



家庭生活碳排放研究发展趋势分析

——基于Web of Science数据库¹

张丽华^{1,2}, 张志强*

1 中国科学院国家科学图书馆兰州分馆/中国科学院资源环境科学信息中心 兰州 730000

2 中国科学院大学 北京 100049

* 通讯作者 Email: zhangzq@lzb.ac.cn

[摘要] 家庭生活碳排放是碳排放的重要组成部分,也是减少碳排放的主要方面。近年来,家庭生活中的能源消耗及碳排放问题逐渐引起国际社会和科学界广泛关注。以汤森路透(Thomson Reuters)的科学引文索引数据库(SCIE)作为数据源,利用文本挖掘软件TDA和社会网络分析软件UCINET,基于数量、关键词、合著现象等,从国家、机构、研究人员、研究主题、作者合著网络等方面,对1990 - 2012年发表的家庭生活碳排放相关研究论文进行系统分析,从文献计量学角度揭示该领域的国际发展趋势和特点。

[关键词] 二氧化碳排放 碳排放 家庭 生活碳排放 文献计量分析 TDA UCINET

20世纪90年代以来,以全球气候变暖为主要特征的全球变化问题成为国际社会关注的焦点之一,减缓和应对全球气候变化日益成为国际社会的最强音。尽管在科学上仍存在着诸多的不确定性,但目前国际上主流的认识是,全球气候变暖是由于人类在工业化进程中大量排放的温室气体导致的温室效应强化所致。在导致全球变暖的6种温室气体中,由于CO₂具有绝对数量优势,因此

减少人为CO₂排放就被国际社会作为应对和减缓全球变暖的主要措施之一^[1]。

在1992年通过《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC, 1994年生效)以及1997年通过《京都议定书》(2005年生效)以后,国际社会减少人为CO₂排放以应对气候变化的努力不断得到强化。与此相呼应,从1990年开始,有关人类CO₂排放的研究普遍展开,以为控制

¹ 基金项目:中国科学院战略性先导科技专项“应对气候变化的碳收支认证及相关问题”(XDA05140100)。



人为CO₂排放的科学决策和行动服务。

在人类CO₂排放研究方面,科技界和政策制定者比较注重工业领域的排放问题,对生活碳排放的重视程度相对不足。实际上,人类生活的碳排放和许多工业碳排放殊途同归,都会对环境产生影响。因此,研究人类生活的碳排放规律,遏制生活碳排放特别是奢侈性碳排放,应当成为温室气体排放研究的重要内容之一。

本文拟通过对有关家庭生活碳排放的科技文献的分析,总结有关家庭生活碳排放研究的主要内容和进展情况。考虑到家庭生活碳排放研究的发展起源,本文将对1990年以来家庭生活碳排放研究的科技文献进行文献计量分析。

1 数据来源与分析工具

1.1 数据准备

在对家庭生活碳排放研究的科技文献进行文献计量之前,有必要明确家庭生活碳排放的研究内容与相关概念,以明确数据收集的方式与范围,并保证计量结果的准确性与可比性。

温室气体包括CO₂、CH₄、N₂O等微量气体,其中CO₂是最重要的温室效应气体。由于不同温室气体的排放可以通过换算成二氧化碳当量进行对比分析与计算,因此,本文中所指的“碳排放”是指所有温室气体的排放。

家庭生活碳排放是以家庭为单位的碳排放,其计量单位为家庭而非个人或部门。

根据对国内外家庭碳排放定义的对比分析^[2-15],本文将家庭生活碳排放界定为:在居民家庭生活中,由于能源消耗所产生的温室气体排放量。能源消耗包括由电力、加热等直接消费能源载体和私人交通^[16]引起的直接能源消耗和由居民衣、食、住、行中的非能源产品及服务消费^[2]引起的间接能源消耗。

1.2 数据检索

本文以科学文献数据库Web of Science的科学引文索引数据库扩展版(SCI-E)作为数据源,采用积木型策略,即将检索需求分解成若干主题概念,对每个主题概念尽可能全和多地列举相关词、同义词、近义词,以“或”的方式连接成子检索式,然后再以“和”的方式将所有

子检索式连接起来,构成一个总检索式^[17],利用关键词设计检索式,检索1990-2012年间发表的所有生活碳排放研究相关的科技文献。该种策略在保证检全的情况下,能够尽可能提高数据准确性。检索中使用的两个检索式为:

检索式1: TS= Household* and (energy demand* or energy requirement* or Energy need* or Energy consumption or Energy use*) not (Energy intake or oxygen consumption or energy healing or energy dens* or energy dispersive or Dietary diversity or Unitary Energy Consumption or physical activity)

检索式2: TS= Household* and (emission* or Carbon footprint* or CO₂ emit* or ((CO₂ or carbon dioxide) requirement*) or ((GHG or “Greenhouse* Gas”) requirement*)) not (heavy metal* or brain or drug or engineered nanoparticles or NP or Polycyclic musks)

综合检索式: 1 OR 2

检索时间为2013年1月13日。去除重复记录之后,共获取2 628篇文献。

1.3 数据清洗

根据Web of Science数据库的主题类别(subject category),通过逐类阅读题名和摘要(必要时浏览全文)进行人工判读,排除外科手术、药物滥用、免疫学、神经科学等不相关文献832篇,最终得到分析用文献1 796篇。

1.4 分析工具选择

TDA(Thomson Data Analyzer)是一个具有强大分析功能的文本挖掘软件,可以对文本数据进行多角度的数据挖掘和可视化的全景分析^[18]。作为一种常用的文献计量分析工具,TDA能够辅助从大量科技文献中发现有价值的情报,为洞察科学研究热点、技术发展趋势提供有价值的依据。本文使用TDA对家庭生活碳排放相关的科技文献的年度变化趋势、主要研究机构、国家及研究人员进行深度挖掘与分析。

