

自然科学系统论及其启示

钱兆华, 吕明磊

(江苏大学 马克思主义学院, 江苏 镇江 212013)

摘 要: 自然科学无论作为人类的认识成果、探索过程、文化的子系统, 还是作为社会活动领域, 都是一个系统或一个有机整体。自然科学作为一个系统或整体, 不仅内部各要素之间相互联系、相互影响、相互作用, 而且与外部环境之间也相互匹配、相互作用和相互协调一致, 从而构成了整个社会系统。这充分说明, 科学创新或科学的发展实际上是一项系统工程, 而这一系统工程的核心要素是文化基因或哲学思想。

关键词: 自然科学; 系统; 自然科学系统; 文化基因

中图分类号: N031 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-6604(2015)01-0041-05

自然科学作为人类对自然界的认识, 本质上是一个系统或有机整体, 即它是由相互联系、相互影响、相互作用的不同部分组成的。正是由于科学是一个系统或有机整体, 因此科学的创新、科学的发展或进步, 是一项复杂的系统工程。这意味着, 我们要想真正提高科学技术创新能力, 就必须在涉及科学的各个思想领域和各个环节进行全方位变革, 以创造一种适应科学生存和发展的土壤。

一、作为人类认识成果的自然科学系统

自然科学是人类对自然界的认识, 这种认识的成果主要包括四方面内容: 其一是科学发现或经验事实, 其二是概念, 其三是假说或理论, 其四是定律、原理和预言等。这四个组成部分密切相关, 共同构成了自然科学的“成果系统”。

自然科学的本质在于, “它是对自然现象产生原因的一种猜测或解释, 而以这种解释或猜测为前提推导出的公式、定律、预言等, 可以得到人类经验的严格检验”^{[1]8}。既然自然科学的本质是对自然现象产生原因的解释, 那么首先就要发现自然现象, 发现的自然现象数量越多, 质量越高, 就越能为科学研究提供丰富的感性材料。

就哲学或认识论而言, 理性认识有三种形式: 概念、判断和推理。列宁曾说过, “自然科学的成

果是概念”^{[2]290}。概念是对多种事物或现象共性、本质属性的认识, 通常是通过归纳方法得到的, 它是人类对自然现象初步的理性认识。在明晰的概念基础上, 人们对自然界事物进行是与否的判断, 如某种事物或现象是否是金属、惰性气体、化学元素、氧化反应、简谐振动、蛋白质、核酸等。在判断的基础上再进行推理, 从而形成科学假说或理论。

然而, 人们推导出或提出的科学假说(或理论)是否正确呢? 这就必须对它进行严格检验。人类对客观的理性知识或科学知识的检验只有两种方法: 逻辑分析和经验对照。前者检验科学知识或对有关自然现象的解释体系, 其内部是否存在逻辑上的矛盾或是否存在悖论, 即任何科学知识都必须能够自圆其说; 后者检验科学知识作为对自然现象背后原因的揭示或解释体系是否“正确”。

但自然现象的背后原因是看不到摸不着的, 因此在一般情况下, 人们无法对科学知识或科学假说进行直接检验, 而是首先在科学假说(理论)的基础上进行严密的逻辑推理(在许多情况下用数学进行, 因为数学是精确的、严谨的、符号化的逻辑推理), 推导出相关的定律、公式、原理和预言等, 然后用观察或实验中获得的经验事实或科学事实对它们进行检验。如果相关的定律、公式、原

收稿日期: 2014-10-20

基金项目: 江苏省高校社科基金项目(11SJD72009)

作者简介: 钱兆华, 教授, 从事科学哲学、科学文化研究; 吕明磊, 硕士研究生, 从事科学哲学研究。

理和预言等得到了经验事实的证明,人们就认为这一科学假说是正确的,它就会被接受为科学理论;反之就是错误的。因为相关的定律、公式、原理和预言是以科学假说为前提经过严密逻辑推理推演得到的结论,所以它们两者之间是相互一致的、等价的。

