

精通

SINUMERIK 802D

数控铣削编程



SIEMENS

专门讲解西门子数控系统的应用

李晓晖 咎 华 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

精通SINUMERIK 802D 数控铣削编程

主 编 李晓晖 咎 华
副主编 魏长江 过霄虹
参 编 郭海清 杨轶峰 叶 俊 胡大为
屈长江 薛凤举 丁 宾



机械工业出版社

本书采取指令讲解与实例剖析并重的手法,翔实地讲述了 SINUMERIK 802D 系统典型指令的功能及其应用范围和应用中的注意事项、多种编程思路及其实际效果对比以及该数控系统特有的指令用法,旨在引领读者学习和体会西门子数控系统丰富的功能和内涵,避免在使用中出现常见的问题和错误。本书主要内容包括: SINUMERIK 802D 系统简介,铣削加工基本编程指令, SINUMERIK 802D 系统面板操作,工艺循环指令的应用,编程示例,实例编程解析。

本书可供使用西门子数控系统的工程技术人员及操作人员、大中专院校和各类职业学校数控专业师生以及各种数控技能大赛的选手阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

精通 SINUMERIK 802D 数控铣削编程/李晓晖, 咎华主编. —北京: 机械工业出版社, 2008. 5

ISBN 978-7-111-23948-2

I. 精… II. ①李…②咎… III. 数控机床: 铣床—程序设计 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 053246 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王英杰 版式设计: 霍永明 责任校对: 陈立辉

封面设计: 王伟光 责任印制: 李 妍

三河市汇鑫印务有限公司印刷 (兴文装订厂装订)

2008 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.75 印张·390 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-23948-2

定价: 25.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379761

封面无防伪标均为盗版

序

随着我国国民经济的飞速发展，制造业已经成为我国国民经济的支柱产业之一。围绕着航空航天工业、汽车工业，模具制造等领域的发展，数控机床成为了制造业必不可少的基本加工设备，我国也一跃成为全球机床的制造和消费大国。国产数控机床不仅在产量上快速增长，而且在质量和技术水平上也有显著的提高，数控机床的制造能力也由低端的简易数控机床向全机能高端数控机床发展。

随着我国机床生产能力和产量的不断提高，数控机床的广泛应用使得数控操作编程人员的需求量大增，但我国数控机床的应用平均水平还相对较低。在一些企业中，对于零件加工程序的设计，很多操作编程人员仍停留在 G01、G02、车床和铣床的刀具半径补偿的基础水平上；对于自由曲面零件的加工，则依赖于 CAD/CAM 软件系统生成的 G01 直线段对曲线进行拟合。其实数控系统中不仅提供了诸如 G01、G02 等基本指令，而且还可以提供诸多的特殊编程指令的编程方法以及加工工艺循环等。比如圆弧上三点编程指令、坐标转换指令、柱面编程、极坐标编程、刀补速度补偿、几何轮廓元素编程、用于车削或铣削的工艺循环编程。这些功能的使用可以大大简化数控加工程序的复杂程度、提高数控加工的效率和质量。

数控机床的操作、加工工艺和加工程序的编制、刀具和工装的选用等构成了数控机床使用的三个主要环节。数控系统的功能和编程指令的丰富程度、加工零件程序的质量、刀具的品质等都是影响零件加工质量的重要因素。其中，数控加工编程是数控机床应用技术中的一个重要环节。一个零件由各种几何轮廓构成，这些轮廓又是由各种面、曲面构成的。一个零件加工程序是描述一个工件或一个工序的几何形状以及加工工艺的集合，因此一个零件加工程序的编写质量，不仅直接关系到零件的精度和质量，而且还涉及到编写程序的效率，零件加工成本以及与其他人员的技术交流。

