



全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

院级精品课
配套教材

模具数控加工技术

◎ 谢 暴 主编 ◎ 刘艳华 副主编

- 
- 数控机床加工原理及加工过程
 - 数控车床基本操作与自动运行
 - 数控铣床/加工中心基本操作与自动运行
 - 轴类零件、轴套类零件的数控车削加工
 - 平面外形轮廓零件、挖槽零件的铣削加工
 - 含参数编程的车削加工
 - 简单曲线或曲面的铣削加工
 - 复杂曲面类零件的加工
 - 三坐标测量机的使用



- ◆ 根据模具数控加工领域职业岗位技能需求，参照国家职业技能标准进行编写
- ◆ 以典型模具零件为载体，重点介绍数控加工工艺与操作技巧，突出实践能力培养
- ◆ 设置14个从生产实践中提取的项目任务和36个实例，有利于学生较快地掌握操作技能
- ◆ 提供免费的电子教学课件和精品课网站，以方便教学



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

院级精品课
配套教材

模具数控加工技术

谢 暴 主 编
刘艳华 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是按照国家示范院校建设课程教学改革精神,根据模具数控加工技术领域职业岗位群的技能需求,结合本课程组多年来的教学与实践经验进行编写的理实一体化特色教材。本书参照国家职业标准《数控车工》、《数控铣工》及《加工中心操作工》的理论知识要求和技能要求,以“工学融合”为切入点,以“工作任务”为导向,模拟“职业岗位情境”项目进行设计,主要以典型模具零件为载体,重点介绍各种模具的数控加工工艺与操作技能,突出实践技能的培养和训练。全书内容包括4个学习情境,共计14个项目,每个项目设置有若干任务,每个任务的内容相对独立,按照模具数控加工的不同技能需求逐步展开,在每个项目后均附有任务巩固内容,供学生课后练习使用。

本书为高职高专院校模具设计与制造、数控技术、机械设计与制造等相关专业的教材,以及应用型本科、成人教育、自学考试、电视大学、中职学校及培训班的教材,同时也是数控机床操作与编程人员的一本好参考书。

本书配有免费的电子教学课件和精品课网站,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

模具数控加工技术/谢暴主编. —北京:电子工业出版社,2012.6

全国高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-121-17050-8

I. ①模… II. ①谢… III. ①模具-数控机床-加工-高等职业教育-教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第099027号

策划编辑:陈健德(chenj@phei.com.cn)

责任编辑:刘真平

印 刷:北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开 本:787×1092 1/16 印张:22.25 字数:569.6千字

印 次:2012年6月第1次印刷

定 价:36.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

职业教育 继往开来(序)

自我国经济在 21 世纪快速发展以来, 各行各业都取得了前所未有的进步。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高, 教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说, 近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下, 高职院校以服务为宗旨、以就业为导向, 开展工学结合与校企合作, 进行了较大范围的专业建设和课程改革, 涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下, 逐步加大校内生产性实训比例, 引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下, 教学以育人为目标, 以掌握知识和技能为根本, 克服了以学科体系进行教学的缺点和不足, 为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

中国电子教育学会立足于电子行业企事业单位, 为行业教育事业的改革和发展, 为实施"科教兴国"战略做了许多工作。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社, 具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验, 有义务和能力与广大的高职院校密切合作, 参与创新职业教育的新方法, 出版反映最新教学改革成果的新教材。中国电子教育学会经常与电子工业出版社开展交流与合作, 在职业教育新的教学模式下, 将共同为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而提供优质服务。

近期由电子工业出版社组织策划和编辑出版的"全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列", 具有以下几个突出特点, 特向全国的职业教育院校进行推荐。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确, 并且具有多年的职业教育教学经验及工学结合、校企合作经验, 能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计, 能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础, 体现重点突出、实用为主、够用为度的原则, 采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例提炼后进行设置, 项目实例较多, 应用范围较广, 图片数量较大, 还引入了一些经验性的公式、表格等, 文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性, 对全国许多职业教育院校具有较大的适用性, 同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点, 本系列教材在全国独创性地提出"职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结"及"封面重点知识"等内容, 有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程, 也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点, 为方便教学过程对教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育要不断进行改革, 创新型教材建设是一项长期而艰巨的任务。为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务, 殷切希望高职高专院校的各位职教专家和老师提出建议和撰写精品教材(联系邮箱: chenjd@phei.com.cn, 电话: 010-88254585), 共同为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

