

doi:10.3963/j.issn.1001-487X.2021.03.021

破碎站基坑排险爆破及根底处置

李喜明,李振民,贾 帅,张志国

(中勘冶金勘察设计院有限责任公司,保定 071069)

摘要: 针对某矿山破碎站基坑爆破后,残留根底过多及施工过程中发生基坑边坡倾倒型破坏等系列问题,采取爆破方式进行排险及处理根底。对基坑边坡破坏模式分析、结合现场地质构造对倾倒型进行原因分析,提出三种可行爆破技术方案,经排险方案的分析论证,确定采用预裂爆破方式进行半台阶爆破,将西坡危岩与台阶水平裂隙处切断,同时将基坑翻卸平台同时纳入首次爆破中,基坑内部根底纳入第二阶段爆破。施工过程中结合施工条件合理选择穿孔设备、有效提高施工效率降低穿孔成本,合理采用方案一、二的部分措施处理基坑西南转角根底问题,有效减少第二阶段边坡钻机工程量、提高施工效率。采用空气间隔技术、微差起爆技术、及专利技术《一种深孔预裂爆破装药结构》,提出片炮方案,在不影响边坡整体稳定性情况下,解决了施工过程中出现北坡欠界问题。通过精细化施工,顺利排除险情,并解决了基底根底问题,为后续施工创造良好施工条件,缩短建设工期,节约建设投资。

关键词: 预裂爆破;排险;根底处理;方案对比

中图分类号: TD235.37

文献标识码: A

文章编号: 1001-487X(2021)03-0136-07

Risk Elimination Blasting of Crushing Station Foundation Pit and Toe Rock Disposal Blasting

LI Xi-ming, LI Zhen-min, JIA Shuai, ZHANG Zhi-guo

(Zhongkan Metallurgical Geotechnical Investigation Design &
Research Institute Co., Ltd., Baoding 071069, China)

Abstract: In view of a series of problems such as excessive residual foundation after foundation pit blasting in a crushing station of a mine and the collapse of foundation pit slope in the construction process, blasting method was adopted to eliminate risks and deal with toe rock. Based on the analysis of the failure mode of the foundation pit slope and the causes of the dumping type combined with the site geological structure, three feasible blasting technical schemes were proposed. Through the analysis and demonstration of the risk elimination scheme, it was determined to adopt the pre-splitting blasting method to carry out half bench blasting and cut off the dangerous rock on the west slope at the horizontal crack of the bench. Simultaneously, the foundation pit dumping platform was brought into the first blasting, and the toe rock was incorporated into the second stage blasting. In the construction process, the perforation equipment combined with construction conditions was reasonably selected, the construction efficiency was effectively improved, perforation cost was reduced, the measures of scheme 1 and scheme 2 were reasonably used to deal with the toe rock of southwest corner of foundation pit, the second stage slope drilling quantity was effectively reduced, and the construction efficiency was improved. The process adopted the air-decked charging technology, millisecond initiation technology and patent technology a charge structure for deep hole presplitting blasting. In the case of not affecting the overall stability of the slope, the problem of under-excavation of the north slope in the construction process was solved. Through the fine construction, the risk was eliminated successfully, and the toe rock problem was solved, which created a good construction condition for the follow-up construction, shortened the construction period, and saved the construction investment.

Key words: pre-splitting blasting; risk elimination; toe rock treatment; scheme comparison

1 工程概况

某矿山岩石胶带运输系统破碎站基坑加固工程在实施过程中,发现基坑上部栈桥基础位置并未进行爆破,需采取爆破手段进行处理,基坑根底问题突出,建设单位采用大型破碎锤处理根底,交变荷载使得边坡节理面不断延伸。针对此情况,建设单位委托我方进行破碎站基坑施工问题进行详细调查研究,并对基坑爆破所产生的问题进行了处理。

1.1 基坑基本情况

某矿山随着开采不断深入,运距不断增加的弊端逐渐显现,半移动式破碎站随之纳入矿山生产规划中。考虑到运距及矿山建设等因素,将半移动破碎站确定于1498平台。基坑上部设计尺寸为 $26.4\text{ m} \times 22.4\text{ m}$,基底尺寸为 $18.26\text{ m} \times 28.2\text{ m}$,深度为 23 m ,坡度为 80° 。建设单位采用两阶段爆破方式对基坑进行爆破,基坑栈桥梁基础开挖并不在爆破行列。

