

数控加工训练及实例丛书

数控铣床 与加工中心

操作与编程训练及实例

陈建军 主编



数控加工训练及实例丛书

数控铣床与加工中心 操作与编程训练及实例

浙江机电职业技术学院（国家级数控培训基地）

陈建军 主编



机械工业出版社

本书是根据教育部等国家部委组织实施的“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”中,有关数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的精神,以及劳动与社会保障部制定的有关国家职业标准编写的。

本书主要介绍数控铣床(加工中心)的基本操作、简明工艺及其编程基础;平面铣削、轮廓铣削、孔加工和攻螺纹加工等加工所需的理论知识和编程方法;简化编程指令、宏程序、三维曲面铣削、内外螺纹铣削和 DNC 加工的设置等功能的应用;各种典型零件的加工编程。本书突出技术的先进性、实例的代表性、理论的系统性和实践的可操作性,力求做到理论与实践的最佳结合。

本书可作为数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训教材,也可以作为职业院校机械类专业教材及机械工人岗位培训和自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床与加工中心操作与编程训练及实例/陈建军主编. —北京:机械工业出版社, 2008. 2

(数控加工训练及实例丛书)

ISBN 978-7-111-23449-4

I. 数… II. 陈… III. ①数控机床: 铣床—操作②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 018052 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 李万宇 责任编辑: 刘本明 版式设计: 霍永明

责任校对: 陈延翔 封面设计: 鞠 杨 责任印制: 李 妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm • 10.75 印张 • 415 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-23449-4

定价: 29.00 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)88379732

封面无防伪标均为盗版

前言

21 世纪机械制造业的竞争,在某种程度上是数控技术的竞争。随着制造设备的大规模数控化,企业急需一大批掌握数控机床应用技术的人员。然而目前数控技术人才奇缺,严重制约着数控机床的使用,影响了制造业的发展。加快数控人才的培养已成为我国制造业当务之急。

本书是为了满足当前的迫切需要,根据教育部等国家部委组织实施的“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”中,有关数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的精神,以及劳动与社会保障部制定的有关国家职业标准,本着“基本理论的教学以应用为目的,以必需和够用为尺度”这一原则编写的。本书力求体现“以职业活动为导向,以职业技能为核心”的指导思想。

本书可作为数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训教材,也可以作为职业院校机械类专业教材及机械工人岗位培训和自学用书。本书突出技术的先进性、实例的代表性、理论的系统性和实践的可操作性,力求做到理论与实践的最佳结合。书中所采用的加工实例均经过实际加工检验,因此具有可操作性和实用性。教材最大的特点是:内容由浅入深,循序渐进,模块化编写,理论联系实际。

浙江机电职业技术学院是国家级数控培训基地,教育部中职师资培训基地,西门子浙江数控培训中心(西门子授权 802D),浙江省机电类高技能人才培训基地,浙江省高级工、技师、高级技师培训考证基地。学院常年从事数控机床的教学培训工作,积累了丰富的教学和培训经验。本书参编人员由浙江机电职业技术学院具有丰富数控生产、数控培训、数控教学经验的专家组成,陈建军为主编,负责全书的统稿和定稿,叶俊、顾其俊等参加编写。

在本书编写过程中,得到了相关单位领导的关心和大力支持;在编写时参考了北京发那科机电有限公司和西门子公司的数控系统操作和编程用户说明书;在精选试题时参照了部分同行的书籍,编者在此一并致谢。

