



21世纪高职高专系列规划教材

机电电气控制专业



普通高等教育“十二五”国家级规划教材

金属工艺学实习 教程

JINSHUGONGYIXUE SHIXI JIAOCHENG

主 审 ◎ 王焕琴

主 编 ◎ 马利杰 田正平

副主编 ◎ 刘贯军 郑要权 余泽通



北京师范大学出版集团

BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP

北京师范大学出版社

21世纪高职高专系列规划教材 机电电气控制专业

普通高等教育“十二五”国家级规划教材

金属工艺学实习 教程

JINSHUGONGYIXUE SHIXI JIAOCHENG

主 审 ◎ 王焕琴

主 编 ◎ 马利杰 田正平

副主编 ◎ 刘贯军 郑要权 余泽通

参 编 ◎ 卜祥安 李大庆 万苏文

杨 辉 杨宾峰



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属工艺学实习教程 / 马利杰, 田正平主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2012.3

(21世纪高职高专系列规划教材)

ISBN 978-7-303-13099-3

I. ①金… II. ①马…②田… III. ①金属加工—工艺—实习—高等职业教育—教材 IV. ①TG—45

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第149596号

营销中心电话 010-58802755 58800035
北师大出版社职业教育分社网 <http://zjfs.bnup.com.cn>
电子信箱 bsdzyjy@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn
北京新街口外大街19号
邮政编码: 100875

印 刷: 北京京师印务有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 184 mm × 260 mm
印 张: 19.5
字 数: 420 千字
版 次: 2012年3月第1版
印 次: 2012年3月第1次印刷
定 价: 33.00 元

策划编辑: 周光明	责任编辑: 周光明
美术编辑: 高霞	装帧设计: 高霞
责任校对: 李菡	责任印制: 孙文凯

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010—58800697

北京读者服务部电话: 010—58808104

外埠邮购电话: 010—58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010—58800825

前 言

金工实习是一门实践性的技术基础课,是机械类各专业学生学习《工程制图》等课程的实际应用,是《机械制造基础》、《机械制造工艺学》、《机床及数控技术》等专业课程的先修课,同时也是近机类有关专业教学计划中重要的实践教学环节。通过实习,可以使学生了解机械制造生产的一般过程,熟悉机械零件常用的加工方法及所使用的主要设备和工具,初步掌握常用机械设备、工具和量具的使用方法和操作技能;从而对于培养学生“严谨、求真、务实、创新”的工程技术思想,增强实践动手能力,激发他们学习专业知识的热情具有重要的作用。

本书遵循“突出技能、重在实用”的指导思想,按照“突出实践教学、培养实践技能”的目的,注重基本操作、基本技能的组织和编写,同时重点加强对各工种典型加工工艺的介绍和讲解。教材内容上涵盖了机械类和近机类专业金工实习所要求的全部内容,既包含了传统机械加工工艺方法(铸、锻、焊、车、钳、铣、磨等),又对现代机械制造技术和方法(数控加工、特种加工)进行了简要介绍,从而便于读者根据专业需要和大纲安排取舍;书末附录部分提供了各工种的部分实践操作典型题例及相应的评分标准,以便读者选用,从而使教材具有更强的适用性和可操作性。

本书由马利杰博士和田正平教授任主编,刘贯军教授、郑要权、余泽通任副主编,参加编写的还有卜祥安、李大庆、万苏文、杨辉、杨宾峰。具体分工是:马利杰编写绪论、第5章,卜祥安编写第1章,田正平编写第2章,万苏文编写第3章,郑要权编写第4章,李大庆编写第6章,杨辉编写第7章,余泽通编写第8章,第9章由刘贯军编写,第10章由马利杰、杨宾峰编写,附录部分由刘贯军编写。全书由马利杰、刘贯军统稿,王焕琴教授担任主审。编写中王焕琴教授提出了很多宝贵意见,在此深表谢意。本书适合用做普通高等院校、高职高专院校相关专业教学用书,也可用做成人院校教材。

