

新形态教材



普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等院校工程实践系列规划教材

机械制造实习教程

主编 康存锋 蒋晓青
主审 王大康

动画模型演示
视频操作讲解



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等院校工程实践系列规划教材

机械制造实习教程

主 编 康存锋 蒋晓青

主 审 王大康

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在满足各有关专业对机械工程训练课程要求的前提下,注意精选教学内容,加强素质教育,突出创新能力的培养;拓宽知识面,力求重点突出、语言通达。书中各章节均采用新的国家标准,并对现代机械制造新技术、新工艺做了介绍。全书内容共16章,包括绪论、工程材料、铸造、锻压、焊接、钢的热处理与表面处理、钳工、金属切削加工的基础知识、特种加工、车削加工、铣削加工、磨削加工、装配、3D打印、自动生产线和CAM自动编程等。

本书采用二维码技术融合数字化资源,为学生提供重点难点知识的教学视频讲解,便于学生预习、复习使用。

本书可作为高等学校本、专科学生学习机械工程训练课程的教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造实习教程/康存锋,蒋晓青主编. —北京:科学出版社,2018.6

普通高等教育“十三五”规划教材·普通高等院校工程实践系列规划教材

ISBN 978-7-03-057593-7

I. ①机… II. ①康… ②蒋… III. ①机械制造工艺-实习-高等学校-教材 IV. ①TH16-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第113661号

责任编辑:邓 静 张丽花 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:霍 兵 / 封面设计:迷底书装

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>

文林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年6月第一版 开本:787×1092 1/16

2018年6月第一次印刷 印张:16 1/2

字数:400 000

定价:49.80元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

本书是根据教育部组织实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”中“机械工程训练课程体系改革的研究与实践”和“机械工程训练课程教学基本要求”（1997 年修订版）的精神，结合北京工业大学《机械制造实习教学大纲》的内容，由北京工业大学机械工程与应用电子技术学院具有教学和实践经验的教师，采用新老结合的方式编写。

机械工程训练课程是高等理工科院校各专业配合“机械制造技术基础”课堂理论教学的一门重要的实践性技术基础课程，是培养学生建立机械制造生产过程概念、学习机械制造基本工艺方法、工程意识和提高工程实践能力的必修课程，也是获得机械制造基础知识的重要课程。有助于指导学生深入实际、向实际学习、掌握机械结构和制造的知识、提高解决实际问题的能力，对学生学习后续专业课程以及将来的实际工作具有深远影响。本书在满足相关专业对本课程要求的基础上，注意精选教学内容，加强素质教育，突出创新能力的培养；拓宽知识面，力求重点突出、语言通达；本书采用新近颁布的国家标准；另外，对现代机械制造新技术、新工艺做了介绍。

本书采用二维码技术融合数字化资源，为学生提供重点难点知识的教学视频讲解，便于学生预习、复习。

参加本书编写的有蒋晓青（第 1、2、4、5、6、8、14 章）、赵鹏睿（第 3、16 章）、郎凡（第 4、14 章）、王红雷（第 7、12 章）、康存锋（第 8、9、13、14 章）、李颖超、任海元（第 10 章）、咎涛（第 10、11 章）、郑学科（第 11 章）、陈继民（第 14 章）、尚文庚（第 15 章）。本书由康存锋和蒋晓青担任主编。

