

科学思想丛书

科学的假说

徐炎章 著



科学出版社

N09
X90

427621

科学思想丛书

科学的假说

徐炎章 著



00427621



科学出版社

1998

内 容 简 介

科学的本质是探索,科学的生命是创造,而科学思想是科学创造的灵魂。《科学思想丛书》便是一套从不同角度讨论科学思想的著作。《科学的假说》是其中之一。

假说是科学发展的重要形式。一部科学史,就是科学假说的形成、检验和更替的历史。本书选取近现代科学史上有重大影响的假说,具体生动地再现了科学家在创造过程中的斗争与挫折,他们如何在迷雾中摸索前进,如何在经历了艰苦漫长的道路之后,逐步形成了假说。假说虽历经检验,不断完善,但远未天衣无缝,尽善尽美,科学的发展永无止境。本书史料确凿,案例典型,内容丰富,文句流畅,富有哲理,有助于读者具体了解诸假说的杰出思想,获得真知灼见。

本书适合于科技工作者、管理人员、大中学生以及具有中等以上文化程度的读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

科学的假说/徐炎章著. -北京:科学出版社,1998. 11

(科学思想丛书)

ISBN 7-03-006872-6

I. 科… II. 徐… III. 自然科学-假说 IV. N09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 19109 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998 年 11 月第 一 版 开本:850×1168 1/32

1998 年 11 月第一次印刷 印张:6 3/8

印数:1—5 000

字数:176 000

定 价:10.00 元

《科学思想丛书》编委会

主 编 汪继祥 申先甲
编 委 (以姓氏笔画为序)

王士平	孔国平	申先甲	卢祥之
汪继祥	李艳平	姚平录	赵树智
徐炎章	解恩泽		

总 序

科学的本质在于探索,科学的生命在于创造,科学思想则是贯穿整个科学创造过程的内核和灵魂。

科学理论总是试图运用一些适当的概念和假设描绘出一幅幅关于客观实在的简化的和易于领悟的图景,并建立起它们和广泛的经验事实的联系。而各门自然科学理论中的基本概念和基本假设,都起源于科学思想。正是这种深层的科学思想,形成了科学理论的基础和框架,提供了进行抽象思维和逻辑推理的工具和准则,指导着科学家们进行实验研究和理性思考,使他们透过错综复杂的自然现象,超越感性经验而实现理论的升华。这就是科学思想对客观世界的理解作用和对科学理论的建构作用。自然科学史上的大量事例证明,任何科学理论的创立和科学革命的实现,都首先来自科学思想的突破。

科学思想虽然是抽象和潜在的,却不是无踪可寻的。它体现在科学家对大自然的本质和规律的沉思、理解和阐明中,体现在科学问题的发现和提出中,体现在为寻求科学答案而作出的科学猜测和假设中,体现在创造思维的飞跃和科学突破中,体现在探索方向的选择和科学方法的运用中,体现在探索者的失误和成功中,体现在不同学术观点和不同学派的争论中,也体现在新思想、新理论遭受的压制、围攻的“蒙难”,以及它顽强曲折的成长历程中。

这套丛书包括《科学的假说》、《科学的争论》、《科学的突破》、《科学的遗憾》和《科学的蒙难》。旨在通过对自然科学发展史上大量生动具体的科学发现“案例”的剖析,揭示正确的科学思想对于推动人类科学认识发展的促进作用,以及错误的思想对于科学认识发展的阻碍作用。以期借鉴历史的经验,了解科学思想的萌生、孕育和发展的规律;培育我们的科学意识,学习科学思维方法,激

发科学创造精神;增强科学创造的机敏与聪慧,最大限度地发挥人们的创造潜力;提高鉴别科学新事物的能力,完善科研管理体制,为新思想、新学说的成长创造适宜的条件,减少科学蒙难事件的发生,推动学术上的自由探讨和繁荣进步。

