



国家职业教育
模具设计与制造专业教学资源库



国家职业教育专业教学资源库配套教材



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

模具材料 及热处理

主 编 艾小玲 欧阳德祥 彭新荣

高等教育出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

国家职业教育专业教学资源库配套教材

模具材料 及热处理

MUJU CAILIAO JI REBIAO CHULI

主 编 艾小玲 欧阳德祥 彭新荣

内容提要

本书是“十二五”职业教育国家规划教材,同时也是国家职业教育模具设计与制造专业教学资源库配套教材。

本书依据工作过程系统化的思路对课程教学进行整体设计,是基于国家职业教育模具设计与制造专业教学资源库的主干课程“模具材料及热表处理方法选用”编写的。本书介绍各类主要模具的选材及其性能和相应的热处理原理、工艺应用等。运用案例载体教学法,从一般金属材料及其热表处理到模具材料及热表处理,逐层深入,达到学以致用、学而会用、学以够用、为我所用的目的。

本书共分五个模块,内容包括金属材料的性能、冷作模具材料及热表处理、塑料模具材料及热表处理、热作模具材料及热表处理、压铸模具材料及热表处理。在保持一般金属材料及热处理的整体性和系统性的同时,通过对各类模具具体案例的分析,突出了金属材料及热处理在模具中的综合应用,突出了实际能力的培养。

本书可作为高职高专模具设计与制造专业教材,也可作为成人教育模具专业教材及从事模具设计和工艺的技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具材料及热表处理 / 艾小玲, 欧阳德祥, 彭新荣主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2014. 9

ISBN 978 - 7 - 04 - 040101 - 1

I. ①模… II. ①艾… ②欧… ③彭… III. ①模具钢—热处理—高等教育—教材 IV. ①TG162.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 126168 号

策划编辑	查成东	责任编辑	查成东	封面设计	张 志	版式设计	于 婕
插图绘制	杜晓丹	责任校对	杨凤玲	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 16.25
字 数 360 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
版 次 2014 年 9 月第 1 版
印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷
定 价 29.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 40101 - 00

