

· 基金纵横 ·

谈国家自然科学基金面上项目申请书中 研究内容的遴选与撰写

陈越 温明章 于振良 陈领 胡景杰 杜生明

(国家自然科学基金委员会生命科学部, 北京 100085)

1 问题的提出

通过对生命科学部畜牧兽医学科 1997—2008 年间不予资助的 8634 项面上项目的评议函进行阅读和比较分析,发现存在三个方面的问题:一是缺乏开创性的源头创新思想或思路,在选题上多因申请者沿袭自己熟悉的领域而使立意偏于保守、缺乏新意,立论参考文献没有引用新近发表的文献,尤其是国际上公认的高水平文献^[1];二是对提出的拟解决科学问题凝练不到位,缺乏严谨的科学思维和方法^[2];三是提出的研究内容“大”而“空”——“大”到在一项国家自然科学基金的资助下根本不可能完成,“空”到项目技术路线科学性和可行性差,表明申请人对申请书的研究内容及其相关问题的理解和写作上还存在不足,提炼和写作不到位。其中因研究内容提炼和写作不到位的占问题的 21.3%。

有鉴于此,本文将在“谈国家自然科学基金面上项目申请的选题”和“从国家自然科学基金项目申请看科学问题的凝练”两篇文章的基础上,就申请书中的研究内容的遴选和撰写方面提出笔者一点肤浅看法,期望能为新申请者提供写作上的帮助。

2 研究内容是申请书的核心区

国家自然科学基金面上项目申请书撰写提纲规定“项目的研究内容、研究目标,以及拟解决的关键问题”部分为重点阐述内容^[3],可见这部分在申请书中所占据的重要位置。自然科学基金面上项目支持科技工作者在项目资助范围内自由选题,开展创新性的科学研究^[4]。科学问题是创新性科学研究的核心^[5],因此研究内容部分是项目申请书的核心区,是写作的重中之重。研究内容实质上是选题所隐含的科学问题,任何一个选题都会隐含多个科学问题,申

请者通常会依据自己的知识和技术背景选择几个科学问题进行研究。申请人所选择的这几个科学问题便构成其申请项目的研究内容。可以说,选题确定后,申请书完成了一半^[2];而研究内容确定后,申请书则完成了另一半。研究内容与选题一样重要,将决定项目能否在国际重要学术期刊上发表文章和能否开拓具有带动性的研究领域。

申请者应将选题范围内拟集中回答的 1—2 个重要科学问题或称亮点科学问题作为申请书的主要研究内容。申请者应该很清楚,研究内容部分是自己所凝练选题的剖析;是项目立项依据部分的回应;是拟采取的研究方案及可行性分析部分写作的提纲;是“项目的特色与创新之处”写作的素材库;是“年度研究计划及预期研究结果”的依据。项目申请书好比一架三套马车,立项依据、研究内容和研究方案则是拉动其奔腾向前的三匹马,而研究内容应是那匹辕马——研究内容将立项依据和研究方案统一在科学问题的轴线上。因此在申请书的写作过程中,应集中研究目标,回答拟解决的关键科学问题。如在一份研究禽类粘膜免疫应答机制的申请书中,申请人旨在探讨禽类粘膜免疫是否具有双重特性——既存在局部免疫应答,又存在共同免疫应答。通常,在一个粘膜部位(诱导部位)致敏的免疫细胞通过淋巴进入血液循环,逐步分化成熟,在特定的受体分子介导下,免疫细胞归巢到致敏部位的粘膜固有层或上皮内,发挥免疫功能。该机制使粘膜免疫细胞相对独立于系统免疫,即为局部免疫功能。重要的是在哺乳动物为模型的研究中发现,多数情况下免疫细胞归巢到致敏部位以外的其他粘膜部位,发挥免疫功能,使不同粘膜部位的免疫反应相关联,该系统即为共同粘膜免疫系统^[6]。因此,申请人拟解决的第一个重要科学问题是共同粘膜免疫系统是

