

岩壁梁结构在藏木水电站鱼道工程的应用

Application of Rock Beam Structure in Fishway Project of Zangmu Dam

晏懿

Yi Yan

华能西藏雅鲁藏布江水电开发投资有限公司藏木水电站 中国·西藏 山南 856000

Zangmu Hydropower Branch of Huaneng the Yarlung Zangbo River Hydropower Development and Investment Co., Ltd., Shannan, Tibet, 856000, China

摘要: 鱼道工程以保护河流生境、缓解鱼类物理隔离影响、统筹兼顾水电开发与鱼类保护为总体目标,重点解决鱼类上行问题。藏木电站鱼道在结构总布置中,部分结构段需经过较为陡峭的山体边坡,为此,结合现场地质地形地貌情况,在部分较为陡峭的岩石边坡段,采用岩壁梁型式的结构设计方案;岩壁梁结构在藏木鱼道的成功应用不仅节约了工程投资,而且为高山峡谷区域鱼道建设提供了宝贵的经验借鉴。

Abstract: The fish path project aims to protect the river habitat, alleviate the impact of physical isolation of fish, and give overall consideration to hydropower development and fish protection, and focuses on solving the problem of fish upward. In the general layout of the structure, part of the structure needs to pass through the steep mountain slope. Therefore, according with the rock slope, the successful application of the structure in Zangyu road not only saves the engineering investment, but also provides valuable experience for the construction of the fish path in the mountain valley.

关键词: 岩壁梁; 水电站; 鱼道; 应用

Keywords: rock wall beam; hydropower station; fish road; application

DOI: 10.12346/etr.v5i5.8081

1 项目简介

藏木鱼道布置在雅江右岸,由进口段、过坝段、岩壁梁段、岸坡段、尾水渠段和出口明渠段组成,观测研究室随鱼道沿线布置,全长约 3566.325m。1#、2# 两个常用进口结合尾水导墙布置,鱼道进口底高程分别为 3241.00m、3243.00m,顶高程 3263.00m。尾水出口底高程为 3245.60m,顶高程 3250.00m。鱼道两岸山体陡峻,为与枢纽布置相协调且满足过鱼需求,过坝段至岸坡段采用岩壁梁衔接,最大程度减小了对狭窄场地的挤占,优化了枢纽布置格局;避免了对右岸山体的破坏,有利于大坝岸坡稳定,保障了大坝安全稳定运行^[1]。

2 项目特点

一是鱼道工程实施较晚,可布置的空间小,鱼道过坝段至岸坡段间山体陡峭,岩石坚硬,山体内布置了上坝交通,

岩壁梁工程很好地解决了过坝段至岸坡段顺直衔接问题,加快了施工进度,节约了工程投资。

二是岩壁梁建设需要结合山体走势,同时要保持鱼道顺直,不影响鱼道过鱼能力,致使岩壁梁宽度变幅在 3.5m~8m,体型巨大,有国内第一大岩壁梁之称。

三是岩壁梁嵌固在右岸山体上,构筑物本身自重大,且需要的承载静水和动水压力,对锚索、锚杆质量要求高。

四是岩壁梁上部为薄壁结构过水建筑物,局部边墙高度达 10m,承受约 10m 水头,对混凝土施工质量本身要求高,层间缝及施工缝防渗质量要求更高。

3 岩壁梁施工

3.1 施工程序

岩壁梁施工程序如图 1 所示。

【作者简介】晏懿(1988-),男,中国四川成都人,本科,工程师,从事工程管理研究。

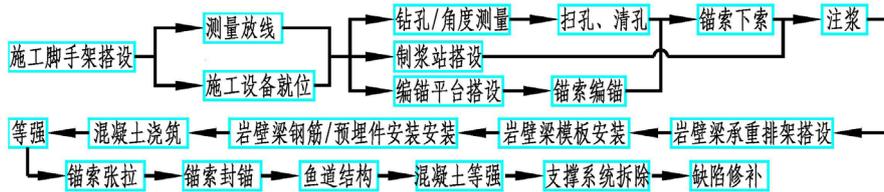


图1 岩壁梁施工程序

3.2 岩壁梁锚杆及锚索施工

3.2.1 无粘结性锚索

藏木鱼道采用自由式单孔多锚头防腐型预应力锚索，该类型锚索无论从钢绞线选材、锚索设计结构等方面都能适应现场制备，同时锚索强度和刚度及其他特性较为优秀，能够很好的解决锚索锚固段应力集中问题，且锚索防腐性能较好。

3.2.2 锚杆及锚索施工

第一，锚孔定位编号。锚索布置及锚孔编号按照设计图纸的规定执行，锚孔位置严格按照设计图纸所示位置使用全站仪进行放样，辅以水平仪和经纬仪进行检核，孔口坐标误差控制在正负 6cm 以内进行验收。验收后的索孔用红色油漆标注。

