

我国新能源科技成果现状研究与未来发展建议

钟永恒^{1,2,3}, 吕鹏辉^{1,2,3}, 曹晨^{1,2,3}, 金波^{1,3}, 江洪^{1,2,3}

(1.中国科学院武汉文献情报中心,湖北 武汉 430071;2.中国科学院武汉产业技术分析中心,
湖北 武汉 430071;3.中国科学院国家科学图书馆武汉分馆,湖北 武汉 430071)

摘要 新能源产业是我国“十二五”期间重点发展的战略性新兴产业之一,汇总分析 21 世纪以来我国新能源技术的科技成果,揭示其研发现状及发展趋势十分必要。利用文献计量、数据对比、数值模拟计算等分析方法,对我国以及中国科学院 2000 年以来在先进核能、太阳能、风能和生物质能领域的科研成果产出数量、年度分布、技术分类等进行计量分析。2006~2008 年是新能源技术科技成果数量快速增长的时期,生物质能的科技成果产出最多,太阳能和风能次之,核能的科技成果产出最少,比较符合我国实际国情下发展高效安全能源的思想和策略。北京、上海、辽宁和广东是主要成果产出地区。中科院和南开大学、清华大学等是主要成果产出机构,中科院在生物质能、风能领域的科技成果优势较为突出,但仍需在太阳能、核能领域加强技术研究。为促进新能源产业的发展,我国应进一步完善新能源产业发展规划;提高新能源产业“软”、“硬”两方面的技术,缩小与国外先进水平的差距;建立新能源产业资金和运营保障体系;完善新能源价格政策;加强基础研究,促进产学研结合,完善新能源科技创新体系。

关键词 新能源 科技成果 先进核能 太阳能 风能 生物质能 产学研结合

1 前言

能源是人类生存和发展的重要物质与能量基础,它对人类文明的发展起着至关重要的作用。新能源通常是指在新能源技术基础上新开发利用的能源,包括太阳能、生物质能、风能、地热能、海洋能、氢能等^[1]。

自 21 世纪以来,全球受金融危机、气候变化加剧、资源利用成本不断上升等因素的困扰,很多国家的经济开始转向低碳路线,新能源被赋予抢占未来战略制高点的重任。我国对新能源产业的发展也给予了前所未有的关注,将其提升到战略高度,明确提出大力发展新能源等战略性新兴产业^[2]。发展战略性新兴产业、促进产业结构优化升级,科技成果的转化是关键环节。“十一五”期间,我国科技发展已进入重要跃升期,科技成果产出和产业化步伐明显加快,对经济社会发展起到了重要支撑作用。因此,汇总分析 21 世纪以来我国新能源技术的科技成果,揭示其研发现状及发展趋势十分必要。

本文旨在从文献计量角度对我国新能源技术科技成果和完成机构进行分析对比、科学计量与数据挖掘。通过国家科技数据库(CSTAD)等科技成果

信息网站系统,收集我国新能源技术科技成果信息,利用文献计量分析、数据对比分析及数值模拟计算等方法,从科技成果的年度发展态势、完成地域分布、主要完成机构等方面,系统描述和揭示新能源技术科技成果现状与发展趋势。由于新能源产业涉及的领域较多,根据《国务院关于加快培养和发展战略性新兴产业的决定》,新能源产业主要发展核能、太阳能、风能和生物质能^[3],本文在此主要选取这 4 个领域进行具体研究与分析。

2 数据来源

本文选取中国知网(CNKI)之《中国科技成果数据库》,为提高科技成果检索的主题相关性,采用了“名称+关键词+成果简介”的组合检索策略,以“核能”、“太阳能”、“风能”及“生物质能”等为检索词,

基金项目:本文受中国科学院国家科学图书馆 2009 年度青年人才领域前沿项目(编号:2009QNRC05)资助。

作者简介:钟永恒,研究员,中国科学院武汉文献情报中心主任,1986 年毕业于武汉大学历史学系,主要研究方向为产业情报与学科化服务,曾出版《中国环境保护产业信息指南》及《长江流域自然灾害数据库》等专著。E-mail:lvph@whlib.ac.cn