出版《精通 SINUMERIK 802D 数控铣削编程》和《精通 SINUMERIK 802D 数控车削编程》两本书的目的是使更多的数控编程人员能够更加充分地利用西门子数控系统的资源，更进一步地提高零件程序的编写水平。实用性是编写特点。这两本书以西门子公司 SINUMERIK 802D 系统为背景，介绍了数控系统的编程资源，并且通过大量完整的手工编程实例对数控系统中编程指令、加工工艺循环等的用途和用法进行了详细的描述。对实例中的图形介绍了多种可以实现加工的程序，可以使读者了解不同指令代码的格式用法、适用条件和使用技巧等，从中得到有益的启示。

数控编程是数控机床的应用技术的一个重要组成部分。数控应用水平的提高,也是推动提高数控机床制造水平的动力。《精通 SINUMERIK 802D 数控铣削编程》和《精通 SINUMERIK 802D 数控车削编程》的出版发行,不仅可以用作车间数控编程人员的参考手册,对广大编程人员编程水平的提高有所帮助;也可以作为我国快速发展的职业教育中的实用教材,能够对数控加工编程实训教学提供范例支持,深化教学内容。

希望本书能够对我国制造业的发展,对提高我国数控机床应用技术的整体水平贡献出一份力量。

王 钢

前言

西门子公司的 SINUMERIK 802D 系统是目前在我国应用较多的一种,其优良的性价比和丰富的功能得到使用者的认同。随着数控铣床使用量的增加,急需一大批能够熟练掌握数控编程与加工操作的高级技术人才。为了满足读者更深入地学习和掌握数控编程加工技术的需求,本书以德国西门子公司的 SINUMERIK 802D 数控铣床为例来讲解其编程与操作的知识与技能。书中对初学者认为的某些高级指令(如轮廓编程指令、极坐标指令、参数编程指令和工艺循环指令)难学、不易理解的情况进行了深入的分析,提出了使用这些指令的建议与方法。

本书从 SINUMERIK 802D 系统编程指令使用的角度,对比介绍了基本指令与高级指令的应用特点,突出了工艺循环指令使用的介绍。在本书的第五章和第六章中,尝试对一个图形的多种不同的编程思路作了必要的说明与提示,旨在使读者能够更深地体会不同编程指令的适用条件,加快编程速度,运用必要的编程技巧完成实际加工任务。书中的实例程序均通过了机床加工验证(数控机床配置的 802D 系统软件版本号为:802D SW 02.04.03.0270)。

本书的编写得到了西门子(中国)有限公司、北京联合大学、北京汽车工业高级技工学校、山西省机电职业技术学院、北京市工业技师学院、浙江机电职业技术学院、北京市建筑材料工业学校和北京航天控制仪器研究所等单位的大力支持,在此表示感谢!

本书在编写过程中还得到了北京航星机器制造公司李永君高级工程师等许多同仁的指导与帮助,在此致以衷心的感谢!

本书在编写过程中,参考或引用了参考文献中所列的资料,在此对这些作者表示诚挚的感谢!

本书文稿表述虽然经过反复推敲与校对,但因时间仓促,加上编者水平所限,书中难免存在不足和疏漏之处,敬请广大读者批评指正。本书作为一本数控加工编程普及性读物,所选编的实例也许在深度与难度上无法满足广大读者的需求,敬请同仁们理解,也欢迎大家加强交流,一同进步。

联系编者邮箱地址:taolun2007@126.com

编者

目 录

言 明

序	1
前言	1
第一章 SINUMERIK 802D 系统简介	1
一、SINUMERIK 802D 产品在中国市场的应用背景	1
二、SINUMERIK 802D 的产品特点	1
三、SINUMERIK 802D 的技术性能	1
第二章 铣削加工基本编程指令	4
第一节 数控铣削加工编程基础知识	4
一、数控加工编程概述	4
二、数控机床坐标系	5
三、主程序、子程序和程序命名	6
四、数控加工指令	8
五、加工平面选择	9
第二节 标定坐标尺寸指令	10
一、绝对尺寸与增量尺寸编程指令	10
二、极坐标指令	11
三、米制尺寸与英制尺寸指令	11
四、零点偏置、建立工件坐标系指令	12
五、坐标地址的数值赋值方式	13
第三节 直线移动基本指令	13
一、快速定位指令 G00 (G0)	13
二、直线插补指令 G01 (G1)	14
三、轮廓倒角/倒斜边与倒圆指令 (CHR/CHF 与 RND)	16
四、轮廓定义编程指令	18
第四节 圆弧插补指令	19
一、常用的圆弧插补指令	19
二、特殊条件的圆弧插补指令	21
第五节 螺旋插补指令	23
一、螺旋插补指令简介	24
二、螺纹加工编程简介	25
三、攻螺纹切削指令	25
四、铣削螺纹加工	27

