

SIEMENS

SINUMERIK

SINUMERIK 808D ADVANCED

编程和操作手册 (铣削)

用户手册

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

 危险
表示如果不采取相应的小心措施， 将会 导致死亡或者严重的人身伤害。
 警告
表示如果不采取相应的小心措施， 可能 导致死亡或者严重的人身伤害。
 小心
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。
注意
表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

本文件所属的产品/系统只允许由符合各项工作要求的**合格人员**进行操作。其操作必须遵照各自附带的文件说明，特别是其中的安全及警告提示。由于具备相关培训及经验，合格人员可以察觉本产品/系统的风险，并避免可能的危险。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

 警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

前言

适用产品

该手册适用于以下数控系统：

数控系统	软件版本
SINUMERIK 808D ADVANCED M (铣削)	V4.6.2

文档组成及目标使用人群

文档	建议目标使用人群
编程和操作手册 (车削)	车床的编程人员和操作人员
编程和操作手册 (铣削)	铣床的编程人员和操作人员
编程和操作手册 (ISO 车削/铣削)	车床/铣床的编程人员和操作人员
编程和操作手册 (手动机床 (MM+) , 车削)	车床的编程人员和操作人员
诊断手册	机械和电气设计人员, 调试工程师, 机床操作人员和维修服务人员
制造商/维修文档	
调试手册	安装人员, 调试工程师和维修服务人员
功能手册	机械和电气设计人员, 技术专家
参数手册	机械和电气设计人员, 技术专家
维修手册	机械和电气设计人员、技术专家、调试工程师以及服务和维护人员

我的文档管理器 (MDM)

如何在西门子文档内容的基础上创建自定义文档, 请访问以下链接：

www.siemens.com/mdm

标准功能范畴

本手册仅描述了标准功能范畴。机床制造商增添或者更改的功能, 由机床制造商资料进行说明。

技术支持

国家	热线 ¹⁾	其它服务联系信息：
德国	+49 911 895 7222	- 国际网站： https://support.industry.siemens.com/sc/us/en/sc/list-of-countries/oid2044 - 中国网站： http://www.siemens.com.cn/808D
中国	+86 400 810 4288	

¹⁾ 您可在上述国际网站中找到其它热线信息。

欧盟一致性声明

欧盟指令的符合性声明请访问网址：<http://www.siemens.com/automation/service&support>。

在网页中输入搜索关键字 **67385845** 或联系您所在地区的西门子办事处。

目录

	前言.....	2
1	基本安全说明.....	7
1.1	一般安全说明.....	7
1.2	工业安全.....	7
2	产品介绍.....	8
2.1	数控系统操作面板.....	8
2.1.1	面板处理单元 (PPU) 版本.....	8
2.1.2	PU16x.2 的控件组成.....	8
2.2	机床控制面板.....	10
2.2.1	机床控制面板 (MCP) 版本.....	10
2.2.2	MCP 的控制组成.....	10
2.3	屏幕布局.....	12
2.4	保护等级.....	13
2.5	选择用户界面语言.....	14
3	开机和回参考点.....	14
4	设置.....	15
4.1	坐标系.....	15
4.2	设置刀具.....	17
4.2.1	创建新刀具.....	17
4.2.2	激活刀具.....	19
4.2.3	分配手轮.....	19
4.2.4	激活主轴.....	21
4.2.5	测量刀具 (手动).....	22
4.2.6	设置工件.....	24
4.2.7	在“MDA”模式下验证刀具偏移结果.....	27
4.2.8	输入/修改刀具磨损数据.....	28
4.3	操作区域概述.....	29
5	零件编程.....	30
5.1	创建零件程序.....	31
5.2	编辑零件程序.....	31
5.3	管理零件程序.....	33
6	自动加工.....	35
6.1	模拟加工.....	37
6.1.1	加工工件之前的模拟.....	37
6.1.2	加工工件之前的实时记录.....	38
6.1.3	加工工件时的实时记录.....	39
6.2	程序控制.....	39
6.3	程序测试.....	41
6.4	启动和停止/中断零件程序.....	42
6.5	执行/传输外部零件程序.....	43
6.5.1	通过 RS232 接口执行/传输.....	43
6.5.1.1	RS232 通讯配置.....	43
6.5.1.2	外部执行 (通过 RS232 接口).....	44
6.5.1.3	外部传输 (通过 RS232 接口).....	45
6.5.2	通过以太网连接执行/传输.....	46
6.5.2.1	配置网络驱动器.....	46
6.5.2.2	外部执行 (通过以太网连接).....	48

6.5.2.3	外部传输 (通过以太网连接)	49
6.6	在指定位置处加工	50
7	数据备份	51
7.1	内部数据备份	51
7.2	外部数据备份	52
7.2.1	数据存档中的外部数据备份	52
7.2.2	文件的外部数据备份	53
8	编程原理	55
8.1	编程基础知识	55
8.1.1	程序名称	55
8.1.2	程序结构	55
8.2	标定坐标尺寸指令	55
8.2.1	尺寸编程	55
8.2.2	平面选择:G17 到 G19	56
8.2.3	绝对/增量尺寸 : G90, G91, AC, IC	57
8.2.4	公制尺寸和英制尺寸 : G71, G70, G710, G700	58
8.2.5	极坐标, 极点定义:G110, G111, G112	58
8.2.6	可编程的零点偏移:TRANS, ATRANS	60
8.2.7	可编程旋转 : ROT, AROT	60
8.2.8	可编程的比例系数 : SCALE, ASCALE	61
8.2.9	可编程镜像 : MIRROR, AMIRROR	62
8.2.10	工件夹紧 - 可设定的零点偏移 : G54 ~ G59, G500, G53, G153	63
8.2.11	NC 程序段压缩 (COMPON , COMPCURV , COMPCAD)	65
8.2.12	柱面转换 (TRACYL)	66
8.3	线性插补	73
8.3.1	快速移动直线插补 G0	73
8.3.2	进给率 F	74
8.3.3	带进给率的直线插补 G1	74
8.4	圆弧插补	75
8.4.1	圆弧插补 : G2,G3	75
8.4.2	通过中间点进行圆弧插补 : CIP	80
8.4.3	切线过渡圆弧 CT	80
8.4.4	螺旋线插补 : G2/G3, TURN	81
8.4.5	加工圆弧时的进给率修调 : CFTCP, CFC	81
8.5	螺纹切削	82
8.5.1	切削螺距恒定的螺纹 : G33	82
8.5.2	带补偿夹具的攻丝 : G63	83
8.5.3	螺纹插补 : G331,G332	84
8.6	接近固定点	85
8.6.1	返回固定点 G75	85
8.6.2	回参考点运行 G74	86
8.7	加速度控制和准停/连续路径运行	86
8.7.1	加速度性能 : BRISK, SOFT	86
8.7.2	准停/连续路径运行 : G9, G60, G64	87
8.7.3	暂停时间 : G4	89
8.8	主轴运动	89
8.8.1	齿轮级	89
8.8.2	主轴转速 S , 旋转方向	90
8.8.3	主轴定位 : SPOS	90
8.9	轮廓编程支持	91
8.9.1	轮廓编程	91
8.9.2	倒圆、倒角	92
8.10	刀具和刀具补偿	95
8.10.1	一般说明	95
8.10.2	刀具 T	96
8.10.3	刀具补偿号 D	96
8.10.4	选择刀具半径补偿 : G41,G42	99
8.10.5	拐角特性 : G450,G451	100

8.10.6	取消刀具半径补偿：G40	102
8.10.7	刀具半径补偿的特殊情况	102
8.10.8	刀具半径补偿举例	104
8.11	辅助功能 M	105
8.12	H 功能	105
8.13	计算参数 R，LUD 和 PLC 变量	106
8.13.1	计算参数 R	106
8.13.2	局部用户数据（LUD）	107
8.13.3	PLC 变量的读和写	108
8.14	程序跳转	109
8.14.1	绝对程序跳转	109
8.14.2	有条件程序跳转	109
8.14.3	程序跳转举例	110
8.14.4	程序跳转的跳转目标	111
8.15	子程序	112
8.15.1	概述	112
8.15.2	调用加工循环	114
8.15.3	模态子程序调用	114
8.15.4	执行外部子程序 (EXTCALL)	114
8.16	定时器和工件计数器	115
8.16.1	运行时间定时器	115
8.16.2	工件计数器	117
8.17	平滑逼近和退回	118
9	循环	122
9.1	循环概述	122
9.2	循环编程	123
9.3	程序编辑器中的图形循环支持	124
9.4	钻削循环	125
9.4.1	概述	125
9.4.2	前提条件	126
9.4.3	钻削，定中心 - CYCLE81	126
9.4.4	钻削，镗平面 - CYCL82	128
9.4.5	深孔钻削 - CYCLE83	130
9.4.6	攻丝，不带补偿衬套 - CYCLE84	135
9.4.7	攻丝，带补偿衬套 - CYCLE840	138
9.4.8	铰孔 1 - CYCLE85	143
9.4.9	镗孔 - CYCLE86	144
9.5	钻削图循环	146
9.5.1	前提条件	146
9.5.2	成排孔 - HOLES1	147
9.5.3	孔圆弧 - HOLES2	150
9.5.4	任意位置 - CYCLE802	152
9.6	铣削循环	153
9.6.1	前提条件	153
9.6.2	平面铣削 - CYCLE71	154
9.6.3	轮廓铣削 - CYCLE72	158
9.6.4	铣削矩形凸台 - CYCLE76	166
9.6.5	铣削环形凸台 - CYCLE77	171
9.6.6	一个圆弧上的长方形孔 - LONGHOLE	174
9.6.7	一个圆弧上的键槽 - SLOT1	177
9.6.8	环形槽 - SLOT2	182
9.6.9	铣削矩形凹槽 - POCKET3	186
9.6.10	铣削环形凹槽 - POCKET4	192
9.6.11	螺纹铣削 - CYCLE90	195
9.6.12	快速参数设置 - CYCLE832	199
9.7	故障信息和故障处理	200
9.7.1	一般说明	200
9.7.2	循环中的故障处理	200

9.7.3	循环报警一览	200
9.7.4	循环中的显示消息	200
10	典型铣削程序	200
A	附录	207
A.1	创建新刀沿	207
A.2	校准刀具测量头	208
A.3	使用测量头测量刀具 (自动)	209
A.4	输入/修改零点偏移	210
A.5	输入/修改设定数据	211
A.6	设置 R 参数	214
A.7	设置用户数据	214
A.8	“JOG”模式下的其他设置	215
A.8.1	设置相对坐标系 (REL)	216
A.8.2	平面铣削	217
A.8.3	设置 JOG 数据	218
A.9	通过 NC 程序激活轮廓手轮	219
A.10	“MDA”模式下的零件程序说明	221
A.11	帮助系统	221
A.12	操作向导	223
A.13	编辑中文字符	224
A.14	计算器	225
A.15	计算轮廓元素	226
A.16	自由轮廓编程	229
A.16.1	编程轮廓	230
A.16.2	定义起始点	231
A.16.3	轮廓元素编程	232
A.16.4	轮廓元素的参数	234
A.16.5	在极坐标中指定轮廓元素	237
A.16.6	循环辅助	239
A.16.7	编程示例 (铣床)	239
A.17	字结构和地址	246
A.18	字符集	247
A.19	程序段结构	248
A.20	指令表	249

1 基本安全说明

1.1 一般安全说明

 警告
未遵循安全说明和遗留风险可引发生命危险 忽视随附硬件文档中的安全说明和遗留风险会导致重伤或死亡。 • 遵守硬件文档中的安全说明。 • 进行风险评估时应考虑到遗留风险。

 警告
因参数设置错误或修改参数设置引起机器误操作可引发生命危险 参数设置错误可导致机器出现误操作，从而导致人员重伤或死亡。 • 防止恶意访问参数设置。 • 采取适当措施（如驻停或急停）应答可能的误操作。

1.2 工业安全

说明

工业安全

西门子为其产品及解决方案提供工业安全功能，以支持工厂、解决方案、机器、设备和/或网络的安全运行。这些功能是整个工业安全机制的重要组成部分。有鉴于此，西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善。西门子强烈建议您定期了解产品更新和升级信息。

此外，要确保西门子产品和解决方案的安全操作，还须采取适当的预防措施（例如：设备单元保护机制），并将每个组件纳入先进且全面的工业安全保护机制中。可能使用的所有第三方产品须一并考虑。更多有关工业安全的信息，请访问 网址 (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)。

要及时了解有关产品的更新和升级信息，请订阅相关产品的时事通讯。更多相关信息请访问 网址 (<http://support.automation.siemens.com>)。

 警告
篡改软件会引起不安全的驱动状态从而导致危险 篡改软件（如：病毒、木马、蠕虫、恶意软件）可使设备处于不安全的运行状态，从而可能导致死亡、重伤和财产损失。 • 请使用最新版软件。 相关信息和新闻请访问 网址 (http://support.automation.siemens.com)。 • 根据当前技术版本，将自动化组件和驱动组件整合至设备或机器的整体工业安全机制中。 更多相关信息请访问 网址 (http://www.siemens.com/industrialsecurity)。 • 在整体工业安全机制中要注意所有使用的产品。

2 产品介绍

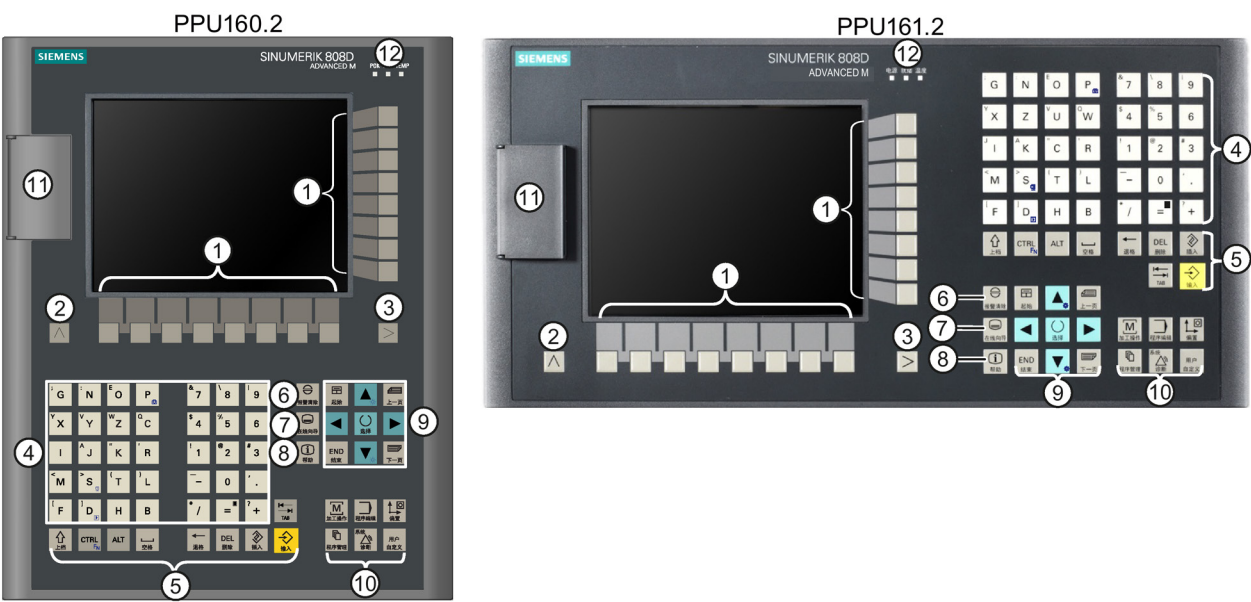
2.1 数控系统操作面板

2.1.1 面板处理单元 (PPU) 版本

PPU 版本	面板布局	适用的数控系统
PPU161.2	水平面板，英文版 水平面板，中文版	SINUMERIK 808D ADVANCED T (车削) /M (铣削)
PPU160.2	垂直面板，英文版 垂直面板，中文版	SINUMERIK 808D ADVANCED T (车削) /M (铣削)

2.1.2 PU16x.2 的控件组成

PPU16x.2 (正面)



- ① 垂直及水平软键
调用特定菜单功能
- ② 返回键
返回上一级菜单
- ③ 菜单扩展键
打开下一级菜单或在同级菜单间导航
- ④ 字母键和数字键*
- ⑤ 控制键 *
- ⑥ 报警清除键
清除用该符号标记的报警和提示信息
- ⑦ 在线向导键
提供基本调试和操作步骤的分步向导
- ⑧ 帮助键
调用帮助信息
- ⑨ 光标键 *
- ⑩ 操作区域键 *
- ⑪ USB 接口 *
- ⑫ 状态 LED *

仅适用于 PPU16x.2 的带图标按键

	按键上的图标提示您可以同时按住<CTRL>和该键作为截屏的快捷键。
	按键上的图标提示您可以同时按住<CTRL>和该键作为保存调试存档和操作记录至 USB 存储器的快捷键。
	按键上的图标提示您可以同时按住<CTRL>和该键作为在屏幕上显示预定义幻灯片或同时按住<ALT>和该键作为保存操作记录至 USB 存储器的快捷键。
	按键上的图标提示您可以按下该键调用计算器功能。
	该键上的图标仅用于 PPU161.2 和 PPU160.2。该图标用于提示该键可与其他键作为组合键一起使用。

其它信息

	按住此键，可输入相应字母/数字/操作区域键的上档字符。
	- 在输入区之间切换 - 在数控系统启动时进入“Set-up menu”对话框
	按以下组合键打开系统数据管理操作区：  + 
	支持用户自定义的扩展应用，例如，使用 EasyXLanguage 功能创建用户对话框。 有关此功能的详细信息，请参见 SINUMERIK 808D ADVANCED 功能手册。
USB 接口	连接至 USB 设备，例如： - 外部 USB 存储器，在 USB 存储器和数控系统之间传输数据 - 外部 USB 键盘，作为外部数控系统键盘使用

说明

除非另有说明，此手册所提及的按键仅以 PPU16x.2 上的按键为例。

LED 状态



LED“电源”	绿灯常亮：数控系统处于上电状态。
LED“就绪”	- 绿灯常亮：数控系统准备就绪且 PLC 处于运行模式。 - 红灯常亮：数控系统处于停止模式。 - 橙灯常亮：PLC 处于停止模式。 - 橙灯闪烁：PLC 处于上电模式。
LED“温度”	- 未亮灯：数控系统温度在特定范围内。 - 橙灯常亮：数控系统温度超出范围。

背光亮度控制

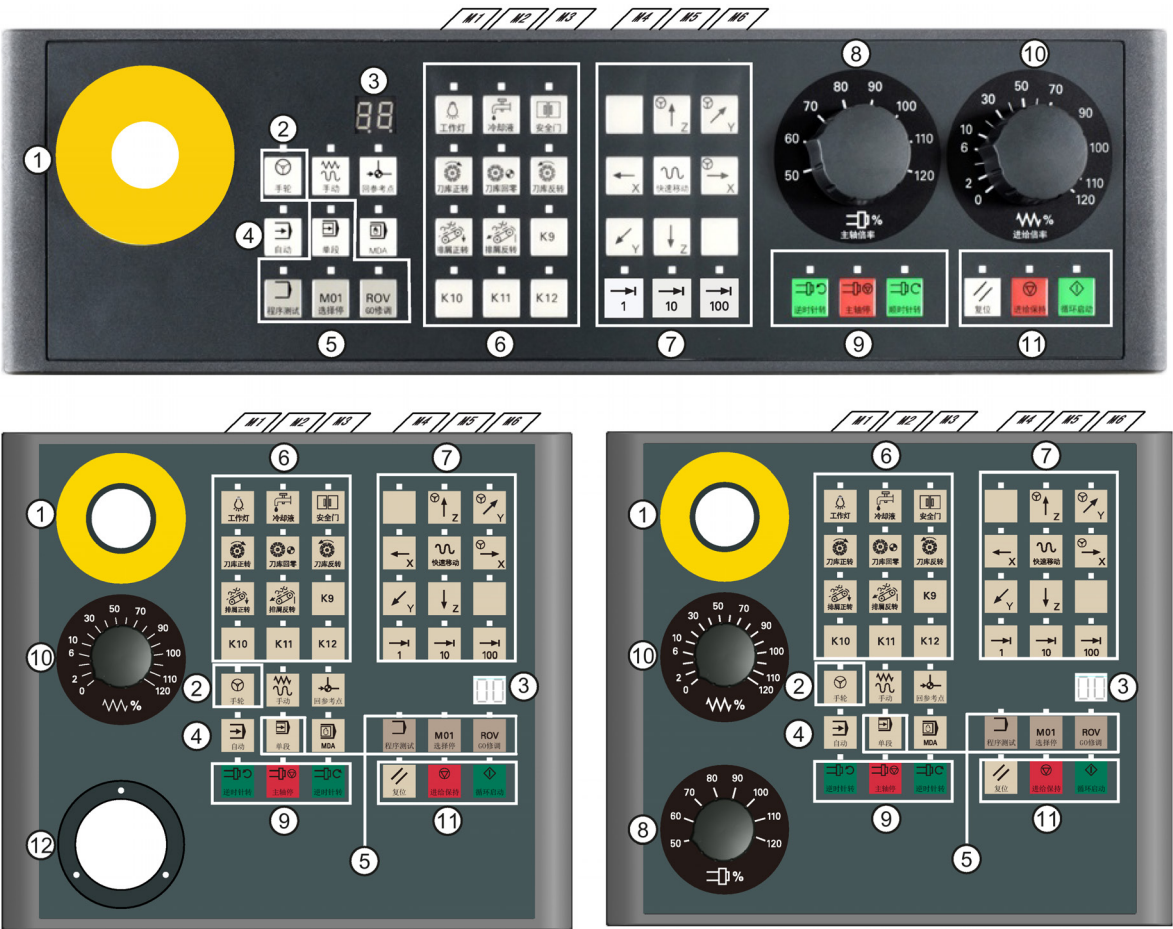
	按下 <CTRL> 和光标键可以 10% 的增量设置屏幕的背光亮度（亮度范围：10% 至 100%）。 请注意，如释放组合键，则 HMI 会保存所作的亮度设置且亮度条会在三秒后消失。
---	--

2.2 机床控制面板

2.2.1 机床控制面板 (MCP) 版本

MCP 版本	适用的数控系统
• 水平 MCP，英文版 • 水平 MCP，中文版 • 带手轮预留孔的垂直 MCP，英文版 • 带手轮预留孔的垂直 MCP，中文版 • 带主轴倍率开关的垂直 MCP，英文版 • 带主轴倍率开关的垂直 MCP，中文版	SINUMERIK 808D ADVANCED T (车削) / M (铣削)

2.2.2 MCP 的控制组成



- ① 急停按钮的预留孔

② 手轮按钮
用外部手轮控制轴运行

③ 刀具数量显示
显示当前激活的刀具号

④ 操作模式键

⑤ 程序控制键

⑥ 用户定义键
- ⑦ 轴运行键

⑧ 主轴倍率开关
(不可用于带手轮预留孔的垂直版 MCP)

⑨ 主轴状态键

⑩ 进给倍率开关
以特定进给倍率运行选中的轴

⑪ 程序启动、停止和复位键

⑫ 手轮预留孔

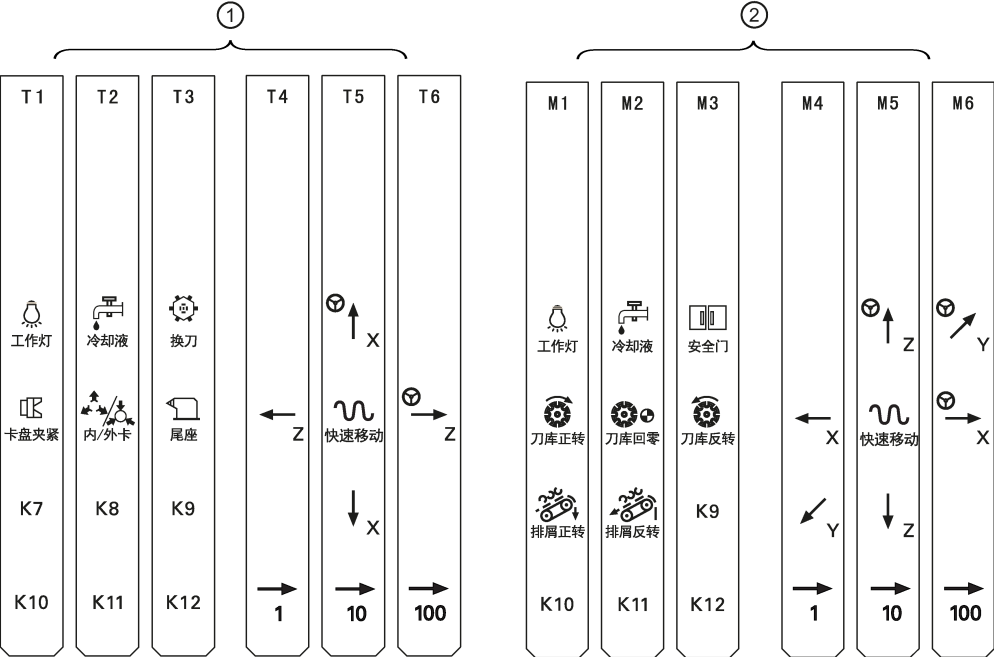
用户定义键

 工作灯	在任何操作模式下按该键可以开关灯光。 LED 亮：灯光开。 LED 灭：灯光关。
 冷却液	在任何操作模式下按该键可以开关冷却液供应。 LED 亮：冷却液供应开。 LED 灭：冷却液供应关。
 安全门	当进给轴和主轴全部停止工作时，按下此按键可以解锁安全门。 LED 亮：安全门解锁。 LED 灭：安全门锁定。
 刀库正转	按下此键使刀库顺时针转动（仅在 JOG 模式下有效）。 LED 亮：刀库顺时针转动。 LED 灭：刀库停止顺时针转动。
 刀库回零	按下此键使刀库回参考点（仅在 JOG 模式下有效）。 LED 亮：刀库回到参考点。 LED 灭：刀库还未回到参考点。
 刀库反转	按下此键使刀库逆时针转动（仅在 JOG 模式下有效）。 LED 亮：刀库逆时针转动。 LED 灭：刀库停止逆时针转动。
 排屑正转	在任意操作模式下按下此键使排屑器开始向前转动（仅在 JOG 模式下有效）。 LED 亮：排屑器开始向前转动。 LED 灭：排屑器停止转动。
 排屑反转	在任意操作模式下按住此按键可以使排屑器反转。松开此键则排屑器向前转动或者停止转动（仅在 JOG 模式下有效）。 LED 亮：排屑器开始反转。 LED 灭：排屑器停止反转。

预定义的插条

MCP 包装里包含两套（每套六条）预定义的插条。其中一套（①）用于数控系统车削版本并且已预先插入 MCP 背面。另一套（②）用于数控系统铣削版本。

对于 SINUMERIK 808D ADVANCED 铣削版本的数控系统，请使用铣削专用插条来替换预先插入的插条。



自定义插条

MCP 包装里还包含一张 A4 大小的空白塑料纸，上面印有可分离的插条。如果预定义的插条不能满足您的需要，请自定义插条。

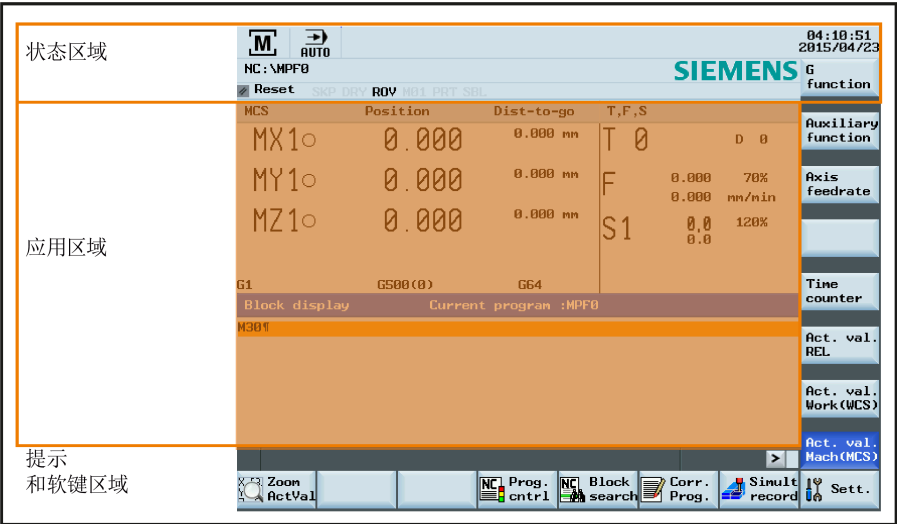
在数控系统工具箱 DVD 中的 \examples\SINUMERIK_808D_ADVANCED\MCP 文件夹里有一个符号库文件和一个插条模板文件。自定义插条请按照以下步骤操作：

- 1. 从符号库文件中复制需要的符号到插条模板中指定的位置上。
- 2. 用 A4 大小的空白塑料纸将模板打印出来。
- 3. 把插条从塑料纸上分开。
- 4. 从 MCP 上把预插入的插条抽出。
- 5. 把自定义的插条插入 MCP 的背面。

说明

该手册中的所有说明均以 SINUMERIK 808D ADVANCED 标准 MCP 为依据。如果使用其它的 MCP，则操作可能会与该说明有所不同。

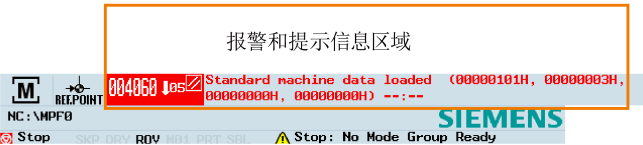
2.3 屏幕布局



显示状态区域的可变增量

	显示在标准子程序中已定义的可变增量 • 值 ≤ 五位：显示完整的值 • 值 > 五位：显示前四位加“..”
--	---

报警和提示信息



014000 103 通道 1 程序段 2 文件	显示带报警文本的有效报警 报警号显示为红底白字。相关报警文本显示为红字。箭头指示还有更多报警。箭头右边的数字表示所有有效报警的数量。如果不止一条有效报警，则按照顺序滚动显示。确认符号指示报警清除条件。
程序开始	显示来自 NC 程序的提示信息 来自 NC 程序的提示信息没有编号，显示为绿字。

2.4 保护等级

概述

数控系统 提供保护等级方案用以释放数据区。不同的保护等级控制不同的存取权限。

西门子提供的数控系统缺省状态设为最低保护等级 7（无口令）。如果忘记口令，则必须以缺省机床/驱动数据重新初始化数控系统。然后所有口令复位至软件释放的初始口令。

说明

在以缺省机床/驱动数据引导启动数控系统之前，必须确认您已备份机床/驱动数据；否则在以缺省机床/驱动数据重新引导启动之后所有数据会丢失。

保护等级	禁用口令	范围
0	西门子口令	西门子,预留
1	制造商口令	机床制造商
2	预留	
3-6	最终用户口令 (默认口令：“CUSTOMER”)	最终用户
7	无口令	最终用户

保护等级 1

保护等级 1 要求制造商口令。输入该口令可以进行以下操作：

- 输入或者修改部分机床数据和驱动数据
- 执行数控系统和驱动调试

保护等级 3-6

保护等级 3-6 要求最终用户口令。输入该口令可以进行以下操作：

- 输入或者修改部分机床数据
- 编辑程序
- 设置补偿值
- 测量刀具

保护等级 7

如果没有设置口令或保护等级接口信号，则系统自动设为保护等级 7。可以通过在 PLC 用户程序中设定用户接口的位来设置保护等级 7。

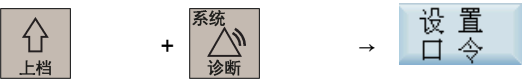
在下列菜单中，输入或者修改数据取决于所设定的保护等级：

- 刀具补偿
- 零点偏移
- 设定数据
- RS232 设置（仅用于 PPU16x.2）
- 程序编制/程序修改

允许读取或修改的机床数据和驱动数据的数量取决于保护等级。可通过设置机床数据(USER_CLASS...)对上述功能区的保护等级进行设置。

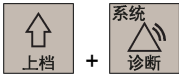
设置口令

可通过以下操作区域设置所需口令：

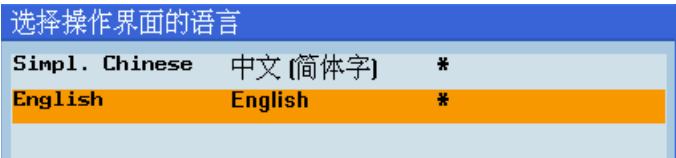


2.5 选择用户界面语言

操作步骤



- 1. 选择所需操作区域。
- 2. 按下该软键打开用户界面语言选择窗口。
- 3. 使用光标键选择所需语言。



- 4. 按下该软键确认选择。
说明：
选择一种新语言后，HMI (人机对话界面) 会自动重启。

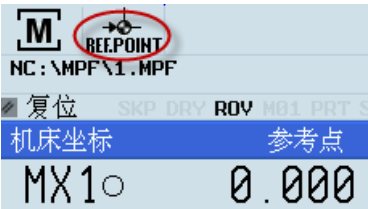
3 开机和回参考点

说明

当给 CNC 和机床通/断电时，也必须参照机床制造商文献，因为开机和回参考点这一功能与机床本身有着十分重要的联系。

操作步骤

- 1. 接通数控系统和机床的电源。
- 2. 松开机床上的所有急停开关。
数控系统启动后默认显示“REF.POINT”窗口。

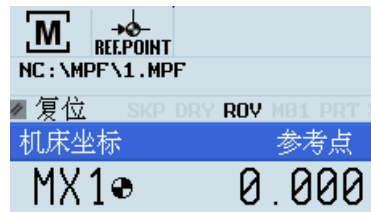


屏幕中显示的 ○ 符号表示轴未返回参考点。如果轴未回参考点，则该符号始终在当前 (加工) 操作区中显示。



3. 按下相应的轴方向键使轴运行至参考点。

如果轴已回参考点，轴标识符旁会显示 (●) 符号，该符号仅在“REF.POINT”窗口中可见。



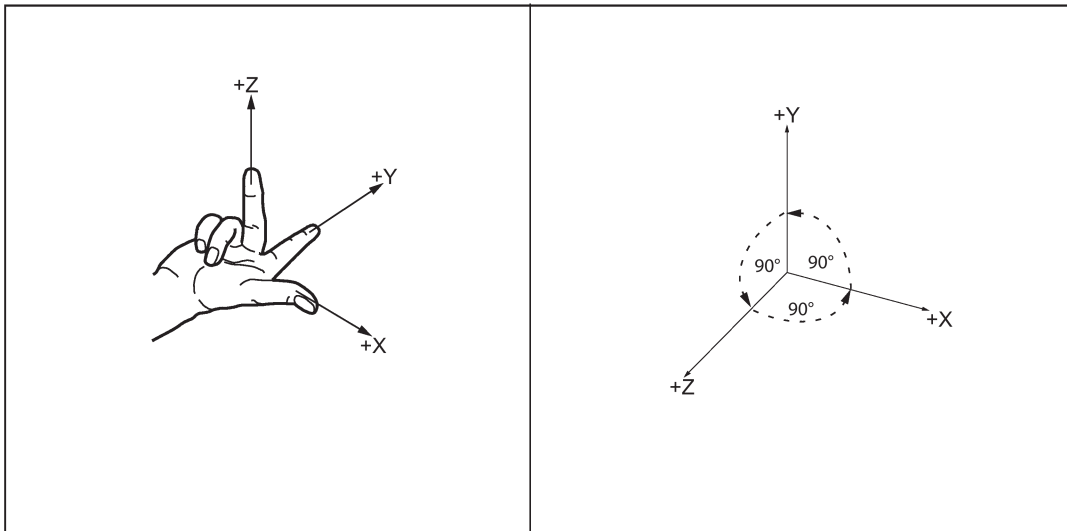
请注意，轴移动方向与移动键功能均由机床制造商定义。

4 设置

4.1 坐标系

坐标系通常由三条相互垂直的坐标轴组成。通过右手的“三指定律”可以确定各个坐标轴的正方向。坐标系以工件为参考，编程不受刀具或者工件移动的影响。编程时始终假定：工件静止，而刀具相对于工件坐标系发生位移。

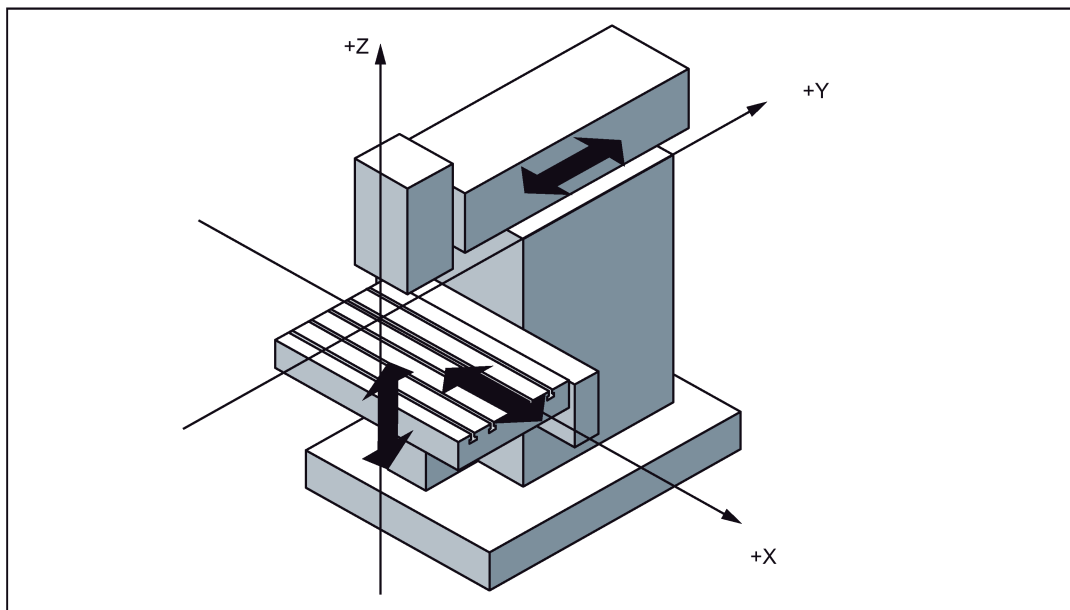
下图表示了如何来确定轴方向。



机床坐标系 (MCS)

机床坐标系的建立取决于各个机床的类型。它可以旋转到不同的位置。

轴方向的确定遵循右手的“三指定律”。站到机床面前，伸出右手，中指与主轴进刀的方向相反。



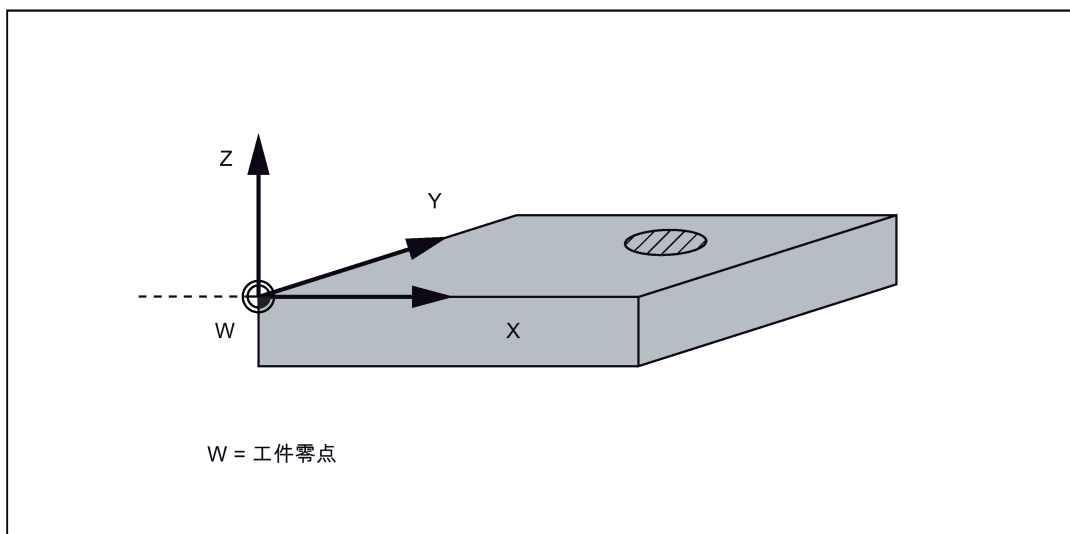
此坐标系的原点是**机床零点**。
该点仅作为参考点，由机床制造商确定。机床开机后不需要回原点运行。

机床坐标轴可以在坐标系负值区域内运行。

工件坐标系 (WCS)

在工件程序中描述一个工件的几何尺寸时也可以使用右旋直角坐标系。
编程人员可以在 Z 轴上任意选择该**工件零点**。

下图举例说明了工件坐标系。



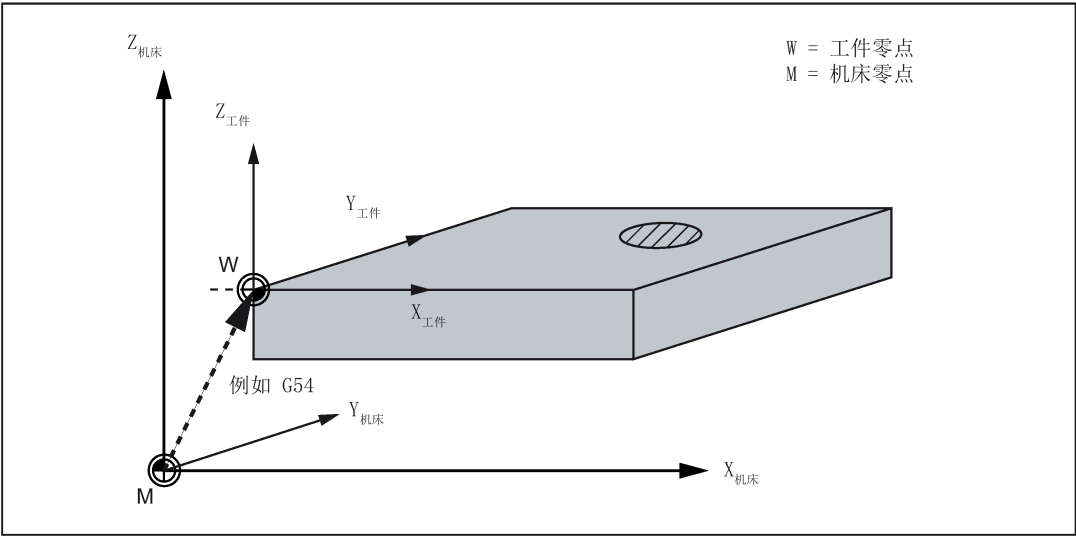
相对坐标系 (REL)

除了机床坐标系和工件坐标系之外，该系统还提供一套相对坐标系。使用此坐标系可以自由设定参考点，并且对工件坐标系没有影响。屏幕上所显示的轴运动均相对于此参考点。

工件装夹

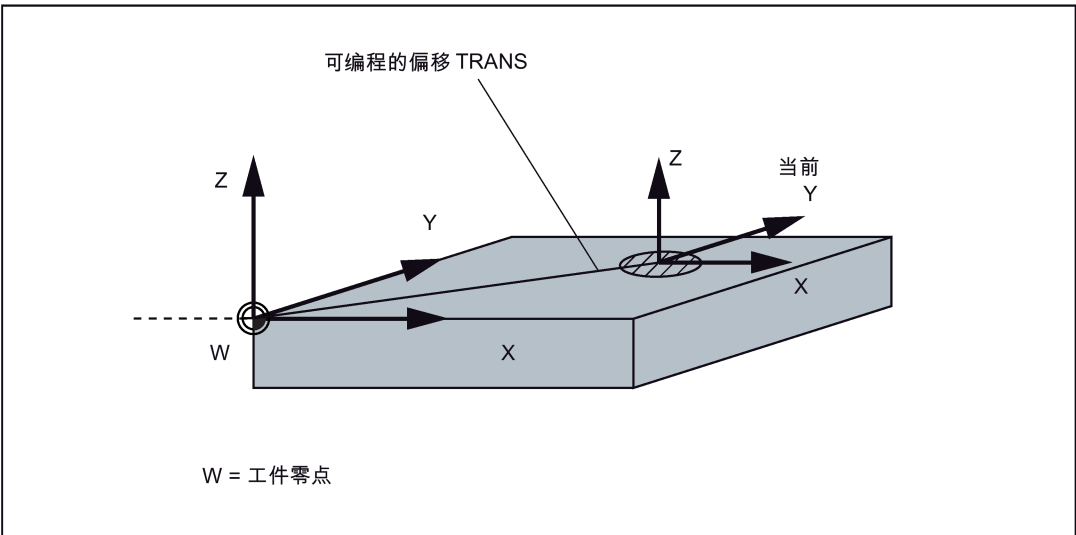
加工工件时工件必须夹紧在机床上。固定工件，保证工件坐标系坐标轴平行于机床坐标系坐标轴。由此产生了机床零点与工件零点在 X、Y 和 Z 轴上的偏移，该值输入到**可设定的零点偏移**中。当数控系统程序运行时，例如可以用已编程的指令 **G54** 激活此偏移量。

下图举例说明了工件如何夹紧在机床上。



当前工件坐标系

使用可编程的零点偏移 TRANS (页 60)可以设置相对于工件坐标系的偏移，由此生成当前工件坐标系。



4.2 设置刀具

4.2.1 创建新刀具

说明

本系统最多可支持 64 个刀具或 128 个刀沿。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 打开刀具列表窗口。

新建
刀具

铣刀

钻头

丝锥

球头
铣刀

3. 打开下级菜单选择刀具类型。
4. 按下相应软键选择所需的刀具类型。

5. 在以下窗口中输入刀具号（值范围：1 至 31999；建议输入小于 100 的刀具号）。

新建铣刀

刀具号

标识符

 铣刀

说明：

根据实际刀尖所指方向选择相应的刀沿位置码。

6. 按下该软键确认所作设置。新建刀具信息显示在如下窗口中。

刀具表

类型	T	D	H	⑤ 几何数据
①	②	③	④	长度 半径
	1	1	0	0.000 0.000

- ① 刀具类型
- ② 刀具号
- ③ 刀具补偿编号
- ④ 刀具补偿编号
- ⑤ 刀具长度和半径

说明：

列 ④ 在西门子模式下不可见。通过“H”列激活补偿数据的功能仅在 ISO 语言模式下可见。

7. 输入刀具半径并确认所作设置。

确认

输入

4.2.2 激活刀具

操作步骤



1. 选择所需操作区域。

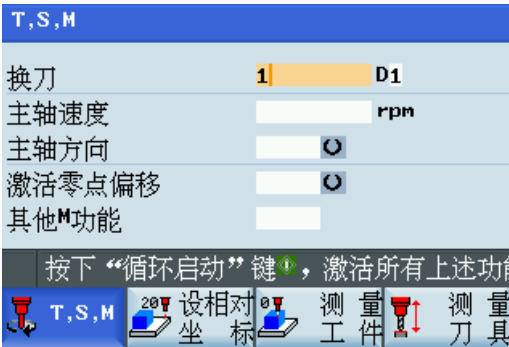


2. 切换至“JOG”模式。



3. 打开“T, S, M”窗口。

4. 在窗口“T, S, M”中输入刀具号 (例如 , 1)。



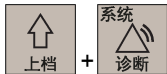
5. 按下该键或移动光标来确认输入。



6. 按下 MCP 上的该键激活刀具。

4.2.3 分配手轮

方法 1：通过 PPU 分配



1. 选择所需操作区域。



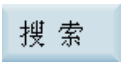
2. 打开机床数据窗口。



3. 按下该软键打开基本机床数据列表。



4. 使用光标键或以下软键搜索通用机床数据“14512 USER_DATA_HEX[16]”。



5. 使用以下键和光标键选择位 7：



按下以下软键确认输入。



6. 按下该垂直软键激活变更的数据值。请注意，数控系统会进行重启以应用新的数据值。

7. 在数控系统启动后，选择所需的操作区域。

8. 在 MCP 上按下此键。

9. 按下该键查看其它菜单选项。

10. 打开手轮分配窗口。

11. 用光标键选择所需的手轮编号。

12. 按下所需垂直软键 (<X> ... <MZ1>) 或者以下按键进行手轮分配。



窗口中出现轴标识符 (例如, “X”), 表示已将手轮分配给所选轴。



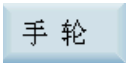
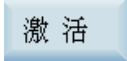
13. 通过以下 MCP 上的轴运行键选择所需的倍率增量来移动所选轴。
倍率增量为 0.001 mm。



倍率增量为 0.010 mm。



倍率增量为 0.100 mm。



方法 2：通过 MCP 分配

前提条件：

MD14512[16].7 = 0 (默认设置)



1. 选择所需操作区域。



2. 在 MCP 上按下该键通过外部手轮控制轴移动。



3. 按下所需轴运行键分配手轮。



4.2.4 激活主轴

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 切换至“JOG”模式。



3. 打开“T, S, M”窗口。



4. 在“T, S, M”窗口输入主轴速度值。
5. 按下该键选择主轴方向。



6. 按下该键或移动光标来确认输入。



- 在 MCP 上按下该键激活主轴。

4.2.5 测量刀具 (手动)

概述

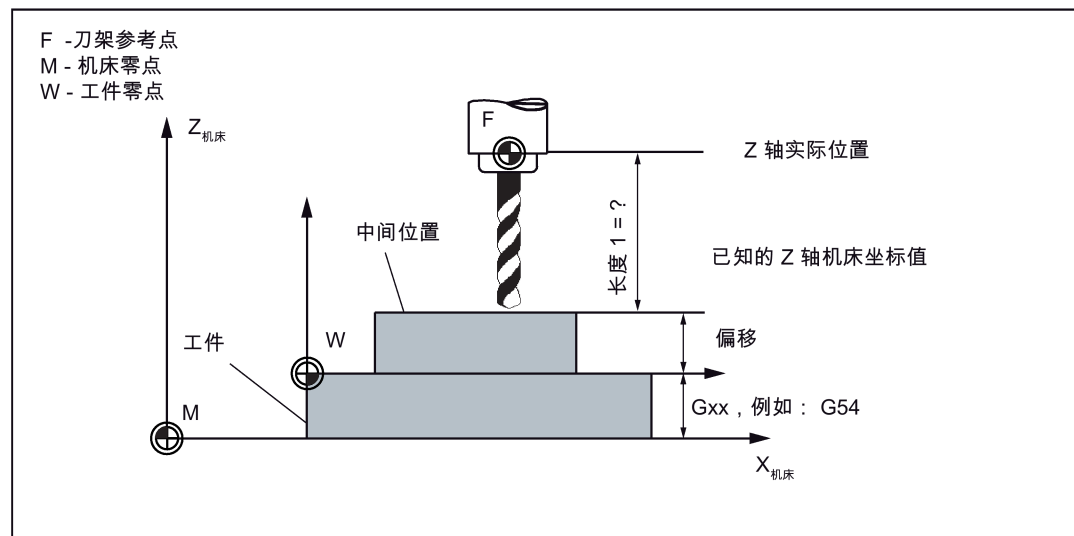
说明

铣刀必须确定长度和半径；而钻头（见下图）只需要确定长度。

您可以通过测量刀具或者在刀具列表中输入数值（详见“创建新刀具 (页 17)”章节）来确定刀具长度、半径和直径。

根据点 F（机床坐标）和参考点的实际位置，数控系统为预选的轴计算出长度 L 的补偿或者刀具半径

请参见下面以钻头 1/Z 轴长度为例计算长度补偿的图示。



操作步骤



- 选择所需操作区域。



- 切换至 JOG 模式。



- 打开用于刀具测量的下级菜单。



- 打开手动刀具测量窗口。



- 使用轴方向键将刀具移动至 Z 方向上的工件附近位置。

...

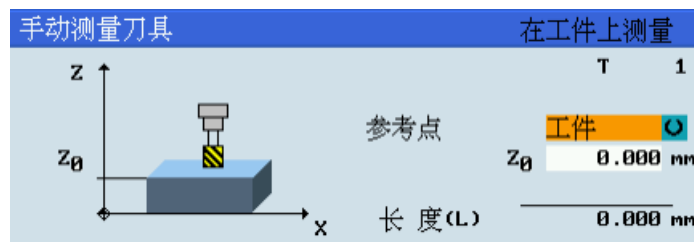




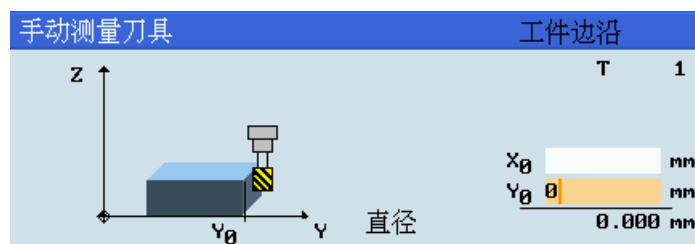
...



6. 切换至手轮控制模式。
7. 选择合适的进给倍率，然后使用手轮移动刀具，使其刮碰到工件边沿（如使用垫块，则使其刮碰垫块边沿）。
8. 按此键将工件或固定点设为参考点。
说明：
您可以根据需要定义固定点，例如，工作台。
9. 在“Z0”字段中输入刀尖至参考点的距离，例如，“0”。（如使用垫块，则应输入垫块厚度。）



10. 保存 Z 轴上的刀具长度值。此时需同时考虑刀具直径、半径以及刀沿位置。
11. 按下该垂直软键打开刀具直径测量窗口。
12. 使用轴方向键将刀具移动至 X 方向上的工件附近位置。
13. 切换至手轮控制模式。
14. 选择合适的进给倍率，然后使用手轮移动刀具，使其刮碰到工件边沿（如使用垫块，则使其刮碰垫块边沿）。
15. 分别在“X0”和“Y0”字段中输入 X 和 Y 方向上至工件边缘的距离，例如，在“X0”和“Y0”字段中分别输入“0”。（如使用垫块，则应输入垫块宽度。根据需要选择 X0/Y0。）



设置
直径

16. 保存刀具直径值。

刀具表

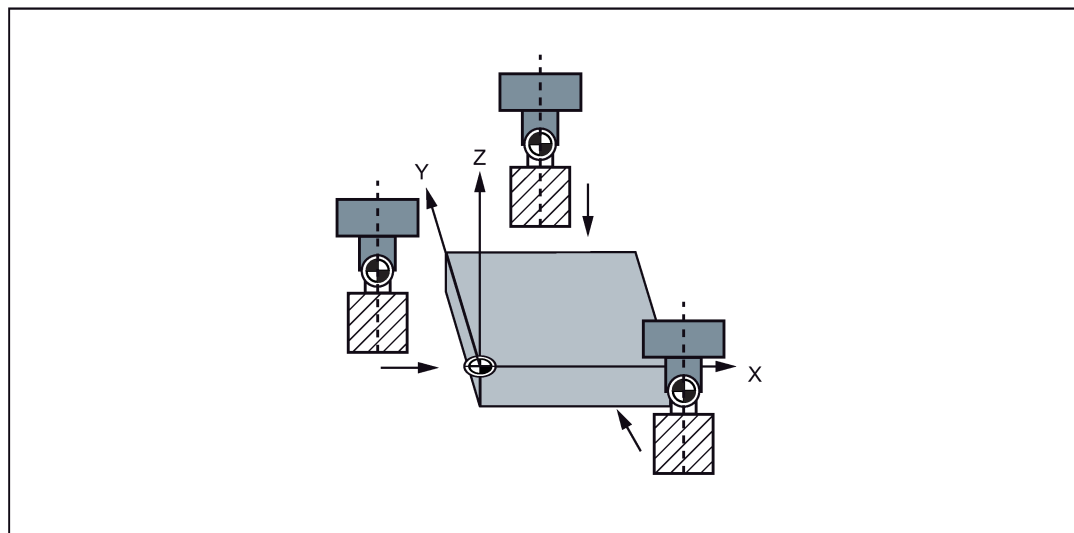
17. 按下该软键可看到补偿数据值已自动添加至刀具数据中。

对其他刀具重复上述操作并确保在加工之前已对所有刀具进行了测量，这样亦可简化换刀过程。

4.2.6 设置工件

概述

已选择相应的零点偏移平面（例如，G54）以及待求零点偏移的轴。



在开始测量之前，您可以通过“激活主轴 (页 21)”章节中的操作步骤来启动主轴。

操作步骤

工件边沿测量



1. 选择所需操作区域。



2. 切换至 JOG 模式。



3. 打开用于工件测量的下级菜单。



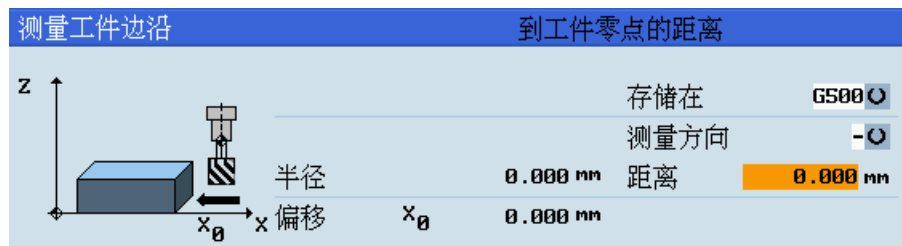
4. 按下该垂直软键打开工件边沿测量窗口。



...



5. 按下软键“X”即在 X 方向上进行测量。
6. 使用先前已经测量过的刀具，将其移动至 X 方向上的工件附近位置。
7. 切换至手轮控制模式。
8. 选择合适的进给倍率，然后使用手轮移动刀具，使其刮碰到工件边沿。
9. 选择要保存的偏置面以及测量方向（例如，“G54”以及“-”）。
10. 输入距离（例如，“0”）。
按下该键或者移动光标来确认输入。

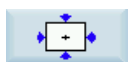


11. 按下该垂直软键。X 轴的零点偏移值被自动计算出并显示在偏移字段中。
12. 重复以上操作分别测量和设置“Y”轴和“Z”轴上的零点偏移。

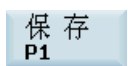
矩形工件测量



1. 选择所需操作区域。
2. 切换至 JOG 控制模式。
3. 打开用于工件测量的下级菜单。



...



圆形工件测量

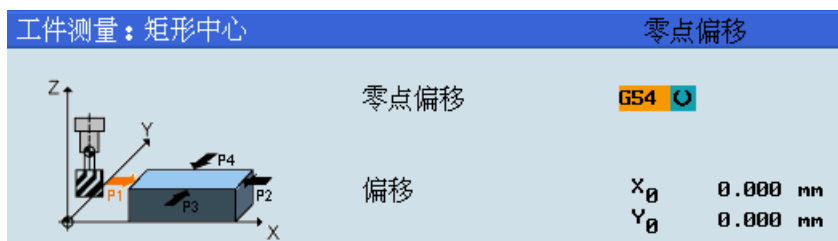


...



- 按下该垂直软键打开矩形工件测量窗口。

- 使用先前已经测量过的刀具，将其按照测量窗口中所示的 P1 橙色箭头的方向移动，使其刀尖刮碰工件边沿。



- 按下该垂直软键将刀具位置 P1 保存在坐标系中。

- 重复步骤 5 和 6 保存其他三个位置：P2、P3 和 P4。

- 在四个位置均已测量完毕后，按下该垂直软键保存 X 和 Y 轴上的零点偏移。

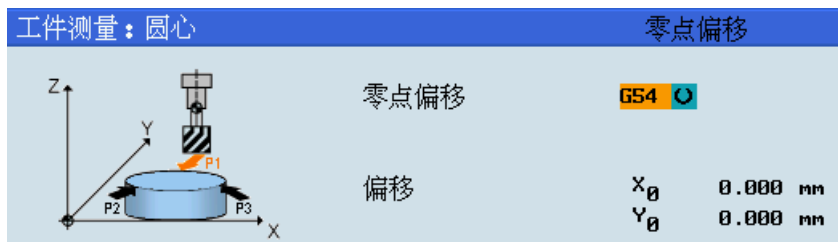
- 选择所需操作区域。

- 切换至 JOG 控制模式。

- 打开用于工件测量的下级菜单。

- 按下该垂直软键打开圆形工件测量窗口。

- 使用先前已经测量过的刀具，将其按照测量窗口中所示的 P1 橙色箭头的方向移动，使其刀尖刮碰工件边沿。



- 按下该垂直软键将刀具位置 P1 保存在坐标系中。

- 重复步骤 5 和 6 保存其他两个位置：P2 和 P3。

- 在三个位置均已测量完毕后，按下该垂直软键保存 X 和 Y 轴上的零点偏移。

4.2.7 在“MDA”模式下验证刀具偏移结果

为确保机床的安全性和准确性，必须恰当地测试刀具偏移结果。

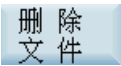
操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 切换至“MDA”模式。



3. 在 PPU 上按下该软键。



4. 输入测试程序，例如：G54 T1 D1 G00 X0 Y0 Z5。
如有需要，您还可以使用如下软键从系统目录中加载一个现有的零件程序：



5. 按此键激活“ROV”功能（LED 亮）。
说明：
“ROV”功能激活 G00 功能下的进给倍率开关。



6. 在 MCP 上按下此键。
逐步增加进给倍率以避免轴移动过快导致碰撞，同时查看轴是否移动至给定位置。

“MDA”模式下的其他软键功能

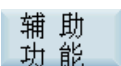


该窗口显示重要的 G 功能，每个 G 功能分配在一个组下并在窗口中占有一固定位置。要关闭该窗口，再次按下该软键。

要显示其他 G 功能，使用以下按键：



要显示其他 G 功能，使用相应按键。



该窗口显示了有效的辅助功能和 M 功能。要关闭该窗口，再次按下该软键。



使用该软键可打开文件保存窗口，从而可以指定名称及存储介质来保存当前 MDA 窗口中显示的程序。您可以在输入区中输入新的程序名来保存程序或者选择已有的程序进行覆盖。

说明：
如果不使用该软键进行保存，那么“MDA”模式下所编辑的程序仅为临时文件。



按下该软键即删除 MDA 窗口中显示的所有程序段。



按下该软键从系统目录中选择一个现有的零件程序并加载到 MDA 缓存。

关于此模式下的其它软键说明，请参见““JOG”模式下的其他设置 (页 215)”章节。

关于“MDA”模式下的零件编程，请参见““MDA”模式下的零件程序说明 (页 221)”章节。

4.2.8 输入/修改刀具磨损数据

说明

必须明确区分刀具磨损补偿的方向。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 打开刀具磨损窗口。



3. 使用光标键选择所需的刀具及其刀沿。

4. 输入 X 轴和 Z 轴的刀具长度磨损参数以及刀具半径磨损参数。
正值：刀具远离工件。
负值：刀具接近工件。



5. 按此键或移动光标来激活补偿数据。

刀具磨损				
类型	T	D	磨损	
			长度	半径
	1	1	0.000	0.000
		2	0.000	0.000

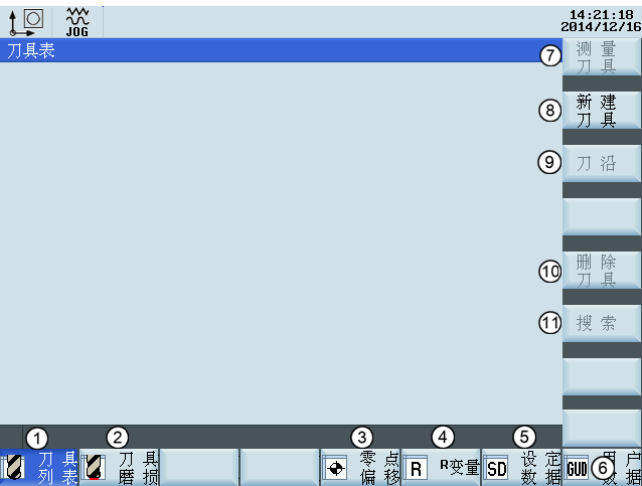
4.3 操作区域概述

在使用数控系统工作时，需要对机床和刀具等进行如下设置：

- 创建刀具及刀沿。
- 输入/更改刀具和零点偏移值。
- 输入设定数据

软键功能

在 PPU 上按下此键打开如下窗口：



- ① 显示并修改刀具偏移数据
- ② 显示并修改刀具磨损数据
- ③ 显示并修改零点偏移数据
- ④ 显示并修改 R 变量
- ⑤ 配置并显示设定数据列表
- ⑥ 显示所定义的用户数据
- ⑦ 手动或自动测量刀具
- ⑧ 创建新刀具
更多信息可参见章节“创建新刀具 (页 17)”。
- ⑨ 打开刀沿设置的下级菜单
更多信息可参见章节“创建新刀沿 (页 207)”。
- ⑩ 从刀具列表中删除当前选中的刀具
- ⑪ 通过刀具号搜索刀具

5 零件编程

数控系统最多可存储 300 个零件程序，其中包括数控系统中已创建的用于实现 MM+、TSM 等特定功能的程序。

软键功能



在 PPU 上按下此键打开如下窗口：



- ① 储存 NC 程序用于随后操作
- ② 管理并传输制造商循环
- ③ 通过 USB 驱动读入/出文件并执行来自外部储存媒体的程序
- ④ 通过 RS232 接口读入/出文件并执行来自外部 PC 的程序
- ⑤ 通过以太网接口读入/出文件并执行来自外部 PC 的程序
- ⑥ 备份制造商文件
- ⑦ 备份用户文件
- ⑧ 显示最近存取的文件
- ⑨ 执行所选文件。执行过程中不允许进行编辑。
- ⑩ 创建新文件或目录
- ⑪ 查找文件
- ⑫ 选择所有文件用于随后操作
- ⑬ 将所选文件复制到剪贴板
- ⑭ 将所选文件从剪贴板粘贴到当前目录
- ⑮ 恢复所删除的文件
- ⑯ 打开用于更多选项的下级菜单：
 - 重命名零件程序
 - 剪切零件程序

说明：软键 ② 和 ⑥ 仅在制造商口令下可见。

5.1 创建零件程序

操作步骤



1. 选择所需操作区域。
2. 进入用于存放新建程序的文件夹。
3. 如要直接创建新的程序文件，按下该软键并前进至第 4 步。
如要先创建一个新的程序目录，按下该软键，并在开始第 4 步之前完成如下操作：
A. 按下该软键打开新建目录窗口。
B. 为新目录输入一个名称。
C. 按下该软键确认输入。
D. 使用光标键选择新目录。
E. 按下 PPU 上的该键打开目录。
4. 按下该软键打开新建程序窗口。
5. 输入新程序的名称。如需创建主程序，无需输入文件扩展名“.MPF”。如需创建子程序，必须输入文件扩展名“.SPF”。程序名的字符长度不可超过 24 个英文字符或 12 个中文字符。请注意，某些特殊字符（见下表）不能用在程序名中。
6. 按下该软键确认输入。零件程序编辑器窗口打开。在该窗口中输入程序段,这些程序段会被自动保存。

不支持的特殊字符

数控系统不支持在程序名中使用以下特殊字符：

/	<	>	?	:	#	(	)	[	]	\$	!	-
+	^	\\	*		;	&	%	@	=	~	`	空格

5.2 编辑零件程序

概述

零件程序或零件程序一部分在执行过程中不可编辑。对零件程序所做的任何修改均立即被储存。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。
2. 进入程序目录。



搜索



执行

程序段重编号

重编号

3. 选择需要编辑的程序文件。您可以通过以下方式搜索文件或目录：

- 按下该软键并在搜索对话框中输入所需的搜索条件。请注意，如要搜索程序文件，则必须输入文件扩展名“.MPF”或“.SPF”。或者，
- 在程序目录的主屏幕上输入首字母。系统会直接定位至第一个以此字母开头的文件。

4. 按下此键打开程序文件。系统切换至程序编辑器窗口。

5. 在该窗口中编辑程序段。任何程序修改均被自动储存。更多编辑操作选项的描述见下文。

6. 编辑完成后，按下该软键即可执行程序。系统即切换至加工操作区域的“AUTO”模式。

搜索程序段

搜索程序段的操作步骤如下：

搜索

1. 在已打开的程序编辑器窗口中按下该软键。

文本

2. 按下该软键即通过文本进行搜索。

行号

或者，您也可以按下该软键来选择以给定的行号进行搜索。



3. 在输入区内输入搜索文本或行号。如要通过文本搜索，则按此键选择搜索起始点。

确认

4. 按下该软键开始搜索。

中断

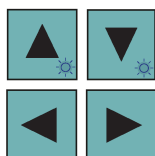
按下该软键取消搜索。

复制、剪切和粘贴程序段

复制、剪切和粘贴程序段的操作步骤如下：

标记

1. 在已打开的程序编辑器窗口中按下该软键插入标记符。



2. 使用光标键选择需要复制的程序段。



3. 按下相应软键/键将所选内容复制/剪切到缓存中。

4. 将光标移动至所需的插入点并按下该软键。

5.3 管理零件程序

查找程序



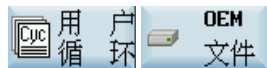
1. 选择所需操作区域。



2. 选择要执行搜索的存储介质。

说明：

以下两个目录仅在设置了制造商口令后可见：



3. 按下该垂直软键打开搜索窗口。

4. 在搜索窗口的第一个输入区输入要搜索的含程序扩展名的完整名称。要缩小输入范围，可在第二个输入区输入所需文本。

5. 使用该键可选择是否包括子文件夹或遵守大小写规则。



6. 按下该软键开始搜索。



按下该软键取消搜索。



复制、剪切和粘贴程序



1. 选择所需操作区域。

2. 打开所需的目录。



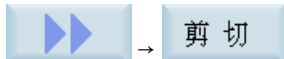
3. 选择需要复制的程序文件。

4. 您可以执行以下任一操作：

- 按下该软键可复制所选文件或目录：

复制

- 按如下软键将所选内容剪切到缓存中：



5. 使用水平软键选择目标目录。

6. 按下该软键将文件从剪贴板粘贴至当前目录。

粘 贴

删除/恢复程序



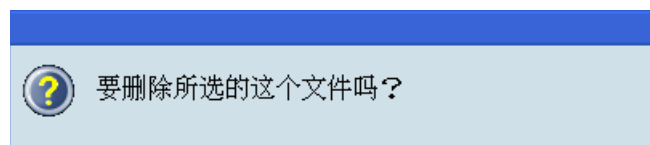
1. 选择所需操作区域。

2. 打开所需的目录。

3. 选择需要删除的程序文件。



4. 按下该键，屏幕上出现如下消息：



5. 按下该软键确认删除。

按下该软键取消操作。

如想要恢复最近删除的文件，请按下该软键。

确 认

中 断

撤 消

重命名程序



1. 选择所需操作区域。

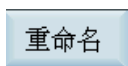
2. 打开所需的目录。

3. 选择需要重命名的程序文件。



4. 按下扩展软键可进入更多选项。





5. 按下该软键打开重命名窗口。



6. 在输入区中输入带扩展名的新程序名。

7. 按下该软键确认输入。



按下该软键取消操作。

查看和执行最近程序



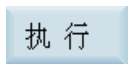
1. 选择所需操作区域。



2. 按下该软键打开最近文件列表。请注意，已删除文件亦显示在该列表中。



3. 选择需要执行的程序文件。



4. 按下该垂直软键即开始执行所选程序。



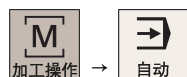
要清除当前文件列表，请按下该软键。

6 自动加工

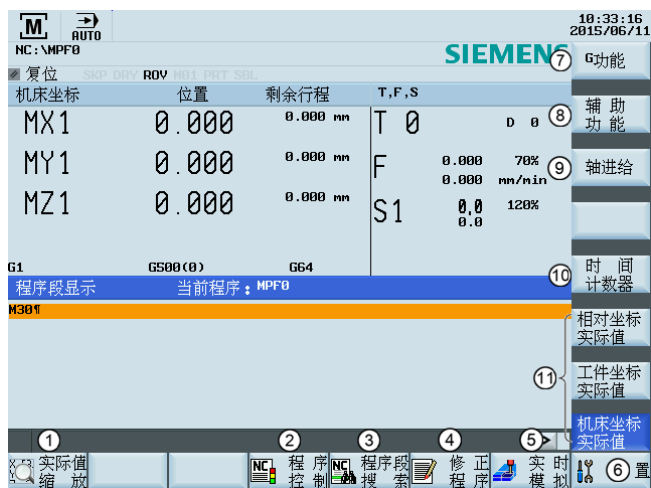
概述

机床制造商必须已对机床进行了“**AUTO**”模式的设置。在该模式下可以执行诸如程序启动、控制、程序段查找以及实时模拟等的操作。

软键功能



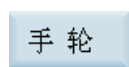
按下这些键切换至“**AUTO**”模式。



- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| ① 将实际值窗口放大 | ⑦ 显示重要的 G 功能 |
| ② 进行程序测试、空运行、有条件停止、程序段跳过和辅助功能关闭 | ⑧ 显示当前有效的辅助功能和 M 功能 |
| ③ 搜索所需程序段位置。 | ⑨ 显示所选坐标系中的轴进给率。 |
| ④ 修正错误程序段。所有修改会立即被保存。 | ⑩ 显示零件加工时间（零件计时器）以及零件计数器的信息 |
| ⑤ 激活模拟功能 | ⑪ 在实际值窗口中切换坐标系 |
| ⑥ 设置常用设定数据 | |



在 PPU 上按此键可以打开扩展水平软键栏。有以下扩展水平软键：



分配并激活手轮或轮廓手轮。更多信息可参见章节“分配手轮 (页 19)”及附录“通过 NC 程序激活轮廓手轮 (页 219)”。

参数

机床坐标	位置	剩余行程
MX1	0.000	0.000 mm
MY1	0.000	0.000 mm
MZ1	0.000	0.000 mm
①	②	③
G1	G500(0)	G60
程序段显示 当前程序: MPF0		
M301		
④		

- ① 显示位于机床坐标系 (MCS)，工件坐标系 (WCS)，或者相对坐标系 (REL) 中的轴。
- ② 显示轴在所选坐标系中的当前位置。
- ③ 显示轴所要运行的剩余行程。
- ④ 显示当前激活的零件程序的七个连续程序段。程序段的显示受窗口宽度的限制。

6.1 模拟加工

功能

借助虚线图跟踪所选程序的编程刀具轨迹。在进行自动加工前，需要进行模拟来检查刀具是否正确移动。

以下三种图形显示可供使用：

- 加工工件之前的模拟 (页 37)
- 加工工件之前的实时记录 (页 38)
- 加工工件时的实时记录 (页 39)

6.1.1 加工工件之前的模拟

功能

借助虚线图跟踪所选程序的编程刀具轨迹。在进行自动加工前，需要进行模拟来检查刀具是否正确移动。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 选择进行模拟的零件程序。



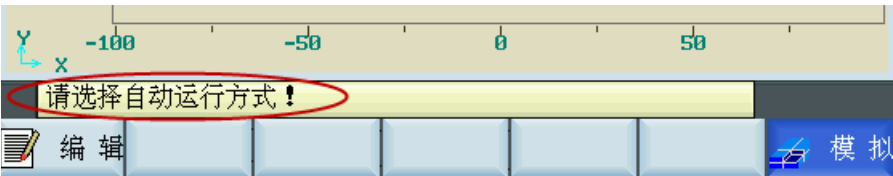
3. 按下此键打开程序文件。



4. 切换至“**AUTO**”模式。



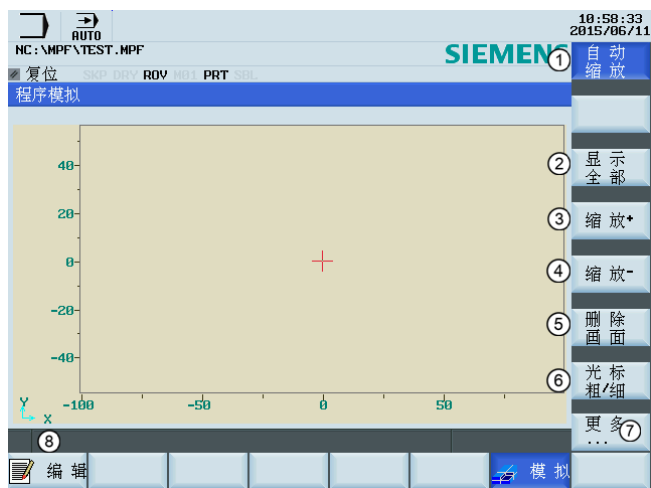
5. 按下该软键打开程序模拟窗口，程序控制模式 PRT 自动激活。
如数控系统的操作模式不对，屏幕下方会出现以下消息。如该消息出现，重复步骤 4。



6. 使用该键开始对所选零件程序的标准模拟。请注意只有当数控系统处于“**AUTO**”操作模式时才能进行模拟功能。

软键功能

模拟主画面上的软键功能描述如下。



- ① 自动显示模拟轨迹
- ② 打开用于程序段显示的下级菜单：
 - 显示所有 G17 程序段
 - 显示所有 G18 程序段
 - 显示所有 G19 程序段
- ③ 放大整个屏幕
- ④ 缩小整个屏幕
- ⑤ 删除当前模拟轨迹
- ⑥ 快速或缓慢地移动光标
- ⑦ 打开用于更多模拟选项的下级菜单：
 - 对已定义的毛坯进行材料切削模拟
 - 显示工件的三维视图
 - 显示工件的顶视图、正视图或侧视图
 - 选择是否显示程序段
- ⑧ 返回程序编辑器窗口

6.1.2 加工工件之前的实时记录

在机床上加工工件之前，您可以在屏幕上以图形方式快速显示程序的执行来监控编程结果。

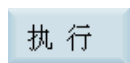
操作步骤



1. 选择所需操作区域。



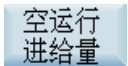
2. 选择进行模拟的零件程序。



3. 按下该软键，系统自动切换到加工操作区的“AUTO”模式。



4. 按下该软键打开用于程序控制的下级菜单。



5. 按下这些软键分别激活 PRT 模式和空运行的进给量设置。
6. 按下该软键打开实时记录窗口。
7. 按下此键开始记录。程序执行以图形化的方式显示在屏幕上。

有关实时记录窗口中软键的详细信息，请参见“加工工件之前的模拟 (页 37)”章节。

6.1.3 加工工件时的实时记录

在机床上执行程序时，可以在屏幕上跟踪工件的加工。例如当加工工件时工作区被冷却液遮挡，您也可以在屏幕上跟踪程序的执行。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。
2. 选择进行模拟的零件程序。
3. 按下该软键，系统自动切换到加工操作区的“AUTO”模式。
4. 按下该软键打开实时记录窗口。
5. 按下此键开始记录。将开始在机床上加工工件，并在屏幕上以图形显示。

6.2 程序控制

操作步骤



1. 选择所需操作区域。
2. 切换至“AUTO”模式。
3. 按下该软键打开用于程序控制的下级菜单。
4. 按下相应的垂直软键激活或取消激活相关控制选项（见下表中的软键功能说明）。所选软键以蓝色高亮显示。

软键功能

程序
测试

禁用设定值输出到进给轴和主轴。设定值显示“模拟”运行情况。
功能同按下以下键：



激活此控制选项后，“PRT”图标会立即显示在程序状态栏中，且所选软键以蓝色高亮显示。
关于程序测试的更多信息，请参见“程序测试 (页 41)”章节。

空运行
进给量

所有运行动作均是按照“空运行进给率”设定数据中设定的进给率进行的。空运行进给量替代已编程的运动指令发挥作用。

有条件
停止

激活此控制选项后，“DRY”图标会立即显示在程序状态栏中，且所选软键以蓝色高亮显示。
对所有其中编程了混杂功能 M01 的程序段停止处理程序。
功能同按下以下键：



