

# 科学技术史研究的 STS 向度

## ——基于《世界技术编年史》(化工卷)的编写体会

张明国

(北京化工大学 科学技术与社会研究所,北京 100029)

**摘 要:** STS 向度是一种超越不同边界,系统研究科学技术史的“全向度”。为此,至少要明确科学、技术及其与社会的历史关系,注重研究技术创新史,掌握复杂性科学的理论和方法。化工技术的产生和发展既和化学理论有关又与社会环境有关,要对其进行 STS 向度的研究。

**关键词:** 科学技术史; STS 向度; 化工技术史

**中图分类号:** N031

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674 - 7062(2020)05 - 0096 - 05

向度是人们为判断、评价事物及其发展规律而采取的方位、角度或视角。向度可分为时间向度(生命:生→死)、语言向度(达意和传情)、哲学向度(价值取向和评价尺度)。例如,马尔库塞在《单向度的人》一书中,揭示了社会的单向度(失去反对现存制度的否定性向度,保留维护现存制度的肯定性向度),即所谓“单向度的社会”和人的思想的单向度(失去否定性思维的向度,保留实证性思维的向度),即所谓“单向度的思想”<sup>[1]</sup>。据此,研究科学技术史可以有若干向度:历史学的向度、哲学的向度、社会学的向度和科学的向度等。这些研究向度既各有侧重和特点又存在不足或缺陷。对此,笔者通过主编《世界技术编年史》(化工卷)<sup>[2]</sup>和参编《社会文化科学背景下的技术编年史》(远古—1900)卷<sup>[3]</sup>和(1900—2010)卷<sup>[4]</sup>等论著,对此进行了一些思考,主张科学技术史研究要持有一种新向度——STS 向度,它有助于推动科学技术史的系统研究。

### 一 STS 向度:科技史研究的“全向度”

STS(科学、技术与社会的简称)是研究科学、技术与社会及其辩证关系的综合性交叉学科。它研究科学和技术与科学技术和社会(整体)的性质、结构

和功能及其相互关系。STS 具有开放性和互动性(研究科技与社会的相互作用)、时代性(研究某一时代科技与社会的相互关系)、交叉综合性(对科技与社会的关系进行跨学科、综合性研究)等特点。

STS 的上述特点决定了 STS 向度不是单向度,它是一种超越不同边界,研究科学技术史的“全向度”。STS 向度的科学技术史研究,既不同于科学技术史的“外史”研究,也不同于科学技术社会学的“历史”研究(它们大都只是单向度的历史研究,而不是全向度的历史研究),它能够对科学技术史从跨区域、跨文化、跨学科的视角,全景式、全方位、全视野的研究,它是一种全向度、系统性研究,而非单向度、线性的研究。

STS 向度的科学技术史研究具有如下优点:(1)它能够使研究者在编撰科学技术史著作时,按照大尺度的时间顺序编排,同时在叙述具体事物的过程中,注重把它们放在世界史的大尺度背景中进行编写,注重对它们进行跨区域、跨文化、跨学科的论述。它能够避免出现如下问题:只注重按照诸如古代希腊科学技术、古代中国科学技术等国别分类编写,或只按照诸如天文学、物理学、化学等学科分类编写,使读者只掌握各自的知识,不能理解它们之间的关

【收稿日期】 2020 - 03 - 08

【基金项目】 中央高校基本科研业务费专项资金资助(PT2011)

【作者简介】 张明国(1963 -),男,黑龙江阿城人,北京化工大学科学技术与社会研究所教授,研究方向为技术哲学与 STS 等。

系等。历史上,科学技术虽然没有显现出当代的全球化特征,但是仍然表现出了跨地域性、跨国界性等特点(例如,古代中国和古希腊科学技术通过阿拉伯等被传播到西方,成为近代欧洲文艺复兴的重要基础等);科学技术在古代没有被分科,到近代虽然被分科但也没有像当代这样显著,它既有分科又有交叉。因此,通过 STS 向度撰著科学技术史著作,能够促使从原来的封闭性、建构性编写,转向开放性、描述性编写。(2)它能够使研究者在编撰科学技术史著作时,如实反映科学和技术在起源与发展历程中的相对独立性,避免以科学代替技术,把技术放在科学中进行编写。它能够科学地研究并撰著 18 世纪前半期及其以前的科学史和技术史,以及 18 世纪后半期及其以后的科学技术史。(3)它能够使研究者在编撰科学技术史著作时,不仅注重叙述科学的发现过程或技术的发明过程,注重叙述在其过程中社会各因素对其产生的直接或间接的影响,而且注重科学技术成果转化的历史研究或技术创新的历史研究:注重研究科学和技术被发现或发明后的演变过程,注重研究科学向技术转化及其结果,注重科学和技术和社会的互动作用,即注重研究它们被社会选择或被社会淘汰的过程机制。

