



重庆邮电大学

CHONGQING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

工程概论

许慧

第二篇 工程管理理论和方法体系

工程管理概述

本章是对工程管理系统性透视。

一、工程管理的概念

1.工程管理（Engineering Management）的定义

（1）**美国工程管理学会（ASEM）**：工程管理是对具有技术成分的活动进行计划、组织、资源分配以及指导和控制的科学和艺术。

（2）**美国电气电子工程师协会（IEEE）工程管理学会**：工程管理是关于各种技术及其相互关系的战略和战术决策的制定及实施的学科。

（3）**中国工程院咨询项目《我国工程管理科学发展现状研究》报告**：工程管理是指为实现预期目标，有效地利用资源，对工程所进行的决策、计划、组织、指挥、协调与控制。

2.工程管理的内涵

(1) **“工程管理”就是以工程过程为对象的管理**，即通过对工程的决策、计划、组织、指挥、协调与控制等职能，使工程参加者高效率地完成工程任务，实现工程总目标。

这些职能构成工程管理活动的主要内容。

(2) **工程管理是对工程全寿命期的管理**，包括对工程前期决策的管理、设计和计划的管理、施工管理、运行维护管理等，其目的是提高工程的价值。

(3) **工程管理就是以工程系统和工程过程为对象的系统管理方法**，通过一个临时性的、专门的柔性组织，对工程建设和运行进行高效率的计划、组织、指导和控制，以实现工程的质量、费用、工期、职业健康安全、环境保护等目标。

2.工程管理的内涵

(4) **工程管理就是运用科学的管理理论**、方法和手段，通过合理的组织和配置人、财、物等因素，使工程的各种技术有序集成，各个组成部分有机整合、各个工程子系统相互协调，各种资源的有效性利用，以实现工程整体目标。

(5) 按照中国工程院的界定，工程管理包括的内容：

- 1) 对重大建设工程的规划与论证、决策、工程勘察与设计、工程施工与运行的管理。这构成工程的全寿命期管理。
- 2) 对新产品、设备、装备在开发、制造、生产过程的管理。
- 3) 对工程相关的技术创新、技术改造、转型、转轨的管理。
- 4) 对产业、工程和科技的发展布局与战略的研究与管理等。

二、工程管理的特性

工程管理的特性是由工程系统、工程过程、工程实施方式、工程市场交易方式等特殊性的决定的。

对工程管理学科、工程管理理论和方法体系都有很大的影响。

(1) **是工程技术、工程科学和管理科学交叉融合的学科**，与其他工程技术类和管理类学科不同，有独特的思维方式。

1) **具有“工程技术”的专业特性**。它需要相关的“工程师”，需要严谨的技术性思维，有与工程技术专业相似的理论、方法、技术和工具。

2) 承担工程的计划、组织、资源（材料、资金、人力、土地、环境、信息等）配置、指挥与控制等工作，解决相关的经济（包括融资）问题、管理问题、组织问题、合同（法律）问题等，**具有“经济管理”专业的软科学特性**。

3) 需要从人文、价值观、艺术、哲学的高度来研究和分析工程问题，**具有人文社会科学特性**。

工程管理属于工学和管理学的交叉学科，具有“工（工程科学）”、“管（经济管理科学）”、“文（社会科学）”的综合属性。

它的科学研究既不同于数学、物理学、天文学，又不同于土木工程、系统工程等学科，有其特殊性。

其思维方式既具有严谨性和系统性，又是发散性和非结构性的。

人才的知识结构复杂，需要特殊的专业能力，要懂技术、懂财务、懂计算机、懂经济、懂管理。

（2）工程管理有明确的价值导向。

工程管理具有多元的价值追求，不仅要追求技术效果、高的效率和经济效益；还要协调与平衡“人—工程—环境”关系，降低对生态环境的影响；还要维护社会公平和正义，促进可持续性，体现工程的历史责任和社会责任。

这种多元的价值追求带来工程管理的矛盾性和复杂性，同时又使工程管理丰富多彩。

(3) 工程管理的多样性。如：

1) 工程前期决策、产业规划等方面的工作偏向于经济管理的属性。而设计和施工阶段工作偏向于**工程技术属性**。

2) 高层工程管理者的工作偏向于**经济管理属性**，如政府高层进行工程领域的产业规划和布局，进行重大工程的决策，主要**从国民经济计划、社会发展战略和社会需求出发**。

企业进行工程投资决策，要**考虑企业经营战略**、发展战略和产品市场等方面。

工程实施层，特别是现场的工程管理工作，**偏向于工程技术**。

3) **工程管理专业面很宽，专业方向多，各种职能型工作的属性也有很大差异**。

如现场的技术管理、质量管理偏向于工程技术；经济分析、成本管理等更偏向于经济管理；合同管理又偏向法律。

而它们之间的工作又是高度交叉的，需要运用多学科的知识才能胜任。

(4) 超专业特性。

工程管理的职责是管理各种专业工程的设计、施工、采购和运行，对各专业工程系统进行集成和过程集成，负责协调各个工程专业，是涉及整个工程系统的综合性工作。**所以它是不同工程专业之间沟通的桥梁和纽带，具有超专业特点。**