全国高职高专院校机械类专业课程研究专家组

主任委员:

李 辉 石家庄铁路职业技术学院机电工程系主任

副主任委员:

孙燕华 无锡职业技术学院教务处处长

滕宏春 南京工业职业技术学院、省级精密制造研发中心主任

常务委员(排名不分先后):

柴增田 承德石油高等专科学校机械工程系教授/书记

钟振龙 湖南铁道职业技术学院天一公司总经理

彭晓兰 九江职业技术学院副院长

李望云 武汉职业技术学院副院长

杨翠明 湖南机电职业技术学院副院长

周玉蓉 重庆工业职业技术学院副院长

武友德 四川工程职业技术学院机电工程系主任

任建伟 江苏信息职业技术学院副院长

许朝山 常州机电职业技术学院机械系主任

王德发 辽宁机电职业技术学院汽车学院院长

陈少艾 武汉船舶职业技术学院机械工程系主任

窦 凯 番禺职业技术学院机械与电子系主任

杜兰萍 安徽职业技术学院机械工程系主任

林若森 柳州职业技术学院副院长

李荣兵 徐州工业职业技术学院机电工程系主任

丁学恭 杭州职业技术学院友嘉机电学院院长

郭和伟 湖北职业技术学院机电工程系主任

宋文学 西安航空技术高等专科学校机械工程系主任

皮智谋 湖南工业职业技术学院机械工程系主任

刘茂福 湖南机电职业技术学院机械工程系主任

赵 波 辽宁省交通高等专科学校机械电子工程系主任

孙自力 渤海船舶职业学院机电工程系主任

张群生 广西机电职业技术学院高等职业教育研究室主任

秘书长:

陈健德 电子工业出版社高等职业教育分社首席策划编辑

如果您有专业与课程改革或教材编写方面的新想法,请与我们联系。

电话: 010-88254585, 电子邮箱: chenjd@phei.com.cn

前 言



本书是按照国家示范院校建设课程教学改革精神,根据模具数控加工技术领域职业岗位群的技能需求,结合本课程组多年来的教学与实践经验进行编写的理实一体化特色教材。本书参照国家职业标准《数控车工》、《数控铣工》及《加工中心操作工》的理论知识要求和技能要求,以“工学融合”为切入点,以“工作任务”为导向,模拟“职业岗位情境”项目进行设计,主要以典型模具零件为载体,重点介绍各种模具的数控加工工艺与操作技能。

本书改变了传统的模具数控加工技术课程以操作指令为主线进行讲解的形式,而以模具数控加工过程中的典型模具零件为载体,重点突出与操作技能相关的必备专业知识,理论知识以实用、够用为原则。全书划分为4个学习情境,共计14个项目,所有项目均可以进行测评及再扩展。每个项目中又设置了若干任务,每个任务可根据各校现有设备进行适当调整,具有较强的针对性和适应性。每个项目中各任务的难度总体上逐步递进,每个任务的内容相对独立,每个任务均按“任务描述→任务分析→相关知识→任务实施→质量检验→任务巩固”方式进行内容展开,体现了模具数控加工岗位的职业工作过程。每个任务后均配有任务巩固内容,供学生课后训练使用。

本教材在编写的过程中主要突出以下特点。

1. 突出模具数控加工操作技术,涵盖多种类型的模具零件。全书以模具结构及工艺规程分析为主线,以数控加工方法为目标,条理明晰,循序渐进,便于实施教学和学生自学。
2. 以实际的典型模具零件加工为载体,涉及数控加工技术所必需的系统知识。
3. 书中所用实例全部来源于生产实践案例,具有很强的实践性和应用性。
4. 结合数控机床编程与加工技术的特点,从知识和技能两方面入手,特别引出“知识点”——“知识树”的概念。将“数控编程—机床操作—加工刀具(夹具、量具)—工件加工—测量技术”五大方面需要的相关知识点作为树枝,组成相关的“知识链”,将其作为每一个学习情境的要点链接,使学生在课后可以按照知识的链状结构迅速找到需要的知识,并有选择地进行自我学习。