STS 向度的上述优点在国内外学者的诸多成果中体现出来:在国外,默顿因撰著《17 世纪英格兰的科学技术与社会》“被认为是把科学、技术、社会组合在一起的第一位学者”<sup>[6]14</sup>;贝尔纳因撰著《科学的社会功能》(1939)、《19 世纪的科学与工业》(1953)、《历史上的科学》(1954)等著作而被誉为“当代科学、技术与社会学学科先驱”<sup>[7]58</sup>;斯普拉特“着眼于具体的科学知识之外的那部分与科学事业相关的历史”<sup>[8]2</sup>,撰写了科学建制史著作《皇家学会史》;赫森从 17 世纪英国社会、政治和经济的背景上解释牛顿力学产生的社会原因,撰写了题为“牛顿力学的社会经济根源”<sup>[6]14</sup>的论文,主张社会的经济和技术等因素决定物理学研究;李约瑟从科学技术与社会的向度研究中国古代科学技术史,提出了著名的“李约瑟难题”。此外,沃尔夫撰著的《十六、十七世纪科学、技术和哲学史》和《十八世纪科学、技术和哲学史》、欧美学者编著的《剑桥科学史丛书》之《技术发展简史》、日本学者编著的《技术社会史》和《科学技术の歩み——STS の諸問題とその起源》等都体现了 STS 向度的研究特征。在国内,有些学者撰、编的“技术社会史视野中的发明家或工程师——从狄塞尔研制柴油机案例谈起”<sup>[9]</sup>,

“亨利·福特和他的 T 型车——对 20 世纪技术创新史上一个重大案例的分析”<sup>[10]</sup>等论文,《社会文化科学背景下的技术编年史(远古—1900)》等著作也体现了 STS 向度的研究特征。然而,比较可知,我国的 STS 向度的科学技术史研究成果仍然明显不足,亟待强化研究。

## 二 STS 向度的科学技术史研究

STS 向度的科学技术史研究存在上述差距的主要原因是:我国的科学技术史研究者缺乏 STS 意识,不能以此指导科技史研究实践。因此,需要养成 STS 的研究意识,并以此为指导,运用适应的研究方法,推动此项研究。

### (一)明确科学和技术的历史关系

(1)科学和技术在 1780 年以前无关联。第一,科学和技术在起源上无关联。技术不是从科学诞生出来的,“我们从未见过作为应用科学而诞生的技术”,“大部分技术是从以往的工艺中产生的”<sup>[5]</sup>。第二,科学和技术在 18 世纪后半期之前无关联。“在 1780 年之前,技术的发展几乎和科学毫不相干”,“英国和欧洲大陆 18 世纪末 19 世纪初的工业革命首先基于纺织业,其大部分和科学无关”<sup>[6]183</sup>。科学和技术之所以无关联,主要是因为科学和技术互有区别、相对独立。它具体体现在:科学主要认识自然界和人类社会,技术主要改造自然界和人类社会;科学通过实验提出假说形成理论,技术依据科学理论设计技术方案;科学研究经历从实践到认识的过程,技术开发经历从认识到实践的过程;科学追求真理并据此评价自己,技术追求效用并据此评价自己。对此,20 世纪 80 年代以来,陈昌曙等人先后论述了科学和技术的区别<sup>[11]9-25</sup>。

(2)科学和技术在 1880 年以后有关联。第一,虽然“技术和科学的联系不是体现在技术产生于科学之中的”<sup>[5]</sup>,但是,“技术和科学是紧密联系的”,“科学中常常有技术的渗透,这一过程却是永不停息的”<sup>[5]</sup>。第二,技术虽然不是起源于科学,但它和科学有共同的起源,“科学的发生和发展一开始早就被生产所决定”<sup>[12]27</sup>;科学和技术在 1880 年以后,“结成了紧密的联系”<sup>[6]175</sup>。科学和技术之所以有关联,主要是因为科学和技术相互联系、相互统一。这主要体现在:科学通过一些中间环节(包括科学理论经实验检验,科学理论存在技术因素,依据科学理论创造技术原理,普及科技知识和培训科技人才;利用科学理论和技术原理指导工程技术的设计

