

第一篇 理论

项目可行性研究与评估主要参照国外有关可行性研究与评估的方法来进行。如何知其然，又知其所以然，就必须探索适合我国国情的项目可行性研究的理论与方法。为此，本篇对进行项目可行性研究所必备的基本概念和基本理论给予介绍。主要包括技术的概念；技术选择、技术评价的概念；经济与技术经济的概念；技术经济效益、技术经济指标和指标体系，尤其对时间这一重要指标作了详细叙述，为动态分析奠定基础；此外，技术经济比较原理、选优原理、影子价格理论，为项目评价，特别为国民经济评价提供理论基础。

第一章

项目评价的客观基础

第一节 技术及其评价

一 技术的概念

(一) 技术及其特点

1. 技术的涵义

技术一词，至今尚未有一个公认、准确的定义。其英文是 Technology，可译为技术、工艺。技术最原始的概念是熟练。所谓熟能生巧，而巧就是技术。

产业革命前，技术表现为个人的手艺，当时传授技术，靠能工巧匠以迁徙方式来实现。

产业革命后，技术表现为劳动者操作劳动手段（如机器设备）作用于劳动对象（如原材料）为社会提供产品，这时的技术从个人的手艺发展为生产手段、工艺方法和操作技能。

随着人类社会的进步和科学的发展，技术的内涵不断得到充实。作为社会生产力的社会总体，生产技术应包括以下四个方面（即四要素）：

- （1）生产的工艺过程及工艺方法。
- （2）实现工艺过程和工艺方法所需要的生产工具和劳动手段。
- （3）为组织生产所必需的厂房、设施、道路等劳动条件。
- （4）劳动者所具备的技能、经验、信息和知识。

因此，技术可定义为：为社会生产和人类物质文化生活需要服务的，供人类利用和改造自然的物质手段、精神手段和信息手段的总和。还有人把技术定义为：制造某种产品、应用某种生产方法或提供某种服务所需要的系统知识，这系统知识是能够用文字、图表等表达和传授的。

本书仍引用较早的定义：“技术是为某一目的共同协作组成的各种工具和规则体系。”这一定义提出了五个要点：①技术是有目的的；技术的实现要通过“社会协作”才能完成，尤其当今的高新技术；技术首先表现为工具、设备等硬件；技术也表现为工艺、方法等知识，这就是软件；技术落脚点放在“知识体系”上，即技术是成套的知识系统。

近几年来，科学有硬科学和软科学之分。社会从小生产发展到大生产，再发展到现代化大生产，逐渐成为一个结构复杂、因素繁多、功能综合的大系统。在这系统中解决某一问题光靠单一的知识、传统的理论、个别的经验，都是难以奏效的，即传统的那种分门别类的“刚性”科学不够用了，迫切需要具有综合性、能从整体上把握对象的、有助于进行组织管理的“柔性”科学。这就是本世纪 60 年代中期，英国晶体物理学家贝尔纳首先提出的软科学的概念。

事实上，任何事物都存在硬与软这两个方面、两种因素。比如，音乐中演唱、演奏是硬的方面，作曲、指挥就是软的方面；戏剧中演员的表演是硬的方面，需硬技术，编剧和导演就是软的方面，需

要软技术；土建工程，建筑工人砌砖铺瓦是硬的，建筑师设计图纸作为施工的依据就是软的。在事物发展的初级阶段，人们总是首先看到硬因素，即实在的东西，把注意力都集中在硬的方面，但是，随着社会的发展和生产的需要，软因素的作用就越来越突出。正如一般的民歌，可以自拉自唱，也可以用迁徙的方式来传授。但是，一首交响曲必须经过作曲家千锤百炼才能完成。同样，一项工程项目的决策，往往会出现“牵一发而动全身”，“差毫厘而失千里”的局面。要“善断”离不开“多谋”；“多谋”已成为“善断”的前提，因此管理学是最早出现的一门软科学。人们把社会科学与自然科学交叉的边缘科学称为软科学。

