

浅谈杨房沟水电站导流隧洞出口围堰水下 爆破拆除安全技术

张宁, 余勇辉, 刘明生

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局, 四川 彭山 620860)

摘要:导流洞出口围堰爆破拆除是过流的关键,此次爆破距离需保护的建筑物最近处不足10 m且工况复杂。爆破采用多钻孔、高单耗、低单响、高精度分段的设计思路,使用了1 020 ms高精度导爆管雷管,保证了爆堆的形成。整个围堰爆破共装药6 t,爆破方量为4 000 m³,最大单响药量为88 kg,平均单耗为1.65 kg/m³,圆满完成了围堰及岩梗的爆破拆除,一次爆破成功实现了安全控制目标,可为类似工程提供借鉴。

关键词:杨房沟水电站;围堰(水下部分);爆破拆除;安全控制技术

中图分类号:TV7;TV551;TV542

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)02-0007-03

1 工程概况

杨房沟水电站导流隧洞工程共设置两条导流隧洞,两条导流隧洞均布置在右岸。两条导流隧洞进口高程均为1 985 m,出口高程均为1 981 m,城门洞型,过流断面均为13 m×16 m(宽×高)。两条导流隧洞平行布置,中心距45 m,1#导流隧洞靠江侧,长716.04 m,2#导流隧洞靠山侧,长831.56 m,导流隧洞全断面采用钢筋混凝土结构。1、2#导流隧洞出口围堰均设计为预留岩梗,岩梗岩性为大断层较发育[Microsoft1]的花岗闪长岩。围堰的爆破拆除分两个部分进行,水上部分(高程1 996~1 990 m)和水上部分(高程1 990~1 980 m)。

根据分流要求,导流隧洞围堰须在2016年10月底完成拆除,经分析,爆破施工存在以下困难:①围堰与导流隧洞出口的新增贴坡混凝土紧贴,距离洞身结构混凝土不足10 m,爆破存在一定的安全隐患;②导流隧洞岩坎爆破后的石渣不允许冲入洞内。在岩坎底部的岩石几乎没有临空面的情况下,要求爆破块度90%小于30 cm,难度很大;③由于2#导流隧洞出口围堰距离对岸的试验室、拌和站和钢筋加工厂不足100 m,因此,控制飞石的抛掷方向和距离也是此次爆破的关键;④由于炮孔数量多、炸药用量大,堰内充水后起爆网路处于水中,使整个起爆网路非常复杂,对炸药、起爆器材的抗水、抗压性能提出了很高的要求。

收稿日期:2017-02-06

2 爆破方案的制定

由于堰体体积较大且堰内堆渣体积严重不足,因此,爆破前期应尽可能进行预拆除,以减小最后一次爆破量,保证爆破后水能直接冲渣,实现过流。因此,最终确定的爆破方案为:前期采用常规爆破方法将围堰堰顶降低,出口围堰高程由1 996 m降低至1 990 m后,出口堰体剩余部分一次爆破拆除完成。主体围堰堰体的爆破布孔方式采用由上至下钻设垂直炮孔,在两侧岩壁布置预裂孔,保持周边平整并达到减振目的。

此次爆破的整体原则为:多钻孔、高单耗、低单响、高精度分段,确保爆破和冲渣的效果良好及周围保护物的安全。

3 围堰堰体水下爆破参数

(1) 钻孔直径。主爆孔采用钻头直径110 mm的液压钻钻孔,其中两侧岩壁采用QYZ100B钻机钻设φ90的预裂孔。为避免存在渗漏水、甚至透水以及成孔后出现塌孔等情况,且为便于装药方便,需采用φ90 PVC管护孔(图1)。

(2) 钻孔布置形式。采用矩形或梅花形布孔,以确保爆破石渣能以45°角斜向上抛掷。主爆孔的孔排距设计标准为1.5 m×1.5 m,实际布孔时应根据实际情况进行调整;两侧边坡布置预裂孔,预裂孔的孔距取0.8 m。

(3) 爆破块度。由于不具备水下挖渣的条件,需要水流冲渣。导流隧洞在顺利实现分流的情况下,水流速度约为4~6 m/s,在此流速下炮

渣的最大粒径不大于 30 cm 时可以实现冲渣。



图1 φ90 PVC管示意图

(4) 炸药单耗。正常的岩石破碎单耗为 $0.4 \sim 0.6 \text{ kg/m}^3$, 炮渣按要求将其最大块度控制在 30 cm 以下时, 所需要的单耗约为 $0.9 \sim 1.2 \text{ kg/m}^3$ (根据相关经验参考值), 考虑到岩坎有水压的影响和抛掷的需要, 单耗选择在 $1.5 \sim 2.5 \text{ kg/m}^3$ 之间。

