



中等职业学校机电类规划教材

数控技术应用专业系列

数控铣床和加工中心 技术实训

娄海滨 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中等职业学校机电类规划教材
数控技术应用专业系列

数控铣床和加工中心 技术实训

姜海滨 主 编

图书在版编目 (CIP) 数据

数控铣床和加工中心技术实训 / 姜海滨主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.10

中等职业学校机电类规划教材. 数控技术应用专业系列

ISBN 7-115-14453-2

I. 数... II. 姜... III. ①数控机床: 铣床—专业学校—教材②数控机床加工中心—专业学校—教材 IV. ①TG547②TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 088598 号

内 容 提 要

本书是为了满足当前中等职业学校数控技术应用专业实训考级需要, 根据中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案中核心教学与训练项目基本要求和 2005 年劳动和社会保障部制定的数铣中级工考级标准编写的。全书共分 8 章, 主要包括数铣 (加工中心) 实例演示、数铣 (加工中心) 操作、数铣 (加工中心) 编程实例和数铣中级工考核实训等内容。

本书可作为职业院校数控技术应用、机械加工技术、机械制造与控制、模具设计与制造及相关专业的数控加工实训教材, 也可作为各类数控专业技术人员的岗位培训用书。

中等职业学校机电类规划教材

数控技术应用专业系列

数控铣床和加工中心技术实训

-
- ◆ 主 编 姜海滨
责任编辑 郭 晶
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京通州大中印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.75
字数: 353 千字 2006 年 10 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2006 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14453-2/TN · 2721

定价: 20.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

中等职业学校机电类规划教材

数控技术应用专业系列教材编委会

主 任 葛金印

副主任 郁汉祺 陈志雄 邱士安 魏宣燕 向 伟

委 员	陈移新	陈银梅	成振洋	董守栋	龚石根
	关 亮	侯永强	胡其谦	刘振强	沈华良
	苏根发	王伟文	吴金龙	肖建章	杨光生
	于万成	袁晓玲	张 林	张立淼	赵堂春
	张孟玮				

本 书 编 委

娄海滨	杨月明	刘建坤	孙昌毅	车世明
费新华	吴金龙			



我国加入 WTO 以后,国内机械加工行业和电子技术行业得到快速发展。国内机电技术的革新和产业结构的调整成为一种发展趋势。因此,近年来企业对机电人才的需求量逐年上升,对技术工人的专业知识和操作技能也提出了更高的要求。相应地,为满足机电行业对人才的需求,中等职业学校机电类专业的招生规模在不断扩大,教学内容和教学方法也在不断调整。

为了适应机电行业快速发展和中等职业学校机电专业教学改革对教材的需要,我们在全国机电行业和职业教育发展较好的地区进行了广泛调研;以培养技能型人才为出发点,以各地中职教育教研成果为参考,以中职教学需求和教学一线的骨干教师对教材建设的要求为标准,经过充分研讨与论证,精心规划了这套《中等职业学校机电类规划教材》,第一批教材包括三个系列,分别为《专业基础课程与实训课程系列》、《数控技术应用专业系列》、《模具设计与制造专业系列》。

本套教材力求体现国家倡导的“以就业为导向,以能力为本位”的精神,结合职业技能鉴定和中等职业学校双证书的需求,精简整合理论课程,注重实训教学,强化上岗前培训;教材内容统筹规划,合理安排知识点、技能点,避免重复;教学形式生动活泼,以符合中等职业学校学生的认知规律。

本套教材广泛参考了各地中等职业学校的教学计划,面向优秀教师征集编写大纲,并在国内机电行业较发达的地区邀请专家对大纲进行了多次评议及反复论证,尽可能使教材的知识结构和编写方式符合当前中等职业学校机电专业教学的要求。

在作者的选择上,充分考虑了教学和就业的实际需要,邀请活跃在各重点学校教学一线的“双师型”专业骨干教师作为主编。他们具有深厚的教学功底,同时具有实际生产操作的丰富经验,能够准确把握中等职业学校机电专业人才培养的客观需求;他们具有丰富的教材编写经验,能够将中职教学的规律和学生理解知识、掌握技能的特点充分体现在教材中。