本书编写时虽力争严谨完善,但疏漏错误之处在所难免,恳请读者给予批评指正,以便进一步修改。

作者邮箱地址: yiwen88888@163.com

编者

于杭州

目 录

前言

第一章 数控机床基础知识	1
第一节 数控铣床简介	1
一、数控铣床的分类和用途	2
二、数控铣床的主要功能	2
三、数控铣床的加工工艺范围	4
第二节 TK7640 数控镗铣床简介	5
一、TK7640 数控镗铣床的主要技术参数及功能	5
二、数控铣床操作系统	7
三、数控铣床常用附件	11
第三节 SINUMERIK 802D 数控铣床的操作	12
一、SINUMERIK 802D 数控铣床的基本操作	12
二、试切法对刀	14
三、数控铣床一般操作步骤	16
四、数控铣床操作过程中的注意事项	17
第四节 工件的安装及找正	18
一、工件的安装	18
二、工件的找正	20
第五节 数控铣削刀具	21
一、数控铣削刀具系统要求	21
二、铣刀类型选择	21
三、铣刀角度的选择	24
四、铣刀齿数（齿距）的选择	26
五、铣刀直径的选择	26
六、刀片牌号的选择	26
七、数控机床刀柄系统的选择	27
第六节 数控铣削加工工艺	29
一、数控加工工艺设计的内容	29
二、数控加工工艺设计过程	29
第七节 数控铣床编程基础	41
一、绝对值编程指令 G90 与相对值编程指令 G91	41
二、坐标平面选择指令 G17、G18、G19	41

三、快速定位指令 G00	42
四、带进给速度的线性插补指令 G01	42
五、圆弧插补指令 G02、G03	43
六、螺旋插补指令 G02/G03、TURN	45
七、刀具半径补偿指令	45
八、可设定的零点偏置指令 G54、...、G59	47
九、常用辅助功能指令及用法	48
第八节 加工中心简介	49
一、加工中心的组成	49
二、加工中心的特点	49
三、加工中心的分类	51
四、加工中心的主要加工对象	52
第九节 加工中心程序编制的基础	54
一、加工中心的工艺及工艺装备	54
二、加工中心编程的特点	57
第十节 FANUC 0i-MA 数控加工中心的操作	57
一、电源接通与断开	57
二、手动操作机床	58
三、机床的急停	60
四、数据的设定和显示	61
五、程序的输入、检查、修改和删除	68
六、自动运行	69
第十一节 数控加工中心的调整操作	70
一、加工中心加工工件的安装	71
二、加工中心的对刀与换刀	72
三、加工中心回转工作台的调整	74
第二章 入门部分实例	77
第一节 平面铣削训练	77
一、平面铣削基本知识	77
二、编程	79
第二节 平面外轮廓铣削训练	84
一、刀具半径补偿量及磨损量的设置	85
二、立式铣床（加工中心）中的顺铣、逆铣及对切削的影响	85
三、实训题	87
四、练习题	100
第三节 平面内轮廓铣削训练	101
一、正方形型槽铣削加工	101
二、圆孔型槽铣削加工	106

三、平面内轮廓铣削加工	109
第四节 平面轮廓铣削综合训练	112
第五节 孔加工训练	121
一、孔的加工方法	123
二、固定循环指令 (FANUC 系统和 SIEMENS 系统)	126
三、实训题	144
第六节 攻螺纹加工训练	161
一、攻螺纹基本知识	161
二、攻螺纹编程	162
第三章 提高部分实例	169
第一节 简化编程指令的编程训练	169
一、子程序	169
二、比例缩放功能	173
三、可编程旋转功能	175
四、镜像功能	180
五、任意角度倒角和圆弧拐角功能	183
第二节 宏程序编程加工训练	187
一、FANUC 系统宏功能应用	187
二、SIEMENS 系统宏程序应用	201
第三节 三维曲面铣削训练	203
一、三维曲面铣削的刀具	203
二、程序编写方法	204
第四节 铣削内外螺纹加工训练	209
一、FANUC 系统, 外螺纹铣削	209
二、FANUC 系统, 内螺纹铣削	210
第五节 自动编程与 DNC 加工训练	211
一、自动编程的主要特点	211
二、DNC 加工 (FANUC 系统和 SIEMENS 系统)	212
第四章 综合实例	220
第一节 凸轮槽加工训练	220
第二节 盖板孔加工训练	223
第三节 棘轮加工训练	229
第四节 衬板加工训练	236
第五节 肥皂盒加工训练	242
第六节 油泵右泵体加工训练	249
第七节 综合训练 (一)	256
第八节 综合训练 (二)	275

