

- [31] Natalie G Wilson, Paul T Williams. Investigation into the potential of a novel superacid catalyst for the catalytic upgrading of pyrolytic bio-oil[J]. *Int J Energy Res.*, 2003,27;131~143
- [32] Elliott D C. Analysis and comparison of products from wood

- [J]. Elsevier Applied Science, Essex, 1985; 1003~1018
- [33] Anja Oasmaa. Quality improvement of pyrolysis liquid; effect of light volatiles on the stability of pyrolysis liquids[J]. *Energy and Fuels*, 2005, 19;255~256

Distillation Characteristics of Bio-oil and Its Application

Yang Xulai, Lu Qiang, Zhu Xifeng

(*Key Laboratory for Biomass Clear Energy of Anhui Province, Hefei 230026, China*)

[**Abstract**] Distillate from atmospheric distillation of bio-oil accounts for about 50 % by weight. Bio-oil can't be applied for requiring complete evaporation before combustion, but can be employed for atomizing combustion. The composition of bio-oil is complicated, phenols derived from lignin can be extracted by vacuum distillation or/and steam distillation. And the distillation method can also be used to improve the overall fuel properties of bio-oil such as stability, heat value, the pH value and so on.

[**Key words**] bio-oil; distillation; phenols; up-grading of bio-oil

(上接第 102 页)

Analysis of Theory of Architecture

Gu Mengchao

(*Chinese Society of Architecture, Beijing 100835, China*)

[**Abstract**] Starting with the analysis of the definition and concept of the theory of architecture, the framework of architectural theory and the filling theory innovation, the author gives his understanding on the framework of architectural theory with Chinese characteristics.

[**Key words**] theory of architecture; framework of architectural theory; starting point and finishing point of architectural theory; innovation in architectural theory

解析工程的本质

——兼论工程与科学技术的关系

黄正荣

(重庆建工集团九建公司,重庆 400081)

[摘要] 工程是指运用特定的相关的工程科学、工程技术和和管理原理,优化集成整合生产要素和资源,遵循必要的程序、设计文件、规范、规程和标准,在一定的约束条件下对自然进行改造所实施的建设(包括决策、设计、建造、评价)活动和过程,其最终成果是一个具备预定功能的“工程实体”。工程的本质就是各种利用和改造自然的群体性活动方式的总和。工程的基本特征有集成性、群体性、动态性和合约性。工程与科学技术的紧密关系反映了科学技术工程一体化,反映了工程与科学技术的融合、统一及互动作用。

[关键词] 工程;工程的本质;工程的特征;工程全球化;科学技术工程一体化

[中图分类号] N031 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2007)11-0115-05

1 引言

工程(engineering)活动是人类开发利用自然(包括地球的外层空间),依靠科学(science)技术(technology)理论和方法从低级向高级、由简单到复杂、从零散至集成改造自然的创新过程,即建造人工自然的实践活动,反映了人对自然的主观能动性关系。工程活动在满足人类生存和发展需要的同时,也必定注重人与自然的良性运行和协调持续发展,减小其对自然和社会的负面影响。工程是社会历史发展到一定阶段的产物,追溯工程史,从古代开凿运河、修筑长城、建造金字塔、兴建房屋……到当代建造现代化工厂、高层智能建筑、大型水利工程、高速交通网络、大型机场、海底隧道、能源工程、航天工程等等大型和特大型工程,各种类型的规模不同的工程在现代经济发展和社会现代化过程中有着越来越重要的地位和作用,可以说,工程建造的过程就是人类现代化的过程,离开了工程,就谈不上现代化。随着社会经济的发展,各种工程层出不穷,特别是当今大型和特大型工程急剧增多,大量的工程问题需要分析和研究,按照理论联系实际的原则,工程实践中

