



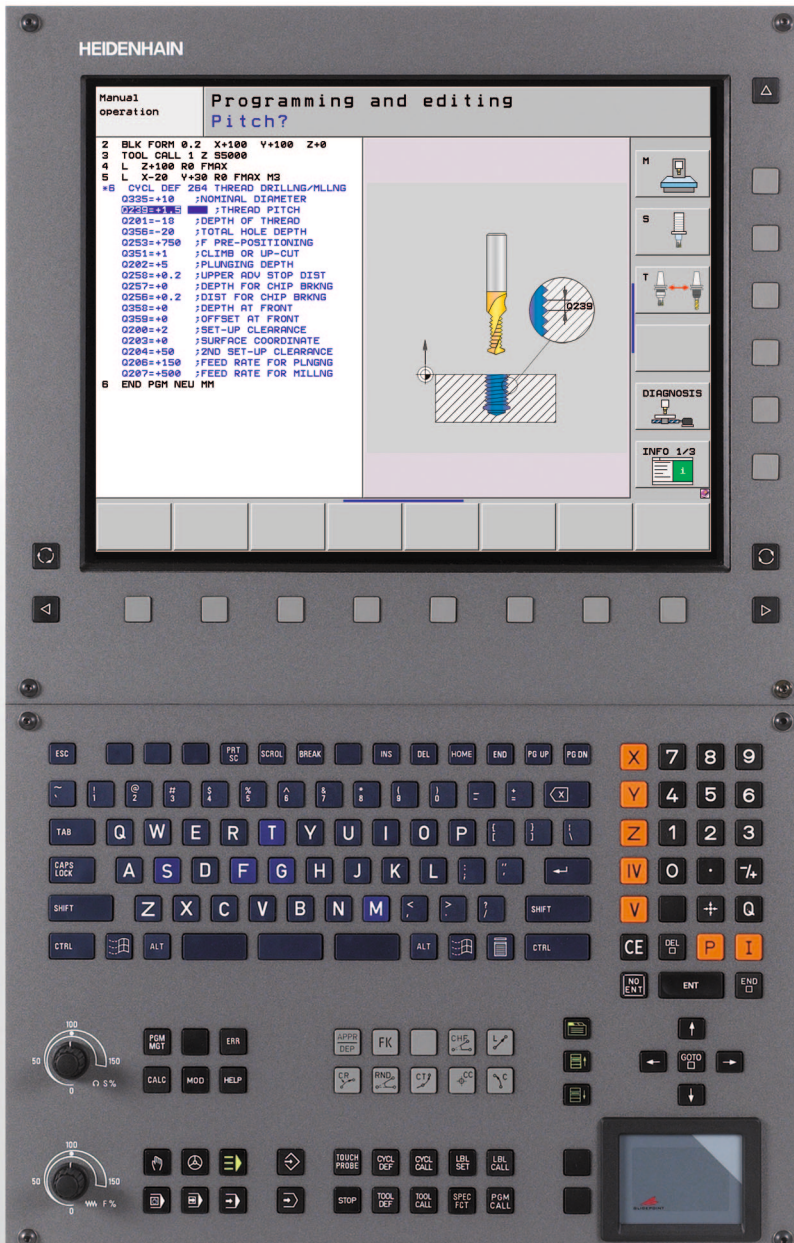
HEIDENHAIN

用户手册
循环编程

iTNC 530

NC 软件版本号
340 490-06, 606 420-01
340 491-06, 606 421-01
340 492-06
340 493-06
340 494-06

中文 (zh-CN)
9/2010



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	340 490–06
iTNC 530 E	340 491–06
iTNC 530	340 492–06
iTNC 530 E	340 493–06
iTNC 530 编程站	340 494–06

TNC 型号	NC 软件版本号
iTNC 530, HSCI 和 HeROS 5	606 420–01
iTNC 530, HSCI 和 HeROS 5	606 421–01

后缀为 “E” 的版本为 TNC 出口版。TNC 的出口版有以下限制：

- 线性轴联动数最多为 4 轴

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：

所有有关 TNC 的非循环功能的说明，参见 iTNC 530 的《用户手册》。如需该《用户手册》，请与海德汉公司联系。

对话格式编程用户手册：670 387–xx.

ISO 格式编程用户手册 ID 号：670 391–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: 533 191–xx.



软件选装

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（循环 19，**PLANE** 功能和手动操作模式中的 3-D ROT 软键）
- 用倾斜加工面功能的 3 轴圆弧插补

软件选装项 2

- 程序段处理时间仅为 0.5 ms，而非 3.6 ms
- 5 轴插补
- 样条插补
- 3-D 加工：
 - **M114:** 用摆动轴加工时自动补偿机床几何特征
 - **M128:** 用倾斜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

- 用于机床制造商防止碰撞的动态监控功能。

附加对话语言软件选装项

- 用于激活斯洛文尼亚语，斯洛伐克语，挪威语，拉脱维亚语，爱沙尼亚语，韩语，土耳其语，罗马尼亚语，立陶宛语的对话语言功能。

DXF 转换工具软件选装项

- 抽取 DXF 文件轮廓数据（R12 格式）

“全局参数设置”软件选装项

- “程序运行”操作模式时的叠加坐标变换功能。



AFC 软件选装项
用于优化连续生产加工条件的自适应进给速率控制功能。
KinematicsOpt 软件选装项
检查和优化机床精度的探测循环。
3D-ToolComp 软件选装项
LN 程序段中基于刀具接触角的 3-D 半径补偿。



特性内容等级（升级功能）

特性内容等级（FCL）的升级功能与软件选装一起使用可以极大地提升 TNC 软件管理性能。属于 FCL 范围内的功能不能通过单纯更新 TNC 软件得到。



收到新机床时，所有升级功能全部可用且无需支付附加费。

在手册中，升级功能用 **FCL n** 标识，其中 **n** 代表特性内容的顺序号。
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运动	用户手册
3-D 基本旋转（设置值补偿）	手动机床

FCL 3 功能	说明
3-D 探测循环	页 433
用槽 / 凸台中心自动设置原点的探测循环	页 335
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：同时执行 smarT.NC 编程和加工	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 动态管理 IP 地址	用户手册
测头参数的全局程序设置的探测循环	页 438
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。



340 49x- 02 版软件新增循环功能

- 新增用于定义定位速度的机床参数（参见第 309 页 “触发式测头，用于定位的快移运动：MP6151”）
- 新增考虑手动操作模式中基本旋转的机床参数（参见第 308 页 “考虑手动操作模式中的基本旋转：MP6166”）
- 改进了循环 420 至 431 的刀具自动测量功能，使测量日志可以显示在显示屏中（参见第 383 页 “记录测量结果”）
- 新增用于设置全局测头参数的循环（参见第 438 页 “快速探测（循环 441，DIN/ISO：G441，FCL 2 功能）”）



340 49x- 03 版软件新增循环功能

- 新增将原点设置在槽中心的循环（参见第 335 页 “槽中心原点（循环 408，DIN/ISO：G408，FCL 3 功能）”）
- 新增将原点设置在凸台中心的循环（参见第 339 页 “凸台中心原点（循环 409，DIN/ISO：G409，FCL 3 功能）”）
- 新增 3-D 探测循环（参见第 433 页 “用 3-D 测量（循环 4，FCL 3 功能）”）
- 循环 401 现在允许通过旋转回转工作台补偿工件不对正量（参见第 317 页 “用两孔的基本旋转（探测循环 401，DIN/ISO：G401）”）
- 循环 402 现在允许通过旋转回转工作台补偿工件不对正量（参见第 320 页 “用两圆柱台的基本旋转（循环 402，DIN/ISO：G402）”）
- 设置原点循环中，测量结果可以保存在 Q 参数 **Q15X** 中（参见第 385 页 “测量结果保存在 Q 参数中”）

340 49x- 04 版软件新增循环功能

- 新增用于保存机床运动特性配置的循环（参见第 446 页 “保存运动特性（循环 450，DIN/ISO：G450，选装项）”）
- 新增用于测试和优化机床运动特性配置的循环（参见第 448 页 “测量运动特性（循环 451，DIN/ISO：G451，选装项）”）
- 循环 412：用参数 Q423 可选测量点数（参见第 350 页 “原点在圆内（循环 412，DIN/ISO：G412）”）
- 循环 413：用参数 Q423 可选测量点数（参见第 353 页 “原点在圆外（循环 413，DIN/ISO：G413）”）
- 循环 421：用参数 Q423 可选测量点数（参见第 393 页 “测量孔（循环 421，DIN/ISO：G421）”）
- 循环 422：用参数 Q423 可选测量点数（参见第 396 页 “测量外圆（循环 422，DIN/ISO：G422）”）
- 循环 3：如果循环开始时探针已偏离自由状态，可以不显示出错信息（参见第 431 页 “测量（循环 3）”）
- 新增矩形凸台铣削循环（参见第 152 页 “矩形凸台（循环 256，DIN/ISO：G256）”）
- 新增圆弧凸台铣削循环（参见第 156 页 “圆弧凸台（循环 257，DIN/ISO：G257）”）

340 49x-05 版软件新增循环功能

- 新增单刃深孔钻加工循环（参见第 93 页 “单槽深孔钻（循环 241，DIN/ISO：G241）”）
- 探测循环 404（设置基本旋转）被参数 Q305（表中编号）进一步扩展，使基本旋转可被写入预设表中（参见页 326）
- 探测循环 408 至 419：设置显示值时，TNC 现在也可以写入预设表的第 0 行（参见第 334 页 “保存计算的原点”）
- 探测循环 412：增加 “运动类型” 参数 Q365（参见第 350 页 “原点在圆内（循环 412，DIN/ISO：G412）”）
- 探测循环 413：增加 “运动类型” 参数 Q365（参见第 353 页 “原点在圆外（循环 413，DIN/ISO：G413）”）
- 探测循环 416：增加参数 Q320（安全高度，参见第 365 页的 “原点在圆心（循环 416，DIN/ISO：G416）”）
- 探测循环 421：增加 “运动类型” 参数 Q365（参见第 393 页 “测量孔（循环 421，DIN/ISO：G421）”）
- 探测循环 422：增加 “运动类型” 参数 Q365（参见第 396 页 “测量外圆（循环 422，DIN/ISO：G422）”）
- 探测循环 425（测量槽）功能用参数 Q301（移至间隔高度）和 Q320（安全高度）进一步扩展（参见第 406 页的 “测量内宽度（循环 425，DIN/ISO：G425）”）
- 探测循环 450（保存运动特性）被参数 Q410（模式）的输入选项 2 进一步扩展（显示保存状态）（参见第 446 页 “保存运动特性（循环 450，DIN/ISO：G450，选装项）”）
- 探测循环 451（测量运动特性）被参数 Q423（圆弧测量点数）和 Q432（设置预设点）进一步扩展（参见第 456 页 “循环参数”）
- 新增探测循环 452（预设点补偿）用于简化可换刀铣头测量（参见第 463 页 “预设点补偿（循环 452，DIN/ISO：G452，选装项）”）
- 新增探测循环 484 用于校准无线 TT 449 刀具测头（参见第 480 页 “校准无线 TT 449（循环 484，DIN/ISO：G484）”）

340 49x- 06 版软件新增循环功能

- 新增 “摆线轮廓槽” 循环 275 (参见第 197 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 93 页 “单槽深孔钻 (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 222 页 “循环运行”)
- 新增用校准球校准测头的探测循环 (参见第 440 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 455 页 “反向间隙”)
- KinematicsOpt: 更好支持鼠牙连接轴定位运动 (参见第 451 页 “鼠牙盘连接的机床”)

与 340 422- xx/340 423- xx 版软件相比有变化的循环功能

- 管理一个以上校准程序段数据有变化（参见“对话格式编程用户手册”）。

34049x-05 版软件有变化的循环功能

- 圆柱面循环 27, 28, 29 和 39 现在也可用于模块式旋转轴。该版之前, 必须使机床参数 810.x = 0。
- 循环 403 不检查触点和补偿轴的匹配。因此, 也可以在倾斜坐标系统中进行探测 (参见第 323 页 “基本旋转, 通过旋转轴进行补偿 (循环 403, DIN/ISO: G403)”))

340 49x-06 版软件有变化的循环功能

- 用循环 24 (DIN/ISO: G124) 进行侧边精铣的接近特性有变化
(参见第 191 页 “ 编程时注意: ”)

目录

基础知识 / 简要介绍	1
使用循环	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	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
 - 机床相关循环 46
 - 用软键定义循环 47
 - 用 GOTO 功能定义循环 47
 - 调用循环 48
 - 使用辅助轴 U/V/W 50
- 2.2 循环的程序默认值 51
 - 概要 51
 - 输入 GLOBAL DEF (全局定义) 52
 - 使用 GLOBAL DEF (全局定义) 信息 52
 - 各处全部有效的全局数据 53
 - 钻孔加工全局数据 53
 - 型腔循环 25x 铣削加工的全局数据 54
 - 轮廓循环铣削加工的全局数据 54
 - 定位特性全局数据 54
 - 探测功能全局数据 54
- 2.3 阵列定义 “PATTERN DEF” 55
 - 应用 55
 - 输入 “ 阵列定义 ” 56
 - 使用 “ 阵列定义 ” 56
 - 定义各个加工位置 57
 - 定义一个单行 58
 - 定义一个阵列 59
 - 定义各个框线 60
 - 定义整圆 61
 - 定义圆弧 62
- 2.4 点位表 63
 - 功能 63
 - 创建点位表 63
 - 隐藏加工过程中的个别点 64
 - 在程序中选择点位表 65
 - 调用与点位表相关的循环 66



3 固定循环：钻孔 67

- 3.1 基本信息 68
 - 概要 68
- 3.2 定中心（循环 240，DIN/ISO：G240） 69
 - 循环运行 69
 - 编程时注意： 69
 - 循环参数 70
- 3.3 钻孔（循环 200） 71
 - 循环运行 71
 - 编程时注意： 71
 - 循环参数 72
- 3.4 铰孔（循环 201，DIN/ISO：G201） 73
 - 循环运行 73
 - 编程时注意： 73
 - 循环参数 74
- 3.5 镗孔（循环 202，DIN/ISO：G202） 75
 - 循环运行 75
 - 编程时注意： 76
 - 循环参数 77
- 3.6 万能钻孔（循环 203，DIN/ISO：G203） 79
 - 循环运行 79
 - 编程时注意： 80
 - 循环参数 81
- 3.7 反向镗孔（循环 204，DIN/ISO：G204） 82
 - 循环运行 82
 - 编程时注意： 83
 - 循环参数 84
- 3.8 万能啄钻（循环 205，DIN/ISO：G205） 86
 - 循环运行 86
 - 编程时注意： 87
 - 循环参数 88
- 3.9 镗铰（循环 208） 90
 - 循环运行 90
 - 编程时注意： 91
 - 循环参数 92
- 3.10 单槽深孔钻（循环 241，DIN/ISO：G241） 93
 - 循环运行 93
 - 编程时注意： 93
 - 循环参数 94
- 3.11 编程举例 96



4 固定循环：攻丝 / 螺纹铣削 101

- 4.1 基本信息 102
 - 概要 102
- 4.2 用浮动夹头攻丝架的新攻丝（循环 206，DIN/ISO：G206） 103
 - 循环运行 103
 - 编程时注意： 103
 - 循环参数 104
- 4.3 不用浮动夹头攻丝架的新刚性攻丝（循环 207，DIN/ISO：G207） 105
 - 循环运行 105
 - 编程时注意： 106
 - 循环参数 107
- 4.4 断屑攻丝（循环 209，DIN/ISO：G209） 108
 - 循环运行 108
 - 编程时注意： 109
 - 循环参数 110
- 4.5 螺纹铣削基础知识 111
 - 前提条件 111
- 4.6 螺纹铣削（循环 262，DIN/ISO：G262） 112
 - 循环运行 112
 - 编程时注意： 113
 - 循环参数 114
- 4.7 螺纹铣削 / 铰孔（循环 263，DIN/ISO：G263） 115
 - 循环运行 115
 - 编程时注意： 116
 - 循环参数 117
- 4.8 螺纹钻孔 / 铣削（循环 264，DIN/ISO：G264） 119
 - 循环运行 119
 - 编程时注意： 119
 - 循环参数 120
- 4.9 螺旋螺纹钻孔 / 铣削（循环 265，DIN/ISO：G265） 122
 - 循环运行 122
 - 编程时注意： 122
 - 循环参数 123
- 4.10 外螺纹铣削（循环 267，DIN/ISO：G267） 125
 - 循环运行 125
 - 编程时注意： 126
 - 循环参数 127
- 4.11 编程举例 129



5 固定循环：型腔铣削 / 凸台铣削 / 槽铣削 133

- 5.1 基本信息 134
 - 概要 134
- 5.2 矩形型腔（循环 251, DIN/ISO: G251） 135
 - 循环运行 135
 - 编程时注意： 135
 - 循环参数 137
- 5.3 圆弧型腔（循环 252, DIN/ISO: G252） 140
 - 循环运行 140
 - 编程时注意： 140
 - 循环参数 141
- 5.4 铣槽（循环 253, DIN/ISO: G253） 143
 - 循环运行 143
 - 编程时注意： 143
 - 循环参数 144
- 5.5 圆弧槽（循环 254, DIN/ISO: G254） 147
 - 循环运行 147
 - 编程时注意： 148
 - 循环参数 149
- 5.6 矩形凸台（循环 256, DIN/ISO: G256） 152
 - 循环运行 152
 - 编程时注意： 153
 - 循环参数 154
- 5.7 圆弧凸台（循环 257, DIN/ISO: G257） 156
 - 循环运行 156
 - 编程时注意： 157
 - 循环参数 158
- 5.8 编程举例 160



6 固定循环：阵列定义 163

- 6.1 基础知识 164
 - 概要 164
- 6.2 圆弧阵列（循环 220，DIN/ISO：G220） 165
 - 循环运行 165
 - 编程时注意： 165
 - 循环参数 166
- 6.3 直线阵列（循环 221，DIN/ISO：G221） 168
 - 循环运行 168
 - 编程时注意： 168
 - 循环参数 169
- 6.4 编程举例 170



7 固定循环：轮廓型腔，轮廓链 173

- 7.1 SL 循环 174
 - 基础知识 174
 - 概要 176
- 7.2 轮廓几何特征（循环 14，DIN/ISO：G37） 177
 - 编程时注意： 177
 - 循环参数 177
- 7.3 叠加轮廓 178
 - 基本信息 178
 - 子程序：叠加型腔 179
 - 包括的区域 180
 - 不含的区域 181
 - 重叠区域 181
- 7.4 轮廓数据（循环 20，DIN/ISO：G120） 182
 - 编程时注意： 182
 - 循环参数 183
- 7.5 定心钻（循环 21，DIN/ISO：G121） 184
 - 循环运行 184
 - 编程时注意： 184
 - 循环参数 185
- 7.6 粗铣（循环 22，DIN/ISO：G122） 186
 - 循环运行 186
 - 编程时注意： 187
 - 循环参数 188
- 7.7 底面精铣（循环 23，DIN/ISO：G123） 190
 - 循环运行 190
 - 编程时注意： 190
 - 循环参数 190
- 7.8 侧面精铣（循环 24，DIN/ISO：G124） 191
 - 循环运行 191
 - 编程时注意： 191
 - 循环参数 192
- 7.9 轮廓链（循环 25，DIN/ISO：G125） 193
 - 循环运行 193
 - 编程时注意： 193
 - 循环参数 194
- 7.10 轮廓数据（循环 270，DIN/ISO：G270） 195
 - 编程时注意： 195
 - 循环参数 196
- 7.11 摆线槽（循环 275，DIN/ISO：G275） 197
 - 循环运行 197
 - 编程时注意： 199
 - 循环参数 200
- 7.12 编程举例 203



8 固定循环：圆柱面 211

- 8.1 基本信息 212
 - 圆柱面循环概要 212
- 8.2 圆柱面（循环 27，DIN/ISO：G127，软件选装项 1） 213
 - 执行循环 213
 - 编程时注意： 214
 - 循环参数 215
- 8.3 圆柱面铣槽（循环 28，DIN/ISO：G128，软件选装项 1） 216
 - 循环运行 216
 - 编程时注意： 217
 - 循环参数 218
- 8.4 圆柱面凸台铣削（循环 29，DIN/ISO：G129，软件选装项 1） 219
 - 循环运行 219
 - 编程时注意： 220
 - 循环参数 221
- 8.5 圆柱面铣外轮廓（循环 39，DIN/ISO：G139，软件选装 1） 222
 - 循环运行 222
 - 编程时注意： 223
 - 循环参数 224
- 8.6 编程举例 225



9 固定循环：用轮廓公式描述的轮廓型腔 229

- 9.1 用轮廓公式的 SL 循环 230
 - 基本信息 230
 - 用轮廓定义选择程序 232
 - 定义轮廓描述 233
 - 输入轮廓公式 234
 - 叠加轮廓 235
 - 用 SL 循环加工轮廓 237
- 9.2 用简单轮廓公式的 SL 循环 241
 - 基础知识 241
 - 输入简单轮廓公式 243
 - 用 SL 循环加工轮廓 243



10 固定循环：多道铣 245

- 10.1 基本信息 246
 - 概要 246
- 10.2 运行 3-D 数据（循环 30，DIN/ISO：G60） 247
 - 循环运行 247
 - 编程时注意： 247
 - 循环参数 248
- 10.3 多道铣（循环 230，DIN/ISO：G230） 249
 - 循环运行 249
 - 编程时注意： 249
 - 循环参数 250
- 10.4 规则表面（循环 231，DIN/ISO：G231） 251
 - 循环运行 251
 - 编程时注意： 252
 - 循环参数 253
- 10.5 端面铣（循环 232，DIN/ISO：G232） 255
 - 循环运行 255
 - 编程时注意： 256
 - 循环参数 257
- 10.6 编程举例 260



11 循环：坐标变换 263

- 11.1 基础知识 264
 - 概要 264
 - 坐标变换的有效范围 264
- 11.2 原点平移（循环 7，DIN/ISO：G54） 265
 - 作用 265
 - 循环参数 265
- 11.3 用原点表的原点平移（循环 7，DIN/ISO：G53） 266
 - 作用 266
 - 编程时注意： 267
 - 循环参数 268
 - 在零件程序中选择原点表 268
 - 在“程序编辑”操作模式中编辑原点表。 269
 - 在“程序运行”操作模式中编辑刀位表 270
 - 将实际值转到原点表中 270
 - 配置原点表 271
 - 退出原点表 271
- 11.4 原点设置（循环 247，DIN/ISO：G247） 272
 - 作用 272
 - 编程前注意： 272
 - 循环参数 272
- 11.5 镜像（循环 8，DIN/ISO：G28） 273
 - 作用 273
 - 编程时注意： 273
 - 循环参数 274
- 11.6 旋转（循环 10，DIN/ISO：G73） 275
 - 作用 275
 - 编程时注意： 275
 - 循环参数 276
- 11.7 缩放（循环 11，DIN/ISO：G72） 277
 - 作用 277
 - 循环参数 278
- 11.8 特定轴缩放系数（循环 26） 279
 - 作用 279
 - 编程时注意： 279
 - 循环参数 280



11.9 加工面（循环 19，DIN/ISO：G80，软件选装项 1）	281
作用	281
编程时注意：	282
循环参数	283
复位	283
旋转轴定位	284
倾斜系统的位置显示	286
监测加工区	286
倾斜坐标系中的定位	286
组合坐标变换循环	287
在倾斜坐标系中自动测量工件	287
使用循环 19（加工面）的步骤	288
11.10 编程举例	290



12 循环：特殊功能 293

- 12.1 基础知识 294
 - 概要 294
- 12.2 停顿时间（循环 9，DIN/ISO：G04） 295
 - 功能 295
 - 循环参数 295
- 12.3 程序调用（循环 12，DIN/ISO：G39） 296
 - 循环功能 296
 - 编程时注意： 296
 - 循环参数 296
- 12.4 主轴定向（循环 13，DIN/ISO：G36） 297
 - 循环功能 297
 - 编程时注意： 297
 - 循环参数 297
- 12.5 公差（循环 32，DIN/ISO：G62） 298
 - 循环功能 298
 - CAM 系统中几何定义的影响 299
 - 编程时注意： 300
 - 循环参数 301



13 使用探测循环 303

13.1 探测循环的一般信息 304

功能原理 304

手动和电子手轮模式循环 305

自动操作的探测循环 305

13.2 使用探测循环前的准备工作 307

到被测点的最大行程：MP6130 307

到触点的安全距离：MP6140 307

定向红外线测头至编程探测方向：MP6165 307

考虑手动操作模式中的基本旋转：MP6166 308

多次测量：MP6170 308

多次测量的可信范围：MP6171 308

触发式测头，探测进给速率：MP6120 309

触发式测头，用于定位的快移运动：MP6150 309

触发式测头，用于定位的快移运动：MP6151 309

KinematicsOpt：“优化”模式中的允差值：MP6600 309

KinematicsOpt，基准球半径的允许偏差：MP6601 309

执行探测循环 310

14 探测循环：自动测量工具不对正量 311

- 14.1 基础知识 312
 - 概要 312
 - 所有测量工件不对正量探测循环的共同特点 313
- 14.2 基本旋转（循环 400, DIN/ISO: G400） 314
 - 循环运行 314
 - 编程时注意： 314
 - 循环参数 315
- 14.3 用两孔的基本旋转（探测循环 401, DIN/ISO: G401） 317
 - 循环运行 317
 - 编程时注意： 317
 - 循环参数 318
- 14.4 用两圆柱台的基本旋转（循环 402, DIN/ISO: G402） 320
 - 循环运行 320
 - 编程时注意： 320
 - 循环参数 321
- 14.5 基本旋转，通过旋转轴进行补偿（循环 403, DIN/ISO: G403） 323
 - 循环运行 323
 - 编程时注意： 324
 - 循环参数 324
- 14.6 设置基本旋转（循环 404, DIN/ISO: G404） 326
 - 循环运行 326
 - 循环参数 326
- 14.7 通过旋转 C 轴补偿工件不对正量（循环 405, DIN/ISO: G405） 327
 - 循环运行 327
 - 编程时注意： 328
 - 循环参数 329



15 探测循环：自动设置原点 331

- 15.1 基础知识 332
 - 概要 332
 - 所有原点设置探测循环的共同特点 333
- 15.2 槽中心原点（循环 408，DIN/ISO：G408，FCL 3 功能） 335
 - 循环运行 335
 - 编程时注意： 336
 - 循环参数 336
- 15.3 凸台中心原点（循环 409，DIN/ISO：G409，FCL 3 功能） 339
 - 循环运行 339
 - 编程时注意： 339
 - 循环参数 340
- 15.4 原点在矩形内（循环 410，DIN/ISO：G410） 342
 - 循环运行 342
 - 编程时注意： 342
 - 循环参数 343
- 15.5 原点在矩形外（循环 411，DIN/ISO：G411） 346
 - 循环运行 346
 - 编程时注意： 347
 - 循环参数 347
- 15.6 原点在圆内（循环 412，DIN/ISO：G412） 350
 - 循环运行 350
 - 编程时注意： 350
 - 循环参数 351
- 15.7 原点在圆外（循环 413，DIN/ISO：G413） 353
 - 循环运行 353
 - 编程时注意： 353
 - 循环参数 354
- 15.8 原点在外角（循环 414，DIN/ISO：G414） 356
 - 循环运行 356
 - 编程时注意： 357
 - 循环参数 358
- 15.9 原点在内角（循环 415，DIN/ISO：G415） 361
 - 循环运行 361
 - 编程时注意： 362
 - 循环参数 362



15.10 原点在圆心 (循环 416, DIN/ISO: G416)	365
循环运行	365
编程时注意:	366
循环参数	366
15.11 原点在测头轴 (循环 417, DIN/ISO: G417)	368
循环运行	368
编程时注意:	368
循环参数	369
15.12 原点在 4 孔的中心 (循环 418, DIN/ISO: G418)	370
循环运行	370
编程时注意:	371
循环参数	371
15.13 原点在一轴上 (循环 419, DIN/ISO: G419)	373
循环运行	373
编程时注意:	373
循环参数	374



16 探测循环：自动检查工作件 381

- 16.1 基础知识 382
 - 概要 382
 - 记录测量结果 383
 - 测量结果保存在 Q 参数中 385
 - 结果分类 385
 - 公差监测 386
 - 刀具监测 386
 - 测量结果的参考系统 387
- 16.2 参考面（循环 0，DIN/ISO：G55） 388
 - 循环运行 388
 - 编程时注意： 388
 - 循环参数 388
- 16.3 极坐标参考面（循环 1） 389
 - 循环运行 389
 - 编程时注意： 389
 - 循环参数 390
- 16.4 测量角度（循环 420，DIN/ISO：G420） 391
 - 循环运行 391
 - 编程时注意： 391
 - 循环参数 391
- 16.5 测量孔（循环 421，DIN/ISO：G421） 393
 - 循环运行 393
 - 编程时注意： 393
 - 循环参数 394
- 16.6 测量外圆（循环 422，DIN/ISO：G422） 396
 - 循环运行 396
 - 编程时注意： 396
 - 循环参数 397
- 16.7 测量矩形内尺寸（循环 423，DIN/ISO：G423） 399
 - 循环运行 399
 - 编程时注意： 399
 - 循环参数 400
- 16.8 测量矩形外尺寸（循环 424，DIN/ISO：G424） 402
 - 循环运行 402
 - 编程时注意： 403
 - 循环参数 403
- 16.9 测量内宽度（循环 425，DIN/ISO：G425） 406
 - 循环运行 406
 - 编程时注意： 406
 - 循环参数 407



16.10 测量凸台宽度（循环 426, ISO: G426）.....	409
循环运行	409
编程时注意:	409
循环参数	410
16.11 测量坐标（循环 427, DIN/ISO: G427）.....	412
循环运行	412
编程时注意:	412
循环参数	413
16.12 测量螺栓孔圆（循环 430, DIN/ISO: G430）.....	415
循环运行	415
编程时注意:	415
循环参数	416
16.13 测量平面（循环 431, DIN/ISO: G431）.....	419
循环运行	419
编程时注意:	419
循环参数	420
16.14 编程举例	422



17 探测循环：特殊功能 427

- 17.1 基本信息 428
 - 概要 428
- 17.2 校准 TS (循环 2) 429
 - 循环运行 429
 - 编程时注意： 429
 - 循环参数 429
- 17.3 校准 TS 长度 (循环 9) 430
 - 循环运行 430
 - 循环参数 430
- 17.4 测量 (循环 3) 431
 - 循环运行 431
 - 编程时注意： 431
 - 循环参数 432
- 17.5 用 3-D 测量 (循环 4, FCL 3 功能) 433
 - 循环运行 433
 - 编程时注意： 433
 - 循环参数 434
- 17.6 测量轴平移 (探测循环 440, DIN/ISO: G440) 435
 - 循环运行 435
 - 编程时注意： 436
 - 循环参数 437
- 17.7 快速探测 (循环 441, DIN/ISO: G441, FCL 2 功能) 438
 - 循环运行 438
 - 编程时注意： 438
 - 循环参数 439
- 17.8 校准 TS (循环 460, DIN/ISO: G460) 440
 - 循环运行 440
 - 编程时注意： 440
 - 循环参数 441



18 探测循环：自动测量运动特性 443

- 18.1 用 TS 测头测量运动特性（选装项 KinematicsOpt） 444
 - 基础知识 444
 - 概要 444
- 18.2 前提条件 445
 - 编程时注意： 445
- 18.3 保存运动特性（循环 450，DIN/ISO：G450，选装项） 446
 - 循环运行 446
 - 编程时注意： 446
 - 循环参数 447
 - 日志功能 447
- 18.4 测量运动特性（循环 451，DIN/ISO：G451，选装项） 448
 - 循环运行 448
 - 定位方向 450
 - 鼠牙盘连接的机床 451
 - 选择测量点数 452
 - 选择基准球在机床工作台的位置 452
 - 精度说明 453
 - 不同校准方式说明 454
 - 反向间隙 455
 - 编程时注意： 455
 - 循环参数 456
 - 其它模式（Q406） 459
 - 日志功能 460
- 18.5 预设点补偿（循环 452，DIN/ISO：G452，选装项） 463
 - 循环运行 463
 - 编程时注意： 465
 - 循环参数 466
 - 调整换刀铣头 467
 - 漂移补偿 469
 - 日志功能 471



19 探测循环：自动测量刀具 473

- 19.1 基础知识 474
 - 概要 474
 - 循环 31 至 33 和循环 481 至 483 的差异 475
 - 设置机床参数 475
 - 刀具表 “TOOL.T” 中信息 477
 - 测量结果显示 478
- 19.2 校准 TT (循环 30 或 480, DIN/ISO: G480) 479
 - 循环运行 479
 - 编程时注意: 479
 - 循环参数 479
- 19.3 校准无线 TT 449 (循环 484, DIN/ISO: G484) 480
 - 基础知识 480
 - 循环运行 480
 - 编程时注意: 480
 - 循环参数 480
- 19.4 测量刀具长度 (循环 31 或 481, DIN/ISO: G481) 481
 - 循环运行 481
 - 编程时注意: 481
 - 循环参数 482
- 19.5 测量刀具半径 (循环 32 或 482, ISO: G482) 483
 - 循环运行 483
 - 编程时注意: 483
 - 循环参数 484
- 19.6 测量刀具长度和半径 (循环 33 或 483, ISO: G483) 485
 - 循环运行 485
 - 编程时注意: 485
 - 循环参数 486



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。循环也提供坐标变换和多个特殊功能。

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/铰丝	页 68
攻丝，螺纹切削和螺纹铣削循环	钻孔/铰丝	页 102
铣型腔，凸台和槽的循环	型腔/凸台/凹槽	页 134
加工阵列点的循环，如圆弧阵列或直线阵列孔	图案	页 164
SL（子轮廓列表）循环用于加工平行于多个重叠的子轮廓、圆柱面插补组成的较为复杂轮廓的平行轮廓	SL I I	页 176
平面或曲面的多道铣循环	多刀加工 铣削	页 246
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 264
特殊循环，如停顿时间、程序调用、定向主轴停转和公差控制	特殊 循环	页 294



► 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 312
自动预设工件原点的循环		页 332
自动检查工件的循环		页 382
校准循环，特殊循环	特殊 循环	页 428
自动测量运动特性循环	运动特性	页 444
自动测量刀具循环（需由机床制造商设置为可用）		页 474



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





2

使用固定循环



2.1 使用固定循环

机床相关循环

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，机床相关循环也用海德汉标准循环中已用的传递参数。定义生效的循环在定义后，TNC 立即执行（另参见第 48 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 48 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

► 软键行显示多个可用循环组

钻孔/
攻丝

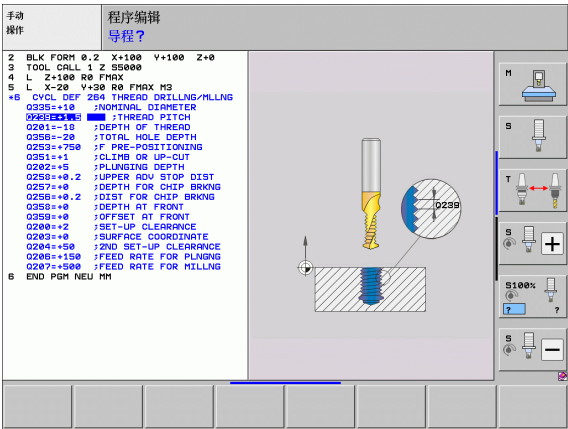
► 按下所需循环组的软键，例如选择钻孔循环的
DRILLING（钻孔）

262

► 选择所需循环，例如 THREAD MILLING（铣螺纹）。
TNC 启动编程对话，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。对话中要求输入的
参数以高亮形式显示。

► 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

► 软键行显示多个可用循环组

GOTO
□

► 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



前提条件

以下数据必须编程在循环调用前：

- 用于图形显示的 **BLK FORM**（毛坯形状）（仅用于图形测试）
- 刀具调用
- 主轴旋转方向（M 功能 M3/M4）
- 循环定义（CYCL DEF）

对有些循环，还必须遵守其它前提条件。详见各循环说明。

下列循环一旦在零件程序中作了定义便自动生效。这些循环不能被调用，也不允许被调用：

- 圆弧阵列点循环 220，直线阵列点循环 221
- SL 循环 14（轮廓几何特征）
- SL 循环 20（轮廓数据）
- 循环 32（公差）
- 坐标变换循环
- 循环 9（停顿时间）
- 全部探测循环

用以下功能可调用所有其他循环。

用 CYCL CALL（循环调用）功能调用一个循环

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



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

用 CYCL CALL PAT 调用一个循环

CYCL CALL PAT（循环调用阵列）功能调用在任何位置处最新用 PATTERN DEF（阵列定义）（参见第 55 页“阵列定义“PATTERN DEF””）或点位表（参见第 63 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间隔高度处, 然后再沿加工面移至编程位置。



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

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

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

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

用 M99/89 调用循环

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

如果需要在每个定位程序段之后使 TNC 自动执行循环, 用 **M89** 编程第一个循环调用 (取决于机床参数 MP 7440)。

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，编程侧边长度的辅助轴。
- 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

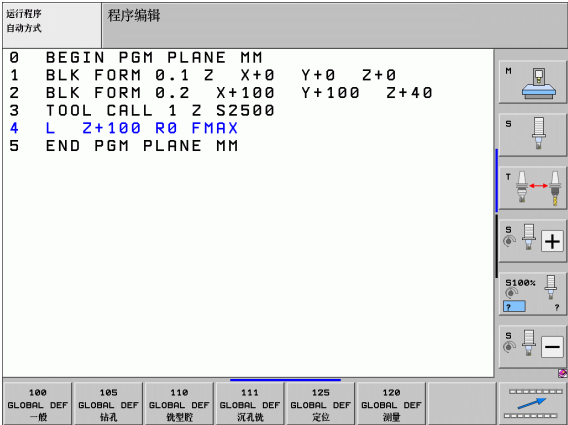
2.2 循环的程序默认值

概要

循环 20 至 25 的每个循环和编号 200 或 200 以上的每个循环都用相同的循环参数，例如安全高度 **Q200**，每个循环定义中都需要输入。**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：

加工方式	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 53
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 53
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 54
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 铣轮廓	页 54
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 54
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 54



输入 GLOBAL DEF（全局定义）



SPEC
FCT

程序
默认值

GLOBAL
DEF

100
GLOBAL DEF
一般

- ▶ 选择“程序编辑”操作模式。
- ▶ 按下“特殊功能”软键。
- ▶ 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。

使用 GLOBAL DEF（全局定义）信息

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

操作步骤为：



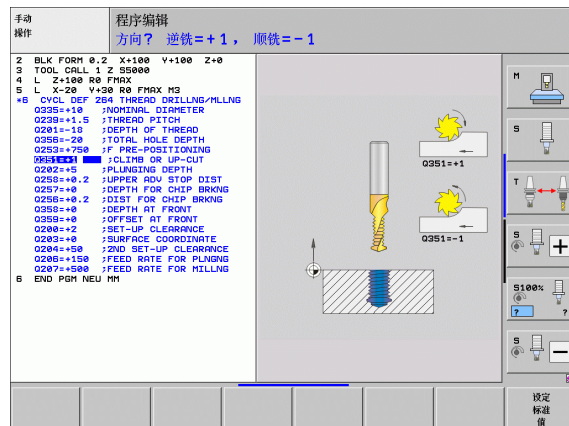
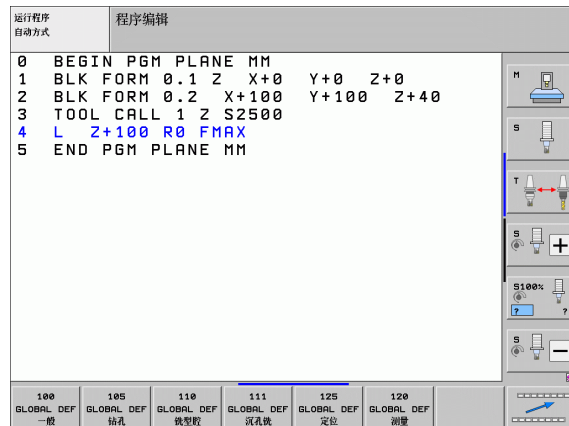
CYCL
DEF

钻孔/
攻丝

200

设定
标准
值

- ▶ 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。
- ▶ **间隔高度**：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加工单元起点位置处



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



适用于所有探测循环 4xx。

2.3 阵列定义 “PATTERN DEF”

应用

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



PATTERN DEF（阵列定义）功能只适用于刀具轴为 Z 轴。

支持以下加工阵列：

加工方式	软键	页
点 定义 9 个以内加工位置		页 57
行 定义一行，直线或旋转		页 58
阵列 定义一个阵列，直线，旋转或变形		页 59
框式 定义一个框，直线，旋转或变形		页 60
圆 定义一个整圆		页 61
节圆 定义圆弧		页 62



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

使用 “ 阵列定义 ”

输入阵列定义后，用 **CYCL CALL PAT** （ 循环调用阵列 ） 功能可以调用定义的阵列 （ 参见第 48 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。

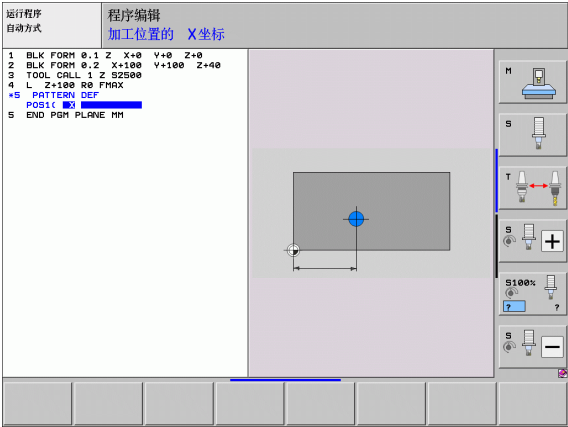


- ▶ **加工位置的 X 坐标（绝对值）**：输入 X 轴坐标
- ▶ **加工位置的 Y 坐标（绝对值）**：输入 Y 轴坐标
- ▶ **工件表面坐标（绝对位置）**：输入开始加工位置的 Z 轴坐标

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。

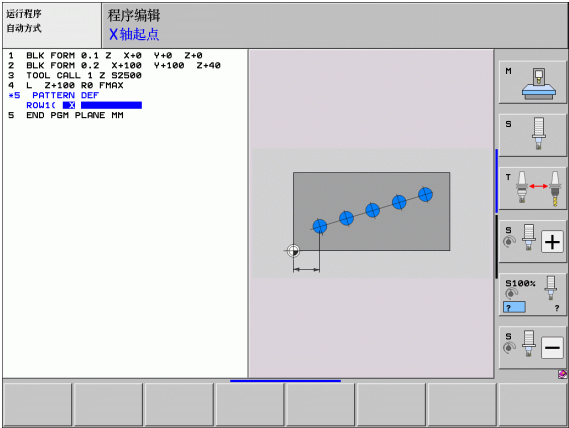


- ▶ **X 轴起点**（绝对值）：行起点的 X 轴坐标
- ▶ **Y 轴起点**（绝对值）：行起点的 Y 轴坐标
- ▶ **加工位置间距**（增量值）：加工位置间距离。可以输入正值或负值
- ▶ **位置数**：加工位置总数
- ▶ **整个阵列的旋转位置**（绝对值）：围绕所输入起点的旋转角度。参考轴：当前加工面的基本轴（例如刀具轴为 Z 的 X 轴）。可以输入正值或负值
- ▶ **工件表面坐标**（绝对位置）：输入开始加工位置的 Z 轴坐标

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。



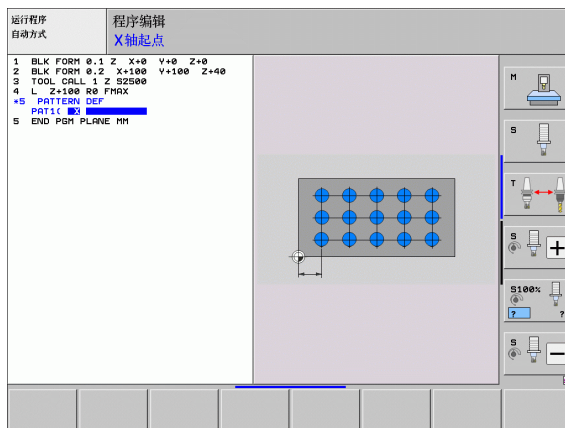
- ▶ **X 轴起点** (绝对值)：阵列起点的 X 轴坐标
- ▶ **Y 轴起点** (绝对值)：阵列起点的 Y 轴坐标
- ▶ **加工位置 X 轴间距** (增量值)：加工位置间沿 X 轴方向的距离。可以输入正值或负值
- ▶ **加工位置 Y 轴间距** (增量值)：加工位置间沿 Y 轴方向的距离。可以输入正值或负值
- ▶ **列数**：阵列的总列数
- ▶ **行数**：阵列的总行数
- ▶ **整个阵列的旋转位置** (绝对值)：整个阵列围绕所输入的起点旋转的角度。参考轴：当前加工面的基本轴 (例如刀具轴为 Z 的 X 轴)。可以输入正值或负值
- ▶ **旋转位置参考轴**：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

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。



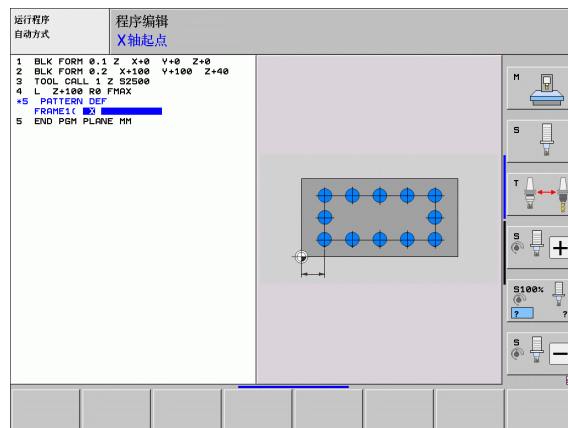
- ▶ **X 轴起点**（绝对值）：框线起点的 X 轴坐标
- ▶ **Y 轴起点**（绝对值）：框线起点的 Y 轴坐标
- ▶ **加工位置 X 轴间距**（增量值）：加工位置间沿 X 轴方向的距离。可以输入正值或负值
- ▶ **加工位置 Y 轴间距**（增量值）：加工位置间沿 Y 轴方向的距离。可以输入正值或负值
- ▶ **列数**：阵列的总列数
- ▶ **行数**：阵列的总行数
- ▶ **整个阵列的旋转位置**（绝对值）：整个阵列围绕所输入的起点旋转的角度。参考轴：当前加工面的基本轴（例如刀具轴为 Z 的 X 轴）。可以输入正值或负值
- ▶ **旋转位置参考轴**：仅限围绕所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

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

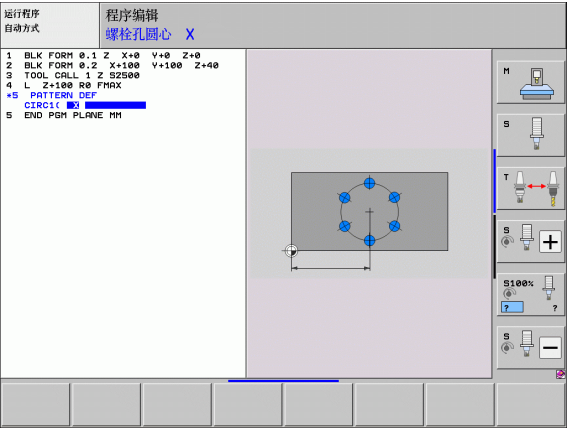
如果定义的**工件表面 Z 轴坐标**不等于 0，那么加工循环中定义的 **Q203** 有效外，该值将也有效。



- ▶ **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：当前加工面的基本轴（例如刀具轴为 Z 的 X 轴）。可以输入正值或负值。
- ▶ **位置数**：整圆上加工位置总数。
- ▶ **工件表面坐标**（绝对位置）：输入开始加工位置的 Z 轴坐标。

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)
```



定义圆弧



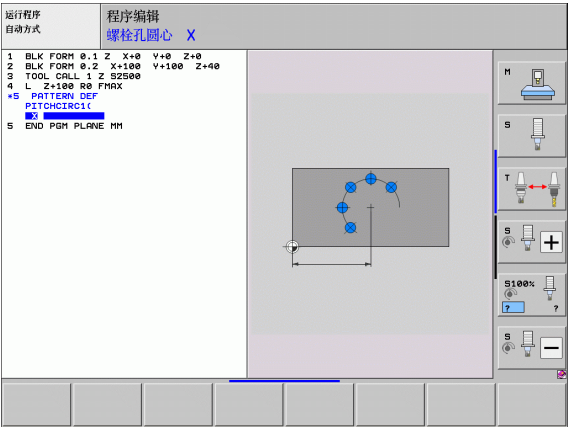
如果定义的**工件表面 Z 轴坐标**不等于 0，那么加工循环中定义的 **Q203** 有效外，该值将也有效。



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

举例：NC 程序段

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



2.4 点位表

功能

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。



按下 PGM MGT（程序管理）键调用文件管理器。

文件名？



输入点位表文件名和文件类型并用 ENT 键确认。



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



用 INSERT LINE（插入行）软键插入新行并输入所需加工位置的坐标。

重复以上步骤直到所有坐标输入完毕为止。



用软键 X OFF/ON（X 轴关闭 / 开启），Y OFF/ON（Y 轴关闭 / 开启），Z OFF/ON（Z 轴关闭 / 开启）（第 2 软键行）可以指定位点表中需输入的坐标。

隐藏加工过程中的个别点

用点位表 **FADE** （隐藏）列可以指定在加工过程中隐藏指定的点。



在表中选择隐藏点。



选择 FADE （隐藏）列



启用隐藏，或者



取消隐藏



在程序中选择点位表

在“程序编辑”操作模式下，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 层叠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 **CYCLE CALL PAT**（循环调用阵列）编程一个循环调用：



- ▶ 要编程一个循环调用，按下 CYCL CALL（循环调用）键
- ▶ 按下 CYCL CALL PAT（循环调用阵列）软键调用点位表
- ▶ 输入 TNC 由一个点移动到另一个点的进给速率（如果没有输入数据，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安全高度处。TNC 用循环调用的主轴坐标和循环参数 Q204 间的较大数作安全高度。

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

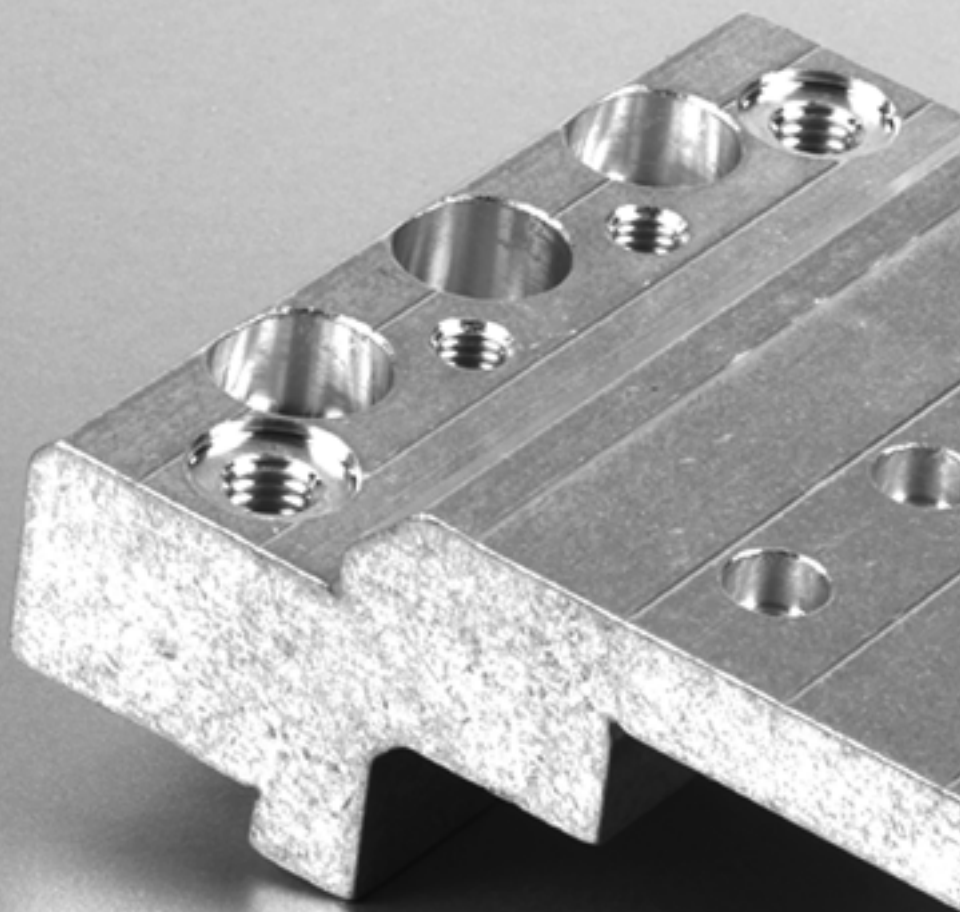
TNC 将把加工平面上的点视为孔圆心的坐标。如果要将点位表中定义的主轴坐标轴的坐标用作起点坐标，必须将工件表面坐标（Q203）定义为 0。

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主轴坐标轴的坐标用作起点坐标，必须将工件表面坐标（Q203）定义为 0。



3

固定循环：钻孔



3.1 基本信息

概要

TNC 提供 9 个用于各类钻孔加工的循环：

循环	软键	页
循环 240（定中心） 自动预定位时，第二安全高度可选输入 定中心直径或定中心深度		页 69
循环 200（钻孔） 自动预定位时，第二安全高度		页 71
循环 201（铰孔） 自动预定位时，第二安全高度		页 73
循环 202（镗孔） 自动预定位时，第二安全高度		页 75
循环 203（万能钻孔） 自动预定位时，第二安全高度，断屑和 进给递减量		页 79
循环 204（反向镗孔） 自动预定位时，第二安全高度		页 82
循环 205（万能啄钻） 自动预定位时，第二安全高度，断屑和 预停距离		页 86
循环 208（镗铰） 自动预定位时，第二安全高度		页 90
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 93



3.2 定中心 (循环 240, DIN/ISO: G240)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方的安全高度处。
- 2 刀具以编程进给速率 **F** 定中心至输入的定中心直径或定中心深度处。
- 3 如有定义，刀具保持在定中心深度处。
- 4 最后，刀具移至安全高度或 — 如果编程了第二安全高度 — 用快移速度 **FMAX** 移至第二安全高度。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

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



碰撞危险！

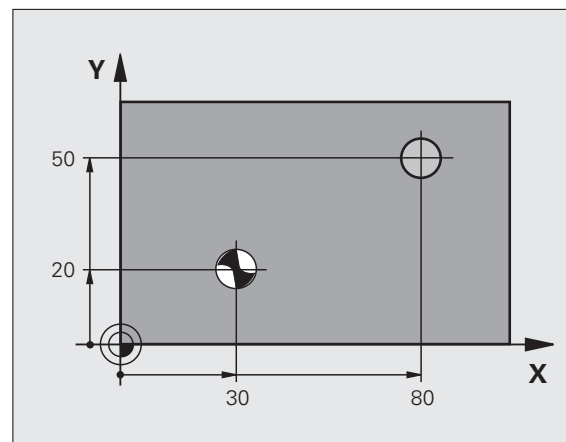
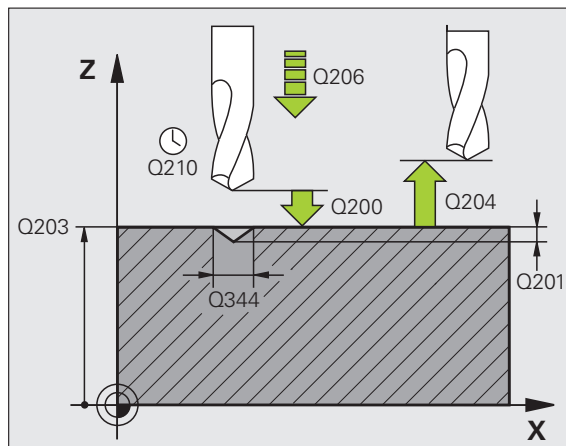
如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0)，都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)**: 刀尖与工件表面之间的距离。输入正值。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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: 基于输入的直径定中心
1: 基于输入的直径定中心
- ▶ **深度 Q201 (增量值)**: 工件表面与定中心最低点 (定中心圆锥尖) 之间的距离。仅当 Q343=0 时才有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **圆直径 (代数符号) Q344**: 定中心直径。仅当 Q343=1 时才有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**: 执行定中心时刀具移动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO, FU**。
- ▶ **在孔底处的停顿时间 Q211**: 刀具在孔底的停留时间, 以秒为单位。输入范围为 0 至 3600.0000, 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 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



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 ; 在底部停顿时间
```

```
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 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方的安全高度处。
- 2 刀具以编程进给速率 **F** 钻至第一切入深度。
- 3 TNC 以快移速度 **FMAX** 将刀具退至安全高度处并在此停顿（如果输入了停顿时间），然后以快移速度 **FMAX** 移至第一切入深度上方的安全高度处。
- 4 然后，刀具以编程进给速率 **F** 再次进刀至下一个深度。
- 5 TNC 重复这一过程（2 至 4 步）直至达到编程深度为止。
- 6 刀具以快移速度 **FMAX** 由孔底退至安全高度处或如果编程了第二安全高度，退至第二安全高度处。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

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



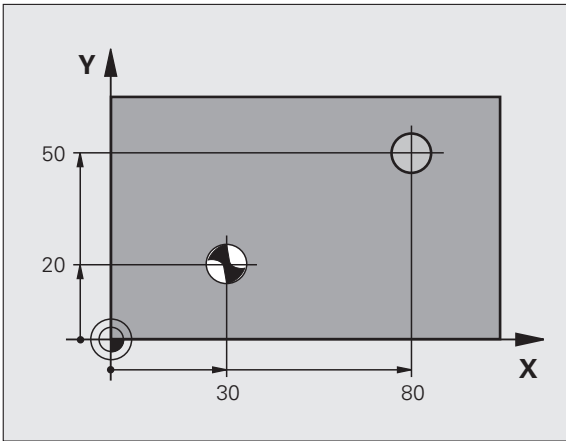
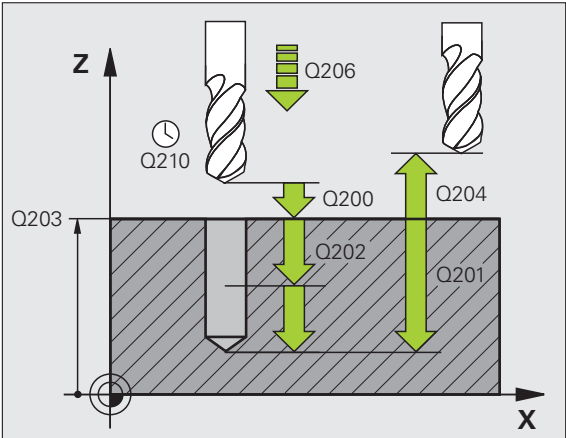
碰撞危险！

如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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



- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀尖与工件表面之间的距离。输入正值。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **深度 Q201**（增量值）：工件表面与孔底（钻头尖）之间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**：钻孔时的刀具移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**，**FU**。
- ▶ **切入深度 Q202**（增量值）：每刀进给量。输入范围 0 至 99999.9999。该深度不能是切入深度的倍数。下列情况将一次加工到所需深度：
 - 切入深度等于该深度
 - 切入深度大于该深度
- ▶ **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。输入范围为 0 至 3600.0000，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（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **在孔底处的停顿时间 Q211**：刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。输入范围为 0 至 3600.0000，或 **PREDEF**（预定义）



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 ; 在顶部停顿时间
Q203=+20; 表面坐标
Q204=100; 第二安全高度
Q211=0.1 ; 在底部停顿时间
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M99



3.4 铰孔 (循环 201, DIN/ISO: G201)

循环运行

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

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

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



碰撞危险！

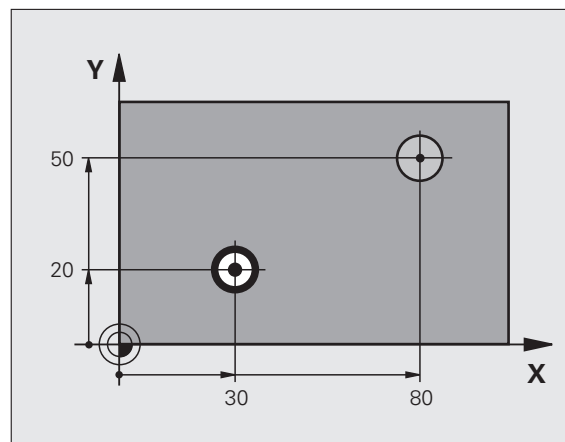
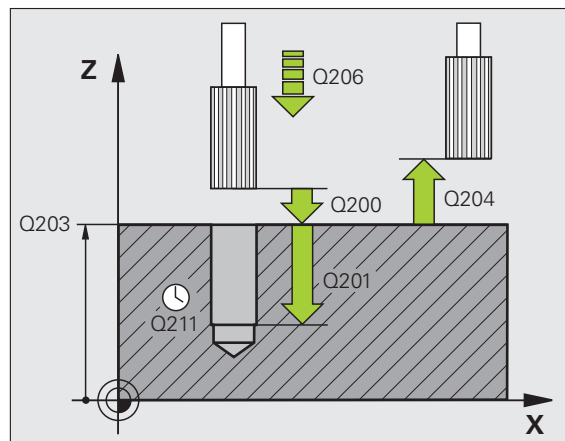
如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0)，都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



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



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 ; 在底部停顿时间
```

```
Q208=250; 退刀进给速率
```

```
Q203=+20; 表面坐标
```

```
Q204=100; 第二安全高度
```

```
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
```

```
13 CYCL CALL
```

```
14 L X+80 Y+50 FMAX M9
```

```
15 L Z+100 FMAX M2
```

3.5 镗孔（循环 202，DIN/ISO：G202）

循环运行

- 1 TNC 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方的安全高度处。
- 2 刀具以切入进给速率钻孔至编程深度。
- 3 如果编程中要求停顿，刀具将在孔底处停顿所输入的时间并保持当前主轴无进给旋转。
- 4 然后，TNC 将主轴定向至参数 Q336 定义的位置。
- 5 如果选择了退刀，刀具将沿编程方向退离 0.2 毫米（固定值）。
- 6 TNC 以退刀进给速率将刀具移至安全高度处，然后，如果输入了第二安全高度，再以 **FMAX** 速度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** 编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

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

循环执行完后，TNC 将恢复循环调用前的冷却液和主轴状态。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

选择刀具退离孔边的方向。

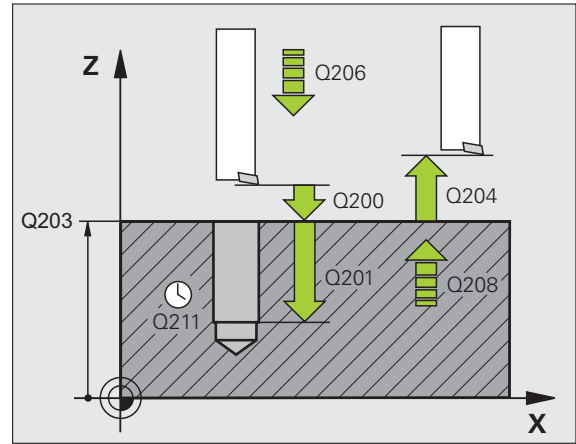
编程主轴定向时，应检查在 Q336 中所输入的主轴定向角所确定的刀尖位置（例如，在“手动数据输入定位”操作模式中）。设置角度使刀尖沿平行于坐标轴方向。

退刀时，TNC 自动考虑当前坐标系统的旋转因素。

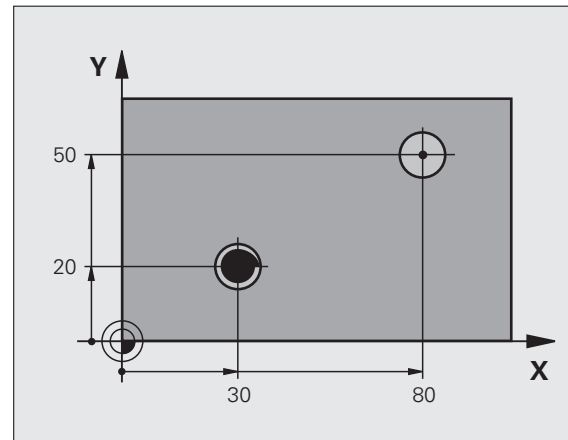
循环参数



- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)**: 刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **深度 Q201 (增量值)**: 工件表面与孔底之间的距离。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**: 镗孔中的刀具移动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO**, **FU**。
- ▶ **在孔底处的停顿时间 Q211**: 刀具在孔底的停留时间, 以秒为单位。输入范围为 0 至 3600.0000, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **退刀速度 Q208**: 刀具自孔中退出的移动速度。如果输入 $Q208 = 0$ 的话, 刀具将以切入进给速率退刀。输入范围为 0 至 99999.999, 或 **FMAX**, **FAUTO**, **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 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.999, 或 **PREDEF** (预定义)



- **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 ; 在底部停顿时间

Q208=250; 退刀进给速率

Q203=+20; 表面坐标

Q204=100; 第二安全高度

Q214=1 ; 退离方向

Q336=0 ; 主轴角度

12 L X+30 Y+20 FMAX M3

13 CYCL CALL

14 L X+80 Y+50 FMAX M99

3.6 万能钻孔 (循环 203, DIN/ISO: G203)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方输入的安全高度处。
- 2 刀具以编程进给速率 **F** 钻至第一切入深度。
- 3 如果编写了断屑程序, 刀具将按输入的退刀值退刀。如果不用断屑加工, 刀具以退刀速率退至安全高度处, 如果编程了停顿时间将在此停留所输入的停顿时间, 然后以快移速度 **FMAX** 再次移至第一切入深度上方的安全高度处。
- 4 然后, 刀具以编程进给速率再次进刀下一个深度。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 如果编程了停顿时间, 刀具将在孔底停留所输入的停顿时间进行空转, 然后以退刀速率退至安全高度处。如果编程了第二安全高度, 刀具将以 **FMAX** 快移速度移至第二安全高度处。

