



高等职业教育机电一体化专业“十二五”规划教材

数控机床编程与加工

(下册)

房连琨 编著

CDIO教育理念

· 任务驱动
· 项目导向
· 能力培养
· 面向就业



国防工业出版社
National Defense Industry Press

高等职业教育机电一体化专业“十二五”规划教材

数控机床编程与加工

(下册)

房连琨 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书分为两个课题,六个模块,若干个项目。分为上下两册,上册为课题一数控车床编程与加工,包括三个模块,分别为理论模块(一)、仿真模块(二)、实训模块(三)。下册为课题二数控铣床及加工中心编程与加工,也包括三个模块,分别为理论模块(四)、仿真模块(五)、实训模块(六)。

本书可作为高职高专、成人高校机电一体化专业、机械制造专业及数控专业的教材,也可作为从事数控加工、培训人员辅助用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与加工:全2册/房连琨主编. —北京:国防工业出版社,2011.12
高等职业教育机电一体化专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-118-07705-6

I. ①数... II. ①房... III. ①数控机床—程序设计—高等职业教育—教材②数控机床—加工—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第240731号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14 字数 322 千字

2011年12月第1版第1次印刷 印数1—4000册 总定价54.00元 上册27.00元
下册27.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

目前,我国正处于从“世界制造大国”向“世界制造强国”转变的发展时期,许多企业都以先进的数控设备作为保证产品加工质量的重要技术措施,并且因此为企业带来了较大的经济效益。随着数控机床的广泛应用,数控技术在机械制造业中的地位与作用越来越重要,制造业对高素质、高技能数控技术人才的需求也更为迫切。

数控机床的发展与普及,需要大批高素质的数控机床编程与操作人员。在数控机床编程与加工的课程中,数控实训环节尤其重要,但目前缺乏实用性强和可操作性强的教材,很大程度上影响了数控实训的效果。基于这种现状编写了本书。本书可作为高职院校机电一体化专业、机械制造专业及数控专业的教材,也可作为数控培训人员辅助用书。

本书编写以能力培养为主线来组织教学;更新课程内容,体现课程特点,跟上时代步伐;注重实际操作环节,增强综合能力的培养。对数控机床编程及操作采用课题制教学模式,即将教学内容按技能类型和等级分成若干个模块,每个模块下设若干个子课题,以每个课题为核心,结合相关的工艺知识、专业理论知识和操作技能进行一体化教学。本书在编写过程中本着如下原则。

1. 基本理论与基本操作不可忽视

由于高职学生主要是技能的培养,本着理论知识适度够用的原则,有必要对教材中理论性太强、岗位实用性较低的内容进行删减,以突出实践技能性强的教学内容。所以教材对数控加工的原理只进行简单讲解,以讲明基本概念、基本原理为度,可删去一些繁琐的计算过程和一些过时的教学内容。

2. 利用模拟操作替代实际操作

数控加工仿真系统软件是一个应用虚拟现实技术于数控加工操作技能实训的仿真软件,具备对机床操作全过程和加工运行全环境的仿真功能,可以进行数控编程和加工操作过程教学,使需要在数控设备上才能完成的大部分教学功能在此虚拟制造环境中实现,弥补了传统数控教学的不足。基于这一功能和特点,使用仿真软件将大大减少在数控机床设备上的资金投入,减少工程材料和能源的消耗,既能降低成本又能加快数控人才的培养速度,尽快填补市场空缺。

3. 实训要与生产实际结合

大部分高职院校的技能训练都是在校内的实习车间完成,往往与工厂的生产实际有一定差距。以往在数控训练中只注重训练学生的编程能力,只要加工出零件轮廓就可以了,而忽略强调零件的尺寸公差、形位公差、工艺知识等要求,更不用说生产效率、工时核算、刀具管理等生产管理的重要因素了,按此模式培养的学生必然与生产实际严重脱节,生产管理的知识则获得更少。因此,在实训阶段应以正式生产的方式为主对学生进行实训训练。

