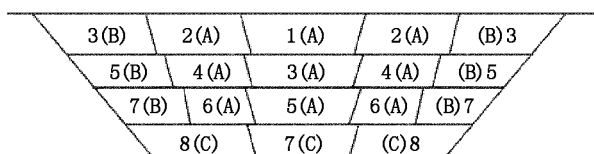


作者简介:单科科(1983-),男,大学本科,高级工程师。

50 cm 厚保护层,采用松土器挖掘机进行开挖。边坡采用预裂爆破的方式进行爆破开挖施工,沿开挖边界布置密集炮孔,采取不耦合装药,先于主爆区之前起爆,从而在爆区与保留区之间形成预裂缝,以减弱主爆孔爆破对保留岩体的破坏并形成平整的轮廓面^[2],最后再用松土器挖掘机对坡面进行整修。爆破分块钻孔示意图如图2所示。



1~8 为施工顺序;A—分层分段浅孔松动控制爆破区域;B—边坡预裂爆破区域;C—保护层机械施工区域

图2 分块钻孔开挖示意图

2.2 浅孔松动控制爆破参数设计

2.2.1 基本参数的确定

结合渠道断面设计参数,开挖分层高度设计为 $H = 4.5$ m。考虑到本工程岩石为松软岩石,选取炮孔深度 $L = 4.0$ m(留有 50 cm 的底板保护层用于机械开挖)、抵抗线长度 $Wp = 3.0$ m、炮孔间距 $a = 4.0$ m、炮孔排距 $b = 3.0$ m、炮孔直径为 70 mm。

2.2.2 单孔装药量计算

第一排装药量依据公式(1)^[3]计算:

$$Q = q \times Wp \times a \times H \quad (1)$$

式中: Q —单孔装药量(kg); q —单位炸药消耗量(kg/m^3),根据本工程的泥质粉砂岩岩石性质,根据现场试验确定 $q = 0.20 \text{ kg}/\text{m}^3$; Wp —底盘抵抗线(m); a —炮孔间距(m); H —台阶高度(m)。

由本工程设计数值得: $Q = q \times Wp \times a \times H = 0.20 \times 3.0 \times 4.0 \times 4.5 = 10.80 \text{ kg}$ 。

第二排后单孔装药量由公式(2)^[3]计算:

$$Q = K \times q \times a \times b \times H \quad (2)$$

取 $K = 0.85$,将数值代入公式得: $Q = 0.85 \times 0.20 \times 4.0 \times 3.0 \times 4.5 = 9.18 \text{ kg}$ 。

辅助孔单孔装药量按主爆孔的 $1/3$ 计,为 3.1 kg。

2.2.3 单响最大药量控制

渠道开挖部位离周围村庄较近,爆破冲击波震动会对环境及建筑物造成危害,须对单响最大药量进行控制^[5]。据现场勘测,柘塘水桩号 2+150 处有一座寺庙,距离爆破开挖区仅有 50 m,按照一般民用建筑物的爆破振动安全允许距离计算公式(3)^[2]控制单响最大药量:

$$R = \left(\frac{K}{V} \right) \frac{1}{\alpha} Q^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

式中: R —爆破振动安全允许距离(m),取 $R = 50$ m; Q —炸药量,齐发爆破为总药量,延时爆破为最大单段药量(kg); V —保护对象所在地安全允许质点振速(cm/s),取 $V = 3.0 \text{ cm}/\text{s}$; K, α —与爆破点和保护对象间地形、地质条件有关的系数和衰减指数。

根据表1并结合现场试验结果选取 $K = 250, \alpha = 2.0$,将上述数值代入公式(3),计算得单响最大药量 $Q = 164.3 \text{ kg}$,单响最大炮孔数为 15 个。

表1 爆区不同岩性的 K, α 值

岩性	K	α
坚硬岩石	50 ~ 150	1.3 ~ 1.5
中硬岩石	150 ~ 250	1.5 ~ 1.8
软岩石	250 ~ 350	1.8 ~ 2.0

柘塘水最高开挖断面高度为 14 m,根据坡比和二坡台宽度计算该高度最上口渠道宽度为 66 m,按照炮孔孔距 4 m 每排需布置 14 个主爆孔和 2 个辅助孔,单排炮孔的总装药量为 $14 \times 10.8 + 2 \times 3.1 = 157.4 \text{ kg}$,小于按爆破振动安全允许距离控制的单响最大药量,即每一排炮孔齐爆起爆能保证施爆区周围环境建筑物的安全。

2.3 边坡孔预裂爆破参数设计

2.3.1 基本参数确定

采用 YQZ-70 型履带式潜孔钻钻孔,选取炮孔直径为 $D = 70 \text{ mm}$;为了保证预裂缝能延伸渠底,又不超过渠底面,选取炮孔底距渠底 30 cm,预裂孔炮孔深度取 6.0 m;炮孔间距 $a = 0.80 \text{ m}$ 。

