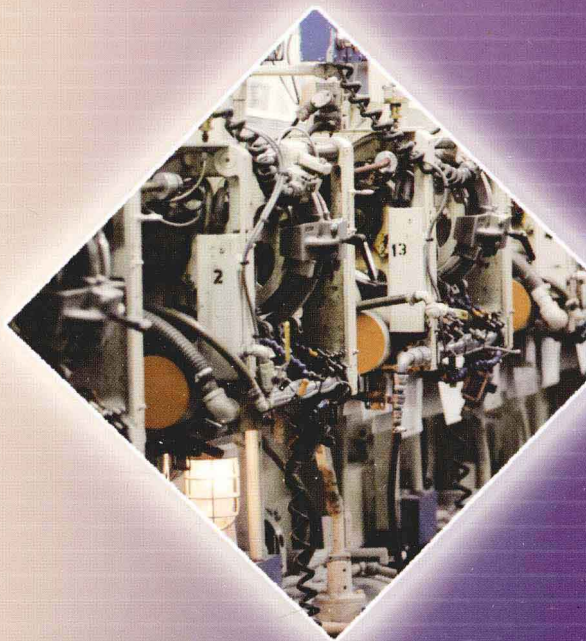




全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械制造工程实训

主 编 姜银方 王宏宇



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械制造工程实训

Jixie Zhizao Gongcheng Shixun

主 编 姜银方 王宏宇
副主编 汪建利 马伟明



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果。全书依据教育部新颁布的《工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》，参考了目前国内各大高校对基础工程训练的教学实践，同时结合长期积累的大量金工实习教学经验编写而成。本书强化基础，注重传统加工内容的系统性、实用性和科学性，同时突出操作技能培养，注重延伸，实现综合创新训练。

全书内容包括工程材料及钢的热处理、毛坯/材料成形工艺（铸造、锻压、焊接和非金属材料成型）、传统切削加工（车削、铣削及其切削加工和钳工）、现代制造技术（数控加工和特种加工）及综合与创新训练等五方面共 11 章内容。除典型零件加工方法训练案例外，增列了大量的训练课题示例，强化了基本技能的可操作性，同时增加了模块化教学的实习报告。教师可根据各专业的具体情况调整教学内容，进行灵活方便的模块化教学，使学生有更多选择的自主性。

本书可作为机械类和近机类本科各专业工程训练类课程教材，也可供高职高专学校选用；另外，本书还可供有关工程技术人员和技术工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工程实训/姜银方,王宏宇主编. -- 北京:
高等教育出版社,2013.7

ISBN 978-7-04-037773-6

I. ①机… II. ①姜…②王… III. ①机械制造工艺-
高等学校-教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 136977 号

策划编辑 段博原	责任编辑 段博原	特约编辑 周琳	封面设计 于涛
版式设计 余杨	插图绘制 尹莉	责任校对 刘丽娟	责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社	咨询电话 400-810-0598
社址 北京市西城区德外大街4号	网 址 http://www.hep.edu.cn
邮政编码 100120	http://www.hep.com.cn
印 刷 国防工业出版社印刷厂	网上订购 http://www.landaco.com
开 本 787mm×960mm 1/16	http://www.landaco.com.cn
印 张 21	版 次 2013年7月第1版
字 数 390千字	印 次 2013年7月第1次印刷
购书热线 010-58581118	定 价 31.60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 37773-00

前 言

本书是以教育部颁布的《工程材料及机械制造基础课程教学基本要求》和重点高等工科院校《工程材料及机械制造基础系列课程改革指南》中“机械制造工程实训(金工实习)课程改革参考方案”为依据,本着实用、精练、提升的原则,为满足新时期培养高级工程技术人才的要求编写的。

机械制造工程实训(金工实习)是高等工科院校众多专业,尤其是工科专业的一个重要的实践性环节。通过本课程的学习,使学生了解机械制造的一般过程,熟悉典型零件常用成形方法及其所用设备,了解现代制造技术在机械制造中的应用,具有在主要工种上独立完成简单零件制造的实践能力和对简单零件具有初步选择成形方法和进行工艺分析的能力。同时,通过综合训练促使理论知识和实践技能融合,并以此为基础进行创新实践训练,进而培养学生初步的创新意识和能力。

