

新一轮电力改革对电网企业配电网规划的影响与对策

沈红宇¹, 陈晋², 归三荣¹, 谈健¹, 王喆², 李扬²

(1. 国网江苏省电力公司电力经济技术研究院, 南京市 210008; 2. 东南大学电气工程学院, 南京市 210096)

摘要:新一轮电力改革相关政策的出台,给配电网规划工作带来了诸多影响,体现在主体多元化、内容多样化以及更高要求的灵活性和更为严格的审核。提出了新电改给配电网规划带来的不确定性影响,研究了不确定性的规划方法在配电网规划中的应用,主要考虑了新能源带来的多元负荷预测的不确定性、分布式电源带来的网架结构的不确定性和民营资本介入带来的规划实施的不确定性。为了帮助电网企业在新电改下更好地开展配电网工作,从规划方法、技术水平和电价政策等方面,给出了新电改下电网企业配电网规划发展对策。

关键词:新电改;配电网规划;不确定性;对策

Influence and Countermeasure of Distribution Network Planning for Power Grid Enterprises under Electric Reform

SHEN Hongyu¹, CHEN Jin², GUI Sanrong¹, TAN Jian¹, WANG Zhe², LI Yang²

(1. State Grid Jiangsu Electric Power Company Economic Research Institute, Nanjing 210008, China;

2. School of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

ABSTRACT: New round of electric power reform has brought many influences on distribution network planning, such as the diversification of subject and content, higher requirements of flexibility and more rigorous review. This paper presents the influence of new electric power reform on the uncertainty of the distribution network planning, and studies the application of the planning method of uncertainty in distribution network planning, which mainly considers the uncertainty of diverse load forecasting brought by new energy, the uncertainty of network structure brought by distributed generation and the uncertainty of planning implementation brought by private capital involvement. To help power grid enterprise make better development of distribution network under new round of electric power reform, we propose the countermeasures of distribution network planning for power grid enterprises such as planning method, technical level and price policy, etc.

KEYWORDS: electric power reform; distribution network planning; uncertainty; countermeasure

中图分类号: TM 715

文献标志码: A

文章编号: 1000-7229(2016)03-0047-05

DOI: 10.3969/j.issn.1000-7229.2016.03.007

0 引言

2015年3月,《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》(中发〔2015〕9号,以下简称《9号文》)^[1]正式下发,这标志着我国进入了新一轮的电力改革(下称新电改)。《9号文》的出台,改变了电网企业以往输配售一体化经营的局面,将盈利模式由售电获取电价差,逐渐转变为收取输配电费用,即过网费。2015年8月,国家能源局对外发布《配电网建设改造行动计划(2015—2020年)》^[2],以贯彻《关于

加快配电网建设改造的指导意见》^[3],落实“稳增长、防风险”有关部署。该计划紧紧抓住当前我国配电网实际情况,从七大方面对配电网建设改造任务提出目标。新电改相关配套政策的出台^[4],在对电网企业带来冲击的同时,也为传统的配电网规划和发展带来了挑战,电网企业要积极应对自身职能的转变,提高在新电改下配电网规划和发展的适应性。

对于配电网规划,新电改主要从3方面提出了指导建议:(1)深化电力体制改革,加强统一规划。对于配网规划而言,要继续深化对区域电网建设和适合我国国情的输配体制研究,进一步强化电力统筹规划。在新电改的指导下,配电网规划要在适应我国国

情的基础上,充分吸纳和借鉴国外配电网规划的先进经验,结合不同地区的实际情况,按需规划。要充分考虑发电侧和需求侧,注重安全性、可靠性、经济性、环保性等因素,实现电力统筹规划。(2)坚持节能减排,推动可再生能源。国家大力提倡清洁能源的发展,未来的配电网规划中,要充分考虑分布式能源的建设。积极开展电力需求侧管理(demand side management, DSM)和能效管理,完善有序用电和节约用电制度,促进经济结构调整、节能减排和产业升级。(3)开放电网公平接入,建立分布式电源发展新机制。国家大力推动分布式能源建设,对于配电网规划而言,在规划中要充分考虑分布式能源对于配电网的影响,在保证配网运行的安全可靠前提下,积极消纳分布式能源和提高新能源利用效率。

新电改下,我国配电网规划在现状分析的全面性、负荷预测的准确性、规划评估的复杂性以及配网的自动化建设等方面仍需进一步加强^[5-6]。文献[7-9]对我国配电网规划的现状进行了研究。文献[10-12]总结了国内外配电网规划中常用的负荷预测方

