

材料和 材料的未来

李新立 黄阿毕 陆中正 译



材料和材料的未来

[民主德国] 阿·诺伊曼等 著

李新立 黄阿毕 陆中正 译

赵 坚 审校

科学普及出版社

内 容 提 要

本书介绍了原材料的发展历史和现状。重点介绍了在国民经济中占重要地位的金属、塑料、硅酸盐、橡胶、木材、纺织纤维材料的结构、性能和用途。阐述了有关轻型结构、材料的腐蚀、磨损、老化、重新利用和进一步发展趋势。

本书适于从事材料研究、生产和使用的广大工人、技术人员和有关专业院校师生参阅。

Werkstoffe mit Zukunft

Alexis Neumann

Urania-Verlag, Berlin

1977年 第1版

材料和材料的未来

[民主德国] 阿·诺依曼等 著

李新立 黄阿毕 陆中正 译 赵 坚 审校

责任编辑：方佩刚

封面设计：王序德

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京军区空军后勤部印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：12 字数：275千字

1986年6月第1版 1986年6月第1次印刷

印数：1—5,750册 定价：1.90元

统一书号：15051·1151 本社书号：1029

前 言

众所周知，材料是社会生产力中的重要因素，是人类进行物质生产和精神文明活动的物质基础。因此，熟悉材料的结构、性能、用途，了解材料的发展历史、现状，并预见其未来，对于国民经济的发展具有重要的现实意义。

本书是民主德国十六位专家和学者，根据多年的实际经验编写的科普读物。全书共三部分。第一部分介绍了原料和材料的发展历史和现状。第二部分详细介绍了对国民经济具有重要意义材料，其中包括金属、塑料、橡胶、硅酸盐材料、木材以及纺织纤维材料。第三部分阐述了轻型结构，材料的腐蚀、磨损、老化以及材料重新利用与环境保护等具有现实意义的问题。书中提供了大量数据和图表，有助于从事材料研究、生产和应用的广大干部和技术人员，更合理地选择和使用材料，更充分地发挥材料的性能，以期产生更大的经济效益。但应当指出，本书在介绍材料研究成果等方面，对民主德国和苏联的情况介绍较多，而对其它技术发达国家的先进技术的介绍似显不足。

在翻译过程中，我们删去了专门介绍民主德国情况的部分内容和插图。尽管如此，在阅读时，读者仍宜根据我国实际情况，对本书内容，去伪存真，以便洋为中用。为了便于阅读，我们根据内容，增加了章节号和图表序号。

目 录

前言	1
第一编 原材料——人类的财富	1
第1章 材料的今昔	1
1-1. 进行生产可以没有材料吗?	1
1-2. 从原料到产品	3
1-3. 材料的诞生	4
1-4. 从工业革命到科学技术革命	6
第2章 原料——材料的基础	9
2-1. 原料资源能提供无穷的财富吗?	11
2-2. 实现有计划的原材料构成	11
第3章 材料经济学——强化生产的一个重要方面	13
3-1. 生产准备部门的作用	15
3-2. 使用价值—费用分析	16
3-3. 材料参数与材料经济使用的情报系统	16
3-4. 民主德国材料发展的长远趋势, 高度材料经济学的基础	17
3-5. 材料代用——有价值的手段	19
第二编 国民经济中的重要材料	21
第1章 金属——国民经济中头等重要的材料	21
1-1. 当前已知金属的来龙去脉	21
1-2. 金属的典型特性	22
1-2-1. 金属的结构	22
1-2-2. 弹性和塑性变形	23
1-2-3. 电子“输送”电流和热	23
1-2-4. 抗磁性、顺磁性和铁磁性金属	24
1-2-5. 化学性能	24
1-2-6. 金属形成合金	25
1-3. 金属是怎样获得的?	25
1-3-1. 由矿石制取纯金属	25
1-3-2. 生铁——高炉的“产品”	27
1-3-3. 从西门子马丁法到直接还原	27
1-3-4. 电解制铝	28
1-4. 重要金属材料的基本特征	28
1-4-1. 铁有三种变态	28
1-4-2. 铁和碳的合金	29
1-4-3. 结构钢、工具钢和耐腐蚀钢	30
1-4-4. 铸铁的调质处理	30
1-4-5. 铝、镁、铜——有色金属的代表	31
1-5. 金属材料的加工方法	32

