

智慧监测云系统在铅硐山铅锌矿山顶裂隙监测中的应用

Application of Intelligent Monitoring Cloud System in Monitoring the Crack on the Top of Lead-zinc Mine in Qiantongshan Mountain

供稿|董少平 / DONG Shao-ping

内
容
导
读

铅硐山铅锌矿地下采矿作业形成较大范围采空区，导致地面局部塌陷和变形从而出现山顶大裂隙。为了防止大裂隙影响井下采矿，采用智慧监测云系统对大裂隙进行监测。文章介绍了智慧监测云系统、设备布设原则、监测点位安装，给出了部分监测数据，有利于进一步分析铅硐山铅锌矿山顶大裂隙形成原因及影响范围，采取治理措施，防止裂隙危害。

陕西铅硐山矿业有限公司铅硐山铅锌矿地处秦岭中断山区腹地，地下采矿作业已形成较大范围采空区，导致地面局部塌陷和变形。为了弄清铅硐山山顶大裂隙的形成原因，防止其影响井下采矿，铅硐山铅锌矿委托西北有色勘测工程公司进行了山顶大裂隙勘测研究。对铅硐山铅锌矿山顶大裂隙做了监测方案设计^[1]，在大裂隙变化区安装了监测仪器，并先后布设了10个变形监测点，采用智慧监测云系统对大裂隙进行监测，获得监测数据，以便进一步分析其形成原因及影响范围，便于采取治理措施，防止裂隙危害。

设备布设原则

根据监测工程的类型和使用年限确定监测系统

设计和使用的时间及空间基准。布置完整的监测系统一般涉及：(1)仪器位置的选择，应能反映出监测对象的运行情况，特别是关键部位；(2)为了提供地质灾害的充分和必要的资料，便于进行分析，监测仪器不宜在较大的区域内分散布置，而要进行重点区域集中布置；(3)采用立体化多源监测系统^[2]，有利于各项监测结果的相互验证和综合分析；(4)监测系统易于管理、易于操作；(5)系统具有很好的开放性、兼容性：在满足功能要求的前提下，充分考虑现代技术的快速发展，以便系统升级，同时能够实现与交通工程、管理养护等系统对接，实现信息共享；(6)系统具备各种类型的通讯协议和接口，方便后期监测系统升级；(7)成本控制经济合理：监测系统的一个原则就是利用最优布控方式做到既节省成

作者单位：陕西铅硐山矿业有限公司，陕西 凤县 721707

本及后期维护投入的人力及物力，又能最大限度发挥出实际监测的效果。

智慧监测云系统

智慧监测云系统可广泛应用裂隙、倾斜、沉降、震动、水位、环境监测等常见灾害监测工程

中。系统在架构上可分为感知层、采集层、处理层、应用层和用户层，各功能层独立工作，支持定制扩展。系统各功能层之间相互关联，可完成灾害的数据采集、数据处理、统计归类、态势查看、实时监控、阈值预警、多终端展示等功能，智慧监测云系统具体架构见图1。



图1 智慧监测云系统构架

智慧监测云系统提供一站式监测服务(见图2)，采用云主机、模块化采集、多模组网、负载均衡、网站加速产品、网络安全和运营维护服务等，为监测业务提供应用规划、技术实施、系统扩容和运营维护等

全方位的解决方案。用户无需自行建立服务器和专人管理，大大降低项目投入费用和人力成本。

监测点位设计及安装

根据“工程测量规范(GB50026—2007)”变形监测规定，工程现场仪器监测项目的选择应充分考虑工程水文地质条件、工程安全等级、支护结构的特点及变形控制要求，结合铅硐山铅锌矿山顶大裂隙现状勘察报告以及3D模型模拟，决定在铅硐山裂隙、沉降等灾害附近布设GNSS监测系统及拉线式位移传感器监测灾害发展趋势，监测项目见表1。根据铅硐山铅锌矿山顶裂隙监测方案设计及现场情况分析，本次监测共设置6组GNSS变形监测点、1组GNSS监测基站和4组拉线式位移计，部分设备安装如图3~图6所示。



