



上海出版资金项目
Shanghai Publishing Fund



创新应用型数字交互规划教材
机械工程

机械工程材料

张而耕 · 主编



上海科学技术出版社

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

内 容 提 要

本书系统介绍了机械设计制造工程人员必须具备的材料基本理论知识、工程材料性能强化方法和工程材料表面的改性工程技术,并以实例说明工程材料的选择与应用等方面内容。全书共分 11 章,内容包括机械工程材料的分类及应用;工程材料的组织结构与性能、铁碳合金等基础知识;工程材料性能及热处理强化方法;机械工程中常用的钢材、铸铁、有色金属、粉末冶金材料、非金属材料等基础知识及其应用;机械工程材料表面的改性工程技术;典型零件、刀具材料的选择与在汽车、机床、航空航天上的应用。本书为校企合作编著教材。本书依托增强现实(AR)技术,将视频、动画等数字资源与纸质教材交互,为读者和用户带来更丰富有效的阅读体验。为了方便教学使用,在出版社网站提供免费电子课件,供教师参考。

本书可供机械设计制造及其自动化、工程装备与控制工程、车辆工程、材料成型及控制工程、化工机械、能源与动力工程、建筑环境与设备工程、飞行器制造工程等工科类专业本科及专科学生使用,也可供从事机械设计与制造的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程材料 / 张而耕主编. —上海:上海科学技术出版社,2017. 10

创新应用型数字交互规划教材. 机械工程

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3606 - 4

I. ①机… II. ①张… III. ①机械制造材料—高等学校—教材 IV. ①TH14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 145204 号

机械工程材料

张而耕 主编

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235 www. sstp. cn)

印刷

开本 787×1092 1/16 印张 15

字数: 365 千字

2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 3606 - 4/TH • 68

定价: 48.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

编审委员会

主 任 李郝林 陈关龙

副主任 钱 炜

委 员 (以姓氏笔画为序)

王小静 李峥嵘 张慧敏 陈 浩

陈军华 徐 洋 惠 虎

顾 问 曹自强

编写委员会

(以姓氏笔画为序)

丁晓红 马淑梅 王岩松 朱文峰

任 彬 李 晏 李郝林 李蓓智

张东民 张而耕 荆学东 黄迪山

支持单位

(按首字拼音排序)

东华大学

华东理工大学

青岛海尔模具有限公司

瑞士奇石乐(中国)有限公司

上海大学

上海电气集团上海锅炉厂有限公司

上海高罗输送装备有限公司技术中心

上海工程技术大学

上海理工大学

上海师范大学

上海新松机器人自动化有限公司

上海应用技术大学

上海紫江集团

上汽大众汽车有限公司

同济大学

西门子工业软件(上海)研发中心

浙江大学

丛 书 序

在“中国制造 2025”国家战略指引下,在“深化教育领域综合改革,加快现代职业教育体系建设,深化产教融合、校企合作,培养高素质劳动者和技能型人才”的形势下,我国高教人才培养领域也正在经历又一重大改革,制造强国建设对工程科技人才培养提出了新的要求,需要更多的高素质应用型人才,同时随着人才培养与互联网技术的深度融合,尽早推出适合创新应用型人才模式的出版项目势在必行。

教科书是人才培养过程中受教育者获得系统知识、进行学习的主要材料和载体,教材在提高人才培养质量中起着基础性作用。目前市场上专业知识领域的教材建设,普遍存在建设主体是高校,而缺乏企业参与编写的问题,致使专业教学教材内容陈旧,无法反映行业技术的发展。本套教材的出版是深化教学改革,践行产教融合、校企合作的一次尝试,尤其是吸收了较多长期活跃在教学和企业技术一线的专业技术人员参与教材编写,有助于改善在传统机械工程向智能制造转变的过程中,“机械工程”这一专业传统教科书中内容陈旧、无法适应技术和行业发展需要的问题。

另外,传统教科书形式单一,一般形式为纸媒或者是纸媒配光盘的形式。互联网技术的发展,为教材的数字化资源建设提供了新手段。本丛书利用增强现实(AR)技术,将诸如智能制造虚拟场景、实验实训操作视频、机械工程材料性能及智能机器人技术演示动画、国内外名企案例展示等在传统媒体形态中无法或很少涉及的数字资源,与纸质产品交互,为读者带来更丰富有效的体验,不失为一种增强教学效果、提高人才培养的有效途径。

