维普资讯 http://www.cqvip.com

抚顺西露天矿地质灾害防治

吕俊伟
（抚顺矿业集团有限责任公司，辽宁 抚顺 113001）

摘 要：在对地质灾害的规模和形式等进行总结、分析的基础上，从水的综合治理、工程、技术、监控等方面，对抚顺西露天矿实施的地质灾害防治工作进行了归纳和论述。

关键词：地质灾害；防治；露天矿
中图分类号：TD 824.7 **文献标识码**：B **文章编号**：1671 - 9816（2007）04 - 0029 - 03

1 前 言

抚顺西露天矿自1914年正式以露天方式开采以来，已有近百年的开采历史。形成了东西走向长6.6 km，南北宽2.2 km，矿坑面积10.865 8 km^2，垂直深度达410 m，规模宏伟的特大型深凹露天矿坑和自西向东大规模跟踪内排土场，是我国规模最大的露天煤矿。其防治水的科学性、合理性、安全性、稳定性、标准化、实效性，直接关系到深凹露天矿的安全生产和长远发展。其边坡和内排土场因受地质构造、岩性、水、井工采动、露天开采、内部排土、爆破震动和机械设备动载荷、不正确采掘活动遗留问题等因素的综合影响，是世界上最复杂的边坡之一。因此而产生的变形、崩落、片帮、滑坡、泥石流、冒落、塌陷等地质灾害时有发生，并且规模不等，形式多样。抚顺西露天矿针对产生地质灾害的原因和形式，采取了多种措施和方法进行综合防治。

2 水的综合治理

水的综合治理要考虑到地貌、地质、生产工艺等因素，全面规划、科学设计、合理建设。抚顺西露天矿防治水由地面防治水系统、采场防治水系统和地下水综合防治系统共同构成。

2.1 地面防治水系统

在西露天矿矿坑周边地面，按汇水面积和汇水量的大小，建立有南部地面截排水沟、北部地面截排水沟和东、西环线截排水沟，形成封闭式防排水系统，对大气降水和工业、民用污水进行科学、合理的截、导、疏、排，尽最大可能使地表水不流入坑内。

收稿日期：2007-05-18

作者简介：吕俊伟（1965-），女，内蒙古包头人，1987年毕业于安徽理工大学（原安徽省淮南矿业学院），现在抚顺矿业集团地测工程公司从事地质工作。

2.2 采场防治水系统

采场防治水系统由浅部防治水子系统、深部防治水子系统和井下防治水子系统构成。3个子系统将采场在三维空间上划分成若干区域，在不同深度，不同平面位置，建立若干防治水区域。从而实现区域防治水，分而治之，浅截、浅排，节能降耗的目的。

（1）浅部防治水子系统。浅部防治水子系统是指在西露矿大坑地面以下，深部以上的区域建立若干水沟、堤坝等设施，将大气降水有序导入蓄水消能池、泵站储水池，最终经过泵站排到地面防治水系统。浅部防治水子系统可有效分散大气降水的威胁，降低或避免大气降水集中进入深部造成的灾害。同时，减少排水泵站的提升高度，降低排水成本。

（2）深部防治水子系统。深部防治水子系统是指在西露天矿矿坑下部和坑底分水平、分地域设置，由水沟、水坝、管路、蓄水消能池、下水口等组成的防治水系统。将地面和浅部无法截排的水、区域内大气降水、在大暴雨时浅部防治水子系统溢流下放水等汇入坑底。西露天矿分为西坑深部汇水区和东坑深部汇水区。

（3）井下防治水子系统。井下防治水子系统是为适应西露天矿发展，开采到一定深度以后，建立的地下防治水子系统。位于西露天矿矿坑底部地下和最终开采技术境界之外，由排水管路、水沟、巷道、泵站等设施组成。

2.3 地下水综合防治系统

对于抚顺西露天矿这样的深大露天矿坑，不仅要采取地表防治水措施防止地表水流入采场，减少采场排水量，降低矿物含水量，提高采掘效率，保障采场安全生产，也要对赋存于边坡岩体内的地下水采取疏干、防渗堵水等措施，对地下水进行综合防治，达到疏干降压、堵水防渗，确保边坡稳定，实现安

维普资讯 http://www.cqvip.com

全生产和经济运行的目的。地下水综合防治系统由地下水疏干系统和防渗堵水系统构成。

(1)地下水疏干系统。根据地质条件、岩性、渗透性能、地下水补给与水力联系、疏干技术水平和经济条件并结合现场实际情况选定疏干方法。目前有疏干井、疏干孔、疏干平洞等几种形式。

