



21世纪高职高专规划教材·机械系列



数控铣削编程与 加工技术



李爱敏 主 编
吕 勇 程改青 副主编
吴志强 主 审

国防科技大学出版社

21 世纪高职高专规划教材

机械系列·数控技术类

数控铣削编程与加工技术

李爱敏 主 编

吕 勇 程改青 副主编

吴志强 主 审

国防科技大学出版社

【内容简介】本书是为高职高专机械类专业编写的教材。

书中介绍了数控铣床的基础知识,数控铣削加工工艺,数控铣床的编程基础,FANUC、SIEMENS 和华中三大系统的编程与操作,最后介绍了自动编程及其应用。本书力求内容系统完整,讲解深入浅出,通过相应模块的练习,使学生很好地掌握所学知识。

本书适合高职高专教学使用,也可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削编程与加工技术/李爱敏主编. —长沙:国防科技大学出版社,2010.1

ISBN 978-7-81099-728-7

I. 数… II. 李… III. ①数控机床:铣床—程序设计
②数控机床:铣床—金属切削—加工 IV. TG547
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 208574 号

出版发行:国防科技大学出版社

网 址: <http://www.gfkdcbs.com>

责任编辑:徐 飞 特约编辑:张丹丹

印 刷 者:三河市骏杰印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:14

字 数:349 千字

版 次:2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

定 价:22.00 元

21 世纪高职高专规划教材·机械系列

编审委员会

主 任 李文珍 清华大学机械工程系
中国铸造学会学术工作委员会委员

副 主 任 冯国明 西安交通大学机械工程学院
中国工程图学会全国理事
霍忠义 长安大学理学院

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 艳	尹 楠	吕 勇	朱 磊	刘良瑞
刘品潇	吴志强	苏 辉	杨一平	李河水
李爱敏	连晓峰	辛会珍	陈建刚	苟向锋
苟维杰	赵晓东	贾 敏	浦艳敏	陶春生
常建啟	鲁昌国	穆亚辉		

课程审定 周 岩 哈尔滨工业大学机电工程学院
王 娜 兰州交通大学机电工程学院

内容审定 汪 诤 兰州交通大学机电工程学院
陈智刚 江西现代职业技术学院机械学院
宗 琳 沈阳化工学院机械工程学院

出版说明

高职高专教育作为我国高等教育的重要组成部分,承担着培养高素质技术、技能型人才的重任。近年来,在国家和社会的支持下,我国的高职高专教育取得了不小的成就,但随着我国经济的腾飞,高技能人才的缺乏越来越成为影响我国经济进一步快速健康发展的瓶颈。这一现状对于我国高职高专教育的改革和发展而言,既是挑战,更是机遇。

要加快高职高专教育改革的步伐,就必须对课程体系和教学模式等问题进行探索。在这个过程中,教材的建设与改革无疑起着至关重要的基础性作用,高质量的教材是培养高素质人才的保证。高职高专教材作为体现高职高专教育特色的知识载体和教学的基本工具,直接关系到高职高专教育能否为社会培养并输送符合要求的高技能人才。

为促进高职高专教育的发展,加强教材建设,教育部在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中,提出了“重点建设好3 000种左右国家规划教材”的建议和要求,并对高职高专教材的修订提出了一定的标准。为了顺应当前我国高职高专教育的发展潮流,推动高职高专教材的建设,我们精心组织了一批具有丰富教学和科研经验的人员成立了21世纪高职高专规划教材编审委员会。

编审委员会依据教育部高教司制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》,调研了百余所具有代表性的高等职业技术学院和高等专科学校,广泛而深入地了解了高职高专的专业和课程设置,系统地研究了课程的体系结构,同时充分汲取各院校在探索培养应用型人才方面取得的成功经验,并在教材出版的各个环节设置专业的审定人员进行严格审查,从而确保了整套教材“突出行业需求,突出职业的核心能力”的特色。

本套教材的编写遵循以下原则:

(1) 成立教材编审委员会,由编审委员会进行教材的规划与评审。

(2) 按照人才培养方案以及教学大纲的需要,严格遵循高职高专院校各学科的专业规范,同时最大程度地体现高职高专教育的特点及时代发展的要求。因此,本套教材非常注重培养学生的实践技能,力避传统教材“全而深”的教学模式,将“教、学、做”有机地融为一体,在教给学生知识的同时,强化了对学生实际操作能力的培养。

