

转载需注明出处

《自然辩证法通讯》2009年第6期

案例研究与工程创新

徐炎章

(浙江工商大学工商管理学院, 浙江杭州 310018)

摘要: 案例研究是工程创新研究的基础性工作, 具有理论研究所不可替代的重要意义。案例研究是对工程创新经验教训的深刻反思, 有助于揭示工程创新的客观规律; 是对工程创新思想方法的深入阐发, 有助于研究工程创新的思维方式; 是对工程创新具体过程的生动再现, 有助于培育工程创新的优秀人才。我国是世界上工程实践最为丰富的国家, 案例研究必将为工程创新作出独特的贡献。

关键词: 案例研究 工程创新 客观规律 思维方式 人才培养

(中图分类号) *NO* (文献标识码) *A* (文章编码) *1000-0763 (2009) 06-000 -*

工程创新是创新活动的主战场。在建设创新型国家的进程中, 工程创新具有举足轻重的地位和作用。自李伯聪奠基性的著作《工程哲学引论——我造物故我在》[1]问世以来, 关于工程创新的研究已经从诸多途径和视角展开, 人们越来越深刻地认识到案例研究对于工程创新是十分重要的基础性的工作, 经典案例的分析和研究, 对于认识工程创新具有独特的不可替代的作用。案例研究是对工程创新经验教训的深刻反思, 有助于揭示工程创新的客观规律; 案例研究是对工程创新具体过程的生动再现, 有助于培育工程创新的优秀人才。文章拟对工程案例研究的上述意义作一阐述。

一、对工程创新经验教训的深刻反思, 有助于揭示工程创新的客观规律

工程创新是整个人类社会活动的重要组成部分, 是创新的主战场。尽管唯一性和当时当地的独特个性是工程活动的灵魂, 但它同样遵循人类社会历史规律。这种规律既不像宏观的机械运动, 是动力型的; 也不同于分子热运动, 是统计型的。工程创新的任何一个原理、一条原则或一个结论, 都不仅仅是对某一项或某几项工程实践所作的说明, 而是对大量工程创新活动研究的结晶。然而, 普遍性寓于特殊性之中, 共性寓于个性之中。任何一个具体的特殊的现象, 总包含着一定的普遍性。即任何一项工程创新事例中, 都包含有一定的道理。因此, 通过典型案例探索和揭示工程创新的内在规律性, 既是案例研究的重要功能, 又是它的理论使命。

工程创新案例研究揭示, 作为历史型规律, 工程创新是继承基础上的创新, 是继承性和创新性的辩证统一。工程创新的与时俱进性建立在它巨大的包容性之上。工程创新凝聚着全人类的智慧和世世代代持之以恒的努力。这是一种科学、技术和实践的相互渗透, 以及熏陶、传授、继承和批判、更新、革命的相互交替。工程史上每一个划时代的建树, 都是对以往成果的总结和为日后创新的奠基。

创新是工程的内在要求。工程创新案例研究告诉我们, 从大禹治水到三峡工程, 从万户火箭升空到阿波罗登月, 人类工程创新永无止境。世界上不可能存在两项完全相同的工程, 没有哪一项工程可以完全照搬其他工程的方法, 而必须根据当时当地的具体条件灵活运用。然而, 作为人类有计划有组织的造物活动, 任何一项工程都有明确的目标, 并在功效导向下选择最佳的材料, 最有效的手段。因此, 工程创新中必然包含了大量的继承性因素。一款最新的手机与一艘待发的载人航天飞船, 其功能各异, 大小、价值相差悬殊, 但都包含着对力学、材料学、机械学、信息学等多学科的集成。从历史上看, 埃及的金字塔、中国的故宫、法国的埃菲尔铁塔等, 作为人类文明的标志性成果, 从物质文化、精神文化和制度文化不同方面体现了人类的文化成果和文化境界, 都是对人类文明的传承。

