

Review of Development Status and Trend of Distribution Automation in China

Yingxin Gu

State Grid Yangzhou Power Supply Company, Yangzhou Jiangsu
Email: sibyl0221@126.com

Received: Dec. 6th, 2017; accepted: Dec. 19th, 2017; published: Dec. 26th, 2017

Abstract

Due to late start of China's distribution network and automation, and the early distribution network having been formed basically, we face both the enormous opportunities and enormous challenges. With the development of science and technology, the automation of distribution network shows the new features of intelligence, automation, informationization and interaction of distribution system. This paper focuses on the development and trends of construction status of distribution network automation, which provide reference for practitioners in this field.

Keywords

Distribution Network, The Automation of Distribution Network, Trends of Construction Status

我国配网自动化建设现状及发展趋势综述

顾颖歆

国家电网扬州供电公司, 江苏 扬州
Email: sibyl0221@126.com

收稿日期: 2017年12月6日; 录用日期: 2017年12月19日; 发布日期: 2017年12月26日

摘 要

我国配电网及其自动化起步晚, 早期的配电网络已基本形成, 因而既面临着巨大机遇又面临着巨大的挑战。配网自动化是当前电力系统现代化发展的必然趋势, 随着科技的发展, 配网自动化展现出配电系统更高的智能化、自动化、信息化和互动化水平, 本文重点阐述我国配网自动化建设的现状及未来发展趋势, 为该领域从业者提供宏观参考。

关键词

配电网建设, 配网自动化, 发展趋势

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

配电网及其自动化是指通过结合现代电子、通信工程、计算机与网络技术及电力设备, 将正常及事故情况下配电网的检测、保护、控制、计量和供电部门的工作管理有机地融合在一起, 改进供电质量, 与用户建立更密切更负责的关系, 从而实现最好的供电经济性, 满足企业管理的有效性要求[1]。

我国在配电网的建设方面先后经历了早期投资不足、近期被动投资、当前主动投资三个阶段。根据国家“十二五”发展规划, 国家电网和南方电网两大公司, 均已将电网投资重点转移到了配电网上面, 可见配电网建设正面临着有史以来难得的重大机遇[2], 但是中国配电网发展水平与国外发达国家相比, 依然还是落后的。

在上个世纪末, 我国处于改革开放初期, 整个国家电网建设集中在电源而忽视了配电网的构建, 使得中国城市电网设备陈旧、供电容量不足, 此外电网结构不合理也带来供电可靠性差和电能质量低等一系列问题。

随着通信、计算机、自动化技术广泛应用于电网, 并与传统的电力技术有机结合, 大大提高了电网的自动化水平, 配网自动化是必然的发展趋势。传感器技术和电网信息技术应用、系统状态分析和辅助决策, 进一步加强了电网自愈能力。调度技术, 自动化技术和成熟的开发柔性输电技术, 可再生能源的开发和利用以及分布式电源, 也为配电网络及其自动化提供了基本保证。通信网络技术和用户信息采集技术的改进, 促进与电网的用户双向互动[3], 为智能电网打造了良好的基础。

2. 我国配电网及其自动化建设现状

由于我国配网自动化工作起步晚, 相应的技术政策、标准等较少; 同时由于配电网自动化涉及的范围广, 点多量大, 早期的配电网已基本形成, 只在原有配电网的基础上实施自动化改造难度大[4]。有些地区的供电局在配网自动化的建设规划方面以介绍系统为主, 对具体工程、对一次设备的选择及有关技术要求上缺乏统筹规划, 没能够与实际相结合, 缺乏完善的统一管理模式。

我国通过实施配电网建设改造行动计划, 有效加大配电网资金投入。2015~2020年, 配电网的建设改造投资不低于2万亿元, 其中2015年投资不低于3000亿元, “十三五”期间累计投资不低于1.7万亿元。预计到2020年, 高压配电网变电容量达到21亿千伏安、线路长度达到101万公里, 分别是2014年的1.5倍、1.4倍, 中压公用配变容量达到11.5亿千伏安、线路长度达到404万公里, 分别是2014年的1.4倍、1.3倍。

此外, 智能电网作为未来的发展方向, 良好的配电网自动化水平是重要的基础, 我国配电网相比国外发达水平, 依然有不少的进步空间。

2.1. 规划思路和落地

统筹规划是国外对国内优势最大的地方, 也是关键所在。不仅是电网, 国内很多地方的规划都存在

制约太多、目光不够长远和不够全面等缺点[5]。就配电网而言，没有一个统一的长远的网架、接线规划，其中南网和江浙一带稍好些，比如浙江电网的三双接线就体现了整体规划思路，如图1所示。

