



高等教育
机械类课程规划教材

金工实训教程

主 编 陈忠建



大连理工大学出版社



高等教育
机械类课程规划教材

金工实训教程

主 编 陈忠建
副主编 李琚陈



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

金工实训教程 / 陈忠建主编. — 大连 : 大连理工大学出版社, 2011. 1

高等教育机械类课程规划教材

ISBN 978-7-5611-5955-2

I. ①金… II. ①陈… III. ①金属加工—实习—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TG—45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 246550 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:<http://www.dutp.cn>

丹东新东方彩色包装印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:16.5 字数:402 千字
印数:1~3000

2011 年 1 月第 1 版

2011 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑:吴媛媛

责任校对:张享倩

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5611-5955-2

定价:35.00 元

前 言

《金工实训教程》是新世纪应用型高等教育教材编审委员会组编的机械类课程规划教材之一。

金工实训是机械类各专业学生必修的一门实践性很强的技术基础课,它担负着全面提高学生的机械工程素质和工程实践能力,培养职业型、技能型和创新型工程技术人员的重要任务。在培养技能型人才方面所起的作用 is 其他课程无法取代的。金工实训的目的和 requirements 是让学生在工程训练的基础上,深入理解现代机械制造业的生产方式和工艺过程、主要机械加工方法及其所用主要设备的工作原理、机械制造工艺和新技术、新设备在机械制造中的应用;能认识零件图纸和加工符号,了解技术条件,能使用工夹具和量具,学会安全操作,并完成零件加工;学会分析零件的加工方法和工艺过程;加强学生的工程实践能力、创新意识和创新能力,提高学生整体综合素质;同时进行思想教育,培养热爱劳动、遵守纪律和理论联系实际的严谨作风。

本教材在编写过程中融合了工程材料和机械制造基础两门课的内容,并注意单工种的工艺分析。全书共分 10 章,各章均选取了生产中的典型应用实例,以教学要求为基础,以实际应用为主线,把抽象零散的教材内容连接起来,说明该部分的内容和作用。本教材在材料牌号、技术条件、技术术语等方面均采用最新国家标准和法定计量单位,在编写过程中力求由浅入深、由简到繁、循序渐进,通俗易懂,理论联系实际,注重培养学生的动手能力,使教与学结合,学与练结合,既有助于教师教学,又有助于学生实习。

本教材基本上能够满足高校本科与高职高专机械类不同专业、不同层次的教学需要,可作为普通高等理工科院校和高职高专相关专业的教学用书,也可作为职业技术学院的培训教材以及机电行业工程技术人员的参考用书。



2 / 金工实训教程 □

本教材由安徽文达学院陈忠建任主编,李琚陈任副主编,安徽文达学院粟珉谨、马东升、汪勇、姚实、张坤和张莉参加了本教材部分章节的编写。具体编写分工如下:第1章由粟珉谨编写;第2章由马东升编写;第3、4、6章由李琚陈编写;第5章由汪勇编写;第7、8、10章由姚实编写;第9章由张坤和张莉编写。全书由陈忠建负责统稿和定稿。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不足,恳请使用本教材的广大读者批评指正,并将意见和建议及时反馈给我们,以便修订时完善。

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpgz.cn>

联系电话:0411-84707424 84706676

编 者

2011年1月



第 1 章 工程材料及热处理	1
1.1 工程材料	1
1.2 钢的热处理	10
思考与练习	16
第 2 章 铸 造	17
2.1 砂型铸造	17
2.2 合金的铸造性能	25
2.3 铸造工艺设计	29
2.4 铸件结构工艺性	33
2.5 特种铸造	36
思考与练习	41
第 3 章 锻 压	42
3.1 锻压加工工艺基础	43
3.2 常用锻造方法	47
3.3 板料冲压	61
3.4 现代塑性加工与发展趋势	69
思考与练习	74
第 4 章 焊 接	76
4.1 概 述	76
4.2 手工电弧焊	78
4.3 其他焊接方法	86
4.4 常用金属材料的焊接	96
4.5 焊接结构工艺设计	101
思考与练习	108
第 5 章 钳 工	110
5.1 钳工的概述	110
5.2 划 线	111
5.3 锯 削	115
5.4 锉 削	118
5.5 錾 削	121
5.6 钻、扩、铰、铰孔加工	122
5.7 攻丝和套丝	125
5.8 刮 削	128

