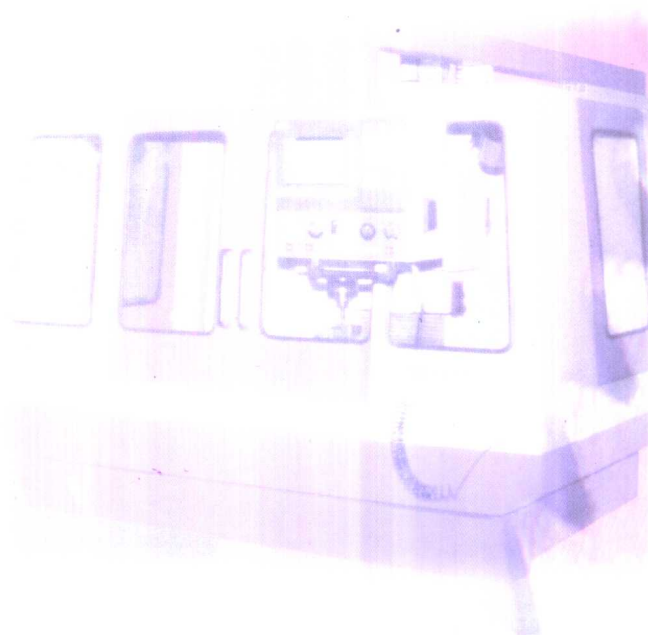


面向21世纪 山东高校工程训练统编教材

机械制工程训练

主 编 刘 峰
副主编 王立英 刘 新 康保江
吴三友 崔新生 肖林京
主 审 刘伟强 许本枢



石油大学出版社

面向 21 世纪,山东高校工程训练统编教材

机械制造工程训练

主 编 刘 峰
副主编 王立英 刘 新 康保江
 吴三友 崔新生 肖林京
主 审 刘伟强 许本枢

石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工程训练/刘峰等编. —东营:石油大学出版社,2003.1
ISBN 7-5636-1722-1

I. 机... II. 刘... III. 机械制造工艺—高等学校—教材
IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第004899号

机械制造工程训练

主编 刘峰

出版者: 石油大学出版社(山东 东营,邮编 257061)

网 址: <http://sunctr.hdpu.edu.cn/~upcpress>

电子信箱: upcpress@mail.hdpu.edu.cn

印刷者: 山东省东营市新华印刷厂

发 行 者: 石油大学出版社(电话 0546—8391797)

开 本: 787×1092 1/16 印张:14.5 字数:362千字

版 次: 2003年1月第1版第1次印刷

印 数: 1—15000册

定 价: 18.00元

编 委 会

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 主 任 | 刘伟强 | | |
| 副主任 | 刘 峰 | 康保江 | 吴三友 |
| | 崔新生 | 刘培超 | |
| 委 员 | 刘 新 | 王立英 | 李 莹 |
| | 王建设 | 陈国杰 | 张来玺 |
| | 肖林京 | 王君会 | |

内容提要

本书是依据国家教委最新颁布的《高等学校工科本科基础课程教学基本要求》，为满足机械制造业训练发展的需要，结合山东高校机械制造业训练教学改革的实际编写而成的工程训练教材。

本书注重实践性、启发性、科学性和先进性，做到基本概念清晰，重点突出，简明扼要，形象生动，是高等工科院校机械工程类专业的基本教材，也可供近机类、非机类、高职学院、职工大学、电视大学等相关专业选用，还可供劳动部门技能培训学员选用。

前 言

本书是根据国家教委最新颁布的《高等学校工科本科基础课程教学基本要求》的有关内容并力求适应机械制造工程训练发展的需要、结合山东高校机械制造工程训练教学改革的实际,由山东省金工实习研究会组织编写的工程训练教材。

全书分五篇,共计十五章。第一篇总论(第1章机械制造工程训练课程概述、第2章机械工程材料)、第二篇材料成形技术(第3章铸造成形技术、第4章锻造成形技术、第5章焊接成形技术)、第三篇表面切削加工技术(第6章车削加工、第7章铣削加工、第8章刨削加工、第9章磨削加工、第10章钳工)、第四篇现代制造技术(第11章数控加工、第12章特种加工)、第五篇综论(第13章机械加工质量、第14章工艺基本知识、第15章典型零件加工)。

