

Analysis of Low Voltage Distribution Network and the Development Direction of Intelligent Distribution Transformer Terminal

Rengang Wan¹, Zhenning Yang², Hang Zhou², Xiaosheng Song²

¹Xu Ji Group Co., Ltd., Xuchang Henan

²XJ-Driescher-Wegberg Electric Co., Ltd., Xuchang Henan

Email: 462304892@qq.com

Received: Nov. 26th, 2018; accepted: Dec. 7th, 2018; published: Dec. 14th, 2018

Abstract

This paper analyzes the current situation of the low-voltage distribution network and points out that the operation control means of the low-voltage distribution network are scarce. It is mainly reflected in the fact that the smart meters have no backup supply and poor communication capabilities, the communication rate of communication architecture in the existing electricity information acquisition system is slow and the reliability is poor, and the extensibility of the acquisition terminal is not good. These have not met the requirements for high management needs as equipment expands and customers pursue high service. Finally, in combination with the development trend of the Energy Internet, it is pointed out that the low-voltage distribution network will be developed in the direction of low-cost construction, rapid demand response, and flexible service expansion in the future. In accordance with the latest requirements of the state grid, the top-level architecture design of the "cloud, network, and terminal" will be formulated. We will capture key technologies such as a new generation of distribution automation system architecture, low-voltage distribution network technology architecture, distribution automation master station, and intelligent distribution transformer terminal.

Keywords

Low Voltage Distribution Network, New Generation Distribution Automation, Low Voltage Distribution Network Internet of Things, Intelligent Distribution Transformer Terminal

低压配电网现状分析及智能配变终端发展方向探究

万仁刚¹, 杨镇宁², 周行², 宋晓生²

文章引用: 万仁刚, 杨镇宁, 周行, 宋晓生. 低压配电网现状分析及智能配变终端发展方向探究[J]. 电气工程, 2018, 6(4): 340-344. DOI: 10.12677/jee.2018.64039

¹许继集团有限公司, 河南 许昌

²许昌许继德理施尔电气有限公司, 河南 许昌

Email: 462304892@qq.com

收稿日期: 2018年11月26日; 录用日期: 2018年12月7日; 发布日期: 2018年12月14日

摘要

本文通过对低压配电网的现状进行分析, 指出低压配电网运行管控手段匮乏, 主要体现在智能电能表无后备电源且通信能力差、现有用电采集系统通信架构通信速率慢且可靠性差、采集终端的扩展性差等方面, 已不能满足因设备规模的扩大、客户对服务高要求的管理需求。最后, 结合能源互联网发展趋势, 指出未来低压配电网将朝着低成本建设运营、快速需求响应、灵活业务扩展方向发展, 按照国家电网最新要求, 制定“云、网、端”顶层架构设计, 着重攻克新一代配电自动化系统架构、低压配电物联网技术架构、配电自动化主站、智能配变终端等关键技术。

关键词

低压配电网, 新一代配电自动化, 低压配电物联网, 智能配变终端

Copyright © 2018 by authors 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

配电网是能源互联网的重要基础, 是影响供电服务水平的关键环节。随着电动汽车、分布式能源、微电网、储能装置[1] [2] [3]等设施大量接入, 以及电力市场开放和各种用电需求的出现, 对低压配电网的安全性、经济性、适应性提出更高要求。以分布式光伏发电[4]为例, 2016年装机容量为1032万千瓦, 2017年装机容量为2966万千瓦, 增长达187.4%。按照国家能源局发布《能源发展“十三五”规划》要求, 到2020年分布式光伏发电将达到6000万千瓦。

2. 低压配电网现状分析

据国家电网设备管理部统计, 截至2017年底, 国家电网公司中压配电网自动化整体覆盖率达到35%, 涉及中压配电网线路91,769条, 共安装FTU 25万台、DTU 9万台、故障指示器32万套。主要采集线路运行数据、故障告警、开关位置等信息, 新一代配电自动化主站系统功能扩展后, 可接入配电设备监测信息、环境状态等数据, 实现配网设备运行状态管控。