1-5-1. 通过成型生产铸件和烧结零件	32
1-5-2. 轧制、挤压和冲压——最常用的变形方法	33
1-5-3. 切削	34
1-5-4. 切削和磨削——分离方法	35
1-5-5. 通过焊接 熔接和粘补进行接合	36
1-5-6. 如何有效地防腐蚀?	37
1-5-7. 热、化学和机械能引起的材料性能变化	37
1-6. 金属材料在国民经济中的重要意义及其应用局限性	39
1-7. 金属材料的发展趋势	39
第2章 自然界和技术中的高度提纯的晶体材料	41
2-1. 理想与实际——取决于结构	41
2-2. 固体可以测量	42
2-2-1. 理想的固体	42
2-2-2. 即使高纯材料也含有缺陷	44
2-3. 人造单晶开辟了新的应用领域	47
2-3-1. 自然矿物不再能满足需要	47
2-3-2. 由气相、溶液或是由熔体生产单晶?	48
2-3-3. 高纯材料“占领”了微电子学	49
2-4. 新的试验条件要求极高压力	51
第3章 塑料——增长速度极高的新型材料	54
3-1. 塑料的结构原理——了解性能的关键	56
3-1-1. 通过缩聚和加聚(作用)制取高分子材料	58
3-1-2. 键合情况决定热塑塑料和硬塑料的不同特性	58
3-2. 通过材料组合改变塑料的性能	60
3-2-1. 通过纤维强化制取结构材料	60
3-2-2. 填料影响材料的性能	62
3-2-3. 材料复合开辟了新的应用领域	63
3-3. 塑料加工的现代方法	64
3-3-1. 新材料要求新加工工艺	64
3-3-2. 塑料管的制造工艺	64
3-3-3. 容器制造	66
3-3-4. 利用压铸生产模制件	67
3-3-5. 由聚苯乙烯和聚氨酯制成的泡沫材料	68
3-4. 使用塑料的原则	69
3-5. 国民经济中的塑料	71
3-5-1. 家用塑料	71
3-5-2. 塑料连接金属和混凝土	71
3-5-3. 建筑中的新型塑料结构	74
3-5-4. 机器和设备制造中的塑料	77
3-5-5. 包装用的特种薄膜和泡沫塑料	77
3-5-6. 塑料高频电缆	77
3-6. 塑料发展的未来课题	75

第4章 橡胶——塑料的近亲	77
4-1. 同塑料的区别何在?	77
4-2. 从天然橡胶到合成橡胶	77
4-3. 长而易于活动的双键碳链决定性能	78
4-4. 硫化使橡胶获得弹性	79
4-5. 橡胶不只是汽车轮胎的材料	80
4-6. 新型人造橡胶标志着技术的进步	81
4-7. 聚酯合成橡胶填补了塑料应用的空白	81
4-8. 废橡胶——有价值的次生原料	83
第5章 硅酸盐材料和建筑材料	85
5-1. 建材工业的基础	85
5-2. 天然岩石目前还用作材料吗?	86
5-3. 广泛应用的方法: 水泥+水+添料=混凝土	86
5-3-1. 钢筋和预应力混凝土的跨度	86
5-3-2. 如何制作混凝土	88
5-3-3. 选择水泥制混凝土还是硅酸盐混凝土?	91
5-3-4. 混凝土、钢筋和预应力混凝土是我们时代的主要建筑材料	94
5-3-5. 可以避免原材料损耗吗?	95
5-4. 陶瓷工业原料	95
5-4-1. 涂料、釉和装饰物的原料	95
5-4-2. 如何制作陶瓷产品	96
5-5. 传统的玻璃材料很有希望	98
5-5-1. 玻璃——一种“冻结”的熔体	98
5-5-2. 从原料到玻璃制品	99
5-5-3. 玻璃的特性是否充分利用了?	103
5-5-4. 工业和家庭用的普通玻璃	105
5-6. 硅酸盐材料在国民经济中将继续具有重要意义吗?	106
第6章 传统的原材料——木材	109
6-1. 人类学习使用木材	109
6-2. 从木材中取得原材料	109
6-3. 经济林“生产”木材	110
6-4. 木材的特性	111
6-4-1. 树木的“产品”	111
6-4-2. 木材的“优缺点”	112
6-4-3. 改良木材可延长其使用寿命	114
6-5. 木材——多种半成品和产品的原料	114
6-5-1. 木材的机械与化学加工法	114
6-5-2. 最主要的木材半成品	115
6-5-3. 纤维和纸浆——造纸工业的原料	115
6-5-4. 木材的多种用途	116
6-6. 综合利用是发展方向	116
第7章 天然纤维和化学纤维	119