本书内容新颖实用,可操作性很强,为高职高专院校模具设计与制造、数控技术、机械设计与制造等相关专业的教材,以及应用型本科、成人教育、自学考试、电视大学、中职学校及培训班的教材,同时也是数控机床操作与编程人员的一本好参考书。

本书由安徽职业技术学院谢暴任主编,刘艳华任副主编。具体编写分工如下:谢暴编

写绪论、学习情境2（项目2.4～2.6）、学习情境3（项目3.3），刘艳华编写学习情境2（项目2.1～2.3），何晓皖编写学习情境1（项目1.1）、学习情境4，汪涌编写学习情境1（项目1.2～1.3），烟台工程职业技术学院吕玉萍编写学习情境3（项目3.1～3.2）。全书由谢暴负责统稿和定稿，由安徽职业技术学院机械工程系杜兰萍教授进行主审。

在本书的编写过程中，得到安徽职业技术学院的课题经费支持和陈传胜老师的大力帮助，以及安徽神剑科技股份有限公司、安徽江淮汽车股份有限公司等企业的鼎力支持；引用和参考了大量的文献资料和科研成果，书中只列出部分参考文献，若有遗漏，敬请作者见谅，在此一并表示衷心的感谢！

尽管我们在探索项目化教学及特色教材建设方面做出了很多的努力，但由于时间和水平所限，疏漏及不妥之处仍在所难免，恳请广大读者批评指正。

为了方便教师教学及学生学习，本书配有免费的电子教学课件，请有需要的教师登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）免费注册后进行下载，有问题时请在网站留言或与电子工业出版社联系（E-mail: hxedu@phei.com.cn）。读者也可通过该精品课网站（<http://61.190.12.38/ec2006/C60/Course/Index.htm>）浏览和参考更多的教学资源。

编者





绪论	1
学习情境1 模具数控加工技术导论	4
要点链接	4
项目1.1 数控机床的认识	6
任务1.1.1 数控机床加工原理及过程的认识	6
(含数控机床的组成与坐标系统)	
任务1.1.2 数控机床类型识别	10
(含数控机床的不同特点)	
项目1.2 数控车床的基本操作与简单程序调试	13
任务1.2.1 数控车床的手动操作	14
(含数控车床安全生产与基本操作)	
任务1.2.2 对刀及程序编辑	21
任务1.2.3 数控车床的自动运行	26
(含数控车床的图形模拟、空运行及自动运行)	
项目1.3 数控铣床/加工中心的基本操作与简单程序调试	28
任务1.3.1 数控铣床/加工中心的手动操作	28
(含数控铣床/加工中心的安全生产及基本操作)	
任务1.3.2 数控铣床/加工中心的对刀	35
任务1.3.3 程序编辑及自动运行	41
(含数控铣床/加工中心的程序编辑及自动运行)	
学习情境2 基本编程指令应用及程序调试	45
要点链接	45
项目2.1 轴类零件的数控车削加工	48
任务2.1.1 简单轴类零件的加工	48
(含数控车床基本编程指令、编程规则、步骤及简单量具的使用方法)	
任务2.1.2 带螺纹的轴类零件的加工	72
(含切槽与螺纹切削的理论知识、编程指令及相应量具的使用方法)	
任务2.1.3 中等复杂程度轴类零件的加工	87
(含数控车床固定循环指令、编程规则、轴类综合零件加工进给路线确定及所需工、量、夹具的正确选择使用)	

