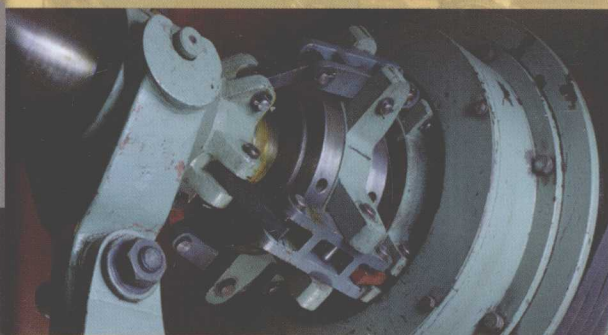


# 机械加工设备及应用

(原书第六版)



[美] Steve F.Krar Arthur R.Gill Peter Smid 著  
段振云 张幼军 于慎波 译  
张 凯 付景顺 郑 鹏 审  
金嘉琦



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

# 机械加工设备及应用

(原书第六版)

〔美〕 Steve F. Krar   Arthur R. Gill   Peter Smid   著  
段振云   张幼军   于慎波   译  
张   凯   付景顺   郑   鹏   审  
金嘉琦

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书以机床组成结构、切削原理及加工步骤的基本理论和生产技术为主线,将与机械加工技术有关的刀具、夹具、量具、冶金及先进制造技术等内容进行优化整合。全书共分 17 章,内容包括:机床导论、测量工具及技术、金属切削技术、机床结构、冶金原理与技术、先进制造技术等。本书文字说明深入浅出、图表例证形象易懂,书中内容充实丰富、层次清晰,并兼顾新技术、新知识在该领域中的应用。本书各章节都配有复习题,可以帮助读者有针对性地掌握重点知识、培养实践技能。

本书可供机械制造、机械设计、工业管理等方面的工程技术人员阅读,也可作为高等院校机械相关专业师生的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械加工设备及应用/(美)Steve F. Krar, Arthur R. Gill, Peter Smid 著;  
段振云等译. —北京:科学出版社, 2009

ISBN 978-7-03-025748-2

I. 机… II. ①S… ②A… ③P… ④段… III. 机械加工-机具  
IV. TG5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 180284 号

责任编辑:张莉莉 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2009 年 11 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 11 月第一次印刷 印张:43 1/4 插页:4

印数:1—4 000 字数:990 000

定 价:89.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



## 机 床

尽管机械加工车间一般都有数控机床,但通常也有手动操作的机床。这里展示一些在加工车间里各种常见的机床。



► 廓形切割带锯机(DoAll)



► 重载大型摇臂钻床(Clausing Industrial, Inc.)



► PNC精密曲线磨床(Clausing Industrial, Inc.)

## 车 床

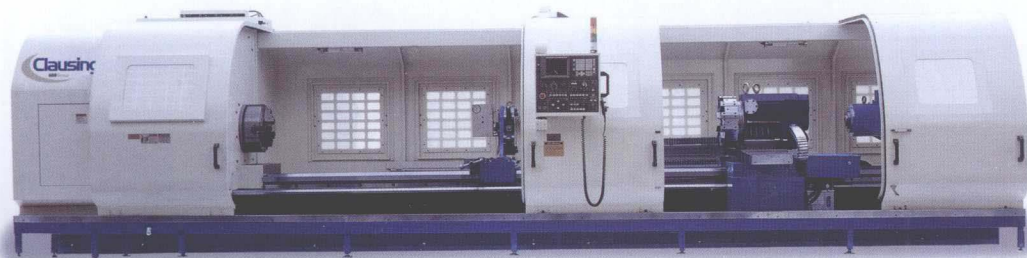
正如文中所述, 车床的种类繁多, 包括手动和数控车床及数控车削加工中心等。



► 卧式HLV手动工具车床(Hardinge Inc.)



► 具有多任务加工能力的数控车床 — Super Quadrex 250M (MAZAK Corp.)



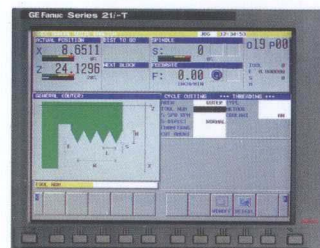
► 大型数控车床(Clausing Industrial, Inc.)



► 卧式数控车床Quest 10/65(Hardinge Inc.)



► 立式车床Integrex Series E1850 VIZ(MAZAK Corp.)



