

四川省能源互联网发展路线研究

夏雪 李嘉逸 余熙 张胜飞 孙建伟 陈卓

(中国电力工程顾问集团公司西南电力设计院有限公司, 四川 成都 610021)

摘要: 作为中国能源资源大省,因地制宜建设具有四川特色的能源互联网,具有非常重要的现实意义。在分析能源互联网层次架构的基础上,结合四川各个区域的资源、经济、消费等特点,提出了四川省各个区域能源互联网的发展思路、发展重点和发展路线图,以及在“十三五”期间建设实施的重点,为四川省能源发展提供了实际可行的建议。

关键词: 能源互联网; 发展路线

Abstract: As the major resource province of China, it is of important practical meanings to develop energy internet with local characteristics for Sichuan province. Based on the analysis of energy internet structure, and combining with the features of resource, economy and consumption of different regions in Sichuan province, the development idea, priorities, route and the key implementations during 13th Five-Year of Sichuan energy internet are proposed, which offers practical suggestions for the energy development of Sichuan province.

Key words: energy internet; development route

中图分类号: F426.61 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2017)05-0073-05

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2017.05.018

0 引言

在能源网络创新、能源网络革命的背景下,能源互联网技术应运而生^[1-3]。能源互联网实现了“互联网+”与“智慧能源”的结合,有助于提升清洁能源的消费比例,提高社会用能的综合能效^[4],提振能源市场的消费活力^[5],是符合中国未来能源战略需求的新型能源网络形态。

在经济发展步入新常态的背景下,四川省传统能源产业面临着包括火力发电市场压缩、水电发展与电力需求增长不匹配等诸多挑战^[6]。因地制宜发展具有四川特色的能源互联网,打造国内领先的清洁能源生产基地和清洁能源交易市场,将为四川能源产业及其附属产业的发展注入新的动力,对于推动四川省“互联网+”总体战略实施、优化四川省能源结构、推动绿色四川建设,具有非常重要的现实意义。

1 能源互联网的层次架构

现阶段能源互联网的总体架构可以分为终端能源互联网、区域能源互联网、广域能源互联网3个层次,涵盖能源传输、能源互补开发、能源互补消纳、能源转换、能源交易、能源综合调度、信息网络等不同

的技术领域^[5],如图1所示。

终端能源互联网可以是一个微网系统,也可以是天然气/沼气/氢气的分布式能源系统或是智能建筑,甚至可以是家庭的终端综合用能系统^[7]。适用于学校、医院、机场、酒店、工厂等建筑或建筑群,是区域能源互联网的重要组成部分。其投资建设主体主要是加入能源市场的企业、团体甚至个人,政府主要起到政策引导和监管的作用。

区域能源互联网,主要适合城市园区、新区、城镇示范区^[8]等,可推广至整个城市或城市群。因存在不同气候环境、不同供用能关系、城市规模与定位的差异,涉及范围较大,需要不同的部门和环节协调。

