

SIEMENS

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl / 828D 测量循环

编程手册

前言

基本安全说明

1

说明

2

测量方案

3

参数列表

4

循环软件版本 SW4.4 起的修
改

A

附录

B

适用于:

控制系统
SINUMERIK 840D sl / 840DE sl / 828D
软件
CNC 软件版本 4.8 SP3

08/2018

6FC5398-4BP40-6RA2

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。

商标

所有带有标记符号 ® 的都是 Siemens AG 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。

前言

SINUMERIK 文献

SINUMERIK 文档分为以下几个类别：

- 通用文档/产品样本
- 用户文档
- 制造商/服务文档

其它信息

访问下面的网址 (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/108464614>) 获取有关该主题的信息：

- 订购文档/查看印刷品一览
- 进入下载文档的链接
- 使用在线文档（查找搜索手册/信息）

如果您对技术文档有疑问（例如建议、修改），请发送一份电子邮件到以下地址 (<mailto:docu.motioncontrol@siemens.com>)。

mySupport/文档

您可以访问下面的网址 (<https://support.industry.siemens.com/My/cn/zh/documentation>)，了解如何随意组合西门子文档内容，再结合机器，创建自己的机器文档。

培训

通过以下地址 (<http://www.siemens.com/sitrain>) 可获取有关 SITRAIN 的信息 - 西门子为驱动和自动化产品、系统和解决方案制定的培训。

常见问题

常见问题（FAQ）请参见产品支持 (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/ps/faq>) 下的服务&支持页面。

SINUMERIK

有关 SINUMERIK 的信息请访问以下网址 (<http://www.siemens.com/sinumerik>)。

目标读者

本编程手册供采用 SINUMERIK Operate 软件的机床编程人员使用。

目的

利用本编程手册，编程人员可以对程序和软件界面进行设计、写入、测试和排错。

标准功能范畴

本文档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进行说明。

控制系统有可能执行本文档中未描述的某些功能，但是这并不意味着在提供系统时必须带有这些功能，或者为其提供有关的维修服务。

同样，因为只是概要，所以本文档不包括全部类型产品的所有详细信息，也无法考虑到安装、运行和服务中可能出现的各种情况。

技术支持

访问网址 (<https://support.industry.siemens.com/sc/cn/zh/sc/-/oid2090>)中的“联系”，您便可以获取各个国家技术支持的电话号码。

目录

前言.....	3
1 基本安全说明.....	9
1.1 一般安全说明.....	9
1.2 应用示例的质保规定.....	10
1.3 工业安全.....	11
2 说明.....	13
2.1 基础部分.....	13
2.2 一般前提条件.....	15
2.3 在程序段搜索、试运行、程序测试、模拟时的特性.....	16
2.4 机床上和工件上的参考点.....	18
2.5 平面定义，工件类型.....	20
2.6 可使用的测量头.....	24
2.7 测量头、校准体、校准刀具.....	28
2.7.1 测量铣床，加工中心上的工件.....	28
2.7.2 测量铣床，加工中心上的刀具.....	29
2.7.3 测量车床上的工件.....	31
2.7.4 在车床上测量刀具.....	35
2.8 测量原理.....	37
2.9 带刀具补偿的工件测量时测量方案.....	43
2.10 参数，用于测量结果检查和补偿.....	46
2.11 经验值、平均值和公差参数的影响.....	51
2.12 刀具补偿方案.....	53
2.12.1 进行与刀具组（替换刀具）相关的工件测量时的刀具补偿方案.....	53
2.13 测量循环辅助程序.....	54
2.13.1 CYCLE116：计算圆弧的圆心和半径.....	54
2.13.2 CYCLE119：用于确定空间位置的计算循环.....	57
2.13.3 CUST_MEACYC：执行测量前/后的用户程序.....	59
2.14 附加功能.....	61
2.14.1 程序编辑器中的测量循环支持.....	61
2.14.2 显示测量结果图.....	61
2.14.3 记录.....	65
2.14.3.1 简介.....	65

2.14.3.2	控制循环 CYCLE150.....	66
2.14.3.3	记录“最后测量”	70
2.14.3.4	标准记录.....	71
2.14.3.5	用户记录.....	73
2.14.3.6	通过测量结果图显示用户记录.....	77
2.14.3.7	搜索、模拟和多通道操作时的特性.....	78
3	测量方案.....	81
3.1	一般前提条件.....	81
3.1.1	测量循环概要.....	81
3.1.2	通过软键选择测量方案（车削版）	83
3.1.3	通过软键选择测量方案（铣削版）	86
3.1.4	结果参数.....	88
3.2	测量工件（车削版）	90
3.2.1	概述.....	90
3.2.2	校准探头的长度 (CYCLE973).....	91
3.2.3	在平面上校准探头的半径(CYCLE973).....	94
3.2.4	通过槽校准探头 (CYCLE973).....	98
3.2.5	车削测量 - 前沿 (CYCLE974).....	103
3.2.6	车削测量 - 内部直径 (CYCLE974, CYCLE994).....	106
3.2.7	车削测量 - 外直径 (CYCLE974, CYCLE994).....	111
3.2.8	高级测量.....	118
3.3	测量工件（铣削版）	120
3.3.1	概述.....	120
3.3.2	标定测头 - 长度 (CYCLE976).....	121
3.3.2.1	功能.....	121
3.3.2.2	调用测量方案.....	123
3.3.2.3	参数.....	123
3.3.2.4	结果参数.....	125
3.3.3	在校准环中校准探头半径 (CYCLE976).....	125
3.3.4	通过平面校准探头半径(CYCLE976).....	130
3.3.5	标定测头 - 通过 2 个边沿标定半径 (Cycle976).....	134
3.3.5.1	功能.....	134
3.3.5.2	调用测量方案.....	136
3.3.5.3	结果参数.....	138
3.3.6	标定测头 - 标准球标定(CYCLE976).....	139
3.3.7	边沿间距 - 设置边沿 (CYCLE978).....	143
3.3.8	边沿间距 - 边对齐 (CYCLE998).....	150
3.3.9	边沿间距 - 槽 (CYCLE977).....	157
3.3.10	边沿间距 - 隔断 (CYCLE977).....	163
3.3.11	拐角 - 直角 (CYCLE961)	169
3.3.12	拐角 - 任意角 (CYCLE961)	174
3.3.13	钻孔 - 矩形腔 (CYCLE977).....	182
3.3.14	1 个孔 (CYCLE977).....	188

3.3.15	钻孔 - 内圆弧 (CYCLE979).....	194
3.3.16	矩形凸台 (CYCLE977).....	200
3.3.17	1 个圆形凸台 (CYCLE977).....	206
3.3.18	凸台 - 外圆弧 (CYCLE979).....	212
3.3.19	3D - 平面对齐 (CYCLE998).....	217
3.3.20	3D - 球体 (CYCLE997).....	222
3.3.21	3D - 3 个球体 (CYCLE997).....	228
3.3.22	3D - 主轴角度差(CYCLE995).....	234
3.3.23	3D - 运动 (CYCLE996).....	239
3.3.24	CYCLE996 的扩展.....	258
3.3.24.1	检查球体直径.....	258
3.3.24.2	回转轴矢量 V1 和 V2 的定标.....	258
3.3.24.3	通过 VCS 和 CYCLE996 来实现回转轴定向补偿.....	259
3.3.25	完整测量坐标转换矢量 (CYCLE9960)	260
3.3.25.1	功能.....	260
3.3.25.2	安装标准球.....	262
3.3.25.3	测量结果图.....	266
3.3.25.4	标准球标定.....	268
3.3.25.5	绕行标准球.....	268
3.3.25.6	公差极限.....	268
3.3.25.7	固定值设置 (定标)	269
3.3.25.8	参数.....	270
3.3.26	机床上带定向转换功能的 3D 测量	273
3.3.27	使用不可定位的测头进行测量.....	274
3.3.27.1	无 SPOS 能力的主轴.....	274
3.3.27.2	固定安装在机床上的测头.....	275
3.4	在带组合工艺的机床上测量工件.....	277
3.4.1	在铣车复合机床上测量工件.....	277
3.4.2	在车铣复合机床上测量工件.....	277
3.4.2.1	触发值的交叉连接.....	278
3.4.2.2	3D 测头类型 710 使用的通用性.....	278
3.5	测量刀具 (车削)	280
3.5.1	概述.....	280
3.5.2	校准探头 (CYCLE982).....	283
3.5.3	车刀(CYCLE982).....	288
3.5.4	铣刀 (CYCLE982).....	293
3.5.5	钻头 (CYCLE982).....	301
3.5.6	用可定向的刀架测量刀具.....	307
3.6	测量刀具 (铣削版)	309
3.6.1	概述.....	309
3.6.2	校准探头 (CYCLE971).....	312
3.6.3	铣刀或钻头 (CYCLE971).....	319
3.6.3.1	使用静止主轴的测量.....	323

3.6.3.2	使用旋转主轴的测量.....	323
3.6.3.3	检查刀齿.....	325
3.6.3.4	调用铣刀测量方案.....	327
3.6.3.5	调用钻头测量方案.....	327
3.6.3.6	参数.....	328
3.6.3.7	结果参数.....	329
3.6.3.8	在复合机床上测量刀具.....	330
4	参数列表.....	333
4.1	测量循环参数一览.....	333
4.1.1	测量循环参数 CYCLE973.....	333
4.1.2	测量循环参数 CYCLE974.....	336
4.1.3	测量循环参数 CYCLE994.....	340
4.1.4	测量循环参数 CYCLE976.....	344
4.1.5	测量循环参数 CYCLE978.....	347
4.1.6	测量循环参数 CYCLE998.....	351
4.1.7	测量循环参数 CYCLE977.....	355
4.1.8	测量循环参数 CYCLE961.....	360
4.1.9	测量循环参数 CYCLE979.....	364
4.1.10	测量循环参数 CYCLE997.....	368
4.1.11	测量循环参数 CYCLE995.....	371
4.1.12	测量循环参数 CYCLE996.....	374
4.1.13	测量循环参数 CYCLE982.....	379
4.1.14	测量循环参数 CYCLE971.....	383
4.1.15	测量循环 CYCLE150 的参数.....	387
4.2	辅助参数.....	389
4.3	附加结果参数.....	391
4.4	参数.....	392
A	循环软件版本 SW4.4 起的修改.....	395
A.1	测量循环参数和 MEA_FUNCTION_MASK 参数的对照表.....	395
A.2	SW 4.4 起机床数据和设定数据的修改.....	399
A.3	循环机床数据和设定数据修改总览.....	400
A.4	测量功能用 GUD 参数对照表.....	403
A.5	循环程序和 GUD 模块的名称变更.....	408
B	附录.....	409
B.1	缩略符.....	409
B.2	资料一览.....	410
	词汇表.....	411
	索引.....	417

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

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 应用示例的质保规定

应用示例在组态和配置以及各种突发事件方面对设备没有强制约束力，无需一一遵循。应用示例不会提供客户专用的解决方案，仅在典型任务设置中提供保护。

用户自行负责上述产品的规范运行事宜。应用示例并没有解除您在应用、安装、运行和维护时确保安全环境的责任。

1.3 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、系统、机器和网络的安全运行。

为防止设备、系统、机器和电网受到网络攻击，需执行一个全面的工业安全方案（及持续维护），以符合最新的技术标准。西门子的产品和解决方案只是此类方案的一个组成部分。

用户有防止未经授权访问其设备、系统、机器和电网的责任。系统、机器和组件只能连接至企业网络或互联网并采取相应的保护措施（如使用防火墙和网络分段）。

此外，还须注意西门子针对相应保护措施的建议。更多有关工业安全的信息，请访问：

工业安全 (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)

有鉴于此，西门子不断对产品和解决方案进行开发和完善。西门子强烈推荐进行更新，从而始终使用最新的产品版本。使用过时或不再支持的版本可能会增大网络攻击的风险。

为了能始终获取产品更新信息，请通过以下链接订阅西门子工业安全 RSS Feed:

工业安全 (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)

其它信息请上网查找：

工业安全功能选型手册 (<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/108862708/en>)

警告

篡改软件会引起不安全的驱动状态

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。
- 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。
- 在整体工业安全机制中要注意所有使用的产品。
- 采取相应的保护措施（如杀毒软件）防止移动存储设备中的文件受到恶意软件的破坏。
- 请激活变频器功能“专有技术保护”，以防止对驱动进行未经授权的改装。

说明

2.1 基础部分

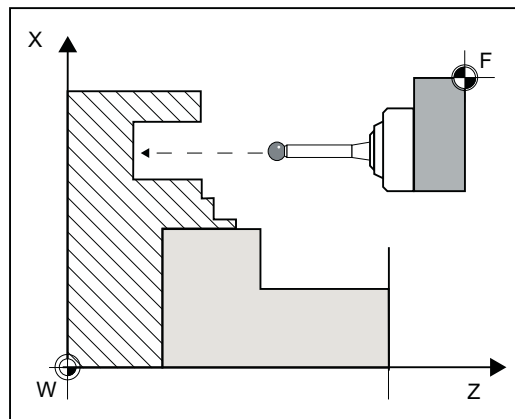
概述

测量循环是用于解决特定测量任务的通用子程序，可以通过参数根据具体问题加以调整。

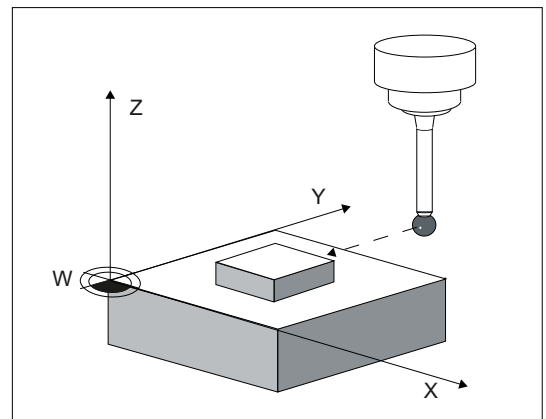
通常测量循环可以分为：

- 刀具测量 和
- 工件测量。

工件测量



工件测量，车削示例



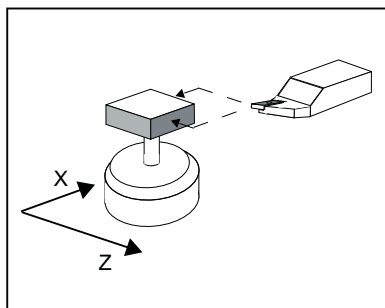
工件测量，铣削示例

在测量工件时，测头如同一把刀具向夹紧的工件移动以检测测量值。得益于测量循环的灵活结构，测头几乎可以处理车床或铣床上的所有测量任务。

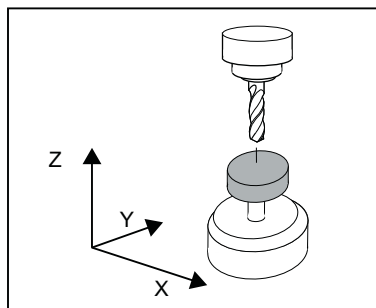
工件测量结果可以用于：

- 零点偏移的补偿
- 刀具的自动补偿
- 无补偿测量

刀具测量



刀具测量，车刀示例



刀具测量，钻头示例

在刀具测量中，夹紧的刀具向测头逼近以检测测量值。测头可以固定安装在机床上，或者通过机械装置转入机床的工作区域。测量出的刀具几何尺寸随后保存在对应的刀具补偿数据段中。

2.2 一般前提条件

测量循环的使用必须满足一定的条件。这些条件在调试手册 *SINUMERIK 840D sl 基本软件和操作软件* 中详细说明。

请根据下面的一张核对清单来检查您的机床是否满足这些条件：

- **机床**
 - 所有机床轴的设计都符合 DIN 66217。
 - 机床数据已经过调整。
- **起始位置**
 - 已返回参考点。
 - 起始位置可以通过直线插补安全、无碰撞地到达。
- **测量循环显示功能**

需要一个 HMI/TCU 或 HMI/PCU 用于显示测量结果图和测量循环支持画面。
- **编程时必须注意：**
 - 在调用循环前撤销刀具半径补偿（G40）。
 - 循环最深位于第 5 个程序级中。
 - 测量也可以在和初始单位制不同的单位制中进行（此时工艺数据会进行英寸换算）。
在公制系统中使用 G70、G700 切换。
在英制系统中使用 G71、G710 切换。

参考文档

以下手册包含了对本手册内容的补充说明：

- 调试手册 *SINUMERIK 840D sl 基本软件和操作软件*
 - /IM9/ SINUMERIK Operate
- /PGI/, 编程手册 *SINUMERIK 840D sl / 828D 基本原理*
- /FB1/, 功能手册 *基本功能*
- /FB2/, 功能手册 *高级功能*
- /FB3/, 功能手册 *特殊功能*

2.3 在程序段搜索、试运行、程序测试、模拟时的特性

功能

当系统处于以下工作方式时，会跳过测量循环：

- “试运行” (\$P_DRYRUN=1)
- “程序测试” (\$P_ISTEST=1)
- “程序段搜索” (\$P_SEARCH=1)，仅当 \$A_PROTO=0 时。

模拟，同步记录

设置模拟环境下的测量循环

设定数据 SD55618 \$SCS_MEA_SIM_ENABLE

= 0: 退出测量循环。

= 1: 执行测量循环。

分为以下几种不同的模拟方式：

-HMI Operate 编辑器中的模拟功能

可显示运行过程。

不提供测量结果和测量结果画面。

-SinuTrain

提供测量结果和测量结果画面。

使用同步记录功能，可显示运行过程。

-在只使用模拟轴加工的系统上（例如，虚拟机床、测试架上的 NCU）

提供测量结果和测量结果画面。

使用同步记录功能，可显示运行过程。

对于 SinuTrain 和带模拟轴系统上的模拟，应注意以下参数：

当 MD13230 \$MN_MEAS_PROBE_SOURCE = 1 至 8 时，

则设置 MD10360 \$MN_FASTIO_DIG_NUM_OUTPUTS >= 1！

SD55619 \$SCS_MEA_SIM_MEASURE_DIFF = 预设的模拟测量差值

在不用真实机床进行培训时，模拟环境下（SinuTrain）的测量循环和测量结果可用于编程。其中的测量结果同样是“模拟”值，和 MD13231 MEAS_PROBE_OFFSET 中的设置可能有所不同，但受其影响。

2.3 在程序段搜索、试运行、程序测试、模拟时的特性

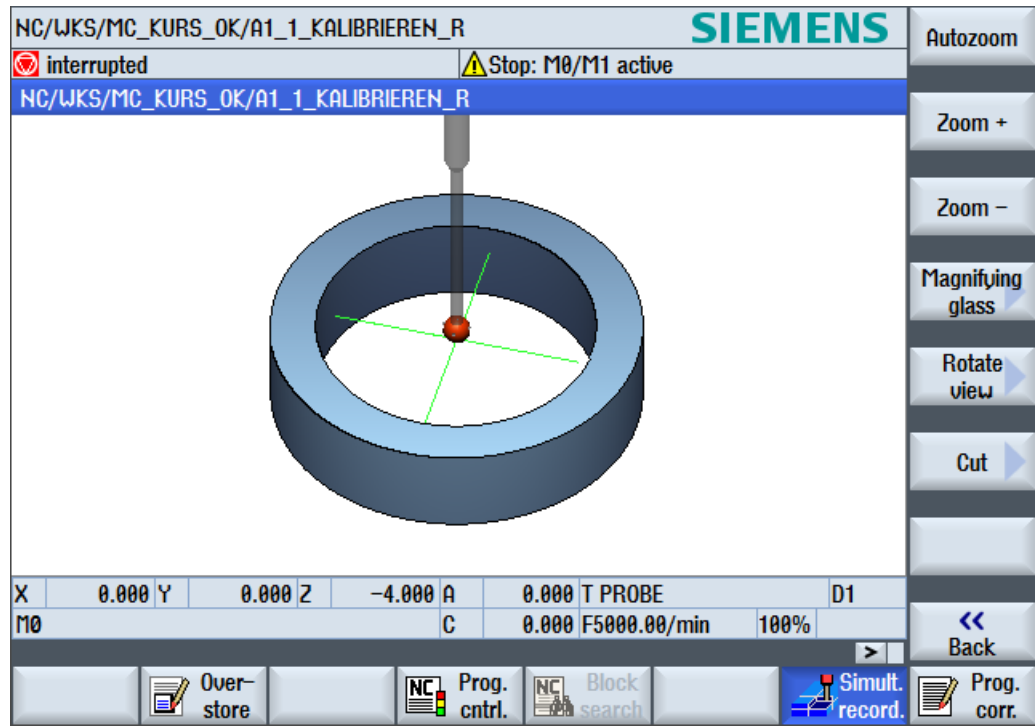


图 2-1 测量 - 模拟

2.4 机床上和工件上的参考点

概述

取决于测量任务的种类，系统可能需要获得机床坐标系 MCS 或工件坐标系 MCS 中的坐标值。

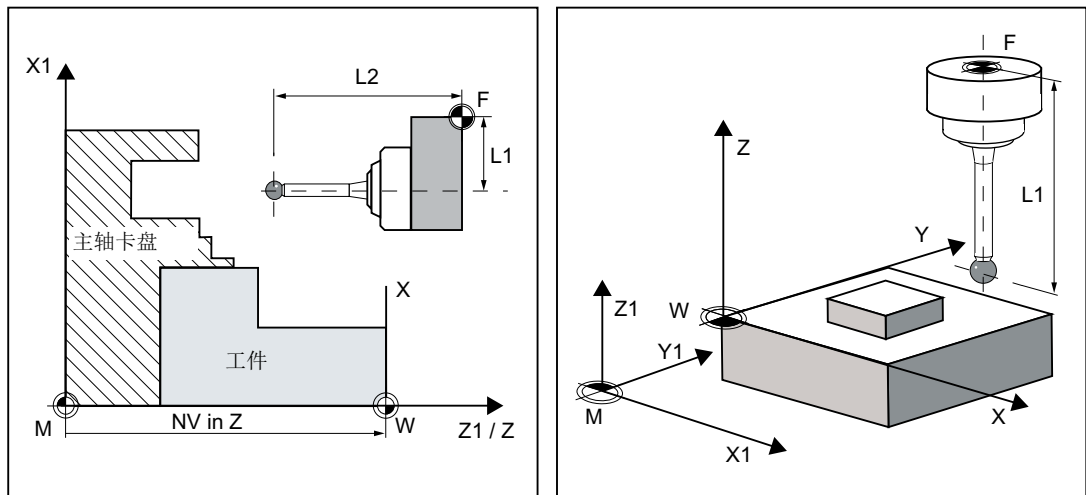
例如：测量刀具长度时，最好在 MCS 中开展测量。

测量工件尺寸时，最好在 WCS 中开展测量。

其中：

- M = MCS 中的机床零点
- W = WCS 中的工件零点
- F = 刀具参考点

参考点



机床坐标系实际值指在 MCS 中，刀具参考点 F 相对于机床零点 M 的位置。

工件坐标系实际值指在 WCS 中，当前选中刀具的尖端/切削刃相对于工件零点 W 的位置。对于工件测量用测头来说，您可以将测头球心或边缘定义为“刀尖”。

零点偏移指的是工件零点 W 和机床零点 M 之间的位置差。

零点偏移包含了平移、旋转、镜像和比例（只有全局基本零点偏移不包含旋转）这些分量。

零点偏移可以分为：基本零点偏移、零点偏移(G54 ... G599)和可编程的零点偏移。基本零点偏移又可以继续细分为：全局基本零点偏移、通道专用的基本零点偏移和受配置影响的零点偏移（例如：回转台参考点或基本参考点）。

上述零点偏移作为一条“偏移链”共同作用，产生工件坐标系。

“补偿零点偏移”和测量循环组合使用时，有两种情况。

补偿粗偏：

测定机床零点和测量出的工件零件之间的绝对偏移值。该偏移计入所选零点偏移的粗偏分量中，删除精偏分量。

补偿精偏：

测量差值作为偏移量计入所选零点偏移的精偏分量中，即附加到粗偏分量上。

自动测量循环屏幕中的输入窗口“精细/粗略零点偏移”是通过设置 SD54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE, 位 10 = 1 激活的。

说明

测量循环不支持定标值不为 1 的比例系数！只有在带有副主轴的车床上才支持镜像。

机床坐标系和工件坐标系可以分别在“英制”或“公制”单位中设置或者编程。

说明

坐标转换

- 测量工件
工件的测量始终在 **WCS** 中进行。下文关于工件测量的所有说明都是以此为基础！
 - 测量刀具
启用了坐标转换的刀具测量可以选择在**基本坐标系 BCS** 和 **MCS** 中进行。
撤销坐标转换后，便无此选择。
下文所有关于刀具测量的说明都是以撤销坐标转换为前提，因此始终是对 **MCS** 中刀具测量的说明。
-

2.5 平面定义，工件类型

在铣削加工中开展测量时可以任意选择加工平面：G17、G18 或 G19。

而在车削加工中，只能选择加工平面 G18。

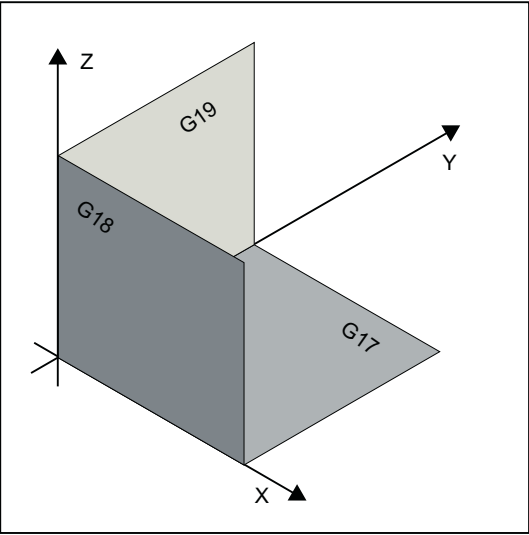
刀具测量支持以下刀具类型：

- 铣刀：类型 1xx
- 钻头：类型 2xx
- 车刀：类型 5xx

在工件测量时，允许使用以下刀具类型：

- 铣削用工件测头：测头类型 710、712、713、714
- 车削用工件测头：使用不带扩展铣削工艺的车床时为 580，其他情况为 710
参见“在带组合工艺的机床上测量工件 (页 277)”。

铣削



对于不同的刀具类型，其长度对应的坐标轴也有所不同，具体见下表：

	对应的坐标轴	G17 平面	G18 平面	G19 平面
	刀具类型：	1xy / 2xy / 710		
长度 1	平面的第 1 轴：	Z	Y	X
长度 2	平面的第 2 轴：	Y	X	Z
长度 3	平面的第 3 轴：	X	Z	Y

说明

分配刀具长度时要注意下列设定数据中的设置

- SD42940 \$SC_TOOL_LENGTH_CONST
- SD42942 \$SC_TOOL_LENGTH_CONST_T
- SD42950 \$SC_TOOL_LENGTH_TYPE

示例：铣削平面定义

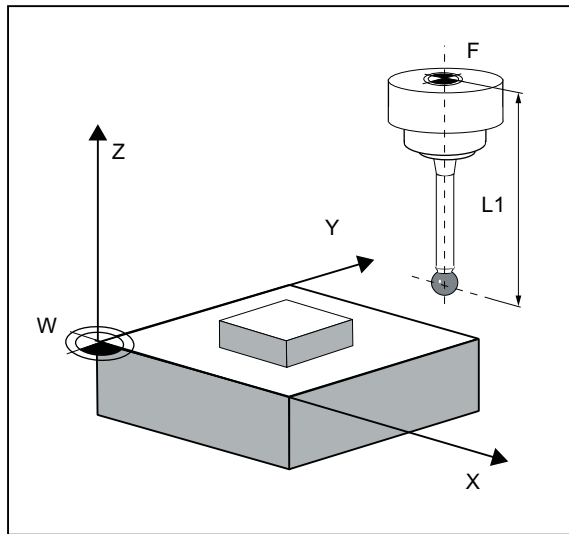
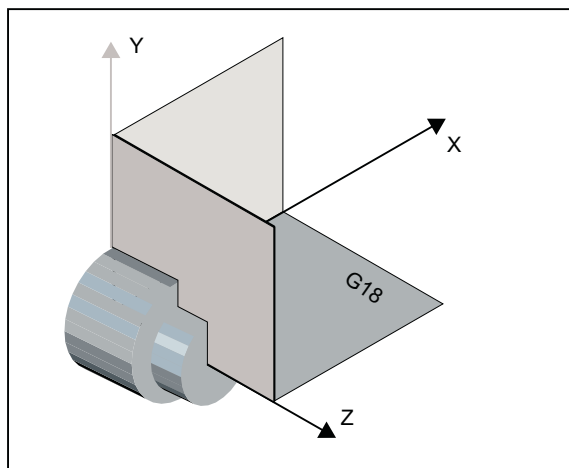


图 2-2 示例：铣床，G17 为加工平面

车削



车床通常只有 Z 轴和 X 轴, 因此:

G18 平面

刀具类型	5xy (车刀, 工件测头)
长度 1	在 X 轴上 (平面内第 2 根轴)
长度 2	在 Z 轴上 (平面内第 1 根轴)

G17 和 G19 在车床上进行铣削加工时使用。没有 Y 轴时, 铣削加工可以通过下列坐标转换实现:

- TRANSMIT
- TRACYL

原则上测量循环支持坐标转换, 在各个循环测量方案中会有说明。如需了解坐标转换的详细信息, 请查阅编程手册 *SINUMERIK 840D sl / 828D 基本原理*或机床厂商的文档。

说明

需要在车床上对钻头或铣刀进行测量时, 通常应设置通道专用的设定数据: SD 42950 `$SSC_TOOL_LENGTH_TYPE = 2`。这样系统便会将钻头或铣刀作为车刀进行处理, 将它的测量结果计入长度补偿中。

此外, SINUMERIK 控制系统上还有另外一些影响刀具计算的机床数据和设定数据。

参考资料:

- /FB1/, 功能手册 *基本功能*
- /FB2/, 功能手册 *高级功能*
- /FB3/, 功能手册 *特殊功能*

示例：车削平面定义

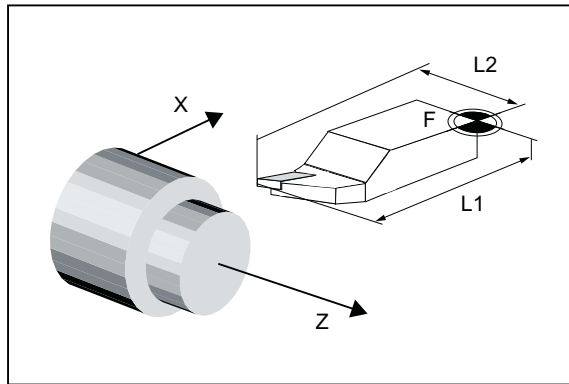


图 2-3 示例：车床，加工平面 G18

2.6 可使用的测量头

概述

在测量刀具和工件尺寸时需要采用一个电子切换测头，它一偏转便提供一个具有所需重复精度的信号变化量（脉冲沿）。

测头必须几乎无振动地进行切换。

不同厂商提供的测头规格也有所不同。

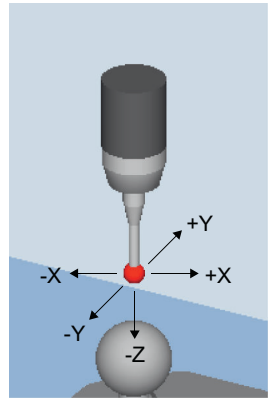
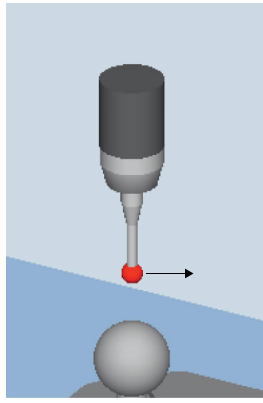
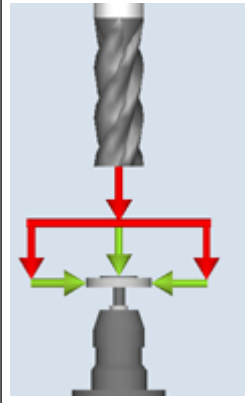
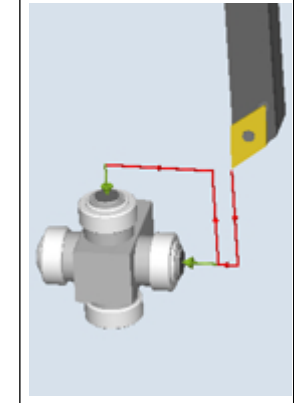
说明

请注意测头厂商或机床厂商对以下事项的说明：

- 电气连接
- 测头的机械标定
- 在使用工件测头时除了切换方向信号外，还要注意将切换信号一同传送到机床立柱上（通过无线电、红外线或者电缆）。在某些类型的测头上，信号只能传送到主轴的特定位置或特定区域，从而限制了此类测头的应用。

根据测量方向的数量，测头可以分为：

- 多向（多向测头）
- 单向（单向测头）

工件测头		刀具测头	
多向（3D 测头）	单向	铣床	车床
			

另外，测头还有不同形状：

测量循环支持直测头、L 形测头和星形测头用作独立的刀具类型。在单个测量循环中您可以选择测头类型。多向测头是普遍通用的。

单向测头进行每次测量时，主轴会旋转以跟踪切换方向，这会导致程序运行时间较长。

工件测头类型

刀具管理中提供了以下工件测头类型和一个校准刀具用于校准刀具测头：

710	- 3D探头（铣削）	
711	- 寻边探头	
712	- 单向探头	
713	- L形探头	
714	- 星形探头	
725	- 校准刀具	

图 2-4 刀具管理中的测头类型

测头数据

测头是通过刀具类型及其特殊属性（如可能的切换方向）来区分的。

一个测头可以包含多个刀具类型。为此，须为测头创建多个刀沿 (D1、D2、...) 。

示例：带有支架的多向测头

- D1 3D 测头 类型 710
- D2 L 形测头 类型 713

在预定位测头时，用户必须考虑测头的几何尺寸。为此可以查看用户程序中的各个刀具数据：

示例：

```
IF (($P_TOOLNO>0) AND ($P_TOOL>0))
    R1= ($P_AD[6]) ; 读取：当前刀具的半径
ENDIF
```

补偿角度

通过刀具参数“补偿角度”可以调整测头在 +X 轴方向上的位置。

2.6 可使用的测量头

3D 测头（多向测头）

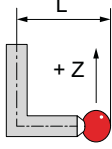
图示	特性	特点
	用途:	万用
	类型:	\$TC_DP1 = 710
	刀具长度:	Z 轴上 (G17) ¹⁾
	测球半径	\$TC_DP6
1) 工件测量、3D 测头的长度基准 进给轴 (G17: Z 轴) 方向上的刀具长度是刀架的刀具参考点和测球可设置参考点之间的距离。参考点可通过以下机床数据设置为球心或球体外侧: MD51740 \$MN_MEA_FUNCTION_MASK, 位 1		

单向测头

图示	特性	特点
	用途:	在测量时调整切换方向
	类型:	\$TC_DP1 = 712
	刀具长度:	Z 轴上 (G17) ¹⁾
	补偿角度:	\$TC_DP10 = 0.0° 到 359.9°
	测球半径	\$TC_DP6
1) 工件测量、单向测头的长度基准 进给轴 (G17: Z 轴) 方向上的刀具长度是刀架的刀具参考点和测球可设置参考点之间的距离。参考点可通过以下机床数据设置为球心或球体外侧: MD51740 \$MN_MEA_FUNCTION_MASK, 位 1		

测量循环的初始位置是在 +X 方向上调整工作平面中单向测头的切换方向的主轴位置 0°。如需角度补偿，则应将值输入刀具参数 “补偿角度” (\$TC_DP10)。

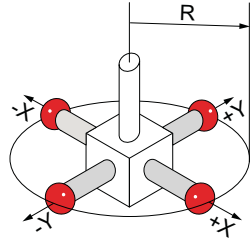
L 形测头

图示	特性	特点
	用途:	在 +Z 轴上进行拉式测量
	类型:	\$TC_DP1 = 713
	刀具长度:	Z 轴上 (G17) ¹⁾
	补偿角度:	\$TC_DP10 = 0.0° 到 359.9°
	测球半径:	\$TC_DP6
	支架的长度 L:	\$TC_DP7
1) 工件测量、长度基准 刀具长度是刀架的刀具参考点和测球 +Z 轴方向的触点之间的距离。		

基于测量循环，L 形测头的初始位置应使得在 0° 的主轴位置时支架以及工作平面上的切换方向与轴方向 +X 对齐。

如果刀具主轴需要角度补偿，则应将值输入刀具参数“补偿角度”(\$TC_DP10)。

星形测头

图示	特性	特点
	用途:	测量：轴向的钻孔 ¹⁾
	类型:	\$TC_DP1 = 714
	刀具长度:	Z 轴上 (G17) ²⁾
	补偿角度:	\$TC_DP10 = 0.0° 到 359.9°
	星形的外圆半径 R:	\$TC_DP6
	测球半径:	\$TC_DP7
1) 这种用途只针对平面内的测量 (G17: XY 平面)。星形测头不支持刀具方向 (G17: Z 轴) 的测量。希望用它在刀具方向开展测量时，须将其中一个测头（支架）定义为 L 形测头 (\$TC_DP1 = 713)。		
2) 工件测量、星形测头的长度基准 刀具长度是刀架的刀具参考点和测球球心之间的距离。		

星形测头的支架必须和工作平面的几何轴平行。如需角度补偿，则应将值输入刀具参数“补偿角度”(\$TC_DP10)。

2.7 测量头、校准体、校准刀具

2.7.1 测量铣床，加工中心上的工件

测头的标定（校准）

所有的测头在投入使用前都必须经过机械标定。首次在测量循环中使用测头时需要标定它的切换方向。测头上安装了新的测针后也需要进行标定。

在标定测头时会确定触发点（切换点）、位置偏差（偏心度）、工件测球的有效半径，并将这些结果输入到通用设定数据 `SD 54600 $SNS_MEA_WP_BALL_DIAM` 的数据字段中。为此系统提供 40 个数据字段。

标定可以通过一个标准环（尺寸已知的钻孔）、一个标准球或一个标准面（即具有特定表面光滑度和形状精度的工件表面）进行。

标定过程和测量过程应该使用相同的测量速度，进给倍率尤其如此。如果设置了 `MD51740 $MNS_MEA_FUNCTION_MASK` 位 6=1，当设置了大于 0 的进给倍率时，测量循环中的测量程序段 `MEAS` 采用 100% 进给倍率。如果依据一个标定数据组进行多次标定，则必须设置相同的测量速度，否则第一个执行的标定会被判定为无效。

测量循环 `CYCLE976` 为测头的标定循环，提供多种测量方案。

测量

所有类型的测头都更适合和具有定位能力的主轴一起使用，这样所有的铣削测量方案都可以投入使用。

进行测头定位时，测量循环始终以当前激活的主主轴为基准。存在多个主轴时，用户必须定义主主轴，以满足该条件。在程序运行期间，可以通过指令 `SETMS` 进行定义。

示例： `SETMS(3)`：第三个主轴是主主轴。

如果测头和没有定位能力的主轴一起使用，有些测量方案和测头类型将无法使用。在循环运行时如果有无法使用的测量方案，将会显示报警。

在开始标定和测量前，用户应保证测头有相同的方向（主轴位置），比如：通过夹紧或排序。

如果测头固定在机床上，有些测量方案和测头类型将无法使用。在循环运行时如果有无法使用的测量方案，将会显示报警。

测头固定在机床上时，测球中心（刀尖）和刀具参考点在三根几何轴上都可能存在机械偏移。

该偏移应输入到工件测头的刀具数据“适配器尺寸（基准尺寸）”中。

参见

在校准环中校准探头半径 (CYCLE976) (页 125)

通过平面校准探头半径(CYCLE976) (页 130)

标定测头 - 标准球标定(CYCLE976) (页 139)

2.7.2 测量铣床，加工中心上的刀具

刀具测头

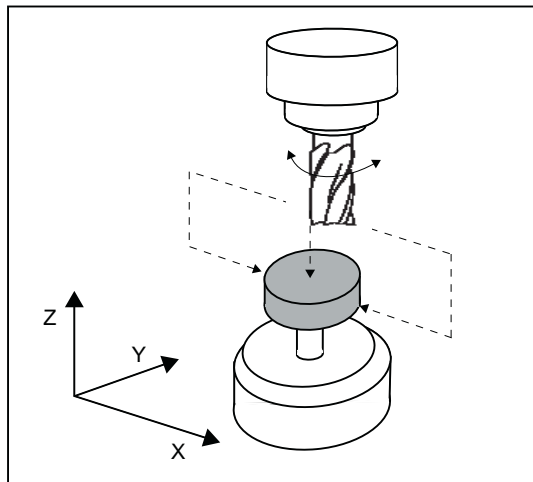


图 2-5 测量铣刀

2.7 测量头、校准体、校准刀具

刀具测头的参数

设定数据

- 视机床而定的测量/校准：
 - SD 54625 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX1
 - SD 54626 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX1
 - SD 54627 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX2
 - SD 54628 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX2
 - SD 54629 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX3
 - SD 54630 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX3
- 视工件而定的测量/校准：
 - SD 54640 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX1
 - SD 54641 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX1
 - SD 54642 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX2
 - SD 54643 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX2
 - SD 54644 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX3
 - SD 54645 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX3

默认设置中有用于 6 个测头的的数据字段。

标定，标准刀具

测头使用前必须进行校准。为此，在 AUTO 模式下使用测量循环时，在校准相应的测头前必须将近似值输入到上述设定数据中。这之后才能在测量循环中检测出测头的大概位置。

校准时刀具测头触发器点（切换点）必须准确测定并输入到相应的参数中。

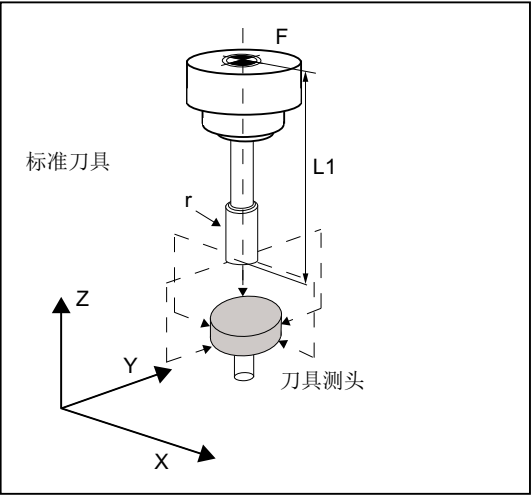
标定可以选择采用标准刀具“725 型”、铣刀“1xy 型”或钻头“2xy 型”。该刀具的精确尺寸已知。

校准过程可采用校准探头 (CYCLE971) (页 312)测量方案。

说明

测量速度

建议使用相同的测量速度进行校准和测量。

刀具参数		标定刀具测头
刀具类型(\$TC_DP1[]):	725、1xy 或 2xy	
长度 1-几何尺寸 (\$TC_DP3[]):	L1	
半径(\$TC_DP6[]):	r	
长度 1 - 基本尺寸 (\$TC_DP21[]):	仅在必要时输入	

所有其他刀具参数（如磨损）必须置零。

2.7.3 测量车床上的工件

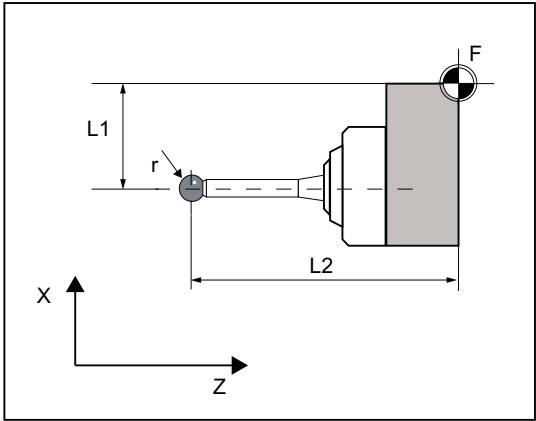
工件测头

在车床上，工件测头作为刀具类型“580”（刀沿位置 5-8）处理，因此，也必须将它的数
据输入到刀具数据字段中。

车刀的长度数据以刀尖为基准，而工件测头的长度数据则以测球中心为基准。

测头按照其位置可以划分为：

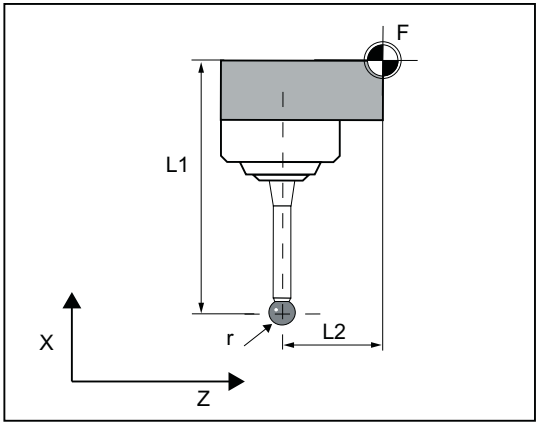
工件测头，刀沿位置为 7

刀具数据字段中的条目		车床用工件测头
刀具类型(\$TC_DP1[]):	580	
	710 ¹⁾	
刀沿位置(\$TC_DP2[]):	7	
长度 1—几何尺寸:	L1	
长度 2—几何尺寸:	L2	
半径(\$TC_DP6[]):	r	
长度 1 - 基本尺寸 (\$TC_DP21[]):	仅在必要时输入	
长度 2 - 基本尺寸 (\$TC_DP22[]):	仅在必要时输入	

1) 在车铣组合工艺时（第 1 工艺车削，第 2 工艺铣削），前提应满足设定数据 SD 42940
\$SC_TOOL_LENGTH_CONST = 18 (或 -18) 以及设定数据 SD 42950
\$SC_TOOL_LENGTH_TYPE = 2

磨损参数和其它刀具参数必须置零。

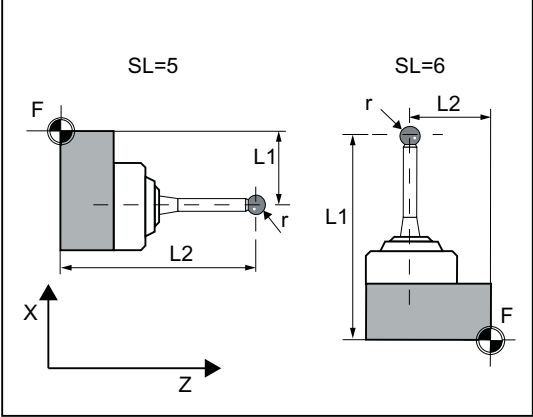
工件测头，刀沿位置为 8

刀具数据字段中的条目		车床用工件测头
刀具类型(\$TC_DP1[]):	580	
	710 ¹⁾	
刀沿位置(\$TC_DP2[]):	8	
长度 1—几何尺寸:	L1	
长度 2—几何尺寸:	L2	
半径(\$TC_DP6[]):	r	
长度 1 - 基本尺寸 (\$TC_DP21[]):	仅在必要时输入	
长度 2 - 基本尺寸 (\$TC_DP22[]):	仅在必要时输入	

1) 在车铣组合工艺时（第 1 工艺车削，第 2 工艺铣削），前提应满足设定数据 SD 42940
\$SC_TOOL_LENGTH_CONST = 18 (或 -18) 以及设定数据 SD 42950
\$SC_TOOL_LENGTH_TYPE = 2

磨损参数和其它刀具参数必须置零。

工件测头，刀沿位置为 5 或 6

刀具数据字段中的条目		车床用工件测头
刀具类型(\$TC_DP1[]):	580	
	710 ¹⁾	
刀沿位置(\$TC_DP2[]):	5 或者 6	
长度 1—几何尺寸:	L1	
长度 2—几何尺寸:	L2	
半径(\$TC_DP6[]):	r	
长度 1 - 基本尺寸 (\$TC_DP21[]):	仅在必要时输入	
长度 2 - 基本尺寸 (\$TC_DP22[]):	仅在必要时输入	

- 1) 在车铣组合工艺时（第 1 工艺车削，第 2 工艺铣削），前提应满足设定数据 SD 42940
 $\$SC_TOOL_LENGTH_CONST = 18$ (或 -18) 以及设定数据 SD 42950
 $\$SC_TOOL_LENGTH_TYPE = 2$

磨损参数和其它刀具参数必须置零。

标定和标准块

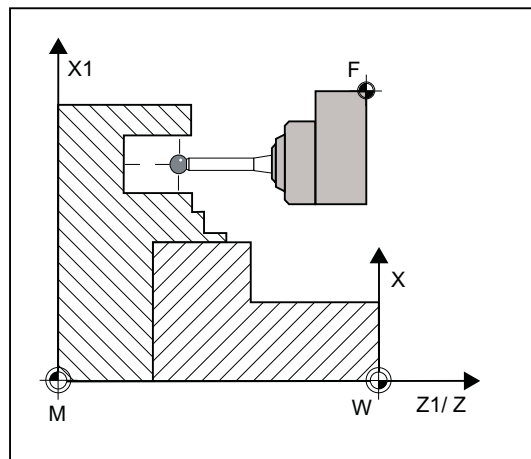


图 2-6 校准工件测头，示例：校准基准槽

测头使用前必须首先经过标定。在标定测头时会确定触发点（切换点）、位置偏差（偏心度）、工件测球的精确半径，并将这些结果输入到通用设定数据 SD 54600
 $\$SNS_MEA_WP_BALL_DIAM$ 的数据字段中。

默认设置中有用于 40 个测头的数据字段，

2.7 测量头、校准体、校准刀具

在车床上标定工件测头时，通常使用一个标准块（标准槽）。这个标准槽的精确尺寸已知，输入到以下通用设定数据的对应数据字段中：

- SD54615 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_BASE_AX1
- SD54616 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_UPPER_AX1
- SD54617 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_PLUS_DIR_AX1
- SD54618 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_MINUS_DIR_AX1
- SD54619 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_BASE_AX2
- SD54620 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_UPPER_AX2
- SD54621 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_PLUS_DIR_AX2
- SD54622 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_MINUS_DIR_AX2

默认设置中有用于 3 个标准块的数据字段，在测量循环程序中，该字段通过标准块的编号选择(S_CALNUM)。

标定也可以在一个尺寸已知的平面上进行。

您可以使用测量循环 CYCLE973 进行标定，它提供了多种测量方案。

参见

校准探头的长度 (CYCLE973) (页 91)

在平面上校准探头的半径(CYCLE973) (页 94)

通过槽校准探头 (CYCLE973) (页 98)

2.7.4 在车床上测量刀具

刀具测头

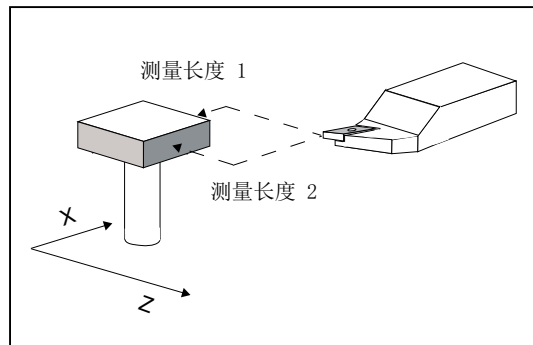


图 2-7 测量车刀

刀具测头的参数

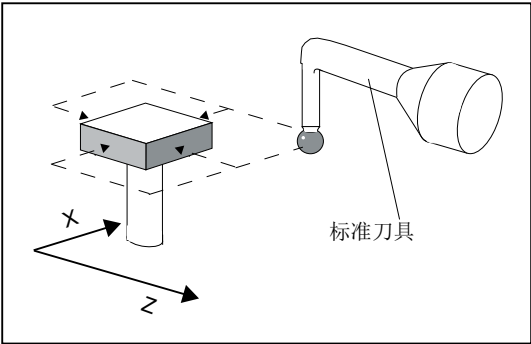
设定数据：

- MCS 中的测量/标定用数据：
 - SD 54626 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX1
 - SD 54625 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX1
 - SD 54627 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX2
 - SD 54628 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX2
- WCS 中的测量/标定用数据：
 - SD 54641 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX1
 - SD 54640 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX1
 - SD 54642 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX2
 - SD 54643 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX2

默认设置中有用于 6 个测头的数据字段，

除了车刀之外，刀具测头也可以测量钻头和铣刀。

标定和标准块



测头使用前必须进行校准。为此，在 **AUTO** 模式下使用测量循环时，在校准相应的测头前必须将近似值输入到上述设定数据中。这之后才能在测量循环中检测出测头的大概位置。

校准时刀具测头触发器点（切换点）必须准确测定并输入到相应的参数中。

标定可以选择采用标准刀具“**585 型**或 **725 型**”或车刀“**5xy 型**”。该刀具的精确尺寸已知。

校准过程可采用校准探头 (**CYCLE982**) (页 283)测量方案。

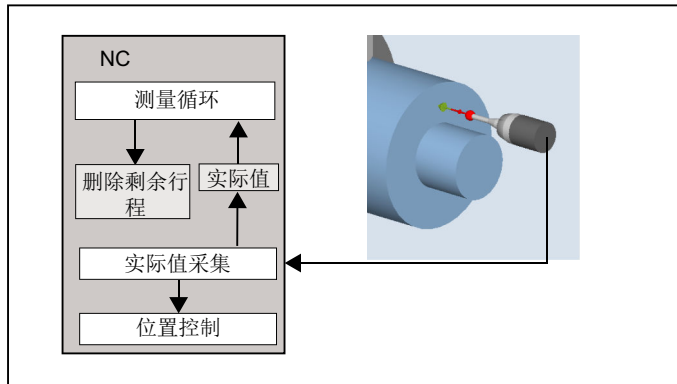
在车床上，校准刀具被当作车刀处理。校准时可以使用刀沿位置 **1 - 4**。长度数据是相对于球体外侧，而不是球心。

刀具数据字段中的条目		车床上刀具测头用标准刀具
刀具类型(\$TC_DP1[]):	585、725 或 5xy	A detailed diagram of a standard tool used for probe calibration. It shows a cylindrical tool with a spherical tip. The dimensions are labeled: L1 is the length of the cylindrical part, L2 is the length of the tapered part, r is the radius of the spherical tip, and F is the force applied to the tip. A coordinate system with X and Z axes is shown.
刀沿位置(\$TC_DP2[]):	3	
长度 1—几何尺寸:	L1	
长度 2—几何尺寸:	L2	
半径(\$TC_DP6[]):	r	
长度 1 - 基本尺寸 (\$TC_DP21[]):	仅在必要时输入	
长度 2 - 基本尺寸 (\$TC_DP22[]):	仅在必要时输入	

所有其他参数（如磨损）必须置零。

2.8 测量原理

飞速测量



在 SINUMERIK 控制系统中实现了飞速测量的原理。测头的信号直接在 NC 中处理，从而缩短了获取测量值的延迟时间，提高测量速度，缩短测量时间，同时保持了规定的测量精度。

连接测头

在 SINUMERIK 控制系统的外围设备接口上有两个用于连接可切换测头的输入端。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

测量过程的步骤，以“设置边沿”(CYCLE978)为例

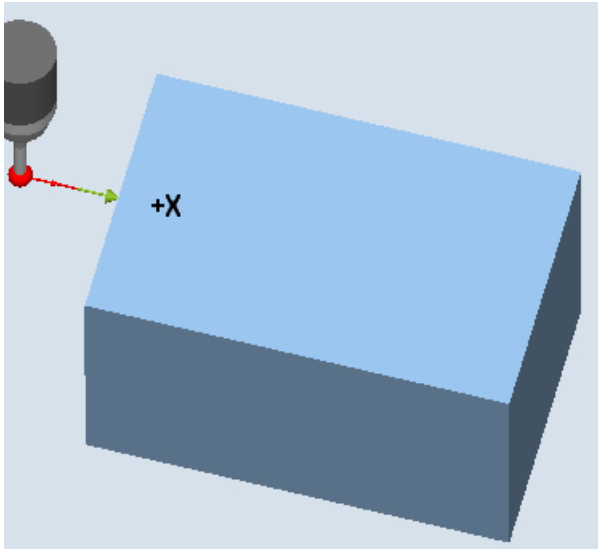


图 2-8 测量过程的步骤，以“设置边沿”(CYCLE978)为例

下面以“设置边沿”(CYCLE978)这种测量方案为例说明如何进行测量。其他测量循环的原理与此类似。

测量过程的**起始位置**是位于设定**目标位置**之前（目标轮廓）的 **DFA**。

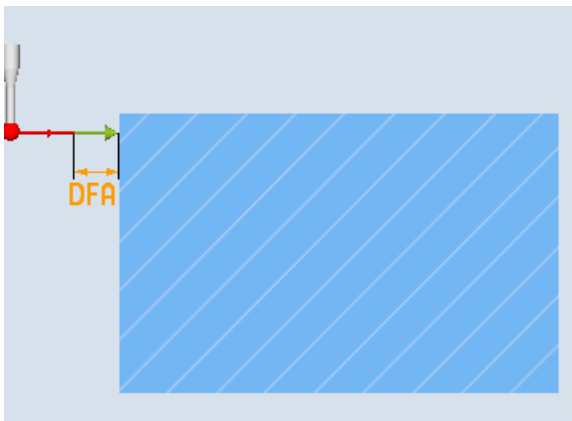


图 2-9 起始位置

循环中的起始位置根据参数输入和测头数据计算得出。从用户程序确定的起点到测量行程起始位置之间的这段距离，测头可以采用快速移动速度 **G0** 或定位速度 **G1** 移动（取决于参数的设置）。从起始位置开始测头便采用标定数据中保存的**测量速度**。

从起始位置起的行程段“**2 x DFA**”上测头要发出切换信号，否则将触发报警或者进行重复测量。

由此得出的**最大测量位置**进入测量循环的结果参数 **_OVR[]** 和 **_OVI[]** 中。

一旦测头发出切换信号，系统会立即在内部保存当前的**实际位置**，并停止测量轴，接着“**删除剩余行程**”。

剩余行程是测量语句中测头还没有走完的距离， 剩余行程被删除后，系统便继续处理循环中下一个语句。 测量轴返回到起始位置， 如果选择了重复测量，测头会从该位置出发继续测量。

测量行程 DFA

测量行程 **DFA** 指测头起始位置到目标位置（切换位置）之间的距离。

测量速度

所有的测量循环都将标定好工件测头后 **SD54611** 中保存的进给率用作“测量进给率”。您可以为每个标定字段[n]设定不同的测量进给率。

测头的标定过程可以选择使用通道专用设定数据 **SD55630 \$SCS_MEA_FEED_MEASURE** 中保存的测量进给率（默认值：300 毫米/分钟），或者使用在标定输入窗口中写入的新进给率。为此，必须将通用设定数据 **SD54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE** 位 4 设为 1。

允许的最大测量速度受以下因素的影响：

- 轴的制动性能。
- 允许的测头偏转距离。
- 信号处理的延迟。

制动行程，测头的偏转

注意
测量轴安全静止 必须始终确保测量轴在允许的测头偏转距离内能够安全减速到静止。 否则可能会损坏测量轴！

在控制系统检测出切换信号后，会经过一段处理信号延时 **t**，经过这段延时后才向测量轴发出制动命令（**IPO** 时钟周期：通用机床数据 **MD10050 \$MN_SYSCLOCK_CYCLE_TIME** 和 **MD10070 \$MN_IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO**）。该延时也是计算制动行程的一个分量。

在减速时，测量轴的跟随误差不断减少， 它受速度的影响，同时还受设置的测量轴的增益系数的影响，即：**Kv** 系数。

另外，还要考虑测量轴的减速度。

这些因素加在一起，便可以计算出测量轴和速度相关的制动行程。

Kv 系数由轴机床数据 32200 \$MA_POSCTRL_GAIN 定义。

最大轴加速度/减速度在轴机床数据 32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL 中定义。但是它可能会受其他因素的影响而有所下降。

请使用各个参与测量的轴的最小值。

测量精度

控制系统从检测到测头的切换信号到接收测量值之间存在延迟，该延迟主要由测头信号的传送和控制系统硬件产生。在延迟时间内，轴会继续运动，得出错误的测量结果。可以通过降低测量速度使这种影响最小化。

测量装在旋转主轴中的铣刀时，主轴的旋转还会产生另外的影响，这种影响可以通过补偿表加以修正。

测头可以达到的测量精度取决于以下因素：

- 机床的重复精度
- 测头的重复精度
- 测量系统的分辨率

说明

精确测量要求测头首先在测量条件下经过标定，也就是说，标定过程和测量过程采用相同的工作平面、主轴在平面中的位置和测量速度，否则可能会导致测量误差。如果设置了 MD51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 6=1，当设置了大于 0 的进给倍率时，测量循环中的测量程序段 MEAS 采用 100% 进给倍率。

制动行程计算

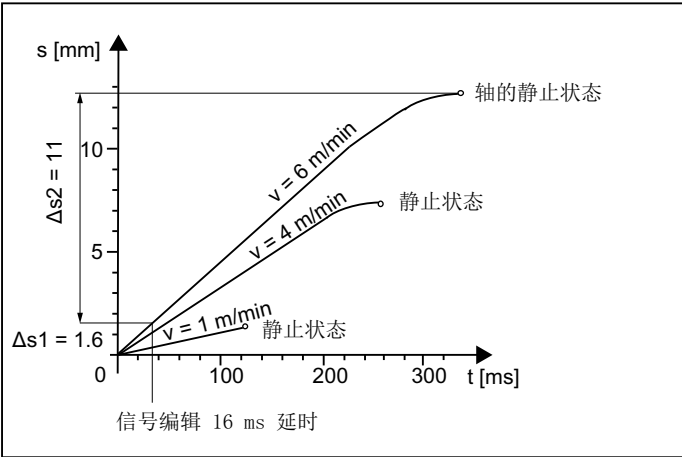


图 2-10 “制动行程-时间”曲线图，不同测量速度（根据下面的计算示例）

需要考虑的制动行程的计算公式为：

$$s_b = \underbrace{v \cdot t}_{\Delta s_1} + \underbrace{\frac{v^2}{2a}}_{\Delta s_2} + \Delta s$$

s_b	制动行程	单位：mm
v	测量速度	单位：m/s
t	信号延迟	单位：s
a	制动减速度	单位：m/s ²
Δs	跟随误差	单位：mm
$\Delta s = v / K_v$		v 单位：m/min
K_v	增益	单位：m/(min)/mm

计算示例：

- $v = 6 \text{ m/min} = 0.1 \text{ m/s}$ （测量速度）
- $a = 1 \text{ m/s}^2$ （制动减速度）
- $t = 16 \text{ ms}$ （信号延迟）
- $K_v = 1 \text{ (m/min)/mm}$

2.8 测量原理

中间结果:

$$\begin{aligned}\Delta s &= v / Kv &= 6[\text{m/min}] / 1[(\text{m/min})/\text{mm}] &= 6 \text{ mm} && \text{跟随误差} \\ \Delta s_2 &= v^2/2a &= 0,1 [\text{m/s}]^2 / 2 \cdot 1 [\text{m/s}^2] &= 5 \text{ mm} && \text{轴分量} \\ \Delta s_1 &= v \cdot t &= 0,1 [\text{m/s}] \cdot 0,016 [\text{s}] &= 1,6 \text{ mm} && \text{信号延迟分量}\end{aligned}$$

最后结果:

$$s_b = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s = 6 \text{ mm} + 5 \text{ mm} + 1,6 \text{ mm} = 12,6 \text{ mm} \quad \text{制动行程}$$

测头的偏转 = 轴的制动行程 = **12.6 mm**。

2.9 带刀具补偿的工件测量时测量方案

为了确定和修正工件上实际存在的尺寸偏差，系统需要精确确定工件的实际尺寸，并将该实际尺寸和设定的目标尺寸作比较，由此便可以推导出加工时采用的刀具的补偿量。

功能

实际尺寸是由机床上处于位置控制中的进给轴的位移测量系统测出的值得出的。工件目标尺寸和实际尺寸之间的偏差由各种各样的原因导致，但主要可分为 3 类：

- **引起恒定尺寸偏差的原因**，例如进给轴的定位偏差或者内部测量装置（测头）和外部测量设备（千分尺、测量仪等等）之间的测量值不同。
这里可以使用所谓的**经验值**，经验值在单独的数据字段中定义，计算得出的“实际-目标”差值会自动按照该值补偿。
- **引起变化尺寸偏差的原因**，例如刀具磨损或者滚珠丝杠热膨胀。
- **引起尺寸偏差的偶然原因**，例如由于温度变化、冷却液和测量位置有轻微污染。
在确定补偿值时，最好只考虑引起变化尺寸偏差的原因。但是由于无从得知第三类尺寸偏差对测量结果影响的程度（大小+方向），所以我们需要采用求平均值法，从测出的“实际-目标”差值推导出补偿值。

求平均值

求平均值再加上上级测量值分析是一个很好的方法。

在进行刀具补偿时可以选择：刀具补偿是直接基于当前的测量结果，还是基于多次测量得出的平均值。

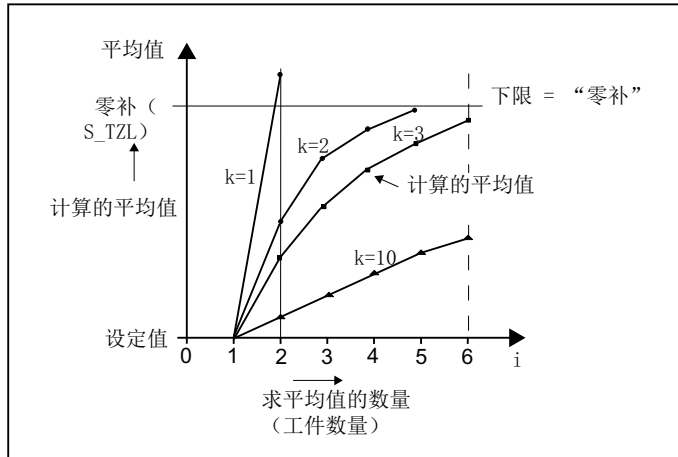
所选求平均值公式为：

$$Mi_{\text{新}} = Mi_{\text{旧}} - \frac{Mi_{\text{旧}} - D_i}{k}$$

$Mi_{\text{新}}$	新的平均值 = 补偿值
$Mi_{\text{旧}}$	上一次测量前的平均值
k	求平均值的加权系数
D_i	测得的“实际-目标”差值（减去可能设置的经验值）

求平均值考虑了一个加工批次中变化的尺寸偏差，采用的**加权系数 k**可以自由选择。

一个由偶然事件引起的新尺寸偏差只会对新的刀具补偿产生部分影响，该影响还取决于加权系数的大小。

采用不同加权系数 k 的求平均值曲线图 2-11 不同加权系数 k 的求平均值曲线

- k 越大，计算或反向补偿中出现较大偏差值时公式的反应就越慢，但同时会减少可能出现的偶然离散值。
- k 越小，计算或反向补偿中出现较大偏差值时公式的反应就越快，但同时会增加可能出现的偶然离散值。
- 平均值 M_i 由 0 到工件数量 i 的值计算得出，该值没有超出零补区域 (S_{TZL})。超过零补区域的平均值会用于补偿。
- 它用于补偿后，便会被系统从存储器中删除。随后便可以从“ $M_{iH} = 0$ ”重新开始下一次测量。

表格 2-1 求平均值和补偿举例

	下限 = 40 μm ($S_{\text{TZL}} = 0.04$)			平均值曲线图，两种加权系数
i	D_i [μm]	M_i k = 3 [μm]	M_i k = 2 [μm]	
第 1 次测量	30	10	15	平均值 平均值 > S_{TZL} 用作补偿值 零补 (S_{TZL}) 求平均值次数 (工件数量) --- k = 2 —— k = 3
第 2 次测量	50	23,3	32,5	
第 3 次测量	60	35,5	46,2 ③	
第 4 次测量	20	30,3	10	
第 5 次测量	40	32,6	25	
第 6 次测量	50	38,4	37,5	
第 7 次测量	50	42,3 ①	43,75 ④	
第 8 次测量	30	10	15	
第 9 次测量	70	30	42,5 ⑤	
第 10 次测量	70	43,3 ②	35	

在上表带有圆圈标记的测量中，平均值用于刀具补偿，即计算出的平均值大于 S_{TZL} ：

- k = 3 时的第 7 次和第 10 次测量 (① 和 ②)
- k = 2 时的第 3 次、第 7 次和第 9 次测量 (③、④ 和 ⑤)。

2.10 参数，用于测量结果检查和补偿

对于恒定尺寸偏差来说，某些测量方案中的测量结果可以通过经验值加以补偿。

此时，系统为目标尺寸设定了各种以其为对称中心的公差范围，以补偿其他尺寸偏差。超出这些公差范围，会引起不同的系统响应。

经验值/平均值 EVN (S_EVNUM)

经验值用于补偿**恒定**尺寸偏差。

说明

不需要使用经验值时，设定 $S_EVNUM = 0$ 。

经验值本身保存在通道专用的 SD 55623 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE 中。

EVN 指定在经验值存储器内的编号。在采取所有其它补偿措施**之前**，测量循环确定的“实际-目标值差值会按照经验值补偿。

经验值补偿涉及到：

- 带有自动刀具补偿的工件测量。
- 带有自动零偏补偿的工件测量“1 点测量”。
- 刀具测量。

平均值只涉及带有自动刀具补偿的工件测量。

在自动刀具补偿中，平均值由上一次测量和当前测量之间的差值求出。在一个加工批次同一点上开展测量时，该功能很有用。

您不一定要启用该功能。

平均值保存在通道专用的 SD 55625 \$SCS_MEA_AVERAGE_VALUE 中。平均值存储器的编号在测量循环中通过变量 S_EVNUM 传递。

置信区域 TSA (S_TSA)

置信区域几乎对于所有的测量方案都有效，它不会影响补偿值的计算过程，只用于诊断。

如果达到该极限值，可能是因为：

- 测头损坏或者
- 目标位置设定错误或者
- 和目标位置的偏差不合理。

说明

自动运行方式

达到该极限值后，自动运行方式被中断，程序无法继续进行。界面上会显示报警信息，提示操作人员。

尺寸差极限 DIF (S_TDIF)

DIF 仅对带有自动刀具补偿的工件测量和刀具测量有效。

该极限值对补偿值的计算同样没有影响。达到该极限值很有可能是因为刀具损坏，必须加以更换。

说明

界面上会显示报警信息，提示操作人员。按下 NC 启动键后可以继续处理程序。

这些公差限值在一般情况下是由 PLC 用于刀具管理系统的（姊妹刀具、磨损检查）。

工件公差：下限 TLL (S_TLL)、上限 TUL (S_TUL)

这两个参数在测量工件时仅用于补偿刀具。

如果选择非对称值用于公差参数 TUL、TLL，则在循环内部将补偿设定值 $\emptyset S$ ，使其位于新的对称公差带中间。这些修改的值保存在结果参数中：

- `_OVR[0]` - 设定值
- `_OVR[8]` - 公差上限
- `_OVR[12]` - 公差下限

用户输入参数 TLL、TUL、 $\emptyset S$ 保持不变。

示例：TUL= 0.0、TLL= -0.004、 $\emptyset S$ = 10

在结果中产生：`_OVR[8]` = 0.002、`_OVR[12]` = -0.002、`_OVR[0]` = 9.998

2.10 参数，用于测量结果检查和补偿

如果在进行刀具补偿时求平均值且测量差值位于“2/3 的工件公差” (S_TMV) 和 “尺寸差极限” (S_TDIF) 范围内，那么测量差值会升至 100 % 作为刀具补偿且之间的平均值也会被删除。因此，当出现更大的尺寸偏差时，系统可以尽快加以控制。

说明

如果测量差值超出了工件的公差限值，系统会根据公差位置的不同向操作人员显示出 “加工过多” 或 “加工不足”。在 CYCLE995 中，TUL 用于角度偏差的公差上限。

2/3 工件公差 TMV (S_TMV)

TMV 仅在带有自动刀具补偿的工件测量中有效。

在 “下限” 和 “工件 2/3 公差” 范围内，平均值计算根据章节 “测量方案” 中描述的公式进行。

说明

Mi_新 与零补偿范围比较：

- 如果 Mi_新 大于该值，则 Mi_新 用作补偿量，删除对应的平均值存储器。
- 如果 Mi_新 小于该值，则不补偿，以避免补偿量跃变。

用于求平均值的加权系数 FW (S_K)

FW 仅在带有自动刀具补偿的工件测量中有效。通过加权系数可以设置每次测量的作用比重。

使用加权系数后，一个新的测量结果只能对新的刀具补偿产生一部分的影响。

零补偿区域 TZL(S_TZL)

