

doi: 10.15936/j.cnki.1008-3758.2017.04.002

陈昌曙科学技术方法论思想探析

吴俊杰, 陈红兵

(东北大学 马克思主义学院, 辽宁 沈阳 110169)

摘 要: 陈昌曙教授是新中国第一代自然辩证法专业学者,早在 20 世纪 50 年代就开始了科学技术方法论的思考和研究。研究伊始,他便明确区分了科学方法论与技术方法论。他从对科学认识论和方法论的探索中逻辑地引出技术方法论的独立研究价值,并不断丰富其研究内容。他的科学技术方法论思想特色主要体现在四个方面:科学技术方法论研究坚持马克思主义的基本立场;科学技术方法论与科学技术认识论的统一;基于科学与技术的区别探索技术方法论的独特性;重视对科技创造方法论的研究。

关 键 词: 陈昌曙; 科学方法论; 技术方法论

中图分类号: N 031

文献标志码: A

文章编号: 1008-3758(2017)04-0337-06

A Preliminary Study on Chen Chang-shu's Thought of Scientific and Technological Methodology

WU Jun-jie, CHEN Hong-bing

(School of Marxism, Northeastern University, Shenyang 110169, China)

Abstract: Professor Chen Chang-shu, one of the first-generation scholars of Dialects of Nature in China, began to research scientific and technological methodology in 1950s. At the beginning of his research, he made a clear distinction between scientific methodology and technological methodology. He logically found the independent research value of technological methodology from his exploration of scientific epistemology and methodology, and constantly enriched the research. His thought of scientific and technological methodology is characterized by the following four aspects: firstly, insisting on the fundamental standpoint of Marxism; secondary, the consistency in methodology and epistemology of science and technology; thirdly, the uniqueness of exploring technological methodology based on the distinction between science and technology; fourthly, emphasizing the research of creative methodology of science and technology.

Key words: Chen Chang-shu; scientific methodology; technological methodology

新中国的科技方法论研究是随中国自然辩证法研究展开的。陈昌曙教授是新中国第一代自然辩证法专业学者,在自然辩证法研究的早期发展中发挥了重要作用^[1]。他不仅开创了新中国技术

哲学研究的先河,而且早在 20 世纪 50 年代就投入到科技方法论的思考和研究中。本文基于陈昌曙教授相关文本,探析其科学技术方法论思想,以期阐明其科学技术方法论思想的特色。

收稿日期: 2017-01-15

基金项目: 陈昌曙技术哲学发展基金资助项目(00000047103117/13)。

作者简介: 吴俊杰(1980-),女,辽宁大连人,东北大学讲师,博士研究生,主要从事技术哲学研究; 陈红兵(1966-),女,江苏泗阳人,东北大学教授,哲学博士,主要从事技术哲学研究。

一、科学方法论研究的旨趣

20世纪五六十年代,陈昌曙教授以青年学者的哲学睿智,在《哲学研究》等杂志上先后发表了数篇有关科学方法论的文章,如《试论判明现象间因果联系的逻辑方法》^[2]、《试论归纳和演绎的辩证统一》^[3]、《关于类比法的几个问题》^[4]、《自然科学方法论研究的意义》^[5]等。他认为自然辩证法所研究的自然科学方法论,主要有两方面的内容:一方面,是各门(或若干门)自然科学所共有的研究方法;另一方面,是适合于一切科学也适合于自然科学研究的方法^[5]。

1. 对类比方法超越形式逻辑的剖析

陈昌曙教授认为在形式逻辑著述中,类比法的定义和公式都不够全面,未能概括出类比法的多种类型。他总结了自然科学研究中所使用的类比法,将其概括为三种不同的形式:剩余类比、数学相似类比和模拟实验类比。在列举了三种类型类比法的各自特点之后,他进一步阐述了类比法的逻辑基础,即“相似性的存在,提供了类比的可能性,差异性的存在,又限制着类比的范围”^[4]。他还探讨了一个在形式逻辑著述中未涉及的问题:类比与归纳和演绎的关系。他分析了类比中的归纳、类比中的演绎因素,以及类比向归纳和演绎的转化,并指出这三类推理“都不是孤立的推理形式,而是相互联系、相互转化的认识方法,只有在实践的基础上综合利用这三种思维方式,才能在科学研究中获致有益的成果”^[4]。