基于这个出发点,对数控机床加工与编程在教学内容上进行了改革,采用课题制方法进行教学,将这门课的内容设计为两个课题,六个模块,若干个项目。本书分为上下两册,上册房连琨任主编,王俊任副主编,参加编写上册的人员有王俊(编写课题:实训模块)、房连琨(编写课题:仿真模块)、毕长飞(编写课题:理论模块)、张艳灵(编写附录)。下册由房连琨编写,张艳灵负责文字校对。全书由房连琨负责统稿。

本书在编写过程中,参阅了许多教材、文献和网络上的资料,在此谨致谢意!

由于编者水平有限,书中难免有错误之处,恳请读者批评指正。

编者

目 录

下 册

课题二 数控铣床及加工中心编程与加工	1
理论模块(四)	1
第1章 数控铣床及加工中心概述	1
1.1 数控铣床及加工中心概念	1
1.2 数控铣床及加工中心分类	1
1.3 数控铣床与加工中心结构	4
1.4 数控铣床与加工中心主要功能	5
第2章 数控铣床及加工中心编程基础	7
2.1 数控铣床与加工中心编程特点	7
2.2 数控铣床与加工中心编程方法	7
2.3 数控铣床与加工中心坐标系	8
2.4 数控铣床和加工中心加工工艺	9
2.5 程序结构与格式	16
第3章 数控铣床及加工中心编程	22
3.1 数控铣床与加工中心基本指令	22
3.2 数控铣床与加工中心固定循环功能	33
3.3 子程序	48
3.4 比例缩放功能	51
3.5 极坐标系指令 G15、G16	53
3.6 宏程序编程	55
仿真模块(五)	64
项目一 FANUC Oi 系统立式加工中心操作方法及对刀方法	64
任务一 FANUC Oi 系统立式加工中心操作方法	64
任务二 工件坐标系建立与对刀	69
项目二 简单槽加工	73
任务一 槽零件 13 编程与仿真加工	73
任务二 槽零件 14 编程及仿真加工	77
项目三 简单轮廓加工(一)	81
任务一 轮廓零件 6 编程及仿真加工	81
任务二 轮廓零件 7 编程及仿真加工	85

项目四 简单轮廓加工(二)	89
任务一 轮廓零件 19 编程及仿真加工	89
任务二 轮廓零件 20 编程及仿真加工	93
项目五 数控铣床与加工中心孔系加工	97
任务一 孔系零件 22 编程及仿真加工	97
任务二 孔系零件 23 编程及仿真加工	102
项目六 数控铣床与加工中心子程序	106
任务一 零件 25 编程及仿真加工	106
任务二 零件 26 编程及仿真加工	111
项目七 综合加工(一)	115
任务一 零件 28 编程及仿真加工	115
任务二 零件 29 编程及仿真加工	122
项目八 综合加工(二)	128
任务一 零件 31 编程及仿真加工	128
任务二 零件 32 编程及仿真加工	136
实训模块(六)	141
项目一 数控铣床与加工中心操作安全规程及操作	141
任务一 数控铣床与加工中心操作安全规程	141
任务二 数控铣床与加工中心操作	142
项目二 数控铣床与加工中心对刀	148
任务一 认识刀柄与自动换刀	148
任务二 对刀与工件坐标系设定	150
项目三 十字凸台编程与加工	155
任务一 凸台零件 34 编程及加工	155
任务二 凸台零件 35 编程及加工	160
项目四 十字凹槽编程与加工	164
任务一 凹槽零件 36 编程及加工	164
任务二 凹槽零件 37 编程及加工	168
项目五 数控铣床与加工中心子程序	172
任务一 零件 38 编程及加工	172
任务二 零件 39 编程及加工	175
项目六 综合加工(一)	179
项目七 综合加工(二)	189
附录一 数控铣工国家职业标准	197
附录二 加工中心国家职业标准	209
参考文献	217

课题二 数控铣床及加工中心编程与加工

理论模块(四)