本书参考了目前国内部分高等学校对机械制造工程实训(金工实习)的教学要求,同时结合长期积累的大量教学经验以及本科教学水平评估工作的成功实践,为适应全面学分制和卓越工程师计划教与学的要求搭建一个良好的机械制造工程实训基础平台。在编写过程中,本书注重与“工程材料及机械制造基础”课程的分工与配合,同时以方便各工种模块化实习安排和优化教材内容,并提出“实习准备—现场实习—思考延拓”的开放式实习报告模式。此外,以日常生活中最常见的手工工具之一的手锤作为典型零件贯穿全书,起到“降低起点要求、增强学习兴趣、激发创新意识”的作用。全书包括工程材料及钢的热处理、毛坯/材料成形工艺(铸造、锻压、焊接和非金属材料成形)、传统切削加工成形(车削、铣削及其切削加工和钳工)、现代制造技术(数控加工和特种加工)及综合与创新训练等五方面内容,共11章。

本书由江苏大学姜银方和王宏宇任主编,黄山学院汪建利、江苏大学马伟明任副主编,参加编写工作的还有江苏大学曾艳明、王维新、许乔宝、贾明权、马鹏飞、顾佩兰、张应龙、袁晓明、李美兰,黄山学院汪洪峰、宋娓娓、胡国华,扬州大学缪宏,苏州大学王明娣,泰州职业技术学院王荣等。

II 前言

华东金属工艺学研究会秘书长、江苏大学戈晓岚教授认真审阅了本书,在此表示感谢。

限于编者的水平和经验,书中难免不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 8 月

目 录

第 1 章 工程材料及钢的热处理	1
1.1 工程材料	1
1.1.1 金属材料	1
1.1.2 非金属材料	5
1.1.3 复合材料	7
1.1.4 工程材料应用举例	8
1.2 钢的热处理	11
1.2.1 钢的热处理概述	11
1.2.2 钢的普通热处理	11
1.2.3 钢的表面热处理	14
1.2.4 热处理常用设备	17
1.2.5 热处理常见缺陷	18
1.2.6 典型零件热处理工艺分析	18
工程材料及钢的热处理实习报告相关内容	20
第 2 章 铸造	22
2.1 概述	22
2.2 砂型铸造	23
2.2.1 砂型铸造生产工艺过程	23
2.2.2 造型与制芯	23
2.2.3 金属的熔炼、浇注、清理	39
2.2.4 砂型铸造工艺设计	43
2.2.5 典型零件铸造工艺实例及分析	48
2.3 特种铸造	51
2.3.1 消失模铸造	51
2.3.2 熔模铸造	52
2.3.3 金属型铸造	53
2.3.4 压力铸造	54
2.3.5 离心铸造	55
2.4 铸造缺陷分析	57
铸造实习报告相关内容	61

第3章 锻压	63
3.1 概述	63
3.2 自由锻造	64
3.2.1 自由锻的主要设备	64
3.2.2 自由锻的基本工序及其操作	66
3.2.3 自由锻件常见缺陷分析	69
3.2.4 典型自由锻件工艺举例	70
3.3 模锻	72
3.3.1 胎模锻	72
3.3.2 锤上模锻	75
3.3.3 模锻件的工艺缺陷分析	78
3.4 板料冲压	78
3.4.1 冲压的基本工序	78
3.4.2 冲压设备及冲模	80
锻压实习报告相关内容	81
第4章 焊接	83
4.1 概述	83
4.2 手工电弧焊	85
4.2.1 焊接电弧	85
4.2.2 手工电弧焊焊接及焊条	86
4.2.3 手工电弧焊焊接工艺	90
4.2.4 常见焊接缺陷及分析	93
4.3 气焊及气割	97
4.3.1 气焊	97
4.3.2 气割	102
4.4 其他焊接方法	103
4.4.1 其他电弧焊方法	103
4.4.2 电阻焊	106
4.4.3 电渣焊	108
4.4.4 电子束焊	109
4.4.5 激光焊	110
4.4.6 钎焊	111
4.5 典型焊接件工艺分析	112
4.5.1 焊件结构材料的选择	112
4.5.2 焊接方法的选择	113
4.5.3 焊缝位置的选择	114

