

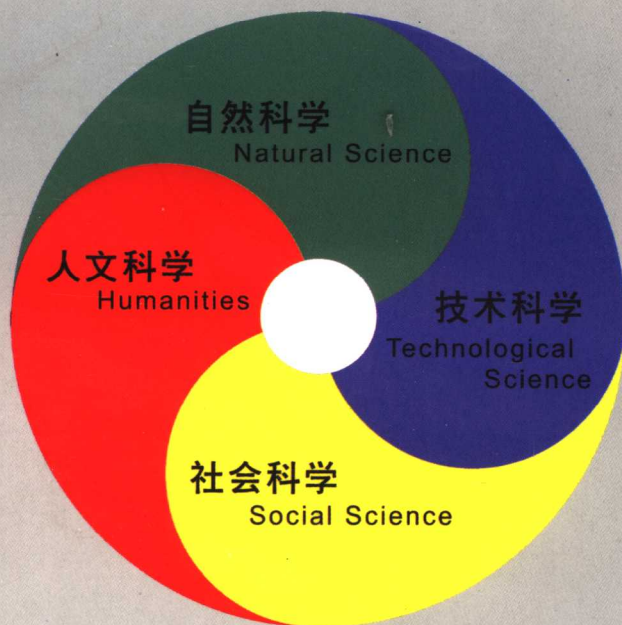
30307

中国交叉科学

(第一卷)

CHINA INTERDISCIPLINARY SCIENCE

刘仲林 主编



中国交叉科学

(第一卷)

刘仲林 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

目前国内学科专业性学术杂志和论文集很多,但专门反映学科交叉,且探讨交叉规律与方法的阵地尚属空白。本书力图从全面和系统的视角反映我国交叉科学领域理论和实践研究的最新成果,包括跨学科科学、跨学科科研、跨学科教育及跨学科哲学等。作者层次高,包括多位两院院士及诺贝尔奖得主。

本书适合科研、教育、管理等各行业、各领域关心学科交叉和跨学科研究的人员和高等院校的师生参考和阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国交叉科学(第一卷)/刘仲林主编. —北京:科学出版社,2006

ISBN 7-03-015611-0

I. 中… II. 刘… III. 科学学-研究-中国 IV. G301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 052975 号

责任编辑:孔国平 王剑虹 / 责任校对:宋玲玲

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:张 放

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年1月第一次印刷 印张:9 1/2 插页:1

印数:1—2 500 字数:216 000

定价:19.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

热烈
热烈
祝贺，中国交叉科学出版

博
观
而
约
取

厚
积
而
薄
发

——苏轼——

李正名

作者简介：李正名(1931~)，上海人，化学家，中国工程院院士，1953年毕业于 Erskine 大学化学系。1956 年南开大学化学系研究生毕业。历任南开大学元素有机化学研究所所长；南开大学元素有机化学国家重点实验室主任等。长期从事有机化学、农药化学领域的科研教学工作，其科研成果曾获国家自然科学二等奖、国家科技进步一等奖。

《中国交叉科学》出版得到国家科技部 2003CCC01200 项目支持,得到中国科学技术大学“科技史与科技文明”创新基地支持,特致谢忱!

目 录

卷首文

- 学科交叉与交叉科学的意义 路甬祥 (1)

寄语与期望

- 学科的交叉融合是科学发展的时代特征 程津培 (4)
回首 20 年 展望新起点 田 夫 (6)
交叉融合:原始创新的源泉 郭传杰 (7)
寄语《中国交叉科学》 吴咸中 (10)

宗旨与方向

- 文理交而学科通 刘仲林 (11)

纪念全国首届交叉科学学术研讨会 20 周年

- 交叉科学:理论和研究的展望 钱学森 (15)
迎接交叉科学的新时代 钱三强 (17)
交叉科学与科学家的社会责任 钱伟长 (18)

文理会通研究

- 科学人文 和而不同 杨叔子 (20)
谈谈自然科学和社会科学的“大交叉” 郝柏林 (26)

