

# 碾压混凝土大坝大升层施工温控技术

左鹏杰

河南省水利第一工程局, 河南 郑州 450000

**[摘要]**在进行大坝施工过程中采用碾压混凝土方式可以提升工程的施工进度、效率及经济效益, 因此得到了广泛的应用。从大坝混凝土施工角度来看, 大升层体积相对较大, 所以在进行施工过程中容易出现混凝土水化热现象, 要想有效避免此种情况应对施工温度进行严格控制, 从而避免混凝土出现裂缝, 确保施工质量。

**[关键词]**碾压混凝土; 大坝大升层; 施工温控技术

DOI: 10.33142/hst.v4i3.4111

中图分类号: TV544.921

文献标识码: A

## Temperature Control Technology for Large Lift Construction of RCC Dam

ZUO Pengjie

Henan No.1 Hydraulic Engineering Bureau, Zhengzhou, Henan, 450000, China

**Abstract:** In the process of dam construction, the use of roller compacted concrete can improve the construction progress, efficiency and economic benefits of the project, so it has been widely used. From the perspective of dam concrete construction, the volume of large rising layer is relatively large, so the phenomenon of concrete hydration heat is easy to appear in the construction process. In order to effectively avoid this situation, the construction temperature should be strictly controlled, so as to avoid concrete cracks and ensure the construction quality.

**Keywords:** roller compacted concrete; large lift of dam; construction temperature control technology

### 1 碾压混凝土温度控制概述

#### 1.1 工程情况

该大坝为碾压混凝土重力坝, 在大坝设计时采用五十年才可遇到的洪水标准, 校核时采用五百年才可遇到的洪水标准; 五十年一遇的洪水洪峰设计流量为每秒  $855\text{m}^3$ , 五百年一遇的洪水洪峰设计流量为每秒  $1401\text{m}^3$ 。死水水位设定为 430m、农业水位设定为 440m、正常蓄水位为 445.5m、洪水水位设定为 449.12m、校核洪水水位设定为 450.42m。高水库属于小型水库中的一型工程, 工程等级为四级, 其中主建筑级别、次建筑级别、临建级别分别为四级、五级和五级; 挡水坝与溢流坝是大坝主要组成部分, 其中坝顶长度、宽度分别为 381m、6m; 溢流段长度为 40m; 建筑基面高程与坝顶高程分别为 408m、451.43m; 溢流面堰顶高程为 445.5m, 最大坝体高度为 43.43m。

#### 1.2 混凝土温度控制内容

(1) 做好混凝土内部温度控制, 有效避免混凝土内部温度与设计温度间的偏差。(2) 确保混凝土各温度点温度的均匀性, 方式出现阶梯式温度。(3) 大坝在运行过程中应合理设计运行温度, 为接缝灌浆提供支持, 同时可以避免灌浆过程中出现温度应力<sup>[1]</sup>。

### 2 温度控制技术分析

#### 2.1 优化材料配合比

高掺粉煤灰。采用华润电力登封有限公司生产的二级粉煤灰。(2) 减水剂。采用河南亚美建材有限公司生产的缓凝高效减水剂, 应用缓凝高效减水剂后可以降低水泥使用量。(3) 普通硅酸盐水泥。采用天瑞集团汝州水泥有限公司生产的 42.5 级普通硅酸盐水泥。其中粉煤灰掺入量不得少于 60%, 从而避免水泥水化热现象。

#### 2.2 控制出机口温度

采用动态方式对出机口温度进行控制, 温度控制标准应满足当月混凝土入仓浇筑温度要求, 大坝碾压混凝土浇筑温度可以参考表 3。

**表 3 大坝碾压混凝土浇筑温度控制表**

| 浇筑部位              | 温控措施   | 11-3 月 | 4 月、10 月 | 5-9 月 |
|-------------------|--------|--------|----------|-------|
| 强约束区<br>(分层高度 3m) | 最高浇筑温度 | 自然入仓   | 18℃      | 18℃   |
|                   | 通水冷却等  | 无需通水   | 通水       | 通水    |
| 弱约束区<br>(分层高度 6m) | 最高浇筑温度 | 自然入仓   | 自然入仓     | 18℃   |
|                   | 通水冷却等  | 无需通水   | 通水       | 通水    |
| 非约束区<br>(分层高度 6m) | 最高浇筑温度 | 自然入仓   | 自然入仓     | 20℃   |
|                   | 通水冷却等  | 无需通水   | 无需通水     | 通水    |