由于编写时间仓促,加之编写人员水平有限,本书定然存在不足之处,恳请广大读者和同仁批评指正。

编 者
2012年2月

0 绪 论

0.1 本课程的性质与任务

金工实习是一门实践性的技术基础课，是机械类各专业学生学习《工程制图》等课程的实际应用，是《机械制造基础》、《机械制造工艺学》、《机床及数控技术》等专业课程学习的先修课程，同时也是近机类有关专业教学计划中重要的实践教学环节。

本课程以实践教学为主，课堂教学与自学为辅，学生必须进行独立操作。金工实习的任务是：

(1)使学生了解现代机械制造工业的生产方式和工艺过程；熟悉工程材料主要成型方法和主要机械加工方法及其所用主要设备的工作原理和典型结构、工夹量具的使用以及安全操作技术；了解机械制造工艺知识和新工艺、新技术、新设备在机械制造中的应用。

(2)对简单零件初步具有选择加工方法和进行工艺分析的能力，在主要工种上应具有独立完成简单零件加工制造的实践能力。

(3)在了解、熟悉和掌握一定的工程基础知识和操作技能的同时，培养学生“严谨、求真、务实、创新”的工程技术思想，增强学生的工程实践能力、创新意识和创新能力，激发学生学习专业知识的热情。

(4)进行思想作风教育，培养和锻炼劳动观点、质量和经济观念，强化遵守劳动纪律、遵守安全技术规则和爱护国家财产的自觉性，提高学生的整体综合素质。

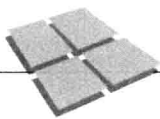
0.2 本课程的主要内容与基本要求

0.2.1 实习内容

金工实习涉及机械制造的全过程：零件图纸、加工工艺→毛坯制造(铸造、锻造、焊接、型材)→切削加工(车、铣、刨、磨、钻)→零件装配→产品。根据制造过程的特点，金工实习的主要内容如下。

1. 毛坯制造

常用的毛坯制造方法有铸造、锻造与冲压、焊接。



2. 零件加工

零件加工是将毛坯上多余的加工余量切除掉,以获得合格的尺寸和表面质量的过程。传统的加工方法有车、铣、刨、磨、钻等。随着科技的进步,特种加工方法愈来愈占据重要的地位。常见的特种加工方法有电火花加工、电解加工、激光加工、超声波加工等。

3. 装配与调试

加工合格的零件,需要钳工按一定的顺序组合、连接、固定起来成为一台完整的设备。装配好的机器还要经过调试运行,以检验其性能。只有整机调试合格后,方可装箱出厂。

另外,实习的内容还应包括常用机械工程材料、热处理、零件表面处理等。

0.2.2 实习要求

(1)建立机械制造过程的基本概念(毛坯制造、零件加工、机器装配和调试)。

(2)了解毛坯制造和零件切削加工的主要方法,包括传统的机械制造方法、特种加工技术及数控加工工艺与方法。

(3)了解冷、热加工的有关设备、附件、刀具、工具的结构、性能、用途及其使用方法。

(4)掌握车、铣、刨、磨、钳工、铸、锻、焊、特种加工、数控加工等工种的基本技能和测量技术,加深对工艺知识的了解。

(5)熟悉有关设备、工具的安全操作技术,做到安全实习。

0.3 本课程的特点及学习方法

实践性强,需手脑并用,学习内容多,学习目标要求高是本课程的显著特点。因此,在学习和训练过程中要做到理论联系实际,勤于用脑,刻苦训练。金工实习过程不是一项单调、简单的体力劳动,而是技能、技巧、力量和毅力的结合。只有在教师的指导下,进行科学、严格、反复地训练,才能达到本课程的基本要求。

根据本课程的特点,在学习和训练中注意做到以下三点。

(1)在上课时,必须做到听、看、记相结合。听,即认真听教师的工艺讲解;看,即仔细观察教师的每一个示范动作;记,即牢记操作(动作)要领、加工(操作)方法、工艺步骤和技术要求。