5.9 装配基本知识	129
5.10 实 例	131
思考与练习	134
第 6 章 金属切削的基础知识	137
6.1 切削运动与切削要素	137
6.2 刀具材料及刀具角度	140
6.3 金属切削过程	147
6.4 切削加工技术经济	154
思考与练习	160
第 7 章 车 削	162
7.1 车削加工基本知识	162
7.2 车 刀	171
7.3 工件的安装	173
7.4 基本车削方法	178
7.5 典型零件车削实训操作	188
7.6 车削加工的发展动向	191
7.7 车工安全技术守则和车床的保养	193
思考与练习	194
第 8 章 铣削、刨削和磨削	195
8.1 铣削加工	195
8.2 铣 床	200
8.3 铣削工件的安装和铣刀安装	202
8.4 铣削加工实例	206
8.5 刨 削	207
8.6 磨 削	208
思考与练习	211
第 9 章 数控加工	212
9.1 数控入门知识	212
9.2 数控车床操作与加工	219
9.3 数控铣床、加工中心操作与加工	223
9.4 数控电火花线切割加工	233
思考与练习	235
第 10 章 综合与创新实验	238
10.1 综合与创新训练概述	238
10.2 毛坯的选择	239
10.3 加工方法选择及经济性分析	241
10.4 典型零件的综合工艺过程分析	244
10.5 创新实例小结	256
思考与练习	257
参考文献	258

第 1 章

工程材料及热处理

教学提示 本章涉及金属材料、非金属材料及复合材料的简介及常用的热处理方法。热处理是采用适当的方式,对金属材料进行加热、保温和冷却,改变其表面或内部的组织结构以及各种应力,以期获得所需要的组织结构与性能的一种加工工艺方法。其主要目的是消除毛坯缺陷,挖掘材料的力学潜力以及改善和提高零件与工模具的加工、使用性能,提高产品质量,延长使用寿命。

教学要求 本章使学生了解工程材料概述,工程材料的分类、牌号和应用,了解热处理的目的和作用、常用的热处理方法和热处理工艺过程、热处理常用生产设备的基本结构和操作方法。

1.1 工程材料

1.1.1 工程材料概述

翻开人类进化史,我们不难发现,材料的开发、使用和完善贯穿其始终。从天然材料的使用到陶器和青铜器的制造,从钢铁冶炼到材料合成,人类成功地生产出满足自身需求的材料,进而使自身走出深山、洞穴,奔向茫茫平原和辽阔海洋,飞向广袤的太空。

人类社会的发展历史证明,材料是人类生产与生活的物质基础,是社会进步与发展的前提。当今社会,材料、信息和能源技术已构成了人类现代社会大厦的三大支柱,而且能源和信息的发展都离不开材料,所以世界各国都把研究、开发新材料放在突出的地位。

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。按化学成分、结合键的特点,可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。

表 1-1 工程材料的分类举例

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

金属材料可分为黑色金属材料 and 有色金属材料。黑色金属材料主要是铁基金属合金,包括碳素钢、合金钢、铸铁等;有色金属材料包括轻金属及其合金、重金属及其合金等。而非金属材料可分为无机非金属材料 and 有机高分子材料。无机非金属材料包括水泥、陶瓷、玻璃等;有机高分子材料包括塑料、合成橡胶及合成纤维等。上述两种或两种以上材料经人工合成后,获得优于组成材料特性的材料称为复合材料。

工程材料按照用途可分为两大类,即结构材料 and 功能材料。结构材料通常指工程上对硬度、强度、塑性及耐磨性等力学性能有一定要求的材料,主要包括金属材料、陶瓷材料、高分子材料及复合材料等。功能材料是指具有光、电、磁、热、声等功能和效应的材料,包括半导体材料、磁性材料、光学材料、电介质材料、超导体材料、非晶和微晶材料、形状记忆合金等。

工程材料按照应用领域还可分为信息材料、能源材料、建筑材料、生物材料和航空材料等多种类别。

1.1.2 金属材料

金属材料是人们最为熟悉的一种材料,机械制造、交通运输、建筑、航天航空、国防与科学技术等各个领域都需要使用大量的金属材料,因此,金属材料在现代工农业生产中占有极其重要的地位。

