



全国高职高专机械类“工学结合-双证制”
人才培养“十二五”规划教材

机械零件 数控铣削加工

刘昭琴 李学营 魏加争 主编
杨 雄 主审



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

全国高职高专机械类“工学结合-双证制”
人才培养“十二五”规划教材



机械制图
机械制图习题集
AutoCAD2012
AutoCAD基础及应用
机械基础
机械设计基础
机械设计基础课程设计
机械制造基础
机械加工工艺与夹具设计

金工实习
公差配合与技术测量
机械CAD/CAM (UG)
金属材料及热处理
液压与气压传动
➔ **机械零件数控铣削加工**
机械零件数控车削加工
数控加工工艺
数控机床编程与加工

策划编辑 严育才 责任编辑 严育才 封面设计 范翠璇

➔ 课件免费索取邮箱: jixie_hustp@163.com

ISBN 978-7-5609-8625-8



9 787560 986258 >

定价: 32.80元

全国高职高专机械类“工学结合-双证制”人才培养“十二五”规划教材

机械零件数控铣削加工

主 编	刘昭琴	李学营	魏加争
副主编	陶 辉	赵文雅	刘艳申
参 编	吴道明	刘 进	杨 婷
	郑孟冬	杨小刚	米贤忠
主 审	杨 雄		

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书是在教育部关于“做好课程与职业资格标准对接,推行‘双证书’制度”的指导思想下编写的全国高职高专机械类“工学结合-双证制”人才培养“十二五”规划教材。本书以“项目导向,任务驱动”的教学模式来编写,以典型中级和高级数控铣床操作工考核的加工零件为例,系统讲解数控铣削知识和操作技能,内容包括数控铣削加工基础知识,平面、型腔、孔系、曲面、配合件等不同特征零件的工艺与编程知识、加工操作技能,同时将数控铣削加工职业技能考核标准融入课程。

本书可作为高职高专院校数控类专业和近机械类各专业相关课程的教材,也可供其他相关专业的师生和工程技术人员作参考资料,还可作为数控操作培训、考证班的教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械零件数控铣削加工/刘昭琴 李学营 魏加争 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.4
ISBN 978-7-5609-8625-8

I. 机… II. ①刘… ②李… ③魏… III. 机械元件-铣床-数控切削-高等职业教育-教材 IV. ①TH13
②TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 311089 号

机械零件数控铣削加工

刘昭琴 李学营 魏加争 主编

策划编辑:严育才

责任编辑:严育才

封面设计:范翠璇

责任校对:朱 玢

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北通山金地印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:18

字 数:469 千字

版 次:2013 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:32.80 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国高职高专机械类“工学结合·双证制”人才培养“十二五”规划教材

编委会

丛书顾问:

陈吉红(华中科技大学)

委员(以姓氏笔画为序):

万金宝(深圳职业技术学院)

王 平(广东工贸职业技术学院)

王兴平(常州轻工职业技术学院)

王连弟(华中科技大学出版社)

王怀奥(浙江工商职业技术学院)

王晓东(长春职业技术学院)

王凌云(上海工程技术大学)

王逸群(贵州航天职业技术学院)

王道宏(嘉兴职业技术学院)

牛小铁(北京工业职业技术学院)

文申柳(四川化工职业技术学院)

毛友新(安徽工业经济职业技术学院)

尹 霞(湖南化工职业技术学院)

田 鸣(大连职业技术学院)

吕修海(黑龙江农业工程职业技术学院)

朱江峰(江西工业工程职业技术学院)

刘 敏(烟台职业学院)

刘小芹(武汉职业技术学院)

刘小群(江西工业工程职业技术学院)

刘战术(广东轻工职业技术学院)

刘昭琴(重庆航天职业技术学院)

闫瑞涛(黑龙江农业经济职业学院)

杜红文(浙江机电职业技术学院)

李 茹(天津职业大学)

李 权(滨州职业学院)

李传军(承德石油高等专科学校)

何时剑(淮安信息职业技术学院)

秘 书:季 华 万亚军

何晓凤(安徽机电职业技术学院)

宋放之(北京航空航天大学)

张 勃(漯河职业技术学院)

张 健(十堰职业技术学院)

张 焕(郑州牧业工程高等专科学校)

张云龙(青岛职业技术学院)

