

工程思维研究的现状与展望

衡孝庆, 魏星梅

(江苏工业学院 科技与社会研究所, 江苏 常州 213016)

摘要:工程活动的特殊性决定了工程思维的存在。目前工程思维研究的主要聚焦于三个方面:工程思维的内在结构包括工程设计思维、工程实施思维和工程消费思维;工程思维的外在功能主要体现在创造功能、理性化功能和标准化功能;工程思维在现实活动过程中表现出具备综合判断和选择的能力、面向对象性、复杂性、系统性以及非线性等特征。

关键词:工程;工程思维;现状;展望

中图分类号:N031 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-9753(2009)07-0090-05

一、引言

从目前对人类思维的研究成果来看,对思维方式和方法的划分标准多种多样:有理性思维与感性思维的划分;有形象思维、灵感思维与抽象思维的划分^[1];有神话思维、常识思维、理论思维的划分^[2];有实体思维与虚体思维的划分^[3],等等。早在 20 世纪八十年代,我国著名学者钱学森就提出建立思维科学的构想,认为探讨思维的规律和方法是人类知识发展的必经之路,并且对思维科学的基本原理、理论体系、结构框架提出了自己的设想。^[4]人类的思维活动除了具有一般性的普遍原理之外,还应该有很多特殊的思维活动和特殊的思维方式,因为在千变万化的现实世界中,人类的思维方式并不是一成不变的,特别是相对于人类的各种理论和实践活动而言,其思维方式在不同的领域都各有特色,而工程思维就是其中的一种。所谓工程思维,顾名思义,就是人们在进行工程活动和工程研究过程中所形成的独特的思维方式,有人把它定义为“专业层次的筹划型实体思维”^[5]。从目前的研究现状来看,尽管提出工程思维概念,对工程思维进行研究和讨论的时间还不长,参与的学者还不多,但是已经取得了一些成果,其中主要内容可以归纳为以下三个方面。

二、工程思维的内在结构

工程活动是一项复杂的系统性活动,各种各样的工程活动有着各自的特点和独特的内在结构。但是不论多么纷繁复杂的工程活动都必须经历涉及规划、建设实施以及消费使用三个阶段。从这个意义上看,可以将工程思维的内在结构简化为以下三方面:

工程设计思维。工程设计的主要任务是完成工程建设的准备工作,主要内容包括立项、可行性分析、

收稿日期:2009-06-29 修回日期:2009-07-07

基金项目:江苏省教育厅高校哲学社会科学基金资助(项目编号:08SJB720003)

作者简介:衡孝庆(1970-),男,安徽蚌埠人,江苏工业学院科技与社会研究所副教授,博士,主要研究方向:科技管理、科技哲学、科技社会学。

融资、设计、决策、风险评估、招标、授标等。从经济学的角度看,这是一项工程经济效益如何的关键性步骤,因为后面的所有行为都只不过是工程设计阶段的构想的实施。这种思维面临的是潜在可能性与现实可行性的转化契机,寻求工程理想与工程实在两者间矛盾的解决。包括对工程目的和实现途径的思考,设计中的决策运思,工程生态环境之思,设计中的美感之思以及设计中的工程合理性思考等^[6]。

工程实施思维。工程交往视野中的工程实施过程包含几个层面的整合与重构:一是思维方式的重构,工程设计阶段的思维侧重于创新性,但是在常规性、稳定性、安全性、可控制性等方面则是工程建设阶段的必备条件,因此在工程实施过程中必须从这几个方面来进行修正,使之适应实际的要求;二是使用价值的重构,工程设计阶段的技术只是“关键技术”,更广泛的用途需要由工程实施方来发现,一方面,作为工程技术的应用者,他能在解读技术文本时发现它新的使用价值意义,另一方面,作为工程消费者的代言人,工程建设者还必须在考虑技术产品新工艺使用价值的同时考虑它的外观与造型、使用方便与灵巧等等方面,以此来打动工程消费者;三是规范的重构,工程活动两个阶段的游戏规则不同,工程设计共同体是创新型范式,产业共同体是常规型、规模型范式,二者之间以工程这一中介客体为通约的媒介;四是心理的重构,工程设计共同体的心理结构是由高智力资质、创新取向和激励的情感氛围构成,而工程建设共同体则要求常规智力资质、守恒取向或稳定性取向和高效率、规模化的竞争性氛围。

