

黄金峡水利枢纽左岸高边坡采用的 预应力锚索施工技术

张 建 刚， 唐 小 保， 陈 贝

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 成都 610072)

摘 要:黄金峡水利枢纽工程左岸高边坡深层加固采用 1 000 kN 和 1 500 kN 的无黏结预应力锚索,边坡为强风化闪长岩,岩体破碎,断层较多,规模较大,裂隙发育切割岩体,存在不稳定块体,在锚索施工中存在塌孔、卡钻、空腔等一系列施工技术问题。通过采取有效的措施,克服了施工中出现的技术问题,锚索深层加固对边坡稳定起到了重要的作用。对该工程高边坡无黏结预应力锚索施工过程中积累的一些经验进行了总结,可供技术人员参考。

关键词:高边坡;预应力锚索;施工技术;黄金峡水利枢纽

中图分类号:TV7;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)02-0064-03

1 工程概述

黄金峡水利枢纽位于陕西南部汉中盆地以东洋县境内的汉江干流上游峡谷段,为引汉济渭工程的主要水源之一,也是汉江上游干流河段规划中的第一个开发梯级,坝址下游 55 km 处为石泉水电站。该工程的建设任务以供水为主,兼顾发电,改善水运条件。左岸边坡高 239 m,每隔 15 m 设置一级马道,共 16 级马道,马道宽度为 3 m,边坡坡比为 1:1.2~1:0.7。边坡支护形式为系统锚杆+挂钢筋网+喷 C20 混凝土+预应力锚索+钢筋混凝土格构梁及钢筋混凝土面板等,在开挖范围外 5 m 处设置 RX-050 型柔性被动防护网和混凝土截水沟。

左岸坝肩自然边坡地形坡度为 37°~39°,大部分基岩裸露,局部覆盖少量残坡积碎石土。边坡基岩为闪长岩,强风化带厚 5~34 m,弱风化上带厚 5~23 m;弱风化下带临近坡脚部位厚 5~22 m;弱风化下带以下为微新岩体;开挖揭示边坡岩体破碎,基岩裂隙发育,断层纵横交错切割,规模较大且有不稳定结构块体存在。项目部经研究后决定采用预应力锚索予以加固。

高边坡锚索设计为 1 000 kN 级和 1 500 kN 级无黏结预应力锚索,其中 1 000 kN 级无黏结预应力锚索共 655 根,由 7 根无黏结钢筋绞线组成,均匀分布在隔离架圆环上,隔离架中空,设直径为 25 mm 的灌浆管,内锚固段长度为 8 m,入弱风化

岩体,需将钢绞线外侧 PE 管剥掉洗干净油脂。内锚固段以外的钢绞线带 PE 管,规格为直径 18.2 mm,在钢绞线外侧设有 HDPE 单壁双波纹管,最外侧为对中支架。锚索下倾 10° 布置,钻孔孔径为 150 mm,锚墩混凝土为 C35(7 d),锚墩二期封锚混凝土为 C25(28 d),超载锁定值为 1 100 kN。1 500 kN 级无黏结预应力锚索共 22 束,其与 1 000 kN 级的区别主要为钻孔孔径为 165 mm,钢绞线为 11 根(隔离支架内侧 4 根,外侧 7 根),超载锁定值为 1 650 kN。

2 主要工程材料

2.1 锚索体材料

预应力锚索系从国内品质优良、信誉好的大厂家购买,钢绞线出厂应有出厂合格证,对进场的钢绞线要进行直径检查和外观检查。对于锈蚀、缺损及化学污染者不能使用。钢绞线存放应采取严格的防锈蚀及防化学污染措施。外锚头的钢垫板、锚板、夹片等材料的综合性能应符合国家关于钢材质量的有关规定,各种部件材质的力学强度应达到钢材极限抗拉强度的 95% 以上,预应力锚具的性能和质量应符合《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370—2007 等标准中的有关规定。

2.2 水泥及外加剂

灌浆用的水泥采用 52.5 级“尧柏”牌普通硅酸盐水泥,外加剂采用 HT-HPC 聚羧酸高性能减水剂,进场水泥和外加剂均应有出厂产品合格证,进场后按照规范要求进行试验检测,严禁将不

