

从自然科学基金项目申请看科学问题的凝练

陈越 温明章 杜生明

(国家自然科学基金委员会生命科学部, 北京 100085. E-mail: chenyue@mail.nsf.gov.cn)

摘要 通过研读和总结国家自然科学基金委员会生命科学部六处(包括畜牧兽医与水产学科和动物学科)2002~2005年的4740份基金申请书及专家评议函,发现导致申请失败的重要原因之一是大部分申请人没有明确提出科学问题,或对提出的科学问题凝练不到位。为此,笔者论述了科学问题凝练对于促进科学发展和技术进步的必要性;并从问项和答域两个方面阐述了科学问题的凝练过程。最后,基于对一份国家自然科学基金申请书的实例分析,论证了项目申请人对科学问题的凝练程度取决于申请人对项目选题的理解程度,同时这也是项目能否获得资助的重要因素。

关键词 基金申请 科学问题 凝练 假说 生命科学

国家自然科学基金面向全国,重点支持具有良好研究条件和研究实力的国内高等院校和科研机构的科研人员;在课题资金资助上鼓励源头创新和对不同学术思想的包容^[1]。“创新”是提倡科研人员在科研上要有创造力,要以“不落俗套”的思维来提出问题、分析问题及尝试性地解决问题^[2]。

1 问题的提出

科学始于问题^[3,4]。提出科学问题是科学研究“千里之行”的第一步,科学问题的提出和解决过程不仅充满了竞争,更有无限的机遇。一个问题所涉及的因素往往很多,多个重要的脉络交织在一起,从其中任意一个或多个重要因素入手,均有可能出现突破;并且,不同的研究途径和方法也可能会导致“殊途同归”;此外,科学问题的复杂性决定了科研人员即便竭尽全力也只能解决其中的部分问题。因此,如何结合自己的心智和科研条件,以自己的目光“审视”问题,是关系到每一位科研工作者的“科研生命”的大事^[5]。

为了解函评专家对基金申请书中有关科学问题

的评议,我们研读了2002~2005年生命科学部六处4740项面上项目(其中畜牧兽医与水产学科3388项,动物学科1352项)的20348份专家评议函,结果表明(表1),在所有2万余份函评意见中,只有24.1%的评议认为申请人准确地提出了科学问题;30.4%的评议认为申请人所提出的科学问题不准确或与已有的研究问题重复;45.5%的评议函没有对申请项目的科学问题进行评价,其中很大一部分是申请书中没有涉及科学问题,函评专家也不重视,因而没有评议。

通过对表1中的统计结果比较分析可以认为,有70%以上的基金项目申请书在科学问题的提出和凝练方面存在着很大问题。因此,我们认为有必要引导申请人在科学观察、实验或文献阅读中不断提出科学问题,在项目申请书中要对科学问题进行高度凝练,这对于避免科学研究中低水平的重复或模仿^[6],增强基金项目的创新性(尤其是原创性)是十分必要的。

2 凝练科学问题的必要性

科学问题是在一定的科学知识背景下,存在于

表1 2002~2005年畜牧兽医水产学科和动物学科函评中有关“科学问题”的评议

评议结果 ^{a)}	青年基金		地区基金		自由申请		合计	
	份数	比例(%)	份数	比例(%)	份数	比例(%)	份数	比例(%)
准确	734	24.9	406	18.2	3760	24.8	4900	24.1
不准确	535	18.2	499	22.4	3020	19.9	4054	19.9
问题重复	197	6.7	309	13.8	1625	10.7	2131	10.5
没有涉及问题	1478	50.2	1016	45.6	6769	44.6	9263	45.5
合计	2944	100.0	2230	100.0	15174	100.0	20348	100.0

a) 准确指评审人认为申请者提出的科学问题准确;不准确指申请者提出的科学问题不准确;问题重复指申请者提出的科学问题与已有的研究重复;没有涉及问题指评议函中没有关于科学问题的评价

科学知识体系内和科学实践中有待解决的疑难。即便是好的科学问题，如果得不到深层思考，得不到高度凝练，也是无法促进科学发展和技术进步的。同样，一个不值得进一步思考和凝练的问题，其本身就不具备科学价值。

