

复杂性视野中的技术

秦书生¹, 陈 凡²

(1. 沈阳工业学院社科部, 东北大学文法学院, 辽宁 沈阳 110016; 2. 东北大学文法学院, 辽宁 沈阳 110004)

摘 要: 文章阐述了复杂性技术产生与复杂性技术观产生的必然性, 复杂性技术系统的复杂性本质特征以及技术系统的自组织特性, 指出了技术是由技术、科学、自然、社会组成的复杂技术系统的一个子系统, 技术系统本身也具有复杂性, 阐明了复杂性技术观的基本含义和现实意义。

关键词: 复杂性技术观; 技术系统; 技术; 复杂性; 自组织

中图分类号: N031

文献标识码: A

文章编号: 1003 - 5680(2003) 02 - 0060 - 03

20 世纪以来, 人类面临着认识和解决复杂系统的复杂性、自组织性、非线性问题不断增长的挑战。对技术的认识决非传统的概念和理论所能解决, 因为技术发展往往是技术过程、生态过程、社会过程、经济过程、文化过程与政治过程交织在一起, 这不仅涉及自然科学内部, 科学与技术的交叉, 社会、文化与经济的交叉和综合, 而且涉及到自然科学与社会科学这两大门类的交叉和综合。因此, 揭示建构复杂性技术观, 揭示技术系统复杂性、自组织性、非线性事物的发展规律, 具有重要的现实意义。

一 复杂性技术与复杂性技术观的产生

1. 复杂性技术的产生 科学和技术的发展经历着从简单到复杂的过程。人的科学认识能力是逐渐提高的, 在人类发展的早期, 总是先认识一些简单事物, 以后逐渐认识复杂事物。技术的发展受科学发展的影响也是由简单的技术发明到复杂的技术创造逐步进化的过程。在古代, 人类早期使用的石器、青铜器及铁器等简单、粗制的工具, 是简单技术。在近代, 三次科学革命、技术革命中, 每一次革命的形式都是从简单向复杂的转化, 即由简单到相对复杂再到相当复杂的过程。17 世纪和 18 世纪的第一次科学革命, 带头学科只有力学和以力学为核心组成的结构简单的科学体系, 形成的第一次技术革命是以结构简单的蒸汽动力技术为主导技术的简单技术体系。然后随着 19 世纪初第二次科学革命的兴起, 已由单一的力学组成的带头学科发展成为以物理学、化

学、生物学等学科为主要内容的相对复杂的科学体系。第二次技术革命也由上次技术革命的蒸汽动力技术发展发展为包括以电力技术为核心的无线电通讯技术和汽车内燃机技术在内的技术群组成的相对复杂的技术体系。19 世纪末、20 世纪上半叶的第三次科学革命, 带头学科更趋于复杂化, 形成了以相对论、量子力学、原子物理学、控制论、信息论、系统论等为内容的复杂的科学体系。第三次技术革命的主导技术群中, 包括核技术、电子计算机技术、空间技术和合成材料技术, 以及由此而形成的更为复杂的技术体系, 其复杂性是前两次技术革命无法比拟的。^[1]

2. 复杂性技术与简单性技术的关系 复杂和简单是具有相对性的概念, 复杂和简单没有绝对分明的界限, 简单的东西相对于比它更简单的东西, 可说成是复杂的; 复杂的东西相对于比它更复杂的东西, 则可看作是简单的。第二次技术革命产生的技术体系与第一次技术革命相比是复杂技术体系, 与第三次技术革命相比则是简单技术体系。

任何复杂的技术现象都可以由简单的技术过程通过非线性相互作用构成。复杂技术现象的背后往往隐藏着简单技术的规律性。复杂技术源于简单。阿波罗登月计划的总指挥韦伯说: “阿波罗计划中没有一项新发明的自然科学理论和技术, 它都是现成技术的运用, 关键在于综合”。在这里韦伯所说的“现成技术”相对于阿波罗登月技术是简单技术, “综合”是它们的非线性相互作用。

对复杂性进行深入研究, 才能从复杂中发现简单, 再在

【收稿日期】 2002 - 09 - 16

【作者简介】 秦书生(1963 -), 男, 河北省衡水市人, 副教授, 哲学硕士, 沈阳工业学院社科部, 东北大学文法学院科技哲学在职博士生, 主攻系统哲学与技术哲学;

