

# 居住区配电房智能运行系统的研究与实践

刘忠<sup>1</sup>, 谢亮<sup>2</sup>

(1.扬州供电公司,江苏扬州 225001; 2.江苏省电力公司,江苏南京 210024)

**摘要:**介绍了居住区配电房智能运行系统的研究解决方案和现场实践。通过研究确定配电房内各类设备基于 IEC 61850 标准的模型和新研制开发的支持 IEC 61850 协议的配电房智能信息终端,实现配电房信息的智能传输、处理,实现各类设备的即插即用、信息共享。通过开发面向全地区的配电房分布式智能运行平台,包括智能运行控制系统和智能运行辅助系统,解决了大量配电房无人值班的安全和经济运行问题,且社会效益显著。

**关键词:**智能运行系统;小区变;IEC 61850;智能信息终端

**中图分类号:**TM76

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2013)02-0050-04

目前各地供电部门对于大量存在的居住区配电房(以下简称小区变),全部采用无人值守、定期巡视的运行模式,基本上没有统一的远程监控管理。随着高层住宅的大量出现和居民生活水平的提高,对配电系统安全可靠供电的要求也越来越高。但供电部门往往难以及时发现小区变运行中出现的问题,当配电设备故障停电的时候,只有用户报故障后才能安排配电检修人员到现场查找故障点并排除故障,这个处理过程时间长,影响对客户的供电服务,是小区变运行维护部门比较烦恼的问题。如果能在设备故障停电发生时立即将告警信息发送到运行维护部门就可以大大加快故障处理的过程,降低故障造成的经济损失。同时,小区变一般会有 2 台以上的主变,每台主变的轻重载情况在不同时期和不同季节是不一样的。对大量小区变的经济运行问题,靠人工去监测和操作控制是不可能实现的任务。要运行好小区变,就需有符合现代管理体系要求的小区变智能监控系统。参考当前 110 kV 以上无人值班变电站的各类监控和辅助系统标准规范<sup>[1]</sup>,研发简单、可靠、智能化的居住区配电系统集成监控系统应该是可行的方法。

## 1 系统研发的目标和难点

首先研发符合 IEC 61850 协议的小区变内设备监控、消防、安防、视频监控、环境控制等系统的技术标准和信息传输协议;其次研发出集成有以上各类系统功能和具备信息分层分类管理功能的智能化小区变子站;最后开发出能与配电自动化系统集成的小区变一体化智能信息监控平台,对采集的信息数据进行筛选、分析,对出现的各类问题自动告警,实现居住区配电系统安全经济运行,保证供电电压质量。且需要解决的难点有:

(1) 解决小区变内各类信息的本地采集、处理和

存储,只将正常运行维护有用的信息上传至监控中心,减少各类信息上传量,保证千数量级的小区变在同时上传信息时满足实时监控的要求。

(2) 小区变内的智能信息监控终端功能在满足系统功能需求的前提下,装置要简单可靠,能通过远程控制,实现长期免维护运行。

(3) 提出基于 IEC 61850 协议的规范统一,满足系统功能要求并可扩展的小区变设备模型。

(4) 开发智能、实用、界面友好、主站和子站的功能能灵活配置的小区变运行监控平台。

## 2 解决方案介绍

### 2.1 信息采集传输

通过减少信息冗余,保证有用关键信息的及时上传,后台软件采用 JAVA 语言开发,构架为 C/S 方式,实现对视频、门禁、SCADA、安防等设备的数据采集,并满足数据的智能分析要求。针对小区变目前能够采集的数据进行梳理<sup>[2]</sup>,根据各类数据的作用进行分类,有运行负荷监控、故障原因分析、环境监视监测、工作提示、警示信息等;再确定需要主动上传的信息、被叫上传的信息、当地保留供查的信息等;同时对主动上传信息的重要程度进行分类,同样对被叫上传的信息和下发信息也进行分类;按重要性基本确定 9 类数据优先级,保证各类重要紧急数据的响应时间。系统设计中,在采集机中对任务按优先级管理,每个通讯信道都有一组优先级队列,通讯信道总是给予优先级高的任务优先执行且拥有更多的执行时间,优先级低的任务滞后执行且获得的执行时间较少。如表 1 所示。

