

Northwest Kou Reservoir Reinforcement Project Curtain Grouting Water Operation Platform Construction Key Points of Attention

Wei Hu¹ Yi Chen²

1. Yichang Yineng Hydropower Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443000, China

2. Sichuan Gongtuo Geotechnical Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

Based on the underwater curtain grouting of Northwest Kou Reservoir, this paper analyzes and summarizes the selection, installation, stability review and calculation of the water operation platform, and puts forward the key points of attention for the erection of the underwater grouting platform, so as to provide reference for the erection project of the underwater curtain grouting platform of similar reservoirs.

Keywords

face face rockfill dam; water operation platform; installation method; platform fixed

西北口水库除险加固工程帷幕灌浆水上作业平台搭设注意事项

胡伟¹ 陈益²

1. 宜昌宜能水电有限责任公司, 中国·湖北 宜昌 443000

2. 四川共拓岩土科技股份有限公司, 中国·四川 成都 610000

摘 要

论文以西北口水库水下帷幕灌浆为依托, 针对水上作业平台选型、安装、稳定复核计算等方面进行分析总结, 提出水下灌浆作业平台搭设时的注意要点, 为类似水库除险加固水下帷幕灌浆水上作业平台搭设工程提供参考。

关键词

面板堆石坝; 水上作业平台; 安装方法; 平台固定

1 工程概况

西北口水库渗漏问题是自建坝以来一直困扰工程运行, 也是危及水库安全的关键因素。虽通过 2004 年第一次整险加固, 但受多方因素限制, 坝后渗漏量依然存在常年渗水且有明水流出现象, 根据大坝安全鉴定结论, 大坝然依然存在右岸绕坝渗漏的可能性。工程考虑水库兼顾灌溉、供水、发电、防洪调度等社会稳定一系列问题影响, 不宜放空水库进行加固, 水库在本次借鉴云南普西桥水库水下灌浆施工成功案例^[1], 通过综合分析, 兼顾供水及施工的可行性的前期下, 采取降低水位至 305m 高程, 水上搭设施工作业平台, 对 305m 以下右岸趾板区域内的帷幕进行水下灌浆。

鉴于工程施工的主要技术重难点在于“高水头、大水深、

水面作业、动水条件下进行帷幕灌浆”等。水上作业平台的选择、设计、布置及安装是确保水下钻灌的先决条件, 是工程施工安全质量保证措施的关键环节。

2 水面作业平台布置基本要求

为满足水下钻孔灌浆要求, 305m 高程以下的帷幕灌浆孔采用搭设水面作业平台的方式, 在充分考虑水库实际运行调度和作业平台对施工限制的条件前提下, 平台布置应满足荷载、结构、定位、水位及可调节的要求。

2.1 荷载要求

主要是浮桥自重、钻孔灌浆设备及钻孔作业产生的冲击力和施工人员荷载, 此外还应考虑风浪的影响因素。考虑设计孔位分序及钻机布置条件, 平台钻孔设备平均按 10m 间距分布, 每台钻机及其配套材料重量以 3.5t 计算。

2.2 结构要求

平台应架设简单、速度快, 结构牢固、稳定。

【作者简介】胡伟（1985-），男，中国湖北宜昌人，本科，从事水利工程管理研究。

2.3 定位要求

定位准确，并具有较强的抗风浪及在一定范围内适应水位变化能力。

2.4 水位要求

在考虑水库调度运行及钻孔灌浆可操作性的要求，水位应维持 305~304m 高程之间。且在施工过程中库水位每天涨落不得大于 $\pm 0.5\text{m}$ 。

2.5 水平位移调节要求

为了保证开孔孔位偏差满足设计要求，应限制平台水平位移，当水平位移大于 $\pm 10\text{cm}$ 时，通过松（紧）限位钢缆进行调节；当水平位移不大于 $\pm 10\text{cm}$ 时，通过调整钻机位置的方式进行调节^[2]。

3 平台结构形式

平台下部采用 4m 浮船（6mm 钢板焊接而成）作为浮体，两个浮组组垂直于帷幕灌浆轴线对称布置，中间预留 1.0m

间隙作为钻孔时钻具上下及孔口管安装空间。上部结构采用单排 321 贝雷桥，在其上铺装横梁、纵骨和 50mm 木板桥面。浮船模块组一般按 9m 的间隔布置。

4 米浮船每 2 个纵向组成 1 对，每对沿作业平台轴线方向间距 9m，共 19 对浮船。

水面作业平台总长 162m，分为 3 段。其中，K1~K2 段长 55m，由 12 个浮船组和 19 节贝雷桥组成；K2~K3 段长 36m，由 8 个钢浮桶组和 12 节贝雷桥组成；K3~K4 段长 69m，由 16 个钢浮桶组和 23 节贝雷桥组成。