- 科学文化
- 科学技术史
- 科学哲学
- 科技与社会
- 科技中国
- 科技政策
- 科学人物
- 专题
- 读书评论

以古希腊神话中太阳神命名的美国“阿波罗登月工程”从1961年开始实施，先后共动员了120所大学，2万家企业，20万人参加，耗资240亿美元，1972年宣告结束，历时12年。该工程包括17次飞行，其中以1969年7月21日“阿波罗11”将宇航员首次送上月球的伟大创举最引人注目。阿波罗飞船和土星—V运载火箭共有约700万个元件和零部件，其精密的组装、可靠的运行、自动的控制和灵敏的通信联络，没有高、精、尖的技术设备和材料，要完成该工程是无法想象的。阿波罗登月工程的继承性高度浓缩在其总负责人韦伯博士的一句总结中：“我们没有一项别人没有的技术，我们的技术就是科学的组织管理。”^{〔2〕}

工程案例研究揭示，作为历史性规律，工程创新充满着不确定性，是选择性和创新性的辩证统一。工程创新的必然性建立在工程共同体对众多选择的有机整合之中。工程创新的总趋势受社会、历史的制约，也受工程活动本身发展的要求所制约，存在着决定发展趋势的内在机制。而管理者和工程师个人的才能、素质的差异同时也会在工程创新总的背景上起引发、推动或延缓的作用。

由于工程的类型、工程创新的历史背景的不同，也由于工程创新是一种集成性的、创造性的活动，其具体过程和环节受多种复杂因素的制约，往往出现壁垒、陷阱、超前、滞后、突发事件，因此，工程创新充满着不确定性。它不像科学研究，问题的解具有唯一性。在工程创新过程中，无论是设计还是决策，都有多种方案可供选择。不同的决策者就有不同的选择；即使是相同的决策者，在不同的条件下，也会作出不同的选择。它不存在固定的模式，更非唯一性。工程案例研究从不同侧面揭示了上述观点。

以我国自己设计，自行施工的第一座现代化铁路公路两用大桥——杭州钱塘江大桥为例。1930年代初，经济比较富庶的浙江省大力兴建铁路、公路，使钱塘江建桥的千年梦想成真。省建设厅长曾养甫极力推动各方，筹措经费，网罗人才。但如果他知道全国全面抗战在即，桥刚建成就要炸掉，也许建桥的决心就难下了；时任浙赣铁路局局长的杜镇远和浙江省公路局局长陈体诚均系茅以升的老同学，若没有他俩的举荐与力劝，恐怕茅以升也不会承担建桥大任了；如果不是茅以升主持，那大桥的地址、设计、桥梁的建材、架桥技术、施工方案等等的选择也就完全不一样了。曾养甫请国民政府铁道部顾问美国桥梁专家华德尔作的大桥设计方案与茅以升的完全不同。桥工处设计了六种方案，茅以升最终认定第5种为最佳。招商承办施工，共有17家竞标，其中国内9家，外商8家，最后选定4家分别承办正桥钢梁、桥墩及南、北引桥施工。从数字上看，这是2380种组合方案中的一种选择。

案例研究还揭示，作为历史型规律，工程创新是价值负载基础上的创新，对其评价是现实性和历史性的辩证统一。工程是“双刃剑”，兼有正、负面的多元价值。工程为社会创造物质财富和精神财富的同时，也会给人类带来负面效应和社会风险。二、三十年前，在我国学术界反复宣讲，自然科学没有阶级性，也没有国界，它是全人类共同创造的精神财富，科学技术是第一生产力。近些年来，许多人又在讲科学是“双刃剑”。有人称颂科学，也有人批判科学。其实工程才是真正的“双刃剑”。

如果我们把历史比喻为一条长河，把工程活动视为一艘载运货物的轮船，那么，在工程活动中，在组织、管理、实施、运行、改造等等的整个过程中，各种正负不同的价值内容先是一步一步不断地往上增减，然后在途经各码头的时候，货物又不停地装卸。在历史长河的不同阶段中，工程便显现出不同的价值。因此，对工程创新的价值负载的评价是一个过程，它贯穿于工程活动的每个环节，贯穿于工程活动的始终。