(3) 教材的定位更加强调“以就业为导向”,因此也更为科学。教育部对我国的高职高专教育提出了“以应用为目的,以必需、够用为度”的原则。根据这一原则,本套教材在编写过程中,力求从实际应用的需要出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论灌输,充分体现出“以行业为导向,以能力为本,以学生为中心”的风格,从而使本套教材更具实用性和前瞻性,与就业市场结合也更为紧密。

(4) 采用“以案例导入教学”的编写模式。本套教材力图突破陈旧的教育理念,在讲解的过程中,援引大量鲜明实用的案例进行分析,紧密结合实际,以达到编写实训教材的

目标。这些精心设计的案例不但可以方便教师授课,同时又可以启发学生思考,加快对学生实践能力的培养,改革人才的培养模式。

本套教材涵盖了公共基础课系列、财经管理系列、物流管理系列、电子商务系列、计算机系列、电子信息系列、机械系列、汽车系列和化学化工系列的主要课程。目前已经规划的教材系列名称如下:

财经管理系列

- 财经管理基础课
- 工商管理类
- 财务会计类
- 经济贸易类
- 财政金融类
- 市场营销类

机械系列

- 机械基础课
- 机械设计与制造类
- 数控技术类
- 模具设计与制造类
- 机电一体化类

计算机系列

- 公共基础课
- 计算机专业基础课
- 计算机网络技术类
- 计算机软件技术类
- 计算机应用技术类

公共基础课系列

物流管理系列

电子商务系列

电子信息系列

化学化工系列

汽车系列

对于教材出版及使用过程中遇到的各种问题,欢迎您通过电子邮件及时与我们取得联系(联系方式详见“教师服务登记表”)。同时,我们希望有更多经验丰富的教师加入到我们的行列当中,编写出更多符合高职高专教学需要的高质量教材,为我国的高职高专教育做出积极的贡献。

21 世纪高职高专规划教材编审委员会

序

21 世纪是科技和经济高速发展的重要时期,随着我国经济持续快速健康的发展,各行各业对高技能专业型人才的需求量迅速增加,对人才素质的要求也越来越高。高职高专教育作为我国高等教育的重要组成部分,在加快培养高技能专业型人才方面发挥着重要的作用。

与国外相比,我国高职高专教育起步时间短,这种状况与我国经济发展对人才大量需求的现状是很不协调的。因此,必须加快高职高专教育的发展步伐,提高应用型人才的培养水平。

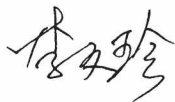
高职高专教育水平的提高,离不开课程体系的完善。相关领域人才的培养需要一批兼具前瞻性和实践性的优秀教材。教育部高教司针对高职高专教育人才培养模式提出了“以就业为导向”的指导思想,这也正是本套高职高专教材的编写宗旨和依据。

如何使高职高专教材既突出行业的需求特点,又突出职业的核心能力?这是教材在编写过程中必须首先解决的问题。本系列教材编委会深入研究了高职高专教育的课程和专业设置,并对以往的教材进行了详细分析和认真考察,力图在不破坏教材系统性的前提下,加强教材的创新和实践性内容,从而确保学生在学习专业知识的同时多动手,增强自己的实践能力,以加强“知”与“行”的结合。

本系列教材根据高职高专教育的要求,注重学生能力的培养,使学生在理论学习的同时更主要的是理论结合实践。本系列教材设置了“本章小结”和“习题”模块,方便学生学习并掌握所学知识;而且根据科目的不同配有实践环节和实验环节等。通过这些栏目的设计,使本系列教材的内容更加丰富、条理更为清晰,为老师的讲授和学生的学习都提供了很大的便利。

经过辛勤努力,本系列教材终于顺利出版了。我们相信本系列教材一定能够很好地适应现代高职高专教育的教学需求,也一定能够在高职高专教育机械课程的改革中发挥积极的推动作用,为社会培养更多优秀的应用型人才。

清华大学机械工程系材料加工技术研究所副所长
中国铸造学会学术工作委员会委员



前 言

自 20 世纪 50 年代第一台数控铣床诞生以来,机械加工精度和效率得到了极大提高,各种类型的数控铣床在生产中得到越来越广泛的应用,这势必造成对技能型数控铣床编程与操作人才的大量需要。为了满足高职高专院校和企业培养数控技能型技术应用人才的需求,我们借鉴了国内外数控技术的先进资料和经验,结合多年高职高专教学的实践经验编写了这本教材。本教材以培养、提高数控加工编程人员、操作人员的职业技能为目的进行阐述,将必要的知识支撑点融于技能培养的过程中,注重实践性教学和知识的综合应用,以达到满意的教学效果。