(2)在训练中,必须做到严格、刻苦、细致、多思。严格,就是严格要求自己,认真完成每项操作训练内容;刻苦,就是要有坚强的意志和吃苦耐劳的精神;细致,就是在完成实训作业过程中,精益求精,一丝不苟,做好一步再做下一步;多思,就是勤于思考,善于动脑,不盲目动手,不蛮干。

(3)在训练中,必须树立“安全第一,预防为主”的思想,时时、事事、处处都要将安全工作放在第一位。自觉遵守“实习守则”,严格执行“安全操作规程”是完成训练任务的前提和基础。

0.4 安全生产及劳动保护

安全是实习的前提。为了保证实习能正常进行,以达到预期的目的,学生在实习中必须遵守如下规则。

(1)实习时按规定穿戴好劳动防护用品,不带与实习无关的报纸杂志、随身听等物品进厂,不穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋。

(2)遵守劳动纪律,不串岗、不迟到、不早退,有事请假。

(3)尊重老师和师傅,虚心向师傅学习。

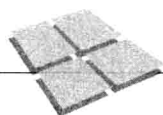
(4)爱护国家财产,注意节约水、电、油和原材料。

(5)实习时应做到专心听讲,仔细观察,做好笔记,认真操作,不怕苦、不怕累、不怕脏。

(6)严格遵守各实习工种的安全操作规程,做到文明实习,保持车间卫生。

目 录

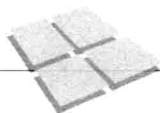
0 绪 论	(1)	1.5.1 高分子材料	(27)
0.1 本课程的性质与任务	(1)	1.5.2 工业陶瓷	(28)
0.2 本课程的主要内容与基本要求	(1)	1.5.3 复合材料	(28)
0.2.1 实习内容	(1)	第2章 铸 造	(31)
0.2.2 实习要求	(2)	2.1 概 述	(31)
0.3 本课程的特点及学习方法	(2)	2.1.1 铸造生产概述	(31)
0.4 安全生产及劳动保护	(3)	2.1.2 铸造生产的分类	(31)
第1章 机械工程材料与热处理 ..	(4)	2.1.3 铸造生产工艺流程	(32)
1.1 概 述	(4)	2.1.4 铸造实习安全技术守则	(32)
1.2 金属材料基本知识	(5)	2.2 砂型铸造工艺	(32)
1.2.1 金属材料的分类	(5)	2.2.1 型砂和芯砂的制备	(32)
1.2.2 金属材料的性能	(9)	2.2.2 型砂的性能	(33)
1.2.3 金属材料的结构	(15)	2.2.3 铸型的组成	(34)
1.3 常用钢材的现场鉴别方法	(17)	2.2.4 浇冒口系统	(35)
1.3.1 火花鉴别法	(18)	2.2.5 模样和芯盒的制造	(36)
1.3.2 色标鉴别法	(20)	2.3 造 型	(37)
1.3.3 断口鉴别法	(21)	2.3.1 手工造型	(37)
1.3.4 音响鉴别法	(21)	2.3.2 制芯	(41)
1.4 金属材料的热处理	(21)	2.3.3 合型	(42)
1.4.1 钢在加热和冷却时的组织转变	(22)	2.3.4 造型的基本操作	(42)
1.4.2 钢的普通热处理	(24)	2.3.5 机器造型	(44)
1.4.3 钢的表面热处理	(26)	2.4 合金的熔炼和浇注	(45)
1.5 常用非金属材料	(27)	2.4.1 铝合金的熔炼	(45)
		2.4.2 铸铁的熔炼	(47)
		2.4.3 合金的浇注	(49)
		2.5 铸件落砂、清理和常见缺陷	



