



21世纪高职高专精品规划教材
机电类高职“工程材料及成形技术基础”课程标准配套教材

工程材料及成形技术基础系列教材之二

成形技术基础与实训

Forming Technology Theory and Practice
(金工实训)

主编 凌爱林 陆卫娟

机电类高职“工程材料及成形技术基础”课程标准

成形技术基础与实训

Forming Technology Theory and Practice

(金工实训)

主 编 凌爱林 陆卫娟
副主编 王庭俊 阎庆斌
编 者 唐龙泉 王锁根 孙彩玲
主 审 任慧平

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书以实训项目为主线,创造性地将理论与实践融会贯通于一书,并以新的课程标准为指导,渗透了“以人为本”、“自主—探究—合作—创新”等新的教育教学理念。其内容主要包括钳工加工与实训、铸造成形与实训、锻压成形与实训、焊接成形与实训、非金属材料及复合材料成形、零件毛坯的选择、热处理与实训、金属切削加工基础、车削加工与实训、铣削和刨削加工与实训、磨削加工与实训、特种加工、零件生产工艺过程基本知识、装配、先进机械制造技术简介等,其中含8个主要实训项目。

本书为开设该课程的高职高专院校学生的教材,同时还可供中职、技校学生学习或工厂、企业职工培训使用,也可作为有关技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

成形技术基础与实训/凌爱林,陆卫娟主编. —天津:天津大学出版社,2007.8

ISBN 978-7-5618-2505-1

I. 成... II. ①凌...②陆... III. 成形—高等学校—教材 IV. TG39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 108352 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网址 www.tjup.com

短信网址 发送“天大”至 916088

印刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 169mm × 239mm

印张 22.5

字数 521 千

版次 2007 年 8 月第 1 版

印次 2007 年 8 月第 1 次

印数 1—4 000

定价 29.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

本书是根据机电类高等职业技术教育“工程材料及成形技术基础”课程标准(修订稿)编写而成的教改教材,全书以实训项目为主线,创造性地将理论与实践融会贯通于一书之中。教学安排一般为5~8周,最低不应少于5周。

本书与《工程材料及成形技术基础之一(工程材料与实验)》配套使用,同时也可作为金工实习教材单独使用。其特点是以项目教学思路组织教学内容,并将理论知识融合于项目实践过程之中,学中做,做中学,学做结合。每个项目的完成,都将使学生经历一次理论与实践结合、知识与技能交融的完整过程。同时,教材的每一个项目中还提供了典型操作案例,可供学生操作和自学时参考。另外,教材中还安排了相关的拓展性题目,为学有余力的学生提供了自主发挥的空间。

本书通篇贯彻了“以人为本”的教育理念和“自主—探究—合作—创新”的学习理念,坚持基础性与时代性、常规工艺与新技术的结合。首先考虑仍广泛应用于现代机械制造企业的常规工艺、常用技术,为所有学生的发展奠定必要的基础;同时以适当的形式为学有余力的学生提供了可选择的新技术、新工艺等学习内容,甚至暂时还不能完全掌握,但又可开阔学生科学视野的内容,从而为学习者提供更广阔的发展空间。在教学过程、方法以及情感、态度与价值观等方面,本书也有较充分的体现。

本书由山西机电职业技术学院凌爱林(前言、绪论、第1、7章)、阎庆斌(第2、5章)、王锁根(第3、4章)、陆卫娟(第8、9、10),常州职业技术学院王庭俊(第11、12、13章),福建漳州职业技术学院唐龙泉(第6、15章),烟台技术学院孙彩玲(第14章)共同编写。凌爱林、陆卫娟任主编,阎庆斌、王庭俊任副主编。内蒙古科技大学任慧平教授担任主审。在本书编写过程中引用了许多同行所编著的教材和著作中的资料,在此表示衷心感谢!

