

基于能源互联网的 新能源产业分区发展模式研究

陆宇海 —— 著

JYUNENGYUANHUOLIANWANGDI

XINENGYUANQIANFANYEHEENQUFAZHAN

MOSHIYANJIU



江西人民出版社
Jiangxi People's Publishing House

基于能源互联网的 新能源产业分区发展模式研究

陆宇海 / 著



江西人民出版社
Jiangxi People's Publishing House
全国百佳出版社

图书在版编目(CIP)数据

基于能源互联网的新能源产业分区发展模式研究/陆宇海著.
—江西人民出版社,2016.11
ISBN 978-7-210-07492-2

I. ①基… II. ①陆… III. ①新能源-产业发展-发展模式
-研究-中国 IV. ①F426.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第302676号

基于能源互联网的新能源产业分区发展模式研究

陆宇海 著

责任编辑:吴艺文

封面设计:同异文化传媒

出版:江西人民出版社

发行:各地新华书店

地址:江西省南昌市三经路47号附1号(邮编:330006)

编辑部电话:0791—86898470

发行部电话:0791—86898893

网址:www.jxpph.com

2016年11月第1版 2016年11月第1次印刷

开本:787毫米×1092毫米 1/16

印张:16

字数:200千

ISBN 978-7-210-07492-2

赣版权登字—01—2016—840

版权所有 侵权必究

定价:36.00元

承印厂:江西新华印刷集团有限公司

赣人版图书凡属印刷、装订错误,请随时向承印厂调换

本书由

教育部人文社科研究规划基金项目(13YJAZH060)

全国统计科学研究重点项目(2015LZ37)

江西省教育厅科技研究项目(GJJ151605)

资助出版

摘 要

2015 年被称为能源互联网元年,能源互联网是国家通过能源与互联网理念及其技术整合并利用能源行业内、外部信息资源,从而提高能源互联互通及其社会经济效益的一个长期的持续改进的大型跨国、跨洲际项目。随着互联网时代的来临,互联网已成为主导全球经济的基础,全球能源互联网的提出已是必然,也成为中国作为大国的主要标志,中国要想在未来的国际竞争中立于不败之地,能源互联网建设已刻不容缓。然而,能源互联网不仅仅是互联网在能源生产及管理领域的简单应用,它对能源产业,尤其是新能源产业所产生的影响会是全方位的,只有深刻把握能源互联网,并在此基础上对新能源产业发展模式做出正确的战略选择,新能源产业建设工作才会卓有成效。

本书强调,一方面,能源互联网是面向未来的必然的战略性选择:构建全球能源互联网,才能实现清洁能源的大规模开发、配置和高效利用,从而加快能源开发上实施清洁替代,以水能、太阳能、风能等清洁能源替代化石能源,推动能源结构从化石能源为主向清洁能源为主转变;在能源革命上,发挥能源互联网的作用实现能源供需双方的双向互动,吸引社会公众参与,培养环保理念,这是解决世界能源安全、环境污染和温室气体排放的治本之策。另一方面,新能源产业分区发展模式与能源互联网发展是相辅相成的:深入系统地剖析能源互联网和新能源产业的互动机制,即系统地对能源互联网与新能源产业分区发展模式的关系进行研究,探索新能源产业分区发展模式,以保障新能源产业的可持续发展是目前我国理论界和实务界所共同面临的重要课题。

因此,确立面向未来,基于能源互联网的新能源产业分区发展模式,加快新能源产业的健康发展,对于国家可持续发展具有深远的影响和巨大的推动作用。基于此,本书主要研究内容如下:

首先,对能源互联网的战略地位和时代要求进行阐述,指出能源互联网是国家发展的必由之路,分析了选题的背景,指出了研究的具体目的和重要意义,

并对国内外相关研究文献进行综述和整理,进而确定了研究目标和内容,为深入研究奠定了重要基础。

其次,以发展的观点,首先界定了能源互联网的概念、要素、内容和特征,以及对我国新能源产业和能源互联网的发展现状进行了总括和比较;从技术水平、中介服务机构、标准体系和市场竞争机制等方面分析了我国新能源产业和能源互联网发展进程中的主要障碍,同时对其发展趋势和优越性等作了简要述评;在此基础上,使用统计分析理论方法对新能源产业驱动因素进行研究,从经济维度、环境维度、社会维度、国家治理维度和互联网维度5个维度22指标构建评价指标体系,并对50个国家进行了实证研究,最后对比评价了各个国家面向能源互联网的新能源产业发展条件。