7-1. 什么是纺织纤维材料·····	119
7-2. 我们前辈已经知道的纤维材料·····	120
7-3. 具有百年历史的化纤·····	122
7-3-1. 化纤是棉花的竞争对手吗? ·····	122
7-3-2. 由高聚物制成的合成纤维·····	123
7-3-3. 由石头、金属和玻璃制作纤维·····	123
7-4. 按规格制造纤维材料·····	124
7-5. 从纤维到线—从线到织物·····	125
7-6. 2000年的纺织纤维材料·····	126
第三编 材料的现实问题 ·····	128
第1章 轻型结构——什么是轻型结构? 轻型结构有何用途? ·····	128
1-1. 技术和经济的质量规范·····	129
1-2. 如何实现轻型结构? ·····	130
1-2-1. 技术-经济的最优化 ·····	130
1-2-2. 现代技术的工作原理·····	132
1-2-3. 选择材料要物尽其用·····	134
1-2-4. 最佳尺寸设计和造型·····	137
1-2-5. 节约材料的制造工艺·····	140
1-2-6. 合理的结构·····	140
第2章 材料的腐蚀与防蚀 ·····	142
2-1. 腐蚀给国民经济带来损失·····	142
2-2. 哪些条件导致腐蚀? ·····	143
2-3. 腐蚀防护——为防止材料损耗而奋斗·····	143
2-3-1. 材料的替代·····	144
2-3-2. 阴极保护·····	144
2-3-3. 有利于防护腐蚀的设计·····	144
2-3-4. 防蚀剂阻止环境的浸蚀·····	145
2-3-5. 金属的保护涂层·····	145
2-3-6. 非金属无机保护层·····	146
2-3-7. 保护涂层·····	147
2-4. 如何涂敷保护层·····	148
2-5. 对任何用途均可采用被动腐蚀防护层·····	149
2-5-1. 大气腐蚀性如何? ·····	149
2-5-2. 任何保护层都不能永远经久不坏·····	149
2-5-3. 经济观点·····	150
2-6. 降低防腐蚀保护成本的新工艺·····	151
第3章 材料的磨损 ·····	154
3-1. 材料磨损现象给国民经济带来什么后果·····	154
3-2. 磨损是怎样发生的·····	154
3-3. 如何防止磨损·····	156
3-3-1. 减轻磨损的基体材料和接触材料·····	156
3-3-2. 减轻磨损的中间材料·····	157

3-3-3. 减少磨损的表面范围·····	158
3-4. 未来磨损情况如何?·····	160
第4章 材料的老化 ·····	161
4-1. 金属材料的时效·····	162
4-2. 如何使金属长期耐时效?·····	163
4-3. 高聚材料的老化·····	164
4-4. 塑料的人工“老化”·····	165
4-5. “稳定的”塑料·····	166
第5章 通过废物利用保护环境 ·····	167
5-1. 废物中有金属材料吗?·····	168
5-2. 废纸作原料·····	168
5-3. 能用废纺织品再制做服装吗?·····	169
5-4. 高聚物废料·····	169
5-5. 废盐液、粉尘和废气·····	170
5-6. 清洁的水域·····	171
5-7. 垃圾·····	172
第6章 现代自然科学促进材料发展 ·····	175
6-1. 现代生产方法·····	175
6-1-1. 高速加工·····	176
6-1-2. 等离子束·····	178
6-1-3. 电子束·····	179
6-1-4. 激光器·····	179
6-1-5. 化学和电化学方法·····	180
6-1-6. 超声波在制造技术中的应用·····	180
6-1-7. 扩散层·····	180
6-2. 材料进一步发展的趋势·····	181

第一编 原材料——人类的财富

第1章 材料的今昔

对材料为何物这个问题，我们每个人都可作出自己的答复。当然，专家的答复不同于外行人。他使用的定义是基于科学的认识并符合逻辑规律的。然而，即使是不精通材料的人也会懂得，如制造任何一个产品，所用的材料的特性应充分和有效地达到预期的结果。

木材、金属和塑料是家具和其它设备的原料。观察一下我们手中的报纸，虽看不出它是由木材这种材料加工出来的，但绝不能说，它不是经过各种形体的变化而制造成现在这样的报纸的。其中包括纤维素和进一步的形体变化。

新材料总是在以往的材料量不够用，或是原有材料的性能满足不了科学技术与经济的要求时才被采用的。单是在每人的家庭中，近年来就发生了许多变化。许多炊具不再由木材和钢铁所制成，而是用塑料制成的。衣料主要是化纤的，而不是棉、毛的。在房屋建筑材料中，我们也发现有塑料和橡胶。当然，目前和今后数十年内钢铁仍在生产资料工业中占首要地位，但化学材料和半成品在所用材料总量中的比重却是不断增加的。

如果看到人类正处在跨出地球（人类活动的起源地）之路的起点，便不难想象：技术上对制造火箭、宇宙站、测量仪器等材料的要求将会提高到何等程度。

1-1 进行生产可以没有材料吗？

对此，有本百科全书简明地介绍了一个术语。

这就是“迈尔新百科全书”所述的：

“……材料是由原料中取得的、为生产半成品、工件、部件和成品的初始物料，如金属、石块、木材、皮革、塑料、纸、天然纤维和化学纤维等……”。

试详细解释这句话：

材料是从原料中取得的并且是生产产品的原始物料，包括人类在动、植物或矿物原料基础上转化的所有物质。转化的目的在于将这些物质用作生产的原料或完成生产过程的辅助材料。在此过程中，原始物料被消耗，因而是人类劳动产品的基本条件。

