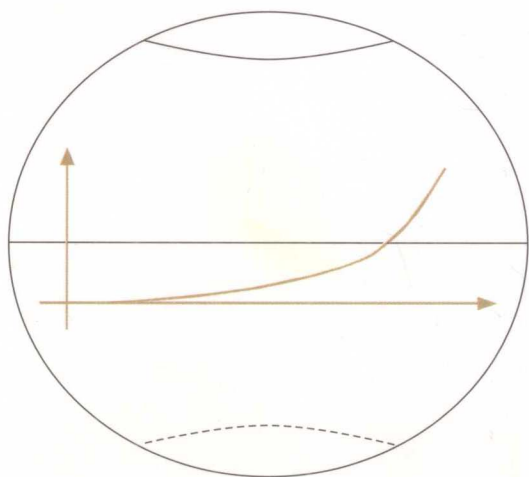


陕西省科学技术厅资助出版

科学技术发展定律

The Law of Development of science and Technology

刘怡翔 著



陕西出版集团
陕西科学技术出版社

陕西省科学技术厅资助出版

科学技术发展定律

The Law of Development of Science and Technology

刘怡翔 著

陕西出版集团
陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学技术发展定律/刘怡翔著. —西安:陕西科学技术出版社, 2010. 5

ISBN 978 - 7 - 5369 - 4799 - 3

I. 科... II. 刘... III. 科学技术—技术发展—研究 IV. N1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 047800 号

出版者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社
西安北大街 131 号 邮编 710003
电话(029)87211894 传真(029)87218236
<http://www.snstp.com>

发行者 陕西出版集团 陕西科学技术出版社
电话(029)87212206 87260001

印刷 西安理工大学印刷厂

规格 880mm × 1230mm 32 开本

印张 8.125

字数 185 千字

版次 2010 年 5 月第 1 版
2010 年 5 月第 1 次印刷

定价 22.00 元

版权所有 翻印必究

**科学家应该阅读和思考科学哲学
方面的著作，以此打下他们科学生涯的
基础。**

——诺贝尔奖获得者、澳大利亚生理学家
艾克尔斯爵士

序 言*

刘怡翔教授的科学哲学著作《科学技术发展定律》是迄今国内外尚未见到的讨论科学技术发展规律方面的一部好书。该书从认识论的高度,讨论了科学技术发展的规律问题。这是一个重要的视角,一项原始创新。著者所提出的三条科学技术发展定律,我认为在总体上可以成立,在表述上是较为严谨、成功的,三条定律之间也具有内在的逻辑关系。从书中可以看出,著者在科学哲学方面具有坚实的哲学修养和广泛的科技知识基础。这部著作是作者长期研究思考、充分吸取和发展前人成果、认真听取各种意见、真正深思熟虑,从而归纳总结提炼得到的重要创新成果。

刘教授的《科学技术发展定律》可以说是对近现代科学界有关科学技术发展规律讨论的初步总结。但本书的科学思维本质上还属西方科学的范畴,有待结合中国古代整体论科学思维进一步总结,提炼出更高层次的科学技术发展的规律。如本人以为,需要进一步总结整个科学发展史上中西科学思想的否定之否定的发展规律问题(参见拙文《从科学观反思汶川特大地震的深层次教训》,《前沿科学》2009年第1期)。

科学技术发展定律的探索,对于国家科学技术更好更快地健康发展极为重要。本书的出版时间拖得太长,建议赶紧出版。一是为了弥补历史科研成果的需要,更是为了吸引更多科学工作者对于科

* 本文作者系中国气象科学研究院研究员、中国地震预测咨询委员会委员、中国地球物理学会天灾预测委员会常委、中国自然辩证法研究会地学哲学委员会理事兼方法论委员会委员,长期从事全球变化、突发性重大自然灾害预测和自然辩证法研究。