金属材料是由金属元素或以金属元素为主,其他金属 or 非金属元素为辅构成的,并具有金属特性的工程材料。金属材料的品种繁多,工程上常用的金属材料主要有黑色及有色金属材料等。

黑色金属材料中使用最多的是钢铁,钢铁是世界上的头号金属材料,年产量高达数亿吨。钢铁材料广泛用于工农业生产及国民经济各部门。例如,各种机器设备上大量使用的轴、齿轮、弹簧,建筑上使用的钢筋、钢板,以及交通运输中的车辆、铁轨、船舶等都要使用钢铁材料。通常所说的钢铁是钢与铁的总称。实际上钢铁材料是以铁为基体的铁碳合金,当碳的质量分数大于 2.11% 时称为铁;当碳的质量分数小于 2.11% 时称为钢。

为了改善钢的性能,人们常在钢中加入硅、锰、铬、镍、钨、钼及钒等合金元素,它们各有各的作用,有的提高强度,有的提高耐磨性,有的提高抗腐蚀性能,等等。在冶炼时有目的的向钢中加入合金元素就形成了合金钢。合金钢中合金元素含量虽然不多,但具有特殊的作用,就像炒菜时放入少量的味精一样;含量不多但味道鲜美。合金钢种类很多,按照性能与用途不同,合金钢可分为合金结构钢、合金工具钢、不锈钢、耐热钢、超高强度钢等。

人们可以按照生产实际提出的使用要求,加入不同的合金元素而设计出不同的钢种。例如,切削工具要求硬度及耐磨性较高,在切削速度较快、温度升高时其硬度不降低。按照这样的使用要求,人们就设计了一种称为高速工具钢的刀具材料,其中含有钨、钼、铬等合金元素。普通钢容易生锈,化工设备及船舶壳体等的损坏都与腐蚀有关。据不完全统计,全世界因腐蚀而损坏的金属构件约占其产量的 10%。人们经过大量试验发现,在钢中加入 13% 的铬元素后,钢的抗蚀性能显著提高。例如在钢中同时加入铬和镍,还可以形成具有新的显微组织的不锈钢,于是人们设计出了一种能够抵抗腐蚀的不锈钢。

有色金属包括铝、铜、钛、镁、锌、铅及其合金等,虽然它们的产量及使用量不如钢铁材料

多,但由于具有某些独特的性能和优点,从而使其成为当代工业生产中不可缺少的材料。

由于金属材料的历史悠久,因而在材料的研究、制备、加工以及使用等方面已经形成了一套完整的系统,拥有了一整套成熟的生产技术和巨大的生产能力,并且经受住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,以及其他任何材料不能完全替代的优越性能。金属材料的另一个突出优点是性价比高,在所有的材料中,除了水泥和木材外,钢铁是最便宜的材料,它的使用可谓量大面广。由于金属材料具有成熟稳定的工艺,大规模的现代化装备以及高的性价比,因而具有强大的生命力,在国民经济中占有极其重要的位置。

此外,为了适应科学技术的高速发展,人们还在不断推陈出新,进一步发展新型的、高性能的金属材料,如超高强度钢、高温合金、形状记忆合金、高性能磁性材料以及储氢合金等。

1. 碳素钢

碳素钢是指碳的质量分数小于 2.11%,并含有少量硅、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。常用碳钢的牌号、应用举例及说明见表 1-2。

表 1-2 常用碳钢的牌号、应用举例及说明

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点的汉语拼音第一个字母 Q、屈服点(强度)值(MPa)、质量等级符号、脱氧方法四个部分组成,其中质量等级共分四级,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 级、Q235D 级可用作重要的焊接结构	
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要求表面耐磨、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含碳量的万分数,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能均较好,用于强度要求较高的重要零件,如曲轴、传动轴、齿轮、连杆等	
铸造碳钢	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点(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 的碳素铸钢

2. 合金钢

为了改善和提高钢的性能,在碳素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。合金钢还具有耐低温、耐腐蚀、高磁性、高耐磨性等良好的特殊性能,它在工具或力学性能、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	GCr4、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。由于铸铁含有的碳和杂质较多,其力学性能比钢差,不能锻造。但铸铁具有优良的铸造性、减振性及耐磨性等特点,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。据资料表明,铸铁件占机器总重量的 45%~90%。常用铸铁的牌号、应用举例及说明见表 1-4。

