

DOI: 10.7500/AEPS20131203008

# 一种变电站告警图形网关最小化系统的研制

任 浩<sup>1</sup>, 韩 伟<sup>2</sup>, 窦仁晖<sup>1</sup>, 姚志强<sup>1</sup>, 耿明志<sup>1</sup>, 徐 歆<sup>1</sup>

(1. 中国电力科学研究院(南京), 江苏省南京市 210003;

2. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏省南京市 211106)

**摘要:** 提出一种基于嵌入式平台的告警图形网关实现方式, 采用无风扇、无硬盘的嵌入式设备, 通过 IEC 61850 制造报文规范(MMS)采集装置数据, 以哈希算法为索引的共享内存实时库和文件型存储为数据存储介质, 以消息总线为系统中间件用于网关机内部各应用进程之间的数据交互, 采用 DL/T 476—2012 规约用于网关机与调度主站之间的数据交互, 将告警直传的告警字符串信息以及远程浏览的 CIM/G 图形文件和画面刷新数据上送调度主站, 最终开发出一整套为告警直传与远程浏览应用量身定制, 具备采集、存储、配置、管理、转换、服务、转发功能的告警图形网关最小化系统, 经实验室测试和苏州常熟南变电站试点应用证明, 研制出的告警图形网关机完全符合告警直传和远程浏览的功能和性能要求。

**关键词:** 告警直传; 远程浏览; 消息总线; DL/T 476—2012; CIM/G; IEC 61850

## 0 引言

为实现“大运行”体系所要求的调控一体化, 调度业务与设备监控业务融合, 需要上送大量变电站数据信息, 大幅增加了主站系统数据库的存储和处理负担。为此, 有关部门提出了“告警直传、远程浏览”这一新的数据交互方式并启动试点, 以解决变电站数据剧增带来的传输和处理问题<sup>[1-4]</sup>。

传统厂站端和调度主站端的数据传输, 只有运动通信一种方式, 依赖远动信息点表, 通过循环远动规约(CDT)和 IEC 60870-5-101/104 规约传输。为实现变电站告警直传和远程浏览功能, 国内主流变电站二次厂家现有方案是在自身后台监控系统的基础上增加 2 台工作站, 通过独立的通道实现告警直传和远程浏览功能, 等同于一套小型的数据采集与监控(SCADA)系统, 造成资源浪费、建设成本提高、设备可靠性较差等问题; 依托已有成熟的平台和功能模块, 只需继承性开发或稍加改造即可迅速开发出告警图形网关相关的功能模块, 但在运行环境、资源消耗和管理方式上受到很大限制。

为解决这个问题, 本文提出一种基于嵌入式平台的告警图形网关的方式, 实现告警直传和远程浏览应用功能在嵌入式设备上的部署, 采用工业级产品, 无风扇、无硬盘, 大幅度提高设备可靠性。另外在其上配置一整套专门为告警直传与远程浏览应用

量身定制的告警图形网关最小化系统, 可以有效提高硬件资源利用效率, 降低改造和维护成本, 提高设备稳定性和可靠性。同时对于采用一体化监控系统的变电站来说, 实现告警图形网关功能融入 I 区数据通信网关机和 II 区数据通信网关机, 简化设备和系统, 降低变电站建设成本, 为主站提供更多的数据支撑服务。

## 1 技术基础

### 1.1 告警直传与远程浏览

“告警直传”是以变电站监控系统单一事件或综合分析结果为信息源, 经过相关的分类标准和规范化处理, 生成标准的告警条文, 经由变电站图形网关机通过 DL/T 476—2012 规约(简称 DL476 规约)或 IEC 60870-5-104 规约直接以文本格式传送到调度主站及设备运维站, 分类显示在相应的告警窗并存入告警记录文件。告警信息筛选以监控业务需求为依据, 以相关告警分类为标准, 应注重信息的完整性与传输的可靠性。