技术按其性质也可分为硬技术和软技术两类。硬技术是根据劳动经验和自然科学原理发展形成的各种操作技巧能力以及相应的劳动生产资料（如产品、设备、装置等）。软技术是根据工作经验和自然科学、社会科学原理发展形成的，与现代社会组织、管理和决策活动有关的技能方法以及相应的劳动资料（如设备、装备的操作、使用技术，产品生产和销售过程的组织、管理、经营技术）。

同理，技术进步也应包括硬技术进步和软技术进步。属于硬技术进步的有：采用新设备、新技能、新材料、新工艺、新能源、新产品、新设计和新方案等。属于软科学进步的有：采用新方针、新政策、新体制、新方法、新措施、新计划、新规划等。

技术经济学显然是一门软科学，技术经济学中的技术应该是既包含硬技术也包含软技术的广义的技术概念。

建立技术的概念后可达到两个目的：

其一，把技术亦视为系统知识，这可作为在工人中进行职称评定的理论依据；

其二，对引进技术全面认识，既重视硬技术的引进，更重视软技术的引进。设备是实施技术的手段，凝结着大量技术，但是设备并不能概括技术的全部，尤其是关键技术部分。

2 技术的特点

技术有两个鲜明的特点：

(1) 多元性：即技术既可以表现为有形的机械设备等实体物质，也可以表现为无形的知识经验、精神智力等精神手段，还可以表现为虽不是实体物质，而又以物质作为载体的信息资料、设计图纸等信息手段。

(2) 中介性：即技术总是处在科学与自然、科学与社会的交叉点上，科学知识通过技术融合，渗透到生产力的全部要素中，使其发生重大变化，一旦进入生产过程就能转化为直接的、现实的生产力。如由科学知识转化为生产力需要通过技术的中介，而由生产经验上升为科学知识一般也需要技术的中介。

(二) 自然科学的门类结构

现代自然科学是由基础科学、技术科学和应用科学三大门类组成的科学总体。每一门类都有其研究的对象和目的，又由相应的科学理论和物化技术所组成。这种自然科学的门类结构如图 1-1 所示：

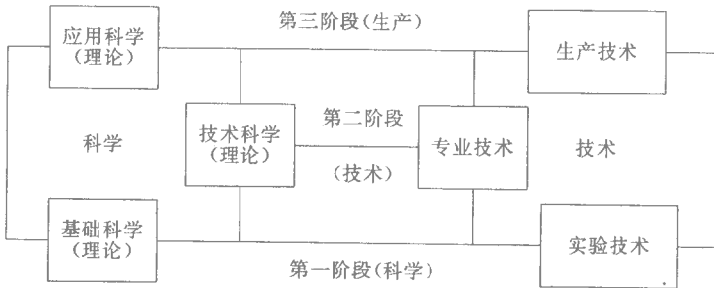


图 1-1

1. 基础科学

基础科学以自然界某种特定的物质形态及其运动形式为研究对象，目的是探索和揭示自然界物质运动形式的基本规律，任务是探

索新领域，发现新原理，并为技术科学、应用科学和社会生产提供理论指导和展望未来。基础科学是整个自然科学的基石，也是现代科学发展的前沿。

基础科学由基础理论和实验技术组成，构成了自然科学的一大门类，反映了自然科学知识个体发育过程的第一阶段——科学。

2. 技术科学

技术科学以基础科学的理论为指导，以同类技术中共同性的理论为研究对象，目的是揭示同类技术的一般规律。它是直接指导工程技术研究的理论基础，是基础科学转变为直接生产力的桥梁。技术科学是现代科学中最活跃的研究领域，如原子能科学、计算机科学、能源科学等。

技术科学是由技术理论和专业技术组成，它构成了自然科学的一大门类，反映了自然科学知识个体发育过程的第二阶段——技术。

3. 应用科学

应用科学以综合运用技术科学的理论成果，创造性地解决具体工程中的技术问题为对象，目的在于创造新技术、新工艺、新材料。应用科学是自然科学体系中的应用理论和应用方法。它直接作用于生产，针对性强，必须讲究经济效益。如电子计算机工程学、遗传工程学、合成纤维工程学等。