由于本教材采用新的课程体系编写,渗透了大量新的知识和内容,并进行了全面的重组和编排,加之编者水平有限,时间短促,书中难免有缺点和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007年8月

目 录

绪论	(1)
第 1 章 钳工加工与实训	(12)
1.1 钳工的常用设备及基本知识	(12)
1.2 安全文明实训	(15)
1.3 钳工基本技能(项目实训:学生动手操作,教师现场指导)	(16)
第 2 章 铸造成形与实训	(56)
2.1 铸造概述(现场教学)	(56)
2.2 铸造工艺设计(理论教学)	(58)
2.3 砂型铸造操作技能与实训	(69)
2.4 特种铸造(现场教学或实地参观)	(99)
2.5 液态成形技术的发展(现场教学或实地参观)	(104)
第 3 章 锻压成形与实训	(107)
3.1 钢材生产简介	(107)
3.2 锻压概述(现场教学)	(108)
3.3 自由锻	(109)
3.4 模锻(现场教学或实地参观)	(133)
3.5 冲压(现场教学或操作训练)	(135)
3.6 锻压新技术、新工艺简介(现场教学或实地参观)	(142)
第 4 章 焊接成形与实训	(145)
4.1 焊接概述	(145)
4.2 焊条电弧焊	(146)
4.3 焊接工艺简介	(156)
4.4 焊接操作基本技能	(168)
4.5 其他焊接方法及焊接新技术简介	(176)
第 5 章 非金属材料及复合材料成形	(186)
5.1 高分子材料的成形	(186)
5.2 陶瓷材料的成形	(188)
5.3 复合材料成形	(190)
第 6 章 零件毛坯的选择	(193)
6.1 毛坯的种类	(193)
6.2 毛坯质量及毛坯生产的经济性对比分析	(195)
6.3 毛坯生产方式的选择原则及典型毛坯选择举例	(197)
第 7 章 热处理与实训	(203)
7.1 热处理概述	(203)
7.2 热处理操作方法	(206)

7.3 热处理常见缺陷分析	(209)
第8章 金属切削加工基础	(210)
8.1 切削运动和切削要素	(210)
8.2 常用切削刀具	(214)
8.3 金属切削中的物理现象	(224)
8.4 切削加工技术经济性分析	(236)
第9章 车削加工与实训	(244)
9.1 概述	(244)
9.2 车床的分类与型号	(245)
9.3 车削加工基本技能(项目实训:学生动手操作,教师现场指导)	(251)
第10章 铣削、刨削加工与实训	(279)
10.1 铣削加工与实训	(279)
10.2 刨削加工与实训	(294)
第11章 磨削加工与实训	(305)
11.1 概述	(305)
11.2 磨床的分类与型号	(307)
11.3 磨削加工基本技能	(313)
第12章 特种加工	(322)
12.1 电火花加工	(322)
12.2 电解加工	(324)
12.3 超声波加工	(325)
12.4 激光加工	(326)
第13章 零件生产工艺过程基本知识	(328)
13.1 基本概念	(328)
13.2 工件的装夹	(329)
13.3 典型表面加工方法	(332)
13.4 典型零件的加工工艺	(334)
第14章 装 配	(339)
14.1 装配的概念	(339)
14.2 装配的工艺过程	(339)
14.3 装配单元的系统图	(340)
14.4 零件结构的装配工艺性	(341)
第15章 先进机械制造技术简介	(345)
15.1 成组技术	(345)
15.2 数控技术	(346)
15.3 柔性制造系统(FMS)	(348)
15.4 计算机辅助制造(CAM)和计算机集成制造系统(CIMS)	(350)
参考文献	(353)

绪 论

0.1 课程概述

人类生产与生活中使用的各种各样的机器设备、生活用品等,都是由各种不同的材料通过各种不同的加工方法制造而成。其工艺流程如图 0-1 所示。一般来说,制造一台机器设备,首先需根据零件的性能要求选择相应材料,然后通过成型技术使材料成为零件毛坯,再对零件毛坯进行切削加工并穿插热处理工艺以制成合格的零件,最后将零件进行装配,即成为完整的、可供直接使用的机器设备。