案例研究有助于我们从价值评价上不断深化对何谓工程的“终结”，何谓工程的“全过程”的认识。以往人们一般都认为，工程竣工、产品制成或销出之后，工程的价值便可“盖棺定论”。其实，工程的自然和社会生命及其影响远远没有完结。就以家喻户晓的大禹治水来说，其意义决不仅是导水入川，导河入海，使天下百姓安居乐业，更在于“导”作为治水之役产生的伟大思想进而被推广到一般的政治智慧，特别是治水掘土掘出了水，由此发明了掘井技术导致井的发明，这一革命性的创造给当时的人类开辟了可以居住的新天地。人们把井的发明称之为治水的“极伟大的一件副产品”，认为井的发明，其“重要性比治水的本身有过之而无不及”。^{〔3〕}因此，工程案例，无论是历史的还是现实的，对其价值的分析和研究都是一种“后评价”。在这里，时间是它最重要的不可或缺的坐标。所谓“历史是检验工程价值的审判官”，正是建立在“全过程”理念之上的工程观。

案例研究揭示的工程创新这一规律为有关部门制定政府投资项目政策法规提供了认识论依据。近些年，我国政府投资项目资金每年约有4000亿，主要集中在公路、桥梁、校舍和水利等大型基础性工程。这些全部依靠公民税收兴建的项目，不少沦为老百姓眼中的“政绩”工程和“豆腐渣”工程，成为“腐败滋生地”。为避免此类工程的产生，不仅要对工程项目诸环节实行有效的监管，而且必须对工程实行“后评价”制度。就是说，凡是政府投资的项目，一旦出了问题，不管最初负责的官员是升迁了还是退休了，都要为其承担法律责任。

二、对工程创新思想方法的深入阐发，有助于研究工程创新的思维方式

思维方式是行为方式的内在规定性。这一说法包含了两层意思：其一，作为行动哲学的工程创新，研究其思维方式具有强大的生命力和理论价值；其二，为了揭示工程创新思维方式，就必须探索其行为方式。在这里，案例研究是一条必要的、可靠的途径。

工程创新在精神层面上是一种思维方式。目前人们对工程创新思维方式的研究还只能说刚刚迈出探索性的步伐，还谈不上有比较成熟的研究方法，然而，我们可以借鉴已有的、比较成功的科学发现及技术发明思维方式的研究路子。人们对科学发现思维方式已经作了比较广泛的研究，已有许多论著问世；对技术发明思维方式的研究，也引起了人们的关注，并取得了不少成果。考察这些相关的论著和成果，我们不难发现，贝弗里奇的《科学研究的艺术》、库恩的《科学革命的结构》，邱仁宗的《成功之路》、关士续的《富于启迪的技术发明》，都给我们展示了一个又一个案例研究的丰硕成果。同样，将案例研究方法运用于工程创新思维方式研究也具有重要意义。

案例研究有助于对工程创新思维方式——整体思维方式的科学探索。古往今来，任何一项工程，就其自身来说，无论规模大小、结构繁简、价值高低，都是由缺一不可的各个部分组成的一个完整的整体。从工程与外部因素看，各类工程活动，无论是城市规划、水利设施、建筑工艺、航船制造、港口建设，还是军事工程，无一不是技术因素、管理因素、社会因素、审美因素和伦理因素等多因素的集成。这就决定了工程思维也必然是以整体性为根本特征的整体思维方式。

工程创新的这种整体思维方式是一个历史的范畴。正像现代工程与古代工程不可同日而语一样，现代工程思维与古代工程思维相比也发生了天翻地覆的变化。“思维过程本身是在一定的条件下生长起来的，它本身是一个自然过程。”⁽⁴⁾“人的思维的最本质和最切近的基础，正是人所引起的自然界的变化……而人的智力是比例于人学会改变自然界的状况而发生的。”⁽⁵⁾因而恩格斯强调：“每一个时代的理论思维，从而我们时代的理论思维都是一种历史的产物，它在不同的时代具有非常不同的形式，并同时具有非常不同的内容。”⁽⁶⁾追溯历史，通过案例研究工程思维的性质、内容、形式、特点和作用，揭示其变化、发展的历程，为我们展示了这种整体思维方式从古代直观性整体思维方式演变为近代机械性整体思维方式并进而发展为现代复杂性或系统性整体思维方式的图景。