陈 凡(1954 -), 男, 辽宁省沈阳市人, 东北大学文法学院副院长、教授、博士生导师, 主攻技术哲学、技术社会学。

简单中发现复杂,然后重建简单。人们对产品的要求基本上是“物美价廉”,产品的质量和性能越高越好,价格越低越好,而对于技术的要求则是操作简单,即人的体力和脑力劳动越简单、投入的越少产出越多越好。提高产品的质量和性能,就必须进行技术创新,也就增强了技术复杂性。因此必须深入探索技术复杂性,才能从复杂技术系统中找出简单性、具体性、可操作性的技术规则、程序、方法。

3. 简单性技术观 机器的出现,以自然力代替人力,要求自觉地应用自然规律,用自然科学来代替从经验中得出的成规。这一时期把技术定义为达到某一目标的工具和规律相结合的体系,把劳动手段看作是技术的主体,这是18~19世纪技术观的主流,即简单性技术观。

简单性技术观立足于小生产范围,局限于工程技术的领域,它不考察技术的环境,仅从技术本身以线性思维去认识技术。传统思维方式受机械的简单性技术观的影响,在目标上单纯追求人活动的线性效率,极端地追求单位时间的资源开采、加工和利用率,利用技术掠夺式的开发自然,没有把环境、生态因素纳入生产活动中,带来了严重的资源耗竭、环境污染、生态破坏等全球性问题,使人类直接陷入可持续发展的困境。

简单性技术观站在狭义技术的立场上,认为技术的基本属性是自然属性。技术作为变天然自然为人工自然的“媒介”、“手段”,必须顺应自然规律才能达到技术的目的,违背自然规律的技术是不存在的。自然规律是通过自然科学理论来揭示的,因此,科学知识是技术的主体要素。德国学者卡普早于1877年在《技术哲学的纲要》一书中指出,技术所创造的一切工具都是对人的功能的模仿,从中不难看出卡普的技术观不过是人体器官和功能在体外的投影,这种技术观显然是将技术限制在工具制造狭小的范围内。以户坂润、相川春喜为代表的技术论者认为:“技术乃是劳动手段的体系”。这种技术观强调了技术的客体要素,忽视了技术的主体要素。日本著名物理学家武谷三男从技术主体要素出发,强调“技术是人们在实践(生产性的实践)中对客观规律有意识的应用”。这些都是从狭小的生产领域探讨技术的简单性技术观。^[2]

4. 复杂性技术观的产生 20世纪以来,由于生产力的巨大发展,出现了许多大型、复杂的工程技术和社会经济的问题,它们都以系统的面貌出现,都要求从整体上加以优化解决。由于这种社会需要的巨大推动,从第二次世界大战后期开始,雨后春笋般出现一个“学科群”,簇拥着科学形态的复杂性与系统科学思想涌现出地平线,横跨自然科学、社会科学和工程技术,从复杂性角度研究技术系统的复杂性技术观便应运而生了。简单性技术观越来越不适应现代技术发展的要求,因此,复杂性技术观产生具有必然性。

可以说,美国的“曼哈顿工程”是复杂性技术观解决实际问题的开端。美国在搞原子弹时,并没有请当时在物理学方面有很高造诣的爱因斯坦、费米等人来担任技术总指挥,而是选择了当时只有38岁的物理学家欧本海默来干,原因就在于他知识渊博,研究过文科、地质、建筑、化学、外语等。他

在大学时代专攻物理,虽然没有得过诺贝尔奖金,也没有发表过多少论文,然而广博的知识,使欧本海默具有敏锐的综合思维能力,具有复杂性技术观,能抓住问题的关键,现实地指出它们的解决方向。因此,在他领导下的1500名科技人员,经过不到6年的努力就造出了原子弹。^[3]

二 复杂性技术系统与技术系统的复杂性

技术作为人类改造自然的力量,不仅包括人类的活动中手段,而且包括技术的知识水平和人对技术过程的控制程度。现代技术已经形成了由技术原理、技术手段、工艺方法和技术操作等要素组成的一个复杂系统,它包括技术的经验形态、知识理论形态以及经验与知识物化形态。技术不仅自身是由许多互相联系和制约的要素所构成,而且还与科学、自然、人类社会构成复杂技术系统。