北京工业大学王大康教授担任主审，承陈树君教授仔细审阅了全书，并提出了许多宝贵意见，对提高本书质量起了很大的作用，在此表示衷心感谢！

由于作者能力所限，书中难免存在一些疏漏欠妥之处，真诚希望广大读者不吝指正。

作 者

2018 年 3 月

目 录

第1章 绪论..... 1

1.1 机械产品的制造过程..... 1

1.1.1 制造过程..... 1

1.1.2 制造方法..... 3

1.1.3 生产过程的组织和管理..... 4

1.2 机械制造实习的内容、要求和意义..... 5

1.2.1 机械制造实习的内容..... 5

1.2.2 机械制造实习的学习方法和要求..... 5

1.2.3 机械制造实习的目的和意义..... 6

1.3 机械制造实习与其他课程的关系..... 7

1.4 机械制造实习的安全生产规范..... 7

复习思考题..... 8

第2章 工程材料..... 9

2.1 概述..... 9

2.2 常用金属材料的性能及选用..... 10

2.2.1 常用金属材料性能..... 10

2.2.2 实例分析..... 12

2.2.3 常用金属材料的选用..... 13

2.3 常用金属材料的识别..... 15

2.3.1 钢..... 15

2.3.2 铸铁..... 17

2.3.3 有色金属及其合金..... 18

2.4 金属材料的现场鉴别..... 19

2.4.1 火花鉴别法..... 19

2.4.2 涂色标记法..... 20

2.5 金属材料硬度的测定方法..... 21

2.5.1 洛氏硬度测试试验..... 21

2.5.2 维氏硬度测试试验..... 22

2.5.3 硬度值的换算..... 23

复习思考题..... 25

第3章 铸造..... 26

3.1 概述..... 26

3.1.1 铸造定义..... 26

3.1.2 铸造分类..... 26

3.1.3 铸造的优缺点..... 28

3.2 砂型铸造..... 28

3.2.1 造型材料..... 28

3.2.2 造型与造芯..... 29

3.3 铸件的熔炼与浇铸..... 31

3.3.1 金属的熔炼..... 32

3.3.2 金属浇注..... 33

3.3.3 铸件的落砂与清理..... 34

3.4 铸件的缺陷与质量控制..... 34

3.4.1 铸件缺陷与产生的原因..... 34

3.4.2 铸件的质量检测与控制..... 36

3.5 特种铸造简介..... 38

3.5.1 熔模铸造..... 38

3.5.2 金属型铸造..... 39

3.5.3 压力铸造..... 39

3.5.4 低压铸造..... 40

3.5.5 离心铸造..... 40

3.5.6 消失模铸造..... 40

复习思考题..... 41

第4章 锻压..... 42

4.1 概述..... 42

4.2 锻造成形工艺..... 42

4.2.1 自由锻..... 42

4.2.2 模锻与锻模..... 44

4.2.3 特种锻造..... 45

4.3 冲压成形工艺..... 47

4.3.1 典型零件的冲压工艺过程..... 47

4.3.2 特种冲压..... 48

4.4 锻件的缺陷分析和质量控制..... 50

4.4.1 锻件缺陷分析..... 50

4.4.2 锻件性能测试试验..... 52

4.4.3 锻件的质量检测与控制..... 53

4.5 锻造实习..... 55

4.5.1 设计锻件图	55	6.4.1 钢的表面热处理的工艺与方法	106
4.5.2 计算锻件重量、确定锻造坯料规格	56	6.4.2 化学热处理的工艺与方法	106
4.5.3 齿轮坯自由锻造工艺流程	58	6.4.3 热处理工艺训练: 淬火	108
复习思考题	61	复习思考题	109
第5章 焊接	62	第7章 钳工	110
5.1 概述	62	7.1 概述	110
5.1.1 焊接的特点	62	7.2 钳工加工设备	110
5.1.2 焊接方法的分类	62	7.3 划线	111
5.2 电弧焊	63	7.3.1 划线工具及用途	112
5.2.1 焊接电弧	63	7.3.2 划线前的准备及划线步骤	113
5.2.2 焊接设备与工具	64	7.4 锯削	113
5.2.3 焊条	65	7.4.1 手锯	114
5.2.4 焊接接头形式与坡口形式	66	7.4.2 锯削的基本操作	114
5.2.5 手工电弧焊操作训练	67	7.5 锉削	115
5.2.6 手工电弧焊安全操作规程	69	7.5.1 锉刀	115
5.3 气焊与气割	69	7.5.2 锉削的基本操作	116
5.3.1 气焊	69	7.5.3 平面锉削方法及锉削质量检验	116
5.3.2 气割	74	7.6 孔加工	117
5.4 其他焊接方法	74	7.6.1 孔加工设备及其夹具	117
5.4.1 气体保护焊	75	7.6.2 钻孔、扩孔与铰孔	117
5.4.2 埋弧焊	78	7.6.3 攻螺纹与套螺纹	118
5.4.3 电子束焊	79	复习思考题	120
5.4.4 激光焊	80	第8章 金属切削加工的基础知识	121
5.4.5 压力焊	82	8.1 概述	121
5.4.6 钎焊	89	8.2 切削运动与切削用量	121
5.5 焊接机器人	90	8.2.1 切削运动	121
5.5.1 焊接机器人的应用背景	90	8.2.2 切削用量	122
5.5.2 焊接机器人的操作方法	91	8.3 常用测量工具	122
5.5.3 注意事项	92	8.3.1 量具	122
5.6 焊接质量控制	92	8.3.2 量仪	124
5.6.1 焊接缺陷	92	8.3.3 量具的使用方法	129
5.6.2 焊接质量监测	95	8.4 加工质量	132
5.6.3 焊接工艺参数对焊接质量的影响	99	8.4.1 加工精度	132
复习思考题	102	8.4.2 表面质量	133
第6章 钢的热处理与表面处理	103	复习思考题	133
6.1 概述	103	第9章 特种加工	134
6.2 钢的热处理设备	103	9.1 概述	134
6.3 钢的热处理工艺	104	9.2 电火花加工	135
6.4 钢的表面处理工艺	106	9.2.1 电火花加工的基本原理	135

