

材料产业管理工程概论

王家诚 编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社

2003

图书在版编目 (CIP) 数据

材料产业管理工程概论/王家诚编著. —北京: 冶金工业出版社, 2003. 1

ISBN 7-5024-3210-8

I. 材… II. 王… III. 材料 - 产业 - 管理工程学
IV. F406.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 001022 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 杨盈园 美术编辑 李 心 责任校对 栾雅谦 责任印制 李玉山

北京才智印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2003 年 1 月第 1 版, 2003 年 1 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 5. 875 印张; 154 千字; 174 页; 1-2000 册

18.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

序

材料产业作为我国的支柱产业，支撑着经济社会的发展。在我国的全部工业中，材料产业的资产总值、产值和利税总额以及从业人员大致占有 1/5 的比例。一方面，我国也是世界上材料生产大国之一，占有一定地位；另一方面，我国材料产业的发展存在一些亟待解决的问题，例如高资源消耗和高污染的状况与社会经济可持续发展的战略要求很不协调。从今后我国资源、产业、经济与环境的协调发展来看，材料产业必须积极探索一条既保证材料性能、数量要求，又节约资源、能源和保护环境的新型材料之路。

本书作者长期从事能源发展的理论与实践研究，近几年对能源使用大户——材料产业发展的技术经济理论与实践研究做了有益的新探索。他从技术与经济紧密结合的角度对北京材料产业的发展提出了许多合理的建议，撰写了研

究报告，出版了专著。本书从产业经济管理角度，对材料产业管理的科学概念、基本职能和原理，材料生产管理、建设项目管理和产业发展管理等进行全面概要论述，在理论、方法和应用上都有新的思路和实际意义。本书的出版对促进我国材料产业的科学管理和可持续发展都有积极的作用。本书阐述的材料产业管理理论与方法也可为相关产业的管理和发展提供参考。

中国工程院院士、
北京工业大学校长

左铁镛

前 言

中国材料产业是国民经济的一个基础性、关键性的支柱产业，是经济体系中的重要组成部分，它的发展已成为支持工业化和国防现代化的基础和发展高新技术的关键。但是，另一方面，材料产业又是资源、能源消费大户和环境污染主要来源。为达到可持续发展的战略目标，材料产业必须积极探索一条既保证材料性能、数量要求，又节约资源、能源和保护环境的新型材料之路。同时，必须加强对材料产业（企业）的经济管理，使其在激烈的国内外市场竞争中，以其特有的核心竞争能力，依靠技术创新和人才资本，优化资源配置，提高技术水平和经济效益，促进资源、材料产业、国民经济与环境协调发展。

作者多年从事能源经济、技术经济评价以及工业企业发展战略等的理论与实践研究。近几年有幸参加由北京市科委下达、北京工业大学承担的《北京新材

料产业发展技术经济评价》课题的研究工作，与课题组其他成员一起，撰写了研究报告，出版了专著，从中学到了材料科学与材料产业经济的专业知识，也对材料产业经济管理理论与实践研究产生了浓厚兴趣。最近，作者在课题研究积累的成果资料和数据的基础上，查阅了相关的书刊和文献，编著了这本《材料产业管理工程概论》。期望本书的出版发行有助于中国材料产业的可持续发展，并对材料产业管理工作者和所有读者有用。在本书编著中，得到了中国工程院院士、北京工业大学校长左铁镞教授和中国工程院院士、北京工业大学经济与管理学院院长李京文教授以及北京工业大学材料科学与工程学院聂祚仁教授、王志宏教授等的指点和帮助，本书特约编辑为庞汉威。作者对上述同志谨此深表感谢！由于作者水平有限，书中所论述的内容、观点和问题若有疏漏乃至不妥之处，敬请读者批评指正，以便日后进一步修订，作者将不胜感激。

王家诚

2003年1月于北京

目 录

第一章 材料和材料产业	1
第一节 材料.....	1
第二节 材料产业	13
第二章 中国材料产业	18
第一节 材料产业在国民经济中的地位和作用	19
第二节 当前材料产业发展中存在的主要问题	23
第三节 材料产业发展展望	27
第四节 材料产业发展任务和对策措施	31
第三章 材料产业管理与管理工程	36
第一节 管理与组织	36
第二节 管理科学	39
第三节 材料产业管理	40
第四节 管理工程	42
第四章 材料产业管理基本职能	44
第一节 计划职能	44
第二节 组织职能	47
第三节 领导职能	51
第四节 控制职能	55
第五节 管理职能的发展与创新	60

