

·科学论坛·

一种新的科学计量指标

—— h 指数及其应用述评

赵基明^{1,2} 邱均平^{1,3} 黄 凯² 刘兵红²

(1 中国科学评价研究中心, 武汉 430072; 2 武汉大学图书馆, 武汉 430072;

3 武汉大学信息管理学院, 武汉 430072)

[摘 要] 由 J. E. Hirsch 于 2005 年提出的 h 指数是一个很有创意的新的科学计量评价指标。本文介绍了 h 指数的定义、优势及其在科学研究人员、科研集体和学术期刊绩效评价等方面的应用情况, 对 h 指数的局限性作了中肯评述, 并建议在有关重要学术评价中予以适当采用。

[关键词] h 指数, 计量指标, 科研绩效, 绩效评价, 计量评价, 期刊评价

1 引言

学术成果评价是科技管理活动、特别是科学评价活动的重要组成部分, 也是评价方和被评价方特别关注的问题。一方面由于不同科学家个人、科研集体产出的学术成果, 客观上存在着水平高低有别, 影响大小不同的情况, 需要科学评价; 另一方面在有限的科学资源分配, 有限的高级人才招聘以及科学奖励等方面也都需要科学评价, 以便保证作出正确抉择。然而, 在人们通常采用的同行专家定性评价和文献计量指标定量评价两种主要方法进行科学评价时, 都还存在一些不尽人意的地方。采用同行专家定性评价, 如果评议机制严格、得当, 评审专家作风正派、了解情况全面, 能够得出客观公正的定性评价结果。但在评议机制不够严格和信誉制度不够完善的情况下, 往往存在重人情拉关系、本位主义等现象, 影响到评价工作的客观公正性。采用文献计量指标定量评价时, 若是计量指标设计科学合理, 评价系统数据充分, 能得到客观可信的定量的评价结果; 反之同样会影响评价工作的客观公正性^[1]。例如在评价指标设计不合理或是运用不当时, 往往会给投机者留下可乘之机, 在一定程度上助长急功近利、浮躁浮夸, 重数量轻质量等不良风气和短期行为, 给科技事业的健康发展造成不良影响和后果。面对这些缺憾, 我们只能是继续努力规范评价行为, 改进评价方法, 力求设计更合理的评价计量指标来解决科学评价中面临的问题, 以保证科学评价工作和评价结果的客观公正性。2005

年, 由美国加州大学圣地亚哥分校物理系 J. E. Hirsch 教授设计提出的一种新的科学计量评价指标 h 指数 (highly cited index)^[2] 为提高评价结果的客观公正性探索了一条新路, 很快受到各方好评和欢迎, 并展示出了良好的应用前景。

2 h 指数的含义与优势

2.1 h 指数的提出背景与设计原则

Hirsch 教授是一位成功而正直的科学家, 主要从事超导性和铁磁性固体中集体效应的微观机制研究工作, 迄今已发表 200 多篇科研论文。在由美国科技信息研究所 (ISI) 发布的 1981—1997 被引次数最多的 1000 名物理学家列表中排第 177 位, (128 篇论文总共被引 5375 次, 篇均被引 42 次)^[3]。近年还发表了不少反战文章, 曾多次组织发起由诺贝尔物理学奖获得者、沃尔夫奖、狄拉克奖章、玻耳兹曼奖章等国际奖项和美国全国科学奖章得主, 美国物理学会前任主席等在内的一批科学界名流集体上书批评布什总统对伊 (朗) 政策, 指出使用核武器反对伊朗是“严重地不负责任”; 还联名致函国会, 力劝议员们敦促国会“通过立法来限制总统发布对非核武器国家进行核打击的权力”^[4]。表现出一位科学家的社会责任感和正义感。

科学评价计量指标一般都是由科学计量学或文献计量学家或评价机构设计提出。Hirsch 为什么提出 h 指数? 他坦言: “从根本上讲, 是不喜欢影响因子”^[5], 觉得期刊影响因子高低不能代表论文水平高

低。Hirsch 为何能成功提出 h 指数这个创新性的计量评价指标呢? 从其论文^[2]可以看出, 一是他作为科学家的一员很关心“怎样用定量方法来衡量个人科研产出的累积效果”; 二是他相信“科学家发表论文的数量及其被引用次数本身包含了很多有用信息”, 三是对原有助于评价学术成果的论文总数、被引总数、篇均被引数等计量指标的优缺点都有充分的了解, 感到原有指标有对质量因素缺乏考虑。他主张在评价科学家个人绩效时应对产出论文的质量和论文数量作综合考虑, 评价指标既要体现质量, 又要体现数量。正是在这种先进的评价理念和既好又多的思想原则指导下, 设计提出了既能反映学术论文影响力大小, 又能同时反映其重要论文产出数量多少的新指标, 定名为 h 指数, 现在也被许多文献称之为 Hirsch 指数。

2.2 h 指数的定义

Hirsch 将科学家个人 h 指数定义为: 当且仅当某科学家发表的 N_p 篇论文中有 h 篇论文每篇至少获得了 h 次的引文数, 其余的 $N_p - h$ 篇论文中各篇论文的引文数都 $\leq h$ 时, 此 h 值就是该科学家的 h 指数^[2]。

Hirsch 给 h 指数的定义仅是对科学家个人而言, 鉴于 h 指数也完全可用作其他具有相同来源项的评价对象(如科研群体、学术期刊)的评价, 我们提出如下适合各种评价对象的广义的 h 指数定义: 当评价对象发表的论文中有 h 篇论文的被引次数 $\geq h$, 且其余论文的被引次数都 $\leq h$ 时, 此 h 值即为该评价对象的 h 指数。举例来说, 一位科学家(一个科研群体或一种学术期刊)的 h 指数为 20 时, 表明在该科学家(科研群体或期刊)发表的论文中被引次数达 20 次以上的论文至少有 20 篇。

