

Application of Sensor in Utilization of Gangue

Deqin Ran¹, Bin An², Bing Hui¹, Yanzhao Li², Guangyuan Song², Haimin Song²

¹Shandong Transportation Institute, Jinan Shandong

²China Construction Eighth Bureau First Construction Co., Ltd., Jinan Shandong

Email: randeqin@126.com

Received: Mar. 4th, 2020; accepted: Mar. 19th, 2020; published: Mar. 26th, 2020

Abstract

The coal gangue emissions in our country are very large; long-term storage occupies land and pollutes the environment. As a way of road foundation material, filling reclamation land, paste filling pipeline, power generation and other utilization, coal gangue can be turned into treasure to create value, and the application of sensors in it can promote this work. This paper summarizes the application of sensors in the utilization of Coal Gangue Resources in order to play a greater role.

Keywords

Gangue, Sensor, Utilization

传感器在煤矸石资源利用中的运用

冉德钦¹, 安斌², 惠冰¹, 李艳召², 宋光远², 宋海民²

¹山东省交通科学研究院, 山东 济南

²中建八局第一建设有限公司, 山东 济南

Email: randeqin@126.com

收稿日期: 2020年3月4日; 录用日期: 2020年3月19日; 发布日期: 2020年3月26日

摘要

我国的煤矸石排放量很大, 长期堆存占用土地, 污染环境。作为筑路路基材料、充填复垦地块、膏体充填管道、发电等利用途径, 可以让煤矸石变废为宝, 创造价值, 而传感器在其中的运用可以推动这项工作的进行。本文综述了传感器在煤矸石资源利用中的运用, 以期传感器能起到更大的作用。

关键词

煤矸石, 传感器, 利用

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

煤炭作为我国主要的化石能源具有非常丰富的储量[1], 并且在我国的整个一次能源消耗过程中, 煤炭占到了 70%以上。随着经济的发展, 煤炭的使用量越来越大, 煤矸石的排放量也伴随着煤炭产量的增加而逐年增长。并且我国煤炭资源普遍埋藏较深, 大多通过井口开采, 所以煤矸石的产出率较高。据不完全统计, 我国当前矸石排放量约占到原煤总产量的 15%~20%。自上个世纪六十年代以来, 我国已累计排放煤矸石达到 90 多亿吨, 每年新增煤矸石约为 6 亿吨。我国很多地区存在大量煤矸石堆积而无法处理利用的问题[2], 年排放量超过 400 万吨的就有山西、辽宁、吉林、内蒙古、安徽、山东、河北、陕西、河南、新疆等省份。

目前我国煤矸石利用率较低, 多数煤矸石产出后未经处理直接倾倒堆积在矿区周围, 形成了大量的煤矸石山, 侵占土地并带来了严重的环境污染[3]。长期露天堆存的矸石山因堆积量大, 散热困难, 容易发生自燃, 产生等有害气体, 造成空气污染, 降水时淋溶土壤和水质, 矸石山还存在崩塌、滑坡等安全灾害隐患。国家为此每年投入大量的资金用于矸石山的治理。而且自然风化作用使得露天堆积的煤矸石破碎成细颗粒, 较易进入周围土壤和空气中, 造成土壤污染和扬尘。在雨水的冲刷下, 煤矸石中的重金属元素随淋溶水渗透到地下, 污染土壤进而污染地下水, 产生的地表径流又对地表水造成危害。松散堆积的矸石山存在发生崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的风险, 近年来全国各地不断有矸石山崩塌造成人员伤亡的案例出现。如果煤矸石中有放射性元素, 还会造成辐射污染, 这些都严重威胁矸石山周边厂矿企业的生产和居民的生命财产安全。近年来我国非常重视煤矸石的废物再利用, 探索煤矸石的环保利用途径[4], 但是由于煤矸石的年排放量与历年堆积量巨大, 且现有煤矸石利用途径的消耗量较小, 导致我国目前煤矸石的利用率不足 30%。探索废弃物资源化利用的新方法、新技术和新工艺, 大力开展联合利用和废物交换, 以及国际技术交流, 实现优势互补。废物资源化, 环保可持续已成为一种趋势, 将会有力地推动技术创新和科技进步, 推动生产力的发展, 促进生态文明。因此, 如何解决煤矸石的有效利用是一个重要课题。煤矸石的利用途径包括作为筑路路基材料、煤矸石发电、充填复垦地块、膏体充填管道等。传感器作为提取信息的工具, 在上述领域都有所运用。