法,并比较了各个方法的特点和适用场景。文献[13-15]对配电网规划的评价体系进行了研究。对于配电网自动化建设,文献[16-18]进行了主动配电系统可行技术的相关研究。

从现有的研究看,大部分研究关注的是配电网规划的技术层面。对于我国电网企业,在新电改政策出台后,要根据政策带来的变化对配电网规划工作进行相应的调整。本文对于新电改对配电网规划的影响以及电网企业在新电改下配电网规划的适应性进行分析,对于配电网规划的发展进行展望并提出相关对策。

1 新电改对配电网规划的影响

配电网规划包括目标函数的设定、约束条件、规划方法、实施方案和资源的选择。图1为新电改政策对配电网规划的影响,主要体现在4个方面:更为多元化的主体、更为多样化的内容、更高要求的灵活性和更为严格的审核。这4个方面都对配电网规划产生一定的影响,如表1所示。

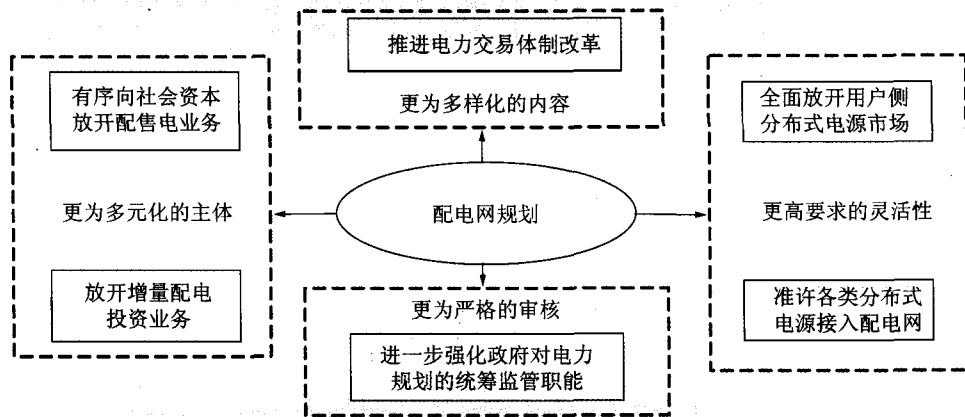


图1 新电改政策对配电网规划的影响

Fig. 1 Influence of new electric reform policy on distribution network planning

表1 新电改政策对配电网规划流程的影响
Table 1 Influence of new electric reform policy on distribution network planning process

	目标函数	约束条件	规划方法	实施方案	资源选择
更为多元化的主体	√	√			
更为多样化的内容				√	√
更高要求的灵活性	√	√			
更为严格的审核			√	√	

1.1 更为多元化的主体

有序向社会资本放开配售电业务以及逐步向符合条件的市场主体放开增量配电投资业务,将使得配

电网规划的主体多元化。

配电网规划原来是由电网企业的规划部门进行统一规划,在政府审核通过后,电网企业可对该区域配电网进行建设。新电改政策下,配电网建设和规划不再单一地由电网企业负责,而是由投资的多元主体共同负责,配电网规划目标函数的经济性选择和约束条件的确定需要体现各投资主体的利益,这对配电网规划的协调性提出了更高的要求。配电网规划与分布式电源的规划是紧密联系的,需要二者之间相互协调和配合的同时,还要满足经济最优性。新电改下的配电网,鼓励民营资本参与,与电网企业一起竞争参与配电网相关的规划和建设工作。电网企业作为原

有唯一的输电和配电的运营商,在专业技术和服务领域有很强的优势。但在新电改下,电网企业将只作为参与竞争配电网规划的企业之一,想要在与民营资本的竞争中获得先机,必须提高自身的竞争力。

1.2 更为多样化的内容

新电改政策推进电力交易体制改革,引导市场主体开展多方直接交易,对配网的规划内容会提出更多个性化的要求,将使配电网规划的内容多样化,对于配电网规划流程实施方案的选择和规划资源的确定带来了影响。

配电网规划不单单只是对配电环节进行规划,对于配电网上下游的输电、售电环节也应在配电网规划中考虑。通过制定合理的输配电价格推动输配电网发展,在售电侧通过与上网电价联动,使得电力市场模式能够更好地适应与配电网的运行。在配电网规划中应用电力市场机制和售电侧互动资源,可以更好地降低配电网的运营成本,优化配电网规划。