表 1-4 常用铸铁的牌号、应用举例及说明

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”两字汉语拼音的字头,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,如汽缸、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)、汽缸套、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 表示球墨铸铁的抗拉强度为 500 MPa,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”分别是黑心和珠光体可锻铸铁的代号,它们后面的数字分别代表最低抗拉强度和最低伸长率

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、应用举例及说明见表 1-5。

表 1-5 常用有色金属及其合金的牌号、应用举例及说明

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。如 T1(一号铜)铜的质量分数为 99.95%;T4 铜的质量分数为 99.50%
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,后面数字表示铜的质量分数,如 62 表示铜的质量分数 60.5%~63.5%
纯铝	1070A 1060A 1050A	电缆、电器零件、装饰件及日常生活用品等	铝的质量分数为 98%~99.7%
铸铝合金	ZL102	耐磨性中上等,用于制造载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。如 ZL102 表示 Al-Si 系 02 号合金

5. 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、导热性及磁性等	
	化学性能	金属材料抵抗各种介质的侵蚀能力,如抗腐蚀性能等	
	力学性能	强度	在外力作用下材料抵抗变形与破坏的能力,分为抗拉强度 σ_b 、抗压强度 σ_{bc} 、抗弯强度 σ_{bb} 及抗剪强度 τ_b ,单位均为 MPa
		硬度	衡量材料软硬程度的指标,较常用的硬度指标有布氏硬度(HBS、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 δ_5 、 δ_{10} (%)和断面收缩率 Ψ (%), δ 和 Ψ 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 α_k (J/cm ²)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、焊接性能及切削加工性能等	

1.1.3 非金属材料

1. 高分子材料

生活中有很多东西是用塑料做的,如包装用的塑料袋,装饮料的塑料瓶、塑料桶,计算机显示器外壳、键盘;各种车辆的轮胎都是用橡胶做的;钢铁的表面要涂涂料来防腐蚀,家具的表面要刷油漆以求美观,导线要有塑料或橡胶包皮用以绝缘;人们穿的衣物是纤维做的,它们也许是天然的棉花、羊毛,也许是人造的涤纶、腈纶……所有这些都是高分子材料。

高分子材料既包括我们日常所见的塑料、橡胶和纤维(它们被称为三大合成材料),也包括经常用到的涂料和黏合剂,以及日常较少见到的所谓功能高分子材料,如用于水净化的离子交换树脂、人造器官等。

有机高分子材料是以一类称为“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有机材料。高分子是由成千上万个原子通过共价键连接而成的分子量很大(通常几万,甚至几百万)的一类分子。它们可以是天然的,如蛋白质、纤维素,称天然高分子;也可以是人工合成的,如聚乙烯、有机玻璃,称合成高分子。组成高分子的原子排列不是杂乱无章的,而是有一定规律的。通常由少数原子组成一定的结构单元,再由这些结构单元重复连接形成高分子。图 1-1 所示为水分子和高分子(聚乙烯)结构示意图。

高分子通常是由一种或几种带有活性官能团的小分子化合物经过一定的反应而得到的。如有机玻璃是由甲基丙烯酸甲酯上的双键打开而生成高分子,蛋白质是由各种氨基酸上的氨基和羧基脱水而形成的。

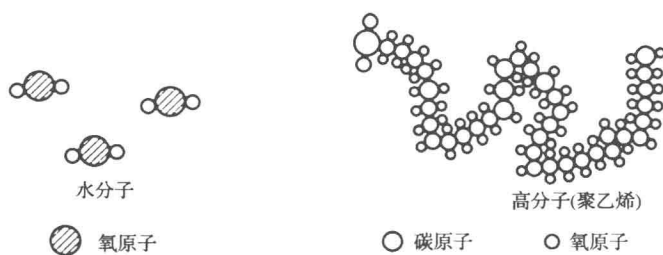


图 1-1 水分子和高分子(聚乙烯)结构示意图

(1) 塑料

塑料是以合成树脂为主要成分,加入适量的添加剂后形成的一种能加热融化、冷却后保持一定形状不变的材料。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。