编程时注意：

用半径补偿 **R0** 编程加工面中起点（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！**

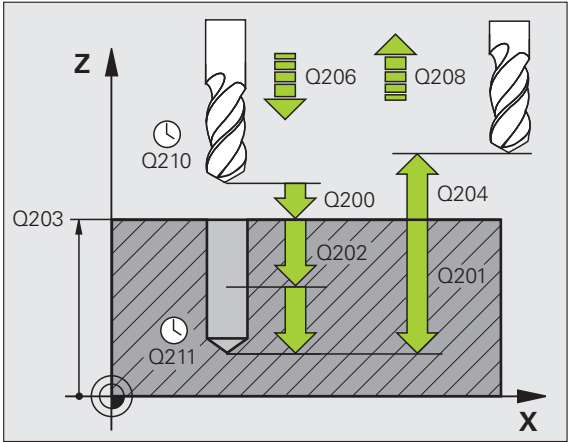
如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)**: 刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **深度 Q201 (增量值)**: 工件表面与孔底 (钻头尖) 之间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**: 钻孔时的刀具移动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO**, **FU**。
- ▶ **切入深度 Q202 (增量值)**: 每刀进给量。输入范围 0 至 99999.9999。该深度不能是切入深度的倍数。下列情况将一次加工到所需深度:
 - 切入深度等于该深度
 - 切入深度大于该深度和未定义断屑工序
- ▶ **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。输入范围为 0 至 3600.0000, 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 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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)**: 如果输入了减量值, TNC 将把切入的深度限制为 Q205 输入的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **在孔底处的停顿时间 Q211**: 刀具在孔底的停留时间, 以秒为单位。输入范围为 0 至 3600.0000, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **退刀速度 Q208**: 刀具自孔中退出的移动速度。如果输入 Q208 = 0, TNC 将以 Q206 的进给速率退刀。输入范围为 0 至 99999.999, 或 **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF** (预定义)
- ▶ **断屑退离速率 Q256 (增量值)**: 断屑时 TNC 的退刀值。输入范围为 0.1000 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



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 ; 在顶部停顿时间
Q203=+20; 表面坐标
Q204=50 ; 第二安全高度
Q212=0.2 ; 减量
Q213=3 ; 断屑次数
Q205=3 ; 最小切入深度
Q211=0.25; 在底部停顿时间
Q208=500; 退刀进给速率
Q256=0.2 ; 断屑距离

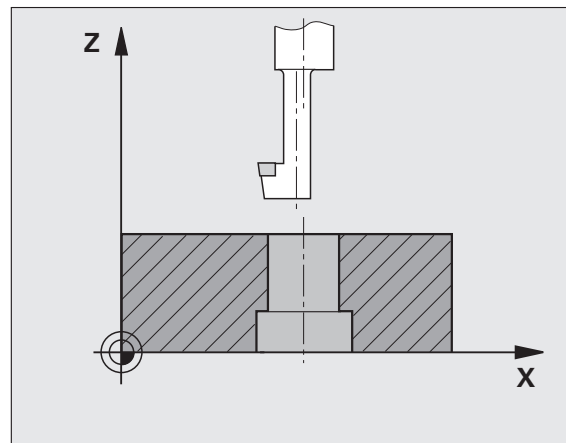


3.7 反向镗孔 (循环 204, DIN/ISO: G204)

循环运行

本循环用于从工件底部反向镗孔。

- 1 TNC 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方的安全高度处。
- 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, 然后, 如果输入了第二安全高度, 再以 **FMAX** 速度移至第二安全高度处。



编程时注意：

要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和 TNC 系统进行专门设置。

这个循环只适用于伺服控制主轴的机床。

本循环需要使用向上切削的专用镗杆。



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

循环参数深度的代数符号决定加工方向。注意：正号表示沿正主轴方向镗孔。

输入的刀具长度是指到镗杆底部的总长度，而不是仅仅到刀刃处。

计算镗孔起点时，TNC 将考虑镗杆的刀刃长度和材料厚度。

如果在循环调用前用 **M04** 编程，未用 **M03** 编程，也可用 **M04** 执行循环 204。

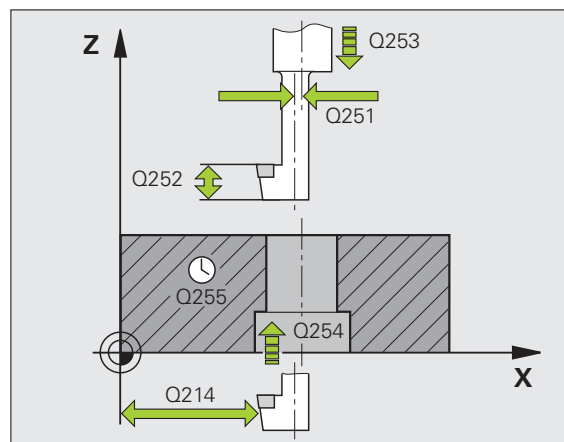
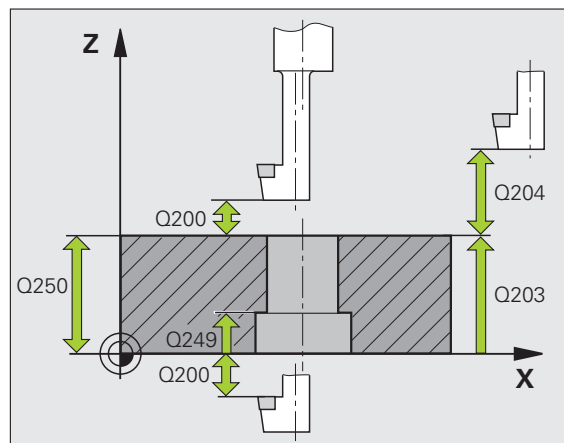
**碰撞危险！**

编程主轴定向时，应检查在 **Q336** 中所输入的主轴定向角所确定的刀尖位置（例如，在“手动数据输入定位”操作模式中）。设置角度使刀尖沿平行于坐标轴方向。选择刀具退离孔边的方向。

循环参数



- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **反向镗孔深度 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 Q251**（增量值）：镗杆的偏心距离，其值来自刀具数据表。输入范围 0.0001 至 99999.9999
- ▶ **刀刃高度 Q252**（增量值）：镗杆底边与主切削刃之间的距离，其值来自刀具数据表。输入范围 0.0001 至 99999.9999
- ▶ **预定位进给速率 Q253**：切入工件或退离工件时用 mm/min 为单位的刀具运动速度。输入范围为 0 至 99999.999，或 **FMAX**，**FAUTO**，**PREDEF**（预定义）。
- ▶ **反向镗孔进给速率 Q254**：反向镗孔中的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**，**FU**。
- ▶ **停顿时间 Q255**：停在镗孔顶部的时间，以秒为单位。输入范围 0 至 3600.000



- ▶ **工件表面坐标** Q203（绝对值）：工件表面的坐标。输入范围为 99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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 ;反向镗孔深度
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 F
Q254=200 ;镗孔进给速率 F
Q255=0 ;停顿时间
Q203=+20 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q214=1 ;退离方向
Q336=0 ;主轴角度



3.8 万能啄钻 (循环 205, DIN/ISO: G205)

循环运行

- 1 TNC 沿刀具轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方的编程安全高度处。
- 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上方的安全高度处。
- 3 刀具以编程进给速率 **F** 钻至第一切入深度。
- 4 如果编写了断屑程序, 刀具将按输入的退刀值退刀。如果不用断屑加工, 刀具以快移速度移至安全高度处, 再以快移速度 **FMAX** 移至第一个切入深度上方输入的起点位置处。
- 5 然后, 刀具以编程进给速率再次进刀下一个深度。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 如果编程了停顿时间, 刀具将在孔底停留所输入的停顿时间进行空转, 然后以退刀速率退至安全高度处。如果编程了第二安全高度, 刀具将以 **FMAX** 快移速度移至第二安全高度处。

编程时注意：

用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

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

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

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

**碰撞危险！**

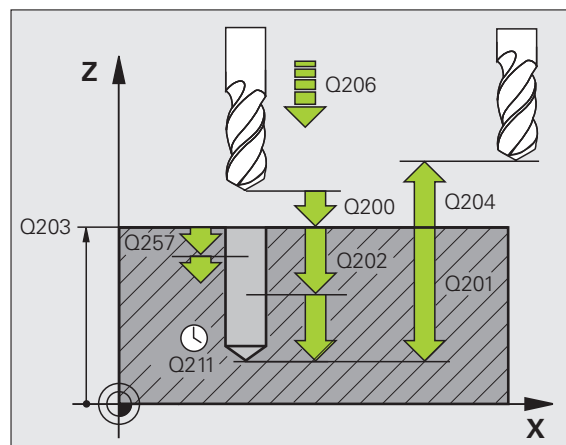
如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)**: 刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **深度 Q201 (增量值)**: 工件表面与孔底 (钻头尖) 之间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**: 钻孔时的刀具移动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO**, **FU**。
- ▶ **切入深度 Q202 (增量值)**: 每刀进给量。输入范围 0 至 99999.9999。该深度不能是切入深度的倍数。下列情况将一次加工到所需深度:
 - 切入深度等于该深度
 - 切入深度大于该深度
- ▶ **工件表面坐标 Q203 (绝对值)**: 工件表面的坐标。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二安全高度 Q204 (增量值)**: 刀具不会与工件 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **减量 Q212 (增量值)**: TNC 减小的切入深度 Q202 的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **最小切入深度 Q205 (增量值)**: 如果输入了减量值, TNC 将把切入的深度限制为 Q205 输入的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **上预停距离 Q258 (增量值)**: 刀具由孔中退离后, TNC 将刀具再次移至当前切入深度位置时刀具进行快移定位的安全高度; 第一切入深度值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **下预停距离 Q259 (增量值)**: 刀具由孔中退离后, TNC 将刀具再次移至当前切入深度位置时刀具进行快移定位的安全高度; 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。输入范围为 0.1000 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **在孔底处的停顿时间** Q211：刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。输入范围为 0 至 3600.0000，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **加深的起点** Q379（相对于工件表面的增量值）：如果用短的刀具将定位孔钻至一定深度的话，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：由安全高度运动到加深的起点刀具定位的运动速度，单位为 mm/min。只有当 Q379 输入的值非 0 时才有效。输入范围为 0 至 99999.999，或 **FMAX**，**FAUTO**，**PREDEF**（预定义）

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 ;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;在底部停顿时间
Q379=7.5 ;起点
Q253=750;预定位进给速率 F



3.9 镗铣（循环 208）

循环运行

- 1 TNC 沿刀具轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方编程的安全高度处，然后将刀具沿圆弧路径移至镗孔圆周处（如果有足够空间）。
- 2 刀具以编程进给速率 **F** 沿螺旋线由当前位置铣削至第一切入深度处。
- 3 达到钻孔深度后，TNC 再转动一个整圆排出第一次切入后剩下的切屑。
- 4 然后，TNC 再次把刀具定位在孔中心处。
- 5 最后，TNC 以 **FMAX** 快移速度返回到安全高度处。如果编程了第二安全高度，刀具将以 **FMAX** 快移速度移至第二安全高度处。

编程时注意：

用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

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

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！**

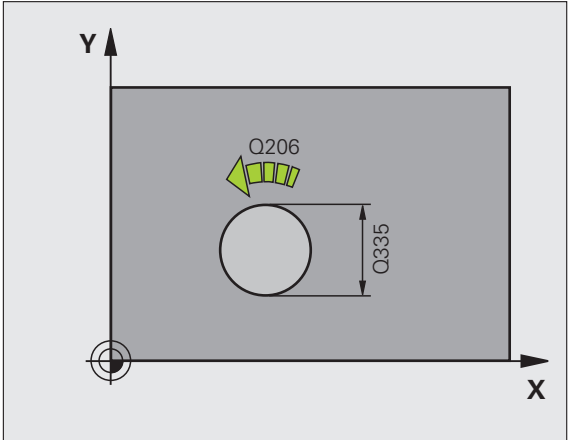
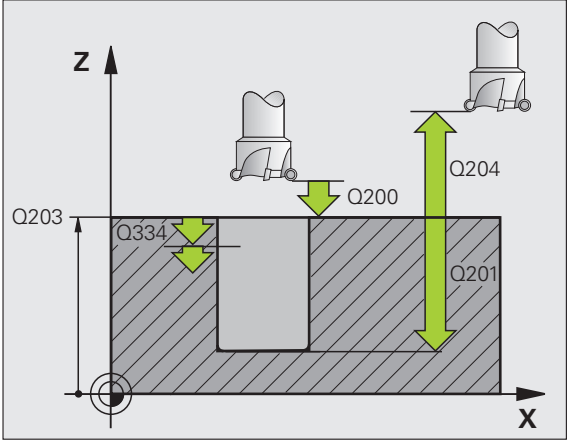
如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀具下刃与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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**。
- ▶ **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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **名义直径 Q335**（绝对值）：镗孔直径。如果输入的名义直径与刀具直径相同，TNC 将直接镗至输入的深度而不进行任何螺旋线插补。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **粗加直径 Q342**（绝对值）：只要在 Q342 中的输入值大于 0，TNC 将不再检查名义直径与刀具直径的比。这样可以粗铣两倍于刀具直径的孔。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **顺铣或逆铣 Q351**：用 M3 铣削的加工类型
+1 = 顺铣
-1 = 逆铣
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 ; 粗铣直径
Q351=+1 ; 顺铣或逆铣



3.10 单槽深孔钻 (循环 241, DIN/ISO: G241)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方输入的安全高度处。
- 2 然后, TNC 用定义的定位进给速率将刀具移至加深的起点上方的安全高度位置和开启钻孔速度 (**M3**) 和冷却液。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程序定义了停顿深度, 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, 刀具用退刀进给速率退刀至安全高度。如果编程了第二安全高度, 刀具将以 **FMAX** 快移速度移至第二安全高度处。

编程时注意:



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

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



碰撞危险!

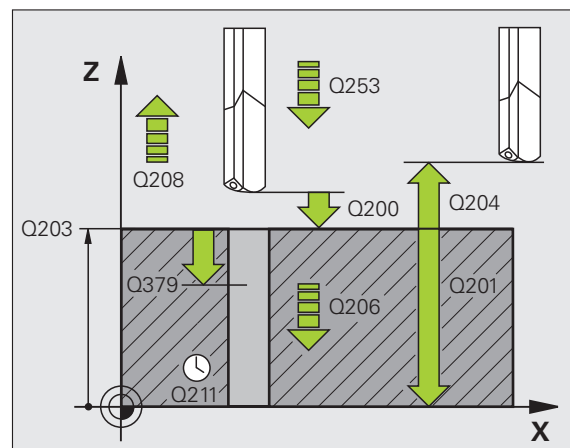
如果输入了正深度, 无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0), 都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **深度 Q201**（增量值）：工件表面与孔底之间的距离。输入范围：- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**：钻孔时的刀具移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**，**FU**。
- ▶ **在孔底处的停顿时间 Q211**：刀具在孔底的停留时间，以秒为单位。输入范围为 0 至 3600.0000，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（卡具）发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **加深的起点 Q379**（相对于工件表面的增量值）：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**：由安全高度运动到加深的起点刀具定位的运动速度，单位为 mm/min。只有当 Q379 输入的值非 0 时才有效。输入范围为 0 至 99999.999，或 **FMAX**，**FAUTO**，**PREDEF**（预定义）
- ▶ **退刀速度 Q208**：刀具自孔中退出的移动速度。如果输入 Q208 = 0，TNC 将以 Q206 的进给速率退刀。输入范围为 0 至 99999.999，或 **FMAX**，**FAUTO**，**PREDEF**（预定义）



- ▶ **进入 / 退出旋转方向（3/4/5）** Q426: 刀具进入或退离孔中的主轴所需旋转方向。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 / 退出的主轴转速** Q427: 刀具进入或退离孔中的主轴所需旋转速度。输入范围 0 至 99999
- ▶ **钻孔速度** Q428: 所需钻孔速度。输入范围 0 至 99999
- ▶ **冷却液开启的 M 功能？** Q429: 开启冷却液的辅助功能 M。如果刀具达到孔的加深起点位置，TNC 将开启冷却液。输入范围 0 至 999
- ▶ **冷却液关闭的 M 功能？** Q430: 关闭冷却液的辅助功能 M。如果刀具达到孔深位置，TNC 关闭冷却液。输入范围 0 至 999
- ▶ **停顿深度** Q435（增量值）：沿刀具轴刀具停顿的坐标位置。如果输入 0，该功能不工作（标准设置值）。应用：加工通孔时，部分刀具在退出孔底前需要短时间停顿，使切屑送至顶部。定义值需小于孔深 Q201；输入范围为 0 至 99999.9999。

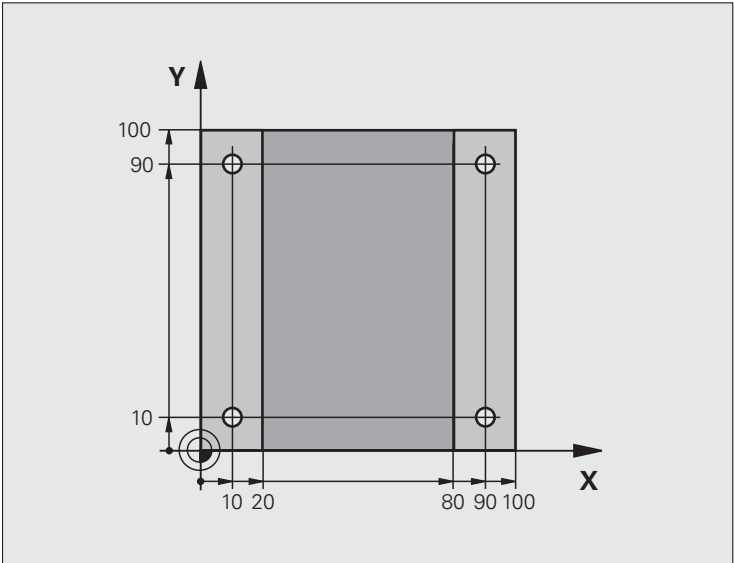
举例：NC 程序段

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



3.11 编程举例

举例：钻孔循环



0 BEGIN PGM 200MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	刀具调用（刀具半径 3）
4 L Z+250 R0 FMAX	退刀
5 CYCL DEF 200 DRILLING	循环定义
Q200=2 ;安全高度	
Q201=-15;深度	
Q206=250;切入进给速率	
Q202=5 ;切入深度	
Q210=0 ;在顶部停顿时间	
Q203=-10;表面坐标	
Q204=20 ;第二安全高度	
Q211=0.2 ;在底部停顿时间	



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	沿刀具轴退刀，结束程序
12 END PGM C200 MM	



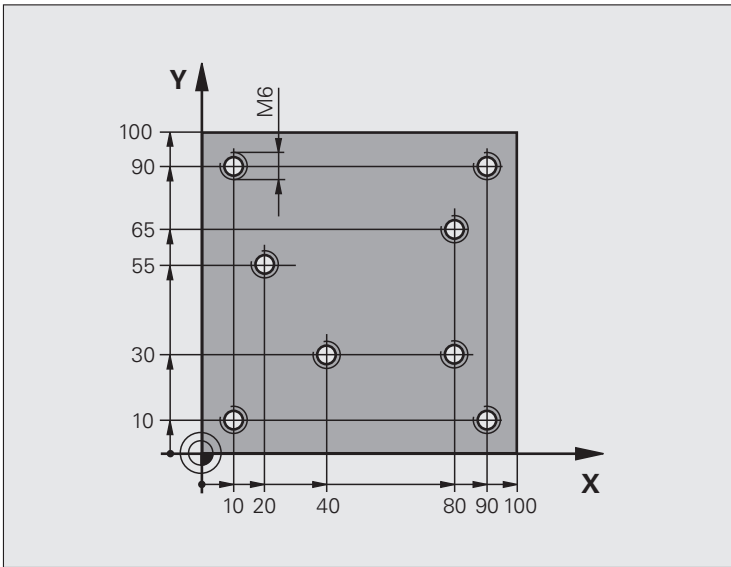
举例：钻孔循环与“阵列定义”功能一起使用

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	将刀具移至间隔高度（输入 F 值）
	每个循环之后，TNC 定位至间隔高度处
5 PATTERN DEF	在阵列点中定义全部钻孔位置
POS1(X+10 Y+10 Z+0)	
POS2(X+40 Y+30 Z+0)	
POS3(X+20 Y+55 Z+0)	
POS4(X+10 Y+90 Z+0)	
POS5(X+90 Y+90 Z+0)	
POS6(X+80 Y+65 Z+0)	
POS7(X+80 Y+30 Z+0)	
POS8(X+90 Y+10 Z+0)	



6 CYCL DEF 240 CENTERING	循环定义：定中心
Q200=2 ;安全高度	
Q343=0 ;选择深度 / 直径	
Q201=-2 ;深度	
Q344=-10; 直径	
Q206=150; 切入进给速率	
Q211=0 ;在底部停顿时间	
Q203=+0 ;表面坐标	
Q204=50 ;第二安全高度	
7 CYCL CALL PAT F5000 M13	调用与阵列点有关的循环
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	将刀具移至间隔高度（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; 啄钻进给速率	
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=0.2 ;在底部停顿时间	
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	将刀具移至间隔高度
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; 啄钻进给速率	
Q211=0 ;在底部停顿时间	
Q203=+0 ;表面坐标	
Q204=50 ;第二安全高度	
17 CYCL CALL PAT F5000 M13	调用与阵列点有关的循环
18 L Z+100 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
19 END PGM 1 MM	





4

固定循环: 攻丝 / 螺纹铣削



4.1 基本信息

概要

TNC 提供 8 个用于各类螺纹加工的循环：

循环	软键	页
循环 206（新攻丝） 用浮动夹头攻丝架，自动预定位，第二安全高度		页 103
循环 207（新刚性攻丝） 用浮动夹头攻丝架，自动预定位，第二安全高度		页 105
循环 209（断屑攻丝） 用浮动夹头攻丝架，自动预定位，第二安全高度，断屑		页 108
循环 262（铣螺纹） 在已钻孔的材料上铣螺纹的循环		页 112
循环 263（铣螺纹 / 镗孔） 在已钻孔的材料上铣螺纹和镗孔倒角的循环		页 115
循环 264（钻螺纹孔 / 铣螺纹） 在实心材料上钻孔然后用刀具铣螺纹的循环		页 119
循环 265（螺旋螺纹钻孔 / 铣削） 在实心材料上铣螺纹的循环		页 122
循环 267（铣外螺纹） 铣外螺纹和加工镗孔倒角的循环		页 122



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 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方输入的安全高度处。
- 2 刀具一次进给钻孔至总深度。
- 3 刀具达到孔的总深度时，主轴立即反向旋转，在停顿时间结束时退刀至安全高度处。如果编程了第二安全高度，刀具将以 **FMAX** 快移速度移至第二安全高度处。
- 4 在安全高度处，主轴重新正转。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

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

需要用浮动夹头攻丝架攻丝。攻丝过程中，必须补偿进给速率与主轴转速之差。

循环运行时，主轴转速倍率调节旋钮不可用。进给速率倍率调节旋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**。



碰撞危险！

如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0)，都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



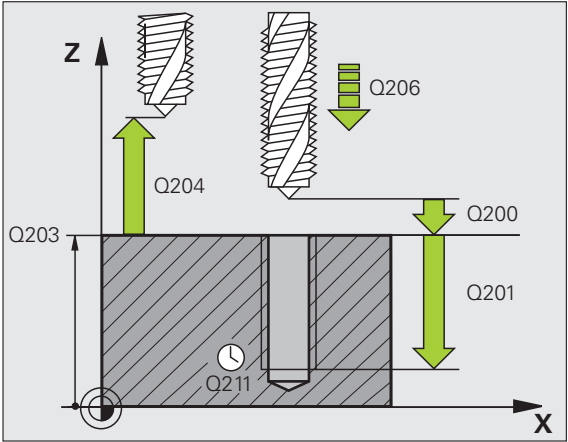
- ▶ **安全高度** Q200 (增量值): 刀尖 (起点位置) 与工件表面之间的距离。标准值: 约为螺距的 4 倍。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **孔总深度** Q201 (螺纹长度, 增量值): 工件表面与螺纹末端之间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **进给速率** FQ206: 攻丝时的刀具运动速度。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO**
- ▶ **在孔底处的停顿时间** Q211: 输入 0 至 0.5 秒之间的值, 以避免退刀时卡刀。输入范围为 0 至 3600.0000, 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 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)

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)

程序中中断后退刀

如果攻丝过程中用机床停止按钮中断了程序运行, TNC 将显示用于退刀的软键。



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; 在底部停顿时间
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 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方输入的安全高度处。
- 2 刀具一次进给钻孔至总深度。
- 3 刀具达到孔的总深度时，主轴立即反向旋转，在停顿时间结束时退刀至安全高度处。如果编程了第二安全高度，刀具将以 **FMAX** 快移速度移至第二安全高度处。
- 4 TNC 将在安全高度处停止主轴转动。

编程时注意：



要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和 TNC 系统进行专门设置。

这个循环只适用于伺服控制主轴的机床。



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

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。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

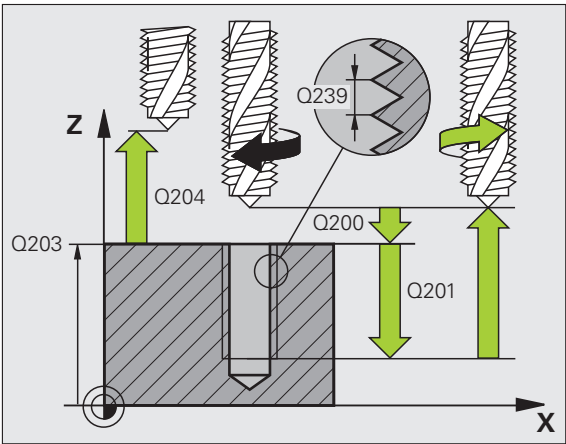
循环参数



- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)**: 刀尖 (起点位置) 与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **孔总深度 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)

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 沿刀具轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方的编程安全高度处。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定义退刀至特定距离或完全退出以进行断屑。如果定义了增加主轴转速转速的系数，TNC 用相应速度从孔中退出。
- 3 然后主轴恢复正转并进刀至下一进给深度。
- 4 TNC 重复这一过程（2 至 3 步）直至达到编程的螺纹深度。
- 5 然后退刀至安全高度处。如果编程了第二安全高度，刀具将以 **FMAX** 快移速度移至第二安全高度处。
- 6 TNC 将在安全高度处停止主轴转动。

编程时注意：

要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和 TNC 系统进行专门设置。

这个循环只适用于伺服控制主轴的机床。



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

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。

**碰撞危险！**

如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

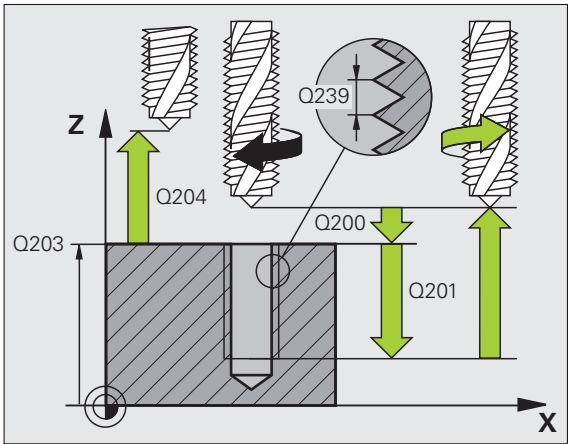
循环参数



- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)**: 刀尖 (起点位置) 与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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**
螺距的螺距。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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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
- ▶ **断屑退刀速度 Q256**: TNC 将螺距 Q239 与编程值相乘并在断屑时用计算值退刀。如果输入 Q256 = 0, TNC 将刀具由孔中完全退出 (至安全高度) 进行断屑。输入范围 0.1000 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。
- ▶ **退刀的转速系数 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=+25; 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

前提条件

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

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

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



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

如果只在一个轴上同时使用循环 8（镜像）执行铣螺纹循环，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

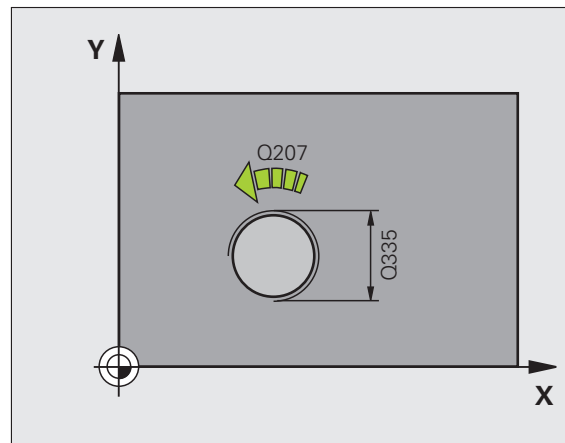
如果螺纹加工中发生断刀，先停止程序运行，切换到“手动输入数据定位”操作模式并将刀具沿线性路径移至孔的中心位置。然后，沿进给轴退刀并更换刀具。



4.6 螺纹铣削 (循环 262, DIN/ISO: G262)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方输入的安全高度处。
- 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, 刀具沿螺旋线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、多个偏移或一个连续螺旋运动铣削螺纹。
- 5 之后, 刀具沿切线方向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, 或如果编程了第二安全高度退刀至第二安全高度。



编程时注意:

用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

循环参数 “ 螺纹深度 ” 的代数符号决定加工方向。如果编程螺纹深度 $DEPTH = 0$ ，这个循环将不被执行。

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

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

如果改变螺纹深度，TNC 自动修改螺旋运动的起点。

**碰撞危险！**

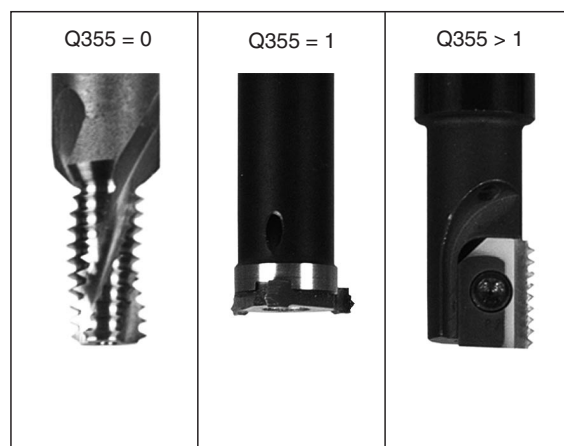
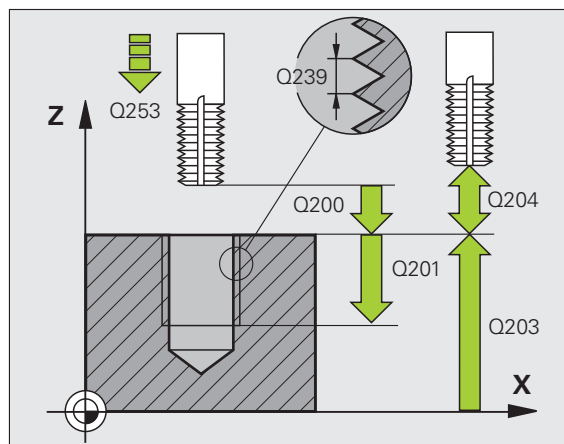
如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0)，都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



- ▶ **名义直径 Q335**: 螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距 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 = 一个 360 度螺旋线到螺纹深度
 - 1 = 螺纹总长范围上是内一条连续的螺旋路径
 - >1 = 接近和退离间为多个螺旋路径; 在螺旋线路径间, TNC 用 Q355 与螺距的积偏置刀具。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。输入范围为 0 至 99999.999, 或 **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF** (预定义)。
- ▶ **顺铣或逆铣 Q351**: 用 M3 铣削的加工类型
 - +1 = 顺铣
 - 1 = 逆铣或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)**: 刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 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 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **铣削进给速率 Q207**: 铣削时刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO**。



举例: NC 程序段

25 CYCL DEF 262 THREAD MILLING

Q335=10 ; 名义直径

Q239=+1.5; 螺距

Q201=-20; 螺纹深度

Q355=0 ; 每步螺纹扣数

Q253=750; 预定位进给速率 F

Q351=+1 ; 顺铣或逆铣

Q200=2 ; 安全高度

Q203=+30; 表面坐标

Q204=50 ; 第二安全高度

Q207=500; 铣削进给速率

4.7 螺纹铣削 / 镗孔 (循环 263, DIN/ISO: G263)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方输入的安全高度处。

镗孔

- 2 刀具以预定位进给速率移至镗孔深度减去安全高度位置处，然后以镗孔进给速率移至镗孔深度处。
- 3 如果已输入到侧边的安全距离，TNC 立即以预定位进给速率将刀具移至镗孔深度。
- 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边，之后沿圆弧路径运动。

正面镗孔

- 5 刀具以预定位进给速率移至正面镗孔深度处。
- 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孔。
- 7 TNC 再沿半圆移至孔中心。

铣螺纹

- 8 TNC 以预定位的编程进给速率移动刀具至螺纹的起始面处。起始面由螺距和铣削类型（顺铣或逆铣）决定。
- 9 然后，刀具沿相切于螺旋线路径运动至螺纹直径处并用 360 度螺旋线运动铣削螺纹。
- 10 之后，刀具沿切线方向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，或如果编程了第二安全高度退刀至第二安全高度。

编程时注意:



编程前注意:

用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

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

第一步: 螺纹深度

第二步: 镗孔深度

第三步: 正面深度

如果将深度参数编程为 0, TNC 将不执行该步。

如果要用刀具正面镗孔, 将镗孔深度定义为 0。

螺纹深度的编程值应至少比镗孔深度小三分之一的螺距。



碰撞危险!

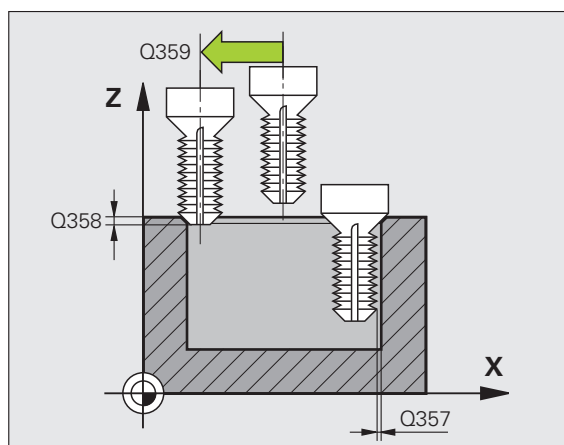
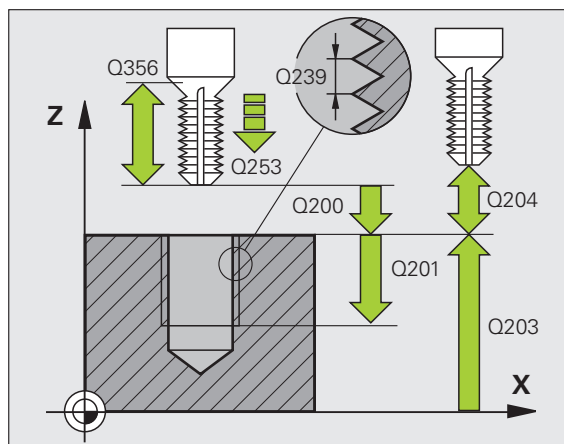
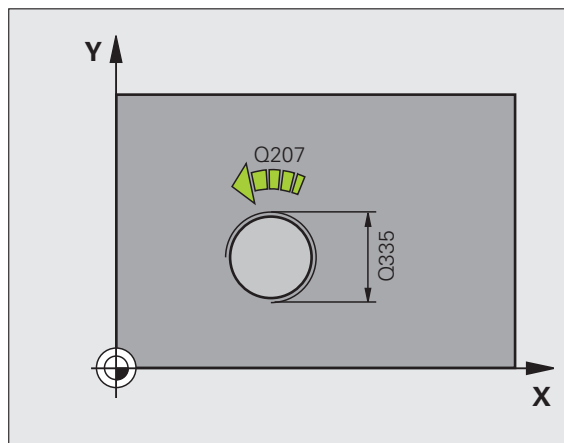
如果输入了正深度, 无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0), 都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



- ▶ **名义直径** Q335: 螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距** 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: 切入工件或脱离工件时用 mm/min 为单位的刀具运动速度。输入范围为 0 至 99999.999, 或 **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF** (预定义)。
- ▶ **顺铣或逆铣** Q351: 用 M3 铣削的加工类型
 +1 = 顺铣
 -1 = 逆铣
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **安全高度** Q200 (增量值): 刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **至侧面的安全距离** Q357 (增量值): 刀刃与孔壁间的距离。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **正面深度** Q358 (增量值): 刀尖与工件顶面间用于在刀具正面镗孔的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **正面镗孔偏移量** Q359 (增量值): TNC 将刀具中心偏移孔中心的距离。输入范围 0 至 99999.9999



- ▶ **工件表面坐标** Q203 (绝对值)：工件表面的坐标。输入范围：- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二安全高度** Q204 (增量值)：刀具不会与工件 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **镗孔进给速率** Q254：镗孔时刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**，**FU**。
- ▶ **铣削进给速率** Q207：铣削时刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.9999，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; 镗孔深度
Q253=750; 预定位进给速率 F
Q351=+1 ; 顺铣或逆铣
Q200=2 ; 安全高度
Q357=0.2 ; 距侧边距离
Q358=+0 ; 正面深度
Q359=+0 ; 正面偏移量
Q203=+30; 表面坐标
Q204=50 ; 第二安全高度
Q254=150; 镗孔进给速率 F
Q207=500; 铣削进给速率



4.8 螺纹钻孔 / 铣削 (循环 264, DIN/ISO: G264)

循环运行

- 1 TNC 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方输入的安全高度处。

钻孔

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

正面镗孔

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

铣螺纹

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

编程时注意:



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点 (孔圆心) 的定位程序段。

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

- 第一步: 螺纹深度
- 第二步: 孔总深度
- 第三步: 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。

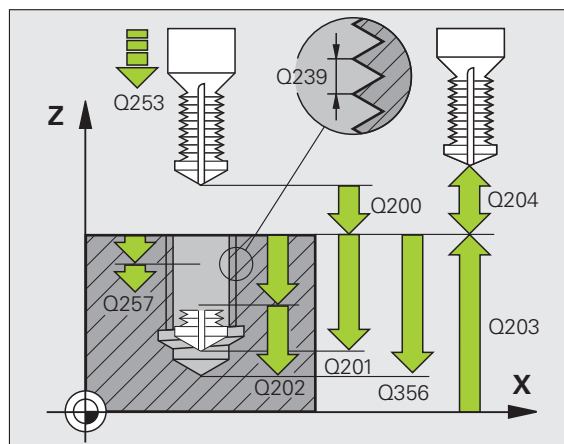
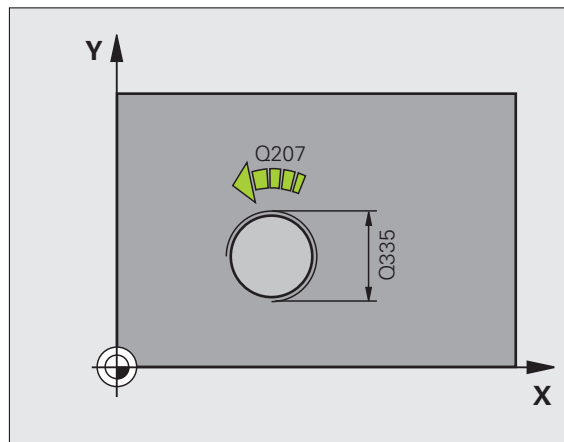
**碰撞危险!**

如果输入了正深度, 无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0), 都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

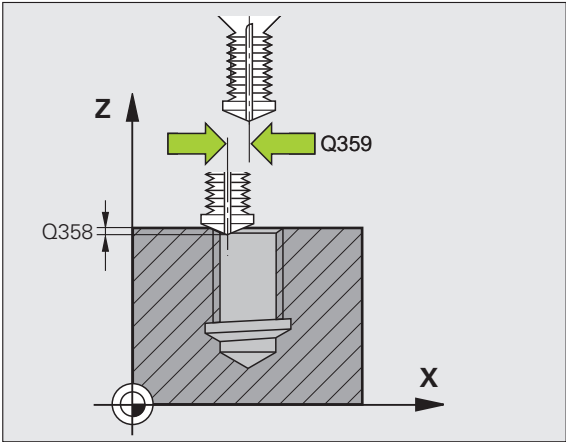
必须注意, 如果**输入了正深度**, TNC 将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处!

循环参数

- ▶ **名义直径** Q335: 螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距** 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
- ▶ **孔总深度** Q356 (增量值): 工件表面与孔底之间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **预定位进给速率** Q253: 切入工件或退离工件时用 mm/min 为单位的刀具运动速度。输入范围为 0 至 99999.999, 或 **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF** (预定义) 。
- ▶ **顺铣或逆铣** Q351: 用 M3 铣削的加工类型
 +1 = 顺铣
 -1 = 逆铣
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **切入深度** Q202 (增量值): 每刀进给量。该深度不能是切入深度的倍数。输入范围 0 至 99999.9999。下列情况将一次加工到所需深度:
 - 切入深度等于该深度
 - 切入深度大于该深度
- ▶ **上预停距离** Q258 (增量值): 退刀后, TNC 将刀具移至当前切入深度位置时进行快移定位的安全高度。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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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)：刀尖与工件顶面间用于在刀具正面镗孔的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **正面镗孔偏移量** Q359 (增量值)：TNC 将刀具中心偏移孔中心的距离。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **安全高度** Q200 (增量值)：刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 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 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **切入进给速率** Q206：钻孔时的刀具移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**，**FU**。
- ▶ **铣削进给速率** Q207：铣削时刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.9999，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 F
Q351=+1 ; 顺铣或逆铣
Q202=5 ; 切入深度
Q258=0.2 ; 预停距离
Q257=5 ; 断屑深度
Q256=0.2 ; 断屑距离
Q358=+0 ; 正面深度
Q359=+0 ; 正面偏移量
Q200=2 ; 安全高度
Q203=+30; 表面坐标
Q204=50 ; 第二安全高度
Q206=150; 切入进给速率
Q207=500; 铣削进给速率



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

循环运行

- 1 TNC 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方输入的安全高度处。

正面镗孔

- 2 如果铣螺纹之前先镗孔，刀具以镗孔进给速率移至正面沉孔深度处。如果铣螺纹后进行镗孔，TNC 刀具以预定位进给速率将刀具移至镗孔深度处。
- 3 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孔。
- 4 TNC 再沿半圆移至孔中心。

铣螺纹

- 5 TNC 以预定位编程进给速率移动刀具至螺纹的起始面处。
- 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 之后，刀具沿切线方向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，或如果编程了第二安全高度退刀至第二安全高度。

编程时注意：



用半径补偿 **R0** 编程加工面上起点（孔圆心）的定位程序段。

螺纹深度或正面沉孔深度的循环参数代数符号决定加工方向。加工方向按以下顺序确定：

第一步：螺纹深度

第二步：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！

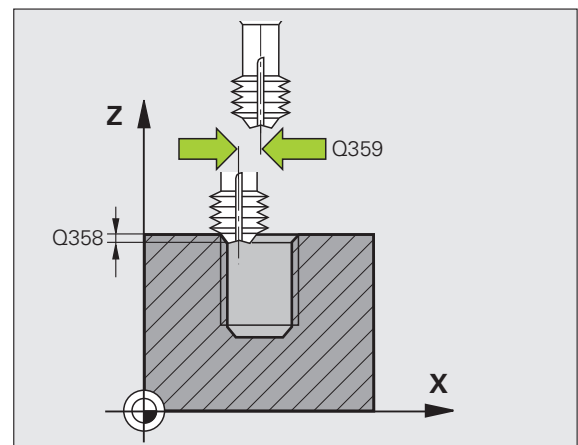
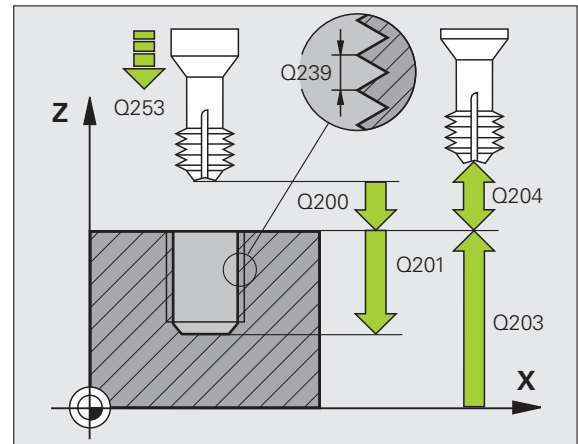
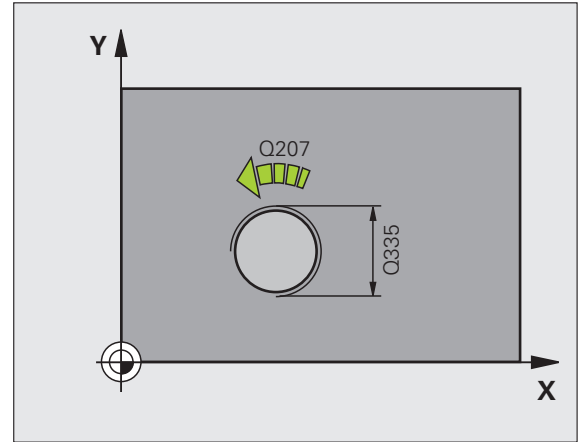
如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



- ▶ **名义直径 Q335:** 螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距 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。输入范围为 0 至 99999.999, 或 **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF** (预定义)。
- ▶ **正面深度 Q358 (增量值):** 刀尖与工件顶面间用于在刀具正面镗孔的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **正面镗孔偏移量 Q359 (增量值):** TNC 将刀具中心偏移孔中心的距离。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **镗孔 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。输入范围为 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 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **镗孔进给速率** Q254：镗孔时刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**，**FU**。
- ▶ **铣削进给速率** Q207：铣削时刀具运动速度，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 F
Q358=+0 ; 正面深度
Q359=+0 ; 正面偏移量
Q360=0 ; 镗孔
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 F
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 沿主轴以快移速度 **FMAX** 将刀具移至工件表面上方输入的安全高度处。

正面镗孔

- 2 TNC 沿加工面的参考轴由凸台中心移至正面镗孔的起点处。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孔深度处。
- 4 TNC 由半圆圆心将刀具无补偿地定位到正面偏置位置处，然后以进给速率沿圆弧路径镗孔。
- 5 刀具再沿半圆移至起点。

铣螺纹

- 6 如果尚未进行正面镗孔，TNC 将刀具定位至起点处。螺纹铣削的起点 = 正面镗孔的起点。
- 7 刀具以预定位的编程进给速率移至起始面。起始面由螺距代数符号、铣削方式 (顺铣或逆铣) 及每步加工的螺纹扣数决定。
- 8 然后，刀具沿螺旋运动相切接近螺纹直径。
- 9 根据螺纹扣数参数的设置情况，刀具以一个、多个偏移或一个连续螺旋运动铣削螺纹。
- 10 之后，刀具沿切线方向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，或如果编程了第二安全高度退刀至第二安全高度。

编程时注意:

用半径补偿 **R0** 编程加工面中起点 (凸台圆心) 的定位程序段。

必须事前确定正面镗孔前所需的偏移量。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的循环参数代数符号决定加工方向。加工方向按以下顺序确定:

第一步: 螺纹深度

第二步: 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!**

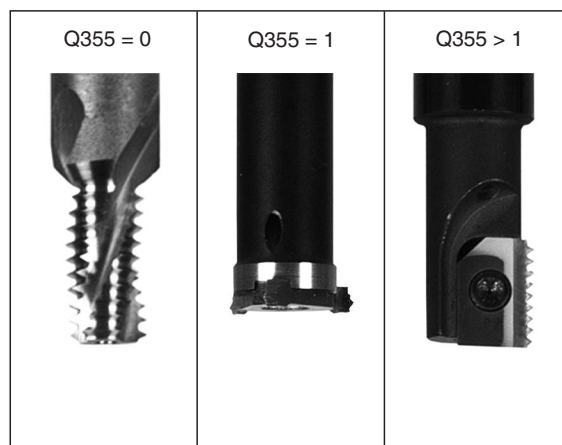
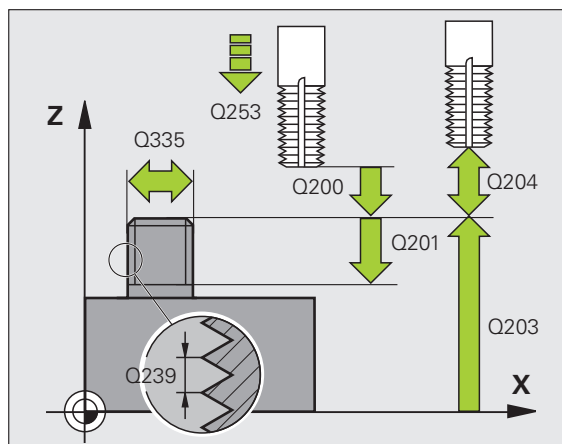
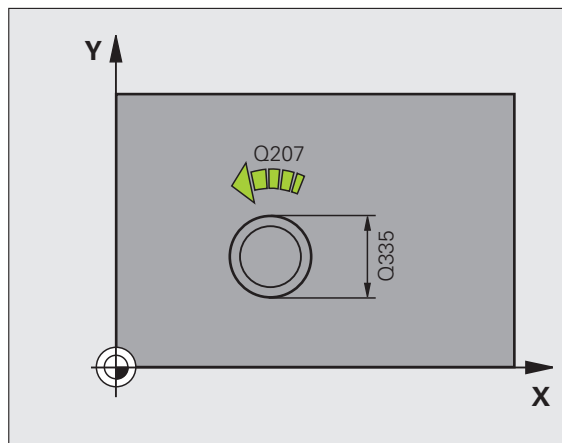
如果输入了正深度, 无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0), 都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

循环参数



- ▶ **名义直径 Q335:** 螺纹名义直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **螺距 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 = 螺纹总长范围上是内一条连续的螺旋路径
 - >1 = 接近和退离间为多个螺旋路径; 在螺旋线路径间, TNC 用 Q355 与螺距的积偏置刀具。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。输入范围为 0 至 99999.999, 或 **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF** (预定义)。
- ▶ **顺铣或逆铣 Q351:** 用 M3 铣削的加工类型
 - +1 = 顺铣
 - 1 = 逆铣
 或者 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **安全高度** Q200 (增量值): 刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **正面深度** Q358 (增量值): 刀尖与工件顶面间用于在刀具正面镗孔的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **正面镗孔偏移量** 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **镗孔进给速率** Q254: 镗孔时刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO**, **FU**。
- ▶ **铣削进给速率** Q207: 铣削时刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO**。

举例: NC 程序段

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



4.11 编程举例

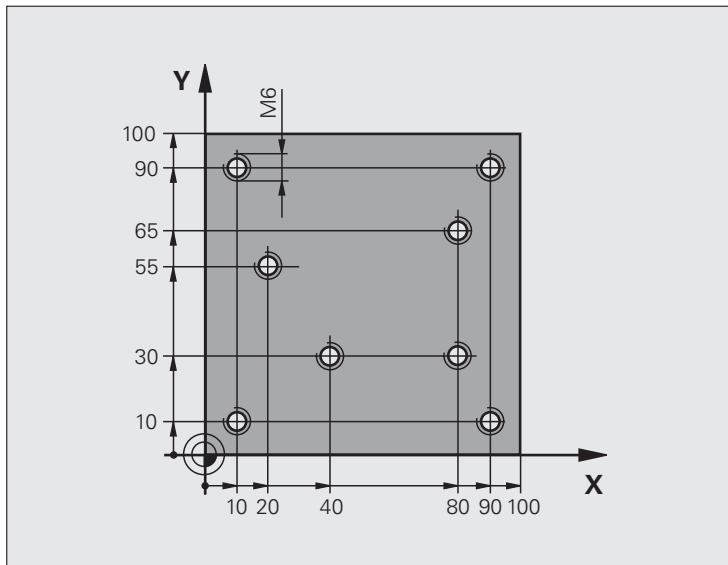
举例：铣螺纹

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

选择刀具半径，使加工步骤可以显示在测试图形中。

程序执行顺序

- 定中心
- 钻孔
- 攻丝



0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Y+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+4	中心钻的刀具定义
4 TOOL DEF 2 L+0 2.4	钻孔的刀具定义
5 TOOL DEF 3 L+0 R+3	攻丝的刀具定义
6 TOOL CALL 1 Z S5000	定中心的刀具调用
7 L Z+10 R0 F5000	将刀具移至间隔高度（输入 F 值）
	每个循环之后，TNC 定位至间隔高度处
8 SEL PATTERN “TAB1”	定义点位表
9 CYCL DEF 200 DRILLING	循环定义：定中心
Q200=2 ; 安全高度	
Q201=-2 ; 深度	
Q206=150; 切入进给速率	
Q202=2 ; 切入深度	
Q210=0 ; 在顶部停顿时间	
Q203=+0 ; 表面坐标	此处必须输入 0，点位表内定义生效

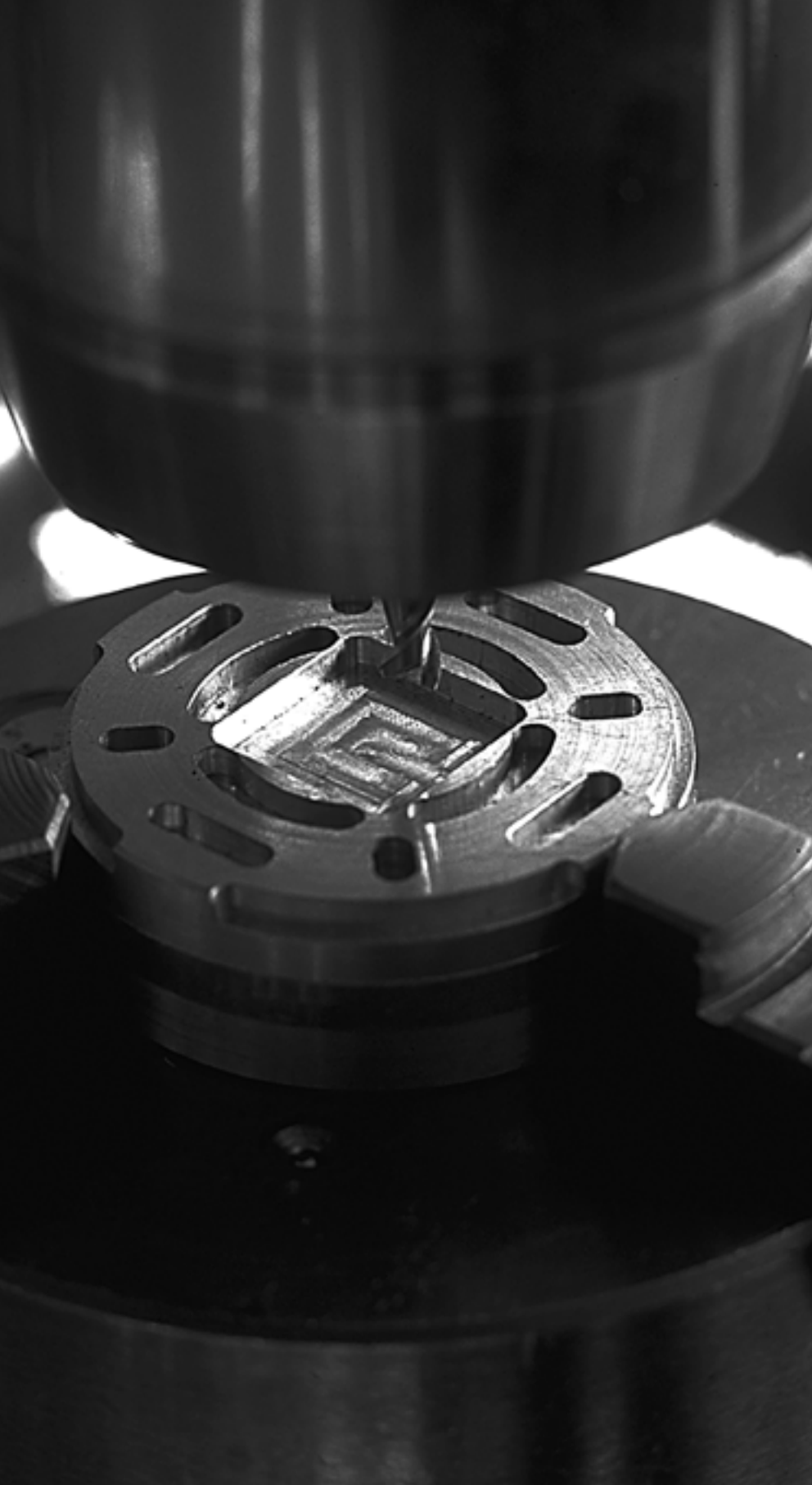
Q204=0 ; 第二安全高度	此处必须输入 0, 点位表内定义生效
Q211=0.2 ; 在底部停顿时间	
10 CYCL CALL PAT F5000 M3	用点位表 TAB1.PNT 的循环调用
	两点间进给速率: 5000 mm/min
11 L Z+100 R0 FMAX M6	退刀, 换刀
12 TOOL CALL 2 Z S5000	调用刀具: 钻孔
13 L Z+10 R0 F5000	将刀具移至间隔高度 (输入 F 值)
14 CYCL DEF 200 DRILLING	循环定义: 钻孔
Q200=2 ; 安全高度	
Q201=-25; 深度	
Q206=150; 啄钻进给速率	
Q202=5 ; 切入深度	
Q210=0 ; 在顶部停顿时间	
Q203=+0 ; 表面坐标	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 ; 在底部停顿时间	
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	调用攻丝的刀具
18 L Z+50 R0 FMAX	将刀具移至间隔高度
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; 啄钻进给速率	
Q211=0 ; 在底部停顿时间	
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	沿刀具轴退刀, 结束程序
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 基本信息

概要

TNC 提供 6 个加工型腔，凸台和槽的循环：

循环	软键	页
循环 251（矩形型腔） 用所选加工方式和螺旋线切入方式粗铣 / 精铣循环		页 135
循环 252（圆弧型腔） 用所选加工方式和螺旋线切入方式粗铣 / 精铣循环		页 140
循环 253（铣槽） 用所选加工方式和往复切入方式粗铣 / 精铣循环		页 143
循环 254（圆弧槽） 用所选加工方式和往复切入方式粗铣 / 精铣循环		页 147
循环 256（矩形凸台） 粗铣 / 精铣循环，如果要求多道加工，用步长值进刀		页 152
循环 257（圆弧凸台） 粗铣 / 精铣循环，如果要求多道加工，用步长值进刀		页 156



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

粗铣

- 1 刀具由型腔中心切入并进刀至第一切入深度。用参数 Q366 定义切入方式。
- 2 TNC 由内向外粗铣型腔, 考虑行距系数 (参数 Q370) 和精铣余量 (参数 Q368 和 Q369)。
- 3 粗铣结束时, TNC 使刀具相切离开型腔壁, 然后移至当前啄钻深度上方的安全高度处, 再由此处用快移动速度移至型腔中心。
- 4 重复这一过程直到达到编程的型腔深度。

精铣

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

编程时注意:



如果未启用刀具表的话, 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 沿接近起点位置的坐标轴 (加工面) 运行循环。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。

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



碰撞危险!

如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0)，都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

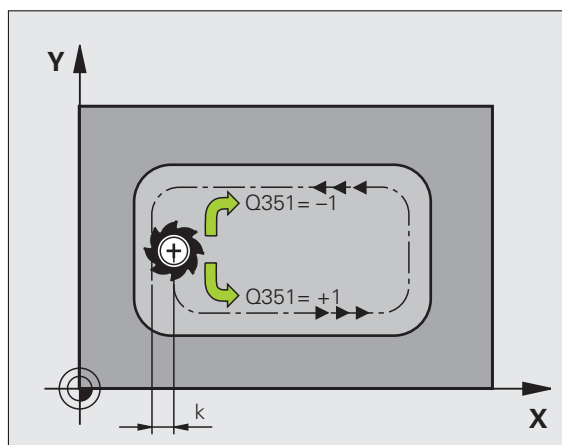
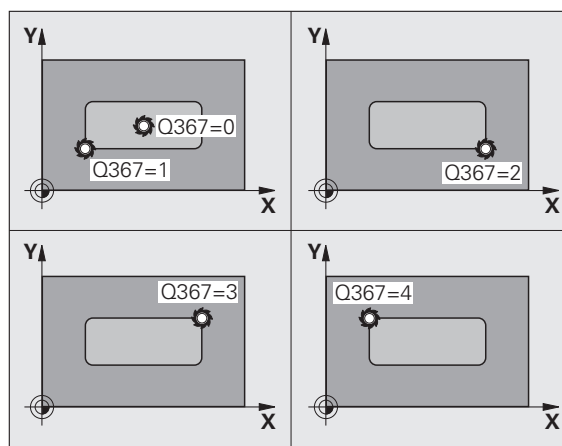
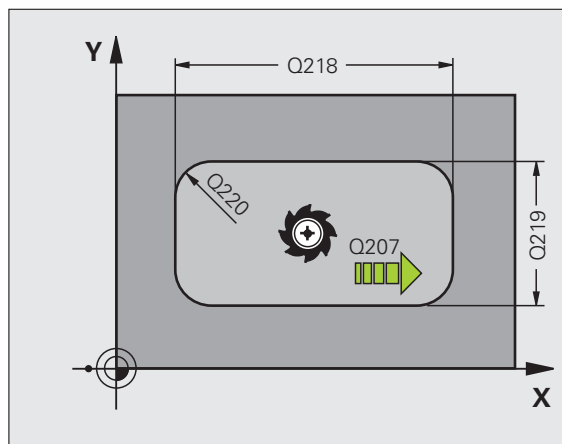
必须注意，如果**输入了正深度**，TNC 将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处!

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

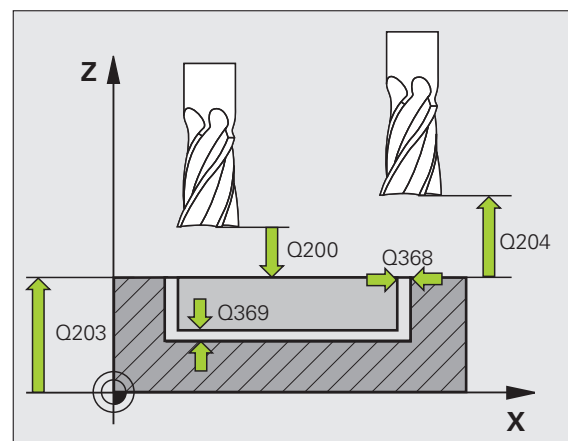
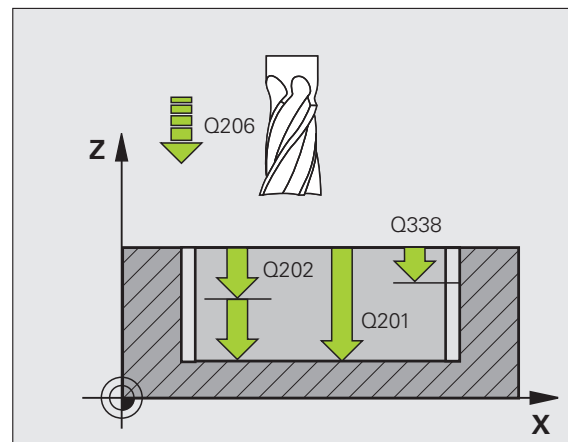
循环参数



- ▶ **加工方式 (0/1/2) Q215**: 定义加工方式:
0: 粗铣和精铣
1: 仅粗铣
2: 仅精铣
 如果定义了精铣余量 (Q368, Q369) 将仅执行精铣侧面和底面。
- ▶ **第一边长 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
- ▶ **第二边长 Q219 (增量值)**: 型腔长度, 平行于加工面的辅助轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **角点半径 Q220**: 型腔角的半径。如果在此输入 0, TNC 将假定角点半径等于刀具半径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精铣余量 Q368 (增量值)**: 精铣加工面上的余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **旋转角 Q224 (绝对值)**: 旋转整个型腔的角度。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, 型腔相对刀具的位置:
0: 刀具位置 = 型腔中心
1: 刀具位置 = 左下角
2: 刀具位置 = 右下角
3: 刀具位置 = 右上角
4: 刀具位置 = 左上角
- ▶ **铣削进给速率 Q207**: 铣削时刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO**, **FZ**
- ▶ **顺铣或逆铣 Q351**: 用 M3 铣削的加工类型:
+1 = 顺铣
-1 = 逆铣
 或者 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **深度 Q201（增量值）：**工件表面与型腔底部之间的距离。输入范围：- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入深度 Q202（增量值）：**每刀进给量。输入大于 0 的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **底面精铣余量 Q369（增量值）：**沿刀具轴的精铣余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206：**刀具移至深度处的移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- ▶ **精铣进给量 Q338（增量值）：**每刀进给量。
Q338=0：一次进给精铣。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **安全高度 Q200（增量值）：**刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）



- ▶ **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**（预定义）。
- ▶ **切入方式** Q366：切入方式类型：
 - 0 = 垂直切入。TNC 垂直切入，不用刀具表中定义的切入角 **ANGLE**（角）。
 - 1 = 螺旋切入。在刀具表中，当前刀具的切入角 **ANGLE**（角）必须定义为非 0 度。否则，TNC 将显示出错信息。
 - 2 = 往复切入。在刀具表中，当前刀具的切入角 **ANGLE**（角）必须定义为非 0 度。否则，TNC 生成出错信息。往复长度取决于切入角度。TNC 使用的最小值为刀具直径的两倍。
 - 或者：**PREDEF**
- ▶ **精铣进给速率** Q385：精铣侧面和底面的刀具移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.9999，或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**。

举例：NC 程序段

8 CYCL DEF 251 RECTANGULAR POCKET
Q215=0 ; 加工操作
Q218=80 ; 第一边长
Q219=60 ; 第二边长
Q220=5 ; 角点半径
Q368=0.2 ; 侧面精铣余量
Q224=+0 ; 旋转角
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 ; 底面精铣余量
Q206=150; 切入进给速率
Q338=5 ; 精铣进给量
Q200=2 ; 安全高度
Q203=+0 ; 表面坐标
Q204=50 ; 第二安全高度
Q370=1 ; 刀具路径的行距系数
Q366=1 ; 切入
Q385=500; 精铣进给速率
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: 粗铣, 底面精铣, 侧面精铣
- 仅粗铣
- 仅底面精铣和侧面精铣
- 仅底面精铣
- 仅侧面精铣

粗铣

- 1 刀具由型腔中心切入并进刀至第一切入深度。用参数 Q366 定义切入方式。
- 2 TNC 由内向外粗铣型腔, 考虑行距系数 (参数 Q370) 和精铣余量 (参数 Q368 和 Q369)。
- 3 粗铣结束时, TNC 使刀具相切离开型腔壁, 然后移至当前啄钻深度上方的安全高度处, 再由此处用快移动速度移至型腔中心。
- 4 重复这一过程直到达到编程的型腔深度。

精铣

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

编程时注意:



如果未启用刀具表的话, 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 沿接近起点位置的坐标轴 (加工面) 运行循环。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。

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



碰撞危险!

