

电力系统配电网自动化技术研究分析

赵鑫 杨玉忠

贵州电网有限责任公司铜仁供电局城区分局

DOI:10.12238/etd.v5i3.7793

[摘要] 电力能源不仅能够为人们生活提供基础保障,还可以提高社会生产力以及促进各行各业快速发展,是推动社会进步和繁荣的重要力量。如今,电力系统已成为现代社会不可或缺的基础设施,配电网作为电力系统的“最后一公里”,其重要性不言而喻。为了保障配电网安全稳定的运行,需要充分运用配电网自动化技术,基于此,本文将在此基础上探讨配电网自动化技术的含义及应用价值,分析当前贵州地区配电网自动化技术应用还存在哪些问题,并开展具体研究。

[关键词] 电力系统; 配电网; 自动化技术; 智能分布式自动配电网; 研究分析

中图分类号: TM715 文献标识码: A

Research and analysis on automation technology of power distribution network

Xin Zhao Yuzhong Yang

Guizhou Power Grid Co., Ltd. Tongren Power Supply Bureau Urban Branch

[Abstract] Power is an important clean energy in our country, not only to provide the basic security for people's lives, but also to improve social productivity, promote rapid development of all walks of life, is an important force to promote social progress and prosperity. Nowadays, the power system has become an indispensable infrastructure in modern society, and the importance of the distribution network as the "last kilometer" of the power system is self-evident. In order to ensure the safe and stable operation of distribution network, distribution network automation technology came into being. On this basis, this paper will discuss the meaning and application value of distribution network automation technology, analyze the current problems in the application of distribution network automation technology in Guizhou, and carry out specific research.

[Key words] power system; Distribution network; Automation technology; Intelligent distributed automatic distribution network; Research and analysis

随着社会经济的发展与城市人口的增长,社会对电力需求量逐年提升,根据《中国电力行业年度发展报告2023》显示,2022年全国全社会用电量86369亿千瓦时,比上年增长3.6%。持续上涨的电力消费,给电力系统安全稳定运行带来挑战。电力系统是保障社会生产生活的重要系统,由发电系统、电力网络和负荷中心三部分组成,配电网作为电力网络的重要一环,主要负责分配、传送电力,通过从输电网或地区发电厂接受电能,将电力就地或逐级分配给用户的电力网,可以直接将电能送到用户网络。然而市场供电需求的提高,导致压力增加,如何保障配电网安全稳定的运行成为一直困扰配电网管理人员的难题,传统配电网管理主要依靠经验丰富的技工根据故障区域进行挨个排查,耽误维修时间。现代信息化、自动化的推进,为电力系统中配电网管理提供新型解决路径^[1]。

1 配电网自动化技术的含义及应用价值

1.1 配电网自动化技术的含义

配电网自动化技术是一种新型配电网电力监控管理技术,也是当前解决配电网电力管理问题的重要举措。采用5G、大数据、云计算、人工智能、物联网、云平台等多种先进技术,建设“互联网+电力”新型电力系统,通过对配电网进行实时监控、诊断分析、智能运行,打通“最后一公里”,促进电力供应保障水平稳步提高,助力电力系统现代化发展^[2]。

1.2 配电网自动化技术的应用价值

1.2.1 提高配电网供电质量

在电力系统中应用配电网自动化技术可以提高电网供电质量。为了精准定位给每一个节点都配备终端电力信号采集设备,对配电网内各项参数进行实时精准监测,通过4G/5G将采集数据实时上传至信息管理平台,为配电网智能化管理提供技术支持。配电网自动化技术的应用突破了距离的局限,与传统管理方式相比,配电网自动化技术可以自动定位故障地区与设备,及时调整配电网线路,智能分析排查故障原因,管理人员可以远程操作,

缩短断电时间,降低断电带来的影响,提高维护效率,保障电力供给质量。

1.2.2 确保供电的稳定性

电力系统最重要的便是稳定性,当出现电路故障时,传统的管理方式主要依靠人工挨个排查,导致无法快速开展检修恢复,给周边居民生产生活造成影响。配电网自动化技术的监测预警机制可以迅速定位和分析具体故障原因,一旦设备异常,系统会自动发出警报,提醒管理人员及时查看,规避故障的产生,提高系统感知能力,确保供电的稳定性。

1.2.3 促进产业自动化、信息化建设

现代信息技术已成为科技创新与产业变革发展的核心驱动力,配电网自动化技术的应用提高了产业自动化、信息化程度,促进电力系统的发展。通过信息的采集、传输、监测、控制实现智能监测监控一体化,信息数据可以帮助管理人员快速全面的了解各配电网的运行状况,减少人工的干预,提高工作效率。

