

# 港口工程大体积混凝土浇筑监理质量控制要点分析

余晓强 成舒扬

江苏科兴项目管理有限公司 江苏 南京 210029

**【摘要】**：港口工程大体积混凝土结构因水化热影响易产生温度裂缝，直接威胁结构安全与工程耐久性，为强化施工全过程质量管控并聚焦监管管控短板，本文从原材料核验、浇筑工序、温控防裂三方面优化监理控制路径，严格执行材料进场验收、工序旁站监督、动态温控巡查等措施，形成全流程闭环监管体系，实施后可提升混凝土施工质量、减少裂缝病害，保障港口工程结构稳定性与长期使用性能，为水运工程监管管控提供实践支撑。

**【关键词】**：港口工程；大体积混凝土；监管控制；裂缝防控；质量管控

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.094

## 引言

港口工程作为水运交通关键基础设施，大体积混凝土浇筑质量直接决定结构安全与服役寿命，在绿色建造与品质工程建设理念下，传统监管模式已难以满足温控防裂及精细化管控需求，原材料核验不严、工序约束不足、温控巡查缺位等问题易引发温度裂缝、密实度不足等质量隐患，立足工程实际完善监管管控体系、细化关键环节控制标准，对提升施工质量、降低结构病害、推动港口工程高质量建设具有重要现实意义。

## 1 港口工程大体积混凝土浇筑监管质量控制概述

### 1.1 港口工程大体积混凝土浇筑工程特点

港口工程大体积混凝土多用于重力式沉箱、胸墙等关键受力结构，单体尺寸大且混凝土方量集中，单次浇筑厚度可达数米，结构整体性要求极高，水泥水化过程中铝酸三钙与硅酸三钙快速放热，内部热量积聚难以有效散失，容易形成明显内外温差，当温差产生的拉应力超出混凝土抗拉强度时，极可能引发贯穿性温度裂缝，此类结构多处于临水、高湿、干湿交替环境，还常伴随干缩与自生收缩变形，对混凝土抗裂、耐久及密实性提出严格考验，施工环节中的温控、振捣与养护均直接决定结构长期安全及其使用性能。

### 1.2 港口工程大体积混凝土浇筑监管工作意义

监管质量控制是港口大体积混凝土结构安全与耐久性的核心保障，全过程监督能有效规避原材料不合格、工序不规范、温控不到位等风险，严格落实监管管控可确保低热水泥、掺合料、冷却管等关键材料与设施符合设计指标，规范分层浇筑、预埋冷却、温控监测等关键工序执行，从源头减少温度裂缝、干缩裂缝等病害，监管的全过程监督能降低结构渗漏、承载力不足等隐患，保障码头沉箱、胸墙等结构满足设计使用年限，避免后期维修加固造成经济损失与工期延误，维护港口工程整体建设质量。

### 1.3 当前港口工程大体积混凝土浇筑监管实施基础

现阶段港口大体积混凝土监管已具备成熟技术规范与管理体系，依托水运工程施工标准构建材料验收、工序旁站、温控监测、养护核查等完整工作流程，现场普遍配备温度监测、坍落度检测、水密性试验等设备，可对浇筑温度、内部温升、降温速率等关键指标实施动态监控<sup>[1]</sup>。监管人员拥有水运工程专业知识，熟悉低热混凝土配比、分层浇筑、冷却管布设等核心工艺，结合施工组织设计与专项防裂方案，能开展针对性监督作业，为全过程质量管控供给技术、设备与制度层面的支撑条件。

## 2 港口工程大体积混凝土浇筑施工监管管控短板

### 2.1 原材料进场监管核验执行尚有提升空间

当前港口工程大体积混凝土原材料进场监管虽已遵循现有规范体系开展核验工作，但在适配工程专项抗裂需求上仍存在优化空间。低热水泥相关化学组分及水化热参数的验收细则仍有待进一步细化，部分材料即便满足常规规范指标，其水化热释放特性仍未完全适配大体积结构温控防裂的严苛要求<sup>[2]</sup>。粉煤灰、矿粉等矿物掺合料按常规批次抽检模式，难以对品级活性及实际水化热消减效果做到精准把控，一定程度上限制了掺合料优化配比、降低温升的实际作用发挥。抗裂增强类材料及冷却水管的进场验收与性能核验细则仍可进一步完善，砂石骨料级配、含泥量以及拌合用水温度等管控环节仍存在精细化管控缺口，若仅沿用现有常规验收标准，易造成进场材料与专项抗裂设计配比存在适配偏差，间接给后期结构温升变形及密实度控制埋下潜在隐患。