激活此控制选项后，“M01”图标会立即显示在程序状态栏中，且所选软键以蓝色高亮显示。
跳过编号前以斜线标记的程序段（例如“/N100”）。

跳 过

激活此控制选项后，“SKP”图标会立即显示在程序状态栏中，且所选软键以蓝色高亮显示。

精 准
单程序段

仅在以下状态下可用：



各个程序段被单独解码并停止。但对于无空运行进给率的螺纹程序段而言，仅在当前螺纹程序段末尾处执行停止操作。

功能同按下以下键：



ROV
有 效

激活此控制选项后，“SBL”图标会立即显示在程序状态栏中，且所选软键以蓝色高亮显示。
进给率倍率开关也适用于快速运行倍率。
功能同按下以下键：



激活此控制选项后，“ROV”图标会立即显示在程序状态栏中，且所选软键以蓝色高亮显示。
在开始实际加工操作之前通过检查机床上的轴移动情况来执行程序测试。此控制选项禁止设定值输出到主轴，同时禁用所有辅助功能。
激活此控制选项后，“AFL”图标会立即显示在程序状态栏中，且所选软键以蓝色高亮显示。
请注意，按下相应的软键后，“AFL”和“PRT”的图标会切换显示。这两个功能一次只能激活一个。

AUX
禁 用

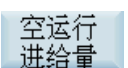
6.3 程序测试

您可以在加工工件之前通过三种不同的方式来测试零件程序。

通过空运行测试程序

激活空运行后，所有已编程的运动命令均被替换为已定义的空运行进给量（参见“设置 JOG 数据 (页 218)”章节）。在执行空运行之前，首先需从机床上移除工件。

通过空运行测试零件程序的步骤如下。

- 加工操作
- 自动
- NC 程序控制
- 空运行进给量
- 安全门
- 循环启动
- 复位
1. 选择所需操作区域。

2. 切换至“**AUTO**”模式。

3. 按下该软键打开用于程序控制的下级菜单。

4. 按下该垂直软键激活空运行的进给量设置。

5. 按下 MCP 上的该键关闭机床上的安全门（若未使用该功能，可手动关闭机床上的安全门）。

6. 确保进给倍率为 0%。在继续操作前检查主轴上的刀具是否安装正确。

7. 按下 MCP 上的该键运行程序。

8. 将进给倍率开关缓慢调至需要的值。

9. 按下此键停止程序测试。

通过 PRT 测试程序

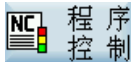
PRT 模式允许您在轴不动的情况下检查零件程序的正确性。

在 PRT 模式下测试零件程序的步骤如下。

- 加工操作
- 自动
- 程序测试
- 循环启动
1. 选择所需操作区域。

2. 切换至“**AUTO**”模式。

3. 按下 MCP 上的该键激活 PRT 模式。
您也可以通过如下软键操作激活 PRT：

NC 程序控制 → 程序测试

4. 按下 MCP 上的该键运行程序。设定值显示“模拟”运行情况。



5. 按下此键停止程序测试。

通过 AFL 测试程序

AFL（辅助功能锁定）功能禁止主轴并且禁用所有辅助功能。

辅助功能	地址
刀具选择	T
刀具补偿	D, DL
进给率	F
主轴转速	S
M 功能	M
H 功能	H

AFL 激活后，您可以通过检查轴移动情况来测试零件程序。PRT 和 AFL 这两个功能一次只能激活一个。在开始程序测试之前，首先需从机床上移除工件。

在 AFL 模式下测试零件程序的步骤如下。



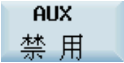
1. 选择所需操作区域。



2. 切换至“AUTO”模式。



3. 按下该软键打开用于程序控制的下级菜单。



4. 按下该垂直软键激活 AFL 功能。



5. 按下 MCP 上的该键关闭机床上的安全门（若未使用该功能，可手动关闭机床上的安全门）。确保进给倍率为 0%。



6. 按下 MCP 上的该键运行程序。



7. 将进给倍率开关缓慢调至需要的值。
8. 按下此键停止程序测试。

6.4 启动和停止/中断零件程序

启动零件程序

在启动程序之前必须确保数控系统和机床都进行了设置。此时必须遵守机床制造商的安全提示。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。

2. 按下水平软键进入所需的目录。



执行

NC 程序控制



3. 选择要启动的程序。

4. 将光标条定位到所需的程序上并按下该软键。
对于某些目录而言，须按下以下软键：

外部
执行

按下按键后，系统自动进入加工操作区的“AUTO”模式。

5. 如有必要，可使用该软键选择所需的程序执行条件（更多关于程序控制的信息，参见章节“程序控制（页 39）”）。

6. 按下该键开始该程序的自动加工。

停止/中断零件程序



按下该键停止执行零件程序。当前运行的程序即被终止。下一次程序启动时，加工从头开始。



按下该键中断零件程序的执行。在主轴继续运行的同时，进给轴停止运行。下一次程序启动时，加工从断点位置恢复。

6.5 执行/传输外部零件程序

6.5.1 通过 RS232 接口执行/传输

6.5.1.1 RS232 通讯配置

通讯工具 - SinuComPCIN

欲使能数控系统和 PC 之间的 RS232 通讯，必须在 PC 上安装 RS232 通讯工具 SinuComPCIN。此工具包含在 SINUMERIK 808D ADVANCED 工具箱中。

RS232 通讯设置

如下进行 RS232 接口的通讯设置：

1. 使用 RS232 电缆将数控系统与 PC 进行连接。
2. 在 PPU 上选择所需的操作区域。



RS232

3. 按下该软键进入 RS232 目录。

RS232C
设置

4. 按下该软键打开 RS232 通讯设置的窗口。



5. 根据需要使用该键在以下窗口中设置值：

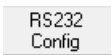
通讯设置	
设备类型	RTS CTS
波特率	19200
停止位	1
奇偶校验	None
数据位	8
传输结束	1a
确认覆盖	N



6. 按下该软键保存所作的设置。如有必要，可按下以下软键将所有设置复位为默认值：



7. 返回 RS232 主画面。



8. 在 PC 上打开 SinuComPCIN。



9. 在主画面上按下该按钮并从列表中选择所需波特率。请注意，该波特率必须与在数控系统端选择的波特率一致。



10. 使用该按钮保存设置。

11. 返回 SinuComPCIN 的主画面。

6.5.1.2 外部执行 (通过 RS232 接口)

先决条件：

- 已在 PC 上安装了 SinuComPCIN 工具。
- 已成功建立数控系统与 PC 之间的 RS232 通讯。

如下通过 RS232 接口执行外部零件程序：



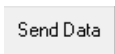
1. 在 PPU 上选择所需的操作区域。



2. 按下该软键进入 RS232 目录。



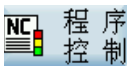
3. 按下该垂直软键，系统自动切换到加工操作区的“AUTO”模式。



- 在 SinuComPCIN 主界面上按下该按钮，选择要执行的相关程序，例如，Test.mpf。程序传递至数控系统的缓存内，并显示在以下窗口中：

程序段显示 当前程序：TEST.MPF

```
;PATH=/_N_MPF_DIR ¶
T1D1 ¶
M6 ¶
M3S200 ¶
F1000 ¶
G90G54G00 X0 Y0 Z100 ¶
N2 G01Z5 ¶
```



- 如有必要，可使用该软键选择所需的程序执行条件（更多关于程序控制的信息，参见章节“程序控制（页 39）”）。

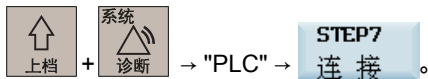


- 按下此键执行程序。程序在执行过程中连续载入。
在程序结束时或者在按下以下键时，数控系统会自动删除该程序：



说明

通过 RS232 使用外部执行时，RS232 接口不能在其他应用中激活。这表示，例如，RS232 接口不能通过以下操作激活：



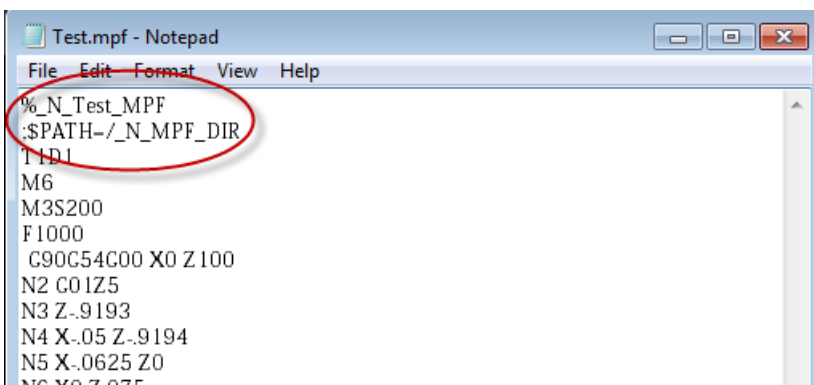
6.5.1.3 外部传输（通过 RS232 接口）

先决条件：

- 已在 PC 上安装了 SinuComPCIN 工具。
- 已成功建立数控系统与 PC 之间的 RS232 通讯。

说明

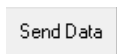
程序文件仅能传输至系统驱动 N:\MPF 或 N:\CMA 中；因此，传输前须确保程序文件第一行中的盘符为“N”且第二行中的目标目录为“N_MPF”或“N_CMA”。否则，必须进行手动更改，例如：



如下通过 RS232 接口传输外部零件程序：

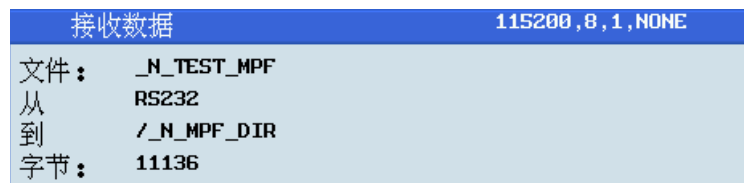


- 在 PPU 上选择所需的操作区域。

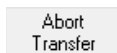
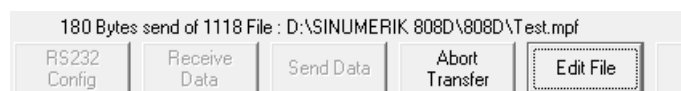


2. 按下该软键进入 RS232 目录。
3. 在 RS232 窗口中按下该垂直软键。
4. 在 SinuComPCIN 主界面上按下该按钮，选择要执行的相关程序，例如，Test.mpf。数据即开始传输。

数控系统端：



SinuComPCIN 端：



5. 等待直至 SinuComPCIN 完成数据传输，点击该按钮。

6.5.2 通过以太网连接执行/传输

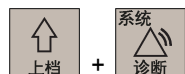
6.5.2.1 配置网络驱动器

连接网络驱动器之后可以从数控系统端访问 PC 上的共享文件夹。网络驱动器基于数控系统和 PC 之间的以太网连接。可实现以下以太网连接：

- 直接连接：将数控系统直接连接到 PC。
- 网络连接：将数控系统连接到现有的以太网网络中。

建立直接连接

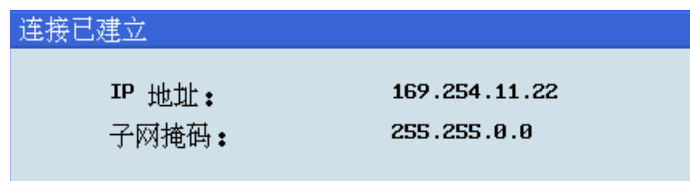
建立直接连接的操作步骤如下：



1. 使用以太网电缆将数控系统与 PC 进行连接。
2. 在 PPU 上选择所需的操作区域。
3. 按下该键查看扩展软键。
4. 通过以下软键操作进入通讯控制选项的主画面：
5. 按下该软键建立数控系统与 PC 之间的直接连接。

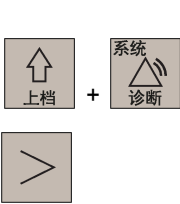


此时屏幕上会跳出如下对话框：



建立网络连接

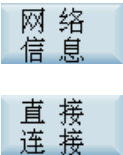
建立网络连接的操作步骤如下：



- 1. 使用以太网电缆将数控系统连接到本地网络。
- 2. 在 PPU 上选择所需的操作区域。
- 3. 按下该键查看扩展软键。



- 4. 通过以下软键操作进入通讯控制选项的主画面：
- 5. 按下该软键进入网络配置窗口。



说明：确保未选中以下垂直软键。

- 6. 在如下窗口中配置所需的网络参数：

网络配置	
本地配置数据	
协议：	TCP / IP
DHCP：	是
计算机名称：	NONAME_NCU
IP 地址：	176 16 202 200
子网掩码：	255 255 255 0
网关：	



按下此键可配置 DHCP：

说明：如果在 DHCP 栏选择“否”，则必须手动输入 IP 地址（必须与您的 PC 处于同一网段）和子网掩码。



- 7. 按下该软键保存配置。如果在 DHCP 栏选择“是”，则需要重启数控系统以激活网络配置。

创建并连接网络驱动器

创建并连接网络驱动器的操作步骤如下：

- 1. 在 PC 的本地磁盘中共享一个文件目录。
- 2. 在 PPU 上选择所需的操作区域。



- 3. 按下该软键进入网络驱动器配置目录。



- 4. 按下该软键进入网络驱动器配置窗口。



- 5. 使用此键选择所需的驱动器标识符：N1、N2 或 N3。



6. 移动光标至如下输入区：

用户： ①
Windows 账户用户名

口令： ②
Windows 账户密码（大小写敏感，使用ALT+L切换大小写）

路径： ③
示例：//服务器/共享名称

①:输入 Windows 账户的用户名

②:输入 Windows 账户的登陆密码（区分大小写）

③:输入服务器的 IP 地址以及 PC 上共享目录的共享名称。例如：//140.231.196.90/808D

7. 按下该软键进行确认，所配置的网络驱动器出现在如下画面上。如成功连接网络驱动器，则驱动器图标显示为黄色；否则，图标显示为灰色。

 N1://140.231.196.90/808D

您还可以使用该软键删除选中的网络驱动器。



说明

在正确配置数控系统与网络驱动器之间直接连接的所有设置后，如仍无法连接网络驱动器，请联系您的 Windows 系统管理员查看可能出现的操作系统配置问题。

6.5.2.2 外部执行（通过以太网连接）

前提条件：

- 已成功建立数控系统与 PC 之间的以太网连接。
- 已创建并连接网络驱动器（其内包含需要执行的零件程序）。

如下通过以太网连接执行外部零件程序：



1. 在 PPU 上选择所需的操作区域。



2. 按下该软键查看已创建的网络驱动器。



3. 按下该键进入所需的网络驱动器（其内包含需要执行的零件程序）。



4. 选择需要执行的程序文件。

执行

5. 按下该软键，系统自动切换到加工操作区的“AUTO”模式。程序传递至数控系统的缓存内，并显示在以下窗口中：

程序段显示 当前程序：TEST.MPF

```
T1D1 ⅴ
M6 ⅴ
M3S200 ⅴ
F1000 ⅴ
G90G54G00 X0 Z100 ⅴ
N2 G01Z5 ⅴ
N3 Z-.9193 ⅴ
```

NC 程序控制

6. 如有需要，可通过该软键设置程序执行方式。关于程序控制的更多信息，请参见“程序控制 (页 39)”章节。

循环启动

7. 按下此键执行程序。程序在执行过程中连续载入。

复位

在程序结束时或者在按下以下键时，数控系统会自动删除该程序。

6.5.2.3 外部传输 (通过以太网连接)

先决条件：

- 已成功建立数控系统与 PC 之间的以太网连接。
- 已创建并连接网络驱动器 (其内包含需要传输的零件程序) 。

如下通过以太网连接传输外部零件程序：

程序管理

1. 在 PPU 上选择所需的操作区域。

网络驱动器

2. 按下该软键查看已创建的网络驱动器。

输入

3. 按下该键进入所需的网络驱动器 (其内包含需要传输的零件程序) 。

▲ ▼

4. 选择需要传输的程序文件。

复制

5. 按下该软键将所选内容复制到数控系统缓存中。

NC NC

6. 进入程序目录。

粘贴

7. 按下该软件将已复制的文件粘贴至程序目录下。

6.6 在指定位置处加工

功能

程序段查找可以在零件程序中一直运行，直至找到所需要的位置。可在停止/中断程序执行后或在重新加工时从指定程序段开始加工。

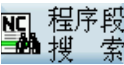
操作步骤



1. 选择所需操作区域。



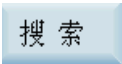
2. 切换至“AUTO”模式。



3. 按下该软键打开程序段搜索窗口。



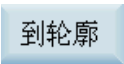
4. 使用光标键或以下软键搜索所需的起始点：



如零件程序在上一次加工操作中停止/中断，可根据需要按下以下软键加载断点。



5. 按下以下软键可设置程序段搜索的条件：



程序段搜索完成后，程序从断点所在行的上一行继续执行。在此条件下，执行与常规程序运行时相同的基本条件计算（例如：刀具号和刀沿号，M 功能，进给量和主轴转速），但轴不移动。



程序段搜索完成后，程序从断点所在行继续执行。在此条件下，执行与常规程序运行时相同的基本条件计算，但轴不移动。



程序段搜索时不进行基本条件的计算。



6. 确保进给倍率为 0%。在继续操作前检查主轴上的刀具是否安装正确。

7. 在 MCP 上按下该键，此时产生报警 010208，提示确认是否要继续。



8. 再次按下此键执行程序。

9. 在 MCP 上将进给倍率缓慢调至需要的值。

7 数据备份

7.1 内部数据备份

易失性存储器中的数控系统和 PLC 数据可备份至数控系统的永久存储器中。

说明

在进行了重要的数据变更后，建议立即进行内部数据备份。

内部备份数据

前提条件：

- 已在数控系统上设置了有效的系统口令。
- 当前无程序正在执行。

保存数据的步骤如下：

- | | | | |
|--|---|--|-----------------------------------|
| | + | | 1. 选择所需操作区域。 |
| | | | 2. 打开数据保存窗口。 |
| | | | 3. 按下该软键即开始保存。在数据备份正在进行时，勿执行任何操作。 |

加载内部备份的数据

加载已保存数据的方法有两种。

方法 1：

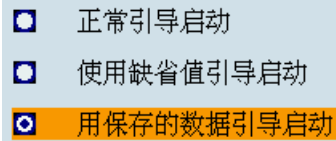
- | | |
|--|--------------------------------------|
| | 1. 在数控系统引导启动时按下此键。 |
| | 2. 在设置菜单中选择“Reload saved user data”。 |
| | 3. 按下此键确认。 |

方法 2：

- | | | | |
|--|---|--|----------------|
| | + | | 1. 选择所需操作区域。 |
| | | | 2. 打开启动模式选择窗口。 |
| | | | 3. 按下该软键。 |



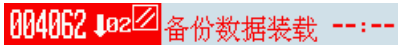
4. 使用光标键选择第三种启动模式：



5. 按下该软键确认。数控系统会用已保存的数据重新启动。

说明

当数控系统使用已保存的数据启动成功后，屏幕上会显示如下信息：



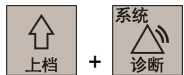
在用保存的数据启动数控系统后，必须重新输入口令。

7.2 外部数据备份

7.2.1 数据存档中的外部数据备份

可通过创建调试存档来执行数控系统的完整数据备份。

在数据存档中外备份数据



1. 选择所需操作区域。

2. 按下该软键打开创建或恢复调试存档的窗口。

有三种选项来创建数据存档。请注意，软键 ② 和 ⑥ 仅在制造商口令下可见。

调试存档

- ① 建立批量调试存档
- ② 建立本机调试存档
- ③ 建立本机调试存档（存储在系统默认路径下）

① 创建用于批量机床调试的数据存档

② 创建用于整个系统备份的数据存档

③ 直接在系统小型闪存卡（CF 卡）上备份整个系统。

3. 选择选项 ② 并按下该软键确认。



数据存档的名称默认为“arc_startup.arc”。亦可使用您自己偏爱的名称。





4. 选择一个目标文件夹并按该键打开。



5. 按下该软键进行确认，存档信息对话框打开。



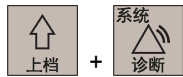
6. 设置存档属性并按下该软键。数控系统开始创建数据存档。

说明

如果选择 USB 作为目标目录，在数据备份过程中不要拔出 USB 存储器。

在 PPU16x.2 的任一操作区域按下<CTRL + S>可创建调试存档至所连 USB 闪存盘。另外，此按键组合也可将操作记录自动保存至 USB 闪存盘。

恢复调试存档



1. 选择所需操作区域。



2. 按下该软键打开调试存档窗口。



3. 选择以下选项并按下该软键恢复调试存档：

载入调试存档



4. 选择备份路径以定位存档文件并按下该软键进行确认。



5. 按下该软键确认存档信息。



6. 按下该软键继续开始恢复调试存档。数控系统会重新启动以完成存档恢复。

7.2.2 文件的外部数据备份

通过复制粘贴备份文件

在程序管理操作区中，通过复制和粘贴操作可以将程序文件或目录复制到另一目录下或复制到其他驱动器上。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 进入程序目录。



3. 选择需要备份的程序文件或目录。您也可以使用如下软键搜索文件或目录：

搜索



4. 按下该软键将数据复制到剪贴板中。



5. 选择所需的目录或驱动作为数据传输目标。
备份该文件夹中的文件以在数控系统上存储用户循环。该文件夹仅在输入制造商口令后
可见。

备份文件至 USB 闪存盘。

备份文件至外部 PC。此操作需要在数控系统上建立网络驱动器连接。更多信息可参见章节
“配置网络驱动器 (页 46)”。

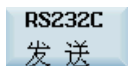
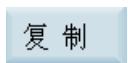
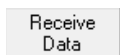
备份文件至数控系统的制造商文件夹存放目录。该文件夹仅在输入制造商口令后
可见。

备份文件至数控系统最终用户文件存放目录。
6. 按下该软件将已复制的数据粘贴至当前的目录下。

通过 RS232 接口备份文件

通过 RS232 接口可将程序文件备份至外部 PC 中。

操作步骤



1. 使用 RS232 电缆将数控系统与 PC 进行连接。
2. 为 RS232 接口进行通讯设置 (见“RS232 通讯配置 (页 43)”章节) 。
3. 在 SinuComPCIN 主界面上按下该按钮，并输入文本文件的名称，例如，Test.txt。
4. 在 PPU 上选择所需的操作区域。
5. 进入程序目录。
6. 选择需要备份的程序文件。
7. 按下该软键将文件复制到剪贴板中。
8. 进入 RS232 目录。
9. 在 RS232 窗口中按下该垂直软键。文件即开始传输。
10. 等待直至 SinuComPCIN 完成数据传输，点击该按钮。

有关数据备份的详细信息，请参见 SINUMERIK 808D 诊断手册。

8 编程原理

8.1 编程基础知识

8.1.1 程序名称

每个程序必须有程序名称。程序名称必须遵守以下规定：

- 程序名最多使用 24 个英文字母或 12 个中文字符（字符长度不包括文件扩展名）
- 仅使用小数点来隔开文件扩展名
- 如需创建子程序而当前默认程序类型为 MPF（主程序），必须输入文件扩展名".SPF"
- 如需创建主程序而当前默认程序类型为 SPF（子程序），必须输入文件扩展名".MPF"
- 如采用当前默认程序类型，则无需输入文件扩展名
- 应避免使用特殊字符作为程序名。

示例

WERKSTUECK527

8.1.2 程序结构

结构和内容

数控系统程序由一系列的**程序段**组成（参见下表）。每个程序块代表一个加工步骤。以**字**的形式将指令写入程序块。执行顺序中的最后一个程序段包含程序结束的一个特殊字，例如，**M2**。

下表显示数控系统程序结构的示例。

程序段	字	字	字	...	；注释
程序段	N10	G0	X20	...	；第一个程序段
程序段	N20	G2	Z37	...	；第二个程序段
程序段	N30	G91	...	...	；...
程序段	N40	...	...	...	
程序段	N50	M2			；程序结束

8.2 标定坐标尺寸指令

8.2.1 尺寸编程

在本章中您可以查找到各种指令，利用它们可以对从一个图纸中提取出的尺寸进行直接编程。其优点是，不必对 NC 程序设置进行大量的计算。

说明

在本章中描述的指令在大多数情况下位于 NC 程序的开始部分。这些功能的整理与专利申请无关。举例说工作平面的选择也完全可以在 NC 程序中的其它地方。本节及后面的章节主要给您作一个指南，目的在于介绍 NC 程序的“完整”结构。

典型尺寸一览

大多数 NC 程序的基础部分是一份带有具体尺寸的图纸。

在转换为 NC 程序时有提示帮助，将工件图纸的尺寸准确的接受到加工程序中。它们可以是：

- 绝对尺寸，G90 模态有效用于程序段中的所有轴，直至通过下一个程序段中的 G91 进行撤销。
- 绝对尺寸，X=AC（值）只有这个值适用于给定轴并且不受 G90/G91 的影响。也可以用于所有的轴、以及主轴定位 SPOS、SPOSA 和插补参数 I、J、K。

- 绝对尺寸，X=DC (值) 直接按最短路径运行到位置上，只有这个值适用于给定的回转轴并且不受 G90/G91 的影响。也可以用于主轴定位 SPOS、SPOSA。
- 绝对尺寸，X=ACP (值) 按正方向逼近位置，只有这个值适用于在机床数据中范围设置在 0...<360 度的回转轴。
- 绝对尺寸，X=ACN (值) 按负方向逼近位置，只有这个值适用于在机床数据中范围设置在 0...<360 度的回转轴。
- 增量尺寸，G91 模态有效用于程序段中的所有轴，直至通过下一个程序段中的 G90 进行撤销。
- 增量尺寸，X=IC (值) 只有这个值适用于给定轴并且不受 G90/G91 的影响。也可以用于所有的轴、以及主轴定位 SPOS、SPOSA 和插补参数 I、J、K。
- 英寸尺寸，G70 用于程序段中的所有线性轴，直至通过下一个程序段中的 G71 进行撤销。
- 米制尺寸，G71 用于程序段中的所有线性轴，直至通过下一个程序段中的 G70 进行撤销。
- 英寸尺寸如 G70，G700 也用于进给率和长度相关的设定数据。
- 英寸尺寸如 G71，G710 也用于进给率和长度相关的设定数据。
- 打开直径编程，DIAMON
- 关闭直径编程，DIAMOF

直径编程，DIAM90，用于带有 G90 的运行程序段。半径编程，用于带有 G91 的运行程序段。

8.2.2 平面选择:G17 到 G19

功能

为分配，例如，**刀具半径补偿或者刀具长度补偿**，从三根轴 X、Y、Z 中选出两根轴组成一个平面，你可以激活刀具半径补偿。

如果使用钻头和铣刀，应分配垂直于所选平面的轴的长度补偿（长度 1）。请参见章节“刀具和刀具补偿”。特殊情况下也可以进行 3 维长度补偿。

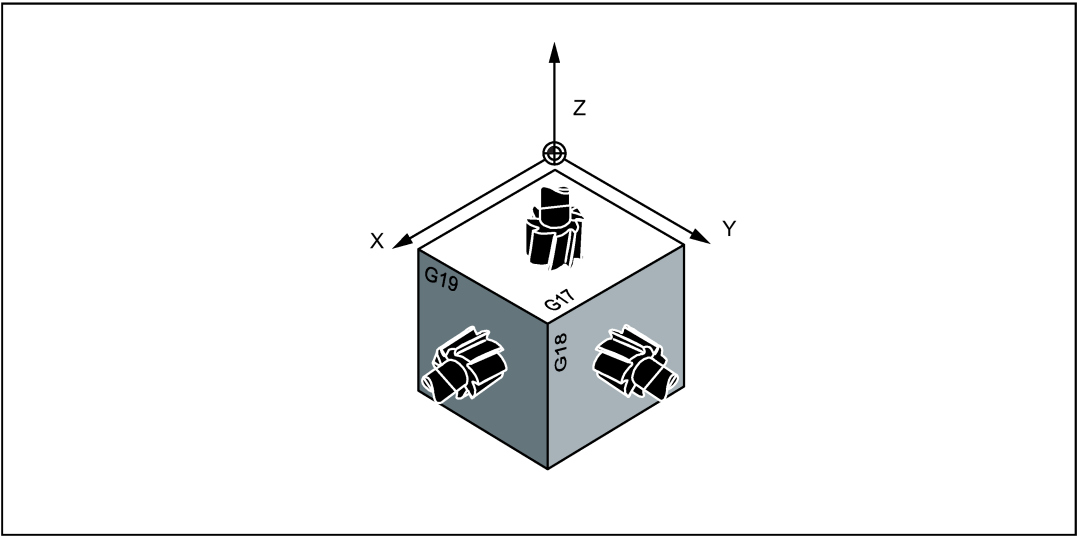
平面选择的其他影响请参见各自的功能（例如：章节“支持轮廓段编程”）。

单个平面也可用于定义顺时针或逆时针的**圆弧插补方向** CW 或者 CCW。在运行圆弧的平面中规定了横坐标和纵坐标，由此也确定了圆弧方向。运行圆弧的平面可以和当前有效的直线平面（G17 到 G19）不同（更多信息，参见章节“圆弧插补 (页 75)”。）。

可以选择以下平面和轴分配：

G 功能	平面（横坐标/纵坐标）	垂直于平面的轴 （钻削/铣削时的长度补偿轴）
G17	X/Y	Z
G18	Z/X	Y
G19	Y/Z	X

有关钻削/铣削时的平面和轴分配的描述，见下图：



编程示例

```
N10 G17 T...D...M...           ; 选择 X/Y 平面
N20 ... X...Y...Z...           ; Z 轴的刀具长度补偿 ( 长度 1 )
```

8.2.3 绝对/增量尺寸：G90, G91, AC, IC

功能

使用指令 G90/G91 时，将写入的位置数据 X、Y、Z... 作为坐标点 (G90) 或轴横移位置 (G91) 评估。G90/G91 适用于所有坐标轴。

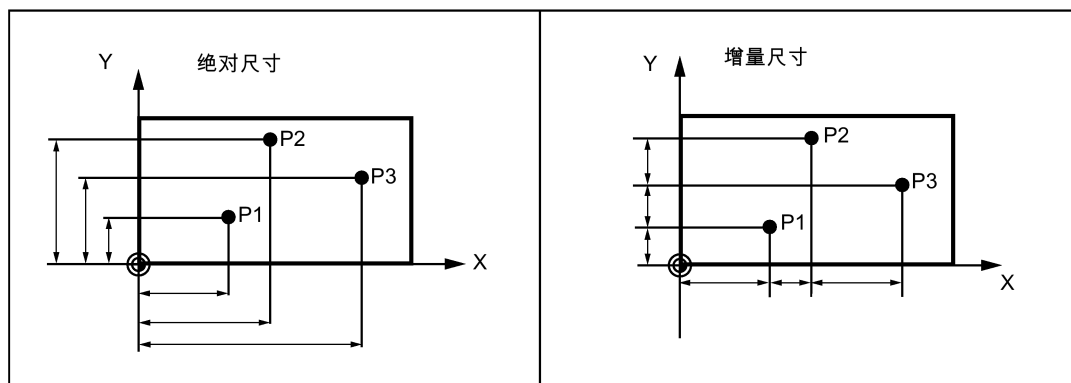
除了 G90/G91，某一位移数据可以按程序段方式通过 AC/IC 以绝对尺寸/增量尺寸进行设定。

这些指令**不会确定**达到终点的路径；这通过 G 功能组 (G0、G1、G2 和 G3...。更多信息可参见章节“线性插补 (页 73)”和“圆弧插补 (页 75)”。) 提供。

编程

G90 ; 绝对尺寸数据
G91 ; 增量尺寸数据
X=AC(...) ; 某些轴的绝对尺寸 (此处：X 轴)，非模态
X=IC(...) ; 某些轴的增量尺寸 (此处：X 轴)，非模态

有关图纸中不同尺寸类型的描述，见下图：



绝对尺寸 G90

在绝对尺寸说明中尺寸取决于**当前有效坐标系的零点位置**((工件或当前工件坐标系或机床坐标系) 这取决于当前有效的偏移：可编程、可设定或无偏移。

程序启动时，G90 对于**所有轴**有效，并且通过 G91 (增量尺寸数据) (模态有效) 在后续程序段中取消选择前保持有效。

增量尺寸 G91

使用增量尺寸，路径信息的数值对应于**要横移的轴路径**。**移动方向**由符号决定。

G91 应用于所有轴，并且可以通过 G90 (绝对尺寸数据) 在后续程序段中取消选择。

以 =AC(...), =IC(...) 进行指定

在终点坐标后，写入等号。圆括号内的值必须制定。

绝对尺寸也可能适用于使用圆弧中心点=AC(...)。否则，圆心的参考点为圆弧起点。

编程示例

```
N10 G90 X20 Z90                 ; 绝对尺寸
N20 X75 Z=IC(-32)               ; X-尺寸保持绝对、增量 Z 尺寸
N180 G91 X40 Z20                ; 切换到增量尺寸
N190 X-12 Z=AC(17)              ; X 轴仍为增量尺寸，Z 轴为绝对尺寸
```

编程和操作手册 (铣削)

6FC5398-4DP10-0RA3, 08/2015

8.2.4 公制尺寸和英制尺寸：G71, G70, G710, G700

功能

工件标注尺寸可能不同于数控系统的基础系统设定（英寸或毫米），这些标注尺寸可以直接输入到程序中。数控系统会在基础系统中完成必要的转换工作。

编程

G70 ; 英制尺寸
G71 ; 公制尺寸
G700 ; 英制尺寸，也用于进给 F
G710 ; 公制尺寸，也用于进给 F

编程示例

```
N10 G70 X10 Z30                ; 英制尺寸  
N20 X40 Z50                   ; G70 继续有效  
N80 G71 X19 Z17.3             ; 从此时开始使用公制尺寸
```

说明

根据**基本设置**数控系统可将所有几何值都用公制或英制尺寸表示。刀具补偿值和可设定零点偏移值，以及它们的显示都被作为几何值；同样，进给率 F 的单位可以为毫米/分或英寸/分。缺省设置可以通过机床数据设定。

本操作说明中所给出的示例均使用**公制尺寸**。

G70 或 G71 对所有与**工件**直接相关的几何数据生效，系统相应地使用英制尺寸或公制尺寸，例如：

- 在 G0,G1,G2,G3,G33, CIP, CT 程序段中的位移数据 X, Y, Z
- 插补参数 I, J, K (也包括螺距)
- 圆弧半径 CR
- **可编程**的零点偏移 (TRANS, ATRANS)
- 极半径 RP

所有其他的几何数据，它们并不是直接的工件数据，例如：进给率、刀具补偿，**可设定的**零点偏移等，不受 **G70/G71** 影响。与之相反，**G700/G710** 会影响进给率 F（英寸/分、英寸/转或者毫米/分、毫米/转）。

8.2.5 极坐标, 极点定义:G110, G111, G112

功能

除笛卡尔坐标系 (X,Y,Z) 的一般规定，工件点也可使用极坐标指定。

如果工件或工件某零件从中心点（极）根据半径和角度规定标出了尺寸，极坐标也有用。

平面

极坐标指用 G17 到 G19 激活的平面。另外，垂直于该平面的第三轴可被指定。当进行此操作时，空间规定可被编程为柱坐标。

极半径 RP=...

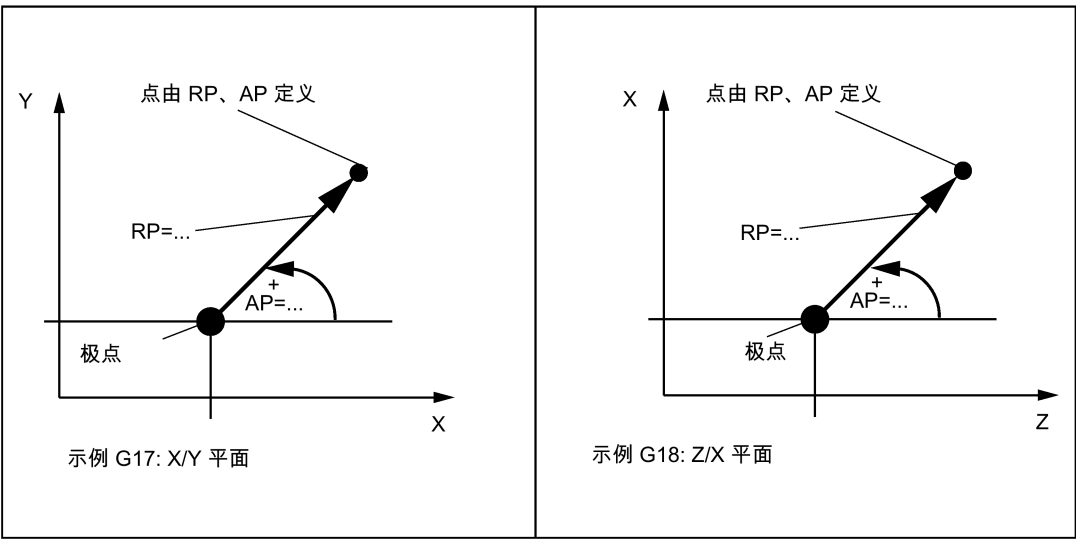
极半径规定了中心点到极的距离。当改变极或切换平面后，它被保存，并只能写入它改变的程序段中。

极角 AP=...

角度总是指平面的水平轴（横坐标）（如，用 G17：X 轴）。正负角度规定为可能。

当改变极或切换平面后，极角被保存，并只能写入它改变的程序段中。

有关不同平面正方向上的极半径和极角的描述，见下图：



极定义，编程

G110 与上次编程的设定值位移有关的极规定（在平面上，如，用 G17：X/Y）
G111 ；与当前工件坐标系原点相关的极规定（在平面上，如，用 G17：X/Y）
G112 ；极规定，与上一有效极相关；保存平面

说明

极规定

- 极定义也可用极坐标运行。若极已存在，该操作有意义。
- 若极不存在，当前工件坐标系原点作为极运行。

编程示例

```
N10 G17 ; X/Y 平面
N20 G0 X0 Y0
N30 G111 X20 Y10 ; 在当前工件坐标系中的极坐标
N40 G1 RP=50 AP=30 F1000
N50 G110 X-10 Y20
N60 G1 RP=30 AP=45 F1000
N70 G112 X40 Y20 ; 新建极，与上一作为极坐标的极相关
N80 G1 RP=30 AP=135 ; 极坐标
M30
```

运行极坐标

使用极坐标编程的位移可作为用如下笛卡尔坐标规定的位移运行：

- 快速移动直线插补：G0
- 带进给率的直线插补：G1
- 圆弧插补 CW：G2
- 圆弧插补 CCW：G3

（另见章节“线性插补（页 73）”和“圆弧插补（页 75）”。）

8.2.6 可编程的零点偏移:TRANS, ATRANS

功能

在下列情况下可以使用可编程的零点偏移：

- 工件在不同的位置有重复的形状/结构
- 选择了新的参考点说明尺寸
- 粗加工的余量

由此产生当前的工件坐标系。新输入的尺寸便以此坐标系为基准。

偏移适用于所有轴。

编程

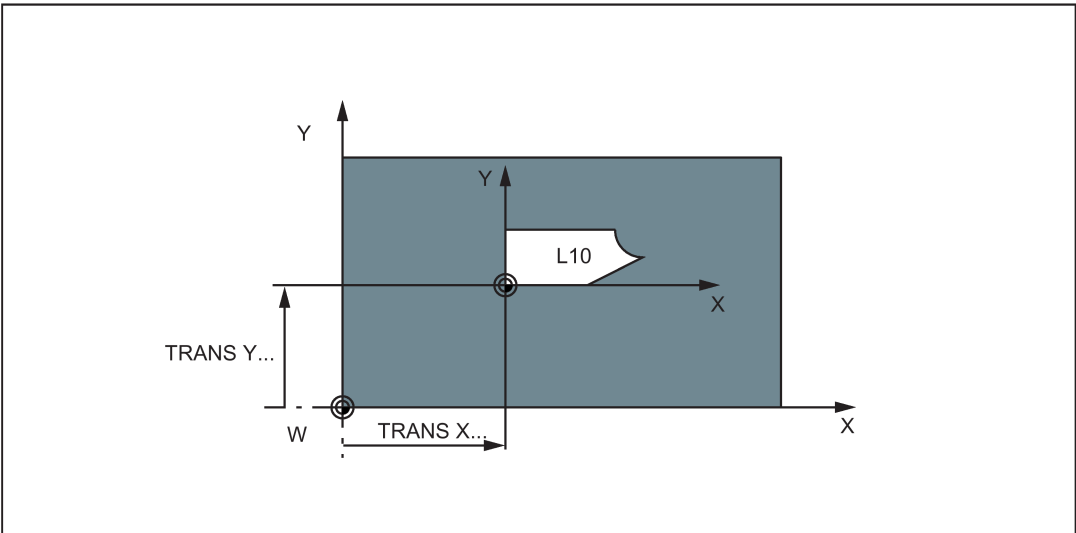
TRANS X... Y... Z... ; 可编程的偏移，清除之前的偏移、旋转、比例缩放、镜像指令

ATrans X... Y... Z... ; 可编程的偏移，补充当前指令

TRANS ; 不赋值：清除之前的偏移、旋转、比例缩放、镜像指令

TRANS/ATrans 必须在单独程序段中编程。

有关可编程偏移的描述，见下图：



编程示例

```
N20 TRANS X20 Y15 ; 可编程的平移
N30 L10 ; 子程序调用，包含待偏移的几何量
N70 TRANS ; 取消偏移
```

子程序调用 - 参见章节"子程序 (页 112)"。

8.2.7 可编程旋转：ROT, AROT

功能

在当前 G17 或 G18 或 G19 平面中执行旋转，旋转的角度通过 RPL=... 设定，单位为度。

编程

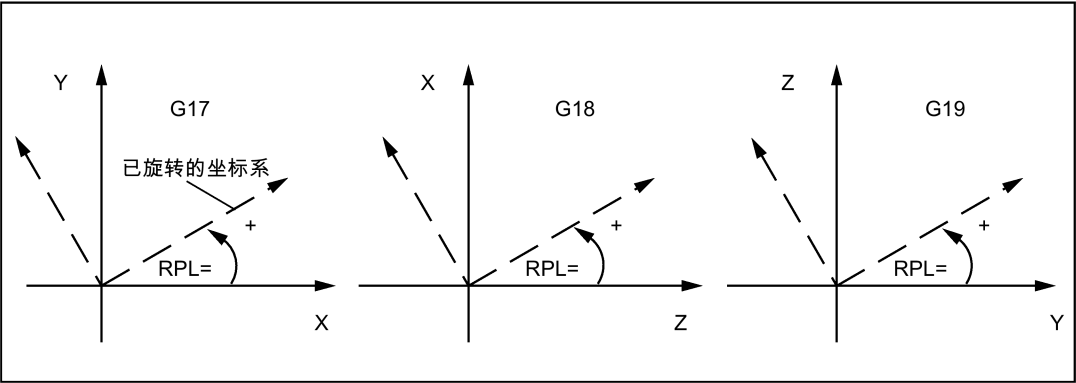
ROT RPL=... ; 可编程旋转，清除之前的偏移、旋转、比例缩放、镜像指令

AROT RPL=... ; 可编程旋转，补充当前指令

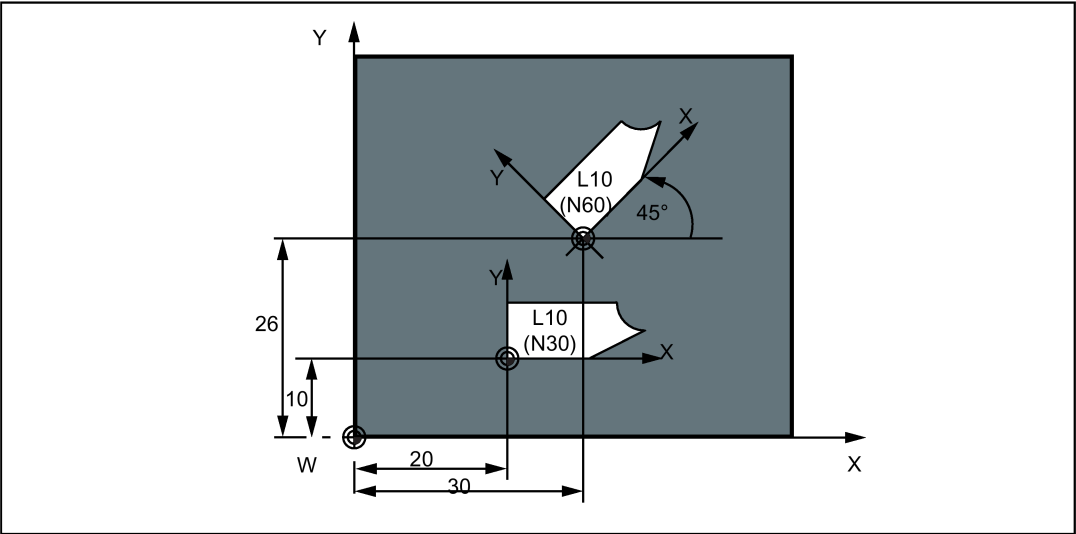
ROT ; 不赋值：清除之前的偏移、旋转、比例缩放、镜像指令

ROT, AROT 指令需要在编写在单独的程序段中。

有关定义不同平面内的正向旋转角的描述，见下图：



有关可编程的偏移和旋转编程举例的描述，见下图：



编程示例

```
N10 G17 ... ; X/Y 平面
N20 TRANS X20 Y10 ; 可编程的平移
N30 L10 ; 子程序调用，包含待偏移的几何量
N40 TRANS X30 Y26 ; 新偏移
N50 AROT RPL=45 ; 附加旋转 45 度
N60 L10 ; 子程序调用
N70 TRANS ; 删除偏移和旋转
```

子程序调用 - 参见章节"子程序 (页 112)"。

8.2.8 可编程的比例系数：SCALE, ASCALE

功能

用 SCALE/ASCALE 可以为所有坐标轴设置一个比例缩放系数。 按此比例放大或缩小各给定轴上的位移。 当前设定的坐标系用作比例缩放的参照标准。

编程

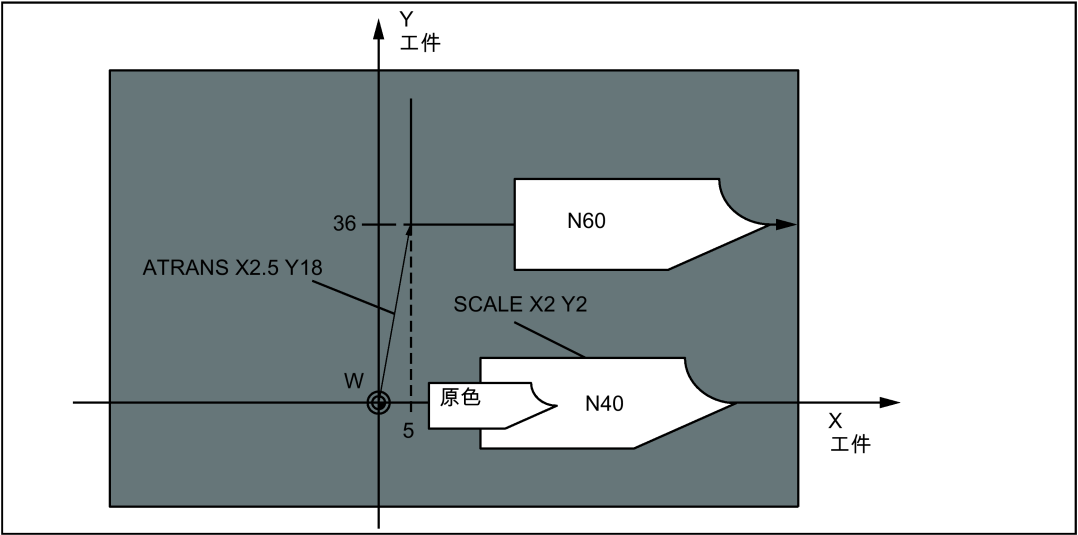
```
SCALE X... Y... Z... ; 可编程的比例缩放系数，清除之前的偏移、旋转、比例缩放、镜像指令
ASCALE X... Y... Z... ; 可编程的比例缩放系数，补充当前指令
SCALE ; 不赋值：清除之前的偏移、旋转、比例缩放、镜像指令
```

SCALE、ASCALE 必须在单独程序段中编程。

说明

图形为圆时，两个轴的比例系数必须一致。
如果在 SCALE/ASCALE 有效时编程 ATRANS，则偏移值也同样被比例缩放。

有关比例和偏移举例的描述，见下图：



编程示例

```
N10 G17 ; X/Y 平面
N20 L10 ; 编程的原始轮廓
N30 SCALE X2 Y2 ; X 轴和 Y 轴方向的轮廓放大两倍
N40 L10
N50 ATRANS X2.5 Y18 ; 该值也会被比例缩放！
N60 L10 ; 放大并平移轮廓
```

子程序调用 - 参见章节"子程序 (页 112)"。

8.2.9 可编程镜像：MIRROR, AMIRROR

功能

用 MIRROR, AMIRROR 通过坐标轴对工件形状执行镜像操作。所有编程了镜像的轴运行均反向。

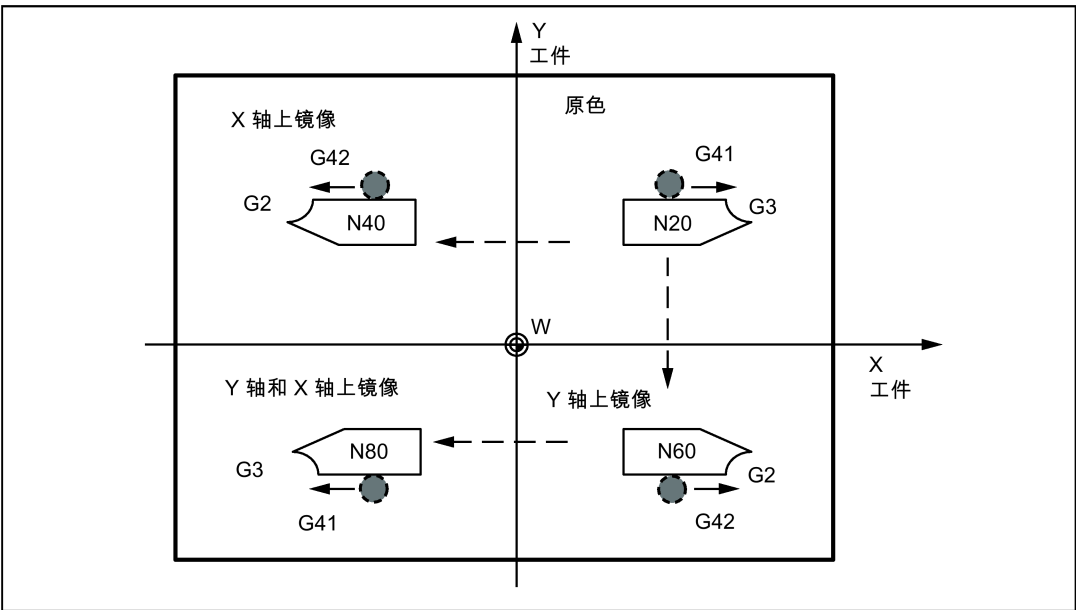
编程

```
MIRROR X0 Y0 Z0 ; 可编程的镜像，清除之前偏移、旋转、比例缩放、镜像指令
AMIRROR X0 Y0 Z0 ; 可编程的镜像，补充当前指令
MIRROR ; 不赋值：清除之前的偏移、旋转、比例缩放、镜像指令
MIRROR, AMIRROR 指令需要编写在单独的程序段中。坐标轴的数值没有影响。但必须要定义一个数值。
```

说明

激活的刀具半径补偿 (G41/G42) 在镜像功能生效时自动反向。
旋转方向 G2/G3 在镜像功能生效时自动反向。

有关所示刀具位置镜像的示例，见下图：



编程示例

不同轴上生效的镜像会对激活的刀具半径补偿和 G2/G3 产生影响：

```
...  
N10 G17 ; X/Y 平面，Z 轴垂直于该平面  
N20 L10 ; 使用 G41 编程的轮廓  
N30 MIRROR X0 ; X 轴上方向变换  
N40 L10 ; 经过镜像的轮廓  
N50 MIRROR Y0 ; Y 轴上方向变换  
N60 L10  
N70 AMIRROR X0 ; X 轴上再次镜像  
N80 L10 ; 经过两次镜像的轮廓  
N90 MIRROR ; 取消镜像
```

子程序调用 - 参见章节"子程序 (页 112)"。

8.2.10 工件夹紧 - 可设定的零点偏移：G54 ~ G59, G500, G53, G153

功能

可调零点偏移指定机床上**工件零点**的位置（相对于机床零点的工件零点偏移）。将工件夹到机床中时确定该偏移，并且操作员必须将该偏移输入到对应的数据字段中。通过从六个可能的组中选择由程序激活值：G54 到 G59。

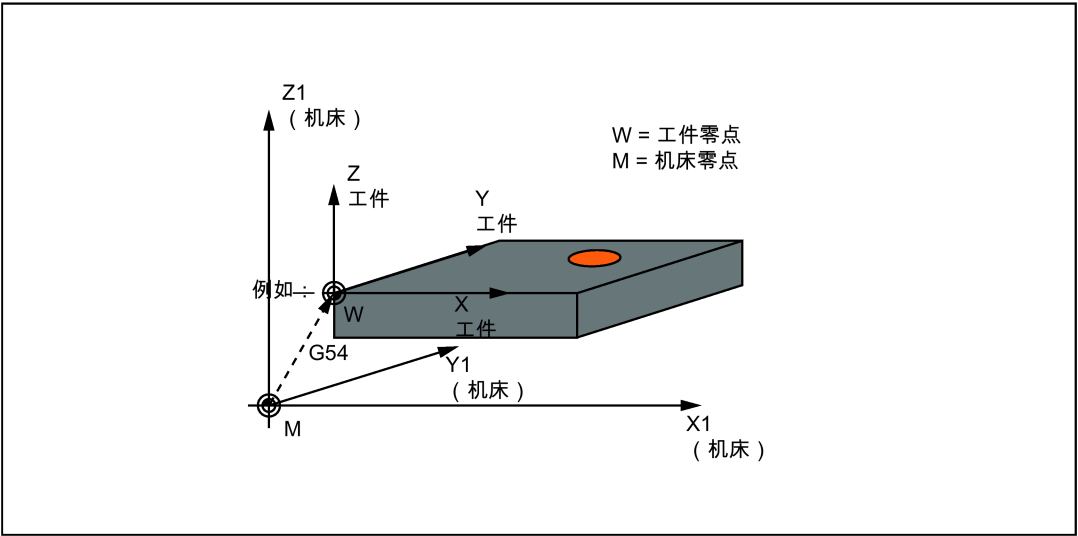
说明

输入围绕机床轴旋转的角度使成角度的夹取工件成为可能。这些旋转部分通过平移 G54 到 G59 激活。

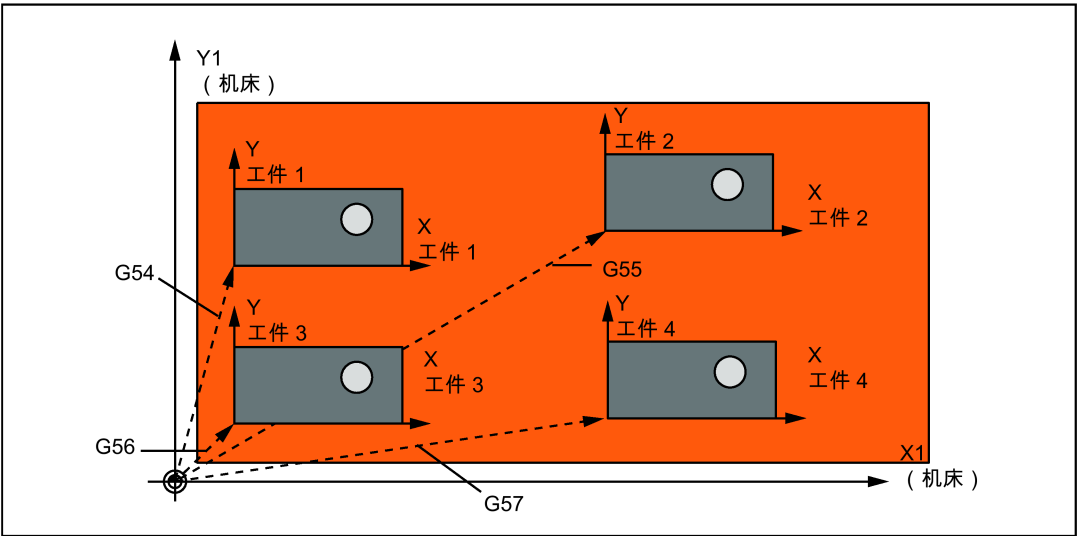
编程

G54 到 G59 ; 1. 到第 6 个可设定的零点偏移
G500 ; 取消可设定的零点偏移 - 模态
G53 ; 取消可设定的零点偏移，非模态，还抑制可编程的偏移
G153 ; 取消可设定的零点偏移，非模态；此外取消基本框架

有关可设定的零点偏移的描述，见下图：



有关钻削/铣削时的多个工件夹装的描述，见下图：



编程示例

```
N10 G54 ; 调用第一个可设定的零点偏移
N20 L47 ; 工件 1 的加工，此处使用 L47
N30 G55 ; 调用第二个可设定的零点偏移
N40 L47 ; 工件 2 的加工，此处使用 L47
N50 G56 ; 调用第三个可设定的零点偏移
N60 L47 ; 工件 3 的加工，此处使用 L47
N70 G57 ; 调用第四个可设定的零点偏移
N80 L47 ; 工件 4 的加工，此处使用 L47
N90 G500 G0 X ; 取消激活可设定的零点偏移
```

子程序调用 - 参见章节"子程序 (页 112)"。

8.2.11 NC 程序段压缩 (COMPON , COMPCURV , COMPCAD)

功能

CAD/CAM 系统通常提供线性程序段，它们按照设定的精度处理。在轮廓比较复杂时这会导致数据量的大幅提高，并可能造成较短的路径段。这种较短的路径段会限制加工速度。

使用压缩器功能，可以借助多项式程序段逼近由线形程序段设定的轮廓。因此具有以下优点：

- 减少了用于描述工件轮廓所需零件程序段的数目
- 稳定的程序段过渡
- 提高了最大可行的路径速度

有下列压缩器功能可供使用：

- COMPON
程序段过渡仅保持稳定的速度，轴的加速度可能会有跃变。
- COMPCURV
程序段过渡保持稳定的加速度。这样就可以保证程序段过渡时，所有轴的速度和加速度变化保持平稳。
- COMPCAD
一种占用大量计算时间和内存空间的压缩器功能，优化了表面质量和速度。只有当 CAD/CAM 的程序没有事先采取表面优化的措施时才使用 COMPCAD。

通过 COMPOF 退出压缩器功能。

句法

COMPON

COMPCURV

COMPCAD

COMPOF

含义

COMPON：	用于激活压缩器功能 COMPON 的指令。
	生效方式： 模态有效
COMPCURV：	用于激活压缩器功能 COMPCURV 的指令。
	生效方式： 模态有效
COMPCAD：	用于激活压缩器功能 COMPCAD 的指令。
	生效方式： 模态有效
COMPOF：	用于关闭当前激活的压缩器功能的指令。

边界条件

- 通常仅为线性程序段 (G1) 执行 NC 程序段压缩。
- 压缩功能只针对某个句法简单的程序段：
N...G1X...Y...Z...F...;注释
所有其它的程序段按原样加工 (无压缩) 。
- 带有扩展式地址如 C=100 或者 A=AC(100)的运动程序段也会被压缩。
- 位置值不必直接编程，也可以间接通过参数赋值，例如，X=R1*(R2+R3)。
- 如果提供选项“定向转换”，则也可以压缩 NC 程序段，在该 NC 程序段中刀具定向 (也可能是刀具旋转) 通过方向系数编程。
- 可通过任意一个其它 NC 指令中断该压缩过程，例如辅助功能输出。

示例

示例 1：COMPON

程序代码	注释
N10 COMPON	；激活压缩机功能 COMPON。
N11 G1 X0.37 Y2.9 F600	；终点前 G1 和进给。
N12 X16.87 Y-.698	
N13 X16.865 Y-.72	
N14 X16.91 Y-.799	
...	
N1037 COMPOF	；关闭压缩功能。
...	

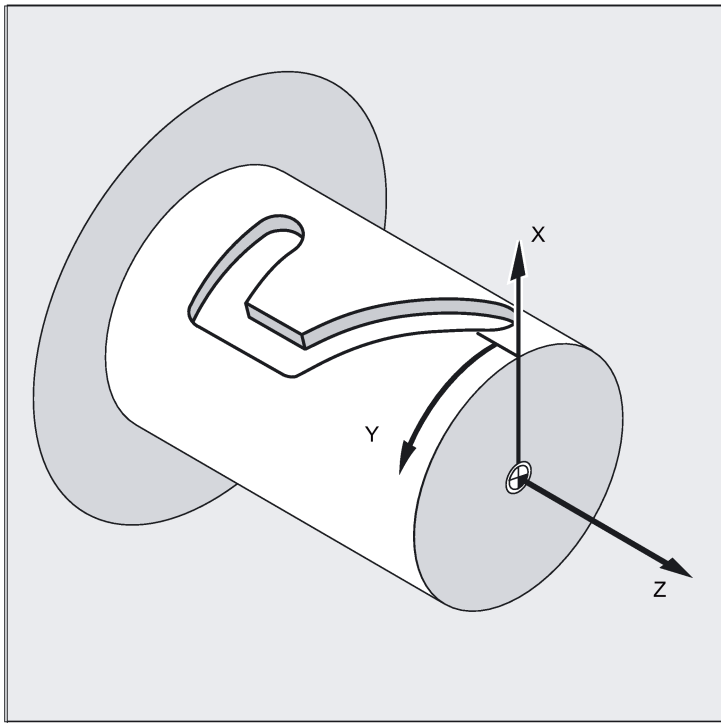
示例 2：COMPCAD

程序代码	注释
G00 X30 Y6 Z40	
G1 F10000 G642	；激活平滑功能 G642。
SOFT	；激活急动限制 SOFT。
COMPCAD	；激活压缩机功能 COMPCAD。
STOPFIFO	
N24050 Z32.499	
N24051 X41.365 Z32.500	
N24052 X43.115 Z32.497	
N24053 X43.365 Z32.477	
N24054 X43.556 Z32.449	
N24055 X43.818 Z32.387	
N24056 X44.076 Z32.300	
...	
COMPOF	；关闭压缩功能。
G00 Z50	
M30	

8.2.12 柱面转换 (TRACYL)

功能

- 圆柱表面曲线转换 TRACYL 可以用于加工：
 - 圆柱体上的纵向槽
 - 圆柱体上的横向槽
 - 圆柱体上任运行的槽槽的运行要根据展开的平面的圆柱表面来编程。



- 数控系统将所编程的 X、Y、Z 直角坐标系中的运动转换成加工轴的实际运动。主轴此时作为机床回转轴。
- TRACYL 必须通过专用机床数据进行配置。也可在此时确定，Y=0 时位于哪个回转轴位置。

TRACYL 转换类型

圆柱面坐标转换有三个特征：

- TRACYL 没有槽壁补偿 (TRAFO_TYPE_n=512)
- TRACYL 有槽壁补偿： (TRAFO_TYPE_n=513)
- TRACYL 有辅助线性轴和槽壁补偿： (TRAFO_TYPE_n=514)
使用 TRACYL 通过第三个参数对槽壁补偿进行参数设定。

当使用槽壁补偿进行圆柱面曲线转换时，用于补偿的轴应当位于零点 (y=0)，以便沿着已经编程的槽中心线对槽进行加工。

轴使用

下列轴不可以作为定位轴或者摆动轴使用：

- 几何轴沿圆柱表面 (Y 轴) 的圆周方向
- 附加的线性轴在槽壁补偿时 (Z 轴)。

编程

TRACYL(d) 或者 TRACYL(d, n)或者用于转换类型 514

TRACYL (d, n, 槽壁补偿)

TRAFOOF

回转轴

不能编程回转轴，因为它们被一个几何轴占用并因此作为通道轴不能被直接编程。

含义

TRACYL(d)	激活第一个在通道机床数据中约定的 TRACYL 功能。 d 参数用于加工直径。
TRACYL(d, n)	激活第 n 个在通道机床数据中约定的 TRACYL 功能。 n 最大值可为 2，TRACYL(d, 1) 相当于 TRACYL(d)。
D	加工直径的值。加工直径是刀尖和旋转中心之间两倍距离。始终必须设定该直径且必须大于 1。
n	可选用的第 2 个参数，用于 TRACYL 数据记录 1 (临时选择) 或者 2。
槽边补偿	可选用的第 3 个参数，用于 TRACYL 的值临时从机床数据的模式中选择。 值范围： 0：转换类型 514，没有如目前为止的槽壁补偿 1：转换类型 514，有槽壁补偿
TRAFOOF	转换关 (BKS 和 MKS 再次一致) 。
OFFN	偏移 轮廓-标准：到编程设计的基准轮廓的槽壁的距离。

说明

如果在相应的通道中激活其余转换中的某一个转换，则同样有一个转换 TRACYL 会被中断 (例如 TRANSMIT) 。

OFFN 定义

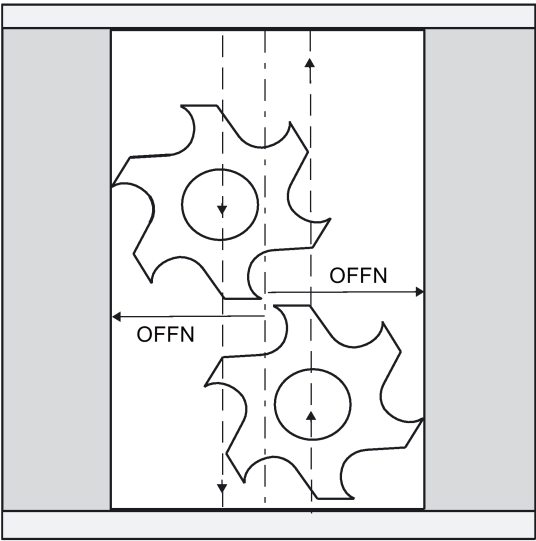
已编程轨迹上槽壁的间距。

原则上，要编程槽中心线。铣刀半径补偿激活时 (G41, G42)，OFFN 即定义了槽宽 (的一半) 。

编程：OFFN=...；间距，单位 mm

说明

槽加工结束后，设定 OFFN=0。OFFN 也可在 TRACYL 之外使用-用于与 G41，G42 有关的余量编程。



示例：刀具定义

下列示例适用于对圆柱转换 TRACYL 的参数设定进行测试：

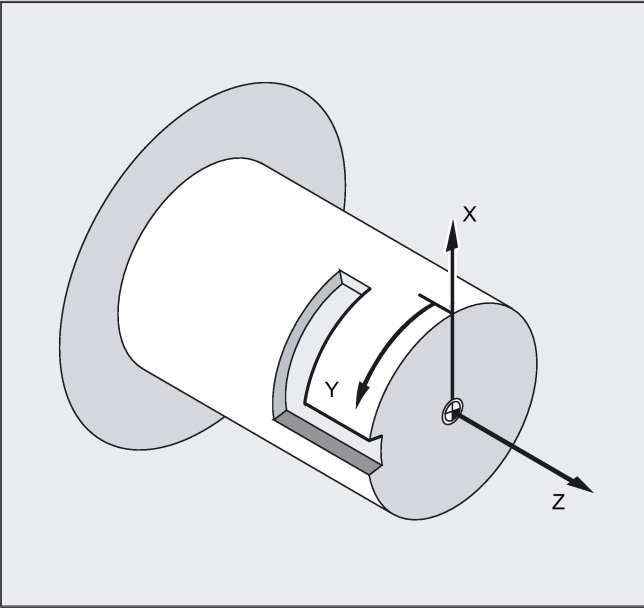
程序代码	注释
刀具参数	含义
编号 (DP)	
\$TC_DP1[1,1]=120	道具类型 (铣刀)
\$TC_DP2[1,1]=0	刀沿位置 (仅用于车刀)

程序代码	注释
几何尺寸	长度补偿
\$TC_DP3[1,1]=8。	长度补偿矢量 (根据类型和平面计算)
\$TC_DP4[1,1]=9。	
\$TC_DP5[1,1]=7。	

程序代码	注释
几何尺寸	半径
\$TC_DP6[1,1]=6。	刀具半径
\$TC_DP7[1,1]=0	切槽锯片的槽宽 b，铣削刀具的倒圆
\$TC_DP8[1,1]=0	超出规定范围 k (只针对切槽锯片)
\$TC_DP9[1,1]=0	
\$TC_DP10[1,1]=0	
\$TC_DP11[1,1]=0	圆锥形铣削刀具角度

程序代码	注释
磨损	长度和半径补偿
\$TC_DP12[1,1]=0	剩余参数直到\$TC_DP24=0 (基本尺寸/适配器)

示例：加工一个勾形槽



激活圆柱体表面转换：

所需刀具：T1 铣削刀具，半径=3 mm，刀沿位置=8

程序代码	注释
N10 T1 D1 G54 G90 G94 F1000	； 刀具选择，装夹补偿
N20 SPOS=0	； 返回初始位置
N30 SETMS(2)	； 设置第二主轴作为主轴
N40 M3 S2000	； 运行主轴
N50 DIAMOF	； 将直径尺寸变为半径尺寸
N60 G0 X23 Z105	
N70 TRACYL (20)	； 激活圆柱体表面；转换
N80 G19	； 平面选择

加工勾形槽：

程序代码	注释
N90 G1 Y0 Z-10	；逼近起始位置
N100 G42 OFFN=-4.5	；刀具半径补偿，轮廓右边生效
N110 X19 F500	
N120 Z-25	
N130 Y30	
N140 OFFN=-3.5	
N150 Y0	
N160 Z-10	
N170 X25	
N180 TRAF00F	
N190 DIAMON	；直径尺寸
N200 G40	；取消刀具半径补偿
N210 G0 X80 Z100	；快速退回
N220 M30	；程序结束

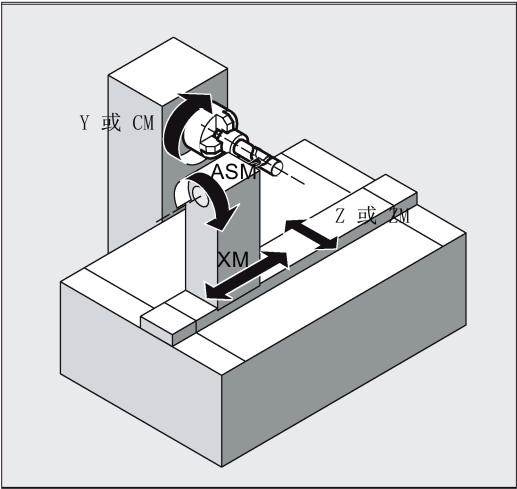
说明

没有槽壁补偿 (转换类型 512)

数控系统将所编程的圆柱坐标系中的运动转换成加工轴的实际运动：

- 回转轴
- 垂直于回转轴的横向进给轴
- 纵轴平行于旋转轴

线性轴互相垂直。横向进给轴与回转轴相交。

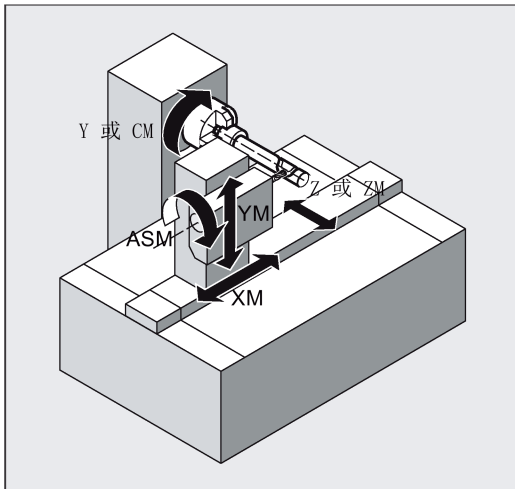


有槽壁补偿 (转换类型 513)

运动同上，但是纵轴平行于圆周方向。

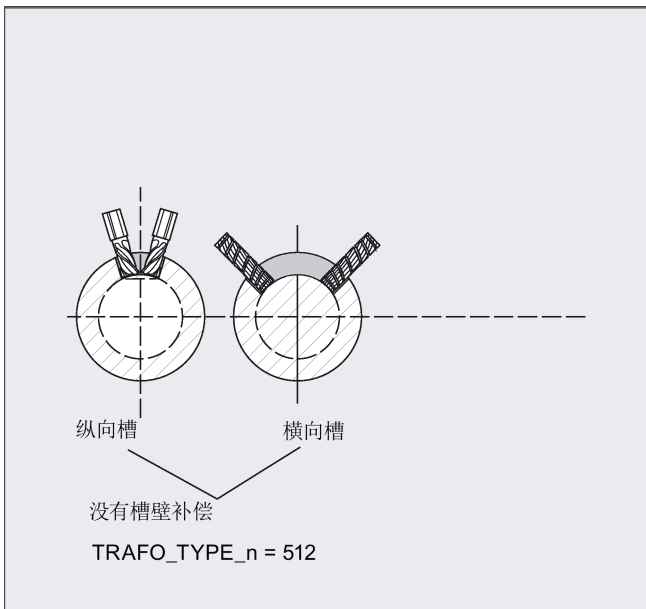
线性轴互相垂直。

速度导向考虑到为旋转运行所定义的限制。



横槽截面

如果槽宽正好和刀具半径相符，那么在配置 1 时，与回转轴成纵向的槽只是平行的被限制。
与圆周平行的槽（横向槽）在开始和结束时不平行。



有辅助线性轴和槽壁补偿（转换类型 514）

如果是带有另一个线性轴的机床，该转换方案可以充分利用冗余度来进行较好的刀具补偿。第二个线性轴，适用于以下情况：

- 较小的工作范围
- 第二个线性轴不应用于退出零件程序。

确定机床数据设置是零件程序和 BKS 或者 MKS 中安排相应轴的前提条件。

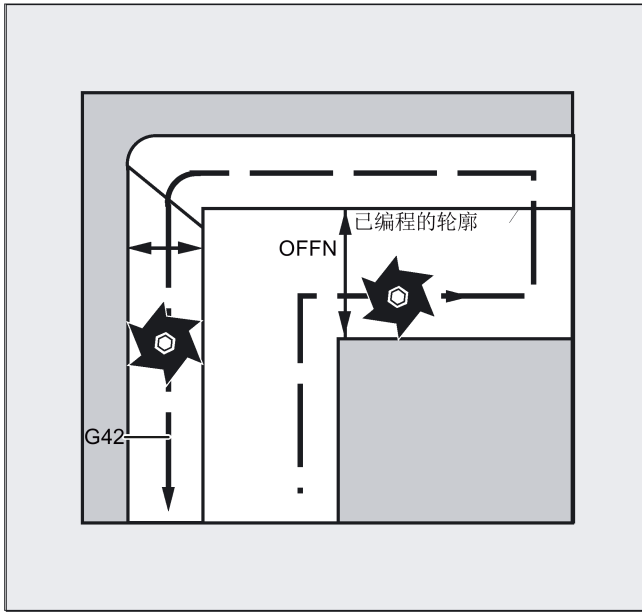
更多信息请参见 SINUMERIK 808D ADVANCED 功能手册。

正常轮廓偏置（转换类型 513）

为了使用 TRACYL 铣削槽，应在：

- 零件程序中
- 通过 OFFN 半个槽宽度对槽中心线进行编程。

OFFN 只有与选中的刀具补偿半径相配合才有效，以防止损伤槽壁。此外，应使 $OFFN \geq$ 刀具半径，以防止损伤对面的槽壁。



铣削一个槽的零件程序通常由以下几个步骤组成：

1. 选择刀具
2. 选择 TRACYL
3. 选择合适的坐标偏移（框架）
4. 定位
5. 编程 OFFN
6. 选择 TRC
7. 返回程序段（运行到 WRK 并且返回槽壁）
8. 槽中心线的轮廓
9. 取消 TRC
10. 退刀程序段（离开 TRC 并且离开槽壁）
11. 定位
12. 取消 OFFN
13. TRAFOOF
14. 再次选择原始的坐标偏移（框架）

特点

- 选择 TRC：
TRC 不是根据槽壁，而是相对于编程设计的槽中心线来编程。为了使刀具在槽壁左侧运行，要输入 G42（代替 G41）。如果在 OFFN 中输入带有符号的槽宽度，您就可避免这种情况。
- OFFN 与 TRACYL 配合使用的作用与没有 TRACYL 的作用不同。因为当 TRC 激活时，OFFN 也可在没有 TRACYL 的情况下被考虑在内，所以 OFFN 应在 TRAFOOF 之后重新置为零。
- 可以在零件程序内修改 OFFN。因此槽中心线可以从中心偏移（见图）。
- 导向槽：
如果是导向槽，使用 TRACYL 就不会生成如同使用刀具直径等于槽宽度的刀具所加工出来的槽。原则上不可能用一个较小的圆柱形刀具生成同一个槽壁几何尺寸，用较大的刀具也不行。TRACYL 可减少误差。为了不出现精确性问题，刀具半径只能略小于半槽宽。

说明
OFFN 和 TRC
当 TRAFO_TYPE_n = 512 时，OFFN 项下的值就作为相对 TRC 的加工余量。当 TRAFO_TYPE_n = 513 时，在 OFFN 中编程半个槽宽度。轮廓用 OFFN-TRC 开始运行。

8.3 线性插补

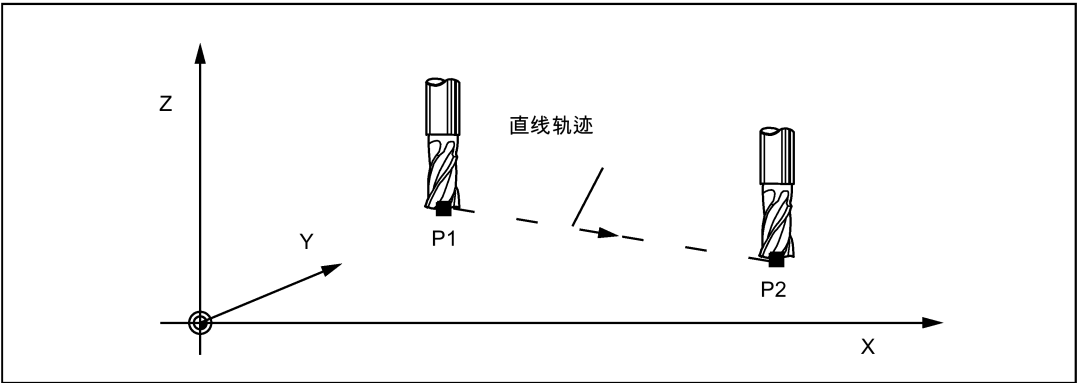
8.3.1 快速移动直线插补 G0

功能
快速移动运动 G0 用于刀具的快速定位，但不适用 **直接工件加工**。
所有轴可同时移动-在直线路径上。
每个轴的最大速度(快速移动)均在机床数据中确定。如果只移动一个坐标轴，则该轴以快速移动速度进行移动。如果两个或三个轴同时移动，路径速率（如因此造成的刀具头速率）必须被选中以便 **达到最大可能路径速率**，考虑包含结果的所有轴。
任何编程的进给率（F 字）与 G0 不相关。G0 一直生效,直到被此 G 功能组中的其它指令 (G1, G2, G3...) 取代为止。

编程
G0 X...Y...Z... ; 直角坐标
G0 AP=...RP=... ; 极坐标
G0 AP=...RP=...Z... ; 圆柱坐标（3 维）

说明
另外还可以使用角度参数 ANG= 进行线性编程（更多信息可参见章节“轮廓编程 (页 91)”）。

有关从点 P1 快速移动到点 P2 的直线插补的描述，见下图：



编程示例
N10 G0 X100 Y150 Z65 ; 直角坐标
...
N50 G0 RP=16.78 AP=45 ; 极坐标

说明
存在用于定位功能的其他 G 功能组（参见章节“准停/连续路径运行：G9, G60, G64 (页 87)”）。
在 G60 准停时，可以用一个其它的 G 功能组选择带有不同精度的窗口。对于准停还有一个可选择的程序段方式有效的指令：G9。
在进行定位任务时请注意对几种方式的选择！

8.3.2 进给率 F

功能

进给率 F 是**轨迹速度**，它是所有参与轴速度分量的矢量和。单个轴的速度是刀具轨迹速度在坐标轴上的分量。
进给率 F 在 G1,G2,G3,CIP，CT 插补方式中生效，并且一直有效，直到写入一个新的 F 字。

编程

F...

