

新北川智能电网设计

刘俊勇, 刘继春, 吕林

(四川大学 电气信息学院, 四川 成都 610065)

摘要:在阐明新北川供用电特点基础上,提出建设坚强智能电网的整体框架及在输、变、配、用电及调度、通讯平台等各部分的设计方案要点,进一步阐述包括自愈配电网、完备通讯系统、智能型调度自动化系统、新型供用电设施利用等智能电网实施关键技术,最后展望新北川智能电网未来。

关键词:智能变电站;自愈;光纤通讯;智能化充电站;风光互补路灯

中图分类号:TM 727 文献标识码:A 文章编号:1673-9140(2010)01-0081-05

Smart grid design for new Beichuan

LIU Jun-yong, LIU Ji-chun, LV Lin

(School of electrical Engineering and its information, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: This paper firstly illustrates the characteristic of electric power supply and demand in Beichuan, then puts forwards the overall configuration of smart grid. The key techniques in the design of transmission, station, distribution, user, dispatch and communication subsystems for the smart grid of Beichuan are presented. And the construction technologies, which include the self-healing distribution network, perfect communication system, smart dispatch automation system and new facilities, are proposed. Finally, the future smart grid in Beichuan is described.

Key words: smart station; self-healing; optic fiber communication; smart charge station; wind and solar power complementary lump

1 新北川供用电特点

根据国务院颁布的《汶川地震灾害范围评估报告》,北川羌族自治县属“5·12”地震极重灾区:输变电网络全部受损;苦竹坝、曲山等电厂被堰塞湖淹没,无法恢复,其余网内主力电厂及地方小水电厂均

不同程度损伤,恢复困难;调度大楼倒塌,调度自动化及通信系统全部损毁。

新北川县城位于安县的安昌和黄土镇之间,由城市功能区和工业集中区(北川山东产业园)两部分构成,其中:城市功能区近期按 5 km²、容纳 5 万人规划建设,基础设施按 9~10 km²、容纳 8~10 万人规划设计;产业园近期按 3 km² 规划建设,基础设

收稿日期:2010-03-05

基金项目:国家重点基础研究发展计划(“973”计划)(2004CB217905)

通讯作者:刘俊勇(1963-),男,博士,教授,博士生导师,主要从事电力系统优化运行及智能电网的研究;E-mail,scdxliu@ehdc.com.cn

施按 5 km² 规划设计, 最终的总预测电力负荷约有 83.6 MW.

为适应这一经济社会发展需求, 新北川城区电网分别以 110 kV, 10 kV 和 380/220 V 作为高、中、低压配电网. 规划建设 110 kV 变电站 2 座, 电源分别从桑枣、安县 220 kV 变电站引入, 其中 110 kV 永昌变电站规划在东区工业园东侧, 110 kV 新县城 II 变电站规划在安昌河西的工业用地西侧, 根据新城区负荷发展情况适时安排建设, 如图 1 所示. 各 110 kV 变电站主变容量按 2×50 MV·A 考虑, 电压比为 110/10 kV, 采用 GIS 布置, 规划建设用地 5 km², 变电站双电源都来自不同的上级变电站, 以提高供电可靠性.

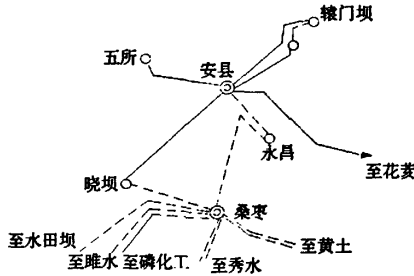


图 1 新北川高压网图

Figure 1 High voltage network in Beichuan

电源方面, 由于绵阳地处四川盆地, 风力资源匮乏; 而且受地形及大气环流影响, 秋、冬季以阴天为主, 时有浓雾笼罩大地, 全年日照时数为 919.9~1 358.5 h, 年日照百分率为 17%~51%, 属全国光照低值中心之一. 因此, 新北川地区不具备大规模建设分布式可再生电源的条件.