2.3.2 线装药密度计算

线装药密度根据三峡工程船闸爆破的经验公式(4)^[4]进行计算:

$$q_{\text{线}} = 3 \times [D \times a]^{1/2} \times [\sigma_{\text{压}}]^{1/3} \quad (4)$$

其中: $q_{\text{线}}$ —为线装药密度(g/m); $\sigma_{\text{压}}$ —为岩石的极限抗压强度(MPa),根据本工程的土工试验得出 $\sigma_{\text{压}} = 5.0 \text{ MPa}$; a —炮孔间距(cm), $a = 80 \text{ cm}$; D —炮孔直径(cm), $D = 7 \text{ cm}$;

将上述数值代入公式可计算得线装药密度 $q_{\text{线}} = 121 \text{ g}/\text{m}$,取 $q_{\text{线}} = 120 \text{ g}/\text{m}$,经试爆后根据开挖面爆破效果作适当调整。

2.3.3 装药结构

采用不藕合间隔装药,孔内用导爆索联结各间隔药卷,用竹片固定使药卷处于炮孔径向中心位置,竹片朝预裂面放置,各间隔药卷中心距离不大于 50 cm。孔口

堵塞段长1.2 m,使用炮泥进行堵塞,孔底1 m内以3倍 $q_{\text{线}}$ 加强装药,孔中以 $q_{\text{线}}$ 进行装药。

2.3.4 联网起爆

孔内采用非电毫秒导爆管雷管进行起爆,以单个孔为一束,然后用3段毫秒非电导爆管雷管进行串联,以形成孔外延时孔间微差起爆网路。

3 施工方法

3.1 施工程序

施工程序如图3所示。

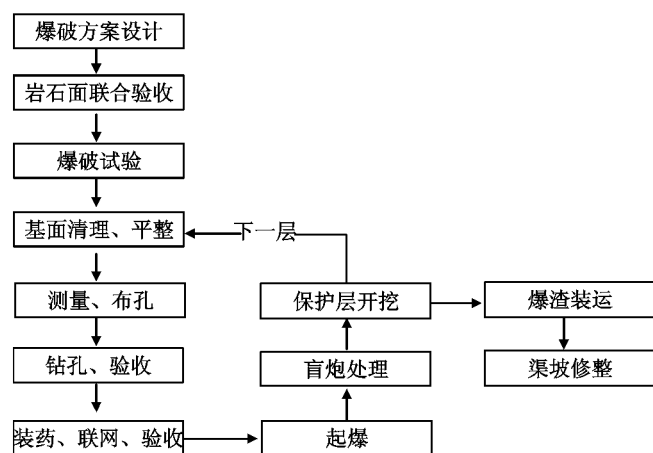


图3 施工程序示意图

3.2 具体施工方法

3.2.1 基础面清理

在渠道上层的土方开挖结束后,采用挖掘机、装载机对开挖面上的松动石块和松渣进行清理、整平,以利于履带式潜孔钻机就位、移动,采用15 t自卸汽车装运松渣至各抬田区进行基础料填筑。

3.2.2 测量布孔

利用全站仪和GPS对渠道开挖边线进行放样,严格按照爆破设计的参数进行炮孔放点,用红油漆进行标记。

3.2.3 钻孔

主爆孔和辅助孔为垂直钻孔,预裂孔根据渠道边坡1:1钻孔角度为45°。控制主爆孔钻孔孔位偏差小于孔距、排距的5%,预裂孔偏差小于孔距的5%。控制钻孔倾角与方向偏差为孔深的±2.5%,预裂孔偏差为孔深的±1.5%。终孔高程偏差主爆孔控制在0~20 cm,预裂孔控制在±5 cm。利用钻机本身的风压进行清孔,单孔钻完清孔后对孔口进行堵塞,防止杂物掉入孔中影响装药。

3.2.4 主爆孔装药与堵塞

采用2#岩石硝铵炸药,采用导爆索起爆,连续藕合装药结构。装药长度2~3 m,用木棍轻压,孔口段用炮泥进行堵塞,边回填边用木棒捣实,轻压、填塞时注意保护雷管的脚线不受损坏,堵塞长度不小于1.0 m,最后用塞子封口,防止冲炮。

3.2.5 预裂孔装药与堵塞

采用不藕合间隔装药结构,药卷直径32 mm,导爆索连接。根据线装药密度计算的用量,将药卷按相应间距和导爆索用胶带固定在双竹片上,竹片朝预裂面放置,尽量使药卷处于孔中心。预裂孔装药结构示意图如图4所示。

3.2.6 网路联结

各炮孔之间的雷管和预裂孔导爆索上雷管采用串并联的结合方式进行联结,再通过两根主线联接至起爆器起爆。同一爆破作业区雷管的电阻差不超过0.25 Ω。根据全网络电阻实测值和计算值进行判断联结的完好与否,若两者的差值超过±5%时,需对联结网络重新进行检查,以确保顺利起爆。串并联网路联结如图5所示。

