

文章编号: 1001-8166(2007)08-0872-07

国际生态足迹研究态势的文献计量分析^{*}

王雪梅, 张志强, 熊永兰

(中国科学院国家科学图书馆兰州分馆, 甘肃 兰州 730000)

摘要:生态足迹是定量评价人类对生态系统利用状况的指标,是可持续定量评价的一个热点指标,随着人口数量和消费的持续增长,人类的生态足迹正日益增大。地球究竟承载着多大的人类压力,如何保障地球生态系统的可持续维持和人类的可持续发展,这都是生态足迹所研究的范畴。从文献计量学的角度,对生态足迹的国内外研究状况和态势进行定量解析。在美国科技信息研究所网络数据库(SIWeb of Knowledge)上检索关于生态足迹(ecological footprint)的文献,进行文献计量分析发表文章数量多的国家和机构,以及生态足迹相关文章的主要内容、研究方法等。结果表明,美国发表的文章最多,中国发表的论文较集中在2004年和2006年。生态足迹研究的文章涉及案例分析、理论和方法研究,进行生态足迹的时间动态测度和国别比较的文章较多,生态足迹研究的方法有投入产出法、综合法、成分法,以投入产出法为主。

关键词:生态足迹;可持续发展评价;科学引文索引(SCIE);文献计量

中图分类号: Q146 G350 **文献标识码:** A

1 引言

1992年加拿大生态经济学家William Rees和其博士生Wackemage提出的生态足迹分析方法(Ecological footprint analysis)是一种度量可持续发展程度的生物物理方法,它表示在现有技术条件下,特定人口单位(一个人、一个城市、一个国家或全人类)需要多少具备生物生产力的土地和水域,来生产这些人口所需的生物资源和吸纳所衍生的废物。生态足迹的意义在于探讨人类持续依赖自然以及要怎么做才能保障地球的生态承载力,进而支持人类未来的生存。把资源流转换成同一个生物生产面积(biologically productive area)单位——“全球公顷”或“全球英亩”(“global hectares” or “global acres”),国家的生态足迹和生物生产力就能直接进行比较,每1全球公顷指地球所有生物生产表面平均每公顷的再生能力^[1]。

自1992年生态足迹的概念及核算方法提出以

来,由于该指标的简明性、综合性以及符合可持续发展理念,而很快成为可持续发展定量评价研究的热点研究指标,引起了国内外生态经济学、生态学等领域科研人员的重视和研究热情,还涌现出了Global Footprint Network^[5]等专题性网站。作为一个可持续发展状况的定量评价单一指标,发表的文章数量之多和所受到的研究关注程度并不多见。

世界自然基金会(WWF)2006年4月公布的《亚太地区2005生态足迹与自然财富报告》显示,亚太区人口耗损资源的速度接近该地区自然资源复原速度的2倍,而居住在该地区的人类所需的地球资源比该地区生态系统可提供的资源量高出1.7倍。1961—2001年,中国人均生态足迹的增长几乎超出了原来的一倍,过去8年里中国的人均生态足迹比较稳定。亚洲是目前世界上经济发展最快、人口最多的区域,其整体生态足迹对全球影响深远,但欧洲人和北美人的平均足迹仍比亚洲人高3~7倍。当前地球大约有113亿公顷(279亿英亩)的陆地和

* 收稿日期: 2006-11-20 修回日期: 2007-05-15

* 基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目“资源与海洋生态与环境创新基地战略研究与科学评价”(编号: KZCX2-YW-501)资助。

作者简介: 王雪梅(1976-),女,重庆人,助理研究员,主要从事资源环境战略情报研究, E-mail: wxm@lzb.ac.cn

海洋表面生物生产力^[6]。

WWF 从 1998 年开始每 2 年发布一次《生命行星报告》，反映国家的自然状况及人类活动对其的影响。《生命行星报告 2006》根据 2003 年的数据计算得出，1961 年以来人类的生态足迹增长了 3 倍多，人类对地球生态系统的占用大约超过了地球生物圈可更新能力的 25%，其中二氧化碳的排放占人