本教材严格依据“以应用为目的,以必需够用为度”的原则,力求从实际应用的需求出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论概念,通过大量的典型零件数控加工实例分析,全面系统地介绍了市场上比较流行的 FANUC、SIEMENS 和华中三大主流数控铣床的各种常用编程指令与操作规程。文字叙述力求简练清晰,内容直观易懂,便于学习、实践与操作训练,是一本内容新颖、实例丰富、深入浅出、系统性强、有较高实用价值的教材。

本教材由许昌职业技术学院李爱敏任主编并负责全书的统稿,吕勇、程改青任副主编,许昌长城烟机有限公司王英工程师、许昌职业技术学院魏铁建参加了部分章节的编写。具体编写分工如下:第 1 章、第 3 章及第 4 章由李爱敏编写,第 5 章由程改青编写,第 6 章由吕勇编写,第 2 章和附录由魏铁建编写,第 7 章由王英编写。

本教材由常州轻工职业技术学院吴志强副教授主审,许昌职业技术学院王要豪承担了大量的绘图和验证工作,我们在编写过程中参阅了国内外同行的资料与文献,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不当之处,望读者不吝指正。

编 者

目 录

第 1 章 数控铣床的基础知识	1
1.1 数控机床加工概述	1
1.2 数控铣床的结构、组成及加工原理	2
1.2.1 数控铣床的结构	2
1.2.2 数控铣床的组成	3
1.2.3 数控铣床的加工原理	4
1.3 数控铣床的分类	5
1.3.1 按主轴的布置形式分类	5
1.3.2 按数控系统的功能分类	6
1.3.3 按进给伺服系统分类	7
1.4 数控铣床的主要功能	9
1.5 数控铣床的特点与应用	10
1.5.1 数控铣床的特点	10
1.5.2 数控铣床的应用	11
本章小结	12
习题 1	12
第 2 章 数控铣削加工工艺	13
2.1 数控铣削加工内容的选择	13
2.2 数控铣削加工工艺分析	14
2.2.1 零件的工艺分析	14
2.2.2 加工方法与加工方案的确定	15
2.2.3 工序与工步的划分	16
2.3 数控铣削加工工艺路线的设计	17
2.3.1 确定加工路线的原则	18
2.3.2 铣削加工路线的确定	18
2.4 夹具、铣刀与切削用量的选择	20
2.4.1 工件安装与夹具选择	20
2.4.2 铣刀及切削用量的选择	20
2.5 数控铣削加工的工艺文件	26
2.5.1 数控铣削加工工序卡	26
2.5.2 数控铣削加工刀具调整单	26
本章小结	27
习题 2	28

第 3 章 数控铣床编程的基础	29
3.1 数控编程的内容与方法	29
3.1.1 程序编制的概念	29
3.1.2 数控编程的内容	29
3.1.3 数控编程的方法	31
3.2 数控程序的结构、功能字和格式	32
3.2.1 加工程序的结构	32
3.2.2 程序段中功能字的意义	33
3.2.3 程序段格式	34
3.3 数控铣床坐标系	35
3.3.1 机床坐标系	35
3.3.2 机床原点与机床参考点	37
3.3.3 工件坐标系和工件原点	38
3.3.4 绝对坐标与相对坐标	39
3.4 数控铣床的对刀	40
3.4.1 对刀点与换刀点的确定	40
3.4.2 对刀操作	40
本章小结	41
习题 3	41
第 4 章 FANUC0i-M 系统的编程与操作	42
4.1 FANUC0i-M 系统的编程基础知识	42
4.1.1 程序结构	42
4.1.2 小数点编程	42
4.2 FANUC0i-M 系统的编程指令	43
4.2.1 常用准备功能 G 指令	43
4.2.2 辅助功能 M 指令	51
4.2.3 进给功能、主轴功能、刀具功能指令	53
4.2.4 刀具半径补偿	53
4.2.5 刀具长度补偿指令	57
4.2.6 缩放及镜像指令	59
4.2.7 坐标系旋转指令	60
4.2.8 极坐标指令	61
4.3 FANUC0i-M 系统的固定循环编程	62
4.3.1 固定循环的动作组成	63
4.3.2 固定循环中的平面	64
4.3.3 固定循环指令	64
4.4 FANUC0i-M 系统的子程序	70
4.4.1 子程序的结构	71
4.4.2 子程序的调用	71