的经验和教训也亟待总结和汲取,对工程中一些带有规律性的东西,也要进行提炼和归纳,上升为理论,用以指导工程实践,减少和避免工程的失误。尤其是国内外工程史上发生的一些严重的工程失误和教训更应引起人们的高度重视并认真研究,以防患于未然,例如美国“挑战”号和“哥伦比亚”号悲剧、前苏联切尔诺贝利核泄漏、法国戴高乐机场工程事故、黄河三门峡水利工程、重庆綦江彩虹桥事故、中国体育博物馆、长江武汉干堤武清堤段豆腐渣工程、江苏铁本事件、国内浮法玻璃及电解铝等重复建设工程,等等。为此,对工程哲学研究、对工程领域和工程活动的跨学科(多学科)研究已开始受到国内外学术界和工程界的广泛关注。笔者拟从工程学的视角对工程的本质、工程与科学技术的关系作一解析。

2 工程的本质

2.1 工程的含义

由于工程与自然、科学、技术、产业、经济、社会、环境的联系十分密切,“工程”一词越来越广泛地应用于社会经济活动的各个方面,人们从不同的角度对工程进行分析和阐释。工程有广义和狭义之分,

[收稿日期] 2007-05-21

[作者简介] 黄正荣(1963-),男,四川宜宾市人,重庆建工集团九建公司高级工程师,一级建筑师

广义的工程包括社会领域的许多方面,如:希望工程、“五个一”工程、211工程、再就业工程、生命工程等。文章所言“工程”指的是狭义的工程,即工程学意义上的工程。关于工程的含义,目前比较有代表性的观点如下:

1)《现代汉语词典》中称工程是:土木建筑或其他生产、制造部门用比较大而复杂的设备来进行的工作,如土木工程、机械工程、化学工程、采矿工程、水利工程等^[1]。

2)美国工程和技术资格认证委员会将工程界定为:工程是通过研究、经验和实践所得到的数学和自然科学知识,以开发有效利用自然的物质和力量为人类利益服务的途径的职业^[2]。

3)中国科学院研究生院李伯聪教授从“科学—技术—工程”三元论角度定义工程是:科学活动是以发现为核心的活动,技术活动是以发明为核心的活动,工程活动是以建造为核心的活动^[3]。

4)中国工程院院士殷瑞钰先生认为:某一特定工程是由某一(或某些)专业技术为主体和与之配套的通用、相关技术,按照一定的规则、规律所组成的、为了实现某一(或某些)工程目标的组织、集成活动。……工程活动的核心标志是构筑一个新的存在物,在工程活动中各类技术的集成过程是围绕着某一新的存在物——即在一定边界条件下优化构成的集成体^[4]。

由此可见,尽管一些机构和专家学者对工程的概念作了较深层次的理解和表述,但还是显得不太全面和完整,值得商榷。

笔者结合多年的工程实践认为,工程是指运用特定的相关的工程科学、工程技术和原理,优化集成整合生产要素和资源,遵循必要的程序、设计文件、规范、规程和标准,在一定的约束条件下对自然进行改造所实施的建设(包括决策、设计、建造、评价)活动和过程,其最终成果是一个具备预定功能的“工程实体”。文章以土木建筑工程为例加以理清和阐明。

在工程实践中,特定的、相关的工程科学和工程技术及管理原理的应用,对不同类型的工程是有针对性的,而不是所谓笼统的科学和技术的运用,例如土木建筑工程所指的工程科学主要有材料力学、理论力学、结构力学、流体力学、工程测量学、房屋建筑学、水工学、土力学、项目管理学、工程经济学等。工程技术主要是指工程形态中的技术、工艺、方法和技

巧,它不是技术的简单堆砌,而是系统集成技术,是集成技术的综合应用,例如高性能混凝土、钢结构焊接工艺、预应力施工技术、大跨径桥梁悬臂浇筑技术、GPS定位技术、工程网络计划技术、盾构法、CAD设计与CAM制造技术、智能建筑工程检测、液压自动爬模技术、信息化标准技术、高边(切)坡防护、地下工程自动导向测量技术,防渗堵漏技术,等等。