► 使用G.E.Fanuc 21i T控制的Clausing/METOSA数控车床(Clausing Industrial, Inc.)



## 铣 床

铣床的类型很多,它们应用于各种各样的任务。手动铣床和数控铣床在加工中都有应用,在这里展示一些典型的铣床。



▶ 标准铣床Series 1(Hardinge, Inc.)



▶ 带有特强支撑的手动变速铣床Model FV60  
(Clausing Industrial, Inc.)



▶ 手动铣床(Rem Sales, Inc.)



► EZPLUS自动数控铣床  
(Hardinge, Inc.)



► 升降台式数控铣床(Clausing Industrial Inc.)



► 立卧复合铣床Model VH-3(Sharp Industries)



## 加工中心

加工中心可以执行很多操作任务,包括钻、铣、镗和攻丝等。在这里展示的是卧式和立式加工中心。



► 立式加工中心ES-V Series(Okuma Corp.)



► 5轴立式加工中心5AX 400(Hardinge, Inc.)



► 卧式加工中心High Velocity F3 660(MAZAK Corp.)



► 卧式加工中心MA-H Series(Okuma Corp.)



## 最新动态

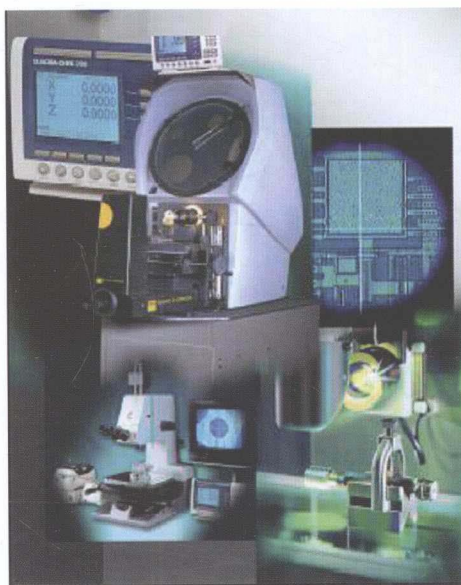
在本书的第17章,你将阅读到一些先进制造技术。



► 用于提高生产率的以太网通信  
(GE Fanuc)



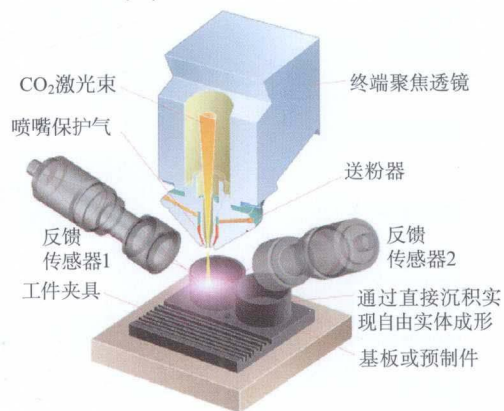
► 自适应机器控制(GE Fanuc)



► 光学测量仪器(Brown & Sharpe)



► QQC金刚石方法(QQC, Inc.)



► DMD快速制造过程(The POM Group, Inc.)



# 译者序

---

机械制造业是其他工业的基础和依托。自加入世贸组织后,中国正在逐步变成“世界制造中心”。为了增强竞争能力,中国制造业已经开始广泛使用先进的制造技术。同时,对于从事机械制造行业的技术人员在数量和质量上都提出了更高的要求。因此,需要相关书籍为专业师生和技术人员提供系统全面的帮助及指导。科学出版社在引进国外先进教材和先进科技书籍方面下了不少工夫,及时将关于机械加工技术的本书引进,相信对我国的机械制造技术教育会有很大的帮助。

本书著者 Steve F. Krar 等在工业和教学领域中具有多年实际经验。在工作中,著者搜集整理了机床技术在各个层面上应用的大量经验。为了跟上机械加工技术发展的步伐,著者参观了本领域的龙头企业,不断学习、获取相关行业的最新技术信息。生产企业的主要技术人员和教育工作者审查了本书的主要内容,并提出了许多具有指导性的建议。因此,本书不论在内容上还是组织结构上都非常有特色,最令译者感动的是著者非常注意读者的心理和接受能力,这使本书适合于读者自学。对本书而言,读者从任何地方切入都会看得明白。本书的另一个特点就是工程实例和操作步骤的讲解说明内容非常多而且很细致,这对读者实际操作有很大的帮助。结合各章节的复习题,可以培养读者分析和解决问题的能力及动手能力,从而达到深入浅出、学以致用目的。本书不但是著者工程实际经验的总结,也是著者从事该行业哲学思想的反映。著者踏踏实实地解决实际工程问题的作风和学风,非常值得国内同行们学习,这也是译者引进并翻译本书的目的之一。