工程消费思维。当某项工程竣工时,它的价值还只是潜在的,只具有可能性意义上的价值。如果建成的工程不能进入消费阶段,那么这项工程的价值就是没有实现的价值。在马克思看来,“一条铁路,如果没有通车,不被磨损,不被消费,它只是可能性的铁路,不是现实的铁路。”“一间房屋无人居住,事实上就不成其为现实的房屋。”^[7]

工程成果的消费过程也是工程消费交往共同体解读和重构工程成果的过程,这一过程的实现需要具备几个条件:首先是效用优化选择的心理支持。社会公众消费工程成果的根本原因是因为工程成果比原先的效用即使用价值更好,即效率更高、功能更多、外观更美等。效用优化是公众选择的第一原则。其次是市场竞争的压力。工程成果消费的竞争是需求(生理、社会、心理)不断上身的过程。在追新逐异已经成为时尚的社会,大众很难不为所动。于是,工程成果在社会中成为上流社会、精英阶层的专用品,它获得了类似“图腾”和“封建纹章”般的社会地位。大众对工程成果的时尚的认同,使之不仅具有了高度的合法性,而且在造就马克思所说的“商品拜物教”,而主体的社会分层正是因对新的工程成果的关系而分化的。第三是大众检验。大众的实践检验是终极的、最常规的、最广泛的和最持久的检验。在检验过程中,工程消费公众从终极需要的角度会对工程成果的设计要求、效能、性能、简便型、安全性和可靠性等提出自己的修正意见,这正是解读者的眼光。与此同时,消费者在观念上已经重新解读了知识,重构了工程。第四是常识性重构。工程成果进入消费社会,就进入了常识圈。它需要的是与市民社会的常识心理资质相协调,或者成为新常识。创新的技术或工艺成为新常识。大众心理结构、经验结构对技术产品起着习惯的评价和心理选择的作用。第五是大众日常语言的重构。工程成果的话语体系,尽管由工程建设交往共同体给予了包装,但是还必须由大众语言再度包装,才能真正进入消费社会,建塑起形象,或成为公众心理中追求的目标,或成为公众拒斥的对象。

三、工程思维的外在功能

泛泛而论,工程思维的主要功能就是实现工程目标。在具体的实现过程中,在不同的工程活动阶段、不同的工程活动领域内,工程思维又会表现出各种具体的功能,其中主要包括以下三方面:

工程思维的外在功能的第一个方面是创造性。工程活动很大程度上就是要建造或建构自然界中不存在的东西,或者称之为具备“造物主题”^[8],因此,创造就成为工程活动的首要的外在功能。工程思维是使此在(dasein)摆脱当下的生存状态,不甘沉沦而面向未来的筹划、设计的思维活动,它以创造新的存在形式为目的和结果。人类在不同时代的工程活动中创造了我们所处世界的新的存在形式,将人类思维理想刻印在新的物质实体上。随着科学技术日新月异的发展,人类工程活动的规模不断宏大,工程成为实现设计理想的最基本的物质实现手段,见证了被恩格斯誉为“地球上最美的花朵”之思维硕果。

工程思维外在功能的第二个方面是理性化,理性是现代工程活动的基本信念之一。从理论上说,对理性的理解有广义和狭义之分,狭义的理性就是通常与经验主义相对应的理性主义(又称为唯理论)中的理性,广义的理性则泛指人类的认识、思维、论证等能力,包括经验在内,与情感、欲望等非理性相对应,工程思维中的理性指的是广义的理性。工程活动需要科学、技术等各种知识或认识的支持,因为工程活动所面对的对象是客观物质世界,工程活动过程的实质就是将对客观物质世界的理性认识转化为现实的改造行为的过程。在改造活动的过程中,必须将工程对象进行科学的认识还原、技术的操作性分析,将自为状态下的工程对象转化为符合理性要求的改造目标。也就是说,在工程思维的作用下,外在的杂乱无章的客观世界被内化为理性秩序的工程蓝图,然后建构出符合理性要求的工程目标。

工程思维外在功能的第三个方面是标准化,现代化的分工使工程活动中的工种、产品和产业相互分离,进而可以按照理性的分析要求进行标准化。国际标准化组织(ISO)认为标准“是由一个公认的机构制定和批准的文件。它对活动或活动的结果规定了规则、导则或特性值,供共同和反复使用,以实现在预定领域内最佳秩序的效益。”^[9]

而为了在一定的范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在问题制定共同的和重复使用的条款的活动,就是标准化(Standardization)^[10]。它包括制定、发布及实施标准的过程。标准化的重要意义是改进产品、过程和服务的适用性,扩大技术应用范围,促进技术合作,加速技术的扩散与传播。用标准化的知识培育标准化的劳动者;用标准化的规范约束标准化的工程过程;采用标准化工具和设备,实施标准化行为,生产标准化的产品。