### 2.2 智能信息监控终端

依据基本、必要的原则,确定智能信息监控终端功能的实现功能,尽量减少终端的元器件数量,加强集成度。实现智能测控功能;规约转换、信息转发功能;智能信息处理功能。智能终端负责小区变所有设备和智能

表 1 优先级定义 9 级

优先级	说明
1	最高级,用于执行一些紧急情况任务,如故障信息、警示信息
2	设备调试级,用于操作员对现场设备调试,如数据下发、状态查询
3	补采数据级,用于操作员对现场数据的补采
4	自动任务级,用于采集实时数据
5	自动任务级,用于采集曲线数据
6	自动任务级,用于采集事件数据
7	自动任务级,用于采集日、月数据
8	悠闲级,用于信道空闲时可以执行的任务,如查询电表时钟、状态等
9	空闲级,用于执行最低优先等级的任务

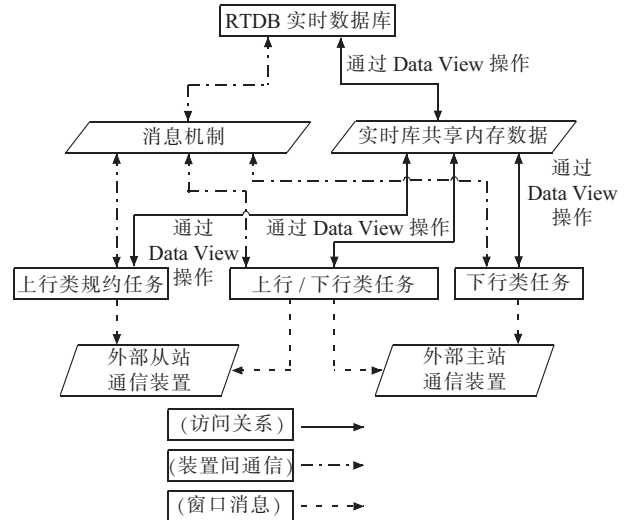


图 1 智能终端装置内数据流程

终端的接入,站控层通信采用以太网通信方式,站控层通信协议采用 MMS 规约,以满足智能电网所要求的符合 IEC 61850 的各种智能终端的接入;智能终端与主站的通信协议采用 IEC 870-5-104 协议,且满足多主站链接。

按设备就地安装原则出发,智能测控单元作为智能终端的一部分,可满足 10 kV 线路、主变高低压侧、0.4 kV 线路的保护测控功能,同时能够采集直流系统、火灾告警系统等小系统的电气量接入。智能测控单元可通过灵活的图形化组态功能实现用户所需要的四遥功能,用户可根据需求,自定义智能测控单元的配置,较之传统的测控装置更具智能化和灵活性。智能终端装置内程序以 RTDB(Real-time Database)实时数据库为核心,按规约生成任务,各任务间数据以数据库 RTDB 进行相关交互操作,通过共享内存传输四遥信息和其他信号,相关数据的操作通过 Data View 实现。RTDB 控制所有进程启停,RTDB 运行时,读取配置文件数据,生成相应的规约任务,并记下相应的程序句柄,当系统关闭时,RTDB 发出信号,使各进程结束。规约一般分为 3 种形式:(1)上行类,与主站通信的规约,如 IEC 104,IEC 101;(2)下行类,与二次设备通信的规约,如 MMS 客户端、IEC 103 客户端;(3)上行/下行类(转发类),负责数据转发的规约,如虚终端等。智能终端装置内数据流程如图 1 所示。

