

农村电网智能化建设的关键技术分析

唐天奇

(泰州三新供电服务有限公司, 江苏 泰州 225300)

摘要 农村电网智能化是对传统农村电网的优化升级,以“数字化、网络化、智能化”为特征的新一代智能电网,以“智能电网+互联网”为理念,以互联网和云计算技术为核心,利用现代传感技术、通信技术、信息技术、计算机技术、控制技术,实现农村电网的自动化、智能化和可持续发展。本文在分析农村电网智能化建设必要性的基础上,对农村电网智能化建设中涉及的关键技术进行了分析研究,提出了农村电网智能化建设的关键技术方案,旨在对解决当前农村电网中存在的问题具有参考作用。

关键词 农村; 电网智能化; 数据采集; 分布式电源接入; 配电网实时监控

中图分类号: TM7

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)02-0022-03

传统的农村电网通常采用配电变压器供电,以配电变压器为中心,采取“一控多”的方式实现配电网的控制和管理,采用单一的配电变压器供电方式。在农村电网中,配电变压器不能满足用户对电压质量、供电可靠性以及电能质量等方面的要求,用户对电力供应质量的要求越来越高;同时,随着农村经济发展和居民生活水平的提高,用电负荷的不断增加,配电变压器和配电线路呈现出超负荷运行状态。随着农村经济和农民生活水平的不断提高,农村配电网对电能质量要求越来越高,对供电可靠性要求越来越高,特别是在农村电网中采取了大量的节能降耗措施后,对配电网的供电可靠性要求更加严格。这就导致农村配电变压器难以满足负荷发展和节能降耗等要求;同时由于配电变压器容量不足、台数较多等原因,使得配电网需要建设大量的分支线路以保证供电可靠性。在农村配电网中采用单一配电变压器供电方式会导致供电可靠性较低、电能质量较差以及节能降耗等问题;同时由于农村配电网规模小、线路长、投资大等原因,使得其难以采用智能变电站技术实现对电能质量和供电可靠性进行控制;同时由于农村配电网中的分支线路较多,存在着电压不平衡和线损大等问题。传统农村电网主要采用配电变压器供电方式,存在着配电变压器容量不足、台数较多、线路长等问题;而随着农村经济和农民生活水平的提高以及电力负荷的增长,农村电网迫切需要采用智能变电站技术进行改造升级。

1 关键技术

1.1 数据采集与处理

农村电网智能化建设首先是要实现数据的采集与处理,在具体实现过程中需要解决以下几个问题。

1.1.1 数据采集网络的部署

智能电网的数据采集主要有两种方式:一是变电站内的集中式数据采集;二是户外分布式采集,后者又可分为配电自动化和配网自动化。从智能电网的要求来看,配电自动化与配网自动化应当具备完整的数据采集功能,并对各类数据进行有效处理。

1.1.2 智能电表的配置

智能电表作为智能电网最基本的设备之一,在农村电网智能化建设过程中需要对其进行合理配置。目前市场上销售的智能电表主要有两种:一种是通用型智能电表,另一种是专用型智能电表。通用型智能电表价格相对便宜、配置简单,但是由于其没有电量计量功能,所以只能用于简单的负荷管理;专用型智能电表具有电量计量功能,但是其价格相对较高,适用于负荷管理及高级电能质量控制等应用场景。

1.1.3 采集数据的标准化与规范化

目前,农村电网中广泛使用多种采集装置和通信手段实现数据采集与传输。由于各厂家在数据标准和通信规约方面存在差异,不同厂家的设备需要采用不同标准进行数据传输和采集,从而导致了农村电网智能化建设中存在着大量的数据转换问题。因此,需要从规范技术标准、建立统一规范等方面入手解决上述问题。

1.1.4 多源异构数据融合技术

随着计算机技术的快速发展,产生了大量异构、多源的数据,因此对这些数据进行处理与分析就成为当前智能电网建设面临的一大难题。

1.2 分布式电源接入

分布式电源是一种以可再生能源为动力的小型发

电站, 主要包括风力发电、光伏发电等。在智能电网建设中, 分布式电源可以作为重要的分布式电源接入到智能电网中。分布式电源接入智能电网的优点在于可以降低对大电网的依赖程度, 有利于解决目前我国农村地区面临的能源短缺问题。同时, 分布式电源能够提高配网供电可靠性和电能质量, 在一定程度上能够缓解农村地区的用电紧张问题。根据《国家电网公司“十三五”电网智能化建设规划》, 到 2020 年, 我国农村电网将全面建成以智能变电站、智能配电网、智能用电终端、智能配网为核心的“三型两网”, 初步实现农村电网智能化。在农村电网智能化建设过程中, 分布式电源接入是一项重要的内容。农村地区具有丰富的风力、太阳能等可再生能源资源, 可以为分布式电源提供大量的动力来源^[1]。