二阶段爆破后,爆破松动效果差,大块率较高,基坑根底问题突出,高差达 9 m (二阶段段高 9 m);三侧边坡及转角均压界,如图1。后续施工过程西侧边坡出现倾倒型变形,这也对爆破工程提出了新的要求。



图1 破碎站基坑正视图

Fig. 1 Front view of foundation pit of crushing station

1.2 工程地质条件

1.2.1 拟建区岩性

破碎站基坑主要由白云岩组及铁矿石岩组组成,在构造特征上具有一定的同一性。

(1) 白云岩岩组(DT)

该岩组是构成边坡体的主要岩性之一,呈中厚层状,该岩组主要由白云岩及各种蚀变白云岩组成。

(2) 铁矿石岩组(Fe)

主要分布于基坑及基坑东侧,主矿体形态为层状,产状与围岩一致,走向近东西,倾向南或北,倾角陡倾。铁矿石呈黑色或钢灰色,主要矿物成分为磁铁矿。

1.2.2 地质构造

破碎站基坑拟建区发育一条规模较大断层、一条小断层及两条岩脉和四条裂隙见表1。

表1 断层统计简表

Table 1 Statistical table of geological structure

序号	断层编号	平均产状	长度/m	宽度/m	断层及破碎带简述
1	FA_2	$171^\circ/55^\circ$	553	10.0	岩体破碎~极破碎,基坑爆破后局部出现塌方,坡面危岩林立危险性较大,需采取措施进行清理。
2	FB_7	$262^\circ/80^\circ$	485	0.5	断层破碎带造成基坑西坡底部承载力下降,会对边坡稳定性起到负面作用。
3	λ_1	$166^\circ/85^\circ$	100	0.5	岩体表现较为松散,易风化造成侧、两侧岩体分离改变岩体稳定性。该岩脉出露于破碎站进坑东南角部位,于东南坡走向近一致。
4	λ_2	$164^\circ/60^\circ$	120	2.0	岩体表现较为松散,风化严重,遇水易软化。基坑上部栈桥掏槽爆破后,于北侧栈桥基础后侧出露。

1.2.3 边坡破坏模式分析

破碎站基坑区域岩石主要为白云岩及矿化白云岩,坚硬岩,层状-块状结构,岩体较完整,微风化,岩组内发育6组节理,结构面与边坡组合关系如图2。

由赤平投影分析可以看出:

基坑西坡节理与边坡大角度相交发生平面型可能性较小,但结合施工现场可知 $J_2(150/63)$ 、 $J_3(176/2)$ 、 $J_5(250/65)$ 将西坡上部岩体切割。由于下部 FB_7 断层破碎带承载力不足,难以承载上部岩体重量,使得 $J_2(150/63)$ 、 $J_5(250/65)$ 面进一步发育,发生倾倒型变形,贯通裂缝宽 $5\sim 7\text{ cm}$,深度超过 5 m ,对施工及人员安全造成极大威胁,见图3、图4、图5。建议采取爆破措施处理此处险情。

收稿日期:2021-03-24

作者简介:李喜明(1993-)男,河北衡水,本科、助理工程师,岩土工程,(E-mail)1527161517@qq.com。

通讯作者:贾帅(1988-)男,河北唐山,本科高级工程师,岩土工程,(E-mail)244259056@qq.com。

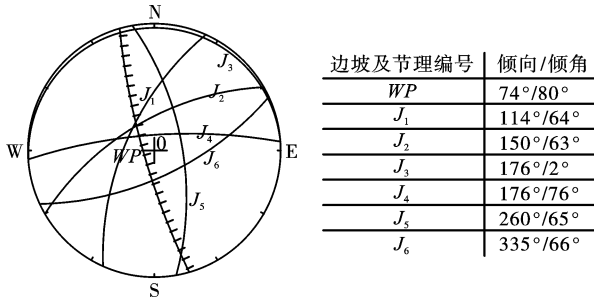


图2 结构面与西侧边坡组合关系赤平投影图

Fig. 2 Stereographic projection of combination

图3 J₂与J₃结构面外露位置Fig. 3 Exposed position of structural plane J₂ and J₃图4 J₂与J₅结构面外露位置Fig. 4 Exposed position of structural plane J₂ and J₅图5 J₂与J₅发育宽度Fig. 5 Developmental width of J₂ and J₅