2.3 系统的技术标准和信息传输协议

按照 IEC 61850 协议的规范<sup>[3]</sup>,定义小区变内各类设备符合 IEC 61850 协议规范的信息模型<sup>[4]</sup>,保证小区变内各类设备的即插即用和信息共享。首先收集配电生产运行、维护和管理等各类人员对小区变内设备的信息需求;确定各设备的自身运行信息、提供运行人员监控信息、提供检修人员维护信息、提供管理人员分析信息等四类信息;再经过合并,筛选出最小集进行定义。共制定了 18 类设备的信息模型,举例如下。

(1) DTU 完成小区变测控功能,测控 CID 文件模型如图 2 所示。

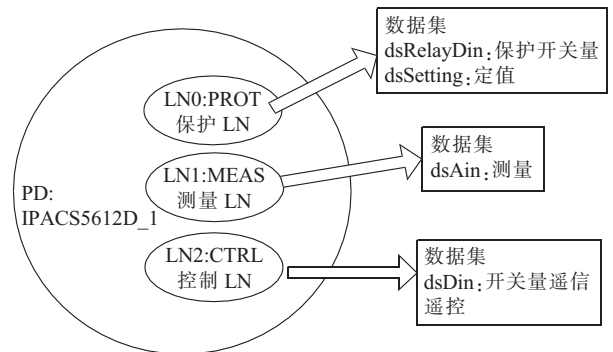


图 2 DTU 测控 CID 文件模型

物理设备(PD)名称为 IPACS5612D\_1,其中包含 3 个逻辑设备(LD),分别为保护、测量、控制,整体实现功能(F)为小区变测控。数据信息具体如图 3 所示。

dsAin	dsDin
母线 $U_a$	DTU 远方状态
母线 $U_b$	检修状态
母线 $U_c$	线路 1_ 开关分位
母线 $3U_0$	线路 1_ 手车试验位置
线路 1_ $I_a$	线路 1_ 地刀分位
线路 1_ $I_b$	线路 1_ 保护动作
线路 1_ $I_c$	.....
线路 1_ $P$	
线路 1_ $Q$	
线路 1_ $\cos$	
.....	

图 3 DTU 测控数据信息

1 个 DTU 可以采集多条线路或其他设备数据量。以上数据信息的逻辑节点(LN)配置参考 DL/T 860-7.3、7.4 执行。

(2) 对于小区变内的各类辅助设备,设计定义辅助设备 CID 文件模型,如图 4 所示。

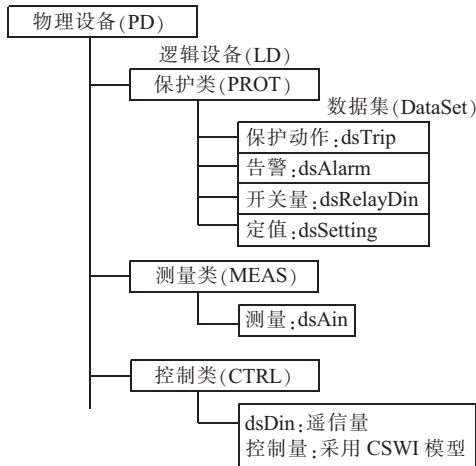


图 4 辅助设备 CID 文件模型

物理设备 (PD) 命名按各厂家定义,要求能说明设备用途和在小区变内设备编号,如 2 号主变温度采集设备可定义为“BYQ\_TMP2”,2 号直流屏可定义为“ZLP2”。物理设备下逻辑设备 (LD) 分为三类:

① 保护类 LD,命名为 PROT,该 LD 下设置 4 个数据集:保护动作 (dsTrip),告警 (dsAlarm),开关量 (dsRelayDin),定值 (dsSetting)。具体引用数据按 DL/T 860-7 定义。

② 测量类 LD,逻辑节点引用数据按 DL/T 860-7 定义。

③ 控制类 LD,该 LD 下设置遥控节点,按 DL/T 860-5 规定采用 CSWI 命名。

## 2.4 智能实用的运行监控平台

大量的小区变需要同时监控,一个智能实用的运行监控系统平台才能解决这些问题。设计的监控平台分主站端和当地端两层。通过当地端系统就具备一定的功能,尽可能减少信息的上传,减少大量冗余信息上传和处理对主站性能的影响;通过分布式的功能实现模式,减少主站端出现问题时对大量小区变运行可靠性的影响。通过合理分配系统平台的处理能力,实现智能化的小区变运行控制系统和运行辅助系统功能。