决定工程思维方式变化的重要因素之一是科学，不同的自然科学状况导致不同的工程思维方式。古代的自然科学基本上处于现象的描述、经验的总结和猜测性的思辨阶段，主要是以直觉的和零散的形式出现。与这种科学水平相一致的是在工程上以狭隘的直观性为中心的整体思维方式，并作为典型而存在。这种直观性整体思维方式的主要特点是面向过去，即按以往的经验，尤其是个人自身的经验从事工程活动。伴随着以牛顿力学为标志的近代科学的诞生和发展，机械分析型思维方式不断取得成功，并成为几个世纪居主导地位的工程思维方式。这种机械性思维方式面向现在，注重眼前利益，并擅长“折零”，即把工程问题分解成尽可能小的一些部分，并把这些细小部分从其周围环境中分割出来、孤立起来。从20世纪初的物理学革命到后半叶的新技术革命，人类认识视野急剧扩大，认识内容迅速深化，科学的世界模型发生了革命性的变化。与此同时，人们的工程思维方式也发生了根本性的变革。其特点是，将分析和综合结合起来，进行系统的整体思考。它把过去、现在和未来紧密地结合在一起，要求人们在反思历史、分析现实的基础上，面向未来，对工程创新作超前的思考。这种系统性整体思维方式突出体现在当代生态文明上。生态意识、环境意识，是人类在现代生态学和环境科学基础上产生的先进观念，是人类工程创新思维方式又一次伟大的觉醒。

案例研究有助于对工程创新思维方式——形象思维方式的深入认识。形象思维是对于抽象思维而言的，钱学森说：“工程师处理问题，别人看来不明白是怎么回事，譬如总工程师最后下了决心，大家就这么干。一干对了，究竟怎样对的？为什么要这样干？谁也不知道是怎么回事。……我觉得，这里头最根本的是形象思维，或者叫直感思维。”⁽⁷⁾工程师设计飞机，头脑中会有群燕展翅；建筑师设计大厦，大脑中也有各种新型楼房的生动形象。对此，马克思曾有生动的论述：“最整脚的建筑师从一开始就比最灵巧的蜜蜂高明的地方，是他在用蜂蜡建筑蜂房以前，已经在自己的头脑中把它建成了。劳动过程结束时得到的结果，在这个过程开始时就已经在劳动者的表象中存在着，即已经观念地存在着。”⁽⁸⁾建筑师在自己头脑中建造大厦，他们用的材料，不是蜂蜡，不是砖瓦，也不是抽象概念或理论，而是一些具体的形象。这些形象以及借此而创造出来的新形象在他的头脑中“观念地存在着”。这正是形象思维的生动写照。

工程创新作为对有形物体的创新与改造，表现在形象的变革上。设计者在进行构思时必须对思维中的形象加以创造或改造。形象思维的特点就是寓抽象的事物于具体的形象之中，使人看得见、摸得着、想得到，深入浅出、容易明白。它常常运用想象、联想、比喻等形式，蕴涵着创造性。工程师运用各种科学模型、几何图、设计图以及其他各种科学图像、图表等，兼有形象性和概括性的特点，形象思维就是运用典型形象或概括性的形象来完成它的创新性的。

由于工程活动是社会中极其常见的、基础性的实践活动，形象思维在现实中也是人们经常实际运用的思维方式，以至于对工程思维的这种思维方式，长期以来，学术界对之视而不见，即使是经常运用形象思维方式的工程师群体也是“日用而不知”，就象莫里哀笔下的茹尔丹先生，他一生说的都是散文，但一点也不知道散文是什么东西。很显然，这种状况亟待改变。我们必须从最基础的工作——案例研究做起，努力提高对工程思维方式的理论认识和研究水平。