材料的发展史过去是、现在是、将来也永远是与人类的生产活动密切联系的。人类在不同的环境中，在与自然界对立的同时与其建立了密切的相互关系。人类以在社会性劳动中所获得的技能，取得了各种物料，使之成为物质的一种特殊表现形式。

从经济学上看，材料属于劳动对象。它们是活劳动的结果。通过活劳动，将它们从原始状态加工，以适合人类的需要。人越是改变其原始状态，材料就越有“价值”。

但材料不仅是劳动对象，而且同时是劳动资料的基础。工具、机器设备、机构、器具和仪表属于机械性劳动资料。除这种资料外，人类还应用其它劳动资料，如劳动建筑物、交通道路及各种工具、各类容器等等。它们都由材料组成并服务于物质生产，以改变一定的劳动对象。这些由材料组成的生产工具，对于社会的生存和进一步发展具有决定性意义。

材料的技术意义基于其内在的特性。这些特性又取决于化学和物理结构。若要从技术上确定各种材料的优劣次序，就好比确定一个齿轮的哪个齿更为重要。材料的发展，是根据各个使用情况下的多种技术与经济因素而有目的地逐步获得其最佳特性的。原料供给，某些材料是否可供使用，按科学技术知识分析已有的经验从而掌握生产材料的现代化方法，这些都是最紧要的问题。

对具体的应用场合，首先要检验材料的技术参数。这些参数表达材料的特性，决定了材料的适用范围。以此保证材料发挥良好功能，同时确保经济合理，即以必要的财力实现技术目标。下面的图比较了几种选出的材料的价值。可以看出，钢铁在承受机械负荷方面占有优势。目前用这类材料能够最经济地达到抗拉强度、弹性和抗压强度。但对其它用途，钢和铁材料就不那么好了，例如要求好的导电性、耐腐蚀和透明度。

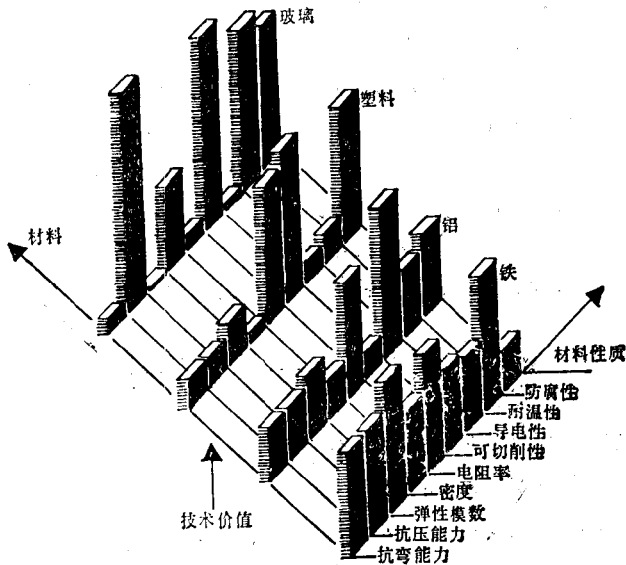


图 1.1 各种材料和材料特性比较

对于另一种材料——玻璃，目前尚未最后弄清其微观结构。它由二氧化硅组成，其晶格排列紧密，但没有周期性（见“玻璃”一章）。这种材料的主要优点是透明，但也具备一些其它特殊性质，使其能成为数量大而便宜的消费品。但另一方面，它的机械性能却不理想（抗压强度例外），因为其脆性至今不能用于许多领域。

材料的技术意义基于它们的固体物理和固体力学结构。这表现在它们的材料学参数，即其材料特性上。

1-2 从原料到产品

要发挥材料的经济效益，就要认识和建立原料加工中的各种关系及影响费用的因素与材料的关系和材料与产品的关系。图 1.2 中，以金属加工工业中的结构材料为例说明这些关系。从中可了解原料专家、材料研制及生产者以及材料使用者的问题和任务。

