



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

GUO JIA SHI FAN XING GAO ZHI YUAN XIAO JIAN SHE XIANG MU CHENG GUO

国家示范性高职院校建设项目成果

机电专业系列

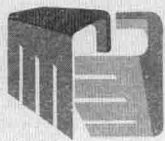
数控车床编程

与操作实训教程（修订本）

周虹 编著

清华大学出版社





“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

全国各职业院校

GUO JIA SHI FAN XING GAO ZHI YUAN XIAO JIAN SHE XIANG MU CHENG GUO

国家示范性高职院校建设项目成果

机电专业系列

数控车床编程

与操作实训教程（修订本）

周虹 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本教材以配有 FANUC 0i 系统的数控车床为背景,介绍了数控车床的日常维护,数控车床的结构、编程基础、操作面板及控制面板,数控车削工艺设计,数控车床的操作,FANUC 0i 系统的编程指令以及 10 个实训课题。该书将轴套类零件的工艺分析、编程、加工、测量融为一体,理论与实践相结合,既可作为理论教材,又可实现理论实训一体化教学。

本书可作为高职高专院校数控技术、模具设计与制造、机械制造及自动化专业的教材和参考书,也可作为数控车床的编程与操作培训教材,并可供机械制造业有关工程技术人员参考。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数控车床编程与操作实训教程/周虹编著.--修订本.--北京:清华大学出版社,2014

国家示范性高职院校建设项目成果.机电专业系列

ISBN 978-7-302-35272-3

I. ①数… II. ①周… III. ①数控机床—车床—程序设计—高等职业教育—教材 ②数控机床—车床—操作—高等职业教育—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 016186 号

责任编辑:田 梅

封面设计:史宪罡

责任校对:袁 芳

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:17.75 字 数:395 千字

版 次:2014 年 8 月第 1 版 印 次:2014 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:38.00 元

修订本前言

数控车床编程与操作是数控车工的典型工作任务,是数控技术高技能人才必须掌握的技能,也是高职机械类专业的一门重要的专业核心课程。为了进一步贴近企业生产实际,更新数控技术、突出产教结合、促进中高职衔接,本书在原有的《数控车床编程与操作实训教程》教材基础上进行修订,以满足企业对高端数控车工技能型人才培养的需要。

本书修订思路如下:

(1) 综合考虑中、高职数控技术专业的培养目标,教材内容将涵盖初、中、高级《数控车工》职业标准的数控编程技能与知识要求,按照由简单到复杂、由单一到综合编排教材内容,实现中、高职学生在学习内容和培养目标上的有效衔接。

(2) 书中进一步引入新知识,如增加数控车削中心的介绍,突出教材先进性。

(3) 继续贯彻理论实践一体化的教学思想,以任务驱动、行动导向设计教材,从简单形体的零件加工过渡到复杂零件、配合件的加工,突出实用、通俗,可操作性强。该书将理论与实践、学和练结合在一起,做到实现“编程→仿真检验→零件加工”理论实训一体化教学。

(4) 继续“以学习者学习为中心”,强调学习者的自我学习和自我评价。在每一章的后面将安排适量习题,在附录中将补充中、高级数控车理论、实操模拟试卷,全国数控技能大赛竞赛试题等。这样便于读者进一步明确学习目标及掌握技能鉴定所需的知识和技能,并能够进行自我评估,不断巩固知识及技能。

(5) 配置多媒体课件、电子教案、演示文稿、素材库、授课录像等资源,利用多种媒体和教学手段,提供全面的教学支持。

修订的主要内容如下:

(1) 增加数控车削中心的功能特点及基本操作。

(2) 优化各章的编程案例。

(3) 进一步贴近数控车工考证需求,优化和补充了大量有针对性的习题。

(4) 规范书中出现的图样。

本书分上、下两篇。上篇的主要内容是数控车床概述;数控车仿真软件的基本操作;数控车床(CK7150A)的基本操作;对刀、参数设定及自动加工;数控车削工艺设计;简单轴类零件的编程;圆弧面的编程;中等复杂轴类零件的编程;螺纹轴的编程;异型轴的编程。编程指令主要介绍 FANUC 0i 系统,兼顾 SIEMENS 系统。下篇以实训课题为主题,分 10 个课题介绍,每个课题包括了实训目的、实训内容、实训步骤、注意事项、实训思考题及实训报告要求。附录部分包括中、高级数控车工理论模拟试卷,中、高级数控车工实操模拟试卷,全国数控技能大赛数控车理论、实操竞赛试题、世纪星 HNC-21T 数控系统指令等,目的是便于读者拓展学习和自测自查。