第九节 综合训练 (三)	284
第十节 综合训练 (四)	296
附录	309
附录 A 数控铣床 (FANUC 系统) 指令	309
一、准备机能 G 代码	309
二、辅助机能 M 代码	312
附录 B 数控铣床 (SINUMERIK 802D) 指令	313
附录 C 刀具切削用量的选择	325
附录 D 程序编制中的数值计算	327
一、两平行铣削平面的数学处理	327
二、两相交铣削平面的数学处理	328
三、空间曲面的数学处理	329
参考文献	333

第一章 数控机床基础知识

数控机床 (Numerical Control Machine Tools) 是指采用数字形式信息控制的机床。一般来说, 凡是用数字化的代码将零件加工过程中所需的各种操作和步骤, 以及刀具与工件之间的相对位移量等记录在程序介质上, 送入计算机或数控系统经过译码、运算及处理, 控制机床的刀具与工件的相对运动, 加工出所需要的工件的一类机床即为数控机床。

我们可用图 1-1 来描述数控设备的一般形式。图中, A 为被加工物的图样, 图样上的数据大致分为两类: 几何

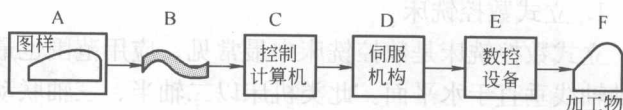


图 1-1 数控设备的一般形式

数据和工艺数据。这些数据是指示给数控设备命令的原始依据 (简称“指令”)。B 为控制介质 (或程序介质、输入介质), 通常为纸带、磁带、磁盘等形式。C 为数据处理和控制的电路, 通常是一台控制计算机。原始数据经过它处理后, 变成伺服机构能够接受的位置指令和速度指令。D 为伺服机构 (或伺服系统), 我们可以把“控制计算机 (C)”比拟为人的“头脑”, 则“伺服机构 (D)”相当于人的“手”和“足”, 要求伺服机构无条件地执行“大脑”的意志。E 为数控设备。F 为加工后的物件。这就是一般数控设备的工作过程。

数控机床较好地解决了复杂、精密、小批、多变的零件加工问题, 是一种灵活、高效能的自动化机床, 尤其对于约占机械加工总量 80% 的单件、小批量零件的加工, 更显示出其特有的灵活性。概括起来, 数控机床具有下列优点:

- 1) 提高加工精度, 尤其提高了同批零件加工的一致性, 使产品质量稳定。
- 2) 提高生产效率。一般约提高生产效率 3~5 倍, 使用数控加工中心机床则可提高生产效率 5~10 倍。
- 3) 可加工形状复杂的零件。
- 4) 减轻了劳动强度, 改善了劳动条件。
- 5) 有利于生产管理和机械加工综合自动化的发展。

第一节 数控铣床简介

数控铣床是采用铣削加工方式加工工件的数控机床。其加工功能很强, 能够

铣削各种平面轮廓和立体轮廓零件,如凸轮、模具、叶片、螺旋桨等。配上相应的刀具后,数控铣床还可以用来对零件进行钻、扩、铰、镗和镗孔加工及螺纹加工等。尽管随着加工中心的兴起,数控铣床在数控机床中所占的比例有所下降,但由于有较低的价格、方便灵活的操作性能、较短的工作准备时间等优势,在制造行业数控铣床仍被广泛地应用。

一、数控铣床的分类和用途

数控铣床种类很多,按控制坐标的联动数,可分为二轴半、三轴、三轴半、四轴、五轴等联动数控铣床,半轴是指该轴只能作单独运动,不能与其他各轴作联动;按机床的主轴布局形式,分为立式、卧式和立、卧两用数控铣床。

1. 立式数控铣床

立式数控铣床是数控铣床中最常见、应用范围也最广泛的一种布局形式,其主轴轴线垂直于水平面。此类机床以二轴半、三轴联动居多,若附加一个旋转坐标,并加以控制即称为四轴联动数控铣床。