(5) 孔网参数。为确保围堰底部的爆破效果, 爆破孔采用 $\phi 70$ 炸药, 爆破孔的间排距为 $1.5 \times 1.5 \text{ m}$, 单耗 q 取 1.65 kg/m^3 , 单个炮孔爆破所需炸药量为: $Q = q \times a \times b \times h$ 。式中 Q 为单孔装药量, kg; q 为单耗取值, kg/m^3 ; a 为主炮孔间距, m; b 为主爆孔排距, m; H 为主爆孔深度, m; 则单孔装药量约为 38 kg; 爆破孔底部采用 $\phi 70$ 的震源乳化炸药, 上部采用 $\phi 70$ 的普通乳化炸药, 震源炸药和普通乳化炸药的单孔数量按照 3:2 的比例分配, 主爆孔向江侧方向的倾角为 5° 。

(6) 装药结构。爆破孔采用的连续装药结构为: 双股防水导爆索 + 上、下部分别放置 1 发高精度导爆管雷管, 孔口堵塞长度为 2 m。

(7) 堵塞长度。为防止产生过多的爆破飞石, 保证爆破效果, 确定主爆孔堵塞长度 $L = (25 \sim 35)d = 2.75 \sim 3.85 \text{ (m)}$, 取堵塞长度为 2.5 m, 堵塞物为袋装砂。

(8) 预裂孔爆破参数。两侧预裂孔间距为 0.8 m, 装药结构为: 底部 1 节 $\phi 70$ 药卷 + 2 段 3 节 $\phi 32$ 药卷 + 30 节 $\phi 32$ 药卷, 单孔装药量为 8.2 kg, 线装药密度约为 1 kg/m , 孔口堵塞长度为 1 m, 采用双根防水导爆索将 $\phi 32$ 药卷绑扎成串状的装药结构。

(9) 爆破安全防护。采用砂袋、竹马道板、帆布篷布、钢丝网等材料对出露水面的区域进行覆

盖。对导流洞对岸实验室、钢筋加工厂、低线拌和站等建筑、暂时无法转移的设备、设施, 在迎飞石方向采用竹跳板作立体遮护。

4 起爆网络的设计及雷管的选择

由于本次爆破距洞身结构物较近, 为减小爆破振动的破坏影响, 须严格控制单段药量, 段与段尽可能不重叠, 同时考虑降振的需要, 最终决定选择高精度非电雷管。

(1) 孔间传爆雷管的选择。在段药量严格控制的情况下, 同一排相邻段不能出现重段和串段。因此, 在不考虑起爆雷管延时误差的情况下, 同一排相邻孔是不会重段的。最终选择 25 ms 连接雷管作为孔间传爆雷管。

(2) 排间传爆雷管的选择。在考虑起爆雷管延时误差的情况下, 必须保证前后排相邻孔不出现重段和串段现象, 避免前排孔滞后或与后排相邻孔同时起爆, 排间雷管的延时误差应尽可能小于孔间雷管的延时。每一排炮孔之间的延时为 25 ms, 排与排之间的延时为 42 ms。

(3) 为防止由于先爆孔产生的爆破飞石破坏起爆网络, 必须使孔外接力雷管传爆到一定距离后孔内雷管才能起爆。为达到排间相邻孔不串段、重段, 同一排相邻的孔间尽可能不重段的目的, 高段别雷管的延时误差不能超过排间接力传爆雷管的延时值, 高段别雷管的延时误差且不能超过同一排孔间的接力雷管延时值。最终选择 1 020 ms 雷管作为孔内起爆雷管。

5 爆破实施过程

从 2016 年 9 月 26 日至 10 月 16 日, 全部钻孔工作持续了近 20 d。由于导流隧洞出口岩石裂隙较发育, 局部成孔困难, 因而在这些孔内设置了高强度的 PVC 管, 从而有效地保护了孔壁。

由于本次使用的爆破器材有防水要求, 因此, 爆破前, 出于安全方面的考虑, 需对火工品进行防水性能的测试。我们采用 10 发高精度导爆管雷管、3 发电雷管、20 m 防水导爆索在水中浸泡 3 d 后进行爆破空载试验, 取得了很好的爆破试验效果。