2 智能电网设计的新理念、新方法

在前述供用电的基本条件上建设智能电网, 将为北川新城构建能够抵御较强自然灾害, 具备信息化、数字化、自动化以及互动化等特征的坚强电网^[1-2], 其基本框架如图 2 所示, 在子站层, 引入智能化变电站、互动用户 (智能电表)、自愈型配电网、风光互补路灯及电动汽车智能充电站等; 在通信层, 采用光纤环网方式, 做到信息共享网络化; 在主站层, 建设包括智能可视化监视及优化功能在内的智能型调度控制中心. 北川智能坚强电网具有较强的资源优化配置能力和有效抵御各类故障的能力,

能够适应各类电源、用户资源的协调互动、高效率共享以及利用各类信息实现电网运行优化调度, 显著提高电网运行效率和用户服务质量. 智能电网的建设方案非常符合把北川新城打造成“北川县域政治、经济和文化中心, 川西旅游服务基地, 绵阳西部产业基地和现代化的羌族文化城和生态园林城”的城市规划目标, 实现无碳经济, 促进和谐发展.

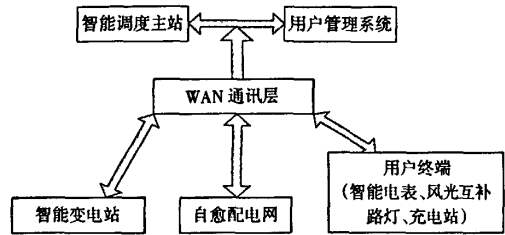


图 2 新北川智能电网基本框架

Figure 2 Basic smart grid configuration in Beichuan

具体而言, 北川新城智能电网建设方案主要包括 3 个部分.

2.1 电力系统一次部分.

1) 在输电线路设计中实现勘测数字化、信息标准化和应用网络化; 全面实施状态检修, 对在运杆塔、导地线、绝缘子、金具等部件和通道环境进行安全状态与预期剩余寿命评估; 进行全寿命周期管理, 通过对典型环境条件下输电线路设计部件性能退化规律的研究和数据统计分析, 建立设施寿命分析模型, 提出设施预测维修策略; 建设输电线路安全状态智能监测中心, 采用人工神经网络、专家系统和遗传算法等评估与决策技术, 实时分析输电线路微风振动 (舞动)、绝缘子泄露电流、地基沉降、杆塔倾斜、架空线张力与覆冰、气象环境等关键运行参数, 对线路健康状况、电气与力学安全状态进行实时智能诊断评估和趋势预测分析, 为输电线路智能化监控与维护决策提供科学有效的技术支撑.

2) 在 110 kV 永昌变电站设计中采用智能化电站方案: ①使用电子式互感器, 将数字化技术应用到一次设备上, 适应系统数字化、智能化和网络化的要求; ②实现二次设备网络化, 每个间隔配置过程层设备合并单元 (实现电压并列切换与故障录波等功能) 及智能终端 (实现设备信息及操作数字化), 而间隔层保护及自动化装置则通过光纤以太网 (代替电缆连接) 与对应间隔的合并单元与智能终端连接; ③标准上应用 IEC 61850 模型, 确保整站数据一致性, GOOSE 机制使二次设备控制操作由硬接线方式转

向通信方式,增强系统配置灵活性。

3) 在配网设计中通过灵活重构、优化潮流分布、接纳分布式可再生能源及分散储能装置等措施努力实现其自愈功能,显著提高供电可靠性和电能质量^[3-4]。

2.2 电力系统二次部分

1) 在110 kV变电站、县调和智能配电网通讯系统设计中强调满足高速、双向、实时以及集成等4大特征,这将使智能电网成为动态信息和电力交换互动的大型基础设施。当这样的通信系统建成后,可以提高电网供电可靠性和资产利用率,繁荣电力市场,抵御电网受到的攻击,从而提高电网价值。

2) 在系统主站设计中采用智能化的调配一体化^[5],调度、集控、配网管理功能于一体,统一实现对新北川输、配电网及变电站的实时监控、协调及其控制功能。

2.3 用电部分

1) 智能电表与用户管理系统。智能电表是适用于家庭用户用电信息监测、电度计量及控制的智能终端。而用户管理系统配合智能电表的应用,可实现大用户远程自动抄表和负荷现场管理,提高用电监测及负荷管理水平,为加强电力需求侧管理提供重要技术支持。