如果输入了正深度, 无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0), 都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

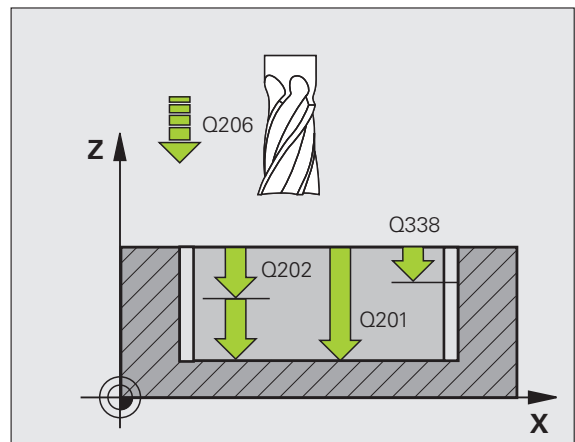
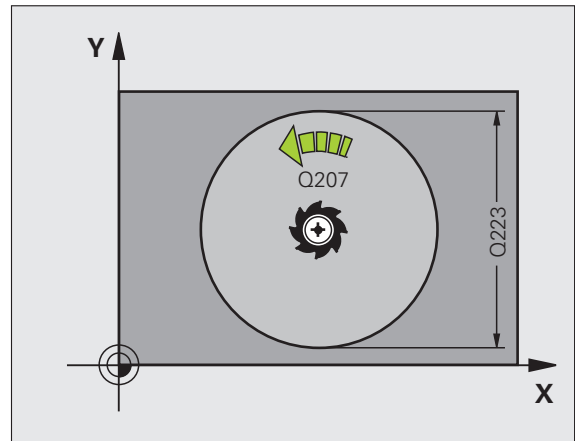
必须注意, 如果**输入了正深度**, TNC 将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处!

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

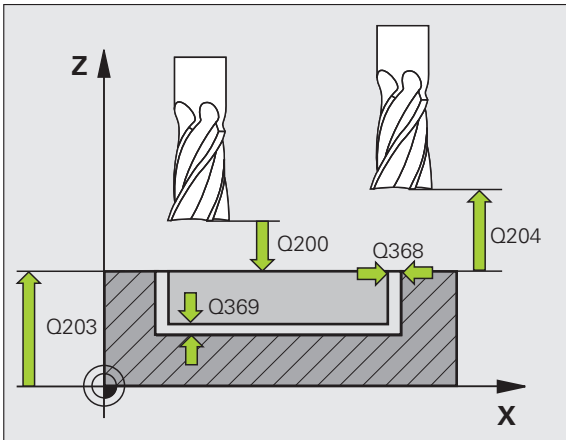
循环参数



- ▶ **加工方式 (0/1/2) Q215**: 定义加工方式:
 - 0**: 粗铣和精铣
 - 1**: 仅粗铣
 - 2**: 仅精铣
 如果定义了精铣余量 (Q368, Q369) 将仅执行精铣侧面和底面。
- ▶ **圆直径 Q223**: 精铣型腔的直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精铣余量 Q368 (增量值)**: 精铣加工面上的余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **铣削进给速率 Q207**: 铣削时刀具运动速度, 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
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **深度 Q201 (增量值)**: 工件表面与型腔底部之间的距离。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入深度 Q202 (增量值)**: 每刀进给量。输入大于 0 的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **底面精铣余量 Q369 (增量值)**: 沿刀具轴的精铣余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**: 刀具移至深度处的移动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO**, **FU**, **FZ**。
- ▶ **精铣进给量 Q338 (增量值)**: 每刀进给量。
 - Q338=0: 一次进给精铣。输入范围 0 至 99999.9999



- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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**（预定义）。
- ▶ **切入方式 Q366**：切入方式类型：
 - 0 = 垂直切入。TNC 垂直切入，不用刀具表中定义的切入角 **ANGLE**（角）。
 - 1 = 螺旋切入。在刀具表中，当前刀具的切入角 **ANGLE**（角）必须定义为非 0 度。否则，TNC 将显示出错信息。
 - 或者：**PREDEF**
- ▶ **精铣进给速率 Q385**：精铣侧面和底面的刀具移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**。



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 ;侧面精铣余量
Q207=500;铣削进给速率
Q351=+1 ;顺铣或逆铣
Q201=-20;深度
Q202=5 ;切入深度
Q369=0.1 ;底面精铣余量
Q206=150;切入进给速率
Q338=5 ;精铣进给量
Q200=2 ;安全高度
Q203=+0 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q370=1 ;刀具路径的行距系数
Q366=1 ;切入
Q385=500;精铣进给速率
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3



5.4 铣槽 (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:粗铣,底面精铣,侧面精铣
- 仅粗铣
- 仅底面精铣和侧面精铣
- 仅底面精铣
- 仅侧面精铣

粗铣

- 1 由槽的左圆弧中心开始,刀具以刀具表中定义的切入角方向往复运动移至第一进给深度。用参数 Q366 定义切入方式。
- 2 TNC 由内向外粗铣槽并考虑精铣余量 (参数 Q368 和 Q369)。
- 3 重复这一加工过程直到达到槽的深度为止。

精铣

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

编程时注意:



如果未启用刀具表的话,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 沿接近起点位置的坐标轴 (加工面) 运行循环。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。如果槽位置未定义为 0, TNC 只将刀具沿刀具轴定位在第二安全高度位置。新循环调用前,刀具移回起点位置或循环调用后程序只进行绝对尺寸运动。

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

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

**碰撞危险!**

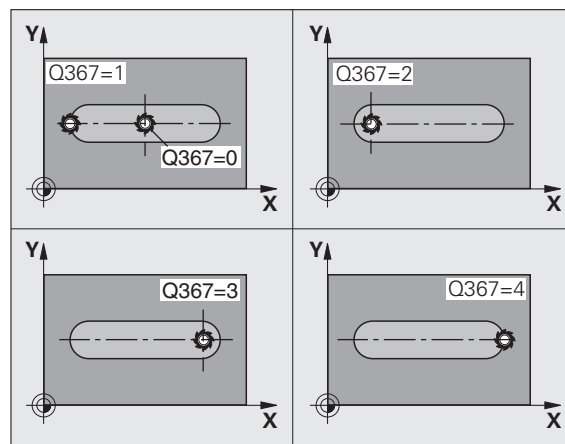
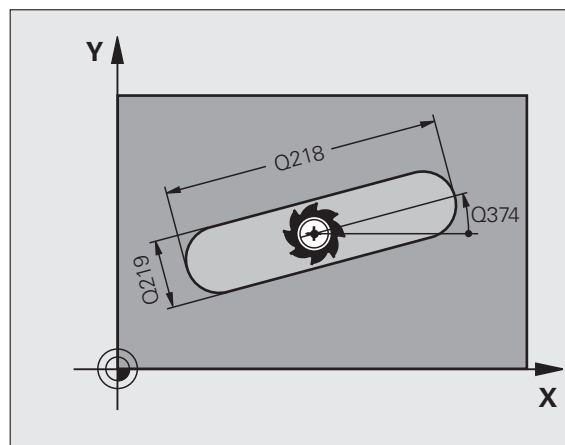
如果输入了正深度, 无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0), 都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

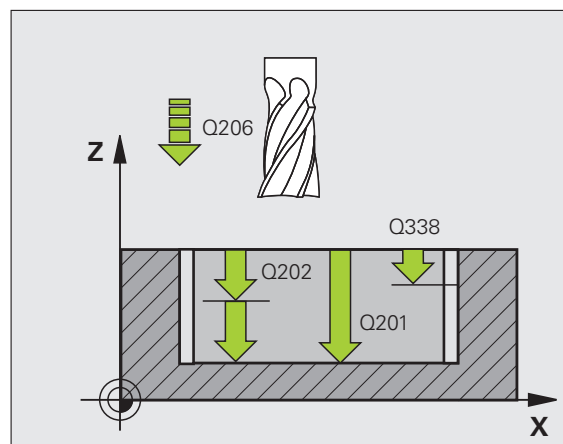
如果用加工操作 2 调用循环 (仅精加), TNC 用快移速度将刀具移至第一切入深度!

循环参数

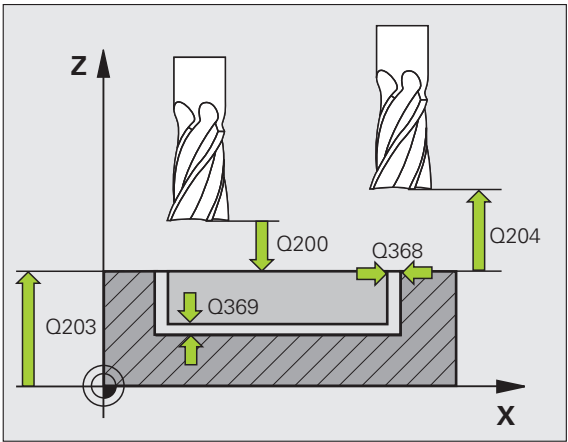
- ▶ **加工方式 (0/1/2)** Q215: 定义加工方式:
 - 0: 粗铣和精铣
 - 1: 仅粗铣
 - 2: 仅精铣
 如果定义了精铣余量 (Q368, Q369) 将仅执行精铣侧面和底面。
- ▶ **槽长度** Q218 (平行于加工面参考轴的值): 输入槽长输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **槽宽度** Q219 (平行于加工面辅助轴的值)。输入槽宽。如果输入的槽宽等于刀具直径, TNC 将只执行粗铣加工 (铣槽)。粗铣时的最大槽宽: 两倍于刀具直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精铣余量** Q368 (增量值): 精铣加工面上的余量。
- ▶ **旋转角** Q374 (绝对值): 旋转整个槽的角度。旋转中心是调用循环时刀具所处的位置。输入范围 -360.000 至 360.000
- ▶ **槽位置 (0/1/2/3/4)** Q367: 调用循环时, 槽相对刀具的位置:
 - 0: 刀具位置 = 槽中心
 - 1: 刀具位置 = 槽左端
 - 2: 刀具位置 = 槽的左圆弧中心
 - 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
 或者 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **深度 Q201** (增量值)：工件表面与槽底之间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入深度 Q202** (增量值)：每刀进给量。输入大于 0 的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **底面精铣余量 Q369** (增量值)：沿刀具轴的精铣余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**：刀具移至深度处的移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO, FU, FZ**。
- ▶ **精铣进给量 Q338** (增量值)：每刀进给量。
Q338=0：一次进给精铣。输入范围 0 至 99999.9999



- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **切入方式 Q366**：切入方式类型：
 - 0 = 垂直切入。TNC 垂直切入，不用刀具表中定义的切入角 **ANGLE**（角）。
 - 1 = 螺旋切入。在刀具表中，当前刀具的切入角 **ANGLE**（角）必须定义为非 0 度。否则，TNC 生成出错信息。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，当前刀具的切入角 **ANGLE**（角）必须定义为非 0 度。否则，TNC 将显示出错信息。
 - 或者：**PREDEF**
- ▶ **精铣进给速率 Q385**：精铣侧面和底面的刀具移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.9999，或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**。



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
Q368=0.2 ;侧面精铣余量
Q374=+0 ;旋转角
Q367=0 ;槽位置
Q207=500;铣削进给速率
Q351=+1 ;顺铣或逆铣
Q201=-20;深度
Q202=5 ;切入深度
Q369=0.1 ;底面精铣余量
Q206=150;切入进给速率
Q338=5 ;精铣进给量
Q200=2 ;安全高度
Q203=+0 ;表面坐标
Q204=50 ;第二安全高度
Q366=1 ;切入
Q385=500;精铣进给速率
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: 粗铣, 底面精铣, 侧面精铣
- 仅粗铣
- 仅底面精铣和侧面精铣
- 仅底面精铣
- 仅侧面精铣

粗铣

- 1 刀具以刀具表中定义的切入角并在圆弧槽的圆心处用往复运动移至第一进给深度。用参数 Q366 定义切入方式。
- 2 TNC 由内向外粗铣槽并考虑精铣余量 (参数 Q368 和 Q369)。
- 3 重复这一加工过程直到达到槽的深度为止。

精铣

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

编程时注意：



如果未启用刀具表的话，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** 将刀具预定位在加工面上。正确定义参数 Q367（**相对槽的位置**）。

TNC 沿接近起点位置的坐标轴（加工面）运行循环。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。如果槽位置未定义为 0，TNC 只将刀具沿刀具轴定位在第二安全高度位置。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）。例外情况：如果槽位置定义不为 0，TNC 只将刀具沿刀具轴定位在第二安全高度位置。这时，循环调用后必须用绝对量进行运动编程。

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

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

如果循环 254（圆弧槽）与循环 221 一起使用，不允许槽位置为 0。

**碰撞危险！**

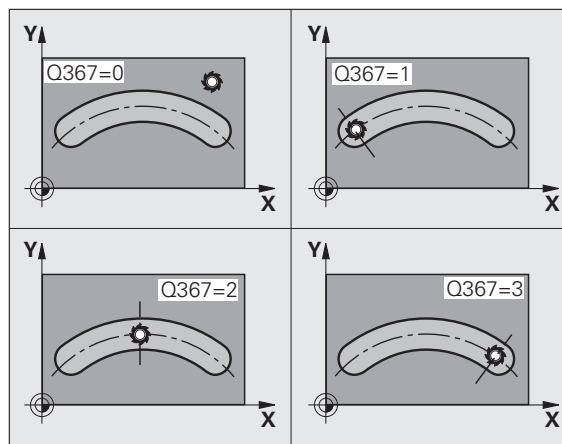
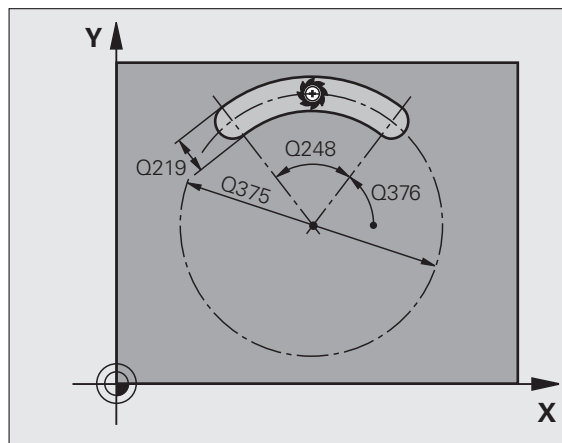
如果输入了正深度，无论 TNC 显示出错信息（bit 2=1）或不显示出错信息（bit 2=0），都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

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

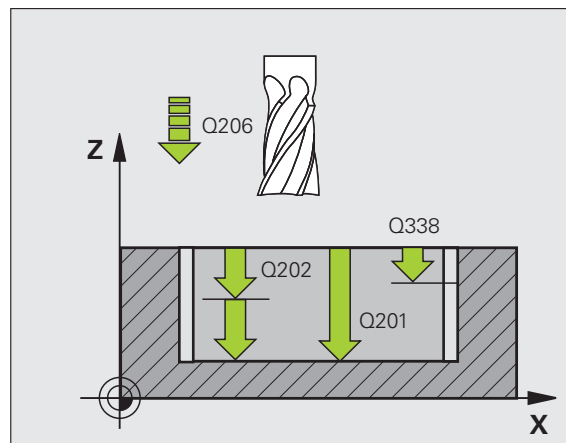
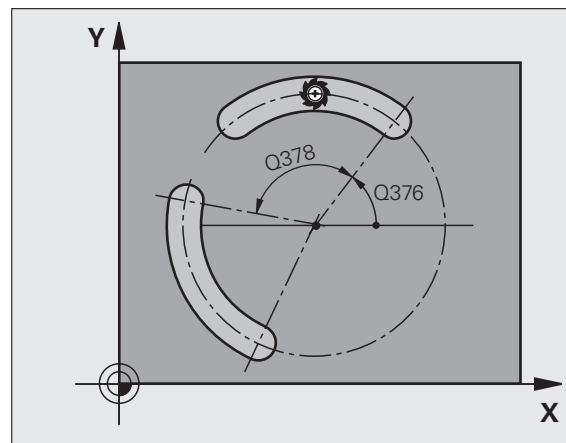
如果用加工操作 2 调用循环（仅精加），TNC 用快移速度将刀具移至第一切入深度！



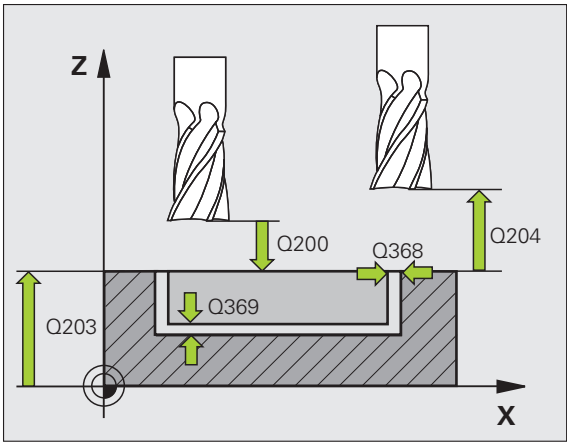
- ▶ **加工方式 (0/1/2) Q215**: 定义加工方式:
 - 0: 粗铣和精铣
 - 1: 仅粗铣
 - 2: 仅精铣
 如果定义了精铣余量 (Q368, Q369) 将仅执行精铣侧面和底面。
- ▶ **槽宽度 Q219** (平行于加工面辅助轴的值)。输入槽宽。如果输入的槽宽等于刀具直径, TNC 将只执行粗铣加工 (铣槽)。粗铣时的最大槽宽: 两倍于刀具直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精铣余量 Q368** (增量值): 精铣加工面上的余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **节圆直径 Q375**: 输入节圆直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **槽位置的参考位置 (0/1/2/3) Q367**: 调用循环时, 槽相对刀具的位置:
 - 0: 不考虑刀具位置。槽的位置由输入的节圆圆心和起始角决定。
 - 1: 刀具位置 = 槽的左圆弧中心。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



- ▶ **角度步长 Q378（增量值）**：旋转整个槽的角度。节圆的圆心为旋转的中心。输入范围 -360.000 至 360.000
- ▶ **重复次数 Q377**：在节圆上的加工次数。输入范围 1 至 99999
- ▶ **铣削进给速率 Q207**：铣削时刀具运动速度，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
 - 或者 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **深度 Q201（增量值）**：工件表面与槽底之间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入深度 Q202（增量值）**：每刀进给量。输入大于 0 的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **底面精铣余量 Q369（增量值）**：沿刀具轴的精铣余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**：刀具移至深度处的移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- ▶ **精铣进给量 Q338（增量值）**：每刀进给量。
Q338=0：一次进给精铣。输入范围 0 至 99999.9999



- ▶ **安全高度 Q200 (增量值)**: 刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **切入方式 Q366**: 切入方式类型:
 - 0 = 垂直切入。TNC 垂直切入, 不用刀具表中定义的切入角 **ANGLE** (角)。
 - 1 = 螺旋切入。在刀具表中, 当前刀具的切入角 **ANGLE** (角) 必须定义为非 0 度。否则, TNC 生成出错信息。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, 当前刀具的切入角 **ANGLE** (角) 必须定义为非 0 度。否则, TNC 生成出错信息。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**
- ▶ **精铣进给速率 Q385**: 精铣侧面和底面的刀具移动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO, FU, FZ**。



举例：NC 程序段

8 CYCL DEF 254 CIRCULAR SLOT
Q215=0 ; 加工操作
Q219=12 ; 槽宽
Q368=0.2 ; 侧面精铣余量
Q375=80 ; 节圆直径
Q367=0 ; 参考槽位置
Q216=+50; 第一轴中心
Q217=+50; 第二轴中心
Q376=+45; 起始角
Q248=90 ; 角长
Q378=0 ; 角度步长
Q377=1 ; 重复次数
Q207=500; 铣削进给速率
Q351=+1 ; 顺铣或逆铣
Q201=-20; 深度
Q202=5 ; 切入深度
Q369=0.1 ; 底面精铣余量
Q206=150; 切入进给速率
Q338=5 ; 精铣进给量
Q200=2 ; 安全高度
Q203=+0 ; 表面坐标
Q204=50 ; 第二安全高度
Q366=1 ; 切入
Q385=500; 精铣进给速率
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3

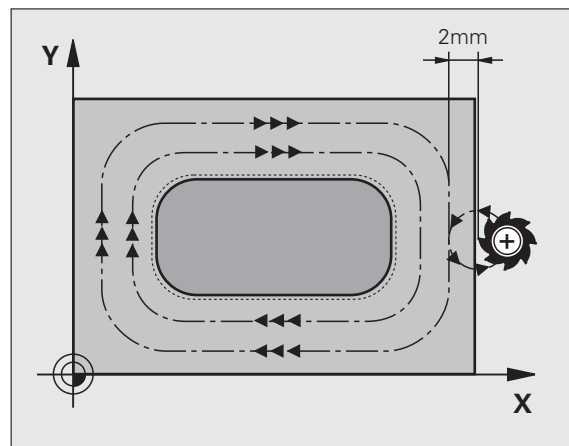


5.6 矩形凸台 (循环 256, DIN/ISO: G256)

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) 沿 X 轴方向移到加工凸台的起点位置。起点位置距非加工凸台右侧 2mm。
- 2 如果刀具在第二安全高度位置，刀具用 **FMAX** 快移速度移至安全高度，然后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精加尺寸，TNC 用当前系数的步长值进刀，再加工一圈。TNC 考虑工件毛坯尺寸、精加尺寸和允许的步长值。系统重复执行该过程直到达到定义的精加尺寸。
- 5 如果需要进一步步进，刀具则沿相切路径退离轮廓和返回至凸台加工的起点位置。
- 6 TNC 再将刀具切入至下一个切入深度并在该深度处加工凸台。
- 7 重复这一过程直到达到凸台编程深度为止。
- 8 循环结束时，TNC 只使刀具沿刀具轴在循环中定义的间隔高度位置。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。

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。

**碰撞危险!**

如果输入了正深度, 无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0), 都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

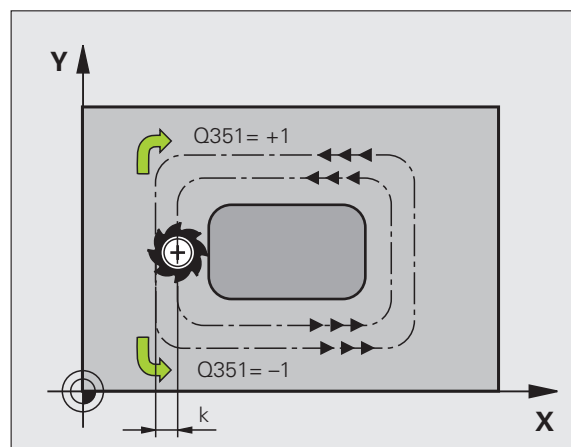
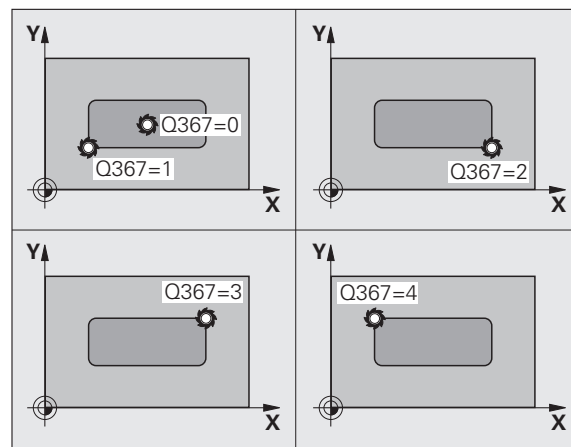
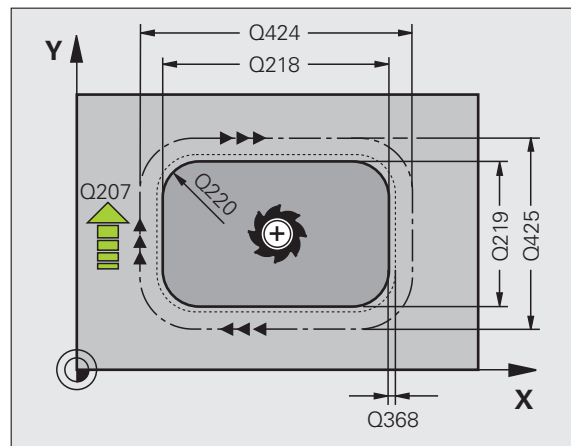
必须注意, 如果**输入了正深度**, TNC 将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处!

在凸台旁留出足够空间使刀具可以接近。最小: 刀具直径 + 2 mm

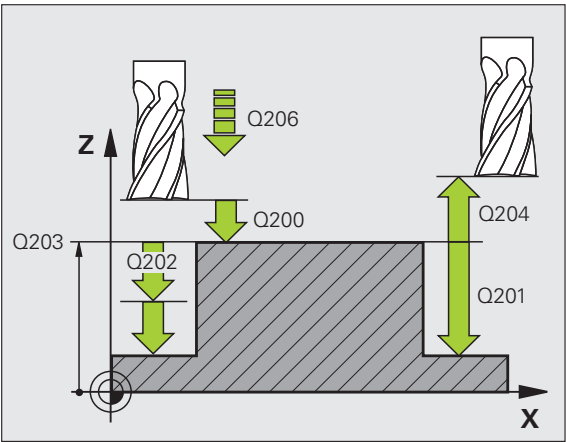
循环参数



- ▶ **第一边长 Q218**: 凸台长度, 平行于加工面的参考轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **工件毛坯侧边长度 1Q424**: 凸台毛坯长度, 平行于加工面参考轴。输入**工件毛坯侧边长度 1**, 必须大于**第一边长**。如果毛坯尺寸 1 和精加尺寸 1 之差大于允许的步长 (刀具半径乘以路径行距系数 **Q370**), TNC 执行多道加工。TNC 一定计算步长常数。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二边长 Q219**: 凸台长度, 平行于加工面的辅助轴。输入**工件毛坯侧边长度 2**, 必须大于**第二边长**。如果毛坯尺寸 2 和精加尺寸 2 之差大于允许的步长 (刀具半径乘以路径行距系数 **Q370**), TNC 执行多道加工。TNC 一定计算步长常数。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **工件毛坯侧边长度 2Q425**: 凸台毛坯长度, 平行于加工面辅助轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **角点半径 Q220**: 凸台角点半径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精铣余量 Q368 (增量值)**: 加工面在加工后保留的精加余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **旋转角 Q224 (绝对值)**: 旋转整个凸台的角度。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
或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **深度** Q201 (增量值): 工件表面与凸台之间的距离。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入深度** Q202 (增量值): 每刀进给量。输入大于 0 的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率** Q206: 刀具移至深度处的移动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**。
- ▶ **安全高度** Q200 (增量值): 刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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** (预定义)。



举例：NC 程序段

8 CYCL DEF 256 RECTANGULAR STUD
Q218=60 ; 第一边长
Q424=74 ; 工件毛坯侧面 1
Q219=40 ; 第二边长
Q425=60 ; 工件毛坯侧面 2
Q220=5 ; 角点半径
Q368=0.2 ; 侧面精铣余量
Q224=+0 ; 旋转角
Q367=0 ; 凸台位置
Q207=500 ; 铣削进给速率
Q351=+1 ; 顺铣或逆铣
Q201=-20 ; 深度
Q202=5 ; 切入深度
Q206=150 ; 切入进给速率
Q200=2 ; 安全高度
Q203=+0 ; 表面坐标
Q204=50 ; 第二安全高度
Q370=1 ; 刀具路径的行距系数
9 CYCL CALL POS X+50 Y+50 Z+0 FMAX M3

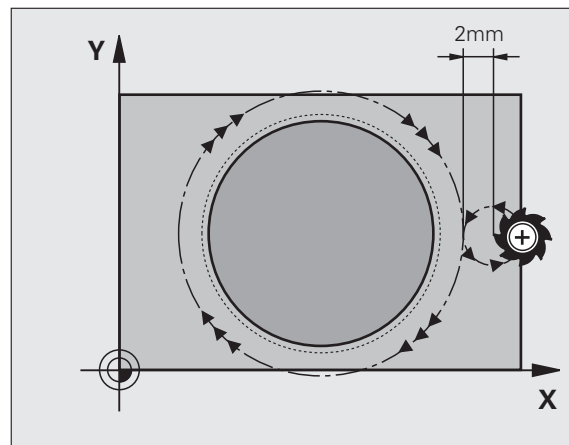


5.7 圆弧凸台（循环 257，DIN/ISO：G257）

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 用多道加工直到达到精加直径。

- 1 刀具从循环起点位置（凸台中心）沿 X 轴方向移到加工凸台的起点位置。起点位置距非加工凸台右侧 2mm。
- 2 如果刀具在第二安全高度位置，刀具用 **FMAX** 快移速度移至安全高度，然后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精加直径，TNC 用当前系数的步长值进刀，再加工一圈。TNC 考虑工件毛坯直径尺寸、精加直径和允许的步长值。系统重复执行该过程直到达到定义的精加直径。
- 5 如果需要进一步步进，刀具则沿相切路径退离轮廓并返回至凸台加工的起点位置。
- 6 TNC 再将刀具切入至下一个切入深度并在该深度处加工凸台。
- 7 重复这一过程直到达到凸台编程深度为止。
- 8 循环结束时，相切离开后，TNC 只使刀具沿刀具轴在循环中定义的间隔高度位置。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 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。

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。

**碰撞危险!**

如果输入了正深度, 无论 TNC 显示出错信息 (bit 2=1) 或不显示出错信息 (bit 2=0), 都应对 MP7441 的 bit 2 赋值。

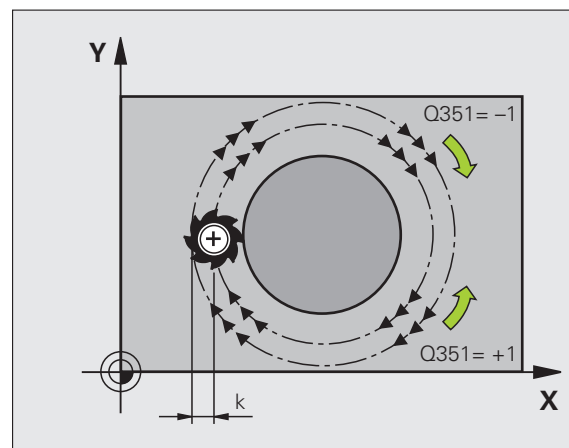
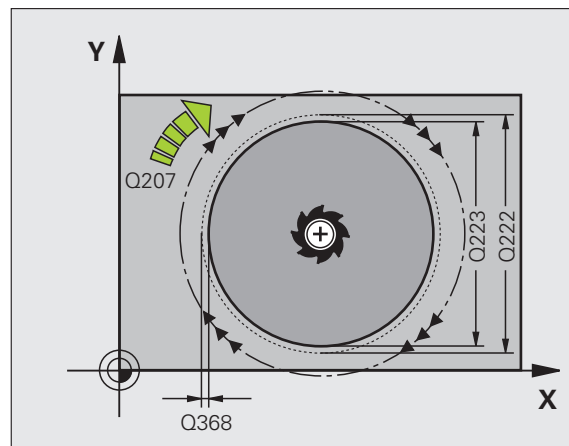
必须注意, 如果**输入了正深度**, TNC 将反向计算预定位。也就是说刀具沿刀具轴用快移速度移至**低于**工件表面的安全高度处!

在凸台旁留出足够空间使刀具可以接近。最小: 刀具直径 + 2 mm

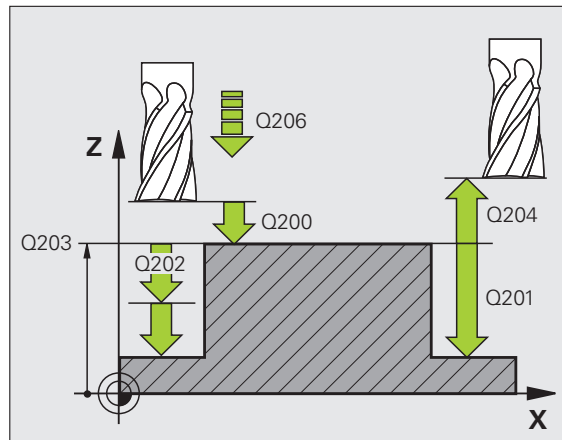
循环参数



- ▶ **精加工后的直径 Q223**: 最终加工完成的凸台直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **工件毛坯直径 Q222**: 工件毛坯直径。输入大于精加工直径的工件毛坯直径。如果工件毛坯直径和精加工直径之差大于允许的步长（刀具半径乘以路径行距系数 **Q370**），TNC 执行多道加工。TNC 一定计算步长常数。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精铣余量 Q368**（增量值）: 精铣加工面上的余量。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **铣削进给速率 Q207**: 铣削时刀具运动速度，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
 或者 **PREDEF**（预定义）



- ▶ **深度 Q201**（增量值）：工件表面与凸台之间的距离。
输入范围：- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入深度 Q202**（增量值）：每刀进给量。输入大于 0 的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**：刀具移至深度处的移动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FMAX, FAUTO, FU, FZ**。
- ▶ **安全高度 Q200**（增量值）：刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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**（预定义）。

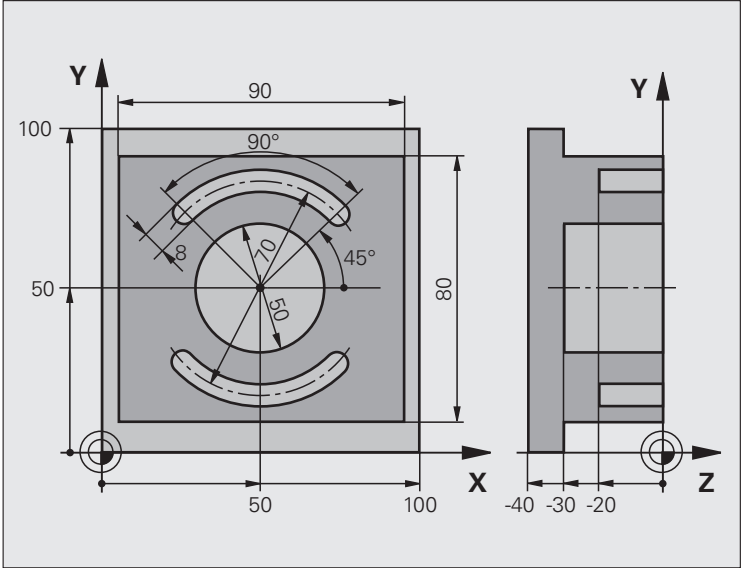


举例：NC 程序段

```
8 CYCL DEF 257 CIRCULAR STUD
  Q223=60 ; 最终零件直径
  Q222=60 ; 工件毛坯直径
  Q368=0.2 ; 侧面精铣余量
  Q207=500 ; 铣削进给速率
  Q351=+1 ; 顺铣或逆铣
  Q201=-20 ; 深度
  Q202=5 ; 切入深度
  Q206=150 ; 切入进给速率
  Q200=2 ; 安全高度
  Q203=+0 ; 表面坐标
  Q204=50 ; 第二安全高度
  Q370=1 ; 刀具路径的行距系数
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	定义粗铣 / 精铣刀具
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3	定义铣削槽
5 TOOL CALL 1 Z S3500	调用粗铣 / 精铣刀具
6 L Z+250 R0 FMAX	退刀

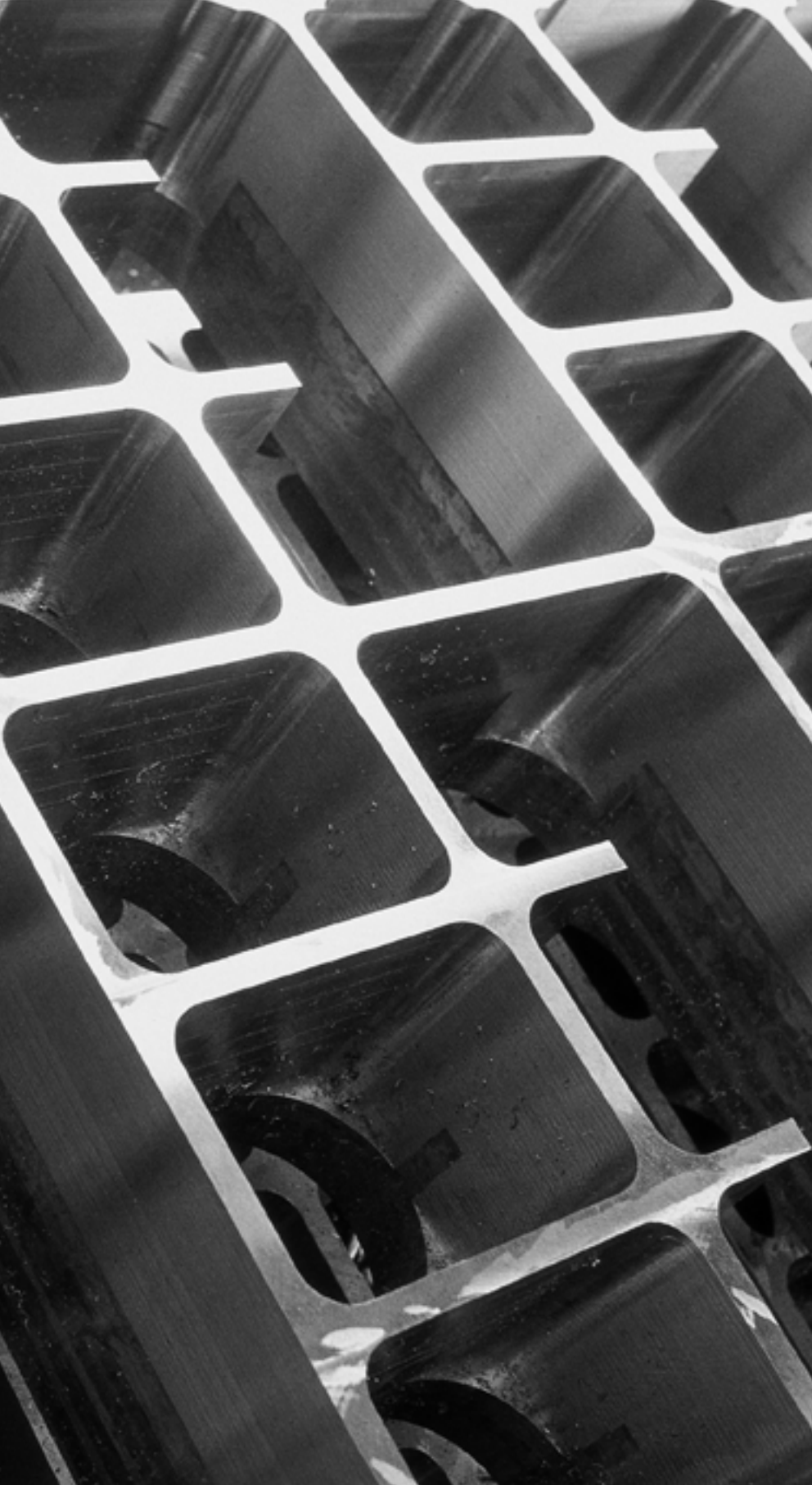


7 CYCL DEF 256 RECTANGULAR STUD	定义加工外轮廓循环
Q218=90 ; 第一边长	
Q424=100; 工件毛坯侧面 1	
Q219=80 ; 第二边长	
Q425=100; 工件毛坯侧面 2	
Q220=0 ; 角点半径	
Q368=0 ; 侧面精铣余量	
Q224=0 ; 旋转位置	
Q367=0 ; 凸台位置	
Q207=250; 铣削进给速率	
Q351=+1 ; 顺铣或逆铣	
Q201=-30; 深度	
Q202=5 ; 切入深度	
Q206=250; 切入进给速率	
Q200=2 ; 安全高度	
Q203=+0 ; 表面坐标	
Q204=20 ; 第二安全高度	
Q370=1 ; 刀具路径的行距系数	
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 ; 侧面精铣余量	
Q207=500; 铣削进给速率	
Q351=+1 ; 顺铣或逆铣	
Q201=-30; 深度	
Q202=5 ; 切入深度	
Q369=0.1 ; 底面精铣余量	
Q206=150; 切入进给速率	
Q338=5 ; 精铣进给量	
Q200=2 ; 安全高度	
Q203=+0 ; 表面坐标	
Q204=50 ; 第二安全高度	
Q370=1 ; 刀具路径的行距系数	
Q366=1 ; 切入	
Q385=750; 精铣进给速率	
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 TOLL CALL 2 Z S5000	调用铣槽
13 CYCL DEF 254 CIRCULAR SLOT	定义铣槽循环
Q215=0 ; 加工操作	
Q219=8 ; 槽宽	
Q368=0.2 ; 侧面精铣余量	
Q375=70 ; 节圆直径	
Q367=0 ; 参考槽位置	不需要在 X/Y 平面预定位
Q216=+50; 第一轴中心	
Q217=+50; 第二轴中心	
Q376=+45; 起始角	
Q248=90 ; 角长	
Q378=180; 角度步长	第二槽的起点
Q377=2 ; 重复次数	
Q207=500; 铣削进给速率	
Q351=+1 ; 顺铣或逆铣	
Q201=-20; 深度	
Q202=5 ; 切入深度	
Q369=0.1 ; 底面精铣余量	
Q206=150; 切入进给速率	
Q338=5 ; 精铣进给量	
Q200=2 ; 安全高度	
Q203=+0 ; 表面坐标	
Q204=50 ; 第二安全高度	
Q366=1 ; 切入	
14 CYCL CALL FMAX M3	调用铣槽循环
15 L Z+250 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
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（圆弧阵列）		页 165
循环 221（直线阵列）		页 168

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 63 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 55 页“阵列定义“PATTERN DEF””）。

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
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	镗铰
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	铣直槽
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	铣螺纹
循环 263	铣螺纹 / 铰孔
循环 264	螺纹钻孔 / 铣螺纹
循环 265	螺旋螺纹钻孔 / 铣削
循环 267	铣外螺纹



6.2 圆弧阵列 (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)
 - 沿主轴坐标轴接近起点。
 - 移至工件表面上方的安全高度处 (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:



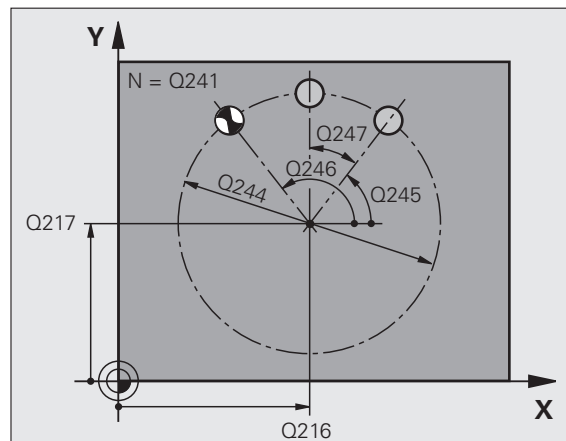
循环 220 为定义生效, 也就是说循环 220 自动调用最后一个定义的固定循环。

如果循环 220 与固定循环 200 至 209 和 265 至 267 中的任何一个循环一起使用, 循环 220 中定义的工件表面和第二安全高度对所选的循环均有效。

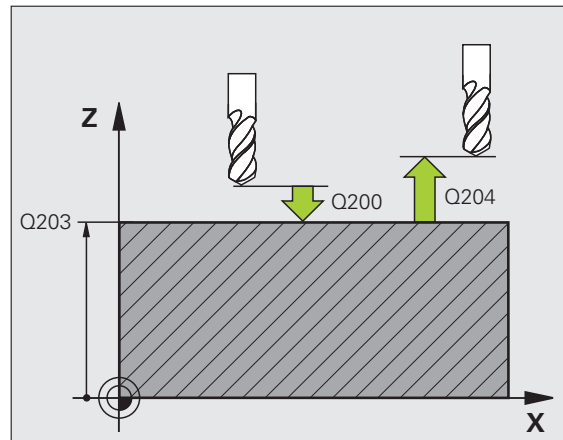
循环参数



- ▶ **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 (- = 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。输入范围为 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 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **移至间隔高度** Q301：定义刀具在两次加工中的运动方式。
 - 0**：在两次加工间移至间隔高度处。
 - 1**：在两次加工间移至第二安全高度处。或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **运动类型？直线 =0/ 圆弧 =1**Q365：定义两次加工之间刀具运动的路径类型。
 - 0**：在两次加工间沿直线运动
 - 1**：在两次加工间沿节圆运动



举例：NC 程序段

53 CYCLE 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 ；移至间隔高度

Q365=0 ；运动类型

6.3 直线阵列（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）
 - 沿主轴坐标轴接近起点。
 - 移至工件表面上方的安全高度处（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。

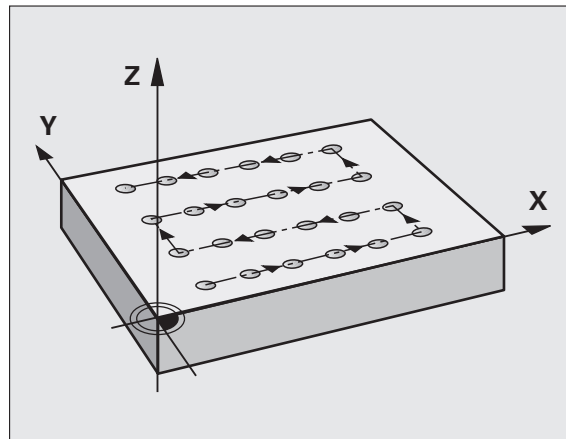
编程时注意：



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 265 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。

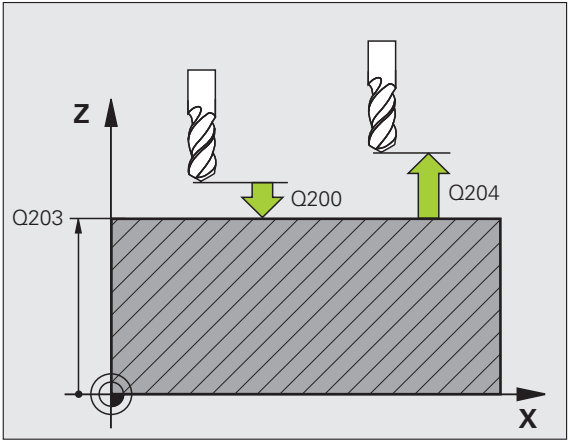
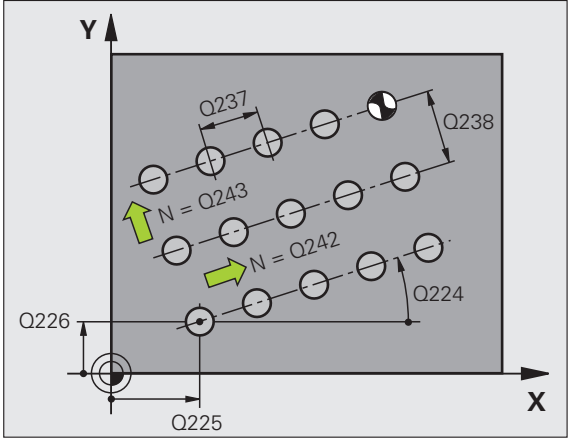
如果循环 254（圆弧槽）与循环 221 一起使用，不允许槽位置为 0。



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：加工的路径数。
- ▶ **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）：工件表面的坐标。
- ▶ **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，或 **PREDEF**。
- ▶ **移至间隔高度** Q301：定义刀具在两次加工中的运动方式。
 - 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）



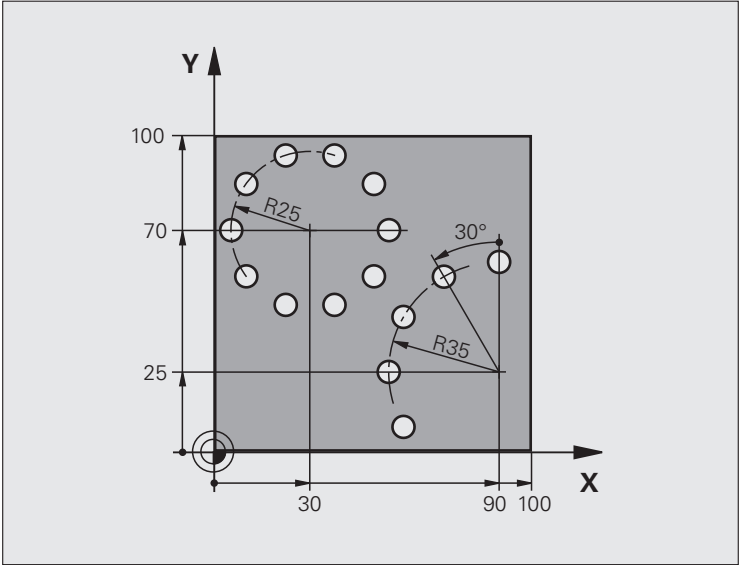
举例：NC 程序段

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



6.4 编程举例

举例：圆弧阵列孔



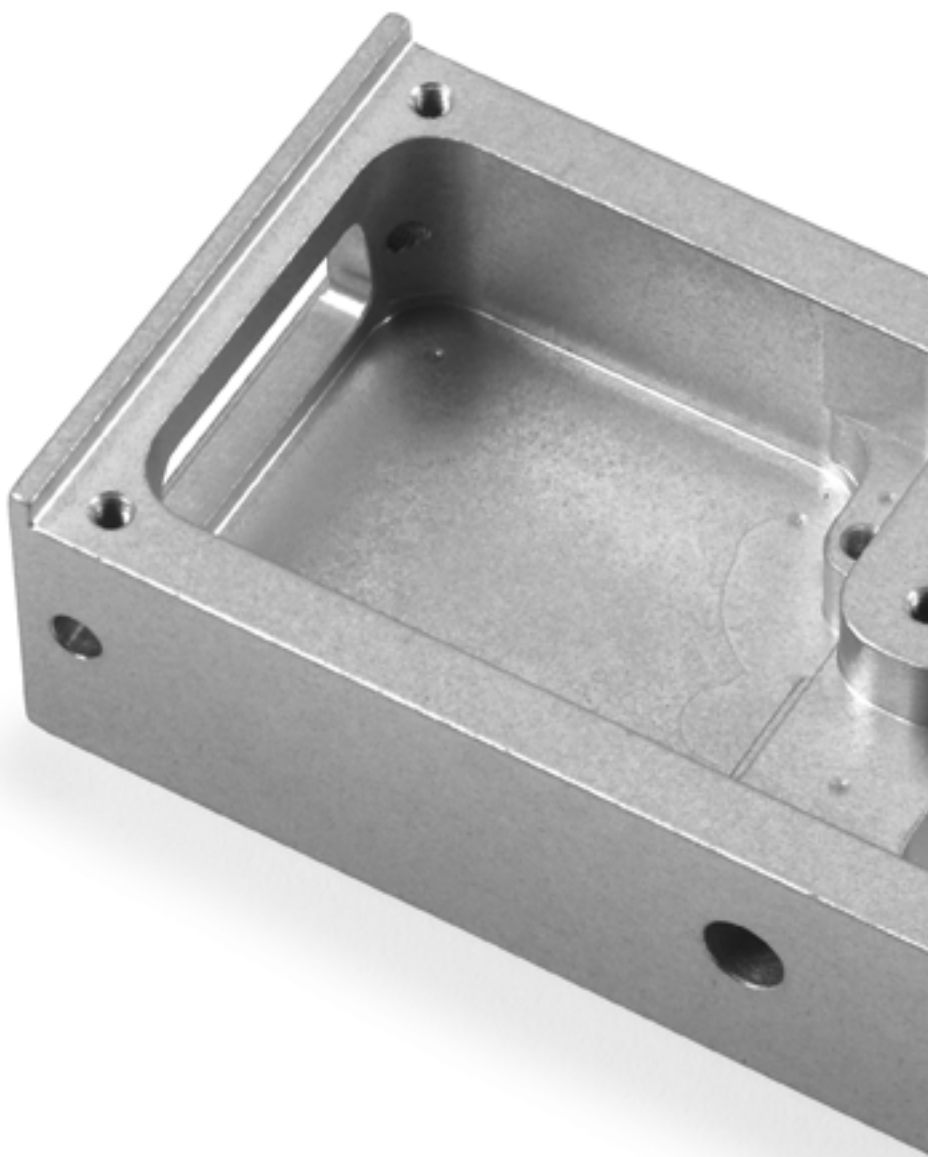
0 BEGIN PGM PATTERN MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 Y+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3	刀具定义
4 TOOL CALL 1 Z S3500	刀具调用
5 L Z+250 R0 FMAX M3	退刀
6 CYCL DEF 200 DRILLING	循环定义：钻孔
Q200=2 ; 安全高度	
Q201=-15; 深度	
Q206=250; 切入进给速率	
Q202=4 ; 切入深度	
Q210=0 ; 停顿时间	
Q203=+0 ; 表面坐标	
Q204=0 ; 第二安全高度	
Q211=0.25; 在底部停顿时间	



7 CYCLE DEF 220 POLAR PATTERN	定义圆弧阵列孔 1 的循环，自动调用循环 200。
Q216=+30; 第一轴中心	循环 220 中 Q200, Q203 和 Q204 为定义生效。
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 ; 数量	
Q200=2 ; 安全高度	
Q203=+0 ; 表面坐标	
Q204=100; 第二安全高度	
Q301=1 ; 移至间隔高度	
Q365=0 ; 运动类型	
8 CYCLE DEF 220 极坐标阵列	定义圆弧阵列孔 2 的循环，自动调用循环 200。
Q216=+90; 第一轴中心	循环 220 中 Q200, Q203 和 Q204 为定义生效。
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 ; 数量	
Q200=2 ; 安全高度	
Q203=+0 ; 表面坐标	
Q204=100; 第二安全高度	
Q301=1 ; 移至间隔高度	
Q365=0 ; 运动类型	
9 L Z+250 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
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 循环允许用不超过 12 个子轮廓（型腔或凸台）组成一个复杂轮廓。可以在子程序中定义各子轮廓。TNC 用循环 14（轮廓几何特征）中输入的子轮廓（子程序号）计算总轮廓。



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。

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 CYCLE 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（适用于粗铣和侧面精铣）。
- 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，圆弧可在 Z/X 平面上）。
- 轮廓可以按顺铣或逆铣方式加工。
- 辅助功能 **M109** 和 **M110**（圆弧运动进给速率）在 SL 循环内不起作用，包括其编程位置在循环调用前。



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间隔高度位置（**Q7**），然后定位在循环调用时的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间隔高度位置（**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，精铣余量和安全高度等）。

概要

循环	软键	页
循环 14（轮廓几何特征）（基本数据）		页 177
循环 20（轮廓数据）（基本数据）		页 182
循环 21（定心钻）（可选数据）		页 184
循环 22（粗铣）（基本数据）		页 186
循环 23（精铣底面）（可选数据）		页 190
循环 24（精铣侧面）（可选数据）		页 191

增强循环：

循环	软键	页
循环 25（轮廓链）		页 193
循环 270（轮廓链数据）		页 195
循环 275（摆线槽）		页 197



7.2 轮廓几何特征（循环 14，DIN/ISO：G37）

编程时注意：

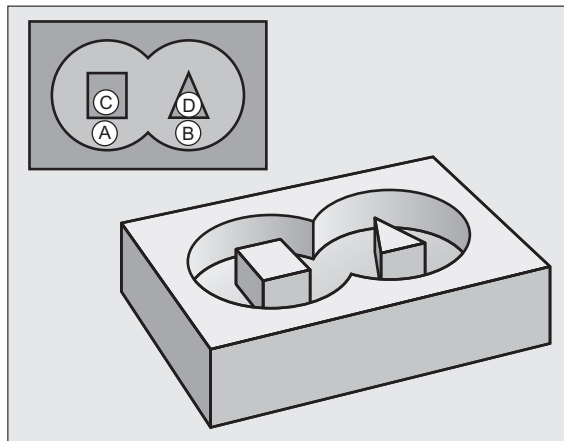
所有用于定义轮廓的子程序都在循环 14（轮廓几何特征）列表中。



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 中可以有不超 12 个子程序（子轮廓）列表。



循环参数

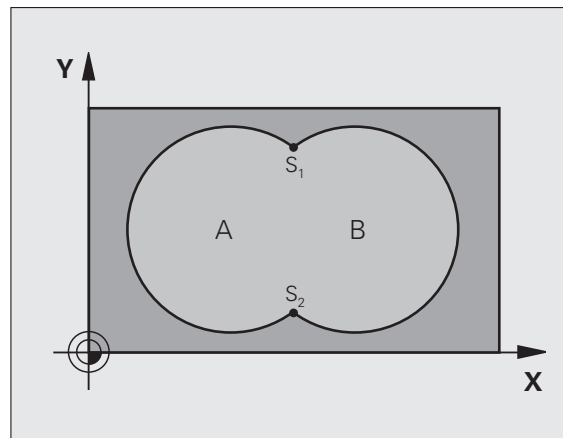
14
LBL 1...N

- **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

基本信息

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 LABEL1/2/3/4
```

