

“跨学科性”的概念框架与测度
The Concept and Measurement of Interdisciplinarity

李江

(浙江大学信息资源管理系, 杭州, 310058)

[摘要] 针对跨学科研究文献中的概念混用,重新定义了“跨学科性”,并从“跨学科发文”与“跨学科引用”两个方面构建了“跨学科性”的概念框架。然后,基于该概念框架,以图书情报领域全球 101 位优秀学者为例,采用“专门度”和“布里渊指标”两个指标,分别测度学者发文的跨学科性与引用的跨学科性。研究结果表明:①学者引用的跨学科性与学者的学术影响力显著相关,即引用范围越广泛的学者的影响力越大;②从事文献计量研究的学者的跨学科性均显著高于从事信息系统研究的学者,即前者的知识背景更加多元化。

[关键词] 跨学科性 跨学科研究 跨学科发文 跨学科引用 测度指标

[中图分类号] G250 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-2797(2014)03-0087-07 **DOI:** 10.13366/j.dik.2014.03.087

[Abstract] Interdisciplinary research has been practiced and studied so extensively that its measurement becomes priority in the field of Bibliometrics. Concepts concerning the measurement of interdisciplinary research are confusing in previous publications. First of all, this paper redefines ‘Interdisciplinarity’, and constructs a conceptual framework in order to interpret how its measurement has been conducted. Then, it conducts an empirical study to measure 101 well-established scholars over the world, and demonstrates that the more extensively a scholar cites, the higher his impact is. In addition, it also reveals that the interdisciplinarity of bibliometrics scholars is significantly higher than that of information management scholars.

[Key words] Interdisciplinarity Interdisciplinary research Interdisciplinary publications Interdisciplinary citations Indicators for measurement

跨学科研究是科学原创性成果的重要源泉之一,在获诺贝尔科学奖的研究中的比例越来越大^[1-2]。目前,国内的跨学科研究在政策与经费资助方面都得到了大力支持。国家哲学社会科学研究十二五(2011—2015年)规划中提出:“鼓励跨学科跨部门跨地域专题研究”。国家十二五科学和技术发展规划中提出:“加强基础学科之间、基础学科与应用学科、科学与技术、自然科学与人文社会科学的交叉融合”。国家自然科学基金十二五发展规划中提出“优先资助有利于推动新兴交叉学科发展并形成新的学科生长点的基础科

学问题或关键技术基础问题”。

在鼓励跨学科研究的政策背景下,学科之间交叉的强度与广度、知识跨学科的流向、跨学科研究成果的产量与影响等跨学科特征成为文献计量学领域重要的研究问题。目前,国内外的相关研究中对这些特征没有统一的描述,虽然有“跨学科性”这一术语,但常与“跨学科研究”混用。因此,本文中笔者重新定义“跨学科性”这一概念,然后,基于该概念框架,测度学者的“跨学科性”。

[基金项目] 本文系国家自然科学基金项目“跨学科知识扩散的规律研究”(71203193)的成果之一。

[作者简介] 李江,男,博士,讲师,研究方向:文献计量学,Email:li-jiang@zju.edu.cn。

1 “跨学科性”的相关概念

“学科(Discipline)”的字面含义是按照学问的性质而划分的门类^[3];从学术角度理解,一门学科首先有一个中心问题(可以包含多个方面),然后有与问题相关的解释、目标与理论^[4]。

“跨学科(Interdisciplinary)”一词最早由美国哥伦比亚大学的 Woodorth 于 1926 年提出,是指超越一个已知学科的边界而进行的涉及两个或两个以上学科的实践活动^[5]。早期的跨学科仅指学科之间的合作,并非后来的跨学科研究。“交叉学科”是“跨学科”的另一种说法,对应的英文术语也为“Interdisciplinary”。据魏巍考证^[6]:1985 年首届交叉科学学术讨论会举办之前,“Interdisciplinary”一直被译为“跨学科”,会上钱学森发表了对交叉学科的观点,之后,“Interdisciplinary”经常被译为“交叉学科”。与跨学科相关的术语包括:“多学科(Multidisciplinary)”、“超学科(Transdisciplinary)”、“横学科(Crossdisciplinarity)”等,它们分属跨学科活动的不同层次,文献[7]中详细解释了这些术语之间的差异。

“跨学科研究(Interdisciplinary Research, IDR)”是一种经由团队或个人整合来自两个或多个学科(专业知识领域)的信息、材料、技巧、工具、视角、概念和/或理