第六节 刀具补偿指令	29
一、刀具半径补偿的基本概念	29
二、刀具半径补偿指令的应用	30
三、刀具长度补偿	31
四、刀具半径补偿值的设定	32
五、圆弧进给率修调指令 (CFTCP/CFC)	33
第七节 坐标变换指令	35
一、平面坐标系偏移指令 (TRANS/ATRANS)	35
二、平面坐标旋转指令 (ROT/AROT)	37
三、平面坐标镜像指令 (MIRROR/AMIRROR)	38
四、坐标比例系数 (SCALE/ASCALE)	41
第八节 参数编程	42
一、计算参数 R	43
二、数学运算函数	44
三、程序跳转指令	44
第九节 其他指令	47
一、暂停指令 (G04)	47
二、进给速度控制指令 (G94、G95)	47
三、轮廓过渡指令 (G450/G451)	48
四、主轴转速极限功能指令 (G25、G26)	48
五、连续路径进给功能指令 (G64)	49
六、准确定位指令 (G09、G60、G601、G602、G603)	49
七、主轴定位控制指令 (SPOS)	50
第三章 SINUMERIK 802D 系统面板操作	51
第一节 SINUMERIK 802D 系统面板	51
一、系统面板按键定义	51
二、机床控制面板	52
三、屏幕显示区	54
四、系统快捷键的使用	54
第二节 开机与手动操作运行	56
一、开机与返回机床参考点	56
二、手动 (JOG) 运行方式	57
三、自动 (MDA) 运行方式	61
第三节 程序的管理和编辑	65
一、程序管理方式	65
二、建立新程序文件	66
三、零件加工程序的编辑	68
第四节 数据设置	71
一、参数窗口设定	71

二、输入刀具参数及刀具补偿数据	71
三、输入和修改零点偏置	74
第五节 自动运行操作	77
一、启动自动运行方式	77
二、程序自动运行操作	78
三、程序段搜索操作	81
四、停止/中断零件程序后的再加工	81
五、执行“外部程序”——DNC 加工	82
六、零件程序中“病态”语句的诊断	84
第四章 工艺循环指令的应用	86
第一节 工艺循环指令概述	86
一、常用的工艺循环指令	86
二、工艺循环指令的使用说明	87
三、工艺循环指令中四个特定位置平面的定义	88
第二节 孔加工固定循环	88
一、钻孔循环指令 (CYCLE81)	88
二、钻孔、镗平面编程指令 (CYCLE82)	94
三、深孔钻削编程指令 (CYCLE83)	95
四、攻螺纹循环指令 (CYCLE84/ CYCLE840)	99
五、铰孔、镗孔循环指令 (CYCLE85)	105
六、镗孔循环指令 (CYCLE86)	106
七、带停止镗孔循环指令 (CYCLE87)	108
八、镗孔循环编程指令 (CYCLE88)	109
九、镗孔循环编程指令 (CYCLE89)	110
十、五种镗孔循环指令的特点综述	111
第三节 钻孔样式循环指令	112
一、直线排列孔样式循环指令 (HOLES1)	112
二、圆周排列孔样式循环指令 (HOLES2)	114
第四节 铣削循环	115
一、端面铣削循环指令 (CYCLE71)	116
二、轮廓铣削循环指令 (CYCLE72)	119
三、圆弧长槽 (孔) 铣削循环指令 (LONGHOLE)	124
四、圆弧槽铣削循环指令 (SLOT1)	126
五、圆周槽铣削循环指令 (SLOT2)	128
六、方形凹槽铣削循环指令 (POCKET3)	131
七、圆形凹槽铣削循环指令 (POCKET4)	135
第五章 典型图素编程示例	139
一、方形凸台的加工编程	139
二、六边形凸台的加工编程	141