张录鹤(安徽国防科技职业学院)

张俊玲(贵州工业职业技术学院)

陈泽宇(广州铁路职业技术学院)

陈子珍(宁波职业技术学院)

陈天凡(福州职业技术学院)

金 濯(江苏畜牧兽医职业技术学院)

郑 卫(上海工程技术大学)

周 敏(中山职业技术学院)

胡翔云(湖北职业技术学院)

荣 标(宁夏工商职业技术学院)

贾晓枫(合肥通用职业学院)

黄红兵(六安职业技术学院)

黄定明(武汉电力职业技术学院)

黄晓东(九江职业技术学院)

崔西武(武汉船舶职业技术学院)

葛建中(芜湖职业技术学院)

董建国(湖南工业职业技术学院)

解顺兴(武汉华中数控股份有限公司)

窦 凯(广州番禺职业技术学院)

颜惠庚(常州工程职业技术学院)

序

目前我国正处在改革发展的关键阶段,深入贯彻落实科学发展观,全面建设小康社会,实现中华民族伟大复兴,必须大力提高国民素质,在继续发挥我国人力资源优势的同时,加快形成我国人才竞争比较优势,逐步实现由人力资源大国向人才强国的转变。

《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020年)》提出:发展职业教育是推动经济发展、促进就业、改善民生、解决“三农”问题的重要途径,是缓解劳动力供求结构矛盾的关键环节,必须摆在更加突出的位置。职业教育要面向人人、面向社会,着力培养学生的职业道德、职业技能和就业创业能力。

高等职业教育是我国高等教育和职业教育的重要组成部分,在建设人力资源强国和高等教育强国的伟大进程中肩负着重要使命并具有不可替代的作用。自从1999年党中央、国务院提出大力发展高等职业教育以来,高等职业教育培养了大量高素质技能型专门人才,为加快我国工业化进程提供了重要的人力资源保障,为加快发展先进制造业、现代服务业和现代农业做出了积极贡献;高等职业教育紧密联系经济社会,积极推进校企合作、工学结合人才培养模式改革,办学水平不断提高。

“十一五”期间,在教育部的指导下,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会根据《高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会章程》,积极开展国家级精品课程评审推荐、机械设计与制造类专业规范(草案)和专业教学基本要求的制定等工作,积极参与了教育部全国职业技能大赛工作,先后承担了“产品部件的数控编程、加工与装配”“数控机床装配、调试与维修”“复杂部件造型、多轴联动编程与加工”“机械部件创新设计与制造”等赛项的策划和组织工作,推进了双师队伍建设和课程改革,同时为工学结合的人才培养模式的探索和教学改革积累了经验。2010年,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会数控分委会起草了《高等职业教育数控专业核心课程设置及教学计划指导书(草案)》,并面向部分高职高专院校进行了调研。2011年,根据各院校反馈的意见,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会委托华中科技大学出版社联合国家示范(骨干)高职院校、部分重点高职院校、武汉华中数控股份有限公司和部分国家精品课程负责人、一批层次较高的高职院校教师组成编委会,组织编写全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材,选用此系列教材的学校师生反映教材效果好。在此基础上,响应一些友好院校、老师的要求,以及教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)中提出的要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”的理念。2012年,我们组织全国职教领域精英编写全国高职高专机械类“工学结合-双证制”人才培养“十二五”规划教材。

本套全国高职高专机械类“工学结合-双证制”人才培养“十二五”规划教材是各参与院校“十一五”期间国家级示范院校的建设经验以及校企结合的办学模式、工学结合及工学结合-双证制的人才培养模式改革成果的总结,也是各院校任务驱动、项目导向等教学做一体的教学模

式改革的探索成果。

具体来说,本套规划教材力图达到以下特点。

(1) 反映教改成果,接轨职业岗位要求 紧跟任务驱动、项目导向等教学做一体的教学改革步伐,反映高职机械设计制造类专业教改成果,注意满足企业岗位任职知识要求。

(2) 紧跟教改,接轨“双证书”制度 紧跟教育部教学改革步伐,引领职业教育教材发展趋势,注重学业证书和职业资格证书相结合,提升学生的就业竞争力。

(3) 紧扣技能考试大纲、直通认证考试 紧扣高等职业教育教学大纲和执业资格考试大纲和标准,随章节配套习题,全面覆盖知识点与考点,有效提高认证考试通过率。

(4) 创新模式,理念先进 创新教材编写体例和内容编写模式,针对高职学生思维活跃的特点,体现“双证书”特色。

(5) 突出技能,引导就业 注重实用性,以就业为导向,专业课围绕技术应用型人才的培养目标,强调突出技能、注重整体的原则,构建以技能培养为主线、相对独立的实践教学体系。充分体现理论与实践的结合,知识传授与能力、素质培养的结合。

