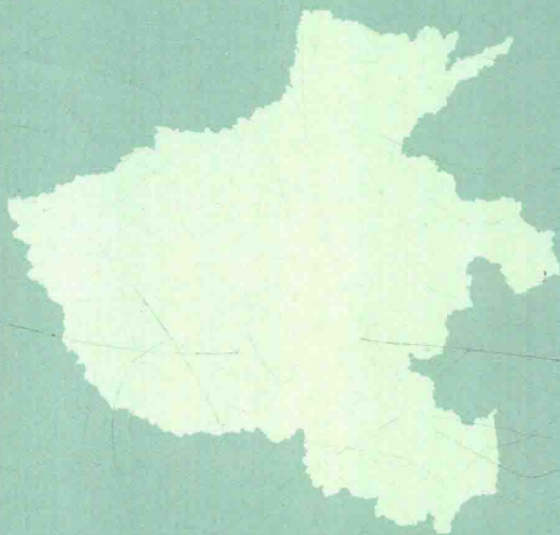


河南省 能源互联网 发展研究

华小鹏 等◎著



HENANSHENG NENGYUAN HULIANWANG
FAZHAN YANJIU



 中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

河南省 能源互联网 发展研究

华小鹏 等◎著



HENANSHENG ENGYUAN HULIANWANG
FAZHAN YANJIU



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

河南省能源互联网发展研究/华小鹏等著.

—北京:中国经济出版社,2018.7

ISBN 978-7-5136-5275-9

I. ①河… II. ①华… III. ①互联网络—应用—能源发展—研究—河南 IV. ①F426.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 150490 号

责任编辑 杨莹

文字编辑 郑潇伟

责任印制 巢新强

封面设计 久品轩

出版发行 中国经济出版社

印刷者 北京富泰印刷有限责任公司

经销者 各地新华书店

开本 710mm×1000mm 1/16

印张 12.25

字数 180千字

版次 2018年7月第1版

印次 2018年7月第1次

定价 58.00元

广告经营许可证 京西工商广字第 8179 号

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街3号 邮编 100037

本版图书如存在印装质量问题,请与本社发行中心联系调换(联系电话:010-68330607)

版权所有 盗版必究 (举报电话:010-68355416 010-68319282)

国家版权局反盗版举报中心 (举报电话:12390)

服务热线:010-88386794

作者简介

华小鹏

河南财经政法大学党委副书记，教授、硕士生导师。中共河南省委法律顾问、河南省法学会副会长。主要研究领域为司法制度和诉讼法。近年来在《现代法学》《中州学刊》等刊物发表论文20余篇，主持省部级项目7项，主编、参编著作9部。曾获河南省社会科学优秀成果奖、河南省人民政府发展研究奖。

责任编辑：杨莹 13366991920
文字编辑：郑潇伟 13520358757
出版咨询：yycoco0198@sina.com
封面设计： 久昂軒 13126910155
13960012128

试读结束：需要全本请在线购买：www.ertongbook.com

本书由现代服务业河南省协同创新中心
与河南财经政法大学政府经济发展
与社会管理创新研究中心共同资助出版

内容简介

通过互联网技术将分散在不同区域的能源收集设备有效地联结起来组成能源互联网，将改变传统的用能依赖和消费模式，促进可再生能源的广泛应用，缓解全球气候变化压力。河南省是第五经济大省和能源消费大省，互联网用户总数居全国第6位，50兆以上宽带用户占比达到97.4%，居全国第1位，河南省能源互联网发展面临着重大机遇。本书立足于河南省、面向全国，通过梳理能源互联网产生的国内外背景、表现特征、发展模式、技术架构和国际比较，对河南省能源互联网发展的机遇与挑战、技术与设施等相关内容展开研究，最后明确指出河南省发展能源互联网的体制机制保障措施。本书的出版为推动河南省及其他地方能源互联网的发展提供政策参考，也在一定程度上丰富了能源互联网的研究内容。

