

从学科交叉水平看带动性学科

Leading Disciplines Seen from the Level of Discipline Crossing

赵作权

(中国科学院科技政策局, 博士 北京 100864)

当今, 科学发展已进入以交叉学科为主要形式的时代。据统计, 到 80 年代后期, 在不足 100 年的时间里, 交叉学科已达到 2 500 多门, 与 2 000 多年来产生的非交叉的元学科的数量相当。而中世纪最大的百科全书中, 科学部类内才有 20 几门学科。经过数百年的发展, 而今科学已成为由数以千计的学科构成的十分复杂的知识体系。在走向 21 世纪的时候, 人们面对着一个由自然科学、社会科学及综合性科学等领域组成的庞大科学体系, 为了认清学科发展的总体格局, 准确选择重点学科发展领域, 明智地进行科学发展规划, 分析研究科学中的学科带动性(即判定诸多学科对科学发展带动作用的大小), 无疑是十分必要的。

一、学科交叉水平代表着学科的带动性

在科学发展进程中, 经常出现一门或一组学科, 在发展水平和速度上走在其它学科的前面, 其概念、理论和方法不断向其它学科领域渗透, 从而带动其它学科乃至整个科学的全面发展。这样的学科被称为带头学科。

前苏联著名哲学家凯德洛夫曾专门论述过自然科学发展中的带头学科问题。他认为, 在科学发展上, 力学是第一个带头学科, 在 17~18 世纪一直保持领先; 尔后, 在 19 世纪, 由化学、物理学和生物学一组带头学科所替代; 继之, 微观物理学逐渐在 20 世纪上半叶成为带头学科; 再后, 到 20 世纪 50~70 年代, 进入了由控制论、力能学和宇宙航行学为一组带头学科的时代。他预言, 下一个带头学科是分子生物学, 接着将是心理学为中心的一组学科。尽管有人认为凯德洛夫夸大了带头学科的作用, 但是他的带头学科理论基本上得到了世人公认。

不过, 科学发展在一定时期不只是靠少数几门学科带动的, 几乎每一门学科对科学的整体发展都具有一定的带动性, 只是不同学科的带动程度不同

而已。一门学科一经形成, 就会以其特有的生命力在概念、理论、方法等方面和已有的学科发生相互作用并相互促进, 由此形成一系列新的交叉学科, 从而推动整个科学的发展。一般来讲, 这些新的交叉学科及交叉领域数量越多, 往往反映这门学科对科学发展的带动作用越大; 反之, 形成的交叉学科及交叉领域的数量越少, 往往表明这门学科对科学发展的带动作用越小。例如, 本世纪 60 年代兴起的世界性环境运动促使环境科学产生, 环境科学与许多学科交叉形成一系列交叉学科, 如环境物理学、环境医学、环境法学、环境经济学等。环境科学作为一个多学科交叉的、具有很强应用性的综合性学科, 不仅促进了物理学、医学、经济学等与之交叉的学科的发展, 而且也极大地促进了自然科学、社会科学和其它综合性学科的融合, 从而推动了科学的整体化发展。

本文以 300 多门交叉学科为依据, 通过对自然科学、社会科学和综合性科学三大领域有代表性的 34 门学科的交叉水平分析, 判定这些学科今天对科学发展带动性的强弱。这 34 门学科中自然科学学科有 10 门, 社会科学学科有 12 门, 综合性学科有 12 门。若两门学科交叉并形成一门或多门交叉学科, 则记这两门学科的交叉关系数为 1; 若无交叉学科形成或存在, 则记这两门学科交叉关系数为 0。这里, 交叉水平用一个学科与由若干学科构成的科学领域产生的全部交叉的比值表示, 分为很强、较强、中等、较弱、很弱等五个档次。

二、自然科学的学科带动性

由表 1 看出, 在自然科学内部, 物理学、化学和生物学各自与其它学科出现全交叉, 表明这三门学科今天在自然科学领域并驾齐驱, 均起带头作用, 其余七门学科都呈现了很强或较强的学科带动性, 反映了自然科学诸学科之间很强的相互带动性。在自然科学学科中, 数学、生物学和生态学对社会科

