

渔潭水利水电工程施工技术

罗松明

(湖南省隧道工程总公司, 湖南 益阳 413000)

摘 要 介绍了在渔潭水利水电主体工程综合性地下建筑项目施工中, 采用控制爆破、泵送混凝土、混凝土离析处理和预缩砂浆等新的施工技术, 成功地解决了混凝土表面糙率 and 渗漏水等技术难题, 为水利水电工程地下建筑物的防水开辟了新的途径。

关键词 高强压力隧道 控制爆破 泵送混凝土 混凝土离析 预缩砂浆

中图分类号 TV732.3 **文献标识码** B **文章编号** 1000-3746(2003)S1-0146-03

1 概述

渔潭水利水电工程是湖南省张家界市澧水流域上游的一个集发电、泄洪、灌溉、通航及旅游的综合性的中型水利水电工程。库水容量为 1.215 亿 m^3 , 装机容量为 4 机 7 万 kW, 是湖南省首座地下式厂房的发电站。

地层为中厚层石英砂岩, 以 II ~ III 类围岩为主, 也有少量泥质充填的破碎带。

我公司于 1996 年 6 月参入施工, 承建了左岸 3 个高强压力引水洞、3 个尾水闸门竖井、集水井的施工以及右岸尾水工程(尾水洞及尾水闸门竖井)、护坡工程项目的建设, 到 1999 年 8 月全部完工, 共完成产值 2100 万元。在施工过程中应用了控制爆破、泵送混凝土、混凝土离析处理和预缩砂浆等新的施工技术, 取得了好的效果, 保证了工程的质量、进度和安全, 取得了良好的社会效益和经济效益, 盈得利润 450 万元。

2 高强压力引水隧道

3 个引水洞为圆形的高水头($H_{\max} = 53 \text{ m}$)大流速的过水通道, 属于高强压力隧道; 它由方形上平段、上弯段、斜线段、下弯段和钢管段构成, 过水净断面半径为 4.5 m, 最大水头为 53 m, C25 混凝土衬砌, 双层钢筋网布筋, 见图 1 所示。

2.1 施工特点

(1) 结构不仅要承受强大的压应力, 更要承受强大的拉应力;

(2) 不仅要利用围岩的结构强度, 更要改善围岩的受力状况;

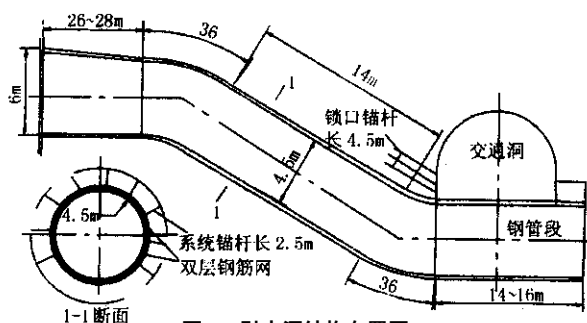


图 1 引水洞结构布置图

(3) 结构表面要达到水工构造物的糙率要求, 水流阻力要控制在 0.15μ 以下;

(4) 混凝土强度要达到设计要求, 抗压强度 $\leq 0.28 \text{ MPa}$, 抗拉强度 $\leq 0.2 \text{ MPa}$ 。

针对引水洞的特殊要求, 除在管理上采用了全面质量管理方法外, 还在技术上采用了先进的泵送混凝土施工新技术、混凝土离析处理技术、预缩砂浆技术、回填固结灌浆技术等施工新技术, 保证了引水洞的结构满足了特殊的技术要求。

3 泵送混凝土施工技术

在该工程中, 混凝土浇筑占相当大的比例, 在工期紧的情况下如何提高混凝土的质量和速度成了我们必须解决的重要课题之一, 我们综合现场的情况选用了泵送混凝土的施工技术。

3.1 泵送混凝土的配合比

泵送混凝土的配合比除了要满足水工混凝土的强度要求和耐久性要求以外, 还应满足混凝土的施工要求, 特别是可泵送性要求。根据现场的条件, 通过试验试配出了比较合理的混凝土的配合比:

收稿日期 2003-04-30

作者简介: 罗松明(1963-), 湖南娄底人, 湖南省隧道工程总公司副总工程师、高级工程师, 探矿工程专业, 从事地下工程建筑工作, 湖南省益阳市朝阳路 5 号, (0737) 2615162、13875379858。