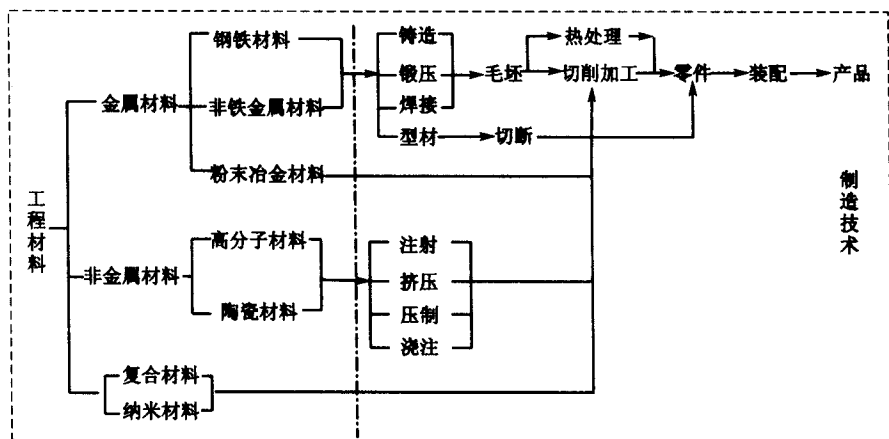


图 0-1 常规机械制造工艺流程示意图

“工程材料及成形技术基础”课是研究机器零件常用材料和加工方法,即从选材到成形加工的综合性技术基础课;是学生学习工程材料知识,奠定成形技术与技能基础,培养良好职业道德与工程技术素养的必修课程。

0.1.1 本教材的编写依据

本教材的编写依据是“工程材料及成形技术基础”课程标准。用课程标准取代原教学大纲、指导教学改革,是本课程的重要特征。

“工程材料及成形技术基础”课程标准的基本框架如图 0-2 所示。



图 0-2 高职“工程材料及成形技术基础”课程标准设计框图

0.1.2 本教材的主要内容

“工程材料及成形技术基础”课程教材，分为“工程材料与实验”和“成形技术基础与实训”两册编写出版，本册教材主要介绍“成形技术基础与实训”内容，如表 0-1 所示。

表 0-1 “成形技术基础与实训”内容一览表

内容	分 类	项目编号	项目名称	主要内容呈现形式
成形技术基础与实训	手工加工技术	项目 1	钳工加工及实训	钳工加工概述—钳工加工工艺设计—钳工加工操作技能与实训—检验—项目总结报告—交流与评价
	毛坯成形技术	项目 2	铸造成形及实训	铸造成形概述—铸造工艺设计—砂型铸造操作技能与实训—作品检验—项目总结报告—交流与评价—特种铸造参观—现代铸造技术发展趋势简介
		项目 3	锻压成形及实训	锻压成形概述—自由锻工艺设计—自由锻操作技能与实训—作品检验—项目总结报告—交流与评价—模锻、板料冲压—塑性加工新技术发展趋势简介
		项目 4	焊接成形及实训	焊接成形概述—焊条电弧焊工艺设计—焊条电弧焊操作技能与实训—作品检验—项目总结报告—交流与评价—焊接新技术发展趋势简介
	机械加工技术	项目 5	车削加工及实训	车削加工概述—车削加工工艺设计—车削加工操作技能与实训—作品检验—项目总结报告—交流评价
		项目 6	铣削加工及实训	铣(刨)削加工概述—铣(刨)削加工工艺设计—铣(刨)削加工操作技能与实训—作品检验—项目总结报告—交流评价
		项目 7	磨削加工及实训	磨削加工概述—磨削加工工艺设计—磨削加工操作技能与实训—作品检验—项目总结报告—交流评价
	先进制造技术	项目 8	数控加工、快速成形等	先进成形技术概述—数控车、铣、线切割、电火花等加工参与训练——CAD/CAM/CAE 系列软件应用训练——激光加工、超声波加工、快速原形成形技术等参观实践—项目总结报告—交流与评价

0.1.3 本课程的教学总目标

表 0-2 所示为本课程教学总目标,在本教材中主要体现的是“成形技术与技能基础”部分。通过该内容的学习,达到了解成形技术基础知识,初步掌握“钳工加工、毛坯成形、切削加工”等操作技能的目的。

表 0-2 三维课程总目标

目标	分类	主题	内涵
知识与技能	主要内容	一条主线	零件生产制造工艺全过程
		两个平台	材料应用技术平台
			成形技术与技能基础平台
		三项能力	选择材料及热处理工艺的能力,选择零件成形方法的能力,制定零件工艺路线的能力
		四类技能	钳工操作技能、毛坯成形操作技能、热处理操作技能、切削成形操作技能
	呈现形式	模块化	核心模块、一般模块、选修模块、阅读模块、实验模块
		理论实践一体化	以项目为单元,以实践操作训练为主线,理论贯穿其中

续表

目标	分类	主题	内涵
过程与方法	教学过程	综合性训练	按单元设计综合性题目
		项目式组合	按工种进行项目式训练
	教学方法	启发式教学	“不愤不启、不悱不发”
		自主式学习	自主—探究—合作—创新
情感、态度 与价值观	情感	热爱—感悟	热爱祖国—感悟人生
	态度	崇尚—诚信	崇尚科学—诚信为本
	价值观	服务—贡献	服务人民—贡献社会