的分析	(50)
2.5.1 落砂	(50)
2.5.2 清理	(50)
2.5.3 铸件缺陷分析	(51)
2.6 铸造工艺设计	(52)
2.6.1 分型面	(52)
2.6.2 型芯	(53)
2.6.3 铸造工艺参数	(54)
2.7 特种铸造	(55)
2.7.1 压力铸造	(55)
2.7.2 实型铸造	(56)
2.7.3 离心铸造	(56)
2.7.4 低压铸造	(57)
2.7.5 熔模铸造	(58)
2.7.6 金属型铸造	(58)
2.7.7 多触头高压造型	(59)
第3章 锻 压	(61)
3.1 概 述	(61)
3.2 坯料的加热和锻件的冷却	(62)
3.2.1 锻造加热设备	(62)
3.2.2 坯料的加热和锻造温度	(64)
3.2.3 加热缺陷及其防止	(65)
3.2.4 锻件的冷却	(66)
3.2.5 锻后热处理	(67)
3.3 自由锻造	(67)
3.3.1 手工自由锻	(67)
3.3.2 机器自由锻	(67)
3.3.3 自由锻基本工序与操作	(69)
3.3.4 典型自由锻件工艺过程示例	(73)
3.4 模型锻造	(75)
3.4.1 锤上模锻	(76)
3.4.2 胎模锻	(77)

3.4.3 模锻件的工艺缺陷分析	(79)
3.5 板料冲压	(79)
3.5.1 冲压加工及其特点	(79)
3.5.2 冲压设备	(80)
3.5.3 冲压模具	(81)
3.5.4 冲压工艺	(83)
第4章 焊 接	(86)
4.1 手工电弧焊	(86)
4.1.1 焊接过程	(86)
4.1.2 手工电弧焊设备及工具	(87)
4.1.3 电焊条	(89)
4.1.4 手弧焊工艺简介	(91)
4.2 气焊与气割	(95)
4.2.1 气焊的特点和应用	(95)
4.2.2 气焊设备	(95)
4.2.3 气焊火焰	(96)
4.2.4 焊丝和气焊熔剂	(97)
4.2.5 气焊的基本操作技术	(97)
4.2.6 气割	(98)
4.3 其他焊接方法简介	(99)
4.3.1 埋弧自动焊	(99)
4.3.2 气体保护焊	(100)
4.3.3 电阻焊	(101)
4.3.4 钎焊	(102)
4.4 焊接质量分析	(103)
4.4.1 焊接变形	(104)
4.4.2 常见焊接缺陷及分析	(104)
4.4.3 焊接件的检验	(106)
第5章 切削加工基础知识	(108)
5.1 概 述	(108)
5.1.1 切削加工中的运动及其构成	(108)
5.1.2 切削要素	(108)

