



教育部 财政部职业院校教师素质提高计划成果系列丛书

教育部 财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目
《机械设计制造及其自动化》专业职教师资培养资源开发 (VTNE008)

工程材料及热加工工艺

郭晨洁 等编著



化学工业出版社

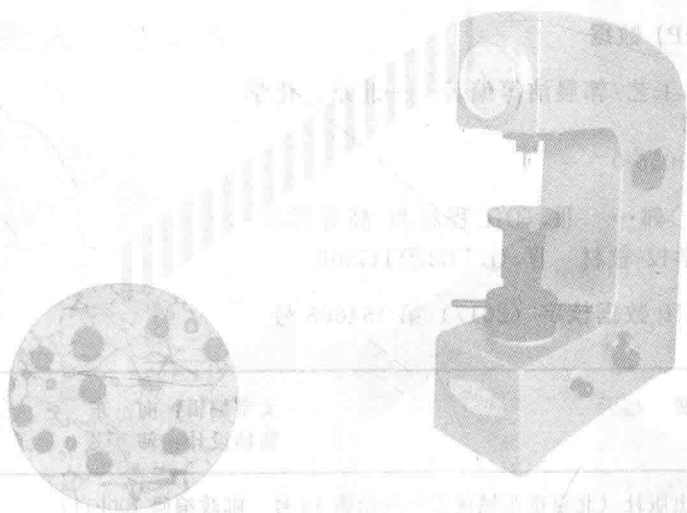


教育部 财政部职业院校教师素质提高计划成果系列丛书

教育部 财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目
《机械设计制造及其自动化》专业职教师资培养资源开发 (VTNE008)

工程材料及热加工工艺

郭晨洁 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书阐述了金属材料的力学性能、晶体结构与结晶、塑性变形、合金及合金结构、钢的热处理及表面处理技术等基础知识,并着重介绍了铁碳合金、工业用钢、有色金属的性能、牌号及选用等知识,同时通过实际生产制造过程中的项目的引入,阐述了工程材料铸造、锻压和焊接的工艺流程和操作要领,零件的选材与失效。每个项目后分别配套了相关的实验内容和思考题。本书采用教学的思维方法进行编写,注重理论知识和实践相统一,注重综合性和针对性相统一,对知识与能力进行有目的的综合、融合和整合,内容循序渐进,既介绍了必要的理论知识,又介绍了实际操作方法,便于读者理解。

本书可作为职教师资本科机械类相关专业的教材,也可作为高等院校、职业教育相关专业的教材及工程技术人员的参考用书和自学资料。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料及热加工工艺/郭晨洁等编著. —北京:化学工业出版社, 2017.6

ISBN 978-7-122-30056-0

I. ①工… II. ①郭… III. ①工程材料-高等学校-教材②热加工-高等学校-教材 IV. ①TB3②TG306

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第154008号

责任编辑:张兴辉 曾越

责任校对:边涛

文字编辑:向东

装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京新华印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张19½ 字数510千字 2017年6月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

项目专家指导委员会

主任：刘来泉

副主任：王宪成 郭春鸣

成员：(按姓氏笔画排列)

刁哲军 王继平 王乐夫 邓泽民 石伟平 卢双盈
汤生玲 米靖 刘正安 刘君义 孟庆国 沈希
李仲阳 李栋学 李梦卿 吴全全 张元利 张建荣
周泽扬 姜大源 郭杰忠 夏金星 徐流 徐朔
曹晔 崔世钢 韩亚兰