UCINET(University of California at Irvine NETwork)是目前较流行的一种社会网络分析软件,它最初由加州大学欧文分校的Linton Freeman编写,后来主要由美国波士顿大学的Steve Borgatti和英国威斯敏斯特大学的



Martin Everett 维护更新^[19]。UCINET能够进行中心性分析、子群分析、成分分析、基于转换的统计分析等。本文采用UCINET对家庭生活碳排放科技文献构成的作者合著网络进行内容分析,探索家庭生活碳排放领域中作者在整体网络中的地位、作用以及联系紧密的作者形成的小团体关系等。其中,UCINET中集成的NetDraw是一个社会网络绘图软件^[20],可用于对本文构建的作者合著网络的可视化分析。

2 家庭生活碳排放相关论文总体特征分析

2.1 论文数量的年度变化趋势

图1展示了家庭生活碳排放研究论文的年度变化趋势,从图中可以看出,家庭生活碳排放相关论文数量在1990 - 2012年间总体呈较快的上升趋势。其中,1990 - 2004年论文数量很少,均不足50篇;2005 - 2012年,论文数量增长较快,年发文量在2011年达到最高点的313篇。从2005年开始的文献数量的大幅度增长显然与量化发达国家减排义务的《京都议定书》正式生效有关。这反映出,随着全球碳排放研究热潮的兴起,家庭生活碳排放也日益成为国际上碳排放研究关注的重点。由于数据库的滞后,2012年的数据还不完整。

2.2 主要国家分析

在现有数据基础上,对不同国家的发文情况进行了

分析,结果表明,论文发表数量排名前10的国家(Top 10国家)发表的论文数量占发文总量的71.9%(图2)。其中,美国在家庭生活碳排放研究的论文数量占绝对优势,发表356篇论文,占世界发文总量的19.8%,反映出美国在家庭生活碳排放领域具有很强的实力,处于国际领先地位。而美国、英国与中国共同发表了家庭生活碳排放领域一半多的论文,说明这三个国家对该领域的研究作出重要贡献。

由于1990 - 2004年家庭生活碳排放研究的发文量很少,2005年是发文量增加的转折年份,因此本文分

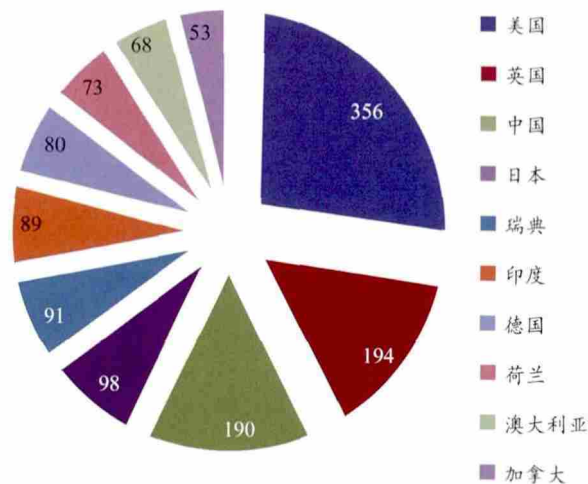


图2 1990 - 2012年家庭生活碳排放研究主要国家发文量对比 (基于SCI-E数据库)



图1 1990 - 2012年家庭生活碳排放研究论文年度变化趋势(基于SCI-E数据库)



析了2005 - 2012年Top10国家发文量随时间变化的趋势(表1)。从表1中可以看出, 2005 - 2008年间, 除了瑞典与印度, 其它Top10国家的论文数量都呈增长趋势, 加拿大的年均增长率最高, 达100%, 其次为英国(52.8%)、日本(35.7%)和澳大利亚(35.7%), 说明自2005年起家庭生活碳排放研究已经迅速得到加拿大、英国、日本和澳大利亚研究人员的关注。除了美国、瑞士和

印度, 其他Top10国家的论文数量在2009 - 2012年间比2005 - 2008年间的年均增长率慢, 这可能与研究发展的成熟程度有关。

2.3 主要研究机构分析

1990 - 2012年, Web of Science数据库收录的1 796篇家庭生活碳排放论文来自1 473个机构, 其中, 论文数超过13篇的机构有20家(Top20机构), 如表2所示。

表1 2005 - 2012年家庭生活碳排放Top10国家发文量随时间变化的趋势(基于SCI-E数据库)

国家/地区	2005	2006	2007	2008	年均增长率2005 - 2008	2009	2010	2011	2012	年均增长率2009 - 2012
美国	13	15	25	18	11.5%	36	44	67	62	19.9%
英国	7	9	15	25	52.8%	20	30	37	28	11.9%
中国	7	8	8	15	28.9%	20	33	46	34	19.3%
日本	4	8	8	10	35.7%	14	16	12	11	- 7.7%
瑞典	7	12	11	5	- 10.6%	7	9	14	13	22.9%
印度	9	5	4	4	- 23.7%	9	7	12	14	15.9%
德国	2	2	2	3	14.5%	10	15	16	8	- 7.2%
荷兰	3	8	8	4	10.1%	11	12	11	6	- 18.3%
澳大利亚	2	3	4	5	35.7%	6	7	14	13	29.4%
加拿大	1	2	3	8	100.0%	7	7	13	5	- 10.6%

表2 1990 - 2012年家庭生活碳排放研究Top20机构发文量对比(基于SCI-E数据库)