子程序：叠加型腔



以下示例程序是在主程序中用循环 14（轮廓几何特征）调用的轮廓子程序。

型腔 A 与 B 叠加。

TNC 计算 S_1 与 S_2 的交点。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
```

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

子程序 2：型腔 B

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


包括的区域

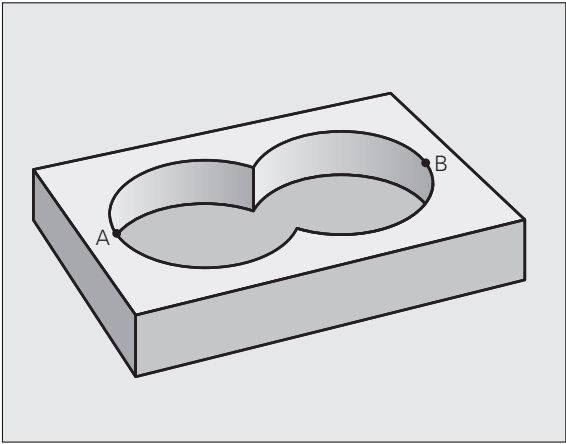
- A 面和 B 面都需要加工，包括叠加部位：
- A 面和 B 面必须为型腔。
 - 第一型腔（循环 14 中）必须在第二个型腔之外开始。

A 面：

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

B 面：

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



不含的区域

A 面需要加工但不含与 B 面叠加的部分：

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

A 面：

51 LBL 1

52 L X+10 Y+50 RR

53 CC X+35 Y+50

54 C X+10 Y+50 DR-

55 LBL 0

B 面：

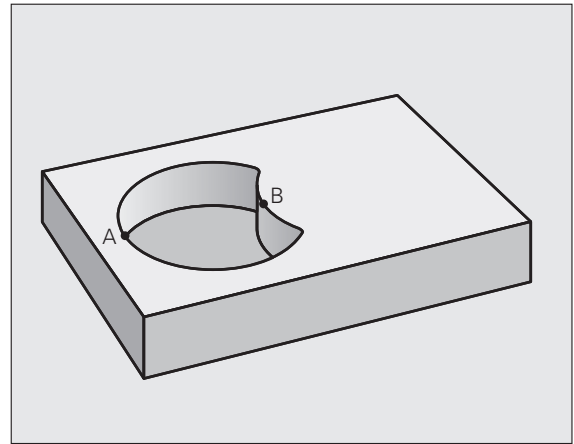
56 LBL 2

57 L X+90 Y+50 RL

58 CC X+65 Y+50

59 C X+90 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：

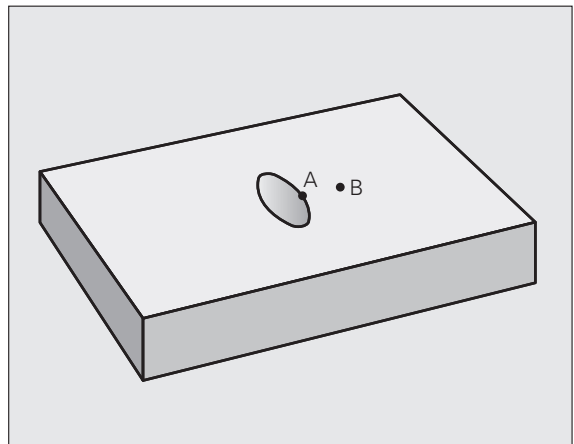
56 LBL 2

57 L X+90 Y+50 RL

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。

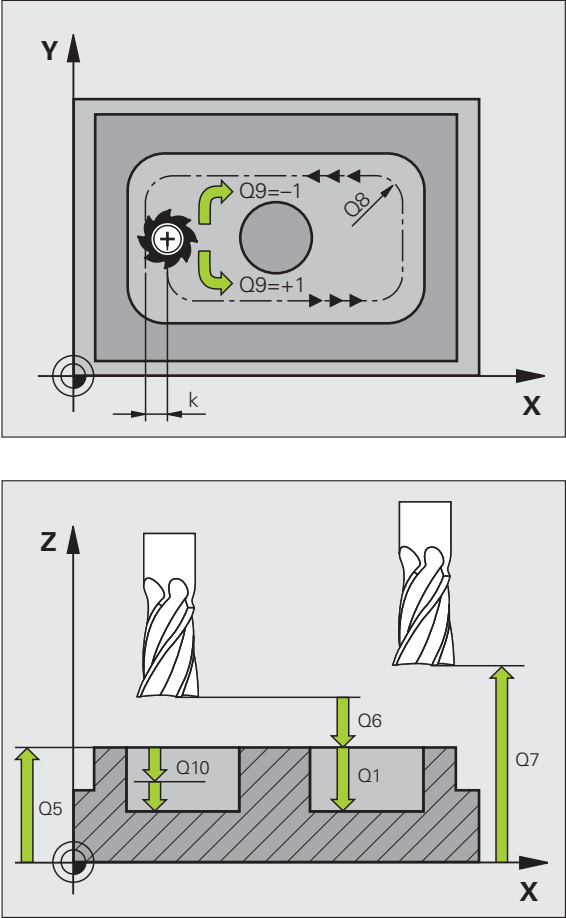
如果在 Q 参数程序中使用 SL 循环，循环参数 Q1 至 Q20 将不能用作程序参数。

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**: $Q2 \times \text{刀具半径} = \text{步长系数 } k$ 。输入范围 -0.0001 至 1.9999。
- ▶ **侧面精铣余量 Q3 (增量值)**: 精铣加工面上的余量。输入范围: -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **底面精铣余量 Q4 (增量值)**: 沿刀具轴的精铣余量。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **工件表面坐标 Q5 (绝对值)**: 工件表面绝对坐标。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **安全高度 Q6 (增量值)**: 刀尖与工件表面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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)。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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。**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	; 刀具路径的行距系数
Q3=+0.2	; 侧面精铣余量
Q4=+0.1	; 底面精铣余量
Q5=+30	; 表面坐标
Q6=2	; 安全高度
Q7=+80	; 间隔高度
Q8=0.5	; 倒圆半径
Q9=+1	; 方向



7.5 定心钻 (循环 21, DIN/ISO: G121)

循环运行

- 1 刀具用编程进给速率 **F** 由当前位置钻孔至第一切入深度。
- 2 然后刀具用快移速度 **FMAX** 退刀至起点位置，再次进给至第一切入深度减去预停距离 t 。
- 3 预停距离由数控系统自动计算：
 - 孔的总深度在 30 毫米以内时： $t = 0.6 \text{ mm}$
 - 孔的总深度超过 30 毫米时： $t = \text{孔深} / 50$
 - 最大预停距离：7 mm
- 4 然后，刀具以编程进给速率 **F** 再次进刀至下一个深度。
- 5 TNC 重复这一过程（1 至 4 步）直至达到编程深度为止。
- 6 在孔底的停顿时间结束后，刀具以快移速度 **FMAX** 退刀至起点位置进行断屑。

应用

循环 21 用于在进刀点执行“定心钻”。加工时，它考虑侧面和底面余量，并考虑粗铣刀具的半径。进刀点也可用作粗铣加工的起点。

编程时注意：



编程前注意：

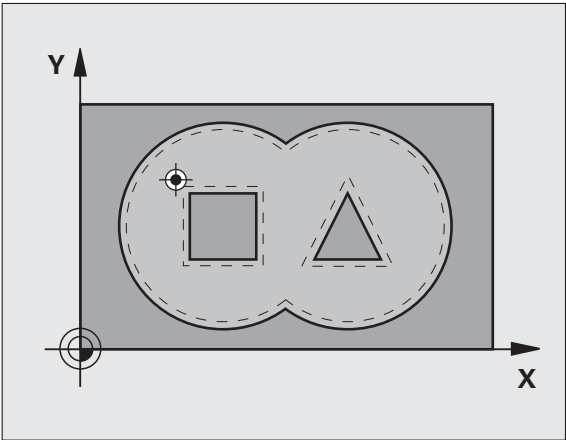
计算进给点时，TNC 不考虑 **TOOL CALL**（刀具调用）程序段中编程的差值 **DR**。

在狭小位置处，如果刀具大于粗铣刀，TNC 可能无法执行定心钻操作。

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**: 钻孔进给速率, mm/min。输入范围 : 0 至 99999.9999, 或 **FAUTO**, **FU**, **FZ**。
- ▶ **粗铣刀号 / 刀名 Q13 或 QS13**: 粗铣刀的刀号或刀名。如果输入数字, 输入范围为 0 至 32767.9; 如果输入名称, 最多 16 个字符。



举例: NC 程序段

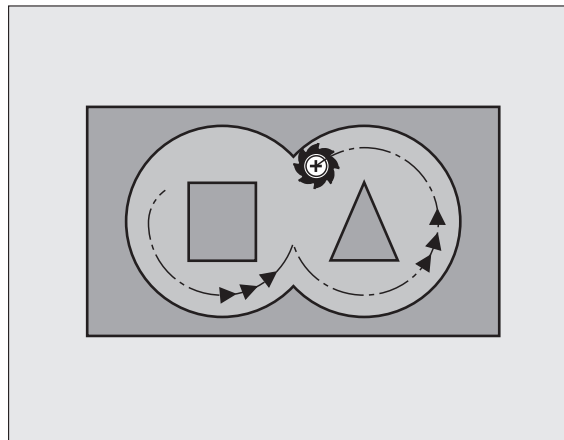
58 CYCL DEF 21 PILOT DRILLING
Q10=+5 ; 切入深度
Q11=100 ; 切入进给速率
Q13=1 ; 粗加工刀具



7.6 粗铣（循环 22，DIN/ISO: G122）

循环运行

- 1 TNC 将刀具定位在刀具进给点之上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 接下来，TNC 将刀具移至下个切入深度并重复执行粗铣程序直至达到编程深度为止。
- 5 最后，TNC 将刀具退至间隔高度。



编程时注意：



本循环要求采用中心刃的立铣刀（ISO 1641）或循环 21 用定心钻。

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

- 如果定义 Q19=0，TNC 将只垂直切入，而不用当前刀具的切入角（**ANGLE**）定义。
- 如果定义 **ANGLE**（角）=90 度，TNC 将垂直切入。往复进给速率 Q19 用作切入进给速率。
- 如果在循环 22 中定义了往复进给速率 Q19，并且刀具表中的 **ANGLE**（角度）定义为 0.1 至 89.999 之间，TNC 用所定义的 **ANGLE**（角）以螺旋线切入。
- 如果在循环 22 中定义了往复进给速率且在刀具表中未定义 **ANGLE**（角），TNC 将显示出错信息。
- 如果几何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。往复运动长度用 **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。

半精铣期间，TNC 不考虑粗铣刀磨损定义值 **DR**。

参数 **Q401** 定义的进给速率降低功能是一个 FCL3 功能，软件更新后不自动提供（参见第 7 页“特性内容等级（升级功能）”）。

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：切入进给速率，mm/min。输入范围：0 至 99999.9999，或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- ▶ **粗铣进给速率** Q12：铣削进给速率，mm/min。输入范围：0 至 99999.9999，或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- ▶ **粗铣刀** Q18 或 QS18：TNC 用于粗铣轮廓的刀号或刀名。切换为输入刀名：按下 TOOL TABLE（刀具表）软键。退出输入框时，TNC 自动插入右引号。如果无粗铣加工，输入“0”；如果输入刀名或刀号，TNC 只对粗铣刀未加工的部分进行粗铣。如果要粗铣的部分无法从侧面接近，TNC 用往复切入方式铣削。为此，必须在刀具表“TOOL.T”中输入刀具长度 **LCUTS** 和定义刀具的最大切入 **ANGLE**（角）。否则，TNC 将生成出错信息。如果输入数字，输入范围为 0 至 32767.9；如果输入名称，最多 16 个字符。
- ▶ **往复进给速率** Q19：往复切入铣削过程中的刀具运动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.9999，或 **FAUTO**，**FU**，**FZ**。
- ▶ **退刀速度** Q208：加工后的退刀移动速度，单位为 mm/min。如果输入 Q208 = 0，TNC 将以 Q12 的进给速率退刀。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **FMAX**，**FAUTO**，**PREDEF**（预定义）。

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 ; 粗铣进给速率
Q18=1 ; 粗加铣刀
Q19=150 ; 往复进给速率
Q208=99999; 退刀进给速率
Q401=80 ; 降低进给速率
Q404=0 ; 半精加方式



- ▶ **进给速率系数（%）**：Q401：进给速率系数用于当刀具的整个圆周面进入被加工材料后在粗铣过程中 TNC 减慢加工进给速率（**Q12**）的百分比。如果使用进给速率降低功能，就可以定义粗铣进给速率，使它大到循环 20 中定义的路径行距系数（**Q2**）可得到最佳铣削情况。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
- ▶ **半精加方式** Q404：定义半精加刀大于粗铣刀一半时，进行半精加时 TNC 控制刀具运动的方式。
 - Q404 = 0
在需要半精加工部位之间，在当前深度沿轮廓移动刀具。
 - Q404 = 1
在需要半精加部位之间，将刀具退至安全高度处并移至下个要粗铣部位的起点处。

7.7 底面精铣（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铣余量。

编程时注意：



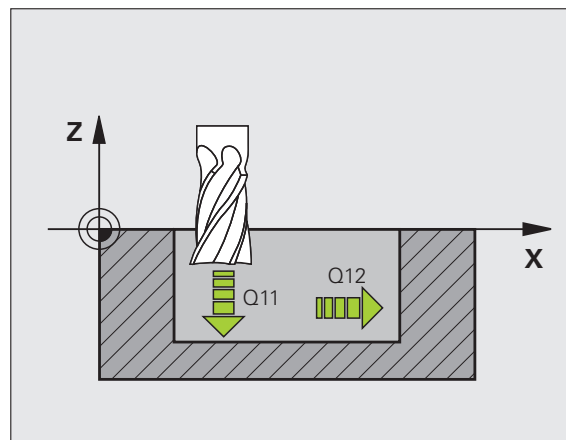
TNC 自动计算精铣的起点。起点位置取决于型腔的可用空间。

预定位至最终深度的接近半径被永久定义，与刀具的切入角无关。

循环参数



- ▶ **切入进给速率 Q11**：切入时的刀具运动速度。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **FAUTO, FU, FZ**
- ▶ **粗铣进给速率 Q12**：铣削进给速率。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **FAUTO, FU, FZ**
- ▶ **退刀速度 Q208**：加工后的退刀移动速度，单位为 mm/min。如果输入 Q208 = 0，TNC 将以 Q12 的进给速率退刀。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **FMAX, FAUTO, PREDEF**（预定义）。



举例：NC 程序段

60 CYCL DEF 23 FLOOR FINISHING

Q11=100 ; 切入进给速率

Q12=350 ; 粗铣进给速率

Q208=99999; 退刀进给速率

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

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

也可以用循环 24 粗铣轮廓。这时，必须：

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

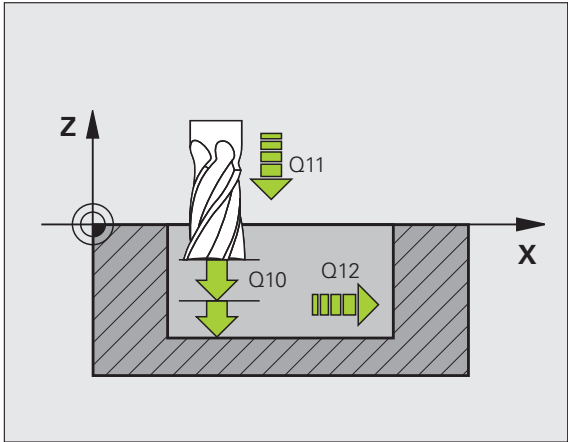
TNC 自动计算精铣的起点。起点位置取决于型腔的可用空间以及循环 20 中编程的余量。TNC 执行定位程序，运动至精铣起点：接近加工面起点，然后移动到刀具轴方向的深度位置。

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。

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**（预定义）
- ▶ **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
为 0 至 99999.9999，或 **FAUTO, FU, FZ**
- ▶ **粗铣进给速率 Q12：**铣削进给速率。输入范围为 0 至
99999.9999，或 **FAUTO, FU, FZ**
- ▶ **侧面精铣余量 Q14（增量值）：**输入允许多次精
铣加工的材料。如果输入 Q14 = 0，将把剩余的
精铣余量全部清除掉。输入范围 -99999.9999
至 99999.9999



举例：NC 程序段

61 CYCLE DEF 24 SIDE FINISHING	
Q9=+1	；方向
Q10=+5	；切入深度
Q11=100	；切入进给速率
Q12=350	；粗铣进给速率
Q14=+0	；侧面精铣余量



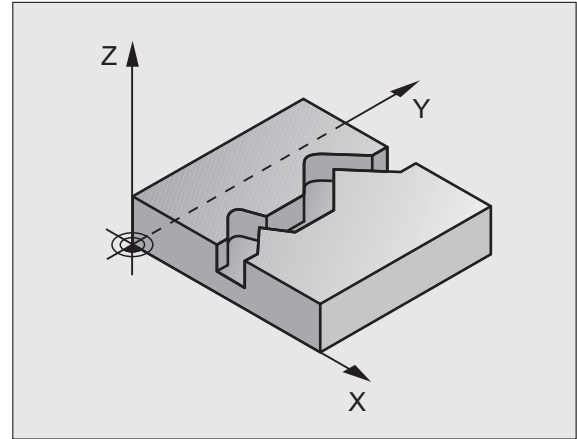
7.9 轮廓链 (循环 25, DIN/ISO: G125)

循环运行

这个循环与循环 14 **轮廓几何特征**一起用于加工开放或封闭轮廓。

用循环 25 **轮廓链**加工轮廓比用定位程序段加工更有优势：

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



编程时注意：



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

使用循环 25 **轮廓链**时，只能在循环 14 **轮廓**中定义一个轮廓程序。

SL 循环程序的存储能力有限。编程一个 SL 循环最多支持 8192 个轮廓元素。

TNC 不需要将循环 20 **轮廓数据**与循环 25 一起使用。

用循环 25 加工轮廓时，辅助功能 **M109** 和 **M110** 不起作用。



碰撞危险！

小心碰撞。

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

循环参数



- ▶ **铣削深度 Q1 (增量值)**: 工件表面与轮廓底面之间的距离。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **侧面精铣余量 Q3 (增量值)**: 精铣加工面上的余量。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **工件表面坐标 Q5 (绝对值)**: 工件表面相对工件原点的绝对坐标。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 - 99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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。输入范围为 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **FAUTO, FU, FZ**
- ▶ **顺铣或逆铣? 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

举例: NC 程序段

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



7.10 轮廓数据 (循环 270, DIN/ISO: G270)

编程时注意:

根据需要, 用该循环定义循环 25 **轮廓链**的不同属性。



编程前注意:

循环 270 为定义生效, 就是说只要它在零件程序中定义了, 这个循环就生效了。

定义另一个 SL 循环时, TNC 尽快复位循环 270 (不包括循环 25)。

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 的接近和离开属性一定完全相同 (对称)。

在循环 25 前定义循环 270。

循环参数



- ▶ **接近 / 离开类型** Q390：定义接近或离开类型。
 - Q390 = 1:
沿相切圆弧接近轮廓。
 - Q390 = 2:
沿相切直线接近轮廓。
 - Q390 = 3:
沿直角接近轮廓。
- ▶ **半径补偿（0=R0/1=RL/2=RR）** Q391：定义半径补偿：
 - Q391 = 0:
无半径补偿加工定义的轮廓
 - Q391 = 1:
用补偿加工定义的轮廓至左侧
 - Q391 = 2:
用补偿加工定义的轮廓至右侧
- ▶ **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
- ▶ **距辅助点距离** Q394：只当选择沿直线或直角接近时才有效。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



7.11 摆线槽（循环 275，DIN/ISO：G275）

循环运行

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

用摆线铣削的切削深度大和切削速度快，这是因为切削条件分布均匀，因此可以避免刀具磨损速度快的不利影响。如果用刀片加工，整个切削长度可用，因此单刃切削量大。而且，摆线铣削也易于机床使用。如果将该铣削技术与系统内置的自适应进给控制 **AFC** 软件选装功能一起使用可节省大量时间（参见对话格式编程用户手册）。

根据循环参数的不同，有以下加工方式：

- 完整加工：粗铣，侧面精铣
- 仅粗铣
- 仅侧面精铣

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
```



封闭槽粗铣

封闭槽轮廓描述必须用直线程序段（**L** 程序段）开始。

- 1 根据定位规则，刀具运动至轮廓描述的起点位置，用刀具表中定义的切削角进行往复运动至第一进给深度。用参数 **Q366** 定义切入方式。
- 2 TNC 用圆弧运动粗铣槽至轮廓终点。圆弧运动期间，TNC 使刀具沿加工方向用（**Q436**）定义的进给量进行加工运动。用参数 **Q351** 定义圆弧运动为顺铣或逆铣。
- 3 在轮廓终点位置，TNC 将刀具移动到间隔高度和回到轮廓描述的起点位置。
- 4 重复该加工过程直到达到编程槽深。

封闭槽精铣

- 5 如果定义了精铣余量，TNC 用要求的进给次数精铣槽壁。TNC 从定义的起点位置相切接近槽壁。系统考虑顺铣或逆铣。

开放槽粗铣

开放槽轮廓描述必须用接近程序段（**APPR**）开始。

- 1 根据定位规则，刀具运动至 **APPR**（接近）程序段中定义的加工起点位置，并使刀具垂直于第一切削深度。
- 2 TNC 用圆弧运动粗铣槽至轮廓终点。圆弧运动期间，TNC 使刀具沿加工方向用（**Q436**）定义的进给量进行加工运动。用参数 **Q351** 定义圆弧运动为顺铣或逆铣。
- 3 在轮廓终点位置，TNC 将刀具移动到间隔高度和回到轮廓描述的起点位置。
- 4 重复该加工过程直到达到编程的槽深。

封闭槽精铣

- 5 如果定义了精铣余量，TNC 用要求的进给次数精铣槽壁。TNC 从 **APPR**（接近）程序段定义的起点位置接近槽壁。系统考虑顺铣或逆铣。

编程时注意：

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

使用循环 275 **摆线槽**时，只能在循环 14 **轮廓几何特征**中定义一个轮廓程序。

在轮廓子程序中用各可用的路径功能定义槽的中心线。

SL 循环程序的存储能力有限。编程一个 SL 循环最多支持 8192 个轮廓元素。

TNC 不需要将循环 20 **轮廓数据**与循环 275 一起使用。

用循环 275 加工轮廓时，辅助功能 **M109** 和 **M110** 不起作用。

**碰撞危险！**

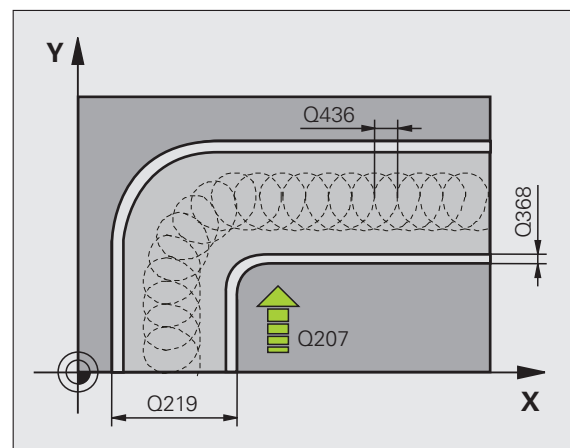
小心碰撞。

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

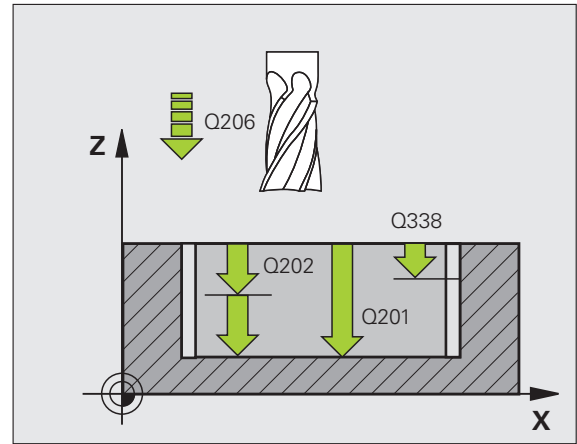
循环参数



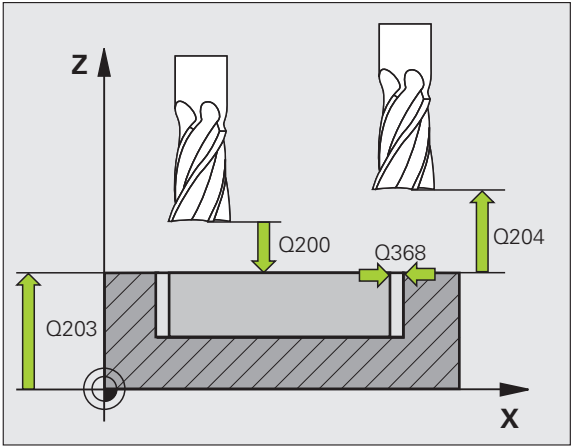
- ▶ **加工方式（0/1/2）Q215：**定义加工方式：
 - 0：**粗铣和精铣
 - 1：**仅粗铣
 - 2：**仅精铣
 如果精铣余量（Q368）定义值为 0，TNC 也执行侧面精铣。
- ▶ **槽宽 Q219：**输入槽宽：如果输入的槽宽等于刀具直径，TNC 将只加工轮廓线。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **侧面精铣余量 Q368（增量值）：**精铣加工面上的余量。
- ▶ **每转进给量 Q436（绝对值）：**每转一圈刀具沿加工方向的运动距离值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **铣削进给速率 Q207：**铣削时刀具运动速度，单位为 mm/min。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
 或者 **PREDEF**（预定义）



- ▶ **深度 Q201 (增量值)**: 工件表面与槽底之间的距离。
输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **切入深度 Q202 (增量值)**: 每刀进给量。输入大于 0 的值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **切入进给速率 Q206**: 刀具移至深度处的移动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.999, 或 **FAUTO, FU, FZ**.
- ▶ **精铣进给量 Q338 (增量值)**: 每刀进给量。
Q338=0: 一次进给精铣。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **精铣进给速率 Q385**: 侧面精铣的刀具运动速度, 单位为 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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **切入方式 Q366**：切入方式类型：
 - 0 = 垂直切入。TNC 垂直切入，不用刀具表中定义的切入角 **ANGLE**（角）。
 - 1: 无作用
 - 2 = 往复切入。在刀具表中，当前刀具的切入角 **ANGLE**（角）必须定义为非 0 度。否则，TNC 将显示出错信息。
 - 或者： **PREDEF**



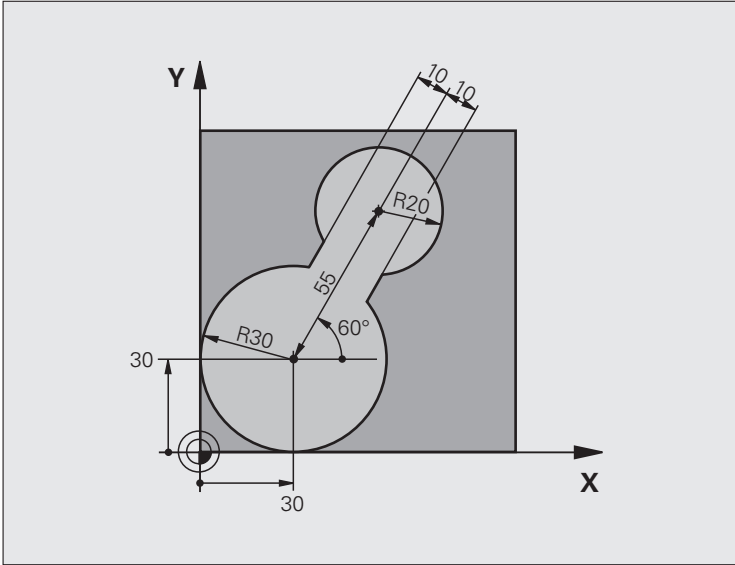
举例：NC 程序段

8 CYCL DEF 275 TROCHOIDAL SLOT
Q215=0 ;加工操作
Q219=12 ;槽宽
Q368=0.2 ;侧面精铣余量
Q436=2 ;每转进给量
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 ;精铣进给量
Q385=500;精铣进给速率
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



7.12 编程举例

举例：粗铣和半精铣一个型腔



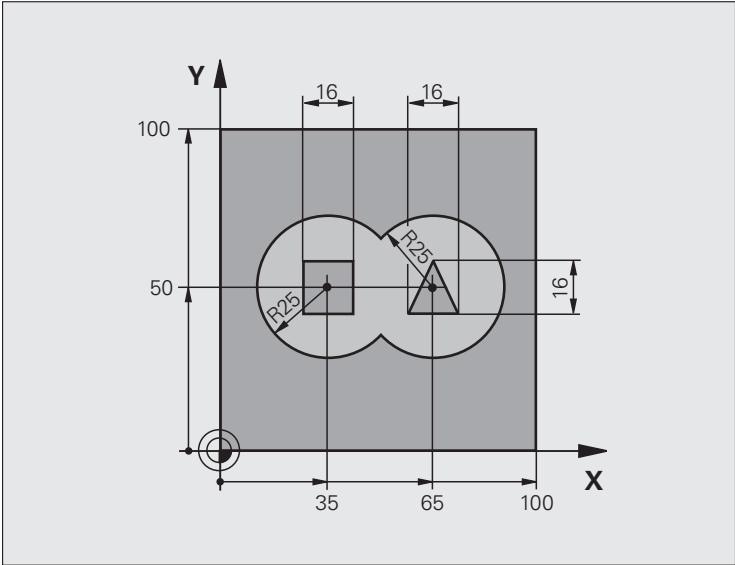
0 BEGIN PGM C20 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-10 Y-10 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	工件毛坯定义
3 TOOL CALL 1 Z S2500	刀具调用：粗铣刀，直径 30
4 L Z+250 R0 FMAX	退刀
5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY	定义轮廓子程序
6 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1	
7 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA	定义一般加工参数
Q1=-20 ; 铣削深度	
Q2=1 ; 刀具路径的行距系数	
Q3=+0 ; 侧面精铣余量	
Q4=+0 ; 底面精铣余量	
Q5=+0 ; 表面坐标	
Q6=2 ; 安全高度	
Q7=+100 ; 间隔高度	
Q8=0.1 ; 倒圆半径	
Q9=-1 ; 方向	



8 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	循环定义：粗铣
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=350 ;粗铣进给速率	
Q18=0 ;粗加铣刀	
Q19=150 ;往复进给速率	
Q208=30000;退刀进给速率	
Q401=100;进给速率系数	
Q404=0 ;半精加方式	
9 CYCL CALL M3	循环调用：粗铣
10 L Z+250 R0 FMAX M6	换刀
11 TOOL CALL 2 Z S3000	刀具调用：半精加刀，直径 15
12 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	定义半精铣循环
Q10=5 ;切入深度	
Q11=100 ;切入进给速率	
Q12=350 ;粗铣进给速率	
Q18=1 ;粗加铣刀	
Q19=150 ;往复进给速率	
Q208=30000;退刀进给速率	
Q401=100;进给速率系数	
Q404=0 ;半精加方式	
13 CYCL CALL M3	循环调用：半精铣
14 L Z+250 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
15 LBL 1	轮廓子程序
16 L X+0 Y+30 RR	
17 FC DR- R30 CCX+30 CCY+30	
18 FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D10	
19 FSELECT 3	
20 FPOL X+30 Y+30	
21 FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60	
22 FSELECT 2	
23 FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10	
24 FSELECT 3	
25 FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30	
26 FSELECT 2	
27 LBL 0	
28 END PGM C20 MM	



举例：定心钻，粗铣和精铣叠加轮廓



0 BEGIN PGM C21 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2500	刀具调用：钻头，直径 12
4 L Z+250 R0 FMAX	退刀
5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY	定义轮廓子程序
6 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL1/2/3/4	
7 CYCL DEF 20 CONTOUR DATA	定义一般加工参数
Q1=-20 ; 铣削深度	
Q2=1 ; 刀具路径的行距系数	
Q3=+0.5 ; 侧面精铣余量	
Q4=+0.5 ; 底面精铣余量	
Q5=+0 ; 表面坐标	
Q6=2 ; 安全高度	
Q7=+100 ; 间隔高度	
Q8=0.1 ; 倒圆半径	
Q9=-1 ; 方向	



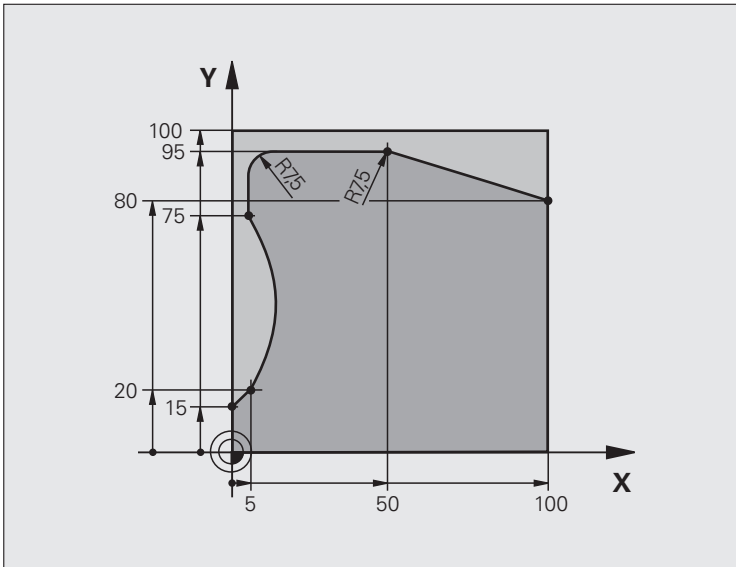
8 CYCL DEF 21 PILOT DRILLING	循环定义：定心钻
Q10=5 ; 切入深度	
Q11=250 ; 切入进给速率	
Q13=2 ; 粗加工刀具	
9 CYCL CALL M3	循环调用：定心钻
10 L +250 R0 FMAX M6	换刀
11 TOOL CALL 2 Z S3000	调用粗铣 / 精铣刀具，直径 12
12 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	循环定义：粗铣
Q10=5 ; 切入深度	
Q11=100 ; 切入进给速率	
Q12=350 ; 粗铣进给速率	
Q18=0 ; 粗加铣刀	
Q19=150 ; 往复进给速率	
Q208=30000; 退刀进给速率	
Q401=100; 进给速率系数	
Q404=0 ; 半精加方式	
13 CYCL CALL M3	循环调用：粗铣
14 CYCL DEF 23 FLOOR FINISHING	循环定义：底面精铣
Q11=100 ; 切入进给速率	
Q12=200 ; 粗铣进给速率	
Q208=30000; 退刀进给速率	
15 CYCL CALL	循环调用：底面精铣
16 CYCLE DEF 24 SIDE FINISHING	循环定义：侧面精铣
Q9=+1 ; 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	
17 CYCL CALL	循环调用：侧面精铣
18 L Z+250 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序



19 LBL 1	轮廓子程序 1：左侧型腔
20 CC X+35 Y+50	
21 L X+10 Y+50 RR	
22 C X+10 DR-	
23 LBL 0	
24 LBL 2	轮廓子程序 2：右侧型腔
25 CC X+65 Y+50	
26 L X+90 Y+50 RR	
27 C X+90 DR-	
28 LBL 0	
29 LBL 3	轮廓子程序 3：左侧方凸台
30 L X+27 Y+50 RL	
31 L Y+58	
32 L X+43	
33 L Y+42	
34 L X+27	
35 LBL 0	
36 LBL 4	轮廓子程序 4：右侧三角凸台
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 ; 侧面精铣余量	
Q5=+0 ; 表面坐标	
Q7=+250 ; 间隔高度	
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	沿刀具轴退刀，结束程序



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 基本信息

圆柱面循环概要

循环	软键	页
循环 27（圆柱面）		页 213
循环 28（在圆柱面上铣槽）		页 216
循环 29（在圆柱面上铣凸台）		页 219
循环 39（在圆柱面上铣外轮廓）		页 222



8.2 圆柱面（循环 27，DIN/ISO：G127，软件选装项 1）

执行循环

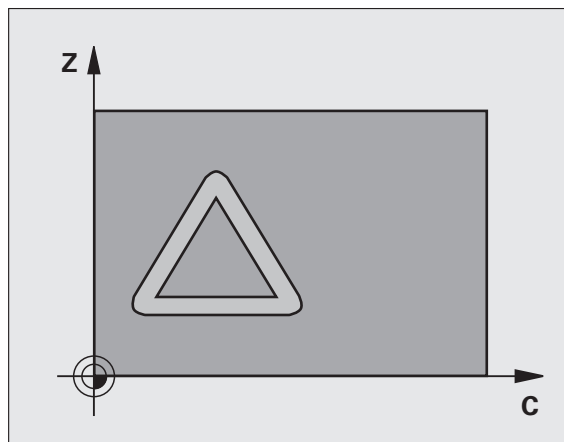
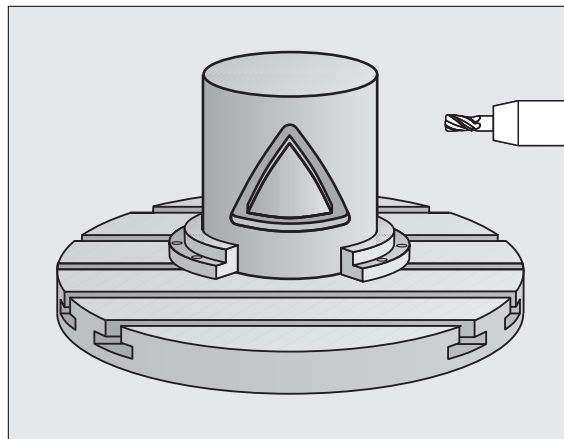
该循环用于用两维尺寸进行轮廓编程，然后将其卷成圆柱形进行 3-D 加工。如果要在圆柱面上铣导向槽，用循环 28。

轮廓用循环 14（轮廓几何特征）中标识的子程序描述。

子程序中含有旋转轴及其平行轴的坐标。例如旋转轴 C 平行于 Z 轴。路径功能有 **L**，**CHF**，**CR**，**RND**，**APPR**（不包括 **APPR LCT**）和 **DEP**。

可以根据需要将旋转轴的尺寸用度数或毫米数（或英寸数）单位输入。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，刀具将以铣削进给速率 Q12 沿编程轮廓进行铣削。
- 3 在轮廓结束处，TNC 将刀具退至安全高度处再返回切入点。
- 4 重复步骤 1 至 3，直至达到编程的铣削深度 Q1。
- 5 然后，刀具移至安全高度处。



编程时注意：

机床制造商必须为圆柱面插补调整机床和 TNC 系统。参见机床手册。



在轮廓程序的第一个 NC 程序段中必须编程圆柱面的两个坐标。

SL 循环程序的存储能力有限。一个 SL 循环中轮廓元素最大编程数量为 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。

该循环要求用中心切削刃（center-cut）的立铣刀（DIN 844）。

必须将圆柱设置在旋转工作台的中心。

刀具轴必须垂直于旋转工作台。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
- ▶ **侧面精铣余量** Q3（增量值）：在圆柱展开面上的精铣余量。该余量在半径补偿方向上有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **安全高度** Q6（增量值）：刀尖与圆柱面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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。输入范围为 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。输入范围为 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？角度 / 直线** Q17：子程序旋转轴向的尺寸可为度（0）或毫米 / 英寸（1）。

举例：NC 程序段

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



8.3 圆柱面铣槽（循环 28，DIN/ISO：G128，软件选装项 1）

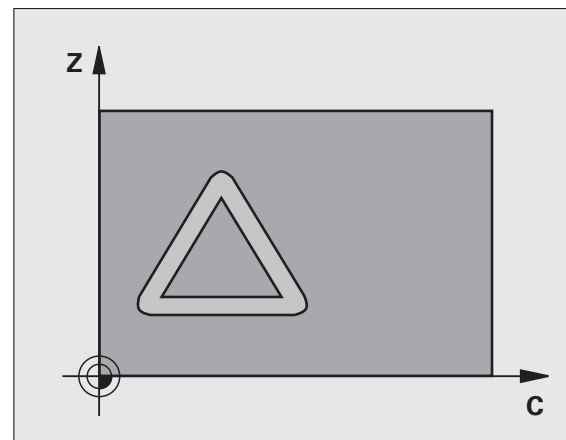
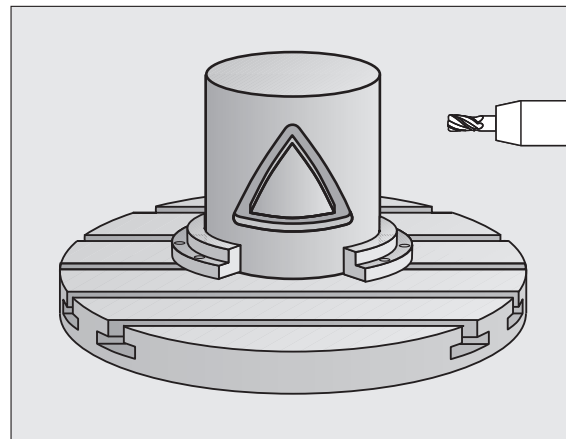
循环运行

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，同时给槽壁留有精铣余量。
- 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 和 3 直至达到编程的铣削深度 Q1 为止。
- 5 如果用 Q21 定义了公差，TNC 将尽可能平行地加工槽。
- 6 最后，刀具沿刀具轴退刀至间隔高度或退刀至循环前编程高度（取决于机床参数 7420）。



编程时注意：

机床制造商必须为圆柱面插补调整机床和 TNC 系统。参见机床手册。



在轮廓程序的第一个 NC 程序段中必须编程圆柱面的两个坐标。

SL 循环程序的存储能力有限。一个 SL 循环中轮廓元素最大编程数量为 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。

该循环要求用中心切削刃（center-cut）的立铣刀（DIN 844）。

必须将圆柱设置在旋转工作台的中心。

刀具轴必须垂直于旋转工作台。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
- ▶ **侧面精铣余量 Q3**（增量值）：槽壁的精铣余量。精铣余量将使槽宽减小二倍的输入值。输入范围 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **安全高度 Q6**（增量值）：刀尖与圆柱面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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。输入范围为 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。输入范围为 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？角度 / 直线 Q17**：子程序旋转轴向的尺寸可为度（0）或毫米 / 英寸（1）。
- ▶ **槽宽 Q20**：被加工槽的宽度。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **公差？ Q21**：如果使用的刀具小于编程的槽宽 Q20，只要槽为圆弧或斜线方向，槽壁将产生加工导致的变形。如果定义了公差 Q21，TNC 增加一个铣削工序以确保槽尺寸尽可能与用槽宽相等的刀具铣削槽。用 Q21 定义偏离理想槽宽的偏差值。增加的铣削工序次数取决于圆柱半径、所用刀具和槽深。定义的公差越小，加工的槽约精确，加工时间越长。**建议**：用公差 0.02 mm。**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	；侧面精铣余量
Q6=+0	；安全高度
Q10=+3	；切入深度
Q11=100	；切入进给速率
Q12=350	；铣削进给速率
Q16=25	；半径
Q17=0	；尺寸类型
Q20=12	；槽宽
Q21=0	；公差



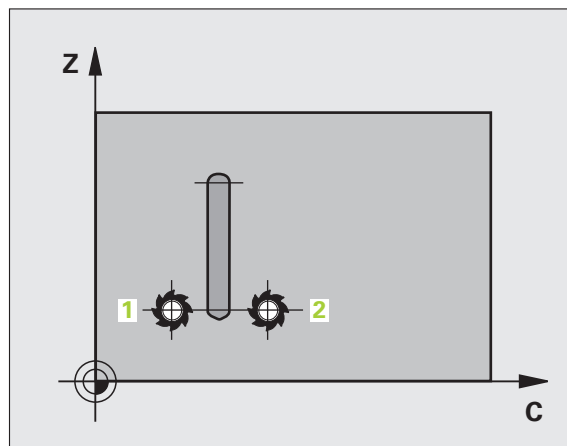
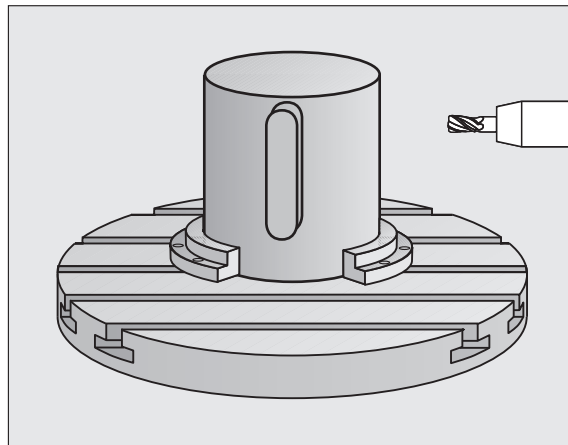
8.4 圆柱面凸台铣削 (循环 29, DIN/ISO: G129, 软件选装项 1)

循环运行

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

在凸台的两端，TNC 自动加一个半圆，其半径等于凸台宽的一半。

- 1 TNC 将刀具定位在加工起点位置处。TNC 用凸台宽度和刀具半径计算起点。它位于轮廓子程序中定义的第一点旁，偏移凸台宽度的一半和刀具直径。半径补偿决定从凸台左侧开始加工 (1, RL = 顺铣) 还是从右侧开始加工 (2, RR = 逆铣)。
- 2 TNC 定位至第一切入深度后，刀具沿圆弧以铣削进给速率 Q12 相切移至凸台壁。如果程序要求留精铣余量，留下该余量。
- 3 在第一切入深度处，刀具以铣削进给速率 Q12 沿编程凸台壁进行铣削直到整个凸台加工完。
- 4 然后刀具沿相切路径退离凸台壁，返回加工起点位置。
- 5 重复步骤 2 至 4，直至达到编程的铣削深度 Q1。
- 6 最后，刀具沿刀具轴退刀至间隔高度或退刀至循环前编程高度 (取决于机床参数 7420)。



编程时注意：

机床制造商必须为圆柱面插补调整机床和 TNC 系统。参见机床手册。



在轮廓程序的第一个 NC 程序段中必须编程圆柱面的两个坐标。

必须确保刀具具有充足的横向接近和退离空间。

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。

必须将圆柱设置在旋转工作台的中心。

刀具轴必须垂直于旋转工作台。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
- ▶ **侧面精铣余量** Q3 (增量值)：凸台壁的精铣余量。精铣余量将使凸台宽度增加二倍的输入值。输入范围：- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **安全高度** Q6 (增量值)：刀尖与圆柱面之间的距离。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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。输入范围为 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。输入范围为 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？角度 / 直线** Q17：子程序旋转轴向的尺寸可为度 (0) 或毫米 / 英寸 (1)。
- ▶ **凸台宽** 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	；侧面精铣余量
Q6=+0	；安全高度
Q10=+3	；切入深度
Q11=100	；切入进给速率
Q12=350	；铣削进给速率
Q16=25	；半径
Q17=0	；尺寸类型
Q20=12	；凸台宽度



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

循环运行

本循环用于用两维尺寸编程开放轮廓，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。

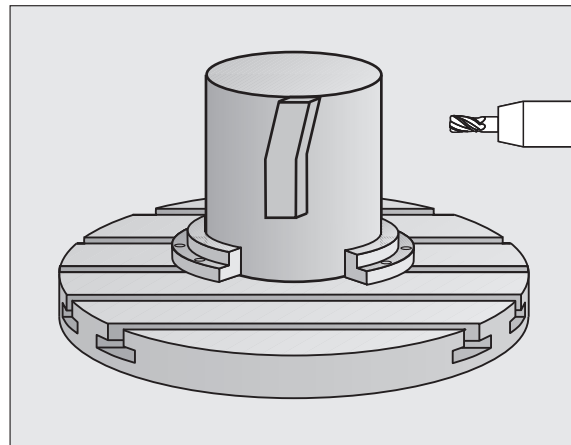
与循环 28 和 29 不同，用轮廓子程序定义被加工的实际轮廓。

- 1 TNC 将刀具定位在加工起点位置处。TNC 定位在轮廓子程序中的定义的第一点旁的起点位置处，偏移刀具直径距离（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 相切移至轮廓处。如果程序要求留精铣余量，留下该余量。
- 3 在第一切入深度处，刀具将以铣削进给速率 Q12 沿编程轮廓进行铣削直到完整轮廓链加工完。
- 4 然后刀具沿相切路径退离凸台壁，返回加工起点位置。
- 5 重复步骤 2 至 4，直至达到编程的铣削深度 Q1。
- 6 最后，刀具沿刀具轴退刀至间隔高度或退刀至循环前编程高度（取决于机床参数 7420）。



用机床参数 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移至深度位置，刀具非相切接近，在终点位置向上运动，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。

必须将圆柱设置在旋转工作台的中心。

刀具轴必须垂直于旋转工作台。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
- ▶ **侧面精铣余量 Q3**（增量值）：轮廓壁的精铣余量。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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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。输入范围为 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。输入范围为 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？角度 / 直线 Q17**：子程序旋转轴向的尺寸可为度（0）或毫米 / 英寸（1）。

举例：NC 程序段

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

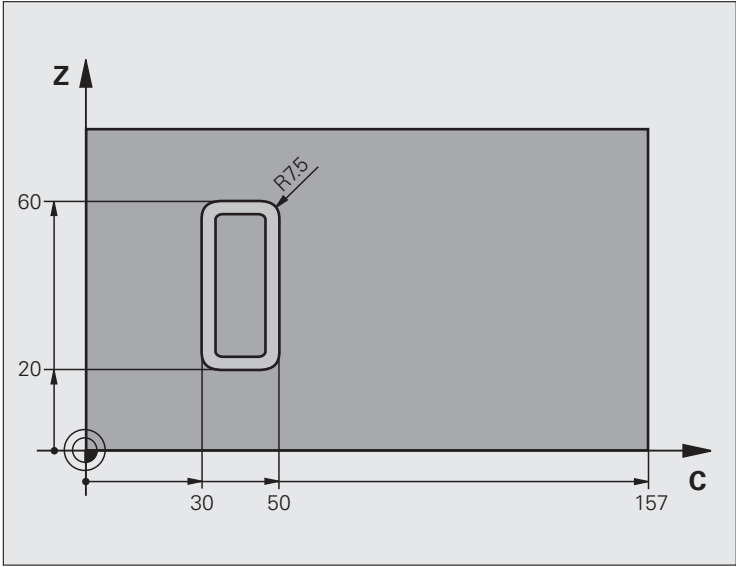


8.6 编程举例

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	定位
5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY	定义轮廓子程序
6 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1	
7 CYCL DEF 27 CYLINDER SURFACE	定义加工参数
Q1=-7 ; 铣削深度	
Q3=+0 ; 侧面精铣余量	
Q6=2 ; 安全高度	
Q10=4 ; 切入深度	
Q11=100 ; 切入进给速率	
Q12=250 ; 铣削进给速率	
Q16=25 ; 半径	
Q17=1 ; 尺寸类型	

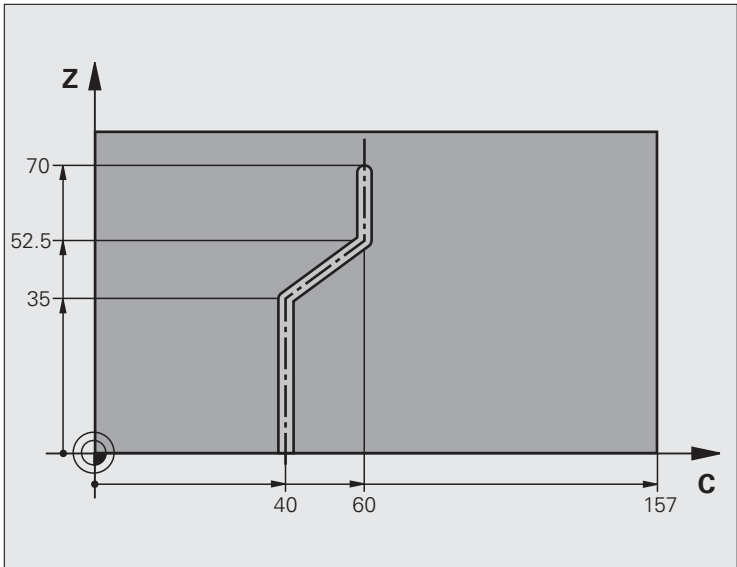
8 L C+0 R0 FMAX M13 M99	预定位回转工作台，主轴开启，调用循环
9 L Z+250 R0 FMAX	退刀
10 PLANE RESET TURN FMAX	转回，取消 PLANE 功能
11 M2	程序结束
12 LBL 1	轮廓子程序
13 L C+40 X+20 RL	用 mm 单位（Q17=1）输入旋转轴旋转 90° 的 X 轴运动数据
14 L C+50	
15 RND R7.5	
16 L X+60	
17 RND R7.5	
18 L IC-20	
19 RND R7.5	
20 L X+20	
21 RND R7.5	
22 L C+40	
23 LBL 0	
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

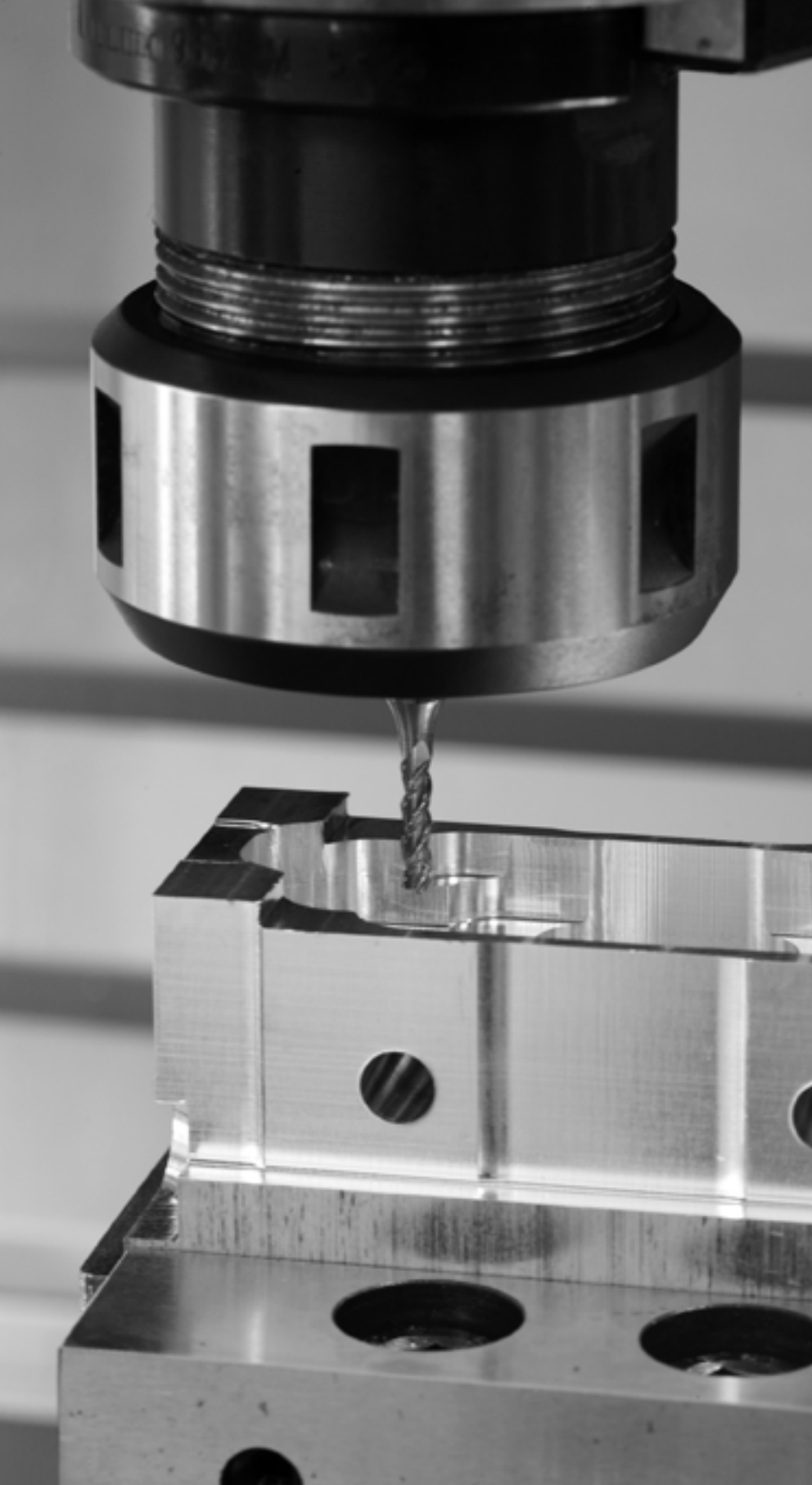


0 BEGIN PGM C28 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	刀具调用，刀具轴 Z，直径 7
2 L Z+250 R0 FMAX	退刀
3 I X+50 Y+0 R0 FMAX	将刀具定位在回转工作台的中心
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN FMAX	定位
5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR GEOMETRY	定义轮廓子程序
6 CYCL DEF 14.1 CONTOUR LABEL 1	
7 CYCL DEF 28 CYLINDER SURFACE	定义加工参数
Q1=-7 ; 铣削深度	
Q3=+0 ; 侧面精铣余量	
Q6=2 ; 安全高度	
Q10=-4 ; 切入深度	
Q11=100 ; 切入进给速率	
Q12=250 ; 铣削进给速率	
Q16=25 ; 半径	
Q17=1 ; 尺寸类型	
Q20=10 ; 槽宽	
Q21=0.02 ; 公差	可再次加工



8 L C+0 R0 FMAX M3 M99	预定位回转工作台，主轴开启，调用循环
9 L Z+250 R0 FMAX	退刀
10 PLANE RESET TURN FMAX	转回，取消 PLANE 功能
11 M2	程序结束
12 LBL 1	轮廓子程序，描述中点路径
13 L C+40 X+0 RL	用 mm 单位（Q17=1）输入旋转轴旋转 90° 的 X 轴运动数据
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 用轮廓公式的 SL 循环

基本信息

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



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

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

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

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
```



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。

固定循环的特点

- 循环开始前，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）。
- 沿相切圆弧接近轮廓精铣侧面。
- 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，圆弧可在 Z/X 平面上）。
- 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）。

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
...
...

```



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：



- ▶ 显示特殊功能软键行。
- ▶ 选择轮廓和点加工功能菜单。
- ▶ 按下 **SEL CONTOUR**（选择轮廓）软键。
- ▶ 按下 **WINDOW SELECTION**（窗口选择）软键：TNC 层叠显示选择所需原点位表的窗口。
- ▶ 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，不一定需要用**循环 14**（轮廓几何特征）功能。



定义轮廓描述

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

-  显示特殊功能软键行。
-  选择轮廓和点加工功能菜单。
- 
 - 按下 **DECLARE CONTOUR**（声明轮廓）软键。
 - 输入轮廓标识号 **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，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。
 - 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。



用给定的轮廓标识 **QC** 可在一个轮廓公式中包括多个轮廓。

如果编程了轮廓的单独深度，必须将深度用于全部子轮廓（根据需要指定深度为 0）。



输入轮廓公式

用软键在一个数学公式中将不同轮廓相互连接起来。



► 显示特殊功能软键行。



► 选择轮廓和点加工功能菜单。



► 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

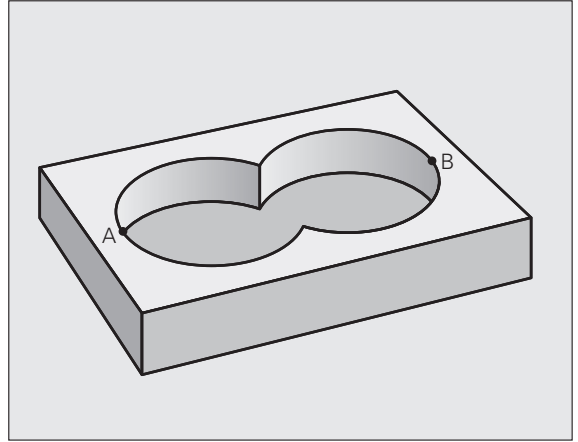


以下程序举例是轮廓定义程序中的轮廓描述程序。轮廓定义程序通过实际主程序的 **SEL CONTOUR**（选择轮廓）功能调用。

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
```

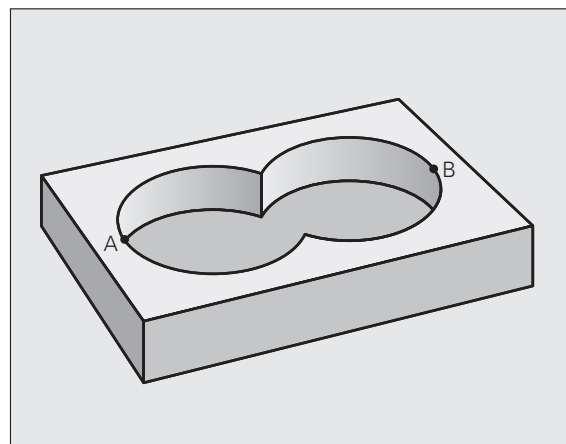
包括的区域

A 面和 B 面都需要加工，包括叠加部位：

- A 和 B 面必须在单独的程序中编程，不用半径补偿。
- 在轮廓公式中，A 面和 B 面用 “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

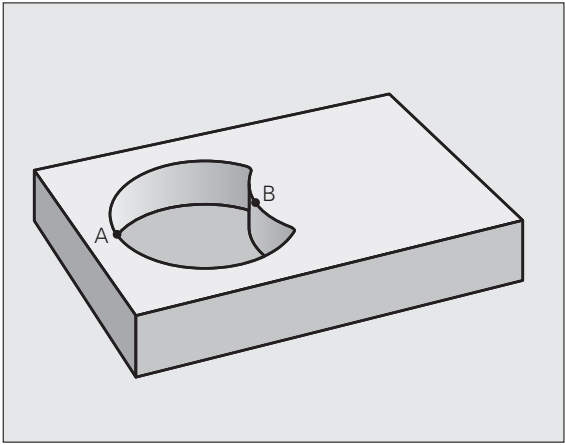
A 面需要加工但不含与 B 面叠加的部分：

- 必须在单独程序中输入 A 和 B 面，不用半径补偿。
- 在轮廓公式中，B 面是 A 面用 “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

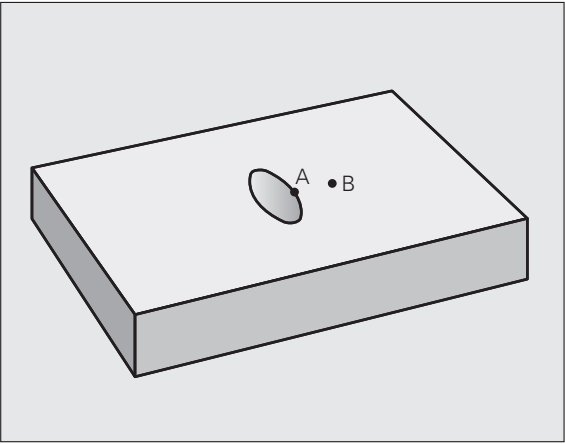
只加工 A 与 B 叠加区域。（A 或 B 独有的部分不加工。）

- 必须在单独程序中输入 A 和 B 面，不用半径补偿。
- 在轮廓公式中，A 面和 B 面用 “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 ...
    
```

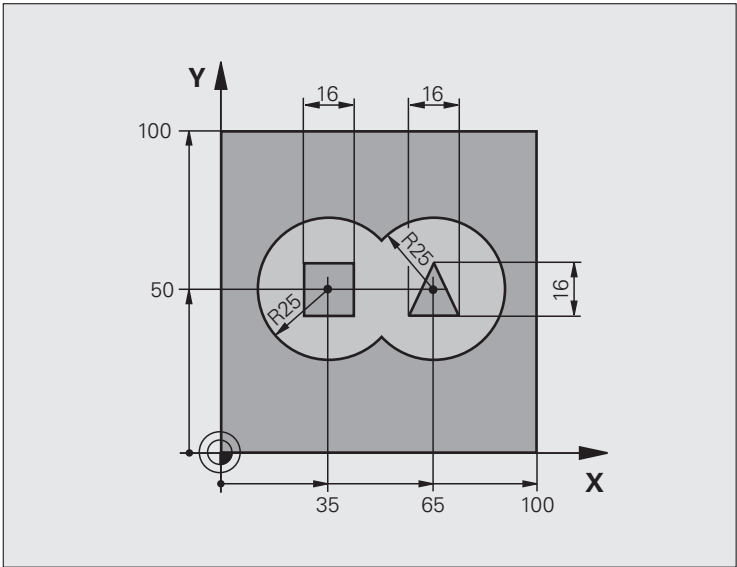


用 SL 循环加工轮廓



全部轮廓用 SL 循环 20 至 24 加工（参见第 176 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 ; 铣削深度	
Q2=1 ; 刀具路径的行距系数	
Q3=+0.5 ; 侧面精铣余量	
Q4=+0.5 ; 底面精铣余量	
Q5=+0 ; 表面坐标	
Q6=2 ; 安全高度	
Q7=+100 ; 间隔高度	
Q8=0.1 ; 倒圆半径	
Q9=-1 ; 方向	
9 CYCL DEF 22 ROUGH-OUT	循环定义：粗铣
Q10=5 ; 切入深度	



Q11=100 ; 切入进给速率	
Q12=350 ; 粗铣进给速率	
Q18=0 ; 粗加铣刀	
Q19=150 ; 往复进给速率	
Q401=100; 进给速率系数	
Q404=0 ; 半精加方式	
10 CYCL CALL M3	循环调用：粗铣
11 TOOL CALL 2 Z S5000	调用精铣刀
12 CYCL DEF 23 FLOOR FINISHING	循环定义：底面精铣
Q11=100 ; 切入进给速率	
Q12=200 ; 粗铣进给速率	
13 CYCL CALL M3	循环调用：底面精铣
14 CYCLE DEF 24 SIDE FINISHING	循环定义：侧面精铣
Q9=+1 ; 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	沿刀具轴退刀，结束程序
17 END PGM CONTOUR MM	

用轮廓公式定义轮廓的程序：

0 BEGIN PGM MODEL MM	轮廓定义程序
1 DECLARE CONTOUR QC1 = "CIRCLE1 "	定义程序 "CIRCLE1" （圆 1）的轮廓标识
2 FN 0: Q1 =+35	程序 "CIRCLE31XY" 中的参数值赋值
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。可编程的元素数量最多为 **16384** 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）。
- 沿相切圆弧接近轮廓精铣侧面。
- 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，圆弧可在 Z/X 平面上）。
- 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。



► 显示特殊功能软键行。



► 选择轮廓和点加工功能菜单。



► 按下 CONTOUR DEF (轮廓定义) 软键。TNC 打开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。用 ENT 键确认。



► 用软键指定相邻子轮廓是型腔还是凸台。用 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。用 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。



- 注意，必须使最深的型腔在子轮廓列表的开始位置！
- 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！

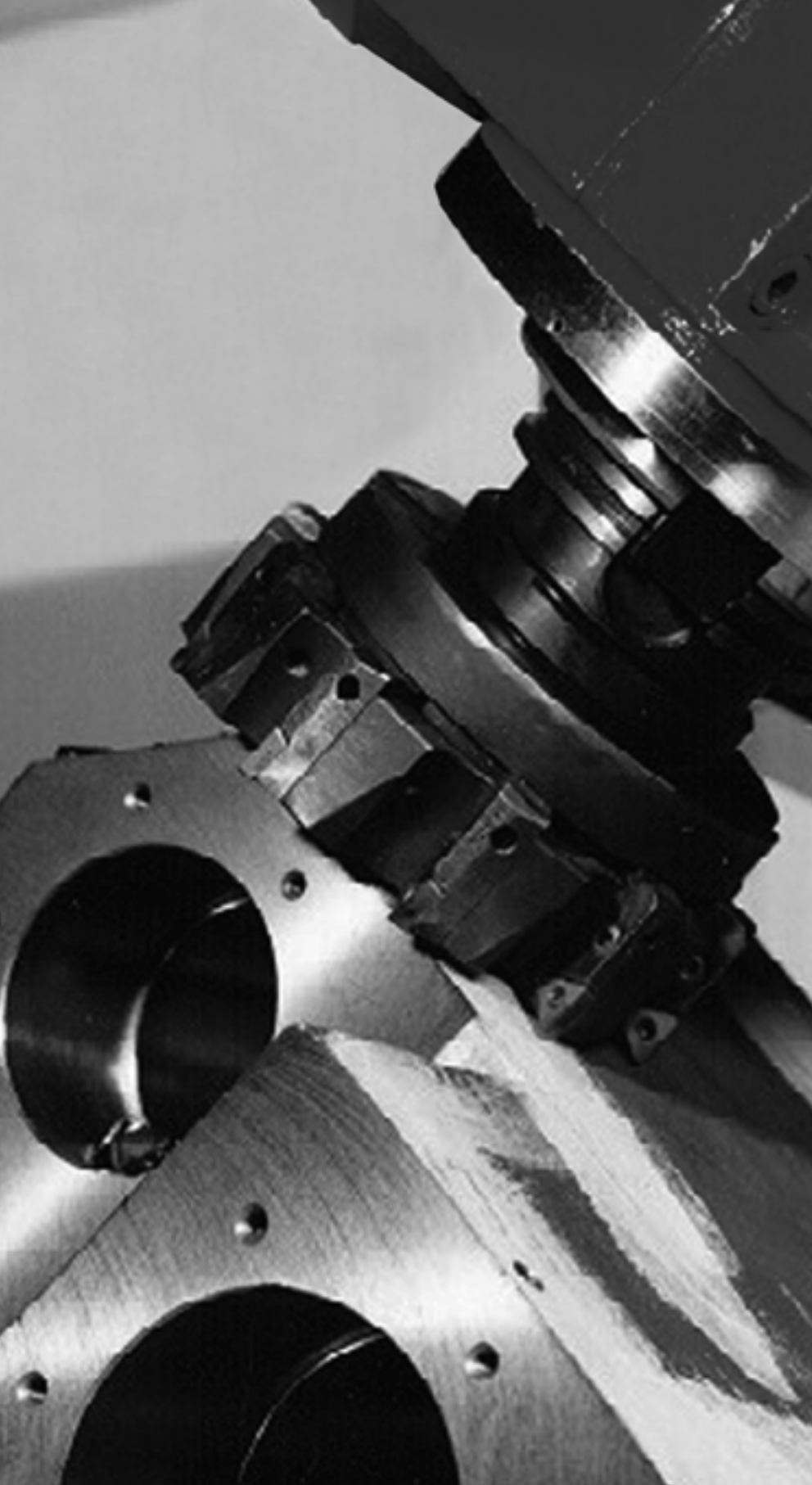
用 SL 循环加工轮廓



全部轮廓用 SL 循环 20 至 24 加工（参见第 176 页“概要”）。







10

固定循环：多道铣



10.1 基本信息

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 247
循环 230（多道铣） 用于铣平矩形表面		页 249
循环 231（规则表面） 斜面或曲面		页 251
循环 232（端面铣） 用于水平矩形表面，大面积和多道进给		页 255



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, TNC 将在某些不需要加工的位置, 在两个加工步骤之间退刀至**安全高度**处。
- 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:

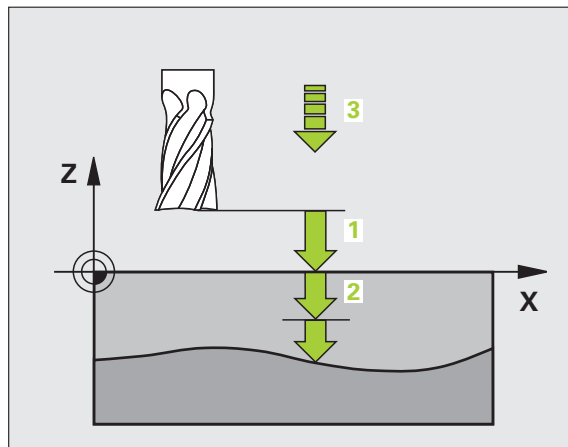
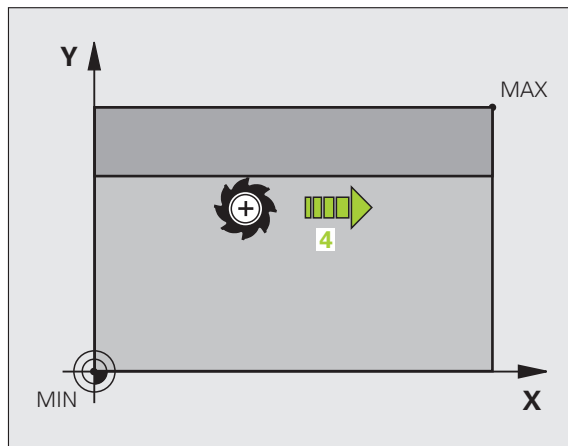


可以特意用循环 30 以多道进给运动运行脱机创建的对话框格式程序。

循环参数

30
3-D 铣削
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**：刀具切入时的运动速度，单位为 mm/min。输入范围：0 至 99999.999，或 **FAUTO**。
- ▶ **切入进给速率 4**：铣削时刀具运动速度，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



