

21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

机 械 基 础 系 列



金属工艺基础与实践

刘劲松 主编

清华大学出版社



21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

机 械 基 础 系 列

金属工艺基础与实践

刘劲松 主编

蒲玉兴 李建跃 副主编

夏卿坤 周志平 审

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书注重在理论知识、素质、能力、技能等方面能对学生进行全面培养;注重吸取现有相关教材的优点,简化过多的理论介绍;突出职业技术教育特色,图文并茂,尽量联系现场实际;各章之前均有学习指南和相关知识链接,各章之后附有小结和复习思考题,重点章节后附有技能训练,以引导学生积极思考,培养学习兴趣及分析解决问题的能力。

本书以培养高等技术应用人才为目标,着重于基本概念和基础理论,内容力求精选,讲求实用。全书共 15 章,其内容包括金属材料的基本知识,热处理,铸造,锻压,焊接,钳工,机械加工等。

本书适用于高职高专机械类或近机类专业使用,也可供电视大学、职工大学师生和有关工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

金属工艺基础与实践/刘劲松主编. —北京:清华大学出版社, 2007.5

21 世纪高职高专规划教材. 机械基础系列

ISBN 978-7-302-14306-2

I. 金… II. 刘… III. 金属加工—工艺学—高等学校:技术学校—教材 IV. TG
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 154473 号

责任编辑:田 梅

责任校对:袁 芳

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175

邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015

客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:22.25 字 数:512 千字

版 次:2007 年 5 月第 1 版

印 次:2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:
010-62770177 转 3103 产品编号:019387-01

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版了“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立了“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件和政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经历的教师共同组成,建立“双师

型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• 公共基础课

公共基础课系列

• 计算机类

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• 电子信息类

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• 机械类

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• 经济管理类

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

国际商务系列

• 服务类

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设;加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail:gzzg@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量的教材。

高职高专教育教材编审委员会

前言

金属工艺基础与实践

本书是根据教育部制定的《高职高专技能型人才培养方案》的教学要求,对传统的课程体系进行重组优化,考虑到职业技术教育的特点,在保证基础知识和基本理论的前提下,对陈旧老化的知识予以删除,对繁琐的内容予以简化,把“金属材料基础知识”、“热处理”、“常用工程材料”和“材料成型工艺与技能实训”有机地融合在一起,整合成为技术课教材,结合多年的教学实践经验及对课程改革的探索编写而成的。

全书以少学时、多信息来保证知识的供应量,使其内容丰富又避免重复;突出工艺环节,加强冷加工、热加工工艺分析,以达到会选材料、会造毛坯、会选工艺方法,使设计出的机械零件具有良好的结构工艺性;为了提高学生的工艺知识和综合能力,本书增加了金属材料的选用及典型零件加工剖析实例,侧重于基础知识与基本技能训练,培养学生分析问题和解决问题的能力,具有较强的针对性与实用性。

本教材分两大模块:金属材料及热处理(侧重于课堂理论教学)、金属加工技能实训(侧重生产实训,内容包括钳工、机械加工、锻压、铸造、焊接基础知识与操作实例)。本书共有15章,内容包括工程材料与热处理、铸造、压力加工、焊接、钳工、机械加工基础知识,各章之前均有学习指南和相关知识链接,各章之后附有小结和复习思考题,重点章节后附有技能训练。全书教学时数约需70~90学时,各项实训教学为30学时。

本教材兼顾教学与培训实训使用,也可以作为企业上岗培训教材。适用于高职高专机械类、机电类专业(机电一体化、数控技术应用、模具设计制造等)或近机类专业使用,可作为成人教育学院、职工大学、业余大学等有关专业学生的教学用书,也可供有关专业技术人员参考。