收稿日期:2019-03-04

合格的材料用于该工程。

3 预应力锚索施工技术的控制要点

3.1 工艺流程

锚索施工工艺流程见图 1。

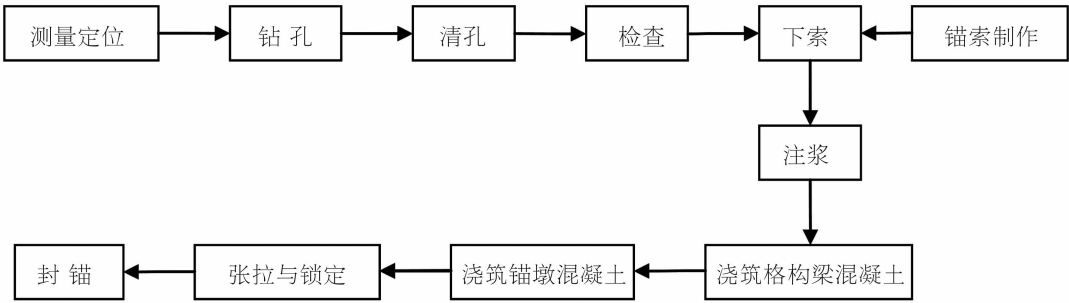


图 1 锚索施工工艺流程图

3.2 施工前的坡面清理

由于边坡岩体破碎,开挖后坡面残留松动的块体。因此,在锚索施工之前需进行人工撬除,然后再进行坡面联合验收。对于开挖之后坡面为松散体的部位,除了清理松散体之外,应先喷一层混凝土进行封闭后再进行锚索施工。

3.3 脚手架

锚索施工脚手架按承重排架搭设,施工之前,需要编制脚手架专项安全施工方案,经总监理工程师审批后严格按照方案中计算的各项参数进行搭设,连墙件必须牢固可靠,剪刀撑、扫地杆、爬梯、安全网、走道板必须按要求设置,搭设完成后经验收合格后方准许上架作业。

3.4 锚孔的测量定位

在锚索造孔前,由专业测量人员按照设计要求的间排距在坡面放出锚索孔位置,孔位偏差不超过±50 mm。

3.5 钻机的架设及造孔

锚索造孔采用 YG—60 型工程钻机,钻进深度可达 60~70 m,钻孔直径范围为 110~180 mm,钻孔倾角为 0°~90°。

造孔时严格按照测量放的锚索孔点位调整好倾角和方位角,准确安装并固定钻机,

经技术人员检查准确无误后方可开钻。孔位允许偏差不大于 10 cm,钻进过程中及时纠偏并测量孔斜,终孔孔轴方向和倾角允许偏差为±3°;孔深不允许欠深,超深不能大于 20 cm,端头锚固孔的孔斜误差不能大于孔深的 2%,钻孔孔径为 150 mm 和 165 mm 两种。钻孔过程中,每钻进 2 m 做好岩粉取样和钻孔记录,以便较准确地判断内锚固段岩石的情况,内锚固段的质量对锚索的

成败至关重要,钻至设计深度时,如内锚固段符合设计要求的岩体长度不满足设计要求长度时需及时提出来,经设计单位确认后增加孔深,以保证有效的内锚固段深度。

对于造孔过程中发生的塌孔、卡钻、多次扫孔仍不能成孔的问题,采用跟管法跟进造孔施工予以妥善解决;对于造孔过程中发现的空腔情况,采用浓水泥砂浆灌浆后再次进行造孔施工后达到了设计要求。

3.6 锚索制作

锚索制作设置专门的加工场地,布置在所施工边坡马道的上游端头平台,搭设彩钢棚遮阳和防雨。锚索制作有以下几道工序:(1)钢绞线下料:钢绞线切割采用砂轮切割机,要求切口整齐、无散头,钢绞线在全长范围内不允许有接头或连接器。(2)内锚固段去皮洗油:内锚固段钢绞线按设计锚固段长度 8 m 洗油,首先松开钢绞线,用锯末逐根裹掉油污,然后用棉纱反复擦干净。(3)编制锚索体:将灌浆管、内圈钢绞线、外圈钢绞线捆扎成一束。

3.7 锚索的运输及安装

锚索从制作平台由人工搬运至安装部位。锚索造孔完成后应及时进行锚索的安装,避免产生塌孔和孔内污染。锚索安装前,再次用高压风对孔进行清理,避免留存岩体残渣而影响下锚和锚孔质量。在安装过程中,防止弯折、扭转并

3.8 锚索灌浆

锚索孔的灌浆水泥按照设计要求采用 52.5

级“尧柏”牌普通硅酸盐水泥,水泥浆标号为 M35 (7 d),灌浆采用水泥浓浆灌注,水泥浆水灰比为 $0.35 \sim 0.4 : 1$,不含硫化物及氯化物等对钢绞线有害的物质,配合比及外加剂掺量通过试验确定。灌浆时由灌浆管进浆,在排气管上安装压力表,采用有压循环灌浆法。开始灌浆时,敞开排气管以排出气体、水和稀浆,回浓浆时逐步关闭排气阀,使回浆压力达到 $0.2 \sim 0.3 \text{ MPa}$;吸浆率小于 0.4 L/min 时,屏浆 30 min ,即可结束灌浆。