为了方便教学,我们免费为选用本套教材的老师提供教学辅助光盘,光盘的内容为教材的习题答案、模拟试卷和电子教案(电子教案为教学提纲与书中重要的图表,以及不便在书中描述的技能要领与实训效果)等教学相关资料,部分教材还配有便于学生理解和操作演练的多媒体课件,以求尽量为教学中的各个环节提供便利。

我们衷心希望本套教材的出版能促进目前中等职业学校的教学工作,并希望能得到职业教育专家和广大师生的批评与指正,以期通过逐步调整、完善和补充,使之更符合中职教学实际。

欢迎广大读者来电来函。

电子函件地址: guojing@ptpress.com.cn, wangping@ptpress.com.cn

读者服务热线: 010-67143761, 67132792, 67184065



一、数控加工人才市场需求

在加入世界贸易组织后，中国正在逐步变成世界制造中心，机械制造企业为了增强竞争力已开始广泛使用先进的数控技术；党的十六大也明确提出走新型工业化道路，坚持以信息化带动工业化，以工业化促进信息化，大力振兴装备制造业。众多因素决定了数控加工行业的广阔发展前景，人才的需求量很大。

与数控加工有关的工作岗位：

- 数控机床操作；
- 数控加工工艺设计及程序编制；
- 数控机床管理与维修；
- 数控加工生产组织管理；
- 销售及技术服务。

在以上工作岗位中，数控机床操作、数控加工工艺设计及程序编制、数控机床管理与维修及数控机床技术服务等数控加工技能型人才尤为社会当前所急需。

二、中职数控人才培养目标与规格

具有与本专业相适应的文化水平、良好的职业道德和创新精神，掌握本专业的基础知识、基本技能以及较强的实际工作能力，熟悉专业生产与管理，取得数控机床操作中级职业资格证书。

根据《中等职业学校数控技术应用专业教学指导方案》，本书围绕数铣中级工考级进行编写。

三、关于本书

1. 名称与性质

本书名称为《数控铣床和加工中心技术实训》，是数控加工技术及应用专业必修的一门专业技能课程，本书重点是数铣技能实训。

2. 本书在专业中的作用

本书是数控技术应用专业教学体系结构中专业知识及专业技能的重要组成部分，与数控原理、数控工艺、数控编程、专业软件应用等知识模块一起，共同支撑并促成本专业学习应具备的数控能力的形成。

本书重点放在数控铣床中级工操作技能的形成上，主要由数铣（加工中心）实例演示、数铣（加工中心）操作、数铣（加工中心）编程实例和数铣中级工考核实训等几部分内容组成。

3. 学习本书的目标

本书涵盖数控、机电专业一门重要的综合性专业实践教学内容，是对学生的数控铣削加

工工艺规程设计及实施能力、数控编程能力、数控铣床（加工中心）操作及加工调整能力、加工现场协调能力等的综合训练和评价，通过实训使学生初步具备数控铣削加工技术的综合应用能力，达到数控中级工要求。本书以数铣为主，适当介绍加工中心操作内容。

4. 本书特点

本书根据中职学生特点，全书采用图示教学进行讲解，紧扣《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》对实训的要求，体现以学生为主体，以能力培养为实践教学体系的思想，贯彻了在“学中做”、在“做中学”的实训教学手段，在本书中引进了行为导向教学方法。

全书共分8章，主要围绕数铣中级工考级操作技能要求展开，参考课时为180个课时。本书由娄海滨主编，第1章由杨月明编写，第2章由刘建坤编写，第3~7章由娄海滨编写，第8章由孙昌毅编写。全书由车世明审阅。本书的编写得到了费新华、吴金龙的热心支持和帮助，在此表示感谢。

