

· 基金纵横 ·

# 探讨国家自然科学基金工程科学项目的选题

王来贵<sup>1</sup> 朱旺喜<sup>2</sup>

(1 辽宁工程技术大学力学与工程学院, 阜新 123000; 2 国家自然科学基金委员会工程与材料科学部, 北京 100085)

## 引言

申报国家自然科学基金项目,首位问题是选题。科研选题是研究者对研究对象充分考察论证后,在科学思维、理论认识与实验判断的基础上,经过升华而凝练出有价值的相关问题。它是科学研究的关键性第一步,是直接关系到能否取得创新成果的前提。科研选题是一种创造,是一个创新的过程。选定研究方向,提出科学问题,是国家自然科学基金科研工作成败的关键。本文在前期探讨以科学问题为主线申报国家自然科学基金<sup>[1]</sup>、国家自然科学基金“机理”类项目<sup>[2]</sup>、“模型”类项目<sup>[3]</sup>研究内涵的基础上,探讨国家自然科学基金特别是工程科学项目选题范围、类型、注意事项等,以利国家自然科学基金项目的申报、评审、研究和结题。

## 1 选题原则和范围

国家自然科学基金的选题,需要遵循以下基本原则:一是目的性或应用性原则。即结合国家基础研究发展战略,选择实用性较大、迫切需要解决,或具有广泛应用前景的超前性基础研究或应用基础研究。二是科学性和求实性原则。即以真实、可靠的事实为根据,或者以科学原理、基本理论为基础,将工程问题抽象、凝练成科学问题,而非伪科学或非科学问题;并在表达方式、书写规格等方面符合规范。三是创新性或先进性原则。即从科学本身发展趋势和国家发展规划需求来考虑,选择尚未解决或未完全解决的、预料经过研究可获得新见解、新观点、新思想、新设计、新概念、新理论、新手段、新成果等具有一定价值的课题。这些课题一般具有新颖性、探索性、先进性、风险性等特点,是在探索事物发展演化的本质规律,因此要重视研究科技的前沿、生长点、突破点、空白点、无人区等问题。四是可行性原则。即在强调主、客观研究条件可行性的基础上,同

时注重现有的科学技术发展水平下完成课题在学术上的可能性。

国家自然科学基金项目选题范围是科学问题,即研究主体与客体、已知与未知的矛盾。对于基础理论研究,申请者选题要以认识自然现象、揭示自然规律,获取新知识、新原理、新方法为主要研究内容的项目,进行自主创新的自由探索。在数学、物理、化学、天文、地学、生物科学及力学等基础学科及其新兴交叉学科尤为重要。

对于应用基础理论,要针对具体实际目的或目标,主要为获得应用原理性新知识的独创性研究,特别在工程科学领域,主要考虑运用自然规律,对设计和创造人造系统的工程实践进行科学基础研究。在众多的工程领域中,申请者要运用观察、比较、分析、归纳等科学方法,将看似没有联系、没有规律的工程现象上升到理论水平而进行的创造性研究过程,或者说是要研究工程过程中具有共同自然规律的各种现象凝练、抽象出来的科学问题,是对工程问题的深化与升华,并非工程本身。工程科学本身具有其发生、发展的规律,科学基金申请者应注重发现、掌握这些规律,进而透过工程现象看本质,提出工程现象的原理是什么?为什么发生?怎样发生?对应什么科学问题。因此,申请者要掌握工程形成过程中的结构、外界环境及不同的演化阶段,即从孕育到潜伏、潜伏到发生、发生到爆发、爆发到持续、持续到衰减、衰减到终止等。不同的内、外因条件、不同演化阶段一般具有不同的科学问题,不同科学问题可能采用不同的研究方法并相应得到不同的研究结果。例如工程中灾害的孕育、形成、发生、衰减及终止在不同的内外因条件、不同阶段的演化原理是不同的,当然不同工程结构、不同外界环境作用、不同演化阶段对应着不同的科学问题。

本文于2011年3月24日收到。

## 2 选题的分类

国家自然科学基金选题过程中,必须明确选题与研究内容的一致性。选题的同时就确定了研究内容的重点。因此,依据研究内容重点的不同,可将科学基金的选题分为机理类、模型类、方法类、综合类等不同种类。