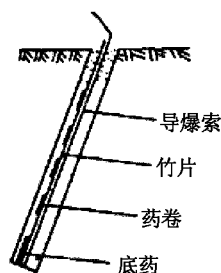


图4 预裂孔装药结构示意图

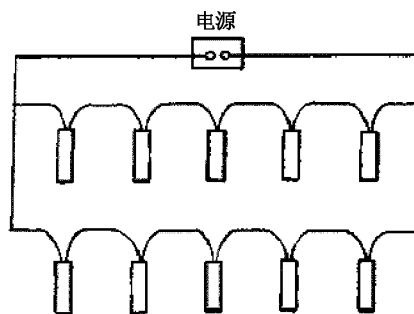


图5 串并联网路联结示意图

3.2.7 起爆

爆破作业区应采取封闭式施工,围挡爆破作业地段应设置明显的警示标识,并设警戒;邻近交通要道和人行通道的方位或地段应设置防护屏障和信号标识;爆破

体表面应进行有效覆盖,对邻近的建筑物作重点覆盖或设置防护屏障并采取防尘、减尘措施。装药、联网检查合格后,即可进行起爆。同时,在爆破区周围的各路口应派专人守护,以口哨进行鸣示与警戒,防止过往车辆和行人进入。起爆15分钟后,由爆破作业人员进入爆破区进行检查。

3.2.8 盲炮处理方法

出现盲炮时,应立即做好标记,并派专人监护,同时采取以下处理措施:当网络中有拒爆而引起的盲炮时,进行支线、干线检查处理重新联线再次起爆;当深度在0.5 m以内时,采用表面爆破法进行处理;当深度在0.5 m~2 m时,采用竹木器具掏出原填炮泥,操作要小心,直至发现药包,然后组装起爆药包重新诱爆;当深度超过2 m时,在盲炮孔附近50 cm处打一平行炮孔,装药进行引爆。

3.2.9 爆渣装运

沿渠道轴线方向修筑施工便道,利用挖掘机和装载机进行装运,15 t自卸汽车运输至各抬田区作为基础料填筑,多余的爆渣运至指定的弃渣场堆放。

3.2.10 渠底保护层和渠坡修整

采用松土器挖掘机进行渠底保护层开挖和渠坡面修整,确保渠底高程、边坡坡比、平整度符合设计要求和质量标准。

4 结论

针对江西省峡江水利枢纽柘塘防护工程渠道石方爆破开挖的地质条件和外部特点,本工程采取分层分段浅孔松动控制爆破,在边坡部分采用预裂爆破的方式进行爆破开挖施工,合理选择了爆破参数,制定了有针对性的施工方案,有效减小了爆破施工对周围环境的影响和破坏,并保持了边坡的稳定和完整,是高质量完成本工程石方爆破开挖的有效措施,可为类似工程提供参考。

参考文献:

- [1] 闫国平. 南水北调中线京石段应急供水工程爆破施工安全控制[J]. 山西水利, 2007(03): 69~70+72.
- [2] GB6722-2014, 爆破安全规程[S], 2014.
- [3] 汪旭光. 爆破设计及施工[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2011.
- [4] 刘焕祯. 预裂爆破三峡公式[J]. 工程爆破, 1996(01): 42~46.
- [5] 钟华. 高压供电线路旁基础石方开挖爆破技术[J]. 广西水利水电, 2012(02): 74~76.
- [6] 刘俊轩, 栾龙发, 等. 全断面光面爆破技术在坚硬岩巷掘进中的应用[J]. 爆破, 2014(09): 80~84.
- [7] 付波, 胡英国, 等. 岩石高边坡爆破振动局部放大效应分析[J]. 爆破, 2014(06): 23~25.
- [8] 杨棚程. 浅析控制爆破在民房密集区石方开挖中的应用[J]. 西南公路, 2014(02): 67~70.

编辑: 张绍付

Application of comprehensive blasting technology in channel excavation in Zhetang protective engineering in Xiajiang water junction

SHAN Keke

(Nancheng Water Resources Bureau of Jiangxi Province, Nancheng 344700, China)

Abstract: This paper takes channel blasting in Zhetang protective engineering in Xiajiang water junction as an example, hierarchical segmented shallow hole loose controlled blasting of the main part of channel combined with pre-splitting blasting technique in the slope was used in the project. According to the geological information and adjacent buildings condition, reasonable blasting parameters were selected and specific construction schemes were made. The results showed that by using the pre-mentioned process, the impact of blasting on surrounding environment was effectively reduced and the stability and integrity of the adjoining rock remained, ensuring the construction quality and project schedule, providing references for similar works.

Key words: Zhetang project; Hierarchical segmented shallow hole loose controlled blasting; Pre-splitting blasting; Application

翻译: 邹晨阳