

论工程管理

何继善, 陈晓红, 洪开荣

(中南大学, 长沙 410083)

[摘要] 在不同的学科领域,“工程”被赋予了不同的含义,工程概念可以从多个不同角度去理解。然而,在工程管理学中,工程和工程管理具有特定的科学内涵。在研究国内外工程与工程管理现状的基础上,提出了工程与工程管理的定义,并分析了工程管理和工程管理学科的特点。

[关键词] 工程; 工程管理; 技术集成; 产业相关

[中图分类号] C93 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2005)10-0005-06

1 引言^①[1~3]

大不列颠百科全书(Encyclopedia Britannica)定义“工程是为最有效地把自然资源转化为人类用途的科学应用”。而对于其更为具体的涵义,这部全书引用了美国工程师职业发展理事会(Engineering Council for Professional Development)对工程的定义,认为工程是“为设计或开发结构、机器、仪器装置、制造工艺,单独或组合地使用它们的工厂,或者为了在充分了解上述要素的设计后,建造或运行它们,或者为了预测它们在特定条件下的行为,以及所有为了确保实现预定的功能、经济地运行以及确保生命和财产安全的科学原理的创造性应用”。

在美国国家工程院(NAE)公布的正式解释文件中,工程和工程师被赋予了特定涵义。他们认为:“工程一直以很多方式被定义。它常常被视为‘科学应用’,因为工程师在这种应用中运用抽象思想和建造实体产品。工程的另一种定义是‘在限制下设计’,因为对工程师来说,产品意味着以某种方式的建造,而通过这种方式将确实能使人们在没

有任何未预期后果的情况下实现其对于产品的预期。”就工程师的性质而言,他们认为“工程师就是那些创造新产品的人。他们工作涉及生物医药、能源、汽车、航空、计算机等领域,以及生产以前并不存在的产品的许多其他领域”。

此外,各种权威性的现代英语词典,如牛津高阶学者当代英语词典(Oxford advanced learner's dictionary of current english)、美国遗产词典(American heritage dictionary)等,也对工程概念给出了相似的定义。

综上所述,尽管工程(engineering)一词广泛出现在各种专业文献中,对工程概念也可以从多个不同角度去理解,但国外学术界对于工程概念的解释则是普遍一致的,即都认为工程是一种科学应用,是把科学原理转化为新产品的创造性活动,而这种创造性活动是由各种类型的工程师来完成的。

由于把工程看作是一种科学应用,是把科学原理转化为新产品的创造性活动,而这种创造性活动是由各种类型的工程师来完成的,所以国外学术界实际上是把所有与技术相关的专业领域都看作是一种特定的工程学科。在美国国家工程院的学部设置

① 中国工程院国际部: 国外工程院简介, 2000年7月

[收稿日期] 2005-03-28; 修回日期: 2005-05-08

[基金项目] 中国工程院咨询课题“我国工程管理科学发展现状研究——我国工程管理科学专业领域范畴界定”资助

[作者简介] 何继善(1934-), 男, 湖南浏阳市人, 中国工程院院士, 中南大学教授

上,各个学部都设置有相应的经济或管理的二级或三级领域,就是这种一致性认识的重要表现。

在美国和其他发达国家,一些大学已设有工程管理系,其目标是培养管理技术和开发技术产品的职业技术管理人员。美国项目管理协会(PMI)推出的PMP(project management professional)专业认证在为项目管理人员建立国际通行的行业标准的同时,也促进了工程管理知识的普及。根据美国彼得森指南(Peterson's guide),目前美国至少有65个大学设有工程管理硕士和博士课程。在硕士学位选择上,他们将工程管理硕士(MEM)作为工商管理硕士(MBA)的替代选择,而工程管理硕士的目标是培养管理技术发展的领导人,使他们在掌握先进技术知识的同时,获得重要的管理能力和出色的沟通技巧,能够管理技术发展,进行重大决策,领导团队行动,实施和完成复杂的、技术难度大的项目,开发满足市场需求的产品。

现在,美国已成立了全国性的工程管理协会(American Society of Engineering Management),而著名的国际电气和电子工程师联合会(IEEE)下面也设有工程管理协会(IEEE Engineering Management Society),其宗旨是推进工程和技术管理这一职业,发展有关那些工程和技术含量高的组织机构的理论,提高工程和技术管理从业人员的职业水准。美国劳工部已将工业工程师(Industrial engineering)确定为19类工程师职业之一。工业工程师的工作任务是:从事设计、开发、测试、评价管理产业生产过程的整个系统,包括人力资源、质量控制、库存控制、物流、成本分析、生产协调等。在1999年,职业编号为17-2112的工业工程师总数为15.6万人,另外还有职业编号为17-3026的5.2万工业工程师。