2 爆破方案

2.1 整体爆破方案

本次实施爆破包含基坑栈桥梁基础开挖、基坑西侧边坡排险爆破、底部根底处理、及西南侧危岩清除。

针对以上爆破任务,提出以下三个方案,供建设单位选择。

方案一:本方案对东西两侧边坡重新进行爆破,

通过深孔爆破将基坑下部根底及上部险情一并排除,基坑北侧边坡进行栈桥梁掏槽。于此同时,利用首次爆破产生石方修临时道路及穿孔平台,为根底穿孔创造条件,见图6、图7。

方案二:本方案与一方案类似,区别主要在于东侧边坡处理方式,本方案采用东侧边坡栈桥梁基础掏槽,东侧边坡根底采用下部穿孔爆破方式进行。见图7、图8。

方案三:以西坡东西向裂隙为分界,南侧采用半台阶爆破,将西坡危岩与台阶水平裂隙处切断^[1]。基坑翻卸平台同时纳入首次爆破中,掏槽预裂线为设计边界后0.1 m,预裂孔超深0.5 m,主爆孔超深为1 m。首次爆破完成后,利用爆后坑内石方挖运同时修临时道路及平台,为基坑北部根底穿孔创造条件,将底部根底纳入整体考量,进行一次性浅孔爆破,见图9、图10。