类活动对地球影响的 48%。生命行星指数表明生物多样性快速、持续的下降，1970 年以来脊椎动物种类减少了近 1/3。2003 年全球各地区的生态足迹和生物生产力见图 1。报告预测，如果人类按目前的速度消耗资源，到 2050 年人类将用掉相当于 2 个地球的自然资源^[7]。

以下将从文献计量学的角度对生态足迹的研究

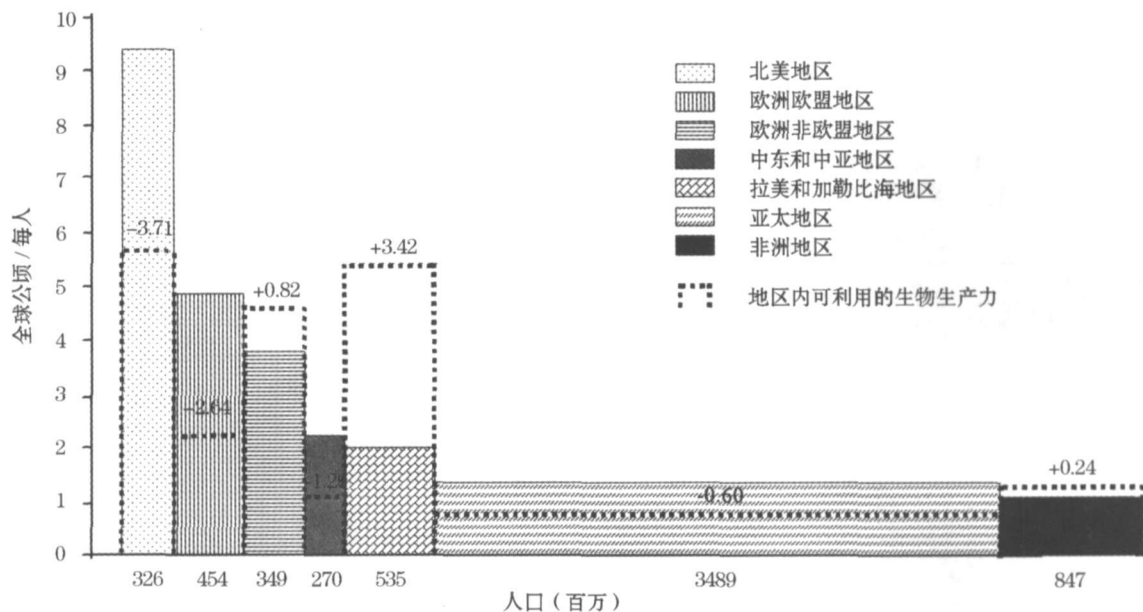


图 1 2003 年全球各地区的全球足迹和生物生产力 (据 WWF 《生命行星报告 2006》)

Fig 1 Ecological footprint and biocapacity by region, 2003 (Living Planet Report 2006)

现状进行了解, 为相关领域的研究者提供借鉴。

2 2006 年 6 月以前 SCIE 收录的文章

2.1 概况

在 SCIE 上以“ecological footprint(s)”为主题词、1991—2006 年时间段检索, 网页更新时间为 2006 年 5 月 27 日, 检索到文章 124 篇, 其中有 91 篇论文 (article) 篇综述 (review)。文章的年代分布及被引情况见表 1。1999 年之后生态足迹方面的发文量有较明显的增长, 1999—2001 年期间发表的文章引用次数较高。

这些文章主要发表在 *Ecological Economics* 上 (有 50 篇), 另外 *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 上有 6 篇 (表 2)。关于生态足迹的研究涉及多个领域, 包括环境科学、生态学、经济学、城市研究、能源、工程、地理学、物理学等, 主要集中在环境科学、生态学、经济学领域 (表 3)。

2.2 国家、机构分布

文章著者地址中出现的国家和地区见表 4。美国的发文量居榜首, 有 33 篇文章, 著者地址中出现美国共 73 次。瑞典发表了 20 篇文章, 荷兰 13 篇, 加拿大 11 篇, 英国 12 篇; 中国大陆发表 7 篇, 排名

