, FZ**
- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)** : 循环开始和结束时刀具进行定位的刀尖与铣削深度间的距离。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF** (预定义)



举例：NC 程序段

71 CYCL DEF 230 MULTIPASS MILLING

Q225=+10; 第一轴起点

Q226=+12; 第二轴起点

Q227=+2.5; 第三轴起点

Q218=150; 第一侧边长度

Q219=75 ; 第二侧边长度

Q240=25 ; 铣削次数

Q206=150; 切入进给速率

Q207=500; 铣削进给速率

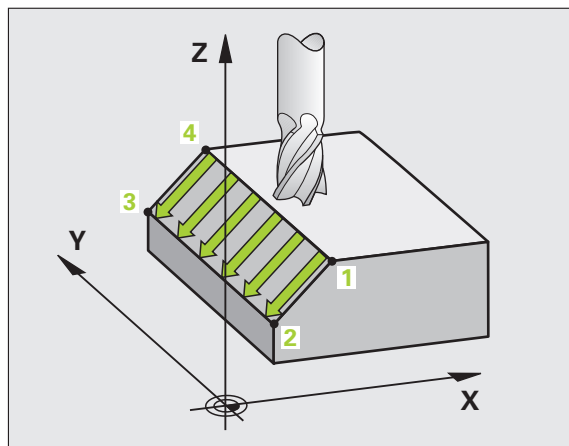
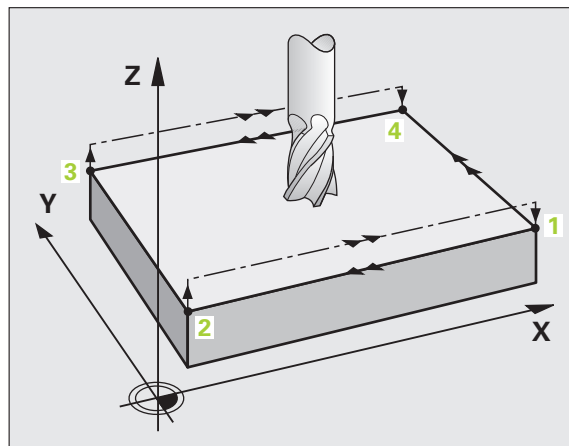
Q209=200; 换道进给速率

Q200=2 ; 安全高度

10.4规则表面（循环 231， DIN/ISO：G231）

循环运行

- 1 TNC 将刀具从当前位置以直线 3-D 运动移至起点 **1**。
- 2 然后用编程铣削进给速率继续移至终点 **2**。
- 3 刀具从该点用 **FMAX** 快移速度沿正刀具轴方向移动刀具直径距离，然后返回起点 **1**。
- 4 TNC 在起点 **1** 位置将刀具返回至最后运动的 Z 轴坐标位置。
- 5 TNC 再沿全部三个坐标轴方向由点 **1** 向点 **4** 方向移至下一行。
- 6 刀具从该点移至该道的终点。TNC 用点 **2** 计算终点，并向点 **3** 方向运动。
- 7 重复多道铣直到加工完编程表面。
- 8 循环结束时，刀具定位在主轴坐标轴的最高编程位置处，并偏置刀具直径的距离。



切削运动

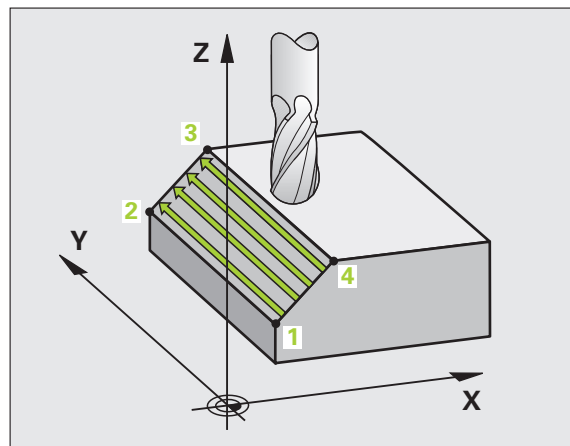
因此,起点和切削方向是可选的,因为 TNC 一定由点 **1** 移至点 **2** 和总运动距离为点 **1** / **2** 至点 **3** / **4**。可以将被加工面的任何角点编程为点 **1**。

如果用立铣刀加工,以下方法可优化表面光洁度:

- 小角度斜面刨削 (点 **1** 的主轴坐标大于点 **2** 的主轴坐标)。
- 大角度斜面拉削 (点 **1** 的主轴坐标小于点 **2** 的主轴坐标)。
- 铣曲面时,编程主切削方向 (由点 **1** 至点 **2**) 平行于倾斜角较大的方向。

如果用球头铣刀加工,以下方法可优化表面光洁度:

- 铣曲面时,编程主切削方向 (由点 **1** 至点 **2**) 垂直于倾斜角最大的方向。



编程时注意:



TNC 从当前位置使刀具沿直线 3-D 运动到起点 **1**。这样预定位刀具能避免与工件或夹具的碰撞。

TNC 用刀具半径补偿 R0 移至编程位置。

根据需要,用中心切削刃的立铣刀 (ISO 1641)。



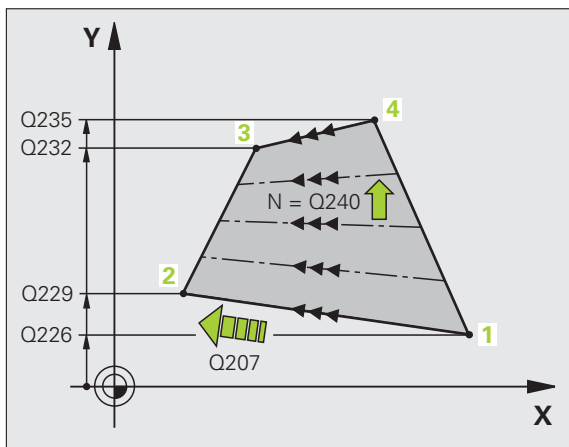
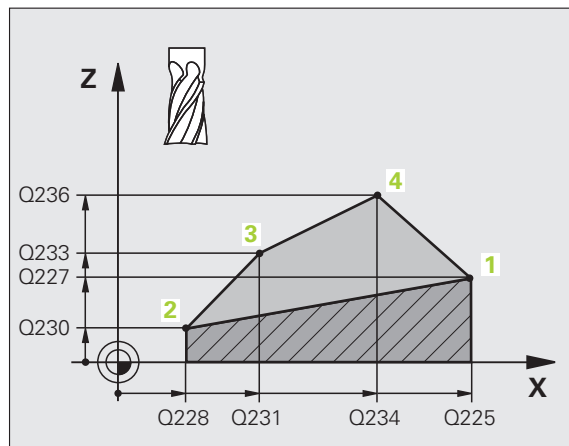
碰撞危险!

输入 MP7441 bit 0 的值,以确定循环调用时如果主轴未旋转 TNC 是否输出出错信息,输出 (bit 0=0) 或不输出 (bit 0=1)。这个功能也需要由机床制造商实施。

循环参数



- ▶ **第一轴起点 Q225 (绝对值)** : 需要进行多道铣的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)** : 需要进行多道铣的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)** : 需要进行多道铣的表面沿刀具轴的起点坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第一轴的第二点 Q228 (绝对值)** : 需要进行多道铣的表面在加工面参考轴方向的终点坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴的第二点 Q229 (绝对值)** : 需要进行多道铣的表面在加工面辅助轴方向的终点坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第三轴的第二点 Q230 (绝对值)** : 需要进行多道铣的表面沿主轴坐标轴的终点坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第一轴的第三点 Q231 (绝对值)** : 点 **3** 沿加工面参考轴的坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴的第三点 Q232 (绝对值)** : 点 **3** 沿加工面辅助轴的坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第三轴的第三点 Q233 (绝对值)** : 点 **3** 沿主轴坐标轴的坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999



- ▶ **第一轴的第四点 Q234（绝对值）：**点 4 沿加工面参考轴的坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴的第四点 Q235（绝对值）：**点 4 沿加工面辅助轴的坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第三轴的第四点 Q236（绝对值）：**点 4 沿主轴坐标轴的坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切削次数 Q240：**点 1 与 4，点 2 与 3 间切削次数。输入范围 0 至 99999
- ▶ **铣削进给速率 Q207：**铣削时刀具移动速度，单位为 mm/min。TNC 用编程进给速率的一半速度执行第一道铣削。输入范围为 0 至 99999.999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**

举例：NC 程序段

72 CYCL DEF 231 RULED SURFACE
Q225=+0；第一轴起点
Q226=+5；第二轴起点
Q227=-2；第三轴起点
Q228=+100；第二点第一轴
Q229=+15；第二点第二轴
Q230=+5；第二点第三轴
Q231=+15；第三点第一轴
Q232=+125；第三点第二轴
Q233=+25；第三点第三轴
Q234=+15；第四点第一轴
Q235=+125；第四点第二轴
Q236=+25；第四点第三轴
Q240=40；铣削次数
Q207=500；铣削进给速率



10.5 端面铣 (循环 232, DIN/ISO : G232)

循环运行

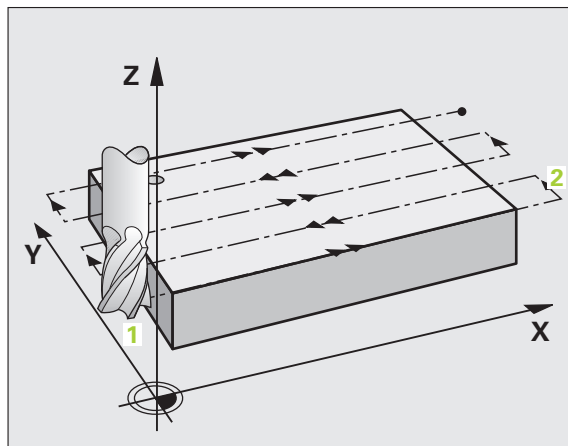
循环 232 用于用多道进给铣平端面，同时考虑精铣余量。有三种可用的加工方法：

- 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，在被加工的表面内叠加
- 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，TNC 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 TNC 计算的第一切入深度处。

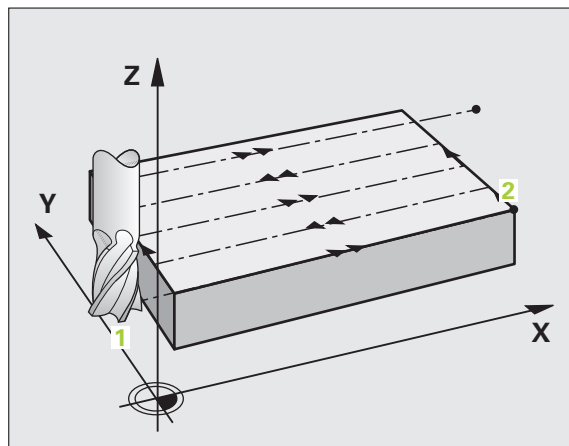
方式 Q389=0

- 3 然后用编程的铣削进给速率继续移至终点 **2**。终点在表面外。TNC 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 用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** 快移速度退刀至第二安全高度处。



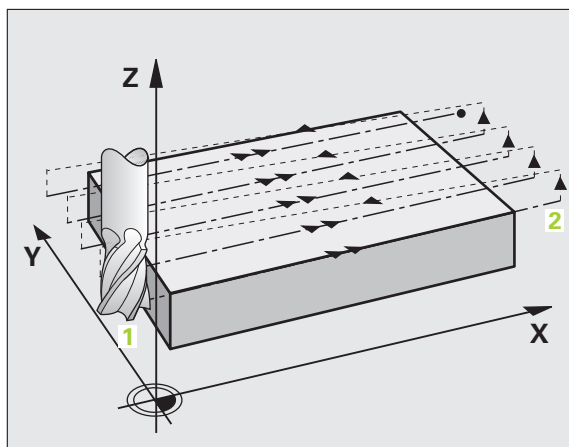
方式 Q389=1

- 3 然后用编程的铣削进给速率继续移至终点 **2**。终点在表面内。TNC 用编程起点, 编程长度和刀具半径计算终点位置。
- 4 TNC 用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。移到下一行的运动在工件范围内。
- 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** 快移速度退刀至第二安全高度处。



方式 Q389=2

- 3 然后用编程的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 重复这个铣削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** 快移速度退刀至第二安全高度处。



编程时注意：

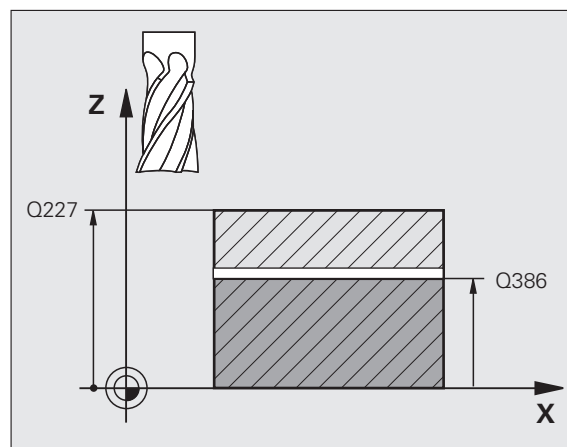
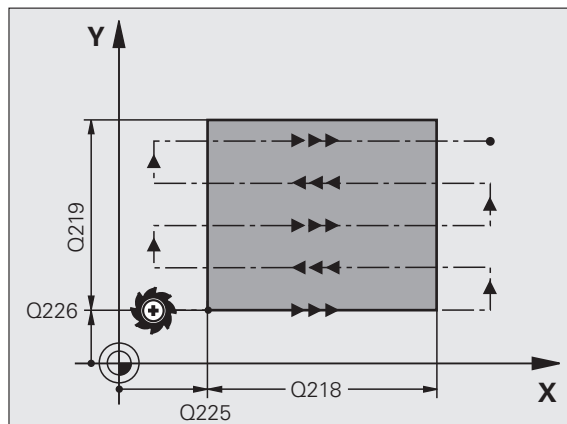
在 Q204 中输入第二安全高度使工件或夹具不能碰撞。

**碰撞危险！**

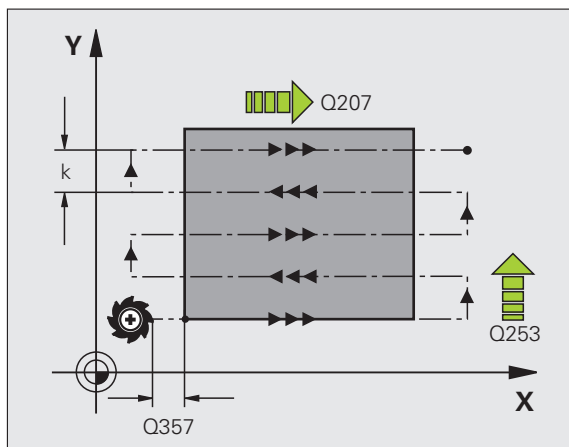
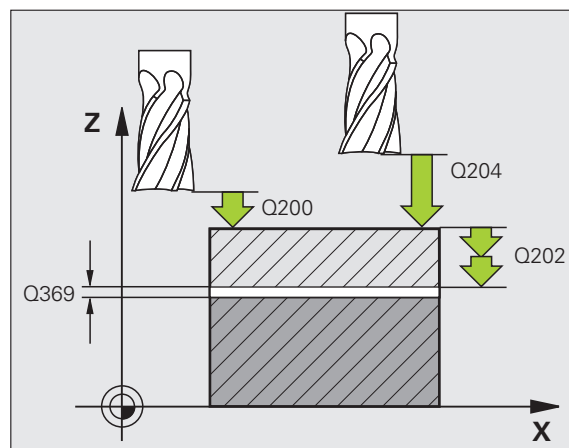
输入 MP7441 bit 0 的值，以确定循环调用时如果主轴未旋转 TNC 是否输出出错信息，输出 (bit 0=0) 或不输出 (bit 0=1)。这个功能也需要由机床制造商实施。

循环参数

- ▶ **加工方式 (0/1/2) Q389**：指定 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，在被加工表面内以铣削进给速率换道
 - 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)**：需要进行多道铣的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
- ▶ **第三轴的终点 Q386 (绝对值)**：需要铣削的端面在主坐标轴方向的坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999



- ▶ **第一侧边长度 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**。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。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 ; 或 **PREDEF** (预定义)



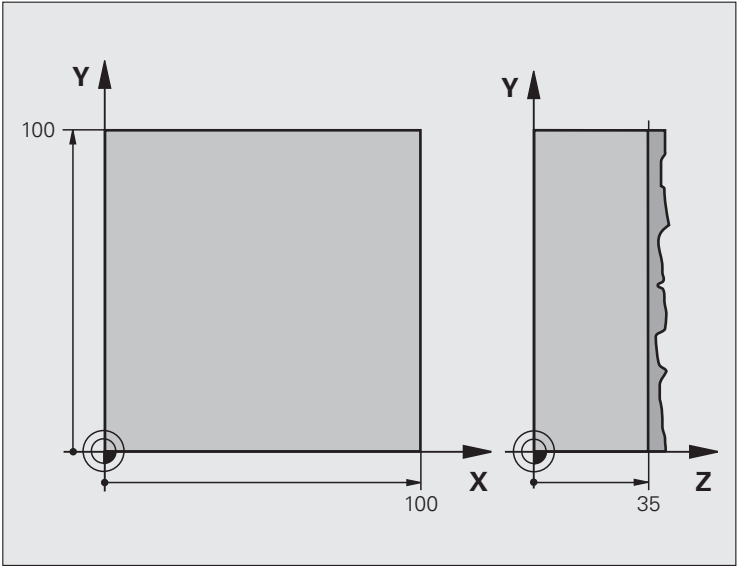
- ▶ **铣削进给速率** Q207：铣削时的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围为 0 至 99999.9999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**
- ▶ **精铣进给速率** Q385：最后一次进给铣削的刀具移动速度，单位为 mm/min。输入范围为 0 至 99999.9999；或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**
- ▶ **预定位进给速率** Q253：刀具接近起点和移至下一道时的运动速度，单位为 mm/min。如果刀具横向移向材料（Q389=1），TNC 将用铣削进给速率 Q207 运动刀具。输入范围 0 至 99999.9999；或 **FMAX**，**FAUTO**，**PREDEF**（预定义）
- ▶ **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 进行铣削加工，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；或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **侧面安全距离** Q357（增量值）：刀具接近第一切入深度时刀具距工件侧边的安全距离，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（夹具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**（预定义）

举例：NC 程序段

71 CYCL DEF 232 FACE MILLING
Q389=2 ;加工方式
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;第一侧边长度
Q219=75 ;2ND SIDE LENGTH
Q202=2 ;最大切入深度
Q369=0.5 ;底面精铣余量
Q370=1 ;最大行距
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

10.6编程举例

举例：多道铣



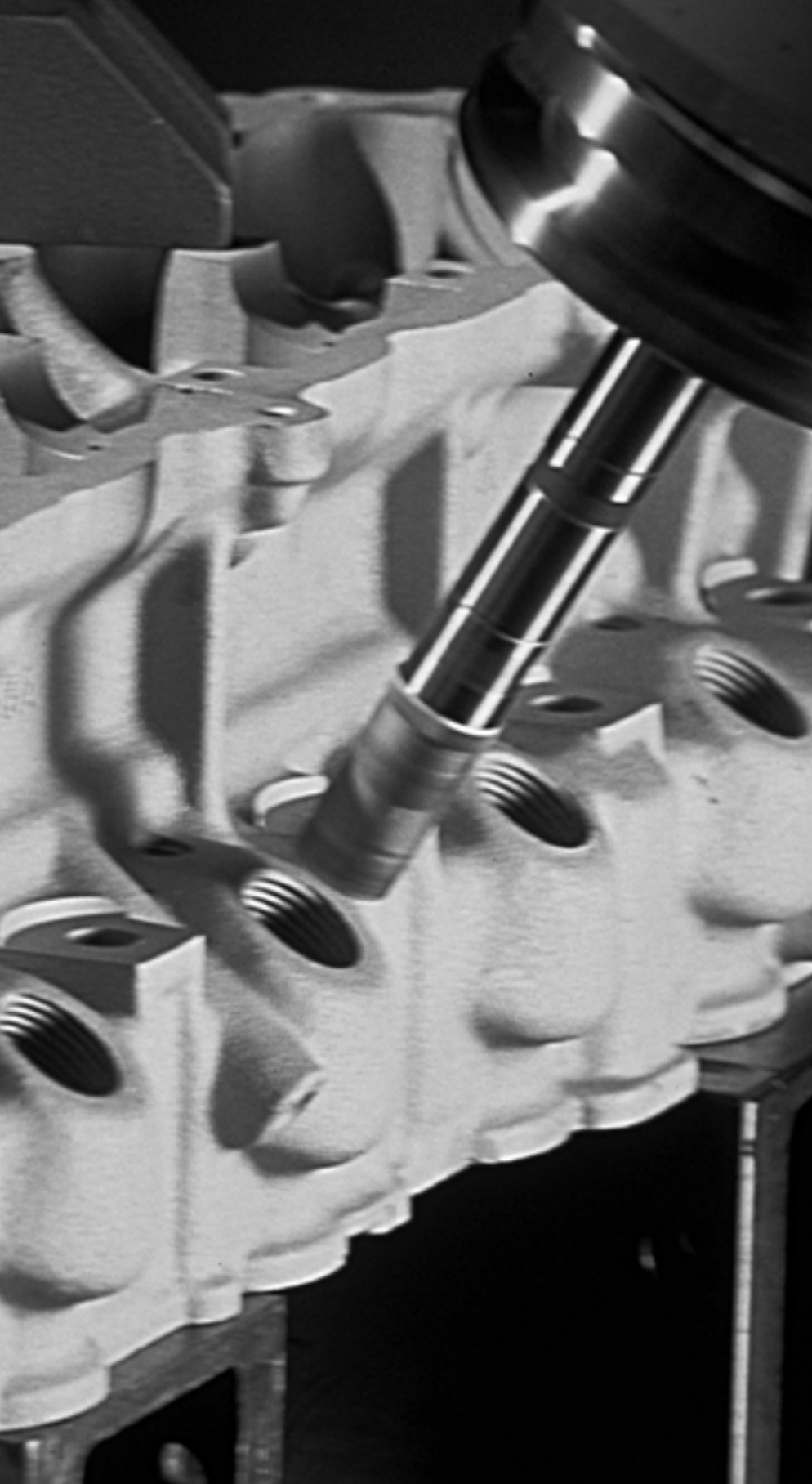
0 BEGIN PGM C230 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z+0	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+40	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5	刀具定义
4 TOOL CALL 1 Z S3500	刀具调用
5 L Z+250 R0 FMAX	退刀
6 CYCL DEF 230 MULTIPASS MILLING	循环定义：多道铣
Q225=+0 ;第一轴起点	
Q226=+0 ;第二轴起点	
Q227=+35; 第三轴起点	
Q218=100 ;第一侧边长度	
Q219=100 ;第二侧边长度	
Q240=25 ;铣削次数	
Q206=250 ;切入进给速率	
Q207=400 ;铣削进给速率	
Q209=150 ;换道进给速率	
Q200=2 ;安全高度	



7 L X+-25 Y+0 R0 FMAX M3	预定位到起点位置附近
8 CYCL CALL	循环调用
9 L Z+250 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
10 END PGM C230 MM	







11

循环：坐标变换



11.1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（原点平移） 在程序内或用原点表直接平移轮廓		页 275
循环 247（原点设置） 程序运行时设置原点		页 282
循环 8（镜像） 镜像轮廓		页 283
循环 10（旋转） 在加工面内旋转轮廓		页 285
循环 11（缩放） 放大或缩小轮廓尺寸		页 287
循环 26（特定轴的缩放系数） 用于放大或缩小各轴的轮廓尺寸的缩放系数		页 289
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		页 291

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 PGM（结束程序段）程序段（取决于 MP7300）。
- 选择一个新程序
- 编程辅助功能 M142（清除模态程序信息）。

11.2 原点平移 (循环 7, DIN/ISO : G54)

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。

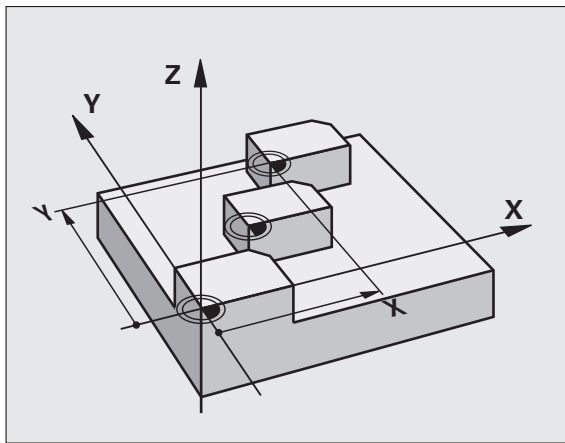
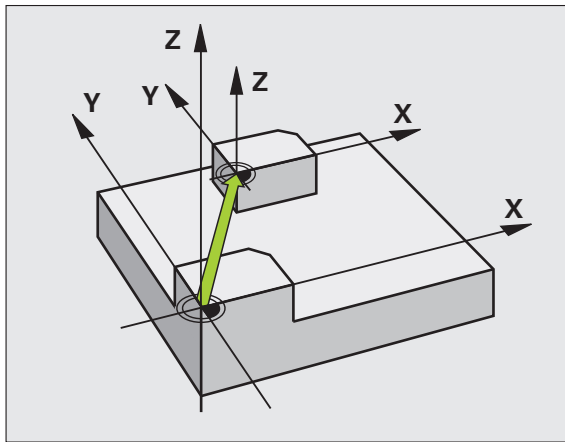
“原点平移”循环定义后，全部坐标数据都将基于新原点。TNC 在附加状态栏显示各轴的原点平移。也允许输入旋转轴。

复位

- 直接用循环定义编程原点平移至坐标 $X=0$, $Y=0$ 等。
- 用 **TRANS DATUM RESET** (坐标变换原点复位) 功能。
- 调用原点平移，移至坐标原点表的 $X=0$; $Y=0$ 等。

图形

如果原点平移后编程新 **BLK FORM** (毛坯形状)，可以用 MP7310 确定 **BLK FORM** (毛坯形状) 是相对当前原点还是相对平移前的原点。如果新 **BLK FORM** (毛坯形状) 相对当前原点，可以显示程序中用多个托盘加工每一个零件。



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

举例：NC 程序段

13 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT

14 CYCL DEF 7.1 X+60

16 CYCL DEF 7.3 Z-5

15 CYCL DEF 7.2 Y+40

11.3 用原点表的原点平移（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

- 调用原点平移，移至坐标
原点表的 $X=0$ ； $Y=0$ 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。
- 用 **TRANS DATUM RESET**（坐标变换原点复位）功能。

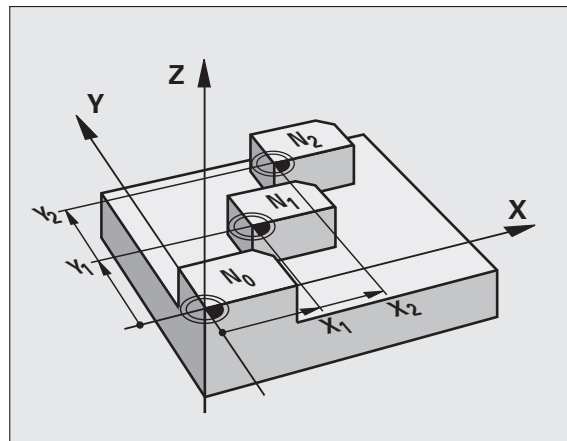
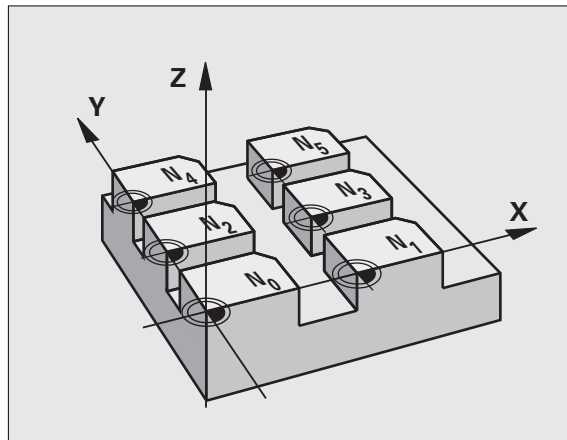
图形

如果原点平移后编程新 **BLK FORM**（毛坯形状），可以用 MP7310 确定 **BLK FORM**（毛坯形状）是相对当前原点还是相对平移前的原点。如果新 **BLK FORM**（毛坯形状）相对当前原点，可以显示程序中使用多个托盘加工每一个零件。

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）。

MP7475，原用于定义相对机床原点还是相对工件原点功能现在只起安全作用。如果 MP7475=1，当用原点表调用原点平移时，TNC 将显示出错信息。

TNC 4xx 的原点表，其坐标是相对机床原点的（MP7475 = 1）不能应用于 iTNC 530 系统。



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前激活所需的原点表。（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”操作模式中用文件管理器选择程序运行所需表：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。

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

举例：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

原点坐标
表

选择
示窗

- ▶ 选择程序调用功能：按下 PGM CALL（程序调用）键
- ▶ 按下 DATUM TABLE（原点表）软键
- ▶ 按下 WINDOW SELECTION（窗口选择）软键：TNC 在弹出窗口中显示选择所需原点位表的窗口
- ▶ 用箭头键或用鼠标单击选择所需点位表，按下 ENT 键确认：TNC 将完整路径名输入在 **SEL TABLE**（选择表）程序段中
- ▶ 用 ENT 键结束该功能

也可以直接用键盘输入表名或被调用表的完整路径名。



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。

用 **TRANS DATUM TABLE**（坐标变换原点表）功能可在 NC 程序段中定义原点表和原点号（参见“对话格式编程用户手册”）。

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。



- ▶ 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（显示原点）软键
- ▶ 选择所需表或输入新文件名
- ▶ 编辑文件。软键行提供以下编辑功能：

功能	软键
选择表起点	
选择表结尾	
转到上一页	
转到下一页	
插入行（只能用于表尾）	
删除行	
确认输入的行并转至下一行的起点处	
在表尾处添加要输入的行数（原点数）。	



在“程序运行”操作模式中编辑原点表

在“程序运行”操作模式中可选择当前原点表。按下 DATUM TABLE（原点表）软键。可用与**程序编辑**操作模式中相同的编辑功能。

将实际值转到原点表中

按“实际位置获取”键，将当前刀具位置或最后探测位置输入到原点表中：

- ▶ 使文本框在需输入位置列的行中



- ▶ 选择“实际位置获取”功能：TNC 打开弹出窗口，询问是否要输入当前刀具位置或最后探测值

- ▶ 用箭头键选择所需功能并用 ENT 键确认



- ▶ 如需输入所有轴的数值，按下 ALL VALUES（全部值）软键

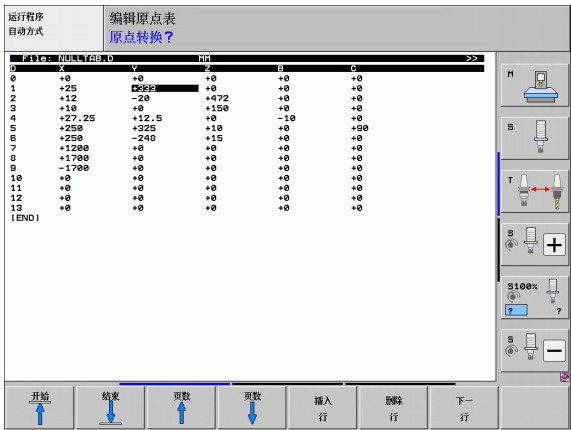


- ▶ 如需输入文本框所在轴的数值，按下 CURRENT VALUE（当前值）软键。

配置原点表

在第二和第三软键行中，可以为各原点表定义所要设置的坐标轴。默认设置下，全部坐标轴均有效。如果要排除一个轴，将相应软键关闭（OFF）。这样，TNC 将删除原点表中的该列。

如果不想为当前轴定义原点表，按下 NO ENT（不输入）键。这样，TNC 将在该列输入一个短横线。



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。



11.4 原点设置 (循环 247 , DIN/ISO : G247)

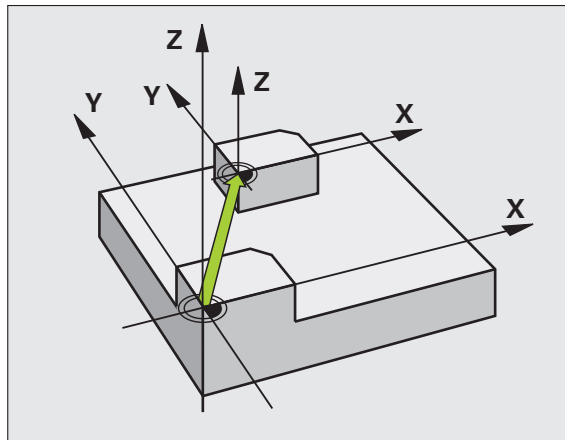
作用

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：



激活预设表中的原点时，TNC 将复位当前原点平移。

TNC 只设置预设表中有定义坐标轴的预设点。如果坐标轴的原点显示为 -，原点保持不变。

如果激活预设点号 0（行 0），将激活手动操作模式中手动设置的最新原点。

在“测试运行”操作模式中循环 247 不可用。

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

举例：NC 程序段

13 CYCL DEF 247 DATUM SETTING

Q339=4 ; 原点编号

11.5 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。在“手动数据输入定位”操作模式下也有效。附加状态栏显示当前镜像轴。