应用科学由应用理论和应用技术（工程技术、生产技术等）组成，构成了自然科学的一大门类，反映了自然科学知识个体发育过程的第三阶段——生产。

科学与技术分别形成各自的三足鼎立，这两组三足鼎立连同它们相对应的每一足之间，都具备密切联系、互相影响、互相促进的关系，构成了自然科学的门类结构体系。事实上，任何一项科学技术的发育，变成直接的生产力，都必须经过科学、技术和生产这三个阶段。

（三 现代科学技术发展的特点

1. 科学技术是第一生产力

科学技术是第一生产力，这是当代科学技术发展的重要特点。从下面几点来论述科学技术怎样成为第一生产力。

(1) 科学技术成为生产力诸要素的主导要素，成为决定生产力发展的第一要素。

依靠现代科学技术发展生产力的显著特点是：科技型人员将会成为主体劳动者；以电子计算机为基础的智能型硬件和软件将成为最重要的劳动工具；再生型和扩展型资源正在成为主要的劳动对象。

有的专家指出，若用数学表示式可把现代科学技术与生产力诸要素的关系表示为：

$$\text{生产力} = \text{科学技术} \times (\text{劳动力} + \text{劳动工具} + \text{劳动对象} + \text{生产管理})$$

上式可以看出，科学技术具有乘法效应，它放大了生产力诸要素。科学技术发展得越快，这个积也增大得越快。从这个意义上说，科学技术成为决定生产力发展的第一要素。

(2) 科学技术成为第一生产力的客观依据，是由于现代科学技术的明显超前性。

国内外生产力发展经验证明，科学、技术、生产三者相互作用的关系，已从生产 技术 → 科学的发展顺序，完全逆转为科学 技术 生产的发展顺序。科学技术超前于生产并对生产起着巨大的促进作用，是当代社会生产的鲜明特点，是科学技术作为第一生产力的最重要的客观依据。

(3) 科学技术已成为现代经济发展中最主要的驱动力。

80年代以来，产业高次化、产品科技含量高密化和科技应用于生产的周期大为缩短，雄辩地表明了现代科学技术已成为影响经济增长的决定性因素。

(4) 科学技术是第一生产力主要表现在高科技及其产业的崛起和发展。

高科技及其产业是当代经济发展的火车头。因为，其一，高科技及其产业促使劳动生产率大幅度提高；其二，高科技领域的每一个突破都会带动一大批新产业的建立；其三，高科技及其产业的发展，也深刻改变了传统产业的技术面貌。发展高科技及其产业已经成为一股世界性潮流。高科技发展的水平已成为衡量一个国家综合国力的主要因素，成为衡量一个国家发达与否的重要标志。

2. 当代科学技术的发展呈指数增长的趋势

主要表现在：

(1) 科学技术新成果高速增长。从第二次世界大战算起，新成果的数量几乎每十年翻一番。

(2) 科学技术新成果从发现、发明到实际应用的周期在日益缩短。例如，蒸汽机从发明到应用花了 80 年的时间，而第一台红宝石激光器从发明到应用则不到一年。

(3) 新技术、新产品更新速度愈来愈快。电子技术领域中，每隔十年左右，将有 50% 被淘汰。

(4) 科技信息的增长速度更为惊人。1665 年出版了世界第一本科技杂志，而到 1965 年已达十万种。

3. 当代科学技术发展综合化的趋势

(1) 主要表现为现代科学技术既分化又综合，使科学和技术各门学科之间彼此渗透又相互促进，导致了现代科学技术的整体化趋势，出现了一系列的边缘学科和综合学科。

(2) 现代的技术发明越来越依靠科学，科学与技术的关系已密不可分。现代的技术完全是建立在科学理论的基础上，现代科学也装备了复杂的技术装置。科学技术化和技术科学化就是现代科学技术的鲜明特征。现代科学与技术之间的界限日趋模糊。现代科学与技术已经形成了科学技术的统一体系。

