



# 犍为船闸大体积混凝土施工中温控监理措施

包俊<sup>1</sup>, 陈浩<sup>2</sup>

(1. 四川省交通勘察设计研究院有限公司, 四川 成都 610017;

2. 中交四航局第四工程有限公司, 四川 成都 610213)

**摘要:** 在船闸大体积混凝土施工中, 温控措施成为影响混凝土整体结构稳定性的关键, 因此需要通过监理寻找一种新的温控手段。结合岷江犍为航电枢纽工程实践, 阐述船闸大体积混凝土施工中的温控监理措施, 包括管理混凝土混合比、强化跟踪观察等, 保证了大体积混凝土的施工质量。施工经验证实, 监理机构所采取的措施有效保证了大体积混凝土的施工质量, 具有可行性。通过灵活的温控手段, 提高了船闸大体积混凝土的施工质量, 值得其他项目借鉴。

**关键词:** 犍为船闸; 大体积混凝土; 温控; 监理措施

中图分类号: U 641

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)12-0108-04

## Temperature control supervision measures in mass concrete construction of Qianwei ship lock

BAO Jun<sup>1</sup>, CHEN Hao<sup>2</sup>

(1. Sichuan Communication Surveying & Design Institute Co., Ltd., Chengdu 610017, China;

2. The Fourth Engineering Company of CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Chengdu 610213, China)

**Abstract:** In the mass concrete construction of ship locks, the temperature control measures are crucial to the stability of the whole concrete structure, so it is necessary to find a new temperature control method through supervision. Combining with Qianwei navigation power junction project in the Minjiang River, we expound the temperature control supervision measures in the mass concrete construction of the ship lock, including managing the concrete mixing ratio, strengthening the tracking observation, etc., by which the construction quality of mass concrete is guaranteed. The construction experience of the project proves that the measures taken by the supervision organization effectively guarantee the construction quality of mass concrete, so it is feasible. Through flexible means of temperature control, the construction quality of ship lock mass concrete has been improved, which is worth learning from other projects.

**Keywords:** Qianwei ship lock; mass concrete; temperature control; supervision measure

### 1 工程概况

岷江犍为航电枢纽工程位于岷江下游乐山市犍为县境内, 是规划的岷江乐山—宜宾 162 km 河段航电梯级开发的第 3 级。推荐坝址位于犍为大桥上上游约 1.45 km 处, 距上游大渡河与岷江汇合河口约 50 km。其上、下游分别与东风岩梯级和龙溪口梯级衔接, 距上游东风岩梯级约 20.2 km, 距

下游龙溪口梯级约 31.1 km。枢纽工程等级为二等, 工程规模为大(2)型。闸室段净长 210 m, 宽 34 m, 闸墙顶高程由上游最高通航水位 335.0 m 加超高确定为 337.60 m, 闸室底高程为 310.50 m。外闸墙顶宽 4.0 m, 内闸墙顶宽 7.5 m, 沿船闸轴线方向分成 12 段, 各段之间和上下闸首连接处设结构缝, 缝间设置止水。内、外闸墙顶布置有管线

收稿日期: 2021-05-28

作者简介: 包俊(1987—), 男, 助理工程师, 从事水运工程管理工作。

廊道,内闸墙顶布置有检修闸门储门槽,内、外闸墙均设有浮式系船柱槽,从墙顶到闸室底的爬梯槽及钢护木,在靠近下闸首段的闸室墙内设有检修阀门槽。闸室内墙墙后回填至 337.60 m 高程,墙后回填顶部布置一条检修通道。

2 监理机构温度控制的重点和难点

2.1 混凝土原材料的抗裂性能先天不足

该项目使用的混凝土宜具有较高强度和尽可能低的收缩性,最好具有微膨胀性及高耐久性等,才能降低监理机构温控的难度<sup>[1]</sup>。而项目所选择的细骨料与砂岩粗骨料具有粒型差的问题,影响

了整体结构的抗裂效果。在水工建筑物的水闸施工中,要求混凝土本身具有较高的耐久性和强度。为达到该技术标准需要添加大量的水泥以及粉煤灰等,导致混凝土早期水化热峰值过早,后期混凝土的发热过程缓慢且持续时间长,造成二期冷却降温幅度增加,增加了监理部门温控防裂的难度。