当前,工学结合的人才培养模式和项目导向的教学模式改革还需要继续深化,体现工学结合特色的项目化教材的建设还是一个新生事物,处于探索之中。“工学结合-双证制”人才培养模式更处于探索阶段。随着本套教材投入教学使用和经过教学实践的检验,它将不断得到改进、完善和提高,为我国现代职业教育体系的建设和高素质技能型人才的培养作出积极贡献。

谨为之序。

全国机械职业教育教学指导委员会副主任委员
国家数控系统技术工程研究中心主任
华中科技大学教授、博士生导师

陈吉红

2013年2月

前 言

数控机床集计算机技术、电子技术、自动控制、传感测量、机械制造、网络通信技术于一体,是典型的机电一体化产品。它的快速发展和广泛应用给机械加工类专业人才的培养带来新的发展机遇。

本书以“项目导向,任务驱动”的教学模式进行编写,以典型零件加工为载体,通过任务导入,在零件结构和工艺性等过程性分析基础上进行工艺、编程、刀具、夹具和量具等知识的讲解。本书重在突出数控铣削加工的工作过程,将铣床编程的基础知识、指令编排在工作过程中进行讲解。随着零件加工任务的完成,相关的工艺、编程等知识的学习也已完成,实现知识的应用性和理论性统一,同时,本教材将技能鉴定考核纳入课程的学习,是一本集学习和考证于一体的实用性教材。

本书编写时力求理论表述简洁易懂、步骤清晰明了,便于掌握和应用,具体编排有以下特点。

1. 项目导向,任务驱动

本书以典型零件加工为项目载体,每个项目中包含了以零件加工过程为主题的四个子任务,即零件工艺编制、零件程序编制、零件仿真加工、零件的加工操作与检测。根据工作过程的顺序进行详细讲解。

2. 课证融合,实用性强

本书内容按照从简单的平面零件加工到配合零件的加工进行编排,逐步加深难度。最后通过数控铣床中、高级职业技能鉴定考核中的两个典型零件来详细讲解其加工方法和知识要点,减轻学生对技能认证考试的恐惧。在附录里,列出了国家职业资格标准和中、高级样题各一套供学生参考,并附有理论部分参考答案。学生可以通过样题了解考证范围和难度,既明晰了学习的目标,又能通过做考证样题检验学习的效果,最终树立考证的信心,顺利地考取职业资格证书,达到课证融合的目的。

3. 知识精练,简明扼要

本书内容以数控铣床加工工艺和编程为主,简明直观地讲解了数控加工中的重要知识点,有针对性地讲述了加工中所用的刀具、夹具和量具知识,简明扼要地讲解了编程指令的格式、功能、参数说明和注意事项,并结合实例对数控加工工艺的编制流程和方法作了详细的阐述。

4. 项目进程,系统完整

课程以项目展开,每一个项目都从零件图导入开始,依次进行结构分析、工艺分析、精度分析、刀具、夹具量具分析、编程、工艺文件填写、仿真加工、加工准备、零件加工、零件检测与评价,把工作过程的每一步骤都充分地展示给学生,让学生掌握系统的完整的项目过程,即工作过程。在工作过程学习和操作的同时也注重学生的职业素养训练。

本教材由刘昭琴、李学营、魏加争担任主编,陶辉、赵文雅、刘艳申担任副主编,吴道明、刘进、杨婷、郑孟冬、杨小刚、米贤忠任参编,杨雄任主审。其中刘昭琴编写了前言、课程认知、项



目四、项目七和附录；赵文雅编写了项目一；李学营编写了项目二；陶辉编写了项目三；魏加争编写了项目五；刘艳申编写了项目六；另外吴道明、刘进、杨婷、郑孟冬、杨小刚、米贤忠参与了本书的编写工作。

