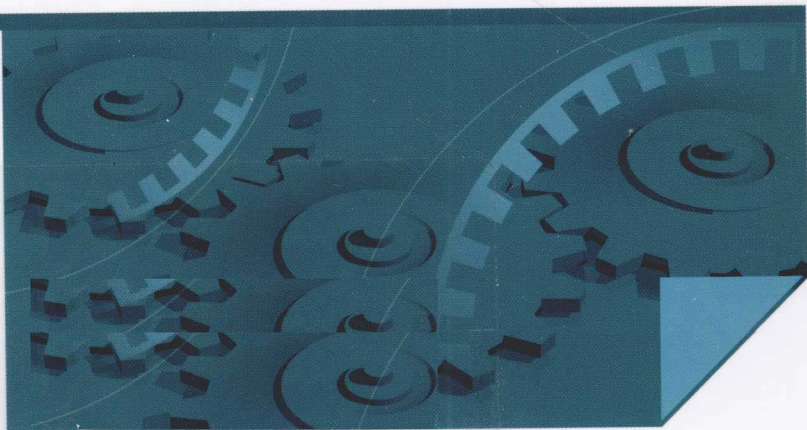




高等职业教育“十二五”重点建设规划教材
高等职业教育课程改革项目研究成果·机电类

数控机床操作实训

SHUKONG JICHUANG CAOZUO SHIXUN



主 编 黎 震 管嫦娥
主 审 蔡铎如

- ◆ 借鉴国外高职教材的先进教学模式
- ◆ 顺应现代职业教育制度的改革趋势
- ◆ 以能力为主、应用为本的职业导向内容体系
- ◆ 基于岗位技能，面向操作过程的编写思路
- ◆ 应用类课程与国家职业认证挂钩



教育部规划教材 “十三五” 普通高等教育本科教材
教育部规划教材 数控技术专业教材 第 2 版

数控机床操作实训

主编 王 强 副主编 王 强 王 强 王 强 王 强



主 编 王 强
副 编 王 强

本书是“十三五”普通高等教育本科教材，是教育部规划教材，是数控技术专业教材第2版。本书是根据教育部颁布的《数控技术专业人才培养方案》和《数控技术专业教学大纲》编写的。本书可作为高等院校数控技术专业及相关专业的教材，也可供从事数控技术工作的工程技术人员参考。

数控机床操作实训

主 编:黎 震 管嫦娥

副主编:万长城 谢燕琴 刘春雷 何友成

主 审:蔡铎如



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以培养学生的数控机床操作技能为核心,详细介绍了 FANUC、华中世纪星和 GSK980T 系统的数控车床操作, FANUC 和华中世纪星系统的数控加工中心(数控铣床)操作等内容。

本书以工作过程为导向,采用项目教学的方式编写。每个项目由项目导入、相关知识、项目实施、拓展知识 4 部分组成。精心筛选了一些理论思考题、典型零件数控加工实训题以及中级数控车工、中级数控铣工职业技能鉴定样卷,供学生课后练习。通过学习和训练,学生能够正确操作数控机床加工较复杂的零件。

本书可作为高等职业技术学院数控技术应用、模具设计与制造等机械类专业的教学用书,也可供数控机床编程与操作人员学习及培训使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控机床操作实训/黎震,管嫦娥主编. —北京:北京理工大学出版社, 2010. 9

ISBN 978-7-5640-3844-1

I. ①数… II. ①黎… ②管… III. ①数控机床—操作—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 188440 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京楠萍印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 330 千字

版 次 / 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑/ 胡 静
王玲玲

印 数 / 1 ~ 4000 册

责任校对/ 陈玉梅

定 价 / 31.00 元

责任印制/ 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

本书是根据教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》的精神,及有关国家职业标准和相关职业技能鉴定规范,结合企业岗位需求及各学院数控实训条件编写而成。

操作数控机床进行零件加工是数控机床操作人员的典型工作任务,是数控技术高技能型人才必备技能。《数控机床操作实训》是高职机械类专业一门十分重要、实践性很强的专业核心课程。

本书以工作过程为导向,采用项目教学的方式编写。每个项目由项目导入、相关知识、项目实施、拓展知识4部分组成。以典型零件加工为载体,按数控车床、数控铣床(加工中心)等设备的操作开展项目教学。

