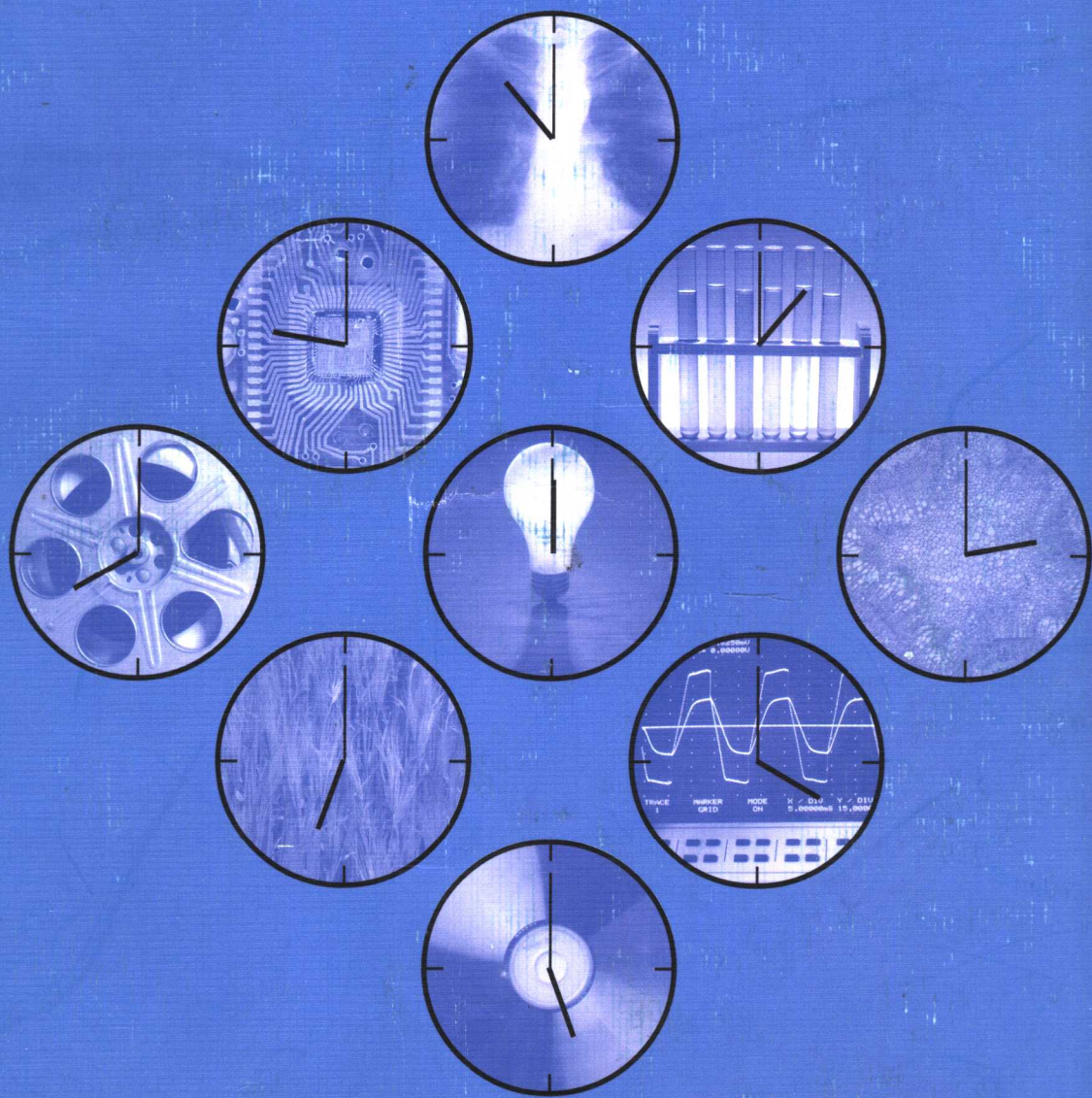


自然科学与高技术 发展概论

主编 张明正 孟 杰

河南大学出版社



[河南大学跨世纪教学改革工程资助项目]

河南大学跨世纪教学改革工程资助项目

自然科学与高技术发展概论

主 编 张明正 孟 杰
副主编 张东生 孙锦龙
郭志永 白新瑞

江苏工业学院图书馆
藏书章

河南大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

自然科学与高技术发展概论/张明正 孟杰主编.
开封:河南大学出版社, 2003.9
ISBN 7-81041-827-0

I. 自… II. 张… III. 自然科学史 - 世界
IV. N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第038947 号

责任编辑:王 纯
责任校对:王 冀
责任印制:苗 卉
封面设计:张 胜

河南大学出版社出版发行

地址:河南省开封市明伦街 85 号

邮编:475001

电话:0378-2864669(事业部)

0378-2825001(营销部)

网址:www.hupress.com

E-mail:bangong@hupress.com

排 版 河南第一新华印刷厂

印 刷 河南第一新华印刷厂

版 次 2003 年 9 月第 1 版

印 次 2003 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 18

字 数 438 千字

印 数 1—3000 册

ISBN 7-81041-827-0/N · 4

定 价:25.00 元

(本书如有印装质量问题,请与河南大学出版社营销部联系调换)