三、连续轨迹的极坐标编程	144
四、方圆凸台外轮廓的精加工编程	146
五、圆形型腔轮廓的精加工编程	152
六、四角星轮廓线的刻铣编程	154
七、圆周分布的正三角形凸台轮廓精加工编程	155
八、均匀分布的正四方凸台的加工编程	158
九、三层叠加正六方凸台轮廓的精加工编程	160
十、铣削沿圆周均匀排列的径向长形孔的编程	162
第六章 实例编程解析	165
实例编程一 设置工件坐标系原点的操作与编程	165
一、矩形工件确定工件原点偏置数据的方法	166
二、圆形工件(内孔)确定工件原点偏置数据的方法	167
三、程序指令说明	168
实例编程二 圆形型腔铣削加工编程	168
实例编程三 调节板零件加工编程	177
实例编程四 四方凸台倒圆角加工编程	184
实例编程五 凸耳轮廓铣削加工编程	186
实例编程六 模板钻孔加工编程	190
实例编程七 加工平面转换与参数编程	195
实例编程八 综合零件加工编程	200
实例编程九 动涡盘的涡旋线加工编程	204
实例编程十 凸形三维曲面加工编程	208
附录	213
附录 A WinPCIN 的使用方法	213
附录 B SINUMERIK 802D 铣削加工指令表	221
参考文献	223

第一章 SINUMERIK 802D 系统简介

一、SINUMERIK 802D 产品在中国市场的应用背景

SINUMERIK 802 系列产品是从 1997 年开始进入中国市场的,包括 SINUMERIK 802S、802D、802C、802Se 和 802Ce。其中 802D 是于 1999 年推出的一款全数字式的数控系统,作为一款在中国市场上处于中端位置的数控产品,包括了车床和铣床版本。可以应用于各种金属切削机床,如车床、铣床、加工中心以及各种专用机床。2003 年, SINUMERIK 802D 的系统软件版本从 1.0 升级到了 2.0。从 2004 年第一届全国数控大赛开始,西门子 SINUMERIK 802D 数控系统就一直是全国数控大赛指定的比赛专用数控系统之一。

二、SINUMERIK 802D 的产品特点

数控系统的硬件中最核心的部件称为 PCU——面板控制单元 (Panel Control Unit),相当于数控系统的核心。SINUMERIK 802D PCU 的全部硬件就是一个操作面板,PCU 模块内包含了人机界面、NC、PLC 以及通信功能。由于 NC、PLC、HMI 以及通信功能全部在一个控制单元上运行,所以无需用户组装,使用极为方便。相同的硬件和软件既可以控制车床,也可以控制铣床,因此具有设计简单、节约空间、高质量和高可靠性的特点。在面板控制单元正面、显示屏幕的右上方配有 PC 卡插槽,既可以用来备份当前机床的试车数据,也可以将其他型号和配置完全相同的机床的试车数据直接传入当前机床的数控系统中,以达到简单、快速、批量调试机床的目的。802D 的 10.4 英寸 TFT 大屏幕薄型液晶显示器,使用了无需风扇进行散热的长寿命背景光源,还可以升级为彩色显示屏。系统内部使用闪存芯片代替了以往的硬盘存储加工程序,并且不需要依靠电池来保持加工程序的存储。因而整个 802D 的系统硬件都具有非常良好的维护性。

802D 系统的调试过程也很简单。标准的 802D 系统配置适用于车削及铣削的加工。系统的调试所需的工具主要是标准的 PC 机,西门子公司会随同数控系统向用户提供用于系统调试的软件工具包,用于 PLC 的编程、驱动器的调试及参数优化、用户报警文本及在线帮助的生成、数控系统和 PC 机之间的数据通信等。配合前面提到的 PC 卡,不仅可以备份全部数据,更可以简单、快捷地进行批量调试。