学技术发展规律问题的广泛关注,推动这方面探索研究更多、更深入开展的迫切需要。

当然,书中尚有可商榷之处。如第三定律可否加上“社会实践需要”,即第三定律似可表述为:“科学技术的发展,与社会实践需要的紧迫度和科学共同体的自由度成正比,与社会干扰度(包括常规科学权威对非常规创新成果的压制)成反比。”是否还可增加一些定律,如“科学技术发展的突破性进展,往往与非常规创新思维的繁荣度成正比,与常规守旧思维的稳定度成反比”,也可予以考虑。

任振球

2009年4月

前 言

1999年,中国科协主席周光召在中国科协第一届年会(杭州)上号召中国科技工作者研究和探索科学技术发展的规律。他指出,这不但对中国科学技术的发展,而且对世界科学技术的发展也将产生很大的促进作用。

这使我立即想到我在《同一论》(青海人民出版社,1998年)中讨论科技成果产生的认识论原理一节时的一个观点:人类在远古时代的科技成果虽然在绝对难度上较现代科技成果为低,但在相对难度上却比现代科技成果高出不知多少倍。衡量科技成果的难度和伟大,一方面以科技成果自身所达到的高度为依据,即以客体为参照系;但另一方面,还要从主体方面,即从人的思维和智力所达到的高度为依据……几乎所有科技成果都在不断被刷新、完善和精致化,经历着一个从古到今、从简单到复杂、从低功能到高功能的过程。^①我的上述观点实际上已经涉及科学技术发展的规律问题。我决定在这个基础上完成周光召主席给中国科技工作者布置的这一任务。以后,我广泛吸收了惠威尔、波普尔、库恩、拉卡托斯、夏皮尔、劳丹等人及国内科学哲学界时贤的科学发展思想,坚持“科学活动说”,区分了科学定律与科学发展定律,用《同一论》关于“发展”和“矛盾同一性”的理念,提炼出“绝对难度”“相对难度”“科学能力”“实践自由度”和“社会干扰度”等概念,描述了科学技术发展的三个定律,形成了这本小册子。

^① 刘怡翔,唐立贵. 同一论[M]. 西宁:青海人民出版社,1998:196-199.

我的科学技术发展理论由三个定律组成。这三个定律是：

第一定律：科学技术在发展中，绝对难度越来越大，相对难度越来越小，成果水平越来越高，成果时距越来越短。

设 n 为科学技术成果的绝对难度， m 为相对难度， p 为成果水平， s 为成果时距， m 、 n 是决定科学技术发展的量， s 、 p 是标志科学技术发展的量。