交叉科学论坛

- 论交叉科学 李喜先 (32)
论交叉学科与交叉科学 王续琨 陈 悦 (39)
交叉科学研究的对象、性质和方法 王志康 (45)

交叉科学与教育

- 文理交叉与创新型人才 钱令希 (47)
推进科学教育与人文教育的融合 周远清 (50)

中国文化与科学

- 中国文化与科学 钱 穆 (53)
中国文化与科学 杨振宁 (59)

交叉科学方法

- 交叉科学研究方法的重要性 成中英 (67)
只将五字句 用破一生心
——《交叉科学研究方法的重要性》评析 仲 文 (68)
IDR 创新的结构与模式 裴世兰 (72)

新学科新领域巡礼

- 学科交叉的结晶:环境心理学的诞生与启示 罗玲玲 (79)

实验经济学:跨学科研究的新典范	洪 进 汤书昆 (83)
案例分析与研究	
现代科学发展学科聚散共生规律研究	
——以环境科学体系的建构为例	徐 飞 李春景 (90)
学科交叉的动力机制、模式及其意义探讨	
——以生物学与物理学的交叉发展为例	孙启贵 江宏春 (97)
足迹与体会	
纵向积累 横向扩展	王威琪 (102)
从《交叉科学》到《中国交叉科学》	刘仲林 (105)
交叉新天地探索	
“道教生态学”初探	乐爱国 (107)
相对论与文学	张功耀 (115)
国外跨科学研究文萃	
学科与跨学科	黑克豪森 (122)
跨学科学:跨学科研究的科学	巴 姆 (128)
机构与组织	
桑塔费研究所的复杂性研究与跨学科思维	褚建勋 (134)
中国科技促进发展研究中心	宗 言 (137)
交叉科学文献辑览	
近年交叉科学研究文献索引	侯孔发 赵晓春 刘 昱 (139)
英文摘要	(142)
诚挚征稿	(146)

Contents

Foreword

- Significance of Inter-Discipline and Interdisciplinary Science Lu Yong-xiang (1)

Prospects and Hopes

- Interdisciplinarity is the Epoch Characteristic of Scientific Development
..... Cheng Jin - pei (4)
- Twenty-year History Summary and New Expectation Tian Fu (6)
- Interdisciplinarity: the Source for Original Innovation Guo Chuan - jie (7)
- Hope for *China Interdisciplinary Science* Wu Xian-zhong (10)

Tenet and Direction

- Amalgamation and Reconciliation of Humanities and Natural Sciences
..... Liu Zhong-lin (11)

Twentieth Anniversary of the Seminar

- Interdisciplinary Science: Expectation for its Theory and Research Qian Xue-sen (15)
- Greeting the New Era of Interdisciplinary Science Qian San-qiang (17)
- Interdisciplinary Science and Social Responsibility of Scientists Qian Wei-chang (18)

Interdisciplinary Research of Liberal Arts and Science

- Integrity and Difference between Science and Liberal Arts Yang Shu-zi (20)
- Big Interdisciplinarity between Natural Science and Social Science Hao Bai-lin (26)

Interdisciplinary Science Forum

- On Interdisciplinary Science Li Xi-xian (32)
- On Inter-discipline and Interdisciplinary Science Wang Xu-kun Chen-yue (39)
- Target, Property and Method of Interdisciplinary Science Wang Zhi-kang (45)

Interdisciplinary Science and Education

- Interdisciplinarity of Liberal Arts and Science and Innovative Talent Qian Ling-xi (47)
- Promoting the Educational Amalgamation of Science and Humanities
..... Zhou Yuan-qing (50)

Chinese Culture and Science

- Chinese Culture and Science Qian Mu (53)
- Chinese Culture and Science Yang Zhen-ning (59)

Method of Interdisciplinary Science

- Significance of Interdisciplinary Science Methods Cheng Zhong-ying (67)
- Evaluation of Significance of Interdisciplinary Science Methods Zhong Wen (68)
- IDR and Innovative Research of Science and Technology Pei Shi-lan (72)