(5) 导向性。工程管理负责可行性研究，提出工程的指导思想、方针、原则、评价指标，具有决策、评价、组织、激励的功能，对整个工程系统的价值、精神具有导向作用，承担引领整个工程界的责任。

工程管理是国家发展战略与工程技术之间，以及整个工程界的桥梁，承担很大的社会责任和历史责任。

工程管理要承担这样的使命，必须从更高的角度、更广的视野和更长的时间跨度思考、处理和解决工程问题，具有高层次的理性和哲学的思维。

(6) 实践性。

工程管理是为了解决工程技术活动管理问题，注重理论研究与应用相结合。

工程管理的研宄应是“问题导向型”的研究，不仅要关注实际工程管理存在的问题，解释工程和工程管理现象，探索机理和规律性，而且要提出解决工程管理问题的对策，提出（设计）干预措施，使工程实践更为科学和理性，研究成果的科学性必须通过实践检验，有实用性。

工程管理理论应该从实践中来，又要引领实践，是应用型理论。

(7) 社会性和民族性。必须立足于中国的传统文化背景、现代中国的投资管理体制、现代中国人的行为心理研究中国的工程管理问题，必须有中国的工程管理理论。

三、工程管理的历史发展

1.工程管理史研究的重要性

(1) 工程管理涉及价值观、文化、环境和社会，具有历史的继承性。工程管理史的研究是它的专业底蕴。

各国的工程管理在方法和技术层面上是相同的，但工程管理理论是不同的，有文化和传统的烙印，具有民族的独特性。

(2) 由于工程管理不仅与工程技术有关，还与社会的政治、经济、文化有关，所以对我国历史上工程管理的研究不仅能让人们知道前人工程管理的方法，而且对解决当代工程管理的问题也有相当大的借鉴作用。

(3) **工程管理史是工程管理理论研究的组成部分**，但在这方面的研究非常贫乏。人们偏向功利化的应用型研究，只重视方法层面的东西，而不关注理论和历史的研究，使人们觉得这个专业和学科缺少底蕴。

2.古代工程管理

在我国历史上，工程管理有许多东西值得去研究和认识。

（1）我国古代工程的组织与实施方式

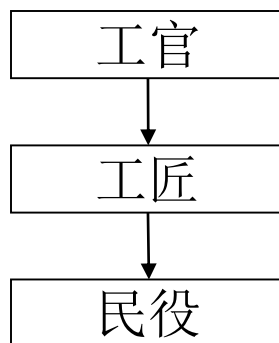
每一个历史时期工程的组织和实施方式，都在很大程度上反映了当时生产力发展水平、社会的政治和经济体制。

民间工程建设通常规模较小，其建造过程与管理很简单，采用业主自营方式进行的。

大型工程（如皇家宫殿、官府建筑、水利工程、陵墓工程、城墙）都是由国家或官府建设的，费用由国库的开支。

它的组织和实施方式涉及国家的管理制度，有一套独立的运作系统和规则。

1) 我国古代政府工程的实施组织 我国古代政府工程的实施组织分为工官、工匠（匠役）、民役三个层次。



①工官。

在殷周时就设置“司空”、“司工”之职专门管理官营工程。

秦代设“将作少府”专门管理宫廷、官府营造等事务。

从汉代开始设“将作大匠”，隋朝以后称为“将作监”。

隋代开始设“工部”作为六部之一，用以掌管全国的土木建筑工程和屯田、水利、山泽、舟车、仪仗、军械等各种工务。

唐代工部尚书只负责城池的建设，另外专门设有“少府监”和“将作”管理土木工程。

宋代工部尚书职掌内容有所扩大。

明清两朝均在工部设“营缮司”，负责朝廷各项工程的营建。

到了清朝工官制度更加完善。工官集制定建筑法令法规、规划设计、征集工匠、采办材料、组织施工于一身。

与中央政府工部对应，各府州县均设工房主管营建，职掌建筑设计、工料估算、工程做法等事宜。

②工匠（工官匠人，即专业技术人员）。

工官匠人是专门为皇室及政府服务的建筑工匠，既负责设计，又负责施工和现场管理，他既是管理者又是工程技术人员。

早期工匠都是被政府用“户籍”固定下来的。大部分工匠平常都是以务农为主，以建筑施工或制造技艺（手艺）为辅。

工匠在工程中要受工官严格管理和监督。

到了清代，工程专业化程度很高，工匠分工很细，例如在工程中常用的就有石匠、木匠、锯匠、瓦匠、窑匠、画匠等25种。

③民役。这些人通常在工程上做粗活。

在古代通过派徭役的形式将农民或城市居民强行征集到工程上。

在我国古代，还经常征调囚徒进行一些大型工程的施工。例如秦始皇建造始皇陵和阿房宫就调集“隐宫、徒刑者”70余万。

直到后来这种情况依然存在。

2) 我国古代政府工程的实施管理模式。

一般都采用**集权管理方式**，有一套严密的军事化的或准军事化的管理组织形式能保证规模巨大、用工繁多、技术复杂的大型建筑工程能在较短的工期内完成，而且质量十分精湛。

