

文章编号: 1671- 251X(2011)01- 0080- 04

一线总线式地层冻结监测系统的设计与应用

赵玉明, 翟延忠, 李长忠

(北京中煤矿山工程有限公司冻结工程公司, 北京 100013)

摘要: 针对我国目前地层冻结施工中采用的多线式多点测量方式存在电缆用量大、接线及安装复杂、成本高、信号传输损耗大的问题, 提出了一种采用一线总线技术的地层冻结监测系统的设计方案, 介绍了该系统的软、硬件设计。该系统在张集矿副井冻结工程中的应用情况验证了其稳定性和可靠性, 但仍需要进一步完善和提高系统的预报预测功能。

关键词: 地层冻结; 监测系统; 一线总线; 温度监测; 流量监测

中图分类号: TD265. 34/ 76 **文献标识码:** B

Design of 1-wire Bus Mode Monitoring System of Ground Freezing and Its Application

ZHAO Yu-ming, ZHAI Yan-zhong, LI Chang-zhong

(Freezing Engineering Company of Beijing China Coal Mine Engineering Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: In order to solve problems of multi-wire and multi-point measuring mode used in ground

收稿日期: 2010- 09- 10

基金项目: 天地科技股份有限公司创新基金项目(TZ- JJ- 09

- ZM- 5)

作者简介: 赵玉明(1979-), 男, 辽宁朝阳人, 工程师, 硕士, 现主要从事冻结施工管理及冻结监测系统的开发与应用工作。

E-mail: zhaoyuming1569@126.com

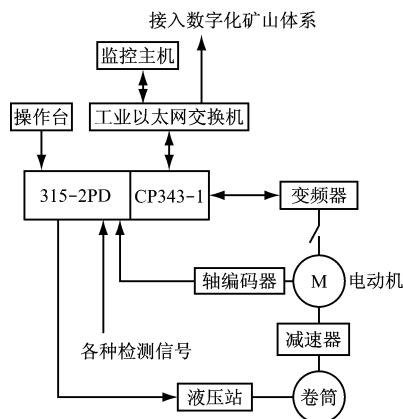


图3 数字化矿井提升机监控系统硬件组成

操作人员和控制系统及运输系统之间的桥梁, 可以在线监测提升机运输系统的各种工作参数、工作状态、故障参数和故障状态。为保证提升机运行的高度安全性, 上位机监控系统具有全行程速度连续监视、停车位置监视和运行方向监视等功能。通过它可以设定系统的工作方式、控制方式和发布系统的各种控制命令, 以实现对提升机启动、加速、平稳运

行、减速、停车以及紧急制动等各种控制功能。

4 结语

在总结数字化技术、工业以太网技术在各领域特别是在煤矿领域应用的基础上, 提出了数字化矿井体系的典型模型, 并介绍了基于双环网的数字化矿井提升机监控系统的设计。该系统已在山东省某矿井使用, 应用结果表明, 该系统运行稳定可靠, 特别是作为数字化矿山的一个分支, 具有较高的推广和应用价值。

参考文献:

- [1] 赵安新. 数字化矿山及其关键技术应用[D]. 西安: 西安科技大学, 2006.
- [2] 王致杰, 李越基, 李明, 等. 基于PLC控制的提升机自动装卸系统[J]. 矿山机械, 2008(3): 47-49.
- [3] 满海波. 基于工业以太网的恒压供水控制系统设计[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2005.
- [4] 潘英. 矿山提升机械设计[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.

freezing construction in China at present such as large cable dosage, complex wiring and installation, high cost and large transmitting waste of signal, the paper proposed a design scheme of monitoring system of ground freezing by use of 1-wire technology and introduced software and hardware designs of the system. Application of the system in freezing construction of submine of Zhangji Coal Mine verified stability and reliability of the system, but forecasting function of the system needs to be perfected and improved further.

