



面向21世纪课程教材

材料概论

周达飞 主编



化学工业出版社
教材出版中心

面向 21 世纪课程教材

材 料 概 论

周达飞 主编

化 学 工 业 出 版 社
教 材 出 版 中 心
· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

材料概论/周达飞主编. —北京: 化学工业出版社,
2001.7
面向 21 世纪课程教材
ISBN 7-5025-3132-7

I. 材… II. 周… III. 材料-概论-高等学
校-教材 IV. TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 05561 号

面向 21 世纪课程教材

材 料 概 论

周达飞 主编

责任编辑: 杨 菁

责任校对: 马燕珠

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 787×960 毫米 1/16 印张 25¼ 字数 454 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-3132-7/G·799

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

人类生活在材料世界中。无论是经济活动、科学技术、国防建设，还是人们的衣食住行都离不开材料。材料是人类赖以生存并得以发展的基础和柱石。材料的多样性，决定了其分类的多样性，大处分有金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料；小处分又有黑色金属、有色金属、玻璃、陶瓷、水泥、耐火材料、塑料、橡胶、纤维、涂料、粘合剂……从应用领域和功能性分则有包装材料、建筑材料、农用材料、电子电器材料、汽车材料、宇航材料、能源材料、生物医用材料、环境工程材料……，以往的专业设置都是建立在这种分类基础上的。

材料的研究和开发正从宏观走向微观；从定性、半定量走向定量；从传统材料转向复合材料、功能材料、智能材料和低维材料。材料生产的节能、省时、低耗、无公害越来越受到人们的关注，环境友好材料（亦称绿色材料，或环保型材料、健康型材料）正向人类走来。

高等学校人才培养有了新的要求。教育应从以往的知识型、职业型、专业型、业务型人才培养模式转向学习型、创业型、复合型、人格型的人才培养模式。培养具有创新能力和创业精神的人才显得尤为重要。创新，是民族的灵魂；创造力是跻身世界强国的根本动力。加强基础、拓宽专业面是材料类专业改革的方向，坚决而又稳妥地加速向材料专业的过渡是当务之急，为此我们提出了构建材料类公共基础课程平台的改革设想，得到了华东理工大学领导和教务部门的支持，并列入学学校教改试点。这一设想，也成为国家教育部面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划中由四川大学牵头，北京化工大学、华东理工大学、东北大学、武汉工业大学主持，东华大学、吉林工业大学参加的《材料类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究》项目组的共识，决定编写三本材料类专业教材，《材料概论》正是其中之一，并确定该教材由华东理工大学主编，北京化工大学参编，教育部批准列入面向 21 世纪课程教材。

本书编写中，力求从材料的四大要素——制备（合成与加工）、结构与性能、性质和应用性能出发，阐释三大材料（金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料），力求使学生从材料的四大要素出发，去认识和理解材料科学与工程中的问题，使学生建立大材料的概念，为材料的研究与开发、选择和使用打下坚实的基础。为此，在“材料的组成、结构与性能”、“原材料

选用”、“制造工艺过程与方法”、“材料成型”章节中，都力求表现它们的共性。然而，材料是具体品种组成的，也为配合认识实习，安排了“十种产品生产过程概述”一章，并设置了“材料应用”和“材料比较与选择”，以利学生在学习具体材料（个性）的基础上，做到举一反三，更深刻地了解各种材料的共同之处，了解材料开发和应用上的相互借鉴、相互替代、相互补充。环境问题已经引起了全人类的关注，材料在改造自然、美化环境上建立丰功伟业的同时，也对环境造成了严重影响，且也会受环境影响发生劣化，为此设立了“材料与环境”一章，并在其他章节有所述及。

本书由周达飞、宋鹞、陆冲（华东理工大学），励杭泉（北京化工大学）编写，各章节的编写者第1章为周达飞，第2、3章及第5章1~5节、第6章1、3~5、8节为宋鹞，第4章、第5章6~10节、第6章2、6、7、9、10节为陆冲，第7、8章为励杭泉，全书由周达飞主编，宋鹞、陆冲为副主编，东华大学沈新元教授主审。

本书的编写，是一种尝试。囿于我们的专业范围和知识水平，错误在所难免，祈望读者指正，以利修订。同时，对教育部领导，对支持编写的华东理工大学、北京化工大学以及四川大学、东北大学、武汉工业大学、东华大学、吉林工业大学的领导、同仁表示深切的谢意。

