

校苑论坛

# 论科学发展不平衡性规律的现实意义

## ON PRACTICAL SIGNIFICANCE OF LAW OF UNEQUAL DEVELOPMENT OF SCIENCES

林雅年

LIN Ya-Nian

(上海水产大学人文与基础学院, 200090) (College of the Humanities & Basic Science, SFU, 200090)

**关键词** 科学, 发展不平衡性

**KEYWORDS** science, unequal development

**中图分类号** G30

人类在即将走过20世纪旅程,跨入21世纪征途之际,总要回顾过去、展望未来。历史曾经给人类社会的经济、科技、教育等方面创造了许多宝贵的财富,也留下了不少的缺憾和不足。以史为鉴可以知兴衰,聪明的人类会吸纳历史的教诲,使未来更美好。现仅就从科学史的研究中,表明科学发展具有不平衡性。这种不平衡性表现为在时间上、空间上,以及学科发展上的不平衡性。认识和研究这些不平衡性,是企望让历史启迪未来,使之在科技发展的战略以及深化高教改革方面,注意和把握那些举足轻重的关键问题。

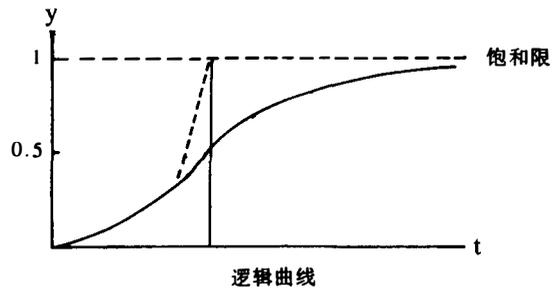
### 1 科学发展的不平衡性

#### 1.1 科学发展在时间上的不平衡性

科学的发展是随着人类知识的积累而不断增速的,这就表现在科学发展的速度是不均衡的。它会呈现出有加速度的趋势,特别是近代以来,由于1543年波兰天文学家哥白尼《天体运行》著作的发表,使科学从神学的桎梏下解放出来了。从此科学获得了飞速发展,进入本世纪之后,表现得更为突出。

早在1844年恩格斯就曾指出:“科学的发展则同前一代人遗留下的知识量成比例,因此在

最普通的情况下,科学也是按几何级数发展的。”<sup>①</sup>1876年,他又进一步指出从哥白尼时起,科学发展“可以说是与从其出发点起的(时间的)距离的平方成正比的。”<sup>②</sup>在这里他已明确地提出了科学加速发展的思想,尔后的研究证实了恩格斯这一天才的论断。1944年美国一位大学图书馆馆员 E·赖德发现美国主要大学图书馆的藏书量平均每16年翻一番<sup>③</sup>,1965年美国著名科学史家 D·普赖斯以科学杂志和科学论文为科学知识发展的重要指标,分析了从1865年世界上出版的第一份科学期刊——伦敦皇家学会的《哲学论坛》以来科学期刊的增长状况。他得出结论:科学杂志每隔50年数量增加为前50年的10倍。由于科学期刊数目以指数形式的剧增,科学家要想阅读所有的或大部分的与其研究相关的刊物是相当困难的,有时几乎是不可能的,于是在大约300种刊物问世之后的1830年,又出现了文摘刊物。D·普赖斯又对文摘刊物进行统计,也发现了每半个世纪增长10倍的指数增长规律,即著名的“普赖斯曲线”<sup>④</sup>,这一曲线的数学式为  $Y=Ae^{KT}$ ,式中 Y 代表现有的科学知识量, A 代表初始科学知识量, K 是常数,其值由不同时代或不同国家的不同生产水平以及其他因素决定, T 代表时间,一般以年为单位。指数增长的一个特点是随着时间的推移,所统计的指标的积累会急剧地增大,甚至将趋近于无穷大,而实际上每个时间内投入科学的人力和财力总是有限的,因此这个结论显然是荒谬的,于是普赖斯等人还通过逻辑曲线或称谓 S 形曲线增长的规律,进行修正。也即当指数形式增长到一定程度后,便进入了饱和期,曲线通过一个中点反曲并以对称的增长,无限趋向一个有限值(见右图)。逻辑曲线增长论说明科学知识总量是随时间呈 S 型变化,其指数增长的基值通常为零,增长超过极限值,曲线就失去惯态,科学知识总量呈现出饱和状态,这标志着科学革命临



