

关于环境科学国际合作影响因素的探讨

王仲成

(中国科学技术交流中心, 北京 100045)

摘 要: 2008年英国相继发布了多份关于科学研究效果的评估报告, 其中对于环境科学的一个重要结论是: 英国一直很重视环境科学领域的国际合作和国际化, 把增强其国际影响力作为一个重要目标。鉴于此, 本文首次提出应从全球资源配置的角度来看待环境科学的国际合作。在环境科学的内在科学因素和外在非科学因素的驱动下, 通过国际合作, 促使全球科学资源和社会资源向有利于环境学科自身发展的方向流动和积聚。其中, 配置科学资源遵循“要素择优原则”, 配置社会资源遵循“最小省力原则”, 这两种因素和两个调节手段共同构成了环境科学国际合作的理论机制。希望这些研究结果能对我国制定环境科学国际合作规划提供一些不同视角和看法。

关键词: 环境科学; 内在动力; 外在动力; 要素择优原则; 最小省力原则

中图分类号: F062.2 X-1 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/jissn.1009-8623.2010.10.001

2008年当时的英国创新、大学和技能部(The Department for Innovation, Universities and Skills, DIUS) 发布了《英国研究基础的国际比较(International comparative performance of the UK research base)》, 认为全球研究的合作格局正在改变。10年间英国的国际合著论文从原来的22 500篇(占其论文总数的35%), 上升到现在的37 000篇(占其论文总数的45%)。在合作中, 以往与美国的合著影响力一向都很大, 但最近与欧盟的合著影响力正在超过美国。从过去10年间合著的历史来看, 有一个清晰的转变, 那就是合作受益正从美国转向欧盟, 与欧盟小型国家的合作获益更多。报告同时还指出, 英国与中国的合著论文增长最快, 从短期来看, 与中国、印度的合作收益不是很明显, 但从其它方面获益。

一、英国环境科学研究的变化及其国际合作

在环境领域, 英国的论文数量有很大增长, 但

占世界的比重变化不大, 英国仍处于美国之后, 位居世界第二。中国环境科学论文已位列世界第三位(见图1)。在环境科学论文的引用方面, 英国在最近几年取得了很好的成绩, 目前, 其引用已占到全球总引用的13.9%, 除了美国, 英国在八国集团(G8)中处于领导地位, 德国持续领先法国和加拿大, 但差距不大; 中国总引用率已超过日本和意大利(见下页图2)。同时, 2008年英国开展了对全国所有科学领域的RAE权威评估, 其中对环境科学的总体评价是:

一是跨学科交融带动了一些大学进行改组和合并, 并伴随着一些研究领域的明显拓展, 例如: 气候变化、矿物物理学、同位素地球化学、古气候学、灾害研究。这种变化反映了环境科学研究的综合性和多学科特点。一段时间以来, 英国大学对涉及环境科学的一些学院、研究中心进行了合并、重组, 组成了大的学院和研究所, 有利于跨学科之间的合作。评估发现, 环境科学做得最好的一些系都是在一些自然科学和数学做得很强的一些研究所。环境

作者简介: 王仲成(1971-), 男, 博士, 中国科学技术交流中心 副研究员; 研究方向: 环境经济、创新政策等。

收稿日期: 2010年8月25日

科学研究要达到一个高的标准,必须要加强一些核心学科的研究,如:物理学、化学、数学、生物学和地质学等学科的研究能力。

二是英国环境科学很注重国际合作和国际影响力,最为重要的是为国际合作提供了持续有效的资金支持。这一次评估认为,英国环境科学 59% 的研究成果达到了国际水平,13% 的成果达到了国际领先,其中大气科学 (Atmospheric Science)、古气候学 (Palaeoclimatology) 对 IPCC 气候变化评估报告做出了重要贡献;固体地球物理学 (Solid Earth Geophysics)、地球化学 (Geochemistry) 处于国际研究地球演化的前列。英国利用分子生物学、地球化学对自然系统生物多样性、生态功能等进行了大规模的实验和观察;利用地球化学、生物学和气候变化等多学科研究,使英国古生物学种系发现一直走在世界前面。另外,环境与能源领域的许多国际性公司总部都设在英国,英国也十分重视与这些公司的合作。