2016 年 10 月 18 日开始装药, 装药前, 按爆破设计要求对孔位进行了编号, 测量了孔深, 对达不到要求的孔进行了处理。由于对装药过程中可能出现的情况进行了充分的估计, 故需 1 d

内将6 t炸药全部装完。高精度导爆管脚线接头采用卡扣连接,只需要绑扎少量胶布,从而大大加快了联网速度。

2016年10月19日15:58,爆破顺利实施。出口围堰首先起爆,随后进口围堰也顺利起爆,预先设计的爆破缺口和爆堆也全部形成,爆渣基本被冲走,出口开始大量过流。整个爆破共装药6 t,总爆破方量达4 000 m³,预裂孔58个,爆破孔126个,最大单响药量88 kg,平均炸药单耗1.65 kg/m³。

6 结 语

笔者针对此次爆破总结了以下几点经验:

(1)爆破采用高单耗、低单响的设计思路是完全正确的;

(2)导流隧洞围堰的拆除证明了高精度雷管

(上接第6页)

保湿养护,养护时间不少于14 d,未达到设计强度前不得投入使用。

(8)切缝施工。

在成型面板上进行切缝施工,每隔4.5 m设置一条缩缝,缝宽3 mm、切割深度为(1/2~1/3)h(h为透水混凝土面层厚度);每隔90 m设置一条伸缝,缝宽20 mm、缝深与面层厚度相同;透水混凝土强度大于5 MPa时采用切割机切缝,缩缝、伸缝均嵌入弹性嵌缝材料,如双组分聚氨酯嵌缝材料。

(9)涂刷固化剂。

待透水混凝土表面成型干燥后3 d左右,涂刷双丙聚氨酯无色透明密封材料。

(10)日常维护。

透水混凝土路面投入使用后,为确保其性能,可使用高压水(5~20 MPa)冲刷孔隙、洗净堵塞物,或采用压缩空气冲刷孔隙去除堵塞物,或使用真空泵将堵塞孔隙的杂物吸出。

透水混凝土面层出现裂缝或集料脱落的面积较大时,必须进行维修。维修时,先将路面疏松的集料铲除,清洗路面、去除孔隙内的灰尘及杂物后,进行新的透水混凝土铺筑。

3.4 质量控制

透水混凝土的原材料(水泥、外加剂、集料)质量、路面弯拉强度、抗压强度、透水系数、面层厚

的优越性,其对保证爆破效果起到了重要作用;

(3)本次爆破证明了大型水电站导流隧洞建筑结构物的结构抗震能力在20 cm/s以上;

(4)特制的用塑料壳包装的震源乳化炸药在抗水性能提高的情况下,爆破感度没有因水压增加而改变。

作者简介:

张宁(1989-),男,湖北黄冈人,项目经管部副主任,助理工程师,学士,从事铁路工程建设技术与经营管理工作;

余勇辉(1985-),男,湖北应城人,项目工程部副主任,助理工程师,学士,从事水利水电、铁路与市政工程施工技术及管理工作;

刘明生(1973-),男,四川成都人,项目副经理,高级工程师,从事水利水电、市政工程施工技术与管理工作;

(责任编辑:李燕辉)

度(允许偏差±5 mm)为主控指标,其应符合设计规定。

同时,一般项目应符合下列规定:

(1)面层应板面平整、边角整齐、无石子脱落现象;

(2)路面接缝垂直、直顺,缝内无杂物;

(3)彩色路面颜色均匀一致;

(4)混凝土表层石子分布均匀一致;

(5)高程、中线偏位、平整度、宽度、横坡、井框与路面高差、相邻板高差、纵横缝直顺度均应符合规范要求的允许偏差值。

4 结 语

根据工程实际的应用效果,基于“海绵城市”建设的基本理念,透水混凝土是改善城市道路排水能力、改善城市雾霾环境的关键举措。通过对透水混凝土施工工艺及质量控制进行分析总结后取得的经验,值得类似工程借鉴应用。

作者简介:

夏维学(1972-),男,四川眉山人,高级工程师,从事水利水电与市政工程施工技术与管理工作;

祁涛(1988-),男,安徽宿州人,助理工程师,学士,从事水利水电与市政工程施工技术与管理工作;

张铎(1990-),男,陕西安康人,助理工程师,学士,从事水利水电与市政工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)