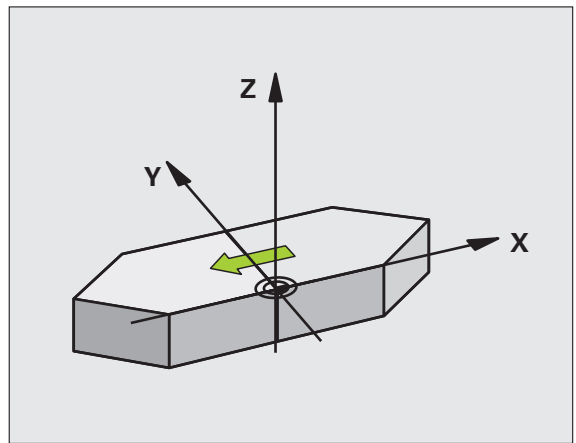
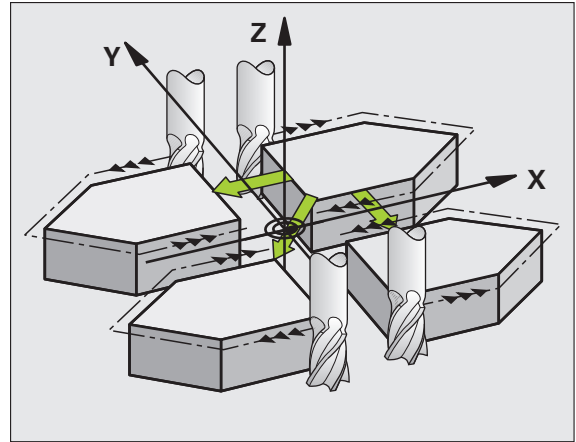
- 如果仅镜像一个轴，刀具的加工方向将反向（除固定循环外）。
- 如果镜像两个轴，加工方向保持不变。

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。
- 如果原点位于要被镜像轮廓之外，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：



如果仅镜像一个轴，铣削循环（循环 2xx）的加工方向将反向。例外情况：循环 208，该循环定义的加工方向保持有效。

循环参数



- **镜像的轴？**：输入要被镜像的轴。可以镜像全部轴，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 3 个 NC 轴 **X**，**Y**，**Z**，**U**，**V**，**W**，**A**，**B**，**C**

举例：NC 程序段

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



11.6 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。

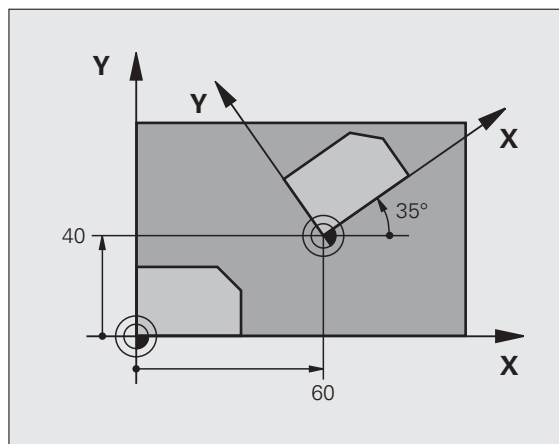
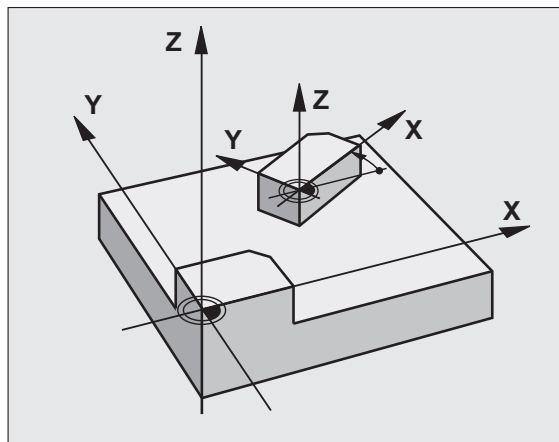
“旋转”循环在程序中定义即生效。在“手动数据输入定位”操作模式下也有效。附加状态栏将显示当前旋转角。

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 $+360.000^{\circ}$ (绝对值或增量值)

举例：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
```



11.7 缩放 (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。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缩放系数。

缩放系数影响

- 加工面或同时影响全部三个坐标轴（取决于 MP7410）
- 循环中尺寸
- 平行轴 U, V, W

前提条件

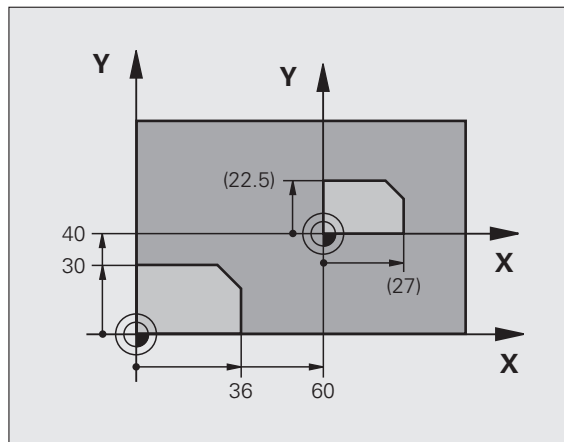
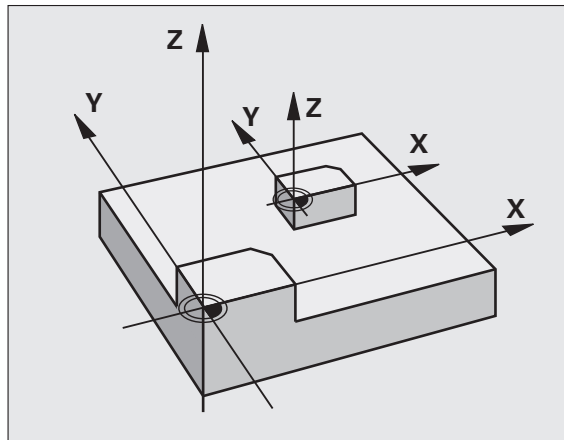
建议放大或缩小轮廓前，先将原点设置在轮廓边或角点处。

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

用缩放系数 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 0.000000 至 99.999999

举例：NC 程序段

```
11 CALL LBL 1
12 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT
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
```



11.8特定轴缩放系数（循环 26）

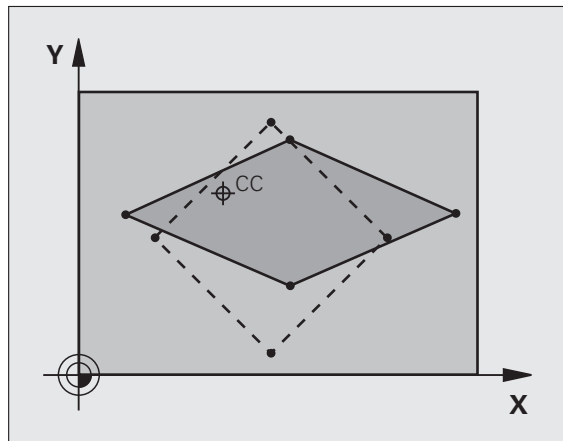
作用

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。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。

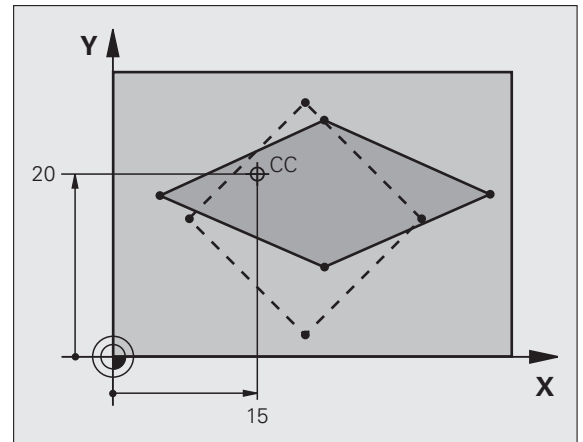
此外，可以输入一个适用于中心的全部坐标轴的缩放系数。

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 0.000000 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



举例：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

11.9 加工面（循环 19，DIN/ISO：G80，软件选装项 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：

- 直接输入旋转轴位置。
- 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。

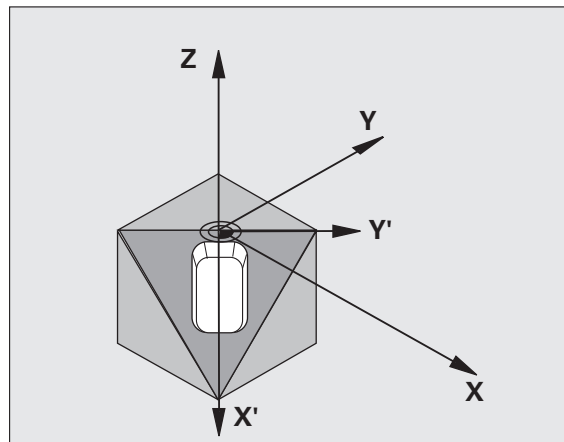
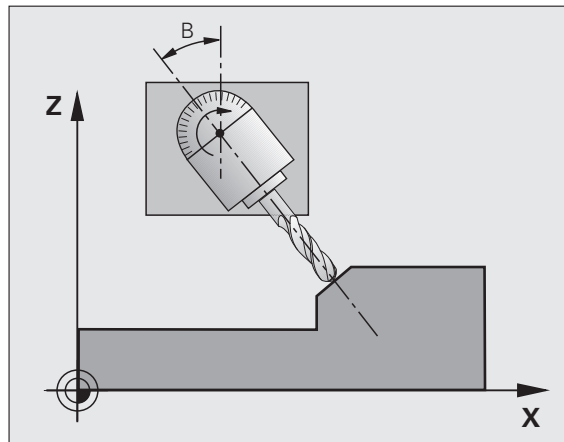
如果用空间角编程加工面位置，TNC 自动计算倾斜轴所需的角位置并将其保存在参数 Q120（A 轴）至 Q122（C 轴）中。



碰撞危险！

根据机床配置情况，一个空间角定义可能有两个数学解（轴位）。必须用机床进行相应测试，确定每种情况时 TNC 软件选择的解。

如有动态碰撞监测（DCM）软件选装项，测试运行期间，PROGRAM + KINEMATICS（程序 + 运动特性）页面中显示轴位置值（参见对话格式编程用户手册中**动态碰撞监测**）。



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。部分倾斜主轴头和摆动工作台的机床，机床制造商必须确定将输入的角度解释为旋转轴坐标还是解释为倾斜加工面的数学角。参见机床手册。



由于未编程的旋转轴被解释为无变化，因此必须定义全部三个空间角，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。



碰撞危险！

必须确保最后定义的角度小于 360°。

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

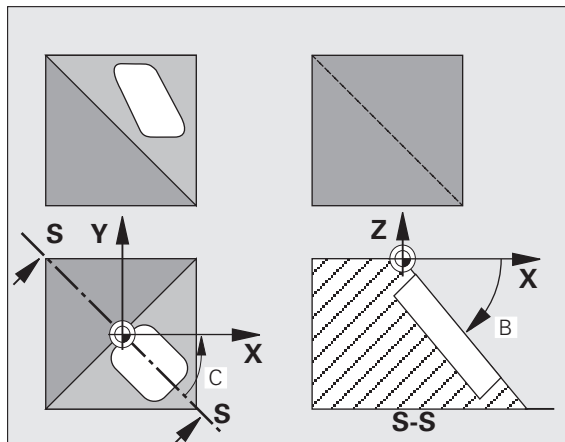


碰撞危险！

请注意循环 19 中的安全高度不是指工件的顶边（如固定循环中情况）而是指当前原点。

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。

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



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。



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。如果移过任何一个软限位开关，TNC 显示出错信息。

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。

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

在倾斜坐标系中自动测量工件

TNC 的测量循环支持在倾斜坐标系中自动测量工件。TNC 将测量数据保存在 Q 参数中，以便作进一步处理（如打印）。

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）；对全部倾斜轴用 0 度编程。
- ▶ 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 在操作模式下作准备 用 MDI 模式定位

将旋转轴预定位至相应角度值，设置原点。角度值取决于工件的所选基准面。

4 在操作模式下作准备

手动操作模式

“手动操作”模式中用 3D-ROT 软键将“TILT WORKING PLANE”（倾斜加工面）功能设置为“ACTIVE”（有效）。如为开环轴，将旋转轴的角度值输入在菜单中。

如果不是受控轴，在菜单中输入的角度值必须分别对应旋转轴或坐标轴的实际位置。否则，TNC 将计算错误原点。

5 原点设置

- 用刀具在非倾斜坐标系中人工触碰工件。
- 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）。

6 在“程序运行 - 全自动方式”操作模式中激活零件程序

7 “手动操作”模式

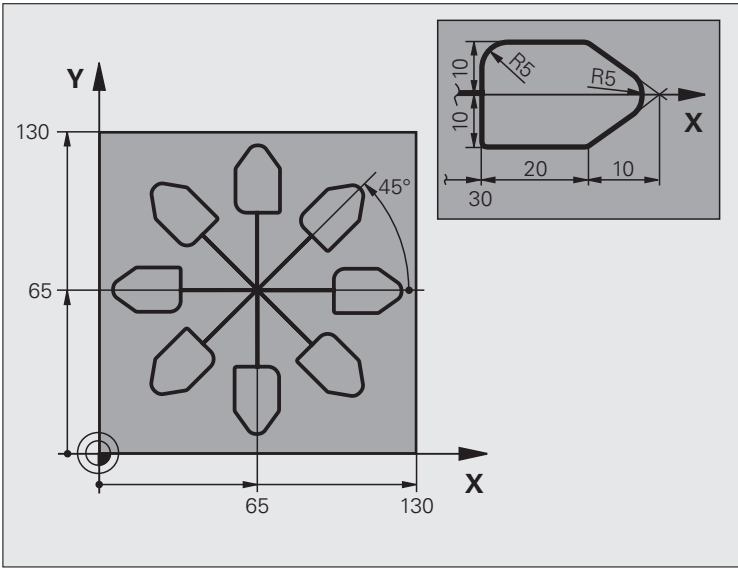
用 3D-ROT 软键将“TILT WORKING PLANE”（倾斜加工面）功能设置为“INACTIVE”（不可用）。在菜单中将每个旋转轴的角度值输入为 0 度。

11.10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

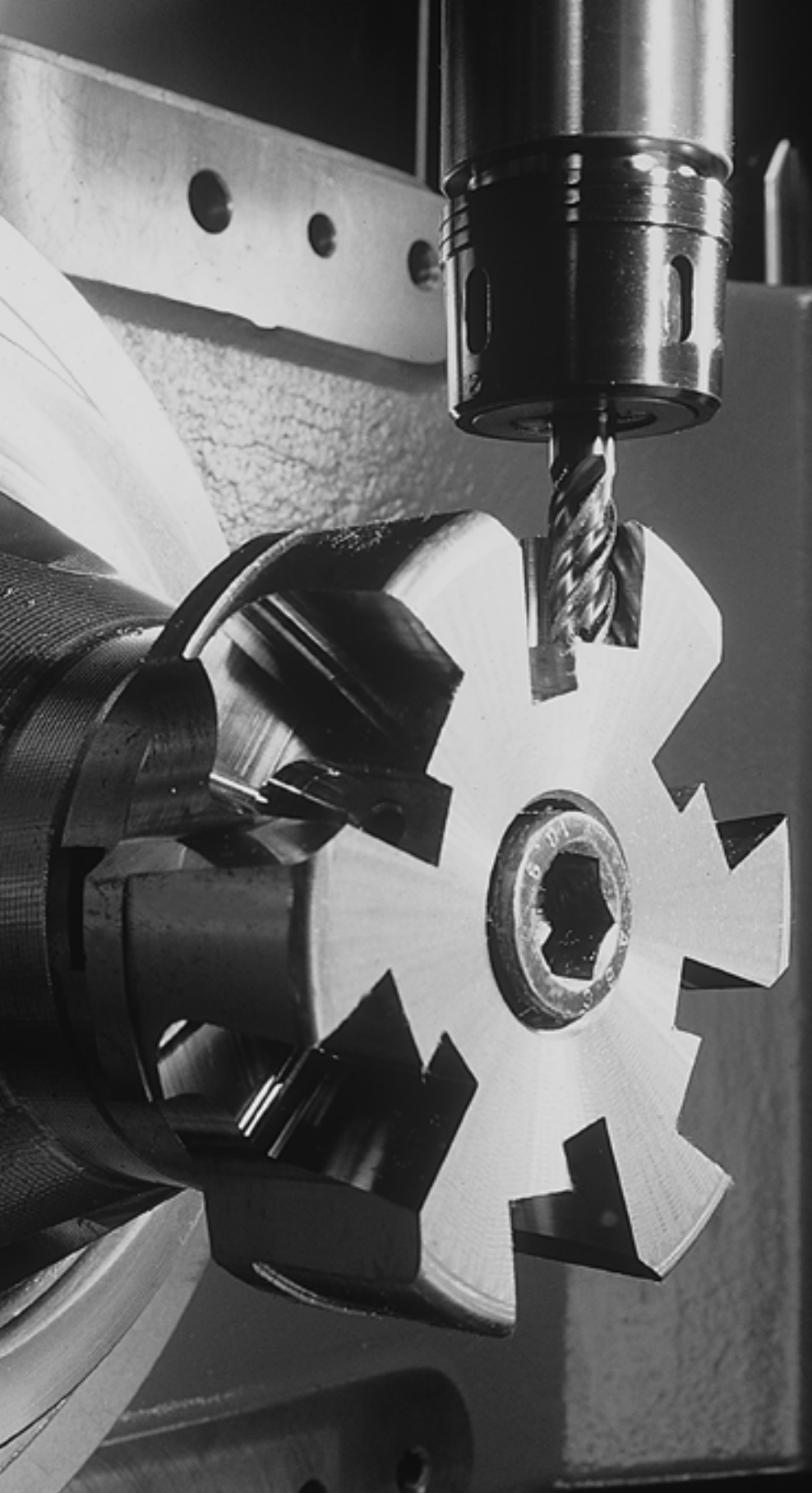


0 BEGIN PGM COTRANS MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+130 Y+130 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+1	刀具定义
4 TOOL CALL 1 Z S4500	刀具调用
5 L Z+250 R0 FMAX	退刀
6 CYCL DEF 7.0 DATUM SHIFT	将原点平移到中心
7 CYCL DEF 7.1 X+65	
8 CYCL DEF 7.2 Y+65	
9 CALL LBL 1	调用铣削加工
10 LBL 10	设置程序块重复标记
11 CYCL DEF 10.0 ROTATION	旋转 45 度（增量值）
12 CYCL DEF 10.1 IROT+45	
13 CALL LBL 1	调用铣削加工
14 CALL LBL 10 REP 6/6	跳回至 LBL 10 ；重复铣削六次
15 CYCL DEF 10.0 ROTATION	复位旋转
16 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
17 TRANS DATUM RESET	复位原点平移



18 L Z+250 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
19 LBL 1	子程序 1
20 L X+0 Y+0 R0 FMAX	定义铣削加工
21 L Z+2 R0 FMAX M3	
22 L Z-5 R0 F200	
23 L X+30 RL	
24 L IY+10	
25 RND R5	
26 L IX+20	
27 L IX+10 IY-10	
28 RND R5	
29 L IX-10 IY-10	
30 L IX-20	
31 L IY+10	
32 L X+0 Y+0 R0 F5000	
33 L Z+20 R0 FMAX	
34 LBL 0	
35 END PGM COTRANS MM	





12

循环：特殊功能



12.1基础知识

概要

TNC 提供以下多个特殊用途的循环：

循环	软键	页
9（停顿时间）		页 303
循环 12（程序调用）		页 304
循环 13（主轴定向）		页 306
32（公差）		页 307
225（文字雕刻）		页 310
290（车削插补）（软件选装项）		页 313

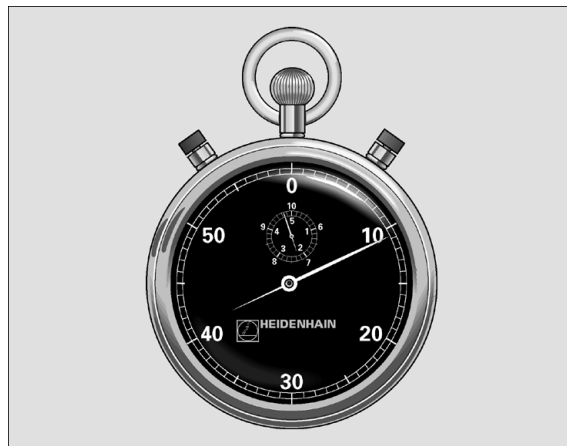


12.2 停顿时间（循环 9，DIN/ISO：G04）

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。



举例：NC 程序段

```
89 CYCL DEF 9.0 DWELL TIME
```

```
90 CYCL DEF 9.1 DWELL 1.5
```

循环参数

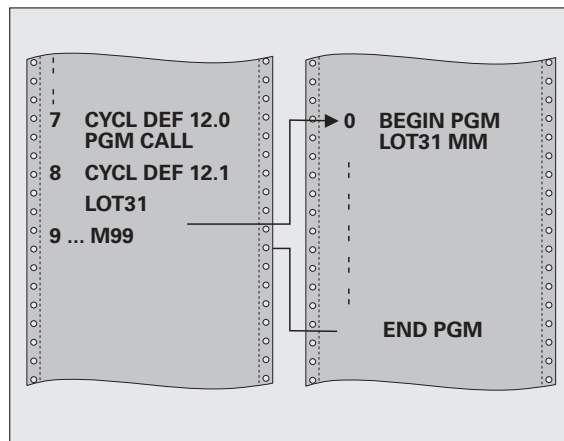


- ▶ **停顿时间，单位为秒**：以秒为单位输入停顿时间。输入范围：0 至 3600 s（1 小时），步长为 0.001 秒

12.3 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：



调用的程序必需保存在 TNC 系统硬盘上。

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。

如果定义为循环的程序与发出调用指令的程序不在同目录下，必须输入完整路径，例如

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

12
PGM
CALL

► **程序名**：输入要调用的程序名，并根据需要输入目录。最多可以输入 254 个字符。

可用以下功能调用定义的程序：

- **CYCL CALL**（循环调用）（独立程序段）或
- **CYCL CALL POS**（循环调用位置）（独立程序段）或
- **M99**（逐程序段）或
- **M89**（每个定位程序段后执行）

举例：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



12.4 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。

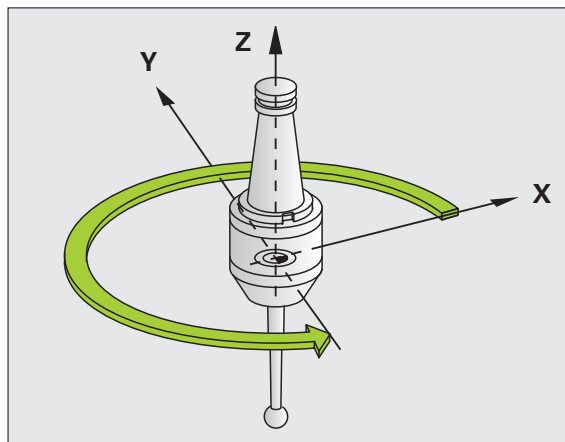
TNC 可以控制机床主轴并能将其旋转到给定角度位置处。

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)。



举例：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°

12.5公差（循环 32，DIN/ISO：G62）

循环功能



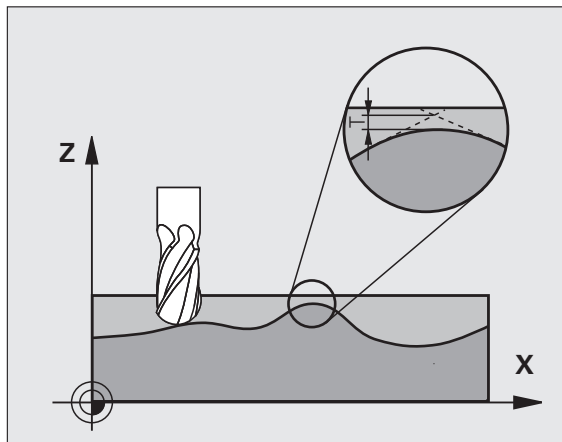
要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和 TNC 系统进行专门设置。该循环可被锁定。

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 自动平滑处理两个路径元素间的轮廓（补偿或无补偿）。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 没有减慢运动速度，也总能满足定义的公差要求。**定义的公差越大，TNC 移动轴的速度越快。

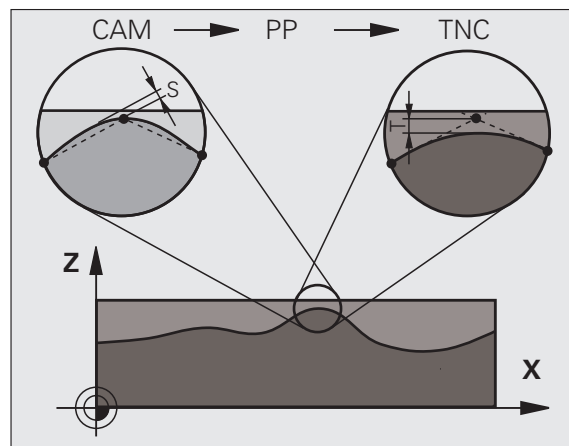
平滑轮廓导致轮廓有一定偏差。轮廓误差的大小（公差值）由机床制造商在机床参数中设置。用循环 32 可修改预先设置的公差值。



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 程序的最大点距用弦差定义。如果弦差小于等于循环 32 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限制编程的进给速率。

如果循环 32 中选择的公差值 T 至少是 CAM 系统定义的弦差的两倍，可以实现最佳的平滑效果。



编程时注意：



如果公差值很小，机床将不能无加速地切削轮廓。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

- 重新定义并用 NO ENT 确认公差值的对话提问。
- 用 PGM MGT 键选择一个新程序。

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。

如果加载程序，该程序中的循环 32 只有循环参数公差值 T ，TNC 将根据需要用值 0 插入另外两个参数。

公差值越大，圆弧运动直径通常越小。如果所用机床的 HSC 过滤器有效（根据情况，请联系机床制造商），圆也可以变大。

如果循环 32 有效，TNC 在附加状态栏的 **CYC** 选项卡中显示循环 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, 精加工 =0, 粗加工 =1** : 启动过滤器 :
 - 输入值 0 :
高轮廓精度地铣削。TNC 用内部定义的精加过滤器设置
 - 输入值 1 :
高进给速率地铣削。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 (**TCPM 功能**), 旋转轴允许的位置误差以度为单位。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

举例 : NC 程序段