编 者

2012 年 11 月

目 录

0 课程认知	(1)
0.1 课程概述	(1)
0.2 数控铣削工艺基础	(3)
0.3 数控铣床编程基础	(28)
项目一 平面轮廓零件——凸台零件加工	(47)
1.1 项目导入	(47)
1.2 相关知识	(49)
1.3 项目实施	(57)
任务一 凸台零件铣削工艺编制	(57)
任务二 凸台零件程序编制	(59)
任务三 凸台零件仿真加工	(61)
任务四 凸台零件的数控铣削加工操作与检测	(62)
项目二 型腔类零件——十字槽板的加工	(69)
2.1 项目导入	(69)
2.2 相关知识	(71)
2.3 项目实施	(80)
任务一 十字槽板零件铣削加工工艺编制	(80)
任务二 十字槽板零件程序编制	(82)
任务三 十字槽板零件仿真加工	(87)
任务四 十字槽板零件的数控铣削加工操作与检测	(88)
项目三 孔系零件——钻模零件加工	(92)
3.1 项目导入	(92)
3.2 相关知识	(94)
3.3 项目实施	(116)
任务一 钻模零件铣削工艺编制	(116)
任务二 钻模零件程序编制	(118)
任务三 钻模零件仿真加工	(123)
任务四 钻模零件的数控铣削加工操作与检测	(124)
项目四 曲面零件——叶轮的加工	(131)
4.1 项目导入	(131)



4.2 相关知识	(132)
4.3 项目实施	(139)
任务一 叶轮零件铣削工艺编制	(139)
任务二 叶轮零件三维建模与自动生成程序	(141)
任务三 叶轮零件的数控铣削加工操作与检测	(158)
项目五 薄壁配合零件加工	(163)
5.1 项目导入	(163)
5.2 薄壁配合零件加工相关知识	(166)
5.3 项目实施	(168)
任务一 薄壁配合零件工艺编制	(168)
任务二 薄壁配合零件程序编制	(174)
任务三 薄壁配合零件加工	(186)
任务四 薄壁配合零件检测	(189)
项目六 中级数控铣床(加工中心)操作工典型零件加工	(192)
6.1 项目导入	(192)
6.2 相关知识	(194)
6.3 项目实施	(199)
任务一 盖板零件工艺编制	(199)
任务二 盖板零件程序编制	(204)
任务三 盖板零件仿真加工	(208)
任务四 盖板零件的数控铣削加工操作与检测	(210)
项目七 高级数控铣床(加工中心)操作工典型零件加工	(216)
7.1 项目导入	(216)
7.2 宏程序编程相关知识	(218)
7.3 项目实施	(224)
任务一 异形零件工艺编制	(224)
任务二 零件程序编制	(229)
任务三 异形零件的数控铣削加工操作与检测	(235)
附录 A 数控铣工国家职业资格标准	(240)
附录 B 数控铣床操作工中级职业技能鉴定考试样题	(251)
附录 C 数控铣床(加工中心)操作工高级职业技能鉴定考试样题	(265)
附录 D 加工过程中常用的卡片	(274)
参考文献	(276)

0 课程认知

【知识目标】

认识本课程的性质。

熟知数控技术的概念,了解数控机床的产生和发展。

掌握数控铣床坐标系的确定方法和数控加工程序的结构。

掌握数控铣床的组成、工作原理和结构特点。

掌握数控铣削的工艺基础知识及编程基础知识。

【能力目标】

具备确定工件坐标系的能力。

能理解数控系统的编程指令体系。

能对有关单位和 G 功能指令进行相应设置。

会运用辅助功能代码进行辅助功能设置。

0.1 课程概述

1. 课程性质

本课程是高职高专数控技术、机械制造等机械类相关专业的一门技能培养性课程。主要内容是:典型机械零件的结构工艺性分析和数控加工方法的选择,数控加工工艺规程的编制;数控加工过程中的完整工艺分析,精确数值计算,数控刀具的类型及特点,切削用量的选择,零件的装夹与定位方法,加工工序、工步及走刀路线的确定,数控铣床、加工中心编程,各种常用的编程指令与操作规程等基本知识。目的是培养学生数控铣削加工、工艺制订、程序编制和数控铣床操作等技能,同时以项目导向、任务驱动的教学模式,培养学生分析问题和解决问题的能力,以及职业岗位综合素质。