本书共分 17 章,第 1 章为机床导论,第 2 章为机械行业的机遇,第 3 章为安全,第 4 章为工艺,第 5 章为测量,第 6 章为划线工具及工艺,第 7 章为手工工具和钳工作业,第 8 章为金属切削技术,第 9 章为金属切割锯床,第 10 章为钻削机械,第 11 章为车床,第 12 章为铣床,第 13 章为坐标镗床和坐标磨床,第 14 章为计算机时代的加工,第 15 章为磨削加工,第 16 章为冶金学,第 17 章为先进制造技术。

全书由沈阳工业大学机制教研室承担主要的翻译及审校工作。第 1 章和第 2 章由田国富翻译,第 3 章由赵文辉翻译,第 4 章由郑鹏、韩立翻译,第 5 章由付景顺翻译,第 6 章和第 14 章由孙兴伟翻译,第 7 章和第 10 章由金映丽翻译,第 8 章由段振云、李强翻译,第 9 章由孙凤、张凯翻译,第 11 章由于慎波翻译,第 12 章由张幼军、孙兴伟翻译,第 13 章由张凯、孙凤翻译,第 15 章由李殿起、张凯翻译,第 16 章和第 17 章由李润霞、张凯翻译。本书的统稿由段振云、张凯完成。本书由金嘉琦教授主审,他认真仔细地审阅了全稿,并提出了很多宝贵的修改意见。

本书涉及领域宽广,内容较新。由于译者的专业知识水平有限,在翻译过程中难免存在错误之处,恳请专家和同行批评指正。

译者

# 前言

---

计算机的应用不断地改变着机床加工产品的方式。计算机的应用水平已经提高到能够控制一台机器或一组机器的运作方式,甚至一个完整的加工车间的运作方式。在第 14 章,“计算机加工时代”,不但包括计算机数控加工机床(比如车削加工中心),而且还有更新的加工技术。为了提高加工生产率,机床已经配备了模块化的工具和工件装夹系统,还提供了可以更快地生产精密零件的有一定价格竞争力的切削刀具。

为了提高产品生产率并在世界上保持竞争力,现在的企业都把重点放在使用新的制造技术和智能制造系统上。第 14 章概述了十种技术和工艺,其中有人工智能、开放的 CNC 体系、NC 技术、虚拟制造、网络制造、纳米技术、信息处理系统,它们可使制造商在竞争中占据有利形势。通过学习本书,学生可以了解机械加工行业将来会变成什么样子。

本书是作者多年的实践和教学经验的总结。为了跟上加工技术发展的步伐,作者研究了行业内最新的技术信息,并参观了该领域的龙头企业。制造公司的主要人员和教育工作者审查了本书的主要内容,并提供了许多正确和现代化的信息。作者非常感谢审阅者对已收编到文章中的信息提出的技术上和实践上的建议。

本书(第六版)是以“节”的形式给出的,每一节以一系列“目标”引出,紧接着是有关理论和操作顺序。本书应用了二重尺寸(英制/公制),可使机床工作人员熟悉英制和公制两种测量系统。每个操作都逐步作了解释,这样可以使学生很容易理解。先进的操作以问题的形式提出,然后是问题的解决方法和配套的程序。重要部分采用许多例证和图片,使内容更容易理解。每节后的问题可用来让学生复习或作为学生的家庭作业使用。

本书的目的为教师在普通加工技术方面提供基本的训练,介绍 CNC 机床(如车削加工中心)基本的编程方式,引出新的制造技术和工艺。

Steve F. Krar

Arthur R. Gill

Peter Smid

# 著者简介

---

## Steve F. Krar

Steve F. Krar 在他 15 年的行业经历中,从一名机工成长为一名制锻模工。此后,他进入师范学院深造,并最终从多伦多大学毕业,拥有了 Machine Shop Practice 的专家证书。Krar 先生在他 20 年的教学生涯中,一直积极致力于专业技能的教育,并始终参加许多教育组织的执行委员会的工作。他在多伦多教育学院做了 10 年的夏季自愿工作者,并参与了他们的教师培训计划。Steve Krar 积极参加各种机床协会,成为制造工程师协会的一名终身会员,并担任过 GE Superabrasives Partnership for Manufacturing Productivity 协会的前任主席。

