

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、钯、铑、钌、铱、锇等）、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、铕等，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来说的。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。锆、铌、钒等合金的中子吸收能力小、腐蚀性好，可作为反应堆

“包壳”等结构材料。对中子吸收能力大的铪、钆等则作为控制材料。铍和氧化铍作为核反应堆的减速材料和反射材料。液态金属钠可用做快中子增殖反应堆的冷却剂。在功能材料领域中，有色金属和合金更占有特殊地位。硅、锗、镓等是微电子工业的重要半导体材料。铌钛合金和铌锡金属化合物是常用的超导材料。此外，镍、钼、钒、钛等还是制造各种合金钢的常用添加元素。

（二）非金属材料

非金属材料的强度一般不及金属材料高。其中无机非金属材料的共同缺点是质地脆、不耐冲击；有机非金属材料则耐热性不高，存在老化、尺寸稳定性较差等问题。随着生产和科学技术的进步，尤其是无机化学和有机化学工业的发展，人类以天然的矿物、植物、石油等为原料，制造和合成了许多新型非金属材料，如水泥、人造石墨、特种陶瓷、合成橡胶、合成树脂（塑料）、合成纤维等。这些非金属材料因具有各种优异的性能，为天然的非金属材料 and 某些金属材料所不及，从而在近代工业中的用途不断扩大，并迅速发展。

在机械工业中，非金属材料通常用做：

（1）轻质、高强度的结构材料：非金属材料的密度比钢、铁、铜、铅等金属材料小得多，有些比铝、镁、钛等还轻。按比强度（强度/比重）计算，有的纤维树脂复合材料的常温比强度超过高强度钢和高强度铝。这些材料被用来制造手枪、手柄、支架、罩壳、仪表板等一般轻质结构件，也可用来制造飞机机翼和叶片、整体船艇、汽车车身和传动轴、高速纺织综框、高压容器等高强度结构件，这样可以减轻自重、增加运载能力或提高运行速度、节约能源。

（2）减摩、耐磨材料：某些无机非金属材料因硬度高而耐磨，如金刚石、碳化硅、刚玉等制作的砂轮、砂布（纸）、油石、研磨剂和刀具，可供磨削和切削之用；有些材料因有高弹性而耐磨，如橡胶轮胎和运输皮带能抵抗泥沙、矿石、煤炭等颗粒的磨损；有

些材料借自身固有的润滑性能和低摩擦系数而能减少摩擦和磨损，如塑料、石墨、氮化硅等制成的轴承、导轨、活塞环、密封圈等机械零件，能在无油干摩擦或少油润滑条件下安全运行，这对忌油脂或不便供给油润滑的场合特别有利。

(3) 耐腐蚀材料：如陶瓷、搪瓷、石墨、铸石、塑料等的大多数品种，都能耐酸、碱、盐、有机溶剂和很多其他化学药品。如不透性石墨能抵抗浓酸和浓碱，聚四氟乙烯塑料则几乎能耐所有化学药品，甚至在氧化性最强的沸腾王水中也不受侵蚀。这些材料适于制造化工用的容器、塔器、鼓风机、泵、管、阀等机械设备和零部件。又如酚醛和石棉、石英等纤维复合制成的用于宇航方面的烧蚀部件，能在 2500℃ 以上较长时间内燃烧、分解、散热、碳化，形成隔热层，有效地保护内部结构。

(4) 密封材料：如橡胶、塑料、石棉和柔性石墨等因有良好的柔性和弹性而适于制造动态和静态的密封零件，如压缩机的活塞环、密封填料、O 型和 V 型密封圈等。20 世纪 60 年代以来，还出现了一种以树脂或橡胶为基体、称为液体密封胶的密封材料，适用于各种静态密封，使用方便。

(5) 电绝缘材料：如橡胶、塑料、陶瓷、石棉、云母、玻璃布层压板（属复合材料）都是应用广泛的电绝缘材料。

(6) 耐高温、保温材料：如耐火材料、石棉、蛭石、氧化铝、耐火纤维等具有良好的高温性能和低的热导率，适用于高温窑炉如化铁炉、转炉电炉、热处理炉、隧道窑等的炉体、内衬或保温层，以防止热量外流；塑料因传热慢，人体与之接触时有温暖感，适用于制造手轮、手柄、方向盘之类物件。