```
95 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
```

```
96 CYCL DEF 32.1 T0.05
```

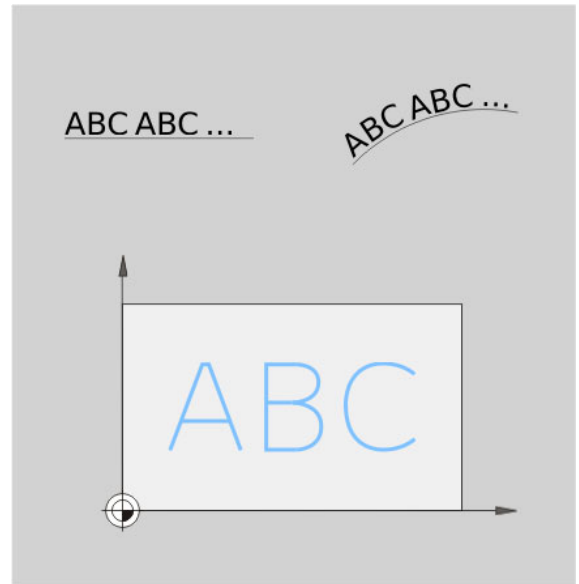
```
97 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA5
```

12.6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。在字符终点位置，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。

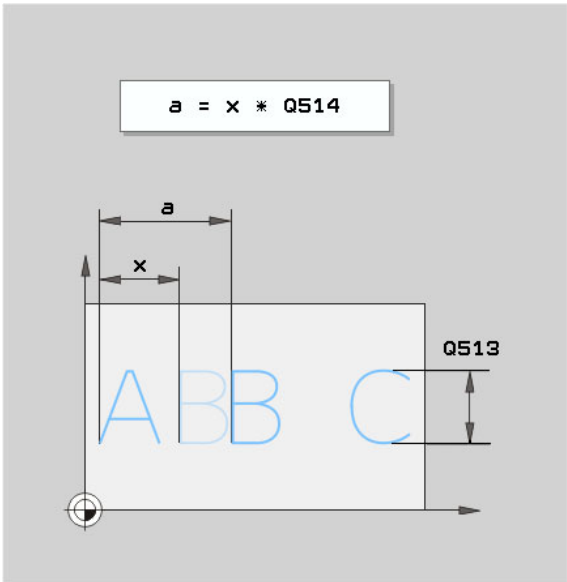
如果沿圆弧雕刻文字（**Q516=1**），圆弧中心用循环调用时刀具位置确定。

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** Q500 : 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。最多允许 256 个字符 ; 允许的字符 : 参见第 312 页的 " 雕刻系统变量 "
- ▶ **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 缩放字符间距。输入范围 0 至 9.9999
- ▶ **字体** Q515 : 暂时无该功能
- ▶ **直线文字 / 圆弧文字 (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°
- ▶ **圆弧文字的半径** 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 : 雕刻时的刀具运动速度 , 单位为 mm/min。输入范围 0 至 99999.999 ; 或 **FAUTO** , **FU** 或 **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 : 刀具切入工件时的运动速度 , 单位 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**



举例：NC 程序段

62 CYCL DEF 225 ENGRAVING
Q500="TXT2"; 雕刻文字
Q513=10 ; 字符高度
Q514=0 ; 间距系数
Q515=0 ; 字体
Q516=0 ; 文字布局
Q374=0 ; 旋转角度
Q515=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：

)!#\$%&'()*+,-./:;<=>?@[_



TNC 将 % 和 \ 特殊字符用于特殊功能。如果需要雕刻这些字符，必须连续输入两次（例如 %%）。

也可以用该循环雕刻德语变音字符和直径符号：

字符	输入
m	%ae
ö	%oe
ü	%ue
Ä	%AE
Ö	%OE
Ü	%UE
ø	%D

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：

- \n：换行
- \t：水平制表位（制表位宽度固定为 8 个字符）
- \v：垂直制表位（该制表位宽度固定为一行）

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，输入特殊字符 %。

还可以雕刻当前日期。输入 %time<x>。<x> 定义日期格式，其含义与 **SYSTR ID332** 相同（参见《对话格式编程用户手册》中“Q 参数编程”章的“复制系统日期至字符串”部分）。



注意，输入日期格式 1 至 9 前，必须输入前导符 0，例如 time08。



12.7 车削插补（软件选装项，循环 290，DIN/ISO：G290）

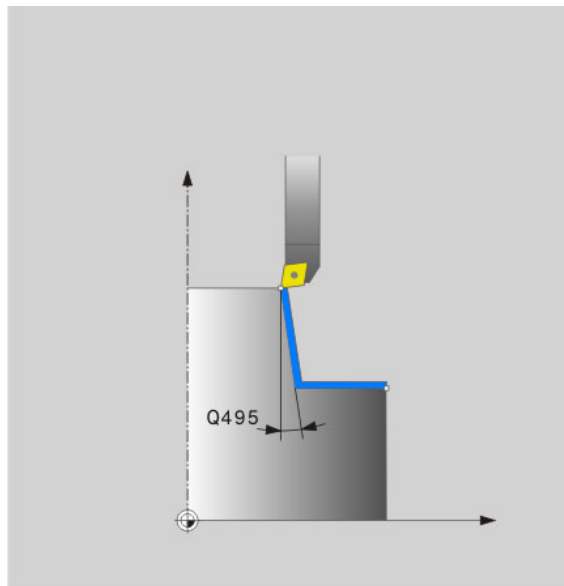
循环运行

该循环用于在起点和终点定义的加工面中形成旋转对称的轴肩或凹槽（另参见第 317 页的“加工变量”）。旋转中心是循环调用时的起点（XY）。旋转表面可以倾斜，也可以互为圆弧过渡。用车削插补或铣削循环加工表面。

车削插补期间，工件不转动。刀具沿 X 和 Y 基本轴进行圆弧运动。同时对主轴 S 进行定向使车刀的切削刃永远朝向工件的旋转中心。因此，三轴机床也能用循环 290。

加工期间的中心不需要与回转工作台的中心同心。加工时的中心由循环调用时的刀具位置决定。

- 1 TNC 将第二安全高度位置的刀具移至加工起点位置处。起点由轮廓起点沿相切方向延长安全高度的尺寸确定。
- 2 TNC 用车削插补循环加工定义的轮廓。车削插补中，加工面基本轴沿圆形运动，主轴坐标轴定向在垂直于表面的方向上。
- 6 在轮廓终点位置，TNC 沿垂直方向退刀安全距离。
- 4 最后，TNC 将刀具退至第二安全高度。



编程时注意：

该循环可以用车刀也可以用铣刀（Q444=0）。刀具的几何数据在 TOOL.T 刀具表中定义为：

- **L** 列（**DL** 代表补偿值）：
刀具长度（刀具切削刃的最低点）
- **R** 列（**DR** 代表补偿值）：
刀具的有效半径（刀具切削刃最外点）
- **R2** 列（**DR2** 代表补偿值））：
刀具的切削刃半径



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。参见机床手册。

该循环只适用于主轴为伺服控制的机床（例外：**Q444=0**）。

必须激活软件选装项 96。



该循环不能进行多道粗加工。

插补的中心是循环调用时的刀具位置。

TNC 将第一被加工面延长安全高度的尺寸。

可用 **TOOL CALL**（刀具调用）程序段的 **DL** 和 **DR** 值留余量。TNC 不考虑 **TOOL CALL**（刀具调用）程序段中的 **DR2**。

循环调用前，在循环 32 中定义一个大公差，使轮廓加工速度快。

编程切削速度，使机床轴的轮廓速度刚好达到该切削速度。这样能确保最佳的几何分辨率和稳定的加工速度。

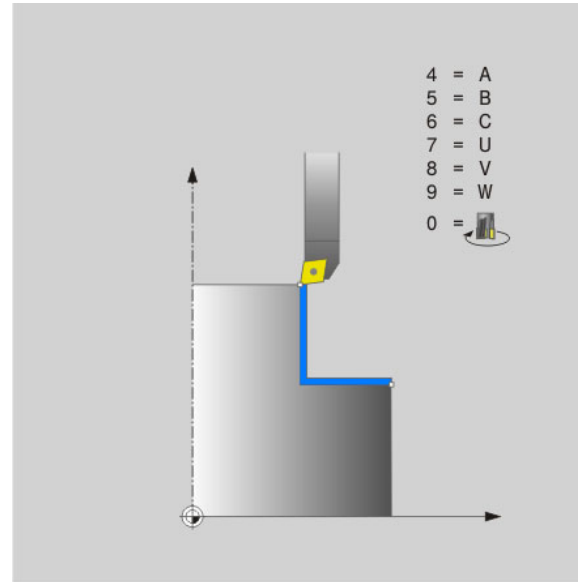
TNC 不监测可能的轮廓损坏，例如刀具几何尺寸不正确导致的轮廓损坏。

注意加工变量：参见第 317 页的 "加工变量"

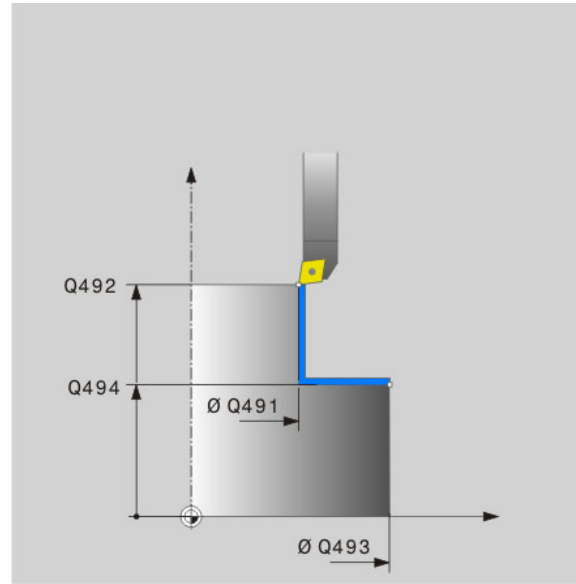
循环参数



- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)** : 接近和离开过程中延长定义的轮廓。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **第二安全高度 Q445 (绝对值)** : 刀具与工件不会发生碰撞的绝对高度。循环结束时的退刀位置。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **主轴定向角 Q336(绝对值)** : 切削刀到主轴 0° 位置的定向角度。输入范围 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **切削速度 [m/min] Q440** : 刀具的切削速度, 单位 m/min。输入范围 0 至 99.999
- ▶ **每圈进给量 [mm/rev] Q441** : 刀具转动一圈的进给速率。输入范围 0 至 99.999
- ▶ **XY面中的起始角 Q442** : XY面的起始角。输入范围 0 至 359.999
- ▶ **加工方向 (-1/+1) Q443** :
 顺时针加工 : 输入 = -1
 逆时针加工 : 输入 = +1
- ▶ **插补轴 (4...9) Q444** : 插补轴的轴符。
 A 轴为插补轴 : 输入 = 4
 B 轴为插补轴 : 输入 = 5
 C 轴为插补轴 : 输入 = 6
 U 轴为插补轴 : 输入 = 7
 V 轴为插补轴 : 输入 = 8
 W 轴为插补轴 : 输入 = 9
 轮廓铣削 : 输入 = 0



- ▶ **轮廓起点的直径 Q491（绝对值）**：X 轴起点的角点，输入直径。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **Z 轴的轮廓起点 Q492（绝对值）**：Z 轴的起点角点。输入范围 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **轮廓终点的直径 Q493（绝对值）**：X 轴终点的角点，输入直径。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **Z 轴轮廓终点 Q494（绝对值）**：Z 轴终点的角点。输入范围 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **圆周面角度 Q495**：需加工的第一面的角度，单位为度。输入范围-179.999 至 179.999
- ▶ **端面角度 Q496**：需加工的第二面的角度，单位为度。输入范围-179.999 至 179.999
- ▶ **轮廓沿半径 Q500**：需加工的两个表面间的角点倒圆。输入范围 0 至 999.999



举例：NC 程序段

62 CYCL DEF 290 INTERPOLATION TURNING
Q200=2 ;安全高度
Q445=+50;第二安全高度
Q336=0 ;主轴角度
Q440=20 ;切削速度
Q441=0.75;进给
Q442=+0 ;起始角
Q443=-1 ;加工方向
Q444=+6 ;插补轴
Q491=+25;轮廓起点的直径
Q492=+0 ;Z 轴的轮廓起点
Q493=+50;X 轴的轮廓终点
Q494=-45 ;Z 轴的轮廓终点
Q495=+0 ;圆柱面角度
Q496=+0 ;端面角度
Q500=4.5 ;轮廓沿半径

轮廓铣削

输入 **Q444=0**，则为铣削表面。为进行该加工操作，用切削半径（R2）的铣刀。通常建议用铣削方式而不是车削插补方式预加工大余量的表面。



该循环可进行多道铣削加工。

注意：铣削期间的进给速率与 **Q440**（切削速度）的定义值相符。切削速度用每分钟米数定义。

加工变量

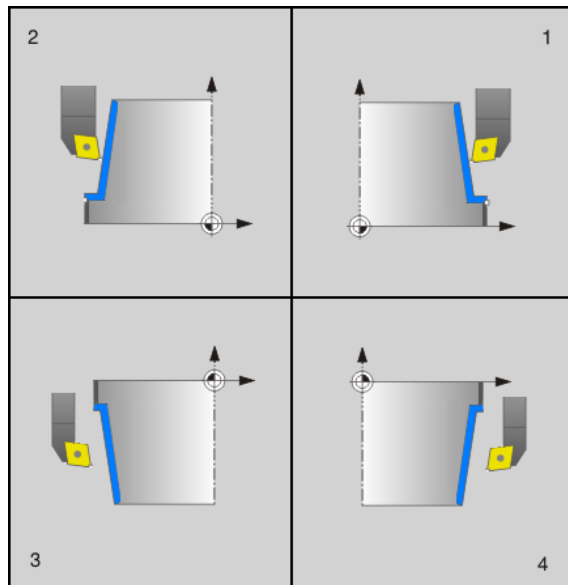
综合 Q495 和 Q496 角的起点和终点可有以下加工方式：

■ 象限 1 的外尺寸加工（1）：

- 输入正值的圆周角（Q495）。
- 输入负值的端面角度（Q496）。
- 对 X 轴的轮廓起点（Q491），输入小于 X 轴的轮廓终点（Q493）的数值。
- 对 Z 轴的轮廓起点（Q492），输入大于 Z 轴的轮廓终点（Q494）的数值。

■ 象限 2 的内尺寸加工（2）：

- 输入负值的圆周角（Q495）。
- 输入正值的端面角度（Q496）。
- 对 X 轴的轮廓起点（Q491），输入大于 X 轴的轮廓终点（Q493）的数值。
- 对 Z 轴的轮廓起点（Q492），输入大于 Z 轴的轮廓终点（Q494）的数值。



- **象限 3 的外尺寸加工（3）：**
 - 输入正值的圆周角（Q495）。
 - 输入负值的端面角度（Q496）。
 - 对 X 轴的轮廓起点（Q491），输入大于 X 轴的轮廓终点（Q493）的数值。
 - 对 Z 轴的轮廓起点（Q492），输入小于 Z 轴的轮廓终点（Q494）的数值。
- **象限 4 的内尺寸加工（4）：**
 - 输入负值的圆周角（Q495）。
 - 输入正值的端面角度（Q496）。
 - 对 X 轴的轮廓起点（Q491），输入小于 X 轴的轮廓终点（Q493）的数值。
 - 对 Z 轴的轮廓起点（Q492），输入小于 Z 轴的轮廓终点（Q494）的数值。
- **轴向凹槽**
 - 对 X 轴的轮廓起点（Q491），输入等于 X 轴的轮廓终点（Q493）的数值。
- **径向凹槽**
 - 对 Z 轴的轮廓起点（Q492），输入小于 Z 轴的轮廓终点（Q494）的数值。



13

使用探测循环



13.1 探测循环的一般信息



为使用 3-D 测头，机床制造商必须对 TNC 系统进行特别设置。更多信息，请见机床手册。

注意，只有使用海德汉测头，海德汉公司才保证探测功能工作！



如果在程序运行期间进行测量，必须确保使用校准数据中的刀具数据（长度、半径）或使用上个 **TOOL CALL**（刀具调用）程序段（用 MP7411 选择）中的数据。

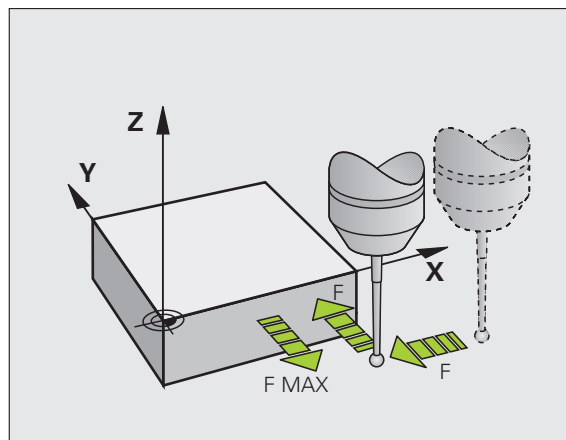
工作原理

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。

如果测针在 MP6130 定义的距离范围内未偏离自由位置，TNC 显示出错信息。



手动操作和电子手轮操作模式的探测循环

手动和电子手轮操作模式中，TNC 的探测循环用于：

- 校准测头
- 补偿工件不对正量
- 设置原点

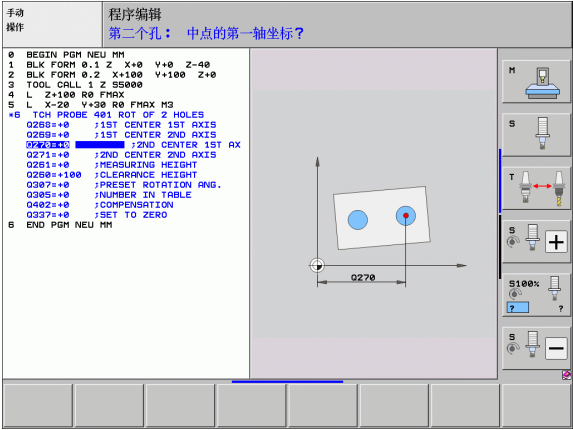
自动操作的探测循环

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
- 设置原点
- 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。在图形中，需要输入的参数用高亮形式显示（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。
- ▶ 输入完全部所需参数后，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		页 328
自动预设工件原点的循环		页 350
自动检查工件的循环		页 394
校准循环，特殊循环		页 442
自动测量运动特性循环		页 458
自动测量刀具循环（需由机床制造商设置为可用）		页 488

举例：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 ; 第一侧边长度
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=+0 ;DATUM



13.2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：MP6130

如果测针在 MP6130 定义的路径范围内未偏离自由位置，TNC 显示出错信息。

到触点的安全距离：MP6140

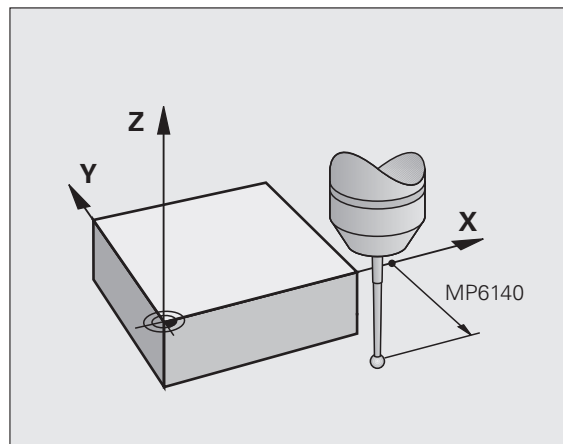
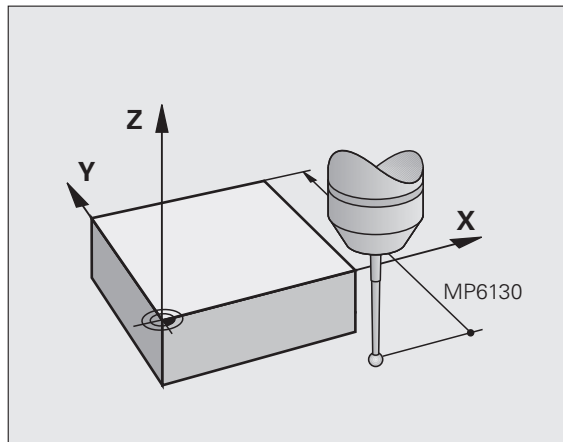
MP6140 用于定义 TNC 预定位测头时距已定义的（或计算的）触点的距离。所输入的数值越小，必须越精确地定义触点位置。许多探测循环中，MP6140 外还可以定义一个安全高度。

定向红外线测头至编程探测方向：MP6165

为提高测量精度，可以用 $MP6165 = 1$ 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，测针一定沿相同方向偏离自由位置。



如果修改 MP6165，必须重新校准测头，因为测头偏离其自由位置的特性变化了。



考虑手动操作模式中的基本旋转：MP6166

设置 MP6166 = 1，TNC 将考虑探测期间的有效的的基本旋转（根据需要沿倾斜路径接近工件），以确保“设置”操作模式中探测各个位置时的测量精度。



该特性不适用于手动操作模式的以下功能：

- 校准长度
- 校准半径
- 测量基本旋转

多次测量：MP6170

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。如果被测位置值相差太大，TNC 输出出错信息（用 MP6171 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：MP6171

在 MP6171 中保存多次测量时可能不同的测量值。如果被测值相差超过了 MP6171 设定的范围，TNC 输出出错信息。

触发式测头，探测进给速率：MP6120

MP6120 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：MP6150

在 MP6150 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：MP6151

在 MP6151 中定义 TNC 用 MP6150 定义的进给速率定位测头还是用快移速度定位测头。

- 输入值 = 0：用 MP6150 的进给速率定位
- 输入值 = 1：用快移速度预定位

KinematicsOpt：“优化”模式中的允差值：MP6600

在 **MP6600** 中定义允差值，在“优化”模式中，如果运动特性测量值大于该允差值，TNC 将显示提示信息。默认值为 0.05。机床越大，该值应越大。

- 输入范围 0.001 至 0.999

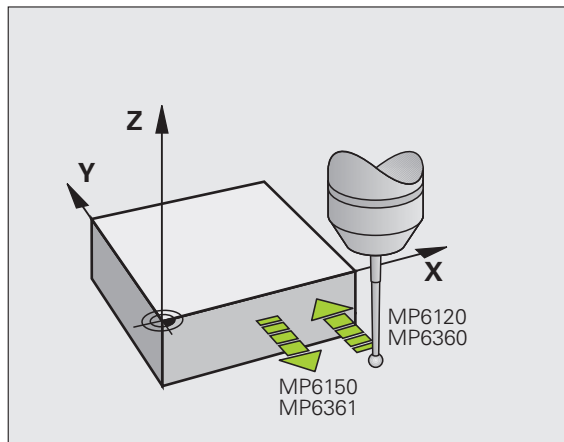
KinematicsOpt，基准球半径的允许偏差：MP6601

在 **MP6601** 用定义循环中基准球半径的测量值相对循环参数输入值的最大允许偏差值。

- 输入范围 0.01 至 0.1

TNC 计算全部 5 个触点的每个测量点的基准球半径两次。如果半径大于 $Q407 + MP6601$ ，显示出错信息，因为基准球被污染。

如果 TNC 检测发现球半径小于 $5 * (Q407 - MP6601)$ ，TNC 也显示出错信息。



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。



必须确保在循环开始处，校准数据中或上个“TOOL CALL”（刀具调用）程序段中的补偿数据（长度，半径）必须有效（用 MP7411 选择，参见《iTNC530 用户手册》的“一般用户参数”）。

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探测点位置。
- 如果测针探测点的当前坐标大于第二安全高度的坐标，TNC 先将测头移至加工面上的第一个探测点处，然后沿探测轴直接运动到测量高度处。



14

**探测循环：自动测量工具
不对正量**



14.1基础知识

概要

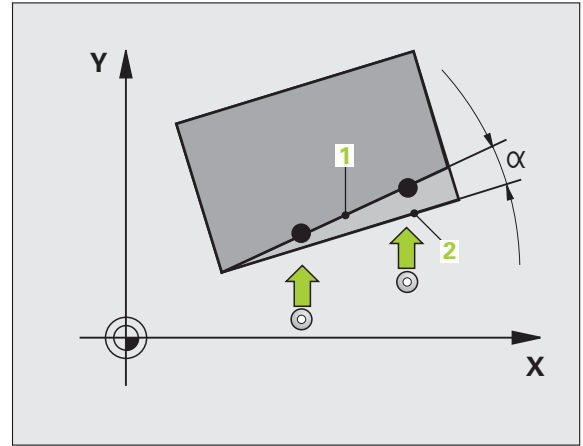
TNC 提供 5 个用于测量和补偿工件不对正量的循环。而且还可以用循环 404 复位基本旋转：

循环	软键	页
400（基本旋转），用两点自动测量。通过基本旋转进行补偿。		页 330
401（二孔旋转），用两孔自动测量。通过基本旋转进行补偿。		页 333
402（二圆柱台旋转），用两圆柱台自动测量。通过基本旋转进行补偿。		页 336
403（围绕旋转轴旋转），用两点自动测量。通过工作台旋转进行补偿。		页 339
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。		页 344
404（设置基本旋转）设置任意基本旋转。		页 343



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 用参数 Q307 基本旋转的默认设置定义测量结果是否需用已知角 α 进行修正（见右图）。因此，可以测量工件的相对任意一条直线 **1** 的基本旋转并建立相对实际 0 度方向 **2** 的参考。



14.2 基本旋转（循环 400，DIN/ISO：G400）

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。

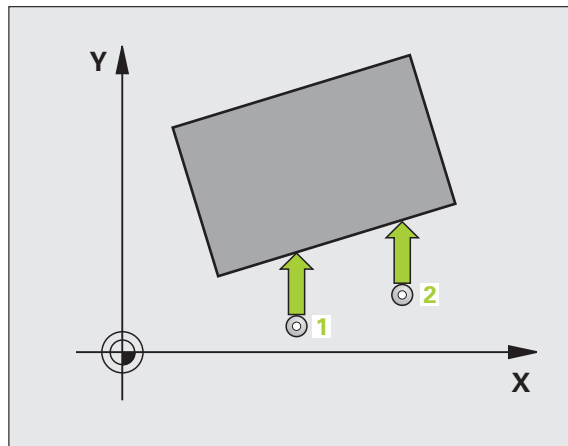
- 1 根据定位规则（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）**1** 将测头定位在编程的第一探测点位置。TNC 将测头沿与定义的运动方向相反的方向偏移安全距离的尺寸。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头运动至下个起点位置 **2** 并探测第二触点。
- 4 TNC 将测头移回第二安全高度并执行基本旋转。

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。

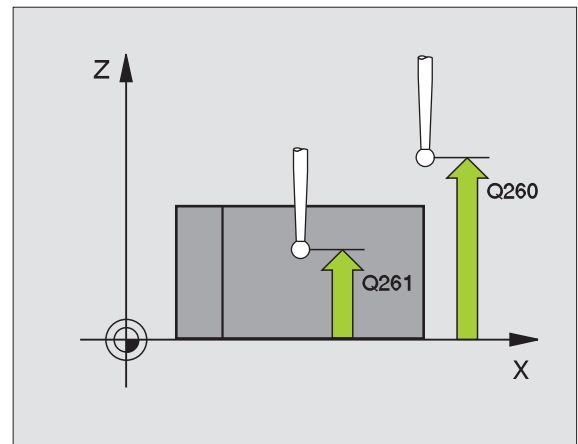
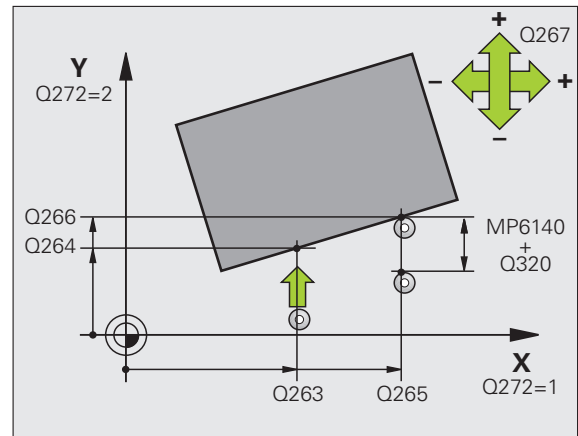
TNC 将在循环起点处复位当前基本旋转。



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 : 参考轴 = 测量轴
 - 2 : 辅助轴 = 测量轴
- ▶ **运动方向 1Q267** : 测头接近工件的方向 :
 - 1 : 负运动方向
 - +1 : 正运动方向
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**



- ▶ **运动到第二安全高度 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
或者：**PREDEF**
- ▶ **基本旋转的默认设置 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

举例：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=+8 ; 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 ; 运动到第二安全高度
Q307=0 ; 预设的基本旋转
Q305=0 ; 表中编号

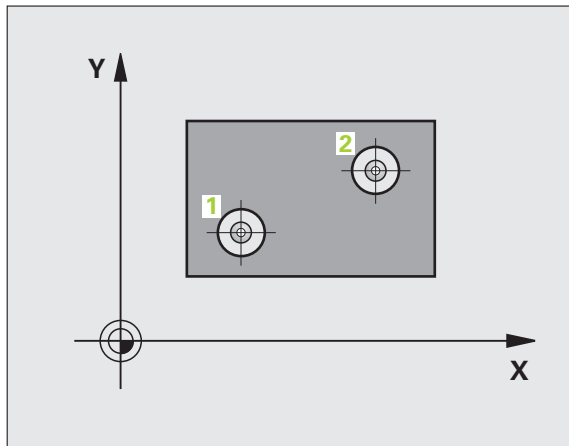


14.3两孔的基本旋转（循环 401，DIN/ISO：G401）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）将测头定位在输入的点位处，作为第一孔 **1** 的中心
- 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 然后，TNC 将测头移回第二安全高度并执行基本旋转。



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。

倾斜加工面功能有效时，不允许使用探测循环。

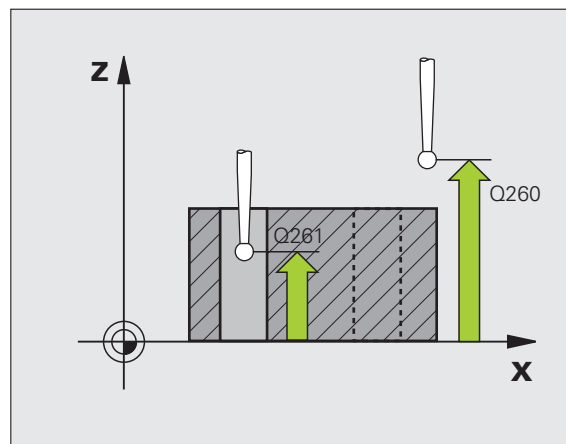
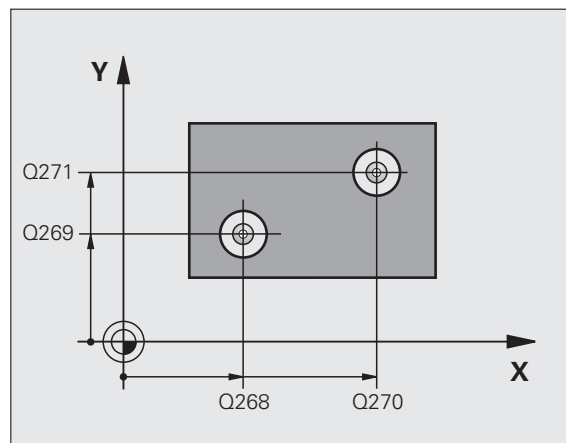
如果要通过转动回转工作台补偿不对正量，TNC 自动使用以下旋转轴：

- 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：第一轴中心 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：第二轴中心 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：第一轴中心 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：第二轴中心 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
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 ；或 **PREDEF**
- ▶ **基本旋转的默认设置 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
- **基本旋转 / 对正 Q402:** 指定TNC通过基本旋转还是转动回转工作台补偿不对正量：
 - 0:** 设置基本旋转
 - 1:** 旋转回转工作台如果选择回转工作台，TNC 不保存不对正量的测量值，即使用参数 **Q305** 在表行中进行了定义也不保存。
- **找正后置零 Q337:** 确定TNC是否将对正的旋转轴显示值设置为零：
 - 0:** 对正后，不将旋转轴显示值置零
 - 1:** 对正后，将旋转轴显示值设置为零只有定义了 **Q402=1**TNC 才将显示值设置为 0。

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 401 ROT OF 2 HOLES
Q268=+37; 第一轴第一中心
Q269=+12; 第二轴第一中心
Q270=+75; 第一轴第二中心
Q271=+20; 第二轴第二中心
Q261=-5 ; 测量高度
Q260=+20; 第二安全高度
Q307=0 ; 预设的基本旋转
Q305=0 ; 表中编号
Q402=0 ; 对正
Q337=0 ; 置零



14.4两圆柱凸台的基本旋转（循环 402，DIN/ISO：G402）

循环运行

探测循环 402 用于测量两个圆柱台中心。然后，TNC 计算加工面参考轴与圆柱凸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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）将测头定位在第一圆柱凸台的起点 **1**。
- 2 然后，测头移至输入的**测量高度 1** 处并探测四个点确定第一圆柱凸台的中心。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，然后移至第二圆柱凸台的起点 **5** 位置。
- 4 TNC 再将测头移至输入的**测量高度 2** 处并探测四个点确定第二圆柱凸台的中心。
- 5 然后，TNC 将测头移回第二安全高度并执行基本旋转。

编程时注意：



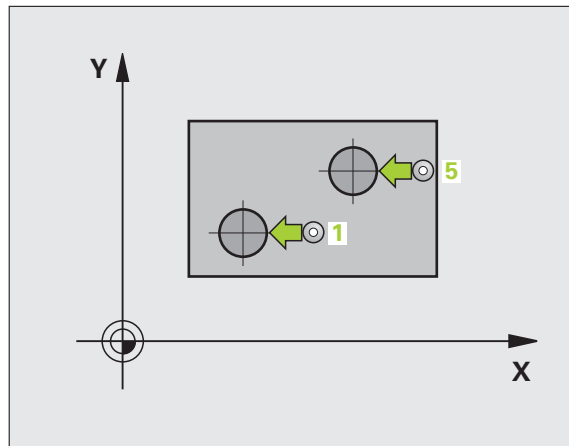
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

TNC 将在循环起点处复位当前基本旋转。

倾斜加工面功能有效时，不允许使用探测循环。

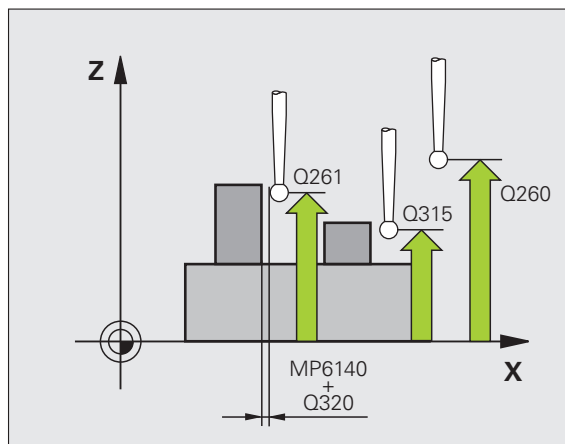
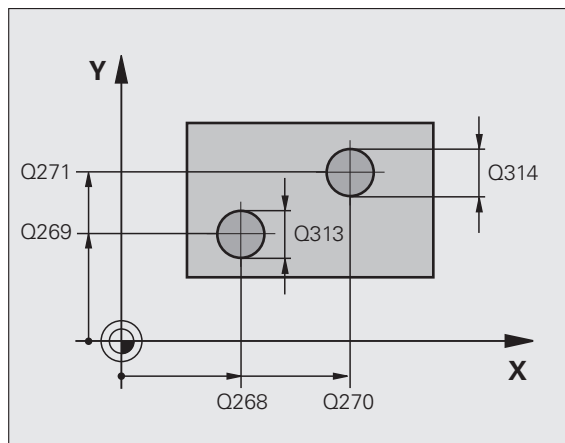
如果要通过转动回转工作台补偿不对正量，TNC 自动使用以下旋转轴：

- C 轴，刀具轴为 Z 轴
- B 轴，刀具轴为 Y 轴
- A 轴，刀具轴为 X 轴





- ▶ **第一圆柱凸台：第一轴中心（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
- ▶ **第一圆柱凸台：第二轴中心 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
- ▶ **圆柱凸台 1 的直径 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
- ▶ **沿探测轴的测量高度 1Q261（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
- ▶ **第二圆柱凸台：第一轴中心 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
- ▶ **第二圆柱凸台：第二轴中心 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
- ▶ **圆柱凸台 2 的直径 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
- ▶ **沿探测轴圆柱凸台 2 的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **PREDEF**
- ▶ **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 ；或 **PREDEF**



- ▶ **运动到第二安全高度 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
或者：**PREDEF**
- ▶ **基本旋转的默认设置 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
- ▶ **基本旋转 / 对正 Q402:** 指定 TNC 通过基本旋转还是转动回转工作台补偿不对正量：
0：设置基本旋转
1：旋转回转工作台
如果选择回转工作台，TNC 不保存不对正量的测量值，即使用参数 **Q305** 在表行中进行了定义也不保存。
- ▶ **找正后置零 Q337:** 确定 TNC 是否将对正的旋转轴显示值设置为零：
0：对正后，不将旋转轴显示值置零
1：对正后，将旋转轴显示值设置为零
只有定义了 **Q402=1** TNC 才将显示值设置为 0。

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 402 ROT OF 2 STUDS
Q268=-37 ;第一轴第一中心
Q269=+12;第二轴第一中心
Q313=60 ;圆柱凸台 1 的直径
Q261=-5 ;测量高度 1
Q270=+75;第一轴第二中心
Q271=+20;第二轴第二中心
Q314=60 ;圆柱凸台 2 的直径
Q315=-5 ;测量高度 2
Q320=0 ;安全高度
Q260=+20;第二安全高度
Q301=0 ;运动到第二安全高度
Q307=0 ;预设的基本旋转
Q305=0 ;表中编号
Q402=0 ;对正
Q337=0 ;置零

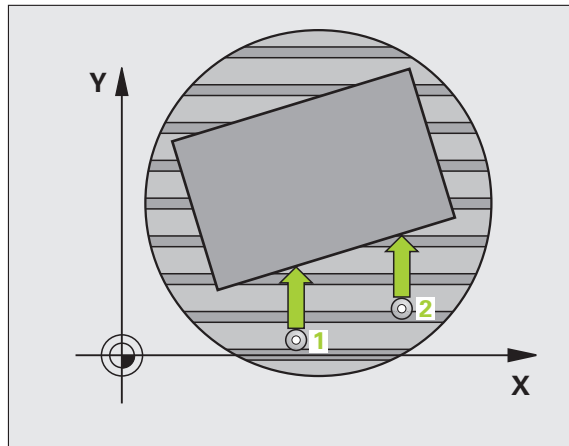


14.5 旋转轴补偿的基本旋转（循环 403，DIN/ISO：G403）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快速速度（来自 MP6150）**1** 将测头定位在编程的第一探测点位置。TNC 将测头沿与定义的运动方向相反的方向偏移安全距离的尺寸。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头运动至下个起点位置 **2** 并探测第二触点。
- 4 TNC 将测头退至第二安全高度处并用测量值转动循环中定义的旋转轴。或者在对正后，将显示值置零。



编程时注意：

**碰撞危险！**

必须确保**第二安全高度**足够大，彻底避免旋转轴最终定位运动时的碰撞。

海德汉建议**补偿运动的 Q312 轴**的参数只定义为 0。这样能让循环自动确定需对正的旋转轴，因此能确保对正中使用正确的旋转轴。如果 $Q312=0$ ，TNC 用探测点顺序计算实际方向的角度。确定的角度是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 $+90^\circ$ 范围内。

对正后，必须检查旋转轴位置。



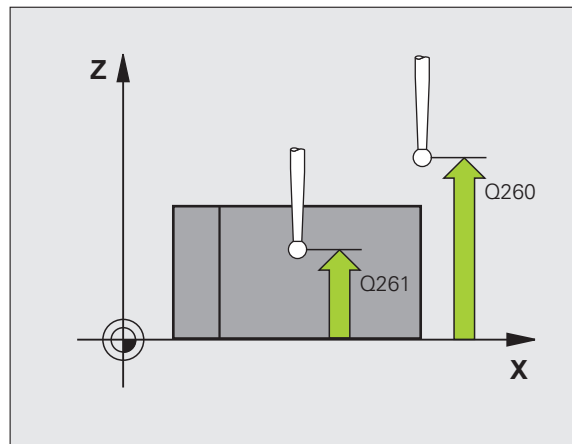
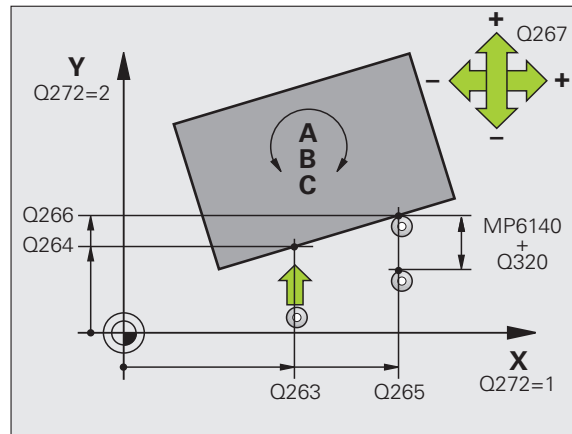
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

TNC 将测量的角度值保存在参数 **Q150** 中。

只有动态特性保存在 TNC 中，才能使循环自动确定补偿轴。



- ▶ **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 1Q267** : 测头接近工件的方向 :
 - 1 : 负运动方向
 - +1 : 正运动方向
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**



- ▶ **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 ；或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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：**分配旋转轴，用于TNC补偿不对正量。
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，工作台的第一回转轴（从工件方向看）作为补偿轴。这是推荐的设置。
4：用旋转轴 A 补偿不对正量
5：用旋转轴 B 补偿不对正量
6：用旋转轴 C 补偿不对正量
- ▶ **找正后置零 Q337：**确定TNC是否将对正的旋转轴显示值设置为零：
0：对正后，不将旋转轴显示值置零
1：对正后，将旋转轴显示值设置为零
- ▶ **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
- ▶ **测量值传输（0，1）Q303：**用于指定将确定的角度值保存在原点表中还是保存在预设表中：
0：将角度测量值写为当前原点表的原点平移。参考系统为当前工件坐标系。
1：将角度测量值写入预设表中。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。仅适用于旋转轴 = 自动模式或选择了 C 轴时（Q312 = 0 或 6）。输入范围 -360.000 至 360.000

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 403 ROT IN C-AXIS
Q263=+25；第一点第一轴
Q264=+10；第一点第二轴
Q265=+40；第二点第一轴
Q266=+17；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 ；运动到第二安全高度
Q312=0 ；补偿轴
Q337=0 ；置零
Q305=1 ；表中编号
Q303=+1 ；测量值传输
Q380=+0 ；参考角



14.6设置基本旋转（循环 404，DIN/ISO：G404）

循环运行

用探测循环 404 可以在程序运行期间自动设置任何基本旋转。这个循环主要用于复位上个基本旋转。

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 404 BASIC ROTATION

Q307=+0 ;预设的基本旋转

Q305=1 ;表中编号

循环参数



- ▶ **基本旋转的预设值：**设置基本旋转的角度值。输入范围-360.000 至 360.000
- ▶ **表中编号 Q305：**输入预设表 / 原点表的编号，TNC 用该编号保存定义的基本旋转。
 - 1：TNC 覆盖当前原点并激活它。
 - 0：TNC 复制当前原点到原点 0，写入基本旋转并激活原点 0。
 - >0：TNC 只将定义的基本旋转写入指定的原点号，但不激活该原点。根据需要用循环 247（参见第 282 页“原点设置（循环 247，DIN/ISO：G247）”）输入范围 0 至 99999



14.7 旋转 C 轴补偿工件不对正量 (循环 405, DIN/ISO : G405)

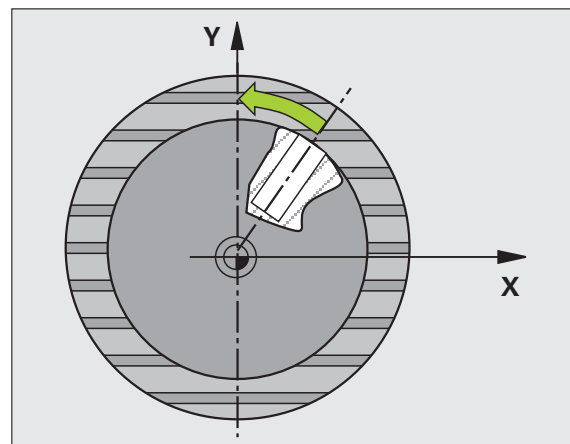
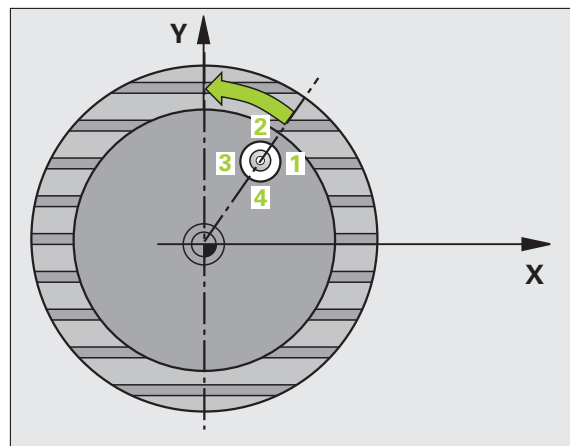
循环运行

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 (参见第 326 页 “执行探测循环”), TNC 将测头以快移速度 (来自 MP6150) 定位在探测的起点 **1** 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后, 测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率 (MP6120) 探测第一触点。TNC 用编程的起始角自动确定探测方向。
- 3 然后, 测头沿测量高度或第二安全高度位置的圆弧移至下个起点 **2** 位置并探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **3**, 然后定位在起点 **4** 探测第三和第四触点, 然后将测头移至被测孔的中心。
- 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。

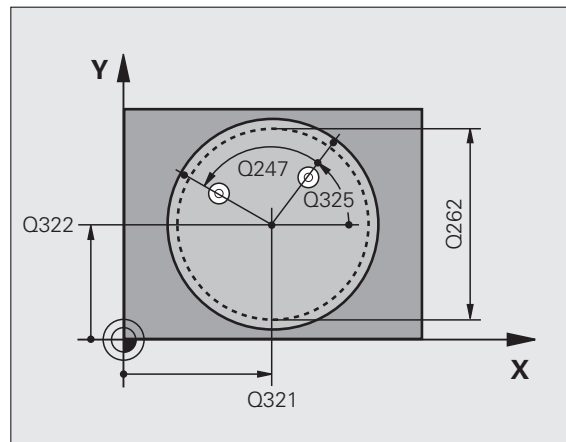
角度越小，TNC 计算圆心的精度越低。最小输入值：5°。



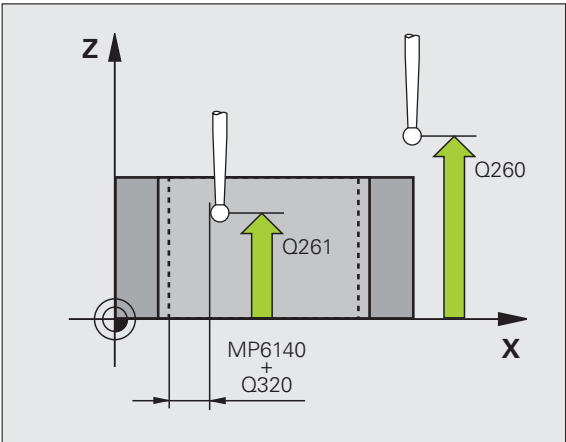
循环参数



- ▶ **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
- ▶ **角增量 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



- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **PREDEF**
- ▶ **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 ；或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 - 或者：**PREDEF**
- ▶ **找正后置零 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 轴的显示值设置为零并将该值写入原点表的第 0 行
 - >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。

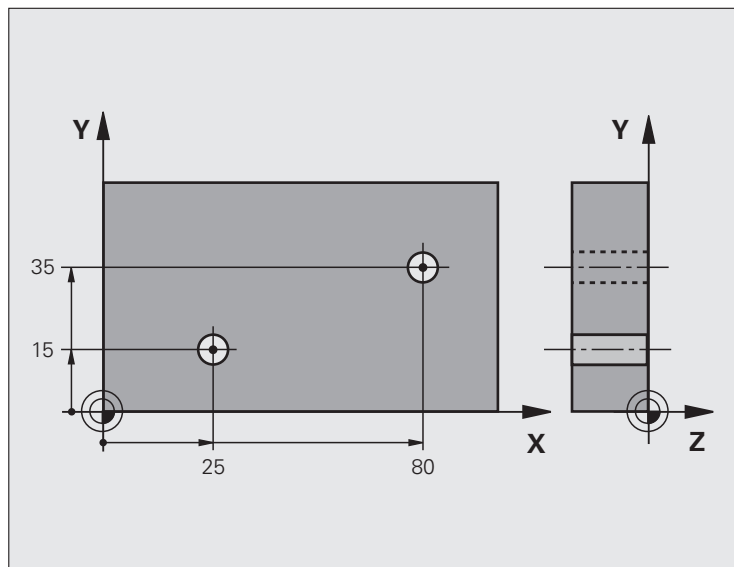


举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 405 ROT IN C AXIS
Q321=+50; 第一轴中心
Q322=+50; 第二轴中心
Q262=10 ；名义直径
Q325=+0 ；起始角
Q247=90 ；角增量
Q261=-5 ；测量高度
Q320=0 ；安全高度
Q260=+20; 第二安全高度
Q301=0 ；运动到第二安全高度
Q337=0 ；置零



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; 第一轴第一中心	第一孔中心：X 轴坐标
Q269=+15; 第二轴第一中心	第一孔中心：Y 轴坐标
Q270=+80; 第一轴第二中心	第二孔中心：X 轴坐标
Q271=+35; 第二轴第二中心	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 ; 预设的基本旋转	参考线角度
Q402=1 ; 对正	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	



15

探测循环：自动设置原点



15.1 基础知识

概要

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
408（槽中心原点）测量槽的内侧宽度，定义槽中心为原点		页 352
409（凸台中心原点）测量凸台的外侧宽度，定义凸台中心为原点		页 355
410（从矩形内定原点），测量矩形内侧长度和宽度，定义中心为原点		页 358
411（从矩形外定原点），测量矩形外侧长度和宽度，定义中心为原点		页 361
412（从圆内定原点），测量圆内侧的任意四点并将中心定义为原点		页 364
413（从圆外定原点），测量圆外侧的任意四点并将中心定义为原点		页 367
414（从外角定原点），测量角外的两条直线并将交点定义为原点		页 370
415（从内角定原点），测量角内的两条直线并将交点定义为原点		页 374
416（圆心定原点）（第二软键行），测量螺栓孔圆的任意三个孔并将螺栓孔圆的圆心定义为原点		页 377
417（原点在 TS 轴）（第二软键行），沿探测轴测量任意位置并将其定义为原点		页 380
418（四孔定原点）（第二软键行），交叉测量 4 个孔并将其连线的交点定义为原点		页 382
419（原点在一轴上）（第二软键行），测量任意一轴的任意位置并将其定义为原点		页 385

设置原点应用的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 轴或 W 轴	X 轴和 Y 轴
Y 轴或 V 轴	Z 轴和 X 轴
X 轴或 U 轴	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（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。



15.2 槽中心原点 (循环 408, DIN/ISO : G408, FCL 3 功能)

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 (参见第 326 页 “执行探测循环”), TNC 将测头以快移速度 (来自 MP6150) 定位在探测的起点 **1** 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后, 测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率 (MP6120) 探测第一触点。
- 3 然后, 在测量高度测头平行地或在第二安全高度直线地运动至下一个起点 **2** 并探测第二触点。
- 4 最后 TNC 再将测头移回第二安全高度并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 处理确定的原点 (参见第 351 页 “保存计算的原点”) 并将实际值保存在以下 Q 参数中。
- 5 根据需要, TNC 继续沿探测轴在另一次探测中测量原点。

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：

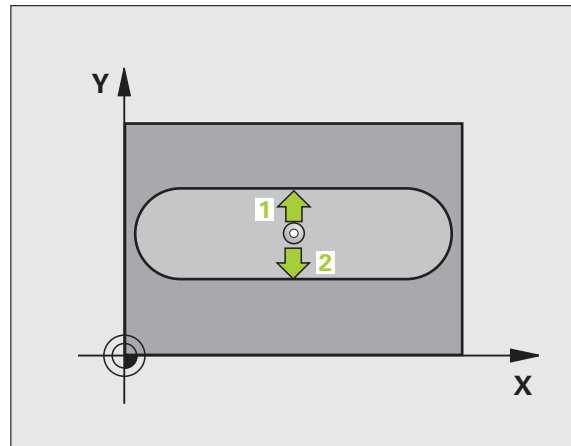


碰撞危险！

为避免测头与工件的碰撞，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。

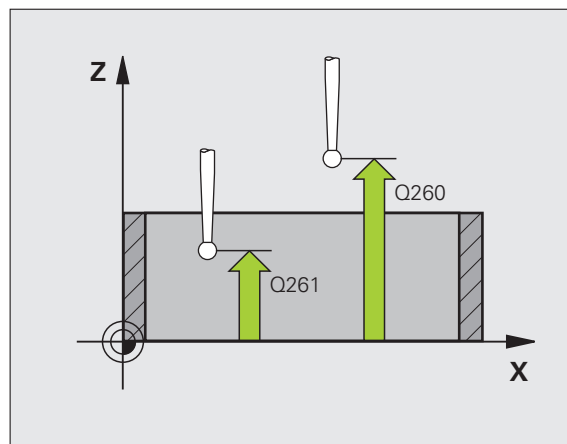
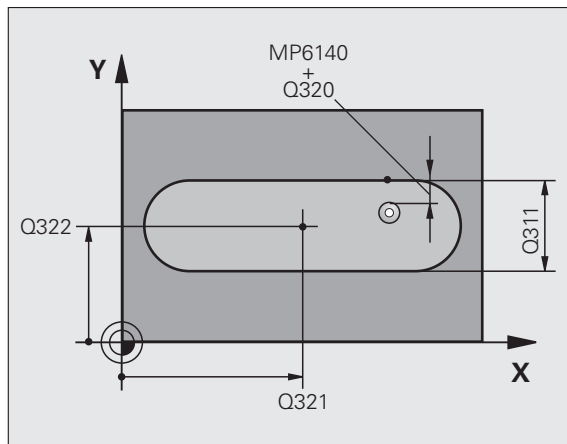
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。



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（1= 第一轴 / 2= 第二轴）Q272**：被测轴：
 - 1：参考轴 = 测量轴
 - 2：辅助轴 = 测量轴
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **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；或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 或者：**PREDEF**
- ▶ **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。如果输入 Q305=0 和 Q303=1，TNC 自动将显示值设置为新原点并在槽中心处。如果输入 Q305=0 和 Q303=0，TNC 将槽中心写入原点表的第 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：
 - 0：将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1：将确定的原点写入预设表中。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

举例：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 ; 槽宽度
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 ; 运动到第二安全高度
Q305=10 ; 表中编号
Q405=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传输
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

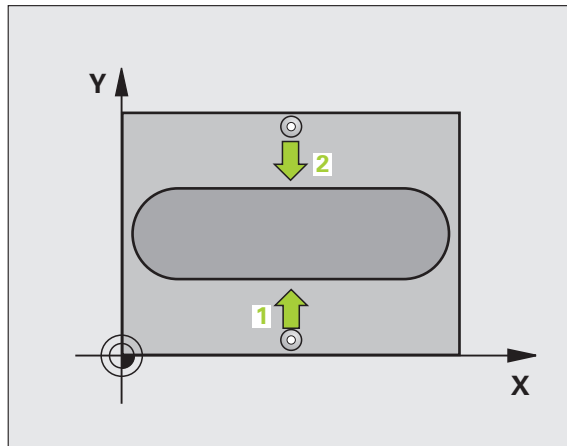


15.3 凸台中心原点（循环 409，DIN/ISO：G408，FCL 3 功能）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 **1** 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头在第二安全高度位置运动到下个触点 **2** 位置并探测第二触点。
- 4 最后 TNC 再将测头移回第二安全高度并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 处理确定的原点（参见第 351 页“保存计算的原点”）并将实际值保存在以下 Q 参数中。
- 5 根据需要，TNC 继续沿探测轴在另一次探测中测量原点。



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：



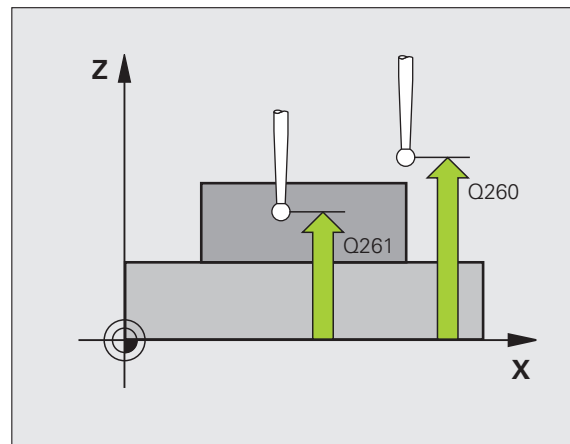
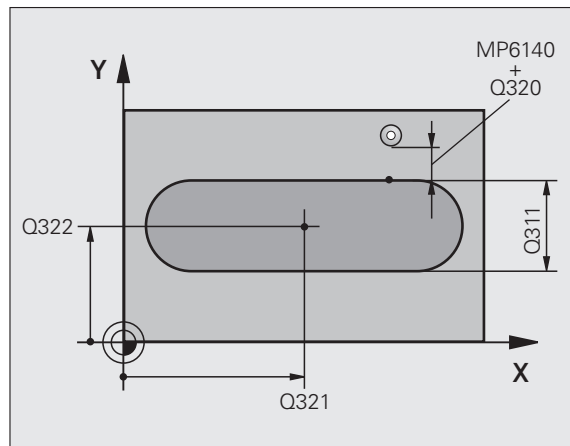
碰撞危险！

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。

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
- ▶ **凸台宽度 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 (1= 第一轴 / 2= 第二轴) Q272**：被测轴：
1：参考轴 = 测量轴
2：辅助轴 = 测量轴
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **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；或 **PREDEF**
- ▶ **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。如果输入 Q305=0 和 Q303=1，TNC 自动将显示值设置为新原点并在凸台中心处。如果输入 Q305=0 和 Q303=0，TNC 将凸台中心写入原点表的第 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：