本套教材是在上海市机械专业教学指导委员会和上海市机械工程学会先进制造技术专业委员会的牵头、指导下,立足国内相关领域产学研发展的整体情况,来自上海交通大学、上海理工大学、同济大学、上海大学、上海应用技术大学、上海工程技术大学等近 10 所院校制造业学科的专家学者,以及来自江浙沪制造业名企及部分国际制造业名企的专家和工程师等一并参与的内容创作。本套创新教材的推出,是智能制造专业人才培养的融合出版创新探索,一方面体现和保持了人才培养的创新性,促使受教育者学会思考、与社会融为一体;另一方面也凸显了新闻出版、文化发展对于人才培养的价值和必要性。

中国工程院院士

本书配套数字交互资源使用说明

针对本书配套数字资源的使用方式和资源分布,特做如下说明:

- 1. 用户(或读者)可持安卓移动设备(系统要求安卓 4.0 及以上),打开移动端扫码软件(本书仅限于手机二维码、手机 qq),扫描教材封底二维码,下载安装本书配套 APP,即可阅读识别、交互使用。
- 2. 插图图题后或表格表题后有加“”标识的,提供视频、动画等数字资源,进行识别、交互。具体扫描对象(图片、表格)位置和数字资源对应关系参见下列附表。

扫描对象位置	数字资源类型	数字资源名称
图 1-5	动画	墨水滴在纳米材料表面
图 2-4	动画	低碳钢拉伸应力-应变曲线(含 3 部分)
图 3-2	视频	金刚石
图 4-16	动画	铁碳合金相图(含 7 部分)
图 5-25	视频	井式渗碳炉
图 6-6	动画	弹簧制作
图 7-3	动画	铁碳金相组织
图 8-17	视频	粉末冶金生产动画
图 9-5	视频	碳纤维复合材料
图 10-6	视频	涂层刀具车铣复合加工
图 10-11	视频	激光表面合金化施工
表 11-1	动画	抽真空成型和挤出成型

丛书前言

进入 21 世纪以来,在全球新一轮科技革命和产业变革中,世界各国纷纷将发展制造业作为抢占未来竞争制高点的重要战略,把人才作为实施制造业发展战略的重要支撑,改革创新教育与培训体系。我国深入实施人才强国战略,并加快从教育大国向教育强国、从人力资源大国向人力资源强国迈进。

《中国制造 2025》是国务院于 2015 年部署的全面推进实施制造强国战略文件,实现“中国制造 2025”的宏伟目标是一个复杂的系统工程,但是最重要的是创新型人才培养。当前随着先进制造业的迅猛发展,迫切需要一大批具有坚实基础理论和专业技能的制造业高素质人才,这些都对现代工程教育提出了新的要求。经济发展方式转变、产业结构转型升级急需应用技术类创新型、复合型人才。借鉴国外尤其是德国等制造业发达国家人才培养模式,校企合作人才培养成为学校培养高素质高技能人才的一种有效途径,同时借助于互联网技术,尽早推出适合创新应用型人才培养模式的出版项目势在必行。

为此,在充分调研的基础上,根据机械工程专业和行业特点,在上海市机械专业教学指导委员会和上海市机械工程学会先进制造技术专业委员会的牵头、指导下,上海科学技术出版社组织成立教材编审委员会和编写委员会,联络国内本科院校及一些国内外大型名企等支持单位,搭建校企交流平台,启动了“创新应用型数字交互规划教材 | 机械工程”的组织编写工作。本套教材编写特色如下:

1. 创新模式、多维教学。教材依托增强现实(AR)技术,尽可能多地融入数字资源内容(如动画、视频、模型等),突破传统教材模式,创新内容和形式,帮助学生提高学习兴趣,突出教学交互效果,促进学习方式的变革,进行智能制造领域的融合出版创新探索。

2. 行业融合、校企合作。与传统教材主要由任课教师编写不同,本套教材突破性地引入企业参与编写,校企联合,突出应用实践特色,旨在推进高校与行业企业联合培养人才模式改革,创新教学模式,以期达到与应用型人才培养目标的高度契合。