例如，首先要用最少能耗合理地利用可供使用的原料。另外，要发展新方法，以使褐煤、天然气、玻璃砂、某些有色金属、粘土和盐等原料有效地得到开采和加工。

要强调节约加工现有材料。我们的各类产品的材料强度，即一定产量所消耗的材料数量还是极高的。一个有效的“治理措施”是降低每件产品的材料消耗。

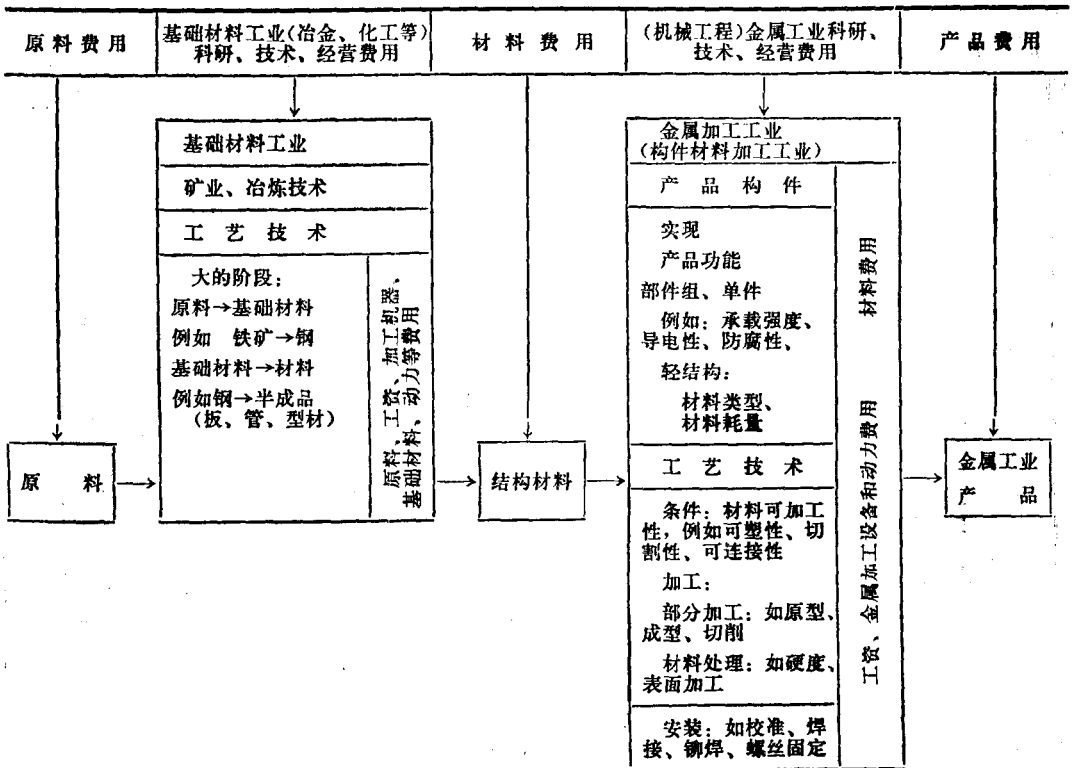


图 1.2 以金属加工工业为例，说明材料经济学对原料、结构材料和产品的效能的影响

这种发展的先驱是科研、设计和工艺及生产。在这些过程中，每天都决定如何经济地使用材料。这不仅涉及最轻产品和消耗金属极少的产品，而且也涉及最经济的解决办法：要以最少的材料成本加工出使用性能最佳的产品。

从产品中的一个部件的功能或整个产品的使用性能出发，总是必须使用那些性能符合预期目的、所需费用最少的材料。对各种承载物采用了省料的轻结构构件。在电子技术中，这种发展导致元件的小型化和微型结构。对于整个生产必须建立有科学技术依据的材料消耗标准。

有效利用原材料不仅是节约短缺材料的权宜之计，而且是社会主义经济的一个根本原则。为保证国民经济的劳动生产率持续增长，必须按照对品种、质量和使用期限的要求提供材料。

于是，我们面对一个问题：什么是国民经济重要材料？它们是各经济部门根据国民经济的计划比例，为进行生产的劳动对象所需的材料。它们按国民经济的需要而分类。其中，具有决定意义的是数量、体积和价值方面的比例。

可以设想各类材料的进一步发展趋势是增长的，但各类之间的相对比例会逐渐变动。一般说，即使在将来，决定产品结构的材料也促进科学技术的进步。

使用量最大、面最广、最便宜的金属材料是钢铁。未来短期内，它们仍将保持主导地位。在其它金属材料中，铝在近近年来日益重要。从1960年以后，其生产和消耗量开始居第二位，仅次于钢铁。今后，铝将在那些不能同时发挥其特有优点且使产品经济性提高的方面受到一定排挤。几十年以来，塑料的增长速度最快。早在四十年代中期，全世界的塑料在体积上已超过了铝；在五十年代中期，在重量上也超过了（见图1.3）。根据科学估计，今后十到十五年全世界的钢铁及塑料产量的变化，将使它们在体积上相等（见图1.4）。