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 世界能源发展现状	2
一、能源供需区域发展不平衡	2
二、新能源发展引导能源新动向	5
三、国际能源贸易运输压力增大	9
第二节 中国能源发展状况	11
一、经济发展对化石能源过度依赖	11
二、能源消费结构不合理	13
三、能源供需缺口较大	15
四、清洁能源发展受阻	16
第三节 气候环境压力为能源互联网提供现实需求	18
一、全球气候环境压力	18
二、气候变化与能源互联网	23
第四节 信息技术为能源互联网发展提供技术保障	24
一、第三次工业革命	24
二、信息技术与新能源的结合	25
第二章 能源互联网：概念、特点和交易模式	27
第一节 能源互联网的概念	27
一、国内外关于能源互联网的定义	27

二、对能源互联网定义的深入理解	28
第二节 与能源互联网相关的概念	29
一、智能电网	29
二、智能电网下的能源互联网	30
三、智能电网下的能源互联网的特点	31
四、智能电网与能源互联网的区别与联系	33
五、分布式能源互联网	34
第三节 能源互联网的特征	35
第四节 能源互联网开展的主要项目	36
一、分布式发电	37
二、微电网	38
三、储能	38
四、新能源汽车	38
五、绿色能源交易	39
六、智能电网	39
七、特高压	40
八、虚拟电厂	40
九、家庭能源管理	41
十、冷热电三联供	41
第五节 能源互联网交易模式	41
一、传统互联网的交易模式	41
二、传统能源（电）的交易模式	43
三、能源互联网的交易模式	43
第三章 河南省能源互联网发展的机遇与挑战	47
第一节 河南省能源互联网发展的战略机遇	48
一、经济发展机遇	48
二、社会发展机遇	49

三、技术发展机遇	51
四、政策发展机遇	53
五、区位优势机遇	56
第二节 河南省能源互联网发展的基础和条件	57
一、能源储备丰富,种类齐全	57
二、能源供需总体平稳,保障能力增强	60
三、煤炭占比下降,能源结构不断优化	63
四、能源效率提升,节能减排效果显著	66
五、能源体制改革稳步推进	68
六、能源行业发展态势良好	70
七、互联网基础设施建设成效显著	73
八、能源技术与互联网技术逐步融合	77
第三节 河南省能源互联网发展面临的问题和挑战	78
一、能源自给率不足,能源保障压力大	78
二、能源结构不合理,能源结构调整任务艰巨	80
三、资金投入受限,融资渠道不畅	81
四、能源型企业发展困难,创新能力不足	82
五、能源体制机制构建有待完善	84
六、能源互联网基础设施建设尚待加强	84
七、能源互联网控制技术有待成熟	85
第四章 河南省能源互联网总体架构	87
第一节 能源互联网的建设原则和目标	87
一、建设原则	87
二、建设目标	91
第二节 能源互联网的总体架构	92
一、能源局域网	93
二、能源广域网	94

三、能源主干网	94
第三节 能源互联网典型场景（场景组成、运行、分析）	96
一、场景组成	97
二、场景运行	97
第五章 河南省能源互联网关键技术与设施	100
第一节 组网与互操作模型及技术	100
第二节 大规模储能系统技术	101
第三节 电力电子及能源优化技术	103
第四节 能量路由器及能量大数据分析	104
第五节 安全防护、质量监督与评价认证体系	105
第六章 能源互联网在国内外的实践与发展	107
第一节 德国互联网的实践与发展	108
一、德国能源互联网的实践	108
二、德国发展能源互联网的有利因素	113
三、德国发展能源互联网存在的问题	114
第二节 美国能源互联网的实践与发展	115
一、美国能源互联网的实践	116
二、美国发展能源互联网的有利因素	121
三、美国发展能源互联网存在的问题	122
第三节 日本能源互联网的实践与发展	122
一、日本能源互联网的实践	122
二、日本发展能源互联网的有利因素	129
三、日本发展能源互联网存在的问题	130
第四节 中国能源互联网的实践与发展	131
一、能源互联网与“全民光伏战略”	133
二、能源互联网与分布式储能	134
三、能源互联网与电动汽车发展	136

