

文章编号: 2095-1663(2013)04-0067-05

以学科交叉引领高校学科建设

——以中国科学技术大学为例

程妍¹ 裴旭²

(1. 安徽大学马克思主义研究院, 安徽 合肥 230052; 2. 中国科学技术大学研究生院, 安徽 合肥 230026)

摘要:在阐明学科交叉内涵的基础上,以中国科学技术大学为例,剖析该校学科交叉的特色,并详细分析火灾科学这一典型的交叉学科的成长过程,以期与研究型大学的新兴学科培育及学科建设提供有益的借鉴。

关键词:学科;学科交叉;学科建设;研究型大学

中图分类号: G640

文献标识码: A

现代科学的发展趋势是高度分化基础上的综合,当代科学技术越来越呈现出多学科相互交叉渗透以及系统化、整体化的发展态势,学科交叉在推动传统学科发展的同时,已经成为提高科研原创力的重要途径。作为科学研究的前沿阵地,研究型大学是影响科学技术发展的重要力量,学科是大学的基本构建单元,学科建设是研究型大学的核心和根本,学科交叉是学科建设的重要内容。促进学科交叉对于培育新兴学科、完善学科结构、提升研究型大学的科研原创力具有重要意义。本文以中国科学技术大学为例,剖析该校学科交叉的特色、成果、阻碍,这对于寻找新的学科生长点,提升学科建设水平具有重要的参考意义。

一、学科交叉概述

所谓学科,是指按照学术的性质而分成的科学门类,如自然科学中的物理学,社会科学中的语言学

等。托马斯·库恩从科学整体性的视角,把有无范式——即从事同一个特殊领域的研究学者们所持有的共同的信念、传统、理论和方法,作为一门学科的形成标准。现代科学历经几个世纪的发展,已经形成分门别类的精细知识,学科的数量呈现几何级的增长,学科体系已经完备。

学科的过分专门化带来一个问题,就是科学研究的领域日益狭小,科学进步的步伐明显放慢,于是各个学科边缘地带的学科交叉应运而生。学科交叉一词源于 interdisciplinary,直译为“交叉学科(的)”或“学科交叉(的)”。最初,这个术语只是教育界在定义那些跨越明确、经典的学科领域时用的术语,随后在一些新的研究领域如地理物理学、精神病学等领域开始运用。学科交叉的因素包含学者、学生和老师,在研究单一学科的知识和方法无法解决的复杂性问题的过程中,他们致力于把某些特定的学科、专业和技术融为一体。例如,一些自然科学领域的研究课题,却要涉及许多社会问题;而一些本来是社

收稿日期:2013-02-26

作者简介:程妍(1975—),女,安徽六安人,安徽大学马克思主义研究院讲师,博士。

裴旭(1969—),男,安徽长丰人,中国科学技术大学研究生院综合信息办公室主任,副研究员。

基金项目:本文系安徽省教育厅人文社会科学一般项目(编号:SK2012B050)、安徽大学文科青年基金项目“研究型大学建设——跨学科研究的视角”(编号:02303304)和安徽大学博士科研启动经费项目(编号:33190015)的阶段性成果。

学科之间的交叉融合不仅能够改进传统学科的发展模式,为传统学科拓展新的发展空间,同时还能培育并加速形成新学科,学科交叉的广度和深度已经成为影响高校科研创新能力发展的一个重要因素。作为科学研究的前沿阵地,研究型大学在科技发展中发挥着越来越大的作用。一般来说,研究型大学学科门类较为齐全,具有较大的学科综合优势和交叉渗透潜力,促进学科交叉是研究型大学发展战略规划的重要目标之一,可以说整体化、系统化和交叉化已经成为当前研究型大学学科建设的主流趋势。许多高校为推动学科交叉融合大力搭建平台,推出一系列的激励措施,衍生了一批原创性的科研成果和新兴的交叉学科。

