

分布式光纤测温系统在智能化选煤厂的应用

董燕龙

神华准格尔能源有限责任公司选煤厂 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要:传统的测温装置无法满足对温度的远距离、多点、实时的温度在线测量。而分布式光纤测温系统的研制有效地解决了这些问题,其对温度分辨率高,定位准确,响应时间短,可明显地降低事故发生率。本文主要介绍了基于拉曼散射的分布式光纤测温系统的基本原理、传感过程及其如何应用在准能选煤厂的各个环节,真正实现了设备温度监测与报警智能化,为选煤厂的安全运行提供保障。

关键词:选煤; 光纤测温; 数据中心; 智能化; 数据库; 工业通讯

The Application of Distributed Optical Fiber Temperature Measurement System in Intelligent Coal Preparation Plant

Dong Yanlong

Shenhua Zhungeer Energy Co., LTD. Coal preparation plant, Inner Mongolia Ordos 010300

Abstract: The traditional temperature measuring device can not meet the long-distance, multi-point, real-time temperature online measurement of temperature. The development of distributed optical fiber temperature measurement system effectively solves these problems, and its high temperature resolution, accurate positioning, short response time, can significantly reduce the accident rate. This paper mainly introduces the basic principle, sensing process and application of distributed fiber temperature measurement system and how in each link of quasi-energy coal preparation plant, which truly realizes the intelligent temperature monitoring and alarm and guarantees the safe operation of coal preparation plant.

Key words: coal preparation; optical fiber temperature measurement; data center; intelligent; database; industrial communication

引言

选煤行业是一个高危行业,安全生产是选煤行业高效、集约发展的前提。在选煤厂各类事故中,火灾事故占了事故总量的绝大部份。因此,火灾事故状态监测及预警对煤矿安全生产有非常重要的意义,随着现代传感技术的发展,各种安全检测系统的应用为选煤厂安全生产提供了技术保障。为防患于未然,采用相应的温度监测技术,实时监测胶带输送机及电缆桥架的温度,对温度变化趋势进行智能分析、准确定位是防止火灾事故发生、保证安全生产的重要手段。选煤厂目前投入使用的分布式光纤测温系统(DTS)共有19套,大部分主机都部署在各车间集控室或配电室,自动化升级改造项目对各车间集控室进行了整合,各车间原有集控室不再安排夜班值班员,当出现火灾报警时无法第一时间发现火情,并存在极大的安全隐患;而且各分布式光纤测温系统目前都为单机系统,无法对历史数据进行存储、分析。本文主要介绍分布式光纤测温系统(DTS)在智能化选煤厂的应用。

1 分布式光纤测温技术介绍

1.1 光纤传感技术

光纤传感技术最初是用于通信技术。光在光纤中传播时,代表光波的特征量(如波长、相位、强度等)随外部施加给光纤的信号(如温度、应力、压力、折射率等)的变化而变化。传输的光信号通过光探测器可以转为电信号,在信号输出端进行解调就可以检测出所需要的物理量,这就是光纤传感技术的原理。

分布式光纤测温技术是一种新型的温度传感技术,它利用光纤的一维特性进行测量,相比传统传感技术它有很多优点,它可以同时获得被测物理量及被测物理量的时间和空间分布,也能用一条光纤来取代传统的数百个点阵组成的传感器阵列,从而降低了系统复杂度。

1.2 光纤测温原理

目前常见的分布式光纤测温系统(Distribute Temperature System, DTS)绝大多数都是基于后向拉曼(Raman)散射效应进行设计的。拉曼散射是由于光纤分子的热振动,它会产生一个比光源波长,长的光,称其为斯托克斯(Stokes)光,其中和一个比光源波长,短的光,称为反斯托克斯(Anti-Stokes)光。

它们在频谱上的分布大致对称,两者对温度都很敏感。



而反斯托克斯拉曼散射强度对温度的敏感系数比斯托克斯拉曼散射要大很多,反斯托克斯拉曼强度与斯托克斯拉曼强度的比值提供了温度的绝对指示,利用这一原理可以实现对沿光纤温度场的分布式测量。

当激光光脉冲射入传感用的光纤之中,在光脉冲向前的传播过程中,由于光纤的密度、应力、材料组成、温度和弯曲变形等原因发生散射现象,有一部分的散射光会按照入射光相反的方向传播,称之为背向散射光。返回的背向散射光包括:

(1)瑞利(Rayleigh)散射,由光纤折射率的微小变化引起,其频率与入射光脉冲一致。

(2)拉曼(Raman)散射,由光子与光声子相互作用引起,其频率与入射光脉冲相差几十太赫兹,拉曼散射分斯托克斯拉曼散射和反斯托克斯拉曼散射。

(3)布里渊(Brillouin)散射,由光子与光纤内弹性声波低频声子相互作用引起。其频率与入射光脉冲相差几十吉赫兹。

分布式光纤传感技术就是利用背向散射光在温度物理特性改变且其光学特性亦随之变化的特点来实现传感功能,利用背向散射光到达探测点的时间确定检测点的空间位置。在三种背向散射光中,瑞利散射对温度不敏感,而拉曼散射和布里渊散射都对温度敏感。因此,拉曼散射和布里渊散射都可以用来测量温度。

2 研究内容及研究方法

2.1 研究内容

以分布式光纤测温系统为对象,在选煤厂数据中心开发ModbusTcp接口实现对分布式光纤测温系统的实时数据访问。将分布式光纤测温系统的每个分区建立相应的标签点,存储在选煤厂数据中心服务器数据库,可对单个分区温度进行历史趋势分析,也可对多个分区做横向比较分析。