Overview of New Subjects and Fields

- Revelation and Emergence of Environmental Psychology Luo Ling-ling (79)
 Experimental Economics: an Epitome of Interdisciplinary Studies
 Hong Jin Tang Shu-kun (83)

Case Analysis and Research

- A Research on The Law of Disciplinary Concurrence of Integration and Differentiation
 for the Discipline's Development in Modern Science—a case study of the formulation of
 environmental science system Xu Fei Li Chun-jing (90)
 Exploration of Motivational mechanism, Mode and Implication of Cross-Discipline—Interdisciplinary
 Development Between Biology and Physics
 Sun Qi-gui Jiang Hong-chun (97)

Experience and Reflection

- Vertical Accumulation and Horizontal Development Wang Wei-qi (102)
 From *Interdisciplinary Science* to *China Interdisciplinary Science* Liu Zhong-lin (105)

New Exploration for Interdisciplinarity

- A Preliminary Study on "Taoist Ecology" Le Ai-guo (107)
 The Relativity and Literature Zhang Gong-yao (115)

Foreign Interdisciplinarity

- Discipline and Interdisciplinary Discipline H. Heckhausen (122)
 Interdisciplinology: Science of Interdisciplinary Research Archie J. Bahm (128)

Mechanism and Organization

- Santa Fe Institute and Complexity Research Chu Jian-xun (134)
 National Research Center for Science and Technology for Development Zong Yan (137)

Literature of Interdisciplinary Research

- Bibliography on Interdisciplinary Research
 Hou Kong-fa Zhao Xiao-chun Liu Yu (139)

- Abstracts (142)

卷首文

学科交叉与交叉科学的意义

路甬祥

(中国科学院,北京,100864)

学科交叉是“学科际”或“跨学科”研究活动,其结果导致的知识体系,构成了交叉科学。自然界的各种现象之间本来就是一个相互联系的有机整体,人类社会也是自然界的一部分,因而人类对于自然界的认识所形成的科学知识体系也必然就具有整体化的特征。科学史表明,科学经历了综合、分化、再综合的过程。现代科学则既高度分化又高度综合,而交叉科学则集分化与综合于一体,实现了科学的整体化。

学科交叉点往往就是科学新的生长点、新的科学前沿,这里最有可能产生重大的科学突破,使科学发生革命性的变化。同时,交叉科学是综合性、跨学科的产物,因而有利于解决人类面临的重大复杂的科学问题、社会问题和全球性问题。

在新时期里,中国需要加速发展科学和技术,其中要大力地提倡学科交叉,注重交叉科学的发展。因而,提出并解决交叉科学难题就具有重大意义。

一、科学知识体系具有整体化的本质特征

在古代科学时期,人类只能直观地认识自然界,并将所获得的知识包罗在统一的古代哲学之中。这时,虽然从直观上对自然界的认识是综合性的,但还仅是对现象的描述和对经验的总结,有时还带有浓厚的思辨性和猜测性,因而不可能深刻揭示自然界各种现象之间的相互联系。

在近代科学时期,人类已能对自然界进行系统的观察和比较精确的实验,并初步建立起严密的逻辑体系。科学开始分化,形成了相当精细的专门学科,这与古代科学综合的整体认识相比,确实有了很大的进步。但是,限于人类的认识能力,事实上,这种分化还只是脱离自然界的综合的抽象,不足以真正认识自然现象的全部内在联系。

在现代科学时期,科学的发展把分化与综合紧密地联系起来了,把人为分解开来的各个环节重新整合起来了。正如物理学家、量子论的创始人普朗克所言:“科学是内在的整体,被分解为单独的部门不是取决于事物的本质,而是取决于人类认识能力的局限性。实际上存在着由物理学到化学、通过生物学和人类学到社会科学的链条,这是一个任何一处都不能