2. 卧式数控铣床

卧式数控铣床的主轴轴线平行于水平面,主要用来加工零件的侧面。为扩大加工范围,一般增加数控转盘实现三轴半、四轴甚至五轴联动。这样,工件经过一次装夹,数次转动而完成多方位的加工,特别在箱体类零件加工中具有明显的优势。

3. 立、卧两用数控铣床

立、卧两用数控铣床的主轴轴线方向可以变换,使一台机床既具有立式数控铣床的功能,又具有卧式铣床的特点,使机床的适用范围更加广泛;但此类机床结构复杂,价格昂贵,比较少见。

二、数控铣床的主要功能

1. 数控铣床的一般功能

不同的数控铣床(或配置的数控系统不同)其功能也不尽相同,但都具有下列一般功能:

(1) 点位控制功能 此功能可以实现对相互位置精度要求很高的孔系加工。

(2) 连续轮廓控制功能 此功能可以实现直线、圆弧的插补功能及非圆曲线的加工。

(3) 刀具半径补偿功能 此功能可以根据零件图样的标注尺寸来编程,而不必考虑所用刀具的实际半径尺寸,从而减少编程时的复杂数值计算。

(4) 比例及镜像加工功能 比例功能可将编好的加工程序按指定比例改变坐标值来执行。镜像加工又称轴对称加工,如果一个零件的形状对于坐标轴对称,

那么只要编出一个或两个象限的程序,而其他象限的轮廓就可以通过镜像加工来实现。

(5) 旋转功能 此功能可将编好的加工程序,在加工平面内旋转任意角度来执行。

(6) 子程序调用功能 有些零件需要在不同的位置上重复加工同样的轮廓形状,将这一轮廓形状的加工程序作为子程序,在需要的位置上重复调用,就可以完成对该零件的加工。

(7) 宏程序功能 此功能可用一个总指令代表实现某一功能的一系列指令,并能对变量进行运算,使程序更具灵活性和方便性。

2. 数控铣床的特殊功能 对于不同的数控铣床,在增加了某些特殊装置或附件以后,还具备或兼备下列特殊功能:

(1) 刀具长度补偿功能 利用此功能可以自动改变切削面高度,同时可以降低对制造与返修时刀具长度尺寸的精度要求,还可以弥补轴向刀具误差。尤其是当具有 A、B 两个主轴摆动坐标的四坐标或五坐标数控铣床联动加工时,因铣刀摆角(沿刀具中心旋转)而造成刀尖离开加工面或形成过切。为了保持刀具始终与加工面相切,当刀具摆角运动时,必须随之进行 X、Z 轴或 Y、Z 轴的附加运动来实现四坐标联动加工,或进行 X、Y、Z 轴的同时附加运动来实现五坐标联动加工。这时,若没有刀具长度自动补偿功能将是十分困难的。

(2) 靠模加工功能 有些数控铣床增加了靠模(如电脑仿型)加工装置后,可以在数控和靠模两种控制方式中任选一种来进行加工,从而扩大了机床使用范围。

(3) 自动交换工作台功能 有的数控铣床带有两个或两个以上的自动交换工作台,当一个工作台上的工件进入加工时,另一个工作台上可以进行对工件的检测与装卸。当工件加工完后,工作台自动交换,机床又马上进入加工状态,如此往复进行,可大大缩短准备时间,提高生产率。

(4) 自适应功能 具有此功能的数控机床,可以在加工过程中把检测到的切削状况(如切削力、温度等)的变化,通过自适应性控制系统及时控制机床改变切削用量,使铣床和刀具始终保持最佳状态,从而获得较高的切削效率和加工质量,延长刀具的使用寿命。