《科学思想丛书》是一套带有科学性、哲理性和趣味性的著作。各篇文章史料翔实,科学内容准确,观点鲜明,叙述生动流畅,力求在科学思想上给读者以有益的启迪。

汪继祥 申先甲

1998年5月

目 录

总序

导言:假说是科学发展的重要形式.....	(1)
哥白尼日心地动假说	(17)
牛顿引力假说	(33)
康德星云假说	(50)
拉瓦锡氧化假说	(62)
达尔文自然选择假说	(78)
孟德尔遗传因子假说	(95)
门捷列夫元素周期律假说.....	(106)
爱因斯坦狭义相对论假说.....	(123)
魏格纳大陆漂移假说.....	(141)
希尔伯特纲领.....	(157)
伽莫夫大爆炸宇宙假说.....	(172)
沃森-克里克 DNA 双螺旋假说	(184)
机器证明设想.....	(198)

导言：假说是科学发展的重要形式

一提起假说，许多人都会不以为然，认为既然是假说，带有假说的成分，就不是可靠的学说，不会有多大价值。殊不知，这种看法是极其片面的，它缺乏对科学发展史的理性认识。科学史表明，假说存在于科学的各个领域，而且贯穿在科学发展进程的始终，它是科学发展的重要形式，是科学进步过程中不可缺少的重要环节，是建立科学理论的桥梁。恩格斯指出：“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说。”（恩格斯《自然辩证法》，人民出版社，1971年，第218页）因此，全面认识假说的特点、形成和演化的一般规律，对于发展科学理论，促进科学的繁荣昌盛，有着十分重要的意义。

一、假说的特点

要认识假说的特点，首先要明确什么是假说。

人类对客观事物的认识，总是由不知到知之较多，由片面到比较全面，由低级到比较高级。这是人类认识的一般规律，当然也是科学认识的一般规律。科学认识的任务，不单是描述事物的表面现象，而是揭示事物的本质和规律。事物的本质和规律却是抽象的、隐蔽的，不能光凭感觉直接把握。另外，在事物的本质和规律尚未通过现象暴露以前，人们掌握的事实和经验材料还不够完备，还不足以准确地透过现象把握事物的本质和规律。这样，人们只能依据已有的事实和经验材料，运用已有的知识，借助分析和综合、归纳和演绎等思维方法，对事物的本质和规律先提出某些观点与看法，这些观点和看法逐渐形成一个知识体系，这个知识体系的真理性在没有得到实践检验之前，就是通常所说的假说。简言之，假说是

指在已有知识和事实基础上,对事物的本质和规律所作出的一种推测性说明。

纵观科学的历史,在科学的各个领域,都曾出现过影响较大的假说。例如,物理学中关于热的本质的“热质说”和“热之唯动说”,关于光的本质的“微粒说”和“波动说”,关于空间传播介质的“以太说”,关于原子结构的“均匀式模型”、“行星式模型”和“量子化模型”;化学中关于燃烧本质的“燃素说”和“氧化说”,关于元素之间联系的“三元素族”、“八音律表”和“元素周期律”;生物学中关于生命胚胎发育的“精原说”、“卵原说”、“预成论”和“渐成论”,关于微生物产生的“自生说”和“种生说”,关于生物物种的“不变论”和“进化论”,关于生物遗传的“基因论”和“获得性遗传说”;地学中关于地质变化的“灾变论”和“渐变论”,关于地壳形成的“固定论”和“大陆漂移说”、“海底扩张说”和“板块构造说”,关于地表岩石成因的“水成论”和“火成论”;天文学中关于天体起源的“星云说”、“大爆炸宇宙论”,关于天体运行的“地心说”和“日心说”;数学中的各种猜想,也都具有假说的性质。上述各种假说,尽管学科领域不同,内容、性质和表现形式各异,但它们都有着某些共同的特点。其中最显著的特点有以下几个方面:

1. 推测性

假说之所以不能称之为科学的理论,主要是因为它们基于不够充分的事实材料,是对事物本质和规律的一种推测性说明。这种推测性说明,可能是正确的,也可能是错误的。即使在一定条件下是正确的,也有待于实践的进一步检验,有待于继续修正、补充和完善,最后才能发展成科学的理论。