作者简介:路甬祥,浙江慈溪人,1964年毕业于浙江大学,1981年获德国亚琛大学工程博士学位。流体传动与控制专家。中国科学院院士,第三世界科学院院士,中国科学院院长。

本文源自路甬祥院士为《21世纪100个交叉科学难题》(李喜先主编,科学出版社,2005)一书作的序言。

被打断的链条。”在 100 多年里,始终勃兴的交叉科学,包括边缘科学、横断科学、综合科学和软科学等,消除了各学科之间的脱节现象,填补了各门学科之间边缘地带的空白,将条分缕析的学科联结了起来,综合运用多种学科的理论和方法研究复杂的客体,从而才真正能够实现科学的整体化。

二、学科交叉导致众多交叉科学前沿

学科交叉的方式多种多样,交叉的跨度日益增大,交叉的层次不断加深。学科交叉是众多学科之间的相互作用,而交叉形成的理论体系,构成交叉学科;众多交叉学科构成了交叉科学。

学科交叉是学术思想的交融,实质上是交叉思维方式的综合、系统辩证思维的体现。自然现象复杂多样,仅从一种视角研究事物,必然具有很大的局限性,不可能揭示其本质,也不可能深刻地认识其全部规律。因此,唯有从多视角,采取交叉思维的方式,进行跨学科研究,才可能形成正确完整的认识。著名物理学家海森伯认为:“在人类思想史上,最有成果的发现常常发生在两条不同的思维路线的交叉点上。”1986 年,诺贝尔基金会主席在颁奖致词中说:“从近几年诺贝尔奖获得者的人选可明显看出,物理学和化学之间,旧的学术界限已在不同的方面被突破。它们不仅相互交叉,而且形成了没有鲜明界限的连续区,甚至在生物学和医学等其他学科,也发生了同样的关系。”1953 年,DNA 双螺旋结构的重大发现就是化学家鲍林、生物学家沃森、物理学家克里克、富兰克林和威尔金斯等合作的结果。这些表明,在多学科之间、多理论之间发生相互作用、相互渗透,形成了“科学键”,从而能开拓众多交叉科学前沿领域,产生出许多新的“生长点”和“再生核”,如粒子宇宙学、生物物理化学、生物数学、太空科学、环境科学、科学伦理学、系统科学、自然社会学和社会自然学等。迄今,交叉学科的数量已达 2000 多门,其中许多都是交叉科学的前沿。

三、有利于综合性地解决人类面临的重大问题

交叉科学是自然科学、社会科学、人文科学、数学和哲学等大门类科学之间发生的外部交叉,以及本门类科学内部众多学科之间发生的内部交叉所形成的综合性、系统性的知识体系,因而有利于有效地解决人类社会面临的重大科学问题和社会问题,尤其是全球性的复杂问题。这是交叉科学所能发挥的社会功能。

在社会发展中,人类会遇到诸如人口、食物、能源、生态、环境、健康等问题,这靠任何单一学科或一大门类科学都不能有效解决,而唯有交叉科学最有可能解决。一个国家的发展战略、总方针、总政策的制定,有关政治、军事和经济等重大决策,都最需要综合性的知识,可以说,需要涵盖所有学科的系统性知识。若只靠经验性的和局部的知识,进行随机性和盲目的决策,就必然会产生失误,而决策的失误是最大的失误。社会可持续发展也涉及众多学科知识,而交叉科学也能为其提供可靠的科学依据。

国家重大工程系统的设计、论证、实施、评价等必须综合地运用交叉科学,交叉科学的发展也促进了技术的交叉和集成,进而使技术高度综合化和集成化,形成了现代宏大的技术

体系。

四、中国更要加强学科交叉和交叉科学

在中国科学发展中,学科交叉与交叉科学显得相对滞后。在较长时期里,自然科学、社会科学、人文学科等之间存在着不可逾越的鸿沟,而科学发展、社会进步、经济发展等却都需要各门类科学、各门学科之间的交叉、渗透和融合。