Key words: ground freezing, monitoring system, 1-wire bus, temperature monitoring, flux monitoring

0 引言

冻结法施工采用人工设置的冻结管, 冻结管内循环冷媒剂, 带走含水土体中的热量, 从而形成强度高、密封性好的冻土, 起到承受荷载和密封防水的作用。在冻结法施工中, 地层温度是判断冻结壁厚度、强度、平均温度等性能指标的重要依据, 而盐水温度反映了冻结系统的运行状态, 是冻结法施工中必须实时监测的基本数据之一。由于冻结壁的形成具有隐蔽性, 无法直接观测, 因此, 选择一种可靠、有效的监测手段实时监测地层温度及盐水温度十分必要^[1]。

冻结监测系统的核心任务是在线实时监测多个测温孔的分布温度和各部分盐水、清水温度、开挖时钢筋受力情况及其它相关数据。施工技术人员根据测温孔的监测温度及时掌握冻结壁的发展情况, 预测交圈时间; 根据盐水温度指导冷冻机组低能耗运行且达到冻结施工要求; 根据压力掌握钢筋受力情况。可见, 在监测系统中, 温度监测至关重要。

目前, 我国冻结法施工中一般采用多线式多点测量方式^[2]。多线式测量方式一般以康铜热电偶或铂电阻实现。该方式在测温孔所需要的测温点数较多时, 用于连接热电偶或铂电阻的线缆将大幅度增加, 电缆用量大, 接线、安装十分复杂, 自动测量成本高。在实际施工中, 为了简化安装、降低成本, 测温孔内的测温点数会尽量减少, 这样不利于全面掌握冻结壁温度, 容易出现安全隐患, 而且这种基于电气信号的传输方式在长距离、大范围的监测中传输损耗增大, 使监测变得十分困难。

近年来逐渐兴起的分布式光纤测温系统因其本质安全、测温点不受限制等优点在很多领域得到了广泛应用, 然而因其成本高, 在冻结法施工的应用还很罕见。但分布式光纤测温系统是冻结监测系统的发展趋势, 是对现有监测手段的一次技术创新。

一线总线(1-wire bus)式测温系统布线简单, 测

量点可以人为任意布置, 但是总线长度不能太长, 所能监测的点数不能无限增加, 这些制约了一线总线式测温系统在深层冻结中的应用。但从目前来看, 一线总线式测温系统还能满足施工要求。笔者采用一线总线技术设计了一种地层冻结监测系统, 并将其应用于张集矿副井冻结工程中, 取得了较好的效果。

1 一线总线技术

1.1 一线总线网络结构

一线总线技术是由美国 DALLAS 半导体公司于 20 世纪 90 年代中期创立的。一线总线是指仅用一根信号线在总线管理单元与诸多符合一线总线协议的传感器之间进行信息传递的总线。一线总线技术具有传感器件的多重搭接及一线总线器件的惟一性等特点, 实现了用一条数据线进行双向数据传输, 最大限度地节省了通信线的数量, 使监测系统布线、维护更加方便, 布线成本更低, 并且提高了系统的可靠性, 因而在工程测试、环境监测等领域得到了广泛应用。一线总线式监测网络的基本结构如图 1 所示。

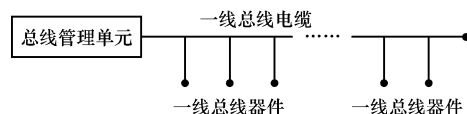


图 1 一线总线式监测网络的基本结构

从图 1 可看出, 一线总线式监测网络由总线管理单元、一线总线电缆及若干一线总线器件组成。总线管理单元控制着总线上所有一线总线器件的运行, 而所有的一线总线器件在总线管理单元的管理下分时、独立地向总线管理单元传递信息, 总线管理单元与诸多一线总线器件间构成主从式网络。一线总线式监测网络是一种严格的主从式网络, 除非由总线管理单元启动, 否则任何一线总线器件不能够“发言”, 并且除非通过总线管理单元, 否则一线总线器件间不能通信。

随着一线总线技术的推广应用与深入发展, 现已涌现出越来越丰富的一线总线器件。其中最具有代表性的是数字温度传感器 DS18B20, 它已经在诸多环境温度监测工程得以应用, 尤其在冻结监测中因一线总线技术精简的网络结构而得以推广应用^[3]。模拟量、开关量信号均可通过一线总线器件纳入一线总线网络, 这些为冻结监测系统的开发提供了有利保障。

1.2 一线总线关键技术

一线总线技术最重要的性能即是一线总线的传输距离, 这直接影响着一线总线技术能在多大的空间范围与多远的距离内实施有效的监测。由于一线总线器件均是无源、被动的, 且只能由元器件厂商提供, 可见总线管理单元的性能对一线总线网络的性能有着重要的影响, 因此, 设法改进总线管理单元的性能成为一线总线技术的关键。一线总线器件最致命的缺点是一旦总线上有一个器件短路, 可能会造成整个一线总线网络的瘫痪。因此, 设法避免各器件发生短路现象也是一线总线技术的关键所在。