525 水泥：砂：小石：中石：水：掺和料 = 1 : 1.77: 1.92: 1.57: 0.61: 0.2。

掺和剂的主要原料为粉煤灰和木钙,粉煤灰是为改善混凝土的和易性和输送性能,减少混凝土的析水和离析现象 木钙是减水剂,是为改善其凝固性能的。

3.2 混凝土的拌制

由于场地的限制,我们采用的是量具人工上料,用 GJ-352 型搅拌机进行搅拌,用溜筒直接送入泵机料斗;用自动计量器进行加水 出料混凝土塌落度控制在 8~11 cm。

3.3 混凝土的泵送浇筑

3.3.1 泵送技术

- (1) 检查泵机的‘三漏’及输料系统的状况;
- (2) 先泵送适量的水或稀砂浆,以湿润输料管道,防止出现因部件和管路的干涸而堵管的现象;
- (3) 开始泵送料时要慢而均匀,泵机处于随时可停机的状态,运行正常后加大入料量正常工作;
- (4) 有下坡的管路时要注意管路的布置尽量趋于平缓,尽量避免断料的现象出现;
- (5) 泵送完后管子管路要彻底清理干净。

3.3.2 混凝土的浇筑原则

- (1) 由远而近地进行浇筑;
- (2) 同区域的混凝土,先竖向结构的后水平结构的,分层连续浇筑;
- (3) 浇筑的间歇时间不能超过混凝土的初凝时间;
- (4) 使用强力振动泵进行振捣;
- (5) 浇竖向结构混凝土时,出料口离模板内侧面 ≤ 5 cm,且料不能直接冲向内侧,也不能直接冲向钢筋网;
- (6) 浇水平结构的混凝土时,应注意混凝土的密度。

3.4 泵送混凝土的效果

在该工程中泵送混凝土浇筑方量达到 20000 m³,混凝土的强度全部达到优良,外观质量全部达优,见表 1。

表 1 混凝土抗压强度试验鉴定结果

部 位	抗压强度 X/MPa	离差系数	强度保证率 P/%	质量等级
1 号引水洞 C25	30		99.18	优
2 号引水洞 C20	22	0.083	96.43	优
3 号引水洞 C20	21.7		95.80	优
1 号闸门竖井 C25	28.9	0.093	99.97	优
集水井	20.5		94.50	优

万方数据

混凝土表面质量检查项目全部达到优良标准,无任何麻面,蜂窝,露、裂缝,孔洞和渗水及台阶的现象存在 表面光滑达到了其过水糙率的要求。

各部位结构尺寸和位置尺寸误差 < 1 cm,保证了结构的尺寸要求。

4 预缩砂浆技术的应用

该技术是水工建设中新推行的一项新技术,其特点是表面强度高,应用领域广,效果好,见效快。

砂浆的制作方法,首先得选用 FM = 1.8~2.0 的细砂 然后选用合理的配合比 525 水泥：砂：水：木钙 = 1: 2~2.2: 0.28: 0.01‰ 进行拌制 拌制方法为 先干拌 3~4 次,加入渗了汽剂的水后再拌 3~4 次,在干燥阴凉处存放 30~90 min,达到手一握就紧,一松则松为度,然后再进行使用。

其施工工艺为 拌制砂浆→清理缺陷混凝土→安置导水胶管→涂水泥浆(1~2 mm、水灰比为 0.5)→充填砂浆(木槌捣实,以出现少量浆液为度,2~3 cm 为一层)→刷毛表面→进行下一层→检查(施作 2~3 h 后进行检查,以敲击声清脆为佳)。

拌制的混凝土必须在 2~4 h 内用完,否则会影响其质量。

5 混凝土离析的预防技术

整个工程的混凝土浇筑部位均在泵机高程以下,有的高达 40 多米,混凝土在输送过程中会出现严重的高析现象,如不采取措施则出现混凝土表面的‘蜂窝、麻面、露筋、烂根’等质量缺陷,同时也会冲动模板而无法保证结构的尺寸和表面的糙率,更会造成钢筋因混凝土的粘污而降低其握裹力,结构受力性能降低。为此我们采取了一系列的措施以防止混凝土离析现象的出现。

(1) 使用合理的混凝土级配和配合比,实践中我们在实验室反复进行试验,最后确定了合理的级配和配合比。实践中采用二级配。

(2) 掺入 20% 的粉煤灰和 0.05‰ 的木钙以改良其流动性能。

(3) 选用了合理的塌落度,以 8~11 cm 为最佳。

(4) 施工中适当增加了水泥和砂的含量、减少了粗骨料的含量,增减量均在实验室进行试验确定。最后实际的增减量为 水泥 + 20~80 kg,砂 + 50~200 kg,粗骨料 - 100~300 kg。