4.5	FANUC0i-M 系统数控铣床的操作面板	72
4.5.1	数控系统控制面板	73
4.5.2	数控机床控制面板	74
4.6	FANUC0i-M 系统数控铣床的基本操作	76
4.6.1	手动操作	76
4.6.2	程序的创建、输入和编辑	77
4.6.3	数据设置	79
4.6.4	自动运行操作	81
4.7	FANUC0i-M 系统的编程实例	82
	本章小结	85
	习题 4	86

第 5 章 SIEMENS 802S 系统的编程与操作

5.1	SIEMENS 802S 系统的编程基础知识	89
5.2	SIEMENS 802S 系统的编程指令	90
5.2.1	SIEMENS 802S 系统常用 G 指令	90
5.2.2	SIEMENS 802S 系统其他常用指令	98
5.3	SIEMENS 802S 系统的子程序	102
5.4	SIEMENS 802S 系统的程序跳转	104
5.5	SIEMENS 802S 系统的循环编程指令	106
5.6	SIEMENS 802S 系统数控铣床的操作面板	117
5.6.1	SIEMENS 802S 数控系统控制面板	117
5.6.2	SIEMENS 802S 系统机床控制面板	118
5.7	SIEMENS 802S 系统数控铣床的基本操作	120
5.7.1	开机和回参考点	121
5.7.2	手动方式	121
5.7.3	增量方式	122
5.7.4	新建和编辑程序	122
5.7.5	参数设置	123
5.7.6	自动方式	125
5.7.7	MDA 运行方式	126
5.8	SIEMENS 802S 系统的编程实例	127
	本章小结	130
	习题 5	130

第 6 章 华中世纪星 HNC-21M 系统的编程与操作

6.1	华中世纪星 HNC-21M 系统的特点及功能	133
6.2	华中世纪星 HNC-21M 系统准备功能 G 指令	133
6.3	华中世纪星 HNC-21M 系统的辅助功能 M 指令	142
6.3.1	数控系统内定的辅助功能	142
6.3.2	PLC 设定的辅助功能	143

6.4	华中世纪星 HNC-21M 系统其他功能指令	143
6.5	华中世纪星 HNC-21M 系统的简化编程指令	144
6.6	华中世纪星 HNC-21M 系统的固定循环编程	147
6.6.1	固定循环的几个定义	147
6.6.2	固定循环的指令格式	148
6.6.3	固定循环指令	149
6.7	华中世纪星 HNC-21M 系统的子程序和宏程序编程	157
6.7.1	子程序	157
6.7.2	宏程序	157
6.8	华中世纪星 HNC-21M 系统数控铣床的操作装置	160
6.9	华中世纪星 HNC-21M 系统数控铣床的基本操作	166
6.9.1	手动操作	166
6.9.2	程序编辑	166
6.9.3	数据设置	167
6.9.4	数控铣床的程序运行	168
6.10	华中世纪星 HNC-21M 系统的编程实例	170
	本章小结	172
	习题 6	172

第 7 章 自动编程及应用 174

7.1	国内外主要的 CAD/CAM 软件简介	174
7.2	Mastercam X 的 CAD 功能	176
7.2.1	Mastercam X 的工作界面	177
7.2.2	Mastercam X 的工作环境设置	178
7.3	Mastercam X 的 CAM 功能	186
7.3.1	外形铣削	186
7.3.2	孔系加工	186
7.3.3	挖槽铣削加工	189
7.4	Mastercam X 的后处理	190
	本章小结	192
	习题 7	192

附录 193

附录 1	FANUC0i-M 系统数控铣床常用 G 指令	193
附录 2	FANUC0i-M 系统数控铣床常用 M 指令	196
附录 3	SIEMENS 802S 系统数控铣床常用 G 指令	196
附录 4	SIEMENS 802S 系统数控铣床常用 M 指令及其他指令	199
附录 5	SIEMENS 802S 系统数控铣床循环指令	200
附录 6	华中世纪星 HNC-21M 系统数控铣床常用 G 指令	201
附录 7	华中世纪星 HNC-21M 系统数控铣床常用 M 指令	204