### 2.2 现场浇筑施工工序监管管控精细化程度不足

现有浇筑施工工序监管虽有相应规范作为依据，但在现场实操落地与细节约束层面仍有完善余地。分层浇筑厚度的现场管控标准偏于原则性，实际作业中易出现分层厚度与有效振捣范围适配性不足的情况，不利于混凝土整体密实性成型。振捣作业旁站监督的细节管控维度仍可进一步细化，过程中仍存在

漏振、过振等作业偏差难以被及时发现和纠偏的情况，影响结构成型均匀性。冷却水管布设复核、浇筑过程防护以及混凝土运输入仓、工序交接验收等流程，在闭环管控衔接上仍存在细节短板，若管控衔接不够严密，易引发施工冷缝、管线位移破损等问题，难以对分层浇筑、现场振捣等核心工序实现全过程精准约束，不利于现场施工质量稳定受控。

### 2.3 温控防裂动态监测巡查体系有待完善

现阶段温控防裂监测巡查工作虽已纳入日常管控范畴，但在监测精度、过程调控及现场适配性上仍可进一步优化。混凝土内外温差实时监测、温升及降温速率连续跟踪的管控细则仍需细化，按现有常规标准执行，仍难以实现温差变化的全天候精准把控。冷却水管通水时机、流量与水温协同调控的现场可执行标准仍不够明晰，前期通水启动节奏易出现把控不及时的情况，影响内部热量有序释放。现场养护管控尚未形成完全分级适配机制，不同温湿度及大风工况下的养护时长、保湿标准与现场实际工况适配度有待提升，易出现表层养护保湿不到位而诱发干缩变形的情况，使得整体温控防裂管控体系的实际效能未能完全释放。

## 3 港口工程大体积混凝土浇筑监管管控完善路径

### 3.1 规范原材料进场监测核验流程

监理单位应建立港口工程大体积混凝土原材料全流程核验机制，严格执行进场验收、取样送检、台账登记、见证使用的闭环管理，进场时重点核查低热水泥出厂合格证与性能指标，确保铝酸三钙含量不超过6%、硅酸二钙含量不低于40%，同步核对水化热、抗压强度、抗折强度等关键参数，杜绝高水化热水泥进入施工现场<sup>[3]</sup>。粉煤灰、矿粉等掺合料按批次检测品级与活性指数，确认符合低钙粉煤灰、S95级矿粉要求，保证替代水泥比例满足配比设计，抗裂剂、钢纤维等材料需核查性能报告以确保能提升混凝土抗拉与抗干缩能力，砂石骨料查验粒径级配，粗砂、细砂、石子满足配比要求，含泥量控制在合理范围，冷却水管进场需核查直径19mm钢管的壁厚与材质，全数进行水密性试验，保证接头密封可靠、无渗漏，拌合用水提前检测温度以满足低温拌合条件，所有材料验收合格后方可使用，从源头保障混凝土抗裂与工作性能。

### 3.2 细化现场浇筑施工工序监测标准

监理单位需结合港口工程结构特点细化浇筑工序监测标准，实施全过程旁站与关键节点复核，针对沉箱胸墙等大体积结构严格监督分层浇筑方案执行，控制单次浇筑厚度，保证振捣作业均匀到位，避免漏振、过振导致密实度不足，浇筑前复核冷却水管布设间距，水平间距控制在1.0m至3.0m、层间距控制在1.5m至3.0m，确保管道固定牢固、走向顺直，浇筑过程中监督施工方避开管道位置振捣，防止管道变形或破裂影响降温效果，严格控制混凝土入仓温度，监督原材料遮阳覆盖、

低温拌合、密闭运输等措施落实，优先安排夜间低温时段施工以保障浇筑温度符合温控要求，监理人员对工序交接实行一票否决，未经验收合格不得进入下一道工序，对分层厚度、振捣时间、平仓平整度、管道保护等实行量化管控，确保施工全过程符合专项方案与规范要求，提升结构整体性与密实度。

### 3.3 落实温控防裂全过程监测巡查

监理单位应构建温控防裂全过程动态巡查体系，实现温度监测、降温调控、养护落实的全周期监督，浇筑完成后24小时内需核查冷却水管通水启动情况并监控冷却水温度保持在10℃至15℃，严格控制混凝土与冷却水温差不超过25℃、日降温速率不超过1.5℃，借助连续监测确保内部热量有序散失，安排专人实时跟踪混凝土内部与表层温度数据，及时预警温差超标风险以督促施工方调整通水流量与降温节奏，养护阶段根据现场湿度、风速、气温分级监督养护时长——相对湿度不低于50%时养护不少于7天，湿度介于20%至50%时不少于10天，极端干燥大风条件下不少于17天，全程监督保湿措施到位从而防止表面干缩裂缝，监测巡查实行定时记录、隐患闭环、复查销项制度，对温控参数、通水状态、养护质量、温差控制等逐项核查，确保温控防裂措施落地进而有效避免贯穿性温度裂缝产生。如图1。