3. 教师、专家共同参与。主要参与创作人员是活跃在教学和企业技术一线的人员,并充分吸取专家意见,突出专业特色和应用特色。在内容编写上实行主编负责下的民主集中制,按照应用型人才培养的具体要求确定教材内容和形式,促进教材与人才培养目标和质量的接轨。

4. 优化实践环节。本套教材以上海地区院校为主,并立足江浙沪地区产业发展的整体情况。参与企业整体发展情况在全国行业中处于技术水平比较领先的位置。增加、植入这些企业中当下的生产工艺、操作流程、技术方案等,可以确保教材在内容上具有技术先进、工艺领

先、案例新颖的特色,将在同类教材中起到一定的引领作用。

5. 增设与国际工程教育认证接轨的“学习成果达成要求”。即本套教材在每章开始,明确说明本章教学内容对学生应达成的能力要求。

本套教材“创新、数字交互、应用、规划”的特色,对避免培养目标脱离实际的现象将起到较好作用。

丛书编委会先后于上海交通大学、上海理工大学召开 5 次研讨会,分别开展了选题论证、选题启动、大纲审定、统稿定稿、出版统筹等工作。目前确定先行出版 10 种专业基础课程教材,具体包括《机械工程测试技术基础》《机械装备结构设计》《机械制造技术基础》《互换性与技术测量》《机械 CAD/CAM》《工业机器人技术》《机械工程材料》《机械动力学》《液压与气动技术》《机电传动与控制》。教材编审委员会主要由参加编写的高校教学负责人、教学指导委员会专家和行业学会专家组成,亦吸收了多家国际名企如瑞士奇石乐(中国)有限公司和江浙沪地区大型企业的参与。

本丛书项目拟于 2017 年 12 月底前完成全部纸质教材与数字交互的融合出版。该套教材在内容和形式上进行了创新性的尝试,希望高校师生和广大读者不吝指正。

上海市机械专业教学指导委员会

前言

当前,我国经济正处于产业结构调整转变时期,尤其是企业技术高新化,产业结构向高技术产业、新兴产业、现代装备制造业转移升级,要求企业工程技术人员具备比较全面的机械、材料、控制等方面的学科知识,其中工程材料知识是必须具备的基础知识。因此,一本突出工程材料的基本性能、性能强化、表面改性及其典型应用的教材是非常需要的。

本书为校企合作编著教材,在编写过程中注重工程背景、工程应用以及与工程机械设计制造等的有机联系,强化了工程应用、工程材料表面改性新技术等方面的内容,反映了工程材料的发展趋势。书中实例多,便于应用;表格多,信息强;各章节内容有多处交互链接有关视频或模拟动画等数字资源。

本书主要编者,既具有多年企业工程应用的经历,又具有多年工科本科教学经验;既熟悉应用型本科教育目标,又了解企业的工程技术需求和对人才工程应用能力的要求,还熟悉现有教材的优缺点。所以,本书在编写结构上具有完整的工程材料知识体系,在内容上较好地突出了工程应用性。同时,力求尽可能地把科学技术发展的新成果吸收进来,把工程实际应用情况反映到教材中。教材编写按照现行的国家标准如 GB/T 228—2010《金属材料拉伸试验第一部分:室温试验》、GB/T 231.1—2009《金属材料布氏硬度第一部分:试验方法》、GB/T 230.1—2009《金属材料洛氏硬度试验第一部分:试验方法》、GB/T 229—2007《金属材料夏比摆锤冲击试验方法》等完善相关知识内容,符合最新规范表述。

本书可供机械设计制造及其自动化、工程装备与控制工程、车辆工程、材料成型及控制工程、化工机械、能源与动力工程、建筑环境与设备工程、飞行器制造工程等工科类专业本科及专科学使用,本书也可供从事机械设计与制造工作的工程技术人员参考。

本书由上海应用技术大学张而耕副教授担任主编,上海应用技术大学吴艳云高级工程师担任副主编。主要参与编写人员均来自上海应用技术大学,具体如下:张而耕(第1章、第10章),吴艳云(第2章、第5章),郑刚(第3章、第4章),侯怀书(第6章),付泽民(第7章、第8章),周琼(第9章、第11章)。全书由上海高罗输送装备有限公司技术中心主任陆俭高级工程师、上海紫江集团韩明高级工程师、上海电气集团上海锅炉厂有限公司严祯荣教授级高级工程师担任主审,他们不仅配合本书作者参与了部分小节的编写,还对各章初稿提出了修改建议。