对2000~2010年间我国科技成果产出进行检索与数据清洗,共得到1064条题录。

3 计量方法

本文选择《中国科技成果数据库》作为检索数据平台,以TDA和Origin、MS Office Excel 2010等统计与绘图软件为主要分析工具进行数据挖掘分析和研究^[4]。从科技成果计量分析的角度,对我国新能源技术科技成果以及科技成果产出排名靠前的中国科学院(以下简称中科院)的科技成果的年度分布、机构分布等方面进行分析和研究。

4 结果分析

4.1 我国新能源科技成果产出数量的高峰期

图1给出了我国新能源技术科技成果登记的变化趋势,揭示了科技成果年度产出数量的变化规律,反映出新能源技术的受关注程度及发展速度。可以看出,2000年前后是我国新能源技术研究的起步阶段,2006年之后是新能源科技成果登记的

主要高峰时期,这显示出我国在新能源技术上的研发投入主要分布在近5年,即“十一五”期间。中科院的发展趋势较为平衡和一致,可以看出中科院在2000~2010年间占我国科技成果产出的比例较小,未来发展潜力较大。

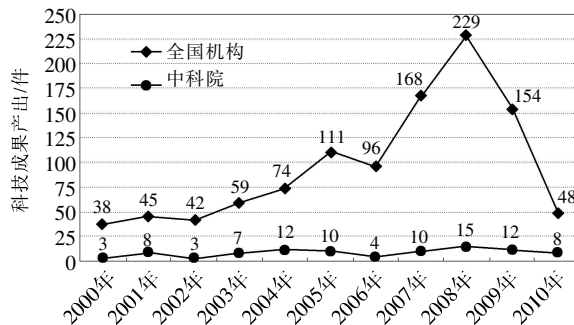


图1 我国新能源技术科技成果产出趋势图

4.2 我国各种新能源科技成果按产出年度分析

表1给出了我国各种新能源技术科技成果的年度登记情况。

表1 我国新能源技术科技成果按产出年度分布

件

项目	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
核能	1	0	1	1	1	3	3	0	7	11	6
太阳能	14	19	19	23	26	46	19	63	50	29	8
风能	14	11	6	12	15	20	26	42	58	36	11
生物质能	9	15	16	23	32	42	48	63	114	78	23

可以看出,2000~2006年新能源技术总体发展较为平稳,太阳能和生物质能发展开始起步。2007年的科技成果登记量增长较其他年度显著,这表明我国对新能源技术的研发投入主要分布在此前近3年且呈现良好的发展态势,这与近年来的能源短缺以及能源危机的压力息息相关。通过年度对比可以看出,生物质能近年来发展较快,2008年呈现出高峰。作为一个农业大国,我国有发展生物质能的优势,近年来对生物质能领域的关注逐步增加。核能领域的成果则一直处于较少状态,2009年出现少量增加,这一方面与国际、国内对发展核能诸多方面的政策限制有关,另一方面也是由于发展核能的成本较高所致。

4.3 我国主要省市科技成果构成分析

对科技成果登记地区进行分析,有助于了解这些地区在新能源技术领域的科技地位及在该领域的研发力度。揭示不同地区间研发力量的差异,有助于将资源有效配置到合理地域,并利用已有基础

进行进一步的技术开发。

图2对我国在生物质能、风能、太阳能、核能4个主要新能源技术领域已有成果登记的地区进行了统计,重点对北京、上海、辽宁、广东等8个省市进行了新能源种类的构成计量分析。

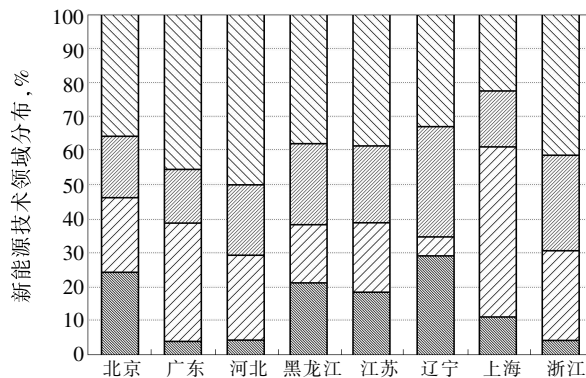


图2 我国主要省市新能源技术领域分布

生物质能; 风能; 太阳能; 核能

结果发现,各省市除上海和辽宁以外,生物质能研发成果仍占据主体地位,而上海市的太阳能研

发成果较多,辽宁省的风能研发成果较多,这与其所处地理位置有密切关系。可见,一些地区能够因地制宜地利用自身优势条件进行新能源技术研发,有的已在科技成果产出积累上占据先机。