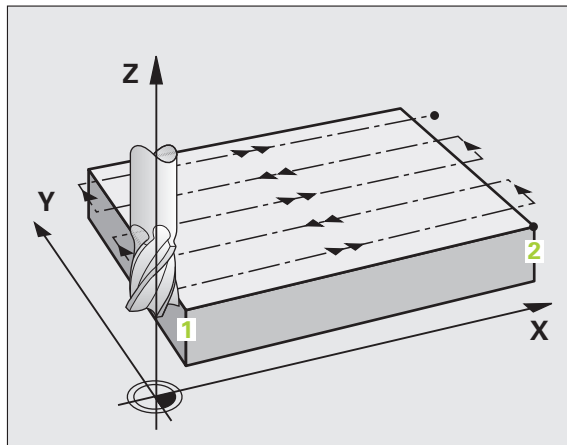
举例：NC 程序段

```
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，刀具用 **FMAX** 快移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：



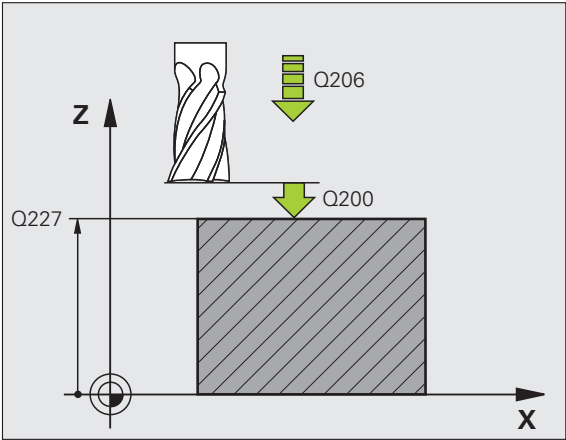
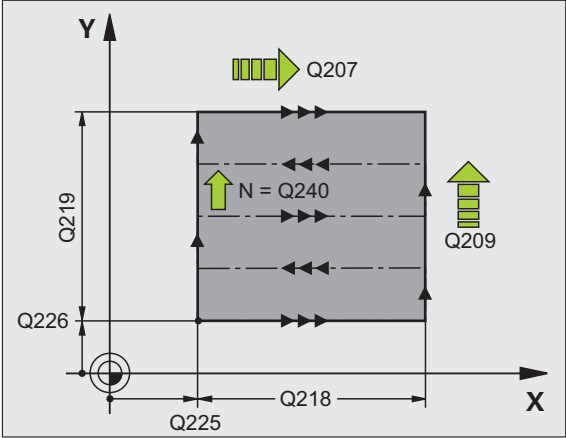
TNC 将刀具从当前位置定位在起点位置、先沿加工面运动和再沿主轴坐标轴运动。

这样预定位刀具能避免刀具与夹具碰撞。

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
- ▶ **第三轴的起点 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
- ▶ **第一边长 Q218 (增量值)**: 需进行多道铣的表面在加工面参考轴方向相对第一轴起点的长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二边长 Q219 (增量值)**: 需进行多道铣的表面在加工面辅助轴方向相对第二轴起点的长度。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**: 刀具从安全高度移至铣削深度位置期间的运动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.9999, 或 **FAUTO**, **FU**, **FZ**。
- ▶ **铣削进给速率 Q207**: 铣削时刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



举例: NC 程序段

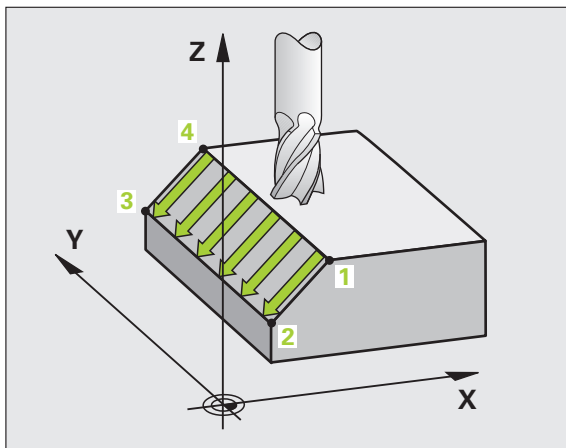
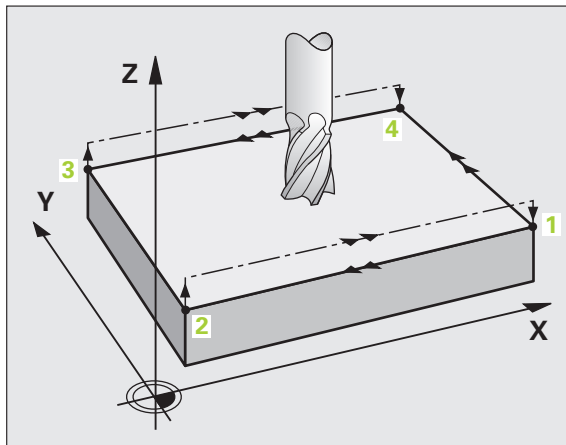
71 CYCL DEF 230 MULTIPASS MILLING
Q225=+10; 第一轴起点
Q226=+12; 第二轴起点
Q227=+2.5; 第三轴起点
Q218=150; 第一边长
Q219=75 ; 第二边长
Q240=25 ; 铣削次数
Q206=150; 切入进给速率
Q207=500; 铣削进给速率
Q209=200; 换道进给速率
Q200=2 ; 安全高度



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** 位置将刀具返回到最后运动的 Z 轴坐标位置。
- 5 然后，TNC 使刀具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

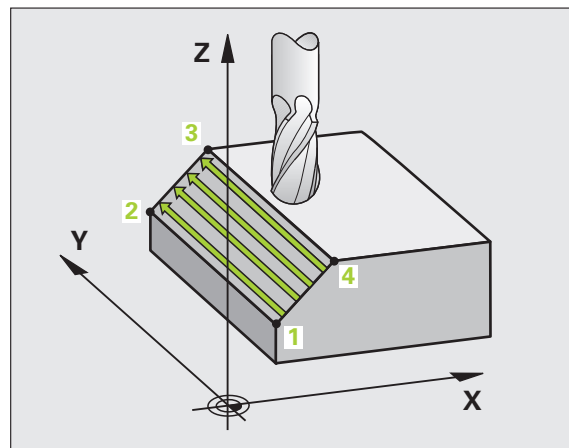
起点和铣削方向是可选的，因为 TNC 一定由点 **1** 移至点 **2** 和总运动距离为点 **1** / **2** 至点 **3** / **4**。可以将被加工面的任何角点编程为点 **1**。

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 **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 **2**）垂直于倾斜角最大的方向。

**编程时注意：**

TNC 从当前位置用直线 3-D 运动至起点 **1**。这样预定位刀具能避免刀具与夹具间的碰撞。

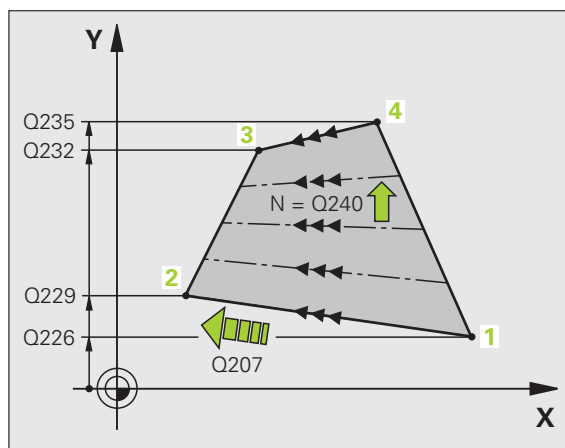
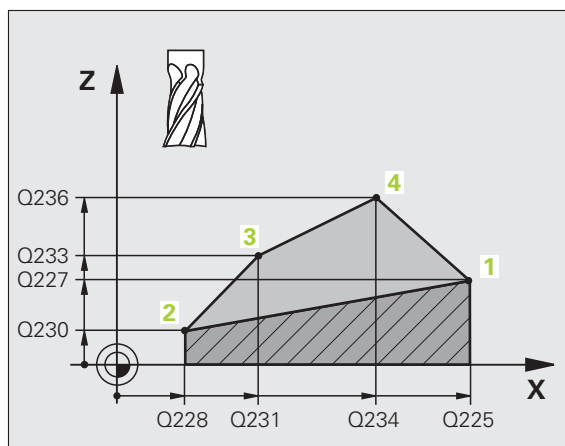
TNC 用刀具半径补偿 R0 移至编程位置。

根据需要，用中心切削刀的立铣刀（DIN 844）。

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
- ▶ **第三轴的起点 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：切削次数，点 1 和 4，2 和 3。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；第一轴的第二点
Q229=+15；第二轴的第二点
Q230=+5 ；第三轴的第二点
Q231=+15；第一轴的第三点
Q232=+125；第二轴的第三点
Q233=+25；第三轴的第三点
Q234=+15；第一轴的第四点
Q235=+125；第二轴的第四点
Q236=+25；第三轴的第四点
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

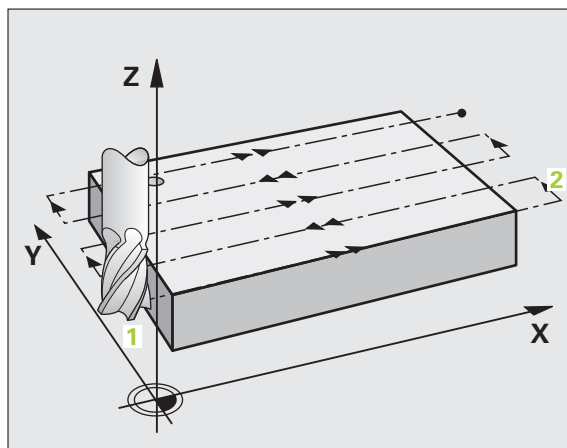
循环 232 用于用多道进给铣平端面，同时考虑精铣余量。有三种可用的加工方法：

- **方法 Q389=0**：折线加工，在被加工的表面外叠加
- **方法 Q389=1**：折线加工，在被加工表面内换道
- **方法 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 系统先在加工面中再沿主轴坐标轴定位刀具。否则将先移至第二安全高度，然后再在加工面中运动。加工面的起点距工件边刀具半径的距离，并与工件边相距安全间隔距离。
- 2 然后，刀具用定位进给速率沿主轴坐标轴移至数控系统计算的第一切入深度处。

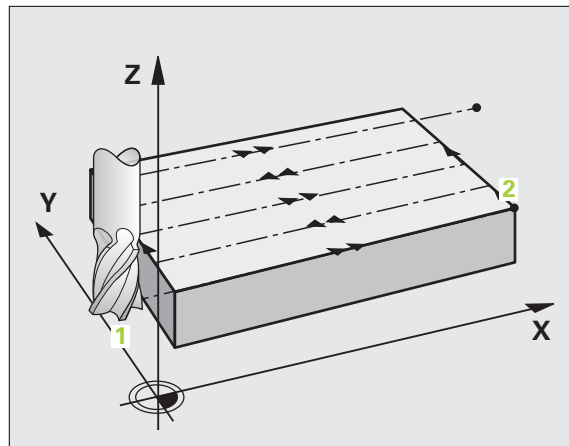
方法 Q389=0

- 3 然后刀具用铣削进给速率进刀至终点 **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 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。



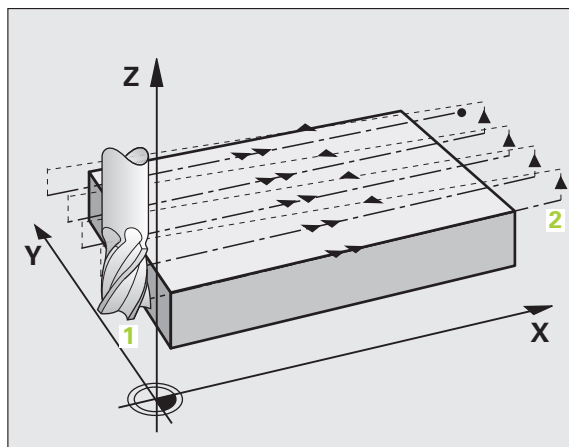
方法 Q389=1

- 然后刀具用铣削进给速率进刀至终点 **2**。终点在表面内。数控系统用编程起点，编程长度和刀具半径计算终点位置。
- 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。
- 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。
- 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。
- 为了避免无效运动，然后再逆向加工表面。
- 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。
- 循环结束时，刀具用 **FMAX** 快移速度退刀至第二安全高度处。



方法 Q389=2

- 然后刀具用铣削进给速率进刀至终点 **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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 为了避免无效运动，然后再逆向加工表面。
- 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。
- 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：

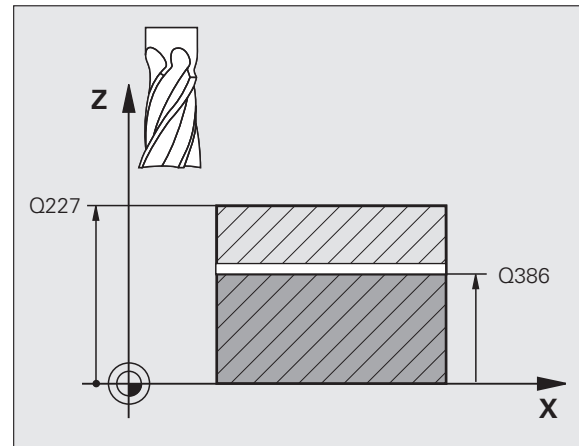
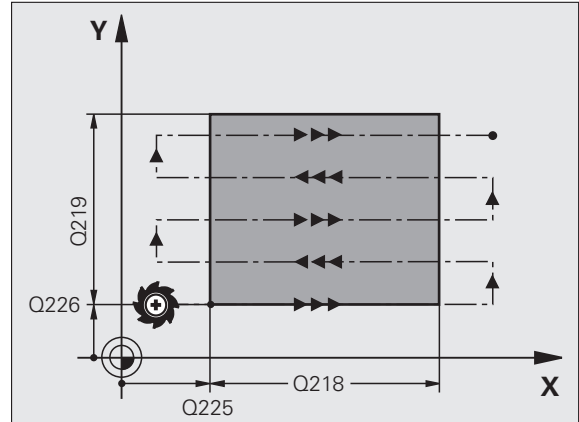


将第二安全高度输入到 Q204 中，使刀具和夹具间不发生碰撞。

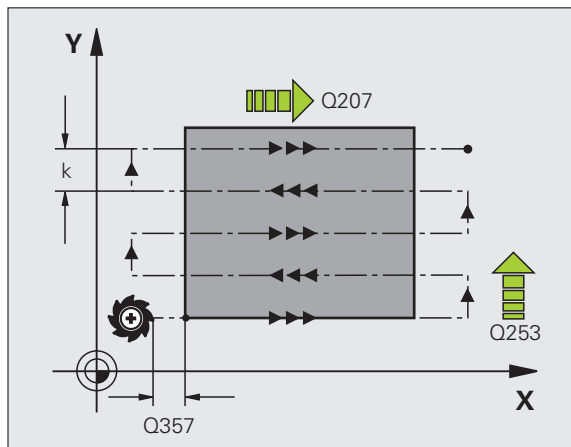
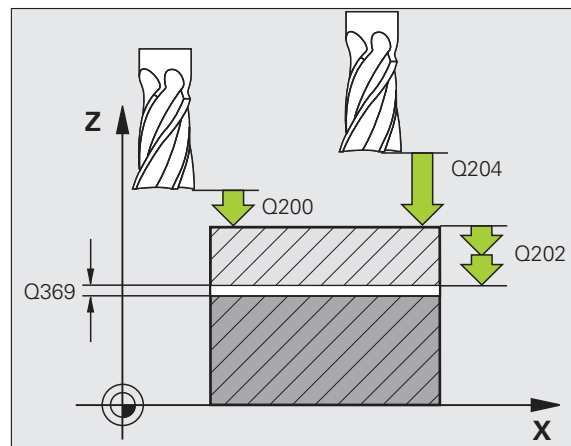
循环参数



- ▶ **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
- ▶ **第三轴的起点 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
- ▶ **第一边长 Q218 (增量值)**: 被加工表面在加工面参考轴方向的长度。用代数符号指定相对**第一轴起点**的第一道铣削方向。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二边长 Q219 (增量值)**: 被加工表面在加工面辅助轴方向的长度。用代数符号指定相对**第二轴起点**的第一道换道铣削方向。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999



- ▶ **最大切入深度 Q202 (增量值)**: 每次进刀时的**最大**进给量。TNC 用刀具轴方向的起点和终点之差计算实际切入深度 (考虑精铣余量), 使每次进给深度相同。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **底面余量 Q369 (增量值)**: 用于最后一次进给的距离。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **最大行距系数 Q370: 最大行距系数 k**。用第二侧边长 (Q219) 和刀具半径计算实际行距, 使加工时使用相同行距。如果在刀具表中输入了半径 R2 (如用端铣刀时的刀刃半径), TNC 将相应减少行距。输入范围为 0.1 至 1.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **铣削进给速率 Q207**: 铣削时刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 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运动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0 至 99999.9999, 或 **FAUTO, FU, FZ**。
- ▶ **预定位进给速率 Q253**: 刀具接近起点和移至下一道时的运动速度, 单位为 mm/min。如果横向移入材料 (Q389=1), TNC 将用铣削进给速率 Q207 运动刀具。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **FMAX, FAUTO, 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。如果用加工方法 Q389=2 进行加工，TNC 将把位于当前切入深度上方安全高度处的刀具移至下一道的起点处。输入范围为 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侧边的安全距离，如果选用加工方法 Q389=0 或 Q389=2，需换道的距离。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二安全高度** Q204 (增量值)：刀具不会与工件 (卡具) 发生碰撞的沿主轴的坐标值。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)

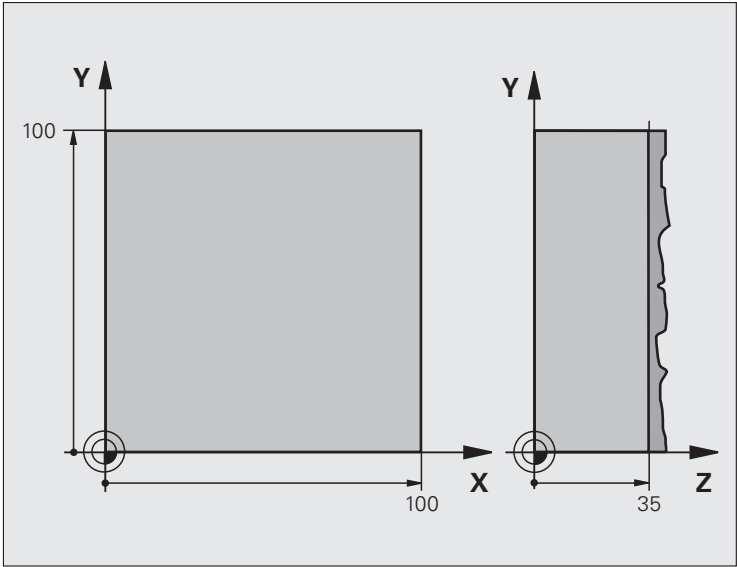
举例：NC 程序段

71 CYCL DEF 232 FACE MILLING
Q389=2 ; 加工方法
Q225=+10; 第一轴起点
Q226=+12; 第二轴起点
Q227=+2.5; 第三轴起点
Q386=-3 ; 第三轴终点
Q218=150; 第一边长
Q219=75 ; 第二边长
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; 精铣进给速率
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



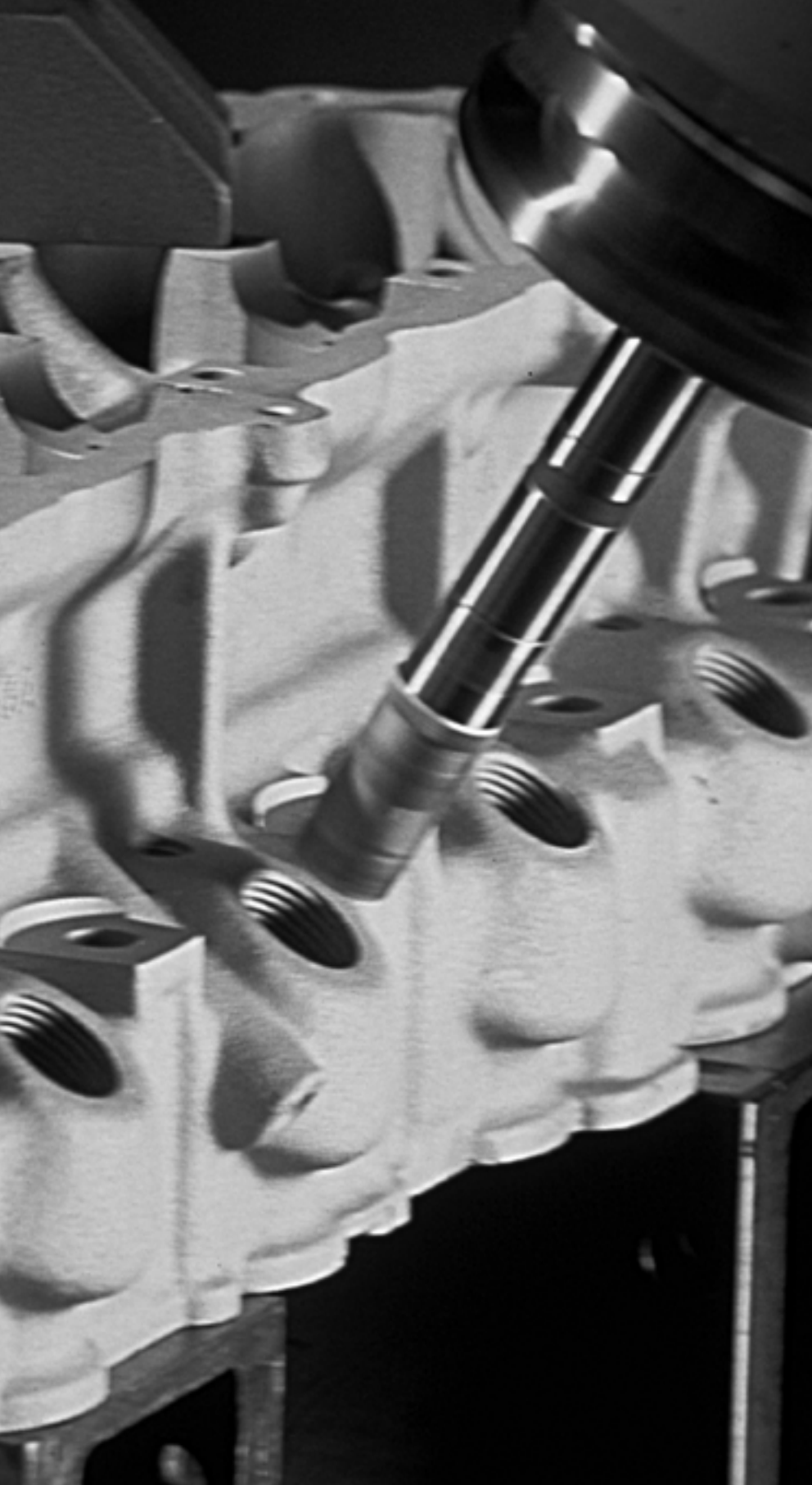
0 BEGIN PGM C230 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z+0	工件毛坯定义
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+40	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5	刀具定义
4 TOOL CALL 1 Z S3500	刀具调用
5 L Z+250 R0 FMAX	退刀
6 CYCL DEF 230 MULTIPASS MILLING	循环定义：多道铣
Q225=+0 ;第一轴起点	
Q226=+0 ;第二轴起点	
Q227=+35;第三轴起点	
Q218=100;第一边长	
Q219=100;第二边长	
Q240=25 ;铣削次数	
Q206=250;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	沿刀具轴退刀，结束程序
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 265
循环 247（原点设置） 程序运行时设置原点		页 272
循环 8（镜像） 镜像轮廓		页 273
循环 10（旋转） 在加工面内旋转轮廓		页 275
循环 11（缩放系数） 放大或缩小轮廓尺寸		页 277
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 279
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 281

坐标变换的有效范围

开始生效处：坐标变换定义即生效 — 无需等调用。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（清除模式程序信息）。



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。

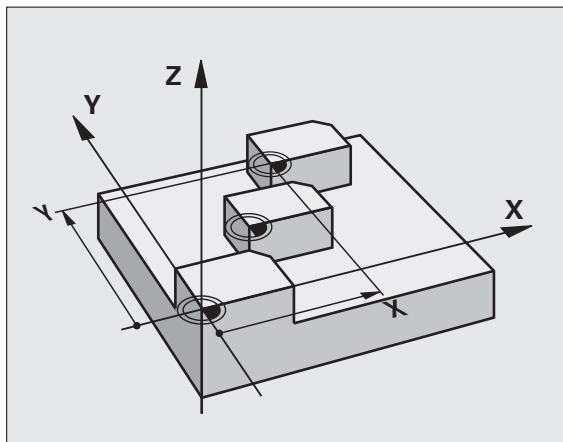
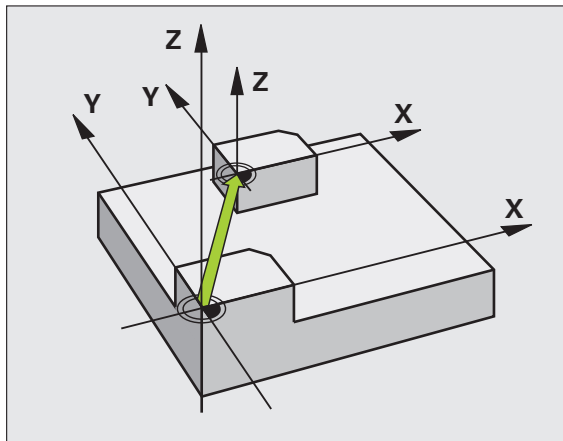
“原点平移”循环定义后，全部坐标数据都将基于新原点。TNC 在附加状态栏显示各轴的原点平移。也允许输入旋转轴。

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 MP 7310 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 6 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。

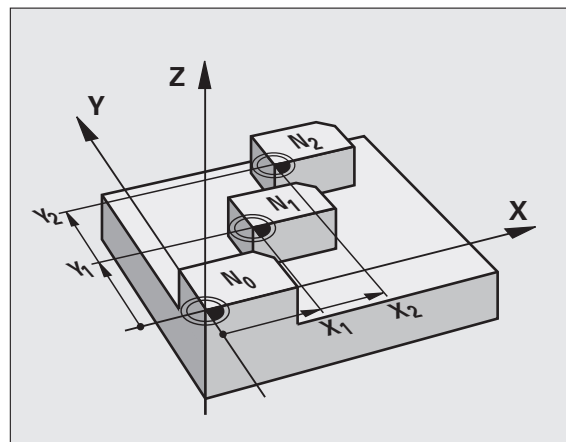
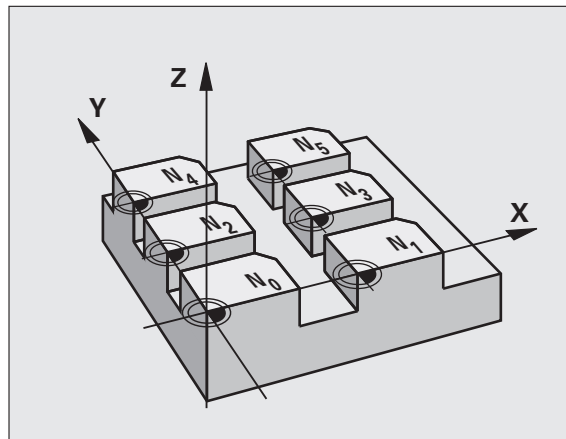
图形

如果原点平移后编程新 **BLK FORM** (毛坯形状)，可以用 MP 7310 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。

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 $MP7475 = 1$ ，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，其坐标为相对机床原点（ $MP7475 = 1$ ）不能用于 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执行前激活所需原点表。（也适用于编程图形）。

- 在**测试运行**操作模式中用文件管理器选择所需表：表状态为 S。
- 在“程序运行”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：



- ▶ 为选择程序调用功能，按下 PGM CALL 键。
- ▶ 按下 DATUM TABLE（原点表）软键。
- ▶ 按下 WINDOW SELECTION（窗口选择）软键：TNC 层叠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原点表，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 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。



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，用 ENT 键保存变更。否则，程序运行时可能没有变化。

在**程序编辑**操作模式中选择原点表。

PGM
MGT

- ▶ 按下 PGM MGT（程序管理）键调用文件管理器。
- ▶ 显示原点表：按下软键 SELECT TYPE（选择类型）和 SHOW .D（显示原点）。
- ▶ 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	开始 ↑
选择表结尾	结束 ↓
转到上一页	页数 ↑
转到下一页	页数 ↓
插入行（只能用于表尾）	插入 行
删除行	删除 行
确认输入的行并转至下一行的起点处	下一 行
在表尾处添加要输入的行数（原点数）。	附加 N 行



在 “程序运行 ” 操作模式中编辑刀位表

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

按下 “ 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：

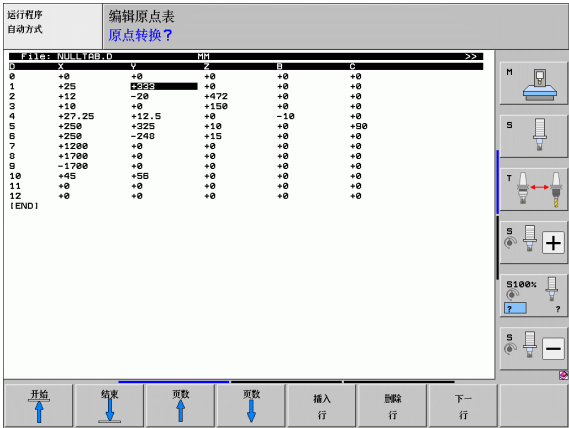
- ▶ 文本框放在需输入位置列的行中。
 - ▶ 选择 “ 实际位置获取 ” 功能: TNC 打开弹出窗口, 并询问是否要输入当前刀具位置或最后探测值。
 - ▶ 用箭头键选择所需功能并用 ENT 键确认。
 - ▶ 如需输入所有轴的数值, 按下 ALL VALUES (全部值) 软键。
 - ▶ 如需输入文本框所在轴的数值, 按下 CURRENT VALUE (当前值) 软键。



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)

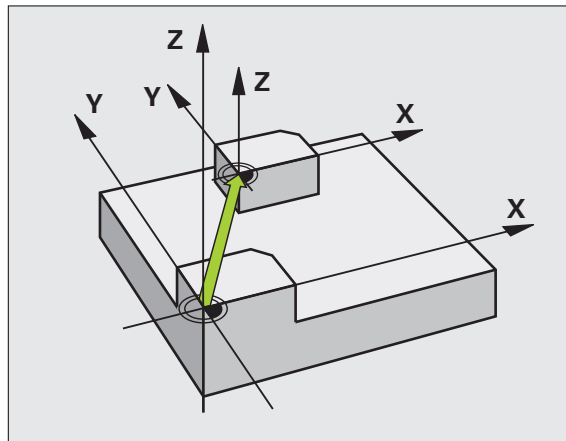
作用

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。

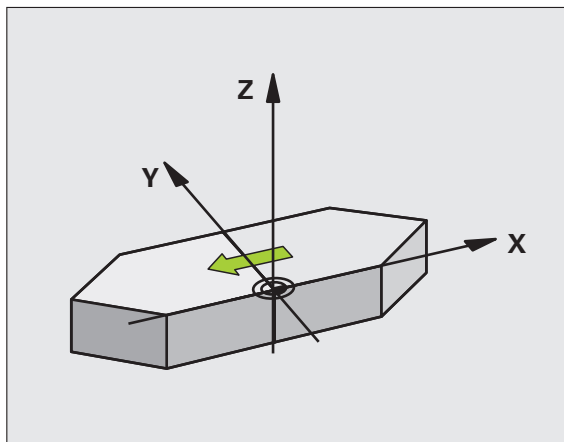
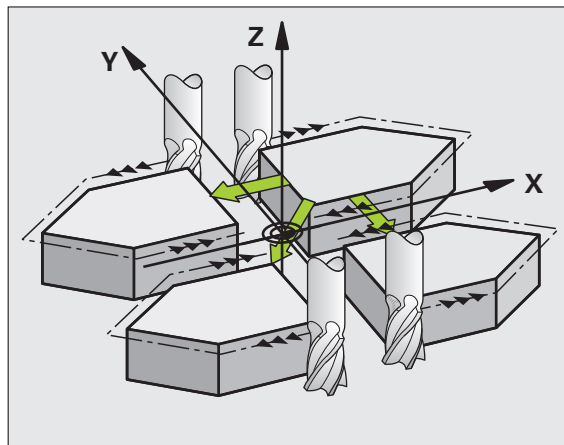
- 如果仅镜像一个轴，加工方向将反向。（固定循环中除外）。
- 如果镜像两个轴，加工方向保持不变。

镜像的结果取决于原点的位置：

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

复位

用 NO ENT（不输入）再次编程“镜像”循环。



编程时注意：



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

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。

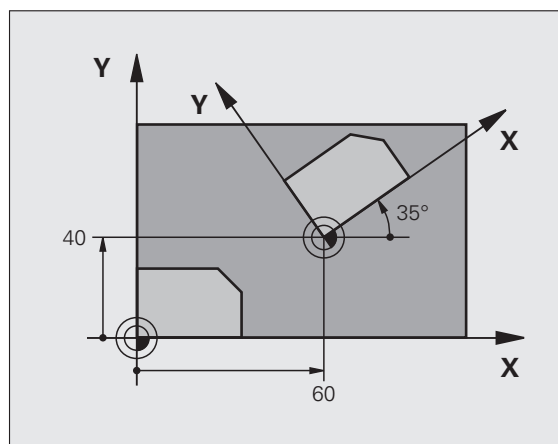
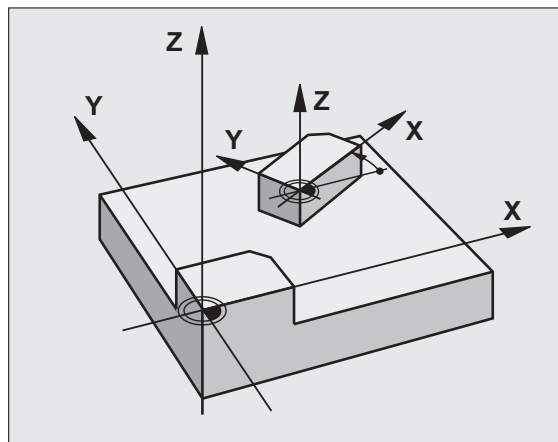
“旋转”循环在程序中定义即生效。在“手动数据输入定位”操作模式下也有效。附加状态栏将显示当前旋转角。

旋转角的参考轴：

- X/Y 平面的 X 轴
- Y/Z 平面的 Y 轴
- Z/X 平面的 Z 轴

复位

用 0 度旋转角再次编程“旋转”循环。



编程时注意：



定义循环 10 将取消当前半径补偿，因此必须根据需要重新编程。

定义循环 10 后，必须移动加工面的两个轴激活全部轴旋转。

循环参数



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

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 MP 7410)
- 循环中尺寸
- 平行轴 U, V, W

前提条件

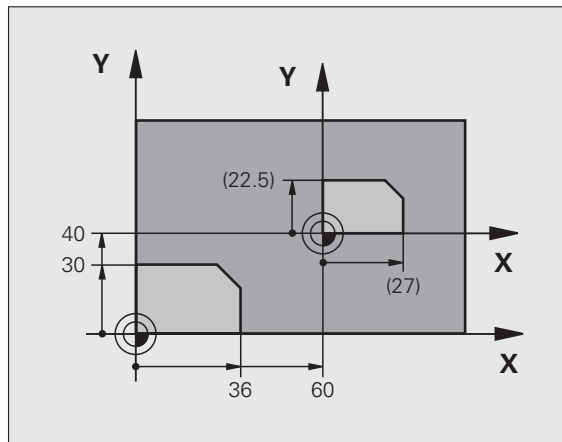
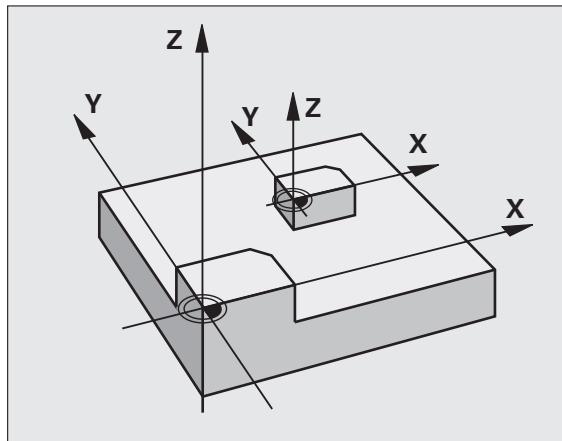
建议放大或缩小轮廓前，先将原点设置在轮廓边或角点处。

放大：缩放系数 (SCL) 大于 1 和最大至 99.999 999

缩小：缩放系数 (SCL) 小于 1 和最小至 0.000 001

复位

用缩放系数 1 再次编程“缩放系数”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）

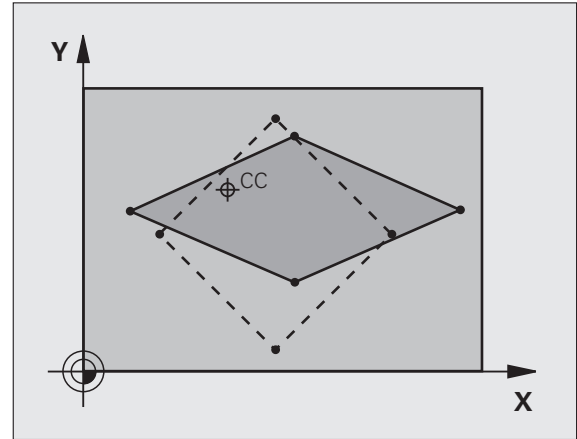
作用

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“缩放系数”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。

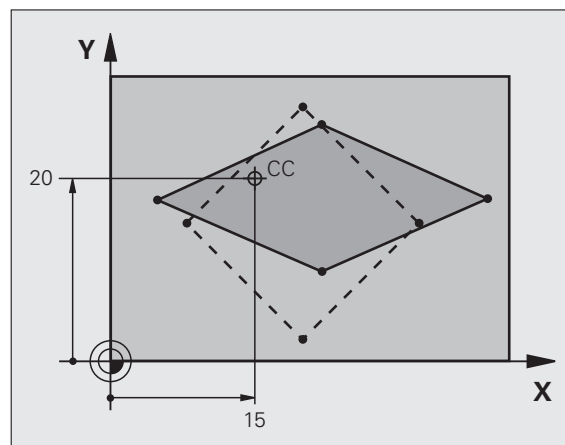
此外，可以输入一个适用于中心的全部坐标轴的缩放系数。

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。



警告！

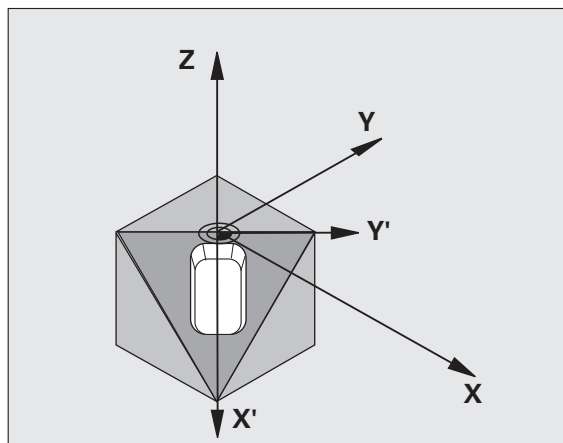
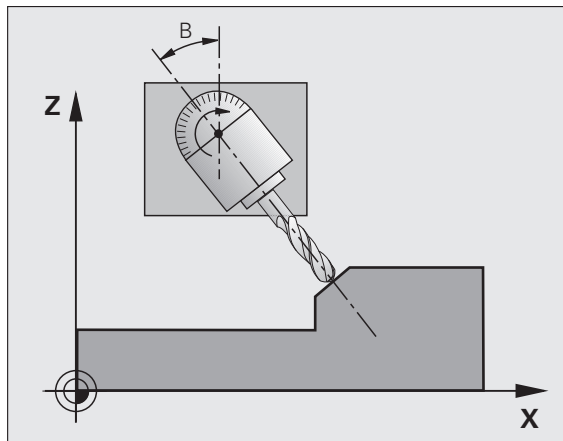
根据机床配置情况，一个空间角定义可能有两个数学解（轴位）。必须用机床进行相应测试，确定每种情况时 TNC 软件选择的解。

如有动态碰撞监测（DCM）软件选装功能，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。带有多个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旋转角。用软键编程旋转轴 A、B 和 C。输入范围：- 360.000 至 360.000

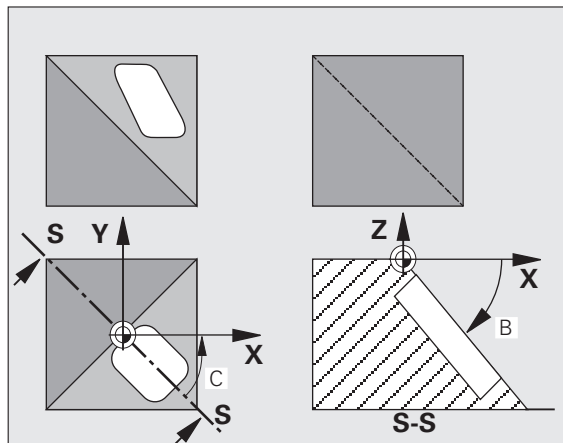
如果 TNC 自动定位旋转轴，输入以下参数：

- **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被偏置了安全距离后的位置不会改变相对工件的位置关系。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。再次编程“加工面”循环时必须用 NO ENT（不输入）键回答对话提问。

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

NC 程序段举例：

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



倾斜系统的位置显示

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

监测加工区

TNC 仅监测有运动的倾斜坐标系中的轴。根据情况，TNC 输出出错信息。

倾斜坐标系中的定位

用辅助功能 M130，可以在倾斜坐标系中将刀具移至基于非倾斜坐标系位置处。

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

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

组合坐标变换循环

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

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：

- 第一步：激活原点平移
- 第二步：激活倾斜功能
- 第三步：激活旋转

...

加工

...

- 第一步：复位旋转
- 第二步：复位倾斜功能
- 第三步：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（夹具）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）；输入倾斜轴的角度值。
- ▶ 移动全部基本轴（X，Y，Z）激活补偿功能。
- ▶ 就像在非倾斜加工面中编程加工过程一样编程。
- ▶ 根据情况，用其它角度值定义循环 19（加工面）以便在不同坐标轴位置处进行加工。这时，不一定必须复位循环 19。可以直接定义新角度值。
- ▶ 复位循环 19（加工面）；用 0 度编程全部旋转轴。
- ▶ 使“加工面”功能不可用；重新定义循环 19 并用 NO ENT（不输入）回答对话提问。
- ▶ 根据需要，复位原点平移。
- ▶ 根据需要，将旋转轴定位至 0 度。

2 夹紧工件

3 在操作模式下作准备

手动数据输入（MDI）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

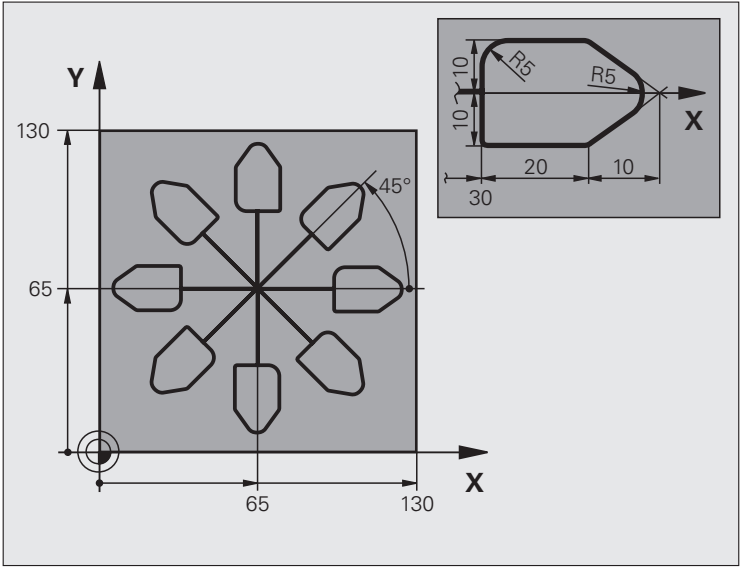
用 3D-ROT 软键将“TILT WORKING PLANE”（倾斜加工面）功能设置为“INACTIVE”（不可用）。在菜单中将每个旋转轴的角度值输入为 0 度。

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	沿刀具轴退刀，结束程序
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 提供以下四个特殊用途的循环：

循环	软键	页
循环 9（停顿时间）		页 295
循环 12（程序调用）		页 296
循环 13（主轴定向）		页 297
循环 32（公差）		页 298

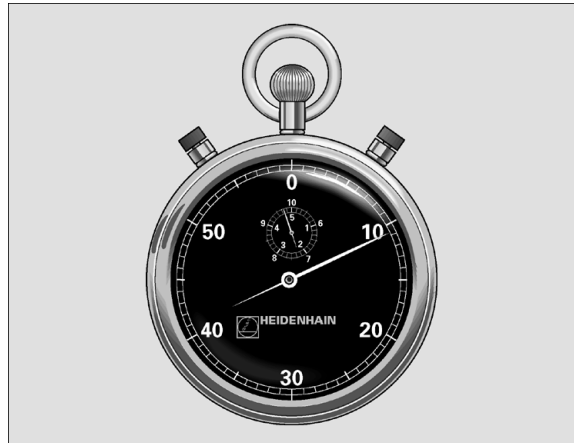


12.2 停顿时间 (循环 9, DIN/ISO: G04)

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。将不影响模式条件，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

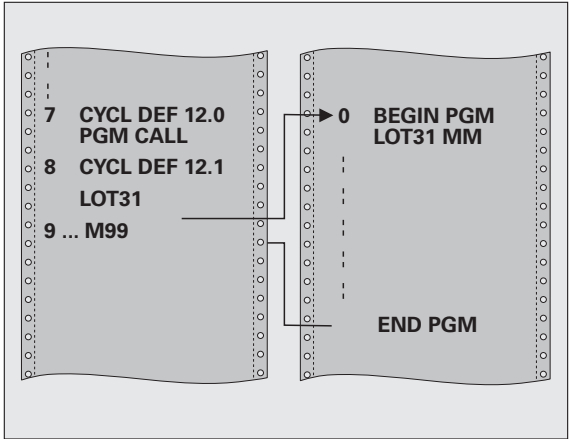


► **停顿时间，单位为秒：**以秒为单位输入停顿时间。输入范围：0 至 3600 s (1 小时)，步长为 0.001 秒

12.3 程序调用 (循环 12, DIN/ISO: G39)

循环功能

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被调用。



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。
- 如果要定义为循环的程序与发出调用命令的程序不在同目录下, 必须输入完整路径 (如 **TNC:KLAR35\FK1\50.H**)。
- 如果要将一个 DIN/ISO 程序定义为循环, 在程序名后输入文件类型 “.I”。
- 通常, 用循环 12 调用时 Q 参数是全局有效的。因此请注意, 在被调用程序中对 Q 参数的修改将会影响调用的程序。

循环参数



- **程序名:** 输入要调用的程序名, 并根据需要输入目录。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) (单独程序段) 或者
- **CYCL CALL POS** (循环调用位置) (单独程序段) 或者
- **M99** (逐程序段) 或者
- **M89** (在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。

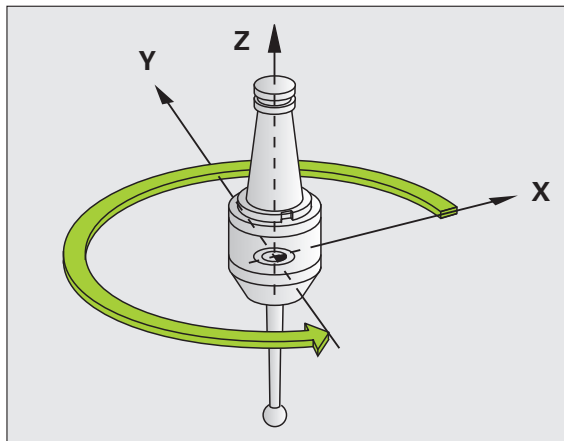
TNC 可以控制机床主轴并能将其旋转到给定角度位置处。

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 在系统内用于加工循环 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



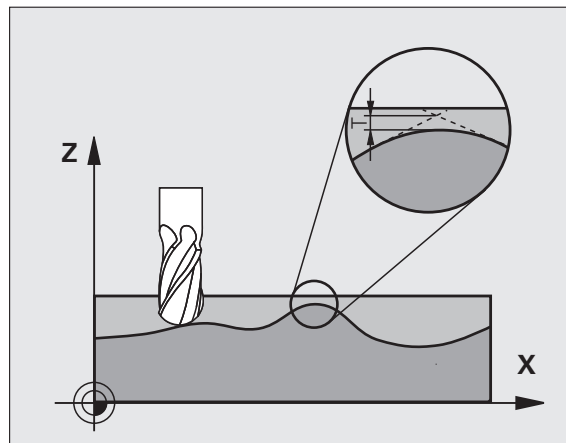
要使用这个循环，必须由机床制造商对机床和 TNC 系统进行专门设置。该循环可被锁定。

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 自动平滑处理两条路径元素间的轮廓（补偿或不补偿）。刀具保持与工件表面的接触，因此能降低机床磨损。循环中定义的公差也影响圆弧路径上的运动。

根据需要，TNC 自动降低编程进给速率使程序用于计算时间的停顿时间更短，从而提高程序加工速度。**即使 TNC 不以减慢的运动速度运动，也能满足定义的公差要求。**定义的公差越大，TNC 移动轴的速度越高。

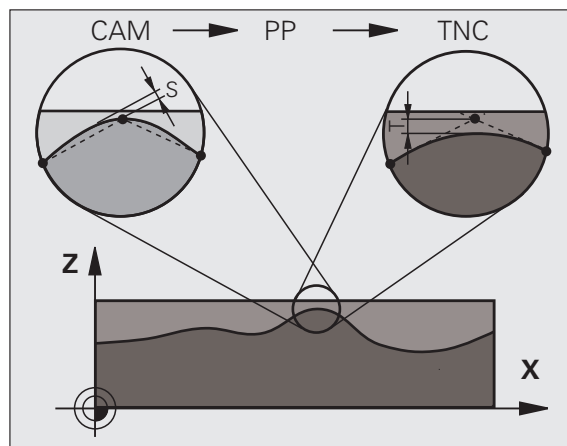
平滑轮廓导致轮廓有一定偏差。轮廓误差的**公差值大小**由机床制造商用机床参数设置。可用循环 **32** 修改预定的公差值。



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 程序的最大点距是用弦误差定义的。如果弦误差小于等于循环 32 中定义的公差值 T ，TNC 可以平滑轮廓点，除非用机床的特殊设置值限制编程的进给速率。

如果在循环 32 中选择的公差值在 CAM 弦误差的 110% 至 200% 之间，可以实现最佳平滑过渡。



编程时注意:



如果公差值很小, 机床将不能无加加速地切削轮廓。这些加加速运动不是 TNC 处理能力不足造成的, 是为了非常准确地加工轮廓过渡元素, TNC 可能需要大幅降低速度。

循环 32 为定义生效, 就是说只要它在零件程序中定义了, 这个循环就生效了。

TNC 复位循环 32, 如果

- 重新定义它并用 NO ENT 键在对话提问中确认 **公差值**
- 用 PGM MGT 选择新程序。

复位循环 32 后, TNC 重新激活机床参数预定义的公差。

如果程序中用毫米为尺寸单位, TNC 将把输入公差视为毫米单位。如果在程序中使用英寸, 将把输入值视为英寸单位。

如果转化只有循环参数 **公差值 T** 的循环 32 程序, 控制系统将根据需要插入其它两个为 0 值的参数。

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** 选项卡中显示为循环 32 定义的参数。

循环参数



- ▶ **公差值 T:** 允许的轮廓偏差，单位为毫米（如用英寸编程为英寸）。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **HSC 模式，精铣 =0，粗铣 =1:** 启动过滤器：
 - 输入值 0:
用**更高轮廓精度**铣削。TNC 用内部定义的精加过滤器设置
 - 输入值 1:
用**更高进给速率**铣削。TNC 用内部定义的粗加过滤器设置
- ▶ **旋转轴公差 TA:** M128 有效时，度为单位的旋转轴位置位置误差（TCPM 功能）。如果移动一个以上轴，TNC 一定以移动最慢轴的最大进给速率降低进给速率。通常旋转轴要比线性轴慢很多。如果对一个以上轴输入较大公差值（如 10 度），可以显著缩短加工时间，因为 TNC 不需要将旋转轴移至给定的名义位置处。输入旋转轴公差值不会损坏轮廓。只有相对工件表面的旋转轴位置会有变化。输入范围 0 至 179.9999



如果机床的软件选装 2（HSC 加工）有效，**HSC 模式**和 **TA** 参数才可用。

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
```







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。



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。

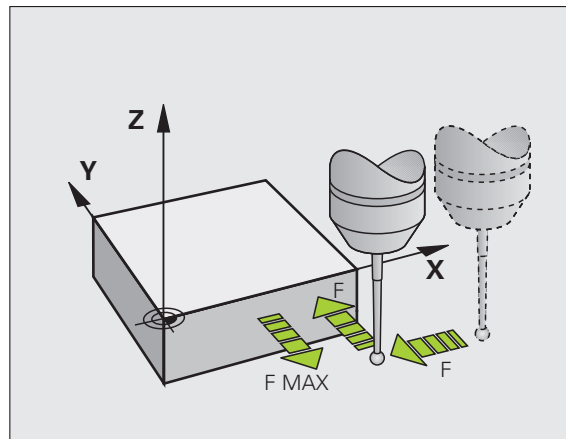
功能原理

TNC 执行探测循环时，3-D 测头总是沿一个直线轴接近工件。这也适用于基本旋转或倾斜加工面有效时。机床制造商用机床参数决定探测进给速率（参见本章中“使用探测循环前的准备工作”部分）。

探针接触工件时，

- 3-D 测头向 TNC 传送信号：保存被测位置坐标，
- 测头停止运动，并且
- 用快移速度返回起点位置。

如果探针在 MP 6130 定义的距离范围内未偏离自由位置，TNC 显示出错信息。



手动和电子手轮模式循环

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

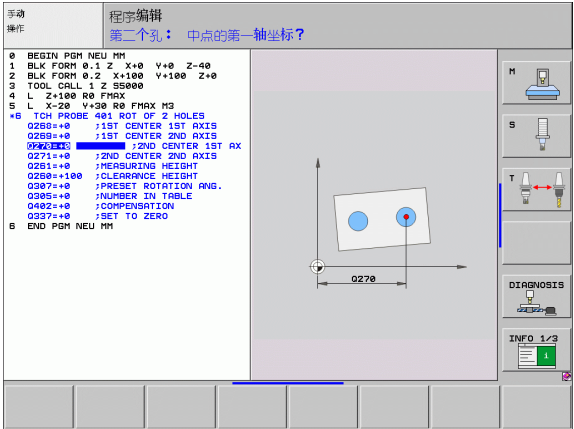
自动操作的探测循环

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 只用于间隔高度；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，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位置。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 312
自动预设工件原点的循环		页 332
自动检查工件的循环		页 382
校准循环，特殊循环		页 428
自动测量运动特性循环		页 444
自动测量刀具循环（需由机床制造商设置为可用）		页 474

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 ; 第一边长
Q324=20 ; 第二边长
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
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 ; 原点



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

如果探针在 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

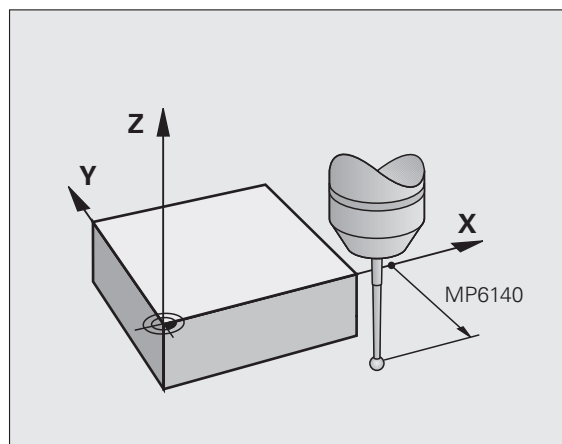
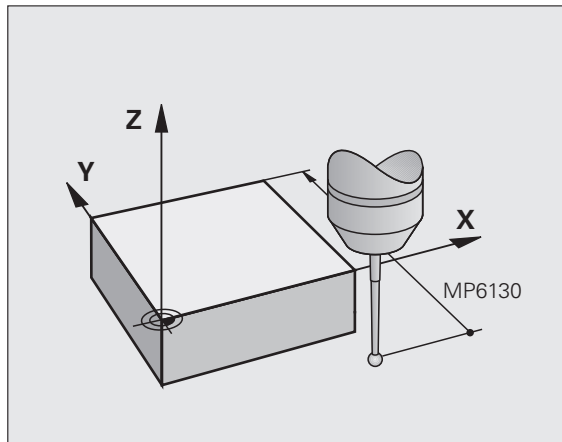
MP6140 用于定义 TNC 预定位测头时距已定义的（或计算的）触点的距离。所输入的数值越小，必须越精确地定义触点位置。大多数探测循环中，还可以定义一个累加至机床参数 MP6140 的安全高度。

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，测头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

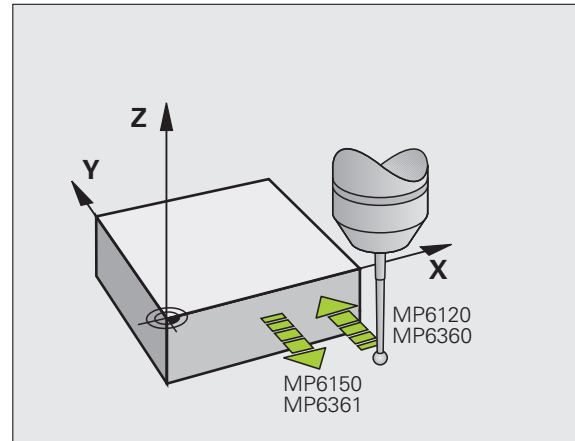
KinematicsOpt, 基准球半径的允许偏差：MP6601

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：

- 如果探针南极的当前坐标小于间隔高度坐标（由循环定义），TNC 沿探测轴使测头退至间隔高度处，然后再定位至加工面上的第一起始位置。
- 如果探针南极的当前坐标大于间隔高度坐标，TNC 先将测头定位在加工面上的第一起始位置，然后立即沿探测轴移至测量高度处。



14

**探测循环：自动测量工具
不对正量**



14.1 基础知识

概要

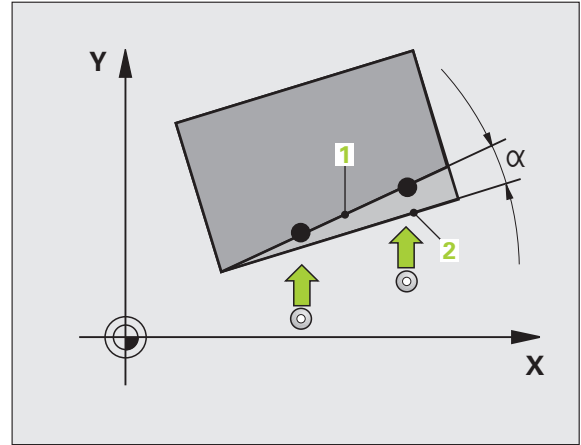
TNC 提供 5 个用于测量和补偿工件不对正量的循环。而且还可以用循环 404 复位基本旋转：

循环	软键	页
循环 400（基本旋转），用两点自动测量。通过基本旋转进行补偿。		页 314
循环 401（旋转二孔），用两孔自动测量。通过基本旋转进行补偿。		页 317
循环 402（旋转二圆柱台），用两圆柱台自动测量。通过基本旋转进行补偿。		页 320
循环 403（围绕旋转轴旋转），用两点自动测量。通过转动工作台进行补偿。		页 323
循环 405（围绕 C 轴旋转），自动对正孔中心线与正 Y 轴间的角度偏移量。通过工作台旋转进行补偿。		页 327
循环 404（设置基本旋转），设置任意基本旋转。		页 326



所有测量工件不对正量探测循环的共同特点

循环 400、401 和 402 用于通过参数 Q307 **基本旋转的默认设置** 定义测量结果是否用已知角 α 进行修正（见右图）。因此，可以测量工件的任意一条直线 **1** 的基本旋转并建立相对实际 0 度方向 **2** 的对应关系。



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。

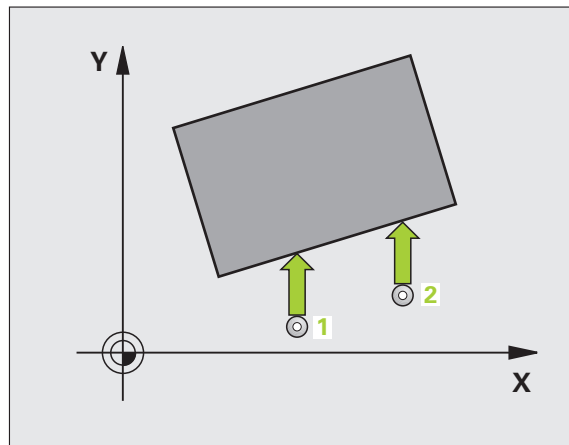
- 1 根据定位规则 (参见第 310 页 “执行探测循环”), TNC 用快移速度将测头定位在编程的起点位置 **1** (MP6150 的设置值) 处。TNC 将测头沿定义运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
- 2 然后, 测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率 (MP6120) 探测第一触点。
- 3 然后, 测头运动至下一个起点位置 **2** 并探测第二位置。
- 4 TNC 再将测头移回间隔高度处和执行基本旋转。

编程时注意:



循环定义前, 必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

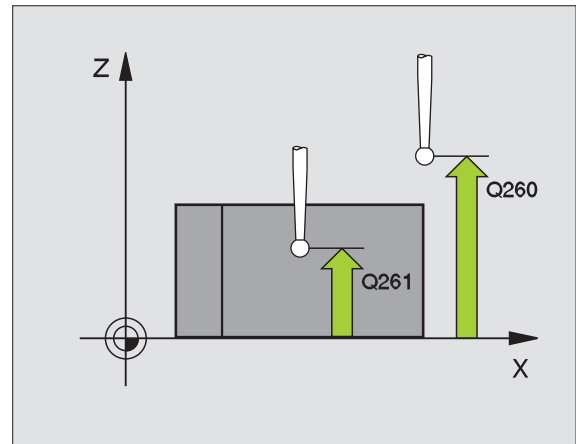
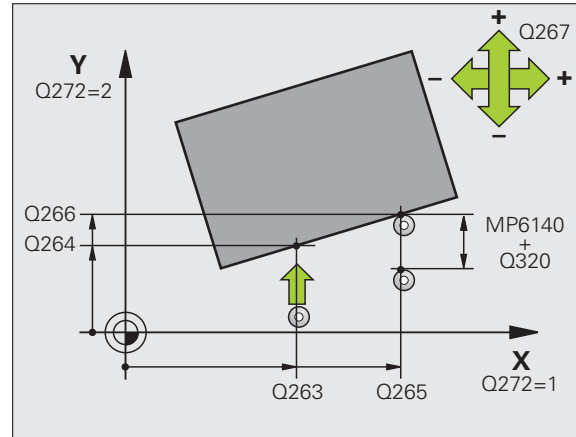
TNC 将在循环起点处复位当前基本旋转。



循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点 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
- ▶ **第二轴的第一测量点 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
- ▶ **第一轴的第二测量点 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
- ▶ **第二轴的第二测量点 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: 正方向运动
- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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 2999

举例: NC 程序段

5 TCH PROBE 400 BASIC ROTATION
Q263=+10; 第一轴的第一点
Q264=+3.5; 第二轴的第一点
Q265=+25; 第一轴的第二点
Q266=+8 ; 第二轴的第二点
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; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q307=0 ; 预设点基本旋转
Q305=0 ; 表中编号



14.3 用两孔的基本旋转 (探测循环 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两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 TNC 按照以下定位规则 (参见第 310 页 “ 执行探测循环 ”) 以快移速度 (MP6150 的设置值) 将测头定位在第一孔 **1** 圆心的输入点处。
- 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 测头返回间隔高度, 然后移至输入的位置处, 作第二孔 **2** 的圆心。
- 4 TNC 再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第二孔中心。
- 5 TNC 再将测头移回到间隔高度处并执行基本旋转。

编程时注意:



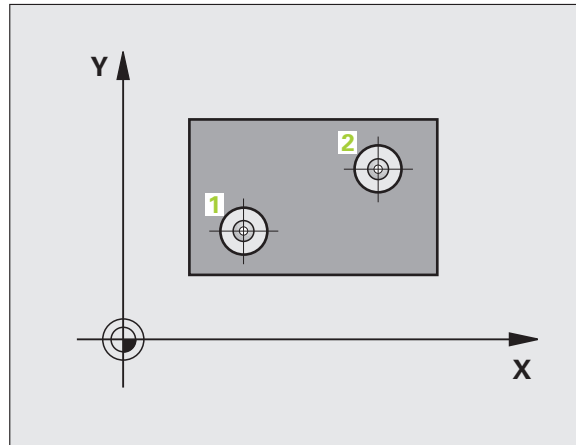
循环定义前, 必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

TNC 将在循环起点处复位当前基本旋转。

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:

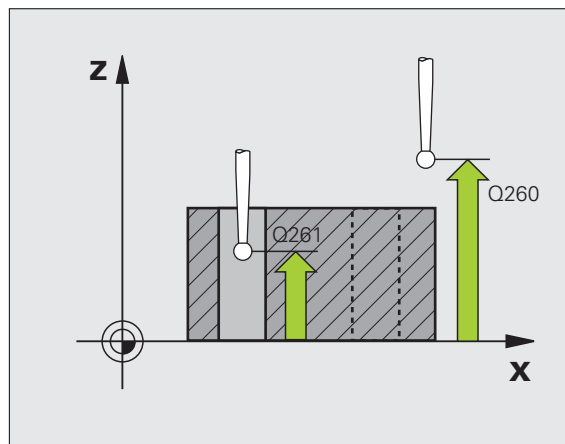
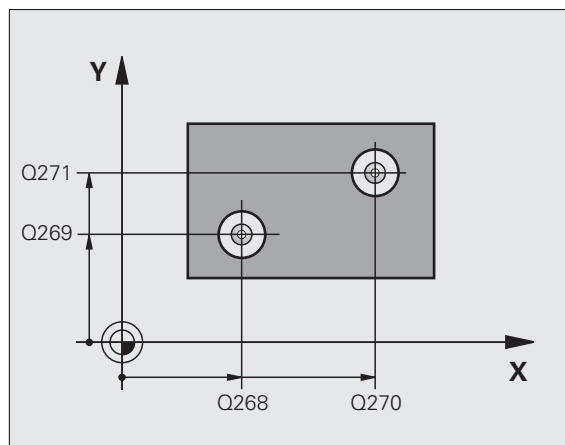
- C 轴, 刀具轴为 Z 轴
- B 轴, 刀具轴为 Y 轴
- A 轴, 刀具轴为 X 轴