近,也就是说在常规科学阶段,科学知识增长呈指数增长规律,而在科学革命阶段,科学知识的增加则呈饱和状态。科学知识增长的 S 形曲线,揭示了科学发展阶段性和连续性、有限性和无限性的辩证统一,它也勾画出了科学发展在时间序列上的不平衡性,它解释了科学发展的加速现象,为预测科学发展趋势提供了一定的科学依据。

## 1.2 科学发展在空间上的不平衡性

科技史表明,科学的发展不仅在时间上,即每一个历史时期具有不平衡性,而且在空间上也即是在各个国家或地区也具有不平衡性。如果取一历史横断面,就会发现某个国家的科学特别发达,处于世界科学领先地位,给其他地区的文化科技的发展以巨大影响,如古代的埃及、巴比伦、中国、印度,稍后的希腊,都曾成为世界的科学中心。如果从纵向观察,这个科学的中心又不是固定在某一国家或某一地区。这一历史现象引起了科学家、科学社会学家的普遍注意。

①马克思恩格斯全集(第一卷). 1956. 北京:人民出版社. 621.

②恩格斯. 1971. 自然辩证法. 北京:人民出版社. 8.

③转引自赵红洲. 1984. 科学能力学引论. 北京:科学出版社. 231.

④D J de Solla Price, Little Science, Big Science, Columbia University Press, 1963.

1939年,英国科学家兼科学社会学家贝尔纳首先提出“科学主流”即“科学中心”的概念,并描绘了“科学中心”在世界范围内随时间流动的概貌,他说“现代科学的主流从巴比伦人传到了希腊人,又从希腊人传到了阿拉伯人,再从阿拉伯人传到法兰克人。”<sup>⑤</sup>“德国和俄国的科学是在18世纪从法国和荷兰科学移植过来的。”<sup>⑥</sup>他还指出科学在其时间过程中,“科学中心”的形成和转移是与世界范围内商业和工业活动密切相关的。他并阐述“科学的进步在时间上和地点上绝不一致,在几个迅速发展的时间之间,隔有更长的停顿时期和甚至衰颓时期,在时间的进程中,科学活动中心曾经推移过……”<sup>⑦</sup>

贝尔纳的思想启发了日本神户大学科学史家汤浅光朝,他在1962年发表的文章中,运用了历史比较法和数量分析法进一步揭示了“科学中心转移”这一规律性现象,在文章中说:“我们还要向D. J. 贝尔纳先生致谢,他的有趣的表格提示了本文作者去探讨这样的课题,贝尔纳有创见的表八是一个科学和技术活动中心的专栏,其中的一栏又划分为几个小栏,每一个小栏分别对应于意大利、英国、法国、德国等”<sup>⑧</sup>,他还根据赫旁萨的《科学和技术编年表》<sup>⑨</sup>、威伯斯特的《人物辞典》<sup>⑩</sup>,其中载有4万名科学家传记,历年来发表在期刊或杂志上的重要科学论文,以及1901—1960年间的215名诺贝尔奖金获得者的资料,得出了科学中心转移的结论。他把各国当时的重大科研成果作为衡量其科学发展水平的指标,若在一个历史时期内,一个国家对科学的贡献,超过了那些年代里全世界科学成果的1/4,他就认为“科学活动中心”已转移到该国。根据汤浅光朝的研究,近现代科学中心转移的大致路线是:意大利(1504—1610年)→英国(1660—1730年)→法国(1770—1830年)→德国(1810—1920年)→美国(1920年至今)。以上各国科学兴隆平均周期为80年,但转移过程加速了。科学中心转移现象,亦被称之为“汤浅现象”。这个现象反映了世界范围内科学发展的不平衡性,说明科学发展不但有时间上的序列性,而且也有空间分布的广延性,它为预测世界未来科学发展提供了一定的科学依据。

### 1.3 学科发展的不平衡性——带头学科的更替

自然科学发展在学科间存在着不平衡性的思想,最早也是恩格斯提出来的,在谈到近代自然科学兴起时指出:“在自然科学的历史发展中最先发展起来的是关于简单的位置移动的理论,即天体和地上物体的力学,随后是关于分子运动的理论,即物理学,紧跟着它,几乎是和它同时而且有些地方还先于它发展起来的,是关于原子运动的科学,即化学。”<sup>⑪</sup>当代一些学者根据恩格斯这一思想,又结合自然科学发展的历史,对这一问题作了进一步研究。B. M. Кедров(凯德洛夫)运用历史比较法和统计分析法,提出了科学发展的带头科学更替论<sup>⑫</sup>,他谈到在这个时期,这个学科决定了整个其他学科的发展,并为它提供了自己的概念、规模以及研究自然现象的方法,领先位置的类似更换,在科学史上有系统、有一定规律性地发生的。并指出自然科学各门学科的发展是不均衡的,在一定历史时期内,总有一门或一组学科作为先导学科走在前

⑤⑥J D 贝尔纳(陈体芳译). 1982. 科学的社会功能. 北京:商务印书馆. 274.

