

工程和谐与工程创新的互动关系研究

何继善, 王进, 喻珍

(中南大学, 长沙 410083)

[摘要] 工程作为人类生存和发展过程中重要而复杂的实践活动,其管理实效的提升是确保社会发展的关键环节。当前工程活动中出现了一系列创新不足及不和谐的现象,如集成化创新度较低、事故频发等。提升工程管理实效,其核心在于工程管理者在完善工程和谐与创新的基础上,实现和谐与创新的互动发展。界定工程和谐及工程创新之后,提出和谐是创新的出发点和归属;反过来,创新是维持和谐的原动力,又是实现更高层次和谐的内驱力。和谐与创新的互动关系研究,有利于人类改变传统的工程创新观,追求工程组织内部、工程和生态环境的和谐,以符合可持续发展的需要。

[关键词] 工程管理;和谐;创新;和而不同

[中图分类号] C93-05 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2008)12-0004-06

1 前言

工程是人类生存和发展过程中重要而复杂的基本实践活动。随着科学技术的不断进步,工程活动愈加频繁,规模也更加宏大。工程在不断改变人们物质生活面貌的同时,也带来一系列突出问题,如创新意识不强、集成化创新度低、事故频发、污染严重等。因此,有必要树立新的工程观,以符合当今社会发展的两大主题——和谐与创新。

工程和谐与创新具有不同概念属性,分别代表精神世界与物质世界。两者存在极强的互动关系,主要体现在:人类通过工程活动改造自然界是一个漫长的“上升”过程,在这一“上升”过程中,工程创新增加工程和谐的可持续性,工程和谐为创新提供环境保护,有利于实现更高层次的和谐。目前,国内关于工程和谐、创新的单一研究较为广泛,涉及工程伦理、技术创新和制度创新等方向。和谐与创新结合的研究,则大都来源于科学技术哲学领域,主题有绿色技术创新、技术创新伦理、生态化技术创新和创新与人的发展等。这些研究取得了显著成果,但尚未涉及工程领域,且对和谐与创新的互动关系研究

不够深入。因此,有序地开展工程活动,保障工程和谐与创新呈现互动发展的上升趋势,不仅可以促使人们全面、正确地审视工程创新的社会功能,还有利于人类转变传统的工程创新观,追求工程组织内部、工程和生态环境的和谐,以符合可持续发展的需要。

2 工程和谐与工程创新的界定

2.1 工程和谐的界定

西方传统和谐观体现出对外部世界(如宇宙、自然、数等)进行理性分析的能力,中国传统和谐观则较多孕育着对内部世界(如人身、人心等)进行精神整合的因素。中西方学者有着不同的和谐视角,折射出各自社会发展的历史轨迹,并成为未来社会发展的价值观基础,但他们均认为和谐的本质是整体的统一性和完满性。和谐是事物存在和发展的普遍规律,强调世界万事万物都是由不同方面、不同要素构成的统一体。在工程的背景下,也应如此。工程作为由多因素构成的综合整体^[1],具有复杂性的特征,即工程各要素间属性差异很大;参与方利益诉求不同;人与自然的差异也随人类活动能力的不断扩大而发展。鉴于此,可以将工程和谐分为工程各

[收稿日期] 2008-10-13; **[修回日期]** 2008-10-20

[基金项目] 湖南省社会科学院暨长沙市社科规划办社科研究课题(200820);湖南省软科学项目(2008ZK3144)

[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、博士生导师,研究方向为工程管理

要素间的和谐、工程利益相关者间的和谐和工程与自然的和谐三个部分。只有达成此三部分的和谐,工程作为人类改变命运的方式,才能实现它最初的战略目标。而达成和谐的关键在于有效协调和控制工程各方面因素渗透的质、量、方向和强度。本研究认为工程和谐是工程活动发展度、协调度和持续度的统一(见表1)。