通过评估发现,英国在水文地质学、经济地质(学)、探测地球物理学等领域的研究水平有显著下降。通过评估人们担心,如果这些学科日渐萎缩,对

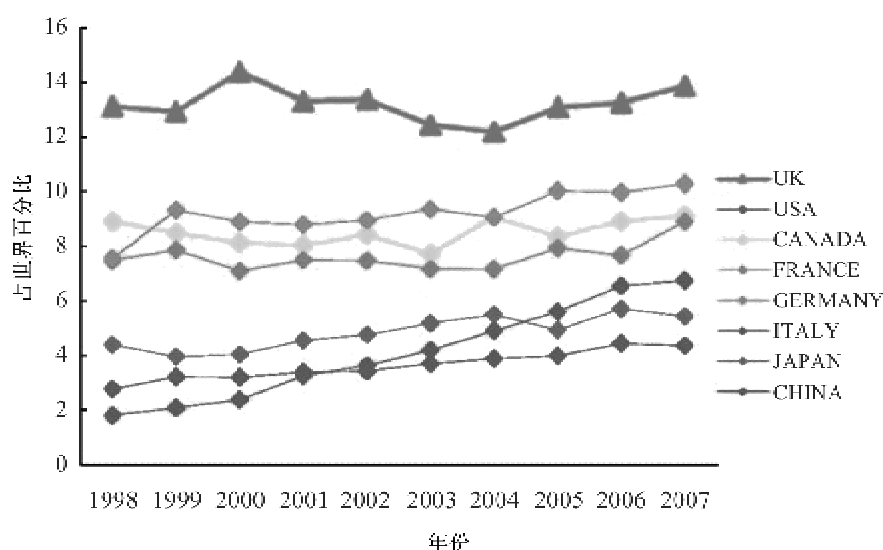


图2 一些主要国家环境科学论文引用占国际总量的比重

于英国吸引这些公司来英国投资动力会减少。因此,环境科学国际化已成为英国研究的一个重要方面。

基于英国环境科学领域对于国际合作的重视,本文拟就这一领域的国际合作特点及其重视的几个方面进行一些阐述。环境科学作为一个重要的热门学科,目前尚无对其国际合作进行专门的论述,已成为环境科学研究的一大空白。面对日益复杂的全球性环境问题,以及环境学科自身发展的要求,环境科学国际合作的内在规律是什么?国与国之间合作的潜在动力又来自哪里?这些基础性理论问题已成为国家科学制定合作规划的限制性因素。因此

本文将从资源配置的角度来审视和认识环境科学的国际合作。

二、环境科学发展与利用全球资源

环境科学是问题导向性科学,是随着环境问题的出现而出现的。环境科学的起源是环境问题。20世纪20-50年代工业发展迅猛,产生了很多环境问题,例如:“八大公害”事件、森林过度采伐、沙漠化、不可再生资源的耗竭等。60年代开

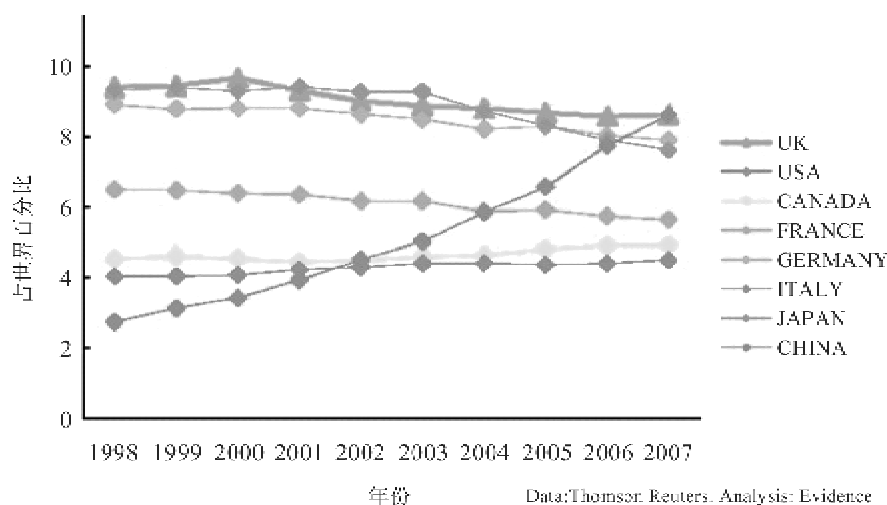


图1 一些主要国家环境科学论文所占国际总量的比重

始,这些环境问题逐渐引起科学界的关注,来自不同领域的科学家运用各自领域的理论和方法来研究环境问题,逐渐形成了环境生物学、环境化学、环境地学、环境物理学和环境管理学等一系列新的分支学科。正是在这些分支学科的基础上,70年代正式形成了环境科学。同时伴随着新的环境问题,如臭氧层破坏、酸雨、气候变化等的出现,环境科学在80年代后得到了快速发展。所以,环境科学产生于环境问题,又得益于环境问题而快速发展。

环境科学的学科理论体系尚在完善之中。环境科学的出现是60年代以来自然科学迅猛发展的一个重要标志。首先,它推动了自然科学各个学科的发展,为传统科学提供了新的增长点。其次,它推动了科学向整体化研究的方向发展。然而,目前这门学科仍处于理论体系的完善之中,特别是随着环境问题日益严重,对环境科学提出了更高要求,将表现在:一是,研究将分别向微观各层次和宏观各层次深入推进,对过程、结构、功能和机理多个方面进行完整研究;二是,学科交叉和融合更加频繁和深入,学科之间的横向和纵向联系更加紧密;三是,研究组织形式更加多样,研究资源(实验设备、研究对象等)对人力、物力和资金的投入需求将不断加大,集体(超越国界)研究将会成为主要形式;四是,研究方法和手段越来越依赖最先进的技术装备,信息通信等。

由于环境科学是典型的问题导向性科学,环境科学与环境问题之间构成了一对相互作用的矛盾体。随着新环境问题的出现以及环境科学自身理论体系的构建,促使环境学科必需在世界范围内整合和利用各种科学资源,向自身学科完善的方向发展,这是一个学科发展的客观规律,也是解决环境问题的必然要求。所以,环境学科的发展将在全球范围内配置和利用资源,国际科学合作将成为这种科学资源流动和配置的必要途径,全球化是环境科学应有的特征。