中国科学技术大学是中国科学院所属的一所以科学和高新技术为主、兼有特色管理和人文学综合性大学,该校的办学目标定位于“质量优、特色鲜明、规模适度、结构合理的一流研究型大学”。^[2]近六十年的发展中,学校致力于科学前沿探索、高新技术创新,同时注重发展人文社科及管理科学,凸显研究型大学的特色和优势。学校的学科交叉主要体现在三个层面,首先是一级学科间的交叉,其次是二级学科内部的交叉,最后是一级学科与二级学科之间的立体交叉。在这种大跨度、多维立体学科交叉态势下,不同学科、领域的研究理论、方法、工具等不断地相互渗透融合,形成了多学科的交叉优势和学科交叉的良好传统与氛围,学院、系、研究所学科交叉特色鲜明,培育了一大批独具特色的交叉学科专业,如量子信息科学、纳米科学、生物医学等。

系和各个交叉学科专业,系的科学研究主要在交叉域中进行,如材料科学与工程系的研究主要是材料科学、化学工程与技术科学交叉域;当然,其具体的科研方法还会借鉴其他学科,如物理和化学等。具体如图1所示:

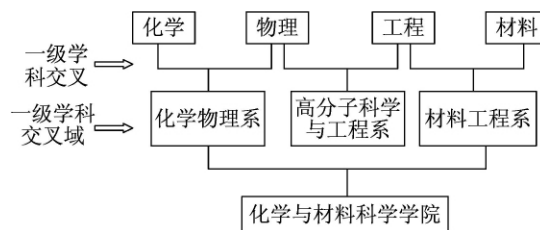


图 1 中国科技大学化学与材料科学学院专业构成图

除了一级学科的交叉外,二级学科内部的交叉也非常普遍,例如分子生物学与细胞生物学系、神经生物学与生物物理学系等就是典型的二级学科交叉系。以神经生物学与生物物理学系为例,该系是由二级学科遗传学、生物化学、神经生物学、生物物理学、结构生物学、生物信息学交叉融合形成的。学科交叉分布在二级学科内部,此时系的科学研究往往不是以交叉域为主,而是以研究方法与理论间的相互转移为主,这与一级学科的交叉是有区别的。见图 2。

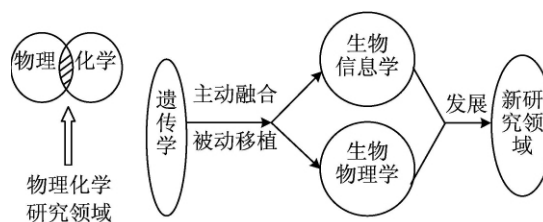


图 2 二级学科交叉示意图

在中国科大,除了一级学科、二级学科内部的交叉外,最有特色的就是一级、二级学科之间的大跨度立体交叉,最能体现这种学科交叉特色的是在全国影响较大的八个实验室,如微尺度物质科学国家实验室、量子信息重点实验室、火灾科学国家重点实验室、极地环境研究室等。这八个实验室的创新性研究领域都是由一级、二级学科之间的立体交叉形成的。以国家重点实验室——火灾实验室的火灾数值的模拟研究领域为例,该领域就是燃烧学、传热学、工程热力学等二级学科与一级学科计算机科学和数学的大跨度交叉的结晶;极地环境研究室关于南极企鹅粪土的创新性研究也体现了这种不同层级学科交叉的特点,这一研究领域既涉及到基础地质学、环

境地质学、遥感地质等二级学科的交叉,也涉及到这些二级学科与物理、化学、生态学和工程技术等一级学科的交叉。

学科交叉是所涉学科群内部动力与环境外力共同作用的结果^[3],其内部各个学科要素之间的自主协调构成了学科交叉的内在动力,环境外力是来自高校的中介管理推动,它促成了不同学科在知识形态及其相应的组织体系方面建立联系并发生交叉融合。这个推动力在中国科大的学科建设上表现得尤为突出。近年来,中国科大切实把学科交叉提升到学校战略规划的重中之重。学校根据自身的特点及学科发展规律,调整了现有的学科组织结构,优化资源配置,有效实施、科学规划,大力激发学科交叉的自主动力,积极探索学科交叉的规律与路径,努力提供学科交叉系统存在与演化的必要条件和土壤。聚焦于学科交叉的学科建设策略让学校近年收获了一系列的原创性科研成果。例如近年来学校在量子信息、单分子科学、高温超导、纳米科学、地球环境、生命与健康等前沿交叉领域取得了一批具有世界水平的科研成果,相关成果先后入选由两院院士评选的“中国十大科技进展”10次,入选世界科技进展1次,国际物理学重大进展2次,《Science》评选的年度十大科学进展1次,量子信息、铁基超导成为国家“十一五”科技成就展基础研究代表成果(共3项)。^[4]这些学科交叉的原始性创新成果的获得,都与学校大力搭建学科交叉平台、把握学科交叉策略密不可分。