0.1.4 教学时间安排及主要教学过程与方法建议

1. 教学时间安排建议

由于本课程内容是以项目为单位编排,各项目均需集中时间进行,所以,教学时间安排一般以周为单位。项目1为1~2周,项目2、3、4为2~3周,项目5、6、7为2~3周,项目8为0.5~1周。其中各项目教学周数,可根据不同专业的具体要求进行调整,但必须保证总教学周数最低不少于5周。

2. 理论实践一体化的项目式教学过程

“成形技术基础与实训”的教学过程,主要是以各实训项目为主线展开,理论教学根据实践需求予以穿插。教学场地一般应选择在校内实训室或校外实训基地,理论教学内容一般应在实训现场讲授,不再单独安排;整个教学过程将集中在一周或几周时间内完成。

3. 自主式实施、启发式引导的教学方法

每个项目的实施均应充分体现学生的主体性,即从零件设计、图纸绘制、工艺编制到实践操作、完成作品、撰写项目报告、进行交流讨论,直到最后的结果认定、成绩评价等均应由学生自主完成,教师给以正确指导与引导,保证项目按期、圆满完成。

4. 关注情感、态度与价值观变化

初步形成对制造技术的好奇心和求知欲,产生热爱祖国、积极向上的学习情感。初步形成热爱工厂、热爱技术的工程素养和一丝不苟、艰苦创业以及不怕苦、不怕累、不怕脏、不怕热的良好思想品德。培养文明生产、环境保护和质量与效益的意识。尊重科学,勇于探索,关注国内外科技发展现状与趋势,有振兴中华的使命感和责任感,有将科学技术服务于人类的意识。

0.2 工程材料简介

材料是人类用来制造各种产品的物质,是人类生活和生产的物质基础。本课程所

学习和实践的各种成形工艺、切削加工都是基于材料而进行的,所以在进入课程全面学习之前,有必要首先对工程材料进行初步了解。

材料种类繁多,按其组成特点,可分为金属材料、非金属材料、复合材料、新型材料等4大类;按使用性能,可分为主要作为承力结构使用的材料和主要利用光、电、磁、热、声等特殊性能的功能材料两大类;按材料的应用领域,可分为信息材料、能源材料、建筑材料、工程材料、生物材料、航空航天材料等多种类别。

工程材料主要用于制造结构件、机械零件和工具,通常有金属材料、非金属材料、复合材料等。

0.2.1 金属材料

金属材料一般是指具有金属特性的物质,通常分为钢铁材料、非铁金属材料和粉末冶金材料等三类。

1. 钢铁材料

(1) 工业用钢

钢铁材料是指以铁、碳为主要元素组成的铁碳合金,又分为工业用钢和工程铸铁。

工业用钢是指碳的质量分数在2.11%以下,并含有其他元素的铁碳合金,是目前机械工业生产中应用最广泛的材料之一。按照国家标准GB/T 13304—1991《钢分类》规定,钢按化学成分分为非合金钢、低合金钢、合金钢三大类。

1) 非合金钢(碳钢)

只含有少量杂质元素的铁碳合金称为非合金钢(碳钢),通常分为非合金结构钢、优质非合金结构钢、非合金工具钢、铸造非合金钢等,其主要性能、用途、特点等如表0-3所示。

表 0-3 非合金钢(碳钢)的成分、性能及用途

类别	常用牌号	成分	性能	用途
非合金结构钢	Q235	中、低碳	塑韧较高,强度较低	一般工程结构普通机械零件,如小轴、连杆、螺栓、螺母、法兰等
优质非合金结构钢	45	低、中高碳	性能优化	尺寸小、受力小的各类结构零件,如连杆、曲轴等
非合金工具钢	T10	高碳	硬度耐磨性好,热硬性差	低速、手动工具,如钻头、冲模、丝锥、锯条、刮刀等
铸造非合金钢	ZG200-400	低、中碳	力学性能较高	形状复杂、力学性能要求高的零件,如机座、变速箱体等