说明

整数值可以舍去小数点后的数据, 如 F300

进给率 F 的计量单位 G94、 G95

进给率 F 字的单位由 G 功能确定:

- G94: 进给率 F，单位：**毫米/分**
- G95: 主轴旋转进给率 F，单位：毫米/转
(仅在主轴旋转时有意义!)

说明

这些单位适用于公制尺寸。根据章节“公制和英制尺寸”，也可以采用英制尺寸的设置。

编程示例

N10 G94 F310	; 进给率，单位毫米/分钟
N110 S200 M3	; 主轴旋转
N120 G95 F15.5	; 进给率，单位毫米/转

说明

切换 G94 - G95 时请写入新的 F 字！

8.3.3 带进给率的直线插补 G1

功能

刀具在直线轨迹上从起始点运动到结束点。**轨迹速度**通过编程 **F** 字给定。
可同时运行所有轴。
G1 一直生效,直到被此 G 功能组中的其它指令 (G0, G2, G3...) 取代为止。

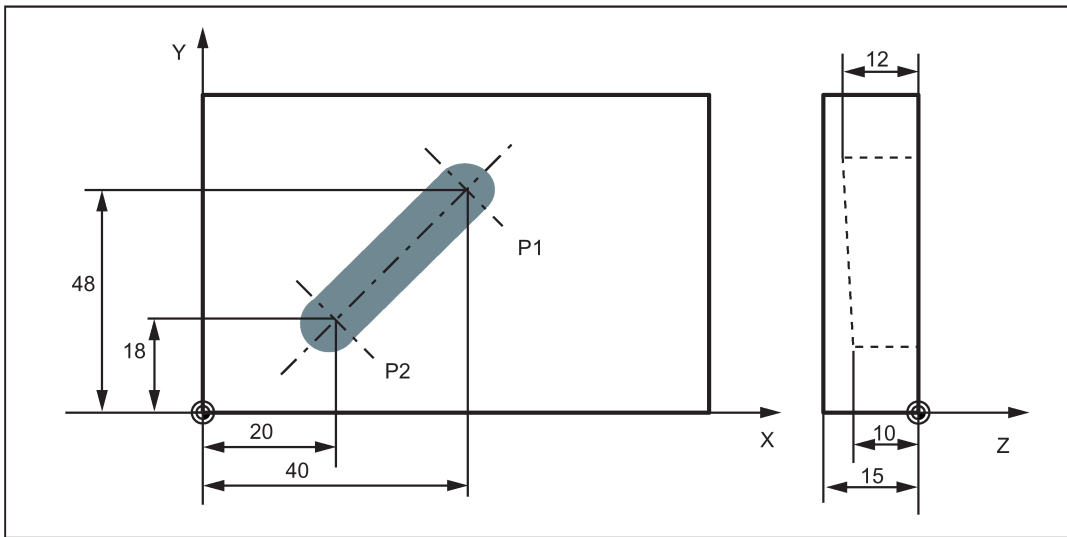
编程

G1 X...Y...Z...F...	; 直角坐标
G1 AP=...RP=...F...	; 极坐标
G1 AP=...RP=...Z...F...	; 圆柱坐标 (3 维)

说明

此外还可以通过角度参数 ANG=... 编程直线 (参见章节"轮廓编程 (页 91)") 。

三个轴方向上的直线插补，举例：加工槽，见下图：



编程示例

N05 G0 G90 X40 Y48 Z2 S500 M3	; 刀具快速移动到 P1，三轴同时，主轴转速 = 500 转/分，顺时针旋转
N10 G1 Z-12 F100	; 进刀至 Z-12，进给率 100 毫米/分
N15 X20 Y18 Z-10	; 刀具以直线运行到 P2
N20 G0 Z100	; 快速退回
N25 X-20 Y80	
N30 M2	; 程序结束

加工工件时需要编程主轴转速 S 和旋转方向 M3/M4 (参见章节"主轴运动 (页 89)")。

8.4 圆弧插补

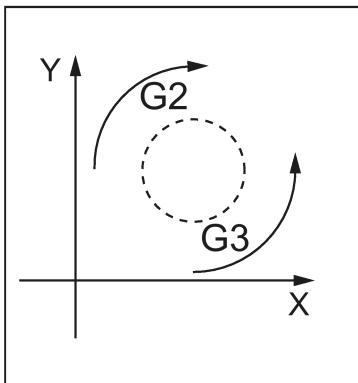
8.4.1 圆弧插补：G2,G3

功能

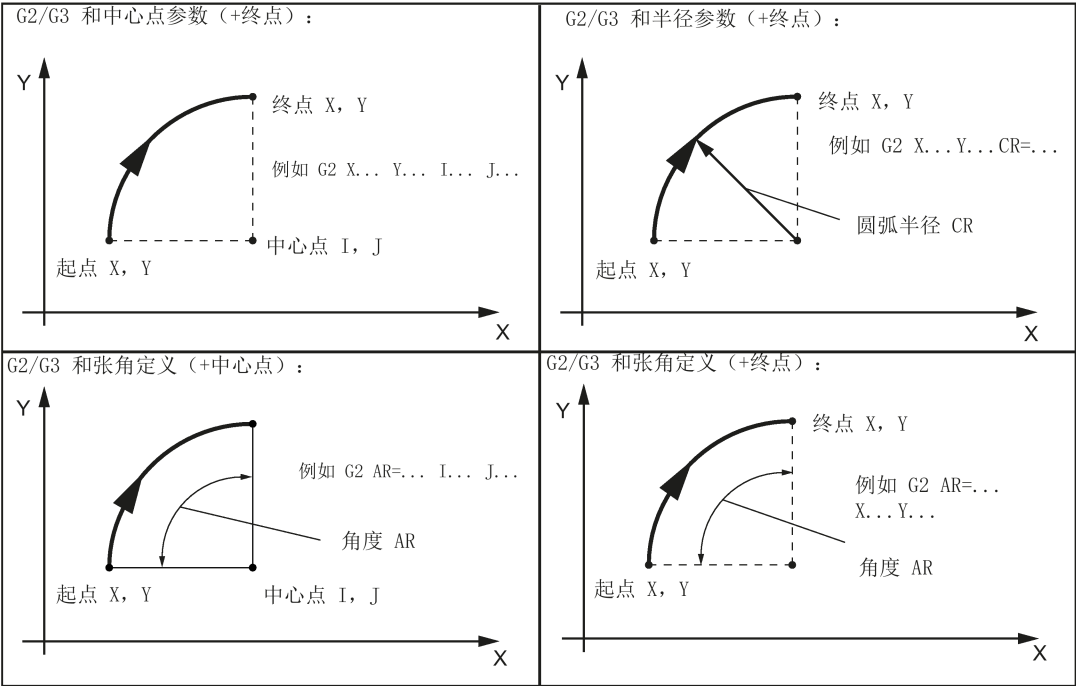
刀具在圆弧轨迹上从起始点运动到结束点。其方向由 G 功能确定：

G2: 顺时针方向

G3: 逆时针方向



所要求的圆弧可以用不同的方式进行描述：
用 G2/G3 进行圆弧编程的方法，举例 X/Y 轴和 G2，见下图：



G2/G3 一直有效,直到被 G 功能组中其它的指令(G0, G1, ...)取代为止。

轨迹速度通过编程 F 字给定。

编程

G2/G3 X... Y... I... J...	； 终点和圆心
G2/G3 CR=... X... Y...	； 圆弧半径和终点
G2/G3 AR=... I... J...	； 张角和圆心
G2/G3 AR=... X... Y...	； 张角和终点
G2/G3 AP=... RP=...	； 极坐标，以极点为圆心的圆弧

说明

其他进行圆弧编程的方法：
CT - 带有切线连接的圆弧和
CIP - 通过中间点的圆弧 (见下章)。

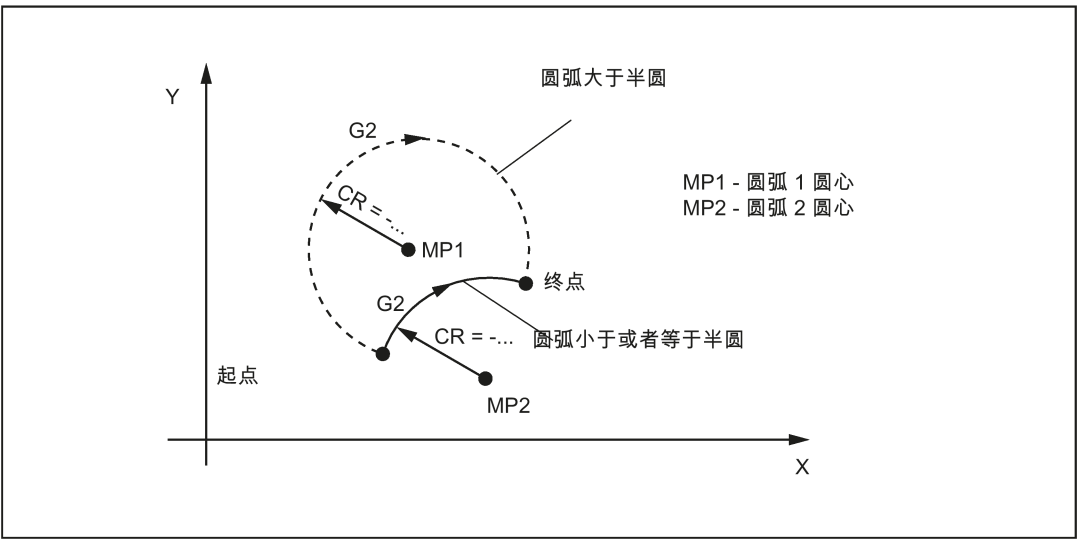
圆弧的输入公差

系统仅能接受公差在一定范围之内的圆弧。 比较起始点和终点的圆弧半径。 如果差值在公差以内，则在内部精确地设定圆心。 否则发出报警。

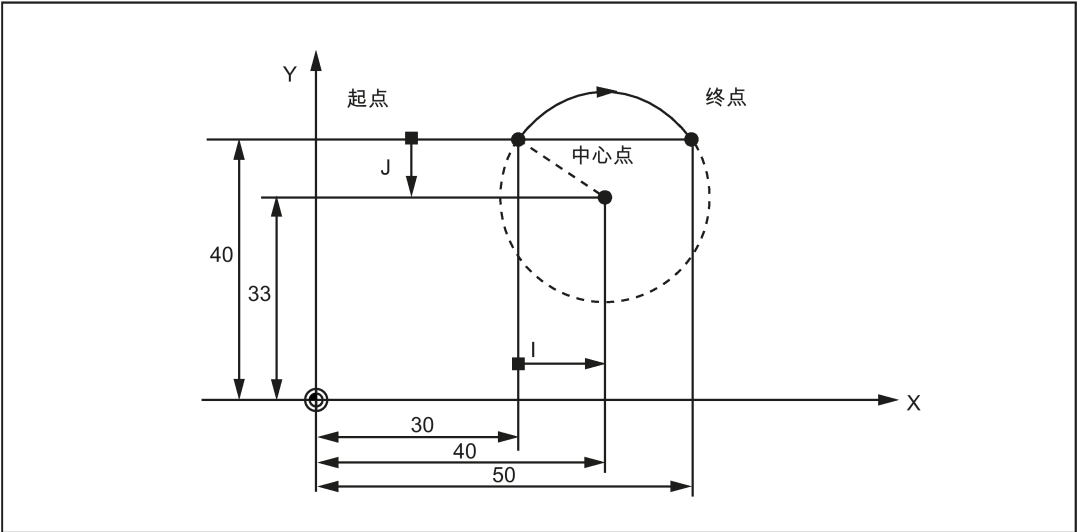
说明

在一个程序段中，**整圆**只能通过圆心和终点编程！
对于使用半径定义的圆弧，CR=... 的符号用于选择正确的圆弧段。 可以对具有相同起点和终点，以及具有相同半径和方向的两个圆进行编程。 CR=-... 中数值前的负号说明圆弧段大于半圆；否则，圆弧段小于或等于半圆：

有关使用半径定义圆弧时，通过 CR= 前的符号选择圆弧的描述，见下图：



编程示例：圆心和终点定义

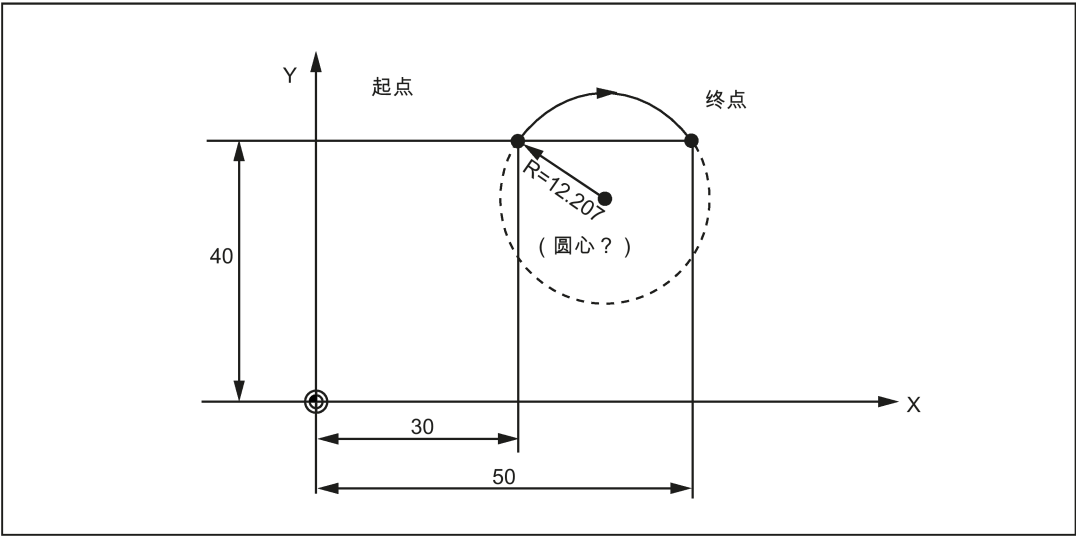


```
N5 G90 X30 Y40 ; N10 的圆弧起点
N10 G2 X50 Y40 I10 J-7 ; 终点和圆心
```

说明

圆心值以圆弧起点为基准！

编程示例：终点和半径定义

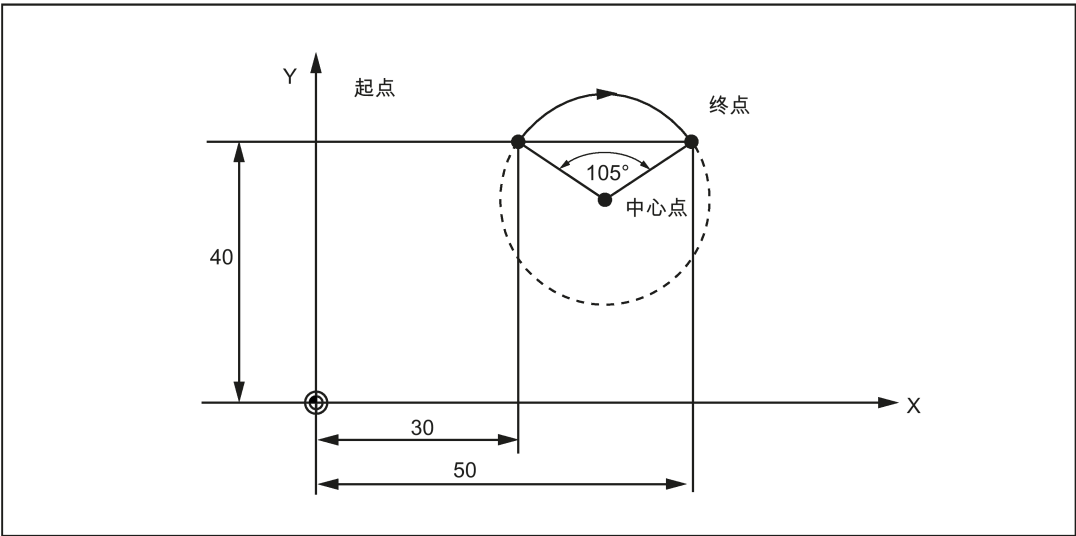


```
N5 G90 X30 Y40 ; N10 的圆弧起点
N10 G2 X50 Y40 CR=12.207 ; 终点和半径
```

说明

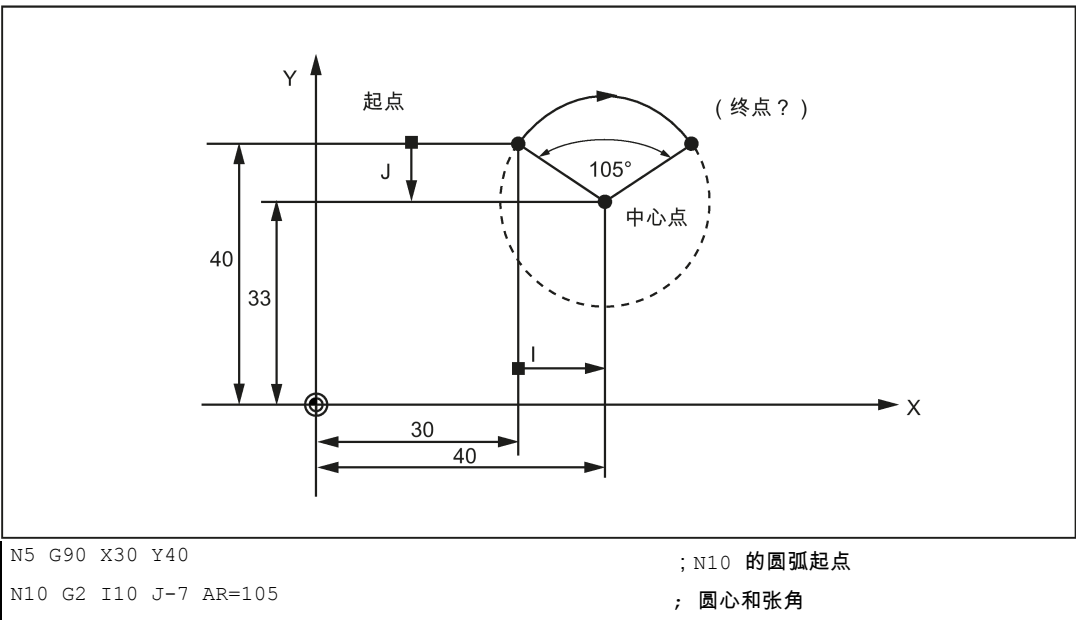
CR=... 数值前的负号表示选择大于半圆的圆弧段。

编程示例：终点和张角定义



```
N5 G90 X30 Y40 ; N10 的圆弧起点
N10 G2 X50 Y40 AR=105 ; 终点和张角
```

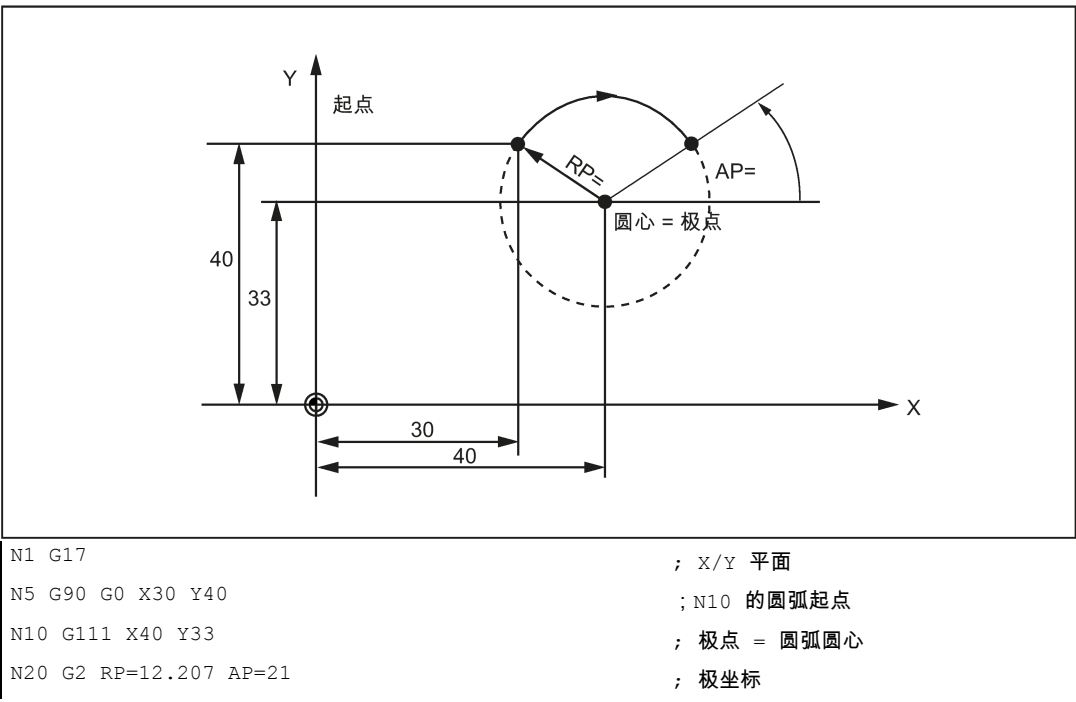
编程示例：圆心和张角定义



说明

圆心值以圆弧起点为基准！

编程示例：极坐标



8.4.2 通过中间点进行圆弧插补：CIP

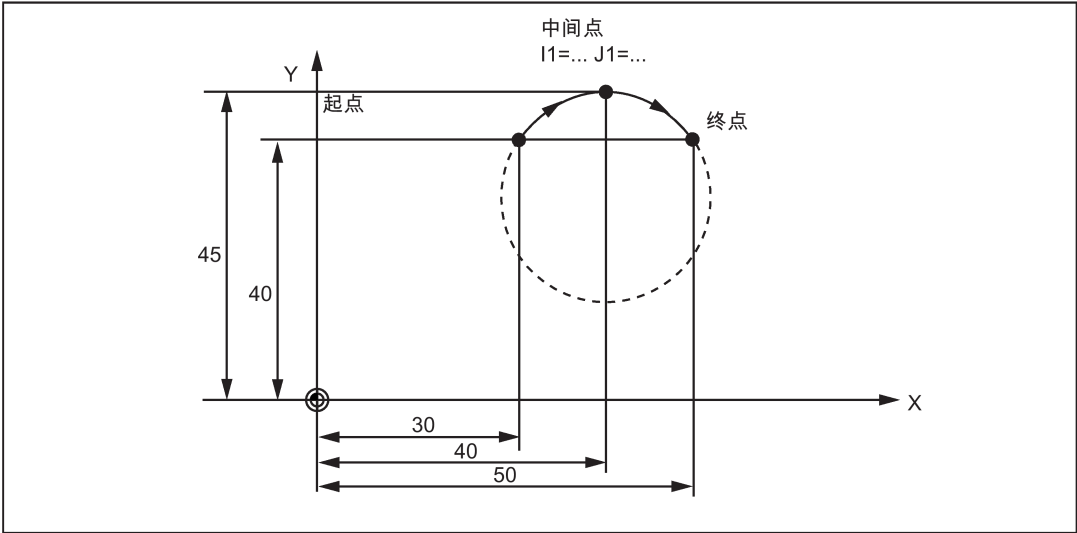
功能

如果圆弧的三个轮廓点已知，而圆心或半径或者张角未知，则可使用 CIP 编程圆弧。
此时，圆弧方向由中间点的位置确定（位于起始点和终点之间）。对应以下轴分配写入中间点：
I1=... 表示 X 轴，
J1=... 表示 Y 轴，
K1=... 表示 Z 轴
CIP 一直生效,直到被此 G 功能组中的其它指令 (G0, G1, G2, ...) 取代为止。

说明

可设定的尺寸输入 G90 或 G91 指令对终点和中间点有效！

使用终点和中间点定义圆弧，以 G90 为例，见下图：



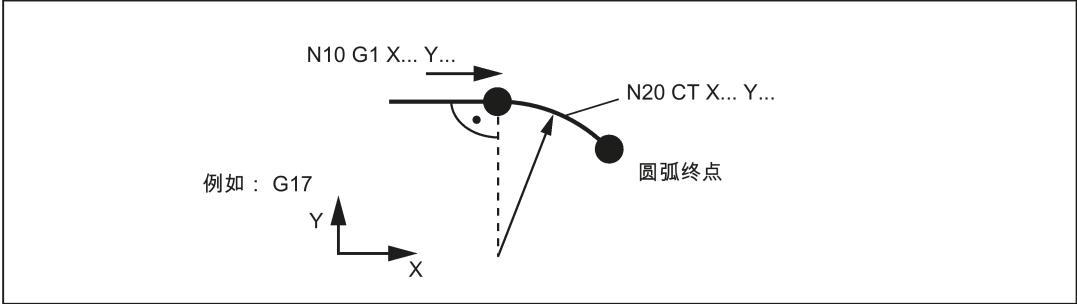
编程示例

```
N5 G90 X30 Y40 ; N10 的圆弧起点
N10 CIP X50 Y40 I1=40 J1=45 ; 终点和中间点
```

8.4.3 切线过渡圆弧CT

功能

在平面 G17 到 G19 中，可使用 CT 和终点编程该平面中与前一轨迹（圆弧或直线）相切的圆弧。
圆弧的半径和圆心可以通过前一轨迹的几何特性和编程的圆弧终点确定。
有关与前一段轮廓为切线过渡的圆弧的描述，见下图：



编程示例

```
N10 G1 X20 F300 ; 直线
N20 CT X... Y... ; 切线过渡圆弧
```

8.4.4 螺旋线插补：G2/G3, TURN

功能

在螺旋线插补时叠加了两种运行：

- 平面 G17/G18/G19 中的圆弧运行
- 与该平面垂直的轴上的直线运行。

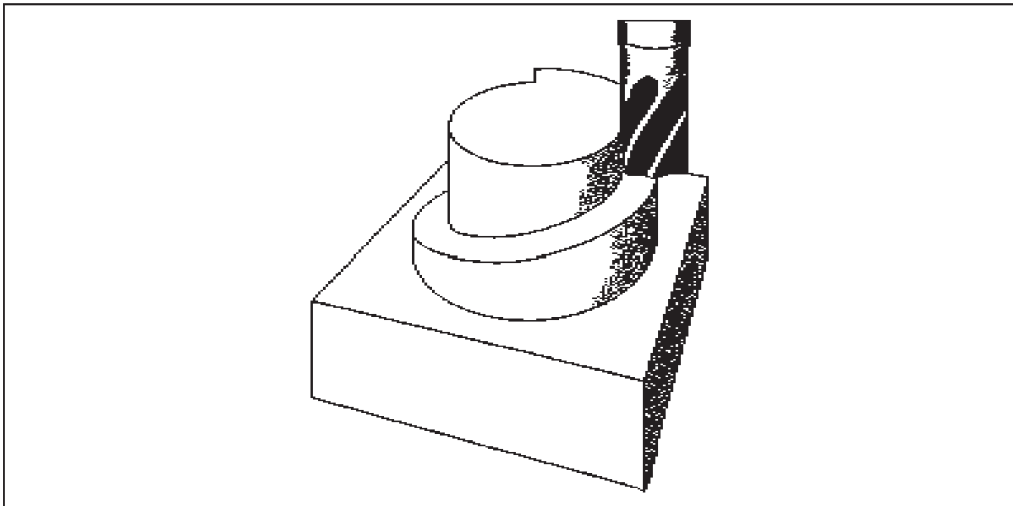
使用 TURN= 可以编写整圆运行的次数。将其添加到圆弧编程中。

螺旋线插补尤其适用于铣削螺纹或者在圆柱上铣削润滑槽。

编程

```
G2/G3 X... Y... I... J... TURN=... ; 圆心和终点
G2/G3 CR=... X... Y... TURN=... ; 圆弧半径和终点
G2/G3 AR=... I... J... TURN=... ; 张角和圆心
G2/G3 AR=... X... Y... TURN=... ; 张角和终点
G2/G3 AP=... RP=... TURN=... ; 极坐标，以极点为圆心的圆弧
```

有关螺旋线插补的描述，见下图：



编程示例

```
N10 G17 ; X/Y 平面，Z 轴垂直于该平面
N20 G0 Z50
N30 G1 X0 Y50 F300 ; 回起始点
N40 G3 X0 Y0 Z33 I0 J-25 TURN= 3 ; 螺旋线
M30
```

8.4.5 加工圆弧时的进给率修调：CFTCP, CFC

功能

对于激活**刀具半径补偿** (G41/G42) 以及**圆弧编程**，更正刀具中心点的进给率是必要的，如果**编程 F 的值**在该圆弧轮廓运行。

如果刀具半径补偿使能，自动考虑圆弧内外加工以及当前刀具半径。

该进给率更正（覆盖）对线性路径是不必要的。刀具中心点和变成轮廓的路径速率是一致的。

如果你希望编程进给率总是在刀具中心点路径运行，禁止进给倍率。提供包含 CFTCP/CFC (G 功能) 的模式运行的 G 组以切换。

编程和操作手册（铣削）

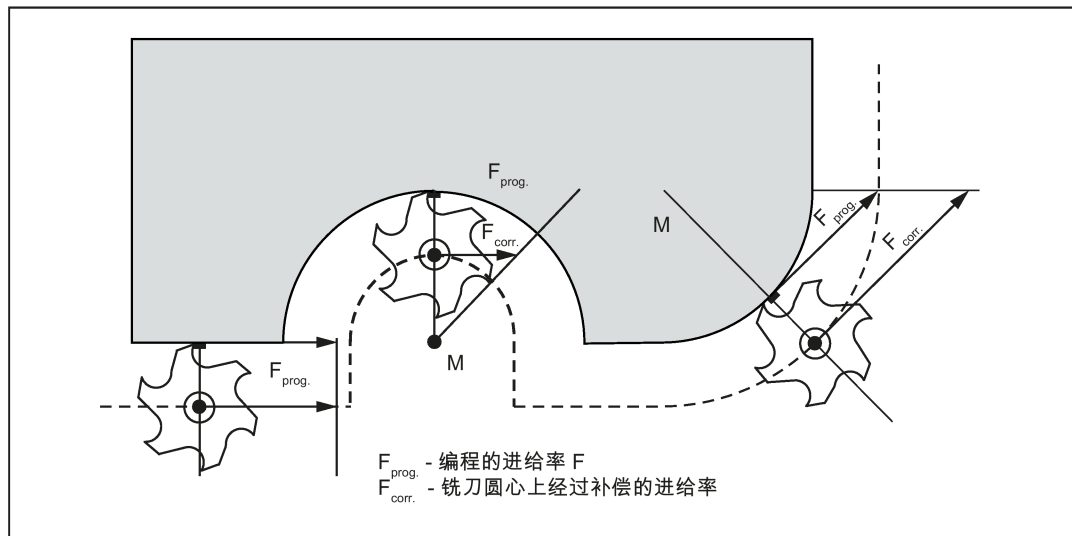
6FC5398-4DP10-0RA3, 08/2015

编程

CFTCP ; 取消进给倍率 (编程进给率在铣削刀具中心点运行)

CFC ; 圆弧进给倍率打开

有关内圆弧/外圆弧加工时的进给倍率 G901 的描述，见下图：



更正进给率

- 外部加工：

$$F_{corr.} = F_{prog.} (r_{cont} + r_{tool}) / r_{cont}$$

- 内部加工：

$$F_{corr.} = F_{prog.} (r_{cont} - r_{tool}) / r_{cont}$$

r_{cont} : 圆弧轮廓半径

r_{tool} : 刀具半径

编程示例

```
N10 G42 G1 X30 Y40 F1000 ; 打开刀具半径补偿
N20 CFC F350 ; 圆弧进给倍率打开
N30 G2 X50 Y40 I10 J-7 F350 ; 给进值在轮廓上运行
N40 G3 X70 Y40 I10 J6 F300 ; 给进值在轮廓上运行
N50 CFTCP ; 取消进给倍率，编程进给率值在铣削刀具中心点运行
N60 M30
```

8.5 螺纹切削

8.5.1 切削螺距恒定的螺纹：G33

功能

这需要带位置测量系统的主轴。

功能 G33 可以用于使用以下类型的恒定螺距加工螺纹：若使用适当刀具，可实现带补偿夹具的攻丝。

补偿夹具在一定程度上补偿了结果路径差。

钻削深度通过指定 X,Y,Z 轴之一来指定；螺距通过相关 I,J 或 K 指定。

G33 一直生效,直到被此 G 功能组中的其它指令 (G0, G1, G2, G3...) 取代为止。

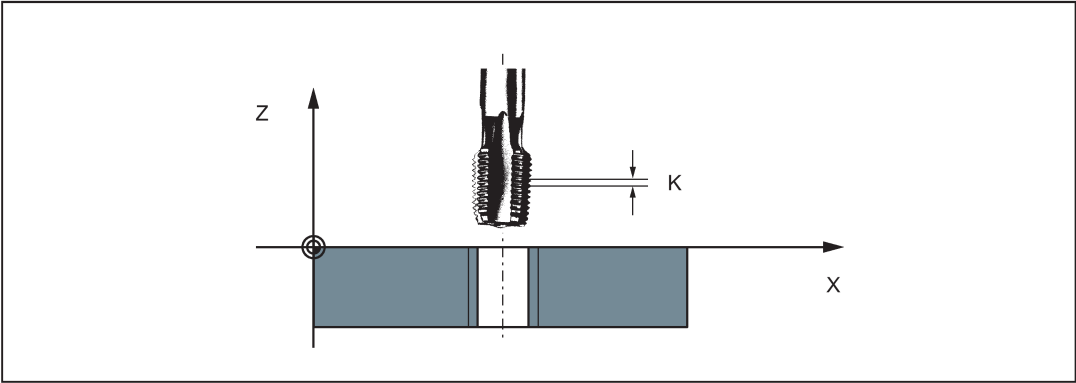
右螺纹或左螺纹

使用主轴旋转方向设置右螺纹或左螺纹 (M3 右侧 , M4 左侧) - 见章节“主轴运动 (页 89)”)。为此 , 必须在地址 S 下编程旋转值或必须设置转速。

说明

完整的带补偿夹具的攻丝循环由标准循环 CYCLE840 提供。

有关使用 G33 攻丝的描述 , 见下图 :



编程示例

```
N10 G54 G0 G90 X10 Y10 Z5 S600 M3 ; 公制螺纹 5,
N20 G33 Z-25 K0.8 ; 表格中规定的螺距 : 0.8 毫米/转 , 已经预加工的孔 :
N40 Z5 K0.8 M4 ; 回起始点 , 主轴顺时针旋转
N50 G0 X30 Y30 Z20 ; 攻丝 , 终点 -25 毫米
N60 M30 ; 退回 , 逆时针主轴旋转
```

进给轴速度

使用 G33 螺纹 , 基于主轴转速和螺距确定螺纹长度的轴速度。此时**进给率 F 不起作用**。但是 , 其被存储。不能超过机床数据中定义的最大轴速度 (快速移动)。这将产生报警。

说明

倍率开关

- 在加工螺纹时主轴速度修调开关应保持位置不变。
- 进给倍率开关在该程序段中不起作用。

8.5.2 带补偿夹具的攻丝 : G63

功能

G63 可用于补偿夹具的攻丝。编程的进给率 F 必须与主轴转速 S (在“S”或指定转速下编程) 以及钻削螺距匹配 :

$$F \text{ [mm/min]} = S \text{ [rpm]} \times \text{螺距[mm/rev.]}$$

补偿夹具在一定程度上补偿了结果路径差。

使用 G63 退回钻削 , 但主轴反向旋转 M3 <-> M4。

G63 为非模态。在 G63 之后的程序段中 , 之前编程的“插补方式”组 (G0, G1, G2, ...) 中的 G 指令重新生效。

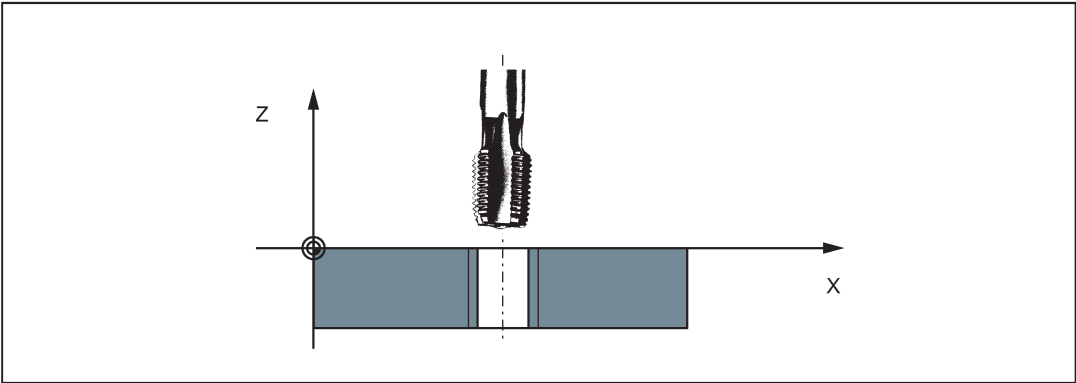
右螺纹或左螺纹

使用主轴旋转方向设置右螺纹或左螺纹 (M3 右侧 , M4 左侧) - 见章节“主轴运动 (页 89)”)。

说明

标准循环 CYCLE840 提供了完整的带有补偿夹具的攻丝循环 (但使用 G33 以及相关先决条件) 。

有关使用 G63 攻丝的描述，见下图：



编程示例

```
N10 G54 G0 G90 X10 Y10 Z5 S600 M3 ; 公制螺纹 5,  
N20 G63 Z-25 F480 ; 作为每张表的先导： 0.8 毫米/转，已经预加工的孔：  
N40 G63 Z5 M4 ; 回起始点，主轴顺时针旋转  
N50 X30 Y30 Z20 ; 攻丝，终点 -25 毫米  
M30 ; 退回，逆时针主轴旋转
```

8.5.3 螺纹插补：G331,G332

功能

这需要带位置测量系统的主轴。

如果主轴和轴的动态属性允许，可在不带补偿夹具的情况下使用 G331/G332 对螺纹进行攻丝。

但是如果使用补偿夹具，由补偿夹具补偿的路径差减小。这允许在更高的主轴转速下磨削螺纹。

使用 G331 完成钻削，使用 G332 退回。

钻削深度通过指定 X,Y,Z 轴之一来指定；螺距通过相关 I,J 或 K 指定。

对于 G332，相同螺距的编程与 G331 相同。主轴反向旋转自动出现。

主轴转速用 S 编程，不使用 M3/M4。

在使用 G331/G332 攻丝螺纹前，主轴必须用 SPOS=....切换到定位控制模式。

右螺纹或左螺纹

螺距的符号确定主轴旋转方向：

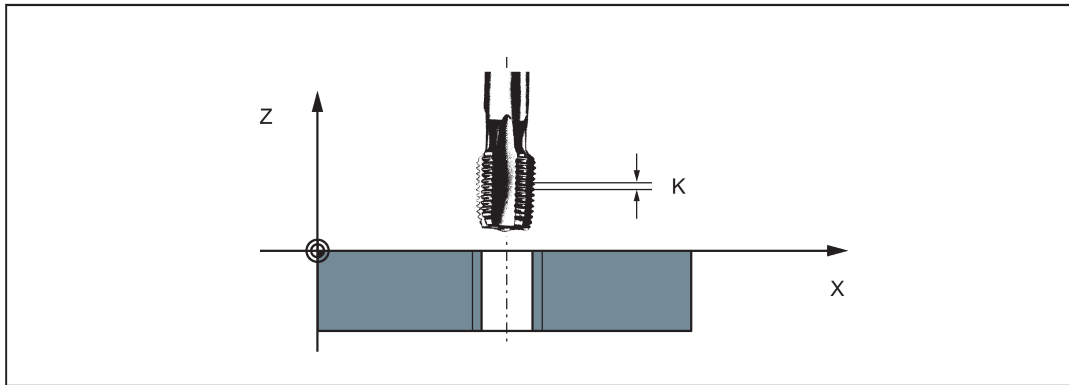
正向 右侧 (和 M3 一样)

负向：左侧 (和 M4 一样)

说明

带有螺纹插补的完整螺纹攻丝循环带有标准循环 CYCLE84。

有关使用 G331/G332 攻丝的描述，见下图：



进给轴速度

对于 G331/G332，通过主轴转速和螺距得出螺纹长度的轴的速度。此时**进给率 F 不起作用**。但是，其被存储。不能超过机床数据中定义的最大轴速度（快速移动）。这将产生报警。

编程示例

```
公制螺纹 5，  
作为每张表的先导：0.8 毫米/转，已经预加工的孔：  
N5 G54 G0 G90 X10 Y10 Z5 ; 回起始点  
N10 SPOS=0 ; 位置控制中的主轴  
N20 G331 Z-25 K0.8 S600 ; 攻丝，K 正方向 = 顺时针  
; 主轴的，终点 Z=-25 毫米  
N40 G332 Z5 K0.8 ; 退回  
N50 G0 X30 Y30 Z20  
N60 M30
```

8.6 接近固定点

8.6.1 返回固定点 G75

功能

使用 G75 可以逼近机床上的固定点，例如换刀点。该位置相对于所有轴固定地存储在机床数据中。每个轴最多可以定义四个固定点。

它不会产生偏移。每根轴都以最大轴速度（快速移动）逼近。

G75 需要编写在单独的程序段中，并且为程序段方式生效。必须编程机床轴名称！

在 G75 之后的程序段中，之前编程的“插补方式”组 (G0, G1, G2, ...) 中的 G 指令重新生效。

编程

G75 FP=<n> X=0 Y=0 Z=0

说明

FPn 对应轴机床数据 MD30600 \$MA_FIX_POINT_POS[n-1]。如果未编程 FP，则第一个固定点生效。

指令	含义
G75	接近固定点
FP=<n>	需要逼近的固定点。给定固定点编号：<n> <n> 的值范围：1, 2, 3, 4 如要使用固定点 3 或 4，则应设置 MD30610\$NUM_FIX_POINT_POS。 如果没有给定固定点编号，则自动逼近固定点 1。
X=0 Y=0 Z=0	需要运行到固定点的机床轴。 将需要同步逼近固定点的轴设定为值“0”。 每根轴以最大轴速度运行。

编程示例

```

N05 G75 FP=1 Z=0 ; 在 Z 轴上逼近固定点 1
N10 G75 FP=2 X=0 Y=0 ; 在 X 轴 和 Y 轴上逼近固定点 2，例如，进行换刀
N30 M30 ; 程序结束

```

说明

为 X，Y，Z 编程的位置值（任意值，此处为 0）没有意义，但必须写入。

8.6.2 回参考点运行 G74

功能

用 G74 可以在 NC 程序中执行回参考点运行。每根轴的运行方向和速度保存在机床数据中。

G74 需要编写在单独的程序段中，并且为程序段方式生效。必须编程机床轴名称！

在 G74 之后的程序段中，之前编程的“插补方式”组 (G0, G1, G2, ...) 中的 G 指令重新生效。

编程示例

```

N10 G74 X=0 Y=0 Z=0

```

说明

为 X、Y、Z 编程的位置值（任意值，此处为 0）没有意义，但必须写入。

8.7 加速度控制和准停/连续路径运行

8.7.1 加速度性能：BRISK, SOFT

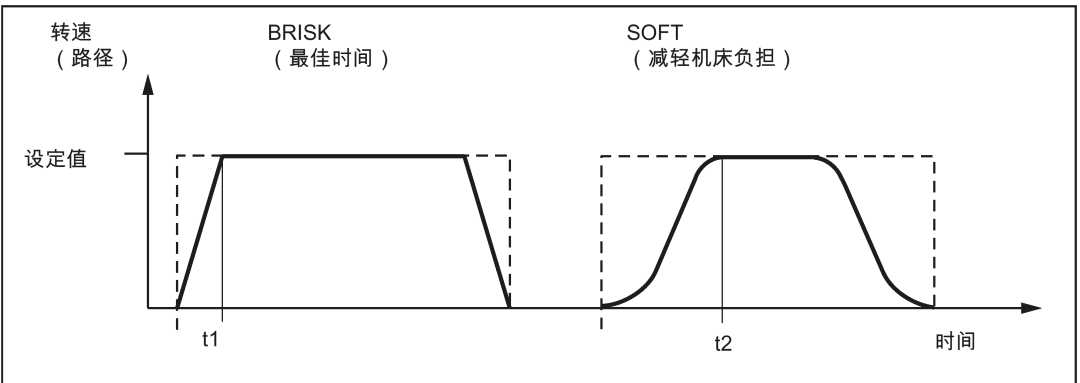
BRISK

机床坐标轴以允许的最大加速度更改其速度，直到达到最终速度。BRISK 实现了最佳时间加工。在短时间内就可达到额定速度。在加速过程中会出现一些跳动。

SOFT

机床坐标轴按非线性的连续特征曲线加速，直至达到最终速度。SOFT 通过无冲击加速，减轻了机床负担。制动时也具有相同性能。

有关 BRISK 或 SOFT 轨迹速度的基本过程的描述，见下图：



编程

BRISK ; 跳跃路径加速
SOFT ; 平滑路径加速

编程示例

```
N10 SOFT G1 X30 Z84 F650                   ; 平滑路径加速  
N90 BRISK X87 Z104                       ; 使用轨迹跳跃加速继续运行
```

8.7.2 准停/连续路径运行：G9, G60, G64

功能

为了设置程序段分界处的运行性能以及进行程序段转换，一组 G 功能可用于最大程度上满足不同的要求。示例：例如需要坐标轴快速定位，或者通过多个程序段加工路径轮廓时。

编程

G60 ; 模态生效准停
G64 ; 连续路径运行
G9 ; 非模态生效准停
G601 ; 精准停窗口
G602 ; 粗准停窗口

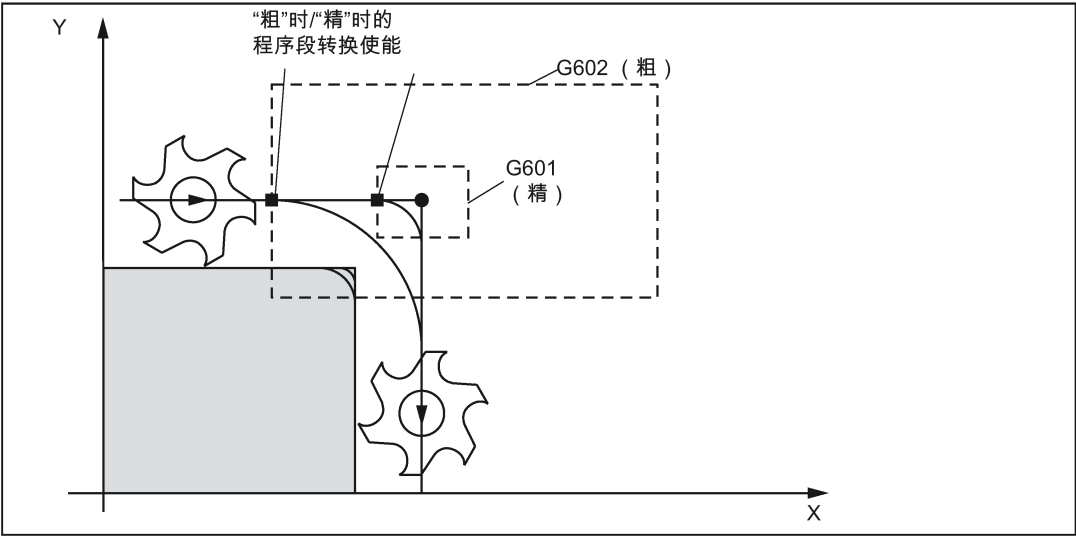
准停 G60，G9

当准停(G60 或 G9)功能有效时，在到达准确的目标位置后，速度要在程序段结尾减小到零。
如果该程序段的运行结束并开始执行下一个程序段，则此时可以设定下一个模态 G 功能组。

- G601: 精准停窗口
所有轴都达到“精准停窗口”（机床数据值）后，开始进行程序段转换。
- G602: 粗准停窗口
所有轴都达到“粗准停窗口”（机床数据值）后，开始进行程序段转换。

在执行多个定位操作时，准停窗口的选择对加工的总时间影响很大。精确调整需要较多时间。

G60/G9 生效时粗准停窗口或精准停窗口，窗口放大显示，见下图：



编程示例

```
N5 G602                                ; 粗准停窗口
N10 G0 G60 X20                         ; 模态准停
N20 X30 Y30                           ; G60 继续有效
N30 G1 G601 X50 Y50 F100              ; 精准停窗口
N40 G64 X70 Y60                       ; 转换到连续路径运行方式
N50 G0 X90 Y90
N60 G0 G9 X95                         ; 准停只在这个程序段中有效
N70 G0 X100 Y100                     ; 再次进行连续路径运行
M30
```

说明

指令 G9 只能使其所在的程序段产生准停；G60 一直有效，直到被 G64 取代为止。

连续路径运行 G64

连续路径运行的目的就是在程序段交界处避免停顿，并使其尽可能以相同的轨迹速度（切线过渡）转换到下一程序段。该功能以**预定速度控制**执行多个程序段（预读功能）。

在非切线过渡（拐角）时，必要时必须快速降低速度，使得轴在短时间内速度发生相对较大的变化。这可能会导致急动（加速度变化）。激活 SOFT 功能可以降低急动强度。

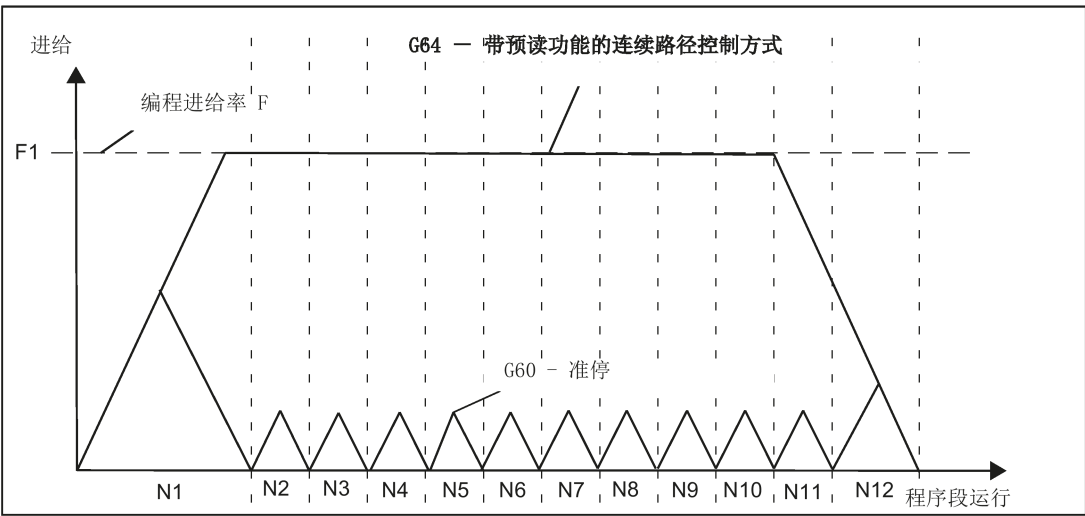
编程示例

```
N10 G64 G1 X10 Y20 F1000              ; 连续路径运行
N20 X30 Y30                           ; 再次进行连续路径运行
N30 G60 Z50                           ; 转换到准停
M30
```

预定速度控制：

在使用 G64 的连续路径运行中，数控系统自动事先计算出多个 NC 程序段的速度控制。由此，在几个程序段的近似切线过渡中，可以加速或制动。若加工路径由 NC 程序段中几个较短的位移组成，则使用预读功能可以达到更高的速度。

有关 G60 和 G64 速度特性比较的描述，见下图：



8.7.3 暂停时间：G4

功能

通过在两个 NC 程序段之间插入一个写入了 G4 的**单独程序段**，可以使加工中断特定的时间；例如用于自由切削。
F... 字或者 S... 字只用于在该程序段中定义时间。在此之前编程的进给率 F 和主轴转速 S 仍然保持有效。

编程

G4 F... ; 暂停时间，单位秒
G4 S... ; 主轴暂停转数

编程示例

```
N5 G1 F200 Z-50 S300 M3 ; 进给率 F，主轴转速 S
N10 G4 F2.5 ; 暂停时间 2.5 秒
N20 Z70
N30 G4 S30 ; 主轴暂停 30 转，相当于在 S = 300 转/分钟和转速倍率为 100 % 时暂停：
t=0.1 分钟
N40 X60 ; 进给和主轴转速继续生效
M30
```

说明

G4 S.. 只有在主轴受控的情况下才生效（当转速给定值同样通过 S... 编程时）。

8.8 主轴运动

8.8.1 齿轮级

功能

最多可以为一个主轴配置 5 个齿轮级来调节转速/扭矩。通过程序中的 M 指令来选择齿轮级（参见章节 "辅助功能 M (页 105)"）：

- M40: 自动选择齿轮级
- M41 到 M45：齿轮级 1 到 5

8.8.2 主轴转速 S，旋转方向

功能

如果机床具备受控主轴，可以在地址 S 下编程主轴的转速，单位为转/分。

通过 M 指令可以设置主轴的旋转方向以及运行开始或结束（参见章节“辅助功能 M (页 105)”）。

M3: 主轴顺时针旋转

M4: 主轴逆时针旋转

M5: 主轴停止

说明

S 值取整时可以省略小数点后的位数，例如：S270

说明

如果将 M3 或者 M4 写入编写了轴运行指令的程序段中，则 M 指令在轴运行指令之前生效。

缺省设置：只有当主轴开始旋转（M3, M4）后，坐标轴才开始运行。同样，M5 也在轴运行指令之前执行。但并不等待主轴停止。坐标轴运动在主轴停止前开始。

程序结束或者 RESET 后主轴停止。

在程序开始时，主轴转速为零 (S0)。

说明

其他设定可以通过机床数据进行。

编程示例

N10 G1 X70 Z20 F300 S270 M3	; 在 X 轴、Z 轴运行前，主轴以 270 转/分钟的速度顺时针旋转
N80 S450	; 改变转速
N170 G0 Z180 M5	; Z 轴运行，主轴停止

8.8.3 主轴定位：SPOS

功能

要求：主轴必须为位移控制专门设计。

使用功能 SPOS=，你可以在指定**角位置**定位主轴。主轴被位移控制保持在该位置。

定位过程的**转速**由机床数据规定。

使用 M3/M4 运动中 SPOS= 值，各自的**转向**保持至定位结束。当从停止时定位，通过最短路径接近位置。方向由各自起始和结束位置决定。

例外：主轴的第一运动，也就是说，如果测量系统不同步。此情况下，方向由机床数据指定。

对于转轴，使用 SPOS=ACP(...), SPOS=ACN(...), ... 也有可能使用其他主轴运动规定。

主轴运动与任何同一程序段的轴运动一同发生。当运动结束时，该程序段结束。

编程

SPOS=...	; 绝对位移：0 ... <360 度
SPOS=ACP(...)	; 绝对尺寸说明，从正方向运行至某位置
SPOS=ACN(...)	; 绝对尺寸说明，从负方向运行至某位
SPOS=IC(...)	; 增量尺寸，主导符号决定运行方向。
SPOS=DC(...)	; 绝对尺寸说明，直接回位（最短距离）

编程示例

```
N10 SPOS=14.3           ; 主轴位置 14.3 度
N80 G0 X89 Z300 SPOS=25.6 ; 用轴运动定位主轴
                           当运动结束时，该程序段结束。
N81 X200 Z300           ; N81 程序段仅在到达 N80 的主轴位置时开始。
```

8.9 轮廓编程支持

8.9.1 轮廓编程

功能

如果从加工图纸上不能直接读出轮廓的终点数据，则也可以使用角度值 ANG= ... 确定直线。在轮廓角中可以加入倒角或倒圆。在运行到轮廓角的程序段中写入指令 CHR= ... 或者 RND=... 。

在包含 G0 或者 G1 的（直线轮廓）程序段中可以使用轮廓段编程。

从理论上来说，可以任意连接众多直线程序段，其中插入一个倒角或倒圆。必须可以由点数据和/或角度数据确定每条直线。

编程

```
ANG=...           ; 确定直线的角度值
RND=...           ; 插入倒圆，值： 倒圆半径
CHR=...           ; 插入倒角，值： 倒角腰长
```

说明

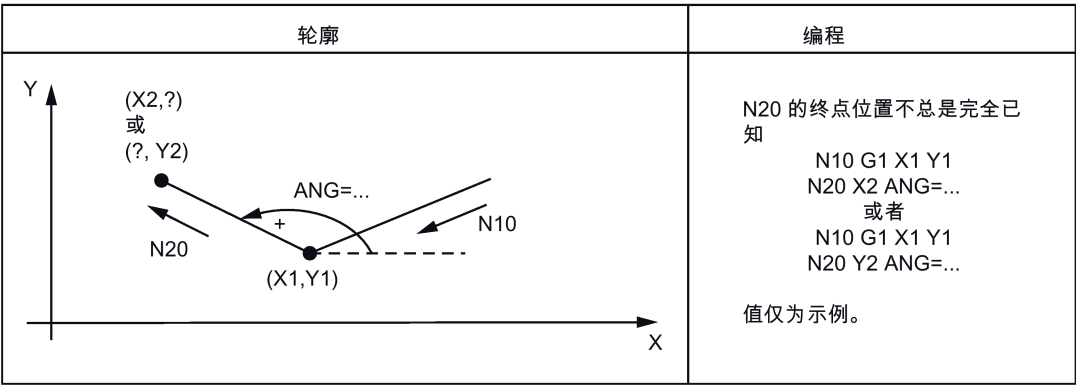
功能“轮廓段编程”在 G17 到 G19 中当前有效的平面中执行。在轮廓段编程中不允许切换平面。

在程序段中编程半径和倒角时，只用插入半径而与编程顺序无关。

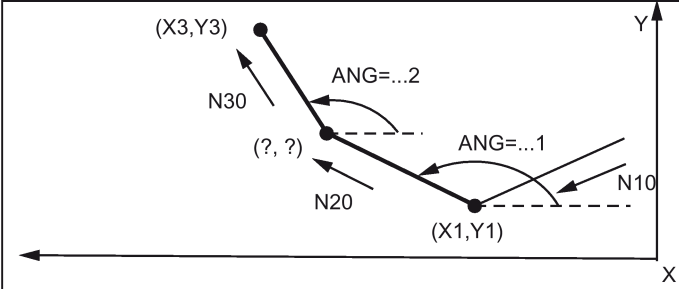
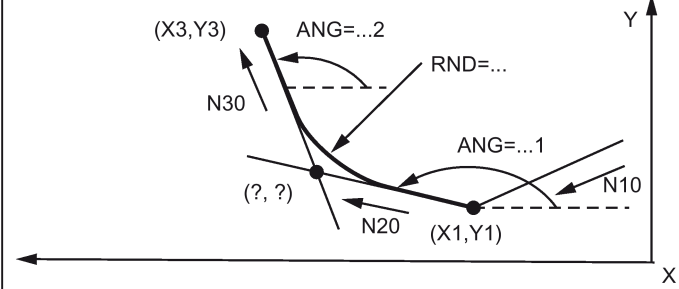
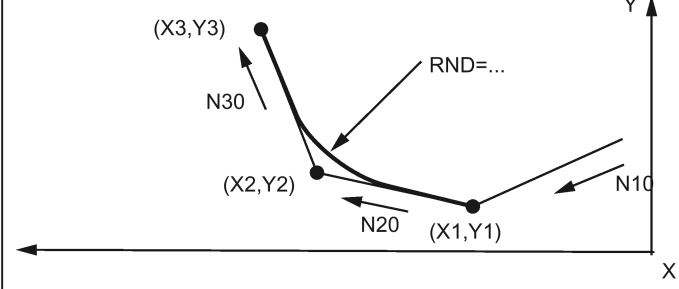
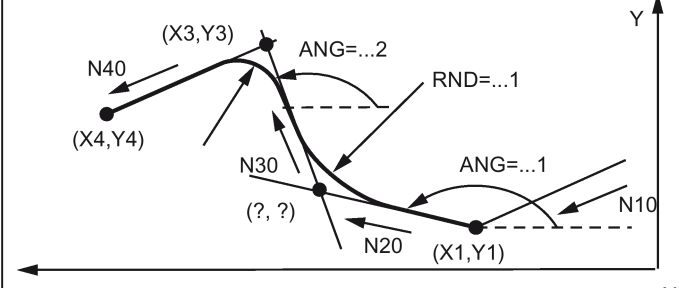
角度 ANG

如果在一条直线上只有平面的终点坐标已知或者包含多个程序段的轮廓上，只有最后的终点已知，则可以通过角度值明确定义直线轨迹。该角度始终以 G17 到 G19 中生效平面的横坐标为参考，例如：G17 时，以 X 轴为参考。正角度值表示逆时针角方向的角度。

有关例如使用 G17 平面中定义直线的角度的描述，见下图：



有关例如 G17 平面中的多程序段轮廓的描述，见下图：

轮廓	编程
	N20 的终点未知 N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 N30 X3 Y3 ANG=60 N40 M30 以上数值仅为示例。
	N20 的终点未知，插入倒圆： N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 RND=0.1 N30 X3 Y3 ANG=60 模拟量 插入倒角： N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 CHR=0.1 N30 X3 Y3 ANG=60
	N20 的终点已知 插入倒圆： N10 G1 X1 Y1 N20 X2 Y2 RND=0.5 N30 X3 Y3 模拟量 插入倒角： N10 G1 X1 Y1 N20 X2 Y2 CHR=0.2 N30 X3 Y3
	N20 的终点未知 插入倒圆： N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 RND=0.3 N30 X3 Y3 ANG=60 RND=0.3 N40 X4 Y4 模拟量 插入倒角： N10 G1 X1 Y1 N20 ANG=30 CHR=0.3 N30 X3 Y3 ANG=60 CHR=0.3 N40 X2 Y4 N50 M30

8.9.2 倒圆、倒角

功能

在轮廓角中可以加入倒角（CHF 或 CHR）或倒圆（RND）。如果希望用同样的方法对若干轮廓拐角连续进行倒圆，使用“模态倒圆”（RNDM）命令。

可以用 FRC（非模态）或 FRCM（模态）命令给倒角/倒圆编程进给率。如果没有编程 FRC/FRCM，那么一般进给率 F 生效。

编程

CHF=... ; 插入倒角，值：倒角底长
CHR=... ; 插入倒角，值：倒角腰长

RND=... ; 插入倒圆，值：倒圆半径
 RNDM=... ; 模态倒圆：
 值 > 0: 倒圆半径，模态倒圆功能 ON
 自所有后面的轮廓角中插入倒圆。
 值 = 0: 取消模态倒圆

FRC=... ; 用于倒角/倒圆的非模态进给率，
 值>0，在 G94 时进给率以毫米/分为单位，在 G95 时以毫米/转为单位。

FRCM=... ; 用于倒角/倒圆的模态进给率，
 值 > 0: 进给率以毫米/分 (G94) 或者毫米/转 (G95) 为单位，
 倒角/倒圆的模态进给率 ON
 值 = 0: 倒角/倒圆的模态进给率 OFF
 在倒角/倒圆时进给率 F 起作用。

说明

在当前平面 G17 到 G19 执行倒角/倒圆功能。

在包含轴运行到轮廓角指令的程序段中写入指令 CHF= ...或者 CHR=...或者 RND=...或者 RNDM=...。

如果其中一个程序段的轮廓长度不够，则在倒角或者倒圆时自动削减编程值。

不插入倒角/倒圆，如果：

- 三个以上的连续程序段不包含平面移动的指令，
- 转换平面

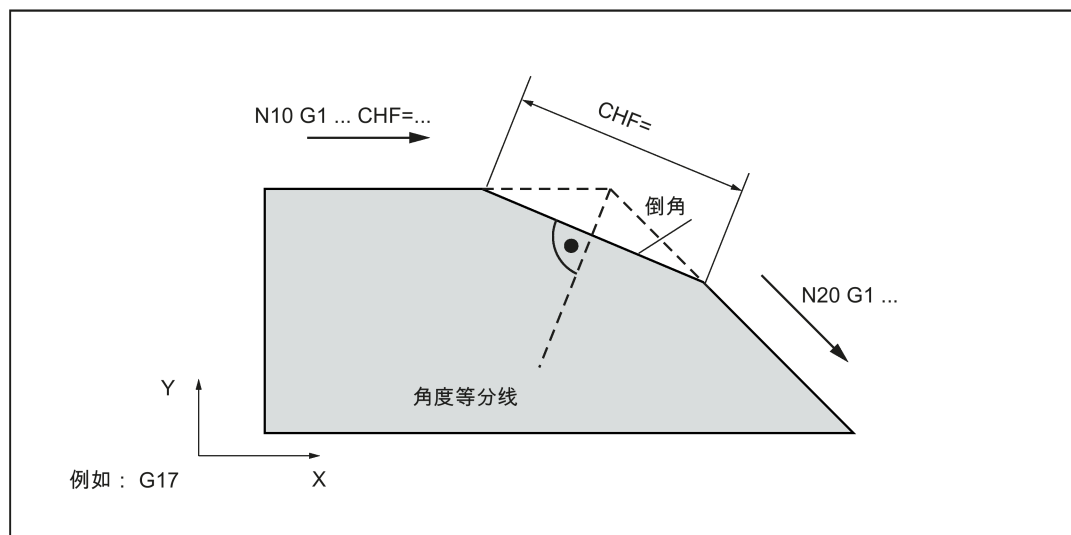
如果以 G0 进行倒角，则 F,FRC,FRCM 无效。

如果倒角/倒圆时进给率 F 生效，则在正常情况下进给率为离开轮廓角程序段中的值。其他设定可以通过机床数据进行。

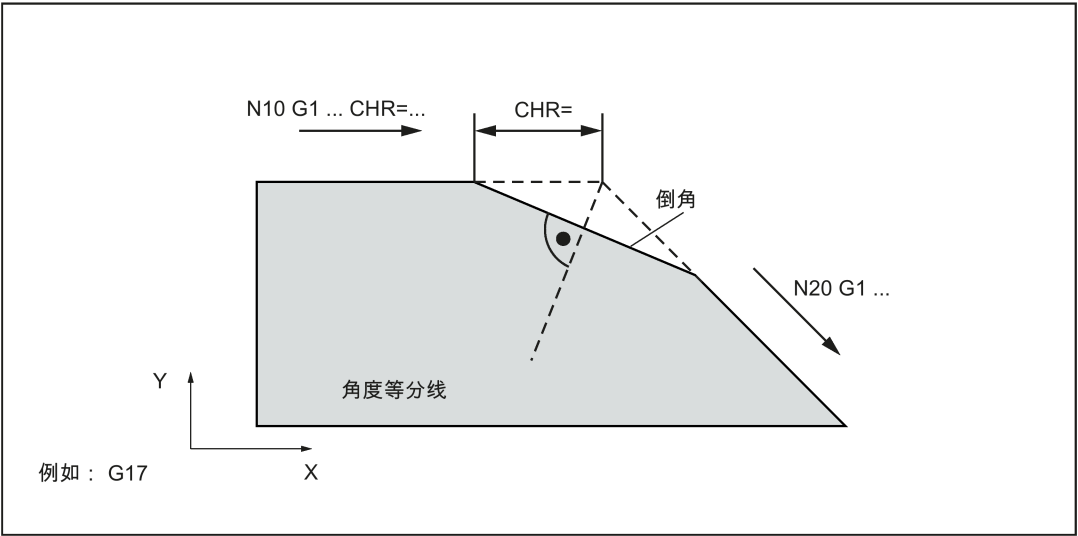
倒角 CHF 或者 CHR

在任意组合的直线和圆弧轮廓间插入一直线轮廓段。此直线倒去棱角。

用 CHF 添加倒角举例：两条直线之间，见下图。



用 CHR 添加倒角举例：两条直线之间，见下图。



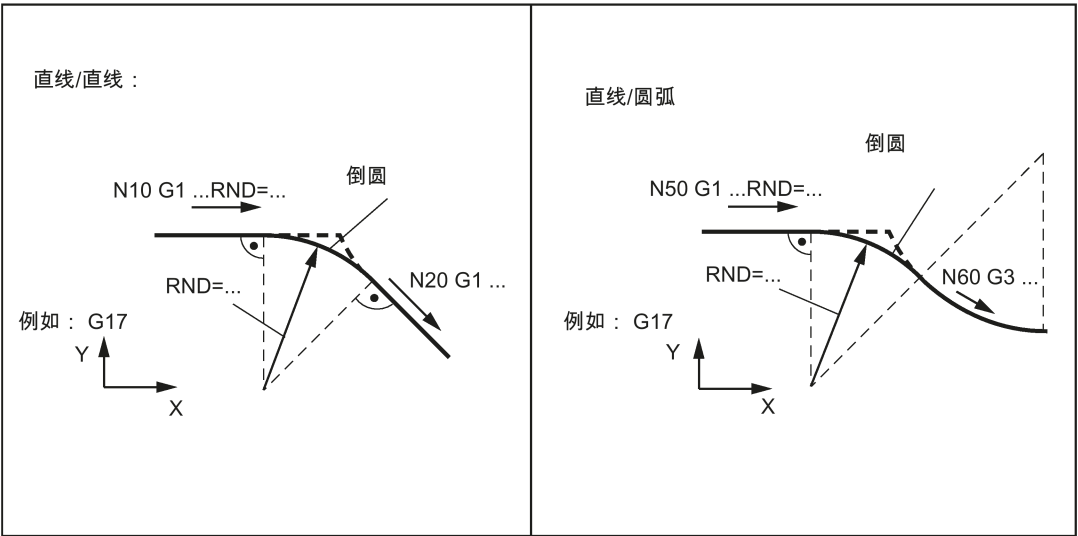
倒角编程举例：

```
N5 G17 G94 F300 G0 X100 Y100
N10 G1 X85 CHF=5 ; 插入倒角，倒角底长 5 毫米
N20 X70 Y70
N30 G0 X60 Y60
N100 G1 X50 CHR=7 ; 插入倒角，倒角腰长 7 毫米
N110 X40 Y40
N200 G1 FRC=200 X30 CHR=4 ; 插入倒角，进给率 FRC
N210 X20 Y20
M30
```

倒圆 RND 或者 RNDM

在任意组合的直线和圆弧轮廓间插入一圆弧，圆弧和轮廓相切。

有关举例：插入倒圆的描述，见下图：



倒圆编程举例

```
N10 G17 G94 F300 G0 X100 Y100
N20 G1 X85 RND=8                                ; 插入 1 个倒圆，半径 8 毫米，进给率 F
N30 X70 Y70
N40 G0 X60 Y60
N50 G1 X50 FRCM= 200 RNDM=7.3                    ; 模态倒圆，半径 7.3 毫米，专用进给率 FRCM（模态）
N60 G3 X40 Y40 CR=20                               ; 继续插入倒圆 - 直至 N70
N70 G1 X30 Y30 RNDM=0                             ; 取消模态倒圆
N80 X20 Y20
N90 M30
```

8.10 刀具和刀具补偿

8.10.1 一般说明

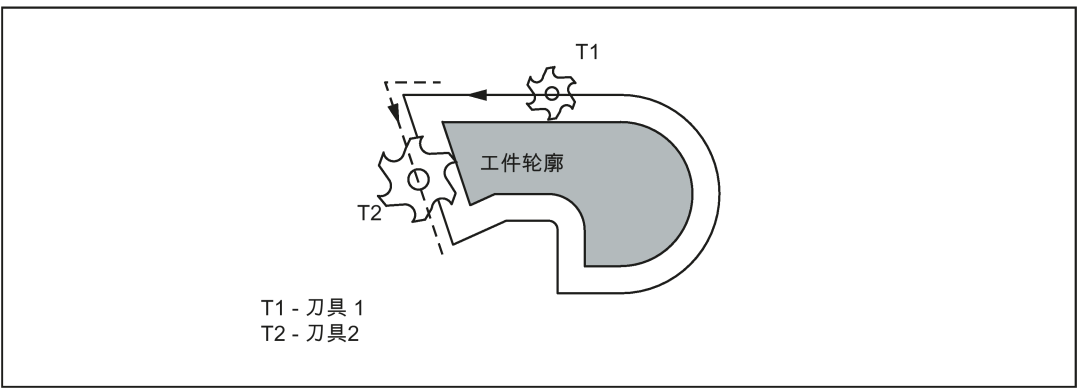
功能

在创建工件加工程序时无需考虑刀具长度或者刀具半径. 可以直接编程工件尺寸，例如: 根据图纸直接编程。

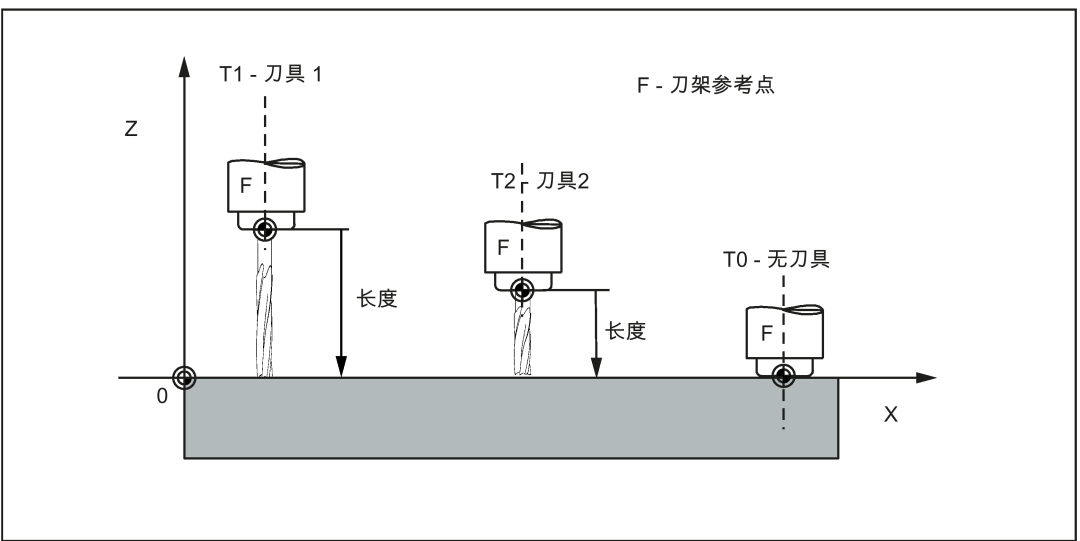
您可以把刀具参数单独输入到特殊的数据区中。

在程序中只需调用所要求的刀具及刀补参数，必要时激活刀具半径补偿。数控系统利用这些数据执行所要求的轨迹补偿，从而加工出说明的工件。

有关使用各种刀具半径加工工件的描述，见下图：



有关运行到工件位置 Z0 - 不同长度补偿的描述，见下图：



8.10.2 刀具 T

功能

通过编程 T 字可以进行换刀。此时无论是有关**换刀**或者只是有关**预选**，都在机床数据中定义：

- 使用 T 字直接换刀（刀具调用）或者
- 通过 T 字进行预选，然后使用 **M6** 指令进行换刀（参见章节 "辅助功能 M (页 105)"）。

说明

如果激活了某个刀具，则在程序结束和关闭/打开操作系统后，该刀具仍作为生效刀具被保存。
如果手动换刀，则在数控系统中输入换刀数据，从而可以使数控系统识别出正确的刀具。比如可以在 MDA 运行方式下启动一个带有新 T 字的程序段。

编程

T... ; 刀具号：1 ... 32 000, T0 - 非刀具
数控系统最多可储存 64 个刀具。

编程示例

```
; 不通过 M6 换刀：
N10 T1 ; 刀具 1
N70 T588 ; 刀具 588

; 通过 M6 换刀：
N10 T14 ; 预选刀具 14
N15 M6 ; 执行换刀，T14 被激活
```

8.10.3 刀具补偿号 D

功能

可以向某个特定刀具分配带不同刀具补偿程序段（用于多个刀沿）的 1 到 9 个数组。如果需要特殊刀沿，可以编程 D 和相应的编号。
如果没有写入任何 D 字，则 **D1 自动生效**。
编程 **D0** 时，刀具补偿**失效**。

编程

D... ; 刀补号：1 ... 9,
D0：无补偿值生效！
数控系统中最多可以同时存储刀具补偿程序段的 64 个数据字段（D 编号）：
有关分配刀具补偿号/刀具的示例，见下图：

T1	D1	D2	D3		D9
T2	D1				
T3	D1				
T6	D1				
T8	D1	D2			

每把刀具都有其补偿程序段 - 最多为 9 个。

说明

一旦刀具生效，则**刀具长度补偿立即生效**；如果没有编程任何 D 号，则使用 D1 的值。

补偿在相应的长度补偿轴的首次编程的轴运行时生效。请注意生效的 G17 到 G19！

此外**刀具半径补偿**必须另外通过 G41/G42 激活。

编程示例

不使用 M6 指令换刀（仅使用 T）：

```
N5 G17                ; 确定长度补偿轴（此处为 Z 轴）
N10 T1                ; 激活刀具 1 和相应的 D1
N11 G0 Z...           ; G17 中，Z 轴为长度补偿轴，长度补偿叠加
N50 T4 D2             ; 换入刀具 4，T4 的 D2 生效
...
N70 G0 Z... D1        ; 刀具 4 的 D1 生效，只更换刀沿
```

通过 M6 换刀：

```
N5 G17                ; 确定长度补偿轴（此处为 Z 轴）
N10 T1                ; 刀具预选
...
N15 M6               ; 换刀，T1 和相应的 D1 生效
N16 G0 Z...           ; G17 中，Z 轴为长度补偿轴，长度补偿叠加
...
N20 G0 Z... D2        ; 刀具 1 的 D2 生效；G17 中 Z 轴为长度补偿轴，长度补偿 D1->D2 的差值叠加
N50 T4                ; 刀具预选 T4，注意：T1 D2 仍有效！
...
N55 D3 M6            ; 换刀，T4 和相应的 D3 生效
...
```