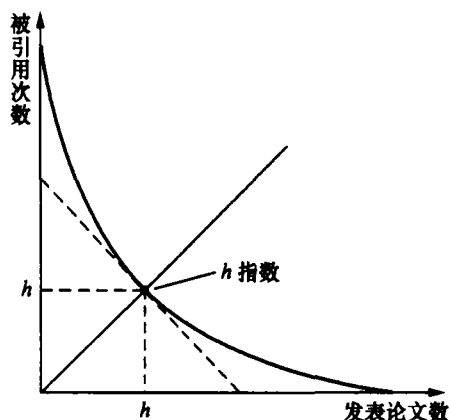


图 1 h 指数示意图

图中曲线表示论文数量和被引量的分布状况, 45 度角平分线与该曲线的交点就是 h 值, 曲线与两坐标围成的区域即为论文的总被引次数。

h 指数与发表论文数及论文被引用次数分布状况示意图如图 1。Hirsch 用一个比例系数 a 联系和描述了 h 指数与总被引次数 $N_{c, tot}$ 的关系:

$$N_{c, tot} = ah^2 \quad (1)$$

a 值大小由图中曲线分布状况所决定, Hirsch 的观测结果是, a 的经验值一般在 3 到 5 之间。

h 指数会随着统计年限 n 的增加而增加, 但不同的科学家增加的快慢则有很大不同。Hirsch 通过一系列假设和数学推导, 得到 h 指数会呈现近似线性的增长趋势。对于一位在其科研生涯中以稳定速率发表质量类似论文的科学工作者来说, 有下列的线性关系:

$$h \propto mn \quad (2)$$

式中参数 m 即为函数 h 的斜率, 年限 n 为变量。参数 m 的高低为比较不同资历、不同水平的科学家提供了一个很有用的标准。Hirsch 通过对物理学家被引记录的调查, 认为不同的 m 值具有不同的含义:

$m \approx 1$, 从事 20 年科研活动后 h 指数达到 20 的科学家可以认为是一位成功的科学家。

$m \approx 2$, 从事 20 年科研活动后 h 指数达到 40 的科学家, 可算得上是一位杰出的科学家; 他们很可能是在顶级大学或重点实验室工作的科学家。

$m \approx 3$ 或更大时, 从事 20 年科研活动后 h 指数达到 60 或 30 年后 h 指数达到 90 的科学家, 可视为真正的科学精英。

2.3 h 指数的优势与反响

由于 h 指数“质”与“量”兼顾, 因而一经提出就很快博得了学术界专家和科学计量学、文献计量学家的广泛关注和好评。英国的 *Nature* 和美国的 *Science* 均在 Hirsch 的论文正式刊出之前就在第一时间报道了其成果^[6,7]。*Nature* 的顾问编辑 P. Ball 撰文称 h 指数是为科学家作公正排序的指标。受访者物理学家 S. Redner 认为, h 指数对于遴选美国科学院院士、英国皇家学会会员将是一个有用的客观标准。华盛顿大学著名心理学教授 H. L. Roediger^[8]认为: h 指数的奥妙之处在于通过一种简单的测量, 且仅用一个单一指标值达到了描述生产率和影响力两方面的效果。澳大利亚 Southern Cross 大学环境科学与管理学院 J. K. Vanclay 教授^[9]认为, h 指数相对影响因子更为强势。荷兰莱顿大学科学技术研究中心的文献计量学家 H. E. Moed^[10]称, h 指数是一种有创造性有吸引力的创新指标。《科学观察》主编、国家科学图书馆金碧辉研究员^[11]认为: 用 h 指数评价科研人员的绩效可以遏制片面追求论文的

数量的不良倾向,同时又能够激发科研人员探索深层次科学问题的热情。这就是 h 指数与其他单项文献计量学指标相比所独具的高明和绝妙之处。

我们认为, h 指数体现和实践了“质”与“量”并重,在讲质量的基础上求数量的新的评价理念,相比传统文献计量学指标只能体现数量的缺憾有明显优势。从学术评价角度看, h 指数法能提高评价结果的客观公正性;从科学计量学及文献计量学角度看,可以认为 h 指数是近年计量指标研究的一项重要创新成果,丰富了科学计量学和文献计量学的研究内容、有效推动了其进展,提升了科学计量学和文献计量学方法在科学评价方面的影响。

3 h 指数的应用

由于 h 指数法优势明显,易于理解和计算,在科学界及计量学界赢得了良好的反响,所以迅速地在多方面得以应用。

3.1 用于对科学家个人学术绩效的测量与评价

将 h 指数作为衡量科学家个人成就的计量指标,是 Hirsch 设计该指标的最初出发点。Hirsch 在其论文中列出了物理学和生命科学领域中 h 指数最高的科学家名单及其 h 指数。物理学家中 h 指数最高的是普林斯顿大学的理论物理学家 E. Witten, $h = 110$, Hirsch 本人的 h 指数为 49。生命科学领域中 h 指数最高的是约翰斯·霍普金斯大学神经生物学家 S. H. Snyder, $h = 191$ 。

其他很多学科也很快有人用 h 指数法对其主流科学家学术绩效作过测量研究与排序。如英国皇家化学学会的电子杂志 *Chemistry World* 2007 年 4

月刊出了美国佐治亚大学著名化学家 H. F. Schaefer 等编制的“健在化学家 h 指数排行榜”^[12]。该刊编者在推介这个排行榜的文章^[13]中说: h 指数已经赢得了许多化学家的热情,尤其在美国。Schaefer 共给出了 400 多名 h 指数 ≥ 50 的主流化学家的排序 (Schaefer 本人在该表中排于第 22 位, $h = 92$;在美国科技信息研究所提供的 ISI’ 1981—1997 被引次数最多的 1000 名化学家列表^[14]中排第 6 位,共被引 11 921 次)。在文献[12]和由文献[14]整理得出的文献[15]中,都对已获得诺贝尔化学奖的化学家作有标注。我们比较了进入这两种排行榜的化学家的获奖情况,结果是:在 h 指数排行榜前 10 名中有 5 位是诺贝尔化学奖获得者,而在被引用次数排行榜前 10 名中只有 2 人为诺贝尔化学奖获得者;在 h 指数排行榜前 50 名中有 13 人,而在被引用次数排行榜前 50 名中只有 7 人为诺贝尔化学奖获得者。在这两个比较范围内, h 指数评价结果显然比被引用次数评价结果与诺贝尔奖评奖结果的相关度更高一些。丹麦 Aarhus 大学计算机科学系 M. I. Schwartzbach 副教授^[16]则提供了 h 指数高于 40 的全世界 112 位计算机科学家的排行榜。