广域能源互联网则是数个区域能源互联网的广域集合^[5]。其建设主要涉及到机制体制的建设、宏观政策的协调以及区域能源互联网之间信息网络、能源传输管网的建设。

2 四川省能源经济区域划分

四川省能源资源与消费结构具有典型的地域分布特征,能源资源主要分布于西部地区,能源消费主要集中在中、东部地区。为便于开展研究,结合四川

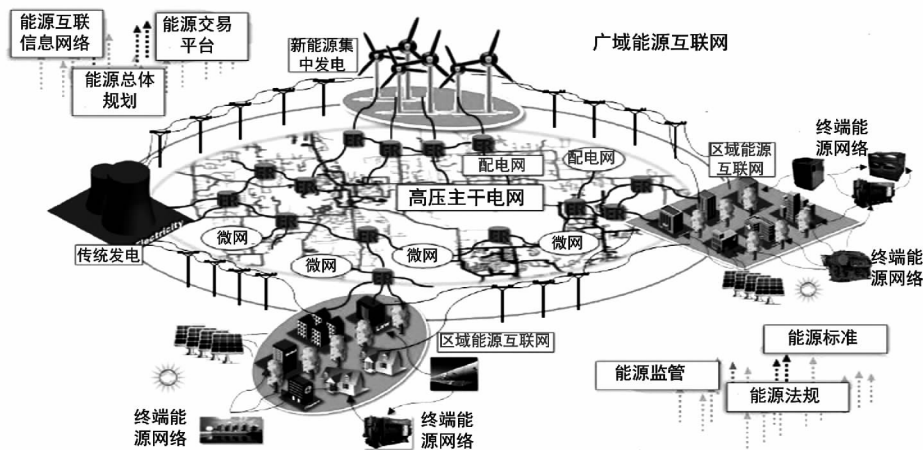


图1 能源互联网层次架构示意图

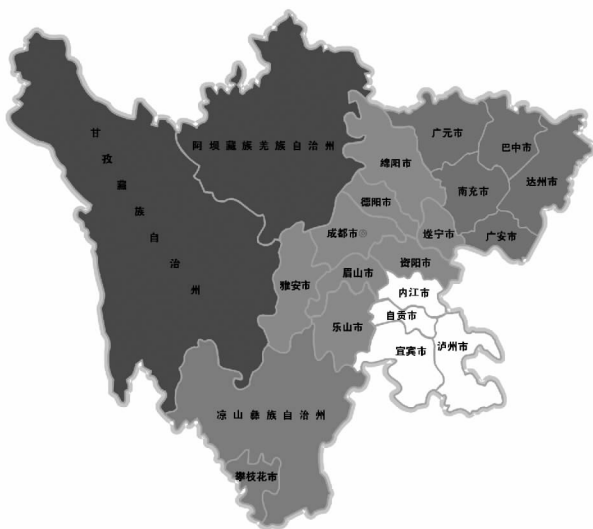


图2 四川省区域划分图

省行政区域划分、能源资源与消费结构的地域分布特征,将四川省划分为成都、川东北、川南、攀西、川西北5大经济区^[9],如图2所示。

其中,成都经济区包括成都、德阳、绵阳、眉山、乐山、雅安、资阳、遂宁8个地级市;川东北经济区包括南充、达州、广安、广元、巴中5个地级市;川南经济区包括内江、自贡、宜宾、泸州4个地级市;川西北经济区包括甘孜、阿坝2个自治州;攀西经济区包括凉山、攀枝花1州1市。

3 四川省能源互联网发展思路

四川省建设能源互联网的主要目的在于实现对四川清洁能源的充分消纳,提升四川的能源利用效率,激发四川的总体创新活力。因此,研究四川省能源互联网的总体发展思路,应从四川各区域特点出

发,结合终端、区域、广域能源互联网性质上的差异,有针对性地进行分析。

终端能源互联网规模较小,其建设应结合所在地的资源特点和消费特点,通过有效的监管进行合理的引导,更好地契合当地的能源利用思路。

广域能源互联网的建设则主要集中在宏观协调和政策机制层面,建议按照“持续优化能源结构、积极实现信息互联、统筹建设交易平台、同步推进制度建设、协调带动产业发展”的思路来开展工作^[5]。

区域能源互联网的建设应找准区域的发展定位,发挥区域资源优势,因地制宜,实现区域能源生产与消费之间的协调发展。由于能源设施是城市最基础的设施,因此区域能源互联网将是未来智慧城市的真正核心;加之从规模体量、建设需求、建设模式等方面来说,都决定了区域能源互联网是最适宜落地建设的,会具有较好的示范推广效应,将成为能源互联网开展试点落地的主要形式。因此,将重点对区域能源互联网的发展路线展开分析。

4 四川省区域能源互联网发展路线

4.1 成都经济区能源互联网发展路线

成都经济区以成绵德为核心,是四川经济最发达、人口密度最高、能源消费最集中的区域^[9]。现阶段该区域一次能源消费以煤炭、燃油、天然气为主,主要依靠外来输入。

因此,建议将成都经济区定位为绿色四川清洁能源的规模化消纳基地、四川能源技术的创新基地和设备制造基地。成都经济区区域能源互联网建设

的重点应集中在提高区域能源利用效率、提高清洁能源的消纳能力以及对能源新技术的创新示范利用方面,形成以清洁能源消纳为基础、火电为备用、天然气综合利用为补充、生物质能和地热利用作点缀的能源结构。