(3) 在当代科学技术综合化发展的趋势中，从认识论的观点看，现代科学具有如下特征：

现代科学研究的完整性。

现代科学研究从层次、过程、机制和功能多角度、全方位地揭示自然界的规律，使人类对自然界的认识日趋完整。

现代科学研究对象的多学科性。

尤其在高科技领域，研究对象和课题大都具有多学科的特点。综合运用多种科学方法研究某一特定对象，已成为当代科学发展最有前途的方向。

学科研究的多对象性。

现代科学研究向横向和纵向两个方面延伸，尤其在高科技领域，各学科的研究更需紧密配合。如计算机科学的研究，离不开材料科学的配合。人工智能的研究，必然要向心理学、脑科学等领域延伸。当代科学研究具有高度的综合性，必须要求学科配套、同步前进、整体突破。

科学研究的信息化。

众所周知，计算机信息处理技术已广泛渗透到各种科学技术领域。

(4) 在当代科学技术综合化发展的趋势中，从认识论的观点看，现代技术的发展具有以下特征：

技术一体化。

如机电一体化，即机械技术和电子技术的结合；光电一体化，用光来代替信息技术中的电子，研制成光学计算机。

标准化、大型化、组合化、高速化、集约化和信息化是当代技术发展的方向。

用高技术开创现代新工艺。

高技术不仅要保证最佳技术性能，而且还要保证最优的工艺质量。现代新工艺应具备如下特征：

- A. 少工序性。
- B. 少废性或无废性。

- C. 高灵活性。
- D. 柔性生产系统。
- E. 高精密性。
- F. 高可靠性等。

4. 现代科学技术与人文社会科学的结合

现代科学技术的发展，不仅要求自然科学、技术和社会科学的各主要部门之间的合作，而且要求三者结合成为一个创造性的综合体。这是当代科学发展的新趋势和新特点。

科学技术是第一生产力，是提高劳动生产率最重要的手段和发展社会生产力的主要力量，成为经济发展的首要课题，是世界经济和社会发展的原动力。

当代科学技术发展形式的思维方式的特点是：从绝对走向相对；从单义性走向多义性；从精确走向模糊；从因果性走向偶然性；从确定走向不确定；从可逆性走向不可逆性；从分析方法走向系统方法；从定域论走向场论；从时空分离走向时空统一。这不仅使人类对客观过程的认识不断深化、全面，而且把人类的认识水平提高到一个崭新高度。这种思维方式将填补自然现象和社会现象之间的鸿沟。

自然科学、技术和社会科学的相互作用的机制，表现在理论、经验、方法、功能、组织管理、人才培养、目的和价值等各层次上的渗透和结合。这种相互渗透和结合形成了共同研究的重大课题。这些课题都具有高度综合和跨学科的性质，这些课题一旦突破，不仅会产生巨大的社会效益，而且还可能开拓新的科学研究领域。

(四) 工程技术

1. 工程技术活动的含义

所谓工程技术活动，是指技术的社会实践过程。

近代以来，一方面工程技术的发展与科学的关系十分密切，科学为工程技术的发展提供了理论基础，使工程技术由初期发展阶段，

即表现为劳动者的经验和技能阶段，发展成为以科学在工业生产中的应用为主要特征的阶段。另一方面，系统论、控制论和信息论等横向学科的发展，促使不同学科和技术之间互相结合，互相渗透，打破了学科之间的界线，超出了工业生产性技术的范畴，现代工程技术不仅包括工业性技术的内容，还应包括诸如社会科学、生物学、医学等非工业生产性的技术内容。

2. 工程技术的概念

(1) 工程技术的定义

所谓工程技术是指综合应用技术科学、自然科学和社会科学的知识，使自然资源最佳地为人类服务而发展起来的一类专门技术。

(2) 工程技术的任务

工程技术的任务是改造客观世界并取得实际的成果。

(3) 工程技术的主要特点

复杂性和综合性是工程技术的主要特点。工程技术避不开客观事物的复杂性。一方面工程技术要应用各个有关学科的成果。另一方面工程技术又受到经济建设和社会发展需求的拉动，直接为经济建设和社会发展作出贡献。