相较于中压配电网, 低压配电网一直缺乏有效的运行管控手段[5], 随着管理需求的不断增加, 安装的监测设备越来越多, 包括用电信息采集类(集中器、采集器、电能表)、配网精益运维类(配变状态监测、无功补偿控制、换相开关控制、环境监测)、多元化负荷监测类(充电桩监测、分布式光伏发电并网监测)等。由于各类监测设备硬件独立、软件固化, 扩展性、灵活性较差, 导致每增加一项业务需求, 均需安装一类设备, 造成设备分散化、采集重复化、管控复杂化, 对设备运维、通信通道、综合分析、建设成本带来较大压力。

近年来,通过持续推进“两系统一平台”建设、营配贯通数据融合[6][7]等工作,深入挖掘电表数据资产价值,试点验证了小时级配变运行监测、配变停电事件主动上报等功能。但由于用采系统不是按照SCADA系统设计,考虑到未来适应低压配电网综合监控、清洁能源消纳、多元负荷接入支撑等业务需求,用采系统在数据采集、通信通道、功能扩展方面存在着制约因素,主要有:

1) 由于智能电能表不具备后备电源,且采用窄带载波通信(约占60%),停电后无法实时上报停电信息,及关键节点运行数据,无法有效支撑低压故障主动抢修工作。

2) 用电信息采集系统通信架构采用了较多窄带载波通信、485串口,通信速率较慢、可靠性差,已制约电量实时查询、费控等营销业务开展,更不足以支撑高时效性、高频数据采集业务。

3) 采集终端(智能电表)功能扩展性较差,仅支持基本电量采集,未预留采集、通信接口,无法兼顾电容器投切控制、设备状态监测等精益化管理需求。

3. 低压配电网发展需求

随着低压配电网精益管理要求不断提高[8],配电台区的功能呈现多样化和智能化的趋势,接入的信息和设备也成倍增加,涉及配变状态检测、无功补偿、漏保开关、电能表、分布式电源、电动汽车充电桩等10余种类型,若按照传统方式进行集中检测管控,将对人员运维、通信传输、主站系统信息处理等方面带来巨大压力。

按照以客户为中心的服务理念,低压配电网作为供电服务的“最后一公里”,自动化、信息化、智能化水平不高,现有资源配置能力无法满足快速变化的业务服务要求,尤其是“电能替代”、分布式电源、电动汽车等外部环境变化,对电能质量、供电可靠性提出了更高的要求,需以低成本的方式快速实现功能改造与业务调整,适应能源互联网的快速发展。

低压配电网承载能源互联网需求,主要体现在下列三个方面。

低成本建设运营:通过顶层设计,避免重复建设,形成整体优势,低成本实现低压配电网升级改造,高效扩展智能化覆盖范围;

快速需求响应:基于低压配电网单点信息量少、价值低,信息总量大的现状特点,采用“去中心化”的就地分布式计算,减少无效信息传输,提高计算分析准确性,提升功能需求响应速度;

灵活业务扩展:支持现有业务灵活调整,快速满足分布式电源、电动汽车等新增业务扩展,具备较强的资源配置能力。

4. 技术方案探究

结合低压配电网发展需求,提出下阶段低压配电网建设总体思路为:以新一代配电自动化系统为基础,借鉴智能手机应用理念,制定“云、网、端”顶层架构设计,构建以智能配变终端为核心的低压配电网物联网,实现分布式电源、充电桩等各类智能装置、传感器的标准、便捷接入,在全面采集运行信息基础上,进一步实现低压配电网就地综合管理,助推低压配电网由被动管理向主动管理的模式变革,进一步提高供电可靠性,提升优质服务水平。

首先,搭建新一代配电自动化系统架构,按照智能配电网建设总体要求,设计提出新一代配电自动化主站系统架构[9],大幅提升“变电站-配电线路-配变台区-低压用户”中低压配电网全环节智能化监测与管理水平,10千伏中压配电网采用传统工控系统架构,400伏低压配电网采用物联网管理平台,全面支撑配电网调度运行管理与配电网精益化运维管理。

其次,构建低压配电网物联网技术架构。基于物联网技术架构打造的“智能配电台区”可完美解决低压配电台区点多面广、网络结构复杂;设备数量多、数据量大;分布式安装、通信困难;新需求爆发式

