

基于地理邻近性视角的 DSSC 技术研发区域合作特征分析

任惠超

中国船舶信息中心 北京 100101

摘要 研发区域合作特征分析对把握技术研发竞争和合作态势具有重要意义。本文以 VantagePoint 和 Ucinet 软件为分析工具,以染料敏化太阳能电池技术领域 SCI 检索论文为分析对象,基于地理邻近性视角,通过城市层面的研发合作态势分析、因子分析以及合作网络分析,并对其点度中心度、中介中心度和接近中心度进行讨论,系统研究了染料敏化太阳能电池技术领域的研发区域合作特征,明确了染料敏化太阳能电池技术领域研发的竞争和合作态势,有助于该技术领域的研发合作伙伴选择研究。

关键词: 地理邻近性;研发合作;区域特征分析;中心度分析;染料敏化太阳能电池

中图分类号: G35

开放科学(资源服务)标识码(OSID)



Regional R&D Collaboration Characteristics Analysis on Dye-sensitized Solar Cells Based on Geographical Proximity

REN Huichao

China shipbuilding information center, Beijing 100101, China

Abstract Regional R&D collaboration characteristic analysis has an important significance to grasp the technology development trend of competition and cooperation. Taking VantagePoint and Ucinet as a software tool, using the SCIE-indexed papers on dye-sensitized solar cells technology as the analysis object, this paper conducts analysis on R&D collaboration status, factor analysis, and cooperative network in the city level, discussed the degree centrality, betweenness centrality and closeness centrality, and systematically studies regional R&D collaboration characteristics of dye-sensitized solar cells technology. The study revealed the situation of competition and cooperation of dye-sensitized solar cells technology, which is helpful to conduct the partner(s) selection for R&D collaboration.

Keywords: Regional proximity; R&D collaboration; regional characteristic analysis; centrality analysis; dye-sensitized solar cells

作者简介: 任惠超(1977-),女,山西大同人,副研究员,主要研究方向:技术创新管理、科技情报,Email: 59213909@qq.com。

1 引言

随着大科学时代的到来,研发合作程度的不断加深,反映在科学论文中则表现为论文合著率水平的不断提高,甚至连以前公认的单枪匹马也可以取得科研成果的数学,近年来其论文合著率水平也有了显著提高。作者(或科研机构、国家或地区)间的合作关系形成社会网络关系的重要组成部分,论文合著网络分析也成为各国学者开展科研合作分析的重点^[1-3]。近年来,不少学者致力于开展研发合作伙伴的选择研究^[4,5],认为技术相似性^[6]、技术互补性^[7]、地理邻近性^[8-11]、机构相似性^[11]等是双方开展技术研发合作的决定性因素,但国内鲜有学者开展相关研究。地理邻近性通常被认为有利于研发合作和知识交换,这主要是基于隐性知识交换中面对面交流的重要性。为此,本文基于地理邻近性视角,以染敏太阳能电池技术领域 SCIE 检索论文为案例分析对象,通过城市层面的研发合作态势分析、因子分析以及合作网络分析,深入探讨特定技术领域的研发区域合作特征,以期为研发合作伙伴的选择研究提供参考借鉴。

2 数据来源及研究方法

2.1 数据来源

本文以汤森路透公司开发的 Web of Sciences 数据平台中的科学引文索引(SCIE)数据库为基础,检索获取全球学者 2005-2014 年发表的有关染敏太阳能电池技术领域学术论文,检索策略采用美国佐治亚理工学院 Alan

Porter 教授团队的研究成果^[12],通过精炼文献类型为“Article or Review”,共检索获得 SCIE 检索论文 11565 篇。

2.2 研究方法

研发区域合作特征分析可以反映不同地区在特定技术领域合作研究中的地位和作用,为跨区域知识合作与转移提供指导。本文选择论文发表数位列前 30 位的各国或地区城市为区域研究对象,通过使用 VantagePoint 和 Ucinet 分析软件分别对不同城市的研发合作态势、因子分析以及合作网络进行分析,并对其点度中心度、中介中心度和接近中心度进行讨论,系统研究染敏太阳能电池技术领域的研发区域合作特征。