加入添加剂的目的是弥补塑料的某些性能的不足。添加剂有填料、增强材料、增塑剂、固化剂、润滑剂、着色剂、稳定剂及阻燃剂等。

塑料是一类产量最大的高分子材料,其品种繁多,用途广泛。仅就体积而言,全世界的塑料产量已超过钢铁。

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,约占塑料总产量的 $3/4$ 以上,如聚乙烯、聚氯乙烯等。工程塑料是指用来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。通用塑料改性后,也可作为工程塑料使用。耐热塑料工作温度高于 $150\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$,但成本高。典型的耐热塑料有聚四氟乙烯、有机硅树脂、芳香尼龙及环氧树脂等。

按塑料受热后的性能,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,但只能塑压一次,不能回收利用。

(2) 橡胶

橡胶一般在 $-40\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内具有高弹性,通常还具有储能、隔音、绝缘、耐磨等特性。橡胶材料广泛用于制造密封件、减振件、传动件、轮胎和导线等。

(3) 合成纤维

合成纤维是指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,不仅广泛用于制作衣料等生活用品,在工农业、交通、国防等部门也有重要用途。常用的合成纤维有涤纶、锦纶和腈纶等。

2. 陶瓷材料

陶瓷是一种古老的材料。一般人们对于陶瓷的概念,除了日用陶瓷外就是精美的陶瓷工艺品,如唐代的“唐三彩”及“明如镜,薄如纸”的薄胎瓷等。传统的陶瓷一般是指陶器、瓷器及建筑用瓷。然而在现代材料科学中,却赋予陶瓷的概念以崭新的意义。

陶瓷材料与其他材料相比,它具有耐高温、抗氧化、耐腐蚀、耐磨耗等优异性能,而且它可以用作有各种特殊功能要求的专门功能材料,如压电陶瓷、铁电陶瓷、半导体陶瓷及生物陶瓷等。特别是随着空间技术、电子信息技术、生物工程、高效热机等技术的发展,陶瓷材料正显示出独特的作用。

人们把许多用于现代科学与技术方面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;工艺由传统手工工艺发展为连续、自动,甚至超高温、超高压及微波烧结等新工艺;性能和应用范围由传统的仅用于生活和艺术的简单功能产品,发展为具有电、声、光、磁、热和力学等多种功能综合起来的高科技产品。

新型陶瓷按化学成分主要分为以下几种:

- (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。
- (3)碳化物陶瓷 它们是碳化硅、碳化钨、碳化硼等。

新型陶瓷按其使用性能来分类,可分为结构陶瓷和功能陶瓷两大类。

3. 复合材料

复合材料是由两种或两种以上材料,即基体材料和增强材料复合而成的一类多相材料。复合材料保留了组成材料各自的优点,获得单一材料无法具备的优良综合性能。它们是按照性能要求而设计的一种新型材料。复合材料已成为当前结构材料发展的一个重要趋势。玻璃纤维增强树脂基为第一代复合材料,碳纤维增强树脂基为第二代复合材料,金属基、陶瓷基及碳基等复合材料则是目前正在发展的第三代复合材料。

复合材料的种类繁多,按基体分,有金属基和非金属基两类。金属基主要有铝、镁、钛、铜等及其合金;非金属基主要有合成树脂、碳、石墨、橡胶、陶瓷、水泥等。按使用性能分,有结构复合材料和功能复合材料。

(1) 纤维增强材料

纤维增强材料指纤维、丝、颗粒、片材、织物等。纤维增强材料包括玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、芳纶纤维、碳化硅纤维、氮化硅纤维、晶须(丝状单晶,直径很细,强度很高)、颗粒等。

(2) 树脂基复合材料

树脂基(又称聚合物基)复合材料以树脂为黏结材料,纤维为增强材料,其比强度、比模量大,耐疲劳、耐腐蚀、吸振性好,耐烧蚀、电绝缘好。

树脂基复合材料包括玻璃纤维增强热固性塑料、玻璃纤维增强热塑性塑料、石棉纤维增强塑料、碳纤维增强塑料、芳纶纤维增强塑料、混杂纤维增强塑料等。

(3) 碳-碳复合材料

碳-碳复合材料是指用碳纤维或石墨纤维或其织物作为碳基体骨架,埋入碳基质中增强基质所制成的复合材料。碳-碳复合材料可制成强度高、刚度好的复合材料。在 1300℃ 以上,许多高温金属和无机耐高温材料都失去强度,唯独碳-碳复合材料的强度还稍有升高。其缺点是垂直于增强方向的强度低。