编写本教材旨在帮助学生正确掌握材料的加工方法;了解传统的机械制造工艺过程和现代机械制造技术;指导实际训练,获得一定的操作技能;为后续课程打下坚实的基础,并培养学生综合运用所学知识的能力和大工程意识。

为适应现代机械制造工业发展的要求,本教材删除了同类教材中陈旧和浅显的部分内容,增添了现代制造技术应用的篇章。每章后都有帮助学生消化、巩固和提高能力的习题;教材力求在培养学生综合运用所学知识、全面提高分析问题和解决问题的能力方面有所突破。

本教材注重实践性、启发性、科学性和先进性,做到基本概念清晰,重点突出,简明扼要,形象生动,是工科学生工程训练的基础教材。

本书由石油大学刘峰副教授主编,山东大学刘伟强研究员、许本枢教授主审。编委有:山东大学刘伟强研究员、刘新工程师、李莹讲师;石油大学刘峰副教授、王立英工程师;山东理工大学康保江高级工程师、王建设工程师;山东科技大学肖林京博士、刘培超高级工程师;山东交通学院吴三友高级工程师、陈国杰工程师、张来玺工程师;山东建筑工程学院崔新生工程师。

在本书的编写和定稿过程中,得到山东高校金工同仁们的大力支持,也得到石油大学金工指导老师的热忱帮助,在此一并感谢。

限于编者水平所限,书中难免有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2003年1月

目 录

第一篇 总 论

| | |
|------------------------------|------|
| 第1章 《机械制造工程训练》课程概述 | (3) |
| 1.1 《机械制造工程训练》课程的性质和任务 | (3) |
| 1.2 机械制造简介 | (3) |
| 1.3 实习纪律及安全须知 | (6) |
| 习 题 | (7) |
| 第2章 机械工程材料 | (8) |
| 2.1 机械工程材料概述 | (8) |
| 2.2 材料的主要性能 | (8) |
| 2.3 常用材料简介 | (11) |
| 2.4 钢的热处理 | (16) |
| 2.5 其它工程材料 | (20) |
| 2.6 热处理实习安全技术 | (22) |
| 习 题 | (22) |

第二篇 材料成形技术

| | |
|---------------------------|------|
| 第3章 铸造成形技术 | (25) |
| 3.1 铸造成形技术概述 | (25) |
| 3.2 砂型的组成及作用 | (28) |
| 3.3 铸造工艺设计 | (30) |
| 3.4 造型方法 | (34) |
| 3.5 金属的熔炼浇注与铸件的落砂清理 | (40) |
| 3.6 铸件检验及缺陷分析 | (41) |
| 3.7 特种铸造简介 | (43) |
| 3.8 铸造成形技术发展趋势 | (46) |
| 3.9 铸造实习安全技术 | (47) |
| 习 题 | (47) |
| 第4章 锻压成形技术 | (48) |

| | |
|-------------------------|-------------|
| 4.1 金属压力加工概述 | (48) |
| 4.2 坯料的加热与锻件的冷却 | (49) |
| 4.3 锻造成形方法 | (53) |
| 4.4 典型自由锻件加工实例 | (59) |
| 4.5 冲压 | (61) |
| 4.6 锻压成形技术发展趋势 | (63) |
| 4.7 锻压实习安全技术 | (65) |
| 习题 | (65) |
| 第5章 焊接成形技术 | (67) |
| 5.1 焊接成形技术概述 | (67) |
| 5.2 手工电弧焊 | (71) |
| 5.3 气焊 | (77) |
| 5.4 焊接缺陷及检验方法 | (81) |
| 5.5 金属的热切割 | (83) |
| 5.6 焊接成形技术的新发展 | (85) |
| 5.7 焊接实习安全技术 | (85) |
| 习题 | (86) |