本书由刘劲松任主编,蒲玉兴、李建跃、夏卿坤任副主编。参加编写的人员有:长沙航空职业技术学院刘劲松(编写绪论、第6章、第10章、第11章);李建跃(编写第1章、第4章);盛觉如(编写第14章、第15章);空军维修技术学院陈儒军(编写第12章、第13章);湖南大学蒲玉兴(编写第2章、第3章);长沙学院夏卿坤(编写第5章、第7章);湖南生物机电职业技术学院马立新(编写第8章);长沙航天工业学校袁晓玲(编写第9章)。全书由周志平审稿,刘劲松负责总纂定稿。

本书在编写过程中得到了长沙航空职业技术学院和长沙学院的领导和同行们的大力支持和帮助,对本书的修改提出了许多宝贵的意见,在此一并表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,编写时间紧迫,书中难免存在不妥之处,恳请各兄弟院校师生和读者批评指正。

编者

2006年10月

目 录

绪论	1
第 1 章 钢铁生产	5
1.1 炼铁	6
1.2 炼钢	7
本章小结	9
复习思考题 1	10
第 2 章 金属的性能	11
2.1 金属的使用性能	12
2.1.1 金属的物理性能	12
2.1.2 金属的化学性能	13
2.1.3 金属的力学性能	13
2.2 金属的工艺性能	24
本章小结	25
复习思考题 2	25
第 3 章 金属的结构与结晶	27
3.1 金属的晶体结构	28
3.2 合金的组织	32
3.3 金属的结晶	34
3.4 金属的同素异构转变	37
本章小结	38
复习思考题 3	38
第 4 章 金属的塑性变形和再结晶	39
4.1 金属的塑性变形	40
4.2 加工硬化	42

4.3 回复与再结晶	43
4.4 金属的热加工与冷加工	45
本章小结	46
复习思考题 4	47
第 5 章 铁碳合金相图	48
5.1 相图的建立与分析	49
5.2 铁碳合金相图	51
本章小结	61
复习思考题 5	61
第 6 章 钢的热处理	63
6.1 热处理原理	64
6.1.1 钢在加热时的组织转变	64
6.1.2 钢在冷却时的组织转变	66
6.2 热处理工艺	72
6.2.1 钢的退火与正火	72
6.2.2 钢的淬火与回火	75
6.2.3 钢的表面热处理	81
6.3 热处理设备简介	85
6.3.1 加热设备	85
6.3.2 冷却设备	88
6.3.3 测温设备	88
本章小结	90
复习思考题 6	90
第 7 章 碳素钢与铸铁	92
7.1 碳素钢	93
7.2 铸铁	97
本章小结	108
复习思考题 7	108
第 8 章 合金钢	109
8.1 概述	110
8.2 合金结构钢	113
8.2.1 普通低合金构件用钢(普低钢)	114
8.2.2 合金渗碳钢	115
8.2.3 合金调质钢	117

8.2.4 合金弹簧钢	119
8.2.5 滚动轴承钢	120
8.3 合金工具钢	121
8.3.1 合金刀具钢	122
8.3.2 模具钢	125
8.3.3 量具钢	127
8.4 特殊性能钢	128
8.4.1 不锈钢	128
8.4.2 耐热钢	131
8.4.3 耐磨钢	133
本章小结	134
复习思考题 8	135
第 9 章 有色金属及其合金	137
9.1 铝及铝合金	138
9.2 铜及铜合金	144
9.3 钛合金与镁合金	149
9.3.1 钛及钛合金	149
9.3.2 镁及镁合金	151
9.4 滑动轴承合金	153
9.5 粉末冶金材料	155
本章小结	156
复习思考题 9	156
第 10 章 选材及热处理工艺分析	158
10.1 选材的原则	159
10.2 热处理工艺的应用	162
10.3 典型范例分析	165
10.3.1 汽车用材实例剖析	166
10.3.2 飞机用材实例剖析	169
10.3.3 刀具用材实例剖析	173
技能训练 1: 热处理基本操作与实例	176
本章小结	179
复习思考题 10	179
第 11 章 铸造	180
11.1 铸造工艺基础	181
11.1.1 概述	181

