

# 电站厂房混凝土浇筑施工技术探讨

王玲

(中国水电建设集团十五工程局有限公司, 陕西 西安 710068)

**摘要:**为探讨电站厂房混凝土浇筑施工技术,结合下浒山水库电站厂房实际情况,分析混凝土浇筑施工技术的应用要点,提出特殊情况下,混凝土浇筑的方法。分析结果表明,混凝土浇筑是水库电站厂房施工的关键环节,分析结果表明,在混凝土浇筑施工中影响施工质量的因素比较多,包括施工工艺、施工方法、天气、特殊条件下的处理等。在实际施工中需要结合工程特点,严格把控好混凝土浇筑的每个细节,并做好各道工序之间的衔接,才能保证混凝土浇筑质量,创建出高质量的水库电站厂房项目。

**关键词:**电站厂房;混凝土;浇筑;振捣;接缝

**中图分类号:**TV743

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2023)34-0079-03

## 0 引言

水库电站厂房整体结构比较复杂,对混凝土浇筑质量有很高的要求,如何选择有针对性的浇筑工艺,并处理现场条件对混凝土浇筑造成的不良影响,是电站厂房混凝土浇筑施工中必须解决的问题。下浒山水库电站厂房布置于大坝非溢流坝段下游的河床右岸,距坝轴线 56.5m。河岸地面式厂房安装 3 台发电机组,总装机容量 15MW。工程规模比较大,影响混凝土浇筑效果和质量的因素比较多,需采取分期分层浇筑方案,才能保证混凝土浇筑施工任务高效、安全、有序、高质量的完成。

## 1 工程概述

下浒山水库位于安庆市潜山县源潭镇大沙河上,以防洪、灌溉、供水为主,兼顾发电。坝址距源潭镇约 10km,距潜山县约 35km。水库总库容 1.96 亿 m<sup>3</sup>,防洪库容 0.44 亿 m<sup>3</sup>,正常蓄水位 115m,死水位 90m。主厂房基础采取分期分层浇筑方案,主厂房二期混凝土采用自下而上分层分仓浇筑方案,分层高度控制在 3m 以内,采用溜槽辐射与泵送入仓相结合,即可满足混凝土入仓需要。

## 2 电站厂房混凝土浇筑施工技术应用要点

### 2.1 严格控制混凝土拌和时间

为保证混凝土浇筑的连续性,本工程施工中所用的混凝土选择已建好的 HZS120 拌和站进行拌和,以满足大体积连续浇筑的需求。并于右岸业主营地附近布置 HZS75 型搅拌站拌和混凝土,以满足电站厂房上部梁、板、柱等结构施工对少量混凝土的需求<sup>[1]</sup>。混凝土拌和要符合国家现行的相关规定,拌和程序、拌和时间、

配合比等必须通过试验来确定,并保证纯拌和时间不少于规定的时间(表 1)。

表 1 混凝土纯拌和时间

拌和机进料容量 Q/m <sup>3</sup>	最大骨料粒径/mm	最少拌和时间/s	
		自落式拌和机	强制式拌和机
0.8≤Q≤1.0	80	90	—
1.0≤Q≤3.0	150(或者 120)	120	75
Q>3.0	150	150	90

在执行表 1 中所示的混凝土纯拌和时间时,需要满足以下两点:①入机拌和量需要在拌和机额定容量的 110%以内。②加冰混凝土,采用自落式拌和机拌和时,需要延长 30s,采用强制式拌和机拌和时,需要延长 15s,以保证出机的混凝土中不含有冰块。