表 2 给出了我国新能源科技成果产出的主要

省市的科技成果数量。可以看出,北京市、上海市、浙江省和广东省等发达地区成果数量较多,这反映出科技成果产出上的地域不均衡性。各地应根据实际情况因地制宜,发展适合本地区的新能源技术,这样才能促进当地能源经济更快更好发展。

表 2 我国主要省市新能源技术科技成果数量分布

件

项目	北京市	广东省	河北省	黑龙江	江苏省	辽宁省	上海市	浙江省
核能	41	3	2	10	8	16	13	2
太阳能	38	27	12	8	9	3	57	12
风能	30	12	10	11	10	18	19	13
生物质能	61	35	24	18	17	18	26	19
合计	170	77	48	47	44	55	115	46

4.4 中科院新能源科技成果分布不平衡

表 3 给出了中科院新能源技术科技成果登记的年度变化情况。

从表中可以看出,中科院的新能源技术研究成果分布很有特点:太阳能和生物质能技术的研究成

果较多,且于“十一五”中前期就出现高峰值,而其他两个领域的研究成果较少。可见,太阳能、生物质能技术是中科院的研发重点。在“十二五”期间中科院应当抓住机遇,加大对其他几个重要领域的技术研发力度。

表 3 中科院新能源技术科技成果产出年度分布

件

项目	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
核能	1	2	0	2	3	1	0	0	0	4	0
太阳能	3	1	2	5	2	1	5	7	2	3	
风能	0	1	0	1	0	4	0	2	0	0	2
生物质能	0	2	2	2	4	3	3	3	8	6	3

4.5 我国新能源技术科技成果产出情况

4.5.1 清华大学先进核能科技成果数量居首

目前全球核电占电能的比重平均为 17%,已有 17 个国家核电占本国发电量的比重超过 25%。而中国核电占总发电量却不到 2%,远不及世界平均水平,更远远低于法国 85%和美国 30%的水平^[5]。长远来看,中国的核能发电潜力巨大。根据《新兴能源产业发展规划》,到 2020 年,中国核电装机比重将从目前的 1.6%上升到 4%左右,核电装机容量将达到 $8000 \times 10^4 \text{kW}$ 左右^[6]。通过 CSTAD 中检索与科技成果数据清洗,2000~2010 年间先进核能相关科技成果 156 件。

表 4 为我国先进核能研究的主要成果完成单位与成果数量。从整体分布情况来看,我国先进核能的科技成果主要来自中科院以及部分高校。主要机构的科技成果数量分布不均,清华大学最多(达到 19 项),其次是中科院(13 项),科技成果在 10 件以上的机构数目还是偏少,大部分科研机构仅有零星的科技成果产出,只有数量很少的机构多年来保

持着可观的科技成果产出数量。中科院院属研究所共有 7 个研究机构在先进核能技术领域拥有较多科技成果,其中中科院近代物理研究所和等离子体物理研究所是先进核能技术科技成果产出的主要机构,对中科院在该领域成果的贡献率达 53%。

表 4 先进核能科技成果完成单位及产出数量分布

	完成单位	排名	产出数量/件
全国科技成果登记机构	清华大学	1	19
	中科院	2	13
	南京工业大学	3	5
	哈尔滨工业大学	3	5
中科院院属登记机构	近代物理研究所	1	5
	等离子体物理研究所	2	2

4.5.2 南开大学太阳能科技成果产出最多

太阳能一般是指太阳光的辐射能量,在现代一般用作发电。太阳能具有清洁、安全、无穷无尽,且在世界上任何地方都可得到等优点,使其成为低碳能源中最环保的能源^[7]。据《新兴能源产业发展规划》,到 2020 年,太阳能发电装机容量将达到 $2000 \times 10^4 \text{kW}$ 。通过 CSTAD 中检索与科技成果数据清洗,