0：将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
1：将确定的原点写入预设表中。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

举例：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 ;凸台宽度
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 ;测量值传输
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



15.4 从矩形内定原点（循环 410，DIN/ISO：G410）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 **1** 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，在测量高度测头平行地或在第二安全高度直线地运动至下一个起点 **2** 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并处理由循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 351 页“保存计算的原点”）。
- 6 根据需要，TNC 继续沿探测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：

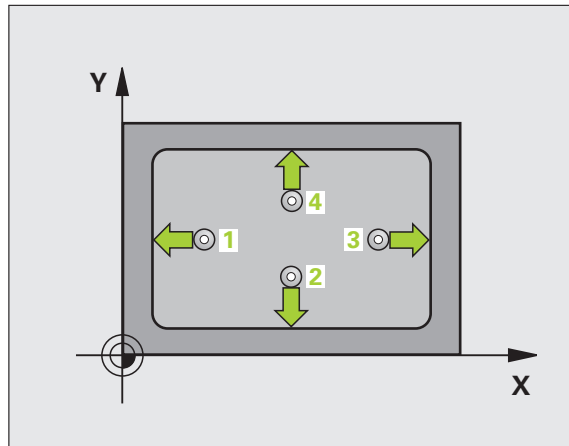


碰撞危险！

为避免测头与工件碰撞，输入**较小**的第一和第二侧边长度估计值。

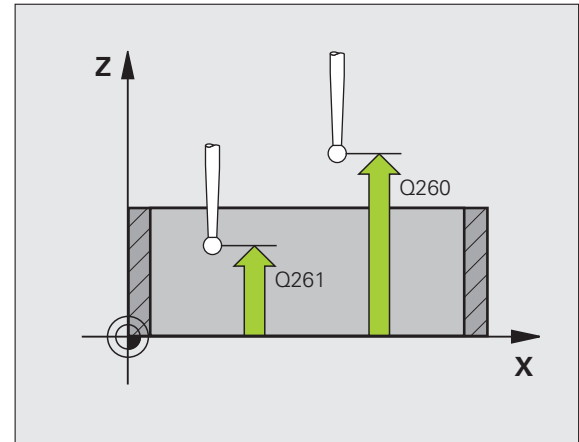
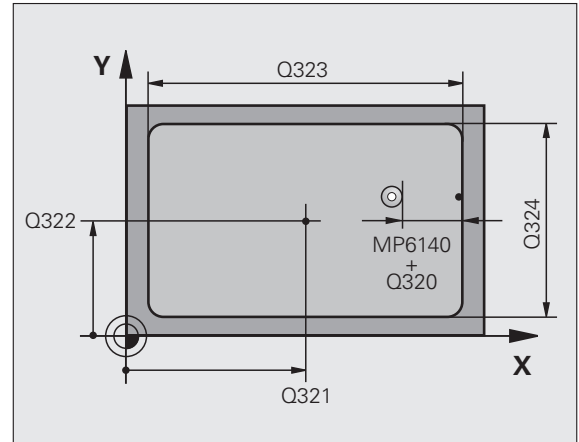
如果型腔尺寸和安全高度无法预定位在触点附近，TNC 一定从型腔的中心开始探测。这时，测头将无法在四个测量点间移回到第二安全高度处。

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。





- ▶ **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
- ▶ **第一侧面长度 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
- ▶ **第二侧面长度 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
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 - 或者 : **PREDEF**
- ▶ **表中编号 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。如果输入 Q305=0 和 Q303=1, TNC 自动将显示值设置为新原点并在型腔中心处。如果输入 Q305=0 和 Q303=0, TNC 将型腔中心写入原点表的第 0 行。输入范围 0 至 99999
- ▶ **参考轴新原点 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。如果是读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 351 页 “保存计算的原点”)。
 - 0** : 将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1** : 将确定的原点写入预设表中。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

举例：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 ; 第一侧面长度
Q324=20 ; 第二侧面长度
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 第二安全高度
Q301=0 ; 运动到第二安全高度
Q305=10 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传输
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



15.5 从矩形外定原点（循环 411，DIN/ISO：G411）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 1 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，在测量高度测头平行地或在第二安全高度直线地运动至下一个起点 2 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并处理由循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 351 页“保存计算的原点”）。
- 6 根据需要，TNC 继续沿探测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

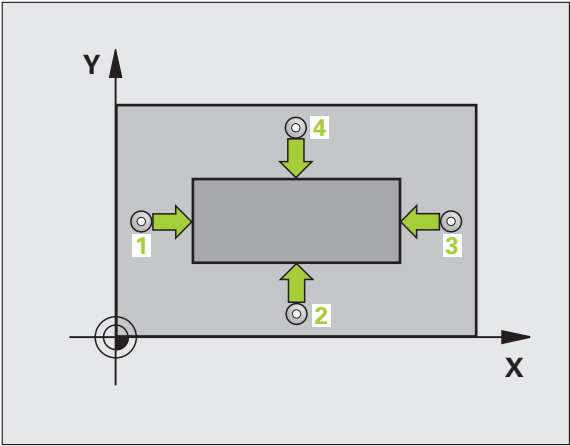
编程时注意：



碰撞危险！

为避免测头与工件的碰撞，输入**较大**的第一和第二侧边长度估计值。

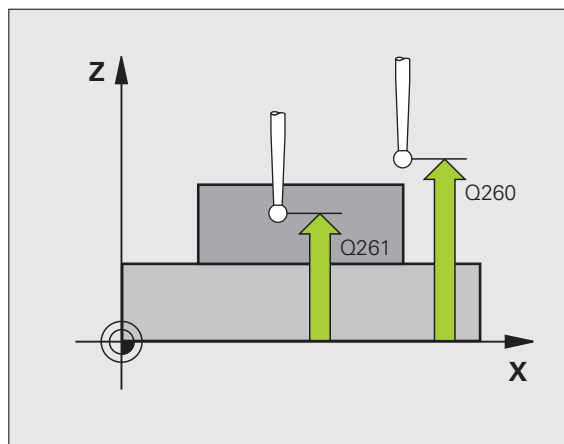
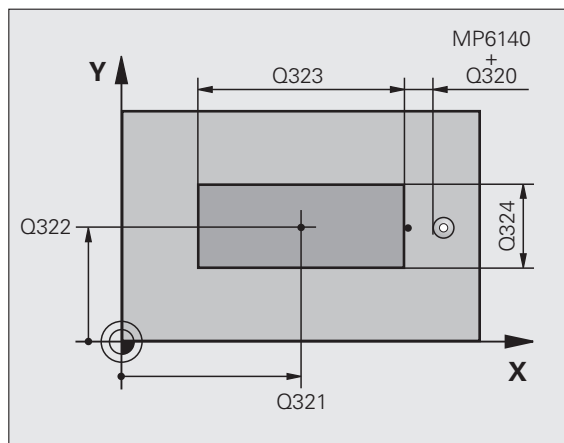
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。



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
- ▶ **第一侧面长度 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
- ▶ **第二侧面长度 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
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 - 或者 : **PREDEF**
- ▶ **表中编号 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。如果输入 Q305=0 和 Q303=1, TNC 自动将显示值设置为新原点并在凸台中心处。如果输入 Q305=0 和 Q303=0, TNC 将凸台中心写入原点表的第 0 行。输入范围 0 至 99999
- ▶ **参考轴新原点 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。如果是读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 351 页 “保存计算的原点”)。
 - 0** : 将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1** : 将确定的原点写入预设表中。参考系统为机床坐标系 (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

举例：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 ;第一侧面长度
Q324=20 ;第二侧面长度
Q261=-5 ;测量高度
Q320=0 ;安全高度
Q260=+20; 第二安全高度
Q301=0 ;运动到第二安全高度
Q305=0 ;表中编号
Q331=+0 ;原点
Q332=+0 ;原点
Q303=+1 ;测量值传输
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

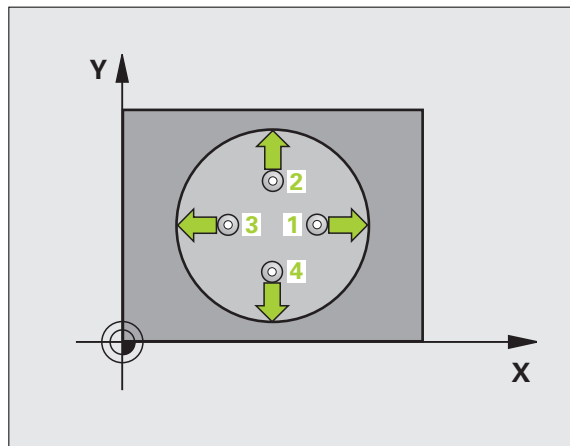


15.6 从圆内定原点（循环 412，DIN/ISO：G412）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 **1** 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。TNC 用编程的起始角自动确定探测方向。
- 3 然后，测头沿测量高度或第二安全高度位置的圆弧移至下个起点 **2** 位置并探测第二触点。
- 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并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 处理确定的原点（参见第 351 页“保存计算的原点”）并将实际值保存在以下 Q 参数中。
- 6 根据需要，TNC 继续沿探测轴在另一次探测中测量原点。



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。

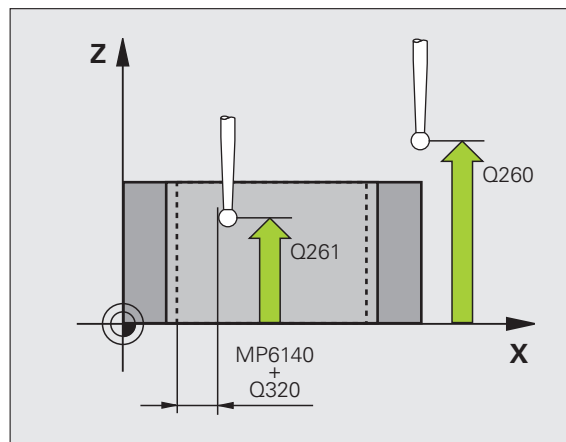
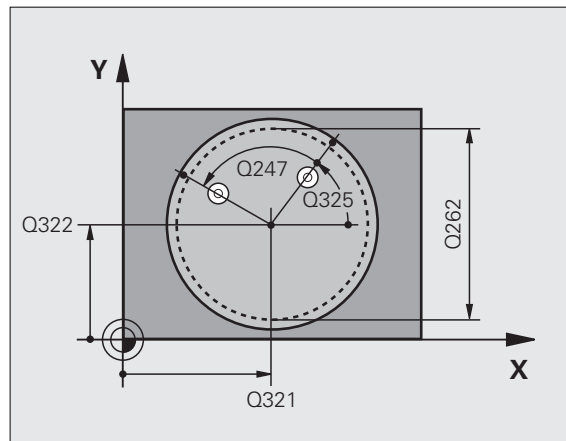
角度增量 Q247 越小，TNC 计算原点的精度越低。最小输入值：5°

循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

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 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **角增量 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 -120.0000 至 120.0000
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 或者: **PREDEF**
- ▶ **表中编号 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。如果输入 $Q305=0$ 和 $Q303=1$, TNC 自动将显示值设置为新原点并在型腔中心处。如果输入 $Q305=0$ 和 $Q303=0$, TNC 将型腔中心写入原点表的第 0 行。输入范围 0 至 99999
- ▶ **参考轴新原点 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。如果是读入老版程序，TNC 输入该值（参见第 351 页“保存计算的原点”）。
 - 0：将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1：将确定的原点写入预设表中。参考系统为机床坐系统（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 个探测点测量孔：
 - 4：用 4 个测量点（标准设置）
 - 3：用 3 个测量点
- ▶ **运动类型？直线 =0/ 圆弧 =1Q365**：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，测量点间的运动方式：
 - 0：测量点之间沿直线运动
 - 1：测量点之间沿节圆直径的圆弧运动

举例：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; 角增量
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 第二安全高度
Q301=0 ; 运动到第二安全高度
Q305=12 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传输
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 ; 测量点数
Q365=1 ; 运动类型

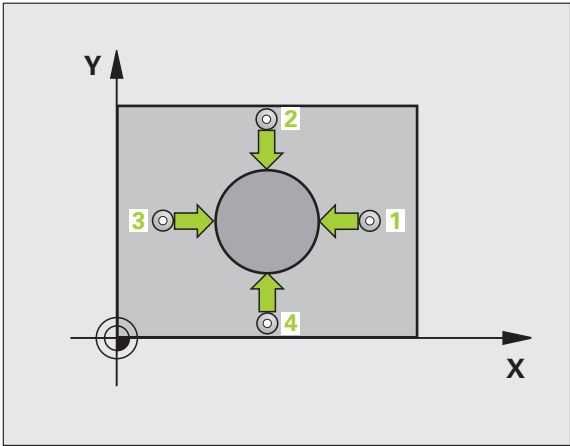


15.7 从圆外定原点（循环 413， DIN/ISO：G413）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 1 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。TNC 用编程的起始角自动确定探测方向。
- 3 然后，测头沿测量高度或第二安全高度位置的圆弧移至下个起点 2 位置并探测第二触点。
- 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并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 处理确定的原点（参见第 351 页“保存计算的原点”）并将实际值保存在以下 Q 参数中。
- 6 根据需要，TNC 继续沿探测轴在另一次探测中测量原点。



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！

为避免测头与工件的碰撞，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。

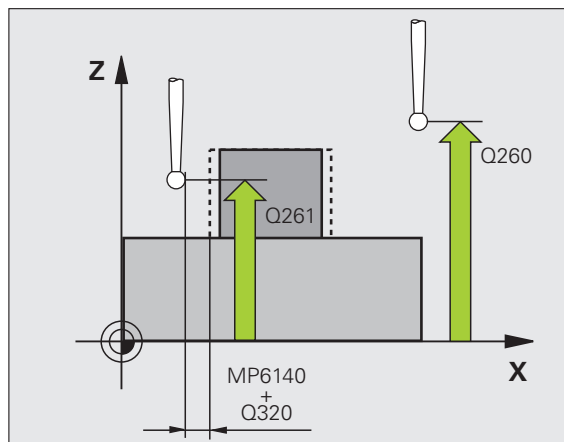
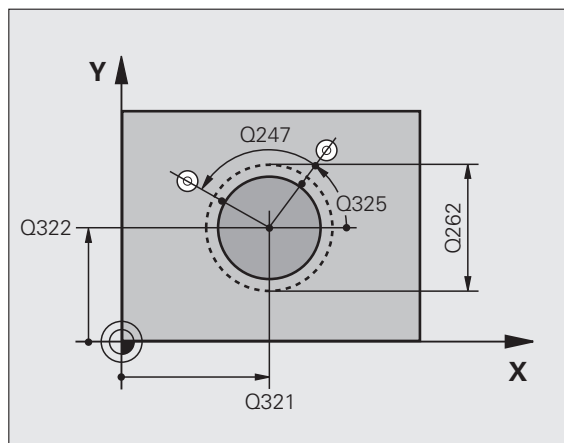
角度增量 Q247 越小，TNC 计算原点的精度越低。最小输入值：5°。



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 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **角增量 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 -120.0000 至 120.0000
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 或者: **PREDEF**
- ▶ **表中编号 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。如果输入 $Q305=0$ 和 $Q303=1$, TNC 自动将显示值设置为新原点并在凸台中心处。如果输入 $Q305=0$ 和 $Q303=0$, TNC 将凸台中心写入原点表的第 0 行。输入范围 0 至 99999
- ▶ **参考轴新原点 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。如果是读入老版程序，TNC 输入该值（参见第 351 页“保存计算的原点”）。
 - 0：将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1：将确定的原点写入预设表中。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
- ▶ **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（标准设置）
 - 3：用 3 个测量点
- ▶ **运动类型？直线 =0/ 圆弧 =1Q365**：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，测量点间的运动方式：
 - 0：测量点之间沿直线运动
 - 1：测量点之间沿节圆直径的圆弧运动

举例：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;角增量
Q261=-5 ;测量高度
Q320=0 ;安全高度
Q260=+20; 第二安全高度
Q301=0 ;运动到第二安全高度
Q305=15 ;表中编号
Q331=+0 ;原点
Q332=+0 ;原点
Q303=+1 ;测量值传输
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 ;测量点数
Q365=1 ;运动类型



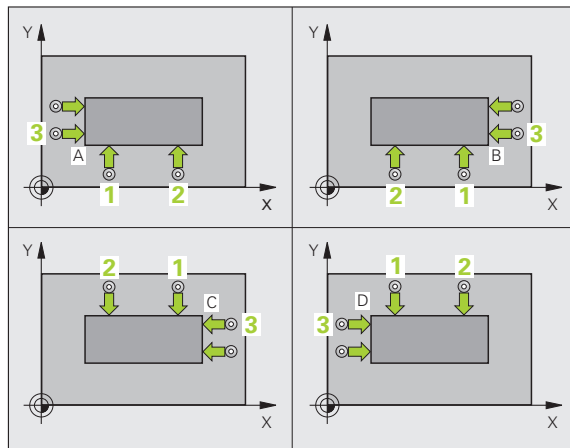
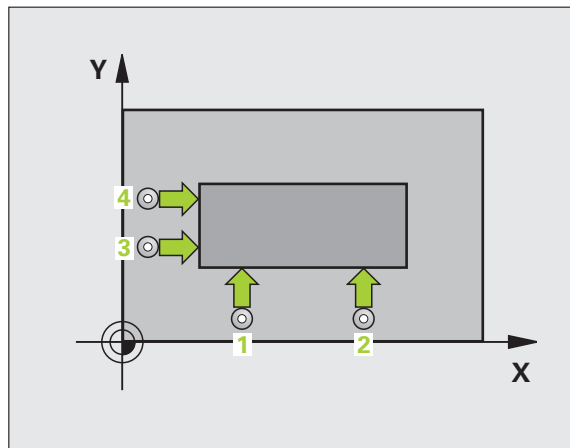
15.8 从圆外定原点（循环 414，DIN/ISO：G414）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）将测头定位在第一触点 **1** 位置（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并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。TNC 用编程的第三测量点自动确定探测方向。
- 3 然后，测头运动至下个起点位置 **2** 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并处理由循环参数 Q303 和 Q305（参见第 351 页“保存计算的原点”）确定的原点并将所确定角点的坐标保存在以下 Q 参数中。
- 6 根据需要，TNC 继续沿探测轴在另一次探测中测量原点。

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：

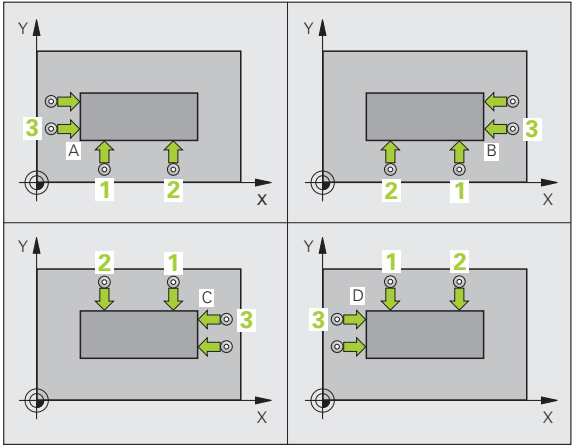


循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

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（见右中图和右下表）。

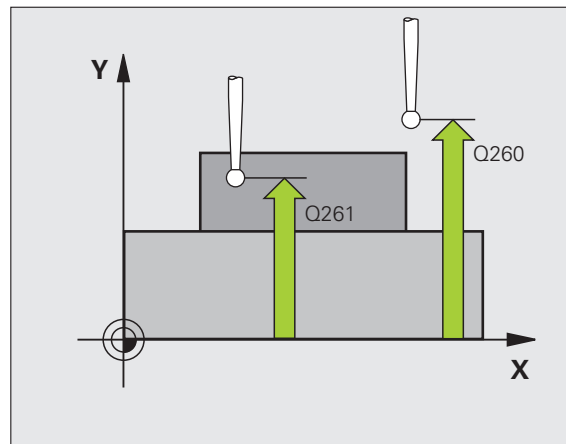
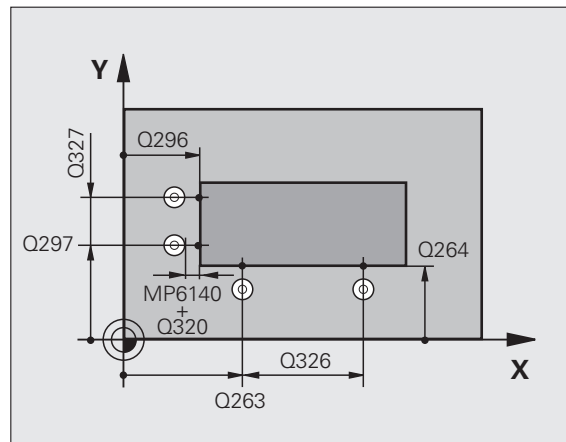
角点	X 轴坐标	Y 轴坐标
A	点 1 大于点 3	点 1 小于点 3
B	点 1 小于点 3	点 1 小于点 3
C	点 1 小于点 3	点 1 大于点 3
D	点 1 大于点 3	点 1 大于点 3



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
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 - 或者 : **PREDEF**
- ▶ **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** : 无基本旋转
 - 1** : 基本旋转
- ▶ **表中编号 Q305** : 输入原点表 / 预设表中的编号, TNC 用其保存角点的坐标。如果输入 Q305=0 和 Q303=1, TNC 自动将显示值设置为新原点并在角点位置处。如果输入 Q305=0 和 Q303=0, TNC 将角点写入原点表的第 0 行。输入范围 0 至 99999



- ▶ **参考轴新原点 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。如果是读入老版程序，TNC 输入该值（参见第 351 页“保存计算的原点”）。
 - 0：将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1：将确定的原点写入预设表中。参考系统为机床坐标系（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

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 414 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 ; 运动到第二安全高度
Q304=0 ; 基本旋转
Q305=7 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传输
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



15.9 从角点内定原点（循环 415，DIN/ISO：G415）

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。

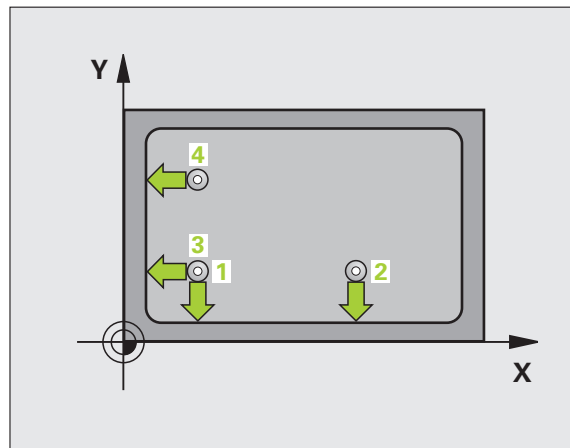
- 1 根据定位规则（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）将测头定位在循环中定义的第一触点 **1** 位置（参见右上图）。TNC 将测头沿相应运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。探测方向取决于标识角点的编号。
- 3 然后，测头运动至下个起点位置 **2** 并探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **3** 位置处，再定位在起点 **4** 位置处，探测第三和第四触点。
- 5 最后 TNC 再将测头移回第二安全高度并处理由循环参数 Q303 和 Q305（参见第 351 页“保存计算的原点”）确定的原点并将所确定角点的坐标保存在以下 Q 参数中。
- 6 根据需要，TNC 继续沿探测轴在另一次探测中测量原点。

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：

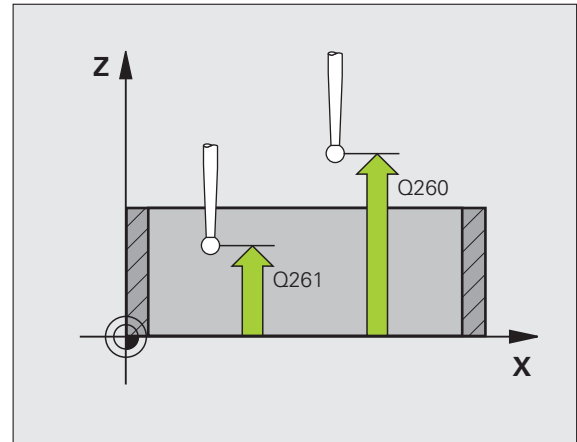
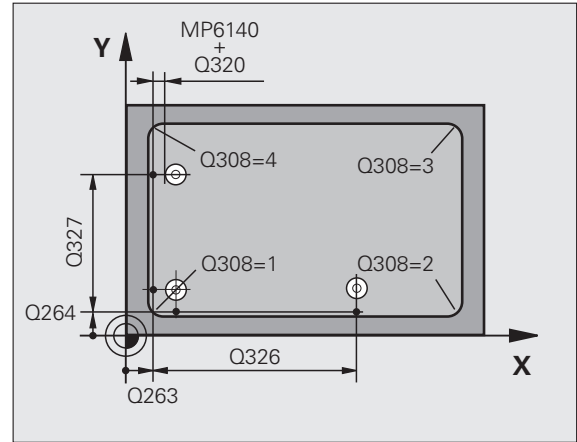


循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
TNC 总是沿加工面辅助轴方向测量第一条直线。





- ▶ **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。
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 或者 : **PREDEF**
- ▶ **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** : 无基本旋转
 - 1** : 基本旋转
- ▶ **表中编号 Q305** : 输入原点表 / 预设表中的编号 , TNC 用其保存角点的坐标。如果输入 Q305=0 和 Q303=1 , TNC 自动将显示值设置为新原点并在角点位置处。如果输入 Q305=0 和 Q303=0 , TNC 将角点写入原点表的第 0 行。输入范围 0 至 99999
- ▶ **参考轴新原点 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。如果是读入老版程序 , TNC 输入该值 (参见第 351 页 “ 保存计算的原点 ”)。
 - 0 : 将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1 : 将确定的原点写入预设表中。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

举例 : NC 程序段

5 TCH PROBE 415 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 ; 运动到第二安全高度
Q304=0 ; 基本旋转
Q305=7 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传输
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



15.10圆心原点（循环 416，DIN/ISO：G416）

循环运行

探测循环 416 通过测量三个孔可以找到螺栓孔圆的圆心，并将确定的圆心定义为原点。根据需要，TNC 也可以将坐标值输入到原点表或预设表中。

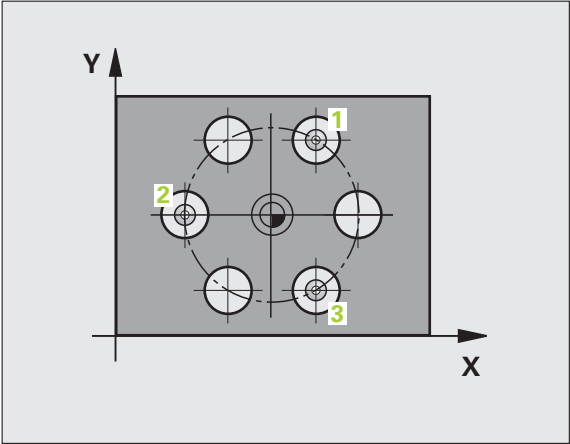
- 1 根据定位规则（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）将测头定位在输入的点位处，作为第一孔 1 的中心
- 2 然后，测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第一孔中心。
- 3 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第二孔 2 的圆心位置。
- 4 TNC 再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第二孔中心。
- 5 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第三孔 3 的圆心位置。
- 6 TNC 再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第三孔中心。
- 7 最后 TNC 再将测头移回第二安全高度并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 处理确定的原点（参见第 351 页“保存计算的原点”）并将实际值保存在以下 Q 参数中。
- 8 根据需要，TNC 继续沿探测轴在另一次探测中测量原点。

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

编程时注意：



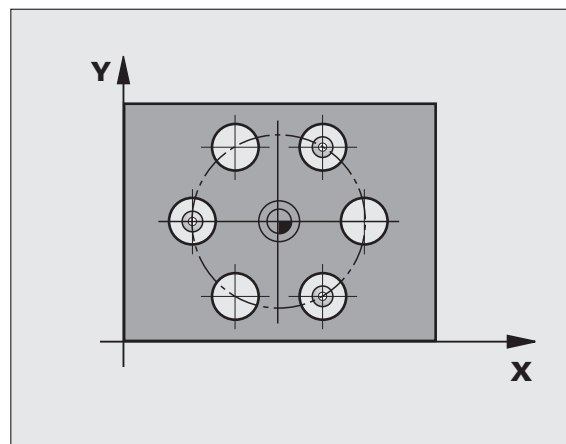
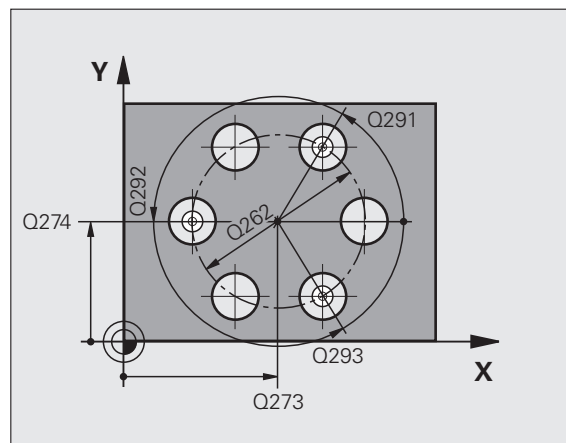
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。



循环参数



- ▶ **第一轴中心 Q273 (绝对值)** : 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
- ▶ **第一孔的角度 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
- ▶ **第二孔的角度 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
- ▶ **第三孔的角度 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
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **表中编号 Q305** : 输入原点表 / 预设表的编号, TNC 用该编号保存螺栓孔圆的圆心坐标。如果输入 Q305=0 和 Q303=1, TNC 自动将显示值设置为新原点并在螺栓孔圆的圆心。如果输入 Q305=0 和 Q303=0, TNC 将螺栓孔圆的圆心写入原点表的第 0 行。输入范围 0 至 99999
- ▶ **参考轴新原点 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
- ▶ **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。如果是读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 351 页 “保存计算的原点”)。
 - 0 : 将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1 : 将确定的原点写入预设表中。参考系统为机床坐标系 (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 MP6140, 且只适用于沿探测轴探测原点时。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**

举例 : 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
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 ; 测量值传输
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



15.11原点在探测轴（循环 417， DIN/ISO：G417）

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。

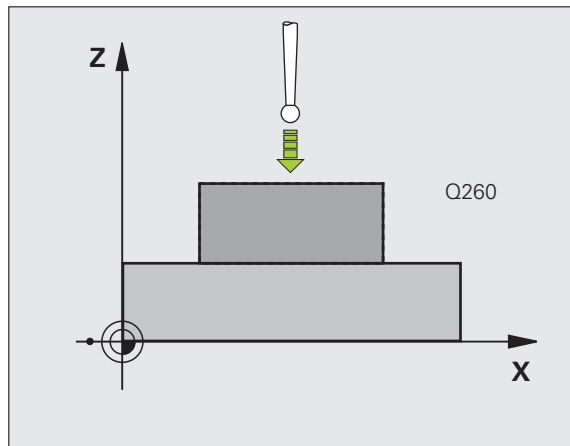
- 1 根据定位规则（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）**1** 将测头定位在编程的第一探测点位置。TNC 将测头沿测头轴的正方向偏移一个安全距离。
- 2 然后测头沿其轴移至输入为触点 **1** 的坐标位置并通过简单探测运动测量实际位置。
- 3 最后 TNC 再将测头移回第二安全高度并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 处理确定的原点（参见第 351 页“保存计算的原点”）并将实际值保存在以下 Q 参数中。

参数编号	含义
Q160	测量点的实际值

编程时注意：

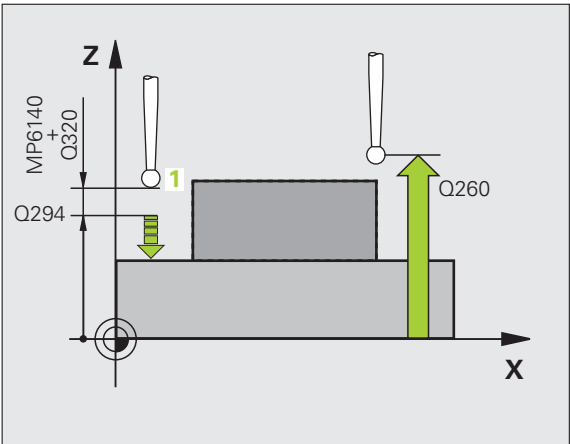
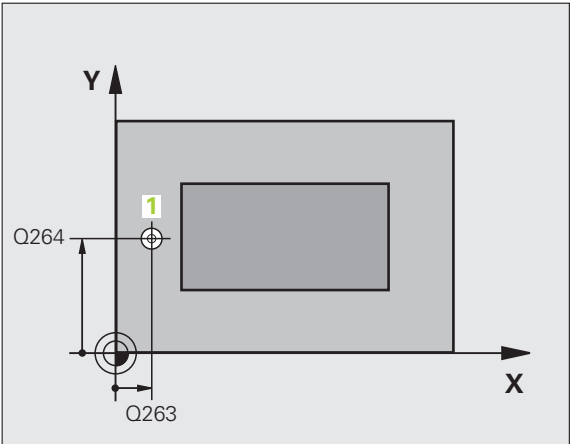


循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
然后，TNC 设置该轴的原点。





- ▶ **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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **表中编号 Q305** : 输入 TNC 保存坐标的原点表 / 预设表中的编号。如果输入 Q305=0 和 Q303=1, TNC 自动将显示值设置为新原点并在被测面上。如果输入 Q305=0 和 Q303=0, TNC 将该坐标写入原点表的第 0 行。输入范围 0 至 99999
- ▶ **TS 轴新原点 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。如果是读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 351 页 “保存计算的原点”)。
 - 0 : 将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1 : 将确定的原点写入预设表中。参考系统为机床坐标系统 (REF 系统)。



举例：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 ;测量值传输



15.12原点在四孔的中心（循环 418，DIN/ISO：G418）

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。

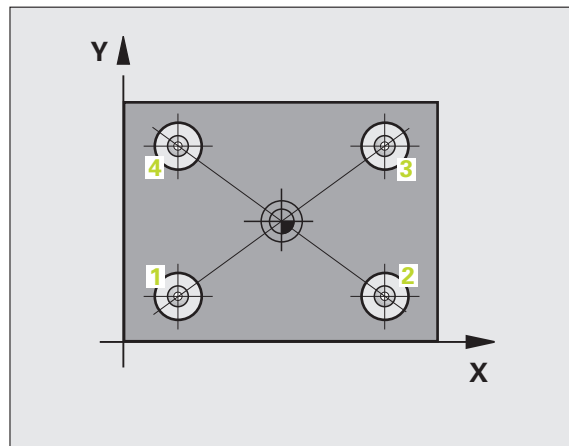
- 1 根据定位规则（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）将测头定位在第一孔 **1** 的中心。
- 2 然后，测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第一孔中心。
- 3 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第二孔 **2** 的圆心位置。
- 4 TNC 再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第二孔中心。
- 5 TNC 对孔 **3** 和孔 **4** 重复步骤 3 和 4。
- 6 最后 TNC 再将测头移回第二安全高度并处理由循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 351 页“保存计算的原点”）。TNC 计算孔 **1/3** 的圆心与 **2/4** 圆心之间连线的交点，该交点为原点并将实际值保存在以下 Q 参数中。
- 7 根据需要，TNC 继续沿探测轴在另一次探测中测量原点。

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：



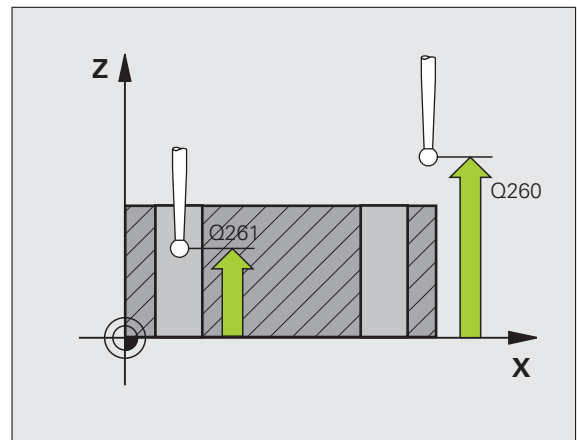
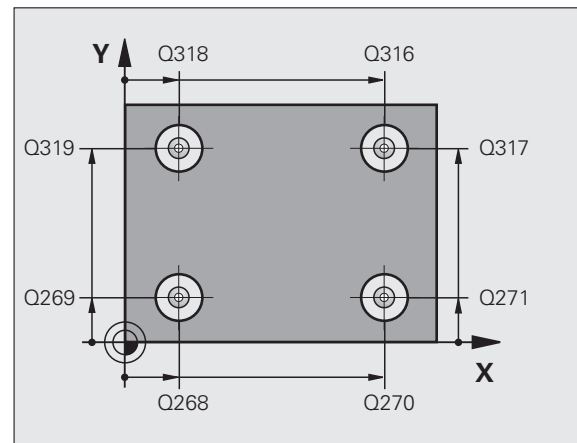
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。



循环参数



- ▶ **第一轴第一中心 Q268 (绝对值)** : 沿加工面参考轴第一孔的圆心。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴第一中心 Q269 (绝对值)** : 沿加工面辅助轴第一孔的圆心。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第一轴第二中心 Q270 (绝对值)** : 沿加工面参考轴第二孔的圆心。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴第二中心 Q271 (绝对值)** : 沿加工面辅助轴第二孔的圆心。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第一轴第三中心 Q316 (绝对值)** : 沿加工面参考轴的第三孔的圆心。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴第三中心 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
- ▶ **第一轴第四中心 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
- ▶ **第二轴第四中心 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
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **表中编号 Q305**: 输入TNC保存直线交点坐标的原点表 / 预设表中的编号。如果输入 Q305=0 和 Q303=1 , TNC 自动将显示值设置为新原点并在连线的交点位置处。如果输入 Q305=0 和 Q303=0 , TNC 将连线交点的坐标写入原点表的第 0 行。输入范围 0 至 99999
- ▶ **参考轴新原点 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。如果是读入老版程序，TNC 输入该值（参见第 351 页“保存计算的原点”）。
 - 0：将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1：将确定的原点写入预设表中。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
- ▶ **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

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 418 DATUM FROM 4 HOLES
Q268=+20; 第一轴第一中心
Q269=+25; 第二轴第一中心
Q270=+150; 第一轴第二中心
Q271=+25; 第二轴第二中心
Q316=+150; 第一轴第三中心
Q317=+85; 第二轴第三中心
Q318=+22; 第一轴第四中心
Q319=+80; 第二轴第四中心
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 ; 测量值传输
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

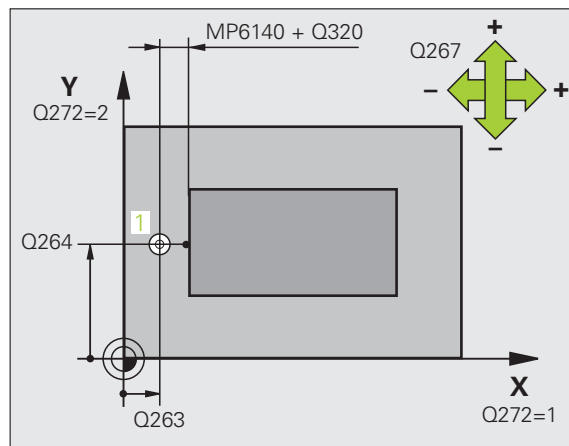


15.13 原点在一轴上 (循环 419 , DIN/ISO : G419)

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 (参见第 326 页 “执行探测循环”), TNC 以快速移动速度 (来自 MP6150) 将测头定位在编程的第一探测点位置。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 (参见第 351 页 “保存计算的原点”)。



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。

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)。

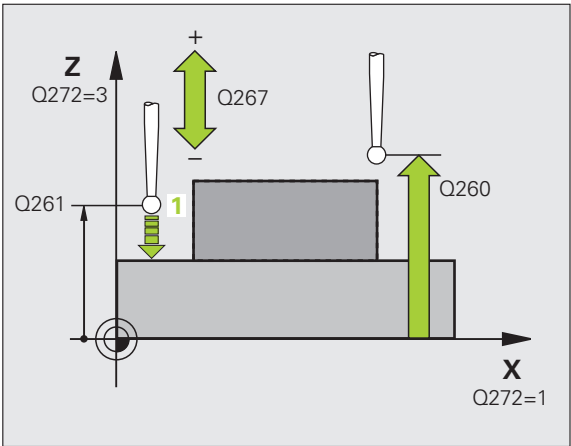
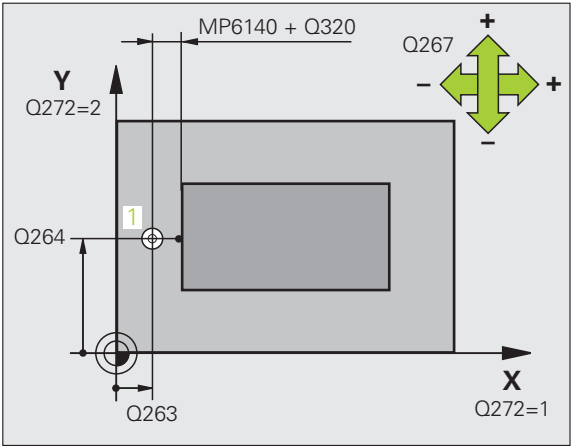
循环参数



- ▶ **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
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **PREDEF**
- ▶ **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 ；或 **PREDEF**
- ▶ **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

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 Q267**：测头接近工件的方向：
-1：负运动方向
+1：正运动方向
- ▶ **表中编号 Q305**：输入 TNC 保存坐标的原点表 / 预设表中的编号。如果输入 Q305=0 和 Q303=1，TNC 自动将显示值设置为新原点并在被测面上。如果输入 Q305=0 和 Q303=0，TNC 将该坐标写入原点表的第 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



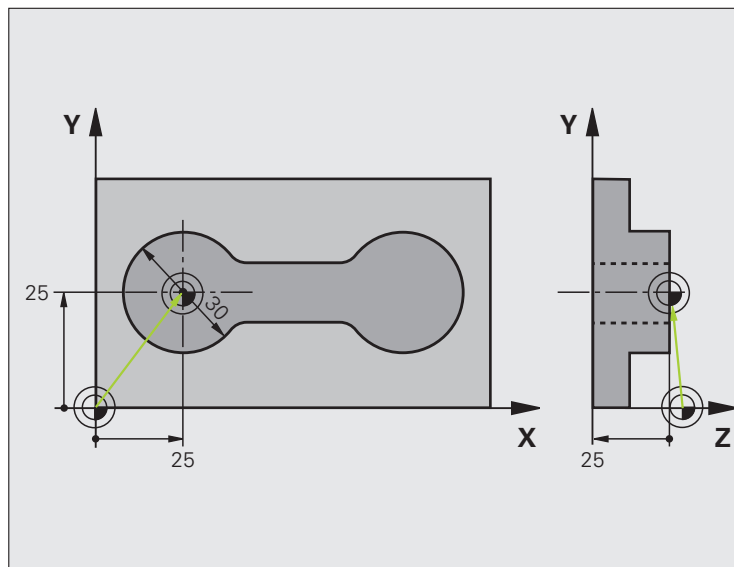
举例：NC 程序段

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 ; 测量值传输



- **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。参见第 351 页的 " 保存计算的原点 "
 - 0** : 将确定的原点写入当前原点表中。参考系统为当前工件坐标系。
 - 1** : 将确定的原点写入预设表中。参考系统为机床坐标系统 (REF 系统)。

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

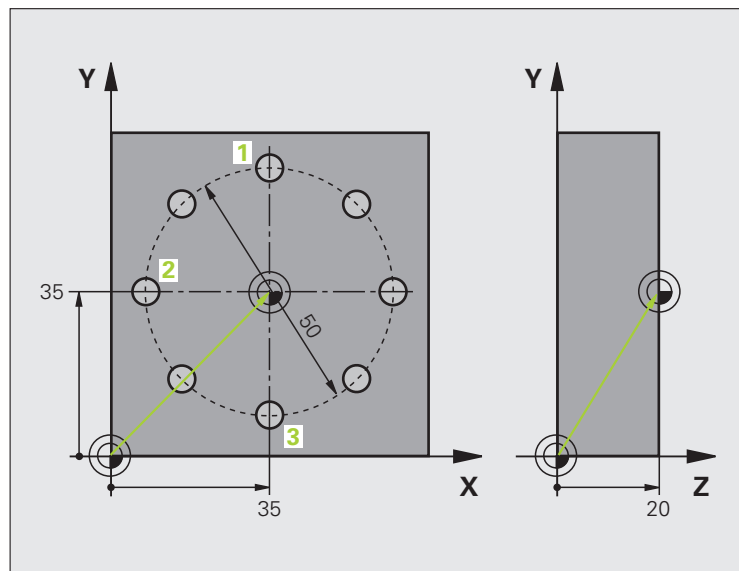
调用刀具 0 定义测头轴

2 TCH PROBE 413 DATUM OUTSIDE CIRCLE	
Q321=+25;第一轴中心	圆心：X 轴坐标
Q322=+25;第二轴中心	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;角增量	计算触点 2 至 4 的角增量
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 MP6140 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 ;运动到第二安全高度	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 ;测量值传输	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 ;测量点数	测量点数
Q365=1 ;运动类型	沿圆弧或沿直线运动到下个触点位置
3 CALL PGM 35K47	调用零件程序
4 END PGM CYC413 MM	



举例：将原点设置在工件上表面和螺栓孔圆的圆心

被测螺栓孔的圆心应被写入预设表中，供以后使用。

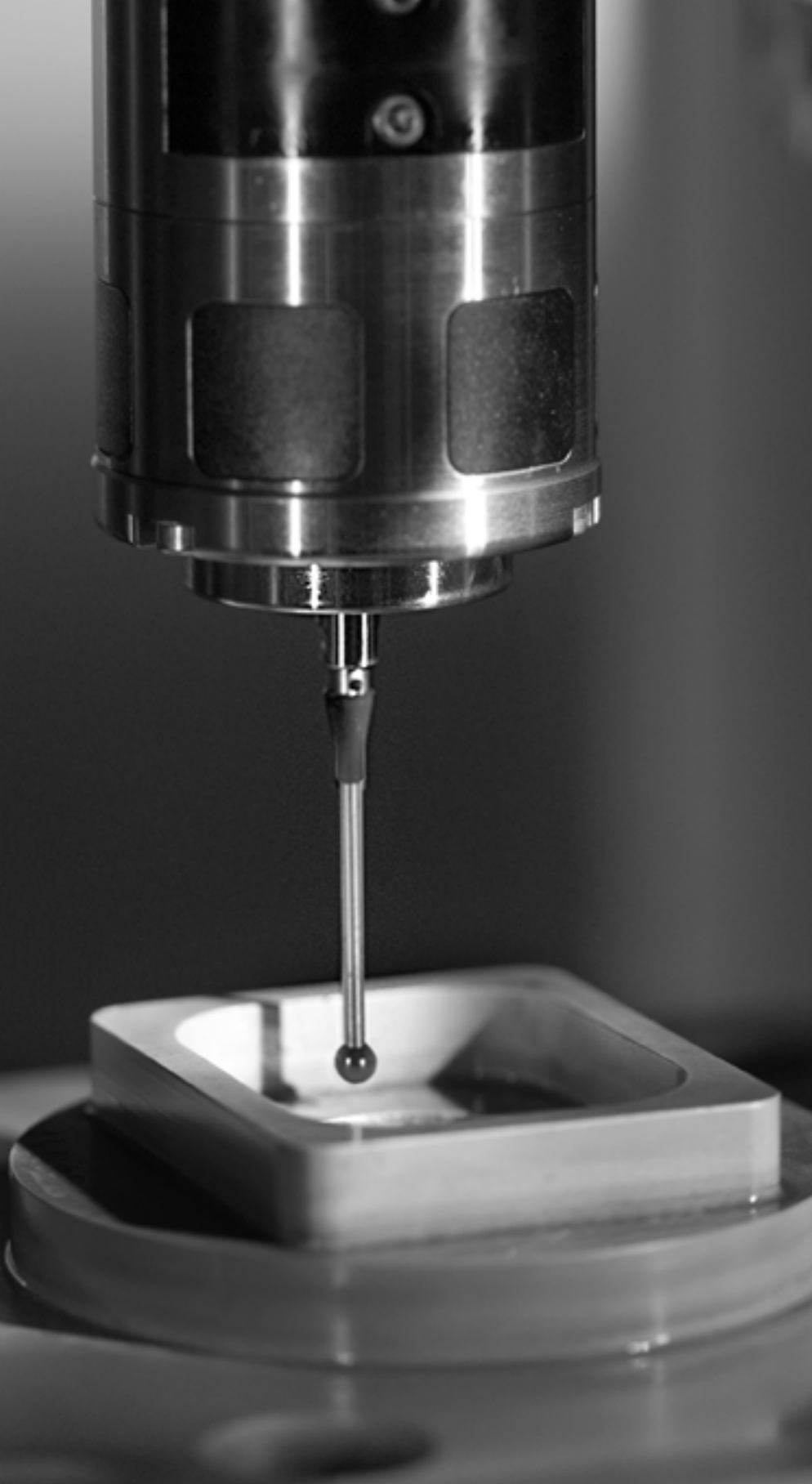


0 BEGIN PGM CYC416 MM	
1 TOOL CALL 69 Z	调用刀具 0 定义测头轴
2 TCH PROBE 417 DATUM IN TS AXIS	设置测头轴原点的循环定义
Q263=+7.5; 第一点第一轴	触点：X 轴坐标
Q264=+7.5; 第一点第二轴	触点：Y 轴坐标
Q294=+25; 第一点第三轴	触点：Z 轴坐标
Q320=0 ;安全高度	累加至 MP6140 的安全高度
Q260=+50; 第二安全高度	测头沿测头轴运动不发生碰撞的高度
Q305=1 ;表中编号	将 Z 轴坐标写入第一行
Q333=+0 ;原点	将测头轴设置为 0
Q303=+1 ;测量值传输	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; 第一轴中心	螺栓孔圆的圆心：X 轴坐标
Q274=+35; 第二轴中心	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 1 圆心的极坐标角
Q292=+180; 第二孔的角度	第二孔 2 圆心的极坐标角
Q293=+270; 第三孔的角度	第三孔 3 圆心的极坐标角
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 ;测量值传输	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
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 MP6140 的安全高度
4 CYCL DEF 247 DATUM SETTING	
	用循环 247 激活新预设点
Q339=1 ;原点号	
6 CALL PGM 35KLZ	
	调用零件程序
7 END PGM CYC416 MM	







16

探测循环：自动检查工件



16.1 基础知识

概要

TNC 提供 12 个用于自动测量工件的循环。

循环	软键	页
0（参考面），测量所选轴的坐标		页 400
1（极坐标原点面），测量探测方向上的一个点		页 401
420（测量角），测量加工面上的角度		页 403
421（测量孔），测量孔的位置和直径		页 405
422（测量外圆），测量圆弧凸台位置和直径		页 409
423（测量矩形内尺寸），测量矩形型腔位置、长度和宽度		页 413
424（测量矩形外尺寸），测量矩形凸台位置、长度和宽度		页 417
425（测量内宽度）（第二软键行），测量槽宽		页 421
426（测量凸台宽度）（第二软键行），测量凸台宽度		页 424
427（测量坐标）（第二软键行），测量所选轴的任意坐标		页 427
430（测量螺栓孔圆）（第二软键行），测量螺栓孔圆的位置和直径		页 430
431（测量平面）（第二软键行），测量平面的 A 和 B 轴角度		页 434



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 将测量日志保存为文本文件，其目录是测量程序的目录。也可以将测量日志直接发给打印机或通过数据接口发给 PC 计算机。为此，（在接口配置菜单中）将打印功能设置为“RS232:\”（参见《用户手册》的“MOD 功能，设置数据接口”）。



日志文件中的所有测量值都是相对正在运行的相应循环的当前原点。此外，坐标系可能在平面上已旋转或平面已用 3-D 旋转功能进行了倾斜。在此情况下，TNC 将把测量结果转为相应的当前坐标系。

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

给定的极限值：

参考轴中心的最大极限值：50.1000

参考轴中心的最小极限值：49.9000

辅助轴中心的最大极限值：65.1000

辅助轴中心的最小极限值：64.9000

孔的最大尺寸：12.0450

孔的最小尺寸：12.0000

实际值：中心

参考轴：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。：

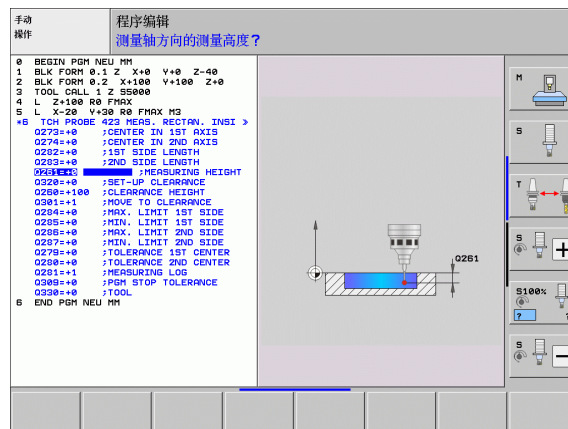
结果分类	参数值
测量结果在公差范围内	Q180 = 1
需要修复	Q181 = 1
报废	Q182 = 1

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）。

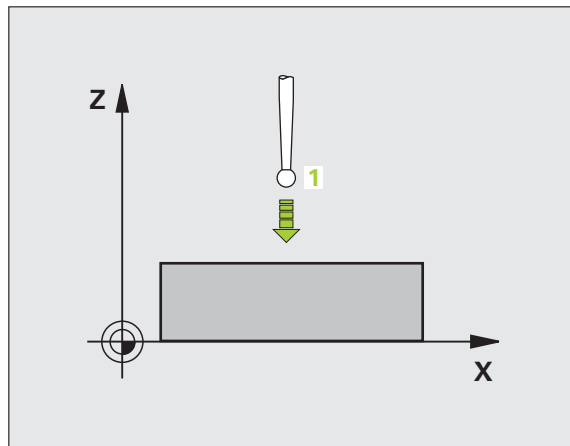
测量结果的参考系统

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。

16.2 参考面（循环 0，DIN/ISO：G55）

循环运行

- 1 测头以快移速度（来自 MP6150）移到循环中的编程起点位置 **1**。
- 2 然后，测头以 MP6120 定义的进给速率接近工件。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坐标测量值保存在 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



- ▶ **结果参数号**：输入指定坐标值的 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**：用轴选择键或字母键盘输入测头预定位点名义位置值的全部坐标。输入范围-99999.9999 至 99999.9999
- ▶ 要结束输入，按下 END 键。

举例：NC 程序段

