

科学研究应如何选题?这是每一个科研工作者在开始研究时面临的问题。在长期的科研管理工作中,我体会到,科研选题有三个方面应提起注意:

第一,研究的题目应来自实践,来自工作和研究中尚未解决的问题或产生矛盾,而不是来自文献。读书和查阅文献,了解别人的工作,只能是自己工作的参考。诗人陆放翁曾说:“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”,这里说了实践的重要,也提示我们,不能尽信书本和文献。来自文献的科研选题,用别人的理论来设计自己的课题,是很少有源头创新的。

第二,科学研究的选题要注意学科的交叉。现代科学的深度发展导致专业越分越细,而它的广度发展则会由于一门学科综合或沟通了许多差别很大的学科。在过去的几十年里,由于两门学科的交叉产生了许多边缘学科如生物物理学、生物化学、量子

化学、光电子技术、空间技术等,可见不同学科的交叉研究,是新学科的生长点,也是孕育源头创新的温床。

第三,科研选题要有特色。例如突出我国中药、疾病家系和古生物化石等特点,这些材料或病例是国外没有的,由此为起点的研究,往往有很好的创新性,也包含了源头创新的苗头。

“创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力”,在人类即将迈入21世纪的时候,中华民族对知识的渴求,对创新的期盼达到了前所未有的程度,建立和营造一个有利于创新的机制和环境是创新,尤其是源头创新的根本。对于这一问题,还有大的文章可做,就不是本文所能涉及的了。

上面是作者个人对于源头创新的一管之见,希望引起讨论和进一步探索。

## ON ORIGINAL INNOVATION

Ye Xincheng

(Department of Life Science, NSFC, Beijing 100085)

·基金纵横·

# 从物理 I 学科的特点探讨交叉项目的管理

张守著

(国家自然科学基金委员会数理科学部,北京 100085)

从20世纪物理学的发展可以看到:物理学与其他学科的交叉和结合已产生了许多新的、富有极强生命力的边缘学科,成为有发展前途的科学前沿。进入21世纪,这种交叉和结合正不断加强和扩大,特别是物理学与生命科学、物理学与信息科学、物理学与材料科学的交叉等最为显著,已引起许多发达国家政府和研究团体的高度重视。以美国为例,据报道<sup>[1]</sup>,美国几所大学已相继成立了物理学与生物学交叉研究所;美国国立卫生研究院(NIH)已拟定

了若干个鼓励物理学家进入生物学研究的创新计划;美国国家科学基金会则优先资助那些欲与NIH科学家合作的数学、物理学家和工程学人员等;Sloan基金会(美国能源部内的)也多方面资助从事计算分子生物学研究的物理学家;Burroughs Wellcome基金会还与一些研究所签定了培养物理生物交叉人才的五年计划。

物理学与材料科学的交叉由来已久,已成为许多高新技术发展的重要基础。像高温超导、巨磁电

· 在国家自然科学基金委员会的学科设置中物理 I 学科包括凝聚态物理、光物理、原子分子物理和声物理。  
本文于2000年12月22日收到。

阻、纳米材料以及其他先进功能材料等的相继问世和由此带来的高新技术的发展,无一不是这一交叉的结果。美国国家学术出版社新近出版,由 National Research Council 组织编写的“Basic Research for Tomorrow's Technology”系列指导书,将凝聚态物理和材料物理合在一起,取名为《Condensed Matter and Material Physics》<sup>[2]</sup>。这也说明这两者的交叉和结合已成为两个学科专家的共识。

物理学与信息科学的交叉,随着近几年(自1995年)基本量子逻辑门和量子隐形传态的实验成功<sup>[3]</sup>,已经形成了以量子计算、量子通信和量子信息理论为主要内容的量子信息学领域。最近,在光子晶体研制方面的新突破<sup>[4]</sup>,又给物理学、材料科学、信息科学等领域的交叉和结合增添了一项新的研究内容。