第二，作业平台搭设。①施工排架按照步距 1.8m，立杆横距 1.6m，立杆纵距 1.5m 布置，刚性连壁（墙）件按两步三跨设置，搭设高度 19m。②管架搭设需按照 JGJ130-2001《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》规定，结合工程实际，严格计算荷载量，并进行荷载复核验算，确保管架平台稳定牢固，满足施工承载要求。③严格排架搭设验收管理，排架搭设完毕后未经联合验收合格以前，不得进行任何架上作业。

第三，钻机就位。按照设计及规范要求，施工过程中要做好锚孔轴线倾角、方位角检核，就必须严格控制钻机安放的准确性、稳固性，使钻机回转器输出轴中心轴线方位角、倾角与锚孔轴线方位角、倾角一致，并可靠固定^[2]。采用全站仪和水平仪做好放样和钻机倾角、方位角控制。钻机轴线和锚孔轴线以开孔点、前方位点、后方位点三点连线进行控制。

第四，锚孔成孔。①鱼道锚索设计吨位为 150t 级，设计孔深为 25~30m，孔径为 130mm，锚索孔均采用 YG-80 型液压锚固工程钻机配套风动潜孔锤冲击回转钻进成孔。采用 YG-80 锚固工程钻机配套 CIR110 冲击器，用 $\phi 130$ 钎头结合 $\phi 89$ 钻杆钻进至设计深度。②锚索孔破碎段采用冲击器配套同径粗径长钻具、钻杆体焊螺旋片、扶正器、防卡器、反振器、 $\phi 89$ 钻杆等成孔。

第五，预应力锚索体制作与安装。①编索。严格按照设计要求利用隔离架集束编制锚索，制索过程全程专人旁站，确保钢绞线平顺排列、不打搅，钢绞线和灌浆管等绑扎整体性好，无鼓包，绑扎材料采用特制扎丝。内锚固段两隔离架

之间用绑扎铁丝绑扎牢固，张拉段两隔离架之间用绑扎丝束缚，钢绞线宜与隔离架绑扎在一起，导向帽采用适宜规格的钢管按要求制作，与锚索体牢固可靠连接。②存储。锚索编制完成并经检验合格后，进行编号挂牌，注明锚索孔号、锚索吨位、锚索长度以及编索单位、责任人等。合格锚索放入物资库存放，库内保持环境通风、干燥；存放锚索支架距地面 30cm，且排间距 1.2m，摆放不叠压，并采用复核土工织物覆盖保护。

第六，锚索注浆。①制浆。浆液制备严格按照 0.35~0.4 水灰比，先将水加入 ZJ-400 型搅拌机中，再倒入水泥，均匀搅拌。搅拌时长按照 5min 控制，浆液搅拌均匀性好，用比重计测定浆液密度，制备好的浆液经 40 目筛网过筛；制备好的浆液置于储浆桶，低速搅拌，确保浆液性能良好。②浆液灌注。严格注浆前设备质量控制，先行检查制浆设备、灌浆泵工作状态；检查送浆和注浆管路有无卡阻，确保管路通畅，保证不因设备问题导致浆液注入间断，避免影响锚索整体质量。

注浆采用 TTB180/10 泵灌注，先向注浆管内打入压缩空气，检查管道排气是否正常，管道有无卡阻，锚索注浆采用孔内阻塞封闭灌注。浆液从注浆管道向孔内灌注，排气管直接排出空气。在注浆过程中，要多观察出浆管的排水、排浆情况，当排浆比重与进浆比重相同时，可以进行屏浆。屏浆压力按照 0.3~0.4MPa 控制，以持续灌注 30min 屏浆结束时间，安排专人每日上报灌浆参数，及时做好注浆台账，以备后续检核。

第七，锚索张拉。按照规范要求，结合藏木鱼道工程重要性和岩壁梁特点，锚索张拉要求更加严格，锚索张拉采用了千斤顶、压力表，对试验锚索加装使用了测力计，张拉采用以张拉力控制为主，伸长值校核的双控操作方法。为了确保检测效果和工程质量，张拉过程严格控制了加载和卸载，严格按照每分钟加载速率 8%，卸载速率按照 13% 控制，最大的张拉力按照钢绞线设计强度标准值的 70% 控制。张拉程序严格按照规范要求，先进行张拉机具率定，再开展分级理论值计算，对外锚头混凝土强度研究检查，然后安装机具，完成安装后进行预紧，接着分级张拉，最后完成锁定工作。