5.1.3 切削层参数	(110)	6.2.1 车刀的分类	(141)
5.2 金属切削机床简介	(111)	6.2.2 车刀的刃磨	(142)
5.2.1 机床的类型和编号	(111)	6.2.3 车刀的安装	(145)
5.2.2 机床型号举例	(115)	6.3 车削加工基本操作	(146)
5.3 金属切削刀具简介	(116)	6.3.1 车床的操作	(146)
5.3.1 刀具材料	(116)	6.3.2 车削基本操作	(149)
5.3.2 刀具结构	(118)	6.4 典型车削工艺	(155)
5.3.3 刀具的几何参数	(119)	6.4.1 轴类零件的车削	(155)
5.4 零件技术要求简介	(122)	6.4.2 盘套类的车削	(158)
5.4.1 加工精度	(122)	第7章 铣削、刨削与磨削加工	
5.4.2 表面粗糙度	(123)		(165)
5.4.3 读图示例	(124)	7.1 铣削与齿形加工	(165)
5.5 常用量具及其使用	(124)	7.1.1 铣削概述	(165)
5.5.1 钢直尺	(125)	7.1.2 铣床及其附件	(166)
5.5.2 卡钳	(125)	7.1.3 铣刀及其安装	(173)
5.5.3 游标卡尺	(125)	7.1.4 铣削工艺	(176)
5.5.4 百分尺	(127)	7.1.5 铣削综合工艺举例	(180)
5.5.5 塞规与卡规	(129)	7.2 刨削与插削	(181)
5.5.6 百分表	(130)	7.2.1 刨削概述	(181)
5.5.7 刀口尺	(131)	7.2.2 刨床	(182)
5.5.8 厚薄尺	(131)	7.2.3 刨刀	(187)
5.5.9 直角尺	(131)	7.2.4 刨削工艺	(188)
5.5.10 万能角度尺	(132)	7.2.5 刨削综合工艺举例	(191)
5.5.11 量具的保养	(133)	7.3 磨 削	(192)
5.6 切削液的选用	(133)	7.3.1 磨削加工及其特点	(192)
5.6.1 切削液的作用	(133)	7.3.2 磨床及其附件	(193)
5.6.2 切削液的分类	(133)	7.3.3 砂轮	(198)
5.6.3 切削液的选用	(134)	7.3.4 磨削工艺	(200)
第6章 车削加工	(136)	7.3.5 磨削综合工艺举例	(203)
6.1 车床及其附件	(136)	第8章 钳 工	(205)
6.1.1 典型车床简介	(136)	8.1 概 述	(205)
6.1.2 车床常用附件	(137)	8.1.1 钳工工作范围	(205)
6.1.3 车床的传动机构简介	(139)	8.1.2 钳工常用设备	(205)
6.1.4 车床的维护保养	(140)	8.2 划 线	(206)
6.2 车刀及其安装	(141)	8.2.1 划线的作用和分类	(206)
		8.2.2 划线工具及使用方法	



.....	(207)
8.2.3 划线基准	(209)
8.2.4 划线步骤及方法	(210)
8.3 锯 削	(211)
8.3.1 手锯的组成	(211)
8.3.2 锯削操作	(212)
8.3.3 锯削实例	(213)
8.4 锉 削	(214)
8.4.1 锉刀	(215)
8.4.2 锉削操作方法和步骤	(215)
8.5 钻孔、扩孔及铰孔	(217)
8.5.1 钻床	(218)
8.5.2 钻孔	(219)
8.5.3 扩孔	(221)
8.5.4 铰孔	(221)
8.6 攻丝和套扣	(223)
8.6.1 攻螺纹	(223)
8.6.2 套螺纹	(224)
8.7 刮 削	(226)
8.7.1 刮削质量的检验方法	(226)
8.7.2 平面刮削方法	(227)
8.8 装 配	(227)
8.8.1 装配的作用	(228)
8.8.2 装配工艺过程	(228)
8.8.3 装配方法及工作要点	(228)
8.8.4 组件装配举例	(229)
第9章 数控加工	(232)
9.1 数控机床	(232)
9.1.1 概述	(232)
9.1.2 数控机床的组成	(232)
9.1.3 数控机床的工作原理	(233)
9.2 数控编程基础	(234)

9.2.1 编程概念	(234)
9.2.2 机床坐标轴	(234)
9.2.3 机床坐标系、零点和参考点	(235)
9.2.4 工件坐标系、程序原点和对 刀点	(236)
9.2.5 绝对值编程和增量值编程	(237)
9.2.6 零件程序的结构	(238)
9.2.7 指令字的格式	(238)
9.2.8 程序段的格式	(239)
9.2.9 程序的一般结构	(239)
9.2.10 程序的文件名	(239)
9.3 数控车削	(240)
9.3.1 数控车床的组成	(240)
9.3.2 数控车床编程要点	(241)
9.3.3 准备功能 G 代码	(242)
9.3.4 辅助功能 M 代码	(243)
9.3.5 机床操作台	(243)
9.3.6 数控机床的手动操作	(244)
9.3.7 车削加工编程实例	(246)
9.4 数控铣削	(247)
9.4.1 数控铣床	(247)
9.4.2 数控铣床编程要点	(248)
9.4.3 准备功能 G 代码	(250)
9.4.4 辅助功能 M 代码	(251)
9.4.5 数控铣床的基本操作	(252)
9.4.6 数控机床的手动操作	(253)
9.4.7 铣削加工编程实例	(255)

