

大坝右岸发电洞进口边坡预应力锚索施工技术

石苗苗

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI:10.32629/etd.v7i4.20235

[摘要] 预应力锚索施工技术,作为边坡结构加固中的常用技术,能够适用于各种复杂状况下的边坡加固工程。本文结合工程实例,系统分析边坡预应力锚索施工的施工现场布置方案,详细阐述测量放样、锚索钻孔、制作安装、灌浆、张拉及外锚头保护等核心施工流程的技术要点,并提出了相对应的质量控制和安全管理措施,切实保证了发电洞进口边坡的结构稳定,可为类似工程建设提供参考。

[关键词] 水利水电工程; 边坡支护; 预应力锚索; 施工技术; 质量控制

中图分类号: S156.4+6 **文献标识码:** A

Construction technology of prestressed anchor cable at the entrance slope of power tunnel on the right bank of dam

Miaomiao Shi

China 11th Engineering Bureau of Water Resources and Hydropower Co., Ltd.

[Abstract] Prestressed anchor cable construction technology, as a common technology in slope structure reinforcement, can be applied to slope reinforcement projects under various complex conditions. Combined with engineering examples, this paper systematically analyzes the construction site layout scheme of slope prestressed anchor cable construction, and expounds in detail the technical points of core construction processes such as survey lofting, anchor cable drilling, fabrication and installation, grouting, tensioning and external anchor head protection, and puts forward corresponding quality control and safety management measures, which effectively ensures the structural stability of the slope at the entrance of power generation tunnel and can provide reference for similar engineering construction.

[Key words] water conservancy and hydropower engineering; Slope support; Prestressed anchor cable; Construction technology; quality control

引言

预应力锚索支护由于能够与地层进行深层锚固,提高结构的稳固性,有效抵御岩体滑移、掉块等失稳问题,在水利工程高边坡、破碎岩体边坡支护中得到普遍应用^[1]。但在具体工程建设中,受限于不同的地质条件和工程需求,预应力锚索施工技术仍存在较大的施工难度和复杂性。基于此,文章结合具体工程实例,系统分析预应力锚索施工技术中的相关技术要点,以促进预应力锚索施工质量的提升。

1 工程概况

巴基斯坦迪阿莫-巴沙大坝总装机450KW,为最大高度272m、轴线长度1030m的碾压混凝土重力坝。

我司负责的右岸引水洞进口最大边坡开挖高程为1085.0m,分级开挖与支护,边坡设计坡比1:7~1:10,高程1026.8m以上为永久边坡,高58.2m。边坡支护型式主要有锚喷支护及预应力锚索;其中预应力锚索为1000KN级,设计深度为L=20m~30m,垂直

于坡面。锚索布置分区域有4*4m及8*8m两种。

2 工程地质条件

右岸发电洞位于弱风化的辉绿岩岩体中。岩体节理裂隙发育,产状较破碎。洞脸边坡为顺向坡,不利于边坡稳定;岩体评价为“完整性差~较完整”,边坡岩体局部可能存在不利于结构面组合切割构成的小型不稳定随机块体及局部掉块现象,设计上采用浅层的锚喷支护加上深层的预应力锚索支护,以保边坡稳定安全。

3 施工现场布置方案

3.1 集中制浆站、灌浆站系统布置

在对其他部位施工和主交通影响很小的情况下,在适宜位置布置一座集中制浆站,布置2台高速搅拌机,2台3SNS灌浆输送泵。

集中制浆站采用 $\phi 48$ mm架子管搭设,水泥堆放平台架子管搭设间排距设定为0.8m,平台高1.0m,上满铺木板,顶部及四周采用彩钢瓦封闭。

根据锚索孔布置情况,在工作面布设灌浆站一座,灌浆站内布置2台3SNS灌浆泵和配套的180L上下搅拌槽、1台J600储浆搅拌机及1套灌浆自动记录仪操作台和其他装置。

灌浆站采用半封闭式,主要由 $\phi 48\text{mm}$ 架子管、4cm厚木板、彩钢瓦构成,水、电直接就近接入系统水和系统电。灌浆站旁设置临时沉淀池及排水通道,完成一次灌浆后及时清理废弃水泥浆固化物并按规定处理,澄清水按规定抽排。