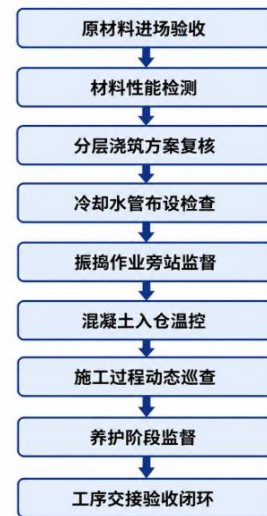


图1 港口大体积混凝土施工监管管控闭环流程图

## 4 港口工程大体积混凝土浇筑监管管控实施价值

### 4.1 原材料严格核验提升基础施工品质

原材料质量是港口工程大体积混凝土施工品质的根本保障，全面且严格的进场监测核验能从源头稳定混凝土性能，为温控防裂与结构安全筑牢基础，严格把控低热水泥进场验收，让水化热指标、化学成分满足大体积施工要求，减少水泥水化过程中的内部热量积聚风险，规范粉煤灰、矿粉等掺合料的检验与使用，有效降低水泥用量并控制水化热峰值，同时保障混凝土强度与工作性<sup>[4]</sup>。对钢纤维、抗裂剂等功能性材料进行全

数验证,提升混凝土抗拉与抗变形能力从而抑制早期裂缝产生,砂石骨料、拌合用水等经量化检测后保证级配、含水率、温度等符合配比设计,冷却水管进场前开展水密性试验,杜绝使用过程中出现渗漏失效,全过程、可追溯的原材料监理核验能让各项材料性能匹配大体积混凝土防裂需求,进而提升结构施工的基础质量与长期可靠性。

#### 4.2 工序标准监理保障现场浇筑质量

标准化且全过程的工序监理能规范现场浇筑作业行为,保证各环节施工精度,为港口工程大体积混凝土结构质量提供直接支撑,监理人员严格执行旁站制度,监督分层浇筑厚度、振捣范围与作业时间,让混凝土密实均匀并避免出现蜂窝、麻面、冷缝等质量缺陷,对冷却水管布设位置、间距及固定方式进行现场复核,防止浇筑与振捣过程中出现位移、变形或破损,严格管控混凝土入仓温度,监督遮阳、降温、快速运输等措施落实,优先选择夜间施工以降低初始温度,强化工序交接验收管理,浇筑、振捣、平仓、保护等关键节点逐项核查后不合格工序坚决不予放行,借助明确且量化的工序监理标准约束现场施工操作,保证浇筑连续性与结构整体性,使沉箱、胸墙等关键结构满足设计受力与耐久性要求。

#### 4.3 温控巡查落地降低结构病害概率

温控防裂全过程监理巡查的有效落地能降低大体积混凝土

温度裂缝、干缩裂缝等结构性病害的发生概率,从而保障港口工程长期安全运行,监理人员全程监测混凝土内部与表层温差,控制降温速率符合规范要求,及时制止温差超标或通水不及时等问题,严格监督冷却水管循环通水时间、水温及流量,让内部热量有序散失,避免因应力集中产生贯穿性裂缝,根据现场湿度、风速、气温条件分级监督养护措施,保证保湿时长与覆盖质量以减少表面干缩开裂,温控数据、养护记录、设备运行状态经定期核查与跟踪销项后形成动态管控闭环,借助持续且精准的温控巡查将内外温差、应力变化、收缩变形控制在安全范围,降低结构渗漏、承载力下降、耐久性衰减等病害风险,提升港口工程整体运行稳定性。

## 5 结语

港口工程大体积混凝土浇筑监理质量控制,是保障结构安全与工程耐久性的关键环节,针对原材料核验、现场工序、温控防裂存在的管控短板,规范进场验收流程、细化施工监理标准并落实全过程动态巡查,可构建完整质量管控体系,严格的监管理控能从源头提升材料品质、规范施工行为、抑制温度裂缝与干缩裂缝产生,降低结构病害发生率,完善监理实施路径将为港口工程大体积混凝土施工质量提供可靠保障,助力工程长期稳定运行。

## 参考文献:

- [1] 吕思宜,唐凤肖,林景诚.港口工程大体积混凝土分层法施工成本控制研究[J].珠江水运,2025,(18):72-74.
- [2] 李翔.港口航道整治工程大体积混凝土护坡施工技术探讨[J].珠江水运,2025,(10):71-73.
- [3] 李厚平.分析港口与航道工程大体积混凝土施工裂缝控制[J].珠江水运,2024,(12):43-45.
- [4] 黄冰倩.港口工程混凝土配合比设计的影响因素分析与优化[J].珠江水运,2023,(15):35-38.