三、SINUMERIK 802D 的技术性能

1. SINUMERIK 802D 的技术数据

- 加工工艺:车削、铣削和钻削

- 可控达 4 个进给轴和 1 个主轴，或 3 个进给轴和 1 个主轴、外加 1 个辅助主轴（用于 C 轴功能：TRANSMIT/TRACYL）
- 最多 3 轴联动
- 最多 32 把刀具，带有刀具寿命监控（选项）
- 256KB 零件程序存储器
- 前面板内置 PC 卡接口，便于备份机床数据以及批量生产中的系统调试
- 西门子 G 代码编程，以及 ISO 方言编程（G291）
- 旋转轴控制
- 极坐标功能
- 10 段程序预读
- 前馈控制以及加速度突变限制等控制功能
- 刚性攻螺纹
- FRAME 功能（坐标系的旋转、平移、缩放、镜像）

2. SINUMERIK 802D 版本 2 的新功能

(1) CNC

- 存储卡（PC 卡）不仅可以用于备份机床数据，还可以存储加工程序
- 预读程序的段数增加到 35 段
- 程序存储容量扩大到 340KB

(2) HMI

- 测量功能

- 蓝图编程

- 主轴功率表

(3) PLC

- 在线梯形图状态显示

- 用户报警数量增加

- NC 与 PLC 交换数据

- 通过 PLC 信号选择加工程序

- PLC 远程诊断（选件）

3. 先进的交互式人机对话界面

易于理解的图形循环支持，十分友好的人机界面是西门子系统的一大突出特点，充分体现了科技以人为本这一源自欧洲的人性化理念。

轮廓元素（蓝图）编程功能就是一种典型的人机对话编程方式，通过输入必要的几何元素，系统可以自动地将你所描述的轮廓形状转换为相应的加工代码和坐标值，并立即写入当前正在编辑的程序中，让初学者更容易入手。

不仅如此，西门子系统在最普通的对刀和测量工件原点的功能中也提供了交互式图形界面。操作者只需在系统界面的引导下输入最基本的测量数据，并按下“计算”功能按钮，补偿值即可由系统自动算出并填入相应的参数表中。

4. 丰富的加工循环功能

西门子系统的加工循环在市场上的同类产品功能最为齐全。不仅包含常见的车削和钻镗类循环,而且还包括多种类型的铣削功能循环。

由于铣削功能较为复杂,循环中所需要的各种参数也比较多,除了进行加工所必备的基本几何参数,还包括了一些相应的工艺参数。为了让操作者便于记忆和录入这些参数,系统本身提供了对话式的编程界面,并为每一个循环参数辅以翔实的示意图形和提示信息。使用者无需记忆任何循环参数,就能在系统的引导之下很容易地理解并快速输入这些参数,从而方便地完成所有加工循环的编程。

正如西门子系统的格言“我们是车间的一员”一样,西门子数控系统正在走进更多的车间里,日益成为数控应用人员不可或缺的朋友。后续的章节将向读者详细地介绍西门子数控系统在加工应用当中的各种常用的指令和相关的操作常识。

第一章 数控铣床加工基础知识

一、数控铣床加工概述

数控铣床加工是指利用数控铣床对工件进行加工的一种方法。数控铣床是一种高精度的加工机床,它能够实现各种复杂的加工形状,如平面、曲面、孔、槽等。数控铣床的加工精度很高,可以达到微米级。此外,数控铣床还具有自动化程度高、加工效率高、操作方便等优点。因此,数控铣床在现代制造业中得到了广泛的应用。

二、数控铣床加工的特点

数控铣床加工具有以下特点:

- (1) 加工精度高: 数控铣床能够实现高精度的加工,精度可以达到微米级。
- (2) 加工效率高: 数控铣床具有自动化程度高、加工效率高的特点。
- (3) 操作方便: 数控铣床具有操作方便、易于维护的特点。
- (4) 加工范围广: 数控铣床可以加工各种复杂的加工形状,如平面、曲面、孔、槽等。