第1章 数控铣床及加工中心概述

1.1 数控铣床及加工中心概念

1. 数控铣床的概念

根据机床的用途而言,数控铣床是指用于完成铣削加工的数控机床。

2. 加工中心的概念

加工中心是指带有刀库和自动换刀系统的数控机床。

3. 加工中心与数控铣床的主要区别

加工中心结合了数控铣床、数控镗床、数控钻床的优点,通过刀具交换装置,可以在一次装夹中完成多工序的加工,实现工序的集中和工艺的复合。即具有刀库和自动换刀装置是加工中心与数控铣床的主要区别。

1.2 数控铣床及加工中心分类

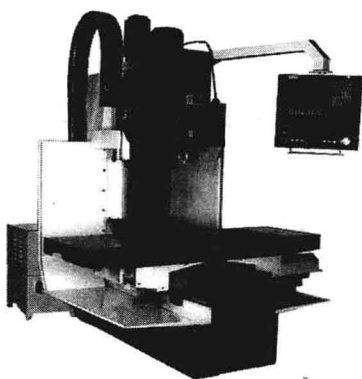
数控铣床和加工中心多按机床主轴布置形式进行分类,分为立式、卧式、龙门等类型。

1. 立式数控铣床与立式加工中心

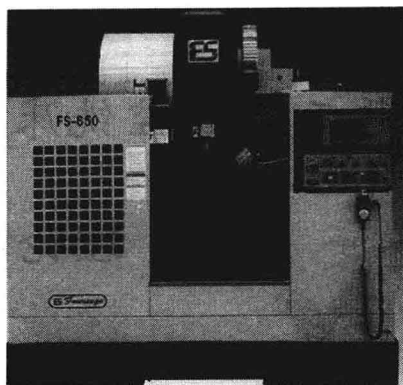
机床主轴轴线垂直于机床工作台台面,称为立式数控铣床或立式加工中心,主要用来加工盖、板、平面凸轮等零件。相对于卧式而言,立式数控铣床与立式加工中心结构简单,占地面积小,方便工件装夹,价格低,刀具运动轨迹易观察,调试程序检查测量方便,冷却条件易建立,冷却液能直接到达刀具和加工表面;机床坐标系与笛卡尔坐标系吻合,感觉直观。图4.1.1为常见的立式数控铣床和加工中心。

2. 卧式数控铣床与卧式加工中心

机床主轴轴线平行于机床工作台台面,称为卧式数控铣床或卧式加工中心,适于加工箱体类零件。零件只要一次装夹在回转工作台上,即可对箱体(除顶面和底面之外)的四个面进行铣、镗、钻、攻丝等加工。特别是箱体类零件上的一些孔和型腔有位置公差要求的(如孔系之间的平行度、孔与端面的垂直度、端面与底面的垂直度等),以及孔和型腔与基准面(底面)有严格尺寸精度要求的,在卧式加工中心上通过一次装夹加工,容易得到



(a)

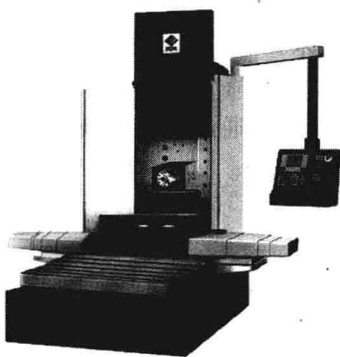


(b)

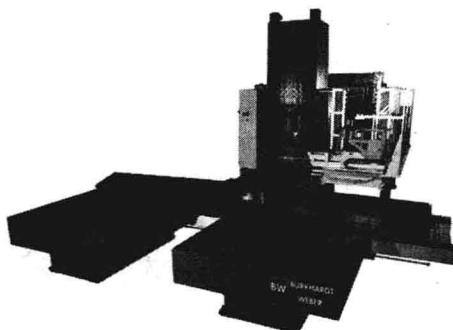
图 4.1.1 立式数控铣床及加工中心

(a) 立式数控铣床; (b) 立式加工中心。

保证,适合于批量工件的加工。并且可通过采用增加数控转台或万能数控转台的方式实现四轴联动和五轴联动加工。卧式数控铣床与卧式加工中心排屑容易,有利于加工,但结构复杂、价格较高。图 4.1.2 为常见的卧式数控铣床与卧式加工中心。