第三,对基于能源互联网的新能源产业发展驱动过程中所呈现的多样化因素进行了归纳,从能源互联网的推力驱动主导和拉力驱动主导两个方面来研究此问题,并剖析了二者与能源互联网发展的内在关系;根据能源互联网驱动的特点,采用了系统动力学方法进行了模型构建。

第四,提出了基于能源互联网的新能源产业分区发展模式的选择。鉴于新能源产业和能源互联网内涵的丰富性,在整体发展模式界定的基础上,从管理模式、驱动模式和服务模式等角度对新能源产业的发展模式进行具体描述;进而从融资模式、技术模式和组织模式来论述管理模式的选择问题;从政府主导和市场主导模式来论述驱动模式选择问题;从能源流、信息流、综合流等模式来论述服务模式选择问题。

最后,在对新能源产业驱动机制与模式选择深入研究的基础上,鉴于能源产业发展的渐进性和区域条件的异质性,对新能源产业分区发展模式、实施路径及保障体系进行研究。提出采用微观的能源生产、存储、消费和输配路径设计;中观的城市园区和宏观的区域性与广域性的路径设计;提出从制度保障、技术支撑和经济措施等方面构建分区发展模式及其路径实现的保障体系。

本书在资料的收集、整理和书稿校对过程中,工商管理专业的部分学生给予了大力支持;同时,也得到了江西财经大学诸多专家、朋友和同行的帮助,并参考了大量相关文献,充分吸收了众多专家学者的优秀成果,在此,谨向所有提供帮助的老师、同学和朋友们致以深深的谢意!

由于作者水平所限,本书难免有不当和疏漏之处,渴望广大读者批评、指正。

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 国际方面	1
1.1.2 中国制造 2025	6
1.1.3 能源产业发展本身	10
1.1.4 问题的提出	12
1.2 选题目的和意义	13
1.2.1 选题目的	13
1.2.2 选题意义	14
1.3 国内外研究综述	15
1.3.1 能源互联网相关研究	15
1.3.2 新能源产业发展模式研究	25
1.3.3 国内外研究述评	28
1.4 研究内容与研究方法	29
1.4.1 研究内容	30
1.4.2 研究方法	31
1.5 技术路线	31
2 我国能源互联网与新能源产业发展现状分析	33
2.1 能源互联网的相关内涵	33
2.1.1 能源互联网的定义	33
2.1.2 概念的演进	41

2.1.3	能源互联网的要素	42
2.1.4	能源互联网的内容	45
2.1.5	能源互联网的特征	47
2.2	我国新能源产业和能源互联网的发展现状	51
2.2.1	我国新能源产业的发展状况	51
2.2.2	我国能源互联网发展的探索	55
2.3	发展的制约因素分析	58
2.3.1	新能源产业的技术支持能力弱	58
2.3.2	社会相关中介服务机构尚待发展	59
2.3.3	统一的规范和标准还未形成	59
2.3.4	良性的市场竞争机制和环境缺乏	60
2.4	未来发展趋势分析	60
2.4.1	内容构造趋势	60
2.4.2	优越性体现	62
2.4.3	流程发展趋势	62
3	新能源产业发展条件的国际对比	65
3.1	评价指标体系的构建	65
3.1.1	参考指标体系	65
3.1.2	指标体系构建	67
3.1.3	指标体系描述	70
3.1.4	样本国家选择	76
3.2	实证分析	77
3.2.1	指标权重的确定	77
3.2.2	评价计算结果	79
3.3	不同国家的评价	82
3.3.1	G7 国家	82
3.3.2	金砖五国	84