2) 低合金钢

在非合金钢的基础上,有目的地加入少量合金元素(总量不超过5%,一般<3%)而形成的钢,称为低合金钢。该类钢一般具有良好的塑性、焊接性、耐气候性等性能,是最主要的工程结构材料。通常分为低合金高强度结构钢、低合金耐气候钢、低合金专业用钢等;常用的低合金高强度结构钢如表0-4所示。

表 0-4 常用低合金高强度钢的成分、力学性能及用途

牌 号		化 学 成 分 $W(\%)$				钢 材 厚 度 (mm)	力 学 性 能			冷 弯 试 验	用 途 举 例
新标准	旧标准	C	Si	Mn	其他		σ_b (MPa)	σ_s (MPa)	δ (%)	试件厚度(a) 心棒直径(d)	
Q295	09Mn ₂	≤ 0.12	0.20 ~ 0.60	1.40 ~ 1.80	-	4 ~ 10	450	300	21	180 ° ($d = 2a$)	油槽、油罐、机车车辆、梁柱等
Q345	14MnNb	0.12 ~ 0.18	0.20 ~ 0.60	0.80 ~ 1.20	0.15 ~ 0.50Nb	≤ 16	500	360	20		油罐、锅炉、桥梁等
	16Mn	0.12 ~ 0.20	0.20 ~ 0.60	1.20 ~ 1.60	-	≤ 16	520	350	21		桥梁、船舶、车辆、压力容器、建筑结构等
	16MnCu	0.12 ~ 0.20	0.20 ~ 0.60	1.25 ~ 1.50	0.20 ~ 0.35Cu	≤ 16	520	350	21		桥梁、船舶、车辆、压力容器、建筑结构等
	15MnTi	0.12 ~ 0.18	0.20 ~ 0.60	1.25 ~ 1.50	0.12 ~ 0.20Ti	≤ 25	540	400	19		船舶、压力容器、电站设备等
Q390	15MnV	0.12 ~ 0.18	0.20 ~ 0.60	1.25 ~ 1.50	0.04 ~ 0.14V	≤ 25	540	400	18	180 ° ($d = 3a$)	船舶、压力容器、桥梁、车辆、起重机械等

3) 合金钢

在非合金钢的基础上,有目的地加入一定量(总量 $>5\%$)的一种或几种合金元素而形成的钢,称为合金钢。它不仅大大改善了非合金钢的力学性能,而且还可以获得某些特殊性能,是钢铁材料中应用最广泛的材料。其种类繁多,通常分为机械结构用合金钢、合金工具钢和高速工具钢、特殊性能钢等。常用合金钢的类别、特点、用途等总结如表 0-5 所示。

表 0-5 合金钢的类别、特点、用途、典型牌号及热处理工艺

类 别		特 点	用 途 举 例	典 型 牌 号	常 用 热 处 理 工 艺
低合金高强度结构钢		低碳、低合金、高强度	桥梁、船舶、车辆	Q345	
机械结构用合金钢	合金渗碳钢	低碳,外硬内韧	汽车拖拉机齿轮等	20CrMnTi	渗碳→淬火+低温回火
	合金调质钢	中碳,综合力学性能好	汽车、拖拉机的传动轴	40Cr	调质→局部表面淬火+低温回火
	合金弹簧钢	中、高碳,弹性极限及疲劳强度高	汽车板簧	60Si2Mn	淬火+中温回火
	滚动轴承钢	高碳高铬,高硬度	滚动轴承	GCr15、GCr15SiMn	淬火+低温回火
合金工具钢	量具刀具钢	高硬度、高耐磨	块规、丝锥	CrWMn、9SiCr	球化退火→淬火+低温回火
	合金模冷作模具钢	高硬度、高耐磨及足够强韧性	冲模、冷压模	CrWMn、9Mn2V	球化退火→淬火+低温回火
	合金模热作模具钢	高温下力学性能好	中型锻模	5CrMnMo	淬火+回火
	塑料模具钢	耐蚀、加工性好	耐蚀及高精度模具	2Cr13、4Cr13	淬火+回火
	高速工具钢	高的热硬性	成形车刀	W18Cr4V	淬火+多次回火

续表

类 别		特 点	用途举例	典型牌号	常用热处理工艺
特殊性 能钢	不锈钢	耐蚀、一定的力学性能	火箭上液氧贮箱	0Cr18Ni9	固溶处理
	耐热钢	高温下抗氧化,有一定强度	内燃机气阀	4Cr9Si2	调质
	耐磨钢(高锰钢)	高压、高冲击下表现出高耐磨性	坦克、拖拉机履带	ZGMn13-4	水韧处理