(a)



(b)

图 4.1.2 卧式数控铣床与卧式加工中心

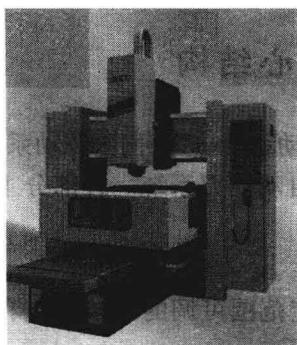
(a) 卧式数控铣床; (b) 卧式加工中心。

3. 龙门式数控铣床与龙门式加工中心

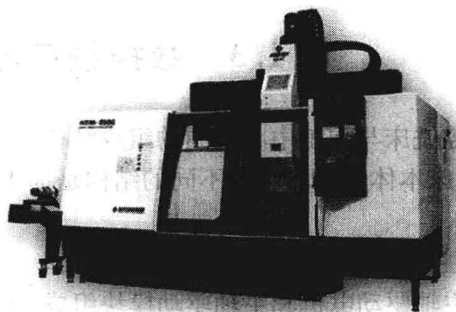
在结构上采用龙门式结构布局,即对称式双立柱结构的数控铣床或加工中心称为龙门数控铣床与龙门加工中心。这种结构形式进一步增强了机床的刚性,尤其适合加工大型工件或形状复杂的工件,如大型汽车覆盖件、模具零件、汽轮机配件等,主要在汽车、航空、航空、机床等行业使用。图 4.1.3 为龙门式数控铣床与加工中心。

4. 立卧两用数控铣床与加工中心

机床的主轴可作垂直和水平转换,工件一次装夹后,能完成多个面加工的数控机床。如五面加工中心,它在工件一次装夹后,能完成除安装底面外的五个面的加工。这种加工



(a)



(b)

图 4.1.3 龙门式数控铣床及加工中心

(a) 龙门式数控铣床; (b) 龙门式加工中心。

中心兼有立式和卧式加工中心的功能,在加工过程中可保证工件的位置形状公差要求。常见的五面加工中心有两种形式,一种是主轴作相应角度旋转,可成为立式加工中心或卧式加工中心。另一种是工作台带着工件作旋转,主轴不改变方向而实现五面加工。无论是哪种五面加工中心都存在着结构复杂、造价昂贵的缺点。

5. 并联机床

机床的主轴能实现多自由度运动,称为并联机床,又称虚拟轴机床。并联机床是并联机器人机构与机床结合的产物,是空间机构学、机械制造、数控技术、计算机软硬件技术和 CAD/CAM 技术高度结合的高科技产品。并联机床的结构简单、价格低,结构刚度高。由于采用了框架结构,其刚度高于传统的数控机床,加工精度高、使用寿命长、变换坐标系方便、多功能灵活性强。由于该机床简单控制方便,较容易根据加工对象而将其设计成专用机床,同时也可以开发成通用机床,用以实现铣削、镗削、磨削等加工工艺,还可以配备必要的测量工具把它组成测量机,以实现机床的多功能。这将会带来很大的应用和市场前景,可以利用它实现超大型复杂曲面的加工,如叶片、叶轮、螺旋桨、模具等,也可设计成微型机床加工一些小型精密零件。并联机床外观形状如图 4.1.4 所示。