第八，封孔回填灌浆。为了确保张拉锚索的质量，根据规范和设计要求，锚索张拉锁定后，对张拉锚索进行了补偿张拉，安排监理全程旁站封孔回填灌浆，并在灌浆前，对外露钢绞线长度检测回缩值进行了全面检查，检查确认锚

索应力已达到稳定的设计锁定值,并对封孔面进行了处理,保证封孔质量^[3]。锚索注浆封孔结束后,组织开展了封孔回填灌浆进行了专项检查,并对部分灌浆不到位的点进行补强灌浆。

3.3 岩壁梁混凝土施工

3.3.1 岩壁梁模板支撑系统

岩壁梁混凝土施工该支撑系统成了重难点项目,在项目实施前,进行了施工荷载的严格计算,经计算,拟采用 I30 工字钢作为混凝土浇筑型钢支撑系统,型钢首先采用满堂脚手架作为临时支撑系统,在模板底部型钢安装完成后,型钢仍采用两根 I30 工字钢作为立柱支撑,立柱基础与边坡锚杆进行牢固焊接,当立柱高度大于 3.0m 时,立柱需要增加横向往连接杆件与基础锚杆焊接牢固,防止立柱压弯失稳。

3.3.2 钢筋制作与安装

场内加工成型后运至施工现场,钢筋的连接采用绑扎、焊接两种方式结合使用。直径 14 以下采用绑扎,直径 22~40mm 范围内的 II、III 级钢筋接头,采用焊接或套筒连接。直径 14~22mm 范围内 II、III 级钢筋采用焊接或直螺纹连接。双面焊接长度不小于 5d,单面焊接长度不小于 10d;钢筋接头按规范错开 50%,错开长度 35d 以上(不小于 50cm)。钢筋交叉点呈梅花型绑扎牢固,以保证在浇筑过程中不变位,当与止水发生矛盾时,钢筋应避免止水绑扎。

3.3.3 模板安装

模板采用木质胶合板及组合小钢模,用 10cm 方条 10cm 间距作为模板下支撑,由于该悬壁梁为悬空式,混凝土浇筑过程中全靠预应力锚杆受力,因此,对模板加固要求很高,底模必须加顶撑,顶撑间距不得大于 1m,同时还需从仓内焊制拉筋加固进行模板安装,由于仓面较小,为了保证不发生跑模、胀模现象,要求拉筋环向间距不大于 30cm,排距不大于 50cm。混凝土浇筑过程中要设专职护模人员,其必须随混凝土的浇筑随时调整拉筋螺帽及堵塞模板缝隙。

模板安装就位后,认真进行测量校模,并按设计要求安装止水及预埋件,然后人工清仓,高压风或水冲洗仓面。

3.3.4 混凝土施工

①混凝土浇筑。采用车式泵进行混凝土泵送入仓,由于泵送混凝土坍落度较大,现场一定要控制混凝土入仓速度,混凝土上升速度控制在 30cm/h 以内,对称均匀下料。

混凝土浇筑时从低处向高处推进浇筑,保持混凝土面均匀上升,采用软轴插入式振捣器振捣,振捣器插入混凝土的间距不得超过其有效半径的 1.5 倍,避免漏振。振捣时应插入下层混凝土 5~10cm,严禁振捣器直接碰撞模板、钢筋和预埋件,在预埋件和止水片附近应小心振捣。

②混凝土养护。非冬季混凝土浇筑完毕后,结合现场实际情况,一般在 12~18h 内开始人工洒水养护不少于 28 天,并用麻袋覆盖保湿、保温,高温天气辅以喷水保湿。

3.3.5 混凝土质量控制

本工程岩壁梁混凝土施工主要安排在冬季,该部位为结构要十分严格部位,为此,混凝土施工保温要求程度相当高。

低温季节施工的保温模板,必须满足保温效果的要求,所有孔洞缝隙均应填塞封堵,保温层的衔接必须严密可靠,为便于施工及混凝土外观成型质量,模板采用外贴 5cm 厚的聚苯乙烯保温板,同时,在模板拆除后立即进行塑料模板及棉被进行覆盖保温,保温时段延续至来年春节。

4 结语

岩壁梁结构在藏木鱼道的成功运用,不仅为工程节约了投资,而且为布置空间小的高山、峡谷段鱼道工程建设提供了宝贵施工经验。

参考文献

- [1] 关帅,张庭荣.基于恢复成本法的水资源核算问题研究——以广东省韶关市为例[J].甘肃水利水电技术,2021(12).
- [2] 赵丽丽.白石水库坝下生态用水调度分析研究[J].水利技术监督,2020(6):161-164.
- [3] 金珊.不同气候场景下水电站发电效益预测[J].河南水利与南水北调,2020(1):21-23.