随着我国经济的高速发展和政府部门对基础研究的日益重视，国内的科研环境已经有了很大的改善。但是，仅有好的实验设备是远远不够的，关键是研究人员要有思想，要有能够凝练核心问题的科学素养。正如诺贝尔奖获得者、美国核物理学家 Rosalyn Yalow 博士访问中国科学院上海生物化学研究所时的忠告：“我看过你们的几个单位，设备之讲究，可算是世界上不多见的，但这些是用钱可以买到的……人的思想是最为宝贵的，最好的工作要靠最好的思想”^[7]。

David A King 博士比较分析了 31 个国家和地区的科研投入和科学影响力，其研究结果显示中国在引文指标中的排位倒数第 4^[8]。我国科研论文总体质量偏低的原因很多^[9-11]，但是研究人员提不出好的科学问题或对提出的科学问题凝练不到位是主要原因之一。

科学问题凝练的必要性至少体现在以下两个方面：

(1) 科学问题凝练赋予了原始问题新的价值。假说的形成是对科学问题不懈探求的知识结晶，它是对原始问题凝练而升华到的一个新的认知层次。一个重大科学问题的提出，往往会引起多学科、多角度的思考，所谓“仁者见仁，智者见智”，会形成不止一种的假说，甚至形成不同的学派。人类文明的进步，正是不断提高认识的起点，不断提出新的探索目标。

(2) 科学问题凝练往往会引入新概念、新理论。概念和理论是构成人类知识体系的基石；同时，有些科学问题凝练中难免会引入一些错误的概念或理论，这些概念或理论在其后具体实验中被否决的同时，又会孕育出新的概念或理论。例如，法国化学家拉瓦锡正是在验证“燃素”的过程中建立了以氧为中心的燃烧理论；又如，对“以太”是否存在的一系列研究，促使了“光速有限”这一重大科学发现，而后者正是奠定“狭义相对论”理论的基石。

3 科学问题的凝练过程

科学问题从提出到最终的解决，其间要历经漫长而艰辛的思考过程，即对科学问题的凝练。凝练是

对科学问题的解答不断明确的过程，贯穿于整个科学研究中。科学问题具有极强的时代性，例如，对于“基因是什么”这个问题，现在对其认识和理解要远比孟德尔那个时代丰富、具体得多。

随着现代科学技术的快速发展，科研人员在自己熟悉的领域中找到一个适合自己的科学问题并非易事。前人留给后人研究的问题通常是历经几代人不懈研究尚未彻底解决的“经典问题”，此类问题的“悬而未决”多是由于实验条件或理论依据的局限性所造成的。对此类问题，即使是最有才华的研究人员，也只能揭开“冰山一角”。另一方面，随着社会的发展，科学技术在不断解决问题的同时，又不断地产生新的问题。

科学问题的凝练过程可分为问项和答域两个阶段。问项涉及提问的内容，而答域则是对求解范围的限定。根据答域的限定范围度，可将其分为三种类型：全域、类域和特域^[12-14]。

对于解答范围不给予任何限制的科学问题，其答域称为全域。例如“疟疾是由什么引起的”，这个问题肯定了疟疾病因的存在，却没有规定答案的范围。此类问题对科学探索的指导作用较差，这样的问题往往会作为“潜问题”而植根于研究者的脑中，对其解答一旦获得突破，通常会对人类的认知产生划时代的影响。

当对一个科学问题有了初步认识，希望能进一步地深入时，问题的解答范围就相应地有了一定程度的限定，此种问题的答域被称为类域，如“清除污水为何能减少疟疾的发生”。对此类问题的限定范围越具体，对科学研究的指导性就越强，相应的研究也越深入。此类问题往往代表了科学研究的最前沿，致力于解决此类问题的研究人员必须不断跟踪该领域的最新研究动态，不断丰富自己的相关知识，改善自己的研究策略。

一旦科学问题的答域限定为某个具体的答案时，此时的答域称为特域。特域通常是随着信息的逐渐积累，研究者根据科学推理给出的尝试性解答或假说。例如，“疟疾是由蚊子传播的”，解答或假说提出的同时也就提出了判断其是非的可能。

4 对基金项目申请书中关于科学问题凝练的实例分析

在国家自然科学基金的项目申请中，申请人是

否明确地提出了科学问题,对科学问题凝练是否到位,不仅反映了申请人对项目选题的理解程度,同时也是项目能否获得资助的重要因素^[5,6].

