

## 多领域研究模式与科技创新

### Pattern of Multi-field Research and Scientific and Technical Innovation

睦 平

(嘉应学院, 副教授 广东 514071)

#### 一、前言

当我们翻开科技的史册, 不难发现, 在科技发展过程中出现的许多新的生长点, 常常是在不同学科的彼此交叉和不同领域的相互渗透过程中产生的。尤其是现代科学技术的重大进展, 越来越多地出现在学科之间的空白地带, 出现在多领域研究过程之中。如, 现代物理学中的表面科学包含在一些最重要的令人迷惑的化学过程中, 多相催化包含着表面和发生在其上的化学反应之间的深奥的相互作用, 这些准二维交叉学科既对理论又对实验提出了基本问题, 常常需要化学家、物理学家、数学家携手来共同研究和解决问题; 导电聚合物作为一种新现象或增强现象(包括超导性、电荷迁移和非线性响应)的潜在源泉引起了固态物理学家的兴趣, 固态物理学家和合成化学家之间的合作已经获得了一些新发现, 从而使这一领域的未来研究展现出迷人的前景。此外, 还有激光化学、量子计算机等等, 均是在多领域研究中出现的新的科技生长点。

所谓多领域研究, 指的是在某一学科的几个领域或几个学科领域互有关联、互有渗透的研究, 并有所发现、有所创新的科技研究现象。多领域研究可以是个人科研行为, 也可以是两人以上的多人合作科研行为。在研究形式上可分为5种。(1)递进式多领域研究: 随着认识的提高和转移, 在多领域空间进行拓展的研究。(2)跳跃式多领域研究: 根据科技研究的实际需要, 在多个领域有所积累的前提下进行的或相互影响, 或相互补充、相互依赖的研究。(3)循环交叉式多领域研究: 在多个领域中根据学科的开拓和进展, 呈现出在多个领域中有规律的互动的科学研究现象。(4)互补式多领域研究: 多学科人员开展的综合性、跨学科的研究, 当代科学技术的重大突破, 一般都有多领域互补式的特点。(5)转移式多领域研究: 在原有领域有相当的积累之后, 受许多因素的作用, 又转移到其它领域的研究, 这类研究者常被称为“半路出家”; 由于这种转移式研究有相关学科知识的支撑, 往往能摆脱思维定式, 有所成就。

对于多领域研究的形成和发展, 其动力源泉同科学技术的整体一样, 一是由科学技术内部的自身发展提出的科技问题, 要求多领域科技知识相互协

调, 要求科学技术系统自我整合; 二是科学技术、国民经济、社会发展中产生的综合性的、并发性的问题, 要求通过多领域的研究予以解决。正因为多领域研究顺应了科学技术自身内在发展的要求, 顺应了自然、科技、社会协同发展的要求, 因此多领域研究的形成与发展是必然的, 而且能极大地推动科学技术、经济的发展和社会的进步。事实上, 现代重大科技问题的突破、重大社会问题的解决、创新人才的成长和培养, 已越来越离不开多领域的协同和跨学科的努力, 多领域研究已成为当代科学技术活动的重要特征。故此可以说: 我们已经进入了多领域研究的时代。本文拟就多领域研究在科技活动中的创新功能作一些探讨, 并根据当前科技研究的实际情况提出几点思考意见。

#### 二、多领域研究模式的创新功能

##### 1. 是促进科学认识系统化、整体化的有效途径

科学技术的发展总是伴随着科学前沿的不断分化及随后的交叉、融合。然而, 无论科学前沿如何分化, 最终科学将走向“大综合”。因为科学探索的对象本身就是一个不可分割的内在统一体; 科学之所以可以分解为单独的门类, 不是由于事物的本质, 而是由于人类认识能力的局限性。当人类对于客体的科学认识逐步提高后, 科学必然会走向汇合贯通。基于科学分化和综合的矛盾运动形成的否定之否定规律, 可以断言, 科学上“分久必合”是自然科学发展的基本规律。在这种规律下形成和发展起来的多领域研究模式, 就是通过多学科的交叉和综合、多领域的渗透和融合, 用系统论的观点, 从总体上动态地考察科学认识过程, 把握事物之间、学科之间、领域之间的相互关系, 从整体上达到系统的科学认识。

