



教育部高职高专规划教材

工程材料 及成型工艺

● 侯旭明 主编



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

工程材料及成型工艺

侯旭明 主编

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工程材料及成型工艺/侯旭明主编. —北京: 化学工业出版社, 2003. 7

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-4077-6

I. 工… II. 侯… III. 工程材料-成型-工艺-高等学校: 技术学院-教材 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 043883 号

教育部高职高专规划教材

工程材料及成型工艺

侯旭明 主编

责任编辑: 高 钰

责任校对: 郑 捷

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社

教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 26 $\frac{1}{4}$ 字数 643 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4077-6/G · 1175

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

本书是高职、高专机械类专业《工程材料及成型工艺》课用书,尤其适用于模具专业。本书是应全国高职专门课开发指导委员会的要求编写的,是全国高职专门课开发指导委员会确定的模具专业主干课程教材之一。编写提纲是根据教育部《高职高专教育工程材料与成型工艺基础课程教学基本要求》并结合模具专业实际情况制定的,经过专门课开发指导委员会审定。

全书可分为三大部分:热处理及其相关内容,材料部分(包括钢铁、有色金属、高分子、陶瓷及复合材料),成型工艺部分。

本书主要特点如下。

1. 由于模具行业近年的快速发展,模具专业对材料及热处理内容(尤其是模具材料与表面强化内容)的需求日益增多,本书对模具材料及表面强化及相关内容介绍较多,并给出了较多实例。

2. 为提高教学效率、避免重复,将模具材料内容与原工程材料内容整合为一,将表面强化处理内容与热处理内容整合为一,将成型工艺的实训内容与理论内容进行了整合。

3. 为提高学生的分析、解决问题的能力和动手能力,提高实验教学效率和实验方案的可操作性,对部分实验进行了重新设计。

4. 本课程多数章节涵括了一门甚至几门课程的内容,各章后面给出了小结。

参加本书编写的人员有:浙江机电职业技术学院陈云翔,芜湖机械学校吴兆祥;贵州电子信息职业技术学院孔杰;陕西工业职业技术学院曹瑜强、陈淑惠;张家界航空职业技术学院卢端敏、陈辉;包头职业技术学院徐斌、戴丽娟、单小根、王蛇小、韩丽华、颜世光、侯旭明。各位作者编写内容如下:徐斌(第一、三章),戴丽娟(第四章),侯旭明(第二、五、六、七章,其中表面强化处理部分由卢端敏所写),陈云翔(第八章),吴兆祥(第九章),孔杰(第十章,其中第五章由孔杰、侯旭明合编),单小根(第十一章),曹瑜强(第十二章),王蛇小(第十三章),陈淑惠、陈辉(第十四章,其中第八节由陈辉所写),卢端敏、陈辉(第十五章,其中第一、二节由卢端敏、侯旭明合写,第三节由陈辉所写),韩丽华(第十六章),实验由颜世光所写。全书由侯旭明主编并统稿,郑刚副教授主审、王晓江教授副主审。

由于不同专业对各章内容需求有别,使用时,可根据各自情况进行取舍,模具材料及表面强化部分的讲授时机及实验的开出时机,各校也可根据情况适当处理。

当前,为适应培养生产一线高等技术应用性人才的需要,高职、高专教育正在发生着深刻、广泛的变革。广大教育工作者在教学实践中,积极地研究和探索着对课程体系、教学内容的改进、改革,本书也努力在这方面做出一些尝试,但由于我们的学识、水平、经验有限,书中难免不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2003年5月

内 容 提 要

本书内容主要包括：①金属学与力学性能基础知识；②热处理与表面强化基础知识；③钢铁材料及有色金属材料；④常用模具材料及冷、热、塑料模具的选材；⑤模具表面强化处理；⑥高分子、陶瓷、复合材料；⑦铸造、锻造、焊接、胶接及机加工成形工艺基础；⑧零件的选材与毛坯的选择。

本书给出了较大篇幅的模具材料及表面强化处理内容，并将其与钢铁材料及热处理内容整合。对实训内容与理论内容进行了整合。本书实例较多，为便于学习，各章后给出了内容小结和习题。