TZL 作用于

- 带有自动刀具补偿的工件测量
- 刀具测量和刀具测头/工件测头的标定

该公差范围等于偶然出现的最大尺寸偏差，请在机床上确定该值。

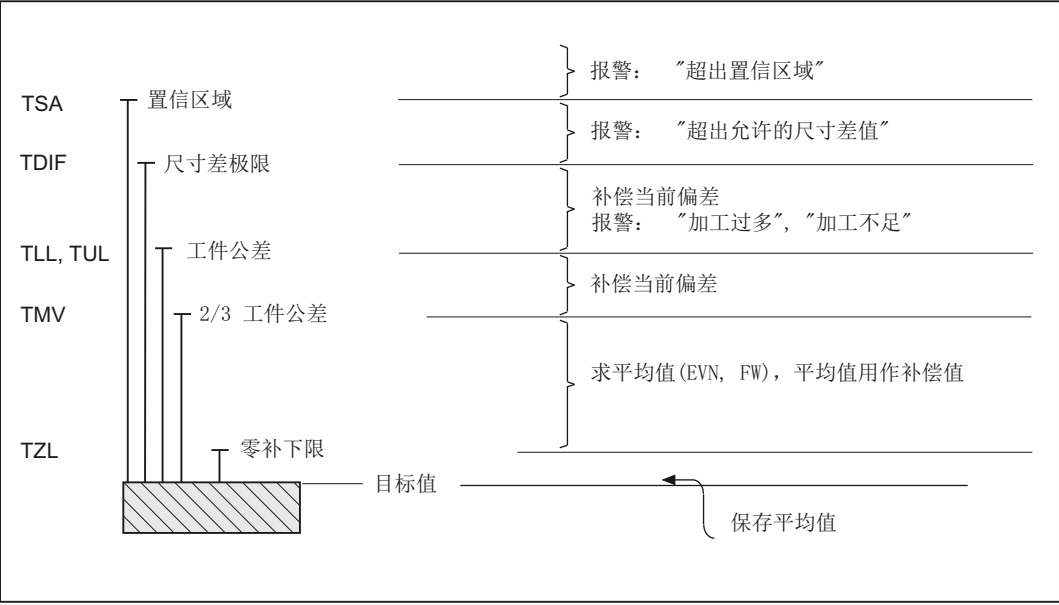
没有超出该限值时，不进行刀具的补偿。

在带有自动刀具补偿的工件测量中，如果测出的 “实际-目标值” 差值按照经验值补偿，则该测量位置上的平均值会更新，并重新保存。

2.10 参数，用于测量结果检查和补偿

各个公差范围（允许的尺寸公差范围）及其引发的系统动作作为：

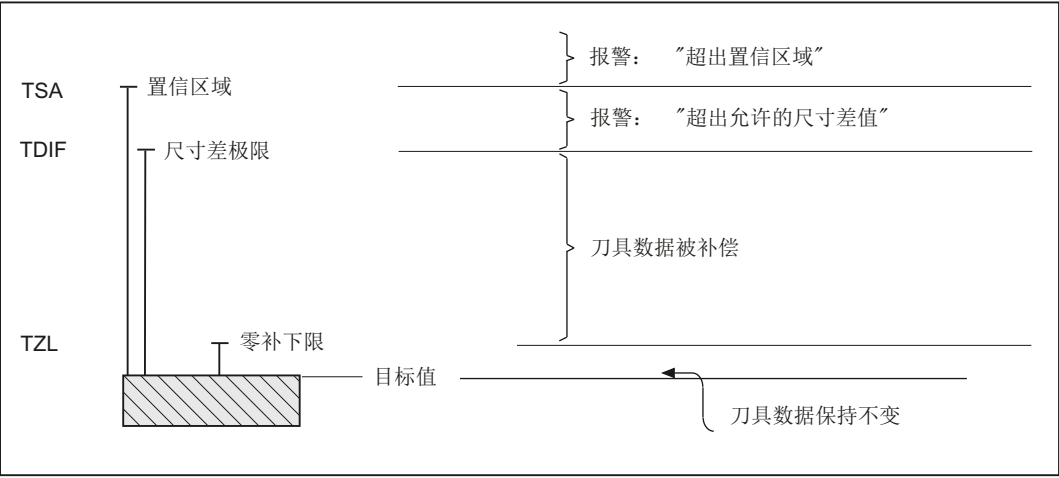
● 在带有自动刀具补偿的工件测量中



说明

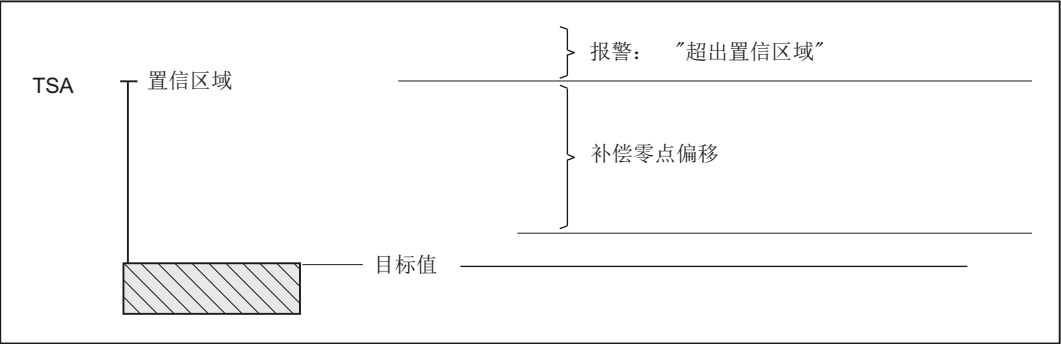
在测量循环中，工件目标尺寸放置在“ $\pm$ 公差限值”中间，以保持对称。

● 在刀具测量中

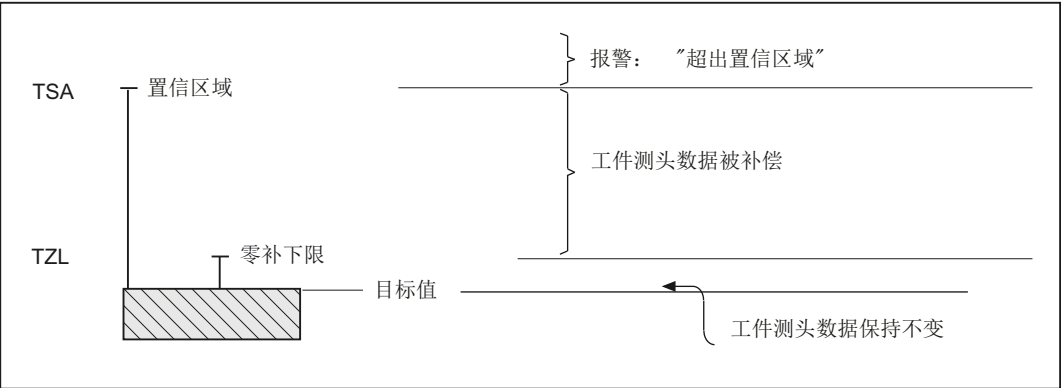


2.10 参数，用于测量结果检查和补偿

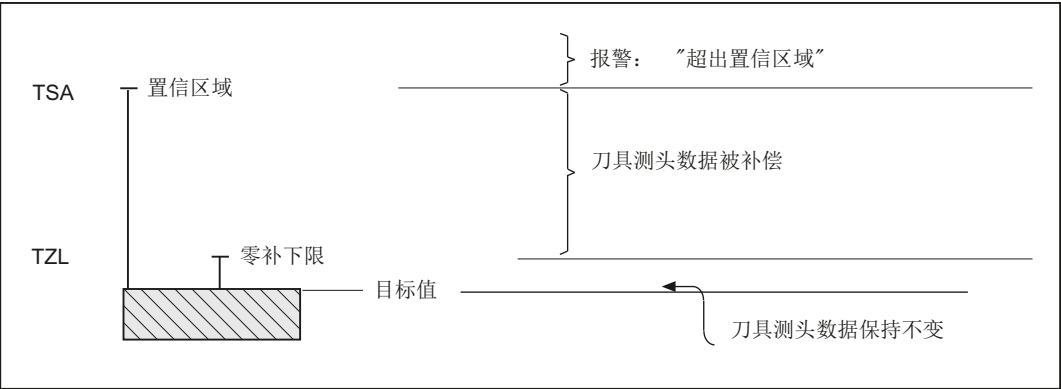
在带有零偏补偿的工件测量中



在工件测头标定中



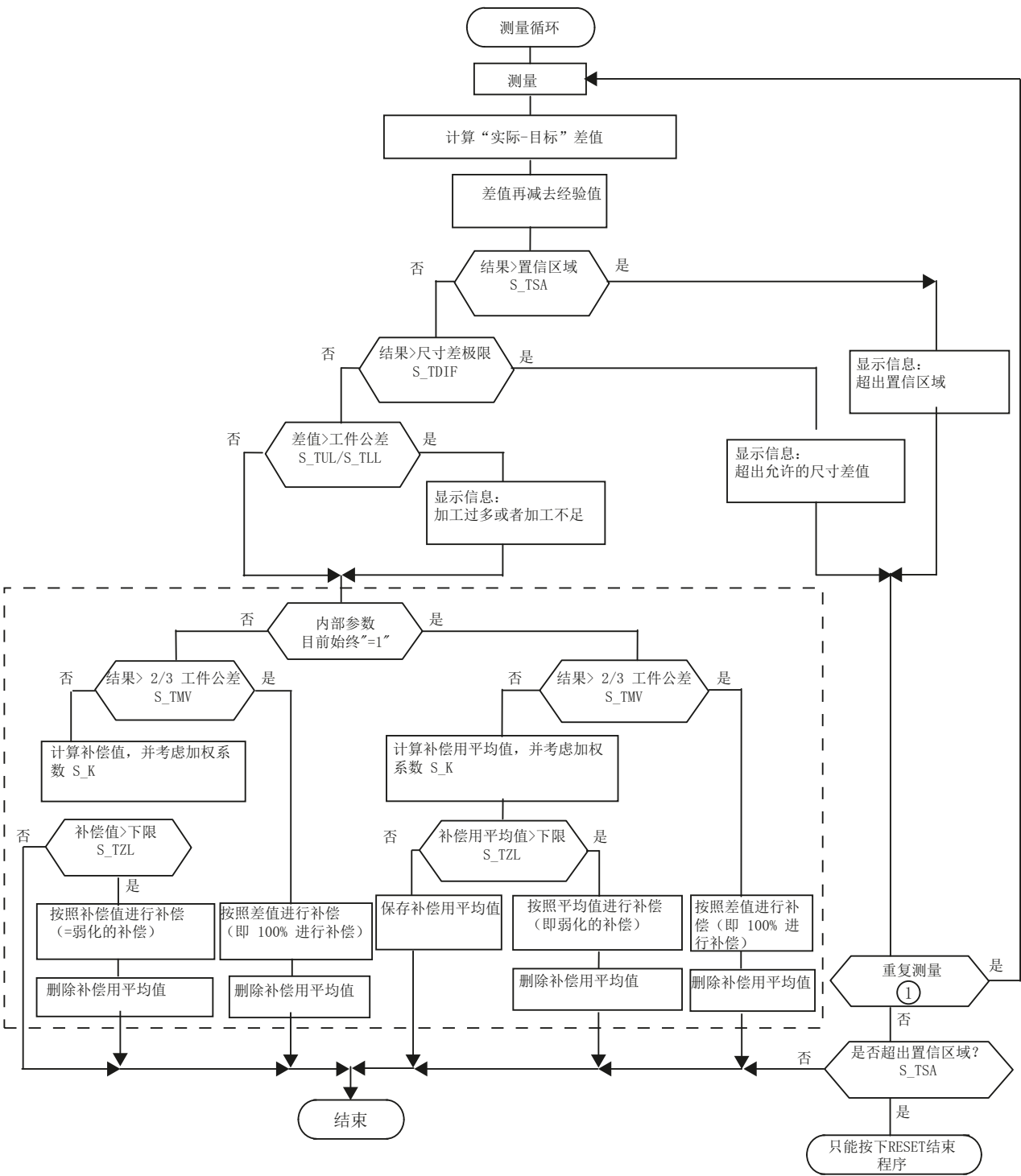
在刀具测头标定中



2.11 经验值、平均值和公差参数的影响

下面的流程图以带有自动刀具补偿的工件测量为例，展示了经验值、平均值和公差参数影响。

2.11 经验值、平均值和公差参数的影响



① SD 54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK, 位 0

2.12 刀具补偿方案

2.12.1 进行与刀具组（替换刀具）相关的工件测量时的刀具补偿方案

在工件测量后进行刀具补偿时，测量循环会同时检查以下的刀具状态：

- “刀具生效” 和
- “刀具已使用”

只对此状态的刀具进行补偿，只要其未被禁用。

测量循环的具体特性

状态	补偿特性
刀具组中的刀具确定具有状态 ● “刀具生效” 和 ● “刀具已使用”	该刀具被补偿。如果刀具的状态为“禁用”，则会输出循环报警 61404 “刀具补偿无法执行”。
未找到该名称的刀具。	只要输出了循环报警 61343 “刀具不存在”，就不会进行补偿。
在刀具组中未找到上述状态的刀具。	只要输出了循环报警 61404 “刀具补偿无法执行”，就不会进行补偿。
在刀具组中找到了多个具有上述状态的刀具。	只要输出了循环报警 61344 “存在多个生效刀具”，就不会进行补偿。

2.13 测量循环辅助程序

2.13.1 CYCLE116: 计算圆弧的圆心和半径

功能

该循环通过三个或四个位于平面中的点计算出圆弧的圆心和半径。

为了可以尽可能普遍地应用该循环，循环数据通过一个参数列表传递。

参数应为一个长度为 13 的实型变量字段。

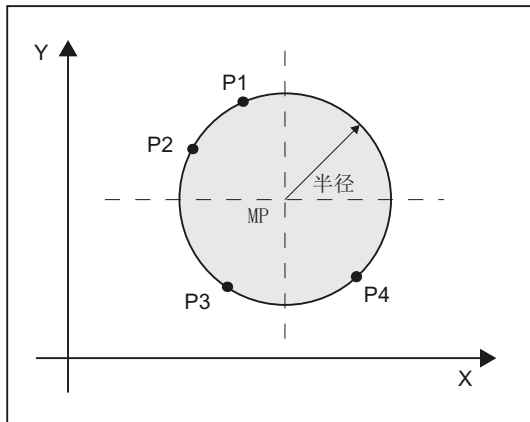


图 2-12 从 4 个点计算出圆弧数据

编程

```
CYCLE116 (_CAL[ ], _MODE)
```

传递参数

● 输入数据

参数	数据类型	含义
_CAL [0]	REAL	用于计算的点数（3 或 4）
_CAL [1]	REAL	第一个点所在平面的第 1 轴
_CAL [2]	REAL	第一个点所在平面的第 2 轴
_CAL [3]	REAL	第二个点所在平面的第 1 轴
_CAL [4]	REAL	第二个点所在平面的第 2 轴
_CAL [5]	REAL	第三个点所在平面的第 1 轴
_CAL [6]	REAL	第三个点所在平面的第 2 轴
_CAL [7]	REAL	第四个点所在平面的第 1 轴
_CAL [8]	REAL	第四个点所在平面的第 2 轴

● 输出数据

参数	数据类型	含义
_CAL [9]	REAL	圆心所在平面的第 1 轴
_CAL [10]	REAL	圆心所在平面的第 2 轴
_CAL [11]	REAL	圆弧半径
_CAL [12]	REAL	计算状态 0 = 计算成功 1 = 出现错误
_MODE	INTEGER	错误编号（可能是 61316 或者 61317）

说明

例如，该循环由测量循环 CYCLE979 作为子程序调用。

举例

```

%_N_Kreis_MPF

DEF INT _MODE

```

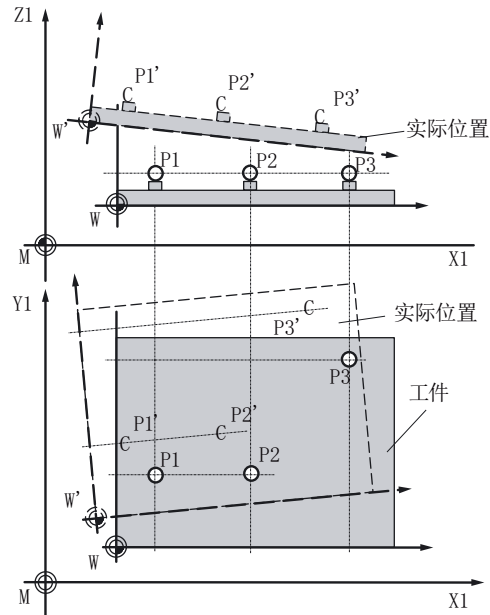
2.13 测量循环辅助程序

DEF REAL _CAL[13]= (3,0,10,-10,0,0,-10,0,0,0,0,0,0)	; 给定 3 个点
	P1:0,10
	P2: -10,0
	P3:0,-10
CYCLE116(_CAL, _MODE)	; 结果:
	_CAL[9]=0
	_CAL[10]=0
	_CAL[11]=10
	_CAL[12]=0
	_ALM=0
M0	
STOPRE	
M30	

2.13.2 CYCLE119: 用于确定空间位置的计算循环

功能

该辅助循环可从三个空间设定位置（基准三角形）计算出三个实际位置、位置差以及和当前框架所成的角度。补偿在选中的框架中进行。



P1 到 P3 这 3 个点相连后形成一个立体三角形，三角形旋转后，点变为 P1'、P2'、P3'

CYCLE119 作为子程序从测量循环 CYCLE997 调用或从用户程序中单独调用

为了可以尽可能普遍地应用该循环，循环数据通过一个参数接口传递。

编程

```
CYCLE119 (_SETPOINT, _MEASPOINT, _ALARM, _RES, _REFRAME, _COR,
          _RESLIM)
```

参数

输入数据	数据类型	含义	
_SETPOINT[3,3]	REAL	3 个设定位置的字段，顺序为：第 1 几何轴、第 2 几何轴、第 3 几何轴（X、Y、Z）。 这些点构成基准三角形。	
_MEASPOINT[3,3]	REAL	3 个实际位置的字段，顺序为：第 1 几何轴、第 2 几何轴、第 3 几何轴（X、Y、Z）。这是三角形实际的空间位置。	
_COR	INTEGER	补偿	
		数值：	0: 没有补偿
			1...99: 零点补偿进入 G54...G57, G505..G599 中
			1000: 零点补偿进入上次有效的通道基本框架中（MD28081）
			1011 至 1026: 零点补偿进入通道基本框架中
			2000: 零点补偿进入系统框架中，用于进行对刀和实际值设置（\$P_SETFR）。
			9999: 零点补偿进入有效的框架、可设定框架 G54 ... G57、G505...G599 中，G500 条件下进入最后有效的的基本框架中（\$P_CHBFRMASK）
_RESLIM	REAL	变形的限值（仅在 _COR > 0 时相关）。_RES 在该限值内，则补偿零点偏移，否则报警。	

计算的结果放在传递参数中。

输出数据	数据类型	含义	
_ALARM	INTEGER	反馈信息的循环报警号。 （在循环程序调用=0 时必须传送数值。）	
_RES	REAL	计算结果	
		数值：	< 0: 不能对框架进行计算。会给出报警（_ALARM > 0）应答
			>= 0: 计算成功。值的大小 为三角形的变形尺寸，比如，通过测量精度。单个点的偏差总量以 mm 为单位。
_REFRAME	FRAME	结果框架，与有效框架的差值。如果结果框架与有效框架连在一起，实测的三角形位置得到所需的三角形位置（工件坐标）。	

说明**对于补偿**

需要补偿的框架不允许包含镜像或比例系数。在 G500 时没有通道基本框架，不提供循环报警（_ALARM>0）。

通过 CYCLE997 调用 CYCLE119 时，会自动激活补偿后的框架。

通过用户程序单独调用 CYCLE119 时，除了该循环激活外，可设定框架 G 指令（G500, G54 到 ...）会重新编程，框架的新数据激活。

2.13.3 CUST_MEACYC: 执行测量前/后的用户程序

功能

每个测量循环在测量前后都会调用循环 CUST_MEACYC。

用户可以利用它来编写测量开始前必需的程序，例如：激活测头。

在出厂时,该循环仅包括一个 CASE 指令，后面跟一个 M17（子程序结束标）便可跳转到一个标记。

举例

_M977: ; CYCLE977 工件测头前（测量钻孔/轴/槽/隔断）

GOTOF _AM_WP_MES

;

.....

;

_AM_WP_M ; 在一般工件测量前

ES:

;

;

M17 ; 循环结束

从跳转标记开始可以编写一些动作，在每次调用 CYCLE977（标记 _M977）或进行一般工件测量前（标记 _AM_WP_MES）应执行该动作。

2.13 测量循环辅助程序

参考文档

调试手册 *SINUMERIK 840D sl* 基本软件和操作软件。

2.14 附加功能

2.14.1 程序编辑器中的测量循环支持

程序编辑器提供了一个扩展的测量循环支持，用于将测量循环调用添加到程序中。

前提条件

硬件 TCU 或 PCU。

功能

该测量循环支持提供了下列功能：

- 通过软键进行测量循环选择
- 带有辅助图、用于参数提供的输入界面
- 从单独的屏幕中生成程序代码，可以对其重置。

2.14.2 显示测量结果图

功能

测量结果图可以在测量循环执行期间自动显示。可以通过循环 **CYCLE150** 在程序中打开或关闭测量结果图以及进行参数设置，该循环也可以控制记录功能。

说明

必须在首次调用测量循环前编写 **CYCLE150**。为确保兼容，之前通过设定数据 **55613 \$SCS_MEA_RESULT_DISPLAY** 控制测量结果图的方法仍保留。

显示测量结果图

步骤

待加工的零件程序或 ShopMill 程序已创建并已在编辑器中打开。



1. 按下软键“测量工件”或“测量刀具”。

2. 按下软键“测量结果”。输入窗口“测量结果”打开。



3. 在选择栏内进行选择。

在测量结果图“开”的屏幕中可以选择以下显示模式：

- "自动 8 秒" ... 测量结果图固定显示 8 秒。
- "CYCLE START" ... 通过 M0 停止循环，选择测量结果图；通过 NC-Start 继续测量循环，取消测量结果图。
- "报警时" ... 仅在输出循环报警 61303、61304、61305 和 61306 时显示测量结果图。

该选项相当于 SD55613 \$SCS_MEA_RESULT_DISPLAY 之前提供的功能。

测量结果图和记录功能可以单独开关。需要分别编程一个 CYCLE150 调用指令。

在程序结束（通道复位）后会自动关闭该功能，无需明确编程。

说明

为确保兼容，之前通过设定数据 55613 \$SCS_MEA_RESULT_DISPLAY 控制测量结果图的方法仍保留。

视测量方案而定，测量循环可以显示各种测量结果图：

- 标定刀具测头
- 刀具测量
- 标定工件测头
- 测量工件

测量结果图的内容

测量结果图包含以下数据：

校准刀具测头

- 测量循环和测量方案
- 轴方向上的触发值和公差
- 测头编号
- 置信区域

刀具测量

- 测量循环和测量方案
- 用于刀具补偿的实际值和差值
- 置信区域和允许的尺寸差值
- 测头名称、D 号

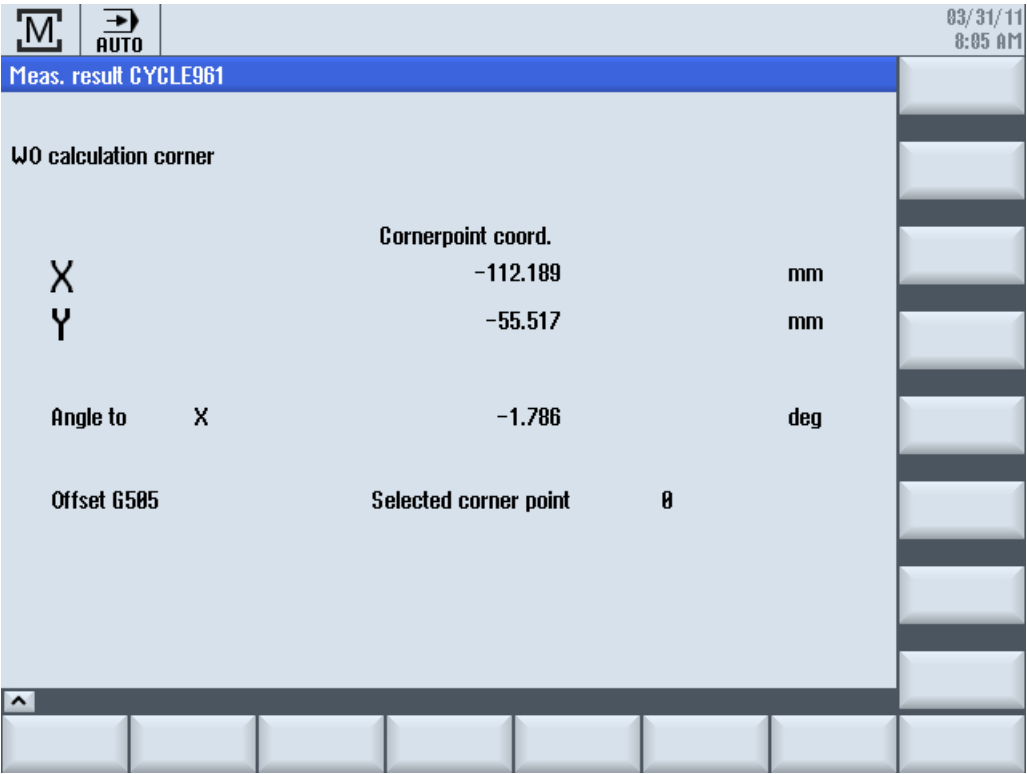
标定工件测头

- 测量循环和测量方案
- 轴方向上的触发值和公差
- 在平面内开展标定时的位置差（测头偏心度）
- 测头编号
- 置信区域

测量工件

- 测量循环和测量方案
- 目标值、实际值及两者差值
- 公差上下限（用于刀具补偿）
- 补偿值
- 测头编号
- 置信区域和允许的尺寸差值
- 测头名称、D 号和 DL 号，或者自动补偿时的零偏数组编号

测量结果图示例



程序控制，可显示、关闭测量结果图

通过程序控制 **MRD**“显示测量结果图”可以方便地激活或禁止程序中编写的测量结果图调用指令。为此无须修改程序！

程序控制 **MRD** 会作用于所有测量图调用方法，不管是通过 **CYCLE150**，还是通过在程序中编写设定数据 **55613 \$SCS_MEA_RESULT_DISPLAY** 实现。

2.14.3 记录

2.14.3.1 简介

功能

- 标准记录
将自动测量循环的测量结果输出到一份记录文件中。
每一种标准测量循环的记录内容都是固定的。记录的内容就是屏幕上测量结果图的内容。用户无需手动输入记录内容。
- 用户记录
作为单独的记录或者作为测量记录的补充输出和用户相关的数据。
该记录的文件和内容全部由用户自行设计。为此提供一个预定义的变量字段，用于输入记录内容。

也可以将数据记录到外部媒介上，比如：本地驱动器、U 盘或零件存储器中。记录可以作为格式化文本输出，也可以以表格形式（列和列用“;”号分隔）输出，以便在表格程序中进行后续处理。

前提条件

如果希望将记录保存到外部媒介或网络驱动器上，需要选件“EES”（参见“SINUMERIK Operate 调试手册 (IM9)”）。

标准记录的内容

- 写入记录的日期/时间、记录名称以及路径
- 测量方案
- 重要的输入值（在测量前屏幕中输入的值）
- 测量值的用途
- 设定值、测量值及两者差值

记录的小数点后位数和屏幕上显示的一样。定义和轴名也和屏幕上显示的一样，只不过是全称，而不是缩写。采用公制还是英制尺寸单位则取决于测量期间激活的单位制。

2.14.3.2 控制循环 CYCLE150

功能

只需编程循环调用命令 **CYCLE150** 即可激活记录功能。结果图和记录功能可以单独选择和单独控制。**CYCLE150** 中的参数是模态有效的，即在程序结束或复位或下一个循环调用前一直保持有效。

步骤

记录由程序控制通过 **CYCLE150** 的参数激活和关闭。该循环只需在测量程序头内编程一次。只有在修改了输入参数后才需要在调用测量循环前重新编程。在程序结束（通道复位）后会自动关闭该功能，无需明确编程。

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”或“测量刀具”
- 2. 按下软键“测量结果”。输入窗口“测量结果”打开。
- 3. 在选择栏内进行选择（见下表）。

屏幕中包含了一个“测量结果图”选择栏，可以通过“开/关”来控制状态。屏幕中包含了一个“记录”选择栏，可以通过“开/关/最后测量”来控制状态。

如果这两栏的状态都为“关”，则会隐藏下方的所有相关输入栏。

参数

参数	说明
测量结果图	关闭/打开
显示模式	自动 8 s / NC 启动 / 报警时
记录	
记录类型	标准记录/用户记录
记录格式 (默认)	文本格式/表格格式 (文件后缀名 TXT / CSV)
记录数据	新建/添加
记录存储位置	目录/同零件程序/变量
记录文件名称	文件类型取决于选择的记录格式

记录类型

目前记录测量结果所需的数据现在也开放给用户使用，方便用户输出用户记录。因此现在有标准记录和用户记录两种类型。

记录格式

标准记录可用两种格式输出：文本或表格。文本格式的内容来源于屏幕上的测量结果图。表格格式是一种可从 **Excel**（或其他表格程序）导入的输出格式。这样便可对测量结果记录进行后续统计处理。

文本格式/表格格式的选择仅针对标准记录。选择用户记录时，用户自行负责格式设计，即：在选择用户记录时，这一栏不会显示。

记录数据

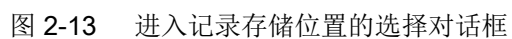
记录文件可以新建或者继续添加到已有文件内。该操作通过“新建”和“添加”记录数据选择。选择“新建”文件时，会删除同名现有文件，创建新的记录数据。

记录存储位置

可以明确指定或不明确指定记录存储位置，选项为“目录”或“同零件程序”或“变量”。

选择“同零件程序”时，会从记录循环中自动确定上级 **NC** 程序的路径，然后把记录文件保存到其中。路径的输入栏此时不显示。选择“目录”时会额外显示一个用于输入路径的输入栏。如果能通过垂直软键 1“选择目录”来选择目录，则无需输入路径。

选择“变量”时在以下输入栏输入变量名称。然后，通过该变量编程记录文件的名称。此时可以指定路径，但不是必须的操作。随后记录文件位于与上级 **NC** 程序相同的路径中。



只有在记录存储位置选择为“目录”时，才显示软键“选择目录”。

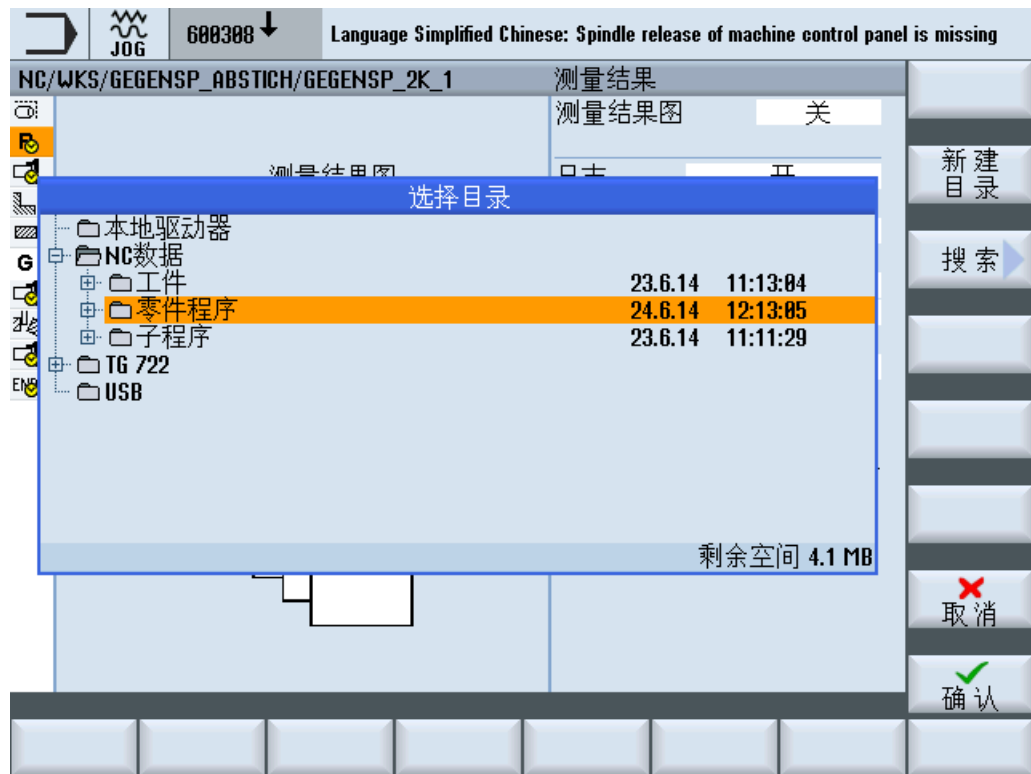


图 2-14 记录存储位置的选择对话框

可以选择所有位于程序管理器中的驱动器和路径。

- 本地驱动器
- NC 数据（零件程序存储器）
- 可能相连的网络驱动器
- 可能有的 U 盘

可以在对话框中选择一个路径或者一份现有文件。

选择一个路径时，按下软键“接收”，整个路径会传送到屏幕中，但无法修改。记录文件的名称会自动输入。选择一份文件时，完整路径以及文件名称都会传送到屏幕中，但无法修改。

另一种方法是手动输入存储位置。

选择存储位置示例：

1. NC 数据 -> 工件 -> 工件“记录”
//NC:/WKS.DIR/PROTOKOLLE.WPD
2. 网络驱动器记录
//d:/Protokolle
3. USB -> 测量循环_记录
//USB:/01/测量循环_记录

记录文件名称

可任意选择记录文件名称。如果保存在 NC 中，它必须符合程序名称命名规定；如果保存到外部驱动器中，它必须符合文件名称命名规定。

文件类型

支持以下文件类型：

- 文本文件 - TXT
- 表格文件 - CSV

这些文件类型都取决于选中的记录格式。

文件类型无法修改，仅供显示。

2.14.3.3 记录“最后测量”

功能

记录“最后测量”功能通过调用一次记录循环 CYCLE150 编程。在此期间不会开展测量，而是访问最后一次测量时测量循环结果参数（GUD 变量）中还存在的数值，然后只调用一个子循环进行记录。只有在测量期间选择“关”时，才可以执行该功能。

前提条件

只有之前在自动模式下执行了一个测量循环后，后，才可以输出标准记录。

步骤

创建一个零件程序，以便记录“最后测量”，在编辑器中打开该程序。

日志 最后测量



1. 在“记录”输入栏中选择“最后测量”
2. 如上文所述，设置参数
3. 按下软键“接收”。编辑器中显示生成的循环。

编程示例：

```
CYCLE150(30,11012,"//NC/MPF.DIR/LAST_MEASURE.TXT")
M30
```

2.14.3.4 标准记录

功能

标准记录采用清晰概括的结构来展示测量循环的结果。记录可以是文本格式，也可以是表格格式。它的内容和结构都是预先定义好的。

前提条件

标准记录只能和测量循环一起使用。

记录内容

记录通常是通过一些英语固定文本生成的。（测量结果图以设置的 **Operate** 语言显示。）

测量循环记录的结构和内容如下：

- 开头 - 记录开头
 - 创建记录的日期/时间
 - 记录文件的名称和路径
 - 调用测量循环的零件程序
 - 工件编号
- 数值段 - 每个测量点的结果
 - 测量点编号、编程的测量方案、测量时间
测量方案为文本（比如“1 个孔”）
 - 指定补偿目标
仅测量（**measure only**） – 无补偿 – 或
在带零偏补偿的测量方案中：指定被补偿的零偏、补偿目标（零偏/精偏） – 或
在带刀具补偿的测量方案中：刀具名称、刀沿编号、刀具类型、补偿目标（长度/半径、几何尺寸/磨损量）
 - 设定值“**Setpoint**”、测量值“**Measured**”、差值“**Difference**”以及各个轴名或测量对象（比如：直径）和尺寸单位。

步骤

始终在程序头中调用控制循环 **CYCLE150**。然后在对应的测量循环中编程。如果需要修改 **CYCLE150** 参数，则在对应的程序位置上重新调用该循环。

编程示例

```
N10 G54
N20 T710 D1 M6 ;调用测头
... ;进行定位
N50 CYCLE150(10,1001,"MESSPROT.TXT") ;激活记录
N60 ;第1测量
CYCLE997(109,1,1,10,1,5,0,45,0,0,0,5,5,5,10,10,1
0,0,1,,0,)
... ;进行定位
N90 ;第2测量
CYCLE978(200,,4000001,1,77,2,8,1,1,1,"END_MILL_D
8",,0,1.01,0.1,0.1,0.34,1,10001,,1,0)
... ;进行定位
N120 ;第3测量
CYCLE998(100105,10004,0,1,1,1,,1,5,201,1,10,,,,,
1,,1,)
N140 M30
```

表格格式的记录

在 CYCLE150 的输入屏中的“记录格式”下选择“表格格式”。该格式可以从 Excel 导入，然后在其中进行后续处理。

“表格格式”选项有以下默认设定：

字段的分隔方式：	分号
小数点：	逗号
日期格式：	年-月-日
小数点后位数：	同屏幕
时间格式：	小时:分:秒

记录的表格格式的和文本格式的内容是相同的。但表格格式的记录可以在 Excel 程序中进行后续统计处理。

2.14.3.5 用户记录

功能

该功能可以方便用户自定义记录行的内容，并将它保存到一个字符串变量字段中（字符串长度 200）。

调用新的循环 **CYCLE160** 便开始记录该字符串字段的内容。记录始终从字段索引 0 开始，一直到找到空字符串（即字符串长度为 0）为止结束。

为简化使用，在功能块 **PGUD** 中预定义了一个 **NCK** 全局通用的字符串变量字段。

```
DEF NCK STRING[200] S_PROTTXT[10]
```

也就是说，可以立即记录 10 行。

如果这些不够用，用户可以在一个自定义的 **GUD** 功能块（**MGUD** 或 **UGUD**）中创建第二个字符串字段，预定义名称为 **S_USERTXT[n]**，长度任意：

```
DEF NCK STRING[200] S_USERTXT[n]
```

记录功能会检查是否存在字段 **S_USERTXT**。如果存在，便记录该字段的内容；如果不存在，内容为 **S_PROTTXT**。

从调用 **CYCLE160** 的程序位置开始按照调用 **CYCLE150** 时设置的记录目标进行记录，这一过程和测量结果的记录完全一样。

该功能可以输出一份完整的用户自定义记录（不参照测量）或者在标准记录中添加更多行。

如果希望在表格格式的标准记录中添加更多行，用户必须自行在字符串中加入列的格式化符号（插入“；”号）。

步骤

在 **CYCLE150** 输入屏中选择“用户记录”。

此处不区分文本格式和表格格式，用户自行决定内容。对应的选择栏在选择“用户记录”时会隐藏。

指定路径时，显示的对话框和标准记录一样。

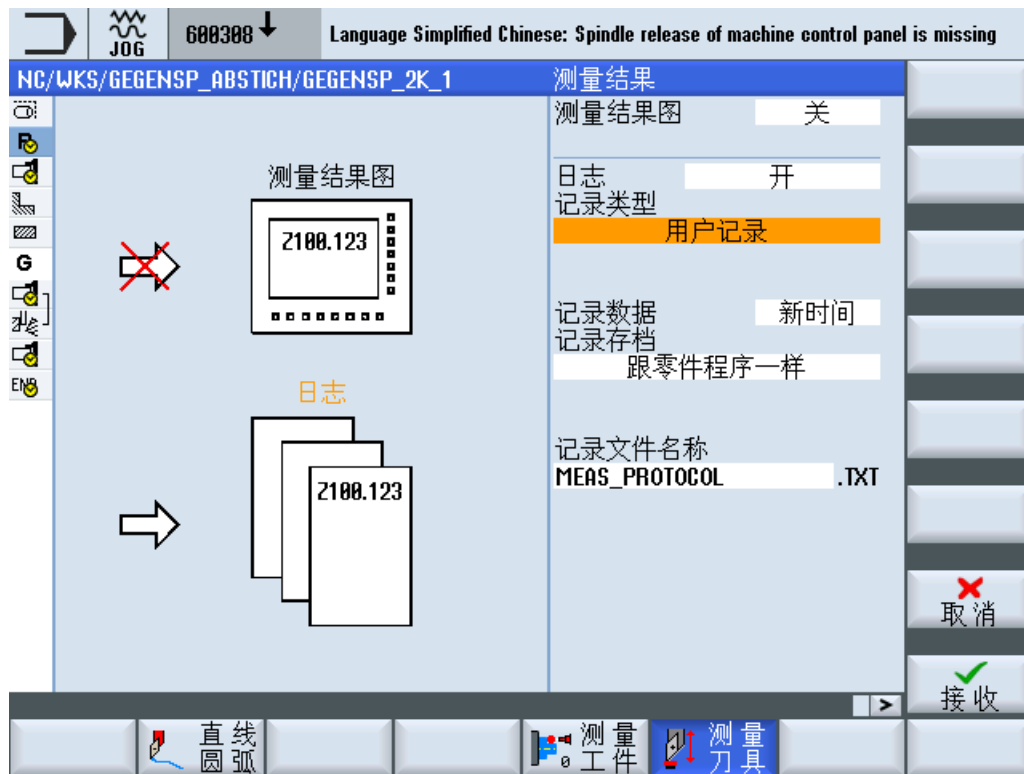


图 2-15 “用户记录”输入界面

在零件程序中写入以下内容：

- CYCLE150，以激活用户记录
- 在预定义字符串变量上指定记录内容
- CYCLE160，输出记录内容

CYCLE160 没有传递参数。用户必须自行编程，无输入界面。

可自由定义的用户记录

编程示例：

```

...
N50 CYCLE150(10,1111,           ; 激活记录
"MY_PROT.TXT")
N51 S_USERTXT[0]=REP("")       ; 删除旧数据
N52                           ; 整合记录内容
S_USERTXT[0]="MASCHINE:ABC_12345
"
N53 S_USERTXT[1]="LOGFILE KOMPENSATIONSDATEN"

```

```

N54 S_USERTXT[2]=" " ; 编程空行: 1 x 空行
N55 S_USERTXT[3]="WERT1 = "<<R101
N56 S_USERTXT[4]="WERT2 = "<<R102
N60 CYCLE160 ; 写入用户记录
...
M30

```

记录摘要:

```

MASCHINE:ABC_12345
LOGFILE KOMPENSATIONS DATEN

```

```
WERT1 = 123.456
```

```
WERT2 = 789.333
```

说明:

- N50 ... 激活记录
 - 目标: 同主调程序相同的路径
 - 添加到记录中
 - 记录类型: 用户记录
 - ; 激活记录
- N52 - N56 记录内容
- N60 ... CYCLE160 调用: 现在写入数据
- 值 1 和值 2 反映了输出记录时 R 参数 R101 和 R102 的内容。

标准记录, 含添加的用户数据

编程示例:

```

---
N50 CYCLE150(10,1001,...) ; 激活记录, 写入记录头
N51 S_PROTTEXT[0]=REP("") ; 删除旧数据
N52 S_PROTTEXT[0]="BOHRUNG DM ; 写入用户数据
20H7"
N53 S_PROTTEXT[1]="GROESSTMAS:
20.021"

```

2.14 附加功能

```

N54 S_PROTTXT[2]="KLEINSTMASS:
20.000"

N55 S_PROTTXT[3]="SPINDELTEMPERATUR:"<<R99<<" GRD"
N60 CYCLE160 ;将用户数据写入记录
T="3D_TASTER_FR" D1 M6
G0 X0 Y0 Z5
N70 CYCLE977(201,,4000001,1,24,,,2,8,0,1,1,,,1," ",,
0,1.01,1.01,-1.01,0.34,1,0,,1,1)
...
M30

```

记录摘要:

```

*****
Date      :2013-08-05           Time:11:59:10
Protocol:  /_N_WKS_DIR/_N_WP1_WPD/_PROT_TE_977_BOHR_TXT
Program  :  _N_TE_977_BOHR_MPF
Workpiece No:123
*****

```

钻孔 DM 20H7
 最大质量:20.021
 最小质量:20.000
 主轴温度:68.7 度

```

-----
1                      : 977 / 101           Time:11:58:10
Results measure:1 Hole / CYCLE977
-----

```

Correction into:Work offset, Coarse

	G508	
	Coarse [mm]	Rotation [deg]
X	-0.0200	0.0000
Y	0.0300	45.0000

Z	-0.0128	0.0000
---	---------	--------

Results:	Setpoint	Measured	Difference
X	12.9900	12.9700	-0.0200 mm
Y	7.5000	7.5300	0.0300 mm
Diameter	24.0000	23.8400	-0.1600 mm

2.14.3.6 通过测量结果图显示用户记录

当满足以下条件时，用户记录可通过测量结果图的形式在屏幕上显示：

- CYCLE150:测量结果图“开”
 - 记录类型“用户记录”或
 - 记录“关”
- 调用 CYCLE160
 - 选择记录“上一测量”时，不会调用 CYCLE160！

如果通过程序控制激活了“MRD”，那么变量栏“S_PROTTEXT”或“S_USERTXT”的内容会以测量结果图的形式显示。结果图的内容与记录一致。根据在 CYCLE150 中的选择，使用“启动”或“自动”可继续执行程序。记录设为“关”时，只显示结果图。显示模式“报警时”只在测量循环中生效。

编程示例 1

如果带有相同列分布的用户记录行以标准记录的文本格式输出，则可接收 GUD 变量 _PROTVAL[35],[36] 中的格式描述。使用关键字“SPRINT”时，可按以下方式进行编程：

```
%_N_TEST_3.MPF
CYCLE150(31,11,"MEAS_PROTOCOL.TXT")
S_PROTTEXT[0]=REP("",10)
S_PROTTEXT[0]="SPRINT(_PROTVAL[35],'''Axis''','''Setpoint''','''Me
asurd''','''Difference''','''Unit''')"
```

```
S_PROTTEXT[1]="SPRINT(_PROTVAL[36],'''Z''',R11,R12,R13,S_TXT[3])"
```

```
CYCLE160
```

M30

说明

在标准测量记录中，测量值逐行并划分为 5 个标准列进行输出。格式字符串为要使用的格式化命令，用于各列中由逗号隔开的各个值。

_PROTVAL[35] = 用于显示列标题的格式字符串（仅文本）

_PROTVAL[36] = 用于显示列内容的格式字符串（文本、数值）

S_TXT[3] = 生效单位制的长度尺寸单位 (mm 或 inch)

字符串的开头和结尾使用 " 标记，位于关键字 **SPRINT** 内部。如果一列只含有文本，则字符串标识应位于单引号内（例如：'“NAME”'）。

编程示例 2

使用功能“上一测量”调用 **CYCLE150** 时，会记录并显示变量栏的当前内容（如 **MRD** 生效）。

```
%_N_LASTMEAS_MPF
```

```
CYCLE150 (31,12,"MEAS_PROTOCOL_LAST.TXT")
```

M30

2.14.3.7 搜索、模拟和多通道操作时的特性**程序段搜索**

如果在搜索程序段时执行了一个激活记录的循环，则系统会保存该状态。搜索程序段时后续调用的测量循环不会记录任何内容（因为没有测量结果）。程序启动找到目标后，才开始记录。

同样，如果在搜索程序段时执行了一个关闭记录的循环，也会保存该状态。程序启动后不记录任何内容。

模拟

在 **Operate** 的模拟仿真功能中，该功能的特性为：

含记录功能调用命令的程序可以运行，但不生成任何记录。

测量循环在模拟期间不提供任何测量结果，只是会显示到测量点的运行，因此没有任何内容可记录。

多通道

含记录功能的测量程序原则上可以双通道运行。

但是用户必须逐通道运行测量功能和记录功能，而不能重叠。用户记录同样如此。

测量方案

3.1 一般前提条件

3.1.1 测量循环概要

测量循环的功能

下表列出了车削和铣削工艺的所有测量循环功能。

表格 3-1 测量循环

测量循环	说明	测量方案
CYCLE973 ²⁾	该测量循环用于在工件的标准面上或在一个标准槽中标定工件测头。	● 标定测头 - 长度 ● 标定测头 - 标准面标定半径 ● 标定测头 - 标准槽标定测头
CYCLE974 ²⁾	该测量循环用于确定工件零点在选中测量轴上的位置，或者采用 1 点测量法确定刀具补偿。	● 车削测量 - 前沿 ● 车削测量 - 内直径 ● 车削测量 - 外直径
CYCLE994 ²⁾	该测量循环用于通过 2 点测量法确定工件零点在选中测量轴上的位置。为此测头会依次自动逼近直径上两个相对的测量点。	● 车削测量 - 内直径 ● 车削测量 - 外直径
CYCLE976	该测量循环用于在一个标准环内或通过一个完全处于加工平面内的标准球来标定工件测头，或者在某个平面某个轴方向上标定工件测头。	● 标定测头 - 标准面标定长度 ● 标定测头 - 标准环标定半径 ● 标定测头 - 标准面标定半径 ● 标定测头 - 标准球标定测头
CYCLE961	该测量循环用于确定工件内侧或外侧拐角的位置，并将该拐角设置为零点偏移。	● 拐角 - 直角 ● 拐角 - 任意拐角
CYCLE977	该测量循环用于确定平面的工件零点位置，或者确定工件宽度或直径。	● 边沿间距 - 槽 ● 边沿间距 - 隔断 ● 钻孔 - 矩形腔 ● 钻孔 - 1 个孔 ● 凸台 - 矩形凸台 ● 凸台 - 1 个圆形凸台

3.1 一般前提条件

测量循环	说明	测量方案
CYCLE978	该测量循环用于测定工件某个边沿在工件坐标系中的位置。	边沿间距 - 设置边沿
CYCLE979	该测量循环用于确定圆弧圆心在平面内的位置和圆弧半径。	- 钻孔 - 内圆弧 - 凸台 - 外圆弧
CYCLE995	该测量循环用于测定机床主轴的斜度。	3D - 主轴角度差
CYCLE996	该测量循环用于确定运动转换的相关数据及参与的回转轴。	3D - 运动转换
CYCLE997	该测量循环用于确定一个球体的球心和直径。另外，它可以确定三个均匀分布的球体的中心。它还可以确定这三个球心构成的平面和工件坐标系中加工平面的夹角。	3D - 球体 3D - 3 个球体
CYCLE998	该测量循环可以确定某个平面和加工平面之间的夹角、平面和工件坐标系中某个边沿的交角。	- 边沿间距 - 边对齐 3D - 平面对齐
CYCLE971 ¹⁾	该测量循环用于执行刀具测头的标定以及铣刀长度和/或半径的测量。	- 标定测头 - 测量刀具
CYCLE982 ²⁾	该测量循环用于执行刀具测头的标定以及车床上车刀、钻头和铣刀的测量。	- 标定测头 - 车刀 - 铣刀 - 钻头

¹⁾ 仅用于铣削工艺

²⁾ 仅用于车削工艺

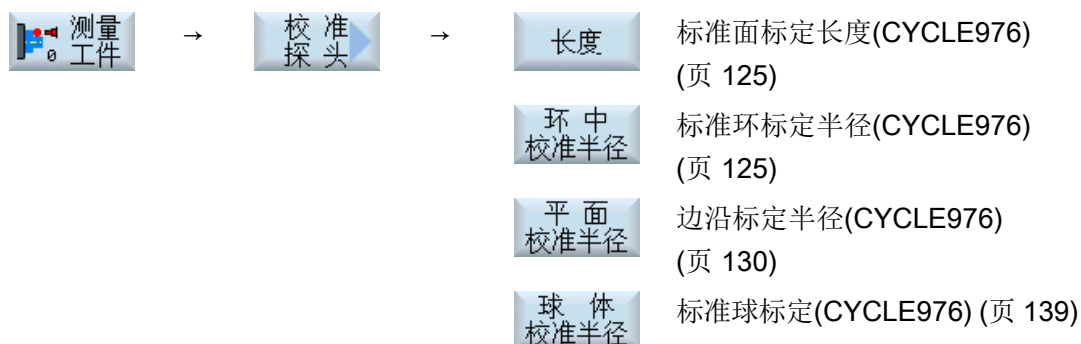
3.1.2 通过软键选择测量方案（车削版）

下图以程序编辑器中的菜单树形图显示了车削工艺的测量方案。下图显示了控制系统中现有的全部测量方案。但是在具体设备上可选择的步骤取决于所选择的扩展工艺。

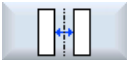
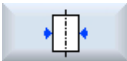
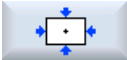
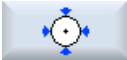
车削工艺的软键菜单树形图



只有在设置了扩展工艺“铣削”的情况下以下软键才会显示（通道专用机床数据 MD52201 \$MCS_TECHNOLOGY_EXTENSION = 2）。



3.1 一般前提条件

			内直径(CYCLE974, CYCLE994) (页 106)
	→		设置边 (CYCLE978) (页 143)
			边对齐 (CYCLE998) (页 150)
			槽 (CYCLE977) (页 157)
			隔断 (CYCLE977) (页 163)
	→		直角 (CYCLE961) (页 169)
			任意角 (CYCLE961) (页 174)
	→		矩形腔 (CYCLE977) (页 182)
			1 个孔 (CYCLE977) (页 188)
			内圆弧 (CYCLE979) (页 194)
	→		矩形凸台 (CYCLE977) (页 200)
			1 个圆形凸台 (CYCLE977) (页 206)
			外圆弧 (CYCLE979) (页 212)
	→		平面对齐 (CYCLE998) (页 217)
			通用设定数据 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK _PIECE 的位 1 设为 1 时, 会显示 软键“3D”。
			球体 (CYCLE997) (页 222)
			3 个球体(CYCLE997) (页 228)



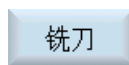
主轴角度差(CYCLE995) (页 234)

软键“主轴角度差”只会在 G 代码程序中显示。



3D 坐标转换矢量(CYCLE996)
(页 239)

当选中了选项“测量坐标转换矢量”时，只会在 G 代码程序中显示软键“坐标转换矢量”。



铣刀 (CYCLE982) (页 293)

参见

校准探头的长度 (CYCLE973) (页 91)

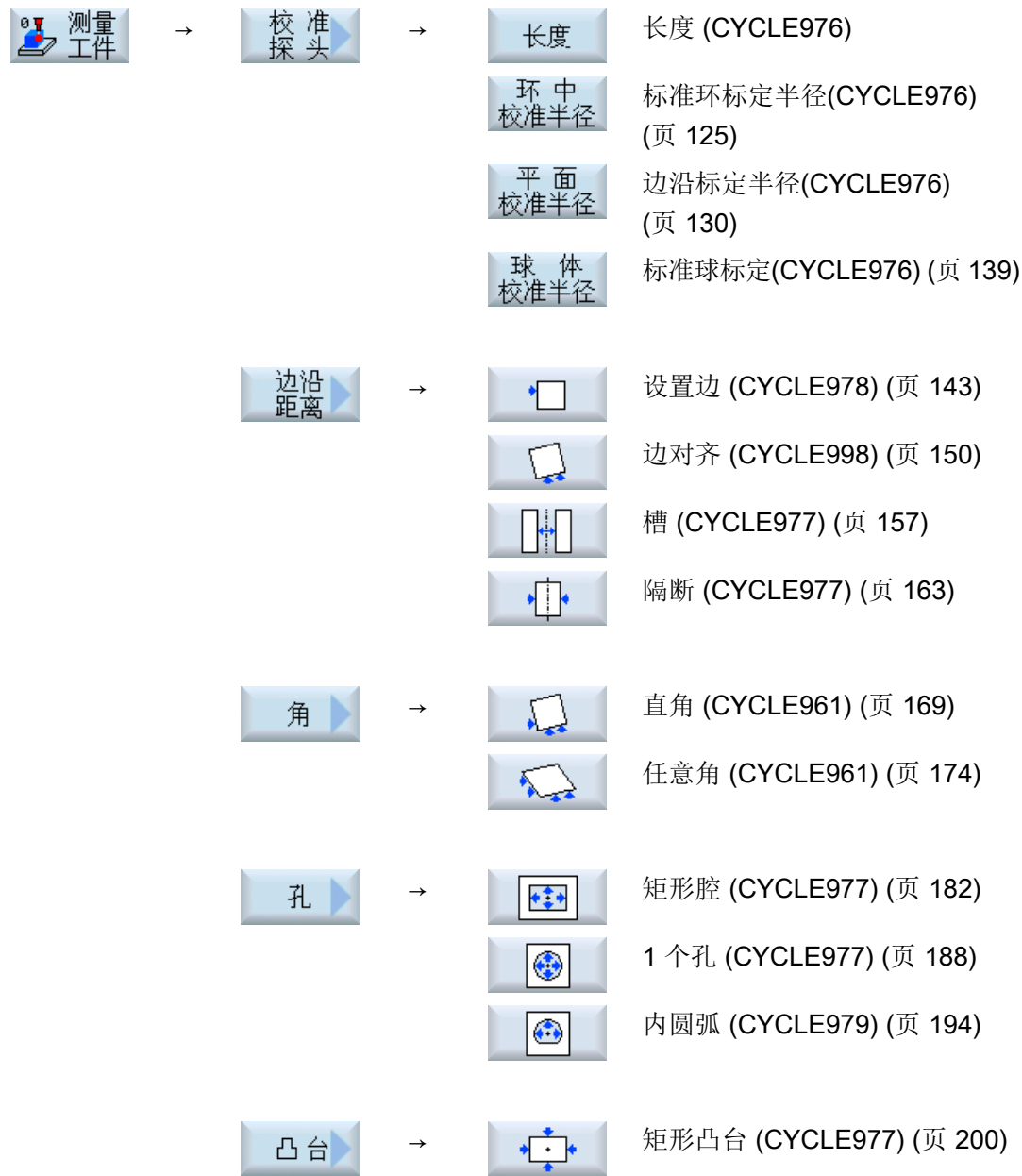
在带组合工艺的机床上测量工件 (页 277)

3.1.3 通过软键选择测量方案（铣削版）

下图以程序编辑器中的菜单树形图显示了铣削工艺的测量方案。

下图显示了控制系统中现有的全部测量方案。但是在具体设备上可选择的步骤取决于所选择的扩展工艺。

铣削工艺的软键菜单树形图



通用设定数据 54760
\$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 1 设为 1 时，会显示软键“3D”。



- 1 个圆形凸台 (CYCLE977) (页 206)
- 外圆弧 (CYCLE979) (页 212)
- 平面对齐 (CYCLE998) (页 217)



球体 (CYCLE997) (页 222)



3 个球体(CYCLE997) (页 228)



主轴角度差(CYCLE995) (页 234)
软键“主轴角度差”只会在 G 代码程序中显示。



3D - 坐标转换矢量(CYLE996) (页 239)
当选中了选项“测量坐标转换矢量”时，只会在 G 代码程序中显示软键“坐标转换矢量”。



- 标定测头 (CYCLE971) (页 312)
- 铣刀或钻头 (CYCLE971) (页 319)
- 铣刀或钻头 (CYCLE971) (页 319)

只有在设置了扩展工艺“车削”的情况下以下软键才会显示（通道专用机床数据 MD52201 \$MCS_TECHNOLOGY_EXTENSION = 1）。



车刀 (CYCLE982) (页 288)

3.1 一般前提条件

参见

- 通过槽校准探头 (CYCLE973) (页 98)
- 车削测量 - 前沿 (CYCLE974) (页 103)
- 车削测量 - 内部直径 (CYCLE974, CYCLE994) (页 106)
- 车削测量 - 外直径 (CYCLE974, CYCLE994) (页 111)

3.1.4 结果参数

定义

结果参数是测量循环提供的测量结果。

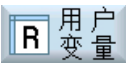
参数	类型	含义
_OVR[]	REAL	结果参数为实数： 目标值、实际值、两者的差值、补偿值等等
_OVI[]	INTEGER	结果参数为整数

调用

测量循环的结果参数都保存在通道专用的用户变量中。您可以按照如下步骤调用该变量：



1. 按下软键“参数”。



3. 按下软键“用户变量”。
窗口“通道专用的用户变量”显示结果参数 _OVR[] 和 _OVI[]。



2. 按下软键“通道 GUD”。

说明

如果不光有 SGUD 变量，则必须通过软键“GUD 选择”选择“SGUD”。

测量方案

每个测量循环会输出哪些结果参数在单独的测量方案中详细说明。

在带有刀具补偿或者零偏补偿的工件测量中，一些测量方案会提供更多的结果参数，具体请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.2 测量工件（车削版）

3.2.1 概述

下面的测量循环是针对车床应用的。

说明

主轴

主轴命令指的是测量循环中总是针对控制系统当前工作的主主轴生效的命令。

在带有多个主轴的机床上使用测量循环时，要在调用循环前将某根主轴定义为“主主轴”。

说明

精确测量要求测头首先在测量条件下经过标定，也就是说，标定过程和测量过程采用相同的工作平面和测量速度，

当测头安装在动力刀具用主轴中时，还需要注意主轴的对齐，否则可能会增加测量误差。

参考资料： IPG/编程手册 *SINUMERIK 840D sl / 828D 基本原理*

直径编程，单位制

车削的测量循环会自动采用当前选中的平面 G18。

车削方式下的测量循环要以直径 (DIAMON) 来给定端面轴 (X) 的坐标值。车削方式下的测量循环 (*CYCLE973*, *CYCLE974* 和 *CYCLE994*) 同样也要以有效的直径编程 (DIAMON) 来运行。

机床和工件的单位制（基础系统）可以不一样。

在公制单位的机床上以英制来测量工件时应使用 G 指令 G700。

在英制单位的机床上以 mm 来测量工件时应使用 G 指令 G710。

关于包含有第 3 轴的测量方案请参见章节高级测量 (页 118)。

说明

循环测量参数和机床数据、设定数据的对照表（测量循环版本 7.5、2.6 和 4.4）请参见附录循环软件版本 SW4.4 起的修改 (页 395)！

3.2.2 校准探头的长度 (CYCLE973)

功能

仅适用于不带铣削工艺的车床。

借助此测量方案可以通过一个工件坐标系内的已知平面对工件测头（刀沿 SL=5 到 8）进行标定，以便确定测头的触发点。

也可以选择通过参数“调整刀具长度”将实际长度输入刀具补偿数组中。

测量原理

首先测量出工件测头在坐标轴的切换位置，然后该位置和测头长度一起计算，得出对应坐标轴和轴方向上测头的触发点位置，然后输入到对应的工件测头标定数据组中。

测头在测量方向上逼近一个标准面，例如：工件。

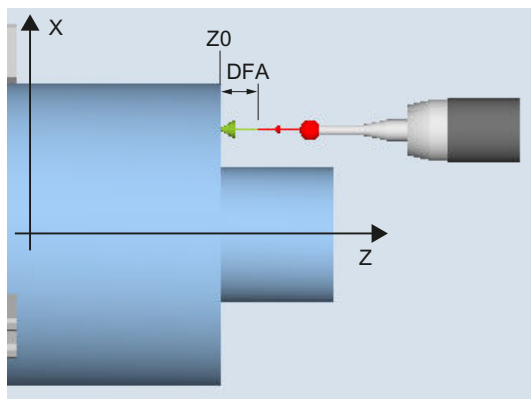


图 3-1 标定：标准面标定长度(CYCLE973)，以 G18, SL=7 为例

前提条件

- 标准面必须和工件坐标系的坐标轴平行。
- 并且需要有良好的表面光滑度。
- 工件测头必须作为带有刀具补偿的“刀具”调用。
- 建议选择刀具类型 580 用作测头。
- 标定测头长度不显示刀具测量。物理测头长度与刀具数据中的值的差值不得超过 5 mm / 0.2 inch。

3.2 测量工件（车削版）

开始测量前的起始位置

将测头定位到标准面对面。

测量循环结束后的位置

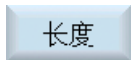
测头位于和标准面相距测量行程 DFA 的位置。

参见

在带组合工艺的机床上测量工件 (页 277)

步骤

创建零件程序或 ShopTurn 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
2. 按下软键“校准探头”。
3. 按下软键“长度”。
输入窗口“校准：通过平面校准长度”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
	标定数据组 (1 - 40)	-	T	测头的名称	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
				标定数据组 (1 - 40)	-
			β 	用回转轴进行的刀具回转角度  (0°)  (90°) - 值输入	度
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
			CP	测量范围的定位角	度
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
调整刀具长度 	调整测头长度和触发点： - 选择 - 不选择（只调整触发点）	-
测量方向 	测量轴（测量平面为 G18）： +/- Z +/- X	-
Z0 / X0	参考点 Z 轴 / X 轴坐标（对应于测量方向）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

说明

在第一次标定时测头的的数据字段仍保持为“0”。因此参数 **TSA** 必须设为大于测球半径的值，以避免出现“超出置信区域”报警。

3.2 测量工件（车削版）

结果参数列表

“长度”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-2 “长度”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [4]	测球直径实际值	毫米
_OVR [5]	测球直径“实际-目标”差值	毫米
_OVR [8]	触发点在第 1 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [10]	触发点在第 1 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [12]	触发点在第 2 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [14]	触发点在第 2 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [9]	触发点在第 1 轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [11]	触发点在第 1 轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [13]	触发点在第 2 轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [15]	触发点在第 2 轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [20]	第 1 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR [21]	第 2 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR [27]	零补区域	毫米
_OVR [28]	置信区域	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.2.3 在平面上校准探头的半径(CYCLE973)

功能

仅适用于不带铣削工艺的车床。

借助此测量方案可以通过一个标准平面对工件测头的半径（刀沿 SL=5 到 8）进行标定，以便确定测头的触发点。

标准面是工件坐标系中的一个平面。只有在垂直于该标准面的坐标轴和轴方向上，才能进行标定。

测量原理

系统首先确定工件测头在指定坐标轴、指定轴方向上的切换位置，然后根据该位置和标准面内的目标位置计算出对应的触发点。

如果没有输出报警，这些触发点会输入到所选工件测头的标定数据组中。

测头沿测量方向逼近该标准面，例如：工件。

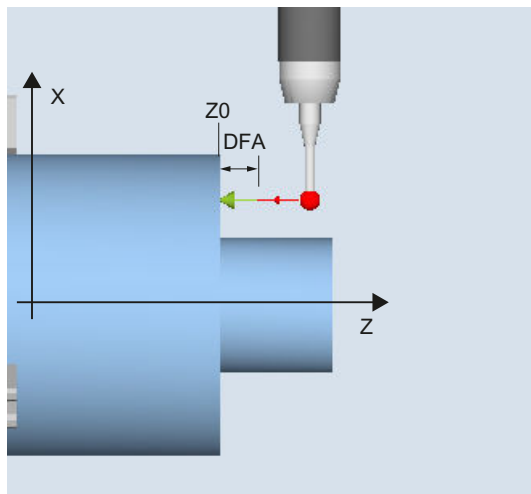


图 3-2 标定：标准面标定半径(CYCLE973)，以 G18, SL=8 为例

前提条件

- 标准面必须和工件坐标系的坐标轴平行。
- 并且需要有良好的表面光滑度。
- 工件测头必须作为带有刀具补偿的“刀具”调用。
- 建议选择刀具类型 580 用作测头。

开始测量前的起始位置

将测头定位到标准面对面。

测量循环结束后的位置

测头（测球半径）位于和标准面相距测量行程的位置。

参见

在带组合工艺的机床上测量工件 (页 277)

3.2 测量工件（车削版）

步骤

创建零件程序或 ShopTurn 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下软键“校准探头”。
 - 3. 按下软键“平面校准半径”。
- 输入窗口“校准：通过平面校准半径”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
	标定数据组 (1 - 40)	-	T	测头的名称	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟	D	刀沿号（1 - 9）	-
				标定数据组 (1 - 40)	-
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
			β	用回转轴进行的刀具回转角度 • ← (0) • ↓ (90°) • 值输入	度
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
测量方向	测量轴（测量平面 G18）： • +/- Z • +/- X	-
Z0 / X0	参考点 Z 轴/ X 轴坐标（对应于测量方向）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

说明

在第一次标定时测头的的数据字段仍保持为“0”。因此参数 **TSA** 必须设为大于测球半径的数值，以避免出现“超出置信区域”报警。

结果参数列表

“标准面标定半径”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-3 “标准面标定半径”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [4]	探头的直径实际值	毫米
_OVR [5]	探头的直径差值	毫米
_OVR [8]	触发点在第 1 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [10]	触发点在第 1 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [12]	触发点在第 2 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [14]	触发点在第 2 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [9]	触发点在第 1 轴负方向的坐标差值	毫米
_OVR [11]	触发点在第 1 轴正方向的坐标差值	毫米
_OVR [13]	触发点在第 2 轴负方向的坐标差值	毫米
_OVR [15]	触发点在第 2 轴正方向的坐标差值	毫米
_OVR [20]	第 1 轴位置偏差（探头倾斜位置）	毫米
_OVR [21]	第 2 轴位置偏差（探头倾斜位置）	毫米
_OVR [27]	零补偿范围	毫米
_OVR [28]	置信区域	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [5]	探头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.2.4 通过槽校准探头 (CYCLE973)

功能

仅适用于不带铣削工艺的车床。

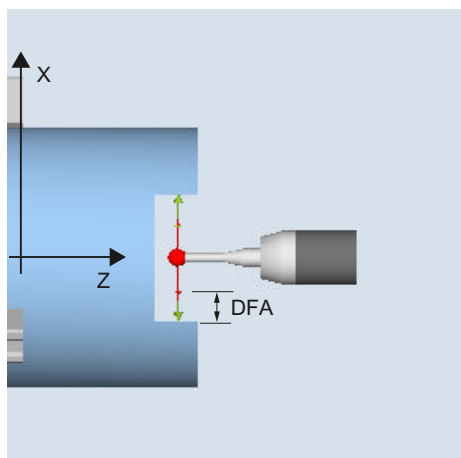
借助该测量方案，可以通过一个标准槽在机床坐标系的坐标轴上对刀沿位置 **SL** 为 **7** 或 **8** 的工件测头进行标定。可以选择标定测头长度或测球半径。

标定半径时，标定可以在一个方向或者两个相反方向上进行。在两个相反方向上标定半径时，还可以另外确定测头的偏心度和测球的有效直径。

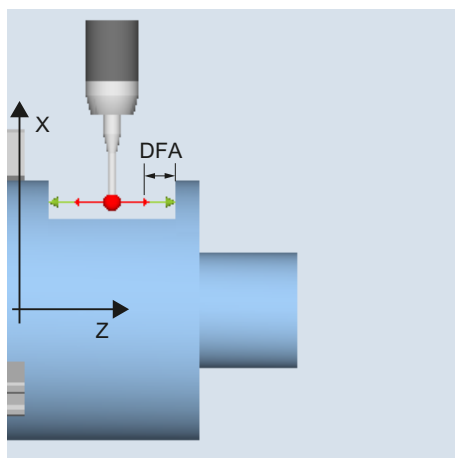
测量原理

系统首先确定工件测头在选中轴上的切换位置，然后根据该位置和标准槽在机床坐标系中的位置计算出测量轴正向和负向的触发点位置、该轴上的位置差和有效的测球直径。触发点始终针对的是测球球心(TCP)。

测头会在选中的测量轴的两个方向上移动到标准槽。



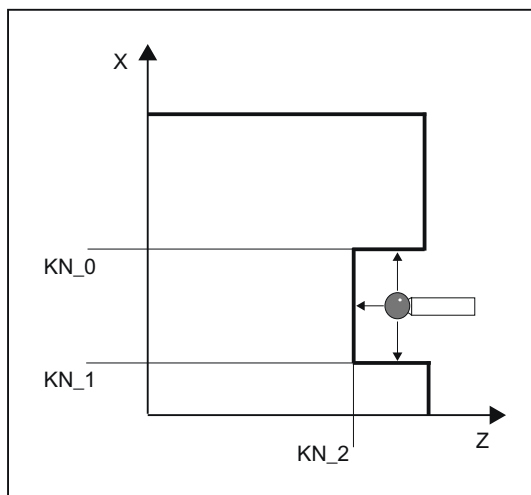
标定：标准槽标定(CYCLE973)，
以 G18, SL=7 为例



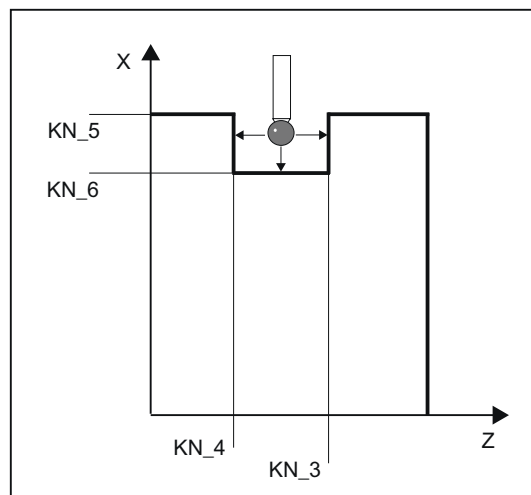
标定：标准槽标定(CYCLE973)，
以 G18, SL=8 为例

前提条件

- 工件测头必须作为带有对应刀具补偿的“刀具”调用。
- 在开始标定前，必须在对应的通用设定数据中输入所选标准槽在机床坐标系中的几何尺寸。



标准槽的几何尺寸，
示例 G18，SL=7



标准槽的几何尺寸，
示例 G18，SL=8

表格 3-4 用于指定标准槽尺寸的通用设定数据

标准槽	通用设定数据	说明
KN_0	SD 54621 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_PLUS_DIR_A X2	指定标准槽边缘在第 2 测量轴正向的位置
KN_1	SD 54622 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_MINUS_DIR_ AX2	指定标准槽边缘在第 2 测量轴负向的位置
KN_2	SD 54615 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_BASE_AX1	指定标准槽底部在第 1 测量轴的位置
KN_3	SD 54617 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_PLUS_DIR_A X1	指定标准槽边缘在第 1 测量轴正向的位置
KN_4	SD 54618 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_MINUS_DIR_ AX1	指定标准槽边缘在第 1 测量轴负向的位置
KN_5	SD 54620 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_UPPER_AX2	指定标准槽上边缘在第 2 测量轴的位置
KN_6	SD 54619 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_BASE_AX2	指定标准槽底部在第 2 测量轴的位置

3.2 测量工件（车削版）

参考资料：调试手册 *SINUMERIK Operate (IM9) / SINUMERIK 840D sl*, 章节“车削中的工件测量”。

开始测量前的起始位置

请选择合适的起点，使选取的工件测头能够作为对应的有效刀沿沿最短距离、和轴平行地安全运动到选定的标准槽当中，而不发生碰撞。

测量循环结束后的位置

在一个方向上的标定过程结束后，测头位于和标准面相距测量行程 (DFA) 的位置。进行 2 个方向上的标定时，在测量过程结束后，测头位置便是起始位置。

步骤

创建零件程序或 ShopTurn 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
2. 按下软键“校准探头”。
3. 按下软键“槽中校准”。
输入窗口“校准：通过槽校准探头”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟	 	标定数据组 (1 - 40)	-
			β 	用回转轴进行的刀具回转角度  (0°)  (90°) - 值输入	度
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
标定 	- 长度（标定测头长度） - 半径（标定测球半径）	-
标定方向  (仅适用于“半径”标定)	1: 在一个方向上标定 2: 在两个相反方向上标定	-
测量方向 	测量轴（和测量平面对应）： (+/-) Z (+/-) X	-
调整刀具长度  (仅适用于“长度”标定)	- 不选择（只调整触发点） - 选择（调整测头长度和触发点）	-
标准槽数据组 	1 2 3	-
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

说明

在第一次标定时测头的的数据字段仍保持为“0”。因此参数 **TSA** 必须设为大于测球半径的值，以避免出现“超出置信区域”报警。

结果参数列表

“标准槽标定”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-5 “标准槽标定”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [4]	测球直径实际值	毫米
_OVR [5]	测球直径“实际-目标”差值	毫米
_OVR [8]	触发点在第 1 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [10]	触发点在第 1 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [12]	触发点在第 2 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [14]	触发点在第 2 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [9]	触发点在第 1 轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [11]	触发点在第 1 轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [13]	触发点在第 2 轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [15]	触发点在第 2 轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [20]	第 1 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR [21]	第 2 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR [27]	零补区域	毫米
_OVR [28]	置信区域	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.2.5 车削测量 - 前沿 (CYCLE974)