2. 传感器在煤矸石做路基材料中的应用

姜利等[5]在对未燃煤矸石进行室内试验和方案设计的基础上, 将其作为路基填筑材料应用到改扩建公路路基填筑中去。考虑未燃煤矸石容易发生自燃, 为进一步掌握未燃煤矸石路基温度变化, 在试验路段埋设了测温元件并定期进行监测。监测结果表明, 未燃煤矸石路基未发生明显的温度上升现象, 验证了设计方案的科学性和路基的稳定性。最后通过采用数理统计方法分析了未燃煤矸石路基不同季节下温度与深度变化之间的关系, 建立了未燃煤矸石路基温度 - 深度数学模型, 通过采用未燃煤矸石进行路基填筑, 为进一步利用未燃煤矸石进行路基填筑提供科学依据和技术指导。

3. 传感器在煤矸石充填复垦中的应用

徐良骥等[6]为研究煤矸石基质风化过程中温度场变化引起的充填复垦重构土壤水分时空响应特征,选取不同粒径级配同等覆土厚度的煤矸石充填复垦田间试验小区,分层分区埋设温度和湿度传感器,动态监测重构土壤不同梯度的温度及水分。土壤墒情监测系统采用的是八通道水分温度传感器,对各复垦地块土壤层进行水分与温度的动态监测,而煤矸石层水分与温度则采用 TDR 水分温度电导率测定仪进行动态监测。后续实验中将土壤墒情监测系统的八通道传感器统一布设在同一地块,土壤层与煤矸石层的水分与温度进行同步监测,通过长周期的数据观测分析温度场影响下重构土壤水分运移规律。

王顺等[7]为研究煤矿区用矸石作为垫底基质进行土壤剖面重构土壤水分再分布过程和剖面热扩散与气体浓度变化特征,以指导工程设计和重构土壤熟化技术应用,在实验室设计了一种煤矿区重构土壤水气热运移模拟装置,通过布设在土柱系统不同深度的温湿度传感器和二氧化碳浓度检测仪,连续监测重构土壤剖面含水量、温度和二氧化碳浓度。

4. 传感器在煤矸石膏体充填管道中的应用

煤矸石膏体充填输送管道是采空区矸石膏体充填系统成套设备的重要组成部分,由于输送管道的管线长、流速不匀且含有大颗粒煤矸石等因素影响,在充填过程中极易造成充填体离析、管道堵塞、凝结等问题,严重影响输送管路的安全运行。李秀山和柳成懋[8]通过对输送管路沿线的压力实时在线监测,及早发现管路堵塞故障位置或预警管道破损位置,以便采取措施避免事故扩大。由于矸石充填管道内膏体压力检测属于非常规检测,输送介质为不均质体,完全不同于一般的均质管道压力监测。煤矿矸石膏体充填管道压力在线监测研究是通过具备压力监测的堵管卸料阀门和特殊设计的硅压力传感器将信号快捷的转换,并传输到计算机系统,完成不均质矸石膏体充填系统压力的实时在线监测。

目前,膏体充填系统的压力及流量计量技术尚未成熟,不仅严重制约了充填系统闭环控制的实现,且充填现场采用粗放的流量计量方式,造成了充填物料的浪费。此外,由于膏体浓度很高且含有大粒径的煤矸石,使接触式传感器极易磨损,输送管道易发生堵管事故,给煤矿企业造成巨大的经济损失。褚涛[9]通过对比分析胡克模型、牛顿模型、圣维南模型三种流变模型及其流变方程,确定了充填膏体的流变模型,其属于非牛顿体似宾汉姆体。通过研究充填膏体的流动特性,得出充填膏体管道流速与管道压差的近似线性关系,提出了基于压差法的充填管道流量检测方法,使用薄壁圆筒模型对充填管道进行了静力学变形量分析,验证了压差法充填管道流量检测的可行性。

随着采矿工程技术的发展,以煤矸石作为充填骨料的充填技术正在被研究和应用。王冬等[10]为了解决因煤矸石一般颗粒粒径比较大,普通流变仪器不能满足对其料浆流变参数测试的问题,利用现有实验室的搅拌器和功率计以及功率传感器,以传统旋转粘度计为基本标定仪器对自制流变仪进行标定,找出两者之间的相关转化系数以及自制流变仪的测试公式继而测出粗颗粒骨料的料浆流变参数,并分析了自制流变仪器误差的原因。

5. 传感器在煤矸石山监测中的应用

在煤矸石山上部署无线传感器网络,对影响煤矸石自燃的重要信息数据温度进行监测,从而在达到自燃前采取相应的控制措施消除自燃的可能。张继华等[11]根据煤矸石山的具体情况,结合无线传感器网络的特点,设计了一个无线传感器网络系统。通过采集对煤矸石自燃影响严重的信息数据,从而有效地监测煤矸石环境,以达到预防自燃现象的发生。同时针对于无线传感器网络能源受限的问题,采用遗传算法对网络进行了优化设计。仿真结果表明:该算法优化了能量管理,使网络负载达到平衡。杜玉玺等[12]分析了煤矸石山的自燃机理,采用土壤温度传感器测量煤矸石山内部不同深度的温度,结合传统测量