表 1 SCIE 检索期刊发表生态足迹文章的年代分布及被引情况

Table 1 The number and cited times of papers on ecological footprint by year (SCIE Index)

年代	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
文章数	1	1	2	4	5	14	15	12	12	8	18	17	15
总被引次数	26	0	21	86	58	208	148	172	56	37	29	9	0

表 2 SCIE 检索期刊上发表生态足迹文章的国际期刊

Table 2 The number of papers on ecological footprint by journal (SCIE Index)

期刊名称	文章篇数	期刊名称	文章篇数
<i>Ecological Economics</i>	50	<i>Ecological Engineering</i>	2
<i>International Journal of Sustainable Development and World Ecology</i>	6	<i>Ecological Modelling</i>	2
<i>AMBIO</i>	4	<i>Environmental Conservation</i>	2
<i>Bioscience</i>	3	<i>Journal of Cleaner Production</i>	2
<i>Ecosystems</i>	3	<i>Journal of Industrial Ecology</i>	2
<i>Environmental Monitoring and Assessment</i>	3	<i>Nature</i>	2
<i>Agriculture Ecosystems & Environment</i>	2	<i>Urban Biosphere and Society: Partnership of Cities</i>	2
<i>Aquaculture Research</i>	2		

表 3 发表生态足迹文章的 SCIE 期刊学科分布情况 (部分期刊跨多个学科领域)

Table 3 The number of papers on ecological footprint by journals' subject category (SCIE Index some journals belonging to cross-disciplinary journal)

学科分类	文章篇数	学科分类	文章篇数
环境科学 (Environmental Sciences)	76	海洋与淡水生物 (Marine & Freshwater Biology)	3
生态学 (Ecology)	73	多学科科学 (Multidisciplinary Sciences)	3
经济学 (Economics)	50	能源与燃料 (Energy & Fuels)	2
环境工程学 (Environmental Engineering)	9	化学工程学 (Chemical Engineering)	2
生物学 (Biology)	4	进化生物学 (Evolutionary Biology)	2
环境研究 (Environmental Studies)	4	自然地理学 (Physical Geography)	2
渔业 (Fisheries)	4	城市研究 (Urban Studies)	2
农业 (Agriculture, Multidisciplinary)	3	水资源 (Water Resources)	2

表 4 SCIE 检索期刊发表生态足迹文章较多的国家/地区

Table 4 The number of papers for countries/regions on ecological footprint (SCIE Index)

国家/地区	文章数	总被引频次	国家/地区	文章数	总被引频次
美国	33	254	西班牙	3	5
瑞典	20	240	智利	2	43
荷兰	13	119	德国	2	8
英国	12	53	比利时	2	1
加拿大	11	80	日本	1	17
中国大陆	7	11	肯尼亚	1	13
澳大利亚	6	28	芬兰	1	5
奥地利	6	37	丹麦	1	1
墨西哥	5	128	斯洛文尼亚	2	0
新西兰	4	34	印度	1	0
法国	3	39	印尼	1	0
西班牙	3	5	意大利	1	0
台湾地区	3	21	挪威	1	0

第六; 澳大利亚和奥地利各 6 篇。瑞典、墨西哥和美国有较多合作。

SCIE 所收录的生态足迹文章中, 瑞典皇家科学院发表的论文最多, 有 10 篇。另外, 瑞典斯德哥尔摩大学发表了 8 篇; 加拿大不列颠哥伦比亚大学有 7 篇; 美国马里兰大学和国家航空航天局分别发表 6

篇、5 篇。

中国科学院共发表了 3 篇文章, 都是 2004 年发表的, 中国科学院生态环境研究中心与比利时布鲁塞尔自由大学合作完成 2 篇, 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所 1 篇。香港大学分别与美国国家航空航天局 (NASA) 和印尼东南亚海洋保护中心 (National Conservancy SE Asia Centre Marine Protected Area) 合作发表文章 3 篇。兰州大学在 *Ecological Modelling* 上发表 1 篇。

