

# 学科交叉与交叉科学的意义<sup>\*</sup>

路甬祥<sup>\*\*</sup>

(中国科学院 北京 100864)

**关键词** 学科交叉,交叉科学,意义

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,而交叉科学又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的意义。

## 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,但还仅是对现象描述、经验总结,有时还带有思辨性和猜测性,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、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较,确实有了很大的进步。但是,事实上,这种分化脱离了自然界综合的抽象,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,把人为分解的各个环节重新整合起来了。物理学家、量子论的创始人M·普朗克也深刻地认识到:“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,

<sup>\*</sup> 本文原为作者为《21世纪100个交叉科学难题》写的序言,本刊发表时略作删节

<sup>\*\*</sup> 全国人大常委会副委员长,中国科学院院长,中国科学院院士,中国工程院院士  
收稿日期:2005年1月10日



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。自然界现象复杂、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,惟有从多视角,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,重大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到,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它学科,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L.C.波林、生物学家J.D.沃森、物理学家F.H.C.克里克、R.富兰克林和M.H.F.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多门之多,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、数学科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,这仅靠任何单一门学科或一大门类科学都不能有效地解决,而惟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,几乎要遍及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到众多学科知识,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、评价等也必须综合地运用交叉科学。交叉科学的发展也促进了技术交叉和集成,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 中国更要加强科学交叉和交叉科学

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、人文科学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试点中、在国家自然科学基金部和科技部的计划中,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,为了改变交叉科学落后状态,目前应更强调交



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,也应重视交叉科学应有的地位;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。因为没有某一门专门学科的研究可以仅靠本专门学科单科独进方式可以深入下去。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观念、思维方式和价值观念,积极鼓励学科间交叉和交叉科学的发展。

### 五 提出交叉科学难题的重大意义

《21世纪100个交叉科学难题》一书中选录了120多位科学家提出的100个交叉科学难题,这对于我国增强学科交叉和交叉科学

有着重要的推动作用。我们需要一大批积极分子来开拓交叉科学前沿研究,我国的科技政策更要引导和支持这些比较易于产生重大原始创新的前沿研究。

在科学研究的经历中,伟大的科学家爱因斯坦形成了重要的思想:“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要,因为解决一个问题也许是一个数学上或实验上的技巧。”他正是提出了解决牛顿力学体系中存在的问题或矛盾而建立了相对论。伟大的数学家希尔伯特指出:“只要一门科学分支能够提出大量问题,它就充满着生命力,而问题缺乏则预示着独立发展的衰亡或中止。”在1900年,他就提出了23个数学问题,从而对20世纪数学的发展起了重大的推动作用。许多科学哲学家都认为,科学问题是科学发现的逻辑起点,一切科学研究、科学知识的增长就是始于问题和终于问题的过程;旧的问题解决了,又引入了新的、更深刻的问题……因此,善于和勇于提出科学问题,用科学批判和理性质疑的科学精神去审视旧的科学问题,充分发挥创新性的想象力去提出新的科学问题,尤其是提出大跨度、综合而复杂的重大交叉科学难题就显得更有意义了。