三、环境科学国际合作应重视的两方面因素

(一)环境科学国际合作的内在科学因素

不同学科国际合作的内在动力更多的受其研

究对象、自身学科特点支配^[14]。对于环境科学而言,全球性环境问题、环境科学的学科特性等共同构成了其合作的充分条件和内在科学动力。

1. 全球性环境问题

环境科学是典型的问题导向性科学,新出现的全球性环境问题是环境科学国际合作的重要内在动力之一。全球环境问题是指当代国际社会面临的一系列超越国家和地区界限,由人类活动作用于环境而引发的关系到整个人类生存与发展的重大问题。目前的全球性环境问题主要有:气候变化、臭氧层破坏、大面积越境酸雨和风沙、海洋污染、有害废物和垃圾越境转移和扩散、生物多样性锐减、自然遗迹和文化遗迹的破坏、全球森林减少、土地和湿地退化、水土流失和荒漠化、全球水资源危机等。这些问题在战后短短的几十年中,迅速从一国内部的问题发展成为全球性问题,从可分类、可定量、易解决、低风险、近期可见性的简单问题,发展到不可分类、不可量化、不易解决、高风险、长期性的复杂问题。这些问题的出现,已完全超越国家(地区)界限,对环境科学提出了新的更高要求,科学家必须以全球的视角进行联合或互补研究,所以没有国际合作的任何环境研究都无法全面正确地认识环境问题。

2. 环境科学的学科特性

根据研究,不同学科国际科学合作特性迥乎不同。一类科学是不必借助试验仪器等,主要通过科学家高度思维的理论抽象性学科,这类学科如数学、哲学等,国际合作只是其研究的一种补充,科学家们完全可以单枪匹马实现在学科上的突破;另一类科学是属于高度依赖自然资源、仪器设备等实验性和观察性科学,如高能物理、天文学、考古学、地理学等,国际合作就成为其学科发展的必要因素。根据吴彤等对中国权威期刊的数学和物理学论文的分析,发现物理学的合著率平均为85%,而数学却徘徊在15%左右。这种强烈的反差说明数学与物理学自身性质的不同。本文从以下四大特点阐述了环境科学具有鲜明的国际合作特征:

(1)环境科学的资源^①依赖性特点。从研究对象来看,环境科学把“人类-环境”系统作为其特定的

① 本文这里所指的资源,主要是指能够开展环境科学研究的研究对象,属于狭义的资源概念。

研究对象,探讨人类社会的发展对环境的影响以及环境质量的变化规律等。由于“人类-环境”系统庞大,包括了世界上所有不同质的研究对象,环境科学要取得发展和突破,就必须在世界范围内实现研究对象与优秀研究人员、先进仪器等的结合,这是一个自然选择的过程。例如:南极、北极和世界“第三极”青藏高原等,由于其独特的资源特性,国际合作将成为研究的主要形式。由于不同国家所处的地理位置不同,可资研究的资源特性也迥乎不同,正是这种唯一性,为环境科学国际合作提供了不可替代的和无法模拟的物质基础。同时,这种资源依赖性还表现在另一种形式,即某些国家要想在某个污染领域取得突破,首先需要与发生这种污染的国家进行合作,否则,即便有先进的设备和优秀的科研人员,也是做不出成果的。所以,环境科学从研究对象来看属于典型的“资源依赖性”科学,国际合作应成为环境学科发展的必要因素。关于这方面的研究极少,对于本文的论断,兰德公司2000年曾做过问卷调查研究^①,认为环境科学是资源依赖性很强的科学,国际合作是其发展的必要方式(Collaboration as a Scientific Imperative)(见表1)。

(2)环境科学的实验观测性特点。从研究性质来讲,环境科学是建立在传统学科基础上的实验性科学,囊括了物理学、化学、生物学、经济学、社会学等多学科的科学方法,容纳了如:信息处理技术、航天与空间技术、测量技术和遥感技术等多种技术,属于实验观测性“大科学”,不属于抽象性科学。所以,环境科学既具有传统学科,如:物理学、化学、生物学等学科的国际合作特点,需要拥有大型的研究设施或设备等促进和吸引国际合作。同时,又赋予了新的合作内容,如对沙尘暴的预防和控制研究,既与地学、生物学、物理学、化学和工程学等自然科学有关,又与社会学、经济学、法学和商学等社会科学密切联系,没有国际优势学科的相互合作和融合,很难解决实际的环境问题。另一方面,环境科学还体现出实验性研究的大尺度^②、宽范围和整体性

表1 关于各学科国际合作对资源依赖程度的调查问卷

学科领域	问卷调查的科学家数	认为资源依赖性的百分比
考古学	2	100
古生物学	2	100
地质、地球学	11	100
环境科学	4	100
海洋学	1	100
植物学	4	100
动物学	2	100
生物学	13	85
工程领域	14	7
能源技术	4	25
核能技术	2	0
材料科学	17	6
化学	9	11
物理学	9	0
计算机科学	5	0
数学	2	0

资料来源:PP50, Caroline S. Wagner et al, 2001。

特点,特别是对于新出现的全球性环境问题,不是简单的“区域性+区域性”的研究模式就可以解决,必须是建立在一个超越国界的研究基础上,充分利用不同的国家优势学科开展研究。