编者

2000年5月

内 容 提 要

本书是在教育部面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划《材料类专业人才培养方案及教学内容体系改革的研究》基础上编写的材料类专业基础课教材之一。

本书共 8 章，主要包括：材料与材料科学；材料的组成、结构与性能；材料的制备方法；材料成型；10 种产品生产过程概述；材料应用；材料与环境；材料比较与选择。

本书供材料类专业本科、专科学生入门教学用，也可作认识实习教材；可供其他从事与材料相关专业的学生选读，作为工程技术人员了解材料、选用材料的参考资料。

目 录

第 1 章 材料与材料科学	1
1.1 材料的地位、作用与发展	1
1.2 材料的分类	7
1.3 材料的要素	10
1.4 材料科学与工程的发展趋势	15
第 2 章 材料的组成、结构与性能	18
2.1 材料的组成	18
2.1.1 材料组元的结合形式	18
2.1.2 材料的化学组成	21
2.2 材料的结构	26
2.2.1 材料中的化学键合	26
2.2.2 晶体结构基础	31
2.2.3 材料的结构	36
2.3 材料的性能	45
2.3.1 化学性能	46
2.3.2 力学性能	50
2.3.3 热学性能	55
2.3.4 电性能	59
2.3.5 光学性能	64
2.3.6 磁性	66
第 3 章 材料的制备方法	69
3.1 原材料的选用与合成	69
3.1.1 天然矿物原料	69
3.1.2 无机合成原料	81
3.1.3 天然高分子化合物	87
3.1.4 有机合成原料	88
3.2 制造工艺过程与方法	100
3.2.1 气相法	100
3.2.2 液相法	112
3.2.3 固相法	125

第4章 材料成型	131
4.1 材料的成型加工	131
4.1.1 成型方法	132
4.1.2 加工方法	132
4.1.3 材料成型特性	133
4.2 自由流动成型	134
4.2.1 金属砂型铸造	134
4.2.2 橡胶浸渍成型	137
4.2.3 陶瓷注浆成型	139
4.3 受力流动成型	144
4.3.1 塑料注塑成型	145
4.3.2 玻璃吹制成型	148
4.4 受力塑性成型	151
4.4.1 金属锻造	152
4.4.2 陶瓷挤压成型	158
4.4.3 橡胶压出成型	160
第5章 10种产品生产过程概述	164
5.1 玻璃的生产	164
5.1.1 玻璃的发展历史	164
5.1.2 玻璃的生产工艺	166
5.2 陶瓷的生产	173
5.2.1 陶瓷的概念与分类及发展历史	173
5.2.2 普通陶瓷的基本制备工艺	178
5.2.3 特种陶瓷生产的基本工艺过程	186
5.3 水泥的生产	188
5.3.1 水泥的发展历史及其分类	188
5.3.2 水泥的组成	189
5.3.3 原料	194
5.3.4 水泥的生产方法	194
5.3.5 水泥生产工艺流程	195
5.3.6 生料的制备	196
5.3.7 熟料的煅烧	199
5.3.8 水泥的粉磨和包装	203
5.3.9 水泥生产与环境的关系	205
5.4 黑色金属的生产	205

5.4.1	黑色金属的概况	205
5.4.2	炼铁的主要原料	207
5.4.3	高炉炼铁工艺流程与基本原理	208
5.4.4	钢冶炼概述	212
5.4.5	氧气顶吹转炉炼钢法	214
5.5	有色金属的生产	215
5.5.1	概述	215
5.5.2	有色金属与人类文明	216
5.5.3	冶金和冶金方法简介	217
5.5.4	铜的冶炼	218
5.5.5	铝的冶炼	221
5.6	合成丁苯橡胶及橡胶轮胎的生产	225
5.6.1	概述	225
5.6.2	合成丁苯橡胶的生产	226
5.6.3	橡胶轮胎的生产	232
5.7	聚乙烯及聚乙烯薄膜生产	237
5.7.1	聚乙烯树脂生产	238
5.7.2	聚乙烯薄膜生产	249
5.8	聚氯乙烯及聚氯乙烯电缆料生产	251
5.8.1	聚氯乙烯树脂生产	252
5.8.2	聚氯乙烯电缆料生产	257
5.9	聚丙烯腈纤维的生产	261
5.9.1	合成纤维的概述	261
5.9.2	聚丙烯腈纤维生产	263
5.10	环氧树脂及其玻璃钢的生产	266
5.10.1	环氧树脂生产	267
5.10.2	玻璃钢生产	269
第6章	材料应用	275
6.1	结构材料	275
6.1.1	高温结构材料	276
6.1.2	超硬结构材料	280
6.1.3	高强高韧结构材料	281
6.2	包装材料	284
6.2.1	玻璃陶瓷包装	286
6.2.2	金属包装	288