平台基本结构图如图 1 所示，水面作业平台搭设示意图如图 2 所示。

4 水上作业平台重量及吃水计算

通过对浮船、贝雷片及连接物件进行分析统计，西北口水库除险加固工程水上作业平台平均吃水深度为 0.74m（见表 1）。

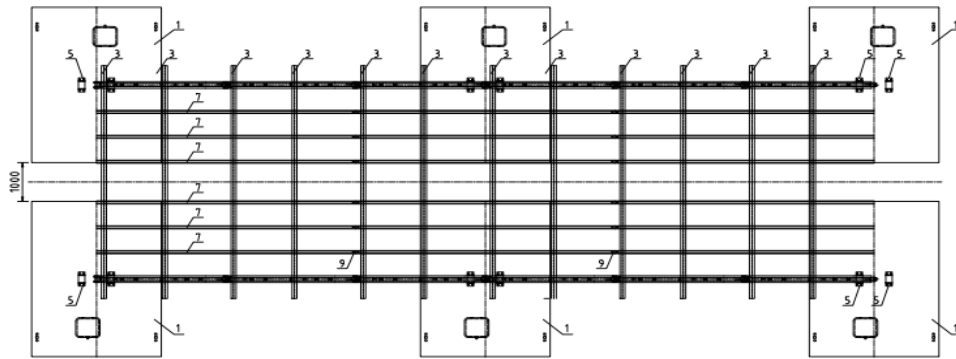


图 1 平台基本结构图

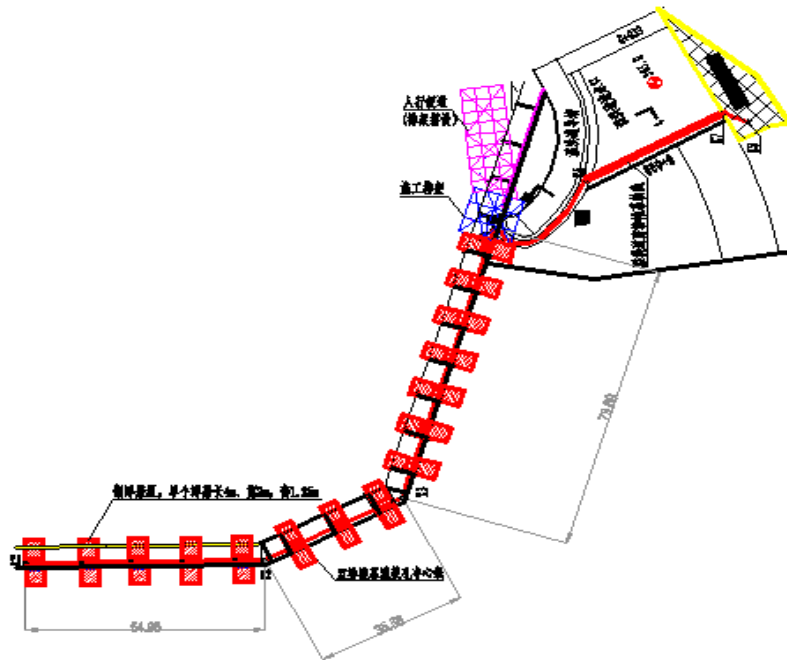


图 2 水面作业平台搭设示意图

表 1 水上作业平台重量及吃水深度计算表

一、重量计算						
序号	项目	单位	数量	单件重量(kg)	小计 (kg)	备注
1	4米浮船	只	38		106847.2	
1.1	外板	m ²	48.87	47.1	2301.777	6mm
1.2	甲板纵桁、旁内龙骨	米	16	7.55	120.8	L100×63×6
1.3	甲板横梁	米	18	2.422	43.6	L40×40×4
1.4	船底肋骨	米	18	2.422	43.6	L40×40×4
1.5	舱壁扶强材	米	11.25	2.422	27.2	L40×40×4
1.6	舱壁垂直桁	米	7.5	4.808	36.1	L75×50×5
1.7	舷侧肋骨	米	15	2.422	36.3	L40×40×4
1.8	衬板	只	27	0.79128	21.4	6mm
1.9	艀部三角板	只	12	7.5831	91.0	6mm
1.10	舱口盖	只	1	20	20.0	
1.11	带缆桩	只	2	35	70.0	
2	贝雷片	片	108	270	29160.0	
3	横梁 25a工字钢	根	108	228.6	24688.8	6米/根
4	纵骨 8槽钢	根	162	48.27	7819.74	6米/根
5	木板	m ²	810		24300	50mm厚
6	销	只	216	3	648	
7	贝雷片固定装置	套	76	8.1	615.6	
8	斜撑	套	108	8.2	885.6	
9	横梁夹具	套	216	5	1080	
9	连接螺栓M16x50	只	304	1	304	
10	螺母M16	只	304	0.1	30.4	
11	弹垫16	只	304	0.05	15.2	
12	平垫16	只	304	0.05	15.2	
13	连接螺栓M12x50	只	324	0.3	97.2	
14	螺母M12	只	324	0.1	32.4	
15	弹垫12	只	324	0.05	16.2	
16	平垫12	只	324	0.05	16.2	
