

·科技基金漫谈·
文/吕群燕

科技基金申请项目的选题 IV: 科学问题的发现

无论是从科学技术实践还是从社会生产实践中提出科学问题,一般都要经过由心理问题到认识问题,再到语言表达问题的转变过程。因此,要提出科学问题,首先要能够发现科学问题。科学问题的发现是一个从心理背景和知识背景中把科学问题剥离出来的过程。

1 发现科学问题的基本条件

发现科学问题是一种创造性的思维活动,它要求问题的提出者首先要具备一定的素质,主要包括以下几个方面^[1-2]。① 怀疑精神。科学中的怀疑是理性的怀疑,即是在对事实和知识进行分析的基础上的怀疑。怀疑精神是发现科学问题的关键因素。② 好奇心。保持对各种现象的寻根刨底的强烈的好奇心,是发现科学问题所需要具备的基本素质之一。③ 丰富的背景知识。科学问题产生于对背景知识的分析,背景知识的内容和结构对所提出的科学问题的类型、数量和深度有着决定性的影响。一只熟透了的苹果落地了,由于知识背景的不同,可能产生3个不同层次的科学问题:“为什么这只苹果会掉在地上?”“为什么有重量的物体都会自发下落?”“为什么物体之间会有吸引作用?”背景知识的建立既需要具备本学科及相关学科领域的基础知识与合理的知识结构,也需要对相关领域有全局性的了解,并能对其他感兴趣领域的资料进行分析和借鉴。④ 科学思维的能力。对科学中已有的理论、原理或概念提出真正的疑问,既要能对理论内部的逻辑矛盾、相互竞争的理论之间的矛盾、不同学科的理论之间的矛盾,以及理论与经验事实之间的矛盾等进行理性的、抽象的、批判的逻辑分析;又要具有创新思维的能力,能够从一般人认为不足引起注意的现象中感觉到其中蕴含着科学问题,或者是发现先辈们对司空见惯的事实曲解,提出新的问题、新的可能性或从新的角度看旧的问题。

2 发现科学问题的基本途径

发现科学问题的基本途径包括以下几个方面:① 从招标范围中提出科学问题。国家各级科研管理部门定期公布的《项目指南》中一般不仅列出招标范围,往



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: rensli@mail.nsfc.gov.cn。

往还会提出鼓励研究的领域。因此科研人员可据此展开调研,提出科学问题。② 从日常科研实践或社会生产实践所观察到的新现象中直接引出科学问题。研究者在日常科研实践或社会生产实践中往往可能由于机遇而观察到新现象、新事实,而对旧理论提出质疑。这里的关键常常并不在于是否观察到了某种新现象,而在于观察者能否判断所观察到的现象是一种新现象,这通常需要将所观察到的现象与背景知识联系起来进行分析。弗莱明从培养皿中的青霉菌到抗生素的发现正是这样的例子^[2]。③ 从已有课题延伸出新的科学问题。根据已完成的课题的范围和层次进一步展开思考和分析,往往可以挖掘出新的科学问题。例如邹承鲁等关于胰岛素A、B链在水溶液中如何能以远超过随机结合的几率重组形成天然胰岛素的问题就是这样发现的^[3]。④ 从学术交流中发现和提出新的科学问题。在科学研究论文发表或学术会议的交流中,通过同行专家们提出的疑问可以提出新的科学问题。例如邹承鲁等关于酶活性部位柔性的设想提出后,正是基于同行专家对核糖核酸酶研究结果的质疑,发现了如何对物理因素变性、活性部位构象变化等的直接探测的问题^[3]。⑤ 从文献分析中提出科学问题。科学发展到今天,已由对现象的观察研究深入到对现象变化规律的研究,因此来源于

对前人所观察的现象进行分析的科学问题越来越多。通过文献分析,既可以发现前人尚未解决的重要问题,也可以找出前人理论或具体结果上的不足之处,甚至错误,从而发现科学问题。

3 发现科学问题的基本方法

发现科学问题虽然没有固定不变的程序和普遍有效的方法,但确实存在一些可能的甚至有效的启发性的方法,大致包括如下几种:① 问题内容考察法。科学问题的内容虽然千差万别,但一般有经验内容和理论内容之分。经验问题通常是在对经验事实的归纳概括或比较中被发现。例如,当1838年德国植物学家施莱登提出植物是由细胞组成的观点后,动物学家施旺把这个问题类推到动物学中,从而揭示了动植物之间的联系。发现理论问题的方法通常是直接找到同一理论或不同理论表述之间的矛盾,或从某一理论的定义、原理或定律出发,经过严密的逻辑推理,最终得到与原理论相矛盾的结论,或者揭示理论内容与经验认识的不一致。例如在发现了电子和原子有核存在以后,卢瑟福曾提出原子结构的“小太阳系”模型,但科学家们在深入进行逻辑分析后,发现这一模型与现存物质由原子构成的假说相矛盾,由此引出的科学问题推动了波尔的半量子化轨道理论的提出^[2,4]。② 思维方式转换法:即改变原有的思维方式,以不同的思维形式和方法来研究同一思维对象,从而提出新的科学问题。常见的思维方法有辨析提问法、抽象概括法、重组提问法、极限法、假设构想法、反向提问法、多元透视法、邻域交叉提问法、跨域移植法、相似构造提问法、史鉴法、自我提问法,等等^[1,4]。

参考文献

- [1] 张掌然. 问题的哲学研究 [M]. 北京: 人民出版社, 2005.
- [2] 林定夷. 问题与科学研究 [M]. 广州: 中山大学出版社, 2006.
- [3] 邹承鲁. 科学研究五十年的点滴体会 [J]. 生理科学进展, 2001, 32(3): 269-371.
- [4] 张大松, 主编. 科学思维的艺术 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.

(责任编辑 齐志红)