9.2.2 电火花加工的特点	136	复习思考题	170
9.2.3 电火花加工的适用范围	137	第 12 章 磨削加工	171
9.2.4 电火花加工机床的组成	137	12.1 概述	171
9.2.5 电火花加工工艺	138	12.2 磨削加工设备	172
9.3 电火花线切割加工	140	12.2.1 普通磨床的组成及其基本操作	172
9.3.1 电火花线切割加工原理	140	12.2.2 数控磨床的组成及其基本操作	174
9.3.2 电火花线切割机床的组成	140	12.2.3 砂轮	175
9.3.3 电火花线切割加工的特点及应用	141	12.3 磨削加工方法	176
9.3.4 电火花线切割加工的主要工艺 指标及影响因素	142	12.4 磨削的质量控制	178
9.4 激光加工	143	12.4.1 影响磨削加工表面粗糙度的 因素	178
9.4.1 激光加工简介	143	12.4.2 磨削表面层的残余应力-磨削 裂纹问题	178
9.4.2 激光打标机	144	12.4.3 磨削表面层金相组织变化与 磨削烧伤	179
9.4.3 激光切割	146	12.4.4 磨削烧伤的改善措施	179
复习思考题	148	复习思考题	180
第 10 章 车削加工	149	第 13 章 装配	181
10.1 概述	149	13.1 概述	181
10.2 车刀	152	13.2 机械装配技术	181
10.2.1 车刀的种类和用途	152	13.2.1 装配工艺发展的历史	181
10.2.2 车刀的组成和几何角度	152	13.2.2 装配工艺的基本要求	182
10.2.3 刀具材料	153	13.2.3 装配生产的组织形式	183
10.2.4 车刀安装	153	13.2.4 装配工作的内容	184
10.3 车床夹具	154	13.2.5 装配的一般原则	184
10.4 车削加工方法	155	13.3 机械装配的常用工具	185
10.4.1 车削操作要点	155	13.3.1 常用的螺钉旋具	185
10.4.2 典型表面的车削加工	155	13.3.2 常用扳手	186
10.4.3 车削质量与缺陷分析	156	13.3.3 钳子	189
复习思考题	157	13.3.4 顶拔器(拉模)	189
第 11 章 铣削加工	158	13.4 装配工艺过程	190
11.1 概述	158	13.4.1 产品的装配工艺	190
11.2 铣刀	160	13.4.2 装配工艺系统图	191
11.2.1 常用铣刀的种类、结构和应用	160	13.4.3 装配工艺规程的制定	192
11.2.2 铣刀安装	161	13.5 典型零件的装配	196
11.3 铣床夹具	162	13.5.1 螺纹连接的装配	196
11.4 铣削的加工方法	163	13.5.2 键连接的装配	202
11.4.1 铣削操作要点	163	13.5.3 滚动轴承的装配	203
11.4.2 各种表面的铣削加工	164	13.5.4 销连接的装配	210
11.5 铣削质量分析及对策	167	13.6 减速器的装配	211
11.5.1 铣削质量与缺陷分析	167		
11.5.2 铣削误差分析	167		

13.6.1 齿轮传动部件的装配·····	211	14.8.1 系统组成·····	236
13.6.2 减速器装配工艺流程举例·····	212	14.8.2 FDM 工艺过程·····	236
复习思考题·····	215	复习思考题·····	240
第 14 章 3D 打印·····	216	第 15 章 自动生产线·····	241
14.1 概述·····	216	15.1 概述·····	241
14.2 3D 数据获取·····	217	15.2 自动线的特点、分类及构成·····	242
14.3 3D 打印的建模·····	219	15.2.1 自动线的应用和特点·····	242
14.4 FDM 打印技术·····	221	15.2.2 自动线的分类·····	243
14.5 光固化 3D 打印技术·····	225	15.2.3 自动线的构成·····	244
14.5.1 数字光处理技术·····	226	15.3 自动化立体仓库·····	245
14.5.2 光固化快速成形的工艺过程·····	226	15.4 自动线设备教学过程·····	248
14.6 SLM (SLS) 打印技术·····	227	复习思考题·····	249
14.6.1 SLM 原理与特点·····	228	第 16 章 CAM 自动编程·····	250
14.6.2 影响 SLM 成形质量的因素·····	229	16.1 概述·····	250
14.7 3DP 打印技术·····	230	16.1.1 CAM 自动编程的基础知识·····	250
14.7.1 3DP 基本原理·····	231	16.1.2 CAM 自动编程在教学中的应用·····	251
14.7.2 3DP 成形流程·····	231	16.2 UG NX 8.5 软件加工工艺简介·····	252
14.7.3 3D 打印应用·····	232	参考文献·····	256
14.8 熔融沉积制造 (FDM) 工艺 举例·····	236		

第1章 绪 论

★本章基本要求★

- (1) 掌握机械产品的制造过程。
- (2) 熟悉机械制造实习的内容、目的和意义,以及实习的基本要求。
- (3) 了解机械制造实习与其他课程的关系。
- (4) 掌握机械制造实习的安全生产规范。