排名	机构名称	所属国家/地区	论文数	百分比
1	加州大学伯克利分校	美国	68	3.8%
2	中国科学院	中国	33	1.8%
3	马来亚大学	马来西亚	19	1.1%
4	格罗宁根大学	荷兰	18	1.0%
5	北京大学	中国	17	0.9%
6	伦敦大学学院	英国	17	0.9%
7	牛津大学	英国	17	0.9%
8	挪威科技大学	挪威	16	0.9%
9	清华大学	中国	16	0.9%
10	利兹大学	英国	16	0.9%
11	伦敦帝国理工学院	英国	16	0.9%
12	哈佛大学	美国	15	0.8%
13	印度理工学院	印度	15	0.8%
14	隆德大学	瑞典	15	0.8%
15	东北大学	日本	15	0.8%
16	开普敦大学	南非	15	0.8%
17	新泽西医科和牙科大学	美国	14	0.8%
18	世界银行	国际组织	14	0.8%
19	卡内基梅隆大学	美国	13	0.7%
20	丹麦科技大学	丹麦	13	0.7%



在Top20机构中，加州大学伯克利分校以68篇论文的总数居第一位，中国科学院以33篇位居第二。其余18个研究机构的发文量大致相当，均在10~20篇之间。从这些机构所属国家分布来看，美、英、中国数量较多，分别为4、4和3个。根据发文量的多少排序，中国的3个研究机构中国科学院、北京大学、清华大学分别排名第2位、第5位与第9位。中国科学院所属17个研究所发表了33篇论文(表3)，其中发文量最高的为中国科学院大学(11篇)，由于中国科学院大学是以研究生教育为主的高等院校，中国科学院大学的在读研究生发表学术论文时需署名“中国科学院大学”，因此，在中国科学院系统内，研究生群体在家庭生活碳排放研究中占据重要位置。此外，中国科学院地理科学与资源研究所10篇的发文量位列表3的第二位。

2.4 主要研究人员分析

1990 - 2012年家庭生活碳排放研究发文量最高的前30名作者(Top30作者)分别来自美国、中国、英国、丹

麦、瑞士、挪威、荷兰等国家的21个研究机构(表4)。

Top30作者中，中国的研究人员数量最多，共8名，其中7名属于北京大学城市与环境学院，他们分别是沈国锋、陶澍、沈惠中、王戎、王斌、杨意峰和丁俊男。通过对7人的11篇论文进行研究发发现，论文的发表时间均在2009 - 2012年间，且多为多名作者合作撰写(5篇论文由7名作者共同撰写，2篇论文由6名作者共同撰写)。此外，其中8篇论文的第一作者为沈国锋。这说明，近五年来，以沈国锋为首的北京大学城市与环境学院研究团队在生活碳排放领域表现突出。

Top30作者中，美国的研究人员数量其次，为6名，但占据了排行榜的前两位，而且与中国相比，美国的整体排名靠前，有5名研究人员排进前12。此外，这6名研究人员分属6个不同的研究机构，彼此之间没有论文合著现象，这与中国7名研究人员分属2个研究机构，且多为合著关系的情况截然不同。显然，同一个机构内的研究人员更容易建立论文合著关系。

表3 1990 - 2012年家庭生活碳排放研究中国科学院所属机构发文量对比(基于SCI-E数据库)

排名	机构名称	论文数
1	中国科学院大学	11
2	中国科学院地理科学与资源研究所	10
3	中国科学院广州地球化学研究所	7
4	中国科学院烟台海岸带研究所	6
5	中国科学院生态环境研究中心	6
6	中国科学院动物研究所	4
7	中国科学院城市环境研究所	4
8	中国科学院沈阳应用生态研究所	2
9	中国科学院工程热物理研究所	1
10	中国科学院地球环境研究所	1
11	中国科学院大气物理研究所	1
12	中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所	1
13	中国科学院南京地质古生物研究所	1
14	中国科学院科技政策与管理科学研究所	1
15	中国科学院预测科学研究中心	1
16	中国科学院青藏高原研究所	1
17	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所	1



表4 1990 - 2012年家庭生活碳排放研究的主要研究人员

排名	发文量	研究人员姓名	所属机构	所属国家/地区
1	26	Smith K R	加州大学伯克利分校	美国
2	13	Ezzati M	哈佛大学	美国
3	13	Saidur R	马来亚大学	马来西亚
4	11	Mahlia T M I	syiah吉隆坡大学	印度尼西亚
5	11	Moll H C	格罗宁根大学	荷兰
6	11	Pachauri S	国际应用系统分析研究所	国际组织
7	11	王效华	南京农业大学	中国
8	10	Christensen T H	丹麦科技大学	丹麦
9	10	Hubacek K	马里兰大学	美国
10	10	Masjuki H H	马来亚大学	马来西亚
11	10	Zhang J F	新泽西医科和牙科大学	美国
12	9	Kammen D M	加州大学伯克利分校	美国
13	9	Lenzen M	悉尼大学	澳大利亚
14	9	Li W	麦考瑞大学	澳大利亚
15	9	Oreszczyn T	伦敦大学学院	英国
16	9	沈国锋	北京大学	中国
17	9	陶澍	北京大学	中国
18	8	Blok K	荷兰乌德勒支大学	荷兰
19	8	沈惠中	北京大学	中国
20	8	Sovacool B K	美国佛蒙特法学院	美国
21	8	Vringer K	荷兰乌德勒支大学	荷兰
22	8	王戎	北京大学	中国
23	8	Wilkinson P	伦敦大学卫生和热带医学学院	英国
24	7	De Haan P	瑞士苏黎世联邦理工学院	瑞士
25	7	Hertwich E G	挪威科技大学	挪威
26	7	Reddy B S	印度英迪拉·甘地发展研究院	印度
27	7	王斌	北京大学	中国
28	7	杨意峰	北京大学	中国
29	7	Yoshino H	日本东北大学	日本
30	6	丁俊男	北京大学	中国