由朝廷派员或由各级政府领导人负责工程建设，成立临时管理机构，工程完工后即撤消。例如都江堰工程由太守李冰负责建造，秦代万里长城和秦直道的建设由大将蒙恬和蒙毅负责，汉长安的建设由丞相萧何总负责。

在建国后到上世纪80年代中期，我国大型基本建设工程都由军队指挥员负责管理，许多大型国家工程和城市建设工程仍然由政府领导人承担管理者（如工程建设总指挥）。

这种模式能够方便协调周边组织，有效调动资源，高效率完成工程。

3) 实施程序。

古代，工程建设的规划、设计和施工，有一套独特的程序。

《春秋左传》中记载东周修建都城的过程，在取得周边诸侯的同意后，“己丑，士弥牟营成周，计丈数，揣高卑，度厚薄，仞沟洫，物土方，议远迩，量事期，计徒庸，虑材用，书糗粮，以令役于诸侯”。

清代建筑工程建设程序十分完备，包括选址、勘察地形、设计、勘测（工程量和费用预算）、施工及竣工后保修流程。

有计划、设计、成本管理（估价、预算、成本控制、事后审计等）、施工质量管理、竣工验收、保修等管理工作。

（2）工程的标准化

建造标准不仅保证工程质量、控制成本，还要使工程符合礼制。

1) 《周礼·考工记》里有古代各种器物（包括木制作、五金制作、皮革制作、绘画、纺织印染、编织、雕刻制作、陶器制作等）的制作方式、尺寸、工艺、用料，原材料的出产地，各种不同用途的合金配合比要求，还包括城市建设工程规划标准，壕沟、仓储、城墙、房屋的施工要求等。

而在秦朝，兵器制作的标准化程度已经非常高了。

2) 李诫（宋徽宗时将作少监）编制《营造法式》是一部由官方制定并颁布的建造标准。它是我国第一部内容最完整的建筑设计、施工与施工管理典籍，与现代的工程规范很相似。《营造法式》对建筑的各种设计标准、规范和有关材料、施工定额、指标等进行了严格规制。

3) 清雍正12年（1734年）由清工部颁布《清工部工程做法则例》，全书74卷。

《工程做法则例》是作为房屋营造工程定式“条例”颁布的，目的在于统一房屋营造标准，加强工程管理制度，同时又是主管部门审查工程做法、验收工程、核销工料经费的依据，能够达到限定用工、用料，便于制定预算、检查质量、控制开支的目的。

(3) 计划管理

《春秋左传》中记载东周修建都城的过程，“计丈数，揣高卑，度厚薄，仞沟洫，物土方，议远迩，量事期，計徒庸，虑材用，书糗粮”，都属于工程计划的内容。

孙子兵法中有“庙算多者胜”，当时国家进行大的工程也必然有“庙算”，即为工程的计划；在那些规模宏大的工程建设中必然有“运筹帷幄”，有时间(工期)上的计划和控制；对各工程活动之间必然有统筹的安排。

例如北宋皇宫在遭大火焚毁后，由丁谓负责重新建造。建设过程遇到几个问题：烧砖头需要的泥土从何而来；大量的建筑材料（如石材、木材）的运输方式如何选择；建筑完成后建筑垃圾如何处理等。

他计划和组织的建造过程为：先在皇宫中开河引水，通过人工运河运输建筑材料；同时用开河挖出的土烧砖；工程建成后再用建筑垃圾填河，最终该皇宫建设工程节约了大量投资。

(4) 工程质量管理

1) 《周礼·考工记》中就有：“天有时，地有气，材有美，工有巧，合此四者，然后可以为良”。**这与现代质量管理五大要素，即材料、设备、工艺、环境、人员（4M1E）是一致的。**

各种物品制作的标准化程度很高，尺寸和工艺，材料来源，材料配比，甚至取材时间（“斩三材必以其时”）都有说明。

2) “物勒工名”制度。《吕氏春秋·孟冬纪》云：“物勒工名，以考其诚。工有不当，必行其罪，以究其情”。

我国古代建筑遗址（如秦兵马俑）中就发现刻生产者的名字。

明代南京城墙的建设，在城墙砖上刻生产者的名字。

这种质量管理责任制形式，与我们现在规定设计人员必须在设计图上签字一样。

3) 到了清代工程质量管理体系已经十分完备。例如宫殿内的岁修工程，均限保固三年；其余新、改扩建工程，按建设规模、性质，保固期分别为三年、五年、六年、十年四种期限。