在古代, 由于生产力水平低下, 加上神学的束缚, 使科学认识虽然只停留在零散的、简单的思辨性猜测上, 但在古代科学文明的进程中, 也出现了不少在多领域研究中取得成就的杰出人物。如亚里士多德、阿基米德、泰勒斯、沈括、张衡、徐光启等, 他们通过多领域研究的方法和获得的成果, 使人类早期的科学认识就带有粗浅整体化的痕迹。

近代的科学认识和方法是与近代机械论的自然观分不开的。著名学者培根在他划时代著作《新

工具》中,首先提出了认识自然的根本途径——人与自然界直接相接触的实验方法。科学家伽利略则第一个系统地把实验方法和数学方法运用到物体运动问题研究中,为经典力学的建立奠定了坚实基础。牛顿,一个在多个领域研究中均有建树的近代杰出科学家,在其不朽巨著《自然哲学的数学原理》中总结了哥白尼、伽利略和开普勒等人的成就,以三大运动定律和万有引力定律把天体运动和地球上物体的运动统一起来,在科学史上第一次描绘出一幅完整的机械自然观。牛顿正是通过多领域的研究取得了机械自然观这一科学成就。它长期以来被公认为“一直是理论科学领域中每个工作者的纲领”,在将近 200 年中指导着人类科学认识向系统化方向发展。

19 世纪末以来,人类的科学认识跃进到一个崭新的阶段。这主要反映在学科领域间的交叉渗透越来越频繁而带来的科学新成果不断涌现,使人类科学认识不仅向更深更广度发展,而且继续向系统化和整体化迈进。如数理逻辑学科的产生,不仅把两门最基础的学科(数学和形式逻辑)紧密地结合起来,而且把数学的定理和理论的证明从个体的、分散的研究变成整体的、系统的研究,这就为科学的整体化创造了必要的条件。又如新建立的相对论,使得人类对物质运动的认识从低速运动的领域进入到高速运动的领域,把我们对物质运动的认识从宏观的领域带到宇观的领域。新建立的量子力学,把人类对物质运动的认识从宏观的领域深入到微观的领域。新建立的分子生物学,把生命现象的物质基础的研究,从细胞领域深入到分子领域,大大地加深了我们对生命本质的认识。特别是系统科学的建立和发展,突破了传统的科学认识和方法的局限,产生了现代的科学认识和方法。其重要特征就是认为:自然界是统一的,无论无机界和有机界都统一于物质;自然界是系统的整体,即各种物体相互联系的总体;自然界是无限的,而且它无限地存在着。它要求如实地把研究对象当作一个系统来考察,从系统的整体与部分之间,系统的各部分之间,系统与环境之间的相互联系、相互制约和相互作用中解决科学提出的问题,用整体的和动态的观点求得最佳解答。

从上述科学发展的每一个历程中,我们清楚地看到,多领域研究对人类科学认识的进步起着极大的促进作用。这是因为多领域研究能打破学科间或领域间的限制,突破条条框框和陈规旧律,促进多种信息和思想的相互交流、交叉、融合,使思维处在激活状态,从中产生新的思想火花。在科研活动中,倘若你把某学科领域的科学思想仅局限在本领域,其作用显然是有限的;倘若你将它与其他领域的科学思想进行碰撞,往往可能激发出耀眼的火花,拓展出新的科学认识和方法。这就是多领域研究中的“ $1+1>2$ ”的创新功能。

从思维科学的角度来看,多领域研究时,由于信息多思维开阔,人们常能在思想堵塞时,将头脑中多领域的知识单元或方法单元联结起来,达到疏通思想的作用。从思维方式上,多领域研究不仅要求研究者积极接收其它领域信息,在信息系统中达到转换思路的目的;而且要求研究者要努力摆脱定

势的、僵化的、受条件限制的思考,进而产生思维的突变。所以,多领域研究可以使多领域的信息和情报互通有无,只有互通有无才能集思广益、触类旁通、相得益彰,达到思想互补、方法互补的作用,从而缩短认识周期、获得全面客观的认识。多领域研究是科学认识向系统化、整体化发展的有效途径。

