

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0106- 03

分布式光纤温度监测系统在选煤厂的应用

高宇

(平顶山中选自控系统有限公司, 河南 平顶山 467002)

摘要: 针对选煤厂电缆火灾事故的主要原因及特点, 提出了一种分布式光纤温度监测系统的设计方案, 详细介绍了该系统的工作原理、组成、人机界面、具体功能。实际应用表明, 该系统可对电缆夹层、电缆桥架、电气系统等关键区域温度进行实时监控, 确保了选煤厂的安全生产。

关键词: 选煤厂; 温度监测; 光纤; 分布式; 电缆; 人机界面

中图分类号: TD75 **文献标识码:** B

Application of Distributed Temperature Monitoring System of Optical Fiber in Coal Preparation Plant

GAO Yu

(Pingdingshan Zhongxuan Automatic Control Co., Ltd., Pingdingshan 467002, China)

Abstract: In view of main factors and characteristics of cable fire disaster of coal preparation plant, the paper proposed a design scheme of distributed temperature monitoring system of optical fiber. It introduced working principle, composition, man-machine interface and functions of the system. The actual application showed that the system can monitor and control temperature of cable interlayer, cable bridge and critical areas of electrical system realtively, so as to ensure safety production of coal preparation plant.

Key words: coal preparation plant, temperature monitoring, optical fiber, distribution, cable, man-machine interface

0 引言

选煤厂生产区域广、供电线路长, 沿线开关、接线盒等线路接点多; 生产地点使用的机电设备台数多、功率大; 低压供电系统大多采用 380 V 或 660 V, 供电线路电流较大; 很多电气线路使用年限长久、绝缘老化、铜铝导线联结接触不良, 缺乏正常维护或及时更新, 常发生漏电打火现象, 导致线路过热。上述情况都是造成选煤厂电缆火灾事故的主要原因。由于选煤厂生产区域的安全主要以人力巡视为主, 电缆失火存在隐蔽性、蔓延性、毒害性以及着

火后扑救的困难性, 不但影响地面选煤厂的正常生产及井下正常开采工作, 而且会威胁到人身安全。因此, 采取相应的温度监测技术是防止火灾事故的发生及蔓延、保证安全生产的重要手段。本文主要介绍一种分布式光纤温度监测系统(DTS)在选煤厂的应用。

1 分布式光纤测温的原理

激光脉冲与光纤分子相互作用, 发生散射。散射有多种, 如瑞利(Rayleigh)散射、布里渊(Brillouin)散射和拉曼(Raman)散射等。其中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, 称斯托克斯(Stokes)光, 一个比光源波长短的光, 称为反斯托克斯(Anti-Stokes)光。光纤测温的原理是依据后向拉曼散射效应, 光纤受外部温度的调制使光纤中的反斯托克斯光强发生变化, 斯托克斯光与反斯托克斯光的比值提供了温度

收稿日期: 2010- 08- 08

作者简介: 高宇(1973-)男, 辽宁大连人, 高级工程师, 毕业于沈阳工业大学工业自动化专业, 现主要从事计算机信息管理、工业电视、工业自动化、智能仪表等方面的设计工作。联系电话: 0375- 4979655; E-mail: monday1974@163.com

的绝对指示。利用该原理可以实现对沿光纤温度场的分布式测量,如图 1 所示^[1]。

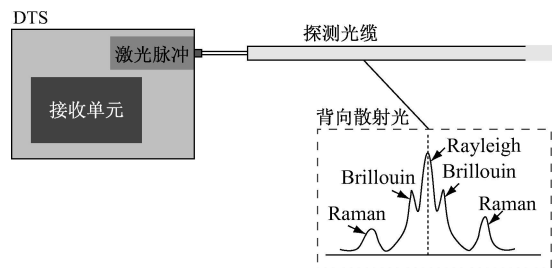


图 1 分布式光纤测温的原理

通过比较拉曼散射光的斯托克斯和反斯托克斯光带以及计算激光脉冲的运行时间,就可以确定每一个测温点的温度和位置。测温点的位置(即该点与测量原点之间的光纤长度)可由发射的激光脉冲与返回光信号的时间间隔以及光纤中的光速计算得到:

$$L = (c/n) \Delta t / 2 \quad (1)$$

式中: L 为光纤长度; c 为真空中光速; n 为光纤群折射率; c/n 即为光纤中的光速; Δt 为初始发射脉冲与返回光信号的时间间隔; 因为光传输经过往返双程, 故计算光纤长度时乘以系数 $1/2$ 。