分布式电源接入农村电网智能化建设中, 分布式电源的接入是一项关键技术, 主要体现在以下几个方面:

1. 电压控制: 通过实时监测分布式电源的电压变化, 及时调整分布式电源输出功率, 并以一定的策略实现对分布式电源输出功率的控制, 保证电力系统的安全运行。当分布式电源出现故障时, 可以按照一定的策略及时切断故障点, 保证电力系统安全稳定运行。

2. 谐波抑制: 通过对分布式电源输出功率进行测量、监测和分析, 实现对系统中谐波的检测和抑制。在智能电网建设过程中, 通常采取以下措施来实现对分布式电源接入技术的研究: 根据不同地区的实际情况, 研究适合当地电网发展需要、性能良好、投资成本低且可靠性高的分布式发电技术; 在农村电网建设中推广应用各类新能源发电技术^[2]。

1.3 配电网实时监控

配电网实时监控是利用现代计算机、通信网络、数据库等先进技术, 对配电网的运行状态进行监视、控制和管理的系统。配电网实时监控系统具有以下功能

1. 实时监测与控制: 通过对配电自动化终端(馈线终端单元馈线自动化装置、智能开关、电压电流互感器等)采集的配电网运行参数, 进行实时分析, 为系统提供配电网运行状态信息。

2. 设备状态监测与控制: 通过对配电自动化终端采集的配电网运行参数, 进行实时分析, 判断设备是否正常运行, 及时发现和处理设备异常情况。

3. 潮流计算和优化: 通过对配电自动化终端采集的配电网运行参数进行分析, 计算出配电网潮流, 根据负荷变化情况对配电网潮流进行优化。

4. 故障诊断与定位: 通过对采集到的配电网运行数据进行分析, 对故障类型、故障点进行定位。

5. 告警管理: 通过对系统采集的配电网运行参数进行分析, 判断是否有告警信息, 并及时处理告警信息。

6. 历史数据查询: 通过对系统采集到的配电网运行数据进行分析, 查询配电网历史数据。

7. 系统功能扩展: 通过扩展智能开关、智能配变终端、配电自动化系统等功能模块, 实现配电网自动化控制及管理功能。

8. 远程控制: 通过扩展远程控制功能模块(SCADA/EMS)以及远程控制通信接口(RTU/TDC), 实现配电网自动化系统的远程控制^[3]。

2 技术方案

2.1 农村配电网自动化

农村配电网自动化是指在配电网运行管理中, 采用先进的通信技术、计算机网络技术、数据库技术和信息处理技术, 实现对配电网的自动化监控、运行管理和故障处理等功能, 以提高配电网可靠性, 实现供电企业的科学管理和决策, 降低电能损耗。随着农村经济的快速发展以及农村居民生活水平的不断提高, 农村对电能质量和可靠性有了更高的要求, 农村配电网自动化在我国具有广阔的应用前景。据统计, 我国农村用电需求增长速度较快, 但农村配电设备相对落后, 尤其是在供电可靠性方面仍然存在较大的差距。因此, 大力发展农村配电网自动化对提高供电可靠性具有十分重要的意义^[4]。

农村配电网自动化是指在农村配电网中应用先进的信息技术和通信技术, 实现配电自动化系统中信息的采集、传输、处理及控制, 从而有效地提高配电系统的可靠性和供电质量, 满足农村用电需求。配电网自动化系统由数据采集系统(SCADA)、故障监测与处理系统(FMS)、馈线自动化系统(FA)、配变监测与控制系统(DCMS)和通信系统五大部分组成。农村配电网自动化主站主要包括配网数据采集终端、主站监控中心和分界开关三部分。配电数据采集终端主要完成线路和用户端的监测功能, 将采集到的配电网运行状态和用户用电信息上传到主站监控中心, 并提供准确的电能质量参数^[5]。

馈线自动化主要完成配电网运行状态的监测功能, 根据对运行数据的分析来实现故障定位, 并在故障发生时, 自动生成故障处理方案。分界开关是配电网中进行分支线开关操作的开关, 其主要功能是根据用