和试验;研究和创造技术手段等)被转化为技术,技术再通过某些中间环节被转化为生产力。对此,陈昌曙不仅论述了科学和技术的区别而且也同时论述了二者的联系<sup>[11]26-31</sup>。

上述可知,在1780年之前,科学和技术相对独立发展。因此,可以研究1780年之前的科学史和技术史;(经过100多年的过渡期)在1880年以后,科学和技术在相互关联中发展着。因此,可以研究1880年之后的科学和技术的关联史及其发展史。

## (二) 弄清科学技术与社会的历史关系

科学和技术不是在“真空”中存在的,而是在社会中存在的。“科学从来是社会中的科学;技术从来是社会中的技术”<sup>[6]代序1</sup>;“在科学技术塑造社会的同时,科学技术也被社会所塑造”<sup>[6]4</sup>;“所有的科学技术活动都不是与世隔绝的,而是在特定的社会境遇、政治境遇和经济境遇中进行的”<sup>[6]8</sup>。技术和社会的关系比科学和社会关系更紧密。“技术与科学的一个明显差异,就是它与诸社会因素之间有更为密切的相互依赖、相互作用的关系”<sup>[13]189</sup>。培根的“知识就是力量”、马克思的科学是“一种在历史上起推动作用的革命力量”等都表达了科学技术和社会的密切关系。

研究科学技术与社会的历史关系,“必须了解科学技术是如何影响社会的,同时,我们还必须了解社会又是如何影响科学技术的”<sup>[6]8</sup>。在1780年以前,需要研究科学和社会的关系史(科学社会史);尤其是要研究技术和社会的关系史(技术社会史);1880年以后,不仅研究科学社会史、技术社会史,而且要研究科学技术和社会的关系史(科学技术社会史)。在国外,赫森在“牛顿力学的社会经济根源”中,主张牛顿力学的产生和发展与社会密切相关;美国学者贝尔纳在《科学的社会功能》《19世纪的科学和工业》《历史上的科学》等著作中,阐述了科学(技术)和社会的关系。在国内,早在1984年,李昌在中国自然辩证法研究会召开的技术发展战略思想座谈会上,曾主张要从社会、经济、技术“三维坐标”研究技术发展战略;李铁映也曾主张要从社会、经济、技术和文化的“四维系统”研究技术发展战略。笔者参加编写的《社会文化科学背景下的技术编年史(远古—1900)》,“以社会文化科学为背景,将重要技术事件加以整理,按年代顺序并列编排”,旨在“揭示不同历史时期这些活动手段的相互作用”,“反映科学、文化、社会与技术发展的相互作用关系”<sup>[3]前言</sup>。这是一部STS向度的科学技术史著作。

## (三) 注重研究技术创新的历史演变

技术创新是指“科技成果向生产力转化的社会化过程,或称产业化、商品化过程”<sup>[14]2</sup>。它在广义上是指从发明创造到技术扩散的动态过程,主要包括技术本身的创新、经济的过程创新和管理的过程创新;它在狭义上是指从研究开发到市场实现的过程。技术创新在其原初成果的产生(技术发明)和后期的创新过程中,不仅和科学密切相关而且还和社会密切相关。可见,技术创新不仅反映了科学和技术的关系,而且还反映了科学技术和社会的关系。技术创新伴随着人类认识和改造自然界的始终,它伴随着科学、技术和社会关系的始终,它不仅是一个现实的经济过程而且是一个社会的历史过程。技术创新的历史就是科学技术和社会的关系史,研究技术创新史要有与之相适应的STS向度。即是说,STS向度的科学技术史研究需要注重技术创新史研究。

注重技术创新的历史研究不仅注重研究科学的发现过程或技术的发明过程,研究在科学发现和技术发明的过程中,社会的各种因素对它们的直接或间接的影响,而且更注重研究科学和技术被发现或被发明后的演变过程,注重研究科学向技术转化进而向生产力转化的过程,注重研究在此过程中,科学技术和社会的互动作用,即注重研究它们被社会选择(影响社会发展)或被社会淘汰(被后来的科学或技术替代)的过程机制。