生产要素和资源在土木工程中有:人力资源、材料、机械设备、资金、土地、信息、技术、管理等。

工程特别强调程序、设计文件、规范、规程和标准,这也是工程与科学技术最显著的区别之一。

约束条件主要包括:时间约束,即建设工期目标;资源约束,即资金、材料、设备等投入目标;结构安全和使用功能约束,主要是指质量目标和水平(如合格工程、优质工程),预期的生产能力等;费用约束,即成本或投资控制目标、效益指标;安全约束,即工程安全指标;环境约束,即环保目标。

工程的最终成果是“工程实体”,而不是思想、计划和方案。

工程实体要具备预定功能,比如说住宅要适宜居住,电厂要能够发电,大桥要能够通车,大坝要具备发电、防洪、航运等效能。

2.2 工程的本质

对工程本质的研究应当成为哲学和工程学的共同任务,工程学就是揭示和反映工程现象、工程本质、工程过程、工程活动运行规律的集成系统科学,是研究工程系统的结构与功能、工程系统要素相互作用机制、工程系统与自然、环境辩证关系的学问。

马克思主义理论告诉我们,人的本质是一切社会关系的总和。那么,工程的本质是什么?关于这个问题过去研究不多,无论是哲学界还是工程界,虽然各有不尽相同的理解,但目前还没有一个明确和统一的说法。

纵观工程史可以知道,工程反映的是人对自然的主观能动性关系,工程意味着人对自然有目的有组织的利用和改造,这种主观能动性关系是通过人的群体性实践活动表现出来,这一点它与科学技术不同,科学和技术有些是以人的个体性实践活动表现出来,有些是以人的群体性实践活动表现出来,而工程只能采用群体性活动方式。工程是人与自然、人与社会之间进行物质、能量和信息变换的载体,其核心是将二维变成三维、方案变为实体的建造

活动。在工程实践中,人在改造客观世界的同时,也在改造自己的主观世界,工程反映了人的主观能动性、与客观规律的统一。并且,与科学技术相比,工程改造自然的力度和强度更大、更彻底。

从科学、技术到工程,工程是最直接、最现实的社会生产力,工程无所不在、无处不有,大量建设起来的工程发挥着非常巨大的社会效益,可以说,没有工程活动,就没有经济和社会的发展,就没有人类的进步。工程的本质就是各种利用和改造自然的群体性活动方式的总和。

2.3 工程的基本特征

2.3.1 集成性 工程的集成性是指将工程系统的各要素如信息、技术、目标、物资、资金、方法等有机结合起来,通过要素整合,形成综合优势,使工程系统总体上达到相当完备的程度。如香港机场、吉隆坡双子塔、英吉利海峡隧道、台北 101 大楼、三峡工程、上海金茂大厦、青藏铁路等等许多大型和特大型工程就是工程要素系统集成的明显例子。目前美国工程界正在研究开发全集成与自动化工程项目处理系统(FIAPP),FIAPP 系统是当今国际上基于信息技术的工程项目建设的最高水平,它的思路是研究支持集成与协同工作环境的 IT 模型,该模型支持工程项目的全生命周期,以此模型为基础,完成工程项目建设集成与自动化(集成含义还包括人、机构、管理、资金等)。主要采用 IT 模型有:三维模型与模拟现实;数据交换标准化;数据中心设计与构建;全生命周期的数据管理;工程应用(含电子商务);基于 Internet 的 WEB^[5]。可以预言,21 世纪的工程就是系统要素全集成和自动化程度较高的全球化工程,其显著特征表现为要素全球流动(如工程全球招标、物资全球采购、信息全球共享、人才全球招聘)。

2.3.2 群体性 工程是通过“人的群体性实践活动”表现出来,单靠一个人是无法完成的,任何一项工程建设都需要大量的工人、工程技术人员、管理人员、后勤保障人员及相关人员等在项目负责人统一指挥下,严格分工和协作,大规模协同配合工作。工程强调组织和管理的的作用,对管理的要求更高、更严格,特别讲究团队精神和团队建设。工程凝聚了众多机构和人员的智慧、劳动和心血,例如,“曼哈顿”工程仅参与的科技人员就有 15 000 人,“阿波罗”登月工程参加者达 20 万人,三峡工程有近十万建筑大军参与建设,百万居民动迁。从群体性特征上看,工厂和工程一样也是群体性活动,但工程与工厂在生