1. 复杂技术系统的本质特征 第一、复杂性技术系统构成要素的复杂性。复杂性技术系统是由技术、科学、自然、社会等大量的子系统组成的,每个子系统又由多个子子系统构成,都有相对独立的结构、功能与行为。其研究规模之大,要素之多,结构之复杂,演化速度之快,涉及面之广,影响之深远是史无前例的。技术发展的方向、发展的速度等均受到系统中多种要素的制约。

第二、复杂性技术系统的非线性。复杂性技术系统是多种技术渗透、交叉、综合,多种技术相互作用,按照一定的社会目的和内在机制形成具有复杂结构的复杂系统。各子系统之间,不同层次的组成之间,相互关联,相互制约,并有复杂的非线性相互作用,而且相互作用也是多种多样的,并且它们也是相互作用的。20世纪20年代以来出现的高度综合性的技术项目,如高能加速技术、计算机技术、原子能技术、空间技术、生物工程技术等都是横跨各种学科和综合各种不同类型技术非线性相互作用形成的复杂性技术。技术的复杂化,是人类知识的深化,科技发展的深化,社会发展的深化。所以,单项和局部的简单技术的研究已不是当代的技术主流,时代要求对技术实行统摄、组合,创造多元复杂性技术。

2. 技术系统的复杂性 技术系统是复杂性技术系统的一个子系统。技术系统是由若干相互作用、相互依赖的要素联结构成的具有特定功能的有机整体。

第一、技术系统构成要素的复杂性。技术系统由实体要素、智能要素和工艺要素构成。

(1) 实体要素。它主要指以生产工具为主要标志的客观性技术要素。如工具、机器、设备等。(2) 智能要素。它是指技术中人的因素、主体性因素,表现为知识、经验、技能等主观性技术要素。(3) 工艺要素。它是表征实体要素和智能要素的结合方式和运作状态,是结构性技术要素。^[4]技术系统的三个要素是相互联系、相互作用的。一种新技术的发明既需要工具、机器、设备等客体要素,又需要知识、经验、技能等主体要素,以及把主客体要素相结合的过程和方法(即工艺)。三者缺少任何一个方面,都不能称其为技术。只有三者的密切配合,才能构成了不可分割的有机体,在技术活动表现出有机的整体功能。

第二、技术系统的自组织演化。

技术发展史表明,技术系统具有自创生(技术发明与创新)、自生长(技术系统的规模自我增长,如电气技术)、自适应(技术系统自动适应环境,而出现新的结构、状态或功能)、自复制(将技术原理、技术手段、技术结构、技术功能通过复制,扩大应用范围)等自组织特性。技术系统的演化是一个自组织过程。技术系统自组织是指一种有序的技术结构自发形成、维持、演化的过程,即在没有特定外部干预下由于技术系统内部组分相互作用而自行从无序到有序、从低序到高序、从一种有序到另一种有序的演化过程。技术系统自组织演化的动力来自内部要素之间复杂的非线性相互作用。相互作用是矛盾双方的吸引和排斥、竞争和协同。可以说,非线性相互作用构成了竞争和协同的辩证关系,导致技术系统的自组织进化。如直流电与交流电技术竞争,熔合为一个复杂的电力系统,在世界整个工业界占据重要地位。

第三、涨落、环境选择对技术系统自组织进化的作用。

技术系统自组织进化中,涨落、环境选择的作用机理推动技术系统的自组织进化。通过涨落,产生多种可供选择的可能,为技术系统的丰富多彩、种类繁多、现象繁多等奠定了基础。没有涨落的多样性,技术系统将变得单调、死板。技术系统自组织进化过程中,主要是从环境中获取物质、能量和信息,这就要求技术系统必须适应环境的发展。技术系统自组织必须满足一定条件,系统要从环境中汲取足够大的负熵流,以抵制系统内部的熵增。因而政治、经济、文化、伦理等技术系统的环境对技术系统自组织具有重要作用。然而环境总是处于变动不居之中,技术系统为了适应环境的改变而相应改变自身结构和某些功能,在漫长的自组织进化过程中,这方面的结构不断完善化、复杂化。所以,技术系统通过涨落与环境选择的相互作用,提高了技术系统的自适应能力,使之更适合环境的发展变化,并在此基础上,随着环境的复杂化程度的提高,技术系统可自发地相应调整自身某些功能来更适合环境的变化,从而达到技术系统自身发展的复杂化。技术系统就是在这种相互作用的整合过程中达到从低级到高级,从简单到复杂,从不适应到适应的自组织进化过程。