可以看出,发达国家不仅承认了工程管理工作的经济价值和社会价值,而且工程管理技术人员也已成为了与其他技术职业相并列的专门职业。

2 工程与工程管理的定义^{①②}[4~7]

新中国成立后,工程与工程管理都得到迅速发展。特别是改革开放以来,作为最大的、同时也是发展得最快的发展中国家,中华大地上各种类型的工程如雨后春笋,无论规模或水平,在总体上都是世界之最。由于种种原因,我国学术界对工程和工程管理至今仍有很多需要澄清的认识。如有的把工

程和土木工程或建设工程等同起来,把工程管理人员和建设工程人员等同起来,并把工程管理学科的界定局限在建设工程管理,或者其他特定类型的工程管理。

现代工程领域已经非常广泛,除了历史上的各种工程之外,出现了许多特大型工程(如三峡工程),特别复杂或主要是高技术集成的工程(如两弹一星工程、登月工程),以及特殊意义下的工程(如生物工程、软件工程)。这些工程有的已经和科学探索、科学创新相互交融,或者说现代工程科学本身已经包含了科学创新,不宜仍将工程仅仅看作科学的应用,从而有必要对现代的工程和相应的工程管理做出更确切的定义。

2.1 现代工程的定义

从工程科学的角度,笔者认为可以将“工程”定义为:工程是人类为了生存和发展,实现特定的目的,运用科学和技术,有组织地利用资源所进行的造物或改变事物性状的集成性活动。一般来说,工程具有技术集成性和产业相关性。

具体说来,可以引申如下:

第一,工程是一种活动,是人类为了达到特定目标的一种活动。工程活动的核心是“造物”或改变事物性状,是通过这种造物或改变事物性状的活动来达到特定的目的。

第二,不论是创造新事物(譬如,建筑一栋房屋或制造一台机器),还是改变事物性状(譬如,人工降雨或改善城市空气质量),都需要掌握和集成科学和技术的智慧,需要掌握这些智慧的人们有组织地利用各种资源。

第三,工程目标的实现不仅要运用科学(自然科学或社会科学),也要利用技术(成熟的技术或仍在创新中的技术),不仅要利用各种自然资源,也要利用人类创造的各种资源。

第四,工程应当是指特定过程而不是特定的工程的产物或其实施后果。也就是说,工程的产物(譬如,三峡水利枢纽)与工程本身(建设三峡水利枢纽的过程)是不同的。但在日常用语中常常既将建设过程也将它的产物都感叹为伟大的工程。

第五,技术集成性和产业相关性是工程学术意义上的工程概念的两个关键点。技术集成性是指工

① 郝小林:关于工程管理科学领域界定的探讨(初稿),2001年12月

② 工程与工程管理,中国工程院专题研究报告,2005年1月

程表现为相关或系列技术的集成与整合，形成特定形式的技术集成体；但工程不是各种技术的简单相加，而是一种基于特定规律或规则的、面向特定目标的、各种相关技术的有序集成。产业相关性则是由于工程的内涵常常与特定产品、特定企业或特定产业相联系，工程活动与产业活动具有不可分割的内在联系。这也表明所有与产业活动相关的专业领域都可成为一门特定的工程领域。

按照上述工程定义，工程还可以分为三大类，即：造物工程、改变性状工程和二者兼而有之或介乎二者之间的工程。

从我国的工程实践来看，我国的“两弹一星”工程、三峡工程，以及最近的“载人航天”工程等，都是一种创造新事物的工程活动，即都属于造物工程。从国际范围来看，汽车、飞机、电话，以及计算机的发明和创造，也都是具有重大历史影响力的造物工程活动。

主要表现为改变事物性状的工程例子，包括人工降雨、改善城市空气质量，以及水能利用等工程活动。然而，工程活动中“造物”和“改变事物性状”常常是相伴而生的。实际上，上述造物工程活动也包含了改变事物性状的工程活动，譬如，汽车制造对于钢铁原料的性状改变。与此同时，上述改变事物性状的工程活动也必然伴随许多新事物的创造，譬如，水能利用活动在改变河流的原始状态的同时，水坝和水能发电机的创造也是必然的。

由于工程在人类社会发展中起着十分积极的作用，工程一词在语言中很自然地被广泛应用，而且在日常生活、文学艺术，乃至传媒用语中常常被借用或扩展其本来的含义。例如，“五个一工程”、“思想建设工程”等。然而，按照上述工程定义，这些日常语言中的工程概念，并不是我们在工程科学或工程管理科学意义上的工程的概念。