先修课程:计算机辅助造型、计算机辅助编程与加工、机械设计基础、机械设计实训、机械零件切削加工、数控机床等。

后续课程:特种加工技术、模具设计与制造、数控机床故障诊断与维护等。

2. 学习内容与学习目标

1) 学习内容

本课程将数控加工工艺的设计、编程、数控仿真软件操作和数控铣床加工操作的方法和规范等知识嵌入到七个学习项目中。内容包括:数控铣削工艺基础、数控铣床编程基础及平面轮廓零件加工;型腔零件加工;孔系零件加工;曲面零件加工,薄壁配合零件加工;中级数控铣床(加工中心)操作工典型零件加工;高级数控铣床(加工中心)操作工典型零件加工等知识和技



能。

2) 学习目标

本课程通过七个项目的学习与训练,力图使学生掌握数控铣削加工机床的加工工艺和数控编程知识,具备数控铣削加工工艺设计和程序编制以及调试能力,并能够至少操作一种系统的数控铣床完成中等复杂零件的数控铣削加工;培养学生实事求是的学习态度、科学的思维方法、创新能力以及良好的协作精神,为后续其他课程的学习及从事数控机床操作、数控编程等相关工作打下基础。学生通过训练能达到中、高级数控铣床操作工技术的水平以及数控铣削工艺员、数控程序员的水平。本课程的学习目标具体包括知识目标、素质目标和技能目标。

(1) 知识目标。

- ① 熟知相关专业术语。
- ② 熟悉各类数控铣床的结构、组成、功能、特点。
- ③ 掌握数控铣削加工常用刀具、夹具和量具知识。
- ④ 掌握数控铣削加工工艺与编程知识。
- ⑤ 熟悉各种典型零件的检测方法。
- ⑥ 熟悉机床的保养和维护。

(2) 素质目标。

- ① 团结协作——能与组内成员友好合作。
- ② 爱岗敬业——能按时出勤,认真听课,积极发言。
- ③ 吃苦耐劳——能认真做好课前准备、按时完成实训任务。
- ④ 创新能力——有独特见解。
- ⑤ 行业素质——有严、慎、细、实的工作作风。

(3) 技能目标。

- ① 会分析零件图。
- ② 会编制工艺方案、刀具调整卡等工艺文件。
- ③ 会计算数控加工工艺数据和几何数据。
- ④ 会编制加工程序。
- ⑤ 会使用仿真软件,会通过试切加工来检验数控加工程序。
- ⑥ 会编写数控加工程序卡,并存档。
- ⑦ 会对机床进行基本操作,并能加工合格零件。
- ⑧ 会检测加工零件。
- ⑨ 会数控加工的经济性和产品质量分析。

3. 学习方法

本课程是依据数控铣床加工典型零件所需职业能力而展开的。其总体设计思路是:打破以知识传授为主要特征的传统学科课程模式,转变为以工作任务为中心组织课程内容;利用典型案例、多媒体教学、视频录像、实例演示、现场教学等手段进行教学,并让学生在完成具体项目的过程中掌握相关理论知识,提高职业素质。因此要求学生按照以下方法进行学习。

(1) 课程内容包括由易到难的七个学习项目,每个学习项目的设计都是基于工作过程的。按照以下流程进行教学:教师下达任务→学生明确任务→提出问题→分析问题→收集资讯(信息)→制订计划→作出决策→实施计划→检测结果→评价反馈→总结。



(2) 本课程介绍的编程指令是以 FANUC Oi-MB 数控铣削系统为主的,以华中 HNC-21M 数控铣削系统为辅。

(3) 本课程的实践性强,要求学生在教师指导下,完成每个学习项目后,独立完成技能训练中的实训项目。

(4) 学生在学习每个项目前,应结合学习目标,进行相关知识的学习。

(5) 学习项目完成后应进行总结、归纳,并以每个学习项目后的技能训练题目为参考,检测自己的学习情况。

(6) 学习过程中应采取分组教学的方式,提倡学生们相互交流、讨论,以加深对问题的认识和理解。

(7) 充分利用网络资源了解数控技术新知识、新动向。利用“机械零件数控铣削加工”精品课程网站(<http://222.177.117.241/coursefile/shukongjishu/index.php>)及其他网站进行学习。相关网站如下。

