

锦屏一级水电站水库工作船停靠点工程 边坡 K0 + 325 ~ K0 + 370 段裂隙处理施工技术

张 健

(中国水利水电第十工程局有限公司 二分局, 四川 都江堰 611830)

摘 要: 锦屏一级水电站水库工作船停靠点工程下河坡道开挖时发现了两条延伸长大的溶蚀裂隙, 该裂隙纵向贯通路基, 向下近乎垂直, 与边坡层面裂隙相通。介绍了所采用的锚索加固处理方案, 确保了该工程的施工质量和安全。

关键词: 锦屏一级水电站; 下河坡道; 锚索施工技术

中图分类号: TV52; TV546

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2015)02-0028-03

1 工程概述

锦屏一级水电站水库工作船停靠点工程主要由下河坡道、管理房组成。在下河坡道开挖桩号 K0 + 325 ~ K0 + 370 段路基开挖时, 发现了两条延伸较大的溶蚀裂隙, 产状为 N20° ~ 30° E/NE ∠70° ~ 80°, 部分近直立, 裂隙基本纵向贯通该段路基, 向下基本垂直延伸, 裂隙宽 5 ~ 30 cm 不等, 据调查, 该路基稳定性与外侧坡稳定性相关联。外侧坡开挖揭示多条层面裂隙, 爆破开挖后, 部分层面裂隙松弛, 由于溶蚀裂隙与层面裂隙相互连通, 溶蚀裂隙切割了层面裂隙, 在荷载作用下, 可能会造成组合块失稳, 破坏模式为以层面裂隙为底滑面、以溶蚀裂隙为后缘切割的平面滑动。为确保锦屏一级水电站水库工作船停靠点工程下河坡道开挖桩号 K0 + 325 ~ K0 + 370 段工程的施工质量安全, 经研究决定采用增设锚索加固的处理方案。

边坡锚索: 1 500 kN 型锚索, 单根总长 20 m, 排间距 3 m, 水平间距 4 m。锚墩尺寸为 120 cm × 120 cm, 采用 C35 混凝土; 锚索外锚头尺寸为 30 cm × 30 cm, 采用 C20 混凝土; 锚夹具为 ESM15 系列, 共布置了 8 根锚索。

2 锚索施工技术

2.1 施工脚手架及施工平台

因锚索布置于边坡位置, 其最大垂直高度为 16 m, 故在锦屏一级水电站水库工作船停靠点下河坡道 K0 + 325 ~ K0 + 370 段整个坡面搭设满堂脚手架, 沿坡面从坡脚起自下而上依次架设满堂

脚手架。锚索施工部位脚手架钢管间排距为 0.5 m, 确定布置 8 排立管, 锚索施工区域布置 30 根长 1.5 m、直径为 5 mm 的固架锚杆, 并与脚手架立柱底部焊接牢固, 脚手架横向用电焊将其固定在边坡已经施工完成的系统锚杆上进行锁定, 应确保锚索施工脚手架在纵、横两个方向都得到牢固、可靠的连接。每层锚索施工平台上连续铺设 5 cm × 10 cm 板方材和竹胶板, 宽度 3 m, 外侧临空面挂安全网封闭。1 500 kN 锚索施工在脚手架上进行。

2.2 锚索孔造孔

设计钻孔要求: 1 500 kN 级锚索钻孔孔径为 30 mm, 如图 1 所示。

钻孔孔位: 按设计位置进行钻孔, 将开孔偏差控制在 10 cm 之内。锚索孔钻孔的孔位采用全站仪测量定位, 钻机倾角采用水平尺和角尺控制。

钻孔方法: 采用成都哈迈岩土钻掘设备厂生产的 XZ-70 型钻机造孔, 采用复盛 PES1060 电动移动式高压风压空压机供风。

钻杆采用 φ89 高强度钻杆, 开孔钻具采用 CIR150 风动冲击器, 配 φ150 钻头开孔。钻孔过程中的孔斜控制采用粗径长钻杆加设扶正器, 并配备防卡器、反振器及喷射灌浆钻具。

