

同舟煤业排土场裂缝研究

苗永旗

(大同煤矿集团 忻州同舟煤业有限公司,山西 忻州 034000)

摘要:同舟露天煤矿排土场各排土平盘在坡顶线位置及距坡顶线及 10 m 范围内产生多条裂缝,宽度范围 10 mm~100 mm,深度范围 200 mm~1 500 mm,边坡稳定性存在安全隐患,易形成滑坡事故。通过裂隙成因分析得出:混合排弃物下沉过程不均匀产生张裂隙;受大气降水,自身比重急剧增加,自重应力加大,本身岩体内部粘聚力由于含水量增加而减少,同时混合岩体内摩擦角减小,表层 1 m 范围内混合黄土直接蠕变开裂;冬季混合排弃物随气温下降而下降,热胀冷缩作用下混合排弃物体积收缩,在排土场平盘任意位置均会产生张裂隙。采用 Bishop-Morgenstern-Price 模型分析边坡稳定性,现有边坡稳定性满足安全生产要求,不存在发生大面积滑移风险,但需要加强排土场边坡日常管理。

关键词:排土场;边坡;稳定性;裂缝

中图分类号:TD824

文献标识码:A

Study on Cracks of Waste Dump in Tongzhou Coal Co., Ltd.

MIAO Yongqi

(Xinzhou Tongzhou Coal Co., Ltd., Datong Coal Mine Group, Xinzhou 034000, China)

Abstract: In the waste dumping site of Tongzhou Open-pit Coal Mine, many cracks develop within 10 meters of bench edge, with a width ranging from 10 mm to 100 mm and a depth ranging from 200 mm to 1 500 mm. It is easy to develop a landslide which could be a security threat for slope stability. On the cause analysis of the cracks, the fissures are unevenly generated during the sinking of the mixed waste. Atmospheric precipitation increases specific gravity and geostatic stress of the rock mass. Meanwhile, the internal cohesive force of the rock mass decreases due to the increase of water content, the friction angle of the mixed rock body decreases, and the mixed loess directly creeps and cracks within 1 meter of the surface layer. In winter, the mixed wastes decreases with the temperature drop, and the volume of the mixed wastes shrinks under the thermal expansion and contraction. Cracks generate at any position on the flat plate of the dump. Slope stability analysis, using Bishop-Morgenstern-Price model, concluded that existing slope stability meets safety production requirements, there is no risk of large-scale slip, but it is necessary to strengthen the daily management of the dump slopes.

Key words: waste dump; side slope; stability; cracks

煤炭是我国能源结构体系中重要组成部分,露天煤矿产能占总产能的 10%左右,且产能呈逐年上升趋势^[1]。露天煤矿边坡稳定性是影响煤矿安全高效的重要因素之一。一直以来,对于露天煤矿大多关注其边坡灾害工作,相关技术人员也致力于边坡

滑坡、坍塌、失稳等影响因素的分析和评价^[2-4]。然而,不同的露天煤矿,排土场基底、最终排弃标高、最终边坡角、台阶高度、排弃物组成等不尽相同,边坡稳定性情况仍需具体情况具体分析。

同舟露天煤矿排土场各排土平盘在坡顶线位置

* 收稿日期:2019-03-04

作者简介:苗永旗(1970-),男,山西偏关人,本科,工程师,从事露天煤矿安全生产管理工作。

及距坡顶线及 10 m 范围内产生多条裂隙,排土场边坡稳定性存在安全隐患^[1-3],极易形成滑坡事故。基于此,本文以同舟露天煤矿排土场边坡为研究对象,对排土场边坡稳定性分析、评价,为煤矿安全生产工作提供理论参考。

1 排土场概况

同舟露天煤矿位于晋西北黄河东侧,地形东高西低,煤岩倾角 $3^{\circ}\sim 8^{\circ}$,直接底部 22 m~35.5 m 页岩、粉砂岩互层岩石,基本底为奥陶系上马家沟灰岩,厚度达 300 m。矿田范围无长年地表水体,在排土场底部也无承压水用处,地表多由黄土覆盖,属典型黄土高原地貌。气候干燥,其生产过程中形成建

矿期间的外排土场和生产后在采剥帮内侧的内排土场。

外排土场占地面积 $18.9\text{ m}^2\times 104\text{ m}^2$,回填土方量 $2.98\text{ m}^3\times 106\text{ m}^3$,基底最低点为 +971 m,最高平盘高度 +1 032 m,台阶坡顶线长 854 m,回填呈 V 字形。基底为黑色页岩,两帮为第三纪红土和第四纪黄土,北侧为原黄石崖沟,排土台阶上修有运输道路。