由于编者的水平有限，加之时间仓促，书中难免存在错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

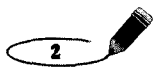
2006年7月

目 录

第1章 数铣加工实例快速导入	1
项目一 数铣（加工中心）加工实例	2
任务一 数铣加工模拟演示	2
任务二 数铣加工零件工艺分析	5
任务三 数铣加工步骤	7
任务四 加工中心加工模拟演示	8
第2章 常用数控系统操作面板及其功能	12
项目一 华中世纪星数铣系统介绍	14
任务一 操作界面介绍	14
任务二 操作实例	17
项目二 FANUC 数铣系统介绍	20
任务一 操作界面介绍	20
任务二 操作实例	24
项目三 SIEMENS802D 数铣系统介绍	27
任务一 操作界面介绍	27
任务二 操作实例	29
第3章 数控铣床的操作	33
项目一 数控铣床操作方法	34
任务一 开机及回参考点	34
任务二 机床的手动控制	35
任务三 工件安装	37
任务四 刀具安装	40
任务五 对刀与刀具补偿	46
任务六 程序输入与调试	52
任务七 程序运行	57
任务八 零件检测	59
任务九 关机	61
项目二 数铣加工操作实例	61
第4章 加工中心的操作	63
项目一 加工中心操作方法	64



任务一 开机及回参考点	64
任务二 工件安装	66
任务三 刀具装入刀库	66
任务四 对刀与刀具补偿	71
任务五 程序输入与调试	74
任务六 程序运行	76
任务七 零件检测	77
任务八 关机	77
项目二 加工中心操作实例	77
第5章 数控铣床（加工中心）编程	79
项目一 数铣（加工中心）编程基础知识	80
任务一 基本概念	80
任务二 数铣（加工中心）加工工艺分析	86
任务三 立式铣床（加工中心）中的顺铣、逆铣及对切削的影响	90
任务四 数控加工程序的格式及编程方法	92
项目二 数铣（加工中心）编程常用指令	97
任务一 数铣加工直线槽的编程与加工	97
任务二 S型槽的编程与加工	104
任务三 凸模板的编程与加工	110
任务四 孔系的编程与加工	114
任务五 品字槽的加工	120
任务六 加工中心的编程	122
第6章 数控铣床（加工中心）编程实例	129
任务一 数铣孔加工训练	129
任务二 数铣攻丝加工训练	144
任务三 数铣平面铣削训练	149
任务四 数铣平面内、外轮廓铣削训练	152
任务五 数铣综合训练	156
任务六 数铣保证加工精度的方法	166
任务七 加工中心综合训练	167
第7章 数控铣床中级工实训	171
任务一 十字槽底板加工	171
任务二 铣Y型槽底板	178
任务三 铣十字凹型板	182
任务四 铣型腔板	188
任务五 铣椭圆底板	191





第 8 章 数控铣床中级工考级训练题库	195
理论知识考试篇	195
数控铣床中级工理论知识模拟试卷一	195
数控铣床中级工理论知识模拟试卷二	199
数控铣床中级工理论知识模拟试卷三	203
操作技能考试篇	207
中级工实操考题一	209
中级工实操考题二	210
中级工实操考题三	211
中级工实操考题四	212
中级工实操考题五	213
中级工实操考题六	214
中级工实操考题七	215
中级工实操考题八	216
附录 A 常用数控系统数控指令格式	218
SIEMENS802D 数控指令格式	218
FANUC-0i 系统数控指令格式	220
华中世纪星数控铣床数控指令格式	221
广州数控 990M 数控指令格式	222
附录 B 数铣中级工国家职业标准要求	224



第 1 章

数铣加工实例快速导入

数控铣床是主要采用铣削方式加工工件的数控机床，能完成各种平面、沟槽、螺旋槽、成型表面、平面曲线、空间曲线等复杂型面的加工。图 1-1 所示为一个数铣加工零件。

加工中心主要用于箱体类零件和复杂曲面零件的加工，能把铣削、镗削、钻削、螺纹加工等功能集中在一台设备上。因为它具有多种换刀或选刀功能及自动工作台交换装置(APC)，故工件经一次装夹后，可自动地完成或者接近完成工件各面的所有加工工序，从而使生产效率和自动化程度大大提高。图 1-2 所示为一个加工中心加工零件。