2. 归纳与演绎之间的辩证逻辑关系

对归纳和演绎的形式逻辑研究对于形成科学认识的方法论来说远远不够。为了使归纳和演绎成为指导人们进行创造性思维的认识方法,陈昌曙教授认为应该“探讨归纳和演绎在认识史上的地位,探讨归纳和演绎之间的辩证统一,探讨归纳和演绎的作用,探讨归纳和演绎同其他推理形式和其他思维方法的关系等”^[3]。他一开始就力图说明,如果把人的认识简单地归结为一种过程转化为另一种过程,一种推理形式转化为另一种推理形式,那就错了,人类认识事物的过程总是相互联系、相互渗透的,归纳中有演绎,演绎中有归纳。陈昌曙教授认为一切归纳,“就其自身的思维结构同时渗透着演绎的成分”。无论是归纳的前提、归纳的中项还是归纳的结论都包含着演绎。其奥秘

在于“归纳的中项不仅产生于归纳前提之先”,而且“是某种比较一般的理性知识”^[3]。这说明了科学研究中理性思维的重要性。只有通过演绎分析,才能弄清归纳研究中本质的东西,才能获得更深刻、更可靠的知识。

3. 两类实验方法的区分

实验方法本是科学研究中最重要方法,在“文革”中却遭到了否定。陈昌曙教授1977年的文章着重阐述实验是从生产实践中分化出来的实践活动,在认识自然的过程中具有特殊的优越性。科学实验不仅是建立自然科学理论的重要实践基础,它还是把已知的自然科学理论转化为生产实践的桥梁^[6],批判了那种借以突出生产实践的作用而否定科学实验的极左观点,反映了那个拨乱反正的年代,科学方法论研究者必须发出的声音。

实验方法的特点是人为地干扰自然,使自然规律暴露无遗。陈昌曙教授抓住这一本质特点,根据实验干扰自然的方式的不同,创造性地将实验方法归为两大类:一类是尽量将实验条件纯粹化,排除对研究对象的多余干扰,“以便集中考查整个联系中的个别环节,尽可能地使被研究的过程以纯粹的形态表现出来”,他形象地称之为“减法实验”。另一类实验方法是“设法去尽最大的努力干扰所研究的对象,通过变革对象使它的性质暴露出来”。他称之为“加法实验”^[7]。“减法实验”有它的局限性,所以“必须把实验中的减法与思维中的减法——通过科学抽象去掉粗的、伪的,从而使细的、真的东西显示出来——结合起来,才能得到对科学规律的认识”。对于“加法实验”,他认为“施加特殊的外部条件去变革对象从而认识它,这是自然科学实验的优越性。静观对象往往只能反映它的表面,变革对象才能揭示它的本质”^[7]。理论思维在“加法实验”和“减法实验”中各有不同的应用,与“减法实验”相对应的思维是去粗取精,去伪存真,通过“减法实验”建立的理论模型,同实际情况相比有较多的相似性;通过“加法实验”建立的理论模型通常不具有直观性,而是明显地有着猜想、幻想、构思的思维成分。

二、技术方法论的探索

1. 确立技术方法论的独特性质和价值

中国自然辩证法领域关于科学技术方法论的

研究最初都是统一在“科学方法论”名称下展开的。1957年《自然辩证法研究通讯》举行有关自然科学方法论笔谈会,分别在当年的第1、2期上刊载了钱学森等学者关于科学方法论问题的思考。其中陈昌曙教授在《要注意技术中的方法论问题》一文中提出“不仅要注意理论科学中的哲学问题和方法问题,也要足够地重视技术中的哲学问题和方法论问题”^[8],明确将技术方法论与科学方法论加以区分,并强调要重视技术方法论的研究。

“文革”期间,陈昌曙教授的研究工作被迫中断。改革开放后,陈昌曙教授将其有关科学认识论和方法论的思考系统化,形成《自然科学的发展与认识论》一书,通过对自然科学认识论和方法论的历史性分析,逻辑地将方法论探讨的关注点转移至技术方法论。陈昌曙教授在纵观科学技术发展的历程及其社会影响基础上,强调了技术作为联系科学与生产实践中间环节的作用。他认为当代科学同生产实践之间的关系出现了新变化:二者的分离趋势在加大;科学对生产实践的依赖性也在加大^{[9]290}。鉴于科学与生产之间的这种复杂关系,陈昌曙教授强调方法论的研究要关注科学理论是如何向生产实践转化的。然而,当时的理论界对科学理论如何转化为物质力量,如何指导生产实践,较少从方法论上作具体的分析。人们如何研究技术科学和工程科学,如何进行技术设计、技术研制和技术发明,往往处于方法论的视野之外^{[9]312}。通过对当代科学与生产实践关系的分析,陈昌曙教授为技术方法论提供了理论定位,进一步强调了技术方法论的独立性及其研究价值。