4.5.4 接头形式的选择与设计	117
焊接实习报告相关内容	117
第5章 非金属材料的成形	119
5.1 概述	119
5.2 工程塑料的成形	119
5.2.1 注射成形	120
5.2.2 模压成形	122
5.2.3 挤出成形	122
5.2.4 压延成形	123
5.2.5 吹塑成形	124
5.3 其他非金属材料的成形	124
5.3.1 橡胶材料的成形	124
5.3.2 工业陶瓷的成形	125
5.3.3 复合材料的成形	127
非金属材料成形实习报告相关内容	128
第6章 车削	130
6.1 概述	130
6.2 车床及车床附件	131
6.2.1 普通卧式车床的组成	131
6.2.2 车床传动	134
6.2.3 其他车床	135
6.2.4 车床附件	136
6.3 车刀	142
6.3.1 车刀的分类	142
6.3.2 车刀的组成及角度	144
6.3.3 车刀的安装	147
6.3.4 车刀的刃磨	147
6.4 车床操作要点	148
6.4.1 刻度盘及其手柄的使用	148
6.4.2 车削步骤	149
6.5 车削工艺	151
6.5.1 车削端面	151
6.5.2 车削圆柱面	152
6.5.3 车削圆锥面及成形面	154
6.5.4 车削台阶面	157
6.5.5 车槽及切断	158

6.5.6 车螺纹	159
6.5.7 滚花	161
6.6 车削常用典型量具及使用方法	162
6.6.1 游标卡尺	162
6.6.2 千分尺	163
6.6.3 量规	164
6.6.4 粗糙度样板	165
6.7 典型零件车削工艺实例及分析	166
6.7.1 轴类零件的车削	166
6.7.2 盘套类零件的车削	167
车削实习报告相关内容	169
第7章 铣削及其他切削加工	171
7.1 铣削加工	171
7.1.1 铣床及其附件	172
7.1.2 铣刀及其安装	176
7.1.3 铣削工艺	177
7.2 刨削加工	182
7.2.1 刨插类机床	183
7.2.2 刨刀及其装夹	185
7.2.3 刨削的应用	186
7.3 磨削加工	187
7.3.1 磨床	187
7.3.2 砂轮	189
7.3.3 磨削的应用	190
7.4 齿形加工	191
7.4.1 插齿和滚齿	192
7.4.2 常见齿轮齿形精加工的方法	195
铣削及其他切削加工报告相关内容	196
第8章 钳工	197
8.1 概述	197
8.2 钳工常用的设备和工具	197
8.3 钳工加工的基本操作	199
8.3.1 划线、锯割和锉削	199
8.3.2 钻孔、扩孔和铰孔	208
8.3.3 攻螺纹和套螺纹	212
8.4 装配	216

8.4.1 装配概述	216
8.4.2 典型连接件装配方法	218
8.4.3 部件装配和总装配	220
8.5 典型零件钳工工艺实例	222
钳工实习报告相关内容	225
第9章 数控加工	227
9.1 概述	227
9.2 数控车削	227
9.2.1 数控车床	227
9.2.2 数控车削工艺	230
9.2.3 数控车削编程	235
9.2.4 数控车削加工工艺实例及分析	249
9.3 数控铣削	250
9.3.1 数控铣床	251
9.3.2 数控铣削工艺	251
9.3.3 数控铣削编程	256
9.3.4 数控铣削加工工艺实例及分析	259
9.4 加工中心简介	261
9.4.1 加工中心的特点	261
9.4.2 加工中心的基本结构	262
9.4.3 加工中心的主要技术参数和性能指标	263
9.4.4 加工中心的主要加工对象	265
数控加工实习报告相关内容	266
第10章 特种加工	268
10.1 概述	268
10.2 电火花加工	269
10.2.1 电火花成形加工	270
10.2.2 电火花线切割加工	275
10.3 其他特种加工方法简介	283
10.3.1 电解加工	283
10.3.2 超声波加工	285
10.3.3 激光加工	286
特种加工实习报告相关内容	288
第11章 综合与创新训练	289
11.1 概述	289
11.2 综合训练基础知识	290

VI 目录

11.2.1 毛坯	290
11.2.2 加工方法选择及经济性分析	294
11.2.3 典型零件的综合工艺过程分析	298
11.3 创新制作基础知识	304
11.3.1 机械创新的原理与技法	305
11.3.2 创新训练的一般过程	311
11.3.3 创新训练典型示例——风车模型	314
综合与创新训练实习报告相关内容	318
附录 实习报告格式	320
参考文献	321