此外，一些非金属材料还有消音、消振、透光、无磁性等特点，可用于制造如橡胶弹簧、避振垫片、光学透镜等零件。

(三) 复合材料

复合材料中以纤维增强材料应用最广、用量最大。高级复合材料由于价格昂贵，主要用于军工、航天、原子能等尖端技术，民用方面除高级运动器材和关键性机械零部件外，其他还很少正式

采用。纤维增强复合材料的特点是比重小、比强度和比模量大。例如碳纤维与环氧树脂复合的材料，其比强度和比模量均较高强度钢和铝合金大数倍，还具有优良的化学稳定性、减摩耐磨、自润滑、耐热、耐疲劳、耐蠕变、消音、电绝缘等性能。石墨纤维与树脂复合可得到膨胀系数几乎等于零的材料。纤维增强复合材料的另一特点是各向异性，因此可按制件不同部位的强度要求设计纤维的排列。以碳纤维或碳化硅纤维增强的铝基复合材料，在500℃时仍能保持足够的强度和模量，比未增强的铝好得多。碳化硅纤维与钛复合，不但钛的耐热性提高，且耐磨损，可用做发动机风扇叶片。碳化硅纤维与氮化硅陶瓷复合，使用温度可达1500℃，比超合金涡轮叶片的使用温度1100℃高很多。碳纤维增强碳、石墨纤维增强碳或石墨纤维增强石墨，称为碳—碳复合材料，是一种耐烧蚀材料，已应用于航天器、火箭导弹和原子能反应堆中。碳—碳复合材料还是一种热容量大的耐磨制动材料，可用于飞机刹车片。非金属基复合材料由于密度小，用于汽车可减轻重量、提高车速、节约能源。如用碳纤维增强塑料制成的车身和发动机罩，其重量可比金属制的轻一半以上。用碳纤维与玻璃纤维混合制成的复合材料片弹簧，其刚度和承载能力与重量5倍多的钢片弹簧相等，复合材料尤其是纤维增强复合材料的主要用途见表1-1。

表 1-1 复合材料的主要用途

序号	类 别	用 途
1	轻质高强度件	汽车保险杠、工字梁、飞轮、船壳、潜艇壳体、高压容器、飞机机翼、直升飞机螺旋桨、高速纺织零件如剑杆、分离轴的高速离心转筒、发动机叶片、高级运动器材如网球拍和撑杆等
2	化工耐腐蚀件	石油石化工业中的各种槽、罐、釜、塔、过滤器、搅拌器、泵、阀、管道和配件、风机、喷淋盘等

续表 1-1

序号	类别	用途
3	电机、电器绝缘件	印刷线路板、电机护环、电刷、槽楔、套环，电讯零件，电子计算机零件，高压绝缘子，电机换向器等
4	减摩、耐磨和摩擦件	轴承、轴瓦、凸轮、导轨、刹车片等
5	传动件、密封件	汽车驱动轴、连杆、推杆、齿轮、活塞环、密封圈、垫片等
6	宇航、火箭、导弹等军用零部件	承受再入大气层导弹头部防热护罩，载人宇宙飞船的防热结构材料如鼻锥、机翼、尾翼前缘，火箭喷管喉衬，卫星的天线结构件，气垫船构件，军用飞机的框架、梁、支柱、起落架、压气机叶片等

复合材料范围广，品种多，性能优异，有很大的发展前途。玻璃纤维增强热固性塑料中的片状模塑料（SMC）发展很快，已出现了许多分支，其制品已由非受力件如传动支架等。玻璃纤维增强热塑性塑料的用途越来越广，其发展速度在有的国家已超过热固性的增长率。高级复合材料的发展方向是降低成本，扩大应用范围。用两种或两种以上的不同纤维作增强材料，不但可降低成本，且其混合效应超过一般的混合规律。航空中的基本结构件、工业用机器人、海洋开发用的结构材料、汽车片弹簧和驱动轴等，将越来越多地采用混合纤维增强复合材料。定向凝固的铸造复合材料如碳化钨与镍或钴、碳化铌与铌等的共晶复合材料以及无机纤维增强陶瓷复合材料，使用温度均超过现有的耐热合金，也将得到发展。碳纤维与铜的复合材料可用作低电压、大电流电机和超导等特殊电机的电刷材料，耐磨减摩和电子材料。在成型工艺方面，增强反应注射成型（RRIM）、反应注射成型（RIM）、弹性储存成型（ERM）和真空浸清成型等均已获得发展。功能复合材料将多种功能集于一身，如将光电材料与电磁材料复合成光磁复合材料。这种材料在功能转换器件中很有发展前途。