案例研究有助于对工程创新思维方式——实践思维方式的合理推进。这对工程师和工程工作者突破壁垒和躲避陷阱具有启发作用。工程创新案例研究揭示出原本似乎互不相干的多种事物之间深层次的联系。人们看到，工程建设越来越普遍地与社会的、经济的、环境的影响联系在一起。工程建设的成败甚至往往受其直接制约。因此，对于环境演变的历史与趋势，建设思想与管理体制等方面的研究日益重要。而这些问题的解决，单纯依靠工程技术的手段是远远不够的，恰恰在这些宏观问题方面，案例研究有着自己独到的优势。这是由于案例是前人已有的实践，这种实践所显示的是综合了自然、社会各种影响因素的内在总体结果。因而历史实践可以为我们提供借鉴。

长江三峡工程是当今世界规模最大的多目标开发水利枢纽工程。在其70多年的勘测、试验、论证、设计过程中，尤其是从1986年至1990年，412位资深专家对分设的14个专题所作的最终论证，借鉴了古今中外的相关案例。仅就生态与环境专题中关于三峡库区发展渔业问题就研究了世界各国许多案例，如为保护洄游鱼类，美国在哥伦比亚河上的梯级电站设置鱼梯、鱼道、过鱼机等鱼类过坝通道的案例，巴西的伊泰普水电站建成过坝鱼道的案例以及我国新安江水库（千岛湖）成功放养优质食用鱼种的案例等。

工程创新是一种创造性的活动——包括自身的实践和他人的实践——不是简单地按照某些规则推演的结果，需要通过实践。当他们知道以往的工程师在什么问题、在什么环节中、在什么环境下，用什么方法完成了工程创新中某一步骤，他们将更好地对付在创新中所面临的挑战。

实践思维方式就是尊重实践，尊重工人，就是像实践那样思维，在实践中创新。茅以升在回忆钱塘江建桥时写道：“钱塘江桥许多技术措施，属尝试性质，特别是在桥墩的基础工程上，其所以能尝试成功，就靠工人们参加的创造发明。比如正桥打桩，是用射水法才成功的。在这新的方法里，工人们就提出了不少好意见……又如，两个围堰倒塌，所有钢板纠缠在一起，半埋沙中，也是工人们设法，把全部钢板桩拔出来的。又如在岸

上搬走六百吨重的沉箱……改为人工摇转轴轮，就是工人提议的。又如，浮运沉箱到位时，常因捆绑铁索和铁索下的铁锚出了事故，以致沉箱突然浮走，后来由工人们想出更好的牵索下锚方法，其余的沉箱才个个听话了。像这样的创造性意见和办法是举不胜举的。”⁽⁹⁾

在很多困难面前，往往是实践并不等待理论去解决，而实践活动就是解决问题的过程。一次，爱迪生让助手帮助自己测量下一个梨形灯泡的容积。助手接过后，立即开始了工作。他一会拿标尺测量，一会儿计算，又运用一些复杂的数字公式。他忙得满头大汗，还是没有计算出来。爱迪生看到助手面前的一叠稿纸和工具书，立即明白了是怎么回事。于是他拿起灯泡，朝里倒满水，递给助手说：“你去把灯泡里的水倒入量杯，就会得出我们所需要的答案。”

三、对工程创新具体过程的生动再现，有助于培育工程创新的优秀人才

工程创新人才的培养，不仅需要理论学习，而且必须亲身实践。这是工程的实践性质所决定的。由于工程案例具有理论和实际紧密结合的特点，因此，将工程创新案例运用于教学，对于培养优秀的工程人才，是十分必要、大有裨益的。

案例教学法作为一种系统的、科学的教学方法，在国外已有百年历史。20世纪初，美国哈佛大学医学院、法学院首先采用“病例”、“判例”进行教学。紧接着有的国家运用“战例”进行军事战术教学。1920年代以后，随着科学管理发展成管理科学，案例教学又被应用于企业经营人才的培养，并显示出巨大的功效。1992年，美国国家科学基金（NSF）资助了两项涉及工程案例的研究：“将伦理案例研究引入大学工程必修课中”和“讲授工程伦理学：案例研究方法”。此后，案例研究对工程人才的培养开始发挥重要作用。