以海王星的发现为例。自18世纪中叶,天文学家就发现,天王星理论上计算出的轨道与通过实际观测数据描绘的轨道不相一致。在相当长的一个时期,天文学家认为造成这种不一致有两种可能性,或是计算行星运行轨道的公式不可靠,或是天文观测资料不准确。可是,怀疑轨道计算公式并没有道理,因为运用这个公式计

算出的其他行星轨道,都与观察结果相一致;怀疑观测数据不准确也没有道理,因为在后来的观测中,所获得的数据并没有多大变化。于是,天王星轨道偏差便成为天文学中的一道“百年难题”。1845年,法国业余天文学家勒维烈(U. J. J. Leverrier, 1811~1877)和英国业余天文学家亚当斯(J. C. Adams, 1819~1892)各自提出存在第三种可能的推测:在天王星附近有一颗尚未发现的行星起摄动作用,使天王星轨道出现异动。于是,他们分别用数学方法,从万有引力定律出发,借助行星轨道计算公式,计算出了这颗未知行星在天空中的位置。勒维烈还给它预先起名为“海王星”。1846年9月23日,德国柏林天文台助理员加勒按照勒维烈制作的海王星运行表,果然发现了它,在加勒实际观测到海王星之前,勒维烈和亚当斯对海王星存在的预言,不过是一种推测。

2. 合理性

假说虽然是对事物本质和规律的一种推测性说明,但它并不是纯粹的主观臆断,更不是随意的幻想和编造的神话,而是依据已有的知识,在一定事实材料基础上提出的,因此不管后来被实践验证是否正确,都会具有一定的合理性和科学性,只是错误的假说合理性少一些而已。

“地心说”是科学史上有名的错误假说,它的提出也是有一定合理性的。公元2世纪,古希腊学者托勒密(C. Ptolemy, 约公元90~168)在天文观测和经验认识基础上,提出地球是宇宙的中心,各个行星以圆形轨道围绕地球均匀运行。“地心说”本质上是错误的,但它毕竟有一定的经验认识基础,符合人们的感官认识,它对天体运行的解释和预测也有一定的准确性,对天文学的早期发展起过一定的积极作用。

3. 可变性

科学理论在其发展过程中也有变化,如概念的扩张、原理的增加、理论体系的丰富等,但它们的内核和本质却是不变的。假说则

不然,假说产生之后,可能演变成科学的理论,也可能因其错误而被淘汰,变化趋势和程度相当大。就是科学的假说,内容和形式的变化也往往是比较大的。哥白尼(N. Copernicus, 1473~1543)的“日心说”本质上是正确的,在后来的发展中,它的许多原理发生了重大变化。比如他和托勒密一样,都认为行星的运行轨道是正圆,德国天文学家开普勒(J. Kepler, 1571~1630)对此作了重大修正:行星轨道呈椭圆型,太阳在一个焦点上。由此克服了“太阳中心说”的一个严重缺陷。

4. 多样性

多样性也是一种可变性。所谓假说的多样性,是指对同一类现象,可以同时存在多个假说。这多个假说往往以下面情况存在:

其一,并存的假说中,有一个是正确的,其余是错误的。例如,关于地球的形状,历史上曾同时出现过“方形说”、“拱形说”、“柱形说”、“平面说”、“凹形说”、“鼓形说”、“球形说”等,后来“球形说”被证实基本上是正确的,其他几种学说都是错误的,“球形说”本身又进一步被修正为“扁球形说”。

其二,并存的假说都不完全正确,又都不完全错误。例如,关于光的本质,在17世纪并存两种对立的假说:一是“微粒说”,二是“波动说”。这两种假说各自都能解释光的某些不同特性,又都有解释不了的地方,它们都不完全正确,又都不完全错误。

其三,并存的假说中,有的完全正确,有的不完全正确,这些假说最终都演变成科学的理论。例如,18世纪下半叶,人们在探讨地球表层岩石的成因时,分别提出了“水成论”和“火成论”两种假说。后来经过反复的实践考察,证实这两种假说各有其应用范围,在应用范围之内都是正确的。“水成论”适用于解释沉积岩,“火成论”适用于解释岩浆岩。

