白云铁矿主采场1 626 m南D区4#滑体监控实践

高会友,陈喜麟

(包钢(集团)公司白云鄂博铁矿,内蒙古 包头 014080)

摘 要: 对白云鄂博铁矿主采场1 626 m南D区4#滑体从出现裂缝到滑塌全过程进行监测,分析总结了其形成机理及演变规律,及时准确的预测了滑塌时间,有效的指导了该滑体周边及下部台阶的安全生产,避免了滑体塌落对设备及人员的伤害,同时提出了滑塌后有效的治理方案;对矿边坡管理工作具有重要的意义。

关键词: 边坡;滑体;监控;规律;措施

中图分类号: TD804 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)05-0007-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.05.002

Practices of Monitoring 4# Slip Mass in 1 626 m South D Area of Main Stope of Bayan Obo Iron Mine

Gao Hui-you, Chen Xi-lin

(*Bayan Obo Iron Mine of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014080, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The whole process from the occurrence of cracks to slumping of 4# slip mass in 1 626 m south D area of main stope of Bayan Obo Iron Mine was monitored. The formation mechanism and evolving regularity were analyzed and summarized so that the slumping time was predicted timely and accurately. As a result, the safe production around and at lower step was effectively guided, the damages of equipment and personnel when slip mass caving were avoided and the effective treatment scheme after slumping was put forward simultaneously, which were with significant meanings to the side slope management of the mine.

Key words: side slope; slip mass; monitor; law; measures

白云鄂博铁矿是集铁、稀土大型金属露天矿山,已有60年的开采历史,分东、主两个采场,均已进入露天开采的中后期,边坡问题成为制约矿山发展的重要因素,每年不稳定边坡工程治理费高达千万元,边坡日常维护费用也在逐年增大,降低了矿山的经济效益,制约了矿山良性发展。随着开采深度的加大,靠界边坡高度增加,边坡安全问题日益突出。主采场1 626 m南D区4#不稳定体从被发现到滑塌,通过全程跟踪监测与数据整理,分析产生滑坡的原因,提出处理措施,为后续边坡治理工作提供了重要的依据。

1 1 626 m南D区4#滑体监测分析

1.1 滑体工程地质概况

2017年4月13日在日常巡视过程中,发现主采场1 626 m水平南D区8-9勘探线之间发现间

收稿日期: 2018-03-09

作者简介: 高会友(1971-),男,山东省济南市人,高级工程师,现从事露天采矿爆破工作。

中国知网 https://www.cnki.net

断裂缝，之后裂隙连接成线并不断向西延伸，至5月2日裂隙长约32.3 m，宽约2 cm，向西延伸至上一个靠界阶段1 650 m的边坡体结构层；东侧坡顶线接触部位出现3～5 cm沉降。根据现场实际情况，确定该部位为D区4#不稳定体，从5月2日起设置监测点，组织日常监测。

该部位水文地质条件比较简单，主要补给水来源为大气降水；其构造以大理岩为主，东西两侧与板岩相接，岩性较脆、稳定性较差，原生结构面受北侧临空自由面应力释放等作用将岩体分离，逐步具备了整体坍塌的条件。

D区4#滑体接近F10大断层下盘，属平面型滑落，滑塌节理面角度大于台阶坡面角的部分呈倾倒滑塌型破坏，滑塌面较为平整光滑，倾角为60°～70°；走向与固定边坡坡面的夹角约为15°～30°；沿东西走向长约110 m，坍塌涉及1 650～1 570 m共6个台阶；大部分塌落至1 514 m水平，个别大块滑落至1 500 m水平。