(5) 数据采集功能 数控铣床在配置了数据采集系统后,可以测量和采集所需要的数据。目前已出现既能对实物扫描采集数据,又能对采集到的数据进行自动处理并生成数控加工程序的系统,简称录返系统。这种功能为那些必须按实物依据生产的工件实现数控加工带来了很大方便,大大减少了对实物的依赖,为仿制与逆向进行设计、制造一体化工作提供了有效手段。

三、数控铣床的加工工艺范围

数控铣床可以加工许多普通铣床难以加工,甚至无法加工的零件。它以铣削加工为主,辅以各种孔加工方式以及螺纹铣削,主要可加工以下种类的零件。

1. 平面类零件

平面类零件是指加工面平行或垂直于水平面,以及加工面与水平面的夹角为一定值的零件。这类加工面可展开为平面。这类零件的数控铣削或孔加工相对比较简单,主要有平面凸轮、齿轮箱体和法兰盘等零件。

如图 1-2 所示的三个零件均为平面类零件。其中,曲线轮廓 M 垂直于水平面,可采用圆柱立铣刀加工。凸台侧面 N 与水平面成一定角度,这类加工面可以采用专用的角度成形铣刀来加工。对于斜面 P ,当工件尺寸不大时,可用斜板垫平后加工;当工件尺寸很大,斜面坡度又较小时,也常用行切加工法加工,这时会在加工面上留下进刀时的刀锋残留痕迹,要用钳修方法加以清除。

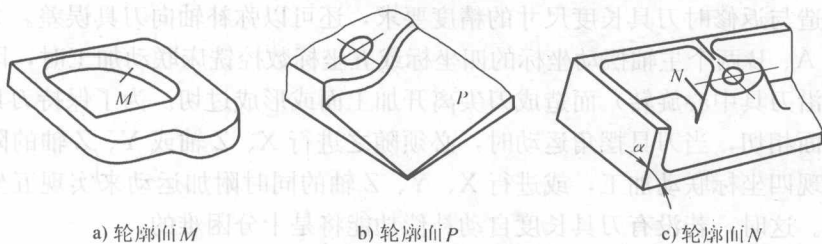


图 1-2 平面类零件

2. 变斜角类零件

变斜角类零件是指加工面与水平面的夹角呈连续变化的零件,其加工面不能展开为平面。此类零件如飞机上的零件和移动凸轮等。如图 1-3 所示零件的加工面就是一种变斜角类零件,从截面(1)至截面(2)变化时,其与水平面间的夹角从 $3^{\circ}10'$ 均匀变化为 $2^{\circ}32'$,从截面(2)到截面(3)时,又均匀变化为 $1^{\circ}20'$,最后到截面(4),斜角均匀变化为 0° 。变斜角类零件的加工面不能展开为平面。

当采用四坐标或五坐标数控铣床加工变斜角类零件时,加工面与铣刀圆周接触的瞬间为一条直线。这类零件也可在三坐标数控铣床上,采用行切加工法实现近似加工。

3. 立体曲面类零件

加工面为空间曲面的零件称为立体曲面类零件。这类零件的加工面不能展成平面,一般使用球头铣刀切削,加工面与铣刀始终为点接触,若采用其他刀具加工,易产生干涉而铣伤邻近表面。加工立体曲面类零件一般使用三坐标数控铣床,采用以下两种加工方法:

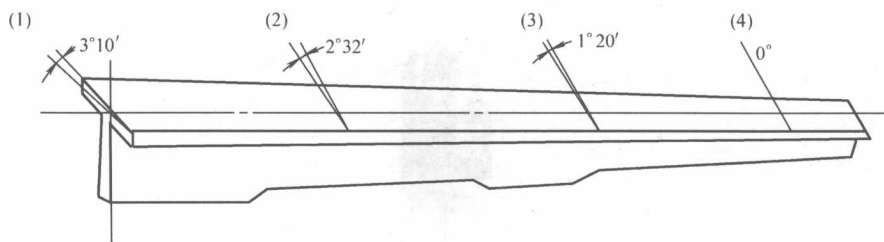


图 1-3 变斜角类零件

(1) 行切加工法 采用三坐标数控铣床进行二轴半坐标控制加工, 即行切加工法。如图 1-4 所示, 球头铣刀沿 XY 平面的曲线进行直线插补加工, 当一段曲线加工完后, 沿 X 方向进给 ΔX , 再加工相邻的另一曲线, 如此依次用平面曲线来逼近整个曲面。相邻两曲线间的距离 ΔX , 应根据表面粗糙度的要求及球头铣刀的半径选取。球头铣刀的球半径应尽可能选得大一些, 以增加刀具刚度, 提高散热性, 降低表面粗糙度值。加工凹圆弧时, 铣刀球头半径必须小于被加工曲面的最小曲率半径。

(2) 三坐标联动加工 采用三坐标数控铣床三轴联动加工, 即进行空间直线插补。如半球形, 可用行切加工法加工; 也可用三坐标联动的方法加工, 这时数控铣床用 X、Y、Z 三坐标联动的空间直线插补, 实现球面加工, 如图 1-5 所示。

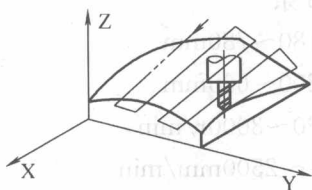


图 1-4 行切加工法

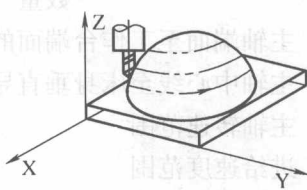


图 1-5 三坐标联动加工

第二节 TK7640 数控镗铣床简介

一、TK7640 数控镗铣床的主要技术参数及功能

要正确使用一台数控铣床并充分发挥其功能, 必须了解数控铣床的结构和技术参数。现以图 1-6 所示的 TK7640 数控镗铣床为例, 介绍数控铣床的技术参数。

1. 主要技术参数

1) 机床外形尺寸 (长×宽×高)

2200mm×2050mm×2349mm

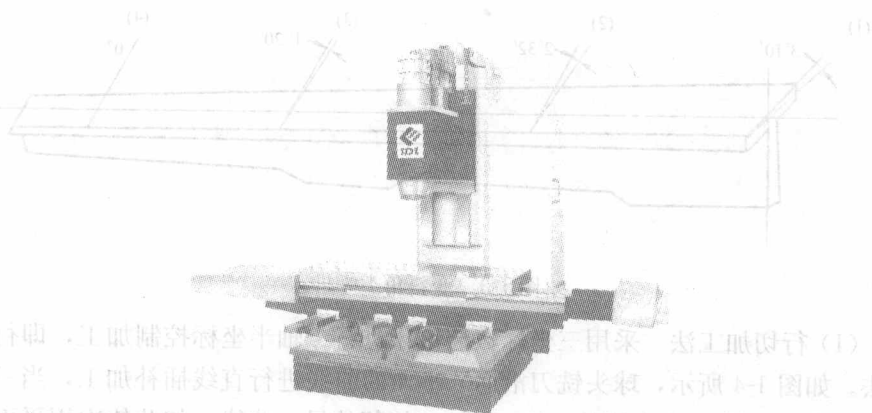


图 1-6 TK7640 数控铣床外形图

- | | |
|-------------------|--------------|
| 2) 工作台面积 (长×宽) | 800mm×400mm |
| 3) 工作台最大行程 | |
| X 轴 | 600mm |
| Y 轴 | 400mm |
| Z 轴 | 600mm |
| 4) 工作台 T 形槽 | |
| 宽 | 18mm |
| 数量 | 3 条 |
| 5) 主轴端面至工作台端面的距离 | 180~780mm |
| 6) 主轴中心线至床身垂直导轨距离 | 200~600mm |
| 7) 主轴转速范围 | 60~3000r/min |
| 8) 进给速度范围 | 1~2500mm/min |
| 9) 快速移动速度 | 9000mm/min |
| 10) 主电动机功率 | 5.5kW |
| 11) 最小设定单位 | 0.001mm |
| 12) 定位精度 | |
| X 轴 | 0.01mm |
| Y 轴 | 0.01mm |
| Z 轴 | 0.01mm |
| 13) 重复定位精度 | 0.01mm |