3 家庭生活碳排放相关论文的研究主题分析

在TDA中,自相关系数地图(Auto-Correlation Map)可以在相同的字段中寻找关系密切的项目,如寻找合作密切的发明人、国家^[18]。本文利用TDA的自相关系数地图,基于1796篇论文的关键词词频,对Top100关键词进行基于共词的统计排序,得到了这些关键词之间的关联可视化图(图3),揭示了1990 - 2012年家庭生活碳排放研

究论文中的研究主题。结果显示,家庭生活碳排放相关研究的研究主题主要包括:

(1)家庭能源需求及碳排放的来源:主要包括电力、照明、家用电器、住宅、空间取暖、加热、烹饪等。所涉及的关键词包括Housing、Space heating、Appliances、Lighting、Electricity等。

(2)减少家庭能源消费与碳排放的措施:随着能源匮乏与燃料贫乏的日益严重,需要采取的应对措施包

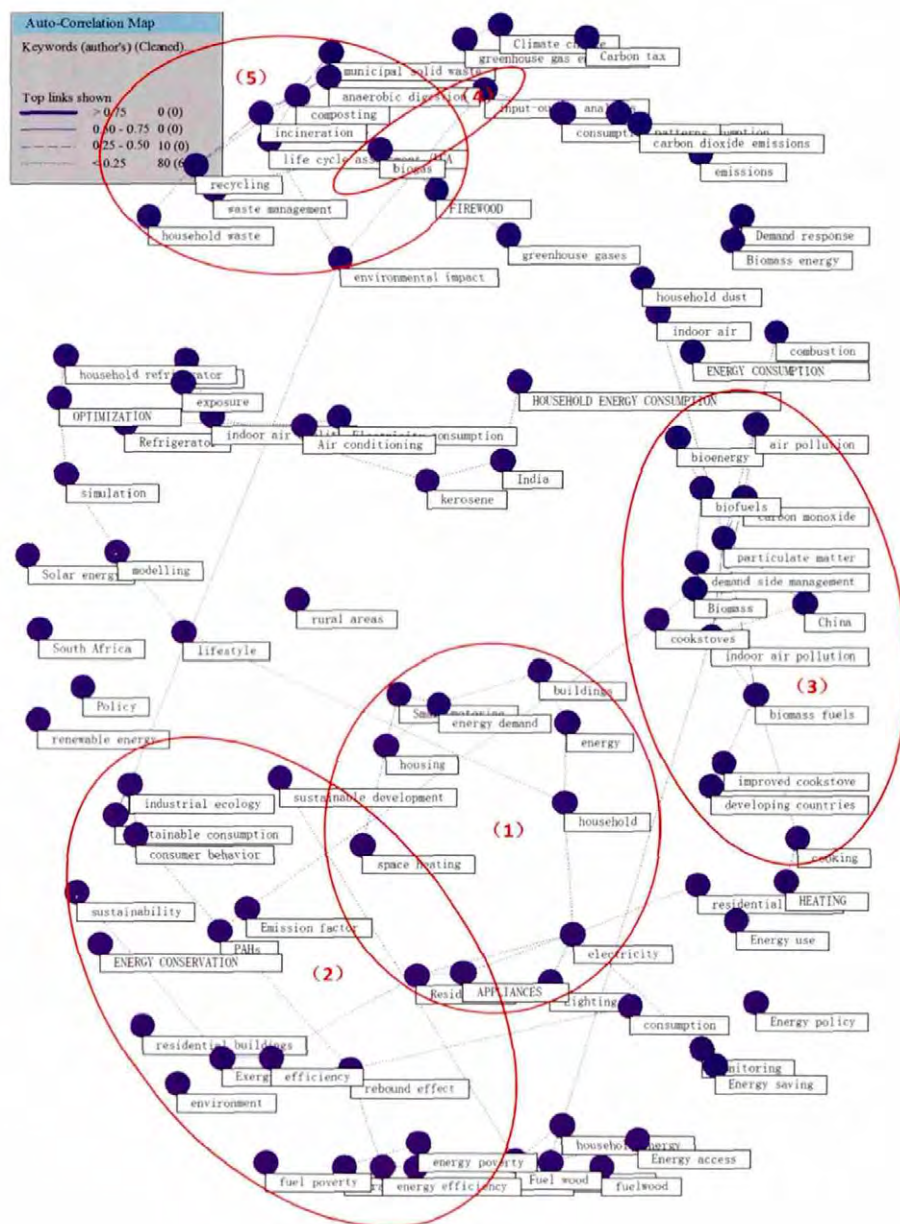


图3 1990 - 2012年家庭生活碳排放Top100关键词之间的关联可视化图谱(基于SCI-E数据库)

括提高能源效率、倡导能源节约，改变家庭消费模式、走持续消费的道路。所涉及的关键词包括Consumer behavior、Sustainability、Energy conservation等。

(3)发展中国家尤其是中国的生活碳排放研究：中国是最大的发展中国家，由于普通的炉灶会增加大气中的颗粒物，引起室内空气污染，因此提倡改造炉灶，使用污染较少的生物燃料与生物质能，并实施需求侧管理，提高用电效率，从而达到节约能源、保护环境的目的。所涉及的关键词包括：Cookstoves、China、Developing country、Demand side management、Biomass fuels、Air

pollution等。

(4)家庭碳排放的计算方式：包括生命周期评估、投入产出分析等。所涉及的关键词包括Input-output analysis、Life cycle assessment。

(5)参考能源生物质能的利用：既包括薪柴、城市生活垃圾、家庭垃圾等传统生物质能的利用，也包括通过堆肥燃烧、厌氧消化、家庭垃圾循环利用产生甲烷、沼气等现代生物质能的利用。所涉及的关键词包括：Incineration、Recycling、Household waste、Composting、Anaerobic digestion等。



4 家庭生活碳排放相关论文的作者合著网络分析

随着科学技术的发展与学科之间的交叉融汇,一些复杂问题越来越需要多个学科领域的研究人员的通力合作,科研合作现象日益频繁。通过作者合著网络可以:

- (1)加深对某一领域科研人员合著状况的了解,如谁与谁合著?合著频次如何?合著现象随着时间如何变化?
- (2)区分作者在合著网络中的相对地位及研究的“小团体”,如谁在合著网络中居于核心位置?谁在合著网络中起到联系人的作用?谁在合著网络中为“边缘人”?作者群体分为多少派?哪些作者易形成“小团体”?