“远程浏览”是通过提供远程浏览的手段实现变电站全景信息监视, 调度监控值班员或大修修维人员需要详细检查变电站运行信息, 可以通过“多电脑切换器(KVM)、远方终端、图形网关”等方式直接浏览变电站内完整的图形和实时数据。近期可采用 KVM、远方终端过渡方式实现远程调阅变电站的监控图形和数据, 远期可通过图形网关实现, 主站端与变电站图形网关机建立通信链接, 通过 DL476 规约获取厂站端的 CIM/G 格式图形文件和画面实时数

据,实时查看变电站监控后台图形界面<sup>[5-9]</sup>。

## 1.2 告警图形网关及其最小化系统

告警图形网关是专门为变电站告警直传、远程浏览提供服务 and 转发功能的站控层网关设备,从电力系统网络架构上来看,与变电站传统远动工作站处于同等位置。所谓最小化系统,是完全以告警直传与远程浏览应用为出发点而设计,专门为告警直传与远程浏览功能定制的独立系统,所包括的采集、存储、配置、管理、转换、服务、转发等软件模块只具备为告警直传与远程浏览提供支撑服务的功能。

## 2 方案设计与实现

### 2.1 系统架构设计

本文设计的告警图形网关最小化系统以嵌入式工控机为硬件平台,RedHat Linux 64 位操作系统为软件平台,通过 IEC 61850 制造报文规范(MMS)采集装置数据获取全站数据源,以哈希算法为索引的共享内存实时库和文件型存储为数据存储介质,通过消息总线贯穿于各应用中间,用于不同进程之间的数据交互,在此基础之上部署用于告警直传与远程浏览的告警直传服务和画面刷新服务,为告警转发和远程浏览数据转发提供规范化的数据来源。功能模块包括:告警直传转发、远程浏览数据转发、IEC 61850 数据采集、矢量图形转换、系统管理和系统配置。总体来说整个告警图形网关最小化系统包括采集、存储、配置、管理、转换、服务和转发功能,告警图形网关最小化系统架构设计如图 1 所示。

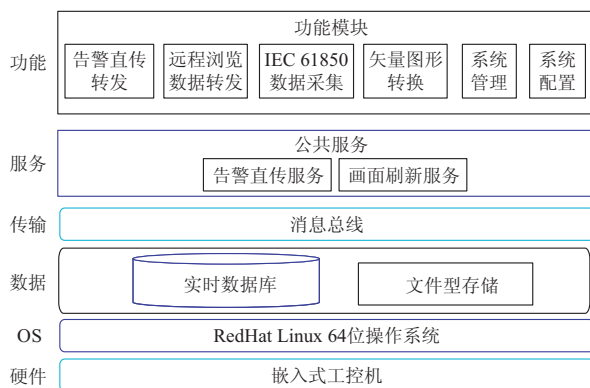


图 1 告警图形网关最小化系统架构  
Fig.1 Minimized system architecture of  
alarm and graphics gateway

告警图形网关各组成模块主要有 9 个功能。

#### 1) 数据采集

告警图形网关机通过 IEC 61850 MMS 采集装置智能电子设备(IED)数据,开入、事件、报警等遥信类数据通过缓存报告控制块(BRCB)上送,遥测、保护量测类数据通过非缓存报告控制块(URCB)上

送,均映射到 MMS 的读写和报告服务。

#### 2) 数据存储

解析变电站配置描述(SCD)文件建立变电站告警图形网关实时数据库,通过高效的哈希算法,对采集到的数据进行识别、检索和写库操作,并实现周期性保存历史数据,以及重启数据库的自动恢复功能。