项目牵头单位：陕西科技大学

项目负责人：曹巨江

出版说明

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》颁布实施以来，我国职业教育进入到加快构建现代职业教育体系、全面提高技能型人才培养质量的新阶段。加快发展现代职业教育，实现职业教育改革发展新跨越，对职业学校“双师型”教师队伍建设提出了更高的要求。为此，教育部明确提出，要以推动教师专业化为引领，以加强“双师型”教师队伍建设为重点，以创新制度和机制为动力，以完善培养培训体系为保障，以实施素质提高计划为抓手，统筹规划，突出重点，改革创新，狠抓落实，切实提升职业院校教师队伍整体素质和建设水平，加快建成一支师德高尚、素质优良、技艺精湛、结构合理、专兼结合的高素质专业化的“双师型”教师队伍，为建设具有中国特色、世界水平的现代职业教育体系提供强有力的师资保障。

目前，我国共有60余所高校正在开展职教师资培养，但由于教师培养标准的缺失和培养课程资源的匮乏，制约了“双师型”教师培养质量的提高。为完善教师培养标准和课程体系，教育部、财政部在“职业院校教师素质提高计划”框架内专门设置了职教师资培养资源开发项目，中央财政划拨1.5亿元，系统开发用于本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材等系列资源。其中，包括88个专业项目，12个资格考试制度开发等公共项目。该项目由42家开设职业技术师范专业的高等学校牵头，组织近千家科研院所、职业学校、行业企业共同研发，一大批专家学者、优秀校长、一线教师、企业工程技术人员参与其中。

经过三年的努力，培养资源开发项目取得了丰硕成果。一是开发了中等职业学校88个专业（类）职教师资本科培养资源项目，内容包括专业教师标准、专业教师培养标准、评价方案，以及一系列专业课程大纲、主干课程教材及数字化资源；二是取得了6项公共基础研究成果，内容包括职教师资培养模式、国际职教师资培养、教育理论课程、质量保障体系、教学资源中心建设和学习平台开发等；三是完成了18个专业大类职教师资资格标准及认证考试标准开发。上述成果，共计800多本正式出版物。总体来说，培养资源开发项目实现了高效益：形成了一大批资源，填补了相关标准和资源的空白；凝聚了一支研发队伍，强化了教师培养的“校—企—校”协同；引领了一批高校的教学改革，带动了“双师型”教师的专业化培养。职教师资培养资源开发项目是支撑专业化培养的一项系统化、基础性工程，是加强职教教师培养培训一体化建设的关键环节，也是对职教师资培养培训基地教师专业化培养实践、教师教育研究能力的系统检阅。

自2013年项目立项开题以来，各项目承担单位、项目负责人及全体开发人员做了大量深入细致的工作，结合职教教师培养实践，研发出很多填补空白、体现科学性和前瞻性的成果，有力推进了“双师型”教师专门化培养向更深层次发展。同时，专家指导委员会的各位专家以及项目管理办公室的各位同志，克服了许多困难，按照两部对项目开发工作的总体要求，为实施项目管理、研发、检查等投入了大量时间和心血，也为各个项目提供了专业的咨询和指导，有力地保障了项目实施和成果质量。在此，我们一并表示衷心的感谢。

编写委员会

2016年3月



本教材属于教育部 财政部职教师资培养资源开发项目中的特色教材，书中较为系统地介绍了金属材料的种类、加工过程、性能和应用方面的基础知识，融汇多种专业基础知识为一体，针对职业教育所面临的新的调整和变革，教材内容尽可能以技术问题为中心来设计和组织，注重以问题引出概念知识。在基础理论篇中，以问题为导向，通过问题引入通俗易懂的基本知识，并在教材的阐述过程中，对学生进行启发和引导，培养其探索精神和学习归纳能力。在实际应用篇中以项目为导向，通过实际生产制造过程中的项目，引入相应的任务描述，向学生详细地阐述热加工工艺过程的基本知识，并加以对应的任务实施内容和思考题，培养学生在实际生产过程中思考、解决问题的能力。每个项目内容分别详细地介绍了相关的基本知识点，并配套了相关的实验内容和思考题，让学生既学习了相关的基础知识又加强了思维拓展能力和实践能力，同时对于培养学生的综合工程素质、技术应用能力、经济意识和创新能力也是非常有益的。