3 研发区域合作特征分析

染敏太阳能电池技术领域 2005-2014 年发表论文数最多的 30 个城市主要分布在亚洲国家或地区(25 个),超过全部高产城市的 80%,其中中国 10 个(含香港地区)、日本 5 个、韩国 4 个、中国台湾地区 3 个、印度 2 个、新加坡 1 个,其他洲仅 5 个城市,其中瑞典 2 个、瑞士 1 个、英国 1 个和澳大利亚 1 个。很显然,亚洲成为新兴技术——染敏太阳能电池技术领域研究最活跃的地区,其中尤以中国、日本和韩国为典型代表。由图 1 可知,排名论文发表数前 30 位的城市基本上每年均有论文发表,且论文发表数随时间的变化逐年增加,特别是从 2010 年开始增幅更加明显,年发表论文数急剧增加,其中增幅最为突出的城市包括中国北京、

韩国首尔、中国上海以及中国台湾地区的台北；而其他城市的年发表论文数基本保持在 50 篇以内，且基本保持稳定。

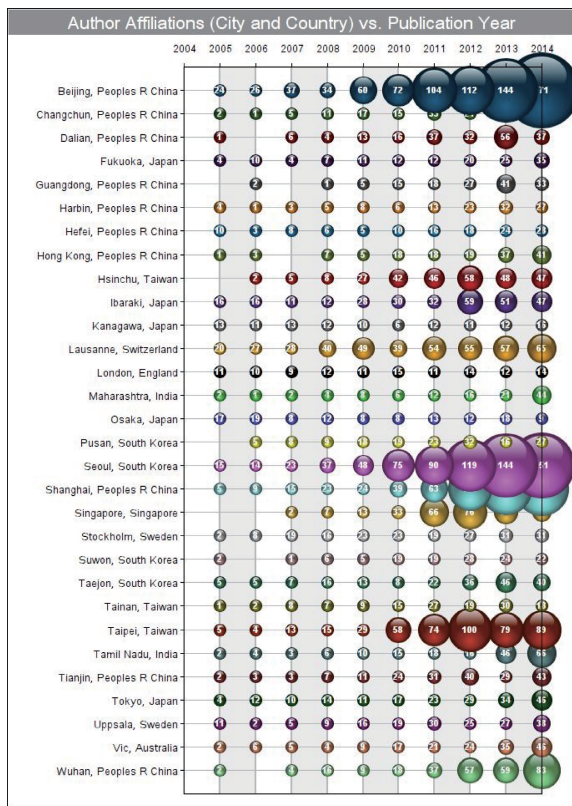


图1 各城市论文发表年份趋势图

3.1 研发合作态势分析

3.1.1 研发合作机构数分析

论文研发合作机构数反映跨组织合作研发的活跃程度，研发合作机构数越多，说明组织间的研发合作越活跃，开放程度也相对越高。由图 2 可知，排名前 30 位的城市所发表的论文基本由 6 个以内的机构间合作完成，尤以单一机构内部或两个机构间的合作研发为主；值得注意的是，中国大连、中国台湾新竹、日本茨城和瑞士洛桑以两个机构间的合作研究为主，而在瑞士洛桑和韩国首尔地区三家机构间的合

作研究也很突出。个别城市甚至出现了七家、八家甚至九家机构之间的研发合作。值得注意的是，中国北京作为最高产的城市，其论文基本由单一机构内部或两个机构间的合作研发完成。

3.1.2 研发合作国家 / 地区数分析

论文研发合作国家 / 地区数反映不同国家或地区间的国际合作研发情况，国家或地区数越多，国际研发合作也就越活跃。由图 3 可知，排名前 30 位的城市所发表论文主要由各国或地区内部研发完成，其中以中国北京、韩国首尔、中国台湾台北以及中国武汉最为突出，说明我国在该领域的国际合作还很欠缺；瑞士洛桑则主要以两个国家（含地区）间的合作研发为主，这也从侧面证实瑞士学者作为染料敏化太阳能电池技术的创始人成为各国学者争相合作的重点对象。同时，我们也可以发现，韩国和日本的国际合作范围广泛，经常会涉及 4 ~ 5 个国家或地区，而中国北京则以国内研发为主，偶尔会涉及 2 ~ 3 个国家或地区间的研发合作。值得指出的是，亚洲以外的五个城市尽管论文数偏少，但跨国合作更加广泛。