3.2 施工风、水、电及通讯、照明、场内施工临时通道布置

(1) 施工用风: 采用1~2台40m³空压机(电动或者油动),3寸焊接钢管作为主管沿边坡顺势布置,2寸铁管或高压胶管作为支管连接且分布于各施工点。

(2) 施工用水: 采用系统生产水,2寸铁管作为主管,分别采用1寸铁管或者高压胶管作为支管,分别连接到集中制浆站、灌浆站、锚索编锚平台及各施工点。

(3) 施工用电: 采用系统电,根据各需用点按要求采用与之匹配的电缆线连接,配置满足要求的配电柜或配电盘,做到两级保护且按“一机一闸一漏一箱一锁”的原则布置。

4 边坡预应力锚索施工的流程以及相关施工技术要点分析

4.1 施工流程

预应力锚索施工需要按照以下流程进行: 测量放样→锚索钻孔→锚索制作及安装→一期灌浆→钢垫板、钢筋混凝土锚墩施作→张拉→二期灌浆及外锚头混凝土墩保护。

4.2 锚索钻孔

4.2.1 测量放点

测量人员按照设计图纸进行高程、桩点号、锚索孔位等的测量放线,然后再配合罗盘仪、测斜仪等工具进一步核实孔的位置,并用红油漆进行标识,切实保证孔位的准确无误。

4.2.2 钻孔方法及质量控制

由C6XP多功能岩土钻机快速精准就位钻孔。钻孔质量要求: 孔位偏差不得大于20cm,测斜仪测试孔斜,其偏差不得大于孔深2%,方位角偏差不得大于2°,钻孔孔径不得小于设计孔径($\phi 150\text{mm}$),终孔孔深为锚索体设计长度加深20cm。

4.2.3 钻孔记录及验收

钻孔过程中,施工人员必须对整个钻孔过程进行实时记录,尤其在进一些软弱夹层破碎带等不良地质钻孔作业时,更需要实时记录岩层的变化和地下水情况,及时将变化信息告知技术人员和工程师,由其作出决定^[2]。钻孔正常结束后采用高压大风量冲洗干净,达到要求后,作业机组进行初检,合格后报请质检部门和工程师进行复检、终检或专检,完成钻孔工序验收(签字)手续。

4.2.4 钻孔特殊情况处理

在遇到岩体破碎、塌孔、掉块、严重漏风(失水)而无法正常钻进的情况下,应立即汇报,经质检部门或工程师同意,可进行固壁或固结灌浆处理,2d后扫孔,如此循环,最终达到设计要求且通过工程师验收。

固结灌浆: 每灌段采用一次性、纯压式、水泥浆或水泥砂浆灌注,根据实际地质情况,灌浆压力一般为0.1~0.3MPa,水灰比为0.5:1~0.4:1,不再吸浆即可结束并待凝等强。若在灌浆过程中发现严重冒浆、漏浆、不起压等难以结束的情形,应根据具体情况采取嵌缝、降压、加速凝剂(水玻璃)等方法进行,直至灌浆结束,需做好相应灌浆记录(可使用灌浆自动记录仪)^[3]。

4.3 锚索制作与安装

4.3.1 锚索下料与编制

锚索采用的钢绞线为1860MPa级低松弛高强度无粘结钢绞线,UPS15.20~18.2mm,同时在经检测合格后才可使用。每根锚索的下料长度必须配合张拉机具来确定,切割完成的钢绞线禁止存在接头和连接器,必须保证钢绞线完整无损,无其他缺陷和污垢。锚固段的锚索需要经去皮洗油后才可使用。锚固段钢绞线在剪切过程中,控制其误差不得超过1厘米,清洗后的钢绞线禁止存在油膜。外皮切口位置用胶带密封,避免钢绞线张拉中出现油外漏情况。在编锚平台上,严格按“引水发电建筑物边坡预应力锚索结构图”编制锚索体,确保一、二期进出灌浆管(排气管)、内外对中支架、隔离支架、波纹管、导向帽的位置及数量准确,捆绑和连接牢固,保证质量。完成后的锚索体钢绞线不得有扭曲和交叉,进浆管及排气管通畅无损,管口做临时保护。之后就可以登记锚索体的挂牌和编号,并采取相应的保护措施,避免钢绞线锈蚀污染^[4]。