2.3 被引次数较多的论文及所参考文献情况

从论文的被引频次来看, 引用次数最多的论文是美国生态系统研究所 (The Institute of Ecosystem Studies, IES)、美国农业部等 2001 年发表在 *Annual Review of Ecology and Systematics* 上的 *Urban ecological systems Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas* 一文和墨西哥 Anahuac Xalapa 大学 1999 年发表在 *Ecological Economics* 上的 *National natural capital accounting with the ecological footprint concept* 一文, 至数据下载日期均被引用 62 次。其次是瑞典科学院、马里兰大学等合作 1997 年发表在 *AMBIO* 上的 *Ecosystem appropriation by cities* 被引用 50 次。阿姆斯特

丹大学 1999 年发表在 *Ecological Economics* 上的 *Spatial sustainability, trade and indicators an evalua-*

tion of the 'ecological footprint' 位居第三, 已被引用 47 次 (表 6)。

表 5 SCIE 检索期刊发表生态足迹文章较多的研究机构

Table 5 The number of papers for institutes on ecological footprint (SCIE Index)

研究机构	所属国家	文章篇数	研究机构	所属国家	文章篇数
瑞典皇家科学院	瑞典	10	斯特灵大学	苏格兰	4
斯德哥尔摩大学	瑞典	8	中国科学院	中国	3
不列颠哥伦比亚大学	加拿大	7	香港大学	中国	3
马里兰大学	美国	6	梅西大学	新西兰	3
美国国家航空航天局 (NASA)	美国	5	乔墨斯技术大学	瑞典	3
Anahuac Xalapa 大学	墨西哥	5	生态系统研究所 (ES)	美国	3
荷兰国家公共健康和环境研究所	荷兰	4	格罗宁根大学	荷兰	3
重新定义发展 (Redefining Progress)	美国	4	悉尼大学	澳大利亚	3

表 6 SCIE 检索期刊中被引较多的生态足迹文章

Table 6 Top cited papers on ecological footprint (SCIE Index)

标题	来源	作者	著者机构	被引次数
Urban ecological systems Linking terrestrial ecological physical and socioeconomic components of metropolitan areas	<i>Annual Review of Ecology and Systematics</i> 2001, 32: 127-157	S. T. A. Pickett M. L. Cadenasso J. M. Grove, et al	美国生态系统研究所、美国农业部、密苏里大学、马里兰大学	62
National natural capital accounting with the ecological footprint concept	<i>Ecological Economics</i> 1999, 29 (3): 375-390	M. Wackemagel L. Onisto P. Belli, et al	墨西哥 Anahuac Xalapa 大学	62
Ecosystem appropriation by cities	<i>AMBIO</i> , 1997, 26(3): 167-172	C. Folke A. Jansson, J Larsson, R. Costanza	马里兰大学、瑞典斯德哥尔摩大学、瑞典 Karolinska 研究所、瑞典皇家科学院	50
Spatial sustainability, trade and indicators An evaluation of the 'ecological footprint'	<i>Ecological Economics</i> 1999, 29 (1): 61-72	J. C. J. M. van den Bergh H. Verbruggen	阿姆斯特丹自由大学	47
New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy	<i>Ecological Economics</i> 1998, 27(2): 149-160	K. B. Bicknell R. J. Ball R. Cullen, et al	新西兰林肯大学	28
Perceptual and structural barriers to investing in natural capital Economics from an ecological footprint perspective	<i>Ecological Economics</i> 1997, 20 (1): 3-24	M. Wackemagel W. E. Rees	加拿大不列颠哥伦比亚大学、墨西哥 Anahuac Xalapa 大学	23
A modified ecological footprint method and its application to Australia	<i>Ecological Economics</i> 2001, 37 (2): 229-255	M. Lenzen, S. A. Murray	澳大利亚悉尼大学	22
The dynamics of the ecological footprint concept	<i>Ecological Economics</i> 2000, 32 (3): 341-345	R. Costanza	美国马里兰大学	20
Evaluating the use of natural capital with the ecological footprint—Applications in Sweden and subregions	<i>AMBIO</i> , 1999, 28(7): 604-612	M. Wackemagel L. Lewan C. B. Hansson	美国重新定义发展机构、墨西哥 Anahuac 大学、瑞典隆德大学	20