11.1.2 铸造合金的熔炼与浇注·····	182
11.1.3 铸件的结晶与质量控制·····	185
11.1.4 铸件的落砂与清理·····	188
11.2 铸造工艺实践·····	189
11.2.1 砂型铸造·····	189
11.2.2 特种铸造·····	199
技能训练 2: 铸造基本操作与实例 ·····	205
本章小结·····	210
复习思考题 11 ·····	211
第 12 章 锻压 ·····	213
12.1 锻压工艺基础·····	214
12.1.1 概述·····	214
12.1.2 金属的锻造性能·····	215
12.1.3 纤维组织和锻造比·····	216
12.1.4 锻件的生产过程·····	217
12.2 锻压工艺实践·····	220
12.2.1 自由锻·····	220
12.2.2 模锻·····	225
12.2.3 板料冲压·····	233
技能训练 3: 锻压基本操作与实例 ·····	237
本章小结·····	240
复习思考题 12 ·····	240
第 13 章 焊接 ·····	242
13.1 焊接工艺基础·····	243
13.1.1 概述·····	243
13.1.2 熔焊冶金过程·····	244
13.1.3 金属材料的焊接性·····	247
13.1.4 焊接的结构工艺性·····	249
13.1.5 焊接缺陷及检验·····	252
13.2 焊接工艺实践·····	253
13.2.1 手工电弧焊·····	253
13.2.2 气焊与气割·····	260
13.2.3 气体保护焊·····	263
13.2.4 电阻焊·····	265
13.2.5 钎焊·····	266
技能训练 4: 焊接基本操作与实例 ·····	268

本章小结·····	271
复习思考题 13 ·····	271
第 14 章 钳工 ·····	273
14.1 钳工工艺基础·····	274
14.1.1 概述·····	274
14.1.2 主要设备·····	274
14.1.3 常用量具·····	275
14.2 钳工工艺实践·····	276
14.2.1 划线·····	276
14.2.2 錾削·····	279
14.2.3 锯削·····	281
14.2.4 锉削·····	283
14.2.5 钻孔、扩孔及铰孔 ·····	286
14.2.6 攻螺纹和套螺纹·····	289
14.2.7 刮削·····	290
14.2.8 装配·····	293
技能训练 5: 钳工基本操作与实例 ·····	293
本章小结·····	295
复习思考题 14 ·····	295
第 15 章 机械加工 ·····	296
15.1 机械加工工艺基础·····	297
15.1.1 切削运动和切削用量·····	297
15.1.2 切削刀具·····	299
15.1.3 金属切削过程及其基本规律·····	302
15.1.4 提高切削加工质量的途径·····	307
15.2 机械加工工艺实践·····	310
15.2.1 车削加工·····	310
15.2.2 钻、镗削加工 ·····	314
15.2.3 铣削加工·····	321
15.2.4 刨、插、拉削加工·····	325
15.2.5 磨削加工·····	328
15.2.6 机械加工工艺规程及其制定·····	333
技能训练 6: 机械加工基本操作与实例 ·····	339
本章小结·····	343
复习思考题 15 ·····	343
参考文献 ·····	345

绪 论

材料科学是人类进化与文明的重要里程碑,在当今新技术革命浪潮中,材料、能源和信息被誉为文明的三大支柱。对于材料的认识和利用能力,往往决定着社会的形态与人类生活的品质。人类文明的发展史,就是一部如何更好地利用材料和创造材料的历史。纵观从石器时代、陶器时代、青铜器时代、铁器时代到以半导体硅为基础材料的信息时代,以及纳米时代到来的历史发展轨迹,不难发现材料的应用与发展在社会进步中的巨大作用。

材料按实用性大致可分为金属材料、陶瓷材料、高分子材料及复合材料四大类。金属中含有大量可以自由移动的电子,因此金属是热和电的良导体,此外金属还具有良好的强度与延展性以及金属光泽;陶瓷材料通常由金属与非金属元素化合而成,含有氧化物、氮化物与碳化物,一般都是绝缘体而且比较耐热;高分子材料指化学聚合物,其原子结合形式各不相同,通常是基于碳、氢的有机化合物,分子结构都非常巨大,通常密度较低,在高温下不稳定;复合材料是由有机高分子、无机非金属或金属等几类不同材料通过复合工艺组合而成的新型材料,既能保留原组成材料的主要特色,又可通过复合效应获得原组成材料所不具备的性能。例如,玻璃纤维由玻璃与聚合体组成,混凝土和聚合板是另一些常见的复合材料。

