

DOI:10.13296/j.1001-1609.hva.2016.04.010

高压开关在线监测手机终端系统

曾林翠¹, 白世军^{1,2}, 张永强¹, 张豪俊¹, 荣命哲²

(1. 西安西电开关电气有限公司, 西安 710077; 2. 西安交通大学电气工程学院, 西安 710049)

摘要: 高压开关在线监测技术在智能化变电站已经得到了广泛的应用,可以监测高压开关SF₆气体信息,避雷器信息、断路器机械特性信息和局部放电信息等。但是,现阶段该技术只能在变电站就地查看高压开关的监测信息,不能把信息进行远传共享。文中所描述的系统,以智能手机终端为载体,以Android系统为基础,使用VPN技术、WEB服务器技术、4G/3G无线网络和数据库技术实现了高压开关监测信息的手机监测。文中主要完成了系统结构设计、Android版手机终端设计、服务器的设计工作,并把该系统应用于三峡工程向家坝左岸水电站工程,对系统进行了功能验证。

关键词: Android; 在线监测; 手机终端; WEB服务器; 高压开关

On-line Monitoring System Used in Mobile Phones for High Voltage Switchgear

ZENG Lincui¹, BAI Shijun^{1,2}, ZHANG Yongqiang¹, ZHANG Haojun¹, RONG Mingzhe²

(1. Xi'an XD Switchgear Electric Co., Ltd., Xi'an 710077, China;

2. School of Electrical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: High-voltage (HV) switchgear on-line monitoring technology in intelligent substation has been widely used. Through which a variety of running information of HV switchgear can be monitored, including SF₆, arrester, circuit breaker, partial discharge and so on. However, at present this technology can only locally view the monitoring information of HV switchgear in substation, and the monitoring information cannot be remote shared. In this paper, the system based on the smart mobile phone terminals and the Android system, use of VPN technology, WEB server technology, 4G/3G wireless network and database technology to achieve the monitoring of high-voltage switch phone monitoring information. This paper mainly completed the system design, Android version of the mobile phone terminal design, server design, and finally the system performances are validated by the left hydropower project of Xiangjiaba in the Three Gorges projects.

Key words: Android; on-line monitoring; mobile phone terminals; WEB server; HV switchgear

0 引言

随着智能电网的发展,高压开关在线监测技术应用越来越普遍。由于多数变电站都地处偏僻,有线网络覆盖还不够完善,因此,该技术只能应用于变电站就地监测,用来查看高压开关的运行状态,很少把监测数据传输到远端,限制了监测数据的应用^[1]。

近年来,随着智能手机和移动网络技术的迅速

发展,推动了各项技术在智能手机终端上的应用,也为高压开关在线监测在手机端的应用提供了可能。另外,随着智能手机的发展,智能手机应用开发平台也日渐成熟,为高压开关在线监测系统 APP 的开发提供了良好的开发环境^[2-6]。

现在手机有 3 大系统,分别为 IOS 系统、Android 系统和 WindowsPhone 系统。IOS 和 Windows 系统都为封闭系统,对程序编写有诸多限制,只有 Android 为开源系统,因此选用 Android 系统为高压开关在线监测手机终端系统的开发运行平台。

收稿日期:2015-11-13; 修回日期:2015-12-15

基金项目:科技重大专项课题资助(2012ZX04010-071)。

Project Supported by Science and Technology Major Projects(2012ZX04010-071).