1 626 m南D区4#滑体滑塌前、后现状，如图1所示。

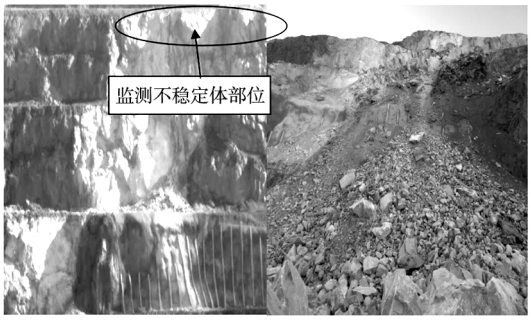


图1 1 626 m南D区4#不稳定体滑塌前、后现状图

1.2 监测过程及数据分析

1.2.1 工作基点和监测点的布设

工作基点布设在滑坡体以东的稳定地区，观测水平位移和垂直位移变化。

为确保监测点能代表滑体的空间位移，在不稳定体范围内，选择9个特征点作为变形观测点，自西向东编号为1#～9#，均布在裂缝、滑舌和地质分界处等代表性强的部位。

1.2.2 监测频率与周期

自设置监测点开始监测到不稳定体滑塌历时6个月时间，根据不稳定体所处阶段，监测频率（如表1所示）。

表1 1 626 m南D区4#滑体监测频率表

时间	监测频率	备注
警戒期（5月5日—8月22日）	2次/周	变形速率小，趋势不明显，处于初始蠕变状态
滑动期（8月25日—10月16日）	3次/周	变形发展较快，趋势明显，处于稳定蠕变状态
雨后、大爆破后	加测多次	易发生突变
加速滑动期（10月18日—11月2日）	2次/天	变形量增大和变形速率加快，具有随时塌落的可能，处于蠕变加速状态

1.2.3 监测数据分析

图2和图3分别是1 626 m南D区4#不稳定体最具代表性的能够准确反映其变形规律的监测点水平、垂直位移变化散点图。

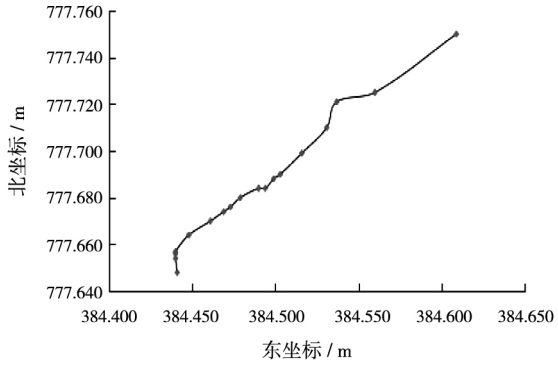


图2 主采场1 626 m南D区4#不稳定体9#监测点水平位移变化散点图

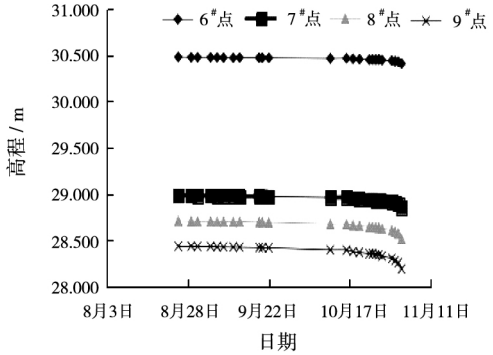


图3 2017年主采场1 626 m南D区4#不稳定体监测点垂直位移变化散点图

根据各监测点的监测数据及水平、垂直位移变

中国知网 https://www.cnki.net

化散点图可以看出: 各个监测点的水平位移向量方向均为北东方向,指向矿坑开挖方向,而垂直方向上整体向下运动,符合露天矿岩体移动的一般规律[1]。

从 5 月 5 日开始警戒期观测后三个月,不稳定体水平位移和垂直位移变形速率小,变形不明显,处于初始蠕变状态; 8 月 22 日,监测点的高程累计下降值均超过 20 mm,在铁矿 OA 网上发布安全预警通报,并制定专项边坡技术措施和应急预案,划定危险防范区,现场建立警示牌,用彩绳圈定滑体范围并做挡土墙,严禁人员和车辆通行,加大监测频次,进入滑动观测期,同时也标志着 4#不稳定体进入了稳定蠕变状态。