机械制造实习是理工科大学生必须进行的基本技能训练,是机械类各专业学生学习机械制造的基本工艺方法,以及培养工程素质的重要必修课。机械制造实习的目的和意义如下。

(1) 使学生了解机械制造的一般过程。熟悉机械零件的常用加工方法、所用主要设备的工作原理和典型机构、工装量具以及安全操作技能。了解机械制造的基本工艺知识和一些新工艺、新技术在机械制造中的应用。

(2) 完成工程基本训练,为学习后续课程及从事机械设计工作奠定一定的实践基础。同时对零件初步具有进行工艺分析和选择加工方法的能力。在主要工种上应具备独立完成简单零件加工制造的实践能力。

(3) 培养学生的劳动观点、创新精神和理论联系实际科学作风。初步建立市场、信息、质量、成本、效益、安全、环保等工程意识。

机械制造实习的总要求是:深入实践,接触实际,强化动手,注重训练。根据这一要求,提出以下具体要求。

(1) 使学生掌握现代机械制造的基本知识,了解机械制造过程中所使用的主要设备的工作原理和操作方法,熟悉机械零件的常用加工方法及主要设备和工具。

(2) 使学生能够根据工艺图纸和文件,选择相应的加工方法,使用各种工具、夹具和量具,正确加工出简单的机械零件。培养一定的工艺试验和工艺分析能力。

(3) 使学生了解机械制造新设备、新技术、新工艺的发展概况,以及机电一体化、CAD/CAM/CAE 等现代制造技术在生产实际的应用。

(4) 培养学生坚持理论联系实际、认真细致的科学作风以及遵守纪律、热爱劳动和爱护公物等良好素质和习惯。

1.1 机械产品的制造过程

1.1.1 制造过程

机械制造业是指从事各种动力机械、起重运输机械、化工机械、纺织机械、机床、工具、仪器、仪表及其他机械设备等生产的工业部门。机械制造业为整个国民经济提供技术装备。任何机器或设备,例如,汽车或机床,都是由相应的零件装配组成的。只有制造出符合技术

要求的零件,才能装配出合格的机器设备。一般情况下,要将原材料经铸造、锻造、冲压、焊接等方法制成毛坯,然后由毛坯经机械加工制成零件。有些零件还需在毛坯制造和加工过程中穿插不同的热处理工艺。因此,一般的机械生产过程可简要归纳为

毛坯制造——机械加工——装配与调试

1. 毛坯制造

零件是试验毛坯经过加工得到的。毛坯的制造就是零件的生产过程,是由原材料转变为成品过程的第一步,是生产过程的一部分。零件所选用的毛坯,对其工艺过程的优质、高产、低消耗有很大的影响。加工过程中的工序顺序和数目、材料的消耗、零件制造周期以及制造费用等在很大程度上取决于所选择的毛坯制造方法及其种类。

机械加工常用的毛坯主要有铸件、锻件、型材、焊接件等。

(1) 铸件。用铸铁、有色金属及其合金等材料铸成的毛坯,其中铸钢件用得较少。常用的铸造方法主要有木模手工铸造、金属模机器造型铸造、离心铸造、压力铸造和熔模铸造。

(2) 锻件。有较高的强度和冲击韧性,用这种毛坯制造的零件可承受大载荷、交变载荷和冲击载荷。常用的锻造方法有自由锻造和模锻造。

(3) 型材。常用的有圆形、方形、六角形及其他特殊成形断面形状的棒料和条料以及管料与各种不同厚度的板料。

(4) 焊接件。对结构形状复杂、尺寸较大、不使用其他方法制造的毛坯件,则可采用焊接件。焊接件可减轻结构重量,并可获得所要求的刚度和强度,生产程序简单,生产效率高。

2. 机械加工

传统的机械加工是利用各种机械设备和工具从工件上切除多余材料的加工方法。合理的切削加工过程,对保证加工质量、提高生产率和加工的经济性有重要意义。任何机器或机械装置都是由许多零件组成的。任何一个零件又是由许多表面围成的。机械零件的切削加工主要是指对其表面的加工。

随着科学技术日新月异的发展,机械加工方式经历了等材制造、减材制造和增材制造三个阶段的发展。等材制造是指通过铸、锻、焊等方式生产制造产品,材料重量基本不变,这已有 3000 多年的历史。减材制造,是指在工业革命后,使用车、铣、刨、磨等设备对材料进行切削加工,以达到设计形状,这已有 300 多年的历史。增材制造也就是 3D 打印,是指通过光固化、选择性激光烧结、熔融堆积等技术,使材料一点一点累加,形成需要的形状。这项技术于 1984 年开始在试验室研究,1986 年制出样机,距今只有 30 多年的时间。3D 打印实现了制造方式从等材、减材到增材的重大转变,改变了传统制造的理念和模式,大幅缩减了产品开发周期与成本,也会推动材料革命,因此具有重大价值。与传统的机械加工技术相比,金属材料增材制造技术有着无法比拟的优点,具体如下。