(4) 金属基复合材料

金属基复合材料是以金属、合金或金属间化合物为基体,含有增强成分的复合材料,与树脂基复合材料相比,金属基复合材料有较高的力学性能和高温强度,不吸湿,导电、导热,无高分子复合材料常见的老化现象。

4. 工程材料应用举例

从制造、装配的角度出发,任何一台机器都是由若干个不同几何形状和尺寸的零件按照一定的方式装配而成,而每一种零件又是由各种各样的材料经过一系列的成形或加工而形成的。以汽车为例,图 1-2 所示为轿车的车身总成图,图 1-3 所示为轿车的发动机、驱动装置和车轮部分。图中各部分的名称、所用材料和加工方法见表 1-7。

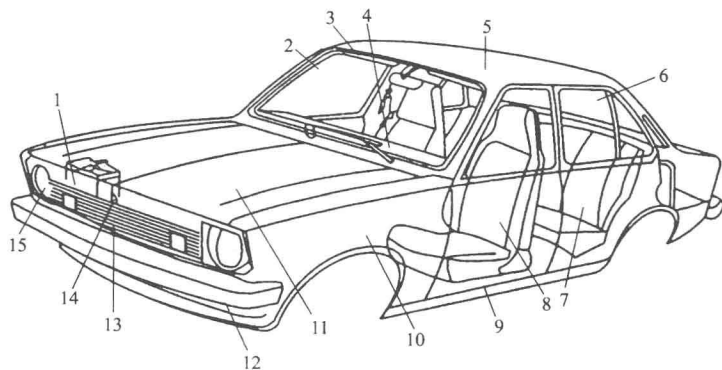


图 1-2 轿车的车身总成图

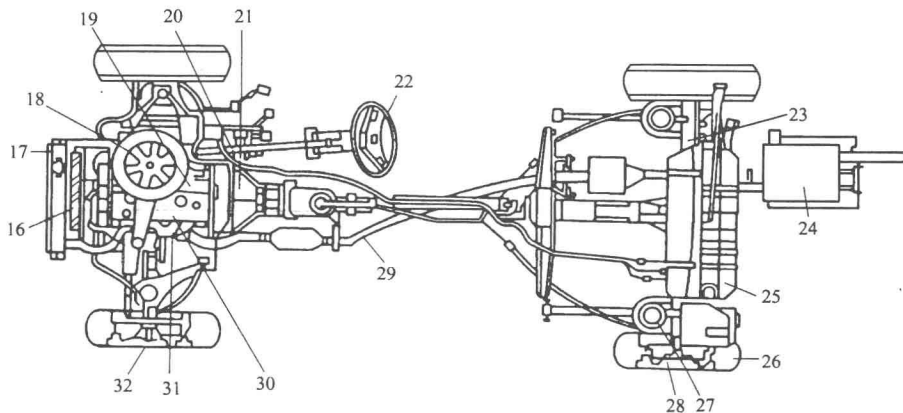


图 1-3 轿车的发动机、驱动装置和车轮部分

表 1-7

轿车的零部件名称、用材及加工方法

件 号	名 称		材 料	加工方法
1	蓄 电 池	壳体	塑料	注射成形
		极板	铅板	
		液	稀硫酸	
2	前风窗玻璃		钢化玻璃或夹层玻璃	
3	遮阳板		聚氯乙烯薄板+尿烷泡沫	
4	仪表板		钢板	冲压
			塑料	注射成形
5	车身		钢板	冲压
6	侧风窗玻璃		钢化玻璃	
7	坐垫包皮		乙烯或纺织品	
8	缓冲垫		尿烷泡沫	
9	车门		钢板	冲压
10	挡泥板		钢板	冲压
11	发动机罩		钢板	冲压
12	保险杠		钢板	冲压
13	散热器格栅		塑料	注射成形
14	标牌		塑料	注射成形、电镀
15	前照灯	透镜	玻璃	冲压、电镀
		聚光罩	钢板	
16	冷却风扇		塑料	注射成形
17	散热器			
18	空气滤清器		钢板	冲压
19	进气总管		铝	铸造
20	操纵杆		钢管	铸造
21	离合器壳体		铝	
22	转向盘		塑料	注射成形
23	后桥壳		钢板	冲压
24	消声器		钢板	冲压
25	油箱		钢板	冲压
26	轮胎		合成橡胶	铸造
27	卷簧		弹簧钢	
28	制动鼓		铸铁	
29	排气管		钢管	
30	发 动 机	汽缸体	铸铁	铸造
		汽缸盖	铝	铸造
		曲轴	铸钢	锻造
		凸轮轴	铸铁	铸造
31	排气总管		铸铁	铸造
32	制动盘		铸铁	铸造

由表 1-7 可知,汽车零件是用多种材料制成的,采用的加工方法有铸造、锻造、冲压、注射成形等。另外还有一些加工方法没有列出来,如焊接(用于板料的连接和棒料的连接)、机械零件的精加工(切削、磨削)等。