教材前期准备过程中进行了大量的调研和论证，以保证教材的先进性和基础性相统一，注重理论知识和实践知识相统一，注重综合性和针对性相统一，采用富有弹性的模块式内容结构，对知识与能力进行有目的的综合、融合和整合，将若干个知识点组成一个模块，每个模块既是教材的有利组成部分，又是相对完整而又开放的单位，便于组织教学。

本教材由陕西科技大学高东强教授编写项目 1 并撰写全书的主题思想，郭晨洁老师完成了绪论、项目 2~项目 7、项目 12 的编写，马艳萍副教授完成了项目 8 的编写，陈威老师完成了项目 9~项目 11 的编写。在学习本课程时，要多联系金属材料方面的知识和生活经验，要多讨论、多交流、多分析和多研究，特别是在实习中要多观察、勤实践，做到理论与实际相结合，这样才能更好地综合学习系列教材中的知识，做到全面发展。

由于编者水平有限，书中如有不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

**绪论** 1

问题描述	1
知识链接	1
1. 材料的发展概述	1
2. 工程材料的分类	3
3. 热加工工艺简介	3
4. 本课程的目的、任务和学习方法	4
复习思考题	5

基础理论篇**项目 1 金属材料的力学性能** 8

任务 1 认识静载荷下的力学性能指标	8
问题描述	8
知识链接	8
1. 静载荷下的力学性能	8
2. 金属拉伸试验	9
【实验项目】金属拉伸试验	11
3. 硬度指标	13
【实验项目】硬度试验	16
任务 2 认识动载荷下的力学性能指标——冲击韧性	18
问题描述	18
知识链接	18
1. 冲击韧性	18
2. 冲击韧性试验方法	18
任务实施	19
【实验项目】金属材料夏比冲击试验	19
任务 3 认识力学性能指标——疲劳强度	20
问题描述	20
知识链接	20
1. 疲劳断裂	20
2. 疲劳断裂的特点	21
3. 疲劳曲线和疲劳极限	21
任务 4 认识材料的其他性能指标	21
问题描述	21

知识链接	22
1. 高温性能	22
2. 低温性能	22
3. 物理性能与化学性能	22
4. 工艺性能	24
本章重点、难点和知识拓展	25
复习思考题	26

项目 2 金属的晶体结构与结晶

31

任务 1 认识金属的晶体结构	31
问题描述	31
知识链接	31
1. 材料的结合方式	31
2. 晶体结构	32
3. 金属的实际结构和晶体缺陷	34
任务 2 熟识金属的结晶过程	36
问题描述	36
知识链接	36
1. 合金中的基本概念	36
2. 非金属材料的结构	38
3. 金属的结晶	39
4. 铸锭的典型结构	41
本章重点、难点	43
复习思考题	43

项目 3 金属的塑性变形

45

任务 认识金属的塑性变形机理	45
问题描述	45
知识链接	45
1. 金属的塑性变形机理	45
2. 塑性变形对金属组织和性能的影响	48
3. 塑性变形后的金属在加热时的变化	50
4. 金属的冷加工和热加工	53
本章重点、难点	54
复习思考题	54

项目 4 合金的结构与二元合金

55

任务 认识合金基本结构	55
问题描述	55
知识链接	55
1. 合金的相结构	55
2. 合金相图	57

3. 合金的性能与相图的关系	65
本章重点、难点	66
复习思考题	66

项目 5 铁碳合金相图

68

任务 1 认识铁碳合金基本相	68
问题描述	68
知识链接	68
铁碳合金的基本相和组织	68
任务 2 了解铁碳合金相图及熟识典型铁碳合金平衡结晶过程	70
问题描述	70
知识链接	70
1. 铁碳合金相图分析	70
2. 典型铁碳合金结晶过程分析	72
3. 含碳量与铁碳合金平衡组织和力学性能的关系	76
4. 铁碳合金相图的应用	78
【实验项目】铁碳合金金相组织观察	79
本章重点、难点	80
复习思考题	80