自 20 世纪 80 年代以来,科技界、政府科教管理部门开始从科学概念、科学政策、科学管理上重视,以弥合这些鸿沟。特别是,中国老一辈的科学家为此做出了巨大的努力;中国科协所属的一些学会、研究会也起到了很大的促进作用。在中国科学院知识创新工程中、在国家自然科学基金和科技部的计划中,都正在大力地加强推进学科交叉和交叉科学。

为了在中国科学中增强学科交叉和交叉科学,要有一系列重大的变革:在科学发展战略布局中,强调交叉科学与非交叉科学并重,为了改变我们目前交叉科学的落后状况,应该更强调交叉科学的发展;在科学政策上,应引导和鼓励从事交叉科学研究;在组织管理上,应特别重视交叉科学的发展,甚至在具体科研项目、课题中,优先支持学科交叉与交叉科学;营造有利于学科交叉和交叉科学发展的环境,在科学共同体中形成一种鼓励交叉的学术氛围;在新的科学发展时期,在中国科学院学部结构改革中,也应重视交叉科学;要培养能适应学科交叉和交叉科学发展的宏大的科学家队伍。因为科学发展到今天,已经没有哪一门专门学科的研究可以仅靠本学科单科独进的方式深入下去了。为此,应提倡对大学生、研究生的科学教育,加强跨学科教育。

中国近代科学主要从西方输入,虽经二三百年的发展已进入现代科学时期,但仍比较落后。要加速中国科学的发展,必然要从社会环境和文化背景上进行反思,以改变学科分隔的陈旧的观念、思维方式和价值观念,积极鼓励学科交叉和交叉科学的发展。

学科的交叉融合是科学发展的时代特征

程津培

(国家科学技术部,北京,100862)

当代科学技术的发展呈现出新的局面。一方面,科学研究在深度和广度上继续拓展,宇宙科学、基本物质科学、地球科学、生命科学、非线性科学等新的科学前沿不断出现;另一方面,自然科学各学科之间的交叉融合,以及自然科学与人文社会科学的相互渗透,不断形成新的研究领域。学科的交叉融合已成为科学发展的时代特征。例如,生命现象已成为物理学家、化学家、信息科学家研究的对象;原子分子激发态和态-态反应的研究使物理、化学之间的界线难以划分。此外,各学科还有许多共同关心的问题。学科交叉点往往成为创新的生长点。未来科学技术的重大原始性创新突破,将不只是表现为单一学科、单一技术的发展,而是表现为学科交叉、群体突破的态势。历史潮流滚滚向前,当务之急是鼓励我国的科学界采取切实有效的措施来加强交叉学科的发展。

交叉学科的重要性已成为大家的共识,但在实践中要解决这个问题还有一些困难:一是对交叉学科发展尚缺乏全面深入了解,基本规律认识不足;二是有相当多的研究人员仍习惯在老的学科领域长期工作,难以跳出原有学科的专业视野;三是有相当多的科研管理人员仍按老的学科领域评审立项、分配经费,交叉学科在科学管理体制中的地位不明确;四是教育文理分家,缺乏跨学科复合型人才;五是“开放、流动、竞争、联合”的机制尚不健全,缺乏跨学科、跨领域交叉的有利环境。

如何抓好交叉学科的建设?我们的意见是,要把握交叉学科发展的总体趋势,突出科学前沿。研究项目应以时代性、科学性和可能性作为遴选准则。时代性反映了国家的需求,即国家经济、社会 and 科技自身发展在战略层次上对交叉研究的需求;科学性表现在充分尊重交叉研究的发展规律,瞄准科学前沿、促进交叉综合、突出创新和鼓励探索;可能性体现在注意突出我国的特色、优势和我国的承受能力。鼓励科学家探索、创新,思考新的问题,开拓新的前沿,进入新的领域,做出新的贡献。通过交叉学科实践,组织跨专业、跨学科的科学家和工程师组成创新团队,培养跨学科复合型人才,以及视野开阔、思想活跃、组织管理能力强的战略科学家。