四、工程思维的特点

从现实性上来看,工程活动既有科学、技术的因素,又有日常社会生活中其他各种活动的因素,其本身就具有一些与其他各种人类活动不同的地方。与此相应,工程思维也有自身的特点,具体表现在以下四各方面:

首先,从思维类型学的观点来看,根据“科学——技术——工程”复合系统的内在结构,对工程思维的认识可以从其与科学思维和技术思维的区别方面来理解。与一般的科学与技术活动相比较而言,工程活动面对的不是唯一客观存在的事实或现象,不是去寻求一个唯一解或最优解,而是要面对更多的可能性,需要根据规划与设计的目标,即目的性预期来进行选择,从众多的可能性中选择相对成本较低、符合规划理念或设计目标的途径。因此,工程思维除了具备科学思维和技术思维的一些基本特点之外,还要具备这种综合判断和选择的能力。

其次,工程思维是面向对象的思维方式。工程活动的目标是要按照规划的要求来进行的建造活动,所要建造的对象在立项之初就已经存在于规划和想象之中,因此,工程活动中的基本指导思想就是面向这个规划或想象中的对象。在工程的整个形成与发展中,人的目的性预期作为内在规范,其基本的作用就是引导或制约人的活动,而人的活动即是把这一规范运用于自然过程以求实现目的的过程。因此,它的作用又必然要从人把自己的目的性预期与自然过程能动地结合起来的方

式和方法中体现出来。马克思曾在揭示人的目的性预期的规范作用时说:“他不仅使自然物发生变化,同时他还在自然物中实现自己的目的,这个目的是他所知道的,是作为规律决定着他的活动的方式和方法的,他必须使他的意志服从这个目的。”^[11]这也就是说,人的目的性预期是通过“使自然物发生变化”而得到实现的;在这个过程中,它不仅使人的意志获得了以自然过程为其进取方向的能动取向,从而使自然物在实践中发生变化,而且也使自然过程的“意志”获得了指向人的目的性预期的变化取向,从而使自然物在实际变化中表现为人的目的性预期的不断实现。因此可以说,人的目的性预期的总的作用就是作为规律决定着工程的形成与发展的方式和方法。

第三,工程思维具有复杂性和系统性。工程本身就是一个复杂系统,工程活动中既要考虑所要建造或建构的对象和目标,又必须把整个活动本身与周围的自然——社会——经济系统联系起来,把工程系统放到这个大系统的背景之中。复杂系统的重要特征是系统的层次性。多层次是复杂系统必须具有的一种组织方式,层次结构是系统复杂性的主要来源之一。研究表明,复杂系统是按照层次方式由低级到高级逐步进行整合的,首先对元素进行整合,形成众多的子系统,再对子系统进行整合,形成较高级的子系统,一直到形成系统整体。复杂系统内一个层次与另一个层次之间有着根本的区别,一般来说,低层次隶属和支撑高层次,高层次包含和支配低层次。工程活动作为技术形态向物质形态的一种转换过程,这一过程一般可分为四个层次:即设计与决策层次、研发层次、实施层次、实现层次。决策层次包括动机产生、设想形成、项目确立、确定对象和形成规划等要素;研发层次包括研究、设计、研制、试验、形成新产品样品等要素;实施层次包括生产要素的更新与配置、组织与生产、形成商业化工程产品等要素;实现层次包括工程产品的经营销售、市场开拓、售后服务、实现商业利润等要素。上述各层次

之间并不是完全割裂的,作为一个复杂系统,层次之间相互交叉、相互协同、从低层次向高层次演化,形成一个完整的系统整体。

第四,工程思维是非线性思维。非线性来自于数学方程,它表示数学方程的解不能唯一和确定,方程解是依赖于参变量的多元的可能。复杂性科学研究表明,客观事物是复杂的,自然界存在的大量相互作用都是非线性的,线性作用只不过是非线性作用在一定条件下的近似,非线性现象比比皆是。“‘世界在本质上是非线性的’。这一基本的结论虽然是从自然现象的研究中总结出来的,但是对社会现象同样适用。因为非线性所反映的是复杂事物的规定性,而社会现象与自然现象同样也是复杂的,甚至在某种程度上比自然现象还复杂。”^[12]工程活动作为一种创造性的活动过程,必然包括众多的可变因素及事先难以估计、不可控制的因素。工程活动作为一种社会活动涉及各种复杂的自然现象和社会现象,在本质上是非线性的,用数学术语来说,工程系统这一变量是由无限多个自然变量和社会变量构成的函数。