近年国内翻译出版了美国查尔斯等著的《工程伦理：概念和案例》，案例分析与讨论贯穿于全书之中。作者指出：“在工程伦理的教学中，案例分析应该是一个重要的部分。”⁽¹⁰⁾书中第一章第5节的标题就是“案例，案例，案例！”该书作为工程伦理的教材，其效果不同凡响，几年间一版再版，并很快被翻译成日文、韩文，我国翻译的已经是第三版。该书的一大特色是案例遍及全书各章，每一章都以涉及此章内容的案例作为引导，介绍解决问题的尝试，并说明不同的论证要点。作者指出，与其他职业一样，工程师也是喜欢案例的。对渴望管理岗位的工程师，案例研究特别有价值。因为管理学教育中，案例处于核心地位。

对于工程创新案例来说，它的首要功能在于为其使用者（工程共同体成员、学员、读者）提供一个逼真的具体工程情景，能更有效地提高他们独立的工程创新能力。“工程创新能力”有广泛的内涵，包括创造性思维能力（直觉、灵感、想象力、形象思维能力等）、自学能力（快速阅读、抓要点、查资料、演绎与推理、计算等），解决实际问题的能力（发现与抓住问题、分清轻重主次、权衡与抉择等），人际交往能力（书面与口头表达、辩论与听取、小组的组织与管理等）等等。学习者通过对一个个经过精心选择的案例的分析和研究，在反复的决策实践中，举一反三，由此及彼，经过不断对比、归纳、思考、领悟，建立起一套于自己特别适合和有效的思维与工作体系。这个缓慢而艰巨的自我参悟过程将带来工程创新能力的升华与质变。据统计，一个两年制的哈佛管理学研究生，在校间约可分析和研究600~700个大小案例。经过这种锻炼，他们的决策能力大大提高。在讨论中口若悬河，头头是道，见解精辟，语惊四座。美国大企业的高级经理中，哈佛硕士生比例颇大，这种锻炼不能说不是一原因之一。学校中传授的知识虽多，但大多是填鸭式的，局限于纸上谈兵，而在案例研究中悟出的有效工作体系，却能使人受用无穷，终生受益。“为将之道，存乎于心”。这种只可意会不可言传的独特财富，正是在案例研究中的宝贵心得。

其次，工程创新案例研究注重合作意识，有助于造就优秀的工程创新群体。在人们的心目中，理论科学家、数学家，常常是离群索居、孤芳自赏的怪杰，他们在象牙塔内做与笔和纸打交道的“游戏”。然而，工程创新绝对是“入世”的，它是集体活动而绝非个体行为。孤立的工程人才是无用武之地的，工程创新需要的是优秀的群体。

任何一个工程创新案例所展示的，都不可能是个人英雄主义的杰作，而只能中群体协作的结晶。就以我国“两弹一星”工程来说，毛泽东当年的批示就是：“要大力协调做好这件工作”⁽¹¹⁾，周光召说：“‘两弹一星’的研制成功是全国大协作的成果。”⁽¹²⁾路甬祥称，这是用“热血谱写的科学春秋”⁽¹³⁾。对两弹元勋邓稼先，杨振宁一往深情地说：“我想邓稼先的气质和品格是他所以能成功地领导许许多多各阶层工作者为中华民族作了历史性贡献的原因；人们知道他没有私心，人们绝对相信他。”⁽¹⁴⁾研读该案例，我们也情不自禁地象张劲夫所说：“让我们一起对为中国的‘两弹一星’事业作出贡献的所有科学家、科研人员、工程技术人员、管理工作、工人和解放指战员致敬！向为了这一伟大事业而献身的同志表示深切的怀念与哀悼！请历史记住他们！”⁽¹⁵⁾

另一方面，对案例的集体学习和讨论也有利于形成团队精神。工程创新案例不仅对学习者个人发挥了作用，而且能为学习集体提供一个共同的关注焦点，一个取长补短、互相启发的机会。人们就同一问题各抒己见，交流辩论，有助于智力激发，共同提高。案例迫使人人去思考。对于一个特定案例的最初感知，不同的个体很可能是不同的。因此，与他人一起讨论某个案例，就很可能将案例重新考察一遍。虽然这可能会延缓分析的进度，但结果常会使我们对案例有更深入、更全面的理解，并提出更好的解决办法。这就使学习者领略到“三个臭皮匠，赛过一个诸葛亮”的道理。