2) 智能化充电站系统。电动汽车智能化充电站系统是智能电网重要的组成部分,也是在智能电网处于紧急状态时,保障电网稳定运行的重要支撑点。其建设工作将产生巨大的经济效益和社会效益。

3) 风光互补路灯系统。节能、环保、自动化程度高及可作为清洁可利用再生能源的风光互补路灯系统将成为未来路灯的新选择。

3 新北川智能电网设计关键技术

3.1 自愈的配电网

实现新北川配网自愈,应遵循4个方面。

1) 需要建设坚强的配电网,为其智能化打下坚实基础,重要负荷冗余电源配置,全部采用电缆下地敷设方式,并埋设于地下排管中。

2) 为及时掌握电缆各种运行状态,确保电缆安全运行以及科学合理地调度电力负荷输送,在主干线上同期建设远程监测系统,其功能主要包括:①运行状态监测。实时显示沿电缆线路上的温度分布曲线、各点温度随时间变化曲线。出现异常现象及时报

警,并反映报警画面及故障信号所在区域的分布图,显示故障区域最高温度或其他相关报警指标。②环境状态监测。实时监测电缆外部火灾、淹没、人为故障位置信息。③灵活负荷调度。根据状态监测信息,预估电缆负荷能力,过载能力,实现负荷输送的灵活调度。④建立与绵阳电业局调度中心的通信联系,将监测数据及时传输给绵阳电业局调度中心。

3) 与远程监测系统配套,智能化调配一体化系统主站中设计负荷转供与故障处理两类功能,前者在系统正常状态下,根据各种限制条件,如负荷容量、开关动作次数等,基于局部拓扑搜索算法,给出较现有方式更优的负荷供应方案,目的是提高系统供电可靠性,减少可能停电的影响范围;后者是在实现馈线自动化的区域,根据拓扑关系自动识别各种故障,获得最优故障处理方案和最高的安全保证,并进行快速隔离和恢复。

值得注意的是,实现馈线自动化要考虑投入产出比,不应该过多强调所有点的馈线自动化,而是应该根据线路重要性合理分布一遥、二遥、三遥点,只有重点线路才布置三遥点,而相应的故障恢复策略也需要根据一遥、二遥、三遥点的分布进行考虑,得出结合实时信息点分布的故障隔离和恢复方案,如一遥模式进行基于网络拓扑结构的故障处理方案,二遥模式进行基于拓扑结构和量测数据的故障处理方案,三遥模式可以进行在故障处理方案基础上的遥控执行。

4) 接纳足够容量的分布式可再生能源及分散储能装置也是配网实现自愈的重要措施之一。虽然新北川地区不具备大规模建设分布式可再生能源的条件,但可选取调度大楼和山东工业园区厂房作为试点,开发光伏建筑一体化项目,利用建筑的屋顶或幕墙进行太阳能发电,并接入电网。此外,在低压用户侧,规划建设智能化小区,通过构建在智能家居中的即插式混合动力汽车充电站实现分布式储能。

3.2 完善的通讯系统

北川新城110 kV变电站系统通信采用光纤方式,通信站点为北川新城110 kV变电站、擂鼓110 kV变、桑枣、安县220 kV变,具体设计包括:①光纤通信工程设计,含传输路由、系统组成和设备配置等;②北川新城110 kV变电站和擂鼓110 kV变通信电源和蓄电池设计;③擂鼓110 kV变行政交换系统设计。

北川新县城调通信包括电源系统、调度交换系

统和行政交换系统部分,系统通信采用光纤方式,通信站点为北川县调、北川新城 110 kV 变电站。具体设计包括:①光纤通信工程设计,含传输路由、系统组成和设备配置等;②北川县调通信电源和蓄电池设计;③北川县调度交换系统设计;④北川县调行政交换系统设计。

北川新城智能配网自动化系统和用电信息采集系统均需通过通信系统完成终端设备与主站设备之间的双向通信。考虑到智能配网终端设备和用电系统电表集中器数量众多、分布范围与数据传输量大,设计采用在环网柜、开关站和北川县供电公司配置 SDH 综合业务接入及传输设备,沿北川新城电缆管道敷设光缆,形成光纤环网方式的通信主网架,以保证数据传输实时性和通信故障的自愈能力。