通过该书的学习和训练,读者不仅能够掌握数控车床的工艺、编程、操作知识,而且

能够熟练操作数控车床完成回转体零件的编程与加工,达到中、高级数控车工的水平。

全书由湖南铁道职业技术学院周虹修订和定稿。在编写过程中,得到了山东烟台职业学院的许玲萍,湖南铁道职业技术学院张克昌、刘慎玖、周文军,株洲电力机车有限公司彭博的大力支持和帮助,在此深表感谢。

由于时间仓促,编者水平和经验有限,书中难免有欠妥和错误之处,恳请读者批评、指正。

作 者

2014 年 5 月 26 日

前 言

本书以回转体零件的数控车削为主线,参照国家职业标准——《数控车工》中、高级工要求组织编写要领,以配有 FANUC 0i 系统的数控车床为背景,将车削工艺、FANUC 0i 系统的编程指令、数控车仿真软件的操作、实际数控车床的操作有机结合。在内容的安排上注意了循序渐进,从简单形体的零件加工过渡到复杂零件、配合件的加工,突出实用、通俗,可操作性强。该书将理论与实践、学和练结合在一起,做到实现“编程→仿真检验→零件加工”理论实训一体化教学。

本书分上、下两篇。上篇的主要内容是数控车床概述;数控车仿真软件的基本操作;数控车床(CK7150A)的基本操作;对刀、参数设定及自动加工;数控车削工艺设计;简单轴类零件的编程;圆弧面的编程;中等复杂轴类零件的编程;螺纹轴的编程;异型轴的编程。编程指令主要介绍 FANUC 0i 系统,兼顾 SIEMENS 系统。下篇以实训课题为主,分 10 个课题介绍,每个课题包括了实训目的、实训内容、实训步骤、注意事项、实训思考题及实训报告要求。附录部分包括中、高级数控车工理论模拟试卷,中、高级数控车工实操模拟试卷,全国数控技能大赛数控车理论、实操竞赛试题、世纪星 HNC-21T 数控系统指令等,目的是便于读者拓展学习和自测自查。

通过该书的学习和训练,读者不仅能够掌握数控车床的工艺、编程、操作知识,而且能够熟练操作数控车床完成回转体零件的编程与加工,达到高级数控车工的水平。

全书由湖南铁道职业技术学院周虹修订和定稿。在编写过程中,得到了山东烟台职业学院的许玲萍,湖南铁道职业技术学院张克昌、刘慎玖、周文军,株洲电力机车有限公司彭博的大力支持和帮助,在此深表感谢。

由于时间仓促,编者水平和经验有限,书中难免有欠妥和错误之处,恳请读者批评、指正。

作 者

2011 年 2 月 18 日

目 录

上篇 理论知识

第 1 章 数控车床概述	3
1.1 数控车床及车削中心的功能特点	3
1.1.1 数控车床的结构和主要技术参数	3
1.1.2 车削中心的结构和主要技术参数	5
1.1.3 数控车削加工的特点及应用	6
1.1.4 数控车削加工的步骤	7
1.2 数控车削编程基础	8
1.2.1 数控车床的坐标系	8
1.2.2 编程规则	9
1.2.3 BEIJING-FANUC 0i Mate-TB 系统的编程指令	11
1.3 数控车床的操作规程及日常维护	14
1.3.1 数控车床的操作规程	14
1.3.2 数控车床的日常维护	15
1.4 数控车床及车削中心的操作面板及控制面板	16
1.4.1 数控车床的操作面板	16
1.4.2 数控车床的控制面板	18
1.4.3 车削中心的操作面板和控制面板	21
小结	21
习题	21
第 2 章 数控车仿真软件的基本操作	24
2.1 数控车仿真软件的进入和退出	24
2.2 数控车仿真软件的工作窗口	25
2.3 数控车仿真软件的基本操作	29
2.4 数控车仿真软件的操作实例	35
小结	40
习题	40
第 3 章 数控车床的基本操作	42
3.1 数控车床的启动和停止	42
3.1.1 数控车床的启动	42
3.1.2 数控车床的停止	43
3.2 手动操作	43