```
67 TCH PROBE 0.0 REF. PLANE Q5 X-
```

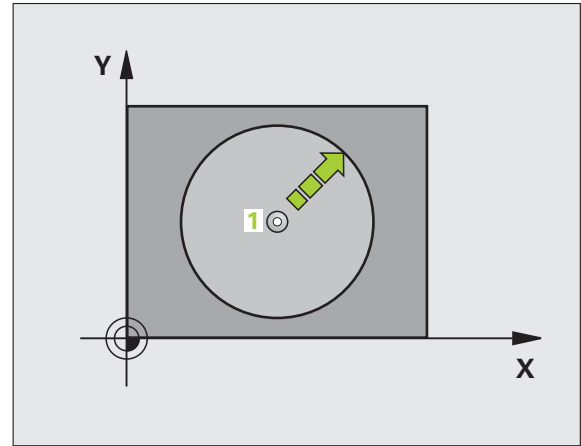
```
68 TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5
```

16.3 极坐标参考面（循环 1）

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 测头以快移速度（来自 MP6150）移到循环编程的起点位置 **1**。
- 2 然后，测头以 MP6120 定义的进给速率接近工件。探测期间，TNC 沿 2 个坐标轴（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，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 X 轴：X/Y 平面
- 探测 Y 轴：Y/Z 平面
- 探测 Z 轴：Z/X 平面

循环参数



- ▶ **探测轴**：用轴选择键或字母键盘输入探测轴。用 ENT 键确认输入信息。输入范围：**X、Y 或 Z**
- ▶ **探测角度**：自探测轴的角度，测头运动到该处。输入范围 -180.0000 至 180.0000。
- ▶ **名义位置值**：用轴选择键或字母键盘输入测头预定位点名义位置值的全部坐标。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ 要结束输入，按下 END 键。

举例：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
```