(2)工程铸铁

工程铸铁是指碳的质量分数大于 2.11%,并含有较多硅元素的铁碳合金,其磷、硫等杂质含量高于工业用钢。工程铸铁的主要优点是铸造性能良好,同时还具有生产工艺简便、成本低等优点,所以在工业生产中获得广泛应用,通常机器中 50%(以质量计)以上的零件是铸铁件。一般分为灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁和蠕墨铸铁等。常用工程铸铁的类别、性能、用途等见表 0-6 所示。

表 0-6 工程铸铁的分类、石墨形态、生产方法、性能及应用

分类 (牌号)	石墨形态	生产方法	性能	应用
普通 灰铸铁 (HT)	片状	铁液在共析温度及以上温度区间时缓慢冷却,使石墨化充分进行而获得	抗拉强度低,塑性、韧性低,石墨片数量越多、尺寸越大、分布越不均匀,抗拉强度越低。抗压强度、硬度主要取决于基体,石墨影响不大	制作箱体、机座等承压零件
球墨 铸铁 (QT)	球状	在铁液中加入球化剂使石墨呈球状;在出铁液时加入孕育剂促进石墨化而获得	由于球状石墨对基体的割裂作用和引起应力集中现象明显减小,故其力学性能比灰铸铁高得多	制造受力复杂、性能要求高的重要零件,如珠光体球墨铸铁制造拖拉机曲轴、齿轮;铁素体球墨铸铁制造阀门、汽车后桥壳等
可锻 铸铁 (KTH 或 KTZ)	团絮状	先浇注成白口铸件,再经石墨化退火,使渗碳体分解为团絮状石墨	与灰铁比,强度高、塑性和韧性好,但不能锻造。与球铁比,具有质量稳定、铁液处理简单、易组织流水线生产等优点	制造形状复杂、有一定塑性和韧性、承受冲击和振动及耐蚀的薄壁铸件,如汽车、拖拉机的后桥及转向机构等
蠕墨 铸铁 (RuT)	蠕虫状	在铁液中加入蠕化剂,使石墨成蠕虫状,再加孕育剂进行孕育处理	性能介于灰铁与球铁之间,强度接近于球铁,具有一定的塑性和韧性。耐热疲劳性、减振性和铸造性能优于球铁,接近灰铁,切削性能和球铁相似,比灰铁稍差	制作形状复杂、组织致密、强度高、承受较大热循环载荷的铸件,如柴油机的汽缸盖、汽缸套、进(排)气管、金属型、阀体等

2. 非铁金属材料与粉末冶金材料

(1) 非铁金属材料

非铁金属材料是指除钢铁材料以外的其他金属及合金的总称(俗称有色金属),具有特殊的电性能、磁性能、热性能、耐蚀性能以及高比强度,广泛应用于机电、仪表,特别是航空、航天及航海等工业。非铁金属材料主要包括铝及铝合金、铜及铜合金、钛及钛合金、镁及镁合金以及滑动轴承合金等。

(2) 粉末冶金材料

粉末冶金材料是用几种金属粉末或金属与非金属粉末做原料,通过配料、压制成形、烧结和后处理等工艺过程而制成的材料;生产粉末冶金材料的工艺过程称为粉末冶金法。粉末冶金材料主要有减摩材料、结构材料、摩擦材料、硬质合金以及难熔金属材料、特殊电磁性能材料、过滤材料、无偏析高速钢等。目前工业生产中应用较多的是硬质合金,它是以一种或几种难熔碳化物(如碳化钨、碳化钛等)的粉末为主要成分,加入起粘接作用的金属粉末,并用粉末冶金法制得的材料。