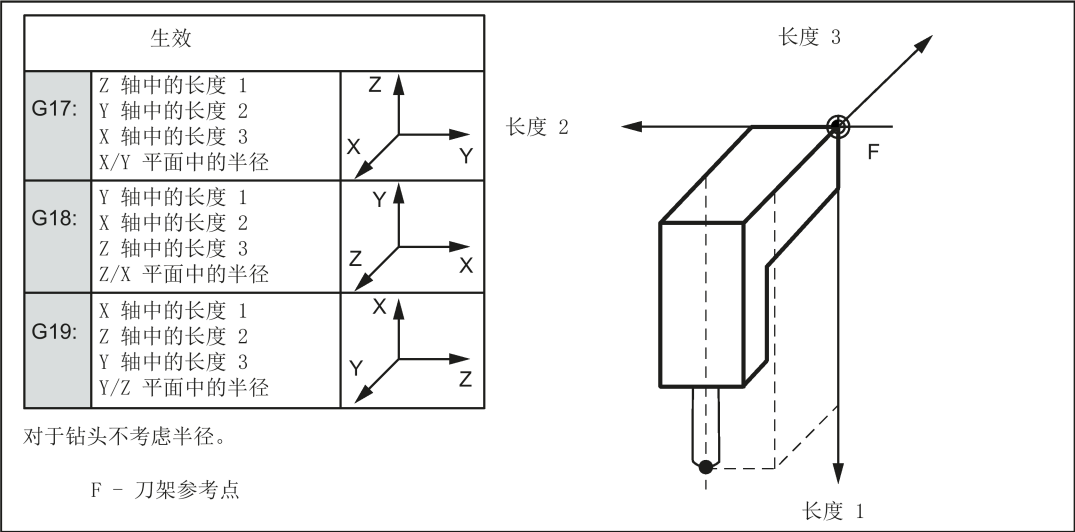
补偿存储器的内容

要求在补偿存储器中输入：

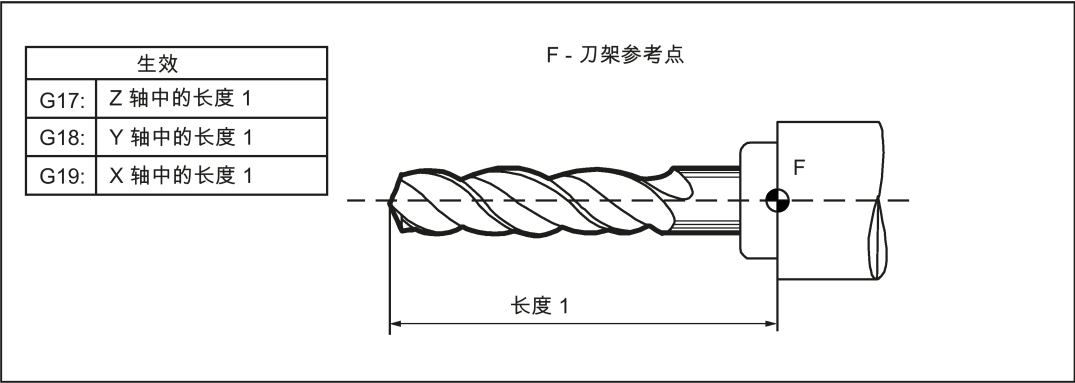
- **几何尺寸：长度，半径**
尺寸包含多个分量（几何量，磨损量）。数控系统从这些部分再计算出最后的尺寸（比如总长度 1，总半径）。补偿存储器激活时，相应的总尺寸生效。
在轴上计算这些值的方法取决于刀具类型和当前的平面 G17、G18、G19（见下图）。
- **刀具类型**
刀具类型（钻头、铣刀）确定需要哪些几何数据以及如何计算这些数据。

刀具特殊情况

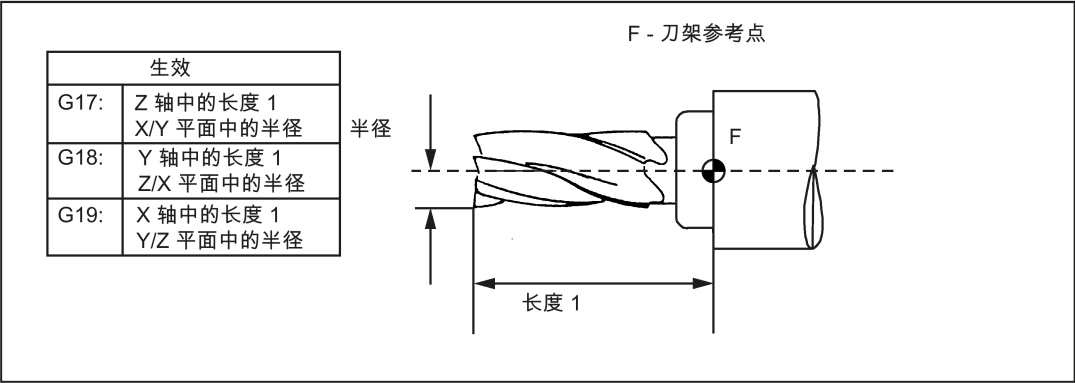
仅在特殊情况下，需要为铣刀、钻头设定长度 2 和长度 3 的参数（例如对十字头结构的多维长度补偿）。
有关刀具长度补偿作用-3D（特殊情况）的描述，见下图：



有关钻头补偿作用的描述，见下图：



有关铣刀补偿作用的描述，见下图：



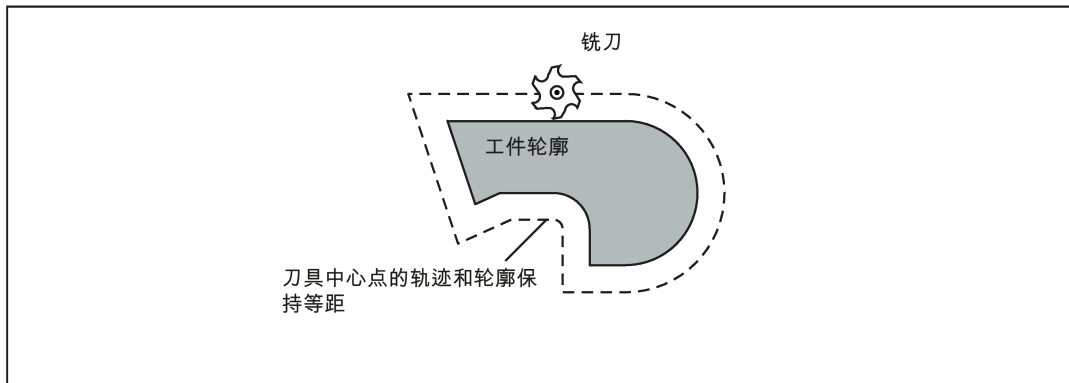
8.10.4 选择刀具半径补偿：G41,G42

功能

数控系统在所选平面 G17 到 G19 上以半径补偿方式运作。

必须存在具有相应 D 号的生效刀具。刀具半径补偿功能通过 G41/G42 激活。然后，数控系统自动计算出当前刀具半径所需的与编程轮廓等距的刀具轨迹。

有关刀具半径补偿的描述，见下图：



编程

G41 X...Y... ; 刀具半径补偿，轮廓左边

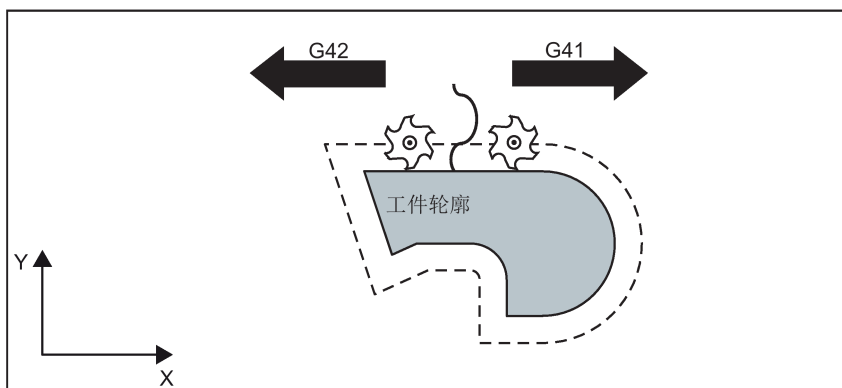
G42 X...Y... ; 刀具半径补偿，轮廓右边

说明

只有在直线插补 (G0, G1) 情况下才可以选择半径补偿。

对该平面的两个轴均进行编程 (例如通过 G17 : X, Y)。如果你只给出一个坐标轴的尺寸，则第二个坐标轴自动地以此前最后编程的尺寸赋值。

有关工件轮廓左边 - 右边补偿的描述，见下图：

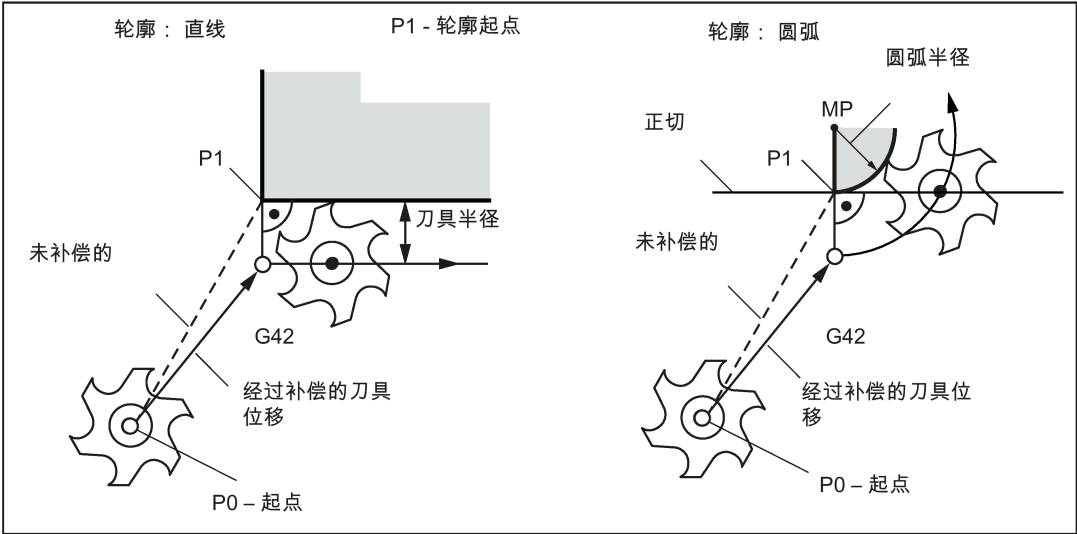


开始进行补偿

刀具直接直线运行到轮廓，且最终垂直于在轮廓起始点处的正切路径。

选择该起始点，从而确保无碰撞运行。

举例：以 G42 进行刀具半径补偿，见下图：



使用 G41 使得在刀具顺时针运行时刀尖环绕工件左侧；使用 G42 使得在刀具逆时针运行时刀尖环绕工件右侧。

说明

通常，G41/G42 程序段后紧跟包含工件轮廓描述的程序段。然而，如 G41/G42 程序段后紧跟不带轮廓描述的程序段，则此种程序段不得超过五个（例如，M 指令及其他进给动作）；否则，补偿中断。

编程示例

```
N10 T1
N20 G17 D2 F300 ;校正号 2,进给率 300 毫米/分钟
N30 X0 Y0 ;P0 - 起点
N40 G1 G42 X11 Y11 ;工件轮廓右边补偿, P1
N50 X20 Y20 ;起始轮廓, 圆弧或直线
N60 M30 ;程序结束
```

选择后，亦可执行包含进刀运动或 M 输出的程序段：

```
N10 T1
N20 G17 D2 F300 ;校正号 2,进给率 300 毫米/分钟
N30 G0 X0 Y0 ;P0 - 起点
N40 G1 G42 X11 Y11 ;工件轮廓右边补偿, P1
N50 Z20 ;进刀运动
N60 M08 ;M 指令冷却液开
N70 X20 Y20 ;起始轮廓, 圆弧或直线
N80 M30 ;程序结束
```

8.10.5 拐角特性：G450,G451

功能

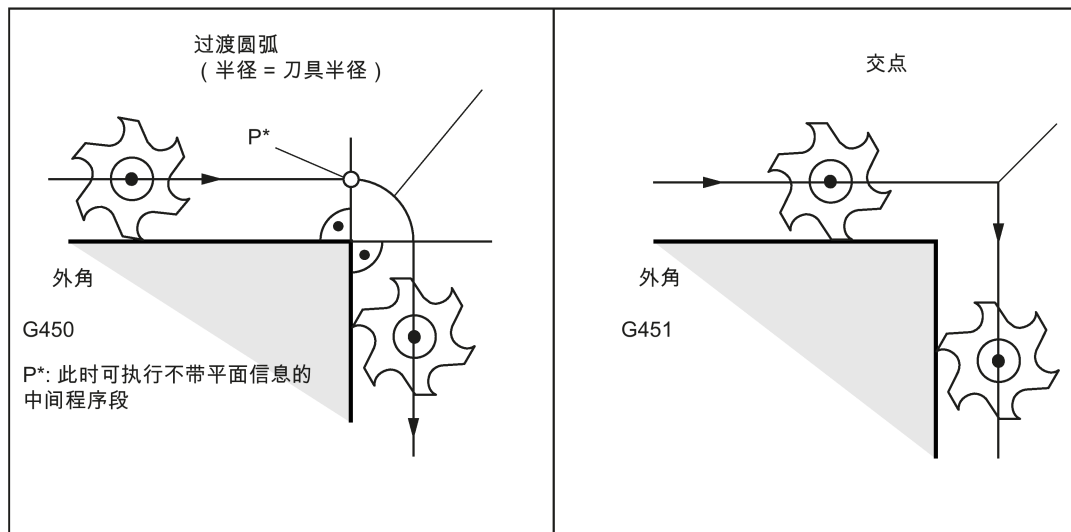
在 G41/G42 有效的情况下，一段轮廓到另一段轮廓以不连续的拐角过渡时可以通过 G450 和 G451 功能调节其特性（拐角特性）。

由数控系统自动识别内角和外角。如为内角，则必须要回到等距轨迹的交点。

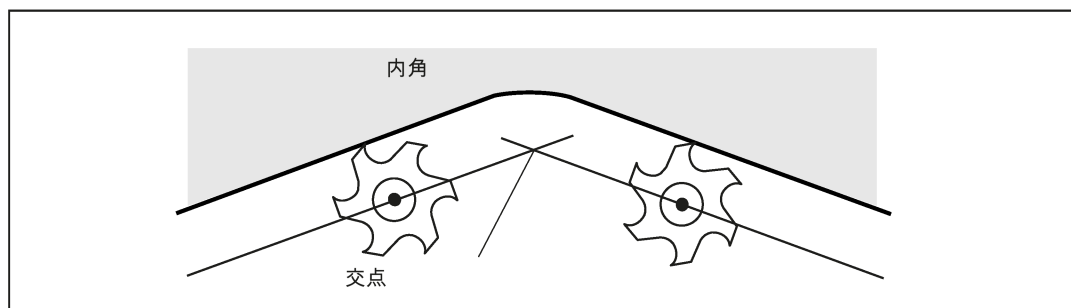
编程

```
G450 ;过渡圆弧
G451 ;交点
```

有关外角拐角特性的描述，见下图：



有关内角拐角特性的描述，见下图：



过渡圆弧 G450

刀具中心点以圆弧形状绕行工件外拐角，刀具半径为离开距离。

在数据计算中，圆弧过渡属于下一个带有运行指令的程序段；比如有关进给值。

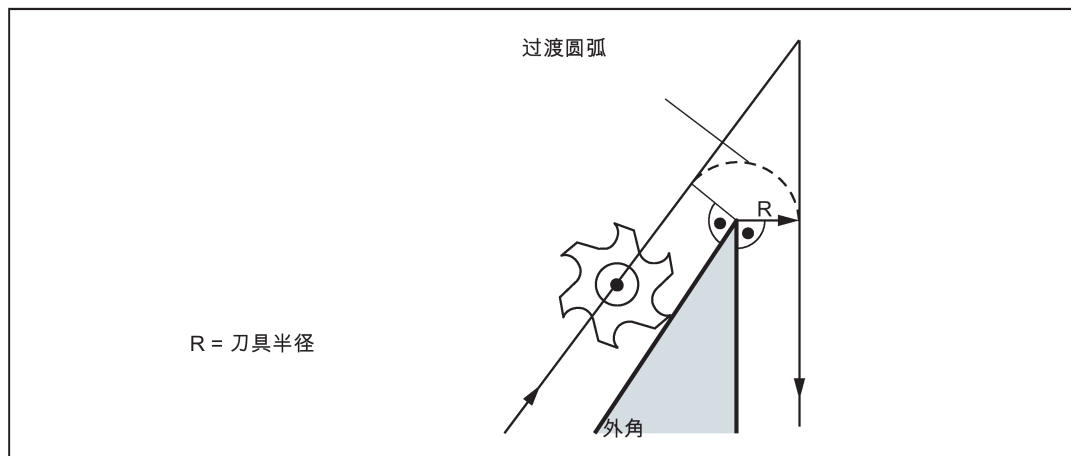
交点 G451

在刀具中心轨迹（圆弧或直线）形成等距交点 G451 时返回该点（交点）。

轮廓角比较尖锐并且交点生效时，会根据刀具半径产生多余的刀具空行程。

如果达到设置的角度值(100°)，则数控系统自动转换到过渡圆弧段。

有关尖锐的轮廓角和过渡圆弧转换的描述，见下图：



8.10.6 取消刀具半径补偿：G40

功能

用 G40 取消补偿运行 (G41/G42)。G40 亦为程序开始处的激活位置。

刀具在正常位置结束 **G40 之前的程序段** (补偿矢量垂直于在轮廓终点处的正切路径)；

若 G40 已激活，则参考点为刀具中心点。取消选择后，刀尖运行到编程的点。

在选择 G40 程序段编程终点时要始终确保运行中不会发生碰撞！

编程

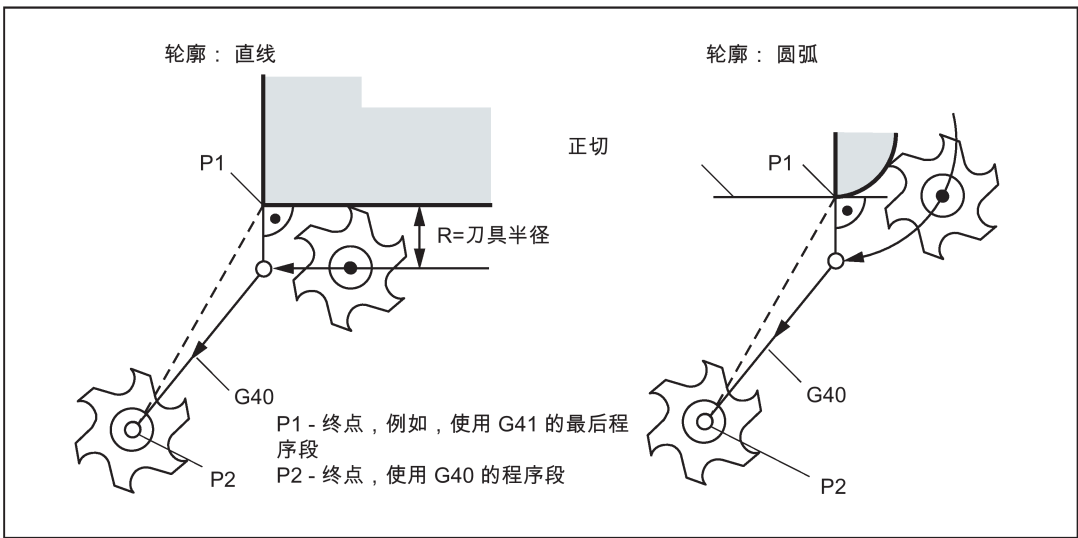
G40 X... Y... ; 取消刀具半径补偿

说明

只有在直线插补 (G0, G1) 情况下才可以取消补偿运行。

对该平面的两个轴均进行编程 (例如通过 G17: X, Y)。如果你只给出一个坐标轴的尺寸，则第二个坐标轴自动地以此前最后编程的尺寸赋值。

有关退出刀具半径补偿的描述，见下图：



编程示例

```
N10 G0 X20 Y20 T1 D1 M3 S500
N20 G41 G1 X10 Y10 F100
N30 G2 X20 Y20 CR=20 ; 轮廓，圆弧或直线上的最后程序段，P1
N40 G40 G1 X10 Y10 ; 关闭刀具半径补偿，P2
N50 M30
```

8.10.7 刀具半径补偿的特殊情况

重复补偿

可以再次编程相同的补偿 (例如：G41 -> G41)，而不用在其中写入 G40。

在调用新的补偿前，最后一个程序段结束，刀具矢量为终点的正常位置。然后开始进行新的补偿 (特性与补偿方向的转换一样)。

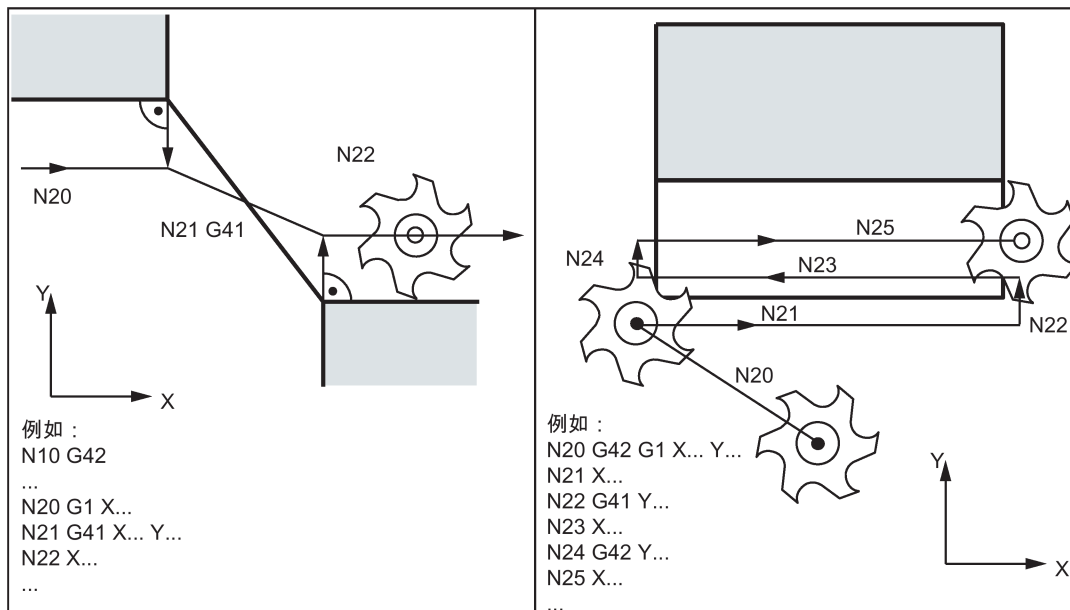
补偿号的更换

补偿号 D 可以在补偿运行时更换。刀具半径改变后，自新 D 号所在的程序段开始处生效。但整个变化需等到程序段结束才能完成。换句话说：这些修改值由整个程序段连续执行；在圆弧插补时也一样。

补偿方向的转换

可以切换补偿方向 G41 <-> G42，而不用在其中写入 G40。

带旧补偿方向的最后程序段以终点处刀具矢量的正常位置结束。然后按新的补偿方向开始进行补偿（在起点处以正常状态）。



通过 M2 结束补偿

如果通过 M2（程序结束），而不是用 G40 指令结束补偿运行，则最后的程序段以补偿矢量正常位置中的平面（G17 ~ G19）坐标结束。这时**不会**出现补偿动作。程序在此刀具位置结束。

临界加工情况

在编程时特别要注意下列情况：内角过渡时轮廓位移小于刀具半径；在两个相连内角处轮廓位移小于刀具直径。

避免出现这种情况！

检查多个程序段，使轮廓中不要含有“瓶颈”。

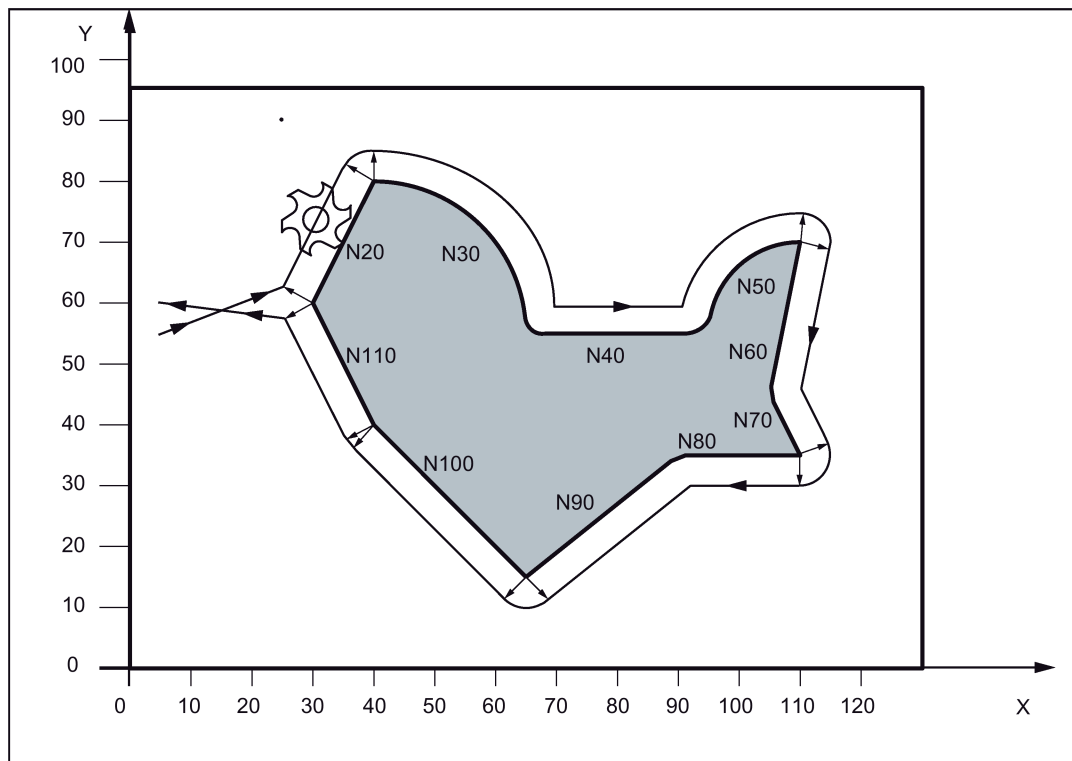
如果进行测试/试运行，请选用可供选择的最大刀具半径。

轮廓尖角

如果在 G451 交点有效时出现尖角，则会自动转换到过渡圆弧。这可以避免较长的空行程。

8.10.8 刀具半径补偿举例

有关刀具半径补偿示例的描述，见下图：



编程示例

```
N1 T1 ; 刀具 1，补偿号 D1
N5 G0 G17 G90 X5 Y55 Z50 ; 回起始点
N6 G1 Z0 F200 S80 M3
N10 G41 G450 X30 Y60 F400 ; 轮廓左边补偿，过渡圆弧
N20 X40 Y80
N30 G2 X65 Y55 I0 J-25
N40 G1 X95
N50 G2 X110 Y70 I15 J0
N60 G1 X105 Y45
N70 X110 Y35
N80 X90
N90 X65 Y15
N100 X40 Y40
N110 X30 Y60
N120 G40 X5 Y60 ; 结束补偿模式
N130 G0 Z50 M2
```

8.11 辅助功能 M

功能

利用辅助功能 M 可以设定诸如开关操作、“冷却液 ON/OFF”等功能。
一小部分的 M 功能已经由数控系统制造商预置，作为固定功能占用。其它功能供机床生产厂商使用。

说明

在章节“指令表 (页 249)”中可以查阅数控系统中所使用和保留的 M 辅助功能一览表。

编程

M... ; 在一个程序段中最多可以有 5 个 M 功能

生效

在坐标轴运行程序段中的作用：

如果 M0，M1，M2 功能位于一个有坐标轴运行指令的程序段中，则这些 M 功能只有在坐标轴运行之后才会有效。
而 M3、M4、M5 功能则在坐标轴运行之前信号就输出到内部的匹配数控系统 (PLC) 上。只有当受控主轴按 M3 或 M4 启动之后，坐标轴才开始运行。在执行 M5 指令时并不等待主轴停止。坐标轴在主轴静止之前已经开始运动 (标准设置)。
其它的 M 功能信号与坐标轴运行信号一起输出到 PLC 上。
如果您想在坐标轴运行之前或之后对一个 M 功能进行编程，则你须插入一个独立的 M 功能程序段。

说明

M 功能会中断 G64 连续路径运行并产生准停：

编程示例

```
N10 S1000  
N20 X10 M3 G1 F100 ; 程序段中 M 功能，有轴运动，在 X 轴运行之前主轴快速运行  
N30 M78 M67 M10 M12 M37 ; 程序段中最多有 5 个 M 功能  
M30
```

说明

除了 M 功能和 H 功能之外，T、D 和 S 功能也可以传送到 PLC (可编程逻辑控制器) 上。每个程序段中最多可以写入 10 个这样的功能指令。

8.12 H 功能

功能

使用 H 功能可从程序向 PLC 传输浮点型数据 (数据类型 REAL - 如使用计算参数时，参见章节“计算参数 R (页 106)”)。
某些 H 功能值的意义由机床制造商确定。

编程

H0=... 到 H9999=... ; 每个程序段最多 3 个 H 功能

编程示例

```
N10 H1=1.987 H2=978.123 H3=4 ; 程序段中有 3 个 H 功能  
N20 G0 X71.3 H99=-8978.234 ; 程序段中有轴运行指令  
N30 H5 ; 相当于 H0=5.0
```

说明

除了 M 功能和 H 功能之外，T、D 和 S 功能也可以传送到 PLC (可编程逻辑控制器) 上。每个程序段中最多可以写入 10 个这样的功能指令。

8.13 计算参数 R，LUD 和 PLC 变量

8.13.1 计算参数 R

功能

如果一个 NC 程序不仅仅适用于一次性特定数值，或者必须要计算出数值，则可以使用计算参数。在程序运行时，可以通过数控系统计算或者设置所需要的数值。

另一个方法就是通过操作设定计算参数值。如果计算参数赋值，它们可以在程序中赋值其它数值可设定的 NC 地址。

编程

R0=... 到 R299=... ; 赋值计算参数
R[R0]=... ;间接编程 赋值计算参数 R，例如将其编号赋在 R0 中
X=R0 ; 为 NC 地址赋值计算参数，例如：X 轴

赋值

计算参数有以下的赋值范围：

$\pm(0.000\ 0001 \dots 9999\ 9999)$
(8 位小数，带符号和小数点)。

在整数数值中小数点可以取消 正号可以不用写

示例：

R0=3.5678 R1=-37.3 R2=2 R3=-7 R4=-45678.123

使用**指数表示法** 可以赋值更大的数值范围：

$\pm (10^{-300} \dots 10^{+300})$

指数数值写在 **EX** 符号之后；最大的字符数：10 (包括符号和小数点)

EX 的值范围：-300 至 +300

示例：

R0=-0.1EX-5	; 意义： R0 = -0.000 001
R1=1.874EX8	; 意义： R1 = 187 400 000

说明

一个程序段中可以有几个赋值指令；也可以赋值计算表达式。

给其它地址赋值

一个 NC 程序的灵活性主要体现在：可以把这些计算参数或者计算表达式用计算参数赋值给其它的 NC 地址。可以用数值、算术表达式或 R 参数对任意 NC 地址赋值；**例外：地址 N、G 和 L。**

在赋值时，在地址符之后写符号“=”。也可以带一个负号赋值。

如果给一个轴地址赋值 (运行指令)，则需要一个独立的程序段。

示例：

N10 G0 X=R2	; 赋值 X 轴
-------------	----------

计算操作/计算功能

在使用运算符/计算功能时，必须要遵守通常的数学运算规则。优先执行的过程通过圆括号设置。其它情况下，按照先乘除后加减运算。

在三角函数中单位使用“度”。

容许的计算功能：参见章节“指令表 (页 249)”。

编程示例：使用 R 参数计算

```
N10 R1= R1+1 ; 新的 R1 等于旧的 R1 加 1
N20 R1=R2+R3 R4=R5-R6 R7=R8*R9 R10=R11/R12
N30 R13=SIN(25.3) ; R13 等同于正弦 25.3 度
N40 R14=R1*R2+R3 ; 先乘除后加减 R14=(R1*R2)+R3
N50 R14=R3+R2*R1 ; 结果，与程序段 N40 相同
N60 R15=SQRT(R1*R1+R2*R2) ; 意义：
N70 R1= -R1 ; 新的 R1 为原先 R1 的负值
```

编程示例：用 R 参数为坐标轴赋值

```
R1=40 R2=10 R3=-20 R4=-45 R5=-30
N10 G1 G90 X=R1 Z=R2 F300 ; 单独程序段 ( 运行程序段 )
N20 Z=R3
N30 X=-R4
N40 Z= SIN(25.3)-R5 ; 带算术运算
M30
```

编程示例：间接编程

```
N10 R1=5 ; 直接赋值 5 ( 整数 ) 给 R1
N20 G0 X R[R1]=27.123 ; 间接赋值 27.123 给 R5
M30
```

8.13.2 局部用户数据 (LUD)

功能

用户/编程人员 (使用者) 可以在程序中定义自己的不同数据类型的变量 (LUD= Local User Data 局部用户数据)。这些变量只在定义它们的程序中出现。可以在程序的开头直接定义这些变量并同时为它们赋值。否则初始值为零。

变量名可由编程器自行确定。命名时应遵守以下规则：

- 最大长度为 31 个字符
- 起始的两个字符必须是字母；其它的字符可以是字母，下划线或数字。
- 系统中已经使用的名字不能再使用 (NC 地址，关键字，程序名，子程序名等)。

编程/数据类型

```
DEF BOOL 变量名 1 ; 布尔类型，值： TRUE 真(=1), FALSE 假(=0)
DEF CHAR 变量名 2 ; 字符型，ASCII 代码中的 1 个字符： "a", "b", ...
; 代码值： 0 ... 255
DEF INT 变量名 3 ; 整型，32 位范围内的整数值：
; -2 147 483 648 至 +2 147 483 647 ( 十进制 )
DEF REAL 变量名 4 ; 实型，自然数 ( 比如计算参数 R ) ，
; 值范围： ±(0.000 0001 ... 9999 9999)
; ( 8 位数字，加符号和小数点 ) 或
; 指数书写方式： ± ( 10 的 -300 次方到 10 的 +300 次方 )
DEF STRING[字符串长度] 变量名 41 ; 字符串型，[字符串长度]： 最大字符数
```

每种数据类型要求单独的程序行。但可以在同一行中定义类型相同的多个变量。

示例：

```
DEF INT PVAR1, PVAR2, PVAR3=12, PVAR4 ; 整型的变量 4
```

赋值字符串类型举例：

```
DEF STRING[12] PVAR="Hello" ; 定义变量 PVAR 的最大字符长度为 12 个字符，并赋值字符串 "Hello"
```

字段

除了单个变量，还可以定义这些数据类型变量的一维或者二维域：

```
DEF INT PVAR5[n] ; 整型的一维域，n： 整数
DEF INT PVAR6[n,m] ; 整型的二维域，n,m： 整数
```

示例：

```
DEF INT PVAR7[3] ; 域中包含 3 个整型元素
```

在程序中可以通过域索引读取各个域元素、并将其作为单独的变量来处理。索引顺序从 0 到较小的元素数量。

示例：

```
N10 PVAR7[2]=24 ; 第三个域元素 ( 使用索引 2 ) 的值为 24。
```

包含 SET 指令的域赋值：

```
N20 PVAR5[2]=SET(1,2,3) ; 从第 3 个域元素起，分配不同的值。
```

包含 REP 指令的域赋值：

```
N20 PVAR7[4]=REP(2) ; 从域元素 [4] 起，所有的元素具有相同的值，此处为 2。
```

8.13.3 PLC 变量的读和写

功能

为了在 NC 和 PLC 之间进行快速的数据交换，在 PLC 用户接口提供了一个长度为 512 字节的特殊数据区。在此区域中，PLC 数据具有相同的数据类型和位置偏移量。在 NC 程序中可以读写这些一致的变量。

为此，需提供专门的系统变量：

```
$A_DBB[n] ; 数据字节 ( 8 位值 )
$A_DBW[n] ; 数据字 ( 16 位值 )
$A_DBD[n] ; 数据双字 ( 32 位值 )
$A_DBR[n] ; 实型数据 ( 32 位值 )
```

n 表示位置偏移量 (从数据区的起始处到变量的起始处)，单位字节

编程示例

```
R1=$A_DBR[4] ; 读取 REAL 值；偏移量 4 (从区域的字节 4 处开始)
```

说明

读取变量会造成预处理程序停止 (内部 STOPRE)。

说明

PLC 变量的写入一般限制在三个变量 (元素) 范围内。
对于相继迅速写入的 PLC 变量，每次写入过程需要一个元素。
如果需要执行多次写入而提供元素，则必须确保程序段传送 (必要时触发预处理停止)。

示例：

```
$A_DBB[1]=1 $A_DBB[2]=2 $A_DBB[3]=3
STOPRE
$A_DBB[4]=4
```

8.14 程序跳转

8.14.1 绝对程序跳转

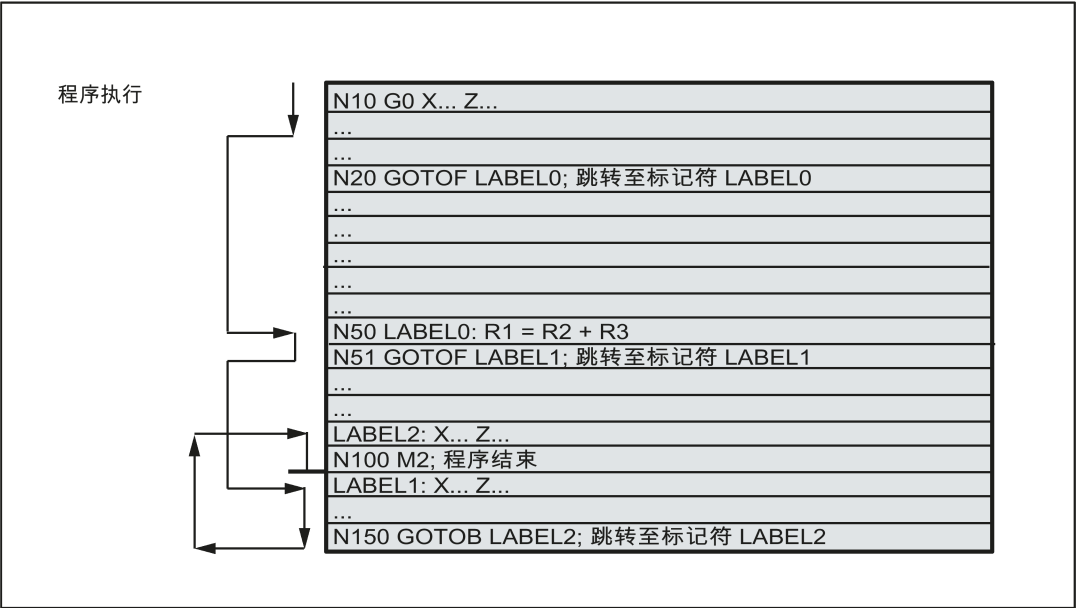
功能

NC 程序在运行时按写入时的顺序执行程序段。
程序在运行时可以通过插入程序跳转指令改变执行顺序。
跳转目标只能是有**标记符**或一个**程序段号**的程序段。该程序段必须在此程序之内。
绝对跳转指令必须占用一个独立的程序段。

编程

GOTOF Label ; 向前跳转 (向程序结束的方向)
GOTOB Label ; 向后跳转 (向程序开始的方向)
标记符 ; 所选择标记符的字符顺序(跳转标记)或程序段号

参见以下绝对跳转的示例：



8.14.2 有条件程序跳转

功能

跳转条件在 **IF 指令**之后产生。如果满足跳转条件 (**值不为零**)，则会进行跳转。
跳转目标只能是有**标记符**或一个**程序段号**的程序段。该程序段必须在此程序之内。
条件跳转指令必须占用一个独立的程序段。数个条件跳转指令可位于同一程序段。
如果必要，通过条件程序跳转还可以大幅缩减程序。

编程

IF 条件 GOTOF 标签 ; 向前跳转
IF 条件 GOTOB 标签 ; 向后跳转
GOTOF ; 向前跳转 (向程序结束的方向)
GOTOB ; 向后跳转 (向程序开始的方向)
标记符 ; 所选择标记符的字符顺序(跳转标记)或程序段号
IF ; 跳转条件简介
Condition ; 计算参数、条件生成计算表达式

比较运算

运算符	含义
=	等于
<>	不等
>	大于
<	小于
>=	大于等于
<=	小于等于

比较运算可以生成跳转条件。 计算表达式同样可以比较。

比较运算结果为“满足”或“不满足”。 不满足”的值为零。

程序运算的编程示例

```
R1>1                ; R1 大于 1
1 < R1              ; 1 小于 R1
R1<R2+R3            ; R1 小于 R2 与 R3 之和
R6>=SIN( R7*R7)     ; R6 大于等于 SIN (R7) 的平方
```

编程示例

```
N10 IF R1 GOTOF LABEL1                ; 如果 R1 不为空，则跳转至 LABEL1 的程序段
G0 X30 Y30
N90 LABEL1: G0 X50 Y30
N100 IF R1>1 GOTOF LABEL2            ; 如果 R1 大于 1，则跳转至 LABEL2 的程序段
G0 X40 Y40
N150 LABEL2: G0 X60 Y60
G0 X70 Y70
N800 LABEL3: G0 X80 Y80
G0 X100 Y100
N1000 IF R45==R7+1 GOTOB LABEL3      ; 如果 R45 大于 R7 与 1 之和，则跳转至 LABEL3 的程序段
M30
程序段中的数个条件跳转：
N10 MC1: G0 X20 Y20
N15 G0 X0 Y0
N20 IF R1==1 GOTOB MC1 IF R1==2 GOTOF MA2
N30 G0 X10 Y10
N50 MA2: G0 X50 Y50
N60 M30
```

说明

第一次满足条件时执行跳转。

8.14.3 程序跳转举例

任务

圆弧上点的移动：

已知：

起始角度：30°，R1

圆弧半径：32 mm，R2

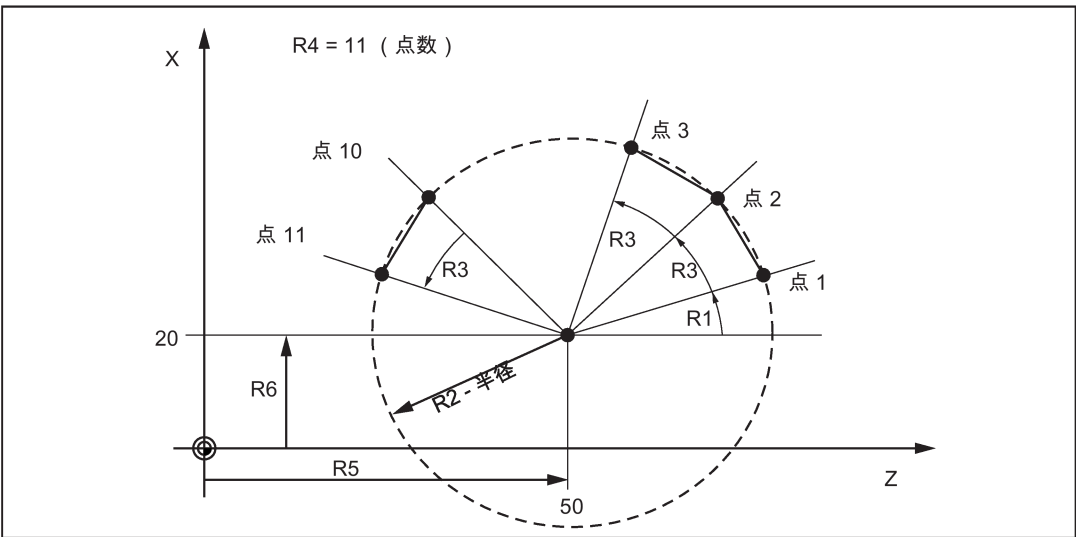
位置间距：10°，R3

点数：11，R4

Z 轴上的圆心位置：50 mm，R5

X 轴上的圆心位置：20 mm，R6

有关在圆弧上线性运行至各点的描述，见下图：



编程示例

```
N10 R1=30 R2=32 R3=10 R4=11 R5=50 R6=20 ; 初始值分配
N20 MC1: G0 Z=R2*COS (R1)+R5 X=R2*SIN(R1)+R6 ; 计算以及轴地址赋值
N30 R1=R1+R3 R4= R4-1
N40 IF R4 > 0 GOTOB MC1
N50 M2
```

说明

在程序段 N10 中为相应的计算参数赋值。在 N20 中计算坐标轴 X 和 Z 的数值计算并进行赋值处理。

在程序段 N30 中，R1 增加 R3 间距角，R4 较少数值 1。

如果 R4 > 0，重新执行 N20，否则运行 N50，程序结束。

8.14.4 程序跳转的跳转目标

功能

标记符或程序段号用于标记程序中所跳转的目标程序段。用跳转功能可以实现程序运行分支。

标记符可以自由选择，但必须由 2-8 个字母或数字组成，其中**开始两个符号必须是字母或下划线**。

跳转目标程序段中标记符后面必须以**冒号结束**。标记符始终位于程序段段首。如果程序段有段号，则标记符**紧跟着段号**。

在一个程序中，各标记符必须具有唯一的含义。

编程示例

```
N10 LABEL1: G1 X20 F100 ; LABEL1 为标记符，跳转目标
N20 G0 X10 Y10
TR789: G0 X10 Z20 ; TR789 为标记符，跳转目标
N30 G0 X30 Z30 - 无段号
N100 G0 X40 Z40 ; 程序段号可以是跳转目标
M30
```

8.15 子程序

8.15.1 概述

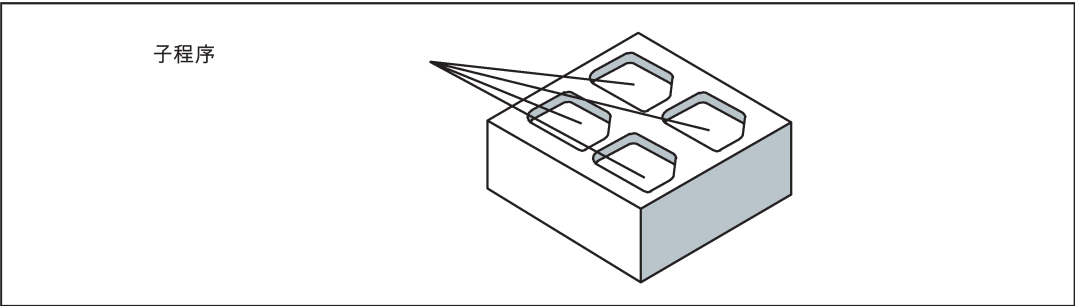
使用

从原则上讲主程序和子程序之间并没有区别。

用子程序编写经常重复进行的加工，例如某一确定的轮廓形状。在主程序中，可以在需要的位置调用并运行子程序。

子程序的一种形式就是 **加工循环**。加工循环包含了普遍适用的加工情况（例如：钻削、攻丝、铣槽等）。通过给规定的计算参数赋值就可以实现各种具体的加工。

在工件上四次使用一个子程序的示例，见下图：



结构

子程序的结构与主程序的结构一样（参见章节“程序结构 (页 55)”）。在子程序中与主程序一样，也是在最后一个程序段中使用 **M2（程序结束）** 结束运行。这就表示返回到所调用的程序界面。

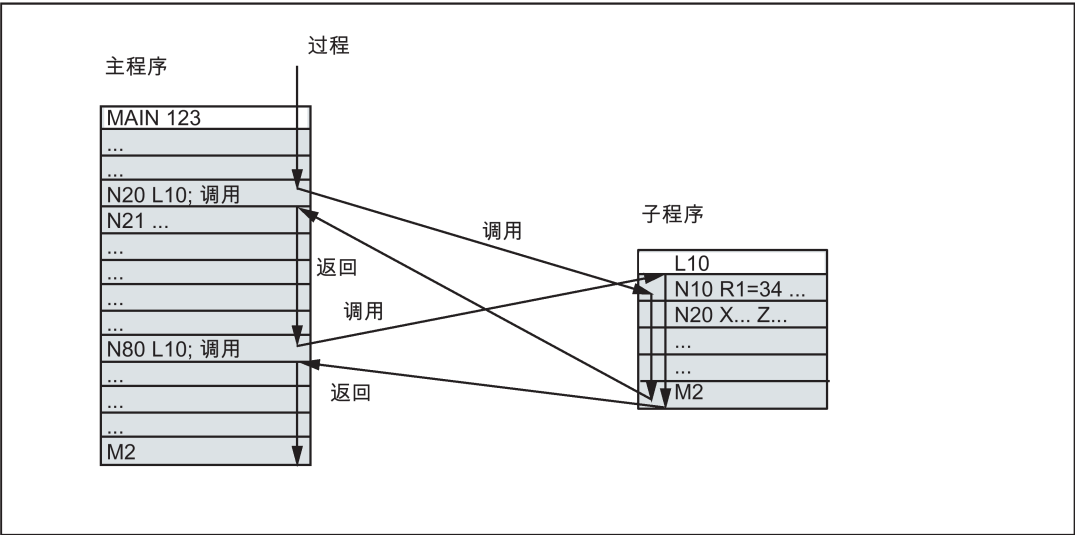
程序结束

除了用 M2 指令外，还可以用 **RET** 指令结束子程序。

RET 要求一个自身的程序段。

如果一个 G64 轨迹控制运行不要由于返回而中断，则需要使用 RET 指令。用 M2 指令则会中断 G64 运行方式并造成准停。

两次调用同一子程序的流程的示例，见下图：



子程序名称

为了能从多个子程序中选择特定的子程序，必须为其设定一个自己的名称。在创建程序时可以自由选择名称，但是必须符合规定。

适用主程序命名的同样规则。

示例：LRAHMEN7

另外，在子程序中还可以使用地址字 L... L...。其值可以是 7 位数（仅为整数）。

说明

地址 L 中，数字前的零有意义，用于区别。

示例：L128 不同于 L0128 或者 L00128!

以上为三个不同的子程序。

说明

子程序名称 LL6 预留给刀具更换！

子程序调用

在一个程序中（主程序或子程序）可以直接用程序名调用子程序。为此需要占用一个单独的程序段。

示例：

```
N10 L785 ; 调用子程序 L785
N20 LRAHMEN7 ; 调用子程序 LRAHMEN7
```

程序重复 P...

如果要求多次连续地执行某一子程序，则在编程时必须是在所调用子程序的程序后地址 P 写入调用次数。最多可以运行 9,999 次（P1 ... P9999）。

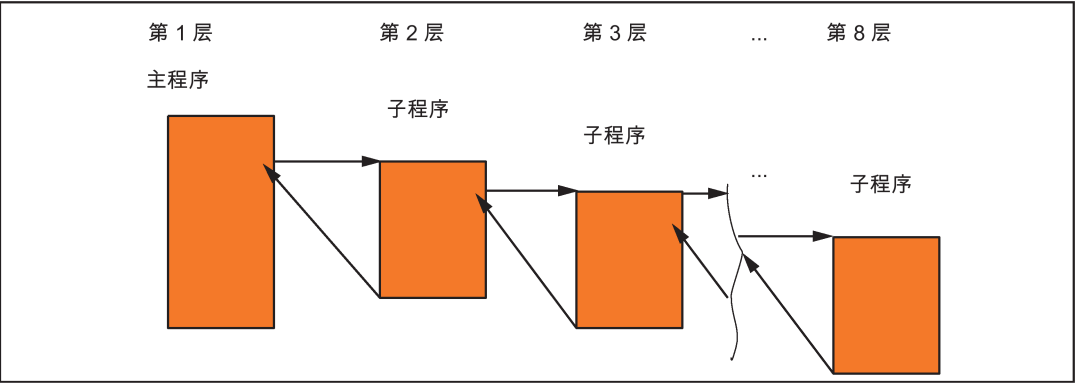
示例：

```
N10 L785 P3 ; 调用子程序 L785，运行 3 次
```

嵌套深度

子程序不仅可以在一个主程序中调用，而且还可以在另一个子程序中调用。这样的嵌套调用总共有 8 个程序层可供使用；包括主程序层。

有关 8 个程序层的调用过程的描述，见下图：



说明

在子程序中可以改变模态有效的 G 功能，比如 G90 -> G91。在返回调用程序时请注意检查一下所有模态有效的功能指令，并按照规定进行调整。

对于 R 参数也同样需要注意，防止用上级程序界面中所使用的计算参数来修改下级程序界面的计算参数。

西门子循环进行工作时最多需要 4 个程序层。

8.15.2 调用加工循环

功能

循环是指用于实现特定加工过程的工艺子程序，比如用于钻削或螺纹切削。根据实际情况在调用循环时进行相应的赋值来满足加工要求。

编程示例

```
N10 DEF REAL RTP, RFP, SDIS, DP, DTB
N20 G18 X100 Z100 G0
N30 M3 S100 F100
N40 G17 X0
N50 CYCLE83(110, 90, 0, -80, 0, -10, 0, 0, 0, 0, 1, 0) ; 调用 CYCLE83; 直接传输数值, 单独程序段
N60 G0 X100 Z100
N70 RTP=100 RFP=95.5 SDIS=1 DP=-5 DTB=3 ; 设定循环 82 的传送参数
N80 CYCLE82(RTP, RFP, SDIS, DP, , DTB) ; 调用循环 82, 单独程序段
N90 M30
```

8.15.3 模态子程序调用

功能

在 MCALL 程序段中调用的子程序会在之后每一个编程了**轨迹运行**指令的程序段中自动调用。调用持续有效，直至编程下一个 MCALL。

通过 MCALL 模态调用或结束调用子程序必须编写在单独的程序段中。

MCALL 特别适用于生成钻削图。

编程示例

应用示例：钻削成排孔

```
N10 MCALL CYCLE82(100, 0, 1, -10, 2) ; 钻削循环 82
N20 HOLES1(1, 2, 45, 2, 2, 1) ; 成排孔循环, 每次逼近钻孔位置后自动执行进行了相应赋值的 CYCLE82(...)。
N30 MCALL ; 结束 CYCLE82(...) 的模态调用
N40 M30
```

8.15.4 执行外部子程序 (EXTCALL)

功能

使用 EXTCALL 命令，可以载入或执行外部 USB 记忆棒上存储的程序。

机床数据

在使用 EXTCALL 指令时需考虑以下机床数据：

- MD10132 \$MN_MMC_CMD_TIMEOUT
零件程序中用于命令的监控时间
- MD18362 \$MN_MM_EXT_PROG_NUM
外部同时待执行程序级的数量
- SD42700 \$SC_EXT_PROGRAM_PATH
调用外部子程序的程序路径

说明

使用 SD42700 \$SC_EXT_PROGRAM_PATH 时，在此路径下查找所有通过 EXCALL 调用的子程序。

使用 SD42700 EXT_PROGRAM_PATH 中的设定路径编程

EXTCALL ("<程序名>")

参数

EXTCALL ; 用于子程序调用的关键字
<程序名> ; 字符串型常量/变量
示例：
EXTCALL ("RECHTECKTASCHE")

不使用 SD42700 EXT_PROGRAM_PATH 中的设定路径编程

EXTCALL ("<路径\程序名>")

参数

EXTCALL ; 用于子程序调用的关键字
<路径\程序名> ; 字符串型常量/变量
示例：
EXTCALL ("D:\EXTERNE_UP\RECHTECKTASCHE")

说明

外部子程序不允许包含任何跳转指令，例如：GOTOF、GOTOB、CASE、FOR、LOOP、WHILE 或者 REPEAT。
可以有 IF-ELSE-ENDIF 结构。
可以进行子程序调用和嵌套的 EXTCALL 调用。

RESET, POWER ON

通过复位和 POWER ON (上电)，可以中断外部的子程序调用，并且清除各自的后装载存储器。

示例

外部用户 USB 记忆棒的处理

主程序"Main.mpf" 位于 NC 存储器中，并已选择执行该程序：

```
N10 G0 X10 Y10  
N20 EXTCALL ("USB:\BOHRUNG.SPF")  
N30 G0 X20 Y20  
N40 M30
```

需要载入的子程序“BOHRUNG.SPF”在 USB 记忆棒中。

```
N10 G1 F1000  
N20 X=10 Z=10  
N30 G0 X50 Y50  
N40 M17
```

8.16 定时器和工件计数器

8.16.1 运行时间定时器

功能

准备计时器作为系统变量 (\$A...)，可用于监控程序中的工艺流程或只在显示屏中监控。
这些计时器为只读。存在始终有效的计时器。其他计时器可以通过机床数据停用。

计时器 - 始终有效

- **\$AN_SETUP_TIME**
自最后一次以默认值控制上电起的时间 (以分钟为单位)
每次“系统以默认值上电”时，计时器自动归零。
- **\$AN_POWERON_TIME**
自最后一次控制上电起的时间 (以分钟为单位)
数控系统每次上电后计时器自动归零。

可以停用的计时器

通过机床数据（默认设置）激活以下计时器。

启动为计时器特定启动。在停止的程序状态下或针对“进给倍率零”而自动中断每次的有效运行时间测量。

可以使用机床数据指定有效空运行进给率和程序测试的激活计时器行为。

- **\$AC_OPERATING_TIME**
"AUTO"模式中 NC 程序的总执行时间（以秒为单位）
在"AUTO"模式下，从程序启动到程序结束之间所有程序的运行时间累计值。数控系统每次上电后计时器自动设为零。
- **\$AC_CYCLE_TIME**
选择的 NC 程序运行时（以秒为单位）
计算所选 NC 程序在程序启动和程序结束之间的运行时间。当新的 NC 程序启动时，该定时器被删除。
- **\$AC_CUTTING_TIME**
刀具动作时间（以秒为单位）
快速进给无效而刀具有效时，程序启动和程序结束之间，在所有 NC 程序中测得的进给轴运行时间（默认设置）。
当暂停时间生效时，计算被中断。
数控系统每次上电后计时器自动设为零。

编程示例

```
N10 IF $AC_CUTTING_TIME>=R10 GOTOF WZZEIT ; 刀具操作时间极限值？
GO X20 Y20
N80 WZZEIT:GO X30 Y30
N90 MSG ("刀具动作时间：达到极限值")
N100 M0
M30
```

显示

激活的系统变量内容通过以下键显示在窗口上：



窗口显示：

时间/计数器		
零件总数	①	0
需要的零件	②	0
零件数	③	0
总运行时间	④	0000 H 00 M 00 s
程序运行时间	⑤	0000 H 00 M 00 s
进给时间	⑥	0000 H 00 M 00 s
冷启动后的时间	⑦	0038 H 56 M
热启动后的时间	⑧	0001 H 08 M

- ① = \$AC_TOTAL_PARTS

② = \$AC_REQUIRED_PARTS

③ = \$AC_ACTUAL_PARTS

\$AC_SPECIAL_PARTS 不显示。

④ = \$AC_OPERATING_TIME
- ⑤ = \$AC_CYCLE_TIME

⑥ = \$AC_CUTTING_TIME

⑦ = \$AN_SETUP_TIME

⑧ = \$AN_POWERON_TIME

也可通过以下操作区域查看有关运行时间定时器的信息：



8.16.2 工件计数器

功能

“工件计数器”功能提供了可用于计算工件数量的计数器。

该计数器作为系统变量，可以通过程序或操作（注意写保护级！）进行读写存取。

通过机床数据可以对计数器激活、归零时刻和计数算法产生影响。

计数器

- **\$AC_REQUIRED_PARTS**

所需工件的个数（工件给定值）

在此计数器中可以定义工件的个数，在到达这个数值之后，实际工件的个数\$AC_ACTUAL_PARTS 归零。

可以通过机床数据激活显示报警 21800“已达到工件额定值”。

- **\$AC_TOTAL_PARTS**

全部已生产工件的数量（总实际值）

计数器给出所有自开始时刻起所生产的工件数量。

当数控系统启动时，计数器自动复位至零。

- **\$AC_ACTUAL_PARTS**

当前工件的数量（当前实际值）

在这种计数器中记录自开始时刻起所生产的所有工件数量。当达到工作额定值时（\$AC_REQUIRED_PARTS，值大于零），计数器自动复位至零。

- **\$AC_SPECIAL_PARTS**

用户指定工件的数量

该计数器允许用户根据自定义来对工件计数。在与 \$AC_REQUIRED_PARTS（工件给定值）一致时可以定义一个报警输出。用户必须自行将该计数器归零。

编程示例

```
N10 IF $AC_TOTAL_PARTS==R15 GOTOF SIST ; 达到工件数？
G0 X20 Y20
N80 SIST:G0 X30 Y30
N90 MSG (“达到额定工件数”)
N100 M0
```

显示

激活的系统变量内容通过以下键显示在窗口上：



窗口显示：

时间/计数器		
零件总数	①	0
需要的零件	②	0
零件数	③	0
总运行时间	④	0000 H 00 M 00 S
程序运行时间	⑤	0000 H 00 M 00 S
进给时间	⑥	0000 H 00 M 00 S
冷启动后的时间	⑦	0038 H 56 M
热启动后的时间	⑧	0001 H 08 M

- ① = \$AC_TOTAL_PARTS

② = \$AC_REQUIRED_PARTS

③ = \$AC_ACTUAL_PARTS

\$AC_SPECIAL_PARTS 不显示。

④ = \$AC_OPERATING_TIME
- ⑤ = \$AC_CYCLE_TIME

⑥ = \$AC_CUTTING_TIME

⑦ = \$AN_SETUP_TIME

⑧ = \$AN_POWERON_TIME

也可通过以下操作区域选择是否激活工件计数器功能：



8.17 平滑逼近和退回

功能

功能“平滑接近和返回”(SPR)旨在正切接近轮廓初始(“平滑”),很大程度上独立于起始点的位置。数控系统将计算中间点以及将产生需要的运行程序段。该功能与刀具半径补偿(TRC)一起用时能更好用。G41 和 G42 指令决定了轮廓左边或右边的接近/返回方向。

使用一组 G 指令选择接近/返回路径(直线,四分之一圆或半圆)。要参数化该路径(圆弧半径,接近直线),可以使用专用地址;这也适用于进给运行的进给率。进给运行还可以通过另一 G 组控制。

编程

- G147

SAR - 直线返回
- G148

SAR - 直线返回
- G247

; 象限接近
- G248

; 象限返回
- G347

; 半圆接近
- G348

; 半圆返回
- G340

; 空间接近和返回 (基础设置)
- G341

平面上的接近和返回
- DISR=...

; 直线接近和返回 (G147/G148) : 自轮廓起点或终点的刀具沿距离

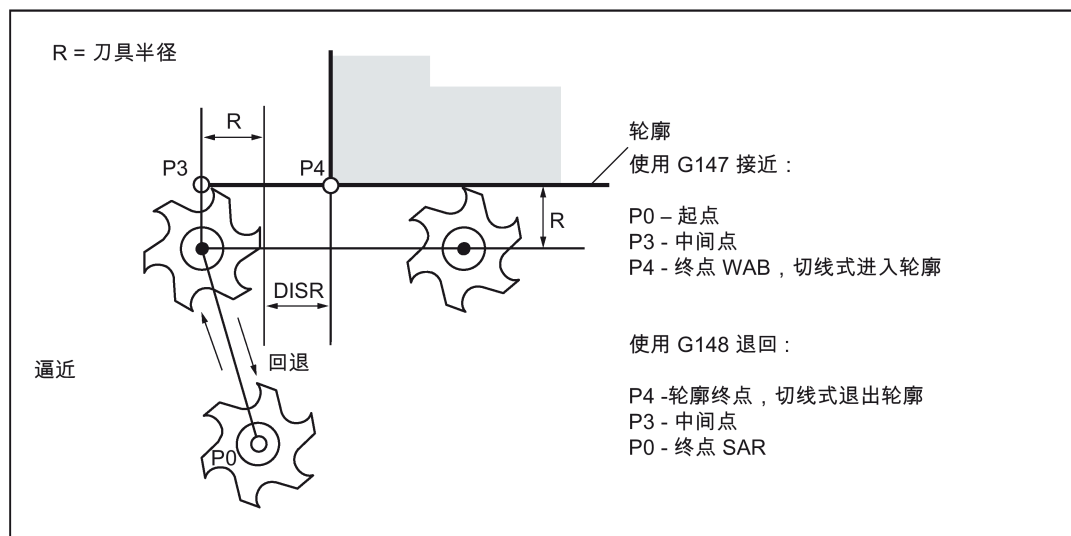
; 沿圆弧接近和返回(G247, G347/G248, G348): 刀具中心点路径半径
- DISCL=...

; 自加工平面快速进给运行的终点距离 (安全界限)
- FAD=...

; 缓慢进给运行的转速

编程值根据 G 组 15 有效指令运行 (进给 : G94, G95)

以 G42 按直线逼近或以 G41 返回并以 G40 结束的示例，见下图：



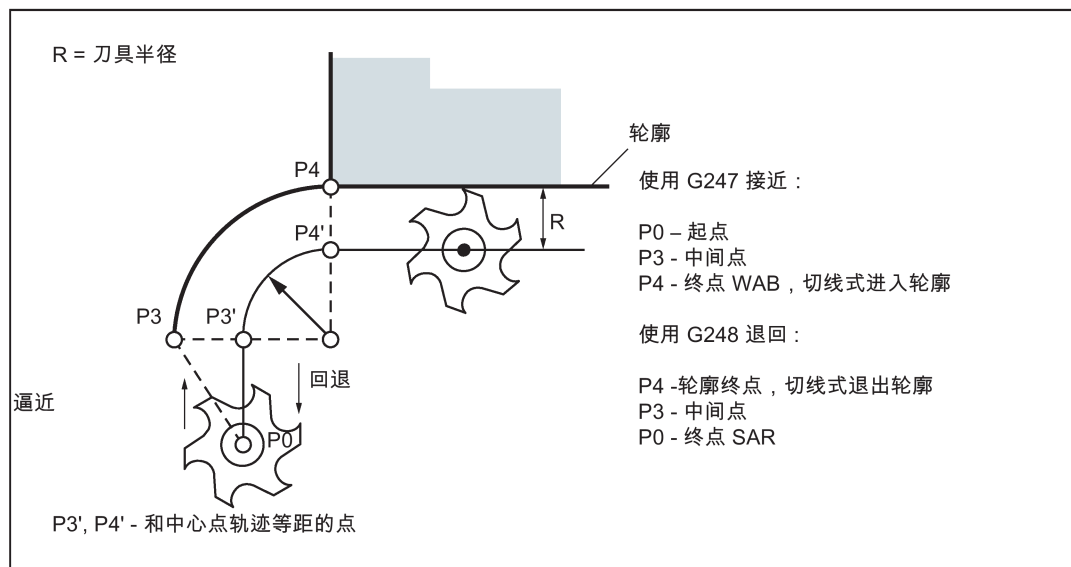
编程示例：沿平面内一直线接近/返回

```

N10 T1 G17 ; 激活刀具，X/Y 平面
N20 G0 X20 Y20 ; 接近 P0
N30 G42 G147 DISR=8 F600 X4 Y4 ; 接近，点 P4 编程
N40 G1 X40 ; 轮廓内继续
N50 Y12
N100 G41 G1 X15 Y15
N110 X4 Y4 ; P4 - 轮廓终点
N120 G40 G148 DISR=8 F700 X8 Y8 ; 返回，点 P0 编程
M30

```

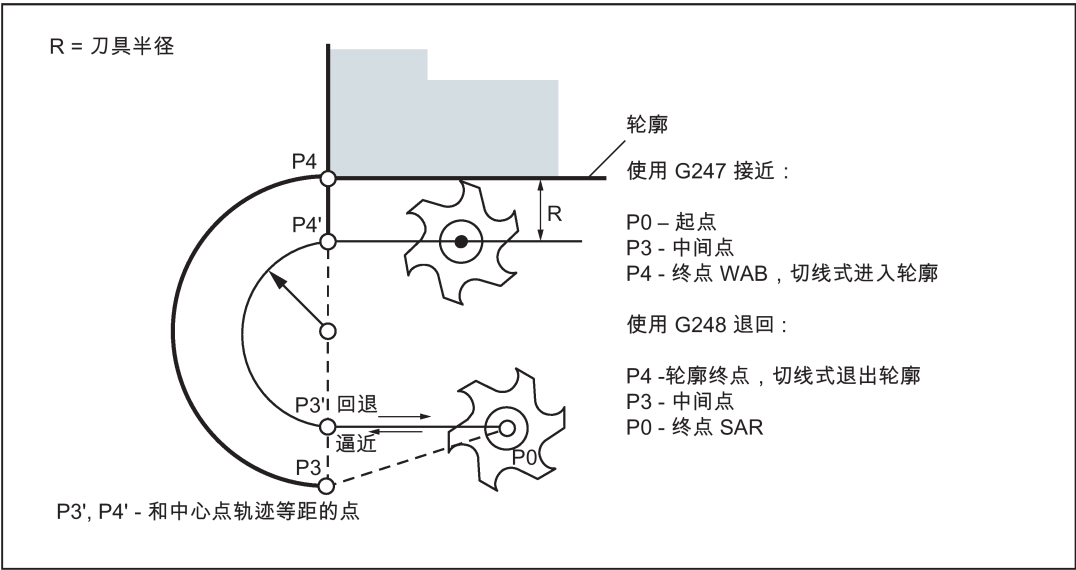
以 G42 按四分圆逼近或以 G41 返回并以 G40 结束的示例，见下图：



编程示例：沿平面内一直线接近/返回

```
N10 T1 D1 G17 ; 激活刀具，X/Y 平面
N20 G0 X20 Y20 ; 接近 P0
N30 G42 G247 DISR=20 F600 X4 Y4 ; 接近，点 P4 编程
N40 G1 X40 ; 轮廓内继续
N50 Y12
N60 G41 G1 X15 Y15
N70 X4 Y4 ; P4 - 轮廓终点
N80 G40 G248 DISR=20 F700 X8 Y8 ; 返回，点 P0 编程
N90 M30
```

以 G42 按半圆逼近或以 G41 返回并以 G40 结束的示例，见下图：



说明

确保为刀具半径输入一个正方向半径。否则，G41，G42 的方向会改变。

使用 DISCL 和 G340, G341 控制进给运行

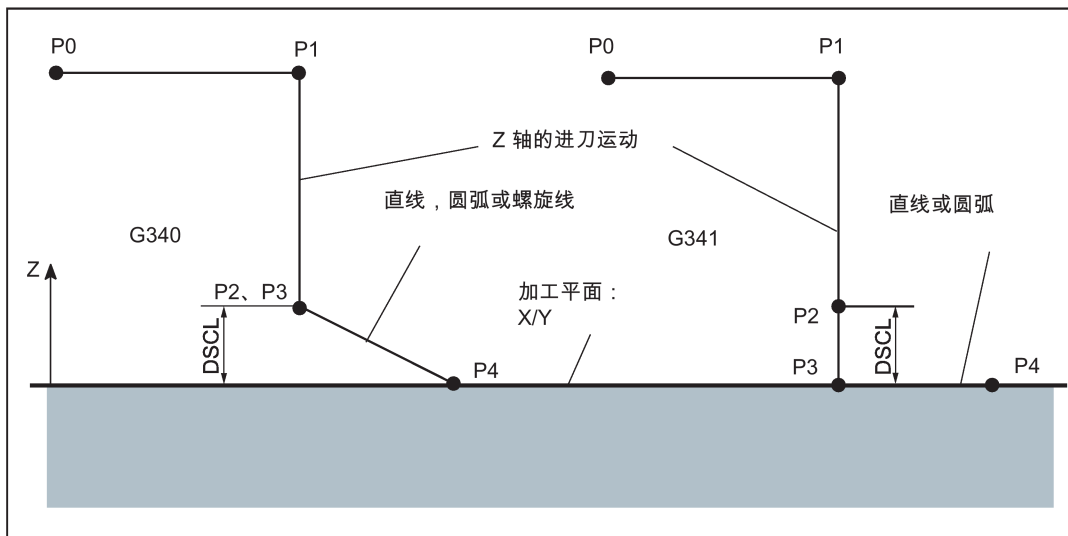
DISCL=... 指定加工平面上电 P2 的距离（见下图）。

当 DISCL=0 时，以下适用：

- 使用 G340：整个接近运行只由两个程序段组成（P1,P2 和 P3 是一致的）。接近轮廓产生于 P3 到 P4.
- 使用 G341：整个接近运行只由两个程序段组成（P2 和 P3 是一致的）。如果 P0 和 P4 位于同一平面，只产生两个程序段（从 P1 到 P3 将无进给动作）。

由 DISCL 定义的位于 P1 和 P3 之间的点受到监控，也就是，一个组件垂直于加工平面运行，它必须有与控制它的所有动作相同的符号。如果检测到相反方向，允许 0.01 毫米的公差存在。

G17 中取决于 G340/G341 的逼近运行顺序的示例，见下图：



编程示例：沿半圆进给接近

```
N10 T1 D1 G17 G90 G94 ; 激活刀具，X/Y 平面
N20 G0 X0 Y0 Z30 ; 接近 P0
N30 G41 G347 G340 DISCL=3 DISR=13 Z=0 F500 ; 沿半圆半径接近 13 mm，
; 平面的安全界限：3 mm

N40 G1 X40 Y-10
N50 G40 X20 Y20
N60 M30
```

两者择一 N30 / N40:

```
N30 G41 G347 G340 DISCL=3 DISR=13 X40 Y-10 Z0 F500
```

或

```
N30 G41 G347 G340 DISCL=3 DISR=13 F500
```

```
N40 G1 X40 Y-10 Z0
```

关于 N30 / N40 的说明:

通过使用 G0 (自 N20)，在平面 Z=30 到达点 P1 (半圆的起点，由半圆半径更正)，然后在 Z=3 (DISCL) 降为深度 (P2, P3)。轮廓在深度 Z=0 (P4) 沿螺旋刀具以 500 毫米/分的进给率达到点 X40 Y-10。

接近和退回速率

- 先前程序段的速率 (如: G0) :
自 P0 到 P2 的所有动作以此转速运行，也就是，该动作与加工平面以及直到安全界限 DISCL 的进给动作部分同步。
- 编程进给率 F :
如果未给 FAD 编程，该进给率自 P3 或 P2 有效。如果 SAR 程序段没有编入 F 字，将运行先前程序段的速率。
- 使用 FAD 编程 :
为...指定进给率
 - G341: 自 P2 到 P3 垂直于加工平面的进给动作
 - G340: 自点 P2 或 P3 到 P4
如果未给 FAD 编程，在 SAR 程序段中无定义转速的 F 指令情况下，轮廓的这部分以自先前程序段模态有效的转速运行。
- 在退回过程中，自先前程序段模态有效的进给率和在 SAR 程序段中编程的进给率的作用被改变，也就是，实际退回轮廓使用以前的进给率运行，使用 F 字编程的新速率将相应地自 P2 到 P0 适用。

编程示例：沿象限接近，使用 G341 和 FAD 进给

```
N10 T1 D1 G17 G90 G94 ; 激活刀具, X/Y 平面
N20 G0 X0 Y0 Z30 ; 接近 P0
N30 G41 G341 G247 DISCL=5 DISR=13 FAD=500 X40 Y-10 Z=0 F800
N40 G1 X50
N50 G40 G1 X20 Y20
N60 M30
```

关于 N30 的说明:

通过使用 G0 (自 N20)，在平面 Z=30 到达点 P1 (半圆的起点，由半圆半径更正)，然后在 Z=5 (DISCL) 降为深度 (P2)。使用 FAD=500 毫米/分的进给率，降为 Z=0 (P3) (G341) 的深度。然后，在点 X40,Y-10 以 F=800 毫米/分的速率沿平面 (P4) 的象限达到轮廓。

中间程序段

最多五个程序段不移动几何轴的情况下被插入到 SAR 程序段和下一运行的程序段。

说明

退回时编程：

- 使用带有编程的几何轴 SAR 程序段，轮廓在 P2 结束。组成加工平面的轴上的位置来自于退回轮廓。垂直于该平面的轴组件由 DISCL 定义。当 DISCL=0，该动作将完全在平面内运行。
- 如果在 SAR 程序段，只有轴是垂直于加工平面编程，轮廓会在 P1 结束。其余轴的位置将如上述形式产生。如果 SAR 程序段也是 TRC 禁止程序段，插入另一条自 P1 到 P0 的路径以便当 TRC 被禁止时轮廓结束时不再产生动作。
- 要是加工平面上的一轴被编程，缺少的第二根轴自其在先前程序段中最后位置被模态地添加。

9 循环

9.1 循环概述

循环是指用于实现特定加工过程的工艺子程序，比如用于钻削螺纹或铣削凹槽。通过所提供的参数可以使循环和具体的加工要求相符。

钻削循环、钻削图循环和铣削循环

使用数控系统可执行以下标准循环：

- **钻削循环**
 - CYCLE81：钻削，定中心
 - CYCLE82：钻削，铰平面
 - CYCLE83：深孔钻削
 - CYCLE84：刚性攻丝
 - CYCLE840：带补偿攻丝
 - CYCLE85：铰孔 1
 - CYCLE86：镗孔
- **钻削图循环**
 - HOLES1：成排孔
 - HOLES2：圆弧孔
 - CYCLE802：任意位置
- **铣削循环**
 - CYCLE71：平面铣削
 - CYCLE72：轮廓铣削
 - CYCLE76：铣削矩形凸台
 - CYCLE77：铣削圆形凸台
 - LONGHOLE：长孔形

- SLOT1：铣槽，槽位于一个圆弧上
- SLOT2：铣削环形槽
- POCKET3：铣削矩形腔（用任意铣削刀）
- POCKET4：铣削圆形腔（用任意铣削刀）
- CYCLE90：螺纹铣削
- CYCLE832：快速设置

9.2 循环编程

调用和返回条件

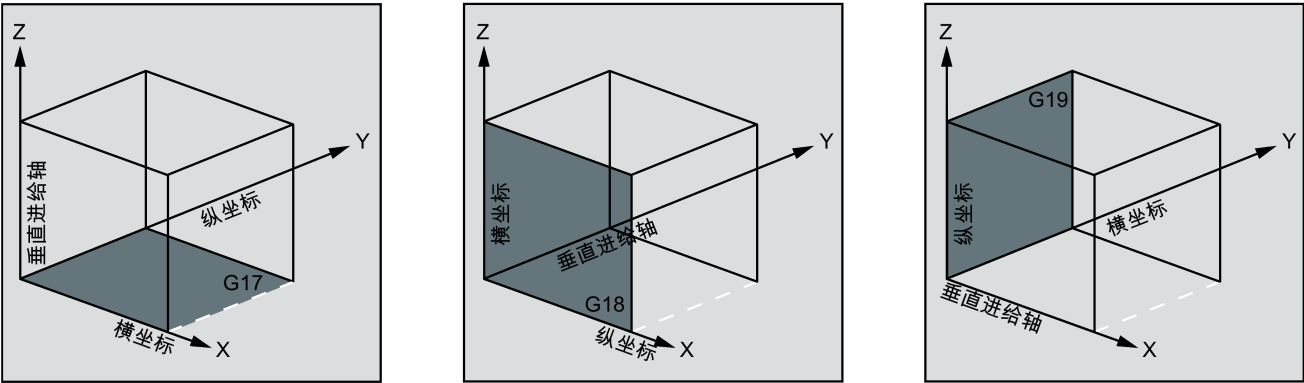
在循环调用之前有效的 G 功能和可编程偏移在循环之后仍可以生效。

在调用该循环之前必须对加工级别（G17、G18 以及 G19）进行定义。在当前平面运行的循环：

- 平面的第一个轴（横坐标）
- 平面的第二个轴（纵坐标）
- 垂直于平面的钻削轴/进给轴、第三个轴（垂直进给轴）

钻削循环时，在垂直于当前平面的轴向上进行钻削。在铣削中，由这个轴来执行深度进给。

有关平面和轴分配的描述，见下图：



指令	平面（横坐标/纵坐标）	垂直进给轴
G17	X/Y	Z
G18	Z/X	Y
G19	Y/Z	X

执行循环时的信息

在一些循环中，在加工过程中，会在屏幕上显示加工的信息。

这些信息不中断程序执行，并且一直保持直至下一个信息的出现。

信息文本和含义在相应循环中描述。

在执行一个循环时程序段显示

在整个循环运行过程中，循环调用始终位于当前的程序段显示中。

循环调用与参数表

可以通过循环调用时的参数表传送该循环的供给参数。

说明

循环调用始终要求一个独立的程序段。

标准循环中参数的基本说明

每个循环的供给参数都有一个特定的数据类型。循环调用时，必须注意这些当前所用参数的类型。在此参数列表中，可以进行传送的参数有：

- R 参数 (仅用于数值)
- 常量

如果在参数表中使用 R 参数，必须事先在程序中为其赋值。循环此时可按以下方式调用：

- 用一个不完整的参数表
或
- 省略参数。

如果您想在一次调用中排除必须写入的最后传送的参数，您可以提前使用 “)” 来中止此参数列表。如果要在此时删除参数，则写入逗号 “,..., ...” 作为通配符。