再次，借鉴工程创新失败的案例研究，对培养优秀工程人才的前瞻性思想具有重要作用。类似于预防性医学的概念，在工程创新案例中一大部分内容可以称作预防性工程。预防性医学提倡人们养成良好的健康习惯，预防疾病的发生，把未来对更大的医疗救治的需要降低到最低的程度。类似地，预防性工程试图对行为的可能后果进行预测，以此来避免将来可能发生的更严重的问题。

正如俗话“事后诸葛亮”所表述，工程教训通常仅仅是某事被忽略了或出错了的时候才获得。通过向工程学学生开展案例研究的形式，给他们一个“有准备的头脑”，能在出差错之前就会考虑防范问题。其实，美国工程及技术教育认证委员会（Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET）2000年就要求申请鉴定的工程学科应当展现出其毕业生能够在全球的和社情下理解工程的影响，并且具有与当前工程相关的知识。它还指出，学生必须拥有经济的、环境的、社会的、政治的和伦理的因素的“设计经历”。ABET采纳的就是一种预防性工程的思想。

就以我国特大水利工程黄河三门峡规划设计失误的案例来说，在《对“万里黄河第一坝”的反思》中作者提出应当从工程的社会维度出发，把三门峡水库放在特定的社会历史背景中，立足史料，全面考察三门峡工程与社会各种因素之间的互动关系^[16]。案例分析了导致工程规划设计失误的3条直接原因和社会环境因素：第一，对黄河水沙以及河床状况的特殊性和复杂性认识不足。第二，对库区耕地淹没和移民问题的严重后果估计不足。第三，对黄河流域水土保持工作效果的估计过于乐观。而当时我国的特殊社会政治、经济和制度环境则是导致失误的重要的社会环境因素。上述第一条直接原因正说明当年苏联专家无视我国历朝历代治理黄河的宝贵案例，把滚滚的黄河等同于静静的顿河。而我们在引进国外先进科学技术时没有结合自身的特点，为我所用。其实，对治理黄河的特点，考察其历史案例是必不可少的。这确实可谓“前事不忘，后事之师”！

最后，工程案例研究在全社会弘扬工程创新文化，对于引导青少年热爱工程、献身工程事业大有帮助。工程案例的一个重要内容是分析和研究工程大师及其工程伟业，如詹天佑与京张铁路、茅以升与钱塘江大桥，钱学森、邓稼先等与中国的“两弹一星”、王选与激光排版等等。研究他们为国家、为民族英勇拼搏的奋斗精神；宣传他们为社会发展、为人类进步作出的重大贡献；弘扬他们身上体现的时代精神和科学精神；总结他们的成败得失；阐述他们的命运、个性、事业等等。这对于认识工程师的重大社会作用，提高工程人才群体的社会声望，使工程师成为对大批优秀青少年有强大吸引力的职业具有现实意义。

在我国，长期以来对科学、技术、工程不仅没有正确区分，而且常常混为一谈。把实实在在的创新工程，如三峡工程、“两弹一星”工程、神舟飞船工程等等，统统视为科学成就。记载“两弹一星”研制史实的回忆录《请历史记住他们》副标题也是“中国科学家与‘两弹一星’”，工程师工作的性质和意义至今未能被社会充分了解和理解。由杜石然等编著、科学出版社出版的《中国科学技术史稿》包含了有关农业、制陶、水利、建筑、纺织、机械、军事等工程的历史考察，但将有关成就一并列入科学技术成果之中。近年完成的一部30卷本、2000余万字的巨著《中国科学技术史》（卢嘉锡总主编，科学出版社出版）也是如此。自古以来，中国工程师、能工巧匠的社会地位就相当低微，他们虽然创造了无数宏伟的工程大业，但留名青史的却寥若晨星。工程活动的创新性质和工程师的创新作用长期被低估。即使在当代，人们大多仍错误地认为技术不过是科学的应用，工程不过是技术的应用。科学家是发明者、发现者，而工程师不过是设计者、建设者。