表1 工程和谐的定义

Table 1 Definition of engineering harmony

		属性	表征	举例
工程和谐	发展度	数量	动力	发展能力、发展潜力等
		概念	表征	
	协调度	质量	公平	人均利益占有的公平度、资源共享的代际公平、公平参与度等公平表征
		概念	表征	
	持续度	时间	效果	工程活动对生态环境的支持力度、当代与后代利益分配的均衡等效果表征
		概念	表征	

2.2 工程创新的界定

工程创新是创新的主战场^[2],主要体现在时间、内容、程度三方面(见图1)。从时间上看,工程活动的典型特征是创造一个世界上原本不曾存在的事物,从产生构想到最终形成工程实物,蕴涵着一系列创新。参照工程活动的三个阶段,将工程创新分为决策创新、实施创新和运营创新。从内容上看,不同领域的工程其创新的基本表现和具体特点是有差异的;就算在同一领域中,每项工程也会因为特殊的初始条件、边界条件和不同的目标要求,导致工程创新的差异。这也决定工程创新是工程活动的一种普遍属性,它包括材料、计算理论、工艺、检测方法和管理模式创新五方面的内容。从程度上看,工程创新的技术含量各有差别。工程发现应属于塔尖层次的



图1 工程创新的定义

Fig. 1 Definition of Engineering Innovation

创新,塔尖下面还有方法、技术原理、技术集成和技术应用等基层创新。

准确地把握工程创新,还需区分它与技术创新的不同。熊彼特最先确立创新的概念,并认为技术创新是指新产品和新工艺的引入。与技术创新相比,工程创新则是一个新近提出的概念。当工程只是在技术层面进行简单复制时,工程创新往往与技术创新无关。而在大多数情况下,工程创新既要进行组织创新,又要进行技术创新,这时,工程创新成为技术创新和组织创新的统一体。如青藏铁路的建设,需要在全新科学和技术基础上,创造性地解决当地动植物的生存问题等。

3 和谐是创新的出发点和归属

科技创新与工程创新的相互促进与协调开启了现代社会生产力发展的新篇章。部分创新成果带来价值增值的同时,却没有被人类很好地利用,导致创新效果大打折扣。因此,需要兼顾“基于和谐的创新”、“和谐地进行创新”及“为了和谐而创新”三方面,以使创新达到的综合效益最大化。

3.1 和谐是创新的背景

创新是工程发展的根本动力,而和谐是工程发展的基本要求,也是创新所必备的环境和条件。一方面,工程的一次性、不可逆性等特征决定工程创新与科技创新不同,它只容许成功,不容许失败;另一方面,工程创新具有内在的不确定性和由此导致的创新过程中的高风险性。因此,工程创新的环境应具有足够的弹性和柔性,以适时做出变化和调整。和谐恰恰符合上述要求,它是一种吐故纳新、内外贯通、永葆活力的秩序,通过自我否定,获得不断发展的动力;同时也是一个不断开拓创新、积极进取的系统,它通过自我更新,获得永续创新的助推力。具体来说,工程和谐主要体现为以下三方面:

1) 组织载体应是包容的。工程创新应具备一个包容的组织载体,这是由工程创新的多元性决定的。工程创新的多元性不仅集中体现在不同学科、学术背景人员间容易迸发出创新的思维火花,还体现为创新来源的多样性和创新内涵的丰富性。因此,组织载体的包容性所蕴涵的一股团结的力量、一种关怀的责任,正是提供这种保障的源动力。具体体现为以下两点:a. 可通过合理安排激励制度、鼓励公众参与等包容性措施来促进和谐,把组织内驱力转化为现实物质形态的生产力;b. 组织会因为包

容带来的良好声誉,使其创新成果受到更高的青睐。在此互动发展的过程中,组织成员的忠诚度和工作效率将不断得到提升,进而实现良性循环。在纺织行业,中国纺织工程学会通过设立“陈维稷优秀论文奖”,推荐提名中国工程院院士、中国青年科技奖候选人和国家科技进步奖候选项目等措施,对科技创新人员进行表彰,最终成为科技创新的助推器。反过来,获得业务咨询的纺织企业,其核心竞争力和创新能力都得到大幅提高。