第二节 材料产业

一、产业概念

谈到材料产业，不能不涉及产业的概念。产业，是从国民经济中同一性质生产或其他社会、经济活动的企业、事业单位、机关团体和个人的总和。各产业之间有不同程度的联系，其总和构成国民经济整体。

产业的概念是发展的，最初主要指工业，以后指物质生产领域，现在多趋向于包括物质生产领域和非物质生产领域。世界各国的产业划分不尽相同。中国现行国家经济和统计体系将产业划分为三大类，即第一产业，指农业；第二产业，指工业和建筑业；第三产业，指第一、第二产业以外的产业，主要是从事流通和服务活动的群体。这三大产业中又分为若干大小产业或行业类别，可见表 1-2。近几年，中国三大产业的增加值比例大致为：第一产业 16%，第二产业 51%，第三产业 33%。三大产业结构的变化趋势为，第一产业的比例下降，第二产业的比例下降，第三产业的比例增加。目前，发达国家的产业结构大致为：第一产业 10%，第二产业 30%，第三产业 60%。

表 1-2 中国产业划分

三大产业	产业性质	产业分类（或行业）
第一产业	以利用自然力为主进行生产，其产品不必经过深度加工即可消费或作为原材料的产业	种植业，林业，畜牧业，渔业，农林牧渔服务业
第二产业	对原材料或初级产品进行再加工的产业。主要指工业，即从事自然资源的开采，对采掘品和农产品进行加工和再加工的产业	工业——采掘业，制造业，电力、煤气及水的生产和供应业（工业细分 39 个行业详见表 1-3）； 建筑业——土木工程建筑业，线路、管道和设备安装业，装修装饰业

续表 1-2

三大产业	产业性质	产业分类(或行业)
<p>第三产业</p>	<p>为生产和消费提供各种服务的产业。主要指从事流通和服务活动的群体和个人,包括4个层次:流通领域、为生产和生活服务的领域、为提高科学文化水平和居民素质的服务领域、为社会公共需要服务的领域。第三产业的发展要以第一、第二产业发展为基础,同第一、第二产业的发展相适应</p>	<p>地质勘查、水利管理业——地质勘查业,水利管理业</p> <p>交通运输、仓储及邮电通信业——铁路运输业,公路运输业,管道运输业,水上运输业,航空运输业,交通运输辅助业,其他交通运输业;仓储业;邮电通信业</p> <p>批发和零售贸易餐饮业——食品饮料烟草和家庭用品批发业,能源材料和机械电子设备批发业,其他批发业;零售业;商业经纪与代理业;餐饮业</p> <p>金融、保险业——金融业,保险业</p> <p>房地产业——房地产开发与经营业,房地产管理业,房地产代理与经纪业</p> <p>社会服务业——公共设施服务业,居民服务业,旅馆业,租赁服务业,旅游业,娱乐服务业,信息、咨询服务,计算机应用服务业,其他社会服务业</p> <p>卫生体育和社会福利业——卫生,体育,社会福利保障业</p> <p>教育、文化艺术和广播电影电视业——教育,文化艺术业,广播、电影、电视业</p> <p>科学研究和综合技术服务业——科学研究业,综合技术服务业</p> <p>国家机关、政党机关和社会团体——国家机关,政党机关</p> <p>其他行业</p>