(4) 我国工程技术发展趋势

信息技术革命在产业化过程中的作用日益增大是当代工程技术发展的最重要的趋势。

微观尺寸生产领域制造技术的演变与发展，是当代工程技术发展的第二个重要趋势。

材料技术始终成为工程领域产业化进程中共性的关键技术，是当代工程技术发展的第三个重要趋势。

生物技术为农业、医药、化工、环保等产业的发展带来重大变革，是当代工程技术发展的第四重要趋势。

⑤综合集成在工程技术最终转化为生产力过程中发挥着关键的作用，是当代工程技术第五个重要趋势。

3. 工程技术的三要素

推动工程技术发展的内在原因，主要表现在材料、能源和工艺三要素上。

(1) 材料。材料是指经过某种加工（包括开采和运输），具有一定成分、结构、性能并适合于一定用途的物质。如金属、塑料、陶瓷等。

材料的今昔

材料与人类的关系是极为密切的。人类所用的材料的创新和进步，大大推动了社会生产力的发展，所以材料成了人类文明和进步的标志。历史学家常用石器时代、铜器时代、铁器时代分别代表一定的历史发展阶段就是这个道理。

材料的发展，过去、现在和将来永远是与人类的生产活动密切联系的。

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、成形，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”。

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、机构和仪表属于机械性劳动资料，这些由材料组成的生产工具，对社会的生存和进一步发展具有决定性意义。

工业革命以后，钢铁起着关键作用，至今钢铁仍是重要的结构材料，用量最大，对它的研究也最多。在钢铁之后，有色金属——铝是20世纪发展起来的材料，钛这种有色金属是第二次世界大战以后发展起来的一种强度高、耐温比铝高的适用于喷气机、精密电子设备的结构材料。20世纪后，除了金属材料外，有机合成高分子材料又成为材料的重要部分，它只用了短短几十年时间，就其产量和应用领域，已经发展成为可以和传统的钢铁材料相匹敌的重要工程材料。有人认为，21世纪将是高分子材料的时代。

被人们统称为硅酸盐材料的陶瓷、水泥、耐火材料等，过去

量用在建筑、生活日用品和艺术品等方面，近三十年来研究表明，有关陶瓷实际是氧化物的多晶材料，它们是宇航、原子能、电子等工业需要的高温材料和功能材料的主力军，又是材料科学领域的一个重要分支。

从这次新的工业革命来看，最关键的是发展信息技术。信息技术中最关键的材料是硅，硅作为半导体集成电路的材料，在信息技术、电子计算机技术中起了关键性的作用。

在现代社会，材料、能源和信息并立为现代文明的三大支柱，不管是能源技术还是信息技术都与材料分不开。

材料在国民经济中的地位

材料的发展对国民经济有着重要的意义。能源是当今世界瞩目的大问题，要想开辟新能源和更有效地合理利用传统能源，关键之一就是材料。太阳能是没有污染又取之不尽的理想能源，但如何寻找一种高效率、高质量地完成光电、光热的能量转变的材料，则是一个难题。为了提高煤的利用率，合理利用传统能源煤，需研究气化，而其关键的问题还是高温材料的发展。煤的运输造成很大的能源和资金的损耗。实现在煤矿坑口发电，可减少运输煤的损耗，但在输电过程中还要损失 25% 的电能。如果我们能找到超导温度高、能在工业上应用的新型超导材料，将会使煤的利用出现革命性的变革。燃气轮机的发展，核能的应用，太阳能的利用，甚至磁流体发电等，这些燃料技术都牵涉到一系列的材料问题。