2)利益相关者间抗衡力应成为一股和谐的力量。工程活动中,涉及众多利益相关者。各利益相关者的利益诉求不尽相同,且大多存在将自身利益最大化的倾向。要确保工程创新产生,各参与者应具备一种共识和期望,即在创新带来新价值增值的同时,创新成果能得到合理的分配。当前工程创新中,创新人员能级不匹配、报酬与风险不对应等问题较为突出。工程主体应充分利用法律准则、行业公约及各利益相关者间的相互信任,来孕育和谐。尤其应制订和谐的价值分配机制,使其与各参与方的可能贡献度及承担的风险相匹配,以缓解创新可能带来的损害既得利益者利益、破坏原有组织结构平衡等现象产生的负面影响。这样,具备较高满意度的各参与方才可能通过有效制衡,形成一股和谐的力量,进行工程创新。反过来,创新成果绝对数量的增加,也将使各参与方对分配机制的关注度降低,各方利益的诉求也更容易实现。

3)工程中各行业的发展应相互平衡。工程各行业在供求、技术,尤其是创新方面的相互关联性,客观上要求行业发展必须相互协调,连锁互动。很难想象如果没有信息工程的创新,采矿、运输、安全等工程的发展将停留在哪个阶段;没有生物工程的创新,医疗、发酵工程的发展将受到何种限制;没有能源与矿业工程的创新,工业、材料工程的发展将滞后到何种程度。因此,要使工程创新的综合价值最大化,应首先保证科学基础理论、技术应用等的创新;其次应建立开放式的和谐网络,均衡各行业发展的速度,在和谐背景下,将产品或服务的“蛋糕”做大,再根据事先规定的规则来共同分享此“蛋糕”。换言之,应把工程内部各行业的创新结合起来,构建共赢创新网络,尽可能地相互借鉴创新成果,以充分利用创新成果的放大效应,促进各行业创新齐头并进,实现全人类的共同价值。

3.2 和谐是创新的原则

在科学技术的发展史上,弗洛姆曾一针见血地

指出:指导近现代技术管理的两条原则是“凡技术上能够做的事都应该做”和“最大效率与产出原则”,这实质上就是唯技术而技术和唯经济原则。这两种原则在当时起到了较大的指导作用,但已不适用于当今社会。它不仅导致市场、政策等因素不能成为创新的驱动力,并最终导致创新过程中对人类存在价值的忽略。本研究倡导“唯和谐而创新”的原则,即兼顾创新的各种特性,来制订确保工程和谐的原则。

1)创新的市场性使其应体现效率与竞争的原则。创新=新+市场价值^[3]。这一观点表明工程创新具有市场性的特点,没有建立在市场基础上的纯粹技术突破不属于创新。市场实现程度是判别工程创新成功,决定工程和谐实现的基本标准。一味注重技术,将导致工程产品功能多而复杂,难以直接应用,或对新产品投入过高而产出不足。例如,与传统材料相比,建筑材料的创新使用(充分利用地方原料、固体废弃物和各种工业废渣作新型墙体材料、道碴等)无疑更具竞争性和优越性。这时,不仅产品本身成为一种价值,创新成果得以在其他领域(如土木工程、采矿工程等)推广,产生新的经济效益,为新的团队所分享;同时减少了工业垃圾,使人居环境得以改善,工程与自然的关系更为融洽。

2)创新的高风险性使其应体现公平的原则。创新过程和因素的偶然性和复杂多变性,必然导致创新结果产生众多风险。与科学、技术不同,工程是一次性的,它的高风险性主要体现在工程创新的失败无法弥补。尤其当面临科研能力不足、科研管理失效、激励机制不强等因素时,工程创新将走向失败。因此,风险性的规避是确保工程创新成功,保证工程和谐的关键。要使工程主体在高风险的情形下依旧进行创新,就必须严格把握公平的和谐原则,建立健全创新管理体制,增加经费的投入,以确保风险分担与利益分配相均衡、与各方参与程度相对称等。