三、案例分析——从火灾科学的成长看交叉学科发展的关键要素

推动学科交叉是完善学科结构、培育新兴学科的最直接有效的途径。交叉学科往往在其研究领域上比较新颖,更容易出原创性成果,但失败的风险也更大,因此在学科的发展和生存上相对传统的学科更加艰难,如从火灾研究到形成火灾科学这一典型的交叉学科,这一过程就体现出交叉学科成长的艰难。为了进一步说明一门新兴交叉学科的发展受哪些因素影响,下面以火灾科学为例进行具体分析。

1. 国际上交叉学科发展成熟是国内研究的基础

火灾科学是随着现代科技的发展而出现的一个交叉研究新领域。20世纪以来,与火灾科学相关的基础学科理论特别是燃烧学、系统安全科学、科学计

算技术、信息技术和宏观、非线性动力学以及小尺度动态测量技术的日臻完善,为从不同的学科视角研究复杂的火灾现象搭建了多学科的平台,为多学科交叉研究火灾过程提供了必要条件。

上个世纪70年代初期,美国哈佛大学的埃蒙斯(H. W. Emmons)教授将质量守恒、能量守恒、动量守恒和化学反应原理创新性地运用到建筑火灾的研究上,开创了火灾科学学科交叉研究的先河。随后,美、日、俄、英等发达国家相继展开了此领域的研究,实现了从单纯着眼于火灾扑救到探讨“火灾科学”的跨学科研究思维的转变,并相继建立了从事火灾科学研究的专业机构。1985年在美国华盛顿召开的第一届国际火灾科学大会,标志着火灾科学的诞生。^[5]火灾科学横跨自然科学、工程技术科学和人文社会科学三大基础领域,它的学科交叉性是火灾现象复杂性的具体体现。作为一个新兴的交叉科学研究领域,火灾科学强调多学科背景下协作的学科交叉研究。国际上火灾科学研究的发展及日臻完善也为我国火灾科学的研究提供了学习的平台和学科交叉研究的方法论指导。

2. 组成T型研究团队是国内开展学科交叉研究的前提条件

T型研究团队是针对“一”、“|”两种不同知识背景的研究主体而言的。“一”型研究主体要对国际上新兴交叉学科有一个广博的了解,能成为国内此领域研究的领军人物。火灾科学国内领军人物无疑是中国科学技术大学的范维澄院士,早在1979年12月至1982年4月,范院士就在英国接触到火灾科学这门新兴的交叉学科,系统地研究了燃烧过程的数学物理模型和计算机模拟,对火灾科学研究前沿有了比较全面的了解。“|”型研究主体是指从与火灾科学相关联的研究领域转入到这一交叉领域的研究人员,他们拥有相关专业艰深的背景知识,但是对此类新兴交叉学科的了解不是很深入。火灾科学当初在国内开展研究时,就有王清安、程晓舫、黄东林等一批工程技术、工程热物理、计算机化学、热力学等专业的“|”型人才聚集到范院士身边,组建了一个“T”型研究团队。依托中国科大的学术平台,相继招收了部分本科生和研究生开展火灾科学的研究。“T”型团队以火灾燃烧过程的计算机模拟为切入口,在我国率先开拓了火灾安全科学与工程交叉研究领域,并提出组建火灾科学国家重点实验室的整体构思和设计方案。

3. 抓住发展机遇、引起高度关注是新兴交叉学科发展的必要条件

火灾科学在中国的发展并非一帆风顺。虽然范院士和他的团队在上个世纪 80 年代初期就已经开始进行火灾科学的研究,但很长时间并没有受到重视,直到 1987 年 5 月的大兴安岭森林火灾改变了这个被动的状况。