2. 数控铣床的功能

目前数控铣床的功能非常丰富, 只有全面掌握和应用各项功能, 才能使铣床发挥它的最大作用。由于数控系统的种类比较多, 不同的系统功能存在着一定的差异。现以 TK7640 立式数控铣床 (配置 SINUMERIK 802D 系统) 为例, 介绍数控铣床通用功能。

(1) 控制轴(坐标)运动功能 TK7640 立式数控镗铣床为三轴联动的三坐标数控铣床, 即其数控系统能独立控制 X、Y、Z 三轴, 自动加工过程中可同时控制 X、Y、Z 三轴。

(2) 刀具自动补偿功能 数控机床的刀具补偿功能包括刀具半径自动补偿、刀具长度自动补偿和刀具磨损补偿三种。

1) 刀具半径自动补偿功能。数控铣床在加工零件时, 由于刀具半径的存在, 刀具中心轨迹必须与零件轮廓轨迹偏离一个刀具半径 R , 才能得到所需的轮廓。刀具半径自动补偿就是指数控系统在加工过程中, 可由编程人员按照零件轮廓轨迹编制的程序, 以及预先输入系统的刀具补偿值, 自动算出刀具中心轨迹, 从而控制铣床加工合格的零件。

2) 刀具长度自动补偿功能。刀具长度自动补偿是指刀具轴向的补偿, 它使刀具在轴向上的实际坐标轴, 比程序给定值增加或减少一个偏移量。使用该功能不但可以改变切削平面深度, 而且可以降低对刀所产生的误差。

3) 刀具磨损自动补偿功能。刀具在使用中会发生磨损, 零件的精度也会降低。为保证加工精度, 又不改变刀具基本尺寸, 可使用该功能。

(3) 固定循环功能 数控铣床的固定循环功能, 主要指孔、槽和平端面加工的固定循环功能, 包括钻孔循环、攻螺纹循环和铣削循环。这些加工的共同特点, 是将加工过程反复多次完成的几个基本动作, 用几条指令和相关参数来实现。

(4) 准备功能 准备功能也称为 G 功能, 是用来指定数控铣床动作方式的功能。G 功能指令由 G 代码和它后面的两位数字组成。

(5) 辅助功能 辅助功能也称为 M 功能, 用来指定数控铣床的辅助动作及状态。M 功能指令由 M 代码和其后面的数字组成。不同系统的 M 功能也不全相同。

(6) 主轴功能 数控铣床的主轴功能主要是指定加工过程主轴的转速(刀具切削速度)。主轴功能指令由 S 代码和其后面的数字组成, 单位为 r/min , 如 S1000 表示主轴转速为 $1000r/min$ 。

(7) 进给功能 数控铣床的进给功能是指定加工过程各轴进给速度的功能, 其功能指令由 F 代码和其后面的数字组成, 单位为 mm/min 。如 F80 表示指定进给速度为 $80mm/min$ 。

二、数控铣床操作系统

随着国家的改革开放和国际间技术交流的加强, 越来越多的数控操作系统进入国内; 以及国内研发水平的提高, 不断有新的系统开发。在此仅以 SINUMERIK 802D 为例介绍数控铣床操作系统, 如图 1-7 所示。