项目 2.2 轴套类零件的数控车削加工	105
任务 2.2.1 导套的加工	105
(含套类零件孔加工方法及内孔测量工具的使用)	
任务 2.2.2 套类综合零件的加工	119
(含套类综合零件加工工艺及方法、内螺纹等测量工具的使用)	
任务 2.2.3 车削配合件的加工	127
(含配合件加工方法、工艺安排,加工精度的保证措施及配合精度的测量)	
项目 2.3 平面外形轮廓零件的数控铣削加工	141
任务 2.3.1 数控铣床、加工中心的加工范围与特点	141
(含数控铣床、加工中心的类型及数控铣削的加工特点)	
任务 2.3.2 平面的加工	146
(含数控铣削指令、编程规则、步骤,零件上平面加工方法及常用测量工具的使用)	
任务 2.3.3 外形轮廓的加工	161
(含加工阶段的确定、外形铣削加工工艺及常用测量工具的使用)	
项目 2.4 挖槽零件的数控铣削加工	179
(含挖槽零件铣削加工工艺及常用测量工具的使用)	
项目 2.5 复合模凹模上的孔系加工	197
(含零件上孔(孔系)加工工艺及孔测量)	
项目 2.6 综合多元素零件的加工	216
(含加工阶段的确定、工序划分、零件上多种元素的加工工艺及多种测量用具的使用)	

学习情境 3 宏程序及 CAD/CAM 技术

要点链接	227
项目 3.1 含参数编程的车削加工	228
任务 3.1.1 导柱系列零件的车削加工	228
(含数控车床宏程序编程指令、规则、步骤及系列零件加工方法)	
任务 3.1.2 方程曲线类零件的车削加工	240
(含方程曲线类零件宏程序的编制方法)	
项目 3.2 轮廓板类零件及简单曲面的铣削加工	247
任务 3.2.1 简单平面曲线的轮廓加工	248
(含数控铣床基本编程指令、宏程序编程指令、规则、步骤及通用量具的使用)	
任务 3.2.2 简单立体曲面的加工	254
(含简单立体曲面的宏程序编程指令、编程方法及工艺分析)	
任务 3.2.3 MasterCAM Mill 二维加工	262
(含 MasterCAM Mill 二维加工主要参数设置、加工操作与技巧、后置处理修改)	
项目 3.3 复杂曲面类零件的加工	275
任务 3.3.1 曲面造型	275
(含 MasterCAM 各种曲面造型及曲面编辑方法)	

任务 3.3.2 实体造型	284
(含 MasterCAM 各种实体生成及实体编辑方法)	
任务 3.3.3 复杂曲面的造型与加工	291
(含各种曲面生成及曲面编辑方法, 曲面粗、精加工主要参数设置及刀具路径确定方法)	
项目 3.4 典型模具零件的数控编程加工	305
(含数控机床编程技术、CAD/CAM 应用技术、数控加工工艺编制、机床操作技巧、生产成本与效率及常用量具的使用)	
学习情境 4 三坐标测量机的使用	318
要点链接	318
项目 4.1 三坐标测量机的认识	319
(含三坐标测量机的功能、分类、构成及测量方法)	
项目 4.2 三坐标测量机的基本操作与维护	326
(含 AC - DMIS 软件操作、测头装配与校正、坐标系设定、零件特征元素的手动测量方法及三坐标测量机维护保养)	
参考文献	344



绪 论

模具是制造业发展的基础工艺装备,模具工业是国民经济各部门发展的重要基础。在各行各业中,特别是在汽车、电子、电器、仪表、家电等产品中,大多数的零部件都依赖模具成型,模具生产的技术水平决定了最终产品的质量和效益,显示了企业新产品开发的能力和市场竞争能力。随着我国向制造业强国发展,模具工业的发展将起到重要作用。

1. 模具制造技术及其发展

模具制造技术是指模具零件加工及模具装配过程中所运用的技术方法和技术手段。模具的设计精度和制造精度要求较高,模具制造的技术方法和手段要求也较高。所以确定合理的加工工艺及选择高效的加工设备是模具制造的重要因素。

模具制造涉及模具制造工艺规程、常规加工技术及设备、数控机床及数控加工、快速制模、模具表面加工与处理、模具通用零件制造、塑料模具制造、冲压模具制造、压铸模具制造、模具材料及其热处理、模具维护与修复、模具先进制造模式和模具制造生产经营管理等内容。

当前模具制造的关键技术是高速切削技术、快速模具制造及快速成型技术、电加工技术、模具 CAD/CAM/CAE 技术及三坐标测量技术等,而数控加工技术是这些技术的基础及重要支撑。