4	能源互联网驱动机制研究	85
4.1	驱动机理研究	85
4.1.1	驱动机理类型	85
4.1.2	推力主导作用机理	86
4.1.3	拉力主导作用机理	89
4.2	驱动机制的研究模型选择	91
4.2.1	理论模型构建	92
4.2.2	系统方法的选择	93
4.3	能源互联网驱动系统的动力学模型构建	95
4.3.1	系统的变结构设计	95
4.3.2	系统的界定	96
4.3.3	系统的结构框架	96
4.4	能源互联网及其驱动因素系统的动力学特征	100
4.4.1	整体性和综合性	100
4.4.2	相关性和交叠性	101
4.4.3	开放性和动态性	101
4.4.4	反馈性和可控性	101
4.5	系统建模	102
4.5.1	系统运行分析	103
4.5.2	运行机制	105
4.5.3	系统因果关系分析	107
4.5.4	系统仿真模型的建立	109
5	基于能源互联网的新能源产业发展模式框架设计	113
5.1	整体模式分析	113
5.1.1	挑战竞争模式	113
5.1.2	环境驱动模式	115
5.1.3	被动介入模式	117
5.2	管理模式分析	118
5.2.1	融资模式	118
5.2.2	技术模式	120

5.2.3	组织模式	126
5.2.4	范围模式	127
5.3	驱动模式分析	130
5.3.1	政府主导的驱动模式	130
5.3.2	市场主导的驱动模式	131
5.3.3	政府和市场双主导的驱动模式	131
5.4	服务模式分析	132
5.4.1	服务内容模式	132
5.4.2	服务目标模式	132
5.5	发展模式框架选择原则	133
6	新能源产业分区发展模式设计	137
6.1	国内外经验借鉴	137
6.1.1	德国分区模式	138
6.1.2	美国分区模式	142
6.1.3	日本分区模式	145
6.1.4	中国分区模式	147
6.2	分区模式设计的原则、思路	152
6.2.1	分区模式设计的原则	152
6.2.2	分区模式设计的思路	153
6.3	微观分区模式及实施路径	154
6.3.1	分区模式的微观基础	154
6.3.2	微观生产机制	157
6.4	中观分区模式及实施路径	159
6.4.1	新能源产业园区	159
6.4.2	园区建设模式	160
6.5	宏观分区模式及实施路径	161
6.5.1	宏观类别	161
6.5.2	功能类型	163

7	分区发展模式实施的保障体系	165
7.1	路径依赖突破的保障体系	165
7.1.1	路径依赖形成的关键因素	165
7.1.2	路径依赖的具体表现	166
7.1.3	路径依赖突破的重点	167
7.2	基础设施保障	168
7.2.1	新能源资源开发	168
7.2.2	新能源输送	169
7.2.3	新能源消费	170
7.3	制度保障体系	172
7.3.1	导向性法律体系	172
7.3.2	系统性产业政策	176
7.3.3	非正式制度	178
7.4	技术保障体系	178
7.4.1	技术创新战略确立	178
7.4.2	各节点技术选择	179
7.4.3	技术创新平台建设	180
7.5	经济保障体系	180
7.5.1	价格改革策略	181
7.5.2	庇古手段合理化应用	181
7.5.3	市场调节机制	182
8	结论及展望	184
8.1	主要研究结论	184
8.2	研究创新	185
8.3	未来研究展望	186
	参考文献	187

1 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 国际方面

现今时代,人类最关注的气候变化和技术革命都与能源互联网息息相关。一方面是源于气候变化和化石能源利用的尖锐矛盾。目前,煤炭、石油等不可再生能源资源日益枯竭,无法满足经济社会快速发展的需求。尤其是新兴国家和市场崛起带来的能源消耗飞速增长。据 BP 公司发布 2015 年《BP 世界能源统计年鉴》显示,2014 年全球能源消费增长为 0.9%,与 2013 年的增长相差甚远(+2.0%),且低于过去 10 年 2.1% 的平均水平,但仍处于增长过程中,且没有下降趋势^①;并预测 2013 年至 2035 年,一次能源消费将增长 37%,年均增长 1.4%^②。同时,化石能源燃烧产生的二氧化碳排放正在严重威胁整个人类的生存。1980 年至 2015 年,由于温室气体排放量的增加,全球表面气温平均每 10 年上升 0.17 摄氏度,如果平均气温比 20 世纪 90 年代的水平升高 2-3 摄氏度,就有可能导

① 2015BP 世界能源统计年鉴[R]. 2015 年 6 月, bp.com/statisticalreview.

② BP2035 世界能源展望(2015 版)[R]. 2015 年 2 月, bp.com/energyoutlook.