(1) 零件室温综合力学性能优异。

(2) 复杂零件制造工艺流程比传统工艺大大缩短。

(3) 无模具快速自由成形,制造周期短,小批量零件生产成本低。

(4) 零件近净成形,机械加工的余量小,材料利用率高。

(5) 可实现多种材料任意复合制造。

(6) 激光增材制造中,激光束能量密度高,可实现传统难加工材料(如 TC4、Inconel718、17-4PH、38CrMnSiA 等)的成形。

增材制造技术不需要传统的刀具、夹具及多道加工工序，只需利用三维设计数据在一台设备上即可快速而精确地制造出任意复杂形状的零件，从而实现“自由制造”，解决了许多过去复杂结构零件难以成形的問題，并大大减少了加工工序，缩短了加工周期。根据材料成形原理的不同，可以将增材制造技术分为光固化成形（stereo lithography apparatus, SLA）、选区激光烧结(selective laser sintering, SLS)、分层实体制造(laminated object manufacturing, LOM)、熔融沉积制造(fused deposition modeling, FDM)、选区激光熔化(selective laser melting, SLM)等几种工艺（表 1-1）。

表 1-1 增材制造技术中的成形工艺

分类	SLA	SLS	LOM	FDM	SLM
形成原理	光固化	烧结	黏合	熔融	熔化
材料种类	光敏树脂	热塑性塑料/金属混合粉末	热塑性塑料	热塑性塑料	金属或合金
材料形态	液态	粉末或丝材	纸材	粉末或丝材	粉末
精度	高	一般	低	低	高
支撑	有	无	无	有	有
优点	技术成熟度高	材料种类多	成形速度快	无须激光器	功能件制造
缺点	略有毒性	工件致密度差	材料浪费	成形速度慢	材料成本高，工件易变形

3. 装配与调试

将零件按照一定的技术要求组装起来，再经调整、试验，使之成为合格的产品。

一般较复杂的机器，很少由许多零件直接装配而成，而是先以某一零件作为基准零件，把几个其他零件装在基准零件上而构成组件，然后把几个组件与零件装在另一基准零件上，构成部件。最后将若干部件、组件与零件安装在产品的基准零件上，总装成机器。

装配工作是产品制造的最后阶段。装配的好坏直接影响产品的质量。即使零件的加工精度很高，如果装配不正确，也会使产品达不到规定的技术要求。反之，虽然某些零件精度并不很高，但经过仔细修配，精确地调整后，仍可装配出性能良好的产品。由此可见，装配工作是一项重要而细致的工作，在机器制造过程中占有很重要的地位。

零件连接的种类可分为固定连接和活动连接（图 1-1）。

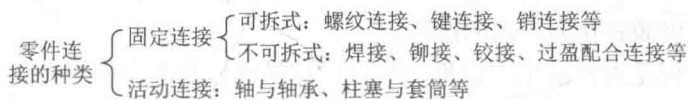


图 1-1 零件连接的种类

装配工作的一般步骤是：研究和熟悉产品装配图及技术要求，准备所用工具，确定装配方法及顺序，对装配的零件进行清洗，组件装配，部件装配，总装配，调整、试车，油漆、涂油、装箱等过程。

1.1.2 制造方法

机械制造的加工方法主要有车削、钻削、铣削和磨削等。

1. 车削加工

车削加工是利用工件旋转和刀具移动的成形运动。它的基本工作是加工内外圆柱面、内

外圆锥面、平面以及螺旋面等。车床的成形运动特点,决定了车床适合于加工零件的各种回转表面。从理论上讲,外圆柱面是一条直线母线沿一条圆导线运动的轨迹。车削外圆柱面时,刀尖的轴向移动形成直线母线,工件和刀具的相对旋转运动,使直线母线沿圆导线运动,形成外圆柱面。

2. 钻削加工

钻削加工是孔加工的主要方法,其主要工作是使用钻头钻孔。钻床通常以钻头的旋转和轴向移动作为机床的成形运动。钻孔时,钻头上的刀尖做轴向移动,工件和刀具做相对转动,在工件上加工出圆柱面。

钻床不只用于钻孔,还用于镗孔、铰孔等。

3. 铣削加工

铣削是使用铣刀铣削平面、曲面或沟槽。

铣削加工是以铣刀的旋转运动和工件的直线移动的成形运动。使用分度头、回转工作台等铣床附件装夹工件,还可以做转动进给。因此,铣床加工范围非常广泛。

常用的铣床有卧式铣床和立式铣床两种,其主要区别在于安装铣刀的主轴与工作台的相对位置不同。卧式铣床具有水平的主轴,主轴轴线与工作台台面平行;立式铣床具有直立的主轴,主轴轴线与工作台台面垂直。