6.2.3	塑料包装	293
6.3	建筑材料	295
6.3.1	概述	295
6.3.2	墙体材料	296
6.3.3	防水密封材料	297
6.3.4	保温隔热材料	298
6.3.5	装饰装修材料	300
6.3.6	水泥及混凝土材料	301
6.4	功能材料	302
6.4.1	电功能材料	302
6.4.2	磁功能材料	307
6.4.3	智能材料	308
6.4.4	敏感材料	309
6.4.5	光功能材料	311
6.4.6	形状记忆材料	314
6.4.7	梯度功能材料	315
6.5	生物材料	316
6.5.1	生物无机非金属材料	317
6.5.2	生物高分子材料	318
6.5.3	生物金属材料	321
6.5.4	生物复合材料	321
6.5.5	放射线治疗癌用和温热治疗癌用的玻璃	322
6.6	化工材料	322
6.6.1	化工设备对材料的一般要求	323
6.6.2	金属材料的使用	327
6.6.3	无机非金属材料的使用	329
6.6.4	高分子材料的使用	331
6.7	农用材料	334
6.7.1	在田间作业上的应用	334
6.7.2	在农田排灌上的应用	336
6.7.3	在农业机械上的应用	337
6.8	纳米材料	337
6.8.1	纳米材料的制备方法	337
6.8.2	纳米材料的性质和应用	340
6.9	复合材料	342

6.9.1	复合材料组成、分类和特点	343
6.9.2	复合材料增强体	347
6.9.3	复合材料基体	348
6.9.4	复合材料应用	349
6.10	其他材料	350
6.10.1	汽车材料	350
6.10.2	电子电器与信息材料	352
6.10.3	机械材料	355
6.10.4	航天航空材料	358
6.10.5	船舶材料	360
6.10.6	日常生活及办公用品材料	362
第7章	材料与环境	363
7.1	金属材料的腐蚀与防护	363
7.1.1	电化学作用	363
7.1.2	影响腐蚀的因素	365
7.1.3	腐蚀的类型	367
7.1.4	腐蚀的防护	372
7.2	其他材料与环境的作用	375
7.2.1	高分子材料的环境劣化	375
7.2.2	环境与废弃高分子材料	377
7.2.3	陶瓷的环境劣化	379
第8章	材料比较与选择	381
8.1	概述	381
8.2	性能比较	382
8.2.1	使用温度	382
8.2.2	强度	382
8.2.3	延展性	383
8.2.4	韧性	383
8.2.5	弹性模量	384
8.2.6	物理性质	386
8.3	其他选择标准	386
8.4	材料的未来	389
	参考文献	391

第 1 章 材料与材料科学

1.1 材料的地位、作用与发展

材料是人类文明的里程碑，是人类赖以生存和得以发展的重要物质基础。正是材料的使用、发现和发明，才使人类在与自然界的斗争中，走出混沌蒙昧的时代，发展到科学技术高度发达的今天。因此，在材料学家看来，人类的文明史就是材料的发展史，并往往以不同特征的材料划分人类不同的历史时期，诸如石器时代、青铜器时代、铁器时代、高分子材料时代……

石器时代又可以分为旧石器时代和新石器时代，这是一个极其漫长的历史时期，大致可以追溯到 250 万年前。从树上下到地面、开始直立行走的人类祖先，为了生存、抵御猛兽袭击和猎取食物，逐渐学会使用天然的材料——木棒、石块等。然而，这种纯天然的材料，使用起来并不得心应手，也不够犀利。于是，先民们开始人工打制石器——石矢、石刀、石铲、石凿、石斧、石球等。打制石器用的材料大多数是石英石，少部分是燧石（俗称火石）。燧石是一种发火材料，猛烈敲击能发出火星，引燃枯草、树叶、树皮、树枝等可燃物质。燧石的使用，是人类文明的一个重要里程碑。在此之前，人类不会自己生火，无法驾驭火。每当黑暗来临，先民们只能在野兽的嗥叫声中渡过漫漫长夜，恐惧地等待着太阳的升起。学会了人工取火，结束了人类茹毛饮血的生活。熟食是人类的一大进步。