表 1 是由文献[2, 12, 16]整理得到的不同学科前 10 位科学家 h 指数。从该表可以看出,物理学界 h 指数排前 10 名的科学家 $77 \leq h \leq 110$,平均值为 91.4;化学界 h 指数排前 10 名的科学家则是 $104 \leq h \leq 132$,平均值为 115.1;而生命科学领域 h 指数排前 10 名的科学家 $120 \leq h \leq 191$,前 10 名平均值为 147.1;计算机科学领域 h 指数排前 10 名的科学家 $56 \leq h \leq 70$,前 10 名平均值则只有 63.7。

表 1 物理学、化学、生命科学、计算机科学领域前 10 名科学家的 h 指数

物理科学家			化学科学家			生命科学			计算机科学家		
序号	姓名	h 指数	序号	姓名	h 指数	序号	姓名	h 指数	序号	姓名	h 指数
1	E. Witten	110	1	E. J. Corey #	132	1	S. H. Snyder	191	1	H. Garcia-Molina	70
2	A. J. Heeger	107	2	G. M. Whitesides	131	2	D. Baltimore	160	2	D. Estrin	68
3	M. L. Cohen	94	3	M. Karplus	127	3	R. C. Gallo	154	3	I. Foster	67
3	A. C. Gossard	94	4	K. Wüthrich #	113	4	P. Chambon	153	4	S. Shenker	65
5	P. W. Anderson	91	5	A. J. Heeger #	112	5	B. Vogelstein	151	4	D. Towsley	65
6	S. Weinberg	88	6	A. Bax	111	6	S. Moncada	143	4	U. llman JD	65
6	M. E. Fisher	88	6	R. Hoffmann #	111	7	C. A. Dinarello	138	7	R. Tarjan	64
8	M. Cardona	86	8	J. M. Lehn #	105	8	T. Kishimoto	134	8	T. Kanade	59
9	P. G. deGennes	79	8	H. A. Scheraga	105	9	R. Evans	127	9	D. Culler	57
10	J. N. Bahcall	77	10	A. J. Bard	104	10	A. Ullrich	120	9	A. Jain	57

有“#”标记者为诺贝尔化学奖获得者。

在社会科学方面,同样有不少类似研究与排序。美国的 B. Cronin 等^[17]和英国的 C. Oppenheim^[18]分别作了用 h 指数排序美国和英国信息科学与图书馆学研究人员的研究。邱均平等^[19]则利用 h 指数法进行了图书情报学领域中国学者的个人绩效评价研究。由美国康涅狄格大学经济系开发的“经济学文献互联网开放服务”系统(Internet Documents in Economics Access Service, IDEAS)^[20],于 2007 年 6 月基于该系统的数据,发布了全球在该系统注册的 13 400 多名作者中名列前茅的 5% 的作者的 h 指数,其中 h 指数排前 10 名的经济学家 $27 \leq h \leq 39$,前 10 名平均值为 30.3。

这些数据说明社会科学与自然科学家的 h 指数差别很大。表 1 的数据也清楚表明,自然科学中不同学科顶级科学家 h 指数最高值和平均值也有明显差别,说明不同学科之间存在较大的学科差异性 or 引文行为的差异性。

3.2 用于对科研集体学术绩效的测量与评价

对于科研集体,无论是对国家还是大学、研究所或研究小组产出成果的学术影响力,也都可以用 h 指数来衡量比较。如荷兰莱顿大学科学技术研究中心的文献计量学家 Anthony F. J. van Raan^[21],调研了荷兰 147 个化学研究小组自 1991—2000 年期间产出论文的 h 指数,比较了 h 指数与多种传统文献计量指标的相关性。欧洲南方天文台的 U. Grothkopf 等人^[22]借鉴 h 指数法,利用美国国家航空与航天局的天体物理学数据系统,对美国哈勃太空望远镜观测站、欧洲南方天文台等几家天文台站的绩效用 h 指数法作了测定研究,他们认为 h 指数排序结果更为客观。

最近,匈牙利 Semmelweis 大学 E. Csajbók 等^[23]采用美国《基本科学指标》(ESI)数据库为主要数据来源,对欧洲国家及澳大利亚、加拿大、印度、日本、中国和美国 6 个非欧洲的世界大国共 40 个国家(或地区),于 1996 年 1 月 1 日直到 2006 年 8 月 8 日科研论文的 h 指数及发表论文数量和篇均引用率两种传统计量指标进行了测量比较,得到了 40 个国家(或地区)科研 h 指数排序表,排于前列的 20 个国家见表 2。还列出了按农业科学等 20 个学科领域的 h 指数排序表。

在这 3 种计量指标中以发表论文数量多少定高低不能有效体现研究水平,学术界争议甚大难于认可;按篇均被引数排序时美国落后于瑞士,而英、德、法国和日本则都低于荷兰、瑞典、苏格兰、丹麦,显然

也不令人信服;按此指标排序时,中国排于 40 个国家(或地区)中的第 39 位,无疑也被严重低估,显然据此指标排序不符合各国科研水平的实际水平和贡献。相比之下按 h 指数的排序结果更符合实际情况。

表 2 h 指数排前 20 名的国家

排序	国家	h 指数	发表论文数	篇均被引数
1	美国	749	2 831 004	13.36
2	英国	426	643 557	11.76
3	德国	392	723 435	10.36
4	法国	362	522 015	9.91
5	日本	359	771 573	8.16
6	加拿大	355	383 199	10.94
7	意大利	307	358 452	9.38
8	瑞士	305	154 291	14.05
9	荷兰	294	215 050	12.39
10	瑞典	259	165 862	11.82
11	澳大利亚	259	240 738	9.44
12	苏格兰	233	100 526	12.07
13	西班牙	231	254 808	8.01
14	比利时	226	114 172	10.56
15	丹麦	215	85 234	12.35
16	芬兰	192	79 788	11.19
17	奥地利	185	80 205	9.91
18	中国	158	400 917	3.69
19	挪威	156	56 265	9.83
20	波兰	146	115 535	5.17