在施工过程中, 钻机钻至垂直裂隙处时出现了塌孔、漏风、卡钻及无法排渣的情况。对此, 立即停止了钻进, 采取了固结灌浆措施对钻孔及周围岩体进行固结处理。

为了在岩层破碎、裂隙发育的岩质边坡上钻孔顺利, 加快钻孔进度, 提高成孔率, 遂采用固壁

收稿日期: 2015-02-15

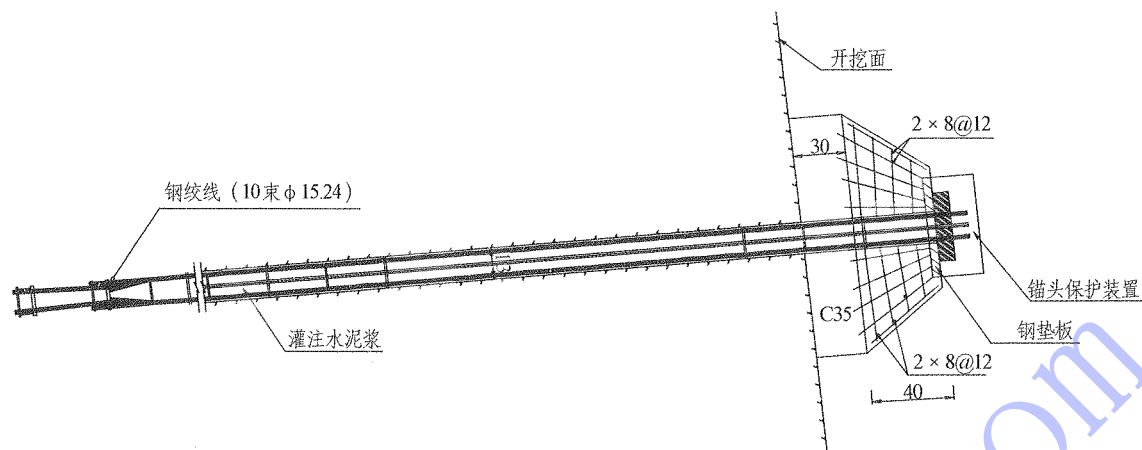


图 1 1500 kN 锚索结构图

灌浆措施对钻孔及周围岩体进行处理后再重新扫孔钻进的办法。灌浆压力取 0.3~0.5 MPa,浆液水灰比为 0.5:1~0.4:1。待凝等强后扫孔、继续钻孔。

钻孔达到设计深度后不立即停钻,稳钻 1~2 min,防止孔底尖灭而达不到设计孔径。钻孔完成后,使用高压空气(风压 0.2~0.4 MPa)将孔内的岩粉及水体全部清除出孔外。

2.3 预应力锚索体的制作

锚索材料:本工程锚索设计为压力分散性锚索,锚索采用 $\phi 5.24$ 的 1860 MPa 级低松弛、高强度无粘结钢绞线制作锚束,其内锚固段由专门制作的锚板和钢绞线构成多锚头承载体锚固结构。

切割下料:使用砂轮切割机下料,同组锚头的钢绞线等长、相邻锚头的绞线不等长。钢绞线下料长度应按设计孔道长度外加 1 m 的锚板及张拉外露长度,下料长度 $L = L(\text{设}) + 1 \text{ m}$ 。

锚固挤压段钢绞线的清洗:剥离挤压段钢绞线的聚乙烯塑料套,剔除钢绞线表层的保护油脂;按顺序分别将钢绞线清洗干净,直至手感无油腻、有涩感且表面乌黑发亮为止,顺直排列在加工平台上。

组装:将钢绞线顺直排列在加工平台上,在 XJ-600 型挤压机上,用不低于 36 MPa 的压力将每根钢绞线与锚头嵌固端牢固联结,底部嵌固端钢绞线端头采取密封防腐措施。按照图纸装配单锚头、锚板、托板并进行锚头部分的制作;采用隔离架集束,钢绞线排列平顺,不扭结,两隔离架中间用铁丝牢固的绑扎,绑扎间距为 2 m 左右。锚索进出浆管按要求编入索体。对靠近孔底的进浆

管出口至锚索端部的距离应大于 200 mm。在锚索体外侧安置钢制对中架,使预应力锚索体在钻孔内居中放置,锚固段顶部安装导向帽。对组装好的锚索按照对应的锚索孔进行编号挂牌。将合格的锚索整齐、平顺地存放在距地面 20 cm 以上、间距为 1~1.5 m 的垫木上,不叠压存放并进行临时防护。

2.4 锚索的运输和安装

锚索的运输采用人工抬运。运输过程中,采取措施防止损伤锚索及防护层 PE 套。锚索入孔前,应无明显的弯曲、扭转现象。进出浆管位置及通畅性检查合格后,采取人工将锚索缓慢均匀地推进锚索孔中。锚索安装完毕,对外露钢绞线进行临时防护。

2.5 锚索注浆

注浆材料:灌浆水泥采用 P.042.5R 级普通硅酸盐水泥。

灌浆水灰比:锚索注浆水灰比为 0.3~0.45,采用纯水泥浆液进行灌注。在浆液中掺加 TQ 型微胀早强掺和剂,使用 ZJ-400 高速搅拌机,按配合比先将计量好的水加入搅拌机中,再将袋装水泥按量倒入搅拌机中搅拌均匀,搅拌时间为 3 min。