17	连接螺栓M8x50	只	312	0.25	78	
18	螺母M8	只	312	0.1	31.2	
19	弹垫8	只	312	0.05	15.6	
20	平垫8	只	312	0.05	15.6	
17	焊材				10000	
合计					206712.1	
二、平台平均吃水计算						
序号	载荷项目	单位	数量	单件重量(t)	小计 (t)	备注
1	平台自重	套	1	206.7	206.7	
2	设备	套	16	3.5	56.0	
3	人员	人	50	0.1	3.8	
4	冲击载荷		4	6.0	24.0	
5	储备浮力				40.0	
载荷合计(t)					330.5	
浮船每厘米排水量 (t)					4.454	
浮船平均吃水 (m)					0.74	

5 安装方法

考虑右岸帷幕灌浆就近通道为溢洪道进口，所以工程选取枯水期利用溢洪道进口平台，采用吊车及船只辅助安装。

第一步：在溢洪道进口处用 25t 吊车将浮体逐个吊到水面，并用绳索临时固定在岸边。

第二步：移动浮体尾靠拢对正，利用挂钩或钢绳将两个浮体连接在一起。

第三步：结合上部结构，将贝雷片、横梁等构件吊到浮体上，逐节进行组装。沿帷幕灌浆轴线垂直布置的两个对称钢浮体之间预留 1m 间隙作为钻孔时钻具上下及孔口管安装空间。调整浮体对位后用螺栓与贝雷片固定牢固。最后铺设纵梁和桥面板。

平台转角处的连接在直线段定位后进行,利用贝雷片改装成折弯形式,再通过销孔与相邻直线段连接,对平台轴线校正确认无误后利用工字钢焊接加固。

6 平台固定方法

为确保平台的定位精度,为后续开孔精度提供保障,主要采取以下固定措施:

①在溢洪道导墙区域用钢管限位支撑架,限制平台下游端移动。同时限位架与平台之间采用柔性连接(将 $\phi 110\text{mm}$ 钢管固定于限位排架,内置 $\phi 89\text{mm}$ 钢管, $\phi 89\text{mm}$ 钢管两端与水上平台固定在一起),以保证水上作业平台在库水位上涨或下降时具备在设定范围内进行升降的条件。

限位架与水上作业平台柔性连接示意图见图 3。

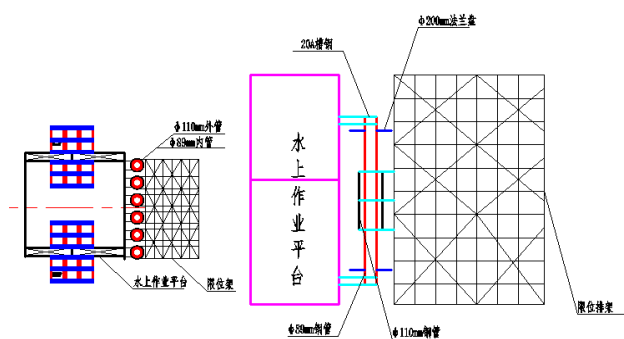


图 3 限位架与水上作业平台柔性连接示意图

②为避免孔口管及水上平台受到水位升降、水流冲击的影响发生偏移,在顶部采用 $\Phi 110\text{mm}$ 焊管进行导向,导向管长度 1.5~2m。导向管需固定于水上平台。