通过检测斯托克斯光与反斯托克斯光波长功率的比值可反映出光纤的温度变化特性, 其关系式为

$$R(T) = \left(\frac{\lambda_s}{\lambda_a} \right)^4 \exp \left(- \frac{hcv}{kT} \right) \quad (2)$$

式中: λ 为斯托克斯光的波长; λ_a 为反斯托克斯光的波长; h 为普朗克常数; v 为入射光的频率; k 为玻尔兹曼常数; T 为纤芯的绝对温度。

从式(1)、式(2)可看出, 分布式光纤温度监测系统通过分析温度信息和位置信息, 就可以得出一条温度-位置的实时曲线。

2 系统组成

分布式光纤温度监测系统主要由分布式光纤测温主机系统、温度监测软件系统、温度传感系统、光信道转换系统、报警系统及其它组件组成。其中报警系统包括声光报警、手机短信报警; 其它组件包括标准机柜、工控机、显示器、激光打印机、网络交换机。该系统整体架构如图 2 所示^[2]。

(1) 分布式光纤测温主机系统

该系统包括开关电源模块、模拟电源模块、光电转换和放大器模块、模数转换与数字信号处理模块、激光器和控制模块, 可以对感温光缆接收的光信号

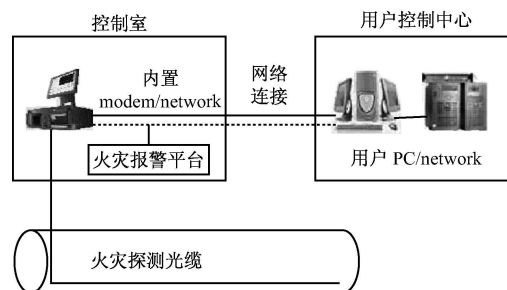


图 2 分布式光纤温度监测系统整体架构

进行光电处理。

(2) 温度监测软件系统

该系统包括温度数据监测模块、报警控制模块, 可以提供温度曲线图和区域报警画面。

(3) 温度传感系统

温度传感系统即测温光缆。标准感温光缆包括 2 根型号为多模 GI 62.5/125 μm 的独立光纤, 填充增水性材料保护光纤, 黑色或红色, 带长度计米标志, 直径为 $4 \pm 0.2 \text{ mm}$ 。测温光缆通过倾斜接地连接器与激光源连接。该系统完成对火灾防御区域的温度探测。

(4) 光信道转换系统

该系统由多路光纤转换开关组成, 光纤转换开关是一种光路控制器件, 用于切换光路。多路感温光缆在控制室与光纤转换开关相连, 使分布式光纤温度监测系统可巡回监测多路监测对象。

3 系统软件设计

分布式光纤温度监测系统软件采用 Delphi 语言编制, 具有友好的中文操作界面、强大的数据处理和管理功能。

(1) 显示功能

可显示火灾温度探测区域分区显示图及其温度分布曲线、系统参数及监测曲线、重点监测点的温度随时间变化的曲线。操作画面包括温度分布曲线主界面、自动切换信道、历史数据查询、重点部位分区、手机短信报警、分区报警参数设置。

(2) 报警功能^[3]

具有定温报警(设定最大温度/最低温度值)、差温报警(实时温度与平均温度的差值, 用于判别局部过热点)、温升过快报警、光纤破坏报警、装置异常报警等功能; 可实现手机短消息报警, 报警分工作级和管理级 2 层, 按照事件的重要级分别发送到工作层人员和管理层人员。