3.2.1	手动操作回参考点	43
3.2.2	手动连续进给	44
3.2.3	手轮进给步骤	44
3.3	程序的编辑和管理	44
3.3.1	新程序的创建	44
3.3.2	字的插入、修改和删除方法	44
3.3.3	程序扫描的步骤	45
3.3.4	检索字的步骤	45
3.3.5	指向程序头的步骤	46
3.3.6	删除一个或多个程序段的步骤	46
3.3.7	检索程序号的步骤	47
3.3.8	检索顺序号的步骤	47
3.3.9	删除程序的步骤	48
3.3.10	复制、移动及合并程序的步骤	49
3.3.11	顺序号的自动插入	50
3.4	MDI 的运行	52
小结		53
习题		53
第 4 章	对刀、参数设定及自动加工	55
4.1	工件的装夹与找正	55
4.1.1	工件在三爪自定心卡盘上的装卸	55
4.1.2	工件在四爪单动卡盘上的装夹和找正	56
4.2	数控车削刀具的安装	56
4.2.1	刀片的安装或更换	57
4.2.2	刀具的安装或更换	58
4.2.3	转塔式刀架	58
4.3	对刀操作	60
4.3.1	刀偏量直接输入的步骤	60
4.3.2	刀偏量的修改	61
4.3.3	假想刀尖	62
4.3.4	工件原点偏置量的设定	62
4.3.5	工件坐标系偏置量的设定	63
4.4	图形模拟加工	64
4.5	自动加工	65
4.5.1	全自动加工循环	65
4.5.2	机床锁住循环	65
4.5.3	倍率开关控制循环	66
4.5.4	机床空运转循环	66
4.5.5	单段执行循环	67

4.5.6 跳段执行循环	67
4.6 数控车床的加工操作实例	67
小结	71
习题	72
第5章 数控车削工艺设计	73
5.1 数控车削加工工艺分析	73
5.1.1 数控加工工艺文件	73
5.1.2 零件的工艺分析	75
5.1.3 毛坯种类及选择	77
5.1.4 定位基准的选择	79
5.1.5 零件数控加工工艺路线的拟定	82
5.2 工件的装夹	93
5.3 车削刀具的类型及选用	96
5.4 选择车削用量	102
5.5 轴套类零件的测量	104
5.6 螺纹的测量	108
5.6.1 螺纹的综合检验	108
5.6.2 螺纹的分项测量	110
小结	112
习题	113
第6章 简单轴类零件的编程	116
6.1 数控车床的编程特点及编程方式	116
6.2 进给功能设定	117
6.3 主轴转速功能设定	117
6.4 刀具功能	118
6.5 直线移动 G 指令	118
6.6 暂停指令(G04)	120
6.7 单一固定循环指令	122
6.8 SINUMERIK 802S 系统的基本编程指令	126
小结	128
习题	128
第7章 圆弧面的编程	130
7.1 圆弧插补指令(G02、G03)	130
7.2 刀具半径补偿指令(G40~G42)	131
7.3 SINUMERIK 802S 系统的圆弧插补及刀具半径补偿指令	134
小结	136
习题	136

第 8 章 中等复杂轴类零件的编程	138
8.1 粗车循环指令(G71)	138
8.2 平端面粗车循环指令(G72)	139
8.3 成形车削循环指令(G73)	139
8.4 精车循环指令(G70)	140
8.5 子程序调用指令(M98)	144
8.6 SINUMERIK 802S 系统的循环编程指令	144
小结	150
习题	150
第 9 章 螺纹轴的编程	153
9.1 车螺纹指令(G32)	153
9.2 螺纹车削循环指令(G92)	155
9.3 螺纹车削多次循环指令(G76)	156
9.4 综合编程实例	158
9.5 SINUMERIK 802S 系统的车螺纹指令	160
小结	163
习题	163
第 10 章 异型轴的编程	165
10.1 用户宏程序概述	165
10.2 用户宏程序功能 A	168
10.3 用户宏程序功能 B	175
10.3.1 用户宏程序功能 B 的调用	175
10.3.2 控制指令	181
10.4 SINUMERIK 802S 系统的宏程序功能	185
小结	186
习题	186