参考文献 207

第 1 章 数控铣床的基础知识

数控铣床是一种功能很强的数控机床,应用十分广泛,可以加工平面和曲面轮廓的零件,还可以加工复杂型面的零件,如凸轮、叶片、模具、螺旋槽等,同时还可以对零件进行钻、扩、铰、镗孔和攻螺纹加工。

1.1 数控机床加工概述

数控即数字控制(numerical control,简称为 NC)。数控机床是用数字化信号对机床的运动及其加工过程进行控制的机床,它是一种技术密集度及自动化程度很高的机电一体化加工设备,是数控技术与机床相结合的产物。

随着现代科学技术和社会生产的不断发展,人们对机械加工业提出了越来越高的要求。在机械加工过程中,单件与小批量(批量在 10~100 件)生产的零件占机械加工总量的 80% 以上。为了保证产品质量,提高生产率,降低成本,机床不仅应具有较好的通用性和灵活性,而且要求加工过程能够实现自动化。通用机械、汽车、拖拉机、家用电器等制造厂大都采用了自动机床、组合机床和自动化生产线,但采用这种高度自动化和高效率的设备一次投资费用大,生产准备时间长,不适于频繁改型和多种产品生产的需要,尤其不适于造船、航空航天、重型机械以及国防部门,因为其产品具有加工批量小、改型频繁、零件的形状复杂及精度要求高的生产特点。

为了解决这些问题,满足多品种、小批量的自动化生产需要,迫切需要一种灵活的、通用的、能够适应产品频繁变化的柔性自动化机床。数控机床就是在这样的背景下产生与发展起来的,它极其有效地解决了上述一系列矛盾,为单件、小批量生产的精密复杂零件提供了自动化加工手段。

1948 年,美国公司 Parsons 在研制加工直升机螺旋桨叶片轮廓用检查样板的机床时,首先提出计算机控制机床的设想。在麻省理工学院 MIT 的协助下,美国公司 Parsons 于 1952 年研制成功了世界上第一台三坐标立式数控铣床。

随着电子技术和计算机技术的发展,数控系统也在不断进步。自第一台数控铣床问世以来,数控系统已先后经历了两个阶段和六代的发展。其中,六代是指电子管、晶体管、集成电路、小型计算机、微处理器和基于工控 PC 机的通用型 CNC 系统。前三代为第一阶段,称为硬件连接数控,简称为 NC 系统;后三代为第二阶段,称为计算机软件数控,也称为 CNC 系统。我国自从 1958 年由清华大学和北京第一机床厂合作研制了第一代电子管数控铣床以来,也同样经历了六代历史,见表 1-1。

表 1-1 数控系统发展的六代历史

数控系统发展的历史	世界产生年代	中国产生年代
第一代(电子管数控系统)	1952 年	1958 年
第二代(晶体管数控系统)	1959 年	1964 年
第三代(集成电路数控系统)	1965 年	1972 年
第四代(小型计算机数控系统)	1970 年	1978 年
第五代(微处理器数控系统)	1974 年	1981 年
第六代(基于工控 PC 机的通用型 CNC 系统)	1990 年	1994 年

数控系统的核心是计算机数字控制装置,即 CNC 装置。CNC 装置由硬件和软件组成。软件包括管理软件和控制软件两大类。管理软件由输入/输出(I/O)程序、I/O 处理程序、显示程序和诊断程序等组成。控制软件由译码程序、刀具补偿计算程序、速度控制程序、插补运算程序和位置控制程序等组成。系统功能可用硬件电路实现,也可用软件实现。新一代的 CNC 系统大都采用软件来实现数控系统的绝大部分功能。要增加或更新系统功能时,则只需要更换控制软件即可,因此,CNC 系统较 NC 系统具有更好的通用性和灵活性。

以数控铣床为例,数控铣床就是采用了数控技术的铣床,或者说是装备了数控系统的铣床,是数控机床的一种,它是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物,是一种完全新型的自动化数控机床。数控铣床加工与普通铣床加工有很大不同。在数控铣床加工前,需要把原先在普通铣床上加工时需要操作工人考虑和决定的操作内容及动作,如走刀路线、切削参数、位移量、开车、停车、换向、主轴变速和开关切削液等用一些数字代码表示,把这些数字代码通过信息载体输入数控系统,数控系统经过译码、运算以及处理,发出相应的动作指令,自动地控制数控铣床的刀具与工件的相对运动,从而加工出所需要的工件。数控铣床与普通铣床的一个显著区别在于,当加工对象改变时,除了重新装夹工件和更换刀具之外,只需更换新程序即可,不需要对铣床作任何调整。