∴ 对于同一科技成果，

$$n = k/m \quad (k \text{ 为常数且 } k > 0) \quad ①$$

$$p = k/s \quad (k \text{ 为常数且 } k > 0) \quad ②$$

而且在数值上， $n = p$ ， $m = s$ ； n 、 p 在坐标纵轴上以数距表示， m 、 s 在坐标横轴上以数距表示。

∴ 式①和式②是两个意义不同但数值相同的公式，它们的图像合一，于是，科学技术发展第一定律的第一个基本公式就合成

$$n(p) = k/m(s) \quad (k \text{ 为常数且 } k > 0) \quad ③$$

其图像如图 1 所示，拟真图如图 2 所示。

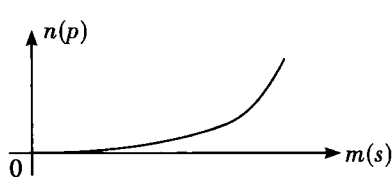


图 1

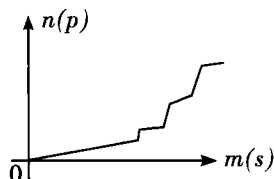


图 2

又设 Q 为科学技术成果，那么，在不涉及科学技术成果形态的情况下，仅仅从其形成机制而言，则有科学技术发展第一定律的第二个基本公式

$$Q = kn/m \quad (k \text{ 为常数且 } k > 0) \quad ④$$

第二定律：在科学技术成果绝对难度一定的条件下，其相对难度与科学家和科学共同体的科学能力成反比。

设科学家和科学共同体的科学能力为 E ，则其基本公式为

$$m = k/E \quad (k \text{ 为常数且 } k > 0) \quad ⑤$$

图像如图 3 所示。

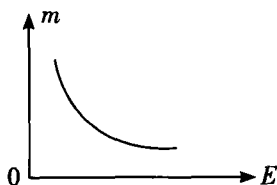


图 3

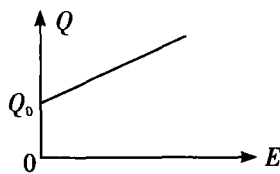


图 4

根据第二定律知道,相对难度是科学家和科学共同体的科学能力对绝对难度的弱化。

$$\therefore m = n/E \quad (6)$$

$$\therefore E = n/m \quad (7)$$

将式⑦代入科学技术发展第一定律第二个基本公式 $Q = kn/m$ 中,可得出科学技术发展第二定律的推导公式:

$$Q = kE \text{ 或 } Q = Q_0 + kE \quad (k \text{ 为常数且 } k > 0) \quad (8)$$

图像如图 4 所示。

这说明,科学技术的发展最终与科学家和科学共同体的科学能力成正比。

第三定律:在科学能力一定的条件下,科学家和科学共同体的实践自由度与其受到的社会干扰度成反比。

假如科学家和科学共同体的科学能力不变,设科学家和科学共同体的实践自由度为 F ,受到的社会干扰度为 D ,则其基本公式为

$$F = k/D \quad (k \text{ 为常数且 } k > 0) \quad (9)$$

图像如图 5 所示。

又依第三定律定义可知

$$E = F/D \quad (10)$$

将式⑩代入第二定律的推导公式⑧,得

$$Q = kF/D \quad (k \text{ 为常数且 } k > 0) \quad (11)$$

这不但说明科学家和科学共同体的实践自由度及其所受到的

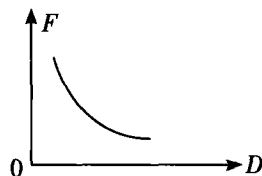


图 5

社会干扰度既影响着科学家和科学共同体科学能力的获得和发挥,也影响着科学技术的发展;而且还说明,科学技术发展第三定律也像第二定律一样,可以归结为第一定律。可见,科学技术发展第一定律具有极大的统一性和解释力。

中山大学林定夷教授认为,不管是哪个学派的科学哲学家,他们的研究实际上都是以美国物理学家、科学哲学家坎贝尔的研究成果为出发点,而且他在详细考察了从坎贝尔到标准学派“科学理论结构”理论的发展以后,提出了自己关于科学理论结构的修正性意见:科学理论一般具有三个基本的构成要素或结构形式,即①内在原理;②桥接原理;③导出原理。而且内在原理作为演绎系统不具有经验内容,能够接受经验检验的是科学理论的导出原理。④我关于科学技术发展的三个定律作为一种科学发展理论,正好与上述思想完全吻合。在这三个定律中,第一定律是内在原理,突出的是相对难度;第二定律是桥接原理,突出的是科学能力;第三定律是导出原理,突出的是实践自由度和社会干扰度。第一定律过渡为第三定律是以第二定律实现的,因为第二定律将相对难度化约为科学家和科学共同体的科学能力;第三定律又把影响科学能力发挥的两个主要因素——科学家和科学共同体的实践自由度与其受到的社会干扰度——彰示了出来。相对难度是影响科学技术发展的关键因素,科学能力是影响科学技术发展的根本因素,而科学家和科学共同体的实践自由度与其受到的社会干扰度,是影响科学技术发展的直接因素。这就提醒政府要努力保护科学家和科学共同体的实践自由,减少对科学技术活动的干扰(注意:“干扰”非“干预”)。从第一定律到第三定律,反映了科学从内部史向外史史的演进。第一定律作为内在原理,虽然相当于拉卡托斯的“硬核”,但由于它的概念系统只具有定性的性质,无法进行定量分析,所以它所揭示的趋势虽然存在于人类科学技术活动的事实之中,但不能得到实证。真正可以用经验事实检验的只是第二定律和第

④ 林定夷. 科学理论的结构[J]. 哲学研究, 1999(6).