增长；接入设备种类多，缺乏统一标准等问题。

随着低压配电物联网架构、标准不断提高，概念逐渐更新。以低压配电台区为最小单元的低压配网一体化管控体系应用场景将是物联网技术在电力应用的最佳实践，是电力物联网最契合的应用场景。新一代电力系统的发展方向将在低压配电领域，利用物联网发展建设中、低压一体的新型智能配电网。

同时，基于新一代配电自动化主站，采用 SDN (软件定义网络) 架构，实现对配变终端的云化、弹性管理，支持百万级设备接入与智能运维管理；在实现传统 SCADA 运行监控功能的基础上，实现对终端设备的智能运维管理；定期开展云-端数据同步，备份关键运行数据，发挥配电主站的数据分析与应用功能，提升站端协同处理能力。

构筑低压配电物联网，通过智能设备内置通信芯片和操作系统的方式，统一物联网协议标准，适应宽带载波、微功率无线、NB-IoT 等多种物联网通信技术，实现智能设备与智能配变终端的方便、快捷互联。

智能配变终端：作为低压配电物联网的核心，充分考虑低压配网现状与发展趋势，采用分布式边缘计算技术架构，具备强大的就地化数据处理能力；采用硬件平台化、软件 APP 化的设计理念，以标准化、模块化的硬件设计与低成本的软件 APP 方式，满足配网业务的灵活、快速发展需求。

边缘计算：智能配变终端对下实现数据全采集、全管控，对上与配电主站实时交换关键运行数据。为满足实时快速响应需求、减少主站计算压力、弱化对主站的高度依赖，终端采用“边缘计算”技术，就地化实现配电台区运行状态的在线监测、智能分析与决策控制，同时支持与配电主站云端的计算共享与数据交互。

硬件平台化：提供一个统一标准的开发环境平台，支撑上层业务 APP 快速开发。在统一标准硬件的基础上，同一个软件可运行在不同厂家的终端上，实现了软硬件解耦，降低了重复开发 APP 成本。

软件 APP 化：借鉴智能手机 APP 理念进行软件设计，采用实时操作系统及虚拟容器技术，支持 APP 化应用软件部署。各应用单位可根据实际应用需求，自主开发 APP 应用，经统一审核、发布后进行下载应用，灵活、有效支撑低压配网管理需求的不断扩展，降低设备改造成本，提高运维效率。

5. 结论

本文指出近几年随着电动汽车、分布式能源、微电网、储能装置等设施大量接入，以及电力市场开放和各种用电需求的出现，现有的低压配电网安全性、经济性、适应性已不能满足要求。针对国家电网低压配电网的现状进行分析，结合配电网精益管理不断提高的要求，指出低压配电网的发展需求，以满足发展为基础，以新一代配电自动化系统为基础，借鉴智能手机应用理念，制定“云、网、端”顶层架构设计，构建以智能配变终端为核心的低压配电物联网总体思路。深入细致分析低压配电网现状，探讨智能配变终端未来发展的技术方案，指出了低压配电网行业发展方向。

参考文献

- [1] 施婕, 艾芊. 智能电网实现的若干关键技术问题研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(19): 1-4.
- [2] 李鹏, 窦鹏冲, 李雨薇, 等. 微电网技术在主动配电网中的应用[J]. 电力自动化设备, 2015, 35(4): 8-16.
- [3] 马玲玲, 杨军, 付聪, 等. 电动汽车充放电对电网影响研究综述[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(3): 140-148.
- [4] 许晓艳, 黄越辉, 刘纯, 等. 分布式光伏发电对配电网电压的影响及电压越限的解决方案[J]. 电网技术, 2010(10): 140-146.
- [5] 徐纪法. 城市中低压配电网及其发展理念[J]. 中国电力, 2001, 34(12): 40-42.
- [6] 王扬, 何金, 尚博祥, 等. 智能配电网中营配信息融合技术研究[J]. 电力信息与通信技术, 2013, 11(6): 7-11.
- [7] 王金丽, 盛万兴, 王金宇, 等. 中低压配电网统一数据采集与监控系统设计和实现[J]. 电力系统自动化, 2012,

36(18): 72-76.

- [8] 顾国栋, 丁晓, 徐金玲. 基于营配调一体化的台区线损管理模式探讨[J]. 供用电, 2014 (8): 66-68.
- [9] 姚建国, 周大平, 沈兵兵, 等. 新一代配电网自动化及管理系统的设计和实现[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(8): 89-93.

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