项目 6 钢的热处理及表面处理技术

81

任务 1 熟识钢的热处理工艺	81
问题描述	81
知识链接	81
1. 工程材料的强化与韧化	81
2. 钢的热处理概述	82
3. 钢在加热时的组织转变	83
4. 钢在冷却时的组织转变	85
任务 2 熟识钢的热处理中的退火和正火工艺	90
问题描述	90
知识链接	90
1. 钢的退火和正火的目的	90
2. 钢的退火工艺及其应用	91
3. 钢的正火工艺过程及要点	92
任务 3 熟识钢的淬火与回火工艺	93
问题描述	93
知识链接	94
1. 钢的淬火	94
2. 淬火钢的回火	97
3. 钢的淬透性	99
任务 4 钢的表面热处理	101
问题描述	101

知识链接	102
1. 钢的表面淬火	102
任务实施	104
2. 钢的化学热处理	104
3. 热处理方案的选择和技术条件的标注	108
【实验项目】钢的热处理	110
本章重点、难点和知识拓展	111
复习思考题	111

项目 7 工业用钢

114

任务 1 认识钢材的生产过程及其品种	114
问题描述	114
知识链接	114
1. 钢材生产简述	114
2. 钢的分类	116
任务 2 熟识钢的分类与牌号	117
问题描述	117
知识链接	117
认识碳钢	117
任务 3 认识常见的合金钢	122
问题描述	122
知识链接	122
1. 合金钢和碳钢的不同	122
2. 合金元素在钢中的作用	123
3. 合金钢牌号表示法	127
4. 工程结构钢及其选用	128
5. 机器用钢及其选用	130
6. 工具钢及其选用	142
7. 特殊钢及其选用	159
本章重点、难点	167
复习思考题	168

项目 8 有色金属

170

任务 了解常见的有色金属	170
问题描述	170
知识链接	170
1. 铝及铝合金的选用	170
2. 铜及铜合金	173
3. 钛合金及其选用	175
4. 滑动轴承合金	176
5. 粉末冶金材料及其应用	177

本章重点、难点	179
复习思考题	179

实际应用篇

项目 9 铸造生产 182

任务 1 砂型铸造	182
任务描述	182
知识链接	183
1. 合金的铸造性能	183
2. 铸件结构设计	188
3. 各种造型方法	190
任务实施	192
4. 铸铁材料	200
任务 2 压力铸造	207
任务描述	207
知识链接	207
1. 压铸件的结构特点	207
2. 压铸工艺特点	208
3. 压铸工艺的应用范围	208
任务 3 熔模铸造	209
任务描述	209
知识链接	210
1. 熔模铸件的结构特点	210
2. 熔模铸造工艺特点	210
3. 熔模铸造工艺的应用范围	210
任务实施	210
【工程实例】CA6140 车床进给箱体的铸造工艺	212
1. 生产条件和技术要求	212
2. 铸造工艺方案的选择	213
本章重点、难点	217
复习思考题	217

项目 10 锻压生产 218

任务 1 自由锻生产	218
任务描述	218
知识链接	218
1. 金属塑性变形基础	218
2. 自由锻	221
3. 自由锻工艺流程的确定	221
4. 自由锻件的结构工艺性	225
任务实施	226

任务 2 模锻生产	228
任务描述	228
知识链接	228
1. 模锻	228
2. 锤上模锻的锻模结构	230
3. 模锻工艺规程的制订	231
4. 锤上模锻件的结构工艺性	234
5. 其他模锻方法	235
任务实施	235
任务 3 冲压生产	240
任务描述	240
知识链接	240
1. 冲压加工	240
2. 冲压工序及冲压件结构工艺性	241
3. 冲压模具	244
任务实施	246
【实验项目】典型模具拆装实验	248
4. 锻件缺陷及其产生原因	249
5. 锻件的检验	249
6. 锻件的修补	250
【工程实例】车门玻璃升降器外壳生产	251
本章重点、难点	255
复习思考题	255