①疏干井：在北帮西区有充分补给水源的地段施工疏干井，用潜水泵将水抽出，降低地下水水位，减少对边坡体的渗流。

②水平放水孔：在采场平盘上分水平向岩体打水平放水孔，降低边坡内部水压，改善边坡稳定状况。

③垂直放水孔：有目的的施工垂直放水孔，将水放入巷道或旧采区，降低边坡水压，提高边坡稳定性。

④排水平峒与水平放水孔联合疏干：在岩体内施工平峒，然后在平峒内施工水平放水孔，实现疏干降压的目的。

(2)防渗堵水系统。在局部地下水丰富，范围不太大的地段，实施注浆帷幕，对地下水进行帷幕截流；或实施高压旋喷桩，在地层中形成圆柱状固体连续墙，进而对地下水进行封堵。

3 工程措施

(1)抗滑挡墙。对于滑坡规模较小，有滑坡征兆的地段，在下部修筑刚性抗滑挡墙，对滑体进行支挡加固。

(2)抗滑桩支挡。对于规模较大的滑坡和变形，在滑移段实施钢轨抗滑桩或工字钢混凝土抗滑桩工程，增加滑移段的抗滑移变形能力。

(3)锚干加固。对北帮西区岩性软、硬相间，岩层倒转、直立、陡倾，产生倾倒滑移的区段，采取锚干加固工程，增加岩层迭加总厚度，从而达到增加岩层复合抗弯刚度能力，减小倾倒滑移变形。

(4)双液灌浆。利用气压、液压或电化学原理，把某些(例如：水玻璃、氯化镁、水)能起化学反应而固化的浆液，注入到滑移变形体中部岩体的裂缝和孔隙中，以增加岩体的力学强度，从而提高岩体的抗滑移变形能力；同时也起到堵截地下水的作用。

(5)上部减重。通过在上部减重，改变滑体外形，减少下滑力，使滑体重心向下部转移，以改善边坡稳定状况。

(6)回填压脚。将排弃物料排到滑体下部，给下部加载，依靠排弃物料自重来抵抗滑移变形。常常与上部减重工程联合使用。

4 技术措施

(1)控制合理的边坡角。对岩质边坡根据岩性、构造、岩石力学强度参数等，确定合理稳定的工作边坡角。对内排土场边坡使2个以上组合台阶和整体边坡角不超过18～20°。

(2)合理调整采区。通过边坡稳定分析计算，使采区安排科学、合理。

(3)留置安全煤壁。在南帮回采过程中，留置一定厚度的安全煤壁至关重要。

(4)统筹安排采区。在稳定状况较差的区段，采取控制开采强度，使岩体回弹变形缓慢释放的方法。

(5)减震爆破。采用控制爆破技术，减小爆破震动对岩体的破坏，确保到界边坡岩体的完整性。

(6)降低动载荷。因物体动载荷是静载荷的9～11倍，所以对稳定性较差的局部区段，采用限速的方法，来减少机电设备和内燃设备运动对边坡产生的动载荷。

(7)旧采迹控制和探测。抚顺西露天矿矿坑下部，以矿用坐标EW0防水煤柱为界，以西为原露天矿深部井，以东为原胜利矿。2井工矿开采后，留下了大量的旧采迹，是生产过程中的重大安全隐患。为了避免发生冒落、塌陷等地质灾害，采用以下几种方法进行预防：①认真仔细查找新、旧资料，掌握旧采迹的分布范围和规模，然后在地表布点进行控制。②通过现场敲击、震打，然后根据声音判断其位置和规模。③用采掘设备搜索采掘，采用触探的方法，躲避冒落和塌陷。④采用地质雷达或地震波探测仪等仪器设备，探测下部旧采迹的规模和赋存形态。⑤在生产过程中超前打探眼，采用钻探的方法查明旧采迹的情况。

5 监控措施

(1)围岩监测。在矿坑周边地面建立地面岩移观测站，实施定周期观测，及时掌握边坡动态。

除了地面观测站外，在矿坑内主要平盘上设置观测站，与地面观测站一起在横、纵方向上构成网状分布，随时掌握岩移情况。

对于重点部位，设置临时岩移观测线(点)，实施周期观测，监视局部岩移变化，做好临时预测、预报。

(2)地下岩移监测。为了掌握深部岩体的变形动态，建立地下岩移监测桩。用钻机成孔后，在孔内安装有刻槽滑道的聚乙稀管或方型钢管，用测斜仪进行定期监测，实现对岩体动态和位移矢量等的定量

(下转第32页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

20%,起到将留碴向前推移,为后排炮孔创造新自由面的作用。中间各排可不必依次增加药量,最后一排可增加药量10%~20%。因为最后一排炮孔爆破必须为下次爆破创造一个自由面,即最后一排炮孔的被爆矿岩须与岩体脱离,至少应有5~10cm的贯穿裂隙面。

(4)充填高度 l。孔口处最易产生爆破飞石,合理的充填高度能有效控制爆生气体过早从孔口冲出,从而控制爆破飞石的产生。设计中,取 $l=b=4.0$ m,实际中根据现场试爆的情况,为更有效控制飞石的产生,取 $l=4.5$ m。