2.2 工程管理的定义

按照上述工程的定义，再结合学术界对于管理的一般性理解，笔者对工程管理的定义是：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。一般来说，工程管理具有系统性、综合性、复杂性。

需要进一步说明的是，工程管理领域既包括重大工程建设实施中的管理，譬如，工程规划与论证、工程勘察与设计、工程施工与运行管理等，也

包括重要和复杂的新型产品的开发管理、制造管理和生产管理，还包括技术创新、技术改造的管理，而企业转型发展的管理，产业、工程和科技的重大布局与战略发展的研究与管理等，也是工程管理工作的基本领域范围。

在上述定义中，不仅表达了对于工程实质内涵的认识，即工程是人类为了达到特定目标的一种活动，也强调了工程决策的特别重要性，即对于特定工程的可行性分析、工程价值评价，以及工程过程中的各种决策行为，也是工程管理不可或缺的重要内容。

由于工程概念与技术概念和产业概念紧密联系，工程涵义的具体表现必须联系到特定形式的技术开发和产业活动，所以工程管理也就必然具有与技术和产业相联系的特殊涵义。工程管理不同于一般形式的管理，它是工程管理人员在特定产业环境中对于特定形式的技术集成体的管理，是面向特定目标的、特定形式的决策、计划、组织、指挥、协调与控制的工作。

3 工程管理的特点和概念外延

3.1 工程管理的特点

与一般的管理工作不同，工程管理是对于具有技术集成性和产业相关性特征的各种工程所进行的相应的管理工作。一般来说，工程管理具有系统性、综合性和复杂性的基本特征

1) 工程管理是一种系统性管理。从理论上来看，工程管理的系统性表现为工程管理就是一种实现特定目标的各种技术的有序集成，工程管理就是工程的各个组成部分有机整合、各个工程子系统相互协调，以实现工程整体目标的过程。在现代的工程管理实践中，系统理论和系统思想的应用是不可或缺的，是工程管理思想的精髓所在。

2) 工程管理是一种综合性管理。由于工程是技术的有机集成，工程常常与特定产品、特定企业和相互联系，所以任何形式的工程管理必然是一种考虑不同技术协调性和不同产业特性的综合性管理。此外，工程管理的综合性也表现为工程目标实现所要求的多种资源利用的有效性和工程管理主体与工程管理环境的协调性上。

3) 工程管理是一种复杂性管理。一般来说，工程是由多个部分构成、多个组织参与的，因此，工程管理工作极为复杂，需要运用多学科的知识才

能解决问题。由于工程本身具有很多未知的因素，而每一个因素常常带有不确定性，这就需要具有不同经历、来自不同组织的人有机地组织在一个特定的组织内，在多种约束条件下实现预期目标，这就决定了工程管理工作的复杂性远远高于一般的生产管理。

3.2 工程管理概念的外延分析

1) 工程管理与项目管理。从工程管理概念的外延来理解，工程管理与项目管理是不同的，但在特定环境中它们之间内涵的差异会变得相当模糊。当工程管理的对象是一个特定项目，当工程管理的企业主体或组织机构就是为这个特定项目而创设，那么，这时的工程管理就具有与一般项目相同的内涵。此时的工程管理对象也就是若干一次性项目构成的项目体系，工程管理原则也就是项目管理原则，工程管理的具体工作就是就相对独立又相互联系的项目所进行的管理工作。

2) 工程管理与企业管理。如果从工程管理主体来分析，工程管理的内涵就与企业管理的内涵交叉融合，因为工程管理的企业主体或组织机构会在不同时期、不同地域从事不同形式的工程管理，或者在同一时期、同一地域进行各种相互联系的不同性质的工程管理工作。在这种情况下，特定形式的工程管理只不过是企业管理职能在特定产业领域的特殊表现而已。

4 工程管理学的学科性质

4.1 国外的工程管理学科

从国外工程管理科学发展的历史来看，工程管理工作的重要地位是随着经济社会发展而逐步确立的。随着工程实践的不断发展和工程实践影响力的不断增强，工程管理的理论研究也在不断深入，工程管理工作的价值逐步得到普遍认同。而相应的结果是，工程管理学的独立学科地位也已经得到确认。