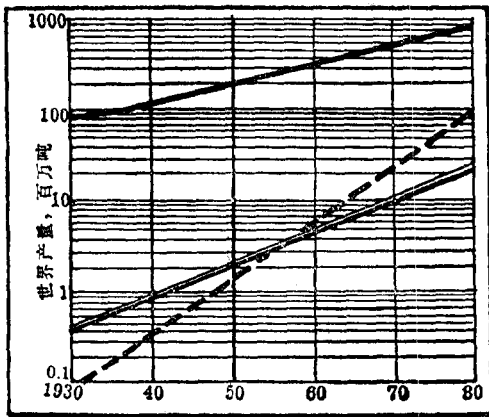


图 1.3 1980 年以前全世界原钢、铝和塑料产量（按重量）的比较

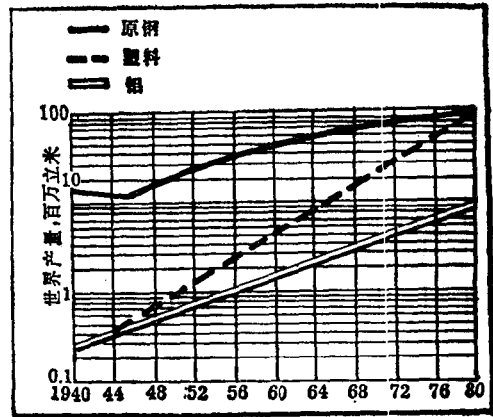


图 1.4 1980 年以前全世界原钢、铝和塑料（按体积）的比较

在国民经济重要材料的种类中，那些既能进一步满足生产需要，又能降低成本的材料将发展最快。已有的材料性质必将不断加以发展并增添品种。只有这样，才能不断开辟新的应用领域。

1-3 材料的诞生

简单回顾一下历史便可晓得，正是在历史发展过程以及与此相联的人类知识和经验的增长过程中，材料的使用才得以发展的。我们可从中得知，是哪些或哪类材料在一定的历史条件下最能满足技术和经济的需要；同时还可看到，材料的发展与社会的发展之间贯穿着一条辩证的线索。

在人类发展史的很早阶段，直接获取的自然财富被用来满足最简单的需要。自然财富、原料、材料、产品几个阶段几乎是协调一致的。由于没有分工，并且只不过为满足本

身的直接需要，所以精加工的劳动比重很小，随着分工程度的增加，对在自然界寻觅到的原始物料进行加工的兴趣提高了。此后，长期以来所形成的社会关系，不断提供新的途径来更多地生产消费品和改善居住条件。

如果人类想要改善生活条件，那么无论在哪个社会阶段，都必须以发展技术及与此相联系的逐步增加材料使用为前提。人身体上的“工具”、“发动设备”和感官均有局限性。如果没有具备相应数量、质量、形式和布局的一定材料，没有必要的知识与技能，人类便会停留在原始阶段。

数百万年前，人类摆脱动物界，开始有意识地使用石头。除了骨头之外，石头也是人类最早使用的材料。起初这种材料造型粗糙；但后来经过加工，使人类得以掌握多倍于体力的力量。人类被迫发展那些在与环境斗争中能取胜的能力。人类先是用石头和骨头制成简单、基本的工具来补充手掌、手指、指甲和牙齿的效能。这些工具是手握的。当他们获得了不仅使用原始状态的石头，而且进行加工的能力后，几乎等于完成了一场革命。当人类约在 50 万年前使用了火时，石料的价值就更大了。

古生物学研究证明，在这个时期，除了有加工粗糙物的石器外，还有制作工具的工具。除了拳形镗之外，还有刮刀和刮板。骨头、象牙、石头和植物编织物被用来制造劳动工具、鱼叉、鱼钩和鱼网等。

原始时代和史前时代这些用“划时代的材料”命名历史阶段，形象地说明了材料在人类历史上的重要性：

表 1.1

“以材料标志”的历史时期		距今的年代
旧石器时代早期	原始社会	搜集（生活）者及
旧石器时代晚期		60—50 万年
中石器时代		5—1 万年
石器时代晚期	阶级社会	狩猎者
石器—铜器时代		1 万年左右
青铜时代		7 千年左右
铁器时代（开端）		4000—1800 年
		耕农和畜牧人
		3000 年左右
		1500—800 年

公元前 15000 到 10000 年之间，形成了早期的农业。此间产生的初期劳动生产力的革命——农业革命的必然结果，是原始社会的解体。虽然材料仍局限在传统原料之内，但人的能力提高了。他们可以把材料加工得更加精细，而且富有艺术性。

约在公元前 7000 年，开始了最早的社会分工，形成了游牧部落和耕农。同时，材料及其产品有了进一步的形状，如罐壶、纺织和编织产品。至此，人类活动的产物主要来自直接支出的劳动，即活劳动。直到劳动分工和出现专门形式的制作时，劳动过程的组成部分才被加以区别。这就是劳动力、劳动工具和劳动对象。这个时期（考虑到演变过程长达数千年）可看作是材料诞生时期。在这个时期内，劳动是慢慢地被物化了。

