

21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

数 控 技 术 系 列



数控铣床编程 与操作实训教程

吴明友 主编 彭文 主审

清华大学出版社



21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

数 控 技 术 系 列

数控铣床编程 与操作实训教程

吴明友 主编 彭文 主审

江苏工业学院图书馆
藏书章

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书参照劳动部门颁发的数控铣床高级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范,结合高职高专院校的教学特点编写。以德国西门子公司 SIEMENS 810D 系统的数控铣床为例,系统讲解数控铣床编程与操作的知识与技能,主要包括数控铣床编程与操作的基本知识、基本操作及编程方法训练等内容,且配有大量例题。该教程采取单独设置实训课题,并提供大量的数控铣床中级工、高级工样题的编写方式。附录中还提供了第一届全国数控技能竞赛——数控铣床、加工中心样题。

本书可作为高职高专数控技术应用专业、机械制造专业、模具设计与制造专业、计算机辅助设计与制造专业以及机电技术应用专业的实训教材,也可作为大学、中专、技校、职高等相关专业师生的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床编程与操作实训教程/吴明友主编. —北京:清华大学出版社,2006.11

(21世纪高职高专规划教材.数控技术系列)

ISBN 7-302-13001-9

I. 数… II. 吴… III. ①数控机床:铣床—程序设计—高等学校:技术学校—教材 ②数控机床:铣床—操作—高等学校:技术学校—教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 051053 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:付 迎

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:21.25 字数:432千字

版 次:2006年11月第1版 2006年11月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-13001-9/TH·207

印 数:1~4000

定 价:28.00元

“高职高专数控技术系列教材建设指导委员会”名单

焦金生 清华大学出版社副总编

钟约先 清华大学机械工程学院副院长

(以下按姓氏笔划为序)

刘 义 武汉船舶职业技术学院副院长

刘小芹 武汉职业技术学院副院长

刘守义 深圳职业技术学院工业中心主任

刘惠坚 广东机电职业技术学院院长

陈传伟 成都电子机械高等专科学校副校长

李康举 沈阳工业学院应用技术学院机械系主任

杜建根 河南工业职业技术学院副院长

杨兴华 常州轻工职业技术学院党委书记

金潇明 湖南工业职业技术学院院长

姚和芳 湖南铁道职业技术学院副院长

温金祥 烟台职业学院副院长

“高职高专数控技术系列教材建设专家组”名单

(按姓氏笔划为序)

- 王 浩 广东机电职业技术学院
冯小军 深圳职业技术学院
乔西铭 广东机电职业技术学院机电工程系主任
刘 敏 烟台职业学院机械系主任
吴明友 广东机电职业技术学院
李望云 武汉职业技术学院机械系主任
邱士安 成都电子机械高等专科学校机电系主任
陈少艾 武汉船舶职业技术学院机械系主任
周 虹 湖南铁道职业技术学院副教授
唐建生 河南工业职业技术学院机械系主任
彭跃湘 湖南工业职业技术学院机械系副主任
谢永宏 深圳职业技术学院先进制造系主任

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版了“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立了“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件和政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经历的教师共同组成,建立“双师

型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• 公共基础课

公共基础课系列

• 计算机类

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• 电子信息类

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• 机械类

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• 经济管理类

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

国际商务系列

• 服务类

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设;加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail:gzgz@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量教材。

高职高专教育教材编审委员会

前言

数控铣床编程与操作实训教程

本书是高职高专数控技术专业实训教材之一,参照劳动部门颁发的数控铣床高级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范,结合高职高专院校的教学特点编写。

随着国内数控铣床使用量的剧增,急需培养一大批能熟练掌握数控铣床编程和操作的应用型高级技术人才。本书是为了满足当前社会对数控铣床编程与操作的高级技术人才的需要和高职高专院校实训教学的要求而编写的。

本书以德国西门子公司的 SIEMENS 810D 系统的数控铣床为例来讲解其编程与操作的知识与技能,全书分为 12 章及 3 个附录。前 3 章为数控铣床编程与操作的基本知识,包括日常维护、系统概述、工艺设计等内容。第 4、5 两章为操作面板、基本操作,以及对刀、参数设置等内容。第 6~9 章为编程方法,包括基本编程方法、坐标系转换、算术参数、跳转、子程序及固定循环指令等内容,该部分提供了 49 个例题。第 10~12 章提供了 24 个实训课题,分别是编程与操作的基本实训课题、数控铣床中级工样题和数控铣床高级工样题。附录 A 为第一届全国数控技能竞赛——数控铣床样题,附录 B 为第一届全国数控技能竞赛——加工中心样题,附录 C 为铣削用量的选择。