三定律。

出乎我的意料,第一定律不但证明了古代也有科学技术(只是时距相当长、水平相当低罢了),而且颠覆了美国当代科学作家约翰·霍根的“科学终结论”,使科学技术的发展真正体现出自己的逻辑。

从第一定律的图像还发现了两个问题:第一,科学技术的发展不是波浪式,而是阶梯式;第二,如果以文艺复兴为转折点,那么,科学技术在文艺复兴之前是一种仿水平发展,文艺复兴完成了重大转折,从21世纪起,科学技术开始进入仿垂直发展阶段。这么以来,不但克服了传统科学发展观认为科学的发展是波浪式这一教条,而且调和了老历史主义者库恩与批判理性主义者波普尔的误会。

由于波普尔的科学发展理论侧重于科学发现的实现形式即猜想与反驳的证伪主义方法,库恩的科学发展理论侧重于科学发展在历史中的表现形态,即“常规科学—科学革命—新的常规科学”,因此虽然波普尔也承认科学发展中有“背景知识”“组织结构”“问题情境”“框架”“比较平静和比较不平静的时期”“比较不革命和比较革命的时期”,也说过“我相信科学本质上是批判的,是由受控于批判的大胆猜测所组成的,因而也可以说科学是革命的。但我又总是强调还要有某种教条主义,教条的科学家也可以发挥重大作用。如果我们太容易屈服于批判,我们将永远看不到我们理论的真正力量所在”^①这样的话,而且他还针对那种认为“科学活动的最终任务和目标就在于构造一个合理化的演绎系统”的观点,明确指出:“与此相反,我倒相信与其把这些最美妙的演绎系统看作是目的,不如看成是台阶:我们走向更丰富,更能经受检验的科学知识的重要步骤。”^②但库恩仍然误会了波普尔只强调科学革命,忽略了常规科学,

① 纪树立. 波普尔科学哲学选集:科学知识进化论[M]. 北京:三联书店, 1987:288.

② 纪树立. 波普尔科学哲学选集:科学知识进化论[M]. 北京:三联书店, 1987:182.

似乎波普尔把科学的发展看作一连串没有量的积累,没有任何间断和停顿的跳跃。科学技术发展第一定律图像的拟真图正好调和了库恩与波普尔的误会。

因为拟真图中每一个阶梯的梯底,就是库恩所谓的常规科学或波普尔所谓的“比较平静、比较不革命”的时期,梯高则是科学革命或“比较不平静、比较革命”的时期。

仔细考察原美国耶鲁大学科学史教授、美国总统科学顾问委员会成员、联合国教科文卫组织工作委员会主席、国际科学史和科学哲学联合会主席 D. 普赖斯(D. Price, 1921—1983)的科学发 展图像,也可以发现它与科学技术发展第一定律的图像在基本精神上完全一致。虽然普赖斯认为科学的发展是沿着一条 S 形曲线进行^①,但在普赖斯的科学发展图像中,这个 S 形曲线并不能证明科学在发展中 有倒退、下降或呈现为波浪式。它在普赖斯的图像中,恰恰也是 阶梯式。

科学技术之所以从 21 世纪呈现为仿垂直发展的态势,一方面因为它的惯性使然,另一方面因为科学技术在古代启动时,基本上是人出于对大自然的好奇,属于自发性的。当人类尝到了科学技术的甜头,就为它注入了功利性目的,或者说科学从自发阶段转向自觉阶段。但是,由于人类社会总是分为不同的利益群体,而科学技术尤其是技术本身先天地具有双刃剑功能,因此,当某一利益群体为了利用科学技术的负面作用,对另一对立利益群体实施危害而故意发展科学技术的负面作用时,科学技术对人类和自然的危害就不能不引起人们的恐慌,于是就有了科学伦理的问题。本书认为,由于科学对技术具有理性指导意义,因此,今后科学的发展,应该实现科学对技术功能的转变,即在启发和引导技术“可以干什么”的同时,增加提醒和阻止技术“不可以干什么”的功能。

科学技术发展第一定律一改经典科学发展理论从真理论入手

^①D. 普赖斯. 巴比伦以来的科学[M]. 王静,张风格,译. 北京:中央党校出版社,1992.