本文于 2009 年 3 月 3 日收到。

否确实进化很早,也就是说在鸟类与哺乳动物分支之前是否已有共同粘膜免疫系统?第二个则是禽的特异性 IgA B 细胞归巢机制与哺乳动物是相似的,还是有很大区别?因为回答了这两个科学问题对新型禽病粘膜疫苗的研究极为重要。

3 研究内容应回答拟解决的关键问题

国家自然科学基金面上项目申请书报告正文的立项依据与研究内容项下的第2条是“项目的研究内容,研究目标,以及拟解决的关键问题”。在“拟解决的关键问题”的写作上,常见到的错误是申请者将其认为是拟解决了什么关键技术问题才能完成这份申请书,即完成其拟要研究的内容。实际上,申请书里的“拟解决的关键问题”指的是拟解决的关键科学问题,而不是要攻克的技术难题。如某份申请书“拟解决的关键问题”部分写的是,运用某毒素免疫动物制得抗血清,用制得的抗血清对该毒素作用后的血吸虫进行组化染色。这其实是项目实施的技术路线,没有体现出此项研究的重要价值,无疑会降低同行评议人对该申请项目的认可度。申请者应提炼出有关本选题的1—2个科学假说,将其作为研究内容的灵魂,完成申请书研究内容的写作。

科学假说的提出才能真正回答“拟解决的关键问题”^[6]。上述申请书的“拟解决的关键问题”应是类似于如下的科学假说:(1)某种毒素对血吸虫的杀伤机制与其杀伤昆虫的机制相似;(2)血吸虫体内存在此毒素的特异性受体,其为昆虫某个酶的同源物。这种科学假说是从所观察到的实验现象中抽取的,是科研人员的科学思维从感性到理性的升华。进一步讲,科学假说需要通过科学研究获得证实,这就是“拟解决的关键技术问题”写作部分的内容了。“拟解决的关键技术问题”需在立项依据与研究内容项下的第3条即“拟采取的研究方案及可行性分析(包括有关方法、技术路线、实验手段、关键技术等说明)”^[3]项下来写。

4 研究内容的写作不同于研究方案的写作

在研究内容的写作上,申请者最常犯的错误是将研究内容的前几项写成技术路线。常常看到研究方案中技术路线部分的某条是研究内容的完全拷贝,这反映出一些申请者没有把研究内容与研究方案这两个相似的概念区分开来。在面上项目申请书撰写提纲的规定中,“立项依据与研究内容”写作必须包括5个方面,一是项目的立项依据,系凝练出选题的部分;二是项目的研究内容、研究目标以及拟解

决的关键问题,系阐述本项研究要探讨的与选题相关的科学假说;三是拟采取的研究方案及可行性分析,系申请人利用已有的或拟建立的方法、技术来实现研究内容部分的科学使命;四是本项目的特色和创新之处,系阐述本项研究手段上的特色和学术上的创新;五是年度研究计划及预期研究结果^[3]。可见研究内容和研究方案的写作角度是不同的,前者突出科学假说,后者突出技术手段。

例如在某一项目申请书中,申请者的某项研究内容是“基因密码子的优化”,而研究方案有一条与此雷同。根据上述的写作角度区别,此项研究内容应为“基因密码子的优化”背后的科学问题——物种密码子偏爱性,比如在原始基因中是否有所使用的表达系统不常使用的,即稀有的密码子?密码子改造后的基因在转录和翻译水平上是否有所变化等等。技术方案则是进行基因密码子偏爱性研究所采取的具体方法如点突变、基因合成。概括为一句话,研究内容与研究方案构成一个完整的人,研究内容是其灵魂,研究方案是其血肉之躯。