2.2 方案对比

2.2.1 工程量对比

方案一采用东西两侧进行爆破方式进行,穿爆工程量最大,为后续边坡加固混凝土砌墙工程量也较大,对建设单位投资、进度均不利。

方案二采用西侧边坡爆破方式进行排险,穿爆工程量较方案一明显减小,东侧边坡自稳能力尚可,方案可行,后续混凝土工程量减少也较为明显。

方案三仅对西侧边坡出现险情局部半段边坡进行排险作业,此方案工程量最小,可保证年前完成施工任务,对进度控制较为有利。

2.2.2 安全性对比

方案一采用东西两侧整体削方,混凝土补齐方式,将东西两侧不利自由面进行剥离,东西两侧边坡砌墙支护,边坡整体性好,设备安全可得到有效保障

方案二东侧边坡未进行整段爆破作业不利裂隙存在。安全性较方案一差。

方案三安全性较方案二进一步下降,但通过加固边坡稳定性能满足设备运行期的安全要求。

2.2.3 方案确定

经综合对比建设单位决定,采用方案三作为此次爆破实施方案。

2.3 方案细化

制定细化方案必须结合施工现场施工条件,以保证方案实施顺畅^[2,3]。

2.3.1 施工设备选择

以该矿山现场条件及设备装备水平,可选择履带式潜孔钻机、潜孔钻机进行穿孔作业。履带式潜孔钻机效率可达潜孔钻的5倍,但其对空间要求较

高。潜孔钻较为灵活,对空间要求较小,脚手架配合 可高空作业,角度亦可调。

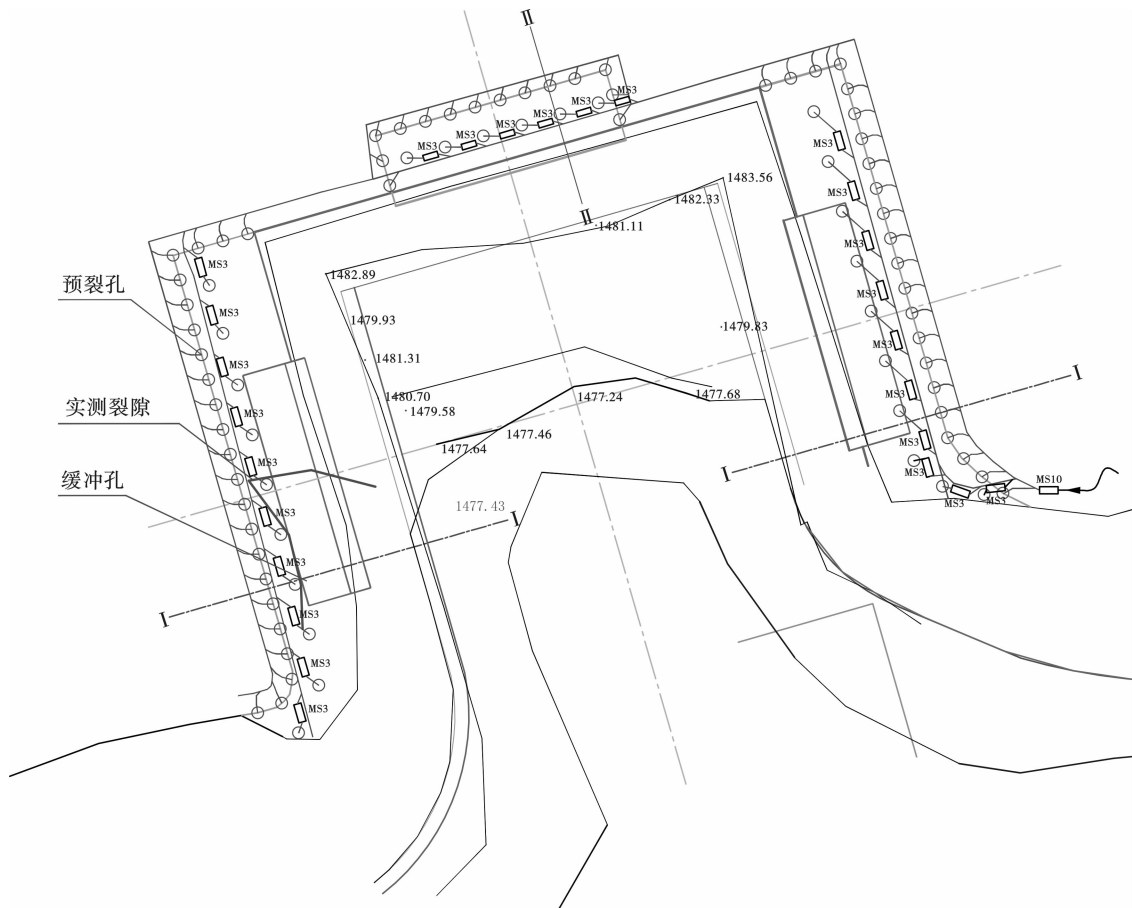


图6 方案一爆破平面设计图

Fig. 6 Plan 1 blasting plan graphic design

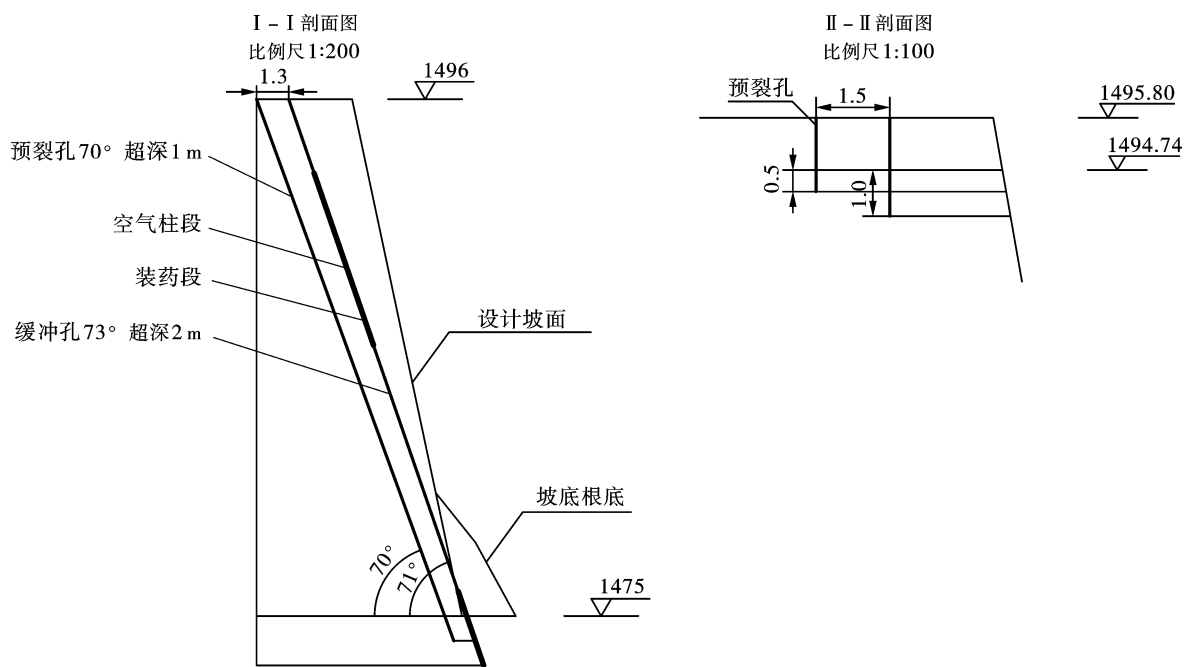


图7 方案一方案二爆破剖面设计图

Fig. 7 Scheme 1 and scheme 2 blasting profile design

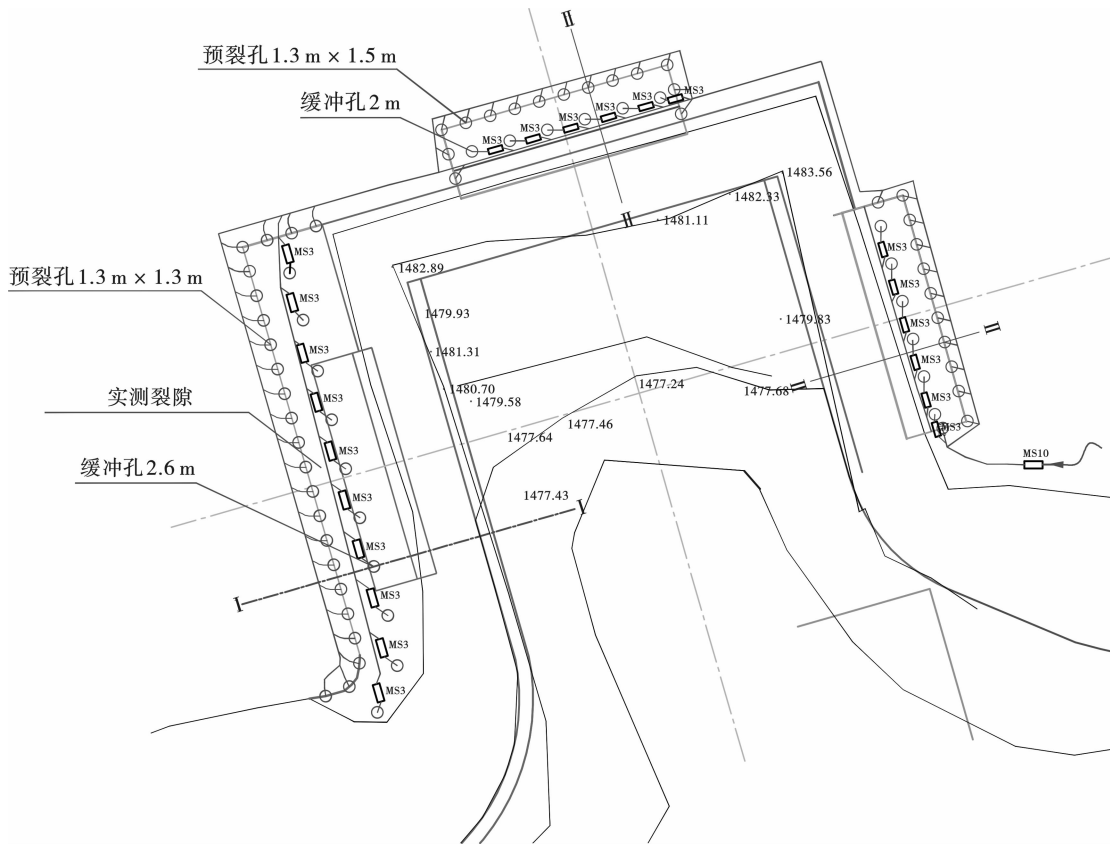


图 8 方案二爆破平面设计图
Fig. 8 Plan 2 blasting plan graphic design

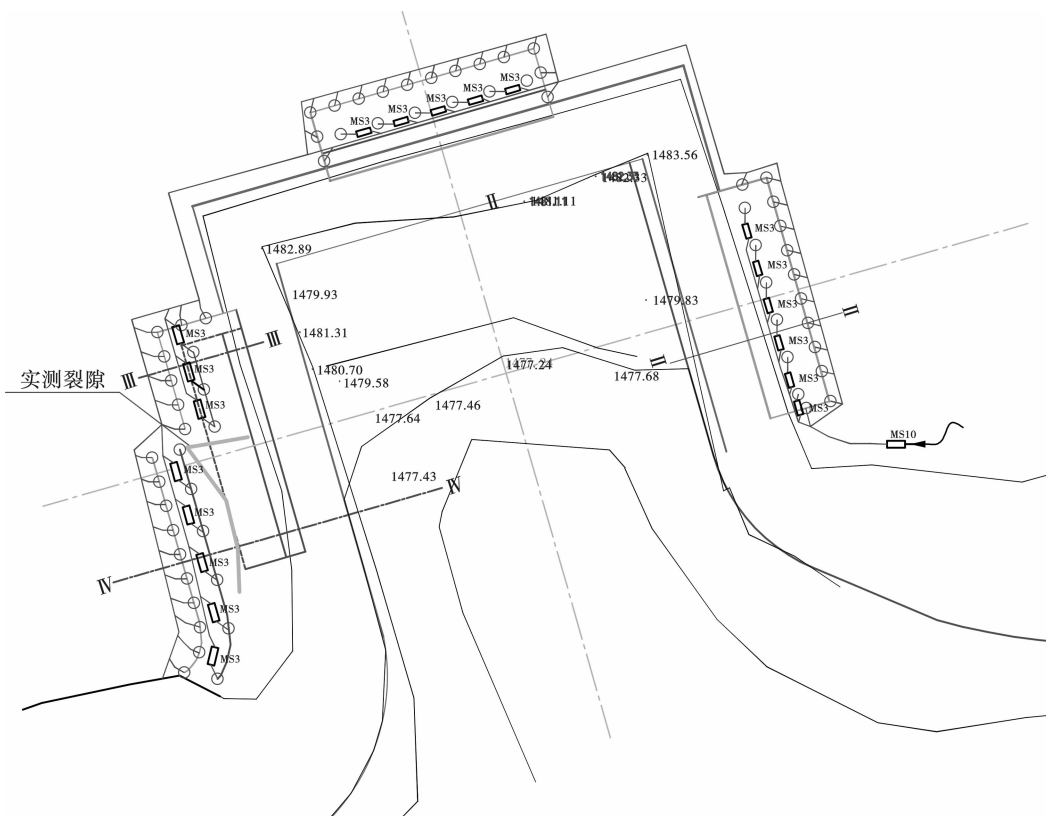


图 9 方案三爆破平面设计图