数控工作室(<http://www.busnc.com/>)

中国数控在线网(<http://www.cncol.com>)

中国数控机床(<http://www.jc81.com/>)

山特维克可乐满(中国)(<http://www.coromant.sandvik.com/cn>)

森泰英格(成都)数控刀具有限公司(<http://www.egnc.com>)

中国量具刃具网(<http://www.chinaljrj.com>)

0.2 数控铣削工艺基础

1. 数控铣床概述

1) 数控铣床简介

数控铣床是世界上最早研制出来的数控机床,是一种功能很强的机床。它加工范围广,工艺复杂,涉及的技术问题多,是数控加工领域中具有代表性的一种机床。目前迅速发展起来的加工中心(MC, machine center)和柔性制造单元等都是在数控铣床的基础上发展起来的。在研究和开发新的数控系统和自动编程软件时,数控铣削加工是重要顾及的对象。与普通铣床相比,数控铣床的加工精度高,精度稳定性好,适应性强,操作劳动强度低,特别适用于板类、盘类、箱体类、型腔类等复杂形状的零件或对精度保持性要求较高的中、小批量零件的加工。

数控铣床和加工中心在结构、工艺和编程等方面有许多相似之处,特别是全功能型数控铣床与加工中心相比,区别主要在于数控铣床没有自动刀具交换装置(ATC, automatic tools changer)及刀具库,只能用手动方式换刀,而加工中心具备 ATC 及刀具库,可将使用的刀具预先安排存放于刀具库内,需要时再通过换刀指令,由 ATC 自动换刀。

数控铣床和加工中心都能够进行铣削、钻削、镗削以及螺纹加工。

2) 数控铣床的加工特点

数控铣削加工除了具有普通铣削加工的特点外,还具有如下特点。

(1) 零件加工的适应性强、灵活性好,能加工轮廓形状特别复杂或难以控制尺寸的零件,如型腔类零件、箱体类零件等。

(2) 能加工普通机床无法加工或很难加工的零件,如用数学模型描述的复杂曲线零件以

及三维空间曲面类零件。

- (3) 能加工一次装夹定位后,需进行多道工序加工的零件。
- (4) 加工精度高,加工质量稳定可靠。
- (5) 生产自动化程度高,可以减轻操作者的劳动强度,有利于生产管理自动化。
- (6) 生产效率高。对于一般加工难度零件,采用数控铣床加工比普通铣床加工可以提高生产效率 2~3 倍,对复杂零件的加工,生产效率提高得更明显。
- (7) 对刀具要求具有良好的抗冲击性、韧度和耐磨性。在干式切削状况下,还要求有良好的红硬性。

3) 数控铣床的结构

数控铣床一般由数控装置、主轴箱、进给伺服系统、辅助装置和机床基础件等几大部分组成,如图 0-1 所示。

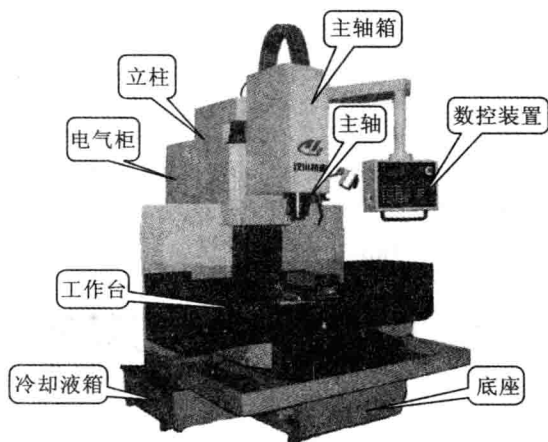


图 0-1 数控铣床的结构

- (1) 数控装置 数控铣床运动控制的中心,执行数控加工程序,控制机床进行加工。
- (2) 主轴箱 包括主轴箱体和主轴传动系统,用于装夹刀具并带动刀具旋转。主轴转速范围和输出扭矩对加工质量和效率有直接的影响。
- (3) 进给伺服系统 由进给电动机和进给执行机构组成,按照程序设定的进给速度实现刀具和工件之间的相对运动,包括直线进给运动、斜线运动和旋转运动等。
- (4) 辅助装置 如液动、气动、润滑、冷却系统和排屑、防护等装置。
- (5) 机床基础件 铣床基础件称为铣床大件,通常是指底座、立柱、电气柜、工作台等,它是整台铣床的基础和框架。铣床的其他零部件,或者固定在基础件上,或者工作时在它的导轨上运动,其组成则按铣床的功能需要选用。