三 复杂性技术观及其现实意义

1. 复杂性技术观的基本含义 复杂性技术观认为技术是由技术、科学、经济、自然、社会组成的复杂技术系统的一个子系统,技术系统本身也具有复杂性。它有两方面含义:一是指在观察当代技术现象时,用复杂性思维方法作为驾驭手段,把技术放到科学、自然、经济和社会的复杂系统中进行综合的和系统的考察,要把技术放到科学、经济、自然和社会的链条中分析它们的关系。在这样广阔的背景下探索技术创新、技术开发等技术活动过程的一般理论,揭示技术系统演化的一般规律,并在此基础上建立复杂技术系统的概念体系和普遍适用的基本原理、观点和方法。二是指用复杂性思维观察技术系统本身的复杂性,分析技术系统由简单到复杂、由低级到高级自组织演化过程的序参量、吸引子、演化动力,揭示技术系统的复杂性与适应性的关系。复杂性技术观

立足于大生产范围,应用于系统工程技术的领域,它注重考察技术的环境,以非线性思维去认识技术。

复杂性技术观从历史的观点出发,从历史的进程中揭示技术的背景,技术的本质,技术与技术间的联系,技术的特征、形态进而概括和把握技术进步的规律。

2. 复杂性技术观的现实意义 现代技术的未来发展,高新技术的开发,都需要从复杂性与自组织理论中获得新思路、新方法。复杂性技术观引起科学思维方法的转变,具有现实的指导意义。

首先,复杂性技术观为技术、社会、经济协调发展提供了重要的理论指导。复杂性技术观的提出及建立有助于我们了解在什么情况、条件下运用何种方法,才能使得技术与自然、社会协调发展,资源有效利用与良性循环。实施可持续性发展战略,进行绿色技术创新就是以复杂性技术观为指导,以生态可持续性为基础,以经济可持续性为主导,以社会可持续性为动力与保证,主张以“可持续性”作为其基本准则,有效地弥补了传统技术发展中过分强调追求经济效益最大化、忽视资源保护和污染治理的缺陷,突破了传统技术发展模式“高投入、高消耗”的框架,它注重优化利用资源,保护环境,追求的是自然生态环境承载能力下的经济持续增长,即生态综合效益最大化。^[5]

其次,复杂性技术观是科学技术工作者进行创造和技术发明、技术管理的重要思想依据。阿拉斯加东北部的普拉德霍湾油田向美国本土运输原油问题的成功解决,足以说明这一点。油田处于北极圈内,海湾长年处于冰封状态,陆地更是常年冰冻,最低气温达 -50°C 。要求每天运送200万桶原油。马斯登和胡克两人运用复杂性技术观,创造性地提出了解决问题的方案。这两人对石油的生成和变化有丰富的知识,他们注意到埋在地下的石油原来是油气合一的,这时它们的溶点是很低的,经过漫长的年代以后,油气才逐渐分开。他们提出将天然气转换为甲醇以后再加到原油中去,以降低原油的溶点,增加流动性,从而用普通的管道就可以同时输送原油和天然气,这样不仅不需要运送无用的附加混合剂——海水,而且也不必另外铺设天然气管道了,这一方案使得人们赞赏不已。由于采用这一方案,仅管道铺设费就节省了近60亿美元。^[6]

【参 考 文 献】

- [1]邓树增. 技术学导论[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,1987. 173 - 174.
- [2]邓树增. 自然辩证法引论[M]. 长沙:湖南大学出版社,1987. 210.
- [3][6]杜玠等. 系统工程方法论[M]. 长沙:国防科技大学出版社,1992. 5, 27 - 28.
- [4]陈昌曙. 技术哲学引论[M]. 北京:科学出版社,1999. 91.
- [5]余敬,董青. 技术创新新论:生态技术创新[J]. 科技进步与对策. 2000(3): 41.

(责任编辑 袁瑛)