论来加强对那些超越单一学科界限或学科实践范围的问题的基础性理解,或是为它们寻求解决之道^[8]。

2 “跨学科性”的概念框架

在英文文献中,学者们常将“Interdisciplinary Research”与“Interdisciplinarity”混用,都表示跨学科研究。在中文文献中,学者们常将“Interdisciplinarity”译为“跨学科性”^[9],但其仍然表示跨学科研究,也有学者将其译为“跨学科学”^[10]或“交叉科学”^[11],表示独立的学科。笔者认为,作为“Interdisciplinary”的名词形式,“Interdisciplinarity”译为“跨学科性”更合适,但不宜与“跨学科研究”混用。因此,笔者将其重新定义为:跨学科研究中的跨学科特征,如各学科知识交叉的广度与强度、知识跨学科分布与扩散的特征等。

对于科学研究领域的知识,可将单篇论文视为基本单元。一组论文的集合可以是一份期刊,也可以是一位作者。一组作者的集合可以是一个研究团队,也可以是一个研究机构。基于上述逻辑分析,笔者将跨学科性的概念框架绘制如图 1 所示。图中显示,透过单篇论文与各类论文集合的主体,“跨学科性”表现为“跨学科发文”与“跨学科引用”。所构建的概念框架适用于论文、期刊、作者、团队、机构等对象。

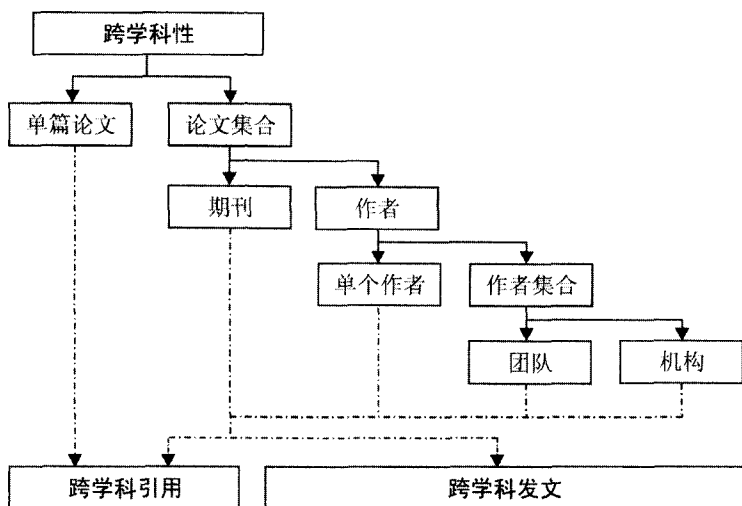


图1 “跨学科性”的概念框架

2.1 跨学科发文

跨学科发文的对象是一组论文的集合。以作者为例,其跨学科性体现在自身的“T”型知识结构^[12]。“T”型知识结构是相对于“一”型和“|”型知识结构而言,前者博而不精,后者精而不博,“T”型知识结构则将两种类型结合起来。形成“T”型知识结构有两种方式:第一,单个研究人员精通某一研究领域,同时对相关领域的知识有着广泛的了解;第二,不同领域专门化的研究人员组成跨学科的研究团队或研究机构。这两种方式分别对应于图1中的“单个作者”和“作者集合”。

研究人员的学科背景可由教育背景、从属机构与研究成果的学科特征进行判断。因为教育背景并不能决定研究人员当前的研究内容,研究人员也可能从事超越所属机构学科范畴的研究,故研究成果的学科属性是最直接、最贴近本质的现状表征。如果单个研究人员在多个学科发文则其具有跨学科性,具有“T”型知识结构,如果研究团队的成员个体不具有“T”型知识结构,但组合之后具有“T”型知识结构,那么该团队具有跨学科性。

2.2 跨学科引用

跨学科引用是跨学科研究的产物。论文(也可以是专著、专利等其他研究成果)具有跨学科性说明论文的研究对象、研究方法、研究工具、研究思路等各个方面组合在一起之后具有跨学科性,这些内容的学科属性通过论文引用的参考文献的学科属性得以体现。因此,单篇论文的跨学科性表现为:跨学科引用(施引,即论文引用了不同学科的文献)。与此相似,论文集合的跨学科性也可以表现为跨学科引用。以作者为例,一位作者是一组论文的集合,其跨学科性是单篇论文的跨学科性的累积。因此,除了可以从跨学科发文的角描述作者的跨学科性,也可以从跨学科引用的角描述其跨学科性。