国家职业教育模具设计与制造专业教学资源库建设项目

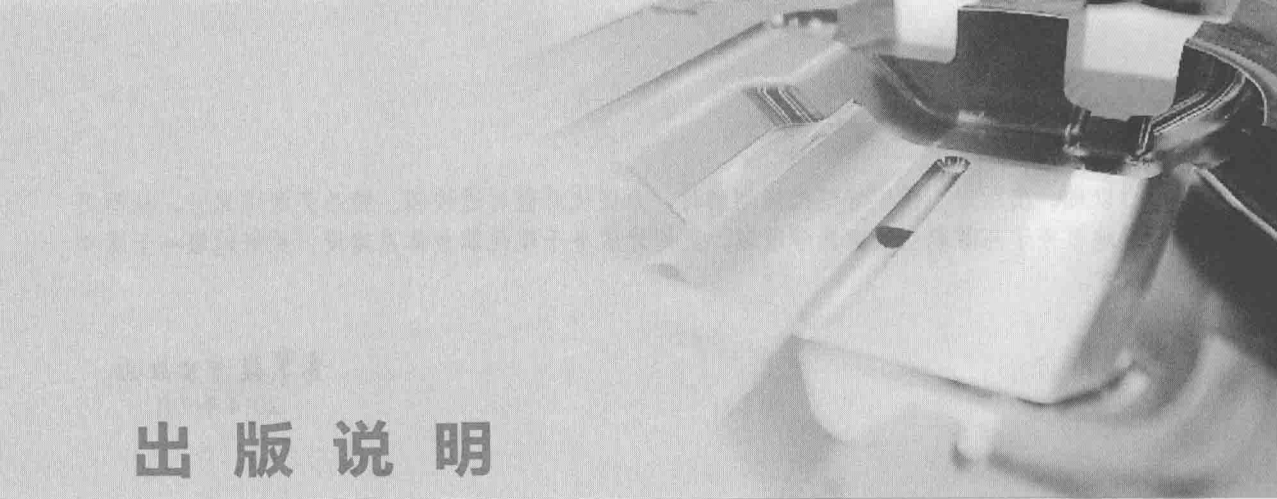
规划教材编写委员会

顾问：中国航天科技集团公司总工程师 杨海成 教授

主任委员：成都航空职业技术学院 刘建超 教授

委员：

成都航空职业技术学院	李学锋 教授
成都工业学院	成 虹 教授
南京工业职业技术学院	滕宏春 教授
河南机电高等专科学校	杨占尧 教授
浙江机电职业技术学院	范建蓓 教授
承德石油高等专科学校	王 冰 副教授
成都航空职业技术学院	王晓霞 教授
辽宁交通高等专科学校	高显宏 教授
无锡职业技术学院	曹秀中 副教授
成都航空职业技术学院	袁 忠 副教授
宁波职业技术学院	柯春松 讲师
苏州工业园区职业技术学院	江育波 工程师
成都航空职业技术学院	高新红 副教授
武汉职业技术学院	艾小玲 副教授
金华职业技术学院	王志明 讲师
重庆工业职业技术学院	赵 平 高级工程师
深圳职业技术学院	周建安 副教授



出版说明

教材是教学过程的重要载体,加强教材建设是深化职业教育教学改革的有效途径,推进人才培养模式改革的重要条件,也是推动中高职协调发展的基础性工程,对促进现代职业教育体系建设,切实提高职业教育人才培养质量具有十分重要的作用。

为了认真贯彻《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》(教职成〔2012〕9号),2012年12月,教育部职业教育与成人教育司启动了“十二五”职业教育国家规划教材(高等职业教育部分)的选题立项工作。作为全国最大的职业教育教材出版基地,我社按照“统筹规划,优化结构,锤炼精品,鼓励创新”的原则,完成了立项选题的论证遴选与申报工作。在教育部职业教育与成人教育司随后组织的选题评审中,由我社申报的1338种选题被确定为“十二五”职业教育国家规划教材立项选题。现在,这批选题相继完成了编写工作,并由全国职业教育教材审定委员会审定通过后,陆续出版。

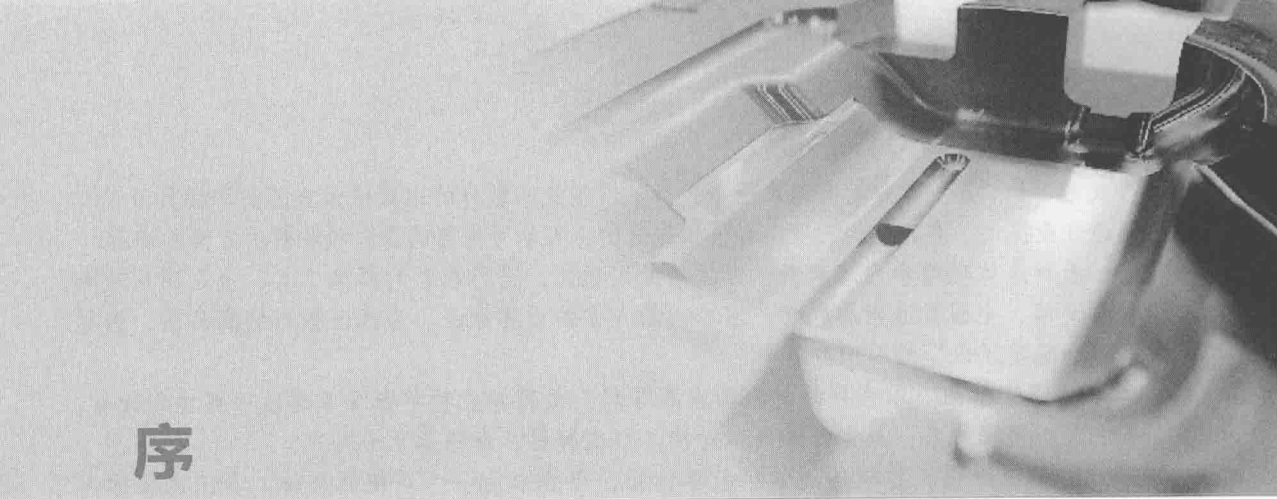
这批规划教材中,部分为修订版,其前身多为普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专)或普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专),在高等职业教育教学改革进程中不断吐故纳新,在长期的教学实践中接受检验并修改完善,是“锤炼精品”的基础与传承创新的硕果;部分为新编教材,反映了近年来高职院校教学内容与课程体系改革的成果,并对接新的职业标准和新的产业需求,反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有鲜明的时代特色和职教特色。无论是修订版,还是新编版,我社都将发挥自身在数字化教学资源建设方面的优势,为规划教材开发配备数字化教学资源,实现教材的一体化服务。