下篇 技能训练

第 11 章 数控车床仿真软件的基本操作实训	191
1. 实训目的	191
2. 实训内容	191
3. 实训步骤	192
4. 注意事项	192
5. 实训思考题	192
6. 实训报告要求	193
第 12 章 数控车床的基本操作实训	194
1. 实训目的	194

2. 实训内容	194
3. 实训步骤	194
4. 注意事项	196
5. 实训思考题	196
6. 实训报告要求	196
第 13 章 对刀、参数设定及自动加工实训	197
1. 实训目的	197
2. 实训内容	197
3. 实训步骤	197
4. 注意事项	198
5. 实训思考题	198
6. 实训报告要求	198
第 14 章 车削简单轴类零件实训	199
1. 实训目的	199
2. 实训内容	199
3. 实训步骤	199
4. 注意事项	202
5. 实训思考题	202
6. 实训报告要求	202
第 15 章 车削简单套类零件实训	204
1. 实训目的	204
2. 实训内容	204
3. 实训步骤	204
4. 注意事项	207
5. 实训思考题	207
6. 实训报告要求	207
第 16 章 车削圆弧轴实训	209
1. 实训目的	209
2. 实训内容	209
3. 实训步骤	209
4. 注意事项	212
5. 实训思考题	212
6. 实训报告要求	212
第 17 章 车削中等复杂轴类零件实训	214
1. 实训目的	214
2. 实训内容	214
3. 实训步骤	214

4. 注意事项	217
5. 实训思考题	217
6. 实训报告要求	217
第 18 章 车削螺纹轴实训	219
1. 实训目的	219
2. 实训内容	219
3. 实训步骤	219
4. 注意事项	222
5. 实训思考题	222
6. 实训报告要求	222
第 19 章 车削椭圆轴实训	224
1. 实训目的	224
2. 实训内容	224
3. 实训步骤	224
4. 注意事项	227
5. 实训思考题	227
6. 实训报告要求	227
第 20 章 车削配合件实训	229
1. 实训目的	229
2. 实训内容	229
3. 实训步骤	230
4. 注意事项	233
5. 实训思考题	234
6. 实训报告要求	234
附录 A 数控车工国家职业标准	236
附录 B 中级数控车工理论模拟试卷	247
附录 C 高级数控车工理论模拟试卷	250
附录 D 中级数控车工实操模拟试卷	254
附录 E 高级数控车工实操模拟试卷	256
附录 F 全国数控技能大赛数控车理论竞赛试题	258
附录 G 全国数控技能大赛数控车实操竞赛试题	265
附录 H 世纪星 HNC-21T 数控系统指令	269
参考文献	271

上 篇

理 论 知 识

主要包括回转体零件的数控车削工艺设计和手工编程方法、数控车床仿真软件的应用和数控车床(CK7150A 型)的基本操作方法。

通过学习,读者能够:

熟练编制回转体零件的数控工艺方案和数控加工程序。

通过数控车床仿真软件来检查和优化加工程序。

第 1 章 数控车床概述

本章主要以 CK7150A 型为例,介绍数控车床的功能特点、数控车削编程的基础、数控车床的操作面板及控制面板、数控车床的操作规程及日常维护。通过学习,对数控车床的编程、数控车床的面板、操作规程、日常维护能够有一个初步的认识。

与普通车床类似,数控车床在数控加工领域也是应用最广泛的一种机床。在数控车床上可以对加工精度、表面粗糙度要求较高,轮廓形状复杂或难以控制尺寸、带特殊螺纹的回转体零件进行加工。车削中心除可以进行一般车削外,还可以进行径向和轴向铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削加工等。

1.1 数控车床及车削中心的功能特点

1.1.1 数控车床的结构和主要技术参数

1. 数控车床的结构

CK7150A 型数控车床的外形如图 1-1 所示。它主要由床身、主轴箱、床鞍、尾座、刀架、液压系统、润滑系统以及数控装置等组成。



图 1-1 CK7150A 型数控车床

2. 数控车床的特点

- ① 卧式床身,采用矩形贴塑滑动导轨,刚性强,无爬行。
- ② 机电一体化设计,体积小,结构紧凑,排屑方便,造型美观大方。
- ③ 布局合理,维修方便。
- ④ 主轴采用中国台湾先马高性能变频电动机,可实现 $30 \sim 2000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的无级调速。
- ⑤ 纵横向驱动采用高性能的 FANUC 交流伺服系统,定位精度高,动作灵活可靠。
- ⑥ 分体底座,倾斜床身,提高了机床的刚性和稳定性。