项目导入部分包括了20多个由简单到复杂的典型零件数控车、数控加工中心(数控铣床)加工工作任务,重点训练学生对数控车床、数控加工中心(数控铣床)的操作技能。

相关知识部分主要介绍学生完成工作任务所需的数控加工工艺、数控机床基本操作、仿真软件(宇龙、宇航等)使用等知识。

项目实施部分主要介绍在数控机床上加工出合格零件的完整过程。

拓展知识部分主要介绍数控系统指令、数控机床的报警信息及一般故障及处理等内容,以及数控车工、数控铣工国家职业标准等内容。

在数控车床操作和加工中心(数控铣床)项目内容后,精心筛选了一些理论思考题、典型零件数控加工实训题以及中级数控车工、中级数控铣工职业技能鉴定样卷,供学生课后练习。

本书根据各院校目前使用数控系统的实际情况,主要介绍FANUC数控系统、华中数控系统和广州数控系统。各院校可根据设备条件,有选择性地组织教学,使学生通过项目的学习与实施,掌握数控加工中常用夹具、刀具、量具的选用,工艺路线的编制和切削用量的选择,熟练操作典型的数控机床,达到中级数控车床、加工中心(数控铣床)操作工的水平。

本课程建议采用“教、学、做”一体化的教学模式,充分利用仿真技术,强化学生实际操作,理论与实践紧密结合,以达到良好的教学效果。本书的参考

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

学时为 80 学时，各项目的参考学时分配见下表。

项目	内容	学时	备注
	绪论	4	
项目一	FANUC 0i 系统数控车床的操作	38	根据设备条件， 任选其一进行训练
项目二	华中 HNC—21T 世纪星系统数控车床的操作		
项目三	广州数控 GSK980T 系统数控车床的操作		
项目四	FANUC 0i MC 系统数控加工中心（数控铣）的操作	38	根据设备条件， 任选其一进行训练
项目五	华中 HNC—21/22M 世纪星系统数控加工中心（数控铣）的操作		

本书由江西工业工程职业技术学院黎震主编，江西应用技术职业学院管嫦娥任第二主编。江西电力职业技术学院万长城、江西工业工程职业技术学院谢燕琴、刘春雷、江西农业工程职业学院何友成任副主编，厦门华天涉外职业技术学院徐志斌任参编。其中绪论、项目一部分内容（相关知识中数控车削基础知识部分）由江西农业工程职业学院何友成编写；项目一、项目三由管嫦娥编写；项目二由刘春雷编写；项目四由万长城编写；项目五由谢燕琴编写，项目四中部分内容（相关知识中数控加工中心基础知识部分）、附录 I、附录 II 由徐志斌编写。全书由黎震统稿，由江西电力职业技术学院蔡锌如担任主审。

本书在编写过程中，参阅了国内外的相关资料、文献和教材，同时，也得到了其他院校、同行的大力支持和帮助，在此深表感谢。

由于时间仓促，以及编者水平和经验有限，书中难免有欠妥和错误之处，恳请读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

绪论	(1)
一、数控机床安全生产规程	(1)
二、数控机床一般操作规程	(2)
三、数控机床的保养与维护	(3)
四、数控机床操作工的基本要求	(5)
五、本课程的培养目标	(6)
项目一 FANUC 0i 系统数控车床的操作	(8)
一、项目导入	(8)
二、相关知识	(16)
三、项目实施	(56)
四、拓展知识	(62)
项目二 华中 HNC—21T 世纪星系统数控车床的操作	(65)
一、项目导入	(65)
二、相关知识	(70)
三、项目实施	(91)
四、拓展知识	(100)
项目三 广州数控 GSK980T 系统数控车床的操作	(103)
一、项目导入	(104)
二、相关知识	(111)
三、项目实施	(128)
四、拓展知识	(134)
思考题及实训参考题一	(139)
项目四 FANUC 0i MC 系统数控加工中心(数控铣床)的操作	(143)
一、项目导入	(144)
二、相关知识	(151)
三、项目实施	(198)
四、拓展知识	(202)
项目五 华中 HNC—21/22M 世纪星系统数控加工中心	