机械工业为各行各业提供机械设备，从简单的剪刀、扳手，到复杂的航天器、智能机器人，所有的机器都是由许多不同种类，不同性能的材料加工成的零件组成的。显然，如何正确、合理地选用材料，是一个十分重要的问题。我国机械产品与外国先进水平相比存在着两个明显的差距，一是材料利用率低。由于材料性能差，以及毛坯的切削量大，使机器本身无效重量大，造成极大的人力、物力和能源的浪费。如载重 4 吨的卡车，国产车自重 3.9 吨，国外先

进车型仅 2.5 吨，每辆车除了多消耗 1.4 吨钢等材料外，还要为这些多余重量多消耗燃料。二是产品寿命低、可靠性差。有关部门的统计资料表明，我们每一吨钢做成机器后平均使用二至三年，而国外先进指标是十年。以汽车为例 国外大修里程是 60~80 万公里，我们是 10 万公里。再以下面三种零件为例：柴油机曲轴，国内寿命为 1000~1500 小时，国外先进水平为 8000 小时；石油钻机钻头的寿命比国外低 5~8 倍；飞机的起落架，国内寿命是几百次，国外先进水平在万次以上。这都说明在研制材料和合理使用材料方面，我们是大有潜力的。

在新的工业革命中，新材料的开发和利用，传统材料性能的重大改进都是至为重要的。根据一些发达国家的统计，材料研究和开发工作，占科学技术总投资的三分之一左右，从事这方面的研究人员占总的科研人员的五分之一以上，从这数字也可得出材料的研制和合理的选材，在项目投资中所占的地位。

材料的循环

材料循环是极其巨大的事业，如图 1-2 所示。地球上有矿产、石油、森林，是材料来源的根本，通过适当的办法，如采矿、钻井、收获，从地球上取得原材料（矿石、矿物、煤、原油、天然气、石头、木材、生橡胶等），通过精炼、加工，制成工业用的材料（金属、化工产品、陶瓷、木材、纤维、橡胶等），然后进一步加工成工程材料（合金、陶瓷与玻璃、电解质与半导体、塑料、合成橡胶、混凝土、复合材料等）。工程材料又被加工制作，组装成结构件、机器、装置及无数为社会需要的产品，当这些材料完成了它们的使命后，成为废物、废料，一部分经过再循环回到大块的材料中去，一部分回到地球。

材料的分类

目前材料种类之多，用途之广，不胜枚举。材料有各种分类方法。按其用途分类有建筑材料、结构材料、电工材料等；按其物理

性质分类有高温材料、高强度材料、导电材料等；按其状态分类有单晶体材料、多晶材料等；按其物理效应分类有压电材料、铁电材料、激光材料等。为了研究材料，常按化学组成分类，见图 1-3。