#### 3) 直传告警配置

提取变电站 SCD 模型信息,形成直传告警配置信息,其中调控信息交互规范中所规定的信号采用通用配置方式。

#### 4) 系统进程管理

自动监视系统所有进程运行状态,对于故障停止的进程能够实现自启动,对多线程进程进行线程数量管控,实现多线程的启停管理。

#### 5) 矢量图形转换

实现监控平台所支持的可缩放矢量图形(SVG)到调度支撑平台所支持的 CIM/G 图形的转换,包括:图元转换、图形转换及画面数据映射文件的生成。

#### 6) 告警直传服务

以采集程序发送的变化遥信、变化遥测及故障告警信号为信息源,经过信息过滤、分类分级、优化、规范化处理生成标准化告警条文,通过消息总线发送给告警直传转发程序。

#### 7) 告警直传转发

支持多线程并发处理模式,面向多级调度,按照不同级调度所关注信号的需求,区别化定制变电站告警信息,采用 DL476 规约 ASCII 码数据块的方式转发至调度端前置告警接收模块。

#### 8) 画面刷新服务

响应远程浏览转发模块的请求,读取画面数据映射文件,从数据库中取出画面数据值,第 1 次取画面全数据,运行过程中取变化数据,通过消息总线发送给远程浏览转发模块。

#### 9) 远程浏览数据转发

接收调度端发送的画面文件请求,采用 DL476 规约文件内容块和遥信遥测数据块的方式,将 G 图形文件和画面刷新数据转发至调度前置数据接收模块,同时支持多级调度同时调阅的需求。

该告警图形网关机在变电站自动化系统中属于站控层设备,向下连接站控层网络,通过 IEC 61850 MMS 采集间隔层测控和保护装置发送的数据;向上连接调度数据网,通过 DL476 规约向调度中心传送告警直传与远程浏览所需的告警字符串、图形文件和画面数据信息<sup>[10-15]</sup>。告警图形网关机在变电站自动化系统中的拓扑结构如图 2 所示。

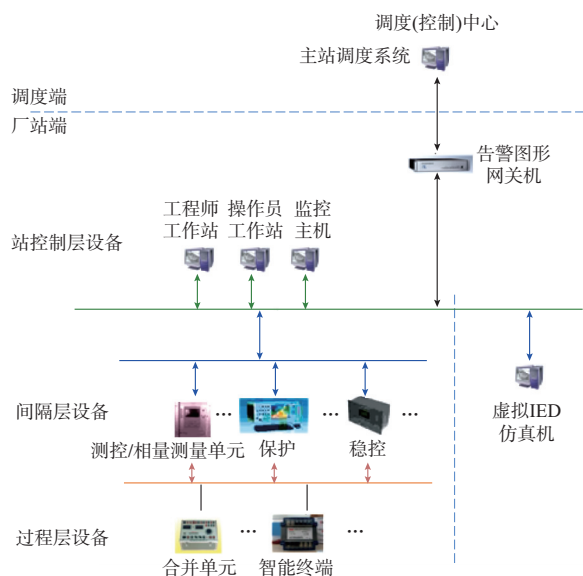


图2 告警图形网关在变电站中的拓扑结构  
Fig.2 Topology of alarm and graphics gateway in substation

## 2.2 告警直传与远程浏览功能设计及实现

告警图形网关包括告警直传和远程浏览功能。

告警直传以变电站监控系统的单一事件或综合分析

结果为信息源,按照事故、异常、越限、变位、告知5类分类标准,经过分类整理、归并、优化处理后,生成标准的告警条文,经由告警直传转发模块,以DL476规约格式传送到调度主站,主站端告警服务程序接入后,告警信息可分类显示在相应的告警客户端。远程浏览以CIM/G语言为浏览画面文件标准,DL476规约为画面数据传送的载体,经由数据转发模块向主站端发送图形文件及画面刷新数据,主站端图形程序接入后,可远程浏览到变电站监控后台图形界面。

告警图形网关实现方案设计框图如图3所示,包括6个软件模块和3个工具。软件模块包括:告警直传转发模块、告警直传服务模块、数据转发模块。画面刷新服务模块、信号采集模块和数据存储模块。工具类包括:SVG转G矢量图形转换、告警直传配置和采集配置工具。其中采集配置工具为信号采集模块提供驱动文件,告警直传配置工具为存储模块提供标准化告警配置文件,SVG转G矢量图形转换为远程浏览提供标准化的图形和画面数据映射文件。图3中:SSD表示系统规格文件。