产形态和方式上是有区别的,工程是一次性建造活动,最终成果即“工程实体”是固定的;工厂是重复性连续性生产活动,其产品是流动的。

2.3.3 动态性 工程是由物质要素和知识形态(也包括伦理)等构成的复杂系统,无论是从其发展过程,还是从工程系统本身看,工程都处于一个不断变化和发展的过程,从动态的活动过程中发挥工程的作用;也只有在活动的过程中,工程才能成为改造自然的力量。

工程是一个历史的范畴,是在人类社会实践产生和发展的,工程从手工劳作进到机械施工,从经验走向科学,由粗放转为集约,迄今为止大致经历了三个阶段。

起步阶段:这一阶段是从原始社会解体以来长达数千年的农业文明时期,人类有代表性的工程如古埃及的金字塔、古罗马的尼姆水道、古代中国的都江堰和万里长城。这些前人的杰作展示了人类的智慧,同时也展示了工程的成就,但所有这些工程几乎都还只是凭借人的手工劳动、个人技能、经验和直觉,缺乏知识性和科学性。

成长阶段:这一阶段是以 17 世纪资本主义工业的兴起和两次技术革命为标志,直至 20 世纪上半叶,工程活动广泛依靠如工程力学、电学、测量学、混凝土技术、机械技术等相关科学技术有目的地大规模地改造人工自然,创造出了人类自己生存发展的物质环境和条件,如工厂、电站、城市、公路、机场、铁路、码头、运河等等,从而极大地加快了人类社会经济发展的进程。

成熟阶段:以 20 世纪中叶电子计算机的出现为标志的第三次技术革命浪潮席卷全球,使整个社会的生产方式、交换方式、生活方式发生了根本性变化,也使工程活动逐渐进入成熟阶段。机械化及自动化施工手段、计算机信息技术、价值工程、项目管理学、空间科学技术、控制论、系统科学等在工程领域中的大量应用,使得工程活动真正跨入了现代科学技术和科学管理的轨道。这期间建造了一大批高层智能建筑、大型机场、炸山填海工程、大型水利枢纽、高速公路、跨江大桥、海底隧道、载人航天工程、火星探测工程等大型和特大型工程,拓展了人类发展和进步的空间,新世纪将迎来工程全球化。

工程系统本身也是一个非常复杂的动态过程,从方案评估、工程选址、项目决策、可行性研究、地质勘测、初步设计、施工图设计,到建筑施工、设备安

装、试运行、工程竣工、交付使用、项目后评价等全过程,工程都处于变化和发展的状态。这一过程始终都要对进度、费用、质量、安全、风险等进行控制,而且过程控制、主动控制对工程来讲是非常重要的,没有无控制的工程。工程实施过程中,由于工程内部因素的变化、工程外部原因如社会、经济、政治、法律、环境等的影响和制约,工程不可能始终按当初设想的方式按部就班进行,因此就必然要对工程目标、计划、方案进行相应的调整和优化,最终使工程实现质量优、安全好、费用省、工期短等工程目标,换言之,就是要达到“干一项工程,立一座丰碑、练一支队伍”。

2.3.4 合约性 现代社会是契约社会,很多经济关系、社会关系需要通过法律来调整和规范,以保持正常的社会经济秩序和良好的法制环境,合同关系也是一种法律关系。工程项目建设过程涉及到业主、投资商、承包商、分包商、咨询单位、设计单位、监理单位、政府职能部门、材料设备供应商及相关者(如运营商)等,工程参与者众多,他们是不同的利益主体,有矛盾有冲突,其关系是既对立又统一。为了有效实现工程总目标和子项目目标,各主体及当事人都要通过签定合同来明确双方的权利和义务关系,一般来说,工程所涉及到的合同数量较多,如一个大型工程各种合同可达数百上千份,需要加强合同管理,严格履行合同是保证工程顺利进行的重要措施。在当今社会,一个没有合同约束的工程活动(尤其是大型工程)其结果是很难想像的。