在 1959 年,美国克耐·杜列克公司(Keaney & Trecker)首次成功开发了数控机床的新种类——加工中心。加工中心是功能更为全面的数控加工机床,配有刀库,刀库中存放着各种刀具,在加工过程中由程序自动选用和更换,这是它与数控铣床的主要区别。它能把铣削、钻削、镗削、攻螺纹和切削螺纹等功能集中在一台设备上,使其具有多重工艺手段。加工中心是一种综合能力较强的加工设备,采用加工中心加工产品,可以省去工装,大大提高产品质量,保证零件的精度,减轻劳动强度,为新产品的研制与改型换代节省大量时间和费用,从而使企业具有较强的竞争能力。

随着我国数控机床用户的不断增加,应用领域的不断扩大,努力提高数控加工技术水平,已成为推动我国数控技术在制造业中应用与发展的重要环节。数控加工技术水平的提高,除与数控机床的性能和功能密切相关外,数控加工工艺与数控程序也起着相当重要的作用。在数控加工过程中,如果说数控机床是硬件,那么,数控工艺和数控程序则相当于软件,两者缺一不可。

1.2 数控铣床的结构、组成及加工原理

1.2.1 数控铣床的结构

如图 1-1 所示为 XK0186A 型升降台式数控铣床的外形结构图。

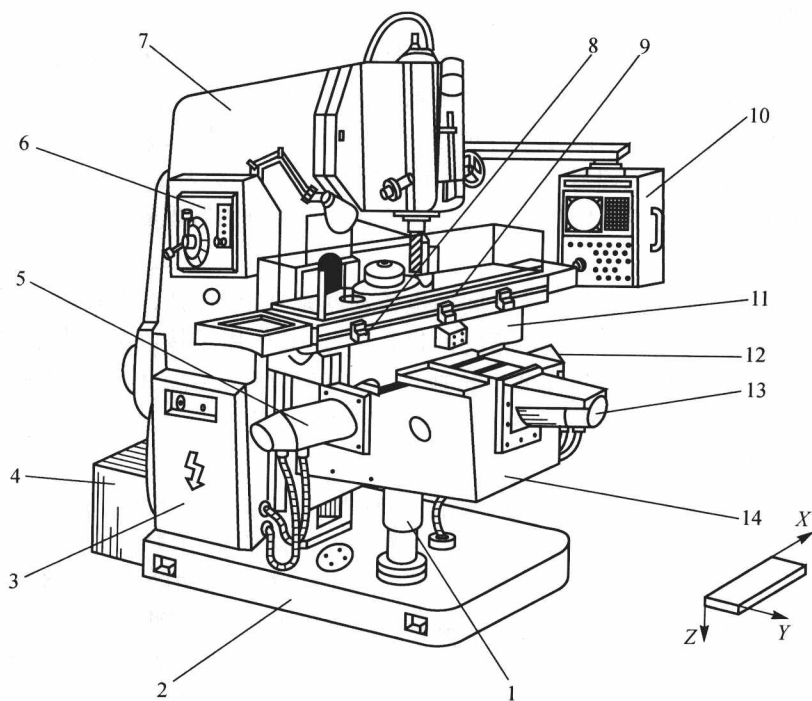


图 1-1 XK0186A 型数控铣床的结构

- 1—工作台支撑；2—底座；3—强电柜；4—变压器箱；5—垂直升降进给伺服电动机；
6—主轴变速手柄和按钮板；7—床身；8—行程限位开关；9—纵向工作台；
10—操作台；11—横向溜板；12—纵向进给伺服电动机；
13—横向进给伺服电动机；14—升降台

和传统的铣床一样,数控铣床的主要部件有床身、底座、主轴、纵向(X 轴)工作台、横向(Y 轴)溜板、升降台、液压与气动控制系统和电气控制系统等。

床身7固定在底座2上,用于安装与支撑铣床各部件。操作台10上有显示器、铣床操作面板,用于程序和参数的输入和显示。纵向工作台9、横向溜板11安装在升降台14上,通过纵向进给伺服电动机12、横向进给伺服电动机13和垂直升降进给伺服电动机5的驱动,完成 X 轴方向、 Y 轴方向和 Z 轴方向的坐标进给。强电柜3中装有铣床电气部分的接触器、继电器等。变压器箱4安装在床身立柱的后面。主轴变速手柄和按钮板6用于手动调整主轴的正反转、停止及冷却液开关等。

