

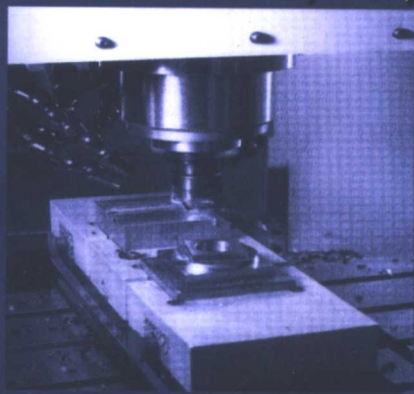
PEARSON
Prentice
Hall

劳动和社会保障部教材办公室组织引进
国外优秀高等职业教育教材

(第3版)

计算机数控加工基础

INTRODUCTION TO COMPUTER NUMERICAL CONTROL (CNC)



【美】詹姆斯·V·瓦伦蒂诺(James V. Valentino)/约瑟夫·戈登堡(Joseph Goldenberg) 著



(随书赠送多媒体光盘)

郑金辉 杨彩凤 刘志学 等 编译



中国劳动社会保障出版社

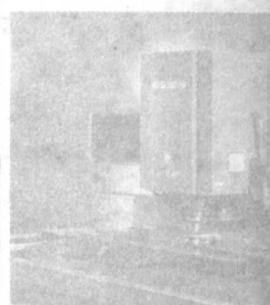
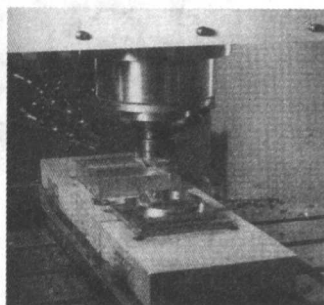
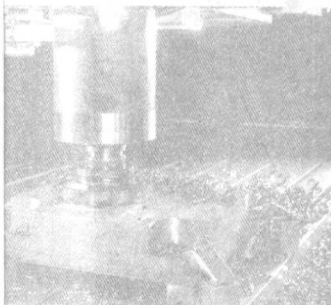


(第3版)

PEARSON
Prentice
Hall

劳动和社会保障部教材办公室组织引进
国外优秀高等职业教育教材

计算机数控加工基础



【美】詹姆斯·V·瓦伦蒂诺(James V. Valentino)/约瑟夫·戈登堡(Joseph Goldenberg) 著

郑金辉 杨彩凤 刘志学 等 编译

 中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机数控加工基础(第3版)/(美)瓦伦蒂诺(Valentino, J.V.), (美)戈登堡(Goldenberg, J.)著;郑金辉等编译. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2005

国外优秀高等职业教育教材

ISBN 7-5045-5071-X

I. 计… II. ①瓦… ②戈… ③郑… III. 数控机床-加工-高等学校:技术学校-教材 IV. TC659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 084826 号

Authorized translation from the English language edition, entitled Introduction to Computer Numerical Control (CNC), Third Edition, 0130944246 by James V. Valentino; Joseph Goldenberg, published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall, Copyright© 2003.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system without permission from Pearson Education, Inc.

中文简体字版由培生教育出版亚洲有限公司和中国劳动社会保障出版社出版©2005

北京市版权局著作权合同登记号:图字 01-2005-2720

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

*

北京外文印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 22.75印张 553千字

2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

定价:38.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64911344

本书封面贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签。无标签者不得销售。

谨以此书献给我的妻子芭芭拉，还有我可爱的孩子们——萨拉和安德鲁。

——詹姆斯·V·瓦伦蒂诺

谨以此书献给我的妻子埃里卡，以及给我出色的孩子们——珍妮特、西蒙以及维多利亚，感谢他们给我的无尽的爱、支持和灵感。

——约瑟夫·戈登堡

英文版序言

美国今天面临的最大挑战之一来自制造业。计算机技术已经在很大程度上改造了制造业的现状，产品的设计、分析、制造已经实现了数字化。革新中的制造业需要接受过良好训练的技术人员，职业教育被认为是连续和长期的投资。

第3版的《计算机数控加工基础》在原版本的基础上进行了扩展和改进，第16章增加了一个使用 Mastercam 软件创建和模拟加工程序的范例。最后，本书随书光盘中附带了在制造领域应用的加工程序校验软件及教程。此款软件具有实时采用实体方式模拟切削过程的功能，并且能对模拟的工件进行测量，读者可以用其编写、校验铣削加工字地址程序并进行模拟加工。

