

三峡右岸电站厂房清水混凝土墙施工技术

朱福余 詹剑霞

(中国葛洲坝集团清江施工局,湖北 宜昌 443002)

摘要 :从测量标识测设、模板施工、钢筋施工、混凝土浇筑等几个方面介绍了三峡右岸电站厂房 15 ~ 18 号机组主厂房墙体清水混凝土墙施工技术。通过采取多卡模板外贴芬兰板、模板底口粘贴双面胶、角钢控制收仓面、环氧树脂腻子补缝等一系列的施工技术工艺,使清水混凝土墙施工达到预期质量要求和工艺效果,满足了设计要求。

关键词 水工结构 清水混凝土 施工技术 三峡右岸厂房

中图分类号 :TU271.1 文献标识码 :B 文章编号 :1006-764X(2007)03-0042-04

Construction technique for as-cast-finish concrete wall of right bank powerhouse of Three-Gorges Project//ZHU Fu-yu , ZHAN Jian-xia Qingjiang Construction Bureau of China Gezhouba Group Corporation , Yichang 443002 , China)

Abstract : The construction techniques for as-cast-finish concrete wall of units No.15-No.18 in right bank powerhouse of Three-Gorges Project was introduced , including measurement mark testing , sheathing board construction , steel bar construction , concrete pouring , and so on. By adoption of a series of construction techniques , such as Doka sheathing board pasted with Finland board , affixing double-sided gum at the bottom of the sheathing board , controlling depot exterior with angle steel , and mending fissures with epoxy resin putty , the quality of as-cast-finish concrete can meet the requirement of construction and good technical effect can be achieved.

Key words : hydraulic structure ; as-cast-finish concrete ; construction technology ; right bank powerhouse of Three-Gorges Project

对水电站厂房有外观要求的墙体,传统的处理方法是已在已浇墙体表面进行贴面装修,这既增加了工程投资,又增加了厂房施工工序。近年来,随着技术进步,水电站免装修一次成型已成为可能。三峡右岸电站厂房 15 ~ 18 号机组主厂房下游墙及左右山墙外墙高程 82.0 m 以上立面,上下游墙及左右山墙内墙高程分别为 75.3 ~ 104.0 m,75.3 ~ 111.0 m 部位均采用清水混凝土墙。

1 主要施工技术要求

a. 外观要求。混凝土结构表面色泽均匀,无剔凿、磨、抹或涂刷修补处理痕迹;预埋或预留螺栓孔眼、洞、沟、槽等布设整齐,回填封堵密实平整,颜色同墙面基本一致;施工缝及后浇带收仓口平直;不同结构交角、线、面清晰,起拱线、面平顺,结构表明轮廓分明、阴阳棱角整齐平直。

b. 体形尺寸要求。除满足一般混凝土结构尺寸允许偏差外,对混凝土墙体体形尺寸也提出了高要求,其体形结构尺寸允许偏差见表 1。

施工中制定了严格的施工工艺,并认真实行,以

达到设计要求。

表 1 清水混凝土墙允许偏差

项 目	允许偏差/mm
垂直度	层间 ≤ 5 m
	层间 > 5 m
标高	全高
	层间及栏杆
表面平整度(2 m 长度)	
预留孔洞中心线位置	

2 主要施工程序及方法

施工程序为:施工缝面处理→测量放样→竖向钢筋调校→钢筋、预埋件安装→模板安装→施工缝面清洗→模板面板清洁→收仓面角钢安装→混凝土浇筑→混凝土养护。为确保主厂房清水混凝土墙体分缝、分层印迹线横平竖直,根据设计要求以及墙体结构,混凝土分层厚度主要选用 3 m。

在下游墙下游侧 50 cm 以及上游墙下游侧 60 cm 位置各设置 8 个坐标控制点,间距 10 ~ 20 m,15 ~ 18 号机每台机组各设 2 个点,作为控制上、下游墙垂直度的基准点;另在相邻坝段高程 82 m 平台设置主厂