不难看出,作为人类认识自然界成果的自然科学系统的四个组成部分是紧密联系的,缺一不可。科学发现或经验事实是科学认识对象本身;科学概念是对一类科学事实或自然现象共性或本质属性的认识,是科学认识的最重要、最基本的成果形式;科学假说无疑是科学认识的核心,是科学认识的最终形式;而科学定律、公式、原理和预言作为在科学假说基础上推演得到的结论,它既是指导人们社会实践,进行技术发明、技术创造的指南,同时也是科学知识接受检验的关键。

二、作为人类探索自然界过程的 自然科学系统

自然科学研究是人类最富有创造力的社会活动,这一探索过程是科学工作者不断发现问题、提出问题和解决问题的过程。从某种意义上讲,自然科学发展史就是一部发现问题和解决问题的历史。科学研究活动作为一种探索和揭示自然界奥秘的过程,大体上可分为五个阶段:第一阶段是发现和提出问题;第二阶段是搜集有关该问题的感性材料或经验事实;第三阶段是对搜集到的经验事实进行分析整理;第四阶段是在整理经验事实的基础上提出有关科学假说,对有关经验事实进行统一解释,即解决原先提出的问题;第五阶段是对科学假说或解释进行严格检验或验证。科学研究过程的这五个阶段密切联系、环环相扣,并相互影响、相互作用,共同组成了自然科学的过程性系统。

科学哲学家波普尔坚持认为,科学研究起始于问题,因为有了问题才能引发研究。当确定了所要研究的问题后,科学工作者为了解决问题,就要搜集尽可能多的感性材料或经验事实。众所周知,为了获取解决有关问题的经验事实,通常是运用观察和实验方法。实验方法之所以成为近代科学研究的重要手段,是因为它本质上是科学工作者运用人工方法“创造”自然现象。由于这些自然现象是科学工作者根据一定理论的指导有目的、

有意识地“创造”出来的,所以它可以为科学工作者提供系统的、精确的、典型的、纯粹的、定向的、专业的经验事实,从而使他们获得科学研究所需要的数量多、质量高的感性材料。事实上,今天科学研究所需要的绝大部分感性材料或经验事实都是通过实验方法得到的。

科学工作者获得了大量有关经验事实后,就必须运用归纳、演绎、分析、综合、分类、类比、比较等方法对之进行整理加工,然后在此基础上提出有关科学假说,对这些经验事实作统一解释和推演出有关结论(如定律、预言等)。那么,人们如何才能知道科学工作者提出的科学假说究竟是否正确呢?或者说,人们如何检验、判断科学假说的对错呢?不用说,只有通过经验对照加以检验或判断。如前所述,由于实验方法能够为科学工作者提供系统的、精确的、典型的、纯粹的、定向的、专业的经验事实,所以,今天绝大多数科学假说都要通过实验才能得到严格检验。

科学史上这样的例子可以说是数不胜数。比如,生物界为什么总是遵循“种瓜得瓜,种豆得豆”的遗传规律,无一例外,这一遗传现象的背后原因究竟是什么?遗传学的先驱和奠基人奥地利科学家孟德尔首先发现并提出了这一人们司空见惯的问题,并着手进行解决。为了搜集解决这一问题所需的感性材料,孟德尔用豌豆做杂交遗传实验,并进行了长时间的观察,得到了系统、丰富的第一手科研材料。在此基础上孟德尔对所获得的这些感性材料进行了科学的比较、分类、分析、综合和归纳,最后,他得出了奠定生物遗传学的两大基本规律:孟德尔分离定律和孟德尔独立分配定律。这两大定律在后来分子生物学的发展中得到了充分验证,从而极大地推动了分子生物学的进步。20世纪美国生物学家摩尔根在他的基础上进行了进一步研究,并最终搞清楚了生物的遗传基因在生物遗传中的决定性作用。