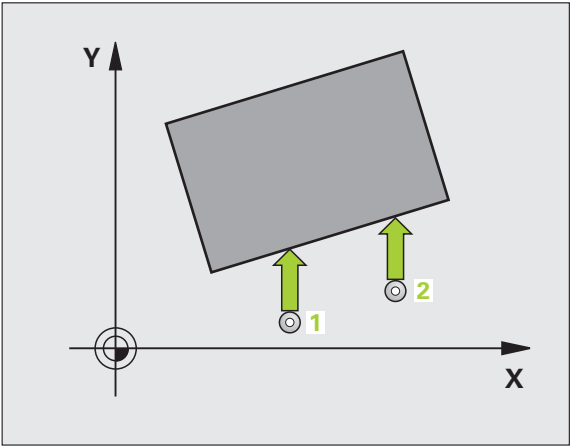
16.4 测量角度（循环 420， DIN/ISO：G420）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快速速度（来自 MP6150）**1** 将测头定位在编程的第一探测点位置。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并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头运动至下个起点位置 **2** 并探测第二触点。
- 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：



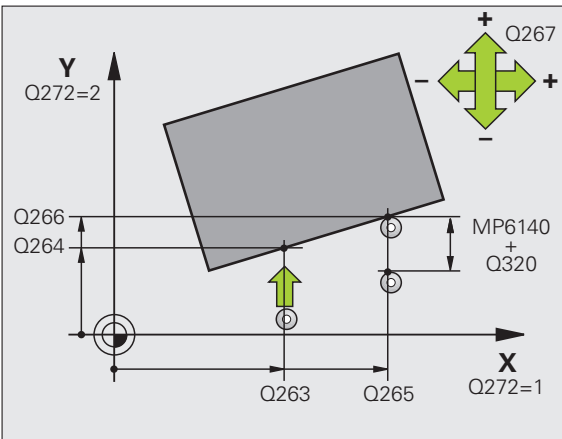
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

如果探测轴 = 测量轴，当测量 A 轴的角度时，将 **Q263** 设置为等于 **Q265**；当测量 B 轴的角度时，将 **Q263** 设置为不等于 **Q265**。

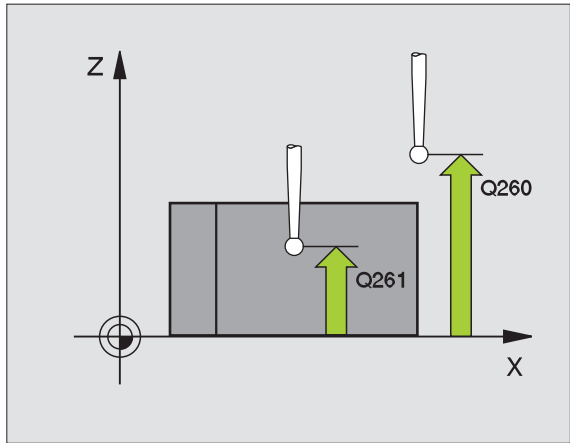
循环参数



- ▶ **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 1Q267**：测头接近工件的方向：
-1：负运动方向
+1：正运动方向
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **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；或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
或者：**PREDEF**
- ▶ **测量日志 Q281**：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
2：中断程序运行并在屏幕上显示测量日志。用 NC 启动键恢复程序运行。



举例：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	; 运动到第二安全高度
Q281=1	; 测量日志



16.5 测量孔（循环 421， DIN/ISO：G421）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 1 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。TNC 用编程的起始角自动确定探测方向。
- 3 然后，测头沿测量高度或第二安全高度位置的圆弧移至下个起点 2 位置并探测第二触点。
- 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：

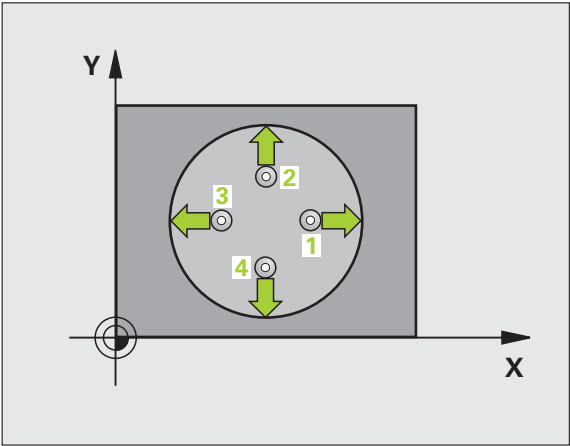
参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴中心的实际值
Q153	直径实际值
Q161	参考轴中心位置的偏差
Q162	辅助轴中心位置的偏差
Q163	与直径的偏差

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。

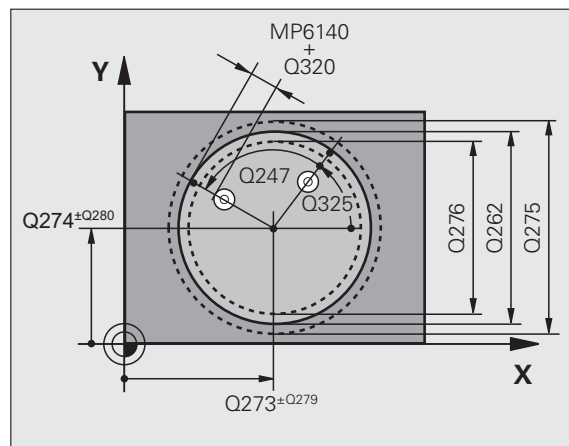
角度越小，TNC 计算孔尺寸的精度越低。最小输入值：5°。



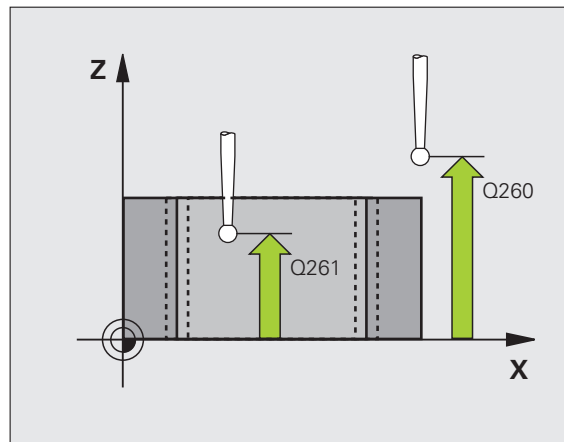
循环参数



- ▶ **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 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **角增量 Q247 (增量值)** : 两测量点间角度。角增量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



- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ；或 **PREDEF**
- ▶ **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 ；或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 - 或者： **PREDEF**
- ▶ **孔尺寸的最大极限值 Q275**：孔（圆弧型腔）的最大允许尺寸。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **孔尺寸的最小极限值 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：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
2：中断程序运行并在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** 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，无出错信息
1：中断程序运行，输出出错信息
- ▶ **监测的刀具** Q330：定义 TNC 是否监测刀具（参见第 398 页“刀具监测”）。输入范围：0 至 32767.9，或最多 16 个字符的刀具名
0：监测功能未激活
>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 个探测点测量孔：
4：用 4 个测量点（标准设置）
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，测量点间的运动方式：
0：测量点之间沿直线运动
1：测量点之间沿节圆直径的圆弧运动

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 421 MEASURE HOLE
Q273=+50; 第一轴中心
Q274=+50; 第二轴中心
Q262=75 ;名义直径
Q325=+0 ;起始角
Q247=+60; 角增量
Q261=-5 ;测量高度
Q320=0 ;安全高度
Q260=+20; 第二安全高度
Q301=1 ;运动到第二安全高度
Q275=75.12; 最大极限值
Q276=74.95; 最小极限值
Q279=0.1 ;第一中心的公差
Q280=0.1 ;第二中心的公差
Q281=1 ;测量日志
Q309=0 ;出错时程序停止
Q330=0 ;刀具
Q423=4 ;测量点数
Q365=1 ;运动类型



16.6 从外测量圆（循环 422，DIN/ISO：G422）

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。

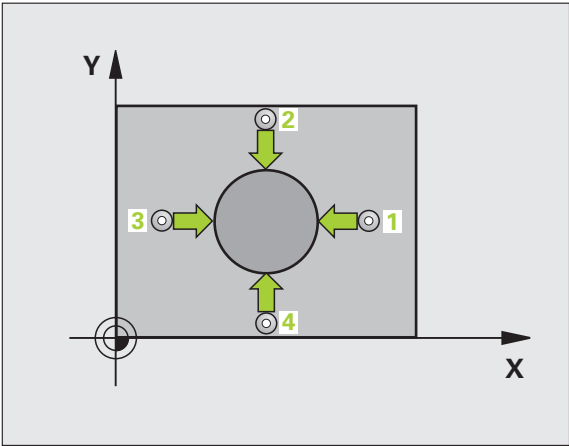
- 根据定位规则（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 **1** 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。TNC 用编程的起始角自动确定探测方向。
- 然后，测头沿测量高度或第二安全高度位置的圆弧移至下个起点 **2** 位置并探测第二触点。
- TNC 将测头定位在起点 **3** 位置处，再定位在起点 **4** 位置处，探测第三和第四触点。
- 最后，TNC 将测头移回第二安全高度处并将实际值和偏差值保存在以下 Q 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：



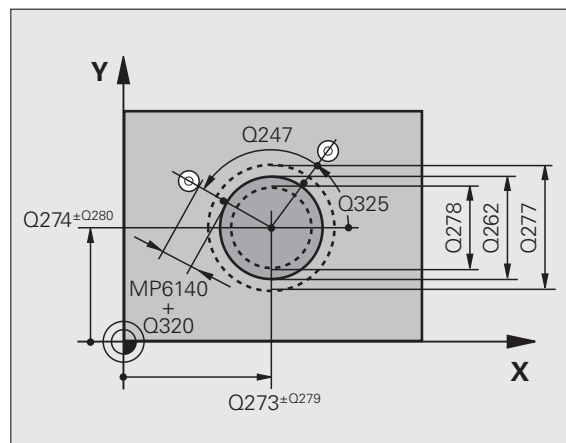
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
角度越小，TNC 计算凸台尺寸的精度越低。最小输入值：
5°



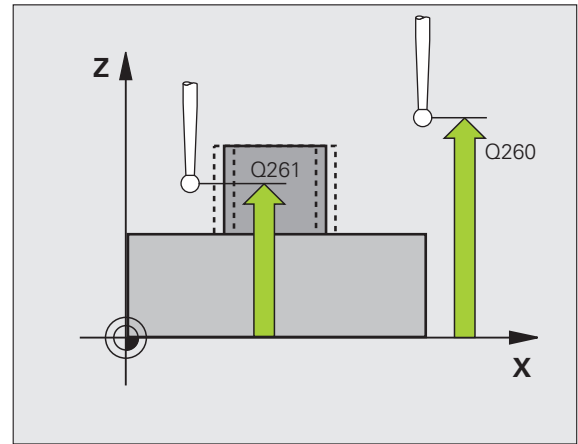
循环参数



- ▶ **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
- ▶ **角增量** 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



- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 - 或者 : **PREDEF**
- ▶ **凸台尺寸的最大极限值 Q277**: 凸台的最大允许直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **凸台尺寸的最小极限值 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：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
2：中断程序运行并在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** 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，无出错信息
1：中断程序运行，输出出错信息
- ▶ **监测的刀具** Q330：定义 TNC 是否监测刀具（参见第 398 页“刀具监测”）。输入范围：0 至 32767.9，或最多 16 个字符的刀具名
0：监测功能未激活
>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（标准设置）
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，测量点间的运动方式：
0：测量点之间沿直线运动
1：测量点之间沿节圆直径的圆弧运动

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 422 MEAS. CIRCLE OUTSIDE
Q273=+50; 第一轴中心
Q274=+50; 第二轴中心
Q262=75 ;名义直径
Q325=+90; 起始角
Q247=+30; 角增量
Q261=-5 ;测量高度
Q320=0 ;安全高度
Q260=+10; 第二安全高度
Q301=0 ;运动到第二安全高度
Q277=35.15; 最大极限值
Q278=34.9; 最小极限值
Q279=0.05; 第一中心的公差
Q280=0.05; 第二中心的公差
Q281=1 ;测量日志
Q309=0 ;出错时程序停止
Q330=0 ;刀具
Q423=4 ;测量点数
Q365=1 ;运动类型



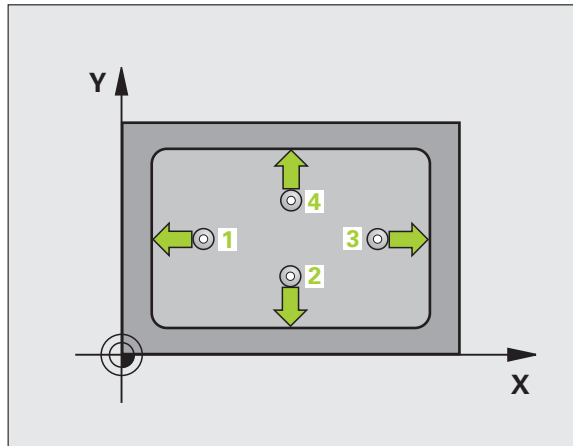
16.7 从内测量矩形（循环 423，DIN/ISO：G423）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 **1** 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，在测量高度测头平行地或在第二安全高度直线地运动至下一个起点 **2** 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：



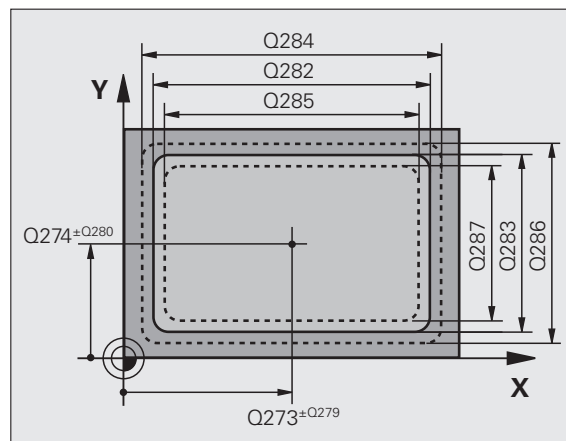
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

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。

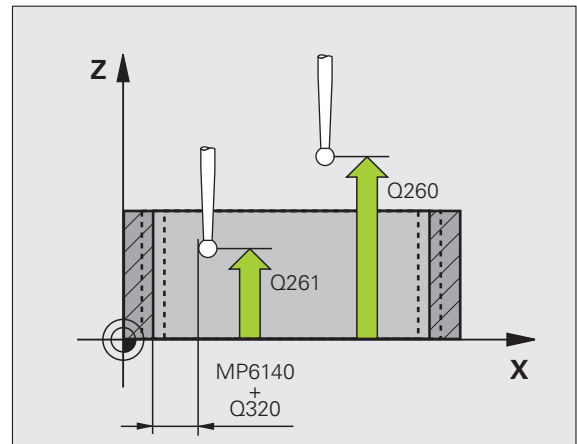
循环参数



- ▶ **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
- ▶ **第一侧面长度 Q282**：型腔长度，平行于加工面的参考轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二侧面长度 Q283**：型腔长度，平行于加工面的辅助轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 或者 : **PREDEF**
- ▶ **第一侧面长度最大尺寸极限值 Q284**: 型腔最大允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一侧面长度最小尺寸极限值 Q285**: 型腔最小允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二侧面长度最大尺寸极限值 Q286**: 型腔最大允许宽度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二侧面长度最小尺寸极限值 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：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
2：中断程序运行并在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** 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，无出错信息
1：中断程序运行，输出出错信息
- ▶ **监测的刀具** Q330：定义 TNC 是否监测刀具（参见第 398 页“刀具监测”）。输入范围：0 至 32767.9，或最多 16 个字符的刀具名
0：监测功能未激活
>0：刀具表“TOOLT”中的刀具号

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 423 MEAS. RECTAN. INSIDE	
Q273=+50;	第一轴中心
Q274=+50;	第二轴中心
Q282=80	; 第一侧面长度
Q283=60	; 第二侧面长度
Q261=-5	; 测量高度
Q320=0	; 安全高度
Q260=+10;	第二安全高度
Q301=1	; 运动到第二安全高度
Q284=0	; 第一侧面最大极限值
Q285=0	; 第一侧面最小极限值
Q286=0	; 第二侧面最大极限值
Q287=0	; 第二侧面最小极限值
Q279=0	; 第一中心的公差
Q280=0	; 第二中心的公差
Q281=1	; 测量日志
Q309=0	; 出错时程序停止
Q330=0	; 刀具



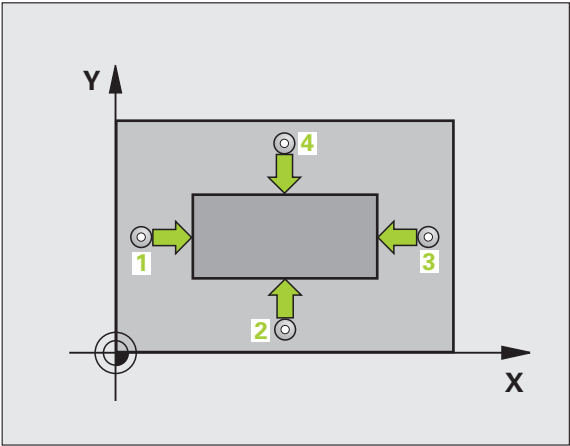
16.8 从外测量矩形（循环 424， DIN/ISO：G424）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 **1** 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，在测量高度测头平行地或在第二安全高度直线地运动至下一个起点 **2** 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：

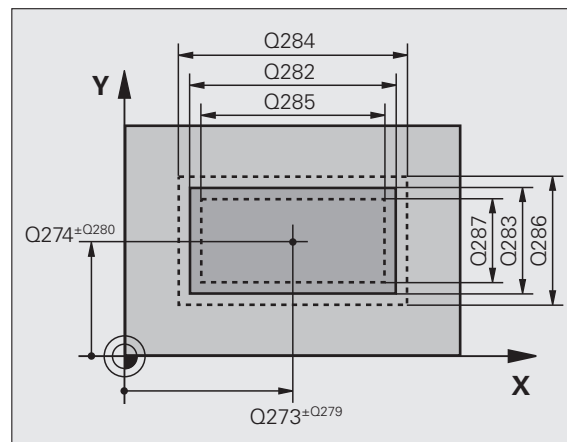


循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

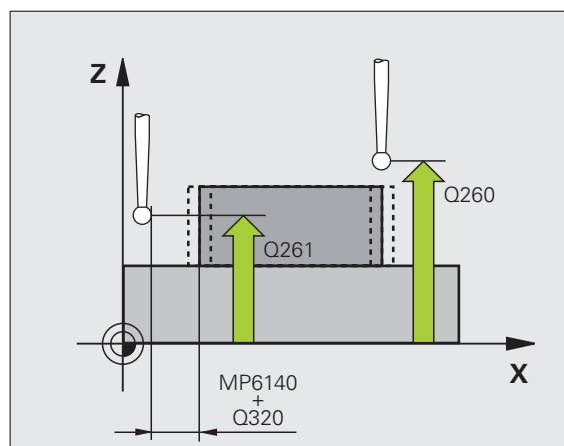
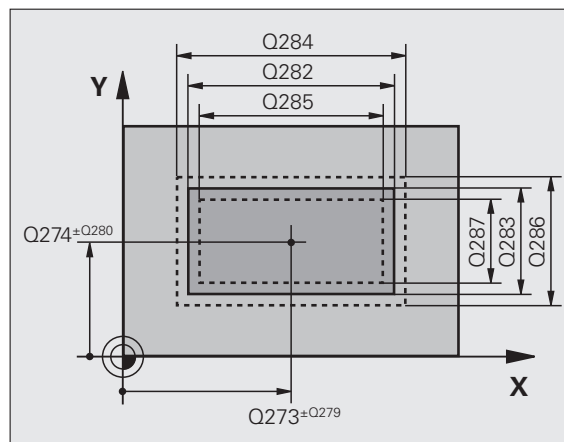
循环参数



- ▶ **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
- ▶ **第一侧面长度 Q282**：凸台长度，平行于加工面的参考轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二侧面长度 Q283**：凸台长度，平行于加工面的辅助轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度 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
 或者 : **PREDEF**
- ▶ **第一侧面长度最大尺寸极限值 Q284**: 凸台最大允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一侧面长度最小尺寸极限值 Q285**: 凸台最小允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二侧面长度最大尺寸极限值 Q286**: 凸台最大允许宽度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二侧面长度最小尺寸极限值 Q287**: 凸台最小允许宽度。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：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
2：中断程序运行并在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** 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，无出错信息
1：中断程序运行，输出出错信息
- ▶ **监测的刀具** Q330：定义 TNC 是否监测刀具（参见第 398 页“刀具监测”）。输入范围：0 至 32767.9，或最多 16 个字符的刀具名：
0：监测功能未激活
>0：刀具表“TOOLT”中的刀具号

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 424 MEAS. RECTAN. OUTS.
Q273=+50; 第一轴中心
Q274=+50; 第二轴中心
Q282=75 ; 第一侧面长度
Q283=35 ; 第二侧面长度
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 第二安全高度
Q301=0 ; 运动到第二安全高度
Q284=75.1; 第一侧面最大极限值
Q285=74.9; 第一侧面最小极限值
Q286=35 ; 第二侧面最大极限值
Q287=34.95; 第二侧面最小极限值
Q279=0.1 ; 第一中心的公差
Q280=0.1 ; 第二中心的公差
Q281=1 ; 测量日志
Q309=0 ; 出错时程序停止
Q330=0 ; 刀具



16.9 测量内侧宽度（循环 425，DIN/ISO：G425）

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。

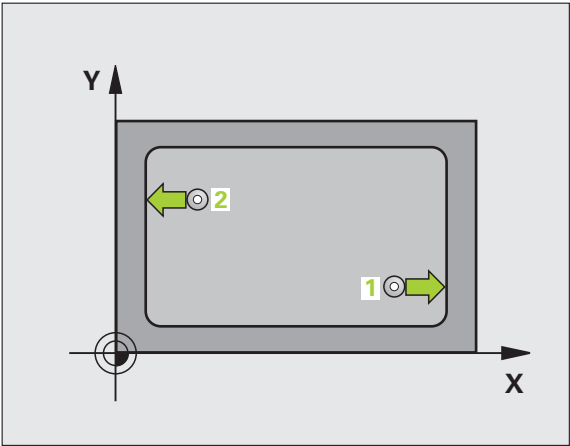
- 1 根据定位规则（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 **1** 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。第一次总是沿编程轴正方向探测。
- 3 如果输入了第二测量点的偏移量，TNC 将测头（根据需要，在第二安全高度位置）移至下一起点 **2** 并探测第二触点。如果名义尺寸较大，TNC 用快移速度将测头移至第二触点。如果未输入偏移量，TNC 测量正相反方向的宽度。
- 4 最后，TNC 将测头移回第二安全高度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：



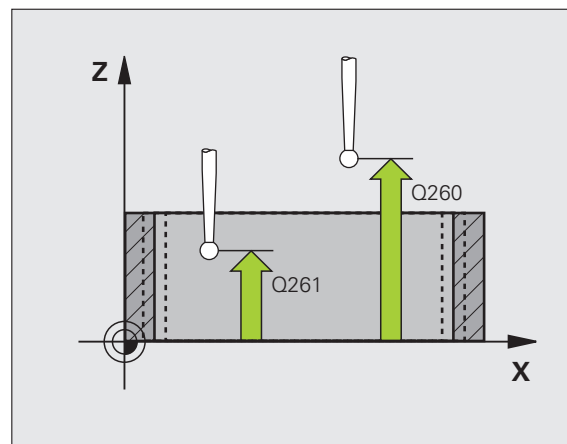
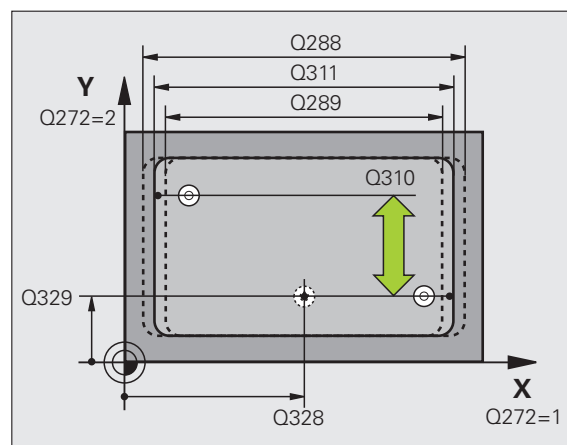
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。



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
- ▶ **第二次测量的偏移值 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：
 - 1:参考轴 = 测量轴
 - 2:辅助轴 = 测量轴
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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；或 **PREDEF**
- ▶ **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：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
 - 2：中断程序运行并在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** 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，无出错信息
 - 1：中断程序运行，输出出错信息
- ▶ **监测的刀具** Q330：定义 TNC 是否监测刀具（参见第 398 页“刀具监测”）。输入范围：0 至 32767.9，或最多 16 个字符的刀具名
 - 0：监测功能未激活
 - >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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **运动到第二安全高度** 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
 或者：**PREDEF**

举例：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 ;第二次测量的偏移值
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; 最大极限值
Q289=25 ;最小极限值
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 ;运动到第二安全高度



16.10测量凸台宽度（循环 426，DIN/ISO：G426）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 1 位置。TNC 用循环数据和 MP6140 的安全高度计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度并以探测进给速率（MP6120）探测第一触点。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 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：

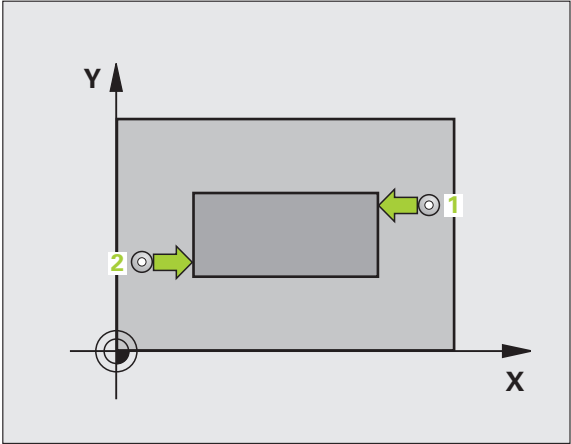
参数编号	含义
Q156	测量长度的实际值
Q157	中心线的实际值
Q166	被测长度偏差