从两万五千年前人类开始学会使用各种用途的锋利石片,到一万年 before 人类第一次有意识地创造了自然界没有的新材料——陶器,它是人类社会进步的象征,也是社会经济发展的结果。继陶器时代之后,由于人们生活方式的变化和战争等方面的原因,青铜的冶炼技术被发明并逐步达到很高的水平。后来罗马人发明了水泥,腓尼基人发明了玻璃,这些传统材料至今仍然为现代社会大量使用。当然,这些材料本身总在日新月异地变化着,在高新技术的推动和社会经济发展的要求下,其性能不断提高,从而满足了不同层次的社会需求。第一次工业革命是由于钢铁材料的大规模发展,人们才能制造出纺织机械和蒸汽机,给社会创造出巨大的财富。钢铁材料的大量使用,对其性能提出更高的要求,从而带动了金属材料学科的迅速发展。第二次工业革命是以能源(石油)的开发和应用为突破口,大力发展汽车、飞机及其他工业。新材料的开发和应用仍然是这次工业革命的基础,特别是高性能合金钢和高性能铝合金的广泛应用。随着石油、天然气的广泛应用,以石油、天然气为原料生产的合成树脂、合成纤维、合成橡胶等高分子材料产品的石化工业迅速发展,带动了高分子学科的建立和发展,聚氯乙烯、尼龙、聚乙烯、聚丙烯等聚合物及改

性品种层出不穷,高分子材料发展至今,已经渗透到人类社会生活的方方面面。

由于金属材料的资源比较丰富,且已积累有一整套相当成熟的生产技术,有组织大规模生产的经验,产品质量稳定,价格低廉、性能优异,在国民经济中占有举足轻重的位置。据统计,目前的机械工业部门所用的材料中有 90% 以上是金属材料。此外,金属材料在当今也是日新月异地发展着,传统的钢铁工业在冶炼、浇铸、加工和热处理等方面不断出现新工艺。钢铁材料已有近 2000 个品种,40000 种规格。铝合金、镁合金的新品种也不断扩大,众多的金属键化合物也异军突起,还有数不胜数的各种功能金属材料,都极具发展潜力,大大扩展了金属材料的应用范围。

但近 20 年来,金属材料的发展受到了巨大的压力。从 20 世纪中期开始,高分子材料的崛起,尤其是工程塑料从性能到应用许多方面已能和传统的金属材料相抗衡,加上原料丰富、价格便宜,产量以惊人的速度增长。与此同时,先进陶瓷材料也崭露头角,特别是在现代电子工业中占有重要地位。因此,材料领域从金属材料的一统天下转变为金属、陶瓷、高分子材料三足鼎立的新格局。金属材料的近百年的大力发展,某些主要的金属矿产资源日渐紧张,高品位的金属矿产很快减少,低品位的矿产使能源消耗和成本增加。金属工业是能源的最重要消耗者,也是严重的环境污染者。这些问题对金属材料今后的发展提出了有力的挑战,应对措施主要有:一是对已有的金属材料要最大限度地提高质量,挖掘潜力,使其产生最大效益;二是开拓金属材料的新功能,以适应更高的使用要求;三是加强废旧金属的回收和再利用。

在国民经济建设和人们的生活中,都离不开机械产品。例如,汽车、电力机车、飞机、轮船、机床、冰箱、电视等。机械产品由机械零件、组件和部件组成,其中机械零件是机械产品最基本的单元,是通过机械制造工艺过程获得的。机械零件的制造工艺过程主要包括零件材料的选择、毛坯的生产、切削加工、热处理等,如图 0-1 所示。由机械零件的制造工艺过程可知,从事机械制造的人员必须具备工程材料、热处理和铸造、压力加工、焊接等热加工技术的基本知识。