1.3 更高要求的灵活性

全面放开用户侧分布式电源市场,准许各类分布式电源接入配电网,增加了配网网架结构的不确定性,对配电网规划的灵活性、坚强性提出更高要求,即对配电网规划的目标函数和约束条件提出更高要求。

配电网规划在原有的基础上,要充分考虑分布式能源对配电网网架结构的影响,要在配电网规划中解决分布式能源的接入问题。配电网的安全性、可靠性是配电网规划中的重中之重,这关系到用电侧的用电安全和质量,也关系到电网的安全稳定运行。新电改政策下的配电网规划,要充分考虑分布式能源对配电网带来的复杂性和不确定性,通过全面细致的规划,使得配电网拥有更高的灵活性。

1.4 更为严格的审核

进一步强化政府对电力规划的统筹监管职能,有效协调各级、各类规划之间的关系,将使得配电网规划的批准更为严格,即对配电网规划流程中的规划方法和实施方案提出更高标准。

规划评价指标的改变对于规划后的评估有着重大影响。过去的配电网规划评估主要以可靠性为依据,但随着环境效益等因素的重要性日益增加,配电网规划的环保性也和可靠性一起,都作为评估的依据。评价指标应该包括供电可靠性、安全性、经济性、适应性、协调性等几个方面。

随着社会对环境资源的重视,配电网规划不能只单一地考虑建设问题,应将指导思想转变为电力综合资源优化。新电改政策的出台推动了需求响应的实施,在强调可靠性的同时,可在配电网规划中引入需

求侧管理,实现电力资源的综合优化。

2 新电改下配电网规划的适应性分析

通过新电改对配电网规划的影响分析来看,新电改政策的出台给配电网规划工作带来了不确定性,主要包括规划方法、负荷预测、网架结构和规划实施4个方面。

2.1 考虑不确定性的规划方法

传统的规划方法,主要考虑负荷需求,以供电可靠性作为标准,通过满足需求侧的电力需求,对配电网进行规划和建设。随着新电改的实施,单一考虑满足需求侧的电力需求已不再适用,分布式发电(distributed generation, DG)的发展,电动汽车等新型负荷的增加将会给配电网规划带来新的难题,也对配电网规划提出了更高的要求。

这些新的因素具有随机性和间歇性,需要采用不确定性方法来处理。面对DG出力的随机性,很多文献采用机会约束规划的方法来处理。相较于传统方法要求规划方案在任何条件下满足所有的约束条件,机会约束规划使用概率学思想,并与可靠性分析结合,能够保证在一定的可靠性前提下,减小规划成本。场景分析规划也是一种不确定性的规划模型,蒙特卡洛(Monte Carlo)仿真可以视为对无穷多个场景规划的穷举,这一方法对于带有随机变量的电力系统仿真具有较好的效果,将其引入到配电网规划中对于处理这些不确定性因素也同样具有较好的效果。

新电改方案提到了增量配电业务放开,对于增量区域的配电网规划和建设,是否仍由电网企业承担仍然未知。若对于配电增量区域的配电网采取由中标者承担规划和建设的工作,那么电网企业在该区域的配电网规划方法应以中标作为前提,通过借助电网企业的传统地位优势,在未来配电网规划中体现竞争优势。

2.2 多元化的负荷预测方法

随着新电改方案的实施,对于节能减排要求将会越来越高。电动汽车等新型负荷的比重将会逐步增加,原有负荷预测中涉及到的最大负荷功率、负荷电量及典型负荷曲线将发生变化。

电力负荷预测是配电网规划的基础,准确的预测对配电网规划的质量具有决定性影响。电力负荷预测不仅需要考虑传统的负荷,还需要考虑新型负荷,因此针对不同类型的负荷需要采取不同的方法。

传统的负荷采用参数估计和人工智能等方法进行预测。通过对历史数据的分析,寻找变量关系,基于该关系对未来负荷进行预测。电动汽车作为新型

负荷,其负荷特性与充电模式和用户驾驶习惯密切相关。在配电网区域内,电动汽车充电负荷具有较强的随机性。因而作为新型负荷,需要充分研究电动汽车负荷特性,在此基础上通过对区域内电动汽车数量的预测来对负荷进行预测。