有许多专家认为材料先进,物理先行,器件紧跟,是现在物理、材料和信息科学三者之间的关系。

在我国也非常重视这些交叉和结合的新进展,在科技部主持制定的《基础研究“十五”计划和2015年远景规划》中,关于物理学部分,将鼓励和推动物理学与生命科学、材料科学、信息科学、能源与环境等学科的交叉,并重点推动与生命科学的交叉,作为物理学发展的重要内容之一。国家自然科学基金委员会也为鼓励交叉项目确定了种种倾斜政策,在面上、重点、重大项目,以及现在正酝酿和组织的重大研究计划等各个层次,都把项目的交叉作为重点考虑。物理 I 学科,作为国家自然科学基金委员会支持物理学基础研究的两个主要学科之一,必须充分认识交叉在本学科的内容、形式、作用和特点,明确在管理上有待改进的一些问题,探讨有针对性的管理方式或方法,从而更好地实施和落实国家自然科学基金委员会的有关倾斜政策,为推动物理学与其他学科交叉的共同发展,作出一些实际有效的工作。

## 1 对物理学和其他学科交叉的认识

物理 I 学科涵盖凝聚态物理、光物理、原子分子物理和声物理,从研究内容分析,上面提到的物理学与生命科学的交叉,在相当大的程度上,主要是凝聚态物理、光物理与分子生物学的交叉,物理学与材料科学的交叉主要是凝聚态物理与金属、无机非金属、有机高分子等材料的交叉,物理学与信息科学的交叉则主要是凝聚态物理与信息材料,光物理、原子分子物理与信息的存取、传输和加密等问题研究的交叉。此外,光物理与原子、分子物理,光物理与天体

物理,声物理与环境科学的交叉等也已形成许多新的重要研究领域,就每个学科而言,例如,凝聚态物理,各个不同研究方向之间的交叉也产生了一些非常重要的新的研究方向。所以交叉可谓是物理 I 学科的最大特点。

从物理学对其它学科的作用看,交叉可分为两类:

其一,为其他学科认识物质性质和现象提供理论基础或关键的实验技术。这类交叉是将物理学发展起来的新概念、新技术、新方法或新的认识手段等移植或应用于其他学科,从而加大该学科的研究深度和研究内容;而其他学科中的新现象和遇到的新问题或对物理学的新概念提出新的挑战,或对物理学的新技术提出更高的要求。由此,也拓宽了物理学的研究范围。例如,上文提到的凝聚态物理与生命科学的交叉,生物学家应用 DNA 微阵列技术<sup>[5]</sup>同时检测上万个基因,获得从基因测序到蛋白质结构大量涌来的信息和数据,如何认识这些信息和数据所代表的生物化学意义,是生物学家苦苦思索的新内容。但对物理学家而言,类似的事情是他们几十年来一直在研究的老问题。然而,物理学家在这里又受到严峻的挑战,因物理学家试图用统计的概念和方法研究生命科学中的基因序列和生物分子的组合等,统计的结果却把生物学家赖以划分类别的微小差别(在物理学家眼中)给忽略掉了,这是生物学家不能接受的。

其二,是为众多高新技术领域的发展奠定坚实的基础、迈开开创性的第一步。这类交叉实际上是物理学研究的深入和发展,它可能给未来高新技术和产业带来革命性的变化。近十多年来,计算机存储技术、光通讯技术等快速发展和不断更新,就是凝聚态物理和光物理与材料科学、与信息科学交叉发展,相互促进的结果。由于这类交叉产生的成果具有巨大的应用前景,所以,一旦有突破,不仅各研究机构、研究团体都很重视,一些大的跨国公司(例如,IBM, SONY)、国家科技管理部门也会启巨资投入研究。如现在方兴未艾的对巨磁和庞磁电阻材料、纳米材料、光子晶体材料、量子计算和量子通讯等研究就是其中的一些典型。可是,一旦人们发现其应用前景远不及原初设想的那样光明,或有些基础或关键技术在那时的条件下不能逾越时,其投资力度和研究热情等都会一落千丈,像八十年代初曾耀眼一时的对准晶材料的研究,现在仍处在研究的低谷。

在项目的评议和评审过程中我们注意到第一类

交叉项目也常常是非共识项目,不同学科的评议差别很大。如果按同一标准,立项较难。而对第二类交叉项目,在应用前景比较看好时,几个学科的评价都好,立项相对比较容易,可当处于低谷时,几个学科往往众口一词都评价不好,立项也特别难。所以,都是交叉项目,不同类别、不同阶段,情况却迥然不同。当我们提倡支持交叉项目时,应该考虑它们的差别,探讨不同的管理方式。因为基金管理重在支持创新,尤其是源头创新研究,而源头创新的工作,有许多是在人们尚未认识的或曾经忽略的交叉领域。