1.2.4 降低供电成本,提高供电经济效益

配电网自动化技术可以有效解决供电企业长期存在的线损问题,通过优化系统线路结构、增设补偿电容器、提高电源等级、多维度监控等方式,不仅可以精准降线损,还可以避免线损异常电能消耗所造成的能量浪费,从而降低供电成本,提高供电经济效益。管理人员可以通过对各配电网输电线路的电量变化进行判断分析,当电量对比值出现较大幅度的波动,系统会以短信、电话、界面预警等方式自动发出警报,提醒工作人员及时查看处理。有效帮助供电企业规避偷电、漏电等非法用电问题,降低供电企业经济损失。

2 当前贵州地区电力系统中配电网自动化技术应用现状

2.1 受地域、气候、经济的影响较大

首先,贵州拥有丰富的水能资源与煤炭资源,煤炭资源储量位居全国第五位,凭借水火资源优势,贵州成为“西电东送”的主要省份之一。但是受地域的影响,导致各地配电网自动化技术发展水平不同。贵州地貌复杂,包含高原、山原、山地、丘陵、台地、盆地(坝子)和河流阶地。其中山地和丘陵居多,占据贵州省总面积的92.5%。很多配电网需要建设在山地,对配电网维护抢修工作造成一定的困难。

其次,受地貌的影响,贵州气候不稳定,灾害性天气种类较多,具体分为暴雨、雷电、冰雹、大风、低温等,同时伴随着旱灾、洪涝、泥石流、山体滑坡、塌方等地质灾害隐患,不利于电力系统的运行。

另外,贵州曾经是全国贫困人口最多、贫困面积最大、贫困程度最深的省份,是全国脱贫攻坚的主战场之一。乡镇经济发展缓慢,导致自动化、信息化建设速度与水平没有经济发达的地区快速。同时,建设速度的快慢、水平的高低对电网的技术、管理等方面的投资也有一定的影响。

2.2 缺乏专业理论指导

在配电网自动化技术上,我国发展比西方发达国家起步晚,

缺少充分的科学理论依据为指导。虽然我国相关管理部门已总结自身发展经验,积极开发各种管理设备,但是还会存在运行错误等问题,影响我国电网的发展。

2.3 管理人员缺乏一定的专业素养

我国配电网自动化技术缺乏对配电网自动化技术管理人员的培养意识,导致人员专业素养较低。在配电网自动化技术中管理工作具有很强的综合性,涉及很多专业性内容,主要负责对电力系统的监控、管理、维护,还要定时巡查、维修故障,需要管理人员对电力系统及配电网自动化技术有充足的了解。随着电设备日益复杂化,配电网管理工作难度也在不断提升,需要管理人员拥有完善的专业知识体系与丰富的工作经验,来面对贵州电网中各种挑战。

2.4 自动化程度较低

随着能源革命的持续,各类新型能源系统的应用为电力系统智能化、自动化发展提供技术支持。但是,受技术条件的限制,目前对配电网自动化的监控程度还不够高,自动化程度较低^[3]。

2.5 部分地区三相不平衡

以贵州盘山配电网为例,随着高比例分布式光伏数量的增长,地理系统出现反向重过载、三相不平衡情况。通常情况下区域屋顶光伏平均容量在3~5kw,采用单相并网,并网位置和容量随机性较大,加之光伏的间歇性、随机性、波动性,导致三相不平衡问题格外突出。其中,盘州羊场乡三相不平衡率较为严重的12个光伏台区平均三相不平衡率达到397%,对县域台区配变及网架承载能力造成极大压力^[4]。

3 电力系统中配电网自动化系统结构功能与应用

3.1 配电网自动化系统结构

配电网自动化技术对于电力系统安全稳定运行起到重要作用。配电网自动化系统分为终端层、传输层、应用层,通过对各配电网布置终端传感器设置,将各站点的信息数据通过遥感、通信、光纤等方式传输至云平台,具有遥控、遥测、遥信、故障检测等功能^[5]。

3.1.1 终端层

终端层主要包含各类传感器、微处理器、数据采集模块、通讯模块。可以根据配电网实际环境、当地气候变化、监测需求选择合适的终端设备。例如,可以选择16位或更高精度的模数转换器(ADC),将模拟信号转变为数字信号,确保监测的准确性。

3.1.2 传输层

传输层主要通过无线或有线的形式,将数据传输至应用层。管理人员可以根据配电网实际情况选择4G、5G、RS485、NB-IOT、WiFi等数据传输方式。其中4G传输较为广泛,在中国信息基站遍布全国,虽然5G信号传输快,但是费用高,相比之下4G传输即保障传输效率降低延迟通信,又节约传输成本。同时,在设计传输层时要具有灵活性,考虑信号的双向传输,确保终端设备可以接收到控制信号,必要时可以将多种通信方式进行整合。另外,为了保障信号传输的安全可以引入VPN或加密技术,确保信息传输的安全与稳定。

