

方法移植对科学计量学研究的方法论启示

王炼 武夷山

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 科学计量学是一门发展中的学科, 目前学科的发展遇到了缺乏研究方法论层面的创新的瓶颈。本文从方法移植的角度讨论了科学计量学与其他学科的联系, 结合科学计量学当中方法移植的案例进行了说明, 并且借用隐喻的概念从理论上进行了探讨, 最后讨论了方法移植应用于科学计量学研究的可能性和可能出现的问题。

关键词: 科学计量学 方法论 移植 隐喻

分类号: G304

Transplantation of Methods in Scientometrics - A Methodological Evaluation

Wang Lian, Wu Yishan

Institute of Science and Technology Information of China, Beijing 100038

Abstract: Scientometrics is a developing discipline, which seems to have reached a phase of methodological predicament. This paper discusses the multidisciplinary of scientometrics and presents some typical cases about applying methods of other disciplines to scientometrics. It probes into the underlying principle of method-transplantation by using the concept of metaphor and then discusses the feasibility of the transplantation process and problems that may come along.

Keywords: Scientometrics, Methodology, Transplantation, Metaphor

科学计量学是运用数学方法对科学的各个方面和整体进行量化研究, 以揭示其发展规律的一门新兴学科。它是科学学的一个重要分支, 也是当前科学学研究中的一个十分活跃的领域。

科学计量学作为一门发展中的学科, 尽管初步形成了一套有学科特色的理论体系和研究方法, 但是还远远没有成熟。在这种情况下, 从其他学科引进和移植各种方法显得尤为必要。

移植, 原指从苗床上挖出秧苗移至别处栽种, 或将身体的一部分或某一器官移到其他特定部位。在科学研究当中, 将某个领域内的原理、技术、方法、结构、材料等引用到另一个领域内进行研究的方法称为方法的移植。移植的优势在于借用已成熟的理论和方法, 使我们能够绕过重复思考和研究, 并且使已有方法在新的领域下延续、发挥和拓展。不少新理论、新发明常伴随方法的更新与突破, 而这种新方法的诞生与推广, 其意义也许比成果本身重要得多。

1 科学计量学的学科特点

科学计量学的跨学科性似乎是与生俱来的。首先，作为科学计量学的研究对象，科学在历史发展过程当中形成了不同的类别，分化成不同的学科，并且当前各个学科一方面朝着更加细化的方向发展，一方面越来越多的研究领域的边界越来越模糊，出现了很多边缘学科，多学科和跨学科的研究不断涌现，各学科之间出现越来越多的交叉和融合。这为科学计量学当中的方法移植提供了天然的可能性。

其次，科学计量学家们丰富的学科背景也是导致方法移植的重要因素。这一点我们可以从历届科学计量学领域最高奖——普赖斯奖获得者的背景资料看出来。普赖斯奖自1984年设立以来，至2004年已有12位（组）科学家获得了此项殊荣，他们的背景相当丰富：