本书可作为高职高专机械专业学生教材，也可作为成人、职工大学、中专学校相关专业的教学参考书，还可供有关工程技术人员、企业管理人员参考。

目 录

第一章 钢铁的生产	1
第一节 炼铁	1
一、炼铁的原料	1
二、炼铁的基本过程	1
三、高炉产品	2
第二节 炼钢	2
一、炼钢的基本过程	2
二、炼钢方法	2
第三节 钢材生产	4
一、钢的浇注	4
二、钢材的生产	5
小结	6
习题	6
第二章 金属的力学性能	7
第一节 强度与塑性	7
一、拉伸曲线与工程应力应变曲线	7
二、刚度和强度	8
三、塑性	9
四、常用弯曲、压缩性能指标	10
第二节 硬度	10
一、布氏硬度	11
二、洛氏硬度	12
三、维氏硬度	13
第三节 冲击韧性	14
一、冲击试验原理	14
二、 A_k 值的主要用途	14
第四节 断裂韧性	15
一、应力场强度因子与断裂韧度	15
二、断裂韧度的应用	16
第五节 疲劳	16
一、疲劳断裂的特点	16
二、疲劳强度	17
三、影响疲劳性能的因素	18
四、其他形式的疲劳	19
五、疲劳实例分析	20

第六节 磨损	21
一、粘着磨损	21
二、磨粒磨损	21
三、接触疲劳	22
小结	22
习题	23
第三章 金属的晶体结构	24
第一节 金属概述	24
一、金属的特性	24
二、金属原子结构特点	24
第二节 金属的晶体结构	25
一、晶体与非晶体	25
二、晶格、晶胞	25
三、金属中常见的晶体结构	26
四、常见晶体结构的原子数、原子半径、致密度	26
五、立方晶体结构的晶面指数和晶向指数	27
六、金属的同素异构转变	28
第三节 金属的实际晶体结构	28
一、点缺陷	28
二、线缺陷——位错	29
三、面缺陷	30
小结	31
习题	31
第四章 金属的结晶及二元相图	32
第一节 纯金属的结晶	32
一、过冷现象	32
二、液态金属的结构	32
三、结晶过程	32
四、晶粒大小的控制	33
第二节 二元合金的相结构	33
一、基本概念	33
二、固溶体	34
三、化合物	34
第三节 二元合金相图	35
一、二元相图的测定方法	35
二、匀晶相图	35
三、共晶相图	36
四、铸锭的组织	40
小结	40
习题	41

第五章 Fe-Fe₃C 相图	42
第一节 纯铁的同素异构转变与铁碳合金的基本相	42
一、纯铁的同素异构转变	42
二、铁碳合金的基本相	43
第二节 Fe-Fe ₃ C 相图分析	44
一、上半部分图形的分析	45
二、下半部分图形的分析	45
第三节 典型合金的结晶过程及组织	46
一、共析钢 (合金 I) 的结晶过程及其组织	46
二、亚共析钢 (合金 II) 的结晶过程及其组织	47
三、过共析钢 (合金 III) 的结晶过程及其组织	48
四、共晶白口铸铁 (合金 IV) 的结晶过程及其组织	49
五、亚共晶白口铸铁 (合金 V) 结晶过程及其组织	50
六、过共晶白口铸铁 (合金 VI) 的结晶过程及其组织	51
七、几个需要注意的问题	51
第四节 铁碳合金性能与成分的关系	52
一、含碳量与组织的关系	52
二、含碳量与力学性能的关系	52
三、Fe-Fe ₃ C 相图的应用	53
四、碳钢应用简介	54
小结	54
习题	55
第六章 金属的塑性变形、断裂与再结晶	56
第一节 单晶体的变形	56
一、单晶体的弹性变形	56
二、单晶体的塑性变形	56
第二节 多晶体的塑性变形	58
一、晶界对塑性变形的影响	58
二、晶粒间取向差的影响	58
三、多晶体金属塑性变形的传播	59
四、合金的塑性变形	59
五、蠕变	60
第三节 塑性变形对组织性能的影响	61
一、塑性变形后组织的变化	61
二、塑性变形后力学性能的变化	61
三、塑性变形后内应力的变化	62
第四节 金属断裂介绍	62
一、韧断与脆断	62
二、穿晶断裂与沿晶断裂	63
三、正断与切断	63

四、韧断与脆断的相互转化	63
第五节 冷变形金属在加热时的变化	64
一、回复	64
二、再结晶	64
第六节 金属的热塑性变形	64
一、热变形与冷变形的区别	64
二、热变形后组织性能的变化	65
小结	67
习题	67
第七章 钢的热处理与表面强化处理	69
第一节 热处理概述与分类	69
一、概述	69
二、热处理工艺的分类	69
第二节 钢在加热时的转变	70
一、奥氏体的形成过程	70
二、奥氏体晶粒长大及影响因素	71
第三节 钢在冷却时的转变	72
一、过冷奥氏体的等温转变曲线及分析	72
二、影响C曲线的因素	74
三、连续冷却转变曲线	74
四、过冷奥氏体转变产物的组织和性能	75
第四节 退火与正火	81
一、退火	81
二、正火	84
第五节 淬火	85
一、淬火加热温度	85
二、淬火应力	86
三、常用淬火介质	86
四、淬透性	86
五、常用淬火方法	90
第六节 回火	91
一、回火中的组织转变	92
二、回火工艺及应用	94
三、回火脆性	95
四、时效	95
第七节 热处理常见缺陷及零件结构的工艺性	96
一、热处理常见缺陷	96
二、热处理零件结构的工艺性	97
第八节 表面强化处理	98
一、表面淬火	98