量化分析跨学科引用不仅仅是统计跨学科引用的次数,而且要反映跨学科的多样性(Diversity),具体包括三个要素^[13]:①差异性(variety),即被引用学科数量的多少;②均衡性(balance),即被引次数在各学科中的分布均衡程度;③相似性(disparity),即被引用

学科之间的亲疏关系。“跨学科性”的测度指标大多基于这些要素而设计。

3 “跨学科性”的测度

测度跨学科性的实质是测度论文(或论文集合)涉及的学科的多样性^[14-15]。基于上文构建的跨学科性的概念框架,下文中的实证研究从跨学科发文与跨学科引用两个角度,测度全球图书情报领域优秀的学者的跨学科性,旨在研究如下问题:

(1)“跨学科性”与学术影响力有何关系?

(2)图书情报领域不同研究方向的学者的“跨学科性”是否存在差异?

3.1 数据来源与研究方法

文献[16]中提供了全球范围内101位图书情报领域过去10年活跃的、影响力最大的101位学者及截止到2009年的h指数,并按照研究方向将这101位学者划分为5组:文献计量(BIB)、信息系统(IM)、信息检索技术(IRH)、信息检索理论(IRS)和其他图书情报理论(SOCS),具体如表1所示。笔者在汤森路透Web of Science数据库中逐一查询这些学者截止到2009年发表的论文(共2611篇)及其参考文献(共96263条),然后进行下列操作。

首先,从中提取出论文所属的期刊,根据Journal Citation Report(JCR)中期刊的学科分类确定这些学者发表的论文及引用的论文所属的学科。在JCR中,一个期刊可能属于 $n(n \geq 1)$ 个学科,为了避免引用学科数量因此而膨胀,统计学科数量时,这些学科中每个学科获得 $1/n$ 的权重,以保证引用学科数量与参考文献数量相等。

其次,采用“跨学科性”的测度指标计算这101位学者的发文的跨学科性与引用的跨学科性。参考文献中有部分文献未被汤森路透数据库收录,如图书、网络文献、部分会议论文、部分SCI/SSCI/A&HCI之外的期刊论文等。按照Porter的建议^[17],测度“跨学科性”时这部分数据不在统计范围之内。

最后,借助非参数假设检验——Mann-Whitney秩和检验判断5组学者之间的跨学科性的差异,借助相关分析判断跨学科性指标与h指数之间的相关性。非参数假设检验是不依赖于总体分布类型的一大类

统计方法。秩和检验将变量值从小到大转换成秩(排序)后再计算检验统计量,从而推断两个或多个总体的分布是否具有统计意义上的差异^[18]。Mann-Whitney U 是两个独立样本秩和检验的常用方法。

3.2 测度指标

3.2.1 跨学科发文测度指标——专门度

2007年,波特(Porter)等人提出专门度(Specialization, S)指标^[19],用于测度作者所发表论文的学科的多样化的程度。专门度S的计算公式如下:

$$S = \frac{\sum (P_{sc_i}^2 + \dots + P_{sc_i}^2)}{\sum (P_{sc_i} + \dots + P_{sc_i})^2}$$

其中, P_{sc_i} 指学科*n*中的文献数量, $S \in [0, 1]$ 。作者的跨学科性越高,则S值越趋近于0,反之,如果作者只在一个学科内发表过论文,则S值为1。例如,学者A与学者B均发表了5篇论文,A的论文包括3篇化学论文、1篇物理学论文和1篇生物学论文,B的论文包括3篇化学论文和2篇物理学论文。那么A和B的S值分别为0.44和0.52,即A发文的跨学科性更高。

3.2.2 跨学科引用测度指标——布里渊指数

1956年,布里渊(Brillouin)提出一个指标用于测度传播过程中的信息熵或不确定性,后被称为“布里渊指数”(Brillouin's Index)^[20],该指标的计算公式如下:

$$H = \frac{\log N! - \sum (\log n_i!)}{N}$$

其中, N 指观测总数, n_i 是观测数中类别*i*的数量, $H \in [0, +\infty)$ 。从表达式上看,该指标考虑了跨学科引用中的差异性、均衡性,观测数中的类别越多、且观测对象在各类别中分布越均匀,H值就越大,反之,如果所有引用都集中在一个学科,则H值为0。例如,图书情报领域学者A和B均施引50次,其中各有30次的学科内引用,A引用计算机科学与技术领域文献20次,B引用计算机科学与技术领域文献10次、新闻传播学领域文献10次。那么期刊A和B的H值分别为0.27与0.38,即B引用的跨学科性更高。目前,布里渊指数是测度跨学科引用时最常用的指标。

