

# Concrete Construction of Factory Buildings During High Temperature Season in High Altitude Areas Process Exploration

Junxia Liang Rui Weng

Sinohydro 7 Engineering Bureau Chengdu Hydropower Construction Engineering Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 611130, China

**【Abstract】** The paper is located in the cold high altitude area of DG hydropower station plant concrete construction as an example, for the high temperature season construction, the heavy and difficult construction and countermeasures, aims to improve the concrete construction technology in cold high altitude area high temperature season construction applicability, provide valuable experience for similar areas.

**【Keywords】** High cold and high altitude areas; high temperature season; plant concrete; construction measures

## 高寒高海拔地区高温季节水电站厂房混凝土施工措施探讨

梁俊霞 翁锐

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司, 中国·四川 成都 611130

**【摘要】** 论文以地处高寒高海拔地区的 DG 水电站厂房混凝土施工为例, 针对其在高温季节施工时, 施工中出现的重、难点及应对措施进行探讨, 旨在提高混凝土施工技术在高寒高海拔地区高温季节施工的适用性, 为类似地区的工程提供宝贵经验。

**【关键词】** 高寒高海拔地区; 高温季节; 厂房混凝土; 施工措施

DOI: 10.12345/gcjsygl.v6i16.7640

### 1 引言

随着中国在“十二五”期间支持西藏经济社会发展, 一批又一批的重大建设项目在西藏地区不断上马。青藏高原蕴藏着世界第一的丰富水资源, 加快藏区水电项目的开发建设, 不仅是中国实现 2030 年碳达峰、2060 年碳中和的大国承诺举措之一, 也是关系到中国的国家安全、国际关系、能源结构、生态环境和西藏未来社会经济的可持续发展。

### 2 工程概况

DG 水电站位于中国西藏自治区山南市桑日县境内, 电站为二等大(2)型工程, 电站装机容量为 660 MW。本工程的主厂房主体结构混凝土主要由主副厂房(包含集水井坝段、窑洞安装间)、尾水底板、交通洞衬砌及尾水挡墙混凝土等组成, 其中厂房主体混凝土工程量高达 17.6 万  $m^3$ , 其结构本身复杂, 由底板部位大体积结构、板梁柱结构、以及薄壁结构等组成。

### 3 气候条件

本工程位于青藏高原气候区, 基本特性为气温低、空气稀薄、大气干燥、太阳辐射异常强烈。气候属高原温带季风半湿润气候, 每年 11 月~次年 4 月为旱季, 5 月~10 月为雨季。多年平均气温 9.3  $^{\circ}C$ , 极端最高、最低气温分别为 32.5  $^{\circ}C$  和 -16.6  $^{\circ}C$ , 多

年平均降水量 527.4 mm, 多年平均蒸发量为 2084.1 mm, 多年平均相对湿度为 51%, 多年平均气压为 685.5 hpa, 多年平均风速为 1.6 m/s, 历年最大定时风速为 19.0 m/s, 多年平均日照时数为 2605.7 h, 历年最大冻土深度为 19 cm<sup>[1]</sup>。

### 4 高海拔地区高温季节混凝土施工特点

在高原高海拔地区的夏季, 尤其是处于峡谷地带的地方, 其昼夜温差很大, 在白天高温时段, 其太阳照射得室外温度可达 30  $^{\circ}C$  以上, 夜间温度 10 $^{\circ}C$  左右。雨季降雨时间长, 突然性强。该地区夏季施工最显著的特点是: 13 时至 15 时段环境温度高, 环境干燥、湿度较小, 受以上因素的影响, 对新浇筑的混凝土以及成型的混凝土会产生许多不利影响, 其主要表现为:

(1) 在高温条件下, 新拌合的混凝土及刚浇筑的新混凝土水分蒸发速度快, 坍落度损失大, 易造成混凝土的强度降低, 抗渗性能和耐久性受到影响。

(2) 若混凝土掺用了减水剂, 在高温天气下, 容易造成气泡易挥发, 混凝土内的含气量难以控制, 含气量降低, 造成其稳定性变差, 同时也会造成混凝土的坍落度设计难以控制。

(3) 在高温条件下, 混凝土内部水化反应加快<sup>[2]</sup>, 造成混凝土的初凝时间变短, 不利于混凝土入仓时间的控制, 以及浇筑温度的控制, 容易因振捣不密实, 或者浆液较少, 引起混凝土内部产生蜂窝、

**【作者简介】** 梁俊霞 (1987—), 女, 中国甘肃临夏人, 本科, 工程师, 从事水电工程施工技术管理研究。

麻面以及“冷缝”等质量问题。

(4) 混凝土浇筑完成后的养护措施十分重要,如:在脱模后洒水养护不及时,因混凝土在高温及干燥环境下脱水严重,将影响混凝土表面的水化热反应的正常进行,不仅造成混凝土降低,混凝土收缩容易产生干缩裂缝。

(5) 由于混凝土浇筑后内部会迅速产生水化热反应,内部温度急剧上升,夏季高温时段外部环境与混凝土内部温度相当,其对混凝土温度变化影响较小,但在夜间环境温度急剧下降,受内部温度与外部温差影响,混凝土表面也会受环境影响而下降,混凝土容易受温度变化影响而产生拉应力,造成混凝土开裂而出现裂缝,影响质量。

(6) 同时水电站厂房存在薄壁结构,受环境温度变化较大,其浇筑时段应将其控制在低温时段,从而使混凝土浇筑后水化热反应后热量能快速散发,进而保证混凝土施工质量。

## 5 施工工艺流程及操作要点

### 5.1 工艺流程

施工准备→混凝土拌和→混凝土运输→混凝土浇筑→混凝土温控→混凝土养护。

### 5.2 操作要点

#### 5.2.1 施工准备

现场仓面验收合格后检查浇筑设备正常、人员配备合理,防晒、防雨措施到位,方可签发浇筑令。

#### 5.2.2 混凝土拌和

(1) 混凝土在搅拌过程,必须按照设计及规范要求,以及根据试验的需要,按照一定的频次对混凝土的坍落度、含气量、泌水率进行检测。同时对混凝土出机口温度进行检测,以满足设计要求,夏季混凝土不得超过 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,冬季不得低于 $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 若出机口温度超出设计标准要求,则应采取相应的温控措施,如采用制冷水或加冰拌和,对骨料及原材采取预冷。若温度较低,则采取热水拌和,或者对原材料采取预热措施。

#### 5.2.3 混凝土运输

(1) 拌和系统距最远混凝土浇筑仓面约 $1\text{ km}$ 距离,坍落度较大且为二级配以下的混凝土采用 $6.0\text{ m}^3\sim 10.0\text{ m}^3$ 的搅拌车运输,坍落度较小且为二级配以上的混凝土则采用自卸汽车进行水平运输,每次运输方量不得超过 $12.0\text{ m}^3$ 。

(2) 针对混凝土的入仓手段,则结合现场场地情况以及浇筑需要,合理布置入仓设备。针对大体积混凝土浇筑,则采圆筒门机吊 $3.0/6.0\text{ m}^3$ 卧罐入仓,针对板梁柱结构,以及较复杂结构部位的混凝土,则采用车载泵及汽车泵入仓。

(3) 为避免因运输过程中受太阳长时间照射而引起混凝土温度升高,则对自卸运输车车厢周边包裹隔温泡沫塑料板,同时对车厢顶部设置自动遮盖系统,避免因阳光照射而引起混凝土升温,以及遮蔽降雨对混凝土造成影响。