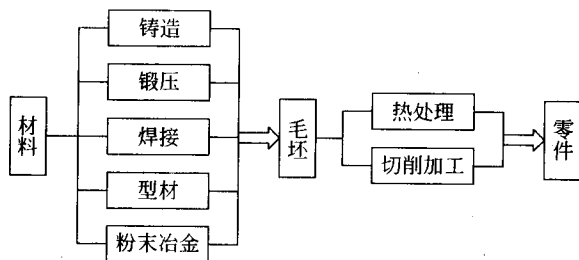


图 0-1

1. 本课程的性质与主要内容

《金属工艺基础实践》是机械类各专业入门必修的一门专业技术基础课,其主要任务是使学生掌握机械工程材料的性能特点,热处理方法及其在零件加工工艺中的应用,了解热加工工艺基础知识,为专业课程的学习和从事生产技术工作打下坚实的基础。《金属工艺基础实践》主要研究金属材料及其加工技术,内容主要包括:

① 金属材料基础部分:概述了金属的性能、结构与结晶、塑性变形和再结晶、铁碳合金相图。

② 热处理:钢的热处理基本原理与基本工艺。重点介绍了热处理方法的实质、工艺特点及应用范围。

③ 常用工程材料:重点介绍了碳素钢、铸铁、有色金属及其合金牌号、性能及用途、典型机械零件选材及工艺分析。

④ 材料成型工艺与技能实训:介绍了金属零件的铸造、锻压、焊接、钳工、机械加工等基本原理、工艺特点及应用范围,并选取典型案例对学员进行基本技能的训练。

本课程呈现出综合性强、信息量大、知识点覆盖面广的特点,是机械类各专业的入门课程,也是承上启下的课程,在专业课程体系中占有非常重要的地位。通过本课程的学习,着重培养学生的知识应用能力、工程实践能力和创新设计能力,使学生完成从对机械制造知之甚少到“业内人士”这种角色的转变。

2. 课程教学目标

(1) 知识要求

- ① 掌握金属的力学性能、晶体结构、铁碳合金相图等金属学的基本知识;
- ② 掌握常用金属材料的分类、牌号、性能特点及选用原则;
- ③ 掌握热处理的基本原理,初步掌握普通热处理方法的工艺特点和应用范围;
- ④ 了解金属零件各种加工工艺的基本原理、工艺特点及加工范围,培养具有选择毛坯制造方法的基本能力。

(2) 能力要求

通过本课程的学习,使学生打好专业基础,具有合理选材、正确运用热处理方法、妥善安排机械零件加工工艺路线等方面的能力,初步具有选择毛坯制造方法的能力。

- ① 初步掌握常用工程材料的性能与应用,初步具有合理选择材料的能力。
- ② 初步具有正确选定一般零件的热处理方法及确定其工序位置的能力。
- ③ 初步学会分析一般零件毛坯结构工艺性,并具有初步设计毛坯和零件结构的能力。
- ④ 初步具有选择简单毛坯和安排工序的能力。
- ⑤ 通过实验,提高测量金属材料力学性能的能力,学会识别钢的基本组织和显微镜的基本操作,学会热处理的基本操作。

⑥ 通过实验和实习,培养一定的热处理、铸造、锻造、焊接等实践动手操作能力。

(3) 素质要求

- ① 培养学生热爱科学、实事求是的学风,培养学生科学的思维方法。
- ② 培养学生严肃认真、勇于实践的工作作风和创新精神。
- ③ 培养学生的质量意识和职业道德意识。
- ④ 培养学生动手能力,并能应用理论知识解决工程实际问题。

3. 教学建议

本课程具有两大特点:其一是课程内容的广泛性、综合性和工艺方法的多样性;其二

是具有很强的实验性。为了提高课程的教学效果,应坚持“贯穿主线、突出重点、强调实用”的原则。

“贯穿主线”就是要在课堂教学中,以材料的成分、工艺、组织和性能之间的关系这条主线贯穿始终。课程讲授内容围绕这条主线展开,分合相济,有利于给学生建立起完整体系的概念。变分散为集中,变模糊为清晰,保证了教学内容的基础性和系统性。