国外网架的理念和思路是值得学习。如图2所示是新加坡20 kV花瓣接线，此外还有法国的哑铃式接线，英国的网孔式接线，日本的中压配网整体多分段多联络接线，非常成熟。而国内目前的情况是发达一点的地方正在朝这些目标过渡，而且需要一段时间。

2.2. 停电时间

与发达国家相比，我国用户平均停电时间远比其他国家停电时间长，尽管东部沿海发达地区的停电时间较少，但通过对比图3图4即可以看出我国与发达国家的差距，即使北京上海这样的超级城市当前也是落后于发达国家，中西部地区的发展水平更加落后。

如果从整体来看，我国的配电水平可能很不乐观，从图4可以看出日本仅仅停电8分钟，而中国停电为400分钟，虽然日本国土很小，但是日本的配电水平要远远高于中国。

2.3. 配网自动化

国内主网由于早期整体规划长远，可靠性水平世界领先，但是国内在配网自动化处于起步阶段，从90年代前主要通过电话、完全人工的调度方式，发展到目前基本实现了自动化技术配电系统的三遥监控，部分配电网已实现故障自动隔离与恢复，调度中心采用了地理信息系统(GIS)和配电管理系统(DMS)，建立了配电调度的自动化系统。[6]，如图5所示为典型的配电网系统图。

国家电网公司于2009年制定了企业标准 Q/GDW382-2009《配电自动化技术导则》，既是对配电自动化系统试点运行经验的总结，更标志了配电自动化建设工作已从试点阶段过渡到实用化建设、配电自动化研究成果工程应用的阶段。

2.4. 具有完备和使用的故障处理应用模块[7]

早期由于测试手段，需要长期等待故障发生才能检验和完善故障处理功能，尽管随着配网自动化的

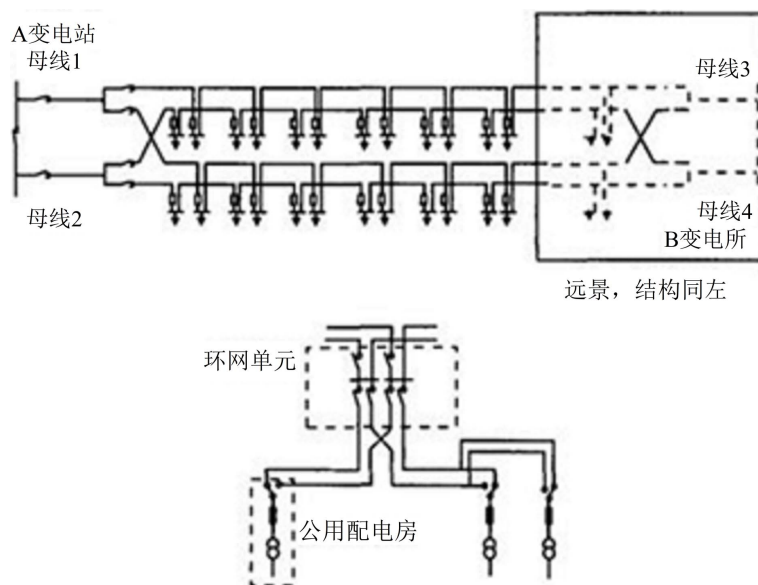


Figure 1. Schematic diagram: the three double-line connection of Jiangsu and Zhejiang province

