

张巨青主编

YAN ZHENG YU FA ZHAN

KE XUE LI LUN DE FA XIAN

科学理论的发现、验证与发展

——兼评西方科学方法论的演变

FA XIAN

科学理论的发现、 验证与发展

——兼评西方科学方法论的演变

张巨青主编

湖 南 人 民 出 版 社

科学理论的发现、验证与发展
——兼评西方科学方法论的演变

张巨青主编

责任编辑：胡凡 苏斌

*

湖南人民出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省望城县湘江印刷厂印刷

*

1986年7月第1版第1次印刷

字数：241,000 印张：11.25 印数1—3,020

统一书号：2109·68 定价：1.85元

新书目：86—4.5

60/21/57

编者的话

我国理论界近来日益重视和加强科学方法论问题的研究，并取得了显著的进展，这是非常可喜的。积极开展科学方法论问题的研究，不仅对于丰富和发展马克思主义的认识论，而且对于发展整个科学技术事业，都具有极为重要的意义。

为了促进科学方法论课题的研究，本书着重于讨论以下四个方面的问题：

（一）关于科学理论的发现问题。科学理论的发现究竟是始于事实还是始于问题？科学理论的发现过程究竟有无逻辑的联系？这是人们长期以来一直争论不休的问题。本书所收论文阐明科学理论的发现是始于问题，明确肯定理论发现过程具有逻辑性，并且对概念的形成过程与有关理论思维的方法、视觉的形成过程与有关经验认识的方法等进行了具体的考察。

（二）关于科学理论的验证问题，科学理论的全称命题是通过经验事实的单称命题得以确证的。支持科学理论的确证事例（经验证据）究竟是等价的还是非等价的？科学理论应当依照列举归纳法从经验证据的量上给予评价呢，还是应当依照排除归纳法从经验证据的质上给予评价呢？这也是人们长期以来激烈论争的课题。本书所收论文对确证事例作了非

等价的分析，并提出似规则尝试解决确证度的评价问题。文中还历史地考察了人们对于列举归纳法和排除归纳法的研究进展，并对它们在理论确证中的作用给予了统一的评价。

(三)关于科学理论的发展问题。科学理论的发展究竟是渐进累积的还是革命更替的？对互相竞争的理論的选择与淘汰是绝对的还是相对的？这同样是人们长期争论而未得解决的课题。本书所收论文从分析专门科学发展的实例入手，阐明科学理论的发展演变既包含着渐进累积的过程，又包含着革命更替的过程。人们对相互竞争的理論的选择与淘汰是相对的、历史的，而不是绝对的、确定不移的。书中所有实例分析都力图给科学研究者以方法论上的启发。本书所收论文还对科学史与科学方法论的关系问题进行了初步的探讨。

(四)关于西方科学方法论的演变问题。随着工业的发展与近代自然科学的兴起，西方对于科学方法论问题日益关注。人们从不同的角度对这个问题提出了各种不同的理论见解，相应地，也就形成了各种不同的学派。尤其是在当代西方，科学方法论的流行观点经历着多方面的深刻演变。本书对西方科学方法论的发展趋势，从不同的侧面进行了分析。

此外，在本书的附录中选编与摘译了国外有关上述课题的代表性论著。

本书是经过集体努力编写而成的。陶德麟教授为顾问。

武汉大学和广东新会县人民政府对本书的编写工作给予了非常有力的支持和帮助，在此表示感谢。

一九八五年元月卅一日

目 录

科学研究中的“问题”

——科学需要怀疑精神……………林定夷 (1)

从心理学的起源和发展看类比的助发现作用

……………黄亚林 (23)

科学解释的类比模式初探……………钱 江 吴寅华 (32)

关于概念的形成问题……………刘文君 (40)

视觉形成过程的信息编码问题……………萧静宁 (47)

经验认识方法的演进……………姜国文 (57)

“观察-理论划分”的演变及其现状……………李晓蓉 (67)

论确证事例的不同类型……………郁慕镛 (83)

理论确证度评估的似规则处理……………汪馥郁 任晓明 (89)

枚举归纳法与排除归纳法

——兼论证据的量 and 质……………陈晓平 (103)

科学合理性模式研究评述……………蒋临夏 (135)

从科学方法论角度分析古典物理学危机……………桂起权 (151)