在按农业科学等 20 个学科排名中,美国在所有 20 个领域均列第 1,英国在 16 个领域列第 2 名,德国在化学、材料科学和物理学 3 个科学为第 2,日本在免疫学方面获得第 2 名。中国进入前 10 名的有:材料科学第 6、数学第 8、地球科学第 9,排名最低的是免疫学为第 26 位,其他 16 个学科名列第 12 至 24 位之间。中国在 20 个学科排名中的排序与国内通常所作的按学科发表论文数排序存在相当明显的差异。

万锦堃等^[24]以中国知网(CNKI)的中国期刊全文数据库、中国引文数据库为数据基础,计算了中国部分重点大学(50 所)2001—2003 年发表论文在 2001 年 1 月—2006 年 10 月期间的 h 指数 h_{CN} ,利用美国 ISI Web of Science 计算了这些学校同期发表论文在 2001 年 1 月—2006 年 12 月期间的 h 指数 h_{ISI} ,并经对二者采用等权重求出了两种 h 指数的平均值 h_{avr} ,按 h_{avr} 排序的前 10 所大学及其 h 指数见表 3。作者认为, h 指数可以很好地用于高等院校重要性和影响力的评价,可以和办学资源等其他有关指标相结合,从不同视角共同对高等院校重要性和影响力作出全面的评价。

表 3 中国前 10 所重点大学的 h 指数

序号	学校名称	h_{avr}	h_{CN}	h_{ISI}
1	北京大学	60.0	64	56
2	清华大学	55.5	59	52
3	南京大学	48.0	47	49
4	浙江大学	44.5	49	40
5	复旦大学	44.5	44	45
6	北京师范大学	39.0	50	28
7	中山大学	37.5	40	35
8	上海交通大学	37.0	39	35
9	中国科学技术大学	36.5	27	46
10	武汉大学	36.5	42	31

美国犹他大学计算机学院 P. Shirley 教授^[25]则在 h 指数的基础上提出了可用于衡量学术机构整体科研人材实力的元 h 指数(meta h index)概念,其含义为:当某机构或部门(学院、系、研究室等机构)的研究人员中有 h 位研究者的个人 h 指数都高于或等于 h ,此 h 值就是该部门的元 h 指数。例如,斯坦福大学计算机科学系 52 名研究人员中有 Hector Garcia-Molin($h = 75$)等 27 人的 h 指数都高于或等于 27,其他人的 h 指数都低于 27,数值 27 就是斯坦福大学计算机科学系的元 h 指数。

表 4 美国计算机科学前 10 名研究机构元 h 指数

机构名称	元 h 指数	排序
Carnegie Mellon University, School of Computer Science	34	1
Stanford University, Department of Computer Science	27	2
MIT, Department of Electrical Engineering and Computer Science	27	2
University of California at Berkeley, CS Division of EECS	25	4
Georgia Institute of Technology, College of Computing	25	4
University of Washington, Department of Computer Science	23	6
University of Michigan, CSE Division of EECS	23	6
University of Southern California, Department of Computer Science	23	6
Cornell University, Department of Computer Science	22	9
University of Texas, Department of Computer Science	22	9

Shirley 利用“Google Scholar”对美国计算机科学研究机构研究人员进行了检索,于 2007 年 7 月在网上发布了一份包括 75 家计算机科学研究机构的元 h 指数排行榜,表 4 是排于该榜前 10 家机构的结果。犹他大学计算机学院的元 h 指数 = 16,与宾夕法尼亚州立大学计算机科学系等并列第 26 位。元

h 指数是以科学家个人 h 指数评价结果为基础的一种从整体上衡量比较科研机构研究人材实力或绩效的一个有益指标,对同类机构的科研人材及研究实力评价有一定的参考价值和实用性。

3.3 用于对学术期刊影响力的测量与评价

学术期刊影响力的评价是编辑出版界、文献情报部门和学术界共同关心的课题。不少研究结果认为,将 h 指数用于学术期刊影响力的评价结果更为公正合理。在这方面,匈牙利信息科学与计量学研究中心的 T. Braun 等人^[26]利用 Web of Science 数据库测定了 SCI 2001 年来源期刊的 h 指数,从该文列出的 h 指数 ≥ 50 的 63 种期刊可以看出, h 指数评价法与影响因子评价法既有较好的相关性,也有其独有的特点。

从我们根据 Braun 的列表中有所提前的期刊整理于表 5 的情况看, h 指数法较之影响因子法用于期刊评价时对学科依赖性、对文献类型的依赖性都明显减少。具体表现在: h 指数法评价结果能将反映原始创新成果的快报类重要期刊、著名综合性期刊、生物医学之外的其他学科(如物理学、化学、材料科学)的重要期刊排位提前,使得在用影响因子评价排序时生物医学类期刊一枝独秀、述评性期刊大多遥遥领先(使这类期刊的影响力被过于放大)的局面得以改变。 h 指数法的评价结果让多个其他学科的重要期刊都能在排序靠前的期刊中占有一席之地;属于二次创新,主要发挥总结指导作用的述评性期刊排位适当后移,这更加符合科学家心目中对相关期刊的定位,与科学家心目中具有的期刊声誉更趋一致。也说明 h 指数法能更有效地揭示出主要承担记录科技创新、传播科学最新发现的重要快报类期刊对推动科学发展的作用和贡献比述评性期刊更大的特点,评价结果更加符合科学发展实际。

美国加州大学圣地亚哥分校物理系研究人员 C. W. Miller^[27]表示,影响因子原则上是合理的,但许多物理学家认为,长期以来在物理学界最受推崇的 *Physical Review Letters* 的影响因子低于 *Reviews of Modern Physics* (两刊 2003 年影响因子分别为 7.0 和 28.2)是件怪事。Miller 测定了物理学类期刊 1990—2005 年的 h 指数,其中上述两刊的 h 指数分别为 305 和 134。Miller 认为,经与影响因子评价结果相比较, h 指数法所得结果更符合本学科同仁的反映,是评价研究成果质量的强有力指标,并指出用 h 指数测评物理学期刊质量较之用影响因子更为优越。