很显然,科学研究作为人类探索自然界活动的一种过程性系统,其五个组成部分是紧密联系、不可分割的,它们共同构成了一个有机整体。

三、作为社会文化组成部分的自然科学系统

“科学是一种文化过程。”^{[3]1}因此,“作为一种文化现象,科学同其他文化现象一样,也表现出强

烈的民族性”^{[4]4}。从实际情况看也是如此。我们今天学习的科学(及其技术)是西方文化基因的产物,带有非常浓厚、明显的西方文化特色,就如同中医学是中国文化基因的产物,带有非常浓厚、明显的中国文化特色一样。中国人有目的、有意识、大规模地学习、引进、移植西方科学仅仅是从洋务运动开始的,仅仅是基于“师夷长技以制夷”的考虑。

既然科学是文化的一部分,那么它作为文化的一个子系统,其本身的各部分之间也是相互联系、相互影响、相互制约的,而且它必然与其相应的文化基因吻合,并且相互匹配、相互协调一致。

从总体上看,科学作为一种文化现象,作为文化的一个子系统主要由三个部分组成:其一,价值观决定人们研究的目的和研究什么;其二,思维方式或哲学思想决定人们如何研究或用什么方法进行研究;其三,信仰信念决定人们研究的信心和如何看待其研究成果。之所以不同的科学形态之间存在重大差异或本质差异,正是由于自然科学作为一种文化子系统,其内部的基本文化要素,如人们的价值观、思维方式、信仰信念等方面存在重大差异。

首先,价值观决定了人们是否研究、探索自然界奥秘或研究什么问题。以西方科学为例,其价值观因素主要包括两个方面:第一是古希腊人一开始就认为“求知是人类的本性”^{[5]1},因而探索自然界的奥秘、认识自然界,以达到驱除愚昧、满足人类好奇心的目的是最有价值、最有意义的事。正如亚里士多德所说,“他们探索哲理只是想脱出愚昧,显然,他们为求知而从事学术,并无任何实用目的。”^{[5]5}这就是说,古希腊人认为探索自然界本身就是目的,就是人类最值得做的事。第二是古希腊人认为只有认识了事物背后的原因才算认识了该事物,仅仅认识事物的表象,只是感性知识,只是经验,而感性知识或经验是不可靠的。留基伯最先提出了“因果原则——没有什么事情无缘无故而发生,一切事物的发生都有原因和必然性”^{[6]60}。亚里士多德更明确地指出:“智慧就是有关某些原理和原因的知识”^{[5]3},因为“明白了原理和原因,其他一切由此可得明白”^{[5]4}。正是在这种价值取向的引导下,从古希腊的自然哲学开始,直到文艺复兴后近代科学的诞生及发展,西方

科学始终都把探索自然现象背后的原因作为研究的主要指向,因而随之也成了西方科学的本质和最主要特点。

其次,思维方式决定了人们如何研究或通过什么方法、途径研究自然界。作为文化子系统的西方科学的思维方式因素主要表现在其形而上学基础和方法论两个主要方面。康德曾明确指出:“一切本义上的自然科学都需要一个纯粹的部分,在它上面可以建立起理性在其中所寻求的无可置疑的确定性。”^{[7]6}在康德自己看来,这个作为基础的纯粹部分唯一地是作为形而上学的哲学。没有这些哲学思想作为科学的形而上学基础,科学将成为空中楼阁。

方法论对西方科学的要求更为明显和重要。可想而知,进行科学研究如果不运用观察实验方法、数学方法、分析方法、分类方法、归纳方法、演绎方法、比较方法等适当的方法,科学将寸步难行。从科学史看,西方近代科学之所以从自然哲学体系中独立出来,并得到迅猛发展,正是这些科学方法的功绩。不言而喻,科学方法论本身就是哲学的一部分,正如马克思主义所认为的,有什么样的世界观(哲学),就有什么样的方法论,同时方法论也最能体现出一个民族的人或一种文化模式的思维方法。

再次,信仰信念决定了人们进行科学研究的信心。西方科学的信仰信念前提主要基于两类:一类是宗教的,另一类是世俗的。基督教认为,整个宇宙都是上帝创造的,因而是有序的、完美的、简单的、和谐的、有规律的。基督徒研究自然界本身就是对上帝的赞美和认识上帝的伟大。这就是说,“人们必须研究上帝的造物以便更好地理解上帝本身”^{[8]175}。实际上,西方绝大多数科学家集研究者和基督徒身份于一身,牛顿、哥白尼、孟德尔、爱因斯坦等都是如此。爱因斯坦甚至明确指出:“相信世界在本质上是有序的和可认识的这一信念,是一切科学工作的基础。这种信念是建筑在宗教感情上的。”^{[9]409}