旧石器是利用一块较硬的石头砍砸另一块较软的石头打击而成，所以称砍砸器，其形状既不规则，又不固定，加工十分粗糙。但不管怎么说，这是人类制造的第一种原始材料。这段时期，大约一直延续到 1 万年前。1998 年，中国安徽繁昌县人字洞发现了众多的石制品和骨制品，据初步测定，估计距今约 200 万年~240 万年，是目前欧亚大陆发现最早的文化遗存；1954 年，山西襄汾县发掘的 26400 年前的丁村遗址，发现了一大批人工打制的 200~1500g 左右的石球；1954~1957 年间在西安市半坡村，对公元前 4800 年~公元前 4300 年新石器时代遗址考古时，又发现了 240 件石球和 227 件陶制弹丸。人工打制的石球，光滑、缺棱少角，飞行时阻力小、速度快、命中率高，用其狩猎，打得又快又准。

新石器时代开始于 1 万年前。其标志是：打制的石器更加精美、陶和玉器工艺品的出现、用石头和砖瓦作建筑材料。如：湖北屈家岭文化出土的距

今约 5000 年的精细石铲、圭形石凿，还有钻了孔的石斧等，在钻孔中装上木柄，使用更方便。

随着火的利用，将粘土捏成各种形状，放在火中可烧成各种土器。先民们在枝条编织的容器上，涂抹泥土，用火烧制成最原始的陶器。陶是人类第一个人工制成的合成材料。陶的出现，为保存、储藏粮食提供了可能，标志着人类从游猎生活进入农牧生活。江西万年县出土的距今 1 万多年前的残陶碎片，提供了直接的证据。西安城外骊山脚下，被誉为“世界第八大奇迹”、在地下历经两千余年、重现“秦王扫六合”的兵马俑所展示的庞大军阵，是中国古代陶文化的奇葩。在制陶的同时，先民们发现为使陶器更精美，可在陶器上挂釉。并意外地发现了玻璃。公元前 7000 多年埃及古代遗址中出土的青色玻璃球，标志着人类已学会玻璃的制造。玻璃，迄今仍极大地丰富着人类的生活。

在新石器时代，先民们用石头做建筑材料，用土制作砖瓦。早在 1 万年前，人类已学会使用稻草作增强材料，掺入粘土中，用太阳晒干制砖，以后又学会了火烧制砖。利用石头和砖瓦，先民们创造了辉煌的历史，如被誉为古代世界七大奇迹的埃及金字塔、巴比伦空中花园、古希腊奥林匹亚的宙斯神庙、埃及亚历山大城的灯塔、小亚细亚埃弗兹城的月亮女神庙和摩索拉斯陵墓、地中海罗得岛上的太阳神巨像。尽管它们中的绝大部分已淹没在浩瀚的历史长河中，但金字塔、狮身人面像几千年来傲视人间，吸引了无数考古学家和一批又一批游览者，令人折服。

水泥是无机材料中使用量最大，对人类生活影响最显著的建筑材料和工程材料，在水的作用下，它可与砂、石等材料形成坚硬的石状体（混凝土），是人工的石头（“砼”）。早在 2000 多年前，希腊和古罗马人就将石灰和火山灰的混合物作建筑材料，这是最早应用的水泥。今日，它已发展成庞大的家族，是建房修桥筑路等领域的顶梁柱，有石材不可替代的优越性。

中国是玉器的故乡。玉器出现于新石器的中晚期，以浙江良渚文化、内蒙古红山文化等为代表，既作精美的装饰物，也是权力的象征。玉璋、玉璧、玉圭、玉环、玉珏、玉琮、玉刀、玉戈、玉雕人像、玉雕动物，千姿百态，栩栩如生。距今 3000 多年河南安阳殷墟妇好墓出土的玉器就达 700 多件；1968 年河北满城山中山王刘胜墓出土的“金缕玉衣”更是举世闻名，玉衣是用 2498 块玉、1.1kg 金丝穿起来的，全长 1.88m。