3.2 因子分析

因子分析的基本目的就是用少数几个因子去描述许多指标或因素间的联系，即将相关比较密切的几个变量归在同一类中，每一类变量就成为一个因子（之所以称其为因子，是因为它是不可观测的，即不是具体的变量），以较少的几个因子反映原资料的大部分信息。在因子分析图中，每个点均代表一个聚类，连线则表示不同点间的相似性，连线粗细则表示两个

类之间的相似程度。从图4可知,论文发表数排名前30位的城市中由15个城市形成了5个类,即:第一个类由中国香港、广州、武汉和上海构成;第二个类由韩国首尔、广域和水原构成;第三个类由日本东京、神奈川和茨城构成;第四个类由中国台湾地区的台北和新竹构成;第五个类则由瑞典斯德哥尔摩、乌普萨拉和中国大连构成。很显然,前四个类均由各国或地区内部的城市构成,仅有第五个类由跨国城市构成,反映该技术研发合作以国内为主。值得指出的是,中国其他6个城市的研究主题均较分散,特别是北京作为最主要的论文产出地,与其他城市的研究主题存在较大差异,并没有进入上述5个聚类中,说明相关地区的跨国国际或跨区域合作还很欠缺。

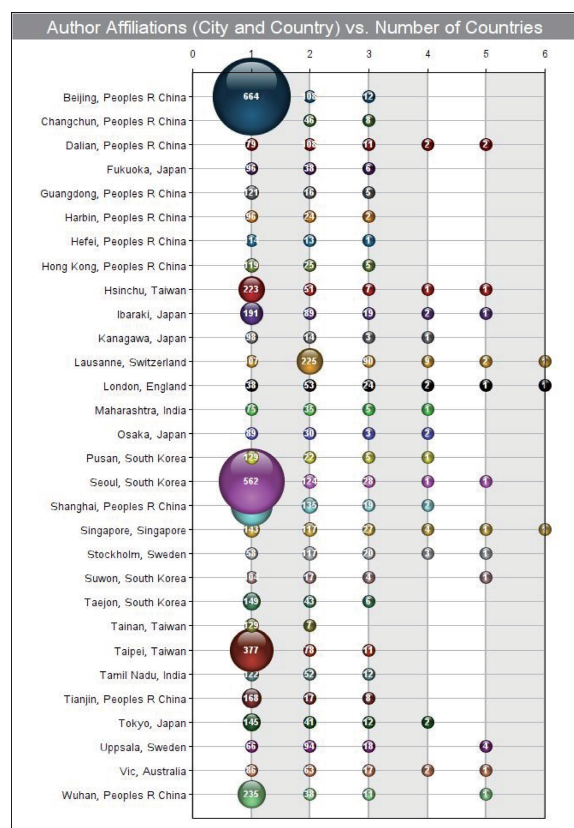


图2 研发机构数分布图

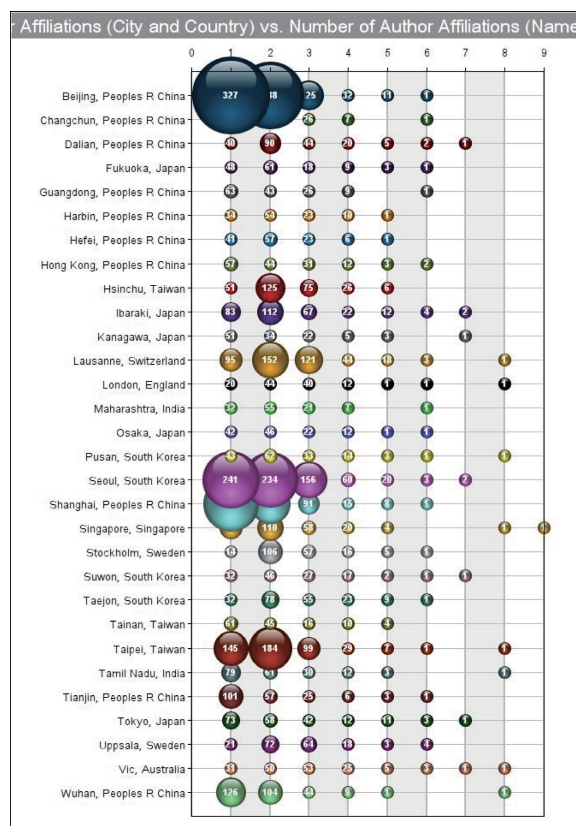


图3 研发国家/地区数分布图

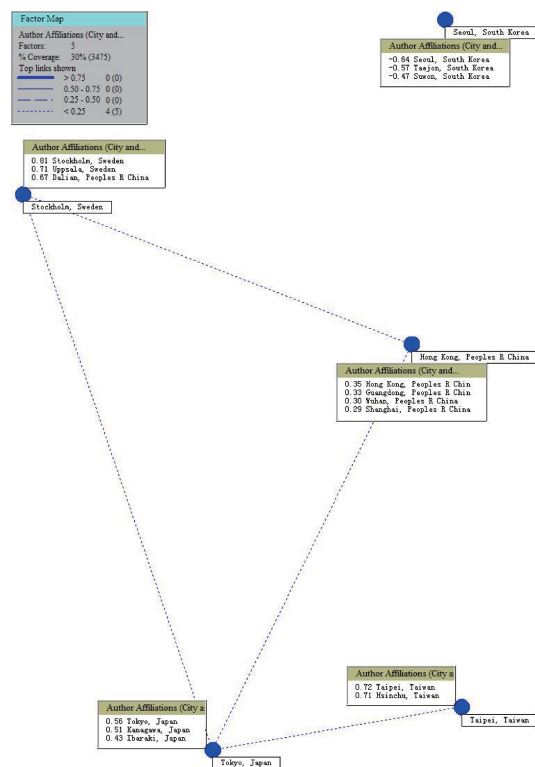


图4 因子分析图