对于取值范围有限的参数，不进行参数值的合理性检测，除非在一个循环中明确说明一个故障的反应。

如果在循环调用时，参数表中的登记比循环中定义的参数多，则显示 NC 报警 12340“参数值太大”，并且不执行该循环。

说明

必须配置主轴的轴机床数据和通道机床数据。

循环调用

编写程序调用的各种方法可以参见单个循环的编程举例。

循环仿真

带有循环调用的程序可以首先通过仿真测试。

仿真时，循环的运行可在屏幕上模拟出来。

9.3 程序编辑器中的图形循环支持

数控系统中程序编辑器提供编程支持，可以在程序中插入循环调用并输入参数。

功能

循环支持由三部分组成：

- 循环选择
- 用于输入参数的屏幕窗口
- 每个循环的帮助画面 (在输入屏幕中)

循环支持的条件

按照下列步骤向程序中添加循环调用：



1. 选择所需操作区域。
2. 在相关水平软键中选择循环类型以打开下一级垂直软键栏，直到带辅助图的相应输入屏幕跳出。
3. 值可以直接 (数值) 或间接 (R 参数，例如：R27，或 R 参数表达式，例如：R27 + 10) 输入。
在输入数值时，数控系统会自动检查该值是否在允许的值域内。



4. 有些只能使用少量数值的参数可使用该键进行选择。



5. 在钻削循环时，也可以使用该键来模态调用循环。欲取消模态调用，可将光标移至程序的下一空白行并按下以下软键：



6. 按下该软键确认输入。欲取消输入，可按下以下软键：



反编译

程序代码的重新编译可以借助循环支持对现有的程序中进行更改。



将光标定位在需要更改的行上并按下该软键。这样就可以再次打开生成该程序的、相应的输入屏幕窗口，可以重新修改并保存数值。

9.4 钻削循环

9.4.1 概述

钻削循环是根据 DIN66025 所确定的运动过程，用于钻削、镗孔、攻丝等等。

作为子程序通过一个确定的名称和参数表调用。

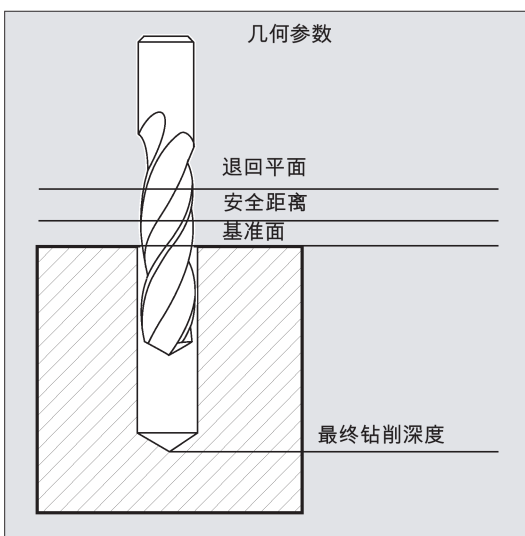
钻削循环可以模态有效，即在包含运动命令的每个程序段结束处执行它们。也可以模态调用用户创建的其他循环。

有两种参数种类：

- 几何参数
- 加工参数

所有钻削循环、钻削图循环以及铣削循环的几何参数均一致。该参数定义基准面和退回平面、安全距离以及绝对和相对最终钻削深度。几何参数仅说明一次，即在描述第一个钻削循环 CYCLE81 时。

有关钻削，定中心 - CYCLE81 的描述，见下图：



对于各个循环，加工参数有不同的含义和作用。因此将在各循环中单独说明。

9.4.2 前提条件

调用和返回条件

钻削循环编程和具体的轴名称无关。在调用循环前，必须在上一级程序中逼近钻削位置。

如果在钻削循环中没有定义进给率、主轴转速和主轴旋转方向的参数，则须在零件程序中编程合适的值。

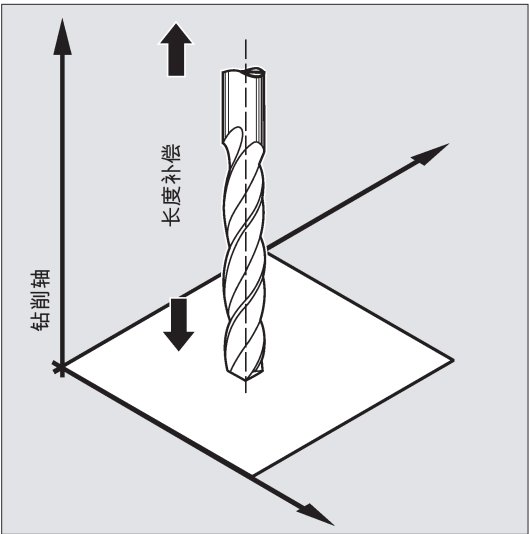
调用循环前生效的 G 功能和当前的数据组在循环中保留。

平面定义

在钻削循环中一般以以下条件为前提：已通过选择一个平面 G17、G18 或者 G19 和激活 一个可编程的偏移定义当前加工的工件坐标系。钻削轴始终是该坐标系中垂直于当前平面的轴。

在调用前必须选择长度补偿。该长度补偿始终垂直作用于所选的平面并在循环结束后仍有效。

有关长度补偿的描述，见下图：



停留时间编程

在钻削循环中停留时间参数始终分配到 F 字，并相应地设定一个单位为秒的数值，其偏差必须明确说明。

9.4.3 钻削，定中心 - CYCLE81

编程

CYCLE81 (RTP , RFP , SDIS , DP , DPR)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面 (绝对)
RFP	实数	基准面 (绝对)
SDIS	实数	安全距离 (不输入符号)
DP	实数	最终钻削深度 (绝对)
DPR	实数	相对于基准面的最终钻削深度 (不输入符号)

功能

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削，直至输入的最终钻削深度。

过程

循环开始之前到达的位置：

钻削位置是指所选择平面的两个轴位置。

该循环产生以下的运动过程：

使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面

- 以在所调用程序中编程的进给率 (G1) 运行到最终钻削深度
- 使用 G0 返回到退回平面

参数说明

RFP 和 RTP (基准面和退回平面)

通常，基准面 (RFP) 和退回平面 (RTP) 有不同的值。在循环中通常假设退回平面位于基准面之前。退回平面到钻孔底部的距离也大于基准面到钻孔底部的距离。

SDIS (安全距离)

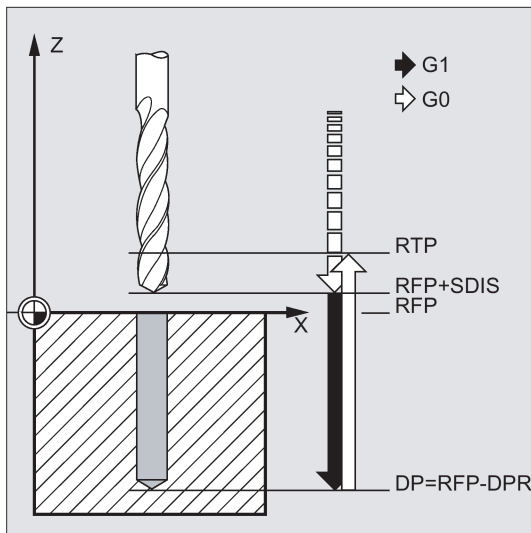
安全距离 (SDIS) 参考基准面而生效。基准面前移相应的安全距离。

安全距离生效的方向由循环自动确定。

DP 和 DPR (最终钻削深度)

钻削深度可以通过到基准面的绝对尺寸 (DP) 设定，也可以通过相对尺寸 (DPR) 设定。

在通过相对尺寸设定时，循环通过基准面和退回平面的位置自行计算所产生的深度。



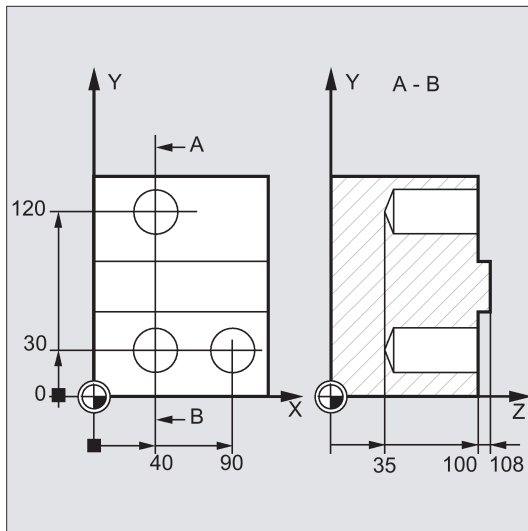
说明

如果既输入了 DP 值，又输入了 DPR 值，则会通过 DPR 推导出最终钻削深度。如果该值与通过 DP 编程的绝对深度不同，则在对话框中输出消息“深度：相对深度的相应值”。

如果基准面和退回平面的值一致，则不允许设定相对深度。显示故障信息 61101：“基准面定义错误”，不执行循环。如果退回平面位于基准面之后，即其到最终钻削深度的距离更小时，也会输出故障信息。

编程示例：钻削_定心

该程序使用 CYCLE81 钻削循环产生三个钻孔。钻削轴始终为 Z 轴。



```

N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3
N20 D3 T3 Z110
N30 X40 Y120
N40 CYCLE81 (110, 100, 2, 35,)
N50 Y30
N60 CYCLE81 (110, 102, , 35,)
N70 G0 G90 F180 S300 M03
N80 X90
N90 CYCLE81(110, 100, 2, 65,)
N100 M02

```

; 确定工艺数值
 ; 返回退回平面
 逼近第一个钻削位置
 ; 循环调用，使用绝对钻削深度，安全距离和不完整的参数表
 ; 逼近下一个钻削位置
 ; 循环调用，不设定安全距离
 ; 确定工艺数值
 ; 逼近下一个位置
 ; 循环调用，使用相对钻削深度和安全距离
 ; 程序结束

9.4.4 钻削，镗平面 - CYCL82

编程

CYCLE82 (RTP , RFP , SDIS , DP , DPR , DTB)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面 (绝对)
RFP	实数	基准面 (绝对)
SDIS	实数	安全距离 (不输入符号)
DP	实数	最终钻削深度 (绝对)
DPR	实数	相对于基准面的最终钻削深度 (不输入符号)
DTB	实数	在最终钻削深度的停留时间 (断屑)

功能

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削，直至输入的最终钻削深度。如果已达到最终钻削深度，则停留时间可生效。

过程

循环开始之前到达的位置：

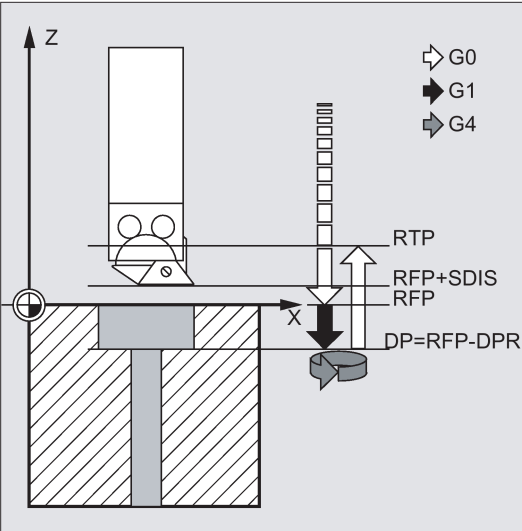
钻削位置是指所选择平面的两个轴位置。

该循环产生以下的运动过程：

- 使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面
- 使用循环调用前编程的进给率 (G1) 运行到最终钻削深度
- 在最终钻削深度的停留时间
- 使用 G0 返回到退回平面

参数说明

有关参数 RTP、RFP、SDIS、DP、DPR 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。



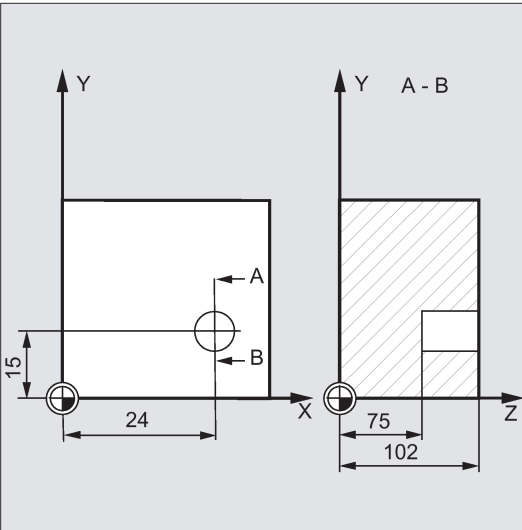
DTB (停留时间)

在 DTB 下编程在最终钻削深度 (断屑) 的停留时间，单位秒。

编程示例 1Drilling_counterboring

在 XY 平面的 X24 Y15 位置，使用循环 CYCLE82 执行一次钻削，深度为 27 mm。

停留时间为 2 秒，在钻削轴 Z 上安全距离为 4 mm。



```
N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3
N20 D1 T10 Z110
N30 X24 Y15
N40 CYCLE82 (110, 102, 4, 75, , 2)
N50 M02
```

；确定工艺数值
；返回退回平面
；逼近钻削位置
；循环调用，以绝对值设定最终钻削深度和安全距离
；程序结束

编程示例 2 : Drilling_counterboring

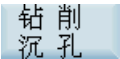
按照以下步骤进行：



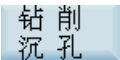
1. 选择所需操作区域。



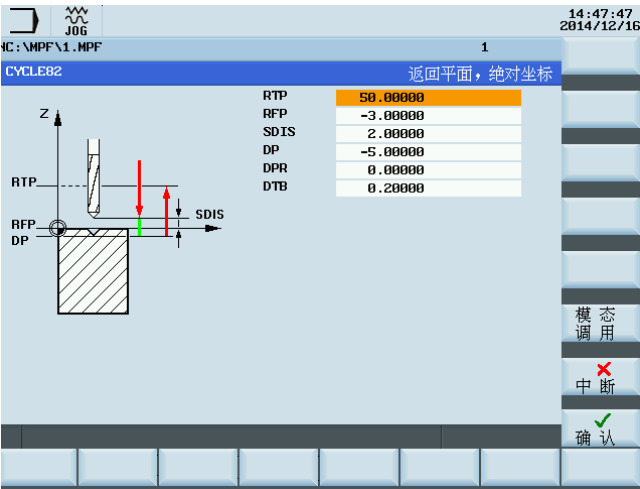
2. 打开可用钻削循环的垂直软键栏。



3. 在垂直软键栏中按下该软键。



4. 按下该软键打开 CYCLE82 的窗口。根据需求设置循环参数。



5. 使用该软键确认所作的设置。循环即作为单独程序段被自动传递至程序编辑器。

9.4.5 深孔钻削 - CYCLE83

编程

CYCLE83 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, FDEP, FDPR, DAM, DTB, DTS, FRF, VARI, AXN, MDEP, VRT, DTD, DIS1)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面（绝对）
RFP	实数	基准面（绝对）
SDIS	实数	安全距离（不输入符号）
DP	实数	最终钻削深度（绝对）
DPR	实数	相对于基准面的最终钻削深度（不输入符号）
FDEP	实数	第一个钻削深度（绝对）
FDPR	实数	相对于基准面的第一个钻削深度（不输入符号）
DAM	实数	递减数量（不输入符号） 值： >0：以数值形式递减 <0：递减系数 =0：不递减

参数	数据类型	说明
DTB	实数	在钻削深度的停留时间 (断屑) 值 : >0 : 以秒为单位 <0 : 以转为单位
DTS	实数	在起始点和排屑的停留时间 值 : >0 : 以秒为单位 <0 : 以转为单位
FRF	实数	第一个钻削深度的进给率系数 (不输入符号) 值范围 : 0.001 ... 1
VARI	整数	加工方式 : 断屑=0, 排屑=1
AXN	整数	刀具轴 (值 : 1 = 第 1 几何轴 ; 2 = 第 2 几何轴 ; 3 = 第 3 几何轴)
MDEP	实数	最小钻削深度 (仅连同递减系数)
VRT	实数	可变退回距离, 用于断屑 (VARI=0) 值 : >0 : 在退回值情况下 =0 : 设定退回值 1 mm
DTD	实数	在最终钻削深度的停留时间 值 : >0 : 以秒为单位 <0 : 以转为单位 =0 : 值与 DTB 相同
DIS1	实数	重新插入钻孔的可编程限制距离 (排屑 VARI=1) 值 : >0 : 应用可编程值 =0 : 自动计算

功能

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削，直至输入的最终钻削深度。

深孔钻削在预定的最大进刀量范围内多次、分步骤地进行，直至达到最终钻削深度。

在达到每个钻深后，钻头可以退回到“基准面 + 安全距离”的位置，进行排屑，或在各种情况下退回 1 mm。

过程

循环开始之前到达的位置：

钻削位置是指所选择平面的两个轴位置。

该循环创建以下顺序：

深孔钻削，带排屑 (VARI=1)

- 使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面
- 使用 G1 运行到第一个钻削深度，从使用程序调用通过参数 FRF (进给率系数) 定义的进给率得出的进给率
- 在最终钻削深度的停留时间 (参数 DTB)
- 使用 G0 退回到前移了安全距离的基准面，进行排屑
- 在起始点的停留时间 (参数 DTS)
- 逼近最后达到的钻削深度，通过使用 G0 减少预期的距离
- 使用 G1 运行到下一个钻削深度 (继续运动顺序直到达到最终钻削深度为止)
- 使用 G0 返回到退回平面

编程和操作手册 (铣削)

6FC5398-4DP10-0RA3, 08/2015

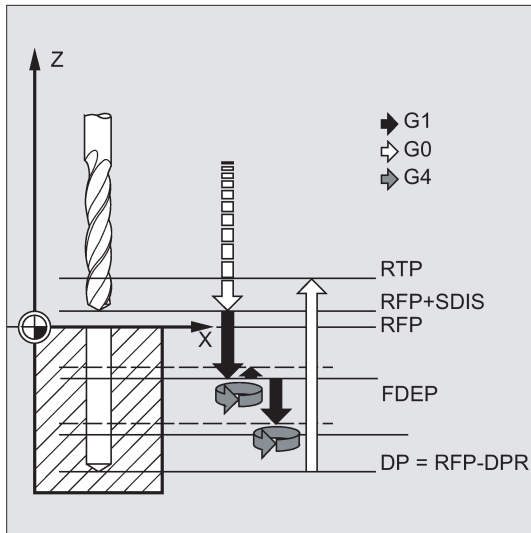
The diagram illustrates a multi-axis drilling process. A vertical Z-axis and a horizontal X-axis are shown. A drill bit is positioned vertically. A series of horizontal arrows represent tool paths at different depths. The paths are labeled as follows:

- RTP (Reference Tool Path)
- RFP+SDIS (Reference Tool Path with Side Displacement)
- RFP (Reference Tool Path)
- FDEP (Feed Driven End Point)
- FDEP (Feed Driven End Point)
- DP = RFP-DPR (Drill Path = Reference Tool Path minus Drill Path Reference)

Legend:

- $\blacktriangleright$ G1
- $\triangleleft$ G0
- $\blacktriangleright$ G4

- 使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面
- 使用 G1 运行到第一个钻削深度，从使用程序调用通过参数 FRF (进给率系数) 定义的进给率得出的进给率
- 在最终钻削深度的停留时间 (参数 DTB)
- 使用 G1 和调用程序中编程的进给率从当前钻削深度退回 1 mm (进行断屑)
- 使用 G1 和编程的进给率运行到下一个钻削深度 (继续运动顺序直到达到最终钻削深度为止)
- 使用 G0 返回到退回平面



有关参数 RTP、RFP、SDIS、DP、DPR 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。

在循环中基于如下最终钻削深度、第一个钻削深度和递减数量计算中间钻削深度：

- 132

FDPR 参数在循环中的作用与 DPR 参数相同。如果基准面和退回平面的值一致，则可以将第一个钻削深度定义为相对值。

如果编程的第一个钻削深度大于最终钻削深度，则从不超过最终钻削深度。循环将自动减少第一个钻削深度，直到在只钻削一次时达到最终钻削深度为止，因此将只钻削一次。

DTB (停留时间)

在 DTB 下编程在最终钻削深度 (断屑) 的停留时间，单位秒。

DTS (停留时间)

只有在 VARI=1 (排屑) 时才执行起始点的停留时间。

FRF (进给率系数)

使用该参数，可以为有效进给率 (只应用于接近到循环中的第一个钻削深度) 指定一个降低系数。

VARI (加工方式)

如果设定参数 VARI=0，达到断屑的每个钻削深度后，钻头将退回 1 mm。如果 VARI=1 (排屑)，在各种情况下，钻头都会移动到偏移安全距离的基准面。

说明

如下在循环内部计算预期距离：

- 如果钻削深度为 30 毫米，预期距离的值始终为 0.6 毫米。
- 更大的钻深可使用公式“钻深/50” (最大值为 7 毫米)。

AXN (刀具轴)

通过 AXN 编程钻削轴，可以忽略在车床上使用深孔钻削循环时从平面 G18 到 G17 的切换。

这些标识符具有下列含义：

AXN=1	当前平面的第一根轴
AXN=2	当前平面的第二根轴
AXN=3	当前平面的第三根轴

例如，要在 G18 平面上加工中心孔 (在 Z 中)，编程：

G18
AXN=1

MDEP (最小钻削深度)

您可以基于递减系数定义钻削行程计算的最小钻削深度。如果计算的钻削行程比最小钻削深度短，则在等于最小钻削深度的行程上加工剩余深度。

VRT (VARI=0 时，断屑的可变退回值)

您可以对断屑的退回行程进行编程。

DTD (在最终钻削深度的停留时间)

可以以秒或转为单位输入在最终钻削深度的停留时间。

DIS1 (VARI=1 时的可编程限制距离)

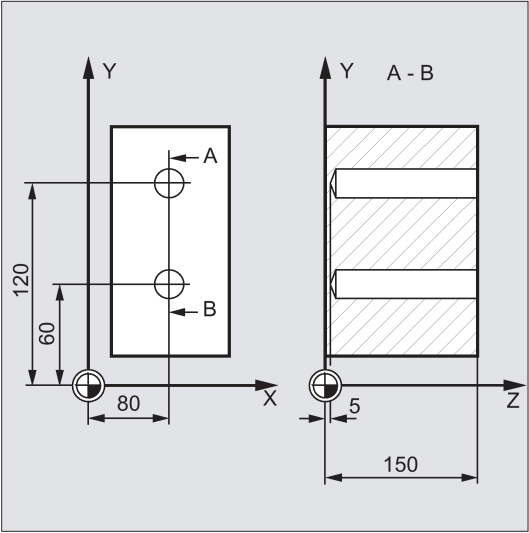
可以编程重新插入孔后的限制距离。

如下在循环内计算限制距离：

- 钻削深度最大 30 毫米时，将值设为 0.6 毫米。
- 对于更大的钻削深度，限制距离是
(RFP + SDIS - 当前深度) / 50 的结果。如果该计算值 >7，则应用最大 7 毫米的极限。

编程示例 1 深孔钻削

该程序在 XY 平面上的位置 X80 Y120 和 位置 X80 Y60 执行循环 CYCLE83。第一次钻削深度上刀具的停留时间为零并带断屑。将最终钻削深度和第一个钻削深度作为绝对值输入。第二个循环调用时，停留 1 s。选择加工类型排屑，最终的钻削深度与参考平面相关。在这两种情况下，钻削轴均为 Z 轴。



```
N10 G0 G17 G90 F50 S500 M4
N20 D1 T12
N30 Z155
N40 X80 Y120
N50 CYCLE83(20,0,3,-15,, -6,, 1,1,1,1,0,3,4,3,1,2)
N60 X80 Y60
N70 CYCLE83(20,0,3,-15,, -6,, 1,1,1,1,0,3,4,3,1,2)
N80 M02
```

；确定工艺数值
；返回退回平面
；逼近第一个钻削位置
；循环调用；带有绝对值的深度参数
；逼近下一个钻削位置
；循环调用，带相关的最后钻削深度数据和首次钻削深度数据；安全距离为 1 mm，进给率系数为 0.5。
；程序结束

编程示例 2：深孔钻削

按照以下步骤进行：



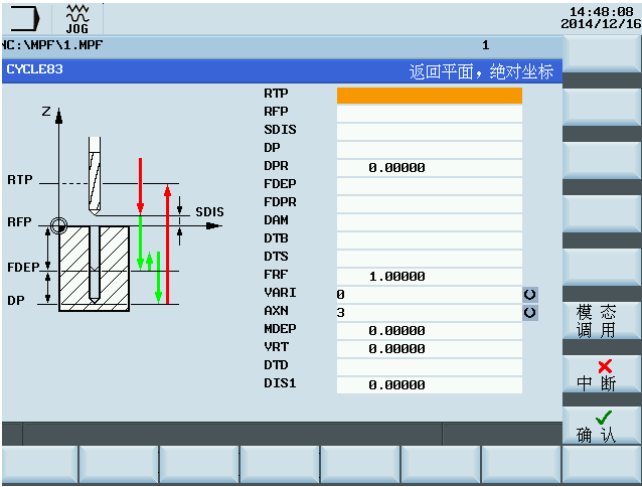
1. 选择所需操作区域。



2. 打开可用钻削循环的垂直软键栏。



3. 按下该软键打开 CYCLE83 的窗口。根据需求设置循环参数。





4. 使用该软键确认所作的设置。循环即作为单独程序段被自动传递至程序编辑器。

9.4.6 攻丝，不带补偿衬套 - CYCLE84

编程

CYCLE84(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDAC, MPIT, PIT, POSS, SST, SST1, AXN, 0, 0, VARI, DAM, VRT)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面 (绝对)
RFP	实数	基准面 (绝对)
SDIS	实数	安全距离 (不输入符号)
DP	实数	最终钻削深度 (绝对)
DPR	实数	相对于基准面的最终钻削深度 (不输入符号)
DTB	实数	最终钻深处的暂停时间 (用于断屑)
SDAC	整数	循环结束后的旋转方向 值: 3、4 或 5 (表示 M3、M4 或 M5)
MPIT	实数	螺距作为螺纹尺寸 (带符号): 3 (M3) 到 48 (M48) 的数值范围; 符号决定螺纹的旋转方向。
PIT	实数	螺距作为值 (带符号) 值范围: 0.001 mm 至 2000.000 mm; 符号决定螺纹的旋转方向
POSS	实数	主轴位置, 用于循环中定向主轴停 (单位度)
SST	实数	攻丝速度
SST1	实数	返回速度
AXN	整数	刀具轴 (值 ¹⁾): 1 = 当前平面的第 1 根轴; 2 = 当前平面的第 2 根轴; 3 = 当前平面的第 3 根轴)
PSYS	整数	内部参数; 只允许默认值 0
PSYS	整数	内部参数; 只允许默认值 0
VARI	整数	加工方式 (值: 0 = 单次攻丝; 1 = 深孔攻丝, 带断屑; 2 = 深孔攻丝, 带排屑)
DAM	实数	增量钻削深度 数值范围: 0 ≤ 最大值
VRT	实数	可变退回距离, 用于断屑 取值范围: 0 ≤ 最大值

¹⁾ 具体第 1、2、3 根轴的定义取决于当前所选平面。

功能

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削, 直至输入的螺纹深度。

CYCLE84 可用于不带补偿夹具的攻丝孔。带补偿夹具的攻丝可以使用单独的循环 CYCLE840。

说明

如果用于镗削的主轴能够达到位置控制的运行状态, 则始终可以使用循环 CYCLE84。

过程

循环开始之前到达的位置:

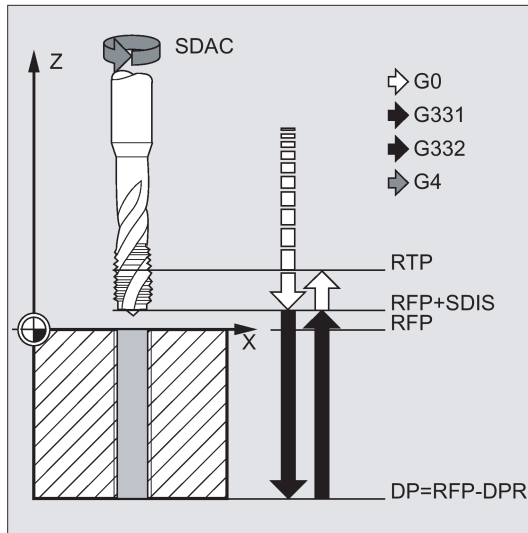
钻削位置是指所选择平面的两个轴位置。

该循环产生以下的运动过程：

- 使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面
- 引导主轴停止（参数 POSS 中的数值）并将主轴切换为进给轴模式
- 攻丝至最终的钻削深度和速度 SST
- 在螺纹深度的停留时间（参数 DTB）
- 退回到被安全距离、速度 SST1 以及方向反转前移了的基准面
- 退回到带 G0 的退回平面；通过在调用循环前重新设置主轴速度和在 SDAC 下设置的旋转方向来重新启动主轴模式。

参数说明

有关参数 RTP、RFP、SDIS、DP、DPR 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。



DTB (停留时间)

必须以秒为单位编程停留时间。在攻丝盲孔时，建议省去停留时间。

SDAC (循环结束后的旋转方向)

在 SDAC 下，在循环结束时设置旋转方向。

对于攻丝来说，这个方向会随着循环自动改变。

MPIT 和 PIT (螺距作为螺纹尺寸和值)

螺距的值可以定义为螺纹尺寸（仅 M3 和 M48 之间的公制螺纹）或定义为值（从一个螺纹线到下一个螺纹线的距离作为数值）。任何不需要的参数都会在调用中被省去或者被赋值为零。

RH 或者 LH 螺纹由螺距参数的符号定义：

- 正值 → 右（同 M3）
- 负值 → 左（同 M4）

如果两个螺距参数的值相互矛盾，循环会输出报警 61001“螺距错误”，并中断循环。

POSS (主轴位置)

在攻丝前，通过命令 SPOS 将主轴在循环中定位停止并转换为位置控制。

在 POSS 下设定主轴停止的位置。

SST (速度)

参数 SST 包含用于带 G331 的攻丝程序段的主轴速度。

SST1 (返回速度)

从攻丝孔返回的速度是在 SST1 下设定的。

如果这个参数被设为零，则会以在 SST 下设定的速度返回。

AXN (刀具轴)

这些标识符具有下列含义：

AXN=1	当前平面的第 1 根轴
AXN=2	当前平面的第 2 根轴
AXN=3	当前平面的第 3 根轴

例如，要在 G17 平面上加工中心孔（在 Z 中），编程：

G17

AXN=3

深孔攻丝：VARI, DAM, VRT

通过 VARI 参数，可以区分一般攻丝（VARI=0）和深孔攻丝（VARI≠0）。

在进行深孔攻丝时，可以选择断屑（以可变距离从当前的钻削深度返回，参数 VRT、VARI=1）或者排屑（从基准面返回，VARI=2）。普通深孔钻削循环 CYCLE83 也可以同样地完成这些功能。

可以通过参数 DAM 来指定单行程的增量钻削深度。循环内部会计算中间的距离：

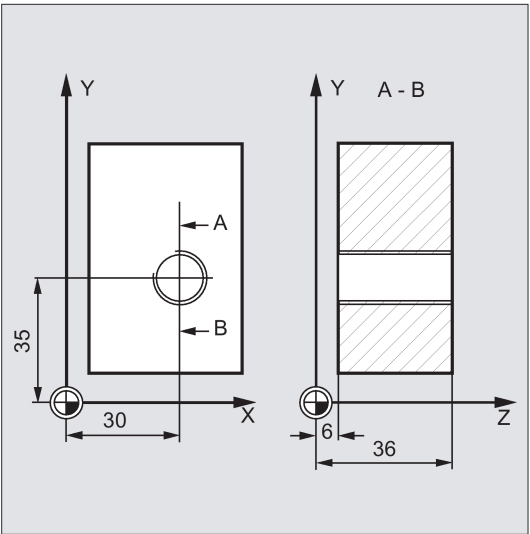
- 在每个步骤中执行设定的增量钻孔深度，直至距离最终钻削深度小于 ($<$) $2 \times \text{DAM}$ 。
- 剩下的钻削深度会被一分为二并以两个步骤执行。因此，最小的钻削深度不应小于 $\text{DAM}/2$ 。

说明

当在循环中进行攻丝时，旋转的方向会自动反转。

编程示例 1 刚性攻丝

在 XY 平面上的位置 X30 Y35 处进行螺纹攻丝（不带补偿夹具）；攻丝轴为 Z 轴。为设定停留时间；深度被设定为相对数值。必须对旋转方向参数和螺距参数进行赋值。公制螺纹 M5 被攻丝。

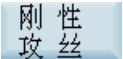


```
N10 G0 G90 T11 D1
N20 G17 X30 Y35 Z40
N30 CYCLE84 (20,0,3,-15,,1,3,6,,0,500,500,3,0,0,0,5,0)
N40 M02
```

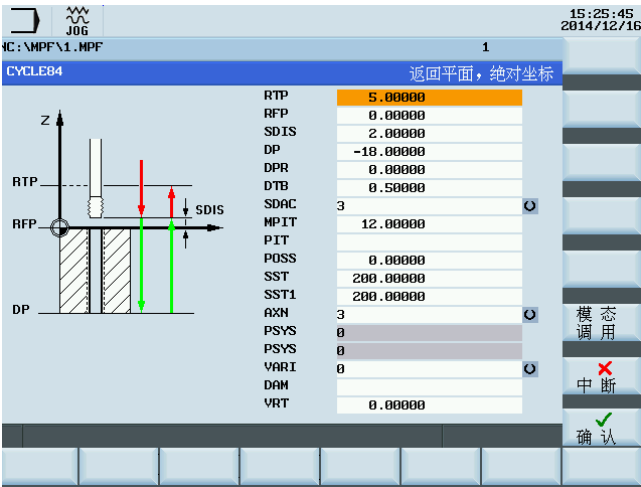
；确定工艺数值
；逼近钻削位置
循环调用；参数 PIT 已经被省去；未输入绝对深度或者停留时间的数值；主轴停留在 90 度；攻丝速度为 200，退回速度为 500。
；程序结束

编程示例 2：刚性攻丝

按照以下步骤进行：



- 1. 选择所需操作区域。
- 2. 打开可用钻削循环的垂直软键栏。
- 3. 在垂直软键栏中按下该软键。
- 4. 按下该软键打开 CYCLE84 的窗口。根据需求设置循环参数。



- 5. 使用该软键确认所作的设置。循环即作为单独程序段被自动传递至程序编辑器。

9.4.7 攻丝，带补偿衬套 - CYCLE840

编程

CYCLE840 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDR, SDAC, ENC, MPIT, PIT, AXN)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面（绝对）
RFP	实数	基准面（绝对）
SDIS	实数	安全距离（不输入符号）
DP	实数	最终钻削深度（绝对）
DPR	实数	相对于基准面的最终钻削深度（不输入符号）
DTB	实数	最终钻深处的暂停时间（用于断屑）
SDR	整数	退回时的旋转方向 值：0（自动反向），3 或 4（表示 M3 或 M4）
SDAC	整数	循环结束后的旋转方向 值：3、4 或 5（表示 M3、M4 或 M5）
ENC	整数	带/不带编码器的攻丝 值：0 = 带编码器，1 = 不带编码器

参数	数据类型	说明
MPIT	实数	螺距作为螺纹尺寸（带符号）： 值范围：3（表示 M3），48（表示 M48）
PIT	实数	螺距作为值（带符号） 值范围：0.001 ... 2000.000 mm
AXN	整数	刀具轴（值 ¹⁾ ）：1 = 当前平面的第 1 根轴；2 = 当前平面的第 2 根轴；3 = 当前平面的第 3 根轴

¹⁾ 具体第 1、2、3 根轴的定义取决于当前所选平面。

功能

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削，直至输入的螺纹深度。

该循环用于执行带补偿卡盘的攻丝：

- 不带编码器
- 带编码器

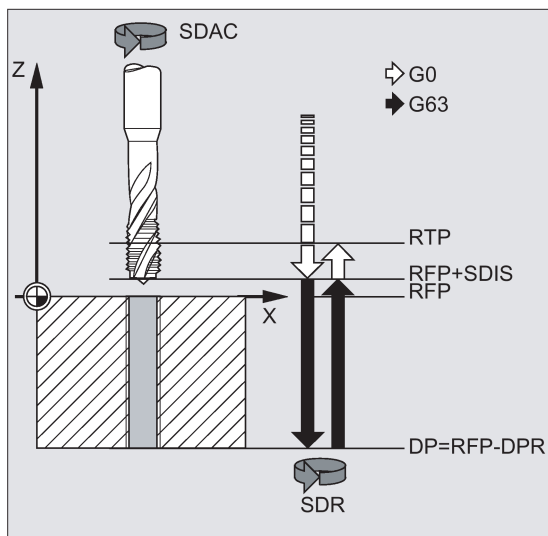
过程

带补偿卡盘、不带编码器的攻丝

循环开始之前到达的位置：

钻削位置是指所选择平面的两个轴位置。

该循环产生以下的运动过程：



- 使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面
- 攻丝直到最终钻深
- 在攻丝深度的停留时间（参数 DTB）
- 退回前移了安全距离的基准面
- 使用 G0 返回到退回平面

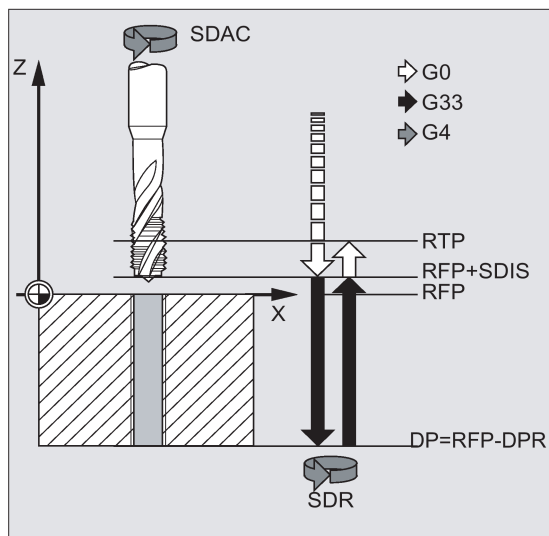
操作步骤

带补偿卡盘、带编码器的攻丝

循环开始之前到达的位置：

钻削位置是指所选择平面的两个轴位置。

该循环产生以下的运动过程：



- 使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面
- 攻丝直到最终钻深
- 在螺纹深度的停留时间 (参数 DTB)
- 退回前移了安全距离的基准面
- 使用 G0 返回到退回平面

参数说明

有关参数 RTP、RFP、SDIS、DP、DPR 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。

DTB (停留时间)

必须以秒为单位编程停留时间。

SDR (退回时的旋转方向)

如果主轴自动反向，则必须设置 SDR=0。

如果定义机床数据，从而不设置编码器 (在这种情况下，机床数据 MD30200 \$MA_NUM_ENCS 为 0)，对于旋转反向，必须将参数赋值为 3 或 4；否则，将输出报警 61202“没有编程主轴方向”，且循环中断。

SDAC (旋转方向)

由于也可以模态调用循环 (参见章节“程序编辑器中的图形循环支持 (页 124)”)，需要更多螺纹孔攻丝的旋转方向。这在参数 SDAC 中编程并且相当于上位程序中第一次调用前编程的旋转方向。如果 SDR = 0，SDAC 下指定的值没有作用，在设置时被忽略。

ENC (攻丝)

虽然存在编码器，但是如果不使用编码器执行攻丝，必须将参数 ENC 赋值为 1。

但是，如果没有安装编码器，并且将参数赋值为 0，则在循环中忽略。

MPIT 和 PIT (螺距作为螺纹尺寸和值)

只有在使用编码器执行攻丝时螺距的参数才相关。循环根据主轴转速和螺距计算进给率。

螺距的值可以定义为螺纹尺寸 (仅 M3 和 M48 之间的公制螺纹) 或定义为值 (从一个螺纹线到下一个螺纹线的距离作为数值)。任何不需要的参数都会在调用中被省去或者被赋值为零。

如果两个螺距参数的值相互矛盾，循环会输出报警 61001“螺距错误”，并中断循环。

说明

根据机床数据 MD30200 \$MA_NUM_ENCS 中的设置，循环选择是带编码器还是不带编码器执行攻丝。

必须使用 M3 或 M4 对主轴的旋转方向进行编程。

在带有 G63 的螺纹程序段中，进给倍率开关和主轴转速倍率开关的值固定为 100%。

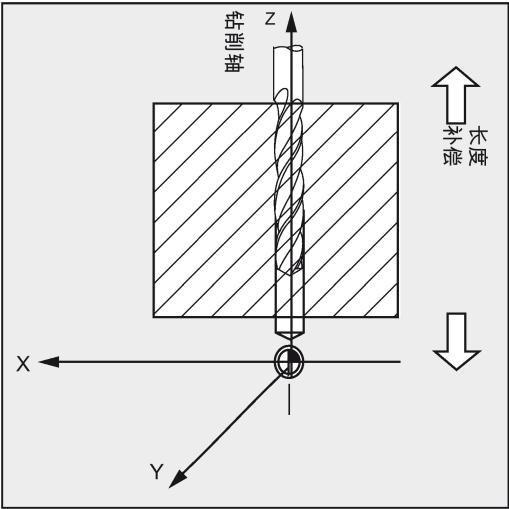
不带编码器的攻丝通常需要更长的补偿卡盘。

AXN (刀具轴)

下图显示要选择的钻削轴选项。

使用 G17：

- AXN=1；相当于 X
- AXN=2；相当于 Y
- AXN=3；相当于 Z



使用 AXN (钻削轴的编号) 对钻削轴进行编程，能够实现对钻削轴直接编程。

AXN=1	当前平面的第 1 根轴
AXN=2	当前平面的第 2 根轴
AXN=3	当前平面的第 3 根轴

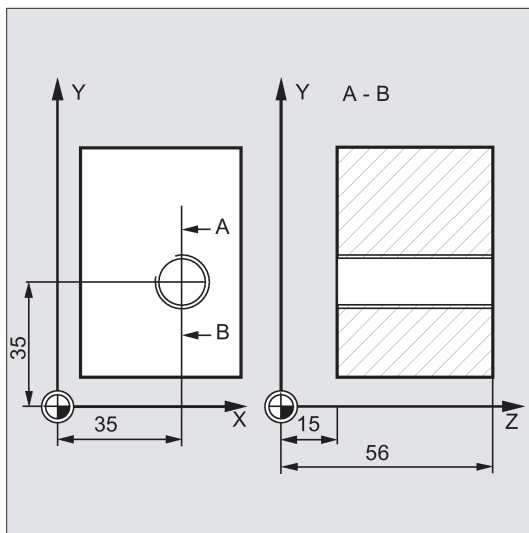
例如，要在 G17 平面上通过 Z 轴加工孔，编程：

G17

AXN=3

编程示例：不带编码器的攻丝

此程序中，在 XY 平面上的位置 X35 Y35 处进行螺纹攻丝（不带编码器）；攻丝轴为 Z 轴。旋转方向的参数 SDR 和 SDAC 必须赋值；参数 ENC 赋值为 1，深度值为绝对值。可以忽略先导参数 PIT。在加工中使用补偿卡盘。



```

N10 G90 G0 T11 D1 S500 M3
N20 G17 X35 Y35 Z60
N30 G1 F200
N40 CYCLE840(20,0,3,-15,,1,4,3,1,6,,3)

N50 M02

```

；确定工艺数值

；逼近钻削位置

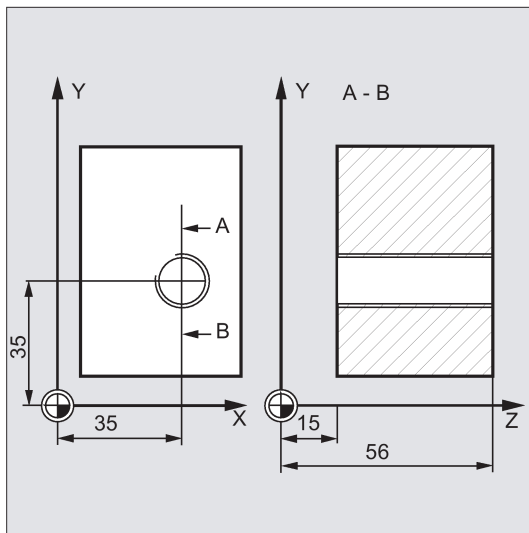
；设置轨迹进给率

循环调用；停留时间为 1 秒；旋转返回方向为 M4；循环后的旋转方向为 M3；没有安全距离；参数 MPIT 和 PIT 已经被省去。

；程序结束

编程示例：带编码器的攻丝

此程序中，在 XY 平面上的位置 X35 Y35 处进行螺纹攻丝（带编码器）。钻削轴为 Z 轴。必须定义先导参数，编程旋转方向的自动反向。在加工中使用补偿卡盘。



```

N10 G90 G0 T11 D1 S500 M4
N20 G17 X35 Y35 Z60
N30 CYCLE840(20,0,3,-15,,1,3,4,1,6,,3)
N40 M02

```

；确定工艺数值

；逼近钻削位置

；循环调用，无安全距离，带绝对深度

；程序结束

9.4.8 铰孔 1 - CYCLE85

编程

CYCLE85 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, FFR, RFF)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面 (绝对)
RFP	实数	基准面 (绝对)
SDIS	实数	安全距离 (不输入符号)
DP	实数	最终钻削深度 (绝对)
DPR	实数	相对于基准面的最终钻削深度 (不输入符号)
DTB	实数	在最终钻削深度的停留时间 (断屑)
FFR	实数	进给率
RFF	实数	退回进给

功能

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削，直至输入的最终钻削深度。

分别以参数 FFR 和 RFF 中设定的进给率进行向内运动和向外运动。

过程

循环开始之前到达的位置：

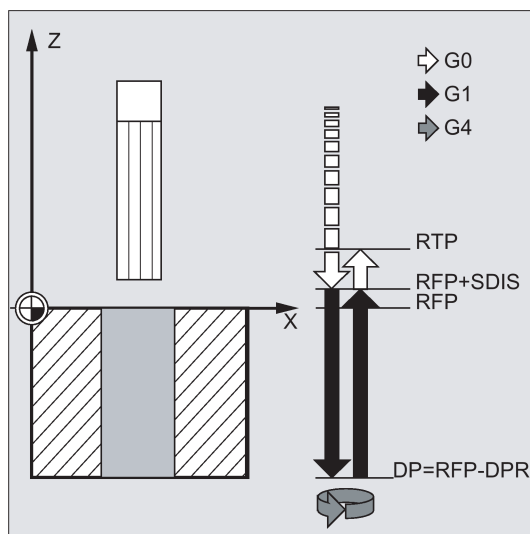
钻削位置是指所选择平面的两个轴位置。

该循环产生以下的运动过程：

- 使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面
- 使用 G1 和参数 FFR 下编程的进给率运行到最终钻削深度。
- 在最终钻削深度的停留时间
- 使用 G1 和参数 RFF 下设定的退回进给率返回到前移了安全距离的基准面
- 使用 G0 返回到退回平面

参数说明

有关参数 RTP、RFP、SDIS、DP、DPR 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。



DTB (停留时间)

在 DTB 下编程在最终钻削深度处的停留时间，单位秒。

FFR (进给率)

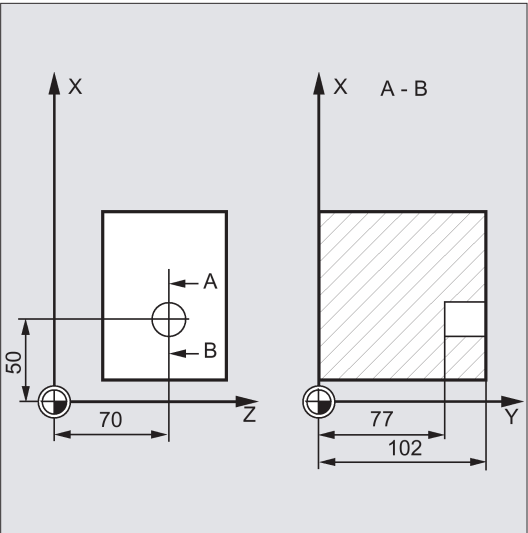
在 FFR 下设定的进给值在钻削时生效。

RFF (退回进给率)

在 RFF 下编程的进给值在从钻孔退回至“基准面 + 安全距离”时生效。

编程示例：第一次钻削

在 ZX 平面中的 Z70 X50 上调用循环 CYCLE85。钻削轴为 Y 轴。在循环调用中相对设定最终钻削深度，不编程停留时间。工件上边缘位于 Y102 处。



```
N10 T11 D1
G1 F200 M3 S200
N20 G18 Z70 X50 Y105
N30 CYCLE85(105, 102, 2, , 25, , 300, 450)
N40 M02
```

; 逼近钻削位置
; 循环调用，不编程停留时间
; 程序结束

9.4.9 镗孔 - CYCLE86

编程

CYCLE86 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, SDIR, RPA, RPO, RPAP, POSS)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面（绝对）
RFP	实数	基准面（绝对）
SDIS	实数	安全距离（不输入符号）
DP	实数	最终钻削深度（绝对）
DPR	实数	相对于基准面的最终钻削深度（不输入符号）
DTB	实数	在最终钻削深度的停留时间（断屑）
SDIR	整数	车削方向 值：3（表示 M3），4（表示 M4）
RPA	实数	平面内第一轴的退回位移（增量，输入符号）
RPO	实数	平面内第二轴的退回位移（增量，输入符号）
RPAP	实数	钻削轴上的退回位移（增量，输入符号）
POSS	实数	主轴位置，用于循环中定向主轴停（单位度）

功能

循环支持使用镗杆进行的镗孔。

刀具以编程的主轴转速和进给速度钻削，直至输入的钻削深度。

进行钻削 2 时，到达钻削深度后主轴定向停止。接着，以快速移动运行至编程的退回位置，并从该位置返回退回平面。

过程

循环开始之前到达的位置：

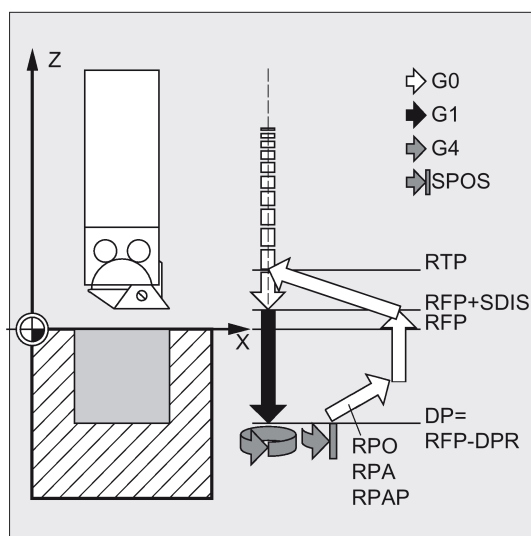
钻削位置是指所选择平面的两个轴位置。

该循环产生以下的运动过程：

- 使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面
- 使用 G1 和循环调用前编程的进给率运行到最终钻削深度
- 执行在最终钻削深度处的停留时间
- 在 POSS 下编程的主轴位置上执行定向主轴停止
- 使用 G0 在最多三个轴上运行退回路径
- 在钻削轴上使用 G0 退回前移了安全距离的基准面
- 使用 G0 返回到退回平面（在平面中两个轴上的起始钻削位置）

参数说明

有关参数 RTP、RFP、SDIS、DP、DPR 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。



DTB (停留时间)

在 DTB 下编程在最终钻削深度（断屑）的停留时间，单位秒。

SDIR (旋转方向)

使用此参数确定循环中执行钻削的旋转方向。如果旋转方向的赋值不是 3 或者 4 (M3/M4)，则输出报警 61102“未编程主轴旋转方向”，且不执行循环。

RPA (退回运行，第一轴)

在此参数下定义第一轴（横坐标）的退回运动，在到达最终钻削深度和定向主轴停止之后执行该退回运动。

RPO (退回运行，第二轴)

在此参数下定义第二轴（纵坐标）的退回运动，在到达最终钻削深度和定向主轴停止之后执行该退回运动。

RPAP (退回运行，钻削轴)

在参数下定义到达最终钻削深度和定向主轴停止后，钻削轴上执行的退回运行。

编程和操作手册（铣削）

6FC5398-4DP10-0RA3, 08/2015

POSS (主轴位置)

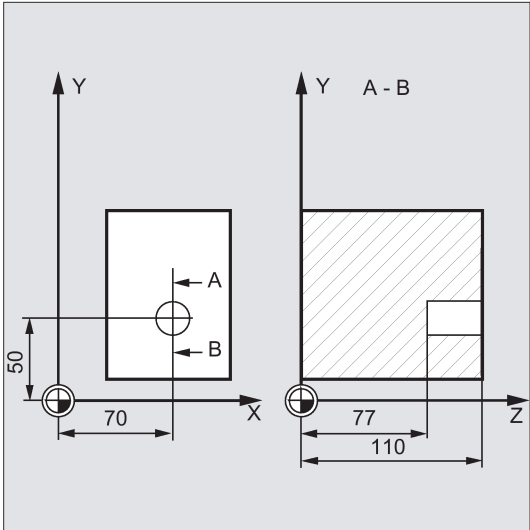
必须在 POSS 下编程到达最终钻削深度后，定向主轴停止的位置，单位度。

说明

可以定向停止生效的主轴。通过传输参数编程相应的角度值。
用于钻削的主轴可执行 SPOS 指令时，才可以使用循环 CYCLE86。

编程示例：第二次钻削

在 XY 平面中的 X70 Y50 处调用循环 CYCLE86。钻削轴为 Z 轴。以绝对值编程最终钻削深度，不设置安全距离。在最终钻削深度处的停留时间为 2 s。将工件顶部边沿定位在 Z110 处。在循环中要求主轴以 M3 方向旋转，并在 45 度角处停止。



N10 G0 G17 G90 F200 S300 M3	; 确定工艺数值
N20 T11 D1 Z112	; 返回退回平面
N30 X70 Y50	; 逼近钻削位置
N40 CYCLE86(112, 110, , 77, 0, 2, 3, -1, -1, 1, 45)	; 循环调用，使用绝对钻深
N50 M02	; 程序结束

9.5 钻削图循环

钻削图循环仅描述平面中由钻孔排列的几何形状。通过在编程钻削图循环之前模态调用钻削循环来建立与该钻削循环的关系。

9.5.1 前提条件

钻削图循环，不带钻削循环调用

该钻削图循环也可以用于其它的应用，不用事先模态调用一个钻削循环，因为钻削图循环设定参数时不要求用于钻削循环的参数。

但是如果在调用该钻孔模式循环之前没有模态调用子程序，则显示报警 62100“没有钻削循环有效”。

欲应答错误消息，按下列键：



欲继续编程，按下列键：



随后，钻削循环依次自输入数据达到的位置返回运行，没有在该点上调用子程序。

个数参数零时的性能

必须在某个钻削图中编程钻孔个数。如果循环调用时的数量参数值为零（或者已在参数列表中删除该值），则发出报警61103“钻孔数为零”且中断循环。

在输入参数中参数值范围受限制时进行检查

在钻削图循环中一般不对供给参数进行奇偶性校验。

9.5.2 成排孔 - HOLES1

编程

HOLES1 (SPCA, SPCO, STA1, FDIS, DBH, NUM)

参数

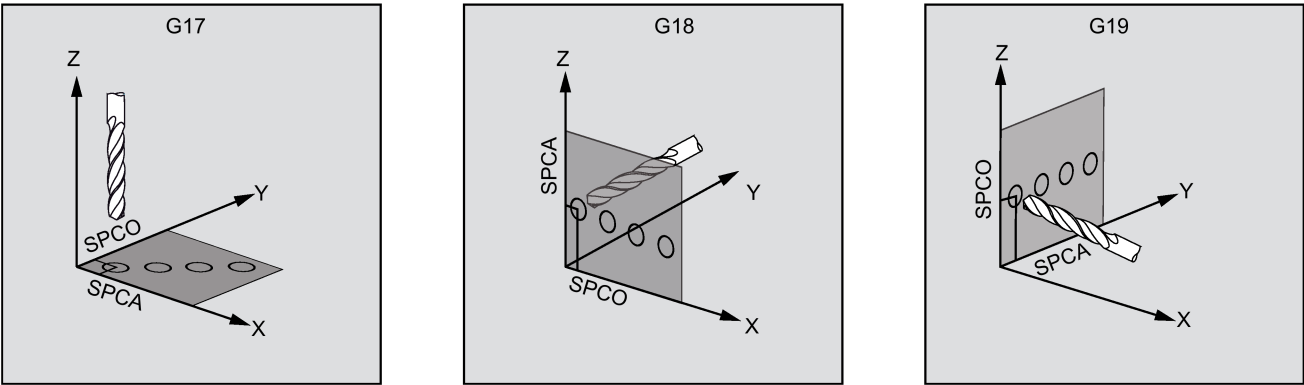
参数	数据类型	说明
SPCA	实数	直线上参考点的平面内的第一根轴（横坐标）（绝对）
SPCO	实数	参考点的平面内的第二根轴（纵坐标）（绝对）
STA1	实数	和平面中第一根轴（横坐标）所成的角度 取值范围：-180<STA1≤180 度
FDIS	实数	第一个钻孔与参考点的距离（不输入符号）
DBH	实数	两个钻孔之间的距离（不输入符号）
NUM	整数	钻孔数量

功能

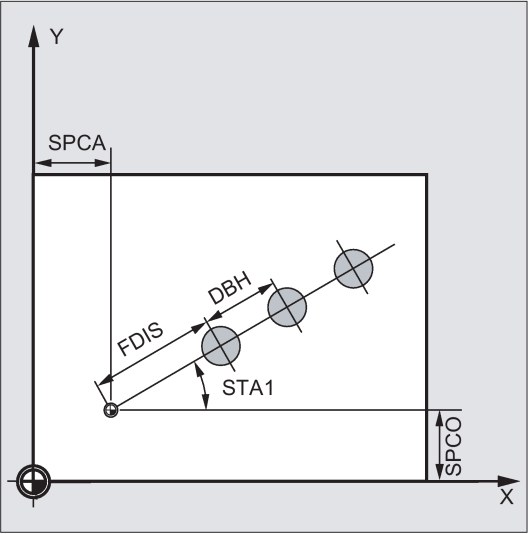
使用该循环可加工成排孔，即排列于一条直线上的多个钻孔，或者孔格网。钻孔的类型通过之前模态选择的钻削循环定义。

过程

为了避免不必要的空行程，在循环内部根据平面中轴的实际位置和成排孔的几何特性决定成排孔是从第一个钻孔还是最后一个钻孔开始加工。之后通过快速移动依次逼近钻削位置。



参数说明



SPCA 和 SPCO (平面内第一根轴和第二根轴的参考点)

在成排孔直线上设定一个点，作为确定钻孔间距离的参考点。设定该点与第一个钻孔之间的距离 FDIS。

STA1 (角度)

直线可处于平面中的任意位置。除了由 SPCA 和 SPCO 定义的点外，还可以通过角度确定直线的位置，该角度为直线与调用时生效的工件坐标系内的第一根轴构成的夹角。在 STA1 下以度为单位输入角度。

FDIS 和 DBH (距离)

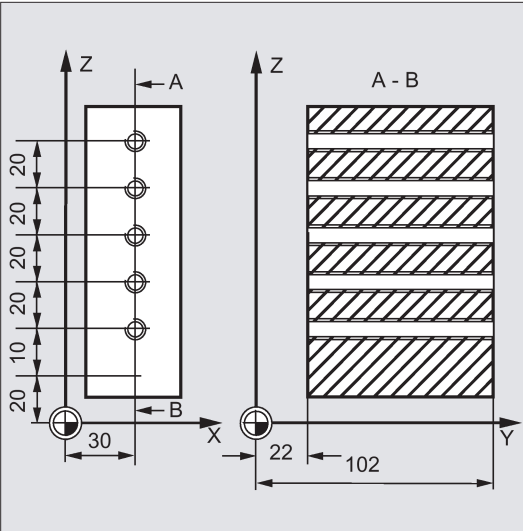
在 FDIS 下设定第一个钻孔到 SPCA/SPCO 下定义的参考点的距离。通过参数 DBH 设置每两个钻孔之间的间距。

NUM (数量)

通过参数 NUM 定义孔的数量。

编程示例：成排孔

使用该程序来加工一排攻丝孔，这些攻丝孔与 ZX 平面上的 Z 轴平行，相互之间的距离为 20 mm。这排孔的起始点位于 Z20 和 X30，而第一个孔距离该起始点 10 mm。通过循环 HOLES1 描述成排孔的几何特性。首先使用循环 CYCLE82 进行钻削，然后用 CYCLE84 进行攻丝（刚性攻丝）。钻孔深度为 80 mm（基准面和最终钻削深度之间的差值）。



```
N10 G90 F30 S500 M3 T10 D1
N20 G17 G90 X20 Z105 Y30
N30 MCALL CYCLE82(105, 102, 2, 22, 0, 1)
N40 HOLES1(20, 30, 0, 10, 20, 5)
```

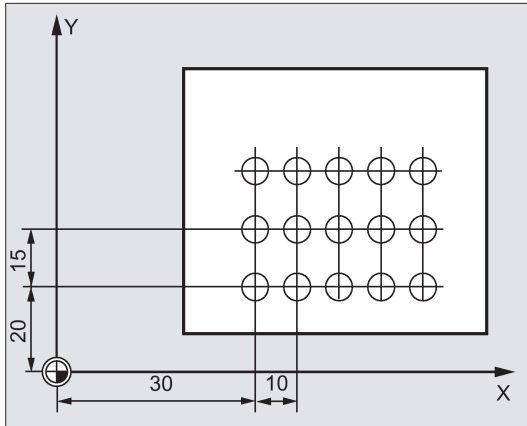
；规定加工步骤的工艺数值
；逼近起始位置
；模态调用钻削循环
；调用排孔循环；循环以第一个孔开始；在此循环中仅逼近钻削位置。

N50 MCALL	; 撤消模态调用
...	; 换刀
N60 G90 G0 X30 Z110 Y105	; 逼近第 5 个孔旁边的位置
N70 MCALL CYCLE84(105, 102, 2, 22, 0, , 3, , 4.2, , 300,)	; 模态调用攻丝循环
N80 HOLES1(20, 30, 0, 10, 20, 5)	; 调用从五个孔起始的排孔循环
N90 MCALL	; 撤消模态调用
N100 M02	; 程序结束

编程示例：孔格网

使用该程序加工包括五行孔（每行五个孔）的钻孔网格，这些孔均位于 XY 平面并且相互之间间距 10 mm。钻孔网格的起始点位于 X30 Y20。

示例使用 R 参数作为循环的传送参数。



R10=102	; 基准面
R11=105	; 退回平面
R12=2	; 安全距离
R13=75	; 钻孔深度
R14=30	; 平面内第一个轴上孔行的基准点
R15=20	; 平面内第二个轴上孔行的基准点
R16=0	; 起始角
R17=10	; 第一个孔道基准点的距离
R18=10	; 孔距
R19=5	; 每行的孔数
R20=5	; 行数
R21=0	; 行数计数器
R22=10	; 行距
N10 G90 F300 S500 M3 T10 D1	, 确定工艺数值
N20 G17 G0 X=R14 Y=R15 Z105	; 逼近起始位置
N30 MCALL CYCLE82(R11, R10, R12, R13, 0, 1)	; 模态调用钻削循环
N40 LABEL1:	; 调用排孔循环
N41 HOLES1(R14, R15, R16, R17, R18, R19)	
N50 R15=R15+R22	; 计算下一行的 y 数值
N60 R21=R21+1	; 增量行计数器
N70 IF R21<R20 GOTOB LABEL1	; 如果满足该条件就返回到 LABEL1
N80 MCALL	; 撤消模态调用
N90 G90 G0 X30 Y20 Z105	; 逼近起始位置
N100 M02	; 程序结束

9.5.3 孔圆弧 - HOLES2

编程

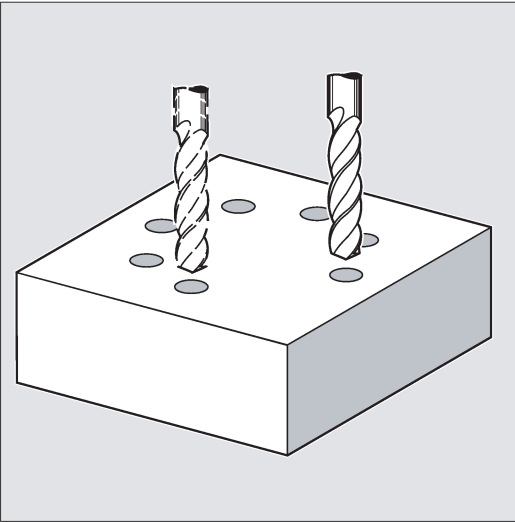
HOLES2 (CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, NUM)

参数

参数	数据类型	说明
CPA	实数	圆弧孔圆心 (绝对) , 平面的第一轴
CPO	实数	圆弧孔圆心 (绝对) , 平面的第二轴
RAD	实数	圆弧孔半径 (不输入符号)
STA1	实数	起始角 取值范围 : -180<STA1≤180 度
INDA	实数	增量角
NUM	整数	钻孔数量

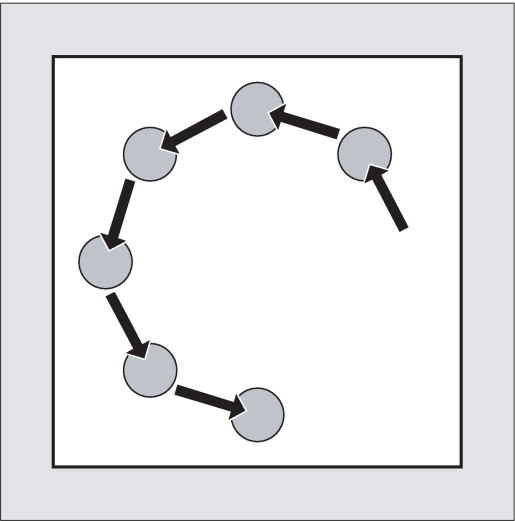
功能

使用此循环可加工圆弧孔。必须在调用循环之前确定加工平面。
钻孔的类型通过之前模态选择的钻削循环定义。

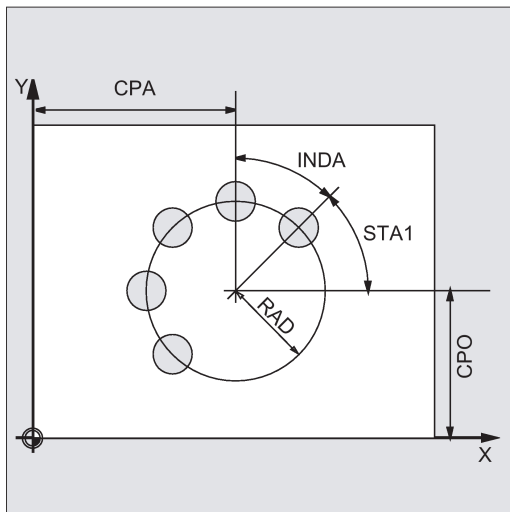


过程

在循环中，使用 G0 依次逼近平面中的圆弧上的钻孔位置。



参数说明



CPA, CPO 和 RAD (圆心位置和半径)

通过圆心 (参数 CPA 和 CPO) 和半径 (参数 RAD) 定义加工平面中的圆弧孔位置。半径仅允许为正值。

STA1 和 INDA (起始角和增量角)

通过这两个参数可以确定圆弧孔上的钻孔排列。

通过参数 STA1 设定循环调用前生效的工件坐标系的第一根轴 (横坐标) 的正方向与第一个钻孔之间的旋转角。通过参数 INDA 设定两个钻孔之间的旋转角。

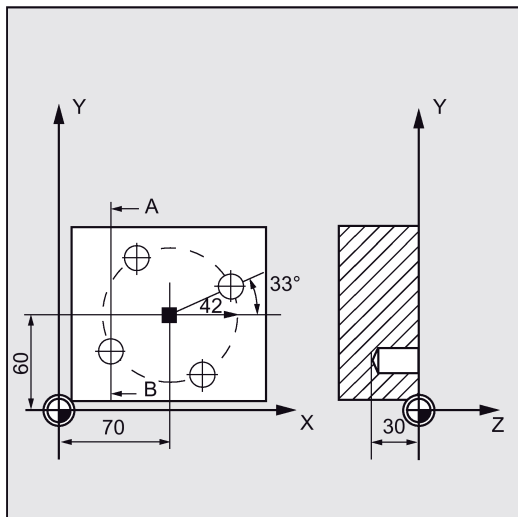
如果参数 INDA 的值为零，则在循环内部通过均匀分布在圆弧上的钻孔的数量计算增量角。

NUM (数量)

通过参数 NUM 设定钻孔的数量。

编程示例 1 圆弧孔

该程序使用 CYCLE82 加工四个深度为 30 mm 的钻孔。相对于基准面设定最终钻削深度。在 XY 平面中通过圆心 X70 Y60 和半径 42 毫米确定圆弧。起始角为 33 度。钻削轴 Z 上的安全距离为 2 毫米。



```

N10 G90 F140 S170 M3 T10 D1
N20 G17 G0 X50 Y45 Z2
N30 MCALL CYCLE82(2, 0, 2, , 30, 0)
N40 HOLES2 (70, 60, 42, 33, 0, 4)

N50 MCALL
N60 M02

```

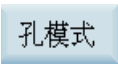
```

; 确定工艺数值
; 逼近起始位置
; 模态调用钻削循环，不设定停留时间，不编程 DP
; 调用圆弧孔，由于没有设定 INDA，增量角在循环中
  计算
; 撤消模态调用
; 程序结束

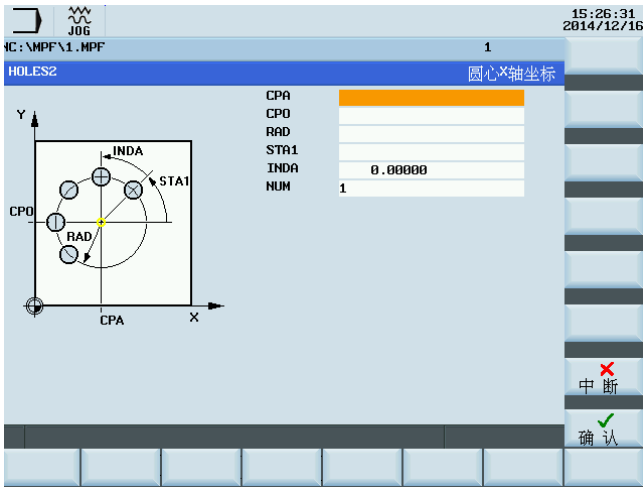
```

编程示例 1：圆弧孔

按照以下步骤进行：



- 1. 选择所需操作区域。
- 2. 打开可用钻削循环的垂直软键栏。
- 3. 在垂直软键栏中按下该软键。
- 4. 按下该软键打开该循环窗口。根据需求设置循环参数。



- 5. 使用该软键确认所作的设置。循环即作为单独程序段被自动传递至程序编辑器。

9.5.4 任意位置 - CYCLE802

编程

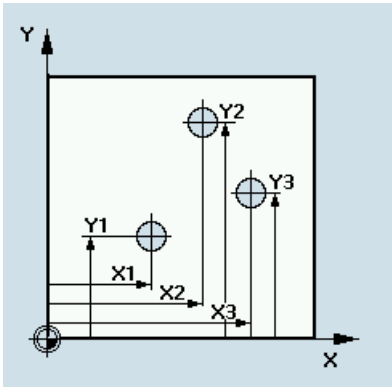
CYCLE802 (111111111, 111111111, X0, Y0, X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4)

参数

参数	数据类型	说明
PSYS	整数	内部参数，只允许默认值 111111111
PSYS	整数	内部参数，只允许默认值 111111111
X0	实数	X 轴上的第一个位置
Y0	实数	Y 轴上的第一个位置
X1	实数	X 轴上的第二个位置
Y1	实数	Y 轴上的第二个位置
X2	实数	X 轴上的第三个位置
Y2	实数	Y 轴上的第三个位置
X3	实数	X 轴上的第四个位置
Y3	实数	Y 轴上的第四个位置
X4	实数	X 轴上的第五个位置
Y4	实数	Y 轴上的第五个位置

功能

使用该循环，您可以自由地编写位置，例如：直角坐标或极坐标。各个位置按照所编程的顺序趋近。



过程

钻头按程序所有位置所构成的轨迹。加工位置通常在参考点处开始。如果程序只有一个位置，刀具将在加工后返回至退回平面。

参数说明

X0, Y0...X4, Y4

对所有位置均进行绝对值编程。

编程示例：

下列位置处 G17 上的钻削

X20 Y20	
X40 Y25	
X30 Y40	
N10 G90 G17	; 绝对尺寸数据 X/Y 平面
N20 T10	; 刀具选择
N30 M06	; 换刀
S800 M3	; 主轴转速，主轴顺时针旋转
M08 F140	; 进给率，冷却液开
G0 X0 Y0 Z20	; 逼近起始位置
MCALL CYCLE82 (2, 0, 2, -5, 5, 0)	; 钻削模态子程序调用
N40 CYCLE802 (111111111, 111111111, 20, 20, 40, 25, 30, 40)	; 调用循环位置
N50 MCALL	; 撤消模态调用
N60 M30	; 程序结束

9.6 铣削循环

9.6.1 前提条件

调用和返回条件

铣削循环编程和具体的轴名称无关。

在调用铣削循环之前必须激活刀具补偿。

如果在铣削循环中没有提供适当的参数，则须在零件程序中设置适当的进给率、主轴转速和主轴旋转方向。

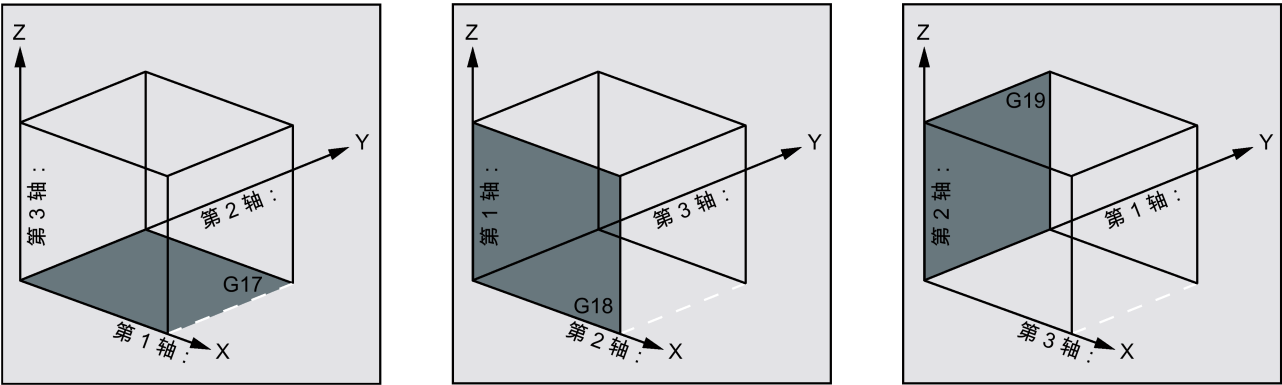
在矩形坐标系统中对待加工的铣削图形或腔的中心点坐标进行编程。

在循环调用之前有效的 G 功能和当前可编程框架在循环之后仍可以生效。

平面定义

一般情况下，在铣削循环中，在选择了一个平面(G17、G18 或 G19)并激活了一个可编程框架（必要时）后，可视为已经定义了当前工件坐标系。进给轴始终为该坐标系的第三轴。

有关平面和轴分配的描述，见下图：



与加工状态相关的信息

在执行铣削循环的过程中，屏幕上会显示各种与加工状态相关的信息。可能会有下列信息：

- "正被加工的长孔形<编号>(第一幅图)"
- "正被加工的槽<编号>(另一幅图)"
- "正被加工的环形槽<编号>(最后一幅图)"

在信息文本部分，每次均有一个正在加工形状的序号。

这些信息不中断程序执行，并且一直保持直至显示下一个信息或直至循环结束。

9.6.2 平面铣削 - CYCLE71

编程

CYCLE71 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _PA, _PO, _LENG, _WID, _STA, _MID, _MIDA, _FDP, _FALD, _FFP1, _VARI, _FDP1)

参数

参数	数据类型	说明
_RTP	实数	退回平面（绝对）
_RFP	实数	基准面（绝对）
_SDIS	实数	安全距离（加到基准面，不输入符号）
_DP	实数	深度（绝对）
_PA	实数	腔圆心（绝对），平面内的第一轴
_PO	实数	腔圆心（绝对），平面内的第二轴
_LENG	实数	第一轴上的矩形长度，增量。 尺寸起始的拐角由符号决定。
_WID	实数	第二轴上的矩形长度，增量。 尺寸起始的拐角由符号决定。
_STA	实数	矩形纵向轴与平面中第一轴（横坐标，不输入符号）之间的夹角。 值范围：0° ≤ STA < 180°
_MID	实数	最大进刀深度（不输入符号）
_MIDA	实数	以数值设定平面加工时的最大进刀宽度（不输入符号）
_FDP	实数	精加工方向上的退回行程（增量，不输入符号）
_FALD	实数	底部的精加工余量（增量，不输入符号）

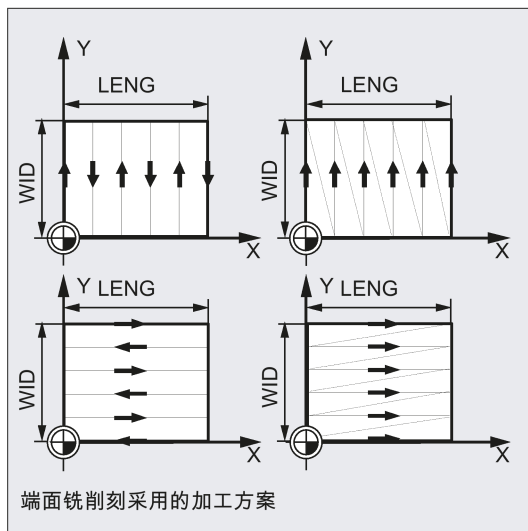
参数	数据类型	说明
_FFP1	实数	表面加工进给
_VARI	整数	加工方式 (不输入符号) 个位 值：1：粗加工，2：精加工 十位： 值： 1：与平面中的第一轴平行，在一个方向上， 2：与平面中的第二轴平行，在一个方向上， 3：与平面中的第一轴平行，在交替方向上， 4：与平面中的第二轴平行，在交替方向上
_FDP1	实数	平面进刀方向上的超程 (增量，不输入符号)

功能

通过 CYCLE71 来对任意矩形表面进行铣削。循环对粗加工 (对表面分几步进行加工，直至达到精加工余量) 和精加工 (对端面进行一步式加工) 加以了区分。可以规定最大进刀宽度和深度。