## (四) 掌握STS向度的科技史研究方法

上述科学和技术的历史关系、科学技术与社会的历史关系、技术创新的历史演变,都是复杂的历史关系。其中,科学和技术的相互作用、科学技术与社会的相互作用、技术创新中的各要素之间的相互作用,都是复杂的非线性作用。为此,不仅要采取比较方法、历史和逻辑相统一的方法等常规方法,而且更要注重采取复杂的非线性研究方法。复杂性科学理论和方法将为此提供理论依据和研究方法。耗散结构理论和方法是其中的一种重要理论和方法,它有助于STS向度的科学技术史研究。

耗散结构理论和方法要求研究对象必须是具备下列条件的耗散结构系统:系统是开放系统,即系统与外界环境不断地交流物质、能量和信息;系统必须处于远离平衡态;系统内部诸要素之间的作用必须是非线性相互作用;系统在一定条件下可以通过“涨落”达到有序,形成系统新的宏观有序结构。科学和技术的研究者之间、他们和政府、企业之间不断

交流,使得系统具有开放性;科学发现、技术发明、技术创新、技术转移使得这些系统始终处于远离平衡状态。系统内部诸要素之间(科学和技术、科学和文化、技术和文化等)、要素和系统之间发生非线性(竞争和协同)相互作用。系统通过科学发现、技术发明、技术转移等使其发生若干变化(“微涨落”);接着,这些“微涨落”在一定条件下,或者通过协同作用(政治、经济、文化的支持)相互叠加逐渐形成“巨涨落”(科学革命促使思想革命,技术革命推动产业革命,进而掀起社会革命等),或者通过竞争作用逐渐减弱乃至消失掉(科学发现、技术发明、技术转移、技术创新没有产生社会影响);前者使系统通过无序演化为新的有序,后者使系统或者维持其原有状态、或者发生退化<sup>[15]</sup>。可见,科学技术与社会系统都是耗散结构系统,符合耗散结构理论的条件。因此,可以运用它开展科技史研究。

### 三 STS 向度的化工技术史研究

笔者通过主编《世界技术编年史》(化工卷)得出了如下体会:化工技术的产生和发展既和化学理论有关又与社会环境有关。以化学工程为例:(1)化学工程的研究首先经历了一个研究过程:研究单元操作和单元过程→研究化工热力学和传递过程原理→研究化学反应工程和化工系统工程。它主要是一个化学工程自身的逻辑演变过程。(2)化学工程的产生受到以下三种因素的影响:第一,工业生产对化工原料的规模化需要。它促使化学工业向大型化和连续化、工程化发展。第二,19世纪产生出来的相关科学理论。它主要包括数学、力学尤其是热力学和流体力学、化学动力学等,它们为化学工程的产生奠定了理论基础。第三,美国特殊的科技研究和教育。美国充分认识科学技术和社会一体化发展的客观趋势,加强科学和技术相结合,提倡研究和应用相结合,鼓励工程学研究,注重教育,促进生产、科学和教育的互动耦合,这些为化学工程的产生提供了社会土壤。(3)化学工程的发展体现在其自身结构和功能受其所处社会环境的影响而产生的变化:20世纪20—30年代,根据汽车工业发展而转入开发热裂化工艺。40年代,根据第二次世界大战的需要,又转入从事粗柴油流化床催化裂化、丁苯橡胶乳液聚合、气体扩散法提炼浓缩铀以及青霉素生产工业化等研究。50—60年代,为适应处理石油化工中的复杂反应体系的需要,转入从事反应过程放大和反应器设计等研究。可见,化学工程的产生和发展历

史就是科学、技术和社会互动作用的历史。因此,应该以 STS 的向度研究化工技术史。

STS 向度的化工技术史研究主要包括以下内容:第一,研究化工技术发明和化学理论关系的历史,即化学理论向化工技术转化的历史。第二,研究化工技术创新史,即研究化工技术向生产力转化的社会化历史。第三,研究化工技术与社会的互动关系史:研究历史中的化工技术与“小社会”(化工技术共同体)的互动关系(化工技术者的社会责任、化工技术研究中的伦理问题、化工技术研究的若干争论等)。第四,研究历史中的化工技术与“大社会”的互动关系(化工技术革命与产业革命、化工技术与经济、化工技术与公众政策、化工技术与技术转移、化工技术与人类未来等)。

