

# 对交叉领域研究的探讨

张亚南

张梅

(国家自然科学基金委员会, 北京 100083)

(北京科技大学, 北京 100083)

世界各国经济实力的竞争, 无一不是以其科学作后盾的技术竞争。其中交叉领域的研究成为科研人员越来越关注的领域和话题, 材料与工程科学部最近的一次有关科研成果的调研表明, 有 38% 的人认为取得成果的关键与学科交叉有关。从各国政府制定的“近中期长远科学研究前景与资助展望”, “优先资助领域”等等战略性的规划中也可看出他们对交叉领域的研究寄予很大希望。学科交叉的重要性及发展前景越来越被人们所重视。但在实际中由于人们对它的某些基本概念认识不清, 以致于影响了它的发展, 因而有必要对交叉领域研究的有关问题展开深入的研究和探讨。

## 1 交叉领域研究对科学的促进作用

物理学家彭桓武院士总结出交叉学科的共性: 交叉学科中的某一理论深入到一定的阶段, 就从根本上沟通了不同的两个学科。例如当物理学建立了量子力学后, 使物理和化学达到沟通, 产生物理化学交叉学科。美国国家科学基金会战略计划中也指出“科学和工程的学科设置是为了反映自然界的内在秩序, 而实际上, 自然界没有学科界限。”学科的划分是人为的意识, 随着科技的发展, 学科交叉也越来越多, 因为交叉本身就是内在统一的外在表现。

从某种意义上讲, 学科划分过细限制了人们的思维, 束缚了人的想像力和解决问题的能力。例如一个比较成熟的理论体系再向前发展是很艰难的, 因为在这条科学道路上不知有多少杰出的人士已奋斗了他们的毕生, 为该理论的完善做出了许多贡献, 但若不重踏别人的老路, 改换另一种思路, 如从化学角度或生物角度去思考物理问题, 或用物理的概念去分析生物问题, 或许会使你茅塞顿开, 带来意想不到的启发或成功。这种交叉性思考问题的方法, 让思维跳出学科及种种无形的约束, 能使思维更加符合客观规律。

有位材料领域的专家在研究提高材料寿命时受到生物科学的启示: 人类每天除了吃饭、喝水补充能量外, 为什么还要睡觉呢? 原来睡觉是将人体经过一天的劳累而紊乱的大脑、神经及各个系统的分子进行还原性组织排列, 以达到系统的恢复和充实。联想到材料在使用过程中, 它的一些基本粒子也会发生错位现象, 长此以往, 将产生疲劳断裂。那么材料的“睡觉”形式又是什么样的呢? 专家试用大电流脉冲对材料进行恢复调理试验发现, 经过反复循环, 可使材料的寿命提高 10 倍。这个例子看似简单, 但这位材料科学家改变了人们从增加材料的强度、改进材料的结构的角来延长材料寿命的习惯, 采用交叉性思维的方法从而获得了成功。

本文于 1996 年 4 月 1 日收到。

还有一位机械学领域的专家,在解决土壤对农田机械的粘附问题时也得益于交叉科学。由于土壤等物质对机械的粘附增加了阻力,往往要消耗机械总功率的30%—50%,因此这是工程上亟待解决的一个重要问题。该专家受生存于土壤中的动物的启示,运用仿生学原理,发现了生物减粘脱附的机理与规律,将多项仿生研究取得的成果引入地面机械的设计与制造中,现已形成减粘脱附仿生研究体系,使减粘脱附的研究取得了新的进展。这也同样要归功于交叉领域研究。

以上交叉领域研究中的成功实例给予了我们两点启示:

- (1) 可以采用多视角、多方位的思维方式,借助已认知的理论去解释、改造未知世界。
- (2) 高速发展的现代科技向人们进一步展现了事物的复杂性和多元性,需要人们进一步研究、发展现有的科学理论来解释这种未知的新现象。

随着计算机的超小型、高集成化,集成电路中的散热问题成为计算机微型化的关键。因此亟需开展对微细尺度传热传质的理论研究。科学技术的发展迫使原有的传热传质学科的内容进一步拓宽、深入,以解决现实问题,并可望在原有的传统理论体系中有所突破。