在国际工程与技术科学院理事会 (CAETS) 成员中，22 个正式成员 (截至 1999 年) 中的大部分都设有与工程管理相关的学部。而从其中的发达国家工程院学部设置来看，尽管没有以工程管理命名的独立学部，但除英国之外，都设有若干与其相关的学部。在美国国家工程院新的学部专业领域划分中，在 12 个学部中，都设有管理 (management) 子领域。例如，在第 6 学部 (电力

与能源体系工程学部) 中，二级领域能源管理 (energy management) 就包括了 EM110 国家能源政策、EM120 管制、EM130 供需、EM140 系统集成、EM150 利用效率等，几乎涵盖了能源管理的各个方面；在第 8 学部 (电子工程学部) 中包括了经济体系分析、工程统计、人力因素、材料管理、项目管理、技术评估、价值分析等管理学的内容。在瑞典皇家工程院学部设置上，与工程管理相关的学部包括：第 6 学部，或称为管理学学部，这个学部涉及公司管理、财务、会计、工业组织、工作周期和商业经济等学科领域；第 9 学部，或称为经济学学部，这个学部涉及产业和国民经济关系以及工程技术与经济的关系等学科领域；第 11 学部，又名教育与研究政策学部，其学科领域包括教育和科研体系的管理和组织，知识和技术密集型服务企业的管理，研究开发系统，技术和工业史等。上述三个学部覆盖了一般的理学的主要学科领域。

再从工程院院士的专业背景构成和学术成就标准来看，工程管理相关学部的工程院院士来自于非常广泛的学科领域，几乎涉及了全部的经济和管理学领域。当一般的经济管理原理被创造性地运用于技术开发和产业实践之后，工程管理学的新思想和新方法就开始出现，工程管理学的理论体系就开始形成。这种理论体系已形成的标志不仅有工程管理学位的出现和普及、工程管理师工作任务的规范和职业地位的承认，而且还包括工程管理专家以团队方式进入了代表最高学术成就的工程院的队伍之中。在美国国家工程院中，与工程管理相关的两个学部共有 252 名院士；而在美国国家工程院正在进行的工程项目中，工程管理的理论和实务研究都得到了极高程度的重视。作为世界上最早成立的工程院，瑞典皇家工程院的三个与工程管理相关学部共有院士 221 名，占到了院士总数的约 30%。

从上述分析中，我们能够发现，国外学术界对工程管理学科有一个较为一致性的认识角度，而这个认识角度是以普遍认同的工程概念和工程管理内涵为基准的。在他们看来，工程是一个科学应用过程，工程概念的涵义常常与特定技术或特定产业活动紧密联系。他们认为，与一般管理概念不同，工程管理是在特定产业环境中对于特定形式的技术集成体的管理。工程管理学是管理学和经济学的一般理论和普遍方法在工程实践和工程理论中的应用，而工程管理学既要研究基于技术、项目或创新的一

般管理理论和管理方法，也要研究针对特定工程或特定技术的管理理论和管理方法。

在发达国家，工程管理的理论工作者（大多来自于学校和科研机构）致力于发展一般性的工程管理理论，而工程管理的实务工作者（大多来自于各类公司企业）则致力于发展专门性的工程管理方法。即是说，工程管理学的发展既有理论研究人员的功劳，也包含了各类产业工程师的贡献。国外工程院的院士构成就反映了这一点。国外工程院的院士既可能是在工程技术理论上做出重大贡献的学术研究人员，也可能是在工程技术实践中做出重大贡献的组织领导者。在美国国家工程院的院士构成上，企业界院士和学术机构院士几乎各占一半；相对独立于法国科学院的法国科学技术院由来自工业公司的杰出工程师组成；而英国皇家工程院也是最杰出的工程师所组成。

总而言之，由于国外学术界实际上从非常宽泛的意义上解释工程的内涵，所以国外的工程管理学也有非常宽泛的含义。在国外工程院中，尽管没有以工程管理命名的独立学部，但一般设有与工程管理学科相关的各种专门学科，而这些学科涵盖了主要的经济学和管理学领域，包括研究开发管理、企业技术管理、工程项目管理、工程技术与经济社会的关系、以及其他有关国家、产业和企业技术创新管理的学科领域。由此看来，国外学术界的普遍看法是：如果把工程管理学看做是一门独立学科，那么工程管理学就不应是一个单一涵义的概念，而是包含了工程建设和实施管理、新产品开发和制造管理、工业工程与系统工程、工程技术与经济分析、工程投融资管理、工程战略管理等学科门类的一种复合性学科，或者说，工程管理学是一个以工程分析或技术分析为基础的学科群体。

4.2 中国全面建设小康社会呼唤中国工程管理学科的空前发展^[8]