3.3 研究结果

根据上文的数据与测度指标,可以得出如表1所示的结果。表中的101位学者按研究方向分组排列,组间用横线隔开。在这101位学者中,欧洲学者占57位,北美学者占36位,澳大利亚占3位,亚洲占5位(印度2位,新加坡、以色列、中国香港各1位)。需要注意的是,部分学者发文与引用的跨学科性是由期刊本身的跨学科性引起的。例如,Scientometrics同时属于SCI数据库中的“计算机—跨学科应用”和SSCI数据库中的“图书情报学”。

总体而言,在图书情报领域跨学科性越来越高的背景下^[21-24],图书情报领域学者的发文与引用的跨学科性较高。以比利时文献计量学家Ronald Rousseau和Leo Egghe为例,他们都从数学转向文献计量学研究,如今研究方向相近。前者频繁与包括中国在内的各国多个学科的学者合作发表论文,而后者偏爱独立发表论文。在统计时间范围内,前者在7个学科发表了37篇论文, $S_{Rousseau} = 0.368$,后者在4个学科发表了45篇论文, $S_{Egghe} = 0.432$,前者发文的跨学科性更高。前者引用了54个学科共531次, $H_{Rousseau} = 0.924$,后者引用了43个学科共697次, $H_{Egghe} = 0.912$,前者引用的跨学科性也更高。

Pearson相关分析结果显示:S值与H值之间显著负相关,相关系数为-0.428, $p < 0.001$;H值与h指数显著正相关,相关系数为0.355, $p < 0.001$,S值与h指数在 $p < 0.05$ 的显著性水平上无显著差异。H值与h指数之间的相关关系表明跨学科性与学术影响力相关,具体而言,引用学科范围越广泛的学者的影响力越大。这一发现并非偶然,斯蒂尔(Steele)等人证实引用学科范围越广泛的文献的影响力越大^[25]。另外,S值与H值之间显著负相关表明发文的跨学科性与引用的跨学科性具有一致性。一般而言,发文的学科范围广泛表明学者拥有多个学科的专业知识,这些知识被学者利用后,使得引用的学科范围也很广泛。

将5组学者的S值两两混合,按从小到大排序,Mann-Whitney秩和检验结果显示:IM和BIB两组之间的S值存在显著差异, $p < 0.001$,秩和 $T_{IM} = 854$,秩和 $T_{BIB} = 421$ 。其余两两之间在 $p < 0.001$ 的显著性水平

表 1 图书情报领域全球 101 位知名学者的跨学科性
(BIB=文献计量,IM=信息系统,IRH=信息检索技术,IRS=信息检索理论,SOC=其他图书情报理论)