(数控铣床)的操作	(207)
一、项目导入	(208)
二、相关知识	(213)
三、项目实施	(235)
四、拓展知识	(240)
思考题及实训参考题二	(242)
附录 I	(245)
附录 II	(258)
参考文献	(270)

绪 论

预备知识

随着社会经济的发展,传统的制造业发生了根本性变革。机电产品向高质量、耐高温、耐高压、小型化、多样化和自动化方向发展,产品材料越来越难加工,零件形状越来越复杂,某些特殊要求也越来越高。因此,数控加工技术在制造业中的地位显得越来越重要,社会对数控技术人才的需求也日趋旺盛。

数控机床是典型的机电一体化设备,自动化程度较高,结构较复杂。操作者应具有机、电、液、气等专业知识,熟练掌握数控机床的性能,做到熟练操作。除此之外,还必须养成良好的工作习惯和严谨的工作作风,具有良好的职业素质、责任心和合作精神。

一、数控机床安全生产规程

(1) 操作人员应穿好工作服、安全鞋,戴好工作帽及防护镜;不允许戴手套操作数控机床,以防将手卷入旋转刀具和工件之间。

(2) 不要移动或损坏安装在机床上的警告标牌。

(3) 注意不要在机床周围放置障碍物,工作空间应足够大。

(4) 某一项工作如需要两人或多人共同完成时,应注意相互间的协调一致。

(5) 不允许采用压缩空气清洗机床、电气柜及 NC 单元。

(6) 机床的电气设备应有专人负责,其他人员不得擅自乱动。

(7) 数控机床运转时,不得调整、测量工件和改变润滑方式,以防手触及刀具,碰伤手指。

(8) 切削过程中不要用手清除切屑,也不要用手吹,以防切屑损伤皮肤和眼睛。

(9) 加工完毕后应清扫数控机床,将机床移动部件移至中间行程位置,并保持数控机床周围的环境整洁。

(10) 下班前应关断机床总电源,关好门窗。

二、数控机床一般操作规程

正确操作和使用数控机床既是保证数控机床正常可靠运行，确保人身安全的需要，也是保证产品质量的基础。机床操作规程如下。

1. 开机操作注意事项

- (1) 操作人员必须熟悉该数控机床的性能和操作方法。
- (2) 查看工作现场是否存在可能造成不安全的因素。
- (3) 检查电压、气压、油压是否处于正常工作状态。按规定加好润滑油和冷却液，手动润滑的部位要进行手动润滑。
- (4) 检查机床可动部分是否处于正常工作状态，检查工作台是否存在超程现象。
- (5) 检查电气元件是否牢固，是否有接线脱落。如果是初次开机，还要检查机床接地线是否和车间地线可靠连接。
- (6) 完成开机前的准备工作后，合上电源总开关，严格按机床说明书的开机顺序进行操作。
- (7) 没有特殊情况，不得随意频繁地进行开机或关机操作。

2. 加工工件前的注意事项

- (1) 一般情况下，开机后先进行“回零”操作，建立机床坐标系。
- (2) 加工工件前，机床必须空运转 15 min 以上，以达到热平衡状态。
- (3) 加工工件前应检查各开关、按钮和按键是否正常、灵活，机床有无异常现象。
- (4) 检查工序卡、刀具卡、坐标调整卡、程序卡 4 者是否相符。
- (5) 编辑、修改、调试好程序。如果是首件试切，必须进行空运行，确保程序正确无误。
- (6) 清除各定位面的铁屑和杂物，按工艺要求安装、找正夹具。
- (7) 按定位要求装夹、找正工件，确保定位正确、夹紧可靠。
- (8) 按照刀具卡安装好所需刀具，如果是加工中心，则必须使刀具在刀库的刀位号与程序中的刀号严格一致。
- (9) 按工件上的编程原点进行对刀，建立工件坐标系。如果用多把刀具，则其余各把刀具要分别进行补偿，设置刀具长度补偿值和半径补偿值。
- (10) 检查所建立的工件坐标系是否正确，对刀是否准确。
- (11) 确认冷却液输出通畅，流量充足。