图2 智慧监测云系统部署方案

表1 监测项目表

序号	监测设备种类	安装个数	备注
1	GNSS监测系统	7	(6组监测设备+1组基站)
2	拉线式位移计	4	

数据整编原则与要求

监测资料整编是将监测的各种原始数据和有关文字、图表(含影像和图片)等材料进行汇集、审核、整编，综合整理成系统化、图表化的监测报告。



图3 拉线式位移计安装图



图4 GNSS变形监测点安装施工图



图5 拉线式位移计施工图

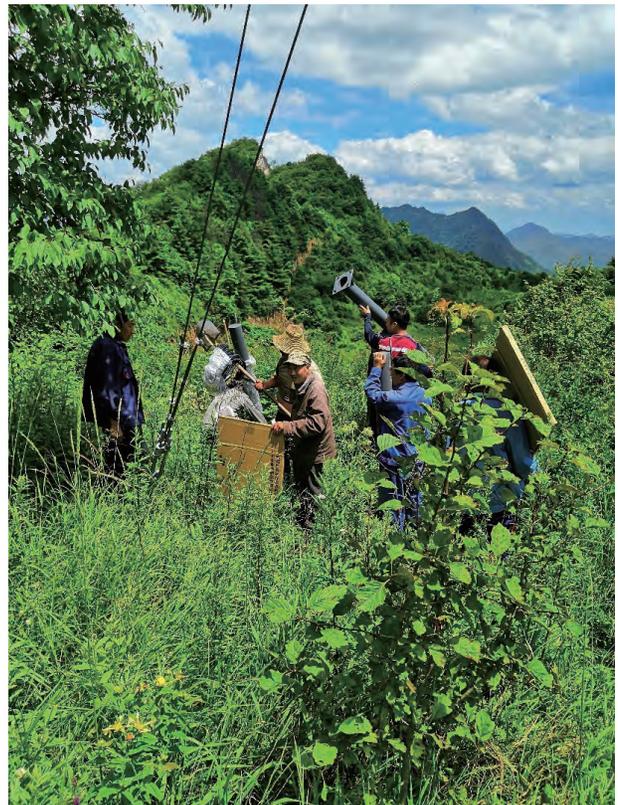


图6 地表位移监测设备安装施工图

(下转第 12 页)

- [9] Panchagnula J S, Simhambhatla S. Manufacture of complex thin-walled metallic objects using weld-deposition based additive manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2018, 49: 194
- [10] Hu Y Y, Mu S, Wang J. Arc behavior and droplet transfer process of VP CMT. *Applied Mechanics and Materials*, 2014, 467: 81
- [11] 郭斌, 张李超. Cold metal transfer (CMT)与 CMT Advanced 的异同研究. *精密成形工程*, 2016(2): 50
- [12] 李双寿, 李生录. 工程实践和创新教学探索与研究. 北京: 清华大学出版社, 2014
- [13] Feng J, Zhang H, He P. The CMT short-circuiting metal transfer process and its use in thin aluminium sheets welding. *Materials & Design*, 2009, 30(5): 1850
- [14] Wang P, Hu S, Shen J, et al. Effects of electrode positive/negative ratio on microstructure and mechanical properties of Mg/Al dissimilar variable polarity cold metal transfer welded joints. *Materials Science and Engineering: A*, 2016, 652: 127
- [15] Zhang C, Li Y, Gao M, et al. Wire arc additive manufacturing of Al-6Mg alloy using variable polarity cold metal transfer arc as power source. *Materials Science and Engineering: A*, 2018, 711: 415

基金项目: 国家自然科学基金项目(No.51871012)

作者简介: 吕庆功(1971—), 男, 山西文水人, 博士, 高级工程师, 高等工程师学院副院长, 主要从事钢铁生产和材料加工工艺研究与实践教学。通信地址: 100083 北京市海淀区学院路30号 北京科技大学高等工程师学院。E-mail: qglv@163.com。

(上接第6页)

资料搜集的原则和要求: (1)及时准确, 尽可能全面、完整。(2)做好校核工作, 保证资料的准确可靠, 严防数据丢失。(3)存储方法简洁、直观, 便于保管、归档和查询, 目录规范。

资料整编的要点: (1)整编结果应做到项目齐全, 考证清楚, 数据可靠, 方法合理, 图表完整, 说明完备。(2)整编报告应能反映监测资料系统整理的全过程, 做到内容全面, 说理清楚。

智慧监测云系统数据分析

结合裂隙监测点位监测数据^[3], 智慧监测云系统分析结果为: (1) 1号拉线式位移计所监测的裂隙区域裂隙一年内增长了520 mm左右, 其日变化速率在0~5 mm波动, 裂隙呈增长趋势。(2) 2号位移计位置因信号较差, 无数据回传。(3) 3号拉线式位移计所监测的裂隙区域裂隙一年内增长了140 mm左右, 其日变化速率在0~3 mm波动, 裂隙呈增长趋势。(4) 4号拉线式位移计所监测的裂隙区域裂隙一年内增长了300 mm左右, 其日变化速率在0~3 mm波动,

裂隙呈增长趋势。

结束语

智慧监测云系统基于云数据存储与传输, 充分发挥了大数据时代优势, 能实时传播数据, 将传统地质灾害监测与高科技相结合, 节省了人工成本和安全成本, 是绿色矿山建设中数字化矿山建设的重要体现。

参考文献

- [1] 刘辉, 何春桂, 刘小阳, 等. 基于GPS/GIS的矿区变形监测系统的初步设计. *煤矿开采*, 2010, 15(3): 106
- [2] 邹双朝, 李端有, 周武, 等. 地质灾害变形监测系统开发及应用. *地理空间信息*, 2010(4): 66
- [3] 苗胜军, 蔡美峰, 任奋华, 等. GPS变形监测平差计算及不确定分析. *岩石力学*, 2008(2): 562

作者简介: 董少平(1970—), 男, 宝鸡凤翔县人, 采矿工程师, 1991年毕业于长沙有色金属专科学校, 工作于陕西铅硐山矿业有限公司, 主要研究方向: 采矿技术。通信地址: 陕西省宝鸡市凤县留凤关镇陕西铅硐山矿业有限公司, E-mail: 1458655161@qq.com。