

魏家峁露天煤矿东一排土场边坡稳定性研究

马乐 向迪 王立永

北方魏家峁煤电有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要: 为了保证东一外排土场的边坡稳定性,根据魏家峁露天煤矿的开采现状,系统研究了魏家峁排土场边坡稳定性的影响因素,深入分析了潜在的变形破坏模式。在充分研究排土场内部的位移、应力及塑性区分布特征的基础上,深入揭示东一外排土场边坡的潜在滑坡机理。本文所采用的分析方法与所得到的结论为边坡规划提供了理论依据。

关键词: 外排土场, 边坡稳定性, 破坏模式

引言

外排土场边坡稳定性一直以来是露天开采领域研究的重要问题。魏家峁矿区范围内存在一条流经首采区改道的行洪渠后又流经东1#排土场西侧的罐子沟,罐子沟为季节性河流,正常情况下对排土场影响不大,一旦河流堵塞,对边坡的影响便不容忽视,因而排土场的稳定性问题就显得十分重要。事实上,这条溪流的畅通与否不仅关系到采场的稳定与发展,排土场是否长期稳定,而且对当地居民生活也将产生影响^[1]。

1 魏家峁露天煤矿简介

魏家峁露天煤矿位于准格尔旗魏家峁镇,一期产能600万t/a,现已核定至1200万t/a,平均剥采比为7.04m³/t,其中首采区剥采比6.31m³/t。矿区地形复杂,树枝状冲沟发育,地貌支离破碎。露天采场剥离上部黄土采用外包形式,下部煤层、岩层及部分黄土剥离采用自营形式。剥离物中黄土最多,占57%。煤层结构、构造简单,为单一的近水平的厚煤层,且赋存稳定。

2 岩石物理力学性质

魏家峁露天煤矿的地貌具典型的黄土高原梁、峁特征,沟谷发育,地形复杂,对于这样的倾斜黄土基底排土场,它的边坡稳定性更是有其自身的特点,要详细分析。排土场稳定性分析模型由排弃物料及基底岩土体组成的,其物理力学性质分析如下:

2.1 排弃物料以黄土为主,约占57%,容重1.97 t/m³,岩石占43%,加权平均容重为2.35 t/m³;经测长期松散系数是1.05~1.1,中期为1.1~1.15,暂按1.15考虑,综合物料容重为1.85 t/m³。经测再生凝聚力2 t/m²,内摩擦角为23°。

2.2 黄土: 试验室定名为轻亚粘土,含水量1.8%~19.3%,湿容重1420 kg/m³~1850 kg/m³,干容重1320 kg/m³~1600 kg/m³,液限21.5%~29.9%,塑限13.1%~17.5%,塑性指数6~12,属微塑性之亚粘土,凝聚力0~6.86 kPa,内摩擦角21°06'~29°54',原状土渗透系数0.087 3m/d~0.790 m/d,单位沉降量在0.4 MPa压力下一般为20 mm/m~50 mm/m。

表1 岩土体物理力学参数

地层	密度ρ/g·cm ⁻³	内摩擦角/φ(°)	内聚力C/kPa	体积模量K/MPa	剪切模量G/MPa
排弃物料	1.85	23	20	5.13	0.89
黄土	1.87	24	25	0.95	5.3

3 排土场典型的滑坡模式

与天然岩土边坡相比,对排土场边坡稳定性的研究较少。排土场边坡主要是由松散土壤、岩石混合形成。排土场的边坡稳定性受排弃物料强度、空间分布规律、表面坡度、岩土抗剪强度、台阶堆放高度、排土场坡度、排弃物化学成分、渗水压力、动水压力控制。根据影响因素将排土场滑坡模式分为以下几种类型:

3.1 排弃物料类型

楔形滑坡是因排弃物料过高,荷载不断增加,某个阶段达到极限平衡,排土场后缘局部区域固结,形成楔形区,受外界因素影响大于抗滑力后,形成楔形滑坡。圆弧型滑坡是因排弃物料过高,加上大气降水、地震等其他不利因素,导致排弃物料强度系数锐减,抗滑力下降从而导致排土场边坡失稳。坐落—滑移式破坏基本上等同散体堆积物料自然安息角,形成内部弱面,导致边坡不稳定^[2]。

3.2 地基类型

因地基与排弃物料间的强度较小,先期物料主要是整体松散的黄土,物料强度本来就小,大气降水又对物料有软化作用,致使二者的强度急剧下降,在地基与物料之间形成若面,易发生边坡滑坡。尤其对于黄土高原区地形,沟壑纵横的地貌、松散的黄土物料均是边坡滑坡的不利因素,土体已形成张裂缝,加上雨水冲刷、外部载荷更易导致灾害性大滑坡事故。

3.3 古滑坡类型

位于旧滑坡上的排土场边坡可能在几年内保持稳定,但依然可以清晰看到其滑动面,滑动带也可能短暂处于硬塑性状态。但如果在其顶部连续卸料,原始荷载将继续增加,地表排水系统将被破坏,导致滑动面软化,从而削弱土体剪切强度,最终导致古滑坡的复活而产生新的滑坡。

3.4 基底类型

基底型滑坡主要是由于排土场的基底存在软弱层或软塑带,加上水、超载或边坡过陡等因软弱层、水弱化、载荷大、坡度陡等原因导致基底类滑坡,废弃物疏松堆积具有较强的透水性,排弃物料规模大、强度高进行堆弃,天然冲沟被覆盖,改变了原有的排水系统。以第四纪黄土和第三纪红粘土为基底,大气降水长年累月的渗透逐渐形成新的地下水体。黄土透水而红粘土不透水,长期浸水会大大降低基层土强度,从而引起滑坡。