根据中职学生培养目标和等级考试要求，本书以数铣加工操作为主，适当介绍加工中心操作。

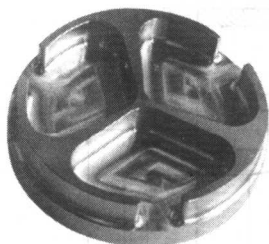


图 1-1 数铣加工零件

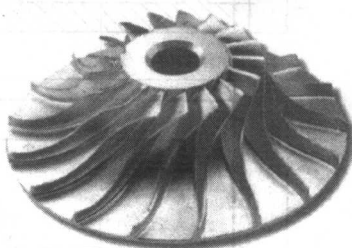


图 1-2 加工中心加工零件

学习指南

- ✍ 本章通过一个项目来模拟演示数铣（加工中心）加工零件的全过程，给出了过程示意图、加工程序、工艺分析和操作过程。
- ✍ 学习本章主要是了解加工程序和零件形状之间的关系。
- ✍ 本章的程序采用表格形式，以便阅读。
- ✍ 在学习完本章后，你并没有掌握数铣（加工中心）的操作，有关操作的详细过程将在后续章节介绍。



项目一 数铣(加工中心)加工实例

任务一 数铣加工模拟演示

学习目标

- 读懂零件图，知道哪些是要加工的面。
- 看懂加工过程示意图中各图和程序表中相应程序段的对应关系。

1. 零件图

零件图如图 1-3 所示。

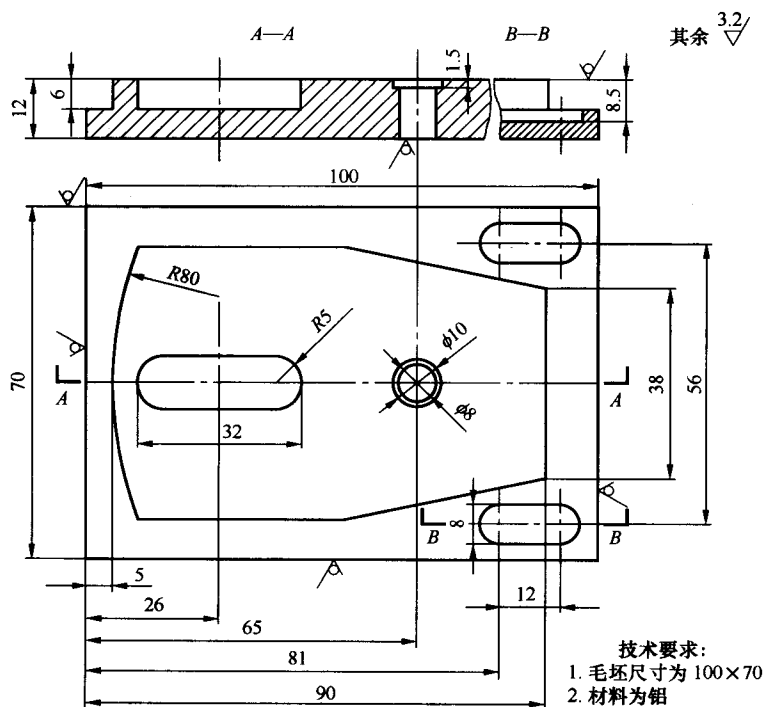


图 1-3 零件图

2. 零件加工过程示意图

零件加工过程示意图如图 1-4 所示。

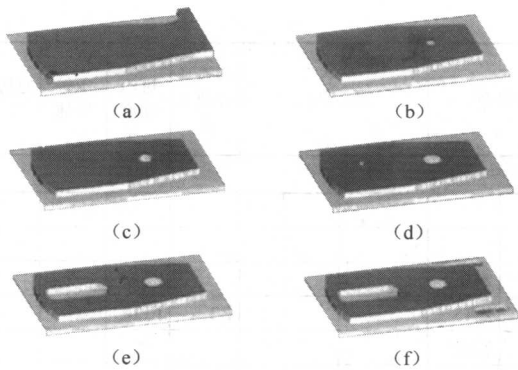


图 1-4 零件加工过程示意图

3. 加工程序

对零件进行数铣加工的程序见表 1-1。

表 1-1 程序号：O0001

顺 序 号	子程序 重复次 数	G 代 码	轴向运动指令			圆心坐标			圆弧半 径或 R 点	进给 速度	主轴 转速	刀具 号	偏置号		子 程 序 号	固 定 循 环	辅助 功能
0	L	G	X	Y	Z	I	J	K	R	F	S	T	D	H	P	Q	M
1											S477		D01	H01			M03
2		G00	X112	Y6													
3					Z-6												M08
4		G41															
5		G01	X90	Y16						F80							
6			X50	Y8													
7			X9.694														
8		G02	X9.694	Y62		I75.306	J27										
9		G01	X50														
10			X90	Y54													
11				Y-12													
12		G40															
13		G00			Z100												
14			X150	Y-50													M09
15																	M05
16																	M00
此时加工结果如图 1-4 (a) 所示。																	
17											S2387			H02			M03
18		G00	X65	Y35													
19					Z10												M08
20		G81			Z-2				R2	F100							
21		G00			Z100												
22			X150	Y-50													M09
23																	M05
24																	M00



续表

顺序号	子程序重复次数	G 代码	轴向运动指令			圆心坐标			圆弧半径或 R 点	进给速度	主轴转速	刀具号	偏置号	子程序号	固定循环	辅助功能