学的带动性较强,地质科学、大气科学、天文学与力学等对社会科学的带动性最弱。对综合性科学的带动性,以地理科学、生物学最强,天文学最弱。由此可见,自然科学中只有生物学一门学科对社会科学、综合性科学都具有相当高的带动性,而天文学对这两大科学领域的带动性都很低。同时表明,自然科学对综合性科学的带动性明显高于它对社会科学的带动性。

表 1. 自然科学学科交叉关系统计

自然科学学科	学科交叉关系		
	自然科学内部	与社会科学	与综合性科学
数学	8	9	6
物理学	9	5	8
力学	7	0	5
化学	9	3	8
天文学	7	1	2
地质科学	8	2	8
地理科学	6	6	11
大气科学	8	2	8
生物学	9	9	10
生态学	7	8	9
平均交叉水平(%)	86.7	37.5	62.5

三、社会科学的学科带动性

在社会科学内部,社会学具最强带动性(见表 2),心理学、教育学、经济学及人类学等 4 门学科带动性都很强,其它学科带动性较强。由此可见,社会科学诸学科的相互带动性总体上讲也比较高。对自然科学的带动性,社会科学诸学科中只有社会学、经济学偏强一些,其它学科带动性较弱或很弱。可见社会科学对自然科学的带动水平总体上是比较低的。对综合性科学的带动性,除经济学极强、心理

表 2. 社会科学学科交叉关系统计

社会科学学科	学科交叉关系数		
	社会科学内部	与自然科学	与综合性科学
社会学	11	6	7
经济学	9	6	12
心理学	10	3	8
美学	7	2	6
语言学	8	4	3
历史学	7	4	4
教育学	10	3	4
人类学	9	5	5
政治学	7	4	0
法学	8	4	6
伦理学	8	2	4
文艺学	6	2	3
平均交叉水平(%)	75.8	37.5	43.1

学较强外,其他社会科学学科总体处于较弱状态,尤以政治学最弱。总的来讲,社会科学中唯有经济学对自然科学、综合性科学都具有较高的带动性。同时也可以看出,社会科学对综合性科学的带动性略高于它对自然科学的带动性。

四、综合性科学的学科带动性

医学、工程科学、环境科学和管理科学在综合性科学领域的带动性均较强(见表 3),其它八门学科的带动性都比较弱,其中资源科学的带动性最弱。可见综合性科学处于群龙无首状态。对自然科学的带动性,以环境科学、工程科学和海洋科学最强,管理科学最弱。对社会科学的影响力,以医学为最强,灾害科学、海洋科学、资源科学、能源科学等四门学科的影响最低。由此看出,综合性科学对自然科学的带动性明显高于它对社会科学的带动性,所以说,综合性科学对自然科学发展具有比较强的影响。

表 3. 综合性科学学科交叉关系统计

综合性学科	学科交叉关系		
	综合性学科	与自然科学	与社会科学
环境科学	7	9	7
灾害科学	3	8	2
资源科学	2	4	1
能源科学	3	6	1
医学	8	8	11
体育科学	3	6	9
管理科学	7	1	7
文化科学	7	3	6
城市科学	3	4	6
工程科学	8	9	7
海洋科学	4	9	2
空间科学	3	8	3
平均交叉水平(%)	40.9	62.5	43.1

五、整个科学领域的学科带动性

上述表明,自然科学诸学科的相互影响程度明显高于社会科学,二者又明显高于综合性科学。从对科学总体影响来讲,自然科学高于社会科学,二者又都高于综合性科学。这种排序刚好与这三个科学领域形成的先后顺序一致,说明它们对科学的总体贡献水平与它们的历史长短密切相关。

如果将自然科学与社会科学作为一个整体(见表 4),生物学、数学和社会学对这个整体的带动性最大,天文学、文艺学、力学等三门学科的带动性最小,处于较弱一档。

如果将自然科学、社会科学及综合性科学作为一个整体,则对整个科学的影响作用以生物学、经

济学和医学最大,三者均处于很强一档,而灾害科学、城市科学、力学、政治学、文艺学、天文学、能源科学及资源科学等八门学科为最弱,带动性均处较

低状态。在这两个学科整体中,无一学科的带动性很弱,表明整个科学体系具有较高的学科间的相互影响。

表 4. 带动性学科分类

学科带动性	自然科学与社会科学	自然科学、社会科学与综合性科学
很高	生物学 数学 社会学	生物学 经济学 医学
较高	生态学 经济学 物理学 人类学 心理学 教育学	生态学 社会学 工程科学 数学 地理科学 环境科学 物理学 心理学 化学
中等	化学 地理科学 语言学 法学 历史学 政治学 地质科学 大气科学 伦理学 美学	人类学 体育科学 地质科学 大气科学 法学 教育学 管理科学 美学 语言学 历史学 海洋科学 伦理学 文化科学 空间科学
较低	天文学 文艺学 力学	灾害科学 城市科学 力学 政治学 文艺学 天文学 能源科学 资源科学