3.3 智能化的调度自动化系统

除实现传统的配电管理信息化功能(含业务定制、 workflow 管理、检修计划、操作票管理等)之外,智能化的调配一体化系统主站还可通过采集各终端数据,结合配网拓扑结构,监视电网运行,实现自动化控制、管理和配网自愈、用户互动、高效运行、分布式电源灵活接入等智能化功能。

1) 智能监视及优化。①智能化监视与告警。能根据上传信息发现配网运行薄弱点及其发展趋势,并以专家知识库为依据对电网越限等告警信息实现在线判别过滤,按照类型和轻重缓急分页面显示,并提供处理方案。②智能可视化显示。配网可视化技术可以提高配网人员警觉性,快速、准确掌握电力系统运行状态,提高电网调度运行水平,同时减少调度员脑力劳动,为调度员运行值班提供更高效的监视方式^[6-8]。③视频监视。在变电站、开闭所、环网柜等区域安装摄像头,实现对一次设备现场的视频监视,即时发现问题,并防火防盗等。

2) 智能自愈。除前面论述的故障处理功能外,对于没有安装配电终端的地区,可以根据用户打来的电话进行故障定位、隔离和恢复,这应作为馈线自动化功能的重要补充。详细的用户信息支持可以提高供电可靠性和减少停电时间,同时可与 95598 结合,更好地服务用电客户。

3) 用户智能化管理。该功能的目的是实现安全、经济、可靠和人性化的用户响应及其互动系统。①用电信息采集。实现电力企业与用户之间的双向信息互动功能,提高电能计量、自动抄表、预付费等业务的自动化程度,为电力用户提供用电信息查询

和电费交纳服务,为开展其他增值服务奠定基础,也为促进智能家居、智能楼宇和智能小区的全面发展创造条件。②负荷控制。改善电网负荷曲线形状,使负荷均衡地使用,提高电网运行的经济性、安全性和投资效益。③防窃电分析。采用电能和电流平衡法 2 种技术手段实现防窃电。④智能电表采集分析。具有智能电表的采集、统计、分析、控制等功能,能以 WEB 的方式显示每个电表的电量曲线,统计分时电量、分时计费、设备用电特性等,并可以基于因特网远程查看。⑤ WEB 信息网建设。客户可以在 WEB 上实现用电信息查询、用电业务办理、用户信息录入等功能,实现电子营业厅。

3.4 新型供用电设施的利用

1) 风光互补路灯。风光互补路灯系统具备风能和太阳能产品的双重优点。它是一套独立供电系统,在风、光任一或同时具备时都可以发电并储存在蓄电池,由蓄电池向负载提供电力。路灯开关无须人工操作,由智能时控器自动感应天空亮度进行控制。新北川适合安装风光互补路灯的距离约为 30 km。按每公里安装 33 支路灯,每支路灯价格 2 万元计算,则总投资额为 1 980 万元。

2) 电动汽车智能充电站。智能电网技术的发展,使得电动汽车、智能充电站并不仅仅是一个用电单元,其基本特征是一个智能化的能量交换管理中心,或者可以认为是一个能量 ATM 机,按照管理规约,可以作为一个种子 BT 单元,进行动态的能量下载或上传。在紧急的情况下,它可以作为智能电网一个坚强的支撑节点,有效地保障智能电网的稳定运行^[9]。新北川首期拟在北川供电公司建设一个固定式的电动汽车智能化充电站,进线电源采用低压 380 V 三相四线制,充电站的额定功率为 30 kW,预计投资费用约 100 万元。随着智能充电站的建设,可根据当地城市电动汽车发展的情况选择并验证适当的充电站运营模式,推动当地电动汽车及智能充电站的商业化、产业化过程。随着电动汽车对于充电站的技术要求逐步向充电快速化、通用性、智能化、电能转换高效化以及集成化等方向发展,智能充电站的技术水平也会随之不断提升,从而为智能电网的建设奠定基础。

