

# 长江口潮汐水域灌砌块石赶潮施工技术研究

李 娜

上海市水利工程集团有限公司 上海 201612

**【摘要】**：针对长江口北支潮汐河口灌砌块石施工面临的时间窗口受限、混凝土转运易离析、养护困难等问题，以崇明庙港北闸两侧保滩工程为依托，研究了赶潮施工组织优化、混凝土两次转运质量控制及复合养护等关键技术。工程实践表明，所提技术体系有效解决了潮汐水域施工质量难点，混凝土强度满足设计要求，外观质量合格，可为同类工程提供参考。

**【关键词】**：灌砌块石；潮汐水域；赶潮施工；混凝土转运；质量控制；复合养护技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.092

## 1 前言

灌砌块石是既能保证结构强度，又具备生态效益的水工护面结构。目前在堤防工程、河道整治还有海岸防护等领域均有较为广泛的应用。与传统的浆砌石相比，灌砌块石能显著提高砌体的整体性，增强抗冲刷能力，而且具有施工效率较高，适应性好的优点，特别适合用在风浪作用比较强、施工条件又相对复杂的水域环境里<sup>[1-3]</sup>。近几年，随着长江口综合整治工程的不断推进和深入，灌砌块石技术在保滩护岸工程中的应用日益增加，因此施工质量控制成为工程技术人员较为关注的一个课题。

本文以崇明庙港北闸两侧保滩工程为依托，针对潮汐水域灌砌块石施工的特殊性，系统总结了赶潮作业条件下的施工组织、混凝土转运质量控制、格梗与伸缩缝施工、受风浪影响部位处理等关键技术问题，以期类似工程提供可借鉴的经验。

## 2 工程概况

### 2.1 工程基本情况

崇明庙港北闸两侧保滩工程位于长江口北支庙港水闸西侧，工程范围为界河东3坝~界河东11坝，对应海塘里程桩号1312.0+200~1312.1+800，岸线总长度1.66km。主要施工内容包括丁坝加固6条、护坎加固633.4m、局部修复丁坝3条等。工程主要任务是通过丁坝加固、护坎加固等措施，抑制堤脚外侧边滩冲刷后退、深槽逼岸，消除海塘大堤和岸滩的安全隐患，进一步提高海塘防御能力，确保区域防汛安全。

### 2.2 灌砌块石设计参数

本工程在丁坝加固及修复、护坎加固坝顶处均设计有灌砌块石，厚度40cm，混凝土强度等级为C30细石混凝土。护坎灌砌块石护面每12m进行分缝，丁坝顶部每20m进行分缝，缝宽20mm，缝内填充20mm厚低发泡聚乙烯板，分缝两侧设300mm宽混凝土格梗。

## 3 潮汐水域灌砌块石施工技术难点分析

### 3.1 赶潮作业时间窗口受限

在潮汐水域施工的核心矛盾集中体现为有效作业时间与施工需求之间的不匹配。根据本工程潮汐特征分析，小潮汛单个潮汛周期赶潮可作业时间为5~7h，大潮汛仅为4~6h，综合平均作业时间按6h计算。在该极为有限的时间窗口内，需完成块石理砌、混凝土浇筑、振捣、收光以及养护等多道工序。施工组织难度极大，如果施工组织安排不当，极易出现在混凝土初凝前尚未完成振捣与收光的情况，导致砌体表面产生质量缺陷。

### 3.2 混凝土两次转运质量风险

本工程混凝土由运输车陆运至围堤堤顶路面，再通过溜槽输送至外坡脚料斗，最后由挖掘机转运料斗至工作面浇筑，涉及两次转运。转运过程中，混凝土卸料总高度超过2m，若垂直落料或卸料速度过快，将产生严重离析；运输途中罐车若停止转动，混凝土易发生分层；挖掘机转运料斗时的急转弯、急刹车和剧烈晃动，进一步加剧了坍落度损失和离析风险<sup>[4-5]</sup>。

### 3.3 风浪冲刷与养护困难

灌砌块石施工完成后，砌体表面裸露于潮间带环境中，受风浪反复冲刷。涨潮时海水直接冲刷混凝土表面，带走水泥浆体，造成表面起砂、露石等缺陷；落潮后表面水分迅速蒸发，若不及时养护，易产生塑性收缩裂缝<sup>[6]</sup>。传统的洒水养护方式在潮汐水域难以实施，而覆盖养护又面临涨落潮将覆盖物移位的风险。