功能

借助该测量方案可以测量横向进给轴方向工件端面的尺寸，并从中计算出补偿数据。

测出的差值可以用于：

- 零点偏移的补偿
- 刀具的补偿
- 无补偿测量

说明

高级测量

关于包含第三轴的测量方案请参见章节高级测量 (页 118)。

测量原理

该测量循环确定车削件端面上某个测量点相对于工件零点的实际位置。

随后计算出实测值和指定的目标值在第 1 轴上（G18 为 Z 轴）的差值。

刀具补偿还可以加入到总补偿和设置补偿中。

测量结果用于刀具补偿时，通常可以计算出经验值。

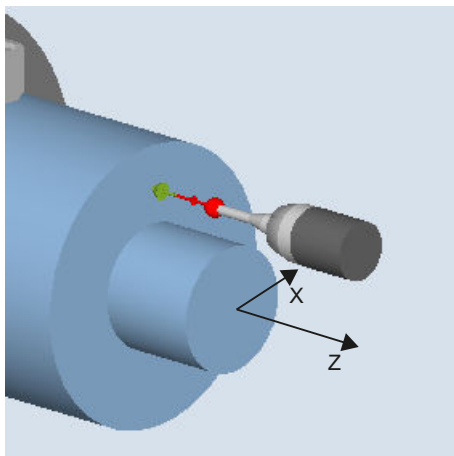


图 3-3 测量：前沿(CYCLE974)

3.2 测量工件（车削版）

前提条件

- 测头必须在测量方向上经过标定，作为“刀具”激活。请选择刀具类型 **710** 或者 **580** 用作测头。
- 刀沿位置可为 **5** 到 **8**，必须与测量任务相匹配。
- 如果可能，首先将工件用主轴定位指令（**SPOS**）定位到合适的主轴角度上。

开始测量前的起始位置

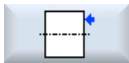
必须将测头定位于所要测量平面/边沿的对面。从该位置出发测量循环总是将测量轴沿设定值方向运行

测量循环结束后的位置

在标定过程结束后，测头位于和测量平面相距测量行程(**DFA**)的位置。

步骤

创建零件程序或 **ShopTurn** 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“车削测量”。
 3. 按下软键“设置前沿”。
- 输入窗口“测量：设置前沿”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
	标定数据组 (1 - 40)	-	T	测头的名称	-
			D 	刀沿号 (1 - 9)	-
				标定数据组 (1 - 40)	-
			β 	用回转轴进行的刀具回转角度  (0°)  (90°) - 值输入	度
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中¹⁾ - 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号	-
Z0	参考点 Z	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
尺寸公差 	使用尺寸公差（仅适用于测量值的用途“刀具补偿”） - 选择 - 不选择	-
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅在尺寸公差选项为“选择”时）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅在尺寸公差选项为“选择”时）	毫米

¹⁾ 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

3.2 测量工件（车削版）

结果参数列表

“前沿”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-6 “前沿”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	测量轴上的目标值	毫米
_OVR [1]	平面第 1 轴目标坐标→ 仅限 S_MA=1 时	毫米
_OVR [2]	目标坐标，第 2 轴→ 仅限 S_MA=2 时	毫米
_OVR [3]	目标坐标，第 3 轴→ 仅限 S_MA=3 时	毫米
_OVR [4]	测量轴上的实际值	毫米
_OVR [5]	实际坐标，第 1 轴→ 仅限 S_MA=1 时	毫米
_OVR [6]	实际坐标，第 2 轴→ 仅限 S_MA=2 时	毫米
_OVR [7]	实际坐标，第 3 轴→ 仅限 S_MA=3 时	毫米
_OVR [16]	测量轴上的“实际-目标”差值	毫米
_OVR [17]	“实际-目标”坐标差值，第 1 轴→ 仅限 S_MA=1 时	毫米
_OVR [18]	“实际-目标”坐标差值，第 2 轴→ 仅限 S_MA=2 时	毫米
_OVR [19]	“实际-目标”坐标差值，第 3 轴→ 仅限 S_MA=3 时	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.2.6 车削测量 - 内部直径 (CYCLE974, CYCLE994)

功能

借助该测量方案可以测量一个圆柱形工件的内直径。直径尺寸和半径尺寸都可以使用。

测量出的差值可用于：

- 零点偏移的补偿（只针对 1 点测量）
- 刀具的补偿
- 无补偿测量

说明

高级测量

关于包含第三轴的测量方案请参见章节高级测量 (页 118)。

测量原理

该测量程序通过 1 点测量法或者 2 点测量法确定工件零点（旋转中心）处的工件内直径。在 2 点测量法中，可以采用主轴（工件）旋转 180 的方法，或者采用测量旋转中心上边沿和下边沿的方法来确定直径。

刀具补偿还可以加入到总补偿和设置补偿中。

测量结果用于刀具补偿时，通常可以计算出经验值。

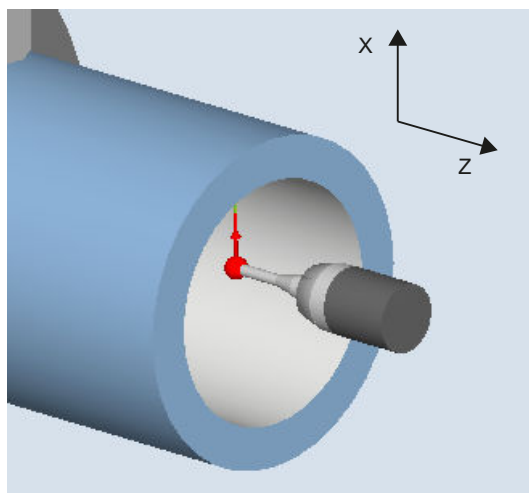


图 3-4 测量：内直径 (CYCLE974)

“在中心以下运行”的定位方式(CYCLE994)

选择“在中心以下运行”时，CYCLE994 通过 2 点测量法来确定工件的内直径。此时，测头会逼近以工件零点（旋转中心）为对称中心、相距指定目标距离的两个测量点。

也可以设定保护区，在测头运行时会计算该保护区。在定义保护区大小时，用户必须考虑到测球半径。

3.2 测量工件（车削版）

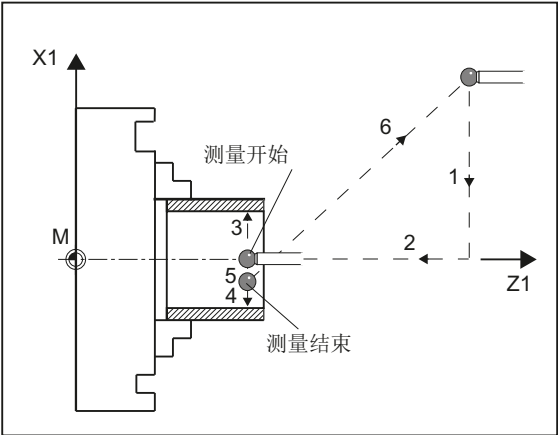


图 3-5 内直径 2 点测量法(CYCLE994)中测头的定位

旋转工件进行测量(CYCLE974)

该测量方案通过确定工件直径上两个点的位置来确定工件相对于工件零点的实际位置。

在进行第一次测量前，工件转动到参数 $\alpha 0$ 设定的角度上。第 1 次测量结束后，工件同样旋转 180，然后开始第二次测量。从这两个测量值生成一个平均值。

只有在不旋转工件进行的测量中（即 1 点测量法），才可以将测量结果用于补偿零点偏移。

前提条件

- 测头必须在测量方向上经过标定。
- 测头类型 710 或者 580 必须激活。
- 刀沿位置可为 5 到 8，必须与测量任务相匹配。

开始测量前的起始位置

将测头定位到待测平面对面、旋转中心上方。

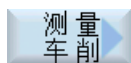
测量循环结束后的位置

测头位于旋转中心上方，和被测面相距 DFA。

选择了“在中心下方移动”时，测量程序结束后，测头位于旋转中心下方，和被测面相距 DFA。

步骤

创建零件程序或 ShopTurn 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
2. 按下软键“车削测量”。
3. 按下软键“内直径”。
输入窗口“测量：内直径”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
	标定数据组 (1 - 40)	-	T	测头的名称	-
			D	刀沿号 (1 - 9)	-
				标定数据组 (1 - 40)	-
			β	用回转轴进行的刀具回转角度 • (0°) • (90°) • 值输入	度
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标	• 仅测量（无补偿） • 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中^{1), 2)} • 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D	待补偿刀具的刀沿号	-
Ø	内直径	毫米
定位	• 不旋转工件进行测量 • 旋转工件进行测量(180°)³⁾ • 在中心以下运行（在旋转中心上方和下方测量）	-
α0	主轴旋转的起始角度（仅适用于“旋转工件进行测量”的定位）	度

3.2 测量工件（车削版）

参数	说明	单位
XR	在 X 方向后退（直径）	毫米
ZR（G18 平面）	在 Z 方向后退	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
尺寸公差 	使用尺寸公差（仅适用于测量值的用途“刀具补偿”） - 选择 - 不选择	-
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅在尺寸公差选项为“选择”时）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅在尺寸公差选项为“选择”时）	毫米

- 1) 仅适用于“不旋转工件进行测量”的定位
- 2) 其他参数和测量值的用途可在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中设置。
- 3) 当置位了通用设定数据 SD 54764 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TURN 的位 0 时，才会显示功能“旋转工件进行测量”。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

结果参数列表

“内直径”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-7 “内直径”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	直径目标值（指定的测量轴 S_MA）	毫米
_OVR [1]	平面第 1 轴上的直径目标值 → 仅适用于 S_MA=1	毫米
_OVR [2]	平面第 2 轴上的直径目标值 → 仅适用于 S_MA=2	毫米
_OVR [3]	平面第 3 轴上的直径目标值 → 仅适用于 S_MA=3	毫米
_OVR [4]	直径实际值	毫米
_OVR [5]	平面第 1 轴上的直径实际值 → 仅适用于 S_MA=1	毫米
_OVR [6]	平面第 2 轴上的直径实际值 → 仅适用于 S_MA=2	毫米
_OVR [7]	平面第 3 轴上的直径实际值 → 仅适用于 S_MA=3	毫米
_OVR [16]	直径“实际-目标”差值	毫米

参数	说明	单位
_OVR [17]	平面第 1 轴上的直径“实际-目标”差值 → 仅适用于 S_MA=1	毫米
_OVR [18]	平面第 2 轴上的直径“实际-目标”差值 → 仅适用于 S_MA=2	毫米
_OVR [19]	平面第 3 轴上的直径“实际-目标”差值 → 仅适用于 S_MA=3	毫米
_OVI [0]	D 号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.2.7 车削测量 - 外直径 (CYCLE974, CYCLE994)

功能

借助该测量方案可以测量一个圆柱形工件的外直径。直径尺寸和半径尺寸都可以使用。

测量出的差值可用于：

- 零点偏移的补偿（只针对不旋转工件进行的测量、1 点测量法）
- 刀具的补偿
- 无补偿测量

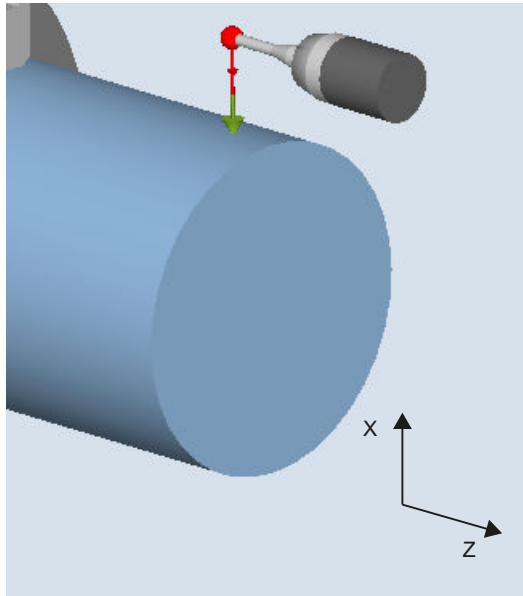
说明

高级测量

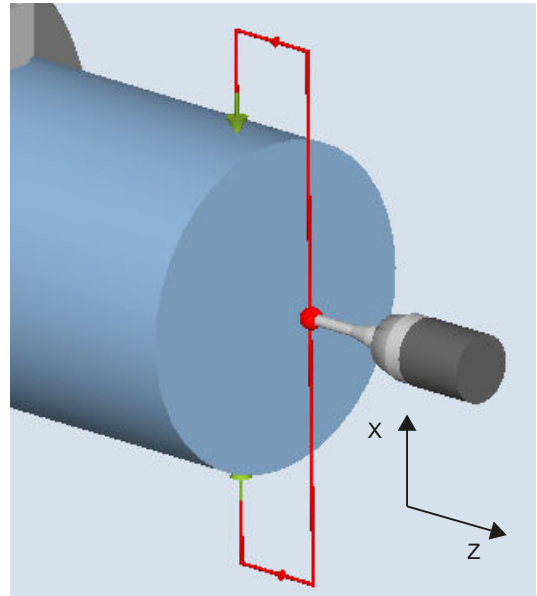
关于包含第三轴的测量方案请参见章节高级测量 (页 118)。

测量原理

该测量程序通过 1 点测量法或者 2 点测量法确定工件零点（旋转中心）处的工件外直径。在 2 点测量法中，可以采用主轴（工件）旋转 180 的方法，或者采用测量旋转中心上边沿和下边沿的方法来确定直径。



测量：外直径 (CYCLE974)
旋转/不旋转工件



测量：外直径 (CYCLE994)
在旋转中心上方或下方

“在中心以下运行”的定位方式(CYCLE994)

选择“在中心以下运行”时，CYCLE994 通过 2 点测量法来确定工件的外直径。此时，测头会逼近以工件零点（旋转中心）为对称中心、相距指定目标距离的两个测量点。测量中可以选择设置保护区。在定义保护区大小时，用户必须考虑到测球半径。

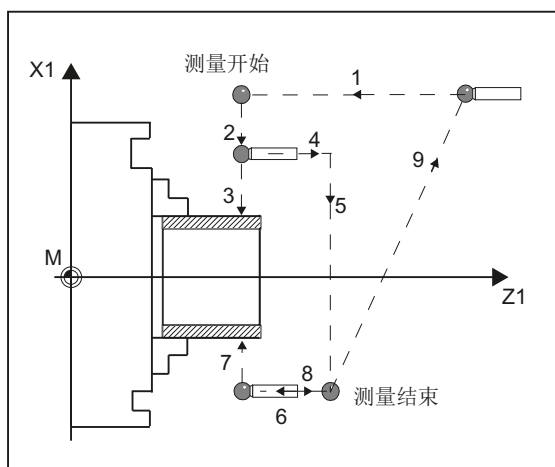


图 3-6 测量工件外直径(CYCLE994)时、含 X 轴和 Z 轴回退行程的测头的定位方式

旋转工件进行测量(CYCLE974)

该测量方案通过确定工件直径上两个点的位置来确定工件相对于工件零点的实际位置。

在进行第一次测量前，工件转动到参数 $\alpha 0$ 设定的角度上。第 1 次测量结束后，工件同样旋转 180° ，然后开始第二次测量。从这两个测量值生成一个平均值。

只有在不旋转工件进行的测量中（即 1 点测量法），才可以将测量结果用于补偿零点偏移。

前提条件

- 测头必须在测量方向上经过标定。
- 测头类型 710 或者 580 必须激活。
- 刀沿位置可为 5 到 8，必须与测量任务相匹配。

说明

选择“在中心以下运行”时，如果在用户程序中调用 CYCLE994 前对 _CHBIT[7] 置位（兼容之前版本），也可以不事先标定测头而进行测量。

开始测量前的起始位置

将测头定位到待测平面对面、旋转中心上方。

测量循环结束后的位置

测头位于旋转中心上方，和被测面相距 DFA。

3.2 测量工件（车削版）

选择“在中心以下运行”时，测量程序结束后，测头位于旋转中心下方，和被测面相距DFA。

步骤

创建零件程序或 ShopTurn 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下软键“车削测量”。
 - 3. 按下软键“外直径”。
- 输入窗口“测量：外直径”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
	标定数据组 (1 - 40)	-	T	测头的名称	-
			D	刀沿号 (1 - 9)	-
				标定数据组 (1 - 40)	-
			β	用回转轴进行的刀具回转角度 • ← (0) • ↓ (90°) • 值输入	度
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标	• 仅测量（无补偿） • 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ^{1), 2)} • 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D	待补偿刀具的刀沿号	-
Ø	外直径	毫米

参数	说明	单位
定位 	- 不旋转工件进行测量 - 旋转工件进行测量³⁾ - 在中心以下运行（在旋转中心上方和下方测量）	-
$\alpha 0$	主轴旋转的起始角度（仅适用于“旋转工件进行测量”的定位）	度
ZR（G18 平面）	在 Z 方向后退	毫米
XR	在 X 方向后退（直径）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
尺寸公差 	使用尺寸公差（仅适用于测量值的用途“刀具补偿”） - 选择 - 不选择	-
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅在尺寸公差选项为“选择”时）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅在尺寸公差选项为“选择”时）	毫米

1) 仅适用于“不旋转工件进行测量”的定位

2) 其他参数和测量值的用途可在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中设置。

3) 当置位了通用设定数据 SD 54764 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TURN 的位 0 时，才会显示功能“旋转工件进行测量”。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

车床上的铣削测量方案

步骤

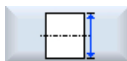
待处理的零件程序或 ShopMill 程序已创建并处于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“测量车削”。



3. 按下软键“外直径”。

输入窗口“测量：外直径”打开。

3.2 测量工件（车削版）

参数

ShopMill 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号（1 - 9）	-
 	标定数据组（1 - 40）	-
β 	用回转轴进行的刀具回转角度  （0°）  （90°） - 值输入	度
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米
X	测量起点 X 轴坐标	毫米

结果参数列表

“外直径”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-8 “外直径”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	直径目标值（指定的测量轴 S_MA）	毫米
_OVR [1]	平面第 1 轴上的直径目标值 → 仅适用于 S_MA=1	毫米
_OVR [2]	平面第 2 轴上的直径目标值 → 仅适用于 S_MA=2	毫米
_OVR [3]	平面第 3 轴上的直径目标值 → 仅适用于 S_MA=3	毫米
_OVR [4]	直径实际值	毫米
_OVR [5]	平面第 1 轴上的直径实际值 → 仅适用于 S_MA=1	毫米
_OVR [6]	平面第 2 轴上的直径实际值 → 仅适用于 S_MA=2	毫米
_OVR [7]	平面第 3 轴上的直径实际值 → 仅适用于 S_MA=3	毫米
_OVR [16]	直径“实际-目标”差值	毫米
_OVR [17]	平面第 1 轴上的直径“实际-目标”差值 → 仅适用于 S_MA=1	毫米
_OVR [18]	平面第 2 轴上的直径“实际-目标”差值 → 仅适用于 S_MA=2	毫米
_OVR [19]	平面第 3 轴上的直径“实际-目标”差值 → 仅适用于 S_MA=3	毫米
_OVI [0]	D 号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.2.8 高级测量

包含第 3 轴（Y 轴）

如果车床配有第 3 轴，用户也可以出于工艺方面的考虑而将该轴用作测量轴。此时预定位过程和测量过程在第 3 轴（即 Y 轴）完成，但是测量结果（补偿值）却输入到第 2 几何轴（X 轴）的刀具数据和零偏数据中。第 3 轴是采用半径尺寸还是直径尺寸取决于第 2 轴的设置。

说明

车床上第 3 轴的测量需要使用测量循环 CYCLE974 和 CYCLE994！该功能必须首先启用，参见

文档：调试手册 *SINUMERIK Operate (IM9) / SINUMERIK 840D sl*，章节“车削中的工件测量”。

2 点测量法中的高级绕行方案(CYCLE994)

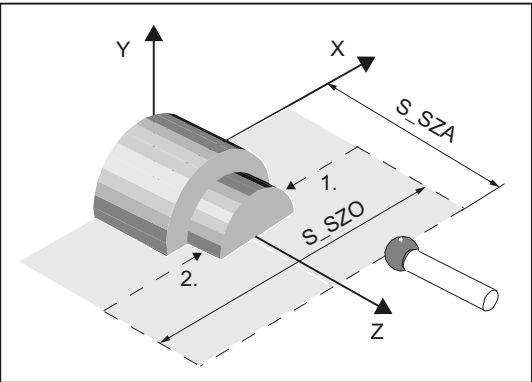
如果车床配有第 3 轴，用户也可以将它用作绕行轴。

下面展示的绕行方案可以通过设置标记或者测量轴的编号（参数 S_MA）加以选择。

首先需要启用第 3 轴的测量应用才能使用绕行方案。

S_MA, 多点 = 102

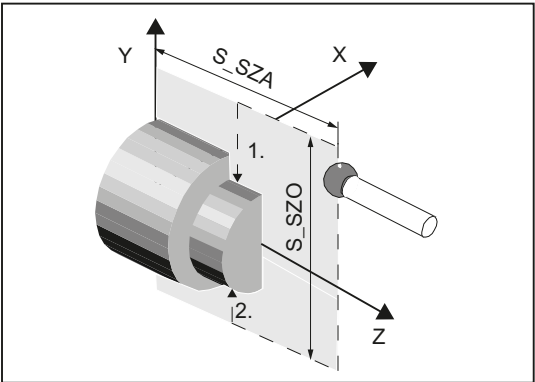
平面第 1 轴是绕行轴（Z 轴）
平面第 2 轴是测量轴（X 轴）



测头的刀沿位置(SL)=7

S_MA, 多点 = 103

平面第 1 轴是绕行轴（Z 轴）
平面第 3 轴是测量轴（Y 轴）

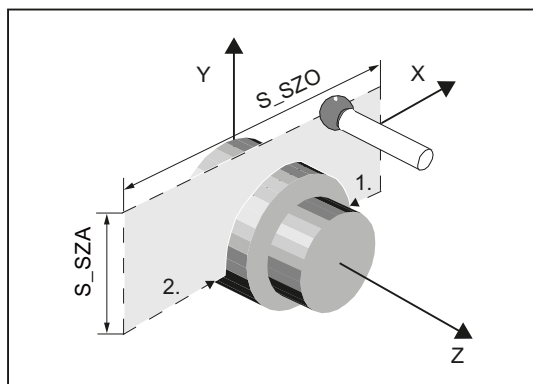


测头的刀沿位置(SL)=7

S_MA, 多点 = 302

平面第 3 轴是绕行轴（Y 轴）

平面第 2 轴是测量轴（X 轴）

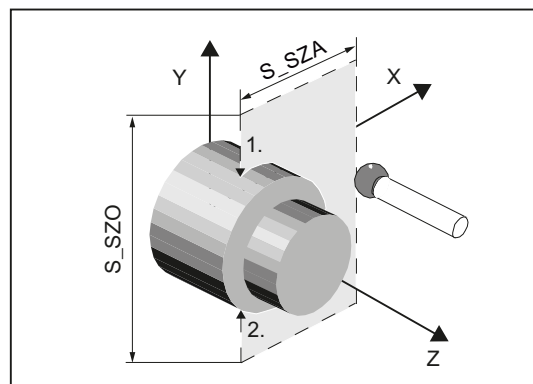


测头的刀沿位置(SL)=7

S_MA, 多点 = 203

平面第 2 轴是绕行轴（X 轴）

平面第 3 轴是测量轴（Y 轴）



测头的刀沿位置(SL)=7

3.3 测量工件（铣削版）

3.3.1 概述

铣床

下面的测量循环是针对铣床应用的。

说明

主轴

主轴命令指的是测量循环中总是针对控制系统当前工作的主主轴生效的命令。
在带有多个主轴的机床上使用测量循环时，要在调用循环前将某根主轴定义为“主主轴”。

说明

精确测量要求测头首先在测量条件下经过标定，也就是说，标定过程和测量过程采用相同的工作平面和测量速度。
当测头安装在动力刀具用主轴中时，还需要注意主轴的对齐，否则可能会增加测量误差。

参考资料： /PG/编程手册 *SINUMERIK 840D sl / 828D 基本原理*

平面定义，单位制

铣削方式下的测量循环会自动采用当前选中的平面 G17、G18 或者 G19。
机床和工件的单位制（基础系统）可以不一样。
在公制单位的机床上以英制来测量工件时应使用 G 指令 G700。
在英制单位的机床上以 mm 来测量工件时应使用 G 指令 G710。

3.3.2 标定测头 - 长度 (CYCLE976)

3.3.2.1 功能

说明

所有补偿方案的说明

在与回转/Cycle800 或 Traori 一同进行精确测量时要注意按照紧接着的测量进行测头标定。
即：测头标定应在与测量相符的回转轴和线性轴的机械情况下进行。

功能

借助此测量方案可以通过一个已知平面（标准面）在刀具轴方向对工件测头的长度进行标定，例如，这个平面可以是一个工件。

测量原理

测头沿测量方向运行到一个平面，例如：工件。

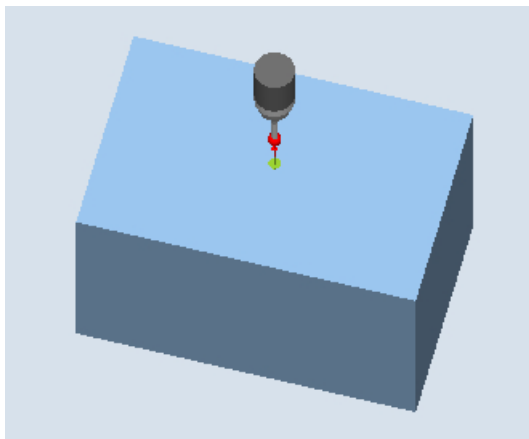


图 3-7 标定：标准面标定长度(CYCLE976)

测头的长度由通用数据 MD 51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 1 的设置决定。该参数的设置决定了测头长度相对的是测球球心还是测球外圆。

在刀具长度相对于球心的设置中，触发值会根据标定方向输入到对应的标定数据中。

文档：调试手册 *SINUMERIK Operate (IM9) / SINUMERIK 840D sl*, 章节“测量循环和测量功能”

3.3 测量工件（铣削版）

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）
 - L 形测头（类型 713）

说明

L 形测头的使用（类型 713）

使用 L 形测头可以在 +Z（用于拉式测量）轴上进行标定。

L 形测头支架的基准方向为 +X（补偿角 = 0）。如果测头支架在测量程序中标定为另外的方向，会产生围绕刀具轴的旋转（例如：ROT Z = 90）。

- 测头长度必须已知，并输入到刀具补偿数组中，使工件测头可以安全无碰撞地定位。
- 测球的精确半径必须已知，并输入到刀具数据中。例如，可以事先通过标准球或者标准环标定测球半径（适用于类型 710、712）。
- 标准面垂直于测量轴或刀具轴。

开始测量前的起始位置

将测头定位到标准面对面。

测头和标准面之间的间距应大致等于所选测量行程(DFA)。

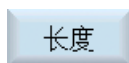
测量循环结束后的位置

取决于测量方向是 X 轴、Y 轴还是 Z 轴，自动模式中的测头位于和标准面相距所选测量行程(DFA)的位置。在 JOG 模式中再次逼近起始位置。

3.3.2.2 调用测量方案

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。

2. 按下软键“校准探头”。

3. 按下软键“长度”。

输入窗口“校准：通过平面校准长度”打开。

3.3.2.3 参数

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
	标定数据组 (1 - 40)	-	D	刀沿号 (1 - 9)	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟		标定数据组 (1 - 40)	-
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
调整刀具长度	- 选择（调整测头长度和触发点）¹⁾ - 不选择（只调整触发点）	-
测量方向	测量轴为 (+/-) Z 轴（在测量平面为 G17 时）	-
Z0	参考点 Z 轴坐标（在测量平面为 G17 时）	毫米
DFA	测量行程	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
TSA	测量结果的置信区域	毫米
测量 	同一地点的测量数量（1-9）	-

1) 只有在通过“SD 54780 \$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE”的位 28 激活了该字段后，才提供参数“调整刀具长度”。

说明
在第一次标定时测头的数据字段仍保持为“0”。因此参数 **TSA** 必须设为大于测球半径的值，以避免出现“超出置信区域”报警。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤
待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。

 测量
工件

 校准
探头

 长度

- 1. 按下软键“测量工件”。
- 2. 按下软键“校准测头”。
- 3. 按下软键“长度”。
输入窗口“标定：标准面标定长度”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

3.3.2.4 结果参数

结果参数列表

“长度”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-9 “长度”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [4]	测球直径实际值	毫米
_OVR [5]	测球直径“实际-目标”差值	毫米
_OVR [16]	触发点在第 3 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [17]	触发点在第 3 轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [18]	触发点在第 3 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [19]	触发点在第 3 轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [22]	工件测头的长度	毫米
_OVR [27]	零补区域	毫米
_OVR [28]	置信区域	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.3.3 在校准环中校准探头半径 (CYCLE976)

功能

借助该测量方案可通过一个标准环（在平面内的坐标轴上）标定以下数据：

- 工件测头的偏心度
- 触发值
- 测球半径

通过标准环标定测头时，标准环的中心点位置可以已知或未知。中心点已知时，该点即起点。

在标定选项“从标准环中心出发”中，也可以在考虑出发角的前提下进行标定。选择了出发角时，便可以绕过测量行程中或测量位置上可能出现的障碍物。

测量原理

标定程序总是从当前加工面第 1 轴的正方向开始。一共需要检测 8 个位置，分成 2 次检测。根据使用的测头类型，这两次检测采用不变的主轴位置或者主轴旋转 180°。

标定期间会确定标准环的中心点位置（取决于标定方案）和该点到起点的距离。

在结果数据中，标定数据/触发点主要受到以下值的影响：

- 测球的物理半径
- 测头的结构
- 测量速度
- 标准环具有足够精度
- 标准环正确固定

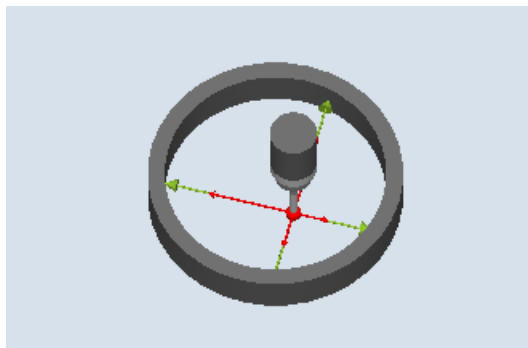


图 3-8 标定：标准环标定半径(CYCLE976)

前提条件

通过标准环标定必须满足以下条件：

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）
 - 星形测头（类型 714）

说明

与单向测头、星形测头和比较类型“环形中心上的起点“未选择”时”组合使用时需要一个具有 SPOS 能力的主轴。

- 提示：星形测头（类型 714）的机械臂之间须成 90 度角。
- 标准环的精确直径已知。

开始测量前的起始位置

如果不是从标准环中心出发开始测量循环，必须将工件测球球心定位到标准环中心附近上方的标定高度上。

如果从标准环中心出发开始测量，必须将工件测球球心精确定位到标准环中心正上方的标定高度上。

测量循环结束后的位置

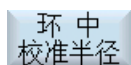
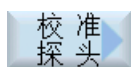
结束标定后，测球球心位于标准环中心上方的标定高度。

说明

如果对测量精度的要求非常高，我们建议将标准环中心和出发位置之间的间距输入到零点偏移中，然后再进行标定。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
2. 按下软键“校准探头”。
3. 按下软键“环中校准半径”。
输入窗口“校准：通过环校准半径”打开。

3.3 测量工件（铣削版）

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟	 	标定数据组 (1 - 40)	-
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
环形中心上的起点 	- 是（调整标定方向和测量方向） - 否（测量位置偏差）	-
标定方向 	1（在一个方向上标定） 2（在两个相反方向上标定） 4（在平面的两个相反方向上标定）	-
测量位置偏差 	- 是（测量探头的位置偏差） - 否（不测量探头的位置偏差）	-
测量轴 	测量轴（X、Y）	-
测量方向 	测量方向（+/-），测量轴（X、Y）	-
Ø	标准环直径	毫米
α0	接触角度	度
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
测量	同一地点的测量数量（1-9）	-

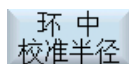
说明

在第一次标定时测头的的数据字段仍保持为“0”。因此参数 **TSA** 必须设为大于测球半径的数值，以避免出现“超出置信区域”报警。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。
2. 按下软键“校准测头”。
3. 按下软键“标准环标定半径”。
输入窗口“标定：标准环标定半径”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D	刀沿号 (1 - 9)	-
	标定数据组 (1 - 40)	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“标准环标定半径”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-10 “标准环标定半径”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [4]	探头的直径实际值	毫米
_OVR [5]	探头的直径差值	毫米
_OVR [6]	标准环圆心在第 1 轴的坐标	毫米
_OVR [7]	标准环圆心在第 2 轴的坐标	毫米
_OVR [8]	触发点在第 1 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [9]	触发点在第 1 轴负方向的坐标差值	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
_OVR [10]	触发点在第 1 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [11]	触发点在第 1 轴正方向的坐标差值	毫米
_OVR [12]	触发点在第 2 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [13]	触发点在第 2 轴负方向的坐标差值	毫米
_OVR [14]	触发点在第 2 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [15]	触发点在第 2 轴正方向的坐标差值	毫米
_OVR [20]	第 1 轴位置偏差（探头倾斜位置）	毫米
_OVR [21]	第 2 轴位置偏差（探头倾斜位置）	毫米
_OVR [24]	确定触发点的角度	度
_OVR [27]	零补偿范围	毫米
_OVR [28]	置信区域	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [5]	探头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.3.4 通过平面校准探头半径(CYCLE976)

功能

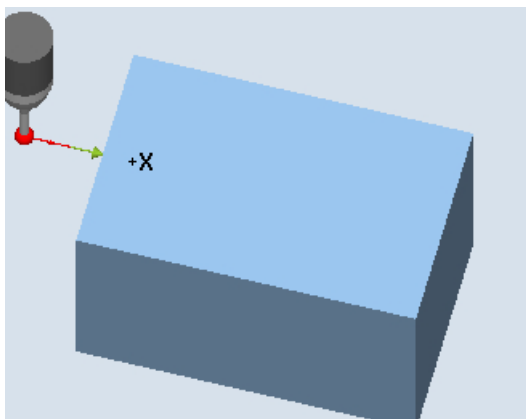
该测量方案用于通过一个和测头垂直的标准面在用户选中的坐标轴、轴方向上对工件测头进行标定。例如，这个平面可以是一个工件。

测出的触发点会传送到标定数据字段中。

测量原理

测头在选中的坐标轴和轴方向上向标准面移动。

测出的标定值（触发点+位置偏差）和测球半径会传送到已定址的标定数据字段中。



标定：标准面标定半径(CYCLE976)，标定方向

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）
 - 星形测头（类型 714）
 - L 形测头（类型 713）

开始测量前的起始位置

测头必须定位到和标准面大概相距测量行程(DFA)的位置。

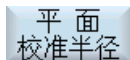
测量循环结束后的位置

测球球心在标准面前面，与之相距测量行程。

3.3 测量工件（铣削版）

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“校准探头”。
 3. 按下软键“平面校准半径”。
- 输入窗口“校准：通过平面校准半径”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
	标定数据组 (1 - 40)	-	D	刀沿号 (1 - 9)	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟		标定数据组 (1 - 40)	-
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
标定方向	1: 在一个方向上标定 2: 在两个相反方向上标定	-
测量位置偏差	- 是 (测量探头的位置偏差) - 否 (不测量探头的位置偏差)	-
测量轴	- G17 平面下为 X 轴 - G17 和 G19 平面下为 Y 轴 - G19 平面下为 Z 轴	-
测量方向	测量轴: - G17 平面下为 (+/-) X 轴 - G17 和 G19 平面下为 (+/-) Y 轴 - G19 平面下为 (+/-) Z 轴	-

参数	说明	单位
X0 / Y0 / Z0	参考点	毫米
X1 / Y1 / Z1	位置 2 基于 X0 / Y0 / Z0 的边沿	inc
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
测量 	同一地点的测量数量（1-9）	-

说明

在第一次标定时测头的的数据字段仍保持为“0”。因此参数 **TSA** 必须设为大于测球半径的数值，以避免出现“超出置信区域”报警。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

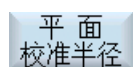
待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“校准测头”。



3. 按下软键“平面校准半径”。

输入窗口“标定：标准面标定半径”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-
	标定数据组 (1 - 40)	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

结果参数列表

“通过平面校准半径”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-11 “通过平面校准半径”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [4]	探头的直径实际值	毫米
_OVR [5]	探头的直径差值	毫米
_OVR [8]	触发点负向实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [10]	触发点正向实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [40]	触发点负向实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [14]	触发点正向实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [9]	触发点负向“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR [11]	触发点正向“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR [13]	触发点负向“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVR [15]	触发点正向“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVR [20]	平面第 1 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR [21]	平面第 2 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR [24]	确定触发点的角度	度
_OVR [27]	零补偿范围	毫米
_OVR [28]	置信区域	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [5]	探头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.3.5 标定测头 - 通过 2 个边沿标定半径 (Cycle976)

3.3.5.1 功能

功能

该测量方案用于在用户选中的加工平面的坐标轴上，在两个相互平行的标准面之间对工件测头进行标定。

测量原理

测头在选中的坐标轴上以恒定的主轴位置在两个标准面之间移动。运行路径必须垂直于标准面。

测出的标定值（触发点+位置偏差）和测球半径会传送到已定址的标定数据字段中。

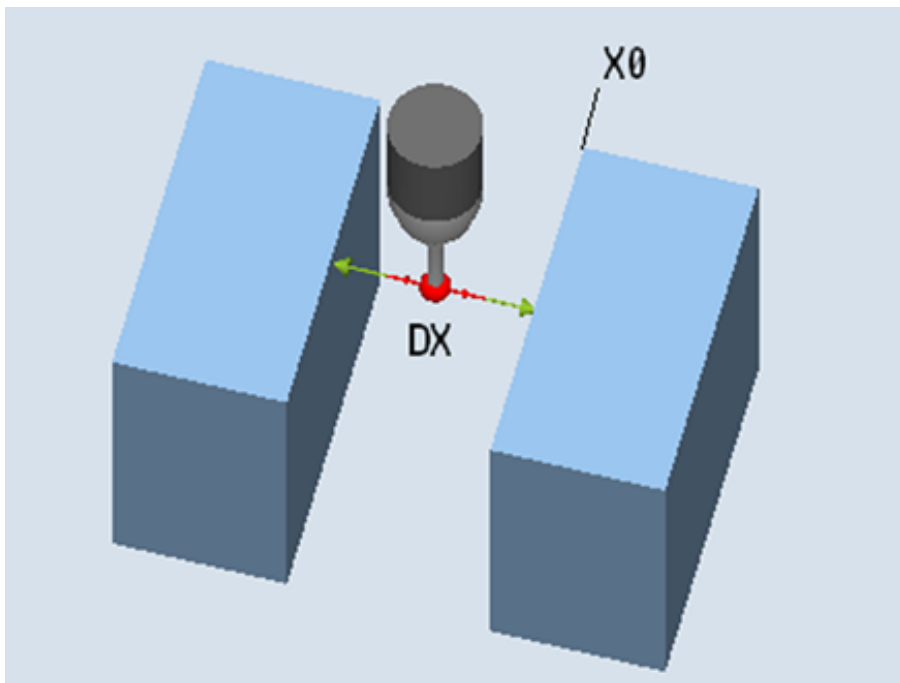


图 3-9 标定：2 个边沿之间的半径（CYCLE976）

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）

开始测量前的起始位置

测球须定位在标定高度上，靠近两个标准面之间的中心。

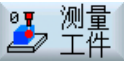
测量循环结束后的位置

测头中心位于标准面之间的中心点上。

3.3.5.2 调用测量方案

步骤

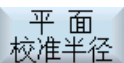
创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“标定测头”。



3. 按下软键“标准面标定半径”。
输入窗口“标定：标准面标定半径”打开。
4. 在下拉菜单“标定方向”中选“2”。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
	标定数据组 (1 - 40)	-	D	刀沿号 (1 - 9)	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟		标定数据组 (1 - 40)	-
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
标定方向	1: 在一个方向上标定 2: 在两个相反方向上标定	-
测量位置偏差	- 是（测量探头的位置偏差） - 否（不测量探头的位置偏差）	-
测量轴	- G17 平面下为 X 轴 - G17 和 G19 平面下为 Y 轴 - G19 平面下为 Z 轴	-

参数	说明	单位
测量方向 	测量轴： • G17 平面下为 (+/-) X 轴 • G17 和 G19 平面下为 (+/-) Y 轴 • G19 平面下为 (+/-) Z 轴	-
X0 / Y0 / Z0	参考点	毫米
X1/ Y1 / Z1	位置 2 基于 X0 / Y0 / Z0 的边沿	inc
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
测量 	同一地点的测量数量 (1-9)	-

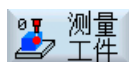
说明

在第一次标定时测头的的数据字段仍保持为“0”。因此参数 **TSA** 必须设为大于测球半径的数值，以避免出现“超出置信区域”报警。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

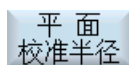
待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“校准测头”。



3. 按下软键“平面校准半径”。

输入窗口“标定：标准面标定半径”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-

3.3 测量工件（铣削版）

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

3.3.5.3 结果参数

结果参数列表

测头“两个标准面之间的半径”可以提供下列结果参数：

表格 3-12 结果参数“两个标准面之间的半径”

参数	说明	单位
_OVR[4]	测球直径实际值	毫米
_OVR[5]	测球直径“实际-目标”差值	毫米
_OVR[8]	平面第 1 轴触发点负方向实际值	毫米
_OVR[10]	平面第 1 轴触发点正方向实际值	毫米
_OVR[12]	平面第 2 轴触发点负方向实际值	毫米
_OVR[14]	平面第 2 轴触发点正方向实际值	毫米
_OVR[9]	平面第 1 轴触发点负方向差值	毫米
_OVR[11]	平面第 1 轴触发点正方向差值	毫米
_OVR[13]	平面第 2 轴触发点负方向差值	毫米
_OVR[15]	平面第 2 轴触发点正方向差值	毫米
_OVR[20]	平面第 1 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR[21]	平面第 2 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR[27]	零补区域	毫米
_OVR[28]	置信区域	毫米
_OVI[2]	测量循环编号	-
_OVI[5]	测头编号	-
_OVI[9]	报警号	-

描述的是与所选轴相对应的结果参数。

3.3.6 标定测头 - 标准球标定(CYCLE976)

功能

该测量方案用于标定空间内任意位置上的一个工件测头。在和回转功能和坐标转换组合使用时，它比较有用。

它和“标准环标定”得出的标定数据一样：

- 工件测头的偏心度
- 触发值
- 测球半径。

此外，还可以通过以下机床数据确定刀具轴上测头的长度：

MD51740 \$MNS_MEAS_FUNCTION_MASK, 位 1（测球球心或测球外圆）

另外，该循环可以确定测球球心的位置。

说明

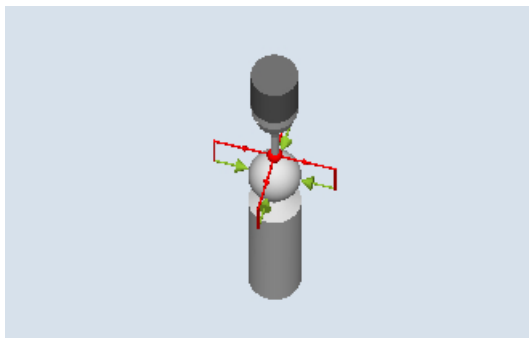
对于测量方案“沿圆弧轨迹定位”，始终在算术运算正方向上以 90° 定位。

测量原理

测量的过程可分为如下几部分：

1. 确定标准球的圆心坐标
2. 确定标定数据

原则上，测头可以和轴平行地沿直线运行或沿圆弧轨迹围绕标准球运行。



3.3 测量工件（铣削版）

图 3-10 标准球标定(CYCLE976)，以和轴平行地绕行为例

前提条件

- 标准球的直径必须已知。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）
- 需要有 SPOS 功能的主轴。

开始测量前的起始位置

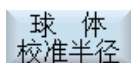
将工件测头定位到标准球上方的某个位置，使测头能安全无碰撞地开始绕行或向下移动。

测量循环结束后的位置

工件测头位于标准球中心上方。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“校准探头”。
 3. 按下软键“球体校准”。
- 输入窗口“校准：通过球体校准探头”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟	 	标定数据组 (1 - 40)	-
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
定位 	绕行球体 - 与轴平行 - 沿圆弧轨迹	-
测量位置偏差 	- 是（测量探头的位置偏差） - 否（不测量探头的位置偏差）	-
进给轴上的标定 	- 是（标定平面上和进给轴上的探头） - 否（标定平面上的探头）	-
调整刀具长度 	- 选择（调整测头长度和触发点） - 不选择（只调整触发点）	-
ZS（G17 平面上）	标准球的上边缘（只针对选择了“调整刀具长度”时）	毫米
Ø	球体直径	毫米
α0	接触角度 ¹⁾	度
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
测量 	同一地点的测量数量（1-9）	-

¹⁾ 接触角度始终针对的是生效坐标系内第 1 根轴的正方向，比如：G17 平面内的 +X 轴方向；G18 平面内的 +Z 轴方向；G19 平面内的 +Y 轴方向。

3.3 测量工件（铣削版）

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

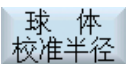
待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“标定测头”。



3. 按下软键“标准球标定”。

输入窗口“标定：标准球标定探头”打开。

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“标准球标定半径”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-13 “标准球标定半径” 结果参数

参数	说明	单位
_OVR [4]	测球直径实际值	毫米
_OVR [5]	测球直径“实际-目标”差值	毫米
_OVR [8]	触发点在第 1 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [10]	触发点在第 1 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [12]	触发点在第 2 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [14]	触发点在第 2 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [16]	触发点在第 3 轴负方向的实际坐标	毫米

参数	说明	单位
_OVR [18]	触发点在第 3 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [9]	触发点在第 1 轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [11]	触发点在第 1 轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [13]	触发点在第 2 轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [15]	触发点在第 2 轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [17]	触发点在第 3 轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [19]	触发点在第 3 轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [20]	第 1 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR [21]	第 2 轴位置偏差（测头偏心度）	毫米
_OVR [22]	工件测头的长度	毫米
_OVR [24]	确定触发点的角度	度
_OVR [27]	零补区域	毫米
_OVR [28]	置信区域	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.3.7 边沿间距 - 设置边沿 (CYCLE978)

功能

该测量方案可用于通过 1 点测量法确定工件坐标系内一个和坐标轴平行的边沿的位置。

在使用 L 形测头（类型 713）时，在刀具轴正向上测头可进行拉式测量。

在使用“带主轴旋转的 3D 测头”时，会在平面中的轴上进行差值测量。先后自动进行两次测量，一次主轴旋转 180 度，一次旋转 0 度。该测量的特殊过程允许采用未经标定的多向测头。测头的正确刀具半径必须在标定测头时一次性确定。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

在使用测量方法“标定 3D 测头”时，始终会根据当前的测量方向对测头的切换方向进行标定。推荐在对测量精度要求较高时使用该功能。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

3.3 测量工件（铣削版）

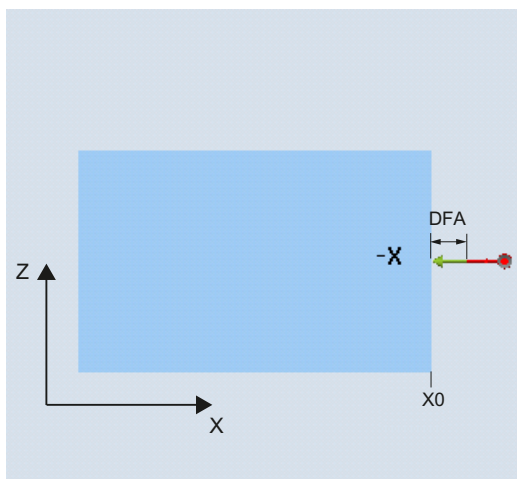
测量出的差值可用于：

- 零点偏移的补偿
- 刀具的补偿
- 无补偿测量

测量原理

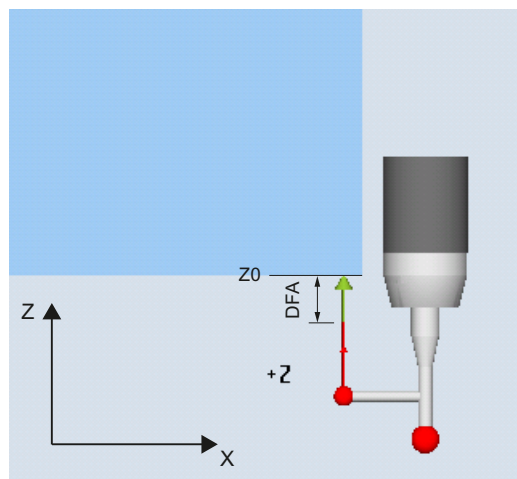
该测量循环首先确定工件边沿上某个测量点相对于工件零点的实际位置，并同时考虑标定值在内。

随后计算出实测值和指定的目标值在指定测量轴上的差值。



测量：边 (CYCLE978)

测量方向：-X



测量：边 (CYCLE978)

测量方向：+Z（拉式测量）

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）
 - L 形测头（类型 713）

说明

L 形测头的使用（类型 713）

使用 L 形测头可以在 +Z（用于拉式测量）轴上进行测量。

L 形测头支架的基准方向为 +X（补偿角 = 0）。如果测头支架在测量程序中标定为另外的方向，会产生围绕刀具轴的旋转（例如：ROT Z = 90）。

- 星形测头（类型 714）

该测量方案运用于车床时：

- 使用测头类型 710 或 580
- 在测球中心处设置工件测头的参考长度：
MD51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK, 位 1 = 0

说明

以下的测量方法只能在平面中的轴上使用：

- 带主轴旋转的 3D 测头（差值测量）
- 标定 3D 测头

测头类型 712、713 和 714 一般不能用于这些测量方法。

开始测量前的起始位置

测头必须定位到和待测平面相距稍微超过测量行程(DFA)的位置。

测量循环结束后的位置

在测量结束后，测头（测球外圆）位于和被测平面相距 DFA 的位置。

3.3 测量工件（铣削版）

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下软键“边沿间距”。
 - 3. 按下软键“设置边沿”。
- 输入窗口“测量边沿”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-	T	测头的名称	-
			D	刀沿号 (1 - 9)	-
			测量方法	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-
PL	测量平面 (G17 - G19)	-		标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	• 仅测量（无补偿） • 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中³⁾ – 测量值保存在可设定零点偏移中（生效的零点偏移、G54、G55、G56、G57、G505、G506） – 粗/精（保存粗偏移中的测量值/保存精偏移中的测量值） • 基本参考（测量值保存在基本参考中） – 粗/精（保存粗偏移中的测量值/保存精偏移中的测量值） • 通道专用基准 – 测量值保存在框架编号中（1-4） – 粗/精（保存粗偏移中的测量值/保存精偏移中的测量值） • 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号（1-9）	-
	• 几何量：测量值保存在刀具几何量中 • 磨损：测量值保存在刀具磨损中	-
	• 自动的：自动选择刀具长度或刀具半径 • 长度 L1-L3：补偿刀具长度 L1-L3 • 半径：补偿刀具半径	-
计算 	• 未取反（未取反计算刀具补偿值） • 取反（取反计算刀具补偿值）	-
测量方向 	测量轴 • +/- X • +/- Y • +/- Z	-
X0 / Y0 / Z0	目标值（对应测量方向）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
TDIF	尺寸差极限的公差区域	mm
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TZL	零补的公差区域	mm
经验值数据组 	• 无（不使用经验值） • 1-20（经验值的数据组）	-

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
平均值数据组 	无（不求平均值） 1-20（求平均值的数据组）	-
TMV	用于带有平均值形成的补偿区域	-
FW	用于求平均值的加权系数	-
测量 	同一地点的测量数量（1-9）	-

- 1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。
- 2) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 17 时，才会显示功能“标定 3D 测头”。
- 3) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。



机床制造商
请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。
2. 按下软键“边沿间距”。
3. 按下软键“设置边沿”。
- 输入窗口“测量：边沿”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
	标定数据组（1 - 40） （仅适用于不带主轴旋转的测量）	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“设置边沿”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-14 “设置边沿”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	测量轴上的目标值	毫米
_OVR [1]	目标坐标，第 1 轴→ 仅限 S_MA=1 时	毫米
_OVR [2]	目标坐标，第 2 轴→ 仅限 S_MA=2 时	毫米
_OVR [3]	目标坐标，第 3 轴→ 仅限 S_MA=3 时	毫米
_OVR [4]	测量轴上的实际值	毫米
_OVR [5]	实际坐标，第 1 轴→ 仅限 S_MA=1 时	毫米
_OVR [6]	实际坐标，第 2 轴→ 仅限 S_MA=2 时	毫米
_OVR [7]	实际坐标，第 3 轴→ 仅限 S_MA=3 时	毫米
_OVR [16]	测量轴上的“实际-目标”差值	毫米
_OVR [17]	“实际-目标”坐标差值，第 1 轴→ 仅限 S_MA=1 时	毫米
_OVR [18]	“实际-目标”坐标差值，第 2 轴→ 仅限 S_MA=2 时	毫米
_OVR [19]	“实际-目标”坐标差值，第 3 轴→ 仅限 S_MA=3 时	毫米
_OVR [21]	平均值	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVS_TNAME	刀具名称	-

3.3 测量工件（铣削版）

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数（页 391）。

3.3.8 边沿间距 - 边对齐 (CYCLE998)

功能

工件任意放置，即工件在工作台上不和工件坐标系(WCS)平行。通过测量选中的工件标准边上的两个点，得出该边沿与当前工作的坐标系之间的夹角。该夹角既可以作为线性几何轴的旋转量，也可以作为回转轴（回转工作台）的平移量保存到任意一个或者当前有效的零点偏移中。

说明

最大测量角度

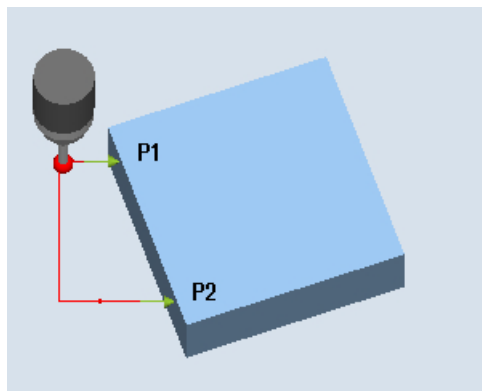
“边对齐”可以测量出+/- 45 范围内的角度。

测量原理

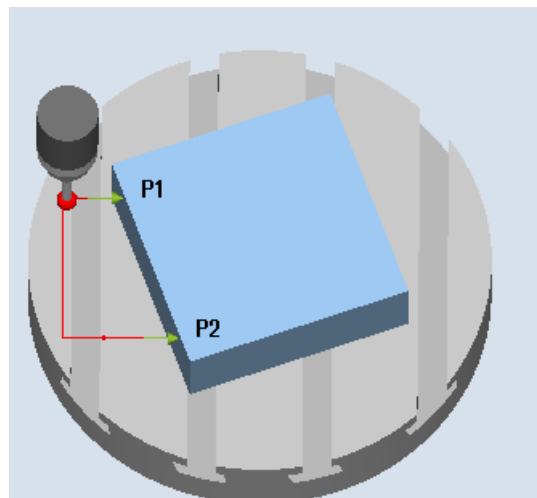
测量方案“边对齐”通过“1 角度测量”原理实现：

- 对于在平面中夹紧但偏转一定角度的工件来说，该角度的补偿是通过垂直于测量平面的几何轴的旋转分量来实现的。
以 G17 平面为例：X 轴为测量轴，工件在 Y 轴偏转一定角度
 - Z 轴旋转一定角度，以补偿工件和 Y 轴的夹角
 - 在零点偏移中会补偿该夹角，将工件边沿在工件坐标系中的实际角度和目标角度 α 纳入计算中。
- 对于在回转工作台上夹紧的工件来说，该夹角的补偿是通过将它累加到回转轴（工作台轴）的平移量上实现的。因此，只有在回转轴围绕垂直于测量面的几何轴旋转时，这种补偿才有作用。
以 G17 平面为例：X 轴为测量轴，工件在 Y 轴偏转一定角度
 - 该夹角的补偿是通过 C 轴实现的。回转轴 C 轴使回转工作台围绕 Z 轴旋转。
 - 在测量结束后，为工件找正应重新定位回转轴。
 - 示例：G55 G0 C0。

在这两种补偿方案中，零点偏移的平移量都保持不变，在完成工件边沿找正后，应该重新加以确定。这一步骤可以通过下面一个测量程序中的“设置边沿”来完成。



测量：边对齐 (CYCLE998)，
工件夹紧在平面中



测量：边对齐 (CYCLE998)，
工件夹紧在回转工作台 C 轴中

不旋转主轴进行测量

精确测量要求测头首先在测量条件下经过标定，也就是说，标定过程和测量过程采用相同的工作平面、主轴在平面中的位置和测量速度。否则可能会增加测量误差。

旋转主轴进行测量

在使用测量方法“带主轴旋转的 3D 测头”时，会两次测量 P1 点，第一次测量后，主轴旋转 180 度（即测头旋转 180 度）和 0 度。这样并可以重新确定对应轴方向上的触发点位置，而无需在测量方向上标定测头。在“边对齐”和使用测量方法“带主轴旋转的 3D 测头”时，只作用于加工平面内的坐标轴（G17 平面为 X 轴和 Y 轴）。

该测量的特殊过程允许采用未经标定的多向测头。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

前提条件

- 测头必须当作带有刀具长度补偿的“刀具”调用。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）

3.3 测量工件（铣削版）

说明

精确的角度测量要求至少一个测量点上具有所需的表面光滑度。测量点之间的距离要尽可能选得大一些。

说明

“带主轴旋转的 3D 测头”功能（差值测量）只能在平面中的轴上进行。测头类型 712、713 和 714 一般不能用于该测量方法。

开始测量前的起始位置

测量轴和工件边沿偏移所在的坐标轴（定位轴、偏移轴）可以随意选择，但不能选得一样。

考虑保护区的定位过程

- 保护区 = 不选择
测头在测量轴方向最多移动一段测量行程 DFA，到达测量点 P1 上方的测量高度。
- 保护区 = 选择
测头在测量轴方向最多移动一段“测量行程 DFA+DX（测量平面为 G17、测量轴为 X 轴）”，到达测量点 P1 上方的测量高度。

在上述两个选项中进行测量时，都必须确保测头安全到达测量点 P1。

如果在第 1 次测量时选择的标准边间距太大，则不进行测量。

测量点 P1 到 P2 的中间定位

“与边平行”的中间定位

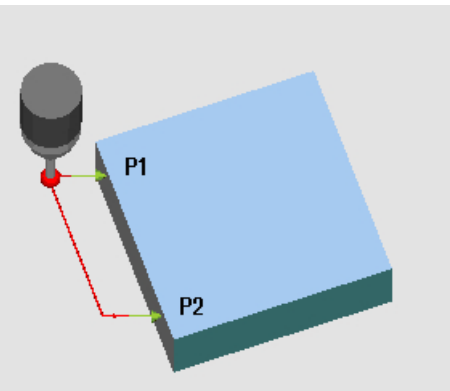


图 3-11 边对齐(CYCLE998)， “与边平行”的中间定位

测头平行于标准边移动，和 P2 相距 L2。此时会一同计算 α 和 TSA 计算得出的角度。TSA 包含了最多允许的角度偏差值。

“与轴平行”的中间定位

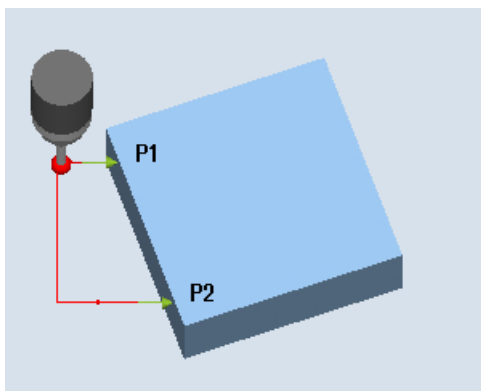


图 3-12 边对齐(CYCLE998)，“与轴平行”的中间定位

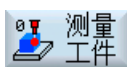
测头平行于定位轴（偏移轴）移动，和 P2 相距 L2。

测量循环结束后的位置

在测量过程结束后，测头位于与测量平面相距测量行程 DFA 的测量点 P2 上。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。

2. 按下软键“边沿间距”。

3. 按下软键“边对齐”。

输入窗口“测量：边对齐”打开。

3.3 测量工件（铣削版）

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾	-	T	测头的名称	-
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于标准测量方法)	-	测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾	-
			 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于标准测量方法)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中²⁾ - 基本参考 - 通道专用基准（测量值保存在框架编号中 1-4）	-
角度补偿  (仅适用于测量值用途为“零点偏移”时)	补偿作用于： - 坐标系旋转 - 回转轴 C 轴旋转³⁾	-
定位 	定位测头： - 与轴平行 - 与边平行	-
测量方向 	测量轴 (+/-) X (+/-) Y (+/-) Z	-
定位轴 	偏移轴（提示：测量轴和偏移轴不能相同！） - X - Y - Z	-

参数	说明	单位
α	定位轴和边沿之间的角度 ⁴⁾	度
L2	与第 2 测量点的距离 ⁵⁾	毫米
保护区 	使用保护区 ● 选择 ● 不选择	-
DX / DY / DZ (和测量方向对应)	测量点 1 与边沿的距离（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	度
经验值数据组 	● 无（不使用经验值） ● 1-20（经验值的数据组）	-
测量 	同一地点的测量数量（1-9）	-

1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。

2) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。

3) 必须将通道专用 MD 52207 \$MCS_AXIS_USAGE_ATTRIB 的位 6 设为 1，才能将对应的回转轴显示为补偿目标。

如果补偿包含多个围绕其中一根几何轴的旋转，则可以不进行回转轴补偿。系统会输出报警 61403 “未进行零点偏移补偿”。

4) 利用参数测量方向，所有 3 个平面都可以被测量。因此，目标角度 α 是从工件边沿偏移所处坐标轴正向观察的，顺时针为负值，逆时针为正值。

α 指工件边沿和正向坐标轴之间的夹角。如果 $\alpha=0$ ($S_STA=0$)，有偏移的工件边沿会在执行补偿后会和坐标轴对齐。

在选择了“与边平行”的定位方式时， α 也会纳入定位的计算中。该角度和 TSA 一起构成了定位角。因此， α 不能和测量出的偏移角相差过大！

5) 参数 L2 (S_ID) 是由 P1 和 P2 在偏移轴上的间距确定的。L2 只允许正值。在测量程序开始时，应选择合适的 P1 偏移轴坐标。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

3.3 测量工件（铣削版）

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下软键“边沿间距”。
 - 3. 按下软键“边对齐”。
- 输入窗口“测量：边对齐”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D	刀沿号 (1 - 9)	-
测量方法	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾	-
	标定数据组（1 - 40） （仅适用于标准测量方法）	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“边对齐” 测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-15 “边对齐” 结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	角度目标值	度
_OVR [4]	角度实际值	度
_OVR [16]	角度“实际-目标”差值	度
_OVR [20]	角度校正值	度
_OVR [28]	置信区域	度

参数	说明	单位
_OVR [30]	经验值	度
_OVI [0]	零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [7]	经验值存储器编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.3.9 边沿间距 - 槽 (CYCLE977)

功能

使用该测量方案可测量工件上的一个凹槽，它可以确定凹槽的实际宽度和凹槽中心位置。倾斜的凹槽也可以被测量，但此时需要在参数标记中输入该凹槽的实际倾斜角度。测头始终垂直于凹槽接触其边沿。您可以在凹槽内定义一个保护区。

在使用“带主轴旋转的 3D 测头”时，会在平面中的轴上进行差值测量。先后自动对槽进行两次完整的测量，一次主轴旋转 180 度，一次旋转 0 度。该测量的特殊过程允许采用未经标定的多向测头。测头的正确刀具半径必须在标定测头时一次性确定。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

在使用测量方法“标定 3D 测头”时，始终会根据当前的测量方向对测头的切换方向进行标定。推荐在对测量精度要求较高时使用该功能。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

测量出的差值可用于：

- 补偿零偏，使工件零点以隔断中心为基准。
- 刀具的补偿，
- 无补偿测量

测量原理

测头会在选中的测量轴上测量两个相对的凹槽边沿，每个边沿测量 1 个点。测头首先在几何轴正方向上开展测量。

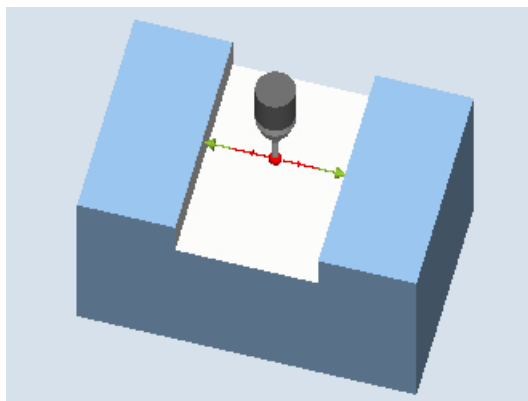
系统从这两个点的实际位置并参考测头的标定数据计算出凹槽宽度。

然后根据选中的需要补偿的零点偏移计算出凹槽的中心位置（工件零点）。

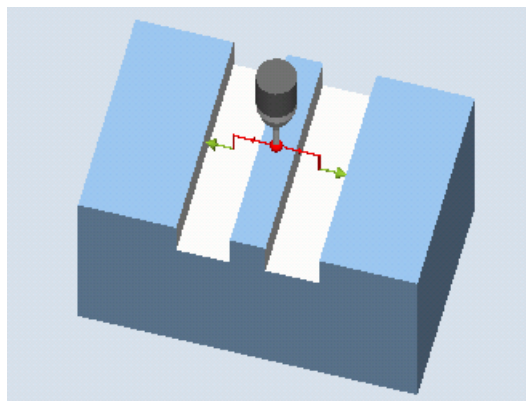
3.3 测量工件（铣削版）

“中心目标坐标设定”选项勾选为“是”后，可以通过设定值给定将凹槽中心定义为工件零点。

凹槽宽度的“实际-目标”差值便是刀具补偿的基准值，而凹槽中心的位置便是零点补偿的基准值。



测量：槽 (CYCLE977)



测量：带有保护区的凹槽 (CYCLE977)

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）

说明

以下的测量方法只能在平面中的轴上使用：

- 带主轴旋转的 3D 测头（差值测量）
- 标定 3D 测头

测头类型 712、713 和 714 一般不能用于这些测量方法。

开始测量前的起始位置

测球球心需要定位到测量轴上凹槽中心上方附近的位置，与之相距测量高度。如果凹槽中设置了保护区，则测球需要定位到保护区上方、凹槽中心附近的位置。请确保您输入的进给行程足以使测头达到凹槽中所需的测量高度。

说明

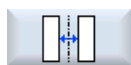
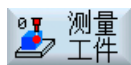
若选择的测量行程 **DFA** 太大而超出保护区，会在循环中自动减小行程，但仍会为测球保留足够的间距。

测量循环结束后的位置

没有设置保护区时，测球位于凹槽中心上方，与之相距测量高度。设置了保护区时，测球返回到测量循环的起始位置：保护区上方、凹槽中心附近的位置。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。

2. 按下软键“边沿距离”。

3. 按下软键“槽”。

输入窗口“测量：槽”打开。

3.3 测量工件（铣削版）

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-	T	测头的名称	-
			D 	刀沿号 (1 - 9)	-
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-	 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中³⁾ - 测量值保存在可设定零点偏移中（生效的零点偏移、G54、G55、G56、G57、G505、G506） - 粗/精（保存粗偏移中的测量值/保存精偏移中的测量值） - 基本参考 - 粗/精（保存粗偏移中的测量值/保存精偏移中的测量值） - 通道专用基准 - 测量值保存在框架编号中（1-4） - 粗/精（保存粗偏移中的测量值/保存精偏移中的测量值） - 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号 (1-9)	-
	- 几何量：测量值保存在刀具几何量中 - 磨损：测量值保存在刀具磨损中	

参数	说明	单位
	- 自动的：自动选择刀具长度或刀具半径 - 长度 L1-L3：补偿刀具长度 L1-L3 - 半径：补偿刀具半径	
计算 	- 未取反（未取反计算刀具补偿值） - 取反（取反计算刀具补偿值）	
测量轴 	测量轴（测量平面为 G17）： - X - Y	-
W	目标槽宽	毫米
XM, YM	凹槽中心目标坐标设定，根据测量轴（仅在设定值中心点选项为“选择”时）	毫米
α_0	测量轴与工件之间的角度	度
保护区 	使用保护区 - 选择 - 不选择	-
WS	保护区的宽度（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DZ	达到测量高度的进给行程（测量平面为 G17）（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
TDIF	尺寸差极限的公差区域	mm
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TZL	零补的公差区域	mm
经验值数据组 	- 无（不使用经验值） 1-20（经验值的数据组）	-
平均值数据组 	无（不求平均值） 1-20（求平均值的数据组）	-
TMV	用于带有平均值形成的补偿区域	-
FW	用于求平均值的加权系数	-
测量 	同一地点的测量数量	-

- 1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。
- 2) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 17 时，才会显示功能“标定 3D 测头”。

3.3 测量工件（铣削版）

3) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。



机床制造商
请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

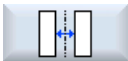
待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“边沿间距”。



3. 按下软键“槽”。输入窗口“测量：槽”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D	刀沿号 (1 - 9)	-
测量方法	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
	标定数据组（1 - 40） （仅适用于不带主轴旋转的测量）	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“槽”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-16 “槽”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	目标槽宽	毫米
_OVR [1]	凹槽中心目标坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [2]	凹槽中心目标坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [4]	实际槽宽	毫米
_OVR [5]	凹槽中心实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [6]	凹槽中心实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [16]	凹槽宽度“实际-目标”差值	毫米
_OVR [17]	凹槽中心“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR [18]	凹槽中心“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVS_TNAME	刀具名称	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.3.10 边沿间距 - 隔断 (CYCLE977)

功能

使用该测量方案可测量工件上的隔断，它可以确定隔断的实际宽度和隔断中心位置。

倾斜的隔断也可以被测量，但此时需要在参数标记中输入该隔断的实际倾斜角度。测头始终垂直于隔断接触其边沿。您可以在隔断两侧定义一个保护区。

在使用“带主轴旋转的 3D 测头”时，会在平面中的轴上进行差值测量。先后自动对隔断进行两次完整的测量，一次主轴旋转 180 度，一次旋转 0 度。该测量的特殊过程允许采用

3.3 测量工件（铣削版）

未经标定的多向测头。测头的正确刀具半径必须在标定测头时一次性确定。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

在使用测量方法“标定 3D 测头”时，始终会根据当前的测量方向对测头的切换方向进行标定。推荐在对测量精度要求较高时使用该功能。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

测量出的差值可用于：

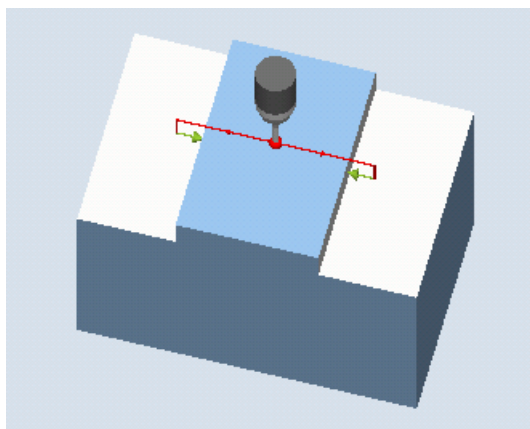
- 补偿零偏，使工件零点以隔断中心点基准。
- 刀具的补偿
- 无补偿测量

测量原理

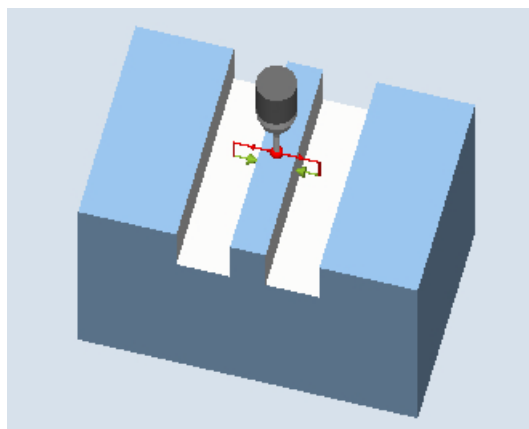
测头会在选中的测量轴上测量两个相对的隔断边沿，每个边沿测量 1 个点。测头首先在几何轴正方向上开展测量。系统从这两个点的实际位置并参考测头的标定数据计算出隔断宽度。然后根据选中的需要补偿的零点偏移计算出隔断的中心位置（工件零点）。

“中心目标坐标设定”选项勾选为“是”后，可以通过设定值给定将隔断中心定义为工件零点。

隔断宽度的“实际-目标”差值便是刀具补偿的基准值，而隔断中心的位置便是零点补偿的基准值。



测量：隔断 (CYCLE977)



测量：带有保护区的隔断 (CYCLE977)

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）

说明

以下的测量方法只能在平面中的轴上使用：

- 带主轴旋转的 3D 测头（差值测量）
- 标定 3D 测头

测头类型 712、713 和 714 一般不能用于这些测量方法。

开始测量前的起始位置

测球球心需要定位到测量轴上隔断中心上方附近的位置。请确保您输入的进给行程足以使测头达到隔断上所需的测量高度。

说明

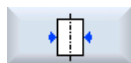
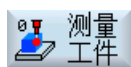
若选择的测量行程 DFA 太大而超出保护区，会在循环中自动减小行程，但仍会为测球保留足够的间距。

测量循环结束后的位置

测球返回到隔断上方的起始位置。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“边沿距离”。
 3. 按下软键“隔断”。
- 输入窗口“测量：隔断”打开。