目 录

绪 论

第一节 科学及其发展模式	(1)
第二节 技术及其发展模式	(6)

第一篇 数 学

第一章 古代数学的发展	(13)
第一节 数学萌芽时期	(13)
第二节 中国古代的数学成就	(15)
第三节 古希腊数学的产生	(18)
第四节 阿拉伯的数学	(21)
第五节 文艺复兴时期的欧洲数学	(22)
第二章 17 世纪的三大数学成就	(24)
第一节 对数的建立	(24)
第二节 解析几何的产生	(24)
第三节 微积分的出现及其争论	(25)
第三章 19 世纪的几何学	(29)
第一节 19 世纪以前的欧氏几何	(29)
第二节 平行公设的研究	(30)
第三节 非欧几何的诞生	(31)
第四节 三种几何的比较及非欧几何的意义	(33)
第四章 20 世纪的数学	(34)
第一节 数学理论的发展	(34)
第二节 计算机的产生与发展	(38)
第三节 现代数学的评价标准	(40)

第四节 数学的发展趋势	(42)
-------------------	------

第二篇 物 理 学

第五章 古代物理学的创立与发展	(45)
-----------------------	------

第一节 中国古代物理学的光辉成就	(45)
------------------------	------

第二节 西方古代的物理学思想	(50)
----------------------	------

第三节 欧洲中世纪的宗教统治与经院哲学	(51)
---------------------------	------

第六章 17 ~18 世纪的物理学	(53)
-------------------------	------

第一节 经典力学体系的建立	(53)
---------------------	------

第二节 牛顿的科学方法和哲学思想	(54)
------------------------	------

第三节 光学理论的发展	(56)
-------------------	------

第四节 电磁学理论的早期尝试	(57)
----------------------	------

第五节 热学的进步	(59)
-----------------	------

第七章 19 世纪物理学的进展	(61)
-----------------------	------

第一节 能量守恒与转化定律的建立	(61)
------------------------	------

第二节 热力学第二定律及其引发的哲学争论	(62)
----------------------------	------

第三节 光的波动说的胜利	(64)
--------------------	------

第四节 电磁学理论的建立	(65)
--------------------	------

第八章 伟大的物理学革命	(68)
--------------------	------

第一节 物理学革命的序幕	(68)
--------------------	------

第二节 狭义相对论和广义相对论的产生	(71)
--------------------------	------

第三节 量子论的提出与量子力学的建立	(76)
--------------------------	------

第九章 现代物理学的发展	(82)
--------------------	------

第一节 原子核物理学的产生和发展	(82)
------------------------	------

第二节 粒子物理学的产生和发展	(85)
-----------------------	------

第三节 万马奔腾的凝聚态物理学	(88)
-----------------------	------

第十章 现代物理学的技术应用	(92)
----------------------	------

第一节 能源科学技术	(92)
------------------	------

第二节 材料科学技术	(95)
------------------	------

第三节 激光和光电子技术	(100)
--------------------	-------

第三篇 化 学

第十一章	古代化学的萌芽	(105)
第一节	古代的实用化学	(105)
第二节	古代的自然观对近代化学的影响	(107)
第三节	金丹术与化学的原始形式	(110)
第十二章	近代化学的兴起	(112)
第一节	化学确立为科学	(112)
第二节	燃素说与氧化燃烧说	(113)
第三节	原子—分子论的建立	(117)
第四节	有机化学的早期理论	(122)
第五节	有机经典结构理论的建立	(124)
第六节	有机合成工业的兴起	(127)
第七节	门捷列夫与元素周期律	(130)
第十三章	现代化学的进展	(133)
第一节	元素学说的新发展	(133)
第二节	结构化学的发展	(135)
第三节	现代有机化学的发展	(138)
第四节	高分子化学工业	(140)
第五节	分析化学的发展	(142)
第六节	物理化学的发展	(145)
第七节	现代化学的特点及发展趋势	(150)

第四篇 天 文 学

第十四章	天文学的发祥地	(154)
第一节	古埃及	(154)
第二节	古巴比伦	(154)
第三节	古印度	(155)
第四节	古代中国	(155)
第十五章	西方天文学的理论体系	(157)
第一节	古希腊天文学	(157)
第二节	托勒密地心说	(158)

第三节	天文学革命的前夜·····	(159)
第四节	哥白尼日心说的确立和发展·····	(160)
第十六章	中国古代天文学·····	(162)
第一节	古代历法·····	(162)
第二节	丰富的天象观测记录·····	(163)
第三节	多种古代天文仪器·····	(163)
第四节	古代宇宙论·····	(164)
第十七章	18~19 世纪经典天文学的成就 ·····	(165)
第一节	天体测量学·····	(165)
第二节	天体力学·····	(166)
第三节	康德—拉普拉斯的太阳系演化学说·····	(167)
第四节	恒星天文学的诞生·····	(168)
第十八章	近代天文学的兴起·····	(170)
第一节	物理方法在天文学中的应用·····	(170)
第二节	太阳系的物理学认识·····	(171)
第三节	恒星及其系统的研究·····	(173)
第十九章	20 世纪中叶天文学的辉煌成就 ·····	(175)
第一节	赫罗图与恒星演化的研究·····	(175)
第二节	大爆炸宇宙说的提出·····	(179)
第三节	射电天文学与四大发现·····	(183)
第二十章	近 30 年来天文学的飞速发展 ·····	(186)
第一节	空间天文探测时代的到来·····	(186)
第二节	20 世纪 80 年代的主要天文学成就 ·····	(191)
第三节	探测宇宙新手段·····	(193)
第四节	20 世纪 90 年代空间天文学的新进展 ·····	(195)
第五节	黑洞理论的研究·····	(198)