## 2. 是促进新兴学科诞生的“催化剂”

随着科技发展的高度分化与高度综合,出现了许多边缘、交叉、综合等新兴学科,这些学科的产生,大多是跨学科、多领域研究的成果。比如把物理学与化学交叉研究,采用物理的手段和方法研究化学领域问题,就形成了物理化学新学科;将物理学与生物学交叉研究,又诞生了生物物理学;把技术科学与美学结合起来研究,产生了技术美学,等等。实际上,物质的各种存在形式和各种运动形式之间普遍存在着联系,随着科学的发展,这种联系必然要反映出来,于是不同学科之间互相渗透、多领域协同作战的要求也愈加强烈。特别是 20 世纪以来,科学技术已深入发展到研究宇宙间物质的基本组元,探索它们之间的基本相互作用和它们的基本规律,这就促使各门科学技术相互交叉渗透,从而产生出一系列交叉学科,如分子生物学、射电天文学、生物化学、材料物理、海洋生物、大气物理等等。这些都是科技发展中的第一代交叉科学——两门学科的交叉渗透。然而,随着自然科学的蓬勃发展,多领域、多门学科之间的相互渗透、相互交叉更加强烈,使自然科学趋于整体化。这种趋势要求就促使现代科技研究要在更大跨度上开展多学科多领域研究活动,由此出现了一大批代表现代高技术的综合学科,如信息科学、环境科学、能源科学、航天科学。这些新科学的产生都更加明显地表现了科学技术整体化的特点。

在现代科学高度分化又高度综合的有机统一之中,综合是居于主导地位的,它一方面在学科领域之间不断产生新兴学科,另一方面又深刻揭示出物质世界和各门学科间的相互联系、相互转化的丰富内容。如 20 世纪 60 年代,系统论、控制论和信息论的诞生和发展正是科学横向整体化的具体表现。譬如控制论就是综合了自动控制、电子技术、无线电通信、生物学、数理逻辑、心理学、计算机技术等多方面理论和技术成果,是众多学科相互交叉、彼此渗透的产物。而且上述“三论”已广泛应用于物理学、化学、生物学、经济管理等等各个学科领域,并取得了很大的成功。“三论”的成功发展给人们以极大的启发,科学家们在“老三论”的基础上进一步探索,又创立出耗散结构、协同学、突变论的“新三论”,“新三论”也是多学科渗透发展而来的。现在,“新三论”也已广泛应用于激光学、电子学、天文学、气象学、化学、生物学、人口流动、神经网络、社会经济和语言学等方面,并取得很大的效益。目前,科学家们又在进一步探索研究“新新三论”,它的出发点是从更广的视野里,进行多学科多领域的协同作战,为未来科学发展提供更新的交叉科学和研究方法。如著名科学家、诺贝尔奖获得者伊·普里高津的《从混沌到有序》是近几十年来又一个多领域研究的新成果。他总结了 300 年来近代自然科学发展的历史,把科学的演变放在一定的文化背景中加以

考查,指出应当把自然科学、人文科学、社会科学结合起来,在一个更高的基础上建立人与自然的新的联盟,形成一种新的科学观和自然观。美国著名未来学家托夫勒在《科学和变化》一文中曾说到,这些思想可能代表了下一次科学革命。

从上可见,多领域研究使学科交叉、渗透,大大增强了学科的繁衍能力。数学与自然科学、人文与社会科学及技术科学在知识的渗透、学科的交叉、门类的杂交中,犹如一张正在编织的大网,走向科学整体。可以这样说,多领域研究是促进学科交叉、发挥综合优势的必要条件。通常情况下,一个学科往往与多个学科发生联系,因而学科之间不仅有链状关系,而且还有网状关系,即形成学科生物网。学科生物网的形成可以大大丰富学科的生长点,增强学科之间的共生效应。比如,多领域、多学科的研究成果之一——计算机的出现,使线性代数和离散数学备受瞩目;计算机的微型化又使微电子技术迅猛发展,进而推动一系列物理学科和微加工技术的勃兴。多个学科生物环和生物网可以构成学科森林和学科的生态环境;内含生物圈越多的学科森林,其生态环境越优,所含学科的发展机会越多、发展速度越快。因此,建立多领域研究的优化模式,是促进新学科诞生的催化剂,是促进科技整体发展的动力所在。