该循环不与切削刀具半径补偿配合作用。在开放式轮廓中执行深度进刀。

参见以下平面铣削可采用的加工方案：



过程

循环开始之前到达的位置：

起始位置可为能以退回平面的高度无碰撞逼近进刀点的任意位置。

该循环产生以下的运动过程：

- 逼近当前位置水平的进刀点时，采用 G0。然后利用 G0 使已被安全距离向前带近的基准面逼近该位置。然后，依然利用 G0，进刀至加工平面。由于可以在开放式轮廓中进刀，因此可以使用 G0。
有多种粗加工方案 (在一个方向上以近轴的方式加工，或者来回加工)。
- 粗加工的运行过程：
可以根据 _DP、_MID 以及 _FALD 的编程值，在多个平面中执行平面铣削。从顶部开始，向下加工，即，去掉每个平面，然后在开放式轮廓中执行下一次深度进刀 (_FDP 参数)。平面中的加工运行路径取决于参数 _LENG、_WID、_MIDA、_FDP、_FDP1 以及有效刀具的刀具半径。
首个铣削路径始终为横向路径，这样进刀深度就能完全与 _MIDA 相符，从而确保了进刀宽度均不超过最大允许进刀宽度。因此，在运动过程中，刀具中心点便不会总是直接落在边缘上 (只有在 _MIDA = 刀具半径时，才如此)。即使只切削一个平面，即区域宽度+超程的和小于 _MIDA，刀具运动超出边缘时的尺寸仍始终等于刀具直径 _MIDA。其它宽度进刀路径采用内部计算，这样便能够获得统一的路径宽度 ($\leq$ _MIDA)。

● 精加工运行过程：

精加工时，表面在平面上铣削一次。这意味着，在粗加工时还必须选择精加工余量，这样才能够一步到位地利用精加工刀具去掉剩余深度。

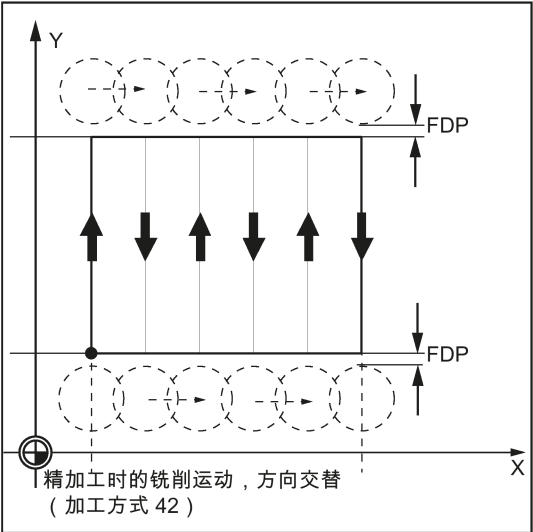
在平面中结束对每个表面的铣削后，应退回。利用参数_FDP 来设置退回行程。

在达到精加工余量+安全距离时，停止一个方向上的加工，并快速逼近下一个起始点。

在一个方向上粗加工时，应退回，退回行程等于计算得到的进刀深度与安全距离之和。在与粗加工相同的位置点处执行深度进刀。

精加工结束后，从最终位置上退回刀具，并到达退回平面_RTP。

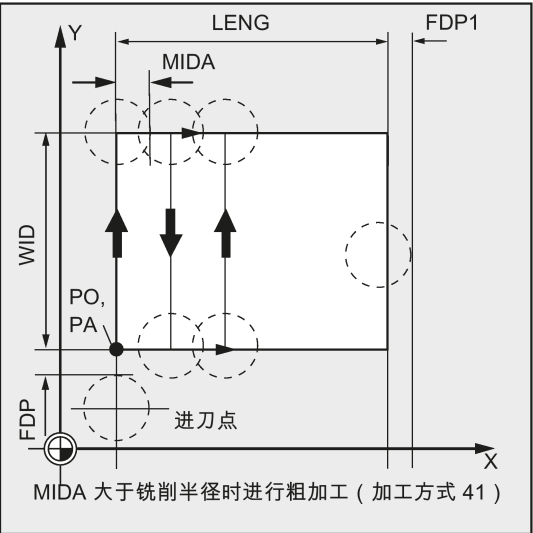
有关铣削运动的描述，见下图：



参数说明

有关参数_RTP、_RFP 以及 _SDIS 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。

有关参数_STA、_MID 以及 _FFP1 的说明，请参见章节“铣削矩形凹槽 - POCKET3 (页 186)”。



_DP (深度)

深度可以通过到基准面的绝对值 (_DP) 设定。

_PA、_PO (起始点)

使用参数_PA 和 _PO 在平面坐标轴区域中定义起始点。

_LENG、_WID(长度)

使用参数_LENG 和 _WID 在平面中定义矩形的长度和宽度。相对于_PA 和_PO 的矩形位置由符号决定。

_MIDA (最大进刀宽度)

在平面中进行加工时，通过此参数定义最大进刀宽度。与已知的进刀深度算法（平均分布总深度（为最大可能值））相似，宽度分布也应平均，且应在在_MIDA下设置的最大值。

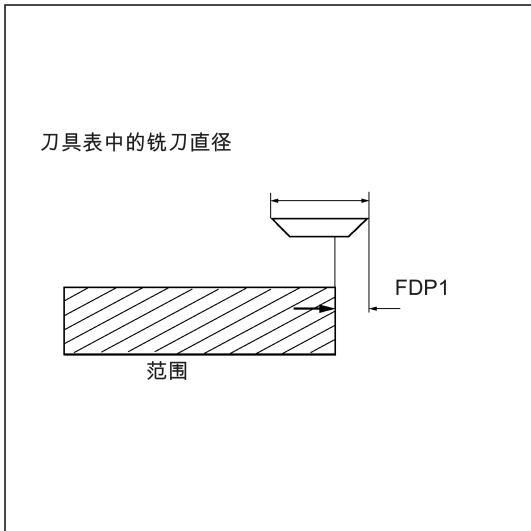
如果该参数未编程，或者值为 0，内部循环使用铣刀直径的 80% 作为最大进刀宽度。

_FDP(退回行程)

通过此参数定义平面中的最大退回行程量。该参数值应根据相应情况始终大于零。

_FDP1(超程)

在此参数下设定平面进刀方向上的超程(_MIDA)。因此，可以补偿当前刀具半径与刀沿半径之间的差（例如，将刀具半径或刀尖设置成一定角度）。因此最终铣刀中心点路径始终由“_LENG (或_WID) + _FDP1 - 刀具半径（见补偿表）”来确定。



_FALD (精加工余量)

粗加工时，考虑在该参数下设定的深度上的精加工余量。

必须始终为精加工指定作为精加工余量而保留的剩余材料，从而确保可以退回刀具，然后在不发生碰撞的情况下进刀至下一切削操作的起始点。

如果参数值 > 0，则精加工时，忽略该参数值。

_VARI (加工方式)

使用参数 _VARI 定义加工方式。

可使用的值：

- 个位：
 - 1=粗加工至精加工余量
 - 2 = 精加工
- 十位：
 - 1=与平面中第一轴平行；单向上
 - 2=与平面中第二轴平行；单向上
 - 3=与平面中的第一轴平行，在交替方向上
 - 4=与平面中的第二轴平行，在交替方向上

如果参数 _VARI 被设为其它值，则输出报警 61002“加工方式定义错误，并且循环中断。

说明

在循环调用之前必须激活刀具补偿。否则循环会被中断并显示报警 61000“无有效刀具补偿”。

编程示例：平面铣削

循环调用所使用的参数：

参数	说明	值
_RTP	退回平面	10 mm
_RFP	基准面	0 mm
_SDIS	安全距离	2 mm
_DP	铣削深度	-11 mm
_PA	矩形的起始点	X = 100 mm
_PO	矩形的起始点	Y = 100 mm
_LENG	矩形尺寸	X = +60 mm
_WID	矩形尺寸	Y = +40 mm
_STA	平面中的旋转角	10 度
_MID	最大进刀深度	6 mm
_MIDA	最大进刀宽度	10 mm
_FDP	在铣削路径终点退回	5 mm
_FALD	深度中的精加工公差	无精加工余量
_FFP1	平面上的进给率	4,000 mm/min
_VARI	加工方式	31 (在交替方向上，以平行于 X 轴的方式粗加工)
_FDP1	刀沿的几何尺寸决定最后切削的超程	2 mm

使用半径为 10 毫米的铣刀。

```

N10 T2 D2
N20 G17 G0 G90 G54 G94 F2000 X0 Y0 Z20          ; 逼近起始位置
N30 CYCLE71(10, 0, 2, -11, 100, 100, 60, 40, 10, 6, 10, 5, 0, 4000, 31, 2) ; 循环调用
N40 G0 G90 X0 Y0
N50 M02                                           ; 程序结束

```

9.6.3 轮廓铣削 - CYCLE72

编程

CYCLE72 (_KNAME, _RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _VARI, _RL, _AS1, _LP1, _FF3, _AS2, _LP2)

参数

参数	数据类型	说明
_KNAME	STRING	轮廓子程序名
_RTP	实数	退回平面 (绝对)
_RFP	实数	基准面 (绝对)
_SDIS	实数	安全距离 (加到基准面，不输入符号)
_DP	实数	深度 (绝对)
_MID	实数	最大进刀深度 (增量，不输入符号)
_FAL	实数	边缘轮廓的精加工余量 (不输入符号)
_FALD	实数	底部精加工余量 (增量，不输入符号)
_FFP1	实数	表面加工进给
_FFD	实数	深度进刀的进给率 (不输入符号)

参数	数据类型	说明
_VARI	整数	加工方式 (不输入符号) 个位 值 : 1 : 粗加工 , 2 : 精加工 十位: 值 : 0 : 通过 G0 实现的中间行程 , 1 : 通过 G1 实现的中间行程 百位 值 : 0 : 在铣削路径终点退回 , 直至达到_RTP 1 : 在铣削路径终点退回 , 直至达到_RFP + _SDIS 2 : 在轮廓终点退回 , 退回行程为_SDIS 3 : 轮廓终点处不退回
_RL	整数	绕着轮廓中心要么向右要么向左运动 (利用 G40、G41 或 G42 ; 不输入符号) 值 : 40 : G40 (逼近和回退 , 仅走直线) 41 : G41 42 : G42
_AS1	整数	逼近方向/路径规定 : (不输入符号) 个位 : 值 : 1 : 直切线 2 : 象限 3 : 半圆 十位: 值 : 0 : 在平面中逼近轮廓 1 : 在空间路径上逼近轮廓
_LP1	实数	逼近行程的长度 (直线) , 或者逼近弧线的半径 (圆) (不输入符号)
下述参数可选择设定。		
_FF3	实数	到达平面中间位置的退回进给率及进给率 (在开放式轮廓中)
_AS2	整数	退回方向/路径 : (不输入符号) 个位 : 值 : 1 : 直切线 2 : 象限 3 : 半圆 十位: 值 : 0 : 在平面中从轮廓处退回 1 : 在空间路径上从轮廓处退回
_LP2	实数	退回行程的长度 (直线) , 或者退回弧线的半径 (圆) (不输入符号)

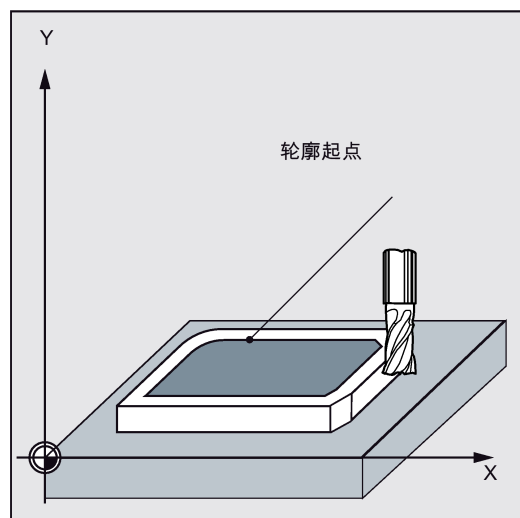
功能

利用 CYCLE72 , 沿着子程序中定义的任意轮廓进行铣削。该循环与或不与切削刀具半径补偿配合作用。

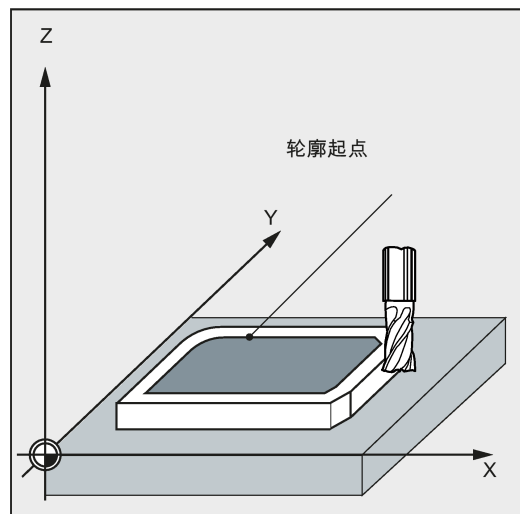
轮廓不一定为封闭式。通过刀具半径补偿的位置 (轮廓中心、左侧或右侧) 来确定内圆弧/外圆弧加工。

必须与铣削相同的方向上 , 对轮廓编程 , 并且由于轮廓子程序直接在循环内部调用 , 因此轮廓必须至少包括两个轮廓程序段 (起始点和终点) 。

有关轨迹铣削 1 的描述，见下图：



有关轨迹铣削 2 的描述，见下图：



循环的功能

- 选择粗加工（平行于轮廓的单程运动，必要时考虑多个深度处的精加工余量，直至达到所述精加工余量）以及精加工（沿着最终轮廓的单程运动，必要时为多个深度处）。
- 沿着切线方向或径向（四分之一圆或半圆），向轮廓平稳逼近或从轮廓处退回。
- 可编程的深度进刀
- 以快速移动速度或进给率来执行过渡运动。

过程

循环开始之前到达的位置：

起始位置可为能以退回平面的高度无碰撞逼近轮廓起始点的任意位置。

粗加工时，该循环产生以下的运动过程：

深度进刀以最大允许参数设定值的形式均匀分布。

- 利用 G0/G1(和 FF3)横移至首次铣削的起始点。在数控系统中内部计算这个点，并且这个点取决于如下因素：
 - 轮廓起始点（子程序中的首个点），
 - 起始点处的轮廓方向，
 - 逼近模式及其参数
 - 刀具半径该程序段中，刀具半径补偿被激活。

- 利用 G0/G1 执行深度进刀，直至达到“首次或下一次加工深度+已编程的安全距离”。首次加工深度由如下数据决定：
 - 总深度
 - 精加工余量
 - 最大允许深度进刀
- 根据深度进刀参数_FFD，垂直逼近轮廓；然后根据已编程的进给率_FFP1，在平面上逼近轮廓，或者根据以平稳逼近的编程方式在_FAD 下设定的进给率，以 3D 方式逼近轮廓。
- 利用 G40/G41/G42，沿着轮廓铣削
- 利用 G1，从轮廓处平稳退回，同时在表面加工过程中以等同于退回量的方式继续进刀
- 根据编程情况，利用 G0/G1（并根据中间路径的进给率_FF3），执行退回
- 利用 G0/G1(和_FF3)，退回至深度进刀点。
- 在下一个加工平面中重复上述运动，直至在深度上达到精加工余量。

粗加工结束时，刀具位于与退回平面等高的轮廓退回点（在数控系统中内部计算）上方。

精加工时，该循环产生以下的运动过程：

在精加工过程中，沿着轮廓底部以相应进刀方式进行铣削，直至达到最终尺寸。

根据现有参数，执行轮廓的平稳逼近和退回。在数控系统中内部计算合适的路径。

在循环结束时，刀具位于与退回平面等高的轮廓退回点。

说明

轮廓编程

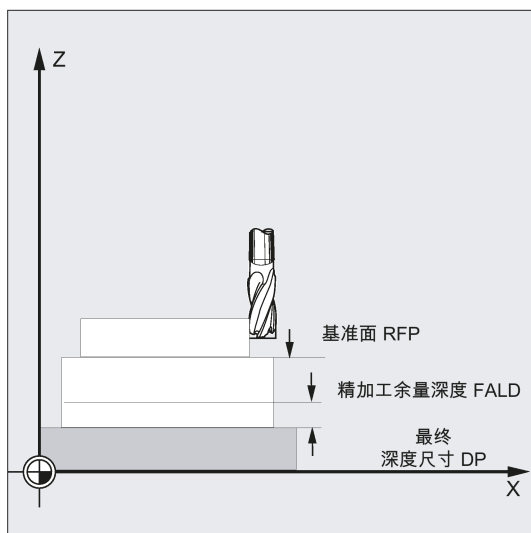
进行轮廓编程时，注意以下几点：

- 在达到第一个编程位置之前，不得在子程序中选择可编程偏移。
- 轮廓子程序的第一个程序段是一个包括 G90/G0 或 G90/G1 直线程序段，用于定义轮廓起点。
- 轮廓的起始点是加工平面中第一个编程位置，其在轮廓子程序中编程。
- 在上位循环中选择/取消刀具半径补偿；因此，轮廓子程序中不对 G40、G41、G42 进行编程。

参数说明

有关参数_RTP、_RFP 以及_SDIS 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。

有关参数_MID、_FAL、_FALD、_FFP1、_FFD 和_DP 的说明，参见章节“铣削矩形凹槽 - POCKET3 (页 186)”。



_KNAME (名称)

完全在子程序中对需要铣削的轮廓进行编程。_KNAME 定义了轮廓子程序的名称。

- 将轮廓定义为子程序

编程和操作手册（铣削）

6FC5398-4DP10-0RA3, 08/2015

_KNAME = 子程序的名称

- 如该子程序已存在，输入名称，继续。
- 该子程序不存在，输入名称，按下列软键：

新建

创建名称为输入名称的程序，并返回轮廓编辑器。

- 按下列软键确认输入并返回该循环的屏幕。

工艺
界面

- 将轮廓定义为所调用程序的一部分

_KNAME = 起始标签的名称：输入结束标签的名称

输入：

- 轮廓未说明，则输入起始标签的名称并按下列软键。如轮廓已说明（起始标签的名称：输入结束标签的名称），直接按下列软键：

轮廓
附加

数控系统从输入的名称自动创建起始标签和结束标签，程序跳转到轮廓编辑器。

- 按下列软键确认输入并返回该循环的屏幕：

工艺
界面

示例：

_KNAME="CONTOUR_1"

铣削轮廓是完整的程序 CONTOUR_1。

_KNAME="PIECE245:PIECE245E"

；铣削轮廓定义为所调用程序的一部分，开始程序段为
标签 PIECE245，结束程序段为标签 PIECE245。

_LP1、_LP2 (长度、半径)

利用参数_LP1 来设置逼近行程或逼近半径（从刀具外沿到轮廓起始点的距离），并利用参数_LP2 来设置退回行程或退回半径（从刀具外沿到轮廓终点的距离）。

参数_LP1 和_LP2 必须设置为>0。若等于零，则输出错误 61116“逼近或退回路径=0”。

说明

使用 G40 时，逼近或退回行程是指从刀具中心点到轮廓起点或终点的距离。

_VARI (加工方式)

使用参数 _VARI 定义加工方式。

如果参数 _VARI 被设为其它值，则输出报警 61002“加工方式定义错误，并且循环中断。

_RL (绕过轮廓)

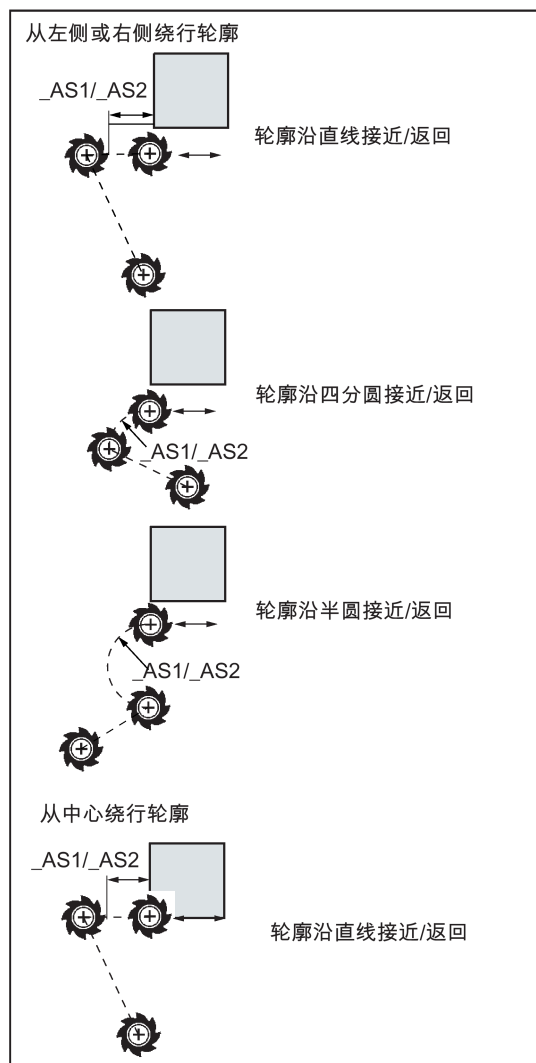
利用参数_RL，绕着轮廓中心向右或向左运动（利用 G40、G41 或 G42）。

_AS1、_AS2 (逼近方向/路径、退回方向/路径)

利用参数_AS1 来设定逼近路径的规格，利用参数_AS2 来设定退回路径的规格。如果未设置_AS2，则退回路径与逼近路径相同。

只有在未使用刀具或刀具适合执行这种逼近操作时，才能沿着空间路径（螺旋或直线）执行平稳的轮廓逼近。

有关_AS1/_AS2 的描述，见下图：



若在中心(G40)，则只能沿着直线逼近和退回。

_FF3 (退回进给率)

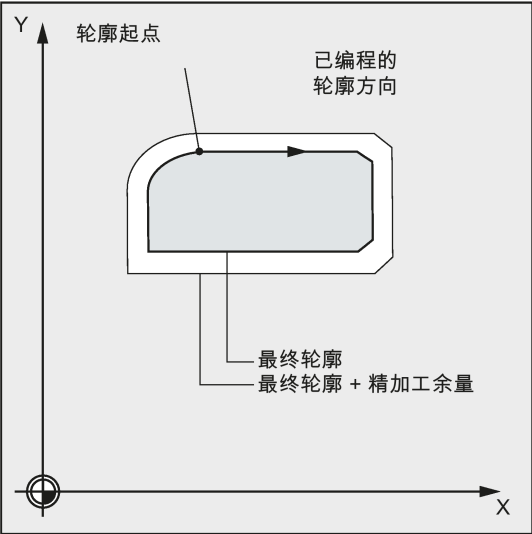
如果将根据进给率(G01)来执行过渡运动，则使用参数_FF3 来确定平面上中间位置的退回进给率 (开放式轮廓中)。如果未设置任何进给率值，则根据 G01 进行的过度运动应采用表面进给率。

说明

在循环调用之前必须激活刀具补偿。否则循环会被中断并显示报警 61000“无有效刀具补偿”。

编程示例 1：沿着封闭式轮廓的外圆弧铣削

这个程序用于执行如下图所示的轮廓铣削。



循环调用所使用的参数：

参数	说明	值
_RTP	退回平面	250 mm
_RFP	基准面	200 mm
_SDIS	安全距离	3 mm
_DP	进给深度	175 mm
_MID	最大进刀深度	10 mm
_FAL	平面中的精加工公差	1 mm
_FALD	深度中的精加工公差	1.5 mm
_FFP1	平面上的进给率	800 mm/min
_FFD	安装进给率的深度进刀	400 mm/min
_VARI	加工方式	111 (粗加工至精加工余量；根据 G1 的中间路径，适用于 Z 轴方向上的中间路径，位移至达到_RFP + _SDIS)
逼近参数：		
_RL	G41-轮廓左侧，即外圆弧加工	41
_LP1	在平面的一个象限中执行逼近和退回	20 mm 半径
_FF3	退回进给	1,000 mm/min

```
N10 T3 D1
N20 S500 M3 F3000
N30 G17 G0 G90 X100 Y200 Z250 G94
N40 CYCLE72("EX72CONTOUR", 250, 200, 3, 175, 10,1, 1.5,
800, 400, 111, 41, 2, 20, 1000, 2, 20)
N50 X100 Y200
N60 M2
EX72CONTOUR.SPF
N100 G1 G90 X150 Y160
N110 X230 CHF=10
N120 Y80 CHF=10
N130 X125
N140 Y135
N150 G2 X150 Y160 CR=25
N160 M2
```

; T3:半径为 7 的铣刀

; 对进给率和主轴转速进行编程

; 逼近起始位置

; 循环调用

; 程序结束

; 轮廓铣削用子程序 (例子)

; 轮廓起始点

编程示例 2：沿着封闭式轮廓的外圆弧铣削

该程序可铣削示例 1 中加工的轮廓。区别在于轮廓编程现位于调用程序中。

N10 T3 D1

N20 S500 M3 F3000

N30 G17 G0 G90 X100 Y200 Z250 G94

N40 CYCLE72 ("PIECE245:PIECE245E", 250, 200, 3, 175, 10,1, 1.5, 800, 400, 11, 41, 2, 20, 1000, 2, 20)

N50 X100 Y200

N60 M2

N70 PIECE245:

N80 G1 G90 X150 Y160

N90 X230 CHF=10

N100 Y80 CHF=10

N110 X125

N120 Y135

N130 G2 X150 Y160 CR=25

N140 PIECE245E:

N150 M2

; T3:半径为 7 的铣刀

; 对进给率和主轴转速进行编程

; 逼近起始位置

; 循环调用

; 轮廓

; 轮廓终点

编程示例 3

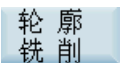
按照以下步骤进行：



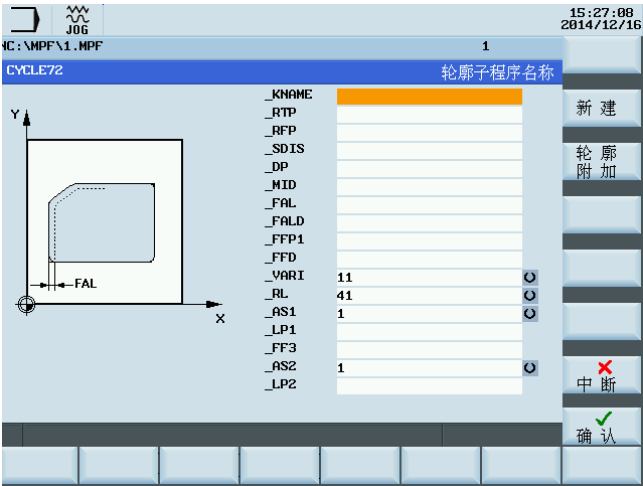
1. 选择所需操作区域。



2. 打开可用铣削循环的垂直软键栏。



3. 按下该软键打开 CYCLE72 的窗口。在第一个输入区域输入名称。



4. 按下以下任一软键。程序自动跳转到程序编辑器的屏幕。

如需编辑并存储子程序轮廓，按下该软键。



如需编辑并存储主程序轮廓，按下该软键。





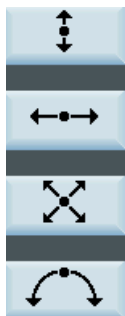
5. 按下该软键打开程序编辑器的窗口。逐步设置轮廓元素的参数。
首先定义一个轮廓起始点并选择如何逼近该起始点。

说明：

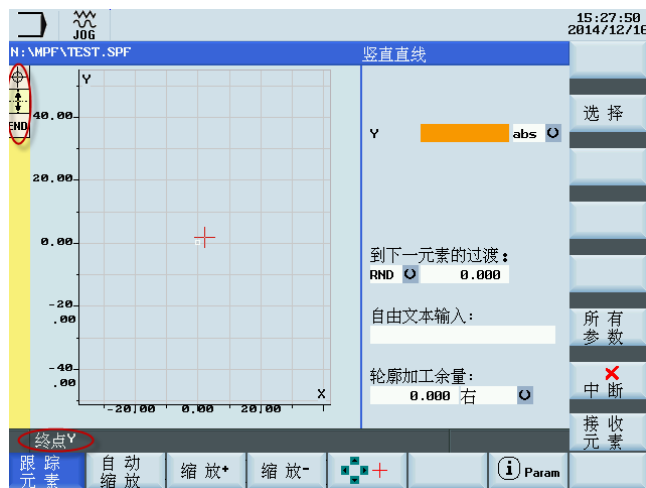
步骤 5 到 10 描述轮廓元素编辑的基本步骤。有关轮廓编辑器的更多信息，请参见章节“自由轮廓编程 (页 229)“。



6. 按下该软键确认所作设置。



7. 使用相关软键选择所需加工方向及形状。根据加工图输入对应的坐标参数。
屏幕左上显示所选方向，屏幕下方的信息行显示对应的描述。



8. 按下该软键确认所作设置。



9. 选择不同元素定义轮廓，直到完成整个轮廓形状的编程。

10. 按下该软键保存轮廓信息。



11. 按下该软键，返回 CYCLE72 的屏幕。根据需求设置循环工艺参数。



12. 使用该软键确认所作的设置。循环被自动传递到程序编辑器。

说明：

所创建的循环程序必须作为主程序的一部分保存在 M30 指令后。

13. 如需再编译该循环，按下该软键。



9.6.4 铣削矩形凸台 - CYCLE76

编程

CYCLE76 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, LENG, WID, CRAD, PA, PO, STA, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, CDIR, VARI, AP1, AP2)

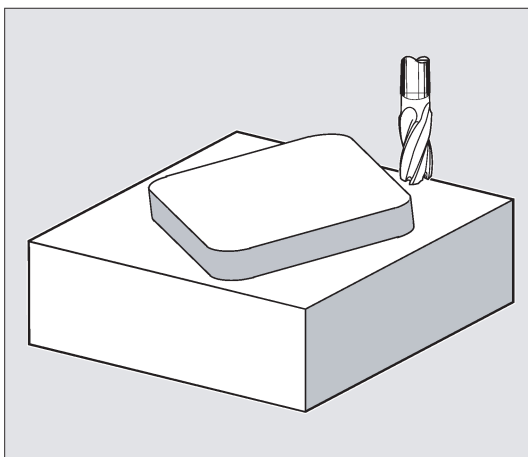
参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面 (绝对)
RFP	实数	基准面 (绝对)
SDIS	实数	安全距离 (不输入符号)

参数	数据类型	说明
DP	实数	最终钻削深度 (绝对)
DPR	实数	相对于基准面的最终钻削深度 (不输入符号)
LENG	实数	凸台长度
WID	实数	凸台宽度
CRAD	实数	凸台拐角半径 (不输入符号)
PA	实数	参考点 X 轴坐标
PO	实数	参考点 Y 轴坐标
STA	实数	纵向轴和平面中第一轴之间的角度
MID	实数	最大进刀深度 (增量, 不输入符号)
FAL	实数	边缘轮廓精加工余量 (增量)
FALD	实数	底部精加工余量 (增量, 不输入符号)
FFP1	实数	平面切削进给率
FFD	实数	深度进给
CDIR	整数	铣削方向 (不输入符号) 值 : 0 : 顺铣 1 : 逆铣 2 : 使用 G2 (与主轴旋转方向无关) 3 : 使用 G3
VARI	整数	加工方式 值 : 1 : 粗加工直至精加工余量 2 : 精加工 (余量 X/Y/Z=0)
AP1	实数	凸台毛坯长度
AP2	实数	凸台毛坯宽度

功能

使用该循环在加工平面中加工矩形凸台。在精加工时需要使用端面铣刀。深度进刀总是在以半圆逼近轮廓前的位置上执行。



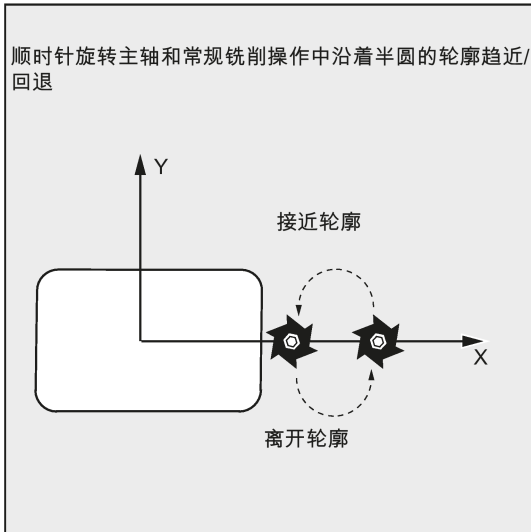
过程

循环开始之前到达的位置：

起始点位于横坐标的正范围内，考虑逼近半圆和编程的横坐标毛坯尺寸。

粗加工的运行过程(VARI=1)：

- 逼近和离开轮廓：



以快速移动逼近退回平面（RTP），从而在此高度定位至加工平面中的起始点。起始点参考横坐标 0 度定义。

以快速移动运行到安全距离（SDIS），然后以设定的进给率运行到加工深度。以半圆轨迹逼近凸台轮廓。

铣削方向可以设定为顺铣或逆铣（相对主轴方向）。

绕行凸台一次后，在平面中以半圆轨迹离开轮廓，并且进刀到下一个加工深度。

接着再次以半圆轨迹逼近轮廓，且绕行凸台一次。该过程一直重复，直到到达编程的凸台深度。接着以快速移动返回到退回平面（RTP）。

- 深度进刀：

- 进刀到安全距离
- 插入到加工深度

根据总深度、精加工余量以及最大允许进给深度来计算第一次加工深度。

精加工运行过程（VARI=2）：

根据设置的参数 FAL 和 FALD，在侧面轮廓或者底部进行精加工，或者在侧面轮廓和底部同时进行精加工。和粗加工时一样，逼近运行的方案取决于平面中的运动。

参数说明

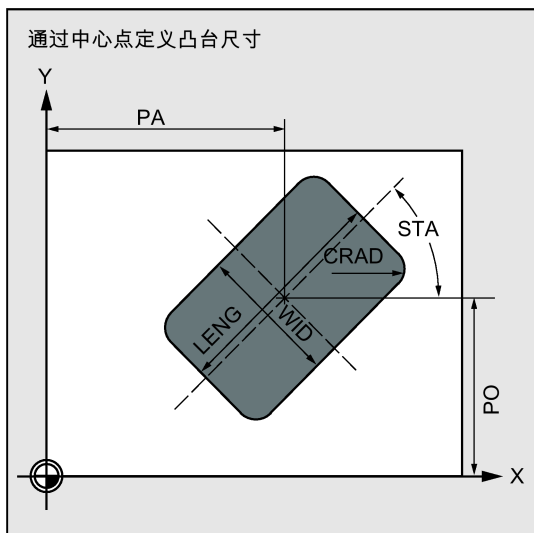
有关参数 RTP、RFP、SDIS、DP 和 DPR 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。

有关参数 MID、FAL、FALD、FFP1 和 FFD 的说明，请参见章节“铣削矩形凹槽 - POCKET3 (页 186)”。

LENG, WID 和 CRAD (凸台长度, 凸台宽度和拐角半径)

使用参数 LENG、WID 和 CRAD 在平面中定义凹台的形状。

凸台尺寸从中心处定义。长度的大小（LENG）始终以横坐标为基准（水平角度为 0 度）。



PA, PO (参考点)

使用参数 PA 和 PO 定义凸台参考点的横坐标和纵坐标。

该点为凸台中心点。

STA (角度)

在 STA 下设定平面中第一轴 (横坐标) 和凸台纵向轴之间的夹角。

CDIR (铣削方向)

在此参数下设定凸台的加工方向。

在使用 CDIR 参数的情况下，可以直接利用“G2 的 2”和“G3 的 3”来对铣削方向编程，或者也可以利用“顺铣”或“逆铣”来对铣削方向编程。

顺铣或者逆铣在循环内部相对于循环调用前的主轴旋转方向定义。

顺铣	逆铣
M3 → G3	M3 → G2
M4 → G2	M4 → G3

VARI (加工方式)

使用参数 VARI 定义加工方式。

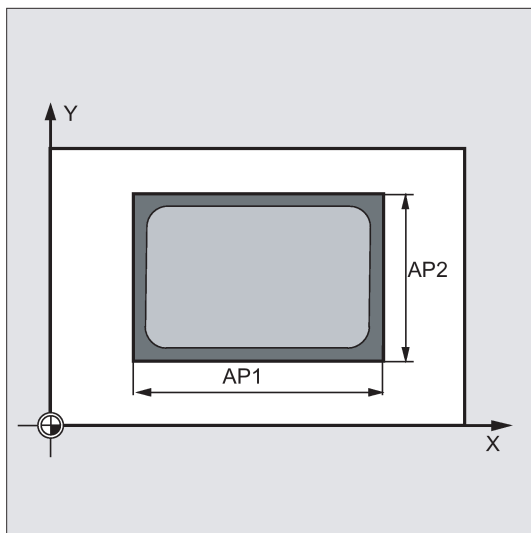
可使用的值：

- 1 = 粗加工
- 2 = 精加工

AP1, AP2 (毛坯尺寸)

在加工凸台时可使用毛坯尺寸 (例如加工预铸件时)。

毛坯尺寸的长度和宽度 (AP1 和 AP2) 编程不需输入符号，循环会进行计算使之相对于凸台中心点对称。在内部计算的逼近半圆的半径取决于该尺寸。



说明

在循环调用之前必须激活刀具补偿。否则循环会被中断并发出报警 61009 “有效的刀具编号=0”。

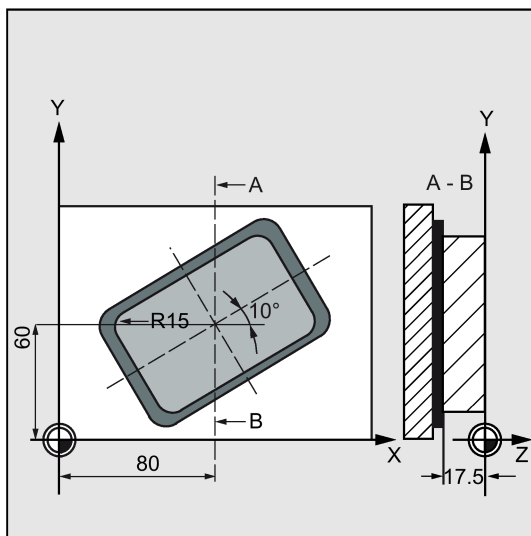
循环内部使用一个新的实际工件坐标系，来显示实际值。该坐标系的零点为腔圆心。

循环结束后原坐标系重新生效。

编程示例：凸台

使用此程序在 XY 平面中加工一个凸台，其长度为 60 毫米，宽度为 40 毫米，拐角半径为 15 毫米。凸台和 X 轴的夹角为 10 度，预加工余量为长度 80 毫米、宽度 50 毫米。

参见以下矩形凸台的编程示例：



```
N10 G90 G0 G17 X100 Y100 T20 D1 S3000 M3
```

；确定工艺数值

```
N11 M6
```

```
N30 CYCLE76 (10, 0, 2, -17.5, , 60, 40, 15, 80, 60, 10,
```

；循环调用

```
N40 M30
```

；程序结束

9.6.5 铣削环形凸台 - CYCLE77

编程

CYCLE77 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, PRAD, PA, PO, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, CDIR, VARI, AP1)

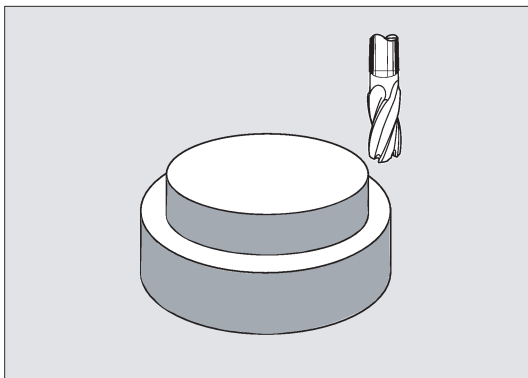
参数

编程时需要输入以下参数：

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面 (绝对)
RFP	实数	基准面 (绝对)
SDIS	实数	安全距离 (不输入符号)
DP	实数	深度 (绝对)
DPR	实数	相对于基准面的深度 (不输入符号)
PRAD	实数	凸台直径 (不输入符号)
PA	实数	参考点 X 轴坐标
PO	实数	参考点 Y 轴坐标
MID	实数	最大进刀深度 (增量, 不输入符号)
FAL	实数	边缘轮廓精加工余量 (增量)
FALD	实数	底部精加工余量 (增量, 不输入符号)
FFP1	实数	平面切削进给率
FFD	实数	深度进给 (或者空间进刀)
CDIR	整数	铣削方向 (不输入符号) 值： 0：顺铣 1：逆铣 2：使用 G2 (与主轴旋转方向无关) 3：使用 G3
VARI	整数	加工方式 值： 1：粗加工直至精加工余量 2：精加工 (余量 X/Y/Z=0)
AP1	实数	凸台毛坯直径

功能

使用该循环在加工平面中加工圆形凸台。在精加工时需要使用端面铣刀。深度进刀总是在以半圆逼近轮廓前的位置上执行。



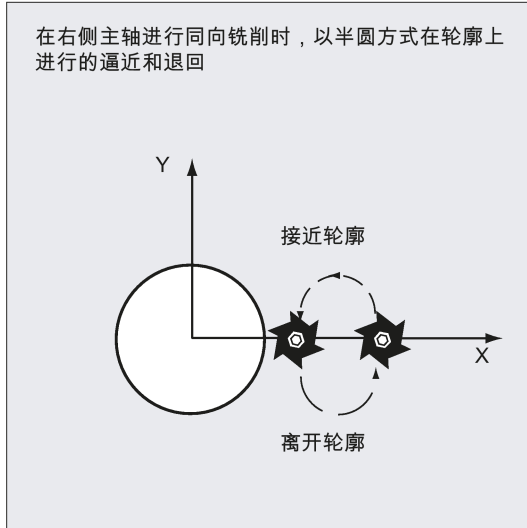
过程

循环开始之前到达的位置：

起始点位于横坐标的正范围内，考虑逼近半圆和编程的毛坯尺寸。

粗加工的运行过程(VARI=1)：

- 逼近和离开轮廓：



以快速移动逼近退回平面（RTP），从而在此高度定位至加工平面中的起始点。起始点参考横坐标 0 度定义。

以快速移动运行到安全距离（SDIS），然后以设定的进给率运行到加工深度。考虑编程的毛坯凸台，以半圆轨迹逼近凸台轮廓。

铣削方向可以设定为顺铣或逆铣（相对主轴方向）。

绕行凸台一次后，在平面中以半圆轨迹离开轮廓，并且进刀到下一个加工深度。

接着再次以半圆轨迹逼近轮廓，且绕行凸台一次。该过程一直重复，直到到达编程的凸台深度。

接着以快速移动返回到退回平面（RTP）。

- 深度进刀：
 - 进刀到安全距离
 - 插入到加工深度

根据总深度、精加工余量以及最大允许进给深度来计算第一次加工深度。

精加工运行过程（VARI=2）：

根据设置的参数 FAL 和 FALD，在侧面轮廓或者底部进行精加工，或者在侧面轮廓和底部同时进行精加工。和粗加工时一样，逼近运行的方案取决于平面中的运动。

参数说明

有关参数 RTP、RFP、SDIS、DP 和 DPR 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。

有关参数 MID、FAL、FALD、FFP1 和 FFD 的说明，请参见章节“铣削矩形凹槽 - POCKET3 (页 186)”。

PRAD（凸台直径）

直径不需输入符号。

PA，PO（凸台圆心）

使用参数 PA 和 PO 定义凸台的参考点。

CDIR（铣削方向）

在此参数下设定凸台的加工方向。在使用 CDIR 参数的情况下，可以直接利用“G2 的 2”和“G3 的 3”来对铣削方向编程，或者也可以利用“顺铣”或“逆铣”来对铣削方向编程。

顺铣或者逆铣在循环内部相对于循环调用前的主轴旋转方向定义。

顺铣	逆铣
M3 → G3	M3 → G2
M4 → G2	M4 → G3

VARI (加工方式)

使用参数 VARI 定义加工方式。可使用的值：

- 1 = 粗加工
- 2 = 精加工

AP1 (凸台毛坯直径)

使用该参数定义凸台毛坯尺寸 (不输入符号)。在内部计算的逼近半圆的半径取决于该尺寸。

说明

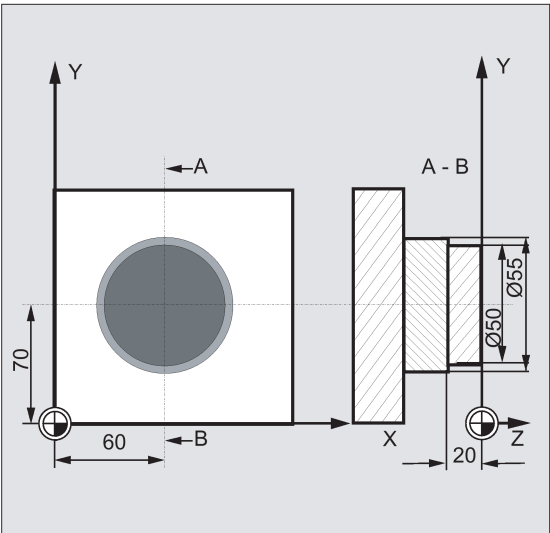
在循环调用之前必须激活刀具补偿。否则循环会被中断并发出报警 61009 “有效的刀具编号=0”。循环内部使用一个新的实际工件坐标系，来显示实际值。该坐标系的零点为腔圆心。

循环结束后原坐标系重新生效。

编程示例：圆形凸台

加工直径 55 毫米的圆形凸台毛坯，每次切削的最大进刀量为 10 毫米。凸台表面后续精加工的精加工余量规范。在整个加工过程中使用逆铣。

参见以下环形凸台的编程示例：



N10 G90 G17 G0 S1800 M3 D1 T1	；确定工艺数值
N11 M6	
N20 CYCLE77 (10, 0, 3, -20, , 50, 60, 70, 10, 0.5, 0, 900, 800, 1, 1, 55)	；循环调用粗加工
N30 D1 T2 M6	；换刀
N40 S2400 M3	；确定工艺数值
N50 CYCLE77 (10, 0, 3, -20, , 50, 60, 70, 10, 0, 0, 800, 800, 1, 2, 55)	；循环调用精加工
N40 M30	；程序结束

9.6.6 一个圆弧上的长方形孔 - LONGHOLE

编程

LONGHOLE (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面 (绝对)
RFP	实数	基准面 (绝对)
SDIS	实数	安全距离 (不输入符号)
DP	实数	槽深度 (绝对)
DPR	实数	相对于基准面的槽深度 (不输入符号)
NUM	整数	槽数量
LENG	实数	槽长度 (不输入符号)
CPA	实数	圆弧圆心 (绝对), 平面内的第一轴
CPO	实数	圆弧圆心 (绝对), 平面内的第二轴
RAD	实数	圆弧半径 (不输入符号)
STA1	实数	起始角
INDA	实数	增量角
FFD	实数	深度进给
FFP1	实数	表面加工进给
MID	实数	最大进刀深度 (不输入符号)

说明

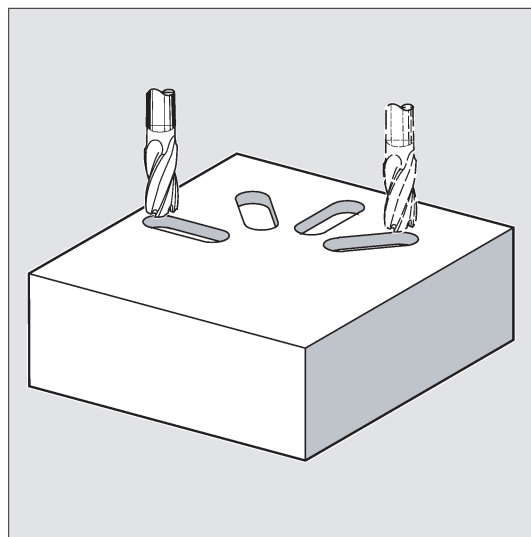
该循环需要使用“端齿过中心”的铣刀 (DIN844)。

功能

使用该循环加工分布在一个圆弧上的长孔。长孔的纵向轴为径向对准。

与槽不同，长孔的宽度由刀具直径确定。

在循环内部确定最佳的刀具运行行程，避免不必要的空行程。如果加工长孔需要多次深度进给，则进刀在终点处换向。每次进刀后，沿着长孔的纵向轴进行的轨迹运行都会改变方向。过渡至下一个长孔时，循环会自动查找最短的路径。



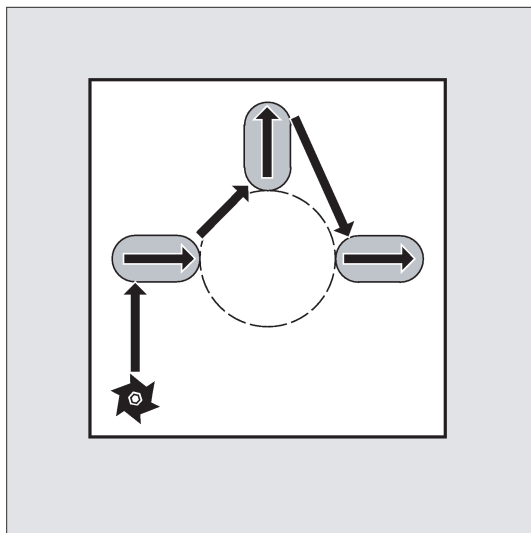
过程

循环开始之前到达的位置：

起始位置可为能够无碰撞逼近每个长孔的任意位置。

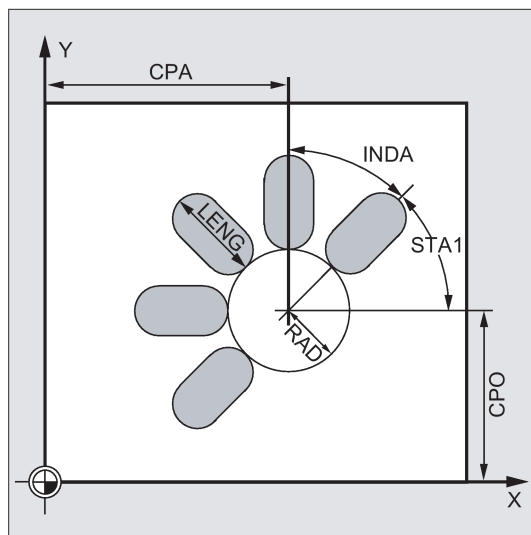
该循环产生以下的运动过程：

- 使用 G0 逼近循环的起始位置。在当前平面的两个轴中，以应用轴退回平面的高度逼近第一个待加工的长孔最近的终点，然后在应用轴上下降到前移了安全距离的基准面。
- 以往复运行铣削每个长孔。用 G1 和在 FFP1 下编程的进给值在平面中进行加工。在每个换向点上使用 G1 和进给率 FFD 运行到循环内部计算的下一个加工深度，直至到达最终深度。
- 使用 G0 返回到退回平面，以最短的行程逼近下一个长孔。
- 在最后一个长孔的加工结束后，刀具使用 G0 从其最后到达的加工平面中的位置返回到退回平面，循环结束。



参数说明

有关参数 RTP、RFP 以及 SDIS 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。



DP 和 DPR (长孔深度)

长孔深度可以设定为绝对尺寸 (DP) 或到基准面的相对尺寸 (DPR)。

在通过相对尺寸设定时，循环通过基准面和退回平面的位置自行计算所产生的深度。

NUM (数量)

使用参数 NUM 设定长孔的数量。

编程和操作手册 (铣削)

6FC5398-4DP10-0RA3, 08/2015

LENG (长孔长度)

在 LENG 下设定长孔的长度。

如果在循环中识别出该长度小于铣削直径，则循环中断并输出报警 61105“铣削半径过大”。

MID (进刀深度)

通过此参数定义最大进刀深度。

在循环中深度进刀会分步均匀进行。

循环会根据 MID 和总深度自动计算每次进刀深度，该值在 $0.5 \times$ 最大进刀深度和最大进刀深度之间。通常使用尽可能少的进刀次数。MID=0 表示一步进刀到腔深度。

深度进刀从前移了安全距离的基准面开始（取决于 `_ZSD[1]`）。

FFD 和 FFP1 (深度和表面进给)

进给 FFP1 在平面中所有以进给率进行的运行中生效。FFD 在垂直进刀至该平面时生效。

CPA, CPO 和 RAD (圓心和半徑)

通过圆心 (CPA , CPO) 和半径 (RAD) 定义加工平面中的圆弧位置。半径仅允许为正值。

STA1 和 INDA (起始角和增量角)

通过这些参数定义圆弧上长孔的分布。

如果 $INDA=0$ ，则系统自动根据长孔的数量计算增量角，使长孔在圆弧上均匀分布。

说明

在循环调用之前必须激活刀具补偿。否则循环会被中断并显示报警 61000“无有效刀具补偿”。

如果长孔尺寸和位置分布参数设置不当，会导致长孔轮廓冲突（轮廓相交），则循环加工不会执行。此时显示故障信息61104“槽/长孔轮廓冲突”，并且循环中断。

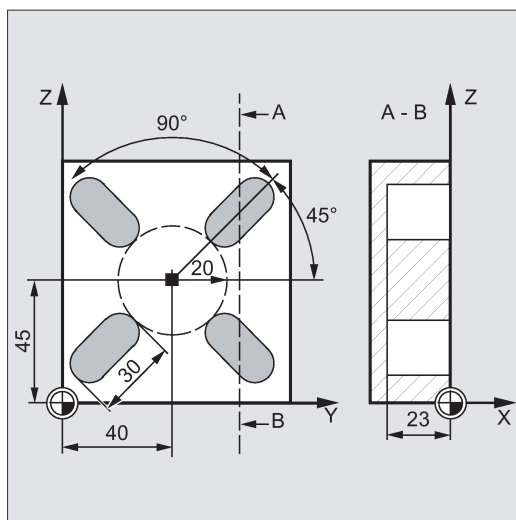
在循环内部会平移和旋转工件坐标系。从而将正在加工的长孔的纵向轴作为当前加工平面的第一轴，并通过此 WCS 显示实际值。

循环结束后，工件坐标系重新恢复到循环调用前的位置。

编程示例：长孔加工

使用此程序加工四个长度为 30 毫米、相对深度为 23 毫米（基准面和长孔底部的差值）的长孔，它们位于 YZ 平面中的圆弧上，圆弧圆心为 Y40 Z45、半径为 20 毫米。起始角为 45 度，增量角为 90 度。最大进刀深度为 6 毫米，安全距离为 1 毫米。

参见以下长孔加工的编程示例：



```

N10 G19 G90 D9 T10 S600 M3
N20 G0 Y50 Z25 X5
N30 LONGHOLE (5, 0, 1, , 23, 4, 30, 40, 45, 20, 45, 90,
100 , 320, 6)
N40 M02

```

, 确定工艺数值
 ; 逼近起始位置
 ; 循环调用
 : 程序结束

9.6.7 一个圆弧上的键槽 - SLOT1

编程

SLOT1 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, LENG, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF, FALD, STA2, DP1)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面 (绝对)
RFP	实数	基准面 (绝对)
SDIS	实数	安全距离 (不输入符号)
DP	实数	槽深度 (绝对)
DPR	实数	相对于基准面的槽深度 (不输入符号)
NUM	整数	槽数量
LENG	实数	槽长度 (不输入符号)
WID	实数	槽宽度 (不输入符号)
CPA	实数	圆弧圆心 (绝对), 平面内的第一轴
CPO	实数	圆弧圆心 (绝对), 平面内的第二轴
RAD	实数	圆弧半径 (不输入符号)
STA1	实数	起始角
INDA	实数	增量角
FFD	实数	深度进给
FFP1	实数	表面加工进给
MID	实数	最大进刀深度 (不输入符号)
CDIR	整数	槽加工的铣削方向 值: 2 (表示 G2), 3 (表示 G3)
FAL	实数	槽边缘的精加工余量 (不输入符号)
VARI	整数	加工方式 值: 0 = 综合加工, 1 = 粗加工, 2 = 精加工
MIDF	实数	精加工最大进刀深度
FFP2	实数	精加工进给
SSF	实数	精加工时的主轴转速
FALD	实数	槽底部精加工余量 (不输入符号)
STA2	实数	最大插入角度 (针对振动运动)
DP1	实数	(螺旋) 每周的插入深度 (增量)

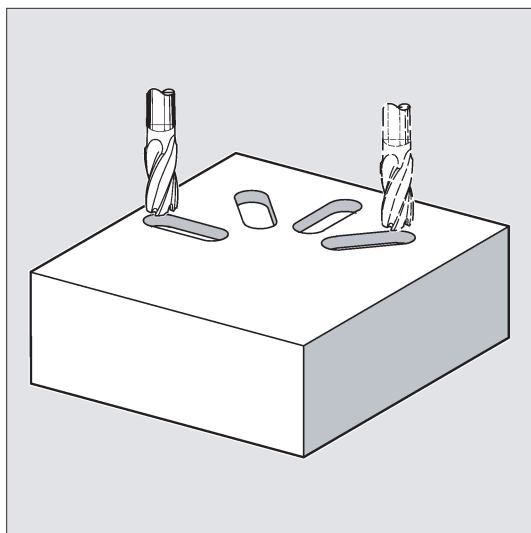
说明

该循环需要使用“端齿过中心”的铣刀 (DIN844)。

功能

循环 SLOT1 是粗加工和精加工的组合循环。

使用此循环加工位于一个圆弧上的槽。槽的纵向轴为径向对准。与长孔不同, 加工槽时需要设定槽宽。



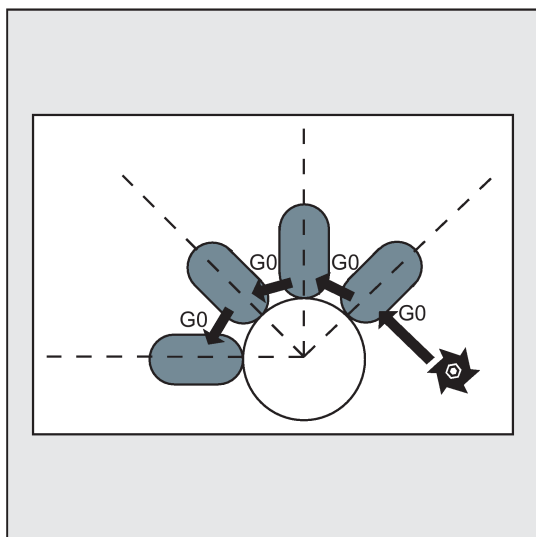
过程

循环开始之前到达的位置：

起始位置可为能够无碰撞逼近每个槽的任意位置。

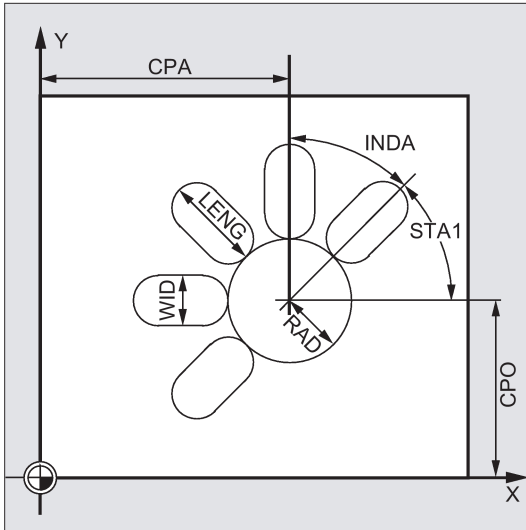
该循环产生以下的运动过程：

- 循环开始后，使用 G0 逼近 SLOT1 图中所示位置。
- 按照以下步骤执行槽的综合加工：
 - 使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面
 - 使用 G1 和进给值 FFD 进刀到下一个加工深度
 - 使用进给值 FFP1 铣槽，直至槽边缘的精加工余量。然后使用进给值 FFP2 和主轴转速 SSF 按 CDIR 下编程的加工方向沿轮廓进行精加工。
 - 深度进刀始终在加工平面中的同一位置进行，直至到达槽的底部深度。
- 之后刀具返回退回平面，并以 G0 过渡到下一个槽。
- 最后一个槽的加工结束后，刀具以 G0 从图中所示的加工平面中的最后位置返回到退回平面，循环结束



参数说明

有关参数 RTP、RFP 以及 SDIS 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。



DP 和 DPR (槽深度)

槽深可以设定为绝对尺寸 (DP) 或到基准面的相对尺寸 (DPR)。

在通过相对尺寸设定时，循环通过基准面和退回平面的位置自行计算所产生的深度。

NUM (数量)

使用参数 NUM 设定槽的数量。

LENG 和 WID (槽长度和槽宽度)

使用参数 LENG 和 WID 定义平面中的槽形状。铣刀直径必须小于槽宽。如果会，则显示报警 61105 “铣刀半径过大”，且循环中断。

铣刀直径不可小于槽宽的一半。系统不会对此进行检查。

CPA, CPO 和 RAD (圆心和半径)

通过圆心 (CPA, CPO) 和半径 (RAD) 定义加工平面中的圆弧位置。半径仅允许为正值。

STA1 和 INDA (起始角和增量角)

通过这些参数定义圆弧上槽的分布。

通过参数 STA1 设定循环调用前生效的工件坐标系的第一根轴 (横坐标) 的正方向与第一个槽之间的夹角。通过参数 INDA 设定两个槽之间的角。

如果 INDA=0，则系统自动根据槽的数量计算增量角，使其在圆弧上均匀分布。

FFD 和 FFP1 (深度和表面进给)

深度进给 FFD 在所有垂直于加工平面的进刀上生效。

进给 FFP1 在平面中所有以进给率进行的粗加工运行时生效。

MID (进刀深度)

通过此参数定义最大进刀深度。

在循环中深度进刀会分步均匀进行。

循环会根据 MID 和总深度自动计算每次进刀深度，该值在 0.5 x 最大进刀深度和最大进刀深度之间。通常使用尽可能少的进刀次数。MID=0 表示一步进刀到槽深。

深度进刀从前移了安全距离的基准面开始。

CDIR (铣削方向)

通过此参数设定槽的加工方向可使用的值：

- “2” 表示 G2
- “3” 表示 G3

如果为该参数设置了不允许的值，则在显示栏显示信息“铣削方向设定错误，使用 G3”。在这种情况下继续执行该循环，并自动使用 G3。

FAL (精加工余量)

使用此参数编程槽边缘的精加工余量。FAL 在深度进刀时不生效。

如果 FAL 的赋值大于设定的宽度和所用的铣刀所允许的值，则 FAL 会自动减小到可使用的最大值。进行粗加工时，在槽的两个终点间执行深度进刀和往复铣削。

VARI, MIDF, FFP2 和 SSF (加工方式、进刀深度、进给和转速)

使用参数 VARI 定义加工方式。

可使用的值：

- 0 = 分为两个部分的综合加工
 - 使用循环调用之前编程的主轴转速和进给 FFP1 加工槽 (SLOT1, SLOT2)，直至精加工余量。通过 MID 编程深度进刀。
 - 使用编程的主轴转速 SSF 和进给 FFP2 加工剩余的精加工余量。通过 MIDF 编程深度进刀。
如果 MIDF=0，则进刀量等于槽底深度。
 - 如果未编程 FFP2，则进给 FFP1 生效。同样的，如果没有编程 SSF，那么在循环调用之前编程的转速生效。
- 1 = 粗加工
使用循环调用之前编程的转速和进给 FFP1 加工槽 (SLOT1, SLOT2)，直至精加工余量。通过 MID 编程深度进刀。
- 2 = 精加工
使用此循环的前提条件是，槽 (SLOT1, SLOT2) 已粗加工至精加工余量，只需加工剩余的精加工余量。如果未编程 FFP2 和 SSF，则进给 FFP1 以及循环调用前编程的主轴转速生效。通过 MIDF 编程深度进刀。

如果参数 VARI 被设为其它值，则输出报警 61102“加工方式定义错误”。

FALD(槽边缘的精加工余量)

粗加工时，可另外考虑底部的精加工余量。

DP1

当插入螺旋线轨迹时，使用参数 DP1 定义进刀深度。

STA2 (插入角度)

使用参数 STA2 定义螺旋线轨迹的半径 (参考刀具中心点轨迹) 或往复运动的最大插入角。

- 垂直插入
垂直深度进刀始终在加工平面中的同一位置进行，直至到达槽的底部深度。
- 槽中心轴上的插入振动
它是指以一定的角度插入在直线上来回振动的铣削中心点，直至其最接近当前深度。在 STA2 下设置最大插入角度，并根据 LENG-WID 计算振动路径的长度。振动深度进刀终点与垂直深度进刀运动的终点相同；据此可计算出平面中的起始点。一旦达到当前路径长度，则开始在平面中进行粗加工。在 FFD 下设置进给率。

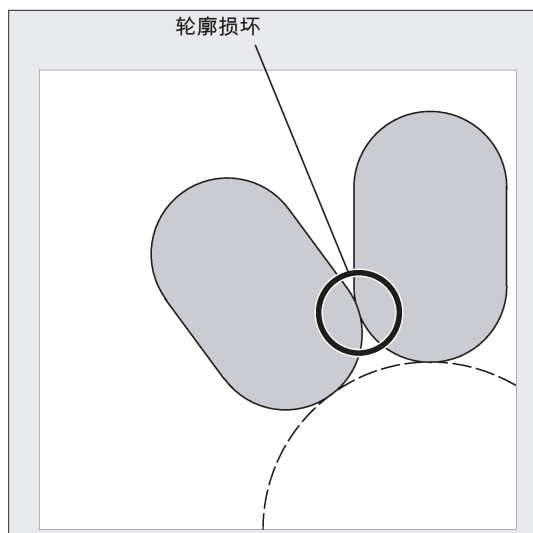
说明

在循环调用之前必须激活刀具补偿。否则循环会被中断并显示报警 61000“无有效刀具补偿”。

如果槽的尺寸和位置分布参数设置不当，会导致槽轮廓冲突 (轮廓相交)，则循环加工不会执行。此时显示故障信息 61104“槽/长孔轮廓冲突”，并且循环中断。

在循环内部会平移和旋转工件坐标系。从而将正在加工的槽的纵向轴作为当前加工平面的第一轴，并通过此 WCS 显示实际值。

循环结束后，工件坐标系重新恢复到循环调用前的位置。



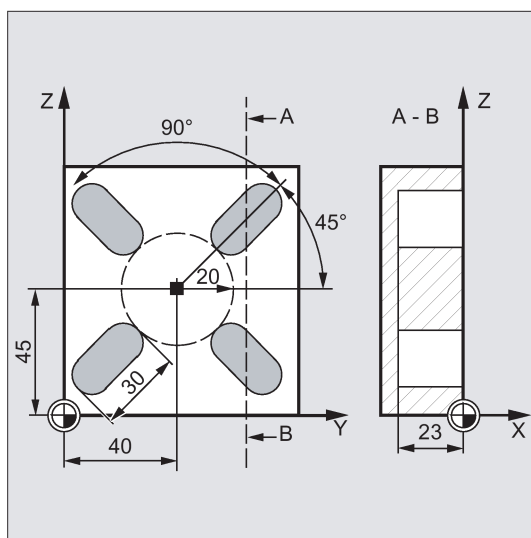
编程示例：键槽

需要铣削四个槽。

槽尺寸如下：长度 30 mm、宽度 15 mm、深度 23 mm。安全距离为 1 mm，精加工余量为 0.5 mm，铣削方向为 G2，最大进刀深度为 6 mm。

执行综合加工。精加工时进刀至相同的腔深度，并以相同的进给和转速加工。

参见以下键槽的编程示例：



```

N10 G17 G90 T1 D1 S600 M3
N20 G0 X20 Y50 Z5
N30 SLOT1(5, 0, 1, -23, , 4, 30, 15, 40, 45, 20, 45, 90,
100, 320, 6, 2, 0.5, 0, , 0, )
N40 M02

```

；确定工艺数值

；逼近起始位置

；循环调用，不设定参数 VARI、MIDF、FFP2 和 SSF

；程序结束

9.6.8 环形槽 - SLOT2

编程

SLOT2 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM, AFSL, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFP1, MID, CDIR, FAL, VARI, MIDF, FFP2, SSF, FFCP)

参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面 (绝对)
RFP	实数	基准面 (绝对)
SDIS	实数	安全距离 (不输入符号)
DP	实数	槽深度 (绝对)
DPR	实数	相对于基准面的槽深度 (不输入符号)
NUM	整数	槽数量
AFSL	实数	槽长的角度 (不输入符号)
WID	实数	环形槽宽度 (不输入符号)
CPA	实数	圆弧圆心 (绝对), 平面内的第一轴
CPO	实数	圆弧圆心 (绝对), 平面内的第二轴
RAD	实数	圆弧半径 (不输入符号)
STA1	实数	起始角
INDA	实数	增量角
FFD	实数	深度进给
FFP1	实数	表面加工进给
MID	实数	最大进刀深度 (不输入符号)
CDIR	整数	环形槽加工的铣削方向 值: 2 (表示 G2), 3 (表示 G3)
FAL	实数	槽边缘的精加工余量 (不输入符号)
VARI	整数	加工方式 值: 0 = 综合加工, 1 = 粗加工, 2 = 精加工
MIDF	实数	精加工最大进刀深度
FFP2	实数	精加工进给
SSF	实数	精加工时的主轴转速
FFCP	实数	圆形路径上的中间定位进给率, 单位为 mm/min

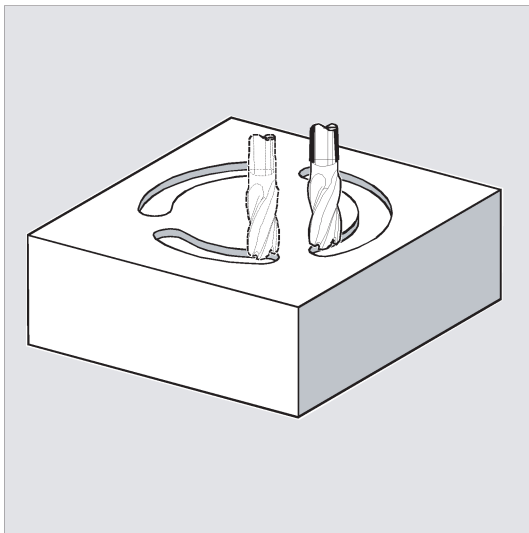
说明

该循环需要使用“端齿过中心”的铣刀 (DIN844)。

功能

循环 SLOT2 是粗加工和精加工的组合循环。

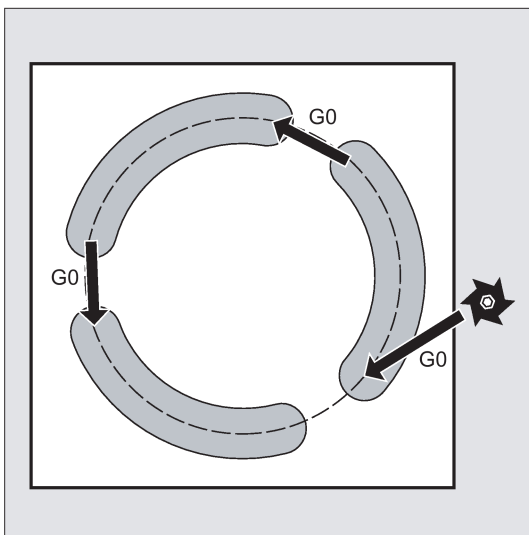
使用该循环加工位于一个圆弧上的环形槽。



过程

循环开始之前到达的位置：

起始位置可为能够无碰撞逼近每个槽的任意位置。



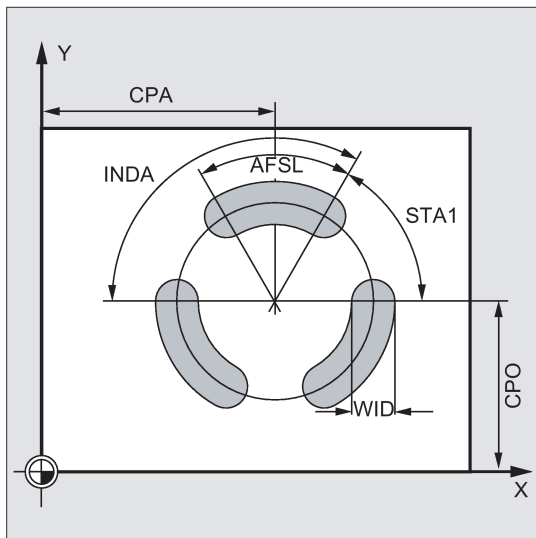
该循环产生以下的运动过程：

- 循环开始后，使用 G0 逼近下图所示的起始位置。
- 环形槽的加工步骤与纵向槽相同。
- 环形槽加工结束后，刀具返回到退回平面，然后以 G0 过渡到下一个槽。
- 最后一个槽的加工结束后，刀具以 G0 从图中所示的加工平面中的最后位置返回到退回平面，循环结束

参数说明

有关参数 RTP、RFP 以及 SDIS 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。

有关参数 DP、DPR、FFD、FFP1、MID、CDIR、FAL、VARI、MIDF、FFP2 以及 SSF 的说明，请参见章节“一个圆弧上的键槽 - SLOT1 (页 177)”。



NUM (数量)

使用参数 NUM 设定槽的数量。

AFSL 和 WID (角度和环形槽宽度)

使用参数 AFSL 和 WID 定义平面中的槽形状。在循环内部检查，使用的刀具是否会损伤槽宽。如果会，则显示报警 61105 “铣刀半径过大”，且循环中断。

CPA, CPO 和 RAD (圆心和半径)

通过圆心 (CPA , CPO) 和半径 (RAD) 定义加工平面中的圆弧位置。半径仅允许为正值。

FFCP

通过参数 FFCP 对特殊进给率进行编程，用于圆形路径上的中间定位。

STA1 和 INDA (起始角和增量角)

通过这些参数定义圆弧上环形槽的分布。

通过参数 STA1 设定循环调用前生效的工件坐标系的第一根轴 (横坐标) 的正方向与第一个环形槽之间的夹角。

通过参数 INDA 设定两个环形槽之间的夹角。

如果 INDA=0，则系统自动根据环形槽的数量计算增量角，使其在圆弧上均匀分布。

说明

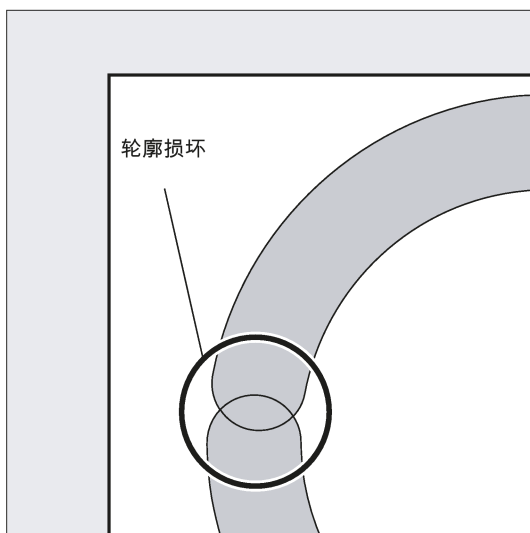
在循环调用之前必须激活刀具补偿。否则循环会被中断并显示报警 61000“无有效刀具补偿”。

如果槽的尺寸和位置分布参数设置不当，会导致槽轮廓冲突 (轮廓相交)，则循环加工不会执行。

此时显示故障信息 61104“槽/长孔轮廓冲突”，并且循环中断。

在循环内部会平移和旋转工件坐标系。从而使正在加工的环形槽从当前加工平面的第一轴开始且圆心为 WCS 零点，并通过此 WCS 显示实际值。

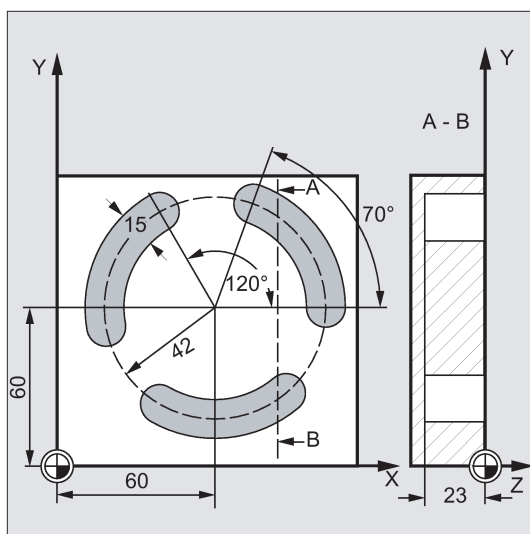
循环结束后，工件坐标系重新恢复到循环调用前的位置。



编程示例 1 铣槽 2

使用此程序在 XY 平面中加工三个位于一个圆弧上的环形槽，圆弧圆心为 X60 Y60，半径为 42 毫米。环形槽尺寸如下：宽度为 15 mm，槽长的转角为 70 度，深度为 23 mm。起始角为 0 度，增量角为 120 度。在槽轮廓上预留 0.5 毫米的精加工余量，进给轴 Z 上的安全距离为 2 mm，最大进刀深度为 6 mm。执行综合加工。精加工时使用相同的转速和进给，并进刀至槽深。

参见以下环形槽的编程示例：



```

N10 G17 G90 T1 D1 S600 M3
N20 G0 X60 Y60 Z5
N30 SLOT2(2, 0, 2, -23, , 3, 70, 15, 60, 60, 42, , 120,
100, 300, 6, 2, 0.5, 0, , 0, )
N40 M02

```

；确定工艺数值

；逼近起始位置

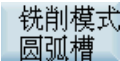
；循环调用

基准面 + SDIS = 退回平面，表示：在进给轴上不能使用 G0 下降到基准面 + SDIS，不设定参数 VAR、MIDF、FFP2 和 SSF

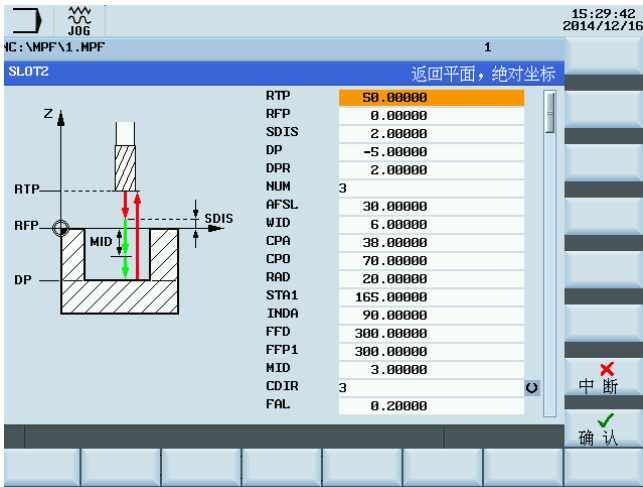
；程序结束

编程示例 2：铣槽 2

按照以下步骤进行：



- 1. 选择所需操作区域。
- 2. 打开可用铣削循环的垂直软键栏。
- 3. 在垂直软键栏中按下该软键。
- 4. 按下该软键打开 SLOT2 的窗口。根据需求设置循环参数。



- 5. 使用该软键确认所作的设置。循环被自动传递到程序编辑器。

9.6.9 铣削矩形凹槽 - POCKET3

编程

POCKET3 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _LENG, _WID, _CRAD, _PA, _PO, _STA, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _CDIR, _VARI, _MIDA, _AP1, _AP2, _AD, _RAD1, _DP1)

参数

参数	数据类型	说明
_RTP	实数	退回平面（绝对）
_RFP	实数	基准面（绝对）
_SDIS	实数	安全距离（不输入符号）
_DP	实数	腔深度（绝对）
_LENG	实数	腔长度，从带符号的角处计算
_WID	实数	腔宽度，从带符号的角处计算
_CRAD	实数	凹槽拐角半径（不输入符号）
_PA	实数	凹槽基准点（绝对），平面内的第一轴
_PO	实数	凹槽基准点（绝对），平面内的第二轴
_STA	实数	凹槽纵向轴和平面内的第一轴之间角度（不输入符号）； 值范围：0° ≤ STA < 180°