2 系统硬件设计

2.1 系统构成

地层冻结监测系统的构成如图 2 所示。整个系统以监测模块(置于监测箱内)为核心, 监测模块向下连接一线总线网络, 用以串接分布在监测现场的一线总线温度传感器及其它一线总线监测单元, 监测模块按照一线总线协议取得其下辖一线总线上的传感器参数^[4-5]。监测模块向上连接至上位机(监控计算机), 上位机与诸多监测模块间通过数传电台进行无线连接。网络中的每一个监测模块具有唯一的地址, 一个一线总线网络中最多可配置 256 个监测模块。

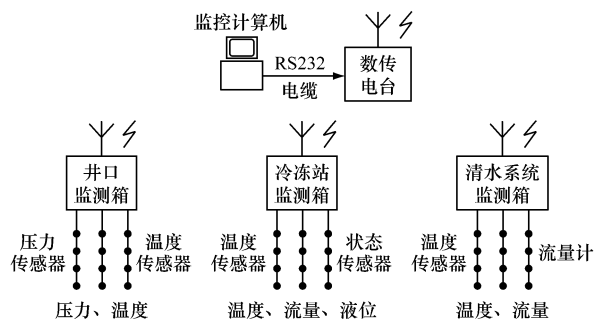


图 2 地层冻结监测系统构成

2.2 系统通信设计

地层冻结监测系统有有线通信和无线通信两种

通信方式^[6]。有线通信采用 RS485 方式, 而 RS485 通信方式具有一定的距离限制($< 1\,200\text{ m}$)。为扩大系统的应用范围, 为系统开发了无线通信功能, 大大延长了通信距离。无线通信方式主要采用数传电台方式实现各监测模块与上位机的无线连接。而在实际应用中, 系统可根据监测点的布置需要采用有线通信方式、无线通信方式或有线与无线相结合的通信方式。

2.3 混合参数的监测

地层冻结监测系统以温度监测为主, 但实际上还可以监测其它参数, 如制冷压缩机的开机状态、盐水水箱液位等。对于具有标准输出信号($4\sim 20\text{ mA}$)的传感器, 都可以将其接入一个专门的一线总线器件, 并由该器件将传感器的模拟输出量转换为数字量而接入一线总线监测系统。

3 系统软件设计

地层冻结监测系统是以温度监测为主、其它量测量为辅的监测系统, 其界面是自主开发的监测软件。该界面可运行在 Windows XP/Win7 环境中, 实现了温度数据的自动采集、数据库管理、监测数据的图形化处理及报表自动生成等功能, 同时也实现了模拟量的监测与显示功能。图 3 为该监测系统的软件主界面。



图 3 地层冻结监测系统的软件主界面

通过系统软件可实现对测温孔内温度的监测、冻结器回水温度监测、生成监测报表及历史曲线等功能。图 4 为数据采集配置界面。通过该界面可自主设置采集参数, 包括设置响应时间、数据采集时间、历史曲线以及任务计划等。

4 系统应用

张集矿副井冻结工程共有 4 个测温孔、99 个测

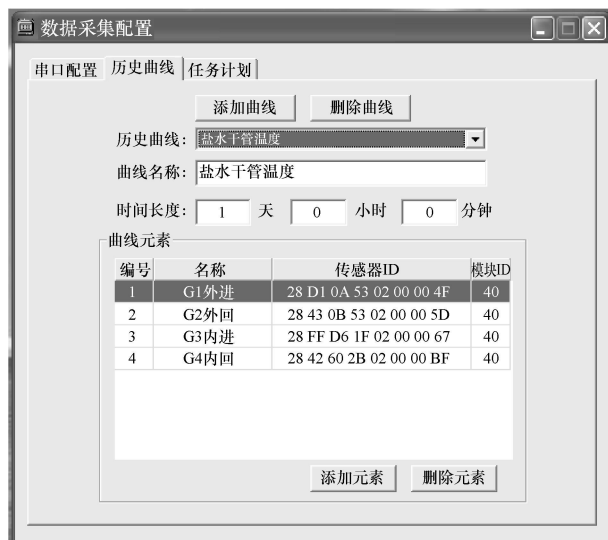


图4 数据采集配置界面

温点, 123 个冻结器回水测温点, 盐水进、回水测温点各 2 个, 1 个清水箱测温点, 15 个冷凝器测温点, 1 个电缆沟测温点, 共有 243 个测温点。每个测温点的温度都可显示在系统软件界面上。图 5 为某测温孔测温点截屏图。