综合考虑高发文量作者的数量与作者合著网络的规模,本文选取发文量大于等于11篇²的作者及其合著作者(共252名)作为作者合著网络的节点。发文量大于等于11篇的作者共7位,分别是:Smith K R、Ezzati M、Saidur R、Mahlia T M I、Moll H C、Pachauri S和王效华。经过UCINET集成的绘图软件NetDraw可视化后,得到作者合著网络。

4.1 作者合著网络整体分析

(1)作者合著网络的密度(Density)

在社会网络中,网络密度指的是网络成员间彼此互动的联系程度^[21]。在密度较高的网络中,任何一个成员与其他成员都有较多联系,交流渠道顺畅,彼此之间的信息与资源交换较多。经过计算,该网络的密度为0.0319,即网络中实际存在的合著关系占理论上可能合著关系的约3%。总的来说,家庭生活碳排放领域的作者合著网络密度较小,作者之间建立的联系较少,学术合作不够广泛,合著现象不活跃。

(2)作者合著网络的距离(Distance)

网络的距离是指网络中一个人(即节点)要通达其他人员所需要经过的步骤或中介的数量^[22]。即一个作者与另一个作者建立联系的最短路径。计算作者合著网络中任何两个点之间的距离,得到该网络的平均距离为2.695。表明在家庭生活碳排放领域的作者合著网络中,每一个作者大约通过3个作者就能和网络中其他作者建立联系。也就是说在该领域内,虽然作者之间的联系较少,但还是能通过较短的路径(3名作者)找到其他作者,从而为彼此间的合作奠定基础。

4.2 作者合著网络中重要作者分析——结构洞(Structural Holes)分析

在社会网络中,对于3个行动者来说,如果A和B有关联,B和C有关联,而A和C无关系的话,我们就说这种结构是一种结构洞,或者说在A和C之间存在一个结构洞。结构洞的存在使得B处于中间人地位,因而B可以控制资源的传递等^[19]。在作者合著网络中,通过结构洞的计算,可以发现起中介作用的重要作者。作者合著网络的结构洞计算结果如表5所示(部分截取,以下分析结果基于部分截取的数据)。

由表中可知,加州大学伯克利分校Smith KR的有效规模高达105.684。假设每篇学术论文表达的都是一种新知识,那么Smith KR与其他作者之间传播、交流信息与知识的途径达到约106条,同时该作者节点的效率最高(0.944),说明Smith KR在家庭生活碳排放领域非常活跃,不仅与其他作者建立了广泛的交流渠道,而且新知识的交流途径占总交流途径的九成多。此外,哈佛大学的Ezzati M、国际应用系统分析研究所的Pachauri S以及吉隆坡大学的Mahlia TMI在该领域的表现也相当活跃。这与前文(2.4节)的主要研究人员分析结果一致。换句话说,无论从发文量来看,还是从与其他科研人员的合著现象来看,Smith KR、Ezzati M、Pachauri S、Mahlia TMI都是该领域当之无愧的“专家”。此外,Fend ZM在整个网络中的限制度最高,说明该作者与其他直接或间接相连的作者联系紧密,在合作过程中受其他学者的影响最大。而等级度最高的作者是Benders RMJ(0.585),即该作者与其他作者的信息交流途径脆弱,有约一半的可能只与某一名作者合作。

4.3 作者合著网络中联系紧密的小团体分析——凝聚子群分析

凝聚子群研究是社会网络分析中的一项重要内容,可用于分析网络中关系特别密切的成员所构成的群体^[23]。本文应用凝聚子群的一种类型——派系(Cliques)进行作者合著网络中小团体的分析。在网络中,派系是指至少包含3个点的最大完备子图(maximal complete sub-graph)^[19]。

经过计算,家庭生活碳排放的作者合著网络中共存

² 某作者发表了11篇论文是指包含某作者的论文数量为11篇,而不论该作者是否为第一作者。



表5 1990 - 2012年家庭生活碳排放研究作者合著网络的结构洞计算结果(基于SCI-E数据库)

姓名	Effsize ¹	Efficie ²	Constra ³	Hierarc ⁴
Smith K R	105.684	0.944	0.036	0.111
Saidur R	12.524	0.659	0.313	0.454
Ezzati M	40.773	0.815	0.085	0.115
Mahlia T M I	16.025	0.763	0.280	0.467
Moll H C	14.326	0.843	0.208	0.212
Pachauri S	24.191	0.806	0.102	0.034
Wang X H	14.790	0.870	0.173	0.207
Masjuki H H	9.129	0.571	0.386	0.511
Benders R M J	3.891	0.556	0.562	0.585
Kammen D M	1.692	0.212	0.400	0.271
Feng Z M	1.229	0.410	0.756	0.559
Zhang J F	9.958	0.711	0.227	0.249
MA Y Q	5.061	0.562	0.331	0.318
Hasanuzzaman M	3.228	0.461	0.485	0.264
Khalil M A K	9.476	0.557	0.237	0.244
Baris E	6.316	0.316	0.217	0.134
He G L	6.316	0.316	0.217	0.134
Rahim N A	6.511	0.592	0.367	0.251
Rasmussen R A	6.658	0.476	0.268	0.202
Jin Y L	6.316	0.316	0.217	0.134
Tang N	6.316	0.316	0.217	0.134
Bruce N	11.367	0.598	0.196	0.154
Edwards R D	3.896	0.487	0.338	0.182
Kok R	3.973	0.497	0.432	0.230
Canuz E	6.583	0.598	0.293	0.275
Balakrishnan K	16.014	0.593	0.143	0.083
Liu F	6.316	0.316	0.217	0.134
Liu J	6.316	0.316	0.217	0.134
Cheng C	2.033	0.290	0.452	0.062
McCracken J P	5.994	0.461	0.255	0.099