户对电能质量的要求和线路状况选择最优路径以保证供电质量。配变监测与控制系统主要完成配变状态监控和智能管理,监控配电变压器的运行状态,同时能够对故障进行判断并自动隔离故障区域。通信系统主要完成数据传输、通信管理、信息交换以及与电力调度中心、调度自动化系统等业务管理信息系统的接口。在农村配电网中应用配电自动化技术,可以提高农村配电网运行管理水平、供电可靠性和供电质量,对于改善农村电网结构和提高农村电气化水平具有重要作用。

2.2 分布式电源接入系统

目前,农村配电网存在着大量的分布式电源接入问题,由于缺乏相应的技术标准,许多分布式电源不能接入配电网,有些即使有接入条件,也不能按照传统配电网的运行方式运行,引起了供电可靠性、电能质量、电压波动等问题。同时,由于分布式电源容量小、分布广,对其控制、保护以及对配电网的影响等问题也需要加以研究。目前,分布式电源主要有光伏发电系统、风力发电系统以及小型生物质发电系统等。目前我国农村配电网分布式电源接入系统主要有以下几种方式:对配电网进行改造,将原来的配电网络改为“多电源供电”或“多电源-变压器供电”的结构,以提高其供电可靠性和电能质量。这种方式适用于经济发展较快、用电负荷较大、电能质量要求较高的地区。采用架空线路、电缆线路、有载调压变压器或微型发电机组等灵活多样的形式将分布式电源接入配电网。这种方式适用于农村配电网供电可靠性要求不高、经济发展速度较快的地区。将分布式电源集中接入10kV配电室,以减少配电网线路长度和设备投资,提高供电可靠性和电能质量。利用10kV低压配电网直接接入分布式电源或储能系统。

2.3 分布式光伏发电系统

农村电网智能化建设中,分布式光伏发电系统是一项重要的技术。分布式光伏发电系统主要由光伏阵列、逆变器、储能系统和监控保护系统等组成,光伏阵列通过太阳能电池将光能转化为电能,逆变器将直流电转换成交流电,储能系统可保证发电与用电之间的能量交换,监控保护系统对设备运行状态进行实时监测,对可能出现的故障进行及时报警。从分布式光伏发电系统的结构来看,主要由光伏阵列、逆变器、储能系统、监控保护系统组成。分布式光伏发电系统中,光伏阵列主要由太阳能电池板组成,是整个发电系统中最关键的设备。逆变器是将输入的直流电转换成交

流电的装置,逆变器通过检测环境温度、光照强度和负载等信息来控制逆变器的输出频率和电压。储能装置主要用于实现直流电与交流电之间的转换,是整个系统中最重要的一环。储能装置通常有蓄电池、锂离子电池、超级电容器等类型。

目前我国已建成投产并网光伏发电装机容量超过70GW,并网容量占全国总装机容量的比例已超过40%。我国光伏发电在能源结构中的比例已达到世界平均水平,预计到2020年我国光伏发电装机规模将达60GW。监控保护系统主要用于监视整个发电过程中各设备的运行状态和各种参数指标,监控保护系统主要包括:有功功率控制、无功功率控制、电压电流故障监测、过压过流保护等。随着我国对新能源产业的大力扶持,光伏发电技术已经得到了快速发展。

3 结语

农村电网智能化建设是一个循序渐进的过程,农村电网智能化建设还需考虑到其所处的地域特征,综合考虑农村地区的用电特点和发展现状,并根据国家和地方相关政策法规,逐步推进农村电网智能化建设。现阶段,农村电网智能化建设主要针对智能用电终端、配电自动化、配网运行监测、配电管理、通信网络等领域进行应用研究。在智能用电终端方面,应逐步实现对电能质量的监测与分析功能,提高电能质量水平;在配电自动化方面,应实现对配电线路实时监控与故障诊断;在配网运行监测方面,应实现配网线路的实时监测和故障诊断;在通信网络方面,应实现智能配网和智能调度系统之间的信息交换和共享。

参考文献:

- [1] 陈宇玲.农村电网智能化建设的关键技术分析[J].电子技术,2023,52(08):376-377.
- [2] 本刊编辑部.三部门重磅发布:实施农村电网巩固提升工程助力乡村振兴[J].新型城镇化,2023(08):8-11.
- [3] 国家发展改革委,国家能源局,国家乡村振兴局.关于实施农村电网巩固提升工程的指导意见[J].新型城镇化,2023(08):5-7.
- [4] 郭煜诚,侯谕融.农村电网中的智能化建设分析[J].电子技术,2023,52(07):378-379.
- [5] 张钰哲.农村电网改造中低压电网的规划与维护[J].光源与照明,2023(05):246-248.