4. 磨削加工

磨床的种类很多,按工件磨削表面的特征和磨削方式可以分为外圆磨床、内圆磨床、平面磨床、无心磨床、螺纹磨床、齿轮磨床等。磨床的加工范围很广泛,不同类型磨床可以加工工件的各种表面,如回转表面、平面、沟槽、成形面以及刃磨各种刀具等。

1.1.3 生产过程的组织和管理

1. 生产与生产过程

1) 生产

生产是人类社会中人们从事的最基本的活动,社会的一切财富都是通过生产活动创造出来的,不进行生产,人类就无法生存,社会的发展也无从谈起。“生产”是通过劳动,把资源转化为能满足人们某些需求的产品的过程。

2) 生产过程

生产过程是把资源转化为产品的过程。

狭义的生产过程是指产品生产过程,是对原材料进行加工,使之转化为成品的一系列生产活动的运行过程。广义的生产过程是指企业生产过程和社会生产过程。企业生产过程包含基本生产、辅助生产、生产技术设备和生产服务等企业范围内各种生产活动协调配合的运行过程。社会生产过程是指从原材料开采,到冶炼、加工、运输、储存,在全社会范围内各行各业分工协作制造产品的运行过程。产品生产过程由一系列生产环节组成,一般包含加工制造过程、检验过程、运输过程和停歇过程等。产品生产过程是企业生产过程的核心部分。

2. 生产组织

生产组织是指为了确保生产的顺利进行所进行的各种人力、设备、材料等生产资源的配置。生产组织是生产过程的组织与劳动过程组织的统一。生产过程的组织主要是指生产过程的各个阶段、各个工序在时间上、空间上的衔接与协调。它包括企业总体布局、车间设备布置、工艺流程和工艺参数的确定等。在此基础上,进行劳动过程的组织,不断调整和改善劳

动者之间的分工与协作形式,充分发挥其技能与专长,不断提高劳动生产率。

3. 生产过程管理

1) 生产管理的目标

(1) 为保证实现企业的经营目标,组织生产过程按计划要求高效运行,全面完成产品品种、质量、产量、成本、交货期和环保与安全等各项要求。

(2) 有效利用企业的制造资源,不断降低物耗,降低生产成本,缩短生产周期,减少在制品,压缩占用的生产资金,以不断提高企业的经济效益和竞争能力。

(3) 为适应市场、环境的迅速变化,要努力提高生产系统的柔性(应变能力),使企业根据市场需求不断推出新产品,并使生产系统适应多品种生产,能够快速地进行品种更换。

2) 生产管理的职能

生产管理的职能包括计划、组织、指挥、协调、监控与考核等。

(1) 生产管理的首要职能是制定生产计划。

(2) 合理组织生产过程是生产管理的主要职能。

(3) 指挥和协调是组织计划与实施的重要职能。

(4) 监控与考核是促使生产过程严格按计划进行,保证计划实现的有力手段。

1.2 机械制造实习的内容、要求和意义

1.2.1 机械制造实习的内容

机械制造实习是对产品的制造过程进行实践性教学的重要环节,机械制造实习的具体内容包括以下两个方面。

1. 基础知识方面

即通过实习了解机械加工的基础知识,如铸造、锻造、焊接、热处理、切削加工、钳工及数控加工等各工种的生产过程及基本原理。

2. 基本技能方面

即对各种加工方法要达到能初步独立动手操作的能力,如铸造加工的湿砂造型及浇注,锻压加工的自由锻造,焊接方法的手工电弧焊和氩弧焊等,操作车床、铣床、平面磨床,钳工的锯、锉、装配,数控机床的基本编程及操作等。

1.2.2 机械制造实习的学习方法和要求

机械制造实习强调以实践教学为主,学生应在教师的指导下通过独立的实践操作,将有关机械制造的基本工艺理论、基本工艺知识和基本工艺实践有机地结合起来,进行工程实践综合能力的训练。除了实践操作之外,机械制造实习的教学方法还包括操作示范、现场教学、专题讲座、电化教学、参观、试验、综合训练、编写实习报告等。具体包括对以下六个方面的学习。

1. 工程图学

了解工程图学在工程设计中的作用;CAD 软件设计方法和程序;使用 CAD 软件设计图纸。

2. 软件应用

分析电子数据表格的能力；了解基于特征的实体建模程序的入门级技能；进行设计简报和报告的计算机技能。

3. 团队建设

建立团队合作意识；认识团队协作所带来的挑战；所有团队成员必须参与产品的加工设计，所有团队成员必须共享责任、尊重差异、承认并解决加工设计中产生的问题。

4. 自主学习

在实习之前，要自觉地、有计划地预习有关的实习内容，做到心中有数；在实习中，要始终保持高昂的学习热情和求知欲望，敢于动手，勤于动手；遇到问题时，要主动向指导老师请教或与同学交流探讨。要充分利用实习时间，争取最大的收获。