事实上，在人才队伍中，相对于科学家、发明家、企业家等人才，工程人才数量是最多的。工程师、工人、管理者和投资者是四类最基本的人才，其中工程师是中坚力量，具有重要地位和作用。因此，无论是从理论上，还是在实践中，工程案例研究都肩负着时代的使命：让公众理解工程，让青少年一代向往工程师。

案例研究对于工程创新，无论是从理论上还是理论与实践的结合上，都具有重要的现实意义和长远的价值。正如殷瑞钰所说“案例研究可以成为直接沟通理论与实践的桥梁，它不但可以成为抽象理论的‘落实’过程，同时又可以成为实现理论‘起飞’的‘基地’”。^[17]限于篇幅在此不多分析了。然而，应该特别引起我们重视的是，在运用案例研究揭示工程创新的规律性方面，我国学者具有得天独厚的优势。我国是世界上历史最悠久的文明古国之一，拥有全世界最为丰富的工程活动的历史文献，较详细的文字记载就有2000多年。明清以来迅速发展的数量多达8000多部的地方志，提供了时间长达数百年，地域上几乎遍及全国的具体的资料系统。丰富的历史遗产，是我们开展工程案例研究的无价之宝。同时，由于这些散见于浩瀚古籍之中的工程实践记载多为建设实录，对工程创新中的实验观测少，定量分析不多，抽象概括不够。因此对这些史料的深入发掘和系统归纳，从中揭示出规律性的东西，既是我们责无旁贷的历史任务，又为我们的研究提供了广阔的用武之地。而今日之中国更是世界上工程实践最为丰富多彩的国家。我国当代的工程建设，从长江三峡工程、京沪高速铁路工程到神舟载人航天工程，无论数量、类型还是规模，在世界上都位居前列。对这些典型工程的案例研究，必将为工程创新研究作出有益的贡献。

（参 考 文 献）

- (1) 李伯聪. 工程哲学引论——我造物故我在 (M). 郑州:大象出版社, 2002.
- (2) 南同茂等. 自然辩证法案例教学 (M). 南京:河海大学出版社, 1989. 344-345.
- (3) 徐旭生. 中国古代的传说时代 (M). 北京:文物出版社, 1985. 153.
- (4) 马克思恩格斯全集(第32卷) (M). 北京:人民出版社, 1975. 541.
- (5) (6) 恩格斯. 自然辩证法 (M). 北京:人民出版社, 1984. 99, 45-46.
- (7) 钱学森. 关于思维科学 (C). 上海:人民出版社1986. 135.
- (8) 马克思恩格斯全集(第32卷) (M). 北京:人民出版社1975. 202.
- (9) 茅以升. 彼此的到达 (C). 天津:天津百花文艺出版社. 1998. 340.
- (10) 查尔斯等. 工程伦理——概念和案例 (M). 丛杭青, 沈琪译. 北京:北京理工大学出版社. 2006. 3.

(11) (12) (13) (14) (15) 科学时报社. 请历史记住他们——中国科学家与“两弹一星”. 广州: 暨南大学出版社. 1999. 21, 136, 1, 130, 47-48.

(16) 包和平. 对“万里黄河第一坝”的反思 (J). 工程研究——跨学科视野中的工程 (第二卷). 北京: 北京理工大学出版社. 2006. 243-252.

(17) 殷瑞钰, 汪应洛, 李伯聪等. 工程哲学 (M). 北京: 高等教育出版社2007. v.

(责任编辑 胡志强)

(收稿日期) 2009年1月26日

(作者简介) 徐炎章 (1949-) 男, 浙江丽水人, 浙江工商大学工商管理学院教授, 研究方向为技术创新与工程管理。



Copyright 2001 - 2009 中国科学院自然科学史研究所 All Rights Reserved

北京市海淀区中关村东路55号 邮编: 100190

电话: (010)-57552555