常用非铁金属材料与硬质合金的分类、牌号、用途等见表 0-7 所示。

表 0-7 常用非铁金属材料与硬质合金的分类、牌号、用途

分类			典型牌号或代号	用途举例	
铝合金	变形铝合金	防锈铝合金	3A21(LF21)、5A05(LF5)	焊接油箱、油管、焊条等	
		硬铝合金	2A01(LY1)、2A11(LY11)	铆钉、叶片等	
		超硬铝合金	7A04(LC4)、7A06(LC6)	飞机大梁、起落架等	
		锻铝合金	2A50(LD5)、2A70(LD7)	航空发动机活塞、叶轮等	
	铸造铝合金	Al-Si 系	ZAlSi7Mg(ZL101)、AlSi12(ZL102)	飞机、仪器零件、仪表、水泵壳体等	
		Al-Cu 系	ZAlCu5Mn(ZL201)	内燃机气缸头、活塞等	
		Al-Mg 系	ZAlMg10(ZL301)、ZAlMg5Si1(ZL303)	船舶配件等	
		Al-Zn 系	ZAlZn11Si7(ZL401)	汽车、飞机零件等	
铜合金	黄铜	普通黄铜	H70、H62、ZCuZn38	弹壳、铆钉、散热器及端盖、阀座等	
		特殊黄铜	HPh59-1、HMn58-2、ZCuZn16Si4	耐磨、耐蚀零件及接触海水的零件等	
	青铜	锡青铜	QSn4-3、ZCuSn10Pb1	耐磨及抗磁零件、轴瓦等	
		无锡青铜	铝青铜	ZCuAl10Fe3Mn2、QAl7	蜗轮、弹簧及弹性零件等
			铍青铜	QBe2	重要弹簧与弹性元件、齿轮、轴承等
			铅青铜	ZCuPb30	轴瓦、轴承、减摩零件等
钛合金		TC4	在 400 ℃以下长期工作的零件等		
镁合金		MB8	飞机蒙皮、锻件(200 ℃以下工作)		

续表

分类		典型牌号或代号	用途举例
滑动轴承合金	锡基轴承合金	ZSnSb11Cu6	航空发动机、汽轮机、内燃机等大型机器的高速轴瓦
	铅基轴承合金	ZPbSb16Sn16Cu2	汽车、拖拉机、轮船、减速器等承受中、低载荷的中速轴承
	铜基轴承合金	ZCuPb30	航空发动机、高速柴油机的轴承等
硬质合金	钨钴类硬质合金	YG3X、YG6	切削脆性材料刀具,量具和耐磨零件等
	钨钛钴类硬质合金	YT15、YT30	切削碳钢和合金钢的刀具等
	万能硬质合金	YW1、YW2	切削高锰钢、不锈钢、工具钢、淬火钢的切削刀具
工业纯铝		强度、硬度很低,塑性很高,无低温脆性,无磁性,导电性、导热性好等	制造电线、电缆等各种导电材料和各种散热器等导热元件
工业纯铜		导电性和导热性良好,并具有抗磁性,强度、硬度低,塑韧性、焊接性及低温力学性能良好等	配制铜合金,制造电线、电缆、散热器、冷凝器、通信器材以及抗磁、防磁仪器等

0.2.2 非金属材料与复合材料

1. 非金属材料

非金属材料是指除金属材料和复合材料以外的其他材料,包括高分子材料和陶瓷材料。它们具有许多金属材料所不及的性能,如高分子材料的耐蚀性、电绝缘性、减振性、质轻以及陶瓷材料的高硬度、耐高温、耐蚀性和特殊的物理性能等。因此,非金属材料在各行各业得到越来越广泛的应用,并成为当代科学技术革命的重要标志之一。

(1) 高分子材料

高分子材料是以高分子化合物为主要组分的材料,按照其力学性能及使用状态可分为塑料、橡胶、合成纤维及胶粘剂等。

(2) 陶瓷材料

陶瓷材料是指以天然硅酸盐(黏土、石英、长石等)或人工合成化合物(氮化物、氧化物、碳化物等)为原料,经过制粉、配料、成形、高温烧结而成的无机非金属材料。按原料不同,陶瓷分为普通陶瓷(传统陶瓷)和特种陶瓷(近代陶瓷);按用途不同,陶瓷分为工业陶瓷和日用陶瓷;按化学组成不同,陶瓷分为氮化物陶瓷、氧化物陶瓷、碳化物陶瓷等。

常用非金属材料的分类、性能特点和用途等见表 0-8 所示。

表 0-8 常用非金属材料分类、性能特点和用途

分 类			性能特点	应用举例	
非金属材料	高分子材料	塑料	热固性塑料	比强度高,耐蚀,绝缘,减摩,隔声,减振,刚性,耐热性差,强度低,易老化	地膜、育秧薄膜、大棚膜和排灌管道、鱼网等;齿轮、轴承;管道、容器及防腐材料;门窗、隔热隔音板等;飞行器、舰艇和原子能工业等;包装薄膜、编织袋、瓦楞箱、泡沫塑料等
			热塑性塑料		
		橡胶	通用橡胶	高弹性、耐磨、绝缘、隔声、减振、耐燃、易老化	轮胎、胶管、电绝缘材料、密封件、减振器等
			特种合成橡胶		
	陶瓷	普通陶瓷		硬度高,抗压强度较高,抗拉强度低,塑性、韧性差,热硬性高,热膨胀系数和热导率小,电绝缘性能好,化学性质稳定	装饰板、卫生间装置及器具等;管道设备、耐腐蚀容器及实验器皿等
		特种陶瓷	氧化物陶瓷		