随着陈昌曙技术哲学思想体系的日益成熟,他对技术方法论的认识也逐渐丰富。他认为深入地考查和论述技术方法论的原则、特定内容,应成为技术哲学研究的主要内容^{[10]164},并通过系统分析技术方法与科学方法的区别来论证技术方法论的独特性质。在《技术哲学引论》中,陈昌曙教授从方法内涵界定、方法的使用目的、方法的效果评价、方法的类型、思维形式上、方法的样态、方法的社会性等方面细致分析了技术方法与科学方法的区别^{[10]184}。在技术方法论的基本内容和体系结构尚未成为学界议题^{[11]148}的20世纪末,陈昌曙教授对技术方法论是否独立存在,以何种方式存在等基本问题予以回答,为这一研究领域的合理性确立前提。

2. 技术方法论研究的关注点

针对当时对技术方法论研究相对薄弱的现实,陈昌曙教授提出了技术方法论研究应关注的一些主题:

(1) 技术原理及构思方法

陈昌曙教授认为存在着独立于科学原理的技术原理,不能简单地认为一切技术原理都是科学原理的实践应用。他特别指出,要对技术原理构思方法进行研究,在技术构思中,“怎样实现由科学实验向技术试验的转化,由科学原理向技术原理的转化,例如,怎样从‘虚科学’到实技术,从‘软科学’到硬技术,从‘小科学’到大技术”^{[11]149}。这番科学的“虚、软、小”和技术的“实、硬、大”的论述非常形象地描述了建造人工物和人工环境的实存性和技术工程化的规模性。

(2) 发明创造与技术设计方法

陈昌曙教授认为:“设计是技术发展的核心,有什么样的设计就有什么样的技术,设计是一种创造性的构思和解题活动,但仍少见关于‘设计方法论’的论著。”^{[11]149}这确实点出了国内学术界对设计的研究的局限性:多集中在具体的问题研究,缺少上升到哲学高度的设计哲学和设计方法理论研究。这一点在后来的国际技术哲学的经验转向中得到体现。2006年在荷兰召开的有关技术哲学的学术研讨会就以设计哲学为主题。荷兰学者盖尔(P. Galle)列举了设计哲学的研究方向,其中设计方法论是最重要的方向之一^[12]。陈昌曙教授特别提到学术界只注重介绍和推广创造技法,对发明方法和创造技法的共性、类型及本质研究不够,这也激发了一些学者对创造技法的方法论进行研究^[13]。

(3) 技术试验方法与技术试错

陈昌曙教授对技术试验方法的重视来自于他对科学实验方法的青睐。在他看来,技术试验同生产—经济—社会的关系更为密切,从方法论角度分析,与科学实验相关的是原理的证伪,与技术试验密切相关的是方案的选择。在科学方法论文献中对于波普尔试错法的讨论十分详尽,而在技术方法的讨论中却难得见到。针对这一点,他提出了自己的观点:技术构思不仅择优,也有试错,因为通过试验排除失误也是一种形式的试错;现代科学技术减少了古代的经验试错,但技术试错还是不可避免的^{[11]150}。同时,陈昌曙教授还提出了是否需要研究试错逻辑、技术试错与技术优选