## 2 建议采取的管理政策和具体措施

对第一类交叉项目建议采取培育、扶持和保护的管理政策,也要有相当的风险投资意识。因为这类交叉往往出现在原来相差甚远的不同学科结合之初,此时,不同学科的专家在学术观念、认识方法和背景知识等方面都需要相互学习、相互理解,彼此间需要发展共同语言、寻找都感兴趣的结合点。项目申请者在所交叉的领域或研究方向尚未具有很有显示度的工作积累,两个交叉领域的评审专家也都很难对项目作出恰当的判断。因而,立项较难。即使有的立了项,其成果也需等待一定的时间,甚至有的会失败。也就是说:立项难、项目执行也难,还要冒一定的风险。

对第二类交叉项目,应分阶段区别对待,在尚未引起人们重视时,应该同对待第一类交叉项目一样采取培育、扶持和保护的管理政策,可一旦受到重视,并从其他渠道获得大量投资后,基金支持的力度应该大幅度降低,或者仅精选几个有创新性研究内容的课题,给予长时间的连续性跟踪支持。以使其研究成果在基础和应用研究两方面在世界科学之林占有一席之地。纵观我国在新材料、高技术方面的研究,有相当一部分属跟踪和附属性的研究,只有极少数基础性研究具有开创性的内容或处于世界领先地位。科学基金应重点支持这一部分。当研究处于低谷时,也应该选择那些基础好,曾处于国际领先地位的研究小组,继续给予一定的支持,以争取获得新的突破。正象光子晶体一样,在经历了近10年的冷落后,又有了温暖的今天。总之,对这类交叉项目,相应学科应加强联系,相互协调,避免重复资助,以使有限的基金发挥更大的作用。

下面探讨在管理上扶持和保护的一些具体措施。

(1)设立交叉项目专用基金,并制定有效的管理办法。

在每年下达的项目经费和项目指标中,最好能有一个适当比例专门用于支持交叉项目。在交叉项目经过交叉学科同行评议后,应组织交叉学科的专家进行评审,以代替现在各学部专家自己评估交叉项目的方式。对交叉项目的申请者,建议适当放宽在交叉领域工作基础的要求,而应着重看申请者的研究能力。对已立项的交叉项目可以根据情况,采取支持2年、3年或5年甚至更长时间的方式;也可以采取跟踪管理,视发展支持的方式。由于概念或技术的移植需要有一个彼此认识、磨合与探索的过程。所以,在跟踪管理中,不应急于要论文、要成果,也应该允许失败(但不是不认真对待)。

(2)优先支持交叉领域的国际交流和国际合作

有许多交叉性研究,在一些发达国家也许已有一定规模,但在国内,也许刚刚起步。这时,建议优先支持该领域的国际交流与合作。例如,在资助出国开会时,不必一定有口头报告;在审批国际合作项目时,适当增加对新交叉领域的考虑权重;在资助新交叉领域来华讲学的外国学者时,不必太强调对方的学术头衔和学术地位等。

(3)鼓励和支持敢于在新交叉领域中探索的优秀青年群体。

最近几年,大学合并,研究所优化,一些单位具备了很好的跨学科研究条件。据了解,在这些单位一些年轻的物理、化学、生物、材料、信息等学科的博士、博士后、留学回国人员、国家杰出青年基金获得者以及一些资深专家等正进行合作,开展交叉领域(例如有机材料、生物材料、量子通讯等)的研究工作,这是一个很好的发展趋势。建议基金在遴选优秀群体时,优先考虑这些由跨学科、跨领域专家结合起来的群体。因为他们在交叉领域的探索最需要经费的支持、最希望一个宽松的环境、也最可能产生原创性的成果。这不正是科学基金支持优秀群体所希望的吗?