2. 数控加工技术在模具制造中的应用

1) 数控加工技术

数控加工就是根据零件图样及工艺要求等原始条件,编制零件数控加工程序,并输入到数控机床的数控系统,以控制数控机床中刀具与工件的相对运动,从而完成零件加工的整个过程。数控加工技术是指高效、准确地实现数控加工要求的相关理论和方法的技术,包含计算机技术、自动控制、精密测量和机械设计等新技术,是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础性技术。现代的 CAD/CAM、FMS 和 CIMS、敏捷制造和智能制造等,都是建立在数控加工技术之上的。

2) 数控加工技术的特点

(1) 高精度:数控加工的零件一般具有较高的精度要求,所以数控加工中要对数控机床的几何精度和加工精度进行控制。一般通过减小数控系统误差,提高数控机床的制造精度和稳定性来控制数控机床的几何精度,采用闭环补偿控制技术提高数控加工精度。高精密切削的数控精加工精度已经进入亚微米级,正在向纳米级的超精加工发展。高精度是数控加工技术发展的目标。

(2) 高速度:高速切削是提高加工效率最有效的途径。高速切削有利于克服机床的振动和加速排屑,减小被加工件的热变形和机床主轴的切削力,提高工件的加工精度和表面质



量。高速切削是数控机床发展的主要方向。

(3) 高柔性化：柔性是指数控机床适应加工对象的变化能力，即同一机床和数控系统可以加工不同形状、不同结构的零件。为最大限度地实现数控加工的柔性化，实现多种加工用途，目前单一数控系统的柔性化应用比较广泛，而单元柔性化和系统柔性化技术开发是数控系统的发展方向。

(4) 网络化：应用 FMS（柔性制造系统）和 CIMS（计算机集成制造系统）建立多种通信协议，借助 Internet 平台配备网络接口，实现远程监视与控制加工远程技术检测与技术诊断。建立网络化加工系统可以形成“全球制造”，技术资源全球共享。

(5) 智能化：CNC 系统是高智能的计算机控制系统，使整个或局部加工过程具有自适应、自诊断和自调整的能力；自动化编程形成智能加工数据库，控制加工过程；专家系统及多媒体人机接口使用户操作简单方便，降低对操作者的要求。

3) 模具制造中的数控加工技术

模具作为模具成型品的母机，其制造精度远远高于其成型品的精度。组成模具的零件一般具有较高的加工精度要求，而且加工表面除简单的平面和回转面外，还有更多复杂的规则或不规则曲面，这些形状复杂的曲面采用传统的加工方法加工，不仅加工效率低，还难以达到加工的精度要求。

数控加工适用于单件、小批量、高精度、复杂表面的零件加工，是模具零件加工的主要方法。模具制造的数控加工主要有数控车削加工、数控铣削加工、数控线切割加工、数控电火花加工和精密测量等。本教材根据学院模具设计与制造专业核心课程的内容分配，选取数控车削加工技术、数控铣削加工技术、CAD/CAM 技术及三坐标测量机技术和方法作为本书介绍的核心内容。

3. 本课程教学方法

学习情境 1 是模具数控加工技术的基础知识，可根据前期课程开设情况有选择地组织教学。

学习情境 1 以课堂教学为核心，以编程基础教学和机床基本操作为主，重点掌握数控车、铣的编程基础知识和机床操作，程序的运行和机床的操作可以通过宇龙数控编程与加工仿真软件进行，熟练后再在机床上练习。

学习情境 2～3 作为模具数控加工技术的核心内容，在教学时可结合各学校的实际情况采用教学做一体化的教学方法。

学习情境 4 作为技术拓展的内容，在学有余力或课时充足的情况下选学。

学习情境 2～4 以现场教学为核心，以模具数控加工技术应用教学为主，采用工学结合模式进行教学，重点培养学生数控工艺编程与加工能力，具体教学方法如下。

(1) 教师根据知识和能力发展规律，由浅入深，以典型模具零件为载体，将加工产品作为教学任务，学生 4～5 个人一组（分小组，每组一台机床），分别担任生产主管、数控工艺员、数控编程员、数控操作员、质量检验员，进行分工协作（每完成一个零件的加工，小组成员即更换角色）。