编程时注意：



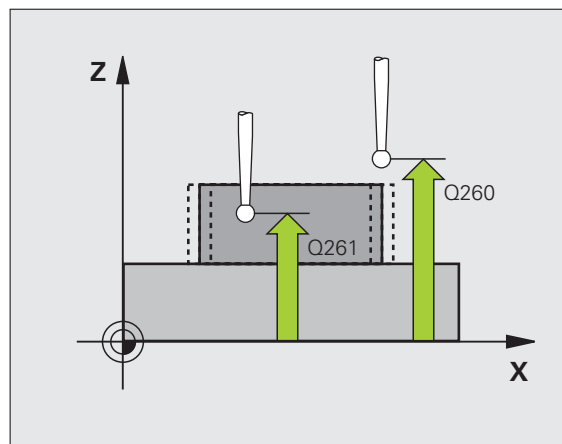
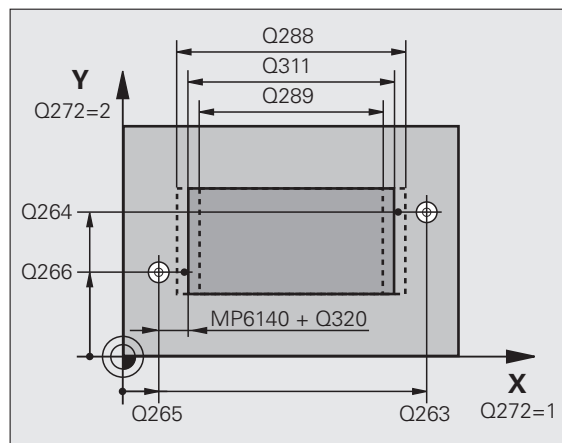
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

必须确保第一次测量沿所选测量轴的负方向进行。相应定义 Q263 和 Q264。





- ▶ **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 :
 1:参考轴 = 测量轴
 2 : 辅助轴 = 测量轴
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
2：中断程序运行并在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** 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，无出错信息
1：中断程序运行，输出出错信息
- ▶ **监测的刀具** Q330：定义 TNC 是否监测刀具（参见第 398 页“刀具监测”）。输入范围：0 至 32767.9，或最多 16 个字符的刀具名
0：监测功能未激活
>0：刀具表“TOOLT”中的刀具号

举例：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	；最大极限值
Q289=44.95	；最小极限值
Q281=1	；测量日志
Q309=0	；出错时程序停止
Q330=0	；刀具



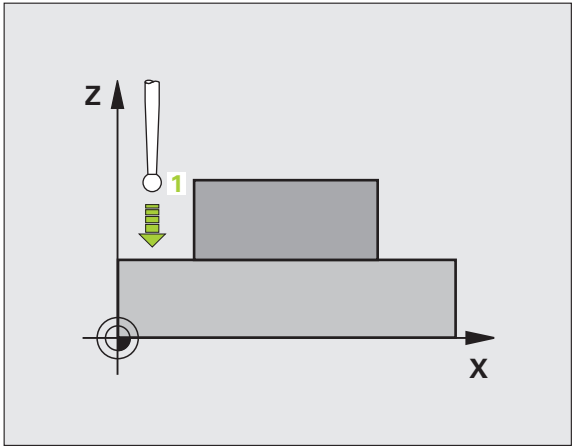
16.11测量坐标（循环 427， DIN/ISO：G427）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 将测头以快移速度（来自 MP6150）定位在探测的起点 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



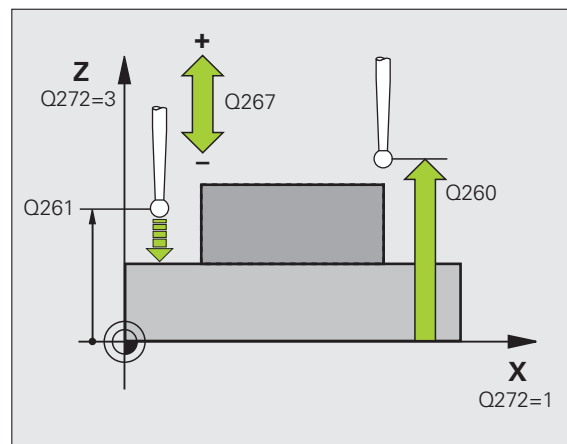
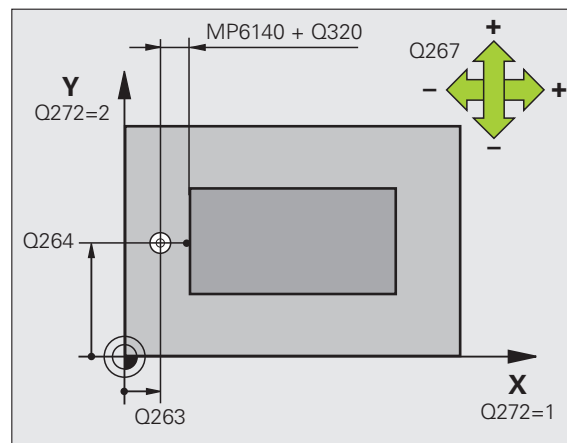
编程时注意：

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
- ▶ **沿探测轴的测量高度 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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF**
- ▶ **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 1Q267** : 测头接近工件的方向 :
 - 1 : 负运动方向
 - +1 : 正运动方向
- ▶ **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 ; 或 **PREDEF**



- ▶ **测量日志 Q281**：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
 - 2**：中断程序运行并在屏幕上显示测量日志。用 NC 启动键恢复程序运行。
- ▶ **尺寸的最大极限值 Q288**：最大允许测量值。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **尺寸的最小极限值 Q289**：最小允许测量值。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **如果公差超差程序停止 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，无出错信息
 - 1**：中断程序运行，输出出错信息
- ▶ **监测的刀具 Q330**：定义 TNC 是否监测刀具（参见第 398 页“刀具监测”）。输入范围：0 至 32767.9，或最多 16 个字符的刀具名：
 - 0**：监测功能未激活
 - >0**：刀具表“TOOL.T”中的刀具号

举例：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	; 最大极限值
Q289=4.95;	最小极限值
Q309=0	; 出错时程序停止
Q330=0	; 刀具



16.12 测量螺栓孔圆（循环 430，DIN/ISO：G430）

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。

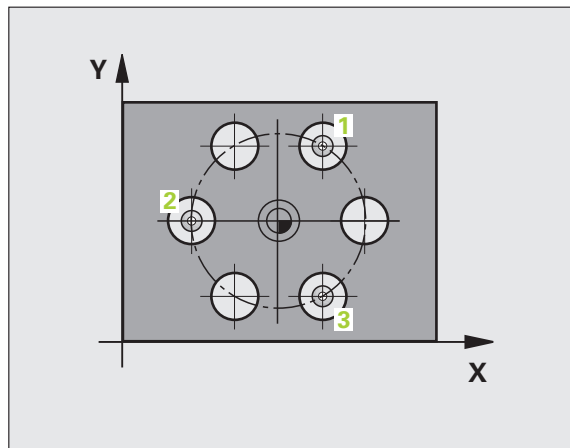
- 1 根据定位规则（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）将测头定位在输入的点位处，作为第一孔 **1** 的中心
- 2 然后，测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第一孔中心。
- 3 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第二孔 **2** 的圆心位置。
- 4 TNC 再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第二孔中心。
- 5 测头返回第二安全高度，然后移至输入的第三孔 **3** 的圆心位置。
- 6 TNC 再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第三孔中心。
- 7 最后，TNC 将测头移回第二安全高度处并将实际值和偏差值保存在以下 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：



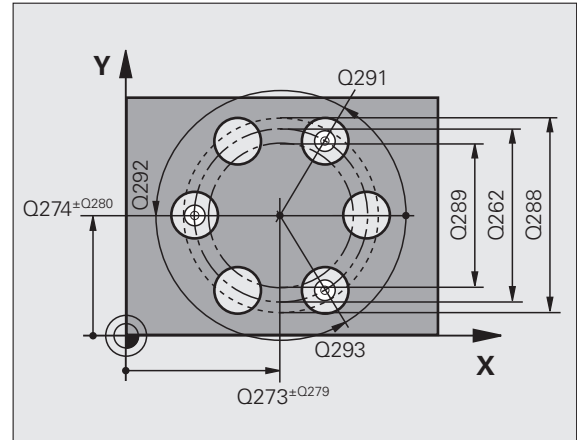
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
循环 430 只监测刀具破损，无自动补偿刀具功能。



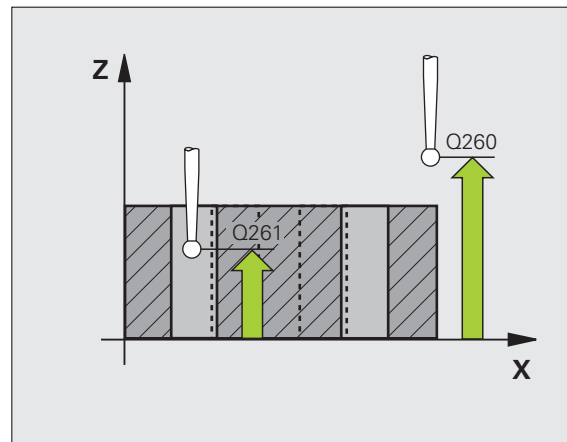
循环参数



- ▶ **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
- ▶ **第一孔的角度** 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
- ▶ **第二孔的角度** 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
- ▶ **第三孔的角度** 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



- ▶ **沿探测轴的测量高度 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；或 **PREDEF**
- ▶ **尺寸的最大极限值 Q288**：螺栓孔圆的最大允许直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **尺寸的最小极限值 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
- ▶ **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**：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
 - 2**：中断程序运行并在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 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，无出错信息
 - 1**：中断程序运行，输出出错信息
- ▶ **监测的刀具号 Q330**：定义 TNC 是否监测刀具破损（参见第 398 页“刀具监测”）。输入范围 0 至 32767.9；或最多 16 个字符的刀具名
 - 0**：监测功能未激活
 - >0**：刀具表“TOOL.T”中的刀具号

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 430 MEAS. BOLT HOLE CIRC
Q273=+50; 第一轴中心
Q274=+50; 第二轴中心
Q262=80 ;名义直径
Q291=+0 ;第一孔的角度
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; 最大极限值
Q289=79.9; 最小极限值
Q279=0.15; 第一中心的公差
Q280=0.15; 第二中心的公差
Q281=1 ;测量日志
Q309=0 ;出错时程序停止
Q330=0 ;刀具



16.13 测量平面（循环 431，DIN/ISO：G431）

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（参见第 326 页“执行探测循环”），TNC 以快移速度（来自 MP6150）将测头定位在编程的起点 **1** 并测量该平面的第一触点。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，然后在加工面上移至起点 **2** 位置处并测量该平面上第二触点的实际值。
- 3 测头移回第二安全高度，然后在加工面上移至起点 **3** 位置处并测量该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角度测量值保存在以下 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 至 Q175	沿测头轴的测量值（第一至第三测量点）

编程时注意：



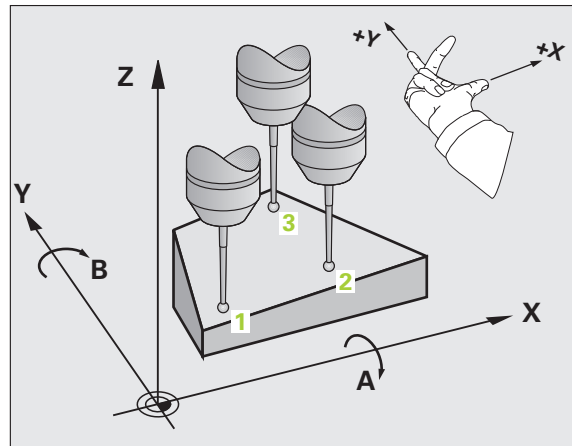
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

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。

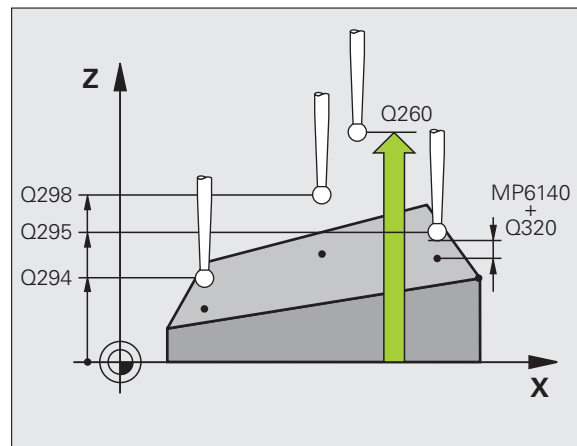
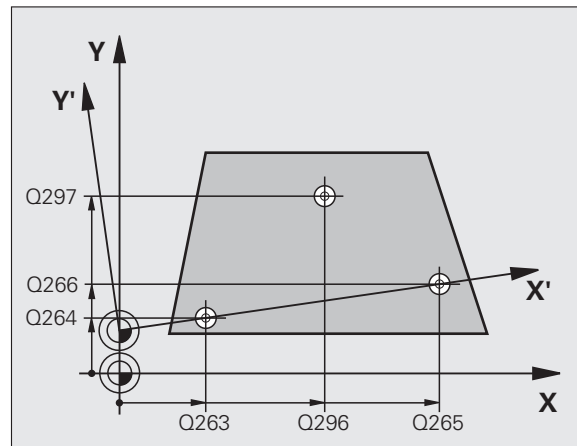
如果在倾斜加工面功能有效时运行该循环，测量的空间角是相对倾斜坐标系的角度。这时，用 **PLANE 相对角** 测量空间角。



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
- ▶ **第三测量点第三轴 Q298 (绝对值)** : 沿探测轴的第三触点的坐标。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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **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；或 **PREDEF**
- ▶ **测量日志 Q281**：定义 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** 保存在测量程序所在的目录中。
2：中断程序运行并在屏幕上显示测量日志。用 NC 启动键恢复程序运行。

举例：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=+90; 第二点第一轴
Q266=+25; 第二点第二轴
Q295=+15; 第二点第三轴
Q296=+50; 第三点第一轴
Q297=+80; 第三点第二轴
Q298=+20; 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

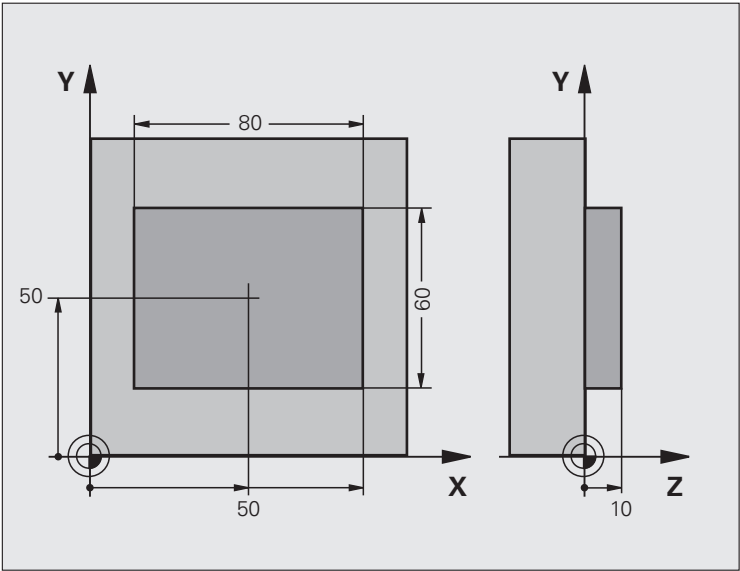


16.14编程举例

举例：测量和修复加工矩形凸台

程序执行顺序：

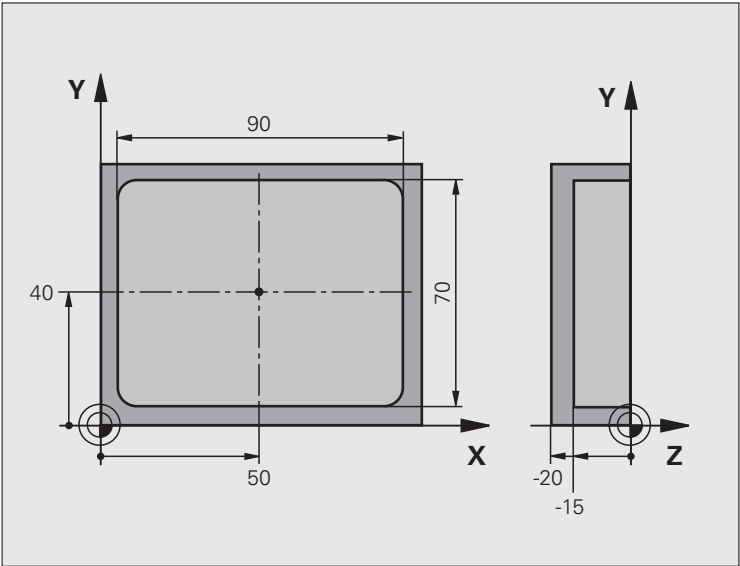
- 粗加，留 0.5 mm 精加余量
- 测量
- 根据测量值，精加矩形凸台



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	X 轴方向的型腔长度（粗加工尺寸）
4 FN 0: Q2 = +61	Y 轴方向的型腔长度（粗加工尺寸）
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.	测量粗加工矩形尺寸
Q273=+50; 第一轴中心	
Q274=+50; 第二轴中心	
Q282=80 ;第一侧面长度	沿 X 轴名义长度（最终尺寸）
Q283=60 ;第二侧面长度	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 ;运动到第二安全高度	
Q284=0 ;第一侧面最大极限值	不需要为公差检查输入值

Q285=0 ; 第一侧面最小极限值	
Q286=0 ; 第二侧面最大极限值	
Q287=0 ; 第二侧面最小极限值	
Q279=0 ; 第一中心的公差	
Q280=0 ; 第二中心的公差	
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	退刀, 程序结束
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 ; 第一轴中心	
Q217=+50 ; 第二轴中心	
Q218=Q1 ; 第一侧面长度	粗加和精加的 X 轴变量
Q219=Q2 ; 第二侧面长度	粗加和精加的 Y 轴变量
Q220=0 ; 角点	
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; 第一轴中心	
Q274=+40; 第二轴中心	
Q282=90 ; 第一侧面长度	X 轴名义长度
Q283=70 ; 第二侧面长度	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 ; 运动到第二安全高度	



Q284=90.15; 第一侧面最大极限值	X 轴上限
Q285=89.95; 第一侧面最小极限值	X 轴下限
Q286=70.1; 第二侧面最大极限值	Y 轴上限
Q287=69.9; 第二侧面最小极限值	Y 轴下限
Q279=0.15; 第一中心的公差	X 轴允许位置偏差
Q280=0.1 ; 第二中心的公差	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 ; 刀具号	不监测刀具
4 L Z+100 R0 FMAX M2	退刀，程序结束
5 END PGM BSMEAS MM	





TS 440 IdNr. 372 401-90
HEDENHAIN IdNr. X 9434 1038 C12
D-80601 Traunreut
Made in Germany

17

探测循环：特殊功能



17.1基础知识

概要

TNC 提供以下七个特殊用途的循环：

循环	软键	页
循环 2（校准 TS 半径）校准触发式测头的半径		页 443
循环 9（校准 TS 长度）校准触发式测头的长度		页 444
循环 3（测量循环）定义 OEM 循环		页 445
循环 4（用 3-D 测量）定义 OEM 循环的 3-D 探测循环		页 447
循环 440（测量轴平移）		页 449
循环 441（快速探测）		页 452
循环 460 校准 TS（用基准球校准半径和长度）		页 454



17.2校准 TS (循环 2)

循环运行

探测循环 2 用环规和精密圆柱作标准量规自动校准触发式测头。

- 1 测头用快移速度 (MP6150 的设置值) 移至第二安全高度处 (但仅限当前位置低于第二安全高度时)。
- 2 然后, TNC 将测头沿加工面定位在环规中心位置 (用内环校准) 或其附近位置 (用外环校准)。
- 3 然后, 测头运动到测量深度 (MP618x.2 和 MP6185.x 的结果) 并沿 X+, Y+, X- 和 Y- 连续探测环规。
- 4 最后, TNC 将测头移至第二安全高度处并将球头有效半径写入校准数据记录中。

编程时注意 :



开始校准前, 必须在机床参数 6180.0 至 6180.2 中定义在机床加工区中的校准工件的中心 (REF 坐标)。

如果使用多个行程范围, 可将每个校准工件中心分别保存一组坐标值 (MP6181.1 至 6181.2 和 MP6182.1 至 6182.2)。

循环参数



- ▶ **第二安全高度** (绝对值) : 避免测头碰撞校准工件或任何夹具的沿探测轴的坐标值。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **环规半径** : 校准工件半径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **内尺寸校准 =0/ 外尺寸校准 =1**: 确定 TNC 由内向外还是由外向内校准 :
0: 由内校准
1: 由外校准

举例 : NC 程序段

5 TCH PROBE 2.0 CALIBRATE TS

6 TCH PROBE
2.1 HEIGHT: +50 R +25.003 DIRECTION: 0



17.3 校准 TS 长度（循环 9）

循环运行

探测循环 9 在所要求的位置处自动校准触发式测头长度。

- 1 预定位测头使测头在接近循环中定义的探测轴坐标过程中无碰撞。
- 2 TNC 沿负刀具轴方向移动测头直到发出触发信号。
- 3 最后，TNC 将测头移回探测过程的起点位置处并将测头有效长度写入校准数据记录中。

循环参数



- ▶ **原点坐标**（绝对值）：被探测点的准确位置。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **参考系统？**（0=ACT/1=REF）：指定输入的原点所基于的坐标系统：
 - 0: 输入的原点为基于当前工件坐标系统（ACT 系统）
 - 1: 输入的原点为基于当前机床坐标系统（REF 系统）

举例：NC 程序段

```
5 L X-235 Y+356 R0 FMAX
```

```
6 TCH PROBE 9.0 CALIBRATE TS LENGTH
```

```
7 TCH PROBE 9.1 DATUM +50 REFERENCE  
SYSTEM 0
```


17.4 测量（循环 3）

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，确定被测值后，测头退离 **MB** 的可定义值。

- 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** 所定义探测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。



MP6130（到测头的最大行程）和 MP6120（探测进给速率）允许用在其他测量循环中，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 分配给第一坐标（X）测量值的 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**：这个角度是与测头运动的与**探测轴**的夹角。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距离。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）**：指定探测方向和测量结果所给予的坐标系，相对实际坐标系（**ACT**，可平移或旋转），还是相对机床坐标系（**REF**）：
0: 沿当前坐标系探测和保存 **ACT** 坐标系中的测量结果
1: 沿 REF 的机床坐标系探测和保存 **REF** 坐标系中的测量结果
- ▶ **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 **2.0** 保存在第 4 个结果参数中并继续执行循环：
0: 输出出错信息
1: 不输出出错信息

举例：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
```



17.5 用 3-D 测量（循环 4，FCL 3 功能）

循环运行



循环 4 是一个辅助循环，只能与外部软件一起使用！TNC 不提供任何用于校准测头的循环。

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 测头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，测头停止运动。TNC 将测头的尖头中心（不算校准数据）的 X，Y，Z 轴坐标值保存在三个连续 Q 参数中。定义循环中第一参数的编号。
- 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：



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 4 个连续 Q 参数中。如果 TNC 不能决定有效触点，第四个结果参数将为 -1 值。

TNC 保存不计算测头校准数据的测量值。

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 分配给第一坐标（X）的 Q 参数编号。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距离。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **参考系统？（0=ACT/1=REF）**：确定测量结果用当前坐标系（**ACT**，因此可平移或旋转）保存还是用机床坐标系（**REF**）保存。
0: 用当前 **ACT** 坐标系保存测量结果
1: 用机床 **REF** 坐标系保存测量结果

举例：NC 程序段

```
5 TCH PROBE 4.0 MEASURING IN 3-D
6 TCH PROBE 4.1 Q1
7 TCH PROBE 4.2 IX-0.5 IY-1 IZ-1
8 TCH PROBE
4.3 DIST +45 F100 MB50 REFERENCE
SYSTEM:0
```



17.6测量轴平移（探测循环 440，DIN/ISO：G440）

循环运行

探测循环 440 用于测量机床轴平移。必须确保所用圆柱校准工具与一起使用的 TT 130 的尺寸正确。

- 1 TNC 用快移速度（MP6550 的设置值）和定位规则（参见 1.2 节）将校准刀定位在 TT 附近。
- 2 TNC 首先沿探测轴进行测量。校准刀被偏移一个由刀具表“TOOL.T”中的“TT: R-OFFS”列定义的距离（标准 = 刀具半径）。TNC 仅是沿探测轴进行测量。
- 3 然后，TNC 沿加工面进行测量。通过参数 Q364 定义测量轴和加工面上的测量方向。
- 4 如果进行校准，TNC 保存校准数据。只要进行测量，TNC 将比较测量值与校准数据并将偏差值写入以下 Q 参数中：

参数编号	含义
Q185	X 轴校准值的偏差
Q186	Y 轴校准值的偏差
Q187	Z 轴校准值的偏差

可用该值通过增量原点平移（循环 7）对该偏差进行补偿。

- 5 最后，校准刀具返回第二安全高度。



编程时注意：



第一次运行循环 440 前，必须用 TT 探测循环 30 校准 TT 刀具测头。

必须确保校准刀的刀具数据已输入在刀具表 “TOOL.T” 中。

运行循环前，必须用 “TOOL CALL”（刀具调用）功能激活校准刀。

必须确保 TT 刀具测头连接在逻辑控制单元输入接口 X13 处，并使其可用（MP65xx）。

测量前，必须进行一次以上校准，否则 TNC 将输出出错信息。如果使用多个行程范围，必须对每个范围分别进行校准。

如果校准和测量的探测方向不对应，TNC 的计算值将不正确。

每次运行循环 440 时，TNC 将复位结果参数 Q185 至 Q187。

如果要设置机床轴的轴平移范围，在刀具表 “TOOL.T” 的 “LTOL” 列中输入主轴限制范围和在 “RTOL” 列中用于加工面限制范围。如果超出限制范围，TNC 在验证测量后输出相应出错信息。

循环执行完后，TNC 恢复循环（M3/M4）前有效的主轴设置。

循环参数



- **操作：0= 校准，1= 测量？** Q363：指定进行校准还是进行验证测量：

0: 校准
1: 测量

- **探测方向** Q364：定义加工面的探测方向：

0: 只测量参考轴的正方向
1: 只测量辅助轴的正方向
2: 只测量参考轴的负方向
3: 只测量辅助轴的负方向
4: 测量参考轴和辅助轴的正方向
5: 测量参考轴的正方向和辅助轴的负方向
6: 测量参考轴的负方向和辅助轴的正方向
7: 测量参考轴和辅助轴的负方向

- **安全高度** Q320（增量值）：测量点和触头间的附加距离。Q320 累加到 MP6540 上。输入范围 0 至 99999.9999；或 **PREDEF**（预定义）

- **第二安全高度** Q260（绝对值）：避免测头与工件（夹具）发生碰撞的沿探测轴的坐标值（相对当前原点）。输入范围为-99999.9999 至 99999.9999；或 **PREDEF**（预定义）

举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 440 MEASURE AXIS SHIFT

Q363=1 ; 方向

Q364=0 ; 探测方向

Q320=2 ; 安全高度

Q260=+50; 第二安全高度

17.7快速探测（循环 441， DIN/ISO：G441，FCL 2 功能）

循环运行

探测循环 441 用于对不同探测参数进行全局设置（例如定位进给速率），使其用于所有后续探测循环。这个功能可以更方便地优化程序，缩短加工时间。

编程时注意：



编程前注意

循环 441 中无机床运动。只设置不同的探测参数。

END PGM，M02，M30 复位循环 441 的全局设置。

只有机床参数 6165=1，才能激活自动角度跟踪功能（循环参数 **Q399**）。如果修改 MP6165，必须重新校准测头。



- ▶ **定位进给速率** Q396 : 确定测头运动到指定位置处的进给速率。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **定位进给速率 = FMAX (0/1)Q397** : 确定测头是否用 **FMAX** (快移速度) 运动到指定位置 :
 - 0: 用 **Q396** 的进给速率运动
 - 1: 用 **FMAX** 快移速度运动如果机床有独立的快移速度和进给速率倍率调节电位器, 即使输入 Q397=1 也只能用进给速率倍率调节电位器控制进给速率。
- ▶ **角度跟踪** Q399 : 确定 TNC 是否在每次探测前定向测头 :
 - 0: 不定向
 - 1: 每次探测前定向主轴以提高精度
- ▶ **自动中断** Q400: 确定 TNC 是否在工件自动测量循环后中断程序运行并在显示屏上显示测量结果 :
 - 0: 即使在相应探测循环中要求将测量结果输出到显示屏上, 也不中断程序运行。
 - 1: 每次都中断程序运行并将测量结果显示在显示屏上。要继续运行程序, 按下 NC 启动按钮。

举例 : NC 程序段

5 TCH PROBE 441 FAST PROBING
Q396=3000; 定位进给速率
Q397=0 ; 选择进给速率
Q399=1 ; 角度跟踪
Q400=1 ; 中断



17.8 校准 TS (循环 460 , DIN/ISO : G460)

循环运行

循环 460 用于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。

- 1 夹持基准球和检查是否存在碰撞可能。
- 2 沿探测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探测轴的负方向运动。
- 4 然后，循环决定探测轴的准确球心位置。

编程时注意：



编程前注意

在程序中将测头进行预定位，使其大致在基准球心上方位置。



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 累加到 MP6140 上。输入范围 0 至 99999.9999 ; 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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
或者 : **PREDEF** (预定义)
- ▶ **平面中探测点数 (4/3) Q423** : 指定 TNC 在一个平面中用 4 点还是 3 点测量基准球。3 个探测点的测量速度快 :
4: 用 4 个测量点 (默认设置)
3: 用 3 个测量点
- ▶ **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** : 定义 TNC 校准半径后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

举例 : 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**





18

探测循环：自动测量运动特性



18.1 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）不符。定位旋转轴时，这些偏差造成工件精度不足（见右图 3）。因此，必须使运动特性模型尽可能接近真实情况。

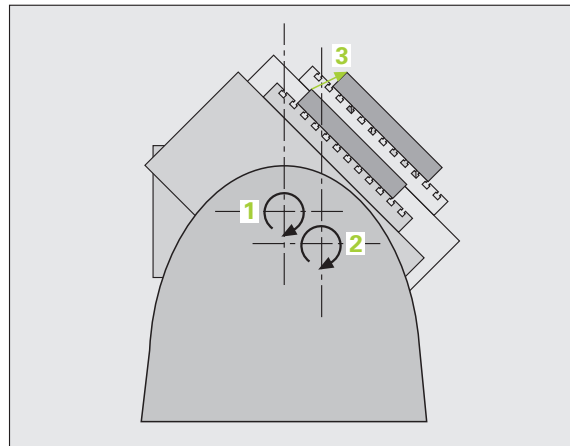
TNC 新功能 **KinematicsOpt** 是帮助用户满足这些复杂要求的重要工具，：3-D 测头探测循环在机床上全自动地测量旋转轴，旋转轴可以是工作台的旋转轴也可以是主轴头的旋转轴。将基准球固定在机床的任何位置处和用操作人员定义的分辨率进行测量。循环定义期间，操作人员只需定义需测量的每一个旋转轴。

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
450（保存运动特性）：自动保存和恢复运动特性配置		页 460
451（测量运动特性）：自动检查或优化机床运动特性		页 462
452（预设点补偿）：自动检查或优化机床运动特性		页 476



18.2前提条件

以下是使用 KinematicsOpt 选装功能的前提条件：

- 必须激活软件选装项 48 (KinematicsOpt) 和 8 (软件选装项 1) 和 FCL 3。
- 如果要进行角度位置补偿，必须用软件选装项 52 (KinematicsComp)。
- 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** (零件号 655 475-01) 或 **KKH 100** (零件号 655 475-02)，这些基准球具有较高的刚性，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)。
- **MP6600** 必须定义公差极限值，如果运动特性数据超出了该公差极限值，TNC 将显示提示信息 (参见第 325 页 “KinematicsOpt： “ 优化 ” 模式中的允差值：MP6600”)。
- **MP6601** 必须定义最大允许的偏差，在循环参数中输入该偏差，循环参数值来自循环中测量得到的基准球的半径值 (参见第 325 页 “KinematicsOpt，基准球半径的允许偏差：MP6601”)。
- **MP6602** 中必须输入旋转轴定位的 M 功能号，或如果由数控系统定位，输入 -1。机床制造商必须为该功能特别指定一个 M 功能。

编程时注意：



KinematicsOpt 循环使用全局字符串参数 **QS0** 至 **QS99**。
请注意：执行这些循环后，这些参数值可能改变。

如果 MP6602 不等于 -1，开始执行一个 KinematicsOpt 循环 (不包括循环 450) 前，必须将旋转轴定位至 0 度位置 (ACTUAL (当前坐标系))。

18.3 保存运动特性（循环 450，DIN/ISO：G450，选装项）

循环运行

探测循环 450 用于保存当前机床运动特性，恢复原保存的机床运动特性或在显示屏上和日志文件中输出当前的保存状态。系统提供 10 个存储空间（编号 0 至 9）。

编程时注意：



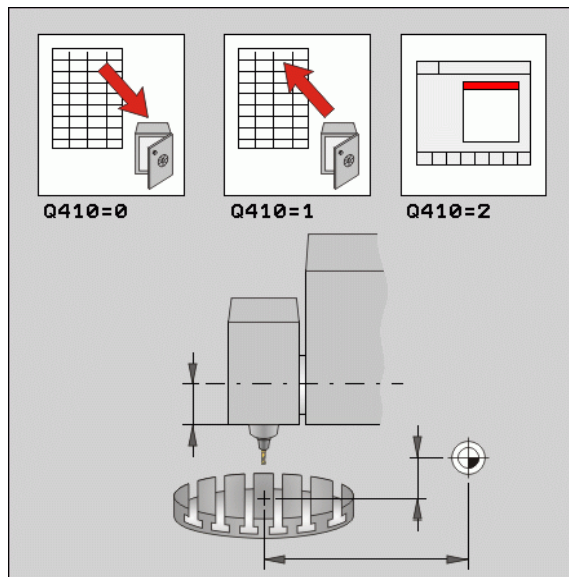
必须在执行运动特性优化前保存当前运动特性配置。优点：

- 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。

保存模式：除运动特性配置外，TNC 还在 MOD 模式中始终保存上次输入的密码（可自定义）。这样，可以避免改写该存储区，如要修改，必须输入密码。如果保存的运动特性配置无密码，TNC 将在下次保存数据时自动改写该存储区！

还原模式：TNC 只还原与运动特性配置相符的已保存的数据。

还原模式：注意修改运动特性必然使预设点变化。根据需要设置预设点。



循环参数



- **模式（0/1/2）** Q410：指定保存还是还原运动特性配置：
 - 0**：保存活动的运动特性
 - 1**：还原原保存的运动特性配置
 - 2**：显示存储状态
- **存储（0...9）** Q409：保存整个运动特性配置的存储区编号或还原配置数据的存储区编号。输入范围 0 至 9，如果选择模式 2，无作用。

举例：NC 程序段