2. 复合材料

复合材料是两种或两种以上不同化学成分或不同组织结构的物质，通过一定的工艺方法人工合成的多相固体材料。

复合材料既能保持各组成相的最佳性能，又具有组合后的新性能，同时还可以按照构件的结构、受力和功能等要求，给出预定的、分布合理的配套性能，进行材料的最佳设计，而且材料与结构可一次成形。复合材料的某些性能，是单一材料无法比拟也无法具备的。例如：玻璃和树脂的强韧性都不高，但它们组成的复合材料（玻璃钢）却有很高的强度和韧性，而且重量很轻；导电铜片两边加上隔热、隔电塑料可实现一定方向导电、另外方向绝缘及隔热的双重功能。复合材料的主要性能特点为比强度和比模量高、疲劳强度高、高温性能好、抗蠕变能力强、断裂安全性高、成形工艺性好以及具有良好的减摩、耐磨性和较强的减振能力等。有些复合材料还有良好的电绝缘性及光学、磁学特性等。但复合材料存在各向异性，不适用于复杂受力件，抗冲击能力不是很好，且生产成本高，发展受到一定限制。

复合材料的分类可按基体的不同，分为非金属基体和金属基体两类。金属基主要有 Al、Mg、Ti、Cu 等和它们的合金，非金属基主要有合成树脂、橡胶、陶瓷和水泥等。按增强相种类和形状不同，分为颗粒、晶须、层状及纤维增强复合材料。按性能不同，分为结构复合材料和功能复合材料两类。结构复合材料是指用以制作结构和零件的复合材料，功能复合材料是指具有某些物理功能和效应的复合材料，如导电、超导、半导、磁性、阻尼、屏蔽等复合材料。

常用的复合材料有纤维增强复合材料、颗粒增强复合材料、层状复合材料等，其分类、性能特点、用途等见表 0-9 所示。

表 0-9 常用复合材料的分类、性能特点和用途

分 类			性能特点	应用举例
复合材料	纤维增强复合材料	玻璃	比强度、比模量高,可减轻零件自重或体积;疲劳强度高,不易产生裂纹,并可阻止裂纹的迅速扩展;良好的减摩、耐磨性和较强的减振能力;高温性能好,抗蠕变能力强;断裂安全性高;成形工艺性好,可一次整体成形	机器护罩、车辆车身、绝缘抗磁仪表、耐蚀耐压容器和管道
		纤维		轴承、齿轮、汽车仪表及前后灯等;化工装置、管道、容器等;汽车内装制品、收音机机壳、空调叶片等
		复合		主要用于制作航空、航天工业中要求高刚度的结构件,如飞机、飞船、航天器上的外层材料、飞机机身、机翼、螺旋桨、尾翼等
		材料		
		碳纤维—树脂复合材料		切削刀具
	颗粒增强复合材料	碳纤维—金属(合金)		电子管的电极、焊接机的电极、白炽灯引线、微波管等
		复合材料		耐磨、耐蚀、耐高温零件
		碳纤维—陶瓷复合材料		
				温控器、滑动轴承等
	层状复合材料	金属陶瓷		
弥散强化合金				
	表面复合材料			
	双层金属复合材料			

0.2.3 新型材料

新型材料是指那些新出现或已在发展中的、具有传统材料所不具备的优异性能和特殊功能的材料。新型材料与传统材料之间并无截然的分界,新型材料是在传统材料基础上发展而成的,传统材料经过对其成分、结构和工艺上的改进,进而提高材料性能或呈现新的性能都可发展成为新型材料。新型材料种类繁多,应用广泛,发展迅速。目前常见的有形状记忆合金、纳米材料、永磁合金、非晶态合金和超导材料等,由于篇幅所限,在此不作详细介绍,以后的工程材料等相关课程中将会进一步讲述。