必须指出，有些考古学家认为，在石器时代之前，应有一个木器时代，因为来到地面的猿人，首先能得到并能使用的显然是棍、棒之类木质工具，只可惜有机质难于保存下来，无法得到明证；而在新石器时代和青铜器时代之间，中国还存在一个玉器时代。

在人类历史上，有过一个辉煌灿烂的青铜器时代。考古表明，青铜文明的源头在古代中国、美索不达米亚平原和埃及等。早在公元前 8000 年，先民们已发现并利用天然铜块制作铜兵器和铜工具。到公元前 5000 年已逐渐学会用铜矿石炼铜。考古发现，中国湖北大冶铜绿山古铜矿遗址早在 3600 年前的殷商时期就开始开采铜矿石，从矿区四周 40 万 t 炼铜废渣推算，中国古代先民们在此取走了 10 万 t 铜。因此，铜是人类获得的第二种人造材料。铜 (Cu) 的英文名称是由当时炼铜较出名的塞浦路斯演变而来的。随着时间的推移，先民们发现，在铜中加入部分锡，可使原来较软的铜制品变得更坚韧、更耐磨。青铜——铜锡合金，这是最原始的合金，也是人类历史上发明的第一个合金。中国商代青铜器已经盛行，并将青铜器的冶炼和铸造技术推向了世界的顶峰。中国先民们的贡献可以说是全方位的，他们已掌握了冶炼 6 种不同铜、锡比例的青铜技术，其配比之精确与现代研究基本一致。并且知道含锡量 $1/6$ 的青铜韧性较好，可做钟鼎；而含锡量 $2/5$ 的青铜较硬，可做刀斧（用今日的话讲，先民们已掌握了组成与性能的关系）。不仅如此，他们还为我们留下了一批精妙绝伦、震撼世界的杰作，如：高 133cm、质量 832.84kg 商代文丁时期的遗物——司马戊方鼎；秦始皇陵墓陪葬坑新近出土的 212kg 的秦王鼎；湖北江陵望山一号楚墓出土的越王勾践用剑、徐州狮子山楚王陵出土的铜戟，西安秦始皇陵墓陪葬坑出土的铜剑（此剑发现时已被压在其上面的质量 200kg 的陶俑压弯，当抬走陶俑后，剑身竟不可思议地反弹平直了）和由 8 马 2 车 2 俑组成的质量达 1061kg 的铜马车。这些剑、戟铸造精美，虽深埋地下 2000 余年，但仍寒光闪闪、锋利如初，十几层厚的纸被其轻轻一划，竟一裂为二；四川广汉三星堆出土的世界上年代最久远、树枝最高最大、形象神奇多彩、高约 4m 的青铜神树，高 2.6m 的青铜立人、青铜人头像和青铜面具等，更令世人惊叹；湖北随州市曾侯乙墓出土的计 64 件、2500 余 kg 的古代乐器——铜编钟，其音域之宽广堪与现代乐器媲美。1999 年 7 月 1 日香港回归的庆典上，用其演奏的《交响乐 1997》，更是海内外轰动。

远古时代，先民们已经使用陨铁制作武器或其他器物。河北藁城出土的商代中晚期铜钺刀口就是陨铁加热锻打而成的。陨铁来自天外，数量有限，只有当发明了从铁矿石中冶炼铁时，铁器时代来临了。小亚细亚的赫梯人约在公元前 1400 年开始了人工炼铁。中国在甘肃灵台的一座春秋早期墓葬中出土了一把铜柄铁剑，再加上干将莫邪铸剑的传说和湖北大冶铜绿山古铜矿遗址一处战国时期矿井内发现的宽 40cm、长 60cm，质量 32kg 的铁斧以及铁锤、铁砧、铁锄等，可以认为中国也是较早掌握炼铁术的国家之一，且很长一段时期里都处于世界冶金技术的前列。建于宋代嘉佑六年（1061 年）

的湖北当阳玉泉寺山门外的砖身铁塔，高 17.9m，由质量为 38300kg 的 44 块铸件组成，其拼装得天衣无缝、浑然一体，铸造技术之高超令人叫绝。尽管当阳铁塔不如高 328m、质量 1 万余 t 的法国巴黎埃菲尔铁塔闻名，但毕竟比其早了 800 多年。

