

[智能配变终端]

基于智能配变终端的低压台区智能化监控系统设计

文/国网福建省电力有限公司电力科学研究院 钱健 张明龙 王健 高源
威胜信息技术股份有限公司 李耀

设计了一种基于智能配变终端的低压配电台区智能化监控系统，在智能配电箱中配备智能配变终端用以获取台区内设备的运行状态和用户的用电数据等信息，通过低压配电箱将所收集的台区内设备的运行状态信息和用户的用电信息等传输到系统主站，进而能够对低压配电台区进行智能化监控。

低压配电网是电力系统中与用户联系最为密切的一环，配电台区分布广泛，设备众多，结构复杂，缺少高效的监测控制方法。低压配电网运行的质量直接影响着电力用户的用电体验。近年来，伴随着我国社会经济的健康发展和人们对美好生活的向往，用户越来越追求更高的供电服务质量，对于电能质量差、停电次数多等情况的投诉反馈的数量日益增多，对于诉求的响应时间的限制更加敏感。随着电力体制改革的进一步推进，如果无法有效解决以上问题，不仅电网公司的用户会减少，企业形象也会受到影响。

低压配电网普遍存在着网架结构较弱、事故频发的问题，除由于不可抗力等原因导致必须现场操作维护外，很多事故是可以通过监控并立即采取有效措施来避免的，比如三相负荷不平衡导致的事故。低压配电台区的智能化监控将显著改善电网的管控水平和电能质量。

国外专家学者对低压台区的智能化监控技术研究较早，逐渐形成了产品智能化、多功能化和模块化的研究方向。近年来随着计算机技术和通信技术的发展，对低压台区产品的需求从单纯的本地化向“本地化+远程控制”转变。电力载波方式和无线通信方式是实现远程控制的可行的通信方式，但是前者易受电力线路上的电磁环境和

负荷变化的影响，而后者受困于“一设备一监控”的人力物力问题。

国内对低压台区智能化监控研究较晚，目前还没有实现对低压台区的智能化监控，比较清晰的研究方向是使用通信网络将低压配电台区内的设备状态和用电数据等信息传输到配电自动化主站系统。

基于此，本文利用计算机技术和通信技术对低压配电台区进行智能化监控，将智能配电箱及其内配置的智能配变终端应用于低压台区的智能化监控。

低压配电台区智能监控系统

1. 总体方案

低压配电台区智能化监控系统的重要组成部分是配置于智能配电箱中的智能配变终端，其作用是获取低压台区内设备的运行状态和用户的用电信息，对低压台区的运行状态进行监控，并与系统主站通信。其中，向系统主站发送数据时使用4G通信方式，从系统主站获取数据时使用电力载波通信方式，总体方案如图1所示。

由图1可知，基于智能配电箱的低压配电台区智能化监控系统通过配置于智能配电箱中的智能配变终端收集智能电度表、智能总保等的的数据信

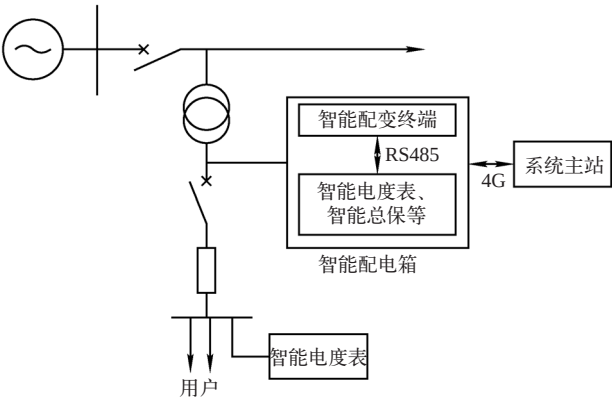


图1 总体方案

息，并通过智能配电箱将收集的数据信息上传至监控系统主站，进而能够对低压配电台区进行智能化监控。

2. 智能配电箱

智能配电箱是一种能够分配电能、控制负荷及分析计算的电力系统设备，可以和配电网自动化系统进行通信，是实现低压配电网数字化和智能化的重要保证。智能配电箱的组成部分包括智能配变终端、电表、断路器、自愈式电容器和智能投切开关等，其功能包括对低压配电台区进行状态监控、负荷控制、三相不平衡监控、无功控制和用电信息管理等，集远程遥控开关、远程抄表、重合闸和微机保护等功能于一身，可以收集低压台区内设备和用户的实时数据，并将数据上传到上级数据监控平台，如图2所示。

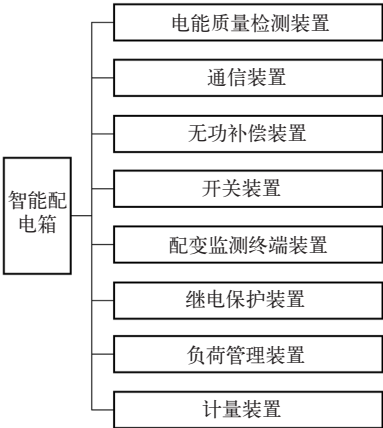


图2 智能配电箱的功能

智能配电箱采用模块化、标准化和层次化的设计方法，从而有利于智能配电箱在不同场景下的使用。根据配置的功能元件的不同，智能配电箱分为三种类型，三种类型的智能配电箱均配置有低压断路器、智能电表、避雷器、剩余电流动作保护器和计量/测量互感器等元件，差异化配