1 系统结构

高压开关在线监测手机终端系统以有线网络和无线网络为基础,采用 VPN 加密技术实现系统的网络通讯。变电站后台系统从高压开关在线监测 IED 中获取到的监测数据可通过有线网络或者移动 4G/3G 网络把数据传入数据服务器^[7-9]。数据服务器中安装有高压开关在线监测数据分析与 WEB 服务器^[10],手机终端通过该 WEB 服务器获取各个变电站的在线监测数据,详细的系统结构见图 1,手机终端为该监测系统的终端展示部分,是该系统的组成部分。

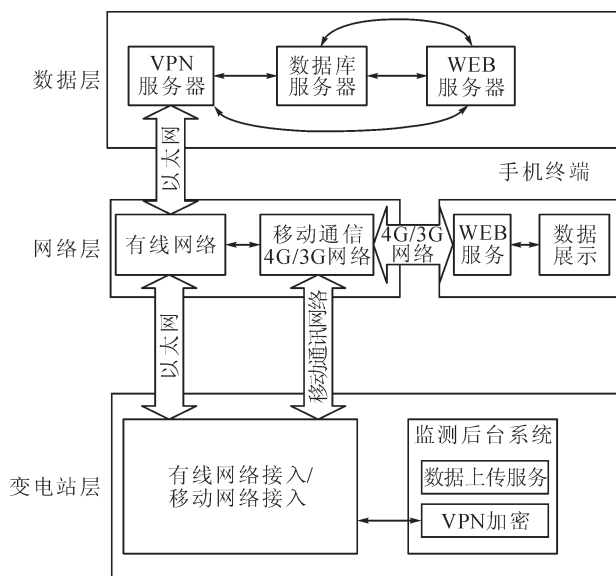


图 1 系统结构图

Fig. 1 System block diagram

高压开关在线监测手机终端系统分为 3 层:第 1 层位变电站层,该层负责监测数据的获取,该系统开发以现有变电站监测后台系统为基础,直接使用监测数据,把监测数据加密后通过以太网或移动通信网络传输到数据层;第 2 层是网络层,以现有公共以太网为基础,利用移动 4G 或 3G 网络为补充,建立起整个监测网络;第 3 层为数据层,负责数据的存储,VPN 服务和 WEB 服务,使用 WEB 服务实现与手机终端的通讯。

1)变电站层。该层是由安装在变电站主控室中的监测后台系统和网络接入服务,VPN 加密服务组成。后台监测系统用来采集各个在线监测 IED 的监测数据。它与 IED 之间采用光缆通讯,使用 IEC 61850 规约,采集后的数据保存在就地数据库中^[11-13]。VPN 加密是一种在公用网络上建立专用网络,进行加密通讯的技术,该技术在企业网络中有广泛的应用。

2)网络层。该层是依托公共以太网和移动通讯网络的 4G 或 3G 网络,实现变电站层与数据层和手机终端与数据层之间的通讯。

3)数据层。该层由 VPN 服务器、WEB 服务器和数据服务器 3 台服务器组成。VPN 服务器负责 VPN 数据加密解密服务,为监测数据通讯提供安全可靠的传输路径;WEB 服务器为手机端访问的监测数据提供接口,通过不同的 WEB 命令可获取监测数据库中的监测数据;数据服务器为监测数据的存储服务,采用 SQL 数据库实现。

4)手机终端。手机终端通过 WEB 服务,获取数据服务器中的监测数据,并采用数字或图形的形式对监测数据进行展示,实现高压开关在线监测的手机端实现。

2 手机终端设计

2.1 手机终端结构

手机终端基于 Android 平台设计实现,以 WEB 数据服务为中心,实现对高压开关在线监测的手机端实现,系统分为 3 层结构,分别为数据获取层,数据服务层和人机接口,详细的系统结构见图 2。

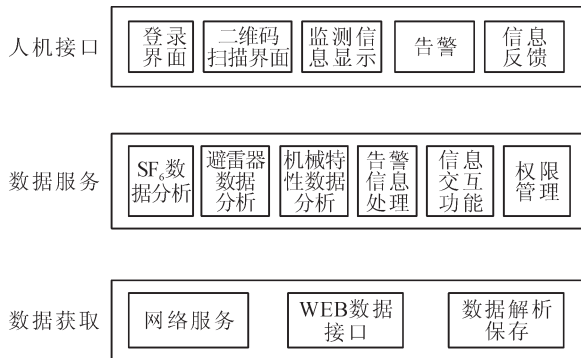


图 2 手机终端结构图

Fig. 2 Client system diagram

1)人机接口层。该层是以向用户展示的可交互窗体为载体,包括登录界面,二维码扫描界面,各类监测信息显示界面,告警信息界面和信息反馈界面。其中监测信息界面包括 SF₆ 监测信息、避雷器监测信息、机械特性监测信息等信息。