### 2.1 机理类

申报国家自然科学基金机理类项目,首先要掌握事物演化的时空规律。从空间范围来看事物的演化,就是事物的内因(系统结构)与事物的外因(系统环境)相互联系、相互依存、相互作用、相互反馈的过程。因此对于工程科学问题,相同外界环境作用下不同的工程结构、或不同外部环境作用下相同的工程结构演化过程、演化规律、演化结果是不同的。从时间的角度分析,事物的演化经历孕育、潜伏、发生、爆发、持续、衰减、终止等阶段,不同阶段的内、外因相互作用的特性也不同。工程结构与外界环境相互作用处在动态变化过程中,符合量变质变规律,表现为由量变到质变,再由质变引起新的量变的反复过程,质变或突变时原结构状态发生改变,形成新的结构形态。机理项目的内涵是研究事物内因(工程结构)、外因(外界环境)相互作用的基本原理。事物发生机理的研究,属于原始创新。因此机理类项目要明确回答两个主要问题,即(1)从空间上分析:什么内因(工程结构)与什么外因(外界环境)相互作用。(2)从时序分析:什么时段的内因(工程结构)与外因(外界环境)如何相互作用,演化过程及其结果是什么,为什么是这个结果。

### 2.2 模型类

国家自然科学基金的项目中,直接研究原型一般存在困难,因此实际研究中采用模型方法对原型进行抽象。模型就是将对象实体进行简化,用适当的表现形式或规则描绘对象主要特征的模仿品。原型简化成模型的原则是模型在结构、环境及其相互作用原理上应该与原型相似。因此模型的准确性最关键还是对原型结构、环境及其相互作用原理实质内涵的理解和把握。工程科学模型类项目可主要从以下几个方面考虑:

(1)内因模型或工程结构模型:主要包括工程结构的组成部分、组成部分间的时空秩序与联系规则等3个方面的凝练而成的模型。从微观、细观、宏观等跨尺度、结构非均质等复杂结构模型及结构形

态或结构参数变化的变结构问题是工程结构模型研究的热点。

(2)外因模型或外界环境模型:工程结构之外的所有因素,包括物理、化学、生物、社会或综合等作用过程和过程凝练而成的模型。假设单考虑物理作用,如各种因素产生的温度作用。外力包括静力、动力,受力状态有确定还是随机、单向还是多向,受力方向有拉伸、压缩、剪切等,还有波动、湿度、辐射等外因,考虑物理、化学、生物等作用或综合、耦合作用就更复杂。复杂环境模型的建立是发展趋势。

(3)相互作用模型或本构、机理模型:描述内因或工程结构、外因或外界环境相互作用原理的模型。古典、经典理论中所有的线性理论模型早已建立,现在所探讨的只能是结构(或非线性结构)与复杂环境(或非线性环境)相互作用的各式各样复杂的非线性模型。

(4)综合或组合模型。是由内因模型、外因模型或机理模型组合、半组合而成的模型。

内因模型、外因模型、机理模型或综合模型要用科学语言来描述,特别是采用数学、力学方法来进行描述,建立相应的数学、力学模型。通常,用模型方法描述工程结构与外界环境相互作用的原理,就是工程科学问题的机理类项目。因此,各种模型之间相互关联,应当统筹考虑。

### 2.3 方法类

国家自然科学基金方法类项目主要包括理论方法、实验(试验)方法及求解方法。理论方法对于工程结构演化的孕育、潜伏、发生、爆发、持续、衰减、终止等不同阶段量变到质变的过程,建立发生判据和各分阶段间的连续性或转化条件,特别是质变的拐点。可采用不同的描述方法,如数学方法、物理方法、力学方法、化学方法、生物方法等。每一种方法可派生出许多具体的研究方法。

实验(试验)方法包括结构的组成部分、时空秩序、联系规则等结构构成实验和同一结构不同外界环境作用的特性实验。一般情况下只是在简单实验环境条件下研究结构的演化特性。方案优化后,才进行比较复杂实验环境下结构的演化特性研究。将实验数据进行科学分析、总结演化规律或验证理论结果、确定演化参数等,并且由于复杂的仪器设备、高精度测试技术手段的应用,向微观各层次和复杂结构各层次的深入研究是明显的发展趋势。