在 Krar 先生对制造技术长达 45 年的研究中涉及了许多学科,并获得了在 W. Edwards Deming 博士指导下的宝贵学习机会。Krar 先生曾在瑞典的一些前沿研究中心、大学和工厂中进行了一周的纳米技术研究。他是 65 本学术专著的合著者之一,这些专著包括 *Machine Shop Training*、*Machine Tool Operations*、*CNC Simplified*、*Superabrasives—Grinding and Machining* 和 *Exploring Advanced Manufacturing Technologies* 等,其中大部分书籍曾被翻译成 5 种语言,在世界各地出版。

## Arthur R. Gill

Arthur R. Gill 曾经是一名模具和制锻工种的学徒。经过 10 年的行业经验积累,他进入了安大略上社区学院学习。之后,Gill 先生作为精密金属工业和学徒制培训专业的一名教授和联络人在圣凯瑟琳市的尼亚加拉学院工作了 30 年。他曾是安大略精密金属工业学院课程协会的一名会员,该协会负责学徒制培训项目。现在 Gill 先生是制造工程师协会的一名会员并致力于改进工业领域的制造技术。

Gill 先生是许多专业教科书的合著者之一,其中包括 *CNC Technology and Programming*、*Computer Numerical Control Simplified* 和 Steve Krar 合著的 *Exploring Advanced Manufacturing Technology* 一书。他曾于 1991 年被邀请到湖南省岳阳大学帮助创建一个精密加工和计算机数控技术培训研究所。

## Krar 和 Gill 的其他专业成就

- 纽约制造技术和工业出版社的顾问编辑,安大略省伯灵顿《先进制造期刊》(*Advanced Manufacturing Magazine*)的特约编辑。
- 在堪萨斯举办的技术美国(SkillsUSA)年度锦标赛数控编程和加工分赛中担任裁判。
- 研究北美制造技术的新进展,并在瑞士的 IBM 研究实验室以及多所大学和工厂进行纳米技术的研究。

## Peter Smid

Peter Smid 曾毕业于职业中学的车间培训专业。之后,他完成了一个学徒制培训课程,获得了作为一名机工熟练操作各种机床的大量宝贵经验。Smid 先生于 1968 年移居加拿大,并在之后的 26 年里一直作为一名机工和制锻模工工作在机床工业领域。

在 20 世纪 70 年代早期,Smid 先生作为一名程序员进入计算机数控技术领域,并在随后的 18 年内成为计算机制造业的全面专家。他在 1989 年成为一名独立顾问,数以百计的公司都在使用 Smid 先生的 CNC 和 CAD/CAM 技术来改进他们的制造过程。他还写了一本厚达 500 页的综合 CNC 编程手册,这本手册很快地成为本行业的“圣经”书籍。

1995 年,他成为一名先进制造业的顾问,重点研究 CNC、CAD/CAM 和敏捷制造领域的工业定制培训。他多年从事教学、培训、讲座和课程设计的经历,使得他有机会将大量关于现代制造技术的知识传授给各个年龄层的学生们。



# 致 谢

本书著者衷心感谢 Alice H. Krar 对本书的审阅、统稿和校订,没有他的热忱支持和帮助,本书就不可能按时出版。

同时,感谢所有利用宝贵时间对本书提出具体建议的老师 and 工业评论家们。他们的建议将使本书成为一个更有价值的教育工具。

另外,我们要感谢以下单位,是他们审阅本书各个章节并提出建议使得本书尽可能地做到准确和新颖。他们是:瑞典 ABB Robotics 公司、美国钢铁协会、美国 Superior Electric 公司、UNOVA 集团的 Cincinnati Machine 公司、Dorian Tool International 公司、GE 公司超级磨料部、Moore Tool 公司、Norton 公司、Nucor 公司和 Stelco 公司。