### 3. 是发展科技新成果的加速器

科技史表明,科研中的许多创新成果,往往是在多领域研究之中取得的。牛顿在他的多领域研究的过程中,运用自如地借用相关学科的方法、原理和概念解决了当时科学上的许多重大问题。原子核物理学家卢瑟福,在他著作中曾一再提到生物进化论、无机物演化论、元素发生论、物质的电子结构理论对他研究放射性元素的衰变过程有着重要的影响,特别是在开创性研究中起了关键性的作用。“二战”后,卡文迪许实验室决定将实验室原有的科研积累加以发展,把X光物理学、晶体结构分析技术、生物学综合起来研究;把物理学、雷达技术、天文学综合起来研究,使一个原来以核物理为主要研究方向的世界知名实验室,扩展出利用物理学研究出的成果和仪器、物理学家的思维方法来从事天文和生物研究,经过几年努力,该实验室作出了战后最伟大的科学发现——基因双螺旋结构和发明出划时代的射电望远镜,并开辟出分子生物学和射电天文学等崭新的领域。

据有关资料统计,诺贝尔科学奖(包括物理学、化学、生理学与医学)颁发百年中有332项研究成果入选和467名科学家获得此殊荣。从科学家个人研究情况来看,几乎所有获奖科学家的研究领域均跨分支学科,其中还有近1/3的科学家跨学科研究,约有2/3的科学家是与他人合作完成研究的。从获奖成果项目来看,每25年中合作研究获奖项目数占项目数的百分比统计情况见下表1。

从表1不难看出,合作获奖项目占总项目数的百分比在逐步增加,说明随着时代的发展,科研发展的趋势越来越要求多领域、多学科的合作。其实,任何一项重大科研成果的取得,都离不开科学家之间的相互合作和支持。

可见,多领域研究对科技创新的作用是极大

表1 诺贝尔科学奖百年来每25年合作研究获奖项目数占总获奖项目的百分比

| 颁奖时期                       | 1901~1925年<br>(第一个25年) | 1926~1950年<br>(第二个25年) | 1951~1975年<br>(第三个25年) | 1976~2000年<br>(第四个25年) |
|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 获奖项目总数                     | 69                     | 74                     | 95                     | 94                     |
| 合作研究<br>获奖项目数              | 28                     | 48                     | 75                     | 89                     |
| 合作研究获奖<br>项目数占总项<br>目数的百分比 | 41                     | 65                     | 79                     | 95                     |

的。因为多领域研究能把各种观点,甚至是相互对立的学说都兼收并蓄,把那些杂陈并立的各家之说置于多维的参照系之中,并以此为基础进行比较、交叉、融合式的研究,提出创新的观点或获得新的成果,从而有效地开拓各学科的边缘地带。然而,开拓边缘地带需要多学科、多领域的知识,而那些仅精通一个领域的研究者是难有作为的,只有熟悉多领域知识,或与不同领域科研者进行合作交流,才能实现知识互补、开拓边缘地带。正如控制论创始人维纳所说:“到科学地图上的这些空白地区去做适当的查勘工作只能由这样一群科学家来担任,他们每人都是自己领域中的专家,但是每人对他们邻近的领域都有十分正确和熟练的知识。”我国著名科学家周光召也曾说道:产生重大科学发现是有一定困难的,因为重大的科学发现,一般是在学科交叉的生长点上出现。它不是按照常规计划,在可预见结果的情况下进行实验和逻辑推理能够得到的。计划只能在原有科学原理框架内制订,科学家个人又受到知识面狭窄和学科传统观念的限制,多数人很难有观念上的突破。所以,拓宽科研者的知识面、加强科研合作、进行多领域研究,对科学创新和发现是有重要意义的。