2000~2010年间太阳能科技成果共169件。

表5为我国太阳能领域的主要成果完成单位与成果数量。南开大学和中科院等是太阳能技术领域主要的科技成果完成机构,中科院院属研究所共有14个研究机构在太阳能技术领域拥有较多的科技成果,其中广州能源研究所和等离子体物理研究所是太阳能技术科技成果产出的主要机构。另外,中科院半导体研究所在太阳能技术领域产出较多。从各研究所科技成果的数量可以看出,排在前三位的研究所贡献了14件科技成果,占中科院总产出的39%。但中科院在太阳能领域成果相比南开大学还有差距,因此应加大这方面的研发力量,在新技术上夺得先机。

表5 太阳能科技成果完成单位及产出数量分布

	完成单位	排名	产出数量/件
全国科技成果登记机构	南开大学	1	41
	中科院	2	36
	上海交通大学	3	32
	中国电子科技集团公司	4	15
	西安交通大学	5	10
中科院院属登记机构	等离子体物理研究所	1	5
	广州能源研究所	1	5
	半导体研究所	2	4
	物理研究所	3	3

4.5.3 中科院风能科技成果产出不菲

中国风能资源丰富,据联合国环境规划署的评估结果,风电资源可开发量达3000GW。丹麦BTM咨询公司预计至2030年,风能将成为我国继火电、水电之后的第三大发电能源。中国风电装机容量所占比重较低,截至2009年,风电装机仅占全部装机容量的1.8%,尚有较大提升空间。根据《新兴能源产业发展规划》,到2020年,中国风电装机容量将达到150GW^[8]。通过CSTAD中检索与科技成果数据清洗,2000~2010年间风能科技成果共261件。

表6为我国风能研究的主要成果完成单位与成果数量。可以看出,在我国风能技术科技成果中,中科院是主要的完成机构,其他科技成果分布于研究所、高等院校和公司。广州能源研究所和电工研究所是中科院风能技术科技成果产出的主要机构,对中科院在该领域成果的贡献率高达70%。这表明中科院非常注重对风能技术的研究,目前已经有很大一部分技术成果积累。

表6 风能科技成果完成单位及产出数量分布

	完成单位	排名	产出数量/件
全国科技成果登记机构	中科院	1	10
	青海新能源研究所	2	5
	清华大学	2	5
	沈阳工业大学	2	5
	内蒙古农业大学	2	5
中科院院属登记机构	广州能源研究所	1	5
	电工研究所	2	2

4.5.4 生物质能科技成果产出中科院领先

生物质是指通过光合作用而形成的各种有机体,包括所有的动植物和微生物。生物质能是太阳能以化学能形式贮存在生物质中的能量形式,是以生物质为载体的能量^[9]。在目前世界能源消耗中,生物质能占世界总能耗的14%,仅次于石油、煤炭和天然气,居第四位^[10]。生物质能具有可再生性、低污染性、分布广泛等优点^[11]。根据《新兴能源产业发展规划》,到2020年生物质发电将达到3000×10⁴kW。通过CSTAD中检索与科技成果数据清洗,2000~2010年间生物质能科技成果共471件。

表7为我国生物质能领域的主要成果完成单位与成果数量。可以看出,我国生物质能技术科技成果主要来自中科院与北京市一些高等院校的贡献,除此以外其他地区分布很散。从其他机构科技成果的数量上来看,中国科技大学和清华大学里面集中了我国生物质能技术很大一部分科技成果,这些高校分布较散,但大多都是科研实力雄厚的重点大学,其中西部地区的四川大学实力也很强大。中科院在生物质能领域的研究成果十分突出,有18个院属研究机构在从事相关研究,其中广州能源研究所、植物研究所、过程工程研究所的贡献最为突出,今后应保持该领域的技术优势,同时不断寻求创新与突破。