3. 加工工件过程中的注意事项

- (1) 先进行试切加工，将快速倍率、进给倍率开关置于最低挡，切入工件后再逐步提高倍率。

(2) 试切进刀时,当刀具运行至离工件 30 ~ 50 mm 处,必须在进给保持下,验证各坐标轴坐标剩余值与加工程序是否一致。

(3) 机床运转时,不得调整刀具和测量工件尺寸。

(4) 自动加工过程中,操作者不得离开岗位,重点观察数控系统上的坐标显示。出现工件跳动、打抖、夹具松动等情况时,必须及时解决,防止发生不必要的安全事故。

(5) 定时对工件进行检验,并检查刀具磨损等情况。

4. 关机操作注意事项

(1) 关机或交接班时,要对加工情况,重要数据等作好记录。

(2) 关机时,将机床各轴远离其参考点,或停在机床行程的中间位置,使工作台重心稳定。

(3) 按关机顺序关闭机床操作面板上的电源和数控机床总电源。

(4) 关机后,整理现场,清扫机床,必要时涂防锈油。

三、数控机床的保养与维护

数控机床的日常保养与维护工作是保证机床保持正常运行状态、延长使用寿命的关键,一般由数控机床操作人员完成。数控机床日常保养与维护主要注意以下几个方面。

- ①机床润滑状态;
- ②机床的精度方面;
- ③清洁防锈;
- ④防潮防尘;
- ⑤定期开机。

数控车床和加工中心(数控铣床)日常保养与维护见表 0-1,表 0-2。

表 0-1 数控车床日常保养与维护

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑油箱	检查油标、油量,及时添加润滑油,润滑泵能定时启动打油及停止
2	每天	X、Z 轴导轨面	清除切屑及脏物,检查润滑油是否充分,导轨面有无划伤损坏
3	每天	压缩空气气源动力	检查气动控制系统压力,保证在正常范围内
4	每天	气源自动分水滤气器、自动空气干燥器	及时处理分水器中滤出的水分,保证自动空气干燥器正常运作

续表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
5	每天	气液转换器和增压油面	发现油面不够时, 及时补足油
6	每天	主轴润滑恒温油箱	工作正常、油量充足, 并调节温度范围
7	每天	机床液压系统	油箱、液压泵无异常噪声, 压力表指示正常, 管路及各接头无泄漏, 工作油面高度正常
8	每天	液压平衡系统	平衡压力指示正常, 快速移动时平衡阀工作正常
9	每天	CNC 的输入/输出单元	光电阅读机清洁, 机械结构润滑良好等
10	每天	各种电气柜散热通风装置	各电柜冷却风扇工作正常, 风道过滤网无堵塞
11	每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩等无松动、漏水
12	每天	清洗各电柜过滤网	各电柜过滤网清洁、干净
13	每半年	滚珠丝杆	清洗丝杠上旧的润滑脂, 涂上新油脂
14	每半年	液压油路	清洗溢流阀、减压阀、滤油器, 清洗油箱箱底, 更换或过滤液压油
15	每半年	主轴润滑恒温油箱	清洗过滤器, 更换润滑油
16	每年	检查并更换直流伺服电机碳刷	检查换向器表面, 吹净碳粉, 去除毛刺, 更换长度过短的电刷, 并应跑合后才能使用
17	每年	润滑油泵	清理润滑油池底, 更换滤油器
18	每年	检查各轴导轨上镶条、紧压滚轮松紧状态	按机床说明书调整
19	不定期	冷却水箱	检查液面高度, 冷却液太脏时需要更换并清理水箱底部, 经常清理过滤器
20	不定期	排屑器	经常清理切屑, 检查有无卡住等
21	不定期	清理废油池	及时取走废油池中的废油, 以免外溢
22	不定期	调整主轴驱动带松紧	按机床说明书调整