本书的特色有：

- 每章都包含该章学习目标和概要。
- 书中的图片可使学生加深对学习内容的理解和记忆。
- 使用图文框突出了关键和重要的内容。
- 使用流程图介绍了数控车间的工作流程。
- 使用大量图片用于说明数控车间的工作流程。
- 在多个编程范例中讲述了重要的加工准备内容。
- 着重介绍了基本的字地址编程（G、M 代码）。
- 在编程范例中强调了行业惯用方法和术语。
- 每个范例程序都给出了对所有程序内容的解释。
- 本书介绍范例程序时，使用程序模式的概念，给学生介绍用于加工中不

同阶段的语句组合,例如语句组合 A 用于数控机床的初始化,语句组合 B 用于换刀。

- 每章都带有精心编写的复习题,编程练习给出了加工内容、应使用的刀具、加工参数和毛坯情况以及装夹方法。

- 本书着重介绍了在实际工作中最常用的 FANUC 系统。

- 附录包含了大量对学生有帮助的信息,包括操作安全注意事项、用于车削和铣削编程的 G、M 功能代码列表,以及铣削和车削的建议加工参数等。

- 本书附有数控编程术语表。

- 本书附带的校验软件使学生能观察到字地址程序运行的结果。

本书可用于多层次的教学:

- 高职高专院校;

- 中等/技术学校;

- 工业培训中心。

本书也可用于:

- 一学期或两学期的职业培训;

- 数控编程中的手工编程部分培训;

- 在职培训;

- 自学的参考教材。

本书是在对 Queensborough 社区学院学生和工程技术人员进行数年数控加工课程教学后的成果。我们在教学中发现很多教材的内容过于笼统或偏重于某一点,于是我们逐渐开始整理教学文件,并在实践中使用和改进,这项工作得到生产和教学方面的同事的大力协助。本书的编写工作建立在对生产实践的深入调研上,书中的范例程序已经过校验。需要强调的是,在学生操作数控机床时,一定要遵守相应的安全注意事项。

致谢

在完成本书的过程中，作者得到了以下单位和个人的帮助：

- Allen-Bradley Company
- Amatrol, Inc.
- American SIP Corporation
- Autodesk Corporation
- Boston Digital Corporation
- Bridgeport Machines, Inc.
- Chick Machine Tool Company
- Cincinnati Millicron, Inc.
- Cleveland Twist Drill Company
- CNC Software, Inc.
- Command Corporation International
- Dapra Corporation
- Dell Computer Corporation
- DoAll Company
- EDO Corporation
- EMCO MAIER Corporation
- Gateway Computer Corporation
- GE Fanuc Automation Corporation
- Gibbs and Associates
- GN Telematic, Inc.
- Greco Systems
- Greenleaf Corporation
- GTE Valenite Corporation
- Handsvent Industries, Inc.
- Index Corporation
- Ingersoll Cutting Tools
- Institute of Advanced Machining Sciences
- Intergraph Corporation
- International Manufacturing Computer Services, Inc.
- Kennametal, Inc.
- KT-Swazey, Milwaukee, Wisconsin
- Lasercut, Inc.
- Laserdyne Division, Lumonics Corporation
- Macro Machine Tool Company
- Maho Machine Tool Corporation
- Mitsui Machine Technology, Inc.
- Monarch Machine Tool Company
- Niagara Cutter, Inc.
- Predator Software, Inc.
- SMW Systems, Inc.
- Solidworks Corporation
- Stripit, Inc.

- Surfware, Inc.
- Tri Star Computer Corporation
- TSD Univerasl/DeVlieg Ballard Tooling Systems Division
- Unigraphics Solutions, Inc.
- Visionary Design Systems, Inc.
- Waukesha Cutting Tools, Inc.
- Robert Brumm, State University of New York and Alfred State College
- Kurt Carlson, Cleveland Industrial Training Center
- Dan Krier Moraine Park Technical College
- Zhongming Liang, Purdue University at Fort Wayne
- Mr. Martin Powell, senior CLT, Queensborough Community College

作者还要感谢审阅本书书稿, 并提出许多宝贵意见和建议的同仁, 他们是: Mineral 学院的基思·格林 (Keith Green), Corning 社区学院的布赖恩·J·希尔 (Brian J. Hill) 以及 Brigham Young 大学的肯特·科康恩 (Kent Kohkonen)。