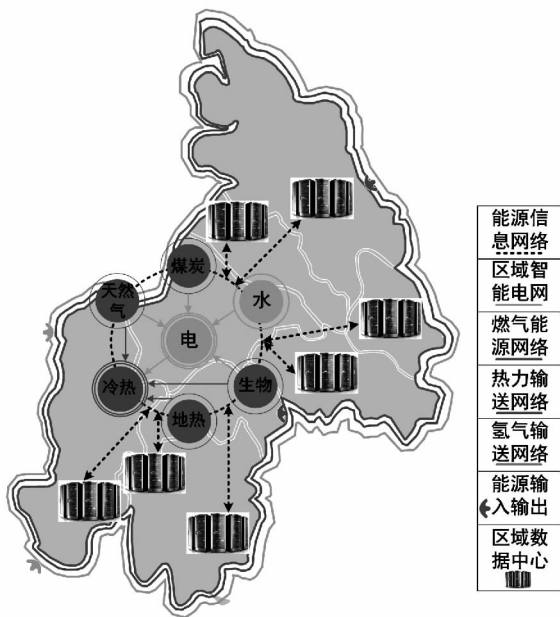


图3 成都经济区未来区域能源互联网典型架构

作为四川省能源的主要消费区——成都经济区,特别是成绵德地区以及天府新区将是“十三五”期间四川省能源互联网和能源市场建设的核心地区。

“十三五”期间,建议在成德绵地区建设主动配电网,试点电气互补需求侧响应^[5],先行发展燃气能源系统和分布式储能,构建以成德绵为核心的电动汽车示范区^[11]和能源信息网络;同时着力打造示范性县域能源互联网,并在天府新区开展城市能源互联网示范工程,为四川能源互联网的发展进行引领示范。

4.2 川东北经济区能源互联网发展路线

川东北经济区将是四川未来一段时间最主要的天然气产地。此外,该区域内还有部分水能资源和风能资源可供开发^[9],而南充市也是四川生物质能应用最成功的地区,并提出在“十三五”期间将进一步加强生物质能的利用^[10]。

结合区域资源特性,川东北区域建议作为四川的天然气综合供应基地。能源互联网的建设应集中在天然气综合利用和多元化利用、天然气储气调峰设施建设、天然气管网建设以及进一步深化生物质

能应用等方面。最终建成完善的天然气配套产业和外送机制,形成以水电等清洁能源消纳为主、天然气发电为补充、火电利用为备用、生物质能示范利用的能源结构。

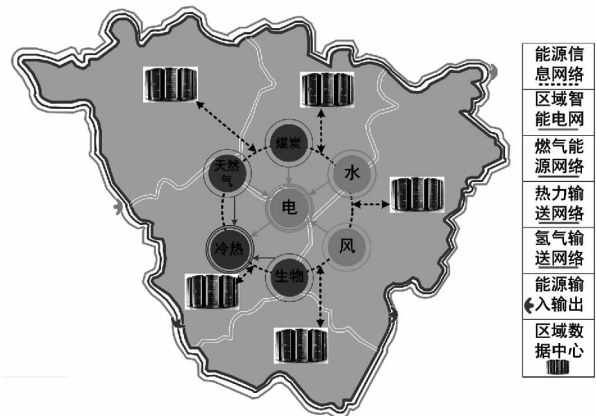


图4 川东北未来区域能源互联网典型架构

“十三五”期间,川东北经济区建议结合现有燃气发电进行热电联产综合改造,推动CNG(压缩天然气)短途公共交通与LNG(液化天然气)长途公共交通结合的天然气公共交通体系的建设,同时开展风气互补的前期研究,紧随成德绵地区试点之后开展区域能源信息网络的建设和能源市场化的试点,并推广生物质能应用,示范性开展地级城市、高速路网电动汽车充电网络建设。

4.3 川南经济区能源互联网发展路线

川南经济区是四川火电站较为集中的区域和主要的贵煤、云煤入川通道,因此可以考虑将本地区打造成四川的电源后备和调峰基地。同时,本地区的高硫煤储量较高,还可以考虑配合广域能源网络火电基地的建设,综合发展煤气化多联产等煤化工产业,实现本地资源的高效利用和对煤炭资源的清洁利用。此外,页岩气开发也将成为川南地区能源发展的新思路^[9]。

最终形成以清洁能源消纳为主、火电作为主要备用的电源结构典型,构建起覆盖区域县级以上城市的智能电网、覆盖区域核心城市的燃气管网、结合煤炭运输路网的多网互补的能源输送网络,发展“电煤气冷热”结合的能源供应和消费体系。

在“十三五”期间,建议本地区紧随成都经济区的发展脚步,积极推动区域能源互联网的试点建设,与天府新区、川东北经济区形成四川能源发展的新兴增长极。建设重点方面,建议以四川广域能源互

联网火电备用调峰基地为定位来开展区域火电的规划和建设工作,试点煤基多联产技术,利用本地高硫煤发展清洁煤化工产业;并根据成德绵试点经验,开展区域信息网络和能源市场化建设,以泸州为试点建设电动汽车网络^[11];同时规划和建设四川火电备用燃料基地,推动页岩气勘测和开发。