表1 历次普赖斯奖得主及其背景

年度 获奖者 背景

1984 Eugene Garfield (美国) 本科学习的是化学专业，获图书馆学专业硕士学位后在一家制药企业工作过。

1985 Michael J. Moravcsik (美国) 本科物理专业，获理论物理博士学位，同时还是一位音乐评论家。

1986 Tibor Braun (匈牙利) 既是科学计量学家，又是分析化学教授。

1987 Vasiliy V. Nalimov (前苏联) and Henry Small (美国) Nalimov语言学家，数学家和控制论专家。

1988 Francis Narin (美国) 科技评价方面的权威，揭示了专利技术与股票市场之间的关系。

1989 Bertram C. Brookes (英国) and Jan Vlachy(捷克) Brookes获得过语言学的博士学位。

1993 András Schubert (匈牙利) 同时是一位化学工程师，研究物理化学的理论模型。

1995 Anthony F. J. van Raan (荷兰) and Robert K. Merton (美国) van Raan最初的专业是数学、物理和天文学。Merton是科学社会学家。

1997 John Irvine and Ben Martin (英国) and Belver C. Griffith (美国) Griffith获得的是实验心理学领域的硕士和博士学位。

1999 Wolfgang Glänzel (Germany/匈牙利) and Henk F. Moed (荷兰) Moed最开始是一位数学家。

2001 Leo Egghe (比利时) and Ronald Rousseau (比利时) Egghe和Rousseau都是数学博士。

2003 Loet Leydesdorff (荷兰) 本科专业是化学，获得生物化学和哲学硕士学位，社会学博士学位。

来源：作者根据历次普赖斯奖获得者的背景介绍整理

PERITZ和BAR-ILAN曾对Scientometrics期刊1990年和2000年刊载的文章及其参考文献所属学科进行了研究[1]。文章将来源文献分为15个类别，研究发现，排在引文前四位的期刊分别是：SCIENTOMETRICS、JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE、RESEARCH POLICY、SOCIAL STUDIES OF SCIENCE，分别代表了与科学计量学联系最为紧密的四个领域：科学计量学本身、情报学、政策管理科学和科学社会学。大部分的参考文献（2000年的比例是56.9%，1990年是47.3%）来自于与科学计量学联系最为紧密的三个领域：科学计量学和文献计量学、图书情报学、社会科学。以上数据说明，科学计量学学科对自身的依赖程度很大，一方面可能是因为学科越来越成熟，另一方面也说明领域内的学者利用其他学科的方法或者成果的情形不算多。作为科学计量学学科的从业人员，科学计量学领域的科学家，特别是初进入此领域的研究者，需要有意识地、积极地借鉴其他学科的方法和成果，并且要特别注意方法移植的典型性。

2 科学计量学当中方法移植的案例

2.1“成功产生成功”原理与相关模型

“成功产生成功”（success-breeds-success）是一种广泛存在的社会现象，有时也被称为“马太效应”（Matthew Effect）。圣经《新约·马太福音》第二十五章中有这样一个故事，一个国王交给三个仆人每人一

锭银子，吩咐他们去做生意。第一个仆人用一锭银子赚了10锭，于是国王奖励了他10座城邑；第二个仆人赚了5锭，于是国王便奖励了他5座城邑；第三个仆人把那锭银子一直包在巾里保存得好好的。于是国王命令将第三个仆人的一锭银子也赏给第一个仆人，并且说：“凡有的，还要给他，叫他有余；凡没有的，连他的所有，也要夺走。”

1968年，美国著名科学社会学家、科学史研究者R.默顿用下面句话概括了这种社会心理现象：“对已有相当声誉的科学家做出的科学贡献给予的荣誉越来越多，而对那些未出名的科学家则不承认他们的成绩。”默顿将这种社会心理现象命名为“马太效应”，用以论述科学社会中的评价与奖励机制[2]。

后来人们发现，“马太效应”在人类社会生活中普遍存在，因而被广泛地引申和应用。“马太效应”真实地概括了优势和劣势的积累过程：一旦存在有优势，这种优势局面就会不断加强；反之若处于劣势，则这种不利情形也会继续加剧，这就是“马太效应”，或者说是“成功产生成功”原理，它反映了当今社会中存在的一个普遍现象。

“成功产生成功”背后的基本机理就是：事物的增长速度与现存的事物的数量成正比。实际上，符合这一规律的具体模型很多，比如：

(1) 社会学当中的人口增长模型

$$N(t)=N_0e^{rt} \quad (\text{公式1})$$

$N(t)$ 表示在时间 t 的人口数量， N_0 为初始人口数， r 为常数。

(2) 经济学当中的帕累托模型 (Pareto's Law)

$$N = N_0x^{-b} \quad (\text{公式2})$$

N_0 为总人口数， x 是收入水平， N 是收入不低于 x 的人口数， b 为参数。

(3) 医学当中的传染病模型

$$\frac{dn}{dt} = g(t)n(1 - \frac{n}{n_0}) \quad (\text{公式3})$$

n 表示在时间 t 时被传染的人口数， n_0 表示所有人当中对疾病没有免疫力的人口数，那么在时间 t 就有 $n_0 - n$ 个应受感染而未被感染的人， $g(t)$ 表示接触并可能被感染的概率。