STS 向度的化工技术史研究要注重案例分析。“案例研究是科学技术研究的命脉”,“几乎所有的见识都出自案例研究”<sup>[16]12</sup>。这里,仅举出以下两个案例。第一,第一次世界大战期间,德国化学家弗里茨·哈伯(Fritz Haber)发明了空气固氮技术,并以此制造炸药。此外,他还研制毒气,支持德国的侵略战争。该案例是一个反映化学家在战争中的思想和行为,显示化工技术与社会互动作用的反面教材。第二,18世纪末19世纪初英国和欧洲大陆的制碱工业。当时,洗涤和漂白棉、毛,需要大量碳酸钠或结晶碳酸钠。为此,最初人们通过燃烧海藻获得碳酸钠或结晶碳酸钠。但是,这种方法满足不了当时的社会需要。为了获得大量的碳酸钠或结晶碳酸钠,法国设立了研究奖金。法国化学家 N. 勒布朗发明了用食盐制造碳酸钠的方法——“勒布朗法”。该方法虽然提高了产量但同时也造成了严重的环境污染。1863年,比利时化学家索尔维发明了“索尔维法”。但是,英国依然使用“勒布朗法”,而德国使用“索尔维法”。该案例充分说了经济因素在其中发挥的作用。

### 结 语

科学技术史研究的 STS 向度不否定其他研究向度的合理性及其价值,但它以其“全向度”的特点和优点,从跨区域、跨文化、跨学科的视角,全景式、全方位、全视野地研究科学技术的发展及其规律。另外,STS 研究向度能够运用耗散结构理论和方法等研究科学和技术、科学技术和社会、技术创新历史过程中非线性相互作用机制,从而有助于促使科学技术史研究从传统的“叙史”转向“论史”,实现科学技

术史研究的创新。还有,由于 STS 经过默顿科学社会学、科学知识社会学发展至“行动者网络”理论,因此,本文研究将持续下去。

#### 【参 考 文 献】

- [1] 马尔库塞. 单向度的人 [M]. 刘继, 译. 上海: 上海译文出版社, 2006.
- [2] 张明国, 赵翰生. 世界技术编年史: 化工、纺织卷 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [3] 姜振寰. 社会文化科学背景下的技术编年史 (远古 - 1900) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2017.
- [4] 姜振寰. 社会文化科学背景下的技术编年史 (1900 - 2010) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [5] 杨果, 许立达. 普莱斯谈科学史研究 [J]. 中国自然辩证法研究会通信, 1982(7): 第 4 版.
- [6] BRIDGSTOCK M, BURCH D, FORCE J, 等. 科学技术与社会导论 [M]. 刘立, 译. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [7] 殷登详. 科学、技术与社会概论 [M]. 广州: 广东教育出版社, 2007.
- [8] 巴萨拉. 技术发展简史 [M]. 周光发, 译. 上海: 复旦大学出版社, 2000.
- [9] 浦根详. 技术社会史视野中的发明家或工程师 [J]. 自然辩证法研究, 1994(7): 37 - 42.
- [10] 关士续. 亨利·福特和他的 T 型车 [J]. 自然辩证法研究, 2000(10): 53 - 57.
- [11] 陈昌曙. 陈昌曙技术哲学文集 [M]. 沈阳: 东北大学出版社, 2002.
- [12] 恩格斯. 自然辩证法 [M]. 北京: 人民出版社, 1984.
- [13] 陈昌曙. 技术哲学引论 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [14] 陈晓田, 杨列勋. 技术创新十年 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [15] 张明国. 耗散结构理论与“技术 - 文化”系统 [J]. 系统科学学报, 2011(2).
- [16] 西斯蒙多. 科学技术学导论 [M]. 许为民, 等译. 上海: 上海科技教育出版社, 2007.

## STS dimension in the study of history of science and technology

——Comprehensive experience based on “The Chronicle of World Technology” ( Chemical Volume)

ZHANG Ming - guo

( STS Institute , Beijing University of Chemical Technology , Beijing , 100029)

**Abstract:** STS dimension is a kind of omnidirectional dimension that transcends the boundaries of different dimensions and systematically studies the history of science and technology. Therefore, we should at least make clear the historical relationship between science, technology and society, pay attention to the history of technological innovation, and master the theory and method of complexity science. The production and development of chemical technology is related to both chemical theory and social environmental factors. It is necessary to study it in the STS dimension.

**Key words:** history of science and technology; STS dimension; history of chemical technology

( 责任编辑 许玉俊)