这批规划教材立项之时,也是国家职业教育专业教学资源库建设项目及国家精品资源共享课建设项目深入开展之际,而专业、课程、教材之间的紧密联系,无疑为融通教改项目、整合优质资源、打造精品力作奠定了基础。我社作为国家专业教学资源库平台建设和资源运营机构及国家精品开放课程项目实施单位,将建设成果以系列教材的形式成功申报立项,并在审定通过后陆续推出。这两个系列的规划教材,具有作者队伍强大、教改基础深厚、示范效应显著、配套资源丰富、纸质教材与在线资源一体化设计的鲜明特点,将是职业教育信息化条件下,扩展教学手段和范围,推动教学方式方法变革的重要媒介与典型代表。

教学改革无止境,精品教材永追求。我社将在今后一到两年内,集中优势力量,全

力以赴，出版好、推广好这批规划教材，力促优质教材进校园、精品资源进课堂，从而更好地服务于高等职业教育教学改革，更好地服务于现代职教体系建设，更好地服务于青年成才。

高等教育出版社
2014年7月



序

为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》，深化高职教育教学改革，加强专业与课程建设，推动优质教学资源共建共享，提高人才培养质量，在国家示范性高等职业院校建设计划的基础上，教育部于2010年5月启动高等职业教育专业教学资源库建设项目（教高司函〔2010〕129号），旨在运用信息技术手段，采取校企合作模式，整合社会资源，在集成全国优质课程建设成果的基础上，采用整体顶层设计、先进技术支撑、开放式管理、网络运行的方式建设专业教学资源库，带动全国高职院校专业教学模式和教学方法改革，整体提升高等职业教育人才培养质量和社会服务能力。

成都航空职业技术学院牵头联合以国家示范性高职院校为主的22所优质高职高专院校和以+GF+阿奇夏米尔集团（瑞士）等为代表的14家模具行业产业链上最具代表性的优质企业，竞标成功国家高等职业教育模具设计与制造专业教学资源库建设项目，并成为首批高等职业教育专业教学资源库建设项目（教高函〔2010〕9号）。项目聘请中国航天科技集团公司总工程师杨海成教授担任首席顾问，建设团队由4名国家教学名师领衔，通过三年多的建设，建成了一个集多样性、完整性于一体，满足不同受众学习需要的模具设计与制造专业教学资源库（http://www.cchve.com.cn/hep/portal/schoolId_6）。资源库主要由三大资源中心组成：（1）课程教学资源中心：集成了模具设计与制造专业公共基础课、专业技术课及专业拓展课等19门范例课程的优质教学资源，为模具设计与制造专业提供了一个整体的课程教学解决方案；（2）职业培训资源中心：集成了与模具设计与制造专业关联度最大的模具设计师、模具制造工、工具钳工等三个国家职业工种的应知应会培训资源；（3）企业资源中心：集成了模具产业链上模具设计与制造软件企业、模具加工设备制造企业和模具生产企业等三类高端企业资源，涉及模具三维数字化设计技术、模具协同设计技术、模具高速加工技术、模具精密电加工技术、模具零件加工快速装夹技术、模具加工自动化技术等的应用。本项目已于2013年1月通过国家验收（教职成司函〔2013〕17号）。

为推广应用模具设计与制造专业教学资源库建设成果，扩大建设成果辐射效应，更好服务全国高职模具设计与制造专业教育教学及模具同行的学习培训，必须多形式物化模具设计与制造专业教学资源库建设成果。在高等教育出版社的大力支持和配合下，基于模具设计与制造专业教学资源库建设成果和部分普通高等教育“十一五”国家级规划教材成果，我们策划成套出版高职模具设计与制造专业系列教材和相关模具职业培训教材，并申

报成为“十二五”职业教育国家规划教材。希望此套教材的出版能为全国高职模具设计与制造专业提供一套完整的、理念和技术先进的、可学习借鉴的课程教学解决方案和资源。

教材是体现教学内容和教学方法的知识载体,进行教学的具体工具,也是深化教育教学改革、全面推进素质教育、培养创新人才的重要保证。为保证教材的高品质,教材编委会确定了以下编写原则:

1. 国家精品。本系列教材为国家高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材,采用最新课程体系,与资源库内容对接,形成教材、资源库互为补充。
2. 系统严谨。打破传统学科教学体系,全套书为一个系统的整体,各门课程学习领域之间知识点的衔接与配合考虑周全。
3. 经典普适。考虑到平台为全国高职院校相关专业教学服务,课程体系有普适性、经典性,课程实施简单易行。
4. 先进推新。采用最新国家规范、标准,体现新技术、新材料、新工艺、新设备。
5. 工学结合。体现校企合作,企业人员参与教材编写,深度参与教学环节,使人才培养目标更加准确有效。
6. 博采众长。广泛吸收国内外教学改革的经验及优秀教材之精华。

教材中与资源库的素材有关联的地方用特殊设计表达出来,便于学习者有针对性地上网检索。学习者能够针对该知识点方便地浏览相关图片、视频、动画和文档,增加学习的趣味性和学习效果。我们设计了不同形式的标识(表示文本资源,表示图片资源,表示动画资源,表示视频资源)用于关联。学习者可登录高等职业教育教学资源中心网站(www.cchve.com.cn),自行注册,浏览课程大纲、教学设计等相关课程资源。也可登录高等职业教育学习资源网(hve.hep.com.cn),自行注册,然后用书后的防伪码进行充值,即可浏览、获取书中的教材辅助资源等。

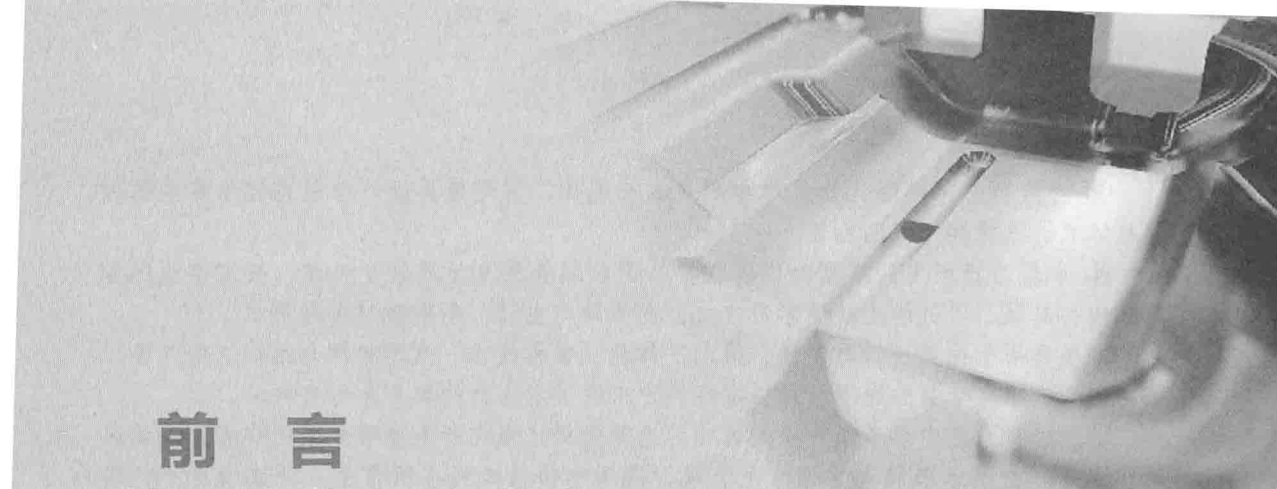
本套教材自成体系,搭建了完整的内容框架,脱离资源库也可以正常使用。本套教材凝聚了资源库所有参与建设的广大教师 and 许多企业专家的心血,体现了现代高职教育的内涵,是模具设计与制造专业教学资源库建设的重要成果,必将对推进我国模具类高等职业教育的发展与改革产生深远影响。

欢迎全国高职院校和企业培训机构同行使用,教材建设是一个不断吐故纳新的过程,衷心希望学习者反馈教材使用信息,提出宝贵意见,为本套教材的长期建设、持续改进提供支持。

衷心祝愿我国的高职教育事业欣欣向荣,蒸蒸日上。

高等职业教育模具设计与制造专业教学资源库建设项目主持人 刘建超

2013年8月



前言

本书是贯彻教育部《关于推进高等职业教育改革创新引领职业教育科学发展的若干意见》教职成〔2011〕12号文件精神,根据从事模具设计与制造专业的工程技术应用型人才的实际要求,结合多年来课程改革的经验编写的。