稳定蠕变状态初期,变形不很明显。但是 9 月底开始天气骤变,历时半个月的雨雪天气过后,变形发展加快,位移量开始增大,10 月 11 日测量结果显示各监测点水平和垂直位移变化加剧,水平位移累计变化量均超过 20 mm,高程累计下降最大值为 40 mm。进入加速蠕变期,利用铁矿 OA 网上发布滑坡预警通报。

10 月 18 日的监测显示: 最东侧的 9#监测点高程累计下降达 58 mm,高程下降速率为 16 mm/d; 水平位移累计变化量为 42 mm。测量裂缝长度已达 58.3 m,宽度最宽处达 1.1 m。根据资料和以往的经验判定 1 626 m 南 D 区 4#不稳定体应在近期滑塌。在铁矿 OA 网上发布滑坡高度预警通报。

10 月 30 日,9#监测点的水平位移变化速度达 36 mm/d; 11 月 1 日,9#点的高程下降速率高达 41 mm/d,且位移速率持续增长,达到一级预警预报值,不稳定体随时有坍塌的危险。当日在铁矿 OA 网上发出一级预警,提出 2 天内不稳定体可能滑塌,要求下部可能受影响部位的钻机、电铲等生产设备立即撤离。

11 月 3 日凌晨,4#不稳定体沿结构面倾倒坍塌。通过实时监控,利用滑移速率变化成功地预测预报了不稳定体的塌落时间。

2　边坡滑坡规律总结

根据主采场 1 626 m 南 D 区 4#滑体监测的实践,结合以往滑坡的规律,初步探讨出露天矿边坡的滑动规律。

2.1　该边坡破坏机理分析

(1) 原岩的应力平衡状态,在采场爆破作用下遭到破坏,岩体内应力释放(朝向阻力最小的临空面方向) 使得边坡软弱岩体或约束力较小的结构体产生变形; 受重力作用、爆破震动、残余应力、水力作用、风蚀作用、温度变化及可能的地壳运动等影响下,岩体的变形加剧,呈现出水平裂缝和垂向的位移沉降; 如作用力大于软弱岩体或结构面的摩擦阻力和粘结力,则会产生更大的变形,甚至失稳、滑塌。

(2) 不同岩性结合部必然存在着裂隙接触面,极易发生滑脱,尤其是硬度较小的岩性极易受风化、爆破震动、应力释放破碎脱落; 对同一类型岩体中夹杂的软弱条带对边坡的破碎化影响更为严重; 如岩体中存在较大节理、裂隙面,则边坡外表面岩体易下沉滑落; 如节理、裂隙面角度大于台阶坡面角时,极易发生倾倒破坏。

(3) 相同岩性之间因存在倾角各异的结构面受外力作用发生脱落甚至滑坡。

(4) 岩体内部变形在边坡表面一般有明显的表征,如表面裂缝、岩体的错位、散碎石块或岩体的脱落等。

(5) 边坡外部形态不规则,如重力不稳定部位: 伞岩、三面临空岩体极易变形塌落等。

2.2　安全预警及预测预报

通过本次监测分析结果得出,出现以下情况时应采取边坡安全预警措施[2]:

(1) 最大水平位移超过 10 mm/d 或最大沉降超过 10 mm/d;

(2) 露天边坡平台裂缝宽度超过 40 mm;

(3) 发现变形异常时,应结合其它监测资料进行综合分析,必要时启动应急预案。

位移变化从量变到质变,当位移速度处于加速状态时滑体随时可能坍塌,具体滑塌时间与该不稳定体的岩性、结构、位置形态、岩体的产状等有密切的关系,结合日常精确的监测、分析、判断,预测滑塌时间能够控制在 48 h 以内。

3　滑体预防及处理措施

(1) 采取削坡减载、不稳定岩体清理、坡底支墩稳固、坡面喷浆粘固及垂直岩体结构面锚索抗滑桩、锚索地梁、锚索框架、主动及被动防护网支护等工程措施; 对软质岩石边坡,应对坡脚、坡面采取喷浆、抹面、嵌补等措施,并作好坡顶、坡脚排水; 特别应保证不同岩性接触部位的稳固要求; 因大理岩较脆,硬度