基底类型滑坡具有多层次的特点。随着排土工作线不断推进,排土高度不断增加,疏松石土的重力增大,基层黄土的承载层厚度也加大。在废弃物处理量相等的条件下,地基承载层会遇到连续性好、饱和度高、强度低的软弱区。软弱区在上部废弃物的重压作用下发生塑性流动,下部基底出现隆起和剪切现象。此时,覆盖在软弱地带上的黄土层将产生拉应力,并形成黄土的垂直节理。倾倒松散砾石土在重力作用下切入基底黄土层,造成排土场边坡滑坡。主要包括沉降变形、“坐落—滑移式剪切破坏”两种滑坡模式^[1]。

3.4.1 沉降变形

新排土场特点是结构松散且强度小,在这种情况下,因自身重力和外荷载作用引起的岩土体沉降和密度降低易导致滑坡。此种滑坡与时间和压力紧密相关。研究表明:刚排弃的排土场土体沉降速度较大,随着排土场的不断倾倒,排弃物料密度逐渐减小,同时沉降速

度逐渐减慢。实测资料表明,沉降系数在1.1~1.2之间的排土场可以维持多年,第一年排土场土体沉降程度有可能在50%至70%之间。所以确定是否发生不稳定性对于废物倾倒是至关重要的。大变形常发生在气候干燥或沉降系数较大的排土场中,在大倾角基坑排土场中,多数情况下,较大厚度段的沉降总是大于较小厚度段的沉降,导致沉降不均匀,形成多种不同的裂缝,为降水入渗创造条件,容易造成边坡失稳。

3.4.2 “坐落—滑移式剪切破坏”滑坡

坐落—滑移式剪切破坏是因排土场的地基内存在水和弱层或者井工采动引起拉张裂隙及过载而导致。黄土基底的排土场易发生该种类型的滑坡。由于黄土基底的不稳定而引起的废物堆积场的滑坡是非常危险的,经常导致灾难性的滑坡。这类滑坡的软弱地表主要存在于第三系红粘土或粉土的软塑性区。对于降雨不足的干旱气候区,弱地表有利于蓄水,不利于排水。在水分不足的情况下,强度指数也会出现。若饱和度超高,而 ϕ 值不大,则强度指数会迅速下降到极低。因排土场土体上的拉裂引起孔隙水和空气的作用,导致使弱表面的强度指标变得很小。由于排土场的形成经历了采矿、运输和倾倒三个过程,其成分和结构与采场有很大不同,不易发现其严重滑动的前兆。即使发现已为时已晚,滑动速度也会突然上升,因为力突然大大增加,滑动体会像漂浮的物体一样“飞”出地面。

4 排土场及采场滑坡模式分析

如上所述,东一外排土场的边坡滑坡可能存形式:

4.1 东一外排土场可能存在地表接触面、地基类型的边坡滑坡。东一外排土场的基底为第四系黄土,沟壑多、坡度大,排土体与黄土的接触面抗剪强度也低于排土体与黄土层的接触面抗剪强度。雨季由于水的渗入,与黄土接触的废弃物等松散介质的底层的抗剪强度大大降低。当废弃物高度达到一定水平时,很容易发生地基型滑坡。

4.2 东一外排土场边坡可能发生滑面、圆弧变形破坏。受降水、外荷载因素影响,随着废弃物的不断堆积,边坡的内部滑动力将增大,可能发生边坡变形滑坡。

4.3 东一外排土场边坡可能发生沉降变形。魏家崮露天矿位于黄土高原又属干旱气候。地形起伏不平,地势发育。随着堆高的增加,排土场厚度的不均匀程度逐渐增大,天然排土场将产生不均匀变形,破坏排土场边坡的局部应力平衡状态,从而导致边坡局部位错,形成新

应力平衡。

结论

介东一外排土场位于黄土高原区,其基底为厚的黄土层;该区域属大陆性干旱气候,水文地质条件简单,无地表水体,且地下为不易储水构造,但其南侧常年有水沟谷^[4];根据魏家崮露天煤矿排土场的工程地质、水文地质等条件,细致分析了魏家崮东一排土场边坡稳定性的影响因素及潜在变形破坏模式——影响魏家崮露天煤矿首采区、排土场边坡稳定性的因素主要有:排弃高度、最终边坡角、排序物料性质、黄土基底倾角和物理力学性质、水等影响因素;魏家崮露天煤矿首采区、排土场的潜在变形破坏模式主要有3种:沿排土场地表接触面—地基型滑坡,沿排土场边坡内部滑面—圆弧破坏,

以及沉降变形。

参考文献:

- [1] 杨天鸿,张锋春,于庆磊,等.露天矿高陡边坡稳定性研究现状及发展趋势[J].岩土力学,2011,32(5):1437-1472.
- [2] 崔颖辉,张晓东.边坡稳定性数值分析及其应用[D][D].北方工业大学,2010.
- [3] 孙树海,曹兰柱,张立新.露天矿边坡稳定性的模糊综合评判[J].辽宁工程技术大学学报:自然科学版,2007,26(2):177-179.
- [4] 李彰明.模糊分析在边坡稳定性评价中的应用[J].岩石力学与工程学报,1997,16(5):490-495.