注：1 Effsize：有效规模。一般来讲，有效规模越大，说明该点在社会网络中的行动越自由，越不受限制，反之亦反。2 Efficie：效率测度。可以认为，效率越大，说明该点在社会网络中的行动越高效；反之亦反。3 Constra：总限制度。各个点在网络中受到的限制程度。4 Hierarc：等级度。一个点的等级度越高，说明该点越居于网络的核心。

在62个派系，如表6所示(部分截取)。加州大学伯克利分校的Smith KR活跃在22个派系中，他在这些派系的沟通交流中起到重要的桥梁作用。同时，由于与其联系紧密的小团体作者中的其他成员分属于具有不同知识结构的多个派系，因此，他在与其他作者的合作、交流过程中更易获得新知识，这也就解释了为什么结构洞分析中Smith KR“新知识的交流途径占总交流途径的九成多”。

派系23~30形成了以马来亚大学的Saidur R、Masjuki HH以及syiah吉隆坡大学的Mahlia TMI为代表的东南亚国家作者群。分析这8个派系中的全部作者，除

了马来亚大学的Choudhury IA也是派系3的成员外，其余作者均与Smith KR为代表的前22个派系无任何交集。也就是说，家庭生活碳排放研究的作者群分化为以Smith KR为代表和以Saidur R为代表的两大“流派”。

4.4 作者合著网络的动态演化

不同年份作者合著网络的节点数量、合作关系的变化能够在一定程度上揭示主题领域合作现象的发生、发展的动态演化过程。图4分别为1993年、2000年、2004年与2012年的作者合著网络，展现了该作者合著网络如何演化到最终形态。其中，1990 - 1992年以及1995年、1998



年不存在合著现象。最早出现的合著现象是1993年,6名作者共同撰写了一篇论文。1993 - 2000年间,合著现象不普遍,合著网络较稀疏。2000 - 2004年,随着合著现象的逐渐增加,合著网络逐渐密集。此后,合著现象继续增加,至2012年,合著现象已较多,合著网络也较密集。发文量高的作者及其合著者构成的作者合著网络随着时间变化的趋势与论文数量的年度变化趋势较一致。

5 家庭生活碳排放研究发展趋势与特点

通过对Web of Science数据库中家庭生活碳排放相关研究1990 - 2012年收录论文的文献计量分析,可以看出

该领域的研究呈现出以下发展趋势和特点。

(1)家庭生活碳排放领域研究呈现快速活跃的态势,研究论文的增长态势与国际碳减排行动高度吻合。

自1990年有相关研究论文发表以来,家庭生活中的能源消耗及碳排放问题引起国际社会和科学界的广泛关注,年度发文数量呈逐年上升趋势,尤其是2005年以后,论文数量迅速增加。美国在该领域的研究工作最为活跃,其次为英国和中国。中国的3个研究机构,中国科学院、北京大学与清华大学位于活跃度前列。

(2)家庭生活碳排放领域的研究主题集中。

通过对Top100关键词的聚类分析,本文得出家庭生活碳排放领域的研究主题主要集中在家庭能源需求及碳

表6 1990 - 2012年家庭生活碳排放研究作者合著网络的凝聚子群分析结果(基于SCI-E数据库)