3)创新的外延性和关联性使其应体现人本性与社会性的原则。工程创新的外延性、关联性决定创新应朝着人文关怀与生态关怀的向度发展。外延性,即非占有性,是指工程创新的外部效果整体上只能属于全社会,而不能被个人或企业所独占。关联性是指工程创新活动和其他生产活动的协调关系,同时与外部相关环境的匹配性。外延性、关联性的良好体现是确保工程创新成功,保证工程和谐的最佳准则。试想,如果黄伯云在材料工程上的创新成

果,只为他个人或其所在单位占有,那么这项国家斥资的工程创新活动将很难保持和谐;如果他及其团队成员在从事这项创新活动时,不能兼顾到各自的家庭和其他工作,想必他们也不能专心从事创新活动,取得成功。因此,工程创新应体现人本性和社会性的和谐原则,不仅要适应自然界的发展,还要适应人类社会的发展,如关心人的价值、尊严、平等、自由和长远发展,满足人的心理和生理等各方面的需要。

3.3 和谐是创新的目的

工程创新应是一种开放式创新,更为强调和谐发展、共赢未来。爱因斯坦就曾指出:关于人的本身,应当始终成为一切技术上奋斗的主要目标;关心怎样组织人的劳动和产品分配这些未解决的重大问题,用以保证科学思想的成果造福于人类,而不致成为祸害^[4]。这一思想揭示了科学技术与人文精神结合的重要性;同时指出科学技术作为人的工具是中性的,工具对人与环境产生了什么样的影响,完全取决于使用工具的人。正如哈贝马斯所言:科学技术的合理性本身就是控制的合理性,即统治的合理性^[5]。因此,工程创新作为改造自然的重要手段,不能局限于为创新而创新,而应设法实现和谐。显然,没有人会认同“为了解决人口问题在人口稠密的地区放原子弹、做核试验”,虽然这一过程还是讲究创新和方法的。

工程创新的演进已融入社会各系统的相互作用中,而其对人类生活的影响却呈现出两面性。工程创新以正面姿态出现时,将促进经济增长、社会发展、资源节约和生态保护;反之,则将出现科技异化现象,诸如资源过度消耗、环境破坏、物种灭绝、能源危机等。这些善或恶的创新现象,是人们对创新的选择和运用的结果,它负载着价值的、伦理的、社会的和文化的诸多因素,已非创新本身。真正的工程创新究竟是作为生产力还是破坏力,取决于掌握、应用创新的人。通常情况下,导致创新带来危害,不能达成和谐的原因主要基于两方面:第一,人们的思想意识和经济利益直接导致创新的价值负载,如诺贝尔发明的炸药被人类大量用于战争,化学剧毒物(沙林)被日本奥姆真理教徒用来残害无辜;第二,人类有时很难正确意识到进行工程创新可能带来的危害,等到发现时往往已经产生了一些不和谐的现象。举例来说,用户享受氟里昂作为冰箱制冷剂带来便利的同时,尚未获知其对生态系统的危害,当意识到问题后又难以放弃对氟里昂的使用。在这一问

题上,人类将坚持对制冷剂的创新,研制非氟里昂制冷剂,以达到创新的目的——和谐。

处于自然状态的河流经常会泛滥成灾,人们利用水利工程等进行研究和预防,不但可以遏制水灾,还可以充分利用水流造福人类,实现和谐(见图2)。

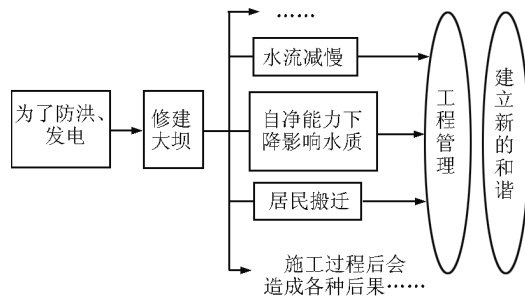


图2 和谐是创新的目的
(以在江河上修建大坝为例)