致地球上 1/3 的物种彻底灭绝。届时,人类将无法阻止生态系统的毁灭,地球上的生命最终也将会消失。因此,气候变化成为全球最为关注的话题之一。

另一方面,最为显著的科技进步和社会变迁就是“互联网”,各行各业都在如火如荼地推进“互联网+”工作。协同制造、智慧能源、普惠金融、公共服务、高效物流、电子商务、便捷交通、人工智能等若干新产业模式都是与互联网的结合产物。因此,基于能源互联网,解决日益尖锐的能源领域问题,顺应未来最大的变革——新能源对化石能源的替代,是国家重中之重的宏观战略。

(1) 第三次技术革命

第三次技术革命是人类文明史上继蒸汽技术革命和电力技术革命之后科技领域里的又一次重大飞跃;以原子能、电子计算机、空间技术和生物工程的发明和应用为主要标志,涉及信息技术、新能源技术、新材料技术、生物技术、空间技术和海洋技术等诸多领域的一场信息控制技术革命。不仅极大地推动了人类社会经济、政治、文化领域的变革,而且也影响了人类生活方式和思维方式,使人类衣、食、住、行、用等各个方面日新月异;拉大了各国之间的贫富差距,促进了世界范围内社会生产关系变化^①。全球信息化进程势不可挡,已成为推动社会进步的主要因素。

正如前全国人大委员会副委员长、著名经济学家成思危院士在由工业和信息化部中国电子信息产业发展研究院主办的“2013 中国 IT 市场年会暨新一代信息技术产业大会”上进行主题发言时所讲的:“我们现在正处在信息化的产业革命时代。第一次产业革命是蒸汽机引领的机械化,第二次产业革命是电力带领的电气化,第三次产业革命则是互联网带领的信息化。所以说,我们正处在信息化革命接近高潮的时期。互联网、移动互联网、云计算、3D 打印等一系列技术推出的速度越来越快。这个阶段,如果信息化、工业化、城镇化、能源现代化不能很好地结合起来,我们就会失去机会。”^②历次技术革命中,最为显著的就是能源系统和通讯技术的革命与变革,如表 1-1 所示:

^① 人民教育出版社历史室. 世界近代现代史[M]. 河南省:人民教育出版社,2006年6月.

^② 赛迪网. 成思危:产业结构优化与 IT 创新[DB/OL]. <http://news.ccidnet.com/art/1032/20130226/4753635-1.html>. 2013-02-26.

表 1-1 技术革命的发展与影响表

标志	农耕时代	第一次工业革命	第二次工业革命	第三次工业革命
时段	18 世纪中期以前	18 世纪中期— 19 世纪中期	19 世纪中期— 20 世纪中期	20 世纪中期以后
能源系统	人力、耕力和风力等	煤炭和蒸汽机等	内燃机、发电机、电动机和电力等	新能源和燃料电池等
交通运输系统	马、马车和帆船等	蒸汽机车、蒸汽拖拉机和蒸汽船舶等	内燃机车、电机机车、汽车、高速公路网、高速铁路网、螺旋桨飞机和喷汽飞机等	航天航空技术、大型超音速喷气飞机和磁悬浮火车等
通讯技术	声、光和烟火等	大规模邮政系统	电报、电话、无线广播和电影等	数码通讯技术高度发达、多媒体、互联网普及等
新兴产业	手工业作坊	天轴传动的机械、纺织工业、采矿、冶金等工业	化学工业兴起、炸药、塑料和人造纤维等	电子工业、IT 产业、新材料和生物工程等
生产方式	手工劳动	机器代替手工	流水生产线和自动生产线代替传统的机器生产	智能化、自动化生产普及、全球配置资源和分散生产代替集中

由人类历史发展可见,每一次工业革命或技术革命,都是从能源系统和通讯交通系统开始的,并对经济、社会各方面产生着巨大影响,推动社会的进步与发展。第三次技术革命,互联网信息化被称为是影响全球经济的最强大力量,推动经济跨越式发展,是最强的时代背景和研究背景。