第 1 章 工程材料及钢的热处理

1.1 工程材料

材料是人类社会可接受、能经济地制造有用器件(或物品)的固体物质。工程材料是在各工程领域中使用的材料。工程上使用的材料种类繁多,有许多不同的分类方法。最为常用的分类方法是按化学成分及结合键的特点,将工程材料分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类,见表 1-1。金属材料又可分为黑色金属材料和有色金属材料。其中,黑色金属材料主要是指铁基金属合金,包括碳素钢、合金钢、铸铁等;其余金属材料则属于有色金属材料,包括轻金属及其合金、重金属及其合金等。非金属材料又可分为陶瓷等无机非金属材料 and 塑料等有机高分子材料。由上述两种或两种以上成分不同的材料经人工合成后,获得优于组成材料特性的材料称为复合材料。

表 1-1 工程材料的分类举例

工程材料	金属材料	黑色金属材料	碳素钢、合金钢、铸铁等
		有色金属材料	铝、镁、铜、锌及其合金等
	非金属材料	无机非金属材料	陶瓷(水泥、陶瓷、玻璃)
		有机高分子材料	合成高分子(塑料、合成纤维、合成橡胶)
			天然高分子(木材、纸、纤维、皮革)
	复合材料		金属基复合材料、塑料基复合材料、橡胶基复合材料、陶瓷基复合材料等

1.1.1 金属材料

金属材料是由金属元素或以金属元素为主、其他金属或非金属元素为辅构成的,并具有金属特性的工程材料。金属材料的历史悠久,在其制备、加工、使用及材料的研究等方面已经形成了一套完整的系统,拥有一整套成熟的生产技术和巨大的生产能力,并且经受了在长期使用过程中各种环境的考验,具有稳定可

靠的质量和高的性价比以及其他任何材料不能完全替代的优越性能。因而,金属材料在国民经济中占有重要位置。

1.1.1.1 常用金属材料

(1) 碳素钢

碳素钢是指碳的质量分数小于 2.11% 和含有少量硅、锰、硫、磷等杂质元素所组成的铁碳合金,简称碳钢。其中,锰、硅是有益元素,对钢有一定强化作用;硫、磷是有害元素,分别增加钢的热脆性和冷脆性,应严格控制。碳素钢的价格低廉、工艺性能良好,在机械制造中应用广泛。常用碳素钢的牌号及用途见表 1-2。

表 1-2 常用碳素钢的牌号及用途

名称	牌号	应用举例	说明
碳素结构钢	Q215A 级	承受载荷不大的金属结构件,如薄板、铆钉、垫圈、地脚螺栓及焊接件等	碳素钢的牌号是由代表钢材屈服强度的字母 Q、屈服强度值、质量等级符号、脱氧方法四个部分组成。其中质量等级共分为四级,分别以 A、B、C、D 表示
	Q235A 级	金属结构件、钢板、钢筋、型钢、螺母、连杆、拉杆等, Q235C、Q235D 可用作重要的焊接件	
优质碳素结构钢	15	强度低,塑性好,一般用于制造受力不大的冲压件,如螺栓、螺母、垫圈等。经过渗碳处理或氰化处理可用作表面要求耐磨、耐腐蚀的机械零件,如凸轮、滑块等	牌号的两位数字表示平均碳含量的万分数,45 钢即表示平均碳的质量分数为 0.45%。含锰量较高的钢,须加注化学元素符号“Mn”
	45	综合力学性能和切削加工性均较好,用于强度要求较高的重要零件,如曲轴、传动轴、齿轮、连杆等	
碳素工具钢	T8 T8A	有足够的韧性和较高的硬度,用于制造能承受振动的工具,如钻中等硬度的岩石的钻头、简单模子、冲头等	用“碳”或“T”,后附以平均碳含量的千分数表示,有 T7 ~ T13,平均碳的质量分数为 0.7% ~ 1.3%
铸钢	ZG200 - 400	有良好的塑性、韧性和焊接性能,用于受力不大、要求韧性好的各种机械零件,如机座、变速箱壳等	“ZG”代表铸钢。其后面第一组数字为屈服强度(MPa),第二组数字为抗拉强度(MPa)。ZG200 - 400 表示屈服强度为 200 MPa、抗拉强度为 400 MPa 的铸钢

(2) 合金钢

为了改善和提高钢的性能,在碳钢的基础上加入其他合金元素的钢称为合金钢。常用的合金元素有硅、锰、铬、镍、钨、钼、钒、稀土元素等。合金钢具有耐低温、耐腐蚀、高磁性、高耐磨性等良好的特殊性能,在工具或力学性能、工艺性能要求高的、形状复杂的大截面零件或有特殊性能要求的零件方面得到了广泛应用。常用合金钢的牌号、性能及用途见表 1-3。