-----	---------	------	--------	--	--	------	--	--	-----------	------	------	-----	-----	------	------	------

此时加工结果如图 1-4 (b) 所示。

25											S1193			H03		M03
26		G00	X65	Y35												
27					Z10											M08
28		G81			Z-15				R2	F120						
29		G00			Z100											
30			X150	Y-50												M09
31																M05
32																M00

此时加工结果如图 1-4 (c) 所示。

33											S954			H04		M03
34		G00	X65	Y35												
35					Z10											M08
36		G82			Z-1.5				R2	F100						
37		G00			Z100											
38			X150	Y-50												M09
39																M05
40																M00

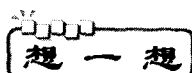
此时加工结果如图 1-4 (d) 所示。

41											S1394					M03
42		G00	X14	Y35												M08
43		G01			Z-6					F80						
44			X38	Y35												

此时加工结果如图 1-4 (e) 所示。

		G00			Z100											
45		G00	X81	Y63												
46		G01			Z-8.5					F80						
47			X93	Y63												
48		G00			Z10											
49			X81	Y7												
50		G01			Z-8.5					F80						
51			X93	Y7												
52		G00			Z100											M09
53			X150	Y-50												
54																M30

此时加工结果如图 1-4 (f) 所示。



要完成零件的数铣加工需要有哪些条件？



任务二 数铣加工零件工艺分析

学习目标

了解零件工艺分析的内容。

看懂各项卡片的内容。

任务一是一个零件的数铣加工模拟过程，实际加工没有这样简单。在工厂实际生产中，数控加工的过程如图 1-5 所示，其中零件工艺分析是加工准备阶段的主要内容。

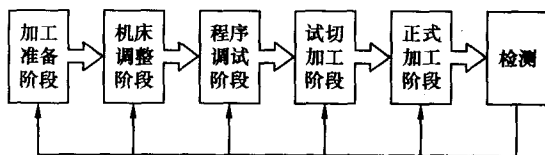


图 1-5 数控机床工作过程

这个任务以任务一中的零件图 1-3 为例，进行简单的工艺分析。图 1-3 所示的零件图材料为铝， $100 \times 70 \times 12$ 方料，零件毛坯已加工到尺寸，小批量生产，选用设备为 XK 714B 数控铣床。

1. 零件图的工艺分析

零件图的工艺分析，包括零件图的标注正确性、轮廓描述的完整性以及必要的工艺措施。在这里，进行仿真加工时，是理想化地把加工零件的尺寸调整为完全没有误差，所以零件图中没有标注公差。在实际情况下，是没有这种可能的，所以此处的零件工艺分析过程还没有全面到位，请读者注意这一点。