编译者序

目前，随着国内数控技术在制造业的快速发展，作为国家启动的技能型紧缺人才培养培训工程中 4 个专业领域之一，数控技术专业人才培养的工作得到不断的扩展、深化。教材建设也取得很大进展，目前国内出版的数控类教材已超过百种。但我们相信本书的出版对培养数控技术专业人才同样很有意义。

在翻译的过程中，我们体会到相对目前所使用的数控编程类教材，本书突出了培养学生的铣削加工和车削手工编程能力的目标。本书以 FANUC 系统的基本指令为主介绍编程方法，但具有很强的通用性，对使用不同数控系统的教学都有很好的指导价值。除此之外，本书还具有以下一些优点：

1. 本书以培养学生的铣削加工和车削手工编程能力为目标，内容完整。对于手工编制数控加工程序所必要的机床、刀具、形位公差、车间工作流程等知识给出了图文并茂、实用性强的介绍，对于数控车削、铣削加工中的刀具及坐标系设定等问题给出了清晰的说明。

2. 对于铣床编程，本书通过第 7 章编程指令、第 8 章孔加工编程、第 9 章线性轮廓编程、第 10 章圆弧轮廓编程、第 11 章刀具半径补偿编程、第 12 章子程序编程，以循序渐进的方式进行教学，各章都包含详细的介绍和范例，并安排了程序校验的内容，使学生能尽快全面理解、掌握和运用相关内容。书中细致介绍了一些生产实践中所必要的基本知识，如恒定进给速度铣削圆弧、使用刀具半径补偿的限制等。

3. 对于车床编程，本书通过第 13 章数控车床概述、第 14 章数控车床编程的基本原理、第 15 章数控车床的编程技术和固定循环，介绍数控车床的基本构

成、刀具结构和基本车削加工方法；详细解释刀尖中心编程与刀尖编程的区别以及使用刀尖半径补偿的优点和使用条件，并通过举例说明刀尖半径补偿在车削和镗孔加工编程中的应用；研究了特定的车床编程技巧，以及进行重要的车削加工所用的固定循环。书中对车削编程进行细致、全面的介绍对掌握和运用车削编程很有价值。

4. 本书编程类例题内容包括了完整的工件尺寸图、装夹方案、加工刀具的选取、加工参数、加工路线和详尽的程序解释，对编程中有一定复杂程度的三角计算给出了示意图和计算过程，复习题中编程类题目也给出了同样细致的信息，对手工编程的学习很有帮助。

5. 本书的插图质量很高，对阅读、理解教学内容很有帮助。

6. 本书附带有 NC 程序编辑和加工模拟软件，便于学习时对例题和习题程序进行校验。为便于教学，我们在翻译过程中，已将原书叙述中涉及到美国国家标准之处，增加或更换了相应的中国标准，将叙述和例题中的英制单位更换为公制单位，所有例题的程序都进行了包括试切的校验。经培生教育出版集团授权，我们根据生产实际情况和教学经验对原书做了一些修改，删减了制图知识和三角函数计算、Predator 加工模拟软件介绍 3 章的内容。我们对原书附带的 Predator 公司的 NC 程序编辑和加工模拟软件进行了更新，并编写了软件使用的教学课件。

本书可作为职业院校机械类专业的数控课程教材或数控专业的编程教材。作为数控专业的编程教材时，由于本书内容全面并包含了大量例题，因此篇幅较大。我们建议将本书作为教材使用时，应突出培养学生的铣削加工和车削手工编程能力和规范操作的目标，重点讲授手工编程的知识并培养学生相关的能力，在使用软件校验的基础上，能安排一些加工程序的试切。

本书由成都航空职业技术学院机械系组织翻译。英文版序言、第 1 章、第 3 章、第 11 章、第 12 章、附录 C、附录 D 由郑金辉翻译，第 2 章、第 16 章由何龙翻译，第 4 章、第 6 章、第 17 章、附录 A 由祁传琦翻译，第 5 章、第 7 章、第 13 章、第 14 章、术语表由刘志学翻译，第 8 章、第 9 章、第 10 章、第 15 章、附录 B 由杨彩凤翻译，全书由郑金辉统稿。本书在翻译过程中得到刘建超、熊熙、陈方军等老师的帮助，在此表示感谢。限于专业和文字水平，难免有错误及不足之处，欢迎广大读者批评指正。