4 新北川智能电网未来展望

现有的新北川智能电网设计在发、输、配、用各

个环节中的众多元素上体现了智能化的特点,除了在实践中需进一步完善外,还可根据计算机软硬件系统及电力市场模式的发展状况,适时开展建设应急系统与培育需求侧电力交易的工作。

4.1 应急系统

“5·12”地震的发生说明了坚强的一次系统是电力可靠性最基本的物质基础,同时也提出了在极端外部环境引发的巨型停电灾难下,需要为调度员引入气象、地质等非电气信息,电力系统应急系统应运而生。

应急指挥中心应用系统是在充分整合现有信息资源基础上形成的包括电网信息、GPS、GIS、雷电定位信息、变电站视频信息、生产信息、应急预案、应急组织机构管理、彩信(短信)发布、消息发布、气象信息、物资信息、历史演习或应急处理案例在内的综合应急信息管理平台,是一个通过软件系统和网络通道形成统一的信息传递、共享、分析和决策的信息平台,它通过对于来源于电网的故障信息、来源于气象和地震等单位的自然灾害预警信息、来源于政府的相关公共灾难信息的整合集中形成应急系统的启动源泉,并给出相应的提示;由应急过程指挥系统构成整个系统运转,结合整个电网资源支持信息系统以及整个应急过程的对方信息发布系统构成整个应急指挥的过程管理系统;系统相关的专家保障资源、人员保障资源、物资保障资源和预案保障资源通过相应的应急保障体系的维护端进行数据的维护和更新;整个应急过程完结后的应急系统的善后处理工作由善后恢复体系完成,其包括应急工作的总结、历史应急情况的查询、物资消耗的补充及人员工作量的统计等。

4.2 需求侧电力交易

用户能够根据电力市场中负荷高峰时段的高实时电价信号和自身电力需求,通过双向式终端智能仪表及其通讯设备,主动消减负荷,或转移它至分散电源,从而降低电网的负荷峰值,这一过程被称为需求响应(Demand Respond, DR)。DR可以降低电力市场中的实时电价水平,给用户带来经济实惠,另一方面,由于设备容量通常是按最大负荷水平设计,因此实施 DR 可减少电力系统建设成本。DR 是智能电网的标志性特征之一,但通常需要在电力市场零售竞争模式下才能开展。

5 致谢

该文的工作得到四川省电力公司和四川电力设计咨询有限责任公司的大力支持,在此表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 陈树勇,宋书芳,李兰欣,等.智能电网技术综述[J].电网技术,2009,33(8):1-7.
CHEN Shu-yong, SONG Shu-fang, LI Lan-xin, et al. Survey on smart grid technology[J]. Power System Technology, 2009, 33(8):1-7.
- [2] 谢开,刘永奇,朱治中,等.面向未来的智能电网[J].中国电力,2008,41(6):19-22.
XIE Kai, LIU Yong-qi, ZHU Zhi-zhong, et al. The vision of future smart grid[J]. Electric Power, 2008, 41(6): 19-22.
- [3] 孙宏斌,张伯明,吴文传,等.面向中国智能输电网的智能控制中心[J].电力科学与技术学报,2009,24(2):2-7.
SUN Hong-bin, ZHANG Bo-ming, WU Wen-chuan, et al. Smart control center for chinese smart transmission Grid[J]. Journal of Electric Power Science and Technology, 2009, 24(2):2-7.
- [4] 余贻鑫.面向 21 世纪的智能配电网[J].南方电网技术研究,2006,2(6):14-16.
YU Yi-xin. Intelli-D-Grid for the 21st century [J]. Southern Power System Technology Research, 2006, 2(6):14-16.
- [5] 姚建国,严胜,杨胜春,等.中国特色智能调度的实践与展望[J].电力系统自动化,2009,33(17):16-20.
YAO Jian-guo, YAN Sheng, YANG Sheng-chun, et al. Practice and prospects of intelligent dispatch with Chinese characteristics [J]. Automation of Electric Power Systems, 2009, 33(17):16-20.
- [6] 刘俊勇,陈金海,沈晓东,等.电网在线可视化预警调度系统[J].电力自动化设备,2008,28(1):1-5.
LIU Jun-yong, CHEN Jin-hai, SHEN Xiao-dong, et al. On line visual dispatch and early warning system of power grid[J]. Electric power Automation Equipment, 2008, 28(1): 1-5.
- [7] Davidson J E, Downing C L. Contemporary models of intelligence[M]. England: Cambridge University Press, 2000.
- [8] Theureau J. Use of nuclear-reactor control room simulators in research & development[C]. 7th IFAC (International Federation of Automatic Control) Symposium on Analysis, Design and Evaluation of MAN-MACHIN SYSTEMS, Kyoto, Japan, 1998.
- [9] 余贻鑫,栾文鹏.智能电网[J].电网与清洁能源,2009, 25(1):7-11.
YU Yi-xin, LUAN Wen-peng. Smart grid[J]. Power System and Clean Energy, 2009, 25(1):7-11.