作者	国别/区域	分类	S 值	H 值	h 指数	作者	国别/区域	分类	S 值	H 值	h 指数
Bar-Ilan, Judit	Israel	BIB	0.438	0.985	12	Goker, Ayse	UK	IRH	1.000	0.354	2
Borgman, Christine L	USA	BIB	0.399	0.863	18	Jarvelin, Kalervo	Finland	IRH	0.560	0.816	12
Burrell, Quentin L	UK	BIB	0.504	0.650	13	Jose, Joemon M	UK	IRH	0.520	0.772	6
De Moya-Anegón, Felix	Spain	BIB	0.597	0.894	8	Kantor, Paul B	USA	IRH	0.316	0.959	7
Egghe, Leo	Belgium	BIB	0.432	0.912	17	Lalmas, Mounia	UK	IRH	0.357	0.650	7
Garg, KC	India	BIB	0.352	0.708	10	Liddy, Elizabeth D	USA	IRH	0.413	0.845	6
Glanzel, Wolfgang	Belgium	BIB	0.457	0.748	25	Losee, Robert M	USA	IRH	0.628	0.714	11
Gupta, BM	India	BIB	0.373	0.919	5	Ounis, Iadh	UK	IRH	0.625	0.737	4
Harnad, Stevan	UK	BIB	0.139	0.930	6	van Rijbergen, CJ	UK	IRH	0.333	0.765	6
Jacso, Péter	USA	BIB	0.474	0.290	7	Robertson, Stephen	UK	IRH	0.383	0.509	7
Lewison, Grant	UK	BIB	0.329	0.940	10	Ruger, Stefan	UK	IRH	0.172	0.500	6
Leydesdorff, Loet	Netherlands	BIB	0.201	1.160	17	Ruthven, Ian	UK	IRH	0.460	0.561	7
Meyer, Martin	UK	BIB	0.309	0.979	12	Sanderson, Mark	UK	IRH	0.384	0.747	6
Moed, Henk F	Netherlands	BIB	0.261	0.988	21	Tait, John I	UK	IRH	0.232	0.403	3
Oppenheim, Charle	UK	BIB	0.568	0.945	10	Whittaker, Steve J.	UK	IRH	0.167	0.837	5
Rousseau, Ronald	Belgium	BIB	0.368	0.924	18	Willett, Peter	UK	IRH	0.165	1.253	46
Schubert, András	Hungary	BIB	0.419	1.218	22	Yang, Christoph C	Hong Kong	IRH	0.503	1.604	7
Thelwall, Mike	UK	BIB	0.455	0.924	20	Bates, Marcia J	USA	IRS	0.766	0.519	16
van Leeuwen, Thed N	Netherlands	BIB	0.332	0.961	12	Beheshti, Jamshid	Canada	IRS	0.595	0.621	10
van Raan, Antony FJ	Netherlands	BIB	0.353	0.958	15	Belkin, Nicholas J	USA	IRS	0.527	0.613	17
Vaughan, Liwen	Canada	BIB	0.490	0.694	11	Enser, Peter GB	UK	IRS	0.689	0.832	5
White, Howard D	USA	BIB	0.453	1.038	16	Foo, Schubert SB	Singapore	IRS	0.485	1.284	9
Wilson, Concepción S	Australia	BIB	0.361	1.010	7	Ford, Nigel	UK	IRS	0.422	0.955	18
Zitt, Michel	France	BIB	0.408	0.743	8	Ingwersen, Peter	Denmark	IRS	0.556	0.772	15
Bawden, D	UK	IM	0.722	0.723	8	Jamali, Hamid R	UK	IRS	0.617	0.558	6
Bertot, JC	USA	IM	0.824	0.385	7	Jansen, Bernard J	USA	IRS	0.394	0.801	12
Brophy, Peter	UK	IM	0.764	0.458	4	Kuhlthau, Carol Collier	USA	IRS	0.883	0.205	8
Buckland, Michael K	USA	IM	0.646	0.075	8	Large, Andrew	Canada	IRS	0.608	0.718	11
Budd, John M	USA	IM	0.830	0.665	9	Larson, Ray R	USA	IRS	0.556	0.762	7
Damodaran, L	UK	IM	0.238	0.871	4	McCain, Katherine	USA	IRS	0.397	1.276	17
Dillon, Andrew	USA	IM	0.227	0.874	9	McKnight, Cliff	UK	IRS	0.597	0.967	7
Ellis, David	UK	IM	0.597	1.288	16	Saracevic, Tefko	USA	IRS	0.466	0.665	18
Feather, John	UK	IM	0.438	0.347	3	Smith, Linda C	USA	IRS	0.527	1.082	6
Fidel, Raya	USA	IM	0.635	0.499	15	Van House, Nancy A	USA	IRS	0.375	0.905	2
Gibb, Forbes	UK	IM	0.786	0.567	6	Wildemuth, Barbara M	USA	IRS	0.328	1.273	9
Hernon, Peter	USA	IM	0.964	0.531	9	Case, DO	USA	SOC	0.543	0.986	10
Huntington, Paul	UK	IM	0.586	0.456	11	Cole, Charles	Canada	SOC	0.575	1.198	11
Jiang, James J	USA	IM	0.137	1.087	10	Oronin, Blaise	USA	SOC	0.554	1.044	16
Koenig, MED	USA	IM	0.507	0.815	9	Davenport, Elisabeth	UK	SOC	0.488	1.116	5
McClure, Charles R	USA	IM	0.802	0.466	10	Debackere, Koenraad	Belgium	SOC	0.177	1.047	11
Marcella, Rita	UK	IM	0.519	0.471	5	Dilevko, Juris	Canada	SOC	0.905	0.496	4
Morris, Anne	UK	IM	0.601	0.637	6	Gunter, Barrie	UK	SOC	0.141	1.101	12
Nicholas, David	UK	IM	0.600	0.624	12	Hjorland, Birger	Denmark	SOC	0.701	0.733	13
Raper, Jonathan F	UK	IM	0.228	0.345	3	Kretschmer, Hildrun	Germany	SOC	0.458	0.779	8
Rowland, Fytton	UK	IM	0.646	0.592	4	Marchionini, Gary	USA	SOC	0.325	0.941	15
Rowlands, Ian	UK	IM	0.593	0.300	7	Savolainen, Reijo	Finland	SOC	0.623	0.561	10
Rowley, Jennifer	UK	IM	0.398	0.808	7	Schamber, Linda	USA	SOC	0.541	0.553	7
Tenopir, Carol	USA	IM	0.810	0.588	11	Soergel, Dagobert	USA	SOC	0.324	0.597	7
Vakkari, Pertti K J	Finland	IM	0.722	0.421	11	Spink, Amanda	Australia	SOC	0.586	1.014	22
Warner, Julian	UK	IM	0.537	1.071	6	Williams, Pete	UK	SOC	0.423	1.647	10
						Wilson, Tom D	Australia	SOC	0.601	1.017	15