在本书的编写过程中,我们得到许多高等院校和研究所教授专家、老师以及企业技术人员的指导与帮助,也参阅了不少近年来工程材料研究领域的文献和网络资源,在此表示衷心的感谢。本书如有错误和不妥之处,敬请指正。

编者

目 录

第 1 章	绪论	1
1.1	材料的作用和发展前景	1
1.2	工程材料的分类及工程应用	5
1.3	新材料的发展与展望	6
1.4	本课程的目的、意义、内容及要求	8
第 2 章	工程材料的性能	9
2.1	工程材料的静载力学性能	9
2.2	工程材料的动载力学性能	15
2.3	工程材料的物理和化学性能	17
2.4	工程材料的工艺性能	19
第 3 章	工程材料的结构	22
3.1	晶体的基本知识	22
3.2	金属材料的晶体结构和结晶	24
3.3	合金的晶体结构和结晶	31
3.4	非金属材料的结构	36
第 4 章	铁碳合金组织和相图	38
4.1	铁碳合金中的相和组织	38
4.2	铁碳合金相图	46
第 5 章	钢的热处理	54
5.1	钢在加热时的转变	55

5.2	钢在冷却时的转变·····	58
5.3	钢的整体热处理·····	63
5.4	钢的表面热处理·····	70
5.5	热处理新技术·····	76
第6章 工业用钢 ·····		79
6.1	常见元素和杂质对碳钢性能的影响·····	79
6.2	合金元素在钢中的作用·····	80
6.3	结构钢·····	83
6.4	工具钢·····	95
6.5	特殊性能钢·····	102
第7章 铸铁 ·····		107
7.1	铸铁的石墨化·····	107
7.2	铸铁的分类·····	111
第8章 有色金属及粉末冶金材料 ·····		126
8.1	铝及铝合金·····	126
8.2	铜及铜合金·····	133
8.3	钛及钛合金·····	140
8.4	镁及镁合金·····	143
8.5	锌及锌合金·····	147
8.6	粉末冶金材料·····	150
第9章 非金属工程材料 ·····		153
9.1	高分子材料·····	153
9.2	陶瓷材料·····	164
9.3	复合材料·····	167
第10章 材料表面的改性 ·····		174
10.1	材料表面改性的意义、分类及应用·····	174
10.2	物理气相沉积涂层技术·····	176
10.3	化学气相沉积涂层技术·····	183
10.4	热喷涂技术·····	186
10.5	表面熔覆合金化技术·····	188
10.6	离子氮化技术·····	190
10.7	TD处理技术·····	192

第 11 章 工程材料的选择与应用	194
11.1 工程材料在机械零部件上的应用	194
11.2 工程材料在刀具上的应用	210
11.3 工程材料在汽车上的应用	220
11.4 工程材料在航空航天上的应用	222
符号表	223
参考文献	225

第 1 章

绪 论

◎ 学习成果达成要求

机械工程材料是一门基础学科,是工程制造和应用领域必须熟练掌握的工具。

学生应达成的能力要求包括:

1. 能够通过学习机械工程材料的重要性及其对人类社会发展的巨大贡献,进一步认识到材料科学还具有广阔的发展空间,还有很多新的未知领域需要去学习和探索。
2. 能够对常用机械工程材料根据其应用进行分类,把握材料与环境的相互关系,在现实中做到实现材料的循环利用、促进社会的可持续发展。

《《《

1.1 材料的作用和发展前景

材料是人类用于制造机器、构件和产品的物质,是人类赖以生存和发展的物质基础。20 世纪 70 年代,人们把信息、材料和能源作为社会文明的支柱;80 年代,随着高技术群的兴起,又把新材料与信息技术、生物技术并列作为新技术革命的重要标志;90 年代以来,材料成为当前世界新技术革命的三大支柱(材料、信息、能源)之一,与信息技术、生物技术一起构成 21 世纪世界最重要和最具发展潜力的三大领域。新材料的诞生会带动相关产业和技术的迅速发展,甚至会催生新的产业和技术领域。