4) 数控铣床的分类

数控铣床种类较多,常见的分类方法有以下几种。

(1) 按数控系统的功能分类。

① 经济型数控铣床 经济型数控铣床一般是在普通立式铣床或卧式铣床的基础上改造而成的,采用经济型数控系统,成本低,机床功能较少,主轴转速和进给速度不高,主要用于精度要求不高的平面或简单曲面零件的加工。



② 高速铣削数控铣床 一般把主轴转速在 $8000 \sim 40000 \text{ r/min}$ 的数控铣床称为高速铣削数控铣床,其进给速度可达 $10 \sim 30 \text{ m/min}$ 。这种数控铣床采用全新的机床结构,安装有电主轴和直线电动机驱动进给的功能部件、功能强大的数控系统以及配置加工性能优越的刀具系统,可对面积大的曲面进行高效率、高质量的加工。

③ 全功能数控铣床 全功能数控铣床一般采用半闭环或闭环控制,数控系统功能较强,一般可实现四轴或以上的联动,加工适应性强,应用最为广泛。

(2) 按主轴布置形式分类。

① 立式数控铣床 立式数控铣床的主轴轴线与工作台台面垂直,是数控铣床中最常见的一种主轴布置形式,如图 0-2 所示。立式数控铣床一般为三轴(X、Y、Z)联动,各轴的控制方式主要有以下两种。

(a) 工作台纵、横向移动并升降,主轴只完成主运动。小型数控铣床一般采用这种方式。

(b) 工作台纵、横向移动,主轴升降。这种方式一般应用在中型数控铣床中。

立式数控铣床结构简单,工件安装方便,加工时便于观察,但不便于排屑。

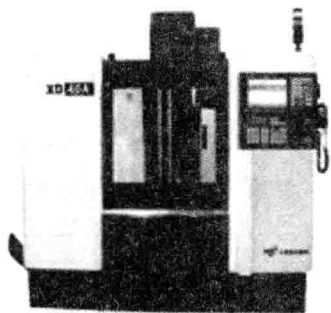


图 0-2 华中 XD-40A 型立式数控铣床

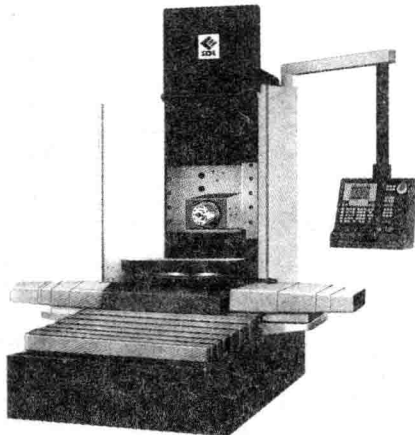


图 0-3 卧式数控铣床

② 卧式数控铣床 卧式数控铣床的主轴轴线平行于工作台面,如图 0-3 所示。为了扩大加工范围和扩充功能,卧式数控铣床通常采用增加数控转台或万能数控转台的方式来实现四轴和五轴联动加工,这样既可以加工工件侧面的连续回转轮廓,又可以实现一次装夹中通过转台改变零件的加工位置(也就是通常所说的工位)而进行多个位置或工作面的加工。

③ 立卧两用转换铣床 立卧两用数控铣床的主轴轴线可以变换,使一台铣床同时具备立式数控铣床和卧式数控铣床的功能。这类机床适应性更强,应用范围更广,尤其适合于多品种、小批量又需立卧两种方式加工的情况,但其主轴部分结构较为复杂。

(3) 按构造分类。

① 工作台升降式数控铣床 这类数控铣床采用工作台移动、升降,而主轴不动的方式,小型数控铣床一般采用此种方式。

② 主轴升降式数控铣床 这类铣床采用工作台纵向和横向移动,主轴只沿垂直滑板上下运动。主轴升降式数控铣床在精度保持、承受重量和系统构成等方面都具有很多优点,已成为