

换流站阀厅设备巡检监控系统研究

丁志林,王超,刘凡

(国网四川省电力公司,四川成都 610041)

摘要:随着国内直流输电系统的不断建设和发展,换流站阀厅设备巡检业务迫切需要实现由传统巡检模式向智能化巡检转变。通过研究智能轨道移动平台、红外热成像检测、可见光图像识别、实时数据库等技术,关联阀厅防火报警系统,研究适用于换流站阀厅的巡检监控系统,对提升换流站的智能化巡检水平具有重要意义和参考价值。

关键词:换流站; 阀厅; 巡检; 监控

Abstract: With the continuous construction and development of HVDC system in China, the inspection for the valve hall devices in convert station urgently needs to be changed from the traditional modes to the intelligent modes. The technologies of the intelligent orbital platform, the infrared thermal imaging detection, the visible image recognition and the real-time database are studied and associated with the fire alarm system in valve hall so as to study the suitable inspection and monitoring system for valve hall in convert station, which will have an important and reference value to enhance the intelligent level of inspection in convert station.

Key words: convert station; valve hall; inspection; monitoring

中图分类号: TM763 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2015)01-0044-03

0 引言

在高压直流输电系统中,阀厅内换流阀等设备是交直流转换最核心的设备,其异常、故障(如过热、短路、漏水、爆炸)将导致直流输电系统强迫停运,甚至对跨区电网的运行带来灾难性后果。

目前,换流站阀厅内设备日常巡视主要依靠人工巡检和工业电视远方监视两种方式。这些巡视、巡检结果易受运行人员主观因素影响等突出问题,固定位置工业电视摄像头也存在很大的监控盲区,很难满足巡视范围全方位覆盖、及时发现隐患的要求。从近几年发生的换流站阀塔着火事件可知,依靠传统巡视方式越来越难以满足阀厅设备巡检实时性、准确性、全覆盖的要求。

调研了国内电力行业设备巡检系统的应用和研究情况,变电站场地设备机器人巡检系统正在逐步推广应用,而对换流站阀厅设备进行检测的室内智能化巡检监控系统的开发和应用还仍处于空白阶段^[1]。因此,随着国内直流输电系统的不断建设和发展,针对空间封闭、强电磁干扰环境下的阀厅设备,迫切需要开展换流站阀厅智能巡检监控系统的

研究,加快开发性能可靠、检测精确高的智能化巡检系统,替代传统巡检模式,实现阀厅设备巡检智能化。下面从阀厅设备智能化巡检的功能需求、硬件和软件研究与设计等方面论述,对提升换流站的智能化巡检水平具有重要意义和参考价值。

1 主要研究内容及功能需求

换流站阀厅智能化巡检系统主要通过研究智能轨道移动平台技术、红外热成像检测技术、可见光图像模式识别技术、实时数据库技术等内容,与已改造的阀厅防火报警系统(由报警改跳闸)信息数据相关联,研制出一套适用于换流站阀厅的智能巡检监控系统,替代人工巡检模式,实现对阀厅设备进行远程巡检和监控。系统相关研究内容如下:(1)适用于阀厅内强电磁环境下巡检监控系统前端数据采集装置;(2)高效率、高定位精度的阀厅室内轨道移动平台;(3)可见光、红外识别技术^[2];(4)后台监控系统软件设计。

巡检监控系统通过轨道移动平台控制智能巡检监控设备的所在位置,然后通过遥控信号控制智能巡检监控设备的一些动作(如俯、仰、旋转等),将阀

厅被检测设备的相关巡检和监控信息进行前端的数据采集,再将所采集的数据回传至智能巡检监控系统的后台进行储存、分析和显示,并生成相应的报告或告警信息,以供运检人员查阅。主要功能需求如下:(1)实时监控和检测功能:对阀厅内设备进行24小时不间断的实时高清视频监控、红外检测;(2)自动巡航和智能识别功能:实现阀厅设备巡视的本地及远方操作,并可对巡检内容和要求进行预设; (3)与已改造的阀厅防火报警系统(由报警改跳闸)信息数据(烟雾、紫外光信号)相关联^[3,4],实现迅速定位故障设备功能;(4)信息和数据分析及报警功能:通过智能专家系统对采集的信息和数据进行实时分析,及时告警,自动生成报表。

2 系统硬件研究

巡检监控系统主要硬件由前端数据采集装置、通信控制系统、数据存储系统等部分组成。

(1) 前端数据采集装置

前端数据采集装置由监测仪、轨道平台及其相关组件构成。其中,监测仪集可见光视频监控和红外检测于一体,其红外测温模块能对视场内任意像素点进行测温,并将测温数据进行压缩打包通过网络接口转换模块上传。