表7 生物质能科技成果完成单位及产出数量分布

	完成单位	排名	产出数量/件
全国科技成果登记机构	中科院	1	36
	中国农业科学院	2	11
	河南省科学院	3	10
	清华大学	4	6
	中国科学技术大学	4	6
中科院院属登记机构	广州能源研究所	1	11
	植物研究所	2	3
	过程工程研究所	2	3

5 主要研究结论

本文通过数据统计与计量分析,发现我国新能源技术领域的科技成果呈现出以下基本态势:

① 2006~2008 年是新能源技术科技成果数量快速增长的时期,这表明我国在“十一五”早中期已经逐步加大对新能源技术的研发投入。

② 我国生物质能的科技成果产出最多,太阳能和风能次之,核能的科技成果产出最少,比较符合我国实际国情下发展高效安全能源的思想和策略。生物质能科技成果可促使我国大量天然生物资源得以利用,而在我国风能与太阳能较充足的地方(如西部地区)应大力促进这两种新能源的利用,在能耗需求较高而又不具备发展其他新能源的地区部署核能。

③ 北京市、上海市、辽宁省和广东省是主要成果产出地区,生物质能研发成果仍占据主体地位,而上海市的太阳能研发成果较多,辽宁省的风能研发成果较多,这是各地区因地制宜发展的结果。

④ 中科院和南开大学、清华大学等是主要成果产出机构。中科院在生物质能、风能领域的科技成果优势较为突出,在国内太阳能、核能领域虽也名列前茅,但仍不是行业内的翘楚,因此仍需加强这些领域的技术研究。

6 对我国发展新能源产业的建议

当前我国已经成为全球新能源产业投资第一大国,近 10 年来新能源技术科技成果产出颇丰,但地区与完成机构分布极不均衡,主要的科技成果集中在广州市、北京市等科教文化中心。机构分布中中科院产出最多,并且主要分布在 2007~2009 年度,中科院广州能源研究所等院属机构产出贡献居首。建议未来在中科院科技创新基地部署新能源研究所或加大对现有涉及新能源技术的研究课题组的资助力度,以发挥其固有优势。

在未来应对“能源危机”的措施中,基于以上成果分析,建议重点考虑以下几方面:

① 进一步完善新能源产业发展规划。世界各发达国家都以发展新能源和绿色能源为首要任务来解决经济发展问题,中国应抓住这次变革机遇,即将新能源和绿色能源作为首要任务来解决经济拉动问题。未来我国新能源主要需明确其发展路线图,借鉴和学习美国等发达国家的能源战略、决策

和法规,指导促进我国新能源产业的发展。

② 提高产业“软”、“硬”技术,缩小与国外先进水平的差距。我国新能源技术不仅包括产品设计、生产和制造加工等各项“硬”的技术,还应该包括产业规划、技术标准设定、监测管理等“软”的技术。在“硬”的方面,要提高自主创新能力,力争向产业链上游发展,减少对国外产业配套技术的依存度;在“软”的方面,通过开发先进电网调控和调度技术,构建智能电网,规范产业标准,同时明确对项目的审批、专项资金安排、价格机制与上网电价统一协调等措施。

③ 建立新能源产业资金和运营保障体系。新能源产业终端应用一般为发电,目前我国发电领域仍然是以垄断性市场运营为主,运营资金和运营主体准入的门槛高。发电项目的权利主要集中在国有大型能源企业,民营、外资等商业资本进入该领域的仍是少数。这就需要在加强运营主体保障外,提供大量、持续的资金投入机会和途径,拓宽融资渠道,以加强新能源产业的抗风险能力。

④ 完善新能源价格政策。借鉴国外相关经验,适时出台鼓励使用风电、太阳能“价格-利率”联动的利率联动机制,鼓励使用可再生能源发电,为风能、太阳能等行业补贴提供保证。在新接入系统突破项目建设资金筹措以及在上网电价落实等方面给予更为优惠的政策,综合运用价格、财税和金融等政策手段,从根本上解决风电、太阳能发电项目盈利水平差的问题,创造风电、太阳能产业健康可持续发展的良好环境。

⑤ 加强基础研究,促进产学研结合,完善新能源科技创新体系。建议开展新能源电力并网、大幅度提高光转换效率;发展转基因生物质能源等,开展关键新技术的基础研究。进一步完善以企业为主体、以市场为导向的产学研相结合的新能源科技创新体系,积极引入海外高科技领军人才,建立政界、经济界和学界共同组成的新能源创新体系。

参考文献:

- [1] 任东明.中国新能源产业的发展和制度创新[J].中外能源, 2011, 16(1): 31-36.
- [2] 国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要(2011-03-16). http://www.gov.cn/2011lh/content_1825838_4.htm.