随着21世纪“大科学”时代的到来,无论是从科技发展的趋势,还是从研究所需要的资源等诸方面,更需要进行多领域研究。即使是号称21世纪领头学科的生命科学和信息科学的发展也急需数学、物理、材料等领域的支持。如,基因信息的解释和编码的破译需要数学和理论物理的帮助;信息科学的基础——微电子学的发展不得不依赖物理研究的突破,尤其是当前炙手可热的量子信息,首先要解决的是量子态的纠缠等物理问题。又如,1993年底日本科学家共同提出7个挑战性的课题,称为21世纪“科学七谜”:花和蝶;生和死;心和身;左和右;阴和阳;虚和实;男和女。有人评说这“科学七谜”的提出,抓住了当今科学诸多难题中的主要题目,具有高度的综合性和概括性,每个谜都涉及多学科的广泛领域。如花和蝶之谜,探索的是生物共同进化规律,涉及生物化学、化学生态等学科。所以,科技研究的重大问题突破、自然界中的科学之谜的解开等,都离不开多领域研究,多领域研究是发展科学技术的加速器。

### 4. 是造就“复合型”创新人才的孵化器

著名科学家贝弗里奇说:“凡有重要的独创性贡献的科学家,常常是兴趣广泛的人。”兴趣广泛,才有可能接收广博的信息,才有机会受到更多的偶然事件的启示,并在启发中获得创新灵感。其实,学史上不乏有许多由于兴趣广泛,而进行多个领域研

究的科学家，他们不仅在多领域研究中有所创新，而且在多领域研究过程中逐步成长为“复合型”的创新人才。如现代遗传学家孟德尔“先为物理学家后为生物学家，受到良好的物理教育。曾任维也纳大学物理研究所的实验员，他研究遗传学的明显特点是大部分研究方法和一些观点来自物理学。”在他的成功中起决定性作用的是他在物理学上的训练像在生物学上一样透彻，虽然他的概念（如人口、进化论）来自生物学，可是他的大部分方法论却来自物理学。可以说，孟德尔是一位兼具生物学家和物理学家风格的“复合型”科学家。

孟德尔的成长和成功，显然离不开他涉及过多领域的教育和研究。事实上，类似孟德尔式的科学家大有人在。下面是 10 个大物理学家的重大科学成就和所涉及研究范围的统计分析。

表 2 10 个大物理学家的重大科学成就和研究领域统计

| 人名   | 称谓                    | 曾涉及的科学或技术研究领域                        | 主要重大成就                        |
|------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 阿基米德 | 古代物理学家<br>古代数学家       | 力学、数学、机械学、天文学                        | 发现浮力定律、杠杆原理等                  |
| 伽利略  | 实验物理学家<br>天文学家<br>哲学家 | 经典力学、实验物理学、天文学、数学、哲学                 | 开创实验物理学，发现惯性定律、合力定律、伽利略相对性原理等 |
| 牛顿   | 物理学家<br>数学家<br>天文学家   | 力学、光学、数学、热学、天文学、哲学                   | 发现牛顿三大运动定律、万有引力定律等            |
| 法拉第  | 实验物理学家<br>化学家         | 电学、磁学、实验电磁学、光学、化学、冶金学                | 发现电磁感应现象、磁致旋光效应等              |
| 麦克斯韦 | 物理学家<br>数学家           | 电磁学、电动力学、数学统计学、分子物理学、天文学             | 建立电磁场理论，预言电磁波存在等              |
| 居里夫人 | 物理学家<br>化学家           | 放射性物理学、化学、物理与化学实验技术                  | 镭、钋等放射性元素的发现，放射性物质研究          |
| 卢瑟福  | 物理学家<br>化学家           | 放射性物理学、原子与原子核物理学、化学、生物学              | 放射性元素的蜕变理论、人工核嬗变等发现           |
| 爱因斯坦 | 物理学家<br>哲学家           | 理论物理学、相对论理论、核物理学、哲学、天文学、音乐           | 建立相对论理论、发现光电效应规律等             |
| 玻尔   | 物理学家                  | 原子与原子核物理、量子力学、铀裂变力学、金属电子论            | 原子结构与原子辐射、量子力学创始人之一           |
| 费米   | 物理学家                  | 原子与原子核物理、核裂变、核反应堆理论研究、原子能开发技术、天体物理学等 | 发现热中子扩散理论、建立第一个原子核反应堆等        |