从当代医学模式的转变看科学理论的发展

……………刘绍友 王瑞芬 (162)

《波尔·罗亚尔逻辑学》中的科学方法论思想

及意义……………汤 军 (169)

评亨普尔与库恩关于科学方法论问题的争论

.....张国祺 (182)	
当代西方科学方法论剖析.....张巨青 陈晓平 (195)	

附 录

科学活动的规范特征.....[美]鲍·温格特纳 (204)	
真理、合理性与科学知识的增长...[英]卡尔·波普 (233)	
分析-综合法拉卡托斯 (263)	
理论.....[美]N·R·汉森 (297)	
科学发现有逻辑吗?.....[美]H·A·西蒙 (325)	
论创造与归纳	

——兼评劳登、西蒙和发现的逻辑

.....R·麦克劳林 (339)	
-------------------	--

科学研究中的“问题”

——科学需要怀疑精神”

林 定 夷

科学需要怀疑精神，这也许是一个平淡无奇的命题。但正是在这个平淡无奇的命题下，需要清除许多传统观念的障碍。

初看起来，对于“科学需要怀疑精神”这个命题，人们并不反对。但仔细分析，传统观念却非但不鼓励怀疑精神，甚至经常地扼杀着科学所需要的这种可贵精神。

在中世纪，宗教信条是不容怀疑的，《圣经》上所说的就是真理。谁怀疑宗教信条，谁就可能遭受肉体和精神的双重迫害。近代，自伽里略以来，人们公开宣布对宗教的怀疑和批判，但同时又强调：科学是建立在确凿无疑的事实的基础上的，那些被实验（观察）证明了的理论就是绝对无误的真理，而“真理”是不容怀疑的。这些似是而非的观念，一方面要求科学必须证明自身是不容怀疑的，另一方面要求学习科学知识的人必须不怀疑科学。一种科学学说一旦被宣布为“科学真理”，人们就必须坚持这种学说，不许动摇。在这种气氛之下，当然就谈不上提倡怀疑精神了。但是，殊不知，怀疑精神正是科学活动中的一种最基本的精神，它是从事科

学探索的第一把钥匙。

一、科学研究从问题开始，问题从怀疑产生

科学研究从观察和实验开始吗？传统观念正是这样认为的。其理由是：观察和实验是实践活动，是人们获得感性认识的方法；既然认识从实践开始，从感性上升到理性，科学研究自然应当而且必须从观察和实验开始。然而，当代有见地的科学家和哲学家则认为，科学研究是从“问题”开始的。只有提出了“问题”，才可以说进入了研究。

“问题”的产生当然与观察事实有关，但是如果被观察到的事实并未引起问题，那么这种事实，即使是人们以往所不曾观察到的“新事实”，人们也只会对它熟视无睹，让其从眼前闪过。弗莱明研究细菌学，一次，他偶然发现培养葡萄球菌的器皿里长了绿霉，就是说培养基被污染了。通常认为这是实验中的失败，需要重新处理。但弗莱明发现，在绿霉的周围，培养基清澈明净，而正常的葡萄球菌的繁殖区本来应当呈现一种讨厌的黄色。他感到奇怪，这是怎么回事呢？进而他提出问题：是不是绿霉有某种作用把它周围的葡萄球菌杀死了呢？带着这个问题，他开始进入研究，不到一年就取得了重大成果，发现了青霉素。为此，他获得了诺贝尔奖金。同样的事实并非仅只被弗莱明一个人发现。根据史料记载，著名微生物学家斯科特和日本细菌学家古在由直都曾经回忆说，在弗莱明之前，他们都曾在实验室中遇到过同样的情况，但都把它当作实验中由于操作不慎而遭到的小小失败，而简单地处理掉了。他们没有从中引出问题，于是他们对这

个“事实”也就熟视无睹，无动于衷。“新事实”被他们当作习以为常的事情而任其从眼前溜过，观察和观察事实并没有引导他们进入研究。科学中关于x射线的发现，也有一段类似的历史。象这一类现象在科学史上可以说是比比皆是。总之，如果观察到了某一事实而并未提出问题，那么被观察到的事实是不会吸引科学家进入研究的。科学研究是从“问题”开始的。