(4)支持交叉性讲座或会议

一般基金并不支持国内会议或讲座,但对新交叉学科,建议能有所支持。因为新交叉学科起步艰难,而且,最感兴趣的绝大多数是年轻人,尤其是一些研究生,他们思想活跃、精力充沛、善于接受新东西,但缺少经费。所以,在这方面给予一定支持,对促进新交叉学科的成长和发展能起到雪中送炭的作用。

### 3 有关问题的说明和讨论

(1)在诸学科交叉中,凝聚态物理与材料科学、信息科学的交叉最直接。传统上,凝聚态物理是从原子、分子水平上探索不同层次、不同类型的微结构的组态、分布、相互作用及形成和转变的规律,揭示其与宏观物理性能间的内在联系;材料科学则是从特定材料的宏观性质出发,探索宏观性质与微观性质的联系;而信息科学则是运用材料的特殊性质制备出在信息工业中可以应用的器件等,可现在进入微米、纳米尺度,这三者就难分彼此,因在该尺度上,原子、分子组态和相互作用等微观性质直接决定了材料的性能,而材料的性能只有在特定的组装和封装条件下才能成为应用器件。一些专家常常先专物理,后做材料,再攻器件,或先器件,后材料,再物理也许正是因为彼此的交叉和相容性。由此也告诉我们:要做好对这三者交叉项目的管理,应该建立一个这三个学科通用的评估专家库。

(2)在基金各类项目的管理办法中,都非常重视学科之间的交叉。例如,面上项目中必须有一定比例的交叉内容;对交叉重点项目给予 4:2:4 经费投入的优惠(主持项目的学科经费投 40%,交叉的学科投 20%,委调控经费额外投 40%);重大项目非跨学部不能立项;现在正酝酿和组织的重大研究计划从顶层设计开始就把重点放在跨学科、跨领域上面。从形式上看,这些都对交叉项目有很大的倾斜,关键是怎样落实和最终的结果。对重大研究计划现在还没有具体的结果,可从其他三类项目的情况看,却不能不说在实际操作中存在着许多值得考虑之处。稍微分析不难发现,面上的交叉项目、重点或重大交叉项目多数落在已很成熟的上述第二类交叉项目上。因对面上项目各学科(以数理科学部为例)遴选的标准是在交叉学科中同行评价很好、且已列入“甲”类(即学科根据同行评议拟支持)的项目。这些

项目即使没有倾斜,也很容易获得资助。交叉重点或重大项目,由于有 40% 的额外经费,使得它的立项相对容易,可要得到两个或多个学科的专家一致好评,则或者是已基本成熟的交叉,或者是为了获得资助而合成的“拼盘”。当然,不可否认,由“拼盘”开始也许会发展到真正的交叉。但可惜的是常常因经费分配而“拼而不交”。本文所讲的设立交叉项目基金,是专用于支持那些正处在探索、磨合、尚未成熟的交叉项目,在概念上,应是现在交叉项目与非共识项目的结合。

(3)降低对交叉项目申请者在交叉领域研究积累的要求只是措施之一,选择同行评议专家也是很关键的一步,因在交叉的初始阶段,能够评议的小同行专家不多,只能请面比较广的大同行。大同行评审意见的准确程度,依赖于他们对交叉问题的判断能力和了解程度。为了把评议专家选好,学科管理人员必须了解专家的知识范围和研究兴趣所向,在必要情况下,在递送材料之前,应直接询问所选同行专家,看他们能否评审。在条件允许时,应请一些在相应领域工作并且关心国内科学发展的海外学者评审。

(4)做好对交叉项目的管理,要求基金管理人员应有一定的科学知觉和判断能力,为此,学科管理人员需要不断交流,相互学习;在条件允许时,应积极参加本学科以外的学术交流会议,还要密切注视国际学科发展的新动向。在考虑学科布局时,跳出本学科利益的小圈子,从科学发展的需求安排项目。

#### 参 考 文 献

- [1] News, Nature. 1999, 397:89.
- [2] National Research Council. Condensed Matter and Materials Physics. Washington D C: National Academy Press, 1999.
- [3] Bouwmeester D, Pan J etc. Nature, 1997,390.
- [4] Yablonovitch E. Phys. Rev. Lett., 1987, 58:2 059.

## INVESTIGATION TO THE MANAGEMENT OF INTER-DISCIPLINE PROJECTS FROM CHARACTERISTICS OF PHYSICS I

Zhang Shouzhu

(Department of Mathematics and Physics, NSFC, Beijing 100085)