循环参数



- ▶ **第一孔：沿第一轴的中心 Q268 (绝对值)：**第一孔沿加工面参考轴的中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第一孔：沿第二轴的中心 Q269 (绝对值)：**第一孔沿加工面辅助轴的中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二孔：沿第一轴的中心 Q270 (绝对值)：**第二孔沿加工面参考轴的中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二孔：沿第二轴的中心 Q271 (绝对值)：**第二孔沿加工面辅助轴的中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测头轴的测量高度 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
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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 2999
- **基本旋转 / 对正 Q402:** 用于指定 TNC 是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: 转动回转工作台
如果选择用回转工作台，TNC 不保存对正量测量值，包括用参数 **Q305** 在表中进行了定义。
- **对正后置零 Q337:** 用于确定 TNC 是否将对正的旋转轴显示值置为零：
0: 对正后，不将旋转轴显示值置零
1: 对正后，将旋转轴显示值置为零
只有有 **Q402=1** 的定义，TNC 将把显示值置为零。

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; 间隔高度
Q307=0 ; 预设点基本旋转
Q305=0 ; 表中编号
Q402=0 ; 对正
Q337=0 ; 设置为零



14.4 用两圆柱台的基本旋转（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。TNC 计算加工面参考轴与两圆柱台中心连线间的角度。通过基本旋转功能 TNC 补偿计算值。也可以通过转动回转工作台补偿确定的不对正量。

- 1 根据定位规则（参见第 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在第一圆柱台起点 **1** 处。
- 2 然后，将测头移至输入的**测量高度 1** 处并探测四个点，以确定第一圆柱台中心。测头沿圆弧在两触点间运动，每次转动 90 度。
- 3 测头返回间隔高度，然后移至探测 **5** 第二圆柱台的起点位置。
- 4 TNC 将测头移至输入的**测量高度 2** 处并探测四个点，以确定第二圆柱台中心。
- 5 TNC 再将测头移回到间隔高度处并执行基本旋转。

编程时注意：



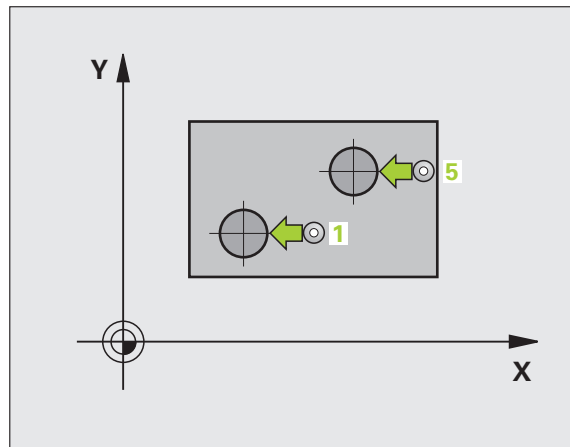
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

TNC 将在循环起点处复位当前基本旋转。

倾斜加工面功能有效时，不允许使用探测循环。

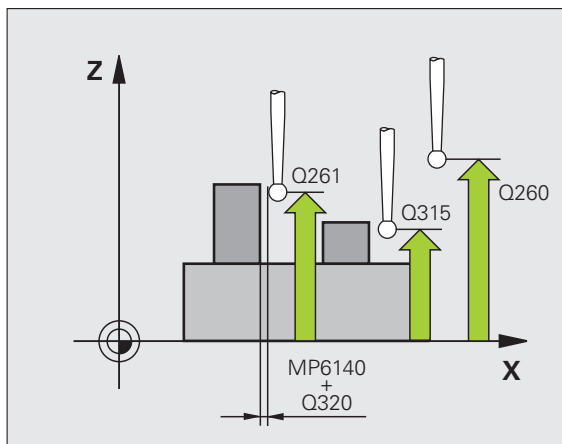
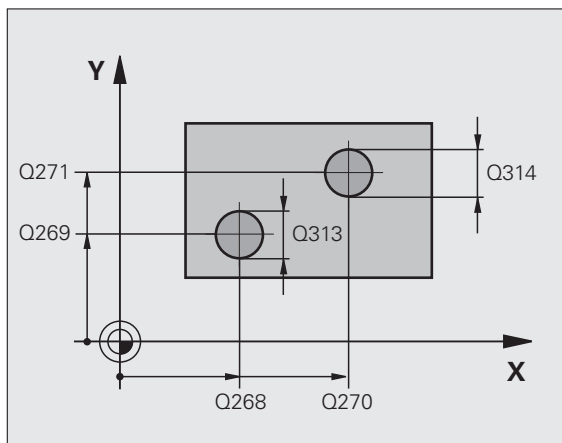
如果要通过转动回转工作台补偿不对正量，TNC 自动使用以下旋转轴：

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





- ▶ **第一圆柱台：沿第一轴的中心（绝对值）：**第一圆柱台沿加工面参考轴的中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第一圆柱台：沿第二轴的中心 Q269（绝对值）：**第一圆柱台沿加工面辅助轴的中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第一圆柱台直径 Q313：**第一圆柱台的近似直径。输入的值应略大，不要过小。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **探测轴的测量高度 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
- ▶ **第二圆柱台：沿第一轴的中心 Q270（绝对值）：**第二圆柱台沿加工面参考轴的中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二圆柱台：沿第二轴的中心 Q271（绝对值）：**第二圆柱台沿加工面辅助轴的中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二圆柱台直径 Q314：**第二圆柱台的大约直径。输入的值应略大，不要过小。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **探测轴的测量高度 2Q315（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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）



- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
或者 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **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 2999
- ▶ **基本旋转 / 对正 Q402**: 用于指定 TNC 是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: 转动回转工作台
如果选择用回转工作台，TNC 不保存对正量测量值，包括用参数 **Q305** 在表中进行了定义。
- ▶ **对正后置零 Q337**: 用于确定 TNC 是否将对正的旋转轴显示值置为零：
0: 对正后，不将旋转轴显示值置零
1: 对正后，将旋转轴显示值置为零
只有有 **Q402=1** 的定义，TNC 将把显示值置为零。

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 ;圆柱台 1 直径
Q261=-5 ;测量高度 1
Q270=+75; 第一轴第二中心
Q271=+20;2ND CENTER IN 2ND AXIS
Q314=60 ;圆柱台 2 直径
Q315=-5 ;测量高度 2
Q320=0 ;安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ;移至安全高度
Q307=0 ;预设点基本旋转
Q305=0 ;表中编号
Q402=0 ;对正
Q337=0 ;设置为零

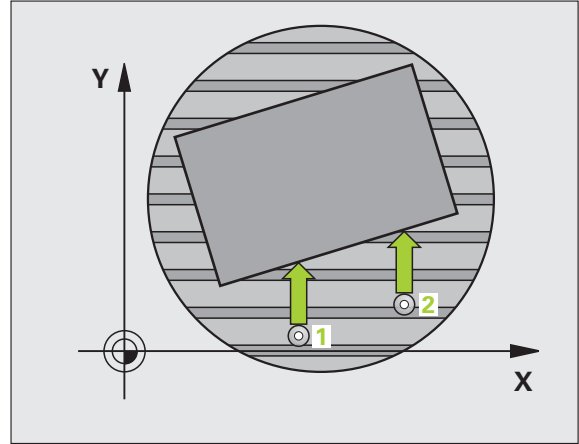


14.5 基本旋转，通过旋转轴进行补偿 (循环 403, DIN/ISOISO: G403)

循环运行

探测循环 403 通过测量工件直平面上的两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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度将测头定位在编程的起点位置 **1**（MP6150 的设置值）处。TNC 将测头沿定义运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头运动至下一个起点位置 **2** 并探测第二位置。
- 4 TNC 将测头移回间隔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！**

现在用“倾斜加工面”功能时，也可以用循环 403。必须确保**间隔高度**足够大，使旋转轴最终定位时不发生碰撞。

TNC 系统不检查触点和补偿轴的匹配。这可能导致补偿运动偏离 180°。



循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

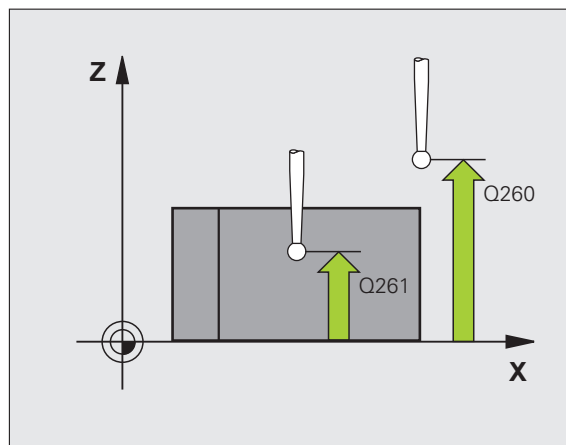
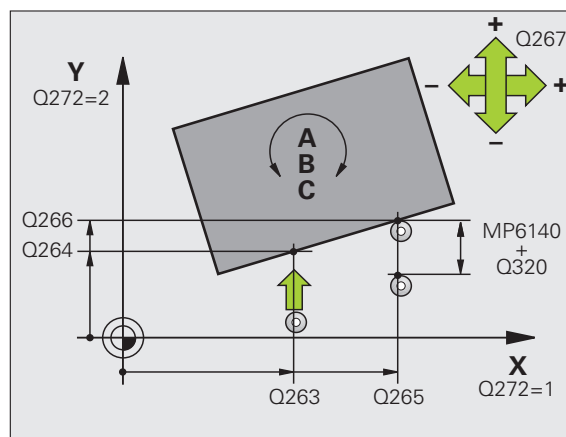
触点顺序影响所确定的补偿角。必须确保触点 **1** 在沿垂直于探测方向轴的坐标值小于触点 **2** 的坐标。

TNC 将测量的角度值保存在参数 **Q150** 中。

循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点** 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
- ▶ **第二轴的第一测量点** 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
- ▶ **第一轴的第二测量点** 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
- ▶ **第二轴的第二测量点** 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: 测头轴 = 测量轴
- ▶ **运动方向** 1Q267：测头接近工件的方向：
 - 1: 负运动方向
 - +1: 正方向运动
- ▶ **测头轴的测量高度** 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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）



- ▶ **间隔高度** 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **移至间隔高度** 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: 两测量点间在间隔高度处运动
- ▶ **补偿运动的轴** Q312：用于指定 TNC 补偿被测不对正量的旋转轴：
 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
- ▶ **对正后置零** Q337：用于确定 TNC 是否将对正的旋转轴显示值置为零：
 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 2999
- ▶ **测量值传送（0，1）** Q303：用于指定将已确定的基本旋转保存在原点表中还是预设表中：
 0: 将被测基本旋转写入当前原点表中用于原点平移。参考系统为当前工件坐标系。
 1: 将所测的基本旋转保存在预设表中。参考系统为机床坐标系（REF 系统）。
- ▶ **参考角？（0=参考轴）** Q380：TNC 对正被测直线的角度。仅对选择了旋转轴 C 才有效（Q312=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；第一轴的第一点
Q264=+10；第二轴的第一点
Q265=+40；第一轴的第二点
Q266=+17；第二轴的第二点
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；间隔高度
Q301=0 ；移至安全高度
Q312=6 ；补偿轴
Q337=0 ；设置为零
Q305=1 ；表中编号
Q303=+1 ；测量值传送
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 ; 预设点基本旋转
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 TNC 在表中保存所定义的基本旋转的预设点 / 原点号。输入范围 0 至 2999



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

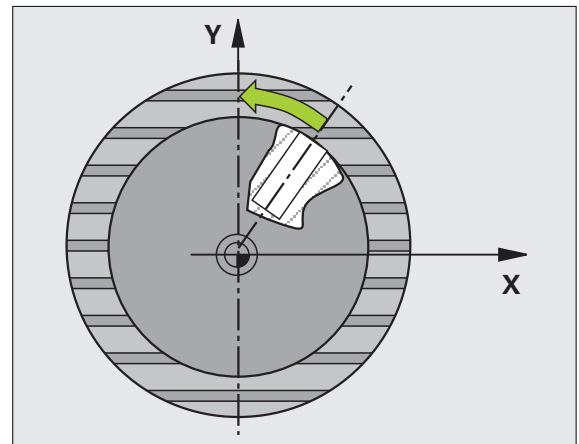
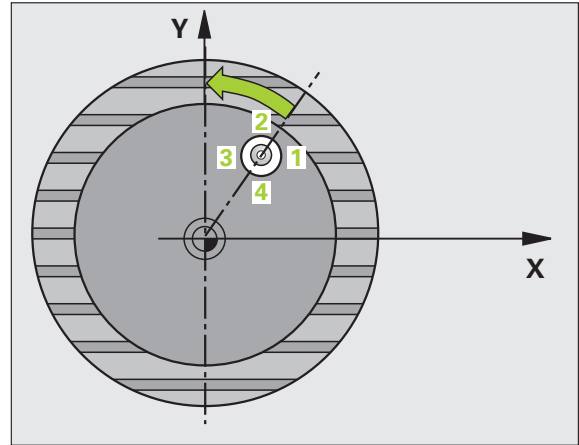
循环运行

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 310 页 “ 执行探测循环 ”), TNC 用快速速度将测头定位在起点位置 **1** (MP6150 的设置值) 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后, 测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率 (MP6120) 探测第一触点。TNC 用编程起始角自动决定探测方向。
- 3 然后, 使测头沿圆弧运动到测量高度或运动至下一起点 **2** 的间隔高度处并探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **3** 位置处, 再定位在起点 **4** 位置处, 探测第三和第四触点, 并将测头定位被测孔中心处。
- 5 最后 TNC 再将测头移回间隔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!**

为避免测头和工件发生碰撞,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间隔高度处。

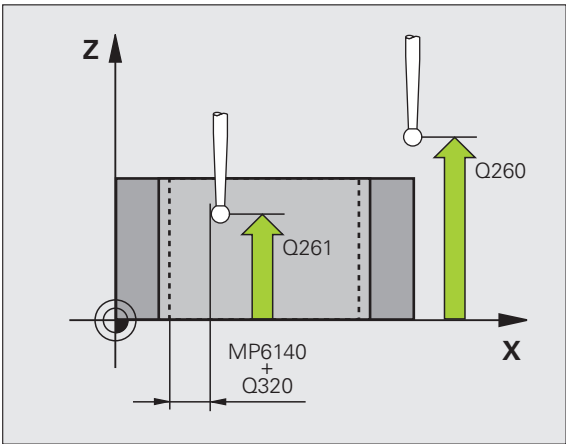
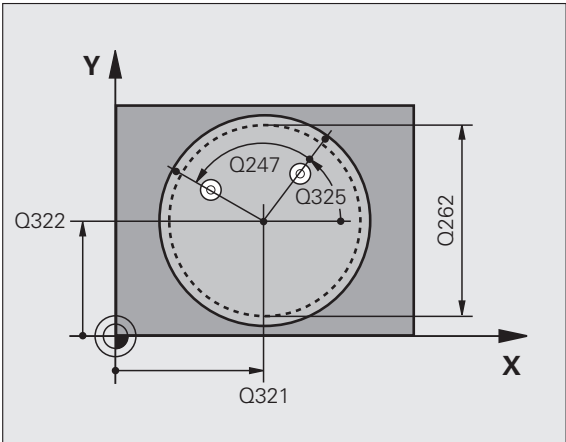
循环定义前,必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

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 $Q322 \neq 0$, TNC 将孔的中心对正名义位置 (孔中心的角度)。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **名义直径 Q262**: 圆弧型腔 (或孔) 的大约直径。输入的值应偏小, 不要过大。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **起始角 Q325 (绝对值)**: 加工面参考轴与第一触点间角度。输入范围 -360.000 至 360.000
- ▶ **角度步长 Q247 (增量值)**: 两测量点间角度。角度步长的代数符号决定测头移向下个测量点的旋转方向 (负 = 顺时针)。如果要探测圆弧而不是整圆, 编程的角度步长必须小于 90 度。输入范围 -120,000 至 120,000
- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **对正后置零 Q337**: 决定 TNC 应将 C 轴显示值置零, 或将角度偏移量写入原点表的 C 列:
0: 将 C 轴置零
>0: 将角度偏移量写入原点表, 包括代数符号。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。

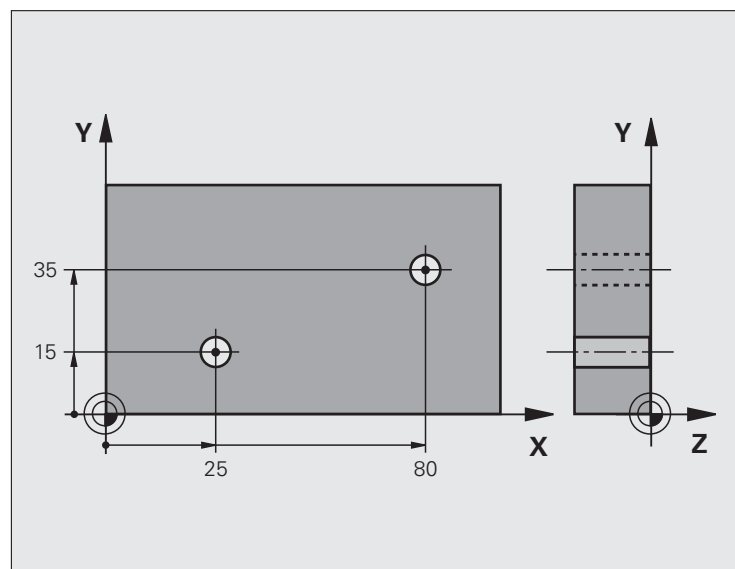


举例: NC 程序段

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 ; 角度步长
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q337=0 ; 设置为零



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 2 HOLES	
Q268=+25; 第一轴第一中心	探测第一孔中心: X 轴坐标
Q269=+15; 第二轴中心	探测第一孔中心: Y 轴坐标
Q270=+80; 第一轴第二点	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; 间隔高度	测头沿测头轴运动不发生碰撞的高度
Q307=+0 ; 预设点基本旋转	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 ; 设置为零	对正后将显示值置零
3 CALL PGM 35K47	零件程序调用
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
循环 408（槽中心参考点），测量槽内宽度并将槽中心定义为原点		页 335
循环 409（凸台中心原点）测量凸台的外宽度和定义凸台中心为原点		页 339
循环 410（原点在矩形内）测量矩形内边长度和宽度和定义中心为原点		页 342
循环 411（原点在矩形外）测量矩形外边长度和宽度和定义中心为原点		页 346
循环 412（原点在圆内）测量圆内边上的任意四个点和定义中心为原点		页 350
循环 413（原点在圆外）测量圆外边上的任意四个点和定义中心为原点		页 353
循环 414（原点在角外）测量角外的两条直线和定义交点为原点		页 356
循环 415（原点在角内）测量角内的两条直线和定义交点为原点		页 361
循环 416（原点在圆心）（第二软键行）测量螺栓孔圆上的任意三个孔和定义螺栓孔圆的圆心为原点		页 365
循环 417（原点在 TS 轴）（第二软键行）测量探测轴的任意一个位置将其和定义为原点		页 368
循环 418（四孔定原点）（第二软键行）交叉测量 4 个孔和定义其连线的交点为原点		页 370
循环 419（原点沿一个轴）（第二软键行）测量任何一个轴的任意一个位置将其和定义为原点		页 373



所有原点设置探测循环的共同特点



旋转（基本旋转或循环 10）工作时，也可以运行探测循环 408 至 419。

原点和测头轴

TNC 用测量程序中的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。

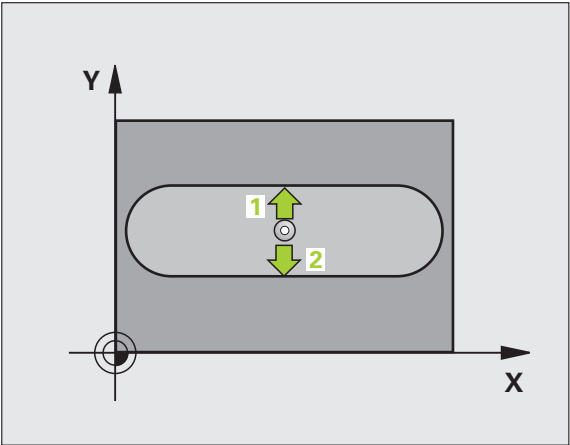
15.2 槽中心原点（循环 408， DIN/ISO：G408，FCL 3 功能）

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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在起点位置 1 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头沿平行轴在测量高度或在间隔高度线性运动至下一个起点 2 和探测第二触点。
- 4 最后，TNC 将测头移回间隔高度和处理用循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 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 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q166	被测槽宽实际值
Q157	中心线的实际值



编程时注意:



碰撞危险!

为避免测头和工件发生碰撞, 输入**较小**槽宽的估计值。

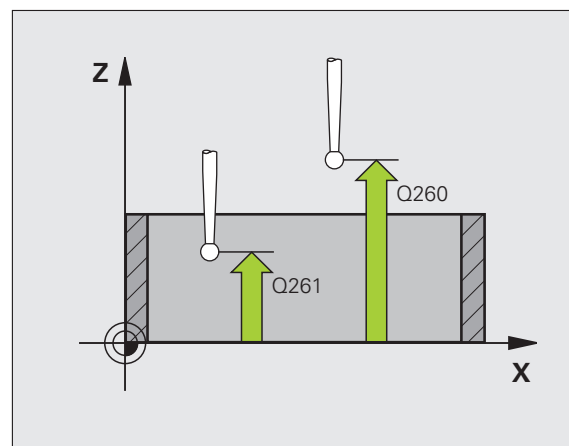
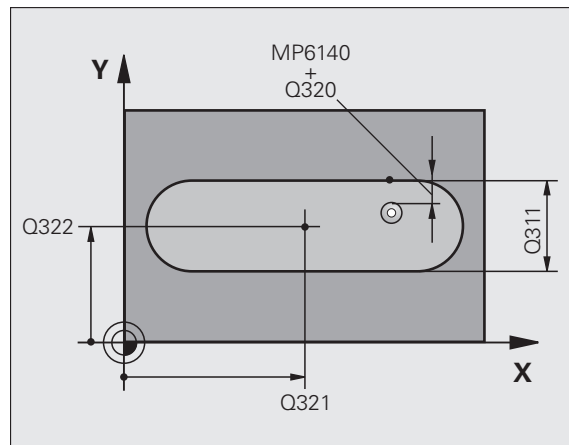
如果槽宽和安全高度无法使测头预定位在触点附近, TNC 一定从槽的中心开始探测。这时, 测头将无法在二个测量点间回到间隔高度处。

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
- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **移至间隔高度** 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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, TNC 自动将显示值设置为新原点在槽中心处。输入范围 0 至 2999
- ▶ **新原点** Q405 (绝对值): TNC 设置计算的槽中心的测量轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围 : - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (0, 1)** Q303: 用于指定将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 (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: 不设置测头轴的原点
1: 设置测头轴的原点
- ▶ **探测 TS 轴: 第一轴坐标** Q382 (绝对值): 探测点沿加工面参考轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第二轴坐标** Q383 (绝对值): 探测点沿加工面辅助轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第三轴坐标** Q384 (绝对值): 探测点在探测轴上的坐标, 该点将被设置为探测轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **TS 轴的新原点** Q333 (绝对值): TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围 :
- 99999.9999 至 99999.9999

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
Q272=1 ; 测量轴
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q305=10 ; 表中编号
Q405=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测
Q382=+85;TS 轴的第一坐标
Q383=+50;TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ;TS 轴的第三坐标
Q333=+1 ; 原点

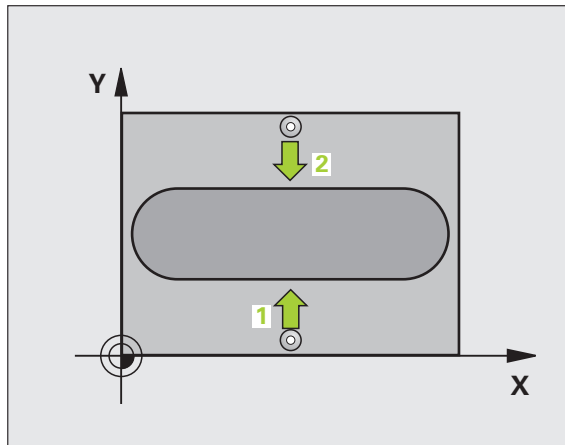


15.3 凸台中心原点（循环 409，DIN/ISO：G409，FCL 3 功能）

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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在探测起点位置 **1** 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头在间隔高度处运动至下一个触点 **2** 和探测第二触点。
- 4 最后，TNC 将测头移回间隔高度和处理用循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 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 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。



参数编号	含义
Q166	被测凸台宽度实际值
Q157	中心线的实际值

编程时注意：



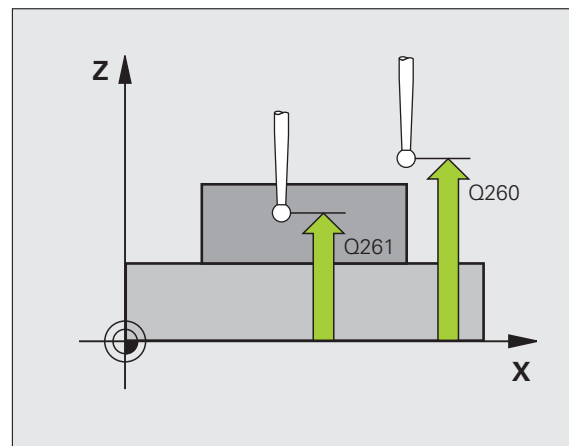
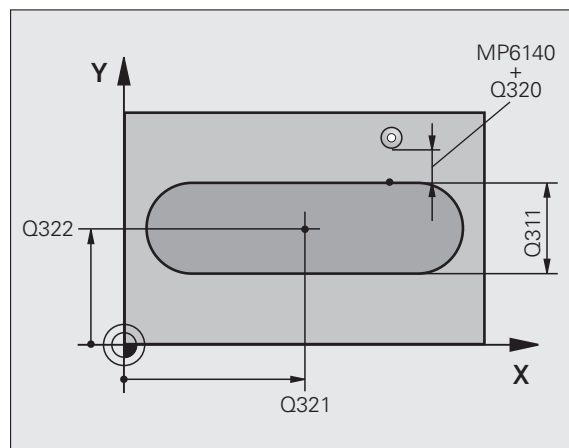
碰撞危险！

为避免测头与工件碰撞，输入**较大**的凸台宽度估计值。
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

循环参数



- ▶ **第一轴中心 Q321 (绝对值)**: 加工面参考轴上的凸台中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴中心 Q322 (绝对值)**: 加工面辅助轴上的凸台中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **凸台宽 Q311 (增量值)**: 凸台宽度, 与其在加工面上的位置无关。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **测量轴 (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
- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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, TNC 自动将显示值设置为新原点在槽中心处。输入范围 0 至 2999
- ▶ **新原点 Q405 (绝对值)**: TNC 应设置计算的凸台中心的测量轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围: -99999.9999 至 99999.9999



- ▶ **测量值传送（0，1）Q303：**用于指定将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（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：不设置测头轴的原点
1：设置测头轴的原点
- ▶ **探测 TS 轴：第一轴坐标 Q382（绝对值）：**探测点沿加工面参考轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴：第二轴坐标 Q383（绝对值）：**探测点沿加工面辅助轴的坐标，该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴：第三轴坐标 Q384（绝对值）：**探测点在探测轴上的坐标，该点将被设置为探测轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **TS 轴的新原点 Q333（绝对值）：**TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围：-99999.9999 至 99999.9999

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；间隔高度
Q305=10 ；表中编号
Q405=+0 ；原点
Q303=+1 ；测量值传送
Q381=1 ；沿 TS 轴探测
Q382=+85；TS 轴的第一坐标
Q383=+50；TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ；TS 轴的第三坐标
Q333=+1 ；原点



15.4 原点在矩形内（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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在探测起点位置 **1** 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头沿平行轴在测量高度或在间隔高度线性运动至下一个起点 **2** 和探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **3** 位置处，再定位在起点 **4** 位置处，探测第三和第四触点。
- 5 最后 TNC 再将测头移回间隔高度处并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 页“保存计算的原点”）。
- 6 根据需要，TNC 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点并将实际值保存在以下 Q 参数中。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴的中心实际值
Q154	沿参考轴的长度实际值
Q155	沿辅助轴的长度实际值

编程时注意：

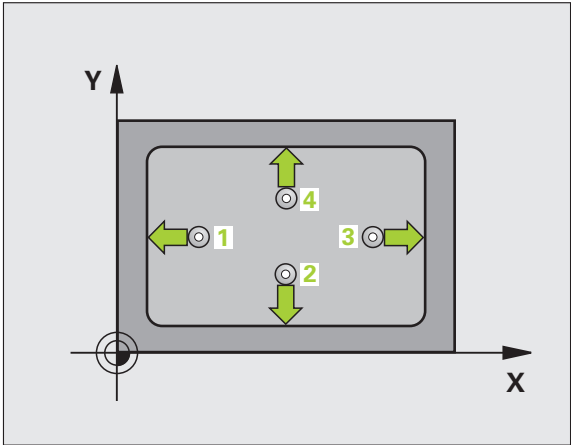


碰撞危险！

为避免测头与工件碰撞，输入**较小**的第一和第二边长度估计值。

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

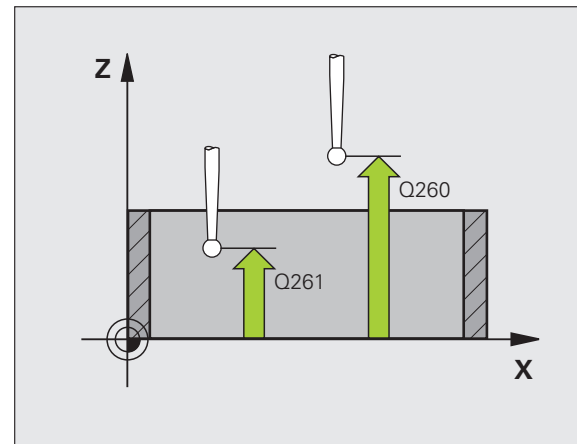
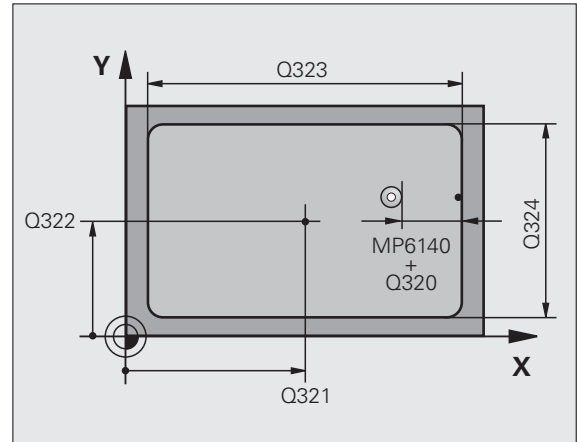
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。



循环参数



- ▶ **第一轴中心** Q321 (绝对值): 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
- ▶ **第一边长** 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
- ▶ **第二边长** 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
- ▶ **测头轴的测量高度** 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度** 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** (预定义)



- ▶ **移至间隔高度** 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **表中原点号** Q305: 输入 TNC 用于保存型腔中心坐标的原点表 / 预设表中的编号。如果输入 Q305=0, TNC 自动设置显示值使新原点位于型腔中心。输入范围 0 至 2999
- ▶ **参考轴的新原点** Q331 (绝对值): TNC 应设置型腔中心的参考轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围 :
 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **辅助轴的新原点** Q332 (绝对值): TNC 应设置型腔中心的辅助轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围 :
 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (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。如果读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 334 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: 不设置测头轴的原点
1: 设置测头轴的原点
- ▶ **探测 TS 轴: 第一轴坐标** Q382 (绝对值): 探测点沿加工面参考轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第二轴坐标** Q383 (绝对值): 探测点沿加工面辅助轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第三轴坐标** Q384 (绝对值): 探测点在探测轴上的坐标, 该点将被设置为探测轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **TS 轴的新原点** Q333 (绝对值): TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999

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 ; 第一边长
Q324=20 ; 第二边长
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q305=10 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测
Q382=+85;TS 轴的第一坐标
Q383=+50;TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ;TS 轴的第三坐标
Q333=+1 ; 原点



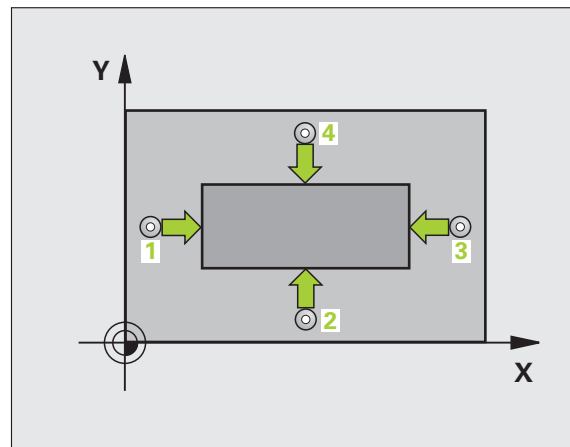
15.5 原点在矩形外（循环 411，DIN/ISO：G411）

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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在探测起点位置 **1** 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头沿平行轴在测量高度或在间隔高度线性运动至下一个起点 **2** 和探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **3** 位置处，再定位在起点 **4** 位置处，探测第三和第四触点。
- 5 最后 TNC 再将测头移回间隔高度处并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 页“保存计算的原点”）。
- 6 根据需要，TNC 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点并将实际值保存在以下 Q 参数中。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴的中心实际值
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!

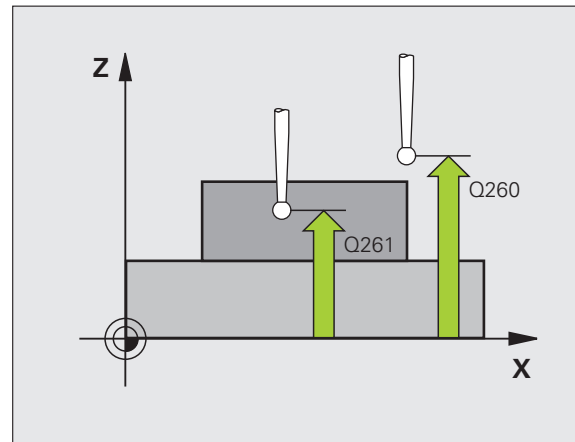
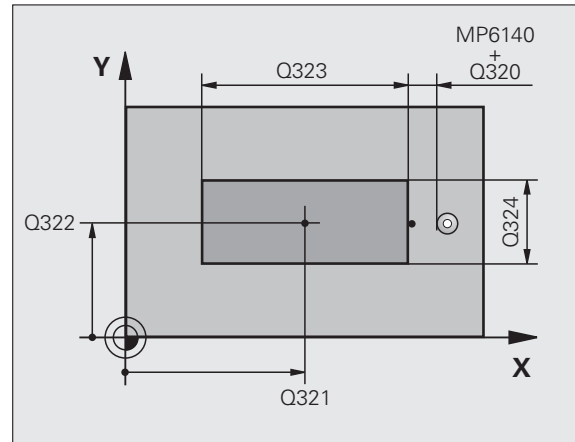
为避免测头与工件碰撞, 输入**较大**的第一和第二边的长度估计值。

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
- ▶ **第一边长** 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
- ▶ **第二边长** 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
- ▶ **测头轴的测量高度** 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度** 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **移至间隔高度** 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **表中原点号** Q305: 输入 TNC 用于保存型腔中心坐标的原点表中的原点号。如果输入 Q305=0, TNC 自动设置显示值使新原点位于凸台中心。输入范围 0 至 2999
- ▶ **参考轴的新原点** Q331 (绝对值): TNC 应设置凸台中心的参考轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围 :
 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **辅助轴的新原点** Q332 (绝对值): TNC 应设置凸台中心的辅助轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围 :
 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (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。如果读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 334 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: 不设置测头轴的原点
1: 设置测头轴的原点
- ▶ **探测 TS 轴: 第一轴坐标 Q382 (绝对值):** 探测点沿加工面参考轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第二轴坐标 Q383 (绝对值):** 探测点沿加工面辅助轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第三轴坐标 Q384 (绝对值):** 探测点在探测轴上的坐标, 该点将被设置为探测轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **TS 轴的新原点 Q333 (绝对值):** TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999

举例: NC 程序段

5 TCH PROBE 411 DATUM OUTSIDE RECTAN.
Q321=+50; 第一轴中心
Q322=+50; 第二轴中心
Q323=60 ; 第一边长
Q324=20 ; 第二边长
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q305=0 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测
Q382=+85;TS 轴的第一坐标
Q383=+50;TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ;TS 轴的第三坐标
Q333=+1 ; 原点

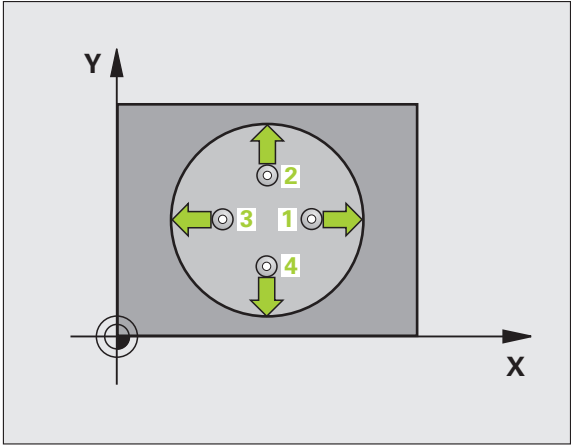


15.6 原点在圆内（循环 412，DIN/ISO：G412）

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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在探测起点位置 **1** 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。TNC 用编程起始角自动决定探测方向。
- 3 然后，使测头沿圆弧运动到测量高度或运动至下一起点 **2** 的间隔高度处并探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **3** 位置处，再定位在起点 **4** 位置处，探测第三和第四触点。
- 5 最后，TNC 将测头移回间隔高度和处理用循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 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 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。



参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴的中心实际值
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间隔高度处。

角度增量 Q247 越小，TNC 计算原点的精度越低。最小输入值：5°

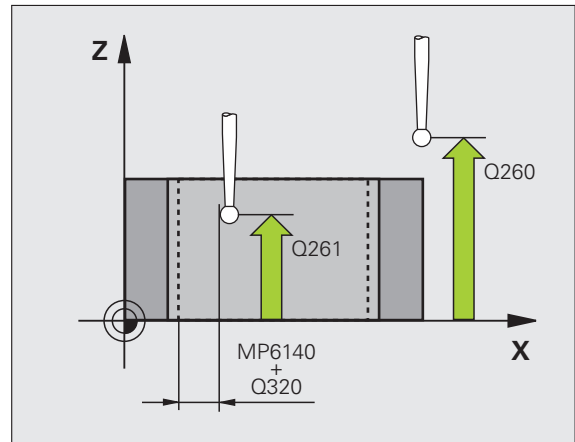
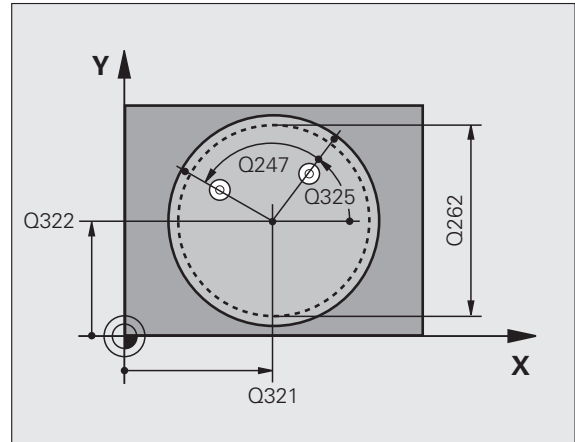
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。



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 Y 轴。如果编程 $Q322 \neq 0$, 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
- ▶ **角度步长 Q247 (增量值)**: 两测量点间角度。角度步长的代数符号决定测头移向下个测量点的旋转方向 (负 = 顺时针)。如果要探测圆弧而不是整圆, 编程的角度步长必须小于 90 度。输入范围 -120.0000 至 120.0000
- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **表中原点号 Q305**: 输入 TNC 用于保存型腔中心坐标的原点表 / 预设表中的编号。如果输入 $Q305 = 0$, TNC 自动设置显示值使新原点位于型腔中心。输入范围 0 至 2999
- ▶ **参考轴的新原点 Q331 (绝对值)**: TNC 应设置型腔中心的参考轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围: -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **辅助轴的新原点 Q332 (绝对值)**: TNC 应设置型腔中心的辅助轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围: -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (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。如果读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 334 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: 不设置测头轴的原点
1: 设置测头轴的原点
- ▶ **探测 TS 轴: 第一轴坐标** Q382 (绝对值): 探测点沿加工面参考轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第二轴坐标** Q383 (绝对值): 探测点沿加工面辅助轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第三轴坐标** Q384 (绝对值): 探测点在探测轴上的坐标, 该点将被设置为探测轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **TS 轴的新原点** Q333 (绝对值): TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围: -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量点数 (4/3)** Q423: 指定 TNC 用 4 个探测点还是 3 个探测点测量孔:
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 “ 运动至间隔高度 ” (Q301=1) 有效时在测量点间的运动方式。
0: 在两次加工间沿直线运动
1: 在两次加工间沿节圆运动

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 ; 角度步长
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20 ; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q305=12 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测
Q382=+85 ; TS 轴的第一坐标
Q383=+50 ; TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ; TS 轴的第三坐标
Q333=+1 ; 原点
Q423=4 ; 测量点数
Q365=1 ; 运动类型

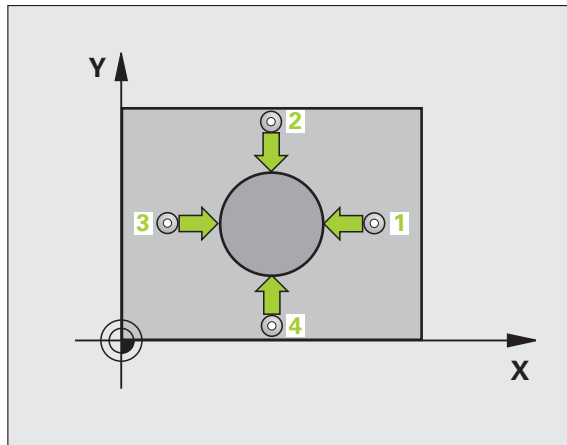


15.7 原点在圆外 (循环 413, DIN/ISO: G413)

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 310 页 “ 执行探测循环 ”)，TNC 用快移速度 (MP6150 的设置值) 将测头定位在探测起点位置 **1** 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率 (MP6120) 探测第一触点。TNC 用编程起始角自动决定探测方向。
- 3 然后，使测头沿圆弧运动到测量高度或运动至下一起点 **2** 的间隔高度处并探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **3** 位置处，再定位在起点 **4** 位置处，探测第三和第四触点。
- 5 最后，TNC 将测头移回间隔高度和处理用循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点 (参见第 334 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 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。



参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴的中心实际值
Q153	直径实际值

编程时注意：



碰撞危险！

为避免测头与工件碰撞，输入**较大**的凸台名义直径估计值。

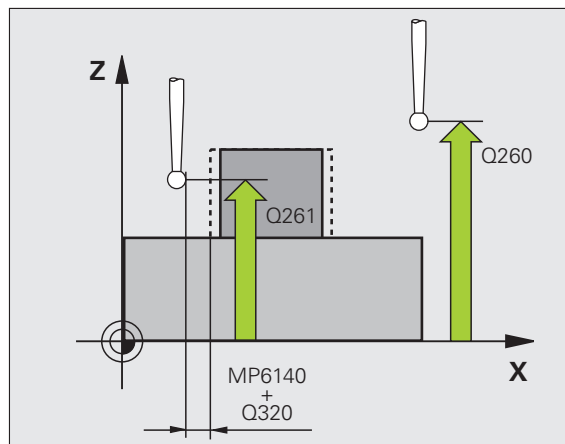
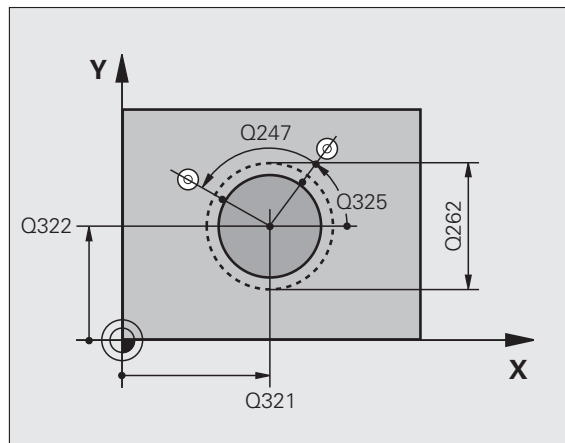
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

角度增量 Q247 越小，TNC 计算原点的精度越低。最小输入值：5°。

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 $Q322 \neq 0$, 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
- ▶ **角度步长 Q247 (增量值)**: 两测量点间角度。角度步长的代数符号决定测头移向下个测量点的旋转方向 (- = 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
- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **表中原点号 Q305**: 输入 TNC 用于保存型腔中心坐标的原点表中的原点号。如果输入 $Q305 = 0$, TNC 自动设置显示值使新原点位于凸台中心。输入范围 0 至 2999
- ▶ **参考轴的新原点 Q331 (绝对值)**: TNC 应设置凸台中心的参考轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围: -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **辅助轴的新原点 Q332 (绝对值)**: TNC 应设置凸台中心的辅助轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围: -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (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。如果读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 334 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: 不设置测头轴的原点
1: 设置测头轴的原点
- ▶ **探测 TS 轴: 第一轴坐标 Q382 (绝对值):** 探测点沿加工面参考轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第二轴坐标 Q383 (绝对值):** 探测点沿加工面辅助轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第三轴坐标 Q384 (绝对值):** 探测点在探测轴上的坐标, 该点将被设置为探测轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **TS 轴的新原点 Q333 (绝对值):** TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。基本设置 = 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 =1 Q365:** 定义运动路径功能, 确定刀具在 “运动至间隔高度” (Q301=1) 有效时在测量点间的运动方式。
0: 在两次加工间沿直线运动
1: 在两次加工间沿节圆运动

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; 角度步长
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q305=15 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测
Q382=+85; TS 轴的第一坐标
Q383=+50; TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ; TS 轴的第三坐标
Q333=+1 ; 原点
Q423=4 ; 测量点数
Q365=1 ; 运动类型



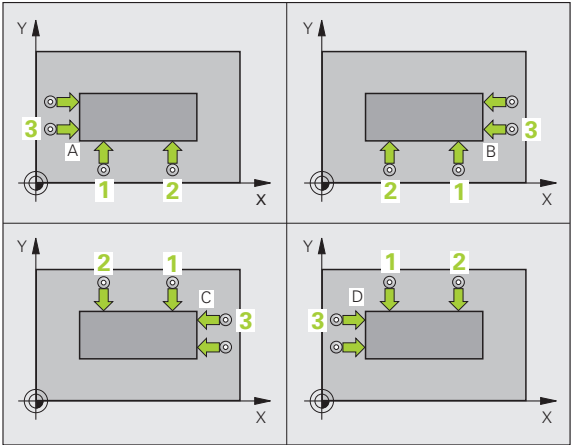
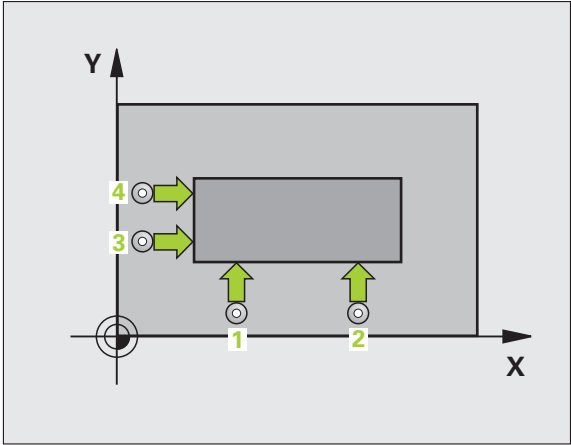
15.8 原点在外角 (循环 414, DIN/ISO: G414)

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 310 页 “ 执行探测循环 ”)，TNC 用快移速度 (MP6150 的设置值) 将测头定位在第一触点 **1** (见右上图)。TNC 将测头沿相应运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率 (MP6120) 探测第一触点。TNC 用编程的第三测量点自动决定探测方向。
- 3 然后，测头运动至下一个起点位置 **2** 并探测第二位置。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **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 将测头移回间隔高度 and 处理用参数 Q303 和 Q305 确定的原点 (参见第 334 页 “ 保存计算的原点 ”)，并将确定的角点坐标值保存在以下 Q 参数中。
- 6 根据需要，TNC 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴的角点实际值
Q152	沿辅助轴的角点实际值



编程时注意：

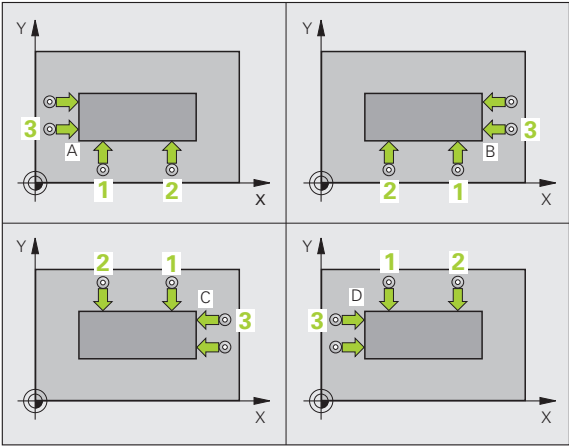


循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

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）。

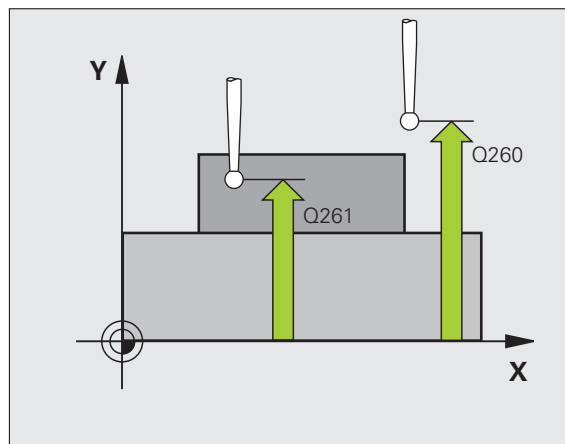
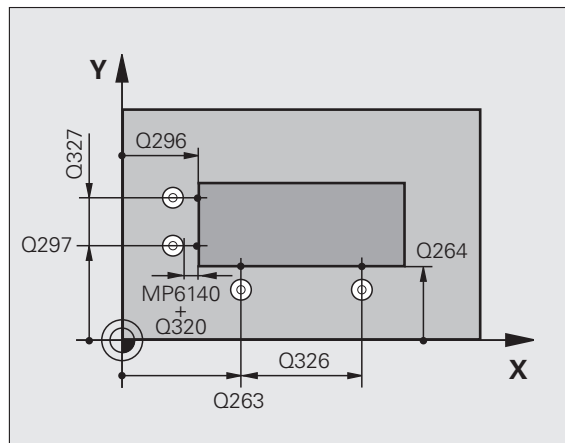
角点	X 轴坐标	Y 轴坐标
A	点 1 大于点 3	点 1 小于点 3
B	点 1 小于点 3	点 1 小于点 3
C	点 1 小于点 3	点 1 大于点 3
D	点 1 大于点 3	点 1 大于点 3



循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点** 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
- ▶ **第二轴的第一测量点** 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
- ▶ **第一轴的第三测量点** 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
- ▶ **第二轴的第三测量点** 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
- ▶ **测头轴的测量高度** 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度** 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。输入范围为 - 99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **移至间隔高度** 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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
- ▶ **表中原点号** Q305: 输入 TNC 用于保存角点坐标的原点表 / 预设表中的原点号。如果输入 Q305=0, TNC 自动设置显示值使新原点位于角点上。输入范围 0 至 2999
- ▶ **参考轴的新原点** Q331 (绝对值): TNC 应设置角点的参考轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围:
 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **辅助轴的新原点** Q332 (绝对值): TNC 应设置计算的角点的辅助轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围:
 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (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。如果读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 334 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: 不设置测头轴的原点
1: 设置测头轴的原点
- ▶ **探测 TS 轴: 第一轴坐标** Q382 (绝对值): 探测点沿加工面参考轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第二轴坐标** Q383 (绝对值): 探测点沿加工面辅助轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第三轴坐标** Q384 (绝对值): 探测点在探测轴上的坐标, 该点将被设置为探测轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **TS 轴的新原点** Q333 (绝对值): TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围 :
- 99999.9999 至 99999.9999

举例: NC 程序段

5 TCH PROBE 414 DATUM INSIDE CORNER
Q263=+37 ; 第一轴的第一点
Q264=+7 ; 第二轴的第一点
Q326=50 ; 第一轴的间距
Q296=+95; 第一轴的第三点
Q297=+25; 第二轴的第三点
Q327=45 ; 第二轴的间距
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q304=0 ; 基本旋转
Q305=7 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测
Q382=+85;TS 轴的第一坐标
Q383=+50;TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ;TS 轴的第三坐标
Q333=+1 ; 原点

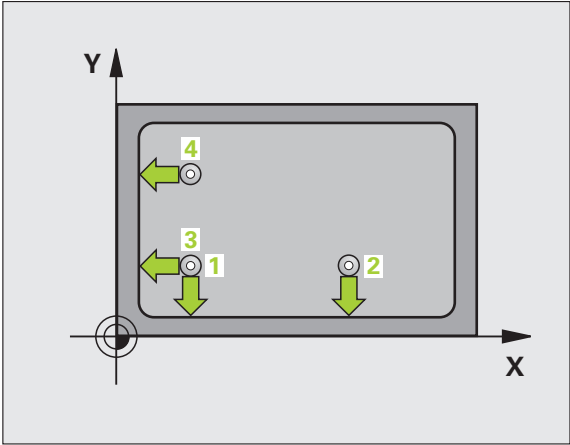


15.9 原点在角 （循环 415， DIN/ISO： G415 ）

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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在循环中定义的第一触点 1（见右上图）。TNC 将测头沿相应运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
 - 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。探测方向取决于标识角点的编号。
 - 3 然后，测头运动至下一个起点位置 2 并探测第二位置。
 - 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 将测头移回间隔高度和处理用参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 页“保存计算的原点”），并将确定的角点坐标值保存在以下 Q 参数中。
 - 6 根据需要，TNC 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴的角点实际值
Q152	沿辅助轴的角点实际值



编程时注意:



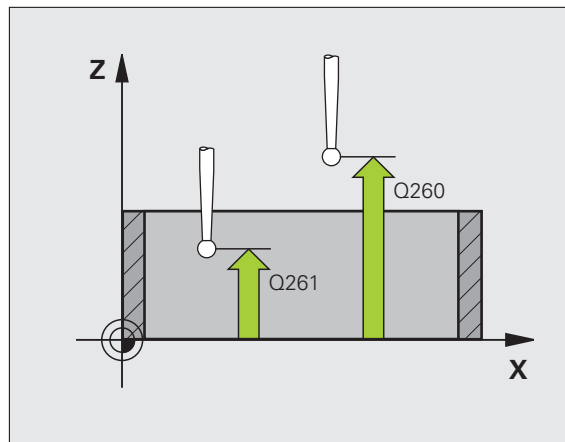
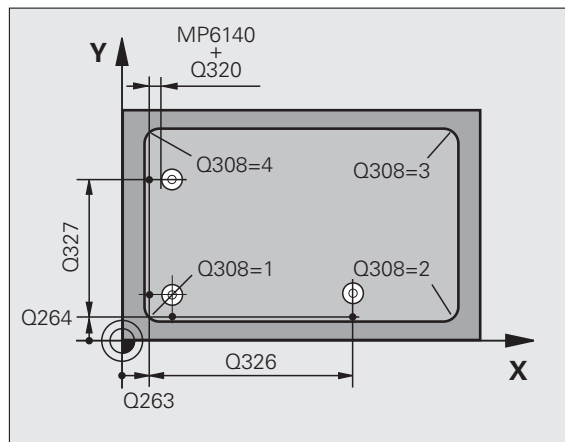
循环定义前, 必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

TNC 总是沿加工面辅助轴方向测量第一条直线。

循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点** 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
- ▶ **第二轴的第一测量点** 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
- ▶ **测头轴的测量高度** 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度** 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **移至间隔高度** 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **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
- ▶ **表中原点号** Q305: 输入 TNC 用于保存角点坐标的原点表 / 预设表中的原点号。如果输入 Q305=0, TNC 自动设置显示值使新原点位于角点上。输入范围 0 至 2999
- ▶ **参考轴的新原点** Q331 (绝对值): TNC 应设置角点的参考轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围:
 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **辅助轴的新原点** Q332 (绝对值): TNC 应设置计算的角点的辅助轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围:
 - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (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。如果读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 334 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: 不设置测头轴的原点
1: 设置测头轴的原点
- ▶ **探测 TS 轴: 第一轴坐标** Q382 (绝对值): 探测点沿加工面参考轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第二轴坐标** Q383 (绝对值): 探测点沿加工面辅助轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **探测 TS 轴: 第三轴坐标** Q384 (绝对值): 探测点在探测轴上的坐标, 该点将被设置为探测轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围- 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **TS 轴的新原点** Q333 (绝对值): TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围 :
- 99999.9999 至 99999.9999

举例: NC 程序段

5 TCH PROBE 415 DATUM OUTSIDE CORNER
Q263=+37 ; 第一轴的第一点
Q264=+7 ; 第二轴的第一点
Q326=50 ; 第一轴的间距
Q296=+95; 第一轴的第三点
Q297=+25; 第二轴的第三点
Q327=45 ; 第二轴的间距
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q304=0 ; 基本旋转
Q305=7 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测
Q382=+85;TS 轴的第一坐标
Q383=+50;TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ;TS 轴的第三坐标
Q333=+1 ; 原点

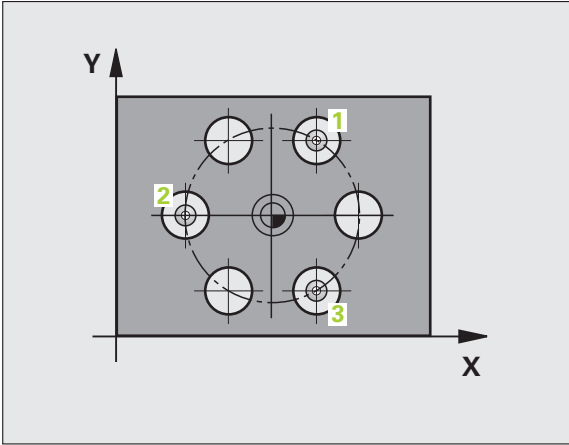


15.10 原点在圆心（循环 416，DIN/ISO：G416）

循环运行

探测循环 416 用于确定螺栓孔圆的圆心并将其圆心定义为原点。根据需要，TNC 也可以将坐标值输入到原点表或预设表中。

- 1 TNC 按照以下定位规则（参见第 310 页“执行探测循环”）以快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在第一孔 1 圆心的输入点处。
- 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 测头返回间隔高度，然后移至输入的位置处，作第二孔 2 的圆心。
- 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 测头移回间隔高度，再移至第三孔 3 中心的输入位置处。
- 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 将测头移回间隔高度和处理用循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 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 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。



参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴的中心实际值
Q153	螺栓孔圆直径实际值



编程时注意:

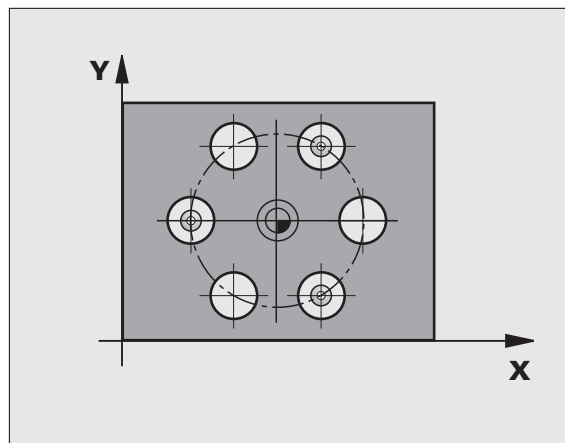
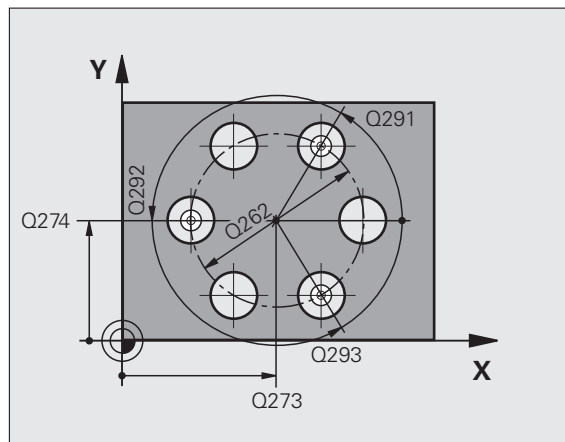


循环定义前, 必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

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
- ▶ **第一孔角度 Q291 (绝对值)**: 加工面上第一孔中心的极坐标角度。输入范围 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **第二孔角度 Q292 (绝对值)**: 加工面上第二孔中心的极坐标角度。输入范围 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **第三孔角度 Q293 (绝对值)**: 加工面上第三孔中心的极坐标角度。输入范围 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **测头轴的测量高度 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
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



- **表中原点号 Q305**: 输入TNC用于保存螺栓孔圆的圆心坐标在原点表 / 预设表中的编号。如果输入 Q305=0, TNC 自动设置显示值使新原点位于螺栓孔圆的圆心上。输入范围 0 至 2999
- **参考轴的新原点 Q331 (绝对值)**: TNC 应设置螺栓孔圆的圆心参考轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- **辅助轴的新原点 Q332 (绝对值)**: TNC 应设置螺栓孔圆的圆心辅助轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- **测量值传送 (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。如果读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 334 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: 不设置测头轴的原点
 - 1: 设置测头轴的原点
- **探测 TS 轴: 第一轴坐标 Q382 (绝对值)**: 探测点沿加工面参考轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- **探测 TS 轴: 第二轴坐标 Q383 (绝对值)**: 探测点沿加工面辅助轴的坐标, 该点将被设置为测头轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- **探测 TS 轴: 第三轴坐标 Q384 (绝对值)**: 探测点在探测轴上的坐标, 该点将被设置为探测轴的原点。仅当 Q381 = 1 时有效。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- **TS 轴的新原点 Q333 (绝对值)**: TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- **安全高度 Q320 (增量值)**: 测量点与球头间的附加距离。Q320 累加至 MP6140, 且只适用于沿测头轴探测原点时。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)

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; 间隔高度
Q305=12 ; 表中编号
Q331=+0 ;DATUM
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测
Q382=+85;TS 轴的第一坐标
Q383=+50;TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ;TS 轴的第三坐标
Q333=+1 ; 原点
Q320=0 ; 安全高度



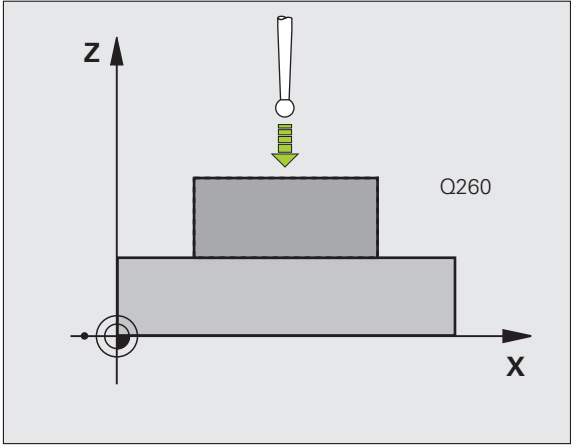
15.11原点在测头轴（循环 417，DIN/ISO：G417）

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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在编程的起点位置 1 处。TNC 将测头沿测头轴的正方向偏移一个安全距离。
- 2 然后，测头沿其轴移至起点 1 的输入坐标处并通过简单探测运动测量实际位置。
- 3 最后，TNC 将测头移回间隔高度和处理用循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 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：



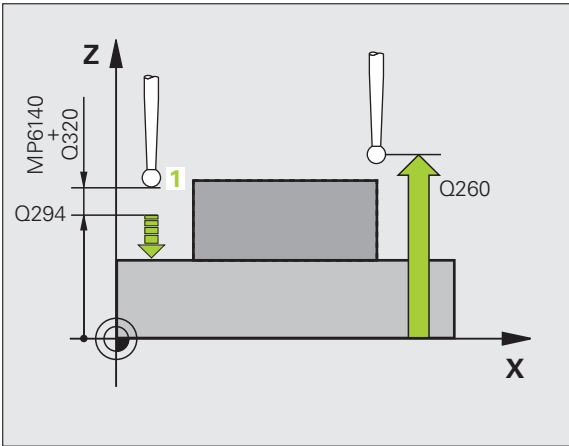
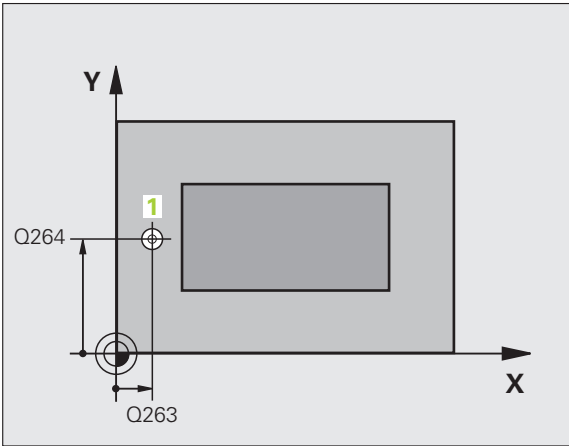
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
然后，TNC 设置该轴的原点。