的关系,以及试错保护和风险等问题。

三、陈昌曙科学技术方法论思想的特色

1. 科学技术方法论研究的基本立场——马克思主义理论

中国自然辩证法学科的奠基人于光远先生^[14]提出中国自然辩证法是“当代哲学界的一个学派”,“这个学派是站在马克思、恩格斯创立的辩证唯物主义哲学的立场上,它是辩证唯物主义学派”^[15]。陈昌曙教授在探讨科技方法论过程中,始终贯穿着辩证唯物主义这一基本立场。他认为:“离开正确的世界观,抛弃马克思主义哲学的根本原则,而去大谈科学方法论问题,特别是纠结于某些自然科学所特有的具体方法,这是错误的。”^[5]“如果不领会辩证唯物主义的观点和方法,也不能正确认识自然科学中那些比较具体的方法的作用。”^[5]因此,他重视剖析方法中的对立统一关系。比如,关于归纳和演绎之间的对立统一关系,两类实验方法的相辅相成关系,科学方法与技术方法之间的联系与区别,科学实验与技术试验的关系,等等。可以说,他的学术创新是秉承辩证法旨趣的学术创新^[16]。同时,他强调方法研究应与具体科学技术实践相结合,秉持实践优先原则。他倾向于探讨科学方法在实践过程中出现的一般性矛盾和解决途径,如科学实验中“意内”与“意外”矛盾及其解决^[7]。他不断总结概括技术实践中出现的哲学问题,并上升到理论高度进行分析,使技术本体论、认识论、方法论和价值论的研究框架不断完善^[17]。他对方法的研究总携带如何更好地在实践中运用它们的意图,他认为技术方法论要探究怎样在工程技术领域运用系统方法、优化方法,……做出创造性的设计和发明^{[11]14}。20世纪80年代,在陈昌曙教授的主持和策划下,一个包括13本小册子,凝聚了大连工学院(现大连理工大学)、辽宁社科院、东北工学院(现东北大学)许多学者心血的《科学方法论》丛书诞生了。在前言中,陈昌曙教授一方面谈到学习科学方法论对青年科学工作者的重要性,另一方面实事求是说到“任何方法论的论述只能在理论原则上给人们以启发,只能着重介绍前人和他人的研究过程中的经验教训,而一个人要真正掌握正确的方法就不能只靠看书,还要靠自己的理解、实践和总

结”^[18]。这套丛书着眼于方法论的学以致用,体现了他对实践的重视。

2. 科学技术方法论研究建立在科学技术认识论基础上

“认识论是关于人类认识现实,领悟真理的能力的哲学学说,是关于认识的源泉以及关于认识过程借以实现的形式的哲学学说。”^[19]科学家如何认识世界,是哲学家认识世界的参考。那么哲学家的任务是什么呢?一是概括科学家认识世界的过程和方法,二是将这些认知上升到认识论和方法论。陈昌曙教授在《自然科学家谈认识世界》一文中通过列举大量科学史实和事例,概括了科学家认识世界的方法^[20]。后来,陈昌曙教授在专著《自然科学的发展与认识论》中以认知世界的科学活动、认知世界的结果——知识形态、认知世界的手段和方法穿起科学认识的历时性线索,阐述了科学由经验—思辨到实验—理论的两大认知路径的汇合和升华。虽然著作中大量出现科学方法的分析,但更偏重去探讨方法的认识论意蕴。如对实验方法的阐释,重点在于讨论实验中的经验与理性思维的关系,不仅实验中有猜测、假说,实验结果的分析大量运用逻辑推理,实验中的机遇也离不开知识,还分析了实验前思想的来源。与专门阐述方法论的专著不同,陈昌曙教授的这本著作以认识论的分析线索架构全篇,用科学方法论的分析来描述每个认知阶段的细节,认识论与方法论的研究融为一体。

在《自然科学的发展与认识论》一书中,陈昌曙教授已经渐渐地将科学认识论的研究延伸到了技术认识论的研究。其逻辑线索可从《当代科学转化为实践的机制和途径》(第九章)中找到。陈昌曙教授从科学与生产之间的分离与依存,得出这两大实践活动中最核心的环节——科学发现与技术发明的关系,再分析科学(从知识形态的角度)的三大形态:基础科学、技术科学与工程科学的关系是建立在探索“第一自然”与“第二自然”规律上。由科学到技术的转化,还只是科学—技术—生产诸环节中的一部分,科学技术要转化为物质生产,则需要深入到产业,促进生产技术的科学化、管理科学的发展,以及经济和社会的变革,这样才能实现科学的第一生产力作用。因此,从科学认识论到技术认识论变得更为复杂。在“技术研究的方法论”一节中,他特意指出,当代技术虽然有科学理论指导,以科学实验为基础进行技

术试验,但经验的方法在技术研究中仍然有用。“由此可见,由理论向实践的转化不仅在重要性上要超过由实践发展到理论,而且在途径和方法的复杂性上也不亚于后者。”^{[9]319} 技术方法论研究是从科学认识论过渡到技术认识论的逻辑必然。