3.3 测量工件（铣削版）

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-	T	测头的名称	-
			D 	刀沿号 (1 - 9)	-
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-	 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中³⁾ - 测量值保存在可设定零点偏移中（生效的零点偏移、G54、G55、G56、G57、G505、G506） - 粗/精（保存粗偏移中的测量值/保存精偏移中的测量值） - 基本参考 - 粗/精（保存粗偏移中的测量值/保存精偏移中的测量值） - 通道专用基准 - 测量值保存在框架编号中（1-4） - 粗/精（保存粗偏移中的测量值/保存精偏移中的测量值） - 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号 (1-9)	-
	- 几何量：测量值保存在刀具几何量中 - 磨损：测量值保存在刀具磨损中	-

参数	说明	单位
	- 自动的：自动选择刀具长度或刀具半径 - 长度 L1-L3：补偿刀具长度 L1-L3 - 半径：补偿刀具半径	-
计算 	- 未取反（未取反计算刀具补偿值） - 取反（取反计算刀具补偿值）	-
测量轴 	测量轴（测量平面 G17）： - X - Y	-
W	隔断目标宽度	毫米
XM, YM	隔断中心目标坐标设定，根据测量轴（仅在设定值中心点选项为“选择”时）	毫米
α_0	测量轴与工件之间的角度	度
DZ	达到测量高度的进给行程（测量平面 G17）	毫米
保护区 	使用保护区 - 选择 - 不选择	-
WS	保护区的宽度（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
TDIF	尺寸差极限的公差区域	mm
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TZL	零补的公差区域	mm
经验值数据组 	- 无（不使用经验值） 1-20（经验值的数据组）	-
平均值数据组 	- 无（不求平均值） 1-20（求平均值的数据组）	-
TMV	用于带有平均值形成的补偿区域	-
FW	用于求平均值的加权系数	-
测量 	同一地点的测量数量	-

- 1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。
- 2) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 17 时，才会显示功能“标定 3D 测头”。

3.3 测量工件（铣削版）

3) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。



机床制造商
请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



- 1. 按下软键“测量工件”。
- 2. 按下软键“边沿间距”。
- 3. 按下软键“隔断”。
输入窗口“测量：隔断”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D	刀沿号 (1 - 9)	-
测量方法	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
	标定数据组（1 - 40） （仅适用于不带主轴旋转的测量）	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“隔断”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-17 “隔断”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	隔断目标宽度	毫米
_OVR [1]	隔断中心目标坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [2]	隔断中心目标坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [4]	隔断实际宽度	毫米
_OVR [5]	隔断中心实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [6]	隔断中心实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [16]	隔断宽度“实际-目标”差值	毫米
_OVR [17]	隔断中心“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR [18]	隔断中心“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVS_TNAME	刀具名称	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.3.11 拐角 - 直角 (CYCLE961)

功能

通过该测量循环可测量工件的内部或外部直角的位置，

除去测量外，拐角的位置可作为工件零点保存在设定的零点偏移中。

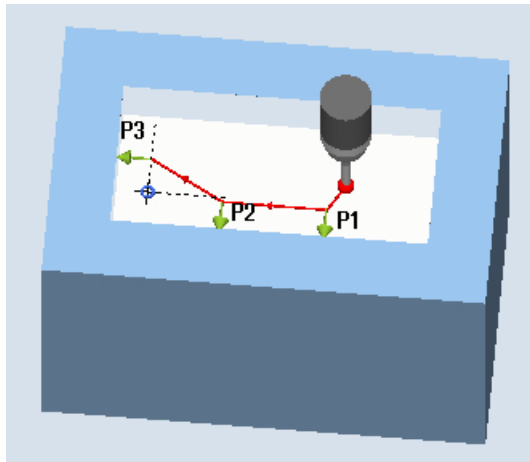
测量在机床坐标系中平行于坐标轴进行。不会考虑围绕 Z 轴的坐标旋转。如果要使侧头的边沿平行于待测量的拐角运行，则可通过屏幕参数 $\alpha 0$ 中对应的角度说明实现。

3.3 测量工件（铣削版）

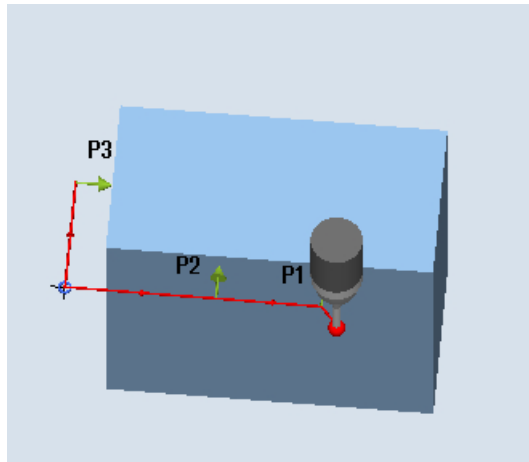
测量原理

测量程序采用 3 点测量法，计算出这些点形成的两条垂直线的交点、直线和当前平面内第 1 轴正方向之间的夹角。需要计算的拐角位置可以是偏转一定角度的拐角。

测量结果，即拐角的位置作为绝对值保存到结果参数_OVR[°] 中，也可以选择将它保存到指定的零点偏移（平移和旋转）中。测出的拐角会在工件坐标系的平面上按照参数“目标值”（在 G17 平面中为 X0 和 Y0）相应地平移。



测量：内直角 (CYCLE961)



测量：外直角 (CYCLE961)

前提条件

- 测头必须当作带有刀具长度补偿的“刀具”调用。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）

开始测量前的起始位置

测头定位到待测拐角上方的测量高度，或定位到待测拐角的上方（参见“保护区”说明），或者定位到第 1 测量点前面。

测头必须能从该位置安全、无碰撞地逼近测量点。

测量点位置是由指定的间距 L1~L3 和极点位置(XP, YP)确定的。在定位测头时，还会一同计算 α_0 ，即 X 轴和工件坐标系内第 1 边沿所成的夹角。

测量程序会生成必要的运行语句，使测头依次逼近测量点 P1 到 P3（从 P1 开始），执行测量。

选择保护区时测量点 P1 到 P3 的定位

- 保护区 = 不选择
测头首先定位到测量高度，在测量拐角位置时一直保持在该高度。如果是外部拐角，测头会绕行拐角。
- 保护区 = 选择
测头首先定位在拐角上方。在执行测量时，测头会移动指定的平面第 3 轴（G17 加工平面时为 Z 轴）DZ 行程，到达测量高度，然后逼近第一个测量点。在该点的测量结束后，测头会向上移动 DZ 值，逼近下一个测量点，然后又再次下降。

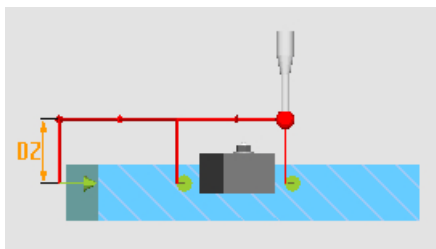


图 3-13 保护区 = 选择：DZ > 0、测量平面为 G17 平面时，测头绕行外部拐角

测量循环结束后的位置

测头再次回到起始位置，即被测拐角的对面。

取决于是否选择了保护区，测头可能位于测量高度上，也可能位于拐角上方。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“拐角”。
 3. 按下软键“直角”。
- 窗口“测量：直角”打开。

3.3 测量工件（铣削版）

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
			 	标定数据组 (1 - 40)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ¹⁾	-
位置 	拐角类型：	-
	外角	-
	内角	-
拐角位置 	   	-
X0	拐角 X 轴目标位置（测量平面 G17）	毫米
Y0	拐角 Y 轴目标位置（测量平面 G17）	毫米
XP	极点（测量平面 G17）	毫米
YP	极点（测量平面 G17）	毫米
$\alpha 0$	基于待测量的角度参考边沿和机床坐标系中生效平面的第 1 几何轴的角度说明。 如此一来，轴可以以一定的角度平行于边沿运行。	度
L1	极点和测量点 P1 在平面第 1 轴（G17 内的 X 轴）上的间距	毫米
L2	极点和测量点 P2 在平面第 1 轴上的间距	毫米
L3	极点和测量点 P3 在平面第 2 轴（G17 内的为 Y 轴）上的间距	毫米
保护区 	使用保护区 - 选择 - 不选择	-

参数	说明	单位
DZ	达到测量高度的进给行程（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

1) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“拐角”。



3. 按下软键“直角”。

输入窗口“测量：直角”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D	刀沿号 (1 - 9)	-
	标定数据组 (1 - 40)	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

结果参数列表

“直角”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-18 “直角”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [4]	待测量角度参考边沿的实际值角度，基于工件坐标系中生效平面的第 1 几何轴。	度
_OVR [5]	拐角在 WCS 第 1 轴的实际坐标	毫米
_OVR [6]	拐角在 WCS 第 2 轴的实际坐标	毫米
_OVR [20]	待测量角度参考边沿的实际值角度，基于机床坐标系中生效平面的第 1 几何轴。 ¹⁾	度
_OVR [21]	拐角在 MCS 第 1 轴的实际坐标 ¹⁾	毫米
_OVR [22]	拐角在 MCS 第 2 轴的实际坐标 ¹⁾	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

¹⁾ 在关闭了坐标转换时，该坐标系为基本坐标系

3.3.12 拐角 - 任意角 (CYCLE961)

功能

通过该测量方案可测量几何尺寸未知的工件的内角或外角。测量在机床坐标系中平行于坐标轴进行。不会考虑围绕 Z 轴的坐标旋转。如果要使侧头的边沿平行于待测量的拐角运行，则可通过屏幕参数 $\alpha 0$ 中对应的角度说明实现。

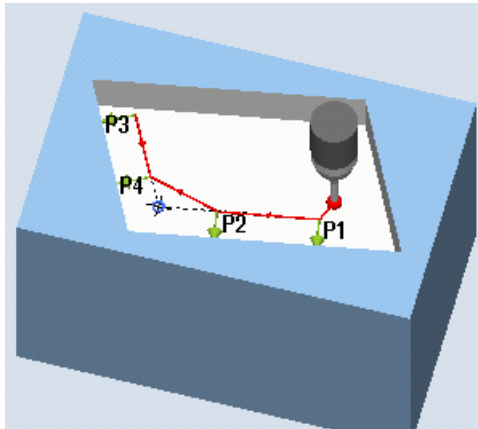
除去测量外，拐角的位置可作为工件零点保存在设定的零点偏移中。

测量原理

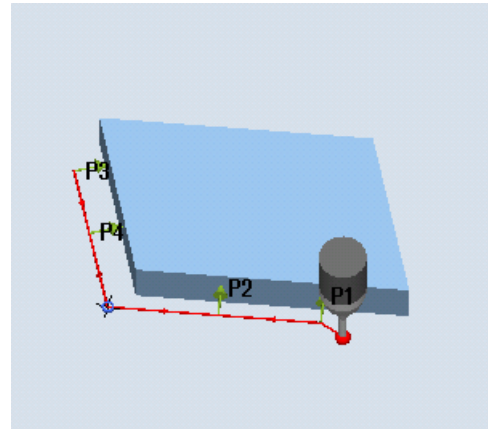
该测量程序采用 4 点测量法：测头依次逼近测量点 P1 到 P4，确定这些点形成直线之间的交点、P1/P2 标准边与平面第 1 轴（G17 测量平面内为 X 轴）之间的夹角。

测量结果，即拐角的位置作为绝对值保存到结果参数_OVR[] 中，也可以选择将它保存到指定的零点偏移（平移和旋转）中。测出的拐角会在工件坐标系的平面上按照参数“目标值”（在 G17 平面中为 X0 和 Y0）相应地平移。

点 P1 和 P2 的相互位置确定了新坐标系中第 1 轴的方向。



测量：任意内角 (CYCLE961)



测量：任意外部拐角 (CYCLE961)

前提条件

- 测头必须当作带有刀具长度补偿的“刀具”调用。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）

开始测量前的起始位置

测头定位到待测拐角上方的测量高度，或定位到待测拐角的上方（参见“保护区”说明），或者定位到第 1 测量点前面。

测头必须能从该位置安全、无碰撞地逼近测量点。

测量程序会生成必要的运行语句，使测头依次逼近 P1 到 P4（从 P1 开始），执行测量。

3.3 测量工件（铣削版）

选择保护区时测量点 P1 到 P4 的定位

- 保护区 = 不选择
测头首先定位到测量高度，在测量拐角位置时一直保持在测量高度。如果是外部拐角，测头会绕行拐角。
- 保护区 = 选择
测头首先定位在拐角上方。在执行测量时，测头会移动指定的平面第 3 轴（加工平面为 G17 时为 Z 轴）DZ 行程，到达测量高度，然后逼近第一个测量点。在该点的测量结束后，测头会向上移动 DZ 值，逼近下一个测量点，然后又再次下降。

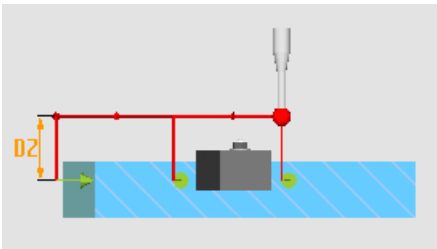


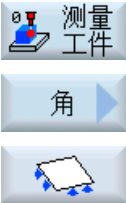
图 3-14 保护区 = 选择：DZ > 0、测量平面为 G17 平面时，测头绕行外部拐角

测量循环结束后的位置

在测量结束侯，测头位于测量点 P4 上。
取决于是否选择了保护区，测头可能位于测量高度上，也可能位于拐角上方。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“拐角”。
 3. 按下软键“任意角”。
- 窗口“测量：任意角”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
			 	标定数据组 (1 - 40)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明		单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ¹⁾		-
坐标系 	- 极坐标 - 直角坐标		-
位置 	拐角类型：		-
	外角	内角	-
拐角位置 	   	   	-
X0	所测拐角 X 轴（G17 为测量平面时）目标位置		毫米
Y0	所测拐角 Y 轴（G17 为测量平面时）目标位置		毫米
仅在坐标系为“极坐标系”时：			
XP	极点的第 1 轴（G17 内的 X 轴）位置		毫米
YP	极点的第 2 轴（G17 内的 Y 轴）位置		毫米
α0	基于待测量的角度参考边沿和机床坐标系中生效平面的第 1 几何轴的角度说明。如此一来，轴可以以一定的角度平行于边沿运行。		度
L1	与测量点 P1 之间的间距		毫米
L2	与测量点 P2 之间的间距		毫米
α1	张角		度
L3	与测量点 P3 之间的间距		毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
L4	与测量点 P4 之间的间距	毫米
仅在坐标系为“直角坐标系”时：		
X1	测量点 P1 的 X 轴坐标	毫米
Y1	测量点 P1 的 Y 轴坐标	毫米
X2	测量点 P2 的 X 轴坐标	毫米
Y2	测量点 P2 的 Y 轴坐标	毫米
X3	测量点 P3 的 X 轴坐标	毫米
Y3	测量点 P3 的 Y 轴坐标	毫米
X4	测量点 P4 的 X 轴坐标	毫米
Y4	测量点 P4 的 Y 轴坐标	毫米
保护区 	使用保护区 ● 选择 ● 不选择	-
DZ	达到测量高度的进给行程（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

1) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。



机床制造商
请注意机床制造商的说明。

说明
请选择合适的 4 个测量点或测量行程 DFA，使测头在整个行程（即 2 倍 DFA）内能够到达轮廓。否则不能进行测量。
在程序内部会自动生成一个最小 DFA 值，为 20 mm。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
			 	标定数据组 (1 - 40)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明		单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 零点偏移（测量值保存在可设定零点偏移中）¹⁾		-
坐标系 	- 极坐标 - 直角坐标		-
位置 	拐角类型：		-
	外角	内角	-
拐角位置 	   	   	-
X0	所测拐角 X 轴（G17 为测量平面时）目标位置		毫米
Y0	所测拐角 Y 轴（G17 为测量平面时）目标位置		毫米
仅在坐标系为“极坐标系”时：			
XP	极点的第 1 轴（G17 内的 X 轴）位置		毫米
YP	极点的第 2 轴（G17 内的 Y 轴）位置		毫米
α0	X 轴和第 1 边沿之间的角度（G17 平面上）		度
L1	与测量点 P1 之间的间距		毫米
L2	与测量点 P2 之间的间距		毫米
α1	张角		度
L3	与测量点 P3 之间的间距		毫米
L4	与测量点 P4 之间的间距		毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
仅在坐标系为“直角坐标系”时：		
X1	测量点 P1 的 X 轴坐标	毫米
Y1	测量点 P1 的 Y 轴坐标	毫米
X2	测量点 P2 的 X 轴坐标	毫米
Y2	测量点 P2 的 Y 轴坐标	毫米
X3	测量点 P3 的 X 轴坐标	毫米
Y3	测量点 P3 的 Y 轴坐标	毫米
X4	测量点 P4 的 X 轴坐标	毫米
Y4	测量点 P4 的 Y 轴坐标	毫米
保护区 	使用保护区 ● 选择 ● 不选择	-
DZ	达到测量高度的进给行程（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

1) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

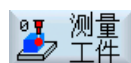
说明

请选择合适的 4 个测量点或测量行程 DFA，使测头在整个行程（即 2 倍 DFA）内能够到达轮廓。否则不能进行测量。
在程序内部会自动生成一个最小 DFA 值，为 20 mm。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“拐角”。
 3. 按下软键“任意角”。
- 输入窗口“测量：任意角”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“任意角”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-19 “任意角”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [4]	待测量角度参考边沿的实际值角度，基于工件坐标系中生效平面的第 1 几何轴。	度
_OVR [5]	拐角在 WCS 第 1 轴的实际坐标	毫米
_OVR [6]	拐角在 WCS 第 2 轴的实际坐标	毫米
_OVR [20]	待测量角度参考边沿的实际值角度，基于机床坐标系中生效平面的第 1 几何轴。 ¹⁾	度
_OVR [21]	拐角在 MCS 第 1 轴的实际坐标 ¹⁾	毫米
_OVR [22]	拐角在 MCS 第 2 轴的实际坐标 ¹⁾	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

1) 在关闭了坐标转换时，该坐标系为基本坐标系

3.3.13 钻孔 - 矩形腔 (CYCLE977)

功能

使用该测量方案可测量工件上的一个矩形腔，它可以测出凹腔的宽度、长度和中心位置。

该测量始终以平行于当前平面内几何轴的方式进行。也可以在一个围绕横向进给轴旋转的矩形腔上进行测量。但此时需要在参数标记中输入该凹腔的实际倾斜角度。测头始终垂直于型腔接触其边沿。可以在凹腔内定义一个保护区。

在使用“带主轴旋转的 3D 测头”时，会在平面中的轴上进行差值测量。先后自动对矩形腔进行两次完整的测量，一次主轴旋转 180 度，一次旋转 0 度。该测量的特殊过程允许采用未经标定的多向测头。测头的正确刀具半径必须在标定测头时一次性确定。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

在使用测量方法“标定 3D 测头”时，始终会根据当前的测量方向对测头的切换方向进行标定。推荐在对测量精度要求较高时使用该功能。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

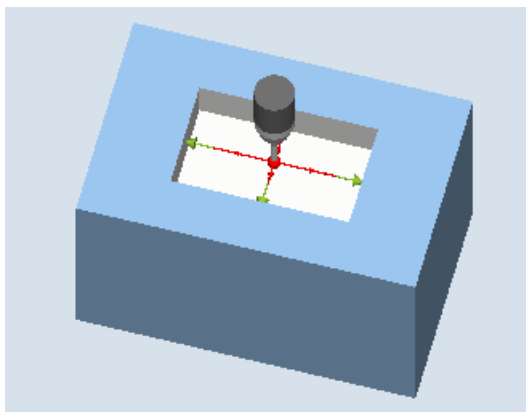
测量出的差值可用于：

- 补偿零偏，使工件零点以矩形腔中心为基准。
- 刀具的补偿
- 无补偿测量

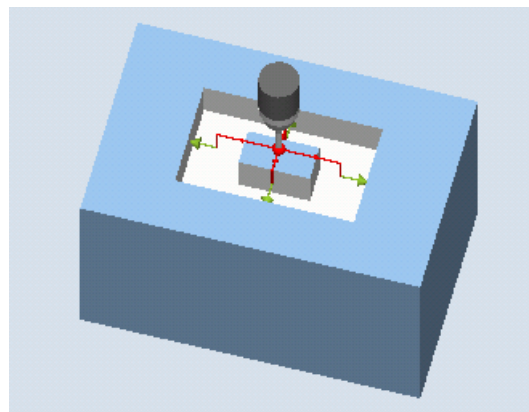
测量原理

测头在平面内两根几何轴上分别测量两个相对的点。测量从第 1 几何轴正向开始。测出这四个点的实际位置后，系统依据这些值并参考标定值计算出凹腔长和宽。然后根据选中的需要补偿的零点偏移计算出凹腔的中心位置（工件零点）。凹腔长度的“实际-目标”差值便是刀具补偿的基准值，而凹腔零点的位置便是零点补偿的基准值。

“中心目标坐标设定”选项勾选为“是”后，可以通过设定值给定将矩形腔中心定义为工件零点。



测量：矩形腔 (CYCLE977)



测量：带有保护区的凹腔 (CYCLE977)

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）
 - 星形测头（类型 714）

说明

以下的测量方法只能在平面中的轴上使用：

- 带主轴旋转的 3D 测头（差值测量）
- 标定 3D 测头

测头类型 712、713 和 714 一般不能用于这些测量方法。

开始测量前的起始位置

测头必须定位在凹腔中心的设定位置上。在凹腔内要逼近的该位置即起始位置，并同时给出了需要测定的补偿设定值。如果其中设置了保护区，则测球的位置要在保护区的上方。

3.3 测量工件（铣削版）

请确保您输入的进给行程足以使测头达到凹腔中所需的测量高度。

说明

若选择的测量行程 **DFA** 太大而超出保护区，会在循环中自动减小行程，但仍会为测球保留足够的间距。

测量循环结束后的位置

没有设置保护区时，测球在测量循环结束后位于凹腔中心的测量高度上。

设置了保护区时，测球回到循环开始时保护区上方的起始位置。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下“钻孔”软键。
 - 3. 按下软键“矩形腔”。
- 输入窗口“测量：矩形腔”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-	T	测头的名称	-
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-	测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
			 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ³⁾ - 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号	-
W	腔宽目标值	毫米
L	腔长度目标值	毫米
XM, YM	矩形腔中心目标坐标设定（仅在设定值中心点选项为“选择”时）	毫米
α_0	测量轴与工件之间的角度	度
保护区 	使用保护区 - 选择 - 不选择	-
WS	保护区的宽度（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
LS	保护区的长度（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DX / DY / DZ	达到测量高度的进给行程（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
尺寸公差 	在刀具补偿时使用尺寸公差 • 选择 • 不选择	-
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米

- 1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。
- 2) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 17 时，才会显示功能“标定 3D 测头”。
- 3) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。

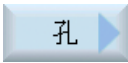


机床制造商
请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



- 1. 按下软键“测量工件”。
- 2. 按下“钻孔”软键。
- 3. 按下软键“矩形腔”。
输入窗口“测量：矩形腔”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
 	标定数据组（1 - 40） （仅适用于不带主轴旋转的测量）	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“矩形腔”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-20 “矩形腔”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	矩形腔在平面第 1 轴的目标长度	毫米
_OVR [1]	矩形腔在平面第 2 轴的目标长度	毫米
_OVR [2]	矩形腔中心目标坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [3]	矩形腔中心目标坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [4]	矩形腔在平面第 1 轴的实际长度	毫米
_OVR [5]	矩形腔在平面第 2 轴的实际长度	毫米
_OVR [6]	矩形腔中心实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [7]	矩形腔中心实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [16]	矩形腔在平面第 1 轴的长度“实际-目标”差值	毫米
_OVR [17]	矩形腔在平面第 2 轴的长度“实际-目标”差值	毫米
_OVR [18]	矩形腔中心“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR [19]	矩形腔中心“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVS_TNAME	刀具名称	-

3.3 测量工件（铣削版）

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数（页 391）。

3.3.14 1 个孔 (CYCLE977)

功能

使用该测量方案可测量工件上的一个钻孔，它可以确定钻孔的实际直径和钻孔中心位置。该测量始终以平行于当前平面内几何轴的方式进行。

可以通过起始角来移动钻孔四壁上的测量点，该测量点在围绕横向进给轴旋转时是中心点。您可以在钻孔内定义一个保护区。

在使用“带主轴旋转的 3D 测头”时，会在平面中的轴上进行差值测量。先后自动对钻孔进行两次完整的测量，一次主轴旋转 180 度，一次旋转 0 度。该测量的特殊过程允许采用未经标定的多向测头。测头的正确刀具半径必须在标定测头时一次性确定。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

在使用测量方法“标定 3D 测头”时，始终会根据当前的测量方向对测头的切换方向进行标定。推荐在对测量精度要求较高时使用该功能。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

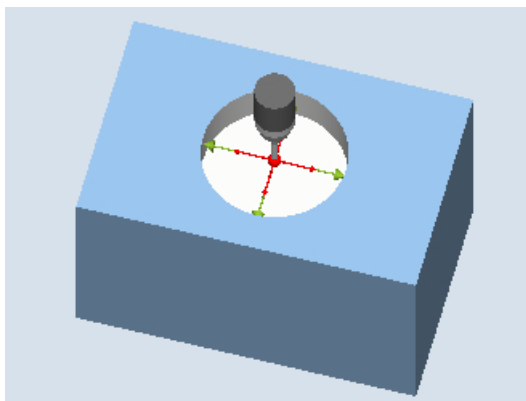
测量出的差值可用于：

- 补偿零点偏移，使工件零点以钻孔中心为基准。
- 刀具的补偿，
- 无补偿测量

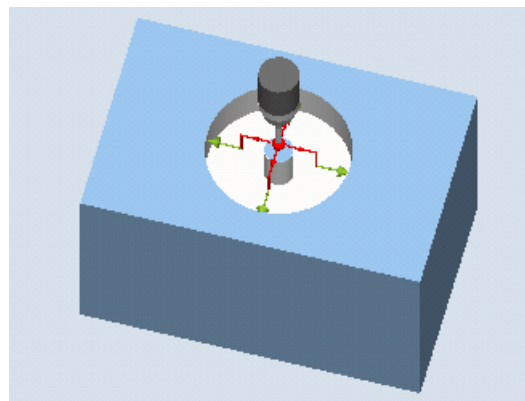
测量原理

测头在平面内两根几何轴上分别测量 2 个相对的点。系统从这 4 个点的实际位置并参考测头的标定数据计算出钻孔直径和中心位置。首先系统从平面第 1 几何轴上的两个测量点计算出钻孔在该轴上的位置，并命令测头定位到该位置。然后测头从该位置开始继续测量第 2 几何轴上的两个点，系统从中计算出钻孔实际直径。测量从第 1 几何轴正向开始。钻孔直径的“实际-目标”差值便是刀具补偿的基准值，而钻孔中心的位置便是零点补偿的基准值。

“中心目标坐标设定”选项勾选为“是”后，可以通过设定值给定将钻孔中心定义为工件零点。



测量：钻孔 (CYCLE977)



测量：带有保护区的钻孔 (CYCLE977)

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）
 - 星形测头（类型 714）

说明

以下的测量方法只能在平面中的轴上使用：

- 带主轴旋转的 3D 测头（差值测量）
- 标定 3D 测头

测头类型 712、713 和 714 一般不能用于这些测量方法。

说明

测量参考环时，只有考虑到了全体轴位置的机械复杂性，才能精确地将参考环直径计入测量结果。然后才能根据后续测量情况进行标定。结果可以传输至所有测量。

开始测量前的起始位置

测头必须定位在钻孔中心的设定位置上。在钻孔内要逼近的该位置即起始位置，并同时给出了需要测定的补偿设定值。

3.3 测量工件（铣削版）

如果其中设置了保护区，则测球球心要在保护区的上方。请确保您输入的进给行程足以使测头达到钻孔中所需的测量高度。

说明

若选择的测量行程 **DFA** 太大而超出保护区，会在循环中自动减小行程，但仍会为测球保留足够的间距。

测量循环结束后的位置

没有设置保护区时，测球位于钻孔中心内的测量高度上。

设置了保护区时，测球回到循环开始时钻孔中心上方的起始位置。

说明

测量循环起始位置相对于钻孔中心的差异范围必须在测量行程 **DFA** 内，否则可能会引发碰撞，或无法执行测量！

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下“钻孔”软键。
 - 3. 按下软键“1 个孔”。
- 输入窗口“测量：1 个孔”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-	T	测头的名称	-
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-	测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
			 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ³⁾ - 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号	-
Ø	钻孔直径的目标值	毫米
α0	接触角度 ⁴⁾	度
保护区 	使用保护区 - 选择 - 不选择	-
ØS	保护区的直径（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
XM, YM	钻孔中心目标坐标设定（仅在设定值中心点选项为“选择”时）	毫米
DX / DY / DZ	达到测量高度的进给行程（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
尺寸公差 	在刀具补偿时使用尺寸公差 - 选择 - 不选择	-
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米

- 1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。
- 2) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 17 时，才会显示功能“标定3D 测头”。
- 3) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。
- 4) 接触角度始终针对的是生效坐标系内第 1 根轴的正方向，比如：G17 平面内的 +X 轴方向；G18 平面内的 +Z 轴方向；G19 平面内的 +Y 轴方向。



机床制造商
请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤



- 1. 按下软键“测量工件”。
- 2. 按下“钻孔”软键。
- 3. 按下软键“1 个孔”。
输入窗口“测量：1 个孔”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
	标定数据组（1 - 40） （仅适用于不带主轴旋转的测量）	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“钻孔”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-21 “钻孔”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	钻孔目标直径	毫米
_OVR [1]	钻孔中心在平面第 1 轴的目标坐标	毫米
_OVR [2]	钻孔中心在平面第 2 轴的目标坐标	毫米
_OVR [4]	钻孔实际直径	毫米
_OVR [5]	钻孔中心在平面第 1 轴的实际坐标	毫米
_OVR [6]	钻孔中心在平面第 2 轴的实际坐标	毫米
_OVR [16]	钻孔“实际-目标”直径差值	毫米
_OVR [17]	钻孔中心在平面第 1 轴的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [18]	钻孔中心在平面第 2 轴的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVS_TNAME	刀具名称	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.3.15 钻孔 - 内圆弧 (CYCLE979)

功能

使用该测量方案可以测量一个内圆弧，它可以确定圆弧的实际直径和圆心位置。“中心目标坐标设定”选项勾选为“是”后，可以通过设定值给定将圆弧中心定义为工件零点。

圆弧上的第一个测量点可以通过一个和平面第 1 几何轴所成的夹角（即起始角）定义。测量点和测量点在圆弧上的距离由增量角加以定义。

在使用“带主轴旋转的 3D 测头”时，会在平面中的轴上进行差值测量。该测量的特殊过程允许采用未经标定的多向测头。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

在使用测量方法“标定 3D 测头”时，始终会根据当前的测量方向对测头的切换方向进行标定。推荐在对测量精度要求较高时使用该功能。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

测量出的差值可用于：

- 补偿零偏，使工件零点以圆弧中心为基准。
- 刀具的补偿
- 无补偿测量

测量原理

圆弧通过 3 个或 4 个测量点加以测定。测头在测量点之间的定位不平行于几何轴，而是沿着圆弧轨迹进行。此时，钻孔和测球外边缘之间的间距等于测量行程 DFA。测头圆弧轨迹的方向取决于增量角的正负号。测头在测量点之间中间定位时，它会沿着钻孔壁定位。

由测量点的数目和增量角定义的圆弧不能超过 360 度。系统测定的圆弧直径“实际-目标”差值用于刀具补偿，圆弧中心“实际-目标”差值用于零点补偿。

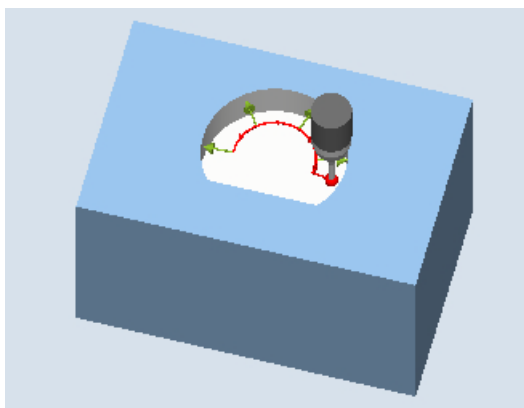


图 3-15 测量：内圆弧 (CYCLE979)，以 4 个测量点为例

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）

说明

以下的测量方法只能在平面中的轴上使用：

- 带主轴旋转的 3D 测头（差值测量）
- 标定 3D 测头

测头类型 712、713 和 714 一般不能用于这些测量方法。

说明

在测量小于 90 度的圆弧时要注意，由于算术运算方面的限制，偏离圆弧的测量点会极大地影响测量结果（圆心、直径）的精度！

因此，在测量小段圆弧时必须特别谨慎。采取下列方法可以获得较精确的测量结果：

待测量的圆弧应该：

- 没有加工残留物。
 - 通过加工工艺尽可能达到最精确的圆弧形状！
 - 通过加工工艺尽可能达到最低的表面粗糙度！
 - 使用高质量的测头，即：测球应呈均匀、圆滑的球面。
 - 采用 4 点测量法（通过参数设置）。
 - 使用当前经过标定的测头。
-

3.3 测量工件（铣削版）

开始测量前的起始位置

测头必须移到加工平面内第 3 轴（刀具轴）的所需测量高度、和第一个测量点大概相距测量行程 DFA 的位置上。在平面轴中选择该位置时，须设置起始角。基于第一个及其他测量点，应围绕起始角沿圆弧轨迹推动。

以一个 180° 的起始角为例，第一个接触点位于待测量的钻孔的对面。如果在起始位置上不考虑这一点，则可能会与钻孔中的障碍物发生碰撞。

测量循环结束后的位置

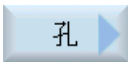
测量结束后，测球外边缘位于和最后一个测量点相距测量行程 DFA 的测量高度上。

说明

测量循环起始位置相对于圆弧中心的差异范围必须在测量行程 DFA 内，否则可能会引发碰撞，或无法执行测量！

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下“钻孔”软键。
 - 3. 按下软键“内圆弧”。
- 输入窗口“测量：内圆弧”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-	T	测头的名称	-
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-	测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
			 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ³⁾ - 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号	-
测量点数量 	通过： 3 个点 4 个点	-
Ø	钻孔直径	毫米
XM	圆心 X 轴坐标（测量平面 G17）	毫米
YM	圆心 Y 轴坐标（测量平面 G17）	毫米
XMS	中心 X 的目标坐标设定	mm
YMS	中心 Y 的目标坐标设定	mm
α0	接触角度 ⁴⁾	度
α1	增量角 ⁵⁾	度

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
尺寸公差	在刀具补偿时使用尺寸公差 - 选择 - 不选择	-
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米

- 1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。
- 2) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 17 时，才会显示功能“标定 3D 测头”。
- 3) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。
- 4) 接触角度始终针对的是生效坐标系内第 1 根轴的正方向，比如：G17 平面内的 +X 轴方向；G18 平面内的 +Z 轴方向；G19 平面内的 +Y 轴方向。
- 5) 增量角的符号指定了该角的定位方向。



机床制造商
请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



- 1. 按下软键“测量工件”。
- 2. 按下“钻孔”软键。
- 3. 按下软键“内圆弧”。
输入窗口“测量：内圆弧”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“内圆弧”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-22 “内圆弧”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	钻孔目标直径	毫米
_OVR [1]	中心目标坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [2]	中心目标坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [4]	钻孔实际直径	毫米
_OVR [5]	中心实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [6]	中心实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [16]	钻孔“实际-目标”直径差值	毫米
_OVR [17]	中心“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR [18]	中心“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVS_TNAME	刀具名称	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数（页 391）。

3.3.16 矩形凸台 (CYCLE977)

功能

使用该测量方案可测量工件上的矩形轴颈，它可以测定出轴颈长宽和中心位置。

该测量始终以平行于当前平面内几何轴的方式进行。也可以在一个围绕横向进给轴旋转的矩形轴颈上进行测量。但此时需要在参数轴中输入该轴颈的实际倾斜角度。测头始终垂直于轴颈接触其边沿。

可以在轴颈四周定义一个保护区。

在使用“带主轴旋转的 3D 测头”时，会在平面中的轴上进行差值测量。先后自动对矩形轴颈进行两次完整的测量，一次主轴旋转 180 度，一次旋转 0 度。该测量的特殊过程允许采用未经标定的多向测头。测头的正确刀具半径必须在标定测头时一次性确定。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

在使用测量方法“标定 3D 测头”时，始终会根据当前的测量方向对测头的切换方向进行标定。推荐在对测量精度要求较高时使用该功能。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

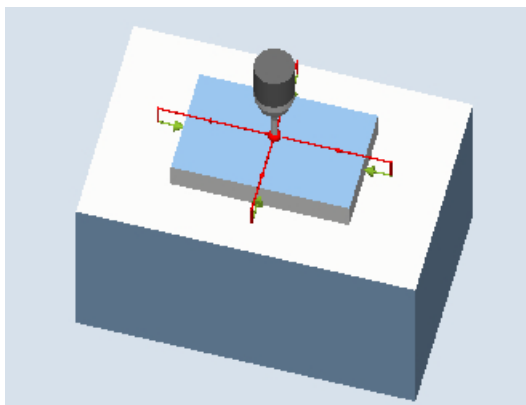
测量出的差值可用于：

- 补偿零偏，使工件零点以矩形凸台中心为基准。
- 刀具的补偿，
- 无补偿测量

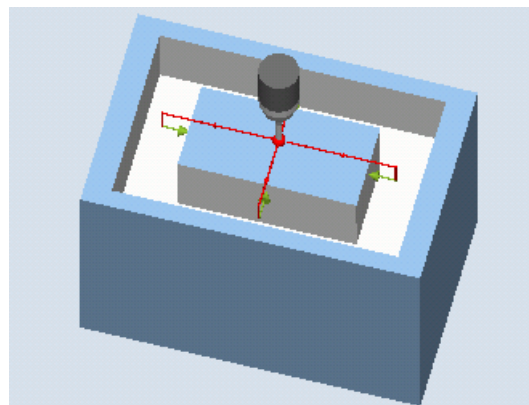
测量原理

测头在平面内两根几何轴上分别测量 2 个相对的点。测量从第 1 几何轴正向开始。测出这 4 个点的实际位置后，系统依据这些值并参考标定值计算出轴颈长和宽。然后根据选中的需要补偿的零点偏移计算出轴颈的中心位置（工件零点）。凸台长度的“实际-目标”差值便是刀具补偿的基准值，而凸台中心便是零点补偿的基准值。

“中心目标坐标设定”选项勾选为“是”后，可以通过设定值给定将矩形凸台中心定义为工件零点。



测量：矩形轴颈 (CYCLE977)



测量：带有保护区的轴颈 (CYCLE977)

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）
 - 星形测头（类型 714）

说明

以下的测量方法只能在平面中的轴上使用：

- 带主轴旋转的 3D 测头（差值测量）
- 标定 3D 测头

测头类型 712、713 和 714 一般不能用于这些测量方法。

开始测量前的起始位置

测头必须定位在矩形轴颈上方中心点的设定位置上。在轴颈上方要逼近的该位置即起始位置，并同时给出了需要测定的补偿设定值。

请确保输入的进给行程足以使测头从起始位置开始达到矩形轴颈上所需的测量高度。

3.3 测量工件（铣削版）

保护区对起始位置没有影响。

说明

若选择的测量行程 **DFA** 太大而超出保护区，会在循环中自动减小行程，但仍会为测球保留足够的间距。

测量循环结束后的位置

测球回到循环开始时轴颈中心上方的起始位置。

说明

测量循环起始位置相对于凸台中心的差异范围必须在测量行程 **DFA** 内，否则可能会引发碰撞，或无法执行测量！

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
- 2. 按下软键“凸台”。
- 3. 按下软键“矩形凸台”。
输入窗口“测量：矩形凸台”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-	T	测头的名称	-
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-	测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
			 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ³⁾ - 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号	-
W	轴颈宽度的目标值	毫米
L	轴颈长度的目标值	毫米
XM, YM	矩形腔中心目标坐标设定（仅在设定值中心点选项为“选择”时）	毫米
α_0	接触角度 ⁴⁾	度
DZ	达到测量高度的进给行程（测量平面为 G17）	毫米
保护区 	使用保护区 - 选择 - 不选择	-
WS	保护区的宽度（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
LS	保护区的长度（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
尺寸公差	在刀具补偿时使用尺寸公差 - 选择 - 不选择	-
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米

- 1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。
- 2) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 17 时，才会显示功能“标定 3D 测头”。
- 3) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。
- 4) 接触角度始终针对的是生效坐标系内第 1 根轴的正方向，比如：G17 平面内的 +X 轴方向；G18 平面内的 +Z 轴方向；G19 平面内的 +Y 轴方向。

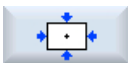


机床制造商
请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。
2. 按下软键“轴颈”。
3. 按下软键“矩形轴颈”。
输入窗口“测量：矩形轴颈”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“矩形凸台”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-23 “矩形凸台”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	矩形腔在平面第 1 轴的目标长度	毫米
_OVR [1]	矩形腔在平面第 2 轴的目标长度	毫米
_OVR [2]	矩形腔中心的目标坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [3]	矩形腔中心目标坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [4]	矩形腔在平面第 1 轴的实际长度	毫米
_OVR [5]	矩形腔在平面第 2 轴的实际长度	毫米
_OVR [6]	矩形腔中心实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [7]	矩形腔中心实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [16]	矩形腔在平面第 1 轴的长度“实际-目标”差值	毫米
_OVR [17]	矩形腔在平面第 2 轴的长度“实际-目标”差值	毫米
_OVR [18]	矩形腔中心“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR [19]	矩形腔中心“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVS_TNAME	刀具名称	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.3.17 1 个圆形凸台 (CYCLE977)

功能

使用该测量方案可测量工件上的圆形轴颈，

它可以确定轴颈直径和中心位置。该测量始终以平行于当前平面内几何轴的方式进行。

可以通过起始角来移动轴颈外壁上的测量点，该测量点围绕横向进给轴作为旋转点。

可以在轴颈四周定义一个保护区。

在使用“带主轴旋转的 3D 测头”时，会在平面中的轴上进行差值测量。先后自动对轴颈进行两次完整的测量，一次主轴旋转 180 度，一次旋转 0 度。该测量的特殊过程允许采用未经标定的多向测头。测头的正确刀具半径必须在标定测头时一次性确定。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

在使用测量方法“标定 3D 测头”时，始终会根据当前的测量方向对测头的切换方向进行标定。推荐在对测量精度要求较高时使用该功能。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

测量出的差值可用于：

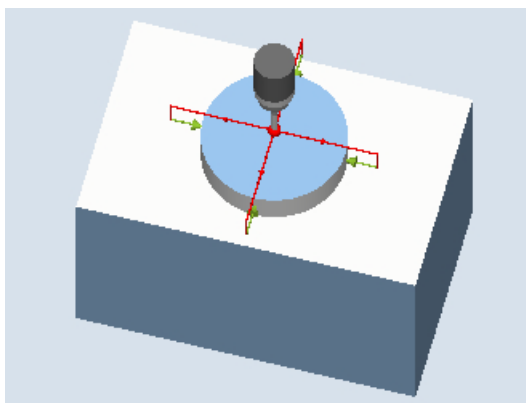
- 补偿零偏，使零点以凸台中心为基准。
- 刀具的补偿
- 无补偿测量

测量原理

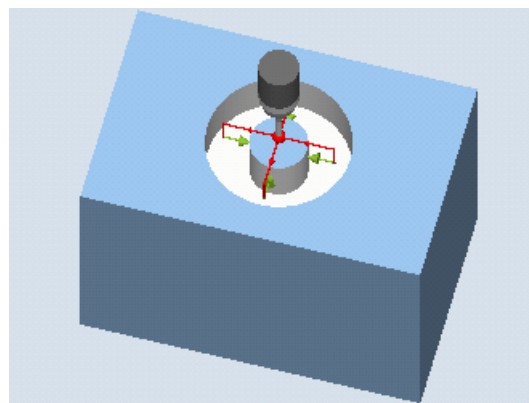
测头在平面内两根几何轴上分别测量 2 个相对的点。系统从这 4 个点的实际位置并参考测头的标定数据计算出轴颈直径和中心位置。首先系统从平面第 1 轴上的两个测量点计算出钻孔在该轴上的位置，并命令测头定位到该位置。

然后测头从该位置开始继续测量第 2 几何轴上的两个测量点，系统从中计算出轴颈实际直径。测量从第 1 几何轴正向开始。轴颈直径的“实际-目标”差值便是刀具补偿的基准值，而轴颈中心的位置便是零点补偿的基准值。

“中心目标坐标设定”选项勾选为“是”后，可以通过设定值给定将凸台中心定义为工件零点。



测量：圆形轴颈 (CYCLE977)



测量：带有保护区的圆形轴颈 (CYCLE977)

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）
 - 星形测头（类型 714）

说明

以下的测量方法只能在平面中的轴上使用：

- 带主轴旋转的 3D 测头（差值测量）
- 标定 3D 测头

测头类型 712、713 和 714 一般不能用于这些测量方法。

3.3 测量工件（铣削版）

开始测量前的起始位置

测头必须定位在圆形轴颈上方中心点的设定位置上。在凸台上方要逼近的该位置即起始位置，并同时给出了需要测定的补偿设定值。

请确保输入的进给行程足以使测头从起始位置开始达到轴颈上所需的测量高度。

保护区对起始位置没有影响。

说明

若选择的测量行程 DFA 太大而超出保护区，会在循环中自动减小行程，但仍会为测球保留足够的间距。

测量循环结束后的位置

测球回到循环开始时轴颈中心上方的起始位置。

说明

测量循环起始位置相对于轴颈中心的差异范围必须在测量行程 DFA 内，否则可能会引发碰撞，或无法执行测量！

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下软键“凸台”。
 - 3. 按下软键“1 个圆形凸台”。
- 输入窗口“测量：1 个圆形凸台”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-	T	测头的名称	-
			D 	刀沿号 (1 - 9)	-
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-
 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-	 	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中³⁾ - 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号	-
Ø	轴颈直径的目标值	毫米
XM, YM	凸台中心目标坐标设定（仅在设定值中心点选项为“选择”时）	毫米
α0	接触角度 ⁴⁾	度
DZ	达到测量高度的进给行程（测量平面为 G17）	毫米
保护区 	使用保护区 - 选择 - 不选择	-
ØS	保护区的直径（仅在保护区选项为“选择”时）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
尺寸公差 	在刀具补偿时使用尺寸公差 - 选择 - 不选择	-
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米

- 1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。
- 2) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 17 时，才会显示功能“标定3D测头”。
- 3) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。
- 4) 接触角度始终针对的是生效坐标系内第 1 根轴的正方向，比如：G17 平面内的 +X 轴方向；G18 平面内的 +Z 轴方向；G19 平面内的 +Y 轴方向。



机床制造商
请注意机床制造商的说明。

车床上的铣削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。
2. 按下软键“轴颈”。
3. 按下软键“1 个圆形轴颈”。
输入窗口“测量：1 个圆形轴颈”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
测量方法 	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
	标定数据组（1 - 40） （仅适用于不带主轴旋转的测量）	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“1 个圆形凸台”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-24 “1 个圆形凸台”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	圆形凸台的目标直径	毫米
_OVR [1]	圆形凸台中心的目标坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [2]	圆形凸台中心的目标坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [4]	圆形凸台的实际直径	毫米
_OVR [5]	圆形凸台中心的实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [6]	圆形凸台中心的实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [16]	圆形凸台的直径“实际-目标”差值	毫米
_OVR [17]	圆形凸台中心“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR [18]	圆形凸台中心“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVS_TNAME	刀具名称	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.3.18 凸台 - 外圆弧 (CYCLE979)

功能

使用该测量方案可以测量一个外圆弧，它可以确定圆弧的实际直径和圆心位置。“中心目标坐标设定”选项勾选为“是”后，可以通过设定值给定将圆弧中心定义为工件零点。圆弧上的第一个测量点可以通过一个和平面第 1 几何轴所成的夹角（即起始角）定义。测量点和测量点在圆弧上的距离由增量角加以定义。

在使用“带主轴旋转的 3D 测头”时，会在平面中的轴上进行差值测量。该测量的特殊过程允许采用未经标定的多向测头。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

在使用测量方法“标定 3D 测头”时，始终会根据当前的测量方向对测头的切换方向进行标定。推荐在对测量精度要求较高时使用该功能。此时不适合使用测头类型 712、713 和 714。一定要使用可定位的主轴。

测量出的差值可用于：

- 补偿零偏，使工件零点以圆弧中心为基准。
- 刀具的补偿
- 无补偿测量

测量原理

圆弧通过 3 个或 4 个测量点加以测定。测头在测量点之间的定位不平行于几何轴，而是沿着圆弧轨迹进行。此时，钻孔和测球外边缘之间的间距等于测量行程 DFA。测头圆弧轨迹的方向取决于增量角的正负号。测头在测量点之间中间定位时，它会沿着钻孔壁定位。

由测量点的数目和增量角定义的圆弧不能超过 360 度。系统测定的圆弧直径“实际-目标”差值用于刀具补偿，圆弧中心“实际-目标”差值用于零点补偿。

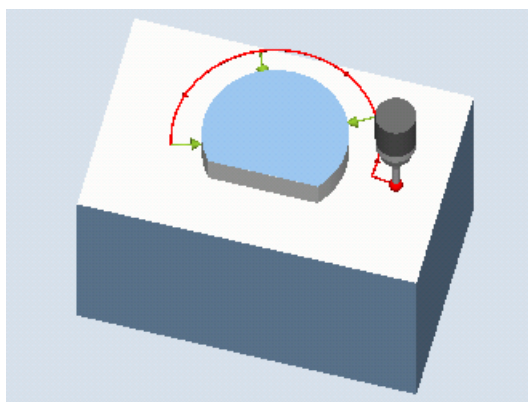


图 3-16 测量：外圆弧 (CYCLE977)

前提条件

- 测头必须作为“刀具”激活。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）

说明

以下的测量方法只能在平面中的轴上使用：

- 带主轴旋转的 3D 测头（差值测量）
- 标定 3D 测头

测头类型 712、713 和 714 一般不能用于这些测量方法。

说明

在测量小于 90 度的圆弧时要注意，由于算术运算方面的限制，偏离圆弧的测量点会极大地影响测量结果（圆心、直径）的精度！

因此，在测量小段圆弧时必须特别谨慎。采取下列方法可以获得较精确的测量结果：

待测量的圆弧应该：

- 没有加工残留物。
 - 通过加工工艺尽可能达到最精确的圆弧形状！
 - 通过加工工艺尽可能达到最低的表面粗糙度！
 - 使用高质量的测头，即：测球应呈均匀、圆滑的球面。
 - 采用 4 点测量法（通过参数设置）。
 - 使用当前经过标定的测头。
-

开始测量前的起始位置

测头必须移到加工平面内第 3 轴（刀具轴）的所需测量高度、和第一个测量点大概相距测量行程 DFA 的位置上。在平面轴中选择该位置时，须设置起始角。基于第一个及其他测量点，应围绕起始角沿圆弧轨迹推动。

以一个 180° 的起始角为例，第一个接触点位于待测量的轴颈的对面。如果在起始位置上不考虑这一点，则可能会与测量对象发生碰撞。

3.3 测量工件（铣削版）

测量循环结束后的位置

测量结束后，测球外边缘位于和最后一个测量点相距测量行程 DFA 的测量高度上。

说明

测量循环起始位置相对于圆弧中心的差异范围必须在测量行程 DFA 内，否则可能会引发碰撞，或无法执行测量！

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下软键“凸台”。
 - 3. 按下软键“外圆弧”。
- 输入窗口“测量：外圆弧”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
测量方法	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-	T	测头的名称	-
PL	测量平面 (G17 - G19)	-	D	刀沿号 (1 - 9)	-
	标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-	测量方法	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头¹⁾ - 标定 3D 测头²⁾	-
				标定数据组 (1 - 40) (仅适用于不带主轴旋转的测量)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中³⁾ - 刀具补偿（测量值保存在刀具数据中）	-
TR	待补偿刀具的名称	-
D 	待补偿刀具的刀沿号	-
测量点数量 	通过： 3 个点 4 个点	-
Ø	轴颈的直径	毫米
XM	圆心 X 轴坐标（测量平面 G17）	毫米
YM	圆心 Y 轴坐标（测量平面 G17）	毫米
XMS	中心 X 的目标坐标设定	mm
YMS	中心 Y 的目标坐标设定	mm
α0	接触角度 ⁴⁾	度
α1	增量角 ⁵⁾	度
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
尺寸公差 	在刀具补偿时使用尺寸公差 - 选择 - 不选择	-
TUL	工件公差的上限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米
TLL	工件公差的下限（设定值增量，仅限选择了尺寸公差选项时提供）	毫米

1) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 16 时，才会显示功能“带主轴旋转的 3D 测头”。

2) 当置位了通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 的位 17 时，才会显示功能“标定 3D 测头”。

3) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。

4) 接触角度始终针对的是生效坐标系内第 1 根轴的正方向，比如：G17 平面内的 +X 轴方向；G18 平面内的 +Z 轴方向；G19 平面内的 +Y 轴方向。

5) 增量角的符号指定了该角的定位方向。

3.3 测量工件（铣削版）



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“轴颈”。



3. 按下软键“外圆弧”。

输入窗口“测量：外圆弧”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D	刀沿号 (1 - 9)	-
测量方法	- 标准测量方法 - 带主轴旋转的 3D 测头 ¹⁾ - 标定 3D 测头 ²⁾	-
	标定数据组（1 - 40） （仅适用于不带主轴旋转的测量）	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“外圆弧”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-25 “外圆弧”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	圆弧的目标直径	毫米
_OVR [1]	中心目标坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [2]	中心目标坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [4]	圆弧的实际直径	毫米
_OVR [5]	中心实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR [6]	中心实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR [16]	圆弧的“实际-目标”直径差值	毫米
_OVR [17]	中心“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR [18]	中心“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVI [0]	D 号或零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVS_TNAME	刀具名称	-

在带有刀具补偿或零偏补偿的工件测量中，还会显示更多参数，请参见章节附加结果参数 (页 391)。

3.3.19 3D - 平面对齐 (CYCLE998)

功能

该测量方案通过测量 3 个点确定并补偿工件上一个倾斜的平面的角度。角度指绕当前有效平面 G17~G19 中坐标轴的旋转角度。

该测量方案的前提条件和简单的角度测量一样，参见测量方案边对齐 (页 150)。

只需要再指定第 2 个角度的目标值。零点偏移的补偿是通过指定的零点偏移的旋转分量实现的。

零点偏移的平移量保持不变，最好在下次测量（例如：设置边沿、拐角）中加以补偿。

3.3 测量工件（铣削版）

在测量结束后，在具有坐标转换（回转、TRAORI）功能的适合机床上，测头可以垂直于测量面（加工面）标定。

- 回转：参见编程手册 *SINUMERIK 840D sl/840D/840Di sl* 循环，章节“回转 - CYCLE800”。
- TRAORI
G0 C3=1 ;在 G17 平面内的刀具轴 Z 轴标定

测量原理

测量方案“平面对齐”通过 2 角度测量原理实现：

工件有一个平面倾斜时，倾斜角的补偿通过几何轴的旋转分量进行。

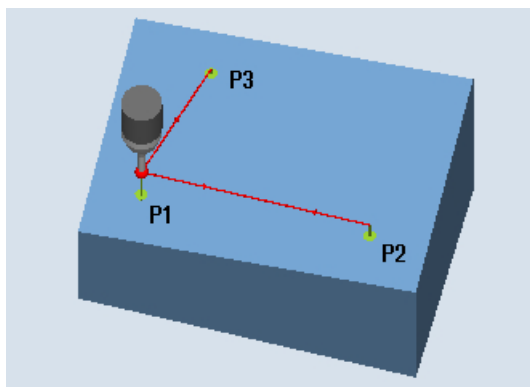


图 3-17 测量：平面对齐 (CYCLE998)

说明

最大测量角度

测量循环 CYCLE998 最大能够测量 -45... +45 度的角。

前提条件

- 测头必须当作带有刀具长度补偿的“刀具”调用。
- 测头类型：
 - 3D 多向测头（类型 710）
 - 单向测头（类型 712）

开始测量前的起始位置

测头首先在平面内的坐标轴（G17 平面为 X 轴和 Y 轴）上运行到第 1 测量点 P1 上方。

考虑保护区的定位过程

- 保护区 = 不选择

测头在测量轴方向最多移动一段测量行程 DFA，到达测量点 P1 上方的测量高度。

- 保护区 = 选择

测头在测量轴方向最多移动一段“测量行程 DFA+DZ（在 G17 平面内，测量轴为 Z 轴）”，到达测量点 P1 上方的测量高度。

在上述两个选项中进行测量时，都必须确保测头安全到达测量点 P1。

如果在第 1 次测量时选择的标准面间距太大，则不进行测量。

测量轴始终为第 3 轴（比如 G17 加工平面时为 Z 轴）。在平面中选择 P1 时，必须确保它与第 2 测量点（L2）和第 3 测量点（L3）的间距为正值。

P1、P2、P3 之间的中间定位

“与面平行”的中间定位

测头平行于标准面移动，和测量点 P2 相距 L2，第 2 次测量后和测量点 P3 相距 L3。此时会一同计算 α 和 TSA 计算得出的角度。TSA 包含了最多允许的角度偏差值。

在 P1 测量完毕后，测头会计算角度 β 和最大角度偏差 TSA，沿着第 1 轴和第 3 轴（G17 加工平面时为 X 轴和 Z 轴）逼近 P2。P2 测量完毕后，测头以相同的行程返回 P1。然后测头从 P1 出发，计算 α 和 TSA，沿着第 2 轴和第 3 轴（在 G17 加工平面时为 X 轴和 Y 轴）逼近 P3，完成该点的测量。

“与轴平行”的中间定位

P1 到 P2 的定位沿着第 1 轴，P1 到 P3 的定位沿着第 2 轴。同样，在第 3 轴（在 G17 加工平面时为 Z 轴）上，P1 到 P2 或者 P3 的定位也必须安全、无碰撞。

测量循环结束后的位置

测头位于最后一个测量点(P3)上方相距测量行程的位置。

3.3 测量工件（铣削版）

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。

2. 按下软键“3D”。

3. 按下软键“平面对齐”。

输入窗口“测量：平面对齐”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
	标定数据组 (1 - 40)	-	D	刀沿号 (1 - 9)	-
				标定数据组 (1 - 40)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ¹⁾	-
定位	定位测头： - 与轴平行 - 与面平行	-
α	平面和 X 轴所成的角度（测量平面 G17）	度
L2X	和 P2 在 X 轴上的间距	毫米
β	平面和 Y 轴所成的角度（测量平面 G17）	度
L3X	和 P3 在 X 轴上的间距	毫米
L3Y	和 P3 在 Y 轴上的间距	毫米

参数	说明	单位
保护区 	使用保护区 ● 选择 ● 不选择	-
DZ (仅在保护区选项为“选择”时)	Z 轴上达到测量高度的进给行程 (G17 时)	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

1) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“3D”。



3. 按下软键“平面对齐”。

输入窗口“测量：平面对齐”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

结果参数列表

“平面对齐”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-26 “平面对齐”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [0]	工件表面与生效 WCS 的平面第 1 轴之间的目标夹角	度
_OVR [1]	工件表面与生效 WCS 的平面第 2 轴之间的目标夹角	度
_OVR [4]	工件表面与生效 WCS 的平面第 1 轴之间的实际夹角	度
_OVR [5]	工件表面与生效 WCS 的平面第 2 轴之间的实际夹角	度
_OVR [16]	工件表面与平面第 1 轴之间的“实际-目标”夹角差值	度
_OVR [17]	工件表面与平面第 2 轴之间的“实际-目标”夹角差值	度
_OVR [20]	角度校正值	度
_OVR [21]	工件表面与平面第 1 轴之间夹角的校正值	度
_OVR [22]	工件表面与平面第 2 轴之间夹角的校正值	度
_OVR [23]	工件表面与平面第 3 轴之间夹角的校正值	度
_OVR [28]	置信区域	度
_OVR [30]	经验值	度
_OVI [0]	零偏号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [7]	经验值存储器编号	-
_OVI [9]	报警号	-
_OVI [11]	补偿任务状态	-

3.3.20 3D - 球体 (CYCLE997)

功能

使用该测量方案可以测量一个球体。测头可以沿与轴平行的直线轨迹或沿圆弧轨迹在工件坐标系内进行测量。

球体的直径已知时，球心位置（球体位置）由球面上的 3 个或 4 个测量点以及球体的“北极”（即球体最高点）确定。选择了“确定球体直径”和“无重复测量”时，测头会另外进行一次测量以确定球体直径。

选择了“确定球体直径”和“进行重复测量”，测头会在第 1 次测量过程中重复进行一次测量。

在第 2 次测量（重复测量）过程中，会通过内部计算得出直径，而不再进行测量。

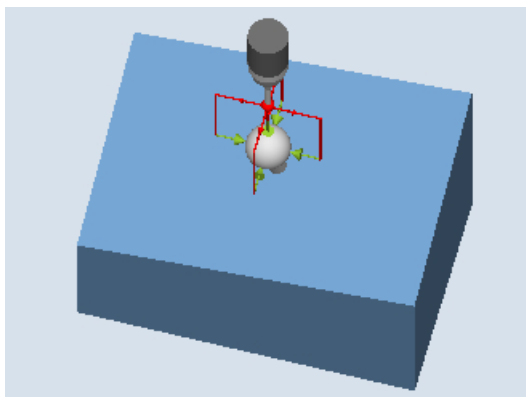
测量循环 CYCLE997 不仅可用于测量球体，还可以根据球心位置自动补偿零点偏移中当前平面第 3 轴上的平移分量。

测量原理

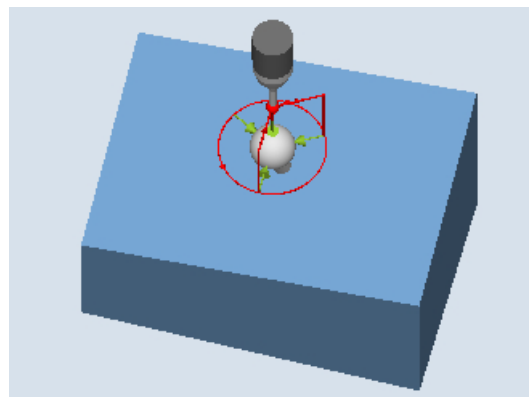
下文的说明针对的是加工平面 G17:

- 平面中的轴: XY
- 刀具轴: Z

测头从起始位置出发，首先在 -X 轴上移动，然后在 -Z 轴上移动，逼近球体“赤道”上的目标位置。测头从该测量高度开始测量 3 个点或 4 个点。



测量：球体 (CYCLE997)，
以“与轴平行”定位为例



测量：球体 (CYCLE997)，
以“沿圆弧轨迹”定位为例

- 测量方案：“与轴平行”地定位

测头在两个测量点之间定位时，例如从 P1 到 P2，从 P2 到 P3，它总是先返回到起始位置（即球体“北极”）。

接触角 α_0 （即起始角）用于确定测头测量 P1 时的角度。

- 测量方案：“沿圆弧轨迹”地定位

测头在两个测量点之间定位时，例如从 P1 到 P2，从 P2 到 P3，它总是沿圆弧轨迹移动到球体“赤道”所在高度。

接触角 α_0 （即起始角）用于确定测头测量 P1 时的角度，增量角 α_1 用于确定测量 P2 时的角度，测量 P3 时的角度以此类推。在 4 点测量法中，还要确定测量 P4 时的角度。

测量点数与增量角 α_1 的乘积不能超过 360 度。

系统依据这些测量值在内部计算出圆弧中心在 XY 平面内的实际位置（即球心在平面内的位置）。然后测头在 +Z 轴上运动到 XY 平面内计算出的球体“北极”位置。之后测头在 -Z 轴上开展测量。

系统依据这些测量点计算出球心在平面内 3 根轴(XYZ)上的实际位置。

在测头进行重复测量时，它会移动到球体“赤道”所在的精确位置（根据第 1 次测量的结果），然后开展测量，这样可以获得更加精确的测量结果。

如果除了球心位置外还需要确定球体的实际直径，则在第 1 次测量过程中测头还会在 +X 轴上以平行于轴的直线轨迹再在“赤道”上进行一次测量。

如果选中了“重复测量”，在第 2 次测量（重复测量）过程中不会再次进行测量，而是通过内部计算得出直径。

我们建议最好采用“沿圆弧轨迹定位”，因为这种方式的定位性能最佳。另外，在这种定位方式中，当测头沿球体绕行时，系统还可以在切换方向上对测头进行调整，参见参数“测头调整”。

零点偏移的补偿

中心坐标的“实际-目标”差值会进入到零点偏移的平移分量重。在进行补偿时，计算出的球心在经过补偿的零点偏移中采用指定的目标位置（工件在三根轴上的坐标）。

前提条件

- 测头必须当作带有刀具长度补偿的“刀具”调用。
- 测头类型：3D 多向测头（类型 710）
- 被测球体的直径必须远远大于测球直径。

说明

测量参考球体时，只有考虑到了全体轴位置的机械复杂性，才能精确地将参考球体直径计入测量结果。然后才能根据后续测量情况进行标定。结果可以传输至所有球体测量。

开始测量前的起始位置

测头必须定位到球心目标位置上方的安全高度。
 测量程序自行生成逼近测量点的运行方案，根据选中的测量方案来执行测量。

说明

待测球体应安装在适宜位置，使得测头定位时，测球可以在工件坐标系中安全地移动到被测球体的“赤道”，而不会和被测球体的夹紧基座发生碰撞。通过设定测头沿圆弧轨迹定位时的可变起始角和增量角，即使基座安装在不太适宜的位置，也始终可以确保测球安全移动。
 参数 DFA 中的测量行程必须选择的足够大，以确保在总的测量行程 $2 \times DFA$ 以内能够达到所有的测量点，否则不能实现测量，或测量不完整。

测量循环结束后的位置

测头位于计算出的球心上方的安全高度（和起始位置的高度一样）。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“3D”。
 3. 按下软键“球体”。
- 输入窗口“测量：球体”打开。

3.3 测量工件（铣削版）

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
			 	标定数据组 (1 - 40)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ¹⁾	-
定位 	球体的绕行方式： - 与轴平行 - 沿圆弧轨迹	-
仅适用于“沿圆弧轨迹”定位		
测头调整 	总是在相同的接触方向调整测头 - 不选择 - 选择	-
测量点数量 	用被测球体“赤道”上的 3 个或 4 个点来测量	-
重复测量 	使用计算出的数值重复测量 - 不选择 - 选择	-
确定球体直径 	- 不选择 - 选择	-
Ø	球体目标直径	毫米
α0	接触角度 ²⁾	度
α1	增量角（仅适用于“沿圆弧轨迹”定位） ³⁾	度
XM	球心的 X 轴坐标（G17 平面）	毫米
YM	球心的 Y 轴坐标	毫米
ZM	球心的 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

- 1) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。
- 2) 接触角度始终针对的是生效坐标系内第 1 根轴的正方向，比如：G17 平面内的 +X 轴方向；G18 平面内的 +Z 轴方向；G19 平面内的 +Y 轴方向。
- 3) 增量角的符号指定了该角的定位方向。



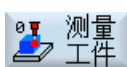
机床制造商

请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“3D”。



3. 按下软键“球体”。

输入窗口“测量：球体”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D	刀沿号 (1 - 9)	-
	标定数据组 (1 - 40)	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

结果参数列表

“球体”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-27 “球体”结果参数

参数	说明	单位
_OVR[0]	球体目标直径	毫米
_OVR[1]	球心目标坐标，第 1 轴	毫米
_OVR[2]	球心目标坐标，第 2 轴	毫米
_OVR[3]	球心目标坐标，第 3 轴	毫米
_OVR[4]	球体实际直径	毫米
_OVR[5]	球心实际坐标，第 1 轴	毫米
_OVR[6]	球心实际坐标，第 2 轴	毫米
_OVR[7]	球心实际坐标，第 3 轴	毫米
_OVR[8]	球体的直径差值	毫米
_OVR[9]	球心“实际-目标”坐标差值，第 1 轴	毫米
_OVR[10]	球心“实际-目标”坐标差值，第 2 轴	毫米
_OVR[11]	球心“实际-目标”坐标差值，第 3 轴	毫米
_OVR[28]	置信区域	毫米
_OVI[0]	零偏号	-
_OVI[2]	测量循环编号	-
_OVI[5]	测头编号	-
_OVI[9]	报警号	-
_OVI[11]	补偿任务状态	-
_OVI[12]	发出警告时补充的故障信息，内部测量分析用	-

3.3.21 3D - 3 个球体 (CYCLE997)

功能

通过此测量方案可对固定在同一基座（工件）上的 3 个大小相同的球体进行测量。

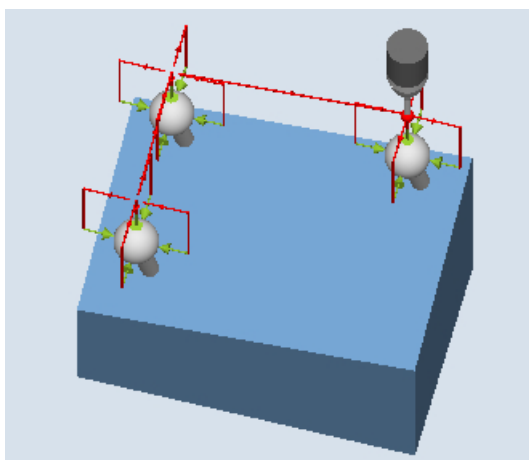
单个球体的测量过程和上文描述的过程一样，参见章节 3D - 球体(CYCLE997) (页 222)。

测量好第 3 个球体后，如果选择了将测量结果用于零点偏移的补偿，球体所在的工件位置会作为旋转补偿分量进入零点偏移。

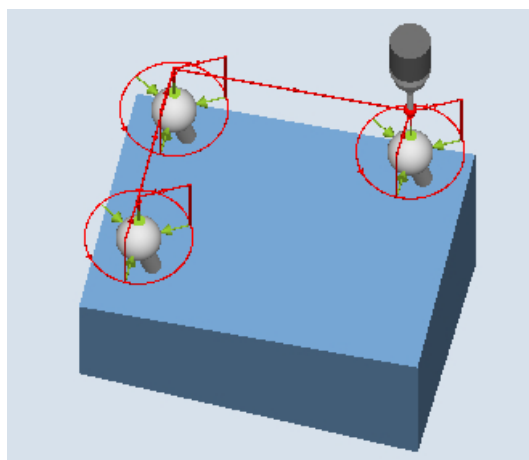
测量原理

用户在参数 XM1~ZM3 中设定了 3 个球心在工件坐标系中的目标位置。测头从第 1 个球体开始测量，到第 3 个球体结束。

在球体之间定位时，测头从第 1 个球体的初始位置所在高度沿直线轨迹移动到下一个球体。用户设置的参数如：测量点数量、确定直径和直径等都针对全部 3 个球体。



测量：3 个球体(CYCLE997)，
以“与轴平行”定位为例



测量：3 个球体(CYCLE997)，
以“沿圆弧轨迹”定位为例

零点偏移的补偿

在测完第 3 个球体后，系统会从测出的球心计算出零点偏移。该偏移包含了平移分量和旋转分量，指出了球体所在工件的实际位置。

进行补偿时，三个球心实际位置构成的三角形和指定的球心目标位置（工件坐标）进行比较。此时，球体相互之间的偏差总和必须在参数 TVL 以内，否则不进行补偿，并会发出报警。

前提条件

- 测头必须当作带有刀具长度补偿的“刀具”调用。
- 测头类型：3D 多向测头（类型 710）
- 在当前有效的零点偏移中，球体的大概位置计入平移和旋转分量，进而生效。零点偏移中的平移分量针对的是第 1 个球体。

3.3 测量工件（铣削版）

- 循环只接受比较低的工件“实际-目标”位置差。
- 被测球体的直径必须远远大于测球直径。

开始测量前的起始位置

测头必须定位到第 1 个球心目标位置上方的安全高度。

说明

请选择合适的测量点，保证在测头测量或中间定位时它都不会和被测球体的基座或其他障碍物发生碰撞。

参数 DFA 中的测量行程必须选择的足够大，以确保在总的测量行程 2 x DFA 以内能够到达所有的测量点，否则不能实现测量，或测量不完整。

测量循环结束后的位置

测头位于计算出的第 3 个球心上方的安全高度（和初始位置的高度一样）。

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“3D”。
 3. 按下软键“3 个球体”。
- 输入窗口“测量：3 个球体”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	测头的名称	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
			 	标定数据组 (1 - 40)	-
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
补偿目标 	- 仅测量（无补偿） - 用于零点偏移，测量值保存在可设定零点偏移中 ¹⁾	-
定位 	球体的绕行方式： - 与轴平行 - 沿圆弧轨迹	-
仅适用于“沿圆弧轨迹”定位		
测头调整 	总是在相同的接触方向调整测头 - 选择 - 不选择	-
测量点数量 	用被测球体“赤道”上的 3 个或 4 个点来测量	-
重复测量 	使用计算出的数值重复测量 - 选择 - 不选择	-
确定球体直径 	- 选择 - 不选择	-
Ø	球体目标直径	毫米
α0	接触角度 ²⁾	度
α1	增量角（仅适用于“沿圆弧轨迹”定位） ³⁾	度
XM1	第 1 个球心的 X 轴坐标	毫米
YM1	第 1 个球心的 Y 轴坐标	毫米
ZM1	第 1 个球心的 Z 轴坐标	毫米
XM2	第 2 个球心的 X 轴坐标	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
YM2	第 2 个球心的 Y 轴坐标	毫米
ZM2	第 2 个球心的 Z 轴坐标	毫米
XM3	第 3 个球心的 X 轴坐标	毫米
YM3	第 3 个球心的 Y 轴坐标	毫米
ZM3	第 3 个球心的 Z 轴坐标	毫米
TVL	回转轴三个测量中所测三角的最小内角限值	-
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

- 1) 其他参数和测量值的用途可以在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中调整。
- 2) 接触角度始终针对的是生效坐标系内第 1 根轴的正方向，比如：G17 平面内的 +X 轴方向；G18 平面内的 +Z 轴方向；G19 平面内的 +Y 轴方向。
- 3) 增量角的符号指定了该角的定位方向。



机床制造商
请注意机床制造商的说明。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。
2. 按下软键“3D”。
3. 按下软键“3 个球体”。
- 输入窗口“测量：3 个球体”打开。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D 	刀沿号 (1 - 9)	-