- ⑦ 采用手动集中润滑装置,润滑充分可靠。
- ⑧ 采用液压尾座回转顶尖结构,方便可靠。
- ⑨ 带八工位电动转塔刀架,可实现自动换刀。

3. 数控车床的主要技术规格

CK7150A 型数控车床的主要技术规格见表 1-1,其驱动(控制)元件见表 1-2。

表 1-1 CK7150A 型数控车床的主要技术规格

名 称		规 格	备 注
床身上最大回转直径		φ505mm	
床鞍上最大回转直径		φ340mm	
最大车削直径	轴类直径	φ250mm	
	盘类直径	φ500mm	
最大钻孔直径		φ20mm	
外圆最小车削直径		φ20mm	
最大车削长度		1000mm	
最大行程	X	260mm	
	Z	1100mm	
主轴箱	主轴转速范围	30~2000r·min ⁻¹	
	主轴恒扭矩转速范围	30~600r·min ⁻¹	
	主轴恒功率转速范围	600~2000r·min ⁻¹	
	主轴定心轴颈锥度	14°15′	
	锥孔锥度	80(公制)	
	主轴通孔直径	φ65mm	
	主轴中心至床面高度	290mm	
	主轴中心至地面高度	1000mm	
尾座	尾座套筒最大行程	80mm	
	尾座套筒直径	φ85mm	
	尾座套筒锥孔锥度	莫氏 5	回转顶尖
最小设定单位	X	0.001mm	
	Z	0.001mm	
最小移动量	X	0.0005mm	
	Z	0.001mm	
最小检测单位	X	0.0005mm	
	Z	0.001mm	
进给量及螺距范围	工进	X	0.001~6mm·r ⁻¹
		Z	0.001~8mm·r ⁻¹
	快进	X	8m·min ⁻¹
		Z	12m·min ⁻¹
	螺纹导程		0.001~8mm·r ⁻¹

续表

名 称		规 格	备 注
刀 盘	驱动方式	电动	
	刀位数	8	
	外圆刀杆尺寸	25mm×25mm	
	最大镗刀杆直径	φ40mm	
	刀尖最大回转直径	φ370mm	
卡 盘	φ250 液压卡盘		标准配置
机床外形尺寸(长×宽×高)		3160×1480×1650(mm)	
包装后箱体尺寸(长×宽×高)		3430×1710×2164(mm)	
机床重量	净重	3500kg	
	毛重	4500kg	

表 1-2 机床驱动(控制)元件一览表

名 称	型 号	规 格 参 数		生 产 厂 家	备注
控制系统	0i-mate			北京 FANUC	
主轴电动机	YP-50-7.5-6-B3-B	功率	7.5kW	台湾先马	
		基本转速	1000r·min ⁻¹		
		最高转速	4000r·min ⁻¹		
X 轴伺服电动机	A06B-0075-B303 (β8/3000i)	转速	3000r·min ⁻¹	FANUC	
		额定转矩	7N·m		
		功率	1.2kW		
Z 轴伺服电动机	A06B-0078-B103 (β12/3000i)	转速	3000r·min ⁻¹	FANUC	
		额定转矩	11N·m		
		功率	1.8kW		
主轴位置编码器	LF1024BMC05D	每转脉冲数	1024	长春	
电动刀台	BWD-40A	位数	8	烟台	
		中心高	100		
冷却水泵	AOB-25	功率	90W	四川简阳	
		流量	25L·min ⁻¹		
手动润滑泵	L5P-L	容积	0.475L	南京贝奇尔	

1.1.2 车削中心的结构和主要技术参数

车削中心是一种以车削加工模式为主,添加铣削动力刀头后又可进行铣削加工模式的车铣合一的数控机床。

车削中心的主要特征是装夹工件的回转主轴(称为 C 轴)可以分度和进行伺服控制,回转刀架上除了安装车削刀具外,还可以安装钻削和铣削等自驱动刀具。在保证数控车床基本功能的同时,使工件在一次装夹下实现回转体的端面或圆柱面的铣削、钻削、镗削和车螺纹的加工。这样,可使工件在一次装夹下完成更多的加工工序,不仅提高效率,而且能大大提高加工精度。