(2) 新能源革命势不可挡

随着传统化石能源资源的渐趋耗竭和二氧化碳排放形成温室效应的日益严重,世界各国都在积极探索各种不同类型的新能源,大力发展新能源产业。目前供使用的新能源(如风能、太阳能等)存在分布过于分散、随机性程度高、能量转化效率低和使用成本偏高等一系列问题,制约了新能源的大规模发展和推广;但却不能否认它是当今社会和经济发展的必然趋势。因为,新能源的普及与应用,不仅能够使能源安全得以提升,环境得以优化,公民福利水平也会得以

增强。所以,世界各国纷纷从制度、财政、经济和技术等多角度出发,促进本国新能源产业发展。

众所周知,德国一直非常重视新能源产业的培育和发展。早在上个世纪 80 年代,德国政府就提出把建设“新能源产业”作为基本国策。自 2000 年开始实施《可再生能源法》以来,可再生能源发展取得了令人瞩目的成绩,发展模式一直备受赞誉和推崇。德国发电量中可再生能源所占比率已经从 2000 年时的 6% 上升到 2013 年的约 25%。光伏装机总量从 2010 年到 2012 年的 3 年间,平均每年的装机容量增幅达到 7GW,2012 年高达 7.6GW,2013 年末已经达到 35.7GW。伴随着这种疯狂发展的是快速上升的补贴成本。报告称,截至 2013 年,德国民众承担的可再生能源附加费总计高达约 3170 亿欧元。预计到 2022 年要达到 680 亿欧元。其中 2014 年一年的可再生能源附加费就已达 230 亿欧元。这其中很大一部分费用是用来支付太阳能发电厂的 FIT。虽然太阳能 FIT 从 2004 的 457/MWh 下降到当前的 93.8/MWh,但由于最近几年的高速发展,FIT 的总成本大幅度上升,从 2007 年以及之前的每年不到 20 亿欧元增加到 2013 年每年 100 亿欧元以上。2013 年太阳能发电仅占德国电力供应总量的 5%,但相应的补贴却占了整个可再生能源补贴的近一半。如果进一步假设德国所有的电力都以 50/MWh 的批发价成交,全德国电力的批发价格才 300 亿欧元。光伏以 5% 的销售量,却占到了批发电力总价值的 1/3。与大规模发展相伴随的是,居民零售电价中的可再生能源附加费也从 2009 年的 1.31 欧分增加到 2011 年的 3.53 欧分和 2014 年的 6.24 欧分。目前德国已是欧盟成员国中能源支出最高的国家之一,电力零售价格从 2000 年时的每千瓦时 14 欧分上升到 2013 年的约 29 欧分。在 2013 年平均约 29 欧分的居民零售电价中,新能源附加费达到 5.39 欧分,而同期电力的生产、传输和销售成本仅 14.42 欧分^①。

在这样的背景下,作为全球资源十分稀缺的经济发达国家日本也非常重视新能源产业的建设,并已日趋规模化、效益化,有望成为未来拉动日本经济增长的新支柱产业。日本新能源产业起步较早,20 世纪 70 年代第一次石油危机爆发后,日本就开始探索替代能源,相继制订了《石油替代能源开发及应用促进法》及《新能源利用促进特别措施法》,明确了政府、企业及国民在推动新能源产

^① 施训鹏. 来自德国新能源政策的 8 点启示. <http://finance.sina.com.cn/zl/energy/20141014/112120532932.shtml>.

业发展过程中的责任分工,并制度化新能源企业在金融及税收上的优惠措施。为促进新能源产业的普及和推广,又于2002年颁布了《电力企业利用新能源特别措施法》,以配额形式规定了电力企业新能源利用义务。上述三法为日本新能源产业的快速崛起、技术创新和普及推广提供了坚实的法律保障。

为促进新能源产业技术开发,日本自1974年起相继制订实施“阳光计划”和“新阳光计划”,对包括太阳能、风能在内的新能源产业进行重点扶持。政府每年拨款362亿日元用于新能源技术开发,仅1997—2004年间就共向家庭太阳能电池板安装工程投入补贴1230亿日元;2013—2015年中拨款2136亿日元(约合人民币113亿元)用于加氢站的建设与运营。日本经济产业省在2016年度财政预算中,面向普及燃料电池车和家用燃料电池的支援经费约232亿日元(约合人民币12亿元);用于炼油厂设备更新和事业再编制以及灾害危机处理能力强化经费1957亿日元(约合人民币103亿元);氢能源相关研究开发经费约139亿日元(约合人民币7.36亿元)。由于政府全力支持,社会资金也大量投入“新阳光计划”项目,使日本的太阳能产业跃居世界领先地位。2004年6月,日本经济产业省公布了“新能源产业化远景构想”,提出到2030年,将新能源技术扶植成商业产值达3万亿日元、创造就业31万人的支柱型产业之一。为此,日本政府在税制和融资等方面采取优惠措施,促进企业参与新能源开发,并支持新能源产业及产品的出口创汇。