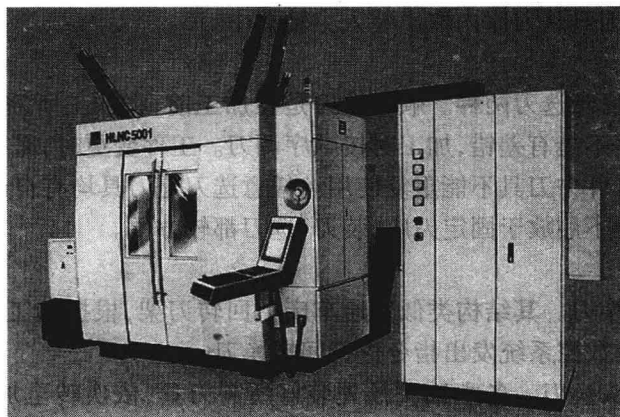


图 4.1.4 并联机床

1.3 数控铣床与加工中心结构

数控铣床与加工中心相同的组成结构是主轴伺服驱动系统、进给伺服驱动系统、数控装置、机床本体、辅助装置,不同的结构是加工中心还有自动换刀系统。各部分主要结构如下。

1. 主轴伺服驱动系统

由主轴驱动电机和主轴驱动模块组成,用于提供一定范围可调的主轴转速和切削功率,以满足机床较大工艺范围内的切削加工需要。

2. 进给伺服驱动系统

由进给伺服电机、进给伺服驱动模块和位置检测装置等组成,它能按设定的进给速度,实现刀具和工件之间的相对运动。

3. 数控装置

数控部分是由 CNC 装置、可编程控制器等组成,它是执行顺序控制动作和完成加工过程的控制中心。

4. 机床本体

由床身、立柱和工作台等组成,它们主要承受加工中心的静载荷以及在加工时产生的切削负载,因此必须要有足够的刚度。

5. 辅助装置

包括冷却和排屑系统、液压和气动系统、检测系统等部分。这些装置虽然不直接参与切削运动,但对加工效率、加工精度和可靠性起着保障作用。

6. 自动换刀系统

这是加工中心的特有装置,也是加工中心与数控铣床的主要区别所在,使加工中心的功能和自动化加工的能力更强了。自动换刀装置可帮助数控机床节省辅助时间,并满足在一次安装中完成多工序、多工步加工要求。自动换刀系统由刀库、机械手等部件组成。加工中心的刀库容量少的有几把,多的达几百把。这些刀具通过换刀机构自动调用和更换,也可通过控制系统对刀具寿命进行管理;当需要换刀时,数控系统发出指令,由机械手或通过其他方式将刀具从刀库内取出装入主轴孔中。

1) 选刀方式

有顺序选刀和任意选刀两种。顺序选刀是在加工前,将加工所需刀具依工艺次序插入刀库刀套中,顺序不能有差错,加工时按顺序调刀。工件变更时,需重调刀具顺序,操作繁琐,且加工同一工件中刀具不能重复使用。任意选刀是刀具均有自己的代码,加工中任选且可重复使用,也不用放于固定刀座,装刀、选刀都较方便。

2) 换刀方式

(1) 回转刀架换刀。其结构类似普通车床上回转刀架,根据加工对象不同可设计成四方或六角形式,由数控系统发出指令进行回转换刀。

(2) 更换主轴头换刀。各主轴头预先装好所需刀具,依次转至加工位置,接通主运动,带动刀具旋转。该方式的优点是省去了自动松夹、装卸刀具、夹紧及刀具搬动等一系列复杂操作,缩短了换刀时间,提高了换刀可靠性。

(3) 使用刀库换刀。将加工中所需刀具分别安装标准刀柄,在机外进行尺寸调整之后按一定方式放入刀库,由交换装置从刀库和主轴上取刀交换。自动换刀装置中,实现刀库与主轴间传递和装卸刀具的装置为刀具交换装置。刀具交换方式常有两种:采用机械手交换刀具和由刀库与机床主轴的相对运动交换刀具(刀库移至主轴处换刀或主轴运动到刀库换刀位置换刀)。其中以机械手换刀最为常见。

3) 刀库

刀库是自动换刀装置中最主要的部件之一,其容量、布局及具体结构对数控机床的总体设计有很大影响。

(1) 刀库容量。指刀库存放刀具的数量,一般根据加工工艺要求而定。刀库容量小,不能满足加工需要;容量过大,又会使刀库尺寸大,占地面积大,选刀过程时间长,且刀库利用率低,结构过于复杂,造成很大浪费。