本书编写思路:① 建立任务驱动课程内容体系。基于制造类专业公共平台课程的基础,以培养学生从事模具材料热处理加工的工作能力为主线,按照加强针对性、突出实用性、体现先进性的原则,构建课程内容体系。② 由浅入深,突出综合能力的培养。各学习模块教学内容与知识序列的建构基于工作过程并逐步形成与职业对应的应用性知识系统,学习模块之间的专业知识在纵向上逐步形成学科知识体系的系统性(见《模具材料及热处理》知识结构组成)。各学习模块内容中融合模具零件加工的要求及可行性,将金属材料的性能、分类、相变规律、热处理原理、热处理工艺等方面的知识融合在一起,旨在培养高职学生综合分析和解决模具加工问题的能力,强调了专业知识的综合应用性。③ 教材内容的案例化。按照接受各类模具任务到提交其合格完整的热处理加工过程为案例贯穿各学习模块中。各学习模块均配有精心选择的习题、大型连续作业,便于学生巩固知识和提高完成任务的能力。④ 教材内容的信息化。教材配套有以各种形式表现的、丰富的数字教学资源。

全书共5个学习模块。以模具材料及其热处理过程为主线,系统地介绍和阐述冷作模具、塑料模具、热作模具、压铸模具材料及热处理,及其案例和新工艺,将金属材料的性能,分类与应用,金属材料热处理的基本知识、基本原理、工艺与模具材料实际紧密结合,使学生对模具材料及热处理有一个全面的认识,达到学以致用、学而会用的目的。

本书由武汉职业技术学院艾小玲编写模块1、欧阳德祥编写模块2,平顶山工业职业技术学院彭新荣、董笑鹏编写模块3,武汉长江融达电子有限公司(国营七三三厂)董建华编写模块4,宁波职业技术学院庄舰编写模块5。本书由艾小玲、欧阳德祥及彭新荣老师担任主编,艾小玲负责全书的总体规划和统稿工作。

本书的特色是:

① 注重学生职业能力的培养,对接职业标准,精选教材内容。

② 对接模具材料及热处理过程,融合“工作过程为导向”的教学过程和“行动为导向”的教学方法,改革教材内容结构,序化应用性知识体系。

③ 对接项目,遵循认知规律和职业成长规律,实现模具设计与制造技术专业系列教材体系、结构和形式的创新。

④ 本着为我所用的原则,借鉴和整合国际职业教育优质教学资源,关注学生的学习兴趣和发 展,促进学生转变学习方式,变被动为主动,创新教材编写形式。

本书适用于模具设计与制造、机电一体化、数控技术、汽车检测与维修、电气等机械类和近机械类专业的通用教材,也可作为工程技术人员的参考学习资料。

本书编写过程中参考了许多国内外的论著资料,谨向所有参考文献的作者们表示深深的谢意。由于本书编者学识水平有限,疏漏与错误之处在所难免,敬请读者不吝赐教,并致以衷心的感谢。