第三篇 表面切削加工技术

| | |
|-----------------------|--------------|
| 第6章 车削加工 | (89) |
| 6.1 车削加工概述 | (89) |
| 6.2 卧式车床 | (90) |
| 6.3 车刀 | (94) |
| 6.4 车削加工基本方法 | (101) |
| 6.5 车床常用附件 | (114) |
| 6.6 其它车床简介 | (116) |
| 6.7 车削加工举例 | (116) |
| 6.8 车削加工安全技术 | (118) |
| 习题 | (119) |
| 第7章 铣削加工 | (121) |
| 7.1 铣削加工概述 | (121) |
| 7.2 铣床 | (122) |
| 7.3 铣刀及其安装 | (124) |
| 7.4 铣床附件及工件安装 | (126) |
| 7.5 铣削加工 | (129) |
| 7.6 齿形加工 | (132) |
| 7.7 铣削加工安全技术 | (134) |

| | |
|---------------------|-------|
| 习题 | (134) |
| 第8章 刨削加工 | (136) |
| 8.1 刨削加工概述 | (136) |
| 8.2 刨床 | (137) |
| 8.3 刨刀及其安装 | (140) |
| 8.4 刨削加工 | (141) |
| 8.5 其它刨削类机床 | (143) |
| 8.6 刨削加工安全技术 | (145) |
| 习题 | (146) |
| 第9章 磨削加工 | (147) |
| 9.1 磨削加工概述 | (147) |
| 9.2 砂轮 | (148) |
| 9.3 磨床 | (152) |
| 9.4 磨削加工 | (154) |
| 9.5 磨削加工安全技术 | (156) |
| 习题 | (156) |
| 第10章 钳工 | (157) |
| 10.1 钳工概述 | (157) |
| 10.2 划线 | (158) |
| 10.3 锯削 | (161) |
| 10.4 锉削 | (163) |
| 10.5 铰削 | (165) |
| 10.6 钻削加工 | (165) |
| 10.7 攻、套螺纹 | (170) |
| 10.8 装配 | (172) |
| 10.9 钳工加工安全技术 | (175) |
| 习题 | (175) |

第四篇 现代制造技术

| | |
|---------------------|-------|
| 第11章 数控加工 | (179) |
| 11.1 数控加工技术概述 | (179) |
| 11.2 数控加工程序 | (182) |
| 11.3 数控机床编程举例 | (188) |
| 11.4 数控加工安全技术 | (191) |
| 习题 | (192) |
| 第12章 特种加工 | (194) |
| 12.1 特种加工技术概述 | (194) |

| | |
|---------------------|-------|
| 12.2 电火花加工 | (194) |
| 12.3 电火花线切割加工 | (196) |
| 12.4 特种加工安全技术 | (201) |
| 习题 | (202) |

第五篇 综 论

| | |
|------------------------|-------|
| 第13章 机械加工质量 | (205) |
| 13.1 机械加工精度 | (205) |
| 13.2 表面质量 | (205) |
| 第14章 工艺基本知识 | (207) |
| 14.1 基本概念 | (207) |
| 14.2 制定零件加工工艺的步骤 | (207) |
| 14.3 零件毛坯的选择 | (208) |
| 14.4 基准的选择 | (209) |
| 14.5 工艺路线的拟定 | (210) |
| 14.6 工艺文件的编制 | (215) |
| 第15章 典型零件加工工艺分析 | (216) |
| 15.1 轴类零件 | (216) |
| 15.2 盘套类零件 | (218) |
| 15.3 箱体类零件 | (220) |
| 15.4 结论 | (221) |
| 主要参考文献 | (222) |

第一篇



第1章 《机械制造工程训练》课程概述

1.1 《机械制造工程训练》课程的性质和任务

1.1.1 课程性质

《机械制造工程训练》是一门实践性技术基础课,是机械类各专业学生学习工程材料及机械制造基础等课程必不可少的先修课,是非机类有关专业教学计划中重要的实践教学环节。

《机械制造工程训练》课程强调以实践教学为主,学生应进行独立的实践操作,在训练过程中有机地将基本工艺理论和工艺实践结合起来,并重视学生工程实践能力的培养。

1.1.2 课程任务

《机械制造工程训练》作为一门实践性技术基础课,它要求学生通过本课程的学习达到如下要求:

(1) 了解机械制造的一般过程;学习机械制造工艺知识;熟悉机械零件的常用加工方法,所用主要设备的工作原理及典型结构,工夹量具的使用,安全操作技术等;了解新技术、新工艺、新材料在现代机械制造中的应用。

(2) 初步具备选择加工方法、进行工艺分析和制定工艺规程的能力,在主要工种上应具有独立操作能力。

(3) 接受基本工程素质教育。工程训练中心(实习工厂)为工科大学培养工程意识和接受基本素质教育提供了良好的条件。通过训练可以使学生在劳动观点、质量和经济观念、理论联系实际和科学作风等工程技术人员应具备的基本素质方面受到培养和锻炼。

1.2 机械制造简介

机械制造生产过程实质上是一个资源向产品或零件的转变过程,是一个将大量设备、材料、人力和加工过程等有序结合的一个大的生产系统。必须充分考虑国家经济政策、技术情报、市场动态、生产条件及环境保护等因素,进行产品的设计、制造、装配和经济核算,直至产品输出。机械制造过程可分为产品规划阶段、方案设计阶段、技术设计阶段、施工设计阶段及加工制造阶段。如图1-1-1所示。

产品的加工制造阶段是本课程训练的重点内容,方框内为主要训练内容。制造过程中的各种加工方法即是独立的、又是互相渗透、互相交叉的,在生产中互相补充、综合应用。因此,整个机械制造过程既是一种离散的生产过程,又表现为有机联系的整体。

产品规划——进行详细的需求调查、市场预测,确定设计参数和约束条件,最后,给出详细的设计任务书作为设计、评价、决策的依据。

↓

方案设计——确定产品的工作原理,并对产品的执行系统、原动系统、传动系统、测控系统等作方案性设计,将有关机械机构、液压线路或电控线路用简图形式表达。

↓

技术设计——进行具体结构化设计,选材料、确定零件结构和尺寸,进行各种必要的性能计算,画出部件的装配草图;进行产品系列设计如外观设计等,使产品既实用,又适应市场商品化的需要。

↓

施工设计——进行零件设计和部件装配图的细节设计,完成全部生产图纸并编制设计说明书、工艺卡、使用说明书等技术文件。

↓

产品试制——检验加工工艺和装配工艺,并进行较详细的成本核算,从而提出修改意见,进一步完善整个产品的设计。

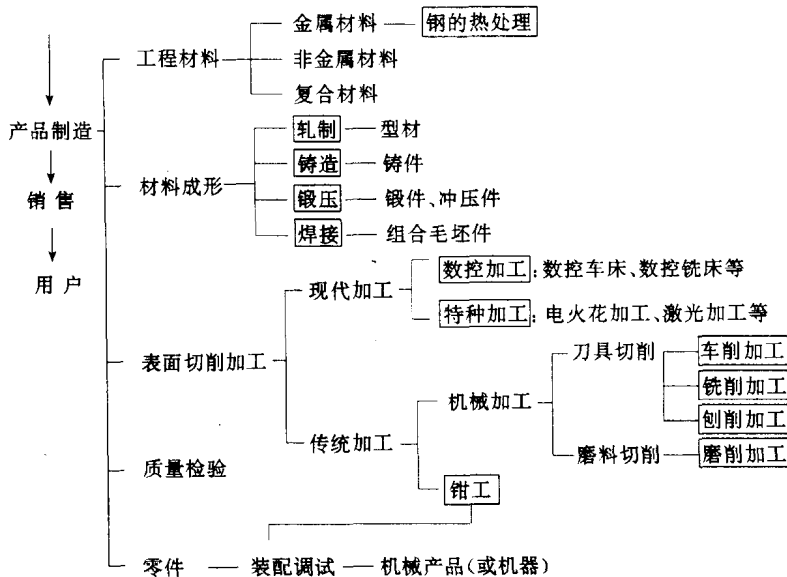


图 1-1-1 机械制造过程

1.2.1 材料成形技术

机器零件一般是先由原材料制成毛坯,再经过切削加工而制成的。所谓毛坯,就是根据所要求的工艺尺寸、形状而制成的坯料。工厂中常用的毛坯除型材外,还有铸件、锻件、冲压件、焊接件等。它们分别由铸造、锻压、焊接等材料成形方法制成。在机器制造中绝大部分毛坯都由这些方法生产而得,这些成形方法也可直接生产出零件,供装配用。