科学尤如大海,学科就象波涛,在科学发展进程中此起彼伏,一浪高过一浪。今天物理学、化学和力学等古老学科的带动性相对降低,医学与数学虽然也十分古老,但依旧是科学发展最活跃的地带。它们和生物学、经济学、生态学、社会学、工程科学、地理科学和环境科学构成当今科学领域中最具影响力的九大领域。今天的生物学不仅涉及自然界、社会,也涉及产业以及人类对整个生物界的重新认识,这是生物学影响越来越大的直接原因。同医学、生态学和环境科学的繁荣一样,这里蕴含着人类今天对自身处境和命运的深刻忧虑。对经济学的关注,揭示了人类社会对利益与效率机制的崇尚,今天的自然界和人类的各种活动已经统统纳入了经济学的视野;地理科学的兴旺,一方面体现了人类全球和区域意识与活动的加强,另一方面表明它处于自然科学与社会科学交叉地带,展示了这两大科学阵营走向汇流的强烈态势;生态学、社会学的不断壮大,表明人类对组织、系统、整体乃至过程的重视;对工程科学的重视表明人类向可操作性、实物化方向的努力仍在不断加强;数学依然倍受重视,完全得利于人类对自身思维最高境界的不懈求索。今天,物理、化学等基础性学科对科学发展的带动作用的相对弱化,一方面与这些学科比较成熟有关,另一方面表明人类更加重视对已有学科知识的运用。与其说今天人类重视某些学科,不如说他们更加重视受自身深刻影响而变化了的世界——

个组织化了、人工化了、问题重重、前途未卜,但可能会更加美好的世界。

以上分析表明,社会科学对科学总体发展具有相当的带动作用,综合性科学通过对自然科学、社会科学知识的重组,也深刻地影响着科学的发展进程。由于学科间的相互作用,自然科学、社会科学和综合性科学三大领域均衡发展的趋势日益增强。加之大量交叉学科的兴起,科学的传统边界变得比较模糊,科学的结构在调整变化,科学的整体化格局愈加明显。我们今天做学科规划,评价某一学科的作用,必须重视学科间的相互影响,尤其是三大科学领域的相互带动性,如果仍旧停留在狭义的自然科学的范围去理解、去发展科学,那是十分片面的。科学只有在整体发展中才会更有价值与力量。

学科带动性的确是一个十分重要而又非常复杂的问题,至少对不同学科、不同领域,学科的带动性往往有较大的差异。本文仅从学科交叉水平角度给予初步的定量分析。这种分析基本局限在一级学科之间的交叉关系,对二、三级学科的交叉关系未做分析。这里也没有考虑学科间已出现交叉但还没有形成交叉学科的情况,对学科交叉的主动性与被动性未做分类,而这些对学科带动性分析都会有一定的影响。希望学科带动性问题能够引起各个科学领域的科学家与科技管理者的注意。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第 59 页)

健全劳动力社会的调节机制;实行合同工制;加强劳动力市场的组织功能。还可成立专门的劳动力资源开发和服务机构,提供职业介绍服务,置劳务介绍、劳动管理、职业培训于一体。

4. 控制人口的过度增长,提高人口素质

农村的计划生育工作仍必须抓紧。人口的控制应逐步减少行政控制的份量,加大经济手段和法律

手段的控制份量。虽然从总体上我国劳动力大量剩余,但许多现代化水平较高,要求具备较高技术水平才能进入的行业却缺乏人才,劳动力数量型过剩与质量型短缺同时并存,结构性供求矛盾十分突出。解决这一矛盾的根本途径在于增加教育投资,提高人口素质,它不仅要求加强正规教育,更要注重非正规教育。

(责任编辑 冷远猷)