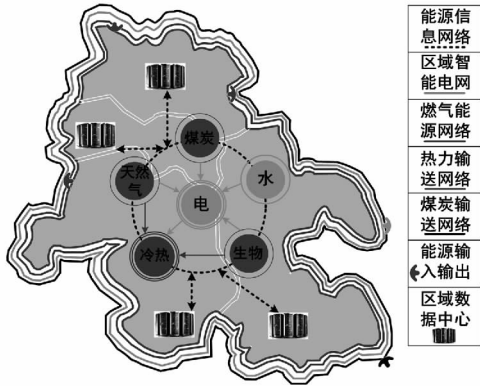


图5 川南未来区域能源互联网典型架构

4.4 攀西经济区能源互联网发展路线

攀西经济区包含攀枝花市和凉山州,其中攀枝花市是四川的钢铁、钒钛、能源基地和新兴工业城市,能源消耗在全省地级市中位居第二。考虑到该区域丰富的能源资源种类和庞大的用能需求,可以考虑将攀西经济区打造成四川能源综合利用、复合利用的示范基地^[5]。

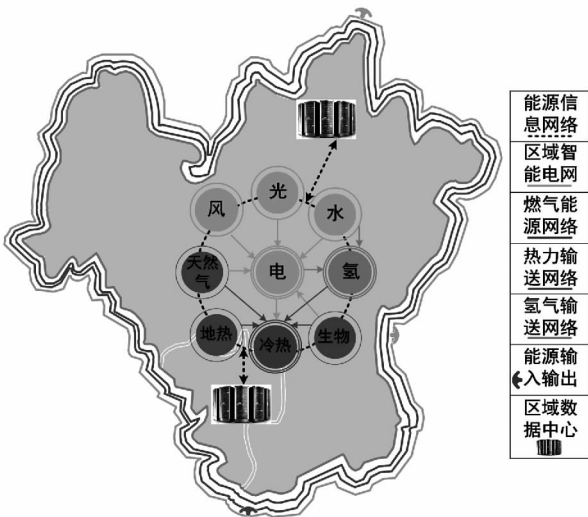


图6 攀西未来区域能源互联网典型架构

区域能源互联网的建设应集中在实现对能源的综合利用、互补利用和示范利用方面。形成以清洁电能消纳为主、天然气(缅甸入川)和分布式能源综合利用为辅、生物质能和氢能为补充、火电为备用的电源结构典型,发展“电气冷热氢”的多元化能源供

应和消费体系。

“十三五”期间,建议在攀枝花和西昌开展智能配电网或主动配电网的建设,结合LNG、CNG、电能和氢能来建设综合绿色公共交通体系,试点弃电制氢,加快风光和地热资源开发,促进民生利用;同时推广风-光-水互补协调开发。此外,为将攀西、川西北地区丰富的风光资源输送至省内的负荷中心,可以考虑开展连接成都经济区与攀西、川西北的多端柔性直流输电工程的可行性论证,视情况开展工程建设。

4.5 川西北经济区能源互联网发展路线

川西北地区属典型的地广人稀区域,特点是清洁能源资源丰富,但能源需求并不旺盛,因此可以考虑打造成四川清洁能源的生产和输出基地^[9]。

该区域能源互联网的建设应集中在实现对清洁能源的集中开发与外送、清洁资源与旅游资源、生态农业协作开发、通过能源建设助力生态经济区建设等方面。形成以风光综合利用为主、地热和氢能综合利用为辅,实现清洁能源集中外送的能源结构;构建起以覆盖区域重点县城的智能电网为主、冷热输送网络为补充、结合少量氢气输送网络的区域能源网络。