在当今世界上,科学发展日新月异:一方面,原有的学科不断深入和细化,得到迅速发展;另一方面,由于社会的需要和学科自身的逻辑发展,形成了许多新的学科。因此,不少科学家呼吁进行新的学科分类,以适应当前社会和科学自身发展的客观情况。例如,吴征铠先

生就提出设立“分子科学”,并建议讲这门课时,物理、化学、生物、材料等各科老师都可以去讲一讲。我们认为,吴先生的设想是很好的。由于体制等原因,几十年来我国的学科结构虽有些调整,但仍存在过于追求学科齐全的状况。最近几年,国家有关部委和一些单位也在努力按国际科学发展趋势进行调整,但从整体上看,我国的学科布局还不能很好地适应世界科学的发展。无论是单一学科的纵深发展,还是多学科交叉、综合方面,我们都与世界发展前沿相差较大。因此,结合当代科学发展的实践和发展的内在逻辑,深入研究学科和学科交叉的关系,特别是交叉科学发展的特点和规律,推动我国交叉科学在深度和广度上全面发展,是当前科技发展面临的一个重要的理论和实践问题。

“好雨知时节,当春乃发生”,学科交叉的重要性逐渐被我国科研、教育、管理各界了解,交叉学科如雨后春笋般涌现。目前我国尚没有专门探讨交叉学科发展的学术阵地,《中国交叉科学》的出版是一个很好的尝试。从自然科学、技术科学、社会科学、人文科学交叉的大视野,采用多学科交叉的讨论方式,交流学术思想,交换思维方式;从不同的角度探讨学科交叉的各种理论和实践问题,形成一个推动学科的交叉与融合,文理各学科学者跨学科互动的学术平台,这对打破传统学科割据态势,促进不同学科的学术交流,促进创新的科学思想和领域萌生,有重要而深远的现实意义。希望《中国交叉科学》成为培育交叉新学科的沃土和摇篮,让新的幼苗、新的思维、新的火花在交叉互动的环境中茁壮成长。

回首 20 年 展望新起点

田 夫

(中国管理科学研究院,北京,100022)

学科交叉是现代科学技术综合化发展的一个具体体现。科学上的重大突破、新的生长点乃至新学科的产生,常常在不同的学科彼此交叉和相互渗透的过程中形成。交叉科学研究对于推动科学进步、解决经济建设和社会发展的重大综合性问题,具有重要作用。

随着我国改革不断深入发展,政治、经济、科技、教育、社会、文化领域中许多问题,社会主义物质文明和精神文明建设中重大问题的研究与解决,无不带有综合性、边缘性和交叉性,无不需要交叉科学的运用。1985年,我们曾主持召开了一个交叉科学领域的盛会——全国首届交叉科学学术研讨会,众多不同学科的科学家和学者欢聚一堂,热烈探讨我国交叉科学发展大计和学术问题,钱学森、钱三强、钱伟长三位著名科学家文革后首次坐在一起,畅谈并展望交叉科学的发展,会后出版文集《迎接交叉科学的时代》(光明日报出版社,1986),经各大媒体和学术刊物广泛宣传,对推动我国交叉科学发展产生重要而深远的影响。

2005年是全国首届交叉科学学术研讨会召开20周年。回顾20年我国交叉科学走过的历程,令人感慨万千。如今,“交叉科学”已是科技与教育界耳熟能详的名词,在许多实践领域获得了长足发展,其作用是任何传统学科无法替代的。不过,从整体上看,我国交叉科学发展仍然比较落后:一方面,学科之间“鸡犬之声相闻,老死不相往来”的传统观念、体制、政策等仍然束缚着交叉科学的发展;另一方面,我们对交叉科学的整体发展认识和规律方法研究明显滞后,交叉科学实践与理论发展不够协调。当此之时,《中国交叉科学》出版,把过去国内比较分散的交叉科学研究汇聚在一个专门的交叉科学研究平台上,及时广泛交流交叉科学研究经验,分享交叉科学研究成果,扶植交叉科学研究的新思想、新方法、新学科,发现交叉科学研究新人,推进我国交叉科学理论和实践协调发展,意义深远,这也是全国首届交叉科学研讨会召开20周年之际出现的一个新事物,我表示高度赞赏和支持。