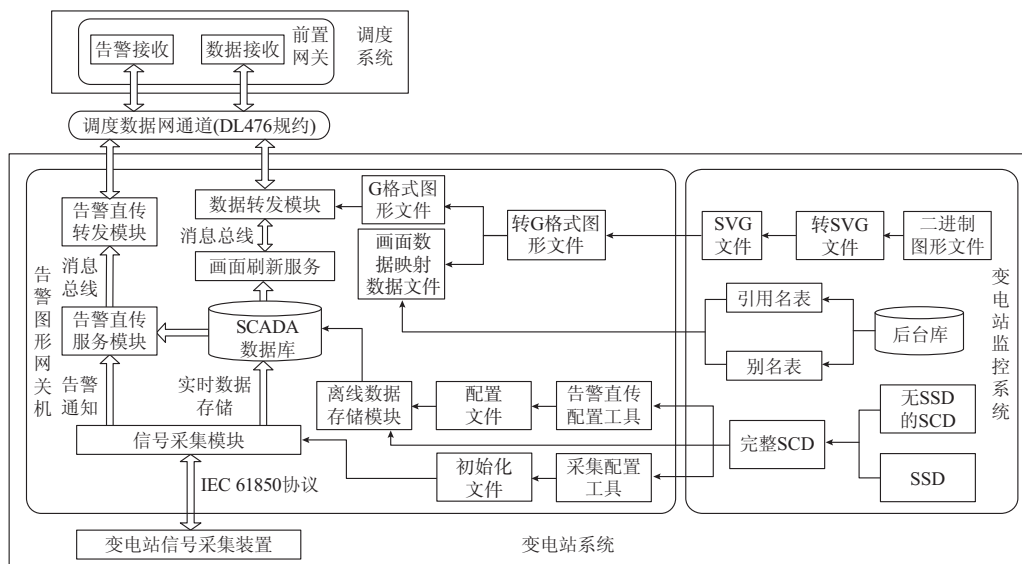


图3 告警图形网关实现方案设计框图  
Fig.3 Designing diagram of alarm and graphics gateway solution

告警直传服务模块一方面接收信号采集模块发送的告警通知报文,解析告警消息结构体获取信号类型、信号引用名、信号发生时间和信号数值,通过哈希索引接口从数据库查找信号所属厂站名称、电压等级、间隔名称、设备名称、信号名称、信号等级和遥测限值,经过对告警消息结构体和所查询数据库信息进行过滤、优化以及标准化处理,生成标准告警

条文;另一方面通过消息总线把标准告警条文发送给告警转发模块。告警转发模块一方面负责与调度端告警接收模块建立传输控制协议(TCP)通信链接,另一方面接收告警直传服务模块发送的标准告警字符串,以DL476规约块的方式转发至调度端前置告警接收模块。

画面刷新服务模块一方面负责通过消息总线与

数据转发模块交互报文,另一方面根据画面数据映射 DAT 文件从 SCADA 数据库中取画面数据,首次取的是全数据,运行过程中取的是变化数据。数据转发模块负责接收调度端发送的画面文件请求,然后按照 DL476 规约把 CIM/G 语言文件内容数据块,以及从画面刷新服务程序接收的全遥测数据块、全遥信数据块、变化遥测数据块和变化遥信数据块转发至调度端前置数据接收模块。

### 2.3 数据交互流程

变电站告警直传功能的完整数据流程,包括:主子站 DL476 通信链路数据交互过程、告警网关服务与转发模块基于消息总线的数据交互过程、告警直传服务模块与后台数据库和数据采集模块交互过程。其中 DL476 链路通信过程包括:①主子站建立 TCP 链接;②主站发送启动应用,子站收到启动应用确认;③子站发送告警信息;④主站发送确认报文;⑤主/子站发送测试报文;⑥主/子站发送测试确认报文;⑦主/子站发送断开连接报文;⑧主/子站发送断开连接确认报文。其中主站与告警网关机之间基于 DL476 规约的告警直传数据交互流程如图 4 所示。