### 2.2.1 高温季节施工控制

(1) 控制拌和过程中原材料温度。在进行原材料温度控制时应及时了解天气变化情况并与拌合楼运行条件进行结合；对制冷混凝土中原材料不同月份温度控制时可以采用能量守恒定律进行计算，但是必须要与工程实际情况进行结合。碾压混凝土强约束区与弱约束区浇筑温度标准可以采用反推法进行判断（可参见表 4），在了解环境温度后调整出口温度。

**表 4 碾压混凝土原材料温度控制表**

| 月份 | 自然条件 |      | 浇筑温度 | 入仓温度 | 出机口温度 | 拌合水控制结果 | 骨料控制温度 |
|----|------|------|------|------|-------|---------|--------|
|    | 气温   | 水温   |      |      |       |         |        |
| 4  | 13.9 | 9    | 18   | 13   | 12.7  | 9       | 13.9   |
| 5  | 18.3 | 11.7 | 18   | 15.3 | 14.1  | 5       | 13.1   |
| 6  | 21.5 | 13.8 | 18   | 15.2 | 13.4  | 2       | 10.6   |
| 7  | 21.9 | 14.5 | 18   | 15.1 | 13    | 2       | 9.6    |
| 8  | 21.2 | 20.7 | 18   | 15.3 | 13.5  | 2       | 11     |
| 9  | 19.5 | 19.1 | 18   | 15.4 | 14    | 2       | 13.2   |
| 10 | 15.6 | 17.5 | 18   | 15.9 | 16    | 5       | 15.6   |

(2) 控制拌和系统温度。①架设遮阳棚避免料仓直晒；骨料存储时可以采用堆放保存方式，堆放高度不得在 8 米以下，避免因夏季温度过高影响原材料温度。②骨料含水率不得在 4% 以下，采用高堆积、冷却水拌和方式保存骨料。③将水泥入库温度控制在 65℃ 以下。④将遮阳棚架设到拌和楼料楼、料斗、储水罐及皮带运送机等位置，避免太阳暴晒并可以防止混凝土出现水化热现象。⑤如果是在 4 月至 10 月间施工采用以上控温方式就无法达到控制要求，因此可以采用风冷措施对骨料进行降温，也可以加入制冷水等对混凝土出机口温度进行控制，直至达到碾压混凝土浇筑温度要求<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2 控制低温季节施工

在低温季节进行施工时完成混凝土浇筑工作后应将粘附苯板并做好保温工作。如果零下 3 摄氏度以下的温度持续三天或在三天以上应做停工处理。

### 2.3 控制混凝土运输过程中的温度

(1) 运输前应先使用冷水冲洗车辆并保证车厢的湿润度及温度可以满足要求，冲洗车身的间隔应控制在 2 小时以内。(2) 做好运输车辆遮阳工作，避免太阳直射或因风所导致的风干现象。混凝土运输车辆不得使用尾气设置在车厢的运输车辆。(3) 在进行碾压混凝土坝混凝土浇筑时应确保运输通道的畅通性并由专人在现场进行引导；收料平台、仓内均需要设置信号工，从而可以缩短自卸车辆在卸料平台的等待时间，确保材料温度满足要求。(4) 混凝土输送时应将遮阳棚架设到皮带输送机上并做好降温及保温工作，在开仓前使用冲水方式对材料运输灌进行降温，将保温

材料包裹到吊灌外部。混凝土入仓后应对平仓振捣时间进行控制并确保振捣速度,缩短预冷混凝土与空气接触的时间,从而避免混凝土空气热传导温度升高。

#### 2.4 控制浇筑过程混凝土温度

(1) 构建仓面小气候。在高温季节进行混凝土浇筑时要想避免混凝土初凝或气温倒灌情况应构建仓面小气候,从而对环境温度进行控制,采用喷雾方式避免假性初凝。降低表面温度时可以采用喷雾,其可以在混凝土表面形成水滴。在仓面固定位置、周边模板、坝肩槽坡面位置设置喷雾机支架并在了解方向后将高度控制在2至3m。在了解仓面面积后确定喷雾剂数量,将间距控制在30m,从而得到良好的降温效果。同时应对喷雾剂喷水量进行控制避免混凝土表面出现积水现象。(3) 混凝土入仓时应对平仓振捣时间进行控制并采用快速振捣方式,缩短预冷混凝土与空气接触的时间,从而降低浇筑过程中混凝土的温度。(3) 在大风、高温等天气条件进行施工时完成碾压后及时进行养护<sup>[3]</sup>。