项目 11 焊接生产

257

任务 1 手工电弧焊	257
任务描述	257
知识链接	258
1. 电弧焊机	258
2. 电焊条	259
3. 防护用品	261
4. 辅助工具	262
5. 焊接工艺参数	262
6. 常见的焊接缺陷和检验方法	263
7. 焊接接头	264
任务实施	265
【实验项目】平板对接	266
任务 2 埋弧自动焊	267
任务描述	268
知识链接	269
1. 埋弧自动焊机	269
2. 埋弧自动焊辅助设备	269
3. 焊剂与焊丝	270

4. 埋弧焊工艺参数及选择·····	270
5. 埋弧焊接头坡口形式与坡口加工·····	272
6. 装配定位焊、引弧板与引出板·····	272
任务实施·····	273
任务 3 其他熔化焊·····	274
任务描述·····	274
知识链接·····	274
1. 气体保护焊·····	274
2. 气焊·····	275
3. 电渣焊·····	276
任务实施·····	277
综合训练·····	277
【工程实例】储液器的生产过程·····	278
本章重点、难点·····	280
复习思考题·····	280

项目 12 零件的选材与失效

281

任务 1 选材的一般原则·····	281
任务描述·····	281
知识链接·····	281
1. 材料的使用性能——选材的最主要依据·····	281
2. 材料的工艺性能·····	282
3. 材料的经济性能·····	283
任务 2 了解零件的失效形式·····	283
任务描述·····	283
知识链接·····	283
1. 机械零件失效的方式·····	283
2. 机械零件失效的原因·····	284
3. 零件失效分析的方法步骤·····	285
任务 3 典型零件的选材及应用实例·····	287
任务描述·····	287
知识链接·····	287
1. 机床零件的选材·····	287
2. 汽车零件的选材·····	289
3. 机架、箱体类零件的选材·····	289
【典型零件的选材实例】·····	289
本章重点、难点·····	296

参考文献

297

绪论



问题描述

了解材料的发展及常用工程材料的分类。

知识链接

1. 材料的发展概述

材料、能源、信息被称为现代技术的三大支柱，而能源和信息的发展，在一定程度上又依赖于材料的进步。例如：要提高热机效率，必须提高工作温度，这就要求制造热机的材料在高温下具有足够的强度、韧性、耐热性，而这又是一般钢铁材料无法达到的。如何解决现实问题？目前，选择新型陶瓷材料制成的高温结构陶瓷柴油机，可以节油 30%，热机效率可以提高 50%，可见，开发新材料可以提高现有能源的利用率；而半导体材料、传感器材料、光导纤维材料的开发无一不是促进信息技术提高和发展的重要条件。此外，开发海洋探测设备需要耐压、耐腐蚀的新型结构材料；开发航空航天设备需要高轻度的新材料；发展现代医学需要制造人工脏器、人造骨骼、血管，这些都需要各种具有特殊功能而且能与人体相容的新材料，因此，材料学科的发展在人类社会的进步中起着重要的作用。

金属材料和非金属材料的使用及其加工方法的不断改进，是人类社会发展的重要里程碑，历史上的所谓石器时代、青铜器时代和铁器时代都是以材料作为时代标志的。人类社会从石器时代进入青铜器时代以后，金属材料便在人类生活中占据了十分重要的地位，特别是大规模生产金属材料工艺的出现，促进了科学技术和社会经济的飞速发展。