序号	62个派系中的前30
1	Smith, K R Bruce, N McCracken, J P Jenny, A Diaz, A Hubbard, A Thompson, L M Balmes, J Arana, B Weber, M W
2	Smith, K R Bruce, N Canuz, E McCracken, J P Shields, K N Thompson, L Edwards, R
3	Smith, K R Bruce, N Sapkota, A Rothman, N Hosgood, H D Choudhury, I Lan, Q Wei, H
4	Smith, K R Zhang, J F MA, Y Q Khalil, M A K Rasmussen, R A Tsai, S M
5	Smith, K R Zhang, J F Khalil, M A K Kishore, V V N Joshi, V Uma, R
6	Smith, K R Zhang, J F MA, Y Q Edwards, R D
7	Smith, K R MA, Y Q KULKARNI, A APTE, M G WONGSEKIARTTIRAT, W
8	Smith, K R Khalil, M A K Rasmussen, R A Thorneloe, S A Qi, W Ma, Y Jiang, F Zhang, J Ye, S Liu, P
9	Smith, K R Khalil, M A K Rasmussen, R A Thorneloe, S A MANEGDEG, F APTE, M
10	Smith, K R Pachauri, S Jiang, L W O'Neill, B C Fuchs, R Dalton, M Liddle, B
11	Smith, K R Edwards, R D Sinton, J Peabody, J He, G Li, Y Yin, Z
12	Smith, K R Balakrishnan, K Bates, M N Sambandam, S Pillarisetti, A Mukhopadhyay, R Mukhopadhyay, K Kinney, P L Jack, D Vaswani, M Arora, N
13	Smith, K R Bates, M N Lam, N L Gauthier, A
14	Smith, K R Suk, W A Schwartz, D Sarofim, A Safe, S Oberdorster, G Marklund, S Fiedler, H Koshland, C Avakian, M D Gullet, B Dellinger, B
15	Smith, K R Streets, D G Rypdal, K Myhre, G Berntsen, T K Aunan, K Woo, J H
16	Smith, K R Kang, S C Mi, J Luosang, Q Z Li, C L Basang, P C Guo, J M Chen, P F Zhang, Q G
17	Smith, K R Canuz, E Simpson, C D Paulsen, M Clark, M
18	Smith, K R Sagar, A D Habib, G Lam, N Venkataraman, C
19	Smith, K R Ruiz-Mercado, I Masera, O Zamora, H
20	Smith, K R Oreszczyn, T Beevers, S Wilkinson, P Tonne, C
21	Smith, K R Canuz, E Northcross, A L Hammond, S K
22	Smith, K R Khan, B Jetter, J DeCarlo, P Hays, M D Yelverton, T Zhao, Y X
23	Saidur, R Mahlia, T M I Masjuki, H H Choudhury, I A Maleque, M A Ghani, A K
24	Saidur, R Mahlia, T M I Masjuki, H H Choudhury, I A NoorLeha, A R
25	Saidur, R Mahlia, T M I Masjuki, H H Hasanuzzaman, M Rahim, N A
26	Saidur, R Mahlia, T M I Masjuki, H H Rahim, N A Taha, F M
27	Saidur, R Mahlia, T M I Masjuki, H H Amalina, M A
28	Saidur, R Mahlia, T M I Masjuki, H H Yanti, P A A
29	Saidur, R Masjuki, H H Jamaluddin, M Y Ahmed, S
30	Saidur, R Masjuki, H H Rahim, N A Jamaluddin, M F Ping, H W Mekhilef, S

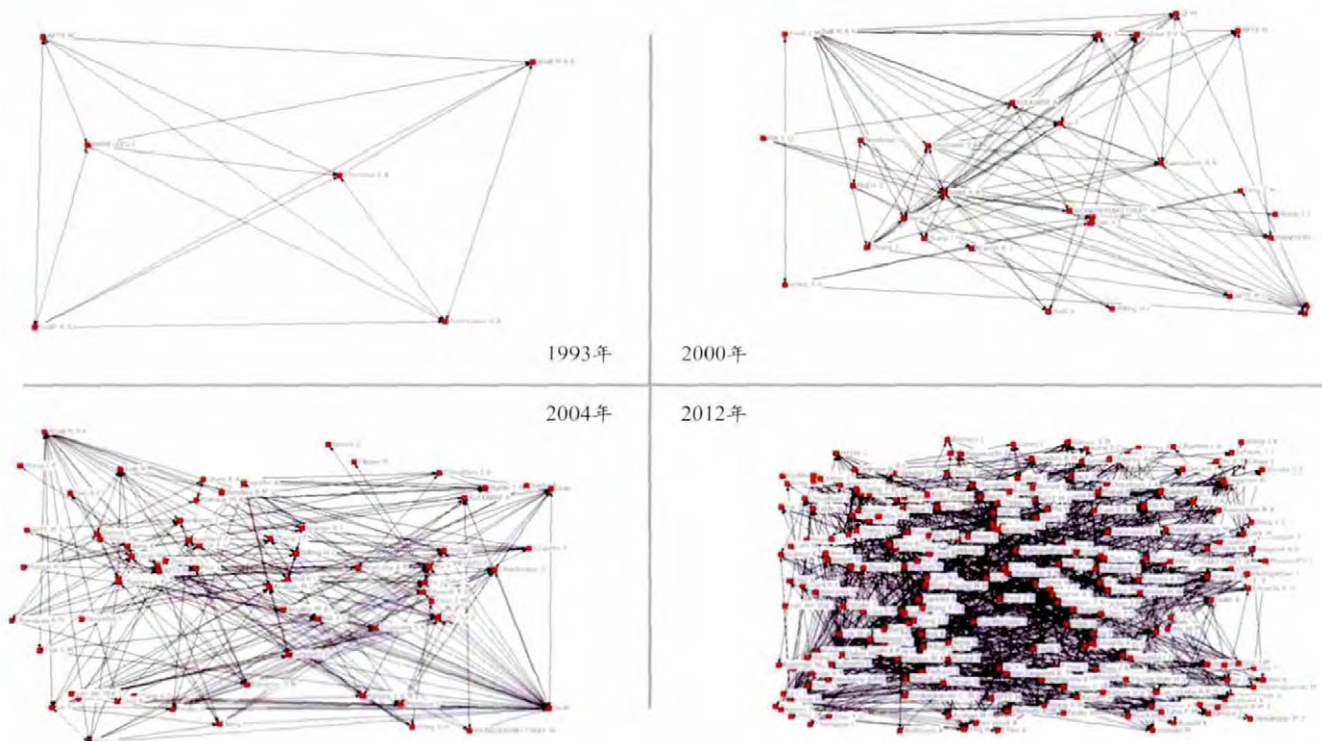


图4 1993、2000、2004、2012年的家庭生活碳排放研究作者合著网络(基于SCI-E数据库)

排放的来源、减少家庭能源消费与碳排放的措施、发展中国家尤其是中国的生活碳排放研究、家庭碳排放的计算方式以及参考能源生物质的利用等方面。

(3)家庭生活碳排放领域的作者群整体联系较少，派系林立，个别作者表现突出。

从作者合著网络来看，家庭生活碳排放领域的作者相互之间的联系较少，但还是能通过3名作者建立与其他作者的联系。该领域中小团体现象严重，共存在62个派系，作者群分化为以Smith KR为代表和以Saidur R为代表的两大“流派”。加州大学伯克利分校的Smith KR表现突出，不仅建立了与其他作者的广泛联系，而且在