(3)环境科学的基础公益性特点。从研究成果来讲,环境科学的研究成果具有很强的基础性和公益性特点。随着全球性环境问题的日益复杂,许多重大环境科学研究已经无法通过一个或几个科学家完成,其对基础设施和设备的需求甚至超过了一个国家所能负担的程度,需要跨国投入和组织更多的研发人员进行攻关。由于其科学成果先天所具有的基础公益性,研究成果很难获得来自市场化力量的推动和支持,单个国家进行投资研发往往无法从中获得直接的经济和社会效益。因此,对于这类型的环境科学项目如果由单一国家进行研究,不仅其失败的风险比较大,而且即使成功也存在着别的国家搭便车的现象。针对这种情况,通过国际合作联合组织研究将成为一种必然趋势。

(4)环境科学的学科交叉性特点。环境科学诞

① 调查了在美国工作的来自不同国家的100位专精国际合作的科学家,尽管该研究问卷只有100人,但兰德公司研究者认为选择样本本身就具有代表性,是来自于不同国家的在国际科学合作方面具有丰富经验的人。

② 这里所说的大尺度,与环境化学等基础性微观研究并不排斥,基础性微观学科也需要进行更大范围的取样和研究。

生于 20 世纪 60 年代,经过了多学科发展、跨学科交融以及学科体系建构 3 个阶段。在这一分化和综合的发展过程中,客观上需要不同国家优势学科之间的互补和融合,这是环境科学迈向成熟的内在需求,也是一个自主选择 and 竞争的过程。如果某个国家不参与到这一优势学科的整合过程来,只有永远跟在别人后面或被淘汰。而且多个国家在参与的过程中,会出现此消彼长、相互选择、优胜劣汰,最终出现不同环境优势分支学科之间的择优对接和融合。如下页图 3 所示,在环境地球化学工程学的交

叉融合过程中,将会有多个国家的优势学科参与其中。如在工程和技术领域有竞争优势的可能是中国和德国,而不是美国。因为美国在早期机械工程学一直领先于世界,但后来只有很少的研究投入到机械工程,所以工程科学已不是美国的优势学科。由于环境问题的日益复杂,加剧了环境科学的分化和学科的综合,以国家为分界点的最优领域结合将成必然趋势。所以,环境科学的重大科学突破和学科生长点,往往发生在不同学科的交汇点上,国际合作是创造交汇点的最好方式。

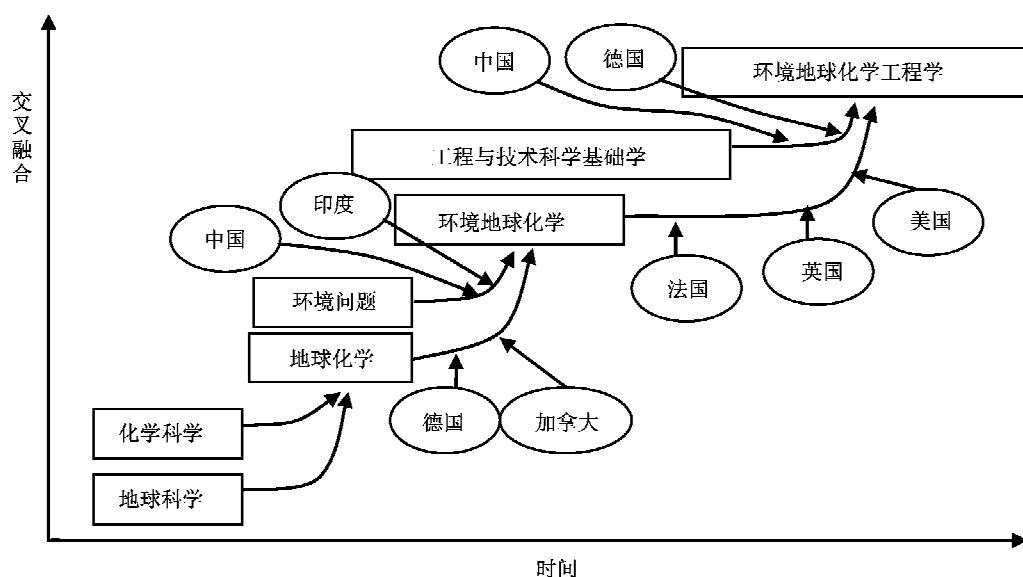


图 3 环境分支学科交叉融合的国际合作示意图

3. 环境科学国际合作的内在科学因素

全球性环境问题以及环境学科特性共同构成了环境科学国际合作的内在科学因素,并在理论上决定了其国际合作的方向、规模和强度。全球性环境问题对科学的需求越大,环境科学国际合作在理论上的规模就越大。正是这种问题导向型的需求促使环境科学必需进一步发展和完善,无论是整个研究过程,还是跨学科发展都需要整合和吸收不同国家的最优科学要素。根据 Susan 的研究,要充分认识科学合作的不同之处:在同一领域的国际科学合作主要是为了推进学科的发展,而跨学科的合作主要是为了解决问题,所以,环境合作完全不同于高能物理领域的国际合作,环境领域的科学合作主要是