公元前 7000 年左右，铜首次被有意识地用来作为材料。熔炼和浇铸金属，陶器和控制家畜构成了新的生产基础。燃烧技术的掌握使得粘土的重要性增加了。

公元前 5500 到 4000 年之间，随着灌溉技术的出现以及顺乎自然而形成的手工业，人

类进入其生存的一个新的历史阶段。早期东方人在河谷地区居住，使农业和手工业分开。这第二次大的社会分工使劳动生产率急剧增长，从而使少数人能够占有剩余产品和行使他们的权力。

可以想象，一个古代狩猎者为保障其生存基础，需要有 20 平方公里的猎区；而以农田为生存基础的耕农，则可在相同的面积上养活 9000 人。显然，这个时期的初期已取得了巨大的进步。而后来的自然手工业和灌溉技术更使其大大向前迈进。彩陶是这个时期引人注目的改进。考古人员除发现了简单的用品外，还发现了大量的容器，尤其是有相当艺术价值的绘画的容器。

金属铜比石头具有更广泛的用途。这使它更早被采用。早在公元前 4000 年，铜器及其制造就已推广，而石头作为材料已退居第二位。更主要的发展成果是青铜。铜具有这种形式后，才大大优于石器。起初，人们只是无意识地在铜内加入其它金属，如铅、锌、银和锡而得到合金。但不久便认识到，这些真铜和假铜具有比纯铜更好的性质，而用 6—20% 的锌制成铜合金的效果最佳。

在青铜时代早期，就发明了金属浇铸这一重要工艺技术。它主要用于合金成分大于 10% 的合金，因为这时已经不能再用锤打的方式进行加工。青铜的熔炼是个突破。此后便能生产成分不同的新材料。冶金迈入了技术历史的行列。随之而发展的是金属分割、成型、焊接等不同的金属加工技术。为了产生不同的温度，能源及其合理利用在当时就已成为重要课题。因此，较易熔化的金属首先得到应用。随着金属矿石的开采、加工在数量上的扩大，以及在质量上的精细化，有关活动渐渐属于专家的职能范围。他们的技能至今仍令人赞叹。

铁的出现，在很大程度上与陨铁的发现有关。但铁矿开采可能与铜矿开采有关。铁加工曾有技术中心，一个中心可追溯到西亚到地中海地区，另一个中心是中国。在那里，当时正在向最早期的机械化过渡（使用动物和水轮作动力的最老的机器）。直到十八、十九世纪的工业革命才从数量和规模上超越了这个阶段。

越来越多的手工业者能自力开采和加工金属。少数锻工场掌握了加工和制作最精良铜材的技术。淬火钢获得了声誉。古代称之为塞乐铁。

为获得熔化金属矿石所必要的温度，使用了木炭。但如果没有充分的氧气，木炭最多只能产生 900°C 的温度。被熔渣污染的初级产品在炽热状态下加以锤打，使其净化，从而得到可锻铁。

根据考古挖掘物和现有的文献来判断，铁在公元前 12 世纪最终占据了统治地位。铁为其它金属材料和技术快速进步扫清了道路。

在公元一世纪来临时，技术发展达到了第一个高潮。罗马帝国的崩溃和此后许多世纪很多社会生活领域的停滞不前，禁锢了技术的进步。

1-4 从工业革命到科学技术革命

公元 1000 年以后，技术领域才开始了一个新时代。原料的开采和加工技术经历了重要的繁荣阶段。当时以水力为驱动能代替以往动物和人的力量。利用水力驱动的鼓风机所达到的温度，可将铁化为液体。铁在炉火中被加工成可锻铁，从而发明了精炼法。此法直到

十八世纪末才被其它方法淘汰。直到这时才可以大量生产质量较高的铁。

十八世纪是技术革新的世纪。对行将到来的基础材料工业发展来说,最重要的发明是英国掌握了用硬煤炼焦并用于为炼铁输入能量。后来很快就发明了搅炼法。这种炼钢法可使用硬煤而不使其接触铁。1856年,在把常压空气鼓进一个转炉内将铁转变为钢的时候,引起了极大轰动。十九世纪,西门丁-马丁法和托马斯法标志着炼钢技术的完善。

在此,涉及到材料史上的一个新的发展阶段。其多方面的意义确实远远超出本文阐述的、较窄的材料领域。但因为它是科学技术革命以前人类历史上整个生产力系统第一次革命性转变的标志,故对其作几点重要说明。

十八世纪中期,可以看出当时最先进的国家(英国)的技术发展趋势,这种发展在数十年内即导致居民和阶级结构发生史无前例的变化。这就是十八、十九世纪的工业革命。恩格斯用下列话来描述它的特征:“当(1789年)革命的风暴席卷法国时,英国正在发生比较安静的、但同样是巨大的变革。蒸汽和新的工作母机把手工工场转变为现代化大工业,从而使市民社会的全部基础发生了革命性变化。手工工场的缓慢发展过程转变为一个真正暴风雨般的、突飞猛进的生产阶段。