解释科学技术发展机制的习惯,而采取了新的角度,这就是从难度(绝对难度和相对难度)问题来考察科学和技术的发展。我很欣赏恩格斯的一个观点:任何事物都是过程的集合体。科学和技术作为人类的创造性活动也是一种过程。科学和技术既然是活动过程,作为活动主体的科学家和科学共同体,就必然有其难度体验。真理问题属于认识论范畴,难度问题属于实践论范畴,但两者并不是没有联系,因为真理内容的多少与绝对难度成正比,与相对难度成反比。只有考察了主体在科学技术活动中所体验的难度,才能使科学技术发展的研究站在实践的立场,同时与真理问题即认识论联系起来。可以说,《科学技术发展定律》有两个支柱,一为科学活动说,一为难度问题。这是它与其他科学发展理论最主要的区别之一。

科学和技术作为人类特有的创造性活动,有其进步的目标。国内外科学哲学界关于科学进步的目标主要分为两类:一为追求真理,即英国科学史家贝尔纳所谓的理想主义科学观。理想主义科学观又分为“科学即真理”和“科学逼向真理”两种。二为解决问题,即贝尔纳所谓的现实主义科学观。我认为这两种观点都欠全面,科学进步的合理目标应该是真、善、美。把科学进步的目标定位于真、善、美,以此规范人类的科学行为,才是理性的科学行为。

本书最后对科学、技术、社会三者之间的关系以图解形式作了分析,认为:①科学技术与人类社会同时起步。②科学和技术是两种活动,科学是人类探索自然客体存在和运动规律的活动,最初是有闲阶层出于对大自然的好奇。技术活动是人类利用科学所发现的客体规律改变客体具体形态的活动,最初是劳工阶层的劳动技巧。因此,科学和技术最初并不自然合一,但在发展中互相靠拢,越来越趋于一体化。③科学作为一种创造性认识活动,其产品体现为一种理论体系,现在又增加了社会建制的性质。技术作为一种创造性操作活动,其产品体现为实物和程序形态。④古代和近代的科学注重审美、求真和致用,现代应该加上求善的要求,达到真、善、美相统一。⑤科学技术发展的速度和质态一直受社会的政治、经济、文化等方面的巨大影响……

由于第一定律在三个定律中具有特别的地位,技术活动的发展从总体上可以涵纳在科学活动的叙述中,因此本书用了相当篇幅来证明第一定律的公式和图像,而对第二定律和第三定律的证明相对简略,而且,“技术”一词出现的频率也相对较少。这一点,希望读者能够理解。

作为对中国科协第一届年会发出之号召的一份答卷,虽然有科学家认为本书是国内外第一部关于科学技术发展定律的学术专著,但笔者十分清醒地承认自己是一位尚未入流的科学哲学人士,对于自然科学尤其陌生,肯定会说出一些不入流的话来。因此,学界是否认可,实在诚惶诚恐。

本书近半篇目曾以单篇论文发表,因此本书采用了论文集的形式,而没有采用教科书形式,也希望得到读者的谅解。

Preface

In 1999, in the first annual session of China Association for Science and Technology (Hangzhou), Zhou Guangzhao, president of China Association for Science and Technology called on Chinese scientific and technological workers to study and explore the law of the development of science and technology. He pointed out that the law would play a significant role in promoting the development of science and technology of China and the whole world as well.