Fig. 2 Harmony is the purpose of innovation
(take building the dam on the river as an example)

4 创新是维持和谐的原动力,又是实现更高层次和谐的内驱力

和谐包含两方面的基本内涵:一是发展,二是稳定。从一个和谐发展阶段向另一个和谐阶段的过渡,正是创新的过程,即创新是维持和谐的原动力,又是实现更高层次和谐的内驱力。

4.1 创新促进和谐的构建

目前,人类开始对资源匮乏、环境污染、生态失衡等弊端进行理性反思,试图从与自然对抗走向和解。工程创新正是实现这一转变的最佳途径,这可以从以下三方面进行阐述。

首先,创新是人类创造和共享各种资源的基础,也是不断增强人类和谐的动力。农业工程的创新,如超级杂交稻、杂交玉米、转基因抗虫棉等,为人类的生存问题奠定了基础;医药工程的创新,如重大传染病的防控技术、优生优育等,是人类生命活动顺利、高质延续的关键;能源与矿业工程领域的创新,如大型水电设备、节能减排应用技术、新能源的开发利用等,围绕人类生活质量的改善做出了巨大贡献。除此之外,工程创新还通过带动、促进创新体系与工程队伍的建设、努力营造宽松和谐的氛围、建立竞争向上的发展理念等来促进人与人之间的和谐。

其次,创新是实现与其他国家和谐共处的关键。良性的工程科技,尤其是高科技类型的国家重大工程(如尖端武器系统、航天工程)及其导致的经济竞

争博弈,不仅是国家各自发展的动力之一,还是促进世界和平的基础。例如,继美国之后,中国、俄罗斯等国研制核武器的成功,使得控制核武器的使用成为可能。因此,在建设科技创新型国家的背景下,不断进行工程创新,才能与其他国家相互制衡,更好地融入国际主流社会,在和谐共处中实现各方利益的共赢。

最后,创新推动经济社会向资源节约型、环境友好型社会转变,以实现人与自然的和谐。只有依靠创新,如关注人类活动对自然的影响、生态系统持续管理等方面,才能提高资源的综合利用率和生态环境的承载力,同时实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。

4.2 创新加速和谐的完善

正如巴斯夏(1850)所认为的,和谐并不意味着完美,而意味着改善^[6]。工程创新一方面将人类从单调重复的繁重劳动中释放出来,以自身发展作为生活的目的,实现人类的自由。反过来,只有在自由的社会中,人类才能有所发明,并且创造出文化价值,使现代人生活得更有意义^[7]。另一方面创新则抑制人类的自由个性发展,使人类丧失对自由的追求以及批判、否定的精神与能力。创新带来的技术进步提供了越来越多的商品,制造了另一种生活方式,让人们沉醉于商品消费中体验幸福。过去人们会因为自己喜爱的水果,而对丰收季节有一份渴望和喜悦,但保鲜技术及基因技术的兴起不仅导致此意义消失,还可能改变人类的生物学属性;信息高速公路、地理信息系统等的发明,使资源共享成为可能,却给人类的交往模式带来了翻天覆地的变化。人们关注于电脑、电视和电子游戏等,却缺少面对面的社交活动。正如麦克卢汉所说,我们塑造了工具,此后工具又塑造了我们^[8],打字的工具和技术驱逐了人,破坏了人与人的正常交往。从这个角度看,自然本身是有限度的,有时保持某种限度的存在,反而能带来总体上的和谐。

总的来说,衡量创新带来的绩效是有难度的。应充分肯定创新能通过拓宽人的视野、深化人的认识、升华人的精神境界,使人类在追求真理的过程中,尊重实践、坚持理性质疑、鼓励竞争合作、加速知识的传播和成果的扩散,以期完善和谐,但不能完全下结论说创新能带来完美的和谐。