房上下游墙体轴线控制点,在左山墙右侧 50 cm 设置 2 个坐标控制点,间距 10~20 m,作为控制左山墙垂直度的基准点。引入仓内的标高每仓不少于 4~6 个,引入仓内的纵横轴线每仓不少于 2 条。在相邻坝段高程 67 m 平台共设有 5 个水准测量点,可互相通视和校核,仓内水准点以此测量点进行校核。

缝面冲毛安排在其他工序施工前进行,以减少缝面冲毛对芬兰板面板造成破坏和损坏。施工缝面采用冲毛机高压水冲毛至粗砂微露,并冲洗干净,保持清洁、湿润。仓内施工废水通过埋设在仓内的排水管有序排出,不得沿仓面任意排放,避免污染已浇墙体。

钢筋施工除按照一般混凝土工艺施工外,水平拉筋与墙体钢筋的连接点逐点绑扎牢固^[1],并将绑扎钢筋时多余的扎丝头向墙内侧弯折,以免因外露形成锈斑,影响清水混凝土墙面观感质量。墙体水平钢筋绑扎时,多绑扎 2 道定位筋,高出收仓面 40 cm 为宜,以防墙体竖向筋移位。按照设计要求,15 号机左山墙和主厂房上下游墙小桥机牛腿以上墙体钢筋采用滚轧直螺纹套筒连接,其他部位采用手工焊接。进行焊接作业时,对模板面板采取必要的防护措施,防止对面板造成损坏。

预埋件周边或预留孔洞采用胶合板模板施工,其表面及端头加工平整,与墙体大模板接缝位置采用双面胶贴缝,防止漏浆。

2.1 模板施工

2.1.1 模板规划布置

主厂房内墙高程 75.3 m 以上外露面以及下游墙、左山墙外墙高程 82.0 m 以上采用 D22 多卡模板外贴芬兰板施工^[2]。机电、金属结构埋件穿过墙体部位以及条带牛腿、独立牛腿部位,采用定型木模板施工,面板采用胶合板;对因结构需要部位(如条带牛腿周边等)采用组合钢模板施工,局部采用木模板施工。左山墙与上、下游墙的转角处,采用定型阴角模板和连接角模;各机组分缝及分块采用组合钢模板及木模板施工。

2.1.2 主要模板设计

根据建筑物结构和施工分层,混凝土侧压力按最大升层 3 m 计算,选用侧压力 $P = 40 \text{ kPa}$ 的多卡 D22 悬臂模板,由面板系统、支撑系统、锚固系统及工作平台等组成。模板平面尺寸为 $3 \text{ m} \times 3.1 \text{ m}$ (宽 $\times$ 高)或 $2.4 \text{ m} \times 3.1 \text{ m}$ $2.1 \text{ m} \times 3.1 \text{ m}$,其构造见图 1。

清水墙模板采用多卡 D22 悬臂模板外贴芬兰生产的 18 mm 厚维萨牌建筑模板(以下简称芬兰板)。芬兰板两面均有酚醛树脂覆膜,强度高、质量轻、耐磨性好,能抵抗风吹日晒和绝大多数化学物质

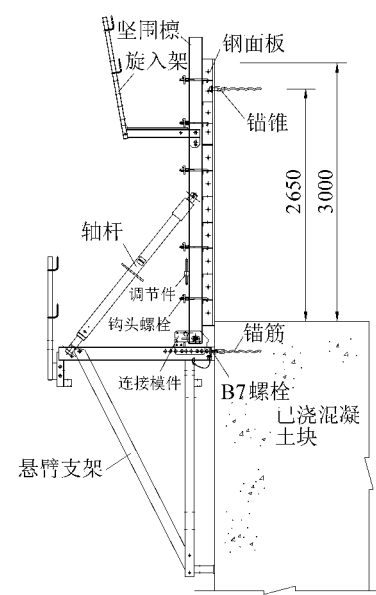


图 1 多卡 D22 全悬臂平面模板构造(单位:mm)的腐蚀以及抵抗混凝土对模板表面的磨损。

2.1.3 模板加工

多卡模板外贴芬兰板的加工制作程序为:多卡模板维修→多卡面板改造→芬兰板粘贴。多卡面板的改造是在多卡面板周边焊接厚 6 mm,高 17 mm 钢条。钢条与多卡面板接触面的外侧开 2 mm 坡口;多卡面板周边也开 2 mm 的坡口,坡口长 3 cm,间距 20 cm。钢条与多卡面板在坡口处焊接,焊缝长 3 cm。焊接表面打磨平整,多卡面板未开坡口的部位用环氧树脂腻子修补平整。模板改造见图 2。