2.1.3 预裂爆破设计

预裂爆破设计为辅助设计,为控制爆破振动和后续开采过程中河水可能渗透到采区的问题,预裂爆破炮孔间距为2.0m,钻孔深度大于主爆区深度1m,设计为17m,散装药密度为600g/m,炮孔充填高度2.5m。

2.2 爆破网络

采用逐孔起爆技术。爆破顺序先起爆预裂炮孔,然后起爆主爆破区。主爆破炮孔孔内采用400 ms雷管进行延期,地表延期雷管采用42 ms和100 ms延期时间组合,控制排采用42 ms,控制列采用100 ms设计。为降低单次起爆的炮孔数量,主爆破区范围内增加400 ms雷管进行分段串联,主爆方向控制在与居民区反向的方向上进行起爆。具体见图2:

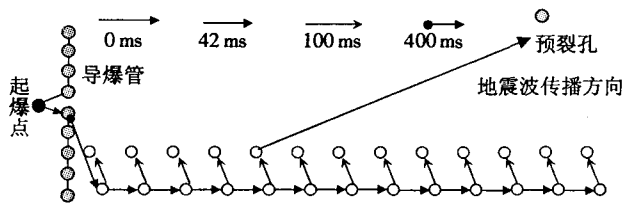


图2 爆破网路示意图

3 爆破安全验算

对于距离民房较近的地段,施工爆破前必须进行安全验算。

(1)个别飞石距离计算。爆破飞石距离按以下经验公式计算:

$$R = 20 K_f n^2 W$$

式中:K_f为与岩土性质有关的系数,取 $K_f=1.2$;n为爆破作用指数,取 $n=0.7$;W为最小抵抗线,取 $W=3.0$ m。计算得 $R=35.28$ m,设计中取个别飞石距离为40m,满足周围环境的安全要求。

(2)爆破振动速度计算。炸药爆炸时产生的质点振动速度按以下经验公式计算:

$$V = K(Q^{1/3}/R)^{\alpha}$$

式中:Q为一次最大起爆药量,由于采用"逐孔起爆"技术,一次最大起爆药量为单孔装药量,即90 kg;R为被保护物距离爆破中心的距离,为80 m;α为衰减系数,取1.8;K为与爆破方法、介质性质和爆破条件相关的系数,取150。经计算,爆破时距爆破中心80 m处的质点最大振动速度为0.838 cm/s,满足爆破安全规程中的相关要求。

4 爆破效果分析及结论

爆破实施后,个别碎石块的飞掷距离均控制在30 m以内;实测最大爆破振动速度为0.603 cm/s,民房无任何损害现象;爆破后采区内没有出现河水倒渗问题;爆破块度较均匀,满足机械清运的要求;边坡预裂爆破效果明显,表面形成最大3 cm的缝隙。

(1)通过选取合理的孔网参数、装药结构和起爆网路,能够有效地控制爆破振动和飞石等,为实现复杂环境下露天矿山安全开采奠定基础。

(2)"逐孔起爆"技术的应用很好的解决了传统逐排起爆过程中一次最大起爆药量过大的问题,为降低爆破振动提供了有效的技术手段。

(3)预裂爆破技术的应用降低了爆破振动,保护了边坡的稳定性,但是在施工中必须充分重视高精度的钻孔工艺的实施以及合理散装药的密度及装药结构的控制,这是更好实施预裂爆破技术的前提和基础。

参考文献:

[1]张志呈.爆破原理与设计[M].重庆:重庆大学出版社,1991.

[2]刘焕祯.预裂爆破三峡公式[J].工程爆破,1996,(4):42-46.

[3]秦明武.控制爆破[M].北京:冶金工业出版社,1991.

[4]付天光,张威颖,赵 杰.高强度、高精度导爆管雷管的应用[J].爆破器材,2005,(4):23-26.

[5]付天光,张家权,葛 勇,等.逐孔起爆微差爆破技术的研究和实践[J].工程爆破,2006,(2):28-31.

(上接第30页)

分析,掌握岩体的变形规律和变形趋势。

(3)人工监控。配合岩移监测,由专业人员分区域进行巡视,实施人工宏观监控,随时发现和掌握异常情况,并及时采取措施和对策。

6 结 语

抚顺西露天矿因其坑深、面积大,而成为我国规模最大的露天煤矿。因其地质条件十分复杂产生的地质灾害形式多样,规模不等,部位各异,造成的灾害和损失也不一样。抚顺西露天矿紧紧围绕安全生产,依靠科技进步,本着技术上可行,经济上合理,安全上可靠的原则,坚持长期的地质灾害的防治工作,取得了明显效果,确保了安全生产和长远发展。