铸造、锻压、焊接是三种不同类型的材料成形方法,它们有各自的特点和应用范围。熟悉它们,就能更好地选择、使用和管理。

铸造是熔炼金属、制造铸型,将液体金属浇注到铸型中,凝固后获得一定形状和性能铸件的成形方法。用铸造方法可以生产出多种尺寸规格和形状极为复杂的铸件,且成本低廉。铸造生产可分为砂型铸造和特种铸造两大类。用于铸造的金属统称为铸造合金。常用的铸造合金有铸铁、铸钢和铸造有色金属。其中,铸铁中灰铸铁用得尤为普遍。

锻压生产属于金属压力加工范畴。钢和大多数有色金属及其合金都具有一定的塑性,因而可进行压力加工。压力加工的形式和种类很多,一般可归纳为轧制、挤压、拉拔、锻造和冲压等生产方法。锻造是对坯料锻打或锻压,通过产生塑性变形而得到所需制件的一种成形方法。随着温度升高,金属易于变形,因此常将金属加热到较高温度,然后锻打。锻造分为自由锻、模锻和胎膜锻三类。锻造主要生产各种性能要求高、承载能力强的毛坯或零件,如机床主轴、齿轮、连杆等关键零件的毛坯都是通过锻造加工获得的。冲压是使板料分离或变形的加工方法,通常是在常温下进行的,故又称冷冲压。冲压件的原材料主要为塑性较好的材料,有低碳钢、铜合金、镁合金、铝合金及其它塑性好的合金等。

焊接是使板料(或棒料)实现永久联接的方法。被联接的材料称为母材。按照焊接过程的特点,焊接分为熔化焊、压力焊和钎焊三种。熔化焊是将焊接接头加热至熔化状态,使其实现联接的方法;压力焊是在常温或加热的情况下对焊件施加压力,完成焊接的方法;钎焊是将熔化的低熔点金属流入到母材的联接部位,使之实现联接的方法。使用焊接方法可将母材联接成各种各样的形状,应用非常方便。焊接件主要用于制造各种金属结构件,或做零件毛坯及零件修复。焊接广泛应用于船舶、桥梁、车辆及其它机械制造部门。

1.2.2 表面切削加工技术

表面切削加工(即切削加工)是利用切削工具从毛坯或工件上切除多余材料,以获得形状、尺寸和表面粗糙度等方面都符合图纸要求的机器零件的加工过程。表面成形加工可分为传统加工和现代加工两大类。传统的切削加工可分为机械加工和钳工两大类。现代加工分为数控加工和特种加工两大类。

机械加工是指利用机械力,采用切削刀具切除工件余量的方法。其主要的加工方法有车、铣、刨、磨、钻及齿形加工等。所用的机床为车床、铣床、刨床、磨床、钻床及齿轮加工机床等。所用的刀具为车刀、铣刀、刨刀、砂轮、钻头及齿形加工刀具等。车床主要加工回转体表面;钻床可进行钻孔、扩孔和铰孔等工作;铣床和刨床主要加工平面和沟槽;磨床可磨削内外圆面、平面以及螺纹、齿形等。

钳工一般由人工手持工具对工件进行切削加工。钳工的基本操作有划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、铰孔、攻丝、套扣、刮削及研磨等。机器的装配和修理也属钳工范围。

数控加工是加工过程中所需的各种操作和步骤以及刀具与工件之间的相对位移量都用数字化的代码表示,通过键盘输入数控机床的计算机中,计算机对输入的信息进行处理和运算,发出各种指令控制机床的伺服系统及其它执行元件,加工出符合图纸要求的零件。数控加工与普通机床加工的显著区别是改变加工对象时只需输入新的加工程序,不必调整机床。数控机床是柔性制造系统与计算机集成制造系统等最基本的组成部分。