为了解决问题。内在科学动力共同决定了环境科学国际合作的方向、理论规模和强度,并形成环境科学有别于其他学科的独有特性。

通过国际合作,环境科学以“最优要素选择”原则在世界范围内配置科学资源。从解决环境问题以及环境科学本身发展来说,环境科学将作为一个“看不见”的力量超越国界,在世界范围内实现科学资源的最优配置,积聚世界最优要素,实现科学自身的“卓越”功能,这是解决环境问题以及学科自身发展的原动力使然。在国际合作中,对于资源、设备、人才乃至学科交融等都应遵循对科学要素的“最优要素选择”原则,这是一种自然选择过程(见图 4)。在 IPCC 组织研究气候变化第四次评估报告

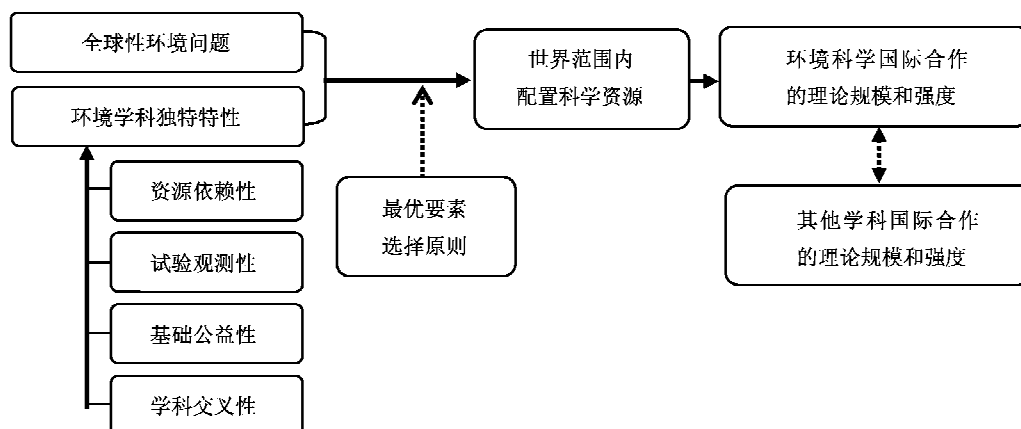


图4 环境学科国际合作的内在动力机制

中,全世界 100 多个国家的科学家参与其中,到最后阶段仍需要从 23 000 名专家中推举出 300 位担任报告的执笔工作。从这一合作过程来看,正是遵循了“最优要素选择”原则。

(二) 环境科学国际合作的外在非科学因素

对于环境科学国际科学合作,内在的科学因素是合作的充分条件,没有学科自身内在的发展需求,合作是没有生命力的。同时,这种合作也需借助外在的社会因素才能实现,是合作的必要条件。

1. 政治因素

由于全球性环境问题的特殊性,环境问题已成为政治的重要议题。20 世纪 90 年代以来,随着冷战的结束,合作领域重点转向了经济、文化、科技、环境等“低级政治领域”。特别是近年来,环境问题与政治相互嫁接,相互影响,尤其是 2009 年召开的哥本哈根气候变化大会,已经使环境问题蜕变为国际合作的“高级政治领域”。国际政治与环境问题的相互渗透乃至利用,将会对环境科学国际合作产生复杂影响。一方面,对于全球性环境热点问题,在国家利益上能够实现多赢(至少不伤害一些主要国家的利益)的情况下,国际政治将会对环境科学国际合作起到很好的推动作用。例如:目前开展的碳捕捉和存储技术(Carbon Capture and Storage, CCS),由于目前尚没触及到各国的核心利益,在国际政治因素的影响下,很快成立了碳收集领导人论坛(Carbon Sequestration Leadership Forum, CSLF),从而使国际

科学合作进展迅速;另一方面,在一些全球性环境问题上,由于触及到各国的核心利益,国际科学合作呈现出复杂化的态势,国际科学合作往往成为各国利益的代言,合作的本质被扭曲,在一定意义上已经危及科学的自主性。汪品先院士认为,“在气候变化应对方面,既有政治、又有科学,地球科学^①的学术问题卷入政治之争如此之深,恐怕还找不到先例”。正是由于环境问题的特殊性,从而使环境科学与政治因素之间产生了千丝万缕的联系,成为中非科学合作的重要因素。

2. 历史惯性

由于长期的历史和地理原因而形成的一种科学合作纽带关系,本文统称为历史惯性,这种惯性对所有学科的国际合作都有影响,是普遍性的,环境科学也不例外。

(1)文化因素。文化是考察国家间关系的重要变量,文化的交流与融通构成了国际行为主体进行交往与合作的催化剂,进而也影响着国际科学合作的实际规模、水平与模式。一般来讲,文化特质相近的,国际科学合作会容易一些;文化特质相差甚远的,科学合作会困难一些。所以,在科学全球化的背景下,国际科学合作需要重新认识各国文化之间的差异。

(2)地理因素。一般认为,地理上的接近更方便于研究者进行学术交流,邻近的国家经常有相似的科学研究或具有互补性等。原因有:一是可以节约

^① 汪院士谈的是地球科学,但是气候变化属于环境科学,完全可作为本论文观点的证明材料。

双方合作时的交通费用和国际差旅费;二是相近的风俗、习惯使研究人员能更好地融合。还有研究结果表明,科学合作随合作者地理距离的增大呈指数降低。

(3)历史原因。由于历史上的相互作用(包括殖民与被殖民的关系),形成当今的合作纽带,习惯、思维以及其他联系。如目前香港地区与国际科学的交往相对于大陆就更为广泛;印度与英国的科学合作也较其他国家热络。