西方人在研究探索自然界奥秘的世俗方面的信心来自于毕达哥拉斯学派的思想。毕达哥拉斯学派认为“数”是万物的本原,因为“数”是简单的、有序的、有规律的,所以整个宇宙也是简单的、有序的、有规律的。这种简单性、有序性和规律性可

以用“数学”精确地表达、反映出来。毕达哥拉斯学派的这一观点直接影响了整个近代科学的发展过程,像哥白尼、开普勒、麦克斯韦、爱因斯坦等大科学家几乎都是虔诚的毕达哥拉斯主义者。

总之,科学作为一种文化现象,作为文化的一个子系统,其内部的几乎一切要素都与文化基因,即人们的思维方式、价值观、信仰信念密切联系、相互吻合、相互协调,从而共同构成了一个有机的整体,使科学呈现出鲜明的文化特色。

四、作为社会活动领域的自然科学系统

作为一种社会活动领域的自然科学系统,主要包括三个组成部分:基础性研究、应用科学知识的实践和教育。这三个组成部分紧密关联、相互作用、相互影响,共同构成了自然科学这一社会性系统,并与其他社会子系统密切联系,相互协调一致,共同构成了整个社会系统。

自然科学作为一种社会性系统或社会领域,基础性研究是其核心或基础。这是因为,自然科学系统之所以能够发挥社会生产力功能,能够推动社会物质文明和精神文明的进步,主要是由于它能够通过对自然界的认识成果来指导人们进行技术发明、技术创造,从而使人们更加有效地进行社会实践,而且能够通过揭示自然界的奥秘以达到驱除愚昧,满足人类求知的本性,使思想科学化的目的。从本质上看,科学的基础研究过程相当于科学家在进行着“创造”知识的活动,即“创造”出人类以前不知道或还“没有现实地存在”的知识,如牛顿“创造”出万有引力理论,麦克斯韦“创造”出电磁场理论等等。而技术实质上是“应用”知识。科学是对自然界的认识,技术则是对自然界的有效改造和利用,是社会实践。这就是作为社会活动领域的自然科学系统内科学与技术之间的本质关系。

不过,科学家“创造”出来的关于自然界的知识要想得到应用或用来指导社会实践,就必须被大多数人所掌握,否则,科学知识的应用也仍然是一句空话。那么,如何才能做到科学知识被大多数人所掌握呢?不言而喻,必须通过教育,没有教育,自然科学系统既不能正常运行,也不能充分发挥其社会功能。因此,教育作为科学知识传承、应用的必要和唯一途径,必须包括在自然科学系

统内。

当然,把教育包含在自然科学社会性系统内并不仅仅是基于教育是科学知识传承和应用的必然要求的考虑。从现实情况看,作为自然科学社会性系统一部分的教育的主要功能是为了科学知识的传承和如何把科学家创造的知识应用于社会实践,变为推动经济发展或社会物质文明进步的杠杆,这就是国家普及教育、提高教育水平的主要目的。但教育的另一个重要功能是要培养出能够“创造”知识的科学家来。很显然,如果培养不出“创造”知识的科学家,自然科学系统“创造”不出新知识,那么知识的应用,即技术发明或技术创造就是一句空话,就是空中楼阁。所以说,教育作为自然科学社会性系统的一个组成部分,其重要功能有二:一是培养传承和应用科学知识的人;二是培养“创造”科学知识的人。

这充分说明,自然科学与教育的关系十分密切,这正是我们通常都把“科教”作为一个词来使用和理解的重要原因。从以上的分析中我们不难看出,作为社会一个重要活动领域的自然科学社会性系统的三个组成部分,基础性研究(即关于自然界知识的“创造”活动)、应用科学知识的实践(即技术或对自然界的有效改造和利用)和教育(培养创造、传承、应用科学知识的人)是密切相关的,它们共同构成了一个不可分割的有机整体。