2.2 温控技术要求高

在岷江犍为航电枢纽工程中,设计的闸墙顶高程由上游最高通航水位 335.00 m 加超高确定为 337.60 m,对于水坝结构的完整性有较高要求。而结合温控的技术过程看,温控大体可分为3 期共 7 个阶段(图 1)。

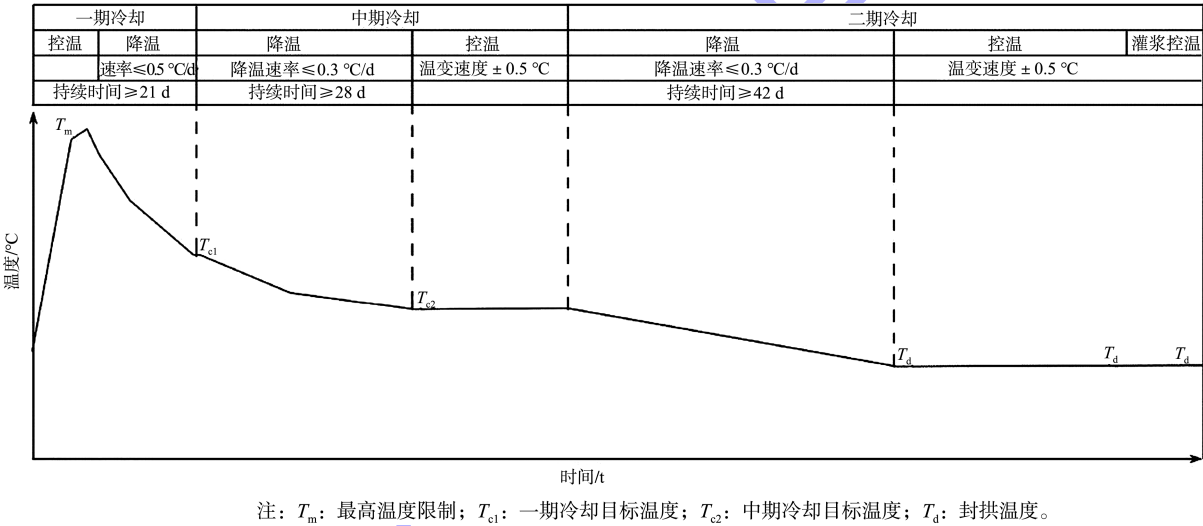


图 1 混凝土分期冷却过程

针对温控过程不同阶段的特征,监理机构对混凝土龄期、降温速率以及通水温度等有十分严格的要求,加之该工程项目混凝土结构工程量较大,使温控管理难度大幅增加。

2.3 不利的气候条件

岷江犍为航电枢纽工程所处自然气候具有降雨丰富、日照时间短的特征,且昼夜温差较大,对混凝土结构的保温、保湿等提出更高要求。

3 船闸大体积混凝土施工中的温控方案

混凝土温控的主要目的是控制船闸大体积混凝土内的温度升高情况,确保混凝土最高温度能够与设定的温度基本相同,避免大体积混凝土因

为无法承受温度梯度而出现结构破坏。监理机构须对大体积混凝土施工的全过程进行管理,按照全寿命周期研究要求,探索温度控制的新方向。

3.1 强化准备阶段的管理

在船闸大体积混凝土施工管理中,监理机构应该先审查承包商提供的施工技术以及施工组织设计方案,在确定审核方案合理性的基础上,监督施工部门组建施工大体积混凝土施工管理体系,实现“质量三检制”;监督施工单位的混凝土施工技术交底工作,督促相关人员深入学习有关混凝土温控技术要求,确保各项准备工作顺利完成<sup>[2]</sup>。同时,监理部门须严格执行《水运工程大体积混凝土温度裂缝控制技术规程》<sup>[3]</sup>的相关内