表 0-2 加工中心（数控铣床）的日常维护与保养

序号	检查周期	检查部位		正常情况	解决方法
1	每日	液压系统	油标	在两根红线之间	加油
			压力	3.9 MPa	调节压力螺钉
			油温	>15℃	打开加热开关
			过滤器	绿色显示	清洗
2	每日	主轴润滑系统	过程检测	电源灯亮，油泵正常运转	和机械工程师联系
			油标	油面显示 1/2 以上	加油
3	每日	导轨润滑系统	油标	在两根红线之间	加油
4	每日	冷却系统	油标	油面显示 2/3 以上	加油
5	每日	气压系统	压力	参照机床说明书	调节压力阀
			润滑油油标	大约 1/2	加油
6	每周	机床零件	移动部件		清扫机床
			其他细节		
7	每周	主轴润滑系统	散热片		除尘
			空气过滤器		
8	每月	电源电压	电源电压	50 Hz、220 ~ 380 V	测量、调整
9	每月	空气干燥器	过滤器		清洗
10	每半年	液压系统	液压油		更换液压油
			油箱		清洗油箱
11	每半年	主轴润滑系统	润滑油		更换润滑油
12	每半年	传动轴	滚珠丝杠		加润滑脂

四、数控机床操作工的基本要求

数控机床操作工的主要任务是操作数控车床、数控铣床、加工中心进行零件加工，保证产量及品质符合要求。数控操作工的基本要求如下。

（一）职业道德

1. 职业道德基本知识

2. 职业守则

（1）遵守国家法律、法规和有关规定。

（2）具有高度的责任心，爱岗敬业，团结合作。

（3）严格执行相关标准、工作程序与规范、工艺文件和安全操作规程。

- (4) 学习新知识新技能,勇于开拓和创新。
- (5) 爱护设备、系统、工具、夹具、量具。
- (6) 着装整洁,符合规定;保持工作环境清洁有序,文明生产。

(二) 基础知识与能力

1. 基础理论知识

主要包括:识图与 CAD 画图能力,工程材料及金属热处理知识,机电控制知识,计算机基础知识,专业英语基础等。

2. 机械加工基础知识

主要包括:机械原理,常用数控设备知识(分类、用途、基本结构及维护保养方法),常用数控切削刀具知识,典型零件数控加工工艺知识,设备润滑和冷却液的使用方法,工具、夹具、量具的使用与维护知识,普通车削、铣削、钻削、磨削、钳工等加工方法,数控机床操作知识等。

3. 安全文明生产与环境保护知识

主要包括:安全操作与劳动保护知识,文明生产知识,环境保护知识等。

4. 质量管理知识

主要包括:企业的质量方针,岗位质量要求,岗位质量保证措施与责任等。

5. 相关法律、法规知识

主要包括:劳动法、环境保护法、知识产权保护法等的相关知识。

五、本课程的培养目标

本课程是机械类专业的一门实践性很强的专业核心课程,以培养学生社会交往能力,提高学生解决问题能力,强化学生数控加工程序编制与数控机床操作能力为目标,将数控机床加工的相关知识、操作方法和操作规范等内容,嵌入到各个零件的数控加工案例中进行分析讲解。

通过本课程的学习,主要培养学生 3 个方面能力。能力培养目标见表 0-3。

表 0-3 本课程能力培养目标

序号	能力	培养目标
1	方法能力	① 培养学生谦虚、好学、勤于思考、做事认真的良好作风; ② 培养学生的自学能力; ③ 培养学生分析问题、解决问题的能力; ④ 培养学生自我控制与管理的能力; ⑤ 培养学生计划、评价、决策的能力

续表

序号	能力	培养目标
2	社会能力	① 培养学生的沟通能力及团队协作精神; ② 培养学生勇于创新、敬岗爱业的工作作风; ③ 培养学生的质量意识、安全意识; ④ 培养学生良好的职业道德
3	专业能力	① 培养学生熟练操作和维护数控机床的能力; ② 培养学生从给定零件图及技术资料中提取数控加工所需的信息资料的能力; ③ 培养学生设计数控工艺方案、编制工序卡、刀具卡等工艺文件的能力; ④ 培养学生安装和调整常用刀具、夹具的能力; ⑤ 培养学生根据数控机床特性、零件材料、加工精度、工作效率等,选择刀具和刀具几何参数、切削参数、切削用量的能力; ⑥ 培养学生熟练使用各种量具的能力; ⑦ 培养学生手工编程和自动编程的能力; ⑧ 培养学生利用数控机床加工中等复杂工件的能力; ⑨ 培养学生区分工艺和程序对工件尺寸精度与表面质量的影响,探讨和反思任务进展情况的能力; ⑩ 培养学生分析数控加工的经济性和产品质量的能力

