

二滩水电站尾水管的开挖与支护

黄树洋

(中国水利水电第十工程局三分局, 四川 都江堰 611830)

摘要: 尾水管工程是二滩地下厂房系统中处在关键线路上的项目之一, 施工工期紧张, 开挖和支护工程量较大, 还时常伴有岩爆现象发生。着重介绍尾水管岩石开挖、支护及1号、2号尾水管的岩爆及其处理措施。

关键词: 尾水管; 高应力区; 岩石开挖; 岩石支护; 岩爆; 处理措施

中图分类号: TV 52

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2000)增-0041-02

1 工程概况

二滩水电站是雅砻江上的梯级水电站之一, 是以发电为主的水电枢纽工程, 总装机容量 330 万 kW (6 × 55 万 kW)。尾水管工程是二滩地下厂房系统中处于关键线路上的项目之一, 对厂房发电工期起到一定的制约作用。尾水管共设 6 条, 每条含延长段、锥肘管段和 1.65 m 的连接段等 3 个部分。

尾水管开挖包括延长段(含连接段)和锥肘管段开挖。尾水管区洞室密集, 应力较为集中, 地质条件复杂。开挖难度大, 开挖工程量大, 6 台机组尾水管共计 12 31 万 m³, 岩石支护也较为复杂。为了确保尾水管开挖按期完成, 承包商从 1 号厂房交通洞开挖环形支洞进主尾水洞, 最后在调压室底部上游侧形成 6 号~ 4 号尾水管及 3 号~ 1 号尾水管交通廊道, 进行尾水管的开挖工作。

承包商为菲尔普·霍尔兹曼—霍克梯央—葛洲坝工程局组成的中德二滩联营体(SGEJV)负责尾水管的具体开挖和支护工作。二滩水电工程公司(EEC)受业主——二滩水电开发有限责任公司(EHDC)的委托实行监理, 监理施工质量、施工进度以及支护工程量的核实和签认等。

2 开挖

2.1 开挖方法

尾水管间岩石隔墙厚 17.54 m, 承包商采取了 6 号管和 1 号管同时, 5 号管和 2 号管同时, 4 号管和 3 号管的施工顺序, 而且在每个洞室中只开一个工作面开挖的施工方法。施工中, 根据实际情况, 承包商灵活调整, 采取更有利于开挖的方法和措施。

每一条尾水管延长段的开挖方法基本一致, 先拱部后台阶。拱部采用半断面法左右推进; 台阶分为 I、II 两层开挖, 每一台阶半断面或全断面开挖, 一

直推进到主肘管底部。锥肘管段开挖根据各自不同的施工条件, 采用导洞法或台阶法施工。3 号尾水管在开挖前作为厂房下部交通洞, 具有其特殊性, 为此以 3 号尾水管的开挖为例, 说明承包商在尾水管开挖时所采用的基本方法和施工程序, 见图 1。

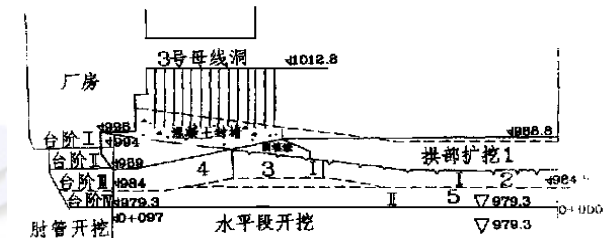


图 1 3 号尾水管岩石开挖程序图

开挖前先对下部交通洞边墙、顶拱的锚杆进行检查, 不合格的进行处理, 对需要进行封堵的部分用混凝土回填, 这两项工作完成后即进行开挖工作。

2.1.1 水平段桩号 0+00~0+97 m 的开挖

(1) 0+00~0+50 m 段拱部扩挖。经测量, 交通洞左侧可作为尾水管的一部分, 故右边拱进行扩挖处理。

(2) 0+00~0+50 m 段 I 台阶全断面开挖。同时, 从 3 号、4 号母线洞对回填混凝土区安装 75 t 的锚索, 并在第三步工作开始前结束。

(3) 0+50~0+71.50 m 段的开挖。这即是对 I 台阶的延续, 又要对左右侧拱部进行扩挖, I 台阶和左右边拱均采用半断面法施工。

(4) 0+71.50~0+97 m 渐变段拱部开挖。第三步施工将预留一定的石渣使开挖支护设备能够对顶部进行有效的工作, 拱部开挖为左右半断面推进。

(5) 0+00~0+97 m 段 II 台阶开挖。全断面推进。

2.1.2 锥肘管段开挖

锥肘管段开挖采用台阶法, 分 4 次开挖, 开挖高度 5 m, 在对厂房内的设备、混凝土柱作必要保护后

即开始爆破开挖。I、II 台阶开挖的渣经装载机或反铲运至已开通的 4 号机肘管,再外运,III、IV 台阶已与延长段贯通,石渣经延长段外运。

每一肘管段开挖结束后,立即进行横向埋管洞(2.5 m × 3.2 m)的开挖,最终使 6 号~1 号管的横向埋管洞贯通。

2.2 开挖爆破

尾水管结构形状复杂,增加了开挖的难度。为使洞室更好的成形,避免爆破对围岩产生损害,承包商对尾水管的爆破作业极为谨慎,事前都作仔细的规划、安排,在爆破参数上加以严格控制。肘管段爆破单响药量控制在 10 kg/延时以内,将爆破时间相互错开,边开挖边监测,发现情况,及时采取措施。