该零件比较简单，轮廓主要由直线、孔和圆弧构成，几何元素间描述清晰完整，加工表面粗糙度为 $Ra3.2$ 。加工内容如下：

- ① 孔加工 6 个；
- ② 6mm 深内轮廓的加工， $R80$ 和斜面外轮廓的加工；
- ③ 两个腰形槽加工。

2. 确定装夹方案

根据零件结构的特点，可以用底面、外轮廓定位，采用虎钳机构夹紧。

3. 确定加工顺序及走刀路线

加工顺序的正确安排，按照基面先行、先粗后精原则确定，由于不需要考虑到加工精度的要求，只需要考虑到平面内进给的时候，外轮廓从切线方向进入，内轮廓从过渡圆弧切入。为了使表面有好的表面质量，采用顺铣方式铣削。深度进给可以在 xz 平面来回铣削逐渐进刀



到既定深度。

4. 刀具的选择

根据零件的结构特点,铣削外轮廓可以选择 $\phi 10$ 铣刀,粗加工可以选择 $\phi 10$ 高速钢立铣刀,精加工选择 $\phi 10$ 硬质合金立铣刀。孔加工用 $\phi 6$ 钻头点孔后,再用 $\phi 8$ 钻头加工出孔,台阶用 $\phi 8$ 铣刀加工。 25×32 内轮廓用 $\phi 8$ 铣刀加工,同时用此铣刀加工腰形槽。

5. 切削用量的选择

切削用量一般根据毛坯的材料、转速、进给速度、刀具的刚度等因素选择。

6. 数控加工工艺卡的拟定

将前面分析所得各项内容综合成数控加工工艺卡片(见表1-2,表1-3)。

表 1-2 数控加工刀具卡片

产品名称或代号		零件名称	盖 板	零件图号	程序编号		
工步号	刀具号	刀具名称	刀柄型号	刀 具		补偿值/ mm	备注
				直径/ mm	长度/ mm		
1	T01	$\phi 10$ 铣刀		$\phi 10$	120		
2	T02	直柄麻花钻 $\phi 6$ mm		$\phi 6$	140		
3	T03	直柄麻花钻 $\phi 8$ mm		$\phi 8$	140		
4	T04	三刃立铣刀 $\phi 10$		$\phi 10$	120		
5	T05	二刃立铣刀 $\phi 8$		$\phi 8$	120		
编 制		审核		批准		共 1 页	第 1 页

表 1-3 数控加工工序卡片

(工厂)		数控加工工艺卡片		产品名称或代号		零件名称		材 料		零件图号	
						支 承 套		铝			
工序号		程序编号		夹具名称		夹 具 编 号		使 用 设 备		车 间	
				专用夹具				XK714B			
工步号	工 步 内 容			加工面	刀具号	刀具规格/ mm	主轴转速/ r · mm ⁻¹	进给速度/ mm · min ⁻¹	背吃刀量/ mm	备 注	
1	铣外轮廓面				T01	φ10	477	80			
2	钻 φ8 孔至 φ6				T02	φ6	2387	100			
3	钻 φ8 孔				T03	φ8	1193	120			
4	镗 φ10 孔				T04	φ10	954	100			
5	铣 25×32 内轮廓				T05	φ8	1394	80			
6	铣两个腰形槽				T05	φ8	1394	80			
编 制				审核				批准			
										共 1 页	
										第 1 页	



想一想

从上面的两个表中你能找出任务一加工示意图对应加工所需的刀具号吗?

练一练

下面是零件工艺分析的几个内容,请按顺序连线。

选择装夹工具	第1步
读零件图	第2步
编制工艺卡片	第3步
选择刀具	第4步
选择切削用量	第5步

任务三 数铣加工步骤

学习目标

了解数铣加工操作步骤。

学习了上面两个任务后,你是否想实际做一个零件?在数控铣床上的操作步骤如下。

- ① 开机,各坐标轴手动回机床原点。
- ② 刀具安装。
- ③ 清洁工作台,安装夹具和工件。
- ④ 对刀设定工件坐标系。
- ⑤ 设置刀具补偿值。
- ⑥ 输入加工程序。
- ⑦ 调试加工程序。
- ⑧ 自动加工。
- ⑨ 用测量工具进行尺寸检测,符合图纸要求后取下工件。
- ⑩ 清理加工现场。
- ⑪ 关机。

想一想

1. 现在你能否说出一个数铣加工零件加工的完整过程?
2. 学了3个任务后,请你说一下当零件出现质量(如尺寸不对)问题时,有可能是什么原因造成的?