“跨学科性”的概念框架与测度

The Concept and Measurement of Interdisciplinarity

李 江

上无显著差异。按照同样的方法, Mann-Whitney 秩和检验结果显示: IM 和 BIB 两组之间的 H 值存在显著差异, $p < 0.001$, 秩和 $T_{IM} = 467$, 秩和 $T_{BIB} = 808$ 。其余两两之间在 $p = 0.001$ 的显著性水平上无显著差异。S 值越小, 跨学科性越高; H 值越大, 跨学科性越高。由此可见, 从事文献计量学研究的学者的发文与引用的跨学科性两方向均高于从事信息系统研究的学者, 其余各组之间的发文与引用的跨学科性均无明显差异。

4 结语

随着跨学科研究越来越受关注, 对跨学科研究中的跨学科特征的测度日益成为文献计量学领域的热点研究问题。本文梳理了“跨学科性”的相关概念, 构建了“跨学科性”的概念框架。该概念框架有助于从文献计量学的角度测度论文、期刊、作者、团队、机构等的跨学科性。测度跨学科性, 一方面可以揭示科学体系的结构与变化规律, 另一方面可以为跨学科研究的绩效评估提供参考, 为政策制订提供依据。以全球范围内图书情报学领域活跃的、有影响力的 101 位学者为例的实证研究表明: ①跨学科性与学术影响力显著相关, 引用学科范围越广泛的学者的影响力越大; ②从事文献计量研究的学者的跨学科性均显著高于从事信息系统研究的学者, 且前者知识背景更加多元化。

跨学科研究除了让现有的学科、机构、期刊具有跨学科性之外, 也会形成专门交叉学科或新的学科生长点、专门的研究机构以及专门的学术期刊。近年来广受关注的生物医学工程、纳米科学与技术、生物信息学等交叉学科都是在跨学科研究中形成的。北京大学前沿交叉学科研究院、浙江大学跨学科社会科学研究中心、中国科技大学交叉理论研究中心等专门的跨学科研究机构也纷纷成立。Interdisciplinary Science Reviews 是跨学科研究领域的专门期刊。

测度跨学科性的过程存在一定的局限。其一, 不同数据库中的学科分类不同, 使得同一文献的学科归属不一致, 也使得研究结果之间难以比较。本文中笔者采用了 JCR 的学科分类, 根据期刊所属的学科将论文划入该学科。但 JCR 并非是目前公认分类标准, 也有学者推崇其他的学科分类体系^[26-27]。在国内, CNKI、万方、维普的学科分类各不相同, 且都与 JCR 的学科分类不同。其二, 基于引文的跨学科研究测度以正式发表/出版的、且被数据库收录的文献为数据来源, 由于数据库的覆盖范围有限, 所以存在一定程度的数据偏差, 这也是绝大部分引文分析和文献计量研究所面临的共同问题。