4.3 创新推动和谐的永续

在创新创造的和谐环境下,工程内部各要素构

成逐渐趋于合理,要素间的匹配程度不断提高。进而,工程协同优化和适应的能力也将得以提升。但该现象只会在一段时间内持续,人类新一轮的需求将衍生出新的创新技术。社会文明发展的历史表明,重大科学技术创新往往引发认识论的革命。但是,工程创新的价值不仅仅局限于认识论的范畴,创新带来人类世界观、价值观和发展观发生革新的同时,也使某一科学领域的知识结构、人类生产和生活方式产生根本性的变化。20世纪中后期以来,创新就在现实生产力方面有了明确的体现,并催生出一系列新的创新技术,如建立在以DNA测序和生物信息学等理论上,人类成功绘制出基因图谱。不仅满足了人们对健康的追求,还带动了21世纪生物产业的迅猛发展。

不断进行工程创新,必然带来永续的和谐。和谐得以永续发展的速度和加速度取决于工程创新力的合力。创新力是一个描述各种工程创新能力的矢量概念,它们的方向并不一定都同和谐永续发展的方向相一致。即推动和谐永续发展的创新力合力不仅取决于各个创新力的大小,还取决于这些创新力与和谐发展方向间所成角度的大小。

5 结语

当前,我国正提倡建立创新型国家和和谐社会,这表明和谐、创新对我国社会发展的重要性。传统的工程创新,只关注效率的提高和利润的增长,极少关注各参与方向及工程与自然的和谐。在此基础上,深入研究工程和谐与创新的互动关系,大有裨益。从和谐是创新的背景、原则和目的,不难得出和谐是创新的出发点和归属,而创新是维持和谐的原动力,又是实现更高层次和谐的内驱力,可以从创新促进和谐的构建、完善和永续三方面加以审视。

参考文献

- [1] 杜澄,李伯聪.跨学科视野中的工程[M].北京:北京理工大学出版社,2004.2
- [2] 杜澄,李伯聪.跨学科视野中的工程[M].北京:北京理工大学出版社,2004.23
- [3] Gertler M S. Tacitness and the Geography of Context[J]. Paper presented at the Annual Meeting of the Association of American Geographers in New York,2001
- [4] 许良英,赵中立,张宣三,编译.爱因斯坦文集(第3卷)[M].北京:商务印书馆,1979
- [5] 陈学明,吴松,远东.哈贝马斯论交往[M].昆明:云南人民出版社,1998

[6] 弗雷德里克·巴斯夏. 和谐经济论[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1995

务印书馆, 1976. 119

[7] 许良英, 范岱年, 编译. 爱因斯坦文集(第1卷)[M]. 北京: 商

[8] 埃里克·麦克卢汉, 弗兰克·秦格龙. 麦克卢汉精粹[M]. 南京: 南京大学出版社, 2000. 407 - 410

Research on interaction between engineering harmony and engineering innovation

He Jishan, Wang Jin, Yu Zhen

(*Central South University, Changsha 410083, China*)

[**Abstract**] Engineering is an important and complex activity during the process of human survival and development, and to enhance its management effectiveness is the key to ensure social development. The current engineering activities appears a series of discord and lack of innovation, such as less integrated innovation, frequent accidents, and so on. The core of enhancing the effectiveness of engineering management is that the manager can achieve interactive development of harmony and innovation on the basis of perfecting engineering harmony and innovation. It defines engineering harmony and innovation, and then proposes that harmony is the new starting point and final goal of innovation; conversely, innovation is the motive power for the maintenance of harmony, and the drive for achievement of a higher level of harmony. Research on interaction between harmony and innovation is conducive to change our traditional view of engineering innovation, pursuit the harmony in inner organization and harmony of engineering and ecological environment and meet the needs of sustainable development.

[**Key words**] engineering management; harmony; innovation; harmonious but different