第五篇 地 球 科 学

第二十一章	古代地球科学的产生·····	(202)
第一节	地理大发现以前的地球科学·····	(202)
第二节	地理大发现时期的地球科学·····	(205)

第二十二章 近代地球科学的形成与发展	(209)
第一节 地理大发现的继续	(209)
第二节 地球科学大分化与地理学危机	(210)
第三节 近代地质学的发展	(212)
第二十三章 现代地球科学的发展	(216)
第一节 从大陆漂移说到板块构造说	(216)
第二节 南极探险与我国南极考察	(221)
第三节 现代地理学与地球系统科学	(222)
第二十四章 人地关系与可持续发展	(227)
第一节 人地关系	(227)
第二节 可持续发展战略	(231)
第三节 中国可持续发展战略的实施	(235)

第六篇 生 物 学

第二十五章 古代的生物学知识	(240)
第一节 中国古代农学、医学中的生物学知识	(240)
第二节 古希腊、古罗马时期的生物学知识	(243)
第二十六章 近代生物学的成就	(245)
第一节 解剖学的发展	(245)
第二节 林耐与生物分类学	(246)
第三节 细胞学说的建立	(248)
第四节 进化论及其发展	(250)
第五节 孟德尔遗传学说	(253)
第二十七章 20 世纪的生物学成就	(256)
第一节 摩尔根基因论的提出与发展	(256)
第二节 生物化学的发展	(260)
第三节 分子生物学的发展	(264)
第四节 现代生物学的热点问题	(273)
参考文献	(278)
编后记	(279)

绪 论

把科学与技术发展的历史作为一门科学来进行研究,即使是最保守的估计,也应该从1882年计起。正是这一年,由法国政府任命拉菲特为科学史教授,并由他出面组织了一个科学史的研究机构。许多科学技术发展史方面的专家都认为,这一年应为世界上系统研究科学技术史的开端。但是直到19世纪末期,科学史工作者的主要使命仍然是沿袭自1543年以来的科学工作者所遵循的最基本的研究模式——搜集资料 and 整理资料。他们忠实地摹印下了漫漫3000年的科学技术发展的足迹,而极少去注意科学技术的内涵。进入20世纪以后,科学技术史的专家们才开始重视科学技术的元问题,比如什么是科学,什么是技术,科学和技术是如何产生和发展的等等。大家已经意识到,如果不能正确地认识科学与技术,不能客观地把握科学技术的发展,研究科学技术的历史就失去了根据。这些问题过去重要,今天依然重要。

第一节 科学及其发展模式

科学,对于生活在21世纪的人们来说,绝对不是一个陌生的字眼。人们之所以如此熟悉科学,不仅是因为科学已广泛地渗透到我们的生活之中,影响到我们的衣食住行,更因为科学已经深刻地影响到了整个人类社会的发展,它甚至已经成为了我们的世界观的一个重要组成部分。如果说,1872年当马克思在《共产党宣言》中惊叹由于工业革命的到来,而使得大量的人口和巨大的生产力仿佛被法术从地下将其唤出的话,那么生活在今天的人们将会更加真切地感受到科学的神奇力量。不管我们把科学看做可以带来幸福和欢乐的天使,还是看做悬在人们头上的达摩克利斯剑,科学已经彻底改变了人类的生存方式并将继续深刻地影响着人类,这已是不争的事实。然而,当我们认真地询问大家究竟什么是科学的话,也许很多人会突然感到困惑,会突然发现,原来如此熟悉的概念,蓦然间变得有些恍惚,一时竟然无法讲得清楚。那么,究竟什么是科学呢?

一、科学的定义

非常遗憾,关于科学的定义,目前乃至将来,都注定是一个很难取得一致意见的问题。为什么呢?英国著名的科学社会学家贝尔纳(J. D. Bernal, 1901 ~ 1971)在《历史上的科学》一书中有一段非常好的阐述,他认为之所以很难为科学下一个准确的定义是因为:“科学的形象是多方面的。它可以作为一种建制,一种方法,一种积累的知识传统,一种维持或发展生产的主要因素,一种构成我们诸信仰和对宇宙和人类诸态度的最强大的势

力。”^①因此,用我们传统定义的方法就变得异常困难。恩格斯从唯物辩证法的独特视角出发,则对难以定义有另一番见解。他认为:“定义对于科学来说是没有价值的,因为它们总是不充分的。惟一真实的定义是事物本身的发展,而这已不再是定义了。”^②

当然,为了研究问题的方便,给我们所研究的对象下定义的方法在理论界仍普遍采用。正如恩格斯所说:“对日常的运用来说,在所谓的定义中对最一般的同时也是最有特色的性质所作的简短解释,常常是有用的,甚至是必要的,只要不要求它表达比它所能表达的更多的东西,它也无能为害。”^③就我们所知道的,目前理论界为科学所下的定义至少有十几种之多,但大致归纳一下,无非是两类定义。