3. 科学与技术的划界为探索技术方法论的独特内涵打开思路

陈昌曙教授对科学与技术关系的认识虽然直到20世纪80年代才加以明确表述:“科学与技术之间的统一与差异”^[21],但是他始终坚持科学与技术既有联系又相区别的科学技术观,这一科学技术观可以说贯穿于他的整个研究生涯。早在1957年,他就敏锐地意识到技术与科学的不同,呼吁除了科学中的哲学问题外,也要注意技术中的哲学问题^[8]。在之后的研究中,他不断将这一观念理论化,系统分析科学与技术的关系,并着重解析技术与科学的区别,为技术与科学划界。他发表的《科学与技术的差异和统一》一文,在中国第一次对技术与科学作了明确的划界^[22]。科学与技术的划界一方面澄清了技术方法论的独立研究意义,另一方面为探索技术方法论的独特内涵打开思路。陈昌曙教授认为:“讨论科学方法与技术方法的关系可以更具体地说明技术与科学的差异。”^{[10]183} 同时,他又基于科学与技术的差异来揭示技术方法论的独特内涵。他并不否认科学方法与技术方法的共性,只是强调不能在谈共性的时候忽略特殊性。技术方法与科学方法不仅在思维形式上有区别,从根本上来说,技术方法与科学方法的区别体现在对待经验的态度上。对于科学来说,经验只是达到认知目的一个台阶,科学一旦上升到理论,经验就不重要了,而技术始终要“把经验的东西(技能、经验公式等)作为必要的构成因素”^{[10]163}。也即在技术实践中,技能、技术窍门作为经验的形态普遍存在于技术过程始终,科学实践中的经验则是科学理论建构过程中的一个环节。他还特别分析了科学与技术实践方式的不同——体现在实验与试验的区别上。两者有共性,但“技术试验是在实践认识指引下进行的,技术试验有着明确的目的性、计划性和确定性。再者,技术试验中的主要任务是选优(从而用优选的方法),而实验主要是为了证伪”^{[10]164}。技术涉及的方面更为复杂,技术的实践在人类历史早期由工匠承担,近现代则变为大规模的工程的活动,因此“工程技术方法论与应用于工业和工程技术的创

造工程、人体工程、仿生工程、价值工程和最优化原理有关”^[23]。

4. 重视对科技创造方法论的研究

在科学方法论研究领域,直到20世纪50年代末,西方大多数科学哲学家都认为,科学方法论的任务,应当是分析和证明业已形成的知识^[24]。这之后,才陆续有学者开始关注科学发现方法论问题。国内学者则在1978年之后才逐渐开始认识和探讨科学发现方法论。陈昌曙教授在国内科学方法论研究刚起步的20世纪60年代,就敏锐地捕捉到了科学发现的过程中存在方法问题。他指出,必须研究人类在认识自然界时是如何去寻找新结果,是如何由已知进到未知,从中总结出逻辑的规律;至少是要研究自然科学史上若干重大发明和发现,看看人们是如何运用概然推理的方法,考察演绎推理在这个复杂的认识过程如何起作用,并从中探索新的逻辑形式^[25]。他对创造方法论的强调源于其对科学活动本身不确定、非逻辑一面的认知和探索。他认为科学活动并非仅是按逻辑整理经验材料,而是涉及创造性的构建,科学发现(创造)方法理应成为方法论中的组成部分。技术活动中非逻辑、不确定的因素较之科学更多一些。陈昌曙教授认为有必要对各类创造技法,尤其是能诱导重大发明的一般方法进行深入探讨。同时,陈昌曙教授强调试验方法是技术方法的中心环节,技术试验中的试错问题尤其需要进行方法论的反思^{[11]150}。对试错方法的反思本质上就是试图把握技术活动的不确定性。尽管这些创造性活动有着非逻辑、不确定的一面,但在这些不确定中亦存在相对确定的方法和规律。陈昌曙教授对创造方法论的重视,一方面是由于他深刻地认识到了非逻辑、不确定性是根植于科技活动之中的;另一方面则是由于他希望尽可能从科技活动的不确定性中寻找确定性,以便更加深入、全面地认识科学技术本身。

四、结 语

陈昌曙教授从对中国科技实践的关切中确立了科技方法论的研究意义,从对科技发展规律的认识中觅得了科技方法论的部分真谛。作为新中国科技方法论研究领域的先行者,他做了大量系统而基础性的思考,提出了很多有价值的问题,这些思考和问题为后续研究提供了详实的资料和可

