

西藏驱龙铜多金属矿项目冻土层爆破 及剥离技术研究

翟翔超, 陶体盛, 李洪豪, 龚山琳

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:冻土层爆破与剥离是影响西藏驱龙铜多金属矿露天采剥项目正常生产的技术难题之一。对冻土层的形成、主要影响因素进行了详细地分析研究,结合有关爆破经验参数对其进行了爆破设计,采用爆破试验收集实际数据,不断调整和优化相关爆破参数,达到了冻土层松动爆破的预期效果。同时,根据设备配置情况对其生产效率、冻土层爆破、剥离、昼夜温差影响等因素进行了综合分析,总结出“小规模爆破、及时采剥”的冻土层爆破及剥离技术处理方案。

关键词:冻土层爆破与剥离;厚度;松散土层;昼夜温差;爆破设计;驱龙铜多金属矿

中图分类号:TD85;TD854;TD862

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)04-0013-03

Study on Blasting and Stripping Technology of Permafrost Layer in Qulong Copper Polymetallic Mine Project in Tibet

ZHAI Xiangchao, TAO Tisheng, LI Honghao, GONG Shanlin

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610072)

Abstract: Blasting and stripping of permafrost layer is one of the technical problems that affect the normal production of open-pit stripping in Qulong Copper Polymetallic Mine in Tibet. In this paper, the formation of frozen soil layer and the main influencing factors are analyzed and studied in detail. Combining with the relevant blasting experience parameters, the blasting design is carried out. The actual data are collected by the blasting test, and the relevant blasting parameters are adjusted and optimized continuously. Finally, the expected effect of the loose blasting of permafrost layer is achieved. At the same time, the factors such as production efficiency, permafrost blasting and stripping and the influence of diurnal temperature variation are comprehensively analyzed according to the equipment configuration, and the treatment scheme of “small-scale blasting, timely stripping” of permafrost layer blasting and stripping technology is summarized.

Key words: permafrost layer blasting and stripping; thickness; loose soil layer; diurnal temperature variation; blasting design; Qulong Copper Polymetallic Mine

1 概 述

驱龙矿区位于西藏自治区墨竹工卡县西南约 20 km 处,矿区属墨竹工卡县甲玛乡和达孜县章多乡管辖。矿区位于青藏高原冈底斯山脉东段与念青唐古拉山脉结合部位,地势险峻,切割强烈,矿区海拔 5 050~5 512.2 m。矿区东西长 2 590 m,南北宽 1 810 m,沿矿区公路北行约 28 km 至 318 国道,向西行 61 km 至拉萨市,向东行 6.5 km 至墨竹工卡县,矿区属于温带高原半干旱季风气候,昼夜温差悬殊,空气稀薄,日照充足,干湿季节明显,夏季温和湿润,冬季寒

冷干燥,昼夜温差较大,根据实际数据统计,矿区昼夜温差统计情况见表 1。

表 1 驱龙铜多金属矿昼夜温差统计表

月份	平均温度 /°C		昼夜温差 /°C
	白天	夜晚	
3、4、5	10	-7	17
6、7、8	18	4	14
9、10、11	9	-18	27
12、1、2	-2	-26	24

矿区表面多数为高山草甸覆盖,表面风化层或碎石堆积层厚度为 0.5~10 m 不等。由于在每年 9 月至次年 2 月昼夜温差较大,使其基岩以上的松散岩层形成厚度不等的冻土层,3 至 5 月冻土层逐渐融化,6 至 8 月冻土层逐渐消融。

收稿日期:2019-06-19

2 原状冻土层具有的特点及难点

2.1 冻土层的特点

冻土层的形成有两种方式:其一,高山草甸对土壤的保水性在低温的影响下形成了土壤冻土层,为原状冻土层;其二,松散碎石覆盖一定厚度的冰雪,白天气温高,冰雪融化渗入碎石缝隙,夜间温度下降后凝结成冰,将碎石凝结成整体,形成碎石冻土层,一般为岩石爆破后没有及时进行剥离,在冰雪融水和气温的影响下形成的。