循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点** 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
- ▶ **第二轴的第一测量点** 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
- ▶ **第三轴的第一测量点** 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度** 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。输入范围为 - 99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **表中原点号** Q305: 输入TNC保存坐标的原点表/预设表中的编号。如果输入 Q305=0, TNC 自动设置显示值使新原点位于探测面上。输入范围 0 至 2999
- ▶ **TS 轴的新原点** Q333 (绝对值): TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (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。如果读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 334 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)。



举例：NC 程序段

5 TCH PROBE 417 DATUM IN TS AXIS
Q263=+25; 第一轴的第一点
Q264=+25; 第二轴的第一点
Q294=+25; 第三轴的第三点
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+50; 间隔高度
Q305=0 ; 表中编号
Q333=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送



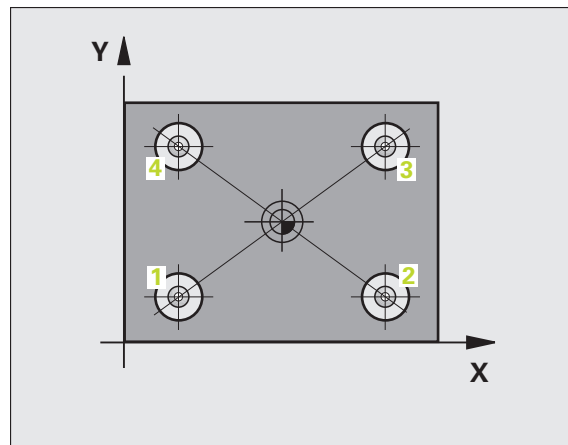
15.12原点在 4 孔的中心（循环 418，DIN/ISO：G418）

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 TNC 按照以下定位规则（参见第 310 页“执行探测循环”）以快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在第一孔 **1** 的圆心。
- 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 测头返回间隔高度，然后移至输入的位置处，作第二孔 **2** 的圆心。
- 4 TNC 再将测头移至输入的测量高度处并探测四个点确定第二孔中心。
- 5 TNC 对孔 **3** 和 **4** 重复执行步骤 3 和 4。
- 6 最后 TNC 再将测头移回间隔高度处并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 页“保存计算的原点”）。TNC 用孔 **1/3** 和 **2/4** 圆心连线的交点计算原点并将实际值保存在以下 Q 参数中。
- 7 根据需要，TNC 继续沿测头轴通过另一次探测测量原点。

参数编号	含义
Q151	沿参考轴的交点实际值
Q152	沿辅助轴的交点实际值



编程时注意:

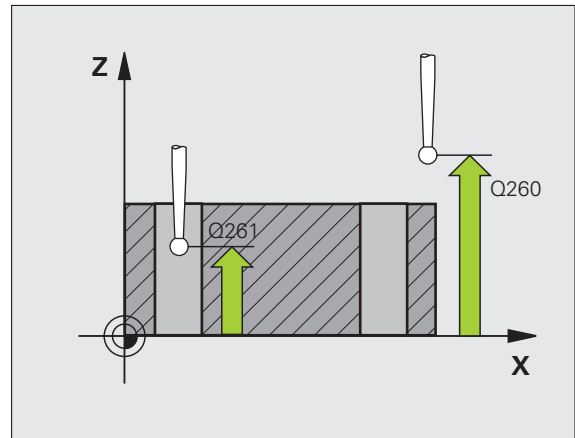
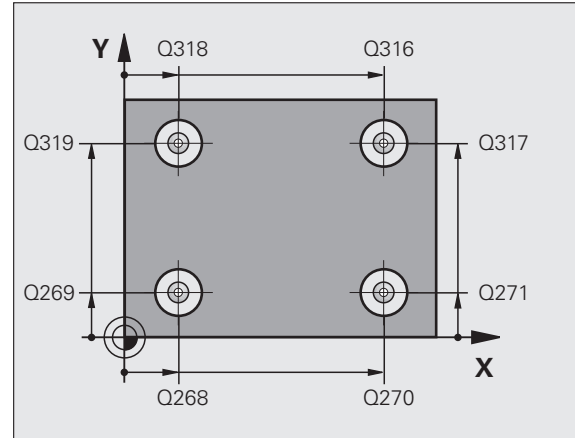


循环定义前, 必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

循环参数



- ▶ **第一轴的第一圆心** 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
- ▶ **第二轴的第一圆心** 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
- ▶ **第一轴的第二圆心** 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
- ▶ **第二轴的第二圆心** 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
- ▶ **第一轴的第三圆心** Q316 (绝对值): 沿加工面参考轴第三孔的圆心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴的第三圆心** 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
- ▶ **第一轴的第四圆心** 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
- ▶ **第二轴的第四圆心** 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
- ▶ **测头轴的测量高度** 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
- ▶ **间隔高度** 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **表中原点号 Q305**: 输入 TNC 保存直线交点坐标的原点表 / 预设表中的编号。如果输入 Q305=0, TNC 自动设置显示值使新原点位于连线的交点处。输入范围 0 至 2999
- ▶ **参考轴的新原点 Q331 (绝对值)**: TNC 用于设置计算的连线交点的参考轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **辅助轴的新原点 Q332 (绝对值)**: TNC 用于设置计算的连线交点的辅助轴坐标。默认设置值 = 0。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (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。如果读入老版程序, TNC 输入该值 (参见第 334 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: 不设置测头轴的原点
 - 1: 设置测头轴的原点
- ▶ **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 轴的新原点 Q333 (绝对值)**: TNC 设置原点的沿测头轴的坐标。默认设置值 = 0。输入范围: - 99999.9999 至 99999.9999

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; 间隔高度
Q305=12 ; 表中编号
Q331=+0 ; 原点
Q332=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测
Q382=+85; TS 轴的第一坐标
Q383=+50; TS 轴的第二坐标
Q384=+0 ; TS 轴的第三坐标
Q333=+0 ; 原点

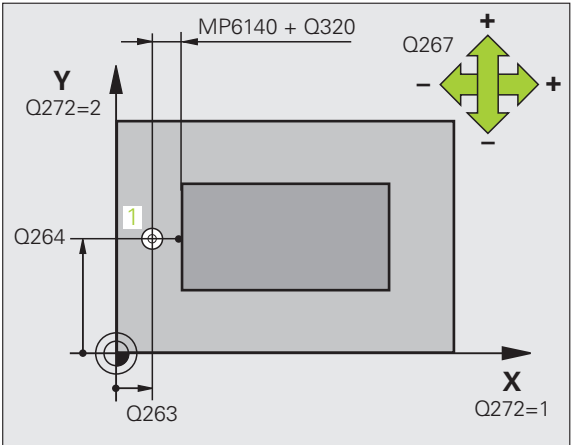


15.13 原点在一轴上（循环 419， DIN/ISO：G419）

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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在编程的起点位置 1 处。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 再将测头移回间隔高度处并处理根据循环参数 Q303 和 Q305 确定的原点（参见第 334 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）。

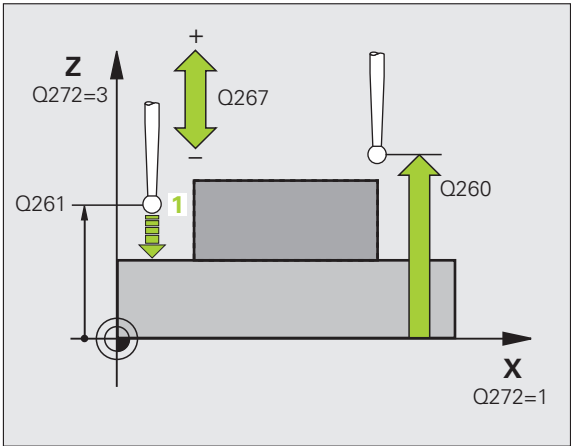
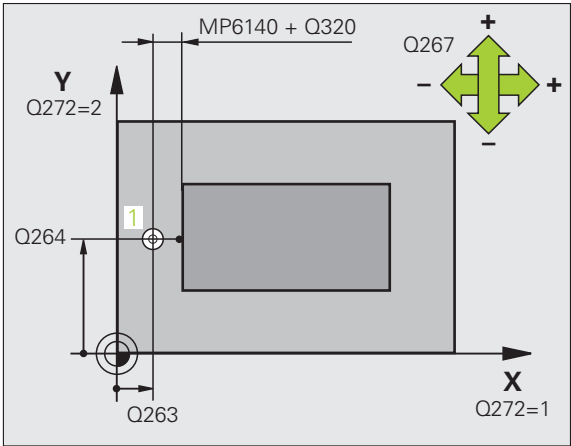


循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点** 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
- ▶ **第二轴的第一测量点** 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
- ▶ **测头轴的测量高度** 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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **间隔高度** 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **测量轴（1...3: 1= 参考轴）** Q272：被测轴：
 - 1: 参考轴 = 测量轴
 - 2: 辅助轴 = 测量轴
 - 3: 测头轴 = 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



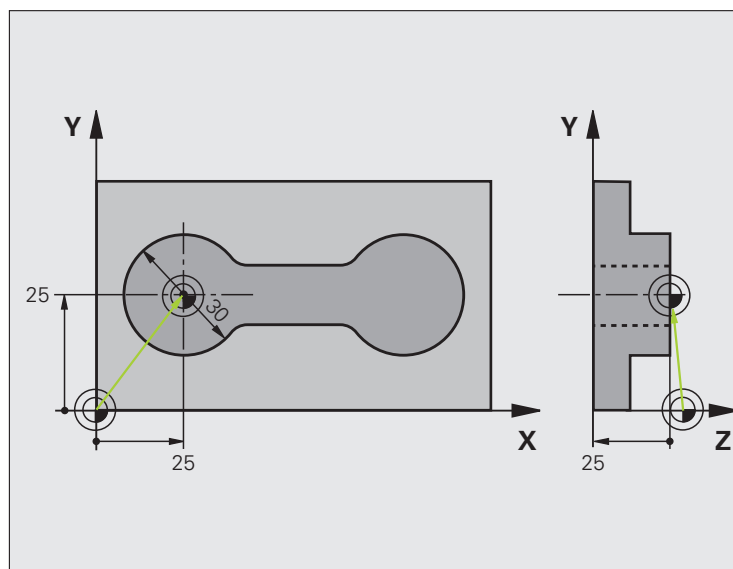
- ▶ **运动方向** Q267: 测头接近工件的方向:
-1:负运动方向
+1:正方向运动
- ▶ **表中原点号** Q305: 输入TNC保存坐标的原点表/预设表中的编号。如果输入 Q305=0, TNC 自动设置显示值使新原点位于探测面上。输入范围 0 至 2999
- ▶ **新原点** Q333 (绝对值): TNC 用于设置原点的坐标。默认设置值 = 0。输入范围: -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量值传送 (0, 1)** Q303: 用于指定将确定的原点保存在原点表中还是预设表中:
-1: 不允许用。参见第 334 页的 " 保存计算的原点 "
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 (REF 系统)。

举例: NC 程序段

5 TCH PROBE 419 DATUM IN ONE AXIS
Q263=+25; 第一轴的第一点
Q264=+25; 第二轴的第一点
Q261=+25; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+50; 间隔高度
Q272=+1 ; 测量轴
Q267=+1 ; 运动方向
Q305=0 ; 表中编号
Q333=+0 ; 原点
Q303=+1 ; 测量值传送



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

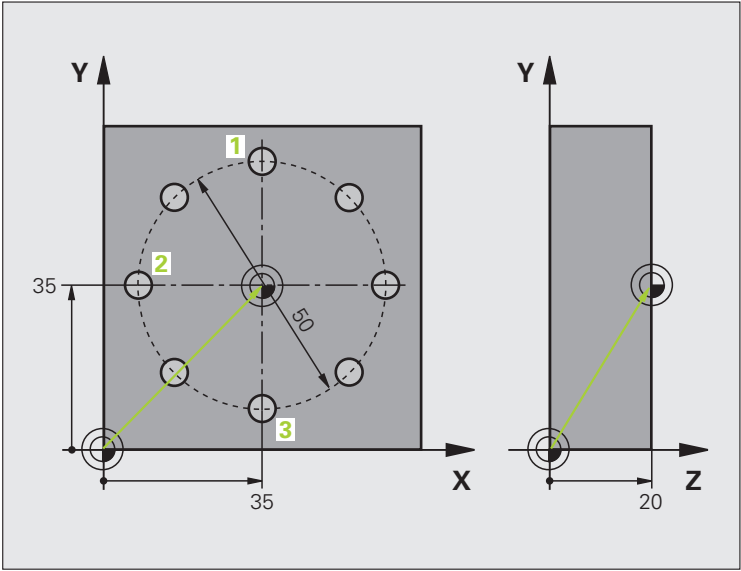
调用刀具 0 定义测头轴

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; 角度步长	计算起点 2 至 4 的角度步长
Q261=-5 ; 测量高度	进行测量的测头轴坐标
Q320=2 ; 安全高度	累加至 MP6140 的安全高度
Q260=+10; 间隔高度	测头沿测头轴运动不发生碰撞的高度
Q301=0 ; 移至安全高度	在两测量点间不运动到间隔高度位置
Q305=0 ; 表中编号	设置显示值
Q331=+0 ; 原点	将 X 轴显示值设置为 0
Q332=+10; 原点	将 Y 轴显示值设置为 10
Q303=+0 ; 测量值传送	无作用, 因为是设置的显示值
Q381=1 ; 沿 TS 轴探测	也设置测头轴的原点
Q382=+25;TS 轴的第一坐标	触点的 X 轴坐标
Q383=+25;TS 轴的第二坐标	触点的 Y 轴坐标
Q384=+25;TS 轴的第三坐标	触点的 Z 轴坐标
Q333=+0 ; 原点	将 Z 轴显示值设置为 0
Q423=4 ; 测量点数	测量点数
Q365=1 ; 运动类型	沿圆弧或直线运动之下个触点
3 CALL PGM 35K47	零件程序调用
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

被测螺栓孔将被写入预设表中，供以后使用。

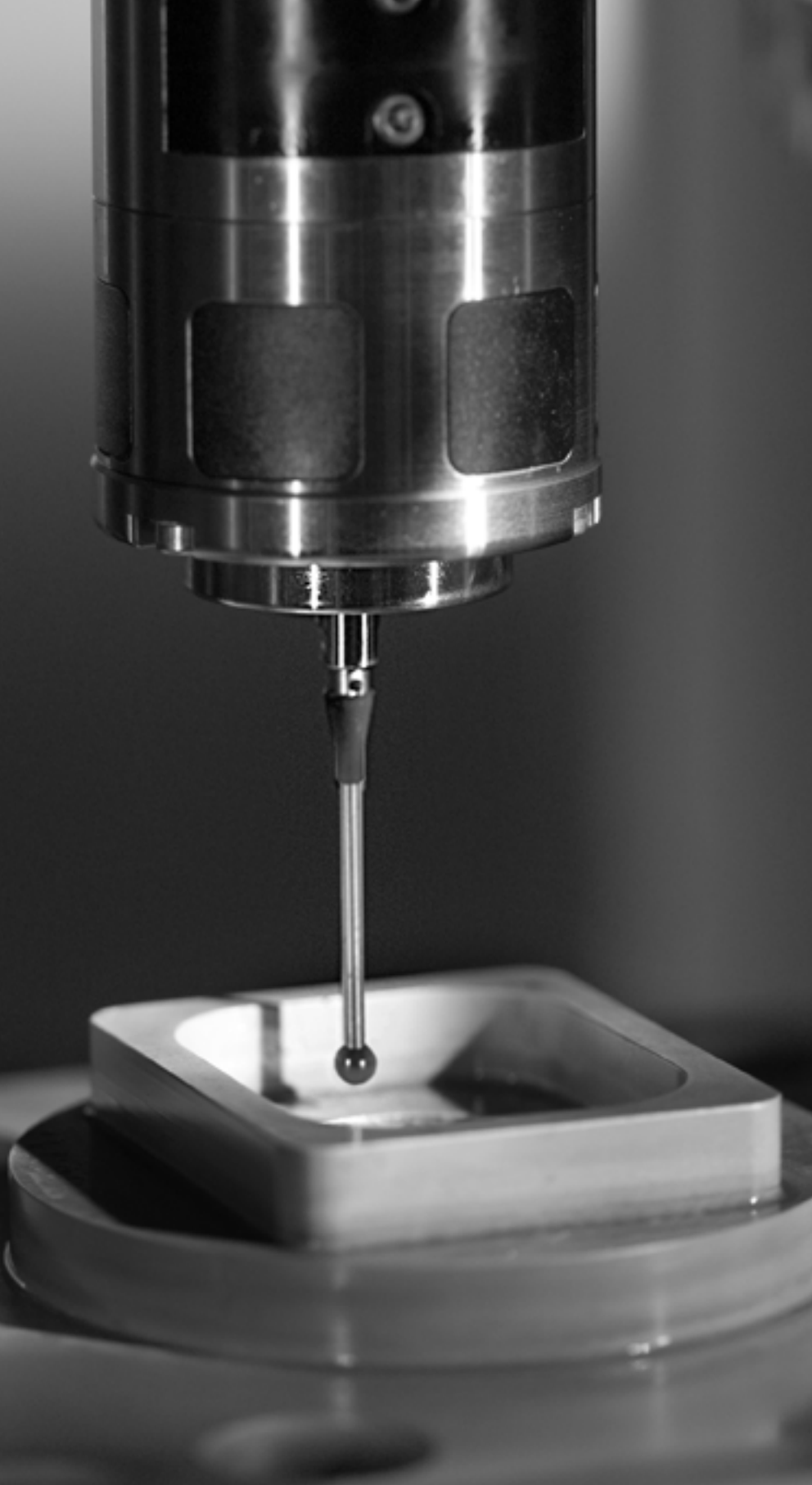


0 BEGIN PGM CYC416 MM	
1 TOOL CALL 69 Z	调用刀具 0 定义测头轴
2 TCH PROBE 417 DATUM IN TS AXIS	设置测头轴原点的循环定义
Q263=+7.5; 第一轴的第一点	触点：X 轴坐标
Q264=+7.5; 第二轴的第一点	触点：Y 轴坐标
Q294=+25; 第三轴的第三点	触点：Z 轴坐标
Q320=0 ; 安全高度	累加至 MP6140 的安全高度
Q260=+50; 间隔高度	测头沿测头轴运动不发生碰撞的高度
Q305=1 ; 表中编号	将 Z 轴坐标写入第一行
Q333=+0 ; 原点	将测头轴设置为 0
Q303=+1 ; 测量值传送	将相对机床坐标系（REF 系统）计算得到的原点保存在预设表“PRESET.PR”中。



3 TCH PROBE 416 DATUM CIRCLE CENTER	
Q273=+35; 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	第一孔中心 1 的极坐标角度
Q292=+180; 第二孔的角度	第二孔中心 2 的极坐标角度
Q293=+270; 第三孔的角度	第三孔中心 3 的极坐标角度
Q261=+15; 测量高度	进行测量的测头轴坐标
Q260=+10; 间隔高度	测头沿测头轴运动不发生碰撞的高度
Q305=1 ; 表中编号	将螺栓孔圆的中心（X 和 Y）输入在第一行中
Q331=+0 ; 原点	
Q332=+0 ; 原点	
Q303=+1 ; 测量值传送	将相对机床坐标系（REF 系统）计算得到的原点保存在预设表“PRESET.PR”中。
Q381=0 ; 沿 TS 轴探测	不设置测头轴的原点
Q382=+0 ; TS 轴的第一坐标	无作用
Q383=+0 ; TS 轴的第二坐标	无作用
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	
Q339=1 ; 原点编号	用循环 247 激活新预设点
6 CALL PGM 35KLZ	
零件程序调用	
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
循环 0（参考面）测量所选轴的坐标		页 388
循环 1（极坐标原点面）测量探测方向上的一个点		页 389
循环 420（测量角）测量加工面上的角度		页 391
循环 421（测量孔）测量孔的位置和直径		页 393
循环 422（测量外圆）测量圆弧凸台位置和直径		页 396
循环 423（测量矩形内尺寸）测量矩形型腔位置，长度和宽度		页 399
循环 424（测量矩形外尺寸）测量矩形凸台位置，长度和宽度		页 402
循环 425（测量内宽度）（第二软键行）测量槽宽		页 406
循环 426（测量凸台宽度）（第二软键行）测量凸台宽度		页 409
循环 427（测量坐标）（第二软键行）测量所选轴的任意坐标		页 412
循环 430（测量螺栓孔圆）（第二软键行）测量螺栓孔圆的位置和直径		页 415
循环 431（测量平面）（第二软键行）测量平面的 A 和 B 轴角度		页 419



记录测量结果

自动测量工件的所有循环（不包括循环 0 和 1）都可以用 TNC 系统记录测量结果。在相应探测循环中，使 TNC

- 将测量日志保存在文件中
- 中断程序运行并在屏幕上显示测量日志
- 不创建测量日志

如果将测量日志保存为文件，默认情况下 TNC 将测量结果保存为文本文件并存放在测量程序所在目录。也可以直接将测量日志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）设置打印功能为“RS232:\”（参见《用户手册》的“MOD 功能，设置数据接口”部分）。



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，允许坐标系在平面上旋转或通过 3-D 旋转功能倾斜平面。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

Date: 30-06-2005

Time: 6:55:04

Measuring program: TNC:\GEH35712\CHECK1.H

Nominal values: Center in reference axis: 50.0000

Center in minor axis: 65.0000

Diameter: 12.0000

Given limit values: Maximum dimension for center in reference axis:

50.1000 Minimum limit for center in reference axis: 49.9000

Maximum limit for center in minor axis: 65.1000

Minimum limit for center in minor axis: 64.9000

Maximum dimension for hole: 12.0450

Minimum dimension for hole: 12.0000

Actual values: Center in reference axis: 50.0810

Center in minor axis: 64.9530

Diameter: 12.0259

Deviations: Center in reference axis: 0.0810

Center in minor axis: -0.0470

Diameter: 0.0259

Further measuring results: Measuring height: -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：

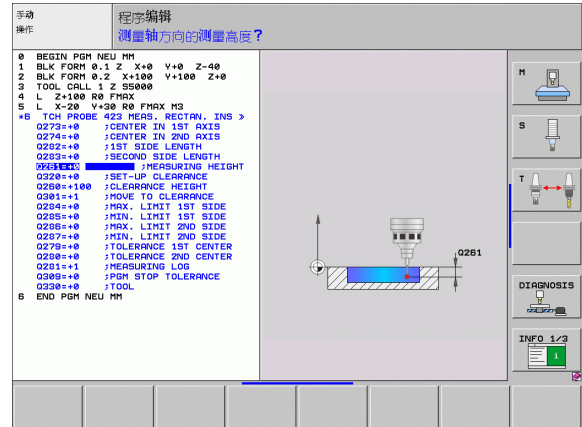
结果分类	参数值
测量结果在公差范围内	Q180 = 1
需要修复	Q181 = 1
报废	Q182 = 1

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 将输出错误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

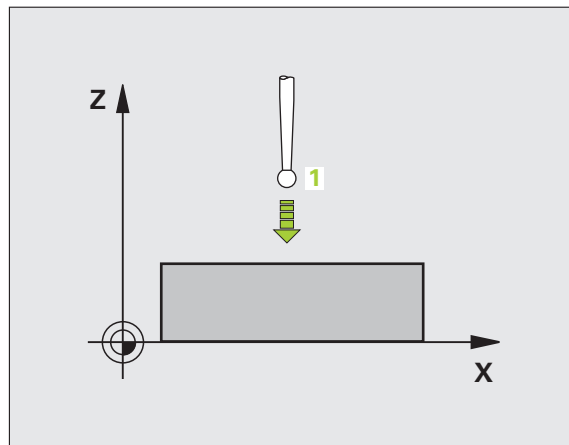
TNC 将所有测量结果全部传给结果参数和当前坐标系统的协议文件，或根据情况转换成平移的及 / 或倾斜的坐标系。



16.2 参考面（循环 0，DIN/ISO：G55）

循环运行

- 1 测头用快移速度（MP6150 的设置值）运动至循环中的编程起点位置 **1**。
- 2 然后，测头用 MP6120 中设置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被测坐标保存在 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 不考虑探针长度和半径因素。



编程时注意：



碰撞危险！

接近编程的预定位点时必须预定位测头，避免碰撞。

循环参数



- ▶ **结果的参数编号：**输入用于保存坐标值的 Q 参数编号。输入范围 0 至 1999
- ▶ **探测轴 / 探测方向：**用轴选键或字母键盘输入探测轴和探测方向代数符号。用 ENT 键确认输入信息。输入范围：全部 NC 轴
- ▶ **名义位置值：**用轴选键或字母键盘输入进行探测所需预定位点的全部名义坐标值。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ 要结束输入，按下 END 键。

举例：NC 程序段

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

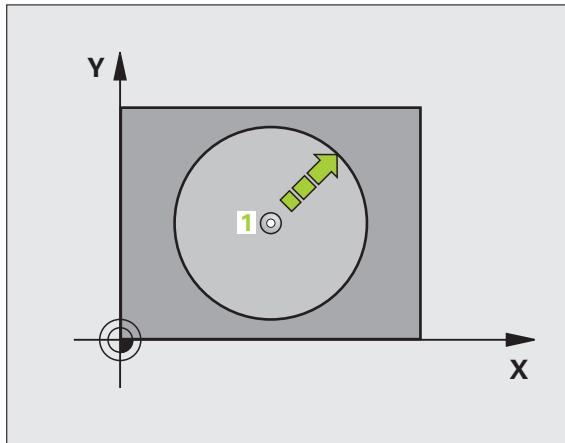
```
68 TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5
```

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 测头用快移速度（MP6150 的设置值）运动至循环中的编程起点位置 **1**。
- 2 然后，测头用 MP6120 中设置的进给速率接近工件。探测期间，TNC 沿 2 个坐标轴轴（取决于探测角度）联动。扫描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：

- 探测轴 X：X/Y 平面
- 探测轴 Y：Y/Z 平面
- 探测轴 Z：Z/X 平面

循环参数



- ▶ **探测轴：**用轴选键或字母键盘输入测头轴。用 ENT 键确认输入信息。输入范围：**X, Y 或 Z**
- ▶ **探测角度：**从测头轴到测头运动方向的角度测量值。输入范围 -180.0000 至 180.0000
- ▶ **名义位置值：**用轴选键或字母键盘输入进行探测所需预定位点的全部名义坐标值。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ 要结束输入，按下 END 键。

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
```



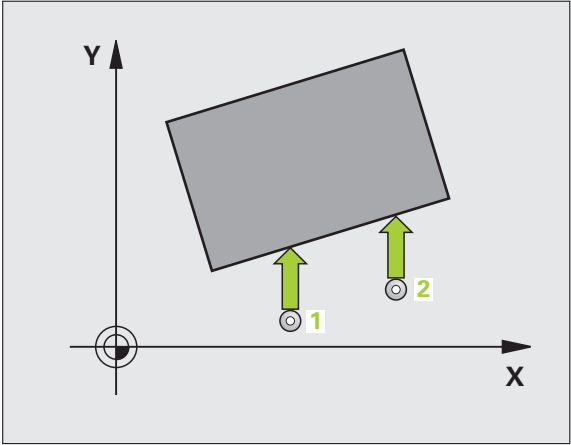
16.4 测量角度 (循环 420, DIN/ISO: G420)

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。

- 根据定位规则 (参见第 310 页 “ 执行探测循环 ”), TNC 用快移速度 (MP6150 的设置值) 将测头定位在编程的起点位置 **1** 处。TNC 将测头沿定义运动方向的相反方向偏移一个安全距离。
- 然后, 测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率 (MP6120) 探测第一触点。
- 然后, 测头运动至下一个起点位置 **2** 并探测第二位置。
- TNC 再将测头移回间隔高度处并将角度测量值保存在以下 Q 参数中:

参数编号	含义
Q150	角度测量值为相对加工面参考轴的角度。



编程时注意:



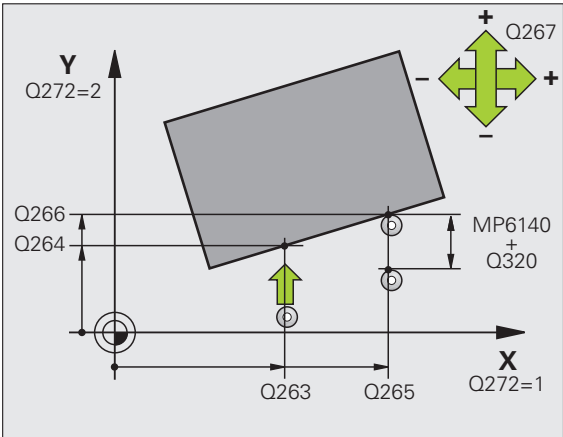
循环定义前, 必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

如果测头轴 = 测量轴和被测角度为围绕 A 轴旋转, 使 **Q263** 等于 **Q265**; 如果被测角度为围绕 B 轴旋转, 使 **Q263** 不等于 **Q265**。

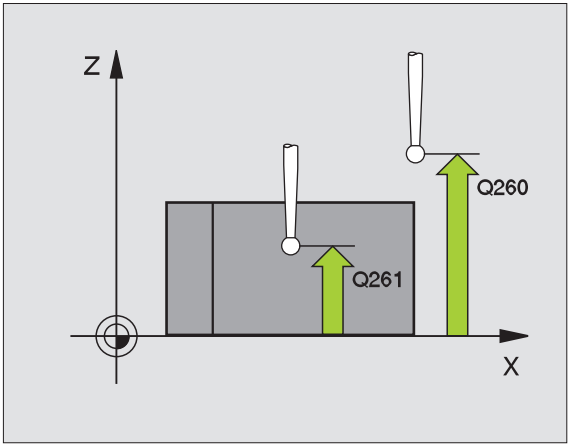
循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点** 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
- ▶ **第二轴的第一测量点** 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
- ▶ **第一轴的第二测量点** 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
- ▶ **第二轴的第二测量点** 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:
 - 参考轴 = 测量轴
 - 辅助轴 = 测量轴
 - 测头轴 = 测量轴



- ▶ **运动方向 1Q267**：测头接近工件的方向：
-1:负运动方向
+1:正方向运动
- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为- 99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
或者 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **测量日志 Q281**：确定 TNC 是否创建测量日志：
0: 不创建测量日志。
1: 创建测量日志：在标准设置下，TNC 将**日志文件“TCHPR420.TXT”** 保存在测量程序所在目录。
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	第一轴的第一点
Q264=+10	第二轴的第一点
Q265=+15	第一轴的第二点
Q266=+95	第二轴的第二点
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	间隔高度
Q301=1	移至安全高度
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。

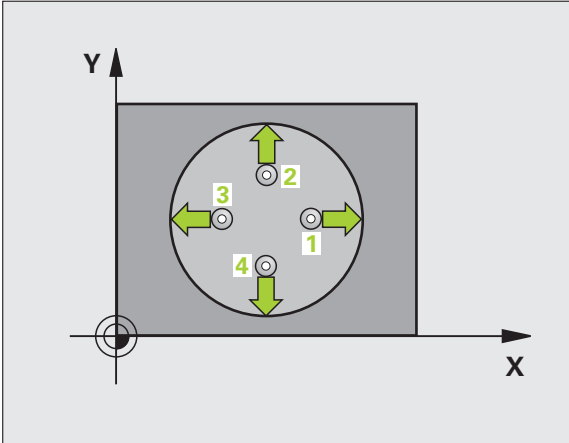
- 1 根据定位规则（参见第 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在探测起点位置 1 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。TNC 用编程起始角自动决定探测方向。
- 3 然后，使测头沿圆弧运动到测量高度或运动至下一起点 2 的间隔高度处并探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 3 位置处，再定位在起点 4 位置处，探测第三和第四触点。
- 5 最后，TNC 再将测头移回间隔高度处并将实际值和偏差值保存在以下 Q 参数中：

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴的中心实际值
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：



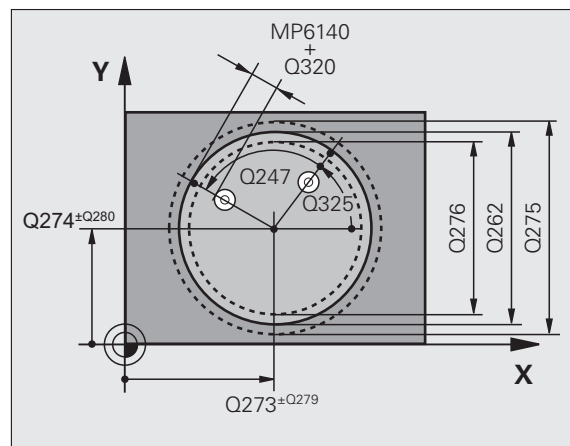
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。角度越小，TNC 计算孔尺寸的精度越低。最小输入值：5°。



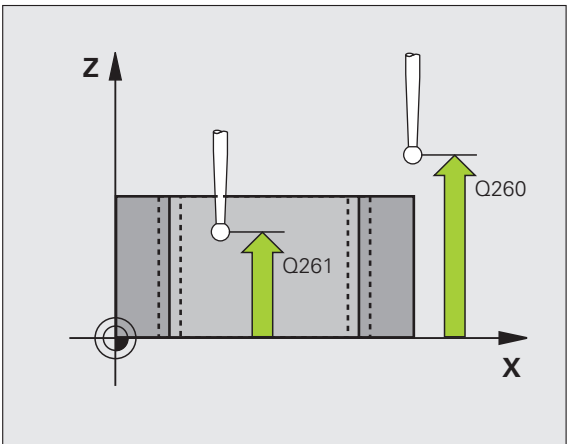
循环参数



- ▶ **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
- ▶ **角度步长** Q247（增量值）：两测量点间角度。角度步长的代数符号决定旋转方向（负值 = 顺时针）。如果要探测圆弧而不是整圆，编程的角度步长必须小于 90 度。输入范围 -120.0000 至 120.0000



- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **移至间隔高度 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
1：两测量点间在间隔高度处运动
或者 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **孔的最大极限尺寸 Q275**：孔（圆弧型腔）的最大允许尺寸。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **孔的最小极限尺寸 Q276**：孔（圆弧型腔）的最小允许尺寸。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一轴中心的公差 Q279**：沿加工面参考轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二轴中心的公差 Q280**：沿加工面辅助轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **测量日志 Q281**：确定 TNC 是否创建测量日志：
0：不创建测量日志。
1：创建测量日志：在标准设置下，TNC 将 **日志文件“TCHPR421.TXT”** 保存在测量程序所在目录。
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运行 Q309**：用于确定公差超差时 TNC 是否停止程序运行和输出出错信息：
0：不停止程序运行，无出错信息
1：程序停止运行，输出出错信息
- ▶ **监测刀具 Q330**：确定 TNC 是否监测刀具（参见第 386 页“刀具监测”）。输入范围：0 至 32767.9，或者 16 个以内字符的刀具名
0：监测功能非有效
>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“运动至间隔高度”（Q301=1）有效时在测量点间的运动方式。
0：在两次加工间沿直线运动
1：在两次加工间沿节圆运动



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; 角度步长
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=1 ; 移至安全高度
Q275=75.12; 上限
Q276=74.95; 下限
Q279=0.1 ; 第一中心公差
Q280=0.1 ; 第二中心公差
Q281=1 ; 测量日志
Q309=0 ; 出错时程序停止
Q330= ; 刀具
Q423=4 ; 测量点数
Q365=1 ; 运动类型



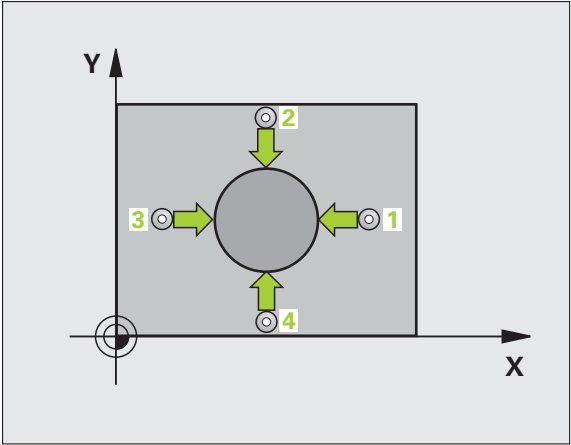
16.6 测量外圆（循环 422，DIN/ISO：G422）

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。

- 1 根据定位规则（参见第 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在探测起点位置 **1** 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。TNC 用编程起始角自动决定探测方向。
- 3 然后，使测头沿圆弧运动到测量高度或运动至下一起点 **2** 的间隔高度处并探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **3** 位置处，再定位在起点 **4** 位置处，探测第三和第四触点。
- 5 最后，TNC 再将测头移回间隔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	沿辅助轴的中心实际值
Q153	直径实际值
Q161	参考轴中心位置的偏差
Q162	辅助轴中心位置的偏差
Q163	与直径的偏差



编程时注意：



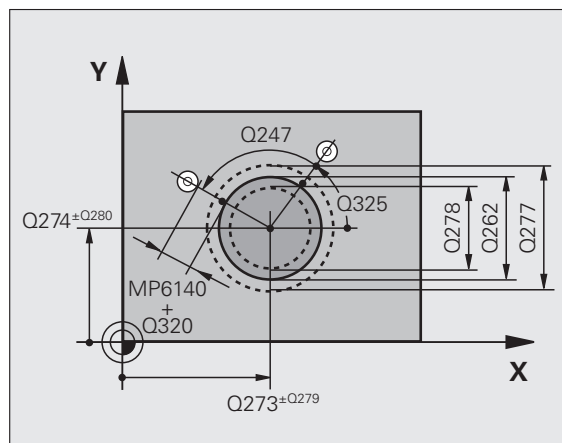
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
角度越小，TNC 计算凸台尺寸的精度越低。最小输入值：
5°



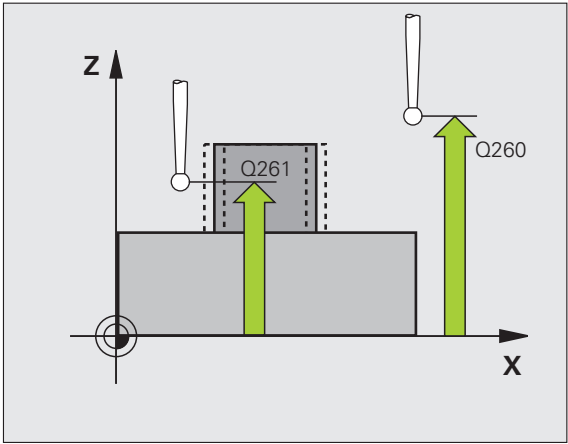
循环参数



- ▶ **第一轴中心** Q273 (绝对值): 沿加工面参考轴的凸台中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴中心** Q274 (绝对值): 沿加工面辅助轴的凸台中心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **名义直径** Q262: 输入凸台的直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **起始角** Q325 (绝对值): 加工面参考轴与第一触点间角度。输入范围 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **角度步长** Q247 (增量值): 两测量点间角度。角度步长的代数符号决定旋转方向 (负值 = 顺时针)。如果要探测圆弧而不是整圆, 编程的角度步长必须小于 90 度。输入范围 -120.0000 至 120.0000



- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 - 99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **凸台的最大极限尺寸 Q277**: 凸台的最大允许直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **凸台的最小极限尺寸 Q278**: 凸台的最小允许直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一轴中心的公差 Q279**: 沿加工面参考轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二轴中心的公差 Q280**: 沿加工面辅助轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **测量日志 Q281**: 确定 TNC 是否创建测量日志:
0: 不创建测量日志。
1: 创建测量日志: 在标准设置下, TNC 将 **日志文件 “TCHPR422.TXT”** 保存在测量程序所在目录。
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运行 Q309**: 用于确定公差超差时 TNC 是否停止程序运行和输出出错信息:
0: 不停止程序运行, 无出错信息
1: 程序停止运行, 输出出错信息
- ▶ **监测刀具号 Q330**: 确定 TNC 是否监测刀具 (参见第 386 页 “ 刀具监测 ”): 输入范围: 0 至 32767.9, 或者 16 个以内字符的刀具名
0: 监测功能未工作
>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 “ 运动至间隔高度 ” (Q301=1) 有效时在测量点间的运动方式。
0: 在两次加工间沿直线运动
1: 在两次加工间沿节圆运动



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; 角度步长
Q261=-5 ;测量高度
Q320=0 ;安全高度
Q260=+10; 间隔高度
Q301=0 ;移至安全高度
Q275=35.15; 上限
Q276=34.9; 下限
Q279=0.05; 第一中心公差
Q280=0.05; 第二中心公差
Q281=1 ;测量日志
Q309=0 ;出错时程序停止
Q330= ;刀具
Q423=4 ;测量点数
Q365=1 ;运动类型



16.7 测量矩形内尺寸（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。

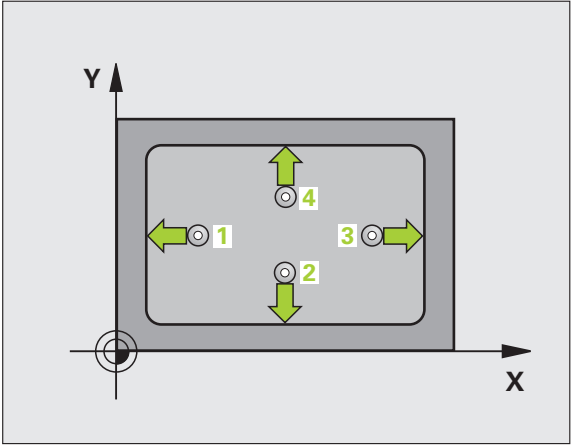
- 1 根据定位规则（参见第 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在探测起点位置 1 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。
- 3 然后，测头沿平行轴在测量高度或在间隔高度线性运动至下一个起点 2 和探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 3 位置处，再定位在起点 4 位置处，探测第三和第四触点。
- 5 最后，TNC 再将测头移回间隔高度处并将实际值和偏差值保存在以下 Q 参数中：

参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴的中心实际值
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：



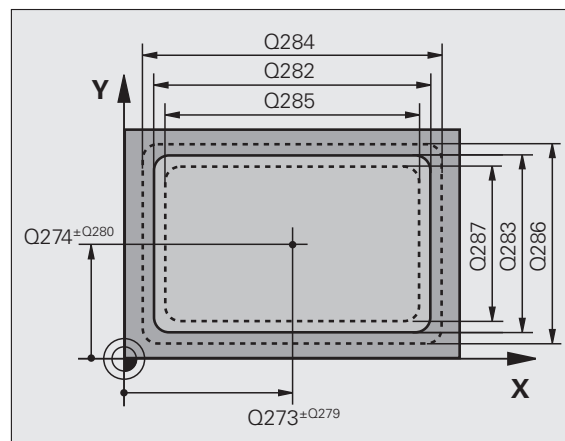
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
如果型腔尺寸和安全高度无法预定位在触点附近，TNC 一定从型腔的中心开始探测。这时，测头将无法在四个测量点间移回到间隔高度处。



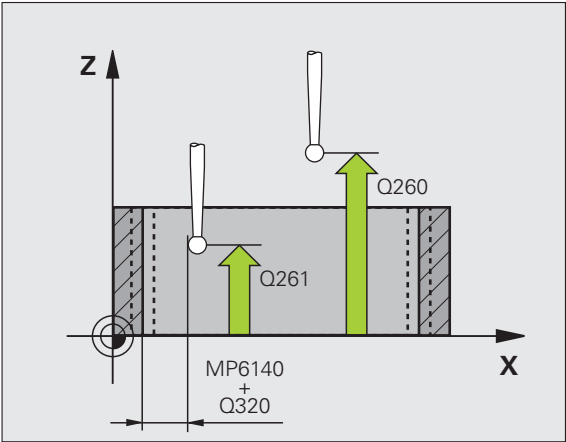
循环参数



- ▶ **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
- ▶ **第一边长** Q282: 型腔长度, 平行于加工面的参考轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二边长** Q283: 型腔长度, 平行于加工面的辅助轴。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **测头轴的测量高度** 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **第一边长最大极限尺寸 Q284**: 型腔最大允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一边长最小极限尺寸 Q285**: 型腔最小允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二边长最大极限尺寸 Q286**: 型腔最大允许宽度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二边长最小极限尺寸 Q287**: 型腔最小允许宽度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一轴中心的公差 Q279**: 沿加工面参考轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二轴中心的公差 Q280**: 沿加工面辅助轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **测量日志 Q281**: 确定 TNC 是否创建测量日志:
0: 不创建测量日志。
1: 创建测量日志: 在标准设置下, TNC 将**日志文件“TCHPR423.TXT”**保存在测量程序所在目录。
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运行 Q309**: 用于确定公差超差时 TNC 是否停止程序运行和输出出错信息:
0: 不停止程序运行, 无出错信息
1: 程序停止运行, 输出出错信息
- ▶ **监测刀具号 Q330**: 确定 TNC 是否监测刀具 (参见第 386 页“刀具监测”)。输入范围: 0 至 32767.9, 或者 16 个以内字符的刀具名
0: 监测功能未工作
>0: 刀具表“TOOL.T”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 ; 第一边长
Q283=60 ; 第二边长
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+10; 间隔高度
Q301=1 ; 移至安全高度
Q284=0 ; 第一边上限
Q285=0 ; 第一边下限
Q286=0 ; 第二边上限
Q287=0 ; 第二边下限
Q279=0 ; 第一中心公差
Q280=0 ; 第二中心公差
Q281=1 ; 测量日志
Q309=0 ; 出错时程序停止
Q330= ; 刀具



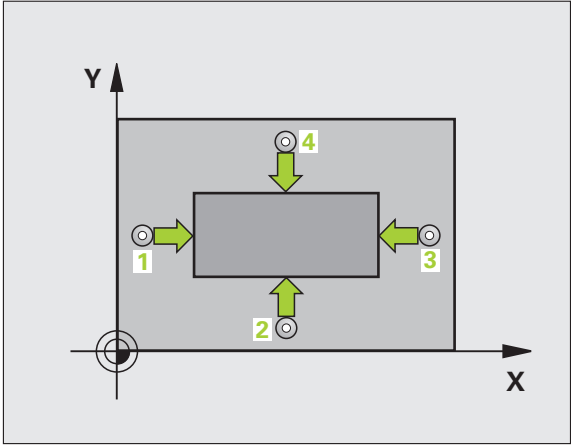
16.8 测量矩形外尺寸 (循环 424, DIN/ISO: G424)

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 310 页 “ 执行探测循环 ”), TNC 用快移速度 (MP6150 的设置值) 将测头定位在探测起点位置 **1** 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后, 测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率 (MP6120) 探测第一触点。
- 3 然后, 测头沿平行轴在测量高度或在间隔高度线性运动至下一个起点 **2** 和探测第二触点。
- 4 TNC 将测头定位在起点 **3** 位置处, 再定位在起点 **4** 位置处, 探测第三和第四触点。
- 5 最后, TNC 再将测头移回间隔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	沿辅助轴的中心实际值
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：

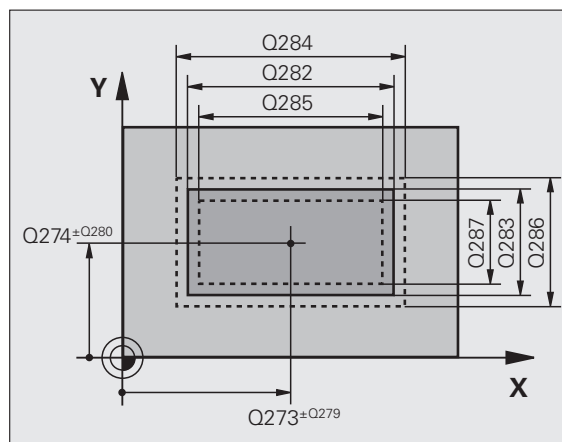


循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

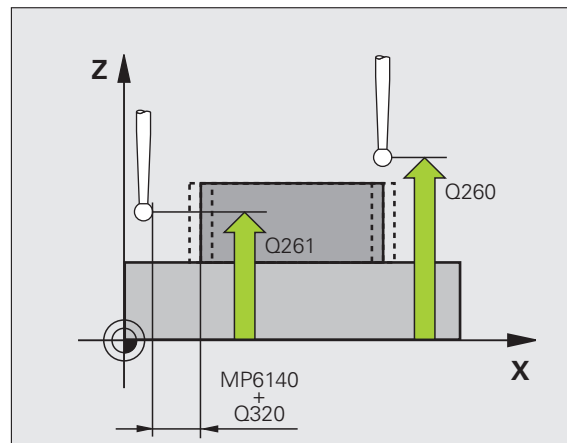
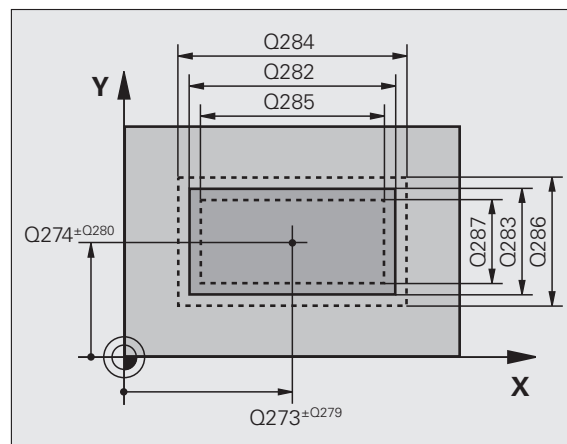
循环参数



- **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
- **第一边长** Q282：凸台长度，平行于加工面的参考轴。输入范围 0 至 99999.9999
- **第二边长** Q283：凸台长度，平行于加工面的辅助轴。输入范围 0 至 99999.9999
- **测头轴的测量高度** 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
 或者 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **第一边长最大极限尺寸 Q284**: 凸台最大允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一边长最小极限尺寸 Q285**: 凸台最小允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二边长最大极限尺寸 Q286**: 凸台最大允许宽度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二边长最小极限尺寸 Q287**: 凸台最小允许宽度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一轴中心的公差 Q279**: 沿加工面参考轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二轴中心的公差 Q280**: 沿加工面辅助轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999



- ▶ **测量日志 Q281:** 确定 TNC 是否创建测量日志:
0: 不创建测量日志。
1: 创建测量日志: 在标准设置下, TNC 将**日志文件**“TCHPR424.TXT”保存在测量程序所在目录。
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运行 Q309:** 用于确定公差超差时 TNC 是否停止程序运行和输出出错信息:
0: 不停止程序运行, 无出错信息
1: 程序停止运行, 输出出错信息
- ▶ **监测刀具号 Q330:** 确定 TNC 是否监测刀具 (参见第 386 页“刀具监测”)。输入范围: 0 至 32767.9, 或者 16 个以内字符的刀具名:
0: 监测功能未工作
>0: 刀具表“TOOL.T”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 ; 第一边长
Q283=35 ; 第二边长
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q301=0 ; 移至安全高度
Q284=75.1; 第一边上限
Q285=74.9; 第一边下限
Q286=35 ; 第二边上限
Q287=34.95; 第二边下限
Q279=0.1 ; 第一中心公差
Q280=0.1 ; 第二中心公差
Q281=1 ; 测量日志
Q309=0 ; 出错时程序停止
Q330= ; 刀具



16.9 测量内宽度（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。

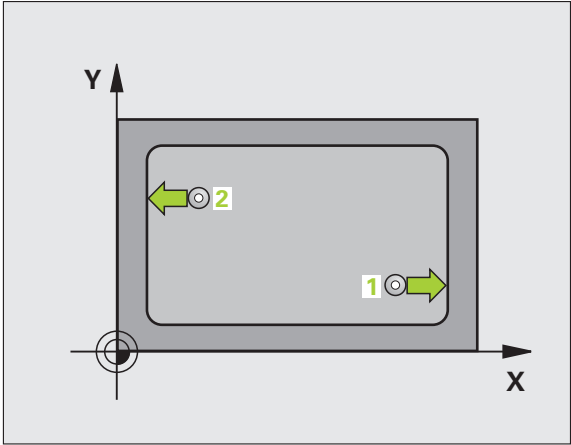
- 1 根据定位规则（参见第 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在探测起点位置 **1** 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。1. 第一次总是沿编程轴正方向探测。
- 3 如果输入了第二测量点的偏移量，TNC 将测头（如果需要，在间隔高度位置）移至下一起点 **2** 并探测第二触点。如果名义尺寸较大，TNC 用快移速度将测头移至第二触点。如果未输入偏移量，TNC 测量正相反方向的宽度。
- 4 最后，TNC 再将测头移回间隔高度处并将实际值和偏差值保存在以下 Q 参数中：

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

编程时注意：



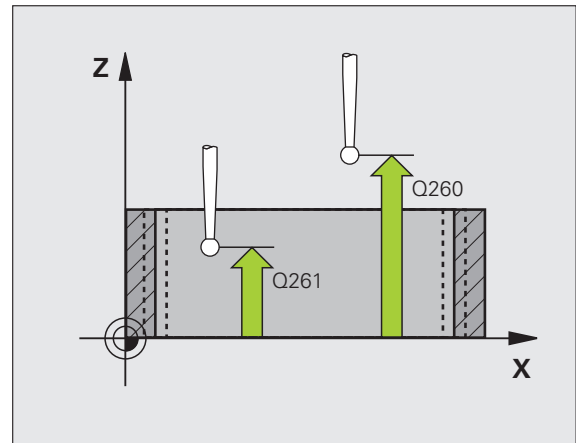
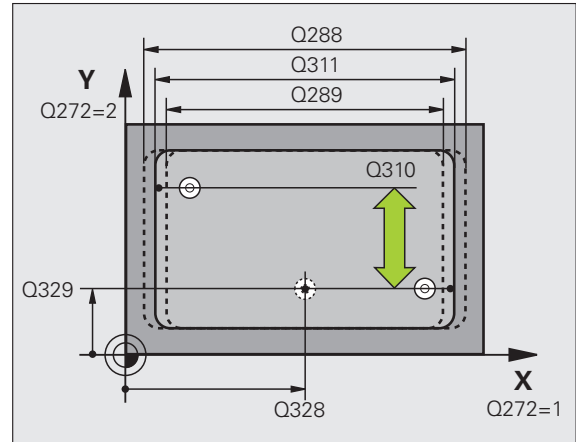
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。



循环参数



- ▶ **第一轴起点 Q328 (绝对值)**: 沿加工面参考轴的探测起点。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴起点 Q329 (绝对值)**: 沿加工面辅助轴的探测起点。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二次测量的偏移量 Q310 (增量值)**: 第二次测量前, 偏移测头的距离。如果输入 0, TNC 不偏移测头。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **测量轴 Q272**: 进行测量的加工面所在的轴:
 - 1: 参考轴 = 测量轴
 - 2: 辅助轴 = 测量轴
- ▶ **测头轴的测量高度 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
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **名义长度 Q311**: 被测长度名义值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **最大尺寸 Q288**: 最大允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **最小尺寸 Q289**: 最小允许长度。输入范围 0 至 99999.9999



- ▶ **测量日志** Q281: 确定 TNC 是否创建测量日志:
0: 不创建测量日志。
1: 创建测量日志: 在标准设置下, TNC 将 **日志文件** “**TCHPR425.TXT**” 保存在测量程序所在目录。
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运行** Q309: 用于确定公差超差时 TNC 是否停止程序运行和输出出错信息:
0: 不停止程序运行, 无出错信息
1: 程序停止运行, 输出出错信息
- ▶ **监测刀具号** Q330: 确定 TNC 是否监测刀具 (参见第 386 页 “ 刀具监测 ”): 输入范围: 0 至 32767.9, 或者 16 个以内字符的刀具名
0: 监测功能非有效
>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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **移至间隔高度** 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: 两测量点间在间隔高度处运动
或者 **PREDEF** (预定义)

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 ; 第二次测量的偏移量
Q272=1 ; 测量轴
Q261=-5 ; 测量高度
Q260=+10; 间隔高度
Q311=25 ; 名义长度
Q288=25.05; 上限
Q289=25 ; 下限
Q281=1 ; 测量日志
Q309=0 ; 出错时程序停止
Q330= ; 刀具
Q320=0 ; 安全高度
Q301=0 ; 移至安全高度



16.10测量凸台宽度（循环 426，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。

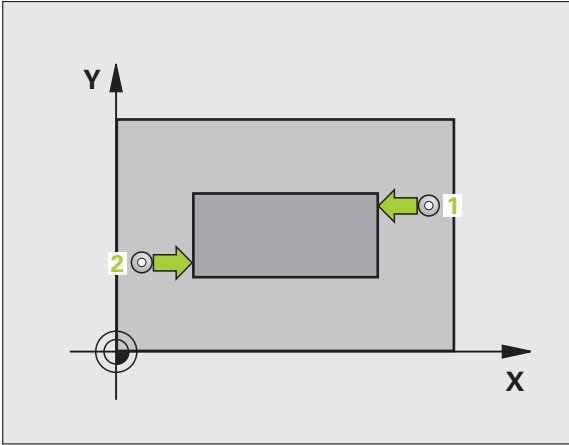
- 1 根据定位规则（参见第 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在探测起点位置 1 处。TNC 用循环中数据和 MP6140 的安全高度数据计算探测起点位置。
- 2 然后，测头运动到输入的测量高度处并用探测进给速率（MP6120）探测第一触点。1. 第一次总是沿编程轴负方向探测。
- 3 然后，测头运动至下一起点的间隔高度并探测第二触点。
- 4 最后，TNC 再将测头移回间隔高度处并将实际值和偏差值保存在以下 Q 参数中：

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：



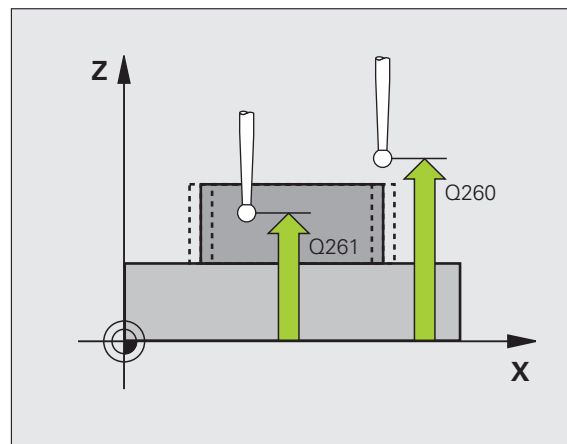
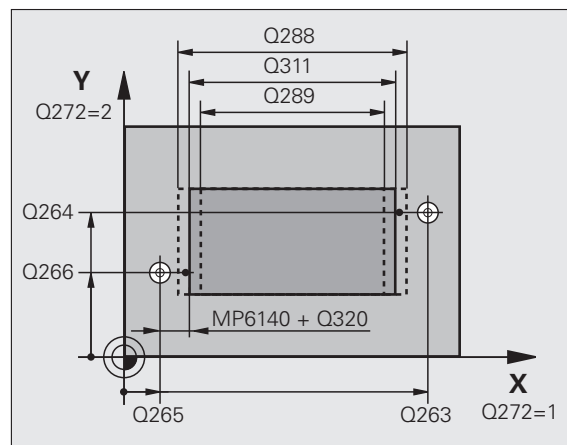
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。
必须确保沿所选测量轴负方向进行第一次测量。相应定义 Q263 和 Q264。



循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点** 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
- ▶ **第二轴的第一测量点** 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
- ▶ **第一轴的第二测量点** 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
- ▶ **第二轴的第二测量点** 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
- ▶ **测头轴的测量高度** 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度** 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **名义长度** Q311: 被测长度名义值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **最大尺寸** Q288: 最大允许长度。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **最小尺寸** Q289: 最小允许长度。输入范围 0 至 99999.9999



- ▶ **测量日志 Q281:** 确定 TNC 是否创建测量日志:
 - 0:** 不创建测量日志
 - 1:** 创建测量日志: 在标准设置下, TNC 将**日志文件 “TCHPR426.TXT”** 保存在测量程序所在目录。
 - 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运行 Q309:** 用于确定公差超差时 TNC 是否停止程序运行和输出出错信息:
 - 0:** 不停止程序运行, 无出错信息
 - 1:** 程序停止运行, 输出出错信息
- ▶ **监测刀具号 Q330:** 确定 TNC 是否监测刀具 (参见第 386 页 “刀具监测”)。输入范围: 0 至 32767.9, 或者 16 个以内字符的刀具名
 - 0:** 监测功能非有效
 - >0:** 刀具表 “TOOL.T” 中的刀具号

举例: NC 程序段

5 TCH PROBE 426 MEASURE RIDGE WIDTH
Q263=+50; 第一轴的第一点
Q264=+25; 第二轴的第一点
Q265=+50; 第一轴的第二点
Q266=+85; 第二轴的第二点
Q272=2 ; 测量轴
Q261=-5 ; 测量高度
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+20; 间隔高度
Q311=45 ; 名义长度
Q288=45 ; 上限
Q289=44.95; 下限
Q281=1 ; 测量日志
Q309=0 ; 出错时程序停止
Q330= ; 刀具



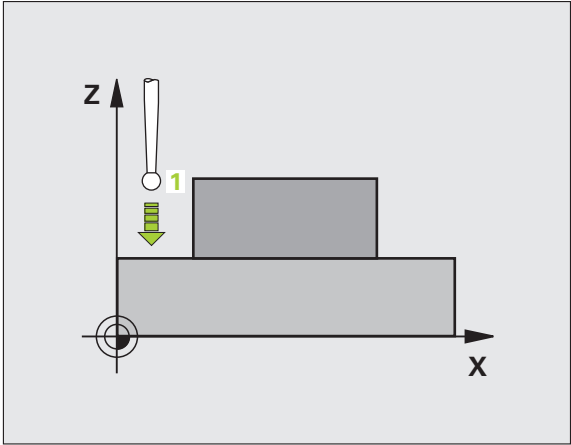
16.11测量坐标 (循环 427, DIN/ISO: G427)

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 310 页 “ 执行探测循环 ”)，TNC 用快移速度 (MP6150 的设置值) 将测头定位在探测起点位置 1 处。TNC 将测头沿定义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 位置处并沿所选轴测量坐标值。
- 3 最后，TNC 将测头移回间隔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：



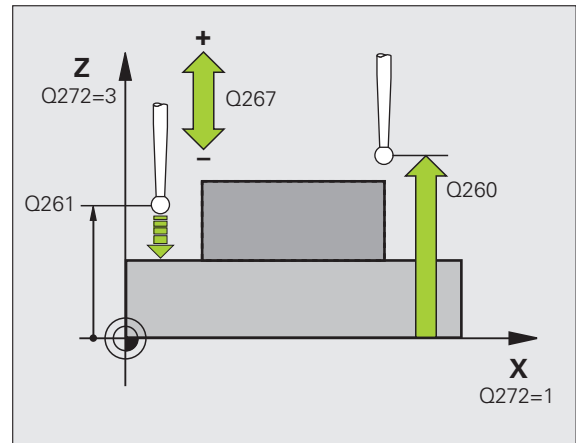
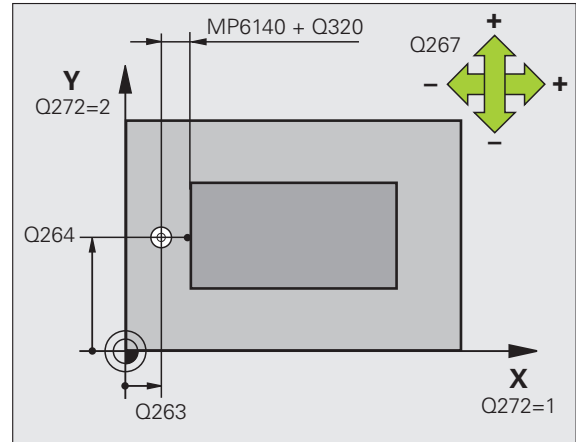
循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。



循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点 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
- ▶ **第二轴的第一测量点 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
- ▶ **测头轴的测量高度 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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **测量轴 (1..3: 1= 参考轴) Q272**: 被测轴:
 - 1: 参考轴 = 测量轴
 - 2: 辅助轴 = 测量轴
 - 3: 测头轴 = 测量轴
- ▶ **运动方向 1Q267**: 测头接近工件的方向:
 - 1: 负运动方向
 - +1: 正方向运动
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)



- ▶ **测量日志** Q281: 确定 TNC 是否创建测量日志:
0: 不创建测量日志。
1: 创建测量日志: 在标准设置下, TNC 将 **日志文件** “TCHPR427.TXT” 保存在测量程序所在目录。
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。
- ▶ **最大极限尺寸** Q288: 最大允许测量值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **最小极限尺寸** Q289: 最小允许测量值。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **如果公差超差程序停止运行** Q309: 用于确定公差超差时 TNC 是否停止程序运行和输出出错信息:
0: 不停止程序运行, 无出错信息
1: 程序停止运行, 输出出错信息
- ▶ **监测刀具号** Q330: 确定 TNC 是否监测刀具 (参见第 386 页 “ 刀具监测 ”)。输入范围: 0 至 32767.9, 或者 16 个以内字符的刀具名:
0: 监测功能未工作
>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; 第一轴的第一点
Q264=+45; 第二轴的第一点
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; 间隔高度
Q281=1 ; 测量日志
Q288=5.1 ; 上限
Q289=4.95; 下限
Q309=0 ; 出错时程序停止
Q330= ; 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 TNC 按照以下定位规则（参见第 310 页“执行探测循环”）以快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在第一孔 1 圆心的输入点处。
- 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 测头返回间隔高度，然后移至输入的位置处，作第二孔 2 的圆心。
- 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 测头移回间隔高度，再移至第三孔 3 中心的输入位置处。
- 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 再将测头移回间隔高度处并将实际值和偏差值保存在以下 Q 参数中：

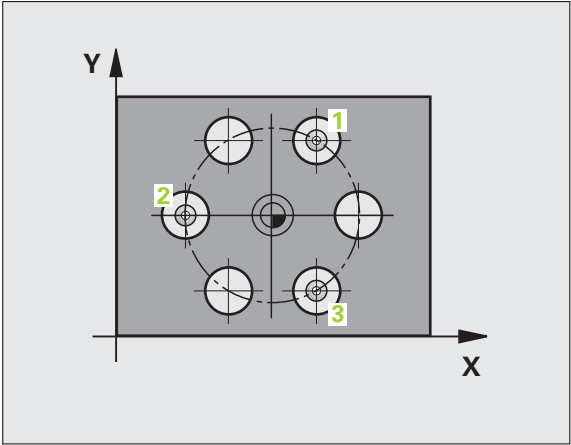
参数编号	含义
Q151	沿参考轴中心的实际值
Q152	沿辅助轴的中心实际值
Q153	螺栓孔圆直径实际值
Q161	参考轴中心位置的偏差
Q162	辅助轴中心位置的偏差
Q163	螺栓孔圆的直径偏差

编程时注意：



循环定义前，必须编程一个刀具调用功能以定义测头轴。

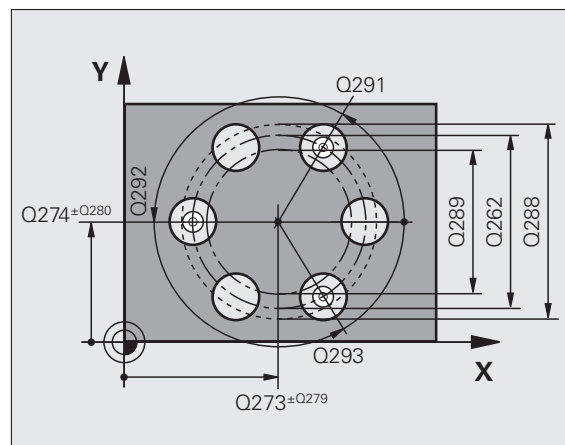
循环 430 只监测刀具破损，无自动补偿刀具功能。



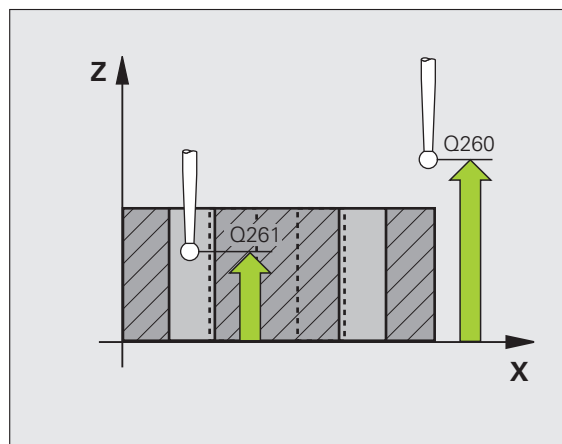
循环参数



- ▶ **第一轴中心** Q273 (绝对值)：加工面参考轴螺栓孔圆 (名义值) 的圆心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第二轴中心** Q274 (绝对值)：加工面辅助轴螺栓孔圆 (名义值) 的圆心。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **名义直径** Q262：输入螺栓孔圆的直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一孔角度** Q291 (绝对值)：加工面上第一孔中心的极坐标角度。输入范围 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **第二孔角度** Q292 (绝对值)：加工面上第二孔中心的极坐标角度。输入范围 -360.0000 至 360.0000
- ▶ **第三孔角度** Q293 (绝对值)：加工面上第三孔中心的极坐标角度。输入范围 -360.0000 至 360.0000



- ▶ **测头轴的测量高度 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
- ▶ **间隔高度 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。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **最大极限尺寸 Q288**: 螺栓孔圆的最大允许直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **最小极限尺寸 Q289**: 螺栓孔圆的最小允许直径。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第一轴中心的公差 Q279**: 沿加工面参考轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999
- ▶ **第二轴中心的公差 Q280**: 沿加工面辅助轴的允许位置偏差。输入范围 0 至 99999.9999



- ▶ **测量日志** Q281: 确定 TNC 是否创建测量日志:
 - 0:** 不创建测量日志。
 - 1:** 创建测量日志: 在标准设置下, TNC 将 **日志文件** “TCHPR430.TXT” 保存在测量程序所在目录。
 - 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运行** Q309: 用于确定公差超差时 TNC 是否停止程序运行和输出出错信息:
 - 0:** 不停止程序运行, 无出错信息
 - 1:** 程序停止运行, 输出出错信息
- ▶ **监测刀具号** Q330: 确定是否使 TNC 监测刀具破损(参见第 386 页 “ 刀具监测 ”): 输入范围: 0 至 32767.9, 或者 16 个以内字符的刀具名。
 - 0:** 监测功能未工作
 - >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; 间隔高度
Q288=80.1; 上限
Q289=79.9; 下限
Q279=0.15; 第一中心公差
Q280=0.15; 第二中心公差
Q281=1 ;测量日志
Q309=0 ;出错时程序停止
Q330= ;刀具



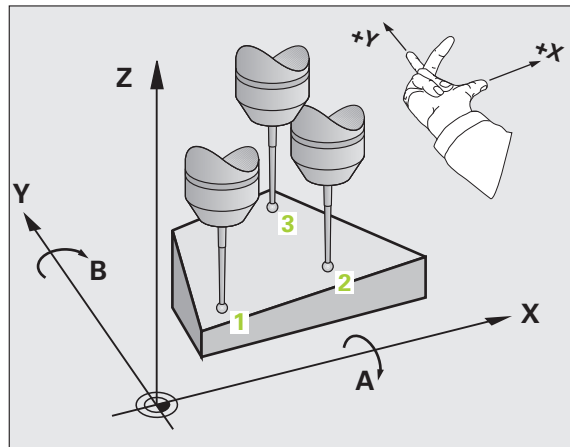
16.13 测量平面（循环 431，DIN/ISO：G431）

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 310 页“执行探测循环”），TNC 用快移速度（MP6150 的设置值）将测头定位在编程起点 **1** 位置并测量平面上的第一触点。TNC 将测头沿探测方向的反方向偏移一个安全距离。
- 2 测头移回间隔高度并沿加工面运动至起点 **2**，并测量平面上的第二触点的实际值。
- 3 测头移回间隔高度并沿加工面运动至起点 **3**，并测量第三触点的实际值。
- 4 最后，TNC 再将测头移回间隔高度处并将被测角度保存在以下 Q 参数中：

参数编号	含义
Q158	A 轴投影角
Q159	B 轴投影角
Q170	空间角 A
Q171	空间角 B
Q172	空间角 C
Q173 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間角保存在参数 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。

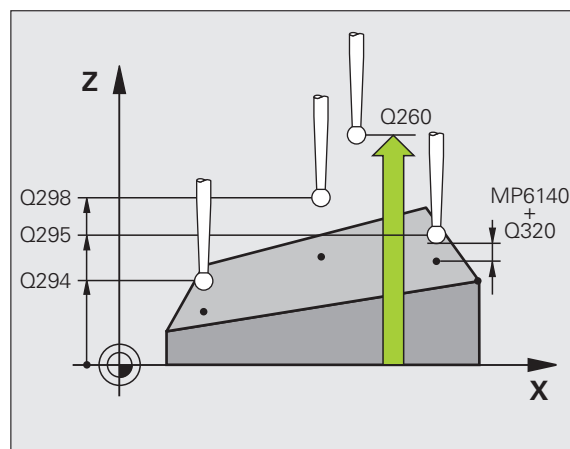
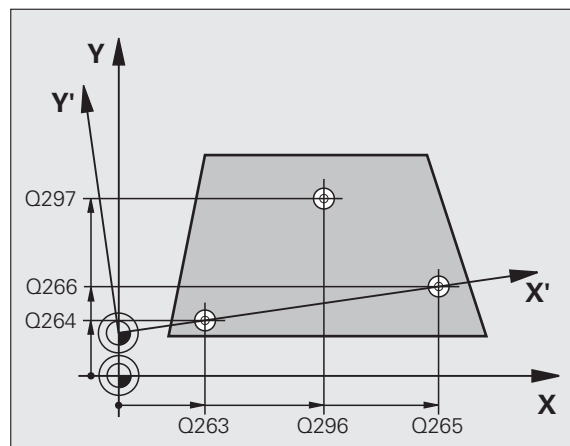
第三个测量点确定刀具轴方向。将第三个测量点定义在正 Y 轴方向上，以确保顺时针坐标系中的刀具轴位置正确。

如果倾斜加工面功能有效时运行该循环，空间角测量值为相对倾斜的坐标系。这种情况时，用 **PLANE RELATIV**（平面相对角）功能使用空间角测量值。

循环参数



- ▶ **第一轴的第一测量点 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
- ▶ **第二轴的第一测量点 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
- ▶ **第三轴的第一测量点 Q294（绝对值）**：沿测头轴的第一触点坐标。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第一轴的第二测量点 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
- ▶ **第二轴的第二测量点 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
- ▶ **第三轴的第二测量点 Q295（绝对值）**：沿测头轴的第二触点坐标。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **第一轴的第三测量点 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
- ▶ **第二轴的第三测量点 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
- ▶ **第三轴的第三测量点 Q298（绝对值）**：沿测头轴的第三触点坐标。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999



- ▶ **安全高度** Q320 (增量值)：测量点与球头间的附加距离。Q320 累加到 MP6140 上。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **间隔高度** 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。输入范围为 - 99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **测量日志** Q281：确定 TNC 是否创建测量日志：
 - 0**: 不创建测量日志。
 - 1**: 创建测量日志：在标准设置下，TNC 将**日志文件**“**TCHPR431.TXT**”保存在测量程序所在目录。
 - 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; 第一轴的第一点
Q264=+20; 第二轴的第一点
Q294=+10; 第三轴的第三点
Q265=+90; 第一轴的第二点
Q266=+25; 第二轴的第二点
Q295=+15; 第三轴的第二点
Q296=+50; 第一轴的第三点
Q297=+80; 第二轴的第三点
Q298=+20; 第三轴的第三点
Q320=0 ; 安全高度
Q260=+5 ; 间隔高度
Q281=1 ; 测量日志

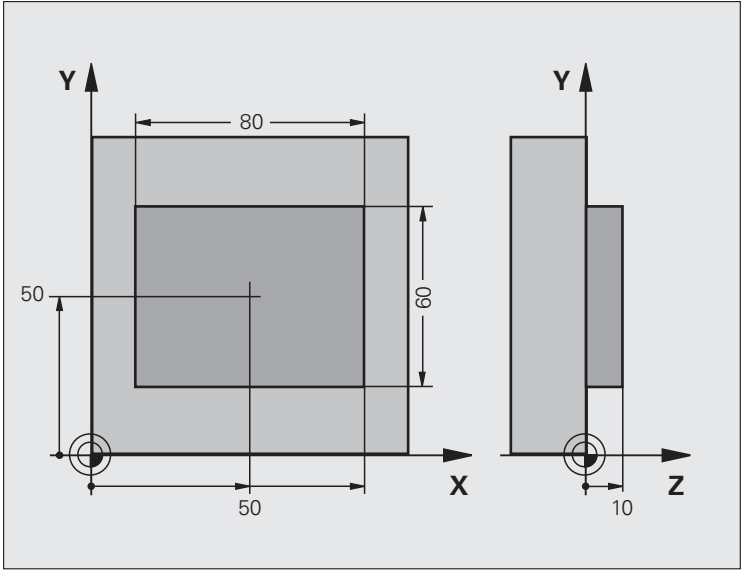


16.14编程举例

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



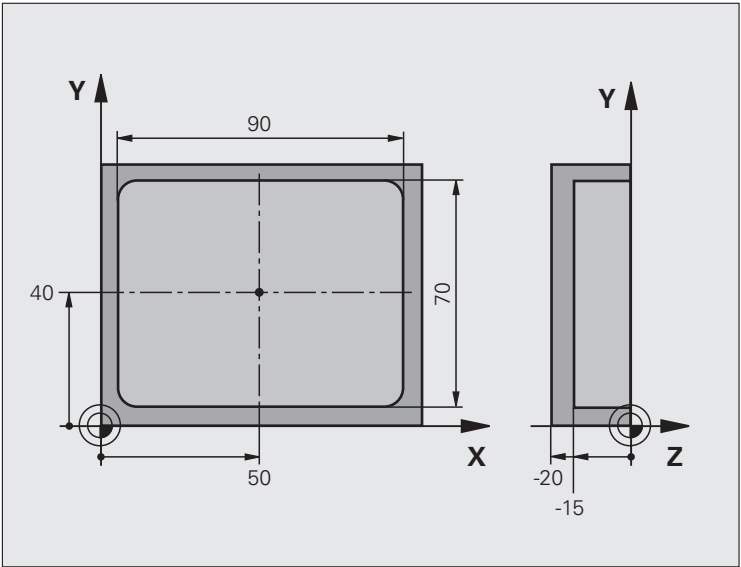
0 BEGIN PGM BEAMS MM	
1 TOOL CALL 69 Z	准备刀具调用
2 L Z+100 R0 FMAX	退刀
3 FN 0: Q1 = +81	沿 X 轴型腔长度（粗加尺寸）
4 FN 0: Q2 = +61	沿 Y 轴型腔长度（粗加尺寸）
5 CALL LBL 1	调用加工子程序
6 L Z+100 R0 FMAX	退刀，换刀
7 TOOL CALL 99 Z	调用测头
8 TCH PROBE 424 MEAS. RECTAN. OUTS.	测量粗铣矩形尺寸
Q273=+50; 第一轴中心	
Q274=+50; 第二轴中心	
Q282=80 ; 第一边长	沿 X 轴名义长度（最终尺寸）
Q283=60 ; 第二边长	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; 间隔高度	
Q301=0 ; 移至安全高度	
Q284=0 ; 第一边上限	不需要为公差检查输入值



Q285=0 ; 第一边下限	
Q286=0 ; 第二边上限	
Q287=0 ; 第二边下限	
Q279=0 ; 第一中心公差	
Q280=0 ; 第二中心公差	
Q281=0 ; 测量日志	不传送测量日志
Q309=0 ; 出错时程序停止	不输出错误信息
Q330=0 ; 刀具编号	不监测刀具
9 FN 2: Q1 = +Q1 - +Q164	计算 X 轴长度, 包括测量偏差
10 FN 2: Q2 = +Q2 - +Q165	计算 Y 轴长度, 包括测量偏差
11 L Z+100 R0 FMAX	退离测头, 换刀
12 TOOL CALL 1 Z S5000	精加刀具调用
13 CALL LBL 1	调用加工子程序
14 L Z+100 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀, 结束程序
15 LBL 1	矩形凸台固定循环的子程序
16 CYCL DEF 213 STUD FINISHING	
Q200=20 ; 安全高度	
Q201=-10; 深度	
Q206=150; 切入进给速率	
Q202=5 ; 切入深度	
Q207=500;FEED RATE FOR MILLING	
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 ; 第一边长	粗加和精加的 X 轴变量
Q219=Q2 ; 第二边长	粗加和精加的 Y 轴变量
Q220=0 ; 角点半径	
Q221=0 ; 第一轴余量	
17 CYCL CALL M3	循环调用
18 LBL 0	子程序结束
19 END PGM BEAMS MM	



举例：测量矩形型腔并记录结果



0 BEGIN PGM BSMEAS MM	
1 TOOL CALL 1 Z	探测的刀具调用
2 L Z+100 R0 FMAX	退离测头
3 TCH PROBE 423 MEAS. RECTAN. INSIDE	
Q273=+50; 第一轴中心	
Q274=+40; 第二轴中心	
Q282=90 ; 第一边长	X 轴名义长度
Q283=70 ; 第二边长	Y 轴名义长度
Q261=-5 ; 测量高度	
Q320=0 ; 安全高度	
Q260=+20; 间隔高度	
Q301=0 ; 移至安全高度	



Q284=90.15; 第一边上限	X 轴上限
Q285=89.95; 第一边下限	X 轴下限
Q286=70.1; 第二边上限	Y 轴上限
Q287=69.9; 第二边下限	Y 轴下限
Q279=0.15; 第一中心公差	X 轴允许位置偏差
Q280=0.1 ; 第二中心公差	Y 轴允许位置偏差
Q281=1 ; 测量日志	将测量日志保存为文件
Q309=0 ; 出错时程序停止	超出公差范围时不显示错误信息
Q330=0 ; 刀具编号	不监测刀具
4 L Z+100 R0 FMAX M2	沿刀具轴退刀，结束程序
5 END PGM BSMEAS MM	







TS 440 IdNr. 372 401-90
HEIDENHAIN S.Nr. X 9434 1038 C2
Made in Germany

17

探测循环：特殊功能



17.1 基本信息

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 429
循环 9（校准 TS 长度）校准触发式测头的长度		页 430
循环 3（测量循环）定义 OEM 循环		页 431
循环 4（用 3-D 测量）定义 OEM 循环的 3-D 探测循环		页 433
循环 440（测量轴平移）		页 435
循环 441（快速探测）		页 438
循环 460 校准 TS（用基准球校准半径和长度）		页 440



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) 移至间隔高度处 (但仅限当前位置低于间隔高度时)。
- 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 (机床参数 618x.2 和 6185.x 的结果) 并沿 X+, Y+, X- 和 Y- 连续探测环规。
- 4 最后, TNC 将测头移至间隔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



- ▶ **间隔高度 (绝对值):** 避免测头碰撞校准工件或任何夹具的沿测头轴的坐标值。输入范围 -99999.9999 至 99999.9999
- ▶ **环规半径:** 校准工件的半径。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 预定位测头使测头接近循环定义的坐标时不发生碰撞。
- 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球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 允许直接输入测量路径 **DIST** 和进给速率 **F**。此外，确定测量值 **MB** 后，测头退离定义的距离。

- 1 测头用输入的进给速率沿定义的探测方向离开当前位置。探测方向必须在循环中用极坐标角定义。
- 2 TNC 保存位置后，测头停止运动。TNC 将测头的尖头中心的 X，Y，Z 轴坐标值保存在三个连续 Q 参数中。TNC 不执行任何长度或半径补偿。定义循环中第一结果参数的编号。
- 3 最后，TNC 沿参数 **MB** 所定义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。



机床参数 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 4 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
- ▶ **最大测量距离：**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
- ▶ **最大退离距离：**测头偏离自由位置后，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用 **ACT**（当前）坐标系保存测量结果
1: 基于 REF 坐标系探测和用 **REF**（机床）坐标系保存测量结果
- ▶ **错误模式（0= 关闭 /1= 开启）：**指定循环开始时如果探针偏离自由状态，TNC 是否输出出错信息。如果选择模式 **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
- ▶ **最大退离距离:** 测头偏离自由位置后，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 (MP6150 的设置值) 和定位规则 (参见第 1.2 章) 将校准刀定位在 TT 附近。
 - 2 TNC 首先沿测头轴进行测量。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 仅是沿测头轴进行测量。
 - 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, 校准刀具返回间隔高度。



编程时注意：



第一次运行循环 440 前，必须用刀具探测循环 30 校准刀具测头。

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 上，并使其可用（机床参数 65xx）。

测量前，必须进行一次以上校准，否则 TNC 将输出错误信息。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 在控制测量后输出相应错误信息。

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。输入范围为 0 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **间隔高度** Q260（绝对值）：避免刀具与工件（卡具）发生碰撞的沿测头轴的坐标值（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; 间隔高度



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**）。如果改变机床参数 6165，必须重新校准测头。

循环参数



- ▶ **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
1: 用 **FMAX** 快移速度运动
- ▶ **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 沿测头轴将测头定位在基准球上方并使其在加工面中的大致球心位置。
- 3 循环中的第一次运动沿测头轴的负方向运动。
- 4 然后，循环决定测头轴的准确球心位置。

编程时注意：



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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **移至间隔高度 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: 两测量点间在间隔高度处运动
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 (标准设置)
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 校准半径后是否还校准长度:
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







TS 740

HEIDENHAIN
www.heidenhain.de

HEIDENHAIN

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 (选装项 KinematicsOpt)

基础知识

精度要求越来越严格，特别是 5 轴加工领域。复杂零件加工要求的精度和重复精度高，包括长时间加工情况。

部分多轴加工精度不理想的原因是数控系统中保存的运动特性模型 (见右图 1) 与机床的实际运动特性 (见右图 2) 不同。定位旋转轴时，这些差异造成工件精度不高 (见右图 3)。因此，必须使运动特性模型尽可能接近真实情况。

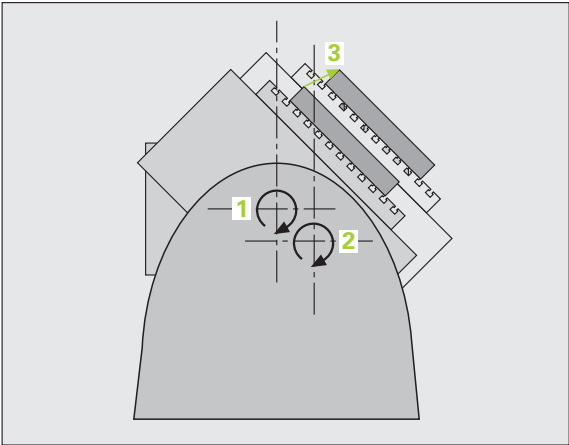
TNC 新增的 **KinematicsOpt** 是帮助用户满足这些复杂要求的重要工具：3-D 测头探测循环在机床上全自动地测量旋转轴，旋转轴可以是工作台的也可以是主轴头的旋转轴。将基准球固定在机床的任何位置处和用操作人员定义的分辨率进行测量。循环定义期间，操作人员只需定义需测量的每一个旋转轴。

TNC 系统用测量值计算静态倾斜精度。软件使倾斜运动导致的定位误差最小化，测量过程结束时，机床几何尺寸自动保存在机床相应运动特性表中。

概要

TNC 提供使用户可以自动保存、检查和优化机床运动特性的循环：

循环	软键	页
循环 450 (保存运动特性)：自动保存和恢复运动特性配置		页 446
循环 451 (测量运动特性)：自动检查或优化机床运动特性		页 448
循环 452 (预定点补偿)：自动检查或优化机床运动特性		页 463



18.2 前提条件

以下是使用 KinematicsOpt 选装功能的前提条件：

- 必须启用软件选装项 48 (KinematicsOpt) 和 8 (软件选装项 1) 和 FCL 3。
- 如果使用角度位置补偿，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** (ID 655 475-01) 或 **KKH 100** (ID 655 475-02)，这些基准球刚性好和特别适用于机床校准。如有任何疑问，请联系海德汉公司。
- 机床运动特性描述必须完整和正确。输入的转换值精度必须精确到大约 1 mm。
- 必须测量整个机床几何特征 (机床调试期间由机床制造商完成)。
- 机床参数 **MP6600** 必须有公差值定义，使 TNC 系统在“优化”模式时当运动特性测量值大于该公差值时显示提示信息 (参见第 309 页 “KinematicsOpt: “优化” 模式中的允差值: MP6600”)。
- 机床参数 **MP6601** 必须定义最大允许偏差，最大允许偏差是与循环中基准球的测量值在循环参数中的输入值的差值 (参见第 309 页 “KinematicsOpt, 基准球半径的允许偏差: MP6601”)。
- 用于旋转轴定位的 M 功能编号必须输入在机床参数 **MP 6602** 中，否则 NC 要求定位时将为 -1。机床制造商使用该功能时，必须特别注意这个 M 功能。

编程时注意：



KinematicsOpt 循环使用全局字符串参数 **QS0** 至 **QS99**。请注意这些循环执行后这些参数值可能改变。

如果 P 6602 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：



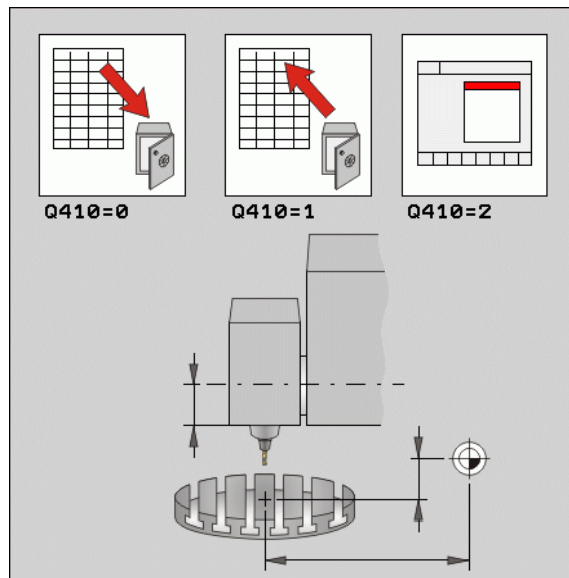
必须在执行运动特性优化前保存当前运动特性配置。优点：

- 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，除非输入密码。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！

恢复模式：TNC 只将保存的数据恢复为匹配的运动特性配置。

恢复模式：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: 指定保存还是恢复运动特性配置:
 - 0: 保存运动特性
 - 1: 恢复原保存的运动特性配置
 - 2: 显示保存状态
- ▶ **存储区 (0...9)** Q409: 保存整个运动特性配置的存储区数量或恢复配置信息的存储区数量。输入范围为 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 ; 存储区
```