第五章 材料产业管理基本原理	62
第一节 材料产业管理的经济效益理论	62
第二节 材料产业管理的现代管理理论	65
第三节 材料产业管理的战略理论	73
第四节 材料产业管理的比较原理	76
第五节 材料产业管理的评价理论	81
第六章 材料生产管理	85
第一节 生产过程组织	86
第二节 生产计划管理	89
第三节 生产设备管理	92
第四节 产品质量管理	94
第五节 能源管理	98
第六节 环境保护	102
第七章 材料建设项目管理	105
第一节 基本建设计划管理	105
第二节 建设项目可行性研究	115
第三节 建设项目经济评价	118
第四节 建设项目后评价	126
第八章 材料产业发展管理	132
第一节 总体发展战略	132
第二节 核心竞争能力	137
第三节 技术创新	141
第四节 新产品开发	148
第五节 市场营销	156
附 表	161
附表 1 中国历年材料产业增加值	161

附表 2	中国材料产业增加值在工业中的比例	162
附表 3	中国历年材料产业增加值（按 1995 年可比价计算）	163
附表 4	中国全部国有及规模以上非国有材料工业企业主要指标（1）	164
附表 5	中国全部国有及规模以上非国有材料工业企业主要指标（2）	166
附表 6	中国历年材料产业职工人数	168
附表 7	中国材料产业基本建设和更新改造投资额	168
附表 8	中国材料产业能源标准煤消费量	170
附表 9	中国材料产业煤炭消费量	170
附表 10	1998 年中国材料产业各种能源消费量	172
参考文献	173

第一章 材料和材料产业

材料是人类物质文明的基础和支柱，它支撑着经济社会的发展和科技进步。以材料为研究对象的材料科学技术，在科技创新中将扮演越来越重要的角色。

第一节 材 料

一、人类与材料

在地球表面的空间，人类赖以生活和生存的，有物质、能量和知识。物质是指可以直接为人们消费和进一步发展生产所必需的物品。能量是物质的重要属性之一，一般把能量称为物质做功的能力，简称为能，是度量物质运动的物理量。能量也是自然界中存在的物质，但它在自然界中既不能创造也不能消灭，只能互相转换。知识是人类认识的成果。人们在日常生活、社会活动和科学研究中所获得的对事物的了解，其中可靠的成分就是知识，它是在实践的基础上产生又经过实践检验的对客观实际的反映。

材料属于物质，是能够为人类制造有用器件和物品的物质。历史学家曾用“材料”来划分时代，例如石器时代、陶器时代、铜器时代、铁器时代、……。原始的人类，使用天然材料如石头、骨骼、木材、兽皮等，来制造工具、武器、住所、衣服、用品等，这个时代叫做石器时代。随后，人类发现可塑性好的黏土加热变硬，制备了陶器，进入了陶器时代。在人类进化史上，这是一个里程碑，因为人类的智慧发展到将天然材料改造为人造材料。耗费更

大的能量，人类将铜矿石及铁矿石分别还原为铜及铁，因而分别进入铜器时代及铁器时代。

能量的保存和利用，也离不开材料。远古人类住在洞穴里，依赖天然材料储存太阳能；火的利用，离不开木料及其他燃料，燃料则是广义的材料，而木材等燃料的砍伐和采掘也离不开材料。火作为能源的利用，促进了材料和人类文明的发展。在现代，能量和能源转换技术中，如发电机、气轮机、燃气轮机、核反应堆、磁流体发电、太阳能的转换、燃料电池、煤的液化和气化等，都需要材料；为了提高能量转换效率，实现安全性和经济性，更依赖于材料的改进和新材料的发现。

知识的传播和利用，可称为信息交流，也离不开材料。古代的人类用简单的材料——石片、龟甲、芦苇叶、竹片、黏土板、布片等记录知识。在 11 世纪中期，中国毕昇发明了活字印刷术，这是知识传播和信息交流的一个跃进，也离不开材料。在现代，信息储存、处理和交流的先进技术，如电话、电报、收音机、照相机、电视机、录音机、录像机、计算机等的出现、改进和更新换代，都依赖于材料。与此同时，信息技术的发展，又使材料的生产 and 利用达到更高的水平。

由上述可知，材料、以及能源和信息对人类社会的发展有着重要的地位，在发挥人们聪明才智上起着巨大的作用。随着人类社会的发展，材料在国民经济中的地位将越来越重要。甚至人类延寿的一条途径也可用生物材料来更换人体器官，遗传工程的实施也需要材料予以保证。因此，可以说，材料、能源、信息和生物是在地球的空间支撑人类赖以生存的四根柱子。