(4) 生物学当中的逻辑斯蒂曲线模型 (logistic curve)

$$N = \frac{k}{1 + ae^{-kbt}} \quad (\text{公式4})$$

N 表示生物体在时间 t 的累计数量， k 、 a 、 b 为大于零的常数， k 为 t 趋于无穷时 N 的最大值。

“成功产生成功” (success-breeds-success) 原理也被称为累积优势 (cumulative advantage)，在科学计量学学科领域也有着广泛的应用。这个模型最早是由Simon于1957年提出的[3]。他利用严格的随机数学工具研究了偏斜分布函数 (Skew Distribution Functions) 的统一概率基础，建立起了累积优势模型，也被称为Simon-Yule模型。普赖斯在研究文献计量学当中累积优势形成过程时发现，社会现象中普遍存在的“成功产生成功”现象很类似医学中的传染病现象[4]。

于是他利用古典概率论中的缸模型，推导出分布密度函数：

(公式5)

其中， $f(n)$ 代表处于状态 n 的信息源的频数， m 为常数。

当 时，

$$-(m+2) = -r \quad (\text{公式6})$$

这时， $f(n)$ 形成负幂分布的极限表达式，普赖斯将其命名为累积优势分布，作为文献计量学的一般统一表达式。

类似的，普赖斯以科技文献为例，推导出了科技文献按指数规律增长的数学表达式：

$$N = N_0e^{bt} \quad (\text{公式7})$$

其中， N_0 为初始累计量， N 为时间 t 时的文献数量。

实际上，科学计量学当中重要的定律大都与“成功产生成功”原理相关，比如Lotka定律、Pareto定律、Zipf定

律等等，并且可以用相应的数学模型解释[5]。

2.2从物理学向科学计量学移植的案例

在核物理学中，用半衰期（half life）的概念来描述放射性物质的衰变过程，表示一定数量放射性同位素原子数目减少到其初始值一半时所需要的时间。放射性物质的衰变过程服从负指数分布：

$-kt$ （公式8）

其中， $n(t)$ 为经过时间 t 后剩余的原子数量， n_0 为初始原子数量， k 为常数，与放射性元素有关。根据半衰期的定义，半衰期 $T_{1/2}$ 指的是 n/n_0 所需要的时间，即

$T_{1/2} = \ln 2/k = 0.693/k$ （公式9）

受这一物理概念的启发，著名科学学家贝尔纳（J.D. Bernal）于1958年首先提出了用“半衰期”来表征科学计量学研究当中的文献老化现象。贝尔纳用半衰期表示“已出版的文献有一半已不使用的的时间”。与这个概念类似的是，1960年伯顿和开普勒把科学文献的半衰期定义为“发表所有最新被引文献的一半的时间”。后来，美国ISI的期刊引用报告（JCR）综合这两种定义提出引用半衰期（citing half-life）和被引半衰期（cited half-life），成为引文分析的两个重要指标。

3 方法移植与隐喻

从表面上看，很多情况下学科间方法的移植似乎是一种科学家的随机行为，随意性很大，而且缺乏某种可供参考的或者指引性理论，这对我们自觉地、系统地了解并且运用这种思维方式无疑是不利的。其实，方法移植这种行为自此学科诞生的那一天就开始了，只不过当时还是一种自发性的、隐性的思维方式。可以说，隐喻是启发方法移植的灵感的源点。

隐喻(metaphor)一词出自拉丁语metaphora，而拉丁语出自希腊语同一词汇，原意为转换、变化。英语词metaphor最早的意思指一种修辞格，在字面上指称一种类型的客体或观念的一个词或词组被用来代替另一个词或词组，从而暗示它们之间的相似或类似。早在两千多年前，亚里士多德就研究了隐喻的性质及功能，由此奠定了西方修辞学的基础。最近的研究表明，隐喻不仅是一种修辞手段，还是人类思维的元方式，隐喻思维是人类的一种原始思维方式，隐喻是人类认识世界的一种主要方式[6]。隐喻反映了语词的主观性、多义性，它在人文学科中随处可见，在以客观性、逻辑性和精确性见长的自然科学中同样大有用武之地[7]。一个著名的例子是，达尔文在《物种起源》中，使用了大量借自经济学术语的隐喻概念，如“分配”、“丰富”、“稀缺”、“竞争”等。这些隐喻概念不仅提供了一组描述自然选择的适当词汇，同时提供了一种便于理解和解释的概念框架。再如，在数学的图论中，科学家们使用“树”(tree)这一名称来指称某种特定的图形，并把这种“树”的集合形象地称作“森林”(forest)。