编 者

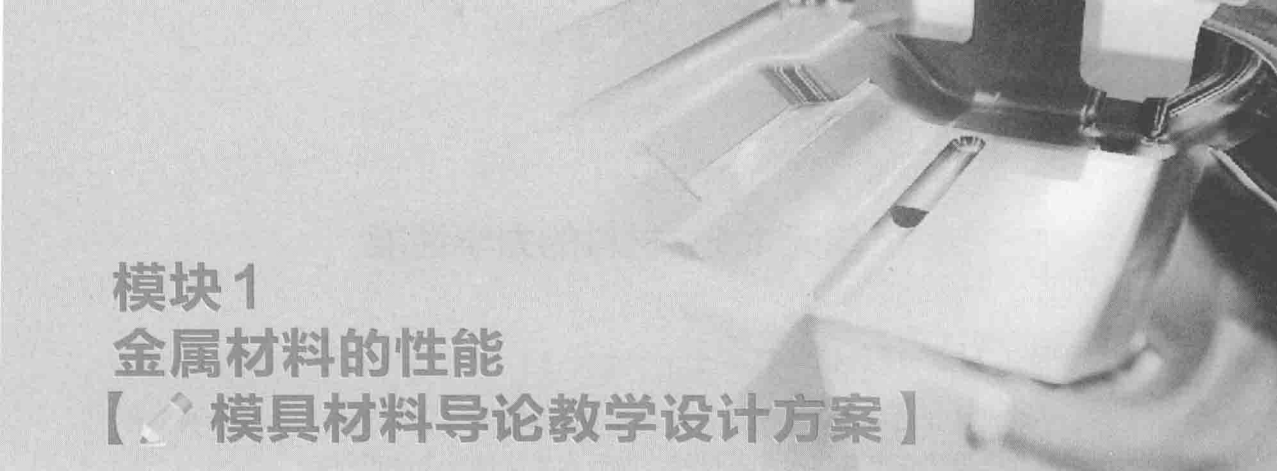
2014年7月

目 录

模块1 金属材料的性能	1
单元1.1 材料的力学性能	2
1.1.1 金属材料的力学性能	2
1.1.2 金属材料的高温力学性能	12
单元1.2 铁碳相图	16
1.2.1 纯铁的同素异构转变	16
1.2.2 铁碳合金的基本组织	17
1.2.3 铁碳合金相图	18
单元1.3 钢的热处理	30
1.3.1 热处理概念	30
1.3.2 钢的普通热处理	35
1.3.3 钢的表面热处理	45
1.3.4 常见热处理的缺陷	51
1.3.5 热处理零件的结构工艺性	52
习题	57
模块2 冷作模具材料及热处理	59
单元2.1 冷作模具的工作条件及失效形式	60
2.1.1 冷作模具的分类	60
2.1.2 冷作模具的工作条件	60
2.1.3 冷作模具的主要失效形式	60
2.1.4 各类冷作模具的特点	61
单元2.2 冷作模具材料的性能要求	66
2.2.1 冷作模具材料的使用性能要求	66
2.2.2 冷作模具材料的工艺性能要求	68
单元2.3 冷作模具材料与热处理	70
2.3.1 铁碳合金	70

2.3.2 冷作模具钢及热处理	104
2.3.3 进口冷作模具钢简介	113
单元2.4 冷作模具的选材	118
2.4.1 冷作模具的选材原则	118
2.4.2 常用的冷作模具的选材	118
习题	141
模块3 塑料模具材料及热处理	143
单元3.1 塑料模具的工作条件及失效形式	144
3.1.1 塑料模具的分类	144
3.1.2 塑料模具的失效形式	145
3.1.3 各类塑料模具的特点	146
单元3.2 塑料模具材料的性能要求	149
3.2.1 塑料模具材料的使用性能要求	149
3.2.2 塑料模具材料的工艺性能要求	149
单元3.3 塑料模具材料与热处理	150
3.3.1 塑料模具结构零件的选材及热处理	150
3.3.2 塑料模具成形零件的分类及热处理	157
习题	174
模块4 热作模具材料及热处理	175
单元4.1 热作模具的工作条件及失效形式	176
4.1.1 热作模具的分类	176
4.1.2 热作模具的工作条件	176
4.1.3 热作模具的主要失效形式	176
4.1.4 各类热作模具的特点	177
单元4.2 热作模具材料的性能要求	179
4.2.1 热作模具材料的使用性能要求	179
4.2.2 热作模具材料的工艺性能要求	180
单元4.3 热作模具材料与热处理	181
4.3.1 热作模具钢和热处理	181
4.3.2 进口热作模具钢简介	187
单元4.4 热作模具的选材	191
4.4.1 热作模具的选材原则	191
4.4.2 常用的热作模具的选材	191
习题	199

模块5 压铸模具材料及热处理	201
单元5.1 压铸模具零件的选材	202
5.1.1 压铸模具零件的工作条件及性能要求	202
5.1.2 压铸模具零件的选材	203
5.1.3 铸件常用的有色合金	205
单元5.2 压铸模具零件的热处理	215
5.2.1 常用压铸模具零件的热处理	215
5.2.2 压铸模的选材及热处理实例	217
习题	221
附录	223
实验一 洛氏硬度测试	224
实验二 铁碳合金平衡组织观察	226
实验三 碳钢的热处理	228
附表1 压痕直径与布氏硬度对照表	230
附表2 冷冲压常用材料的性能和规格	231
附表3 塑料模具常用材料	237
参考文献	243



模块1

金属材料性能

【模具材料导论教学设计方案】

【情境描述】

模具是一种重要的加工工艺设备，模具的用途很广，各种模具的工作条件差别很大，根据模具的工作条件及模具材料的性能指标，来选择经济上合理、技术上先进的模具材料。模具寿命的长短是衡量模具质量的重要指标之一，模具性能的好坏、寿命的长短，直接影响产品的质量和经济效益。