(2) 学生在组长带领下，通过教师指导、查阅资料等方式，掌握数控工艺编程知识，编

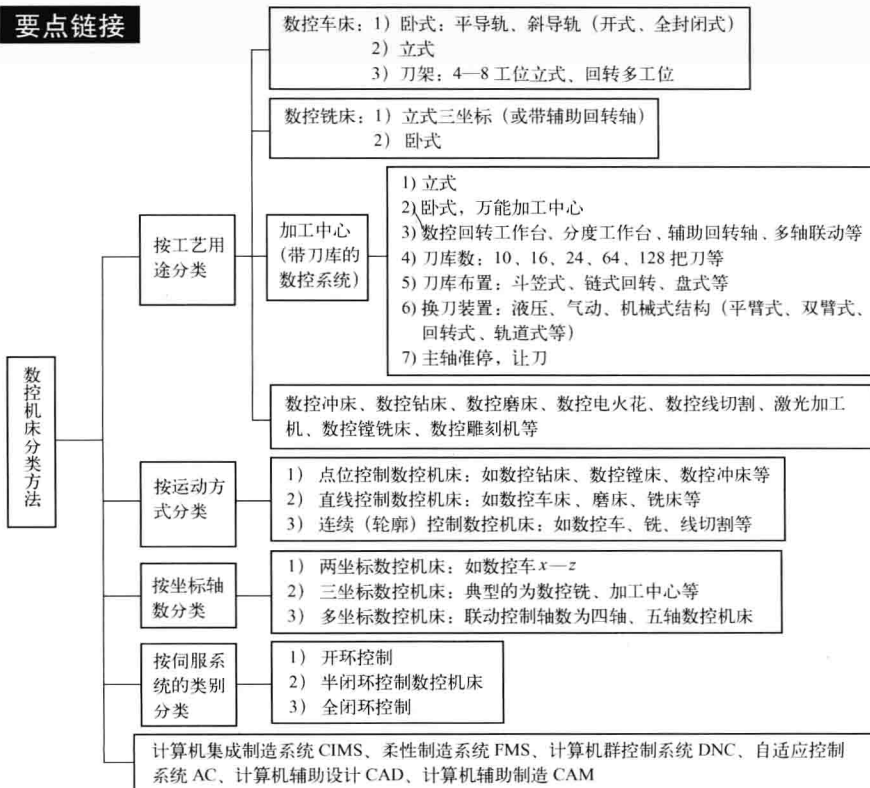


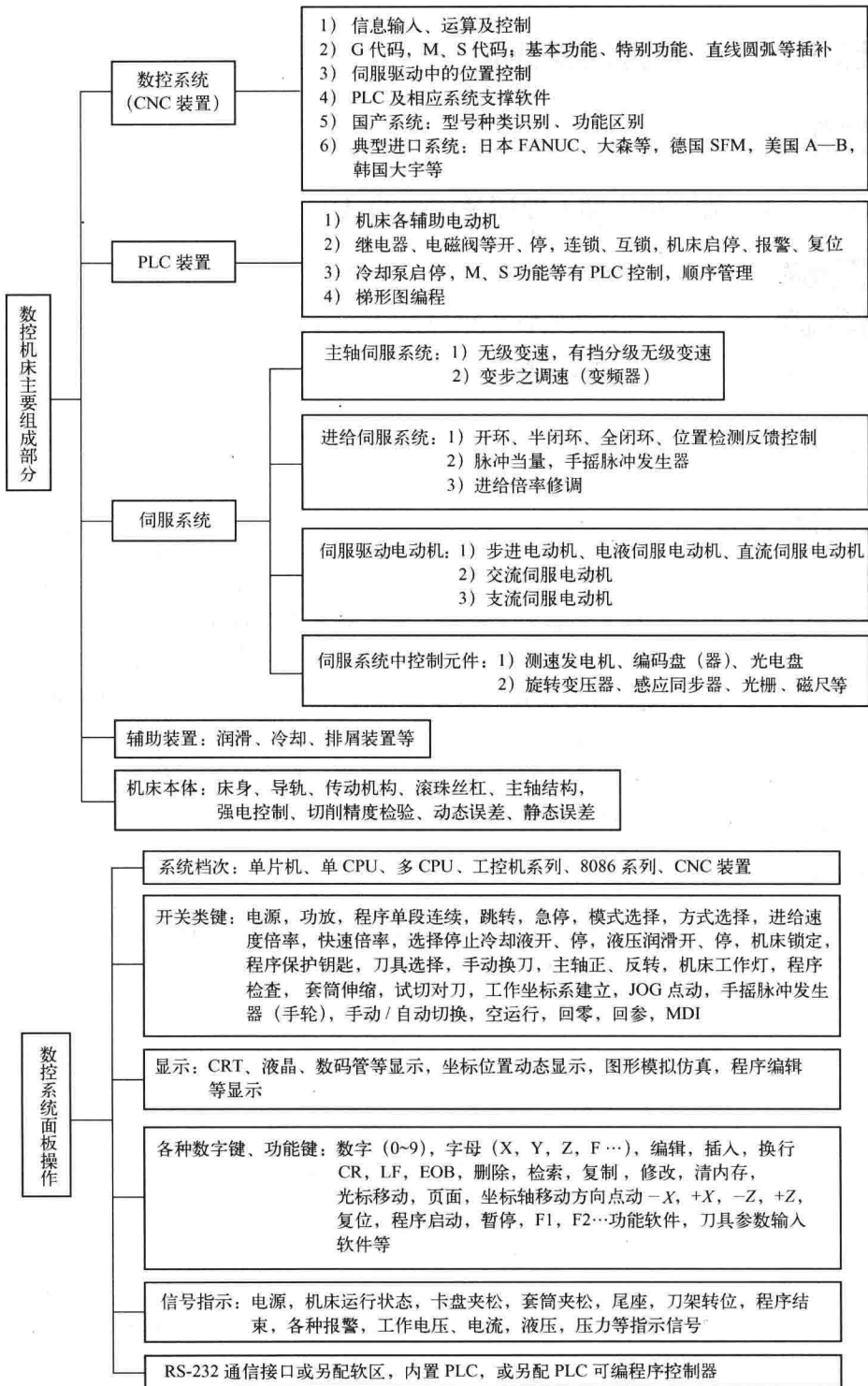
制工艺卡及加工程序，完成加工任务。期间重点培养学生的产品质量意识、安全意识和职业操守。

(3) 教师的职责是引导学生自学，审查各小组的工艺卡和加工程序的正确性和合理性。指导学生完成加工任务，同时在不同工作阶段点评学生的工作情况，组织学生讨论工作方案。

学习情境 1 模具数控 加工技术导论

要点链接







项目 1.1 数控机床的认识

职业能力 具备正确认识数控机床及数控系统的能力。

任务 1.1.1 数控机床加工原理及过程的认识

任务描述 了解数控机床加工原理及过程，并掌握数控机床坐标系的确定。

任务分析 本任务是进行数控加工及编程的最基本内容，要完成本任务，需掌握数控机床加工原理及过程、数控系统的构成，并掌握数控机床坐标系统的理论知识。技能方面需掌握数控机床坐标系的确定。

相关知识

1. 数控加工原理

数控机床 (Numerical Control Machine Tool) 是模具零件的主要加工设备，按照零件加工的技术要求和工艺要求，编写零件的加工程序，然后将加工程序输入到数控装置，通过数控装置控制机床的主轴运动、进给运动、更换刀具，以及工件的夹紧与松开，冷却、润滑泵的开与关，使刀具、工件和其他辅助装置严格按照加工程序规定的顺序、轨迹和参数进行工作，从而加工出符合图纸要求的零件。

数控机床是一种综合运用了计算机技术、自动控制、精密测量和机械设计等新技术的机电一体化典型产品。它的诞生标志着机械制造生产方式和制造技术发生了革命性的变革。

2. 数控系统的基本组成

数控机床一般由输入/输出设备、CNC 数控装置、主轴单元、进给伺服驱动装置、可编程控制器及电气控制装置、机床本体及位置检测装置 (开环机床无) 等组成，如图 1-1-1 所示。除机床本体外的部分，统称数控系统。