(4) 为避免因运输造成混凝土质量受影响,现在必须确保运输道路通畅,同时加强出机口与现场方面的信息沟通,确保混凝土按规定时间能达现场,保证混凝土料及时入仓。

### 5.2.4 混凝土浇筑

#### (1) 浇筑前的试验检测

① 在混凝土达到现场后,试验人员根据需要,对达到仓面的混凝土温度进行检测,即入仓混凝土检测,确保未超过设计规定的温度要求,同时为运输途中的温控措施的调整和改进提供可靠的依据。

② 对混凝土的坍落度进行检测,确保性能是否满足要求。同时对进入仓面的混凝土取样,采取同条件下的试块养护,对其抗拉、抗压、抗渗等参数进行试验,确保混凝土各项性能指标满足要求。以上参数的检测均能有效的为混凝土配合比的调整和和改进提供可靠的依据。

③ 对进入仓面的混凝土在浇筑过程中进行温度检测(即浇筑温度),确保满足设计规定的要求,同时为浇筑过程中采取何种温控措施提供有效依据。

#### (2) 浇筑施工

① 根据来料和天气情况对台阶长度、铺设厚度进行计算并合理铺设。混凝土平仓以人工平仓为主,在模板边角和设有止水的部位人工补料。

② 混凝土采用 $\phi 70/50$ 或者 $\phi 30$ 插入式振捣棒进行振捣,混凝土在平仓后按顺序依次振捣,每次插入振捣棒的间距不得大于振捣棒有效半径的 $1.5$ 倍,并插入下层混凝土 $5\text{ cm}$ 。振捣时,采用“快插慢拔”的振捣方法,每点的振捣时间 $10\sim 15\text{ s}$ 以砼泛浆不再出现明显气泡和开始泛浆时为准,不可过振。为了防止集中堆积,先振捣出料口处,形成自然流淌坡度,然后全面振捣。振捣棒不得触碰模板、钢筋、止水和其他预埋件<sup>[3]</sup>,在模板边角和止水带周围辅助以人工振捣。混凝土浇筑过程中,要设专人值守,及时对模板、钢筋、止水带和预埋件进行检查维护,防止变形、位移或损坏,发现问题及时处理。

### 5.3 温控措施

混凝土浇筑过程主要从两个方面着手:一是基岩面或老混凝土面浇筑前的温度,二是仓内降温。

#### 5.3.1 降低仓内及通水冷却降温温度

(1) 温度高、太阳阳光直接照射时采取喷雾机

喷雾降低仓内温度和浇筑混凝土表面湿润。

(2)在浇筑大体积混凝土之前,先预埋却水管,具体施工方法为:使用前进行漏水和阻塞试验,保证有足够的通水流量。控制冷却用水的进水温度,在混凝土浇筑到冷却水管预埋的高程时,立即开始通水。主要目的是,在混凝土浇筑过程中有效降低水化热温升值。同时控制通水流量,保证混凝土内部温度达到峰值后能快速散热降温,并保证其降温速率满足设计要求的数值,同时保证进水温度和混凝土内部温度差值控制在 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。

### 5.3.2 内部温控具体措施及成果

①混凝土入仓温度控制:混凝土运输车采用遮阳棚覆盖,避免混凝土因暴晒,造成运输过程中温度急剧上升。采用此方法能保证了运输过程中出机口温度与入仓温度之间回落(回升)不超过 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的设计要求。

②混凝土浇筑温度控制:严格按照仓面设计进行资源配置,保证混凝土浇筑振捣速度。加强对混凝土料头及时采用保温被覆盖,避免浇筑过程中温度下降或表面风干。过程中保证了出机口温度与浇筑温度之间回落(回升)不超过 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的要求。