第10章 特种加工	(257)
10.1 概 述	(257)
10.2 电火花加工	(258)
10.2.1 电火花加工原理	(258)

10.2.2 电火花加工机床	(259)	10.6.3 电解加工工具电极 ...	(274)
10.2.3 电火花成形加工的应用	(261)	10.6.4 电解加工的应用	(275)
10.3 电火花线切割加工 ...	(262)	附录：实践操作典型题例	(276)
10.3.1 线切割加工的原理、特点 及应用	(262)	题例一：皮带轮类铸件造型 ...	(276)
10.3.2 数控线切割机床的组成	(263)	题例二：三通管类铸件造型 ...	(277)
10.3.3 数控线切割编程的基本方法	(264)	题例三：水压机锻造法兰	(279)
10.3.4 线切割机床加工步骤	(268)	题例四：自由锻锤锻造方块 ...	(280)
10.4 超声加工	(268)	题例五：焊接基本技能	(281)
10.4.1 超声加工基本原理 ...	(268)	题例六：平板水平位置手工电弧焊	(282)
10.4.2 超声加工设备	(269)	题例七：车削台阶轴	(283)
10.4.3 超声加工工具	(270)	题例八：车削端盖	(285)
10.4.4 超声加工的应用	(270)	题例九：铣削 V 形架	(287)
10.5 激光加工	(271)	题例十：刨削长方形	(288)
10.5.1 激光加工原理	(271)	题例十一：刨削斜镶条	(289)
10.5.2 激光加工设备	(271)	题例十二：磨削淬火钢套筒 ...	(290)
10.5.3 激光加工的应用	(272)	题例十三：磨削垫片	(291)
10.6 电解加工	(272)	题例十四：梯形样板副锉配 ...	(293)
10.6.1 电解加工的基本原理	(273)	题例十五：联接轴制作	(295)
10.6.2 电解加工设备	(274)	题例十六：数控车削编程题例	(296)
		题例十七：数控铣削编程题例	(297)
		参考文献	(300)

0 绪 论

0.1 本课程的性质与任务

金工实习是一门实践性的技术基础课,是机械类各专业学生学习《工程制图》等课程的实际应用,是《机械制造基础》、《机械制造工艺学》、《机床及数控技术》等专业课程学习的先修课程,同时也是近机类有关专业教学计划中重要的实践教学环节。

本课程以实践教学为主,课堂教学与自学为辅,学生必须进行独立操作。金工实习的任务是:

(1)使学生了解现代机械制造工业的生产方式和工艺过程;熟悉工程材料主要成型方法和主要机械加工方法及其所用主要设备的工作原理和典型结构、工夹量具的使用以及安全操作技术;了解机械制造工艺知识和新工艺、新技术、新设备在机械制造中的应用。

(2)对简单零件初步具有选择加工方法和进行工艺分析的能力,在主要工种上应具有独立完成简单零件加工制造的实践能力。

(3)在了解、熟悉和掌握一定的工程基础知识和操作技能的同时,培养学生“严谨、求真、务实、创新”的工程技术思想,增强学生的工程实践能力、创新意识和创新能力,激发学生学习专业知识的热情。

(4)进行思想作风教育,培养和锻炼劳动观点、质量和经济观念,强化遵守劳动纪律、遵守安全技术规则和爱护国家财产的自觉性,提高学生的整体综合素质。

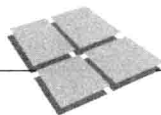
0.2 本课程的主要内容与基本要求

0.2.1 实习内容

金工实习涉及机械制造的全过程:零件图纸、加工工艺→毛坯制造(铸造、锻造、焊接、型材)→切削加工(车、铣、刨、磨、钻)→零件装配→产品。根据制造过程的特点,金工实习的主要内容如下。