注浆方式:锚索安装后,采用孔口阻塞、全孔一次有压注浆法进行锚索注浆。灌注前,先压入压缩空气,检查管道畅通情况,通过与锚索捆绑在一起的 PVC 灌浆管,用 SGB6-10 型高压灌浆泵进行全孔灌浆,将灌浆压力控制在 0.3~0.5 MPa (图 2)。

注浆时浆液从注浆管向孔内灌入,气从排气

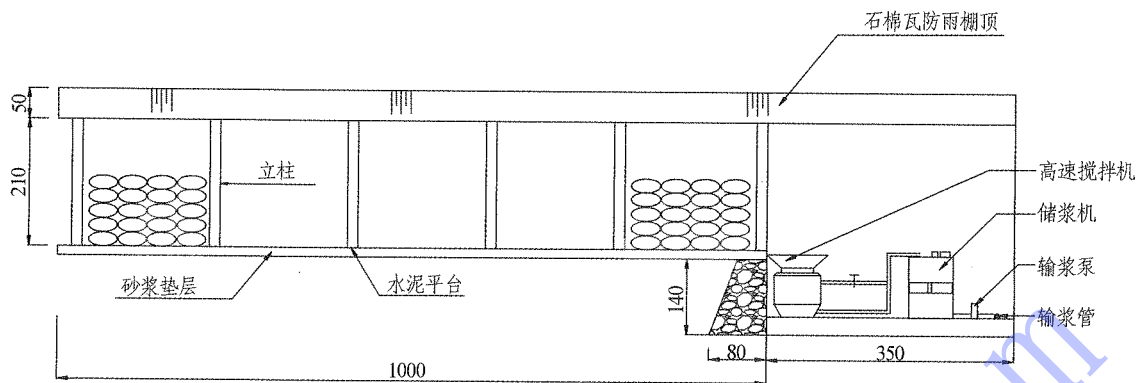


图2 集中制浆站结构示意图

管直接排出。当排浆比重与进浆比重相同时,进行屏浆。当固浆压力达到 $0.5 \sim 0.7 \text{ MPa}$ 时,再屏浆 30 min 即可结束。灌浆结束后,及时清理外露钢绞线上的水泥浆液。

2.6 锚墩浇筑

钢筋制安:锚墩钢筋制安时,先用风钻在锚索孔周围坡面上对称打孔4个,插入 $\varphi 5$ 骨架钢筋并固定;将钢绞线束穿入导向钢管并把导向钢管插入孔内 50 cm 左右,导向钢管与孔轴、锚索同心,然后按照图纸要求焊接钢筋网并将其固定于骨架钢筋上。

钢垫板的安装:在孔口安装锚垫板、钢套管、结构钢筋等预埋件,将钢垫板牢固焊接在钢筋骨架上,其预留孔的中心位置于锚孔轴线上,钢垫板平面与锚孔轴线正交。

锚墩模板采用自制的四片定型钢模板在现场组装,钢模和岩面之间的空隙用木条嵌补。上模板预留进料口和观察排气孔。孔位附近设插筋固定模板。C35混凝土采用 9 m^3 混凝土运输罐车从拌和站运至现场,使用溜槽完成混凝土入仓,插入式振动棒振捣。浇筑完毕,及时洒水养护。

2.7 预应力锚索的张拉

张拉程序:先进行试验锚索的张拉。

锚索张拉按分级加载进行,由零逐级加载至超张拉力并经稳压后锁定,即 $0 \rightarrow m\sigma \rightarrow \text{稳压}(20 \text{ min}) \rightarrow \text{锁定}$ (m 为超载安装系数,最大值为 $1.05 \sim 1.1$; σ 为设计张拉力)。

(1)锚具选用ESM15—10。锚夹具在安装时从防护包装内取出,清理干净锚具、工作夹片及钢绞线表面。根据锚具外径,在锚墩钢垫板中心孔周围设置对中标志,将钢绞线按周边序和中心序

顺序理出,穿入锚具。

(2)用电动油泵(ZB4—500S)、千斤顶(YCW—150B)对钢绞线实施张拉。初始荷载为设计工作荷载的 $\sigma/5$ 。按照先中间、后周边对称分序张拉的原则用单根张拉千斤顶将钢绞线逐根拉直。钢绞线调直完毕,套上夹片并推入锚具夹片孔,用尖嘴钳、改刀及榔头调整夹片间隙,使其对称。分级循环张拉至设计工作荷载。

本工程锚索设计为压力分散性锚索,由多组锚头组成,先采用单根张拉的方式,确保各根钢绞线平均受载,然后再对 1500 kN 级锚索进行整束张拉。

(3)先张拉锚具中心部位的钢绞线,然后张拉锚具周边部位的钢绞线,按照间隔对称分序进行:一个张拉循环完毕,进行下一个张拉循环,直至达到设计荷载。分级荷载:分别为 $0.25, 0.5, 0.75, 1$ 倍设计工作荷载 σ ,每级荷载持荷稳压 5 min 。