(2) 刀库类型。一般有盘式、链式及鼓轮式刀库几种。盘式刀库刀具呈环形排列,空间利用率低,容量不大但结构简单。链式刀库结构紧凑、容量大,链环的形状也可随机床布局制成各种形式而灵活多变,还可将换刀位突出以便于换刀,应用较为广泛。鼓轮式刀库占地小、结构紧凑、容量大,但选刀、取刀动作复杂,多用于FMS的集中供刀系统。

1.4 数控铣床与加工中心主要功能

各种类型数控铣床与加工中心所配置的数控系统虽然各有不同,但各种数控系统的功能,除一些特殊功能不尽相同外,其主要功能基本相同。

(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。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) 刀具长度补偿功能。此功能可以自动补偿刀具的长短,以适应加工中对刀具长度尺寸调整的要求。

(5) 比例缩放功能。比例缩放功能可将编好的加工程序按指定比例改变坐标值来执行。

(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。该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。

除上述功能外,加工中心还有自动换刀功能。

【本章小结】

本章主要介绍了数控铣床与加工中心的概念和分类,数控铣床与加工中心的主要功能。通过本章学习使学生掌握数控铣床与加工中心的基本概念,了解数控铣床与加工中心的编程特点。学习的重点和难点是数控铣床与加工中心的概念。

【知识链接】

在金工实训过程中,通过对普通铣床操作实训,使学生掌握普通铣床各部分组成及作用,掌握普通铣床的工作原理,了解普通铣床加工的基本知识。

【技能训练】

课后参观实训车间,现场认知数控铣床,观察数控铣床的布局,认识数控铣床的各个组成部分,仔细观察加工过程。

【思考练习】

1. 数控铣床与加工中心的概念是什么?
2. 简述数控铣与加工中心的主要区别。
3. 简述数控铣床与加工中心的分类方法。各类机床的概念及特点是什么?

第2章 数控铣床及加工中心编程基础

2.1 数控铣床与加工中心编程特点

2.1.1 数控铣床编程特点

(1) 为了方便编程中的数值计算,在数控铣床的编程中广泛采用刀具半径补偿来进行编程。

(2) 为了适应数控铣床的加工需要,对于常见的钻孔、镗孔切削加工动作,可以通过采用数控系统本身具有的固定循环功能来实现。

2.1.2 加工中心的编程特点

(1) 由于加工中心加工零件的工序很多,使用刀具的种类复杂,而一次装夹往往要完成粗加工、半精加工、精加工等所有工序,所以在加工中心编程前要进行合理的工艺分析,周密安排各工序的加工顺序,以提高加工效率和加工精度。

(2) 根据加工批量的大小,决定自动换刀还是手动换刀。对于单件或批量很小时,一般采用手动换刀,而对于大于10件以上且刀具更换频繁的工件加工,一般采用自动换刀。

(3) 程序中要注意换刀点位置的选择,在选刀与自动换刀过程中避免与工件、夹具的碰撞事故。

(4) 尽可能采用机外对刀。

(5) 不同的加工内容应安排到不同的子程序中,以便对每一个独立的程序进行调试。

2.2 数控铣床与加工中心编程方法

2.2.1 手工编程过程

从零件图样分析及工艺处理、数值计算、编写程序单、制穿孔纸带直至程序的校验等各个步骤,均由人工完成,则属手工编程。对于点位加工或几何形状不太复杂的零件来说,编程计算较简单,程序量不大,手工编程即可实现。

2.2.2 自动编程过程

编程工作的大部分或全部由计算机完成的过程称自动编程。编程人员只要根据零件图纸和工艺要求,用规定的语言编写一个源程序或者将图形信息输入到计算机中,由计算机自动进行处理,计算出刀具中心的轨迹,编写出加工程序清单,并自动制成所需控制介