### 2.2 严格控制混凝土浇筑质量

在电站厂房混凝土浇筑施工中,针对标高 58.8m 以下的底板和大体积混凝土,需采用 8m<sup>3</sup>混凝土罐车运输,运输到混凝土浇筑现场后,通过汽车泵泵送入仓,若入仓高度超过 2m,需要借助溜槽辅助入仓。为保证混凝土浇筑质量,在电站厂房混凝土浇筑施工前,需要先将混凝土浇筑方案、计划等上报给现场监理,经监理审核通过后方可进行浇筑。任何一个部位在混凝土浇筑前,都需要以监理批准的标准表格书面通知监理,以保证此位置的模板、钢筋、预埋件、管路、机电设备、金属结构等全部到位,满足混凝土浇筑的条件。在监理未签发书面许可证之前,无论那个部位都不能擅自做主进行混凝土浇筑。若监理未批准,表明目前的环境条件不利于混凝土浇筑、凝固、养护,不能开始混凝土浇筑。建筑物基础面需要通过质量验收,且验收合格后,才能进行混凝土浇筑。若遇到软基地质条件,在混凝土

浇筑时,要避免对原状土层造成扰动和影响。预留保护层全部开挖完成后,及时浇筑混凝土垫层,待混凝土垫层强度超过 2.5MPa 后,方可进行基础混凝土立模、钢筋绑扎等操作。基岩面上的浇筑仓和老混凝土上的浇筑仓,在开始第一层混凝土浇筑前,需要提前均匀铺设一层厚度在 2~3cm 的水泥砂浆,砂浆水灰比要略小于混凝土的水灰比,标号要高于混凝土标号。以铺设砂浆后 30min 内被混凝土覆盖为限,铺设工艺需保证新浇筑的混凝土能够和基岩、老混凝土面实现稳定结合。

### 2.3 混凝土分层浇筑质量控制措施

按照设计分块分层浇筑混凝土,控制好混凝土浇筑的速度,保证混凝土能够均匀上升,在进行斜坡混凝土浇筑时,要从最低处开始浇筑。为保证电站厂房混凝土浇筑施工质量,混凝土要连续浇筑,混凝土浇筑时的允许间歇时间以不发生初凝为准,若因为机械故障,或者恶劣气候条件,被迫终止混凝土浇筑,停止浇筑时间要尽量控制在混凝土初凝时间之内。若无法在混凝土初凝之间内继续浇筑,需按照工作缝进行处理,相邻两块混凝土浇筑时,其间歇时间不应小于 72h,以免影响混凝土自身的收缩变形<sup>[2]</sup>。若预留了施工缝,则在上层混凝土浇筑前,需对下层混凝土的施工缝面进行冲刷和凿毛处理,以提升上下两层混凝土连接的效果。由于在本工程电站厂房混凝土浇筑施工中采用了分层浇筑的方法,需高度重视以下 5 点。

(1) 若存在水平施工缝,需逐步缓慢覆盖,并且在覆盖之前,需要保证旧混凝土具有良好的湿润性、清洁度,接缝砂浆在老混凝土面上施工时,需要做到边摊铺。

(2) 在电站厂房混凝土浇筑施工中,分层的台阶必须层次分明,每层铺料厚度控制在 30~50cm,分层台阶的高度要控制在 1m 以上,且坡度不能超过 1:2。

(3) 在混凝土浇筑中普遍存在起始端混凝土上升速度快的特点,这是客观存在的,难以从根本上得到有效解决,这会对模板造成较大的侧向压力,在模板设计和混凝土浇筑时,需要高度重视这一点,以免出现胀模、混凝土浆液渗漏等问题<sup>[3]</sup>。

(4) 在电站厂房混凝土浇筑施工中,需严格按照监理批准的仓面设计来执行。

(5) 质量不达标的混凝土,严禁入仓浇筑。已经拌和完成的混凝土,严禁重新拌和,若因一些特殊情况,导致混凝土变硬,不能正常浇筑时,需做废弃处理,严禁在应用到电站厂房施工中。在整个混凝土浇筑全过

程中,都不能向仓内加水。在混凝土时,若泌水量比较大,要及时清除。并采取有效的方法和措施,来减少泌水。但不能采用模板开孔赶水的方法,因为,此种方法会带走部分灰浆,影响混凝土表面成型质量。