工程管理学是工程科学和管理科学融合的结果，是一种面向工程的管理科学。工程管理学是研究工程科学方法和管理科学方法如何有效结合以实现工程效益最大化的一门学科。或者说，工程管理学是一个以工程分析或技术分析为基础的管理学科，是工程科学和管理科学相互融合而形成的一种复合性学科。在理论内涵上，工程管理学要研究各种形式的技术管理、产品管理和产业管理的理论和方法。在实践活动中，工程管理学科包含了工程评

价与决策管理、工程建设和实施管理、新产品开发和制造管理、工业工程和技术工程、工程战略管理等多种学科门类。这种认识是我们对工程管理学科性质的理解，它与国际学术界的普遍认识也是一致的。

工程管理工作既可以由特定企业的工程管理人员来完成，也可以由工程科研机构和相关学术团体来完成，而这些工作的基本价值表现为工程管理和企业管理的理论创新，工程资源、企业资源和产业资源的最优利用，以及工程经济、企业经济和产业经济的效率提高。笔者认为，工程管理人员的价值主要体现在其工作的创新意义上。由于工程的技术特性，一般的管理思想和管理方法常常不能直接运用于工程管理的实践指导，所以工程管理人员必须结合工程特性来创造性地运用管理思想和管理方法。这种创造性运用的结果是，在特定工程技术理论与一般管理理论的交叉地带，工程管理的新思想和新方法开始形成，工程管理学的理论体系开始更新和发展。

从我国工程管理学科发展的历史和现实来看，工程管理学科发展经历了一个由单纯的工民建管理或土木工程管理，到更为宽泛意义上的工程管理的认识转变。当前，我国已经有超过 100 所高等院校设立了工程管理专业。

事实上，中国工程院在 2000 年已经正式设置了工程管理学部，这是国内学术界对于工程管理学科地位认同的重要体现。笔者认为，冲破对于工程管理及其工作价值的狭隘认识，在最高学术成就的判定上，既承认工程管理理论研究者的创新价值，也承认工程管理实务工作者的学术地位，是非常重要的。

还应当注意的是，工程管理学的领域界定和工程管理院士的选择标准并不能等同。在工程管理科学领域界定上，强调工程管理的集成性和产业相关性是为了认清其实质内涵。而在院士选择标准上，院士候选人的产业影响力，即其对于产业形成与发展的作用，是成为工程院院士不可少的基本条件。与此同时，是否具有相关的技术背景，是否具有重大的技术创新成果，也是工程院院士选择的重要条件。不仅要强调候选人的技术创新性和对于特定产业发展的贡献能力，也要考虑其学术成就的独立性和可计量性，即强调院士候选人的贡献是可以从其职能或其工作团队作用中区分的，而且这种贡

献能够被普遍认同和实质计量。

致谢: 本文是中国工程院咨询课题“我国工程管理科学发展现状研究——我国工程管理专业领域范畴界定”中的部分内容。殷瑞钰、郭重庆、傅志寰、陆佑楣、汪应洛、张寿荣等院士和郝小林先生都对此研究给予了大力支持并提了许多具体意见, 其中有的意见是具有指导性的。借此表示谢意。

参考文献

- [1] 盛 兴. 浅析美国工程院学部专业领域划分思路[J]. 院士通讯, 2003, (8)
- [2] Sarchet B R, Baker M. Defining the boundaries of engineering management [J]. Engineering Management Journal, 1995, 7(1)
- [3] William J Lannes III. What is engineering management? [J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2001, 48(1)
- [4] 张寿荣. 工程管理的范畴及工程管理的重要性[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2002, (3)?
- [5] 瞿观鄆. 关于工程管理若干问题的思考[J]. 生产力研究, 2002(6)
- [6] 常 平主编. 20世纪我国重大工程技术成就[M], 厦门: 暨南大学出版社, 2002
- [7] 20世纪最伟大的工程技术成就[M]. 常 平, 白玉良译. 厦门: 暨南大学出版社, 2002
- [8] 齐二石. 中国管理科学与工程类专业教育教学改革与发展战略研究[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002

On Engineering Management

He Jishan, Chen Xiaohong, Hong Kairong

(Central South University, Changsha 410083, China)

[Abstract] “Engineering” has different meanings in different course realm while the engineering concept can be comprehended from different aspects. However, engineering and engineering management have the particular scientific content in engineering management science. Based on the present situation of engineering and engineering management both domestic and abroad, the author put forward the definition of engineering and engineering management. The characteristics of engineering management and engineering management branch are analyzed.

[Key words] engineering; engineering management; technology-gathered; industry-related