冻土由固体矿物颗粒、黏塑性包裹体、未冻水以及气体包裹体组成的复杂四相体,在常态下具有一定的硬度、韧性、孔隙度。其对钻削与冲击能量的吸收与岩土不同,随着含冰量与冻结程度的不同,其钻凿性质也在变化^[1]。驱龙铜多金属矿冻土层厚度为0.6~2 m,海拔越高,其厚度越厚。冻土层的强度与温度有关,随着温度降低,强度增大,最后趋于稳定;其还与含水量有关,初始随着含水量的增大强度增大,增大到一定数值后,随着含水量的增大,强度减小并趋于纯冰的强度^[2]。

2.2 冻土层的施工难点

(1)冻土层冻结后强度较大,难以采用挖掘设备直接剥离,必须采用爆破或其他技术进行处理才能达到良好的剥离效果;

(2)冻土层往往也是草甸及腐殖层,鉴于西藏环境脆弱,为保护矿区生态环境,需要采取专门措施保护原生植被;

(3)在冻土层进行穿孔作业时,大量的机械能通过摩擦转化为热能,造成冻土融化,形成泥浆团,恶化钻屑的形成及排出条件,降低钻孔效率甚至无法成孔^[3];

(4)冻土层的爆破需面对钻孔含水、温度低的问题,对爆破器材性能要求高;

(5)当冻土层下存在未冻结松散土层时,会削弱冲击波对冻土层的松动作用^[4],影响爆破效果,易形成“锅盖”,严重影响剥采进度;

(6)由于昼夜温差较大,爆破后的冻土受外热融化,夜间重新冻结,造成清理困难。

3 冻土层处理方案研究

针对以上面临的施工难点,结合有关研究资料,在现有的设备条件下,优化控制穿孔、爆破、剥离的生产工艺过程,以取得较好的生产效率及经济效益。

3.1 穿孔设计

驱龙铜多金属矿处理原状冻土层前进行了穿孔试验,采用潜孔钻机,孔径为115 mm,设计基本孔网参数为2 m×4 m,菱形布置,垂直钻孔,孔深为冻土层厚度。试验过程中由于钻头摩擦转化为热能,孔口返出的钻渣较为湿润,钻速为0.3 m/min,成孔率与钻孔时的气温有关,气温在5℃~-10℃时成孔率在72%~90.5%之间。根据有关文献描述,采用麻花钻的穿孔效果优于潜孔钻,而笔者仅仅根据现有的钻孔设备进行穿孔设计。钻头穿过冻土层出现了两种情况:其一,钻头钻穿冻土层后钻孔速率变慢,说明达到原状岩石表面,冻土层以下岩层比较完整,进行装药爆破时下部气密性良好;其二,钻穿冻土层后钻速突然加快,随即孔口出现不返渣、卡钻等现象,说明冻土层以下存在未受冻的松散土层,层下的松散土层将影响冻土层的爆破效果。进行穿孔爆破设计时临空面的设计对其爆破效果影响较大,利用爆破区域地势较低的一侧采用铲装设备处理后形成临空面以保证良好的爆破效果。由于冻土层厚度不同、冻土层下的地质条件不确定,钻孔时钻头穿过冻土层后立即停止向下钻进,并根据该孔底的地质状况进行标记,为穿爆施工后续工序做好准备。

3.2 爆破设计

3.2.1 爆破器材

驱龙铜多金属矿所采用的炸药为2#岩石乳化炸药和氨油炸药两种,由于受水的影响,冻土层爆破采用2#岩石乳化炸药进行爆破,该炸药在温度低于0℃时敏感度低,通过爆破试验,最终决定采用高爆起爆弹和高爆非电雷管起爆能取得良好的效果,使用导爆索、分段延时管等器材将爆破连接成网状进行爆破。

3.2.2 爆破参数

冻土层采用松动爆破,炸药单耗约为0.3~0.4 kg/m³,爆破后的块石长边直径小于1.2 m即满足铲装要求,根据装药位置不同,分为冻土层下爆破和层中爆破^[5],根据冻土层的实际赋存情况,灵活选取合适的爆破方式。

层下爆破是指将炸药装填于冻土层以下孔柱范围,使其产生向上的冲击波以达到松动的目的。试验证明:当冻土层厚度大于1 m或冻土层下存在未冻结的土层或松散土层,爆破同

时产生向下的冲击波,削弱了爆破对冻土层产生的冲击力,爆破效果很差,故层下爆破适用于厚度为 0.6~1 m 之间且层下为坚硬岩石的原状冻土层的情况。根据爆破试验数据进行统计,其层下爆破参数见表 2。