1. 毛坯制造

常用的毛坯制造方法有铸造、锻造与冲压、焊接。



2. 零件加工

零件加工是将毛坯上多余的加工余量切除掉,以获得合格的尺寸和表面质量的过程。传统的加工方法有车、铣、刨、磨、钻等。随着科技的进步,特种加工方法愈来愈占据重要的地位。常见的特种加工方法有电火花加工、电解加工、激光加工、超声波加工等。

3. 装配与调试

加工合格的零件,需要钳工按一定的顺序组合、连接、固定起来成为一台完整的设备。装配好的机器还要经过调试运行,以检验其性能。只有整机调试合格后,方可装箱出厂。

另外,实习的内容还应包括常用机械工程材料、热处理、零件表面处理等。

0.2.2 实习要求

(1)建立机械制造过程的基本概念(毛坯制造、零件加工、机器装配和调试)。

(2)了解毛坯制造和零件切削加工的主要方法,包括传统的机械制造方法、特种加工技术及数控加工工艺与方法。

(3)了解冷、热加工的有关设备、附件、刀具、工具的结构、性能、用途及其使用方法。

(4)掌握车、铣、刨、磨、钳工、铸、锻、焊、特种加工、数控加工等工种的基本技能和测量技术,加深对工艺知识的了解。

(5)熟悉有关设备、工具的安全操作技术,做到安全实习。

0.3 本课程的特点及学习方法

实践性强,需手脑并用,学习内容多,学习目标要求高是本课程的显著特点。因此,在学习和训练过程中要做到理论联系实际,勤于用脑,刻苦训练。金工实习过程不是一项单调、简单的体力劳动,而是技能、技巧、力量和毅力的结合。只有在教师的指导下,进行科学、严格、反复地训练,才能达到本课程的基本要求。

根据本课程的特点,在学习和训练中注意做到以下三点。

(1)在上课时,必须做到听、看、记相结合。听,即认真听教师的工艺讲解;看,即仔细观察教师的每一个示范动作;记,即牢记操作(动作)要领、加工(操作)方法、工艺步骤和技术要求。

(2)在训练中,必须做到严格、刻苦、细致、多思。严格,就是严格要求自己,认真完成每项操作训练内容;刻苦,就是要有坚强的意志和吃苦耐劳的精神;细致,就是在完成实训作业过程中,精益求精,一丝不苟,做好一步再做下一步;多思,就是勤于思考,善于动脑,不盲目动手,不蛮干。

(3)在训练中,必须树立“安全第一,预防为主”的思想,时时、事事、处处都要将安全工作放在第一位。自觉遵守“实习守则”,严格执行“安全操作规程”是完成训练任务的前提和基础。

0.4 安全生产及劳动保护

安全是实习的前提。为了保证实习能正常进行,以达到预期的目的,学生在实习中必须遵守如下规则。

(1)实习时按规定穿戴好劳动防护用品,不带与实习无关的报纸杂志、随身听等物品进厂,不穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋。

(2)遵守劳动纪律,不串岗、不迟到、不早退,有事请假。

(3)尊重老师和师傅,虚心向师傅学习。

(4)爱护国家财产,注意节约水、电、油和原材料。

(5)实习时应做到专心听讲,仔细观察,做好笔记,认真操作,不怕苦、不怕累、不怕脏。

(6)严格遵守各实习工种的安全操作规程,做到文明实习,保持车间卫生。



第 1 章 机械工程材料与热处理

1.1 概 述

材料是人类用来制作各种产品的物质。人类生活与生产都离不开材料，它的品种、数量和质量是衡量一个国家现代化程度的重要指标。现代材料种类繁多，据粗略统计，目前世界上的材料总和已达五十余万种。材料有许多不同的分类方法，按化学成分、结合键的特点，工程材料可以分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类，见表 1.1。