第七章 河南省能源互联网发展的体制机制保障	139
第一节 支撑河南省能源互联网发展的市场机制	139
一、能源互联网带来的变革与变化	140
二、能源互联网的商业模式与实现	143
三、能源互联网商业模式的特点与趋势	148
四、支撑河南省能源互联网发展的市场机制	152
第二节 支撑河南省能源互联网发展的组织机制	153
一、外部组织保障	154
二、内部组织机制	157
第三节 支撑河南省能源互联网发展的政策保障机制	159
一、构建和完善能源互联网产业政策保障体系	159
二、构建和完善能源互联网能源保障体系	162
三、培育和建设有效的市场供求体系	165
四、建立健全多层次资本市场体系	170
五、建立和完善技术创新体系	172
参考文献	178
后 记	183

第一章 绪 论

美国趋势经济学家杰里米·里夫金（Jeremy Rifkin, 2012）在《第三次工业革命》中首先提出能源互联网的概念，此后这一新的运营技术逐渐风靡全球。能源互联网是综合运用先进的电力电子技术、信息技术和智能管理技术，将大量由分布式能量采集装置、分布式能量储存装置和各种类型负载构成的新型电力网络、石油网络、天然气网络等能源节点互联起来，以实现能量双向流动的能量对等交换与共享网络。从政府管理者角度来看，能源互联网兼容传统电网，可以充分、广泛和有效地利用分布式可再生能源、满足用户多样化电力需求的一种新型能源体系结构；从运营者视角来看，能源互联网是能够与消费者互动、存在竞争的一个能源消费市场，只有提高能源服务质量，才能赢得市场竞争；从消费者视角来看，能源互联网不仅具备传统电网所具备的供电功能，还为各类消费者提供了一个公共的能源交换与共享平台。能源互联网依托第三次工业革命将互联网技术与可再生能源相结合，在能源开采、配送和利用上从传统的集中式转变为智能化的分散式，从而将全球的电网变为能源共享网络。

能源互联网概念的提出并不是无中生有，而是具有深刻的时代背景，近年来国内外能源发展面临着能源结构不合理、能源供需不平衡、资源环境不协调等强大压力，再加上第三次工业革命的推动，从而为实现互联网与可再生能源的联合、融通提供了技术上的可能。能源互联网的实现为解决全球能源危机和资源环境压力提供了新的战略思路和宏伟的发展蓝图。

第一节 世界能源发展现状

一、能源供需区域发展不平衡

随着能源生产技术的不断提高,世界能源终端消费量持续增长。如图 1-1 所示,2000 年世界能源消费量达到 7040.85 百万吨标准油,到 2014 年达到 9424.69 百万吨标准油。但是能源的区域消费能力差异较大,比如中国和美国能源消费量占世界消费量比例在 2014 年分别达到 21.09% 和 16.31%,而同期的以色列、瑞士、瑞典的能源消费量占世界消费量的 0.15%、0.2% 和 0.34%。区域能源消费不均衡与该地区的经济发展水平、能源消费模式以及人口数量具有紧密联系。一般来说,一个地区的经济越发达,该地区的能源消费水平越高,因此在一定程度上,区域能源的消费能力代表着该区域对资源的占有利用能力。