数控铣床加工广泛应用于各种工业领域,如航空航天、汽车制造、模具制造等。随着科技的不断发展,数控铣床加工技术也在不断进步,为制造业的发展做出了重要贡献。

三、数控铣床加工的基本术语

- (1) 文字: 指英文字母、数字、符号等。
- (2) 点: 指坐标轴上的点,如原点、终点等。
- (3) 线: 指坐标轴上的线,如直线、曲线等。
- (4) 面: 指坐标轴上的面,如平面、曲面等。

第二章 铣削加工基本编程指令

数控机床所使用的加工程序是按照一定的格式并以代码的形式编制的。数控系统的种类繁多，它们使用的数控程序的语言规则和格式也不尽相同。国际上采用的是 ISO 1056:1975 标准，我国制定了 JB/T3208—1999 标准，非等效采用了 ISO 1056:1975 标准。西门子子公司 SINUMERIK 802D 数控系统的编程代码使用 DIN66025 标准。因此，在数控编程之前，编程人员首先应了解所用数控机床的规格、性能、数控系统所具备的功能及编程指令格式等，根据加工路线计算出刀具运动轨迹数据和已确定的工艺参数及辅助动作，逐段编写出零件的加工程序。

第一节 数控铣削加工编程基础知识

一、数控加工编程概述

数控机床加工程序表达了数控机床实际运动顺序的功能指令的有序集合。所谓数控加工编程就是把零件的工艺过程、工艺参数、机床的运动以及刀具位移量等信息用数控语言记录在程序单上，并经校核的全过程。

1. 数控加工程序的结构

一个完整的数控加工程序由程序开始部分、若干个程序段和程序结束部分组成。

一个程序段是由一个或若干个指令“字”组成，指令代表某一信息单元；一个指令“字”由地址符和数字（有些数字还带有符号）组成，这些字母、数字、符号统称为字，它代表机床的一个位置或一个动作；每个程序段结束处应有段结束标识符“L_F”，表示该程序段结束转入下一个程序段。

一个程序段表示一个完整的加工工步或动作。

加工程序的最小组成单位是字符，它是数控系统能进行存储或传送的记号。常规加工程序用的字符分四类：

- 1) 文字，即大写的 26 个英文字母。
- 2) 数字和小数点，即 0~9 共 10 个阿拉伯数字和小数点。
- 3) 符号，即正号（+）和负号（-）。
- 4) 功能字符，即程序段结束符（L_F）、跳步符（/）、程序注释符（；）等。

2. 程序段格式

程序段格式是指令字在程序段中的书写方式和排列的顺序,以及每一个程序段的长度限制和规定。因此,编程人员在编程前必须对所选用的数控系统的功能指令进行仔细研究,以免发生错误。

常用的程序段的书写格式有三种,即固定程序段格式、使用分隔符的程序段格式和使用地址符的可变程序段格式。前两种程序段的书写格式已很少使用,目前广泛采用地址符的可变程序段的书写格式。在这种格式中,指令字的排列顺序没有严格的要求,指令字的数目以及指令字的长度都是可变化的。各种指令并非在程序的每个程序段中都必须有,而是根据各程序段的具体功能来编入相应的指令,不需要的指令字以及与上段相同的模态指令字可以不写。这种格式的特点是,程序简单,可读性强,易于检查。

二、数控机床坐标系

为了便于编程时描述机床的运动,简化程序的编制方法,保证加工数据的合理性,国际标准化组织 2001 年颁布的 ISO 841—2001 标准时,对数控机床的坐标系和运动的方向均已做出标准化规定。统一规定数控机床坐标系各轴的名称及其正负方向,使编制的加工程序对同类型系统机床具有互换性。

在配置 802D 数控系统的数控铣床/加工中心中,为准确方便地描述机床刀具运动轨迹,分别指定了坐标系概念,见图 2-1。

1. 机床坐标系 (MCS)