交叉科学中的“交叉”包括两层含义:一是科学的内在交叉,即自然科学和社会科学内部以及两大门类之间的交叉;二是科学的外在交叉,即科学与经济、社会、文化等的交叉。我认为,交叉的最高境界是哲学。一定要自觉运用马克思主义哲学的世界观和方法论指导交叉科学研究;同时,在广泛的交叉科学实践基础上,通过交叉科学理论研究及其哲学反思,推动21世纪中国哲学与文化的创新和发展。

祝《中国交叉科学》广泛联系科技、教育、经济、社会、文化等各领域的学者,密切联系中国改革实际,深入进行交叉科学的理论和规律研究,为我国交叉科学腾飞发展做出新贡献!

作者简介:田夫,河北省高碑店人,曾任中国科学技术大学党委副书记、北京市科委副主任、中国科协书记处书记等,现任中国管理科学研究院院长。

交叉融合：原始创新的源泉

郭传杰

(中国科学技术大学,安徽合肥,230026)

在科技界,存在这样一个有趣的现象:一方面,世上的科技工作者大概只有极少数不重视学科间的交叉融合;而与此同时,恐怕也只有极少数人不抱怨交叉科学研究难做,交叉学科得不到应有的关心和支持。这种现象不是我国独有,即便是在美国,交叉科学研究计划遭遇挫折甚至流产的情况也不鲜见。这两个彼此相悖的“极少数”长期存在,其中必有深刻的奥秘。因此,与许多同事一样,在科学研究和科研管理的长期实践中,我也一直在思考并试图解读这个问题的答案。

对这个问题前半部答案的求解并不困难。因为,一部生动的科学发展史已给出了很多很好的实证,有许多科学先驱者在交叉学科这块沃土上收获了丰硕的果实。量子理论创始人之一的薛定谔以物理的熵概念探究细胞的生命机制,在1946年出版了《生命是什么——活细胞的物理观》,从而使20世纪初叶物理学革命的这位风云人物又戴上了“唤起20世纪生物学革命的伟人”的桂冠。紧随其后,生物学背景的沃森、物理学背景的克里克等人共寻遗传密码,完成了DNA双螺旋结构的划时代发现。海森伯曾深刻指出:最富有成果之处常常是在两种不同思维路线的交叉点上。交叉学科领域正因为具有新生长点的功能特征,从而使其成为大多数科技工作者关注、青睐的对象。

所谓交叉学科,是指跨越两个或两个以上已有学科之间的新兴学科,而交叉科学就是这类具有共性特点的众多交叉学科群体的总称。事实上,在科学发展的历史进程中,交叉科学就是如影随行的相伴者以及加速科学进程的内在动力,而且随着科技、经济和社会的发展,其重要作用越来越凸显。

在科学进入近现代时期之前,科学的形态特征是高度交叉融合的,自然科学、技术、哲学、人文等知识系统近乎浑然一体。那个时代的科学家,如西方的亚里士多德、达·芬奇,中国的葛洪、沈括等,多是跨越多个领域的百科全书式的人物。到17世纪下叶,现代意义上的交叉科学开始萌芽。1670年莱莫瑞最早提出了“植物化学”概念。18世纪中叶,罗蒙诺索夫创建了“物理化学”学科。科学发展至现代,交叉科学在多个层面、多个领域获得高速发展。据统计,到20世纪80年代,交叉学科总量已达到2500余种,占全部学科总数的近半^①。如果把“物理化学”作为第一个交叉学科的起始,那么,交叉科学的发展仅仅有200多年的历史。我们由此可以推知,在近现代新诞生的学科,主要是呈现交叉学科形态。可见,在人类科学发展历史长河的近现代时期,交叉科学的发展何等波澜壮阔!对此,20世纪80年代