同样,现代科学中电子、通信、计算机、自动化技术的不断发展,使电器设备的可靠性与现代化,上升到至关重要的地位,从而产生了电接触科学。它涉及到电子学、机械学、表面材料科学等多学科理论,属边缘性学科交叉领域。

## 2 交叉科学的类型分析

事物存在的多元性与研究方法的交叉性是相辅相成的。

在基金资助领域中学科交叉研究项目也同样分为基础研究与应用基础研究两大类。例如:富勒烯分子的发现就是基础研究领域中学科交叉取得成功的一个典型的例子,它是化学家和物理学家联手研究的结果。

在应用基础研究中的交叉领域研究又分两种:一种是有明显主导理论的学科交叉研究;一种是无明显主导理论的学科交叉研究。如工程热物理学中的传热传质学与生物医学的结合,产生了低温生物交叉研究领域,为今后人体器官的移植、保存及再生开辟了广阔的天地。这种交叉研究的特点是有较明确的支撑理论。因此,这类研究易引起人们的重视,而前面已谈到的电接触科学领域,没有明显的主导理论,故容易被冷落。

总之,无论是基础研究、应用基础研究还是科技应用的开发研究阶段,均有交叉科学问题。实践证明,交叉科学问题的解决并不仅仅取决于人们掌握交叉理论的深浅,关键在于他能否从交叉科学的观点出发去认识客观事物的规律,找到解决问题的最佳途径。

## 3 国家自然科学基金委员会对交叉科学研究的导向与组织

历年基金资助的自由申请项目中,有多少是属于交叉科学研究项目,是个难以统计的数字。因为对交叉科学的定义并不很明确,每个人对其的理解和把握的尺度可以不同。我们按基金申请书中所填写的学科代码统计了材料学部的有关情况。申请者所填写学科代码1与学科代码2为两个不同学部的项目数占历年总资助项目数的12%左右。但经过各个学科负责人鉴别之后,这些项目中仅有10%属于交叉性研究项目。占总资助项目的1.3%。当然还有些交叉科学项目因没有填写学科代码2,而未被统计在内。

因为学科代码体现的是国家自然科学基金委员会的学科建制，故仅以学科代码的填写作为交叉科学项目的统计，会有许多不合理之处。

培养交叉科学人才的问题已受到各国的重视。德国的马普学会在1995年实验室评估学术报告中提到，他们已从学校的教育上进行了改革，由交叉学科入手，达到科学合作的所谓“科学统一体。”美国基金会的战略计划在实施方法部分也提到“要加强知识综合……，知识综合是指利用不同学科的知识和技能来解决复杂的问题。美国国家科学基金会鼓励科学领域内的知识综合与研究教育工作之间的知识综合。跨越传统学科界限的综合是一个积极有效的措施。”

从我国的情况看，科研领域内专业越分越细；学科之间缺少交往、交流的机制。这种教学、科研机制不利于培养交叉型科学人才。当然，我们既不反对培养专家，也不要求从学校里培养出全才。事实上，真正的交叉型科学人才均是由某一方面的专家逐渐成长起来的；真正具有真才实学的全才也只有在生产科研实践中才能脱颖而出。关键是要在我们的教育和科研体系中建立一种机制，这种机制能保证我们培养出思维活跃、知识运用灵活、具有创造性与开拓性的科技人才。

国家自然科学基金委员会又将采取什么措施去实现“科学统一体”呢？这是当前需要认真思考并付诸行动的问题。

交叉科学项目有两个特点：一是它们都有较强的应用背景，一旦取得科技上的突破就会产生巨大的经济效益和社会影响。二是有些经济发达国家已经早于我国涉及某些交叉科学领域；但我们在基础与应用基础理论研究方面的水平并不低，加上具有较强的国际合作的基础，完全有可能弥补我国经济实力有限之不足。

就基金立项的组织类型可分为自由申请项目和重大、重点项目两种。

第一类自由申请项目，学科交叉研究均为自选课题，其中有两种情况需分别对待。第一是对基础理论的深入、拓宽有促进作用，能得到评审专家认同的学科交叉项目。第二是处于多学科边缘交叉，且无明显主导基础理论的项目。这类项目往往因每个学科都有其主攻方向和研究热点，会被认为深度不够而不易被认同。在目前资助率仅为17%的情况下，有很多好项目都排不上队，更何况这种没入主流的“擦边”项目呢？为了保护这类项目，建议对学科交叉领域中的优秀项目给予相对宽松的环境。例如除了强调加强对学科交叉项目支持外，可采取在学部留一些机动基金，不占学科的资助指标等具体措施。

