

- [2] D. 夏皮尔·科学理论及其域; F. 萨普主编·科学理论的结构, 1974.
- [3] 陈其容·自然辩证法导论·上海: 复旦大学出版社, 1995.
- [4] Rossini F A et al. Frameworks and factors affecting integration within technology assessments. Final technical report prepared for NSF, George Institute of technology, 1978.
- [5] 范德清·现代科学与思维方式·长春: 吉林教育出版社, 1989, 187--221.
- [6] Waldrop M. Complexity: The Emerging science at the edge of order and chaos. Simon & Schuster, 1992, 46--51.

A THEORETICAL EXPLORATION ON INTERDISCIPLINARY RESEARCH

Xue Lan

(Development Research Academy for the 21st Century, Tsinghua University, Beijing 100084)

对学科交叉与综合发展的认识及 有关基金工作的建议

陈于果

(国家自然科学基金委员会综合计划局, 北京 100083)

1 学科交叉与综合是当代科学发展的时代特征

当代科学的发展呈现出多学科相互交叉、相互渗透、高度综合以及系统化、整体化的趋势, 并有着综合性课题领先、以综合性课题带动学科发展的新趋势, 学科交叉与综合已成为当代科学发展的时代特征。

学科交叉与综合研究具有多种形态: 学科前沿最新成就、最高水平的直接交叉研究; 一门学科在科学认识或科学实践上有所突破, 形成的新概念、新方法以及理论体系向其他学科的扩散、渗透、转移研究; 多科学技术领域的创造性交融研究; 多学科配套、整体突破的综合研究等。其波及范围广, 对于当代科学上的重大突破、高新技术的开拓发展、经济社会发展等各种问题的解决都具有重要影响。

(1) 随着人类对各种自然规律在单一学科上的认识正趋于“极限”, 当代科学最赋挑战性问题的突破, 日益求助于多学科在科学前沿的交叉研究。如: “规范场论和弦理论”就是由物理学家和数学家携手取得的重大成就; 宇宙“暗物质”、人工光合作用能量转换系统等科学问题的进一步突破也有待于多学科的共同努力。

(2) 学科交叉研究激励新兴研究领域的形成, 推动科学发展。例如光量子学说的确立及其

本文于1996年12月9日收到。

向应用方向的探索研究，促进了天体物理、半导体物理、激光等当代具有重要影响的研究领域及学科的形成。

(3) 多学科交汇，从不同层次、结构、过程、功能等角度开展系统研究，使人类认识自然过程的相互联系，系统化、整体化地揭示自然规律。例如生物多样性研究就是从分子生物学、遗传、物种、生态等微观到宏观的不同层次，对影响其发展的内在因素和环境条件进行高度交叉的系统研究。

(4) 多科技领域交汇、整体突破是高新技术开拓发展的主要形式。当代一系列高新技术、尖端技术的研究开发都具有多科技领域大范围交叉的特征，体现各相关学科的最前沿工作、最新成就和最高水平的创造性交融。例如纳米（超微）技术，是在原子物理、凝聚态物理、化学、微电子学、光电子学等多种学科最新成就基础上，并与极端条件下的合成制造技术、表征评价技术等新技术交汇而开创发展起来的。

(5) 当代人类社会活动日益大型化、复杂化，任何重大的科学技术问题、经济问题、社会问题 and 环境问题都具有高度综合性、复杂性，需要自然科学中的多个学科以及管理科学、社会科学进行广泛合作。例如：大型综合科学考察、全球变化研究等大科学计划的实施；覆盖学科专业和高新技术极其广泛的航天等大技术的发展；高速信息公路通信网，生态农业等国家工业、农业和国防建设中重大综合性科学问题的解决；为人口、资源、环境、防灾减灾等国家社会发展中重大问题提供决策的理论依据和解决问题的技术基础等，都必须综合运用多学科的知识和方法，从多方位、多角度解决问题。

2 顺应科学发展趋势促进学科交叉与综合研究发展

当前科学基金工作所面临的重要课题之一是，如何顺应当代科学发展的大趋势，保持开拓创新活力，对促进学科交叉与综合研究发展做出积极的贡献。

(1) 强化激励机制。当前基金资助工作主要是按学科结构的硬格局进行的，弹性、柔性不足，加之学科设置、经费分配存在一些不适应科学发展趋势和需要的问题，不利于学科交叉与综合研究的发展，特别是那些难度大、理论体系和研究方法截然不同的学科前沿交叉研究。当前亟待资助政策上对学科交叉与综合研究优先考虑，强化激励机制，宏观调控资助项目、经费，包括对学科设置进行必要的调整。

(2) 系统规划部署。认识科学发展规律是指导、协调、资助基础性研究的工作基础。学科交叉与综合发展的动力条件主要包括：学科交叉与综合发展的内在学科动力——各学科领域深化发展、前沿探索和新概念、新理论、新方法的形成及科学实验和实践的重要发现；外部牵引动力的主导作用——国家经济社会发展、高新技术开发、大科学发展需求所提出的综合性课题；跨学科领域间交流的重要促进作用——信息沟通、学术交流、协同工作的机会以及跨学科人才（特别是双学位、高层次跨学科青年人才）的培养。对此，基金工作应有全面考虑，系统规划、统筹安排。

(3) 从观念上突破学科保护主义。促进学科交叉与综合不能靠不断增设学科、频繁调整学科结构，更重要的是从观念上突破学科保护主义，从科学发展的大局出发，以前瞻性、开放的理念做好项目资助工作，不但能支持以本学科为主的渗透、转移型项目，而且能支持与其他学科高度交汇的研究项目。