工程如在保固期限内坍塌，监修官员负责赔修并交内务府处理，如在工程保固期内发生渗漏，由监修官员负责赔修。

(5) 工程估价和费用（成本、投资）管理

中国历史上历代帝王都大兴土木，资源消耗量大，官方很重视材料消耗的计算，形成一些计算工料消耗和费用的方法。

1) 2500多年前筑墙工程中“物土方，议远迩，量事期，计徒庸，虑材用，书糗粮”也都属于**与估价相关的工作**。

2) 北宋时期，李诫编修的《营造法式》对控制工料消耗做了规定，可以说是**工料计算方面的巨著**。

《儒林外史》第40回中描写萧云仙在平定少数民族叛乱后修青枫城城墙，修复工程结束后，萧云仙将本工程的花费清单上报工部。工部对他花费清单进行全面审计，认为清单中有多估冒算，经“工部核算：……该抚题销本内：砖、灰、工匠，共开销19360两1钱2分15毫……核减7525两”。

3) 清朝工部颁布的《工程做法则例》，是一部优秀的算工算料的著作，有许多说明**工料计算的方法**。

清朝还制定了详细的料例规范**《营造算例》**，成立了专门负责工程估工算料和负责编制预算的部门——算房。

（6）我国古代工程的运行维护制度

通过颁布各种法则法规，建立定期维修制度，设置专门官员和机构进行日常维护，还明确各级官员对工程设施的日常管理与维护责任，以及奖励措施。

公元228年，诸葛亮就颁布都江堰运行维护的政令，**设置专职的堰官进行日常性维护管理**。还具体规定了每年清淤工作的日期，掏挖深度，设置清淤维护的石标尺。

在宋元明清，大型公共水利工程都设有岁修和抢修制度，许多维修加固工程不绝于史书。

到了清代，**皇家工程的运行维护制度就已经非常完备了。**

3.近代工程管理

鸦片战争以后，工官制度逐渐衰败，**1906年工部正式撤消，工官制度消亡。**

第一次鸦片战争以后，近代资本主义的工程建设方式进入中国。上海是近代帝国主义在东方的经济中心，其建筑管理及其制度成为中国各地的范例，**国民政府的工程管理组织设置和建筑法规的起草都参照上海租界的情况。**

（1）管理体制。成立城市管理机构——工部局。

1854年7月，租界上选举产生了由七名董事组成的行政委员会，不久即改为市政委员会，中文名为工部局。

工部局负责租界内的市政基本建设、建造管理等工作。工务处下设的具体职能部门有行政部、土地查勘部、营造部、建筑查勘部、沟渠部、道路工程师部、工场部、公园及空地部、会计部九个部门，管理日常事务。

工部局掌握城市建筑工程管理的三大权力：

- 1) 制订与修改有关建筑章程。
- 2) 建筑设计图的审批，建筑许可证的核发。
- 3) 负责审查营造厂、建筑师开业，审查工程开工营造，公共工程管理，以及对违章建筑的处理。

从19世纪60年代开始，全国许多城市，如北京、天津、沈阳等也陆续成立了工务局。

国民政府于1938年12月26日颁布了第一部具有现代意义的全国性建筑管理法规——《建筑法》。后又制定了建筑行业管理规则，包括《建筑师管理规则》、《管理营造业规则》和技术规范《建筑技术规则》。

在中央为内政部营建司，在省为建设厅，在市为工务局（未设工务局的为市政府），在县为县政府。

(2) 工程建造行业的专业化分工。

1) 承包企业

在我国，传统的工匠制度被废除后，近代资本主义建造经营方式也引入我国。**1880年，成立中国人第一家营造厂——杨瑞泰营造厂。**

营造厂的开业有严格的法律程序和担保制度，由工部局进行资质审核，最后向工商管理部门登记注册。

与现代企业一样，营造厂商被明确地分为甲、乙、丙、丁四等。各级企业有一定量的资本金要求，代表人的资历、学历要求，经营范围和承接工程的规模规定。

2) 建筑师:

直到19世纪中期，我国才有现代意义上的专业建筑师。

建筑师事务所专门从事设计和工程监理，与承担施工的营造厂相配合，以满足新式工程建造方式的需要。

设计（建筑师）、业主和施工三者都是独立的。

3) 工程管理。我国在19世纪末出现了工程管理（监督）专业化和社会化发展。工程管理人员可分为下列三种：

- ①由业主方聘请、委派，代表业主利益，一般称为“工程顾问”、“顾问工程师”，其主要职能是“负责审核设计和监理工程”。
- ②由设计方委派监督工程施工，保证设计意图的实现，被称为“监工”、“监造”。
- ③施工方委派，多称“看工”或“监工”。相当于现在的工地技术员、工程师，专门负责看施工图。