为了控制机床的运动方向和运动的距离,必须建立一个机床坐标系对机床的进给运动进行分类,这样可使数控机床的控制系统分别对各进给运动实行控制。同样也有利于数控机床的编程加工应用。机床坐标系的原点定在机床零点上,是所有坐标轴的零点位置。在机床出厂时,由机床生产厂家确定。

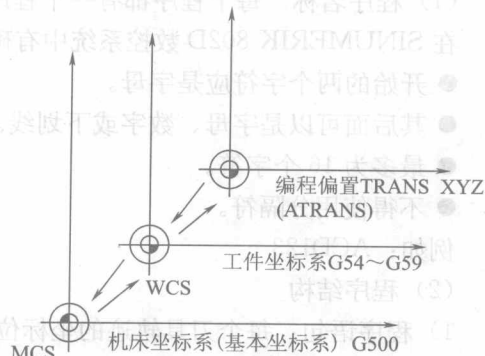


图 2-1 数控铣床坐标系

2. 工件坐标系 (WCS)

工件坐标系是编程人员在编程和加工时使用的坐标系,是零件加工程序的参考坐标系,工件坐标系的位置以机床坐标系为参考点,工件坐标系的零点可以由编程人员自由选取。

工件坐标系确定了工件与基本偏置坐标系 (G500) 之间的关系。如果基本偏置没有设定数值,那么工件坐标系则确定了工件与机床坐标系之间的关系。

工件装夹定位在机床上时,要保证工件坐标系坐标轴平行于机床坐标系坐标轴,同时也产生了机床零点与工件零点的坐标值偏移量,该值作为可设定的零点偏移量输入到给定的数据区。当加工程序运行时,此值就可以用一个编程指令(比如 G54)选择。

3. 相对坐标系

除了机床坐标系和工件坐标系之外,802D 数控系统还提供一套相对坐标系。使用此坐标系可以自由设定参考点,并且对激活的工件坐标系没有影响。屏幕上所显示的轴运动均相对于这些自由设定参考点而言。

4. 当前工作坐标系

在加工程序中所规定使用的当前处于工作状态的坐标系，包括机床坐标系、工件坐标系等。

三、主程序、子程序和程序命名

数控加工程序可分为主程序和子程序。在一个加工程序中，如果有几个一连串的程序段完全相同（即零件有几处的几何形状和尺寸完全相同，或加工顺序相同的工件），就可将这些固定顺序或重复出现的程序段单独抽出来按一定的格式编制成子程序，并存入子程序存储器中。子程序的编写格式与主程序完全相同。在通常情况下，数控机床是按主程序的指令进行工作，但是当主程序中遇到调用子程序的指令时，控制信息流就按子程序执行；当子程序中遇到返回主程序的指令时，控制信息流就返回主程序，继续按主程序执行。

对每一个完整的加工程序必须要有程序名称（程序编号），以便区别于其他程序，供操作者在数控机床程序存储器的程序目录中查找、调用。程序名必须放在程序的开头位置，程序名一定要根据系统的规定编写，否则程序无法被运行。不同的数控系统，程序名地址符也有所差别。存入数控系统程序存储器的各零件加工程序名不能相同。

1. 主程序

(1) 程序名称 每个程序都有一个程序名，主程序扩展名为：.MPF。

在 SINUMERIK 802D 数控系统中有确定程序名的规则如下：

- 开始的两个字符应是字母。
- 其后面可以是字母、数字或下划线。
- 最多为 16 个字符。
- 不得使用分隔符。

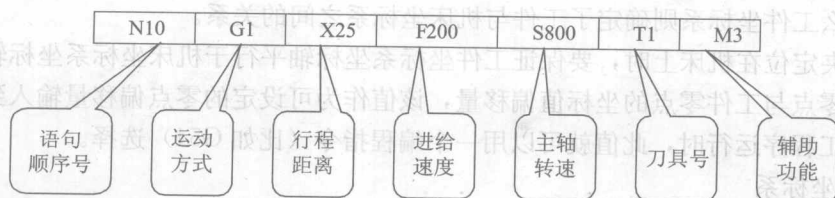
例如：ACD123

(2) 程序结构

1) 程序语句：每个刀具轨迹的坐标位置在坐标系内作为点来编程，在此必须将刀具运动的工艺数据作为单独的指令写出，由这种先后排列的指令便可组成一条完整的加工程序。最后一个程序段包含程序结束符：M30、M02 或 M17。