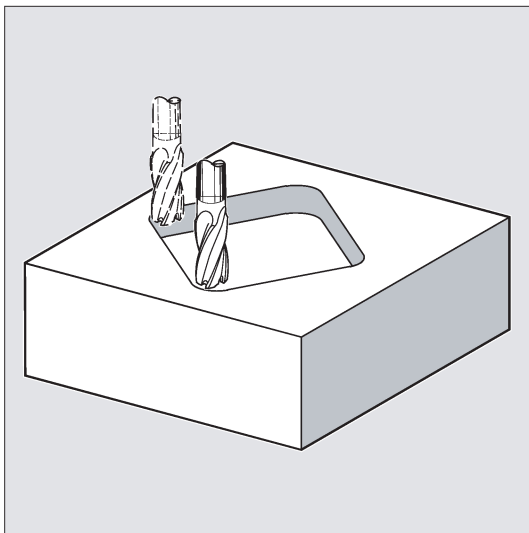
参数	数据类型	说明
_MID	实数	最大进刀深度 (不输入符号)
_FAL	实数	腔边缘精加工余量 (不输入符号)
_FALD	实数	底部精加工余量 (不输入符号)
_FFP1	实数	表面加工进给
_FFD	实数	深度进给
_CDIR	整数	铣削方向 : (不输入符号) 值 : 0 : 顺铣 (与主轴旋转方向一致) 1 : 逆铣 2 : 使用 G2 (与主轴旋转方向无关) 3 : 使用 G3
_VARI	整数	加工方式 个位 值 : 1 : 粗加工 , 2 : 精加工 十位: 值 : 0 : 使用 G0 垂直于腔中心点 1 : 使用 G1 垂直于腔中心点 2 : 沿螺旋线轨迹 3 : 沿着凹槽纵轴振动
其它参数可选择设定。参数限定粗铣时的插入方案和叠加 (不输入符号) :		
_MIDA	实数	以数值设定平面粗铣时的最大进刀宽度
_AP1	实数	腔长度的毛坯尺寸
_AP2	实数	腔宽度的毛坯尺寸
_AD	实数	毛坯尺寸, 相对于基准面的腔深度
_RAD1	实数	插入时的螺旋线轨迹半径 (参考刀具中心点轨迹) 或往复运行最大插入角度
_DP1	实数	旋转 360°时的插入深度 (以螺旋线轨迹插入)

功能

借助该循环可以进行中心钻孔和定心。在精加工时需要使用端面铣刀。

深度进刀总是从腔中心点开始或垂直于其进行；可在此位置进行预钻孔。

- 铣削方向可通过 G 指令 (G2/G3) 设定，也可以相对主轴旋转方向设定为顺铣或逆铣。
- 可编程精铣时的最大进刀宽度。
- 也可设置腔底部的精加工余量
- 有三种不同类型的插入方案：
 - 垂直于腔中心点
 - 沿围绕腔中心的螺旋线轨迹
 - 在腔中心轴振动
- 精加工时在平面中的逼近行程较短
- 可使用平面中的毛坯轮廓和底部的毛坯尺寸 (以实现预成形腔的最优加工)。



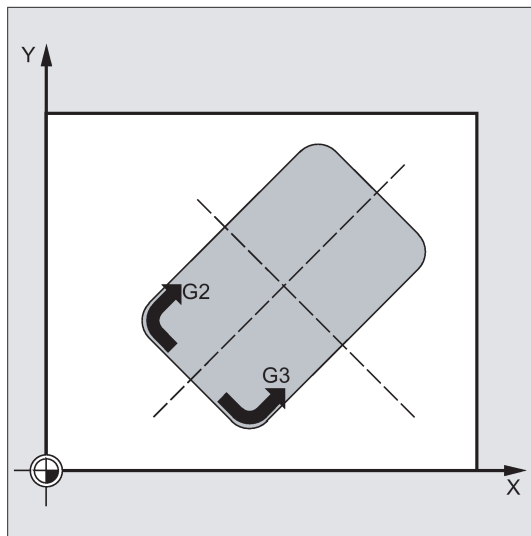
过程

循环开始之前到达的位置：

起始位置可为能以退回平面高度无碰撞逼近腔中心点的任意位置。

粗加工的运行过程：

使用 G0 以退回平面高度逼近腔中心点，接着在此位置上使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面。之后根据所选的插入方案和编程的毛坯尺寸加工腔。



精加工运行过程：

精加工的顺序为：首先在边缘加工至底部精加工余量，然后执行底部精加工。如果精加工余量为零，则不进行精加工操作。

• 边缘精加工

边缘精加工时只绕行腔一次。

边缘精加工沿半径小于拐角半径的四分圆轨迹进行。轨迹半径通长为 2 毫米，当“空间较小”时则为拐角半径和铣刀半径的差值。

如果精加工边缘余量大于 2 毫米，逼近半径相应增加。

深度进刀时使用 G0 向腔中心点空运行，并且使用 G0 运行到逼近轨迹的起始点。

• 底部精加工

执行底部精加工时，使用 G0 向腔中心运行直至腔深度 + 精加工余量 + 安全距离。从那个位置起使用深度进给率垂直于深度进行加工（因为使用端面铣刀进行精加工）。

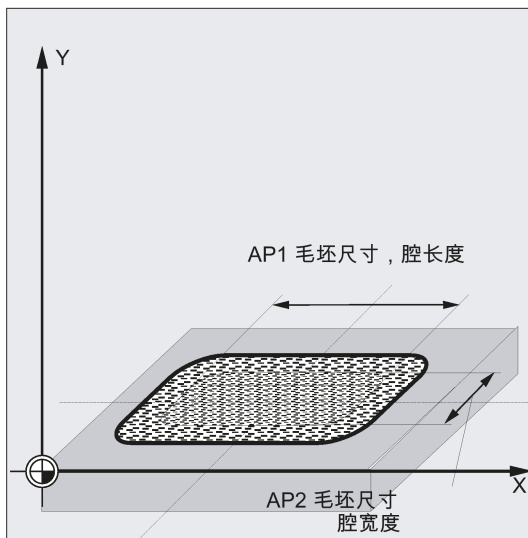
腔底部精加工只加工一次。

插入方案

- 垂直插入腔中心表示,在循环内部计算的当前进刀深度 (=MID 中编程设定的最大进刀深度) 在程序块 G0 或者 G1 中执行。
- 沿着螺旋线轨迹插入表示切削刀具中心点沿着由半径 _RAD1 和每转 _DP1 深度确定的螺旋线轨迹移动。进给率也在 _FFD 中通过编程设定。螺旋线轨迹的旋转方向对应腔加工的旋转方向。
_DP1 中编程设定的插入深度需参考最大深度和螺旋线轨迹的整数转数。
如果达到当前进刀深度 (可能沿着螺旋线轨迹转几圈), 必须整圆旋转以防止插入路径倾斜。
之后腔粗铣从该平面开始, 直至达到精加工余量后结束。
螺旋线轨迹的起点位于“正向”腔纵轴处, 使用 G1 运行。
- 插入腔中心轴时出现振动表示已插入切削刀具中心点, 并沿着直线振动, 直至到达下一个当前深度。在 _RAD1 中编程设定最大浸入角, 循环中计算振动运行长度。如果达到当前深度, 在没有深度进刀的情况下, 该运行多执行一次, 以防止插入路径倾斜。_FFD 中编程设定进给率。

使用毛坯尺寸

在腔粗铣时可使用毛坯尺寸 (例如加工预铸件时)。



毛坯尺寸的 Length 和 Width (_AP1 和 _AP2) 编程不需输入符号, 循环会进行计算使之相对于腔中心点对称。操作者可以对腔的粗铣部位加以限定。深度 (_AD) 的毛坯尺寸编程也不需要符号, 它可以作为腔深度方向基准面的参考。

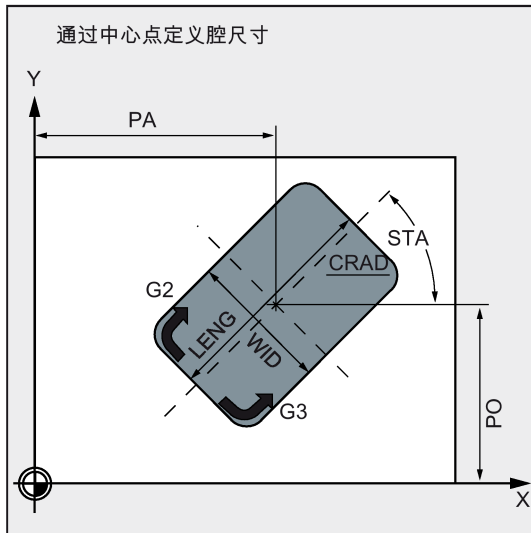
当参照毛坯尺寸时, 根据编程类型 (螺旋线轨迹、往复运动和垂直) 完成进刀深度。如果给定毛坯轮廓和当前工具半径, 循环识别出腔中心有足够的空间, 那么为了不沿着插入路径空运行, 进刀垂直进入腔中心点时越长越好。

腔粗铣为从上至下操作。

参数说明

有关参数 _RTP、_RFP 以及 _SDIS 的说明, 请参见章节“钻削, 定中心 - CYCLE81 (页 126)”。

有关参数 _DP 的说明, 请参见章节“一个圆弧上的长方形孔 - LONGHOLE (页 174)”。



LENG, _WID and _CRAD (腔长度, 腔宽度和拐角半径)

使用参数 LENG, WID 和 CRAD 定义平面腔的形状。

如果因为半径过大, 使用当前工具不能沿着编程的拐角半径返回移动, 那么机床腔拐角半径应与工具半径一致。

如果铣刀半径大于腔长度或腔宽度二分之一, 则输出报警 61105“铣刀半径过大”, 并且循环中止。

PA, _PO (参考点)

使用参数 PA 和 PO 定义平面轴上的腔参考点该点为腔中心点。

STA (角度)

在 STA 下设定平面中第一轴 (横坐标) 和腔纵向轴之间的夹角。

MID (进刀深度)

粗加工时, 通过此参数定义最大进刀深度。

在循环中深度进刀会分步均匀进行。

通过 MID 和总深度, 循环自动计算该进刀。通常使用尽可能少的进刀次数。

MID=0 表示一步进刀到腔深度。

FAL (边缘精加工余量)

精加工余量仅影响边缘平面的腔加工。

如果精加工余量 = 刀具直径, 那么腔不必全部加工。信息“注意: 精加工余量 ≥ 刀具直径”显示, 但循环继续。

FALD (底部精加工余量)

粗加工时, 可另外考虑底部的精加工余量。

FFD 和 _FFP1 (深度和表面进给)

当插进材料时, 进给率 FFD 生效。

进给率 FFP1 在平面中所有以进给率进行的加工运行时生效。

CDIR (铣削方向)

在此参数下设定腔的加工方向。

使用参数 CDIR, 使用“2 表示 G2”和“3 表示 G3”直接编程设定铣削方向, 或者在“顺铣”或“逆铣”之间任选其一。

顺铣或者逆铣在循环内部相对于循环调用前的主轴旋转方向定义。

顺铣	逆铣
M3 → G3	M3 → G2
M4 → G2	M4 → G3

_VARI (加工方式)

使用参数 VARI 定义加工方式。

可使用的值：

个位：

- 1 = 粗加工
- 2 = 精加工

十位 (进刀)：

- 0 = 使用 G0 垂直于腔中心点
- 1 = 使用 G1 垂直于腔中心点
- 2 = 沿螺旋线轨迹
- 3 = 振动至腔长度轴

如果参数 _VARI 被设为其它值，则输出报警 61002“加工方式定义错误，并且循环中断。

_MIDA (最大进刀宽度)

在平面上粗铣时，使用该参数定义最大进刀宽度。与已知的进给宽度计算方法相似（总深度尽可能平均分配以最大值），在 _MIDA 中宽度平均分配以编程的最大值。

如果该参数未编程，或者值为 0，内部循环使用铣刀直径的 80% 作为最大进刀宽度。

说明

这适用于如果宽度达到整腔，边缘加工计算进刀宽度需重新计算的情况；否则整个循环使用开始时计算的进刀宽度。

_AP1, _AP2, _AD (毛坯尺寸)

使用参数 _AP1, _AP2 和 _AD 定义平面和深度上腔的毛坯尺寸（增量）。

_RAD1 (半径)

使用参数 _RAD1 定义螺旋线轨迹的半径（参考刀具中心点轨迹）或往复运动的最大插入角。

_DP1 (插入深度)

当插入螺旋线轨迹时，使用参数 _DP1 定义进刀深度。

在循环调用之前必须激活刀具补偿。否则循环会被中断并显示报警 61000“无有效刀具补偿”。

循环内部使用一个新的实际工件坐标系，来显示实际值。该坐标系的零点为腔圆心。循环结束后原坐标系重新生效。

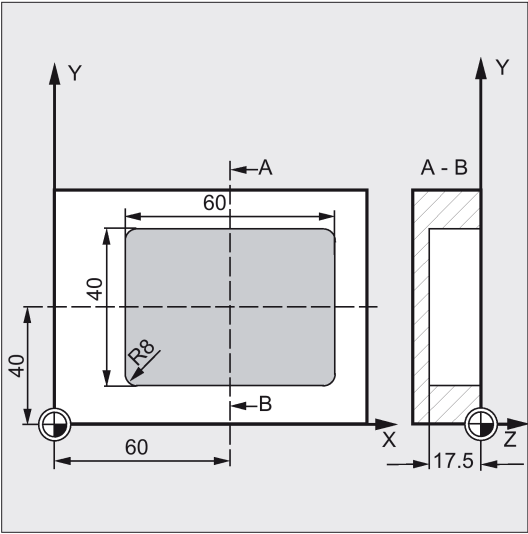
编程示例：腔

使用该程序加工 XY 平面上的腔，其长度为 60 毫米，宽度为 40 毫米，拐角半径为 8 毫米，深度为 17.5 毫米。相对于 X 轴，该腔角度为 0。腔边缘精加工余量为 0.75 mm，底部为 0.2 mm，加到基准面上的 Z 轴安全距离是 0.5 mm。腔中心点位于 X60, Y40，最大进刀宽度是 4 mm。

如果顺铣，加工方向取决于主轴的旋转方向。使用半径为 5 mm 的铣刀。

仅在粗加工操作时使用。

参见以下铣削矩形凹槽的编程示例：



```
N10 G90 T1 D1 S600 M4 ; 确定工艺数值
N20 G17 G0 X60 Y40 Z5 ; 逼近起始位置
N30 POCKET3(5, 0, 0.5, -17.5, 60, 40, 8, 60, 40, 0, 4, ; 循环调用
0.75, 0.2, 1000, 750, 0, 11, 5, , , , )
N40 M02 ; 程序结束
```

9.6.10 铣削环形凹槽 - POCKET4

编程

POCKET4 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _PRAD, _PA, _PO, _MID, _FAL, _FALD, _FFP1, _FFD, _CDIR, _VARI, _MIDA, _AP1, _AD, _RAD1, _DP1)

参数

参数	数据类型	说明
_RTP	实数	退回平面（绝对）
_RFP	实数	基准面（绝对）
_SDIS	实数	安全距离（加到基准面，不输入符号）
_DP	实数	腔深度（绝对）
_PRAD	实数	腔半径
_PA	实数	型腔中心 X 轴坐标
_PO	实数	型腔中心 Y 轴坐标
_MID	实数	最大进刀深度（不输入符号）
_FAL	实数	腔边缘精加工余量（不输入符号）
_FALD	实数	底部精加工余量（不输入符号）
_FFP1	实数	表面加工进给
_FFD	实数	深度进给
_CDIR	整数	铣削方向：（不输入符号） 值： 0：顺铣（与主轴旋转方向一致） 1：逆铣 2：使用 G2（与主轴旋转方向无关） 3：使用 G3

参数	数据类型	说明
_VARI	整数	加工方式 个位 值： 1：粗加工，2：精加工 十位： 值： 0：使用 G0 垂直于腔中心点 1：使用 G1 垂直于腔中心点 2：沿螺旋线轨迹
其它参数可选择设定。参数限定粗铣时的插入方案和叠加（不输入符号）：		
_MIDA	实数	以数值设定平面粗铣时的最大进刀宽度
_AP1	实数	毛坯尺寸，腔半径
_AD	实数	毛坯尺寸，相对于基准面的腔深度
_RAD1	实数	插入时的螺旋线轨迹半径（参考刀具中心点轨迹）
_DP1	实数	旋转 360°时的插入深度（以螺旋线轨迹插入）

功能

使用此循环在加工平面中加工圆形腔。在精加工时需要使用端面铣刀。

深度进刀总是从腔中心点开始或垂直于其进行；可在此位置进行预钻孔。

- 铣削方向可通过 G 指令（G2/G3）设定，也可以相对主轴旋转方向设定为顺铣或逆铣。
- 可编程精铣时的最大进刀宽度。
- 也可设置腔底部的精加工余量
- 有两种插入方案可供使用：
 - 垂直于腔中心点
 - 沿围绕腔中心的螺旋线轨迹
- 精加工时在平面中的逼近行程较短
- 可使用平面中的毛坯轮廓和底部的毛坯尺寸（以实现预成形腔的最优加工）。
- _MIDA 在边缘加工时重新计算。

过程

循环开始之前到达的位置：

起始位置可为能以退回平面的高度无碰撞逼近腔中心点的任意位置。

粗加工运行过程（VARI=X1）：

使用 G0 以退回平面高度逼近腔中心点，接着在此位置上使用 G0 逼近前移了安全距离的基准面。之后根据所选的插入方案和编程的毛坯尺寸加工腔。

精加工运行过程：

精加工的顺序为：首先在边缘加工至底部精加工余量，然后执行底部精加工。如果精加工余量为零，则不进行精加工操作。

- 边缘精加工
边缘精加工时只绕行腔一次。
边缘精加工沿半径小于拐角半径的四分圆轨迹进行。轨迹半径最大为 2 毫米，当“空间较小”时则为拐角半径和铣刀半径的差值。
深度进刀时使用 G0 向腔中心点空运行，并且使用 G0 运行到逼近轨迹的起始点。
- 底部精加工
执行底部精加工时，使用 G0 向腔中心运行直至腔深度 + 精加工余量 + 安全距离。从那个位置起使用深度进给率垂直于深度进行加工（因为使用端面铣刀进行精加工）。
腔底部精加工只加工一次。

插入方案

更多信息可参见章节“铣削矩形凹槽 - POCKET3 (页 186)”。

使用毛坯尺寸

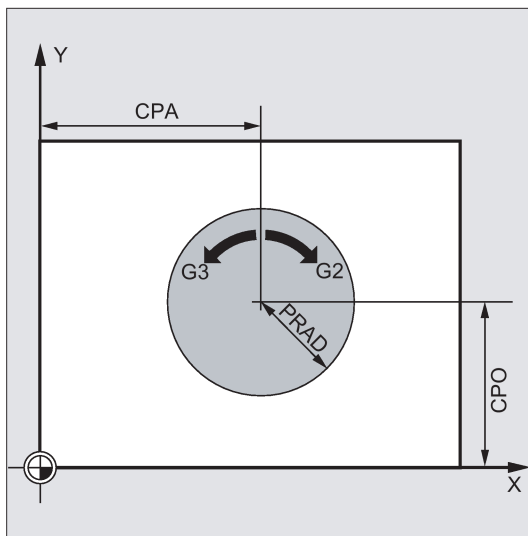
在腔粗铣时可使用毛坯尺寸（例如加工预铸件时）。

对于圆形腔，毛坯尺寸 AP1 同样为圆形（半径小于腔半径）。

参数说明

有关参数 _RTP、_RFP 以及 _SDIS 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。

有关参数 _DP、_MID、_FAL、_FALD、_FFP1、_FFD、_CDIR、_MIDA、_AP1、_AD、_RAD1 以及 _DP1 的说明，请参见章节“铣削矩形凹槽 - POCKET3 (页 186)”。



_PRAD (腔半径)

圆形腔的形状仅取决于半径。

如果其半径小于当前刀具的半径，则输出报警 61105“铣刀半径过大”，并且循环中止。

_PA, _PO (腔圆心)

使用参数 _PA 和 _PO 定义腔的圆心。圆心腔总是通过圆心定尺寸。

_VARI (加工方式)

使用参数 _VARI 定义加工方式。

可使用的值：

个位：

- 1 = 粗加工
- 2 = 精加工

十位 (进刀)：

- 0 = 使用 G0 垂直于腔中心点
- 1 = 使用 G1 垂直于腔中心点
- 2 = 沿螺旋线轨迹

如果参数 _VARI 被设为其它值，则输出报警 61002“加工方式定义错误”，并且循环中断。

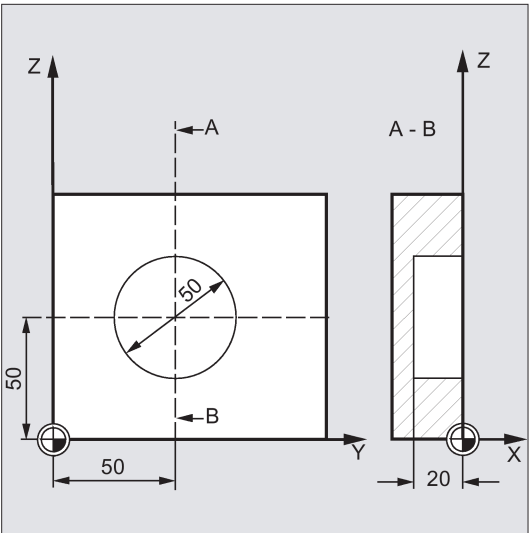
说明

在循环调用之前必须激活刀具补偿。否则循环会被中断并显示报警 61000“无有效刀具补偿”。
循环内部使用一个新的实际工件坐标系，来显示实际值。该坐标系的零点为腔圆心。
循环结束后原坐标系重新生效。

编程示例：圆形腔

使用此程序在 YZ 平面中加工一个圆形腔。圆心定义为 Y50 Z50。深度进刀的进给轴为 X 轴。不设定精加工余量和安全距离。
腔加工时采用逆铣（相对于主轴旋转方向）。沿螺旋线轨迹进刀。

使用半径为 10 毫米的铣刀。参见以下环形凹槽的编程示例：



```
N10 G17 G90 G0 S650 M3 T1 D1 ; 确定工艺数值
N20 X50 Y50 ; 逼近起始位置
N30 POCKET4(3, 0, 0, -20, 25, 50, 60, 6, 0, 0, 200, 100, 1, ; 循环调用
21, 0, 0, 0, 2, 3) ; 不设置参数 FAL、FALD
N40 M02 ; 程序结束
```

9.6.11 螺纹铣削 - CYCLE90

编程

CYCLE90 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DIATH, KDIAM, PIT, FFR, CDIR, TYPTH, CPA, CPO)

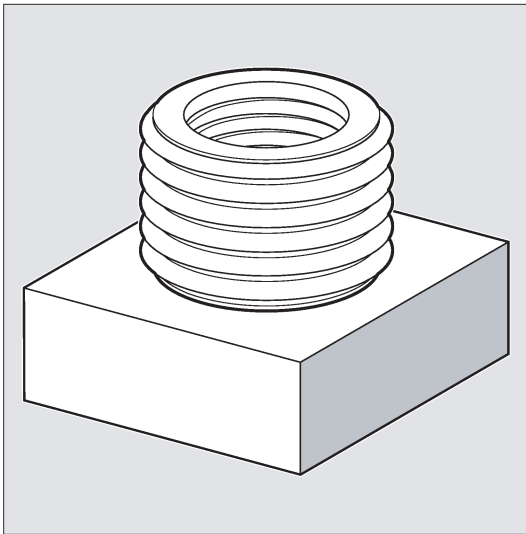
参数

参数	数据类型	说明
RTP	实数	退回平面（绝对）
RFP	实数	基准面（绝对）
SDIS	实数	安全距离（不输入符号）
DP	实数	最终钻削深度（绝对）
DPR	实数	相对于基准面的最终钻削深度（不输入符号）
DIATH	实数	额定直径，螺纹的外径
KDIAM	实数	内部直径，螺纹的内径
PIT	实数	螺距；值范围：0.001 ... 2000.000 mm
FFR	实数	铣削螺纹时的进给率（不输入符号）

参数	数据类型	说明
CDIR	整数	铣削螺纹时的旋转方向 值：2（表示用 G2 进行螺纹铣削），3（表示用 G3 进行螺纹铣削）
TYPTH	整数	螺纹类型 值：0 = 内螺纹，1 = 外螺纹
CPA	实数	圆弧圆心，横坐标（绝对）
CPO	实数	圆弧圆心，纵坐标（绝对）

功能

通过循环 CYCLE90 可加工内螺纹和外螺纹。铣削螺纹时采用螺旋线插补轨迹。在循环调用前定义的生效平面的三个几何轴都参与到此运行中。



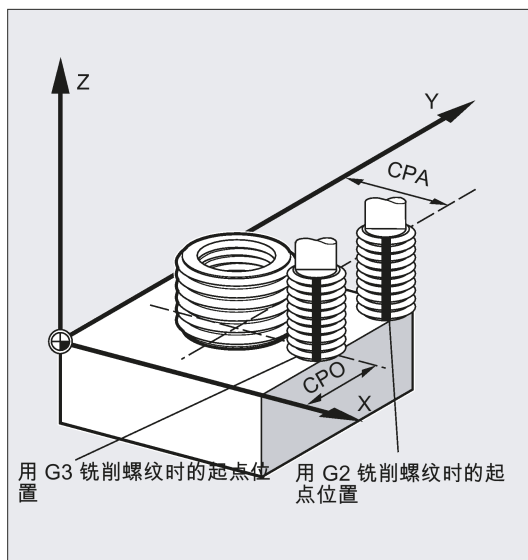
外螺纹铣削流程

循环开始之前到达的位置：

起始位置可为能以退回平面高度无碰撞运行至螺纹外径起始点的任意位置。

使用 G2 铣削螺纹时，起始点位于生效平面的横坐标正方向和纵坐标正方向之间（即在坐标系的第一象限中）。适用 G3 铣削螺纹时，起始点位于生效平面的横坐标正方向和纵坐标负方向之间（即在坐标系的第四象限中）。

与螺纹直径的距离取决于螺纹尺寸和所使用的刀具半径。



该循环产生以下的运动过程：

- 在当前平面的应用轴上，使用 G0 以退回平面高度定位到起始点。
- 使用 G0 进刀到前移了安全距离的基准面
- 按与 CDIR 下编程的方向 (G2/G3) 相反的方向，沿圆弧轨迹逼近螺纹直径
- 使用 G2/G3 和进给值 FFR 沿螺旋线轨迹进行螺纹铣削
- 使用与设置的旋转方向 (G2/G3) 相反的方向和降低的进给率 FFR 沿圆弧轨迹退回
- 使用 G0 沿应用轴返回至退回平面

内螺纹铣削流程

循环开始之前到达的位置：

起始位置可为能以退回平面高度无碰撞运行至螺纹中心点的任意位置。

该循环产生以下的运动过程：

- 在当前平面的应用轴上，使用 G0 以退回平面高度定位到螺纹中心点。
- 使用 G0 进刀到前移了安全距离的基准面
- 使用 G1 和降低的进给率 FFR 逼近循环内部计算的逼近圆弧
- 按 CDIR 下编程的方向 (G2/G3) 沿圆弧轨迹逼近螺纹直径
- 使用 G2/G3 和进给值 FFR 沿螺旋线轨迹进行螺纹铣削
- 使用相同的旋转方向和降低的进给率 FFR 沿圆弧轨迹退回
- 使用 G0 退回到螺纹中心点
- 使用 G0 沿应用轴返回至退回平面

由下至上加工螺纹

考虑到工艺因素，也可由下至上加工螺纹。此时退回平面 RTP 位于螺纹深度 DP 之后。

相应的必须将深度参数设定为绝对值，并且在循环调用前逼近退回平面或退回平面后的位置。

编程示例 (由下至上加工螺纹)

需要从 -20 起铣削螺纹至 0，螺距为 3 mm。退回平面位于 8 处。

```
N10 G17 X100 Y100 S300 M3 T1 D1 F1000
N20 Z8
N30 CYCLE90 (8, -20, 0, -60, 0, 46, 40, 3, 800, 3, 0, 50,
50)
N40 M2
```

钻孔深度至少须为 -21.5 (多出半个螺距)。

螺纹长度方向超程

铣削螺纹时，逼近和退回运动沿着三个相关轴进行。这表示垂直轴上的退回运动算定距离较远，超过程编程设定的螺纹深度。

通过以下公式计算超程：

$$\Delta z = \frac{p}{4} * \frac{2 * WR + RDIFF}{DIATH}$$

Δz ：超程，内部

p：螺距

WR：刀具半径

DIATH：螺纹外径

RDIFF：退回圆弧半径差值

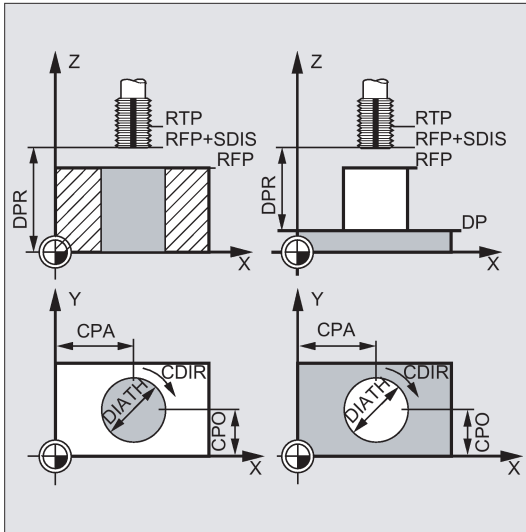
对于内螺纹， $RDIFF = DIATH/2 - WR$ ，对于外螺纹 $RDIFF = DIATH/2 + WR$ 。

编程和操作手册 (铣削)

6FC5398-4DP10-0RA3, 08/2015

参数说明

有关参数 RTP、RFP、SDIS、DP 以及 DPR 的说明，请参见章节“钻削，定中心 - CYCLE81 (页 126)”。



DIATH, KDIAM 和 PIT (额定直径、 内部直径和螺距)

通过这些参数定义额定直径，内部直径和螺距。参数 DIATH 为螺纹外径，参数 KDIAM 为螺纹内径。循环内部会根据这些参数生成逼近和退回运动。

FFR (进给率)

设定参数 FFR 作为螺纹铣削时生效的进给值。该值在沿螺旋线轨迹进行螺纹铣削时生效。

在循环中降低该值用于逼近和退回运动。在螺旋线轨迹以外使用 G0 退回。

CDIR (旋转方向)

在此参数下设定螺纹加工方向的值。

如果该参数设置了不允许的值，则显示信息：

“铣削方向设定错误，使用 G3”。

在这种情况下继续执行该循环，并自动使用 G3。

TYPTH (螺纹类型)

使用参数 TYPTH 定义是加工外螺纹还是内螺纹。

CPA 和 CPO (中心点)

通过这些参数设定需要加工螺纹的钻孔或凸台的中心点。

说明

循环内部会计算铣刀半径。因此在循环调用前必须编程刀具补偿。否则会显示报警 61000“无有效刀具补偿”，并且循环中止。

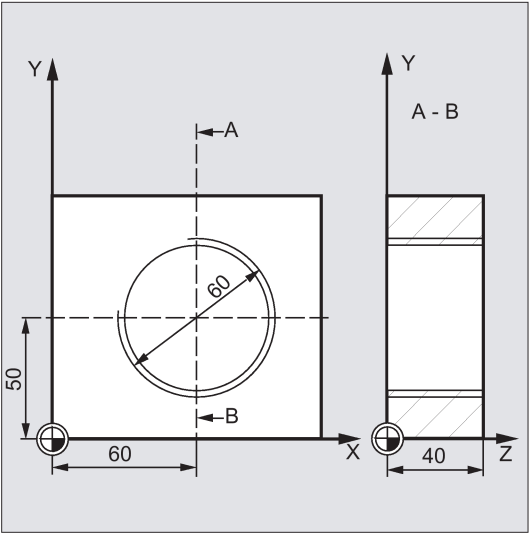
在刀具半径 = 0 或者为负值时，同样显示该报警并中断循环。

加工内螺纹时会对刀具半径进行监控，并相应地输出报警 61105“铣刀半径过大”，并中断循环。

编程示例：内螺纹

使用次程序在 G17 平面的 X60 Y50 处铣削一个内螺纹。

参见以下内螺纹的编程示例：



```
DEF REAL RTP=48, RFP=40, SDIS=5, DP=0, DPR=40, DIATH=60, KDIAM=50, ; 定义参数，赋值
DEF REAL PIT=2, FFR=500, CPA=60, CPO=50
DEF INT CDIR=2, TYPTH=0
N10 G90 G0 G17 X0 Y0 Z80 S200 M3 ; 逼近起始位置
N20 T5 D1 ; 确定工艺数值
N30 CYCLE90 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DIATH, KDIAM, PIT, FFR, CDIR, TYPTH, CPA, CPO) ; 循环调用
N40 G0 G90 Z100 ; 循环结束后逼近的位置
N50 M02 ; 程序结束
```

9.6.12 快速参数设置 - CYCLE832

编程

CYCLE832 (TOL, TOLM, 1)

参数

参数	数据类型	说明
TOL	实数	加工轴公差
TOLM	整数	加工类型选择 0：取消 1：精加工 2：半精加工 3：粗加工
PSYS	整数	内部参数，只允许默认值 1

功能

对于速度、精度和表面质量要求较高的形状不规则表面，使用 CYCLE832 进行加工。

循环功能组、G 代码、机床数据和设定数据，对高速切削来说必不可少。

参数说明

TOL (公差)

这取决于加工轴公差。根据 G 代码，相关机床或设定数据中写入公差值。

TOLM (加工类型)

该参数决定使用何种技术加工方式。

9.7 故障信息和故障处理

9.7.1 一般说明

如果在循环中识别出错误的状态，则产生一个报警，并且中断该循环的执行。

另外循环还会在控制器的信息行中输出信息。这个信息不会中断加工。

这些故障及其应答以及系统中信息行中的信息每次均在各个循环中进行描述。

9.7.2 循环中的故障处理

如果在循环中识别出错误的状态，则产生一个报警，并且中断该加工。

在循环中会产生编号为 61000 到 62999 之间的报警。根据报警反应和清除标准，对该号码区再次进行划分。

与报警号码同时显示出的故障文本，可以给出关于故障原因的进一步阐述。

报警号	删除标准	报警反应
61000 ... 61999	NC 复位	中断 NC 中的程序段处理。
62000 ... 62999	清除按键	中断程序段处理，在删除报警后按下列键继续循环： 

9.7.3 循环报警一览

报警号可以按如下分类：

6	—	X	—	—
---	---	---	---	---

- X=0 一般循环报警
- X=1 钻削循环、钻削图循环和铣削循环报警

9.7.4 循环中的显示消息

循环在控制器的信息行中输出信息。这个信息不会中断加工。

信息提供循环和加工步骤某些特性的说明，通常在一个加工步骤之后或者直至循环结束均保持不变。消息示例如下：

"深度：根据相对深度值"来自所有钻削循环。

10 典型铣削程序

毛坯数据

毛坯材料：立方体铝件

毛坯长度：100 mm

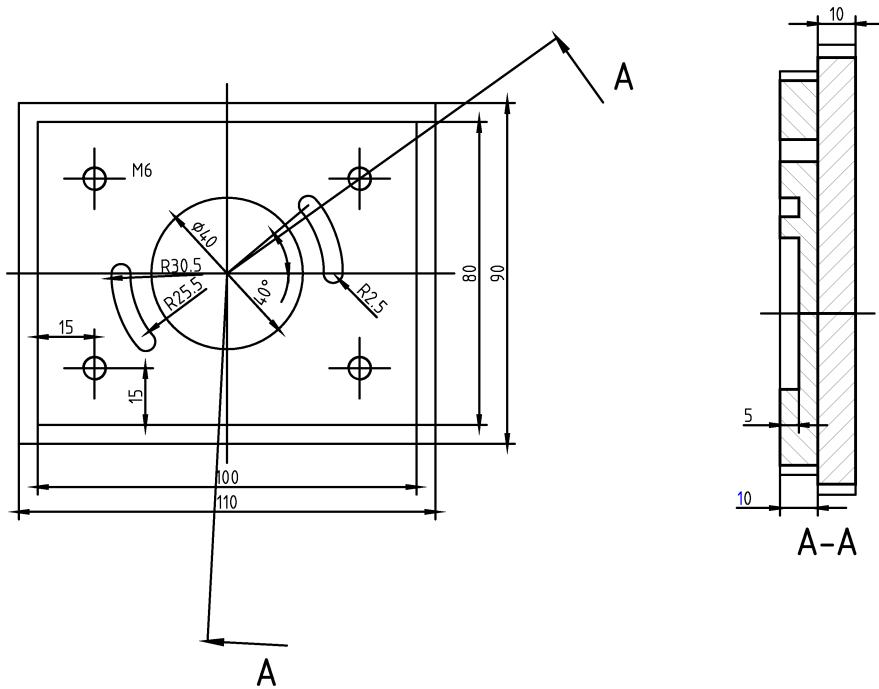
毛坯宽度：80 mm

毛坯高度：60 毫米 (加工长度：46 毫米；夹紧长度：10 毫米)

所需刀具

T1, T2, T3, T4, T5, T6, T11, T14, T20

编程示例 1



```

T1
M06
G54G90
S4000M3
CYCLE71( 20.00000, 2.00000, 2.00000, 0.00000, -50.00000, -40.00000, 100.00000, 80.00000,
, 5.00000, 30.00000, , 0.20000, 1500.00000, 31, )
CYCLE71( 20.00000, 2.00000, 2.00000, 0.00000, -50.00000, -40.00000, 100.00000, 80.00000,
, 2.00000, 30.00000, , 0.20000, 1500.00000, 12, )
T2
M06
S4000M3
CYCLE76( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -10.00000, , 90.00000, 70.00000, 1.00000, 0.00000,
0.00000, , 3.00000, 0.50000, , 1200.00000, 1000.00000, 0, 1, 100.00000, 80.00000)
POCKET4( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 20.00000, 0.00000, 0.00000, 2.00000,
0.50000, 0.20000, 1000.00000, 200.00000, 0, 21, 5.00000, , , 2.00000, 2.00000)
T3
M06
M8
S5000M3
CYCLE76( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -10.00000, , 90.00000, 70.00000, 1.00000, 0.00000,
0.00000, , 12.00000, 0.50000, , 1000.00000, 1000.00000, 0, 2, 100.00000, 80.00000)
POCKET4( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 20.00000, 0.00000, 0.00000, 6.00000,
0.50000, 0.20000, 1000.00000, 1000.00000, 0, 12, 5.00000, , , 2.00000, 2.00000)
T20
M06
S4000M3
M8
SLOT2( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, , 2, 40.00000, 5.00000, 0.00000, 0.00000,
28.00000, 0.00000, 180.00000, 300.00000, 500.00000, 2.00000, 3, 0.10000, 0, 5.00000,
500.00000, 5000.00000, 500.00000)
T11
M06

```

编程和操作手册 (铣削)

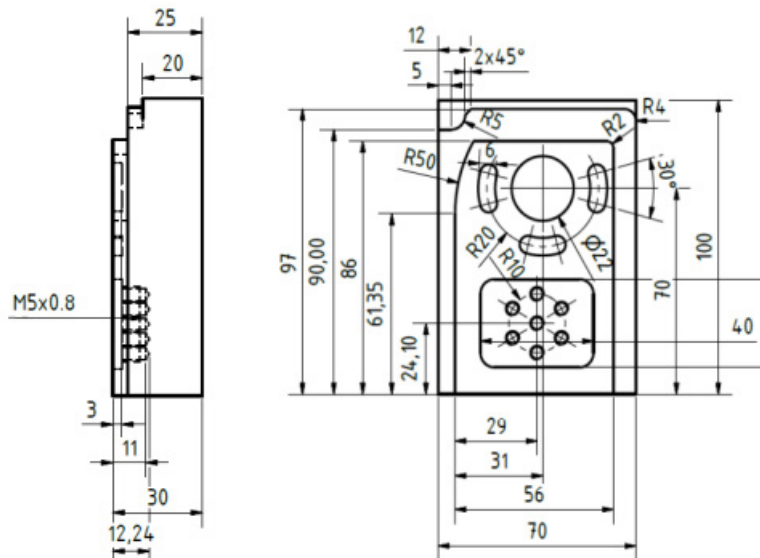
6FC5398-4DP10-0RA3, 08/2015

```

S1200M3
MCALL CYCLE83( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -10.00000, 0.00000, -5.00000, 5.00000, 1.00000,
0.10000, ,1.00000, 0, 3, 2.00000, 1.00000, 0.10000, 1.00000)
X-35Y-25
X35Y-25
X-35Y25
X35Y25
MCALL
T14
M06
M05
MCALL CYCLE84( 20.00000, 0.00000, 2.00000, -8.00000, 0.00000, 0.10000, 5, ,1.00000,
0.00000, 600.00000, 800.00000, 3, 0, 0, 1, 3.00000, 1.00000)
X-35Y-25
X35Y-25
X-35Y25
X35Y25
MCALL
G0Z100
M30

```

编程示例 2



```

N5 G17 G90 G54 G71
N10 SUPA G00 Z300 D0
N15 SUPA G00 X300 Y300
N20 T1 D1
N25 MSG ( "请切换到 1 号刀具" )
N30 M05 M09 M00
N35S4000 M3
N40 CYCLE71 ( 50.00000, 2.00000, 2.00000, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 70.00000, 100.00000,
0.00000, 2.00000, 40.00000, 2.00000, 0.20000, 500.00000, 41, 5.00000)
N45 S4500 M3
N50 CYCLE71(50,2,2,0,0,0,70,100,0,2,40,2,0.2,300,22,5)
N55 SUPA G00 Z300 D0
N60 SUPA G00 X300 Y300
N65 T3 D1
N70 MSG ( "请切换到 3 号刀具" )
N75 M05 M09 M00
N80 S5000 M3 G94 F300
N85 G00 X-6 Y92
N90 G00 Z2

```

```

N95 G01 F300 Z-10
N100 G41 Y 90
N105 G01 X10 RND=5
N110 G01 Y97 CHR=2
N115 G01 X70 RND=4
N120 G01 Y90
N125 G01 G40 X80
N130 G00 Z50
N135 SUPA G00 Z300 D0
N140 SUPA G00 X300 Y300
N145 T4 D1
N150 MSG ( "请切换到 4 号刀具" )
N155 M05 M09 M00
N160 S5000 M3
N165 POCKET4 ( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 22.00000, 38.00000, 70.00000,
2.50000, 0.20000, 0.20000, 300.00000, 250.00000, 0, 21, 10.00000, 0.00000, 5.00000,
2.00000, 0.50000)
N170 S5500 M3
N175 POCKET4 ( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 22.00000, 38.00000, 70.00000,
2.50000, 0.20000, 0.20000, 250.00000, 250.00000, 0, 22, 10.00000, 0.00000, 5.00000,
2.00000, 0.50000)
N180 SUPA G00 Z300 D0
N185 SUPA G00 X300 Y300
N190 T5 D1
N195 MSG ( "请切换到 5 号刀具" )
N200 M05 M09 M00
N205 S7000 M3
N210 SLOT2( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 2.00000, 3, 30.00000, 6.00000, 38.00000,
70.00000, 20.00000, 165.00000, 90.00000, 300.00000, 300.00000, 3.00000, 3, 0.20000, 2000,
5.00000, 250.00000, 8000.00000, )
N215 SUPA G00 Z300 D0
N220 SUPA G00 X300 Y300
N225 T2 D1
N230 MSG ( "请切换到 2 号刀具" )
N235 M05 M09 M00
N240 S5000 M3
N245 CYCLE72( "SUB_PART_3", 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 5.00000, 0.00000,
0.00000, 300.00000, 100.00000, 111, 41, 12, 3.00000, 300.00000, 12, 3.00000)
N250 SUPA G00 Z300 D0
N255 SUPA G00 X300 Y300
N260 T2 D1
N265 MSG ( "请切换到 2 号刀具" )
N270 M05 M09 M00
N275 S6500 M3
N280 POCKET3( 50.00000, 0.00000, 1.00000, -3.00000, 40.00000, 30.00000, 6.00000, 36.00000,
24.10000, 15.00000, 3.00000, 0.10000, 0.10000, 300.00000, 300.00000, 0, 11, 12.00000,
8.00000, 3.00000, 15.00000, 0.00000, 2.00000)
N285 POCKET3( 50.00000, 0.00000, 1.00000, -3.00000, 40.00000, 30.00000, 6.00000, 36.00000,
24.10000, 15.00000, 3.00000, 0.10000, 0.10000, 300.00000, 300.00000, 0, 12, 12.00000,
8.00000, 3.00000, 15.00000, 0.00000, 2.00000)
N290 SUPA G00 Z300 D0
N295 SUPA G00 X300 Y300
N300 T6 D1
N305 MSG ( "请切换到 6 号刀具" )
N310 M05 M09 M00
N315 S6000 M3
N320 G00 Z50 X36 Y24.1
N325 MCALL CYCLE82( 50.00000, -3.00000, 2.00000, -5.00000, 0.00000, 0.20000)
N330 HOLES2( 36.00000, 24.10000, 10.00000, 90.00000, 60.00000, 6)
N335 X36 Y24.1
N340 MCALL ; 模态调用关

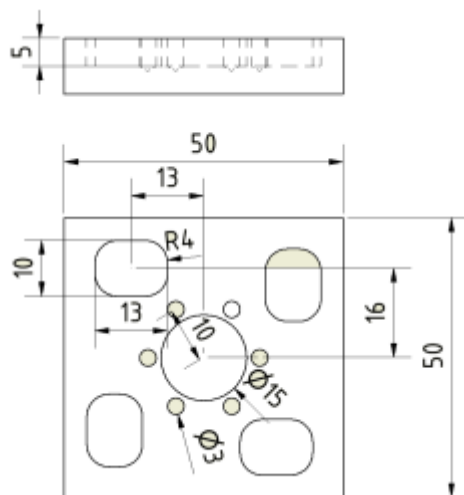
```

```

N345 SUPA G00 Z300 D0
N350 SUPA G00 X300 Y300
N355 T7 D1
N360 MSG ( "请切换到 7 号刀具" )
N365 M05 M09 M00
N370 S6000 M3
N375 MCALL CYCLE83( 50.00000, -3.00000, 1.00000, ,9.24000, ,5.00000, 90.00000, 0.70000,
0.50000, 1.00000, 0, 0, 5.00000, 1.40000, 0.60000, 1.60000)
N380 HOLES2( 36.00000, 24.10000, 10.00000, 90.00000, 60.00000, 6)
N385 X36 Y24.1
N390 MCALL ; 模态调用关
N395 SUPA G00 Z300 D0
N400 SUPA G00 X300 Y300
N405 T8 D1
N410 MSG ( "请切换到 8 号刀具" )
N415 M05 M09 M00
N420 S500 M3
N425 MCALL CYCLE84( 50.00000, -3.00000, 2.00000, ,6.00000, 0.70000, 5, ,2.00000, 5.00000,
5.00000, 5.00000, 0, 1, 0, 0, 5.00000, 1.40000)
N430 HOLES2( 36.00000, 24.10000, 10.00000, 90.00000, 60.00000, 6)
N435 X36 Y24.1
N440 MCALL ; 模态调用关
N445 SUPA G00 Z500 D0
N450 SUPA G00 X500 Y500
; 移动到变换位置
; 准备开始下一程序或重复程序
N455 M30
子程序名称 : SUB_PART_3
子程序内容 :
G17 G90
G0 X7 Y0
G1 Y61.35
G2 X13.499 Y86 I=AC(57) J=AC(61.35)
G1 X63 RND=2
Y0
M2; /*轮廓结束*/

```

编程示例 3



```

N10 G17 G90 G54 G60 ROT
N20 T1 D1; FACEMILL
N30 M6
N40 S4000 M3 M8
N50 G0 X-40 Y0

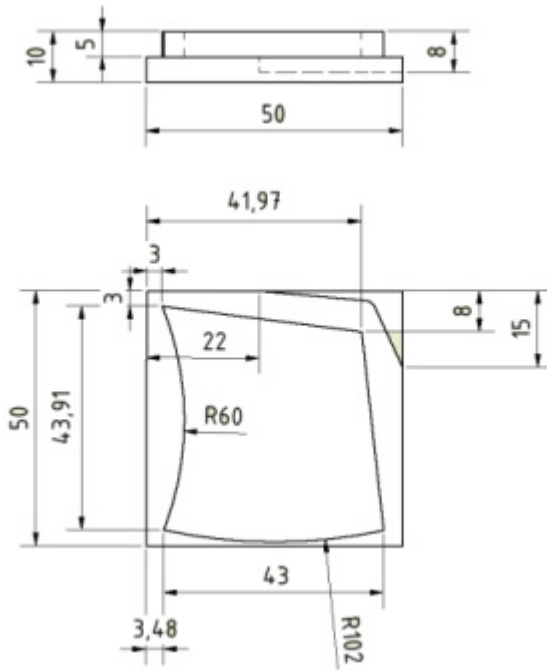
```

```

N60 G0 Z2
N70 CYCLE71( 50.00000, 1.00000, 2.00000, 0.00000, -25.00000, -25.00000, 50.00000,
50.00000, 0.00000, 1.00000, , ,0.00000, 400.00000, 11, )
N80 S4500
N90 CYCLE71( 50.00000, 1.00000, 2.00000, 0.00000, -25.00000, -25.00000, 50.00000,
50.00000, 0.00000, 1.00000, , ,0.00000, 400.00000, 32, )
N100 G0 Z100
N110 T2 D1 ; ENDMILL D8
N120 M6
N130 S4000 M3
N140 M8 G0 X-13 Y16
N150 G0 Z2
_ANF:
N160 POCKET3( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 13.00000, 10.00000, 4.00000, -
13.00000, 16.00000, 0.00000, 5.00000, 0.10000, 0.10000, 300.00000, 200.00000, 2, 11,
2.50000, , , ,2.00000, 2.00000)
AROT Z90
_END:
REPEAT _ANF _END P=3
ROT
S4500 M3
_ANF1:
N160 POCKET3( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 13.00000, 10.00000, 4.00000, -
13.00000, 16.00000, 0.00000, 2.50000, 0.10000, 0.10000, 300.00000, 200.00000, 2, 2,
2.50000, , , ,2.00000, 2.00000)
AROT Z90
_END1:
REPEAT _ANF1 _END1 P=3
ROT
G0 X0 Y0
POCKET4( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 7.50000, 0.00000, 0.00000, 2.50000,
0.10000, 0.10000, 300.00000, 200.00000, 0, 21, 2.00000, , ,4.00000, 1.00000)
S4500 M3
POCKET4( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 7.50000, 0.00000, 0.00000, 5.00000,
0.10000, 0.10000, 300.00000, 200.00000, 0, 12, 2.00000, , ,4.00000, 1.00000)
G0 Z100
T3 D1 ;DRILL D3
M6
S5000 M3
G0 X0 Y0
MCALL CYCLE81( 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 0.00000)
HOLES2( 0.00000, 0.00000, 10.00000, 45.00000, 60.00000, 6)
MCALL
M30

```

编程示例 4



```

G17 G90 G60 G54
T1 D1 ;FACEMILL D50
M6
S3500 M3
G0 X0 Y0
G0 Z2
CYCLE71( 50.00000, 1.00000, 2.00000, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 50.00000, -50.00000,
,1.00000, 40.00000, ,0.10000, 300.00000, 11, )
S4000 M3
CYCLE71( 50.00000, 0.10000, 2.00000, 0.00000, 0.00000, 0.00000, 50.00000, -50.00000,
,1.00000, 40.00000, ,0.00000, 250.00000, 32, )
T2 D2 ;ENDMILL
M6
S3500 M6
CYCLE72( "SUB_PART_2", 50.00000, 0.00000, 2.00000, -5.00000, 2.00000, 0.10000, 0.10000,
300.00000, 300.00000, 11, 42, 1, 4.00000, 300.00000, 1, 4.00000)
T4 D1 ;ENDMILL D10
M6
S4000 M3
G0 X55 Y-15
G0 Z2
G1 F300 Z-8
G42 G1 Y-15 X50
G1 X44 Y-2 RND=2
G1 Y0 X 22
G40 Y30
M30
子程序名称 : SUB_PART_2
子程序内容 :
G17 G90
G0 X3 Y3
G2 X3.27 Y-40.91 I=AC(-52.703) J=AC(-19.298)
G3 X46.27 Y-47 I=AC(38.745) J=AC(54.722)
G1 X42 Y-8
X3 Y3
M2; /*轮廓结束*/

```

A 附录

A.1 创建新刀沿

说明
机床上最多可装载 128 个刀沿，每把刀具最多可创建九个刀沿。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



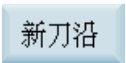
2. 打开刀具列表窗口。



3. 选中需要增加刀沿的刀具。



4. 打开刀沿设置的下级菜单。



5. 按下该软键为所选刀具创建一个新刀沿。系统自动将新建的刀沿加入刀具列表中。

刀具表				
类型	T	D	几何数据	
			长度	半径
	1	1	0.000	1.000
		2	0.000	0.000

6. 此时可为每个刀沿输入不同的长度及半径值（详见章节“创建新刀具 (页 17)”）。还可按下相应软键设置刀沿。



A.2 校准刀具测量头

概述

要自动测量刀具，必须首先根据机床零点位置确定刀具测量头的位置。

操作步骤

设置测量头数据



1. 选择所需操作区域。



2. 切换至“JOG”模式。



3. 打开用于刀具测量的下级菜单。



4. 打开自动刀具测量窗口。



5. 按下该垂直软键打开测量头数据设置窗口，该窗口中会显示测量头的坐标值。在相应的输入区中输入所需的数值（见下表中的参数描述）。所有位置值可参考机床坐标系。

测头数据									
绝对位置PS	①	0.000 mm	进给率	⑥	80.000 mm/min				
圆心：X	②	0.000 mm	测头平面	⑦	G17 				
圆心：Y	③	0.000 mm	主轴速度	⑧	0.000 rev/min				
直径	④	0.000 mm	旋转方向	⑨	M5 				
厚度	⑤	0.000 mm	安全距离	⑩	1.000 mm				

- ① Z 方向上的测量头绝对位置
- ②/③ 所测量的测量头中心（机床坐标）
- ④ 测头直径（测量值会在校准后显示）
- ⑤ 测头厚度
- ⑥ 在“JOG”模式下的测量进给率（该参数用于创建测量程序）
- ⑦ 可选择 G17、G18 和 G19
- ⑧ 主轴转速，单位为 r.p.m.
- ⑨ 主轴的旋转方向：M3、M4 或 M5
- ⑩ 工件表面和工件之间的最小距离（该参数用于创建测量程序）

标定测头



1. 选择所需操作区域。



2. 切换至“JOG”模式。



3. 打开用于刀具测量的下级菜单。

自动
测量

标定
测头

4. 打开自动刀具测量窗口。
5. 按下该垂直软键进入测量头校准界面。
6. 移动校准刀具，直到刀具位于接近刀具测量头测量表面中心的位置。
使用以下垂直软件可选择校准刀具长度及直径，或者仅校准刀具长度：

长度*
直径



7. 按下此键开始校准。
校准刀具以测量进给率自动运行至测量头而后返回。刀具测量头的位置被确定并储存在一个内部数据区。
自动测量期间会显示一个测量时钟符号，表示测量正在进行中。



A.3 使用测量头测量刀具（自动）

概述

自动刀具测量用于与机床数据设定有关的标准循环中。在自动测量期间，您可以使用测量头来确定 X、Y 和 Z 方向上的刀具尺寸。

必须满足下列前提条件：

- 机床制造商必须确定用于刀具测量头测量的特殊测量功能的相关参数。
- 必须在实际测量前输入刀具的刀沿位置以及半径或直径。
- 必须首先校准测量头（详见“校准刀具测量头（页 208）”章节）。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



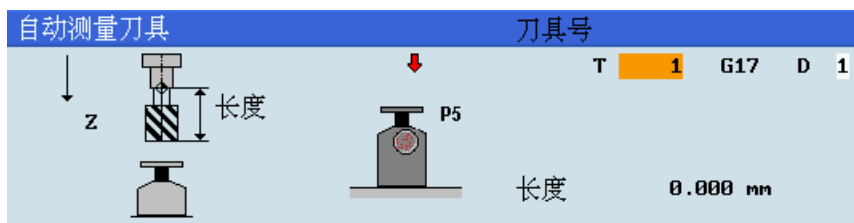
2. 切换至“JOG”模式。



3. 打开用于刀具测量的下级菜单。

自动
测量

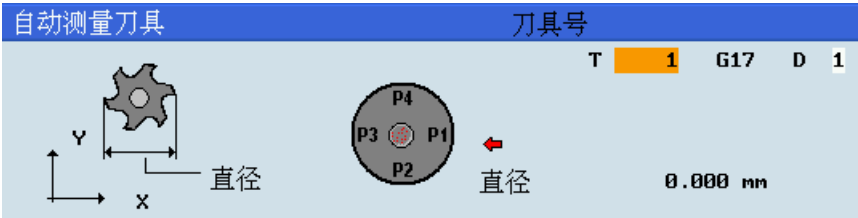
4. 打开自动刀具测量窗口。默认测量 Z 方向上的刀具长度。





直径

- 将刀具手动移至测量头附近，确保当测量头运行时不会发生碰撞。
- 在 MCP 上按下此键。刀具以测量进给率运行至测量头并返回。在同时考虑刀沿位置和刀具半径或直径的情况下，计算刀具长度并将其输入刀具列表。请注意，如果同时移动多个轴，将无法计算偏移数据。
- 按下该垂直软键在 X 与 Y 平面上测量刀具直径。



- 将刀具手动移至测量头附近，确保当测量头运行时不会发生碰撞。
- 在 MCP 上按下此键。刀具以测量进给率运行至测量头并返回。刀具直径将自动计算并输入刀具列表中。请注意，如果同时移动多个轴，将无法计算偏移数据。

A.4 输入/修改零点偏移

操作步骤

如在测试刀具偏移结果时发现任何问题，可通过如下步骤进行值的微调：



- 选择所需操作区域。
- 打开零点偏移列表。该列表包含编程的零点偏移的基本偏移值和当前生效的比例系数、镜相状态显示以及所有当前生效的零点偏移的和。
- 使用光标键将光标条定位在需要更改的输入区上，并输入数值。

	X	mm	Y	mm	Z	mm	X	μm	Y	μm	Z	μm
G500	0.000000		0.000000		0.000000		0.000		0.000		0.000	
G54	0.000000		0.000000		0.000000		0.000		0.000		0.000	
G55	0.000000		0.000000		0.000000		0.000		0.000		0.000	
G56	0.000000		0.000000		0.000000		0.000		0.000		0.000	
G57	0.000000		0.000000		0.000000		0.000		0.000		0.000	
G58	0.000000		0.000000		0.000000		0.000		0.000		0.000	
G59	0.000000		0.000000		0.000000		0.000		0.000		0.000	
程序	0.000000		0.000000		0.000000		0.000		0.000		0.000	
比例	1.000000		1.000000		1.000000							
镜像	0		0		0							
共计	0.000000		0.000000		0.000000		0.000		0.000		0.000	



- 确认输入。对零点偏移所做的修改立即生效。

A.5 输入/修改设定数据

输入/修改设定数据

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 打开设定数据窗口。



3. 打开设定通用数据的窗口。



4. 将光标条定位在需要更改的输入区上，并输入数值（见下表中的参数描述）。



5. 按下该键或移动光标来确认输入。

设定数据窗口中的参数

设定数据			
主轴数据			
最小值：	①	0.000	rev/min
最大值：	②	1000.000	rev/min
起始角			
螺纹起始角	③	0.000	°

- ①/② 只能在机床数据规定的极限范围内对最大（G26）/最小（G25）字段中的主轴转速进行限制。
- ③ 为了切削螺纹，显示一个主轴起始位置作为起始角度。当重复切削螺纹工作过程时，通过更改角度可以切削多头螺纹。

设置时间计数器

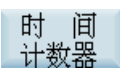
操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 打开设定数据窗口。



3. 打开时间计数器窗口。



4. 将光标条定位在需要更改的输入区上，并输入数值（见下表中的参数描述）。



5. 按下该键或移动光标来确认输入。

计时器与工件计数器窗口中的参数

时间/计数器		
零件总数	①	0
需要的零件	②	0
零件数	③	0
总运行时间	④	0000 H 00 M 00 S
程序运行时间	⑤	0000 H 00 M 00 S
进给时间	⑥	0000 H 00 M 00 S
冷启动后的时间	⑦	0038 H 56 M
热启动后的时间	⑧	0001 H 08 M

- ① 全部已生产工件的数量 (总实际值)
- ② 所需工件数量 (工件设定值)
- ③ 自开始时刻起所生产的所有工件数量
- ④ “AUTO”模式下 NC 程序的总运行时间以及 NC 启动与程序结束/复位之间所有程序的运行时间。数控系统每次上电后计时器自动设为零。
- ⑤ 所选 NC 程序的运行时间 (单位：秒)
每当一个新的 NC 程序启动，默认值自动为 0。可对 MD27860 进行设置以确保即使在通过 GOTOs 跳至程序开头时或者在 ASUPs (用于“JOG”模式和“MM+”模式下的换刀) 和 PROG_EVENTS 起始时也可删除该值。
- ⑥ 处理时间，单位：秒
- ⑦ 自从上次系统以默认值上电 (“冷启动”) 至今的时间，单位为分钟
- ⑧ 自从上次系统正常上电 (“热启动”) 至今的时间，单位为分钟

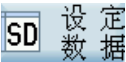
说明：每次系统以默认值上电时，计时器自动归零。

设置工作区域限制

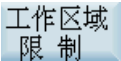
操作步骤



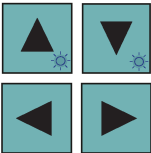
1. 选择所需操作区域。



2. 打开设定数据窗口。



3. 打开工作区域限制窗口。



4. 将光标条定位至需要更改的输入区上，并输入数值。



- 5. 将光标条定位至激活输入值的输入区上。
- 6. 按下此键激活或取消激活输入的最小/最大值。

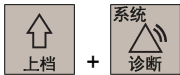
工作区域限制窗口中的参数

工作区限制					
轴	最小值	有效	最大值	有效	单位
① MX1	② -100000000.000	③ ☐	④ 100000000.000	⑤ ☐	⑥ mm
MY1	-100000000.000	☐	100000000.000	☐	mm
MZ1	-100000000.000	☐	100000000.000	☐	mm
MSP1	-100000000.000	☐	100000000.000	☐	°

- ① 显示位于机床坐标系 (MCS)、工件坐标系 (WCS) 或者相对坐标系 (REL) 中的轴。
- ②/④ 指定的最小/最大轴运行距离。
- ③/⑤ 按下此键激活或取消激活输入的最小/最大值。
- ⑥ 运行距离的单位。

修改其他设定数据

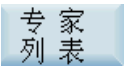
操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 打开机床数据窗口。



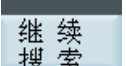
3. 打开专家列表窗口。



4. 选择需要修改的设定数据组。



5. 使用这两个软键以数据编号/名称搜索所需的设定数据。



或者，将光标条定位至需要更改的输入区上，并输入数值。
在修改轴相关的设定数据时，您可以使用以下软键切换至所需的轴。



6. 按下该键或移动光标来确认输入。



A.6 设置 R 参数

功能

在“R 变量”起始屏幕中列出了数控系统中现有的 R 参数。可根据需要在任何程序中设置或查询这些全局参数。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 打开 R 参数列表。



3. 使用光标键浏览列表，并在需要更改的输入区中输入数值。

说明：

使用以下软键可搜索所需的 R 变量。默认状态下，该功能按 R 编号进行搜索。



按下以下软键可以按 R 名称进行搜索。按需要定义 R 名称。



4. 按下该键或移动光标来确认输入。

A.7 设置用户数据

功能

在“用户数据”起始屏幕中列出了数控系统中现有的用户数据。可根据需要在任何程序中设置或查询这些全局参数。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 打开用户数据列表。



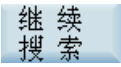
3. 使用光标键浏览列表，并在需要更改的输入区中输入数值。

说明：

使用以下软键可搜索所需的用户数据。



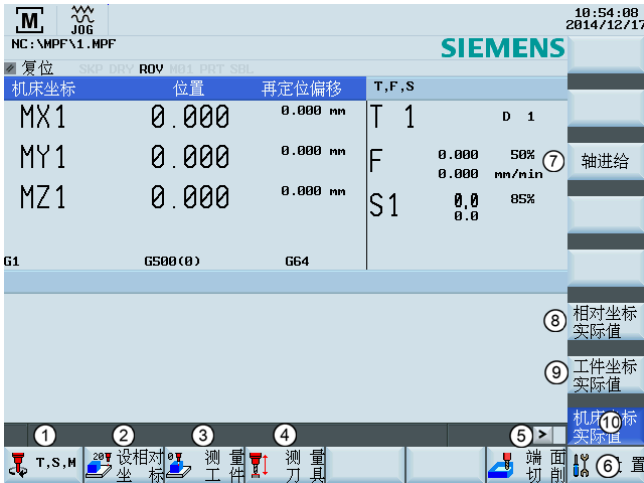
可按下以下软键继续搜索所需的用户数据。





4. 使用该键或移动光标来确认输入。

A.8 “JOG”模式下的其他设置



- ① 打开“T, S, M”窗口，在该窗口可以激活刀具（参见章节“激活刀具（页 19）”），设定主轴转速和方向（参见章节“激活主轴（页 21）”），以及选择 G 代码或其它 M 功能来激活可设定的零点偏移。
- ② 切换显示至相对坐标系。可在该坐标系中设定参考点。更多信息可参见章节“设置相对坐标系（REL）（页 216）”。
- ③ 打开工件测量窗口，在该窗口可以确定零点偏移数据。有关此窗口的详细信息，请参见“设置工件（页 24）”章节。
- ④ 打开刀具测量窗口，在该窗口可以确定刀具偏移数据。有关此窗口的详细信息，请参见章节“测量刀具（手动）（页 22）”、“使用测量头测量刀具（自动）（页 209）”以及“校准刀具测量头（页 208）”。
- ⑤ 打开平面加工窗口，在该窗口可以设置参数用于加工毛坯末端或者柱面，而不用创建特定的零件程序。有关此窗口的详细信息，请参见“平面铣削（页 217）”章节。
- ⑥ 打开设置窗口，在该窗口可以设置 JOG 进给率和不同的增量值。
- ⑦ 显示选中坐标系中的轴进给率。
- ⑧ 显示相对坐标系中的轴位置数据。
- ⑨ 显示工件坐标系中的轴位置数据。
- ⑩ 显示机床坐标系中的轴位置数据。

“JOG”窗口中的参数

机床坐标	位置	再定位偏移	T,F,S
MX1 ①	0.000 ②	0.000 mm ③	T 1④ D 1
MY1	0.000	0.000 mm	F ⑤ 0.000 70% 0.000 mm/min
MZ1	0.000	0.000 mm	S1 ⑥ 0.0 80% 0.0

- ① 显示位于机床坐标系（MCS），工件坐标系（WCS），或者相对坐标系（REL）中的轴。坐标轴在正方向（+）或负方向（-）运行时，会在相应的区域显示正、负号。坐标轴到达位置之后不再显示正负号。
- ② 显示轴在所选坐标系中的当前位置。
- ③ 显示当存在程序中断条件时，每个轴在“JOG”模式下从断点开始的运行距离。有关程序中断的详细信息，请参见“启动和停止/中断零件程序 (页 42)”章节。
- ④ 显示当前有效的刀具号 T 及当前的刀补号 D。
- ⑤ 显示实际轴进给率和设定值（mm/min 或 mm/rev）。
- ⑥ 显示主轴转速的设定值和实际值（r.p.m.）。

A.8.1 设置相对坐标系（REL）

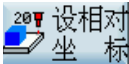
操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 切换至“JOG”模式。



3. 按下该软键将当前显示切换为相对坐标系。



4. 使用光标键选择输入区，然后在相对坐标系中输入新的参考点位置值。

相对坐标	位置	再定位偏移
X	-0.018	0.000 mm
Y	4.843	0.000 mm
Z	-3.600	0.000 mm



5. 使用该键来激活所输入的值。
使用相应垂直软键可设置参考点归零。



设 X 轴归零



设 Y 轴归零



设 Z 轴归零



设置主轴归零



使所有轴归零

A.8.2 平面铣削

功能

使用该功能可以不用创建专用零件程序, 就可以准备进行毛坯件的下列加工。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 切换至“JOG”模式。



3. 打开平面铣削窗口。



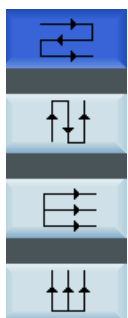
4. 使用光标键在参数列表中浏览并且根据需要输入选中参数的数值 (见下表中的参数描述)。



5. 按下适当的键确认输入。



6. 选择加工时的刀具运行轨迹。



7. 按下该软键确认所作设置。系统会自动创建零件程序。



8. 在 MCP 上按下此键运行零件程序。

端面切削参数

平面铣削

深度精加工余量

1.2

1.1

1.0

0.9

0.9

1.0

1.1

1.2

①T 1

②D 1

③零点偏移 G54

④RTP 5.000 mm

⑤SDIS 10.000 mm

⑥F 50.000 mm/min

⑦S 500.000 rev/min

⑧方向: M3

⑨加工: 粗加工

⑩X0 1.000 abs

⑩Y0 1.000 abs

⑩Z0 1.000 abs

⑪X1 0.100 INC

⑪Y1 0.100 INC

⑪Z1 0.100 INC

⑫DXY 0.100 INC

⑫DZ 0.100 INC

⑬UZ 0.500 INC

- ① 刀具号

② 刀补号

③ 待激活的零点偏移

④ 退回平面

⑤ 安全距离

⑥ 轨迹进给率

⑦ 主轴转速

⑧ 主轴旋转方向

⑨ 加工类型选择：粗加工或精加工

⑩ 毛坯的 X\Y\Z 轴位置

⑪ X\Y\Z 轴方向的切削尺寸，用增量表示

⑫ X\Y\Z 方向上的切削长度，该长度在增量中相对于工件边缘指定

⑬ Z 轴方向的余量

A.8.3 设置 JOG 数据

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 切换至“JOG”模式。

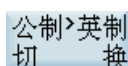


3. 按下该水平软键打开如下窗口：

设置	
JOG-进给率	0.000 mm/min
可变增量	0 INC
Jog主轴速度	0.000 rpm
空运行进给率	5000.000 mm/min
主轴G96限制	100.000 rpm



- 在输入区输入值并确认输入。



- 如有必要，按下该垂直软键在公制和英制尺寸系统之间切换。



按下该软键确认数值变更。



按下该软键退出。

A.9 通过 NC 程序激活轮廓手轮

轮廓手轮功能可帮助您在创建新的 NC 程序后进行首次切削测试。激活此功能后，可通过“**AUTO**”或者“**MDA**”模式下的手轮控制路径及同步轴的进给率。此章节仅介绍如何通过 NC 程序激活轮廓手轮。有关如何通过 PLC 激活此功能的信息，请参见 SINUMERIK 808D ADVANCED 功能手册。

前提条件

- 不能选择固定进给率、空运行进给率、螺纹切削或者攻丝。

说明

如前面的程序段中尚未编程进给率，则数控系统会输出报警，提示缺少进给率。

- 轴已回参考点。有关回参考点的详细信息，请参见“**开机和回参考点** (页 14)”一章。
- “轮廓手轮”选件需通过许可证密钥激活。有关如何激活选件的详细信息，请参见 SINUMERIK 808D ADVANCED 调试手册。
- 已将手轮分配给第一根几何轴并激活手轮。更多信息可参见章节“**分配手轮** (页 19)”。

在“**AUTO**”模式下激活轮廓手轮

- 在零件程序编辑器窗口中打开所需 NC 程序。有关如何创建或编辑零件程序的信息，请参见“**零件编程** (页 30)”一章。
- 在程序段中输入强制性指令“**G1**” (或“**G2**”/“**G3**”) 、 “**G94**”、“**G60**”和“**FD=0**”。程序段自动保存。请参见以下示例：

```
G54 G00 G90 G94 G60
G1 X20 Y20 Z20 F1200
X60 F1200
X200 Y200 Z300 FD=0
X0 Y0 Z0
G1 X240 Y300 Z360 F=430
X0 Y0 Z0
M30
```

说明：

- “FD”和“F”不能出现在同一个 NC 程序段中；否则，数控系统会输出报警并中断轮廓手轮功能。
- 程序段运行至“FD=0”时，即可在“AUTO”模式下通过手轮控制路径和同步轴的进给率。

3. 按下该软键执行程序。系统自动切换到加工操作区的“AUTO”模式。

执行

在“MDA”模式下激活轮廓手轮



1. 选择所需操作区域。



2. 切换至“MDA”模式。

3. 在程序段中输入强制性指令“G1”（或“G2”/“G3”）、“G94”、“G60”和“FD=0”。程序段自动保存。请参见以下示例：

```
G54 G00 G90 G94 G60
G1 X20 Y20 Z20 F1200
X60 F1200
X200 Y200 Z300 FD=0
X0 Y0 Z0
G1 X240 Y300 Z360 F=430
X0 Y0 Z0
M30
```

如有必要，还可以使用如下软键从系统目录中加载一个现有的零件程序并在程序段中输入“FD=0”、“G94”和“G60”。



说明：

“FD”和“F”不能出现在同一个 NC 程序段中；否则，数控系统会输出报警并中断轮廓手轮功能。

4. 在 MCP 上按下此键。程序段运行至“FD=0”时，即可在“MDA”模式下通过手轮控制路径和同步轴的进给率。



轴运行方向

轴运行方向取决于轮廓手轮的旋转方向：

- 顺时针 → 以编程方向运行
如程序段切换标准达到，则程序运行至下一程序段（响应同 G60）。
- 逆时针 → 以与编程方向相反的方向运行
轴仅能运行至相应的程序段开头。如手轮继续转动，则无法收集脉冲信号。

说明

当轴以与编程方向相反的方向运行时，程序会运行至每个程序段的开头，任何其它操作都无法进行。

A.10 “MDA”模式下的零件程序说明

在“MDA”模式下创建、执行或编辑零件程序时，请遵循以下说明：

- **以 M2/M30/M17 结尾的程序**
当以 M2/M30/M17 结尾的零件程序在“MDA”模式下运行结束时，光标自动返回至程序开头，且整个程序无法编辑。
- **不是以 M2/M30/M17 结尾的程序**
当不是以 M2/M30/M17 结尾的零件程序在“MDA”模式下运行结束时，程序结尾处自动新增一空白行，且光标停在新增行的开头。在此情况下，仅此新增行可进行编辑和执行。此新增行前的所有程序段都不可编辑，除非按下以下按键：



请注意，如新增行中未输入任何编程指令，则按下上述键会删除新增行，且光标自动回到程序开头。

- **其它情况下的程序停止**
如出现以下任一情况，程序执行均会停止，且程序不可编辑，除非按下上述键：
 - 出现程序异常时
 - 程序运行至 M0/M1
 - 按下以下按键后：



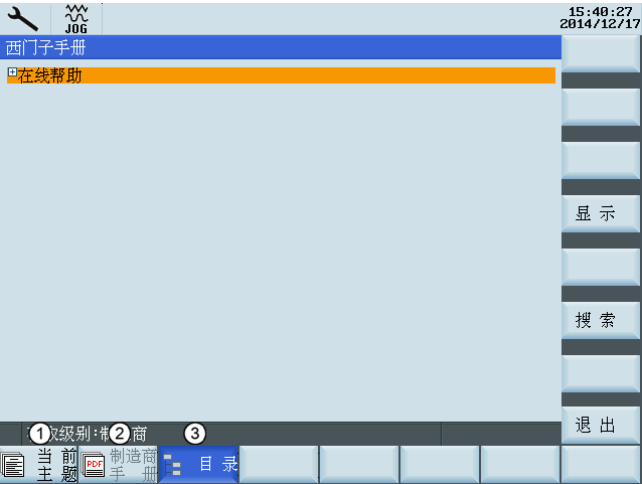
A.11 帮助系统

数控系统提供了全面的在线帮助。只要需要您可以从任意操作区域调用帮助系统。

帮助系统

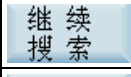


按下此键或<ALT> + <H>组合键可从任意操作区调用帮助系统。如果存在上下文关联的帮助，则窗口“①”打开；否则，窗口“③”打开。

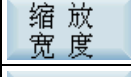
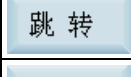
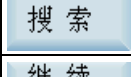
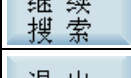
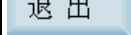


- ① 调用针对当前主题的上下文关联帮助：
 - 当前操作窗口
 - 在报警诊断操作区中选中的 NC/驱动报警
 - 选中的机床数据或设定数据
 - 选中的驱动数据
- ② 调用机床制造商编写的 PDF 手册
- ③ 显示所有可用的帮助信息：
 - 西门子帮助手册
 - 机床制造商编写的帮助手册（如有该手册）

窗口“①”中的软键说明

	按下该软键可以选择交叉索引主题 交叉索引通过">> ... <<"符号来表示。 说明： 该软键仅在当前页面包含交叉索引时显示。
	在当前主题中搜索特定语句
	继续搜索符合搜索条件的下一项
	退出帮助系统

窗口“②”中的软键说明

	当前视图放大
	当前视图缩小
	缩放当前视图至页面宽度
	跳转到指定页面
	在当前主题中搜索特定语句
	继续搜索符合搜索条件的下一项
	退出帮助系统

窗口“③”中的按键说明

	扩展主题层级
	收起主题层级
	在主题层级中向上导航
	在主题层级中向下导航

显示	在当前主题窗口中打开选中主题 功能同按下以下键：
	 输入
搜索	在当前主题中搜索特定语句
继续搜索	继续搜索符合搜索条件的下一项
退出	退出帮助系统

A.12 操作向导

该操作向导提供了基本调试和操作步骤的分步向导。

操作步骤



1. 在 PPU 上按下该键调用操作向导。



2. 使用光标键选择加工操作步骤。



3. 按下该软键开始在线向导。



4. 按下该软键进入下一页。



5. 按下该软键回到上一页。



6. 按任意键返回操作向导的主画面。



7. 按下以下五个操作区域键中的一个退出操作向导的主画面。



A.13 编辑中文字符

使用程序编辑器或者 PLC 报警文本编辑器均可在中文版 HMI 上对简体中文字符进行编辑。

编辑简体中文字符

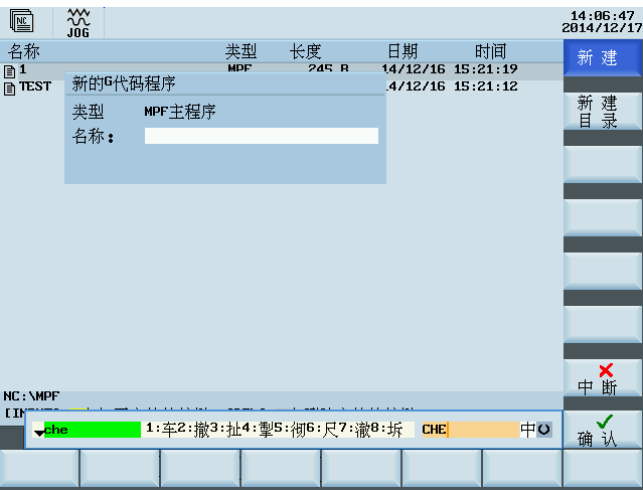
按下以下按键组合可打开或者关闭编辑器：



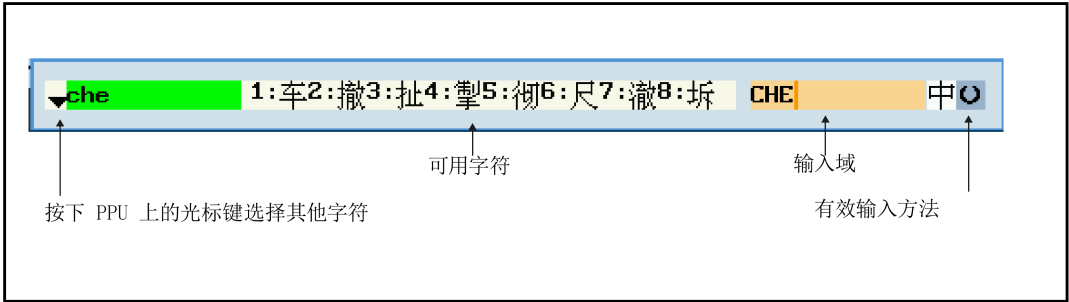
按下此键在不同输入方式之间进行切换。

按下 PPU 上的数字键 (1 到 9) 选择所需字符。

简体中文编辑示例



编辑器的结构



A.14 计算器



在 PPU 上按下此键可从其它任何操作区激活计算器功能（“MDA”模式下除外）。



利用计算器可以进行基本的四则运算，以及进行正弦、余弦、平方和开方运算。此外，也可以进行括弧运算。括弧级数不受限制。

如果输入区已经有一个数值，则该功能接收该数值到计算器的输入行。



按该软键清空计算器的输入行。



在计算器的输入行输入所需的运算式后，按此键开始计算。结果显示在计算器中。



按下该软键即把计算结果输入当前光标所在位置的输入区中，计算器随后自动关闭。



按下该软键放弃计算结果（如有）并退出计算器。

输入时可以使用下列符号

- +、-、*、/ 基本运算
- S 正弦功能
计算输入光标前的值 X（单位：度）的正弦值 sin(X)。
- O 余弦功能
计算输入光标前的值 X（单位：度）的正弦值 cos(X)。
- Q 平方功能
计算输入光标前的值 X 的平方值 X²。
- R 开方功能
计算输入光标前的值 X 的平方根值 $\sqrt{X}$ 。
- () 括弧功能 (X+Y)*Z