4) 20世纪，工程承包方式出现多元化发展趋向。

①专业化分工更细致，导致设计和施工进一步专业化分工。工程管理又分投资咨询、工程监理、招标代理、造价咨询等。

②同时又向综合化方向发展，如工程总承包、项目管理承包等。

(4) 工程招标投标的发展。

1864年，西方营造厂在建造法国领事馆时首次引进工程招标投标方式，但当时人们还不适应。

到了1903年的德华银行、1904年的爱俪园、1906年的德国总会和汇中饭店、1916年的天祥洋行大楼等，已都由本地营造厂中标承建。在20世纪20~30年代上海建成的33幢10层以上建筑的主体结构全部由中国营造商承包建造。

20世纪初，工程招标投标程序就已经十分完备。其招标公告、招标文件、合同条款的内容，标前会议、澄清会议、评标方式（商务标和技术标的评审）、合同的签订，投标保证金、履约保证金等与现代工程是一样的，或者相似的。

到20世纪30年代建筑工程合同条款就已相当完备，与现在的工程承包合同差异很小。

1935年，在国立中央博物院的建设中签订了很多合同，主要合同多达几十页，厚厚一本，里面的内容非常详尽和规范。

（5）学习吸收西方近代工程新技术、新结构、新材料、新设备，缩小了我国建筑业与发达国家的差异。如：

电梯是1887年在美国首次使用，到1906年上海汇中饭店就已安装使用；

1894年巴黎的蒙马特尔教堂首次使用钢筋混凝土框架结构，到1908年，上海德律风公司就用上这一技术；

1882年上海电气公司最早使用钢结构；

1883年上海自来水厂最早使用水泥；

1903年建造的英国上海总会是上海第一幢使用钢筋混凝土的大楼；

1923年建成的汇丰银行最早采用冷气设备。

（6）工程融资模式。现在人们认为，**在国外工程中PPP（BOT）模式是在20世纪70年代土耳其总理首先提出的。**

而在100多年前清光绪年间，我国台湾巡抚刘铭传建造台湾铁路工程实质上就是采用PPP模式。他给清政府奏折有如下内容：

- 1）“基隆至台湾府城拟修车路六百余里，所有钢质铁路并火车、客车、货车以及一路桥梁，统归商人承办。议定工本价银一百万两，分七年归还，利息按照周年六厘。”。
- 2）“台北至台南，沿途所过地方，土沃民富，应用铁路地基，若由商买，民间势必居奇。所有地价，请由官发，其修筑工价，由商自给”。即工程土地采用政府划拨形式。
- 3）“基隆至淡水，猫狸街至大甲，中隔山岭数重，台湾人工过贵，必须由官派勇帮同工作，以期迅速”。即难度大的工程由军队施工，这样不仅能够控制成本，而且工期能保证。
- 4）“车路所用枕木，为数过多，现在商船订购未到，须请先派官轮代运，免算水脚”。

5) “车路造成之后，由官督办，由商经理。铁路火车一切用度，皆归商人自行开支。所收脚价，官收九成，偿还铁路本利，商得一成，并于搭客另收票费一成，以作铁路用度。除火车应用收票司事人等由官发给薪水外，其余不能支销公费”。

6) “铁路经过城池街镇，如须停车之处，由官修造车房。所有站房码头，均由商自行修造”。

7) “此项铁路现虽商人承办，将来即作官物。所用钢铁条每码须三十六磅。沿途桥梁必须工坚料实，由官派员督同修造”。即工程将来转让给政府，在建造过程中政府必须严格控制质量。

8) “此项铁路计需工本银一百万两，内有钢条、火车、铁桥等项约须银六十余万两。商人或在德厂、或在英商订购，其价亦须分年归还。如奉旨准办，再与该厂议立合同，由官验明盖印以后，由商自行归还，官不过问。如商人另做别项生意，另借洋款，不能以铁路作抵”。即商人只有经营权，没有所有权！

经过刘铭传极力倡议，并提出详细计划鼓吹，终于在光绪十三年(1887年)四月二十八日，奉准兴建台湾铁路。

同年5月20日成立“全台铁路商务总局”。至于筑路经费，原预定由商人集资一百万两，专供建筑铁路及桥梁之用。

为招募商款，发行了铁路股票，民间响应者甚多。这即是现在人们所说的工程项目资产证券化融资模式。

该工程上马后，虽然持续进行，但困难重重。由于人们缺乏经验，且资金不够；地形复杂，建造费用比初估多出许多；许多商人观望不前，融资困难；而且其推动者刘铭传卸任，最终工程中断。