2)数据服务层。该层负责对数据进行处理,其中包括各类监测数据的分析,波形绘制,告警信息生成和权限管理等服务。

3)数据获取层。该层包括网络服务,WEB 数据接口服务和数据解析保存 3 个模块。通过该层实现监测数据、信息交互等数据的获取。

2.2 手机终端功能

手机终端设计了监测数据查看功能,告警信息

推送功能,权限管理功能,二维码扫描功能,产品信息和运行信息查看功能和信息反馈等功能。手机终端功能结构见图3。

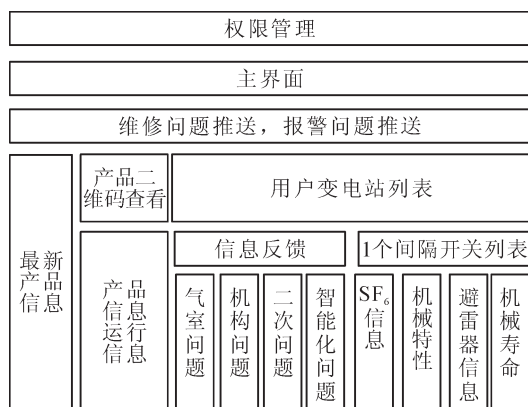


图3 手机终端功能划分

Fig. 3 Client functional division

1)监测数据查看功能中,设计了SF₆信息查看,机械特性信息查看,避雷器信息查看和机械寿命信息查看等功能。信息查看不仅可以查看实时监测信息,还可对历史信息进行访问^[14-15]。

2)告警信息推送功能可实现对告警信息的自动推送,在不需要人为查看的情况下,主动对异常告警信息进行推送,及时提醒系统运行故障。

3)权限管理功能可实现对不同用户的权限控制,提高系统的安全性,保证数据的安全可靠。同时,可保证监测数据的访问权限。

4)二维码扫描功能可实现对开关二维码的直接扫描,从而可直接获取开关设备的监测信息和产品维护信息^[16-18]。二维码采用特定的编码格式,用来识别不同的设备和传感器,详细的编码格式为{变电站工程号}{间隔id}{传感器id}{传感器类型(气室000,局放001,避雷器002,机械特性003)}。

5)产品信息和运行信息查看功能,使用该功能可以查看高压开关的额定参数,运行时间、电压等级等基本信息。

6)信息反馈功能是为用户反馈产品故障信息设计的,使用该功能,用户可直接发送故障信息到数据服务器中,实现与开关维护人员信息沟通。

3 服务器设计

服务器端主要负责监测数据、信息反馈数据和用户信息数据的接收、解析和存储。所有数据采用SQL数据库进行管理和存储,由于手机终端不能直接访问SQL数据库,因此设计了WEB数据服务器,负责与手机终端进行数据交互。监测数据根据数据类型分别存储在不同的数据表中。