装置的轨道移动平台在结构工艺设计和运动关系方面需重点研究。受阀塔等设备布局限制,要实现设备全方位的检测功能,需要装置能够在垂直方向运动。传统轮式驱动或履带式驱动方式实现垂直方向运动时相对困难,故在阀厅巡检监控系统设计上采用轨道式设计。轨道垂直安装在阀厅壁面上,轨道上有同步带和滑座,同步带带动滑座上下移动,滑座上安装辅控箱和相关检测组件,实现阀厅内设备的可见光和红外检测。轨道平台组成及外形如图1所示。

运动控制核心部分采用DSP数字信号处理器芯片,该芯片中主要负责水平和俯仰两个自由度上电机的运动控制以及与接口转换模块的通信。接口模块将接收到的网络接口指令解码后通过串行通信将运动控制指令发送至DSP,在DSP中会校验上位机发送的控制指令数据的完整性,当确认信息无误时响应上位机的指令,通过光耦进行电平转换后,把运动控制信号传送给电机驱动模块,保证了电机能够准确的按照上位机的指令运动。在水平和俯仰两

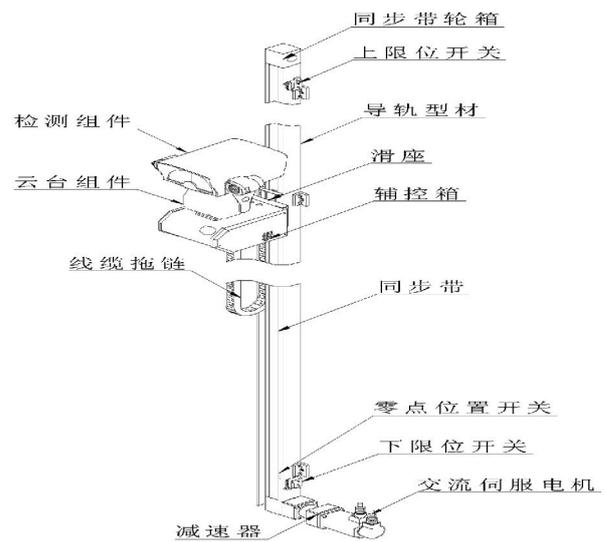


图1 轨道平台外形

个方向上均安装了测角码盘,实时测量方位、俯仰是否转到相应角度位置。

此外,DSP还收集来自阀厅防火报警系统(由报警改跳闸)的极早期烟雾探测传感器信号、阀厅紫外光探测信号,根据信号报警设备点位,把运动控制信号传送给电机驱动模块,实现迅速定位故障设备的功能,第一时间为值班监控人员提供现场视频信息。

(2) 通信控制系统

考虑到阀厅设备的运行安全,无法采用无线通信,采用拖链拖缆或者滑线加电力载波的通信方式。利用轨道供电的滑触线设备,在装置和滑触线供电端设置电力载波仪,滑触线供电端的电力载波仪接入站级以太网。通信网络设备实现数据存储转发功能,前端高清监控接入交换机,通过光缆和铜缆进行数据传输实现视频数据流的存储转发;核心交换机负责将所有接入交换机的数据集中向后台视频控制服务器进行传输。

(3) 数据存储系统

数据集中存储系统是巡检系统基础架构的重要组成部分,由服务器、光纤存储交换机、存储磁盘阵列共同组成。集中存储使用适应集中式的物理拓扑结构,满足大量数据的存储、共享和分析的要求,并结合内置的信息安全技术,全面保证信息数据的存储安全。

前端数字高清监控系统将实时视频流、图片、信息通过网络传输至视频管理服务器,视频管理服务器通过管理平台软件将视频流分解成前端显示流和

后端存储流。前端显示流通过前端 IP 网络将实时监控数据显示在监控人员的桌面显示器上,后端存储流通过光纤存储网络将数据写入存储磁盘阵列。

3 系统软件研究

巡检监控系统的软件平台采用分层的模块化结构,采用纯面向对象的编程语言 C#进行托管代码编程,将面向对象的内存实时数据库和大型商用关系型数据库相结合,通过多线程后台处理,避免数据阻塞,用户操作界面人性化,可靠性高,维护和扩展方便。软件系统的体系结构共分为 4 层,分别为数据层、功能层、逻辑层和表示层,如图 2 所示。