1.2.2 数控铣床的组成

数控铣床一般由输入装置、数控装置、伺服系统、强电控制柜、铣床本体和辅助装置等几大部分组成。

1. 输入装置

输入装置的作用是将加工零件的程序和各种参数、数据通过输入设备送进计算机系统(数控装置)内。常用的输入方式有穿孔纸带、穿孔卡、磁带、磁盘等。近年来,穿孔纸带及穿孔卡已极少使用。在生产现场,简单的零件加工程序一般都采用操作面板上的按钮或键盘将加工程序直接输入,也可以通过串行接口将计算机上编写的加工程序输入数控装置。

2. 数控装置

数控装置是数控铣床的核心,它的基本任务是接收输入装置送来的数字化信号,按照规定的控制算法进行插补运算,把它们转换为伺服系统能够接收的指令信号,然后由输出装置送给伺服系统,控制数控铣床的各个部分进行规定、有序的动作。数控装置由硬件和软件组成,硬件由各种 I/O 接口电路、微处理器(CPU)、存储器等组成,软件是为了实现数控装置各项控制功能而编制的程序,又称为系统软件。数控装置的软件系统分为管理软件和控制软件两部分。

3. 伺服系统

伺服系统是数控系统与铣床本体之间的电传动联系环节,包括伺服驱动电动机、各种伺服驱动元件及执行机构等。它是数控系统的执行部分,其作用是接收数控装置的指令信号,并按指令信号的要求控制执行部件的进给速度、方向和位移。指令信号是以脉冲信号体现的,每一个脉冲使铣床移动部件产生的位移量称为脉冲当量。

4. 强电控制柜

强电控制柜主要用来安装铣床强电控制的各种电气元器件,除了提供数控、伺服等一类弱电控制系统的输入电源,以及各种短路、过载、欠压等电气保护外,主要在 PLC 的输出接口与铣床各类辅助装置的电气执行元器件之间起连接作用,即控制铣床辅助装置的各种交流电动机、液压系统电磁阀或电磁离合器等。强电控制柜还具有扩展接点数和扩大触点容量等作用,此外,它也与机床操作台的有关手控按钮连接。强电控制柜主要由各种中间继电器、接触器、变压器、电源开关、接线端子和各类电气保护元器件等构成,它与一般的普通铣床电气类似,但为了提高对弱电控制系统的抗干扰性,要求各类频繁启动或切换的电动机、接触器等电磁感应器件均必须并联 RC 阻容吸收器,对各种检测信号的输入均要求用屏蔽电缆连接。

5. 铣床本体

铣床本体是数控铣床的主体,是用于完成各种切削加工的机械部分,包括铣床的主运动部件、进给运动部件、执行部件和基础部件,如底座、立柱、工作台和导轨等。普通铣床上各个传动链之间靠复杂的齿轮传动联系,而数控铣床与普通铣床不同,它的主运动和各个坐标轴的进给运动都是由单独的伺服电动机驱动,所以数控铣床的传动链短,结构比较简单。

6. 辅助装置

为了提高生产率和加工精度等,数控铣床还配备了许多辅助控制装置,如自动工作台交换装置、工件夹紧放松机构、回转工作台、液压控制系统、润滑装置、冷却液装置、排屑装置、过载与限位保护功能等。由于铣床的加工功能与类型不同,因此,其配备的辅助装置也各不相同。

1.2.3 数控铣床的加工原理

使用数控铣床加工零件时,通常都需要对铣床的各种动作进行控制,一是控制动作的先后次序,二是控制铣床各运动部件的位移量。采用普通铣床加工时,开机、停机、走刀、换向、主轴变速和开关冷却液等操作都是由人工直接控制的。而采用数控铣床加工零件时,则首先根据零件图分析被加工零件形状、尺寸及工艺要求等,然后采用手工或计算机进行零件加工程序的编制,把加工零件所需铣床的各种动作及工艺参数编成数控系统所能接收的程序代码,输入铣床数控系统中,再由其进行运算处理后转成驱动伺服机构的指令信号,从而控制铣床各部件协调动作,自动地加工出零件来。当更换加工对象时,只需要重新编写程序代码输入铣床,即可由数控系统代替人的大脑和双手的大部分功能,控制加工的全过程,制造出任意复杂的零件。数控铣床的加工原理如图 1-2 所示。