在上述提到的四个特点中,推测性和合理性是最基本的特点,可变性和多样性都是从它们派生出来的。任何一个假说,不管最终能否转化为科学的理论,只要它产生出来,就会表现出有一定的推

测性和一定的合理性。

二、假说的成因和形成途径

假说的成因比较复杂,不同的假说有不同的成因。总的看来,最基本、最常见的成因有两个:

第一,在实践中,人们发现某种全新现象或开辟出新的领域,没有现成的理论或学说对其加以解释,需要独辟蹊径,提出全新的解释,由此形成一种新假说。在科学的各个领域中,对某种现象的早期研究大都会遇到这种情况。也就是说,历史上用于解释某种现象的初始假说,都是因此而产生的。如古代产生的“精原说”、“卵原说”、“预成论”、“渐成论”、“地心说”等,就是典型的例子。近、现代出现的假说,也有许多是以这种导因形成的。

例如,18世纪80年代,意大利医生伽伐尼(L. Galvani, 1737~1798)因解剖青蛙发现新现象而提出“生物电”假说。对于蛙腿的收缩现象,当时没有任何现成的理论能够解释。他依据新实验,把电看成是一种“流体”,并把动物身体设想为电源,形成了一个大胆的假说,在静电之外开辟了动电即电流研究的新学科。

又如,1967年英国剑桥大学的天文学家赫威斯在用射电望远镜观测牵牛星和织女星之间的一块天区时,意外地接收到一种奇怪的射电信号。这是一连串周期极短的电脉冲,赫威斯把发射这种电信号的星体称为“脉冲星”。什么样的天体会发射这种周期极短的电脉冲呢?对此,人们提出了各种假说。后来证实,英国天文学家哥尔德的“中子星”假说,基本上是正确的。

第二,理论产生新突破,运用于相关领域,对已知现象作出新解释;对未知现象提出猜测,由此形成新的假说。预见性是新理论的重要功能,沿着新理论向前探索,便可发现一片未知的丛林和原野,那里隐藏着新的现象、新的事实、新的规律,从中能够形成新的假说。

例如,原子物理学新理论的突破引起天文学恒星能量来源的

“核能”假说。在历史上,关于太阳及其他恒星发光发热的能源问题,天文学家总是随着新理论的进展而提出相应的假说。如把太阳看成一团大热氢气,或认为是引力收缩使势能转化为动能,动能又转化为热能,等等。20世纪30年代,核反应理论则不仅为提出恒星能量来源的新假说提供了线索,也为发展和验证新假说提供了依据。

事实上,科学史上每一重大理论突破,都带来了丰硕的成果,其中包括一大批科学预言和假说。如牛顿力学关于海王星的预言,麦克斯韦电磁理论关于电磁波的预言,达尔文进化论关于人类起源的假说,爱因斯坦广义相对论关于现代宇宙模型,等等。

不同的假说,形成的具体途径是不同的,但也有某些共同之处。这些共同之处,主要表现为假说的形成一般要经历三个基本阶段。

第一个阶段是,发现问题。问题是科学假说产生的动因。人们在科学实践过程中总会发现这样那样的问题。康德提出关于太阳系形成的“星云假说”,是因为他热忱地探索着多少年来人类一直在思考的问题:为什么会有人类所赖以生存的地球及其所属的太阳系?魏格纳之所以提出“大陆飘移说”,也正是因为产生了这样的问题:为什么地图上南大西洋两岸的海岸线吻合得那么巧妙?几乎一点都不差?门捷列夫面对当时已经发现的63种元素,也提出了这样一些问题:地球上究竟有多少元素?怎样寻找新元素?各种元素是否存在着一定的内在联系?总之,一切科学假说的产生,都是以特定的问题为先导,并且为了解答问题而被构思、创造出来的。

现代科学家用自己的亲身实践证明了:科学假说的逻辑起点,不是一般的观察、实验,而是问题。爱因斯坦提出广义相对论假说,并不是因为他观察到了新奇的实验事实,而是出于想解答某些令人深思的疑难问题。当他建立狭义相对论之后,便引出了一个“引力疑难”问题,即“惯性系具有表示自然规律的等效性,那么,非惯性系是否也有更进一步的等效性呢?”对惯性与引力之间相互关系