二、材料产业

根据上述的产业概念，材料产业，顾名思义是指从事材料生产活动的企业、事业单位、机关团体和个人的总和，为人们的生活、生产和建设活动提供有用材料。从产业划分来看，材料产业属第二产业工业中的制造业，可见表 1-3。广义的材料产业，应包括原料和材料在内的原材料工业。采掘业和农业的产品称之为“原料”，把原料经过某种加工而获得的产品则称之为“材料”。人们习惯上把钢铁、有色金属、化工原料、建筑材料以及煤炭、石油等工业称为“原材料工业”，而对农业加工产品并没有包括在原材料工业范围内。而在化学和石油化学工业范围内，煤炭和石油既是燃料，也作为原料，并生产种类繁多的无机材料和有机合成材料。

表 1-3 中国工业细分行业

工业分类	产业性质	行业细分
采掘业	开采地下自然资源的工业部门，其劳动对象直接取自自然界，产品系作为加工工业所需要的原料和能源	煤炭采选业 石油和天然气开采业 黑色金属矿采选业 有色金属矿采选业 非金属矿采选业 其他矿采选业 木材及竹材采运业
制造业	亦称“加工业”，指对采掘业和农业获得的原材料进行加工的工业部门。它既包括直接对采掘业和农业获得的原材料进行加工的工业，也包括对经过加工业加工的产品做进一步加工的工业。制造业的劳动对象不直接是自然资源，而是人们已经花费过劳动的产品	食品加工业 食品制造业 饮料制造业 烟草加工业 纺织业 服装及纤维制品制造业 皮革毛皮羽绒及其制品业 木材加工及竹藤棕草制品业 家具制造业

续表 1-3

工业分类	产业性质	行业细分
制造业	亦称“加工业”，指对采掘业和农业获得的原材料进行加工的工业部门。它既包括直接对采掘业和农业获得的原材料进行加工的工业，也包括对经过加工业加工的产品做进一步加工的工业。制造业的劳动对象不直接是自然资源，而是人们已经花费过劳动的产品	造纸及纸制品业 印刷业、记录媒介的复制 文教体育用品制造业 石油加工及炼焦业 化学原料及化学制品制造业 医药制造业 化学纤维制造业 橡胶制品业 塑料制品业 非金属矿物制品业 黑色金属冶炼及压延加工业 有色金属冶炼及压延加工业 金属制品业 普通机械制造业 专用设备制造业 交通运输设备制造业 电气机械及器材制造业 电子及通信设备制造业 仪器仪表及文化办公用机械制造业 其他制造业
电力、煤气及水的生产和供应业	系公用事业的重要部分，指为城市日常生活和生产提供必不可少的工业性服务的事业，包括自来水、煤气、电力等	电力、蒸汽、热水生产和供应业 煤气的生产和供应业 自来水的生产和供应业

为了数据使用和分析方便，根据中国现行统计体系的行业细分，本书论述的材料产业的范围包括黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业（以上可称为“金属材料工业”）、化学原料及化学制品制造业（可称“化工原材料工业”）和非金属矿物制品业（可称“建筑材料工业”）等材料行业。表 1-4 列出了本书阐述的中国材料产业的行业划分及其主要产品。

表 1-4 中国材料产业的行业划分及其主要产品

材料产业	产业性质	行业统计分类	主要产品
金属材料工业	对金属矿石进行冶炼, 并加工成金属材料的产业	黑色金属冶炼及压延加工业 有色金属冶炼及压延加工业	生铁, 钢, 钢板、钢管、型钢、线材等成品钢材, 碳素制品, 铁合金等 铜, 铝, 铅, 锌, 锡, 镁, 钛, 镍, 金, 银, 铂, 钨, 钼, 铌, 镓, 银, 铟等
化工原材料工业	利用化学反应改变物质结构、成分和形态, 生产化工原料和材料的产业, 有无机化学工业和有机化学工业之分	化学原料及化学制品制造业	硫酸、烧碱、电石、合成氨、农用化肥、化学农药等 乙烯、塑料树脂及其聚合物、合成橡胶、合成纤维单体和聚合物、合成洗涤剂
建筑材料工业	对非金属矿石进行加工, 为建筑业和有关部门提供建筑材料、非金属矿产品及其制品的工业部门	非金属矿物制品业	水泥、平板玻璃、砖瓦、沙石、建筑卫生陶瓷、油毡及各种砌块等 石棉、云母及其制品、金刚石、大理石、水晶石、石膏和瓷土等 玻璃纤维、玻璃钢、工业技术玻璃、人工合成晶体等