科学修辞学的研究发现，科学理论陈述中一些重要的核心概念往往都是隐喻性的，而且这些隐喻概念被科学家作为新的科学事实和概念前瞻性发现的重要工具而被使用。在常规科学时期，科学家是在范式的指导下解决问题的，而在科学的危机和革命时期，面对一系列反常，旧范式作为工具就往往显得束手无策。在这个非常时期，恰恰是想象或形象思维驰骋的大好时机和广阔天地，而隐喻正是以此见长的。

科学中很多的基本概念都是极其抽象的，远离直接经验的，不借助于隐喻非常难以表达它们。如果把科学活动理解成是对世界的模拟活动，那么，在理论的建构活动中，科学理论的概念与术语所描述出的可能世界，只在一定的语境中与真实世界具有相似性。隐喻的基础在于人的思维、语言和自然的同构性或相似性。在科学研究的活动中，研究对象越远离日常经验，科学话语中的隐喻成份就越多。这也许是因为在量子理论产生的早期年代，物理学家在理解微观现象时，不可能在微观对象的粒子性和波动性之间做出选择的原因所在。实际上，微观粒子的波粒二像性概念只是在现象学意义上的一种典型的隐喻概念，它们并不拥有概念的字面意义，而只具有隐喻的意义。因此，它们不是对真实世界的基本结构的实际描述。严格地说，隐喻不是逻辑的、纯粹的和理性的，表面上看，隐喻语言与追求逻辑严密和可证实性的科学陈述语言似乎背道而驰，

但事实上并非如此。隐喻的本质特征在于，它基于相似性或类似性，在不同的经验世界或观念世界之间建立对照关系或对应关系，“隐喻是跨领域间的一种映射”[8]。

4 方法移植的可能性及问题

任何一门学科的方法移植到另一门学科都必须具备两个前提条件，一是所移植的方法在其每一学科的运用应当是比较成熟、完善、合理的；二是从需要引进其它学科的研究方法的那门学科的角度看，一般也应当对其研究对象的本质或局限性有一定程度的认识。只有同时满足了以上两个条件，才可能发生学科之间的方法的移植，也才有可能使移植的方法在被移植的学科里真正适用，充分发挥其作用与功能。在这里，后一个前提条件要求：移植的方法必须紧密结合被移植学科的性质和特点，进行必要的改造和再创造。在科学发展史上，既有移植科学研究方法取得成功的经验，同样也不乏移植失败的教训，其中一个重要的制约因素就是能否把握移植对象的学科特点与性质，并使之与移植的方法有机地结合，以形成被移植学科自身独特的研究方法体系。

移植是扩大视野、开阔思路的重要途径。要使方法移植奏效，首先要善于发现，从其他已知和熟悉的事物中，甚至是从看来毫无关系的事物中得到启示。其次，要巧妙地将借鉴的东西运用到自己的研究中去。可以说，借鉴的自由度较大，而移植是有条件的，制约性较强。借鉴移植不能生搬硬套，不能不顾实际情况机械地去做。

方法移植具体有两条途径：

途径1：

途径2：

图1 方法移植的两条途径示意图

从思维方向来看，这两种途径一个是从上至下，一个是从下至上。从思维的逻辑方式来看，一个侧重的是演绎思维，一个应用的是抽象思维。在实践当中，大多数方法的移植与转换采用的是后一种途径，即总是从某个现实问题出发的，在寻求解决问题的方法过程当中受到其他学科领域的概念或者方法的启示，从而发生方法的移植。相对而言，通过前一种途径实现的情况比较少。如果我们能够对某学科当中的代表性研究方法做进一步的研究和思考，运用发散式的思维，有可能对其他学科领域当中的问题解决起到启示作用。由于这种思考的主动性和自觉性，今后，更多方法移植有可能通过这种途径实现。