读者也许会问：你的议论固然有些道理，但并不能由此否定“科学研究始于观察”这个结论呀！从你所举的实例来看，“问题”都是从观察产生的，既如此，从你所主张的“科学研究始于问题”再往前深究一步，不就应当得出“科学研究始于观察”的结论吗？更何况“科学研究始于观察”这个命题无论如何比别的命题似乎更加接近马克思主义的认识论呢！对于这个问题，我们的看法是完全不同的。一方面，正如我们已经多次指出的，只有问题才会引起研究，观察如不引起问题，决不会导致探索过程；另一方面，即使在上面所举的实例中，我们也不是简单地认为“问题”是从观察产生的。事实上，仅仅是由于根据了某种理论，人们才能够在观察中提出问题。弗莱明的观察只是由于与葡萄球菌的繁殖区必然呈现黄色的见解相抵触才提出问题的。因此，与其说“问题”产生于观察，毋宁说“问题”产生于观察同已有理论之间的矛盾。仅有观察决不会产生问题。只有当把观察事实与已有理论进行比较时才会产生问题。更何况，问题的产生并非必然要同某种观察相联系，它的产生有多种多样的通道。因此，“科学研究始于问题”这个命题原则上不同于“科学研究始于观察”这个命题。前者所强调的是一种革命的、

能动的反映论，后者所代表的则是一种狭隘的经验论。

科学研究不但始于问题，而且正是“问题”推动研究，引导研究。所谓科学研究，其实就是对人类所面临的“自然之谜”——问题——作出解答。“问题”是科学研究的真正的灵魂，贯穿于科学研究的始终。研究不仅是为了解决问题，同时也是为了发掘出更深入的问题。问题的深入和研究的深入不过是同一过程的两个方面罢了。在这个意义上，可以说，自然科学发展史就是它所研究的问题的发展史，是问题不断展开和深入的历史。

问题是从怀疑产生的。怀疑精神是科学研究工作者首先应具备的精神。可以说，没有怀疑精神，就不会有创造性的思维，就不会有科学的发现。一切真正有见地的科学家都提倡和强调怀疑精神。李四光曾说：不怀疑不能见真理。爱因斯坦在谈到他自己的经验体会时，同样强调这种怀疑精神。

确实，要想从事科学的探索和研究，就不能没有怀疑精神。我们不仅应当怀疑科学中已成的假说或理论，而且应当怀疑科学中的“已知事实”^①以及我们自己或别人的研究程序中的每一个实际步骤及其所采用的方法……总之，只要有可能，就应当用怀疑精神对科学研究过程的每一个环节进行认真的审查。从历史上看，科学中任何一种新的学说取代旧的学说，总是发端于怀疑。如果哥白尼不对当时一致公认的“地球中心说”发生怀疑，就不可能创立“太阳中心说”；如果达尔文不在考察中对自己原来所信奉的“突创论”、“物种

① 科学中的“已知事实”，都是一些“经验事实”。这里强调应当怀疑科学中的已知事实，是由于观察具有易变性。

不变论”发生怀疑并提出问题，他就不可能创立生物进化论；同样，如果巴斯德不对当时大量的实验报告所宣称的微生物“自然发生”的“实验观察事实”发生怀疑，他就不可能去设计更加严格的实验来驳倒“生物自生论”，也就不可能建立起全新的微生物学说……因此，怀疑是创造性思维的开端，也是追求问题的答案的开始。古人说得好：“于无疑处见疑，方是进展。”不但对于科学研究和探索来说，怀疑精神是进行创造性思维的首要环节，即使对于学习和接受前人或旁人的知识（包括书本知识）来说，我们也同样应该强调独立思考 and 批判精神，切不可囫圇吞枣，尽信前人所言。爱因斯坦曾指出，科学家从学校训练中所得到的那些概念，“实际上是同他的母亲的奶一样吮吸来的；他很难觉察到他的这些概念中的始终有问题的特征”^①。因此他强调：“为了科学，就必须翻翻复复地批判这些基本概念，以免我们会不自觉地接受它的支配。”^②应当指出，在学习是否“善疑”，可以看作衡量学生学习成绩好坏的一个标准。一个大学生，在学完了一门课程或阅读了一本教科书以后，如果提不出任何一个有分析的问题，那只能说明他对知识钻研得不深，而且表明他缺乏科学研究所必备的创造性思维的能力。一个学生提出问题的深度，常常反映着他理解知识的深度。事实上，即使对于科学中某种正确的理论，在我们接受它的过程中，怀疑精神也起着极大的作用。当我们通过独立认真的批判审查，终于对某种理论由疑而信的时候，我们就真正地掌握了这种理