内排土场是占地面积 $1.90\text{ m}^2\times 106\text{ m}^2$,回填土方量 $1.4\text{ m}^3\times 108\text{ m}^3$,基底最低点为 +941 m,最高平盘高度 +1 059 m,最长台阶坡顶线长 3 960 m,回填呈“□”字形。基底为页岩,东、南两侧为 4~6 个排土台阶,北侧为逐渐压茬的倾斜非工作帮。内外排土场基本参数如表 1 所示。

表 1 内外排土场基本参数

Table 1 Basic parameters of inside and outside waste dumps

地点	占地 面积/ m^2	最终排弃 标高/m	总排弃 高度/m	最终 边坡角/ $(^{\circ})$	台阶 高度/m	台阶 坡面/ $(^{\circ})$	平盘 宽度/m	排土场 容量/ m^3
外排土场	18.86	+1 032	61	21	10	33	30	2.98×10^6
内排土场	1 899.5	+1 059	90	19.5	10	33	30	1.4×10^8

内、外排土场排弃物为煤层上覆岩层混合物,其中,第四系粉砂质黄土占 40%,第三系红色亚粘土占 40%,煤层顶板页岩、煤矸石和局部地段出现的粗砂岩占 20%。采用 SZ-30-2A 型大三轴试验系统测试混合物参数如表 2 所示。

表 2 岩与土混合抗剪强度参数

Table 2 Mixed shear strength parameters of rock and dirt

试样	混合比例	密度/ $(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	粘聚力/kPa	摩擦角/ $(^{\circ})$
岩、土混合物	9:1	2.01	30	26
基底	—	1.98	150	22

2 裂缝成因分析

现场实测数据显示排土场台阶裂缝宽度范围 10 mm~100 mm,2018 年雨季后,排土场坡面呈现众多裂缝,裂缝最大宽度达 150 mm,裂缝两 500 mm。201 边高低错位最大 200 mm。裂缝距坡顶线位置最远位置为 15 m。距坡顶线不同距离裂缝数量如图 1 所示。

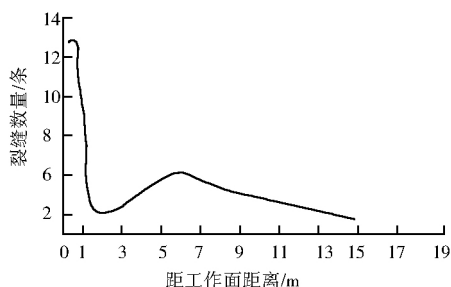


图 1 距坡顶线不同距离裂缝数量

Fig. 1 Crack numbers at different distance from bench edge

结合已有研究^[5],根据同舟煤矿实际情况,分析排土场产生裂缝原因如下。

1)排土场基底。外排土场基底利用原有的自然沟作为外排土场,沟谷底部坡度 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$,两边山坡坡度为 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$,从几何形状判断不存在滑动可能。其基底多为砾类土、砂岩等组成,其中砾类土厚度不等,粒径级配不均、成分复杂、承载力一般、具有渗透性,不可作为构筑物基础的持力层,砂岩厚度稳定,承载力较高,可做为排土场的持力层和下卧层,具弱渗透性,但受山体形状束缚,不存在因载荷增加而滑动。

内排土场基底为 13 号煤层底板,岩层倾角 $3^{\circ}\sim 8^{\circ}$,岩性多为炭质泥岩,强度较高,但其泥质岩类遇水易膨胀、崩解、强度降低,如无大量水源灌入,混合排弃物与基地岩层之间的摩擦力足以克服其产生的下滑力,不存在滑动可能。

2)混合排弃物下沉过程中的不均匀性。排弃物料为砂土、粘土层与亚粘土、泥岩、炭质泥岩及砂岩等混合物,松散且粘聚力较小,排弃后下沉过程不均匀,易产生张裂隙。

3)集中大量降雨。同舟煤业排土场内排土场最下部一个平盘集中排弃矸石,第二台阶排弃红土,上部台阶和各成型台阶坡面全部排弃黄土。夏天雨季连续降雨量达 200 mm~300 mm,排土台阶坡面岩土接受大气降水,自身比重急剧增加,自重应力加大,本身岩体内部粘聚力由于含水量增加而减少,同

时混合岩体内摩擦角减小,表层1 m范围内混合黄土直接蠕变开裂。

4)冬季气温下降岩体体积收缩后开裂。冬季混合排弃物随气温下降而下降,热胀冷缩作用下混合排弃物体积收缩,在排土场平盘任意位置均会产生张裂隙,裂缝宽度10 mm内,深度小于1 m。