第二类是重大、重点项目。这些项目是指符合我国战略发展方向，对国计民生有较大影响和促进作用的重大、重点项目。在整个立项过程中，国家自然科学基金委员会作为组织协调者是举足轻重的。他既要考虑国家的宏观大计，又要了解各个部委及产业部门急需解决的科技难点，熟悉基层科研单位各自的优势与特长，同时还应掌握国际学术前沿与动态。只有这样才能心中有数地进行交叉科学项目的组织和管理。

为使交叉科学项目真正出成果，有几个问题需要探讨：(1)如何从组织上保证课题交叉，(2)课题负责人的选择，(3)研究队伍的最佳搭配。如果这些问题得不到较好的解决，则容易造成形式上的“拼盘”：把交叉课题分为几个部分，各搞各的，与我们立项时的初衷相违背。

交叉学科项目不仅要“交叉”体现在书面上，更重要的是要将交叉体现在整个研究过程中，要始终保持不同学科的学术思想的交流、切磋，保持有一个活跃的思维天地。课题负责人的职责之一就是营造这样的一种气氛。

我们认为,在评审基金项目时,不仅是评学术思想、学术水平、技术路线……,对于交叉课题还必须增设“为保证交叉研究所需的组织形式”一栏。这决不是形式主义,而是我们由专业研究队伍转向交叉型人才培养所必需的一种组织保证,否则有些习惯势力是很难扭转的。在整个交叉课题研究过程中要不断地分析、分解课题,找出其难点及交叉点,发挥每个人的积极性,使每个人的知识和智慧在这一交叉领域中发挥出最大的活力。要根据实际情况不断地调整研究计划。可见课题带头人是交叉项目取胜的重要因素。

科学项目研究队伍的最佳搭配是什么形式呢?我们曾经一厢情愿地将不同学科的两支劲旅组织起来研究一个课题,但有时由于组织不善,效果极差。事实证明,这支队伍既要有学术水平,还要有团结一致的向心力,只有这样才能具有战斗力。但要达到学术水平与团结两个指标的协调,是要有所取舍的。就一个交叉科研团体而言,其交叉科学研究中的主要矛盾方——研究队伍必须保证是一流的,而对非主要矛盾方的要求可稍低些,以此代价换取的是建立在自愿原则基础上的团结一致的科研团体。在此,团结的力量、人的因素往往可以弥补某些不足。

总之,国家自然科学基金委员会要在项目的组织中发挥基金特有的优势,要有政策、有措施地给交叉领域研究以大力支持,为我国基础研究的发展和科技腾飞做出更大的贡献。

## OPINIONS ON INTERDISCIPLINARY RESEARCH

Zhang Yanan

(NSFC, Beijing 100083)

Zhang Mei

(Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083)

---

# 资助交叉性研究的一点尝试

邹立尧

(国家自然科学基金委员会数理科学部,北京100083)

通过支持创新来推动我国基础科学的发展是国家自然科学基金委员会的重要任务之一。因此,如何对待交叉性研究是我们不能回避的问题,虽然该问题早已引起注意,并且也出台了若干措施如组织跨学部交叉重大项目,但在面上项目这一工作主体上还未见有一套管理措施,而这一项目类型的特点是量大面广,是否采取有效的措施不仅反映了我们对待交叉性研究的态度,更重要的是关系到能否保证在支持创新的道路上向前迈进一步。事实表明,科学上的重大突破、新学科的产生常在不同学科的交叉与渗透的过程中产生,其重要性理应受到重视。科技管理人员除了应改变观念,从政策上注意引导之外,还要注重实际运作中出现的问题,以便在制定措施中对症下药,有的放矢。就现有的评审机制而言,交叉性项目常遇到的障碍有如下几个。第一,传统学科设置的影响。总的说来,现有学科设置依然是以单一的基础学科为基本

本文于1997年3月25日收到。