求解方法包括解析方法、半解析方法及数值方法等。对于数学模型中的简化或特例,利用解析方

法、半解析方法可以寻找控制变量和状态变量之间的对应关系,进而得到系统控制变量对状态变量的控制作用和系统的演化规律;但对于大部分复杂的数学模型,只能采用数值方法。利用数值方法进行数值实验,是一种有发展潜力和前途的方法。

#### 2.4 综合类

国家自然科学基金项目大部分属于综合类项目。即申请书中包含了理论研究、实验研究和数值方法及现场应用等研究内容,全面但特色很难突出,实际在完成过程中在理论研究、实验研究和数值方法研究等方面各有侧重。

### 3 注意事项与建议

(1) 从事国家自然科学基金课题研究,首先要培养、树立和发扬科学精神,尊重科学,努力探索,将研究兴趣、科学方法与具体工程科学有机结合起来,选择明确的研究方向,掌握学术动态,注重学术积累,培养科学素养。同时多看、多写综述性论文和申请书、结题报告等,多思考科学问题。同时处理好个人兴趣爱好、基础积累和短期研究计划、长期规划之间的关系;处理好小题精作和大题深作之间的关系;处理好个人选题和参与集体研究的关系。

(2) 了解系统科学哲学的基本原理,掌握系统内因(工程结构)与外因(外界环境)相互作用过程中发展、变化的实质与基本规律;同时掌握扎实的数学、物理、化学、力学等基础科学知识。要掌握工程现象发展的来龙去脉、前因后果,要知其然更要知其

所以然,这样才能在发现工程中的问题后,抓住工程演化过程中的本质,凝练、抽象出具有一定范围内的工程科学问题予以描述和解决。

(3) 创新特别是源头创新具有“第一”的属性,申请者应在自己的研究领域内,发现新问题,提出新概念,采用新方法,设计新实验,论证新定理,建立新模型,验证新理论,寻求新规律,解释新现象、得到新结果等具有探索未知事物、揭示自然规律的观点和原理。

(4) 选题适中,不同类型项目具有不同侧重点。特别对面上项目、青年基金应选择某一类为重点,小题新作,小题精作,小题深作。同时选题与研究内容、科学目标相吻合,形成一个主线,让专家和基金管理者明确地知道你要研究什么,如何研究。当前选题与研究存在“假、大、空、高、难、远”等问题,提倡选题与研究“真、小、实、低、易、近”方法。

(5) 注重边缘科学,寻找交叉学科的结合点,甚至在不同的一级学科之间移植、嫁接、交叉、融合并发展相关科学问题。建立新的基本概念、基本理论、基本方法和拓展新的领域。

#### 参 考 文 献

- [1] 王来贵,朱旺喜.申报国家自然科学基金项目要以科学问题为主线.中国科学基金,2007(1):39-42.
- [2] 王来贵,朱旺喜.浅析国家自然科学基金“机理”类项目的研究内涵.中国科学基金,2009(1):47-49.
- [3] 王来贵,朱旺喜.探析国家自然科学基金“模型”类项目的研究内涵.中国科学基金,2010(3):175-178.

## ANALYSIS OF THE TOPIC SELECTION FOR ENGINEERING SCIENCE PROJECTS OF NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA

Wang Laigui<sup>1</sup> Zhu Wangxi<sup>2</sup>

(1 The Institute of Mechanics and Engineering of Liaoning Technical University, Fuxin 123000;

2 National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)

(上接第 243 页)

#### 参 考 文 献

- [1] 国家自然科学基金委员会编著.2011年度国家自然科学基金项目指南.科学出版社,2010.
- [2] 李力,康旭东.大连理工大学国家自然科学基金资助情况分析.大连理工大学学报(社会科学版),2004,25(3):8-11.

- [3] 刘滴波,辛殿祺,王序明等.2001-2007年北京泌尿外科学研究所申请和获得国家自然科学基金情况分析.中华医学科研管理杂志,2009,22(2):80-87.
- [4] 谢蜀生.美国生物医学崛起的基础——医学教育和科研的体制创新.科技导报,2001,10:25-27.

## ANALYSIS OF PROJECTS SUPPORTED BY NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA IN FUJIAN MEDICAL UNIVERSITIES DURING 2001—2010

Deng Liuli Zhou Xiaojie

(Department of Science and Technology, Fujian Medical University, Fuzhou 350108)