```
5 TCH PROBE 450 SAVE KINEMATICS
```

```
Q410=0 ; 模式
```

```
Q409=1 ; 存储
```

日志功能

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= 还原 /2= 保存状态）？
- 存储区编号（0 至 9）
- 运动特性表中的运动特性配置的行号
- 密码，如果运行循环 450 前输入了密码。

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：
记录还原运动特性配置前和还原后的全部变换信息
- 模式 2：
在显示屏上或日志文件中显示当前保存的状态列表，包括存储区编号、密码、运动特性编号和保存日期



18.4 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**（零件号 655 475-01）或 **KKH 100**（零件号 655 475-02），这些基准球具有较高的刚性，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的可能。
- 2 在手动操作模式下，将原点设置在球心位置，或如果定义了 **Q431=1** 或 **Q431=3**：沿探测轴，手动将测头定位在基准球上方，并在加工面上及球心的上方位置。
- 3 选择“程序运行”模式并开始校准程序。



- TNC 用定义的分辨率连续自动测量所有三个旋转轴。当前测量状态显示在弹出窗口中。如果待移动距离大于球头半径，TNC 不显示状态窗口。
- TNC 将测量值保存在以下 Q 参数中：

参数编号	含义
Q141	A 轴的标准方差测量值（如果未测量该轴，该值为-1）
Q142	B 轴标准方差测量值（如果未测量该轴，该值为-1）
Q143	C 轴标准方差测量值（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。如果所选的起始角、终止角和测量点数导致测量方向在 0° ，TNC 将输出出错信息。

确定起始角和终止角，确保不重复测量同一个位置。如上说明，不推荐重复测量同一测量点（例如测量位置 $+90^\circ$ 和 -270° ），但系统不为此产生出错信息。

- 举例：起始角 = $+90^\circ$ ，终止角 = -90°
 - 起始角 = $+90^\circ$
 - 终止角 = -90°
 - 测量点数 = 4
 - 计算出的角度步长 = $(-90 - +90) / (4-1) = -60^\circ$
 - 测量点 1 = $+90^\circ$
 - 测量点 2 = $+30^\circ$
 - 测量点 3 = -30°
 - 测量点 4 = -90°
- 举例：起始角 = $+90^\circ$ ，终止角 = $+270^\circ$
 - 起始角 = $+90^\circ$
 - 终止角 = $+270^\circ$
 - 测量点数 = 4
 - 计算得出的角增量 = $(270 - 90) / (4 - 1) = +60^\circ$
 - 测量点 1 = $+90^\circ$
 - 测量点 2 = $+150^\circ$
 - 测量点 3 = $+210^\circ$
 - 测量点 4 = $+270^\circ$

鼠牙盘连接轴的机床

**碰撞危险！**

为进行定位，必须分离轴与鼠牙盘的连接。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）。

如果无软件选装项 2（**M128, TCPM 功能**），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。机床制造商必须为此在 **MP6602** 中输入 M 功能编号。

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°

计算的角增量 = $(Q412 - Q411) / (Q414 - 1)$

计算的角增量 = $(90 - -30) / (4 - 1) = 120 / 3 = 40$

测量位置 1 = $Q411 + 0 * \text{角增量} = -30^\circ \rightarrow -30^\circ$

测量位置 2 = $Q411 + 1 * \text{角增量} = +10^\circ \rightarrow 9^\circ$

测量位置 3 = $Q411 + 2 * \text{角增量} = +50^\circ \rightarrow 51^\circ$

测量位置 4 = $Q411 + 3 * \text{角增量} = +90^\circ \rightarrow 90^\circ$



测量点数的选择

为节省时间，可以用较少测量点数（1-2 个）进行大致优化。

然后再用一定测量点数（推荐值 = 4）进一步优化。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。

如要检查相应精度，在**检查**模式中输入较多测量点。



测量点不允许定义在 0° 或 360° 位置处。这些位置不能提供任何相关计量数据并将导致出错信息！

选择基准球在机床工作台上的位置

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。以下因素对测量结果有积极影响：

- 带回转工作台 / 摆动工作台的机床：
将基准球固定在尽可能远离旋转中心位置处。
- 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，因此也影响旋转轴的优化结果。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，将基准球固定在机床坐标系的不同位置处得到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，在精度评估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。



如果机床的主轴为数控主轴，应用 **MP6165** 激活角度跟踪功能。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。

不同校准方式的说明

- **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
 - 旋转轴的角增量：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
 - 基准球在机床回转工作台上的位置应使测量圆较大，或如果在摆动铣头上，应选有代表性的位置进行测量（例如在行程的中点位置）。
- **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附近。
 - 将基准球固定在机床工作台上的校准位置是后续要加工的位置。
- **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。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** 能激活反向间隙测量。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 确定的旋转轴反向间隙的精度越高（另参见第 473 页的“日志功能”）。

如果设置了 **MP6602** 或如果轴为鼠牙盘轴，不能测量反向间隙。

编程时注意：



注意倾斜加工面功能将被全部复位。关闭 **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并将其激活，或定义一个对应 1 或 3 的输入参数 Q431。

如果 **MP6602** 不等于 -1（PLC 宏指令定位旋转轴），只有全部旋转轴都为 0° 时才开始测量。

对于沿探测轴将测头移至探测高度时的定位进给速率，TNC 用循环参数 **Q253** 或 **MP6150** 的参数值，取其间的较小值。在测头监测被关闭期间，TNC 只用定位进给速率 **Q253** 运动旋转轴。

如果在优化模式下获得的运动特性数据大于允许的极限值（**MP6600**），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值相差超过 **MP6601** 的定义，TNC 显示出错信息并结束测量。

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。

TNC 忽略不可用轴的循环定义数据。

循环参数



- ▶ **模式 (0/1/2) Q406**: 指定 TNC 进行检查还是优化当前运动特性：
0：检查当前机床运动特性。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：优化当前机床运动特性。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**。
2：优化当前机床运动特性。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并补偿其角度**。KinematicsComp 选装项必须启用模式 2。
- ▶ **准确校准球半径 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 累加到 MP6140 上。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：
不要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：
非倾斜工件坐标系中的退离高度，旋转轴沿主轴坐标轴定位前，TNC 位于该位置。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。

举例：校准程序

4	TOOL CALL "TCH PROBE" Z
5	TCH PROBE 450 SAVE KINEMATICS
	Q410=0 ; 模式
	Q409=5 ; 存储
6	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
	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 ; 测量点数
	Q431=1 ; 预设点
	Q432=0 ; 反向间隙，角度范围



- ▶ **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 轴的测量点数 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 轴的测量点数 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
- ▶ **C 轴的测量点数 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。
- ▶ **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
- ▶ **预设点 (0/1/2/3) Q431** : 指定 TNC 是否将当前预设点 (原点) 自动设置在球心位置 :
 - 0** : 不自动地将预设点设置在球心位置 : 循环开始前, 手动设置预设点
 - 1** : 测量前, 自动将预设点设置在球心位置 : 循环开始前, 手动将测头预定位在基准球上方
 - 2** : 测量后, 自动将预设点设置在球心位置 : 循环开始前, 手动设置预设点
 - 3** : 测量前和测量后, 将预设点设置在球心位置 : 循环开始前, 手动将测头预定位在基准球上方
- ▶ **反向间隙, 角度范围 Q432** : 在这里定义旋转轴反向间隙测量运动的角度范围。运动的角度范围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



如果在测量前激活了“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。

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。
- 位置和角度优化模式 Q406 = 2
 - 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。
 - 首先，TNC 尽可能通过补偿方式优化旋转轴的角度方向（选装项 52，KinematicsComp）。
 - 如果 TNC 成功优化了角度方向，再通过另一系列测量优化位置。



对于角度优化，机床制造商必须相应调整机床配置。请查询机床制造商是否属于该情况以及角度优化是否可行。角度优化对小型和紧凑型机床非常有用。

角度补偿只适用于选装项 52KinematicsComp。

举例：自动设置原点后旋转轴的角度和位置优化

1 TOOL CALL "TS640" Z
2 TCH PROBE 451 MEASURE KINEMATICS
Q406=2 ; 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
Q380=0 ; 参考角
Q411=-90 ;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=0 ;A 轴倾仰角
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=4 ;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 ; 测量点数
Q431=1 ; 预设点
Q432=0 ; 反向间隙，角度范围



日志功能

运行循环 451 后，TNC 生成测量日志文件（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）
 - 测量点评估值
 - 旋转轴的测量不确定性

日志数据说明

■ 出错输出

测试运行操作模式下（ $Q406=0$ ），TNC 输出优化获得的一项或多项精度（模式 1 和 2）。

如果计算旋转轴的角度位置，日志文件中也显示其测量值。

■ 离散性（标准方差）

在日志中，离散性是用于表示精度的统计术语。**测量值离散性**（测量值标准方差）表示实际空间误差测量值的 68.3 % 都在指定的范围（+/-）内。**优化值离散性**（优化值标准方差）表示运动特性修正后的空间误差的 68.3% 需在指定的范围（+/-）内。

■ 测量点评估值

评估值是一种评价测量位置质量的手段，它基于运动特性模型可变的变换进行评估。评估值越高，TNC 优化的效果越好。任何旋转轴的评估值不应小于数值 **2**。评估值最好大于等于 **4**。如果评估值太小，需要增加旋转轴的测量范围或增加测量点数量。



如果评估值太小，增加旋转轴的测量范围或测量点数。如果这些措施仍不能改善评估值，可能是运动特性描述不正确的原因。根据需要，通知服务部。

角度测量的不确定性

TNC 只用系统不确定性每 1 μm 的度数表示测量值的不确定性。这个指标对于评估定位误差测量值或旋转轴的反向间隙的质量非常重要。

系统不确定性至少包括轴的重复精度（反向误差）以及直线轴（定位误差）的定位不确定性和测头的定位不确定性。由于 TNC 系统无法知道整个系统的精度，因此用户必须单独进行评估。

- 计算定位误差不确定性举例：
 - 每个直线轴的定位不确定性：10 μm
 - 测头不确定性：2 μm
 - 日志中记录的测量不确定性：0.0002 $^{\circ}/\mu\text{m}$
 - 系统不确定性 = $\text{SQRT}(3 * 10^2 + 2^2) = 17.4 \mu\text{m}$
 - 测量不确定性 = $0.0002 ^{\circ}/\mu\text{m} * 17.4 \mu\text{m} = 0.0034^{\circ}$
- 计算反向间隙不确定性举例：
 - 每个直线轴的重复精度：5 μm
 - 测头不确定性：2 μm
 - 日志中记录的测量不确定性：0.0002 $^{\circ}/\mu\text{m}$
 - 系统不确定性 = $\text{SQRT}(3 * 5^2 + 2^2) = 8.9 \mu\text{m}$
 - 测量不确定性 = $0.0002 ^{\circ}/\mu\text{m} * 8.9 \mu\text{m} = 0.0018^{\circ}$

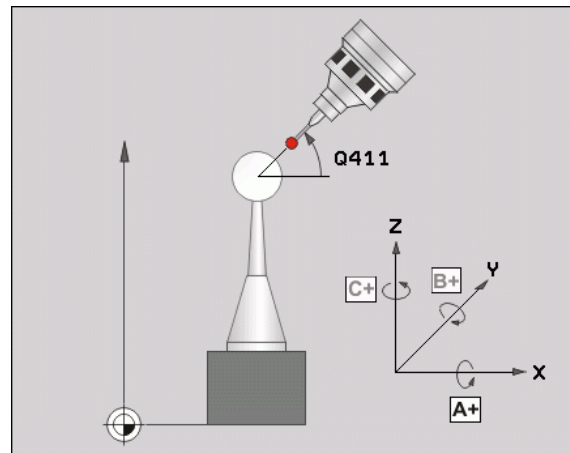
18.5 预设点补偿（循环 452， DIN/ISO：G452，选装项）

循环运行

探测循环 452 优化机床运动特性变换链（参见第 462 页“测量运动特性（循环 451，DIN/ISO：G451，选装项）”）。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 测量整个参考铣头和用循环 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 测量到换头点的可换铣头。
- 5 用循环 452 调整到参考铣头的其它可换铣头。



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的可能。
- 2 将预设点设置在基准球位置。
- 3 将预设点设置在工件上，并开始加工工件。
- 4 TNC 用定义的分辨率连续自动测量所有三个旋转轴。当前测量状态显示在弹出窗口中。如果待移动距离大于球头半径，TNC 不显示状态窗口。
- 5 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 轴的标准方差测量值（如果未测量该轴，该值为-1）
Q142	B 轴标准方差测量值（如果未测量该轴，该值为-1）
Q143	C 轴标准方差测量值（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。关闭 **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。

对于沿探测轴将测头移至探测高度时的定位进给速率，TNC 用循环参数 **Q253** 或 MP6150 的参数值，取其其中的较小值。在测头监测被关闭期间，TNC 只用定位进给速率 **Q253** 运动旋转轴。

如果在优化模式下获得的运动特性数据大于允许的极限值 (**MP6600**)，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值相差超过 **MP6601** 的定义，TNC 显示出错信息并结束测量。

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



- ▶ **准确校准球半径 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 累加到 MP6140 上。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 :
不要运动到任何退离高度。TNC 运动到被测轴的下一个测量位置。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 :
非倾斜工件坐标系中的退离高度，旋转轴沿主轴坐标轴定位前，TNC 位于该位置。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 轴的测量点数 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 轴的测量点数 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

举例：校准程序

```
4 TOOL CALL "TCH PROBE" Z
5 TCH PROBE 450 SAVE KINEMATICS
   Q410=0   ; 模式
   Q409=5   ; 存储
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
   Q380=0   ; 参考角
   Q411=-90 ; A 轴起始角
   Q412=+90 ; A 轴终止角
   Q413=0   ; A 轴倾仰角
   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   ; 测量点数
   Q432=0   ; 反向间隙，角度范围
```



- ▶ **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
- ▶ **C 轴的测量点数** 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：在这里定义旋转轴反向间隙测量运动的角度范围。运动的角度范围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

可换铣头的调整

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。

- ▶ 插入用作参考铣头的可换铣头。
- ▶ 夹紧基准球
- ▶ 插入测头
- ▶ 用循环 451 测量完整运动特性，包括参考铣头
- ▶ 测量参考铣头后，设置预设点（用循环 451 中的 Q431 = 2 或 3）

举例：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
Q380=45 ; 参考角
Q411=-90 ;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=45 ;A 轴倾仰角
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 ; 测量点数
Q431=3 ; 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。

举例：调整可换铣头

3 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 ;脱离高度
Q253=2000; 预定位进给速率
Q380=45 ;参考角
Q411=-90 ;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=45 ;A 轴倾仰角
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 ;测量点数
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

举例：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
Q380=45 ; 参考角
Q411=+90;A 轴起始角
Q412=+270;A 轴终止角
Q413=45 ;A 轴倾仰角
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 ; 测量点数
Q431=3 ; 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。

举例：漂移补偿

4 TOOL CALL "TCH PROBE" Z
5 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
Q380=45 ;参考角
Q411=-90 ;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=45 ;A 轴倾仰角
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 ;测量点数
Q432=0 ;反向间隙，角度范围



日志功能

运行循环 452 后，TNC 生成测量日志文件（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）
 - 测量点评估值
 - 旋转轴的测量不确定性

日志数据说明

（参见第 474 页“日志数据说明”）





19

探测循环：自动测量刀具



19.1基础知识

概要



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。

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

“程序编辑”工作模式中，可以用 TOUCH PROBE（探测）键编程刀具测量循环。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			页 493
校准无线 TT 449，循环 484			页 494
测量刀具长度，循环 31 和 481			页 495
测量刀具半径，循环 32 和 482			页 497
测量刀具长度和半径，循环 33 和 483			页 499



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。

也可以测量倾斜加工面中的刀具。



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。
- 除可选的测量状态参数外，新循环使用固定参数 **Q199**。

设置机床参数



测量静止的刀具时，TNC 用 MP6520 中定义的进给速率进行探测。

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：

$n = \text{MP6570} / (r \cdot 0.0063)$ ，其中

n	轴速 [rpm]
MP6570	最大允许切削速度，单位为 m/min
r	当前刀具半径，单位为 mm

探测进给速率计算方法为：

$v = \text{测量公差} \cdot n$ ，其中

v	探测进给速率 (mm/min)
测量公差	测量公差 [mm]，取决于 MP6507
n	轴速 (rpm)

MP6507 决定探测进给速率的计算：

MP6507=0：

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（MP6570）越小和允许的公差（MP6510）越小，生效的时间越短。

MP6507=1：

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	MP6510
30 至 60 mm：	2 • MP6510
60 至 90 mm：	3 • MP6510
90 至 120 mm：	4 • MP6510

MP6507=2：

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 • MP6510)/5 mm)，其中

- r
- 当前刀具半径，单位为 mm
- MP6510
- 最大允许测量误差



刀具表 TOOL.T 的内容

缩写	输入	对话
CUT	刀刃数（最多 20 个）	刀刃数？
LTOL	检测刀具磨损量的刀具长度 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	检测磨损量的刀具半径 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？
DIRECT.	刀具旋转中测量刀具的切削方向	切削方向（M3 = -）？
TT:R-OFFS	刀具长度测量：测针中心与刀具中心间的刀具偏移量。预设值：刀具半径 R（NO ENT 键表示 R）	刀具偏移量：半径？
TT:L-OFFS	半径测量：除 MP6530 之外，刀具偏移量是测针上平面与刀具下平面之间的距离。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	检测刀具破损的刀具半径 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？

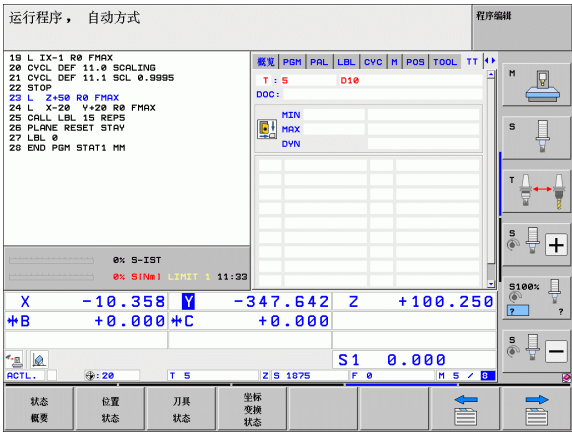
常见刀具类型输入举例

刀具类型	CUT	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，直径小于 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 MP6530 的偏移量。）
端铣刀，直径大于 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 MP6530 的偏移量。）
半径铣刀	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）



测量结果的显示

在附加状态栏显示刀具测量结果（机床操作模式下）。然后，TNC 在左侧窗口显示程序段，在右侧窗口显示测量结果。如果测量结果超过允许的磨损公差，在状态栏用 “*” 星号标记；如果结果超出允许破损公差，用字符 “B” 标记。



19.2校准 TT (循环 30 或 480 , DIN/ISO : G480)

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 另参见第 489 页的 " 循环 31 至 33 和循环 481 至 483 的差异 "。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。



校准刀直径需大于 15 mm 和伸出夹头约 50 mm。该配置下，每 1 N 探测力导致的变形只有 0.1 μm。

编程时注意：



校准循环的工作取决于 MP6500。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。

必须用机床参数 6580.0 至 6580.2 定义 TT 在机床加工区中的位置。

如果改变机床参数 6580.0 至 6580.2 中的任何一个设置值，必须重新校准 TT。

校准期间，必须确保将夹具固定在测头附近或测头位置。
建议：留出至少校准刀直径两倍的无障碍空间

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，使刀尖低于触盘面，TNC 自动将校准刀定位在触盘面之上（MP6540 设定的安全区）。输入范围-99999.9999 至 99999.9999；或 PREDEF

举例：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
```

举例：新格式的 NC 程序段

```
6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 480 CALIBRATE TT
Q260= +100; 第二安全高度
```



19.3 校准无线 TT 449 (循环 484 , DIN/ISO : G484)

基础知识

循环 484 用于校准无线传输信号的红外线 TT 449 刀具测头。校准过程非全自动，因为 TT 在工作台上的位置尚未定义。

循环运行

- ▶ 插入校准刀
- ▶ 定义和开始校准循环
- ▶ 人工使校准刀在测头中心的上方和按照弹出窗口中的提示操作。必须确保校准刀在触盘测量面上方

校准过程半自动进行。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。



校准刀直径需大于 15 mm 和伸出夹头约 50 mm。该配置下，每 1 N 探测力导致的变形只有 0.1 μm 。

编程时注意：



校准循环的工作取决于 MP 6500。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。

如果 TT 在工作台上的位置有变化，需要重新校准。

循环参数

循环 484 没有循环参数。

19.4 测量刀具长度 (循环 31 或 481, DIN/ISO : G481)

循环运行

为测量刀具长度, 编程测量循环 TCH PROBE 31 (探测 32) 或 TCH PROBE 481 (探测 482) (另参见第 489 页的 "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 的测量面直到接触到。为激活该功能, 将 "刀具" 偏移量输入为零: 刀具表中的半径 (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。在 MP6530 中定义刀尖到测头顶端间的距离。用 "刀具" 偏移量输入附加偏移量数据: 刀具表中的长度 (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, 在刀具表 "TOOL.T" 中输入以下刀具数据: 近似半径, 近似长度, 刀刃数和切削方向。

可以分别测量刀具的各刀刃, 最大刀刃数为 99 个。TNC 的状态显示区显示不超过 24 个刀刃的测量值。

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”。偏差值也用于参数 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”）。
- ▶ **结果的参数号？:** TNC 保存测量状态的参数编号：
 - 0.0:** 刀具在公差范围内
 - 1.0:** 刀具已磨损（超出 LTOL）
 - 2.0:** 刀具已破损（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，以致刀尖低于测头触盘面，TNC 自动将刀具定位在触盘面之上（MP6540 设定的安全区）。输入范围-99999.9999 至 99999.9999；或 PREDEF
- ▶ **铣刀测量？ 0= 否 / 1= 是:** 选择是否使数控系统分别测量各刀刃（最多 99 个刀刃）

举例：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
```

举例：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
```

举例：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
```



19.5 测量刀具半径 (循环 32 或 482 , DIN/ISO : G482)

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) (另参见第 489 页的 " 循环 31 至 33 和循环 481 至 483 的差异 ")。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。在 MP6530 中定义铣刀刀尖至测头顶端间的距离。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，在刀具表 "TOOLT" 中输入以下刀具数据：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，在刀具表中定义刀刃 (CUT) 数为 0 并调整机床参数 6500。参见机床手册。

可以分别测量刀具的各刀刃，最大刀刃数为 99 个。TNC 的状态显示区显示不超过 24 个刀刃的测量值。

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”。偏差值也用于参数 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” ）。
- ▶ **结果的参数号？:** TNC 保存测量状态的参数编号：
 - 0.0:** 刀具在公差范围内
 - 1.0:** 刀具已磨损（超出 **RTOL** ）
 - 2.0:** 刀具已破损（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，以致刀尖低于测头触盘面，TNC 自动将刀具定位在触盘面之上（MP6540 设定的安全区）。输入范围-99999.9999 至 99999.9999 ；或 **PREDEF**
- ▶ **铣刀测量？ 0= 否 / 1= 是:** 选择是否使数控系统也分别测量各刀刃（最多 99 个刀刃）

举例：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
```

举例：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
```

举例：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
```



19.6 测量刀具长度和半径 (循环 33 或 483 , DIN/ISO : G483)

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) (另参见第 489 页的 " 循环 31 至 33 和循环 481 至 483 的差异 ")。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。测量顺序与测量循环 31 和 32 相同。

编程时注意：



第一次测量刀具前，在刀具表 "TOOLT" 中输入以下刀具数据：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，在刀具表中定义刀刃 (CUT) 数为 0 并调整机床参数 6500。参见机床手册。

可以分别测量刀具的各刀刃，最大刀刃数为 99 个。TNC 的状态显示区显示不超过 24 个刀刃的测量值。

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。如果正在检查刀具，刀具测量值与刀具表中的数据进行比较。TNC 计算偏差并将正或负差值“DR”和“DL”输入在“TOOL.T”表中。偏差值也用于参数 Q115 和 Q116。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”）。
- ▶ **结果的参数号？:** TNC 保存测量状态的参数编号：
 - 0.0:** 刀具在公差范围内
 - 1.0:** 刀具已磨损（超出 LTOL 及 / 或 RTOL）
 - 2.0:** 刀具已破损（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，以致刀尖低于测头触盘面，TNC 自动将刀具定位在触盘面之上（MP6540 设定的安全区）。输入范围-99999.9999 至 99999.9999；或 **PREDEF**
- ▶ **铣刀测量？ 0= 否 / 1= 是:** 选择是否使数控系统也分别测量各刀刃（最多 99 个刀刃）

举例：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
```

举例：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
```

举例：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
```


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	■		页 279
8	镜像	■		页 287
9	停顿时间	■		页 309
10	旋转	■		页 289
11	缩放系数	■		页 291
12	程序调用	■		页 310
13	主轴定向	■		页 312
14	轮廓定义	■		页 189
19	倾斜加工面	■		页 295
20	SL II 轮廓数据	■		页 194
21	SL II 预钻孔		■	页 196
22	SL II 粗铣		■	页 198
23	精铣底面 SL II		■	页 202
24	精铣侧面 SL II		■	页 203
25	轮廓链		■	页 207
26	特定轴缩放	■		页 293
27	圆柱面		■	页 227
28	圆柱面上槽		■	页 230
29	圆柱面上凸台		■	页 233
30	运行 3-D 数据		■	页 261
32	公差	■		页 313
39	圆柱面外轮廓		■	页 236
200	钻孔		■	页 79
201	铰孔		■	页 81
202	镗孔		■	页 83
203	万能钻孔		■	页 87



循环编号	循环名	定义生效	调用生效	页
204	反向镗孔		■	页 91
205	万能啄钻		■	页 95
206	用浮动夹头攻丝架攻丝，新		■	页 111
207	刚性攻丝，新		■	页 113
208	螺旋镗铣		■	页 99
209	断屑攻丝		■	页 116
220	极坐标阵列	■		页 177
221	直角坐标阵列	■		页 180
230	多道铣		■	页 263
231	规则表面		■	页 265
232	端面铣削		■	页 269
240	定中心		■	页 77
241	单刃深孔钻		■	页 102
247	原点设置	■		页 286
251	矩形型腔（完整加工）		■	页 145
252	圆弧型腔（完整加工）		■	页 150
253	铣键槽		■	页 154
254	圆弧槽		■	页 159
256	矩形凸台（完整加工）		■	页 164
257	圆弧凸台（完整加工）		■	页 168
262	螺纹铣削		■	页 121
263	螺纹铣削 / 铰沉孔		■	页 124
264	螺纹钻孔 / 铣削		■	页 128
265	螺旋螺纹钻孔 / 铣削		■	页 132
267	外螺纹铣削		■	页 136
270	轮廓链数据	■		页 205
275	摆线槽		■	页 209
290	插补车削		■	页 313



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	■		页 416
1	极点原点	■		页 417
2	校准 TS 半径	■		页 461
3	测量	■		页 463
4	3-D 测量	■		页 465
9	校准 TS 长度	■		页 462
30	校准 TT	■		页 513
31	测量 / 检查刀具长度	■		页 515
32	测量 / 检查刀具半径	■		页 517
33	测量 / 检查刀具长度和半径	■		页 519
400	用两点的基本旋转	■		页 336
401	用两孔的基本旋转	■		页 339
402	用两圆柱台的基本旋转	■		页 342
403	用旋转轴补偿不对正量	■		页 345
404	设置基本旋转	■		页 349
405	用旋转轴 C 补偿不对正量	■		页 350
408	原点在槽中心（ FCL 3 功能 ）	■		页 359
409	原点在凸脊中心（ FCL 3 功能 ）	■		页 363
410	原点在矩形内	■		页 366
411	原点在矩形外	■		页 370
412	原点在圆（ 孔 ）内	■		页 374
413	原点在圆（ 凸台 ）外	■		页 378
414	原点在角点外	■		页 382
415	原点在角点内	■		页 387
416	原点在圆心	■		页 391
417	原点在探测轴上	■		页 395
418	原点在四孔中心	■		页 397
419	原点在任意轴上	■		页 401



循环编号	循环名	定义生效	调用生效	页
420	工件 — 测量角度	■		页 419
421	工件 — 测量孔（孔圆心和孔直径）	■		页 422
422	工件 — 从外测量圆（圆柱台直径）	■		页 426
423	工件 — 从内测量矩形	■		页 430
424	工件 — 从外测量矩形	■		页 434
425	工件 — 测量内宽（槽）	■		页 438
426	工件 — 测量外宽（凸台）	■		页 441
427	工件 — 测量任何一个可选轴	■		页 444
430	工件 — 测量螺栓孔圆	■		页 447
431	工件 — 测量面	■		页 451
440	测量轴平移	■		页 467
441	快速探测：设置全局探测参数（FCL 2 功能）	■		页 470
450	KinematicsOpt：保存运动特性（选装项）	■		页 478
451	KinematicsOpt：测量运动特性（选装项）	■		页 480
452	KinematicsOpt：预设点补偿（选装项）	■		页 480
460	校准 TS：用基准球的半径和长度校准	■		页 472
480	校准 TT	■		页 513
481	测量 / 检查刀具长度	■		页 515
482	测量 / 检查刀具半径	■		页 517
483	测量 / 检查刀具长度和半径	■		页 519
484	校准红外线 TT	■		页 514



Symbole

- 3-D 测头 ... 42, 320
 - 校准
 - 触发式测头 ... 443, 444
- 3-D 测头的机床参数 ... 323
- 3-D 轮廓链 ... 210
- 3-D 数据, 运行 ... 257

F

- FCL 功能 ... 8

K

- KinematicsOpt ... 458
- Kinematics 测量
 - 保存运动特性 ... 460
 - 测量点数的选择 ... 466
 - 测量运动特性 ... 462, 476
 - 基准球位置的选择 ... 466
 - 日志功能 ... 461, 473, 485
 - 鼠牙盘连接 ... 465
 - 校准方法 ... 467, 481, 483

S

- SL 循环
 - 3-D 轮廓链 ... 210
 - 侧面精加工 ... 198
 - 粗加工 ... 192
 - 底面精加工 ... 196
 - 叠加轮廓 ... 245
 - 基础知识 ... 180, 251
 - 轮廓几何循环 ... 183
 - 轮廓链 ... 202
 - 轮廓链数据 ... 200
 - 轮廓数据 ... 188
 - 预钻孔 ... 190
 - 重叠轮廓 ... 184



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

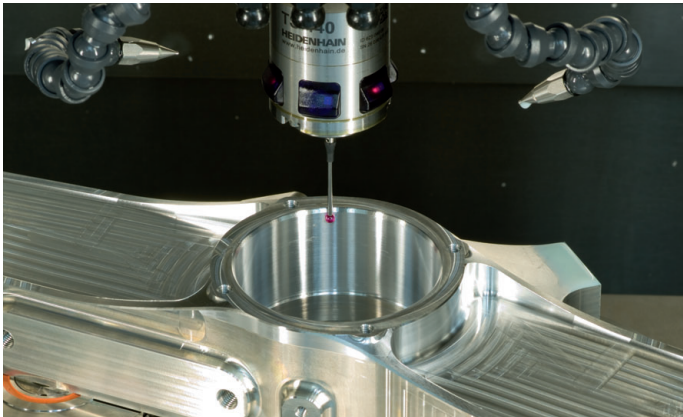
TS 440, TS 444

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