为了更好地研究材料的成分、组织和性能之间的关系，合理选择和使用模具材料，首先要充分了解模具材料的性能。

通过本模块的学习和实验操作，学生了解材料在模具设计与制造中的地位及重要性，同时掌握模具材料和产品材料的性能分析，金属材料的分类及热处理工艺。

【学习与训练要求】

技能点：

- ① 分析材料的力学性能、计算材料的强度、塑性和硬度等性能指标，能选用合适的模具材料；
- ② 分析金属力学性能的影响因素，分析含碳量对材料性能的影响；
- ③ 制订简单的热处理工艺。

知识点：

- ① 掌握材料的强度、塑性的定义及表示方式，掌握硬度的概念，了解硬度的表达形式和种类，掌握冲击韧性、疲劳极限的概念及应用，同时了解材料的高温性能；
- ② 掌握纯铁的同素异构转变特性、铁碳合金的基本组织及铁碳合金相图和铁碳合金的分类，碳钢的分类及应用；
- ③ 掌握普通热处理工艺的分类及应用。

单元 1.1 材料的力学性能

【单元描述】【模具材料性能】

一副模具按用途可以分为成形零件和结构零件两大类。成形零件和结构零件在模具的使用过程中其作用是不同的，因而表现出性能要求不同。

材料的性能包括使用性能和工艺性能。材料的使用性能，是指材料在保证机械零件或工具正常使用状态下应具备的性能。它包括力学性能、物理性能和化学性能等；材料的工艺性能，是指材料在机械零件或工具制造中应具备的性能，它包括切削加工性能、热加工性能即铸造性能、压力加工性能、焊接性能以及热处理性能。

本单元先由老师讲授相关概念和知识点，学生通过学习和观察老师示范，完成静力学拉伸、硬度测试等实验。

【相关知识】

- ① 掌握材料的强度、塑性的定义及表示方式；
- ② 掌握硬度的概念，了解硬度的表达形式和种类；
- ③ 掌握冲击韧性、疲劳极限的概念及应用；
- ④ 了解材料高温性能。

1.1.1 金属材料的力学性能

金属材料的力学性能是指材料抵御载荷（即外力）作用的能力，它包括强度、刚度、硬度、塑性、韧性和疲劳强度等。力学性能是设计和制造零件最重要的指标，也是控制材料质量的主要参数。制造各类构件的金属材料都要满足规定的性能指标。

一、强度

1. 拉伸试验【拉伸试验现场录像】

拉伸试验是指用静拉力对材料拉伸试样进行缓慢的轴向拉伸，直至拉断的一种试验方法。在拉伸试验过程中可测量力的变化与试样相应的伸长，从而得出材料的强度与塑性的关系。材料在受载过程中一般会出现三个过程，即弹性变形、塑性变形和断裂。弹性变形是指材料在载荷卸除后能恢复到原形的变形，而塑性变形是载荷卸除后永久保留下来的变形。对于不同类型的载荷，这三个过程的发生和发展是不同的。使用中一般多用静拉伸试验法来测定金属材料的强度和塑性指标。退火低碳钢试棒的拉伸过程具有典

型意义。将拉伸试棒制成如图1-1所示的试棒在拉伸试验机上缓慢增加载荷，记录载荷与变形量的数值，直至试样拉断为止便可获得如图1-2所示的载荷与变形量之间的关系曲线，即拉伸曲线。

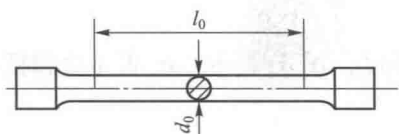


图1-1 钢的拉伸试棒【拉伸试棒】

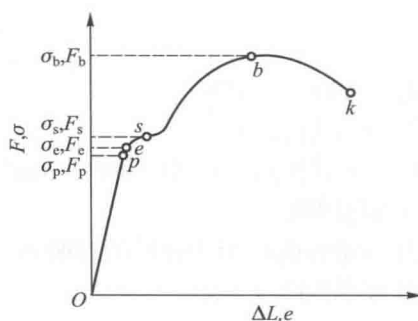


图1-2 退火低碳钢的拉伸曲线【拉伸曲线】

当载荷不超过 F_e 时，若除去载荷，试棒恢复到原来形状，称这一阶段（ oe 段）的变形为弹性变形阶段。在此阶段，载荷与伸长量成正比关系，载荷 F_e 是使试棒只产生弹性变形的最大载荷。当载荷不超过 F_e 时，试棒的伸长量与载荷成正比例增加，符合胡克定律。此时卸除载荷试样能完全恢复到原来的形状和尺寸，即试样处于弹性阶段。