容,构建由结构工、试验工、安全专工等构建的混凝土施工管理小组,并对其中的关键施工方案进行审核,包括:1)大体积混凝土施工方案是否科学可行;2)施工工艺是否与项目的施工现场相对应;3)施工计划以及相关材料、人员、设备的准备是否匹配等。监理人员在完成上述信息的考核后,即可根据调查结果形成报告书并将其返还给项目经理,由项目经理根据监理机构提出的问题整理完善后上报,经业主以及监理机构批准后即可实施。

### 3.2 做好大体积混凝土的配合比审批

大体积混凝土的配合比是影响温控效果的重要因素,因此监理机构须严格按照国家相关标准做好大体积混凝土的配合比审批工作。结合项目实际情况,需要重点关注以下问题:1)建议使用中低热的硅酸盐水泥,保持水泥的进场温度 $\leq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,比表面积 $\leq 400\text{ m}^2/\text{kg}$ ,混凝土 28 d 收缩比 $\leq 125\%$ ,须满足《通用硅酸盐水泥》<sup>[4]</sup>的要求。2)建议采用 F 类Ⅱ级粉煤灰,须满足 GB/T 1596(用于水泥和混凝土中的粉煤灰)的要求。3)选择粗骨料时须充分考虑水工建筑物的性能要求,应针对粗骨料提出规范要求及建议,如粗骨料应结构坚固、表面清洁,且含泥量 $\leq 1\%$ ;由于该工程项目的工程量较大,所以建议使用大粒径的粗骨料,其计算方法为:构件截面最小尺寸的 1/4 要小于等于钢筋最小净距的 3/4 等。当混凝土保护层的厚度不足 50 mm 时,其粒径应小于等于保护层厚度的 4/5<sup>[5]</sup>。

### 3.3 降低出机口温度

在浇筑混凝土期间,出机口的温度水平决定了施工效果,必须强化对出机口温度的管理,保证施工顺利完成。要求施工单位在骨料料堆上方增设遮阳棚或者选择地笼取料;在条件允许的情况下在骨料料堆中增设冷却水管以降低出机口温度。施工单位采取相应的处理措施后,监理部门须对其施工效果进行评价,如检查遮阳棚是否达到预期的冷却效果、有无安全隐患等,并指导施工过程。此外,还应根据骨料的含水量变化要求调整混凝土的加冰量、加水量等,直至混凝土结构的表面温度符合技术标准。

### 3.4 降低混凝土入仓温度

在汽车自卸入仓时,可在拌合楼入口位置增设喷雾装置以营造低温环境。混凝土吊罐必须设置防晒、防雨设备。合理安排浇筑仓面,根据施工强度合理安排运输车辆,尽量减少转运次数,缩短运输时间等。要求尽量控制混凝土在车辆上的滞留时间。混凝土运输应充分考虑环境要求,在气温下降时对运输混凝土车辆采取升温手段,确保混凝土施工顺利完成。

### 3.5 强化混凝土浇筑过程的温度回升管理

在仓面的平仓振捣期间,施工管理不当可能会造成温度回升现象,所以监理人员须做好监督管理,主要手段包括:1)根据设备运行状态判断混凝土入仓能力,一般需要结合仓面的大小,并严格按照早晚不同时间的温度变化进行施工管理,并针对施工环境变化提出建议,例如出现降雨时要做好“抢阴雨时段”的施工管理,并在合理组织仓位浇筑施工的情况下,降低环境因素的影响<sup>[6]</sup>。2)在坝体浇筑仓外增设喷雾装置,形成人工的小气候环境。监理机构可根据项目施工要求,对于喷雾机提出相关建议,在仓面选择固定式远程喷雾机,可以使仓面的湿度上升 30% 以上。3)要求施工单位在混凝土入仓后做平面振捣,以利于缩短施工时间。同时,在浇筑胚层振捣后对覆盖保温材料的性能以及覆盖效果进行评价,覆盖的保温材料在下一层施工时才能揭开。4)严格控制浇筑层的厚度与间隔。船闸大体积混凝土在施工期间普遍采用了薄层间歇均匀上升的方法,为避免产生老混凝土,可以提出台阶式浇筑的建议,对施工单位连续作业以及循序渐进推进的施工过程进行管理;规范连续振捣的施工过程,一般振捣器插入下层的高度应 $\geq 5\text{ cm}$ ,使上、下层较好地结合。