Fig. 9 Plan 3 blasting plan graphic design

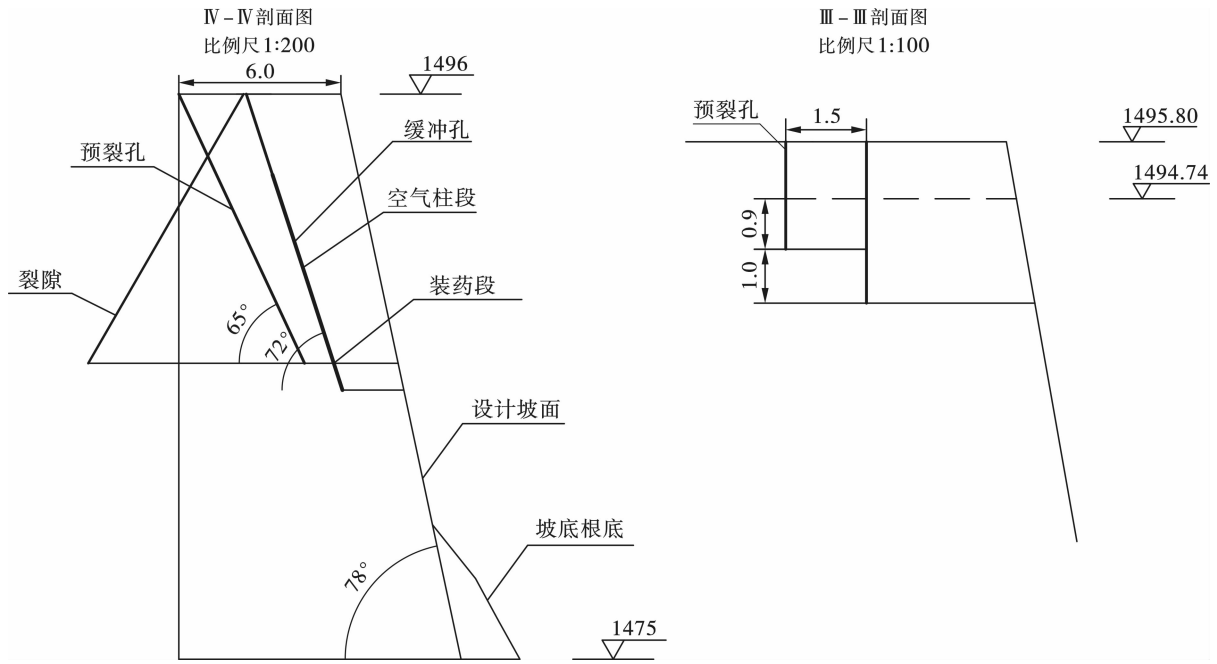


图 10 方案三爆破剖面设计图
Fig. 10 Scheme 3 blasting profile design

破碎站通过基坑开挖后,上部区域形成二层台,常规履带式潜孔钻机受空间限制难以施展,必须选用潜孔钻机脚手架作业。

方案三排险预裂线位于二层台坡顶,二层台还设置一排主爆孔,二层台的存在造成穿孔难度大,须进行开挖,将预裂所在位置开挖至二层台水平。此时宽度满足履带式潜孔钻穿孔空间,可采用履带式潜孔钻机穿孔。

经第一阶段爆破后,爆破方量覆盖于基坑底部。选用挖掘机分层开挖、修筑平台及道路,履带式潜孔钻机穿孔。基坑东南角预裂高差过大,选用搭设脚手架配合边坡钻机进行预裂及主爆孔穿孔作业。

2.3.2 对于东南角根底处理

由基坑航拍图 11 可见,基坑西南转角根底问题突出,结合方案三,对基坑东南转角部分主爆孔应采用全段爆破,将东南转角根底一并处理,可减少搭设脚手架、边坡钻穿孔成本,缩减工期。

2.3.3 装药结构及起爆方式

预裂孔装药结构采用我单位现有专利技术《一种深孔预裂爆破装药结构》^[4](CN 210833277 U),起爆方式采用导爆索起爆。

对于 5 m 以下浅孔采用耦合装药,5 m 以上钻孔采用轴向不耦合装药,即上部空气柱间隔^[5,6],同时保证 3 m 填塞。主爆孔起爆应采用微差爆破技术^[7]。为节约成本可采用普通导爆管排间起爆。

浅孔爆破、根底处理及小孔径台阶爆破药量控

制是爆破成功与否的一条关键因素,由于作业空间及基底平面条件限制,难以实现机械化装药,本次爆破采用体积法(桶装法)确定多孔铵油炸药药量的方式进行^[8]。



图 11 接手现状航拍图
Fig. 11 Take over the current aerial photos

2.3.4 第二阶段爆破

由于建设单位下段采取小孔距预裂爆破方式进行了预裂爆破,但其东南转角未布置预裂孔且压界严重。我单位采取东南转角边坡潜孔钻重新采取直孔预裂爆破,基坑内部沿用建设单位穿爆预裂。

