

电缆测温系统在工厂供配电系统中的应用

阎红

(中国铝业公司, 郑州 450041)

[摘要] 探讨了在工矿企业中 10 kV 高压电力电缆在线运行温度检测的必要性与实际应用;列举了感温元件的选型方法以及温度监测系统的组成与运行;介绍了信息处理软件和故障诊断专家系统软件、电力设备底层信息网、现场总线技术在电力系统中的应用;实现了不停电状态下对高压电缆及电缆接头等各种电缆的故障在线监测及诊断功能。

[关键词] 10 kV 高压电力电缆;终端头;温度传感器;监测系统

[中图分类号] TM249.9 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2007)11-0172-03

1 前言

电力电缆具有经久耐用、占地少、可在各种场合下敷设等优点,在工矿企业中 10 kV 及以下电压等级电缆得到广泛应用。以中铝河南分公司为例,其电力系统庞大、结构复杂。10 kV 总降下设 35 个高压配电室,300 多个高压供电回路。除 8 条架空线外,全部采用电缆馈线,仅 10 kV 动力电缆就有 100 多公里,还有大量的控制电缆、通讯电缆及光缆等。因此,电缆的安全运行直接影响到整个系统的安全运行。电缆若发生故障,会引起火灾导致设备停车、短时间无法恢复生产,严重的会造成大面积停电,导致重大经济损失。根据事故事例分析,引起电缆沟内火灾的直接原因有绝缘性能差、表皮破损、电缆接头或终端头制作质量不良、压接头不紧,长期高电压、大电流运行造成电缆过热而老化甚至烧穿绝缘。或在系统过电压情况下绝缘薄弱部位易被击穿,使温度急剧升高,造成爆炸起火事故。在中铝河南分公司这样的事故时有发生,使氧化铝局部生产环节停产,造成了严重的经济损失。

为了防止火灾发生,除提高电缆质量,从根本上杜绝事故发生外,其次是在运行中加强电缆及电缆接头温度监测。通常,电缆温度检测常采用人工定点定时手持检测仪巡回检测,但其存在劳动强度大,

检测误差大,发现问题晚,漏报率高的缺点。

因此,实行计算机实时温度监测系统,及时判断出故障点,进行报警及相关处理,可有效避免重大经济损失,对安全生产具有重要意义。

2 电缆测温系统的总体设计目标及总体设计方案^[1~3]

1) 实现总线式多点现场高压柜及电缆沟内的实时温度监测,可靠地提供报警点的报警信息;

2) 测量范围: $-55 \sim +125^{\circ}\text{C}$; 测量精度: 测量误差小于 0.5°C ;

3) 实现分布在各主要配电所内高压电缆各点温度网络化远程监视;

4) 根据实时及历史数据,采用故障诊断专家系统,实现设备由“定期检修”方式向“状态检修”方式的转换。

2.1 系统网络结构

采用具有分层结构的分布式监测系统。水电厂动力电缆分布在厂区各区域内,温度监测点广而分散,采用智能数字传感器和数据采集模块、现场工作站、中央管理计算机的三层网络结构,即以安装在现场的智能传感器和分布在各配电室的数据采集模块完成被监测对象数据的采集、处理、发送,以安装于现场工作站和主控室的中央管理计算机完成电缆运

[收稿日期] 2006-11-15;修回日期 2007-02-01

[作者简介] 阎红(1968-),女,河南郑州市人,中国铝业河南分公司电气工程师,从事科技研发等方面工作

行状态的监测及故障诊断,同时按区域进行网络子系统的划分,以提高系统的可靠性和网络节点的可扩展性。

2.2 网络通讯协议

采用统一和标准化的网络通讯协议。在数据采集模块和现场工作站之间采用 RS-485 MODBUS 现场总线协议、在现场工作站和主控室的中央管理计算机之间采用 TCP/IP 协议,保证系统具有良好的可维护性和可扩展性。