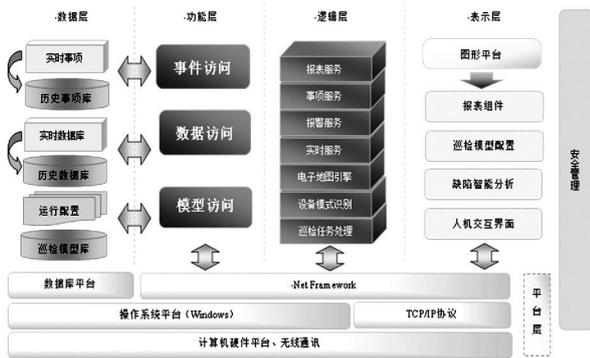


图 2 监控系统软件体系结构

后台监控系统基于 web 开放式的应用服务程序进行开发,程序安装于视频服务器上,支持运维工作人员利用远程终端对该巡检系统进行操作。系统可以实现用户管理、前端数据采集管理(如机器人位置控制)、信息数据分析及告警、自动生成巡检报告和状态检修报表等功能。后台监控系统应用功能模块如图 3 所示。

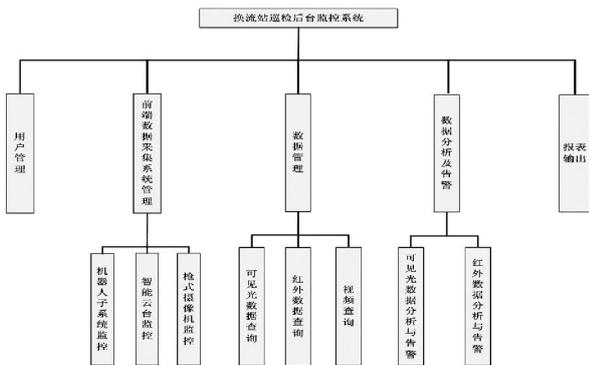


图 3 后台监控系统功能模块

(1) 前端数据采集管理: 主要用于协助运维人员,对前端数据采集系统进行管理和对采集回传的数据

据进行挖掘。

(2) 数据管理: 主要数据类型包括录放像、可见光图片、红外图片等信息,支持视频服务器录像码流在 NVR 中录像,录放像支持本地、远程管理;采用原型匹配模型识别技术,实现可见光图片的相关表计数据读取、识别及储存;采用热成像技术,实现相关设备的红外测温数据的(检测时间、设备类型、传输功率等信息)读取、识别及储存。

(3) 数据分析及告警: 数据分析及告警是智能巡检系统智能化体现的一个方面,辅助运检人员进行隐患、故障分析,对常见的故障类型能够自主监测和报警。数据分析及告警主要分为可见光、红外光、紫外光、烟雾分析及告警。通过红外测温技术对电气设备进行温度测量,采用绝对温度判断法、相对温差判断法、三相温差判断法、历史温度趋势判断、图像特征判断等故障分析方法,分析出对应电气设备是否存在潜在隐患。

(4) 报告(报表)自动生成: 智能巡检系统能够自动生成巡检报告和状态检修报表以及 SG186 系统需要填写的各类报表。

4 结 语

针对某 ±500 kV 换流站阀厅实际布局情况,研究并设计了一套智能巡检系统,采用 3 套轨道式监测仪、2 套固定式监测仪,可实现整个阀厅设备监测范围的全覆盖,如图 4、图 5 所示,3 套轨道式热像仪主要监测 3 个主阀塔,2 套固定式热像仪辅助监测轨道式热像仪无法监测到的盲区。

通过本系统的研究和设计,将在一定程度上填补国内智能化巡检监控系统在换流站阀厅巡检领域的空白,对于换流站的阀厅实现智能化巡检具有很大的参考价值。

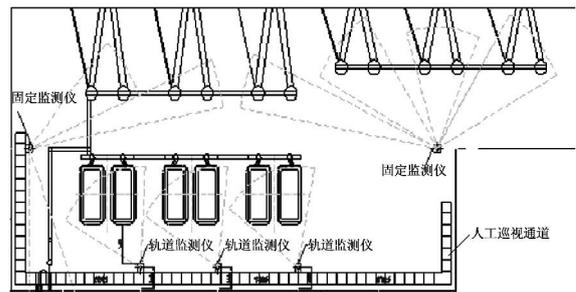


图 4 阀厅监测仪采集点水平面布置

(下转第 86 页)