4.3.2 锚索体下设、锁定和防护

锚索在编锚平台到锁孔段之间需通过人工进行运输,运至施工位置后,缓慢将其插入孔中,在到达预定深度后,临时锁定预留部分,避免其下滑。在整个锚索体安装之后,经检查注浆管和排气管都符合要求后,再用塑料薄膜对外露锚体及管道等进行临时防护。

4.4 锚索孔道(一期)灌浆

灌浆材料采用合格P.042.5MPa普通硅酸盐水泥,水灰比为0.4:1。

集中制浆站将配制好的合格浆液,通过管道输送到灌浆站储浆搅拌机,采用高压灌浆管进行一次性灌浆,灌浆压力一般控制在0.1~0.2MPa(允许无压注浆),当回浆比重与进浆比重相同时进行闭浆,当吸浆率小于1L/min时,再屏浆30min即可结束。在整个作业过程中,利用灌浆自动记录仪对整个灌浆过程的参数进行实时记录。同时每次灌浆作业都需要取样送检,用于检验其强度。

特殊情况处理: 灌浆过程不得中断且一般在4h内完成,若因突发因素导致灌浆临时中断,应及时查找原因,及时排除故障,采用切实可行的措施,在浆液初凝前恢复灌浆,确保灌浆质量。

4.5 钢垫板、钢筋混凝土锚墩施作

4.5.1 清面与管材安装

清除锚墩范围坡面杂质直至新鲜岩面,以钻孔中心轴为准,

按施工图要求安装好锚筋、分布钢筋、钢套管、锚垫板(套装)、二期灌浆排气管,要求位置准确、钢套管与钻孔轴线重合,固定牢靠。

4.5.2模板安装

使用自制钢模板,按设计图准确制作与定位安装,安装准确、牢靠,因实际开挖坡面可能出现的局部不平整则可采用木模作为补充,各细小间隙采用M25水泥砂浆对缝隙外部嵌填密实。

4.5.3锚墩混凝土浇筑

使用一级配C35(7d)混凝土,因混凝土使用量极少,采用现场拌制,其配比严格按试验确定并经批准执行,浇筑过程中用 $\phi 25$ 软轴振捣器振捣密实,按要求现场取样送检,及时养护、拆模。

4.6张拉施工

锚索张拉采用“单根预紧、整体分级张拉”的工艺方法。张拉前需要先对千斤顶和压力表进行标定,绘制相对应的张拉力关系曲线图,算出实际张拉设计吨位对应表值,钢绞线理论伸长值等,如果标定值超过相关要求,必须重新进行标定,直至达到要求为止。经试验确认,锚固段的浆液及锚墩混凝土均达到既定强度要求后,再进行锚具、夹片、限位板及千斤顶、测力计等配件的安装并连接液压系统,经检测无误后即可展开张拉作业。正式张拉时需要先在每股钢绞线上施加30KN的张拉荷载进行预张拉,在钢绞线受力均匀且平直后,将该荷载锁定在模板上。接着按设计要求,分级整体进行张拉,张拉过程:30KN预紧后卸荷 \rightarrow 200KN \rightarrow 250KN \rightarrow 500KN \rightarrow 750KN \rightarrow 1000KN \rightarrow 1100KN \rightarrow 稳定锁定(设计荷载 $P=1000\text{KN}$)。在此过程中,每级张拉力都必须稳定5分钟之后才可进行后续一级的张拉,最后一级则需要稳定20min才可锁定。在此过程中还需要结合伸长值,对整个张拉过程进行辅助控制,如果伸长值超过理论值10%或者不足5%,必须停止作业,并查明原因,在调整达标后才能重新张拉。张拉锁定后,用砂轮机切断外露钢绞线,切口位置距夹片顶面的距离不小于5cm(实际可按10cm预留,外锚头保护混凝土保护层为5cm),按要求对夹片及外露钢绞线等进行环氧树脂防护。张拉过程认真记录与测量,及时、准确记录油压表编号、读数、伸长值、夹片外露长度等,及时核对每一级伸长值与理论值之差异,发现是否异常,否则及时查找原因,上报和处理^[5]。