- 每个单独的指令可作为一个程序段。
- 一个程序段可由一个或多个指令组成。
- 一个程序段内不得有两个相同的地址出现！如不得同时出现 G0 和 G1 指令。

2) 程序语句结构：



2. 子程序

(1) 子程序的主要应用 用子程序编写经常重复进行的加工，比如某一确定的轮廓形状。子程序位于主程序中适当的地方，在需要时进行调用、运行。

(2) 子程序结构与子程序名

1) 子程序的程序格式为: .SPF, 子程序的结构与主程序的结构一样。

2) 为了方便地选择某一子程序, 必须给子程序取一个程序名。程序名可以自由选取, 用户应按以下规定进行选择程序名:

- ① 程序名开头应是字母。
- ② 其他符号为字母, 数字或下划线。
- ③ 最多 8 个字符且没有分隔符。

其方法与主程序中程序名的选取方法一样, 例如 LRAHMEN。

通常 SINUMERIK 802D 子程序中使用地址字 L 加数字的形式作为子程序名的定义方式, 其后的值可以有 7 位 (只能为整数)。注意: 地址字 L 之后的每个零均有意义, 不可省略。当以此形式进行子程序名定义时, 数控系统会自动将程序定义为以 .SPF 后缀的子程序。否则, 需要填写子程序的后缀 .SPF。

举例: L128, L0128 或 L00128, 分别表示 3 个不同的子程序。

3. 子程序调用

子程序可以被主程序调用, 同时也可以调用另一个子程序。在一个程序中 (主程序或子程序) 可以直接用程序名调用子程序, 子程序调用要求占用一个独立的程序段。

(1) 应用举例

N10 L678 ; 调用子程序 L678

N20 LRAHMEN7 ; 调用子程序 LRAHMEN7

程序调用示意如图 2-2 所示。

(2) 子程序重复调用次数 P... 如果要求多次连续地执行某一子程序, 则在编程时必须是在所调用子程序的程序名后地址 P 下写入调用次数 (P1... P9999), 最大次数可以为 9999。

应用举例

N10 L678 P3 ; 调用子程序 L678, 运行 3 次

提示: 书写时, 子程序与调用次数之间须加空格分开。

(3) 嵌套调用子程序 子程序可以多次重复调用, 即所谓“多层嵌套”, 从而大大简化了编程工作, 缩短了程序长度, 节约了程序存储器的容量。子程序的多层嵌套不是无限次的, 应根据数控系统的规定进行规划。子程序不仅可以从主程序中调用, 也可以从其他子程序中调用, 这个过程称为子程序的嵌套。子程序的嵌套深度可以为四层 (包括主程序界面), 见图 2-3。

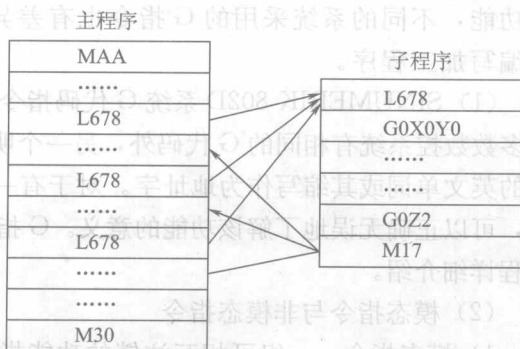


图 2-2 在一个工件上三次调用子程序 L678

(4) 子程序结束 子程序结束除了可以使用 M02、M30、M17 外, 还可以使用 RET 指令作为子程序结束符。使用 RET 作为子程序结束时, 要求占用一个独立的程序段。