目前,日本太阳能发电已得到广泛应用,产业规模不断扩大,生产成本持续降低,已逐步形成完备的生产、销售和消费体系。从太阳能发电量来看,1999—2004年,由于政府实施强制上网收购制度,日本始终保持全球首位。2005年政府取消部分支持政策后,太阳能发电增长乏力,2007年装机容量总计192万KW,被德国赶超退居第二位。从太阳能电池产量看,2009年合计生产138.7万KW,约占全球产量的四分之一。2013年新增太阳能发电装机容量达到500万千瓦,比上年增长150%。全年新增装机容量为世界第二,仅次于中国。其中,约7成出口欧美等国。在全球太阳能电池企业排名中,日本有夏普、京瓷、三洋电机、三菱电机四家企业入选前20位,产量约占日本太阳能电池总产量的二分之一。日本自上世纪80年代开始建设风力发电设备,截至2007年底共有风力发电站1409座,发电能力约168万KW;2015年共新设并启动了86套、约18万KW的风力发电系统。至此,总设备套数达到2102套,总设备容量达到311万KW,首次超过3GW。

金融危机爆发后,日本在总结经验和教训的基础上,提出通过新技术和制度变革推动向内外需并重发展模式转变,将新能源定位为未来十年经济增长的战略性支柱产业,到2020年底前生产5GW风能和28GW太阳能,在能源消费中所占比重将提高至20%,带动50万亿日元的内需市场,新增140万个就业机会。为实现该目标,日本提出实施太阳能发电全球最大规模计划,2020年将太阳能发电规模扩大至当前的20倍,为此,由政府财政出资,鼓励普通家庭安装太阳能光板,发电由电力企业以普通电价的2倍采购,成本分摊至居民用电价格中。今后三年为全国3.6万所学校集中安装太阳能光板。通过上述政策推动,预计未来3-5年太阳能相关产品价格将降至一半。2015年10月11日,由中国能源报、中国能源经济研究院共同主办的“2105年全球新能源企业500强发布会暨新能源发展高峰论坛”发布了2015年全球新能源500强名单,日本51个企业入选,充分显示了日本新能源产品的国际竞争力和产业的国际地位。

其他发达国家和部分发展中国家,如美国、英国、荷兰、丹麦和韩国等政府在新能源产业建设和推进方面也毫不示弱,20世纪末就陆续制订了新能源产业发展战略,进入21世纪,又进一步编制了总体实施计划和新能源社会行动纲领等具体文件及一系列配套方针政策,尤其重视新能源技术的研发和推广。

1.1.2 中国制造2025

2015年5月19日,国务院印发《中国制造2025》,明确制造强国路线图。文件指出:制造业是国民经济主体,是立国之本、兴国之器、强国之基。打造具有国际竞争力的制造业,是我国提升综合国力、保障国家安全、建设世界强国的必由之路,力争通过“三步走”实现制造强国的战略目标。

第一步:力争用10年时间,迈入制造强国行列。到2020年,基本实现工业化,制造业大国地位进一步巩固。掌握一批重点领域关键核心技术,优势领域竞争力进一步增强,产品质量有较大提高。制造业数字化、网络化、智能化取得明显进展。重点行业单位工业增加值能耗、物耗及污染物排放明显下降。到2025年,制造业整体素质大幅提升,创新能力显著增强,全员劳动生产率明显提高,两化(工业化和信息化)融合迈上新台阶。重点行业单位工业增加值能耗、物耗及污染物排放达到世界先进水平。

第二步:到2035年,制造业整体达到世界制造强国阵营中等水平。创新能力大幅提升,重点领域发展取得重大突破,整体竞争力明显增强,优势行业形成