3 有关科学基金工作的具体建议

3.1 项目资助工作

多学科以综合性课题形式进行中期合作研究是促进学科交叉与综合发展的最佳途径和方式,并能在各学科自身丰厚发展基础上实现一流水平、最新成就的聚焦。面向整个自然科学、以资助项目为主的科学基金,对于促进学科交叉与综合的发展,有着责无旁贷的重任。

项目资助工作应是促进学科交叉与综合的部署重点。建议结合各类项目的资助目标,在促进学科交叉与综合研究发展的不同层次上进行部署,并采取相应切实可行的措施。

(1) 面上项目

面上项目应突出创新、突出前沿探索资助政策的导向作用,重点解决交叉综合研究发展的“源”(内在学科动力)及处于“潜科学”阶段(学科交叉新生长点的探索研究)的问题。

为进一步促进学科交叉与综合研究的发展,建议提高科学部机动经费,用于:(a)支持跨学科的研究项目,特别是学科交叉新生长点的探索研究项目,包括科学部内和跨科学部的学科交叉研究。(b)支持多学科专题学术研讨,依托于“科学中心”类单位,按基金面上项目资助、实施。为在同一前沿探索的不同领域科学家提供经常性的学术研讨机会,以了解其他学科领域的新发现、新理论、新方法,为科学家提供科学思想创造性交融的环境条件。

(2) 重大项目

结合重大项目“突出国家目标”、“主要针对综合性重大科学问题”的资助政策,着重推动学科交叉与综合研究发展的“大科学”阶段,即具有一定规模、形成整体突破能力的多科技领域交汇研究

国家自然科学基金委员会自“八五”起,着重在重大项目层次上强化了对学科交叉与综合研究的支持,建立了相应的资助模式和运行机制。为用于支持跨科学部组织的重大项目,“八五”专经费占总经费的1/3,“九五”专经费增至40%,从“八五”已执行的重大项目看,由于综合性重大科学问题的牵引,即使是科学部切块经费立项的项目也多具有多学科交叉与综合研究的特征。如“中国陆地生态系统对全球变化反应模式的研究”是植物生理学、宏观生态学、大气科学及水文学相结合,并应用气象卫星遥感手段、系统理论和数理模拟方法,所进行的高度交叉综合研究。

当前跨科学部组织的重大项目还存在一些有待改进的问题:如一些项目综合集中力度不强、交叉度不高;个别项目存在拼凑,有待进一步吸引一流水平科研力量的投入,提高学科交叉研究的起点和水准以及整体突破能力。这些问题主要源于学科间交叉研究的基础较薄弱,或各元学科自身发展离交叉点尚有距离,仅靠在重大项目层次上自身完善是难以解决的,需从交叉研究发展的基础抓起,特别是在重点项目层次上采取有效举措,下大功夫予以推动。

(3) 重点项目

重点项目层次对于学科交叉与综合研究的发展同样起着承上启下的作用,着重推动交叉研究由扩散、渗透、探索新生长点等的“潜科学”阶段向高度交叉综合、创造性融合方向深化发展,应成为向“大科学”形态发展的基础。

重点项目应是工作部署的关键环节。但在政策激励和措施方面又是当前基金工作的薄弱环节,因此必须强化激励机制,特别是开辟项目和经费渠道,建立相应的有效运作模式。建

议：

(a) 加强政策引导。包括重点项目立项条件和评审办法，优先资助领域和学科发展战略的研究，都要进一步体现引导的力度。

(b) 专辟项目和经费渠道，强化支持。鉴于各学科的活跃度、带动性不同，不宜统一规定资助比例。低比例给予经费匹配的做法，存在项目界定和经费管理等操作上的困难。上述两种做法能为各学科领域创建同等环境，但对学科交叉与综合的带动性及促进力度均较弱。因此，建议采取主导性强化支持的做法：重点选择对科学发展带动性大、交叉度高的领域，例如以国家确定优先发展的生命科学、信息科学、材料科学、环境科学、能源科学为背景，选择若干交叉领域，统筹规划、专划经费，按领域确定资助项目数及经费指标。由该领域相关学科共同组织立项工作，通过协商确定主管学科，并负责实施、管理。各科学部也宜专划一定经费，支持跨学科研究的重点项目。

(c) 交叉重点项目的立项、同行评议和评审工作及专家组构成，应在学科评审组基础上，根据学科交叉情况予以调整，实行开放、灵活的组织办法。

3.2 学科布局与结构

基金各项工作都建立在学科上，学科布局与结构直接影响基金总体资助工作。因此，学科设置应顺应科学发展的趋势和需求，不能沿袭历史一成不变。为适应学科交叉与综合的发展，需要对学科布局与结构进行必要的调整。这项工作难度大，既要积极推动，又须慎重、稳妥，并要遵从学科结构演化的客观规律和现实状况。建议：着重从资助项目和经费的调控着手，体现、带动、促进学科结构的逐步优化和调整。

学科布局与结构的调整包括：

(1) 项目指南要及时体现学科自身重点的演化。例如，非金属材料学科的重点由结构材料转为学科交叉、融合性强的功能材料，特别是信息功能材料。

(2) 对已形成稳定的整体化研究方向的领域，增设“专门领域”。国家自然科学基金委员会现已设置的有“环境科学”、“全球变化”、“极地研究”、“减轻自然灾害”等专门领域。当前的问题是，经费划分、受理、评审等工作的模式及具体操作办法还有待加强调研和改进。

(3) 对于交融已趋成熟、具备形成新兴元学科条件的，应及时给予明确的学科政策。

3.3 加强科学出版工作

为促进跨学科领域间的信息沟通、学术交流，要积极推动基金有关的科学出版工作。包括：成果选编、科学专著、学术发展综述、科学发展评价等。

UNDERSTANDING OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH AND SUGGESTIONS FOR THE WORK OF FUNDING

Chen Yuguo

(Bureau of Planing NSFC, Beijing 100083)