① 《爱因斯坦文集》第一卷，商务印书馆1977年版，第586页。

② 《爱因斯坦文集》第一卷，第586页。

论。这种经过批判地审查而达到的掌握，与对一种理论的盲目接受是不可同日而语的。

当然，我们在这里所强调的怀疑，是在对知识进行分析思考基础上的怀疑，而不是无端怀疑，更不是盲目地否定一切。虽然怀疑似乎总是趋向于以否定某种知识或信念的形式出现，但其实质上却是以趋向肯定另一种知识或信念为它的前提的。否定一切是不可能形成科学的怀疑精神的。巴斯德怀疑自生论者的实验，正是以坚持生物不能自生的信念为出发点的。在科学研究中，“疑”并不是目的，“释疑”才是目的。自然科学家们的研究活动，虽然总是从疑问开始，然而总是以释疑作为归宿。

十分明显，“疑”和“思”总是相伴而生、互为前提的。一方面，“疑”就意味着“思”，疑问和疑难激发着人的创造性思维；另一方面，“疑”本身又是“思”的结果，“善思才能善疑”。在广阔的知识背景之下，一个科学家之能够对科学中已有的理论、原理或概念提出有价值的疑问、疑难或者质疑，总是刻苦钻研、善于动脑筋的结果。科学的怀疑精神始终是和刻苦钻研知识、苦心思考求索相联系的。对此，爱因斯坦曾经强调指出：“发展独立思考和独立判断的一般能力，应当始终放在首位，而不应当把获得专业知识放在首位。如果一个人，掌握了他的学科的基础理论，并且学会了独立思考的工作，他必定会找到他自己的道路，而且比起那种主要以获得细节知识为其培训内容的人来，他一定会更好地适应进步和变化。”^①由于苦心思索不但是产生怀疑和问题的条件，而

① 《爱因斯坦文集》第三卷，第147页。

且还是“释疑”和“解决问题”的条件，因此，坚持不断地苦心思索，就成了科学家获得成功的必由之路。

二、“问题”的产生和种类

“问题”按其产生的特点，可以分为两类：简单问题和科学问题。它们的划分只有放到一定科学背景知识之下才有意义。

简单问题产生于（对科学背景知识的）无知，而不是产生于对知识的分析。任何一个小孩都能提出许多各种各样的简单问题。这种所谓简单问题之所以“简单”，是因为它们产生的原因十分简单——不懂。然而这种问题本身却常常并不是简单的或肤浅的。许多仅仅由于无知即可提出来的问题，往往也是当前科学所不能回答的问题。所以，简单问题在科学中并不是没有意义的，它们常常可以发展成为科学问题。

科学问题产生于对科学背景知识的分析，因此，科学问题的提出本身就是一种“发现”。这种“发现”在科学的发展中有重大的意义。任何一个小孩都可能提出这样的问题：“夜晚的天空为什么这样黑暗？”这是简单问题。但奥尔伯斯把它与科学背景知识联系起来，提出了所谓“奥尔伯斯佯谬”，这就成了科学问题。象这种科学问题的提出，有时在科学中会起到无与伦比的重大作用，对科学的发展产生革命性的影响。

科学问题常常通过下列途径而被提出或发现：

A. 寻求经验事实之间的联系并作出统一解释。这是提出科学问题的最基本的通道，也是建立科学理论或假说的最

基本的出发点。科学理论或假说的最直接的目的是要寻求一定范围内的经验事实的联系和统一解释。通过其他途径所提出的科学问题实际上都是它的某种折光。从历史上说,各种化学元素以前曾经被一个个地孤立地发现和研究,但进入十九世纪以后,当时所发现的化学元素已不下二十八种,并且还在不断地增加。这时人们就提出了这样的问题:各种化学元素之间难道没有内在联系吗?如何来揭示各种化学元素之间的内在联系呢?从那时起,人们就想统一解释各种化学元素。先是普劳特假说,以后,段柏莱纳(三素组假说的提出者)、尚古都(螺旋图假说提出者)、纽兰兹(“八音律”假说提出者)、门捷列夫(元素周期表的提出者)都是围绕着这个重大课题展开研究的。象这种基本的科学问题的解决,常常成为科学中的奠基性工作。