其一,将科学作为人们探索自然的现象、性质及其规律性的认识活动,这是一种从动态的、变化的角度来考察科学的观点,历史上称之为科学活动论的观点。其二,将科学作为一种累积而存在的知识体系,是一种既成的东西,是人类进行科学活动的成果,这是一种从静态的角度来考察科学的观点,历史上称之为科学成果论的观点。这两种观念各执一端,都有偏颇之嫌。如何全面、科学地认识科学,是理论界未来仍需认真研究的课题。

二、科学发展的模式

自然科学在历史上是怎么发展的,科学家的思想方法是如何产生的,科学的成果是如何形成的,这些都是自然科学概论中希望解决的重要理论问题。按照不同的科学发展模式理论,会有对科学发展的不同描述和理解。因此,我们非常有必要了解一下历史上关于科学发展模式问题的主要观点。国外关于科学发展模式的主要观点大体上有三种:

1. 归纳主义的观点

这是一种传统的、经典的观点,代表人物是宣传“知识就是力量”的培根(F. Bacon, 1561~1626)。归纳主义的基本观点有:

A) 科学的基础是经验

科学来源于经验,经验是全部科学的基础。科学理论是在观察和实验中得来的经验事实的基础上建立起来的,是已经被证实了的知识。

B) 科学的方法是归纳

从经验事实上升到科学理论靠的是归纳,归纳法是最主要也是最可靠的科学方法。科学发展靠归纳,科学论证靠归纳,科学理论不过是对观察和实验中得来的事实材料进行归纳的结果。用培根的话说,只要“及时采集无数成熟的葡萄”,“科学的酒浆”就会源源而来。

C) 科学的历史是累进

科学的发展是积累渐进。科学知识对于人类来说,就像货栈里堆放的货物一样,随着时间的推移,人类获得的经验事实越多,人类知识宝库中堆放的“货物”就越多,如此递进,永无止境。

D) 科学的发展模式是直线

在归纳主义者看来,作为科学成果的定律或理论,可以直接从归纳中得出,而通过归纳总结出来的理论又可以通过演绎去解释已经发生的科学事实和预见尚未发生的科学现象。

① 贝尔纳. 历史上的科学. 北京:科学出版社,1983. 序

②③ 马克思恩格斯全集. 20 卷. 北京:人民出版社,1971. 667 页

它们之间的关系是线性的,如下图所示:



归纳论的观点,在1543年科学革命之后,直到19世纪中叶之前,在科学史上曾经起过极大的思想解放的作用,在反对中世纪宗教神学和经院哲学的斗争中有很大的历史功绩。它强调科学理论要建立在实践经验的基础之上,要从思辨的王国回到人世间来,其作用是积极的、进步的。同时,由于这种观点同人们的日常经验相符合,与近代自然科学发展初期的水平相适应,因此,在相当长一段时期内,它作为一种常识被大多数科学家所接受。但“常识”的东西是正确的吗?德国著名的哲学家黑格尔曾经有过一段精辟的论述。他在《小逻辑》这本书里就认为,人的常识是某一时代的这样一种思想方式,在它里面包含着那个时代的一切偏见。列宁在《哲学笔记》中引用这段话时加了一个批语:“常识=当时的偏见。”归纳主义的偏见就在于它片面夸大经验的作用,轻视理性思维;片面夸大归纳的作用,轻视演绎的方法;片面夸大渐进积累,忽视了科学的革命。

这种归纳主义的科学史观,有它产生的历史原因,爱因斯坦认为这是科学幼年时期“原始”状态下很容易产生的一种幻觉。自文艺复兴以来直到19世纪的三四百年间,自然科学主要处于收集材料、积累材料、归纳整理材料的阶段,这就容易使人产生幻觉,似乎科学理论仅仅是经验的归纳,而看不到超越经验的理性创造活动。

随着科学的发展,特别是进入20世纪以来,人们对归纳主义产生了越来越多的怀疑,这种怀疑主要集中在两点:

第一,科学是始于观察吗?人们发现并非如此。

首先,观察总是依赖于观察者过去的知识、经验和文化。著名科学哲学家查尔默斯(A. F. Chalmers)曾经在其名著《科学究竟是什么》一书中指出:“视觉经验不决定于视网膜上的映像。”^①美国著名的科学哲学家汉森也曾写过一篇著名论文《观察渗透理论》详细地分析了这种现象。

其次,观察总是有目的、有意识的观察,盲目的、无意识的观察是不能引发科学的。弗莱明(A. Fleming, 1881 ~ 1955) 1929年6月发现青霉素,并因此获得1945年诺贝尔奖。其实在此之前,日本细菌学家古在由直也发现了这种青霉菌,而他只是作为生物实验器皿被污染而放弃研究。直到弗莱明宣布成果之后,他才懊悔不已。德国物理学家伦琴(Röntgen, 1845 ~ 1923) 1896年发现X射线并拍下第一张X光照片,并由此荣获第一届诺贝尔物理学奖。而早在6年前,宾夕法尼亚大学的物理学家克鲁克斯(W. Crookes, 1832 ~ 1919)就无意中拍下过一张类似的阴极射线照片,而他只是觉得很有趣,把它压在桌子上。直到伦琴的结果宣布后,他才明白自己与一项伟大的发现失之交臂。这些都说明,无目的的观察不能形成科学。