从现阶段汽车零件的质量构成比来看,黑色金属占 75%,有色金属占 5%,非金属材料占 10%~20%。汽车使用的材料大多数为金属材料。

黑色金属材料有钢板、钢材和铸铁。钢板大多采用冲压成形,用于制造汽车的车身和大梁;钢材的种类有圆钢和各种型钢。

黑色金属的强度较高,价格低廉,故使用较多。按黑色金属使用场合的不同,对其性能的要求也不同。例如,制造汽车车身,需使钢板做较大的弯曲变形,故应采用容易进行变形处理的钢板;如果外观差,就影响销售,故应采用表面美观、易弯曲的钢板。与之相反,车架厚而要求强度高,价格应低廉,所以应采用表面美观要求不高,而且较厚的钢板。

有色金属材料以铝合金应用最广,用作发动机的活塞、变速箱壳体、带轮等。铝合金由于质量轻、美观,今后将更多地用于制造汽车零件。铜用于电气产品、散热器。铅、锡与铜构成的合金用作轴承合金。锌合金用作装饰品和车门手柄(表面电镀)。

在非金属材料中,采用工程塑料、橡胶、石棉、玻璃、纤维等。由于工程塑料具有密度小、成形性、着色性好,不生锈等性能,可用作薄板、手轮、电气零件、内外装饰品的制造材料等。由于塑料的性能不断改善,FRP(纤维强化塑料)有可能被用作制造车身和发动机零件。

由此可见,机械产品的可靠性和先进性,除设计因素外,在很大程度上取决于所选用材料的质量和性能。新型材料的发展是发展新型产品和提高产品质量的物质基础。各种高强度材料的发展,为发展大型结构件和逐步提高材料的使用强度等级、减轻产品自重提供了条件;高性能的耐高温材料、耐腐蚀材料为开发和利用新能源开辟了新的途径。现代发展起来的新型材料如新型纤维材料、功能性高分子材料、非晶体材料、单晶体材料、精细陶瓷和新合金材料等,对于研制新一代的机械产品有重要意义。如碳纤维比玻璃纤维强度和弹性更高,用于制造飞机和汽车等结构件,能显著减轻自重而节约能源。精细陶瓷如热压氮化硅和部分稳定结晶氧化锆,有足够的强度,比合金材料有更高的耐热性,能大幅度提高热机的效率,是绝热发动机的关键材料。还有不少与能源利用和转换密切有关的功能材料的突破,将会引起机电产品的巨大变革。

1.2 钢的热处理

1.2.1 钢的热处理工艺

热处理是一种重要的金属加工工艺,它是将固态金属或合金,采用适当的方式进行加热、保温和冷却,改变其表面或内部的组织结构以获得所需要的组织结构与性能的一种工艺方法。

热处理是机械零件及工模具制造过程中的重要工序之一,通过热处理可以使金属具有优良的力学性能,高的强度、硬度、塑性和弹性等,从而扩大了材料的使用范围,提高了材料的利用率,延长使用寿命。因此,在汽车、拖拉机及各类机床上有 70%~80% 的钢铁零件要