质。由于走刀轨迹可由计算机自动绘出,所以可方便地对编程错误及时修正。对于形状复杂的非圆曲线组成的轮廓零件,或者是空间曲面零件,因计算相当繁琐,手工编程困难且易出错,必须采用自动编程的方法。下面介绍几种常用软件。

1. CAXA - ME

CAXA - ME 制造工程师是由中国北京北航海尔软件有限公司制开发的全中文、面向数控铣床和加工中心的三维 CAD/CAM 软件。

2. UG II

UG II 系统由美国 UGS 公司开发经销,不仅具有复杂造型和数控加工的功能,还具有管理复杂产品装配、进行多种设计方案的对比分析和优化等功能。该软件具有较好的二次开发环境和数据交换能力。一般认为 UG 是业界最好、最具有代表性的数控软件,它提供了功能强大的刀具轨迹生成方法,包括车、铣、线切割等完善的加工方法。

3. Pro/Engineer

Pro/Engineer 是美国 PTC 公司研制和开发的软件,它开创了三维 CAD/CAM 参数化的先河。该软件的应用领域主要是针对产品的三维实体模型建立、三维实体零件的加工以及设计产品的有限元分析。

4. CATIA

CATIA 是最早实现曲面造型的软件,它开创了三维设计的新时代,它的出现首次实现了计算机完整描述产品零件的主要信息,使 CAM 技术的开发有了现实的基础。

5. MasterCAM

MasterCAM 是由美国 CNC Software 公司推出的基于 PC 平台上的 CAD/CAM 软件,它具有很强的加工功能,尤其在对复杂曲面自动生成加工代码方面,具有独到的优势。

6. CIMATRON

CIMATRON 是以色列 Cimatron 公司提供的 CAD/CAM/CAE 软件,较早在微机平台上实现三维造型、生成工程图、数控加工等功能,具有各种通用和专用的数据接口及产品数据管理等功能。

7. Solidwoks

Solidwoks 公司的 Solidwoks 系列软件是一套功能相当强大的三维造型软件,三维造型是该软件的主要优势,该软件从最早的 Solidwoks98 版开始,就提出了功能强大、易学易用、技术创新这三大特点,该软件完全采用 Windows 的窗口界面操作。

2.3 数控铣床与加工中心坐标系

国家标准中已经对数控铣床与加工中心的坐标系及其运动方向实施了标准化,判定原则以假设工件静止,刀具相对于工件的移动及按右手直角笛卡尔坐标系确定 X 、 Y 、 Z 轴的方向,按右手定则确定 A 、 B 、 C 轴的旋转方向。

2.3.1 数控铣床与加工中心运动部件运动方向的规定

(1) Z 轴。规定与主轴平行的坐标轴为 Z 轴,并取刀具远离工件的方向为正方向。当机床有两根以上主轴时,则选取一个垂直于工件装夹表面的主轴为 Z 轴(如龙门铣

床)。

(2) X 轴。 X 轴规定为平行于工件装夹表面。

(3) Y 轴。 Y 坐标轴垂直于 X 、 Z 坐标轴。当 X 轴、 Z 轴确定之后,按笛卡尔直角坐标系右手定则法判断, Y 轴方向就唯一地被确定了。

(4) 旋转坐标轴 A 、 B 和 C 。旋转运动用 A 、 B 和 C 表示,规定其分别为绕 X 、 Y 和 Z 轴旋转的运动。 A 、 B 和 C 的正方向,相应地表示在 X 、 Y 和 Z 坐标轴的正方向上,按右手螺旋前进方向。

2.3.2 数控铣床与加工中心机械原点及工作坐标系

1. 机械原点与机床坐标系

机械原点也称机床参考点或零点,是机床生产厂家设计时自定的,其位置由机械挡块决定,不能随意改变。以机床参考点为原点设置的坐标系称为机床坐标系,是用来确定工件坐标系的基本坐标系,是机床本身所固有的坐标系。数控装置通电后通常要进行回参考点操作(回零),以建立机床坐标系。所谓回零,就是主轴直线坐标或旋转坐标(如回转工作台)回到正向的极限位置。