图1. 江浙三双接线示意图

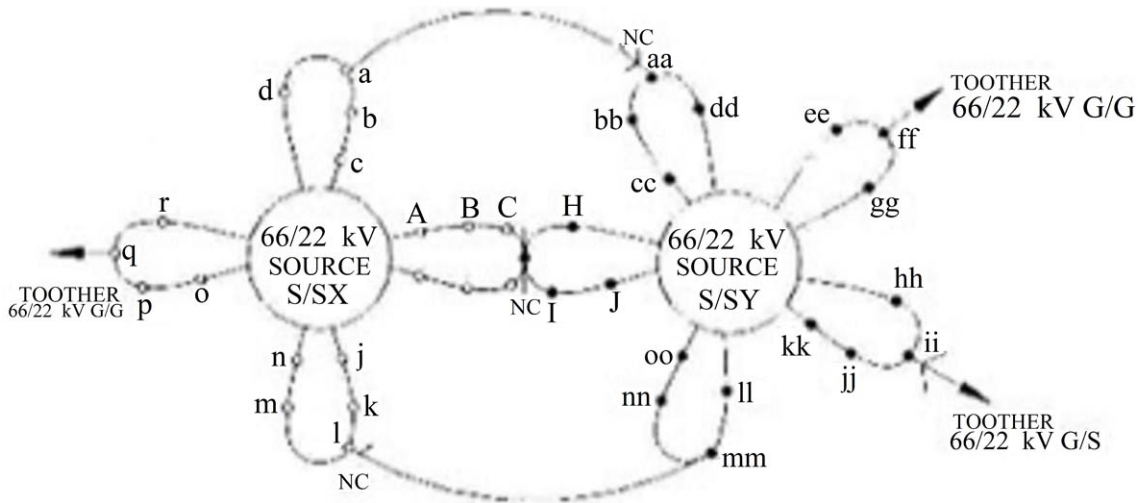


Figure 2. Wiring: Singapore 20 kV petal wiring
图 2. 新加坡 20 kV 花瓣接线

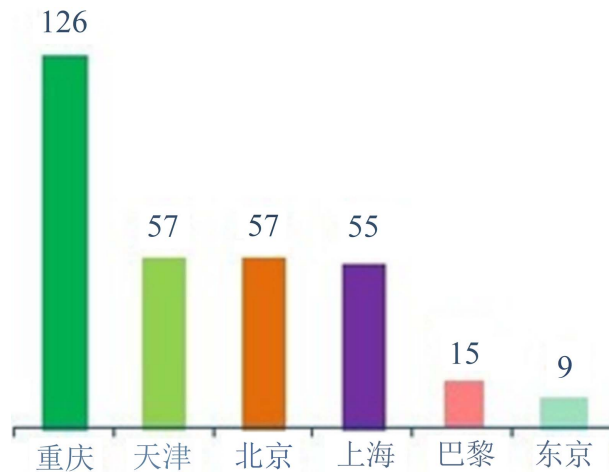


Figure 3. Histogram: average power outage in 2012 (minutes)
图 3. 2012 年用户平均停电时间(分钟)

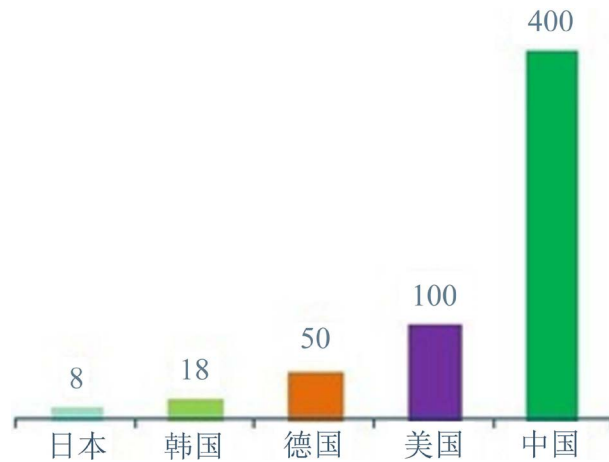


Figure 4. Histogram: average power outage in 2012 (minutes)
图 4. 各国电力用户平均停电时间(分钟)