所参考文献大多来自 *Ecological Economics*, *AMBIO*, *Science*, *Nature*, *Bioscience* 等期刊, 1995—

1999 年被引用的文章很多, 特别是 1996 年 *Ecological Economics* 有 76 篇文章被生态足迹类论文所引

用。另外,1996年 Wackemagel M 和 Rees W. E 所著的 *Our Ecological Footprint Reducing Human Impact on the Earth* 一书也被大量引用。

2.4 文章内容解析

统计关键词词频,出现 10 次以上的关键词有:可持续性 (sustainability)、指标 (indicators)、可持续发展 (sustainable development)、投入-产出分析 (input-output analysis)。另外,承载力 (carrying capacity)、水产业 (aquaculture)、生态系统 (ecosystems)、占用 (appropriation)、城市 (cities)、生态系统服务 (ecosystem services)、能量 (energy)、局限性 (limitations) 等词出现了 5 次以上。

从文章内容来看,有纯理论的研究也有实证研究。在理论研究方面,有对生态足迹方法进行评价的(如 *An evaluation of the ecological footprint* 一文),有探讨生态足迹评价法本质的(如 *The essence of ecological footprints* 一文),有对其方法提出改进的(如 *An ecological footprint of climate change* 一文),也有对其进行批判的(如 *The ecological footprint Useful science or politics* 一文)。

在实证研究方面,研究所涉及的范围比较广,包括土地利用、水产业、温室气体、环境、国际贸易、废水处理、城市发展、经济、能源等;而且研究区域的尺度大小范围也比较广,从全球尺度到地区尺度(如 Maged Senbel 等对北美地区的研究),从国家尺度(如 Julio Sa'nchez-Choliz 等对西班牙的研究)到地方尺度(如 Matthew A. Luck 等对美国 20 个城市的研究)。

计算生态足迹的方法主要有综合法 (compound approach)、成分法 (component approach) 与投入产出法 (input-output approach),其中以投入产出法为主。还有部分学者对这些方法进行改进或者提出新的计算方法。在利用生态足迹测度区域可持续发展状态时,有静态测度和动态测度方法。前期主要为静态测度,后期发展为动态评估为主。静态测度是指以年度或月度生态足迹分析对可持续发展状况进行测度,而动态测度则指以时间序列上不同年份或不同月份生态足迹分析对可持续发展状况进行测度。就目前发表的文章来看,主要以动态测度为主,通过动态测度,回顾研究区域可持续发展状况时间序列的变动情况,并且对其发展趋势进行预测。

统计得出,以分析案例为主的文章有 59 篇,其中涉及时间动态测度的文章有 25 篇,静态测度的文章 15 篇;以探讨理论为主的文章有 45 篇;涉及研究

方法的文章有 39 篇,关于投入产出法的有 18 篇,综合法 9 篇,成分法 3 篇;进行国别比较的文章有 13 篇,还有个别进行洲际、地区比较的文章 (图 2)。

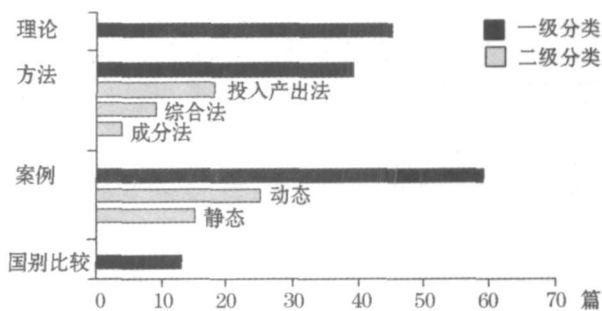


图 2 生态足迹 SCIE 文章的研究内容分布

Fig 2 Research content distribution of papers on ecological footprint (SCIE Index)