(5) 输料管的出口有意适当的抬高,使管内混

凝土不出现空段,使料连续均匀的输送,不至出现离析。在闸门竖井中,因输送高度太大我们在仓位上部另设了一个平台,混凝土送至此平台后用溜筒入仓,保证了混凝土的均匀性。

6 回填、固结灌浆

为了加大压力圈的范围和改善其受力条件,在实践中我们采取了回填灌浆和固结灌浆的措施。

回填灌浆主要是在隧道的顶部,其部位主要是在上平段及上弯段,用水泥浆填充了混凝土与围岩之间的所有间隙。

固结灌浆是沿轮廓线呈放射状布置的,每 60° 方位上布置一个灌浆孔,深5 m,注浆压力2 MPa,全方位的灌浆使隧道周围的围岩得到了很大的改善,从而使隧道周围形成了一个半径 ≤ 5 m的压力拱圈,增大了整个隧道的抗压能力和抗拉能力。

7 控制爆破技术

引水洞的下弯段为了防止洪水对厂房的淹没,预留了9~11 m长的岩塞,直到进口闸门安装好后才允许开挖,此时正是厂房安装的高峰期,该段离厂房的距离只有9~12 m,为保证厂房的安全,业主提出了特殊的要求:飞石最大飞行距离 < 8 m,爆破振动速度 < 2 m/ms,我们采用了分区域、小药量、浅炮孔的松动爆破方法,成功地完成了3个岩塞段的开挖施工。

7.1 凿爆条件

(1) 进口在2号交通洞的上游侧,离厂房的最近距离为9~12 m;

(2) 飞石不能飞出施工支洞以外,控制在8 m以内;

(3) 常规的钻爆工具和器材进行凿眼;

(4) $\varnothing 25$ mm的乳胶炸药和2号岩石硝胺炸药,非电秒差塑料导爆管进行起爆;

(5) 施工人员技术等级为5级以上。

7.2 开挖秩序

详见图2,原则是先上部后下部。

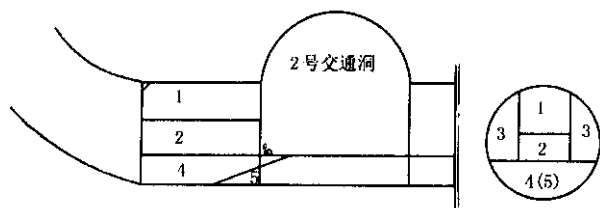


图2 开挖示意图

万方数据

7.3 炮眼布置

炮眼布置以多眼少药量为原则,炮眼深度控制在1.1 m之内,周边眼间距为0.4~5 m,辅助眼的间距为0.5~6 m;采用斜眼掏槽的掏槽方式;单响药量控制在100 g之内。

7.4 技术措施

(1) 周边眼先响,掏槽眼间隔时间为3~5 s;

(2) 炮眼准确放样;

(3) 在交通洞的下游侧用钢筋网立一道防护墙,以防万一,严防飞石进入厂房;

(4) 单响药量控制在100 g以内,周边眼间隔装药;

(5) 统一在规定时间内进行爆破作业,在每个通道口设立警戒。

7.5 效果

岩塞部分共计方量1180 m³,整个过程中未出现飞石超出规定范围的现象,厂房的生产未受到任何影响,达到了预期的目的。

8 混凝土夏季施工措施

左岸水毁工程的挡墙混凝土是在炎热的夏季进行施工的,室外温度高达40℃,如果不采取措施则无法保证混凝土的质量。为此我们采取了以下措施:

(1) 掺加缓凝剂,使混凝土的凝结硬化时间推迟,改善散发水化热的性能,降低混凝土的温升值。

(2) 草毡覆盖,增加洒水的次数,缩短洒水的时间间隔,使混凝土表面总是处于湿润的状态。

(3) 浇筑时间尽量避开日高温期,尽量安排在早上和晚间进行。

9 体会及经验

(1) 水利工程有其自身的特点,特别是引水洞对结构的强度要求和表面糙率有其特别的要求,在施工中要予以高度重视;

(2) 高强压力隧道的结构要采取系统的技术措施,尽量使其压力拱圈范围增大,以提高其强度;

(3) 泵送混凝土施工重点要改善混凝土的和易性和可泵送性能,如加入外加剂等;

(4) 岩石控制爆破关键在于控制其药量和药量的分布,总的原则是少药量,多炮眼;

(5) 预缩砂浆补强技术是混凝土缺陷补救的一种有效的方法。