(4)语言因素。共享一种语言的科学家之间无疑会有利于科学合作,合作的交流成本也相对较低,能够深入理解和沟通,合作的效率也相对较高。相反,使用不同语言的科学合作会增加合作成本。

3. 科学家个体因素

当前国际化突出表现就是合作的内容、方式已发生了重大变化,人才要素变得越来越关键,人才的国际化流动和优化重组对促进学科发展已发挥着越来越重要的作用。对于科学家个体的认识主要应基于以下几个方面:一方面是科学家的价值问题。在科学合作中,相较于自然资源、研究设备、数据库和实验室等科技资源等,人应该是最有竞争性的科学资源。在科学领域具有重要影响力的人物,其进入国际主流的合作网络,阻力当然也就很小。另一方面是科学家的人际网络。即便在网络发达的现在,同学、师徒、校友等这种合作关系仍然在国际合作中占有重要地位。由于双方互相了解,且研究领域接近,容易促进合作。由中国科技部发起的“世界科学中的中国”研究报告认为,1996-2005年中国在国际合作研究领域十分活跃,其中,在美华人科学家参与的论文占中美合作论文的72.3%,日本华人科学家参与的论文占中日合作论文的47.5%。呈现出显著的“华人现象”。

4. 信息技术

信息技术是通过有关要素的替代和增效作用来实现其正向和反向功能的。如同任何一门学科一样,信息化无疑会对环境科学国际合作带来变革。同时,作为一门试验观察类综合性学科,环境科学国际合作将受到信息技术更加深刻的影响。

对于环境科学国际合作的作用,其正向功能主要体现在:

第一,通过替换作用,可减少合作所需的物质

和能量,减少合作成本。如采取视频会议完全可以替代长途出差;一些环境试验原来需要人工进行的,现在可通过仪器的信息系统自行完成。

第二,通过增效作用,可促使合作模式发生变革。建立在网格技术基础之上“e-Science”,将成为一些重要领域国际科学合作的新模式。特别是环境科学的最大特点是在于观测系统的迅速发展,全球性环境问题的解决越来越依靠强大的信息处理技术,所以信息通信技术对环境科学国际合作影响深刻。

第三,通过替代和增效作用,为调整国际合作研究的运行状态、配置资源提供了条件,从而使环境科学国际合作系统向更高级演化成为可能。对于环境科学国际合作来说,通过信息的快速传播,有利于科学资源的整合,各国政府、环境科学家乃至各种科学资源能从信息传递中快速做出反应,形成更大、更复杂、更精密的合作结构,信息技术为这种资源配置提供了可能。当然,信息化也存在反向作用,不可能完全起到替代作用,以及需要考虑数据和信息安全等问题。

5. 环境科学国际合作的外在非科学因素

以上4方面因素共同构成了环境科学国际合作的外在非科学因素,这些因素深刻地影响着国际合作的实际效果、规模和结构分布。以上4方面的外在因素,对任何一门学科的国际合作都存在普遍影响。由于环境科学是一门综合性很强的科学,不像纯粹的物理学、化学等基础性学科,在国际合作方面受外部因素的影响会比其他学科大,也其他学科复杂。从以上分析可看出,政治因素和信息通信技术这两个因素对环境科学国际合作的影响深刻,有别于其他学科。对于历史惯性、科学家因素等对环境科学国际合作的影响,与其他学科的作用方式相同。

综上所述,相对于内在科学因素,这些外在的社会因素不决定环境科学国际合作的规律,但是环境科学整合全球资源的外在条件,成为影响国际合作效果、规模和结构分布等的非科学因素。

外在非科学因素遵循“最小省力原则”配置环境科学合作的社会资源。环境科学国际合作主要驱动来源于科学驱动,但实施合作的主体是人,合作的实际效果、规模和结构都要受到这一主体社会要

素的影响和限制。纵观这些因素配置的方式,其遵循着一条基本原则——最小省力原则^①。那就是在解决国际合作中的问题时,人们总是力图把所有可能付出的平均工作消耗最小化。把合作问题放到所估计到的,将来还会出现的问题的整体背景中去考虑,把解决面前的问题和将来可能出现的问题所付出的全部工作最小化。这一原则完全适用由社会诸多因素对环境科学合作的影响。无论是复杂的政治因素,还是文化、语言等历史惯性对环境科学合作的影响,作为一个社会的人或集团最终是追求“以最小的成本,来换取最大的收益”,这条原则不是由

环境科学发展的本身所决定,而是由人类行为的本性所决定。如信息技术对环境科学国际合作的渗透,目的是减低合作成本,背后体现的是最小省力原则。所以,最小省力原则将成为环境科学国际合作配置社会资源的重要原则(见图5)。

四、环境科学国际合作的总体发展趋势

根据以上论述,本文拟划出环境科学国际合作的3条曲线:

第一条曲线:理论曲线(图6中的曲线1)。根据对环境科学国际合作的内在动力分析,全球性环境

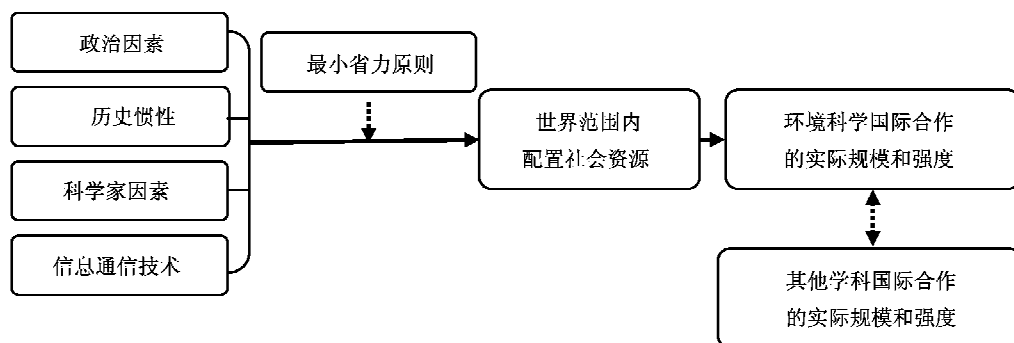


图5 环境学科国际合作的外在动力机制

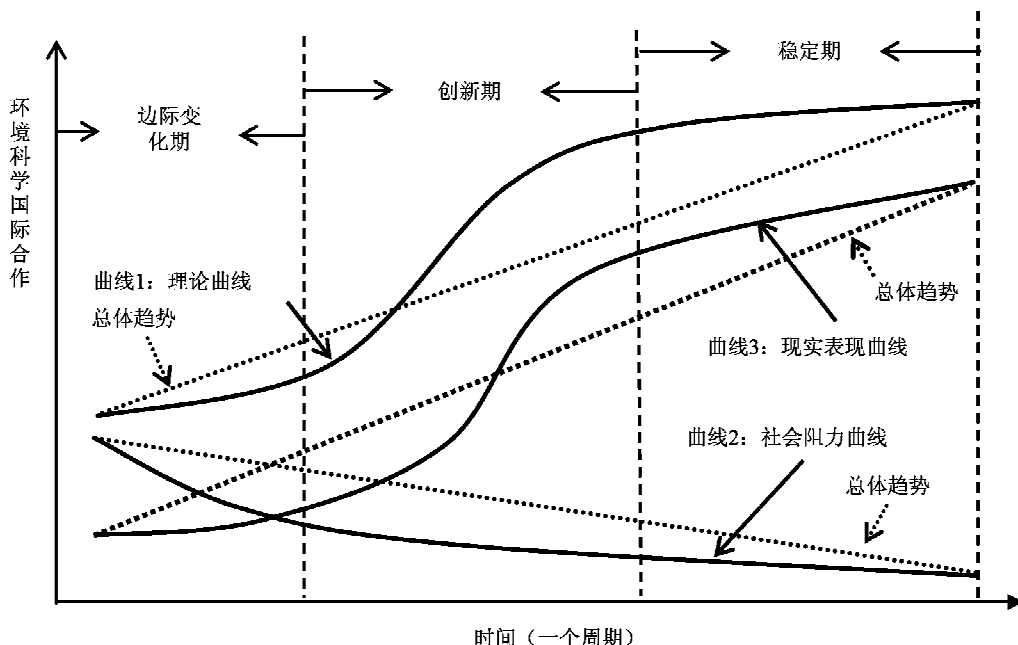


图6 环境科学国际合作虚拟曲线

① 最小省力原则可以概括为:以最小的代价换取最大的收益。这是指导人类行为的一条根本性原则。在现代学术界,第一个明确提出这条原则的是美国学者George·Kingsley·Zipf,他在1949年出版的专著《人类行为与最小省力原则——人类生态学引论》中所提出的,并在书中对最小省力原则做了精辟的阐述。此原则是针对人类各种社会活动而言,因而也就具有重大的社会意义和社会科学的学术价值,学术界学者对此原则的研究,涉及到社会中众多的领域。

问题以及环境科学本身的特性决定了国际合作理论上所应具有的规模和强度,是环境问题与环境科学这一对矛盾内在演化动力所促使,这样就形成了一条环境科学国际合作的理论曲线。从时间演化的角度来看,随着环境问题和环境科学的矛盾运行,理论曲线呈现出周期性。一开始由于对环境问题本身以及国际合作的科学知识不够,体现在曲线上呈现出合作起步缓慢,也即处于这一周期的边际变化期;随着对环境问题科学认识的加深,特别是全球性环境问题对环境科学提出巨大要求,促使环境科学必需充分整合和利用全球资源才能应对,此时国际合作快速发展,也即进入了国际合作的创新期;随着环境问题的逐步解决,国际合作也进入了稳定期。所以其国际合作理论曲线的一个周期应包括:边际变化期—创新期—稳定期的一个发展演化过程。

第二条曲线:社会阻力曲线(图6中的曲线2)。在现实的国际合作中,由于社会因素的影响,其合作的实际规模和强度,均受到社会性因素影响。这些社会因素(包括政治、历史惯性、科学家因素以及信息化等)对环境科学的国际合作形成一种社会性合力。这一合力一般来讲是一种负的推动力(有时会超越或脱离科学本身发展),表现出对环境科学合作问题从不理解到理解,从不接受到接受的一个过程,是按照人的社会性角度来看待这一问题。从而这一负的推动力体现在一开始阻力较大,随着理论上环境科学合作萌动和发展,再到合作的创新期,阻力会逐渐下降,人为因素将让位于实际科学的需要,呈现出递减规律。同时,由于科学合作的成本永远不能为零,从而这一合力永远也不可能为零。