### 2.4 选择合适的混凝土振捣方法

混凝土振捣的主要目的是提升混凝土浇筑后的密实度,加强混凝土的强度,因此,当混凝土浇筑完成后,必须及时跟进振捣,振捣结束的标志是混凝土不再继续下沉,混凝土表面不再有气泡冒出。但也不能过度振捣,否则也会影响混凝土的强度,降低工程质量。钢筋分布密度大的位置,需用软管振捣器进行振捣。若遇到一些特殊情况,振捣器无法达到,无法振捣密室时,需用人工振捣。为保证振捣效果,要控制好振捣器距离模板、钢筋的距离,严禁振捣器碰撞模板、钢筋、预埋件。本工程在混凝土振捣时,参照标准方法(表 2)来执行,取得了良好效果。

表 2 混凝土振捣方法

序号	振捣设备	混凝土浇筑最大厚度
1	振捣机	振捣棒(头)长度的 1.0 倍
2	电动或者风动振捣器	振捣棒(头)长度的 0.8 倍
3	软抽式振捣器	振捣棒(头)长度的 1.25 倍
4	无筋或者单层钢筋结构中	250mm
5	双层钢筋结构中	200mm

### 2.5 混凝土浇筑施工缝分期处理

按照结构受力分析的结果,连续梁、板可简化为一端铰支的多跨连续简支梁、梁、板端部主要承受剪应力,另外一端则嵌固到墙体内部,同时考虑到一定的负弯矩。因此,在混凝土浇筑施工缝分期处理中,为解决施工缝不规则、处理难度的问题,本工程采取了可采取了以下方法,取得了良好效果。

(1) 框架梁、板和周边墙柱结构位置的施工缝,属于是竖直施工缝,在混凝土浇筑施工前,需要提前预留出 15cm 左右深的凹槽,并进行充分凿毛处理,以提升混凝土分期浇筑结合位置的抗剪能力。梁、板和周边墙柱结合施工缝位置,一期预留梁受力钢筋的锚固长度不小于钢筋直径的 44 倍,板受力钢筋锚固长度不小于板厚。外露预留钢筋接头需要相互错开,相邻钢筋接头中距不宜小于 50cm,而且相同截面内,接头数量不能超过 50%。浇筑二期混凝土时,梁、板钢筋、预留钢筋接头,需要通过焊接的方法连接成一个整体,且相互搭接长度不能小于钢筋直径的 15 倍。

(2) 在框架梁和周边墙、柱结构施工缝对应部位下

端需要增设牛腿支座,以加强支承,以便更好的承担梁端所承受的剪力。对嵌固支承位置的楼板面需要增加抗剪钢筋,本工程选择的抗剪钢筋型号为 $\phi 16@1000\text{mm}$ ,长度不应小于梁板跨距的25%,以便更好的承受剪力应力和负弯矩。

(3)主电站厂房一期混凝土和二期混凝土结合部位,需要设置凹性键槽,在键槽内部需要埋设插筋。主电站厂房和尾水池墙体之间形成的施工缝需要设置凸型键槽,预埋好联系插筋<sup>[4]</sup>。在主副电站厂房以及尾水分层混凝土浇筑中形成的施工缝上,需要埋设好铜止水片,以提升止水效果。分层混凝土浇筑施工缝处理前,均需做凿毛处理,浇筑上层混凝土前,需要将缝面清理干净,并进行洒水润湿,铺设上厚度不小于20mm的等强水泥砂浆后,再进行混凝土浇筑。

## 2.6 加强混凝土养护

本工程混凝土浇筑量比较大,为控制裂缝问题,保证施工质量,需要加强对混凝土的养护处理,按照实际情况,适当提升养护的时间。当电站厂房混凝土浇筑完成后,需要及时洒水养护,若采用了硅酸盐水泥或者是普通硅酸盐水泥,洒水养护的时间不应低于14d<sup>[5]</sup>。若采用了火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥,洒水养护的时间不低于21d。若遇到干燥气候、炎热气候,或者是比较重要的部位,混凝土洒水养护时间需要延长到28d以上。大体积混凝土的水平施工缝需要持续养护到浇筑上层混凝土为止。