二、化学热处理·····	100
三、其他表面强化处理·····	108
第九节 热处理技术条件的标注与工序安排·····	113
一、热处理技术条件的标注·····	113
二、热处理工序位置的安排·····	116
小结·····	118
习题·····	119
第八章 工业用钢 ·····	122
第一节 杂质元素与合金元素在钢中的作用·····	122
一、杂质元素对钢性能的影响·····	122
二、合金元素在钢中的作用·····	123
第二节 钢的分类与牌号·····	127
一、钢的分类·····	127
二、工业用钢的牌号表示方法·····	129
第三节 结构钢·····	131
一、工程构件用钢·····	131
二、机器零件用钢·····	135
第四节 工具钢·····	145
一、刃具钢·····	145
二、量具用钢·····	150
第五节 特殊性能钢·····	150
一、不锈钢·····	150
二、耐热钢·····	154
三、耐磨钢·····	156
小结·····	157
习题·····	157
第九章 模具用钢 ·····	159
第一节 冷作模具钢·····	159
一、冷作模具钢概述·····	159
二、常用冷作模具钢·····	160
三、冷作模具的选材·····	170
四、冷作模具的选材及热处理实例·····	175
第二节 热作模具钢·····	177
一、热作模具钢概述·····	177
二、常用热作模具钢·····	177
三、热作模具的选材·····	184
四、热作模具的选材及热处理实例·····	189
第三节 塑料模具用钢·····	190
一、塑料模具钢概述·····	190
二、塑料模具钢·····	192

三、塑料模具钢的选材·····	199
四、塑料模具的选材实例·····	202
第四节 玻璃模具材料·····	202
一、玻璃模具材料·····	202
二、模具材料的发展趋向·····	204
小结·····	204
习题·····	206
第十章 其他金属材料 ·····	208
第一节 铸铁·····	208
一、铸铁的分类·····	208
二、铸铁的石墨化·····	208
三、常用铸铁·····	210
第二节 铝及其合金·····	217
一、铝及其合金的分类、强化方法·····	217
二、常用铝合金的牌号、用途·····	218
第三节 铜及其合金·····	220
一、铜的分类·····	220
二、常用铜合金的牌号、性能和用途·····	221
第四节 滑动轴承合金·····	222
一、滑动轴承合金的性能要求与组织特点·····	222
二、常用滑动轴承合金的牌号、用途·····	223
第五节 粉末冶金材料·····	224
一、粉末冶金材料的制造方法·····	224
二、常用粉末冶金材料·····	224
小结·····	227
习题·····	228
第十一章 非金属材料 ·····	229
第一节 高分子材料·····	229
一、基本概念·····	229
二、塑料·····	231
三、橡胶·····	237
第二节 陶瓷材料·····	239
一、陶瓷材料的分类与制造方法·····	239
二、陶瓷材料的组织结构、性能特点·····	239
三、常用陶瓷的种类、性能和用途·····	240
第三节 复合材料·····	242
一、复合材料的分类·····	242
二、复合材料的性能特点及基体与增强相的作用·····	242
三、常用复合材料·····	243
小结·····	245

习题	245
第十二章 铸造成型	246
第一节 概述	246
第二节 合金的铸造性能	246
一、铸造合金的流动性	246
二、铸造合金的收缩性	248
三、铸造应力	249
第三节 砂型铸造	249
一、型砂和芯砂	249
二、手工造型用的砂箱和工具	250
三、砂铸基本工艺过程及铸型的组成	251
四、造型、造芯方法	251
五、合型与浇注	255
六、铸件的落砂和清理	256
第四节 铸造工艺设计简介	257
一、浇注位置的选定	257
二、分型面的选定	258
三、浇注系统、冒口、出气口	258
四、铸造工艺参数的确定	259
五、绘制铸造工艺图	261
第五节 铸件结构的工艺性	262
一、铸件质量对铸件结构的要求	262
二、铸造工艺对铸件结构的要求	264
第六节 特种铸造和铸造新技术简介	265
一、金属型铸造	265
二、压力铸造	266
三、熔模铸造	267
四、离心铸造	268
五、各种铸造方法比较	269
六、铸造新技术、新工艺	269
第七节 铸件质量与成本分析	271
一、铸件质量分析	271
二、铸件成本分析	273
小结	274
习题	274
第十三章 锻压	276
第一节 概述	276
一、锻压的主要生产方式和特点	276
二、金属的锻造性能	277
三、金属锻造的工艺过程	278