第二,归纳得出的科学知识不能保证可靠,归纳原则本身是不能证明的。不仅经验上得不到证明,逻辑上也得不到证明。从经验上讲,所有的归纳都是一种不完全归纳,而不完全归纳是不能得出全称陈述的。英国著名科学哲学家波普尔(Popper, 1902 ~)曾经举过这样一个例子。他说:欧洲人在很长一个时期观察到的天鹅都是白的,于是他们归纳出“凡是

^① A. F. 查尔默斯. 科学究竟是什么. 北京:商务印书馆,1982. 32 页

天鹅都是白的”。这也许是经过无数次归纳才得出的全称陈述,但后来澳大利亚发现黑天鹅,归纳结果就归于错误。

面对波普尔的质疑,归纳论者也曾作出了让步。比如,逻辑实证主义者赖欣巴哈在《科学哲学的兴起》一书中就坦然承认,归纳法的确不能推知未来知识的必然性。但他同时又进一步辩解,归纳虽然不能得出必然真理,但可以得出或然真理,而且随着观察数目的增多,或然率必然增大。比如,我们每天都观察到“太阳从东方升起”,归纳虽然不能保证明天太阳一定从东方升起,但却可以得出“太阳从东方升起”的概率是大的。所以,他把归纳推理解释为“概率推理”。但波普尔并没有轻易放过归纳主义,他毫不客气地指出,归纳既不能获得必然真理,也不能获得或然真理。在他看来,以观察到的有限的经验事实和未来可能发生的无穷多的现象相比,正确的概率为零。尽管波普尔的零概率理论后来被证明是存在很多问题的,但在当时却粉碎了归纳主义者的梦想。

面对归纳主义面临的重重矛盾,波普尔提出了自己证伪主义的崭新见解。

2. 证伪主义的观点

证伪主义是一种典型的反归纳主义的观点,代表人物是英国著名科学哲学家波普尔。证伪主义一反传统教义,整个理论给人以清新的感觉。它的基本观点是:

A) 科学开始于问题

科学不仅开始于问题,而且只能开始于科学的问题。在波普尔看来:第一,问题促使理论的产生;第二,问题促进科学的发展。波普尔正确指出了问题产生有各种类型,有的产生于一个理论内部,有的产生于两种不同理论之间,有的产生于问题与观察的冲突之中。波普尔明确地把“问题”解释为矛盾,并认为矛盾是科学发展的动力。这种观点对于马克思主义认识论而言,当然毫无新奇之处,但出自一位西方哲学家之口,是十分难能可贵的。

B) 理论是大胆的猜测

波普尔认为,科学知识具有普遍性和无限性,而人不可能终极地掌握这种无限的知识,因此,科学只能是“理智的猜测”,而这种猜测随时有可能被否定。

C) 科学方法是试错

波普尔认为,科学家为了解决问题,必须设想出各种试探性理论来进行试错。波普尔试错法的与众不同之处在于,他认为实验的目的不是为了证明一个理论的正确,而是为了证伪除错,通过对理论的反驳、对推测的否定来发展科学。他主张通过错误学习,通过证伪进步,通过发现错误找出好理论,推动科学前进。

D) 科学划界的证伪原则

证伪原则包括两个:一个是经验证伪原则。波普尔认为科学理论或命题,不可能被经验所证实,只能被经验所证伪。第二个是科学的划界标准。波普尔认为科学之所以成其为科学,不在于科学的可证实性,而在于可证伪性。不能被证伪的科学不是真正的科学,而是伪科学。科学只有在不断地被证伪中才能前进、发展。

E) 科学发现的模式

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2$$

即:问题→假设→证伪→新问题

波普尔认为,一切科学理论都是有待证伪的推测性假说,真理只能追求,永远不能占有。

证伪主义的出现是与19世纪末至20世纪初物理学革命以来的现代自然科学发展状况

相适应的,它的特点是反对经验主义,提倡理论思维和革命批判精神。但他在大胆批判的同时却从一个极端走到了另一个极端——轻视经验反对归纳,尤其是他的“一次证伪”的做法过于绝对,不符合科学家科学实践的实际。历史上从来没有哪一个大科学家,在建立一个理论时,遇到一个反例就轻易放弃研究。恰恰相反,他们总是耐心地研究产生反例的原因,不屈不挠地探寻真理。

针对波普尔证伪主义的缺陷,波普尔的学生、匈牙利出生的英国哲学家拉卡托斯提出了精致证伪主义,主张科学理论是一个有结构的科学研究纲领。这种理论的基本思想和波普尔是一致的。

3. 历史学派的观点

归纳定义的科学发展观认为,科学知识是一个直线式的、累积的过程;证伪主义发展观则强调科学发展不是简单的知识积累,而是科学理论的更替,是一个旧理论不断被推翻、新理论不断取而代之的过程。库恩从科学史的研究出发,认为两种发展观都不符合科学发展的实际过程,他们分别从静态和动态的角度各执一端。为了克服这两种发展观的片面性,库恩提出了自己对科学发展的新看法:

A) 科学与非科学的分界

库恩认为,区分科学与非科学的标准,与其说是可检验性,还不如说是解决疑难的活动。按照库恩的观点,由幼稚的原始科学向成熟科学的转变,同时也就由批评议论方式向解决疑难方式的转变。一个领域一旦形成具备一定基础的理论或好的理论,持续批评和理论繁殖的时期就过去了,科学家不再像原始科学的从业者那样专去寻找理论的弱点,而是力图在弱点周围建立其他的理论。库恩反对用可证伪性或可检验性作为区分科学与非科学(包括哲学、艺术等)的标准(比如占星术也是可检验的),而解决疑难的标准不存在把占星术也可以归之于科学之类的困难和问题。

B) 科学发展的模式

在库恩看来,科学发展的模式就是由一个常规科学传统转变到另一个常规科学传统。常规科学传统由一个公认的理论决定,这个理论包含着研究方法和技术,它指定什么疑难问题要加以研究,并且什么样的解决是可以接受的,库恩把这样的理论叫做范式。范式就是一个学派所接受的科学理论。库恩认为,科学的发展要经过如下几个环节:

原始科学→常规科学→科学革命→新的常规科学

库恩对这几个环节的解释是:原始科学时期是各学派互相争论、批评议论的时期。常规科学则是由于某一显著的科学成就而形成的解决疑难的传统,如17世纪的经典力学,20世纪的相对论、量子力学等。常规科学的出现,目的就是阐明和发展一个范式,而范式此时就成为科学家集团的共同信念。科学革命时期则是一个范式不再充分地支持一个解决疑难的传统,批评议论代替解决疑难再次成为研究中的正常方式。而新的常规科学时期则是危机已经过去,新的范式普遍被接受,批评议论又让位于疑难问题的解决。周而复始,科学不断向前发展。

综观以上三种不同观点,我们认为:归纳主义者重视经验,重视事实,从本质上是属于唯物主义的观点。这种从事实出发,把科学建立在观察的基础上的做法并没有错。归纳主义者的错误在于他们过分地强调了归纳的作用,忽视了演绎的理性力量。波普尔虽然正确指出归纳主义者问题之所在,但他却错误地将归纳和演绎分离,忽视了归纳法是从个别中归

纳出一般,他没有认识到个别与一般是辩证的统一,他不懂得一般寓于个别之中,个别中存在于一般。正如恩格斯所说:“归纳和演绎正如分析和综合一样是必然相互联系着的,不应当牺牲一个而把另一个捧到天上,应当把每一个都用到应该用的地方。”^①

历史主义学派和归纳主义、经验批判主义的最大区别是,他一改过去从逻辑的角度、静态地研究科学发展的传统,从动态的、历史的角度来考察科学。因此,历史主义学派所提出的科学发展的模式,最接近于科学发展的实际。

第二节 技术及其发展模式

科学和技术是人们认识自然和改造自然过程中密切相关的两个不同领域。科学反映的是人们对自然的认识,通常以知识形态表现出来。技术反映的是人们对自然的改造,通常以物质形态表现出来。科学从其职能来讲,解决的是自然界中的“是什么”和“为什么”,而技术则解决的是“做什么”和“怎么做”。科学提供物化的可能,技术提供物化的现实。科学是发现,技术是发明。由此看来,似乎技术是相当清楚的一个概念。然而,当我们真的认真去探究什么是技术的时候,又突然发现,我们对技术的认识并不十分清楚。究竟什么是技术呢?

一、技术的含义

关于技术的含义,不同的人,从不同的角度出发,有着不尽相同的认识。早在古希腊时期,著名先哲亚里士多德就对技术有过专门论述,他把技术看做是“制作的智慧”。17世纪培根也提出要把技术作为可操作性学问来研究。到了18世纪末,法国著名的唯物主义哲学家狄德罗在他主编的《百科全书》条目中开始列入“技术”的条目。他认为技术是为了同一目标而共同协作完成的各种工具和规则的体系。狄德罗的这一定义包括两个方面的内容:其一,技术是物质形态的东西,通常是和工具相联系的;其二,技术是关于规则的“体系”。这就意味着,孤立的操作技能尚不足以称为技术。所谓技术,是指为完成某项改造自然的任务而设计的一整套的技能系统,即所谓“规则的体系”。技术是经验、方法和技能的综合。

狄德罗的这一观点,基本上反映了19世纪中叶之前人们关于什么是技术的理解。由于从16世纪以来,科学一直处于搜集材料阶段,科学对技术的前导作用尚不明显,人们普遍认为,技术来源于生产实践和科学实验。生产实践产生生产技术,科学实验产生实验技术,技术就是经验和技能的总结和系统化。

19世纪中叶之后,随着自然科学的迅猛发展,科学已开始从搜集材料进入整理材料的阶段,科学对技术的指导作用开始显现。就科学、技术、生产三者关系而言,长期以来所表现出来的“生产→技术→科学”的单一发展模式被打破,又出现了“科学→技术→生产”的发展模式,进入20世纪以来,更出现了下述的互动模式:



以上模式表明,人们从观念上已经开始有所转变,即从传统的认为技术来源于生产是技

^① 恩格斯.自然辩证法.北京:人民出版社,1971.206页

术的集合的观念,转变为科学理论的应用同样可以产生技术的新观念。对此,邓小平同志也有精辟的论述,邓小平同志正确指出:“大量的历史事实已经说明:理论研究一旦获得重大突破,迟早会给生产和技术带来极其巨大的进步。”^①正是这种新观念的产生,激发了人们对技术的新的思考,人们开始认识到了技术的多元性,开始从技术的来源、目的性和功能的不同角度出发去反思技术,从而提出了现代意义上的技术定义。但我们认为,正如作为概念层次的“科学”无法确定一样,作为概论层次的“技术”,同样无法确定。技术的发展与关于技术的认识本身就是一个动态的过程,这个过程是一个永无止境的历史过程。“技术”本身作为一种历史的产物处于永恒的变动之中。

二、技术的发展模式

技术作为一种特殊的客观实在的物质运动,它的产生与发展是有规律的,技术发展的各种模式是其成长发育的客观规律的体现。就技术本身的发展而言,我们认为主要有互为补充的两种发展模式。

1. 渐进式发展模式

技术的渐进式发展,从大的方面讲,又可划分为时间渐进模式和空间渐进模式两类。

A) 时间渐进模式

所谓时间渐进模式,指的是技术在时间序列上的分布及其演化。

众所周知,人类的产生与发展是与制造工具的劳动密切相关的。恩格斯在《劳动在从猿到人转变过程中的作用》中使用了“猿类”、“正在形成中的人”和“完全形成的人”三个概念,概括了人类起源过程中的三个基本阶段。猿类是指生活在千百万年以前的古代猿类,严格意义上讲,它们和一般的动物没有什么区别。“正在形成中的人”则不同,他们此时已能直立行走,并能使用木棍、石块等天然工具,但还没有进行真正意义上劳动。而“完全形成的人”就不同了,他们此时已能够制造出最粗糙、简单的工具,他们已从动物界完全脱离出来。

工具的制造,意味着人类主动改造自然活动的开始。从使用天然工具到制造工具,这是一个漫长的过程。考古工作者在北京山顶洞人的居住地发现了大量石器,这些石器有着明显的人工打制的痕迹,这就说明北京猿人已会使用不同的方法制造工具。旧石器时代早期,人们使用火和简单的工具的水平是很低的,而到了旧石器时代中期,石器的打制技术已相当完善,不仅器形精巧美观,而且开始使用了钻孔、磨尖等技法。到了旧石器时代晚期,人们除使用石器外,开始大量使用骨器,并发明了鱼叉等捕鱼工具。随着人类进入新石器时代,工具的使用有了飞跃式发展,人们已不仅能够制造出利用多种材料的复合工具,更发明了弓、箭等新一代工具。新石器时代中期以后,随着农业、畜牧业的发展,农业生产工具和载重运输工具的产生,特别是原始社会末期冶金技术的出现,标志着人类已开始进入技术发展的新时代。我们的祖先正是利用这些伟大的技术,在改造自然的同时也改造了人类自身,人类获得了从自然界的第一次提升,这种提升又成为原始社会以后技术继续进步的新起点。最近几千年来人类技术的发展,正是在历史基础上的一种延续,而随着时间的不断推移,人类的技术将会取得更大的突破。

B) 空间渐进模式

^① 邓小平. 邓小平文选. 第2版. 第2卷. 北京:人民出版社,1994. 87页

所谓空间渐进模式,是指技术在空间上的分布及其演化。

各国各地区政治、经济、文化、资源等背景的不同,造成国家与国家之间、地区与地区之间生产力发展水平的不平衡,空间的技术差异或技术梯度就成为不以人的意志为转移的客观存在。以我国为例,改革开放以来,由于地理状况的差异、经济基础的差异以及政策的差异等因素,逐步形成了东部沿海地区,北京、天津等优势地区拥有较为先进的技术,这些地区的技术水平不仅位居全国前列,有些地区或有些技术的水平甚至与国际先进水平相比也差距不大。广大中部地区如湖南、湖北、河南、河北、安徽、江西等地区,则处于技术的中间状态,而广大西部地区及边远地区则技术相对落后,发展较慢。从技术水平的分布上看,我国从空间上形成了高、中、低三个明显的技术梯度级。就世界范围而言,也有这种现象,比如美国、日本及欧洲大部分国家技术水平居世界前列,中国、埃及、巴西、墨西哥等一批国家则处于中间层次,非洲及亚洲的许多国家则相对落后。

然而,技术的开发与利用并非在空间上一成不变,在一定的条件,也会发生迁移。这种梯度递进的迁移模式通常是先进地区和先进国家逐步向落后地区和落后国家转移、扩散。这种扩散转移通常采用两种形式:其一是技术以学术信息的形式按技术梯度层次向外传递;其二是技术原理、设计等软件以及设备、仪器等硬件技术,按可接受的技术梯度进行有偿转让。值得注意的是,这种梯度转移在一定条件下也会发生逆向传递,包括美国、日本等许多发达国家不断从发展中国家汲取技术营养就是一个明证。