张拉合格标准:①到达控制拉力,未发生断丝和滑丝,锚索实测伸长值不大于计算值的10%或小于5%时,视为合格锚索。

②张拉过程中,出现滑丝、断丝或实测伸长值超出规定范围时,通知相关各方,分析原因,研究纠正及处理措施,综合分析评定。

4.7二期灌浆及外锚头混凝土墩保护

二期灌浆需要在锚索张拉锁定48小时,且无需补偿张拉后,再进行锚索端头的灌浆。正式灌浆时,需要敞开二期排气(回浆)管,在排除气体、水和气胶后,再逐渐关闭回浆阀,调整回浆压

力在0.2~0.3Mpa,吸浆率小于0.4L/min后,再屏浆10min即可结束。

外锚头需现浇混凝土作永久保护,混凝土等级C25(28d),先对锚墩混凝土面进行凿毛,将工作锚、钢垫板等表面涂刷一道环氧基液,再安装钢模板,后浇筑混凝土。

4.8施工质量控制

为确保施工质量,在工程建设中需要全面落实以下质量控制措施,切实保证工程质量的合格达标。

(1)专兼职质检员每道工序要严格把关,下一道工序必须在上一道工序经过“三检”后,再经过业主工程师检查验收,合格后方可进行。

(2)锚索施工的钢绞线、锚具、夹片、水泥等各种原材料严格进场检验,取样验收等审批程序,不得使用未经批准和不合格产品。

(3)预应力锚索施工参数,工艺流程等不定时、不定量的进行抽检,包括造孔孔位、孔深、孔径、孔斜、方位角;锚索下料长度、隔离架位置、绑扎间距及资料的完整性等,发现问题及时整改,并将施工过程中出现的不规范或不符合要求的现象消灭在萌芽状态,不留任何质量隐患,确保施工质量受控。

(4)及时、准确、认真填写各项施工记录及质量验收记录,各方签证及时,对各项资料分析、整理、保存及时到位,做到可追溯性。

4.9施工安全管理

由于本次工程施工具有较高安全风险,在工程建设中,需围绕以下几点做好施工安全管理。

(1)设置专兼职安全检查人员,随时检查安全隐患,发现问题及时整改与处理,确保施工现场机械与人员安全。

(2)锚索施工人员上岗前必须接受安全培训和教育,坚持班前“5分钟教育”做好施工安全记录。

(3)施工中,必须佩戴好安全帽、隔音、防尘等安全防护用品,高空作业时必须系好安全绳(带),穿防滑鞋;锚索张拉时,在千斤顶伸端45°范围内设置警戒线,以防张拉时出现异常现象钢绞线弹出伤人。

(4)经常性检查施工排架的稳定以及高空坠落隐患因素,检查各机械设备的运行状况是否良好,检查用电是否绝对安全,严禁存在违章作业和不安全因素。

5 结束语

预应力锚索施工技术能够有效实现水利水电工程边坡结构的加固,提升高风险边坡结构的可靠性和稳定性。预应力锚索施工技术应用过程中,应加强对测量放样、钻孔、锚索制安、灌浆、张拉等核心工序的施工技术控制,同时还需要通过落实“三检制”、原材料进场检验、施工参数抽检等质量控制措施,切实保证工程质量的合格达标。此外,针对施工中的安全问题也必须进行重点防控,通过专人安全巡查、作业人员岗前培训、高危工序防护等安全管理措施,保障预应力锚索施工的标准化和规范化。

[参考文献]

[1]卓海金.不良地质条件下高边坡预应力锚索跟管施工技术应用研究[J].西部交通科技,2023,(12):20-21+24.

[2]左亚淮.预应力锚索技术在岩质边坡治理的应用[J].现代矿业,2023,39(11):98-102+115.

[3]裴双双.水电站引水发电洞进水口边坡锚索预应力损失分析[J].河南水利与南水北调,2023,52(09):44-45.

[4]李远娟,李恒之,杨树平,等.预应力锚索在边坡抢险加固工程中的效果分析[J].水利技术监督,2023,(09):246-249.

[5]陈玉新,郭建辉,陈似华.预应力锚索桩板墙在高填方边坡中的失稳分析及加固研究[J].重庆建筑,2023,22(01):55-57.

作者简介:

石苗苗(1998--),女,汉族,河南省孟津县人,本科,助理工程师,道路桥梁。