3.3 合作网络分析

当今时代,学科之间渗透日益扩展,使科学技术领域日益扩大,研发向纵深发展,科研项目也越来越具广域性和交叉性。因此,不同国家或地区均意识到研究合作的重要性,科技合作与交流空前活跃,且逐步走向深入。因此,对区域间研发合作网络的分析研究是必要的,可以更深层次地理解研究合作的意义,对合作的方向和方式起指导作用。染料敏化太阳能电池技

术领域论文发表数排名前 30 位的城市合著网络如图 5 所示。由图 5 可知,不同城市间形成了一个联通的合作网络,其中韩国首尔、广域和水原之间,以及瑞典斯德哥尔摩、乌普萨拉和中国大连间合作比较频繁,其他城市间的合作则相对稍显不足;仔细研究可以发现,各城市间的合作均以国内合作为主体,跨国或地区间合作则相对不足,这可能与合作交流成本以及便利性有关。

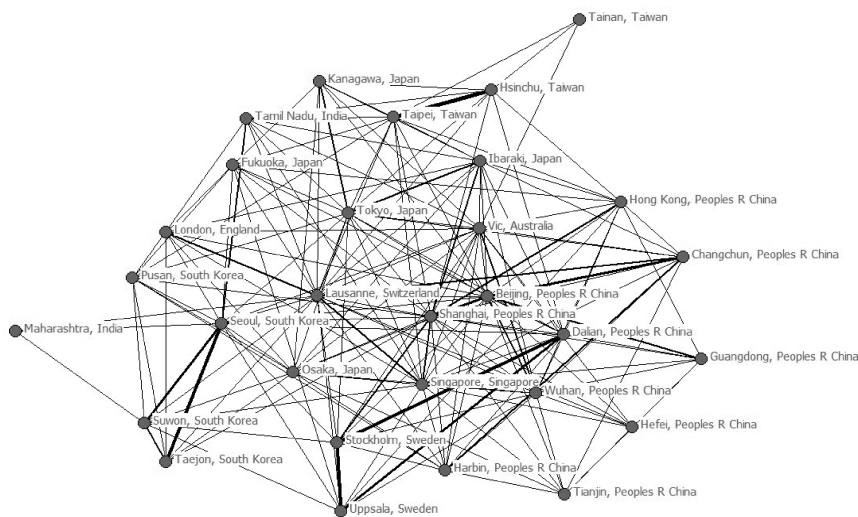


图5 合作网络图

3.3.1 点度中心度分析

在一个社会网络中,如果一个行动者与许多其他行动者间存在直接联系,那么该行动者就处于中心地位,拥有较大的影响力。在这种思路的启发下,网络中一个点的点度中心度,就可以用网络中与该点有直接联系的点的数目来衡量,即点度中心度。从表 1 可知,论文发表数排名前 30 位的城市中,超过 18 个城市的点度中心度超过 10,即这些城市与 10 个以上的城市间存在研发合作关系,其中尤以瑞士洛桑(22)、中国上海(22)、中国北京(20)、