在人类的发展史上最先使用的工具是石器。我们的祖先用坚硬的、容易纵裂成薄片的燧石和石英石等天然材料制成石刀、石斧、石锄。早在新石器时代（公元前 6000 年～前 5000 年）的磁山（河北）文化时期，中华民族的先人们用黏土（主要成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 ）烧制成陶器。在仰韶（河南）文化（公元前 4000 年～前 200 年）和龙山（山东、河南等）文化时期，制陶技术已经发展到能在氧化性气氛的窑中（大约 950°C ）烧制成红陶，在还原性气氛的炉中（大约 1050°C ）烧制薄胎黑陶与白陶（图 0-1）。在 3000 多年前的殷、周时期，发明了釉陶，炉窑温度提高到了 1200°C ，马家窑（甘肃）文化时期的陶器以砂质和泥质红陶为主，表面彩绘有条带纹、波纹和舞蹈纹等，制品有炊具、食具、盛储器皿等。我国在东汉时期发明了瓷器，成为最早生产瓷器的国家。瓷器于公元 9 世纪传到非洲东部和阿拉伯国家，13 世纪传到日本，15 世纪传到欧洲。瓷器成为中国文化的象征，对世界文明产生了极大的影响。



图 0-1 仰韶文化时期的陶器



图 0-2 后母戊鼎

我国青铜的冶炼在夏朝（公元前 2140 年始）以前就开始了，到殷、西周时期已发展到很高的水平。青铜主要用于制造各种工具、食器、兵器。从河南安阳晚商遗址出土的后母戊鼎（图 0-2），是中国商代后期（约公元前 16 世纪～前 11 世纪）王室祭祀用的青铜方鼎，高 133cm、口长 110cm、口宽 79cm、重 832.84kg，鼎腹为长方形，上竖两只直耳（发现时仅剩一耳，另一耳是后来据另一耳复制补上的），下有四根圆柱形鼎足，是中国目前已发现的最重的青铜器。后母戊鼎在制造时采用了精湛的铸造技术，在泥模塑造、陶范翻制、合范、熔炼、浇注等铸造全过程中，充分体现了中国古代劳动人民的聪明才智和优秀的技艺。在湖北大冶发现的春秋晚期的钢矿井遗址深达 50m，炼铜炉渣有 40 多万吨，实属罕见。从湖北隋县出土的战国青铜编钟是我国古代文化艺术高度发达的见证。春秋战国时期《周礼·考工记》中记载了钟鼎、斧斤等六类青铜器中的锡含量，称为“六齐（剂）”。书中写道：“六分其金而锡居一，谓之钟鼎之齐；五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐；四分其金而锡居一，谓之戈戟之齐；三分其金而锡居一，谓之大刃之齐；五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐；金、锡半，谓之鉴燧之齐”。这是世界上最古老的关于青铜合金成分的文字记载。这些文献充分表明，我们的祖先已经认识到了青铜的性能与成分之间的密切关系。

我国从春秋战国时期（公元前 770 年～前 221 年）已开始大量使用铁器。从兴隆战国铁器遗址中发掘出了浇铸农具用的铁模，说明冶铸技术已由泥沙造型水平进入铁模铸造的高级阶段。到了西汉时期，炼铁技术又有了很大的提高，采用煤作为炼铁的燃料，这要比欧洲早 1700 多年。在河南巩县汉代冶铁遗址中，发掘出 20 多座冶铁炉和锻炉，炉形庞大，结构复杂，并有鼓风装置和铸造坑，可见当年生产规模之壮观。我国古代创造了三种炼钢方法：第一种是从矿石中直接炼出自然钢；第二种是西汉时期的经过“百次”冶炼锻打的百炼钢；第三种是南北朝时期生产的灌钢。对先炼铁后炼钢的两步炼钢技术的掌握，我国要比其他国家早 1600 多年。与此同时，钢的热处理技术也达到了相当高的水平。西汉《史记·天官书》中有“水与火合为淬”一说，正确地说出了钢铁加热、水冷的淬火热处理工艺要点。《汉书·王褒传》中记载有“巧冶铸干将之朴，清水淬其锋”的制剑技术。直到明朝，在这之前的 2000 多年间，我国的钢铁生产技术在世界上一直遥遥领先。明代科学家宋应星所著《天工开物》一书中详细记载了古代冶铁、炼钢、铸钟、锻铁、淬火等多种金属加工方法，书中介绍的锉刀、针等工具的制造过程与现代制作工艺几乎一致。钢铁生产工具的发展，对社会进步起到了巨大的推动作用。