在1998年动物学学科的216份面上申请书中,有一份题为“鸟类习鸣的神经调控机理”的项目申请,申请人旨在通过动物生理学、声学、神经生物学等综合手段研究鸟脑发声和学习记忆的机理.5位函评专家综合意见是选题太大,申请人对鸟类习鸣的神经调控机理这一科学问题没有凝练,所要解决的科学问题不明确,因而建议不予资助.

1999年,申请人根据函评专家的评审意见,将选题修改为“鸟类习鸣的神经调控和发声模式”.函评专家总体意见还是选题过大,即:尽管申请人将“鸟类习鸣的神经调控机理”提炼为“鸟类习鸣的神经调控和发声模式”,但凝练仍不到位,科学问题不够具体,因而还是建议不予资助.

2000年,申请人将选题修正为“鸟类发声和习鸣回路的关系及其调控模式”,旨在通过生物声学和神经生物学的综合研究手段,探索和揭示鸟类发声和习鸣回路的关系.函评专家认为申请人将鸟类习鸣的神经调控问题凝练到鸟类发声和习鸣回路的关系上,在科学问题的凝练上有很大进步,但对于面上项目来说,这个问题仍然偏大,5位函评专家中2位赞成给予资助,3位反对给予资助.2001年和2002年,申请人继续申请,尽管在申请书中对科学问题的凝练分别比上一年度有所进步,但还是没有突破,因而均未获资助.

通过总结多次申请未获资助的原因,并结合相关的研究积累和文献调研,申请人在2003年对自己所要解决的科学问题进行了高度的凝练,申报的选题“鸟类前脑习鸣回路的突触传递及控声模式”也更为具体,申请书所侧重的科学问题是了解鸣禽发声学习敏感期内前脑发声习鸣神经回路相关核团与神经元功能联系和突触传递效能,了解前脑有关核团

在鸣啭发育和学习记忆中的作用及其声音调控模式,进而对前脑不同区域在鸣声控制中的作用做出科学解释.申请人把“习鸣行为的神经调控”高度凝练后,提出集中研究“前脑习鸣回路的突触传递及控声模式”问题.由于申请人在科学问题的提炼方面比前5年有很大的提高,并避免了关系不太密切的引申,因而得到了评审专家的良好评价,历经6年的申请终于获得资助.

参 考 文 献

- 1 国家自然科学基金委员会. 2005年度国家自然科学基金项目指南. 中国科学基金, 2005, 19(增刊): 18 - 21
- 2 King D R, Whelan E K, Jones M F, et al. Functional genomic hypothesis generation and experimentation by a robot scientist. *Nature*, 2004, 427(6971): 247 - 252[DOI]
- 3 Popper K, 著. 傅季重, 等译. 猜想与反驳. 上海: 上海译文出版社, 1986
- 4 Popper K. *The Logic of Scientific Discovery*. London: Hutchinson, 1972
- 5 陈越, 温明章, 杜生明. 谈国家自然科学基金面上项目申请的选题. *中国基础科学*, 2005, 7(1): 46 - 51
- 6 齐书莹. 精心铺设创新之路. *中国科学基金*, 1994, 8(1): 67-68
- 7 沈昭文. 雅罗的访问. *生命的化学*, 1984, 4(1): 26
- 8 King A D. The scientific impact of nations: What different countries get for their research spending. *Nature*, 2004, 430(15): 311-316[DOI]
- 9 任胜利, 王宝庆, 郭志明, 等. 中国科技期刊及论文在SCI中的国际地位分析及对策. *科学通报*, 1997, 42(21): 2343 - 2352
- 10 Margolis R M, Kammen D M. Underinvestment: The energy technology and R&D policy challenge. *Science*, 1999, 285(5428): 690 - 692[DOI]
- 11 Adams J. Benchmarking international research. *Nature*, 1998, 396(6712): 615 - 618[DOI]
- 12 林定夷. *科学研究方法概论*. 杭州: 浙江人民出版社, 1986
- 13 Gauch G H Jr. *Scientific Method in Practice*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003
- 14 Tanzi R E, Bertram L. Twenty years of the Alzheimer's disease amyloid hypothesis: A genetic perspective. *Cell*, 2005, 120(4): 545 - 555[DOI]

(2005-12-22 收稿, 2006-02-28 接受)