1.1.1 材料是人类进步的物质基础

材料的应用与发展勾画了人类的文明发展史,人类使用材料的历史几乎和人类的文明史一样悠久。人类对材料的使用可以划分为七个时代,分别是石器时代、青铜器时代、铁器时代、水泥时代、钢时代、硅时代、新材料时代。从远古的石器时代到公元前的铁器时代,金属的使用标志着社会生产力的发展,人类开始逐渐进入文明社会。18 世纪钢时代的来临,引起世界范围的工业革命,因而产生若干发达的强国。继钢时代之后,1950 年开始进入硅时代,这是信息技术革命的时代,对当今世界产生了深远的影响。在钢时代和硅时代中,人们强烈地认识到材料科技对社会发展与进步的作用。无论是专门从事材料研究的科技人员,还是经济学家、金融界的银行家、企业界的巨头,甚至作为经济决策者的国家领导阶层,都密切注意材料研究的动向和发展趋势,以便及时把握时机,做出正确的判断与决策,以使本国在世界经济发展的竞争中占有一席之地。材料是发展国民经济、促进社会进步和保障国家安全的物质基础,也是新技术革命的物质基础。可以说,材料的发展水平制衡了整个社会科技的发展和物质生活的提高。

无论是远古时代,还是生产力高度发达的今天,无论是工业、农业、现代国防,还是日常生活,均离不开材料。材料是人类社会进步的里程碑,纵观人类利用材料的历史,可以清楚地看到,每一种重要新材料的发现和应⤵,都把人类改造自然的能力提高到一个新的水平。材料科学技术的每一次重大突破都会引起生产技术的重大变革,甚至引起一次世界性的技术革命,大大地加速社会发展的进程,给社会生产力和人类生活带来巨大变革,推动人类物质文明的前进,如图 1-1 所示。

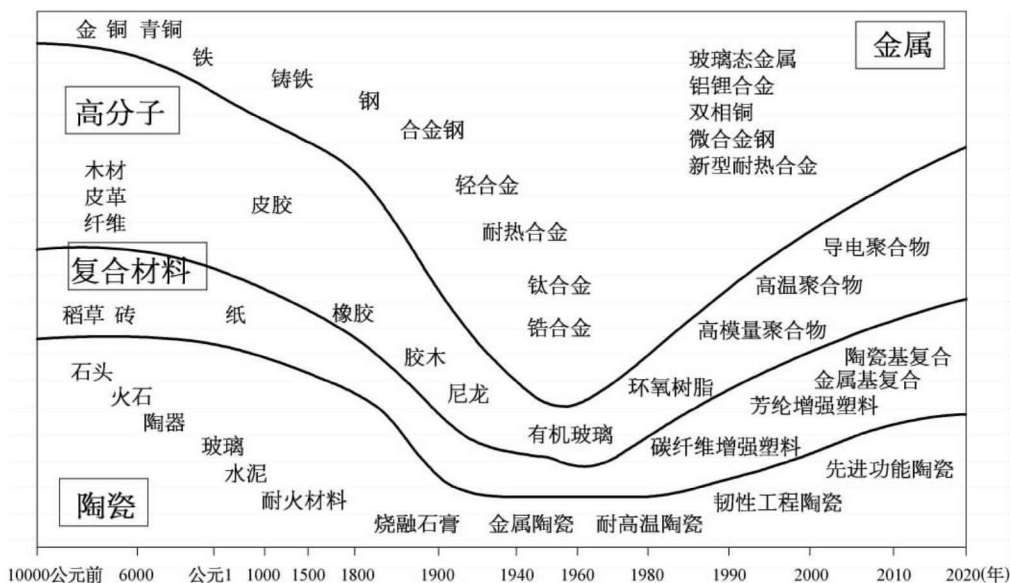


图 1-1 工程材料的出现随历史时间发展示意图(时间是非线性的)

