

·科技基金漫谈·

文/吕群燕

## 科技基金申请项目的选题 III:科学问题的来源

科学问题的来源是多方面的,但归结起来,现代科学研究的科学问题主要来源于科学技术实践和社会生产实践。从科学技术实践中所提出的科学问题大多是科学自身发展中的问题,从社会生产实践中提出的科学问题大多是实用性或技术性问题。

### 1 科学技术实践中的科学问题

从科学技术实践中所提出的科学问题主要是为获得现象和可观察事实的基本原理,对事物的特性、结构和相互关系进行分析而产生的问题,大致可根据问题的内容分为经验问题和理论问题两大类。

经验问题是指来源于经验认识中的问题,它体现着人们对经验事实或事实之间冲突的不解或疑难<sup>[1]</sup>。科学技术实践中的经验问题的产生有以下几种基本情形:① 寻求经验事实之间的联系并做出统一解释而产生的科学问题。探寻科学规律、建立科学理论或假说的目的就是为一定范围内经验事实间的联系给出统一解释,认识科学事实及其联系并构建理论是最基本的科学问题。例如,当多种化学元素被一个个孤立地发现和研究之后,科学家就会提出这类问题:“各种化学元素之间是否存在内在联系?”门捷列夫正是为了回答这一科学问题而发现了元素周期律<sup>[2]</sup>。② 原有理论与新经验事实之间存在矛盾而提出的问题。由于任何科学问题都是在一定背景知识下提出的,而所有作为背景知识的科学理论都是假说,是试探性地对经验现象的解释和预言,因此当原有理论不能解释新的现象和新的事实时,就产生了需要探讨的科学问题。例如,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,由此引出的科学问题导致了量子论的产生<sup>[3]</sup>。③ 为了验证假说和新发现的事实而提出的问题。科学中新的假说被提出之后,必须通过实验和观察来进行,因此如何对假说进行检验构成了科学问题的另一重要来源。例如对牛顿力学的检验发现天王星的实测轨道与按牛顿力学所计算的理论轨道不符,由此引出的科学问题导致了勒威耶的假说并通过加勒的观察而发现了海王星<sup>[4]</sup>。④ 从实验中的偶然发现、奇异现象等可以找到有价值的科学问题,例如伦琴发现 X 射线、弗莱明发现青霉素等都是这



本文作者 吕群燕, 国家自然科学基金委员会生命科学部研究员, 理学博士。

栏目主持人 任胜利, 国家自然科学基金委员会杂志社编审。电子信箱: rensi@mail.nsf.gov.cn。

样的案例<sup>[5]</sup>。

理论问题是指存在于科学理论中的问题,其产生有以下几种基本情形:① 多种假说之间的差别和对立。由于对同一个现象范围内的许多事实,常常可以建立起多种理论(假说)对其进行解释,这些假说往往各自只能指示具体事物某一方面的属性,因此它们之间会因为对同一事物的看法不同而形成矛盾和争论,这些争论的问题就可能成为科学问题。例如,几何光学中的波动说和微粒说之间的矛盾,天文学上日心说和地心说之间的矛盾,地质学上水成论和火成论、渐变论和灾变论之间的矛盾等等,都是重要科学问题的来源<sup>[6]</sup>。② 科学理论内部存在的逻辑悖论或佯谬。科学理论是人们在一定时期、一定条件下认识的成果,因而,理论可能由于人们当时认识的局限而在体系内部产生逻辑困难。例如数学中的无穷小悖论、罗素悖论,物理学、天文学中的双生子佯谬、引力佯谬等等,这些悖论或佯谬中往往蕴涵着重要的科学问题<sup>[7]</sup>。③ 不同学科的理论体系之间的矛盾。在科学研究中,有时不同学科中的理论往往各自解释了一大类现象,但其相互之间却存在矛盾,这些矛盾也是科学问题的重要来源。例如,生物进化论和热力学第二定律在各自的范围内解释了广泛的现象,建立了相对严密的理论体系,但这两种理论的基本原理却是逻辑上难于统一的。比利时科学家普里高津正是基于这一矛盾提出了科学问题,并在此基础上建立了耗散结构理

论<sup>[8]</sup>。④ 追求科学理论普适性和逻辑简单性而提出的科学问题。追求科学理论普适性和逻辑简单性是科学的一贯传统,科学家往往可以通过发现不同学科的理论体系之间存在的矛盾和冲突,提出更具有普遍性的科学问题。例如,爱因斯坦的狭义相对论和广义相对论就是寻求理论普适性和逻辑简单性的产物<sup>[9]</sup>。

### 2 社会生产实践中提出的科学问题

从社会生产实践方面提出的科学问题往往产生于从生产和实际生活的需要中提出某种特定的目标,而向科学征询实现它的可能性并把这种可能性转化为现实性的过程;或者为了确定基础研究成果的可能用途而探索它的现实性或如何实现的问题。这些问题虽然直接指向应用目的的研究,但经过抽象、转化,同样有可能成为基础研究问题,因为这些问题的研究都离不开基础科学理论或受基础科学理论的启示,而且如果当时已有的基础科学理论满足不了它的需求时,或者在它的研究过程中发现新事实时,这样的应用研究就会大大推动基础科学的理论研究。法国科学家巴斯德关于甜菜汁酿酒的研究就是此类研究的典型代表,该研究成功促进了发酵技术,因此是毋庸置疑的应用研究;但与此同时,该项研究也是杰出的基础研究,它大大地拓展了人们对生物世界的理解,巴斯德因此成为微生物学的奠基者,在细菌致病学说和免疫学方面也做出了开创性的贡献。可见,从社会生产实践方面提出的科学问题可以既具有很强的应用性,又具有很强的基础性<sup>[10]</sup>。由于现代科学研究越来越依靠国家和社会的支持,因此具有经济和社会目标的科学问题越来越成为科学问题的重要来源。

### 参考文献

- [1] 张大松. 科学思维的艺术 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [2] 林定夷. 问题与科学研究 [M]. 广州: 中山大学出版社, 2006.
- [3] 刘文霞, 宋琳. 科学技术元论 [M]. 北京: 知识产权出版社, 2006.
- [4] 李正风. 科学知识生产方式及其演变 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.

(责任编辑 齐志红)