本工程所提出的融资方式与现代PPP融资模式完全相符合，而且是多种项目融资模式的综合应用。

(7) 詹天佑负责建造的京张铁路在近代中国工程建设历史上，具有十分重要的地位。

该工程是完全由中国自己筹资、勘察、设计、施工建造的第一条铁路，全长200多公里。此路经过高山峻岭，地形和地质条件十分复杂，桥梁和隧道很多，工程十分艰巨。

詹天佑(1861—1919年)跟铁路员工一起，克服资金不足、机器短缺、技术力量薄弱等困难，运用他的聪明才智解决了许多技术难题，特别是八达岭一带山高坡陡，行车危险的难题，创造性地设计出“人”字形轨道，把铁轨铺到八达岭，出色地完成居庸关和八达岭两处艰难的隧道工程。

京张铁路提前两年全线通车，较预算节省 356774 两。全部费用只有外国承包商索取价的1/5，而且工程质量好。

詹天佑作为我国近代工程师的杰出代表，他的成就体现了中华民族的智慧，他的业绩是我国近代工程界的丰碑，他的精神永远是我国工程界的楷模。

4.现代工程管理

(1) 发展起因

在20世纪50年代以后现代工程管理发展迅速，其起因有：

(1) 在上世纪40年代和50年代，由于现代战争的需求，同时社会生产力高速发展，大型及特大型工程越来越多，如航天工程、核武器研制、导弹研制、大型水利工程、交通工程等。

现代工程管理理论和方法通常首先是在大型的，特大型工程建设中研究和应用的。

(2) 现代科学技术的发展，产生了系统论、控制论、信息论、计算机技术、运筹学、预测技术、决策技术、现代信息技术，并且臻完善，给工程管理的发展提供了理论和方法基础。

(3) 计算机、网络技术的发展为工程项目的计划和控制提供了极为重要的技术支撑，为工程高效率实施提供了保障。

(2) 现代工程管理发展历程

1) 20世纪50年代，国际上人们将**系统方法和网络技术(CPM和PERT网络)**应用于美国的军事工程的工期计划和控制中，取得了很大成功。在我国，学习当时苏联的工程管理方法，引入施工组织设计与计划。对我国建国后顺利完成国家重点工程建设具有重要作用。

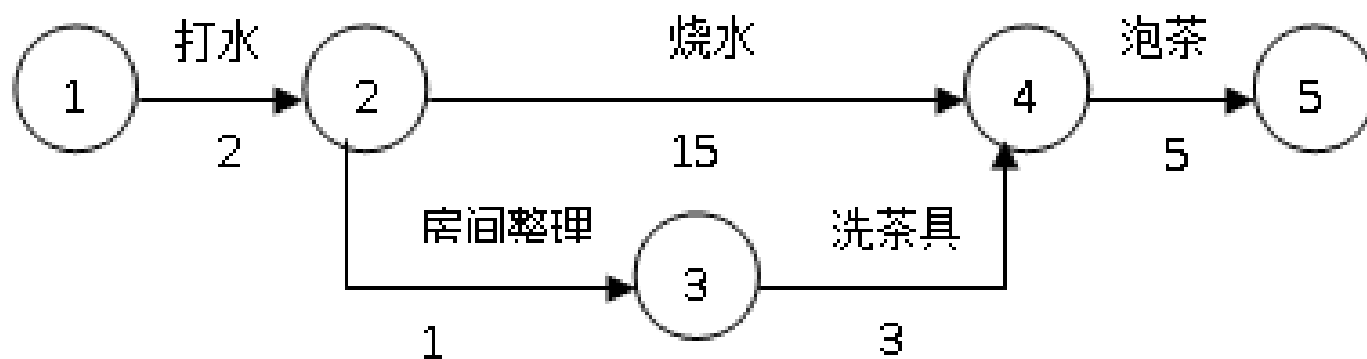
在20世纪50年代初的大工程，如**原苏联援建的156项工程**，以及后来的原子弹和氢弹计划等，工程管理者（总指挥）主要为军人和政府官员担任，采用军事化和半军事化的管理方式。

在对建筑工程劳动过程和效率研究的基础上，我国工程定额的测定和预算方法也趋于完善。

20世纪50年代，钱学森出版了《工程控制论》，以及发表了《组织管理的技术——系统工程》，《系统思想和系统工程》等文章，开启了我国系统科学发展的第一个里程碑，并在国防工程领域推广应用。