表 5 部分期刊的 h 指数评价法与影响因子评价法排序对照

期刊名	h 指数	按 h 指数 排序	按 2001 年 影响因子排序	h 指数排序较影响 因子排序上升位次
Nature	157	1	10	9
Science	155	2	13	11
Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA	113	3	59	56
Physical Review Letters	96	7	130	123
Astrophysical Journal	76	17	574	557
Journal of Clinical Investigation	76	17	50	33
Journal of the American Chemical Society	75	20	149	129
Applied Physics Letters	63	32	314	282
Angewandte Chemie-International Edition	57	35	87	52
Physics Letters B	55	40	279	239
Analytical Chemistry	54	43	245	202
Journal of Physical Chemistry B	54	43	419	376
Advanced Materials	52	53	180	127
Chemistry of Materials	50	59	369	310

表中 *Astrophysical Journal* 等期刊按 h 指数排序时有与其他期刊并列的情况。

在国内,清华大学万锦堃等人^[28]将 h 指数用于对《中华医学杂志》等学术期刊的评价,认为 h 指数是一个评价科学工作者科学成就的好指标,也能很好地用于学术期刊的评价并可与期刊影响因子优势互补。赵基明^[29]利用 Web of Science 数据库,测定了 1999—2006 年间 72 种被 SCI 连续收录 5 年以上的中国自然科学学术期刊的 h 指数。同时还测定了 1999—2006 年间 8 种物理学快报类期刊的 h 指数等指标,结果见表 5。我们咨询了武汉大学物理科学与技术学院的多名教授,他们普遍认为表中 h 指数的排序结果比影响因子排序结果更为合理一些。因为 *Applied Physics Letters* 肯定比 *Physics Letters B* 更重要,*Physics Letters A* 比 *Modern Physics Let-*

ters A 档次无疑要高。

表 5 中有 6 种期刊的篇均被引次数与 h 指数处于同序,6 种期刊的篇均被引次数与影响因子处于同序,且不同序者差距很小,说明期刊 h 指数和影响因子与篇均被引次数都有很高的相关性;有 4 种期刊的 h 指数和影响因子都处于同序,说明这些指标也有较高的相关性;发表论文总数与 h 指数和影响因子的相关性最低,与 h 指数同序的只有 2 种期刊,与影响因子同序的只有 1 种期刊,且不同序者之间差距较大。这表明期刊靠增加发表论文量对提高 h 指数和影响因子的作用十分有限,只有争取发表更多优质论文才能对 h 指数和影响因子这类重要指标的提升产生大的作用。

表 5 8 种物理学快报类期刊的 6 种计量指标对照表(按 h 指数排序)

期刊名称	1999—2006 发表 论文总数	1999—2006 被引 总次数	1999—2006 篇均 被引次数	1999—2006 单篇最高 被引次数	1999—2006 h 指数	2006 影响因子
Physical Review Letters	27 214 ②	552 799 ①	20.31 ①	2339 ②	184 ①	7.072 ①
Applied Physics Letters	28 749 ①	321 016 ②	11.17 ③	613 ③	129 ②	3.977 ③
Physics Letters B	9 706 ③	132 382 ③	13.64 ②	2370 ①	104 ③	5.043 ②
Europhysics Letters	4 293 ⑥	30 300 ⑤	7.06 ④	223 ⑥	51 ④	2.229 ④
Physics Letters A	7 304 ④	33 649 ④	4.61 ⑤	325 ④	48 ⑤	1.468 ⑥
Modern Physics Letters A	2 261 ⑧	8 631 ⑧	3.82 ⑥	264 ⑤	30 ⑥	1.564 ⑤
Jetp Letters	2 367 ⑦	8 637 ⑦	3.65 ⑦	102 ⑦	27 ⑦	1.251 ⑦
Chinese Physics Letters	5 035 ⑤	11 929 ⑥	2.37 ⑧	61 ⑧	24 ⑧	1.135 ⑧

表中 99—06 表示 1999 年—2006 年,①、②、③……表示在各栏指标中的排序。

3.4 h 指数在未来成果预测、分析热点课题、特色专题方面的应用

(1) 用于进行未来成果的预测。Hirsch 最近的研究表明, h 指数不仅可以用于评估研究人员过去的学术绩效,也可以用于预测他们未来的学术成就。他从 *Physical Review B* 中选出了 50 位论文作者,这些作者都是从 20 世纪 80 年代就开始发表论文。

Hirsch 采用各种不同的评估方法如 h 指数、论文总数、总引用数和平均引用率等,研究了这些人学术生涯中头 12 年的学术成果,看哪一种评估方法能够更准确地预测这些人接下来 12 年的研究成就。结果发现,对预测未来成就而言, h 指数的预测准确性比总引用数稍高,而且大大高于论文总数和平均引用率的准确性。Hirsch 表示, h 指数是一种更好的未

来成就预报因子^[30,31]。

(2) 用于分析热点课题。 h 指数面世不久,德国斯图加特马克思普朗克固体物理研究所博士研究生 M. G. Banks^[32,33]便扩展了其用途,借用 h 指数法确定物理学热门课题。但他不是通过作者,而是通过论文主题或化合物名称,利用 Web of Knowledge 数据库进行检索,并将由论文主题或化合物确定的 h 指数命名为 $h-b$ 指数。Banks 的结果显示,碳纳米管研究是物理学中最热门的课题,其次是关于纳米线的研究,接下来是关于量子点、富勒烯,巨型磁致电阻、M 理论和量子计算等研究课题。最热门的化合物是碳 60 (C_{60})、氮化镓 (GaN)、钛酸锶 ($SrTiO_3$) 等。他认为这个方法快速而简捷,可用于得出什么是近期主流研究课题或化合物,能帮助博士生选择未来研究领域。

(3) 用于测定特色研究专题。孟加拉国、古巴、苏丹等 12 个发展中国家的作者 M. Abdellatif 等^[34]受 Banks 博士的启发,通过研究主题进行检索,开展了一次本国特色研究专题学术论文的 h 指数联合调查。明确了这些发展中国家各自的相对优势研究领域,得出例如孟加拉国在“砒霜”研究方面 h 指数排序第 1;古巴在“D-003”(一种极高分子量的脂肪族酸混合物)研究方面 h 指数排序仅次于美国,排名第 2;菲律宾在“罗非鱼”专题研究方面 h 指数排序仅次于美国,名列第 2 的结果,达到了很好的效果。