1987 年的大兴安岭森林火灾损失之惨重震惊了中外,也使范院士敏锐地意识到,对中国的火灾科学发展而言这是个难得的机遇。当时范院士在多个场合指出我国火灾形势的严峻现状和科研力量的薄弱,大力呼吁要从国家层面高度重视火灾科学的研究,要着重加强基础理论研究,并提出建立国家火灾研究中心的构想。从火灾科学的基本原理入手,运用多学科的方法来对火灾现象开展系统、全面的科学研究,从而有效地提升中国的火灾预防及控制能力。呼吁得到了中央和中科院的高度重视,国家部委的项目资助资金和世行的贷款相继到位,火灾科学国家重点实验室正式投入建设,1995 建成顺利通过国家验收,并获得了世行专家评估组的好评,同时实验室也进入一个相对高速的发展时期。^[6]正是范院士和他的团队牢牢把握住了大兴安岭火灾的机遇,才使中国的火灾科学研究走上了可持续发展的轨道。

4. 坚持学术自立,构建创新特色是交叉学科健康发展的有益保障

虽然国内的火灾科学研究是在借鉴国外火灾科学发展经验的基础上发展起来的,但是在研究方向的凝练和发展规划上并没有唯西方是瞻,国内最早从事火灾研究的学者们虽然注重学习国外经验,但始终坚持自力更生和学术自立原则,通过不断凝练研究方向,才形成了自己的交叉创新特色。

以火灾科学国家重点实验室的组建为例,范院士首先参观了美国林火科学实验室和火灾研究中心,在详细了解对方研究机构的总体布局和仪器设备的前提下,分析对方主要研究设施的使用情况、优缺点,并结合中国科研实际情况,把改进设想运用到我国火灾科学国家重点实验室的建设方案上。以范院士为代表的中国火灾科学研究的先行者们没有完全照搬国外的模式,坚持学术独立的精神,使得我们的火灾实验室与世界上任何一个火灾研究机构相比,都有自己的专业特色及优势,特别是在热风洞和模拟建筑两个研究方向上更是处于世界领先

水平。^[7]

对于国际火灾研究的热点问题,火灾实验室也不断拓展研究思路,不断尝试从别人没有关注到的学科视角切入,拓展学科交叉的路径,实现高层次的学术创新。以近年国际建筑火灾研究的热点——烟气运动的研究为例,国际上已有的区域模型、网络模型不够准确,采用场模拟可提高模拟的准确性,但是场模拟方法又超过了现有和将来可预见的计算机能力。针对这个难点,实验室提出建筑火灾烟气运动的场区模拟方法,以此为基础又提出场区网模拟,在学术界首次使用单一计算程序对独栋高层建筑内火灾烟气运动进行计算机模拟,实现了实验室的创新性突破,目前这种新模型已被国外的火灾研究所采用。^[8]

5. 加强国际学术交流与合作是交叉学科发展的动力

加强国际交流与合作有助于了解当今火灾科学研究的前沿、热点和难点以及最新的研究动向和思路。通过国际合作既能确保国内科研与国外的同步,也能使我们进入国际前沿并提高研究起点,获得国际同行的认可,同时还可以吸纳国际资金以及合作项目,拓展研究范围。基于这种认识,火灾实验室相继与香港理工大学、美国火灾研究中心等国际知名火灾研究机构展开合作,有效地吸收了国外资金,避免了单纯依靠国内科研主管部门纵向拨款的局限,拓宽了科研资金与项目的来源渠道。

除了与国际火灾研究机构的学术合作,实验室还积极参与组建国际学术组织,使得中国的火灾研究在国际火灾学界有了自己的话语权。实验室参与组建了亚澳火灾科研机构,成为该机构首脑论坛的正式成员,范院士连续多年当选国际火灾安全科学学会常务理事、亚澳火灾科学技术学会主席,并成为四个国际火灾科学学报的编委会成员。