炼铁技术和制造技术的发展，开创了人类文明的新时代。以蒸汽机发明为起点，近 200 年来，人类经历了 4 次技术革命。新的技术革命一次比一次迅猛、对人类的影响也一次比一次深远，进入 20 世纪，人类科学技术发明和创造之和超过了以往 2000 年的总和。

蒸汽机的发明，是人类文明史上又一重要里程碑。第一台蒸汽机出现于英国达德利城堡，时间为 1712 年，由铁匠纽可门，集铅管匠、釉匠和锡匠于一身的卡利制造，用于煤矿排除积水。然而，其效率极低，只利用了热量的 1%。1777 年苏格兰格拉斯哥大学机匠瓦特对蒸汽机作了重大改进，热量利用效率大大提高。从此，蒸汽机的普及走上了坦途。

第一次技术革命发端于 18 世纪后期，以蒸汽机的发明及广泛应用为主要标志，实现了高炉、转炉、平炉制造优质钢材的工业化。由此引发的纺织工业、冶金工业、机械工业、造船工业等的工业革命，是这次技术革命的产物，使人类从手工工艺时期跃进到机器工业时代，开创了工业社会的文明。

第二次技术革命开始于 19 世纪末，以电的发明和广泛应用为标志，由于远距离送电材料以及通讯、照明用的各种材料的工业化，实现了电气化。其结果是石油开采、钢铁冶炼、化学工业、飞机工业、电气工业、电报电话等迅猛发展，组成了现代产业群，使人类跨进了一个新的时代，实现了向现代社会的转变，促进了国际关系的最终形成。

第三次技术革命始于 20 世纪中期，以原子能应用为主要标志。1942 年 12 月，意大利物理学家费米在美国建立了第一个核反应堆，实现了控制核裂变，使核能利用有了可能，实现了合成材料、半导体材料等大规模工业化、民用化，把工业文明推到顶点，开启了通向信息社会文明的大门。

20 世纪 70 年代开始，人类进入了一个新的阶段——第四次技术革命，它是以计算机，特别是微电子技术、生物工程技术 and 空间技术为主要标志，新型材料、新能源、生物工程、航天工业、海洋开发等新兴技术是主攻方向。1946 年世界第一台电子计算机诞生，用 18000 个电子管，总质量 30 余 t，占地 180m²，运算速度为每秒 5000 次，比人工运算快 1000 至数千倍。今天，用大规模集成电路制成的台式个人计算机每秒可运算 4.5 亿次。目前世界上最快的计算机每秒运算速度为 1 万亿次，每秒 1000 万亿次的超级电脑已在研制中。人类实现了 DNA 的人工合成和“克隆”羊，登上了月球、

火星，实现了遨游太空。这是人类历史上规模最大和最深刻的一次革命，它对国际关系已经并将继续产生极其深远的影响。

在相当一段时间里，金属有过辉煌的地位，直到 20 世纪 50 年代，以钢铁为代表的金属材料仍居统治地位。随着无机非金属材料（尤其是特种陶瓷）、高分子材料及先进复合材料的出现和发展，钢铁老大的地位受到了挑战。高分子材料在今天发挥的作用越来越大，从 1909 年第一个人工合成的酚醛塑料算起，至今还不足 100 年，然而 20 世纪 90 年代初，塑料产量已逾 1 亿 t，按体积计，已超过钢铁产量。因此，人们往往将这段时期称为高分子材料时代。从年增长率看，塑料也远远大于钢铁，例如，20 世纪 40 年代~80 年代 40 年间，平均年增长率塑料为 13.6%，钢为 5.7%，木材为 1.6%，水泥为 6.4%，塑料的年增长率分别为钢、木材和水泥的 2.4 倍、8.5 倍和 2.1 倍。因此，现在已经以塑钢比替代以往用钢产量衡量一个国家综合实力的统计方法。例如美国的塑钢比约在 40% 上下，中国的塑钢比在 15% 左右。