20 世纪中叶，随着科学技术的发展、社会环保意识的加强以及生产的需求，出现了许多的非金属材料。非金属材料的使用，不仅满足了机械制造工程中的特殊需求，还大大简化了机械制造的工艺过程，降低了成本，提高了产品的使用性能。其中，比较突出的就是塑料、陶瓷和复合材料的广泛应用。目前，它们的特殊性能正在不断地得到广大工程技术人员



的认可，而且其应用范围正不断地扩大。

可以说，金属材料与非金属材料加工工艺技术的水平，在某种程度上代表着一个国家机械制造技术的水平，并与国民经济的快速发展有着密切的关系。只有材料生产和机械制造工艺水平不断提高，并保持先进水平，才会有力地促进现代工业、农业、航天事业等飞速发展和科学技术的不断进步，加快国民经济的发展步伐，才会很好地保护好环境，达到清洁生产，才会在知识经济 and 世界经济一体化进程中保持发展优势。

但是，目前我国机械制造的整体工艺水平与工业先进国家相比还有明显的差距，这就需要我们的工程技术人员深入地研究有关金属材料与非金属材料及其加工工艺理论，不断地学习和认识新技术、新工艺、新设备和新材料，为提高我国机械制造工艺水平而努力。材料科学和材料工程发展很快，需要掌握材料科学的基本理论和基本知识，研究和发明新的材料和新的工艺，合理地使用各种工程材料。

2. 工程材料的分类

工程材料是材料科学的实用部分，主要阐述材料的成分、组织、性能及应用方面的一般规律。工程材料主要是用于机械、车辆、船舶、建筑、化工、能源、仪器仪表、航空航天等工程领域，用来制造工程构件和机械零件，也包括一些用于制造工具的材料和具有特殊性能（如耐蚀、耐高温等）的材料。

从工程材料的使用性能方面考虑，将工程材料分为结构材料和功能材料两类。

结构材料，是指工程上要求强度、韧性、塑性等力学性能的材料，主要用于制造工程结构和零件；以力学性能为基础，用于制造以受力为主的构件。当然，结构材料对物理性能和化学性能也有要求，如密度、热导率、抗辐射能力、抗腐蚀能力、抗氧化能力等。

功能材料，主要是指利用物质独特的物理性质、化学性质或生物功能等而形成的一类材料，要求具有电、光、声、磁、热等功能和反应的材料。

除此之外，工程材料按照不同的分类标准，还有不同的分类方法，如：按照构成材料的组成不同，人们通常将机械工程材料分成金属材料、非金属材料两大类（表 0-1）。

表 0-1 机械工程材料的分类

机械工程材料	金属材料	黑色金属材料	如铁、钢等	灰口铸铁、球墨铸铁、碳素钢、合金钢等
		有色金属材料	如铜、铝等	纯铜、黄铜、青铜、纯铝、铝合金、纯钛、钛合金等
	非金属材料	高分子材料	如塑料、橡胶等	热塑性塑料、热固性塑料、天然橡胶或合成橡胶等
		陶瓷材料	如普通陶瓷、特种陶瓷等	黏土陶瓷、氧化物陶瓷、氮化物陶瓷等
		复合材料	如粒子增强复合材料、纤维增强复合材料等	纤维树脂复合材料、纤维金属复合材料等