3.9 格构梁及锚墩施工

灌浆完成后,先进行钢筋混凝土格构梁施工,再进行锚墩施工。混凝土采用 10 m^3 混凝土搅拌罐车从布置在坝肩上游的柳树沟拌和站接料后运至施工部位的上一级马道上游端,然后通过溜筒和人工推胶轮车并结合 0.03 m^3 胶桶装混凝土运输至仓号浇筑。

3.10 锚索张拉

锚墩混凝土浇筑达到设计龄期且灌浆浆材达到规定强度后进行锚索张拉施工,张拉前要计算每根锚索的理论伸长值。为保证张拉控制力的准确性,张拉设备如千斤顶、油管、压力表等要提前进行率定,以确保张拉值的准确性。

(1)张拉器具及安装。张拉器具:ZB4/500S 型电动油泵,YCW200D-200 型千斤顶,OVM15 系列锚具及限位板。

(2)张拉条件的准备。锚索张拉在锚墩混凝土浇筑达到设计龄期后经监理工程师同意后进行。

(3)单根张拉分级。为保证组成锚索的每一根钢绞线受力均匀,张拉时先对单根钢绞线进行预紧,预紧张拉力为 30 kN ,再进行整束张拉。张拉时按照以下拉力分级进行并做好准确记录:

$1\,000 \text{ kN}$ 张拉力分级为:逐根预紧 $\rightarrow 500 \text{ kN} \rightarrow 750 \text{ kN} \rightarrow 1\,000 \text{ kN} \rightarrow 1\,100 \text{ kN}$ (超载锁定);

$1\,500 \text{ kN}$ 张拉力分级为:逐根预紧 $\rightarrow 750 \text{ kN} \rightarrow 1\,200 \text{ kN} \rightarrow 1\,500 \text{ kN} \rightarrow 1\,650 \text{ kN}$ (超载锁定)。

(4)张拉操作注意事项。

①在进行初张拉时,在钢绞线上划线作为测量钢绞线伸长量的标志点,并检查钢绞线有无滑丝现象。

②张拉过程中,升荷速率每分钟不超过设计应力的 10% 。当达到每一级控制力后稳压 5 min 即可进行下一级张拉,达到最后一级张拉控制力

后,稳压 10 min 即可锁定。锚索在锁定后 48 h 内,若发现预应力损失大于设计张拉值的 10% 时,应进行补偿张拉。

③张拉时,千斤顶后面不能站人或从后面穿过,以防万一。张拉时如果锚头处出现滑丝、断丝或锚具损坏,应立即停止操作并进行检查,同时做好详细记录。

(5)在张拉结束 7 d 后,根据锚索张拉力监测结果决定是否需要补偿张拉,补偿张拉过程同前述分级的最后一级荷载张拉。

3.11 封 锚

锚索张拉锁定完毕,卸下工具锚及千斤顶后从工作锚具外端量起,封锚时锚板外钢绞线的预留长度为 $5 \sim 10 \text{ cm}$,其余部分用砂轮切割机截去,最后浇筑二期混凝土封锚保护。浇筑前将锚具、钢绞线外露头、钢垫板表面进行清理并涂刷一层环氧基液。

4 结 语

锚索在水利工程边坡加固施工中得到了广泛应用,锚索作为深层加固技术措施,主要应用于边坡已经出现变形或对边坡变形要求严格的部位。锚索的一端锚固在变形面、松散及破碎岩体以内的稳定岩体中,另一端通过锚墩固定于坡面上,笔者在文中提到的黄金峡水利枢纽左岸高边坡由于为强风化闪长岩且其覆盖层较厚,表面松散、破碎且存在不稳定块体,遂采用了 $1\,000 \text{ kN}$ 和 $1\,500 \text{ kN}$ 级无黏结预应力锚索深层加固施工技术,并在锚索外侧加设了混凝土格构梁及面板,从根本上改善了岩体的力学性能,有效地控制了岩体的变形,提高了边坡的整体性和稳定性,达到了边坡治理的目的。笔者对黄金峡水利枢纽左坝肩高边坡强风化闪长岩地质条件下锚索施工技术进行了总结,对类似工程具有一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] 水电水利工程预应力锚索技术规范,DL/T5080-2010[S].

作者简介:

张建刚(1982-),男,陕西汉中,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

唐小保(1995-),男,四川自贡人,助理工程师,从事建设工程施工质量管理;

陈 贝(1991-),男,湖北黄冈人,助理经济师,从事建设工程施工技术工作。

(责任编辑:李燕辉)