(1) 智能运行控制系统的当地端主要通过 SCADA 系统实现电气设备的监视,监视高、低压设备的电压电流和变压器的负荷状况,监视变压器的油温等参数。正常数据保存在小区变内当地端的硬盘中,异常数据立即上传到主站端的监控平台。小区变的电气设备模型在主站端系统中建立、修改,再同步到当地端。系统智能控制策略和规则由主站端系统自动生成,定期同步到当地端系统中。智能运行控制系统的当地端系统能实现小区变内智能控制电容器投切、智能控制主变投退、合理调节潮流、自动控制电压,达到节能

降耗的目的,并具有自动故障隔离和恢复的功能。当地端系统只在各项操作完成后才将操作过程和结果上传主站端监控平台,通知监控人员。

(2) 智能运行辅助系统的当地端实现消防报警系统和环境温湿控制系统的功能,只将异常信息上报主站端的监控平台。而视频监控系统和门禁系统的功能主要由主站端来完成,通过视频监控和门禁管理实现小区变的安全保卫功能。

## 3 研发过程中遇到的问题及解决

### 3.1 设计部署中的问题及解决

电网中小区变数量远大于变电站数量,若采取技术成熟的集中式监控系统部署,将造成小区变主站系统采集处理的数据量是变电站的数倍甚至数十倍。以扬州供电公司现有的变电站集中式监控系统主站的服务器群及通信支撑设备的部署规模看来,要建成全扬州区域小区变的集中式监控系统且满足每月 10 个以上小区的增加量,主站系统建设规模预计是现有规模的 3~5 倍,投入太高,不具备推广价值。且如此庞大的主站规模势必对日后的二次系统运行维护带来压力。

为解决上述难点问题,考虑到小区变各类信息的重要程度是有分别的,选择对小区变采取集散式监控系统的部署方案。将主要的数据分析处理工作交由各小区变子站端分散处理完成,正常运行时仅向主站发送少量数据,在收到主站访问及调用命令时,子站再集中上送数据包;故障、异常或辅助系统调整运行方式时,子站系统主动上送电流、有功曲线、开关变位等异常信息到主站,便于监控人员分析掌控。实践后表明,目前小区变主站监控系统单台服务器配置,就可以满足对 5 000 个以上子站系统的管理。

### 3.2 现场应用发现的问题及解决

智能监控终端要求具有数据筛选、智能分析与计算、数据远传功能,且具有测控功能以满足消防、安防、环境温湿度接入功能。在装置初期设计节点,未考虑 4~20 mA 小信号接入,而在现场施工时,发现无法满足干变温度和环境温湿度的接入,因此重新更改了智能监控终端模拟量输入板设计。在工程施工中,“声光告警”、“LED 灯控制”、“布防信号灯控制”都通过智能监控终端直接开出控制,而这些设备的电源电压等级不尽相同,给设计上带来了麻烦,考虑到设备的批量化生产,此类设备的控制就通过智能监控终端配合外接继电器完成,从而确保设备的统一性。

### 3.3 IEC 61850 规约应用时发现的问题及解决

在实施过程中,发现有的二次设备虽然满足 IEC 61850 要求,站控层通信采用 MMS 规约,但对 MMS 规约的支持不尽完善,遥测报告控制块在连接断开的

情况下使能标记不能够复归,从而使智能监控终端再下一次使能请求时失败,因此要求相关的测控设备厂家对程序作修改,从而满足工程需要。在项目施工中,有些小系统设备如直流、干变温度等不能提供针对MMS规约的支持,因此对这些设备,智能监控终端对此进行协议扩充,使这些设备满足接入要求,项目组对这类设备进行了基于IEC 61850的数据建模,为今后类似设备的接入提供了支持依据。