4 数据上传服务设计

数据上传服务采用直接监测就地数据库的形式,如果监测数据有更新,则直接推送监测数据到数据服务器中。详细的实现过程见图4。

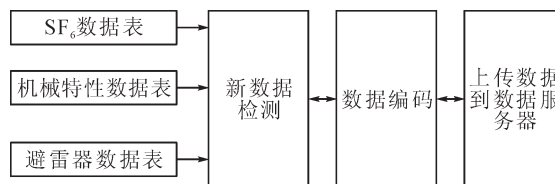


图4 监测数据上传

Fig. 4 Monitoring data upload

数据上传服务通过不停的监测各监测数据表的状态,如果数据有更新,则直接把数据传输到远端数据服务器中。

5 采用技术

5.1 基于SQL Server的WEB服务技术

监测数据的存储使用了SQL Server数据库,由于Android没有直接访问SQL Server数据库的方法,因此选用了WEB服务来间接访问SQL数据库。

通过WEB服务,把所有需要访问数据库的操作编写成WEB服务。通过调用WEB程序的函数,实现对SQL Server数据库的间接访问。

5.2 基于包络线的机械特性分析技术

在WEB程序端实现了对高压开关行程曲线、操作电流和电机电流曲线的包络线分析技术。通过该技术,可以对机械特性异常进行及时的告警处理。告警信息可直接推送至手机终端。

以高压开关基准行程曲线为标准曲线,以标准曲线为中心,上下各浮动5%形成行程曲线包络线;在高压开关每次操作后获得的行程曲线与包络线进行对比,如果超过5个点超出包络线范围,则向手机监测系统推送机构异常告警^[19-20]。图5为行程曲线包络线示意图,示意图的纵坐标为行程的占比。

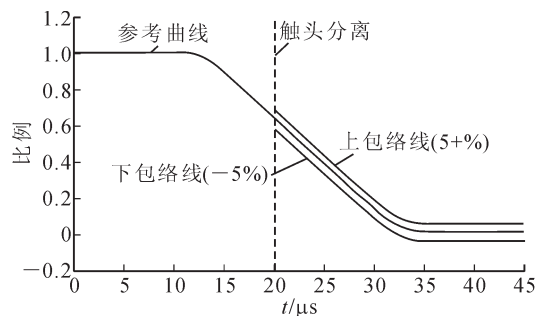


图5 包络线示意图

Fig. 5 Envelope schematic

5.3 基于四位编码的二维码扫描技术

以变电站号、间隔号、传感器号、传感器类型为编码,采用二维码扫描的形式可快速查看高压开关的监测信息。二维码扫描后,首先获取4位识别码;然后根据识别码对数据库进行访问,获取对应的监测信息;最后把监测信息以数字或图像的形式在手机上显示,从而实现对高压开关监测信息的快速检索。

例:{S10-07}{1}{29}{000} 代表变电站工程号 S10-07,id 为 1 的间隔,传感器为 29 的气室。

{S10-07}{1}{15}{002} 代表变电站工程号 S10-07\,id 为 1 的间隔,传感器为 15 的避雷器。

6 应用实例

高压开关在线监测手机终端系统已经应用到了三峡工程的向家坝左岸水电站中。具有 SF₆ 监测信息查看,机械特性数据查看和避雷器数据查看等监测功能;具有二维码扫描识别功能;具有故障信息反馈功能;具有告警信息推送功能。图 6-11 为该系统的运行示例。