作者简介:郭传杰,中国科学院研究员,博士生导师,现任中国科学院党组成员兼中国科学技术大学党委书记。

① 吴维民,《科学的整体化趋势》,成都:四川人民出版社,1989年,第184页。

初曾任美国总统科技顾问的乔治·芝沃思博士离任时有过一段话,颇能说明问题。他说,在5年任职期内,印象最深的事是“从比较单一型的科学研究发展到多学科型的科学研究,这是我所看到的科技领域最为重大的变化”。

那么,如何解释后半个问题呢?就是说,为什么那么多人都知道交叉科学重要,又有那么多人抱怨交叉科学研究难做呢?这种现象虽然有国际的普遍性,但在科学传统不深厚、科研体制不完善的国家或学术组织中,尤为突出。对此,我想是否可从以下几个角度作些探讨。

一是认识问题。虽然说,人人都感到交叉科学重要,但是,其中多数人还只是“感到”,从理性上,从客观规律的认知和把握上,能深刻了解和理解其重要性的科学工作者,恐怕还是少数。黑格尔认为,探寻真理的途径是以概念去认识对象。科学探索的对象是自然界、人和人类社会,这是一个相互联系的完整的世界图景。作为对客体的真实反映,科学系统本应是一个完整的连续的知识图谱,如普朗克曾指出的,科学是内在整体,“存在着从物理到化学、生物学、人类学直到社会科学的连续链条。”但是,科学探索作为人类的智力活动,又是一个不断演进、发展的过程,限于社会生产能力和人们的认知水平,这种对客体的认识只可能是阶段性的、区域性的,具有不连续的、分立的特征。因此,形成了不同学科、不同门类的学问。在已形成的学科板块之间,必然存在着认识上暂时的“空当”,这就为交叉科学的诞生发展留置了广阔空间。可见,交叉学科的出现和发展,是客观的、必然的。

除上述从学科发展的内在逻辑去认识交叉科学之外,我们还应从经济社会发展需求角度去认识交叉学科的重要性。来自实际的问题往往不是单一学科可以解决的,而是需要多个学科的交叉协同。如生态、公共安全、能源、环境、人口、健康等问题,都得借助于多个不同学科的力量。因此,如果人们都能以科学发展的内在规律和来自实际的迫切需求两方面深刻认识交叉科学的重大意义,而不是一般“感到”其重要,那么交叉科学的命运或许就好得多。

二是体制问题。我以为,这是阻碍交叉科学健康发展的最大障碍,在我们这样计划体制遗患犹存、科学精神土壤贫瘠的国家,体制造成的障碍不可低估。科研管理,往往是按不同的学科、行业、门类去分兵把口,因此,从资源配置、项目设立到成果评价等各个环节都有计划体制的分科或部门色彩。“我属下的”则过问,否则踢球推开。而交叉学科在发展成熟为共识的学科之前,总是无人可“管”,难以得到应有的重视和支持。申请项目,不知送哪个口子合适;成果评价,也没有相应的评判体系和主持部门。在立项、评成果、选院士等工作中,类似的“踢球”现象我们都见过。

三是人才问题。综观科学发展史,能在交叉科学领域纵横驰骋、开拓佳境的人才都有一些共同特点:他们思想敏锐,有超人的科学洞察力、判断力;他们知识渊博、视野宽广,从不偏于一隅、拘于一格;他们好奇心强、勇于开拓、不安于现状,有强烈的创新动力和欲望;他们坚忍不拔,只求耕耘、不问收获,不为世俗左右或屈服。这些都是大师级学者的人格特征和学术品质。类似这样的人才,当然是少数,千军易得,一将难求。因此,要促进交叉学科健康发展,就要重视培养、造就大量的相应人才。

四是文化问题。从事交叉科学研究,需要良好的宽松的人际氛围和团队合作精神。然而,在我们的历史上,长期存在的封闭自足的小农生产方式以及一些落后的封建观念意识,