3 工程与科学技术的关系

科学技术与工程是人类认识自然与改造自然的两种形式和手段。科学技术的实质在于以发现和发明为己任认识自然,揭示自然运动客观规律并把主体对客体的规律性认识运用于变革自然的过程中,通过工程实施来改造自然,它主要是以知识的形态表现出来,是“思想和文献”。工程的实质在于在特定的相关的科学技术理论和方法指导下改造自然,建造人工自然,最终形成工程实体的活动和过程,它主要是通过物质的形态体现出来,是“行动和实体”。

3.1 工程与科学技术的联系

3.1.1 工程与科学技术,它们的目的一致 科学技术与工程无论是认识自然、改造自然,还是建造人工自然,其目的都是为人类的生存和发展需要服务,保

持可持续发展和改善人类生态环境。

3.1.2 工程与科学技术相互依存、相互促进、相互作用、相互渗透 在当今的工程实践中,这种联系更加紧密,你中有我,我中有你,已经达到了不可分割的程度。工程领域和活动需要科学思维、科学技术理论的指导和应用,没有科学技术理论的指导和应用,工程就不可能全面实现其目标,就很难建成建好,可以说,现代的工程凝结和会聚了相当的科技含量。反过来说,科学技术的应用又往往是以工程为依托的,离开了工程等实践活动,科学技术就成了无本之木、无源之水,科学技术理论和方法只有运用于工程等实践活动才能得到检验和发展,从哲学上看,这是一个认识和实践的辩证关系。从这个意义上讲,工程与科学技术密不可分,工程与科学技术的这种紧密关系反映了科学技术工程一体化,反映了工程与科学技术的融合、统一及互动作用。

3.1.3 工程所运用的是系统集成的工程科学技术

如前所述,在工程实践中,特定的、相关的工程科学和工程技术及管理原理系统集成的应用,对不同类型的工程是有针对性的,而不是所谓笼统的科学和技术的运用。应当看到,工程科学具体地研究基础科学和技术科学如何转化为生产技术、工程技术和工艺流程的原则和方法^[6]。以土木建筑工程为例,工程科学和工程技术在土木建筑工程实践中的应用,无论是勘察设计还是建筑施工、设备安装等,基本上是通过国家有关规范、规程、标准、施工组织设计及技术方案的工程“建造软件”来规范、约束和指导工程活动的,同时又是通过工程采用各种科技含量较高的先进的大中型施工机械设备、办公设备和测量检测仪器仪表等工程“建造硬件”来支持和保证的。

从工程门类划分,工程科学主要有:工程力学、土木建筑工程学、计算机科学、机械工程学、电力工程学、自动化科学、化学工程学、海洋工程学、生物工程学、农业工程学、水利工程学、材料工程学、宇航工程学,等等。

应当看到,工程科学技术是在大量的工程实践活动中产生和发展起来的,同时又需要不断地开展工程技术创新,推广应用新技术、新材料、新工艺、新产品,通过创新的集成科学技术来指导工程实践,以建造结构更复杂、功能更完善的工程。在工程应用系统集成技术方面,可以上海金茂大厦为例。金茂大厦位于上海浦东区陆家嘴金融开发区,大厦为多

功能超高层建筑,地下3层,地上88层,建筑总高度421 m,为中国第一高楼。该结构工程采用了国际上领先的系统集成技术即钢与混凝土组合结构技术,结构体系为带伸臂桁架的巨柱框架—混凝土内筒体系。外框架是由8根巨型钢骨混凝土柱及8根钢柱和钢框架梁组成,内筒为钢筋混凝土筒,筒内在纵横向各布置两道隔墙,形成9格形刚度很大的方形内筒。在第24~26层、第51~53层和第85~87层设置了三个层位的伸臂桁架。该桁架置于每层的巨型钢骨混凝土柱方向,以加强该柱与内筒的共同工作,增大侧向刚度、减小水平位移^[5]。这种组合结构发挥了钢与混凝土各自的特长,因此,具有刚度大、抗震性能好、节省钢材、降低造价、施工方便等一系列优点。上海金茂大厦还采用了超高泵送混凝土技术、建筑智能化系统应用技术等多种先进的系统集成技术。可以说,当代许多大型和特大型工程都是现代科学技术应用的结晶,是工程创新的成功典范。