第三条曲线:现实表现曲线(图6中的曲线3)。综合理论曲线和社会阻力曲线,环境科学国际合作将在这两方面因素的共同合力下,形成一个全球环境科学国际合作的现实表现曲线。这一条曲线是环境科学国际合作的现实表现,其发展规律是以理论曲线为基准,随着社会阻力曲线出现波动而波动,但总体上是围绕理论曲线发展的。并呈现周期性,每一个周期也同样经历边际变化期、创新期和稳定期。

五、结论

综上所述,在内在科学动力和外在社会动力驱动下,环境科学国际合作本质是起到了科学资源和社会资源在全球范围内的传输和流动,通过两个调节手段“科学要素择优原则”和“最小省力原则”,促使科学资源向有利于环境科学自身发展的方向积聚。环境科学依据学科发展的内在规律,充分吸纳和整合全球的科学资源,进行优化重组,向成熟的科学体系发展。■

参考文献:

- [1] DIUS, International comparative performance of the UK research base. 2008, 07
- [2] Liu Y, Chang Q. The scientific measurement and evaluation of China's international cooperation in basic research, China's basic Research website, 2004
- [3] Beaver DD, Rosen R. Studies in scientific collaboration: Part I . The Professional origins of scientific co-authorship [J]. *Scientometrics*, 1978, 1(1): 65-84
- [4] Beaver DD, Rosen R. Studies in scientific collaboration: Part II . scientific co-authorship research productivity and visibility in the French scientific elite [J]. *Scientometrics*, 1979, (1): 133
- [5] Beaver DD, Rosen R. Studies in scientific collaboration: part III - professionalization and the natural history of modern scientific co-authorship [J]. *Scientometrics*, 1979, 1 (3) : 231- 245
- [6] Derek J. de Solla Price. *Little Science, Big Science*[M], New York: Columbia University Press, 1963
- [7] Wilson C S, Markusova V A. Changes in the scientific output of Russia from 1980 to 2000, as reflected in the Science Citation Index, in relation to national politico-economic changes. *Scientometrics*, 2004 59 (3): 345-389
- [8] KATZ J.S, MARTIN B. R. What is research collaboration? *Research Policy*, (1997), 26 : 1-18
- [9] Zitt M, Bassecoulard E, Okubo Y. Shadows of the Past in International Cooperation: Collaboration Profiles of the Top Five Producers of Science. *Scientometrics*, 2000, 47 (3): 627-657
- [10] Y. Okubo, J. F. Miquel, L. Frigoletto, J. C. Doré. Structure of international collaboration in science: typology of countries through multivariate techniques using a link indicator, *Scientometrics*, 1992, 25(2): 321-351

- [11] J. Davidson Frame, Mark P. Carpenter, International Research Collaboration, Social Studies of Science (SAGE, London and Beverly Hills), 1979, 9: 481–497
- [12] Bordons M, Gómez I, Fernández M T et al. Local, Domestic and International Scientific Collaboration in Biomedical Research. *Scientometrics*, 1996, 37 (2):279–295
- [13] Ma N, Guan J.C. An exploratory study on collaboration profiles of Chinese publications in Molecular Biology. *Scientometrics*, 2005, 65(3):343–355
- [14] Wu T, Qiao H.G, Wang L.Q. On the nature and meaning of cooperation in scientific research, *Exploration of nature*, 1996, 15(4)
- [15] Wang Q.J. Dialogue and cooperation: International political economic analysis on Environmental issues, Doctoral dissertation from East China Normal University, 2006
- [16] Caroline S. Wagner, Irene Brahmakulam et al, Science and Technology Collaboration: Building Capacity in Developing Countries? MR-1357.0-WB, March 2001
- [17] Li J.C, Xu F. The Study on the law of Gathering–Scattering and Symbiosis on the development of modern scientific disciplines – An example of environment science’s the construction of the scientific system, *Science & Technology Review*, 2004, 4
- [18] Susan U. Raymond, Global Cooperation in Science, Engineering, and Medicine: An Overview of the Issues, *Technology In Society*, Vol. 19, No. 1, pp. 7–16, 1997
- [19] Wang P.X. 2009: Geoscience transcending time and space, *Science Times*, 2010, 01
- [20] Chinese phenomenon is the highlight in International co-authored papers, *Science Times*, 2009–1–9 A2
- [21] Song B. On the Stable Evolution of Environmental–Social System, Doctoral dissertation from Beijing University, 2004

Discussion on Influencing Factors of International Cooperation for Environmental Science

WANG Zhongcheng

(China Science & Technology Exchange Center, Beijing 100045)

Abstract: United Kingdom published many assessment reports on scientific research in 2008, and drew an important conclusion that UK has attached great importance to international cooperation. This paper reveals the environmental science, driven by internal scientific factors and external non-scientific factors can promote the flow and accumulation of global scientific and social resources for the environmental science development based on international cooperation. Merit principle and principle of least effort constitute the environmental science theoretical mechanism for international cooperation.

Key words: Environmental science; Internal scientific factors; External non-scientific factors; Merit principle; Principle of least effort