表 1-3 常用合金钢的牌号、性能及用途

种类	牌号	性能及用途
普通低合金结构钢	9Mn2, 10MnSiCu, 16Mn, 15MnTi	强度较高, 塑性良好, 具有焊接性和耐蚀性, 用于建造桥梁、车辆、船舶、锅炉、高压容器、电视塔等
渗碳钢	20CrMnTi, 20Mn2V, 20Mn2TiB	心部的强度较高, 用于制造重要的或承受重载荷的大型渗碳零件
调质钢	40Cr, 40Mn2, 30CrMo, 40CrMnSi	具有良好的综合力学性能(高的强度和足够的韧性), 用于制造一些复杂的重要机器零件
弹簧钢	65Mn, 60Si2Mn, 60Si2CrVA	淬透性较好, 热处理后组织可得到强化, 用于制造承受重载荷的弹簧
滚动轴承钢	GCr9, GCr15, GCr15SiMn	用于制造滚动轴承的滚珠、套圈

(3) 铸铁

碳的质量分数大于 2.11% 的铁碳合金称为铸铁。铸铁含有的碳和杂质较多, 其力学性能比钢差, 不能锻造。但是, 铸铁具有优良的铸造性、减振性、耐磨性等特点, 加之价格低廉、生产设备和工艺简单, 是机械制造中应用最多的金属材料。资料表明, 铸铁件占机器总质量的 45% ~ 90%。常用铸铁的牌号及用途见表 1-4。

(4) 有色金属及其合金

有色金属的种类繁多, 虽然其产量和使用量不及黑色金属, 但是由于它具有某些特殊性能, 故已成为现代工业中不可缺少的材料。常用有色金属及其合金的牌号及用途见表 1-5。

表 1-4 常用铸铁的牌号及用途

名称	牌号	应用举例	说明
灰铸铁	HT150	用于制造端盖、泵体、轴承座、阀壳、管子及管路附件、手轮,一般机床底座、床身、滑座、工作台等	“HT”为“灰铁”两字汉语拼音的第一个字母,后面的一组数字表示 $\phi 30$ 试样的最低抗拉强度。如 HT200 表示灰口铸铁的抗拉强度为 200 MPa
	HT200	承受较大载荷和较重要的零件,如气缸、齿轮、底座、飞轮、床身等	
球墨铸铁	QT400-18 QT450-10 QT500-7 QT800-2	广泛用于机械制造业中受磨损和受冲击的零件,如曲轴(一般用 QT500-7)、齿轮(一般用 QT450-10)、气缸套、活塞环、摩擦片、中低压阀门、千斤顶座、轴承座等	“QT”是球墨铸铁的代号,它后面的数字表示最低抗拉强度和最低伸长率。如 QT500-7 即表示球墨铸铁的抗拉强度为 500 MPa、断后伸长率为 7%
可锻铸铁	KTH300-06 KTH330-08 KTZ450-06	用于受冲击、振动等零件,如汽车零件、机床附件(如扳手)、各种管接头、低压阀门、农具等	“KTH”“KTZ”分别是黑心和白心可锻铸铁的代号,它们后面的数字分别代表最低抗拉强度和最低断后伸长率

表 1-5 常用有色金属及其合金的牌号及用途

名称	牌号	应用举例	说明
纯铜	T1	电线、导电螺钉、贮藏器及各种管道等	纯铜分 T1~T4 四种。T1(一号铜)铜的质量分数为 99.95%,T4 铜的质量分数为 99.50%
普通黄铜	H62	散热器、垫圈、弹簧、各种网、螺钉及其他零件等	“H”表示黄铜,后面的数字表示铜的质量分数,如 62 表示铜的质量分数为 60.5%~63.5%
纯铝	1070A 1060 1050A	电缆、电气元件、装饰件及日常生活用品等	铝的质量分数为 99.7%~98%
铸铝合金	ZL102	耐磨性中上等,用于制造负荷不大的薄壁零件等	“Z”表示铸,“L”表示铝,后面数字表示顺序号。ZL102 表示 Al-Si 系 02 号合金