手段定位温度采样点。通过采集对煤矸石自燃影响严重的信息数据,从而有效地监测煤矸石环境,以达到预防自燃现象的发生。通过软件对每一层煤矸石温度进行插值分析,有效分析煤矸石山深部温度的分布特征,建立了竖直方向一元三次函数拟合模型,揭示出煤矸石山深部温度的变化趋势。通过相关系数和测量误差理论,确立了煤矸石山深部温度拟合最优模型,实现了自燃煤矸石山的火源定位及温度分布可视化,可为自燃煤矸石山灾害预警及治理提供技术指导。

6. 其他

在煤矸石综合利用电厂研究中,郭湛等[13]介绍了某煤矸石综合利用电厂贮煤筒仓安全监测系统。系统通过传感器对筒仓内贮煤温度、一氧化碳、可燃气体、烟雾及煤位等参数进行在线监测。文中对系统的功能、硬件配置和软件编写进行了讨论,分析了各模块的功能,并给出了流程框图。该系统具有较好的实用性和稳定性,并已成功的运用在实际生产中,对防止贮煤筒仓事故、实现输煤系统安全运行有一定参考意义。

雷声勇[14]设计了一种应用于煤矸石粉碎生产线的高合金耐磨锤头工件材质识别及自动分拣装置。利用增量式旋转编码器、传感器、变频器等技术,完成了系统的硬件设计、软件设计和触摸屏上位机通信。实验结果表明:该装置智能化程度较高,可靠性好,可较好地应用于自动化煤矸石粉碎生产线中各种工件组合套件的自动分拣。

7. 结论

把煤矸石作为一种资源加以开发利用,不仅成为根治煤矸石堆存所造成的环境危害的有效途径,还能变废为宝,物尽其用,最大限度地发掘其经济价值。而传感器技术的应用,会大力推动这项工作的发展。

基金项目

山东省交通运输厅科技计划项目(2019B24)。

参考文献

- [1] 谢和平, 吴立新, 郑德志. 2025 年中国能源消费及煤炭需求预测[J]. 煤炭学报, 2019, 44(7): 1949-1960.
- [2] 邓代强. 中国西南地区煤矸石利用现状与展望[J]. 矿产保护与利用, 2019, 39(2): 136-141.
- [3] 袁英贤. 平顶山市煤矸石的综合利用途径分析[J]. 中国资源综合利用, 2007(3): 16-18.
- [4] 姚宏龙. 煤矸石资源再生利用途径[J]. 山西化工, 2017(3): 66-67.
- [5] 姜利, 董建勋, 张锦生. 未燃煤矸石路基施工及温度变化监测与分析[J]. 公路, 2012(3): 128-131.
- [6] 徐良骥, 朱小美, 刘曙光, 等. 不同粒径煤矸石温度场影响下重构土壤水分时空响应特征[J]. 煤炭学报, 2018, 43(8): 218-224.
- [7] 王顺, 陈敏, 陈孝杨, 等. 煤矸石充填重构土壤水分再分布与剖面气热变化试验研究[J]. 水土保持学报, 2017(4): 93-98+126.
- [8] 李秀山, 柳成懋. 矸石膏体充填管道压力在线监测研究与实践[J]. 煤炭工程, 2012, 1(10): 56-58.
- [9] 褚涛. 基于压差法的膏体充填管道流量检测技术研究[D]: [硕士学位论文]. 邯郸: 河北工程大学, 2018.
- [10] 王冬. 新型似膏体充填料浆流变仪的研制[J]. 煤炭工程, 2010, 1(6): 105-107.
- [11] 张继华, 庄益诗, 王焱, 等. 无线传感器网络在预防煤矸石山自燃中的应用[J]. 传感器与微系统, 2010, 29(9): 135-137.
- [12] 杜玉玺, 苏未曰, 吴媛婧, 等. 自燃煤矸石山内部温度拟合与可视化研究[J]. 矿业安全与环保, 2018, 45(5): 38-42.
- [13] 郭湛, 包平, 宋存义. 火电厂贮煤筒仓安全监测系统的设计[J]. 微计算机信息, 2006(7): 139-140+179.
- [14] 雷声勇. 基于 PLC 和编码器的工件材质识别及自动分拣设计[J]. 煤炭技术, 2013(5): 62-64.