二、材料概念

从人类的长期发展历史和当前出现的科学技术突飞猛进态势来看，材料及其科学技术将会继续存在。一方面，材料自身在适应社会需求中，要通过科技进步不断发展，提高质量，改善性能，增加品种。另一方面，材料科学技术也需要在与其他学科协调发

展中,彼此吸取营养,相互促进,共同地健康成长。为了遵循客观规律健康地发展材料及其科学技术,需要进一步搞清材料的概念,给材料一个科学的定义。

人类社会生产关系的变迁,生产力的发展,自然资源和能源的减少,材料产业的兴起和发达,科学的定义材料,需要考虑经济和社会因素。综合相关专家学者的意见,可以给材料下这样的定义:材料是人类社会接受而又能经济地制造有用器件和物品的物质。在这一定义中,首先肯定材料是物质,其次说明材料能够用来制造器件和物品,再次强调制造出来的器件和物品是有用的,最后必须考虑制造有用器件和物品是人类接受的而又经济的。换句话说,材料的制造工艺和使用性能是人类实际需要的和经济合理的。

三、材料分类

在浩瀚的材料世界里,人们从不同的角度把材料分成不同的类别。按材料的使用特性分,可以分为结构材料和功能材料两大类。按材料的化学组成成分,可以分成金属材料、无机非金属材料 and 有机高分子材料三大类。如果把两种或两种以上不同性质的材料结合在一起,使它们互相取长补短,便构成了具有几种优良性能的新型材料——复合材料。

(一) 按材料的来源(或成因)分

全部材料可分为两大类:一类是自然界中以现成形式存在的材料,如石料、木材、橡胶等,称为天然材料。另一类是由天然材料直接或间接加工为其他形式的材料,如钢铁、铜、铝、水泥、玻璃等,称为人造材料。

(二) 按材料的性质分

无论是天然材料或人造材料,都可分为金属材料和非金属材料两大类。

金属材料,按其元素性质又可分为黑色金属和有色金属两类。黑色金属主要为铸铁和钢,因此,黑色金属又叫做钢铁材料。有色金属是指铁、锰、铬以外的所有金属,又称非铁金属材料。有

色金属通常又可分为5类：轻金属（密度小于4.5，包括铝、镁、钛、钾、钠、钙、锶、钡等）、重金属（密度大于4.5，包括铜、镍、钴、铅、锌、锡、锑、铋、镉、汞等）、贵金属（包括金、银和铂族元素如铂、钌、铑、钐、钨、钽等）、半金属（包括硅、硒、碲、砷、硼）和稀有金属（包括稀有轻金属如锂、铷、铯、铍等，稀有高熔点金属如钨、钼、钽、铌、锆、铪、钒、铪等，稀散金属如镓、铟、铊、锗等，稀土金属如钪、钇、镧系元素如镧、铈、镨、钕等15个性质相近的元素，放射性元素如镭和锕系元素如钍、镤、铀等）。广义地说，金属材料还包括各类合金如碳钢、铬钢、锰钢、铝合金、镁合金、钛合金、铜合金、镍合金等，它们是以一种金属为基体，加入一种或几种其他元素使之熔合在一起而构成的一种新的金属组成物。

非金属材料，是指由非金属元素或化合物构成的材料。非金属材料还可分为无机材料和有机材料两类。耐火材料、陶瓷、磨料、碳和石墨材料、石棉等属于无机材料；木材、皮革、胶黏剂和高分子合成材料——合成橡胶、合成树脂、合成纤维等属于有机材料。

（三）按材料性能分

金属材料可分为结构材料和功能材料两类。结构材料以力学性能为其主要性能，功能材料以物理性能为其主要性能。这里，从实用的角度，将力学性能与物理性能并列，已经是材料的破类划分了，因为力学本应是物理的一部分，只是力学已经发展到可以独立而与物理并列，而以力学性能为主要性能的结构材料，由于用量大、经济效益高，也与功能材料并列。结构材料的力学性能主要是指它的强度、弹性、塑性和韧性等，功能材料的物理性能主要是指它的电学性能、热学性能、磁学性能、光学性能、声学性能和辐照性能等。在材料的实际应用中，人们对其特殊功能的物理性能比对其一般的力学性能更加关注，这是因为，社会的发展需要更多具有特殊性能的功能材料，满足人类生产和生活领域不同的消费需求。