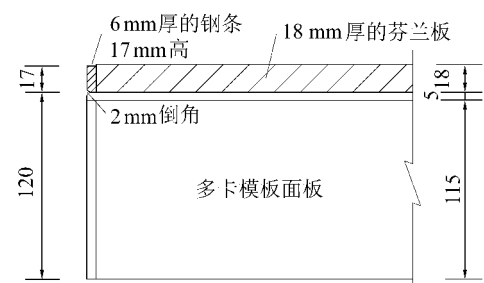


图 2 模板改造(单位:mm)

多卡面板改造完毕后,在多卡面板上外贴芬兰板。采用 $M8 \times 35 \text{ mm}$ 沉头螺栓正面固定,然后用环氧树脂腻子抹平。为了尽可能增加芬兰板的周转次数,在芬兰板切割的断面和钻孔处均用防水油漆封边两次。芬兰板安装时,板与板拼接处以及板与边框的拼缝必须预留 1~2 mm,再采用环氧树脂腻子填充、刮平。

多卡模板外贴芬兰板施工完毕,经验收合格后才能出厂。

2.1.4 模板安装与拆除

a. 因多卡面板在外贴芬兰板以后,其厚度由 120 mm 变成 138 mm,模板锚固系统中的连接模件需

在原有基础上重新钻孔,以满足 B7 螺栓上入定位锥深度达到设计要求的 40 mm。

b. 模板定位锥按照配板图进行预埋,并利用墙体钢筋(或定位锥孔)加固,利用仓面高程点严格控制预埋定位锥在一条水平线上,定位锥内涂抹黄油;预埋锚筋、B7 螺栓必须旋紧到位,预埋锚筋旋入定位锥长度 70 mm,B7 螺栓旋入定位锥长度 40 mm,预埋锚筋至混凝土表面的距离不小于 300 mm。

c. 立模时,模板下口与老混凝土面搭接 3 ~ 5 cm,并使用双面胶封底,保证模板底口不漏水、不漏浆。校正模板主要依据仓内仓外已设的坐标控制点采用拉线和吊锤进行控制,同时检测已浇混凝土的垂直度偏差,确保偏差在允许的范围内。模板上口采用 $\varnothing 16$ 拉条对拉,并且设置锁口卡对撑,锁口卡采用槽钢和角钢制作而成,模板支撑大样见图 3。首仓模板施工时,使用“无支腿”(模板背架无三角架)模板,模板外侧设置外支撑加固。对墙体条带牛腿等特殊部位,采用定型木模板,其面板为胶合板。为确保拉条头不外露,牛腿模板上设置的拉条采用套筒螺栓形式。

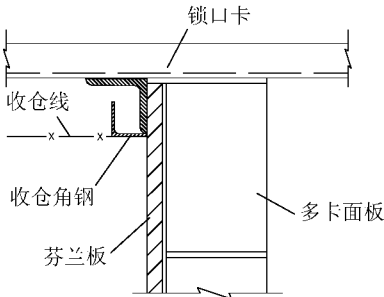


图 3 模板支撑

d. 模板安装完毕,在模板上口设置 $\angle 50 \times 5$ 角钢作为收仓线,保证收仓面水平平整。收仓角钢采用三角撑加固,三角撑焊接在墙体钢筋上,加固支撑点间距 150 cm。

e. 每仓墙体模板安装完毕,验收模板的垂直度和收仓面高程,合格后将相邻模板之间的竖向拼缝采用原子灰刮平。因原子灰与混凝土接触部位起反应而产生沙化现象,因此,待原子灰硬化后表面再刷一层清漆与混凝土隔离。墙体混凝土每上升 3 层对其体形尺寸、相对位置进行校核,确保墙体外形尺寸满足要求。