3.5 文献情报与评价机构及个人方面的应用

虽然 h 指数问世时间不长,但在一些大型文献检索与评价机构的数据库中, h 指数已作为一项重要评价指标提供给用户查询参考,以使用户了解被检索对象在用 h 指数评价时所处地位。此外, h 指数也已在一些科研人员个人宣传介绍材料中得以应用,用以展示他们的科研能力、绩效与影响力。

(1) 在数据库中的应用。 h 指数问世后,美国科技信息研究所很快看准了该指数的评价潜力和应用价值,及时投入人力为 SCI-Expanded 的网络版 Web of Science 数据库开发并提供了适时更新的 h 指数评价指标^[35],而且查找检索非常简便。用户从任何途径检索到的任何一组论文都能立刻得到该组论文的 h 指数。例如由该库检索武汉大学化学与分子科学学院张俐(莉娜)教授 1999—2004 年发表论文的 h 指数,只需在该库 General Search 界面的 Author 字段输入“Zhang L or zhang LN”,Address 字段输入“Wuhan Univ same Chem”,时限选择 1999—

2004,进行组配检索就很快检索到张教授在此期间共发表 151 篇论文,然后单击所列条目右侧的“Citation Report”按钮,便直接得到这 151 篇论文总共被引 1314 次,篇均被引 8.70 次, h 指数为 19。若将以上检索条件中 Address 字段改为 Peking Univ,作者字段改为空白,其他条件不变进行组配检索,便可立即检索到北京大学在 1999—2004 年间发表论文 9600 篇(含合作论文),总共被引 71 233 次,篇均被引 7.42 次, h 指数为 74。若在以上数据库 Source Title 字段中输入“Cell Research”,年限选取 2000 to 2005,便可即刻检索到在此期间共收录《细胞研究》发表的论文 360 篇,总共被引 3119 次,篇均被引 8.66 次, h 指数为 22。(本节各数据更新日期为 2007 年 10 月 5 日)

荷兰 Elsevier 设计开发的 Scopusm 数据库看到 h 指数对作者具有重要意义,作为一种测评工具日益受到人们青睐,在 2006 年尚未开发出直接提供 h 指数的功能时,便开始引导用户在其 Scopusm 网站上首先检索出需要评估的论文,然后按被引次数作降序排列,最后浏览找出与被引次数相同的排序号以确定其在 Scopusm 中的 h 指数。2007 年开始便能在检索结果中直接提供 h 指数链接,免去了排序、浏览和比对之劳^[36]。

(2) 在个人宣传介绍材料中的应用。现在有很多人相信,用 h 指数作为个人绩效衡量标准要比用发表论文数、发表论文期刊的影响因子更能显示和体现个人成就,因而一些科研人员已经在他们的个人网页上提供自己的 h 指数,有些科研人员也已在求职材料中提供自己的 h 指数。借用这种说服力很强的评价指标宣传和介绍自己,让这种“质”与“量”兼顾的数据为自己来说话,以表明自己的科研能力、绩效与影响力。在 Nature 最近的一篇报道中,Hirsch 教授说“我就亲眼见到过一些人在找工作的时候把 h 指数写进了简历”^[31]。预计以上认识会得到更多人的认同,这样的做法也会有更多人效仿。

4 h 指数的衍生指数研究与应用

h 指数将“质”与“量”、影响力和生产力巧妙结合的创意和实践,突破了传统文献计量学指标用一个数值只能描述一种数量指标的束缚,也激发了人们对计量评价指标的研究热潮。国内外许多研究者进行了以此为基础的改良指标的研究,特别是一些文献计量学、科学计量学专家从专业角度的一些深

入研究和对多种案例的实际观察,在 h 指数基础上提出了多种新的衍生指数,并取得了很好的进展。在此我们只简要介绍金碧辉(Jin B H)和 Egghe 等提出的几种新的衍生指数。

金碧辉等^[37-39]在 h 指数基础上提出了 A 指数、 R 指数、 AR 指数。这 3 种新指标的含义和数学表达式都很简洁明了。简言之, A 指数即为根据 Hirsch 核心论文(被引次数 $\geq h$ 的全部论文)的总被引次数除以 h 的平均数。其数学表达式为:

$$A = \frac{1}{h} \sum_{j=1}^h cit_j \quad (3)$$

R 指数则是由 Hirsch 核心论文的总被引次数所得的平方根。其数学表达式为:

$$R = \sqrt{Ah} \quad (4)$$

为了克服 h 指数无法排除而又在个别科学家可能出现的“固步自封吃老本”的问题,金碧辉等还提出了一种对 R 指数的修正指标 AR 指数,表示的是每篇 Hirsch 核心论文的年均被引次数之和的平方根。其数学表达式为:

$$AR = \sqrt{\sum_{j=1}^h \frac{cit_j}{a_j}} \quad (5)$$

式中 a_j 表示论文 j 所发表的年限,显然随着 a_j 的增大,如果没有新的高被引论文发表,靠吃老本者的 AR 指数会逐步下降。

L. Egghe^[37,38]的 g 指数所表征的则是:将发表论文按被引次数降序排列,当被引次数累积量大于或等于排序位次平方的最大排序位次时,该排序位次即是 g 指数。

由于 A 、 R 、 AR 和 g 值都是与核心论文的总被引次数这个变量直接相关,故对那些获得学术界关注的论文尚不是很多,但又已有几篇论文获得了很高被引量的“少而精”型科研人员而言,虽然 h 指数可能较低,但却能获得较高的 A 指数、 R 指数、 AR 指数和 g 指数。

实际案例表明, R 指数、 AR 指数对扩大 h 指数的区分度,增强其灵敏度有很好的效果。可以有效判别因 h 指数区分度小,灵敏度低所造成的过多相等 h 指数的科研人员的绩效差别,并能在一定程度上弥补 h 指数在评价“少而精”型科研人员绩效时的不公问题。因此能够大大增强 h 指数法优势功能的适用范围和可操作性。 A 指数和 g 指数对 h 指数的区分度,增强其灵敏度也有一定改善,但效果不如 R 指数、 AR 指数明显。