(四) 从材料的使用状况分

从材料的使用状况来看,有新材料和传统材料之区分。传统材料是指人们日常已经广泛使用的材料。新材料是和传统材料相对说的。铁、铜、陶瓷等等在人类刚刚开始制造和利用的时候是新材料,但到后来由于人们广泛使用而成为传统材料。现今,钢铁、铜等有色金属、陶瓷,以及橡胶、塑料、纤维三大合成材料等,都已经成为人们广泛使用的传统材料。所谓新材料,一般是指那些具有优异性能或特殊功能,而且正在发展并将逐步达到实用化阶段的材料。新材料开发正在从结构材料转向功能材料,从单一材料转向复合材料。

复合材料,是指由两种或两种以上的不同材料组合而成的新材料。这种新材料既保持了原材料的特点,又能使各种组成材料在性能上互相取长补短,产生协同效应,使复合材料的综合性能优于原组成材料而满足各种不同的要求。复合材料的组成包括基体和增强材料两个部分。非金属基体主要有合成树脂、碳、石墨、橡胶、陶瓷;增强材料主要有玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、芳纶纤维等有机纤维和碳化硅纤维、氧化铝纤维、石棉纤维、晶须、金属丝等。

复合材料根据其组成可分为金属与金属复合材料、金属与非金属复合材料、非金属与非金属复合材料3种;根据结构特点又可分为纤维复合材料、层叠复合材料、细粒复合材料和骨架复合材料。纤维复合材料——通常是置纤维状材料于基体内组成,如纤维增强塑料、纤维增强金属等。层叠复合材料——由两种或两种以上不同材料叠合而成,如用两种具有不同膨胀系数的金属复合而成的能指示温度变化的热工仪表材料。细粒复合材料——将硬质细粒均匀分布于基体中,如弥散强化合金、金属陶瓷。骨架复合材料——在连续多孔的结构材料中充填其他材料,如孔隙中充填氟塑料的减摩材料;或由面板和芯子组成的夹层结构材料,如芯子为蜂窝或实心,面板为层压板或金属的结构材料。其他如定向共晶复合材料,是在特定的熔炼或液体金属凝固条件下,基体内部生成定向的纤维状结构而得,故亦称自增强纤维复合材料。

（五）按生产材料的部门分

从生产材料的部门来看，尚有黑色冶金材料、有色冶金材料、化学工业材料和建筑材料之分。在中国，黑色冶金和有色冶金材料由冶金工业部门生产和供应，冶金材料主要包括钢、铸铁等黑色金属和铝、镁、钛、铜、镍、钴、铅、锌等有色金属。化学工业材料由化学工业和石油化学工业部门生产和供应，化学工业材料主要包括高分子有机合成材料——合成橡胶、合成树脂、合成纤维等。建筑材料由建筑材料工业部门生产和供应，建筑材料工业部门除提供水泥、平板玻璃、砖瓦、沙石、建筑卫生陶瓷、油毡及各种砌块、加气混凝土、石膏板等建筑材料外，还生产和供应非金属矿产品及其制品如石棉、云母及其制品、金刚石、大理石、水晶石、石膏和瓷土等以及各种新型非金属材料如玻璃纤维、玻璃钢、工业技术玻璃、人工合成晶体等。

四、材料用途

材料的用途十分广泛，而材料的应用又与不同种类的材料及其特性有关。下面按目前常见的分类阐述材料的用途。

（一）金属材料

金属材料具有良好的导电性和导热性，大多数还具有较好的塑性、韧性和强度，因而被广泛地用做工程材料特别是机械工程材料。

铸铁是最廉价的一种金属材料。它分白口铸铁和灰口铸铁两种。白口铸铁硬而脆，主要用以制造不受冲击的耐磨零件；灰口铸铁具有良好的铸造工艺性、消振性和耐磨性等，广泛用于制造机架、壳体、机床床身、汽缸体等机器零部件，它的缺点是抗拉强度低、塑性和韧性低。为了改善灰口铸铁的性能，又发展了可锻铸铁和球墨铸铁，它们的抗拉强度可达700~800MPa，比一般灰口铸铁提高了1~2倍，并有一定的塑性，可用以制造齿轮、连杆、曲轴等承受冲击载荷的机械零件。