f. 为方便脱模,采用成分稳定的食用精炼油作

为脱模剂。刷脱模剂时严禁接触预埋锚筋,刷完脱模剂后的模板不得在太阳下长时间暴晒。

g. 拆模顺序与安装顺序相反,拆模时必须避免模板的损伤,尤其是模板的四周边缘和角部,要避免直接撬伤和拖伤模板。

2.1.5 模板维护

芬兰板拆除提升后,立即用毛刷和水对模板表面进行清洁,除去附在模板表面的砂浆及混凝土颗粒。清洁过程严禁使用钢钎、铁制刮灰铲、钢丝刷等尖锐工具铲刷,也不得使用冲毛机高压水等直接冲刷模板表面,由专人对模板进行清洁,清洁后将模板竖直放置,严禁水平重叠堆放。采用高压水冲毛机对混凝土表面冲毛时,对模板与混凝土接触面以上 30 cm 必须采用聚乙烯保温被等对模板进行保护,以防芬兰板表面破坏。

施工过程中难免对模板造成损伤。对浅表性损伤直接用环氧树脂腻子抹平即可;对于贯穿性损伤则返回厂内修理,使用木块填塞补平后,正面用环氧树脂腻子抹平。对于损伤部位边缘的毛边,在修补前用凿子或手提砂轮机打磨清理干净。

2.2 混凝土浇筑

2.2.1 混凝土原材料及配合比

新拌混凝土必须具有极好的黏聚性,不允许出现分层离析的现象。砂、石色泽和颗粒级配均匀,水泥固定采用同一厂商的水泥产品,同等级、定批号,最好做到同一熟料,粉煤灰也要固定供应厂商、定细度,进场的每批外加剂来料均与“封样”进行对比,发现有明显色差的不得使用。

混凝土标号为 C25F250W10,主要为三级配混凝土,坍落度 3 ~ 5 cm,局部埋件较多和钢筋密集的部位及每仓第一坯层根据实际情况浇筑二级配混凝土,坍落度 5 ~ 7 cm。主厂房混凝土由右岸拌和楼供应,水泥品种为中热 525,水灰比为 0.45,配合比见表 2。混凝土配合比要保持稳定,不得随意改动。施工过程中,可根据施工现场实际情况对配合比进行优化。

2.2.2 混凝土浇筑及质量控制

混凝土采用平铺法从一端向另一端浇筑,由布置在尾水高程 32.0 m 平台(后期高程 82.0 m 平台)的门机和港机作为垂直运输手段,采用 6 m³ 吊罐下挂 5 m 长下料导管直接卸料入仓,下料高度控制在 1.5 m 以内,坯层厚 40 cm。下料时,按照坯层线控制

表 2 清水墙混凝土配合比

设计 标号	级配	砂率/ %	坍落度/ mm	材料用量/(kg·m ⁻³)									JM-Ⅱ(c) 溶液	AIR202 溶液
				水	水泥	粉煤灰	人工砂	碎石						
								5 ~ 20 mm	20 ~ 40 mm	40 ~ 80 mm				
C25F250W10	二	33	50 ~ 70	78.3	215	54	686	531	796		8.07	3.59		
C25F250W10	三	28	30 ~ 50	61.2	174	44	618	378	378	756	6.53	2.18		

每坯层混凝土浇筑高度,混凝土不得直接冲击模板,对溅至模板表面的浆液,及时擦掉。混凝土振捣采用 $\varnothing 100$ 手持式振捣器振捣,一般15~20 min后用 $\varnothing 50$ 软管振捣器复振,顶层在30 min后进行复振(浇筑过程中,严禁振捣棒触及模板)。振捣棒插入下一坯层深度达到5~10 cm,振捣时间以混凝土翻浆不再下沉和表面无气泡泛起为止,一般为30 s左右。用振捣器振捣模板周边混凝土时,防止振捣器碰撞预埋锚筋,以免锚筋松动,使面板定位孔变形。定位孔一旦变形,必须及时矫正。