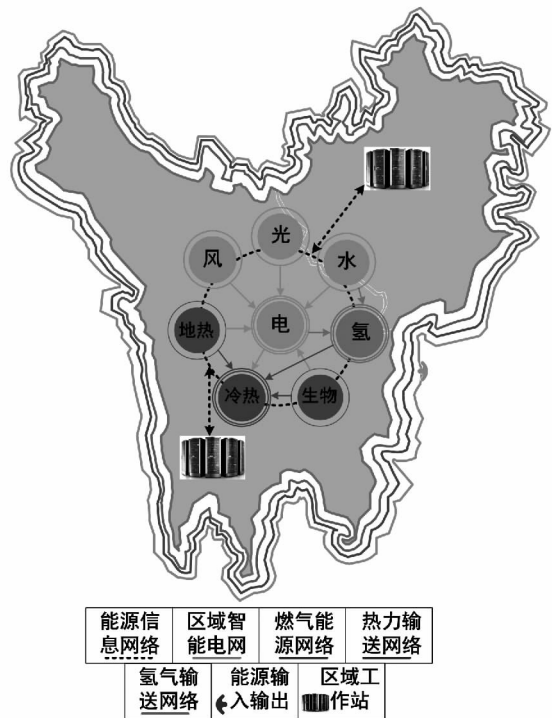


图7 川西北未来区域能源互联网典型架构

“十三五”期间,建议加强川西北边远地区的电网升级改造,配合风光水资源的协调开发,坚持“以

能扶贫”的理念,结合幸福美丽新村建设,推广储能微网,促进生态旅游发展和能源基层民生开发;同时研究发展多端柔性直流输电的可行性。

5 结 语

结合四川省的行政区域划分、能源资源以及经济发展的地域分布特征,将四川省划分为成都、川东北、川南、攀西、川西北5大经济区和城市群;结合能源互联网的层次架构,分析了四川省能源互联网的多层次发展思路,并结合各地资源和经济特点,提出了具有地域特色的区域能源互联网发展路线。

作为国内能源资源大省,四川省建设能源互联网建议按照“坚持协调互补思路、合理转变能源定位、开放促进服务创新、完善区域协调发展、统筹能源总体规划、建设美丽绿色四川”的思路来开展工作,以充分发挥四川的区域资源优势,实现对四川省丰富的清洁能源的高效开发和利用,实现四川省由清洁资源大省向国内领先的清洁能源生产基地、消费基地、交易基地的跨越式发展。

参考文献

[1] 董朝阳,赵俊华,文福拴,等. 从智能电网到能源互联

(上接第58页)
条件,改进优化算法。

参考文献

[1] 国家发展改革委,国家能源局. 电力发展“十三五”规划(2016-2020年) [Z]. 2016-11-7.

[2] 倪敏东. 低碳时代的电动汽车基础设施规划——以伦敦为例[C]. 中国城市规划学会国外城市规划学术委员会及国际城市规划杂志编委会2010年会. 2010.

[3] 肖湘宁,温剑锋,陶顺,等. 电动汽车充电基础设施规划中若干关键问题的研究与建议[J]. 电工技术学报, 2014, 29(8): 1-10.

[4] 郭春林,肖湘宁. 电动汽车充电基础设施规划方法与模型[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(13): 70-75.

[5] 国务院办公厅. 关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见[Z]. 2015-9-29.

[6] 王锡凡,邵成成,王秀丽,等. 电动汽车充电负荷与调度控制策略综述[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(1): 1-10.

网:基本概念与研究框架[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(15): 1-11.

[2] 杰里米·里夫金著. 张体伟,孙毅宁译. 第三次工业革命[M]. 北京: 中信出版社, 2012.

[3] 曾鸣. 能源互联网与能源革命[J]. 中国电力企业管理, 2016(16): 36-39.

[4] 国家发展改革委. 关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见[R]. 发改能源(2016)392号, 2016.

[5] 夏雪,张胜飞,孙建伟,等. 四川省能源互联网发展研究[R]. 2016.

[6] 四川省人民政府. 四川省“十三五”能源发展规划[R]. 2017.

[7] 贾宏杰,穆云飞,余晓丹. 对我国综合能源系统发展的思考[J]. 电力建设, 2015, 36(1): 16-25.

[8] 蒲天骄,刘克文,陈乃仕,等. 基于主动配电网的城市能源互联网体系架构及其关键技术[J]. 中国电机工程学报, 2015, 35(14): 3511-3521.

[9] 四川省人民政府办公厅关于印发五大经济区“十三五”发展规划的通知[R]. 川办发(2016)62号, 2016.

[10] 南充市人民政府. 南充市环境保护“十三五”规划(2016-2020年) [Z]. 2017.

[11] 电动汽车充电基础设施发展指南(2015-2020年) [Z]. 发改能源(2015)1454号, 2015.

作者简介:

夏雪(1980), 硕士、高级工程师,研究方向为智能电网相关技术。(收稿日期: 2017-06-27)

[7] 刘青,戚中译. 基于蒙特卡洛法的电动汽车负荷预测建模[J]. 电力科学与工程, 2014, 30(10): 14-19.

[8] 吴春阳,黎灿兵,杜力,等. 电动汽车充电设施规划方法[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(24): 36-39.

[9] 熊虎,向铁元,祝勇刚,等. 电动汽车公共充电站布局的最优规划[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(23): 65-70.

[10] 张荣奇,白人朴,张荣耀. 商圈分析与网点布局[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 2001, 44(6): 40-45.

作者简介:

李小雨(1989), 硕士、助理工程师,研究方向为电力系统规划设计;
李嘉逸(1975), 硕士、高级工程师,研究方向为智能电网技术、电力系统保护等;
胡浩(1981), 硕士、高级工程师,研究方向为电力系统规划设计。

(收稿日期: 2017-03-24)