③严格内部温度监测,掌握混凝土内部温升情况,指导温控工作。

混凝土内部的温度则埋设温度计进行监测,仪埋具体位置及数量按照设计文件要求或按监理批复同意的方案执行。监测方法为:从开始浇筑到最高温度出现期间每 $4\text{ h}$ 监测 $1$ 次;最高温度出现后至通水冷却结束每 $8\text{ h}$ 测量 $1$ 次;通水结束至混凝土龄期 $28\text{ d}$ 前每 $12\text{ h}$ 观测一次;混凝土达到龄期 $28\text{ d}$ 后,每 $24\text{ h}$ 观测一次;混凝土龄期 $60\text{ d}$ 后,每两周观测一次。

厂房工程共安装埋设 $206$ 支温度计,合格率为 $100\%$ 。混凝土内部监测数据反映,厂房混凝土内部温度峰值在 $20.45\sim 36.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,最高温度出现时间为混凝土浇筑后 $3\sim 5$ 天。项目部专人负责混凝土冷却通水的检查监督工作,对混凝土内部温度较高的部位,根据实际情况加大通水流量,保证最高温度不超过设计要求。

### 5.4 混凝土养护

(1)为防止因长时间暴晒模板,造成局部混凝土升温过快,在拆模前的高温时段在模板外侧搭设遮阳设施,夜间温度低时可拆除。外露混凝土表面则进行洒水保湿养护。确保养护时间不得少于 $14$ 天,对结构性能要求高的部位,养护时间不得少于 $28$ 天,直至达到设计强度为止,过程中必须做好养护记录。

(2)对埋设了温度计监控的重要结构部位,必须按规定频次要求,定时对混凝土内部温度、表层温度以及环境气温、相对湿度、风速等参数进行测量,并详细记录。现场温控人员根据所测的参数变化情况及时调整养护措施,严格控制混凝土的内外温差不超过 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,控制内部最高温度不超过 $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(3)一些重要混凝土仓面采用吸水性好、的橡塑海绵或土工布浇水养护及覆盖薄膜保湿措施。对于工人难以达到的结构部位,则采取花官通水养护措施,安排 $3\sim 4$ 人专人负责,做到每天坚持洒水,确保混凝土表面保持湿润,不形成干湿循环。

## 6 质量控制措施

(1)在混凝土浇筑过程中,安排专人在仓面进行混凝土标准养护试件的取样,其试件数量除应留在现场的标准养护试件外,还应确保同条件养护试件的数量,以便通过室内外养护的条件下对比混凝土的设计强度,以指导现场施工需要。

(2)施工中,必须加强温控措施管理,确保温控满足设计技术要求。及时准确地进行各种温度观测。对环境温度、混凝土出罐及入模温度,每工作班不少于 $3$ 次,并做好检查记录。

(3)在进行大体积混凝土浇筑时,不管是采用平铺法浇筑,还是台阶法浇筑,必须严格控制混凝土分层的厚度,以及严格控制上下层的覆盖时间。

(4)对于采取了通水冷却及温度监测的重要部位,必须安排专人专责落实温控措施。

(5)混凝土浇筑完成后,必须按照规范及设计要求采取严格的养护措施。在未达到要求拆模的设计强度前,禁止拆模,以防混凝土因未达到设计强度而引起变形,从而引发次生安全事故。

## 7 结语

在高寒高海拔地区的高温季节进行混凝土施工,必须从混凝土拌制、运输、浇筑、养护等各个环节全面把控,才能确保混凝土施工质量。现场施工中,通过不断采取有效措施,通过对各个环节严格把控,努力克服了一系列“高原”困难,获得质量管理成果、总结质量管理及施工经验,为今后藏区工程建设提供了可靠、有价值的宝贵财富。

## 参考文献

- [1] 刘朝建,柘孝金,刘惠.高海拔峡谷地区过高坝长鱼道快速施工技术研究[J].水利建设与管理,2022(002):042.
- [2] 李向辉.基于高地温隧洞衬砌混凝土力学性能研究[D].邯郸:河北工程大学,2016.
- [3] 尹太康.大体积混凝土施工质量控制浅析[J].城市建设理论(电子版),2013(08):25.