选材的一般原则

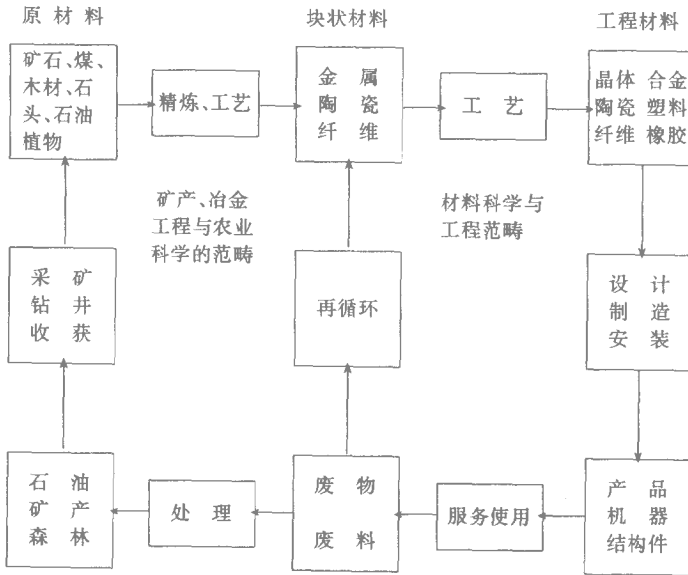


图 1-2

随着科学技术的发展，选用材料的工作正越来越科学化和定量化。正确、合理地选用材料一直是工程上尚未完全解决的重要课题。必须遵守以下三个原则：

A. 选材要满足使用性能的原则

使用性能是保证零件完成规定功能的必要条件，也是选材首先要考虑的问题。使用性能主要指零件在使用状态下，材料应具有机械性能、物理性能和化学性能。

零件的工作条件包括：受力状态、环境状况和特殊要求等零件

在工作条件下，对材料提出的性能要求。

B. 选材要满足工艺性能的原则

材料的工艺性能表示材料加工成形难易的程度，在某种特殊情况下，工艺成形性能也可以成为选材的主要根据，因为一种材料使用性能满足要求固然是首要的，但若这种材料加工成形困难，或者加工成形费用太高，它也是不可取的。例如，金属材料的加工成形性能就有可铸性、可锻性、可焊性、可切削加工性和可热处理性等。这一点在技术引进时尤其值得重视。

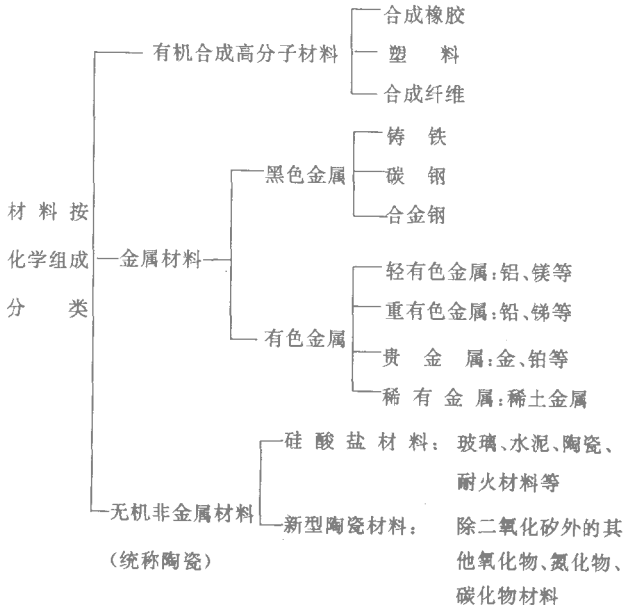


图 1-3

C. 选材要符合经济性的原则。

材料的经济性是选材的一条重要原则，选材除了保证在使用过

程中良好的工作能力，有便于加工成形制造的可能性的同时，还必须保证其总成本最低，取得最大的经济效益，使产品在市场上有强大的竞争力。一个零件的总成本与零件寿命、零件重量、加工费用、研究费用、维修费用和材料价格等有关。选材时对此进行技术经济分析是非常必要的。

(2) 工艺

工艺的涵义

工艺是指人类在生产劳动中利用工具、机器等物质手段，对各种材料进行加工（如改变尺寸、形状、性质，提高精度和纯度等）的方法和过程，使其达到规定的技术要求。

就工业部门而论，工业部门的内部结构按照工业生产的一般流程，可划分为：材料工业、能源工业和加工制造业等。在加工制造业中，机械制造业是比较典型和具有一定代表性的行业，因而，下面主要介绍机械制造业中的加工工艺。

机械工业在国民经济中的地位

机械工业的主要任务是通过加工制造获得向国民经济各部门不断提供的各种各样的现代化技术装备和工具，用以武装经济各部门，使其形成一定的生产能力。具体地说，就是向冶金、矿山、电子、纺织、农机、煤炭、石油、化工、交通运输和国防军工等工业部门提供各种机器、设备仪表等技术装备。由此可知，机械工业在国民经济中占有极为重要的地位，其发展水平是国家工业化程度的主要标志之一。

工程设计

A. 工程设计的含义与特点

工程设计是研究在工程活动中，在以当代技术因素满足社会需要这一目标之下，寻求高效率地完成高质量设计的方法的学问。具体地说应包括三个方面的含义：其一，工程设计是一种有目的的活动；其二，以满足人类社会需要为目标；其三，基于现代技术因素。