3.2 工程与科学技术的区别

3.2.1 任务不同 科学技术的任务在于认识自然,发现和揭示自然的客观规律,通过技术发明、技术改进和技术创新,成为改造自然的手段和方法,科学技术主要解决的是“为什么”、“是什么”的问题;工程的任务是利用和改造自然,建造人工自然,提供工程物品,是以物化的形式表现出来,工程要解决的是“做什么”、“怎样做”的问题。还有,科学技术尤其是科学发现允许失败,但工程是不允许失败的,工程失败就意味着犯罪。

3.2.2 生产力性质不同 科学技术作为一种精神产品或知识形态,是“潜在的、间接的”社会生产力,它要通过转化并渗透到生产力的实体性要素中,才能成为现实的、真正的生产力,若不转化和应用,就不可能形成现实的生产力,比如现在有不少科技成果、专利除了晋职评奖外,就被束之高阁或锁进保险柜,发挥不了任何作用和效益,最后变成一堆文字垃圾;而工程则是物质形态和精神产品的统一,是“最现实的、最直接的”社会生产力,它能够迅速形成生产运营能力,产生巨大的社会效益,极大地带来经济的繁荣、社会的发展和人类生活方式的改善。

3.2.3 活动方式不同 前已论及,工程意味着人对

自然有目的有组织的利用和改造,工程的这种主观能动性关系是通过“人的群体性实践活动”表现出来,这一点与科学和技术不同,科学和技术有些是以“人的个体性实践活动”表现出来,有些是以“人的群体性实践活动”表现出来,而工程只能采取“群体性活动方式”,即工程大会战方式。

3.2.4 表现形式不同 科学技术是认识自然和改造自然的手段和方法,其改造自然的形式是“内隐的”,要通过工程等实践活动表现出来;而工程则是改造自然、建造人工自然的活动和过程,其改造自然的形式是“外显的”。

4 结语

综上所述,工程在现代经济发展和社会现代化过程中有着非常重要的地位和作用,工程与自然、科学、技术、产业、经济、社会、环境的联系也变得越来越密切,然而目前国内外对工程哲学、对工程的跨学科(多学科)研究都还处于一个较低水平,有很多交叉领域如工程辩证法、工程价值理性与工具理性、工程评价体系、工程结构和功能、工程系统分析、工程史、工程管理、工程美学、工程伦理、工程全球化、工程教育、工程与社会、工程失误与教训、工程与人、工程控制、工程安全等等一系列的课题亟待工程界和学术界联合,努力开拓和研究,加强工程研究的学科建设和人才队伍建设,开展国内和国际学术交流,构筑工程综合研究平台,奉献优秀的研究成果,为国家工程建设做出应有的贡献。

参考文献

- [1] 中国社会科学院语言研究所. 现代汉语词典[M]. 北京:商务印书馆,2002
- [2] 李大光.“中国公众对工程的理解”研究设想[A]. 工程研究[C](第2卷). 北京:北京理工大学出版社,2006
- [3] 李伯聪. 工程哲学引论[M]. 郑州:大象出版社,2002
- [4] 殷瑞钰. 关于工程创新与落实科学发展观的认识[A]. 工程研究[C](第2卷). 北京:北京理工大学出版社,2006
- [5] 徐波主编. 建筑业10项新技术(2005)应用指南[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2005
- [6] 黄孟洲,侯伦广主编. 自然辩证法概论[M]. 成都:四川大学出版社,2005

(下转第131页)