2) 20世纪60年代，国际上利用计算机进行网络计划的分析计算已经成熟，实现了工期、资源和成本的综合计划、优化和控制。

在20世纪60年代初，华罗庚教授用最简单易懂的方法将双代号网络计划技术介绍到我国，将它称为“统筹法”。



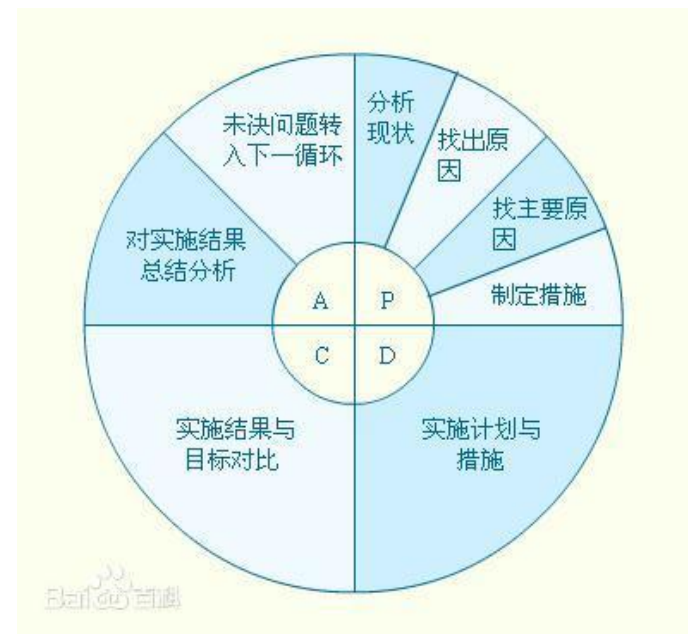
在我国国防工程中，系统工程的理论和方法广泛应用，保证了我国许多重大国防工程的顺利实施。**如“两弹一星”工程。**

3) 20世纪70年代初，国际上人们将信息系统方法引入工程管理中，开始研究工程项目管理信息系统模型。

同时，工程管理的职能在不断扩展，人们对工程管理过程和各种管理职能进行全面地系统地研究，如合同管理、安全管理等。

在工程的质量管理方面提出并普及了全面质量管理（TQM）或全面质量控制（TQC），TQC（TQM）所依据的PDCA循环模式逐渐成为工程管理中一种基本的工作方法。

1. PDCA循环工作程序的四个阶段，顺序进行，组成一个大圈。
2. 每个部门、小组都有自己的PDCA循环，并都成为企业大循环中的小循环。
3. 阶梯式上升，循环前进。



4) **到了20世纪70年代末、80年代初，微机得到了普及。**这使工程管理理论和方法的应用走向了更广阔的领域。使工程管理工作大为简化、高效率，使寻常的工程承包企业和工程管理公司在中小型工程中都可以使用现代化的工程管理方法和手段，取得了很大的成功，收到了显著的经济和社会效果。

5) **20世纪80年代以来，工程管理的究领域进一步扩大，**如工程全寿命期费用的优化、合同管理、全寿命期管理、集成化管理、风险管理、不同文化的组织行为和沟通的研究和应用。

在计算机应用上则加强了决策支持系统、专家系统和互联网技术在工程管理中应用的研究和开发。

钱学森1983年出版了《论系统工程》，提出了系统思想和系统分析方法，并提出开放的复杂巨系统概念及其方法论——综合集成方法。这对于我国国防工程管理的发展有重大影响。

在20世纪80年代，我国在建设工程领域进行工程管理体制改革，引进现代工程项目管理相关制度。

- ①投资项目法人责任制。
- ②监理制度。我国从1988年开始推行建设工程监理制度。
- ③施工企业推行项目法施工，推行项目经理责任制。
- ④推行工程招标投标制度和合同管理制度。
- ⑤在工程项目中出现许多新的融资方式（如BOT、BT、PPP等）、管理模式（如项目管理、代建制）、新的合同形式、新的组织形式。
- ⑥人们提出许多新的理念，如多赢，照顾各方面的利益；鼓励技术创新和管理创新；注重工程对社会和历史的责任等。

另外在工程的全寿命期评价和管理、集成化管理、工程项目管理知识体系、工程管理标准化、工程管理理论和方法、工程哲学等方面有许多研究、开发和应用成果。

(3) 现代工程管理的特征

1) 工程管理理论、方法和手段的科学化

- ① 现代管理理论的应用，特别是系统论、控制论、信息论、组织行为科学等的应用。
- ② 现代管理方法的应用，如预测技术、决策技术、数理统计方法、模糊数学、线性规划、网络技术、图论、排队论等。
- ③ 现代管理手段的应用，最显著的是计算机和现代信息技术，以及现代图文处理技术、精密仪器、数据采集技术、测量定位技术、多媒体技术和互联网等的使用。
- ④ 近几十年来，管理领域和制造业中许多新的理论和方法，如创新管理、以人为本、物流管理、学习型组织、变革管理、危机管理、集成化管理、知识管理、虚拟组织、精益制造、并行工程等，在工程管理中应用，大大丰富了管理学的内涵。

2) 工程管理的社会化和专业化

按社会分工的要求，需要专业化的工程管理人员和企业，专门承接工程管理业务，为业主和投资者提供全过程专业化咨询和管理服务。国内外已探索出许多比较成熟的工程管理模式。

在我国建设工程领域工程管理有许多执业资格，如建造师、造价工程师、监理工程师等。专业化的工程管理（包括造价咨询、招标代理、工程监理、项目管理等）已成为一个新兴产业。