方法移植也是有一定的层次结构的。遵循由表及里先浅后深的顺序结构，可将移植划分为三个层面：表层移植，中层移植和深层移植。表层移植是指借用其它学科的名词、术语和概念等丰富本学科的概念系统的移植方法。中层移植是指借用相关学科的观点、技术或公式、原理、模型，扩充学科理论或量化学科研究。深层移植是指自觉运用其他学科的思维模式，结合本学科的研究特点进行深层次的创造的一种方法。层次越深，移植的方法论意义也就越大。

在科学计量学的研究中,大量吸收、消化、运用从其它学科移植过来的新方法、新技术。由于注重使用新方法所产生的实际效果,有关学科先进方法的引入,不仅为科学计量学研究培育了新的生长点,增强了科学计量学发展的活力,同时也丰富了科学计量学的方法论体系。我们已经观察到科学计量学研究大量移植其它学科方法的趋势,在科学计量学研究中,运用其它学科方法的论文、论著不断涌现,这极大地促进了科学计量学方法论体系的建设与发展。

另一方面,在方法的移植过程中仍然存在一些问题。具体表现在,移植新方法的目的更多地在于构筑新理论,对新方法在科学计量学研究中的实际效用关心甚少。一些移植不是以社会需要为动力,而是某些研究者个人的随意性行为,他们把某些学科、方法不加选择地加以拼接,应用于科学计量学研究。一些新方法、新理论的引进只不过是一种生搬硬套,仅仅是一些名词、术语和数学公式的堆砌,重形式而不切实际,更无法真正指导实践。因此,要坚持理论联系实际的原则。任何一种方法的移植、建立与运用,都要与实践相结合,在实践中加以验证和完善,不能只停留在理论上和形式上,更不能盲目模仿,否则会严重影响理论研究的健康发展。

5 结论

科学计量学的发展历程不过四十年,相对许多其他学科显得不成熟,仍然处在发展当中,其学科体系和研究方法也在成熟当中。国内的有关科学计量学的研究则起步更晚,而且发展到现阶段似乎遇到了理论上的研究困境,缺乏方法上的创新。我们看到,相当一部分研究论文只是将本领域内相同或相似的研究方法在不同研究对象之上再用一次而已。这种“简单操作”无疑对科学计量学的发展是非常不利的。研究科学计量学与其他学科的关系,探讨方法移植对科学计量学的方法论指导作用,无疑是有现实意义的。扩大视野,充分吸收和借鉴其他学科的研究思维和方法,结合科学计量学自身的特点和研究领域,将积极推动学科理论的发展,促进学科的成熟。

参考文献:

- [1] PERITZ BC, BAR-ILAN J. The sources used by bibliometrics-scientometrics as reflected in references [J]. *Scientometrics*, 2002, 54(2): 269-284.
- [2] MERTON, RK. The Matthew effect in science [J]. *Science*, 1968, 159: 56-63.
- [3] SIMON, H. A. *Models of man: Social and rational* [M]. New York: John Wiley & Sons, 1957. 转引自JOHN C. HUBER. Cumulative Advantage and Success-Breeds-Success: The Value of Time Pattern Analysis [J]. *Journal of the American Society for Information Science*, 1998, 49(5): 471-476.
- [4] PRICE, D. DE SOLLA. A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes [J]. *Journal of the American Society for Information Science*, 1976, 27: 292-306.
- [5] BOOKSTEIN A. Informetric distributions, part II: Resilience to ambiguity [J]. *Journal of the American Society for Information Science*, 1990, 41: 376-386.
- [6] 钟映竑, 杨建梅. 系统隐喻[J]. *科学管理研究*, 2003, 21 (5) : 89-93.
- [7] 李醒民. 隐喻: 科学概念变革的助产士[J]. *自然辩证法通讯*, 2004, 1 (26) : 22-28.
- [8] MARTIN HYATT. *Metaphoric Models for Creative Thinking* [D]. Palo Alto: Stanford University, 2000:5.