3.2 配电网自动化系统结构功能

3.2.1 配电网数据信息在线采集

配电网自动化技术可以促进消息之间的互联互通, 通过向各配电网站点布置传感器设备, 监测电网中各项参数状态, 具体包含电压、电流、功率、频率、环境温度、环境湿度等, 传感器终端利用4G、5G、RS485、NB-IOT、WiFi等方式完成配电网各项数据采集传输工作, 实现数据全方位、持续、远程在线监测。

3.2.2 馈线自动化监控

在电力系统中, 馈线开关设备的应用可以提高配电自动化程度, 保障系统运行。馈线开关设备可以对馈线电流、电压综合管理, 实现智能监测控制一体化。配电开关设备控制方式有两种, 其中一种采用就地控制方式, 在馈线上安装重合器与分断器, 可以有效避免出现瞬时性故障, 并隔离永久性故障。这种方式在配电室中就自成系统, 可以自动汇总数据信息, 不需要将数据传输至管理平台就可以解决故障, 提高故障解决的效率。另一种采用远程控制方式, 借助管理平台对故障进行隔离, 具体通过终端设备将监测数据传输至配电网信息管理平台, 平台对数据进行分析, 判断数据是否超出设置数值, 超过数值系统会自动报警, 提醒管理人员, 同时将控制指令发送至馈线开关设备隔离故障线路, 恢复非故障区域供电, 降低区域停电对其他区域的影响, 防止大规模停电现象。

3.2.3 设备故障分析定位

配电自动化系统具有故障定位功能, 可以快速识别故障发生区域, 精准定位, 便于管理人员及时处理故障问题。通过在配电网沿线安装故障指示器, 监测线路电流, 并通过传输层将信号传输至配电网信息管理平台, 预防配电网线路短路故障。

3.3 配电网自动化技术的应用

3.3.1 节点全网漫游技术

在配电网运行过程中, 节点丢包的情况时有发生, 在原有网络结构中, 节点查询流程为“信息管理平台—中继—各节点”层层查找信号丢失节点, 不仅浪费时间还无法确保数据的完整性。为了防止节点数据丢失的情况, 需要加强节点之间的联系, 节点全网漫游技术可以实现各节点之间的通信, 通过运用节点全网漫游技术向管理平台申请漫游, 将数据信息传输至馈线子网, 再由其他节点完成。馈线子网主要由传感器终端、馈线、控制开

关等设备组成多个监测节点, 遵循分层原则, 将各不同节点设置为管理节点进行网络通信。同时, 在城乡中选择一个节点为管理节点, 负责中转工作存储、记录信息, 获得更多网络扩展线路, 提升配电网自动化管理水平。

3.3.2 PLC自动化技术

PLC自动化技术是工业控制中不可或缺的技术之一。在电力系统中常用于发电、输电、配电系统的智能控制与管理。PLC自动化技术具有灵活性、可编程性、扩展性、兼容性, 管理人员可以根据实际需求定制控制程序, 满足不同电力系统的需求, 提高传感线、传输系统在系统之间的兼容性, 同时还可以编程自动化故障诊断程序, 用于系统故障评判与维修, 实现对电力系统的智能化管理, 降低劳动成本, 提高电力系统的稳定性与安全性。

4 结语

综上所述, 配电网自动化技术帮助贵州地区实现从“零星分散”到“专业统筹”, 通过信息化、自动化建设, 为供电企业配电网管理提供精准采集、智能计算、实时监控、实时预警、智慧检修等服务, 提高供电稳定性。推动“十四五”规划在贵州落地, 逐步迈向智能化、环保化电网转型。

[参考文献]

- [1]毛小川, 谭成林. 配电网自动化技术在电力系统中的应用与发展研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2024(4):0057-0060.
- [2]张昱, 卢红. 电力系统配电网自动化技术的应用分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(4):0160-0163.
- [3]魏征. 电力系统及其自动化施工技术问题及对策研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(3):0073-0076.
- [4]孔繁钢, 陈士军, 耿立宏, 等. 云南昆明、贵州盘州分布式光伏与农村智能配电网调研报告[J]. 农村管理, 2024(4):33-36.
- [5]杨晨, 汪佳, 钟月萍, 等. 新型电力系统背景下配电网数字化技术应用及发展[J]. 农村电气化, 2024(4):17-20.

作者简介:

赵鑫(1988—), 男, 土家族, 河北省石家庄市平山县人, 本科, 电力工程专业工程师, 研究方向: 配电网运行与检修。

杨玉忠(1992—), 男, 苗族, 贵州省铜仁市人, 大学本科, 电力工程专业助理工程师, 研究方向: 配电网运行与检修。