但是,在科学的历史上,还有许许多多的科学家并不是这样工作的。因为在他们开始其研究工作之前,他们所从事的研究领域常常并不是一块完全无人耕耘过的处女地,而是已经有了其他理论。在这种情况下,科学问题常常通过其他途径而提出。

B. 已有理论与经验事实的矛盾。科学中某种新的事实和现象被发现了,原有理论解释不了这种新的事实和现象,在这种情况下,这种原有理论便面临挑战或危机。究竟是用原有理论来克服危机,还是通过变革原有理论来克服危机?这常常引导人们开始新的研究并作出重大发现。例如,历史上关于天王星实测轨道与按牛顿力学所计算的理论轨道不符,就曾经使牛顿力学面临危机。为了解决这个难题,勒维烈提出了他的假说,伽勒发现了海王星。本世纪初,β衰

变中电子所带走的能量要小于原子核所释放的能量这个实验事实，也曾使能量守恒定律面临危机，为了解决这个难题，出现了泡利的中微子假说以及后来关于中微子的发现（以上两次危机都是通过引入辅助假说来维护原有理论而得到解决）。又如，黑体辐射、光电效应等新的实验事实与经典物理学的能量连续理论不相容，使经典物理学面临危机，由此导致了量子论的产生。值得注意的是，与原有理论相矛盾的所谓新事实通常都是靠机遇发现的，或者其结果是出乎意料的。因为，这种新事实既然与原有理论相矛盾，它就不是原有理论所能预言的，它在不同程度上就会有“出乎意外”的性质。而能不能抓住机遇，捕捉（或发现）新事实，又与是否能提出问题密切相关。如果不能提出问题，“新事实”就会从鼻子底下溜走。然而，提出问题是科学背景知识掌握和分析的结果。伦琴之所以能够在发现涂有亚铂氰化钡的纸屏上发出荧光以及在照相底板被感光后，立即把它当作新事实抓住不放，是因为他充分掌握了背景知识（原有的物理理论），通过对背景知识的分析，确认眼前的事实是原有理论所不能解释的。如果换成一个门外汉，他就不可能发现眼前的事实的意义。

在科学实验和观察中能否发现新现象，常常并不取决于实验者或观察者是否观察到了某一种新现象，而是取决于能否判明所观察到的现象是一种新现象。科学实验和观察中的机遇是经常存在的，但谁能抓住这种机遇，就要看谁能把偶然遇到的现象与背景知识联系起来分析（即使是初步的分析，甚至直觉）。

C. 多种假说之间的差别和对立。有时候人们并不是从

理论和事实的矛盾中引出问题，而是从相互并存的多种假说中发现它们的差别和对立，从中引出孰是孰非的问题。在科学中，对于同一范围内的许多事实，常常可以建立起多种理论（假说）对它们进行解释。它们可能都有各自的困难，但对于某一现象范围内的事实，却都可能作出有根据的解释。例如，在光学史上，仅就几何光学的现象范围来说，波动说和微粒说都能很好地进行解释，而且两种假说的预言都能被证实。这两种对立的假说究竟孰是孰非呢？这种问题常常导致判决性实验的设计，或进行新的理论探索。一个科学工作者，要想活跃自己的学术思想，能够提出问题或发现问题，就要善于从不同的假说、不同的科学论文，甚至不同的教科书的比较中，发现它们对同一问题的不同回答，以及这些回答之间的实质性差别。这种差别，有利于启发思想，引导独立思考和研究。

D. 理论体系内部的逻辑困难。揭示出某种科学理论体系内部的逻辑困难，从而向这种科学理论体系提出诘难，这是产生科学问题的又一重要通道。在自然科学中，一种科学理论体系的内部常常存在逻辑上的困难：或者表现为逻辑上的跳跃、推理上的不严密；或者表现为在逻辑上不能自洽，甚至从同一组前提出发却导出了相互矛盾的命题，从而造成科学中的“佯谬”或“悖论”，还有的则是推理的前提并未获得充分的佐证，致使整个推论建立在沙滩上。

理论体系中的这种逻辑困难常常是被其“严格性”的表面光华所掩盖着的，特别在教科书中是如此。揭露这种困难就是向原有理论提出挑战，这常常有利于理论的进步和新事实的发现，甚至可以成为引起科学中革命性变革的开端。例