金碧辉的论文还论证了 h 、 A 、 R 和 g 指数具有

高度的相关性。并实测了科学计量学领域的国际奖项普赖斯奖部分获奖者的 h 指数、 R 指数、 g 指数,计算了 R/h 和 g/h 之比率,以及物理学、化学、生物学所属专题领域和中国科学院、德国马克斯-普朗克研究所、法国国家科学研究中心、俄罗斯科学院在物理学专题领域的上述各指标值。他们认为,将 A 指数、 R 指数和 g 指数与 h 指数结合起来使用,能更全面地评价科学家的科研成就。并提议将这些指标作为研究成果的评估指标。

5 h 指数的影响因素与局限性

尽管 h 指数拥有其他传统计量指标所不具备的优势,能更好地应用于学术成果评价工作,但在实施评价时仍应和其他计量评价指标一样,要考虑到各种相关影响因素,充分认识其局限性。这些对于保证 h 指数法的正确运用和评价结果的客观公正性是十分必要的。

5.1 h 指数的影响因素

从 h 指数的定义可以看出,评价对象的论文质量高低和数量多少是 h 指数大小的决定性因素。论文数量很多而每篇论文被引次数不多时, h 指数一定不会很高;但即使有些论文被引次数很多而高质量论文数不多时,也不会得到高的 h 指数。除此之外,所属学科主题、从事科研工作的时间长短、统计时限长短、所用的统计来源数据库等情况也会对 h 指数大小有所影响。文中表 1 不同学科顶级科学家 h 指的差别,正是不同学科之间存在较大差异性的体现;对于表 2 中的指标,如果选择不同的数据库或不同的统计时限也肯定会得出不同的结果。

5.2 h 指数的局限性

h 指数作为评价计量指标中的一个新秀,充满了生机和活力,较之其他传统计量指标有明显优势,但它却与其他指标一样也免不了存在一些局限性和不足之处。例如,

(1) 用 h 指数评价具有杰出的、优秀的科研成就者时无疑是很适用、很有效的,但是对于评价科研成就平平者则并不太合适。因为 h 指数是一个整数,区分度小,而在评价对象中往往是越到低端尾部处于相同 h 值的越多,因而对那些科研绩效平平的人员难以判别,使其评价功能不能有效发挥。

(2) h 指数法对于评价科学家个人学术生涯或中、长期科研绩效的可信度很高,大有可为,但对于那些从事科学研究时间较短,所累积的论文产出量和被引量都不多、差距不明显的人员,若用 h 指数

作评价就有点力不从心,甚至可能失灵。

(3) h 指数法不利于那些论文数量不够多而被引次数却很高的科学家,不能很好兼顾体现“少而精”型被评对象的业绩。

(4) h 指数法会使造假者有意抬高自己计量指标的困难加大,但它仍然难以很好地解决因为造假者大规模自引而有意抬高其指标的问题,这一点并非像 Hirsch 教授所言“ h 指数很难做假”那么理想。

h 指数法的这些局限性或不足之处并不能掩盖其优势。因为比起只按发表论文数量的那些只讲数量不论质量的评价,比起那种用发表论文期刊的影响因子代替论文质量的以点代面,难免牵强附会的评价,比起那种用个别论文被引峰值定成败的以偏概全的评价, h 指数法的评价理念和实际评价效果,仍然要先进、公正得多。

6 结语

(1) h 指数及其衍生指标 R 指数、 AR 指数的设计思想、评价理念先进,体现了科研质量的价值取向,是非常有用的科学计量评价指标,可以很好地应用于已有较佳业绩的科学家个人整个学术生涯或中、长期或科研绩效,以及学术期刊影响力等方面的学术评价。

(2) 将 h 指数及其衍生指标 R 指数、 AR 指数等与其他传统计量指标结合使用,可以从不同视角共同对评价对象作出更全面的衡量评价,有利于提高评价结果的客观公正性。

(3) 虽然 h 指数有其明显优点,但也存在一些局限性,在使用 h 指数评价方法和评价结果时仍应谨慎,避免滥用。对不同学科评价对象绩效不应一并衡量比较,只能限于作同类比较。

(4) 建议在重要科学评价活动中适度采用 h 指数评价法,如在相同基础学科杰出人才选拔中、在优秀科研团队、重点实验室等中、长期考核中,在较高级别科学奖励评定等方面作为计量评价指标之一,以凸现计量评价中的质量价值,为必要时的同行专家评审提供充分而可靠的信息,以提高评价结果的客观公正性。

(5) 方兴未艾的 h 指数应用研究和不在本文论述之列的以数理统计为基础而开展的理论研究必将对其内涵有进一步的挖掘,取得一些可期的成果,有待我们继续关注。

致谢:本文撰写过程中,得到过武汉大学物理科

学与技术学院潘春旭教授和祁祥博士的热心帮助,特此表示感谢。

参考文献

- [1] 科学技术部,教育部,中国科学院,中国工程院,国家自然科学基金委员会.关于改进科学技术评价工作的决定.中国科技奖励,2003,(2):69—73.
- [2] Hirsch J E. An index to quantify an individual's scientific output. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2005, 102(46): 16569—16572.
- [3] Pendlebury D A. 1000 Most Cited Physicists, 1981-June 1997. <http://www.sst.nrel.gov/citations.pdf>.
- [4] Jorge E Hirsch. Professor of Physics at the University of California, San Diego. <http://www-physics.ucsd.edu/~jorge/jh.html>, Prominent U. S. Physicists Send Letter to President Bush. <http://www.physorg.com/news64505715.html>, Physicists' Letter to Congress. <http://www.ichblog.eu/content/view/314/2>.
- [5] Hirsch J E. Overall, I'm more interested in physics than citations, <http://libraryconnect.elsevier.com/ln/0503/ln050303.html>.
- [6] Ball P. Index aims for fair ranking of scientists. Nature, 2005, 436(7053): 900.
- [7] Data Point. Science, 2005, 309(5738): 1181.
- [8] Roediger H L. The h Index in Science: A New Measure of Scholarly Contribution. APS Observer, 2006, 19(4), <http://www.Psychologicalscience.org/observer/19/4/academic-observer>.
- [9] Vancly J K. On the robustness of the h -index. <http://arxiv.org/ftp/cs/papers/0701/0701074.pdf>.
- [10] Moed H F. Hirsch Index Is a Creative and Appealing Construct but be Cautious When Using It to Evaluate Individual Scholars. <http://www.cwts.nl/hm/Comments-on-Hirsch-Index-2005-12-16.pdf>.
- [11] 金碧辉. 科学家为自己设计了一项评价指标: h 指数. 科学观察, 2006, 1(1): 8—9.
- [12] Schaefer H F et al. Hirsch index ranking of living chemists. <http://www.rsc.org/images/H-index%20list-tcm18-85867.pdf>.
- [13] Richard Van Noorden. Hirsch index ranks top chemists. <http://www.rsc.org/chemistryworld/News/2007/April/23040701.asp>.
- [14] Pendlebury D A. ISI's 1000 Most Cited Chemists, 1981-June 1997, ranked by total citations. <http://sdpd.univ-lemans.fr/1000chimistes.html>.
- [15] Pendlebury D A. ISI's 50 Most Cited Chemists, 1981-June 1997, ranked by total citations. <http://sdpd.univ-lemans.fr/citation.html#Notes>.
- [16] Schwartzbach M I. The h Index for Computer Science. <http://www.cs.ucla.edu/~palsberg/h-number.html>.
- [17] Cronin B et al. Using the h -Index to Rank Influential Information Scientists. Journal of The American Society for Information Science And Technology, 2006, 57(9): 1275—1278.
- [18] Oppenheim C. Using the h -Index to Rank Influential British Researchers in Information Science and Librarianship. Journal of The American Society for Information Science and Technology, 2007, 58(2): 297—301.