五、未来研究的展望

从目前的研究现状来看,对工程思维的研究还只是刚刚起步,系统化、理论化的思考还比较缺乏。主要原因有两个:一是对人类思维的认识还有待于进一步的深入和扩展。一方面,从人类认识史来看,思维科学的产生是一件很晚的事情:从二十世纪八十年代钱学森提出“思维科学”的概念至今也不过三十年左右的时间。对人类思维的科学分析和研究才刚刚起步,因为这是一门涉及到多学科的综合科学,其发展有赖于生命科学、脑科学、信息科学、人工智能等多门学科。另一方面,对人类思维内部的各种不同类型的思维方式的划分还存在很多争议,在具体的思维方式的划界依据也没有统一的意见。因此,第二个原因就是工程思维的地位和作用的重视程度还不够。但是从现实的生活层面来看,对工程思维的认识的缺位和误读已经造成了严重的不良后果^[13]。因此,

有必要进一步深入的分析和研究工程思维。

根据目前的研究内涵和研究深度,对工程思维的进一步研究可以从以下三个方面展开:一是深入剖析工程思维的逻辑结构。工程思维内在地包含有理论逻辑和实践逻辑双重结构,既有科学、技术的理论基础,又必须符合实践操作的合理化、经济化的要求,因此,工程思维就必须同时拥有这双重逻辑基础,但是又必须超越单一的模式化路线,具备较强的灵活性和可调节性。二是深入挖掘工程思维的现实意义,尽量避免工程思维泛化的副作用。在现实的社会实践活动中,工程思维的高效率和现实目标取向的价值已经得到人们的公认,但是这种思维方式的局限性和泛化之后的危害还不为人们所熟知。三是继续深入探讨工程思维的运行机制,在避免副作用的同时,更多更好地发挥出工程思维的建设性作用和实践价值。最后,还要进一步思考如何将工程思维研究融入工程研究活动、工程实践活动、工程教育等各个领域内,使理论研究能够更好地为现实生活服务。

参考文献:

[1] 钱学森. 开展思维科学的研究[M]. 上海:上海人民出版社,1986.

[2] 孙正聿. 哲学通论[M]. 沈阳:辽宁人民出版社,1998. 86-87.

[3] 徐长福. 理论思维与工程思维——两种思维方式的僭越与划界[M]. 上海:上海人民出版社,2002. 65.

[4] 钱学森. 开展思维科学的研究[A], 钱学森主编:关于思维科学[C]. 上海:上海人民出版社,1986.

[5] 徐长福. 理论思维与工程思维——两种思维方式的僭越与划界[M]. 上海:上海人民出版社,2002. 79.

[6] 赵美岚. 工程思维探析[D]. 南昌:南昌大学 2006 年硕士论文.

[7] 马克思. 马克思恩格斯全集第 2 卷[M]. 北京:人民出版社,1995. 94.

[8] 李伯聪. 工程哲学引论[M]. 郑州:大象出版社,2002.

[9] 洪生伟. 标准化管理[M]. 北京:中国计量出版社,2003. 47.

[10] 王敏华. 标准化教程[M]. 北京:中国计量出版社,2003. 7-8.

[11] 马克思. 资本论(第一卷)[M]. 北京:人民出版社,1975. 202.

[12] 欧庭高. 非线性与可持续发展[N]. 系统辩证学报,2000,3.

[13] 徐长福. 理论思维与工程思维——两种思维方式的僭越与划界[M]. 上海:上海人民出版社,2002.

(本文责编:大海)

The Current Situation and Prospects of the Study of the Engineering Thinking

HENG Xiao-qing, WEI Xing-mei

(Institute for Science, Technology and Society, Jiangsu Polytechnic University,
Changzhou, Jiangsu 213016, China)

Abstract: The special nature of the engineering activities decided the existence of the engineering thinking. Current the study on the engineering thinking focused on three aspects The inner structure of the engineering thinking included the engineering design thinking, engineering project thinking and engineering consumer thinking; The external function of the engineering thinking is mainly reflected in the creation of functions, rational functions and the standardization of functions; The characteristics of the engineering thinking included the capability of the judgment and the ability to choose, the nature of the object-oriented, complexity, and systemic and non-linear etc.

Key words: the engineer; the engineering thinking; the current situation; the prospects