目录

第 1 章 计算机数控加工概述	1
1—1 学习目标	1
1—2 引言	1
1—3 数控的定义、概念及优点	1
1—4 计算机数控的定义及组成	2
1—5 计算机数控相对于传统数控的优点	4
1—6 CNC 机床应用的特定要求	4
1—7 CNC 机床投资的经济回报	5
1—8 CNC 加工中心和车削中心	6
1—9 其他类型的计算机数控设备	7
1—10 加工程序的输入及存储介质	9
1—11 本章概要	10
复习题	10
第 2 章 现代数控机床控制	11
2—1 学习目标	11
2—2 引言	11
2—3 刀具运动系统的控制方式	11
2—4 控制刀具运动的反馈系统	14
2—5 笛卡尔坐标系	16
2—6 CNC 机床的运动轴	16
2—7 编程中坐标数据的表示方式	19
2—8 坐标数值的单位	20
2—9 本章概要	21

复习题	21
第 3 章 孔加工与铣削加工	23
3—1 学习目标	23
3—2 引言	23
3—3 孔加工刀具	24
3—4 硬质合金刀片的规格	27
3—5 用于钻削后续加工的孔加工刀具	28
3—6 孔加工的切削速度和进给速度	30
3—7 用于轮廓铣削和面加工的刀具	31
3—8 涂层刀具	35
3—9 铣削加工的刀具切削速度和进给速度	35
3—10 铣削加工的进给方向	37
3—11 用于数控加工的切削液	38
3—12 本章概要	39
复习题	39
第 4 章 加工中心的结构与特点	41
4—1 学习目标	41
4—2 引言	41
4—3 数控加工中心的相关知识	41
4—4 用于自动换刀的刀具系统	44
4—5 在刀柄上安装刀具的方法	44
4—6 在 CNC 机床主轴上装夹刀具系统的方法	46
4—7 自动换刀系统	47
4—8 交换工作台	49
4—9 本章概要	51
复习题	52
第 5 章 数控编程形位公差及标注基本内容	53
5—1 学习目标	53
5—2 引言	53
5—3 形位公差及标注术语	54
5—4 零件形状控制	57
5—5 基准	60
5—6 零件轮廓控制	61



5—7 零件定位、定向及跳动控制	61
5—8 本章概要	68
复习题	68
第 6 章 数控车间工作流程	69
6—1 学习目标	69
6—2 引言	69
6—3 CNC 车间工作流程	69
6—4 分析零件图	70
6—5 制定工艺规程	72
6—6 确定所需要的 CNC 机床	72
6—7 加工过程中夹紧零件的方法	73
6—8 确定加工方法	74
6—9 切削条件	74
6—10 编写零件加工程序指令	74
6—11 下载程序到 CNC 机床控制单元	75
6—12 工艺文件	76
6—13 设置工件坐标系	77
6—14 调试和校验加工程序	80
6—15 零件生产	81
6—16 本章概要	81
复习题	82
第 7 章 编程指令	83
7—1 学习目标	83
7—2 引言	83
7—3 编程语言格式	83
7—4 编程语言术语	84
7—5 程序段中的地址排列	86
7—6 程序号及顺序号 (O 代码, N 代码)	86
7—7 准备功能 (G 代码)	87
7—8 尺寸字 (X, Y, Z...代码)	89
7—9 进给速度 (F 代码)	90
7—10 主轴转速 (S 代码)	90
7—11 机床辅助功能 (M 代码)	90
7—12 自动换刀 (M06 代码)	91
7—13 刀具长度偏置及刀具半径补偿 (H, D 代码)	92

7—14 注释	92
7—15 本章概要	92
复习题	93

第 8 章 孔加工编程	94
--------------------	-----------

8—1 学习目标	94
8—2 引言	94
8—3 固定循环	94
8—4 孔加工命令	96
8—5 编写孔加工程序	101
8—6 本章概要	107
复习题	107

第 9 章 线性轮廓编程	113
---------------------	------------

9—1 学习目标	113
9—2 引言	113
9—3 线性插补命令	113
9—4 编写线性轮廓程序	114
9—5 确定斜线轮廓的刀具偏移	118
9—6 本章概要	131
复习题	132

第 10 章 圆弧轮廓编程	137
----------------------	------------

10—1 学习目标	137
10—2 引言	137
10—3 指定圆弧插补的平面	138
10—4 圆弧插补命令	138
10—5 用半径表示的圆弧插补	142
10—6 用恒定进给速度铣削圆弧的轮廓	143
10—7 确定直线—圆弧轮廓的刀具偏移	144
10—8 本章概要	155
复习题	155