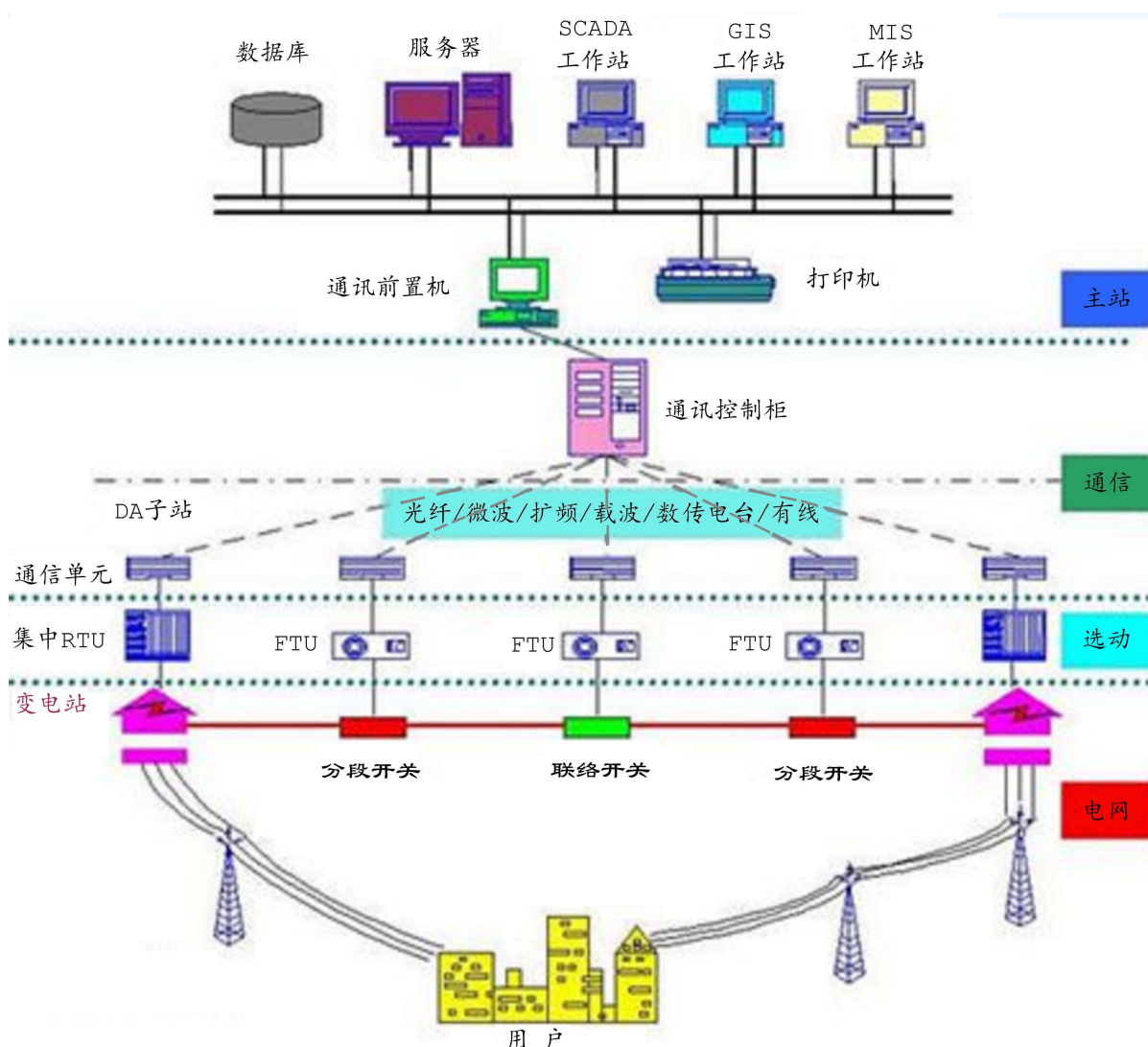


Figure 5. Chart: system of distribution network
图 5. 配电网系统图

快速发展，故障检测时效有所改进，但行业各相关企业的配电自动化产品的故障处理功能普遍仍然不够完善可靠。除此以外，我国配电网在设备条件、配网信息管理等方面目前与外国也同样的有不小的差距。

在智能电网建设推动过程中，一批行业领军企业，例如珠海许继、积成电子、南瑞科技、北京四方、电研华源等基于陕西电力科学研究院研发的配电自动化故障处理性能测试平台，迅速改善了故障处理能力，实现了准确的故障定位和交互式或全自动故障隔离及健全区域快速恢复供电，同时具有一定的容错性[8]，极大地推动了我国配网自动化建设的步伐。

3. 配电网及其自动化存在问题

3.1. 城市配电网供电能力不足、输、配电容载[8]

配电网络电源点建设落后于城市建设发展速度，城市规模和商业建立，电源点容量及电能输出受到限制，尤其是配电电线传输通道，改革开放以来，我国的城市建设速度飞快，负荷增长率高，但电力配套更新不及时，输电线半径小，线路长，瓶颈效应比较突出，出现卡脖子现象严重，电能容量满足却输

不出去, 往往而引起停电事故。出线通道影响与城市规划不相适应, 有改用下电缆方式, 施工及投资不允许, 而采用架空导线环境, 条件又受限; 有采用绝缘导线, 网络复杂较为普遍。

3.2. 保证供电质量[9]