数控加工过程总体上可分为数控程序编制和铣床加工控制两大部分。

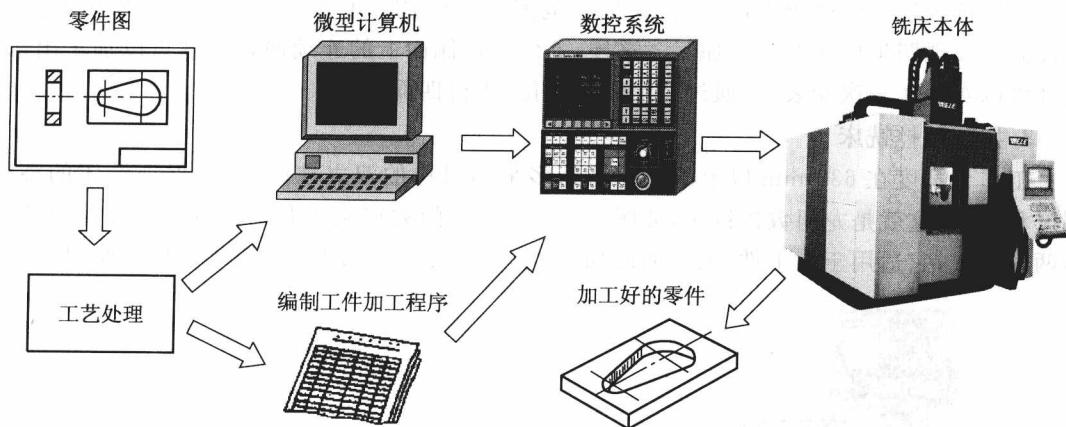


图 1-2 数控铣床的加工原理

数控铣床的控制系统一般都能按照数字程序指令控制铣床,实现主轴自动启停、换向和变速,自动控制进给速度、方向和加工路线,选择刀具,并根据刀具尺寸调整吃刀量及行走轨迹,同时完成加工中所需要的各种辅助动作。

1.3 数控铣床的分类

数控铣床的种类繁多,规格不一,其分类方法尚无统一规定,人们可以从不同的角度对其进行分类。下面介绍几种常用的分类方法。

1.3.1 按主轴的布置形式分类

按主轴的布置形式可将数控铣床分为立式数控铣床、卧式数控铣床和龙门数控铣床三种。

1. 立式数控铣床

在数控铣床中,立式数控铣床的数量最多,应用最广。其特点是主轴与铣床工作台台面垂直,工件装夹方便,加工时便于观察,但不便于排屑,如图 1-3 所示。立式数控铣床一般采用固定式立柱结构,工作台不升降。主轴箱做上下运动,并通过立柱内的重锤平衡主轴箱的质量。为保证机床的刚度,主轴中心线离立柱导轨面的距离不能太远,因此,这种结构主要适用于中小尺寸零件的加工。

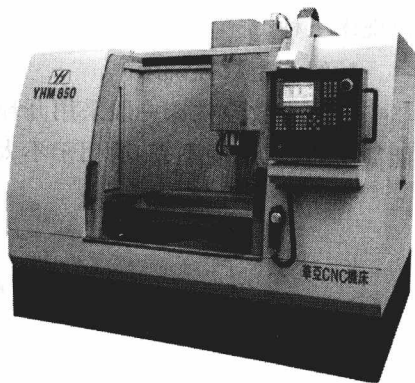


图 1-3 立式数控铣床

从铣床数控系统控制的坐标数量来看,目前三坐标数控立铣占大多数,一般可进行三坐标联动加工;但也有部分铣床只能进行三个坐标中任意两个坐标的联动加工(常称为两轴半坐标加工)。此外,有的铣床主轴还可以绕 X、Y、Z 坐标轴中的一个或两个轴做数控摆角运动,这种铣床常称为四坐标或五坐标数控立铣。

2. 卧式数控铣床

卧式数控铣床的主轴轴线与工作台台面平行,主要用来加工箱体类零件。与立式数控铣床相比,卧式数控铣床结构复杂,在加工时不便观察,但排屑顺畅,如图 1-4 所示。单纯的