使用本书教学时,可以依据实例进行,理论部分可作为参考。建议课时与内容如下(限于篇幅,本书没有提供中高级工样题的参考程序):

- (1) 实训 3 周(90 课时)讲授第 1~10 章,掌握数控铣床编程与操作基本方法。
- (2) 实训 4 周(120 课时)讲授第 1~11 章,达到数控铣床中级工的水平,并完成考证。
- (3) 实训 7 周(210 课时)讲授第 1~12 章,达到数控铣床高级工的水平,并完成考证。

本书可作为大中专院校数控技术专业、机械制造专业、模具设计与制造专业、计算机辅助设计与制造专业以及机电技术应用专业的实训教材;也可作为使用配有其他系统的数控铣床和加工中心人员的参考书。

本书由广东机电职业技术学院吴明友主编,其中第 3 章由烟台职业技术学院李绍春编写,其余部分(第 1、2、4、5、6、7、8、9、10、11、12 章,附录 A、附录 B、附录 C)由吴明友编写,全书由吴明友统稿。江苏多棱数控机床股份有限公司仲小舫为本书第 10 章提供了实例,在此表示诚挚的感谢。

本书由江苏多棱数控机床股份有限公司副总经理、总工程师彭文高级工程师主审,清华大学副教授叶佩青博士也提出了许多宝贵意见,在此谨致衷心的感谢。

本书在编写过程中,参考引用了参考文献中的资料,在此对这些作者表示诚挚的感谢。

本书虽经反复推敲和校对,但因时间仓促,加上编者水平所限,书中不足和漏误之处在所难免,敬请广大读者和同行批评指正。编者联系方式:wumy20050101@163.com。

编 者

2006 年 6 月

目 录

数控铣床编程与操作实训教程

第 1 章 日常维护	1
1.1 操作规程	1
1.2 日常维护	2
1.2.1 日常维护必备的基本知识.....	2
1.2.2 设备的日常维护与常见故障排除方法.....	3
1.2.3 CNC 系统的日常维护和故障处理	6
本章小结.....	8
习题.....	8
第 2 章 SIEMENS 810D 系统概述	9
2.1 SIEMENS 810D 系统功能特点	9
2.2 编程的目的、方法、内容及步骤.....	12
2.3 编程基础.....	15
2.4 SIEMENS 810D 编程指令概述	21
本章小结	25
习题	26
第 3 章 工艺设计	27
3.1 主要加工对象.....	27
3.2 加工工艺分析.....	29
3.2.1 数控加工工艺文件	29
3.2.2 零件的工艺分析	31
3.2.3 毛坯种类及选择	33

3.2.4	定位基准的选择及确定装夹方法	35
3.2.5	零件数控加工工艺路线的拟定	38
3.2.6	典型零件的工艺分析	44
3.3	常用的工装夹具	47
3.4	铣削及孔加工用刀具的类型及选用	51
3.4.1	铣刀的种类和工艺特点	51
3.4.2	孔加工刀具的类型与工艺	55
3.4.3	铣削刀具的选用特点	56
3.4.4	刀柄的种类和选用	58
3.4.5	刀具的管理	59
3.5	选择切削用量	60
3.5.1	切削用量的选择原则	60
3.5.2	切削用量的选择方法	60
3.5.3	切削用量选择实例	62
3.6	零件的测量工具及精度检验	63
3.6.1	轴径的测量	64
3.6.2	孔径的测量	65
3.6.3	角度的测量	67
3.6.4	表面粗糙度的测量	68
3.6.5	复杂三维形状工件的测量	69
本章小结		70
习题		70
第4章 数控铣床的基本操作		71
4.1	操作面板、控制面板及软键功能	71
4.2	开机前准备工作及开机	78
4.3	机床回参考点	79
4.4	手动操作	81
4.5	MDA 操作及程序中断后的重新定位	84
4.6	示教方式(Teach in)	86
4.7	程序的编辑和管理	87
4.8	换刀动作说明	89
本章小结		92
习题		92