5 研究内容写作的背景知识

研究内容要在科学研究的国际大环境下来写。看一两篇重要文章,从国外“克隆”一点东西回来,然后改头换面,强调中国特色,这样写出来的研究内容很容易被识破,这样的“创新”要尽量避免。但这并不是否定已有文献资料的作用,相反,研究内容的确定要以文献为基础,不仅避免国内重复也要避免国际重复,因为基础研究的标准只有一个——国际标准。也就是说,科学问题是国际化的科学问题,研究内容中强调“国内首次”是不可取的,其反映申请者科研背景知识不足,很难达到自然科学基金资助的标准。

当然对同一个选题,不同研究背景、不同知识背景的人,研究内容的确定可不尽相同,因为研究内容的确定一是既受自己的研究手段和方法约束,也受研究材料的约束;二是对同一个科学问题,会有许多视角对研究的问题进行回答。例如同样针对“转基因减毒沙门氏菌激发宿主产生抗 H5N1 亚型禽流感病毒保护性细胞免疫应答机制”的选题,有 CD4+T 细胞研究背景的人会侧重 CD4+T 细胞与保护性细胞免疫应答的研究内容,其拟解决的关键问题是 CD4+T 细胞作为效应细胞,还是辅助细胞,还是二者均有的角色;有 CD8+T 细胞研究背景的人会侧重 CD8+T 细胞与保护性细胞免疫应答的研究内容,其拟解决的关键问题可能是效应性记忆 CD8+T 细胞的分布、数量和对再感染的抵抗力;甚至有其他 CD8+T 细胞研

究背景的人会侧重中心记忆 CD8+T 细胞转变为效应记忆性 CD8+T 细胞的速度和数量。

6 写好研究内容的 4 个基本原则

一般来说,写好研究内容有 4 个基本原则:一是研究内容要紧扣科学问题。国家自然科学基金面上项目支持科技工作者自由选题,开展创新性的基础研究^[4]。科学问题是基础研究的核心,研究项目实施的过程就是对科学问题做出解答的过程。因此研究内容要围绕拟解决的关键科学问题来写。二是研究内容要与研究方案一致。如果说研究内容完成过程是对科学问题做出解答的过程,那么研究方案实施过程就是研究内容完成过程。申请书中常见的一个败笔是研究方案与研究内容脱节,实施研究方案后似乎不能回应研究内容要回答是与不是的问题,因此要注意研究内容与研究方案的一致性原则。三是研究内容要能够实施。申请书中比较常见的第二个败笔是提出的研究内容“大”而“空”^[1],势必出现研究内容太多、太散、深度不够^[7],这主要反映出申请者平时阅读积累和科研积累不够以及欠缺高度凝练研究内容的能力。研究内容部分一般应包括 1—2 项重点内容,1—2 项一般内容;在自身的研究条件(知识背景条件、实验室平台)下能完成;让同行看到你的研究切入点好,能回答拟解决的关键科学问题,如能够给该领域增加新知识,新增长点。四是研究内容要呼应选题。写作成功的研究内容应该是评阅人读完研究内容后,能充分了解选题的深层次内涵,看出申请项目的题目和研究目标是由研究内容中提炼出来的。

7 研究内容写作的优秀范例

2008 年面上项目的申请书中有一份令评阅人赞为很有创意的非共识申请,其题目为“鸟类扑翼飞行起源的新推断”。

研究显示,鸟类始祖是长有羽毛的恐龙,称为先鸟。先鸟最初的飞行是或远或近、或高或低的滑翔,而不是现鸟的扑翼飞行。那么,如何从滑翔获得扑翼飞行能力是鸟类进化中的重大事件,其原因至今仍未得到令人信服的解释。针对这个科学问题,申请人系统比较了 40 多种现生鸟类扑翼飞行和滑翔对身体结构、生理方面的不同需求,从翼的结构、翼型、胸骨、肌肉结构和功率、飞羽升力性能等众多因素中,归纳出肌肉结构和功率的变化可能在进化中起着主导作用,即扑翼飞行的产生首先是在翅膀载荷增加(如降落制动)时引发了肌肉系统的变化,进而又引发了身体其他结构性变化。同时,飞羽的升