表3 铝合金芯铝绞线 JL/LHA1-465/210-42/19
载流量试验值结果

导线型号	工作温度 /℃			
	60	70	80	90
铝合金芯铝绞线 JL/LHA1-465/210-42/19	567	879	1 085	1 246

将表2、表3中的数据作对比,如图1所示。

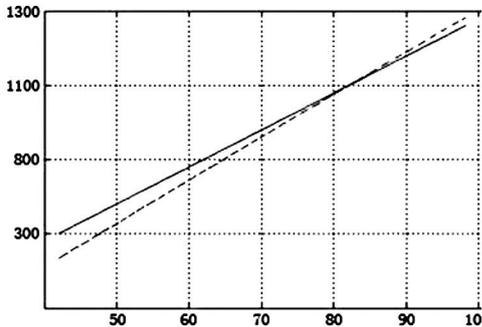


图1 铝合金芯铝绞线 JL/LHA1-465/210-42/19
载流量计算值与试验值的对比

图1中虚线表示铝合金芯铝绞线 JL/LHA1-465/210-42/19 载流量的试验结果,实线表示该导线载流量的计算结果。可以看出,当工作温度高载流量大时,计算结果与试验结果很接近,误差较小,而工作温度较低载流量小时,计算结果与试验结果偏差增大。产生此现象的原因是由于 Morgan 公式不是纯线性公式,而在计算过程中为了简化计算,使相应型号的铝合金芯铝绞线载流量和钢芯铝绞线载流量关系直观明了,利用了线性拟合,因此舍去的非线性部分造成了误差出现。该舍去部分在载流量大时所占比重很小,误差不明显,但是随着载流量的减小,误差逐渐增大;但是通过上述结论可知,利用载流量简化计算方法造成的误差最大仅为 2.6%,可以满足工程需要,而且大大缩短了计算时间。

4 结 论

利用理论公式推导了铝合金芯铝绞线载流量与钢芯铝绞线载流量的关系,通过钢芯铝绞线现有的载流量数据计算出铝合金芯铝绞线的载流量,并通过实际条件下的试验对该方法进行了验证,验证结果表明该简化方法数据可靠,计算简单,可以运用到工程实践中,其计算的快捷有效性保证了在输电线路安全可靠运行条件下最大限度地提高线路的输送容量。

参考文献

- [1] 张瑞永,赵新宇,李明,等. 输电线路新型节能导线的推广应用[J]. 电力建设,2012,33(6):89-92.
- [2] 马国栋. 电线电缆载流量[M]. 北京:中国电力出版社,2003.
- [3] 张辉,韩学山,王艳玲. 架空输电线路运行载流量分析[J]. 电网技术,2008,32(14):31-35.
- [4] 陆鑫淼,曾奕,盛戈峰,等. 基于导线温度模型的线路动态容量误差分析[J]. 华东电力,2007,35(12):47-49.
- [5] 韩晓燕,黄新波,赵小惠,等. 输电线路摩尔根载流量简化公式的初步研究[J]. 电力系统及其自动化学报,2009,21(5):92-96.
- [6] 韩晓燕,张虹. 架空导线摩尔根载流量简化公式的初步研究[J]. 河南电力,2010,1:33-49.
- [7] 韩芳,徐青松,侯炜,等. 架空导线动态载流量计算方法的应用[J]. 电力建设,2008,29(1):39-43.
- [8] 林玉章. 高压架空输电线路载流量和温度计算[J]. 南方电网技术,2012,6(4):23-27.

作者简介:

叶芳(1986),助理工程师,硕士研究生,从事线路运行分析及故障研究。

(收稿日期:2014-08-04)

(上接第46页)

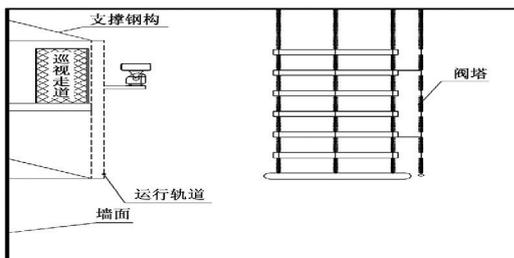


图5 阀厅轨道式监测仪采集点立面布置

参考文献

- [1] 王志滨,张望平. 高压直流输电换流站晶闸管阀冷却系统阀厅温度控制探究[C]. 2011年中国电机工程学

- 会年论文集 2011.
- [2] 王晓文,赵宗贵,汤磊. 一种新的红外与可见光图像融合评价方法[J]. 系统工程与电子技术,2012,34(5):871-875.
- [3] 许峰,于春雨,徐放. 视频烟雾火灾探测技术研究趋势[J]. 消防科学与技术,2012,31(11):1185-1188.
- [4] 律方成,戴日俊,金虎,等. 特高压输变电系统绝缘子紫外放电数据管理及故障诊断系统设计[J]. 高压技术,2012,38(2):273-279.

作者简介:

丁志林(1978),工学学士,工程师,从事高压直流输电系统工程与研究;

王超(1976),工学硕士,高级工程师,从事电力系统自动化装备、高压直流输电系统工程与研究。

(收稿日期:2014-11-17)