5. 贯彻理论联系实际

在实践操作过程中，要勤于动脑，使形象思维和逻辑思维相结合。要善于用学到的工艺理论知识来解决实践中遇到的各种具体问题，而不是仅仅满足于完成了实习零件的加工任务。用理论指导实践，以实践验证和充实理论，就可以使理论知识掌握得更加牢固，也可以使实践能力得到进一步提高。

6. 解决问题

一般来说，一件产品是不会只用一种加工方法制造出来的，因此要学会综合地把握各个实习工种的特点，学会从机械产品生产制造的全过程来看各个工种的作用和相互联系。这样，在分析和解决实际问题时，就能做到触类旁通、举一反三，使所学的知识和技能融会贯通。

1.2.3 机械制造实习的目的和意义

机械制造实习是高等院校各专业教学计划中一个重要的实践性教学环节，是学生获得工程实践知识、建立工程意识、获得工程训练操作技能的主要教育形式，是学生接触实际生产、获得生产技术及管理知识、进行工程师基本素质训练的必要途径。机械制造实习的目的和意义如下。

(1) 建立起对机械制造生产过程的基本认识，学习机械制造的基础工艺知识，了解机械制造生产的主要设备。在实习中，学生要学习主要的机械制造加工方法以及主要设备的基本结构、工作原理和操作方法，并正确使用各类工具、夹具、量具，熟悉各种加工方法、工艺技术、图纸文件和安全技术。了解加工工艺过程和工程术语，使学生对工程问题从感性认识上升到理性认识。这些实践知识将为以后学习有关专业技术基础课、专业课及毕业设计等打下良好的基础。

(2) 培养实践动手能力，进行工程师的基本训练。培养学生的工程实践能力，强化工程意识。在机械制造实习中，学生通过直接参加生产实践，操作各种设备，使用各类工具、夹具、量具，独立完成简单零件的加工制造全过程，以培养对简单零件具有初步选择加工方法和分析工艺过程的能力，并具有操作主要设备和加工作业的技能，初步奠定工程师应具备的基础知识和基本技能。

(3) 全面开展素质教育，树立实践观点、劳动观点和团队协作观点，培养高质量人才。机械制造实习在学校的机械工程训练中心进行。实习现场不同于教室，它是生产、教学、科研三结合的基地，教学内容丰富，实习环境多变，接触面宽广。这样一个特定的教学环境正是对学生进行思想作风教育的好场所、好时机。例如，增强劳动观念，遵守组织纪律，培养

团队协作的工作作风；爱惜国家财产，培养理论联系实际和一丝不苟的科学作风；初步培养学生在生产实践中观察问题的能力，以及运用所学知识分析问题、解决工程实际问题的能力。这都是全面开展素质教育不可缺少的重要组成部分，也是机械制造实习为提高人才综合素质，培养高质量人才需要完成的一项重要任务。

1.3 机械制造实习与其他课程的关系

机械制造实习是一门实践基础课，它与工科机械和非机械类专业所开设的许多课程都有密切的联系。

1. 机械制造实习与工程制图课程的关系

工程制图课程是机械制造实习的选修课或平行课。机械制造实习时，学生必须具备一定的识图能力，能够看懂实习所加工零件的零件图。学生从实习中获得的对机器结构和零件的了解，将会对其继续深入学习工程制图课程和巩固已有的工程制图知识提供极大的帮助。

2. 机械制造实习与机械制造基础课程的关系

机械制造实习是机械制造基础课程（机械工程材料、材料成形技术基础、机械加工工艺基础）必不可少的基础实践课。机械制造实习是让学生熟悉机械制造的常用加工方法和常用设备，具有一定的工艺操作和工艺分析技能，能够培养工程意识，从而为进一步学好金工理论课程的内容打下坚实的实践基础。机械制造基础课程是在机械制造实习的基础上，更深入地讲授各种加工方法的工艺原理、工艺特点以及有关的新材料、新工艺、新技术的知识，使学生具有分析零件的结构工艺性，并能够正确选择零件的材料、毛坯种类和加工方法的能力。

3. 机械制造实习与机械设计制造系列课程的关系

机械制造实习也是机械设计制造系列课程（机械原理、机械设计、机械制造技术、机械制造设备、机械制造自动化技术、数控技术等）十分重要的选修课。认真完成机械制造实习，必将为这些后续的重要的专业课学习提供坚实的实践基础，从而使学生在学到这些专业课乃至将来进行毕业设计或从事实际工作时，依然能够从中获益。

1.4 机械制造实习的安全生产规范

在机械制造工程实习中，如果实习人员不遵守工艺操作规程或者缺乏一定的安全知识很容易发生机械伤害、触电、烫伤等工伤事故。因此，为保证实习人员的安全和健康，必须进行安全实习知识的教育，使所有参加实习的人员都树立起“安全第一”的观念，懂得并严格执行有关的安全技术规章制度。