致谢: 感谢浙江大学信息资源管理系博士生赵星为论文的修改提出的宝贵建议。

参考文献

- 1 刘仲林, 赵晓春. 跨学科研究: 科学原创性成果的动力之源——以百年诺贝尔生理学 and 医学奖获奖成果为例[J]. 科学技术与辩证法, 2005, 22(6): 105-109
- 2 陈其荣. 诺贝尔自然科学奖与跨学科研究[J]. 上海大学学报(社会科学版), 2009, 16(5): 48-62
- 3 中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典[M]. 北京: 商务印书馆, 2001: 1429
- 4 Darden L, Maull N. Interfield theories[J]. Philosophy of Science, 1977, 44(1): 43-64
- 5 刘仲林. 交叉科学时代的交叉研究[J]. 科学学研究, 1993, 11(2): 9-17
- 6 魏巍. 跨学科研究评价方法与资助对策[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2011: 25
- 7 Stokols D, Fuqua J, Gress J, et al. Evaluating transdisciplinary science[J]. Nicotine & Tobacco Research, 2003, 5: 21-39
- 8 Committee on Facilitating Interdisciplinary Research, National Academy of Sciences. National Academy of Engineering, Institute of Medicine. Facilitating Interdisciplinary Research[M]. America: National Academies Press, 2004
- 9 张德禄, 秦双华. 马丁论跨学科性[J]. 当代外语研究, 2010, (6): 13-17
- 10 刘仲林, 张淑林. 中外“跨学科学”研究进展评析[J]. 科学学与科学技术管理, 2003, (9): 5-8
- 11 刘仲林, 宋兆海. 发展中国交叉科学的战略思考[J]. 中国软科学, 2007, (6): 17-22

- 12 李春景,刘仲林. 跨学科研究规律的实证分析[J]. 科学技术与辩证法,2004,21(2):75-78
- 13 Stirling A. On the economics and analysis of diversity[OL]. SPRU Electronic Working Paper, 1998. [2013-06-28]. <http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/publications/imprint/sewps/sewp28/sewp28.pdf>
- 14 Wagner C S, Roessner J D, Bobb K, et al. Approaches to Understanding and Measuring Interdisciplinary Scientific Research: A review of the literature[J]. Journal of Informetrics, 2011, 5(1): 14-26
- 15 Porter A L, Cohen A S, Roessner J D, Perreault M. Measuring researcher interdisciplinary. Scientometrics, 2007, 72(1): 117-147
- 16 Li, J., Sanderson, M., Willett, P., Norris, M., & Oppenheim, C. Ranking of Library and Information Science Researchers: Comparison of Data Sources for Correlating Citation Data and Expert Judgments[J]. Journal of Informetrics, 2010, 4(4), 554-563
- 17 Porter A L, Chubin D E. An Indicator of Cross-disciplinary Research[J]. Scientometrics, 1985, 8(3-4): 161-176
- 18 Siegel, S. and Castellan, N. J. Nonparametric Statistics for the Behavioural Sciences[M]. Second edition, New York: McGraw-Hill, 1988
- 19 Porter A L, Rafols I. Is Science Becoming More Interdisciplinary? Measuring and Mapping Six Research Fields Over Time[J]. Scientometrics, 2009, 81(3): 719-745
- 20 Brillouin L. Science and Information Theory[M]. New York: Academic Press, 1956: 125
- 21 Huang M H, Chang Y W. A Comparative Study of Inter Disciplinary Changes Between Information Science and Library Science[J]. Scientometrics, 2012, 91(10): 789-803
- 22 Chang Y W, Huang M H. A Study of the Evolution of Interdisciplinarity in Library and Information Science: Using Three Bibliometric Methods [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2012, 63(1): 22-33
- 23,27 Huang M H, Chang Y W. A Study of Interdisciplinarity in Information Science: Using Direct Citation and Co-authorship Analysis[J]. Journal of Information Science, 2011, 37(4): 369-378
- 24 王知津,韩正彪,李赞梅. 基于 ACA 方法的我国当代情报学研究领域的识别与变迁研究[J]. 情报学报,2012,31(12): 1236-1244
- 25 Steele T W, Stier J C. The Impact of Interdisciplinary Research in the Environmental Sciences: A Forestry Case Study[J]. Journal of The American Society for Information Science, 2000, 51(5): 476-484
- 26 Leydesdorff L, Probst C. The Delineation of an Interdisciplinary Specialty in Terms of a Journalset: The Case of Communication Studies [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2009, 60(8): 1709-1718
- 27 Huang M H, Chang Y W. A Study of Interdisciplinarity in Information Science: Using Direct Citation and Co-authorship Analysis[J]. Journal of Information Science, 2011, 37(4): 369-378

(收稿日期:2014-02-26)