T4_1	8 m	细砂	1.31
T4_2	21 m	砂质粘土	1.19
T4_3	45 m	粘土	1.31
T4_4	63 m	细砂	0.06
T4_5	83 m	砂质粘土	-0.25
T4_6	100 m	粘土	-0.56
T4_7	116 m	细砂	-0.94
T4_8	130 m	细砂	0.50
T4_9	135 m	粘土	5.63

图5 某测温孔测温点截屏图

利用系统软件的历史曲线生成功能可在任何时间查看盐水温度的降温曲线, 直观反映出盐水系统的运转情况。图 6 为盐水干管的温度曲线。

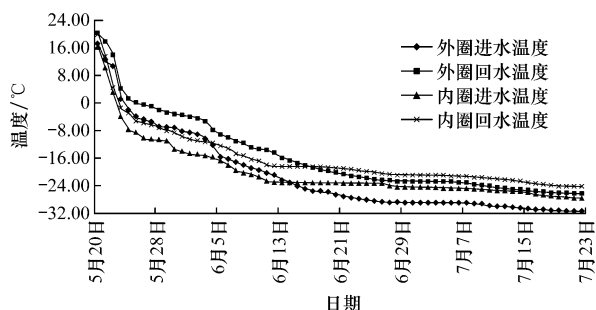


图6 盐水干管的温度曲线

通过设置任务计划可将各个测温孔的温度数据定期存入设定的数据库中, 为冻结交圈分析提供数据。图 7 为某测温孔砾石层内温度曲线。

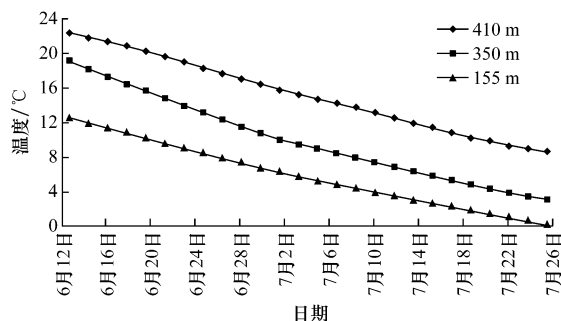


图7 某测温孔砾石层内温度曲线

流量监测也是冻结监测不可缺少的功能之一。通过不断改进, 将流量监测也加入到了地层冻结监测系统中。图 8 为流量监测曲线。

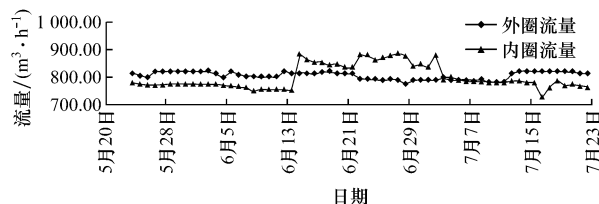


图8 流量监测曲线

5 结语

利用该地层冻结监测系统可得到准确的温度数据及各种相应曲线, 为冻结状态的分析提供了数据。工程应用验证了该系统的可靠性与稳定性, 但是系统的预报预测功能还需要进一步改进和提高, 以使基于一线总线技术的地层冻结监测系统在冻结施工中得到更广泛的应用。随着冻结深度的增加及测温点的增加, 当一线总线式监测系统不能满足施工要求时, 分布式光纤监测系统势必取而代之。

参考文献:

- [1] 胡向东, 刘瑞峰. 基于一线总线'的冻结法温度监测系统[J]. 地下空间与工程学报, 2007, 3(5): 937-940.
- [2] 赵玉明, 李长忠. 冻结监测中分布式光纤测温系统的研究[J]. 工矿自动化, 2009(4): 55-58.
- [3] 陈跃东. DS18B20 集成温度传感器原理及其应用[J]. 安徽机电学院学报, 2002(4): 34-38.
- [4] 翟延忠. 地层冻结监测中超长距离一线总线驱动技术的研究[J]. 建井技术, 2004, 25(6): 20-23.
- [5] 翟延忠. 地层冻结监测系统在赵官煤矿井筒冻结工程中的应用[J]. 建井技术, 2006, 27(4): 29-32.
- [6] 翟延忠, 张秀萍. 地层冻结监测系统[M]//煤炭科学研究总院北京建井研究所. 矿井建设现代技术理论与实践. 北京: 煤炭工业出版社, 2005.