特种加工是直接利用电能、声能、光能和电化学能等能量形式进行加工的总称。特种加工的加工能量非常集中,常见的方法有:电火花加工、激光加工、等离子弧加工、电解加工、超声波加工等。特种加工与切削加工相比有两个特点:它是直接利用电能、光能、电化学能等能量形式去除被加工工件上的多余部分,使其成为合格零件;在加工过程中,工件与工具之间没有明显的机械力作用,它所用工具材料的硬度可以低于被加工工件材料的硬度。特种加工能够解决一般刀具无法进行的切削加工,如高硬度及难切削材料的加工和形状复杂的特殊结构、细微结构的加工等问题。目前,特种加工已经得到广泛应用,成为不

可缺少的加工方法。

1.3 实习纪律及安全须知

1.3.1 实习纪律

纪律是安全的保障,实习学生必须严格遵守。

(1) 必须遵守各种安全操作技术规程,切实保证安全生产,杜绝一切人身、设备事故的发生。

(2) 应虚心学习,刻苦实践,尊重实习指导人员的指导。

(3) 必须遵守作息制度,做到“五不”——不迟到、不早退、不旷工、不脱岗、不窜岗,维护并保持实习场地的环境卫生,做到“文明实习”。

1.3.2 安全操作须知

安全操作须知主要包括冷加工安全操作须知和热加工安全操作须知。

1. 冷加工安全操作须知

(1) 冷加工实习包括机械加工(车、铣、刨、磨)、钳工及现代加工,除钳工大部分操作是手工外,一般均使用机电设备,实习时必须突出防范“机械事故”的发生,确保操作安全,杜绝一切设备及人身事故,为此实习时必须了解使用机床的安全操作规程,严格遵守规章制度。

(2) 实习时应按规定穿戴好工作服,或便于实习操作的服装,大袖口要扎紧,衬衫要扎入裤内,女学生应带工作帽,须将长发纳入帽内,不得穿凉鞋、拖鞋、裙子、短裤、短袖衫进车间,操作机床时不得戴手套,特别是不许戴线手套。

(3) 使用机电设备应作安全检查,包括运动部分润滑状况、有无碰撞或失常现象,各操作手柄位置是否正常等。

(4) 实习应在指定的设备上,对于非实习设备严禁动用。

(5) 工件、刀具必须夹持牢固,避免跌落、飞出损坏或伤人。实习时不得用身体的任何部位触及运动的工件、刀具,不得用手清除铁屑、用嘴吹碎铁屑。

(6) 停车时,不得用手去刹车,变速、测量工件、更换刀具及工件时必须停车。

(7) 实习过程中如发现机床运动出现异常应及时停车检查,或向指导人员报告,以免造成事故。

(8) 机床开启后,不得擅自离开,必须离开时则应停车。

(9) 实习用工具、量具要放置于使用方便、安全的位置,尤其不得放在机床导轨上。不得用任何东西敲击或碰撞机床主轴,以免影响设备精度。

(10) 两人及以上操作同一台设备时,应明确分工,协作配合,特别注意他人的人身安全。

(11) 实习完毕,首先切断电源,恢复各部件至正常位置,然后保养设备。

2. 热加工安全操作须知

(1) 热加工(包括铸造、锻压、焊接及热处理)均属高温作业,存在高温热源,实习时必须突出注意“热烫伤”,要尽可能远离熔炉、锻炉等热源,不可用身体的任何部位触及铸、

锻、焊等加工的高温工件。

(2) 实习时应按规定穿戴好工作服、鞋、帽、手套等,备好、用好护脚布、电焊面罩、气焊护目镜等劳保用品。严禁穿凉鞋、拖鞋、裙子、短裤、短袖衫进车间。

(3) 实习用设备时应进行安全检查,检查机械设备有无损伤、裂缝、松动,电气设备有无漏电、短路、绝缘不良等现象,一经发现后应及时排除,以免造成事故。

(4) 对非实习用机电设备严禁动用。

(5) 易燃易爆品如氧气瓶、乙炔瓶等附近严禁烟火,焊钳勿置于工作台上,以免短路烧毁焊机。

(6) 实习操作及清理热加工工件时,要注意周围环境,以免伤及他人。

习 题

1. 试举一例说明机械制造生产过程。
2. 材料成形技术有哪些?
3. 表面切削加工技术有哪些?
4. 实习期间应注意哪些方面的安全?
5. 实习期间,对着装有哪些规定?