2.2 研究方法

技术攻关人员首先对分布式光纤测温系统原有数据规则进行充分的研究,掌握了数据存放的规则;然后通过对选煤厂数据中心平台数据采集OPC接口、文件接口、ModbusTcp接口多次对比、反复实验,最终确定了使用ModbusTcp接口实现对分布式光纤测温系统的实时数据访问;最后将分布式光纤测温系统的每个分区建立相应的标签点,存储在选煤厂数据中心服务器数据库。

3 在准能选煤厂中的应用

准能选煤厂位于鄂尔多斯市准格尔旗薛家湾镇,设计生产能力3000万吨/年,商品煤为准混系列和准精块系列,准混系列分准2-4900、准5-4300和准6-4000,主要做动力煤;准精块系列为准精块1号-5300,并用于加工化工用煤。

3.1 胶带运输机的温度监测

目前国内绝大部分选煤厂设备都处于封闭或半封闭式厂房内,作为厂内煤炭输送任务占比最大的胶带输送机,甚

至有的设备长达几公里,且随着胶带机的长期运转和逐年老化,导致随之增大了火灾隐患的发生机率。例如滚筒轴承严重损坏卡死导致滚筒不转或转速下降,又例如托辊轴承内部容易进入煤粉和灰尘,导致轴承卡死,滚筒和托辊在与胶带的摩擦下不断升温,均易引起火灾事故。所以,本项目在胶带输送机托辊机架两侧槽钢内敷设了测温光缆。

3.2 动力电缆的温度监测

配电室至各现场设备的电缆沟、桥架中都敷设了大量的动力电缆及控制电缆。由于选煤厂供电线路长、设备台数多、功率大等特点,很容易引起电缆发热问题,如若不能及时发现和处理该问题,则易引起火灾和爆炸事故。基于此,本项目在桥架内随电缆敷设了测温光缆。

3.3 调度室实时监测

将分布式光纤测温系统接入选煤厂数据中心平台后,当出现火灾报警时,调度室生产调度综合指挥系统会弹出相应的报警视频联动窗口并触发声光报警,使调度员在第一时间掌握报警详情;以此来实现对全厂各车间分布式光纤测温系统的实时状态监测和历史数据分析。

4 系统组成

4.1 选煤厂数据中心管理部分

数据中心管理部分主要包括数据中心服务器及显示终端,主要设备均布置在调度室机房。其中选煤厂数据中心系统的主要功能包括生产监控、视频监控和安全监测子系统集成,且整个系统能“听的见、看的到,调得出”。它通过MODBUSTCP自动采集并保存各车间DTS主机上传的实时数据及报警信息,并能实时将报警短信发送给车间管理人员与包机检运人员。如有重大级别火灾报警,调度室生产调度综合指挥系统会自动触发声光报警、弹出相应设备视频联动面板并给出应急预案,从而为安全选煤提供了有力保障。

4.2 车间集控室监测部分

车间集控室监测部分主要包括各车间DTS主机(DistributedTemperatureSensor,分布式温度传感设备)并属于本系统的核心设备。各车间管理人员可以实时监测DTS主机状态,同时DTS主机又将监测得到的信息通过工业以太网传到选煤厂数据中心服务器。

4.3 现场设备部分

现场设备主要指测温光纤,本项目中使用的光纤为符合国际电信联盟ITU-TG.651系列标准的62.5/125 μm 多模渐变折射率光纤。光纤的纤芯及包层都是由掺杂其他元素如锗、氟等来进行折射率调整的石英玻璃构成,纤芯的光学折射率稍稍大于包层的折射率,这样内部的光遵循光学全反射原理,从而保证光在纤芯内沿光纤轴向传播。多模渐变折射率光纤,其纤芯直径为62.5微米,包层直径为125微米。石英玻璃是一种脆性材料,为防止大气环境中的潮湿气体侵蚀和保护光纤不受外力损伤,一般在包层的外部用紫外固化丙烯酸树脂形成一个涂覆层,此直径为250微米的涂覆层具有较好的

机械性能从而保护其内部的纤芯和包层不受损坏。

结语

利用先进的分布式光纤测温技术实时监测胶带输送机托辊及滚筒和动力电缆的温度情况,而测温主机监测到有温度过高的点或是温度上升速率较快的点则会及时报警,从而第一时间消灭火灾隐患。而且,分布式光纤测温预警系统的现场测量部分,选用光缆作为传感器,仅传输光信号,若没有电信号,则不会引起明火。该项目已应用在准能选煤厂、哈尔乌素选煤厂,且效果显著。随着选煤厂智能化建设的不断推进,单机系统将逐步接入到智能化选煤厂数据中心,为后期一体化管控平台及智能决策分析时提供基础数据。且该项

目实施后,既能实时监测火灾事故状态,还能在第一时间做出相应预警,对选煤厂安全生产有极其重要的作用。

参考文献

- [1]贾振安,周晓波,乔学光,等. 分布式光纤温度传感器发展状况及趋势[J].光通信技术, 2008,32(11): 29,34.
- [2]倪玉婷,吕辰刚,葛春风,等. 基于OTDR的分布式光纤传感器原理及其应用[J]. 光纤与电缆及其应用技术,2006,(1):1, 4.
- [3]王剑锋,张在宣,徐海峰,等. 分布式光纤温度传感器新测温原理的研究[J]. 中国计量学院学报,2006,17(1): 25, 28.