表 2 冻土层下爆破参数统计表

冻土层厚度 /m	孔径 /mm	装药深度 /m	单孔装药量 /kg	炸药单耗 /kg·m ⁻³
0.6	115	0.8	1.92	0.4
0.8	115	1	2.43	0.38
1	115	1.2	2.8	0.35

表 3 冻土层中爆破参数统计表

冻土层厚度 /m	孔径 /mm	装药深度 /m	间排距 /m	单孔装药量 /kg	炸药单耗 /kg·m ⁻³	备注
0.6	115	0.5	1.5×2	0.54	0.3	层下有松散土层
0.8	115	0.6	1.5×2	0.72	0.3	层下有松散土层
1	115	0.8	1.5×2	0.9	0.3	层下有松散土层
1.2	115	1	2×3	2.2	0.3	
1.4	115	1.2	2×3.6	3.5	0.35	
1.6	115	1.4	2×4	4.5	0.35	

3.3 剥离工艺流程优化

3.3.1 草甸及腐殖层的剥离

为保护矿区生态环境,矿区闭坑后要求对排土场、矿坑局部区域作复垦处理,要求对高山草甸及腐殖层土必须单独剥离并将其运至特定区域堆放待用。由于受昼夜温差的影响,白天气温较高时草甸及腐殖层土中所含的冰状物逐渐融化,是进行剥离的最佳时段,对冻土层平缓地段采用推土机堆草甸和腐殖层土,对凹凸不平区域采用小型液压挖掘机进行剥离。鉴于腐殖层土的厚度不同以及受冰状物消融速率的限制,采用分层剥离的方式进行。

3.3.2 原状冻土层的剥离

原状冻土层爆破后,由于矿区昼夜温差大,爆破处理后的冻土含水率较高,在低温的影响下很快形成新的冻土,或者爆破后形成一定的空隙导致原冻土层下的松散土层形成冻土,故对爆破后的冻土层必须及时进行剥离。驱龙铜多金属矿项目的爆破施工一般在下午 3 点进行,而矿区气温较高的时段为中午 12 点至 18 点,为了及时对冻土层进行剥离,将冻土层爆破调整至中午 12 点左右进行。对于层下为坚硬基岩的冻土层须将其剥离至基岩表面;对于层下为松散土层的冻土层,应

当冻土层厚度大于 1 m 或冻土层厚度小于 1 m,但层下存在松散土层时采用层中爆破,即将炸药装填于冻土层厚度范围内的孔柱进行爆破。层中爆破装药前应对爆破孔进行处理,爆破孔贯穿了整个冻土层厚度,需要采用细土料对其超深部分进行回填处理,以保证炸药装填于冻土层中间部位的孔柱内;其次,对于厚度小于 1 m 且层下存在松散土层爆破区域的孔网参数应进行适当的调整,以达到爆破的预期效果,其爆破参数见表 3。

根据采剥标准台阶高度、松散土层厚度、设备生产效率等客观条件,对冻土层与松散土层同时进行剥离处理。

3.3.3 碎石冻土层处理方案研究

碎石冻土层是由于爆破施工后采剥不及时,在昼夜温差和冰雪融水影响下形成的冻土,该冻土层孔隙率大,采用松动爆破处理方法气密性欠佳且难以成孔,爆破效果甚微,固体颗粒之间的粘结力较小,厚度一般小于 1 m,采用破碎锤处理后及时采剥处理或利用白天气温较高时段直接采用铲装设备进行剥离处理。

碎石冻土层的预防和处理需要注意以下几点:

(1)采剥生产计划的合理性。为保证露天矿连续性生产,穿爆作业必须提前进行,并保证一定的爆破余量;

(2)必须对矿区所在地气候变化规律有所了解,如不同时期昼夜温差的变化,根据气象预报和当地气候资料预测雨雪天气的到来时间和持续时间,采取小规模爆破、多次爆破的方式,减少爆渣的存储时间,保证生产的连续进行;

(3)采剥前,对爆渣表面的积雪进行及时清理或喷洒融雪剂,防止冰雪融水与碎石结合形成碎石冻土层。

(下转第 27 页)