表3 排土场边坡稳定性系数计算结果表
Table 3 Slope stability calculation in waste dump

地点	边坡高度/m	帮坡角/(°)	稳定系数	距坡顶线1 m时		距坡顶线5 m时		距坡顶线10 m时	
				Bishop	M-P	Bishop	M-P	Bishop	M-P
外排土场	61	23	1.2	1.42	1.45	1.35	1.36	1.53	1.55
内排土场南帮	90	21	1.2	1.35	1.38	1.31	1.32	1.62	1.63
内排土场北帮	55	20	1.2	1.53	1.54	1.41	1.42	1.49	1.50

《煤炭工业露天矿设计规范》(GB50197-2015)规定,外排土场边坡服务年限大于20 a的稳定系数为1.2~1.5;内排土场边坡服务年限大于10 a的稳定系数为1.2,小于10 a的稳定系数为1.3。

分析可知,上述裂缝不影响排土边坡的稳定性,但需采取安全措施预防边坡地质灾害。

4 边坡安全管理

根据已有排土场边坡灾害治理技术,排土场边坡管理需重点做如下工作。

1)排土前,查清排土场基底岩石性质,地质构造,清除松软容易滑动等不利于稳定的软弱岩土。

2)排弃时,优先排弃大块、坚硬、见水不易泥化的岩石,保持过水通道畅通;完善排土场周边防排水体系,加强地面防水疏排水工作,防止地面水流灌入排土场底部,影响内排基底的稳固性;排土场每个排土平盘内侧修筑排水沟渠,做好防渗漏工作,增加岩土自身重量和降低岩土力学强度,提高稳定性;排土平盘修筑3°~5°反坡;出现裂缝及时平整,以防雨水从裂缝灌入;加强边坡监测监控,出现滑坡征兆时,

3 边坡稳定性分析

根据裂隙成因分析可知,裂缝产生后弱结构面已产生,极易从裂缝处产生滑坡。而排土场滑坡多以圆弧画面为主,现多采用 Bishop-Morgenstern-Price 模型^[6]进行边坡稳定性分析,计算结果如表3所示。

及时采取措施;做好复垦工作,发挥植被导水性和根系固定性;建立健全变坡灾害应急预案。

5 结论

1)同舟煤业排土场边坡产生大量裂隙是由于混合排弃物下沉过程不均匀产生,属于张裂隙;雨季混合岩体内摩擦角减小,表层1 m范围内混合黄土直接蠕变开裂;冬季混合排弃物随气温下降而下降,在排土场平盘任意位置均会产生张裂隙,裂缝宽度在10 mm之内,深度小于1 m,安全管理需采取措施。

2)采用 Bishop-Morgenstern-Price 模型进行边坡稳定性分析,得出排土场内外边坡稳定性满足安全生产要求。

3)通过长期观测、裂隙成因分析、边坡稳定性分析,内外排土场边坡不存在大面积滑移风险。

4)排土场边坡日常管理重点工作为查清排土场基底、保持过水通道畅通、完善排土场周边防排水体系,加强地面防水疏排水工作发挥植被导水性和根系固定性的功效;建立健全变坡灾害应急预案。

参考文献:

- [1] 刘明新.胜利东二露天煤矿内排土场边坡稳定性研究[J].内蒙古煤炭经济,2018(24):16-19.
- [2] 冯忠龙.别斯库都克露天煤矿边坡破坏特征与稳定性分析[J].露天采矿技术,2018,33(6):42-46.
FENG Zhonglong. Analysis on Failure Characteristics and Stability of Slope in Biesikuduke Open-pit Mine[J]. Opencast Mining Technology, 2018, 33(6): 42-46.
- [3] 张国营,程鹏.黑岱沟露天煤矿二采区南端帮边坡稳定性影响因素分析[J].露天采矿技术,2018,33(4):67-70.
ZHANG Guoying, CHENG Peng. Effect Factors Analysis of South end Slope Stability in the Second Mining Area of Heidai-gou Open-pit Coal Mine[J]. Opencast Mining Technology, 2018, 33(4): 67-70.
- [4] 刘杰,马富廷,曹忠清,等.古莲河露天煤矿边坡安全性分析[J].露天采矿技术,2018,33(3):52-55.
LIU Jie, MA Futing, CAO Zhongqing, et al. Analysis on Slope Safety in Gulianhe Open-pit Coal Mine[J]. Opencast Mining Technology, 2018, 33(3): 52-55.
- [5] 曹兰柱,王珍,王东,等.扎哈淖尔露天煤矿南帮压煤回采边坡稳定性分析[J].安全与环境学报,2018,18(1):113-118.
CAO Lanzhu, WANG Zhen, WANG Dong, et al. Analysis of the Slope Stability of the Underlying Southern Slope Coal Extraction in Zhahanaoer Open-pit Mine[J]. Journal of Safety and Environment, 2018, 18(1): 113-118.
- [6] 王家臣,孙书伟.露天矿边坡工程[M].北京:科学出版社,2016.

(编辑:薄小玲)