最后,我们还要感谢以下公司为本书提供了图例照片和技术信息。

| 公司名称                                                            | 公司名称                                  | 公司名称                                           |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------|
| 3D Systems                                                      | Cleveland Taping Machine Co.          | Grinding Wheel Institute                       |
| 300 Below, Inc.                                                 | Cleveland Twist Drill Ltd.            | Haas Automation, Inc.                          |
| ABB Robotics, Inc.                                              | CNC Technologies                      | Hanita Cutting Tools, Inc.                     |
| Able Corporation                                                | Cogsdill Tool Products, Inc.          | Hardinge Brothers, Inc.                        |
| Allen Bradley Co.                                               | Colchester Lathe Co.                  | Hewlett-Packard Co.                            |
| Allen, Chas. G. & Co.                                           | Concentric Tool Corp.                 | Ingersoll Cutting Tool Co.                     |
| American Chain & Cable Co. Inc. ,<br>Wilson Instrument Division | Criterion Machine Works               | Ingersoll Milling Machine Co.                  |
| American Iron & Steel Institute                                 | Deckel Maho, Inc.                     | Inland Steel Co.                               |
| American Machinist Ametek Testing<br>Equipment                  | Delmia Robotics                       | Jacobs Manufacturing Co.                       |
| AMT—The Association for<br>Manufacturing Technology             | Delta File Works                      | Jones & Lamson Division of<br>Waterbury Farrel |
| Armstrong Bros. Tool Co.                                        | Delta International Machinery Corp.   | Kaiser Steel Corp.                             |
| Ash Precision Equipment Inc.                                    | Denford, Inc.                         | Kelmar Associates                              |
| Automatic Electric Co.                                          | Deltronic Corp.                       | Keyence Corp.                                  |
| Avco-Bay State Abrasive Company                                 | DeVlieg Machine Co.                   | Kurt Manufacturing                             |
| Bausch & Lomb                                                   | Dillon, WC. & Co. , Inc.              | LaserMike, Div Techmet Corp.                   |
| Bethlehem Steel Corporation                                     | DoAll Company                         | Lodge & Shipley                                |
| Blanchette Tool and Gage                                        | Dorian Tool International             | Magna Lock Corp.                               |
| Boston Gear Works                                               | Duo-Fast Corp.                        | Mahr Gage Co. , Inc.                           |
| Bridgeport Machines, Inc.                                       | Emco Maier Corp.                      | Makino Machine Tool Co.                        |
| Brown & Sharpe Manufacturing Co.                                | Enco Manufacturing Co.                | Mazak Corp.                                    |
| Carboloy, Inc.                                                  | Everett Industries, Inc.              | Milacron, Inc.                                 |
| Carborundum Co. Div Saint Gobain<br>Abrasives                   | Explosive Fabricators Division        | Modern Machine Shop Magazine                   |
| Carpenter Technology Corp.                                      | Exxair Corp.                          | Monarch Machine Tool Co.                       |
| Carr Lane Manufacturing Co.                                     | FAG Fisher Bearing Manufacturing Ltd. | Moore Tool Co.                                 |
| Charmilles Technologies Corp.                                   | Federal Products Corp.                | Morse Twist Drill & Machine Co.                |
| Cincinnati Gilbert Co.                                          | GAR Electroforming Ltd.               | MTI Corporation                                |
| Cincinnati Machine, a UNOVA Co.                                 | GE Superabrasives                     | National Broach & Machine                      |
| Clausing Industrial, Inc.                                       | General Motors                        | National Twist Drill & Tool Co.                |
|                                                                 | Giddings & Lewis                      | Neill, James & Co.                             |
|                                                                 | Grav-i-Flo Corporation                | Nicholson File Co. Ltd.                        |
|                                                                 | Greenfield Industries, Inc.           | Northwestern Tools, Inc.                       |