3 2006 年 10 月 SCIE 收录文章的变化情况

因为 ISI 网站数据按一定时间周期进行动态更新, SCIE 检索期刊上生态足迹方面的文章 2006 年 10 月 15 日的的数据比 5 月 27 日的的数据增长了很多,从 124 篇上升到 191 篇 (图 3)。美国、奥地利、英国和中国的文章增加较多,其中美国“重新定义发展” (Redefining Progress) 机构有 6 篇。中国又有 6 篇文章被 SCIE 收录,这 6 篇文章都是 2006 年发表的关于中国生态足迹方面的案例和方法研究,第一著者都为中国的学者,其所在单位分别为中国科学院生态环境研究中心、清华大学、北京大学、北京师范大学、复旦大学、温州大学等。

4 结 语

通过 SCIE 的文献计量分析发现,生态足迹方面的论文量呈波动增长,因为 ISI 数据库数据收录时间有先后及收录期刊变动,2006 年 10 月 15 日检索到的生态足迹类文章比 2006 年 5 月 27 日的的数据增长了 54%。这些文章主要发表在 *Ecological Economics* 期刊上,以环境科学、生态学和经济学为核心。美国、瑞典、荷兰和墨西哥的发文量及被引频次比较高。瑞典皇家科学院、美国重新定义发展机构、加拿大不列颠哥伦比亚大学、瑞典斯德哥尔摩大学、美国马里兰大学、NASA、中国科学院的发文较多。文章署名的中国机构有中国科学院生态环境研究中心、香港大学、兰州大学、中国科学院寒区旱区环境

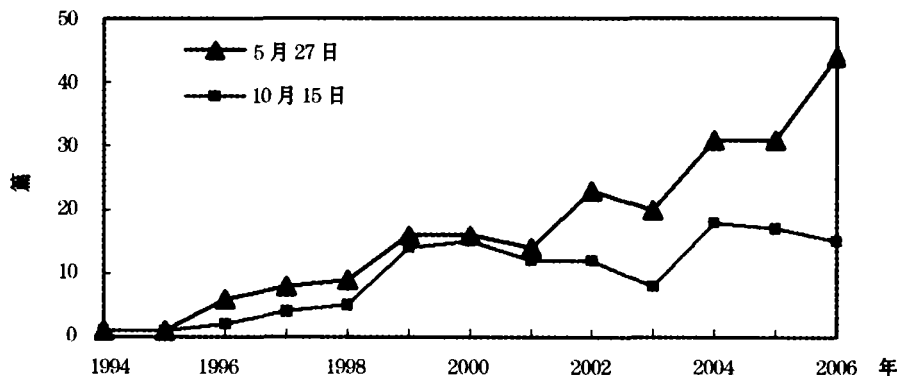


图 3 2006年 5月 和 10月 SCIE检索期刊收录的生态足迹文章的变化

Fig 3 Changes of papers amount between May and October in 2006 (SCIE Index)

与工程所、清华大学、北京大学、北京师范大学、复旦大学、温州大学和国土资源部信息中心、人民大学、安徽大学、西南大学。

对 124篇生态足迹文章进行分析,发现这些论文以分析案例为主,其中涉及时间动态测度的文章较多;其次是探讨理论的文章;涉及研究方法的文章有 39篇,关于投入产出法的 18篇,综合法 9篇,成分法 3篇;进行国别比较的文章有 13篇,还有个别人进行洲际、地区比较的文章。

中国 2006年在 SCIE上的发文有 7篇,但这些文章大多以区域案例分析为主,尚缺少在国际上具有一定影响力、在方法理论方面取得突破性进展的学术论文。而国内发表的以生态足迹为主题的文章已达到 500多篇(清华全文期刊数据库, CNKI),国内在生态足迹的研究方面也形成了高潮。