根据材料内部原子排列情况可以分为晶态材料、非晶态材料；根据材料的热力学状态可以分为稳态材料、亚稳态材料；根据材料尺寸还可以分为一维（纤维及晶须）材料、二维（薄膜）材料、三维（大块）材料等。具体的分类及应用可以参考书内具体章节。

3. 热加工工艺简介

热加工是指对各种工程材料（包括金属材料、非金属材料 and 复合材料等）进行热工艺处理以达到各工程领域使用要求的手段。常常将金属铸造、热轧、锻造、焊接和金属热处理等

工艺总称为热加工工艺。有时也将热切割、热喷涂等工艺包括在内。

热加工能使金属零件在成形的同时改善它的组织，或者使已成形的零件改变结晶状态以改善零件的力学性能。铸造、焊接是将金属熔化再凝固成形。热轧、锻造是将金属加热到塑性变形阶段，再进行成形加工，如合金钢需加热到形成均匀奥氏体后，进行热轧、锻造。加热温度低时塑性不好，易产生裂纹；加热温度过高又会使得金属件易过氧化物，影响加工件质量。一般说来，金属热处理只改变金属件的金相组织，包括退火、正火、淬火、回火等。

工程材料的热加工工艺性能主要包括以下几点。

(1) 铸造性（可铸性）

指金属材料能用铸造的方法获得合格铸件的性能。铸造性主要包括流动性、收缩性和偏析。流动性是指液态金属充满铸模的能力。收缩性是指铸件凝固时体积收缩的程度。偏析是指金属在冷却凝固过程中，因结晶先后差异而造成金属内部化学成分和组织的不均匀性。

(2) 可锻性

指金属材料在压力加工时，能改变形状而不产生裂纹的性能。它包括在热态或冷态下能够进行锤锻、轧制、拉伸、挤压等加工。可锻性的好坏主要与金属材料的化学成分有关。

(3) 切削加工性（可切削性，机械加工性）

指金属材料被刀具切削加工后而成为合格工件的难易程度。切削加工性的好坏常用加工后工件的表面粗糙度、允许的切削速度以及刀具的磨损程度来衡量。它与金属材料的化学成分、力学性能、导热性及加工硬化程度等诸多因素有关。通常用硬度和韧性作切削加工性好坏的大致判断依据。一般来讲，金属材料的硬度愈高愈难切削，硬度虽不高，但韧性大，切削也较困难。

(4) 焊接性（可焊性）

指金属材料对焊接加工的适应性能，主要是指在一定的焊接工艺条件下，获得优质焊接接头的难易程度。它包括两个方面的内容：一是结合性能，即在一定的焊接工艺条件下，一定的金属形成焊接缺陷的敏感性；二是使用性能，即在一定的焊接工艺条件下，一定的金属焊接接头对使用要求的适用性。

(5) 热处理

主要包括退火、正火、淬火、回火、调质处理等。

4. 本课程的目的、任务和学习方法

学习本课程的基本要求如下：

① 了解金属和合金的组织结构、结晶过程、塑性变形与再结晶，以及二元合金相图的基本理论，为进一步学习热处理和金属材料打下基础。

② 了解钢铁材料的热处理基本原理和工艺，以及热处理工艺在零件加工过程中的地位和作用，以便能根据零件的技术条件正确选定热处理工艺方法，合理安排工艺路线，并初步具有综合选择零件毛坯及其加工方法的能力。

③ 掌握常用的碳钢、铸铁、合金钢、轴承合金等金属材料（其中以钢铁材料为主）的成分、组织、性能和用途的基本知识，以便合理选用金属材料。

④ 了解常用金属材料的牌号性能和用途。

⑤ 了解各种加工方法所用设备（工具）的工作原理和应用范围，掌握一些主要设备和工具的基本操作方法。

⑥ 了解各种加工工艺对零件结构的工艺性的一般要求，做到灵活应用。

⑦ 了解与本课程有关的新技术、新工艺、新设备、新材料的发展概况。