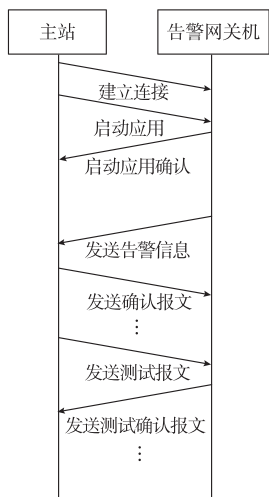


图 4 告警直传数据交互流程

Fig.4 Data exchange process of alarm direct pass

变电站远程浏览功能的完整周期,包括:主子站建立 TCP 链接、主站端发送应用关联、子站端发送确认关联、主站端发起画面文件请求、子站端发送画面文件、主站端发起画面数据请求、子站端发送画面数据、主站端发送释放和子站端发送释放确认。其中主站与图形网关机之间基于 DL476 规约的数据交互流程包括获取图形文件和画面数据,其交互过程分别如图 5、图 6 所示。

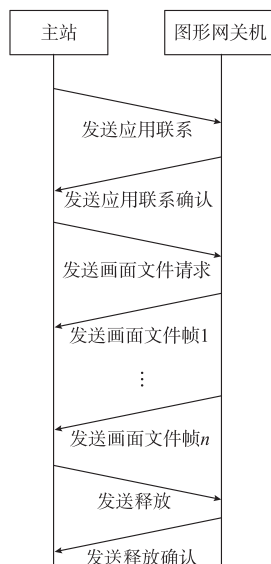


图 5 远程浏览图形文件交互流程

Fig.5 Graphics files exchange process of remote browsing

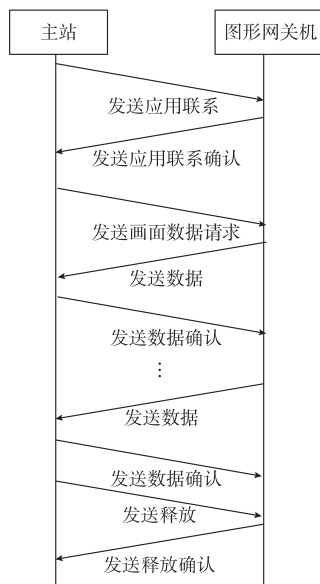


图 6 远程浏览画面数据交互流程

Fig.6 Screen data exchange process of remote browsing

## 3 测试条件及结果

### 3.1 测试条件

为测试告警图形网关最小化系统的基本功能和性能指标,在实验室搭建如图 7 所示的测试环境,包括 GW500 告警图形网关、虚拟 IED 仿真机及主站调度系统,三者通过交换机进行互联。其中 GW500 告警图形网关布置告警图形网关最小化系统;虚拟 IED 仿真机安装虚拟 IED 仿真软件 Substation Simulator,用于模拟装置发送信号;主站调度端是具备告警直传和远程浏览接收功能的 D5000 系统。

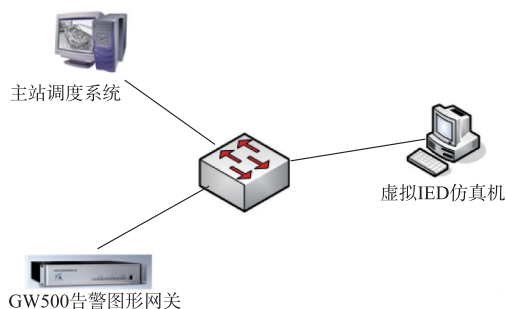


图7 告警图形网关最小化系统的测试环境  
Fig.7 Test environment of minimized alarm and graphics gateway system