第 5 章 对刀、参数设定及自动加工	93
5.1 工件装夹	93
5.2 刀具装夹	93
5.3 对刀	94
5.4 自动加工方式(AUTO)	97
5.5 图形模拟功能、空运行及首件试切	100
本章小结	101
习题	101
第 6 章 基本编程方法训练	102
6.1 程序开始指令	102
6.1.1 G90/G91 绝对/增量尺寸编程	102
6.1.2 G70/G71 英制/公制编程	104
6.1.3 G54~G599 设置零点偏置,建立工件坐标系	105
6.1.4 G17/G18/G19 平面选择指令	107
6.1.5 G25/G26 可编程的加工范围限制指令	107
6.2 加工指令	108
6.2.1 G0 快速移动指令	108
6.2.2 G1 直线插补指令	110
6.2.3 G2/G3/CIP 圆弧插补指令	111
6.2.4 G2/G3 TURN 螺旋线插补指令	119
6.2.5 G331/G332 刚性攻螺纹孔指令	120
6.2.6 G63 柔性攻螺纹孔指令	121
6.3 路径运行状态指令	123
6.3.1 G601/G602/G603/G9/G60 准确定位(Exact stop)	123
6.3.2 G64/G641 连续路径方式中的进给指令(Contouring mode)	126
6.3.3 BRISK/SOFT/DRIVE 加速度状态指令 (Acceleration behavior)	128
6.3.4 不同速度控制概览	129
6.3.5 FFWON/FFWOF 进给方向控制指令	129
6.3.6 CPRECON/CPRECOF 可编程准确轮廓指令 (Programmable contour precision)	129
6.3.7 G4 暂停指令	131

6.4 进给控制和主轴运动	131
6.4.1 G94/G95 进给速度控制指令	131
6.4.2 OVR/OVRA进给速度百分比修调指令(Percentage feedrate override).....	134
6.4.3 CFTCP/CFC/CFIN 对曲线路径的进给速度优化	134
6.4.4 M3/M4/M5 主轴速度 S 及主轴旋转方向控制指令	136
6.4.5 G25/G26 可编程的主轴速度限制指令	137
6.4.6 SPOS/SPOSA 定位位置控制主轴	138
6.5 刀具补偿指令	140
6.5.1 概述.....	140
6.5.2 T 刀具调用指令.....	140
6.5.3 D 刀具补偿号指令.....	141
6.5.4 G41/G42/G40 刀具半径补偿指令	143
6.5.5 NORM/KONT/G450/G451 接近/退出轮廓/编程轮廓 移动方式指令.....	144
6.6 综合实例	146
本章小结.....	150
习题.....	150
第 7 章 坐标系转换指令编程训练.....	153
7.1 G110/G111/G112/AP/RP 极坐标系指令	153
7.2 TRANS/ATRANS 坐标系平移指令	156
7.3 ROT/AROT 可编程的零点旋转指令	158
7.4 SCALE/ASCALE 可编程的坐标缩放指令	163
7.5 MIRROR/AMIRROR 可编程的零点镜像指令	166
本章小结.....	168
习题.....	168
第 8 章 算术参数、程序跳转指令及子程序编程训练	170
8.1 算术参数	170
8.2 程序跳转指令	171
8.3 子程序	172
8.4 带程序跳转指令、算术参数的子程序综合编程实例.....	174
8.4.1 带算术参数的子程序编程举例.....	174

8.4.2 带程序跳转指令、算术参数的子程序综合编程实例	178
本章小结	179
习题	179
第9章 固定循环指令编程训练	181
9.1 固定循环指令概述	181
9.1.1 固定循环概述	181
9.1.2 使用固定循环时的一般注意事项	182
9.1.3 SIEMENS 810D 系统固定循环说明	183
9.2 CYCLE 81/82/83 钻孔循环指令	185
9.2.1 CYCLE 81 钻削, 钻中心孔循环	185
9.2.2 CYCLE 82 钻削, 顺时针镗孔循环	187
9.2.3 CYCLE 83 深孔钻削循环	188
9.3 CYCLE 84/840/90 加工螺纹循环指令	192
9.3.1 CYCLE 84 刚性攻螺纹循环	192
9.3.2 CYCLE 840 柔性(带起锥器)攻螺纹循环	193
9.3.3 CYCLE 90 螺纹铣循环	194
9.4 CYCLE 85/86/87/88/89 镗孔循环指令	195
9.4.1 CYCLE 85 镗孔 1 循环指令	195
9.4.2 CYCLE 86 镗孔 2 循环指令	196
9.4.3 CYCLE 87 镗孔 3 循环指令	197
9.4.4 CYCLE 88 镗孔 4 循环指令	198
9.4.5 CYCLE 89 镗孔 5 循环指令	200
9.5 HOLES1/HOLES2/LONGHOLE 均布孔循环指令	201
9.5.1 HOLES1 排孔循环指令	201
9.5.2 HOLES2 圆周上圆孔循环指令	201
9.5.3 LONGHOLE 圆周上长孔循环指令	202
9.6 SLOT1/SLOT2/POCKET1/POCKET2 槽加工循环指令	203
9.6.1 SLOT1 圆周上的槽循环指令	203
9.6.2 SLOT2 圆周上的腔循环指令	203
9.6.3 POCKET1 铣矩形槽循环指令	204
9.6.4 POCKET2 铣圆槽循环指令	205
9.7 固定循环指令综合编程实例	205
9.7.1 零件	205