(3) 分区测量

能对测量区域在长度上进行分区,至少可分为 128 个区,对某些区域进行局部重点监测和分区报警。分区报警主要包括电缆防火区域火情预报警、电缆桥架电缆接头区域火情预报警、开关柜触点温度区域火情预报警。

(4) 查询功能

可查询历史数据并显示或打印历史曲线;可在设备配电系统图上直接查询设备信息、运行参数、统计信息等。

(5) 分析功能

可对未来趋势进行评估并提供检修参考信息。

(6) 报表功能

可提供强大的数据库保存功能,可根据用户需要定制年报表、月报表、日报表等;用户也可定制各种表格:实时数据表、历史数据及统计报表、报警一览表等。

(7) 联络功能

该系统有不同类型的工作站,可通过 TCP/IP 协议与用户局域网相联,也可通过特定的规约与用户的 SCADA 系统联接。

4 系统功能应用

(1) 对选煤厂煤仓防火监测

煤仓防火监测涉及温度、瓦斯浓度等技术指标和要求,利用分布式光纤传感系统对煤仓进行温度探测,很好地解决了煤发生自燃而引起的火灾,并可以给出实时动态信息。

(2) 对选煤厂铺设电缆的防火监测

选煤厂各类型电缆的绝缘材料和保护层大都采用可燃的有机物,如聚乙烯、交联聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、天然橡胶等材料的电缆在大量使用,这些材料的氧指数都在 19 或以下,一般在 300~400℃即能引燃,并且燃烧时发热量比同等重量的煤炭还要大,所以,采用这些材料制作的电缆一旦着火就不能自熄而延燃,这是导致电缆火灾蔓延扩大的主要原因。分布式光纤温度监测系统对选煤厂铺设电缆进行防火监测,可及时发现电缆着火事故。

(3) 对选煤厂高低压开关柜的保护

分布式光纤温度监测系统将感温光纤设置在开关柜主要元器件旁,同时对多点温度数据进行采集,

这样对元器件短路冒火等突发事件的检测非常灵敏,大大减少了开关柜火灾事故的发生。

(4) 与工业电视监控系统的联动

分布式光纤温度监测系统根据主机所在环境温度及测温精度要求,在程序菜单中输入环境温度和测温平均次数,之后系统便自动进行温度测量、显示和存储等工作。典型的显示方式是在计算机屏幕上显示一条温度随距离变化的分布曲线;也可根据用户需要,将光纤长度按所在区域分段,以直观图形界面显示被测对象的温度;也可在程序菜单中根据实际物理环境设置预警、报警温度值,一旦发现所测温度值超过标准设定报警值时,测温光缆将向分布式光纤测温主机系统发出火灾报警信号,分布式光纤测温主机系统输出继电器动作,报警系统收到继电器动作监视信号,确认为火警。在监控中心,可通过火灾监控计算机观察检测环境内的火情发生位置、所影响区域、火势蔓延方向及现场信息。检测对象划分为几个火灾报警区段,由于区段划分与工业电视摄像机的监控范围相匹配,在接收火灾信息后,可联动火灾发生区域的摄像机进一步确认并自动录像,火灾情况可在对应闭路电视监视器中直观显示^[4]。

5 结语

分布式光纤温度监测系统可对电缆夹层、电缆桥架、电气系统等关键区域进行实时监控,将监测区域的实时温度曲线显示在监控 PC 上,同时把火灾报警信息发送给火灾报警控制器,实现灭火联动控制,防范灾害的发生。该系统在焦作煤业九里山选煤厂、宁夏煤业集团潞新二矿选煤厂及乌东选煤厂已得到很好的应用。

参考文献:

- [1] 熊晓方,王凯睿. 分布式光纤温度传感技术及其应用[J]. 江西电力, 2007, 31(3): 9-12.
- [2] 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): 36-39.
- [3] 陈海生,吴建蓉,王乐天. 分布式光纤温度探测报警系统的实现及产品化[J]. 消防科学与技术, 2004, 23(4): 66-68.