从上表不难看出，科研中取得巨大成就的 10 大物理学家在他们追求科学的过程中，均都涉及过多个领域的研究。其实，其他学科领域也一样。譬如，生理学杰出代表巴甫洛夫在血液循环、消化系统、神经系统、营养机能等生理学问题上作过一系列研究，之后又进入医学领域，从神经生理学过渡到精神病学的研究；被誉为当代国际学术界博学家 A. 西蒙院士，是一位多学科大师、心理学家、计

算机科学家、经济学家、1978 年诺贝尔经济学奖获得者，他的研究工作涉及经济学、政治学、管理学、社会学、心理学、运筹学、计算机科学等众多领域，并做出了创造性贡献。

可见，凡在科研中取得辉煌成就的科学家，大多是知识面广泛、涉及研究范围开阔。其实，许多著名科学家在求学成长过程中就已接受过多领域的教育，如，1914 年诺贝尔化学奖获得者理查兹，17 岁从哈佛福特学院获得理科学士学位，1 年后从哈佛大学获得文学学士学位，2 年以后获得哲学博士学位；1928 年诺贝尔物理学奖得主里查逊，18 岁赢得剑桥大学三一学院物理、化学、植物学考试的第一名，21 岁取得剑桥大学文学学士，25 岁获得伦敦大学理学学士和剑桥大学文学硕士，等等，他们从多领域教育获得的知识和能力，为日后的多领域研究成功提供了有力的保证。可以说，多领域教育和多领域研究的开展是有利于高素质创新人才成长的。这是因为多领域的教育和研究能开阔视野，能突破传统学科领域的界限，能博采众长、兼收并蓄各种领域的观点和方法，并在比较、交叉、融合过程中找到新的突破点，从而导致对传统知识体系或学科分类提出新的挑战。而在这一过程中，若科学者没有多领域研究的能力和创新能力，是难以迎接这一挑战的。所以，创造一个良好的多领域教育环境和多领域研究环境有利于创新人才的成长，它是造就“复合型”创新人才的孵化器。

### 三、思考

从以上的探讨可见，多领域研究模式在科技活动中历来是有巨大的创新功能的，而且随着现代科技的整体发展要求，这种多领域研究的作用更加重要且日益占据了主导地位。根据当前科技研究的实际情况，笔者提出几点思考。

1. 多领域研究或学科的交叉研究，作为科学发展史上的一个现象，其研究的模式、规律及对科技发展的创新作用等，是值得深入探讨的。虽然这种多领域研究方法从古代到近代的各个发展历程中的重视程度不同，但几乎所有多领域研究行为都是自发的，这与当时的科学技术发展整体水平及规模有关、与人类的科学认识水平有关、与当时的经济建设和社会发展所提出的问题特征有关。当科学技术发展进入到当今的“大科学”时代，多领域的相互渗透现象、多学科的交叉融合现象越来越明显。人类的现代认识水平，现代科技的整体发展要求，社会大体系发展的要求，都需要我们加强现代科技的多学科交叉研究、多领域渗透研究。但是，我国科技界对学科交叉研究、多领域研究问题的认识存在着明显的不足。一方面，由于知识的偏狭和长期作坊式的工作氛围，有些科学家不了解新的生长点可能已在其他学科与自己所属学科交叉的空白点上出现，尤其是不能接受非本领域科学家提出的新法新见；另一方面，由于总体资源与需求之间的差距，进一步强化了学科领域保护主义的立场。尽管国家自然科学基金已经将学科交叉作为一类重要的基金类型给予特殊的支持，但是在当前学科分布不完全

合理、学科内容重复设置的情况下,真正具有较大跨度的学科交叉项目还是不易得到资助,而本来在不同学科都能获得资助的研究课题却成了自然科学基金资助交叉项目的“主旋律”。为此,我们科技界、科技管理部门不仅要在意识上高度重视,更要从政策、管理上提出有效的促进多领域研究的办法;应加快学科结构的调整,使学科分布更加合理,大力鼓励科技研究者开展多领域研究,提倡多学科交叉研究;要人为地为科技研究者创造良好的多领域研究条件和环境,激励他们开阔视野、拓宽新的研究领域,积极开展多领域研究,以推动现代科技的蓬勃发展。