同样,20 世纪的四项重大发明,即原子能、半导体、计算机、激光器也离不开材料科学的发展。仅以计算机为例,1946 年由美国研制的埃尼阿克(ENIAC)电子数值积分计算机,共用 18 000 多只电子管,质量 30 t 有余,占地 170 m²,每小时耗电 150 kW,真可谓“庞然大物”。半导体材料出现后,特别是 1967 年大规模集成电路问世以来,计算机实现了微型化,才得以进入办公室及普通百姓人家。现在一台功能和第一台电子管计算机相当的微型计算机,其运行速度加快几百倍,体积仅为原来的 30 万分之一,质量仅为原来的 6 万分之一。我国的“两弹一星工程”“航天工程”以及“嫦娥工程”(探月工程)等尖端技术的发展也离不开材料。因此,新材料技术已成为当代技术发展的重要前沿。1981 年,日本国际贸易和工业部选择了优先发展的三个领域,即新材料、新装置和生物技术。1986 年 3 月,我国制定了《高技术研究发展计划纲要》即“863 计划”,将新材料列入重点研究领域之一,并命名为“关键新材料和现代材料科学技术”。材料科学的发展及进步已成为衡量一个国家科学技术水平的重要标准。

1.1.2 开发新材料是国家发展的战略需求

当今是高技术主宰着社会,一方面高技术促进社会的发展,并保障国防安全,另一方面,高技术是传统产业改造、发展支柱产业不可或缺的部分,而新材料又是高技术的先导和基础,所以开发新材料已受到高度重视。新材料具有强烈的基础性、支撑性、技术价值和迫切的战略需求。新材料,主要是指那些正在发展,且具有优异性能和应用前景的一类材料。为了规范新材料的含义,一般把具备以下三个条件之一的材料称为新材料:

(1) 新出现或正在发展中的、具有传统材料所不具备的优良性能的材料。科学家们发现,除金刚石、石墨外,还有一些新的以单质形式存在的碳。其中发现较早并已在研究中取得重要进展的是 C₆₀ 分子(图 1-2)。C₆₀ 分子是一种由 60 个碳原子构成的分子,它形似足球,因此又名足球烯(C₆₀ 这种物质是由 C₆₀ 分子组成的,而不是由原子构成的)。

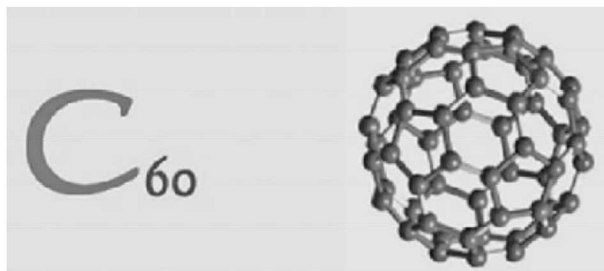


图 1-2 C₆₀ 分子

有人建议称 C₆₀ 及其一系列碳原子簇为“球碳”,理由是它们是由碳元素组成的球形分子;有人建议称其为“笼碳”,理由是它们是一种中空的笼形分子;还有人建议把“球碳”“笼碳”和“富勒”综合起来,称为“富勒球碳”和“富勒笼碳”。但迄今为止,还没有一种令大家都满意的名称。C₆₀ 具有金属光泽,有许多优异性能,如超导、强磁性、耐高压、抗化学腐蚀,在光、电、磁等领域有潜在的应用前景。