⑦J D 贝尔纳. 1959. 历史上的科学. 北京:科学出版社. 6.

⑧汤浅光朝(赵红洲译). 1979. 科学活动中心的转移. 科学与哲学, (2).

⑨⑩转引自赵红洲. 1984. 科学能力学引论. 北京:科学出版社. 191.

⑪恩格斯. 1971. 自然辩证法. 北京:人民出版社. 52.

⑫转引自赵红洲. 1984. 科学能力学引论. 北京:科学出版社. 240.

面,先导学科也称为“带头学科”,对其他学科以及整个学科发展都有极大的影响。他总结出带头学科具有三个特点。

### 1.3.1 更替性

当某一带头学科完成了它对整个科学发展的带头作用之后,它便把这个作用让给其他学科,结果是一组带头学科取代了单一带头学科。这种更替是在更高级的阶段上发生的。凯德洛夫认为,自近代科学诞生以来,单一学科与一组学科交替成为带头学科,其更替顺序是:力学(17—18世纪)→化学、物理学、生物学(19世纪)→微观物理学(20世纪前50年)→控制论、原子能科学、宇宙航行学(20世纪50年代—70年代)。

### 1.3.2 加速性

随着科学发展的速度加快,带头科学更替周期也在加快,带头学科发挥作用的时间有缩短的趋势,从上述的带头学科的带头时间来看,分别为200年、100年、50年、25年,由此凯德洛夫得出一个更替周期的经验公式:

$$T_n = \frac{200}{2^{n-1}}$$

式中, $n$ 为带头学科的顺序号, $T_n$ 为第 $n$ 个带头学科起先导作用的延续时间<sup>③</sup>。

### 1.3.3 根源性

带头学科的出现有其社会根源。社会实践的需要与科学自身发展的内在逻辑相结合,就产生了一定时期的先导学科。社会生活最需要的学科总是最快发展起来。而那些揭示具有较普遍意义规律的学科,或者其成果能对其他学科提供方法和手段的应用学科,也都有可能成为带头学科。通过这样的分析凯德洛夫预言,在上述控制论、高能物理学、宇宙航行学这一组带头学科之后,下一个带头学科是分子生物学,带头时间为12—13年;在分子生物学完成带头学科的领先任务之后,将被以心理学为中心的一组学科所替代。这些预测正确与否有待深入研究和实践的证明。然而从中可以看出国外学术界对于科学发展的交替及其预测的研究是十分注意的,并已作出一定的成绩。同时关于加强生物学、心理学的研究已成为国外科学研究的热点,我国科学界也十分关注这些领域的研究和成果。1997年3月,英国关于克隆绵羊成功的报导,一夜之间这头名叫多利的绵羊成为世人瞩目的焦点。人类已能骄傲地宣布,有可能改变生命的产生方式,这一科学成果,也说明了分子生物学成为带头学科,已初露端倪。

凯德洛夫的带头学科更替论揭示了学科之间发展不平衡性,对于认识科学发展规律性及制定科学发展规划都具有一定的参考价值。但是,对于其中一些具体的统计分析尚有待进一步的探讨。其中一个最明显的问题是按照更替周期的经验公式推算,带头学科的更替周期以1/2的比例不断缩短,以致会出现极限,这就不符合实际了。近年来,我国已有学者将科学增长曲线引入周期预测模型,对带头学科更替论作出了如下的数学上的解释:①在科学的指数型增长阶段,带头学科的带头周期是递减的,但递减比例系数不是常数1/2,各递减比例系数构成一个递增序列。这表明递减的速度在放慢,带头周期渐趋稳定。②一旦学科越过其发展的S型曲线的中点,带头学科的周期将变速递增,直至科学增长出现阶跃现象,新的指数型增长来临为止<sup>④</sup>。

③转引自赵红洲. 1984. 科学能力学引论. 北京: 科学出版社. 240.

④参阅梁立明. 1989. 带头学科理论的数学解释. 自然辩证法研究, (1).