(4)锚索张拉锁定应力稳定后,锚具外的钢绞线除留存 15 cm 外,其余部分使用手持切割机将工作锚具外的超长部分钢绞线切除,并据此预留混凝土保护层,采用C25混凝土封锚,然后浇筑C20混凝土对外锚具及钢绞线做永久防护。

3 结语

本工程锚索施工过程总体顺利,笔者认为有几点值得总结的经验:其一,本工程锚索孔贯通岩石垂直裂隙且裂隙宽度较大($5 \sim 30 \text{ cm}$),在锚索孔钻孔过程中,时常出现卡钻情况,导致钻孔时费时费力,既影响施工进度,又增大了施工成本。经研究决定对所锚固边坡的岩石垂直裂隙用M7.5砂浆进行了全面回填,待其凝固后,再进行锚索孔

(下转第34页)

施加,不能一次加至锁定荷载。

5.2.6 张拉段注浆

将锚索超张拉锁定后,即可进行张拉段的注浆,张拉段注浆采用的砂浆强度等级为 M35(其余与内锚固段注浆用砂浆要求相同),灌浆前应冲洗孔道,排干孔内积水。

张拉段注浆可采用注浆管孔底注浆(注浆管伸到止浆环处)、回浆管孔口返浆法施工,最大压力不超过 0.5 MPa,注浆直至二次回浆管返浆且返浆浓度与进浆浓度相同。注满浆后应按照内锚固段注浆要求进行屏浆。

张拉段注浆时,二次进浆管插入到止浆环处,要求以浆排水,不扰动浆液。

5.2.7 对孔口的防护处理

张拉锚定后,应对孔口部位的锚索及外锚头进行保护。

锚索张拉及张拉段注浆结束后,应对锚墩外的钢绞线刷油进行防锈保护,并根据边坡变形情况确定是否进行二次张拉。

当边坡变形情况较稳定并确定不需要进行二次张拉时,可对外锚墩外多余的钢绞线实施剪断(留 20 cm)并浇筑封锚混凝土。浇筑前,应对外锚墩混凝土进行凿毛、冲洗、湿养处理,同时应对锚板及预留的钢绞线洗刷干净。

6 边坡处理成效

厂房后边坡锚索施工于 2013 年 2 月 5 日完

=====
(上接第 27 页)

量要求、安全防护等问题。

通过毛尔盖水电站调压井工程旋转楼梯的安装使用,其施工经验可以很好地解决旋转楼梯的架设问题。旋转楼梯系统的使用节约了投资,增加了安全裕度,技术先进、经济合理。该旋转楼梯技术可广泛应用于各类大型竖井的施工中。

=====
(上接第 30 页)

的钻进,从而减少了卡钻的时间。针对锚索孔小范围内的破碎岩石若具备先行固结的条件,应首先对破碎岩石实施固结处理,然后再进行钻孔施工;其二,在场地条件允许的情况下,锚索制作的场地最好尽量离锚索施工区近些(最好是在施工现场

工。厂房边坡监测数据显示,2013 年 11 月至 2013 年 12 月,厂房后边坡表面变形观测点 ISCF1-1-N、ISCF1-2-N、ISCF2-1-N、ISCF2-2-N 最大位移量为 4 mm,最大沉降量为 2 mm,多点位移计 MCF1-1-N(原 MCF1-1 破坏后重设点)、MCF2-1 测点本期最大变形量为 1.1 mm,测斜孔 INCF1-1-N、INCF2-1-N(原 INCF1-1、INCF2-1 破坏后重设点)与边坡倾向相同方向的变形量为 2.24 mm,与河流方向相同的方向变形量为 0.58 mm。监测数据显示:变形符合规范要求,厂房边坡已趋于稳定。

7 结 语

施工期对厂房后边坡变形岩体实施的变形监测,使项目部及时掌握了岩体的变形状况,为变形岩体处理方案的制定提供了依据。此外,对变形岩体采取的框格梁+锚索处理方案使厂房边坡趋于稳定,为同类边坡裂缝处理方案的选择积累了经验。

作者简介:

- 王 抗(1974-),男,四川资阳人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
- 刘慧芳(1987-),女,湖南益阳人,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
- 吴智勇(1981-),男,四川内江人,助理工程师,从事水利水电工程技术及管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

作者简介:

- 樊 路(1974-),男,湖北孝感人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
- 郑道明(1955-),男,重庆市人,教授级高级工程师,从事水利水电工程施工技术及管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

=====
布置),只有这样,才能尽可能地减少锚索的污损和碰损。

作者简介:

- 张 健(1963-),男,四川南江人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)