| 公司名称                                               | 公司名称                               | 公司名称                                                      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Norton, Div. Saint Gobain Abrasives                | Shore Instrument & Mfg. Co. , Inc. | Toolex Systems, Inc.                                      |
| Nucor Corporation                                  | Slocumb, J. T. Co.                 | Union Butterfield Corp.                                   |
| Optical Gaging Products, Inc.                      | Sony Corp.                         | United States Steel Corporation                           |
| PolyPlan Technologies                              | South Bend Lathe Corp.             | Valenite, Inc.                                            |
| POM, Inc.                                          | Stanley Tools                      | Volstro Manufacturing Co. , Inc.                          |
| Powder Metallurgy Parts Manufacturers' Association | Starrett, L. S. Co.                | Weldon Tool Co.                                           |
| Pratt & Whitney Co. , Inc.                         | STEP Tools, Inc.                   | Wellsaw, Inc.                                             |
| Praxair, Inc.                                      | Sun Oil Co.                        | Whitman & Barnes                                          |
| Precision Diamond Tool Co.                         | Sunnen Products Co.                | Wilkie Brothers Foundation                                |
| Precision Gage and Tool Co.                        | Superior Electric Co. Ltd.         | Williams, J. H. & Co.                                     |
| QQC, Inc.                                          | Taft-Pierce Manufacturing Co.      | Wilson Instrument Division,<br>American Chain & Cable Co. |
| Rockford Machine Tool Co.                          | Taper Micrometer Corp.             | Wood worth, W. J. & J. D.                                 |
| Rockwell International Machinery                   | Technomatix Technology, Inc.       | Woodworth                                                 |
| Royal Products                                     | TechPlate, Inc.                    | Worthington Industries                                    |
| Sheffield Measurement Div. Giddings & Lewis        | Thompson Grinder Co.               |                                                           |
|                                                    | Thomson Industries, Inc.           |                                                           |
|                                                    | Thriller, Inc.                     |                                                           |

# 目 录

## 第1章 机床导论

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1.1 机床的历史 .....            | 3  |
| 1.1.1 普通机床 .....           | 4  |
| 1.1.2 标准机床 .....           | 5  |
| 1.1.3 计算机数控机床 .....        | 6  |
| 1.1.4 过去半个世纪金属加工业的发展 ..... | 8  |
| 复习题 .....                  | 11 |

## 第2章 机械行业的机遇

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 2.1 金属制造业的发展历程 .....    | 15 |
| 2.1.1 新技术 .....         | 15 |
| 2.1.2 学徒培训 .....        | 16 |
| 2.1.3 机床操作员 .....       | 17 |
| 2.1.4 维护机械师 .....       | 17 |
| 2.1.5 机械师 .....         | 17 |
| 2.1.6 压印工和印模工 .....     | 17 |
| 2.1.7 数控机床操作员/程序员 ..... | 18 |
| 2.1.8 技术员 .....         | 18 |
| 2.1.9 技 师 .....         | 18 |
| 2.1.10 质量控制检查员 .....    | 18 |
| 2.1.11 仪器制作者 .....      | 19 |
| 2.1.12 职 业 .....        | 19 |
| 2.1.13 贸易组织 .....       | 19 |
| 复习题 .....               | 20 |
| 2.2 得到工作 .....          | 20 |
| 2.2.1 评定你的能力 .....      | 20 |
| 2.2.2 发现你的兴趣所在 .....    | 20 |
| 2.2.3 做简历 .....         | 20 |
| 2.2.4 面试注意事项 .....      | 21 |
| 2.2.5 记住的要点 .....       | 22 |
| 复习题 .....               | 22 |

## 第3章 安 全

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3.1 车间里的安全 .....     | 25 |
| 3.1.1 工作中的安全问题 ..... | 25 |
| 3.1.2 车间里的安全问题 ..... | 25 |
| 复习题 .....            | 29 |

## 第4章 工 艺

|                        |    |
|------------------------|----|
| 4.1 工程制图 .....         | 33 |
| 4.1.1 视图和线型 .....      | 33 |
| 4.1.2 制图术语和符号 .....    | 33 |
| 4.1.3 测量单位 .....       | 34 |
| 4.1.4 加工方法 .....       | 34 |
| 4.1.5 基本尺寸 .....       | 35 |
| 4.1.6 尺寸公差 .....       | 35 |
| 4.1.7 英制尺寸 .....       | 35 |
| 4.1.8 米制尺寸 .....       | 35 |
| 4.1.9 尺寸系统 .....       | 35 |
| 4.1.10 交 流 .....       | 35 |
| 复习题 .....              | 38 |
| 4.2 不同工件的加工工艺 .....    | 38 |
| 4.2.1 圆形工件的加工方法 .....  | 38 |
| 4.2.2 用卡盘夹紧加工的工件 ..... | 40 |
| 4.2.3 平面工件的加工 .....    | 41 |
| 复习题 .....              | 43 |

## 第5章 测 量

|                  |    |
|------------------|----|
| 5.1 测量基础 .....   | 48 |
| 5.1.1 英制系统 ..... | 48 |
| 5.1.2 米制系统 ..... | 48 |
| 5.1.3 分数测量 ..... | 48 |
| 5.1.4 直 尺 .....  | 48 |
| 5.1.5 外卡钳 .....  | 49 |