置情况见下表。

表 不同类型智能配电箱差异化配置

序号	配置	简洁型	标准型	扩展型
1	智能配变终端	有	有	有
2	分布式电源接入控制断路器	无	无	有
3	电容器	无	三相型、单相型	三相型、单相型
4	低压负荷开关	无	三相型、单相型	三相型、单相型
5	滤波器	无	无	有
6	分布式电源侧互感器	无	无	有

3. 系统功能

基于智能配电箱的低压配电台区智能化监控系统的具体功能如下：①数据监测，包括电压、电流、功率和功率因数等模拟量，电能、电量等数字量，总保、电表等状态量；②终端监控，包括无功、智能总保和通信终端等；③异常报警，包括漏电、过载、短路和缺项等；④统计分析，包括对电压曲线、电流曲线、负荷曲线和功率因数曲线等的统计分析；⑤系统管理和包括任务管理、数据库管理、用户管理、拓扑管理和事件管理等；⑥接口管理，包括与配电网自动化系统和GIS系统、营销系统等的接口管理。

本文所提基于智能配变终端的低压台区智能化监控系统可以支持多种通信方式，向系统主站发送数据时还可以选择光纤和以太网通信方式，从系统主站获取数据时还可以选择使用RS485、USB等通信方式。

智能配变终端

传统的配变终端只能对低压台区内的变压器进行监测，只能起到辅助监控的作用。智能配变终端响应了提高配电网运行和管理水平的需求，将传统配变终端的被动式监测转变成了主动式管理。

智能配变终端（Intelligent Distribution Terminal，IDT）是智能配电箱的核心，属于二次设备，功能包括收集用户用电信息、监测设备运行状态以及通信与控制等，可以满足低压台区智能监控系统运行信息和电能质量监测、低压配电网运行维护以及终端与系统主站交互等需求。除此之外，还能根据需求配备其他辅助功能。例如，监测三相不平衡、电动汽车状况和无功功率。根据配置的功能和使用的范围不同，智能配

变终端分为三种不同的类型。

如图1所示，智能配变终端配置于智能配电箱内，通过无线传输或电力线载波传输方式收集台区内设备状态和用户数据信息等，汇总并分析后通过无线传输方式传输给低压台区监控系统主站。选用不同类型的智能配变终端将会接入不同的监控功能。

智能配变终端的硬件组成主要包括电源模块、数据采集与存储模块、I/O模块、通信模块和显示器，分别负责控制电源、数据采集并存储等、键盘输入和声音输出、数据和命令的通信以及液晶显示，如图3所示。

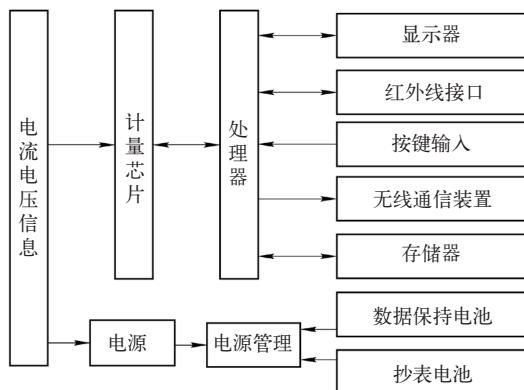


图3 智能配变终端硬件架构

由于数据信息采集方式及其优先级的不同，软件设计方面需要根据任务的优先级别来完成任

务，优先级越高的任务越先被完成。收集用户和设备信息并上传至系统主站是智能配变终端的主要功能，收集信息包括正常运行时的定时采集、故障情况下的数据收集和响应主站命令后的信息采集三种方式，上传信息包括面向定时采集和响应主站命令后采集的定时上传方式、面向故障情况下数据处理的即时上传方式。

低压配电台区智能监控系统主站

低压台区智能监控主站系统的功能是收集并储存各个低压台区内的数据信息，经数据分析处理后发出遥信、遥测和遥调等命令。主站系统的设计需满足安全性、扩展性、标准性、先进性和可靠性的要求，具体功能如图4所示。

1. 硬件系统

主站系统的硬件架构采用标准化、模块化的开放式结构，包括前置机、主站服务器、Web服务



图4 智能低压台区主要功能

器和工作站。主网络使用冗余的双交换式局域网架构，数据采集与通信网络独立配置，并且配置独立的交换机。

2. 软件系统

主站系统的软件部分采用稳定的、先进的和标准的软件，包括：①稳定的操作系统，包括编译系统、开发工具和诊断系统等；②满足需求的数据库，需求包括数据类型需求、快速访问需求、可维护、可恢复及分级权限等；③清晰的软件界面。

除此之外，还应满足应用软件模块化、即插即用的可扩展性、使用系统组态软件生成数据以及各个功能彼此独立互不影响等原则。

结束语

低压配电台区智能化监控系统能够有效提高运维管理效率和供电服务水平。本文针对低压台区的智能化监控系统的设计展开研究，设计了一种以智能配电箱和智能配变终端为核心的低压台区智能监控系统。首先介绍了基于智能配电箱的低压台区智能化监控系统的架构和特征，然后介绍了智能配电箱和智能配变终端的功能、类型和架构，最后分析了低压台区监控主站系统的软硬件系统方案。EA

(收稿日期：2020.10.13)