3 爆破施工

由于爆破方案细化,充分考虑施工现场施工条件,施工作业较为顺畅。穿孔作业采取履带式潜孔钻机、边坡潜孔钻机平行作业,尽最大限度缩短工期^[9]。

爆破药量是浅孔爆破、根底处理及小孔径台阶爆破成功与否的一条关键因素^[10],由于作业空间及基底平面条件限制,难以实现机械化装药,本次爆破采用体积法(桶装法)确定多孔铵油炸药药量的方式进行。

脚手架需装药前拆除,以防拆除作业时破坏雷管,造成拒爆,高差过大对施工提出考验,我单位采用吊篮的方式进行装药填塞,成功解决这一问题。

4 爆破效果分析

4.1 排险爆破及栈桥梁开挖爆破

北侧栈桥地基开挖爆破取得圆满成功,开挖后底板平整,爆破破碎程度符合要求,开挖尺寸符合设计要求。

东侧栈桥地基开挖爆破因边坡结构面原因造成中部出现部分超挖。除此之外,开挖尺寸、破碎块度、底板平整度均符合要求。

排险爆破及西侧栈桥基础开挖取得圆满成功,开挖后发现基坑东南转角根底得到优先削减。降低了施工难度,见图12。



图12 爆破效果图

Fig. 12 Blasting effect drawing

4.2 基底二次预裂爆破及根底处理

爆破整体效果良好,爆堆集中且有一定松散度,爆破块度有利于采掘作业。

东南转角预裂部分预裂孔半孔率较好,预裂面平整。

北侧边坡建设单位预裂穿孔出露完整,同时验证建设单位炮孔参数。但肉眼可见中间区域预裂穿孔向基坑方向偏离,造成北侧边坡压界。

西侧边坡预裂出露较好,有少部分粘帮,经破碎锤轻微处理尚可,见图12。

4.3 北坡欠界处理爆破

基坑北坡欠界影响后续设备维护,需将局部坡面爆破0.5~1 m,我单位组织实施了斜孔掏槽爆破,满足了设备安装要求,见图13。



图13 北坡中部欠界掏槽爆破

Fig. 13 Under boundary blasting in the middle of North Slope

5 结论

通过对破碎站基坑排险爆破及根底处置方案对比,减小建设单位建设投资,取得良好经济效益。与此同时项目进行总结可得出以下结论。

(1)采用《一种深孔预裂爆破装药结构》,可明显提升爆破施工效率,与此同时取得良好爆破效果。

(2)爆破作业应充分重视穿孔质量,尤其是穿孔倾向、倾角、孔深、孔距等重要爆破参数。

(3)采用先进机械设备对提高施工效率起至关重要作用,应综合施工现场条件合理选择施工机械。

(4)爆破施工应逐步走向精细化,爆破设计应充分考虑现场工程地质条件。

参考文献 (References)

- [1] 马建兴,马 强. 爆破理论与实验技术[M]. 呼和浩特:内蒙古大学出版社,2012.
- [2] 冯桂云,刘长玲. 预裂爆破在边坡开挖中应用研究[J]. 工程爆破,2013,19(4):25-29.
- [2] FENG Gui-yun, LIU Chang-ling. Application of presplitting blasting in slope excavation[J]. Engineering Blasting, 2013, 19(4): 25-29. (in Chinese)
- [3] 赵 强,张建华,李 星,等. 降低中深孔爆破大块率的技术措施[J]. 爆破,2011,28(4):50-52,56.
- [3] ZHAO Qiang, ZHANG Jian-hua, LI Xing, et al. Measures to lower the large lump rate in medium-deep-hole blasting[J]. Blasting, 2011, 28(4): 50-52, 56. (in Chinese)
- [4] 张志国,王忠义,李锦云,等. 一种深孔预裂爆破装药结构,中国:CN210833277U[P]. 2020-06-23.
- [4] ZHANG Zhi-guo, WANG Zhong-yi, LI Jin-yun, et al. A charge structure of deep hole presplit blasting, China: CN210833277U[P]. 2020-06-23.