2. 工件坐标系

工件坐标系是编程人员在编写程序时,在工件上建立的坐标系。工件坐标系的原点位置为工件零点。理论上工件零点设置是任意的,但实际上,它是编程人员根据零件特点为了编程方便以及尺寸的直观性而设定的。选择工件坐标系时应注意如下几点:

- (1) 工件零点应选在零件的尺寸基准上,这样便于坐标值的计算,并减少错误;
- (2) 工件零点尽量选在精度较高的工件表面,以提高被加工零件的加工精度;
- (3) 对于对称零件,工件零点设在对称中心上;
- (4) 对于一般零件,工件零点设在工件轮廓某一角上;
- (5) Z 轴方向上零点一般设在工件上表面;
- (6) 对于卧式加工中心,最好把工件零点设在回转中心上,即设置在工作台回转中心与 Z 轴连线适当位置上;
- (7) 编程时,应将刀具起点和程序原点设在同一处,这样可以简化程序,便于计算。

2.4 数控铣床和加工中心加工工艺

2.4.1 数控铣床与加工中心的主要加工对象

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。

2. 曲面类零件

(1) 直纹曲面类零件。直纹曲面类零件是指由直线依某种规律移动所产生的曲面类零件。

(2) 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。

3. 箱体类零件

箱体类零件一般是指具有一个以上孔系,内部有一定型腔或空腔,在长、宽、高方向有一定比例的零件。加工箱体类零件的加工中心,当加工工位较多、需工作台多次旋转角度才能完成的零件,一般选卧式镗铣类加工中心。当加工的工位较少,且跨距不大时,可选立式加工中心,从一端进行加工。

2.4.2 铣削加工工艺的制定

1. 零件图工艺分析

(1) 尺寸标注应符合数控加工的特点。在数控编程中,所有点、线、面的尺寸和位置都是以编程原点为基准的,因此零件图样上最好直接给出坐标尺寸,或尽量以同一基准标注尺寸。

(2) 几何要素的条件应完整、准确。在程序编制中,编程人员必须充分掌握构成零件轮廓的几何要素参数及各几何要素间的关系。因为在自动编程时要对零件轮廓的所有几何元素进行定义,手工编程时要计算出每个节点的坐标,无论哪一点不明确或不确定,编程都无法进行。

(3) 定位基准可靠。在数控加工中,加工工序往往较集中,以同一基准定位十分重要。因此往往需要设置一些辅助基准,或在毛坯上增加一些工艺凸台。

(4) 统一几何类型及尺寸。零件的外形、内腔最好采用统一的几何类型及尺寸,这样可以减少换刀次数,还可能应用控制程序或专用程序以缩短程序长度。

2. 工序的划分

(1) 以一次安装、加工作为一道工序。

(2) 以同一把刀具加工的内容划分工序。

(3) 以加工部位划分工序。

3. 加工顺序的确定

(1) 上道工序的加工不能影响下道工序的定位与夹紧,中间穿插有通用机床加工工序的也要综合考虑。

(2) 一般先进行内形内腔加工工序,后进行外形加工工序。

(3) 以相同定位、夹紧方式或同一把刀具加工的工序,最好连续进行,以减少重复定位次数与换刀次数。

(4) 在同一次安装中进行的多道工序,应先安排对工件刚性破坏较小的工序。

总之,加工顺序的安排应根据零件的结构和毛坯状况,以及定位安装与夹紧的需要综合考虑。

4. 进给路线的确定

确定走刀路线是编写程序的依据之一,确定走刀路线时应注意以下几点。

(1) 寻求最短加工路线。如图 4.2.1(a) 所示零件上的孔系,4.2.1(b) 图的走刀路线为先加工完外圈孔后,再加工内圈孔。若改用 4.2.1(c) 图的走刀路线,减少空刀时间,则可节省定位时间近一倍,提高了加工效率。