- [3] 国务院关于加强培育和发展战略性新兴产业的决定[EB/OL]. (2010-10-18). http://www.gov.cn/zwgg/2010-10/18/content_1724848.htm.
- [4] LV Penghui, QIU Huabing, CUI Ping. Bibliometric analysis on scientific productivity of NIMTE, CAS[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2010, 35(11).
- [5] 俞军. 提高核能战略地位 确保能源安全和可持续发展[EB/OL]. (2008-03-31). http://www.ce.cn/cysc/ny/heneng/200803/31/t20080331_15015138.shtml.
- [6] 殷捷, 王培红. 核能在我国能源可持续发展中的作用和前景[J]. 上海电力, 2010, 23(3): 181-184.
- [7] 程军. 低碳能源-太阳能的利用及前景[J]. 山西电子技术, 2010(4): 94-96.
- [8] 杨柱龙. 风能简介[J]. 广西气象, 1982(1): 55-56.
- [9] 王久臣, 戴林, 田宜水, 等. 中国生物质能产业发展现状及趋势分析[J]. 农业工程学报, 2007, 23(9): 276-282.
- [10] 张无敌, 宋洪川, 韦小岗, 等. 21世纪发展生物质能前景广阔[J]. 中国能源, 2001(5): 35-38.
- [11] 雒廷亮, 许庆利, 刘国际, 等. 生物质能的应用前景分析. 能源研究与信息[J]. 2003, 19(4): 194-197.

(编辑 张峰)

China's Advances in New Energy Technology and Advice on Future Development

Zhong Yongheng^{1,2,3}, Lu Penghui^{1,2,3}, Cao Chen^{1,2,3}, Jin Bo^{1,3}, Jiang Hong^{1,2,3}

(1. Wuhan Documentation and Information Center, Chinese Academy of Sciences, Wuhan Hubei 430071;

2. Wuhan Industrial Technology Analysis Center, Chinese Academy of Sciences, Wuhan Hubei 430071;

3. Wuhan Branch of National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Wuhan Hubei 430071)

[Abstract] The new energy industry is one of the strategic emerging industries China will give priority to during the Twelfth Five-Year Plan period. This article outlines China's achievements in developing new energy technology since the beginning of the 21st century, describes the current status of research and development activities and analyzes development trends. By means of bibliometric analysis, data comparison, numerical simulation calculation and other analysis methods, the article conducts a quantitative analysis of output quantity, annual distribution and technical classification of the technical research achievements China and the Chinese Academy of Sciences have made in the fields of nuclear power, solar energy, wind energy and biomass energy since 2000. From 2006 to 2008, China's achievements in new energy technology research grew rapidly. Biomass energy technology was the fastest-growing area, followed by solar energy, wind energy and nuclear energy. This ranking of the segments of the new energy industry based on the amounts of technological achievements made corresponds to China's strategy of developing efficient and safe energy sources according to the country's specifics. Beijing, Shanghai, Liaoning and Guangdong are the main areas where new energy technology is being developed and the Chinese Academy of Sciences, Nankai University and Tsinghua University are in the vanguard in developing new energy technology. The Chinese Academy of Sciences excels others in development of biomass energy and wind energy technology but still needs to strengthen its research in the fields of solar energy and nuclear energy technology. In order to promote the growth of the new energy industry, China should optimize its planning for the new energy industry, improve both software and hardware technologies associated with new energy to bridge the gap dividing it from global leaders, establish fund and operation guarantee systems for the new energy industry, perfect new energy pricing policies, strengthen basic research, promote the collaboration of industries, the academia and research institutes and perfect technological innovation system for new energy development.

[Keywords] new energy; technological development achievements; advanced nuclear power; solar energy; wind energy; biomass energy; collaboration between industries, the academia and research institutes