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
	标定数据组 (1 - 40)	-
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“3 个球体” 测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-28 “3 个球体” 结果参数

参数	说明	单位
_OVR[0]	目标直径，第 1 球体	毫米
_OVR[1]	球心目标坐标，第 1 轴，第 1 球体	毫米
_OVR[2]	球心目标坐标，第 2 轴，第 1 球体	毫米
_OVR[3]	球心目标坐标，第 3 轴，第 1 球体	毫米
_OVR[4]	实际直径，第 1 球体	毫米
_OVR[5]	球心实际坐标，第 1 轴，第 1 球体	毫米
_OVR[6]	球心实际坐标，第 2 轴，第 1 球体	毫米
_OVR[7]	球心实际坐标，第 3 轴，第 1 球体	毫米
_OVR[8]	“实际-目标” 直径差，第 1 球体	毫米
_OVR[9]	球心 “实际-目标” 坐标差值，第 1 轴，第 1 球体	毫米
_OVR[10]	球心 “实际-目标” 坐标差值，第 2 轴，第 1 球体	毫米
_OVR[11]	球心 “实际-目标” 坐标差值，第 3 轴，第 1 球体	毫米
_OVR[12]	实际直径，第 2 球体	毫米
_OVR[13]	球心实际坐标，第 1 轴，第 2 球体	毫米
_OVR[14]	球心实际坐标，第 2 轴，第 2 球体	毫米
_OVR[15]	球心实际坐标，第 3 轴，第 2 球体	毫米
_OVR[16]	“实际-目标” 直径差，第 2 球体	毫米
_OVR[17]	球心 “实际-目标” 坐标差值，第 1 轴，第 2 球体	毫米
_OVR[18]	球心 “实际-目标” 坐标差值，第 2 轴，第 2 球体	毫米
_OVR[19]	球心 “实际-目标” 坐标差值，第 3 轴，第 2 球体	毫米

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
_OVR[20]	实际直径，第 3 球体	毫米
_OVR[21]	球心实际坐标，第 1 轴，第 3 球体	毫米
_OVR[22]	球心实际坐标，第 2 轴，第 3 球体	毫米
_OVR[23]	球心实际坐标，第 3 轴，第 3 球体	毫米
_OVR[24]	“实际-目标”直径差，第 3 球体	毫米
_OVR[25]	球心“实际-目标”坐标差值，第 1 轴，第 3 球体	毫米
_OVR[26]	球心“实际-目标”坐标差值，第 2 轴，第 3 球体	毫米
_OVR[27]	球心“实际-目标”坐标差值，第 3 轴，第 3 球体	毫米
_OVR[28]	置信区域	毫米
_OVI[0]	零偏号	-
_OVI[2]	测量循环编号	-
_OVI[5]	测头编号	-
_OVI[9]	报警号	-
_OVI[11]	补偿任务状态	-
_OVI[12]	发出警告时补充的故障信息，内部测量分析用	-

3.3.22 3D - 主轴角度差(CYCLE995)

功能

使用该测量方案可在标准球上测出机床主轴的斜度（平行度）。该测量由测量方案“球体”(CYCLE997)和“外圆弧”(CYCLE979)组成。

根据测得的值计算主轴与平面中的轴的角度差。

使用测量得到的角度差可进行机械校准，使主轴平行于刀具轴或者用来更新用于垂度补偿的相应数据表。

对于已有的回转轴，测得的角度数据也可用于校准回转轴。此时必须使用 CYCLE995 的结果参数(_OVR)。

测量原理

标准球的第 1 次测量使用 **CYCLE997** 和重复测量进行。起始角度可自由选择。各测量点之间的增量角度设为 90 度。球心位置（球体位置）由球面上的 2 个测量点以及球体的“北极”（即球体最高点）确定。此外还可测定标准球的直径。

第 2 次测量使用 **CYCLE979** 在测头轴上间隔一段 **DZ** 的距离处进行。起始角度和增量角度沿用第 1 次测量中的设置。测量行程和置信区域同样沿用第 1 次测量中的设置，乘以系数 1.5。测定平面中测头轴的中点。

在两次测量时都会对每次测量的测头切换方向进行跟踪。

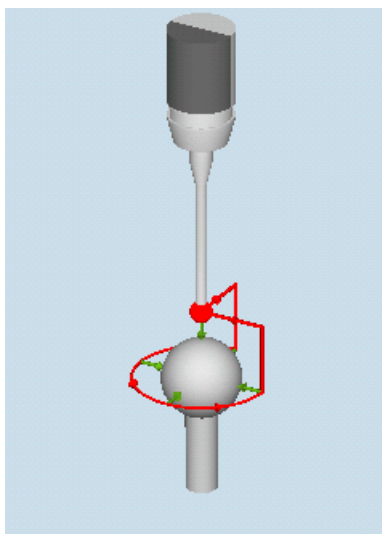
XY 中的角度差会根据 **XY** 中两个中点的结果和 **Z** 轴（**G17** 时）上两次测量的间距进行计算。

还可选择检查角度值的公差参数（尺寸公差“是”）。

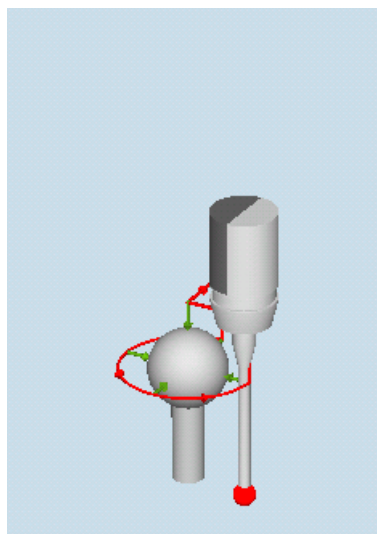
注释

循环 **CYCLE995** 是基于 **Renishaw** 正在申请专利的 **AxiSet™**（专利申请号 **WO 2007068912 A1**）技术开发的。

我们建议在使用 **CYCLE995** 时采用 **Renishaw** 生产的高精度测头。



测量：主轴角度偏差（**CYCLE995**），第 1 次测量：主轴角度偏差（**CYCLE995**），第 2 次测量



次测量

3.3 测量工件（铣削版）

前提条件

- 标准球的精度应小于 0.001mm。
- 在主轴上换上带有尽可能长的探针(>100 mm)的电子测头。
- 测头轴应具备良好的表面质量（例如磨削过的钢轴）。

开始测量前的起始位置

测头在调用循环前应位于所安装的标准球（北极）上方距离一个测量行程(DFA)处，以避免在逼近时与球面（赤道）发生碰撞。

测量循环结束后的位置

测头在测量循环结束后回到初始位置。在测头方向（G17 时为 Z 轴）上，测头位于距北极一个测量行程(DFA)的位置。

步骤

创建零件程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量工件”。
 2. 按下软键“3D”。
 3. 按下软键“主轴角度偏差”。
- 输入窗口“测量：主轴角度偏差”打开。

参数

G 代码程序		
参数	说明	单位
PL	测量平面 (G17 - G19)	-
	标定数据组 (1 - 40)	-
确定球体直径	确定球体直径 ● 不选择 ● 选择	-
Ø	球体直径	毫米
α0	接触角度	度

G 代码程序		
参数	说明	单位
DZ	第 2 次测量的进给深度	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
尺寸公差 	使用尺寸公差 - 选择 - 不选择	-
TUL	角度偏差的公差上限（仅在尺寸公差选项为“选择”时）	度

1) 其他参数和测量值的用途可在通用设定数据 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 中设置。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

结果参数列表

“机床几何尺寸”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-29 “机床几何尺寸”结果参数(CYCLE995)

参数	说明	单位
_OVR [2]	X 与 Z 之间的实际角度 (X = G17 平面的第 1 轴, Z = G17 平面的第 3 轴)	度
_OVR [3]	Y 与 Z 之间的实际角度 (Y = G17 平面的第 2 轴)	度
_OVR [4]	Z 轴上测头测球与测头轴上的测量位置之间的间距	毫米
_OVR [5]	X 和 Z 轴之间的公差超限 (在尺寸公差为“是”时)	毫米
_OVR [6]	Y 和 Z 轴之间的公差超限出 (在尺寸公差为“是”时)	毫米
_OVR [7]	XZ 上的主轴倾斜 (G17 时的 XZ)	毫米
_OVR [8]	YZ 上的主轴倾斜 (G17 时的 YZ)	毫米
_OVR [9]	测得角度值的公差上限 (_OVR[2], _OVR[3])	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVI [5]	测头标定数据组的编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.3 测量工件（铣削版）

表格 3-30 第 1 次测量的中间结果（标准球）

参数	说明	单位
_OVR [10]	标准球的设定值	毫米
_OVR [11]	平面中第 1 轴的球心坐标设定值	毫米
_OVR [12]	平面中第 2 轴的球心坐标设定值	毫米
_OVR [13]	平面中第 3 轴的球心坐标设定值	毫米
_OVR [14]	球体直径实际值	毫米
_OVR [15]	平面中第 1 轴的球心坐标实际值	毫米
_OVR [16]	平面中第 2 轴的球心坐标实际值	毫米
_OVR [17]	平面中第 3 轴的球心坐标实际值	毫米
_OVR [18]	球体的直径差值	毫米
_OVR [19]	平面中第 1 轴的球心坐标差值	毫米
_OVR [20]	平面中第 2 轴的球心坐标差值	毫米
_OVR [21]	平面中第 3 轴的球心坐标差值	毫米

表格 3-31 第 2 次测量的中间结果（测头轴或轴上的第 2 个测球）

参数	说明	单位
_OVR [22]	标准球的直径设定值	毫米
_OVR [23]	平面中第 1 轴上的球心设定值	毫米
_OVR [24]	平面中第 2 轴上的球心设定值	毫米
_OVR [25]	平面中第 1 轴上的球心实际值	度
_OVR [26]	平面中第 2 轴上的球心实际值	度
_OVR [27]	平面中第 1 轴上的球心差值	度
_OVR [28]	平面中第 2 轴上的球心差值	度

3.3.23 3D - 运动 (CYCLE996)

功能

借助测量方案“测量坐标转换矢量”(CYCLE996)，可以通过测量球体的三维位置来计算出5轴坐标转换（TRAORI 和 TCARR）所需的几何矢量。

通常，工件测头在每个回转轴上接触球体的三个位置以进行测量。球体位置可以由用户根据机床的几何比例确定。每次重新定位待测回转轴，球体位置就会重新设置。

使用 CYCLE996 无需对于机床的基础机械构造有详细的了解。执行测量也无需机床的尺寸图和结构图。

如果粗略的知道机床的矢量，则需将尺寸计入回转数据组的矢量中；可通过激活的可定向刀架（TCARR）或激活的 5 轴坐标转换（TRAORI）来测量机床。另请参见本章末尾的编程示例。

参考文档： /PGZ/ 编程手册 *SINUMERIK 840D sl/840D/840Di sl* 循环中的 CYCLE800。

允许的使用范围

测量方案“测量坐标转换矢量”用于确定和回转轴坐标转换（TRAORI, TCARR）功能相关的数据。

- 重新确定回转数据组
 - 调试机床，
 - 使用可回转的夹具作为 TCARR
- 检查回转数据组
 - 碰撞后的维修，
 - 检查加工过程中的坐标转换

手动控制轴（可手动调节的回转台、可回转的夹具等）的坐标转换矢量测量和 NC 控制的回转轴一样。

启动 *CYCLE996* 时必须为回转数据组设置基础数据（坐标转换类型参见“编程手册 *SINUMERIK 840D sl/840D/840Di sl* 循环中的 CYCLE800”）。测量本身无需激活坐标转换即可执行。

前提条件

使用 CYCLE996（测量坐标转换矢量）必须满足以下前提条件：

- 标定的 3D 测头（测头类型 710）
- 安装了标准球

3.3 测量工件（铣削版）

- 安装了可定向的刀架（通用 MD 18088: \$MN_MM_NUM_TOOL_CARRIER > 0）
- 机床已经回参考点，处于直角坐标系（X, Y, Z）
- 垂直度针对的是刀具主轴，最好通过测量棒或者测量循环 *CYCLE995* 进行检查。
- 参与坐标转换的回转轴的位置已定义
- 参与坐标转换的轴的运行方向符合标准 ISO 841-2001 或 DIN 66217（右手准则）
- 线性轴和回转轴必须动态优化。特别是当机床以激活的 TRAORI 刀具定向进行加工时。
- 测头必须经过标定。标定的测头刀具长度直接输入到坐标转换矢量的计算矢量中。
- 测量时环绕标准球的测量方案应和跟踪切换方向一起使用。

说明

当制造商口令生效时，测得的坐标转换矢量只能写入回转数据组。只有关闭持续生效的坐标转换后，才可以对坐标转换进行误差补偿。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

测量原理

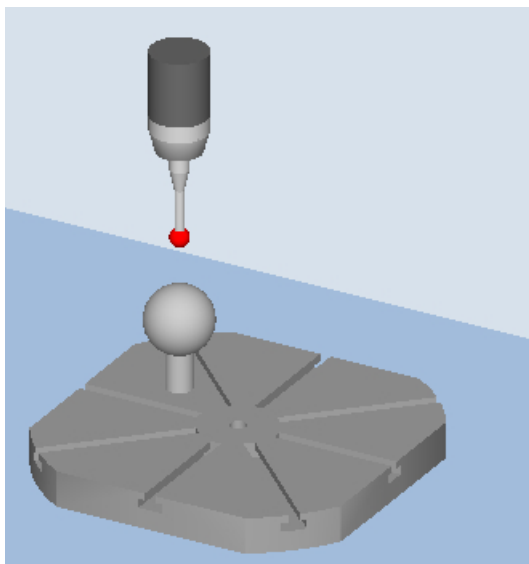
测量方案“测量坐标转换矢量”通常需要以下步骤：

1. 测量一根回转轴
2. 测量第二根回转轴（如果存在的话）
3. 计算回转数据组（计算坐标转换矢量）
4. 自动计算数据或操作员手动激活数据的计算

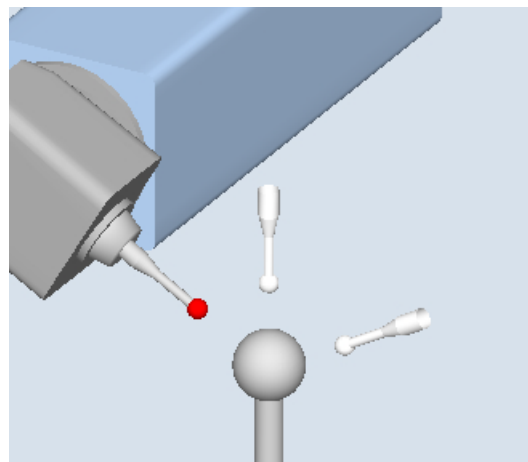
用户（主要是机床操作员）必须确保操作符合以上步骤。

如果在机床结构内标准球的位置可以重复设定，则最好将 *CYCLE996* 整个坐标转换矢量的测量过程作为零件程序加以保存，这样用户便可以随时在定义的条件下重复坐标转换矢量的测量。

回转轴的测量必须在机床基础系统中进行。公制机床使用 G710，位置单位 mm。英制机床使用 G700，位置单位英寸



测量：坐标转换 (CYCLE996)，
第 1 次测量，回转台



测量：坐标转换 (CYCLE996)，
第 3 次测量，回转头

测量坐标转换矢量

测头从坐标转换前的初始位置单独测量每根参与坐标转换的回转轴。

- 回转轴 1 和回转轴 2 的测量没有先后顺序，可以随意选择。如果机床的坐标转换中只有一个回转轴参与，则将该轴作为“回转轴 1”测量。
- 坐标转换的基本数据始终是可定向刀架的数据。如果需要支持动态的 5 轴坐标转换，最好选择“坐标转换类型 72”（矢量来自 TCARR 数据）。
- 在 NC 程序中调用测量循环 CYCLE996 之前，线性轴和回转轴必须首先定位到起始位置 P1~P3。起始位置将自动作为“测量球”的目标位置传送到 CYCLE996 中。
- 坐标转换矢量的测量通过调用 CYCLE996 和参数选择的球体（回转轴）位置进行。
- 坐标转换矢量的计算通过单独调用的 CYCLE996 进行。
- 在结束第 3 次测量后，测量结果根据 CYCLE996 的设置“计算坐标转换矢量”写入到结果参数_OVR[] 中。如果选择了功能“输入矢量”（参见 S_MVAR、S_TC），则数据输出到建立的回转数据组中 (TCARR, TRAORI(1))。
- 也可以选择将回转数据组中输出到包含测量结果、数据格式匹配（机床数据或者 TCARR 数据）的日志文件。

说明

用激活的 TRAORI 或者激活的 TCARR 进行坐标转换矢量测量的前提条件

- 设置 SD 55740: \$SCS:MEA_FUNCTION_MASK, 位 8 = 1。
- 坐标转换矢量的数据组（回转数据或者机床数据）必须设置粗补偿 ($\pm 1\text{ mm}$)。
- 在回转轴的单个测量位置上，测头在测量平面上必须垂直定位。这可以通过功能回转 (CYCLE800) 或者通过定位带 TRAORI 和 TOROT (G17 时) 的回转轴来实现。
- 如果在回转轴矢量 (V1、V2) 上的 XYZ 分量值非常小，则应一直使用激活的 TCARR 或者激活的 TRAORI 进行坐标转换矢量测量。

“坐标转换”输入标志

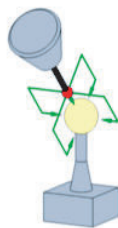
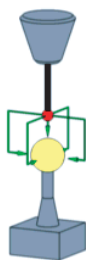
一根回转轴的完整测量和矢量计算由三次调用 CYCLE996 组成。在各个循环调用间隔中，用户必须重新定位待测回转轴。在测量期间，不允许重新定位非待测轴。线性轴定位到起始位置 P1、P2、P3 上。

可以通过对应的软键调用第 1 次到第 3 次测量。

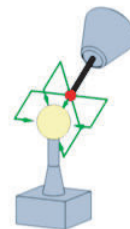
在第 3 次测量结束时，系统会计算出被测回转轴的矢量。该计算成功的前提是，该轴完整执行了第 1 次到第 3 次测量，对应的测量结果（标准球的球心位置）被保存。当结束两个回转轴的测量后，会完成机床坐标转换矢量的坐标。在结果显示或记录中显示有测量次数、参数_OVR[40]。

在带有回转头的机床上，测量坐标转换矢量：

第 1 次测量 P1（初始位置） 第 2 次测量 P2



第 3 次测量 P3



在进行第 2 次和第 3 次测量时，待测回转轴会旋转一个任意、尽可能大的角度。在所有测量中，标准球的位置必须固定不动。

开始测量前的起始位置

回转轴的测量通过 3 次调用 CYCLE996 进行（第 1 次测量到第 3 次测量）。

测球必须可以安全逼近标准球的“赤道”部分。第 1 次测量在坐标转换的初始位置进行。如果在回转头的坐标转换中，回转轴平行于主轴（没有偏移）旋转，则可以用安装好的测头进行第 1 次测量。此时，非待测回转轴不在初始位置中。

测头的初始位置必须由用户或用户程序加以确定。测头必须首先在刀具方向上定位到标准球的最高点上方（测头和球心对中）。在逼近起始位置后，它和标准球的间距 (A) 应尽可能接近 DFA。

说明

测量方案：“沿圆弧轨迹定位”

对于测量方案“沿圆弧轨迹定位”，始终在算术运算正方向上以 90° 定位。

测量循环结束后的位置

在每次测量（第 1 次测量到第 3 次测量）回转轴后，测头位于标准球上方，最多和它相距测量行程 DFA。

参见

3D - 运动 (CYCLE996) (页 239)

3D - 运动 (CYCLE996) (页 239)

测量单根回转轴

测量回转轴前必须执行以下步骤：

- 在机床工作台上安装标准球（用户）
- 确定三个球面位置，将待测回转轴逼近这三个球面位置（用户）
- 确定三个球面位置，将测头逼近这三个球面位置（用户）
- 启动 *CYCLE996*，测头接触标准球上的这三个球面位置

安装标准球

标准球应安装在机床上的工作台上。

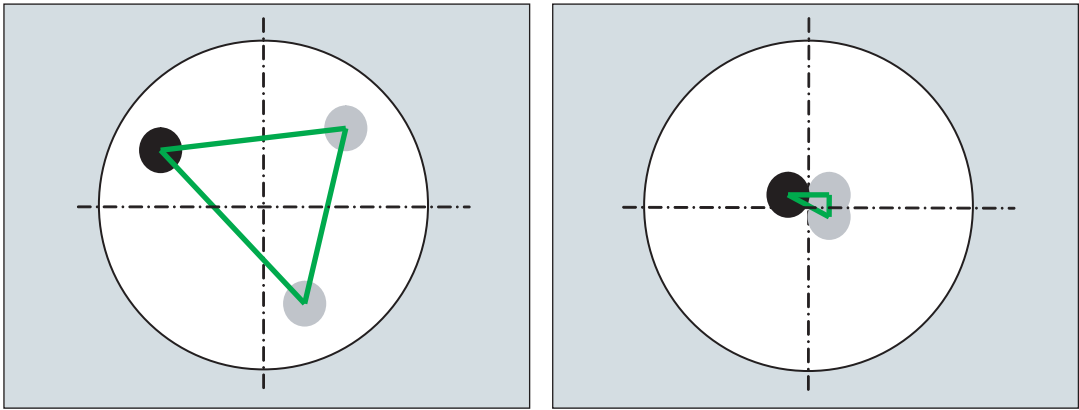
为测量可回转夹具的坐标回转矢量，球体必须安装在相应的夹具上。无论如何必须确保测头在所有选择的回转轴位置上都可以安全、无碰撞地逼近标准球、从标准球返回。

鉴于该原因，应尽可能远离待测回转轴的旋转中心安装标准球。

3.3 测量工件（铣削版）

如果三个球面位置形成的三角形过小，则可能对运行精度产生不良影响：

安装的标准球和旋转中心距离足够远，形成了安装的标准球和旋转中心距离太近，形成的三
较大的三角形 角形过小



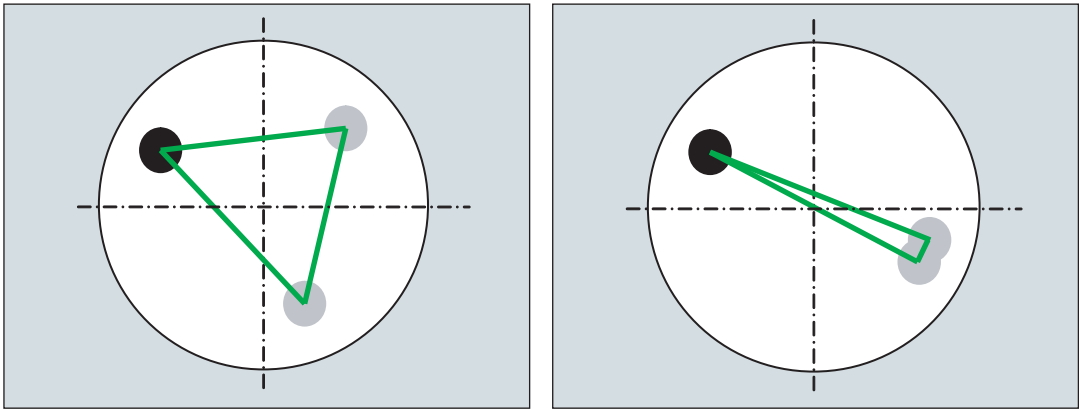
说明

在测量回转轴时，不应改变标准球的机械支架位置！只有在工作台回转和混合式回转中，才允许测量第一根回转轴和后续回转轴时采用不同的标准球支架位置。

确定回转轴位置

为每根回转轴确定三个测量位置（球面位置）。请注意，这三个位置产生的球面位置应形成一个尽可能大的三角形。

回转轴位置相隔足够远，形成了大的三角形 回转轴位置相距不够远，形成的三角形过小



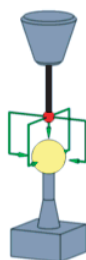
可以在参数 **TVL** 中查看回转轴角度分量的内角计算值。角度小于 20 度时可能会导致坐标转换矢量的计算不够精确。

接近球面位置

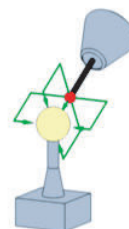
测头一开始必须定位到标准球上方，以逼近三个由用户定义的回转轴位置。只允许沿着线性轴(X, Y, Z)逼近位置！位置必须由用户自行设置。为此，可以使用测头手动确定这些位置。

在选择起点时应注意，测头必须始终在自动接触标准球范围内的适宜方向上移动。尤其是在回转头和混合式回转运动中必须注意，起点应和标准球的球心对中。

选择的起点直接在标准球上方



选择的起点在标准球侧面



说明

如果机床在标准球的接触范围内没有按照期望运行，则需要检查回转轴的初始位置和运行方向（轴定义是否符合 DIN 标准？）

起始位置

测头必须首先在刀具方向上定位到标准球的最高点上方（测头和球心对中）。在逼近起始位置后，它和标准球的间距 (A) 应尽可能接近 DFA。

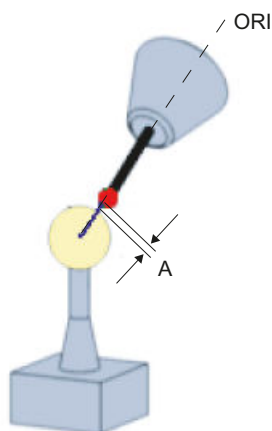


图 3-18 基于测球外圆的刀具长度起始位置

3.3 测量工件（铣削版）

说明

也可以在 5 轴坐标转换（TRAORI）中测量坐标转换矢量。

此时的前提是 5 轴坐标转换的矢量经过粗略设置。在执行带有激活坐标转换的用户程序时，测头会逼近测量位置，以测量坐标转换矢量。在真正测量时可以打开或者关闭坐标转换。

SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK

位 8 = 0 测量坐标转换矢量，不带激活的 TRAORI 或者 TCARR

位 8 = 1 测量坐标转换矢量，带激活的 TRAORI 或者 TCARR

测量单个球面位置

在测头按照用户设置手动定位或通过零件程序自动定位到标准球上方后（即 CYCLE996 的起点），CYCLE996 程序便使测头接触标准球，测出当前设置的球面位置。

为此，用户应该为每个球面位置写入并调用 CYCLE996！

计算和激活回转数据组

在测量完所有参与轴的三个球面位置后，您可以通过 CYCLE996 计算整个回转数据组。为此，应设置并调用 CYCLE996。

测量值的用途

在输入标记“计算坐标转换矢量”中的“补偿目标”字段中，您可以选择是“仅”计算矢量（即“仅测量”）还是将计算出的矢量保存到回转数据组中。在保存这些矢量前，您还可以查看并修改计算出的回转数据组。如果不希望显示该数据组，您可以立即执行覆盖操作。在所有其他情况下，系统会自动弹出提示，确认是否要保存回转数据组。

表格 3-32 输入窗口“计算坐标转换矢量”中的显示选项

参数	仅测量		回转数据组	
显示数据组	选择	不选择	不选择	选择
数据组可更改	-	-	-	选择/不选择
确认修改	-	-	选择/不选择	-

- 不显示输入字段

除此以外，回转数据组还可以另存为数据文件（“保存数据组”）。

数据文件保存在当前工件文件夹“WKS.DIR”、“MPF.DIR”或者“SPF.DIR”中。数据文件的保存位置为当前 NC 数据路径（最小程序平面路径的子路径中）。文件名称即回转数据组的名称，加上了“_M1”到“_M99”的计数索引。

数据文件采用数控功能 TCARR 回转数据组参数的句法，例如：

```
$TC_CARR1[1]=-426.708853 $TC_CARR2[1]=-855.050806 ... ;l1xyz.
```

如果您在动态坐标转换(TRAORI)的机床数据中设置了 <> 72 的坐标转换类型，作为机床数据，日志文件中还会另外保存计算出的矢量。

保存日志文件

计算坐标转换矢量时，可在调用 CYCLE996 前先调用用于记录的循环 (CYCLE150)。为此，系统会生成一个日志文件，包含测出和算出的坐标转换矢量。

公差极限

在设置 CYCLE996 时选择公差极限（即比较初始值和结果值）可以推断出机械运动转换是否出现异常变化。设置公差极限可以避免自动覆盖初始值。

说明

在任何情况下都不会覆盖回转轴矢量 V1/V2（回转轴方向）。

计算出的回转轴矢量主要用于指出坐标转换中的“目标-实际状态”间的偏差。取决于坐标转换的配置，即使是计算出的回转轴矢量最小偏差和补偿过的偏差也可能导致显著的补偿运动。

定标 = 设置固定值

对于每个回转轴都可以通过定标在一个轴方向 (XYZ) 上计算固定值。这在回转台坐标转换时特别需要，因为坐标转换矢量的计算结果取决于标准球的测量高度。通过定标例如 Z 分量可以基于工件台的参考点来计算。

回转头坐标转换时，计算坐标转换矢量会计算出回转轴 2（如果存在，否则为回转轴 1）第 1 次测量的初始位置。大多数情况下回转头坐标转换时不需要定标。直角机床坐标转换时回转轴定标只对特定轴方向有意义。

例如：

回转台坐标转换

回转轴 2(C) 围绕 Z 轴旋转 -> 在轴方向 Z 上定标回转轴 2(C) 有意义。

使用定标“选择”，会将定标值（固定值）写入下列线性矢量中：

3.3 测量工件（铣削版）

	回转轴 1	回转轴 2
回转头坐标转换	I1	I3
回转台坐标转换	I2	I4
混合式坐标转换	I2	I4

例如：
回转台坐标转换 回转轴 1(A) 围绕 X 轴旋转，回转轴 2(C) 围绕 Z 轴旋转。
定标回转轴 1(A) X=100 -> I2x=100
定标回转轴 2(Z) Z=0 -> I4z=0

说明

测量坐标转换矢量时定标（设置固定值）矢量

SD55740: \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK/ 激活位 7 (entsprach_CHBIT[29]).

- 位 7 = 0:定标计算出的定向矢量 (V1xyz, V2xyz) 的基准值
- 位 7 = 1:定标在回转数据组 (TCARR) 或者 TRAORI 时在机床数据中输入的定向矢量的基准值

推荐设置 SD55740 位 7 = 1，因为经过机床测试验证，这样设置可以使计算出的偏移矢量精度更加优化。

步骤

创建零件程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量工件”。
 - 2. 按下软键“3D”。
 - 3. 按下软键“运动”。
- 输入窗口“测量：运动”打开。

接着可通过以下软键打开以下输入窗口：

第1次测量	1. 测量	（参见参数第 1 至 3 次测量 (页 239)）
第2次测量	2. 测量	
第3次测量	3. 测量	
计算	计算	（参见计算参数 (页 239)）

第 1 至 3 次测量参数

G 代码程序		
参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-
 	标定数据组 (1 - 40)	-
定位 	球体的绕行方式： - 与轴平行 - 沿圆弧轨迹	-
测头调整  (仅适用于“沿圆弧轨迹”定位)	总是 ²⁾ 在相同的接触方向调整测头： - 选择 - 否 ²⁾	-
回转轴 1 	回转数据组中回转轴 1 的名称	-
回转轴角度 1	测量时的回转轴角度 ¹⁾	度
回转轴 2 	回转数据组中回转轴 2 的名称	-
回转轴角度 2	测量时的回转轴角度 ¹⁾	度
Ø	球直径	毫米
α0	接触角度 ³⁾	度
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

¹⁾ 仅针对回转数据组中手动或半自动的回转轴

²⁾ 要达到最佳测量结果最好使用测量方案“沿圆弧轨迹定位”和“在接触方向调整测头”。

³⁾ 接触角度始终针对的是生效坐标系内第 1 根轴的正方向，比如：G17 平面内的 +X 轴方向；G18 平面内的 +Z 轴方向；G19 平面内的 +Y 轴方向。

3.3 测量工件（铣削版）

计算参数

G 代码程序				
参数	说明			单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)			-
测量值的用途 	仅测量（仅计算矢量）	用于回转数据组（计算矢量并保存在回转数据组中）		-
显示数据组 	选择/不选择	不选择	选择	-
数据组可修改 	-	-	选择/不选择	-
确认修改 	-	选择/不选择	-	-
保存数据组	数据组保存在一个日志文件中			
回转轴 1	回转数据组中回转轴 1 的名称			-
定标 	- 不选择（无定标） - X（X 轴方向定标） - Y（Y 轴方向定标） - Z（Z 轴方向定标）			-
值预设	定标的位置值			毫米
回转轴 2	回转数据组中回转轴 2 的名称			-
定标 	- 不选择（无定标） - X（X 轴方向定标） - Y（Y 轴方向定标） - Z（Z 轴方向定标）			-
值预设	定标的位置值			毫米
公差 	使用尺寸公差 - 选择 - 不选择			-
TLIN	偏移矢量的最大公差（仅在公差选项为“选择”时）			毫米
TROT	回转轴矢量的最大公差（仅在公差选项为“选择”时）			度
TVL	回转轴三次测量中所测三角的最小内角限值（参见“校准的安装”）			度
矢量链闭合 	- 选择，使用固定安装在机床上的坐标转换矢量 - 不选择，使用可变坐标转换矢量（例如：回转头）			-

- 不显示输入字段。

说明

TVL

当 TVL < 20 度时，可能由于测量值干扰而导致坐标转换矢量的计算不准确。

结果参数列表

“计算坐标转换矢量”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-33 结果参数“计算坐标转换矢量”

参数	说明	单位
_OVR[1]	偏移矢量 I1 \$TC_CARR1[n] X 轴分量	毫米
_OVR[2]	偏移矢量 I1 \$TC_CARR2[n] Y 轴分量	毫米
_OVR[3]	偏移矢量 I1 \$TC_CARR3[n] Z 轴分量	毫米
_OVR[4]	偏移矢量 I2 \$TC_CARR4[n] X 轴分量	毫米
_OVR[5]	偏移矢量 I2 \$TC_CARR5[n] Y 轴分量	毫米
_OVR[6]	偏移矢量 I2 \$TC_CARR6[n] Z 轴分量	毫米
_OVR[7]	回转轴矢量 V1 \$TC_CARR7[n] X 轴分量	
_OVR[8]	回转轴矢量 V1 \$TC_CARR8[n] Y 轴分量	
_OVR[9]	回转轴矢量 V1 \$TC_CARR9[n] Z 轴分量	
_OVR[10]	回转轴矢量 V2 \$TC_CARR10[n] X 轴分量	
_OVR[11]	回转轴矢量 V2 \$TC_CARR11[n] Y 轴分量	
_OVR[12]	回转轴矢量 V2 \$TC_CARR12[n] Z 轴分量	
_OVR[15]	偏移矢量 I3 \$TC_CARR15[n] X 轴分量	毫米
_OVR[16]	偏移矢量 I3 \$TC_CARR16[n] Y 轴分量	毫米
_OVR[17]	偏移矢量 I3 \$TC_CARR17[n] Z 轴分量	毫米
_OVR[18]	偏移矢量 I4 \$TC_CARR18[n] X 轴分量	毫米
_OVR[19]	偏移矢量 I4 \$TC_CARR19[n] Y 轴分量	毫米
_OVR[20]	偏移矢量 I4 \$TC_CARR20[n] Z 轴分量	毫米
_OVI[2]	测量循环编号	-
_OVI[3]	测量方案(S_MVAR)	-
_OVI[8]	回转数据组编号(S_TC)	-
_OVI[9]	报警号	-

3.3 测量工件（铣削版）

测量结果（计算得到的矢量）取决于运动类型

运动类型		测量结果
回转头运动 ¹⁾		
I1 \$TC_CARR1...3[n]	相当于	_OVR[1]..._OVR[3]
I2 \$TC_CARR4...6[n]		_OVR[4]..._OVR[6]
I3 \$TC_CARR15...17[n]		_OVR[15]..._OVR[17]
		_OVR[18]..._OVR[20] = 0
回转台运动 ²⁾		
I2 \$TC_CARR4...6[n]	相当于	_OVR[4]..._OVR[6]
I3 \$TC_CARR15...17[n]		_OVR[15]..._OVR[17]
I4 \$TC_CARR18...20[n]		_OVR[18]..._OVR[20]
		_OVR[1]..._OVR[3] = 0
混合式运动 ³⁾		
I1 \$TC_CARR1...3[n]	相当于	_OVR[1]..._OVR[3]
I2 \$TC_CARR4...6[n]		_OVR[4]..._OVR[6]
I3 \$TC_CARR15...17[n]		_OVR[15]..._OVR[17]
I4 \$TC_CARR18...20[n]		_OVR[18]..._OVR[20]

不计算的结果参数等于 0

- 1) 矢量链闭合 $I1=-(I3+I2)$; 固定安装机床运动时
- 2) 矢量链闭合 $I4=-(I3+I2)$; 固定安装机床运动时
- 3) 矢量链闭合 $I1=-I2$ $I4=-I3$; 固定安装机床运动时

表格 3-34 中间结果 _OVR[32] 到 _OVR[71]

参数	说明	单位
_OVR[32,33,34] ¹⁾	线性矢量 1 回转轴未定标	毫米
_OVR[35,36,37] ¹⁾	线性矢量 2 回转轴未定标	毫米

参数	说明	单位
_OVR[40] ²⁾	测量计数器 x0 = 第 1 次测量第 1 回转轴已开始 x1 = 第 1 次测量第 1 回转轴已结束 x2 = 第 2 次测量第 1 回转轴已结束 x3 = 第 3 次测量第 1 回转轴已结束 0x = 第 1 次测量第 2 回转轴已开始 1x = 第 1 次测量第 2 回转轴已结束 2x = 第 2 次测量第 2 回转轴已结束 3x = 第 3 次测量第 2 回转轴已结束 33 = 两根回转轴都已测量结束	-
_OVR[41,42,43] ²⁾	第 1 次测量第 1 回转轴	毫米
_OVR[44,45,46] ²⁾	第 2 次测量第 1 回转轴	毫米
_OVR[47,48,49] ²⁾	第 3 次测量第 1 回转轴	毫米
_OVR[50]	测头长度:	毫米
_OVR[51,52,53] ²⁾	第 1 次测量第 2 回转轴	毫米
_OVR[54,55,56] ²⁾	第 2 次测量第 2 回转轴	毫米
_OVR[57,58,59] ²⁾	第 3 次测量第 2 回转轴	毫米
_OVR[60,61,62]	第 1 次、第 2 次和第 3 次测量时第 1 回转轴的位置	度
_OVR[63,64,65]	第 1 次、第 2 次和第 3 次测量时第 2 回转轴的位置	度
_OVR[66,67,68]	零偏中的有效旋转量, 第 1 次测量第 1 回转轴时, X/Y/Z	度
_OVR[69,70]	保留	-
_OVR[71]	回转轴 1 第 1 次测量后测出的标准球的实际直径	毫米
_OVR[72,73,74]	标准球的实际直径, 第 1 次、第 2 次和第 3 次测量第 1 回转轴时	毫米
_OVR[75,76,77]	标准球的实际直径, 第 1 次、第 2 次和第 3 次测量回转轴时 (如有) (参见针对 SD55644 \$SCS_MEA_KIN_DM_TOL 的提示)	毫米
_OVR[98]	计算后, 矢量 V1x 作为单位矢量 (无用户专用定标)	
_OVR[99]	计算后, 矢量 V1y 作为单位矢量	
_OVR[100]	计算后, 矢量 V1z 作为单位矢量	
_OVR[101]	计算后, 矢量 V2x 作为单位矢量 (无用户专用定标)	
_OVR[102]	计算后, 矢量 V2y 作为单位矢量	
_OVR[103]	计算后, 矢量 V2z 作为单位矢量	

3.3 测量工件（铣削版）

- 1) 线性矢量和坐标运动转换的具体矢量(I1, I2, ...)之间的对应关系根据定标情况而定。
- 2) 结果参数 _OVR[41] 到 _OVR[59] 保存在第 3 组中。这些值包括测出的机床坐标系 MCS 中的 3 个直线轴 (XYZ) 的实际值。

在第 1 次测量开始前，系统会删除回转轴的中间结果（球心位置）。

在第 1 次测量第 1 回转轴后→删除_OVR[41] ... _OVR[49]。

在第 1 次测量第 2 回转轴后→删除_OVR[51] ... _OVR[59]。

编程示例

说明

示例测量程序也可同等用于回转头和回转台运动。但是必须对标记 SDA 和 SDE 之间的回转数组以及回转轴名称和回转轴位置进行相应调整。

```
;测量运动转换矢量
;混合式运动：B 轴绕 Y 轴回转、C 轴绕 Z 轴回转(MIXED_BC)。
;标准球以 2*45 的角度直接安装在工作台上。
;G56 中的零偏。只能指定坐标转换
;初始位置(B=0 C=0)中标准球的位置。
;在 JOG 模式下通过测量凸台来确定 G56，测头在 XY 平面内运动，
;然后设置球体“北极” Z=0。
;必须根据机床的尺寸图来输入回转数据-> _SDA _SDE。
;启用 TRAORI，测头开始中间定位。
;为此，TCP 通过在线刀补
;移动到测球中心。
```

```
;定义 MIXED_BC 的测量位置
;P1 ..P3, 回转轴 1
;P4 ..P6, 回转轴 2
```

```
DEF REAL _P1[2]=SET(0,0) ; 测量点 P1, 回转轴 1(B), 回转轴 2(C)
DEF REAL _P2[2]=SET(45,0)
DEF REAL _P3[2]=SET(-45,0)
DEF REAL _P4[2]=SET(0,0)
DEF REAL _P5[2]=SET(0,90)
DEF REAL _P6[2]=SET(0,180)
```

```
DEF REAL _BALL=25 ; 标准球直径
DEF REAL _SAVB=1 ; 标准球上方的安全间距
DEF REAL _U_FA, _U_TSA
```

```
;测量参数赋值
```

```
_U_FA=_SAVB*3
_U_TSA=_SAVB*4
```

```

REPEAT _SDA _SDE ; 导入回转数据组
MSG ( “导入坐标转换数据？” )
M0
STOPRE
MSG ()
;GOTOF _MCA ; 仅计算坐标转换矢量，_OVR[40] 到 _OVR[71] 正确

G17
CYCLE800 ()
ORIAxes ORIMKS
TRAORI
G56
T="3D-TASTER" D1
M6

IF (NOT $P_SEARCH) AND (NOT $P_ISTEST) AND (NOT $P_SIM)

_OVR[40]=0 ; 测量次数归零
ENDIF

; ----- 第 1 次测量，回转轴 1
N99 G1 G710 G90 Z30 FFWON F2000
TOFFL=_BALL/2+_SAVB

D1 B=_P1[0] C=_P1[1] ; 坐标转换起始位置
Z = _SAVB
TOFFL=0
X0 Y0

; 测头绕行球体。
TOROT
CYCLE996(10101,1,1,_BALL,0,0,0,0,0,0,0,0,_U_FA,_U_TSA,1,,1,)
M1
STOPRE

M1
Z=IC(-_U_FA+_SAVB)
TOROTOF
M1

; ----- 第 2 次测量，回转轴 1

```

3.3 测量工件（铣削版）

```

G1 F2000

TOFFL=_BALL/2+_SAVB ; 在重新定位时, 在线补偿刀具
B=_P2[0] C=_P2[1]

TOFFL=0 ; 取消刀具长度的在线补偿
;测头以起始角 45 度环绕球体
TOROT
CYCLE996(10102,1,1,_BALL,45,0,0,0,0,0,0,0,_U_FA,_U_TSA,1,,1,)

Z=IC(-_U_FA+_SAVB) ; 返回起始位置
TOROTOF

;----- 第 3 次测量, 回转轴 1
G1 F2000
TOFFL=_BALL/2+_SAVB
D1 B=_P3[0] C=_P3[1]
TOFFL=0
TOROT
CYCLE996(10103,1,1,_BALL,210,0,0,0,0,0,0,0,_U_FA,_U_TSA,1,,1,)
Z=IC(-_U_FA+_SAVB)
TOROTOF

; ----- 第 1 次测量, 回转轴 2
; ----- 第 1 次测量的初始位置, 回转轴 1 = 第 1 次测量, 回转轴 2
_OVR[51]=_OVR[41] _OVR[52]=_OVR[42] _OVR[53]=_OVR[43]
_OVR[75] = _OVR[72] ; 接收实际直径

IF (NOT $P_SEARCH) AND (NOT $P_ISTEST) AND (NOT $P_SIM)

_OVR[40]=_OVR[40]+10

ENDIF

; ----- 第 2 次测量, 回转轴 2
G1 F2000
TOFFL=_BALL/2+_SAVB
D1 B=_P5[0] C=_P5[1]
TOFFL=0
M1
TOROT
CYCLE996(20102,1,1,_BALL,0,0,0,0,0,0,0,0,_U_FA,_U_TSA,1,,1,)
Z=IC(-_U_FA+_SAVB)
TOROTOF

```

```

; -----回转轴 2 的第 3 次测量
TOFFL=_BALL/2+_SAVB
G1 D1 C=_P6[1] F2000
TOFFL=0
TOROT
CYCLE996(20103,1,1,_BALL,_STA1,0,0,0,0,0,0,0,_U_FA,_U_TSA,1,,1,)
Z=IC(-_U_FA+_SAVB)
TOROTOF
ENDIF
G0 Z30
B0 C0

;----- 计算坐标转换矢量
;显示数据组。数据组另存为日志文件
;回转轴 2(C 轴)的定标设为 z=0 -> 工作台上边沿
CYCLE996(13001000,1,1,0,0,0,0,0.02,0.001,22,1,,1,101)
MSG("坐标转换矢量的测量成功结束")
M1
M30 ;程序结束

;-----
_SDA: ; 回转数据组, 依据机床结构图
TCARR=0

TRAFOOF

$TC_CARR1[1]=-25 $TC_CARR2[1]=0 $TC_CARR3[1]=-121
;I1xyz
$TC_CARR4[1]=25 $TC_CARR5[1]=0 $TC_CARR6[1]=121
;I2xyz
$TC_CARR7[1]=0 $TC_CARR8[1]=1 $TC_CARR9[1]=0 ; V1 轴 B 轴 围绕 Y 轴旋转
$TC_CARR10[1]=0 $TC_CARR11[1]=0 $TC_CARR12[1]=-1 ; V2 轴 C 轴围绕 Z 轴旋转
$TC_CARR13[1]=0 $TC_CARR14[1]=0

$TC_CARR15[1]=0 $TC_CARR16[1]=0 $TC_CARR17[1]=0
;I3xyz
$TC_CARR18[1]=0 $TC_CARR19[1]=0 $TC_CARR20[1]=0
;I4xyz
$TC_CARR23[1]="M"

$TC_CARR24[1]=0 $TC_CARR25[1]=0

$TC_CARR26[1]=0 $TC_CARR27[1]=0

$TC_CARR28[1]=0 $TC_CARR29[1]=0

$TC_CARR30[1]=-92 $TC_CARR31[1]=0

$TC_CARR32[1]=92 $TC_CARR33[1]=360

```

3.3 测量工件（铣削版）

STOPRE

NEWCONF

_SDE:

3.3.24 CYCLE996 的扩展

3.3.24.1 检查球体直径

在测量标准球时（第 1 次、第 2 次、第 3 次测量），测出的标准球的直径（实际直径）会保存到以下结果参数中：

_OVR[72] 到 第 1、2、3 次测量出的标准球实际直径，回转轴 1
_OVR[74]
_OVR[75] 到 第 1、2、3 次测量出的标准球实际直径，回转轴 2（如有回转轴）
_OVR[77]

如果设定数据 55644 \$SCS_MEA_KIN_DM_TOL 大于 0，在第 1 次测量完成后和计算坐标转换矢量时会检查测出的标准球的直径。一旦差值超过设定数据 \$SCS_MEA_KIN_DM_TOL 中定义的值，则报告故障 62321 或 62322。

62321 “回转轴 1：%4 测量之间的标准球直径超出公差”。
62322 “回转轴 2：%4 测量之间的标准球直径超出公差”。

3.3.24.2 回转轴矢量 V1 和 V2 的定标

在计算坐标转换矢量时，可以将矢量作为单位矢量或者用户专用的矢量计算。选择后者时，矢量分量始终是 1 或 -1。剩余的两个矢量分量会通过系数相应换算。

该功能通过设定数据 55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 9 激活。

示例：回转头，回转轴处于 45 度位置

1. 矢量 V2xyz 作为单位矢量计算，在计算出坐标转换矢量后(SD55740 位 9=0):
 $\$TC_CARR10[1] = 0.7070974092$
 $\$TC_CARR11[1] = -1.823908EX-06$
 $\$TC_CARR12[1] = -0.7071161531$
2. 矢量 V2xyz 作为用户专用的矢量计算，在计算出坐标转换矢量后(SD55740 位 9=1)
 $\$TC_CARR10[1] = 0.9999734924$
 $\$TC_CARR11[1] = -2.579361244EX-06$
 $\$TC_CARR12[1] = 1$

如果 SD55740 位 9=1，则和保存到结果参数“_OVR[98] 到 _OVR[103]”相比，矢量 V1 和 V2 会在计算用户专用定标前保存。结果参数“_OVR[98] 到 _OVR[103]”也会写入测量数据文件。

_OVR[98] 计算后，矢量 V1x 作为单位矢量（无用户专用定标）

_OVR[99] 计算后，矢量 V1y 作为单位矢量

_OVR[100]计算后，矢量 V1z 作为单位矢量

_OVR[101]计算后，矢量 V2x 作为单位矢量（无用户专用定标）

_OVR[102]计算后，矢量 V2y 作为单位矢量

_OVR[103]计算后，矢量 V2z 作为单位矢量

3.3.24.3 通过 VCS 和 CYCLE996 来实现回转轴定向补偿

CYCLE996 可用于测量坐标转换矢量，但计算出的旋转矢量是没有经过补偿的。CYCLE996 生成一份传递文件“VCSROTVEC.SPF”，VCS 读取该文件，然后对计算出的旋转矢量和理想矢量之间的误差进行补偿。

新建 VCS 补偿文件

VCSROTVEC_VERIFICATION=0（默认值）

在到达第 1 个测量点时系统删除现有文件“/_N_CMA_DIR/_N_VCSROTVEC_SPF”，然后以 Toolcarrier 中的理想矢量新建一份文件。

在测量结束后系统计算定向矢量，
然后将它写入“/_N_CMA_DIR/_N_VCSROTVEC_SPF”。新的 VCS 文件激活。

“/_N_CMA_DIR/_N_VCSROTVEC_SPF” 示例：

```
[ROTV1]
-0.9999998863 0.000325562546 0.000348567077
[ROTV2]
0.000605196161 -0.000244774126 -0.9999997869
```

验证 VCS 补偿文件

VCSROTVEC_VERIFICATION=1

在测量时，系统保留现有文件“/_N_CMA_DIR/_N_VCSROTVEC_SP”。测量结束后新建一份“/_N_CMA_DIR/_N_VCSROTVEC_VERIFI_SPF”。

该文件包含了补偿前的定向矢量和补偿后的定向矢量。

“/_N_CMA_DIR/_N_VCSROTVEC_VERIFI_SPF” 示例：

```
//activ compensation for rotary axis orientation
[ROTV1]
-0.9999998863 0.000325562546 0.000348567077
[ROTV2]
0.000605196161 -0.000244774126 -0.9999997869
//measured rotary axis orientation with activ compensation
[ROTV1]
-0.999999998 0.000003232074 0.000003458678
[ROTV2]
0.000006049775 -0.000002447851 -0.999999997
```

3.3.25 完整测量坐标转换矢量（CYCLE9960）

3.3.25.1 功能

在“完整测量坐标转换矢量”（CYCLE9960）方案中，可以通过测量球体的三维位置来补偿一个基于坐标转换链和刀架（通常通过\$TC_CARR 定义的）的 5 轴转换所需的几何矢量。

测量通常是这样进行的：工件测头在每根回转轴方向上接触一个球体，最多可以接触 12 个不同位置。用户可以根据机床的几何尺寸来确定这些球体位置，使它们均匀分布在特定范围内。每次重新定位待测回转轴，球体位置就会自动重新设置。

在使用 CYCLE9960 时为确保自动重新定位，必须按照图纸精确设置坐标转换。

在对坐标转换进行测量和误差补偿后，CYCLE9960 还可以测量坐标转换激活时不同的回转轴位置上刀尖的误差（TCP）。该误差随后可通过名为“VCS Rotary”的编译循环加以补偿。

允许的使用范围

- 对机床坐标转换进行检查和误差补偿
 - 碰撞后的维修
 - 检查加工过程中的坐标转换
- 测量参照物（仅限“回转头的坐标转换”）
 - 使用的是参照物的 Z 轴尺寸
 - 保留机床厂商输入的刀具轴矢量，不对它加以修改
- 根据参照物进行调整（仅限“回转头的坐标转换”）
 - 多个回转头可以共同加工一个工件
- 测量角点并补偿误差
 - 借助“VCS Rotary”补偿回转轴运动中的 TCP
 - 自动生成一份补偿文件

在测量期间，必须有一个基于坐标转换链的坐标转换激活。

前提条件

CYCLE9960（坐标转换测量）的使用必须满足以下前提条件：

- 标定了 3D 测头（710 型）
- 安装了标准球
- 必须设置一个基于坐标转换链（\$MN_MM_NUM_TRAFOS>0）或刀架的坐标转换。
- 机床已经回参考点，处于直角坐标系（X, Y, Z）
- 刀具主轴处于垂直位置，最好通过量棒或者测量循环 CYCLE995 进行检查。
- 确定了参与坐标转换的回转轴的位置
- 所有参与坐标转换的轴的运行方向符合标准 ISO 841-2001 或 DIN 66217（右手准则）
- 线性轴和回转轴必须动态优化。
- 测头必须经过标定。标定的测头刀具长度直接输入到坐标转换矢量的计算矢量中。
- 测量时最好选择“环绕标准球并跟踪切换方向”这一测量方案。

说明

只有关闭持续生效的坐标转换后，才可以对坐标转换进行误差补偿。此处可以选用“仅测量”来测量坐标转换。结果矢量可以查看参数 _OVR[1] 到 _OVR[20]。

3.3 测量工件（铣削版）



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

3.3.25.2 安装标准球

标准球应安装在机床上的工作台上。为测量可回转夹具的坐标回转矢量，球体必须安装在相应的夹具上。无论如何必须确保测头在所有选择的回转轴位置上都可以安全、无碰撞地逼近标准球、从标准球返回。

鉴于该原因，应尽可能远离待测回转轴的旋转中心安装标准球。

说明

在测量期间，请勿移动标准球的夹具！

回转轴定位

用户可以规定每根回转轴上的测量范围、该范围内测量点的数量。规定测量范围时最好也一同考虑后续的加工范围，两者需协调一致。

CYCLE9960 计算出回转轴在规定测量范围内的目标位置。被测回转轴的旋转方向是数学上的正旋转方向。

首先通常在初始位置（一般是 0° 位置）上进行一次参照测量。如果初始位置已包含在规定测量范围内，则跳过该参照测量。

在测量角点时，测量范围中应包含初始位置。测量范围不允许超出 360°。回转轴会按照规定的测量点数量定位。

在端面齿轴上，测量位置会按照最小齿距进行取整。

示例 1

起始角度= -90°，结束角度=0°，测量点数量=3（坐标转换）

测量点 1=0°，测量点 2= -90°，测量点 3= -45°

示例 2

起始角度= 30°，结束角度=180°，测量点数量=3（坐标转换）

测量点 1=0°，测量点 2= 30°，测量点 3= 180°

示例 3

起始角度 = 30° ，结束角度 = 180° ，测量点数量 = 6（角点）

参照测量点 = 0° ，测量点 1 = 30° ，测量点 2 = 60° ，测量点 3 = 90° ，测量点 4 = 120° ，测量点 5 = 150° ，测量点 6 = 180°

示例 4

起始角度 = -180° ，结束角度 = 180° ，测量点数量 = 6

参照测量点 = 0° ，测量点 1 = -180° ，测量点 2 = -120° ，测量点 3 = -60° ，测量点 4 = 0° ，测量点 5 = 60° ，测量点 6 = 120°

此处跳过测量点 4，采用参照测量的结果。 $+180^\circ$ 不测量，因为该位置符合测量点 1 -180° 。

示例 5：回转头坐标转换，2 根回转轴

第 1 和第 2 回转轴：起始角度 = -120° ，结束角度 = 120° ，测量点数量 = 6

第 1 回转轴：无需参照测量

测量点 1 = -120° ，测量点 2 = -72° ，测量点 3 = -24° ，测量点 4 = 24° ，测量点 5 = 72° ，测量点 6 = 120°

第 2 回转轴：

参照测量：测量点 1 = 0° ，测量点 2 = -120° ，测量点 3 = -60° ，测量点 4 = 0° ，测量点 5 = 60° ，测量点 6 = 120°

因为已经完成了一次参照测量，所以跳过测量点 4。

回转轴的测量范围最好不要设置的太小，以便获得尽可能准确的测量结果。设定数据“\$SCS_MEA_KIN_MIN_ANG_POS”可用于设置回转轴测量范围的最小角度。

回转轴有 3 个测量点时，设定数据“\$SCS_MEA_KIN_MIN_ANG_TRIANGLE”可用于设置这三个点组成的测量三角形的最小内角。

测量坐标转换

根据每根回转轴上最多 12 个测量点的测量结果，系统计算出定向轴的直线矢量，并选择性输入这些矢量。当有多个可切换的坐标转换时，比如：钻头上有多个回转头，各个坐标转换单独测量。各个回转头之间的 Z 轴长度没有参照关系。激活的零点偏移保持不变。

测量参照物

只有当至少有两个回转头供选择时，系统才会提供“参照”选项。比如在回转工作台上，就不会显示该选项。因为通常在该工作台上，只存在工件坐标系和机床坐标系之间的 Z 轴参照！设定数据“\$SCS_MEA_FUNCTION_MASK”的位 10 可用于激活该功能。

该功能使用的是参照物的 Z 轴位置来确定测量球体中心的 Z 轴位置。在测量期间，系统会适当地对激活的可设定零点偏移中的零点进行补偿。在补偿矢量时，系统补偿的仅仅是平面内的两根轴（G17 平面内的 X 轴和 Y 轴）的矢量，而不补偿刀具轴 Z 轴的矢量。刀具轴的矢量保持机床厂商的设置，不会改变。系统会令保存激活的零点偏移的数据，以备检查后面的测量过程。

按照参照物进行调整

在该过程中，系统会调整回转头的所有长度矢量（X 轴、Y 轴和 Z 轴）。调整的基准是激活零点偏移中的零点，该零点已通过“测量参照物”进行了相应的补偿。经过该调整后，便可以使用多个回转头来加工一个工件。操作员自己要确保按顺序进行测量，即第一个回转头采用“测量参照物”这一方法，所有其他回转头采用“按照参照物进行调整”这一方法。但系统会监控，“按照参照物进行调整”是否确实采用了“测量参照物”后保存且激活的零点偏移。

系统会补偿坐标转换链的所有长度矢量，比如：从图纸尺寸到真实值。

在基于坐标转换链的转换中，会在机床厂商设定的补偿元素（\$NT_CORR_ELEM_T[n,m]、\$NT_CORR_ELEM_P[n,m]）中对坐标转换进行误差补偿。

测量角点

功能“测量角点”需要使用编译循环“VCS Rotary”。

通常最好首先对坐标转换进行测量和误差补偿。在一些加工精度要求很高的机床上，可能还需要通过编译循环“VCS Rotary”进行更精确的补偿。只有在系统上安装了编译循环“VCS Rotary”后，才会显示“测量角点”选项。

一根回转轴上可以最多有 12 个均匀分布的测量点。

CYCLE9960 会生成一份包含测头长度表的文件。

测量过程

系统会确定不同旋转角度下每个测量点在三个几何轴方向上的误差，并保存这些误差。从误差中计算补偿量，最终自动将补偿量保存到一份补偿文件中，并激活它。

补偿文件

系统会自动生成一份补偿文件，将它保存在 OEM 级或 USER 级的循环目录中。

MD62738 \$MC_E996_FILE_LOCATION: 补偿文件的保存目录: 1=CMA.DIR、
2=CUS.DIR

CYCLE9960 会按照以下格式命名补偿文件: E996<TC_NAME>_<ChanNo>.SPF

其中的“TC_NAME”指当前激活的坐标转换的名称，而“ChanNo”指通道编号，名称比如可以为: E996HEAD_1.spf。

如果在开始前已有一份补偿文件，则该文件保持生效。在开始测量前检查下，补偿文件的名称是否就是激活的坐标转换。（自软件版本 SW 4.7 SP2 起）

- **测量角点并补偿误差**

有补偿文件时，系统会自动建立一份备份，名称格式为“E996<TC_NAME>_OLD<n>_<ChanNo>.SPF”。

其中的“n”是一个小于 12 的连续编号。自动备份的好处在于，一旦测量出现问题或者结果不尽如人意，操作员仍有机会可以激活旧的补偿文件。测量结束后，操作员可以按下启动键来写入并激活补偿文件。

- **仅测量角点**

在补充测量角点时，系统会生成一份新的文件，其中包含了刚刚测得的补偿数据。该文件名为“E996>TC_NAME>_MEA<n>.SPF”，并在测量结束后自动生成。该文件的好处在于，当操作员想要使用补充测量得出的新补偿数据时，只需要修改文件名，就可以激活新的补偿数据。

激活和关闭补偿文件

CC_E996() 取消激活编译循环“VCS Rotary”

CC_E996("TC_NAME") 激活补偿文件“E996<TC_NAME>_<ChanNo>.SPF”如果选择了“仅测量支点”这一方法，而又希望激活补偿文件“E996TC_NAME_MEA1.MPF”，则必须将该文件名改为“E996TC_NAME_1.MPF”，然后用指令
CC_E996("TC_NAME")激活该文件。

另一方法是，将补偿文件改名为“996TC_NAME_MEA_1.MPF”，然后用指令 CC_E996("TC_NAME_MEA")激活该文件。它的优点在于，旧的补偿文件仍保留在系统中。

3.3 测量工件（铣削版）

3.3.25.3 测量结果图

测量结果画面和测量记录非常像。在文件头中列出了测量方法、激活的坐标转换、被测回转轴以及测量范围。接着列出了基准坐标系中每次测量的测量差值。为方便用户判断是否还需要对测得的坐标转换进行补偿，还会显示当前使用的补偿元素和刚计算出的补偿元素。

示例 1：基于坐标转换链的坐标转换：

```
-----
-
2:                               Time:08:59:42
Results measure:Kinematic measure complete /CYCLE9960
Variant      :S_MVAR=11400
Measuring plane:G17
Name / number:HEAD_CA_Y100/2
Rotary axis 1 :C1 start:120.000 final:240.000 no.:3
Position of rotary axis 2:30
Rotary axis 2:A1 start:30.000 final:90.000 no.:3
Position of rotary axis 1:0
-----
-
Differece of measure:      X[mm]    Y[mm]    Z[mm]
max Value                  0.03663    0.01208    0.04873
min Value                  -0.02591   -0.05250    0.00000
  C1[deg]  A1[deg]    X[mm]    Y[mm]    Z[mm]
  120.0000 30.0000   -0.02591    0.00373    0.01599
  180.0000 30.0000   -0.00379   -0.03623    0.03088
  240.0000 30.0000    0.03663   -0.05250    0.048
    0.0000  0.0000    0.0000    0.0000    0.0000
    0.0000 30.0000    0.00682   -0.00950    0.04377
    0.0000 90.0000    0.00505    0.01208    0.01473
Difference of vector before:X[mm]  Y[mm]  Z[mm]
MC1_OFFSET_2_CORR                0.00000    0.00000    0.00000
MA1_OFFSET_2_CORR                0.00000    0.00000    0.00000
Results:
Difference of vector:      X[mm]  Y[mm]  Z[mm]
MC1_OFFSET_2_CORR                0.00470   -0.00449    0.15641
MA1_OFFSET_2_CORR               -0.01612   -0.00129   -0.25343

Overwrite kinematics data record, yes -> NC start, no -> reset
```

示例 2: 刀架

```

-----
2                               :                               Time:08:59:42
Results measure:Kinematic measure complete /CYCLE9960
Variant                        :S_MVAR=11400
Measuring plane:G17
Name / number :HEAD_CA / 2
Rotary axis 1 :C1 start:120.000 final:240.000 no.:3
Position of rotary axis 2 :30
Rotary axis 2 :A1 start: 30.000 final: 90.000 no.:3
Position of rotary axis 1 :0
-----
Difference of measure:      X [mm]      Y [mm]      Z [mm]
max Value                  0.03663      0.01208      0.04873
min Value                  -0.02591     -0.05250      0.00000
    C1 [deg]    A1 [deg]    X [mm]      Y [mm]      Z [mm]
    120.0000    30.0000    -0.02591      0.00373      0.01599
    180.0000    30.0000    -0.00379     -0.03623      0.03088
    240.0000    30.0000      0.03663     -0.05250      0.04873
        0.0000         0.0000      0.00000      0.00000      0.00000
        0.0000        30.0000      0.00682     -0.00950      0.04377
        0.0000        90.0000      0.00505      0.01208      0.01473
vectors before:      X [mm]      Y [mm]      Z [mm]
I1                   -9.5000      0.00000     -80.000
I2                    9.5000      0.00000      30.000
I3                    0.0000      0.00000      50.000
Results:
vector:              X [mm]      Y [mm]      Z [mm]
I1                   -9.5047      0.00449     -79.902
I2                    9.50470     -0.0044      30.1564
I3                    0.00000      0.00000      49.7465
Overwrite kinematics data record , yes -> NC start, no -> reset

```

3.3 测量工件（铣削版）

3.3.25.4 标准球标定

在将测头预定位到标准球“北极”上、开始测量坐标旋转前，可以在循环 CYCLE9960 中选择通过标准球自动标定这一方法。在该方法中，只在平面中（PL=G17 时的 X/Y 轴）进行重新标定。测头长度必须事先精确测定。

3.3.25.5 绕行标准球

在通过标准球自动标定时，为了避免测头和标准球的立轴发生碰撞，可以在机床数据“\$SCS_MEA_KIN_BALL_VEC[0..2]”中设定立轴的偏转角度。该矢量的方向为从标准球到立轴。确定该矢量后，在按标准球自动标定时，系统会计算起始角度 α_1 和 α_2 ，以避免和标准球的立轴发生碰撞。

3.3.25.6 公差极限

偏移矢量的公差（TLIN）

在设置 CYCLE9960 时选择公差极限，即比较初始值和计算出的结果值，可以推断出坐标转换中是否出现异常变化。通过灵活可调的公差极限，还可以避免非预期的、初始值的自动改写。

回转轴方向矢量公差

计算出的回转轴矢量主要用于指出坐标转换的机械结构的“目标-实际状态”间的偏差。取决于坐标转换的配置，即使该偏差很小且经过修正，也可能导致明显的补偿运动。

“D \$SN_CORR_TRAFO_DIR_MAX”可以为计算出的回转轴矢量设置一个最大的角度偏差值。

说明

在任何情况下系统都不会改写回转轴矢量 V1/V2（回转轴方向）的值。

球体直径的公差监控

设定数据 55644 \$SCS_MEA_KIN_DM_TOL 大于 0 时，每次测量结束后，系统都会再次检查测量出的标准球直径。一旦差值超过设定数据 \$SCS_MEA_KIN_DM_TOL 中定义的值，则报告故障 62321 或 62322。

62321 “回转轴 1: %4 测量之间的标准球直径超出公差”。

62322 “回转轴 2: %4 测量之间的标准球直径超出公差”。

3.3.25.7 固定值设置（定标）

可以为每根回转轴设置一个轴方向上（X/Y/Z 轴）的固定值。这在回转台坐标转换时特别需要，因为坐标转换矢量的计算结果取决于标准球的测量高度。固定值比如可用于使 Z 轴分量基于工件台的参考点来计算。

设置固定值这种方法只有在一些轴方向上有用。

示例

回转台坐标转换

- 回转轴 C 轴围绕 Z 轴旋转 → 为回转轴 C 轴的 Z 轴分量设置固定值

混合式坐标转换

- 回转轴 C 轴上的回转头围绕 Y 轴和 Z 轴旋转，即回转轴矢量=(0,1,1)
→ 为回转轴 C 轴的 Y 轴或 Z 轴分量设置固定值
- 回转台围绕 Y 轴旋转
→ 为回转轴 B 轴的 Y 轴分量设置固定值

可以通过设定数据“\$SCS_MEA_KIN_MODE”和“\$SCS_MEA_KIN_VALUE”来设置，哪根回转轴使用固定值以及使用哪个分量。

SCS_MEA_KIN_M ODE[0]	第 1 回转轴线性矢量的任意分量
=0	计算线性矢量的所有分量
=1	采用来自 \$SCS_MEA_KIN_VALUE[0] 的 X 轴分量
=2	采用来自 \$SCS_MEA_KIN_VALUE[0] 的 Y 轴分量
=3	采用来自 \$SCS_MEA_KIN_VALUE[0] 的 Z 轴分量
=4	采用来自当前激活的坐标转换的 X 轴分量
=5	采用来自当前激活的坐标转换的 Y 轴分量
=6	采用来自当前激活的坐标转换的 Z 轴分量
SCS_MEA_KIN_M ODE[1]	第 2 回转轴线性矢量的任意分量

说明

固定值设置这一方法总是基于在坐标转换链或刀架中输入的回转轴方向矢量。

3.3 测量工件（铣削版）

关闭转换链

在基于坐标转换链进行转换时可通过系统变量 \$NT_CNTRL 位 7 和 8 关闭 Tool 链或 Part 链。可通过设定数据 \$SCS_MEA_KIN_MODE 设置是否需要为刀架计算闭合矢量。

表格 3-35 SCS_MEA_KIN_MODE[0]

值	含义
0x default	回转头链关闭，即 I1 作为闭合矢量进行计算。
1x	回转头链未关闭，即 I1=(0,0,0) SCS_MEA_KIN_MODE[1]。
0x default	工作台链关闭，即 I4 作为闭合矢量进行计算。
1x	工作台链未关闭，即 I4=(0,0,0)

3.3.25.8 参数

G 代码程序		
参数	说明	单位
PL 	执行测量的平面	-
	标定数据组	-
TC	坐标转换的名称	-
测量方法	- 运动测量 - 测量参照物 - 按照参照物进行调整 - 控制点测量	-
零点偏移	仅限“测量参照物”	
测量方案：测量坐标转换	- 补偿 - 仅测量	
标定	在首次测量时在平面内标定测头 ¹⁾ - 是 - 否	
定位	- 与轴平行 - 沿圆弧轨迹	
Ø	球直径	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

G 代码程序		
参数	说明	单位
回转轴 1 	第 1 待测回转轴的名称	-
AX1S	测量序列 1 的起始角	度
AX1E	测量序列 1 的结束角	度
AX1N	测量序列 1 的测量点数量 (3...12)	-
Ax2P	测量时的第 2 回转轴位置	度
α Ax1	回转轴 1 测量序列的标准球接触角 ²	度
回转轴 2 	第 2 待测回转轴的名称	-
AX2S	测量序列 2 的起始角	度
Ax2E	测量序列 2 的结束角	度
Ax2N	测量序列 2 的测量点数量 (3...12)	-
Ax1P	测量时的第 1 回转轴位置	度
α Ax2	回转轴 2 测量序列的标准球接触角 ²	度
公差	• 是 • 否 选择公差时的线性矢量公差值： SD \$SN_CORR_TRAFO_LIN_MAX 中的值	毫米

1) 只有当工件测头安装在一个具有定位能力的主轴中时，才可以在测量前标定测头。

2) 当通过 \$SCS_MEA_KIN_BALL_VEC 确定了标准球立轴的方向时，系统会自动计算接触角。

结果参数列表

“完整测量坐标转换”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-36 基于坐标转换链的转换

参数	说明	单位
_OVR[21,22,23]	第 1 回转轴偏移的补偿量	毫米
_OVR[24,25,26]	第 2 回转轴偏移的补偿量	毫米
_OVR[130,131,132]	测量点 P1 的测量误差	毫米
_OVR[133,134]	测量点 P1 上回转轴 1 和 2 的位置	度

3.3 测量工件（铣削版）

参数	说明	单位
_OVR[135,136,137]	测量点 P2 的测量误差	毫米
_OVR[138,139]	测量点 P2 上回转轴 1 和 2 的位置	度
_OVR[140,141,142]	测量点 P2 的测量误差	毫米
_OVR[143,144]	测量点 P3 上回转轴 1 和 2 的位置	度
...	...	

从 _OVR[130] 起的变量保存了测量差值以及对应的回转轴位置。取决于测量点的数量，系统会提供相应数量的 _OVR V 变量。

表格 3-37 刀架

参数	说明	单位
_OVR[1,2,3]	偏移矢量 I1	mm
_OVR[4,5,6]	偏移矢量 I2	mm
_OVR[7,8,9]	计算的回转轴矢量 V1（未补偿）	mm
_OVR[10,11,12]	计算的回转轴矢量 V2（未补偿）	mm
_OVR[15,16,17]	偏移矢量 I3	mm
_OVR[18,19,20]	偏移矢量 I4	mm
_OVR[130,131,132]	测量点 P1 的测量误差	mm
_OVR[133,134]	测量点 P1 上回转轴 1 和 2 的位置	度
_OVR[135,136,137]	测量点 P2 的测量误差	mm
_OVR[138,139]	测量点 P2 上回转轴 1 和 2 的位置	度
...	...	