图 6 登录界面



图 7 主界面

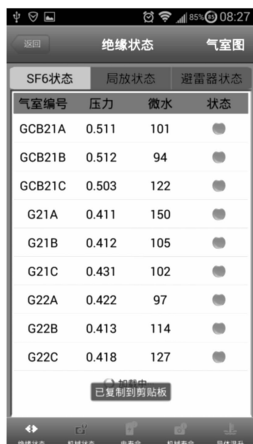
图 8 SF₆ 监测界面

Fig. 8 SF₆ monitoring interface



图 9 机械特性分析

Fig. 9 Mechanical characteristics

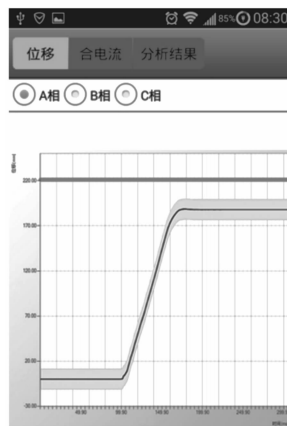


图 10 位移曲线

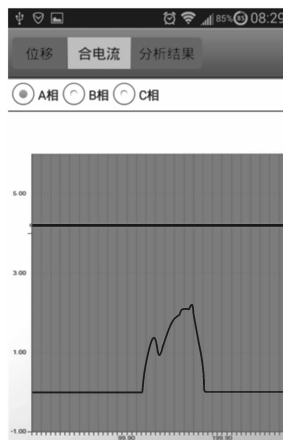


图 11 电流曲线

Fig. 10 Displacement curve

Fig. 11 Current curve

图 6 为系统登录界面,实现对用户权限的审核;图 7 为主界面,主界面上有系统的常用功能和告警信息;图 8 为 SF₆ 实时监测数据的显示,同时可显示气室状态;图 7-10 为机械特性监测界面,图 9 为机械特性分析结果,图 10 为断路器位移曲线,图 11 为断路器合闸线圈电流曲线,图 10、11 显示的曲线不够完整,可通过滑动屏幕查看完整的曲线。

7 结语

该系统为高压开关在线监测技术在移动互联网领域的延伸,通过该系统可实现对高压开关运行状态的实时监测,如高压开关运行异常,会向手机推送告警信息,实现了监测数据与用户之间的无缝连接,为高压开关的可靠运行提供了技术保证。该系统已经在三峡工程的向家坝左岸水电站中得到成功应用。

参考文献:

- [1] 陈树勇,宋书芳,李兰欣,等. 智能电网技术综述[J]. 电网技术,2009,33(8):1-7.
CHEN Shuyong, SONG Shufang, LI Lanxin, et al. Survey on smart grid technology[J]. Power System Technology, 2009, 33(8): 1-7.
- [2] 过团挺,廖胜利,曹路,等. 基于 Android 平台的小水电信息采集系统[J]. 电网技术,2014(3):750-755.
GUO Tuanting, LIAO Shengli, CAO Lu, et al. SHP information collection system based on Android platform[J]. Power System Technology, 2014(3): 750-755.
- [3] 王培海. 基于 Android 的移动云存储系统设计与实现[J]. 电视技术,2012(15):94-97.
WANG Peihai. Android mobile cloud-based storage system design and implementation[J]. TV Technology, 2012(15): 94-97.