行的路径。作为既关注科学方法论研究也重视技术方法论问题的学者,陈昌曙教授认为二者既存在本质的区别,又有着内在关联。科学方法论考察了如何由物质到精神、由实践到认识的转化,技术方法论考察了如何由精神到物质、由认识到实践的转化,二者合起来构成对认识过程的完整考察。

尽管陈昌曙教授并未以完整的理论形式呈现其对科学技术方法论的认识,但他对这一问题的思考贯穿其整个研究生涯,并具有连续性和系统性。尤其是他在构建技术哲学研究体系过程中提出的一系列技术方法论问题^{[11]147-151},可以说是为技术方法论研究构建了一个问题集合式的研究大纲,对于尚停留在“论方法”层面的中国技术方法论研究具有重要启发意义。在今天,尝试回答这些问题,有助于提升技术方法论研究维度、完善研究体系。

参考文献:

[1] 马佰莲,王瑞. 中国自然辩证法研究论文成果情况的统计分析——基于 1956—1966 年论文作者群的分布[J]. 北京科技大学学报(社会科学版), 2013,29(5):77-82.

[2] 陈昌曙. 试论表明现象间因果联系的逻辑方法[J]. 哲学研究, 1961(6):86-94.

[3] 陈昌曙. 试论归纳和演绎的辩证统一[J]. 哲学研究, 1962(2):13-21.

[4] 陈昌曙. 关于类比法的几个问题[J]. 新建设, 1963(2):11-21.

[5] 陈昌曙. 自然科学方法论研究的意义[J]. 哲学研究, 1964(3):42-49.

[6] 陈昌曙. 科学实验对认识自然和改造自然的特殊作用——兼批“四人帮”假借生产实践否定科学实验的谬论[J]. 自然辩证法丛刊, 1977(4):7-11.

[7] 陈昌曙. 科学实验方法的几个问题[J]. 辽宁社会科学辑刊, 1979(7):62-68.

[8] 陈昌曙. 要注意技术中的方法论问题[J]. 自然辩证法研究通讯, 1957(2):24.

[9] 陈昌曙. 自然科学的发展与认识论[M]. 北京:人民出版社, 1983.

[10] 陈昌曙. 技术哲学引论[M]. 北京:科学出版社, 1999.

[11] 陈昌曙. 技术哲学引论[M]. 2 版. 北京:科学出版社, 2012.

[12] Galle P. Philosophy of Design: An Editorial Introduction [J]. Design Studies, 2002,23(3):211-218.

[13] 罗玲玲. 创造技法的方法内涵和方法论意义[J]. 自然辩证法研究, 1998,14(7):32-36.

[14] 李惠国. 于光远——自然辩证法学科的奠基人[J]. 自然辩证法研究, 2017,33(4):97-98.

[15] 于光远. 当代哲学界的一个学派——于光远同志在 1990 年工作会议上的讲话[Z]//中国自然辩证法研究会历史文献资料汇编(纪念邓小平同志批准中国自然辩证法研究会成立 30 周年). 北京:中国自然辩证法研究会秘书处, 2008.

[16] 张明国. 陈昌曙留给技术哲学界什么? [J]. 科学技术哲学研究, 2016,33(3):61-65.

[17] 王前. 陈昌曙技术哲学思想的特色与价值[J]. 东北大学学报(社会科学版), 2016,18(3):221-225.

[18] 陈昌曙. 编者的话[M]//关崇明,吴明泰. 科学探索与方法. 沈阳:辽宁人民出版社, 1986:2.

[19] 陈昌曙. 论研究辩证逻辑的任务[J]. 新建设, 1956(5):50-52.

[20] 陈昌曙. 自然科学家谈认识世界[J]. 教学与研究, 1980(2):25-28.

[21] 陈昌曙. 科学与技术的统一与差异[N]. 光明日报, 1982-10-01.

[22] 刘则渊,王飞. 中国技术论研究二十年[C]//刘则渊,王续琨. 工程·技术·哲学. 大连:大连理工大学出版社, 2001:301.

[23] 陈昌曙,远德玉. 工程技术哲学[M]//于光远. 自然辩证法百科全书. 北京:中国大百科全书出版社, 1995:109.

[24] 刘大椿. 科学方法论:问题和趋势[J]. 中国人民大学学报, 1988(3):78-85.

[25] 陈昌曙. 自然科学史研究的哲学意义[J]. 哲学研究, 1963(3):17-22.

(责任编辑:李新根)