表 1.1 工程材料的分类举例

金属材料		非金属材料			复合材料
黑色金属材料	有色金属材料	无机非金属材料	有机高分子材料		
碳素钢、合金钢、铸铁等	铝、镁、铜、锌及其合金等	水泥、陶瓷、玻璃	合成高分子 (塑料、合成纤维、合成橡胶)	天然高分子 (木材、纸、纤维、皮革)	金属基复合材料、塑料基复合材料、橡胶基复合材料、陶瓷基复合材料等

目前，机械工业生产中应用最广的仍是金属材料，在各种机器设备所用材料中，金属材料占 90% 以上。这是由于金属材料不仅来源丰富，而且它还具有优良的力学性能、物理性能、化学性能和易于用各种加工方法成型的工艺性能。优良的使用性能可满足生产和生活上的各种需要；优良的工艺性能则可使金属材料易于采用各种加工方法，制成各种形状、尺寸的零件和工具。金属材料还可通过不同成分配制、不同加工方法和热处理来改变其组织和性能，从而进一步扩大了它的使用范围。

虽然高分子材料和陶瓷材料的某些力学性能不如金属材料，但它们具有金属材料不具备的某些特性，如耐腐蚀、电绝缘、隔音、减振、耐高温(陶瓷材料)、质轻、原料来源丰富、价廉以及成型加工容易等优点，因而近年来发展较快。

1.2 金属材料基本知识

1.2.1 金属材料的分类

1. 碳钢

一般指含碳量 $<2.06\%$ 的铁碳合金。

(1) 按照含碳量的多少分类

低碳钢：含碳量在 $0.08\% \sim 0.25\%$ ，例如20钢(含碳量中值 0.2%)、10钢(含碳量中值 0.1%)、Q235(含碳量中值 0.15%)等。低碳钢的塑性好，易于焊接、冲压、渗碳处理等。

中碳钢：含碳量在 $0.25\% \sim 0.70\%$ 。其中含碳量在 $0.25\% \sim 0.45\%$ 的中碳钢多用作调质处理的结构零件，例如35钢(含碳量中值 0.35%)、45钢(含碳量中值 0.45%)等；含碳量在 $0.5\% \sim 0.7\%$ 的中碳钢多用作高强度结构零件或弹性零件。

高碳钢：含碳量大于 0.55% ，或者指含碳量在 $0.7\% \sim 1.4\%$ 。用于不同要求的工模具、量具以及刀具等，例如T7和T7A(含碳量中值 0.7%)、T8和T8A(含碳量中值 0.8%)、T13和T13A(含碳量中值 1.3%)等。

(2) 按照碳钢的质量分类

普通碳素钢：含碳量控制不严格，含杂质要求 $S(\text{硫}) \leq 0.055\%$ 、 $P(\text{磷}) \leq 0.045\%$ 。普通碳素钢还分为甲(A)类钢，只保证机械性能而不标明化学成分，例如A3钢，在其后还可以加字母表示其所应用的冶炼方法，例如F表示沸腾钢、J表示碱性转炉钢、S表示酸性转炉钢等；乙(B)类钢，只保证化学成分；还有特(C)类钢，机械性能和化学成分都保证。

优质碳素钢：含碳量范围控制比较严格，要求含硫量 $\leq 0.045\%$ 、含磷量 $\leq 0.040\%$ ，例如45钢就属于优质碳素钢。

高级优质碳素钢：含碳量控制准确，要求含硫量 $< 0.030\%$ 、含磷量 $< 0.035\%$ ，但冶炼成本较高。

(3) 按照钢在冶炼时的脱氧方法分类

沸腾钢：钢水浇注时，由于碳和一氧化铁(FeO)发生反应析出一氧化碳(CO)气体，使得钢水液面上呈沸腾状态而得名。沸腾钢的组织结构不致密，性能不均匀，冲击韧性差，质量较低，多用于普通型材(普通角钢、钢筋等)，例如A3F钢。

镇静钢：冶炼时脱氧比较完全，因此钢水浇注时无沸腾现象。镇静钢的组织结构比较致密，质量较高，多用于优质和高级优质钢，例如A3R。

半镇静钢：介于沸腾钢与镇静钢之间。