问题的思考,促使爱因斯坦深入地研究下去。从而提出了一个更广泛、更普遍的假说——广义相对论。无怪乎,他坚信:“提出一个问题往往比解决一个问题更重要。因为解决一个问题也许仅仅是一个数学上的或实验上的技能而已,而提出新的问题、新的可能性,从新的角度看旧的问题,却需要有创造性的想象力,而且标志着科学的真正进步。”

第二个阶段是,搜集、整理有关该科学问题的事实材料,运用创造性思维,对该问题作出初步的解释和假定性的推测。这是假说的构思阶段。例如魏格纳为了解释大陆块可以拼合的现象,就倾注全部精力,带着明确的的目的性和选择性,广泛地搜集证据。他大胆地想象,并提出一种推测:这些大陆原先可能是连在一起的,后来由于各种力的作用断裂开来;由于组成大陆的岩石比组成海底的岩石轻,所以大陆就像“冰山”一样,在海底上方漂移,由此形成现在的各个大陆块。这就是魏格纳对大陆运动的初步推测。

又如,英国医生哈维(W. Harvey, 1578~1657)为了解决盖伦体系认为血液在血管中前后往返流动与新的观察实验结果的矛盾及其体系内部的不一致,他依据本人细致而深入的观察,血液的定量计算,结扎实验,借助心与泵的类比、大循环与小循环的类比、小宇宙与大宇宙的类比,以及心脏为中心的生命观,以圆为理想运动的宇宙观,初步提出了血液循环的解释性假说。

又如魏格纳在作出大陆漂移的初步假定后,为了证实自己的推测是正确的,他曾四次到格陵兰探险,进行实地考察,并从地貌学、地质学、地球物理学、古生物学、古气象学、古地磁学和大地测量学等角度,对自己的观点进行了较严密的论证。1915年,魏格纳出版了《海陆的起源》一书。在这部书中,他系统地阐述了自己的观点,标志着大陆漂移说已形成较完整的知识体系。

第三个阶段是,从初步的假定和推测性说明出发,利用各种有关材料,采用各种有效方法,对假说的基本观点进行论证,进而形成一个有结构的知识体系。

在形成假说的最后这一阶段里,研究者一般都要根据假说的

基本观点来预言或预测未知事实,例如,门捷列夫在元素周期表上留下了空格,表示这里有一种元素应填入某族,但这种元素尚未发现。他专门选出了3个空格,把预言的元素分别命名的类硼、类铝和类硅。他列出这3种元素原子量的近似值、化合价以及它们可能构成的化合物的各种类型。又如美国昆虫行为学家卡拉汉根据他提出的昆虫用红外辐射通讯的假说,预言一旦我们学会制造,并编制了一种小的能模仿发射极短的窄红外波的无线电台时,我们将能够与昆虫“调谐”,从而有选择地控制它们,达到保护农作物的目的。

三、假说的演化

假说作为一种知识体系,可分为核和外壳两部分。假说的核,是指假说的核心部分,它主要由基本概念、基本原理和基本方法组成。假说的外壳,是指由核派生出的各种概念、原理和方法组成的部分。假说演化的方向,主要取决于它的核是否正确。一般说来,假说的演化有四种情况。

(1)核错误的假说迟早要被淘汰,代之以新的假说。一个假说,不管外壳有多少合理成分,只要核是错误的,那么它演化的最终结局是被新的假说取代。

托勒密认为,地球居于宇宙的中心,其他天体都围绕着地球运行,这就从根本上决定了“地心说”是错误的假说,尽管该学说在历史上流行了千余年,也适应当时人类认识水平,能说明人们直观的一些天体现象,但它最终还是被哥白尼的“日心说”所取代,也就成为历史的必然。

(2)核基本上正确的假说,不断被去伪存真、丰富和完善,最终发展成科学的理论。科学的假说,主要是指核基本上正确的那些假说。这类假说,也会存在某些错误、缺陷和不足,甚至核中的某些基本概念、基本原理和基本方法可能不够严谨,不够完善。这些假说,经过实践检验和人们认识的深化,会逐步克服各种缺陷,由不完善

