

分布式光纤测温在煤矿皮带机的应用研究

孙剑锋

国网能源新疆准东煤电公司准东二矿, 成都电子科技大学

DOI:10.12238/gmsm.v7i5.1797

[摘要] 利用分布式光纤传感适用性广、耐受恶劣环境、抗电磁干扰的优越性,进而搭建由激光器、传感器(多模光纤)、数据采集卡等硬件组成的分布式光纤传感测温系统,对井下胶带输送机系统沿线进行不间断温度监测。软件上采用去噪法对信号数据进一步优化,并采用labview程序进行波形验证。通过现场实验证实,系统能够达到预期目的。

[关键词] 分布式光纤; 拉曼反射; 高温定位

中图分类号: TN929.11 **文献标识码:** A

Research and application of distributed optical fiber temperature measurement in coal mine belt conveyor

Jianfeng Sun

State Grid Energy Xinjiang Zhundong coal power company Zhundong No. 2 mine, Chengdu University of Electronic Science and Technology

[Abstract] By utilizing the advantages of distributed fiber optic sensing, such as wide applicability, tolerance to harsh environments, and resistance to electromagnetic interference, hardware such as lasers, WDM wavelength division multiplexers, APD photodetectors, sensors (multimode fibers), and data acquisition cards are constructed. A distributed fiber optic sensing temperature measurement system composed of components is used to continuously monitor the temperature along the underground belt conveyor system. The software uses wavelet denoising method to further optimize the signal data, and uses Labview program for waveform verification. Through on-site experiments, it has been confirmed that the system can achieve the expected goals.

[Key words] distributed optical fiber; Raman reflection; High temperature positioning; Wavelet denoising

引言

煤矿井下环境具有特殊性,有瓦斯、一氧化碳等易燃易爆性气体,一旦因温度监测不力而发生火灾乃至爆炸,必然严重威胁矿井工人的生命财产安全,带来巨大经济损失。随着煤矿信息化、智能化程度的发展,煤矿安全愈发受到人们的重视。传统传感器定点安装、单点测温、定期巡检,在日常的使用过程中存在一定的局限性,而分布式光纤传感器可以兼有信息传输和温度检测的双重优越性,其系统有着设备安全、抗雷电及电磁干扰、传输信息量大、体积小、保密性好等特点适宜进行远距离不间断监测。煤矿井下测温系统通过检测光纤分布沿线的温度信息,得到整个光纤沿线周围环境的高温位置,进而可以报警及准确定位,可以减少矿井胶带输送机运行期间温度异常造成安全事故的可能性,避免重大安全事故的发生。

1 分布式光纤测温系统基本情况

分布式光纤测温系统由电源、分布式测温模块、传感器(多

模光纤)、数据采集卡、振动解调仪等组成,如图1所示:



图 1

2 分布式光纤测温系统的技术应用原理

在分布式光纤温度测温系统中,由激光器发出的光脉冲在光缆中传播时,光缆的不均匀性造成脉冲光的非线性效应。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斯托克斯光(Stokes)和一个比光源波长短的反斯托克斯光(Anti-Stokes),反斯托克斯光信号的强度与温度有关,斯托克斯光信号与温度无关。从光波导内任何一点的反斯托克斯光信号和斯托克斯光信号强度的比例中,可以得到该点的温度。利用光时域反射技术(OTDR)技术通过光纤中光波的传输速度和背向光回波的时间对这些热点进行定位。从光纤内任何一点的反斯托克斯光信号和斯托克斯光信号强度的比例中,可以得到该点的温度。所以检测光的非线性效应就可以得到整条光纤沿线的温度状况。原理图见图2:

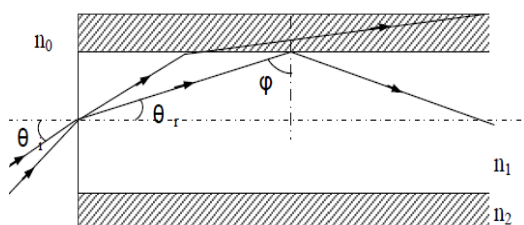
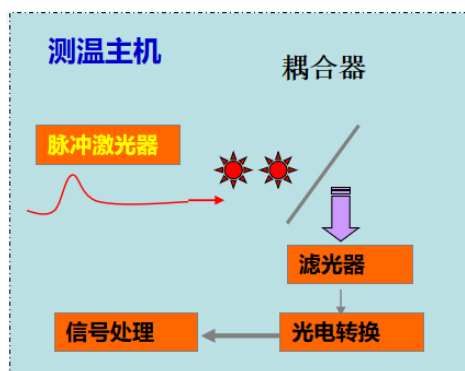


图 2

$$\frac{I_{Anti-Stokes}}{I_{Stokes}} = \left(\frac{v-v_i}{v+v_i}\right)^4 e^{-\frac{hv}{kT}}$$

$$S = V * t / 2, V = C / n,$$

3 现场实际应用与布置

施工现场为保证监测精度和全面性,采用在上下皮带之间沿皮带机上托辊架悬空敷设并在每个托辊架位置进行缠绕,用以监测托辊等旋转部位容易出现温度异常的位置。安设位置见图3:

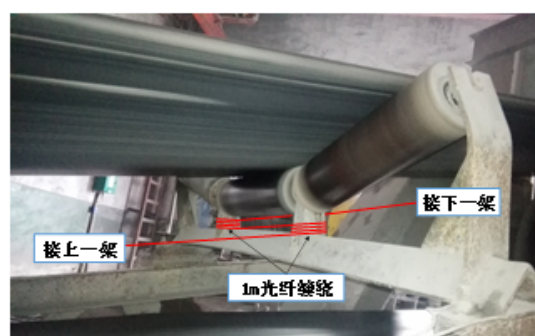
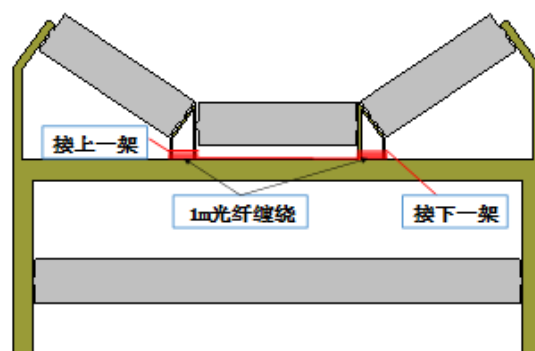


图 3

将所有光缆敷设完毕后,对整条胶带输送机进行Cat 衰减系数现场标定。将光纤首尾相接,在离尾端100米处,设置一段高温区80℃。打开标定软件,输入要标定的通道号及尾端连接的通道。为保证监测精度,通道起点前置200米,输入低温区的位置及长度,输入高温区的位置及长度,运行系统进行标定。标定测试见图4:

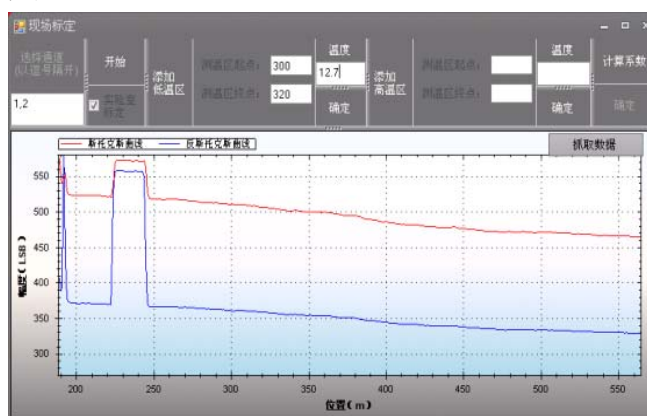


图 4

4 现场实际技术应用情况

经过标定计算后,通过对沿线随机设置温度异常区进行现场检验,胶带输送机沿线通过分布式光纤测温系统监测,能够及时准确测定温度异常情况。现场试验测定数据如下图5:

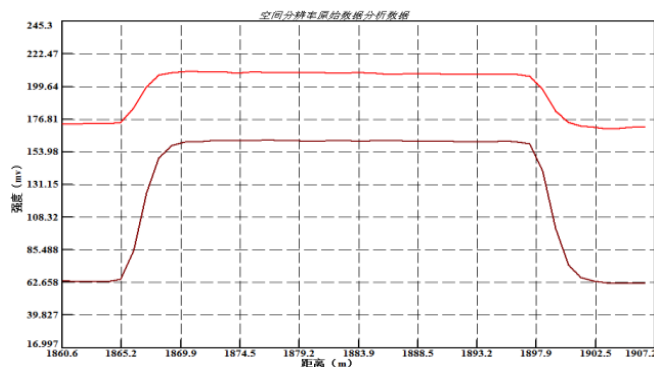


图 5

通过实际测试,在测温光缆上某点出现温度阶跃变化时,光纤测温系统所能测得的该温度阶跃变化的10%到90%之间的距离长度。对测温光缆上的某温度变化段与测量原点的距离,光纤测温系统的测量长度值与实际值之间的最大偏差值在±2米左右。将光纤放在80℃热水中进行测试,温差基本在±5℃。

5 结语

利用分布式光纤传感在测温方面的实时监测,寿命长,传输距离远,定位精度高等特别适合煤矿井下使用环境的优势,搭建

一种基于分布式光纤传感的煤矿井下胶带输送机沿线测温系统,并通过labview仿真,实现井下巷道光缆沿线的精确测温及高温定位报警,达到防火预警的目的。

[参考文献]

- [1]陈丽娟,陈立国,张文祥.煤矿井下分布式光纤传感系统的救援定位方法[J].黑龙江科技大学学报,2017,27(5):560-564.
- [2]国家质量技术监督局.电磁兼容试验和测量技术射频电磁场辐射抗扰度试验:GB/T17626.3-1998[S].1998.
- [3]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.线型感温火灾探测器:GB16280-2014[S].2014.
- [4]孙继平.煤矿监控新技术与新装备[J].工矿自动化,2015,41(1):1-5.
- [5]徐鸿福,范伟强.基于分布式光纤温度传感器的电缆故障定位研究[J].黑龙江电力,2017(5):1-7.

作者简介:

孙剑锋(1982--),男,汉族,山东省邹城市人,工程硕士,工程师,成都电子科技大学,从事煤矿机电运输专业及矿井智能化建设。