“突出重点”就是对教学内容采用“删繁就简,削枝保干”的方法进行调整。删减那些与核心理论无关的繁琐的数学推导,着重强调重点内容的物理意义,促进学生对重点内容的掌握。淡化那些与核心理论无关的内容,强调主线条,以避免产生“见木不见林”的感觉。

“强调实用”就是坚持实用性原则,对机类及近机类专业学生,重点培养其对不同材料的选用和制定零件加工工艺的能力,为其后续课程打下良好的基础。通过这样的处理,大大提高了课程的教学效果。

针对这些特点,在教学时应尽量结合工程实例来加深对基础理论的理解;尽可能多地使用实物模型,以便在学生头脑中建立起正确的空间概念;有关金属组织的认识和识别对初学者来说是难度很大的内容,必须配合实验来加深认识。在教学中除利用电化教学以增强直观性外,还应充分重视金工实习、实验课以及现场教学等实践性环节,通过实习、实践,熟悉金属材料的主要加工方法、常用试验方法及其所用的工具设备,对主要的工种和实验具有一定的操作能力,为培养独立分析问题、解决实际问题的能力创造条件。

钢铁生产

【学习指南】

1. 掌握炼铁与炼钢的实质；
2. 了解钢铁材料的生产过程。

本章重点：钢铁冶炼的实质，镇静钢、沸腾钢和半镇静钢特性。

本章难点：炼铁与炼钢的基本过程。



生铁、熟铁和钢的主要区别在于含碳量上，含碳量超过 2% 的铁，叫生铁；含碳量低于 0.05% 的铁，叫熟铁；含碳量为 0.05%~2% 的铁，称为钢。

三国时期，蜀汉著名的兵器制造家蒲元在斜谷口（今陕西周至县西南）为诸葛亮铸刀三千口，人们交口称赞蒲元铸造的钢刀是能够“斩金断玉，削铁如泥”的“神刀”。“神刀”是怎样炼成的呢？这要从中国古代先进的炼钢工艺谈起。

中国是世界上最早生产钢铁的国家之一，在春秋末期发明了冶炼生铁的技术，迄今为止已有 2500 多年的历史，而欧洲直到 14 世纪才发明了冶炼生铁的技术。考古工作者曾经在湖南长沙杨家山发掘出一把“铁剑”，通过金相检验，结果证明是钢制的，这是迄今为止我们见到的中国最早的钢制实物。有关专家认为，中国古代之所以能够比欧洲早一千年出现封建社会，其中一个很重要的原因，就是由于中国古代社会生产力很早得到了比较高度的发展，这是和冶炼技术高度发展分不开的。

中国古代最早的炼钢工艺流程是：先采用木炭作燃料，在炉中将铁矿石炼成呈海绵状的固体块，待炉子冷却后取出，叫块炼铁。块炼铁含碳量低，质软，杂质多，是人类早期炼得的熟铁。再用块炼铁作原料，在炭火中加热吸碳，提高含碳量，然后经过锻打，除掉杂质又渗进碳，从而得到钢。这种钢，叫块炼铁渗碳钢。河北易县燕下都出土的钢兵器，都是用块炼铁渗碳钢制造的。为了提高钢的质量，中国古代工匠从西汉中期起发明了“百炼钢”的新工艺。所谓“百炼钢”，就是将块炼铁反复加热折叠锻打，使钢的组织致密，成分均匀，杂质减少，从而提高钢的质量，采用百炼钢制成的刀剑质量很高。1974 年，山东省临沂地区苍山汉墓中，出土了一把东汉永初六年（公元 112 年）制造的钢刀，全长 111.5cm，这是发掘出的最早的百炼钢类型的产品。科学检验表明，这把钢刀含碳量比较均匀，刃部经过淬水，所含杂质与现代熟铁相似。百炼钢的需要越来越大，由于它的原料块炼铁的生产效率很低，冶炼出来以后必须经“冷化”才能得到。为了突破这种限制，中国古代工匠又发明了一种新的生铁炼钢技术——炒钢。炒钢，就是把生铁加热到熔化或基