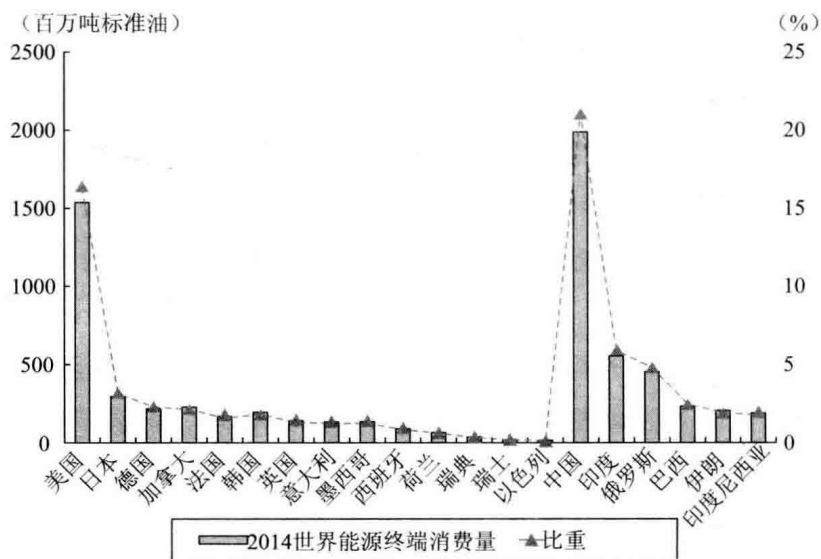


图 1-1 2014 年世界能源终端消费量及比重

数据来源: BP. 2015 年 BP 世界能源统计

从人均能源供给量来看,加拿大、美国、沙特阿拉伯的人均供给量最大,在2014年分别达到人均7.88、6.94、6.91吨标准油。OECD国家的人均能源供给量高达4.16吨标准油/人,而非OECD国家的人均能源供给量仅为1.35吨标准油/人。从变化的角度来看,世界人均能源供给从1973年的1.56吨标准油上升到2014年的1.89吨标准油,表现出平稳的上升趋势。但是从区域差异来看,美国呈现出下降状态,人均能源供给量从1973年的8.16吨标准油下降到2014年的6.94吨标准油,而韩国、中国、巴西、印度等国家人均能源供给量却呈现上升状态,这表明新兴国家的崛起提高了世界能源供给水平。

表 1-1 人均能源供给量单位

单位:吨标准油/人

年份 国家和地区	1973	1980	1990	2000	2005	2010	2013	2014
世界	1.56	1.63	1.66	1.64	1.77	1.87	1.89	1.89
OECD 合计	4.07	4.13	4.23	4.59	4.62	4.38	4.22	4.16
加拿大	7.09	7.83	7.63	8.27	8.42	7.79	7.73	7.88
美国	8.16	7.93	7.66	8.05	7.83	7.15	6.89	6.94
比利时	4.73	4.74	4.81	5.67	5.56	5.55	5.02	4.73
澳大利亚	4.19	4.70	5.03	5.65	5.60	5.76	5.44	5.30
瑞典	4.77	4.87	5.51	5.36	5.71	5.43	5.15	4.97
韩国	0.63	1.08	2.17	4.00	4.37	5.06	5.25	5.32
荷兰	4.61	4.55	4.40	4.74	4.99	5.03	4.60	4.33
法国	3.38	3.48	3.85	4.14	4.29	4.02	3.84	3.67
德国	4.24	4.56	4.43	4.13	4.14	4.07	3.94	3.78
日本	2.94	2.94	3.55	4.08	4.06	3.89	3.57	3.48
瑞士	2.94	3.14	3.59	3.45	3.47	3.33	3.30	3.06
英国	3.88	3.52	3.60	3.79	3.69	3.23	2.99	2.78
以色列	2.37	2.02	2.46	2.89	2.65	3.04	2.87	2.76
意大利	2.18	2.32	2.58	3.01	3.20	2.90	2.56	2.41
西班牙	1.46	1.78	2.29	3.01	3.25	2.74	2.51	2.47
墨西哥	0.92	1.35	1.42	1.49	1.67	1.53	1.62	1.57
非 OECD 合计	0.73	0.86	0.96	0.90	1.07	1.26	1.34	1.35

续表

国家和地区 \ 年份	1973	1980	1990	2000	2005	2010	2013	2014
沙特阿拉伯	1.08	3.14	3.55	4.57	4.95	6.60	6.36	6.91
俄罗斯	—	—	5.93	4.22	4.54	4.82	5.08	4.94
中国台北	0.85	1.57	2.36	3.87	4.50	4.82	4.64	4.71
伊朗	0.67	0.98	1.23	1.87	2.46	2.75	2.86	3.03
南非	2.08	2.37	2.58	2.48	2.71	2.79	2.63	2.72
委内瑞拉	1.51	2.13	1.99	2.09	2.10	2.50	2.27	2.20
中国香港	0.75	0.91	1.51	2.04	1.85	1.95	1.94	1.97
阿根廷	1.41	1.49	1.41	1.66	1.71	1.91	1.95	2.02
中国	0.48	0.61	0.77	0.90	1.39	1.96	2.21	2.24
泰国	0.39	0.46	0.74	1.15	1.50	1.77	2.01	1.99
巴西	0.79	0.93	0.93	1.07	1.14	1.34	1.44	1.47
埃及	0.22	0.35	0.57	0.59	0.82	0.88	0.86	0.84
印度尼西亚	0.31	0.38	0.54	0.74	0.80	0.88	0.87	0.89
印度	0.27	0.29	0.35	0.42	0.45	0.56	0.61	0.64