2.3 灵活的网架结构

分布式电源具有经济性、可靠性等方面的优势,但也存在着一些技术问题。具体体现在如下方面。

(1)电压调整问题。分布式电源接入配电线路,将引起电压分布的变化,由于分布式电源的随机性和间歇性,使配电线路的电压调整控制十分困难。

(2)继电保护问题。分布式电源的并网会改变配电网原有故障时短路电流水平并影响电压与短路电流的分布,对继电保护系统带来影响。

(3)对短路电流水平的影响。直接并网的发电机都会增加配电网的短路电流水平,因此提高了对配电网断路器遮断器容量的要求。

(4)对配电网供电质量的影响。分布式电能具有间歇性会引起电压波动,通过逆变器并网的分布式电源也会向电网注入谐波电流,导致电压波形出现畸变。

因此,在配电网规划中针对不同类型的分布式电源需要采用不同的网架结构,不同的网架结构必然有不同的建设成本,在兼顾成本和可靠性的同时降低网架结构的建设成本。

2.4 考虑不确定性的规划实施

新电改政策提到了增量配电业务放开和鼓励民营资本参与配电网的建设工作。对于增量区域的配电网规划和建设,会出现多个企业共同承担的状况,各参与方之间的配合,包括建设进度、建设标准等,都会对规划的实施带来不确定性。配电网规划的实施者和制定者的增多,对于规划的最终落实带来了不确定性,应由独立的机构和部门进行监管,以保证规划的实施。同时应对配电网规划项目做好风险评估工作,以应对可能出现的不确定性。

3 对策研究

3.1 立足规划不确定性,探索规划新方法

新能源发电的大量兴起以及分布式电源的日益增多,对配电网规划带来了诸多的不确定性。配电网规划在原有注重可靠性的基础上,要更加侧重对于经济性的考虑。

对于新的配电网规划和建设项目,电网企业从经济性角度出发,结合企业自身的发展,考虑规划成本、建设成本、运行成本以及维护成本。对其中的每一环

节进行考量,在保证安全性和可靠性的基础上,合理投资配电网项目,力争在新建配电网项目中获得经济利益。

3.2 推广应用新技术,提高自动化水平

配电自动化技术目前在世界范围内被广泛应用于配电网中,我国配电自动化研究起步晚,较发达国家存在一定的差距。电网企业应当大力推广应用配电自动化新技术,提高配电网的自动化水平。

从可靠性的角度,配电自动化水平的提高可以提高配电网的可靠性、减少配电网故障的几率、减少因停电等故障造成的经济损失。配电自动化的推广,还将节约人力、物力,提高设备的使用寿命,减少设备的维修成本,提升配电网运维的经济性。

另外,配电网规划建设还应探索研究能源互联新技术,以智能电表为载体,构建智能互动服务体系,全面支撑智能家居、智能楼宇和智慧城市的建设,推动全社会生产生活智能化。同时,积极开展主动配电网等关键技术研究与综合示范应用,增强配电网适应大规模新能源接入的能力。

3.3 完善经济优惠政策,探索新的电价制度

新电改政策下,电网企业要积极探索新的电价制度。鉴于输配分离、大量民营资本介入配电网建设以及售电侧放开带来的影响,电网企业应从电价制度入手,探索企业在配电网领域发展和盈利的新方式。

对于电网企业售电但未参与配电网规划和建设的区域,电网企业应当在电价中考虑该区域配电网与输电网融合所产生的额外费用,在电价制度中加以体现,以弥补额外的预算支出。

对于电网企业参与规划和建设但非该区域售电商的区域,电网企业应将该区域配电网作为输电网的一部分,制定并收取合理的过网费,提高该区域配电网建设的成本回收速度。

4 结语

新电改政策的出台,使得电网企业在配电网规划建设领域面临着与民营企业的竞争,配电网投资的策略也加大了电网企业对经济效益的侧重。对于电网企业配电网规划而言,新电改政策在带来挑战的同时,也带来了机遇。电网企业要充分发挥自身的优势,探索考虑不确定性的规划方法,在配电网市场的多方博弈中占得先机,根据企业自身建设发展的需求,对新建配电网项目进行理性的规划、投资和建设。

5 参考文献

- [1] 中共中央国务院. 关于进一步深化电力体制改革的若干意见 [EB/OL]. (2015-03-15) [2015-10-01]. <http://smartgrids.>