This makes me immediately think of a point in my works "On Identity" (Qinghai People's Publishing House in 1998) in discussing the principle of epistemology resulting from scientific and technological development; although the absolute difficulty of man's scientific and technological achievements in ancient times is lower than that of modern times, the relative difficulty is much more higher than that of modern ones. Measuring the difficulty and importance of a scientific and technological achievement, on the one hand, is based on the level which it itself reaches, that is, taking the object as the frame of reference; but on the other hand, the subject is necessary, that is, it is based on the degree of men's thought and intelligence reached. . . . Almost all scientific and technological achievements are constantly being refreshed, improved and refined, going through a process from ancient times to the present, from simple to complex and from low function to high function. ① My above-mentioned point actually involves the law of the development of sci-

① Liu Yixiang, Tang Ligui. On Identity [M]. Xi ning: Qing hai people's Publishing House, 1998: 196 - 199.

ence and technology. On the basis of this law I have decided to try to complete the task which President Zhou Guangzhao has assigned to the Chinese scientific and technological workers. After extensive absorption of the thoughts of William Whewell, Karl Popper, Thomas kukn, Imre Lakatos, Dudley Shapere and Larry Laudan etc. , and those of the domestic masters on philosophy of science, I adhere to the “view of scientific activities”, and distinguish between the law of science and that of scientific development. With the doctrine of “development” and “identity of contradiction” of “On Identity”, I extract some conceptions such as “absolute difficulty”, “relative difficulty”, “scientific capacity”, “the freedom level of practice” and “social obstructing degree”. With meta-language, I describe the three laws of scientific and technological development, thus forming this small booklet.

The three laws constitute my theory of scientific and technological development. The three laws are as follows:

The first law: in the development of science and technology, absolute difficulty would be more and more difficult, relative difficulty would become easier and easier, the level of achievement would become higher and higher, and the time distance of achievements would become shorter and shorter.

Presuming that “ n ” is the absolute difficulty, “ m ” is the relative difficulty, “ p ” is the level of achievement, “ s ” is the time distance of achievements, m and n are the measurement determining scientific and technological development, s and p are the measurement marking scientific and technological development.

∴ For the same scientific and technological achievement,

$$n = k/m \quad (k \text{ is constant and } k > 0) \quad \textcircled{1}$$

$$p = k/s \quad (k \text{ is constant and } k > 0) \quad \textcircled{2}$$

and in the numerical value, $n = p$, $m = s$, n and p in the coordinate of vertical axis are indicated by the number order, m and s in the coordinate of horizontal axis are indicated by the number distance.

$\therefore$ ① and ② are the two formulas which have different meanings but the same numerical value. Their images combine into one, thus synthesizing the first basic formula of the first law of scientific and technological development;

$$n(p) = k/m(s) \quad (k \text{ is constant and } k > 0) \quad \textcircled{3}$$

The image is shown in Figure 1, the verisimilar image in Figure 2.

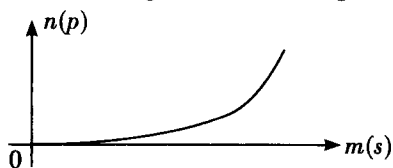


Figure 1

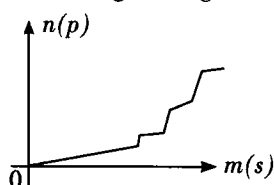


Figure 2

In addition, we set Q for the scientific and technological achievements. As a result, in case of not involving the formation of scientific and technological achievements, only in terms of its formative mechanism, it deduces the second fundamental formula of the first law of scientific and technological development;

$$Q = kn/m \quad (k \text{ is constant and } k > 0) \quad \textcircled{4}$$

The second law: on condition that absolute degree of difficulty in science and technology is definite, the relative degree of difficulty is inversely proportional to the scientific ability of scientists or the common body of science.

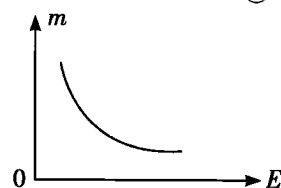


Figure 3

Presume that E is the scientific ability of scientists or the common body of science, the fundamental formula should be:

$$m = k/E \quad (k \text{ is constant and } k > 0) \quad \textcircled{5}$$

The image is shown in Figure 3.

In accordance with the second law, the relative degree of difficulty means that the scientific ability of scientists or the common body will weaken the absolute degree of difficulty.

$$\therefore m = n'/E \quad \textcircled{6}$$