数据来源：BP. 2015 年 BP 世界能源统计

如果用能源供给缺口（能源供给量减去能源消费量）来表示某地区的能源供需不平衡，如果某地区的能源供给缺口为负数，则表示该地区能源消费量大于能源供给量，该国家或地区需要从其他区域进口等量的能源产品；如果某地区的能源供给缺口为正数，表示该地区能源消费量小于能源供给量，该国家或地区的能源产品可以出口到其他地区。从图 1-2 可以看出，2014 年日本是能源供给负缺口最大的国家，其次是韩国、德国和意大利等土地面积较小、资源相对匮乏的国家。而缺口为正的国家或者地区为俄罗斯、中国、沙特阿拉伯、美国等资源相对丰富的国家。

正是由于能源资源分布的不平衡和能源供给缺口的存在，经济比较发达且资源相对贫乏的国家对能源进口产生强大的需求动力，这种缺口效应的存在对世界能源市场产生三方面的影响：一是促进世界能源供需一体化、全球

化,保证国际能源贸易活动的持续进行;二是能源需求国迫切要求世界能源市场能够持续稳定地提供源源不断的能源产品;三是由于能源市场不确定性,容易受到能源品种的市场供给和国际政治经济环境波动的影响,导致世界能源需求国供给保障体系非常脆弱,严重影响能源需求国的能源安全,因此,能源需求国一直积极寻求可靠、有效的能源供给体系,并致力于能源技术的突破和创新,试图改变传统的能源供给模式,利用信息化平台来实现能源的高效利用和区域的优化配置,这为能源互联网的发展提供了肥沃的土壤环境。

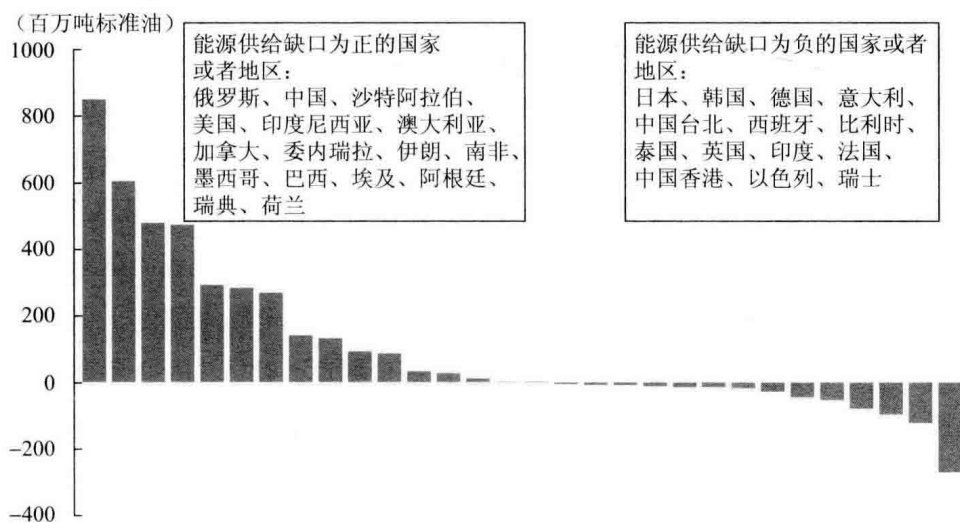


图 1-2 2014 年世界能源供给缺口

数据来源: BP. 2015 年 BP 世界能源统计

二、新能源发展引导能源新动向

全球能源发展经历了从薪柴时代到煤炭时代,再到油气时代、电气时代的演变过程。目前,世界能源供应以化石能源为主,有力支撑了经济社会的快速发展,但化石能源的燃烧对环境危害日益严重的事实成为全球能源发展的重要议题。为适应未来能源发展需要,水能、风能、太阳能等清洁能源正