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= 恢复 /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 前输入有密码。

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:
记录恢复运动特性前和恢复后的全部变换信息
- 模式 2:
显示屏显示和日志文件中的当前保存状态的列表, 其中包括存储区空间, 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的海德汉基准球。



海德汉推荐使用基准球 **KKH 250**（ID 655 475-01）或 **KKH 100**（ID 655 475-02），这些基准球刚性好和特别适用于机床校准。如有任何疑问，请联系海德汉公司。

TNC 计算静态倾斜精度。软件使倾斜运动导致的空间误差最小化，测量过程结束时，机床几何尺寸将自动保存在机床相应运动特性描述中。

- 1 夹持基准球和检查是否存在碰撞可能
- 2 手动操作模式中，将原点设置在球心位置，或如果 **Q431=1** 或 **Q431=3** 定义为：沿测头轴将测头手工定位在基准球上方并使其在加工面中的球心位置。
- 3 选择“程序运行”模式并开始校准程序。



4 TNC 用定义的分辨率连续自动测量所有三个轴。

5 TNC 将测量值保存在以下 Q 参数中：

参数编号	含义
Q141	A 轴测量值标准方差（如果未测量该轴，该值为 -1）
Q142	B 轴测量值标准方差（如果未测量该轴，该值为 -1）
Q143	C 轴测量值标准方差（如果未测量该轴，该值为 -1）
Q144	A 轴优化值标准方差（如果未优化该轴，该值为 -1）
Q145	B 轴优化值标准方差（如果未优化该轴，该值为 -1）
Q146	C 轴优化值标准方差（如果未优化该轴，该值为 -1）



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, 终止角和测量点数使测量方向在 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
 - 计算出的角度步长 = $(270 - 90) / (4-1) = +60^\circ$
 - 测量点 1 = $+90^\circ$
 - 测量点 2 = $+150^\circ$
 - 测量点 3 = $+210^\circ$
 - 测量点 4 = $+270^\circ$

鼠牙盘连接的机床

**碰撞危险!**

为使轴定位, 必须将轴移出鼠牙盘连接部位。因此, 必须留出较大安全距离, 防止测头碰撞基准球。也必须确保有足够空间可以达到安全高度 (软限位开关)。

如果没有软件选装项 2 (**M128, TCPM 功能**), 必须定义大于 0 的退离高度 **Q408**。

根据需要, TNC 圆整计算的测量位置使其适应鼠牙盘分度 (与起始角, 终止角和测量点数有关)。

根据机床配置情况, TNC 不能自动定位旋转轴。如果为该情况, 需要机床制造商的一个特殊 M 功能使 TNC 可以运动旋转轴。为此, 机床制造商将这个 M 功能号输入在机床参数 **MP6602** 中。

测量位置用相应轴和用鼠牙盘分度的起始角, 终止角和测量点数计算。

计算 A 轴测量位置举例:

起始角 **Q411** = -30

终止角 **Q412** = +90

测量点数 **Q414** = 4

鼠牙盘分度 = 3°

计算的角度步长 = (Q412 - Q411) / (Q414 - 1)

计算的角度步长 = (90 - -30) / (4 - 1) = 120 / 3 = 40

测量位置 1 = Q411 + 0 * 角度步长 = -30° --> -30°

测量位置 2 = Q411 + 1 * 角度步长 = +10° --> 9°

测量位置 3 = Q411 + 2 * 角度步长 = +50° --> 51°

测量位置 4 = Q411 + 3 * 角度步长 = +90° --> 90°

选择测量点数

为节省时间，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）进行精细优化。测量点数越多，通常结果越好。最好将测量点均匀分布在轴的整个倾斜范围上。

这是为什么需要在 90° ， 180° 和 270° 三个测量位置处测量一个轴的 0° - 360° 倾斜范围的原因。

如要进行相应精度检查，在**检查**模式中输入更多测量点。



不允许将测量点定义在位置 0° 或 360° 处。这些位置不能提供任何相关计量数据和将导致出错信息！

选择基准球在机床工作台的位置

原则上，可将基准球固定在工作台的任何可接近位置，也固定在夹持设备或工件处。以下因素影响测量结果：

- 带回转工作台 / 摆动工作台的机床：
将基准球固定在尽可能远离旋转中心的位置处。
- 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，在精度计算中也必须考虑测量圆半径和测量点数和测量位置因素。一个测量点不足以计算离散性。只有一点测量点时，计算结果是该测量点的空间误差。

如果同时运动多个旋转轴，其误差值将被合并。最坏情况是这些误差相互叠加。



如果机床有控制主轴，需要用机床参数 **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。



不同校准方式说明

- 输入大致尺寸后，在调试期间进行大致优化。
 - 测量点数在 1 至 2 之间
 - 旋转轴的角度步长：约 90°
- 精细优化整个运动范围
 - 测量点数在 3 至 6 之间
 - 起始角和终止角覆盖旋转轴最大可能行程范围
 - 基准球在机床工作台上的固定位置需要使回转工作台旋转轴在较大测量圆上，或使摆动铣头轴在代表性的位置处测量（例如行程范围的中点）。
- 优化特定旋转轴位置
 - 测量点数在 2 至 3 之间
 - 测量位置在加工工件的旋转轴角度附近。
 - 将基准球固定在机床工作台的后续加工位置处
- 检查机床精度
 - 测量点数在 4 至 8 之间
 - 起始角和终止角覆盖旋转轴最大可能行程范围
- 确定旋转轴反向间隙
 - 测量点数在 8 至 12 之间
 - 起始角和终止角覆盖旋转轴最大可能行程范围



反向间隙

反向间隙是指旋转编码器或角度编码器和工作台反向运动时的微小间隙量。如果旋转轴有超出控制环范围的反向误差，例如用电机编码器测量角度，倾斜时将导致严重误差。

用输入参数 **Q432** 激活反向间隙测量。输入 TNC 用作行程角度的角度值。然后，循环将对每个旋转轴执行两次测量。如果使角度值为 0，TNC 不测量任何反向间隙。



TNC 不执行自动反向间隙补偿。

如果测量圆半径 $< 1 \text{ mm}$ ，TNC 不计算反向间隙。测量圆的半径越大，TNC 确定的反向间隙精度越高（另参见第 460 页的“日志功能”）。

如果有机床参数 **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。停止 **M128** 或 **TCPM** 功能。

将基准球放在机床工作台上，其位置需保证测量过程中无碰撞。

定义循环前，将原点设置在基准球的球心位置和将其激活，或定义一个对应 1 或 3 的输入参数 **Q431**。

如果机床参数 **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。

沿测头轴将测头移到探测高度时的探测进给速率，TNC 用循环参数 **Q253** 或机床参数 **MP6150** 中的较小值。测头监测功能不工作时，TNC 只用定位进给速率 **Q253** 运动旋转轴。

如果优化模式中获得的运动特性数据大于允许的极限值（**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之差超过机床参数 **MP6601** 的定义值，TNC 显示错误信息并结束测量。

如果测量期间中断循环运行，运动特性数据将不能保持原有状态。用循环 450 进行优化前，必须保存当前运动特性配置，以便在失败时可以恢复最新保存的运动特性配置。

用英寸编程：TNC 只用毫米记录日志数据和测量结果。

循环参数



- ▶ **模式 (0= 检查 /1= 测量)** Q406: 指定 TNC 进行检查还是优化当前运动特性:
0: 检查当前机床运动特性。TNC 测量定义轴的运动特性, 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和补偿旋转轴角度**。KinematicsComp 选装项必须启用模式 2。
- ▶ **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。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **退离高度** Q408 (绝对值): 输入范围 0.0001 至 99999.9999
 - 输入 0:
不运动到任何退离高度。TNC 运动到被测轴的下个测量位置。不适用于鼠牙盘连接的轴! TNC 运动到第一测量位置的顺序为 A 轴, B 轴再 C 轴。
 - 输入 >0:
沿倾斜工件坐标系的退离高度是旋转轴沿主轴坐标轴定位前的 TNC 位置。TNC 也将测头沿加工面运动到原点处。该模式时, 测头监测功能不可用。用参数 Q253 定义定位速度。

举例: 校准程序

4 TOOL CALL "TASTER " Z
5 TCH PROBE 450 SAVE KINEMATICS
Q410=0 ; 模式
Q409=5 ; 存储区
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 F
Q380=0 ; 参考角
Q411=-90;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=0 ;A 轴仰角
Q414=0 ;A 轴测量点
Q415=-90;B 轴起始角
Q416=+90;B 轴终止角
Q417=0 ;B 轴仰角
Q418=2 ;B 轴测量点
Q419=-90;C 轴起始角
Q420=+90;C 轴终止角
Q421=0 ;C 轴仰角
Q422=2 ;C 轴测量点
Q423=4 ; 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: 定位时刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围: 0.0001 至 99999.9999; 或 **FMAX, FAUTO, PREDEF**。
- ▶ **参考角** Q380 (绝对值): 在当前工件坐标系中测量被测点的参考角 (基本旋转)。定义参考角可以大幅放大轴的测量范围。输入范围 0 至 360.0000
- ▶ **A 轴起始角** Q411 (绝对值): A 轴起始角为第一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **A 轴终止角** Q412 (绝对值): A 轴终止角为最后一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **A 轴仰角** Q413: A 轴仰角为测量其他旋转轴的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **A 轴测量点数** Q414: 探测测量点数, TNC 用该数测量 A 轴。如果输入值 = 0, TNC 不测量相应轴。输入范围 0 至 12
- ▶ **B 轴起始角** Q415 (绝对值): B 轴起始角为第一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **B 轴终止角** Q416 (绝对值): B 轴终止角为最后一次测量时的角度 输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **B 轴仰角** Q417: B 轴仰角为测量其他旋转轴的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **B 轴测量点数** Q418: 探测测量点数, TNC 用该数测量 B 轴。如果输入值 = 0, TNC 不测量相应轴。输入范围 0 至 12



- ▶ **C 轴起始角** Q419 (绝对值) : C 轴起始角为第一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **C 轴终止角** Q420 (绝对值) : C 轴终止角为最后一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **C 轴仰角** Q421: C 轴仰角为测量其他旋转轴的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **C 轴测量点数** Q422: 探测测量点数, TNC 用该数测量 C 轴 输入范围 0 至 12。如果输入值 = 0, TNC 不测量相应轴。
- ▶ **测量点数 (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 (标准设置)
 - 3:** 用 3 个测量点
- ▶ **预设点 (0/1/2)** Q431: 指定 TNC 是否将当前预设点 (原点) 自动设置在球心位置:
 - 0:** 不将预设点设置在球心位置: 循环开始前, 人工设置预设点
 - 1:** 测量前, 自动将预设点设置在球心位置: 循环开始前, 人工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, 人工设置预设点
 - 3:** 测量前和测量后, 自动将预设点设置在球心位置: 循环开始前, 人工将测头预定位在基准球上方
- ▶ **反向间隙角度范围** Q432: 在这里定义测量旋转轴时所用的运动角度。运动角度必须远远大于旋转轴的实际反向误差。如果输入值 = 0, TNC 不测量反向间隙。输入范围 -3.0000 至 +3.0000



如果在测量前激活了“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 试通过补偿方法优化旋转轴位置（选装项 52，KinematicsComp）。
 - 如果 TNC 可以优化角度，自动用其它测量值优化位置。



机床制造商必须为角度优化相应调整机床配置。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。

角度步长只适用于选装项 52 **KinematicsComp**。

举例：自动设置原点后旋转轴的角度和位置优化

1 TOOL CALL “TASTER “ 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 F
Q380=0 ; 参考角
Q411=-90;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=0 ;A 轴仰角
Q414=0 ;A 轴测量点
Q415=-90;B 轴起始角
Q416=+90;B 轴终止角
Q417=0 ;B 轴仰角
Q418=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 创建测量日志文件 (**TCHPR451.txt**), 它记录以下信息:

- 日志创建日期和时间
- 运行循环的 NC 程序路径
- 使用的模式 (0= 检查 /1= 优化位置 /2= 优化角度)
- 当前运动特性号
- 输入的基准球半径
- 每个被测旋转轴:
 - 起始角
 - 终止角
 - 仰角
 - 测量点数
 - 离散性 (标准方差)
 - 最大误差
 - 角度误差
 - 确定的反向间隙
 - 平均定位误差
 - 测量圆半径
 - 所有轴的补偿值 (预设点平移)
 - 测量点评价值
 - 旋转轴的测量不确定性

日志数据说明

■ 输出出错信息

测试模式 (**Q406=0**)，TNC 输出可达到的优化精度或通过优化 (模式 1 和 2) 可获得的精度。
如果计算了选装轴角度位置，测量数据也显示在日志中。

■ 离散性 (标准方差)

在日志中，离散性是一个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 68.3% 的实际空间测量值误差在要求的范围内 (+/-)。**优化值离散性** (优化值标准方差) 表示运动特性修正后 68.3% 的空间误差在要求的范围内 (+/-)。

■ 测量点评价

评价值是一种位置测量相对运动特性模型的可变变换的质量评价方法。评价值越高，TNC 优化的效果越好。

由于 TNC 必须进行两次变换旋转轴的位置测量值，因此每个旋转轴有两个评价值。如果没有进行完整评价，运动特性模型中的旋转轴位置无法被完整定义。评价值高，通过调整变换，改变测量点偏差的效果越好。评价值与测量误差无关。它由运动特性模型和每个旋转轴的测量位置和测量点数决定。

任何一个旋转轴的评价值不能低于 **2**。评价值最好大于或等于 **4**。



如果评价值太小，增加旋转轴测量范围或也增加测量点数。如果仍不能改善提高评价值，可能是运动特性描述不正确。根据需要，通知服务部。

角度测量不确定性

TNC 只用系统精度每 1 ?m 的度数表示测量值的不确定性。这个指标对于评价定位测量误差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）以及直线轴和测头轴的定位不确定性（定位误差）。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。

- 计算的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
 - 日志中的测量不确定性：0.0002 ° /μm
 - 系统不确定性 = $\text{SQRT}(3 * 10^2 + 2^2) = 17.4 \mu\text{m}$
 - 测量不确定性 = $0.0002^\circ / \mu\text{m} * 17.4 \mu\text{m} = 0.0034^\circ$
- 计算的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
 - 日志中的测量不确定性：0.0002 ° /μm
 - 系统不确定性 = $\text{SQRT}(3 * 5^2 + 2^2) = 8.9 \mu\text{m}$
 - 测量不确定性 = $0.0002^\circ / \mu\text{m} * 8.9 \mu\text{m} = 0.0018^\circ$

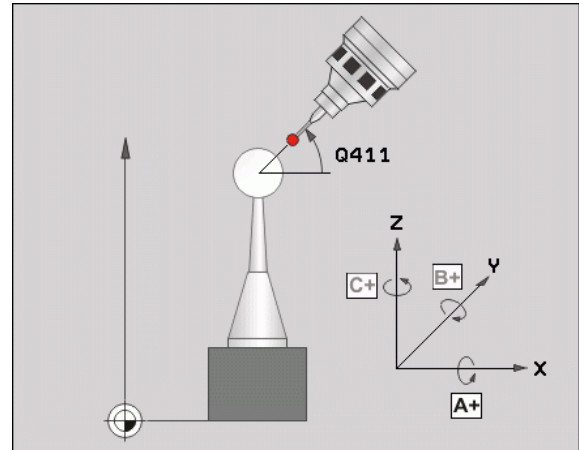
18.5 预设点补偿 (循环 452, DIN/ISO: G452, 选装项)

循环运行

探测循环 452 用于优化机床运动特性变换链 (参见第 448 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换刀铣头为使工件预设点适用于所有铣头。

- 1 夹紧基准球。
- 2 用循环 451 测量整个基准铣头和用循环 451 将预设点最终设置在球心位置。
- 3 插入第二个铣头
- 4 用循环 452 测量换刀铣头的换头点
- 5 用循环 452 调整其它换刀铣头至基准铣头。



如果可以，加工期间使基准球夹紧在工作台上保持不动，这样可以补偿机床漂移。这同样适用于无旋转轴的机床。

- 1 夹持基准球和检查是否存在碰撞可能。
- 2 将预设点设置在基准球位置。
- 3 将预设点设置在工件上，和开始工件加工。
- 4 定期用循环 452 进行预设点补偿。TNC 测量相应轴的漂移和在运动特性模型中进行补偿。

参数编号	含义
Q141	A 轴测量值标准方差 (如果未测量该轴，该值为 -1)
Q142	B 轴测量值标准方差 (如果未测量该轴，该值为 -1)
Q143	C 轴测量值标准方差 (如果未测量该轴，该值为 -1)
Q144	A 轴优化值标准方差 (如果未测量该轴，该值为 -1)
Q145	B 轴优化值标准方差 (如果未测量该轴，该值为 -1)
Q146	C 轴优化值标准方差 (如果未测量该轴，该值为 -1)



编程时注意：

为进行预设点补偿，必须特别准备运动特性。更多信息，请见机床手册。

注意倾斜加工面功能将被全部复位。停止 **M128** 或 **TCPM 功能**。

将基准球放在机床工作台上，其位置需保证测量过程中无碰撞。

定义循环前，必须将原点设置在基准球的球心位置并将其激活。

无单独位置编码器的旋转轴，选择测量点使旋转轴有距限位开关 1° 的角度运动空间。TNC 用这个距离进行内部反向间隙补偿。

沿测头轴移向探测高度时的定位进给速率，TNC 使用循环参数 **Q253** 或机床参数 MP6150 中的较小值。测头监测功能不工作时，TNC 只用定位进给速率 **Q253** 运动旋转轴。

如果优化模式中获得的运动特性数据大于允许的极限值 (**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之差超过机床参数 **MP6601** 的定义值，TNC 显示错误信息并结束测量。

如果测量期间中断循环运行，运动特性数据将不能保持原有状态。用循环 450 进行优化前，必须保存当前运动特性配置，以便在失败时可以恢复最新保存的运动特性配置。

用英寸编程：TNC 只用毫米记录日志数据和测量结果。



循环参数



- ▶ **基准球准确半径** Q407: 输入所用基准球的准确半径。
输入范围 0.0001 至 99.9999
- ▶ **安全高度** Q320 (增量值): 测量点与球头间的附加距离。Q320 累加到 MP6140 上。输入范围为 0 至 99999.9999, 或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **退离高度** Q408 (绝对值): 输入范围 0.0001 至 99999.9999
 - 输入 0:
不运动到任何退离高度。TNC 运动到被测轴的下个测量位置。不适用于鼠牙盘连接的轴! TNC 运动到第一测量位置的顺序为 A 轴, B 轴再 C 轴。
 - 输入 >0:
沿倾斜工件坐标系的退离高度是旋转轴沿主轴坐标轴定位前的 TNC 位置。TNC 也将测头沿加工面运动到原点处。该模式时, 测头监测功能不可用。用参数 Q253 定义定位速度。
- ▶ **预定位进给速率** Q253: 定位时刀具运动速度, 单位为 mm/min。输入范围 : 0.0001 至 99999.9999 ; 或 **FMAX, FAUTO, PREDEF**。
- ▶ **参考角** Q380 (绝对值): 在当前工件坐标系中测量被测点的参考角 (基本旋转)。定义参考角可以大幅放大轴的测量范围。输入范围 0 至 360.0000
- ▶ **A 轴起始角** Q411 (绝对值): A 轴起始角为第一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **A 轴终止角** Q412 (绝对值): A 轴终止角为最后一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **A 轴仰角** Q413: A 轴仰角为测量其他旋转轴的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **A 轴测量点数** Q414: 探测测量点数, TNC 用该数测量 A 轴。如果输入值 = 0, TNC 不测量相应轴。输入范围 0 至 12
- ▶ **B 轴起始角** Q415 (绝对值): B 轴起始角为第一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **B 轴终止角** Q416 (绝对值): B 轴终止角为最后一次测量时的角度 输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **B 轴仰角** Q417: B 轴仰角为测量其他旋转轴的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **B 轴测量点数** Q418: 探测测量点数, TNC 用该数测量 B 轴。如果输入值 = 0, TNC 不测量相应轴。输入范围 0 至 12
- ▶ **C 轴起始角** Q419 (绝对值): C 轴起始角为第一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **C 轴终止角** Q420 (绝对值): C 轴终止角为最后一次测量时的角度。输入范围 -359.999 至 359.999
- ▶ **C 轴仰角** Q421: C 轴仰角为测量其他旋转轴的角度。输入范围 -359.999 至 359.999

举例: 校准程序

4 TOOL CALL "TASTER " Z
5 TCH PROBE 450 SAVE KINEMATICS
Q410=0 ; 模式
Q409=5 ; 存储区
6 TCH PROBE 452 PRESET COMPENSATION
Q407=12.5; 球半径
Q320=0 ; 安全高度
Q408=0 ; 退离高度
Q253=750; 预定位进给速率 F
Q380=0 ; 参考角
Q411=-90;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=0 ;A 轴仰角
Q414=0 ;A 轴测量点
Q415=-90;B 轴起始角
Q416=+90;B 轴终止角
Q417=0 ;B 轴仰角
Q418=2 ;B 轴测量点
Q419=-90;C 轴起始角
Q420=+90;C 轴终止角
Q421=0 ;C 轴仰角
Q422=2 ;C 轴测量点
Q423=4 ; 测量点数
Q432=0 ; 反向间隙角度范围



- ▶ **C轴测量点数** Q422: 探测测量点数, TNC 用该数测量 C 轴如果输入值 = 0, TNC 不测量相应轴。输入范围 0 至 12
- ▶ **测量点数 (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 (标准设置)
 3: 用 3 个测量点
- ▶ **反向间隙角度范围** Q432; 在这里定义测量旋转轴时所用的运动角度。运动角度必须远远大于旋转轴的实际反向误差。如果输入值 = 0, TNC 不测量反向间隙。输入范围 -3.0000 至 +3.0000

调整换刀铣头

这个程序是为了在旋转轴 (铣头) 改变后, 使工件预设点保持不变。
 以下例子中, 调整叉式铣头的 A 轴和 C 轴。A 轴改变, 而 C 轴继续是基本配置的一部分。

- ▶ 插入被用作基准铣头的换刀铣头。
- ▶ 夹紧基准球。
- ▶ 插入测头。
- ▶ 使用循环 451 测量完整运动特性, 包括基准铣头。
- ▶ 测量基准铣头后, 设置预设点 (用循环 451 中的 Q432 = 2 或 3)

举例：测量基准铣头

1 TOOL CALL “TASTER “ Z
2 TCH PROBE 451 MEASURE KINEMATICS
Q406=1 ; 模式
Q407=12.5; 球半径
Q320=0 ; 安全高度
Q408=0 ; 退离高度
Q253=2000; 预定位进给速率 F
Q380=45 ; 参考角
Q411=-90;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=45 ;A 轴仰角
Q414=4 ;A 轴测量点
Q415=-90;B 轴起始角
Q416=+90;B 轴终止角
Q417=0 ;B 轴仰角
Q418=2 ;B 轴测量点
Q419=+90;C 轴起始角
Q420=+270;C 轴终止角
Q421=0 ;C 轴仰角
Q422=3 ;C 轴测量点
Q423=4 ; 测量点数
Q431=3 ; 预设点
Q432=0 ; 反向间隙角度范围



- ▶ 插入第二个换刀铣头。
- ▶ 插入测头。
- ▶ 用循环 452 测量铣头。
- ▶ 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。
- ▶ 用同样方法可以调整所有其它换刀铣头。



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：调整换刀铣头

3 TOOL CALL “TASTER “ 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 F
Q380=45 ;参考角
Q411=-90;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=45 ;A 轴仰角
Q414=4 ;A 轴测量点
Q415=-90;B 轴起始角
Q416=+90;B 轴终止角
Q417=0 ;B 轴仰角
Q418=2 ;B 轴测量点
Q419=+90;C 轴起始角
Q420=+270;C 轴终止角
Q421=0 ;C 轴仰角
Q422=0 ;C 轴测量点
Q423=4 ;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 “TASTER “ Z
2 CYCL DEF 247 DATUM SETTING
Q339=1 ; 原点编号
3 TCH PROBE 451 MEASURE KINEMATICS
Q406=1 ; 模式
Q407=12.5; 球半径
Q320=0 ; 安全高度
Q408=0 ; 退离高度
Q253=750; 预定位进给速率 F
Q380=45 ; 参考角
Q411=+90;A 轴起始角
Q412=+270;A 轴终止角
Q413=45 ;A 轴仰角
Q414=4 ;A 轴测量点
Q415=-90;B 轴起始角
Q416=+90;B 轴终止角
Q417=0 ;B 轴仰角
Q418=2 ;B 轴测量点
Q419=+90;C 轴起始角
Q420=+270;C 轴终止角
Q421=0 ;C 轴仰角
Q422=3 ;C 轴测量点
Q423=4 ; 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 “TASTER “ Z
5 TCH PROBE 452 PRESET COMPENSATION
Q407=12.5; 球半径
Q320=0 ;安全高度
Q408=0 ;脱离高度
Q253=99999; 预定位进给速率 F
Q380=45 ;参考角
Q411=-90;A 轴起始角
Q412=+90;A 轴终止角
Q413=45 ;A 轴仰角
Q414=4 ;A 轴测量点
Q415=-90;B 轴起始角
Q416=+90;B 轴终止角
Q417=0 ;B 轴仰角
Q418=2 ;B 轴测量点
Q419=+90;C 轴起始角
Q420=+270;C 轴终止角
Q421=0 ;C 轴仰角
Q422=3 ;C 轴测量点
Q423=3 ;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 创建测量日志文件 (**TCHPR452.txt**), 它记录以下信息:

- 日志创建日期和时间
- 运行循环的 NC 程序路径
- 当前运动特性号
- 输入的基准球半径
- 每个被测旋转轴:
 - 起始角
 - 终止角
 - 仰角
 - 测量点数
 - 离散性 (标准方差)
 - 最大误差
 - 角度误差
 - 确定的反向间隙
 - 平均定位误差
 - 测量圆半径
 - 所有轴的补偿值 (预设点平移)
 - 测量点评价
 - 旋转轴的测量不确定性

日志数据说明

(参见第 461 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。
- 测量刀具的各刀刃。

“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 479
校准无线 TT 449，循环 484			页 480
测量刀具长度，循环 31 和 481			页 481
测量刀具半径，循环 32 和 482			页 483
测量刀具长度和半径，循环 33 和 483			页 485



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。

在倾斜加工面中也可以测量刀具。



循环 31 至 33 和循环 481 至 483 的差异

特性和操作顺序必须绝对相同。循环 31 至 33 和循环 481 至 483 只有两处不同：

- 循环 481 至 483 也适用于用 G481 至 G483 的 ISO 编程的控制系统。
- 除测量状态的可选参数外，新版循环用固定参数 **Q199**。

设置机床参数



刀具静止时测量刀具，TNC 使用 MP6520 定义的探测进给速率。

测量旋转刀具时，TNC 自动计算主轴转速和探测进给速率。

主轴转速计算公式为：

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

n	主轴转速 [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	转速 (rpm)



MP6507 决定探测进给速率的计算方式：

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，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” 中信息

缩写	输入	对话
CUT	刀刃数（最多 20 个）	刀刃数？
LTOL	用于磨损检测的刀具长度 L 的允许偏差。如果超出输入值，TNC 将锁定刀具（状态 L ）。输入范围：0 至 0.9999 mm	磨损公差：长度？
RTOL	磨损检测的刀具半径 R 的允许偏差。如果超出输入值，TNC 将锁定刀具（状态 I ）。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：探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 表示 R ）。	刀具偏移量：半径？
TT:L-OFFS	半径测量：加到 MP6530 的刀具偏移量，是探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 将锁定刀具（状态 L ）。输入范围：0 至 0.9999 mm	破损公差：长度？
RBREAK	刀具破损检测的刀具半径 R 的允许偏差。如果超出输入值，TNC 将锁定刀具（状态 I ）。输入范围：0 至 0.9999 mm	破损公差：半径？

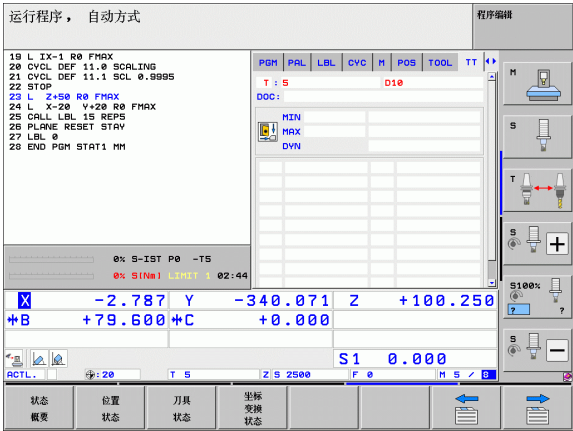
常见刀具类型输入举例

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，直径为 <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，直径为 >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 “*” 标记显示；如果结果超出允许破损公差，用字符 “B” 标记显示。



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

循环运行

用测量循环 “探测循环 30” 或 “探测循环 480” 校准 TT (另参见第 475 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 度自动测量校准刀具的中心偏移量。

校准刀具必须为精密圆柱体, 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 和伸出卡盘约 50 mm。这样使每 1 N 探测力导致的变形只有 0.1 μm。

编程时注意:



校准循环工作取决于 MP 6500。参见机床手册。

校准测头前, 必须将校准刀具的准确长度和半径输入在刀具表 “TOOL.T” 中。

TT 在机床加工区的位置必须用机床参数 6580.0 至 6580.2 进行定义。

如果改变任何一个机床参数 6580.0 至 6580.2 的设置值, 必须重新校准 TT。

循环参数



► **间隔高度:** 输入主轴不碰撞工件或夹具的坐标轴位置。间隔高度为相对当前工件原点。如果输入的间隔高度太小, 使刀尖低于测头触盘面, TNC 自动将校准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** (预定义)

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: 新版格式的 NC 程序段

```

6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 480 CALIBRATE TT
Q260=+100; 间隔高度
    
```



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

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

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 度测量校准刀具的中心偏移量。

校准刀具必须为精密圆柱体，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 和伸出卡盘约 50 mm。这样使每 1 N 探测力导致的变形只有 0.1 μm。

编程时注意：



校准循环工作取决于 MP 6500。参见机床手册。

校准测头前，必须将校准刀具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“探测循环 31”或“探测循环 481”（另参见第 475 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，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，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，然后向测量面运动直到接触该测量面。偏移量被编程在刀具表的“刀具”偏移量中：半径 (TT: R-OFFS)。

刀具静止时测量刀具的循环 (例如钻头)

数控系统将被测刀具定位在测量面中心之上位置处。然后再将非旋转刀移向 TT 的测量面直到接触测量面。为激活该功能，将“刀具”偏移量输入为零：在刀具表中，半径 (TT: R-OFFS)

测量各刀刃的循环

TNC 将被测刀具预定位在测头顶端一侧。刀尖至测头顶端间距离用 MP6530 定义。用“刀具”偏移量输入附加偏移量数据：刀具表中长度 (TT: L-OFFS)。TNC 在刀具旋转过程中沿径向探测各刀刃以确定起始角。然后通过改变相应主轴定向角测量各刀刃长度。为激活该功能，编程刀具测量的“探测循环 31 = 1”。

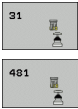
编程时注意：



第一次测量刀具前，将以下数据输入在刀具表“TOOL.T”中：近似半径，近似长度，刀刃数和切削方向。

可以分别测量各刀刃，刀刃最大数量为 **99 个**。TNC 的状态显示区显示不超过 24 个刀刃的被测值。

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 Q 参数的 Q115。如果差值大于刀具磨损或破损的长度允许公差，TNC 将锁定刀具（在“TOOL.T”中状态为“L”）。
- ▶ **保存结果的参数编号？**：TNC 保存测量状态的参数编号：
 - 0.0:** 刀具在公差范围内
 - 1.0:** 刀具磨损（超出 **LTOL**）
 - 2.0:** 刀具破损（超出 **LBREAK**）。如果不想使用程序中的测量结果，用 NO ENT 键回答对话提示。
- ▶ **间隔高度：**输入主轴不碰撞工件或夹具的坐标轴位置。间隔高度为相对当前工件原点。如果输入的间隔高度太小，使刀尖低于测头触盘面，TNC 自动将刀具定位在触盘面之上（MP6540 设定的安全区）。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF**（预定义）
- ▶ **刀具测量？ 0= 否 /1= 是：**选择是否使数控系统分别测量各刀刃（最多 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：新版格式的 NC 程序段

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 481 TOOL LENGTH
Q340=1 ; 检查
Q260=+100; 间隔高度
Q341=1 ; 探测刀刃
```



19.5 测量刀具半径 (循环 32 或 482, ISO: G482)

循环运行

为测量刀具半径，编程“探测循环 32”或“探测循环 482”（另参见第 475 页的“循环 31 至 33 和循环 481 至 483 的差异”）。通过输入参数，可用两种方法测量刀具半径：

- 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。铣刀刀尖至测头顶端间距离在 MP6530 中定义。刀具旋转时，TNC 径向探测刀具。如果编程要求连续测量各刀刃，TNC 通过定向主轴停止测量各刀刃半径。

编程时注意：



第一次测量刀具前，将以下数据输入在刀具表“TOOL.T”中：近似半径，近似长度，刀刃数和切削方向。

用静止主轴测量金刚石表面的圆柱形刀具。为此，定义刀刃（CUT）数为 0 并调整机床参数 6500。参见机床手册。

可以分别测量各刀刃，刀刃最大数量为 **99 个**。TNC 的状态显示区显示不超过 24 个刀刃的被测值。

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 Q 参数的 Q116。如果差值大于刀具磨损或破损检测的半径允许公差，TNC 将锁定刀具 (在 “TOOL.T” 中状态为 “L”)。
- ▶ **保存结果的参数编号？:** TNC 保存测量状态的参数编号：
 - 0.0:** 刀具在公差范围内
 - 1.0:** 刀具磨损 (超出 **RTOL**)
 - 2.0:** 刀具破损 (超出 **RBREAK**)。如果不想使用程序中的测量结果，用 NO ENT 键回答对话提示。
- ▶ **间隔高度:** 输入主轴不碰撞工件或夹具的坐标轴位置。间隔高度为相对当前工件原点。如果输入的间隔高度太小，使刀尖低于测头触盘面，TNC 自动将刀具定位在触盘面之上 (MP6540 设定的安全区)。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **刀具测量？ 0= 否 /1= 是:** 选择是否使数控系统也分别测量各刀刃 (最多 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：新版格式的 NC 程序段

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 482 TOOL RADIUS
Q340=1 ; 检查
Q260=+100; 间隔高度
Q341=1 ; 探测刀刃
```



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

循环运行

为测量刀具长度和半径，编程测量循环“探测循环 33”或“探测循环 482”（另参见第 475 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。可以用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，将以下数据输入在刀具表“TOOL.T”中：近似半径，近似长度，刀刃数和切削方向。

用静止主轴测量金刚石表面的圆柱形刀具。为此，定义刀刃（CUT）数为 0 并调整机床参数 6500。参见机床手册。

可以分别测量各刀刃，刀刃最大数量为 **99 个**。TNC 的状态显示区显示不超过 24 个刀刃的被测值。

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。如果是检查刀具，TNC 比较被测数据与保存在 “TOOL.T” 中的刀具数据。TNC 计算偏差并将正或负差值 “DR” 和 “DL” 输入在 “TOOL.T” 表中。偏差值也可由 Q 参数 Q115 和 Q116 提供。如果差值大于刀具磨损或破裂的允许公差的话，TNC 将锁定刀具 (在 “TOOL.T” 中状态为 “L”)。
- ▶ **保存结果的参数编号？**：TNC 保存测量状态的参数编号：
 - 0.0:** 刀具在公差范围内
 - 1.0:** 刀具磨损 (超出 **LTOL** 及 / 或 **RTOL**)
 - 2.0:** 刀具破损 (超出 **LBREAK** 及 / 或 **RBREAK**)。如果不想使用程序中的测量结果，用 NO ENT 键回答对话提示。
- ▶ **间隔高度：**输入主轴不碰撞工件或夹具的坐标轴位置。间隔高度为相对当前工件原点。如果输入的间隔高度太小，使刀尖低于测头触盘面，TNC 自动将刀具定位在触盘面之上 (MP6540 设定的安全区)。输入范围为 -99999.9999 至 99999.9999，或 **PREDEF** (预定义)
- ▶ **刀具测量？ 0= 否 /1= 是：**选择是否使数控系统也分别测量各刀刃 (最多 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：新版格式的 NC 程序段

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 483 MEASURE TOOL
  Q340=1 ; 检查
  Q260=+100; 间隔高度
  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 265
8	镜像	■		页 273
9	停顿时间	■		页 295
10	旋转	■		页 275
11	缩放系数	■		页 277
12	程序调用	■		页 296
13	主轴定向	■		页 297
14	轮廓定义	■		页 177
19	倾斜加工面	■		页 281
20	SL II 轮廓数据	■		页 182
21	SL II 定心钻		■	页 184
22	SL II 粗铣		■	页 186
23	精铣底面 SL II		■	页 190
24	精铣侧面 SL II		■	页 191
25	轮廓链		■	页 193
26	特定轴缩放	■		页 279
27	圆柱面		■	页 213
28	圆柱面上槽		■	页 216
29	圆柱面上凸台		■	页 219
30	运行 3-D 数据		■	页 247
32	公差	■		页 298
39	圆柱面外轮廓		■	页 222
200	钻孔		■	页 71
201	铰孔		■	页 73
202	镗孔		■	页 75
203	万能钻		■	页 79
204	反向镗孔		■	页 82



循环编号	循环名	定义生效	调用生效	页
205	万能啄钻		■	页 86
206	用浮动夹头攻丝架攻丝，新		■	页 103
207	刚性攻丝，新		■	页 105
208	镗铰		■	页 90
209	断屑攻丝		■	页 108
220	圆弧阵列点	■		页 165
221	直线阵列点	■		页 168
230	多道铣		■	页 249
231	规则表面		■	页 251
232	端面铣		■	页 255
240	定中心		■	页 69
241	单刃深孔钻		■	页 93
247	原点设置	■		页 272
251	矩形型腔（完整加工）		■	页 135
252	圆弧型腔（完整加工）		■	页 140
253	铣槽		■	页 143
254	圆弧槽		■	页 147
256	矩形凸台（完整加工）		■	页 152
257	圆弧凸台（完整加工）		■	页 156
262	铣螺纹		■	页 112
263	铣螺纹 / 镗孔		■	页 115
264	螺纹钻孔 / 铣削		■	页 119
265	螺旋螺纹钻孔 / 铣削		■	页 122
267	外螺纹铣削		■	页 125
270	轮廓链数据	■		页 195
275	摆线槽		■	页 197



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 388
1	极点原点	■		页 389
2	校准 TS 半径	■		页 429
3	测量	■		页 431
4	3-D 测量	■		页 433
9	校准 TS 长度	■		页 430
30	校准 TT	■		页 479
31	测量 / 检查刀具长度	■		页 481
32	测量 / 检查刀具半径	■		页 483
33	测量 / 检查刀具长度和半径	■		页 485
400	用两点的基本旋转	■		页 314
401	用两孔的基本旋转	■		页 317
402	用两圆柱台的基本旋转	■		页 320
403	用旋转轴补偿不对正量	■		页 323
404	设置基本旋转	■		页 326
405	用旋转轴 C 补偿不对正量	■		页 327
408	原点在槽中心（ FCL 3 功能 ）	■		页 335
409	原点在凸脊中心（ FCL 3 功能 ）	■		页 339
410	原点在矩形内	■		页 342
411	原点在矩形外	■		页 346
412	原点在圆（ 孔 ）内	■		页 350
413	原点在圆（ 孔 ）外	■		页 353
414	原点在角点外	■		页 356
415	原点在角点内	■		页 361
416	原点在圆心	■		页 365
417	原点在探测轴上	■		页 368
418	原点在四孔中心	■		页 370
419	原点在任意轴上	■		页 373



循环编号	循环名	定义生效	调用生效	页
420	工件 — 测量角度	■		页 391
421	工件 — 测量孔（孔圆心和孔直径）	■		页 393
422	工件 — 从外测量圆（圆柱台直径）	■		页 396
423	工件 — 从内测量矩形	■		页 399
424	工件 — 从外测量矩形	■		页 402
425	工件 — 测量内宽（槽）	■		页 406
426	工件 — 测量外宽（凸台）	■		页 409
427	工件 — 测量任何一个可选轴	■		页 412
430	工件 — 测量螺栓孔圆	■		页 415
431	工件 — 测量面	■		页 415
440	测量轴平移	■		页 435
441	快速探测：设置全局探测参数（FCL 2 功能）	■		页 438
450	KinematicsOpt：保存运动特性（选装项）	■		页 446
451	KinematicsOpt：测量运动特性（选装项）	■		页 448
452	KinematicsOpt：预设点补偿（选装项）	■		页 448
460	校准 TS：用基准球的半径和长度校准	■		页 440
480	校准 TT	■		页 479
481	测量 / 检查刀具长度	■		页 481
482	测量 / 检查刀具半径	■		页 483
483	测量 / 检查刀具长度和半径	■		页 485
484	校准红外线 TT	■		页 480



HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 8669 31-0

FAX +49 8669 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

3-D Touch Probe Systems from HEIDENHAIN

help you to reduce non-cutting time:

For example in

- workpiece alignment
- datum setting
- workpiece measurement
- digitizing 3-D surfaces

with the workpiece touch probes

TS 220 with cable

TS 640 with infrared transmission

- tool measurement
- wear monitoring
- tool breakage monitoring

with the tool touch probe

TT 140