早期建设线路导线相对较细、年久失修, 随着国民经济快速发展, 高能耗设备越来越多, 导致线损率很高, 导线半径小且无功缺额较大, 合线损损耗大, 个别区配电网损耗达到 30%, 一般区 15%~20%, 造成大量能源浪费和环境污染。

3.3. 功能设计的单一

应用配电自动化系统, 提高供电可靠率, 似乎成了功能设计的传统思路。然而据电力可靠性中心简报数据表明, 现阶段影响供电可靠性的主要因素不是配电网的故障停电, 75%以上的问题出于按照固有传统周期例检方式导致的人为预安排停电。因此, 必须要提高供配电管理水平, 当故障停电时间等于或大于预安排停电时, 才会体现出这一功能的作用。

3.4. 设备选择中的盲目求新

电网设备的更新换代缺乏全局考虑, 忽视自身薄弱的基础, 在未实质性改变网架基础上, 盲目追求局部设备的先进, 结果新马拉旧车, 无法取得预期的整体优化效果。

3.5. 系统结构设计中的顾此失彼

在配网自动化系统功能设计中缺乏统筹兼顾, 导致出现控制端与主站功能不匹配、通信通道容量不足、一次网架设备不适应, 把先进的配电自动化系统装在陈旧的配电网架上, 其先进的控制效果难以实现。

3.6. 管理体制与管理机制中的传统弊端

地理信息系统(GIS)还是孤立的静态设备管理系统而不是动态的实时 GIS, 将数据采集与监视控制(SCADA)和地理信息统一起来[10]。配电自动化系统主要覆盖生产、营销两大专业, 如果还强调垂直职能专业管理, 没有条块结合分工协作的保证措施, 再好的系统也举步维艰。同时, 在系统功能设计中, 还存在传统管理机制中的重系统轻客户、重技术轻管理、重形式轻实效的思维定式。配电自动化系统功能规范行业标准虽然已经颁布, 但要解决各地配电自动化的不规范问题, 仍需要一个过程。

4. 配电网及其自动化发展趋势

针对上一节讨论的当前配电网及其自动化建设过程中存在主要问题难点, 作者总结了六个方面的技术发展趋势, 重点解决上述问题, 进一步推动我国配电网及其自动化系统的全面推广应用。

4.1. 配网自动化的综合型受控端

新型综合受控端是基于 SCADA 系统发展起来的, 能够实现对信息与信号的全方位监控及处理, 在调度中心通过对远方测量数据、状态数据采集, 以及对远方设备进行控制与参数调节, 实现远程监视与控制, 当设备运行异常时, 能够发出各种报警信号, 这样能够有效减少受控端数量, 简化系统规模, 该种受控端不仅兼具传统终端的功能, 也能够对整个系统的电压与潮流分布情况进行实时监测, 此外, 受控端也可以将信息传达至主控方, 提升数据精确性[11]。

4.2. 配电线路通信技术

通信系统一直是配电网自动化的关键技术之一[12]。通信网实现现场终端单元和配电子站, 以及配电

子站和主站之间的通信,是配电自动化系统的关键组成。根据配电自动化的实际需求,结合配电网改造工程较多、网架变动频繁的现状,同时兼顾其他应用系统的建设,统一规划设计通信网络。未来的配电通信系统将采用专网,基于城市光纤网的IP通信技术,具有抗干扰能力强、误码率低、传递快速等优越性,作为为智能配电网自动化系统的前沿通信技术,此外,4G/5G无线通讯技术也将进一步得到发展推广。

4.3. 定制电力技术

定制电力技术是柔性配电系统的实际应用,它综合了智能电网技术、柔性送电技术、云计算技术等高新技术,主要用于控制两个方面,一是借助补偿设备控制问题负荷对共用电网的干扰水平,保证公共连接点的电能质量;二是借助网络重构型补偿设备控制问题电网对电压敏感型负荷的影响,为其提供稳定的电源,进一步提高供电可靠性和经济性[13]。该技术主要用于解决谐波问题、无功补偿以及电压暂态故障与中断,将其应用于中低压配网中,可以实现系统实时优化,满足高层次用户的需求,是未来的发展趋势。