振捣完毕后,用木刮尺沿收仓面角钢刮平仓面,再用抹子压平、压实,施工缝或有埋件及插筋处也用抹子压平、压实,收仓面不得凸凹不平。

2.2.3 混凝土养护与缺陷修补

主厂房墙体施工时段跨越低温季节和高温季节,因此必须做好混凝土保温和养护工作。低温季节施工时,拆模后立即采用保温被(聚乙烯泡沫塑料卷材)保温。夏季混凝土墙体采用花管保持混凝土面湿润,养护时间一般不得少于28 d,早期养护派专人负责。尽管已采取了各种措施,混凝土面局部仍然存在气泡等小缺陷。对于不严重影响清水混凝土观感的缺陷原则上不修复,需修复时,首先清除混凝土表面的浮浆和松动砂子,用与混凝土同厂家、同强度的黑、白水泥调制成水泥浆,首先在样板墙上试配试验,保证水泥浆体硬化后颜色与清水墙颜色一致。修复缺陷部位时,待水泥浆体硬化后,用细砂纸将整个构件表面均匀地打磨光滑,并用水冲洗干净,确保表面无色差。

混凝土墙面修复完成后,要求达到墙面平整,颜色均匀一致,无明显的修复痕迹。

3 成品保护

a. 模板支架支腿与混凝土接触点采用保温被

隔离,避免提升模板时划伤墙面。模板预埋定位锥须套上塑料套,防止拆除时损伤定位锥周边混凝土。定位锥、塑料套须贴紧模板面板。拆除模板时,不得碰撞混凝土面及撬伤模板。

b. 对浇筑时出现流淌的砂浆或泌水,及时擦洗或清除,防止污染下层墙面。混凝土拆模后立即进行养护或保温。

c. 仓面施工废水从已设置的排水管有序排放,避免污染已施工的主厂房墙体。

d. 穿墙机电、金属结构埋管尽量采用预留槽形式。预留槽木盒子须贴紧模板,并在两者接触部位粘贴双面胶。

e. 装饰、机电安装工程等后续工序不得随意剔凿混凝土结构^[3],如需开洞的,应确定处理方案后方可施工。

f. 保持清水混凝土表面的清洁,不得做测量标记等,禁止乱涂乱画。

4 结 语

在本工程清水混凝土墙施工过程中,针对其技术要求的特殊性,合理规划布置,精心组织施工,确定了优选施工方案。施工中采用了芬兰板作为模板面板、合理的模板支撑、角钢控制收仓面、环氧树脂腻子补缝、模板底口粘贴双面胶、钢筋滚轧直螺纹套筒连接等技术和工艺,保证了施工质量,满足了设计要求。

参考文献:

[1] DL/T5169—2002 水工混凝土钢筋施工规范[S].
[2] DL/T5110—2000 水电水利工程模板施工规范[S].
[3] 中国建筑工程总公司.清水混凝土施工工艺标准[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.

(收稿日期 2006-03-13 编辑:马敏峰)

· 简讯 ·

河海大学启动“气象-水文-水力学耦合模型洪水预报预警关键技术”课题

2007年4月30日“十一五”国家科技支撑计划“气象-水文-水力学耦合模型洪水预报预警关键技术”课题启动暨技术大纲研讨会在河海大学举行。该课题由河海大学主持,水利部水文局、南京水利科学研究院、淮河水利委员会水文局、北京大学共同参与,重点就攻克气象-水文-水力学耦合洪水预报模型的关键技术展开研究。气象-水文-水力学耦合洪水预报技术是利用动力-统计定量降水预报技术,提供有较长预见期且具有一定精度的定量降水,并实现与水文-水力学模型的耦合,以提高洪水预报的预见期。专家们认为,该项技术是当今气象学和水文学领域的“硬骨头”,但同时又是国家防灾减灾体系建设所必须攻克的技术,课题实施任务重、责任大。会上,课题组就定量降水预报、致洪暴雨天气系统判别、气象-水文-水力学耦合等核心技术的实施方案、技术路线等进行了深入的研讨,明确了课题研究的重点,课题负责人提出了实施阶段评估和目标管理的要求,标志着该课题的正式启动。

(本刊编辑部供稿)