(下转第 13 页)

中国知网　https://www.cnki.net

表 1　采用满眼钻具技术施工强造斜地层深孔顶角弯曲强度表

孔号	终孔孔深/m	顶角/(°)		对应孔段长/m	弯曲强度/[(°)·100 m^{-1}]	备注
		1 100/m	最终			
WK18 - 03	1 254.44	8.1	48.0	670	5.54	未采用
WK16 - 04	1 467.00	7.5	9.0	970	1.00	采用
WK20 - 02	1 775.40	5.1	8.3	900	1.18	采用

8　结束语

LBM 低(无)固相泥浆及防斜钻头 + 满眼钻具防斜技术配合使用,对钻进白云鄂博地层(高岭土化)较合适,有利于抑制断层泥缩径、膨胀。此种冲洗液现场配制比较方便。LBM 泥浆护壁是白云复杂地层深孔钻进以及类似地层的有效技术措施。

参　考　文　献

[1] DI/T0200—2002 铁锰铬矿地质勘查规范[S].

[2] 郑思光,赵志杰,左新明. 查干德尔斯钼矿复杂地层钻探技术探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(5):31 - 33.

[3] 孙丙伦,陈师逊,陶士先. 复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨和实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(5):13 - 16.

[4] 高德利. 复杂地质条件下深井超深井钻井技术[M]. 北京:石油工业出版社,2004.

[5] 孙丙伦,孙友宏,张敏. 深部找矿钻探技术与实践[M]. 北京:地质出版社,2013.

(上接第 9 页)

及韧性差,应根据其产状和稳定性分析,采取切实可行措施,减少工程施工对其的二次破坏;如大理岩层厚度较大且结构较为完整则不建议采用锚杆等工程措施,如大理岩层厚度满足锚杆、锚索等加固工程施工条件时,应进行科学的力学分析与实验,尽可能锚固到板岩层稳固部位。

(2)采场生产要求:优化开采顺序和施工方式,采用逐孔微差爆破,增大孔间起爆间隔时间,减少单孔装药量,减少过量的超深或采用孔底间隔爆破,减小爆区总装药量,严格执行清渣爆破,小孔径、少排数、高质量的靠界预裂爆破,延迟最终边坡的形成时间等措施减少爆破震动等外部因素对边坡的破坏。

(3)对反倾斜边坡进行受力分析,按分析结果确定扩帮阶段的布置及留设平台宽度,并对平台进行喷浆封闭,粘固裂隙及减少外部因素形成新的破坏作用;确保边坡的长期稳定。

(4)边坡顶部伞岩采用碎石机、人工处理,重点处理上部浮渣。

(5)滑塌后处理方案:滑体西侧做临时斜坡路,采用液压挖掘机将塌落虚渣甩至下部平台,清理至硬岩,将裸露岩体喷浆护坡,减少因岩石风化、水力浸蚀、爆破震动破坏等造成的二次破坏;最后,采用挖机装车方式将下部平台岩渣运排,必要时根据边坡设计规范进行边坡扩帮。

4　结论

(1)通过变形监测和现场调查,及时分析和掌握 1 626 m 南 D 区 4$^{\#}$不稳定体的变形移动规律,初步判定出滑落时间及塌落范围,采取有效措施,保证了主采场生产采剥的正常进行。

(2)为滑坡处理和加固等设计施工方案提供了可靠的基础性资料。

(3)科学的滑坡监控可为边坡治理提供扎实的基础性资料,有利于提高治理工程方案决策的科学性和有效性;在边坡工作中应强化实施;以提高白云铁矿的边坡管理质量与水平。

参　考　文　献

[1] 苗胜军. 深凹露天矿 GPS - RTK 边坡变形监测[J]. 北京科技大学学报,2006,28(6):515 - 517.

[2] 姜晨光. GPS - RTK 技术监测露天矿边坡的研究与实践[J]. 现代测绘,2003,26(4):22 - 23.

中国知网　https://www.cnki.net