#### 2.5 采用通水冷却方式

混凝土浇筑完成到初凝这段时间会出现水化热现象,在这个过程中会产生较大的热量,混凝土内部温度会快速上升,最终无法控制混凝土内部与外部温差,所以应及时处理,避免裂缝现象。此时可以将通水冷却通到坝体内部,也就是在进行混凝土浇筑施工时同时埋设冷却水管。

##### 2.5.1 铺设坝体内部冷却水管

在铺设坝体内部冷却水管时可采用蛇形,并将间距控制在1.5m,水管与上游间距控制在2.5m,与下游坝体间距控制在3m;垂直面间距控制在1.5m,水管与岩面及原混凝土间距不得小于0.3m,各缝隙与空洞间距设置为1.5m。水管不得穿越各缝隙及空洞,单根循环蛇形水管长度控制在250m以内。水流方向与冷却蛇形垂直管方向一致且相同仓面可以多铺设几条水管,应对水管长度进行控制。相同层面各管圈应同时进行通水与结束,避免不同步现象。

##### 2.5.2 控制通水程序及强度

一期冷却水通水。最初通水时间在上胚层混凝土开始浇筑。在了解大升层要求后将水冷却到7摄氏度到10℃之间。在四月和10月施工时可采用自然温度水,但冷却时间不得少于35天。前二十天管中水流量每小时控制在 $2\text{m}^3$ ,后十五天每小时控制在 $1.3\text{m}^3$ ,每二十四小时对管中水进行调换;每天混凝土降温速度不得超过 $0.5\text{℃}$ ,将混凝土最高温度与冷却水进口温度差控制在 $20\text{℃}$ 以内。完成温度测量后如有需要应提升温控力度,不得出现超过最高温或二次峰值现象。(2) 中期冷却水通水。闷温检测时间可以在每年的十月份进行,如果无法满足混凝土内部及外部温差可以采用中期冷却。可以在十月份对当年四月至九月间浇筑的混凝土进行中期通水冷却并保证混凝土内外温差满足要求,中期通水冷却结束时间应在自然环境温度确定后。水温控制在 $7\text{℃}$ 至 $10\text{℃}$ 之间,每小时通水流量不得超过 $1.2\text{m}^3$ ,温度控制在 $0.5\text{℃}$ 以内。(3) 二期冷却水通水。岸坡位置灌浆前进行二期通水冷却并将水温控制在 $7\text{℃}$ 至 $10\text{℃}$ 之间,也可以采用河水,但应严格控制温度,通水程序与一期通水程序相同。

##### 2.5.3 设置冷水机

在了解大坝施工进度后,可以在35天将混凝土上升10m,冷却水管间距设置为1.5m,冷却水管桶水层为七层并设置四台可移动冷水机,主要型号为HYPCPW650、HYPCPW319、HYPCPW170、HYPCPW100,从而满足工程施工要求。

#### 2.6 冷却水管灌浆

完成通水冷却后可以使用42.5级普通硅酸盐水泥进行灌浆,然后将露在外面的水管进行切除,并确保表面的平整度。

### 3 结语

实践证明在进行碾压混凝土大坝大升层施工及温度控制时应确保其质量满足要求,从而得到良好的施工效果,为今后类似工程提供参考文献<sup>[4]</sup>。

#### [参考文献]

- [1]周志建. 水利施工中碾压混凝土施工技术研究[J]. 河南水利与南水北调, 2020, 49(12): 53-54.
- [2]刘阳. 碾压混凝土大坝施工技术分析[J]. 工程技术研究, 2020, 5(14): 107-108.
- [3]王志芳. 碾压混凝土大坝工程施工质量管理[J]. 新型工业化, 2020, 10(5): 143-145.
- [4]韩树军, 赵宇飞. 碾压混凝土施工监控系统应用与研究[J]. 河北水利, 2020(3): 42-43.

作者简介: 左鹏杰(1989.2-), 男, 毕业院校: 黄河水利职业技术学院, 所学专业: 水利水电建筑工程, 当前工作单位: 河南省水利第一工程局, 职称级别: 工程师