积极加强国际学术交流与合作的做法,使得实验室无论是在学科建设和实验室建设,还是在学术研究、人才培养上,都为我国在国际火灾科学的研究领域争得了话语权,同时也为这一交叉学科在国内的健康发展注入了强劲的动力。

6. 高质量、可持续的人才培养是交叉学科发展的根本

任何一门学科的发展都离不开高质量人才的培养,交叉学科也不例外。然而,由于火灾科学在现有高等教育学科目录中的位置与其学科地位不匹配,

其高端人才培养受到了制约。事实上,这也是我国许多交叉学科发展面临的共性问题。火灾科学属于典型的交叉学科,涉及学科众多,在现有的学科分类中无法找到相对应的一级学科位置(目前隶属于一级学科矿业工程下的二级学科安全技术及工程),导致火灾科学虽然科研成果众多,但在学科发展上却无所依附,成为附庸的奴婢。火灾科学的研究领域事实上早已超出工程科学的领域,由于没有相应的学科位置,所以无法实现从本科到硕士、博士的一体化“T”型人才的培养。没有可持续的高质量的人才输给,必将影响整个火灾科学的可持续发展。

因此,要想使火灾科学的可持续发展得到根本性的保证,必须重新确立火灾科学在现有学科专业目录上的位置。由于现行的高等教育学科专业目录中没有交叉学科名正言顺的位置,以至交叉学科长

期被忽视、被边缘化。从深层次上说,要想保证所有交叉学科得到根本性的发展,就必须改变传统的学科分类,在现有的学科体制中设置与传统学科平等地位的交叉学科门类。^[9]使所有的交叉子学科成为交叉学科门类下的一级学科,一级学科下不同的研究领域成为具体的专业(范围大致相当于二级学科)。以火灾科学为例,可以将它归入到交叉学科门类成为一级学科,其不同的研究领域诸如火灾动力学、计算燃烧与计算机模拟仿真、建筑火灾动力学等就成为相应的二级学科。^{[1]26}如果有关方面能在学科划分上作出这样的改变,就能从制度上保证和促进交叉科学的发展,同时,也为名正言顺地培养交叉学科专业人才创造前提条件,这也是推动我国交叉学科可持续健康发展的迫切需要。

参考文献:

- [1] 程妍. 跨学科研究与研究型大学建设[D]. 合肥:中国科学技术大学,2009.
- [2] 科学网. 路甬祥:中科大是新中国自主办高等教育典范. [2008-09-22] <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2008/9/211233.html>.
- [3] 金薇吟. 学科交叉理论与高校交叉学科建设研究[D]. 苏州:苏州大学,2005:5-12.
- [4] 中国科学技术大学网站. 科研特色[EB/OL]. [2013-01-02] http://www.ustc.edu.cn/kxyj/kjys/201109/t20110914_119801.html.
- [5] 程晓舫,王清安,范维澄. 建设新兴学科 培养高层次人才——火灾安全学科建设及研究生培养的探索和实践[J]. 学位与研究生教育,1998,(3):27.
- [6] 火灾科学国家实验室网站. 实验室简介[EB/OL]. [2013-01-27] <http://sklfs.ustc.edu.cn/sysgk/lsg/>.
- [7] 关胜晓,范维澄. 森林火灾旋涡机理初探[J]. 火灾科学,1994,(1):57.
- [8] 范维澄,刘乃安. 火灾安全科学——一个新兴交叉的工程科学领域[J]. 中国工程科学,2001,(1):9.
- [9] 刘仲林,程妍.“交叉学科”学科门类设置研究[J]. 学位与研究生教育,2008,(6):46.

Disciplinary Program Development Led by Interdisciplinary Studies — A Case Study at University of Science and Technology of China

CHENG Yan¹, PEI Xu²

(1. Institute of Marxism, Anhui University, Hefei, Anhui 230052

2. Graduate School, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026)

Abstract: A case study is conducted at the University of Science and Technology of China to investigate the development and features of its interdisciplinary program in fire science. It is hoped that our findings will be helpful to other research universities in their efforts to develop interdisciplinary programs.

Keywords: discipline; interdisciplinary; disciplinary program development; research university