不同派系的交流中起到重要的中介作用。此外，无论从发文量还是从与其他科研人员的合著来看，哈佛大学的Ezzati M、国际应用系统分析研究所的Pachauri S以及syiah吉隆坡大学的Mahlia TMI都是家庭生活碳排放领域当之无愧的“专家”。

总之，自1990年以后特别是2005年以后，家庭生活碳排放领域的研究工作进展迅速，这方面的研究是深入了解人类生活消费的碳排放规律与影响因素的基础，可以为提高生活能源利用效率、降低生活碳排放强度、控制生活碳排放量、建立低碳生活消费模式等的科学决策和行动实践提供有力的科学依据。

参考文献

- [1] 张志强, 曲建升, 曾静静编著. 温室气体排放科学评价与减排政策. 北京: 科学出版社, 2009, 1-184.
- [2] 冯玲, 吝涛, 赵千钧. 城镇居民生活能耗与碳排放动态特征分析. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(5): 93-100.
- [3] 张英杰, 霍焱. 城市增长与生活碳排放的理论研究. 城市观察, 2010, (2): 69-79.
- [4] Kenny T, Gray NF. A preliminary survey of household and

personal carbon dioxide emissions in Ireland. Environment International, 2009, 35(2): 259-272.

[5] 冯玲, 吝涛, 赵千钧. 家庭能耗与碳足迹研究进展. 生态科学, 2010, 29(2): 161-170.

[6] 刘晶茹, Peters GP, 王如松, 等. 综合生命周期分析在可持续消费研究中的应用. 生态学报, 2007, 27(12): 5331-5336.

[7] Kerkhof AC, Benders RMJ, Moll HC. Determinants of variation in household CO₂ emissions between and within



countries. *Energy Policy*, 2009, 37(4): 1509-1517.

[8] Bin S, Dowlatabadi H. Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO₂ emissions. *Energy Policy*, 2005, 33(2): 197-208.

[9] Wei YM, Liu LC, Fan Y, et al. The impact of lifestyle on energy use and CO₂ emission: An empirical analysis of China's residents. *Energy Policy*, 2007, 35(1): 247-257.

[10] Golley J, Meagher D, 孟昕. 中国城市家庭能源需求与二氧化碳排放. 见: 宋立刚, 胡永泰. 中国的政策选择: 经济增长、环境与气候变迁. 北京: 社会科学文献出版社, 2009: 287-312.

[11] Wang Y, Shi MJ. CO₂ emission induced by urban household consumption in China. *中国人口·资源与环境(英文版)*, 2009, 7(3): 11-19.

[12] Papathanasopoulou E. Household consumption, associated fossil fuel demand and carbon dioxide emissions: The case of Greece between 1990 and 2006. *Energy Policy*, 2010, 38(8): 4152-4162.

[13] Feng ZH, Zou LL, Wei YM. The impact of household consumption on energy use and CO₂ emissions in China. *Energy*, 2011, 36(1): 656-670.

[14] Liu LC, Wu G, Wang JN, et al. China's carbon emissions from urban and rural households during 1992-2007. *Journal of*

Cleaner Production, 2011, 19(15): 1754-1762.

[15] 凤振华, 邹乐乐, 魏一鸣. 中国居民生活与CO₂排放关系研究. *中国能源*, 2010, 32(3): 37-40.

[16] 曾静静, 张志强, 曲建升, 等. 家庭碳排放计算方法分析评价. *地理科学进展*, 2012, 31(10): 1341-1352.

[17] 孟连生. 科技文献信息溯源——科技文献信息检索教程与学科资源实用指南. 北京: 高等教育出版社, 2006: 32.

[18] 彭斌. Thomson Data Analyzer——深度洞察行业技术和竞争信息的利器. [2013-01-15]. http://ip-science.thomsonreuters.com.cn/media/TDA_webex3G.ppt.

[19] 刘军. 整体网分析讲义: UCINET软件实用指南. 上海: 格致出版社, 上海人民出版社, 2009.

[20] Borgatti SP. NetDraw Software for Network Visualization. [2013-01-15]. <https://sites.google.com/site/netdrawsoftware/>.

[21] 卓秀足, 陈沁怡, 杨仁寿. 社会网络密度和群体中心性对团体效能的影响——以某休闲餐厅为例. 第四届21世纪产业经营管理国际学术研讨会论文集. 高雄: 国立高雄应用科技大学管理学院, 2005: 591-598.

[22] 林枫译. 蜘蛛: 社会网络分析技术. 世界图书出版公司, 2012: 168.

[23] 李亮, 朱庆华. 社会网络分析方法在合著分析中的实证研究. *情报科学*, 2008, 26(4): 549-555.

Development of Household Emission——Based on a Bibliometrical Analysis

Zhang Lihua^{1,2}, Zhang Zhiqiang^{1*}

1 Lanzhou Branch of National Science Library / Scientific Information Center for Resources and Environment, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

* Corresponding author, E-mail: zhangzq@lzb.ac.cn

[Abstract] Household emission is an important part of the carbon emission, which is also the major aspects of reducing carbon emission. In recent years, the problem of household energy consumption and related carbon emissions has been widely concerned by the international community and the scientific community. The articles on household emission from the database of Science Citation Index-Expanded published between 1990 and 2012 were analyzed by the Text Mining Software of Thomson Data Analyzer (TDA) and the Social Network Analysis Software of UCINET. The distribution of articles by country, institution and researcher, as well as the focus themes were indicated based on quantity and keywords. Meanwhile, the author collaboration network based on co-author phenomenon were discussed.

[Keywords] carbon dioxide emission, carbon emissions, household, household emission, bibliometrical analysis, TDA, UCINET