生态足迹的计算和分析研究,已经有网站提供相关的软件可以方便核算和分析。在世界地球日(Earthday)等网站^[9]可以测试世界各国某人对地球资源的影响,用生态足迹核算需要多少生物生产性的土地与水资源才能容纳个人的所用所弃,并与其他人的生态足迹及地球所能供应的资源做比较。了解生态的限制可以帮助人类做出以自然为依据的抉择,全球生态足迹随人口数量、人均消费水平和资源利用效率而改变,地球的生态承载力随地球的生物生产面积及其平均生产率而变化。生态超载或赤字可以通过减少人类的生态足迹或者增加全球生态承载力来消除,以下几种途径可以减少人类的生态足迹:降低全球人口数量;减少人均消费;应用更加高效的资源开发利用技术以提供生态物品和生态服务;在主要城市兴建具有资源效益的建筑物和交通

网;发展创新的能源技术等^[7]。

参考文献 (References):

- [1] Ecological Footprint Quantitative Index of Human Being Existence [生态足迹: 人类生存的量化指标 [EB/OL]. http://www.jieyue.net/hanpage_show.asp?id=2950&type1_id=37&type2_id=303&type3_id=384]
- [2] Xu Zhongmin, Zhang Zhiqiang. Cheng Guodong. Theory, Method and Application of Ecological Economics[M]. Zhengzhou Water Resources Conservance of Yellow River Press 2003 [徐中民, 张志强, 程国栋. 生态经济学理论与方法[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003.]
- [3] Xu Zhongmin, Cheng Guodong, Zhang Zhiqiang. A resolution to the conception of ecological footprint[J]. *China Population, Resource and Environment*, 2006, 16(6): 69-78. [徐中民, 程国栋, 张志强. 生态足迹方法的理论解析[J]. 中国人口·资源与环境, 2006, 16(6): 69-78.]
- [4] Wu Longjie, Yang Lin, Su Xin, et al. Advances in ecological footprint[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2006, 11(3): 1-8 [吴隆杰, 杨林, 苏昕, 等. 近年来生态足迹研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2006, 11(3): 1-8.]
- [5] Global Footprint Network [EB/OL]. <http://www.footprintnetwork.org/>, 2006
- [6] WWF International. Global Footprint Network, Kadoorie Farm, Botanic Garden Asia-Pacific 2005. The Ecological Footprint and Natural Wealth [EB/OL]. http://www.footprintnetwork.org/newslatters/gfn_blast_ap_report_2005.htm 2006
- [7] Zhang Zhiqiang. Ecological Overshoot: Humanity Consumes More Natural Resource Than the Earth Can Produce—Main Results of the Living Planet Report 2004 [J]. *Advances in Earth Science*, 2005, 20(4): 378-383 [张志强. 地球难以承载人类重负——《生命行星报告 2004》解读 [J]. 地球科学进展, 2005, 20(4): 378-383.]
- [8] WWF International. Zoological Society of London. Global Footprint Network. Living Planet Report 2006 [EB/OL]. <http://www.footprintnetwork.org/download.php?id=303>, 2006

A Bibliometrical Analysis of Status and Trends of International Ecological Footprint Research

WANG Xue-mei, ZHANG Zhi-qiang, XIONG Yong-lan

(The Lanzhou Branch Library of the Chinese Academy of Science, Lanzhou 730000, China)

Abstract Ecological footprint is quantificational evaluation index of the status of ecological system appropriation by human beings. It is a hotspot index for quantificational estimation of sustainable development. Nowadays, the ecological footprint is increasing with the increase of population and its consumption. The research categories of ecological footprint include the carrying capacity of the Earth, the sustainable maintenance of Earth's ecosystem and the sustainable development of human beings, and so on. The research status and trends of the ecological footprint was quantificationally analyzed based on bibliometrical methods. The references about ecological footprint were indexed in the ISI Web of Knowledge. The analysis indicates that the United States has the maximum papers. China papers mainly published during 2004 to 2006 and the important author organizations are Chinese Academy of Sciences, Hongkong University and Lanzhou University. The references of ecological footprint relate to case analysis, theory and methodologies. Most references focus on the temporal dynamic measurements and international comparison. The methodologies mainly include input-output method, compound method, component method. The input-output method is the most important method.

Key words Ecological footprint, Sustainable development assessment, SCIE, Bibliometrical analysis