第二节 自由锻造	279
一、自由锻造设备	280
二、自由锻的基本工序	281
三、自由锻生产特点	283
四、自由锻造操作方法	283
五、自由锻造工艺规程的制定及举例	290
六、合金钢锻造特点	292
七、自由锻件结构的工艺性	293
第三节 胎模锻造	294
一、胎模的种类	294
二、胎模锻生产特点	295
第四节 模型锻造	296
一、锤上模锻	296
二、曲柄压力机上模锻	299
三、摩擦压力机上模锻	300
四、平锻机上模锻	301
五、锻后处理	302
六、模锻件结构的工艺性	302
第五节 锻件质量及成本分析	303
一、锻件质量分析	303
二、锻件成本分析	304
第六节 板料冲压	306
一、冲压模具	306
二、板料冲压的基本工序	306
三、挤压	308
四、冲压件结构的工艺性	309
第七节 锻压新工艺简介	309
一、高速高能成型	310
二、精密模锻	311
三、液态模锻	311
四、超塑性成型	312
小结	312
习题	313
第十四章 焊接与胶接	314
第一节 焊接概述	314
第二节 焊条电弧焊	314
一、焊接设备及焊接电弧	315
二、熔化焊冶金过程及其特点	316
三、焊条	317
四、焊接接头的组织与性能	318

五、电弧焊工艺设计简介	319
六、焊条电弧焊操作技术	321
七、堆焊	322
八、焊条电弧焊安全知识	322
第三节 金属的焊接性	323
一、金属焊接性的概念	323
二、常用金属材料的焊接性	323
第四节 其他焊接方法	324
一、埋弧焊	324
二、气体保护电弧焊	325
三、气焊和气割	326
四、电阻焊	330
五、电渣焊	331
六、钎焊	331
第五节 焊接结构的工艺性	331
一、焊件材料的选择	332
二、焊缝布置的一般原则	332
三、焊接接头的设计	334
第六节 焊接新技术简介	334
一、等离子弧焊与切割	334
二、真空电子束焊	335
三、激光焊	335
第七节 焊件质量与成本分析	336
一、焊接主要缺陷	336
二、焊接方法的选用与焊接成本分析	338
第八节 胶接	339
一、胶接概述	339
二、胶接原理	340
三、胶粘剂	340
四、胶接工艺	341
五、胶接应用举例	342
小结	343
习题	343
第十五章 零件的选材与毛坯成型工艺的选择	344
第一节 失效分析	344
一、概述	344
二、失效分析的步骤、方法	344
三、失效原因	345
第二节 零件的选材	345
一、选材的一般原则	345

二、选材的一般步骤	346
三、典型零件选材举例	347
第三节 毛坯成型工艺的选择	353
一、不同成型工艺所制毛坯的比较	353
二、毛坯成型工艺选择的原则	354
三、影响毛坯成型工艺选择的主要因素	355
四、典型零件的毛坯选择	356
五、毛坯选择举例	357
习题	357
第十六章 钳工与机械加工成型工艺	359
第一节 钳工	359
一、划线	359
二、錾削	361
三、锉削	362
四、锯割	364
五、钻孔	366
六、攻螺纹与套螺纹	369
七、装配工艺	371
第二节 机械加工成型工艺基础	372
一、金属切削基本知识	373
二、车床及车削加工	379
三、铣削、刨削及磨削加工	384
四、数控机床加工与特种加工简介	388
小结	392
习题	392
实验一 缓冷状态铁碳合金成分、组织、性能间的关系	393
一、实验目的	393
二、实验概述	393
三、实验用仪器和材料	394
四、实验步骤	394
五、实验报告要求	394
实验二 钢的热处理工艺与组织、性能的关系	395
一、实验目的	395
二、实验概述	395
三、实验内容	395
四、实验步骤	395
五、实验用仪器和材料	395
六、实验方法	396
七、实验报告要求	396

附录	397
附录 I 钢的洛氏硬度、布氏硬度、维氏硬度及抗拉强度换算表.....	397
附录 II 常用模具材料参考价格/(元/kg) (1998 年 8 月)	399
附录 III 塑料及树脂缩写代号 (GB/T 1844—1995)	400
参考书目	402