五、启示

综上所述,自然科学无论作为人类认识自然界的成果、人类探索自然界的过程、社会文化的组成部分,还是作为人类的社会活动领域,都是一个由内部相互联系、相互影响的部分构成的系统或有机整体,这一系统或整体又与其周围环境相互联系、相互影响和相互匹配、相互协调一致,共同构成了社会大系统。这意味着,科学创新或科学进步是整体性的,它受到其他诸多思想因素、文化传统因素、教育因素等方面的强烈影响。

中国之所以科学技术创新能力较弱,其根本原因是中西方文化基因之间存在差异,正是这种文化基因的差异才导致了中国人对科学的误解,对科学教育的误解,对科研体制和教育体制的错误设计。其实,科学无论是作为认识成果、探索过程、文化子系统,还是作为社会活动领域,都与人

的思维方式、价值观、信仰信念紧密相关,因此科学实质上是一种文化,带有鲜明的文化色彩。我们完全可以把科学对人类社会的影响看作是这样的过程:哲学(思维方式、价值观、信仰信念等文化基因要素的集中体现或结晶)→自然科学(对自然界的认识或关于自然界的理性知识)→技术(应用科学知识进行技术发明和创造)→工程(生产实践,变为实际的社会生产力)。

从这一过程中我们可以清楚地看出,哲学或文化基因是科学的基础,是自然科学诞生及发展的土壤和养料;而自然科学又是技术发明或技术创新的基础或前提;至于工程则仅仅是技术的实施或技术的应用。所以说,我们要想在工程上取得突破,就必须在技术上取得突破;而要想在技术上取得突破,就必须在科学上取得突破;而要想在科学上取得突破,就必须在思想上取得突破,真正全方位改变、解放中国人的思想,尤其是哲学思想。那么,如何才能全方位改变和解放中国人的思想呢?当然,这就要求用教育促进人的思想的自由化和多元化。

然而遗憾的是,包括政府官员、知识分子、科学技术人员、研究生在内的绝大多数中国人至今都未弄明白这一重要问题。现在是到了我们对哲学、科学、技术、工程之间的关系进行重新认识,消

除误解的时候了。因为说到底,任何创新都是思想观念的创新,只要思想观念彻底解放了,创新成果就会层出不穷,而自然科学尤其如此。

参考文献:

[1] 钱兆华. 科学哲学新论[M]. 镇江: 江苏大学出版社, 2011.

[2] 列宁. 列宁全集: 第38卷[M]. 北京: 人民出版社, 1959.

[3] 李克特. 科学是一种文化过程[M]. 李 昕, 译. 上海: 上海三联书店, 1989.

[4] 周昌忠. 西方科学的文化精神[M]. 上海: 上海人民出版社, 1995.

[5] 亚里士多德. 形而上学[M]. 吴寿彭, 译. 北京: 商务印书馆, 1959.

[6] 丹皮尔. 科学史[M]. 李 珩, 译. 北京: 商务印书馆, 1975.

[7] 康德. 自然科学的形而上学基础[M]. 邓晓芒, 译. 上海: 上海三联书店, 1988.

[8] 杜布斯. 文艺复兴时期的人与自然[M]. 杭州: 浙江人民出版社, 1988.

[9] 许良英, 李宝恒, 赵中立, 等. 爱因斯坦文集: 第1卷[M]. 北京: 商务印书馆, 2010.

(责任编辑 张向凤)

The System Theory of Natural Science and its Enlightenment

Qian Zhaohua, Lü Minglei

(School of Marxism, Jiansu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: Natural science, whether as the cognitive achievement of human, the process of exploration, the subsystem of culture or as the field of social activity, is a system or an organic whole. As a system or an organic whole, natural science not only connects, influences, affects and coordinates each other of its interior elements, but also matches, affects and coordinates each other with the outer surroundings and constitutes a whole social system. This illustrates that scientific innovation or development is a systematic engineering and its core element is the cultural gene or philosophical thought.

Key words: natural science; system; system of natural science; cultural gene