- ofweek.com/2015-03/ART-290010-8480-28942130_3.html.
- [2] 国家能源局. 关于印发配电网建设改造行动计划(2015—2020年)的通知[EB/OL]. (2015-08-31)[2015-10-15]. <http://www.ne21.com/news/show-69624.html>.
- [3] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于加快配电网建设改造的指导意见[EB/OL]. (2015-08-20)[2015-10-15]. http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201509/t20150902_750025.html.
- [4] 北极星配电网. 细数新电改的配套文件[EB/OL]. (2015-05-14)[2015-10-03]. http://www.chinaelec.cn/ch_hangye/zhengce/2015051395481.html.
- [5] 杨泓,李刚,韩建军,等. 城市配电网规划及存在问题分析[J]. 内蒙古电力技术, 2009, 27(5): 1-5.
YANG Hong, LI Gang, HAN Jianjun, et al. Urban distribution network planning and analysis of its problems [J]. Inner Mongolia Electric Power, 2009, 27(5): 1-5.
- [6] 范明天. 中国配电网发展战略相关问题研究[M]. 北京:中国电力出版社, 2008.
- [7] 张伟. 国内配网自动化的现状及发展[J]. 机电信息, 2010(36): 18-19.
- [8] 程倩倩. 城市中低压配电网规划的策略研究与应用[D]. 长沙:湖南大学, 2014.
CHENG Qianqian. Research and practice on planning strategies of urban medium and low voltage distribution network [D]. Changsha: Hunan University, 2014.
- [9] 吴强. 苏州示范区配电网规划研究[D]. 北京:华北电力大学, 2013.
WU Qiang. Research on distribution network planning of demonstration zone in Suzhou [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2013.
- [10] 李历波. 城市配网空间负荷预测的方法及应用研究[D]. 重庆:重庆大学, 2002.
LI Libo. The research of space load forecasting of electrical city distribution [D]. Chongqing: Chongqing University, 2002.
- [11] 吴蓓. 配电网规划负荷预测算法及模型研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2004.
WU Bei. Study on modeling of load forecasting for distribution network planning [D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2004.
- [12] 郭华,杨定元. 配网规划中负荷预测的方法及特点[J]. 宁夏电力, 2004(增刊): 95-96.
GUO Hua, YANG Dingyuan. The method and characteristic of load forecast for distribution network layout [J]. Ningxia Electric Power, 2004(supplement): 95-96.
- [13] 易于. 配电网规划方案的综合评价与决策[D]. 上海:上海电力学院, 2012.
YI Yu. Comprehensive evaluation and decision-making for distribution network planning [D]. Shanghai: Shanghai University of Electric Power, 2012.
- [14] 胡蓉,张焰,范超,等. 配电网规划后评估指标体系的研究[J]. 华东电力, 2007, 35(8): 70-74.
HU Rong, ZHANG Yan, FAN Chao, et al. Post evaluation index system for distribution network planning [J]. East China Electric Power, 2007, 35(8): 70-74.
- [15] 张建华,曾博,张玉莹,等. 主动配电网规划关键问题与研究展望[J]. 电工技术学报, 2014, 29(2): 13-23.
ZHANG Jianhua, ZENG Bo, ZHANG Yuying, et al. Key issues and research prospects of active distribution network planning [J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2014, 29(2): 13-23.
- [16] 王成山,李鹏. 分布式发电、微网与智能配电网的发展与挑战[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(2): 10-14, 23.
WANG Chengshan, LI Peng. Development and challenges of distributed generation, the micro-grid and smart distribution system [J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(2): 10-14, 23.
- [17] CELLI G, GHIANI E, MOCCI S, et al. From passive to active distribution networks: methods and models for planning network transition and development[C]//42th International Conference on Large High Voltage Electric Systems 2008, Paris: CIGRE General Session 2008, 2008: 1-11.
- [18] 尤毅,刘东,于文鹏,等. 主动配电网技术及其进展[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(18): 10-16.
YOU Yi, LIU Dong, YU Wenpeng, et al. Technology and its trends of active distribution network [J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(18): 10-16.

收稿日期:2015-11-28

作者简介:

沈红宇(1967),女,硕士,高级工程师,主要从事电网规划的管理工作;

陈晋(1989),男,硕士研究生,主要从事电力需求侧管理、电力市场的研究工作;

归三荣(1976),男,硕士,高级工程师,主要从事配电网规划的工作;

谈健(1974),男,硕士,高级工程师,主要从事电网综合规划的工作;

王喆(1988),男,博士研究生,主要从事电力需求侧管理、电力市场的研究工作;

李扬(1961),男,博士,教授,本文通信作者,主要从事电力需求侧管理、电力市场的研究工作。

(实习编辑 景贺峰)