当载荷超过 F_e 时，卸除载荷后试棒不能恢复到原来状态，即产生了塑性变形。当载荷增加到 F_s 时，拉伸曲线出现一个小平台（ es 段），此平台表明不增加载荷试棒仍继续变形，好像材料已经失去抵御外力的能力而屈服了，这种现象称为屈服。只有再继续增加载荷，材料才继续伸长，此时试样已产生大量的塑性变形，直到增至最大载荷 F_b 时为止。

在这一阶段（ sb 段），试棒沿整个长度均匀伸长。当载荷达到 F_b 后试棒就在某个薄弱部分出现“颈缩”，由于试棒局部截面面积的逐步减小，试棒所能承受的载荷也逐渐降低，直到最终断裂。

2. 常用的强度指标

（1）强度

强度是指材料在载荷作用下抵抗变形和断裂的能力。

无论何种材料，内部原子之间都具有相互平衡的原子力，以保持其固定的形状，材料在外力作用下，其内部会产生相应的作用力以抵抗变形，这种作用力称为内力，用 F 表示。材料单位截面上承受的内力称为应力，用 σ 表示。金属材料的强度是用应力来表示的。即

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

式中： σ ——应力，MPa；

F ——载荷，N；

S_0 ——试样的原始截面面积， mm^2 。

常用的强度指标有弹性极限、屈服强度和抗拉强度。

(2) 弹性极限

弹性极限是试样在弹性范围内承受的最大拉应力，用符号 σ_e 表示。即

$$\sigma_e = \frac{F_e}{S_0}$$

式中： σ_e ——应力，MPa；

F_e ——载荷，N；

S_0 ——试样的原始截面面积， mm^2 。

(3) 屈服强度

试棒屈服时的应力为材料的屈服点，称为屈服强度，用 σ_s 表示。 σ_s 表示金属抵抗少量塑性变形的应力。即

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0}$$

式中： σ_s ——屈服强度，MPa；

F_s ——试样屈服时的载荷，N；

S_0 ——试样的原始截面面积， mm^2 。

大多数合金钢、高碳钢、铸铁等材料其拉伸曲线不出现平台，即没有明显的屈服现象，因此工程上规定试样产生微量塑性变形（0.2%）时的屈服强度，称为材料的条件屈服强度，用 $\sigma_{0.2}$ 表示，如图 1-3 所示。

屈服强度是评定材料质量的重要力学性能指标，许多机械零件在使用中是不允许发生塑性变形的，例如汽缸螺栓若发生塑性变形，就会使汽缸漏气。

(4) 抗拉强度

抗拉强度是指试样在拉断前所承受的最大拉应力。即

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0}$$

式中： σ_b ——抗拉强度，MPa；

F_b ——试样在断裂前的最大载荷，N；

S_0 ——试样的原始截面面积， mm^2 。

σ_b 代表金属材料抵抗大量塑性变形的能力。抗拉强度表征材料在拉伸条件下所能承受的最大拉力的应力值。因此 σ_b 越大，说明材料抵抗断裂的能力越强，即强度越高。抗拉强度是工程技术上的主要指标。

一般情况下，机器构件都是在弹性状态下工作的，不允许发生微小的塑性变形，所以在机械设计时应采用 σ_s 或 $\sigma_{0.2}$ 强度指标，并适当加上安全系数。评价冷作模具材料塑性变形抗力的指标主要是常温下的屈服点 σ_s 或条件屈服强度 $\sigma_{0.2}$ ；评价热作模具材料塑性变形抗力的指标则应为高温屈服点或高温屈服强度。

σ_s / σ_b 称为屈服比，是一个很有意义的指标。一般情况下要求屈服比稍高些为好。

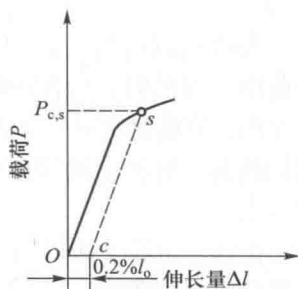


图 1-3 条件屈服强度的确定