钢是含碳量在2.0%以下的铁碳合金，是近代工业生产的基

础，其产量、质量和品种也是衡量一个国家工业化程度的重要标志。钢具有强度和韧性好、加工成型性好、原材料资源丰富、冶炼容易、价格便宜等优点，是金属材料中应用最广泛的一种。含碳的高低是决定钢的性能和用途的一个主要因素。含碳量小于0.25%的称低碳钢，它的塑性、韧性和可焊性好，主要用于制造钢结构件和冲压件等。含碳量在0.25%~0.60%之间的称中碳钢，其强度较高，韧性适当，主要用于制造机器结构零件，如齿轮、轴等。含碳量在0.6%~1.35%之间的称高碳钢，其强度和硬度高，耐磨性好，但塑性和韧性低，主要用于制造各种工具、刀具、弹簧和耐磨零件等。

用以制造承受载荷的工程结构所用的钢为工程用钢（也称建筑结构钢）。对这类钢性能的要求主要是有足够的强度，以保证在使用过程中不产生永久变形和破坏。另外，这类钢在使用过程中常需要切割、弯曲铆接和焊接，因此还要求有良好的成形性和可焊性。这类钢含碳量一般小于0.30%，大多轧制成一定截面形状的型钢（如角钢、槽钢、工字钢、螺纹钢等）、钢板和钢管来使用，常用于船舶、车辆、容器、起重运输机械等工程结构上，在建筑工程中则用于制造桥梁、钢柱、钢梁、桁架等。工程用钢可分为普通碳素钢和低合金高强度钢两类。

用以制造承受载荷或传递功和力的机械零件所用的钢为机械制造用钢（也称机器结构钢）。对这类钢的要求是有高的强度、适当的韧性和良好的制造工艺性，如锻造性、切削加工性等。这类钢一般都经过适当热处理后使用。机械制造用钢按用途可分为调质钢、表面硬化钢（包括渗碳钢、渗氮钢、低淬透性钢）、易切削钢、弹簧钢和滚动轴承钢等。为了适应机械产品在不同工作条件下对材料性能的要求，还发展出一系列特殊的钢种，例如动力机械中使用的在高温下具有良好抗氧化性和强度耐热钢；在化工机械中用的对各类酸、碱等介质有良好抗腐蚀能力的不锈钢；在工程、矿山机械中用的耐磨钢等。

用以制造切削刀具、量具、模具和耐磨工具的钢为工具钢。工

具钢应具有高的硬度和在高温下能保持高硬度的红硬性，以及高的耐磨性和适当的韧性，以承受冲击、振动、弯曲和扭转等应力。工具钢可分为碳素工具钢、合金工具钢和高速工具钢3类。

合金钢是在碳素钢的基础上有目的地加入一种或几种合金元素的钢。常用的合金元素有硅、锰、铬、镍、钼、钨、钒、钛、硼等。加入合金元素可使钢的性能产生预期的变化，如提高淬透性和综合机械性能，改善低温韧性，并使钢具有特殊的物理、化学性能和耐蚀性、耐热性等。合金钢按合金元素总量的多少又可分为：低合金钢（一般合金元素的总含量小于5%）；中合金钢（合金元素总含量为5%~10%）；高合金钢（合金元素总含量大于10%）。

有色金属的用量仅占整个工程材料的百分之几，但由于其具有独特性能，在机械工业和其他工业的发展中都占有很重要的地位。在机械工业中作为结构材料应用的主要是铝、镁、钛、铜、镍和它们的合金。在汽车制造中，为降低油耗，大力推进轻型化，以铝代钢的比率逐年增加。例如汽车车身装潢采用经过抛光或阳极处理的铝或涂铝塑料；汽缸体、车轮毂和齿轮箱用铝合金制造；车门把手用锌合金镀铜、镍或铬；火花塞是用含锰、铬或硅的镍合金制成。由于铝、镁、钛合金具有高的比强度（抗拉强度/比重）和比模量（弹性模量/比重），主要用于制造飞机、汽车、导弹和宇航飞行器；钛合金还具有优良的耐蚀特性，用于制造化工和核电设备。铜合金具有优良的导电性、导热性和耐蚀性，主要用于电机、电器、化工和船舶制造、铅青铜和锡青铜还是重要的轴承材料。镍基合金和钴基合金具有高的耐热和耐蚀性，多用于制造耐高温和抗腐蚀的部件，如燃气轮机叶片、燃烧室等。锌合金熔点低，流动性好，并有适当的机械性能，常采用压铸成型，制作承载较低的机械零件。铅基合金和锡基合金的摩擦系数低，主要用于制作滑动轴承。铅还是蓄电池和硫酸制造业中常用的结构材料。硬质合金是主要以碳化钨为基体的粉末冶金材料，多作为工具和耐磨零件。浓缩铀和钚在原子能反应堆中是重要的核燃料。铍、铌、钒等合金的中子吸收能力小、腐蚀性好，可作为反应堆