### 3.6 通水冷却控制

施工过程中船闸大体积混凝土内、外温差大的问题已成为威胁混凝土结构性能的关键,埋设冷却水的方法可以实现内、外部温度的统一。监理人员必须强化对冷却水管材质、定位、管口的

质量检查,在确定各项指标满足施工质量管理要求的基础上才能允许施工。在混凝土开仓浇筑前,监理人员须对铺筑好的冷却水管进行质量检查,先做通水检查,确保第一时间发现堵塞或者渗漏的问题,不处理则严禁浇筑。监督施工单位在进行接触灌浆或固结灌浆时须在已浇筑仓面打孔,应在水管埋设前提出水管定位或其他防止冷却水管被钻孔打断的有效措施,保证冷却水管在钻孔时不破损。

严格按照施工质量管理要求做好一期冷却通水、中期通水冷却、二期通水冷却的质量管理,每次通水前监理人员须指派施工人员对蛇形管的回路进行通水检查,判断管道的通畅情况。每隔 12 h 要求施工单位更改水流方向,确保坝体能够均匀冷却;在接缝结束后,监督回填冷却蛇形管的施工情况,在回填灌浆满意后,才可进行蛇形管外露部位处理,直至满足坝体的美观要求。监理人员在施工环节要对坝体的美观性进行检测,并作为评估项目施工效果的重要部分。

4 结语

1)为达到混凝土耐久性和强度较高的技术标准,需要添加大量的水泥和粉煤灰等,这种做法会造成混凝土早期水化热峰值过早,后期混凝土

的发热过程缓慢且持续时间长,造成二期冷却降温幅度增加,加大了监理单位温控防裂的难度。

2)温控过程对混凝土龄期、降温速率以及通水温度等有十分严格的要求,加之该工程项目的混凝土结构工程量较大,会增加温控的管理难度。

3)控制船闸大体积混凝土内的温度升高情况,确保混凝土最高温度能够与设定的温度基本相同,避免大体积混凝土因为无法承受温度梯度而出现结构破坏。

参考文献:

[1] 杨振柱.渡槽工程混凝土裂缝成因分析及质量控制探讨[J].建材与装饰, 2019(35): 295-296.

[2] 贺新忠.水利水电工程建设施工监理控制分析[J].价值工程, 2019, 38(33): 26-27.

[3] 中交武汉港湾工程设计研究院有限公司.水运工程大体积混凝土温度裂缝控制技术规程: JTS 202-1—2010[ S].北京: 人民交通出版社, 2010.

[4] 中国建筑材料科学研究总院.通用硅酸盐水泥: GB 175—2007[ S].北京: 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2007.

[5] 涂明,戴国强.水利工程监理平行检测探讨[J].水利技术监督, 2019(6): 29-30, 48.

[6] 徐娟.水库大坝施工监理质量控制研究[J].价值工程, 2019, 38(23): 106-107. (本文编辑 郭雪珍)

~~~~~  
(上接第 103 页)

3 结语

1)平原河流中小型船闸检修采用起重船起吊检修门的工艺已较为成熟,但应用于山区河流 34 m 口门船闸于国内较少见,本工程的实施为后续类似工程建设提供了借鉴。

2)大型船闸检修门自质量大、尺度大,吊装过程中门体姿态调整较困难,应制定合理的施工方案,严格执行操作规程和流程,确保吊装安全。

3)起重船作为船闸检修起吊设备,共用性好,对船闸布置几乎无影响,是一种比较值得推广的

检修吊装设备。

参考文献:

[1] 马丽佳,陈一梅.一种基于经济寿命理论的船闸大修周期确定方法[J].水运工程, 2010(3): 121-125.

[2] 王秀珍.浮箱式叠梁门设计与计算[J].港口科技, 2017(6): 22-28.

[3] 冯学刚.岷江犍为航电枢纽船闸检修闸门及吊装设备选型研究[J].中国水运(下半月), 2019, 19(6): 76-77.

(本文编辑 武亚庆)