#### 4 结束语

系统的总体架构按照集中和分散模式设计,功能设计覆盖了居住区配电采集与应用的整个过程。建成了全国首个全IEC 61850标准化设备的一体化智能信息监控小区变和一套基于居住区配电系统典设的一体化智能信息监控平台,并成功投入应用,经半年多的运行证明,系统运行稳定可靠,达到了预期的建设目标。为居住区配电一体化管理模式创新进行了有益的探索。通过居住区配电房智能运行系统的研究和现场应用,解决了配电房内各类设备基于IEC 61850标准的模型建立问题,解决了信息的分层分类、智能传输和处理问题,实现各类设备的即插即用、信息共享。

随着相关技术的进步,可进一步提高一体化智能

监控终端的集成度和可靠性,提升终端信息采集、处理的智能化水平,实现装置自适应、自愈和免维护的运行目标。解决信息分区运行安全问题,实现小区营配信息的统一、高效传输。在推广应用过程中将不断完善系统主站和智能终端的功能配合和优化,增加小区变智能化安全、可靠、经济运行辅助功能,实现世界一流配电运行维护管理的新目标。

#### 参考文献:

- [1] 王 灿,吴菲菲. IEC 61850 数字变电站综合自动化系统[J]. 华中电力,2011,24(1):6-10.
- [2] 韩国政,徐丙垠. 基于 IEC 61850 的高级配电自动化开放式通讯体系[J]. 电网技术,2011,35(4):183-186.
- [3] 韩国政,徐丙垠. 基于 IEC 61850 标准的智能配电终端建模[J]. 电力自动化设备,2011,31(2):104-107.
- [4] 罗四倍,黄润长,崔 琪,等. 基于 IEC61850 标准面向对象思想的 IED 建模[J]. 电力系统保护与控制,2009,37(17):88-92,121.

#### 作者简介:

- 刘 忠(1968),男,江苏扬州人,高级工程师,研究方向为配电自动化、电力系统可靠性分析、智能配用电;
- 谢 亮(1972),男,江苏苏州人,高级工程师,从事配电专业管理工作。

## Research and Practice of Intelligent Operating System for Distribution Room

LIU Zhong, XIE Liang

(1. Yangzhou Power Supply Company, Jiangsu Yangzhou 225001;

2. Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China)

**Abstract:** This article describes the research of a residential area distribution room intelligent operating system solutions and on-site practice. The paper studies various types of equipment for the distribution room, to determine the standard model based on the IEC 61850 protocol, and new developed intelligent information terminal supporting the IEC 61850 protocol, achieving the goal of intelligent transmission and processing of information, plug-and-play of the various types of equipment and information sharing. Development of distributed intelligent operating platform of distribution room for the whole region, including intelligent operation control system and intelligent operation supporting system, solves the problem of safety and economic operation of a large number of unattended power distribution room, getting significant social and economic benefits.

**Key words:** intelligent operating system; distribution room; IEC 61850 protocol; intelligent information terminal

(上接第 49 页)

## The Design of Optical Current Transformer Real-time Error Analysis System

CHEN Ming-ming<sup>1</sup>, LU Shu-feng<sup>1</sup>, BAO Yu-shu<sup>2</sup>, LIANG Kai<sup>3</sup>, WANG Shao-hua<sup>1</sup>

(1. Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing 211103, China; 2. Jiangsu Frontier Electric Technologies Co. Ltd, Nanjing 211102, China; 3. Wuxi Power Supply Company, Wuxi 214101, China)

**Abstract:** Optical current transformer has been widely used in Jiangsu Province, but there is not related practical error data with the time going, electromagnetic interference and temperature change. This paper firstly introduces the basic principle of optical current transformer and existing problems, the hardware and algorithm of error comparison device. Then, the device has been installed in Xijing Substation of Jiangsu Province, and proved to be feasible.

**Key words:** optical current transformer; error; error comparison device