3.3.26 机床上带定向转换功能的 3D 测量

功能

可以使用激活的定向转换功能来进行测量，也就是说，使用回转循环 *CYCLE800*（可定向刀架 TCARR）或者使用带测量循环的 5 轴坐标转换 (TRAORI)。

调用测量循环前测头定位必须垂直于加工平面或平行于刀具轴。

测量功能调整平面(*CYCLE998*)和测量坐标转换矢量(*CYCLE996*)例外。此处原则上测头相对于测量对象是倾斜的。

工件测量通常是基于有效的工件坐标系 WCS。

测量工件时控制正确的切换方向

如果要在回转的，旋转的 WCS 中测量元素（钻孔，边沿，...），则在机床第 1 次开机调试时以 BA JOG 和 AUTO 方式如下控制 3D 工件测头的切换方向：

- 必须在 SD 55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 中设置位 1 = 1（带坐标旋转的主轴耦合）。
- 在测头上必须在 X+ 轴方向（G17 时）机床坐标转换的初始位置相应的标识出切换方向。
- 比如使用 *CYCLE977* 在回转平面上钻孔的示例，必须在逼近和接触第 1 个测量点时向 X+ 轴调整标识出的切换方向。
测量循环内，使用激活的定向转换（TCARR, *CYCLE800*, TRAORI）时，会计算由于刀具定向而变化的主轴位置并跟踪主轴运行。
计算的结果保存在 GUD 变量 _MEA_CORR_ANGLE[1] 中。
测量时必须根据工件上测量对象的不同方向控制正确的主轴位置。
- 测试成功后可以设置 SD 55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK，位 1 = 0。测量结果必须和带主轴耦合的测量结果相符。

说明

补偿角度的附加调整

使用所选机床坐标转换或应用时可能会要求对补偿角度进行附加调整，用于主轴定位。

对此可以在制造商循环 CUST_MEACYC.SPF 中给定补偿角度 _MEA_CORR_ANGLE[0] 和 _MEA_CORR_ANGLE[1]。

当主轴不应标定为切换方向时（测量时 SD 55740 位 1 = 0，SPOS = 0），该角度在测量时对主轴位置/测头调整有影响或对触发值的内部换算有影响。

3.3 测量工件（铣削版）

3.3.27 使用不可定位的测头进行测量

简介

如果机床上的测头不能围绕着进给轴进行定位，则可能无法执行所有需要定位或校准功能的测量。

这些测量功能有：

- 参考环标定，起点不在环形中心
- 球体标定
- 3D 测头，带主轴旋转
- 标定 3D 测头
- 带有坐标旋转的主轴耦合。

以下说明针对的是铣削测量循环。

基本应用分为以下两种：

- 测头位于“无 SPOS 能力的主轴”上，可以是不带位置控制的转速控制主轴或高速主轴。
- 测头固定在机床上，这可应用在不带主轴的激光加工机床上或磨床上。

3.3.27.1 无 SPOS 能力的主轴

前提条件

- 电子 3D 工件测头（多向测头）
- 在标定和测量时，用户应保证测头有相同的方向（主轴位置），比如：通过夹紧或排序。

功能

原则上可以使用机床数据或编程指令将测头中包含的主轴定义为测头主轴。测头中心和加工主轴中心与所编程的轴位置相符。

使用以下通道专用的机床数据设置测量循环特征：

MD 52207[n] \$MCS_AXIS_USAGE_ATTRIB, 位 9

值 位 9	含义
=0	主轴是有 SPOS 能力的（默认）
=1	不管主轴特性如何，测量循环只能执行不带主轴定位的测量功能。成功完成测量循环的编程，效果跟使用了可定位的测头一样。所有以定位功能主轴为前提的功能在测量循环窗口中都不能选择。

测量循环中可以不调用 SPOS 指令或通过报警信息拒绝循环运行时不可执行的测量功能。

说明

标定

如果测头没有 SPOS 能力或者固定安装在机床上，则标定时需要满足特殊前提条件。

允许的标定方式有：

- 在环中标定，带“环形中心上的起点”
 - BA AUTO:SD54760 位 22 = 1
 - BA JOG:SD55740 位 15 = 1
- 在边沿上标定/在两个边沿之间标定

3.3.27.2 固定安装在机床上的测头

前提条件

- 电子 3D 工件测头（多向测头）

功能

测头固定在机床上时，三根几何轴上都可能存在机械偏移：

- 测球（刀尖）
- 加工主轴的刀具参考点
- 和加工介质（激光）之间。

该偏移应输入到工件测头的刀具数据“适配器尺寸（基准尺寸）”中。CNC 中已经包含作为刀具几何尺寸组件的适配器尺寸。

3.3 测量工件（铣削版）

通过已阐明的刀具几何尺寸的调整可以使已编程的轴位置与测球（刀尖）相符。需要注意的是要确定测头长度相对的是测球球心还是测球外圆。

使用以下通用的机床数据设置测量循环特征：

MD 51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK, 位 4

值 位 4	含义
=0	工件测头位于主轴中（默认）
=1	测头永远固定在机床上。成功完成测量循环的编程，效果跟使用了可定位的测头一样。所有以定位功能主轴为前提的功能在测量循环窗口中都不能选择。测量循环中可以不调用 SPOS 指令或通过报警信息拒绝循环运行时不可执行的测量功能。

说明

标定

如果测头没有 SPOS 能力或者固定安装在机床上，则标定时需要满足特殊前提条件。

允许的标定方式有：

- 在环中标定，带“环形中心上的起点”
 - BA AUTO:SD54760 位 22 = 1
 - BA JOG:SD55740 位 15 = 1
- 在边沿上标定/在两个边沿之间标定

3.4 在带组合工艺的机床上测量工件

3.4.1 在铣车复合机床上测量工件

简介

本章介绍的是如何在铣车复合机床上测量工件。其中，铣削是第 1 工艺，车削是第 2 工艺。工艺已设置。

前提条件：

1. 铣削工艺：MD52200 \$MCS_TECHNOLOGY = 2
2. 车削工艺：MD52201 \$MCS_TECHNOLOGY_EXTENSION = 1

另外，还要设置以下设定数据：

- SD 42950 \$SC_TOOL_LENGTH_TYPE = 3
- SD 42940 \$SC_TOOL_LENGTH_CONST = 17
- SD 42942 \$SC_TOOL_LENGTH_CONST_T = 19

如果工件是在铣床上用车削工艺加工的，此类工件的测量采用的是铣削工艺的测量循环。比如：如果要测量一个轮廓的外直径，则可以通过循环 CYCLE977“测量凸台”在 G17 平面中进行测量。如果需要将测量值用于补偿车刀，程序员必须指定需要补偿的刀具长度 L3x 或 L1z 以及补偿值的符号。是否进行补偿取决于车削时车刀的定向（刀具角度 β 和 γ 调整功能）。

请注意 SD55760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 位 12 和位 13

我们只建议在 Z 轴上将工件的测量值补偿到零点偏移中。旋转中心 XY 是由机床制造商在调试机床时正确设置的。

要注意机床制造商的提示说明

如果需要重新定位工件测头以进行测量，则需要使用功能 CYCLE800“平面回转”。

关于车铣工艺的详细设置/说明参见 IM9 的“铣床上的车削加工”一章。

关于各个测量方案的设置请参见本手册关于相应循环的说明。

3.4.2 在车铣复合机床上测量工件

下列章节是关于如何在车铣复合机床上测量工件。车削是第 1 工艺，铣削是第 2 工艺。

- 车削测量（测量内、外直径...）

3.4 在带组合工艺的机床上测量工件

如果要在不同的刀具方向上进行测量（车削工艺时 B 轴），可以使用功能“刀具对齐”（*CYCLE800*）预先定位测头。

- 铣削测量（测量钻孔，设置边沿，边对齐...）

如果要在不同的刀具方向上进行测量，可以使用功能“回转平面”（*CYCLE800*）预先定位测头。

铣削方式下的测量循环要以半径 (DIAMOF) 来给定端面轴 (X) 的坐标值。铣削方式下的测量循环基于端面轴同样是以半径编程。

测量钻孔和凸台（*CYCLE977*, *CYCLE979*）时，测量对象要以直径来说明。

在车铣复合机床上，由于几何条件限制不可以在有效的 G18 加工平面（车削）标定工件测头。工件的测量应在车削方式的 G18 进行。因此测头要在 G17 或 G19 进行标定，并在内部相应的连接触发值。

3.4.2.1 触发值的交叉连接

功能

使用功能“在不同加工平面的标定和测量”自版本 SW 4.5SP2 起可以有以下应用情况：

- 在加工平面 G17 或 G19 标定（使用 *CYCLE976*）
- 在 G18 和车削一样测量工件（使用 *CYCLE974*, *CYCLE994*）

前提条件

- 1. 车削工艺：MD 52200 \$MCS_TECHNOLOGY = 1
- 2. 铣削工艺：MD 52201 \$MCS_TECHNOLOGY_EXTENSION = 2
- 有效刀具是一个 3D 多向测头，类型 710

3.4.2.2 3D 测头类型 710 使用的通用性

功能

根据功能“在不同加工平面的标定和测量”3D 测头（类型 710）在车/铣床上基于标定数据组可用于所有的工件测量方案（车削和铣削）。

前提条件

- 设定数据 SD 42940 \$SC_TOOL_LENGTH_CONST = 18 （或者 -18）
- 设定数据 SD 42950 \$SC_TOOL_LENGTH_TYPE = 2
- 有效刀具是一个 3D 多向测头，类型 710

说明

如果上述前提条件在车削方式下测量时不满足，则会发出报警 61309 “检查工件测头的刀具类型”。

3.5 测量刀具（车削）

3.5.1 概述

下面的测量循环是针对车床应用的。

说明

主轴

主轴命令指的是测量循环中总是针对控制系统当前工作的主主轴生效的命令。

在带有多个主轴的机床上使用测量循环时，要在调用循环前将某根主轴定义为“主主轴”。

文档：/PGI/编程手册 *SINUMERIK 840D sl / 828D 基本原理*

平面定义

循环会自动采用当前选中的测量平面（G17 ~G19）的第 1 轴和第 2 轴。

在车床上，G18 是默认测量平面。

说明

在车床上测量刀具(CYCLE982)时，刀具不会在第 3 轴定位（G18 测量平面内为 Y 轴）。用户必须自行在第 3 轴完成刀具的定位。

相对于机床/工件的测量和标定

- 相对于机床的测量和标定：

测量在基本坐标系中进行（如果坐标转换关闭，则在机床坐标系中进行）

刀具测头的切换位置相对的是机床零点。在测量时系统会使用以下通用设定参数的数值（PLUS、MINUS 表明了刀具的移动方向）：

- ① SD 54625 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX1
- ② SD 54626 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX1
- ③ SD 54627 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX2
- ④ SD 54628 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX2

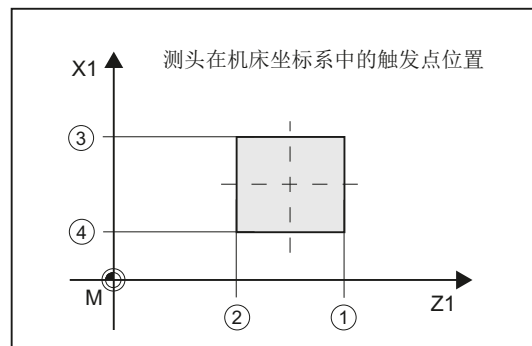


图 3-19 机床坐标系中的刀具测头(G18)

- 相对于工件的测量和标定：

刀具测头的切换位置相对的是工件零点。

在测量时系统会使用以下通用设定参数的数值（PLUS、MINUS 表明了刀具的移动方向）：

- ① SD 54640 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX1
- ② SD 54641 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX1
- ③ SD 54642 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX2

– ④ SD 54643 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX2

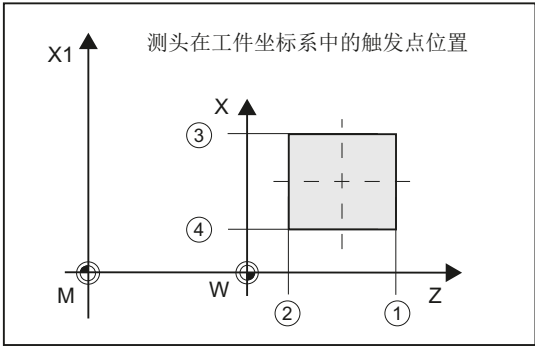


图 3-20 工件坐标系中的刀具测头(G18)

说明

无论是在机床坐标系中还是在工件坐标系中开展测量，都必须首先标定刀具测头，参见章节校准探头 (CYCLE982) (页 283)。

补偿方案

刀具测量循环可以用于各种应用：

- 首次测量刀具时（通用设定数据 SD 54762 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL Bit9）：
更新刀具补偿值中的几何尺寸和磨损量时
此时，对应刀具长度的几何尺寸分量中会进行补偿，
刀具的磨损分量被删除。
- 二次测量刀具时（通用设定数据 SD 54762 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL Bit9）：
测出的刀具尺寸差值会进入刀具的磨损分量中（长度）。

可以选择采用经验值。 这种测量不进行平均值计算。

参见

循环软件版本 SW4.4 起的修改 (页 395)

3.5.2 校准探头 (CYCLE982)

功能

使用该测量方案可以对刀具测头进行标定。标定采用一把标准刀具，该刀具可以确定机床零点或工件零点和测头触发点之间的间距。

经验值和平均值不参与计算。

说明

如果没有专门的标准刀具，也可以采用一把普通车刀（刀沿位置=1 到 4）来标定测头的 2 面。

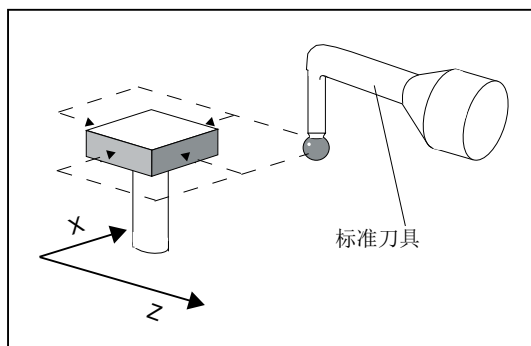
测量原理

用刀具类型中的标准刀具（类型 585）进行标定

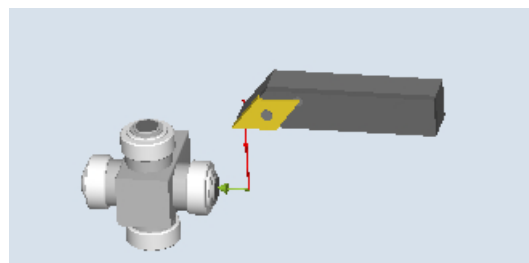
标准刀具是带拐角的，因此它可以标定测头的所有 4 个面。

用刀具类型中的标准刀具（类型 725）或车刀（类型 5xy）进行标定

使用车刀或标准刀具类型 725 只能标定测头的 2 个面。



利用标准刀具对刀具测头进行标定



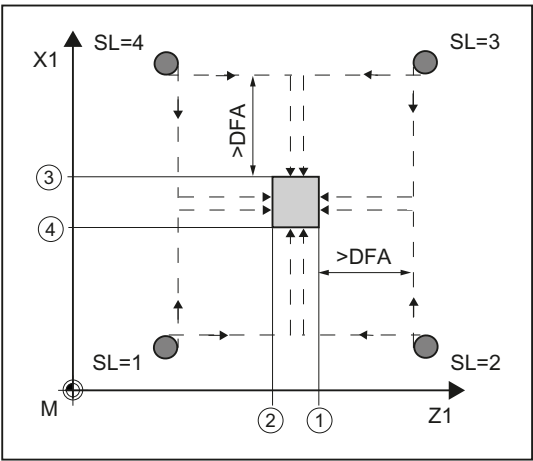
利用车刀对刀具测头进行标定

标准刀具或车刀到测头的定位是通过测量程序控制的。测量程序可以在指定的测量轴和轴方向上标定测头的切换位置。

前提条件

- 长度 1、长度 2 和标准刀具/车刀的半径的精确值已知，并输入到刀具补偿数据组中。
在启动测量程序时，该刀具补偿已经激活。
- 可使用确定已知几何尺寸的类型 5xy 参考车刀或标准刀具类型 585 或类型 725 进行标定（类型 580 3D 测头车削不可用）。
- 用标准刀具或车刀进行标定时，可以采用位置为 1 到 4 的刀沿。
- 将方块形测头的端面调整到和坐标轴 Z1, X1 平行的位置。
- 在开始标定前，应该首先在通用设定数据中输入测头端面相对于机床零点/工件零点的大致位置，参见调试手册 *SINUMERIK Operate (IM9) / SINUMERIK 840D sl*，章节“车削中的刀具测量”。
这些坐标值用于标准刀具自动逼近测头，它们的绝对值不能超出实际值的置信区域。
必须在总行程“2 倍的 DFA”内接触到测头。

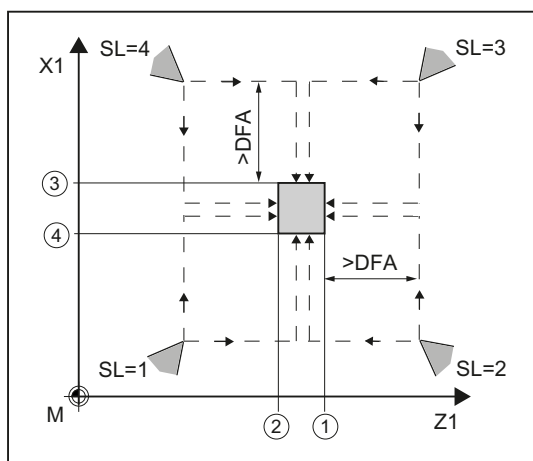
开始测量前的起始位置



刀沿位置 1 到 4，两根轴上的正确起始位置（机床坐标系）

- ① 第 1 测量轴负向上的触发点（通用设定数据 SD 54625）
- ② 第 1 测量轴正向上的触发点（通用设定数据 SD 54626）
- ④ 第 2 测量轴负向上的触发点（通用设定数据 SD 54627）
- 第 2 测量轴正向上的触发点（通用设定数据 SD 54628）

图 3-21 利用标准刀具对刀具测头进行标定



刀沿位置 1 到 4，两根轴上的正确起始位置（机床坐标系）

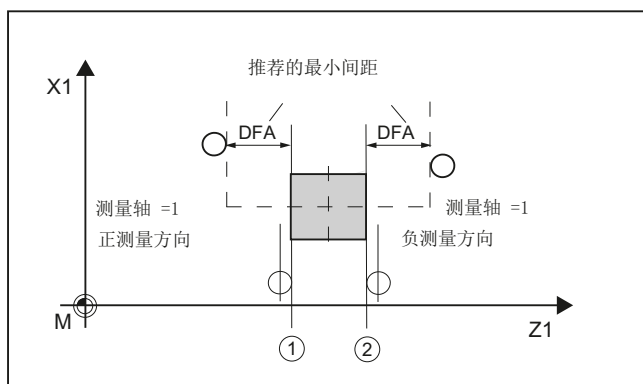
- ① 第 1 测量轴负向上的触发点（通用设定数据 SD 54625）
- ② 第 1 测量轴正向上的触发点（通用设定数据 SD 54626）
- ③ 第 2 测量轴负向上的触发点（通用设定数据 SD 54627）
- ④ 第 2 测量轴正向上的触发点（通用设定数据 SD 54628）

图 3-22 利用车刀对刀具测头进行标定

刀具到测头的逼近过程由测量循环控制。

测量循环结束后的位置

标准刀具或车刀位于和测量面相距测量行程的地方。



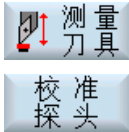
- ① 第 1 测量轴正向上的触发点（通用设定数据 SD 54626）
- ② 第 1 测量轴负向上的触发点（通用设定数据 SD 54625）

图 3-23 测量循环结束后的位置，以第 1 轴为例（G18 为 Z 轴）

3.5 测量刀具（车削）

步骤

创建零件程序或 ShopTurn 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量刀具”。
- 2. 按下软键“校准探头”。
输入窗口“校准：探头”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
U	标定数据组 (1 - 6)	-	T	标准刀具的名称	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟	D	刀沿号 (1 - 9)	-
			U	标定数据组 (1 - 6)	-
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
			β	用回转轴进行的刀具回转角度 • ← (0) • ↓ (90 °) • 值输入	度
			V	用刀具主轴进行的刀具回转角度	度
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
测量轴	测量轴（测量平面 G18） • X • Z	-
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

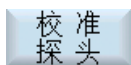
车床上的铣削测量方案

步骤

待加工的零件程序或 ShopMill 程序已创建并处于编辑器中。



1. 按下软键“测量刀具”。



2. 按下软键“校准测头”。

参数

ShopMill 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D $\odot$	刀沿号（1 - 9）	-
$\odot$	标定数据组 (1 - 6)	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“校准探头”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-38 “校准探头”结果参数

参数	说明	单位
_OVR[8]	触发点在平面第 1 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR[10]	触发点在平面第 1 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR[12]	触发点在平面第 2 轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR[14]	触发点在平面第 2 轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR[9]	触发点在平面第 1 轴负方向的坐标差值	毫米
_OVR[11]	触发点在平面第 1 轴正方向的坐标差值	毫米
_OVR[13]	触发点在平面第 2 轴负方向的坐标差值	毫米
_OVR[15]	触发点在平面第 2 轴正方向的坐标差值	毫米

3.5 测量刀具（车削）

参数	说明	单位
_OVR[27]	零补偿范围	毫米
_OVR[28]	置信区域	毫米
_OVI[2]	测量循环编号	-
_OVI[3]	测量方案	-
_OVI[5]	探头编号	-
_OVI[9]	报警号	-

3.5.3 车刀(CYCLE982)

功能

借助该测量方案可以测量出车刀长度（L1 和/或 L2），车刀的刀沿位置是 1 到 8。该测量方案随后会检查实测长度和之前长度之间的差值是否在规定的公差带内：

- 上限：置信区域 TSA 和尺寸差极限 DIF
- 下限：零补范围 TZL

如果差值在公差范围内，新的刀具长度会进入刀具补偿，否则会输出报警。实测尺寸低于下限时不进入刀具补偿。

测量原理

在选择“完全”选项时会测量车刀的所有长度：

- 刀沿位置为 1 到 4 的车刀：L1 和 L2
- 刀沿位置为 5 或 7 的车刀：L2
- 刀沿位置为 6 或 8 的车刀：L1

如果车刀的刀沿位置为 1 到 4，则车刀会在两根坐标轴（G18 平面内为 Z 轴和 X 轴）上接触测头，从第 1 轴（G18 平面内为 Z 轴）开始接触。如果车刀刀沿位置为 5 到 8，则只在一根坐标轴上进行测量：

- 刀沿位置为 5 或 7：第 1 测量轴，在 G18 平面内为 Z 轴
- 刀沿位置为 6 或 8：第 2 测量轴，在 G18 平面内为 X 轴。

在选择“逐个轴”选项时，会在指定的测量轴上测量车刀的长度。

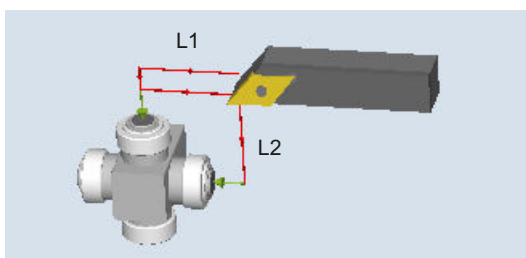


图 3-24 测量：车刀（CYCLE982），示例：完整测量

前提条件

刀具测头必须进行标定，参见校准探头 (CYCLE982) (页 283)。

大致的刀具尺寸必须输入到刀具补偿数据中：

- 刀具类型 5xx
- 刀沿位置、刀沿半径
- X 和 Z 轴的长度

在启动测量程序前，待测刀具及其刀具补偿值必须已经激活。

开始测量前的起始位置

在启动测量程序前，刀尖必须位于下图指出的起始位置。

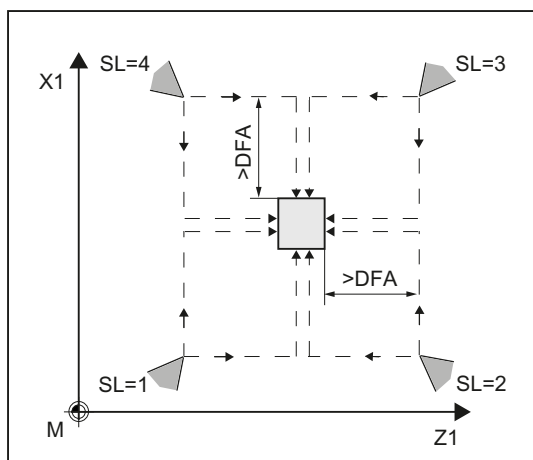


图 3-25 两个坐标轴上刀沿位置为 1 到 4 正确的起始位置

程序会自动计算刀具测头的位置、刀具逼近测头的路径，并生成必需的运动语句。将刀沿半径中心和测头中心对齐。

3.5 测量刀具（车削）

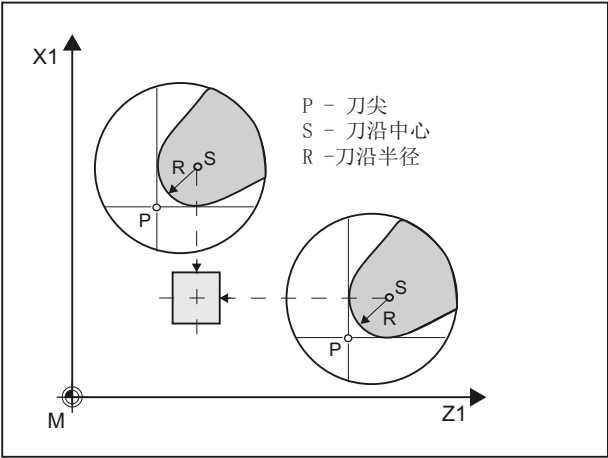


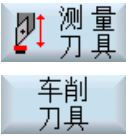
图 3-26 测量车刀长度：偏移一个刀沿半径，以 SL=3 为例

测量循环结束后的位置

在“逐个轴”测量选项中，刀尖位于被接触的测头面对面，相距测量行程。
在“完全”测量选项中，在结束测量后，刀具回到启动测量前的起始位置。

步骤

创建零件程序或 ShopTurn 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量刀具”。
- 2. 按下软键“车刀”。
输入窗口“测量：车刀”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	待测刀具的名称	-
 	标定数据组 (1 - 6)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
			 	标定数据组 (1 - 6)	-
			β 	用回转轴进行的刀具回转角度：  (0°)  (90°) - 值输入	度
			V	用刀具主轴进行的刀具回转角度	度
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米

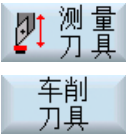
参数	说明	单位
测量 	测量刀具长度 (G18 测量平面) - 完全 (测量长度 Z 和长度 X) - 仅测量刀具长度 Z - 仅测量刀具长度 X	-
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
TZL	零补的公差区域	毫米
TDIF	尺寸差极限的公差区域	毫米

3.5 测量刀具（车削）

车床上的铣削测量方案

步骤

待处理的零件程序或 ShopMill 程序已创建并处于编辑器中。



- 1. 按下软键“测量刀具”。
- 2. 按下软键“车刀”。

参数

ShopMill 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D	刀沿号（1 - 9）	-
I	标定数据组 (1 - 6)	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“车刀”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-39 “车刀”结果参数

参数	说明	单位
_OVR[8]	实际长度 L1	毫米
_OVR[9]	长度 L1“实际-目标” 差值	毫米
_OVR[10]	实际长度 L2	毫米
_OVR[11]	长度 L2“实际-目标” 差值	毫米
_OVR[12]	实际长度 L3	毫米
_OVR[13]	长度 L3 “实际-目标” 差值	毫米
_OVR[27]	零补区域	毫米
_OVR[28]	置信区域	毫米

参数	说明	单位
_OVR[29]	允许的尺寸差值	毫米
_OVR[30]	经验值	毫米
_OVI[0]	D 号	-
_OVI[2]	测量循环编号	-
_OVI[3]	测量方案	-
_OVI[5]	测头编号	-
_OVI[7]	经验值数据组编号	-
_OVI[8]	刀具号	-
_OVI[9]	报警号	-

3.5.4 铣刀 (CYCLE982)

功能

使用该测量方案可对车床上的铣刀进行测量，

其中包括测量：

- 长度
- 半径
- 长度和半径

该测量程序随后会检查实测半径/长度和之前半径/长度之间的差值是否在规定的公差带内：

- 上限：置信区域 TSA 和尺寸差极限 DIF，
- 下限：零补范围 TZL

如果差值在公差范围内，新的刀具长度会进入刀具补偿，否则会输出报警。实测尺寸低于下限时不进入刀具补偿。

刀具长度补偿在车床上以特殊的方式进行。长度(L1 在 X 轴上、L2 在 Y 轴上)和几何轴的对应关系和车刀测量中一样。

3.5 测量刀具（车削）

测量原理

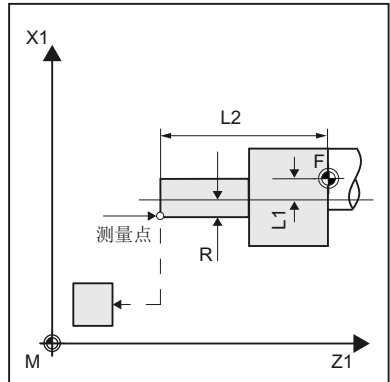
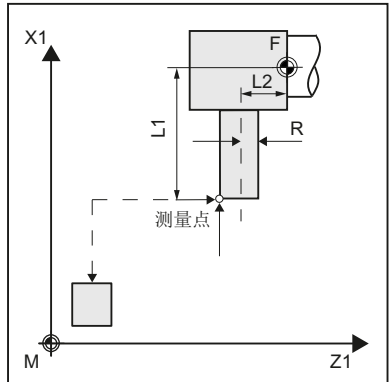
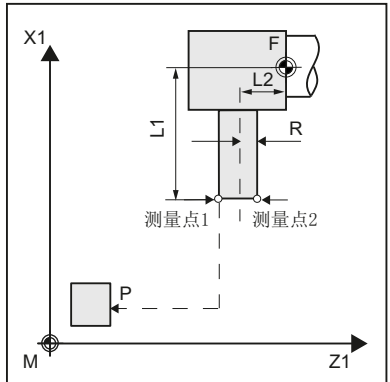
在“完全”测量选项中，会确定所有可以被测的几何值（长度 L1、L2 和半径）。车刀会在两根坐标轴（G18 平面内为 Z 轴和 X 轴）上接触测头，从第 1 轴（G18 平面内为 Z 轴）开始接触。

在“逐个轴”测量选项中，会在激活平面的指定测量轴上按照选项“仅长度（L1 或 L2）”、“仅半径”或“长度（L1 或 L2）和半径”测量几何值。

“逐个轴”测量 一仅长度（L1 或 L2）

在指定的测量轴上测量长度 L1 或 L2。

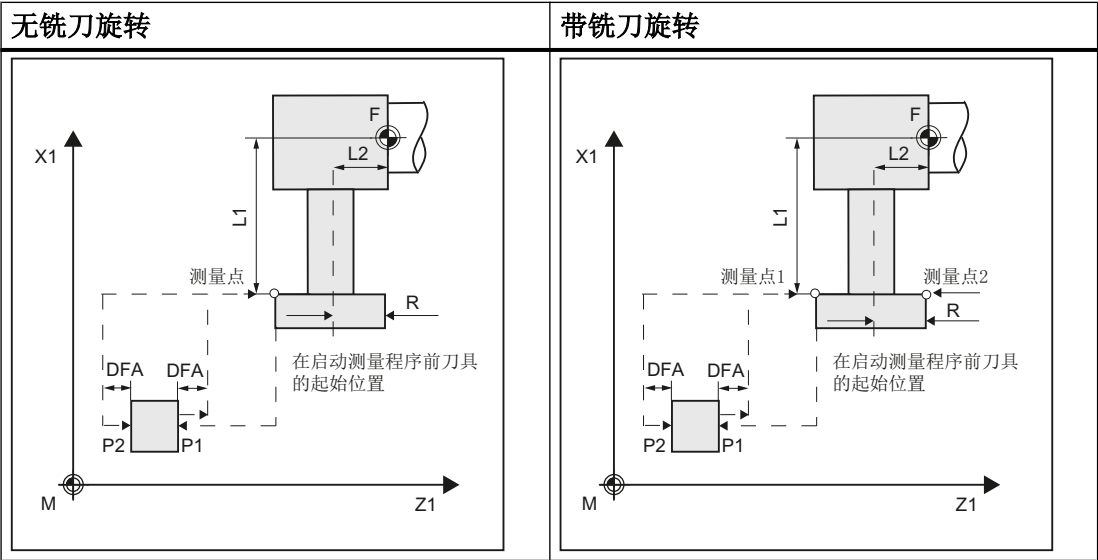
表格 3-40 “逐个轴”测量 一仅长度（L1 或 L2）

无铣刀旋转		带铣刀旋转
		
测量长度 L2		测量长度 L2
测量长度 L1		前提条件：半径 R 必须已知。

“逐个轴”测量 - 仅半径

在指定的测量轴上通过两次接触测头测量半径。

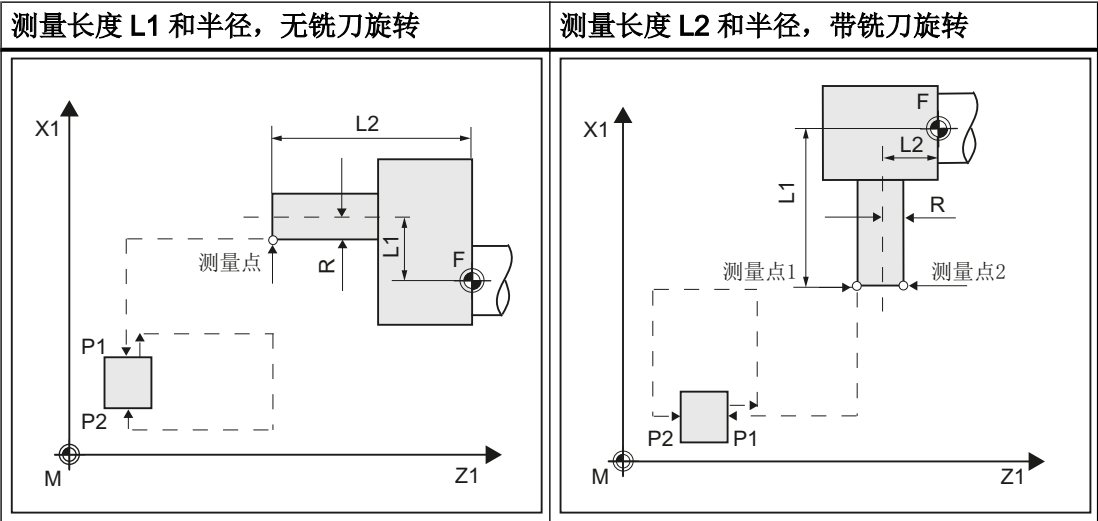
表格 3-41 “逐个轴”测量 - 仅半径



“逐个轴”测量 — 长度（L1 或 L2）和半径

在指定的测量轴上通过两次分别接触测头的两个不同面来测量长度 L1 或 L2 和半径。

表格 3-42 “逐个轴”测量 — 仅长度（L1 或 L2）和半径



3.5 测量刀具（车削）

“完全”测量 — 长度（L1 或 L2）和半径

在“完全”测量选项中会确定所有补偿值：

- 两个长度以及半径（4 次测量），
- 如果设定了半径为 0，则只确定两个长度（2 次测量）。

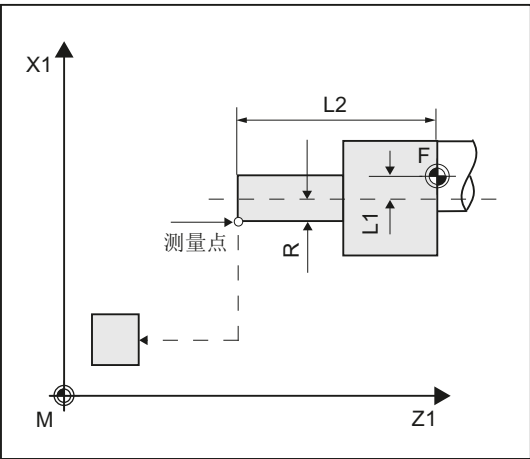
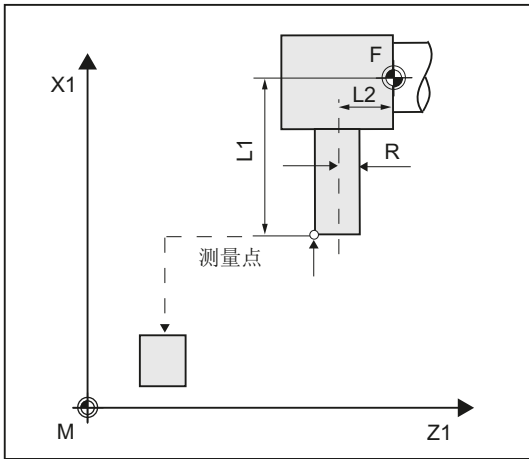
测量程序自动生成刀具逼近测头的运行语句，自动控制测量长度 1、长度 2 和半径时的刀具运动。条件是用户选择了合适的起始位置。

铣刀旋转

在“带铣刀旋转”的选项中，刀具首先在所选轴、铣削主轴起始角度 SPOS 下的测量点上开展测量，接着刀具（主轴）旋转 180 度并重新测量。

两次测量得出的平均值就是测量结果。在这种测量方式中，每个测量点上主轴都会从起始角度出发旋转 180 度，以进行第二次测量。SCOR 中的补偿角度会累加到 180 度，以便可以选择某些和第 1 刀刃不是正好相差 180 度的第 2 刀刃。在“带铣刀旋转”的选项中，可以测量两个刀刃。求出的平均值为补偿值。

刀具位置

轴向位置	径向位置
 第 2 测量轴上的铣刀半径（在 G18 平面内为 X 轴）	 第 1 测量轴上的铣刀半径（在 G18 平面内为 Z 轴）

使用静止/旋转主轴的测量

可以利用旋转的铣削主轴（M3、M4）或静止的主轴（M5）来进行测量。

在利用静止主轴测量时，首先需要将主轴定位到指定的起始角度 SPOS。

说明

使用旋转主轴的测量

没有选择一个特定铣刀刀刃时，也能够利用旋转主轴进行测量。在启动 CYCLE982 前，用户必须首先细心仔细地设定旋转方向、转速和进给率，防止损坏测头。要选择比较低的转速和进给率。

可以选择采用经验值。这种测量不进行平均值计算。

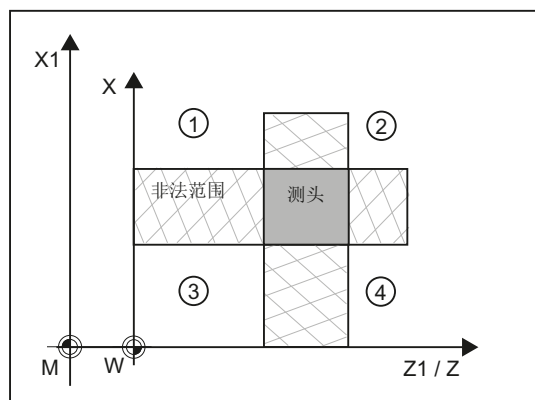
前提条件

- 刀具测头必须进行标定，参见校准探头 (CYCLE982) (页 283)。
- 大致的刀具尺寸必须输入到刀具补偿数据中：
 - 刀具类型：1xy（铣刀）
 - 半径、长度 1、长度 2。
- 在启动测量程序前，待测刀具及其刀具补偿值必须已经激活。
- 在测量铣刀时，必须将通道专用的 SD 42950: \$SC_TOOL_LENGTH_TYPE = 2 置零（它的长度计算和车刀一样）。
- 刀具主轴必须定义为“主主轴”。

开始测量前的起始位置

必须确保刀具从起始位置出发能够安全、无碰撞地逼近测头。

该起始位置不能位于非法区域内（参见下面的图示）。



① 到 ④ 允许区域

图 3-27 测量铣刀：第 2 轴（G18 平面内为 X 轴）上允许的起始位置

3.5 测量刀具（车削）

测量循环结束后的位置

在“逐个轴”测量选项中，刀尖位于最后一个被接触的测头面对面，相距测量行程。

在“完全”测量选项中，在结束测量后，刀具回到启动测量前的起始位置。

步骤

创建零件程序或 ShopTurn 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量刀具”。
 - 2. 按下软键“铣刀”。
- 输入窗口“测量：铣刀”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL	测量平面 (G17 - G19)	-	T	待测刀具的名称	-
	标定数据组 (1 - 6)	-	D	刀沿号 (1 - 9)	-
				标定数据组 (1 - 6)	-
			β	用回转轴进行的刀具回转角度 度 • ← (0) • ↓ (90°) • 值输入	
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
测量方式	• 逐个轴 • 完全（测量长度和半径）	-
刀具位置	• 轴向(←) • 径向(↓)	-
对于测量方式“完全”：		

参数	说明	单位
测量	长度 X, Z 和半径（对应刀具位置）	-
刀沿 	- 端面 - 背面	-
逼近 	刀具从不同方向逼近测头（在测量平面为 G18 时）： - 在刀具位置为“轴向”时： $\pm X$ - 在刀具位置为“径向”时： $\pm Z$	-
对于测量方式“逐个轴”：		
测量 	测量平面为 G18 时： - 长度 X / Z 和半径（对应刀具位置） - 仅长度 Z - 仅长度 X - 仅半径	-
铣刀旋转 	- 选择（带铣刀转旋转 180 的测量） - 不选择（不带旋转的测量）	-
定位主轴 	设置刀具主轴的位置（仅在铣刀旋转选项为“不选择”时） - 不选择（任意刀具主轴位置） - 选择（将刀具主轴定位至起始角度）	-
SPOS	定位到刀片的角度（只针对选择了“铣刀旋转”或者“定位主轴”或“完全”测量方式时）	度
SCOR	用于旋转的补偿角度（只针对选择了“铣刀旋转”时）	度
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
TZL	零补的公差区域	毫米
TDIF	尺寸差极限的公差区域	毫米

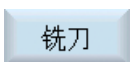
车床上的铣削测量方案

步骤

待加工的零件程序或 ShopMill 程序已创建并处于编辑器中。



1. 按下软键“测量刀具”。



2. 按下软键“铣刀”。

3.5 测量刀具（车削）

参数

ShopMill 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D ^U	刀沿号（1 - 9）	-
	标定数据组 (1 - 6)	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“铣刀”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-43 “铣刀”结果参数

参数	说明	单位
_OVR[8]	实际长度 L1	毫米
_OVR[9]	长度 L1“实际-目标”差值	毫米
_OVR[10]	实际长度 L2	毫米
_OVR[11]	长度 L2“实际-目标”差值	毫米
_OVR[12]	半径实际值	毫米
_OVR[13]	半径差值	毫米
_OVR[27]	零补区域	毫米
_OVR[28]	置信区域	毫米
_OVR[29]	允许的尺寸差值	毫米
_OVR[30]	经验值	毫米
_OVI[0]	D 号	-
_OVI[2]	测量循环编号	-
_OVI[5]	测头编号	-
_OVI[7]	经验值存储器	-
_OVI[8]	刀具号	-
_OVI[9]	报警号	-

3.5.5 钻头 (CYCLE982)

功能

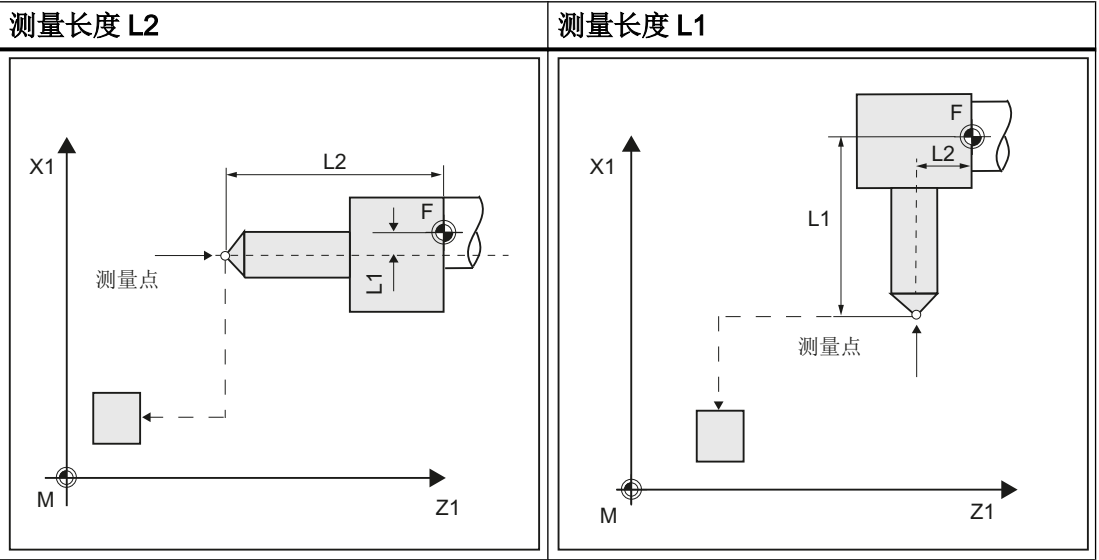
借助该测量方案可以测量出钻头的长度（L1 或 L2）。该测量方案随后会检查实测长度和之前长度之间的差值是否在规定的公差带内：

- 上限：置信区域 TSA 和尺寸差极限 DIF
- 下限：零补范围 TZL

如果差值在公差范围内，新的刀具长度会进入刀具补偿，否则会输出报警。实测尺寸低于下限时不进入刀具补偿。

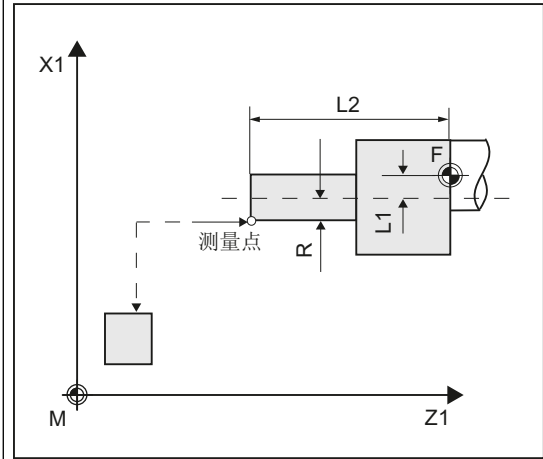
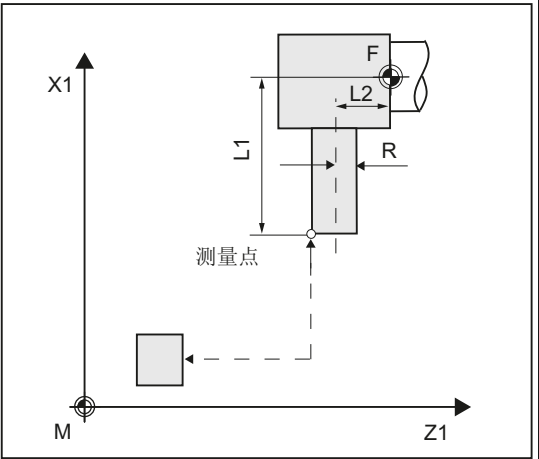
测量原理

在指定的测量轴上测量钻头长度（L1 或 L2）。



3.5 测量刀具（车削）

刀具位置：

轴向位置	径向位置
	
第 2 测量轴上的钻头半径（在 G18 平面内为 X 轴）	第 1 测量轴上的钻头半径（在 G18 平面内为 Z 轴）

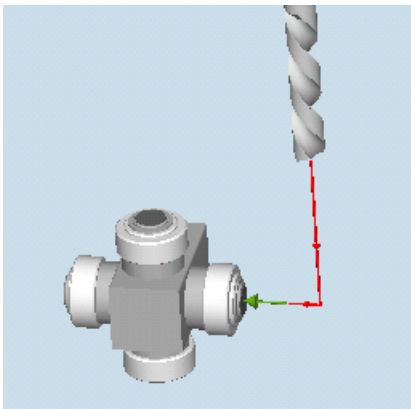


图 3-28 测量：钻头(CYCLE982)，以“刀具位置：↓ 径向位置”为例

说明

如果通过接触测头的侧面来确定钻头长度，则必须确保待测钻头不会使测头在钻槽区或钻尖区发生偏转。

启动测量程序的前提是：将钻头半径输入到刀具补偿中，不满足该条件时会输出报警。

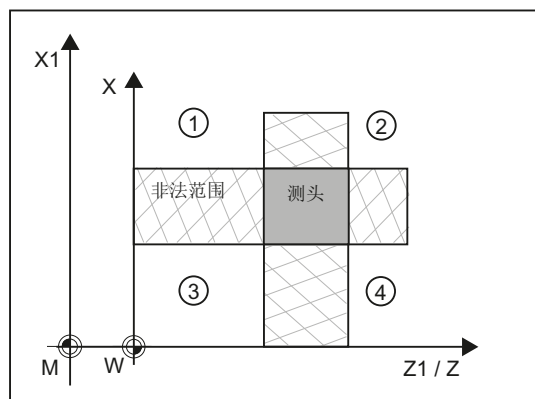
前提条件

- 刀具测头必须首先经过标定。
- 大致的刀具尺寸必须输入到刀具补偿数据中：
 - 刀具类型：2xy（钻头）
 - 长度 1、长度 2
- 在启动测量程序前，待测刀具及其刀具补偿值必须已经激活。
- 通道专用的设定数据 SD 42950\$SC_TOOL_LENGTH_TYPE 应保持默认值“2”（即长度和轴的对应关系与车刀一样）。在特殊应用中，也可以将该值修改为 0（页 301）。

开始测量前的起始位置

必须确保刀具从起始位置出发能够安全、无碰撞地逼近测头。

该起始位置不能位于非法区域内（参见下面的图示）。



① 到 ④ 允许区域

图 3-29 测量钻头：第 2 轴（G18 平面内为 X 轴）上允许的起始位置

测量循环结束后的位置

刀尖位于和测量平面相距测量行程的位置。

测量钻头 – 特殊应用

刀具测头在平面 **G18** 上标定，和通常测头在车刀应用中的标定类似。

功能

如果在车床上**钻头**的长度补偿和铣床上的一样（通道专用的 SD 42950: \$SC_TOOL_LENGTH_TYPE=0），则在这种应用中也可以测量钻头。

3.5 测量刀具（车削）

其中，长度 **L1** 始终在当前选中平面（**G17~G19**）的第 3 轴上（刀具补偿轴）测量，该轴也标出了刀具的位置。

G17: 在 Z 轴上测量 L1（对应于轴向位置）

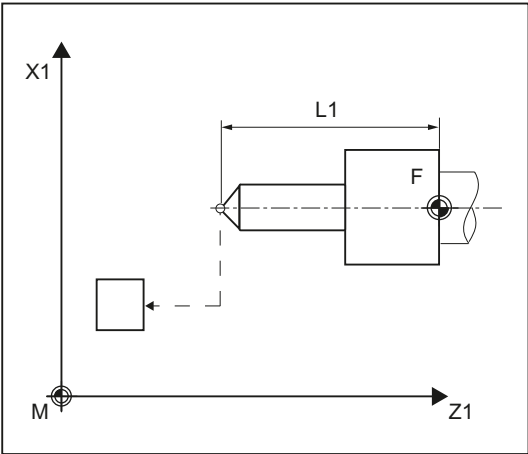
G18: 在 Y 轴上测量 L1（无车床应用）

G19: 在 X 轴上测量 L1（对应于径向位置）

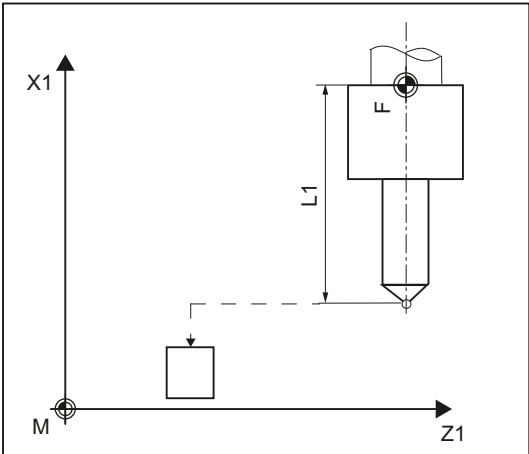
条件

长度 **L1** 的确定要求满足以下条件：

- 选中的刀具为类型 **2xy**(钻头)
- 通道专用的 SD 42950: **\$SC_TOOL_LENGTH_TYPE=0**
- 选中了 **G17** 或 **G19** 并且



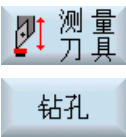
测量钻头长度 L1(G17)



测量钻头长度 L1(G19)

步骤

创建零件程序或 ShopTurn 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下软键“测量刀具”。
 2. 按下软键“钻头”。
- 输入窗口“测量：钻头”打开。

参数

G 代码程序			ShopTurn 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	待测刀具的名称	-
 	标定数据组 (1 - 6)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
刀具位置 	- 轴向(←) - 径向(↓)	-	 	标定数据组 (1 - 6)	-
			β 	用回转轴进行的刀具回转角度 ← (0°) ↓ (90°) - 值输入	度
			Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米
			X	测量起点 X 轴坐标	毫米
			Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米

参数	说明	单位
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米
TZL	零补的公差区域	毫米
TDIF	尺寸差极限的公差区域	毫米

车床上的铣削测量方案

步骤

待加工的零件程序或 ShopMill 程序已创建并处于编辑器中。



1. 按下软键“测量刀具”。



2. 按下软键“钻头”。

3.5 测量刀具（车削）

参数

ShopMill 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D ^U	刀沿号（1 - 9）	-
 ^U	标定数据组 (1 - 6)	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“钻头”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-44 “钻头”结果参数

参数	说明	单位
_OVR[8]	实际长度 L1	毫米
_OVR[9]	长度 L1“实际-目标”差值	毫米
_OVR[10]	实际长度 L2	毫米
_OVR[11]	长度 L2“实际-目标”差值	毫米
_OVR[27]	零补区域	毫米
_OVR[28]	置信区域	毫米
_OVR[29]	允许的尺寸差值	毫米
_OVR[30]	经验值	毫米
_OVI[0]	D 号	-
_OVI[2]	测量循环编号	-
_OVI[3]	测量方案	-
_OVI[5]	测头编号	-
_OVI[7]	经验值存储器	-
_OVI[8]	刀具号	-
_OVI[9]	报警号	-

3.5.6 用可定向的刀架测量刀具

简介

该功能用于车床（车铣复合机床）的特定配置。除了线性轴（Z 轴、X 轴）和主轴以外，车床还必须配备一根围绕 Y 轴旋转并带附属刀具主轴的回转轴。通过该回转轴可以在 XZ 平面内调整刀具。

前提条件

- 刀具测头的侧面应调整到和对应轴（机床坐标系或工件坐标系中的第 1 轴或第 2 轴）平行的位置。刀具测头必须在测量轴和需要开展测量的轴方向上进行标定。
- 在启动测量程序前，待测刀具及其刀具补偿值必须已经激活。
- 测量车刀时必须将**刀架处于初始位置时**车刀的刀沿位置输入到刀具补偿数据组中。
- 在测量钻头和铣刀时，设定数据必须为
SD 42950: TOOL_LENGTH_TYPE = 2
也就是说，钻头/铣刀的长度和轴的对应关系和车刀一样。
- 激活的平面必须为 G18。

功能

为在测量循环 CYCLE982 中使用可定向的刀架，必须设置以下机床数据：

MD 51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK, 位 16 = 1

因此，刀具分量的补偿会依据刀架在初始位置的定向进行。

在测量车刀尤其是粗切车刀、精切车刀、纽扣刀具时，绕 Y 轴旋转的回转轴可以转到任意角度。在测量铣刀和钻头时，该回转轴只允许转到 90°的整数倍角度。进行刀具主轴定位时，回转轴只允许转到 180°的整数倍角度。

循环内部会监控该角度。

如果在绕 Y 轴旋转的回转轴转到某个非 90°整数倍角度时测量车刀，请注意，只要有可能就应尽量保持相同的刀具位置来测量车刀在 X 轴和 Z 轴上的尺寸。

操作步骤

在调用 CYCLE982 之前将刀具调整到适当位置，以便接着开始测量。

刀具的调整最好采用 CYCLE800，参见“操作手册 车削版”中的章节“平面回转/刀具调整 (CYCLE800)”。

3.5 测量刀具（车削）

请注意，测量循环以刀具已调整到机床前面区域为前提。

必须确保刀具能够从它的初始位置出发在 **X** 轴和 **Z** 轴上逼近测头。

随后的测量过程和刀架初始位置中的测量方案类似。

说明

铣刀的测量

在使用可定向的刀架时，系统不支持下面的测量方案：

测量方式：“完全”测量和测量刀沿“背面”。

如果使用这些测量方案将会生成报警 **61037**“测量方案错误”。

3.6 测量刀具（铣削版）

3.6.1 概述

这一章节中说明的测量循环设计应用在铣床和加工中心上。

说明

主轴

主轴命令指的是测量循环中总是针对控制系统当前工作的主主轴生效的命令。

在带有多个主轴的机床上使用测量循环时，要在调用循环前将某根主轴定义为“主主轴”。

文档： /编程设备/“基础编程说明”

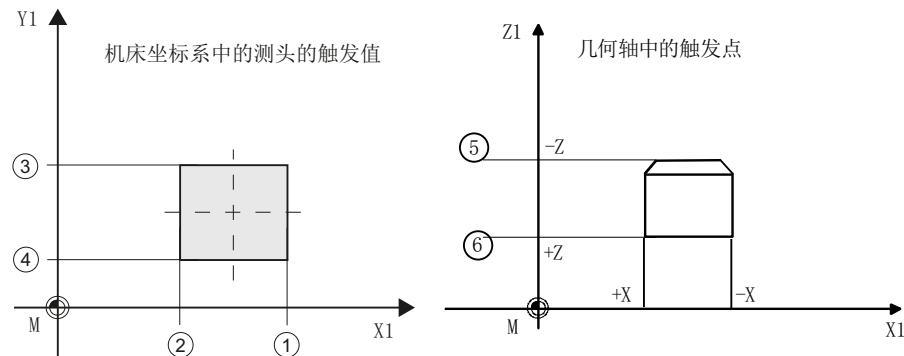
平面定义

在铣床和加工中心上，当前加工平面的缺省设置是 **G17**。

3.6 测量刀具（铣削版）

相对于机床/工件的测量和标定

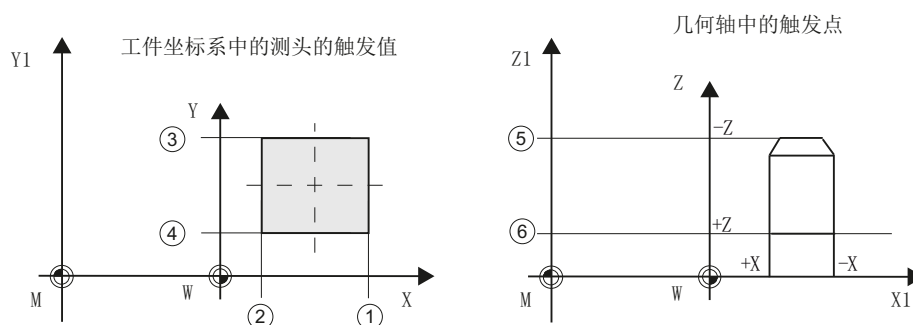
- 相对于机床的测量和标定：
测量在基本坐标系中进行（如果坐标转换关闭，则在机床坐标系中进行）
刀具测头的切换位置相对的是机床零点。循环会使用以下通用设定数据的数值：



- ① SD54625 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX1
- ② SD54626 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX1
- ③ SD54627 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX2
- ④ SD54628 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX2
- ⑤ SD54629 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX3
- ⑥ SD54630 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX3

图 3-30 机床坐标系中的刀具测头(G17)

- 相对于工件的测量和标定：
刀具测头的切换位置相对的是工件零点。
循环会使用以下通用设定数据的数值：



- ① SD54640 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX1
- ② SD54641 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX1
- ③ SD54642 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX2
- ④ SD54643 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX2
- ⑤ SD54644 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX3
- ⑥ SD54645 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX3

图 3-31 工件坐标系中的刀具测头(G17)

说明

无论是在机床坐标系中还是在工件坐标系中开展测量，都必须首先标定刀具测头，参见章节校准探头 (CYCLE971) (页 312)。

补偿方案

刀具测量循环可以用于各种应用：

- 首次测量刀具时（通用设定数据 54762 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL[位 9]）：
更新刀具补偿值中的几何尺寸和磨损量时
此时，刀具长度或半径的几何尺寸分量会进行补偿。
刀具的磨损分量被删除。
- 二次测量刀具时（通用设定数据 SD 54762 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL[位 9]）：
测出的刀具尺寸差值会进入刀具的磨损分量中（长度或半径）。

可以选择采用经验值。这种测量不进行平均值计算。

3.6.2 校准探头 (CYCLE971)

功能

通过该测量方案可以在机床坐标系或工件坐标系中校准（标定）刀具测头。

经验值和平均值不参与计算。

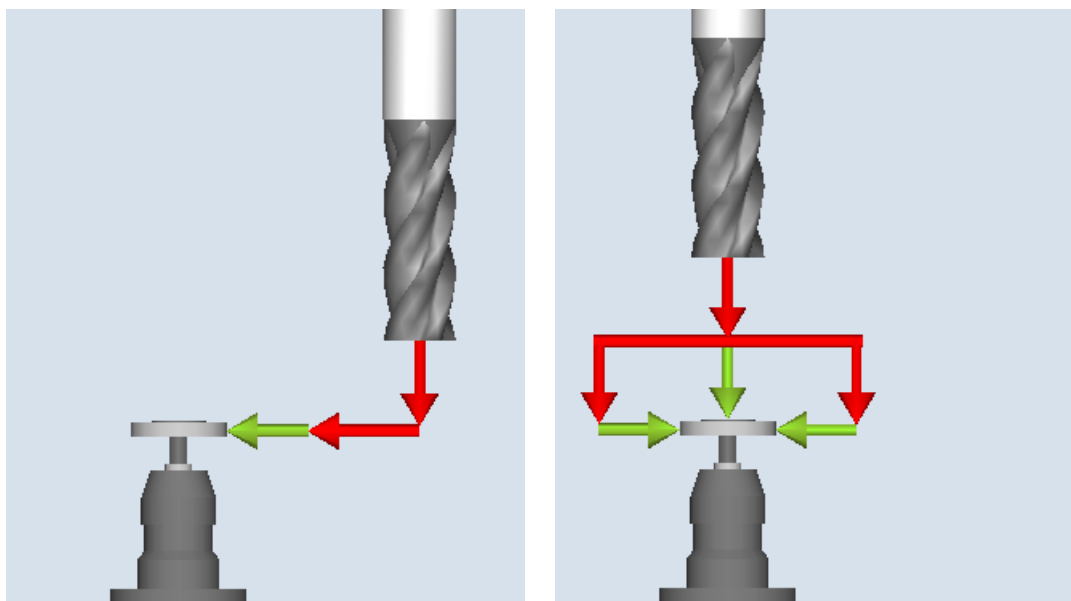
测量原理

借助标准刀具可以计算出机床零点（在机床坐标系中标定）或工件零点（在工件坐标系中标定）和测头触发点之间的当前间距。标准刀具到测头的定位是通过测量程序控制的。

说明

使用盘形测头类型以及“逐个轴”或“完全 – 平面上逼近方向受限”的标定方式时，应将平面上的测头位置准确地预输入到设定数据中，以确保接下来进行准确测量。

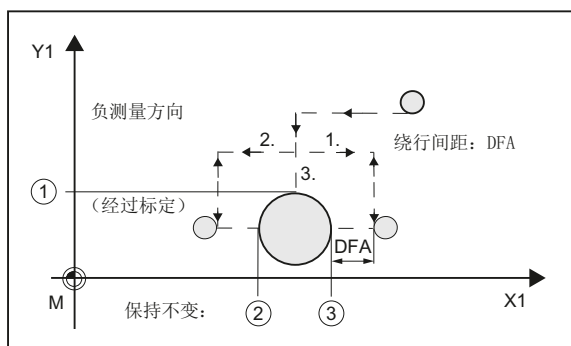
详细信息请见调试手册 **SINUMERIK Operate (IM9) / SINUMERIK 840D sl**，章节“铣削中的刀具测量”。



标定：测头 (CYCLE971)， “逐个轴” 标定 标定：测头 (CYCLE971)， 完全标定

逐个轴标定

在选择“逐个轴”标定时，测头在指定的测量轴和测量方向上标定。偏移轴上的接触点可以对中。指定了偏移轴时，程序会首先确定刀具测头在偏移轴上的实际位置，然后再在测量轴上标定测头。



- ① 通用 SD 54627 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX2
- ② 通用 SD 54626 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX1
- ③ 通用 SD 54625 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX1

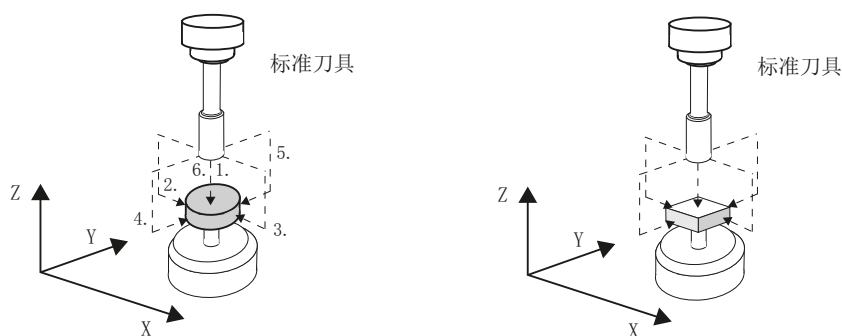
图 3-32 标定测头 (CYCLE971)，指定了偏移轴、G17 为被测面：确定中心 X 轴位置、在 Y 轴标定测头

完全标定

选择“完全”标定时，系统会自动标定刀具测头。测量程序借助一个标准刀具确定刀具测头在所有轴或所有轴方向（在这些轴、方向上刀具可逼近测头）上的触发点。

参见调试手册 *SINUMERIK Operate (IM9) / SINUMERIK 840D sl*，章节“铣削中的刀具测量”。通用设定数据 SD 54632 \$SNS_MEA_TP_AX_DIR_AUTO_CAL 或 SD 54647 \$SNS_MEA_TPW_AX_DIR_AUTO_CAL。

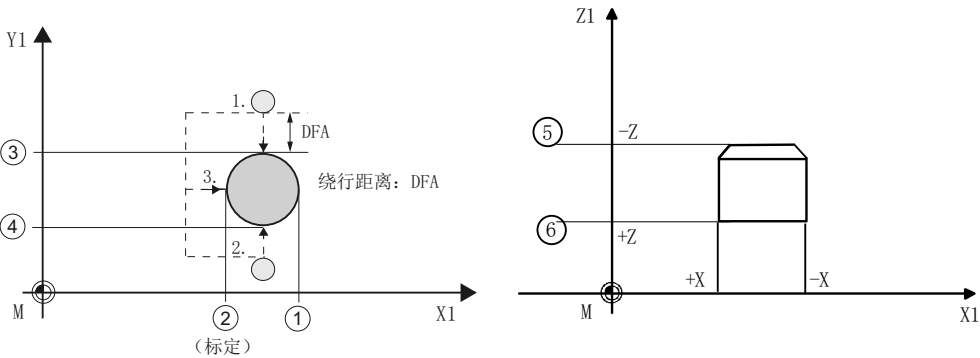
刀具轴（在 G17 测量平面上为 Z 轴）必须始终可以从负向逼近，否则不能执行“完全”标定。在“完全”标定中，首先从第 3 轴开始标定，然后是其他轴。下面的示意图以 G17 平面为例说明了如何进行“完全”标定。



3.6 测量刀具（铣削版）

图 3-33 盘形和方块形刀具测头

在第一次在进行标定，例如在第 1 轴正方向标定前，程序会确定测头中心在第 2 轴上的精确位置，只要允许标准刀具在该轴上逼近测头。为此，平面内会执行更多轴运动。



- ① 通用 SD 54625 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX1
- ② 通用 SD 54626 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX1
- ③ 通用 SD 54627 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX2
- ④ 通用 SD 54628 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX2
- ⑤ 通用 SD54629 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX3
- ⑥ 通用 SD54630 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX3

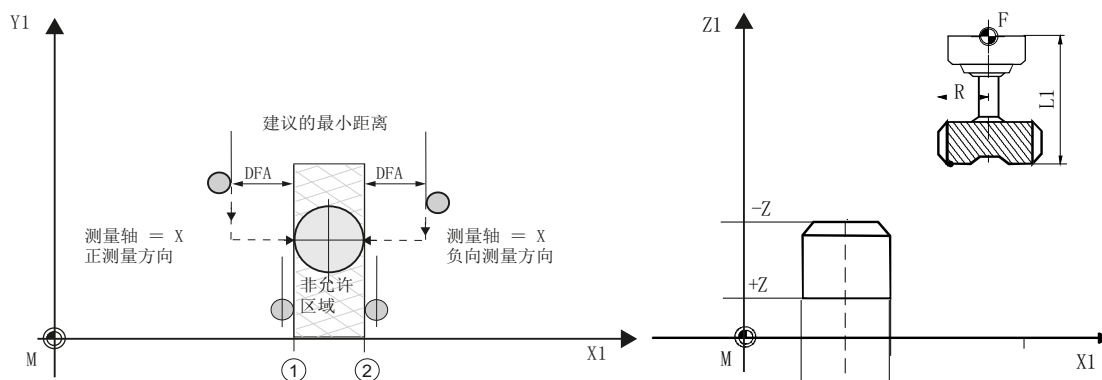
图 3-34 确定测头中心在第 2 轴的位置，在+X 轴上进行标定

前提条件

- 标准刀具的精确长度和半径必须保存在一个刀具补偿数据组里。在调用测量程序时，该刀具补偿必须激活。
- 刀具类型：
 - 标准刀具（类型 725）
 - 铣刀（类型 1xy）
- 在调用测量程序前，必须先确定加工平面是 G17、G18 还是 G19。
- 在开始标定前，应该首先在通用设定数据中输入大致的刀具测头坐标，参见调试手册 *SINUMERIK Operate (IM9) / SINUMERIK 840D sl*，章节“铣削中的刀具测量”。这些坐标值用于标准刀具自动逼近测头，它们的绝对值不能超出实际值的置信区域。
- 必须在总行程“2 倍的 DFA”内接触到测头。

开始测量前的起始位置

选择“逐个轴”标定时，测量程序从起点计算出刀具到测头的行程，生成对应的运行语句。选择合适的起始位置，使刀具安全逼近测头。



① 通用 SD54626 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX1

② 通用 SD54625 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX1

图 3-35 在平面内进行标定的起始位置，以 G17 为例

说明

在第 3 轴上进行标定

当标准刀具的直径更大时，它会移动到和测头中心相距“一个刀具半径”的位置。如果指定了偏移量，刀具移动量还要减去该值。

在“完全”标定中，在启动测量程序前应选择合适的起始位置，使标准刀具可以安全、无碰撞地对准测头中心移动指定行程 DFA，到达测头中心上方。标准刀具首先在刀具轴（第 3 轴）上移动，然后是其其他轴。

测量循环结束后的位置

在“逐个轴”标定中，标准刀具始终位于被测面对面，与之相距 DFA。

在“完全”标定中，标准刀具始终位于测头上方，与之相距 DFA。

3.6 测量刀具（铣削版）

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



- 1. 按下软键“测量刀具”。
- 2. 按下软键“校准探头”。
输入窗口“校准：探头”打开。

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL	测量平面 (G17 - G19)	-	T	标准刀具的名称	-
	标定数据组 (1 - 6)	-	D	刀沿号 (1 - 9)	-
F	标定进给率和测量进给率	距离/分钟		标定数据组 (1 - 6)	-
			F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟

参数	说明			单位
测量方式 	• 逐个轴标定 • 完全标定			-
仅对于测量方式“逐个轴”（G17）：				
测量轴 	X	Y	Z	-
接触点对中 	• 不选择 • Y 轴	• 不选择 • X 轴	参见“刀具偏移”	-

参数	说明	单位
刀具偏移 	测量大型刀具时刀具偏移轴的方向 - 不选择 - 在第 3 轴进行标定：对准测头中心进行标定。 - 在平面进行标定：不确定测头中心在测量轴以外轴的位置 - X 轴 - 在平面进行标定：在 Y 轴上进行标定前，首先确定测头中心在 X 轴的精确位置。 - 在第 3 轴进行标定：参见“横向偏移” - Y 轴 - 在平面进行标定：在 X 轴上进行标定前，首先确定测头中心在 Y 轴的精确位置。 - 在第 3 轴进行标定：参见“横向偏移”	-
主轴旋转 	通过主轴旋转补偿转动偏差 ¹⁾ - 是 - 否	-
V	横向偏移（仅针对测量轴为“Z 轴”，G17 平面） 在第 3 轴进行标定时，如果标准刀具的直径大于测头顶面的直径，则该偏移生效。此时，标准刀具会移动一段“半径减去 V”的行程。必须为此指定一根偏移轴。	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

¹⁾ 当置位了通用设定数据 SD 54762 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL 位 11 时，则会显示功能“主轴旋转”。

铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“校准测头”。

3.6 测量刀具（铣削版）

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D $\odot$	刀沿号（1 - 9）	-
$\odot$	标定数据组（1 - 6）	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

结果参数列表

“标定测头”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-45 “标定测头”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [8]	触发点在第 1 几何轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [10]	触发点在第 1 几何轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [12]	触发点在第 2 几何轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [14]	触发点在第 2 几何轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [16]	触发点在第 3 几何轴负方向的实际坐标	毫米
_OVR [18]	触发点在第 3 几何轴正方向的实际坐标	毫米
_OVR [9]	触发点在第 1 几何轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [11]	触发点在第 1 几何轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [13]	触发点在第 2 几何轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [15]	触发点在第 2 几何轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [17]	触发点在第 3 几何轴负方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [19]	触发点在第 3 几何轴正方向的“实际-目标”坐标差值	毫米
_OVR [27]	零补区域	毫米
_OVR [28]	置信区域	毫米
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	

参数	说明	单位
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [9]	报警号	-

3.6.3 铣刀或钻头 (CYCLE971)

功能

借助该测量方案可以测量出铣刀、钻头的长度或者半径。对于铣刀还可选择测量刀沿长度或刀沿半径（例如检查铣刀的各刀沿是否折断），参见章节“检查刀齿”。

程序会检查实测尺寸是否在定义的公差带内，从而确定该尺寸能否用于修正/补偿刀具管理中输入的刀具长度或刀具半径。

- 上限：置信区域 TSA 和尺寸差极限 DIF
- 下限：零补范围 TZL

如果实测尺寸在规定区域内，则该尺寸会进入刀具管理中的刀具长度或半径数据，否则会输出报警。实测尺寸低于下限时不进入刀具补偿。

测量可选择使用

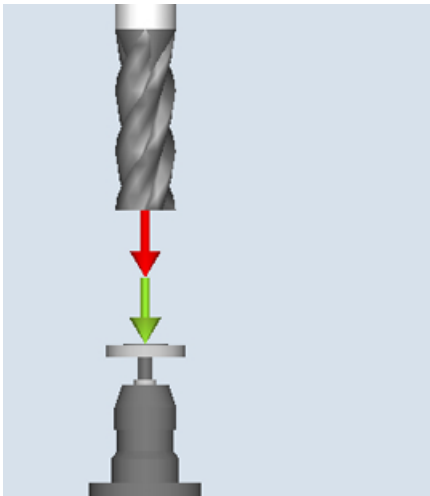
- 静止主轴（参见章节使用静止主轴的刀具测量 (页 323)）
- 旋转主轴（参见章节使用旋转主轴的刀具测量 (页 323)）