发展到较为完善,直至最后发展成科学的理论。

哥白尼“日心说”的核基本上是正确的,但由于历史的局限,难免在提出的初期存在这样或那样的缺陷和不足。从16世纪40年代到17世纪末,经过历代天文学家的努力,才克服种种缺陷形成科学的理论。

(3)假说的核基本正确,但它的应用范围不明确或人为地扩大,经过实践检验,最终界定出合理的范围,成为科学的理论。任何一个假说都有其一定的解释功能和应用范围,解释功能只能在应用范围内奏效,超过了应用范围,解释功能就会失效,就会导致谬误。因此,当一个假说在没有明确应用范围,或应用范围被人为扩大时,这个假说对有些现象的解释是正确的,对有些现象的解释则是错误的。在这种情况下,假说演化的方向就是界定自己的应用范围。地学中关于地球表层岩石成因的“水成论”,为我们认识假说的这种演化形式提供了典型案例。

1786年,德国地质学家维尔纳(A. G. Werner, 1750~1817)在总结已有矿物学、岩石学研究成果基础上,提出岩石成因的“水成论”。他认为,地壳上的所有岩石,都是从原始的海水或洪水时期沉积而成的。把“水成论”用于解释沉积岩是正确的,但用于解释像玄武岩、花岗岩一类通过火山爆发而形成的熔融岩,则是不正确的。不久,英国地质学家赫顿(J. Hutton, 1726~1797)通过大量野外考察和潜心研究,提出“火成论”,指出除沉积岩外,还有一些岩石,像玄武岩和花岗岩,是熔融的岩浆从地下的裂缝中迸发出来,然后固化而形成的结晶岩层,这就界定了“水成论”的应用范围。

(4)并存的两个假说,每个假说的核都部分正确、部分不正确,经过二者在更高层次上的互补,形成一个新的正确假说。人们对光的本质的认识,就是通过假说的这种演化形式完成的。

17世纪中叶,物理学家对光现象的研究形成了两种对立的假说:一种是以英国物理学家牛顿(I. Newton, 1643~1727)为代表提出的“微粒说”,另一种是以荷兰物理学家惠更斯(C. Huygens, 1629~1695)为代表提出的“波动说”。微粒说能解释光的直线传

播、反射和折射等特性,但解释不了光的衍射和干涉等特性;波动说能够解释光的衍射、干涉和偏振等特性,但解释不清光的直线传播等特性。这两种假说在历史上论争和演变了二百多年,直到1905年,德国物理学家爱因斯坦(A. Einstein, 1879~1955)提出光量子说,揭示了光的波粒二象性,即光既具有粒子性,又具有波动性,才较全面地解释了光的特性,光量子说进而发展成科学的理论。

四、假说的验证

检验假说是否正确,主要是检验假说的核是否正确,而假说的核是由基本概念、基本原理和基本方法组成的,它们大都比较抽象,难以直接检验。因此,通常直接验证假说的外壳命题,通过外壳命题的真伪去推断核是否正确。假说有多种检验法,不同的假说,所采用的检验方法也不完全相同。常用的检验方法,有以下几种:

1. 支持性检验法

如果假说所涉及的一类现象是以单个形式存在的,而且数目有限,并且便于观察和实验,可对每个现象逐一加以考察,以检验假说对它们的解释是否符合实际。每当验证对一个现象的解释是正确的,就会增加一分对假说正确性的证实。这就是假说的支持性检验法。如果在检验过程中出现反例,即发现对某一现象的解释不正确,而对大多数现象的解释是正确的,可考虑缩小假说的应用范围,以消除反例。

2. 判决性检验法

在假说的外壳中,有的命题直接与核有关,且起着关键性的作用,如果该命题得到验证,那么可直接推断核也正确,此时可采用判决性检验法。也就是说,判决性检验,是指在外壳中选择起决定性的命题加以验证。生物学中的“种生说”,主要是通过判决性检验