项目一

FANUC Oi 系统数控车床的操作

【能力目标】

1. 遵守操作规程，养成文明操作、安全操作的良好习惯
2. 按操作规程正确地启动及停止 FANUC Oi 数控车床
3. 熟练使用操作面板上的常用功能键（如机械回零、手动、MDI、调修等）
4. 通过操作面板输入和编辑零件的加工程序
5. 正确地进行单把及多把刀对刀操作，并设置刀具参数
6. 对程序进行校验、修改、单步执行、空运行等操作，并完成工件的试切
7. 正确使用量具对零件进行检测

【知识目标】

1. 了解 FANUC Oi Mate-TC 数控车床的结构和主要的技术参数
2. 掌握 FANUC Oi 数控车床的系统控制面板和操作面板
3. 掌握 FANUC Oi 数控车床的开机与关机
4. 掌握 FANUC Oi 数控车床回参考点操作
5. 掌握 FANUC Oi 数控车床手动控制
6. 掌握 FANUC Oi 数控车床工件安装
7. 掌握 FANUC Oi 数控车床刀具的安装
8. 掌握 FANUC Oi 数控车床的 MDI 操作
9. 掌握 FANUC Oi 数控车床程序输入、编辑与调试方法
10. 掌握 FANUC Oi 数控车床的对刀与刀具补偿
11. 掌握 FANUC Oi 数控车床程序的自动运行

一、项目导入

（一）外圆及倒角的数控车削加工

1. 实训目的

- （1）了解数控车床的结构，熟悉数控车削加工的生产环境。
- （2）熟悉 FANUC Oi 的操作面板与控制面板各开关、按钮、操作键的使用，掌握数控车床的开、关机操作。

- (3) 掌握单把刀的对刀原理和操作方法。
- (4) 掌握端面、外圆、倒角的数控车床的编程和加工。

2. 实训内容及任务

(1) 内容。在数控车床上完成图 1-1 所示零件的外圆及倒角加工。已知毛坯尺寸为 $\phi 45 \times 100$ mm；材料为 45 号钢。

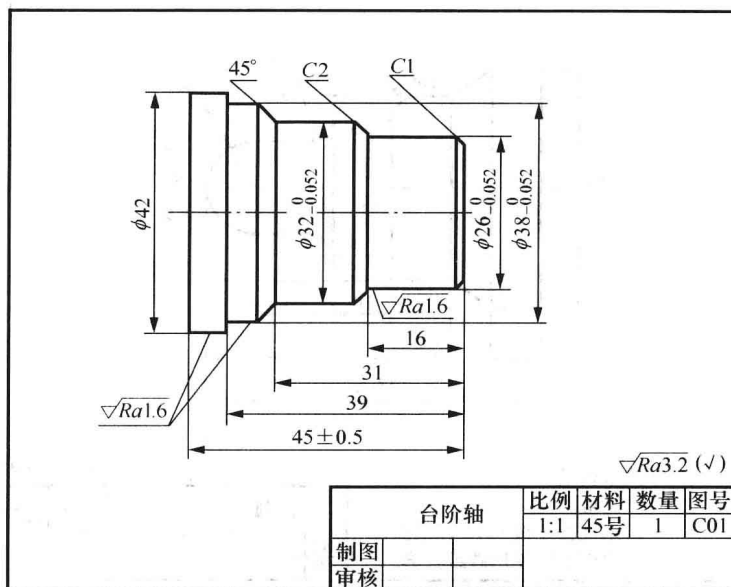


图 1-1 外圆、倒角车削

(2) 任务。根据零件图纸的要求，在数控车床上先用手动方式切削零件的右端面，再用自动方式进行外圆和倒角加工。

3. 实训条件

- (1) 设备：配备 FANUC 0i 数控系统的数控车床。
- (2) 夹具：三爪卡盘。
- (3) 材料：尺寸为 $\phi 45 \times 100$ mm 的 45 号钢棒料。
- (4) 刀具：端面机夹车刀和外圆机夹车刀。
- (5) 量具：游标卡尺、外径千分尺。

(二) 外圆弧的数控车削加工

1. 实训目的

- (1) 熟悉工件在数控车床上的安装与找正的方法。
- (2) 熟悉试切、试测的车外圆方法。
- (3) 掌握圆弧起点和终点坐标的数值计算。