力性能是与肌肉协同进化的关键因素。

申请人紧紧围绕证明这一假设确定了研究内容:

第一,针对负责翅膀上扬和下扑的胸大肌、胸小肌,以能耗最小、效率最高的原则来判定理论进化途径。参照从先鸟到现生鸟进化过程中,各时期化石标本的胸骨形态和位置的演化规律、现生鸟类和古鸟类肌肉系统的研究资料,利用计算机仿真技术,以胸骨、肩关节、胸骨和肱骨上肌肉(胸大肌、胸小肌)附着点的空间位置作为变量,从理论上计算在翅膀载荷增加时,哪种空间位置组合能耗最小。

第二,为了验证理论研究的结果,对不同飞行模式、不同飞行能力的鸟类进行实际解剖,测量前述各个变量的实际值,用仿真模型计算翅膀载荷一定时肌肉的总能耗,从而验证理论进化趋势是否符合扑翼的结构需求。

第三,根据能耗最小原则,飞羽升力性能越高则肌肉系统的能耗越低。因此,对第二项研究内容涉及的鸟类,测量飞羽的一系列结构参数。然后通过实验测量和计算,得出不同结构参数条件下飞羽的升力性能。

将飞羽的结构参数、升力性能与前述两方面的研究结果综合分析,就可以得出在什么样的飞羽结构、骨骼空间结构、肌肉结构与功率的条件下,才能实现扑翼飞行,再结合古鸟类研究资料,就会得出证实假说、或修改、或否定假设的结论。

同行专家的综合意见是:关于鸟类飞行起源的问题是鸟类研究领域的一个热点,以往研究多是从古生物学角度,依赖化石鸟类与飞行相关特征的比较进行的。申请者在自己前期研究的基础上,提出通过研究鸟类控制准确降落的机制——即“扑翼飞翔起源于滑翔降落”的新假说,分析鸟类飞行功能的进化,并从自己所发现的鸟类初级飞羽的特殊结构——喷管系统入手,加以更加深入一步的探索,很有见地,研究内容围绕假设提出,具有很强的创新性。本项目拟计划采用比较解剖学、空气动力学的方法并借助模拟仿真技术开展这一科学问题的研究,创新性明显。申请者有从事鸟类生态和比较解剖学研究,有较好的前期研究基础,建议资助。

8 结语

写好项目申请书的研究内容不是一件一蹴而就的事情,要写出研究内容的创新性和重要性,申请者需有:(1) 阅读积累:互联网的便利使申请者可以在一个月内获取与申请书选题相关的大部分研究性论文及综述性论文,完成这些文献的阅读并作详尽的记录

后,便可以较容易的整理自己研究内容的撰写了。当然最重要的是年复一年日复一日的阅读积累。(2) 科研积累:要开展所申请项目的研究内容,申请者需有一定的科研积累,比如拟在分子水平上进行受体与配体结合问题的研究,申请者如有基因克隆、载体构建、原核表达和真核表达及蛋白质相互作用的研究积累,这方面的内容写起来就比较容易,同行评阅人也会认同你的研究内容能够实施,会建议资助。(3) 科学思维方法:有了较好的阅读积累和科研积累,尚需要有科学思维的方法。国家自然科学基金面上项目资助创新性强的基础研究,基础研究的核心问题是科学问题,因此研究内容如何围绕 1—2 个重要科学问题来写则构成了对申请人科学思维方法的要求。

有积累有思辨,申请人在研究内容部分的写作上就会把握得好一些,基本可以写出有深度、且围绕 1—2 个重要科学问题的研究内容。当然,要在研究内容的写作方面有长足进步,还需要有大量拜读和