2.3 系统硬件设计

综合考虑系统运行的安全性、可靠性和抗干扰性。特别是对智能传感器、数据采集模块和现场工作站要采用隔离、屏蔽、电磁兼容等技术,克服高压大电流环境下的干扰和不安全因素,确保系统的安全性、可靠性和稳定性,提高温度测量的稳定性和精度。对于温度传感器和网络传输介质的选型,应根据电压级别、安装方式,在保证安全性和可靠性的前提下进行设计。

2.4 专家系统

以实用化为目标,在深入研究电缆故障机理模型及故障规律的基础上,利用温度远程监控系统的实时数据库和历史数据库在线得到原始特征数据,采用目前技术比较成熟、适合于故障诊断基于规则

的产生式方法和正向推理的模糊专家系统,建立和完善故障预报机制,编制专家系统软件,实现故障预报、诊断功能。

2.5 系统软件

建立现场工作站和中央管理计算机两级实时数据库和静态数据库,并以此为核心,采用监控软件实现数据监测、记录;建立中央管理计算机专家数据库,采用 DDE 和 DLL 实现专家系统对实时数据库和静态数据库的访问。

系统结构如图 1 所示。

3 系统硬件设计

电缆温度在线监测系统由现场智能测温传感器、智能温度采集器、上位监控计算机、网络传输设备等设备组成。系统采用全数字化网络结构,提高了整个系统的抗干扰能力。系统为三层网络结构,上层为厂级系统通讯总线,采用 TCP/IP 协议,光缆传输方式,用于完成各控制室上位监控计算机之间的数据通讯;中间级为车间级系统结构,由现场采集器与控制室上位监控计算机构成的通讯网络,采用适于工业现场环境的浮动隔离 RS-485 MODBUS 总线,用于完成各区域内的温度数据测量、处理及相关信息的传输;下层为采集器与数字传感器间的传感