汽车工业是一个国家的支柱产业。1885 年，世界上第一辆汽车驶上街头，1908 年美国人福特发明了 T 型汽车，然后又实现了汽车生产工艺的重大突破——汽车部件标准化和生产装配流水化作业。汽车制造业已成为一个大型的、综合性的加工产业，汽车工业带动并促进了相关工业（如冶金、石油化工、机械、电子电器、轻工、纺织等）和相关社会服务行业（如交通运输、石油、保险、维修、商业等）的发展，其经济效益和社会效益十分巨大。就材料而言，汽车工业涉及 11 大类材料：钢板、特种钢、结构用塑料和复合材料、非结构用塑料和复合材料、橡胶、涂料、有色金属合金、铸件、陶瓷和玻璃、金属基复合材料，仅美国每年消耗的材料就在 6000 万 t 上下，真可谓“牵一发动全身”。从汽车本身而言，节能、安全、轻质、高速、舒适、美观是其追求的目标。汽车塑料件在 20 世纪 60 年代已开始实用化，首先采用的是以安全为目的的内饰件（通用塑料为主）；70 年代后期发展到以安全、节能为目的的外装件（以工程塑料和复合材料为主）；80 年代以后向节能、安全为目的的功能件发展（以工程塑料合金，尤其是高性能塑料和复合材料为主）。塑料件在轿车上的用量已接近 120kg。汽车上的原材料结构组成比也发生了较大的变化，如表 1-1 所示。

由表 1-1 可知，随着安全、节能要求的提高，原材料构成比例发生了变化，黑色金属（尤其是生铁和普通钢材）的比例在下降；而有色金属（尤其是铝合金等轻金属）和非金属材料（尤其是塑料）的比例在增加。在塑料中 PP 和高性能塑料的比例增加，而 PVC 和 ABS 塑料的比例在下降。

表 1-1 普通、小型乘用车的原材料构成比例/%

年份		1973	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1997
黑色金属	生铁	3.2	3.2	2.8	2.2	1.7	1.7	2.1	1.8
	普通钢材	60.4	61.4	60.5	59.5	57.7	56.9	54.9	52.1
	特种钢材	17.5	16.1	14.7	14.3	15.0	15.1	15.3	16.9
有色金属	电解铜	1.0	0.9	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	铅合金	0.6	0.6	0.8	0.9	1.2	1.0	1.1	1.9
	锌合金	0.5	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2
	铝合金	2.8	2.6	3.3	3.5	3.9	4.9	6.0	7.5
	其他	0.1	0.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	合计	13.9	14.4	16.4	18.4	19.5	18.9	19.7	19.6
非金属材料	酚醛塑料(PF)	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
	聚氨酯塑料(PUR)	0.5	0.5	0.8	0.9	1.2	1.0	1.1	0.9
	聚氯乙烯塑料(PVC)	0.9	1.1	1.4	1.7	1.7	1.6	1.1	1.1
	聚乙烯塑料(PE)	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4
	聚丙烯塑料(PP)	0.5	0.5	0.9	1.2	2.0	2.4	2.5	2.8
	ABS	0.4	0.7	0.5	0.5	0.7	0.8	0.7	0.6
	其他塑料	0.3	0.4	0.7	0.6	0.4	0.3	0.4	0.3
	高性能塑料				0.2	0.7	0.9	1.1	1.3
	涂料	2.1	1.6	1.8	1.7	1.7	1.4	1.5	1.7
	橡胶	4.8	4.3	3.7	3.5	3.0	2.7	3.1	3.3
	玻璃	2.8	2.7	3.1	3.2	3.3	3.0	2.8	2.8
	纤维		0.7	1.2	1.3	1.4	1.2	1.2	1.1
	木材			0.2	0.3	0.5	0.4	0.4	0.3
	其他	1.3	1.6	1.7	2.7	2.3	2.7	3.4	2.9
合计	13.9	14.4	16.4	18.4	19.5	18.9	19.7	19.6	

由上述不难看出,材料在人类发展中有不可替代的作用和地位。人们往往用材料的发展和应用水平来衡量一个国家国力的强弱、科学技术的进步程度和人们生活水准的高低。材料,过去是、今天是、将来也必然是一切科学技术,尤其是高新技术发展的先导和柱石。随着科学技术的发展,对材料的需求也不断发生变化,新的材料不断出现,新的构成发生极大的变化。表 1-2 所示为美国 8 个重要工业部门对材料的要求。

表 1-2 美国 8 个工业部门对材料的要求

所需特性	工业部门							
	航空航天	汽车	生物材料	化工	电子	能源	金属	通讯
质轻高强	✓	✓	✓					
耐高温	✓			✓		✓	✓	
耐腐蚀	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
迅速开关					✓	✓		✓
高效加工	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
近无余量成型	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
材料回收		✓		✓			✓	
预测使用寿命	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
预测物理性能	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
材料数据库	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