2. 物理学家 V. L. Ginzburg 在 1990 年《Physics Today》第五期中写到:“当今不少年青的物理工作者,甚至是极有天才的那些人,经常只有狭窄的知识面,他们对某些复杂的领域(如量子场论)了如指掌,甚至连精微细节也十分熟悉;但是,如果你问他们超导电性或铁电性的本质是什么,那么你多半是得不到回答的。”其实,这一现象在我国的各种学科领域里都存在,势必给现代科学技术的整体发展和创新人才的成长带来潜在的危机。因为 20 世纪以来,科学发展就已呈现出学科高度综合、交叉的发展趋势,毫无疑问这一趋势仍将不断加强。为此,许多发达国家都十分重视多领域、多学科的教育和研究。美国曾对 1 300 多位科学家进行 5 年时间的跟踪调查,发现有成就的科学家很少是仅仅精通一门专业的“专才”,而是以博才取胜的。所以,美国的大学和研究生教育中,极力提倡开展多领域教育,使不少高科技人才都持有多学科、多专业的文凭。比利时科教界认为,大学应培养能看到最不同学科领域间的相互关系的人,而这种人又应是兼通文化科学和自然科学的内行。法国科学界认为,要培养不受学科的历史界限束缚的人。因此,我们的教育应尽快打破过去传统的狭窄的专业教育模式,给教育以宽松的政策,鼓励发展多学科、多领域的交叉教

(上接第 12 页)

育,为培养和造就“复合型”的高素质创新人才,营造一个良好的多领域、多学科的教育环境。

3. 在科学技术水平和成果的评价方面,我国仍然存在着严重狭隘的专业学科思想,专业、领域界限划分得非常清楚。比如,在各专业评价条件中明确要求,只有在本专业领域里取得的科技成果才能有效,而其他专业领域里的成果无效或只作参考。再如,在“评定教授职务必备条件”中就规定:“任现职以来,在省级以上刊物发表本专业学术论文 8 篇以上,其中有 4 篇在国内中文核心期刊上发表……”此规定中过于强调本专业性成果,势必会影响到科研者开展跨学科、多领域研究的积极性,是极不利于科学的发展和多领域研究开展的。因此,我们应树立现代多学科、多领域研究的评价观念,建立系统的、科学的多领域研究成果的评价标准,以激励科研工作者积极开展多领域研究。此外,传统观念中那种重视专家(指在某一特定领域或学科子类中进行研究的科技研究者)轻视“杂家”(指那些在多领域开展研究的科技工作者)的思想也是不可取的。今后,我们应一方面拓宽“专家”的内涵和外延,另一方面应把“杂家”视为“复合型”专家,为开展多领域研究创造一个良好的氛围。

#### 主要参考文献

- [1] 周光召. 历史的启迪和重大科学发现产生的条件. 科技导报, 2000(1)
- [2] 杨永福等. 科技发展中的学科交叉研究史例探析. 自然辩证法研究, 1999(4)
- [3] 宁振峰. 当代科学技术活动的若干特征. 科技导报, 1998(5)
- [4] 赵鹏等. 多领域研究是当代科学活动的重要特征. 人大复印资料, 科学技术哲学, 2000(9)
- [5] 王恒等. 诺贝尔科学奖百年百人(1.2.3 册). 中国城市出版社, 2000
- [6] 贝弗里奇. 发现的种子. 科学出版社, 1987
- [7] 睦平. 关于基础科学与基础科学人才培养的思考. 中国科技论坛, 2001(3) (责任编辑 王宏章)

育,为培养和造就“复合型”的高素质创新人才,营造一个良好的多领域、多学科的教育环境。

3. 重点突破,“有所为、有所不为” 我国生物技术研究也应有重点地选择突破方向,形成创新技术;同时参与技术研究的国际合作,实现技术优势互补,提高产品的竞争力。应追踪现代生物技术的前沿,对已有技术成果进行清理,选择具有应用前景的生物技术成果进行整合,以形成竞争优势。

4. 加强政府的政策引导和扶植 政府应加大对基础研究的投入力度,并使有限的科研基金起到催化剂的作用,引导生物技术研究的发展;加快技术交易市场的建立和完善,为科技成果的转让提供条件;对于生物高新技术企业给予融资便利和税收优惠,为优秀的技术成果转化提供资助。(责任编辑 肖庆山)