审阅他人申请书尤其是好的申请书的经历,有让内行和外行评述自己申请书的经历等等。

参 考 文 献

- [1] 陈越,陈颖,徐淑芳等. 国家自然科学基金资助动物科学研究综述及思考. 中国基础科学, 2007, 1: 42—48.
- [2] 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, 1: 46—51.
- [3] <http://www.nsf.gov.cn/nsfc/cen/00/download.htm> 2008 年度国家自然科学基金申请书(国家自然科学基金面上项目申请书撰写提纲).
- [4] 朱作言. 同行评议与科学自主性. 中国科学基金, 2004, 5: 257—260.
- [5] 刘冠军. 科学问题的定义新探. 理论学刊, 1999, 4: 27—30.
- [6] Frederik W van Ginkel, Huan H Nguyen et al. Vaccines for mucosal immunity to combat emerging infectious diseases. *Emerging Infectious Diseases*, 2000, 6: 123—132.
- [7] 陈越,温明章,杜生明. 从自然科学基金项目申请看科学问题的凝练. 科学通报, 2006, 51(7).
- [8] 朱同玉. 从同行评议看国家自然科学基金申请书的常见问题. 中国科学基金, 2007, 4: 242—243.

ON HOW TO WRITE THE RESEARCH CONTENT OF NSFC'S GENERAL PROGRAM

Chen Yue Wen Mingzhang Yu Zhengling Chen Ling Du Shengming

(Department of Life Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)

· 资料 · 信息 ·

沙尘入海诱发藻华

“63.9%的亚洲沙尘天气会影响到西北太平洋;亚洲沙尘入海后几天就会对浮游植物生长和初级生产力起促进作用,并会诱发藻华的发生和持续。”这一重要发现是国家自然科学基金重大项目“上层海洋-低层大气生物地球化学与物理过程耦合研究”的重要研究成果之一。

2009年2月16日国家自然科学基金重大项目“上层海洋-低层大气生物地球化学与物理过程耦合研究”顺利通过验收,被综合评价为“优”。该项目首席科学家之一(第一位首席科学家是冯士筴院士)、中国科学院大气物理研究所研究员石广玉就相关研究成果做了介绍。

石广玉介绍说:“上层海洋-低层大气生物地球化学与物理过程耦合研究”项目研究是为了深入了解我国典型海域重要大气物质(沙尘、氮化合物)的输入通量及其对海洋初级生产过程和生态系统的影响,揭示 CO₂ 和其他辐射活性气体(如 DMS, N₂O, CH₄ 等)在上层海洋与低层大气中的浓度分布、通量及其变化,研究上层海洋-低层大气物质交换及关键物理和生物地球化学过程的控制作用,初步认识上层海洋中辐射活性气体释放对气候变化的影响。

从 2004 年 6 月开始,课题组进行了 3 次出海调查,并在青岛八关山气象站、千里岩站、西沙永兴岛进行了定点观测。研究人员设计了数值模拟和利用中分辨率成像光谱仪(MODIS)资料的半数值模拟两种沙尘气溶胶入海通量的计算方案,得到了黄海春季沙尘暴气溶胶入海通量,利用卫星遥感反演得到了中国近海初级生产力的时空分布。根据现场实验和卫星遥感的结果发现沙尘入海会促进中国近海初级生产力。该研究揭示了调查海域大气中氮的存在形态及粒径谱分布,认识了大气中溶解有机氮对总氮的贡献,给出了黄海、南海不同形态大气氮的沉降通量。提出了依赖于波浪成长状态的海面飞沫水滴生成函数,并进一步揭示了春季黄海与南海北部盆地 CO₂ 的源汇格局。课题组观测并计算了春季黄海和南海辐射活性气体二甲基硫等的释放通量,建立起船载海气交换涡旋通量的测量系统。观测到海洋大气边界层新粒子生成现象,从大气颗粒物吸湿性初步探讨其气候效应。

(办公室 张巧玲 供稿)