孔口管与水上作业平台柔性连接示意图见图 4。

③在平台下游端距离岸边较近处用 D50mm 钢管或 10 号工字钢设置刚性支撑杆,将平台与岸边刚性连接,使其不能沿水平方向移动。考虑到施工期间水位会有一定的波动范围,连接支撑杆应能上下活动(见图 5)。

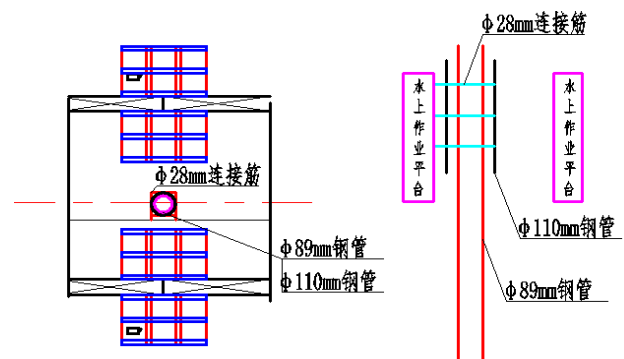


图 4 孔口管与水上作业平台柔性连接示意图

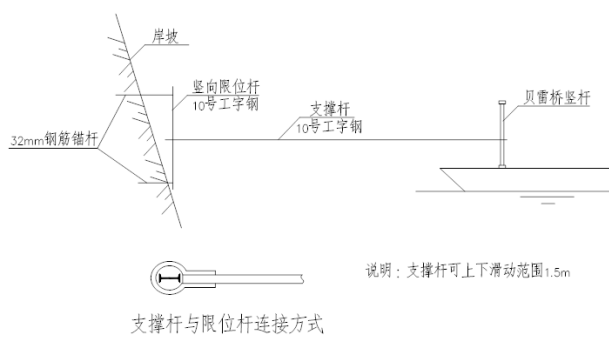


图 5 刚性连接固定示意图

④平台与岸边距离较远的部位采用大致对称布置的“八”字形钢丝绳(直径 10~11mm)抗风缆与岸边及另一个平台进行固定。抗风缆的一端与贝雷桥固定,另一端与岸上锚杆固定。抗风缆的长度和松紧度可通过其上的绞盘或手拉葫芦调整,以保证定位精度和适应水位涨落变化。平台固定方法如图 6 所示。

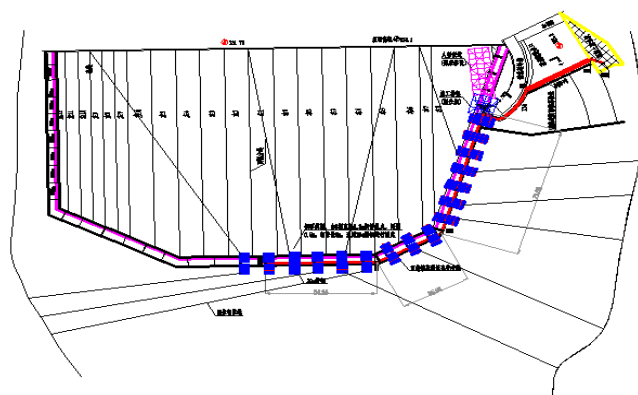


图 6 平台固定示意图

7 结语

西北口水库水下帷幕灌浆施工是本次除险加固工程重要隐蔽单元工程,其水上作业平台的搭设、安装及验收是保障水下帷幕灌浆施工质量及安全的前提保障。施工过程中应严格把控作业平台的结构形式、安装过程、运行限位固定等方面要素,为动水状态下水下帷幕灌浆施工作业提供安全、可靠的作业环境。

参考文献

- [1] 龙震宇,尹红,赵铁军.水上帷幕灌浆施工技术与质量控制[J].湖南水利水电,2011(3):67-68.
- [2] 蒲志祥,向文宏,陈军.普西桥水电站浮桥法深水帷幕灌浆施工技术[J].云南水力发电,2017(2):89-90.
- [3] 万国华.帷幕灌浆在水库加固除险工程中的应用[J].四川水利,2019(6):67-68.