4.4. 新型馈线自动化(FA)系统

传统FA系统是指正常运行时,远方实时监控馈线分段开关与联络开关的状态和馈线电压电流情况,并实现线路开关的远方分合闸操作以优化配网运行,而在故障时,获取故障信息并自动判别和隔离馈线故障区段及恢复非故障区域的供电。新型FA系统主要的思路是进一步实现分布式电源,针对不同负荷就地选择合适的电源,以减小线路传输的损耗,提高能量利用率。未来我国将要实现输配电系统分离,并在用户端设立电网提供者的信息,用户可以根据实时电价选择供电方,新型馈线自动化(FA)系统将得到进一步应用推广[14]。

4.5. 优化的系统配电网运行

配电网运行方式的优化是指对配电网中的各设备进行运行状态调整,适当改变配电网的运行方式,实现最优化运行,包括经济型、供电可靠性等,供电企业需要通过不断分析电网当前运行状态,提出最优潮流的运行方案,按照状态估计、潮流计算、最优潮流控制来对配电网运行状态进行优化,在保证供电能力和可靠性的同时提高系统运行经济性。随着科技与经济的飞速发展,人民生活水平不断提升,对电力的需求由满足需要向更高的可靠性、安全性以及经济性要求转变,因此如何实现配电网优化运行是未来的必然趋势。

4.6. 信息一体化的配电网

信息一体化是未来社会的必然发展趋势,配电网不再是一个单独的系统,而是大电网的一个重要的组成。现有应用功能中,由于时标不同意造成的故障、自动化隔离重构后的时序紊乱、计算误差放大等问题无法避免,未来的配电网要更多的考虑电力系统这个整体的重要信息,而不是单单关注配电网区域的信息。应用信息一体化的配电网系统将以各系统的一体化作为切入点,实现各系统间的互联共同、信息数据共享共用,满足信息实时搜索机制,支持公共信息模型等国际电工信息传输标准,进而满足电力设备的二次网络安全方案,将是未来发展的重要方向之一[15]。

5. 总结

实施培养自动化是改善配电系统供电安全、可靠、提高运行经济性及改善管理水平的重要手段,也是未来智能电网发展的必然趋势,根据现有配电网自身结构特点,通过本文分析,作者认为需要坚持五点原则,即规划整体性、一次设备可靠性、网架设计合理性、实施区域针对性和因地制宜性,从而建成

完善的符合我国实际需求的配电自动化系统。

参考文献 (References)

- [1] Cai, M. (2011) Hubei of Smart Grid, The Key Technology Research. *Journal of Hubei Electric Power*, **35**, 14 -18.
- [2] 朱发国, 武庙. 对我国配电网建设及其关键技术的思考[J]. 南方电网技术, 2013, 7(3): 58-62.
- [3] Cui, S.L. (2015) Research on Distribution Network Control Integration Based on the Smart Grid Environment. *International Conference on Logistics Engineering, Management and Computer Science (LEMCS 2015)*, Shenyang, 29-31 July 2015. <https://doi.org/10.2991/lemcs-15.2015.48>
- [4] 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.
- [5] 董长根. 城市电网建设存在的问题及其发展前景[J]. 中国高新技术企业, 2009(22): 185-186.
- [6] 刘健, 赵树仁, 张小庆. 中国配电自动化的进展及若干建议[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(19): 6-10.
- [7] 刘健, 赵倩, 程红丽, 等. 配电网非健全信息故障诊断及处理[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(7): 50-56.
- [8] 叶世勋. 配电网及其自动化发展综述[J]. 电网技术, 1996, 20(6): 43-48.
- [9] 肖世杰. 构建中国智能电网技术思考[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(9): 1-4.
- [10] 马钊, 周孝信, 尚宇炜, 等. 未来配电系统形态及发展趋势[J]. 中国电机工程学报, 2015, 35(6): 1289-1298.
- [11] 王成山, 王守相, 郭力. 我国智能配电技术展望[J]. 南方电网技术, 2010, 4(1): 18-22.
- [12] 肖立业, 林良真, 徐铭铭, 等. 未来电网-多层次直流环形电网与“云电力”[J]. 电工电能新技术, 2014, 30(4): 64-69.
- [13] 宋强, 赵彪, 刘文华, 等. 智能直流配电网研究综述[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(25): 9-19.
- [14] 鲁宗相, 王彩霞, 闵勇, 等. 微电网研究综述[J]. 电力系统自动化, 2014, 31(19): 100-107.
- [15] The National Energy Technology Laboratory (2015) Integrated Communication. NETL, Pittsburgh, PA.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2333-5394, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: jee@hanspub.org