近几十年来，工程管理的教育也越来越引起人们的重视。在许多工科型高校，甚至一些综合型、财经类高校中，都设有工程管理本科专业，并有工程管理领域的工学硕士、管理学硕士、专业硕士和工程硕士，以及博士教育。

3) 工程管理的标准化和规范化

工程管理的标准化和规范化体现在许多方面，如：

规范化的定义和名词解释；

规范化的工程管理工作流程；

统一的工程费用（投资、成本）的划分方法；

统一的工程计量方法和结算方法；

信息系统的标准化，如统一的建设工程项目信息编码体系，以及信息流程、数据格式、文档系统、信息表达形式；

工程网络表达形式的标准化，如我国《工程网络计划技术规程》（JGJ/T121-2015）；

标准的合同条件、标准的招投标文件，如我国《建设工程施工合同（示范文本）》等；

2017年我国修订颁布了国家标准《建设工程项目管理规范》（GB/T 50326-2017）。

4) 工程管理的国际化

当今，国际合作工程越来越多，例如国际工程承包、国际咨询和管理业务、国际投资、国际采购等。

这就要求工程管理国际化，即按国际惯例进行管理，要有一套国际通用的管理模式、程序、准则和方法，这样就使得工程中的协调有一个统一的基础。

工程管理国际惯例通常有：

世界银行推行的工业项目可行性研究指南；

世界银行的采购条件；

国际咨询工程师联合会颁布的 FIDIC 合同条件；

国际上处理一些工程问题的惯例和通行的准则；

国际上通用的项目管理知识体系（PMBOK）；

国际标准化组织(ISO)颁布的质量管理标准（ISO9000）

国际标准化组织(ISO)颁布的项目管理质量标准（ISO10006）；

国际标准化组织(ISO)颁布的环境管理标准（ISO14000）等。

四、工程管理体系构建

1.工程工程管理的对象体系

国民经济					
制 造 业 工 程	化 工 工 程	国民经济（工业）部门		电 力 工 程	...
		工程产品市场及承发包市场			
		工程相关企业			
		工程项目			

(1) 不同领域的工程管理。如制造业、化工、水利、核工业、交通运输业、国防工业、石油化工、基础设施、其他领域（如人口、环境、抢险救灾、扶贫等社会“工程”）的工程管理。

(2) 不同层次的工程管理。

1) 国民经济层面的工程管理，如：

国家相关工程领域的发展战略、发展计划、布局等的管理；

国家与工程相关的法律、政策的制定；

国家级重大工程决策和计划，如三峡工程的决策和计划。

2) 国民经济部门（领域）的工程管理。如化工行业的工程管理，核电行业的工程管理、铁路行业的工程管理。

涉及相关行业的产业布局、发展规划和政策、相关标准制定。

3) 工程市场及交易管理。如相关工程承发包市场管理。

4) 企业。如投资企业、工程承包企业的工程管理。

5) 工程过程（项目）管理。这是以一个工程为对象的管理，是对工程寿命期各阶段管理，如前期策划、设计和计划、建造、运行维护、拆除的管理。

2.工程管理的主体

在一个工程中，“工程管理”是多角度和多层次的。

- (1) 投资者的工程管理。
- (2) 业主的工程管理。
- (3) 项目管理单位的工程管理。
- (4) 承包商的工程管理。包括设计单位、工程承包商、材料和设备供应商、技术咨询（鉴定、检测）单位等，他们构成工程的实施主体。
- (5) 运行维护单位的工程管理。
- (6) 政府的工程管理。
- (7) 其他方面的工程管理，例如保险机构的工程管理、行业协会的工程管理。

3.工程管理的相关职能

在现代工程中，各项职能管理工作是专业化的，包括：

（1）为保证工程目标实现的管理职能，如成本（费用、造价、投资）、质量、进度、HSE、利益相关者等管理。

工程管理是为了保证目标的实现，则目标是工程管理的“命题”，对管理内容有规定性。

（2）与工程要素相关的管理职能，如组织、技术、资源（设备、材料、资金、劳务）、信息、现场（空间）等。

（3）保障工程顺利实施相关的管理职能，如法律和合同、风险等方面的管理。

4. 工程各阶段管理工作

工程各阶段的管理工作包括：

- （1）工程前期策划阶段的管理。
- （2）工程设计和计划阶段的管理。
- （3）工程施工阶段的管理。
- （4）工程运行阶段的管理，如运行维护、健康管理、更新改造、扩建改建等。
- （5）工程拆除阶段的管理。

过于强调工程管理的阶段性，容易割裂工程各阶段的内在联系，
导致工程实施中过程、主体和管理职能之间责任体系的障碍和信息流通的断裂，无法实现工程总目标。