说明

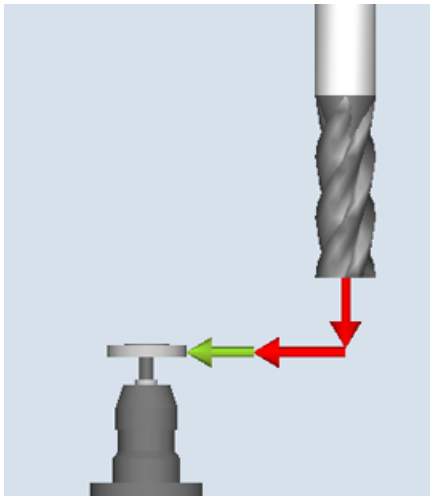
“检查刀齿”功能必须与“使用旋转主轴的刀具测量”功能结合使用！

3.6 测量刀具（铣削版）

测量原理



测量：铣刀 (CYCLE971)，
以“长度”测量为例



测量：铣刀(CYCLE971)，
以“半径”测量为例

铣刀或钻头在调用测量循环前必须始终对于测头垂直校准。即刀具轴和测头中心线平行。

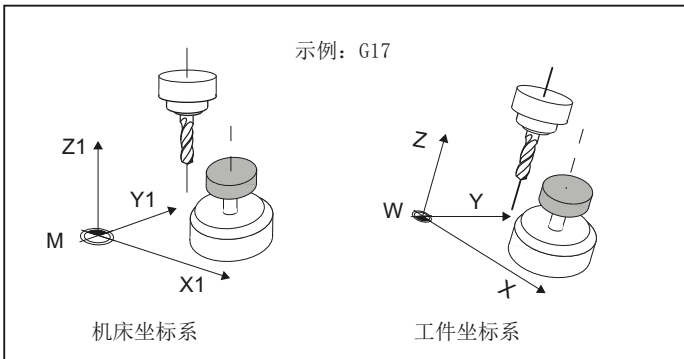


图 3-36 刀具轴、测头轴和坐标轴相互平行

长度测量

测量刀具长度时，测头沿刀具方向碰触刀具。

测量时可使用或不使用刀具偏移。刀具偏移的含义是刀具在围绕刀具半径的偏移轴上侧向偏离测头中心的距离，并通过偏移补偿校正。

使用刀具偏移测量长度时，有两种方式：

1. 刀具偏移“自动”：

只有当刀具直径大于用于长度测量的刀具测头的直径 (\$SNS_MEA_TP_EDGE_DISK_SIZE 或 \$SNS_MEA_TPW_EDGE_DISK_SIZE) 时，才会在所选偏移轴上进行偏移。

所选偏移轴上的偏移方向取决于测量前刀具的起始位置。如果偏移轴上的起始位置大于测头中心，则偏移为偏移轴的“+”方向，否则为“-”方向。刀具偏移量为刀具半径减去偏移补偿。

2. 刀具偏移“是”

偏移以所选偏移轴中的测头直径为基准运行（与刀具直径的尺寸无关）且逼近特性与刀具偏移“自动”一致。

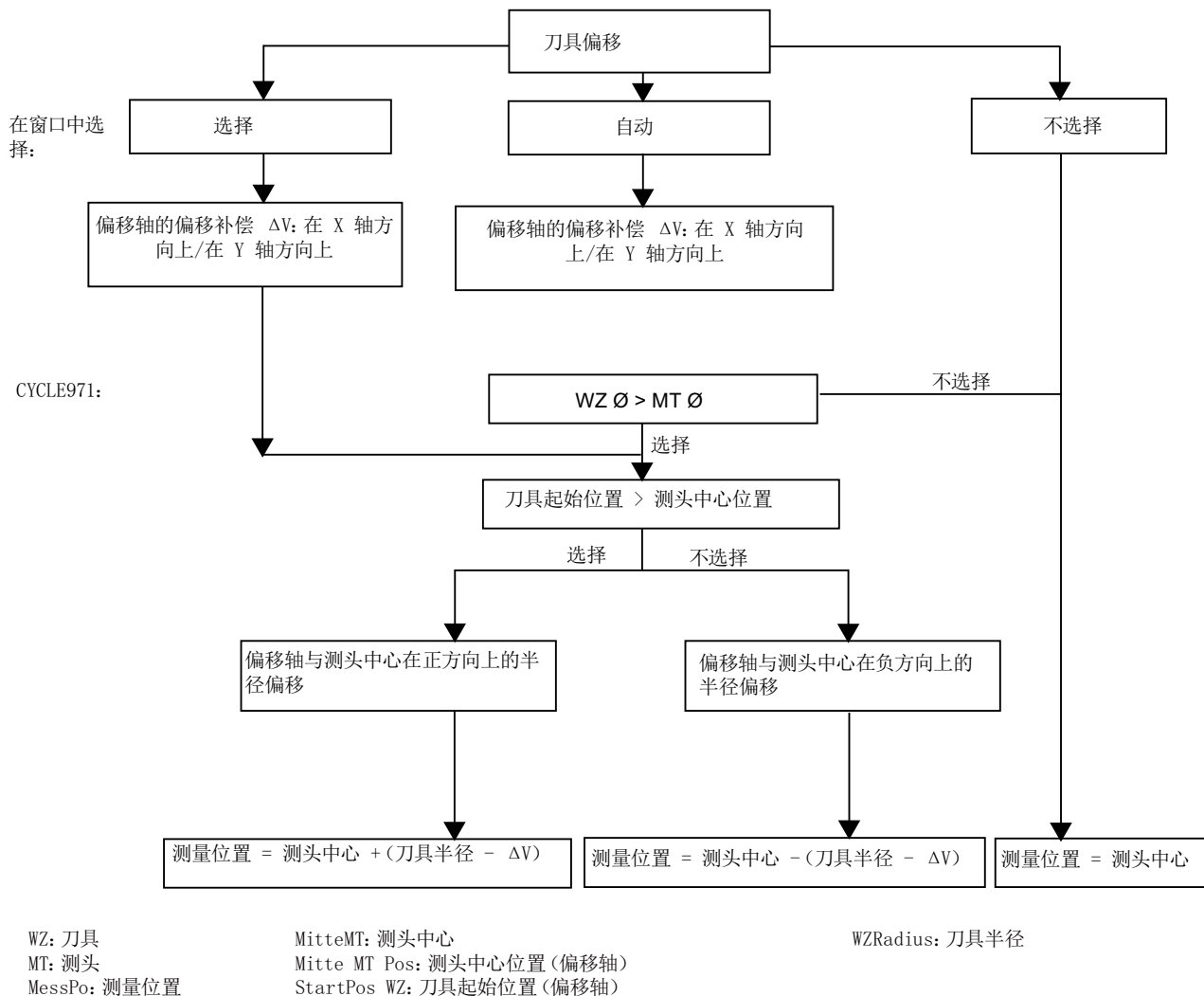


图 3-37 在测量刀具长度或在 G17 平面中的第 3 根轴 (CYCLE971) 中进行标定时，刀具偏移（半径）和偏移补偿生效。

3.6 测量刀具（铣削版）

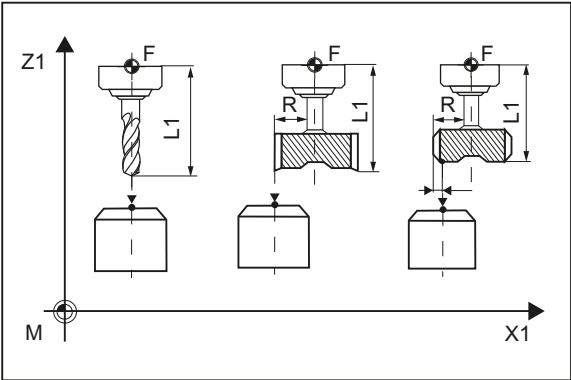


图 3-38 不带偏移和带偏移的长度测量

半径测量

刀具的半径测量是通过刀具在指定的测量轴和测量方向上接触测头进行的，见下图。

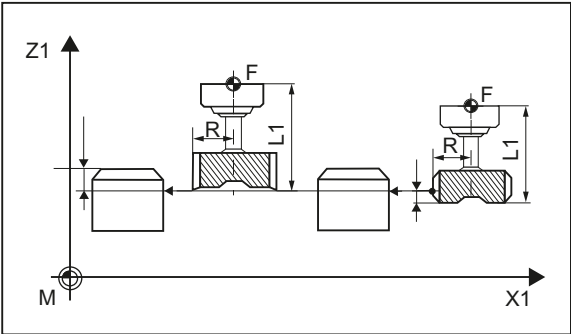


图 3-39 不带偏移和带偏移的半径测量

前提条件

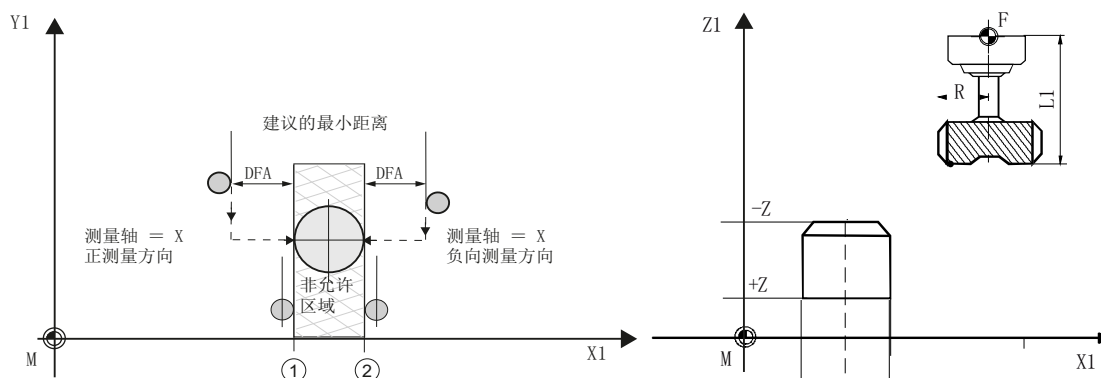
说明

在测量刀具前必须对刀具测头进行标定（参见 校准探头 (CYCLE971) (页 312)）。

- 刀具几何数据（粗略值）必须输入到一个刀具标定数据组里。
- 刀具必须激活。
- 必须在程序中指定标定测头所在的加工平面。
- 首先必须将刀具定位到合适的起始位置，确保它可以安全、无碰撞地逼近测头。

开始测量前的起始位置

在启动测量程序前，必须首先将刀具定位到某个可以安全、无碰撞地逼近测头的起始位置。测量程序会计算出后续的逼近路径，并产生所需的运行语句。



① 通用 SD54626 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX1

② 通用 SD54625 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX1

图 3-40 测量刀具 (CYCLE971)，平面上的测量起始位置

测量循环结束后的位置

刀具位于和被测面相距测量行程的地方。

3.6.3.1 使用静止主轴的测量

使用静止主轴的刀具测量

在启动测量程序测量铣刀前，必须事先用主轴将刀具转到合适的位置，以便可以测量选定刀沿的长度或半径。

3.6.3.2 使用旋转主轴的测量

使用旋转主轴的刀具测量

铣刀半径通常是用旋转的主轴来测量的，也就是说：最大的刀刃决定了测量结果。

同样，用旋转的主轴来测量铣刀长度也非常常用。

3.6 测量刀具（铣削版）

注意以下事项：

- 刀具测头是否允许用旋转的主轴来测量长度或半径？（厂商说明）
- 待测刀具允许的圆周速度
- 允许的最大转速
- 接触时允许的最大进给率
- 接触时的最小进给率
- 根据合适的刀刃尺寸来选择旋转方向，以避免刀具在接触测头时猛烈撞击
- 要求的测量精度

在采用旋转刀具进行测量时，必须注意测量进给率和转速之比。此处针对的是单刀刃的情况。如果是多刀刃，应采用最长的刀刃进行测量。

必须考虑到下面的相互关系：

$$n = S / (2\pi \cdot r \cdot 0.001)$$

$$F = n \cdot \Delta$$

其中：

单位制

		公制	英制
n	转速	转/分钟	转/分钟
S	最大允许圆周速度	米/分钟	英尺/分钟
r	刀具半径	毫米	英寸
F	测量进给率	毫米/分钟	英寸/分钟
Δ	测量精度	毫米	英寸

用旋转主轴测量刀具时的特殊性

- 在标准设置中，程序内部会自动根据通用设定数据 SD 54670 - SD 54677 中指定的限值以及测量时指定的主轴转向来计算刀具进给率和转速，这些限值包括：圆周速度、转速、最小进给率、最大进给率、测量精度，参见调试手册 *SINUMERIK Operate (IM9) / SINUMERIK 840D sl*，章节“铣削中的刀具测量 - 用旋转主轴进行测量时的监控”。刀具测量通过两次接触测头进行，第 1 次接触采用更高的进给率。测量最多允许三次接触。在多次接触中，最后一次接触时刀具会减速。
置位通用设定数据 SD 54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK 的位 19 可以撤销减速。
- 置位通用设定数据 SD 54762 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL 的位 5 可以撤销程序内部的自动计算，以便通过程序的输入标志指定进给率和转速。
置位 SD 54762 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL 的位 5 后，标志 F1（进给率 1）、S1（转速 1）、F2（进给率 2）、S2（转速 2）、F3（进给率 3）或 S3（转速 3）的输入字段可以用于指定进给率和转速。在第一次接触时，F1 和 S1 生效，在第二次接触时，F2 和 S2 生效。如果 S2=0，则只进行一次接触。如果 S3>0、S2>0，则进行三次接触，其中第 3 次接触采用 F3 和 S3 的值。
此时通用设定数据 SD 54670 - SD 54677 的监控失效！
- 如果在启动测量程序时主轴静止，程序会通过通用设定数据 SD 54674 \$SNS_MEA_CM_SPIND_ROT_DIR 确定旋转方向。

说明

如果在启动测量程序时主轴已经旋转，则该旋转方向始终保持不变，不管 SD 54674 \$SNS_MEA_CM_SPIND_ROT_DIR 的设置如何！

3.6.3.3 检查刀齿

检查刀齿

“检查刀齿”功能可用于重新测量（磨损补偿）和初始测量（几何尺寸补偿）。最多可测量带有 100 个刀沿的铣刀。

会检查是否所有刀沿的测量值都在定义的公差范围内：

- 上限：置信区域 TSA 和尺寸差极限 DIF
- 下限：零补范围 TZL

如果测量值超出公差范围，则发出报警。

3.6 测量刀具（铣削版）

如果最长刀沿的测量值在公差范围以内，则会将其输入到刀具管理中。实测尺寸低于下限时不进入刀具补偿。

说明

“检查刀齿”功能必须与“使用旋转主轴的刀具测量 (页 323)”功能结合使用。

长度测量

位于偏移轴上的刀具应在测头的侧面并低于测头的上边沿。要确定刀沿的主轴位置，测头必须两次与旋转刀具接触。

接着用旋转主轴进行长度测量。为此刀具应位于测头上方并偏离测头中心一个刀具半径的位置。

首先测量刀沿，其主轴位置通过侧面接触确定。其他刀沿通过主轴定向测量。

测量后如果最长刀沿的测量值在公差范围内，则记录在刀具补偿中。

半径测量

半径测量时应应对刀沿进行等距分配（例如 3 个刀沿时应间隔 120 度一个刀沿）。

位于偏移轴上的刀具应在测头的侧面并低于测头的上边沿。要确定最长刀沿的主轴位置，测头必须两次与旋转刀具接触。

接着通过旋转主轴的多次接触测量精确的主轴位置和刀沿最高点的刀沿半径。

其他刀沿通过更改主轴定向进行测量。所测得的最长刀沿的半径如果在公差范围内，则记录在刀具补偿中。

“检查刀齿”功能的注意事项

适用以下附加前提条件：

- 铣刀的刀沿数应记录在刀具补偿中。
- 刀具主轴带有位置测量系统。
- 刀具测头必须进行标定，参见校准探头 (CYCLE971) (页 312)

在循环调用前，刀具必须位于测头侧面并在测头边沿的上方。

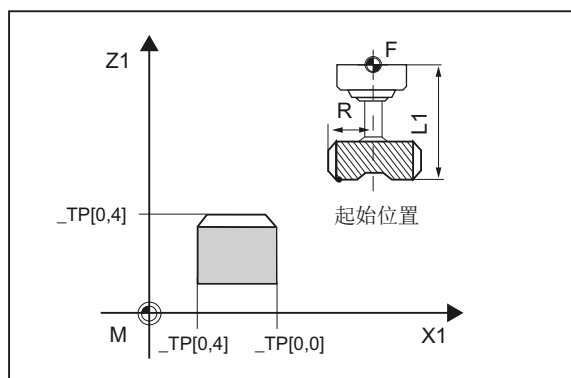


图 3-41 “检查刀齿”(CYCLE971)，测量循环调用前的起始位置

3.6.3.4 调用铣刀测量方案

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下垂直软键栏中的软键“测量刀具”。
 2. 按下水平软键栏中的软键“铣刀”。
- 输入窗口“测量：刀具”打开。

3.6.3.5 调用钻头测量方案

步骤

创建零件程序或 ShopMill 程序，在编辑器中打开程序。



1. 按下垂直软键栏中的软键“测量刀具”。
 2. 按下水平软键栏中的软键“钻头”。
- 输入窗口“测量：刀具”打开。

3.6 测量刀具（铣削版）

3.6.3.6 参数

参数

G 代码程序			ShopMill 程序		
参数	说明	单位	参数	说明	单位
PL 	测量平面 (G17 - G19)	-	T	待测刀具的名称	-
 	标定数据组 (1 - 6)	-	D 	刀沿号 (1 - 9)	-
			 	标定数据组 (1 - 6)	-

参数	说明	单位
测量 	- 长度（测量刀具长度） - 半径（测量刀具半径）	-
主轴 	测量时的主轴特性： - 主轴静止 - 主轴旋转	-
检查刀齿 	断齿监测（仅针对“主轴旋转”） ¹⁾ - 选择 - 不选择	-
仅适用于“半径”测量：		-
测量轴	对应所设置的测量平面： - G17 平面下为 X 轴 - G17 平面下为 Y 轴	-
DZ	长度偏移（G17 平面）	毫米
仅适用于“长度”测量：		-
刀具偏移 	偏移轴 - 是：指定偏移轴 - 否：对中测量刀具 - 自动：指定偏移轴（仅在大型刀具上生效）	-
ΔV	偏移补偿（仅在刀具偏移“是”或“自动”时）	毫米
DFA	测量行程	毫米
TSA	测量结果的置信区域	毫米

¹⁾ 如果置位了通用设定数据 SD 54762 \$SNS_MEA_FUNCTIONS_MASK_TOOL 位 10，则会显示功能“检查刀齿”。

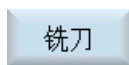
铣床上的车削测量方案（仅用于 840D sl）

步骤

待加工零件程序或 ShopTurn 程序已创建并位于编辑器中。



1. 按下软键“测量工件”。



2. 按下软键“铣刀”。

参数

ShopTurn 程序		
参数	说明	单位
T	测头的名称	-
D $\square$	刀沿号（1 - 9）	-
$\square$	标定数据组（1 - 6）	-
F	标定进给率和测量进给率	毫米/分钟
X	测量起点 X 轴坐标	毫米
Y	测量起点 Y 轴坐标	毫米
Z	测量起点 Z 轴坐标	毫米

3.6.3.7 结果参数

结果参数列表

“测量铣刀”测量方案可以提供下列结果参数：

表格 3-46 “测量刀具”结果参数

参数	说明	单位
_OVR [8]	长度实际值 L1 ¹⁾ / 最长刀沿的长度 ³⁾	mm
_OVR [9]	长度差值 L1 ¹⁾ / 最长刀沿的长度差值 ³⁾	mm
_OVR [10]	半径实际值 R ²⁾ / 最长刀沿的半径实际值 ⁴⁾	mm
_OVR [11]	半径差值 R ²⁾ / 最长刀沿的半径差值 ⁴⁾	mm
_OVR [12]	最短刀沿的长度实际值 ³⁾	mm
_OVR [13]	最短刀沿的长度差值 ³⁾	mm

3.6 测量刀具（铣削版）

参数	说明	单位
_OVR [14]	最短刀沿的半径实际值 ⁴⁾	mm
_OVR [15]	最短刀沿的半径差值 ⁴⁾	mm
_OVR [27]	零补区域	mm
_OVR [28]	置信区域	mm
_OVR [29]	允许的尺寸差值	mm
_OVR [30]	经验值	mm
_OVR [100] - _OVR [199]	单个半径的实际值 ⁴⁾	mm
_OVR [200] - _OVR [299]	单个半径的差值 ⁴⁾	mm
_OVR [300] - _OVR [399]	单个长度的实际值 ³⁾	mm
_OVR [400] - _OVR [499]	单个长度的差值 ³⁾	mm
_OVI [0]	D 号	-
_OVI [2]	测量循环编号	-
_OVI [3]	测量方案	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [7]	经验值存储器编号	-
_OVI [8]	T 名称	-
_OVI [9]	报警号	-

1) 仅适用于“长度”测量

2) 仅适用于“半径”测量

3) 仅适用于功能“检查刀齿”，测量刀沿长度

4) 仅适用于功能“检查刀齿”，测量刀沿半径

3.6.3.8 在复合机床上测量刀具

概述

本章介绍的是如何在铣车复合机床上测量刀具。其中，铣削是第 1 工艺，车削是第 2 工艺。

前提条件：

1. 铣削工艺： MD 52200 \$MCS_TECHNOLOGY = 2
2. 车削工艺： MD 52201 \$MCS_TECHNOLOGY_EXTENSION = 1

另外，还要设置以下设定数据：

- SD 42950 \$SC_TOOL_LENGTH_TYPE = 3
- SD 42940 \$SC_TOOL_LENGTH_CONST = 17
- SD 42942 \$SC_TOOL_LENGTH_CONST_T = 19

关于车铣工艺的详细设置/说明参见 IM9 的“铣床上的车削加工”一章。

功能

在铣车复合机床上可以借助测量循环来标定测头，并测量铣刀、钻头和车刀。

- 测头的标定采用循环 CYCLE971
- 铣刀、钻头的测量采用循环 CYCLE971
- 车刀的测量采用循环 CYCLE982

关于各个测量方案的设置请参见本手册关于相应循环的说明。

3.6 测量刀具（铣削版）

参数列表

4.1 测量循环参数一览

4.1.1 测量循环参数 CYCLE973

```
PROC CYCLE973 (INT S_MVAR, INT S_PRNUM, INT S_CALNUM, REAL S_SETV, INT S_MA, INT S_MD, REAL  
S_FA, REAL S_TSA, REAL S_VMS, INT S_NMSP, INT S_MCBIT, INT _DMODE, INT _AMODE)
```

4.1 测量循环参数一览

表格 4-1 调用参数 CYCLE973 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义
1		S_MVAR	测量方案（默认=0012103）
			数值： 个位：通过标准面、标准边或标准槽标定测头 0 = 目标长度已知，在 WCS 的标准面上标定测头长度 1 = 目标半径已知，在 WCS 的标准面上标定测头半径 2 = 在 MCS 的标准槽中标定测头长度，参见 S_CALNUM 3 = 在 MCS 的标准槽中标定测头半径，参见 S_CALNUM
			十位：保留 0 = 0
			百位：保留 0 = 0
			千位：指定标定时的测量轴和测量方向 ²⁾ 0 = 不指定（即在通过槽底底面标定测头时，不指定测量轴和测量方向） ⁴⁾ 1 = 指定测量轴和测量方向，参见 S_MA, S_MD （一根测量轴上的一个测量方向） 2 = 指定测量轴和测量方向，参见 S_MA （一根测量轴上的两个测量方向）
			万位：确定位置偏差（测头的偏心度） ^{2), 3)} 0 = 确定位置偏差 1 = 不确定位置偏差
			十万位：保留 0 = 0
			百万位：调整刀具长度 ⁷⁾ 0 = 不调整刀具长度（仅触发点） 1 = 调整刀具长度
2	图标+ 数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号（不是测头编号） （默认=1）
3		S_CALNUM	指定在标准槽内标定测头时的标准槽编号（默认=1） ⁵⁾
4		S_SETV	指定在标准面上标定测头时的目标尺寸

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
5	X0	S_MA	指定测量轴（轴编号） ⁶⁾ （默认=1）
			数值： 1 = 平面第 1 轴（G18 上为 Z 轴） 2 = 平面第 2 轴（G18 上为 X 轴） 3 = 平面第 3 轴（G18 上为 Y 轴） ⁶⁾
6	+-	S_MD	指定测量方向（默认=1）
			数值： 0 = 正测量方向 1 = 负测量方向
7	DFA	S_FA	测量行程
8	TSA	S_TSA	置信区域
9	VMS	S_VMS	指定标定时可变测量速度 ²⁾
10	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ （默认=1）
11		S_MCBIT	保留
12		_DMODE	显示模式
			数值： 个位：指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容，循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17（仅在循环中生效） 2 = G18（仅在循环中生效） 3 = G19（仅在循环中生效）
13		_AMODE	可选模式

1) 所有默认值 = 0 或标记为：默认=x

2) 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE

3) 仅在两个轴方向进行标定时适用

4) 只有测量轴和测量方向才会自动依据测头的刀沿位置确定。SL=8 → -X, SL=7 → -Z

5) 标准槽的编号和以下通用设定数据（MCS 中的所有位置）相关：

刀沿位置 SL=7 时：

SD54615 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_BASE_AX1[n] 指定槽底在平面第 1 轴（G18 平面内为 Z 轴）的位置

SD54621 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_PLUS_DIR_AX2[n] 指定槽壁在平面第 2 轴（G18 平面内为 X 轴）正向的位置

SD54622 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_MINUS_DIR_AX2[n] 指定槽壁在平面第 2 轴负向的位置

刀沿位置 SL=8 时：

SD54619 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_BASE_AX2[n] 指定槽底在平面第 2 轴的位置

SD54620 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_UPPER_AX2[n] 指定槽的上边缘在平面第 2 轴的位置（仅用于预定位测头）

SD54617 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_PLUS_DIR_AX1[n] 指定槽壁在平面第 1 轴正向的位置

4.1 测量循环参数一览

SD54618 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_MINUS_DIR_AX1[n] 指定槽壁在平面第 1 轴负向的位置

提示:

可以确定槽壁的大概位置值。

必须精确确定由槽壁位置值差值计算出的槽宽（千分表）。

在通过槽校准探头时会假定，探头在经过校准的轴上的长度为 0。

同样，也必须精确确定机床上槽底的位置值，而不是采用图纸尺寸。

6) 测量轴为 S_MA=3 表示在车床上的一个平面上标定测头时，测量轴为平面内的第 3 轴（G18 中为 Y 轴）。

7) 在“标准槽标定长度”或“标准面标定长度”中会调整刀具长度。

车床上的工件测头可以通过 2 个长度（X Z）确定。

车削，测头，580 型

刀沿位置 7: 在标定长度时会选择性补偿 Z 长度。

车削，测头，580 型

刀沿位置 8: 在标定长度时会选择性补偿 X 长度

在测量方案“标准槽标定半径”或“标准面标定半径”中，不会调整刀具长度。

始终只保存相应的触发点。

4.1.2 测量循环参数 CYCLE974

```
PROC CYCLE974 (INT S_MVAR, INT S_KNUM, INT S_KNUM1, INT S_PRNUM, REAL S_SETV, INT S_MA, REAL
S_FA, REAL S_TSA, REAL S_STA1, INT S_NMSP, STRING[32] S_TNAME, INT S_DLNUM, REAL S_TZL, REAL
S_TDIF, REAL S_TUL, REAL S_TLL, REAL S_TMV, INT S_K, INT S_EVNUM, INT S_MCBIT, INT _DMODE, INT
_AMODE)
```

表格 4-2 调用参数 CYCLE974 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义	
1		S_MVAR	测量方案	
			数值:	个位: 0 = 测量端面 1 = 内部测量 2 = 外部测量
				十位: 保留
				百位: 补偿目标 0 = 仅测量, 测量值不加入零点偏移和刀具数据中 1 = 测量, 测量值加入零点偏移 (参见 S_KNUM) ³⁾ 2 = 测量, 测量值加入刀具数据 (参见 S_KNUM1)
				千位: 保留
				万位: 指定测量是否带主轴旋转 (旋转主轴) 0 = 测量无旋转 1 = 测量带旋转
2	选择	S_KNUM	指定是否补偿零点偏移、基本偏移或基本参考 ²⁾	
			数值:	个位:
				十位: 0 = 无补偿 1~99, 零点偏移编号或 1~16, 基本偏移编号
				百位: 保留
				千位: 指定是否补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考 0 = 补偿可设定零点偏移 1 = 补偿通道专用的基本零点偏移 2 = 补偿基本参考 3 = 补偿全局基本零点偏移 9 = 补偿生效的零点偏移或补偿 G500 下最后生效的通道专用基本偏移
				万位: 指定是否精补偿或粗补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考 0 = 精补偿 ⁶⁾ 1 = 粗补偿

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
3	选择	S_KNUM1	补偿刀具补偿数据 ^{2), 4)}
			数
			值:
			个位:
			十位:
			百位:
			0 = 无补偿 1 ~ 999, 刀具补偿时的 D 编号 (刀沿号); 总补偿和设置补偿请参见: S_DLNUM
			千位: 0 或唯一 D 号
			万位: 0 或唯一 D 号 当在 MD 中设置了唯一的 D 号时, 1 到最大 32000
			十万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿刀具几何尺寸) 1 = 补偿长度 L1 2 = 补偿长度 L2 3 = 补偿长度 L3 4 = 补偿半径
			百万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿计入刀具长度磨损) 1 = 刀具补偿, 总补偿 ⁵⁾ 刀具补偿计入现有的总补偿 2 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 新的设置补偿 = 旧的设置补偿 + 旧的总补偿, 新的总补偿 = 0 3 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 刀具补偿计入现有的总补偿 4 = 刀具补偿计入几何尺寸
			千万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿标准的刀具尺寸, 不取反) 1 = 补偿取反
4	图标+ 数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号 (不是测头编号) (默认=1)
5	X0	S_SETV	目标值

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
6	X	S_MA	指定测量轴（轴编号）（默认=1）	
			数值：	1 = 平面第 1 轴（G18 加工平面时为 Z 轴） 2 = 平面第 2 轴（G18 加工平面时为 X 轴） 3 = 平面第 3 轴（G18 加工平面时为 Y 轴） ⁵⁾
7	DFA	S_FA	测量行程	
8	TSA	S_TSA	置信区域	
9	α	S_STA1	“测量带旋转”时的起始角	
10	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ （默认=1）	
11	T	S_TNAME	指定刀具名称 ²⁾	
12	DL	S_DLNUM	指定设置-总补偿 DL 号 ⁵⁾	
13	TZL	S_TZL	指定零补偿 ^{2), 4)}	
14	DIF	S_TDIF	指定尺寸差极限 ^{2), 4)}	
15	TUL	S_TUL	指定公差上限（附加到设定值上） ⁴⁾	
16	TLL	S_TLL	指定公差下限（附加到设定值上） ⁴⁾	
17	TMV	S_TMV	指定求平均值时的补偿范围 ²⁾	
18	FW	S_K	指定用于求平均值的加权系数 ²⁾	
19	EVN	S_EVNUM	指定经验值/平均值存储器编号 ^{2), 7)}	
20		S_MCBIT	保留	
21		_DMODE	显示模式	
			数值：	个位：指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容，循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17（仅在循环中生效） 2 = G18（仅在循环中生效） 3 = G19（仅在循环中生效）
22		_AMODE	可选模式	
			数值：	个位：指定是否选择尺寸公差 0 = 不选择 1 = 选择

1) 所有默认值 = 0 或标记为：默认=x

2) 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE

3) 只有在选择了“测量无旋转”时才允许补偿零偏

4) 在指定了刀具补偿时注意通道专用的 MD 20360 TOOL_PARAMETER_DEF_MASK 中的位 0 和位 1

4.1 测量循环参数一览

- 5) 仅针对在通用 MD 18108 \$MN_MM_NUM_SUMCORR 中设定了“设置总补偿”功能的情况。另外，还必须将通用 MD 18080 \$MN_MM_TOOL_MANAGEMENT_MASK 的位 8 设为 1。
- 6) 在机床数据中未设置“精”零点偏移时，系统会对零点偏移进行“粗”补偿
- 7) “刀具补偿”时可进行求经验值/平均值
经验/平均值存储器的值域：
1 到 20，经验值存储器编号，参见通道专用 SD 55623 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE[n-1]
10000 到 200000，平均值存储器编号，参见通道专用 SD 55625 \$SCS_MEA_AVERAGE_VALUE[n-1]

4.1.3 测量循环参数 CYCLE994

```
PROC CYCLE994 (INT S_MVAR, INT S_KNUM, INT S_KNUM1, INT S_PRNUM, REAL S_SETV, INT S_MA, REAL
S_SZA, REAL S_SZO, REAL S_FA, REAL S_TSA, INT S_NMSP, STRING[32] S_TNAME, INT S_DLNUM, REAL
S_TZL, REAL S_TDIF, REAL S_TUL, REAL S_TLL, REAL S_TMV, INT S_K, INT S_EVNUM, INT S_MCBIT, INT
_DMODE, INT _AMODE)
```

表格 4-3 调用参数 CYCLE994 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义	
1		S_MVAR	测量方案	
			数值：	个位：指定内部或外部测量（默认 = 1） 1 = 内部测量 2 = 外部测量
				十位：保留
				百位：补偿目标 0 = 仅测量，测量值不加入零点偏移和刀具数据 1 = 测量，测量值加入零点偏移（参见 S_KNUM） ³⁾ 2 = 测量，测量值加入刀具数据（参见 S_KNUM1）
				千位：绕行范围 0 = 无绕行范围 1 = 围绕平面第 1 轴（G18 内为 Z 轴）旋转。测量轴参见 S_MA。 2 = 围绕平面第 2 轴（G18 内为 X 轴）旋转。测量轴参见 S_MA。 3 = 围绕平面第 3 轴（G18 内为 Y 轴）旋转。测量轴参见 S_MA。 ⁸⁾

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
2	选择	S_KNUM	指定是否将测量值加入到零点偏移、基本偏移或基本参考中 ²⁾	
			数值:	个位:
				十位: 0 = 无补偿 1~99, 零点偏移编号或 1~16, 基本偏移编号
				百位: 保留
				千位: 指定是否补偿零点偏移、基本偏移或基本参考 0 = 补偿可设定零点偏移 1 = 补偿通道专用的基本零点偏移 2 = 补偿基本参考 3 = 补偿全局基本零点偏移 9 = 补偿生效的零点偏移或补偿 G500 下最后生效的通道专用基本偏移
				万位: 指定是否精补偿或粗补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考 0 = 精补偿 ⁶⁾ 1 = 粗补偿

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
3	选择	S_KNUM1	补偿刀具补偿数据 ^{2), 4)}
			数值:
			个位:
			十位:
			百位:
			0 = 无补偿 1 ~ 999, 刀具补偿时的 D 编号 (刀沿号); 总补偿和设置补偿请参见: S_DLNUM
			千位: 0 或唯一 D 号
			万位: 0 或唯一 D 号 当在 MD 中设置了唯一的 D 号时, 1 到最大 32000
			十万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿刀具几何尺寸) 1 = 补偿长度 L1 2 = 补偿长度 L2 3 = 补偿长度 L3 4 = 补偿半径
			百万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿计入刀具长度磨损) 1 = 刀具补偿, 总补偿 ⁵⁾ 刀具补偿计入现有的总补偿 2 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 新的设置补偿 = 旧的设置补偿 + 旧的总补偿, 新的总补偿 = 0 3 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 刀具补偿计入现有的总补偿零点偏移 4 = 刀具补偿计入几何尺寸
			千万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿标准的刀具尺寸, 不取反) 1 = 补偿取反
4	图标+数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号 (不是测头编号) (默认=1)
5	X0	S_SETV	目标值

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
6	X	S_MA	测量轴编号（默认=1）	
			数值:	1 = 1. (G18 上为 Z 轴) 2 = 平面第 2 轴 (G18 上为 X 轴) 3 = 平面第 3 轴 (G18 上为 Y 轴) ⁸⁾
7	X1	S_SZA	测量轴的绕行宽度	
8	Y1	S_SZO	绕行轴的绕行宽度	
9	DFA	S_FA	测量行程	
10	TSA	S_TSA	置信区域	
11	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ （默认=1）	
12	T	S_TNAME	指定刀具名称 ²⁾	
13	DL	S_DLNUM	指定设置-总补偿 DL 号 ⁵⁾	
14	TZL	S_TZL	指定零补偿 ^{2), 4)}	
15	DIF	S_TDIF	指定尺寸差极限 ^{2), 4)}	
16	TUL	S_TUL	指定公差上限（附加到设定值上） ⁴⁾	
17	TLL	S_TLL	指定公差下限（附加到设定值上） ⁴⁾	
18	TMV	S_TMV	指定求平均值时的补偿范围 ²⁾	
19	FW	S_K	指定用于求平均值的加权系数 ²⁾	
20	EVN	S_EVNUM	指定经验值存储器编号 ^{2), 7)}	
21		S_MCBIT	保留	
22		_DMODE	显示模式	
			数值:	个位: 指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容, 循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17 (仅在循环中生效) 2 = G18 (仅在循环中生效) 3 = G19 (仅在循环中生效)
23		_AMODE	可选模式	
			数值:	个位: 指定是否选择尺寸公差 0 = 不选择 1 = 选择

1) 所有默认值 = 0 或标记为: 默认=x

2) 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE

3) 只有在选择了“测量无旋转”时才允许补偿零偏

4.1 测量循环参数一览

- 4) 在指定了刀具补偿时，注意通道机床 MD20360 TOOL_PARAMETER_DEF_MASK
- 5) 仅针对在通用 MD 18108 \$MN_MM_NUM_SUMCORR 中设定了“设置总补偿”功能的情况。另外，还必须将通用 MD 18080 \$MN_MM_TOOL_MANAGEMENT_MASK 的位 8 设为 1。
- 6) 在机床数据中未设置“精”零点偏移时，系统会对零点偏移进行“粗”补偿
- 7) “刀具补偿”时可进行求经验值/平均值
经验/平均值存储器的值域：
1 到 20，经验值存储器编号，参见通道专用 SD 55623 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE[n-1]
10000 到 200000，平均值存储器编号，参见通道专用 SD 55625 \$SCS_MEA_AVERAGE_VALUE[n-1]
- 8) 当机床上有 Y 轴时

4.1.4 测量循环参数 CYCLE976

```
PROC CYCLE976 (INT S_MVAR, INT S_PRNUM, REAL S_SETV, REAL S_SETV0, INT S_MA, INT S_MD, REAL  
S_FA, REAL S_TSA, REAL S_VMS, REAL S_STA1, INT S_NMSP, INT S_SETV1, INT _DMODE, INT _AMODE)
```

表格 4-4 调用参数 CYCLE976 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义
1		S_MVAR	测量方案（默认=1000）
			数值： 个位：指定在标准面上、标准球上或标准环中标定测头 ²⁾ 0 = 在标准面上校准长度，目标值已知 1 = 在标准环上校准半径，直径（设定值）和圆心已知。 2 = 在标准环上校准半径，直径已知（设定值），圆心未知 3 = 在校准球体上校准长度和半径 4 = 目标值已知，在标准面上校准半径。注意测量轴和测量方向的选择。 ³⁾ 5 = 设定值和边沿间距已知，在两个边沿之间标定半径。需要选择测量轴。
			十位：保留 0 = 0
			百位：保留 0 = 0
			千位：指定标定时的测量轴和测量方向 0 = 不指定（不需要测量轴和测量方向） ⁸⁾ 1 = 指定测量轴和测量方向，参见 S_MA, S_MD （一个测量轴，一个测量方向） 2 = 指定测量轴，参见 S_MA （一个测量轴，两个测量方向）
			万位：确定位置偏差（测头的偏心度） ²⁾ 0 = 确定位置偏差 ⁶⁾ 1 = 不确定位置偏差
			十万位：指定是平行于轴进行标定还是以一定角度标定 0 = 在生效的 WCS 中平行于轴进行标定 1 = 以一定角度进行标定 ⁷⁾
			百万位：指定在平面或球体上标定时是否确定刀具长度 0 = 不确定刀具长度 1 = 确定刀具长度 ⁴⁾ 2 = 在标准球上校准进给轴，确定刀具长度，将刀具长度测量差值输入校准数据

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
2	图标+ 数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号（不是测头编号） （默认=1）	
3		S_SETV	目标值	
4	Z0	S_SETV0	指定通过标准球标定测头时的长度基准点的目标位置	
5	X/Y/Z	S_MA	指定测量轴（轴编号） ^{2), 6)} （默认=1）	
			数值:	1 = 平面第 1 轴（G17 上为 X 轴） 2 = 平面第 2 轴（G17 上为 Y 轴） 3 = 平面第 3 轴（G17 上为 Z 轴）
6	+ -	S_MD	指定测量方向 ^{2), 6)}	
			数值:	0 = 正方向 1 = 负方向
7	DFA	S_FA	测量行程	
8	TSA	S_TSA	置信区域	
9	VMS	S_VMS	指定标定时的可变测量速度 ²⁾	
10	α	S_STA1	指定起始角度 ^{2), 5)}	
11	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ （默认=1）	
12	X0	S_SETV1	在 2 个边沿之间标定时的参考点 ³⁾	
13		_DMODE	显示模式	
			数值:	个位: 指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容, 循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17（仅在循环中生效） 2 = G18（仅在循环中生效） 3 = G19（仅在循环中生效）
14		_AMODE	可选模式	

¹⁾ 所有默认值 = 0 或标记为: 默认=x

²⁾ 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE

³⁾ 在标准环中标定半径”时，标准环的直径和圆心必须为已知（4 个测量方向）。
在“两个边沿上标定半径”时，只需已知测量轴方向上边沿间的距离（2 个测量方向）。
在“一个边沿上标定半径”时，平面目标值必须为已知。

⁴⁾ 只有在测量方案“通过平面标定长度”中，经过补偿的刀具长度由 S_MD 和 S_MA 得出。

- 5) 仅针对测量方案“圆心已知的标定环...” (S_MVAR=1xxx02)。
- 6) 测量轴仅针对测量方案 S_MVAR=0 或 =xx1x01 或 =xx2x01 或 =20000
 测量方案：“通过平面标定”→指定测量轴和测量方向
 或“圆心已知的标定环...”→指定轴方向，指定测量轴和测量方向
 或“圆心已知的标定环...”，指定两个轴方向和测量轴
 “确定测头长度”→S_MA=3 →指定平面第3轴 (G17 上为 Z 轴)
- 7) 仅针对测量方案“通过标准环标定”或“通过标准球标定”
 在“通过标准球标定”中，测量时会以一定角度绕行球体赤道。
- 8) 对于圆心未知的“通过标准环标定半径”，测量方向为平面中的四个测量方向 (G17 平面中为 +/-X 轴和 +/-Y 轴)。
 对于“通过标准面标定长度”，测量方向为刀具轴的负方向 (G17 平面中为 -Z 轴)。

4.1.5 测量循环参数 CYCLE978

```
PROC CYCLE978 (INT S_MVAR, INT S_KNUM, INT S_KNUM1, INT S_PRNUM, REAL S_SETV, REAL S_FA, REAL
S_TSA, INT S_MA, INT S_MD, INT S_NMSP, STRING[32] S_TNAME, INT S_DLNUM, REAL S_TZL, REAL
S_TDIF, REAL S_TUL, REAL S_TLL, REAL S_TMV, INT S_K, INT S_EVNUM, INT S_MCBIT, INT _DMODE, INT
_AMODE)
```

4.1 测量循环参数一览

表格 4-5 调用参数 CYCLE978 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义
1		S_MVAR	测量方案
			数值:
			个位: 轮廓单元
			0 = 测量平面
			十位: 保留
			百位: 补偿目标
			0 = 仅测量, 测量值不加入零点偏移和刀具数据 1 = 测量, 测量值加入零点偏移 (参见 S_KNUM) 2 = 测量, 测量值加入刀具数据 (参见 S_KNUM1)
2	选择	S_KNUM	千位: 保留
			万位: 带/不带主轴旋转的测量或者测头是否对准切换方向 ⁹⁾
			0 = 无主轴旋转、测头不对准切换方向的测量 1 = 带主轴旋转的测量 2 = 测头对准切换方向
			指定是否将测量值加入到零点偏移、基本偏移或基本参考中 ²⁾
			数值:
			个位:
			十位:
			0 = 无补偿 1~99, 零点偏移编号或 1~16, 基本偏移编号
			百位: 保留
			千位: 指定是否补偿零点偏移、基本偏移或基本参考
			0 = 补偿可设定零点偏移 1 = 补偿通道专用的基本零点偏移 2 = 补偿基本参考 3 = 补偿全局基本零点偏移 9 = 补偿生效的零点偏移或补偿 G500 下最后生效的通道专用基本偏移
			万位: 指定是否精补偿或粗补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考
			0 = 精补偿 ⁶⁾ 1 = 粗补偿

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
3	选择	S_KNUM1	补偿刀具补偿数据 ²⁾
			数值：
			个位：
			十位：
			百位：
			0 = 无补偿 1 ~ 999, 刀具补偿时的 D 编号 (刀沿号) ; 总补偿和设置补偿请参见: S_DLNUM
			千位: 0 或唯一 D 号
			万位: 0 或唯一 D 号 当在 MD 中设置了唯一的 D 号时, 1 到最大 32000
			十万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿刀具几何尺寸) 1 = 补偿长度 L1 2 = 补偿长度 L2 3 = 补偿长度 L3 4 = 补偿半径
			百万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿计入半径磨损) 1 = 刀具补偿, 总补偿 ⁵⁾ 刀具补偿计入现有的总补偿 2 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 新的设置补偿 = 旧的设置补偿 + 旧的总补偿, 新的总补偿 = 0 3 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 刀具补偿值计入现有的总补偿零点偏移 4 = 刀具补偿计入几何尺寸
			千万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿标准的刀具尺寸, 不取反) 1 = 补偿取反
4	图标+数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号 (不是测头编号) (取值范围为 1 到 40)
5	X0	S_SETV	目标值
6	DFA	S_FA	测量行程
7	TSA	S_TSA	置信区域

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
8	X	S_MA	指定测量轴编号 ⁷⁾ (取值范围为 1 到 3)	
			数值:	1 = 平面第 1 轴 (G17 加工平面时为 X 轴) 2 = 平面第 2 轴 (G17 加工平面时为 Y 轴) 3 = 平面第 3 轴 (G17 加工平面时为 Z 轴), 刀具方向的测量
9		S_MD	指定测量轴的测量方向	
			数值:	1 = 正测量方向 2 = 负测量方向
10	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ (取值范围为 1 到 9)	
11	TR	S_TNAME	指定刀具名称 ³⁾	
12	DL	S_DLNUM	指定设置-总补偿 DL 号 ⁵⁾	
13	TZL	S_TZL	指定零补偿 ^{2), 3)}	
14	DIF	S_TDIF	指定尺寸差极限 ^{2), 3)}	
15	TUL	S_TUL	指定公差上限 (附加到设定值上) ³⁾	
16	TLL	S_TLL	指定公差下限 (附加到设定值上) ³⁾	
17	TMV	S_TMV	指定求平均值时的补偿范围 ²⁾	
18	FW	S_K	指定用于求平均值的加权系数 ²⁾	
19	EVN	S_EVNUM	指定经验值存储器数据组 ^{2), 8)}	
20		S_MCBIT	保留	
21		_DMODE	显示模式	
			数值:	个位: 指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容, 循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17 (仅在循环中生效) 2 = G18 (仅在循环中生效) 3 = G19 (仅在循环中生效)
22		_AMODE	可选模式	
			数值:	个位: 指定是否选择尺寸公差 0 = 不选择 1 = 选择

1) 所有默认值 = 0, 或者取值范围为 a 到 b

2) 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE

3) 仅对于“刀具补偿”为选择时, 否则参数 = ""

4) 仅“刀具补偿”和“尺寸公差”为“选择”时, 否则参数 = 0

- 5) 仅针对在通用 MD 18108 \$MN_MM_NUM_SUMCORR 中设定了“设置总补偿”功能的情况。另外，还必须将通用 MD 18080 \$MN_MM_TOOL_MANAGEMENT_MASK 的位 8 设为 1。
- 6) 在机床数据中未设置“精”零点偏移时，系统会对零点偏移进行“粗”补偿
- 7) 在“补偿刀具几何尺寸”时，
测量轴为(S_MA=1 或在“补偿刀具半径”时，测量轴为 S_MA=2)，在“补偿刀具长度 L1”时，测量轴为 (S_MA=3)
- 8) 刀具补偿和零点偏移补偿时可进行求经验值/平均值
经验/平均值存储器的值域：
1 到 20，经验值存储器编号，参见通道专用 SD 55623 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE[n-1]
10000 到 200000，平均值存储器编号，参见通道专用 SD 55625 \$SCS_MEA_AVERAGE_VALUE[n-1]
- 9) 在旋转主轴进行测量时，测头的精确半径或直径必须已知。此时可以采用 CYCLE976 的某个标定方案：通过标准环/标准面/标准球标定，否则可能会导致错误的测量结果。

4.1.6 测量循环参数 CYCLE998

```
PROC CYCLE998 (INT S_MVAR, INT S_KNUM, INT S_RA, INT S_PRNUM, REAL S_SETV, REAL S_STA1, REAL
S_INCA, REAL S_FA, REAL S_TSA, INT S_MA, INT S_MD, REAL S_ID, REAL S_SETV0, REAL S_SETV1, REAL
S_SETV2, REAL S_SETV3, INT S_NMSP, INT S_EVNUM, INT _DMODE, INT _AMODE)
```

4.1 测量循环参数一览

表格 4-6 调用参数 CYCLE998 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义	
1		S_MVAR	测量方案（默认=5）	
			数值：	个位：轮廓单元 5 = 测量边沿（一个角度） 6 = 测量平面（两个角度）
				十位：保留
				百位：补偿目标 0 = 仅测量，测量值不加入到零点偏移中 1 = 测量，测量值加入到零点偏移中（参见 S_KNUM）
				千位：保护区 0 = 不考虑保护区 1 = 考虑保护区。
				万位：指定测量是否带主轴旋转（差值测量） 0 = 测量无主轴旋转 1 = 测量带主轴旋转
				十万位：指定是平行于轴进行测量还是以一定角度测量 0 = 以一定角度进行测量 1 = 平行于轴进行测量

编号	对话框参数	循环参数	含义	
2	选择	S_KNUM	指定是否将测量值加入到零点偏移、基本偏移或基本参考中 ²⁾	
			数	个位:
			值:	十位: 0 = 无补偿 1~99, 零点偏移编号或 1~16, 基本偏移编号
				百位: 保留
				千位: 指定是否补偿零点偏移、基本偏移或基本参考 0 = 补偿可设定零点偏移 1 = 补偿通道专用的基本零点偏移 2 = 补偿基本参考 9 = 补偿生效的零点偏移或补偿 G500 下最后生效的通道专用基本零点偏移
				万位: 指定是否精补偿或粗补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考 ³⁾ 0 = 精补偿 1 = 粗补偿
3	A, B, C	S_RA	指定补偿目标是坐标轴旋转还是回转轴	
			数	0 = 补偿目标是由参数 S_MA 得出的围绕轴的坐标旋转 ⁴⁾ >0 补偿目标是回转轴。指定回转轴（主要为回转台）的通道轴编号。 角度补偿在回转轴零点偏移中的平移分量中进行。
4	图标+ 数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号 (默认=1)	
5	DX / DY / DZ	S_SETV	指定测头从起始位置到测量轴上测量点 P1 的距离(S_MA) ⁵⁾	
6	α	S_STA1	指定在“边对齐”或“平面对齐”中, 绕平面第 1 轴 (G17 加工平面时为 X 轴) 旋转的目标角度值 ⁹⁾	
7	β	S_INCA	指定在“平面对齐”中, 绕平面第 2 轴 (G17 加工平面时为 Y 轴) 旋转的目标角度值 ⁹⁾	
8	DFA	S_FA	测量行程	
9	TSA	S_TSA	置信区域 指定相对于角度目标值的差值监控 [度] ⁶⁾	

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
10	X / Y / Z	S_MA	测量轴，偏移轴 ⁷⁾ (默认=201)
			数值： 个位：测量轴的编号 1 = 平面第 1 轴 (G17 加工平面时为 X 轴) 2 = 平面第 2 轴 (G17 加工平面时为 Y 轴) 3 = 平面第 3 轴 (G17 加工平面时为 Z 轴)
			十位：保留
			百位：偏移轴编号 1 = 平面第 1 轴 (G17 加工平面时为 X 轴) 2 = 平面第 2 轴 (G17 加工平面时为 Y 轴) 3 = 平面第 3 轴 (G17 加工平面时为 Z 轴)
11	+-	S_MD	指定测量轴的测量方向 ⁸⁾
			数值： 0 = 测量方向通过测量轴的目标位置和实际位置确定 (兼容性) 1 = 正测量方向 2 = 负测量方向
12	L2	S_ID	在测量方案“边对齐”中： 它指定偏移轴上测量点 P1 和 P2 之间的距离 (值大于 0) 在测量方案“平面对齐”中，以下参数起作用。
13	L2	S_SETV 0	指定平面第 1 轴上测量点 P1 和 P2 之间的距离 ¹⁰⁾
14		S_SETV 1	指定平面第 2 轴上测量点 P1 和 P2 之间的距离 ^{11), 12)}
15	L3x	S_SETV 2	指定平面第 1 轴上测量点 P1 和 P3 之间的距离 ¹¹⁾
16	L3y	S_SETV 3	指定平面第 2 轴上测量点 P1 和 P3 之间的距离 ¹⁰⁾
17	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ (默认=1)
18		S_EVNUM	指定经验值存储器数据组 ^{2), 13)}

编号	对话框参数	循环参数	含义
19		_DMODE	显示模式
			数值： 个位：指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容，循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17（仅在循环中生效） 2 = G18（仅在循环中生效） 3 = G19（仅在循环中生效）
20		_AMODE	保留（备选模式）

- 1) 所有默认值 = 0 或标记为：默认=x
- 2) 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE
- 3) 只有在补偿目标为“回转轴”且 MD 52207 \$MCS_AXIS_USAGE_ATTRIB[n] 的位 6 为 1 时，才允许精补偿零点偏移。
如果在机床数据中没有设置零点偏移，则粗补偿零点偏移。
- 4) 坐标旋转补偿的示例：S_MA=102 测量轴 Y 轴和偏移轴 X 轴围绕 Z 轴旋转（G17 平面）
- 5) 该值只有在保护区选项为“选择”时才相关（即 S_MVAR 的千位为 1）
- 6) 测头在偏移轴上的测量点 P1 到 P2 之间定位时，参数 S_STA1 和 S_TSA 中设置的角度相加在一起。
- 7) 测量轴的编号必须不同于偏移轴的编号（例如不允许为 101）
- 8) 仅用于“边对齐”和“平行于轴进行测量”中的测量方向(S_MVAR=10x105)
- 9) “边对齐”时角度范围为 S_STA1 ±45 度
“平面对齐”时角度范围为 S_STA1 0 至 +60 度和 S_INCA ±30 度
- 10) 仅用于测量方案“边对齐”和“平面对齐”
- 11) 针对测量方案“测量平面”和“平行于轴进行测量”
- 12) 不适用于测量循环版本 SW04.04。
- 13) 零点偏移补偿时可进行求经验值：经验/平均值存储器的值域：
1 到 20 参见通道专用的 SD 55623 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE[n-1]

4.1.7 测量循环参数 CYCLE977

```
PROC CYCLE977 (INT S_MVAR, INT S_KNUM, INT S_KNUM1, INT S_PRNUM, REAL S_SETV, REAL S_SETV0, REAL
S_SETV1, REAL S_FA, REAL S_TSA, REAL S_STA1, REAL S_ID, REAL S_SZA, REAL S_SZO, INT S_MA, INT
S_NMSP, STRING[32] S_TNAME, INT S_DLNUM, REAL S_TZL, REAL S_TDIF, REAL S_TUL, REAL S_TLL, REAL
S_TMV, INT S_K, INT S_EVNUM, INT S_MCBIT, INT _DMODE, INT _AMODE)
```

4.1 测量循环参数一览

表格 4-7 调用参数 CYCLE977 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义	
1		S_MVAR	测量方案	
			数值:	个位: 轮廓单元 (取值范围为 1 到 6) 1 = 测量钻孔 2 = 测量凸台 3 = 测量槽 4 = 测量隔断 5 = 测量矩形, 内部 6 = 测量矩形, 外部
				十位: 保留
				百位: 补偿目标 0 = 仅测量, 测量值不加入到零点偏移和刀具数据中 1 = 测量, 测量值加入到零点偏移中 (参见 S_KNUM) 2 = 测量, 测量值加入到刀具数据中 (参见 S_KNUM1)
				千位: 保护区 0 = 不考虑保护区 1 = 考虑保护区。
				万位: 带/不带主轴旋转的测量 (差值测量) 或者测头是否对准切换方向 0 = 无主轴旋转、测头不对准切换方向的测量 1 = 带主轴旋转的测量 2 = 测头对准切换方向

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
2	选择	S_KNUM	指定是否将测量值加入到零点偏移、基本偏移或基本参考中 ²⁾	
			数值:	个位:
				十位: 0 = 无补偿 1~99, 零点偏移编号或 1~16, 基本偏移编号
				百位: 保留
				千位: 指定是否补偿零点偏移、基本偏移或基本参考 0 = 补偿可设定零点偏移 1 = 补偿通道专用的基本零点偏移 2 = 补偿基本参考 3 = 补偿全局基本零点偏移 9 = 补偿生效的零点偏移或补偿 G500 下最后生效的通道专用基本偏移
				万位: 指定是否精补偿或粗补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考 0 = 精补偿 ⁶⁾ 1 = 粗补偿

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
3	选择	S_KNUM1	补偿刀具补偿数据 ²⁾
			数
			值:
			个位:
			十位:
			百位:
			0 = 无补偿 1 ~ 999, 刀具补偿时的 D 编号 (刀沿号); 总补偿和设置补偿请参见: S_DLNUM
			千位: 0 或唯一 D 号
			万位: 0 或唯一 D 号 当在 MD 中设置了唯一的 D 号时, 1 到最大 32000
			十万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿刀具半径) 1 = 补偿长度 L1 2 = 补偿长度 L2 3 = 补偿长度 L3 4 = 补偿半径
4	图标+ 数量	S_PRNUM	百万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿计入刀具半径磨损) 1 = 刀具补偿, 总补偿 ⁵⁾ 刀具补偿计入现有的总补偿 2 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 新的设置补偿 = 旧的设置补偿 + 旧的总补偿, 新的总补偿 = 0 3 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 刀具补偿计入现有的总补偿 4 = 刀具补偿计入几何尺寸
			千万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿标准的刀具尺寸, 不取反) 1 = 补偿取反
			指定测头参数字段的编号 (不是测头编号) (取值范围为 1 到 40)
5	X0	S_SETV	目标值
6	X0	S_SETV0	矩形目标坐标, 第 1 轴 (G17 加工平面时为 X 轴)
7	Y0	S_SETV1	矩形目标坐标, 第 2 轴 (G17 加工平面时为 Y 轴)

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
8	DFA	S_FA	测量行程
9	TSA	S_TSA	置信区域
10	$\alpha 0$	S_STA1	起始角
11	DZ	S_ID	增量值 1. 平面第 3 轴（G17 平面中为 Z 轴）的增量进给 进给方向取决于 S_ID 前的符号。在测量凸台、隔断和矩形外部时通过 S_ID 定义到测量高度的下降距离。 2. 考虑保护区 在测量钻孔、槽和矩形内部并且考虑保护区时通过 S_ID 定义测量高度之上的进给高度。
12	X1	S_SZA	保护区的直径或长度（宽度） ⁷⁾
13	Y1	S_SZO	在矩形测量中：指定保护区在平面第 2 轴上的宽度
14	X	S_MA	测量轴编号 ⁷⁾ （仅在测量槽或隔断时，参见“测量槽”或“测量隔断”） 数 值： 1 = 平面第 1 轴（G17 加工平面时为 X 轴） 2 = 平面第 2 轴（G17 加工平面时为 Y 轴）
15	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ （取值范围为 1 到 9）
16	TR	S_TNAME	指定刀具名称 ²⁾
17	DL	S_DLNUM	指定设置-总补偿 DL 号 ⁵⁾
18	TZL	S_TZL	指定零补偿 ^{2), 4)}
19	DIF	S_TDIF	指定尺寸差极限 ^{2), 4)}
20	TUL	S_TUL	指定公差上限（附加到设定值上） ⁴⁾
21	TLL	S_TLL	指定公差下限（附加到设定值上） ⁴⁾
22	TMV	S_TMV	指定求平均值时的补偿范围 ²⁾
23	FW	S_K	指定用于求平均值的加权系数 ²⁾
24		S_EVNUM	指定经验值/平均值存储器数据组 ^{2), 8)}
25		S_MCBIT	保留
26		_DMODE	显示模式 数 值： 个位：指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容，循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17（仅在循环中生效） 2 = G18（仅在循环中生效） 3 = G19（仅在循环中生效）

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
27		_AMODE	可选模式	
			数值:	个位: 指定是否选择尺寸公差 0 = 不选择 1 = 选择

- 1) 所有默认值 = 0, 或者取值范围为 a 到 b
- 2) 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE
- 3) 仅对于“刀具补偿”为选择时, 否则参数 = ""
- 4) 仅“刀具补偿”和“尺寸公差”为“选择”时, 否则参数 = 0
- 5) 仅针对在通用 MD 18108 \$MN_MM_NUM_SUMCORR 中设定了“设置总补偿”功能的情况。另外, 还必须将通用 MD 18080 \$MN_MM_TOOL_MANAGEMENT_MASK 的位 8 设为 1。
- 6) 在机床数据中未设置“精”零点偏移时, 系统会对零点偏移进行“粗”补偿
- 7) 钻孔或槽内部保护区的直径或宽度
凸台或隔断外部保护区的直径或宽度
- 8) “刀具补偿”时可进行求经验值/平均值
经验/平均值存储器的值域:
1 到 20, 经验值存储器编号, 参见通道专用 SD 55623 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE[n-1]
10000 到 200000, 平均值存储器编号, 参见通道专用 SD 55625 \$SCS_MEA_AVERAGE_VALUE[n-1]

4.1.8 测量循环参数 CYCLE961

```
PROC CYCLE961 (INT S_MVAR, INT S_KNUM, INT S_PRNUM, REAL S_SETV0, REAL S_SETV1, REAL
S_SETV2, REAL S_SETV3, REAL S_SETV4, REAL S_SETV5, REAL S_SETV6, REAL S_SETV7, REAL S_SETV8, REAL
S_SETV9, REAL S_STA1, REAL S_INCA, REAL S_ID, REAL S_FA, REAL S_TSA, INT S_NMSP, INT S_MCBIT, INT
_DMODE, INT _AMODE)
```

表格 4-8 调用参数 CYCLE961 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义
1		S_MVAR	测量方案（默认值≥6）
			数值： 个位：轮廓单元 5 = 创建直角内部拐角，指定角度和 A1 至 A3 间距 6 = 创建直角外部拐角，指定角度和 A1 至 A3 间距 7 = 创建内部拐角，指定角度和 A1 至 A4 8 = 创建外部拐角，指定角度和 A1 至 A4 的间距
			十位：指定是设置间距还是设置四个点的位置 0 = 指定间距（极坐标） 1 = 指定四个点的位置（测量点 P1 至 P4）
			百位：补偿目标 0 = 仅测量，测量值不加入零点偏移和刀具数据中 1 = 测量，测量值加入到零点偏移中，参见 S_KNUM
			千位：保护区 0 = 不考虑保护区（障碍物） 1 = 考虑保护区（障碍物），参见 S_ID
			万位：指定 WCS 中拐角的位置 0 = 拐角位置通过参数 S_STA1 确定（兼容性） 1 = 拐角位置 1，定位的测量起点 ⁶⁾ 2 = 拐角位置 2，平面第 1 轴（G17 加工平时为 X 轴）中的距离为负值（参见 S_SETV0，S_SETV1） 3 = 拐角位置 3，平面第 1 轴和第 2 轴（G17 平面 XY）中的距离为负值（参见 S_SETV0 至 S_SETV3） 4 = 拐角位置 4，平面第 2 轴（G17 加工平时为 Y 轴）中的距离为负值（参见 S_SETV2，S_SETV3）

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
2	选择	S_KNUM	指定是否将测量值加入到零点偏移、基本偏移或基本参考中²⁾ 数值： 个位： 十位： 0 = 无补偿 1~99, 零点偏移编号或 1~16, 基本偏移编号 百位：保留 千位：指定是否补偿零点偏移、基本偏移或基本参考 0 = 补偿可设定零点偏移 1 = 补偿通道专用的基本零点偏移 2 = 补偿基本参考 9 = 补偿生效的零点偏移或补偿 G500 下最后生效的通道专用基本零点偏移 万位：指定是否精补偿或粗补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考 0 = 精补偿⁵⁾ 1 = 粗补偿
3	图标+数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号（不是测头编号） （取值范围为 1 到 40）
4	L1/X1	S_SETV0	指定极点与测量点 P1 在平面第 1 轴（G17 加工平面时为 X 轴）的距离 L1³⁾ （若距离 L1=0, 会自动计算 $L1 = M_SETV1 / 2$） 或指定起点 P1x 在平面第 1 轴（G17 加工平面时为 X 轴）上的位置⁴⁾
5	L2/Y1	S_SETV1	指定极点与测量点 P2 在平面第 1 轴的距离 L2³⁾ 或指定起点 P1y 在平面第 2 轴（G17 加工平面时为 Y 轴）上的位置⁴⁾
6	L3/X2	S_SETV2	指定极点与测量点 P3 在平面第 2 轴的距离 L3³⁾ （若距离 L3=0, 在一个非直角的拐角上会自动计算 $L3 = M_SETV3 / 2$） 或指定起点 P2x 在平面第 1 轴上的位置⁴⁾
7	L4/Y2	S_SETV3	指定在一个非直角拐角上、极点与测量点 P3 在平面第 2 轴的距离 L4³⁾ 或指定起点 P2y 在平面第 2 轴上的位置⁴⁾
8	XP/X3	S_SETV4	指定极点或者在平面第 1 轴位置³⁾ 或者指定起点 P3x 在平面第 1 轴位置⁴⁾
9	XP/Y3	S_SETV5	指定极点或者在平面第 2 轴位置³⁾ 或者指定起点 P3y 在平面第 2 轴位置⁴⁾
10	X4	S_SETV6	指定起点 P4x 在平面第 1 轴的位置⁴⁾

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
11	Y4	S_SETV7	指定起点 P4y 在平面第 2 轴的位置 ⁴⁾
12	X0	S_SETV8	指定选择了补偿零点偏移时，被测拐角在平面第 1 轴的目标位置
13	Y0	S_SETV9	指定选择了补偿零点偏移时，被测拐角在平面第 2 轴的目标位置
14	$\alpha 0$	S_STA1	MCS 中平面第 1 轴正方向与工件基准边沿之间的起始角度 (+270 度)
15	$\alpha 1$	S_INCA	指定在测量一个非直角拐角时工件基准边沿之间的角度 ⁷⁾
16	DZ	S_ID	指定在设置了保护区时测头到达每个测量点的进给量 (参见 S_MVAR)。
17	DFA	S_FA	测量行程
18	TSA	S_TSA	置信区域 指定相对于角度目标值的差值监控 [度]
19	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ (取值范围为 1 到 9) ²⁾
20		S_MCBIT	保留
21		_DMODE	显示模式 数值: 个位: 指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容, 循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17 (仅在循环中生效) 2 = G18 (仅在循环中生效) 3 = G19 (仅在循环中生效)
22		_AMODE	可选模式

¹⁾ 所有默认值 = 0, 或者取值范围为 a 到 b

²⁾ 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE

³⁾ 在极坐标指定测量点, 考虑了起始角 S_STA1 在 3 点测量或 4 点测量中还考虑了增量角 S_INCA.