- [4] 王 冉,游向东,邹晓佳,等. 基于安卓平台的电力作业信息系统的设计[J]. 软件,2013,39(9):27-29.
WANG Ran, YOU Xiangdong, ZOU Xiaojia, et al. Design of power job information system based on Android platform[J]. Softwear, 2013, 39(9): 27-29.
- [5] 马永光,陆振国,林永君. 基于 Internet 的电厂远程实时监控[J]. 电网技术,2007,31(2):80-83.
MA Yongguang, LU Zhenguo, LIN Yongjun. Remote power internet-based real-time monitoring system[J]. Power System Technology, 2007, 31(2): 80-83.
- [6] 鲁东海,孙纯军,王晓虎. 智能变电站中在线监测系统的设计[J]. 电力自动化设备,2011,31(1):134-137.
LU Donghai, SUN Chunjun, WANG Xiaohu. Intelligent substation online monitoring system[J]. Electric Power Automation Equipment, 2011, 31(1): 134-137.
- [7] 牛 博,姚 林,曹小行,等. 基于 3G 物联网的高压输电线路多状态信息监测系统[J]. 陕西电力,2013,41(12):56-58.
NIU Bo, YAO Lin, CAO Xiaoxing, et al. High voltage transmission line multi-state information monitoring system based on 3G internet of things[J]. Shaanxi Electric Power, 2013, 41(12): 56-58.
- [8] 孙 强,葛旭波,刘 林,等. 智能电网多属性网络层次综合评价法及其应用研究[J]. 电网技术,2012,36(10):49-54.
SUN Qiang, GE Xubo, LIU Lin, et al. Multi-attribute network process comprehensive evaluation method for smart grid and its application[J]. Power System Technology, 2012, 36(10): 49-54.
- [9] 段宇涵,唐 睿,杨国清. 基于 GSM 通信技术的 35 kV 输电线路避雷器在线监测系统研究[J]. 陕西电力,2010,38(10):30-32.
DUAN Yuhuan, TANG Rui, YANG Guoqing. Online monitoring system of 35 kV transmission line arresters based on GSM communication technology[J]. Shaanxi Electric Power, 2010, 38(10): 30-32.
- [10] 闫 湖,周 薇,李立新,等. 基于分布式键值对存储技术的 EMS 数据库平台[J]. 电网技术,2012,36(9):162-167.
YAN Hu, ZHOU Wei, LI Lixin, et al. Database platform of EMS system based on distributed key-value pair storage technology[J]. Power System Technology, 2012, 36(9): 162-167.
- [11] 杜剑光. 基于 IEC 61850 标准的断路器在线监测装置[J]. 华东电力,2009,37(7):1080-1083.
DU Jianguang. Breaker line monitoring device based on IEC 61850 standard[J]. East China Electric Power, 2009, 37(7): 1080-1083.
- [12] BOLIN P H K. Gas insulated switchgear GIS-state of the art[C]// IEEE Transactions on Power Engineering Society General Meeting. Tampa, FL, USA: IEEE, 2007: 1-3.
- [13] YAO Liangzhong, LI Naihu, KOU Hao. Reliability tests of a wireless system of monitoring and controlling for high voltage switch cabinets[C]// International Conference on Power System and Technology. Hangzhou, China: IEEE, 2010: 1-5.
- [14] 陈建志. 高压断路器在线监测技术的研究[J]. 电测与仪表,2007,44(5):12-18.
CHEN Jianzhi. Research on high voltage circuit breaker online monitoring technology[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2007, 44(5): 12-18.
- [15] 袁金丽,李 奎,郭志涛. 基于 SVM 与合分闸线圈电流参数的高压断路器机械故障诊断[J]. 高压电器,2011,47(3):26-30.
YUN Jinli, LI Kui, GUO Zhitao. High voltage circuit breaker fault diagnosis base on SVM machinery and sub-gate coil current parameters[J]. High Voltage Apparatus, 2011, 47(3): 26-30.
- [16] 徐 玲,蒋欣志,张 杰. 手机二维码识别系统的设计与实现[J]. 计算机应用,2012,32(5):1474-1476.
XU Ling, JIANG Xinzhi, ZHANG Jie. Design and implementation of mobile two-dimensional code recognition system[J]. Computer Applications, 2012, 32(5): 1474-1476.
- [17] LYCON S, KSCHISCHAN F R. Two-dimensional barcodes for mobile phones[C]// 2010 25th Biennial Symposium on Communications (QBSC). Washington, DC: IEEE Computer Society, 2010: 344-347.
- [18] KATO H, TANK T. 2D barcodes for mobile phones[C]// 2005 2nd International Conference on Mobile Technology, Applications and Systems. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2005: 48-55.
- [19] ZEINELDIN H H, EL-SAADANY E F, SALAMA M M A, et al. High voltage circuit breaker modeling for online model-based monitoring and diagnosis[C]// 2007 4th International Conference on Innovations in Information Technology. Dubai: IEEE, 2008: 317-322.
- [20] STRACHAN S M, MCARTHUR S D J, STEPHEN B. Providing decision support for the condition-based maintenance of circuit breakers through data mining of trip coil current signatures[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2007, 22(1): 178-118.
- 曾林翠(1975—),女,硕士,高级工程师,研究方向为电子式互感器及智能变电站。
- 白世军(1981—),男,西安交通大学电气工程学院博士研究生在读,主要研究方向为智能变电站电磁兼容、电子式互感器及电力设备故障诊断与状态评估。