### 3.2 测试结果

用仿真软件模拟保护出口、保护压板、测控远方/就地、开关/刀闸变位、异常告警、通信状态、遥测越限信号,在调度告警客户端窗口显示五段式标准告警字符串信息,事件内容分别为动作/复归、投入/退出、分闸/合闸、告警/复归、中断/正常、越上(下)限/复归。模拟 CT2205 装置的遥信、遥测、保护等信号,在调度端 D5000 图形浏览窗口中显示 5 号主变压器 220 kV 侧监控图和画面动态数据,测试结果见附录 A。

## 4 工程试点应用

该告警图形网关系统已应用于苏州常熟南 500 kV 智能变电站中。经过现场安装部署、工程化配置、模块化调试、系统联调、一致性对点,最终实现告警直传与远程浏览功能,达到告警图形网关性能指标要求,主站端可以随时调阅变电站告警字符串信息,对变电站系统运行状况、潮流走向、一次设备位置、光字信号等的直接监控,提高调度运行监视效率。

## 5 结语

本文提出了一种告警图形网关最小化系统的实现方案,该系统向下采用 IEC 61850 MMS、内部采用消息总线、向上采用 DL476 规约的通信方式,在打通网关机对内对外数据流基础上,部署用于告警直传和远程浏览应用相关的功能模块,最终开发出具备采集、存储、配置、管理、转换、服务、转发功能的告警图形网关最小化系统。经实验室测试和苏州常熟南变电站试点应用证明,研制出的告警图形网关机完全符合告警直传和远程浏览的功能和性能要求,同时大幅度提高硬件资源的利用效率,降低变电站改造成本,提高设备可靠性。

附录见本刊网络版 (<http://www.aeps-info.com/aeps/ch/index.aspx>)。

## 参考文献

- [1] 肖世杰.构建中国智能电网技术思考[J].电力系统自动化,2009,33(9):1-4.  
XIAO Shijie. Consideration of technology for construction of Chinese smart grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2009, 33(9): 1-4.
- [2] 王雷.告警直传与远程浏览在浙江省调度中的应用[J].供用电,2012,29(5):52-55.  
WANG Lei. The application of alarm direct pass and remote browsing in Zhejiang province scheduling[J]. Transmission & Distribution, 2012, 29(5): 52-55.
- [3] 胡丽清,肖艳炜,李英.变电站监控信息告警直传技术及其在浙江电网的应用[J].浙江电力,2012,31(12):87-90.  
HU Liqing, XIAO Yanwei, LI Ying. The technology of alarm direct pass about substation monitoring information and the application in Zhejiang power grid[J]. Zhejiang Electric Power, 2012, 31(12): 87-90.
- [4] 刘希峰,王彦博,韩振峰.变电站远程浏览技术实现方法[J].山东电力技术,2012(6):41-43.  
LIU Xifeng, WANG Yanbo, HAN Zhenfeng. The realization method of substation remote browsing technology[J]. Shandong Electric Power, 2012(6): 41-43.
- [5] International Electrotechnical Commission. IEC 61850-6 communication networks and systems in substations [S]. Switzerland: International Standard, 2004.
- [6] 中国电力远东通信标准化技术委员会.DL/T 476—2012 电力系统实时数据通信应用层协议[S].2012.
- [7] 国家电网公司科技部.Q/GDW 624—2011 电力系统图形描述规范[S].2011.
- [8] 国网生产技术部、科技部、基建部.Q/GDW 263—2012 变电站调控数据交互规范(试行)[S].2012.
- [9] 李俊堂,顾苏,陈小辉.500 kV 变电站调控交互系统施工方案研究[J].电力建设,2013,34(4):99-101.  
LI Juntang, GU Su, CHEN Xiaohui. The research on construction scheme of remote control interactive system for 500 kV substation [J]. Electric Power Construction, 2013, 34(4): 99-101.
- [10] 樊陈,倪益民,窦仁晖,等.智能变电站信息模型的讨论[J].电力系统自动化,2012,36(13):15-19.  
FAN Chen, NI Yimin, DOU Renhui, et al. Discussion on smart substation information model[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(13): 15-19.
- [11] 樊陈,倪益民,窦仁晖.智能变电站一体化监控系统有关规范解读[J].电力系统自动化,2012,36(19):1-5.  
FAN Chen, NI Yimin, DOU Renhui. Interpretation of relevant specifications of integrated supervision and control systems in smart substations[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(19): 1-5.
- [12] 王东青,李刚,何飞跃.智能变电站一体化信息平台的设计[J].电网技术,2010,34(10):20-25.