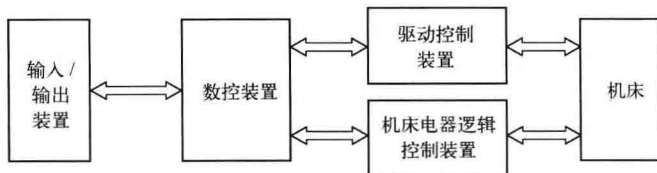


图 1-1-1 数控系统的基本组成

1) 数控装置

数控系统一般由输入/输出装置、数控装置、驱动装置、机床电器逻辑控制装置四部分组成，机床本体为被控对象。

(1) 采用计算机数控装置的数控系统称为 CNC。

(2) 现代数控系统的开关量控制采用 PLC。

(3) FANUC Oi - C 数控系统的主要部件：数控装置 (显示器、数控键盘)、操作面板、



伺服放大器、伺服电动机、I/O 单元等。

FANUC 0i - C 数控系统的部件连接：

经 FANUC 串行伺服总线 FSSB，用一条光缆与多个进给伺服放大器（ αi 系列）相连。进给伺服电动机使用 αis 系列，最多可接 4 个进给轴电动机。伺服电动机上装有脉冲编码器，标配为 1 000 000 脉冲/转。编码器既用做速度反馈，又用做位置反馈。系统支持半闭环控制和使用直线尺的全闭环控制。检测器的接口有并行口（A/B 相脉冲）和串行口两种。位置检测器可用增量式或绝对式。

2) 输入/输出装置

开关量输入/输出装置通过输入接线端子板和继电器板，作为输入/输出接口的转接单元用，以方便连接及提高可靠性。开关量控制用于主轴启停、正反转、冷却液启停、刀架（刀库）换刀等的信号开关控制。

按下操作面板上的“循环启动”按钮后，就向 CNC 装置发出中断请求。一旦 CNC 装置所处状态符合启动条件，则 CNC 装置就响应中断，控制程序转入相应的控制机床运动的中断服务程序。进行插补运算，逐段计算出各轴的进给速度，插补轨迹等；并将结果输出到进给伺服控制接口及其他输出接口，控制工作台（或刀具）的位移和其他辅助动作。这样，机床就自动地按照零件加工程序的要求进行切削运动。

3. 数控加工的过程

与传统加工比较，数控加工与普通机床加工在方法与内容上有许多相似之处，不同点主要表现在控制方式上。以机械加工为例，用普通机床加工零件时，工步的安排、机床运动的先后次序、位移量、走刀路线及有关切削参数的选择等，都是由操作者自行考虑和确定的，并且采用手工操作的方式进行控制。操作者总是根据零件和工序卡的要求，在加工过程中不断改变刀具与工件的相对运动轨迹和加工参数（位置、速度等），使刀具对工件进行切削加工，从而获得合格的零件。而在 CNC 机床上，传统加工过程中的人工操作均被数控系统的自动控制所替代。其工作过程如图 1-1-2 所示，具体步骤为：

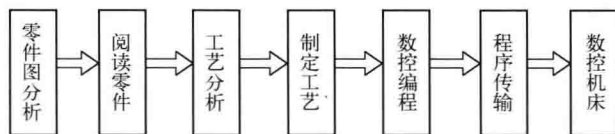


图 1-1-2 数控加工过程

(1) 首先阅读零件图纸，充分了解图纸的技术要求，如尺寸精度、形位公差、表面粗糙度、工件的材料、硬度、加工性能，以及工件数量等；

(2) 根据零件图纸的要求进行工艺分析，其中包括零件的结构工艺性分析，材料和设计精度合理性分析，大致工艺步骤等；

(3) 根据工艺分析制定出加工所需要的一切工艺信息——如加工工艺路线、工艺要求、刀具的运动轨迹、位移量、切削用量（主轴转速、进给量、吃刀深度）及辅助功能（换刀、主轴正转或反转、切削液开或关）等，并填写加工工序卡和工艺过程卡；

(4) 根据零件图和制定的工艺内容，再按照所用数控系统规定的指令代码及程序格式进行数控编程；