延长段拱部开挖采用 H-175、H-178 多臂液压凿岩台车造孔,孔径 48 mm,孔深 4 m,平行直眼掏槽,非电雷管引爆;台阶的开挖采用 642HC、742HC 潜孔钻机,在台阶顶部垂直向下钻孔,孔深 6 m,孔距 0.8~1.2 m,药卷直径 $\varnothing 40$ 和 $\varnothing 50$,单位用药量 0.8~1.0 kg/m³;周边均按合同要求进行光面爆破,钻孔采用 H-175、H-178 多臂钻,水平造孔,最大孔深 4 m,孔径 $\varnothing 48$,孔距 45~90 cm,药卷直径为 $\varnothing 25$ 和 $\varnothing 35$,周边孔的装药线密度为 0.2~0.3 kg/m。锥肘管段爆破开挖为贯通性的,应力瞬间释放能量大,容易引起围岩大变形和岩爆,同时,也为防止对附近建筑物产生较大震动而损坏,因此,爆破单响药量必须控制在 10 kg/延时以内。

3 岩石支护

尾水管区应力集中,围岩变形大,因此,承包商采取边开挖边支护的方式。延长段每一爆破区段为一个喷锚单元,先喷 5 cm 厚钢纤维混凝土并安装 4 m $\varnothing 20$ 的胀壳式锚杆作为初期支护,再喷钢纤维混凝土进行永久支护。边墙、顶拱的永久支护措施为分别安装长 6 m $\varnothing 28$ 和长 4 m $\varnothing 25$ 的砂浆锚杆,间排距 2 m × 2 m,交错布置,利用多臂液压钻机和平台车配合进行施工。

尾水管锥肘管段支护从上向下进行,先利用开挖爆破石渣填筑施工平台,以利施工设备能够有效控制支护的范围,锥肘管段支护分为初期支护和最终支护。初期支护为安装 6 m 张拉锚杆,最终支护为安装 8 m/10 t 单股锚索。施工中锚杆和锚索同时钻孔、安装及灌浆,锚杆先张拉,锚索后期张拉。

支护期间,对应力较为集中、围岩变形大的部位均作了补强处理。在尾水管与调压室上游墙交接的拐脚处采用 8 m 锚杆补强;尾水管出口顶拱均用 8 m/10 t 单股锚索补强;5 号~6 号肘管段间岩石隔墙因锥肘管开挖贯通爆破时应力突然释放产生裂缝,遂在岩石隔墙中部安装 4 根 75 t 对穿锚索,双面锚固;这个加固措施沿用到各肘管段间岩石隔墙,起到较好的效果,未再有裂缝发生。

对 3 号尾水管延长段上部交通洞封堵段安装 42 根 8 m/10 t 的单股锚索,3 号、4 号母线洞向下至交通洞封堵段混凝土内安装 28 根 75 t 锚索,切实保证 3 号尾水管的开挖质量和开挖进度。

4 尾水管岩爆及处理措施

1995 年 9 月 8 日,1 号、2 号尾水管开挖区域发生严重岩爆,随即又发生大楔形体破坏,围岩受到严重损害。对此次岩爆事件 EEC、SGEJV 和 AGN 咨询专家都极为重视,立即商议并确定可行的加固措施。

首先在 1 号、2 号尾水管底板上回填石渣形成施工平台,以满足施工设备的高度需要,清理岩爆区松动的岩石、喷混凝土块及失效的锚杆后,沿隧洞全长喷 6 cm 厚的钢纤维混凝土。

对 1 号尾水管楔形体破坏区,采用钢拱架、锚索和喷混凝土的联合支护。最后,对钢拱上部楔形体空间回填混凝土,并进行低压接触灌浆。

5 结束语

(1) 尾水管交通廊道的形成,使尾水管的施工与地下厂房三大洞室(厂房、主变室、尾调室)的施工平行进行,保证了整个厂房总进度和总工期的实现。

(2) 尾水管的岩石支护采用喷钢纤维混凝土、预应力锚杆、砂浆锚杆和锚索的综合性支护方式。在发生岩爆的情况下,采用了锚索和钢拱架联合支护的特殊方式。实践证明:尾水管所采取的岩石支护都是非常有效的,充分保证了围岩的稳定和安全。

(3) 尾水管区洞室密集,为高应力区,大量使用适应围岩变形的锚索支护,特别是在岩爆和应力非常集中的地方。二滩地下厂房系统中三大洞室同样大规模地使用了不同工作荷载的锚索支护。可见,锚索是地下工程岩石支护的一种较好方式。

作者简介:

黄树洋(1969 年-),男,四川人,水电十局三分局工程师,从事水电工程施工技术管理工作。

招标工程 网上发布

据悉:四川省建设工程管理交易信息网日前正式投入运行。此举将进一步加强全省建筑市场管理,规范工程项目发包承包行为。信息内容包括:工程前期工作、招标、管理、造价、价格、中介及政策等。按

《招标投标法》,今后四川省必须招标的工程建设项目,从立项、招标到竣工验收的全部信息,都将通过该信息网对外发布。

本刊记者 李燕辉