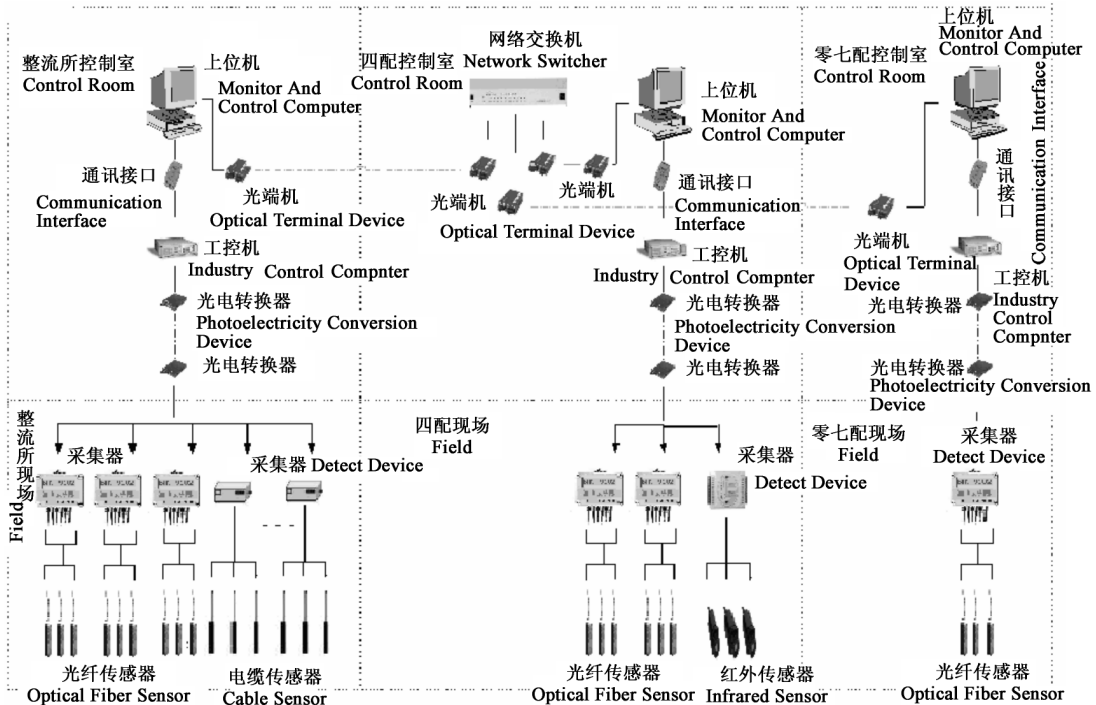


图 1 系统结构图

Fig.1 System construct diagram

器总线,实现多点温度的数字测量传输。系统按现场测量点的分布情况划分为总降控制室、两个分配控制室3个子系统。

在本系统中,温度测量的准确性和稳定性是实现故障诊断和预测的基础,温度传感器是本系统的核心部件之一。针对本系统对现场不同的环境、安装方式和测温要求,笔者采用了智能数字温度传感器,用于电缆沟内高压电缆的温度测量;红外非接触温度传感器用于位置较高的电缆终端头的温度测量;光纤温度传感器用于一般高压电缆终端头的温度的测量。并针对以上三种温度传感器分别采用了BHT-9005智能数字温度传感器采集器、BHT-OPT智能光纤温度传感器采集器和BHT-NCUT智能非接触温度传感器采集器,三种智能温度采集器均采用了RS-485 MODBUS-RTU通讯协议,使得智能温度采集器与现场操作站之间的互联具有良好的兼容性和互换性,便于系统的维护和扩展。

4 系统软件设计

本系统软件主要由以下几部分构成:

1)基于嵌入式PC和单片机的智能温度采集器软件

2)基于嵌入式PC的协议报文转换软件

3)工作站和主监控机监测、组态软件

4)故障诊断专家系统软件

4.1 智能采集器测温系统软件

智能采集器测温系统软件主要分为数据采集、数据处理、数据通讯等三部分组成。数据采集软件主要完成对温度传感器信号的采集和预处理;数据处理软件主要完成温度信号整定、线性化、温度补偿;数据通讯软件主要完成将温度测量信号以MODBUS总线从节点的方式发送到主节点(上位机)。

4.2 监测程序

监测程序完成电缆运行状态的监测,包括检测

现场采集单元实时电缆温度、数据处理、超温报警与中央监控计算机通讯,并对数据库中提供的实时数据进行异常判断。

4.3 故障诊断专家系统软件

故障诊断专家系统软件主要由模糊化器、故障诊断规则库、故障诊断知识库、推理机、去模糊化器等几部分组成。

4.4 故障诊断专家系统

在深入研究故障产生机理和特征的基础上,结合现场经验,采用基于规则的产生式方法和正向模糊推理技术建立了故障诊断专家系统,为电力设备故障诊断和预测提供了一种新的途径,具有设备由“定期检修”方式向“状态检修”方式转换的作用。

动力电缆在线温度报警系统上位机监控软件由:实时温度数据、历史温度趋势、实时温度曲线、报警纪录、参数设置、电缆沟传感器温度分布等画面组成。

5 结论

1)系统运行后,经现场温度测试与计算机检测对比,误差小于 0.5°C ,数据检测精度达到设计要求,现场模拟报警,报警准确。

2)专家系统简练使用,对电缆高温故障诊断及电缆绝缘老化有一定的指导意义。

3)表明了在线温度检测是保证高压电力电缆安全运行的重要手段。

参考文献

- [1] 白焰,吴鸿,杨国田.分散控制系统与现场总线控制系统[M].北京:中国电力出版社,2004
- [2] 阎士琦,阎石.10kV及以下电力电缆线路[M].北京:中国电力出版社,2003
- [3] 曲鸿章.电缆头温度在线监测系统的可用性[J].北京:煤炭技术,2003,22(1)

Application of Cable Temperature Measuring System in Industrial Power Supply Network

Yan Hong

(Henan Branch Under Aluminum Corp., Zhengzhou 450041, China)

[Abstract] The necessity and actual application of an on-line temperature monitoring system used for 10 kV
(下转第186页)