## 3 特殊条件下混凝土浇筑方法

### 3.1 降雨时混凝土浇筑方法

由于本工程规模比较大,工期长,跨多个季节施工,因此,必须做好特殊天气下的混凝土浇筑策略,提前做好防雨材料的准备工作,防雨材料和仓面面积要相互一致,集中堆放在施工现场。若降雨量比较小,不超过3mm/h降雨,可继续进行混凝土浇筑,但需要减少混凝土拌和用水量,并加强仓面排水工作,做好新浇筑混凝土面的保护工作,严禁雨水进入浇筑仓内。若遇大雨天气,要立即停止混凝土浇筑,尽快完成已经入仓的混凝土振捣工作,并用防雨布覆盖新浇筑的混凝土面,雨水要及时引排到浇筑仓外。雨停后先排除浇筑仓内的积水,若雨停后,混凝土尚未完成初凝,可以继续浇筑。

### 3.2 高温、大风天气混凝土浇筑方法

为保证电站厂房施工质量,混凝土浇筑施工最适

的平均气温在3~25℃,若外界气温超过25℃,需在防高温、防日晒的措施下施工<sup>[6]</sup>。常用的措施包括:冷水拌和混凝土、混凝土运输车辆保温防晒、成品骨料场料堆放高度不宜小于9m、合理调整混凝土坍落度等。

### 3.3 大体积混凝土浇筑方法

在进行大体积混凝土浇筑施工中,施工的重点的如何防控混凝土裂缝,可采取以下温控措施。

(1)合理安排施工进度,尽量在低温季节完成大体积混凝土浇筑工作。

(2)通过多次配比试验,优化和调整混凝土配合比,可掺入适量的粉煤灰来取代水泥,以降低混凝土水化热。

(3)加快混凝土入仓覆盖速度,缩短混凝土在阳光下的曝晒时间,混凝土浇筑时间,尽量选择在早上、晚上。在大体积混凝土浇筑时,上下层间歇时间控制在5~6d,并在混凝土表面洒水冷却。

## 4 结语

综上所述,结合实际案例,探讨了电站厂房混凝土浇筑施工技术,探讨结果表明,混凝土浇筑作为电站厂房施工建设的核心环节,其施工质量,直接关系到整个电站厂房的总体质量。由于电站厂房的结构比较复杂,影响混凝土浇筑的因素比较多。这就要求在实际施工中,严格把控好混凝土配制、运输、浇筑、振捣、接缝处理等每个细节的施工质量,并做好特殊条件下的施工质量控制,才能保证电站厂房混凝土浇筑质量。

### 参考文献

- [1] 焦战增,安国强,李志勇.长龙山抽水蓄能电站蜗壳层混凝土施工技术[J].云南水力发电,2022,38(2):135-142.
- [2] 宋海杰,陈孝天,张红曾,等.乌东德地下电站主厂房梭式布料机浇筑技术[J].电力勘测设计,2021(3):1-4,10.
- [3] 卢静.两河口水电站地下厂房肘管混凝土施工技术[J].云南水力发电,2020,36(4):55-57.
- [4] 朱小平,李佩佩.地下电站水轮机层以下大体积混凝土快速入仓施工技术[J].工程技术研究,2017(10):17-18.
- [5] 孙永全,李春锋,韩鸿超.亭子口电站厂房蜗壳二期混凝土施工技术[J].四川水利,2014,35(5):105-109.
- [6] 程祖刚.大跨度地下厂房顶棚薄壁曲面混凝土施工技术[J].水电与新能源,2014(4):39-41,49.

作者简介:王玲(1973—),女,汉族,陕西西安人,本科,高级工程师,主要从事水利水电工程工作。