第 11 章 刀具半径补偿编程	164
------------------------	------------

11—1 学习目标	164
11—2 引言	164



11—3 刀具半径补偿	164
11—4 使用刀具半径补偿的优点	166
11—5 使用刀具半径补偿的一些限制	166
11—6 刀具半径补偿指令	168
11—7 使用刀具半径补偿时的 Z 轴运动	173
11—8 刀具半径补偿的中断	173
11—9 本章概要	180
复习题	180
第 12 章 子程序编程	185
12—1 学习目标	185
12—2 引言	185
12—3 子程序的概念	185
12—4 FANUC 系统中调用子程序和返回主程序的指令	186
12—5 子程序应用要点	188
12—6 子程序编程的一般规则	190
12—7 本章概要	207
复习题	207
第 13 章 数控车床概述	213
13—1 学习目标	213
13—2 引言	213
13—3 现代数控车床的组成	214
13—4 数控车床的运动轴	216
13—5 基本车削加工方法	217
13—6 数控车床加工刀具	219
13—7 车削加工的切削速度和进给速度	222
13—8 车削加工的进给方向及刀具角度	223
13—9 本章概要	224
复习题	225
第 14 章 数控车床编程的基本原理	227
14—1 学习目标	227
14—2 引言	227
14—3 通过笛卡尔坐标系建立坐标位置 (数控车床)	228
14—4 刀具定位模式	229

14—5	参考点、换刀点及编程原点	231
14—6	数控车床初始化步骤	232
14—7	车床准备功能 (G 代码)	233
14—8	车床辅助功能 (M 代码)	233
14—9	“零点偏置”指令	234
14—10	进给速度 (F 代码)	234
14—11	主轴转速 (S 代码)	235
14—12	主轴恒线速控制	235
14—13	恒线速控制下主轴最高转速控制	236
14—14	自动换刀	237
14—15	线性插补指令 (数控车床)	238
14—16	确定数控车床加工中的刀具偏置	239
14—17	圆弧插补指令 (数控车床)	241
14—18	切槽指令	243
14—19	回参考点指令	244
14—20	本章概要	245
	复习题	245

第 15 章 数控车床的编程技术和固定循环

249

15—1	学习目标	249
15—2	引言	249
15—3	刀尖编程	249
15—4	刀尖半径补偿编程	251
15—5	设置刀尖半径补偿	251
15—6	刀尖半径补偿的一些限制	253
15—7	刀尖半径补偿指令	253
15—8	外圆/内圆切削循环: G90	257
15—9	端面切削循环: G94	260
15—10	复合固定循环: G70 至 G75	262
15—11	粗车循环: G71	262
15—12	精车循环: G70	263
15—13	端面切槽和啄式钻孔复合循环: G74	268
15—14	切断和外圆切槽循环: G75	272
15—15	在数控车床和车削加工中心上的螺纹加工	277
15—16	单行程螺纹切削循环: G32	277
15—17	螺纹切削循环: G92	280

15—18 螺纹切削复合循环: G76	281
15—19 本章概要	283
复习题	284
第 16 章 计算机辅助编程	292
16—1 学习目标	292
16—2 引言	292
16—3 CNC 编程的发展	292
16—4 零件程序的脱机编写和储存	293
16—5 计算机辅助编程语言介绍	293
16—6 APT 编程语言的构成	294
16—7 用 APT 设计一个完整的程序	297
16—8 CAD/CAM 技术介绍	300
16—9 CAD 系统的组成	300
16—10 CAM 系统的基本组成	302
16—11 用 Mastercam 软件建立一个完整的零件加工程序	304
16—12 本章概要	312
复习题	312
第 17 章 计算机控制车间的组成部分	314
17—1 学习目标	314
17—2 引言	314
17—3 计算机集成制造	315
17—4 计算机集成制造中的工作方法	316
17—5 柔性制造系统 (FMS)	317
17—6 柔性制造系统的重要组成部分	318
17—7 柔性制造单元 (FMC)	319
17—8 柔性制造单元的重要组成部分	320
17—9 计算机集成制造系统网络	322
17—10 培训的必要性	322
17—11 本章概要	323
复习题	323
附录	325
附录 A 重要的安全预防措施	325
附录 B 用于铣床、车床加工的代码简表 (FANUC 系统)	327