1. SINUMERIK 802D 键符定义

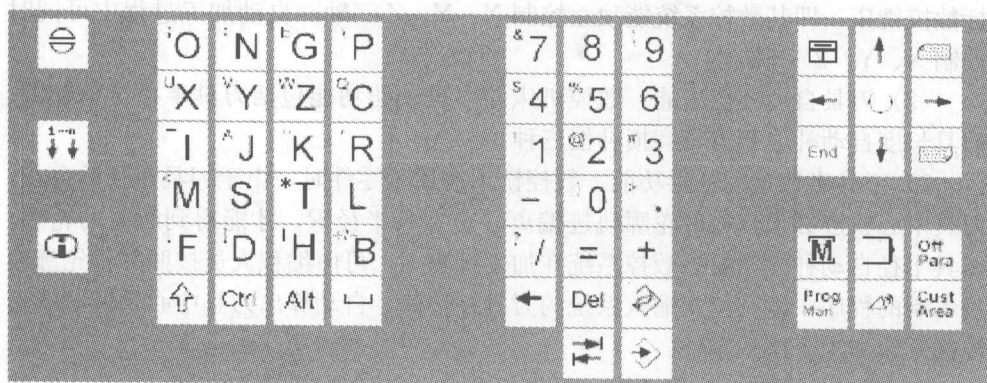


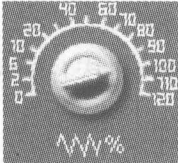
图 1-7 外部机床控制面板

- 1)  报警消除键：在机床或 CNC 故障已排除后，按此键可消除部分报警。
- 2)  通道选择键：按此键可使通道号随之改变，从而选择所需的通道。
- 3)  信息帮助键：当机床出现报警时，按此键可获得报警号的详细资料。
- 4)  上档键：当按下此键之后，面板上的字符上档有效。
- 5)  控制键：Ctrl+C 复制；Ctrl+B 选择；Ctrl+X 剪切；Ctrl+V 粘贴。
- 6)  功能键：Alt+S 中文；Alt+L 大写字母；Alt+H 帮助。
- 7)  空格键：按此键可插入一空格。
- 8)  退格键（删除键）：按此键可进行当前字符的消除。
- 9)  删除键：按此键可以删除数据及程序。
- 10)  插入键：在程序编辑中，用此键可插入一个字。
- 11)  回车/输入键：用该键可以输入各种数据及程序。
- 12)  光标键：可将光标前后左右移动到所需的位置。
- 13)  翻页键：用该键可将显示页面一页一页前后翻。

- 14)  选择/转换键。
- 15)  加工操作区域键：在任何操作情况下，按此键可显示当前轴的位置。
- 16)  程序操作区域键：按此键可对程序进行编辑、修改。
- 17)  参数操作区域键：按此键可进行刀具补偿、工件坐标系的设定。
- 18)  程序管理操作区域键：按此键可对程序进行管理。
- 19)  报警/系统操作区域键：显示报警信息，同时按上档键则显示机床信息。
- 20)   字母键：字母输入键，同时按上档键可输入角上字母。
- 21)   数字键：数字输入键；同时按上档键可输入对应字符。
- 22)   未定义键（未使用键）。

2. SINUMERIK 802D 外部控制面板（图 1-8）

- 1)  紧急停止按钮：当机床出现紧急情况时，按下此按钮可以使机床运动部件立即停止，机床进入紧急停止状态。机床的运动部件一直被锁住，各轴均不可动，直至紧急停止按钮复位。复位时，逆时针旋转按钮就可释放。

- 2)  进给速度修调：在程序中编制的加工进给倍率及手动连续进给可以通过操作面板上的“Feed Override”旋钮来控制。该旋钮的调整控制范围从 0%~120%。当需控制快速进给速度时，必须选择“ROV”有效。

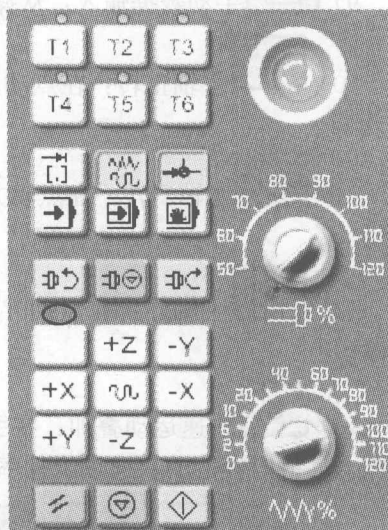


图 1-8 外部机床控制面板