本熔化之后,在熔炉中加以搅拌,借空气中的氧把生铁中所含的碳氧化掉,从而得到钢。炒钢的发明,是炼钢史上的一次技术革命。在欧洲,炒钢始于 18 世纪的英国,比中国要晚 1600 多年。

在三国时期,炒钢还是一种新技术,当大多数的冶铁匠还没有掌握时,蒲元铸刀却率先使用了炒钢技术,当然最后一道淬水工序也至关重要。综上所述,蒲元的“神刀”是运用当时先进的炒钢冶炼技术,综合丰富的淬水经验炼成的。

1.1 炼铁

钢铁是应用最广泛的金属材料,已成为现代工业尤其是机械制造业的支柱。钢铁生产过程如图 1-1 所示。

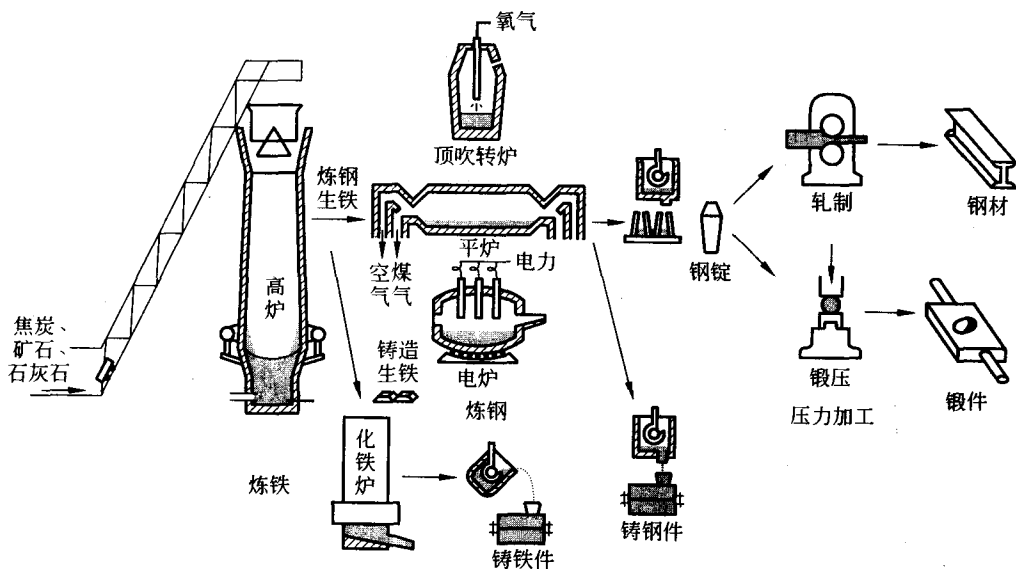


图 1-1 钢铁生产示意图

炼铁是用炼铁高炉把铁矿石加热到高温,将铁从铁矿石中还原出来并增碳、去除杂质的过程。炼铁得到的生铁性能硬而脆,一般不直接用于制造零件,主要用于铸造和炼钢。

1. 炼铁原料

(1) 铁矿石

铁是含量仅次于铝的第二大金属材料,但自然界中的铁,都是以含铁的氧化物形式存在于铁矿石中。铁矿石是炼铁的主要原料,常用的磁铁矿(含 Fe_3O_4) 的含铁量最高,为 50%~65%,赤铁矿(含 Fe_2O_3) 的含铁量稍低,菱铁矿和褐铁矿中铁的含量更少一些,但仍可用于炼铁。铁矿石中还有脉石(SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO)等。

(2) 燃料

炼铁的主要燃料是焦炭。焦炭一方面在燃烧中放出大量的热,以保证炼铁所需要的高温,另一方面焦炭中的碳及其燃烧物还提供还原剂 CO 等。