我国历来对不断改善劳动条件、做好劳动保护工作、保证生产者的健康和安全十分重视，国家制定并颁布了《工厂安全卫生规程》等文件，这为安全生产指明方向。安全生产是我国在生产建设中一贯坚持的方针。

机械制造实习中的安全技术有冷、热加工安全技术和电气安全技术等。

热加工一般指铸造、锻造、焊接和热处理等工种，其特点是生产过程中伴随着高温、有害气体、粉尘和噪声，这些都严重恶化了劳动条件。在热加工工伤事故中，烫伤、灼伤、喷溅和碰伤约占事故的70%，应引起高度重视。

冷加工主要指车、铣、刨、磨、钻等切削加工，其特点是使用的装夹工具和被切削的工

件或刀具间不仅有相对运动，而且速度较高。如果设备防护不好，操作者不注意遵守操作规程，很容易造成各种机器运动部位对人体及衣物由于绞缠、卷入等引起的人身伤害。

电力传动和电器控制在加热、高频热处理和点焊等方面的应用十分广泛，实习时必须严格遵守电气安全守则，避免触电事故。

避免安全事故的基本要点是：绝对服从实习教师的指挥，严格遵守各工种的安全操作规程，树立安全意识和自我保护意识，确保充足的体力和精力。

- (1) 严格遵守衣着方面的要求，按要求穿戴好规定的工作服及防护用品。
- (2) 注意“先学停车再学开车”；工作前应先检查设备状况，无故障后再实习。
- (3) 重物及吊车下不得站人；下班或中途停电，必须关闭所有设备的电气开关。
- (4) 必须每天清扫实习场地，保持设备整洁、通道畅通。
- (5) 严禁用手清除切削废物，必须用钩子或刷子。

复习思考题

- 1-1 什么是冷加工？冷加工包括哪几种加工方法？
- 1-2 什么是热加工？热加工包括哪几种加工方法？
- 1-3 车削可以加工哪几种表面？
- 1-4 零件连接的方法有哪些？
- 1-5 机械制造实习这门课程的重要性体现在哪些方面？

第2章 工程材料

★本章基本要求★

- (1) 掌握工程材料的分类标准。
- (2) 了解金属材料性能分类。
- (3) 掌握 40 号钢和 45 号钢的火花鉴别法。
- (4) 了解金属材料硬度的测定方法。

2.1 概 述

材料是国民经济的重要物质基础,对社会生产力的发展具有深远的影响。世界上通常把材料的使用作为工业发展的里程碑,如“石器时代”“青铜器时代”“铁器时代”等。我国是世界上最早发现和使用金属的国家之一。商、周是青铜器的极盛时期,到春秋战国时期已普遍应用铁器。直到 19 世纪中叶,钢铁成为主要的工程材料。生产的发展和科学技术的进步推动了材料工业的发展,使新材料不断涌现。石油化学工业的发展促进了合成材料的应用;20 世纪 80 年代特种陶瓷材料取得很大进展。近年来又出现了许多新型材料,如复合材料、纳米材料和其他功能材料。据目前的粗略统计,世界上的材料已达 40 万余种,并且每年以约 5% 的速率增加。材料有许多不同的分类方法,机械工程中使用的工程材料是指具有一定性能,在特定条件下能够承担某种功能、被用来制造零件和工具的材料。工程材料种类繁多,有如下常见分类方法。

常用的工程材料有金属材料、非金属材料和复合材料等,常用材料的牌号、性能及热处理知识可查阅相关手册。

金属是工业中应用广泛的材料之一,常用的材料有钢、铸铁、有色金属等,其中钢和铸铁的用量最大。一般来说,金属具有优良的工艺性能和力学性能。

非金属材料主要有塑料、橡胶、陶瓷等。工程上应用于制造机械零件、工程结构件的塑料,称为工程塑料,如聚甲醛、ABS 等,这类材料具有类似金属的力学性能,可用于制造齿轮、蜗轮、轴承、密封件,以及各种耐磨、防腐、绝缘等零件;橡胶是在生胶(天然橡胶或合成橡胶)中加入适量的硫化剂和配合剂组成的高分子弹性体,这类材料具有高弹性、可挠性、化学稳定性、耐蚀性、耐磨性、吸振性、密封性,主要用于制造传动件、减振件、防振件、密封件、耐磨件、耐热件等;陶瓷具有高硬度、耐高温、耐腐蚀、绝缘的特点,主要用于制造化工设备、电器绝缘件、机械加工刀具、发动机耐热元件等。

复合材料由基体材料与增强体材料两部分组成。其基体一般为强度较低、韧性较好的材料;增强体一般是高强度、高弹性模量的材料。基体、增强体可以是金属、陶瓷或树脂等材料,通过“复合”使不同组分的优点得到充分发挥,缺点得以克服,以满足使用性能的要求。常用的复合材料有碳纤维树脂复合材料、玻璃钢、金属陶瓷等。复合材料在机器制造、军工