当时发生了哪些事情呢?英国人采用了飞梭使纺织技术的生产率大大提高。这造成了纺织工业的两个基本工序比例失调,反过来又促进人们寻找新的机器和工艺来提高纺织业的劳动生产率。经过数十年寻求新的解决办法的努力,在十八世纪末形成了手工工场系统。工厂的最主要特点是拥有驱动力、传送机和工作母机三种形式的机器,分布在英国最重要的工业部门。机器战胜了手工劳动。

劳动手段的变化,即从工具飞跃到机器,促使其它工业部门也不能停滞不前。机器在重工业和交通中的应用也具有同样重要意义。这种变化与材料有多大关系呢?

十八世纪中期,由于生产金属所需的木炭不断增加,使英国的森林遭到严重砍伐。如果仍然不控制砍伐,便威胁到水土的保持。寻求新的、利用硬煤炼铁的方法,不但能使生产保持当时的水平,而且能加以提高,以适应国民经济增长的需要。经过许多试验终于达到了目的。1759年卡龙制铁厂首次用煤代替木材。1750年,一炉的产量约为300吨,而1800年之后已达到1500吨。由于使用机器的工业对钢的数量要求愈来愈大,1783年首次使用的炒钢法使钢铁生产发生了一次革命。它提高了钢的产量。最后也成功地把蒸汽力用在铁的生产中。在此之前,蒸汽机已经用在深度日益增加的矿山,以解决排水问题。

随着纺织工业建设对机器需求的不断增长,出现了新的工业部门——机械制造业。这个工业的劳动对象很久以来始终是木材,而加工方式最初大多是木材加工。后来对铁、钢、铜、黄铜和其它材料加工逐渐增多。在资本主义生产把国民经济立于新的基础之上、将它所占领的市场统一为国内市场的情况下,必须用新的交通系统把生产与消费、原料与销售市场联系起来。因而,建造铁路就成为工业革命的巨大推动力。制造长度以千公里计算的铁轨及全部有关的滚动或固定材料,要求向机器制造业提供比过去数百年总和还多的铁、钢和有色金属。“钢铁时代”终于来临了。但这个时代几乎没能达到其骄傲的顶峰,因为新的材料已经问世了,这就是塑料。

天然产物的转换及合成材料的历史同焦油染料工业的历史有密切联系。焦油染料工业在十九世纪末期是作为过去有机化学工业的结晶而形成的。

上世纪初期,随着硬煤炼焦的增多,焦油产量也在增加,因此人们普遍寻求利用这种

讨厌的废物的方法。1856年，英国人威廉·亨利·珀金找到了一种大规模生产有用染料苯胺紫的工艺。当科库勒斯于1865年发现苯的化学式——碳化物的关键，一个新的工业就诞生了。最初主要生产染料和药品，而到了二十世纪初已开始生产一系列新材料。最典型的是合成橡胶。在第一次世界大战时已用它制作了德国潜艇的蓄能箱。

本世纪四十年代末，科技革命开始。最早的塑料已可以投入大规模生产。

如果本文要详细叙述目前科技进步对材料的作用，就会离题太远。以后的章节中还要以实例说明，不同材料领域的科技迅速进步，在多大程度上标志并丰富了我们的时代。科技知识的迅速丰富，使人们对物质结构的认识更加深入。着眼于未来的研究，如固体力学或设计材料学已成为科学分支，材料的实际使用愈加取决于如何积极运用新的科学知识。在生活的所有领域，我们都可以看到大量新的技术途径。但新的技术途径往往要求使用新材料，而新材料也常常带来新的技术途径。目前和将来都只能利用材料数据库来了解，有多少材料可供使用以及它们的不同性能和参数。

在回顾历史时，不仅要看到质的问题，也要看到量的问题。从时代上看，材料的发展是相当缓慢的。古往今来，人类的大多数只用了很少量的材料。以往的许多成就，只是用来为少数特权阶层服务，如昂贵的武器和装饰品。用于材料的原料长期以来是有限的。只是随着工业革命及其产生的社会效果，才发生了变化。

随着机械化生产的形成，人获得了制造产品的能力，这些产品远远不只是能满足他自己的需要。在科学日益专业化的影响下，当后来出现了新的需要时，便发生了目前材料急剧发展。随着需要的增长、随着越来越多的人摆脱简单劳动而在更高水平上进行生产，对材料和原料的数量及质量的要求也随之变动。生产的社会性也迅速增加了。

因此，科技革命的社会影响在这个科技发展的新阶段具有重要意义。在资本主义的条件下，生产的社会性日益与财产私有制和追求最大限度利润发生冲突。而在社会主义条件下则相反，劳动大众创造力的发挥并积极加以实现，必然为这个社会生产力发展新阶段创造一定的条件。