1.1.1.2 金属材料的性能

金属材料的性能分为使用性能和工艺性能,见表 1-6。

表 1-6 金属材料的性能

性能名称		性能内容	
使用性能	物理性能	包括密度、熔点、导电性、导热性、磁性等	
	化学性能	金属材料抵抗各种介质的侵蚀能力,如耐蚀性等	
	力学性能	强度	在外力作用下材料抵抗变形和破坏的能力,分为抗拉强度 σ_b 、抗压强度 σ_{bc} 、抗弯强度 σ_{bb} 、抗剪强度 σ_τ ,单位均为 MPa
		硬度	衡量材料软硬程度的指标,较常用的硬度测定方法有布氏硬度 (HBW)、洛氏硬度 (HR) 和维氏硬度 (HV) 等
		塑性	在外力作用下材料产生永久变形而不发生破坏的能力。常用指标是断后伸长率 $A(\%)$ 和断面收缩率 $S(\%)$, A 和 S 越大,材料塑性越好
		冲击韧度	材料抵抗冲击力的能力。常把各种材料受到冲击破坏时消耗能量的数值作为冲击韧度的指标,用 $a_k(\text{J/cm})$ 表示。冲击韧度值主要取决于塑性、硬度,尤其是温度对冲击韧度值的影响具有更重要的意义
	疲劳强度	材料在多次交变载荷作用下而不致引起断裂的最大应力	
工艺性能		包括热处理工艺性能、铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削加工性能等	

1.1.2 非金属材料

1.1.2.1 有机非金属材料

有机非金属材料是以一类称为“高分子”的化合物(或称树脂)为主要原料,加入各种填料或助剂而制成的非金属材料,通常又称为有机高分子材料。有机高分子材料既包括日常所见的塑料、合成橡胶和合成纤维,也包括经常用到的涂料和黏合剂,以及日常较少见到的功能高分子材料,如用于水净化的离子交换树脂、人造器官等。

(1) 塑料

塑料是以合成树脂为主要成分,加入适量的添加剂形成的一种能加热融化、

冷却后保持一定形状不变的高分子材料。合成树脂是由低分子化合物经聚合反应所获得的高分子化合物,如聚乙烯、聚氯乙烯、酚醛树脂等,树脂受热可软化,起黏结作用,塑料的性能主要取决于树脂。绝大多数塑料是以所用的树脂名称来命名的。

塑料按使用性能可分为通用塑料、工程塑料和耐热塑料三类。通用塑料的价格低、产量高,占塑料总产量的3/4以上,如聚乙烯、聚氯乙烯等。工程塑料是用于制造工程结构件的塑料,其强度大、刚度高、韧性好,如聚酰胺、聚甲醛、聚碳酸酯等。耐热塑料工作温度高于150~200℃,但成本高,如聚四氟乙烯、有机硅树脂、芳香尼龙、环氧树脂等。塑料按受热后的性能可分为热塑性塑料和热固性塑料。热塑性塑料加热时可熔融并可多次反复加热使用;热固性塑料经一次成形后,受热不变形、不软化、不能回收再利用,只能塑压一次。

(2) 合成橡胶

橡胶按原料来源分为天然橡胶和合成橡胶,合成橡胶在工程上应用得较为广泛。合成橡胶也属于高分子材料,与塑料的区别是,在很宽的温度范围(-50~150℃)内具有高弹性,有优良的伸缩性能和储能作用。常用的合成橡胶按应用分为通用橡胶(如丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶等)和特种橡胶(如丁腈橡胶、硅橡胶、氟橡胶等)。

(3) 合成纤维

合成纤维是呈黏流态的高分子材料经过喷丝工艺制成的。合成纤维一般都具有强度高、密度小、耐磨、耐蚀等特点,常用的合成纤维有涤纶、锦纶、腈纶等。

1.1.2.2 无机非金属材料

无机非金属材料最典型的代表是陶瓷。与其他材料相比,陶瓷具有耐高温、抗氧化、耐腐蚀、耐磨耗等优异性能,可用作具有各种特殊功能的功能材料,如压电陶瓷、铁电陶瓷、半导体陶瓷及生物陶瓷等。

通常,人们把工程上所使用的高性能陶瓷称为新型陶瓷或精细陶瓷。新型陶瓷在很多方面突破了传统陶瓷的概念和范畴,是陶瓷发展史上一次革命性的变化。例如,原料由天然矿物发展为人工合成的超细、高纯的化工原料;工艺由传统手工生产发展为连续、自动,甚至超高温、超高压及微波烧结等新工艺;性能和应用由传统的仅用于生活和艺术的简单功能发展为具有电、声、光、磁、热和力学等多种功能。

新型陶瓷按化学成分主要可分为:

- (1) 氧化物陶瓷 主要包括氧化铝、氧化锆、氧化镁、氧化铍、氧化钛等;
- (2) 氮化物陶瓷 主要有氮化硅、氮化铝、氮化硼等;