澳大利亚维多利亚(18)和新加坡(17)最为突出;而印度马哈拉施特拉邦和中国台湾台南则仅与 3 个城市间有研发合作关系。

3.3.2 中介中心度分析

中介中心度指一个行动者通过在其他行动者之间相连的最短路径上占据中间人的位置,从而为网络中其他行动者充当潜在中介角色的程度。在网络中如果一个行动者处在许多其他两点之间的路径上,可以认为该行动者居于重要地位,它测量的是行动者对资源控制的程度。从表 1 可知,论文发表数排名前 30 位的城市中,除瑞士

洛桑和中国上海仍居前两位外，其他城市的排名均出现波动，澳大利亚维多利亚、新加坡、中国北京、韩国首尔、日本大阪和中国台湾台北相对具有较高的中介中心度，显示这些城市在该领域的研究中具有较重要的地位。值得指出的是，除中国上海和北京外，其他中国城市的中介中心度均较低，对资源控制的程度相对较弱。

3.3.3 接近中心度分析

接近中心度则用于描述网络中行动者不受

他人“控制”的能力，指把一个行动者与网络内其他所有行动者连接起来的绝大部分直接路径都是短的。如果一个点通过比较短的路径与许多点相连，我们就认为它具有较高的接近中心度。接近中心度越小的节点在网络中越处于核心地位。由表1可知，接近中心度与点度中心度的排名基本一致，瑞士洛桑、中国上海、中国北京、澳大利亚维多利亚和新加坡在该领域的研发合作网络中居核心地位。

表1 各城市中心度分布表

ID	城市	点度中心度	中介中心度	接近中心度
1	Lausanne, Switzerland	22	44.470	66.000
2	Shanghai, Peoples R China	22	30.862	66.000
3	Beijing, Peoples R China	20	17.627	68.000
4	Vic, Australia	19	26.474	69.000
5	Singapore, Singapore	18	19.951	70.000
6	Tokyo, Japan	17	9.696	71.000
7	Seoul, South Korea	16	17.533	72.000
8	Wuhan, Peoples R China	16	8.504	72.000
9	Osaka, Japan	15	11.963	73.000
10	Dalian, Peoples R China	15	8.758	73.000
11	Ibaraki, Japan	14	5.619	74.000
12	Taipei, Taiwan	13	11.395	75.000
13	Harbin, Peoples R China	12	3.694	76.000
14	Hong Kong, Peoples R China	12	6.091	77.000
15	Fukuoka, Japan	11	5.312	77.000
16	Stockholm, Sweden	11	2.846	77.000
17	Changchun, Peoples R China	11	1.991	77.000
18	Pusan, South Korea	10	4.726	78.000
19	Hsinchu, Taiwan	9	5.184	79.000
20	London, England	9	2.183	79.000
21	Tamil Nadu, India	9	2.016	79.000
22	Kanagawa, Japan	9	1.717	79.000
23	Suwon, South Korea	9	5.050	80.000
24	Uppsala, Sweden	9	3.323	80.000
25	Tianjin, Peoples R China	9	1.097	81.000
26	Hefei, Peoples R China	8	0.960	80.000
27	Guangdong, Peoples R China	8	0.844	82.000
28	Taejon, South Korea	7	0.892	82.000
29	Maharashtra, India	3	0.000	89.000
30	Tainan, Taiwan	3	0.225	91.000

4 结论

基于地理邻近性视角,通过对染料敏太阳能电池技术领域论文发表数排名前 30 位的城市进行分析,我们可以发现瑞士洛桑、中国上海、中国北京、澳大利亚维多利亚和新加坡是选择研发合作伙伴的优先区域,同时 DSSC 技术领域的研发区域合作具有以下特征:

(1) 染料敏太阳能电池技术领域高产城市间的研发合作具有明显的地理邻近性特征,这可能与距离将显著增加合作成本相关。研发合作主要在各国或地区内部展开,不同城市间的合作也相对欠缺,跨国或地区间的研发合作则亟待加强。

(2) 亚洲是染料敏太阳能电池技术领域研发最活跃的地区,尤以中国、日本和韩国为核心代表。论文发表数随时间的推进平稳增加,特别是 2010 年以来增幅明显。

(3) 染料敏太阳能电池技术领域论文发表数排名前 30 位的城市根据研究主题可以形成 5 个类,其中 4 个类分别由中国、韩国、日本以及中国台湾地区的内部城市聚类形成,仅有第 5 个类由瑞典斯德哥尔摩、乌普萨拉和中国大连等跨国城市构成。北京作为最主要的论文产出地,与其他国内外城市的研究主题均存在较大差异。

(4) 从论文研发合作机构数及国家/地区数来看,论文发表数排名前 30 位的城市所发表的论文主要由单一机构内部或两个机构间的研发合作为主;瑞士洛桑则主要以两个机构间的跨国合作为主,显示出瑞士洛桑在染料敏太阳能电池技术研发领域的核心和主导地位。

(5) 不同城市间形成了一个全联通的合作网络,且瑞士洛桑和中国上海在染料敏太阳能电池技术领域的工作中具有比较重要的地位,而中国虽然有 10 个城市位列论文发表数排名前 30 位,但除中国上海和北京外,其他城市对资源控制的程度相对较弱。

参考文献

- [1] Newman M E J. Co-authorship Networks and Patterns of Scientific Collaboration[J]. PNAS, 2004, 101(4):5200-5205.
- [2] Wang X F, Li R R, Ren S M, Zhu D H, Huang M, Qiu P J. Collaboration Network and Pattern Analysis: Case Study of Dye-sensitized Solar Cells[J]. Scientometrics, 2014, 98(3):1745-1762.
- [3] 李摇亮,朱庆华. 社会网络分析方法在合著分析中的实证研究[J]. 情报科学, 2008, 26(4): 549-555.
- [4] Geum Y, Lee S, Yoon B, Park Y. Identifying and Evaluating Strategic Partners for Collaborative R&D: Index-based Approach using Patents and Publications[J]. Technovation, 2013, 33(6-7): 211-224.
- [5] Ahn, J., Oh, D.H., Lee, J.D. The Scientific Impact and Partner Selection in Collaborative Research at Korean Universities[J]. Scientometrics, 2014, 100(1): 173-188.
- [6] Angue K, Ayerbe C, Mitkova L. A Method using Two Dimensions of the Patent Classification for Measuring the Technological Proximity: An Application in Identifying a Potential R&D Partner in Biotechnology[J]. Journal of Technology Transfer, 2014, 39(5): 716-747.
- [7] Wang M Y. Exploring Potential R&D Collaborators with Complementary Technologies: The Case of Biosensors[J]. Technological Forecasting & Social Change, 2012, 79(5): 862-

- 874.
- [8] Ma H T, Fang C L, Pang B, Li, G D. The Effect of Geographical Proximity on Scientific Cooperation among Chinese Cities from 1990 to 2010[J]. PLOS ONE, 2014, 9(11):1-11.
- [9] Apolloni A, Rouquier J B, Jensen P. Collaboration Range: Effects of Geographical Proximity on Article Impact[J]. European Physical Journal – Special Topics, 2013, 222(6):1467-1478.
- [10] Presutti M, Boari C, Majocchi A. Inter-organizational Geographical Proximity and Local Start-ups' Knowledge Acquisition: A Contingency Approach[J]. Entrepreneurship and Regional Development, 2013, 25(5-6):446-467.
- [11] Pond R, Oort F V, Frenken K. The Geographical and Institutional Proximity of Research Collaboration[J]. Papers in Regional Science, 2007, 86(3): 423-443.
- [12] Guo Y, Ma T, Porter A L, et al. Text Mining of Information Resources to Inform Forecasting Innovation Pathways[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 2012, 24(8): 843–861.