## 2 关于科学发展的不平衡性规律的现实意义

社会发展史上,许多民族都走过崛起——兴盛——衰落——反思——再兴盛的道路,这与科学发展中在时间、空间和学科发展的不平衡性往往有着密切的联系。如果我们能够在自然、科技、社会的各个方面上追溯以往,推想未来,那么我们将在世纪末的过往中,振起思想的翅膀,拓展精神的领空,并以中华民族所独具的精神文化气质来追赶乃至超越充满希望的时代。

### 2.1 依靠科技自强自立

科学技术的加速发展,说明了知识的质和量在不断的“激增”、“爆炸”,无论是一个国家、一个民族,抑或一个地区,从一定意义上说,它的先进首先是科技的先进,落后也就是科技的落后。因此,他们都必须依靠科学技术来自强自立。科学的认知和科学的研究,在世界范围内的竞争是很残酷的,因为在这里只有第一,没有第二,第二就是失败者、落后者。因此,跟在别人后面的亦步亦趋是不会有创造、有所突破的。当前各国学者都认为如今世界已进入了没有科学已无法想象的时代,尽管21世纪的人类面临着地球环境的恶化、粮食危机、能源问题、艾滋病扩散、人口膨胀、吸毒贩毒等复杂的问题,但要解决这些问题,仍必须借助科学的力量。同时在我国现代化建设中,如何不断解决经济建设中的重大和关键技术问题,推动经济体制和经济增长方式的根本转变,仍然需要高新技术不断向现实生产力的转化。因此邓小平同志提出在中国这样一个大国,必须始终在高技术领域占有一席之地,其意义是极为深远的。

### 2.2 预测科学发展趋势

学习和研究带头学科及其更替规律,对于把握我国学科发展中的主要矛盾、预测科学发展趋势,合理组织力量,制定科学发展规划和科技政策都有着重要的战略意义。确定带头学科,也就是发现科学发展方向和重点。

从科学史中考察,可以发现,各国在发展本国的科学事业中都根据了带头学科更替结合本国的实际情况,选择适当的学科和重点,以带动全局,这种区域性的带头学科,对制定一个国家或地区的科学规划是十分重要的。如英国在17—18世纪主要靠力学、物理学的成就和纺织业带动了全国工业的发展;德国靠煤化学起家;美国的工业化则是依靠电力工业有了重大技术突破之后才带动全局在经济上超过了欧洲。

我国建国后,特别是在改革开放以来,在科技领域方面也取得了一些举世瞩目的重大成就,江泽民同志在《国家科技领导小组第三次会议纪要》上作了重要批示,指出中国在世界高科技领域要占有一席之地,这个目标在我们这一代人手里一定要力争实现,要面向21世纪,选准对我国经济和社会发展具有战略意义的一些高新技术项目,集中必要的人力、财力、物力,建立重点基地,组织精干队伍;加强统一领导,齐心协力攻关。既要积极学习国外的先进科学技术,又要坚持扬长避短,自主创新,努力形成和发展我国自身的科学技术优势。根据这一精神,我国已把农业、能源、信息、资源、环境、人口与健康等领域作为瞄准科学前沿和国家发展中的重大关键问题,力争有所突破。

### 2.3 应当重视课程设置的先进性和合理性

首先高等教育的不同时期不同层次的课程设置应有一定的调整,除了考虑社会需要之外,还必须研究科技发展之趋势和带头学科的更替,以高等教育而言,所谓培养跨世纪人才,如果不设置科学前沿的相关学科和培养学生创造性能力和新的思维方法,很难设想,毕业出来的学生能具备理解自己专业学科的前沿的理论基础和适应能力。因此,学科发展不平衡现象,不仅要引起科技工作者重视,更应该引起教学工作者及教育管理者的关注,要把课程设置的合理性和先进性结合起来,使学生既有一定深度的专业知识,也有一定广度的知识积累,以适应社会经济发展之需要。

其次,现代科技与生产的发展,是以综合化为基本特征的,反映到高等教育中就是课程的综合化。所谓课程的综合化,就是使基础教育和专业教育、应用研究和开发研究相互渗透,交叉进行,目的在于培养学生适应社会发展的需要和具有解决复杂课题的技能。当今高等教育课程的综合化已为许多国家所重视。如美国在1991年颁发的《关于发展高等教育和提高专门人才质量方案》中就强调,在课程改革上,打破原有的课程界限及框架,实行跨学科的综合研究,创设新型的综合课程,在工程教育方面,开设了环境工程学、地震工程学、交通工程学、商业工程学、教育工程学等等。这类课程突破了传统专业领域的局限,其内容是多学科综合性的。又如日本筑波大学把综合科学纳入教学计划,重新组织课程内容,以加强课程的综合性,这已引起国际高等教育界的关注。现在,日本其他大学也纷纷仿效大搞课程综合化的改革。这些动向都是值得我国教育界的关注和借鉴的。