9.7.2 确定加工工序·····	205
9.7.3 加工程序·····	207
本章小结·····	212
习题·····	212
第 10 章 数控铣床实训课题 ·····	215
10.1 数控铣床(中心)的基本操作实训·····	215
10.1.1 实训目的·····	215
10.1.2 实训内容·····	215
10.1.3 实训步骤·····	216
10.1.4 注意事项·····	216
10.1.5 实训思考题·····	216
10.1.6 实训报告要求·····	216
10.2 对刀、参数设定及自动加工实训 ·····	217
10.2.1 实训目的·····	217
10.2.2 实训内容·····	217
10.2.3 实训步骤·····	217
10.2.4 注意事项·····	217
10.2.5 实训思考题·····	217
10.2.6 实训报告要求·····	217
10.3 基本编程实训(1) ·····	218
10.3.1 实训目的·····	218
10.3.2 实训内容·····	218
10.3.3 实训步骤·····	218
10.3.4 注意事项·····	220
10.3.5 实训思考题·····	220
10.3.6 实训报告要求·····	220
10.4 基本编程实训(2) ·····	220
10.4.1 实训目的·····	220
10.4.2 实训内容·····	220
10.4.3 实训步骤·····	221
10.4.4 注意事项·····	223
10.4.5 实训思考题·····	223
10.4.6 实训报告要求·····	223

10.5	坐标系转换指令实训	224
10.5.1	实训目的	224
10.5.2	实训内容	224
10.5.3	实训步骤	224
10.5.4	注意事项	226
10.5.5	实训思考题	226
10.5.6	实训报告要求	226
10.6	算术参数、程序跳转指令及子程序编程实训	226
10.6.1	实训目的	226
10.6.2	实训内容	226
10.6.3	实训步骤	227
10.6.4	注意事项	228
10.6.5	实训思考题	229
10.6.6	实训报告要求	229
10.7	固定循环指令编程实训	229
10.7.1	实训目的	229
10.7.2	实训内容	229
10.7.3	实训步骤	230
10.7.4	注意事项	234
10.7.5	实训思考题	234
10.7.6	实训报告要求	234
10.8	铣削加工综合实训	234
10.8.1	实训目的	234
10.8.2	实训内容	234
10.8.3	实训步骤	235
10.8.4	注意事项	239
10.8.5	实训思考题	239
10.8.6	实训报告要求	239
	本章小结	239
	习题	239
第 11 章	数控铣床中级工样题	240
11.1	数控铣床中级工样题 1——铣槽轮板	240
11.1.1	零件图	240

11.1.2	毛坯	240
11.1.3	评分表	241
11.1.4	考核目标及操作提示	242
11.1.5	工具、量具、刀具清单	243
11.2	数控铣床中级工样题 2——铣腰形槽底板	244
11.2.1	零件图	244
11.2.2	毛坯	245
11.2.3	评分表	246
11.2.4	考核目标及操作提示	247
11.2.5	工具、量具、刀具清单	248
11.3	数控铣床中级工样题 3——铣泵体端盖底板	248
11.3.1	零件图	248
11.3.2	毛坯	248
11.3.3	评分表	250
11.3.4	考核目标及操作提示	251
11.3.5	工具、量具、刀具清单	252
11.4	数控铣床中级工样题 4——铣离合器底板	252
11.4.1	零件图	252
11.4.2	毛坯	252
11.4.3	评分表	254
11.4.4	考核目标及操作提示	255
11.4.5	工具、量具、刀具清单	256
11.5	数控铣床中级工样题 5——铣椭圆板	257
11.5.1	零件图	257
11.5.2	毛坯	257
11.5.3	评分表	257
11.5.4	考核目标及操作提示	258
11.5.5	工具、量具、刀具清单	260
11.6	数控铣床中级工样题 6——铣半椭圆板	261
11.6.1	零件图	261
11.6.2	毛坯	261
11.6.3	评分表	262
11.6.4	考核目标及操作提示	263
11.6.5	工具、量具、刀具清单	264