作者: [刘俊勇](#), [刘继春](#), [吕林](#), [LIU Jun-yong](#), [LIU Ji-chun](#), [LV Lin](#)
作者单位: [四川大学, 电气信息学院, 四川, 成都, 610065](#)
刊名: [电力科学与技术学报](#)
英文刊名: [JOURNAL OF ELECTRIC POWER SCIENCE AND TECHNOLOGY](#)
年, 卷(期): 2010, 25(1)
被引用次数: 0次

参考文献(9条)

1. [陈树勇](#), [宋书芳](#), [李兰欣](#), [沈杰](#) [智能电网技术综述](#)[期刊论文]-[电网技术](#) 2009(8)
2. [谢开](#), [刘永奇](#), [朱治中](#), [于尔铿](#) [面向未来的智能电网](#)[期刊论文]-[中国电力](#) 2008(6)
3. [孙宏斌](#), [张伯明](#), [吴文传](#) [面向中国智能输电网的智能控制中心](#) 2009(2)
4. [余贻鑫](#) [面向21世纪的智能配电网](#) 2006(6)
5. [姚建国](#), [严胜](#), [杨胜春](#) [中国特色智能调度的实践与展望](#) 2009(17)
6. [刘俊勇](#), [陈金海](#), [沈晓东](#), [李成鑫](#) [电网在线可视化预警调度系统](#)[期刊论文]-[电力自动化设备](#) 2008(1)
7. [Davidson J E](#) [Downing C L](#) [Contemporary models of intelligence](#) 2000
8. [Theureau J](#) [Use of nuclear-reactor control room simulators in research & development](#) 1998
9. [余贻鑫](#), [栾文鹏](#) [智能电网](#) 2009(1)

相似文献(2条)

1. 期刊论文 [张辉勇](#), [刘世栋](#), [ZHANG Hui-yong](#), [LIU Shi-dong](#) [智能变电站环网自愈协议的比较](#) -[电力系统通信](#) 2010, 31(8)

从自愈时间和控制报文负荷等方面对当前流行的两种自愈环网协议—RFC3619和G. 8032进行了比较。在大多数的情况下,两者的性能接近,但当出现控制报文丢失时,前者的自愈时间会达到秒级,而由于G. 8032协议的报文冗余传输仍然可以维持在毫秒级的自愈时间,由此带来的控制报文数量的增加对链路带宽而言可以忽略不计。

2. 期刊论文 [关杰](#), [白凤香](#), [Guan Jie](#), [Bai Fengxiang](#) [浅谈智能电网与智能变电站](#) -[中国电力教育](#)2010, ""(21)

智能电网就是电网的智能化,它是建立在集成的、高速双向通信网络的基础上,通过先进的传感和测量技术、先进的设备技术、先进的控制方法以及先进的决策支持系统技术的应用,实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好和使用安全的目标。其主要特征包括自愈、激励和包括用户、抵御攻击、提供满足21世纪用户需求的电能质量、容许各种不同发电形式的接入、启动电力市场以及资产的优化高效运行。智能电网包含智能变电站,本文就传统变电站、数字变电站与智能变电站进行了对比说明。智能电网的核心内涵是实现电网的信息化、数字化、自动化和互动化,简称为“坚强的智能电网”。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_csdlyxb201001014.aspx

授权使用: 湖南大学(hunandx), 授权号: 6255b361-91f1-4f2b-a85f-9e34011d6aff

下载时间: 2010年11月20日