向试验管段内补水以保持试验水头恒定。渗水量的观测时间不得小于 30 min。在试验过程中应做记录。

6 DREC 双层加肋双色增强复合管在新都水环境工程中的应用

新都毗河水环境项目雨污水管网改造工程采用了部分管径为 DN300~DN500、环刚度 SN8 的 DREC 双层加肋双色增强复合管作为污水管,管道间采用“超强 PPTA 网状芳纶密封件”与“定向止水熔缝件”相结合的“芳纶密封件复式连接法”连接。

通过 cctv 管道机器人对该工程中已铺设的 DREC 管道进行检测得知:所有管道均未出现腐蚀、破损、开裂分层等现象,质量优异、性能稳定可靠。经检测,管道连接处未发现渗漏情况,证明该管材及连接件的抗渗能力较强。

DREC 双层加肋双色增强复合管质量优异、性能稳定可靠,使用年限长,极大地降低了因管材质量导致管网失效的风险,尤其是在 PPP 项目中,极大地降低了 SPV 公司在管网运营期内的维护、修复费用和运营成本。

7 结 语

(1)DREC 双层加肋双色增强复合管是一种

(上接第 15 页)

4 结 语

高寒地带冻土层的爆破与采剥技术作为一项新的课题具有一定的研究价值,笔者仅从现有的设备配置、矿区的实际气候条件,结合大型露天矿山经验爆破参数进行了爆破试验,根据试验不断调整与爆破相关的参数、爆破器材和采剥工艺,从多方面不断总结和优化冻土层的爆破与采剥技术方案,达到了解决实际问题的目的。

在试验研究过程中,笔者针对原状冻土层,总结了一套“小规模爆破、及时剥离”的处理原则,根据冻土性质及产能适量爆破,及时剥离;针对碎石冻土层,采取合理安排采剥计划、喷洒融雪剂等措施,降低了冻土重新冻结造成的影响。实践表明:以上措施能够达到提高铲装效率、节约成本的目的,进而保证了项目生产的顺利进行。

参考文献:

良好的城市排水管材,不但能保证环刚度、环柔度等技术指标,其还具有超长的使用寿命。

(2)管材为全塑管道,耐磨性强、柔韧性强、抗地基沉降能力极强,耐酸碱盐和化学腐蚀能力强。

(3)管材重量较轻,便于安装,能较大程度地节约安装成本并提高施工进度。

参考文献:

[1] CJJ143-2010,埋地塑料排水管道工程技术规程[S].

[2] GB-T19472.2-2017,埋地用聚乙烯(PE)结构壁管道系统第 2 部分聚乙烯缠绕结构壁管材[S].

[3] 冯来兄.城市污水管网建设施工中的有关问[J].河南建材,2018,39(5):237-238.

[4] 袁 金、刘 坤.常用市政排水管材选用因素的探讨[J].四川建筑,2018,38(4):237-238.

[5] 谭 琼.市政给排水施工中 HDPE 管施工工艺的应用[J].居舍,2018,38(35):61.

作者简介:

刘 飞(1987-),男,云南丽江人,工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工作;

南金东(1987-),男,辽宁朝阳人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

杨 弦(1987-),男,湖北天门人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

[1] 马 英.西藏嘉黎县蒙亚啊露天矿高原冻土爆破剥离浅析[J].有色矿冶,2008,24(4):17-18.

[2] 李启军,王泽军.乌努格吐山铜钼冻土层爆破设计方案[J].煤炭工程,2014,61(2):15-18.

[3] 戈鹤川,冯叔瑜.青藏铁路冻土爆破技术原则与器材选型[J].中国铁路,2003,42(4):36-38.

[4] 冯守中.严寒地区路堑边坡破坏机理及稳定计算分析[J].岩土力学,2009,30(增 1):158-162.

[5] 王 猛.浅谈冻土爆破[J].房地产导刊,2015,24(6):485.

作者简介:

翟翔超(1984-),男,湖北洪湖人,工程师,从事水利水电与矿山工程施工技术与管理工作;

陶体盛(1982-),男,贵州遵义人,工程师,一级建造师,一级造价师,从事水利水电与矿山工程施工技术与管理工作;

李洪豪(1987-),男,四川成都人,工程师,从事矿山工程施工技术与管理工作;

龚山琳(1992-),男,四川绵阳人,助理工程师,从事矿山工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)