(2) 高技术发展需要具有特殊性能的材料。如记忆合金(图 1-3)和具有光电转换功能的太阳能电池板(图 1-4)。

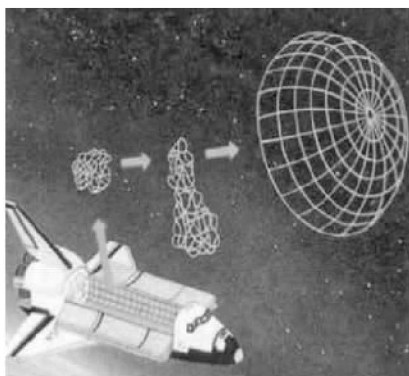


图 1-3 形状记忆合金——飞船网状自展天线



图 1-4 卫星的太阳能电池板

(3) 由于采用新技术(工艺、装备)明显提高性能,或者出现新功能的材料。如“超级钢”(图1-5)、纳米材料(图 1-6)等。

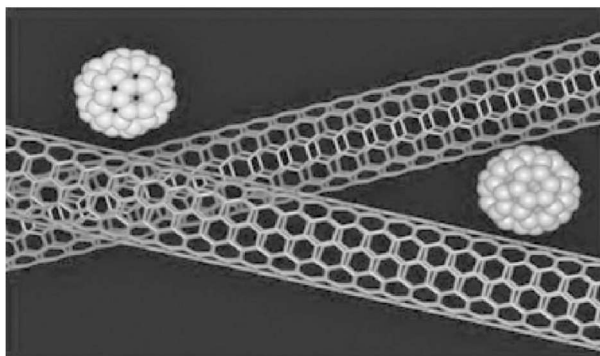


图 1-5 碳纳米管(抗拉强度为钢的 40 倍)



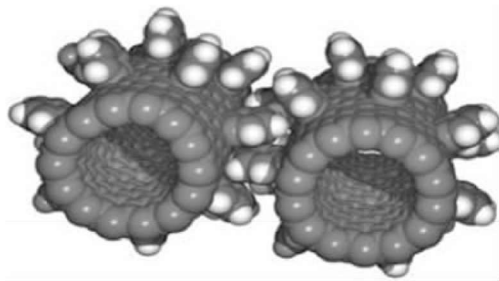


图 1-6 纳米齿轮

材料发展水平的高低已经成为衡量一个国家国力强弱的标准之一。资料显示,在未来 20 年里,我国会在能源方面面临一系列挑战。这一时期是实现现代化的关键时期,也是经济结构、城市化水平、居民消费结构发生明显变化的阶段,而能源材料是解决能源危机的关键。能源材料是材料的一个重要组成部分,包括新能源技术材料、能量转换与储能和节能材料等。图 1-7

所示为由于采用了新的材料,发动机的工作温度进一步升高,工作效率也随之提高。如果能在能源材料方面取得突破,不仅能解决即将到来的能源危机,而且能大大促进我国今后在能源领域的发展。材料科技的发展对国防建设起着不可估量的作用,从简单的兵器到飞机坦克,从手机到通信卫星,材料的发展制约着一切。

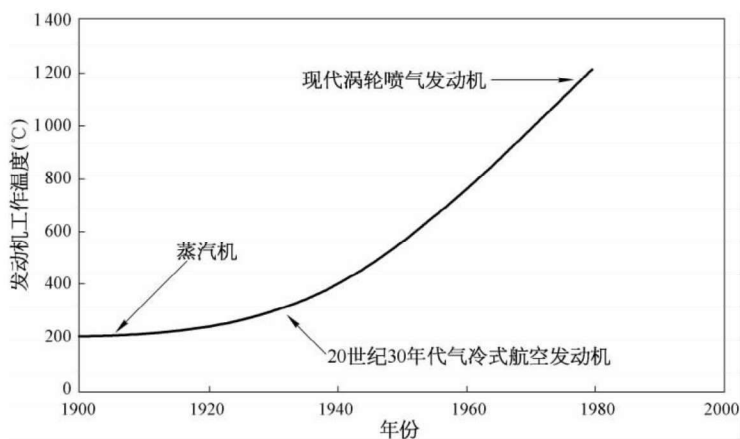


图 1-7 发动机发展时间与工作温度关系曲线

所以,国家要发展,材料科技需先行。世界各国都十分重视新材料技术的发展,美国、欧洲、日本等发达国家和地区都把发展新材料作为科技发展战略的重要组成部分,在制定国家科技与产业发展计划时,将新材料技术列为 21 世纪优先重点发展的关键技术之一,以保持其经济和科技的领先地位。我国的新材料科技及产业的发展,在政府的大力关心和支持下,也取得了重大的进展和卓越的成绩,为国民经济和社会发展提供了强有力的支撑。

1.1.3 材料具有广阔的发展前景

日新月异的现代技术的发展需要很多新型材料的支持。未来材料科技发展的方向为精细化、超高性能化、高功能化、复杂化、生态环境化、智能化。当前,材料技术的发展趋势有以下几种:

(1) 从均质材料向复合材料发展。以前人们只使用金属材料、高分子材料等均质材料,现在开始越来越多地使用诸如把金属材料和高分子材料结合在一起的复合材料。

(2) 由以结构材料为方向往功能材料、多功能材料并重的方向发展。以前讲材料,实际上都是指结构材料。但是随着高技术的发展,其他高技术要求材料技术为它们提供更多更好的功能材料,而材料技术也越来越有能力满足这一要求。所以现在各种功能材料越来越多,终有一天功能材料将会同结构材料在材料领域平分秋色。

(3) 材料结构的尺度向越来越小的方向发展。如以前组成材料的颗粒,尺寸都在向微米

(100 万分之一米)方向发展。由于颗粒极度细化,有些材料的性能发生了截然不同的变化。如以前给人以极脆印象的陶瓷,居然可以用来制造发动机零件。

(4) 由被动性材料向具有主动性的智能材料方向发展。过去的材料不会对外界环境的作用做出反应,完全是被动的。新的智能材料能够感知外界条件变化、进行判断并主动做出反应。

(5) 通过仿生途径发展新材料。生物通过千百万年的进化,在严峻的自然环境中经过优胜劣汰发展到今天,自有其独特之处。通过“师法自然”并揭开其奥秘,给人们以无穷的启发,为开发新材料提供又一条广阔的途径。

1.2 工程材料的分类及工程应用

工程材料是指具有一定性能,在特定条件下能够承担某种功能、能被用来制作零件和元件的材料。工程材料种类繁多,有许多不同的分类方法,其工程应用也非常广泛。

1.2.1 工程材料的分类

1) 按材料的化学组成分类

(1) 金属材料。指具有正的电阻温度系数及金属特性的一类物质,是目前应用最为广泛的工程材料。按金属元素构成情况的不同,可分为金属与合金两种类型。所谓金属,是指由单一元素构成的、具有正的电阻温度系数及金属特性的一类物质;所谓合金,是指由两种或两种以上金属或金属与非金属元素构成的、具有正的电阻温度系数及金属特性的一类物质。金属材料按化学组成不同又可分为黑色金属及有色金属两种类型。黑色金属主要包含钢(碳钢、合金钢)和铸铁,即以铁元素、碳元素为主的金属材料;有色金属包含除钢铁以外的金属材料,其种类很多,按照它们特性的不同,又可分为轻金属(Al、Mg、Ti)、重金属(Cu、Ir、Pb)、贵金属(Au、Ag、Pt)、稀有金属(Ta、Zr)和放射性金属(Ta)等多种。

(2) 无机非金属材料。指以天然硅酸盐(黏土、长石、石英等)或人工合成化合物(氮化物、氧化物、碳化物、硅化物、硼化物、氟化物等)作为原料,经粉碎、配置、成型和高温烧结而成的硅酸盐材料。无机非金属材料包括水泥、玻璃、耐火材料和陶瓷等,其主要原料是硅酸盐矿物,因此又称为硅酸盐材料。

(3) 高分子材料。指以高分子化合物为主要组分的材料,又称为高聚物。按材料来源可分为天然高分子材料(蛋白质、淀粉、纤维素等)和人工合成高分子材料(合成塑料、合成橡胶、合成纤维);按性能及用途可分为塑料、橡胶、纤维、胶粘剂、涂料等。金属材料、陶瓷材料、高分子材料统称三大固体材料;合成塑料、合成橡胶、合成纤维统称三大合成材料。

(4) 复合材料。指由两种或两种以上不同性质的材料,通过不同的工艺方法人工合成的、各组分间有明显界面且性能优于各组成材料的多相材料。多数金属材料不耐腐蚀,无机非金属材料脆性大,高分子材料不耐高温且易老化。人们将上述两种或两种以上的不同材料组合起来,使之取长补短、相得益彰,就构成了复合材料。复合材料由基体材料和增强材料复合而成,基体材料包括金属、塑料(树脂)、陶瓷等,增强材料包括各种纤维和无机化合物颗粒等。

2) 按材料的使用性能分类

(1) 结构材料。指以强度、刚度、塑性、韧性、硬度、疲劳强度、耐磨性等力学性能为性能指标,用来制造承受载荷、传递动力的零件和构件的材料。结构材料可以是金属材料、高分子材料、陶瓷材料或复合材料。

(2) 功能材料。指以声、光、电、磁、热等物理性能为指标,用来制造具有特殊性能元件的