- WANG Dongqing, LI Gang, HE Feiyue. Design of integrative information platform for smart substation[J]. Power System Technology, 2010, 34(10): 20-25.
- [13] 杨臻, 赵燕茹. 一种智能变电站一体化信息平台的设计方案研究[J]. 华北电力大学学报, 2012, 39(3): 59-64.
- YANG Zhen, ZHAO Yanru. Design and study of an integrative information platform for smart substation[J]. Journal of North China Electric Power University, 2012, 39(3): 59-64.
- [14] 薛晨, 黎灿兵, 黄小庆, 等. 智能变电站信息一体化应用[J]. 电力自动化设备, 2011, 31(7): 110-114.
- XUE Chen, LI Canbing, HUANG Xiaoqing, et al. Application of integrative information platform for smart substation[J]. Electric Power Automation Equipment, 2011, 31(7): 110-114.
- [15] 蒋宏图, 袁越, 杨昕霖. 智能变电站一体化信息平台的设计[J]. 电力自动化设备, 2011, 31(8): 131-134.
- JIANG Hongtu, YUAN Yue, YANG Xinlin. Design of integrated information platform of smart substation [J]. Electric Power Automation Equipment, 2011, 31(8): 131-134.
- 
- 任浩(1982—), 男, 通信作者, 工程师, 主要研究方向: 电力系统保护、控制和自动化, 智能变电站及主厂站一体化技术。E-mail: renhao@epri.sgcc.com.cn
- 韩伟(1982—), 男, 助理工程师, 主要研究方向: 电力系统控制和自动化、智能化变电站一体化技术。
- 窦仁晖(1972—), 男, 高级工程师, 主要研究方向: 电力系统自动化的研发和管理。

(编辑 王梦岩 章黎)

## Development of a Minimized System for Alarm and Graphics Gateway of Substation

REN Hao<sup>1</sup>, HAN Wei<sup>2</sup>, DOU Renhui<sup>1</sup>, YAO Zhiqiang<sup>1</sup>, GENG Mingzhi<sup>1</sup>, XU Xin<sup>1</sup>

(1. China Electric Power Research Institute (Nanjing), Nanjing 210003, China;

2. NARI Technology Co. Ltd., Nanjing 211106, China)

**Abstract:** Presented in this paper is the implementation of alarm and graphics gateway based on an embedded platform that adopts embedded devices with neither fans nor hard drives. Device data are collected through IEC 61850 manufacturing message specification (MMS) protocol. The real-time library adopted by the shared memory and hash algorithm as index and the file type storage are used as data storage medium. The message bus as the mode of middleware is adopted as the medium throughout the application processes of the interior of gateway for data exchange between different programs. The DL/T 476—2012 protocol is used to exchange data between the gateway and the dispatching center, which sends the alarm string information to the alarm direct pass and the CIM/G graphic files and graphics refresh data for the remote browsing to the dispatching center. Finally, a minimized system of alarm and graphic gateway is developed, with the functions of acquisition, storage, configuration, management, conversion, services and forwarding all in order and with the application of direct alarming and remote browsing customized. It is proved by testing and pilot application that the alarm and graphics gateway completely meets the functional requirements of alarm direct pass and remote browsing.

This work is supported by State Grid Corporation of China (No. DZ71-14-039).

**Key words:** alarm direct pass; remote browsing; message bus; DL/T 476—2012; CIM/G; IEC 61850