计算举例

任务	输入-> 结果
100 + (67*3)	100+67*3 -> 301
sin(45_)	45 S -> 0.707107
cos(45_)	45 O -> 0.707107
4²	4 Q -> 16
√4	4 R -> 2
(34+3*2)*10	(34+3*2)*10 -> 400

在计算轮廓辅助点时，计算器具有如下功能：

- 计算圆弧和直线间的切线过渡
- 在平面上移动一个点
- 极坐标转换为直角坐标
- 确定和一直线成特定角度的另一直线的终点

A.15 计算轮廓元素

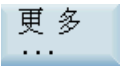
功能

可使用计算器来计算各输入屏幕中的轮廓元素。

计算圆弧上一点



1. 可在任何输入屏幕中激活计算器。



2. 打开下级菜单选择轮廓元素。

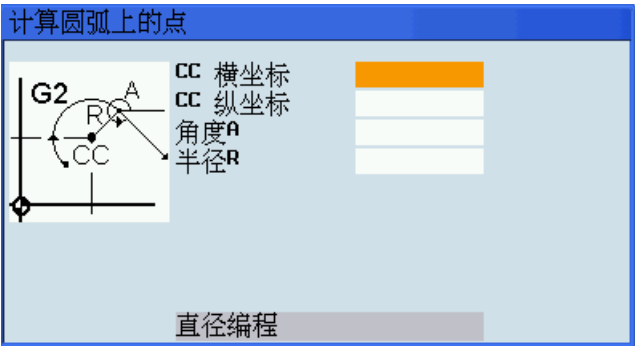


3. 选择所需计算功能。



按下该软键确定圆弧旋转方向。

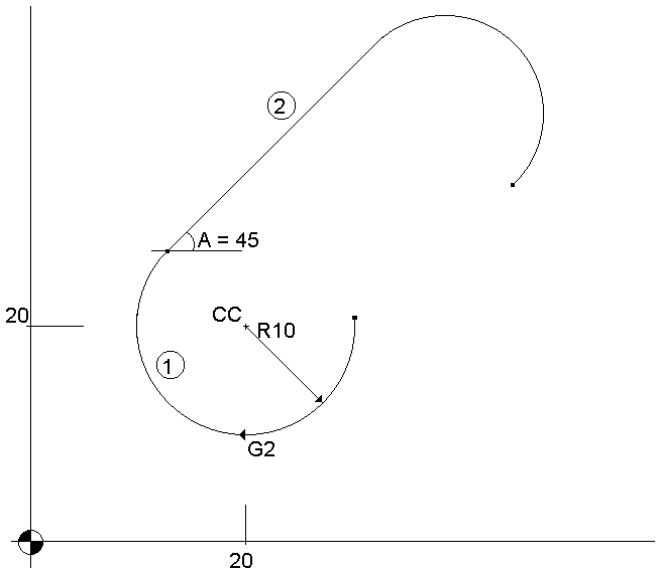
4. 在如下窗口中输入圆心、切线角度和圆弧半径：



5. 按下该软键计算该点的横坐标值和纵坐标值。
当前加工平面中的第一轴为横坐标，第二轴为纵坐标。横坐标值显示在调用计算器功能的输入区，纵坐标值则显示在下一个输入区。如果在零件程序编辑器中调用此功能，则坐标值保存为所选基准平面坐标轴的名称。

示例

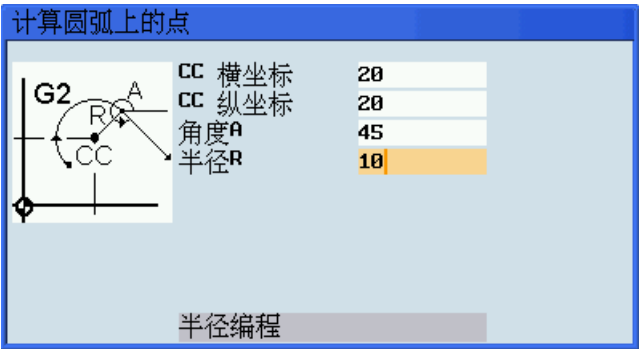
示例：计算平面 G17 中的圆弧段 ① 和直线 ② 的交点。



已知：半径：10

圆弧中心点 CC：Y=20 X=20

直线连接角：45°



结果：Y = 27.071

X = 12.928

该结果显示在输入屏幕上。

计算平面上一点



1. 可在任何输入屏幕中激活计算器。



2. 打开下级菜单选择轮廓元素。



3. 选择所需计算功能。

4. 在相关输入区输入下列坐标及角度：
 - 已知点 (PP) 的坐标
 - 直线倾斜角 (A1)
 - 新点到 PP 的距离
 - 新直线和 A1 的夹角 (A2)
5. 按下该软键计算该点的横坐标值和纵坐标值。
 当前加工平面中的第一轴为横坐标，第二轴为纵坐标。横坐标值显示在调用计算器功能的输入区，纵坐标值则显示在下一个输入区。如果在零件程序编辑器中调用此功能，则坐标值保存为所选基准平面坐标轴的名称。

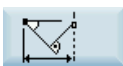


计算直角坐标



1. 可在任何输入屏幕中激活计算器。
2. 打开下级菜单选择轮廓元素。
3. 选择所需计算功能。
 用此功能可以把已知的极坐标转换成直角坐标。
4. 在相关输入区输入基准点、矢量长度和倾斜角。
5. 按下该软键计算直角坐标。
 横坐标值显示在调用计算器功能的输入区，纵坐标值则显示在下一个输入区。如果在零件程序编辑器中调用此功能，则坐标值保存为所选基准平面坐标轴的名称。

计算终点



1. 可在任何输入屏幕中激活计算器。
2. 打开下级菜单选择轮廓元素。
3. 选择所需计算功能。
 利用此功能可以计算两条相互垂直的直线的终点坐标。

 已知纵坐标值时按下该软键确定终点。

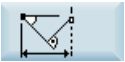
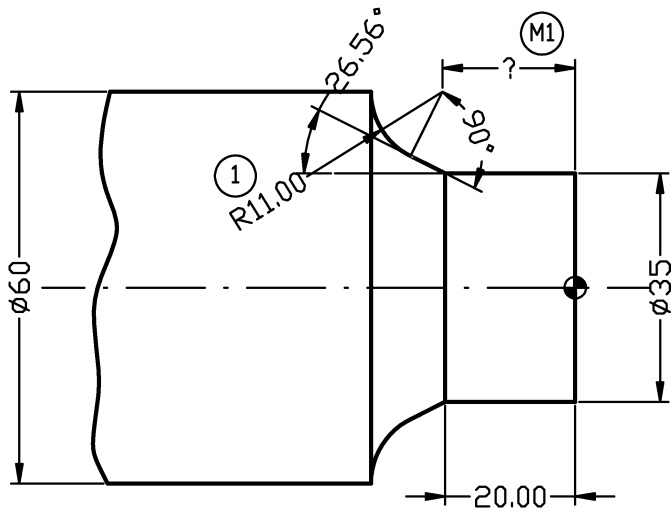
 已知横坐标值时按下该软键确定终点。

 按下该软键可确定相对于第一条直线逆时针转过 90 度的第二条直线的坐标。

 按下该软键可确定相对于第一条直线顺时针转过 90 度的第二条直线的坐标。
4. 在相关输入区输入 PP 坐标值、角度 A、EP 横坐标/纵坐标及长度 L。直线上有下列值已知：
 - 直线 1：起点和倾斜角
 - 直线 2：长度和直角坐标系中的一个终点
5. 按下该软键可计算未知的终点。
 横坐标值显示在调用计算器功能的输入区，纵坐标值则显示在下一个输入区。如果在零件程序编辑器中调用此功能，则坐标值保存为所选基准平面坐标轴的名称。

示例

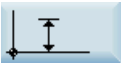
在下图中，必须补充圆心值，以便能够计算两直线的圆弧部分的交点。



由于切线过渡处的半径与直线垂直，因此可使用此计算器功能计算未知的圆心坐标。



半径与通过角度定义的直线成顺时针 90 度。
使用该软键可选择合适的旋转方向。



使用该软键可定义已知终点。

输入极点的坐标、直线倾斜角、终点的纵坐标和圆弧半径（长度）。

结果：X=-19.499

Y = 30

A.16 自由轮廓编程

功能

借助于自由轮廓编程可以创建简单和复杂的轮廓。

如果缺少的参数可通过计算其它参数得出，则轮廓编辑器（FCE）会对其进行计算。您可以将轮廓元件连接到一起并传输至已编辑的零件程序。

轮廓编辑器（FKE）

执行下列步骤打开轮廓编辑器的窗口：



1. 选择所需操作区域。



2. 进入所需程序文件夹。

3. 选择程序文件，按下该键在程序编辑器中打开该文件。

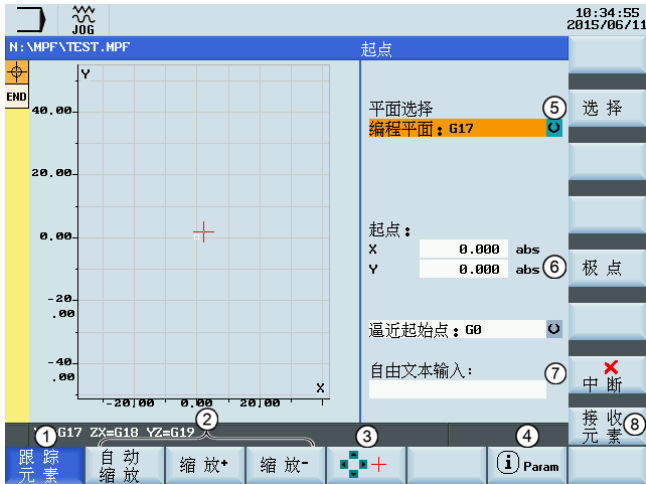


- 按下该软键打开轮廓编辑器窗口。

首先，定义轮廓的起点 (参见章节“定义起始点 (页 231)”)。

然后按步骤执行轮廓编程 (参见“编程示例 (铣床) (页 239)”章节)。

软键功能



- 使用光标键选择元素。按下该软键放大所选元素的屏幕部分。
- 放大/缩小/自动缩放图形
- 按下该软键后，您可以用光标键移动红色十字光标，以显示特定的画面细节。取消激活软键后，输入焦点重新出现在轮廓链中。
- 按下该软键，对每个参数都会另行显示帮助图形。再次按下该软键可退出帮助模式。
- 按下该软键可在各种选择之间进行切换。该软键的功能同按下以下键：



- 在极坐标中定义轮廓编程的极点。极点只能以绝对值直角坐标输入。
- 退出轮廓编辑器并返回程序编辑器窗口，而不会将最近编辑的值传输到主程序中
- 保存对起点所作的设置

A.16.1 编程轮廓

操作步骤



- 选择所需操作区域。



- 按下该软键。



- 使用光标键选择程序。



4. 按下此键打开程序文件。



5. 按下该软键打开程序编辑器的窗口。

“定义起始点 (页 231)”章节中说明了如何确定起点。

重新编译



已在轮廓编辑器中编辑的程序在程序编辑器打开时，如将编辑器光标定位到轮廓程序的指令行并按下该软键，则轮廓编辑器的主画面打开，可重新编译已有轮廓。

说明

重新编译时，只对轮廓编辑器中生成的轮廓元素进行重新创建。直接在程序文本中进行的修改将会丢失；但是之后添加的自由文本和对其进行的修改将不会丢失。

A.16.2 定义起始点

输入轮廓时，在一个作为起始点输入的已知位置开始。

操作步骤



1. 选择所需操作区域。



2. 进入所需程序文件夹。
3. 选择程序文件，按下该键在程序编辑器中打开该文件。



4. 按下该软键打开轮廓编辑器窗口。



5. 可以使用 PPU 上的光标键在各输入区之间进行切换。



6. 按下此软键或以下按键可在各种选项之间进行切换并输入所需值。

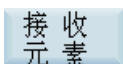


也可按下此键进行选择。



也可按下此软键在极坐标中确定轮廓编程的极点。

极点可以在之后的时间点上确定或者重新确定。极坐标编程总是与最近确定的极点有关。



7. 保存对起点所作的设置。



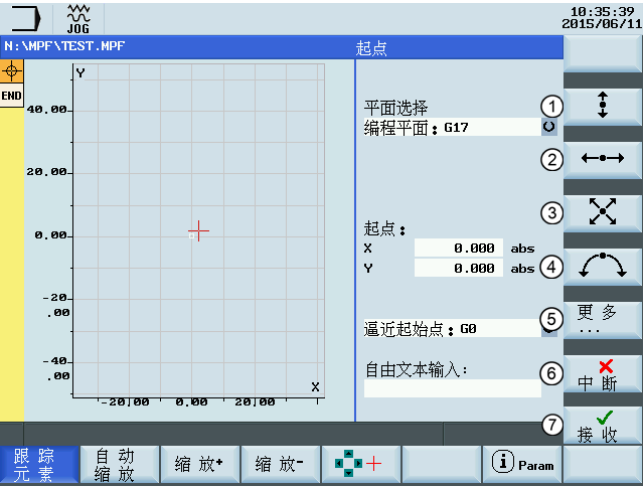
按下该软键取消所作的设置并退出轮廓编辑器。

A.16.3 轮廓元素编程

功能



确定起点后，按下该软键，从以下主画面开始对单个轮廓元素编程：

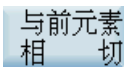


- ① 打开竖直直线（Z 方向）编程窗口
- ② 打开水平直线（Y 方向）编程窗口
- ③ 打开 Y/Z 方向上的斜线编程窗口。通过坐标或角度输入直线终点。
- ④ 打开任意旋转方向的圆弧编程窗口
- ⑤ 打开用于更多选项的下级菜单：
 - 指定极点
 - 闭合轮廓
- ⑥ 返回程序编辑器，而不接受最近编辑的值
- ⑦ 返回程序编辑器，并且将最近编辑的值输入系统中

更多软键功能

以下软键在基于预分配参数对轮廓元素编程的相关轮廓元素窗口中可用。

与上一元素相切



通过该软键可以将角度 α_2 预设到数值 0 轮廓元素与前元素相切，即，与前一元素之间的角度（ α_2 ）设为 0 度。

显示所有参数



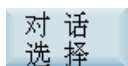
通过该软键显示所选轮廓元素的可编辑参数列表。如果某个参数输入栏留空，则系统认为此处的数值不可知，并会尝试通过其它参数计算这些值。总是在已编程的方向上处理轮廓。

切换输入



仅在将光标停留在有多个切换选项的输入区时，才显示该软键。

选择对话

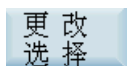


某些参数配置可能产生若干不同轮廓特性。在这些情况下，您需要选择一个对话。按下该软键，在图形显示区域显示已有的选项。使用该软键进行正确的选择（绿线）。



使用该软键确认所作的选择。

更改已选对话



如果要更改已进行的对话选择，必须选择出现对话的轮廓元素。按下该软键后再次显示两个选择。

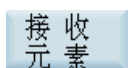
清空参数输入区



可用该软键或以下键删除所选参数输入区中的值：



保存轮廓元素



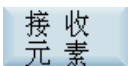
如果已给轮廓元素输入了可用数据或选择了相关对话框，则按下该软键可保存轮廓元素并返回到主画面。可以编程下一个轮廓元素。

添加轮廓元素

用光标键选择终点标记前的元素。

用软键选择所需的轮廓元素，并在元素的输入窗口中输入已知的值。

按下以下软键确认输入：



选择轮廓元素



将光标定位至轮廓链中所需的轮廓元素，并使用该键将其选中。

显示所选元素的参数。元素名称显示在参数窗口上部区域。

如果轮廓元素已可通过几何尺寸显示，则其在图形显示区域中相应地加亮，即轮廓元素颜色从白色变为黑色。

修改轮廓元素



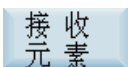
用光标可以在轮廓链中选择一个已编程的轮廓元素。按下该键显示参数输入区。现可修改该轮廓元素的参数。

插入轮廓元素

使用光标键在轮廓链中选择轮廓元素，在该元素后插入新轮廓元素。

接着在软键条中选择要插入的轮廓元素。

新的轮廓元素参数设置完毕后，按下以下软键插入操作：



随后的轮廓元素根据新轮廓状态自动更新。

删除轮廓元素



用光标键选择要删除的轮廓元素。所选择的轮廓符号和相应的轮廓元素在编程图形中标记为红色。然后按下该软键确认查询。

闭合轮廓



按下该软键可直线闭合从实际位置到起点的轮廓。

取消输入



按下该软键返回到主画面，而不接收最近编辑的值。

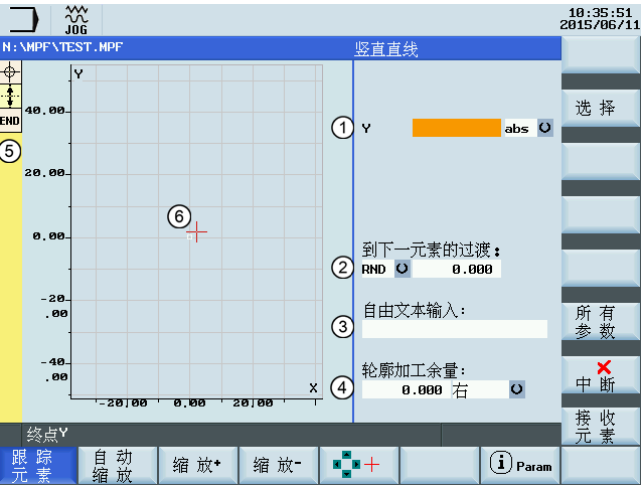
轮廓符号颜色

基本画面中轮廓链的符号颜色有以下含义：

符号	含义
选中	红色背景黑色符号 → 元素几何数据已确定 浅黄色背景黑色符号 → 元素几何数据未确定
未选中	灰色背景黑色符号 → 元素几何数据已确定 灰色背景白色符号 → 元素几何数据未确定

A.16.4 轮廓元素的参数

直线编程的参数



- ① X 或 Y 方向上的绝对 (abs) /增量 (inc) 终点位置。
- ② 到下一个轮廓的过渡元素为倒角 (CHR) 或半径 (RND)。CHR=0 或 RND=0 表示无过渡元素。
- ③ 附加注释的输入区，如：进给率 F1000，H 功能或 M 功能。将注释作为文本输入时，必须使用分号“;”将注释隔开。
- ④ 可设置与轮廓边缘平行的余量。余量在图形窗口中显示。
- ⑤ 显示起点和已编程轮廓元素的轮廓链。链中的当前位置以彩色标记。
- ⑥ 设置轮廓元素参数的同时，在图形窗口中通过图形同步显示轮廓设置。

所有参数

按下该软键可显示以下其他参数：

参数	描述
L	直线长度
$\alpha 1$	相对于 Y 轴的倾斜角

圆弧编程的参数



- ① 圆弧的旋转方向：顺时针或逆时针
- ② 圆半径
- ③ X 和 Y 方向上的绝对 (abs) /增量 (inc) 终点位置
- ④ Y (I) 和 X (K) 方向上的绝对 (abs) /增量 (inc) 圆心位置
- ⑤ 显示起点和已编程轮廓元素的轮廓链。链中的当前位置以彩色标记。
- ⑥ 设置轮廓元素参数的同时，在图形窗口中通过图形同步显示轮廓设置。

所有参数

按下该软键可显示以下其他参数：

参数	描述
$\alpha 1$	相对于 Y 轴的起始角
$\alpha 2$	过渡元素角度，正切过渡： $\alpha 2=0$
$\beta 1$	相对于 Y 轴的结束角
$\beta 2$	圆弧张角

机床制造商

可通过机床数据定义和修改标识符名称 (X 或者 Y ...)。

过渡到随动单元

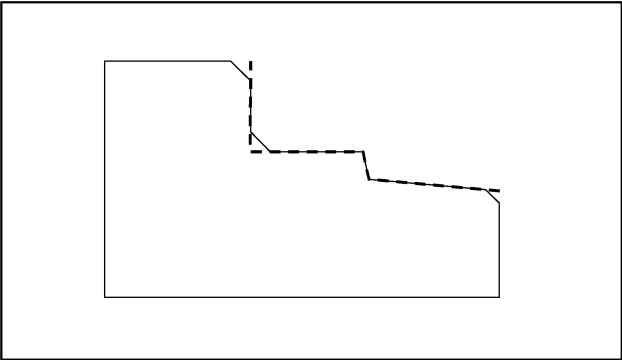
当两个相邻的轮廓元素间存在交点并可通过输入值计算得出时，总是可以使用过渡元素；可从输入值计算得出。

可以选择半径 (RND)，倒角 (CHR) 或者退刀槽作为两个任意轮廓元素之间的过渡元素。过渡元素总是添加在轮廓元素的结束处。在各轮廓元素的参数输入屏幕窗口中选择一个轮廓过渡元素。

车削轮廓开始或结束处的半径或倒角：

简单车削轮廓上经常要在起始或结束处增补一个倒角或半径。

一个倒角和一个半径构成一个与轴平行的封闭毛坯件：



轮廓起始过渡的方向在起始点屏幕中进行选择。可以在倒角和半径中选择。值定义与过渡元素时的相同。

此外在选择区中可以选择 4 个方向。轮廓结束的过渡元素方向在结束屏幕中选择。即使先前的元素均无过渡，该选项始终存在。

轮廓链

一旦完成或取消轮廓元素编程，就可以在轮廓链（主画面左侧）中用光标键进行导航。链中的当前位置以彩色标记。

轮廓元素和可能的极点按照产生的顺序显示。

使用以下键选择现有的轮廓元素，并可对其重新进行参数设置：



通过选择一个垂直软键条上的轮廓元素将一个新的轮廓元素插入在光标后，输入焦点切换到显示图形的右侧参数输入上。在轮廓链中已选择过的元素之后始终进行编程。

通过以下软键可删除轮廓链中所选的元素：



图形窗口

设置轮廓元素的同时，在图形窗口中通过图形同步显示轮廓设置。选择的元素在图形窗口中显示为黑色。

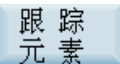
正如各个时间点参数输入已知一样，也一并画出轮廓。如果轮廓还未在编程图形中显示，必须输入其它值。如有必要，检查已创建的轮廓元素。可能还未对所有已知的数据编程。

坐标系会根据整个轮廓的改变而自动缩放。

坐标系位置显示在图形窗口中。

使用光标键选择元素。

按下以下软键可放大所选元素的图像部分：



A.16.5 在极坐标中指定轮廓元素

功能

确定轮廓元素的坐标时,在前一元素段中要从直角坐标系的位置输入出发。另一种选择是,通过极坐标定位。

轮廓编程时,在使用极坐标前可以在任意时间点定义极点。此后编程的极坐标以此为参照。极点是形式上的,并可以在任一时间对它进行重新确定。总是在绝对笛卡儿坐标中输入。原则上,轮廓计算器把极坐标输入值换算为直角坐标值。在输入一个极点后才可能进行极坐标中的编程。极点输入不产生用于 NC 程序的代码。

极点

极坐标在 G17 至 G19 平面上有效。



该极点表示一个可编辑的轮廓元素,该轮廓元素自己不承担轮廓的参与。可以连同起始点的确定一起进行轮廓输入或者在轮廓内的任一位置上进行输入。极点不能放在轮廓起始点前。

极点

该软键可用于确定极点,极点只能以绝对值直角坐标输入。在起点屏幕上同样存在该软键。极点输入可以至轮廓开始,这样可以将第一个轮廓元素规定在极坐标中。

其它说明

如果用闭合轮廓产生的直线与轮廓起始元素上的一个半径或者一个倒角连接,必须如下明确规定半径或者倒角:

- 闭合轮廓、输入键、输入半径/倒角、接收元素。如果用通过半径或倒角输入闭合元素,则结果与产生的情况刚好相符。当轮廓起始点已设置极点且用于闭合时间点的**相同极点**还有效时,则只能在**极坐标**中输入轮廓元素时闭合轮廓。

切换输入直角/极点

只有在设置极点后(在起始点设置或随后设置),才可选择对下列轮廓元素也输入极点:

- 圆弧,
- 直线(水平、垂直、任意)

直角坐标和极点坐标的切换可通过在斜线和圆弧的轮廓元素编程窗口中显示的附加切换区进行。

如果不存在极点,也就不提供转换栏。输入栏和显示栏只提供用于制图值。

绝对/增量输入

在“极点/直角”情况下可以输入绝对和增量坐标。用**增量**或者**绝对**来标识输入栏或者显示栏。

通过一个总是为正的到极点的绝对距离和在值区域为 0?... +/- 360? 中的角度定义绝对极坐标。在绝对输入时,角度输入参考工作平面的水平轴,例如, G17 平面的 X 轴。旋转的正方向是沿逆时针方向运动。

对于多个输入的极点总是以已输入或编辑的元素前**最近的极点**为准。

增量极坐标不仅与作为基准的极点有关,而且与先前元素的终点有关。

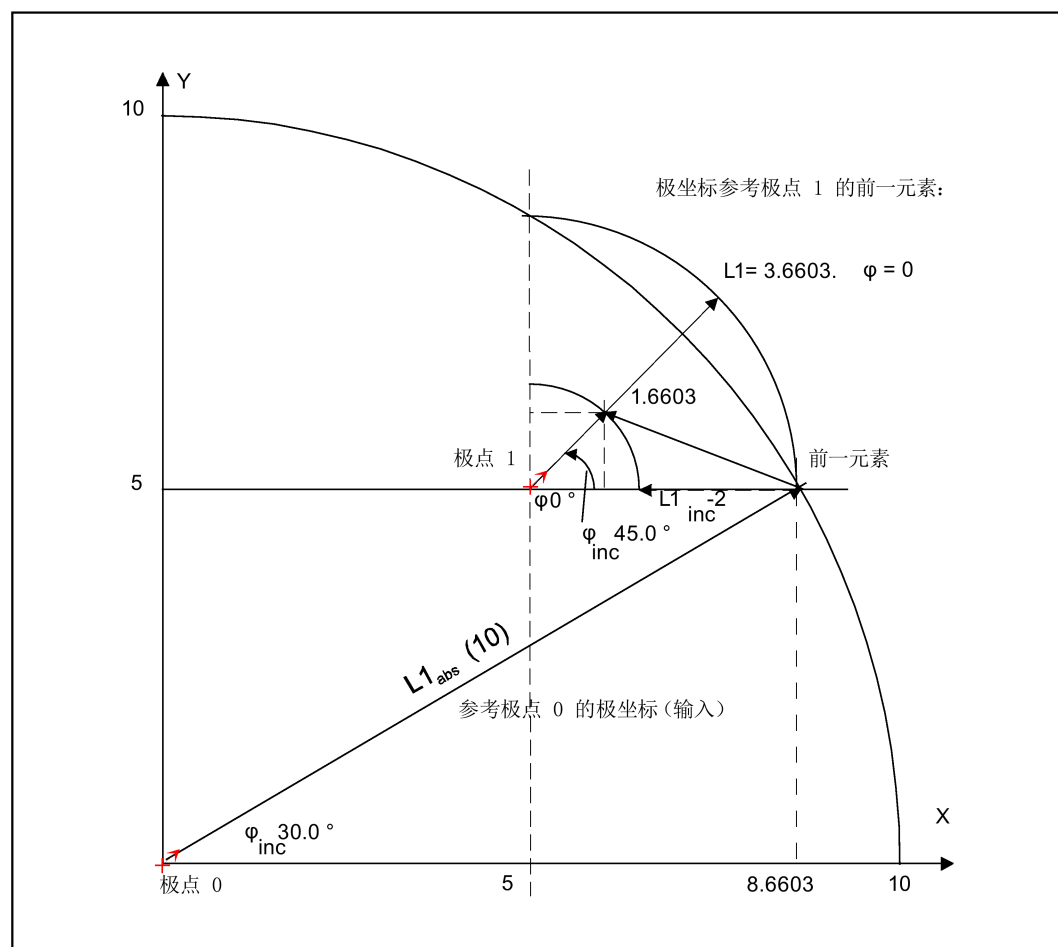
在增量输入时,到极点的**绝对距离**由先前元素的终点到极点的绝对距离加上输入的长度增量算出。

增量即可以为正值,也可以为负值。

绝对角度由先前的绝对极角度加上角度增量算出。这里,前一元素输入的无需是极坐标。

轮廓计算器在轮廓编程时把前一终点的直角坐标根据标准极点换算为极坐标。如果前一元素输入的是极坐标,也是适用的,因为如果其中设置了一个极点,可以把其与另一极点联系起来。

极点切换示例



极点: X 极点 = 0.0, Y 极 = 0.0, (极点 0)
 终点:

L1 绝对 = 10.0 $\phi_{abs} = 30.0^\circ$ 已计算的制图坐标
Xabs = 8.6603 Yabs = 5.0

新的极点：

X 极点 1 = 5.0	Y 极点 1 = 5.0	(极点 1)
--------------	--------------	----------

已计算的极点坐标先前的
 $L1_{abs} = 3.6603$ $\phi_{abs} = 0.0^\circ$

下一个点：
 $L1inc = -2.0$ $\phi inc = 45.0^\circ$

绝对极坐标，当前元素
 $L1abs = 1.6603$ $\phi abs = 45.0^\circ$

计算直角坐标
 $Xabs = 1.1740$ $Yabs = 1.1740$

A.16.6 循环辅助

功能

下列工艺数据支持预定义循环形式的其他辅助手段，随后必须对这些循环进行参数设置。

- 钻削
- 铣削

更多信息可参见“循环 (页 122)”一章。

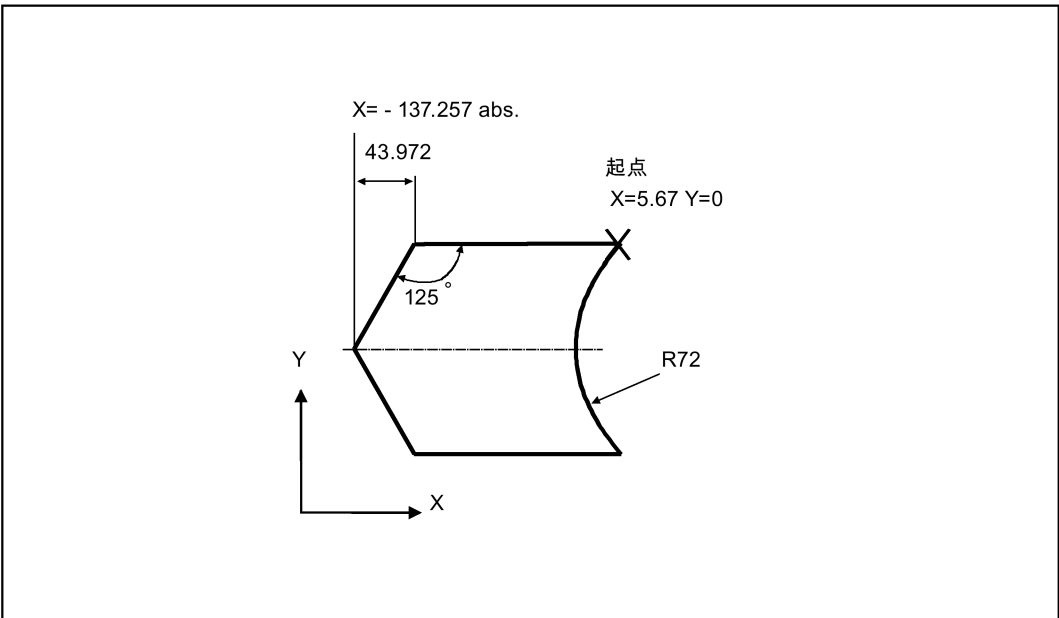
A.16.7 编程示例 (铣床)

示例 1

下面的草图显示了“自由轮廓编程”功能的编程示例。

起始点：X=5.67 abs.，Y=0 abs.，加工平面 G17

轮廓以逆时针方向编程。



操作步骤：



1. 选择所需操作区域。



2. 进入所需程序文件夹。
3. 通过光标键选择程序并按下键在程序编辑器中打开该程序。



4. 按下该软键打开程序编辑器的窗口。

接收
元素



接收
元素



接收
元素



接收
元素



接收
元素

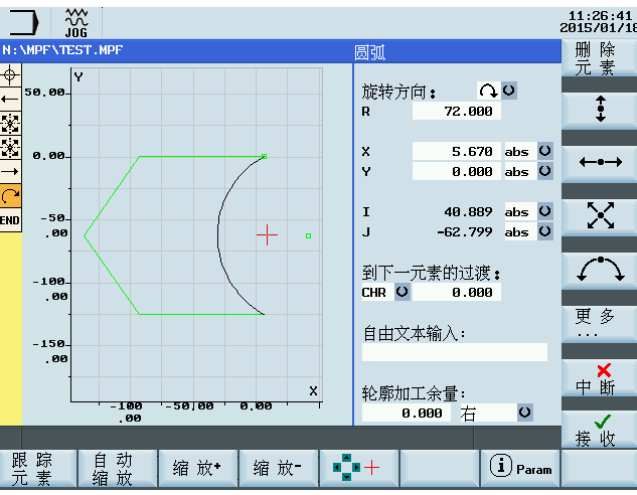


对话
选择

接收
元素

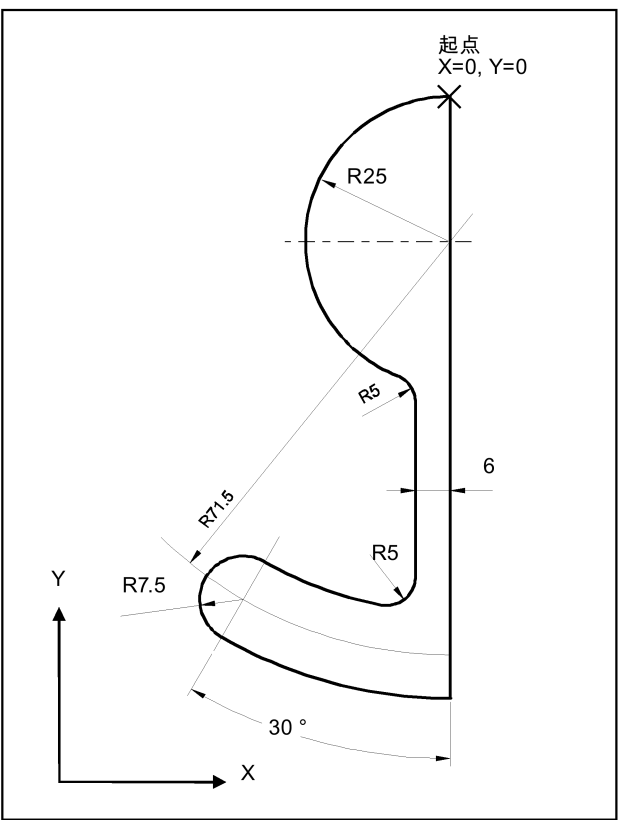
5. 通过以下参数确定起点并按下该软键确认输入。
 - 编程平面 : G17
 - X: 5.67 abs.
 - Y: 0
6. 按下该软键选择水平直线轮廓元素。
7. 输入该元素的参数并按下该软键确认。
 - X: -93.285 abs.
8. 按下该软键选择任意直线轮廓元素。
9. 输入该元素的参数并按下该软键确认。
 - X: -43.972 inc.
 - $\alpha 1$: -125 °
10. 按下该软键选择任意直线轮廓元素。
11. 输入该元素的参数并按下该软键确认。
 - X: 43.972 inc.
 - $\alpha 1$: -55 °
12. 按下该软键选择水平直线轮廓元素。
13. 输入该元素的参数并按下该软键确认。
 - X: 5.67 abs.
14. 按下该软键选择圆弧轮廓元素。
15. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。
 - 旋转方向 : 顺时针方向
 - R: 72
 - X: 5.67 abs.
 - Y: 0 abs.
16. 按下该软键确认。

图形窗口即显示已编程轮廓：



示例 2

起始点：X= 0 abs.，Y= 0 abs.，加工平面 G 17
轮廓以顺时针方向并通过选择对话框进行编程。

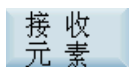
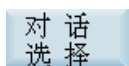
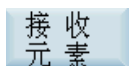
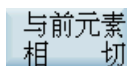
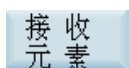
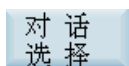
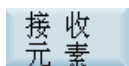
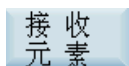


操作步骤：



程序管理

1. 选择所需操作区域。
2. 进入所需程序文件夹。



3. 通过光标键选择程序并按下键在程序编辑器中打开该程序。



4. 按下该软键打开程序编辑器的窗口。

5. 通过以下参数确定起点并按下该软键确认输入。

- 编程平面：G17
- X: 0
- Y: 0

6. 按下该软键选择竖直直线轮廓元素。

7. 输入该元素的参数并按下该软键确认。

- Y: -104 abs.

8. 按下该软键选择圆弧轮廓元素。

9. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。

- 旋转方向：顺时针方向
- R: 79
- I: 0 abs.
- β_2 : 30°

10. 按下该软键确认。

11. 按下该软键选择圆弧轮廓元素。

12. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。

- 旋转方向：顺时针方向
- R: 7.5
- β_2 : 180°

13. 按下该软键确认。

14. 按下该软键选择圆弧轮廓元素。

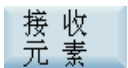
15. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。

- 旋转方向：逆时针方向
- R: 64
- X: -6 abs.
- I: 0 abs.
- RND: 5

16. 按下该软键确认。



17. 按下该软键选择竖直直线轮廓元素。



18. 输入该元素的参数并按下该软键确认。

- α 1: 90°
- RND: 5

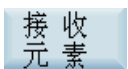


19. 按下该软键选择圆弧轮廓元素。



20. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。

- 旋转方向：顺时针方向
- R: 25
- X: 0 abs.
- Y: 0 abs.
- I: 0 abs.



21. 按下该软键确认。

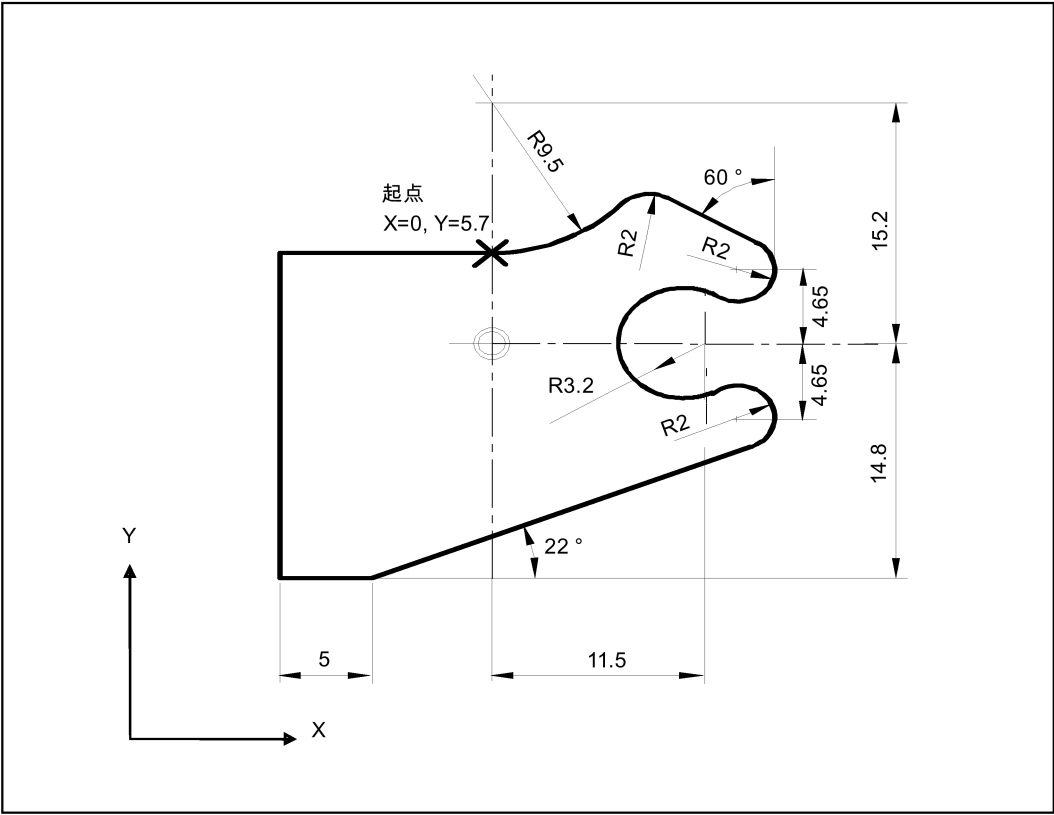
图形窗口即显示已编程轮廓：



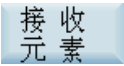
示例 3

起始点：X=0 abs., Y=5.7 abs.，加工平面 G 17

顺时针编程轮廓。



操作步骤：



1. 选择所需操作区域。
2. 进入所需程序文件夹。
3. 通过光标键选择程序并按下该键在程序编辑器中打开该程序。
4. 按下该软键打开程序编辑器的窗口。
5. 通过以下参数确定起点并按下该软键确认输入。
 - 编程平面：G17
 - X: 0 abs.
 - Y: 5.7 abs.
6. 按下该软键选择圆弧轮廓元素。

对话框

接收元素



接收元素



与前元素相切

接收元素



与前元素相切

对话框

接收元素



与前元素相切

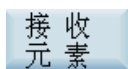
对话框

接收元素



与前元素相切

7. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。
 - 旋转方向：逆时针方向
 - R: 9.5
 - I: 0 abs.
 - RND: 2
8. 按下该软键确认。
9. 按下该软键选择任意直线轮廓元素。
10. 输入该元素的参数并按下该软键确认。
 - $\alpha 1$: -30°
11. 按下该软键选择圆弧轮廓元素。
12. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。
 - 旋转方向：顺时针方向
 - R: 2
 - J: 4.65 abs.
13. 按下该软键确认。
14. 按下该软键选择圆弧轮廓元素。
15. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。
 - 旋转方向：逆时针方向
 - R: 3.2
 - I: 11.5 abs.
 - J: 0 abs.
16. 按下该软键确认。
17. 按下该软键选择圆弧轮廓元素。
18. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。
 - 旋转方向：顺时针方向
 - R: 2
 - J: -4.65 abs.
19. 按下该软键确认。
20. 按下该软键选择任意直线轮廓元素。
21. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。
 - $\alpha 1$: -158°
 - Y: -14.8 abs.
 - $\alpha 2$: 0°



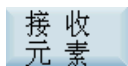
22. 按下该软键确认。



23. 按下该软键选择水平直线轮廓元素。



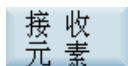
24. 输入该元素的参数并按下该软键选择所需的轮廓特性。
• L: 5



25. 按下该软键确认。



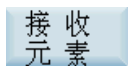
26. 按下该软键选择竖直直线轮廓元素。



27. 输入该元素的参数并按下该软键确认。
• Y: 5.7 abs.

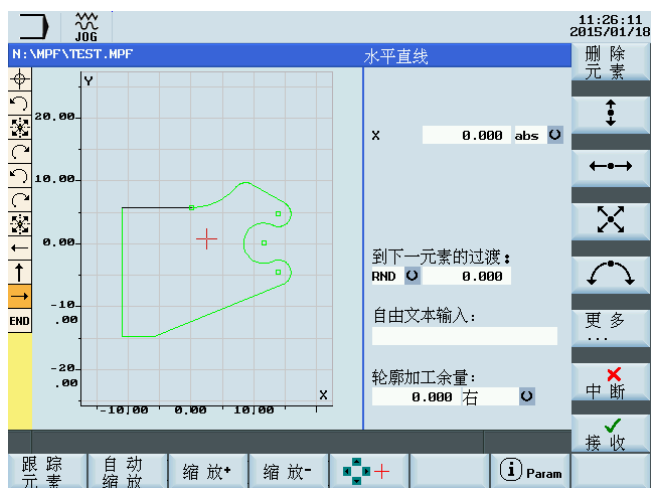


28. 按下该软键选择水平直线轮廓元素。



29. 输入该元素的参数并按下该软键确认。
• X: 0 abs.

图形窗口即显示已编程轮廓：



A.17 字结构和地址

功能/结构

一个字是一个程序段元素，主要构成一个控制命令。字由以下两个部分组成：

- **地址符**：通常为一个大写字母
- **数值**：数字串，对于某些地址而言，该数字串前面可带有正负号，该数字串亦可带有小数点。
正号 (+) 可以不用写。

下图显示字结构示例。

	字	字	字
	地址 值	地址 值	地址 值
示例：	G1	X -20.1	F300
说明：	运行 线性插补	路径或终点 位置 X 轴： -20.1mm	进给率： 300 mm/min

多个地址符

一个字可以包含多个地址符。但是，在这种情况下，必须通过中间字符“=”分配数值。
例如：**CR=5.23**

另外，还可以使用符号名称调用 G 功能。更多信息可参见章节“指令表 (页 249)”。
例如：**SCALE**；启用缩放系数

扩展地址

对于如下地址，地址可以通过 1 到 4 个数字进行地址扩展，从而可以产生较多的地址数量。在这种情况下，必须使用等号“=”分配值。

R	计算参数
H	H 功能
I, J, K	插补参数/中间点
M	特殊功能 M，借助其它选项而影响主轴。
S	主轴转速

示例：**R10=6.234 H5=12.1 I1=32.67 M2=5 S1=400**

A.18 字符集

下列字符用于编程。按照相关定义对它们进行说明。

字母，数字

A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N、O、P、Q、R、S、T、U、V、W、X、Y 和 Z
0、1、2、3、4、5、6、7、8 和 9
字母不区分大小写。

可打印的特殊字符

(	左圆括号	"	引号
)	右圆括号	_	下划线 (属于字母)
[	左方括号	.	小数点
]	右方括号	,	逗号，分隔符
<	小于	;	注释引导
>	大于	%	保留；未占用
:	主程序段，标签结束	&	保留；未占用
=	分配；相等部分	'	保留；未占用
/	跳转	\$	系统变量标识符
*	乘法	?	保留；未占用
+	加法和加号	!	保留；未占用
-	减法，减号		

非可打印特殊字符

Lf	程序段结束字符
空格	字之间的分隔符；空格
制表符	保留；未占用

A.19 程序段结构

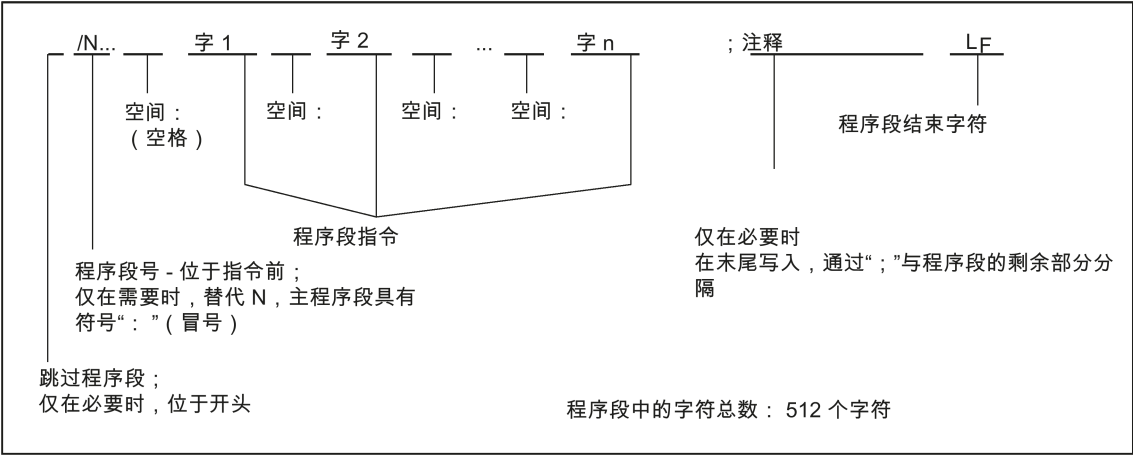
功能

程序段应包含执行加工步骤需要的所有数据。

通常，一个程序段由多个字组成，始终带有**程序段结束字符“Lf”**（换行）。写入程序段时，要自动生成该字符，可按下外接键盘上的换行键或 PPU 上的键：



参见下面的程序段结构示意图：



字序

如果一个程序段中有多个指令，建议使用以下顺序：
N... G... X... Z... F... S... T... D... M... H...

程序段号方面的说明

首先选择以 5 或 10 为间隔的程序段号。这样在以后插入程序段时仍能保持程序段号升序排列。

跳过程序段

可以通过程序段号前面的斜杠 **/** 标记每个程序运行时不执行的程序段。
通过**操作**（程序控制：“SKP”）或提供给可编程控制器（信号）激活程序段跳过。如果连续多个程序段前都以 **/** 标记，则它们都将被跳过。
如果在程序执行过程中必须跳过程序段，不执行标记 **/** 的所有程序段。不考虑相关程序段中包含的所有指令。程序从下一个程序段（不带标记）开始继续执行。

注释，备注

可以使用注释（备注）解释程序段中的指令。注释以符号 **;** 开始，以程序段末尾结束。
在当前程序段显示中，注释与剩余程序段的内容一起显示。

消息

在单独程序段中编程消息。在特殊字段中显示消息，并且保持活动状态，直到执行带有新消息的程序段或直到达到程序结束为止。在消息文本中最多可以显示 65 个字符。
不带消息文本的消息取消上一条消息。
MSG (“这是消息文本”)

编程示例

```
N10                                ; G&S 公司, 订货号 12A71
N20                                ; 泵零件 17, 图纸编号: 123 677 123 677
N30                                ; 程序创建人: H. Adam, TV 4 部门
N40 MSG("DRAWING NO.: 123677")
:50 G54 F4.7 S220 D2 M3          ; 主程序段
N60 G0 G90 X100 Z200
N70 G1 Z185.6
N80 X112
/N90 X118 Z180                    ; 此程序段可跳过
N100 X118 Z120
N110 G0 G90 X200
N120 M2                           ; 程序结束
```

A.20 指令表

对于下表中带“*”标记的功能，若未经另外编程或未由机床制造商为其“铣削”工艺预留缺省设置，这些功能会在铣削版数控系统中的程序启动时生效。

地址	含义	赋值	说明	编程
D	刀具补偿号	0 ... 9，仅整数，无符号	包含特别刀具 T... 的补偿数据；D0 表示刀具无补偿，一把刀具最多可激活 1~9 共九个数字，即一把刀具最多可以同时携带九个不同的补偿数据。	D...
F	进给率	0.001 ... 99 999.999	刀具/工件的轨迹速度；单位：毫米/分钟或毫米/转取决于 G94 或 G95	F...
F	停留时间（带有 G4 的程序段）	0.001 ... 99 999.999	停留时间，单位：秒	G4 F...；单独程序段
G	G 功能（准备功能）	仅整数，指定值	G 功能分为 G 功能组。只有一组 G 功能可被写入程序段。G 功能既可以是模态的（至被同组的另一功能取消），也可以使非模态的（仅对写入的程序段有效）。	G... 或符号名称，例如： CIP

地址	含义	赋值	说明	编程
G 功能组：				
G0	快速移动直线插补		1：运行指令（插补类型），模态有效	G0 X...Y...Z...；极坐标系中的直角坐标： G0 AP=...RP=... 或带有附加轴： G0 AP=...RP=...Z...；例如：带有 G17 轴 Z
G1 *	进给率的直线插补			G1 X...Y...Z...F... 极坐标系： G1 AP=...RP=...F... 或者带附加轴 G1 AP=...RP=...Z...F...；例如：带有 G17 轴 Z
G2	顺时针方向圆弧插补（与第三轴和 TURN 一致=...螺旋插补->见 TURN 下）			G2 X...Y...I...J...F...；终点和圆心 G2 X...Y...CR=...F...；半径和终点 G2 AR=...I...J...F...；张角和中心点 G2 AR=...X...Y...F...；极坐标系中的张角和终点 G2 AP=...RP=...F... 或者带附加轴 G2 AP=...RP=...Z...F...；例如：带有 G17 轴 Z
G3	逆时针方向圆弧插补（与第三轴和 TURN 一致=...螺旋插补->见 TURN 下）			G3 ...；否则，和 G2 相同
CIP	通过中间点进行圆弧插补			CIP X...Y...Z...I1=...J1=K1=...F...
CT	圆弧插补；切线过渡			N10 ... N20 CT X...Y...F...；圆弧，正切过渡到前路径段
G33	螺纹切削；使用定螺距			S...M...；主轴转速，方向 G33 Z... K...；螺纹钻孔带补偿夹具，例如，在 Z 轴上
G331	螺纹插补			N10 SPOS=...；位置控制中的主轴 N20 G331 Z...K...S...； 不带 补偿夹具的攻丝，例如，在 Z 轴上；通过螺距的符号定义右侧或左侧螺纹（例如，K+）： +：和 M3 一样 -：和 M4 一样
G332	螺纹插补 - 退回			G332 Z...K...； 刚性攻丝 ，例如，在 Z 轴上 退回运行 ；螺距符号同 G331 相同
G4	暂停时间		2：特殊运动，非模态	G4 F...；单独程序段，F：时间以秒为单位 或 G4 S...；单独程序段，S：以主轴转数为单位
G63	带补偿夹具攻丝			G63 Z...F...S...M...
G74	接近参考点			G74 X=0 Y=0 Z=0；单独程序段，（机床轴标识符！）

地址	含义	赋值	说明	编程
G75	接近固定点			G75 X=0 Y=0 Z=0；单独程序段，（机床轴标识符！）
G147	SAR - 直线接近			G147 G41 DISR=...DISCL=...FAD=...F... X...Y...Z...
G148	SAR - 直线退回			G148 G40 DISR=...DISCL=...FAD=...F... X...Y...Z...
G247	SAR - 象限接近			G247 G41 DISR=...DISCL=...FAD=...F... X...Y...Z...
G248	SAR - 象限退回			G248 G40 DISR=...DISCL=...FAD=...F... X...Y...Z...
G347	SAR - 半圆接近			G347 G41 DISR=...DISCL=...FAD=...F... X...Y...Z...
G348	SAR - 半圆退回			G348 G40 DISR=...DISCL=...FAD=...F... X...Y...Z...
TRANS	偏移，可编程		3：写入存储器，非模态	TRANS X...Y...Z...；单独程序段
ROT	旋转，可编程			ROT RPL=...；在当前平面 G17 至 G19 上旋转，单独程序段
SCALE	可编程的缩放系数			SCALE X...Y...Z...；指定轴方向上的缩放系数，单独程序段
MIRROR	可编程镜像			MIRROR X0；对坐标轴镜像，单独程序段
ATRANS	补充偏移，编程			ATRANS X...Y...Z...；单独程序段
AROT	补充可编程旋转			AROT RPL=...；在当前平面 G17 至 G19 上旋转，单独程序段
ASCALE	补充可编程的缩放系数			ASCALE X...Y...Z...；指定轴方向上的缩放系数，单独程序段
AMIRROR	补充可编程镜像			AMIRROR X0；对坐标轴镜像，单独程序段
G110	极规定与上一个已编程的设定值位置相关			G110 X...Y...；极点定义，直角坐标系，例如：用于 G17 时 G110 RP=...AP=...；极点定义，极坐标，单独程序段
G111	极规定与当前工件坐标系原点相关			G111 X...Y...；极点定义，直角坐标系，例如：用于 G17 时 G111 RP=...AP=...；极点定义，极坐标，单独程序段
G112	极规定与上一有效极相关			G112 X...Y...；极点定义，直角坐标系，例如：用于 G17 时 G112 RP=...AP=...；极点定义，极坐标，单独程序段
G17 *	X/Y 平面		6：平面选择，模态有效	G17 ...；该平面上的纵轴为刀具长度

地址	含义	赋值	说明	编程
G18	Z/X 平面			
G19	Y/Z 平面			补偿轴
G40 *	取消刀具半径补偿		7：刀具半径补偿，模态有效	
G41	刀具半径补偿，轮廓左边			
G42	刀具半径补偿，轮廓右边			
G500 *	取消可设定的零点偏移		8：可设定的零点偏移，模态有效	
G54	1.可设定的零点偏移			
G55	2.可设定的零点偏移			
G56	3.可设定的零点偏移			
G57	4.可设定的零点偏移			
G58	5.可设定的零点偏移			
G59	6.可设定的零点偏移			
G53	可设定零点偏移的非模态跳转		9：抑制可设定零点偏移，非模态	
G153	可设定零点偏移的非模态跳转，包括基本框架			
G60 *	准停		10：逼近行为，模态有效	
G64	连续路径运行			
G62	激活刀具半径补偿时的内拐角减速 (G41, G42)		仅连同连续路径模式	G62 Z...G1
G9	非模态准停		11：精准停，非模态	
G601 *	精准停窗口，带有 G60、G9		12：精准停窗口，模态有效	
G602	粗准停窗口，带有 G60、G9			
G621	所有角处拐角延迟		仅连同连续路径模式。	G621 AIDS=...
G70	英制尺寸数据输入		13：英制/公制尺寸输入，模态有效	
G71 *	公制尺寸数据输入			
G700	英制尺寸数据输入；也用于进给率 F			
G710	公制尺寸数据输入；也用于进给率 F			
G90 *	绝对尺寸数据输入		14：绝对/增量尺寸，模态有效	
G91	增量尺寸数据输入			
G94 *	进给率 F 以毫米/分钟为单位		15：进给率/主轴，模态有效	
G95	主轴旋转进给率 F，单位：毫米/转			
CFC *	打开圆弧修调进给率		16.进给率修调，模态有效	
CFTCP	取消进给率修调			
G450 *	过渡圆弧		18：与刀具半径补偿一起工作时在拐角处发挥作用，模态有效	
G451	交点			
BRISK *	轨迹跳跃加速		21：加速度属性，模态有效	
SOFT	轨迹平滑加速			
FFWOF *	取消前馈控制		24：前馈控制，模态有效	
FFWON	打开前馈控制			
EXTCALL	执行外部子程序			在“执行外来源”模式下重新加载 HMI 程序。
G340 *	空间接近和退回(SAR)		44：带有 SAR 的路径段，模态有效	
G341	平面上接近和退回 (SAR)			
G290 *	西门子模式		47：外部 NC 语言，模态有效	
G291	外部模式			

地址	含义	赋值	说明	编程
H H0= 到 H9999=	H 功能	$\pm 0.0000001 \dots 9999\ 9999$ (8 个小数位) 或带有指数规范 : $\pm (10^{-300} \dots 10^{+300})$	传输到 PLC 的值 ; 含义由机床制造商定义	H0=...H9999=... 例如 : H7=23.456
I	插补参数	$\pm 0.001 \dots 99999.999$ 螺纹 : 0.001 ... 2000.000	属于 X 轴 ; 含义取决于 G2 , G3 -> 圆心或 G33、G331、 G332 -> 螺距	参见 G2、G3、G33、G331、 G332
J	插补参数	$\pm 0.001 \dots 99999.999$ 螺纹 : 0.001 ... 2000.000	属于 Y 轴 ; 否则 , 与 I 相同	参见 G2、G3 和 G33、 G331、G332
K	插补参数	$\pm 0.001 \dots 99999.999$ 螺纹 : 0.001 ... 2000.000	属于 Z 轴 ; 否则 , 与 I 相同	参见 G2、G3 和 G33、 G331、G332
I1=	圆弧插补的中间点	$\pm 0.001 \dots 99\ 999.999$	用 CIP 进行圆弧插补的 X 轴坐标	参见 CIP
J1=	圆弧插补的中间点	$\pm 0.001 \dots 99\ 999.999$	属于 Y 轴 ; 指定 CIP 圆弧插补	参见 CIP
K1=	圆弧插补的中间点	$\pm 0.001 \dots 99\ 999.999$	属于 Z 轴 ; 指定 CIP 圆弧插补	参见 CIP
L	子程序 ; 名称和调用	7 个小数 ; 仅整数 , 无符号	替代自由名称 , 还可以选择 L1 ... L99999999 ; 这也可在单独程序段中调用子 程序 (UP)。 请注意 : L0001 不是始终等于 L1。 为换刀具子程序保留名称 “LL6”。	L781;单独程序段
M	附加功能	0 ... 99 仅整数 , 无符号	例如 , 用于启动开关操作 , 如 “冷却液开” , 每个程序段最多 五个 M 功能。	M...
M0	编程停止		在包含 M0 的程序段结束时停 止加工 ; 按下以下键可继续 : 	
M1	可选停止		和 M0 一样 , 但是 , 只有在存在 特殊信号 (程序控制 : “M01”) 时才能执行停止。	
M2	返回到程序开始处时结束主程序		可以在处理顺序的最后一个程 序段中找到	
M30	程序结束 (与 M2 相同)		可以在处理顺序的最后一个程 序段中找到	
M17	结束子程序		可以在处理顺序的最后一个程 序段中找到	
M3	主轴顺时针旋转			
M4	主轴逆时针旋转			
M5	主轴停止			
M6	换刀		只有在通过机床控制面板使用 M6 激活时 ; 否则 , 使用 T 命 令直接更改	
M40	自动选择齿轮级			

地址	含义	赋值	说明	编程
M41 到 M45	齿轮级 1 到齿轮级 5			
M19	主轴定位至 0 度			
M70	主轴切换至轴模式			
M...	其它的 M 功能		功能不通过数控系统定义，因此可以被机床制造商自由使用	
N	程序段号 - 子程序段	0 ... 9999 9999 仅整数，无符号	可以用于使用编号标识程序段；在程序段开头处写入	N20 ...
:	主程序段的程序段号	0 ... 9999 9999 仅整数，无符号	特殊程序段标识，替代 N...；此类程序段应包含整个后续加工步骤的所有指令。	: 20 ...
P	子程序运行次数	1 ... 9999 仅整数，无符号	在子程序多次运行并且包含在与调用相同的程序段中时使用	N10 L781 P...；单独程序段 N10 L871 P3；三个循环
R0 到 R299	计算参数	$\pm 0.0000001 \dots$ 9999 9999 (8 个小数位) 或带有指数规范： $\pm (10^{-300} \dots 10^{+300})$		R1=7.9431 R2=4 指定指数： R1=-1.9876EX9；R1=-1 987 600 000
	计算功能		除了使用操作数 + - * / 的 4 个基本计算功能之外，还有以下计算功能：	
SIN()	正弦	度		R1=SIN(17.35)
COS()	余弦	度		R2=COS(R3)
TAN()	正切	度		R4=TAN(R5)
ASIN()	反正弦			R10=ASIN(0.35)；R10:20.487 度
ACOS()	反余弦			R20=ACOS(R2)；R20: ... 度
ATAN2(,)	反正切 2		矢量和的角度由 2 个互相垂直的矢量得出。指定的第 2 个矢量始终用于角度参考。 结果范围：-180 至 +180 度	R40=ATAN2(30.5,80.1)； R40:20.8455 度
SQRT()	平方根			R6=SQRT(R7)
POT()	平方			R12=POT(R13)
ABS()	绝对值			R8=ABS(R9)
TRUNC()	整数取整			R10=TRUNC(R11)
LN()	自然对数			R12=LN(R9)
EXP()	指数函数			R13=EXP(R1)
RET	子例程结束		替代 M2 用于保持连续路径模式	RET；单独程序段
S...	主轴转速	0.001 ... 99 999.999	主轴转速的测量单位 rpm	S...
S	停留时间 (带有 G4 的程序段)	0.001 ... 99 999.999	主轴暂停转数	G4 S...；单独程序段
T	刀具号	1 ... 32 000 仅整数，无符号	可以直接使用 T 命令或只使用 M6 执行换刀。可以在机床数据中设置。	T...
X	轴	$\pm 0.001 \dots 99\ 999.999$	位移说明	X...
Y	轴	$\pm 0.001 \dots 99\ 999.999$	位移说明	Y...
Z	轴	$\pm 0.001 \dots 99\ 999.999$	位移说明	Z...

地址	含义	赋值	说明	编程
AC	绝对坐标	-	可以为某些轴的终点和中心点指定尺寸，不考虑 G91。	N10 G91 X10 Z=AC(20)；X - 增量尺寸，Z - 绝对尺寸
ACC[轴]	加速度倍率	1...200，整数	轴或主轴的加速度倍率；以百分比的形式指定	N10 ACC[X]=80；对于 X 轴，80% N20 ACC[S]=50；对于主轴：50%
ACP	绝对坐标；从正方向运行至某位置（回转轴、主轴）	-	还可以使用 ACP(...) 指定回转轴的终点尺寸，不考虑 G90/G91；还应用于主轴定位	N10 A=ACP(45.3)；正向接近 A 轴的绝对位置 N20 SPOS=ACP(33.1)；定位主轴
ACN	绝对坐标；从负方向运行至某位置（回转轴、主轴）	-	还可以使用 ACN(...) 指定回转轴的终点尺寸，不考虑 G90/G91；还应用于主轴定位	N10 A=ACN(45.3)；负向接近 A 轴的绝对位置 N20 SPOS=ACN(33.1)；定位主轴
ANG	轮廓段中的直线角度	±0.00001 ... 359.99999	以度为单位指定；如果只知道平面的一个终点坐标或当平面中终点坐标已知或者多个程序段编程轮廓而最后的终点坐标未知时，在 G0 或者 G1 下定义直线的一种方法	N10 G1 G17 X...Y.... N11 X...ANG=... 或几个程序段上的轮廓： N10 G1 G17 X...Y.... N11 ANG=... N12 X...Y...ANG=...
AP	极角	0 ... ±359.99999	指定度数，穿过极坐标，极的定义；另外：极半径 RP	参见 G0，G1，G2；G3，G110，G111，G112
AR	圆弧插补的张角	0.00001 ... 359.99999	以度为单位指定；可以在使用 G2/G3 时定义圆弧	参见 G2、G3
CALL	间接循环调用	-	循环调用的特殊形式；没有传输参数；循环的名称存储在变量中；仅用于循环内部使用	N10 CALL VARNAME；变量名称
CHF	倒角；通用	0.001 ... 99 999.999	在两个轮廓程序段之间插入指定倒角长度的倒角	N10 X...Y...CHF=... N11 X...Y...
CHR	倒角；在轮廓定义中	0.001 ... 99 999.999	在两个轮廓程序段之间插入指定边长的倒角	N10 X...Y...CHR=... N11 X...Y...
CR	圆弧插补半径	0.010...99 999.999 负号 - 用于选择圆弧：大于半圆	可以在使用 G2/G3 时定义圆弧	参见 G2、G3
COMPCAD	激活压缩器：优化 CAD 程序的表面质量		生效方式：模态有效	COMPCAD；单独程序段
COMPCURV	激活压缩器：曲率不变的多项式		生效方式：模态有效	COMPCURV；单独程序段
COMPOF	关闭压缩器		生效方式：模态有效	COMPOF；单独程序段
COMPON	激活压缩器		生效方式：模态有效	COMPON；单独程序段
CYCLE... HOLES... POCKET... SLOT...	加工循环	仅指定值	加工循环调用需要单独程序段，必须为提供的转移参数指定值，以附加 MCALL 或 CALL 调用专用循环是可能的	
CYCLE81	钻削，定中心			N5 RTP=110 RFP=100；赋值 N10 CYCLE81(RTP, RFP, ...)；单独程序段

地址	含义	赋值	说明	编程
CYCLE82	钻削，铰平面			N5 RTP=110 RFP=100; 赋值 N10 CYCLE82(RTP, RFP, ...); 单独程序段
CYCLE83	深孔钻削			N10 CYCLE83(110, 100, ...); 或直接传输值，单独程序段
CYCLE84	刚性攻丝			N10 CYCLE84(...); 单独程序段
CYCLE840	带补偿夹具攻丝			N10 CYCLE840(...); 单独程序段
CYCLE85	铰孔 1			N10 CYCLE85(...); 单独程序段
CYCLE86	镗孔			N10 CYCLE86(...); 单独程序段
CYCLE802	任意位置			N10 CYCLE802(...); 单独程序段
HOLES1	成排孔			N10 HOLES1(...); 单独程序段
HOLES2	圆弧孔			N10 HOLES2(...); 单独程序段
SLOT1	铣削槽			N10 SLOT1(...); 单独程序段
SLOT2	铣削圆周槽			N10 SLOT2(...); 单独程序段
POCKET3	矩形腔			N10 POCKET3(...); 单独程序段
POCKET4	圆形腔			N10 POCKET4(...); 单独程序段
CYCLE71	平面铣削			N10 CYCLE71 (...); 单独程序段
CYCLE72	轮廓铣削			N10 CYCLE72 (...); 单独程序段
CYCLE76	铣削矩形凸台			N10 CYCLE76 (...); 单独程序段
CYCLE77	铣削圆形凸台			N10 CYCLE77 (...); 单独程序段
CYCLE90	螺纹铣削			N10 CYCLE90(...); 单独程序段
LONGHOLE	长孔形			N10 LONGHOLE(...); 单独程序段
CYCLE832	快速设置			N10 CYCLE832(...); 单独程序段
DC	绝对坐标；直接接近位置（回转轴、主轴）	-	还可以使用 DC(...) 指定回转轴的终点尺寸，不考虑 G90/G91；还应用于主轴定位	N10 A=DC(45.3); 直接接近 A 轴的绝对位置 N20 SPOS=DC(33.1); 定位主轴
DEF	定义指令		定义 BOOL, CHAR, INT, STRING[n] 类型的用户变量；直接在程序开头定义	DEF INT VARI1=24, VARI2; 两个 INT 类型变量；用户定义名称 DEF STRING[12] VARS3="HELLO"; 最大 12 字符
DISCL	加工平面进给运行的接近/退回距离 (SAR)	-	进给运行转速切换的安全界限注：G340,G341	参见 G147、G148、G247、G248、G347、G348

地址	含义	赋值	说明	编程
DISR	接近/退回距离或半径 (SAR)	-	G147/G148:自轮廓起点或终点的刀沿距离 G247, G347/G248, G348:刀具中心点路径半径	参见 G147、G148、G247、G248、G347、G348
FAD	进给速率(SAR)	-	安全界限达到进给值转速生效; 注: G340,G341	参见 G147、G148、G247、G248、G347、G348
FRC	用于倒角/倒圆的非模态进给率	0, >0	FRC=0 时, 进给率 F 将起作用	对于单位, 参见 F 和 G94、G95; 对于倒角/倒圆, 参见 CHF、CHR、RND
FRCM	用于倒角/倒圆的模态进给率	0, >0	FRCM=0 时, 进给率 F 将起作用	对于单位, 参见 F 和 G94、G95; 对于倒角/倒圆, 参见 RND、RNDM
GOTOB	向后跳转指令	-	跳转操作和标签标记的程序段一起执行, 向程序开始方向跳转至标识的程序段。	N10 LABEL1: N100 GOTOB LABEL1
GOTOF	GoForward 指令	-	对标签标记的程序段执行 GoTo 操作; 跳转目标在程序结束方向上。	N10 GOTOF LABEL2 ... N130 LABEL2: ...
IC	使用增量尺寸指定的坐标		可以为某些轴的终点和中心点指定尺寸, 不考虑 G90。	N10 G90 X10 Z=IC(20); Z - 增量尺寸, X - 绝对尺寸
IF	跳转条件	-	如果满足跳转条件, 跳转到带标签的程序段; 否则, 下一指令/程序段; 每一程序段几条 IF 指令是有可能的 关系运算符: = 相等, <> 不等, > 大于, < 小于, >= 大于等于, <= 小于等于	N10 IF R1>5 GOTOF LABEL3 ... N80 LABEL3: ...
MEAS	测量, 删除剩余行程	+1 -1	=+1: 测量输入 1, 上升沿 =-1: 测量输入 1, 下降沿	N10 MEAS=-1 G1 X...Y...Z...F...
MEAW	测量, 不删除剩余行程	+1 -1	=+1: 测量输入 1, 上升沿 =-1: 测量输入 1, 下降沿	N10 MEAW=-1 G1 X...Y...Z...F...
\$A_DBB[n] \$A_DBW[n] \$A_DBD[n] \$A_DBR[n]	数据字节 数据字 数据双字 实数数据		PLC 变量的读和写	N10 \$A_DBR[5]=16.3; 写入实数变量, 带有偏移位置 5; (NC 和 PLC 之间位置, 类型和含义达成一致)
\$AA_MM[轴*]	机床坐标系中轴的测量结果	-	轴: 测量时横移的轴 (X, Z) 的标识符	N10 R1=\$AA_MM[X]
\$AA_MW[轴]	工件坐标系中轴的测量结果	-	轴: 测量时横移的轴 (X, Z) 的标识符	N10 R2=\$AA_MW[X]

地址	含义	赋值	说明	编程
\$A..._..._TIME	运行时计时器： \$AN_SETUP_TIME \$AN_POWERON_TIME \$AC_OPERATING_TIME \$AC_CYCLE_TIME \$AC_CUTTING_TIME	0.0 ... 10 ⁺³⁰⁰ 分钟（只读值） 分钟（只读值） s s s	系统变量： 自数控系统最后一次启动起的时间 自数控系统最后一次正常启动起的时间 所有 NC 程序的总运行时 NC 程序的运行时（仅选择的程序） 刀具动作时间	N10 IF \$AC_CYCLE_TIME==50.5
\$AC_..._PARTS	工件计数器： \$AC_TOTAL_PARTS \$AC_REQUIRED_PARTS \$AC_ACTUAL_PARTS \$AC_SPECIAL_PARTS	0 ... 999 999 999 , 整数	系统变量： 总实际计数 工件的设定数量 当前实际计数 工件计数 - 用户指定	N10 IF \$AC_ACTUAL_PARTS==15
\$AC_MEAS[1]	测量任务状态	-	默认条件： 0：默认条件，测量头不切换 1：已接通测量头	N10 IF \$AC_MEAS[1]==1 GOTOF；测量头已经切换时继续执行程序 ...
\$P_TOOLNO	有效刀具号 T	-	只读	N10 IF \$P_TOOLNO==12 GOTOF
\$P_TOOL	有效刀具的有效 D 号	-	只读	N10 IF \$P_TOOL==1 GOTOF
MCALL	模态子程序调用	-	在 MCALL 程序段中调用的子程序会在之后每一个编程了轨迹运行指令的程序段中自动调用。调用持续有效，直至编程下一个 MCALL。应用示例：钻削穿孔模式	N10 MCALL CYCLE82(...); 单独程序段，钻削循环 N20 HOLES1(...); 成排孔 N30 MCALL; 单独程序段，CYCLE82(...)模态调用完成
MSG ()	信号	最多 65 个字符	引号中的消息文本	N10 MSG (“消息文本”)；单独程序段 ... N150 MSG(); 清除上一条消息
OFFN	尺寸指定	-	对于设置的刀具半径补偿仅 G41、G42 有效	N10 OFFN=12.4
RND	倒圆	0.010 ... 99 999.999	在两个轮廓程序段间插入规定半径值的圆弧切线过渡，专用 FRC= ... 进给为可能	N10 X...Y...RND=4.5 N11 X...Y...
RNDM	模态倒圆	0.010 ... 99 999.999 0	- 在以下的轮廓角间插入规定半径值的圆弧切线过渡；可能的进给率：FRCM=... - 取消模态倒圆	N10 X...Y...RNDM=.7.3；模态倒圆 ON N11 X...Y... N100 RNDM=.0；模态倒圆 OFF
RP	极半径	0.001 ... 99 999.999	在极坐标运行，指定极；另外：极角 AP	参见 G0，G1，G2；G3，G110，G111，G112
RPL	带有 ROT、AROT 时的旋转角度	±0.00001 ... 359.9999	单位为度；当前平面 G17 至 G19 中可编程旋转的角度	参见 ROT、AROT

地址	含义	赋值	说明	编程
SET(,,,) REP()	设置变量字段值		SET:各种值, 从指定的元素到: 按照值的数量 REP:相同的值, 从指定的元素到字段末尾	DEF REAL VAR2[12]=REP(4.5); 所有元素值 4.5 N10 R10=SET(1.1,2.3,4.4); R10=1.1, R11=2.3, R4=4.4
SF	使用 G33 时的螺纹起始点	0.001 ... 359.999	单位为度, 在 G33 时螺纹起始角偏移设定的角度值	参见 G33
SPI(n)	将主轴编号 n 转换为轴标识符		n =1, 轴标识符: 例如: "SP1"或者 "C"	
SPOS	主轴位置	0.0000 ... 359.9999 带有增量规定(IC): ±0.001 ... 99 999.999	以度为单位; 主轴在指定位置停止 (要达到这一目的, 主轴必须提供合适的技术前提条件: 位置控制)	N10 SPOS=.... N10 SPOS=ACP(...) N10 SPOS=ACN(...) N10 SPOS=IC(...) N10 SPOS=DC(...)
STOPFIFO	停止快速加工步骤	-	特殊功能; 填充缓冲存储器, 直到检测到 STARTFIFO、“缓冲存储器已满”或“程序结束”为止。	STOPFIFO; 单独程序段, 开始填充 N10 X... N20 X...
STARTFIFO	启动快速加工步骤	-	特殊功能; 从预处理程序缓存载出。	N30 X... STARTFIFO; 单独程序段, 填充结束
STOPRE	预处理停止	-	特殊功能; 只有在完成 STOPRE 前的程序段时才能解码下一个程序段。	STOPRE; 单独程序段
TURN	与螺旋插补一起运行的附加循环数	0 ... 999	连同平面 G17 到 G19 上的循环插补 G2/G3, 垂直于该平面的轴进给运动	N10 G0 G17 X20 Y5 Z3 N20 G1 Z-5 F50 N30 G3 X20 Y5 Z-20 I0 J7.5 TURN=2 ; 三个完全循环的总数
TRACYL	柱面铣削加工		车铣复合加工 (仅对于相应的设计可用)	TRACYL(20.4); 单独程序段; 圆柱直径: 20.4 mm TRACYL(20.4,1); 也可能
TRAFOOF	取消通道中激活的转换		关闭车铣复合加工	TRAFOOF; 单独程序段

商标

所有带有标记符号 © 的都是西门子公司股份有限公司的注册商标。本印刷品中的其他符号可能是一些其他商标。若第三方出于自身目的使用这些商标, 将侵害其所有者的权利。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性, 因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测, 必要的修正值包含在下一版本中。

Siemens AG
Division Digital Factory
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG

编程和操作手册 (铣削)
6FC5398-4DP10-0RA3, 08/2015