技术梯度转移的速度取决于两个条件:其一是技术源中的保密程度。比如美国等一些发达国家为达到某种技术垄断的目的,故意捏造一些耸人听闻的谎言对中国等一些发展中国家实施技术封锁,人为地导致了技术转移速度减慢;也有一些企业为了企业自身的利益,对某些先进技术暂时密置,也导致技术转移速度的延缓。其二是输入技术一方的技术环境和适应程度。但有一点是肯定的,即只要有社会的需求,技术的梯度转移就会或迟或早的发生,不以人的意志为转移。

2. 突变发展模式

所谓突变模式,是指某些国家和地区,以较短的时间,快速跃过技术先进国家和地区长时间发展的进程,技术水平在短时间内达到一个新的高度的发展模式。

突变发展模式在世界几千年的技术发展史上,特别是近三百年的技术发展史上,典型事例比比皆是。以德国为例,德国 19 世纪 50~60 年代才开始大规模的工业革命,1871 年普法战争后才成为一个统一的国家。但短短三十年时间,德国就一跃而超过英、法等老牌资本主义国家而成为当时全世界技术的中心。美国 16 世纪还是印第安人的氏族公社阶段,独立战争之后的 1776 年 7 月,才正式宣告脱离英国而成立美利坚合众国,而到了 20 世纪初,他们居然超过全世界所有发达国家而成为现代科学技术的中心。

技术的突变发展模式以及这些成功的案例,对中国今天的改革开放具有十分重要的借鉴意义。中国古代的技术曾经处于世界领先水平,但近代资本主义崛起后,特别是英国资产阶级革命胜利后,广泛展开的蒸汽机技术和产业革命,使英国的技术水平跳跃式前进,突变式发展,一跃超过封建的中华帝国,成为当时科学技术的中心。自此以后,中国的科学技术水平就每况愈下,与世界先进水平差距越来越大。新中国建立以后,特别是改革开放以后,我们国家在部分领域的技术水平正与世界先进水平逐步缩小,但大部分领域,特别是制约一个国家发展的关键技术领域仍与世界先进水平有相当距离。怎样在短时期内一跃而赶上甚

至超过世界先进水平,已成为摆在全国科学技术工作者面前的首要任务。

对于如何在短时间内以跳跃方式赶超世界科学技术的先进水平,我们首先应对我国国情有一个清醒的认识。我们国家是一个人口众多、国民素质亟待提高而教育又不够发达的国家,我们国家是一个幅员广阔但人均资源相对贫乏的、发展极不平衡的国家,我们国家是一个科技水平长期滞后于世界先进发展水平的国家。因此,急于求成,期望在短期内全面超越世界先进技术水平是不现实的。但短期内在部分领域迎头赶上世界先进水平,奠定我国在世界科技发展进程中的领先地位甚至成为世界科学技术发展的中心,又不是不可能的。

日本学者汤浅光朝早在 20 世纪 60 年代就发现了科技发展历史中一个非常有意思的现象,即所谓的汤浅现象。汤浅光朝用重大科学成果的数目,成功地说明了近代五次科学中心转移的现象。他认为,一个国家如果其科学成果的总数超过同期世界科学成果总数的 25%,则谓之“科学中心”,保持在 25% 以上的时间,谓之“科学兴隆周期”。汤浅发现,近代科学中心转移的顺序大致为:

意大利 (1540 ~ 1610 年)

英 国 (1660 ~ 1730 年)

法 国 (1770 ~ 1830 年)

德 国 (1840 ~ 1920 年)

美 国 (1920 ~ 至今)

由以上数据可以发现,每个国家保持科学兴隆的平均周期为 80 年。

其实,当我们再深入研究一下汤浅现象,就会发现每个“科学中心”国家在一定时期内其科学成果多集中在某一个或几个领域,而不是全面领先。对此,前苏联学者凯德罗夫提出了一个重要的“带头学科理论”。他认为自然科学的发展并不是总是齐头并进的,一个时期内,总有一门或几门学科作为主导学科带头向前发展,它们对整个自然科学的发展产生着重大的影响。按照这一理论,1986 年 3 月,我们国家一批优秀的科学家联名给邓小平同志写信阐述了我们国家应放弃“全面赶超”计划,有针对性的,集中有限的财力、物力、人力,在几个重要的学科领域取得突破,“迎头赶超世界发达国家”。这一建议很快获得国家批准,并启动了著名的“863”计划。863 计划就是我国试图实施突变发展战略的重大决策。汤浅现象虽然研究的是自然科学的发展变化规律,但技术的发展也具有类似的现象。设想如果我们能充分发挥社会主义国家调控的优势,短时间内,以跳跃式前进的步伐赶超世界先进国家是完全可能的。

三、技术革命及技术发展趋势

1. 技术创新与技术革命

综观技术发展的历史,技术作为人类生产劳动技能的体系,是一个不断丰富、发展的过程,这一过程表现为技术创新和技术革命两种形式。

技术创新是美国经济学家熊彼得最早提出的一个概念,他认为此概念至少应包含三项内容:第一,由于技术的创新应能导致新产品的出现。第二,由于技术的创新能导致方法的产生。第三,由于技术的创新导致市场的开发。技术创新相对于整个技术领域而言,只是局部的改良。

技术革命则不同,它指的是由于一项新的技术或一群新的技术的出现,而导致整个技术