- [19] 邱均平, 缪雯婷. h 指数在人才评价中的应用—以图书情报学领域中国学者为例. 科学观察, 2007, 2(3): 17—22.
- [20] Top 5% Authors, as of June 2007. <http://ideas.repec.org/top/top.person.hindex.html>.
- [21] van Raan A F J. Comparison of the Hirsch-index with Standard Bibliometric Indicators and with Peer Judgment for 147 Chemistry Research Groups. *Scientometrics* 2006, 67 (3): 491—502.
- [22] Grothkopf U. Stevens-Rayburn S. Introducing the H-Index in Telescope Statistics. <http://arxiv.org/PS-cache/astor-ph/pdf/0610/0610274v1.pdf>.
- [23] Csajbok E et al. Hirsch-index for countries based on Essential Science Indicators data. *Scientometrics*, 2007, 73(1): 91—117.
- [24] 万锦奎, 花平寰, 赵星刚. 中国部分重点大学 h 指数的探讨. 科学观察, 2007, 2(3): 9—16.
- [25] Shirley P. The Meta h Index for Computer Science. <http://www.cs.utah.edu/~shirley/hindex/>.
- [26] Braun T et al. A Hirsch-type Index for Journals. *Scientometrics*. 2006, 69(1): 169—173.
- [27] Miller C W. Superiority of the h -index over the Impact Factor for Physics. <http://arxiv.org/PS-cache/hysics/pdf/0608/0608183v1.pdf>.
- [28] 万锦奎, 花平寰, 宋媛媛等. h 指数及其用于学术期刊评价. 评价与管理, 2006, (4): 1—7.
- [29] 赵基明. h 指数及其在中国学术期刊评价中的应用. 评价与管理, 2007, (4):
- [30] Hirsch J E. Does the h -index have predictive power? <http://arxiv.org/abs/0708.0646>.
- [31] Ball P. Achievement index climbs the ranks. *Nature*, 2007, 448(7155): 737.
- [32] Banks M G. An extension of the Hirsch index: Indexing scientific topics and compounds. *Scientometrics*, 2006, 69 (1): 161—168.
- [33] Dumé B. Hottest topic in physics revealed. 5 May 2006, <http://physicsworld.com/cws/article/news/24845>.
- [34] Abdellatif M et al. The Hirsch index applied to topics of interest to developing countries. http://www.firstmonday.org/issues/issue12_2/stimulate/.
- [35] The Thomson Corporation. ISI Web of Knowledge. <http://portal.isiknowledge.com/portal.cgi?DestApp=WOS&Func=Frame&Init=Yes&SID=1D6Njadm17EEpia69E>.
- [36] David T et al. 利用 Scopus 进行文献计量分析: 应用指南. <http://www.elsevier.com/framework-librarians/LibraryConnect/LCP09/LCP09CHS.pdf>.
- [37] Jin B H et al. The R- and AR-indices: Complementing the h -index. *Chinese Science Bulletin*, 2007, 52 (6): 855—863.
- [38] Jin B H. The AR-index: Complementing the h -index. *ISSI Newsletter*, 2007, 3(1): 6, <http://users.pandora.be/ronald.rousseau/Jin-s-AR-index.pdf>.
- [39] 金碧辉, Rousseau R. R 指数、AR 指数: h 指数功能扩展的补充指标. 科学观察, 2007, 2(3): 1—8.
- [40] Egghe L. How to improve the h -index. *The Scientist*, 2006, 20(3): 14.
- [41] Egghe L. An improvement of the H-index: The G-index. *ISSI Newsletter*, 2006, 2(1): 8—9.

A NEW SCIENTOMETRIC INDICATOR —Review on h Index and Its Applications

Zhao Jiming^{1,2} Qiu Junping^{1,3} Huang Kai² Liu Binghong²

(1 Research Center for Chinese Science Evaluation, Wuhan 430072; 2 Wuhan University Library, Wuhan 430072;

3 School of Information Management, Wuhan 430072)

Abstract The h -index was developed in 2005 by Jorge E. Hirsch, which is an innovative scientometric indicator. In this paper, the h -index's definition, advantage, and applications on achievement evaluation of scientific researchers, scientific research organizations and scientific journals are introduced, and its limitations are commented. The authors suggest that suitably using the h -index in important scientific achievement evaluation.

Key words h -index, quantitative indicator, scientific research achievement, achievement evaluation, quantitative evaluation, evaluation of scientific journals

(上接 60 页)

DEVELOPING SPEICAL POWDER TO EXPLORE HIGH END FUNDAMENTALS AND FORGING TEAM SPIRIT TO MEET NATIONAL PRIORITY DEMAND —CSU Innovation Research Group of “Fundamental Research on Application of Special Powder Metallurgical Materials”

Huang Jufang Li Qihou

(Division of Research and Development, Central South University, Changsha 410083)