⁴⁾ 在直角坐标系中指定测量点 (4 点)

⁵⁾ 在机床数据中未设置“精”零点偏移时, 系统会对零点偏移进行“粗”补偿

⁶⁾ 角度 S_INCA 的取值范围: -180 至 +180 度

⁷⁾ 起始角: S_STA1, 取值范围: 直角: +- 90 度, 任意角: +- 45 度

4.1 测量循环参数一览

4.1.9 测量循环参数 CYCLE979

```
PROC CYCLE979 (INT S_MVAR, INT S_KNUM, INT S_KNUM1, INT S_PRNUM, REAL S_SETV, REAL S_FA, REAL
S_TSA, REAL S_CPA, REAL S_CPO, REAL S_STA1, REAL S_INCA, INT S_NMSP, STRING[32] S_TNAME, REAL
S_DLNUM, REAL S_TZL, REAL S_TDIF, REAL S_TUL, REAL S_TLL, REAL S_TMV, INT S_K, INT S_EVNUM, INT
S_MCBIT, INT _DMODE, INT _AMODE)
```

表格 4-9 调用参数 CYCLE979 ⁰⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义	
1		S_MVAR	测量方案	
			数值:	个位: 轮廓单元 1 = 测量钻孔 2 = 测量凸台 (轴肩)
				十位: 保留
				百位: 补偿目标 0 = 仅测量, 测量值不加入到零点偏移和刀具数据中 1 = 测量, 测量值加入到零点偏移中 (参见 S_KNUM) 2 = 测量, 测量值加入到刀具数据中 (参见 S_KNUM1)
				千位: 测量点数量 0 = 3 个测量点 1 = 4 个测量点
				万位: 带/不带主轴旋转的测量 (差值测量) 或者测头是否对准切换方向 0 = 无主轴旋转、测头不对准切换方向的测量 1 = 带主轴旋转的测量 2 = 测头对准切换方向

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
2	选择	S_KNUM	指定是否将测量值加入到零点偏移、基本偏移或基本参考中 ²⁾	
			数	个位:
			值:	十位: 0 = 无补偿 1~99, 零点偏移编号或 1~16, 基本偏移编号
				百位: 保留
				千位: 指定是否补偿零点偏移、基本偏移或基本参考 0 = 补偿可设定零点偏移 1 = 补偿通道专用的基本零点偏移 2 = 补偿基本参考 3 = 补偿全局基本零点偏移 9 = 补偿生效的零点偏移或补偿 G500 下最后生效的通道专用基本偏移
				万位: 指定是否精补偿或粗补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考 0 = 精补偿 ⁶⁾ 1 = 粗补偿

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
3	选择	S_KNUM1	补偿刀具补偿数据 ²⁾
			数值:
			个位:
			十位:
			百位:
			0 = 无补偿 1 ~ 999, 刀具补偿时的 D 编号 (刀沿号); 总补偿和设置补偿请参见: S_DLNUM
			千位: 0 或唯一 D 号
			万位: 0 或唯一 D 号 当在 MD 中设置了唯一的 D 号时, 1 到最大 32000
			十万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿刀具半径) 1 = 补偿长度 L1 2 = 补偿长度 L2 3 = 补偿长度 L3 4 = 补偿半径
			百万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿计入半径磨损) 1 = 刀具补偿, 总补偿 ⁵⁾ 刀具补偿计入现有的总补偿 2 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 新的设置补偿 = 旧的设置补偿 + 旧的总补偿, 新的总补偿 = 0 3 = 刀具补偿, 设置补偿 ⁵⁾ 刀具补偿值计入现有的总补偿零点偏移 4 = 刀具补偿计入几何尺寸
			千万位: 指定刀具补偿 ²⁾ 0 = 不指定 (补偿标准的刀具尺寸, 不取反) 1 = 补偿取反
4	图标+ 数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号 (不是测头编号) (取值范围为 1 到 40)
5	X0	S_SETV	目标值
6	DFA	S_FA	测量行程
7	TSA	S_TSA	置信区域

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
8	X0	S_CPA	指定中心在平面第 1 轴（G17 平面内为 X 轴）的坐标
9	Y0	S_CPO	指定中心在平面第 2 轴（G17 平面内为 Y 轴）的坐标
10	alpha 0	S_STA1	指定起始角度 ⁷⁾
11	alpha 1	S_INCA	指定增量角 ⁸⁾
12	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ¹⁾ （取值范围为 1 到 9）
13	T	S_TNAME	指定刀具名称 ²⁾
14	DL	S_DLNUM	指定设置-总补偿 DL 号 ^{1), 4)}
15	TZL	S_TZL	零补偿 ^{1), 2)}
16	DIF	S_TDIF	指定尺寸差极限 ^{1), 2)}
17	TUL	S_TUL	指定公差上限（附加到设定值上） ²⁾
18	TLL	S_TLL	指定公差下限（附加到设定值上） ²⁾
19	TMV	S_TMV	指定求平均值时的补偿范围 ¹⁾
20	FW	S_K	指定用于求平均值的加权系数 ¹⁾
21		S_EVNUM	指定经验值存储器数据组 ^{1), 6)}
22		S_MCBIT	保留
23		_DMODE	显示模式
			数值： 个位：指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容，循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17（仅在循环中生效） 2 = G18（仅在循环中生效） 3 = G19（仅在循环中生效）
24		_AMODE	可选模式
			数值： 个位：指定是否选择尺寸公差 0 = 不选择 1 = 选择

0) 所有默认值 = 0，或者取值范围为 a 到 b。

1) 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE

2) 仅对于“刀具补偿”为选择时，否则参数 = ""

3) 仅“刀具补偿”和“尺寸公差”为“选择”时，否则参数 = 0

4) 仅针对在通用 MD 18108 \$MN_MM_NUM_SUMCORR 中设定了“设置总补偿”功能的情况。

5) 在机床数据中未设置“精”零点偏移时，系统会对零点偏移进行“粗”补偿

4.1 测量循环参数一览

- 6) “刀具补偿”时可进行求经验值/平均值
经验/平均值存储器的值域：
1 到 20，经验值存储器编号，参见通道专用 SD 55623 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE[n-1]
10000 到 200000，平均值存储器编号，参见通道专用 SD 55625 \$SCS_MEA_AVERAGE_VALUE[n-1]
- 7) 起始角的取值范围：-360 至 +360 度
- 8) 在 4 点测量中，增量角的取值范围为 0 至 90 度，在 3 点测量中为 0 至 120 度。

4.1.10 测量循环参数 CYCLE997

```
PROC CYCLE997 (INT S_MVAR,INT S_KNUM,INT S_PRNUM,REAL S_SETV,REAL S_FA,REAL S_TSA,REAL  
S_STA1,REAL S_INCA,REAL S_SETV0,REAL S_SETV1,REAL S_SETV2,REAL S_SETV3,REAL S_SETV4,REAL  
S_SETV5,REAL S_SETV6,REAL S_SETV7,REAL S_SETV8,REAL S_TNVL,INT S_NMSP,INT S_MCBIT,INT  
_DMODE,INT _AMODE)
```

表格 4-10 调用参数 CYCLE997 ^{1), 2)}

编号	对话框参数	循环参数	含义
1		S_MVAR	测量方案（默认=9）
			数值： 个位：轮廓单元 9 = 测量球体
			十位：重复测量 0 = 不重复测量 1 = 重复测量
			百位：补偿目标 0 = 仅测量，测量值不加入到零点偏移中 1 = 测量，测量值加入到零点偏移中（参见 S_KNUM）
			千位：测量方案 0 = 与轴平行进行测量，测头方向由 SD55740 位 1 定义 1 = 沿着圆弧轨迹进行测量，有一定起始角度，测头方向由 SD55740 位 1 定义 2 = 沿着圆弧轨迹进行测量，有一定起始角度，测头对准切换方向 3 = 与轴平行进行测量，有一定起始角度，测头方向由 SD55740 位 1 定义 4 = 与轴平行进行测量，有一定起始角度，测头对准切换方向
			万位：待测量球体数量 0 = 测量一个球体 1 = 测量三个球体
			十万位：指定测量点的数量，仅针对“以一定角度进行测量”（注意该测量方案中，千位必须大于 0） 0 = 以一定角度进行测量时采用三个测量点（球体圆周） 1 = 以一定角度进行测量时采用四个测量点（球体圆周）
			百万位：指定是否指定球体的目标直径 0 = 不确定球体的目标直径 1 = 确定球体的目标直径

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
2	选择	S_KNUM	指定是否补偿零点偏移、基本偏移或基本参考 ³⁾
			数
			值:
			个位:
			十位:
			0 = 无补偿 1~99, 零点偏移编号或 1~16, 基本偏移编号
3	图标+ 数量	S_PRNUM	百位: 保留
			千位: 指定是否补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考 0 = 补偿可设定零点偏移 1 = 补偿通道专用的基本零点偏移 2 = 补偿基本参考 3 = 补偿全局基本零点偏移 ⁷⁾ 9 = 补偿生效的零点偏移或补偿 G500 下最后生效的通道专用基本零点偏移
			万位: 指定是否精补偿或粗补偿零点偏移、基本零点偏移或基本参考 0 = 精补偿 ⁶⁾ 1 = 粗补偿
4		S_SETV	指定球体直径 ⁴⁾
5	DFA	S_FA	测量行程
6	TSA	S_TSA	置信区域
7	alpha 0	S_STA1	指定以一定角度进行测量时的起始角度
8	alpha 1	S_INCA	指定以一定角度进行测量时的增量角度
9	X1	S_SETV0	在测量 3 个球体时指定第 1 个球体的第 1 轴 (G17 平面内为 X 轴) 的目标坐标
10	Y1	S_SETV1	在测量 3 个球体时指定第 1 个球体的第 2 轴 (G17 平面内为 Y 轴) 的目标坐标
11	Z1	S_SETV2	在测量 3 个球体时指定第 1 个球体的第 3 轴 (G17 平面内为 Z 轴) 的目标坐标
12	X2	S_SETV3	在测量 3 个球体时指定第 2 个球体的第 1 轴的目标坐标
13	Y2	S_SETV4	在测量 3 个球体时指定第 2 个球体的第 2 轴的目标坐标
14	Z2	S_SETV5	在测量 3 个球体时指定第 2 个球体的第 3 轴的目标坐标
15	X3	S_SETV6	在测量 3 个球体时指定第 3 个球体的第 1 轴的目标坐标
16	Y3	S_SETV7	在测量 3 个球体时指定第 3 个球体的第 2 轴的目标坐标

编号	对话框参数	循环参数	含义
17	Z3	S_SETV8	在测量 3 个球体时指定第 3 个球体的第 3 轴的目标坐标
18	TVL	S_TNVL	在测量 3 个球体时指定三角形的最大变形度（总偏差） ⁵⁾
19	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ （取值范围为 1 到 9）
20		S_MCBIT	保留
21		_DMODE	显示模式
			数值： 个位：指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容，循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17（仅在循环中生效） 2 = G18（仅在循环中生效） 3 = G19（仅在循环中生效）
22		_AMODE	可选模式

1) 所有默认值 = 0，或者取值范围为 a 到 b

2) 该位的显示取决于通用 SD 54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE

3) 中间定位的方式为：测头绕行球体“赤道”

4) 测量 3 个球体时：目标直径 (_SETV)针对的是所有球体

5) 默认值：S_TNVL=1.2

补偿加入到零点偏移中：只有当计算出的三角形变形量低于极限值 S_TNVL 时，补偿才会加入到零点偏移中。

6) 在机床数据中未设置“精”零点偏移时，系统会对零点偏移进行“粗”补偿

7) 在测量方案“测量三个球体”中，补偿无法加入到全局基本框架中（S_KNUM = 3001 至 3016），因为框架不包含旋转分量。

4.1.11 测量循环参数 CYCLE995

```
PROC CYCLE995 (INT S_MVAR,INT S_KNUM,INT S_PNUM,REAL S_SETV,REAL S_FA,REAL S_TSA,REAL
S_STAL,REAL S_INCA,REAL S_DZ,REAL S_SETV0,REAL S_SETV1,REAL S_SETV2,REAL S_TUL,REAL
S_TZL,INT S_NMSP,INT S_MCBIT,INT _DMODE,INT _AMODE)
```

4.1 测量循环参数一览

表格 4-11 调用参数 CYCLE995 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义
1		S_MVAR	测量方案（默认=5）
			数值： 个位：轮廓单元 5 = 主轴几何尺寸（与刀具轴的平行度）
			十位：重复测量 1 = 带重复测量
			百位：无补偿目标 0 = 仅测量
			千位：测量方案 2 = 以一定角度测量，测头对准切换方向
			万位：待测量球体数量 0 = 测量一个球体
			十万位：测量点数量 1 = 以一定角度测量时的 4 个测量点（绕行球体）
			百万位：指定是否指定球体的目标直径 0 = 不确定球体的目标直径 1 = 确定球体的目标直径
2	选择	S_KNUM	补偿目标 0 = 0
3	图标+ 数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号（不是测头编号） （取值范围为 1 到 40）
4	DM	S_SETV	标准球的直径 ⁴⁾
5	DFA	S_FA	测量行程
6	TSA	S_TSA	置信区域 ⁵⁾
7	alpha 0	S_STA1	指定以一定角度进行测量时的起始角度 ³⁾
8		S_INCA	指定以一定角度进行测量时的增量角度 ²⁾
9	DZ	S_DZ	测头轴上第 1 次测量的 P1 与第 2 次测量的 P2 之间的间距
10		S_SETV0	球体在平面第 1 轴（G17 加工平面时为 X 轴）的目标位置 ²⁾
11		S_SETV1	球体在平面第 2 轴（G17 加工平面时为 Y 轴）的目标位置 ²⁾

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
12		S_SETV2	球体在平面第 3 轴（G17 加工平面时为 Z 轴）的目标位置 ²⁾	
13	TUL	S_TUL	角度偏差的公差上限	
14	TZL	S_TZL	零补偿区域 ^{1), 4)}	
15	次数	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ （取值范围为 1 到 9）	
16		S_MCBIT	保留 ²⁾	
17		_DMODE	显示模式	
			数值:	个位: 指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容, 循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17（仅在循环中生效） 2 = G18（仅在循环中生效） 3 = G19（仅在循环中生效）
18		_AMODE	可选模式	
			数值:	个位: 指定是否选择尺寸公差 0 = 不选择 1 = 选择

所有默认值 = 0，或者取值范围为 a 到 b

1) 该位的显示取决于通用 SD54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE。

2) 参数当前未使用并且也未在输入界面中显示。

增量角度参数 S_INCA 固定设置为 90 度。

3) 起始角的取值范围: -360 至 +360 度

4) 当尺寸公差设为“是”时:

如果测得的角度小于零补偿范围 TZL 中的值，则会将角度(_OVR[2], _OVR[3])和差值(_OVR[7], _OVR[8])的结果参数设为零。

通过设置通用设定数据 SD54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE 位 25=1 显示 TZL。

(测量主轴斜度时使能零补偿选择)

5) 参数 TSA 以标准球的第 1 次测量为基准。

4.1 测量循环参数一览

4.1.12 测量循环参数 CYCLE996

```
PROC CYCLE996(INT S_MVAR,INT S_TC,INT S_PRNUM,REAL S_SETV,REAL S_STA1,REAL S_SETV0,REAL  
S_SETV1,REAL S_SETV2,REAL S_SETV3,REAL S_SETV4,REAL S_SETV5,REAL S_TNVL,REAL S_FA,REAL  
S_TSA,INT S_NMSP,INT S_MCBIT,INT _DMODE,INT _AMODE)
```


4.1 测量循环参数一览

表格 4-12 调用参数 CYCLE996 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义
1		S_MVAR	测量方案（默认=1） 数值： 个位：测量顺序 0 = 计算坐标转换矢量（选项有：结果显示、日志文件、回转数据组修改和必要的用户确认），参见 _AMODE 1 = 第 1 次测量 2 = 第 2 次测量 3 = 第 3 次测量 十位：保留 0 = 0 百位：指定第 1 次到第 3 次测量的测量方案 0 = 平行于轴测量标准球 1 = 以一定角度测量标准球，不跟踪主轴 ³⁾ 2 = 测量标准球，在测头切换方向上跟踪主轴 ³⁾ 3 = 平行于轴进行测量，有起始角度 ⁸⁾ 4 = 平行于轴进行测量，有起始角度，在测头切换方向上跟踪主轴 ⁸⁾ 千位：计算坐标转换矢量的补偿目标 ⁴⁾ 0 = 仅测量。计算回转数据组，但它保持不变 1 = 计算回转数据组，在用户确认后被修改 ⁴⁾ 万位：指定计算运动时测量轴（回转轴 1 或 2）或矢量链的开闭 0 = 矢量链闭合（仅在计算运动时） 1 = 回转轴 1（仅在第 1 次至第 3 次测量时） 2 = 回转轴 2（仅在第 1 次至第 3 次测量时）⁵⁾ 3 = 矢量链打开（仅在计算运动时） 十万位：指定运动中回转轴 1 的定标 0 = 回转轴 1 不定标 1 = 在平面第 1 轴方向上定标 (G17 X) 2 = 在平面第 2 轴方向上定标 (G17 Y) 3 = 在平面第 3 轴方向上定标 (G17 Z) 百万位：指定运动中回转轴 2 的定标 ⁵⁾ 0 = 回转轴 2 不定标 1 = 在平面第 1 轴方向上定标 (G17 X) 2 = 在平面第 2 轴方向上定标 (G17 Y) 3 = 在平面第 3 轴方向上定标 (G17 Z)

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
				千万位：日志文件 0 = 没有日志文件 1 = 如果设置了对应的机床数据，系统会生成一份日志文件，其中包含了系统计算出的矢量(Toolcarrier) 和第 1 次动态 5 轴转换(TRAORI(1)) 数据。
2		S_TC	指定回转数据组的编号 (Toolcarrier)	
3	图标+ 数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号 (不是测头编号) (默认=1)	
4		S_SETV	标准球的直径	
5	alpha 0	S_STA1	指定以一定角度进行测量时的起始角度	
6	alpha 0	S_SETV0	指定回转轴 1 的位置值 (回转轴为手动或者半自动时)	
7	alpha 1	S_SETV1	指定回转轴 2 的位置值 (回转轴为手动或者半自动时) ⁶⁾	
8	XN	S_SETV2	指定回转轴 1 定标的位置值	
9	XN	S_SETV3	指定回转轴 2 定标的位置值 ⁶⁾	
10	delta	S_SETV4	指定偏移矢量 I1 至 I4 的公差值	
11	delta	S_SETV5	指定回转轴矢量 V1 和 V2 的公差值	
12	TVL	S_TNVL	指定回转轴的角度极限值 (取值范围为 1 到 60 度) (默认值 = 20) ⁷⁾	
13	DFA	S_FA	测量行程	
14	TSA	S_TSA	置信区域	
15	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ (默认=1)	
16		S_MCBIT	保留	
17		_DMODE	显示模式	
			数值:	个位：指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容，循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17 (仅在循环中生效) 2 = G18 (仅在循环中生效) 3 = G19 (仅在循环中生效)

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
18		_AMODE	可选模式	
			数	个位：指定公差控制
			值：	0 = 不选择 1 = 选择：计算矢量的公差值 S_SETV4, S_SETV5
				十位：指定在向回转数据组中输入计算出的矢量时是否需要用户确认 ⁴⁾ 0 = 是：用户必须确认修改 1 = 否：计算出的矢量立即进入数据组（只有在百位和千位都为 0 时才生效）
				百位：指定是否显示测量结果 ⁵⁾ 0 = 不选择 1 = 选择
				千位：指定是否可编辑测量结果显示 0 = 不可以 1 = 可以编辑（只有在百位为 1 时才生效）

- 1) 所有默认值 = 0 或标记为：默认=x
- 2) 该位的显示取决于通用 SD54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE。
- 3) 通过这种方案测头可以坐标转换系处于 90 度时在标准球上开展测量，避免和标准球支座发生碰撞。可以指定一个 0 到 360 度内的起始角 S_STA1 。在绕行标准球时，增量角都是 90 度。
可以通过通道专用的 SD55634 \$SCS_MEA_FEED_PLANE_VALUE 设定测头在圆弧轨迹上的进给率。
- 4) 在记录前会进行含 M0 的操作询问。按下“NC 启动”键后才能记录矢量。
测量程序通过 RESET 被中断时，不会记录计算出的矢量。
仅在计算结果未超出偏移矢量公差时才记录矢量。
- 5) 只有在测量方案“计算坐标转换矢量”中才提供测量结果显示。
如果也希望在第 1 次到第 3 次测量结束后系统显示测量结果，则可以置位通道专用的 SD 55613\$SCS_MEA_RESULT_DISPLAY。
- 6) 回转轴 2 仅针对含两个回转轴的运动
- 7) 回转轴的角度极限值。取值范围 S_TNVL 为 20 到 60 度。S_TNVL 小于 20 度时，测头可能会出现几个微米的测量误差。超过该角度范围时，系统会输出故障信息 61430，其中指出了角度的下限值。
- 8) 当 SD54760 位 17 = 1，在测头切换方向上跟踪主轴

4.1.13 测量循环参数 CYCLE982

```
PROC CYCLE982 (INT S_MVAR, INT S_KNUM, INT S_PRNUM, INT S_MA, INT S_MD, REAL S_ID, REAL S_FA, REAL  
S_TSA, REAL S_VMS, REAL S_STA1, REAL S_CORA, REAL S_TZL, REAL S_TDIF, INT S_NMSP, INT S_EVNUM, INT  
S_MCBIT, INT _DMODE, INT _AMODE)
```

4.1 测量循环参数一览

表格 4-13 调用参数 CYCLE982 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义	
1		S_MVAR	测量方案	
			数值:	个位: 标定 / 测量 0 = 标定测头 1 = 单次刀具测量 ³⁾ 2 = 多次刀具测量, 确定长度和刀具半径 (针对铣刀)
				十位: 指定是在 MCS 中还是在 WCS 中进行标定或测量 0 = 在机床坐标系中 ⁴⁾ 1 = 在工件坐标系中
				百位: 指定在测量铣刀时测量带或不带旋转 0 = 测量无旋转 1 = 测量带旋转
				千位: 铣刀测量值的补偿目标 0 = 确定长度, 或者确定长度和半径 (参见 S_MVAR 第 1 位) 1 = 确定半径, 当 S_MVAR 的第 1 位为 1 时 2 = 确定长度和半径 (端面), 当 S_MVAR 的第 1 位为 1 或 2 时; 3 = 确定盘形铣刀顶部刀刃 (背面), 确定长度和半径 ⁵⁾
				万位: 指定铣刀或钻头的位置 0 = 铣刀或钻头的轴向位置, 半径位于平面第 2 轴 (G18 平面内为 X 轴) ⁷⁾ 1 = 铣刀或钻头的径向位置, 半径位于平面第 1 轴 (G18 平面内为 Z 轴) ⁷⁾
				十万位: 指定是否增量式进行标定或测量 0 = 不指定 1 = 增量式进行标定或测量
				百万位: 指定主轴定位到起始角 S_STA1 (仅针对测量铣刀的情形) 0 = 主轴不定位 1 = 主轴定位到起始角 S_STA1
2	选择	S_KNUM	补偿方案 ²⁾	
			数值:	个位: 刀具补偿 0 = 不指定 (刀具补偿计入几何尺寸) 1 = 刀具补偿计入磨损

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
3	图标+ 数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号（不是测头编号） （默认=1）
4	X0	S_MA	测量轴 数 值： 1 = 平面第 1 轴（G18 平面为 Z 轴） 2 = 平面第 2 轴（G18 平面为 X 轴）
5	+ -	S_MD	测量方向 数 值： 0 = 不选择（通过实际值确定测量方向） 1 = 正方向 2 = 负方向
6	Z2	S_ID	偏移
7	DFA	S_FA	测量行程
8	TSA	S_TSA	置信区域
9	VMS	S_VMS	指定标定时的可变测量速度 ²⁾
10	alpha1	S_STA1	指定测量铣刀时的起始角度
11	alpha2	S_CORA	指定带旋转测量铣刀时的补偿角度 ⁸⁾
12	TZL	S_TZL	指定测量刀具时的零补偿。标定时 S_TZL = 0
13	DIF	S_TDIF	尺寸差极限
14	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾ （默认=1）
15	EVN	S_EVNUM	指定经验值/平均值存储器编号 ^{2), 9)}
16		S_MCBIT	保留

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
17		_DMODE	显示模式	
			数值:	个位: 指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容, 循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17 (仅在循环中生效) 2 = G18 (仅在循环中生效) 3 = G19 (仅在循环中生效)
				十位: 指定车刀和铣刀的刀沿位置 (仅用于输入屏幕 1 至 9 中的显示)
				百位: 刀具类型 0 = 车刀 1 = 铣刀 2 = 钻头
				千位: 指定刀具向测头移动的方案 0 = PLUS [X/Z]; 刀具处于轴向时, 沿 X 轴向测头移动; 刀具处于径向时, 沿 Z 轴向测头移动 1 = MINUS [X/Z]; 刀具处于轴向时, 沿 X 轴向测头移动; 刀具处于径向时, 沿 Z 轴向测头移动
18		_AMODE	可选模式	
			数值:	个位: 保留
				十位: 保留
				百位: 保留
				千位: 在标定和单次测量时测量结束后回到起始位置 (参见 S_MVAR 的个位) 0 = 刀具和测头边沿相距 DFA 1 = 返回到起始位置

- 1) 所有默认值 = 0 或标记为: 默认=x
- 2) 该位的显示取决于通用 SD 54762 _MEA_FUNCTION_MASK_TOOL
- 3) 测量车刀、铣刀或钻头。测量轴在参数 S_MA 中指定; 车刀通过刀沿位置 1...8 指定, 铣刀通过参数 S_MVAR 的百位和千位指定。
- 4) 在基本坐标系中进行刀具测量和标定 (关闭坐标转换时为 MCS)。
- 5) 不适用于增量式测量。
- 6) 仅限多次测量 S_MVAR=x2x02 或 x3x02 (例如盘形铣刀或槽铣刀)

- 7) 如果通道专用的 SD 42950 \$SC_TOOL_LENGTH_TYPE = 2, 则铣刀长度和轴的对应关系和车刀一样。
- 8) 仅适用于带旋转的测量 S_MVAR=xx1x1
- 9) 经验值求值
经验值存储器的取值范围: 1 到 20 参见通道专用的 SD 55623 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE[n-1]。

4.1.14 测量循环参数 CYCLE971

```
PROC CYCLE971 (INT S_MVAR, INT S_KNUM, INT S_PRNUM, INT S_MA, INT S_MD, REAL S_ID, REAL S_FA, REAL  
S_TSA, REAL S_VMS, REAL S_TZL, REAL S_TDIF, INT S_NMSP, REAL S_F1, REAL S_S1, REAL S_F2, REAL  
S_S2, REAL S_F3, REAL S_S3, INT S_EVNUM, INT S_MCBIT, INT _DMODE, INT _AMODE)
```

4.1 测量循环参数一览

表格 4-14 调用参数 CYCLE971 ¹⁾

编号	对话框参数	循环参数	含义	
1		S_MVAR	测量方案	
			数值:	个位: 0 = 标定刀具测头 1 = 测量刀具长度及半径, 主轴静止 2 = 测量刀具长度及半径, 主轴旋转, 参见参数 S_F1 至 S_S4
				十位: 指定是在 MCS 中或在 WCS 中测量 0 = 在 MCS (机床坐标系) 中测量, 测量刀具或标定刀具测头 1 = 在 WCS (工件坐标系) 中测量, 测量刀具或标定刀具测头
				百位: 检查刀齿 0 = 不选择 1 = 选择
				千位: 0 = 0
				万位: 指定是否增量式进行标定或测量 0 = 不指定 1 = 增量式进行标定或测量
				十万位: 自动标定刀具测头 0 = 不自动标定刀具测头 1 = 自动标定刀具测头
				百万位: 指定在平面中标定时是否带主轴旋转 0 = 不带主轴旋转进行平面中的标定 1 = 带主轴旋转进行平面中的标定
2	选择	S_KNUM	补偿方案 ²⁾	
			数值:	个位: 刀具补偿 0 = 不指定 (刀具补偿计入几何尺寸) 1 = 刀具补偿计入磨损
3	图标+数量	S_PRNUM	指定测头参数字段的编号 (不是测头编号)	

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
4	X0	S_MA	指定测量轴，偏移轴 ⁴⁾	
			数值：	个位：测量轴的编号 1 = 平面第 1 轴（G17 上为 X 轴） 2 = 平面第 2 轴（G17 上为 Y 轴） 3 = 平面第 3 轴（G17 上为 Z 轴）
				十位： 0 = 0
				百位：偏移轴编号 0 = 无偏移轴 1 = 平面上第 1 轴（G17 上为 X 轴） 2 = 平面第 2 轴（G17 上为 Y 轴）
5	+-	S_MD	测量方向	
			数值：	0 = 不选择（通过实际值确定测量方向） 1 = 正方向 2 = 负方向
6	V	S_ID	偏移	
			数值：	0 = 刀具无偏移 >0 = - 标定：如果标准刀具的直径超过了测头顶面的直径，则偏移量对平面第 3 轴生效（G17 平面内为 Z 轴）。此时刀具从测头中心的偏移量为：刀具半径减去 S_ID 的差。偏移轴在 S_MA 中另行指定。 - 测量：在多刀沿刀具中，测量刀具半径时需要指定刀具长度相对于刀沿最高点的偏移量，在测量刀具长度时需要指定刀具半径相对于刀沿最高点的偏移量。
7	DFA	S_FA	测量行程	
8	TSA	S_TSA	置信区域	
9	VMS	S_VMS	指定标定时可变测量速度 ²⁾	
10	TZL	S_TZL	指定零补偿（仅针对刀具测量）	
11	DIF	S_TDIF	指定刀具测量时的尺寸差极限 S_MVAR=xx1 或 S_MVAR=xx2)	
12	测量	S_NMSP	指定同一位置的测量次数 ²⁾	
13	F1	S_F1	指定用旋转主轴接触时的进给率 ¹²⁾	
14	S1	S_S1	指定用旋转主轴接触时的转速 ¹²⁾	
15	F2	S_F2	指定用旋转主轴接触时的进给率 ²²⁾	

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义
16	S2	S_S2	指定用旋转主轴接触时的转速 2 ¹⁾
17	F3	S_F3	指定用旋转主轴接触时的进给率 3 ²⁾
18	S3	S_S3	指定用旋转主轴接触时的转速 3 ²⁾
19	EVN	S_EVNUM	指定经验值存储器编号 2 ¹⁾
20		S_MCBIT	_CBIT 及 _CHBIT 的标记
21		_DMODE	显示模式
		数值:	个位: 指定加工平面 G17/G18/G19 0 = 兼容, 循环调用前生效的平面继续生效 1 = G17 (仅在循环中生效) 2 = G18 (仅在循环中生效) 3 = G19 (仅在循环中生效)
22		_AMODE	可选模式
		数值:	个位: 测量半径时刀具偏移 1 = 不选择 2 = 选择 十位: 在平面第 3 轴 (G17 内为 Z 轴) 测量半径时刀具偏移的方向 1 = 正方向 2 = 负方向 百位: 测量长度或在第 3 轴标定测头时刀具偏移 0 = 兼容, 自动选择 1 = 不选择 2 = 选择
			千位: 在偏移轴上测量长度时刀具偏移的方向 (参见 S_MA 百位) 1 = 正方向 2 = 负方向

1) 所有默认值 = 0 或标记为: 默认=x

2) 该位的显示取决于通用 SD 54762 MEA_FUNCTION_MASK_TOOL

3) 仅“刀具补偿”和“尺寸公差”为“选择”时, 否则参数 = 0

4) 自动测量时 (S_MVAR=1x00xx) 不显示测量轴、偏移轴 ⇒ S_MA=0。

4.1.15 测量循环 CYCLE150 的参数

```
PROC CYCLE150 (INT S_PICT, INT S_PROT, STRING[160] S_PATH) SAVE
ACTBLOCNO DISPLOF
```

表格 4-15 CYCLE150 的调用参数

编号	对话框参数	循环参数	含义	
1	测量结果图	S_PICT	选择测量结果图（默认值 = 0）	
			数值：	个位： 0 = 测量结果图关 1 = 测量结果图开
				十位：选择显示模式（值同 SD 55613） 1 = 显示测量结果图 - 8 秒后自动关闭 3 = 显示测量结果图 - 使用 NC 启动应答 4 = 显示测量结果图 - 仅限报警 (61303 ... 61306)
2		S_PROT	选择记录（默认值 = 0）	
	记录		数值：	个位：选择记录关/开/最后一次测量 0 = 记录关 1 = 记录开 2 = 记录上次测量
	记录类型			十位：选择记录类型 0 = 标准记录 1 = 用户记录（可自由定义）
	记录格式			百位：选择记录格式 0 = 文本格式 1 = 表格格式（可导入到 Excel）
	记录数据			千位：选择新建或者添加到原有数据 0 = 新建 1 = 添加

4.1 测量循环参数一览

编号	对话框参数	循环参数	含义	
	记录 存储位置			万位：选择记录存储位置 0 = 同零件程序 1 = 目录
3		S_PATH	记录文件的路径依据“选择记录存储位置” (完整的路径说明或仅文件名称，例如： “//NC:/WKS.DIR/NAME.WPD” 或 “MESSPROTOKOLL.TXT”	

4.2 辅助参数

通过设定数据中您可以在输入屏幕中隐藏或显示以下辅助参数。关于设定数据 SD54760 到 SD54764 的详细信息请参见“*SINUMERIK 840D sl 参数手册*”中“机床数据详细说明”一节。



机床制造商

请注意机床制造商的说明。

并不是所有的测量循环都有辅助参数。请参见“接口说明”。

表格 4-16 “测量工件”用辅助参数

功能标记参数	传递参数	说明	单位
标定数据组	S_PRNUM	包含有测头标定数据的数据组编号	-
F	S_VMS	标定测头时的进给率	毫米/分钟
选择	S_MVAR	标定测头：选择一个中心已知或未知的标准环	-
选择	S_MVAR	标定测头：选择带或不带测头偏心度的标定	-
数量	S_NMSP	同一地点的测量数量	-
TZL	S_TZL	计算刀具补偿用零补下限	毫米
DIF	S_TDIF	计算刀具补偿用尺寸差极限	-
求平均值数据组	S_EVNUM	计算刀具补偿时求平均值	-
经验值数据组	S_EVNUM	计算刀具补偿用经验值	-
FW	S_K	用于求平均值的加权系数	-
TMV	S_TMV	用于求平均值的补偿范围	
选择	S_MVAR	车削中外直径和内直径的测量： ● 旋转主轴进行测量 ● 在中心以下运行	-

4.2 辅助参数

工件测量中的其他补偿选项：

- 1. 零点偏移
 - 补偿基本参考
 - 补偿通道专用的基本零点偏移
 - 补偿全局通用的基本零点偏移
 - 精补偿或粗补偿
- 2. 刀具补偿
 - 刀具几何尺寸或磨损量的补偿
 - 刀具补偿量取反或不取反
 - 刀具半径补偿或长度补偿（L1、L2h 或 L3）

表格 4-17 “测量刀具”用辅助参数

功能标记参数	传递参数	说明	单位
标定数据组	S_PRNUM	包含有测头标定数据的数据组编号	-
F	S_VMS	标定测头时的进给率	毫米/分钟
测量级的选择	S_MVAR	在旋转主轴进行测量时，可最多指定 3 个进给率和 3 个主轴转速	-
选择	S_MVAR	刀具几何尺寸或磨损量的补偿	-
选择	S_MVAR	指定是在 MCS 中或在 WCS 中测量	-
数量	S_NMSP	同一地点的测量数量	-
经验值数据组	S_EVNUM	计算刀具补偿用经验值	-

4.3 附加结果参数

下表中包含了刀具补偿测量方案的附加结果参数。

参数	说明	单位
_OVR [8] ¹⁾	公差上限 • 钻孔/圆形凸台/圆弧的直径 • 测量轴 • 槽/隔断宽度 • 矩形在平面第 1 轴的实际长度	毫米
_OVR [9] ^{1), 3)}	矩形在平面第 2 轴的长度“实际-目标”差值上限	毫米
_OVR [12] ¹⁾	公差下限 • 钻孔/圆形凸台/圆弧的直径 • 测量轴 • 槽/隔断宽度 • 矩形在平面第 1 轴的实际长度	毫米
_OVR [13] ^{1), 3)}	矩形在平面第 2 轴的长度“实际-目标”差值下限	毫米
_OVR [20] ¹⁾	补偿值	毫米
_OVR [27] ¹⁾	零补区域	毫米
_OVR [28] ¹⁾	置信区域	毫米
_OVR [29] ¹⁾	尺寸差值	毫米
_OVR [30] ¹⁾	经验值	毫米
_OVR [31] ¹⁾	平均值	毫米
_OVI [4] ¹⁾	加权系数	-
_OVI [5]	测头编号	-
_OVI [6] ¹⁾	平均值存储器编号	-
_OVI [7] ¹⁾	经验值存储器编号	-
_OVI [8] ¹⁾	刀具号	-
_OVI [9] ¹⁾	报警号	-
_OVI [11] ²⁾	补偿任务状态	-
_OVI [13] ¹⁾	DL 号	-

¹⁾ 仅对于带刀具补偿的工件测量

²⁾ 仅针对“零点偏移补偿”

³⁾ 仅针对测量方案“矩形腔”和“矩形凸台”

4.4 参数

4.4 参数

表格 4-18 测量循环输入/输出变量列表

功能标记参数	循环参数	英语来源	相应中文
	S_CALNUM	Calibration groove number	标准体编号
	S_MCBIT	Central Bits	_CBIT 及 _CHBIT 的标记
$\alpha 2$	S_CORA	Correction angle position	补偿角度
X0	S_CPA	Center point abscissa	中心的平面第 1 根轴坐标
Y0	S_CPO	Center point ordinate	中心的平面第 2 根轴坐标
DL	S_DLNUM		用于设置总补偿的 DL 号码
EVN	S_EVNUM		经验值存储器编号
DFA	S_FA	Factor for multipl. of measurem. path	测量行程
	S_ID	Infeed in applicate	增量进给行程/偏移量
$\alpha 1$	S_INCA	Indexing angle	增量角/目标角度
FW	S_K	Weighting factor for averaging	用于求平均值的加权系数
选择	S_KNUM		指定是否补偿零点偏移、基本偏移或基本参考
选择	S_KNUM1		补偿刀具补偿数据
X/Y/Z	S_MA	Number of measuring axis	测量轴（轴编号）
+/-	S_MD	Measuring direction	测量方向
	S_MFS		用旋转主轴测量时的进给率和转速
	S_MVAR	Measuring direction	测量方案
数量	S_NMSP	Number of measurements at same spot	在同一地点测量数目
	_OVI[20]		字段：整数输出值
	_OVR[32]		字段：实数输出值
图标+数量	S_PRNUM	Probe type and probe number	测头参数字段的编号
X0/Y0/Z0	S_SETV	Setpoint value	目标值
$\alpha 1$	S_STA1	Starting angle	起始角

功能标记参数	循环参数	英语来源	相应中文
X	S_SZA	Safety zone on workpiece abscissa	保护区在平面第 1 轴的位置
Y	S_SZO	Safety zone on workpiece ordinate	保护区在平面第 2 轴的位置
DIF	S_TDIF	Tolerance dimensional difference check	尺寸差极限
TLL	S_TLL	Tolerance lower limit	公差下限
TMV	S_TMV		求平均值，用于补偿
T	S_TNAME	Tool name	在使用刀具管理时刀具名
	S_TNVL		用于三角变形的极限值
TSA	S_TSA	Tolerance safe area	置信区域
TUL	S_TUL	Tolerance upper limit	公差上限
TZL	S_TZL	Tolerance zero offset range	零补
VMS	S_VMS	Variable measuring speed	可变测量速度

循环软件版本 SW4.4 起的修改

A.1 测量循环参数和 MEA_FUNCTION_MASK 参数的对照表

从测量循环版本 4.4 起，原先版本 2.6 中位于 GUD 变量中的所有设置数据现在都位于可自定义的机床数据和设定数据中（例如：标定值的数据字段）。测量循环数据不再需要 GUD 功能块：GUD5、GUD6 和 GUD7_MC。

下表列出了和功能相关的测量循环参数及其对应的 MEA_FUNCTION_MASK 参数。

位 1)	功能	机床数据标识 SW 2.6	SW 2.6 以下版本的 GUD 名称
通用循环机床数据：MD51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK (32 位)			
测量工件			
0	指定标定用监控功能（默认值=1）	51616 \$MNS_MEA_CAL_MONITORING	_CBIT[16]
1	指定进给轴上测头的长度基准 （默认值=1） 0 = 基准点是测球球心 1 = 基准点是测球外边缘	51614 \$MNS_MEA_PROBE_LENGTH_RELATE	_CBIT[14]
2	指定在补偿刀具数据时是否支持可定向刀架（默认值=0）	51610 \$MNS_MEA_TOOLCARR_ENABLE	_CBIT[7]
3	指定单向刀具测头的补偿角 （默认值=1）	51612 \$MNS_MEA_MONO_COR_POS_ACTIVE	_CBIT[8]
刀具测量			
16	指定在补偿刀具数据时是否支持可定向刀架（默认值=0）	MD 51610 \$MNS_MEA_TOOLCARR_ENABLE	_CBIT[7]
通道专用的循环机床数据：MD52740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK (32 位)			
测量工件			
0	指定工件测头的测量输入（默认值=0） 0 = CNC 测量输入 1 1 = CNC 测量输入 2	51606 \$MNS_MEA_INPUT_PIECE_PROBE[0]	_CHBIT[0]

A.1 测量循环参数和 MEA_FUNCTION_MASK 参数的对照表

位 1)	功能	机床数据标识 SW 2.6	SW 2.6 以下版本的 GUD 名称
1	指定车削测量循环采用 Y 轴作为测量轴（默认值=0）	52605 \$MCS_MEA_TURN_CYC_SPECIAL_MODE	_CHBIT[19]
刀具测量			
16	指定刀具测头的测量输入（默认值=1） 0 = CNC 测量输入 1 1 = CNC 测量输入 2	51607 \$MNS_MEA_INPUT_TOOL_PROBE[0]	_CHBIT[1]
通用循环设定数据：SD 54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK（32 位）			
测量工件			
0	指定测量差值超过_TDIF 或_TSA 时执行重复测量（默认值=0）	54655 \$SNS_MEA_REPEATE_ACTIVE	_CBIT[0]
1	指定在输出报警时重复测量以及在 M0 处循环停止（默认值=0）	54656 \$SNS_MEA_REPEATE_WITH_M0	_CBIT[1]
2	超出_TUL, _TLL, _TDI, 在 M0 处循环停止（默认值=0）	54657 \$SNS_MEA_TOL_ALARM_SET_M0	_CBIT[2]
3	将标定过的测头测球半径导入刀具数据（默认值 = 1）	54660 \$SNS_MEA_PROBE_BALL_RAD_IN_TOA	_CBIT[15]
刀具测量			
16	指定测量差值超过_TDIF 或_TSA 时执行重复测量（默认值=0）	54655 \$SNS_MEA_REPEATE_ACTIVE	_CBIT[0]
17	指定在输出报警时重复测量以及在 M0 处循环停止（默认值=0）	54656 \$SNS_MEA_REPEATE_WITH_M0	_CBIT[1]
18	超出_TDIF, 在 M0 处循环停止（默认值=0）	54657 \$SNS_MEA_TOL_ALARM_SET_M0	_CBIT[2]
19	铣刀，最后一次接触时主轴转速降低		_CHBIT[22]
通道专用的设定数据：SD 55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK（32 位）			
测量工件			

A.1 测量循环参数和 MEA_FUNCTION_MASK 参数的对照表

位 1)	功能	机床数据标识 SW 2.6	SW 2.6 以下版本的 GUD 名称
0	指定碰撞监控（默认值=1）	55600 \$SCS_MEA_COLLISION_MONITORING	_CHBIT[2]
1	将主轴位置和自动方式下绕进给轴的坐标系旋转耦合在一起（默认值=0）	55602 \$SCS_MEA_COUPL_SPIND_COORD	_CHBIT[13]
2	指定主轴位置和自动方式下绕进给轴的坐标系旋转耦合在一起后，主轴的定位方向（默认值=0） 0 = 逆时针 1 = 顺时针	55604 \$SCS_MEA_SPIND_MOVE_DIR	_CHBIT[14]
3	指定不切换测头时的测量次数（默认值=0） 0 = 5 次 1 = 1 次	55606 \$SCS_MEA_NUM_OF_MEASURE	_CHBIT[15]
4	指定测头向测量点逼近的速度（默认值=0） 0 = 采用测量进给率 _VMS 1 = 采用\$SCS_MEA_FEED_FAST_MEASURE	55610 \$SCS_MEA_FEED_TYP	_CHBIT[17]
5	指定测头从测量点返回的速度（默认值=0） 0 = 采用\$SCS_MEA_FEED_PLANE_VALUE 1 = 采用\$SCS_MEA_FEED_RAPID_IN_PERCENT	55608 \$SCS_MEA_RETRACTION_FEED	_CHBIT[16]
6	指定在 SPOS 指令前关闭工件测头，在 SPOS 指令后启用工件测头。 参见 CUST_MEA_CYC.SPF （默认值=0） 0 = 不调用 CUST_MEA_CYC.SPF 1 = 调用 CUST_MEA_CYC.SPF	-	-
...			
14	在自动方式中测量时，将主轴位置和绕进给轴的坐标系旋转耦合在一起（默认值=1）	55770 \$SCS_J_MEA_SET_COUPL_SP_COORD	E_MESS_SETT[0]

A.1 测量循环参数和 MEA_FUNCTION_MASK 参数的对照表

位 ¹⁾	功能	机床数据标识 SW 2.6	SW 2.6 以下版本的 GUD 名称
15	指定在 JOG 方式中测量时通过标准环标定测头 (默认值=0) 0 = 采用自动计算出的参考中心标定 1 = 采用已知的参考中心标定	55771 \$SCS_J_MEA_SET_CAL_MODE	E_MESS_SETT[1]
刀具测量			
16	指定碰撞监控 (默认值=1)	55600 \$SCS_MEA_COLLISION_MONITORING	_CHBIT[2]
17	指定不切换测头时的测量次数 (默认值=0) 0 = 5 次 1 = 1 次	55606 \$SCS_MEA_NUM_OF_MEASURE	_CHBIT[15]
18	指定测头向测量点逼近的速度 (默认值=0) 0 = 采用测量进给率 _VMS 1 = 采用 \$SCS_MEA_FEED_FAST_MEASURE	55610 \$SCS_MEA_FEED_TYP	_CHBIT[17]
19	指定测头从测量点返回的速度 (默认值=0) 0 = 采用 \$SCS_MEA_FEED_PLANE_VALUE 1 = 采用 \$SCS_MEA_FEED_RAPID_IN_PERCENT	55608 \$SCS_MEA_RETRACTION_FEED	_CHBIT[16]

- ¹⁾ 位 x=0 表明该功能关闭
 位 x=1 表明该功能启用
 所有此处未加以说明的位没有赋值。

A.2 SW 4.4 起机床数据和设定数据的修改

设定数据取代了机床数据

和循环软件版本 SW 02.06.00 相比，从 SW 04.04.01 起，以下循环机床数据（在 JOG 中测量）被删除，取而代之的是相同作用的循环设定数据。

被删除的机床数据	取而代之的设定数据
51609 \$MNS_MEA_INPUT_TOOL_PROBE_SUB[0 .. 5]	54652 \$SNS_MEA_INPUT_TOOL_PROBE_SUB[0 .. 5]
51755 \$MNS_J_MEA_MEASURING_FEED	55630 \$SCS_MEA_FEED_MEASURE
51774 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_TYPE[n]	54633 \$SNS_MEA_TP_TYPE[n]
51776 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_ALLOW_AX_DIR[n]	54632 \$SNS_MEA_TP_AX_DIR_AUTO_CAL[n]
51778 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_DIAM_LENGTH[n]	54631 \$SNS_MEA_TP_EDGE_DISK_SIZE[n]
51782 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_T_EDGE_DIST[n]	54634 \$SNS_MEA_TP_CAL_MEASURE_DEPTH[n]
51787 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_MEASURE_FEED	55628 \$SCS_MEA_TP_FEED_MEASURE

设定数据编号的修改

和循环软件版本 SW 02.06.00 相比，从 SW 04.04.01 起，以下循环设定数据的编号发生改变。但是它的标识和功能没有发生改变。

设定数据的编号		标识
SW 02.06.00	从 SW 04.04.01 起	
54798	54780	\$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE
54799	54782	\$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL
55630	55632	\$SCS_MEA_FEED_RAPID_IN_PERCENT
55631	55634	\$SCS_MEA_FEED_PLANE_VALUE
55632	55636	\$SCS_MEA_FEED_FEEDAX_VALUE
55633	55638	\$SCS_MEA_FEED_FAST_MEASURE

A.3 循环机床数据和设定数据修改总览

A.3 循环机床数据和设定数据修改总览

表格 A-1 循环机床数据修改总览 - 自 Cycle SW 04.04.05.00 起

SW 02.06.01.03 HF3 CYCLE SW 02.06.56.00	CYCLE SW 04.04.05.00
	N51071 \$MNS_ACCESS_ACTIVATE_CTRL_E
	N51072 \$MNS_ACCESS_EDIT_CTRL_E
	N51073 \$MNS_ACCESS_SET_SOFTKEY_ACCESS
	N51199 \$MNS_ACCESS_WRITE_TM_GRIND
N51606 \$MNS_MEA_INPUT_PIECE_PROBE[0]	N52740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 0
N51606 \$MNS_MEA_INPUT_PIECE_PROBE[1]	删除
N51607 \$MNS_MEA_INPUT_TOOL_PROBE[0]	N52740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 16
N51607 \$MNS_MEA_INPUT_TOOL_PROBE[1]	删除
N51609 \$MNS_MEA_INPUT_TOOL_PROBE_SUB[0 .. 5]	删除
N51610 \$MNS_MEA_TOOLCARR_ENABLE	删除
N51612 \$MNS_MEA_MONO_COR_POS_ACTIVE	删除，功能始终生效
N51614 \$MNS_MEA_PROBE_LENGTH_RELATE	N51740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 1
N51616 \$MNS_MEA_CAL_MONITORING	N51740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 0
N51755 \$MNS_J_MEA_MEASURING_FEED	删除
N51774 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_TYPE[0 .. 5]	N54633 \$SNS_MEA_TP_TYPE[n]
N51776 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_ALLOW_AX_DIR[0 .. 5]	N54632 \$SNS_MEA_TP_AX_DIR_AUTO_CAL[n]
N51778 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_DIAM_LENGTH[0 .. 5]	N54631 \$SNS_MEA_TP_EDGE_DISK_SIZE[n]
N51782 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_T_EDGE_DIST[0 .. 5]	N54634 \$SNS_MEA_TP_CAL_MEASURE_DEPTH[n]
N51787 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_MEASURE_FEED	N54636 \$SNS_MEA_TP_FEED[n]
N52605 \$MCS_MEA_TURN_CYC_SPECIAL_MODE	N52740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 1
	N52248 \$MCS_REV_2_BORDER_TOOL_LENGTH

A.3 循环机床数据和设定数据修改总览

SW 02.06.01.03 HF3 CYCLE SW 02.06.56.00	CYCLE SW 04.04.05.00
	N52290 \$MCS_SIM_DISPLAY_CONFIG
	N52740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK
	N52751 \$MCS_J_MEA_MAGN_GLAS_POS[0]
	N52751 \$MCS_J_MEA_MAGN_GLAS_POS[1]

表格 A-2 循环设定数据修改总览 - 自 Cycle SW 04.04.05.00 起

SW 02.06.01.03 HF3 CYCLE SW 02.06.56.00	CYCLE SW 04.04.05.00
	N54611 \$SNS_MEA_WP_FEED[0 .. 11]
	N54636 \$SNS_MEA_TP_FEED[0 .. 5]
	N54651 \$SNS_MEA_TPW_FEED[0 .. 5]
	N54652 \$SNS_MEA_INPUT_TOOL_PROBE_SUB[0 .. 5]
	N54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK
	N54760 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE
	N54762 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL
	N54764 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK_TURN
N54798 \$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE	N54780 \$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_PIECE
N54799 \$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL	N54782 \$SNS_J_MEA_FUNCTION_MASK_TOOL
N54655 \$SNS_MEA_REPEAT_ACTIVE	N54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 0
N54656 \$SNS_MEA_REPEAT_WITH_M0	N54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 1
N54657 \$SNS_MEA_TOL_ALARM_SET_M0	N54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 2
N54659 \$SNS_MEA_TOOL_MEASURE_RELATE	删除
N54660 \$SNS_MEA_PROBE_BALL_RAD_IN_TOA	N54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 3
N55600 \$SCS_MEA_COLLISION_MONITORING	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 0
N55602 \$SCS_MEA_COUPL_SPIND_COORD	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 1
N55604 \$SCS_MEA_SPIND_MOVE_DIR	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 2
N55606 \$SCS_MEA_NUM_OF_MEASURE	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 17
N55608 \$SCS_MEA_RETRACTION_FEED	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 5

A.3 循环机床数据和设定数据修改总览

SW 02.06.01.03 HF3 CYCLE SW 02.06.56.00	CYCLE SW 04.04.05.00
N55610 \$SCS_MEA_FEED_TYP	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 4
	N55628 \$SCS_MEA_TP_FEED_MEASURE
	N55630 \$SCS_MEA_FEED_MEASURE
N55630 \$SCS_MEA_FEED_RAPID_IN_PERCENT	N55632 \$SCS_MEA_FEED_RAPID_IN_PERCENT
N55631 \$SCS_MEA_FEED_PLANE_VALUE	N55634 \$SCS_MEA_FEED_PLANE_VALUE
N55632 \$SCS_MEA_FEED_FEEDAX_VALUE	N55636 \$SCS_MEA_FEED_FEEDAX_VALUE
N55633 \$SCS_MEA_FEED_FAST_MEASURE	N55638 \$SCS_MEA_FEED_FAST_MEASURE
	N55642 \$SCS_MEA_EDGE_SAVE_ANG
N55761 \$SCS_J_MEA_SET_NUM_OF_ATTEMPTS	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 17
N55762 \$SCS_J_MEA_SET_RETRAC_MODE	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 5
N55763 \$SCS_J_MEA_SET_FEED_MODE	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 4
N55770 \$SCS_J_MEA_SET_COUPL_SP_COORD	删除，功能始终生效
N55771 \$SCS_J_MEA_SET_CAL_MODE	N55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK Bit 15
N55772 \$SCS_J_MEA_SET_PROBE_MONO	删除，功能对应刀具类型

A.4 测量功能用 GUD 参数对照表

您可以对每个循环机床数据和设定数据进行一些基本设置。

下列前缀名为固定含义：

- \$SNS_... 通用设定数据
- \$SCS_... 通道专用设定数据
- \$MNS_... 通用机床数据
- \$MCS_... 通道专用机床数据

下表列出的 GUD 参数是 V7.5 以下的测量循环版本中 GUD 功能块 GUD5、GUD6 和 GUD7_MC 的内容，从 V2.7/V4.4 起有对应的机床数据/设定数据。

在应用中，这些 GUD 参数是向下兼容的，即和现有程序兼容。

功能块 GUD5, GUD6 和 GUD7_MC 被 PGUD 替代（参数显示中的 SGUD）。

版本 7.5 以下的 GUD	自机床数据/设定数据版本 V2.7/V4.4 起
_WP[x,0]	SD54600 \$SNS_MEA_WP_BALL_DIAM[0...11]
_WP[x,1]	SD54601 \$SNS_MEA_WP_TRIG_MINUS_DIR_AX1[0...11]
_WP[x,2]	SD54602 \$SNS_MEA_WP_TRIG_PLUS_DIR_AX1[0...11]
_WP[x,3]	SD54603 \$SNS_MEA_WP_TRIG_MINUS_DIR_AX2[0...11]
_WP[x,4]	SD54604 \$SNS_MEA_WP_TRIG_PLUS_DIR_AX2[0...11]
_WP[x,5]	SD54605 \$SNS_MEA_WP_TRIG_MINUS_DIR_AX3[0...11]
_WP[x,6]	SD54606 \$SNS_MEA_WP_TRIG_PLUS_DIR_AX3[0...11]
_WP[x,7]	SD54607 \$SNS_MEA_WP_POS_DEV_AX1[0...11]
_WP[x,8]	SD54608 \$SNS_MEA_WP_POS_DEV_AX2[0...11]
_WP[x,9]	SD54609 \$SNS_MEA_WP_STATUS_RT[0...11]
_WP[x,10]	SD54610 \$SNS_MEA_WP_STATUS_GEN[0...11]
_KB[x,0]	SD54621 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_PLUS_DIR_AX2[0...2]
_KB[x,1]	SD54622 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_MINUS_DIR_AX2[0...2]
_KB[x,2]	SD54615 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_BASE_AX1[0...2]
_KB[x,3]	SD54617 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_PLUS_DIR_AX1[0...2]
_KB[x,4]	SD54618 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_MINUS_DIR_AX1[0...2]
_KB[x,5]	SD54620 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_UPPER_AX2[0...2]

A.4 测量功能用 GUD 参数对照表

版本 7.5 以下的 GUD	自机床数据/设定数据版本 V2.7/V4.4 起
_KB[x,6]	SD54619 \$SNS_MEA_CAL_EDGE_BASE_AX2[0...2]
_TP[x,0]	SD54625 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX1[0...5]
_TP[x,1]	SD54626 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX1[0...5]
_TP[x,2]	SD54627 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX2[0...5]
_TP[x,3]	SD54628 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX2[0...5]
_TP[x,4]	SD54629 \$SNS_MEA_TP_TRIG_MINUS_DIR_AX3[0...5]
_TP[x,5]	SD54630 \$SNS_MEA_TP_TRIG_PLUS_DIR_AX3[0...5]
_TP[x,6] 和 E_MESS_MT_DL[3]	SD54631 \$SNS_MEA_TP_EDGE_DISK_SIZE[0...5]
_TP[x,7] 和 E_MESS_MT_AX[3]	SD54632 \$SNS_MEA_TP_AX_DIR_AUTO_CAL[0...5]
_TP[x,8] 和 E_MESS_MT_TYP[3]	SD54633 \$SNS_MEA_TP_TYPE[0...5]
_TP[x,9] 和 E_MESS_MT_DZ[3]	SD54634 \$SNS_MEA_TP_CAL_MEASURE_DEPTH[0...5]
_TPW[x,1]	SD54641 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX1[0...5]
_TPW[x,2]	SD54642 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX2[0...5]
_TPW[x,3]	SD54643 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX2[0...5]
_TPW[x,4]	SD54644 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_MINUS_DIR_AX3[0...5]
_TPW[x,5]	SD54645 \$SNS_MEA_TPW_TRIG_PLUS_DIR_AX3[0...5]
_TPW[x,6]	SD54646 \$SNS_MEA_TPW_EDGE_DISK_SIZE[0...5]
_TPW[x,7]	SD54647 \$SNS_MEA_TPW_AX_DIR_AUTO_CAL[0...5]
_TPW[x,8]	SD54648 \$SNS_MEA_TPW_TYPE[0...5]
_TPW[x,9]	SD54649 \$SNS_MEA_TPW_CAL_MEASURE_DEPTH[0...5]
_CM[0]	SD54670 \$SNS_MEA_CM_MAX_PERI_SPEED[0] ¹⁾

版本 7.5 以下的 GUD	自机床数据/设定数据版本 V2.7/V4.4 起
_CM[1]	SD54671 \$SNS_MEA_CM_MAX_REVOLUTIONS[0] ¹⁾
_CM[4]	SD54672 \$SNS_MEA_CM_MAX_FEEDRATE[0] ¹⁾
_CM[2]	SD54673 \$SNS_MEA_CM_MIN_FEEDRATE[0] ¹⁾
_CM[5]	SD54674 \$SNS_MEA_CM_SPIND_ROT_DIR[0] ¹⁾
_CM[6]	SD54675 \$SNS_MEA_CM_FEEDFACTOR_1[0] ¹⁾
_CM[7]	SD54676 \$SNS_MEA_CM_FEEDFACTOR_2[0] ¹⁾
_CM[3]	SD54677 \$SNS_MEA_CM_MEASURING_ACCURACY[0] ¹⁾
_CM[8]	MD51618 \$MNS_MEA_CM_ROT_AX_POS_TOL
_CBIT[0]	SD54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 0 (工件测量) SD54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 16 (刀具测量)
_CBIT[1]	SD54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 1 (工件测量) SD54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 17 (刀具测量)
_CBIT[2]	SD54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 2 (工件测量) SD54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 18 (刀具测量)
_CBIT[7]	MD51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 2 (工件测量) MD51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 16 (刀具测量)
_CBIT[8]	MD51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 3
_CBIT[14]	MD51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 1
_CBIT[15]	SD54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 3
_CBIT[16]	MD51740 \$MNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 0
_CHBIT[0]	MD52740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 0
_CHBIT[1]	MD52740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 16
_CHBIT[2]	SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 0 (工件测量) SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 16 (刀具测量)
_CHBIT[10]	SD55613 \$SCS_MEA_RESULT_DISPLAY
_CHBIT[13]	SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 1
_CHBIT[14]	SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 2
_CHBIT[15]	SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 3 (工件测量) SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 17 (刀具测量)

A.4 测量功能用 GUD 参数对照表

版本 7.5 以下的 GUD	自机床数据/设定数据版本 V2.7/V4.4 起
_CHBIT[16]	SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 5 (工件测量) SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 19 (刀具测量)
_CHBIT[17]	SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 4 (工件测量) SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 18 (刀具测量)
_CHBIT[19]	MD52740 \$MCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 1
_CHBIT[22]	SD54740 \$SNS_MEA_FUNCTION_MASK 位 19
_EVMVNUM[0]	SD55622 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE
_EVMVNUM[1]	SD55624 \$SCS_MEA_AVERAGE_VALUE
_EV[20]	SD55623 \$SCS_MEA_EMPIRIC_VALUE[0...19]
_MV[20]	SD55625 \$SCS_MEA_AVERAGE_VALUE[0...19]
_SPEED[0]	SD55632 \$SCS_MEA_FEED_RAPID_IN_PERCENT
_SPEED[1]	SD55634 \$SCS_MEA_FEED_PLANE_VALUE
_SPEED[2]	SD55636 \$SCS_MEA_FEED_FEEDAX_VALUE
_SPEED[3]	SD55638 \$SCS_MEA_FEED_FAST_MEASURE
_TP_CF	SD54690 \$SNS_MEA_T_PROBE_MANUFACTURER
_MT_COMP	SD54691 \$SNS_MEA_T_PROBE_OFFSET
_MT_EC_R[1,5]	SD54695 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_RAD1[0...4]
_MT_EC_R[2,5]	SD54696 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_RAD2[0...4]
_MT_EC_R[3,5]	SD54697 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_RAD3[0...4]
_MT_EC_R[4,5]	SD54698 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_RAD4[0...4]
_MT_EC_R[5,5]	SD54699 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_RAD5[0...4]
_MT_EC_R[6,5]	SD54700 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_RAD6[0...4]
_MT_EC_L[1,5]	SD54705 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_LEN1[0...4]
_MT_EC_L[2,5]	SD54706 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_LEN2[0...4]
_MT_EC_L[3,5]	SD54707 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_LEN3[0...4]
_MT_EC_L[4,5]	SD54708 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_LEN4[0...4]

版本 7.5 以下的 GUD	自机床数据/设定数据版本 V2.7/V4.4 起
_MT_EC_L[5,5]	SD54709 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_LEN5[0...4]
_MT_EC_L[6,5]	SD54710 \$SNS_MEA_RESULT_OFFSET_TAB_LEN6[0...4]
E_MESS_D	MD51750 \$MNS_J_MEA_M_DIST
E_MESS_D_M	MD51751 \$MNS_J_MEA_M_DIST_MANUELL
E_MESS_D_L	MD51752 \$MNS_J_MEA_M_DIST_TOOL_LENGTH
E_MESS_D_R	MD51753 \$MNS_J_MEA_M_DIST_TOOL_RADIUS
E_MESS_FM	SD55630 \$SCS_MEA_FEED_MEASURE
E_MESS_F	MD51757 \$MNS_J_MEA_COLL_MONIT_FEED
E_MESS_FZ	MD51758 \$MNS_J_MEA_COLL_MONIT_POS_FEED
E_MESS_CAL_D[2]	MD51770 \$MNS_J_MEA_CAL_RING_DIAM[0...11]
E_MESS_CAL_L[0]	MD51772 \$MNS_J_MEA_CAL_HEIGHT_FEEDAX[0...11]
E_MESS_MT_DR[3]	MD51780 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_DIAM_RAD[0...5]
E_MESS_MT_DIR[3]	MD51784 \$MNS_J_MEA_T_PROBE_APPR_AX_DIR[0...5]
E_MESS_SETT[0]	SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 14
E_MESS_SETT[1]	SD55740 \$SCS_MEA_FUNCTION_MASK 位 15
1) 参数 SD54670 至 54677 各有两个数据组，下标 0 和 1。 注：GIV 2.7/4.4 须使用带下标 1 的数据组。自 GIV 4.5 起须使用带下标 0 的数据组。	

GUD 至 Cycle SW 04.04.00	自 Cycle SW 04.04.05.00 起
_RF	N55640 \$SCS_MEA_FEED_CIRCLE

A.5 循环程序和 GUD 模块的名称变更

以下测量程序的名称从测量循环版本 2.6 起发生改变或者被取消：

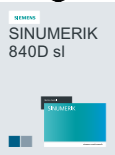
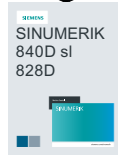
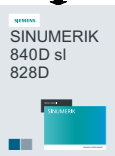
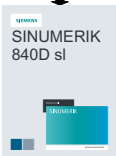
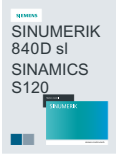
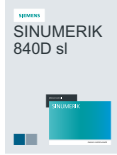
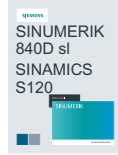
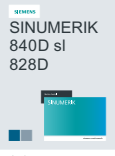
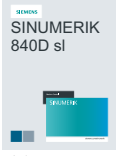
GUD 循环名称，至版本 7.5	循环名称 从版本 2.6 起
CYC_JMC	Cycle131
CYC_JMA	Cycle132
Cycle198	CUST_MEACYC
Cycle199	CUST_MEACYC
Cycle100	该程序已取消！
Cycle101	该程序已取消！
Cycle105	该程序已取消！
Cycle106	该程序已取消！
Cycle107	该程序已取消！
Cycle108	该程序已取消！
Cycle113	该程序已取消！
Cycle118	该程序已取消！
Cycle972	该程序已取消！
E_SP_NPV	该程序已取消！
CYC_JM	该程序已取消！
GUD5	该模块已取消！
GUD6	该模块已取消！
GUD7	该模块已取消！
GUD7_MC	该模块已取消！

附录

B.1 缩略符

缩写	含义
CNC	Computerized Numerical Control: 计算机数字控制
DIN	德国工业标准
I/O	输入/输出
GUD	Global User Data:全局用户数据
JOG	Jogging:点动模式
MD	机床数据
MCS	机床坐标系
NC	Numerical Control: 数字控制系统
NCK	Numerical Control Kernel:带有程序段处理, 运行范围等等的数字内核
NCU	Numerical Control Unit:NCK 硬件单元
NV	零点偏移
PLC	Programmable Logic Control:可编程逻辑控制器
SL	刀沿位置
SW	软件
WCS	工件坐标系

B.2 资料一览

通用文档				
				
广告印刷品	产品样本 NC 62	产品样本 PM 21	系统手册Ctrl-Energy	
用户文档				
				
操作手册 - 通用 - 车削 - 铣削 - 磨削	操作手册 Create MyConfig	编程手册 - 基础 - 工作准备 - 测量循环	编程手册 - ISO 车削 - ISO 铣削	诊断手册之报警
制造商/服务文档				
				
设备手册 - NCU - 操作组件和联网 - AD14	系统手册 向导 机床配置	调试手册 - CNC:NCK, PLC, 驱动 - 基础软件和操作软件	参数手册 - 机床数据 - 接口信号 - 变量	
制造商/服务文档				
				
功能手册 - 基本功能 - 扩展功能 - 特殊功能 - 同步动作 - ISO 方言	功能手册 刀具管理	功能手册 Safety Integrated	选型手册 - EMC 指令 - 工业安全	
信息/培训		电子文档		
				
培训资料 - 简单铣削 使用 ShopMill - 简单车削 使用 ShopTurn	刀具和模具制造手册	DOConCD	工业在线支持（SIOS） 网上商城	

词汇表

“实际-目标”差值

指实测值和理想目标值之间的差值。

Part 链

Part 链是坐标转换链部分链之一，与 Tool 链平行运行。Part 链以 Root 单元开始，在工件夹紧时结束。

Tool 链

Tool 链是坐标转换链部分链之一，与 Part 链平行运行。Tool 链以 Root 单元开始，在刀柄中结束。

标定

标定是指确定测头触发点的位置、将 SD 54600 起的设定数据保存到循环中的这一过程。

标准槽

标准槽是机床加工区域内现有的一个槽，其精确位置已知，用于标定工件测量用测头。

标准刀具

标准刀具是一种特殊的刀具（一般情况下是一根圆柱形销棒），它的尺寸已知，用于精确确定机床零点和测头触发点（刀具测头）之间的间距。

补偿角位置

在使用单向测头进行测量时，由于机床本身的某些原因，测头的位置可能需要通过测头类型 712 中的刀具数据加以修正。

测量刀具

在测头测量刀具时，夹紧的刀具向测头移动，该刀具可以固定安装在机床上或通过一个机械装置转入机床的加工区域。自动测量出的刀具几何尺寸随后保存在对应的刀具补偿数据段中。

测量方案

各个测量循环的测量方案由参数 `S_MVAR` 设定。该参数可以为特定整数值，循环内部会检查该值的有效性。

测量工件

在测头测量工件时，测头如同一把刀具向夹紧的工件移动。得益于测量循环的灵活结构，测头几乎可以处理车床或铣床上的所有测量任务。

测量行程

测量行程 `DFA` 指测头起始位置到目标位置（切换位置）之间的距离。

测量精度

测头可以达到的测量精度取决于以下因素：

- 机床的重复精度
- 测头的重复精度
- 测量系统的分辨率

在“实时测量”时控制系统重复精度总计为 ± 1 微米。

测球直径

测球直径是有效直径。它在测头标定过程中确定并保存在测量循环数据中。

测头类型

在测量刀具和工件尺寸时需要采用一个电子切换测头，它一偏转便提供一个信号变化量（脉冲沿）。

根据测量方向的数量，测头可以分为：

- 多向（3D、多向测头）
- 单向（单向测头）

差值测量

差值测量指对一个 1 测量点进行两次测量：第一次在主轴从循环开始时的初始位置旋转 180 度（测头旋转）后进行测量，第二次在循环开始时程序建议的主轴位置上进行测量。如果对测量精度要求不高，通过这种测量法可以使用未经标定的测头！

尺寸差极限

尺寸差极限是一个公差参数，一旦超出其限值(S_DIF) 可以会损坏刀具，从而需要更换刀具。尺寸差极限不影响补偿值计算。

触发点

测头的触发点在标定测头时确定，依据轴方向保存在 SD 54600 起的通道专用设定数据中。

单向测头

单向测头是一种只能在一个方向上偏转的测头类型。它只能用于铣削中心和加工中心上的工件测量，其限制较低。

刀架

当机床上刀具和工件之间的方向发生变化时才需使用刀架。刀架是一种静态转换，即：运行中设置过一次的方向保持固定并且在运行时也不能改变。方向发生变化时还会对刀具长度分量带来其他变化。刀架接收了方向变化和偏移的必要的计算。

刀具名称

指刀具列表中刀具的名称。

多向测头

多向测头是一种可以在三个方向上偏转的测头。

防撞监控

在测量循环中“防撞监控”指程序监控所有在测量循环内部产生的中间定位过程，检查是否有测头的切换信号。在检查出测头切换后会立即中断轴运动，并输出报警信息。

飞速测量

飞速测量是一种直接在 NC 中处理传感器信号的测量方法。

公差上限

如果工件公差上限(S_{TUL})位于“2/3 工件公差”和“尺寸差极限”之间，则该上限被 100% 地用作刀具补偿，之前的平均值被删除。

公差下限

如果工件公差下限(S_{TLL})位于“工件 2/3 公差”和“尺寸偏差检查”之间，则该下限被 100 % 地用作刀具补偿，之前的平均值被删除。

经验值

经验值用于修正固有尺寸偏差。

零补区域

该公差范围（下限 S_{TZL} ）指偶然出现的最大尺寸偏差量（绝对值）。如果实际值额定值差值小于零补偿区域，则不用补偿。

零点偏移 (NV)

“实际-目标”差值作为测量结果保存到任意一个可设定零点偏移的数据组中。

毛坯检测

在毛坯检测中，控制器会依据 → 工件测量结果计算出工件的位置、偏差和零点偏移。

目标值

在“飞速测量”测量方案中，控制器会为循环指定一个目标位置，在该位置上需要收到切换测头的信号。

偏移轴

在特定的测量方案中，例如：CYCLE998 的“角度测量”，测头可能会在各次测量之间在一根指定的轴上定位，即所谓的偏移轴，而在另一根测量轴上进行测量。该轴在 S_{MA} 中定义。

平均值

求平均值考虑了一个加工批次中尺寸的固有偏差，计算平均值采用的 $\rightarrow$ 加权系数 k 可以自由选择。

仅仅采用求平均值的方法并不能确保稳定的加工质量。测出的固有尺寸偏差由 $\rightarrow$ 经验值加以修正。

删除剩余行程

需要使测头逼近某个测量点时，控制器会首先向位置控制环发送一个运行命令，测头便朝着测量点移动。此时，目标位置是期望测量点后方的一个点。一旦测头接触到工件/刀具，控制器便检测出它在切换点上的实际坐标，并删除没有完成的“剩余行程”，使驱动器停止。

同一地点上多次测量

指在同一地点上开始多次测量，测量次数可以通过参数 S_NMSP 设定。“实际-目标”差值是算数平均值。

位置偏差

位置偏差（偏心度）指主轴中心点和标定时测定出的测球中心点之间的差值。该偏差由测量循环加以修正。

以一定角度测量

以一定角度测量是一种在任意角度下测量钻孔、凸台（芯轴）或隔断的方法。此时，测头会以设定角度在工件坐标系中完成测量行程。

异步子程序

异步子程序是不受当前程序状态影响、由一个中断信号如“高速 NC 输入”异步启动的零件程序。

用于求平均值的加权系数

加权系数用于对单次测量进行加权运算，这样由加权系数变化而得出的新测量结果只会对新的刀具补偿产生部分影响。

在 JOG 方式下测量

包括下列功能：

- 半自动地测定刀具几何尺寸，将尺寸保存到刀具补偿数据组中
- 半自动地测定并设置参考点，将参考点保存到零点偏移数据组中

上述功能的操作通过软键和输入窗口实现。

置信区域

置信区域 S_TSA 对补偿值计算没有影响，它用于诊断。如果超出该区域，可能是测头出现异常或者是目标位置设置错误导致。

轴向测量

轴向测量是一种测量边沿平行于坐标轴的工件的方法，工件如：钻孔、凸台（芯轴）、矩形等。此时，测头会与轴平行地在工件坐标系中完成测量行程。

坐标转换链

坐标转换链是指对机床运动结构的描述，由任意数量的相互连接的单元组成。从坐标转换链上也能同时衍生出部分链。控制系统中总是只有一个坐标转换链生效。生效的坐标转换链以 **Root** 单元开始。坐标转换链在空间确定的坐标系中定义。

索引

C

CYCLE116, 54

标

标准刀具, 36

补

补偿值确定, 43

菜

菜单树形图

铣削工艺, 86

测

测量刀具（车削）

标定 - 测头 (CYCLE982), 283

测量 - 车刀(CYCLE982), 288

测量 - 铣刀(CYCLE982), 293

测量 - 钻头(CYCLE982), 301

测量刀具（铣削版）

标定 - 测头 (CYCLE971), 312

测量 - 车刀(CYCLE982), 288

测量 - 铣刀 (CYCLE971), 319

测量方案, 43

测量工件（车削版）

标定 - 标准槽标定探头(CYCLE973), 98

标定 - 标准环标定半径 (CYCLE976), 125

标定 - 标准面标定半径(CYCLE973), 94

标定 - 长度 (CYCLE973), 91

标定长度 (CYCLE976), 121

标准面标定半径(CYCLE976), 130

标准球标定(CYCLE976), 139

测量 - 1 个孔 (CYCLE977), 188

测量 - 1 个圆形轴颈 (CYCLE977), 206

测量 - 3 个球体 (CYCLE997), 228

测量 - 凹槽(CYCLE977), 157

测量 - 边对齐 (CYCLE998), 150

测量 - 隔断(CYCLE977), 163

测量 - 矩形腔 (CYCLE977), 182

测量 - 矩形轴颈 (CYCLE977), 200

测量 - 内圆弧 (CYCLE979), 194

测量 - 内直径(CYCLE974, CYCLE994), 106

测量 - 平面对齐 (CYCLE998), 217

测量 - 前沿 (CYCLE974), 103

测量 - 球体 (CYCLE997), 222

测量 - 任意角(CYCLE961), 174

测量 - 设置边沿 (CYCLE978), 143

测量 - 外圆弧 (CYCLE979), 212

测量 - 外直径(CYCLE974, CYCLE994), 111

测量 - 直角 (CYCLE961), 169

测量 - 主轴角度差(CYCLE995), 234

测量 - 坐标转换矢量(CYCLE996), 239

高级测量, 118

测量工件（铣削版）

标定 - 标准槽标定探头(CYCLE973), 98

标定 - 标准环标定半径 (CYCLE976), 125

标定: 2 个边沿之间的半径 (CYCLE976), 134

标定长度 (CYCLE976), 121

标准面标定半径(CYCLE976), 130

标准球标定(CYCLE976), 139

测量 - 1 个孔 (CYCLE977), 188

测量 - 1 个圆形轴颈 (CYCLE977), 206

测量 - 3 个球体 (CYCLE997), 228

测量 - 凹槽(CYCLE977), 157

测量 - 边对齐 (CYCLE998), 150

测量 - 隔断(CYCLE977), 163

测量 - 矩形腔 (CYCLE977), 182

测量 - 矩形轴颈 (CYCLE977), 200

测量 - 内圆弧 (CYCLE979), 194

测量 - 平面对齐 (CYCLE998), 217

测量 - 球体 (CYCLE997), 222

测量 - 任意角(CYCLE961), 174

测量 - 设置边沿 (CYCLE978), 143

测量 - 外圆弧 (CYCLE979), 212

测量 - 完整测量坐标转换矢量

(CYCLE9960), 260

测量 - 直角 (CYCLE961), 169

测量 - 主轴角度差(CYCLE995), 234

测量 - 坐标转换矢量(CYCLE996), 239

测量结果图, 61

测量精度, 40

测量速度, 39

测量循环参数

CYCLE961, 361

CYCLE971, 384

CYCLE973, 334

CYCLE974, 337

CYCLE976, 345

CYCLE977, 356

CYCLE978, 348

测量循环

编程手册, 08/2018, 6FC5398-4BP40-6RA2

CYCLE979, 364
CYCLE982, 380
CYCLE994, 340
CYCLE995, 372
CYCLE996, 376
CYCLE997, 369
CYCLE998, 352

测头, 24

L 形测头, 27
单向测头, 26
刀具测头, 24
多向测头, 26
工件测头, 25
星形测头, 27

程

程序编辑器中的测量循环支持（从 SW 6.2 起）, 61

尺

尺寸差极限, 47
尺寸偏差, 43

刀

刀具测量, 14

飞

飞速测量, 37

工

工件测量, 13
工件测头, 28

公

公差上限, 47
公差下限, 47

机

机床和工件的参考点, 18

计

计算圆弧的圆心和半径, 54

结

结果参数, 88

经

经验值、平均值和公差参数的影响, 51

可

可使用的测头, 24

零

零补区域, 48
零点偏移（NV）, 18

平

平均值, 43

起

起始位置/目标位置, 38

求

求平均值, 43

用

用户程序
 执行测量前的, 59
用于检查和补偿测量结果的参数, 46

制

制动行程计算, 39

置

置信区域, 46