## 4 灌砌块石施工质量控制关键技术

针对上述技术难点，本工程提出基于潮汐精准预测的赶潮施工组织、混凝土两次转运全过程质量控制和受风浪影响部位速凝剂预处理及土工布覆盖与袋装碎石压载养护的质量控制技术体系，系统解决了潮汐水域灌砌块石施工的质量难点。

#### 4.1 基于潮汐精准预测的赶潮施工组织

根据潮汐水域的施工特点，建立“三位一体”的潮汐信息获取体系。具体做法包括：通过潮汐表及专业应用程序（APP）获取长期潮汐预报数据，掌握潮汐变化的基本规律。与当地海洋预报中心建立信息共享机制，获取实时潮位数据。此外，需在施工现场设置水尺桩，安排专人实时观测潮位，核实各项数据之间是否存在偏差。在每日施工前，技术人员通过微信群和班前讲评等方式，发布当日潮汐变化信息。包括高潮位时间、低潮位时间以及潮差预测结果等。科学指导施工安排，真正把“抢低潮、避高潮”的赶潮策略落实到位。

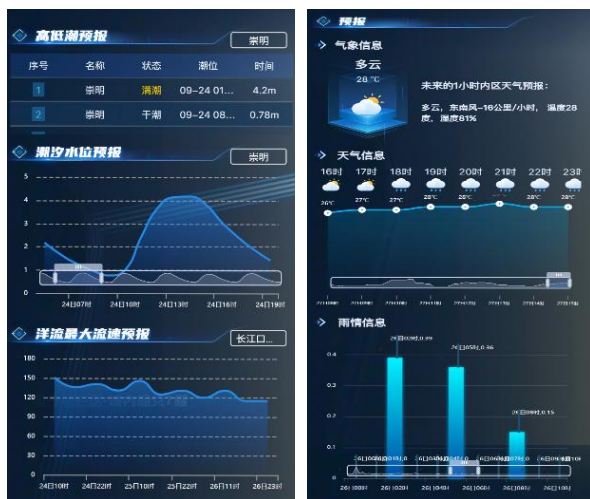


图1 潮汐水情及气象监测

根据工效分析结果和潮汐活动规律，采用“单仓作业单日完成”的组织原则。将护坎按12m的分缝长度、丁坝按20m的分缝长度各自划分为独立仓段，确保每仓的工程量都控制在混凝土浇筑能力范围之内。在此基础上成立赶潮施工指挥小组，统一调度人员、机械设备和施工材料，保证指令畅通、行动统一。同时各仓段都指定质量负责人，对施工过程进行全程旁站监督，且安排专人每日记录潮汐情况、作业内容以及质量检查结果，从而实现施工质量的可追溯。

针对涨潮中断施工时未浇筑砌石边坡的防护问题，制定专项技术措施：一是砌筑块石时确保基础平顺、摆放稳定，块石大面朝下、小面朝上，竖砌法单层砌筑，形成上大下小的缝隙结构，增强自身抗冲刷能力；二是在涨潮中断前，对未浇筑的砌石边坡薄弱处采用土工布临时覆盖，并用袋装碎石压载固定，防止潮水直接冲刷块石缝隙中的松散碎石；三是次日赶潮作业前，用水枪冲刷清洗砌石面层及缝隙处沉积泥浆，检查前面已完成工程量，发现水损现象需及时修补并做好记录。

#### 4.2 混凝土两次转运全过程质量控制

制定严格的转运计划，减少混凝土从出机到浇筑过程的停

滞时间。运输途中，混凝土罐车保持3~6r/min的慢速转动，防止混凝土离析和坍落度损失<sup>[7]</sup>。到达现场后，罐车高速旋转搅拌（12~14r/min）1~2分钟，使混凝土搅拌均匀后再卸料。严禁在运输和等待过程中向混凝土内任意加水，如坍落度损失过大，可在技术人员指导下掺入同品牌、同型号的高效减水剂进行二次流化，并快速搅拌<sup>[8]</sup>。

针对混凝土自坡顶转运至坡脚卸料总高度超过2m的问题，施工中采用溜槽来辅助卸料。溜槽的坡度控制在30°~45°之间，内表面保持光滑，以减小混凝土与槽壁之间的摩擦阻力。卸料时注意控制单次卸料速度，防止混凝土在溜槽内出现堆积堵塞或流速过快而导致的离析现象。同时，在溜槽末端设置缓冲挡板，用来降低混凝土下落过程中的冲击力，从而确保料斗内的混凝土均匀分布、无分层。

在挖掘机配合料斗进行混凝土运输时，要注意控制料斗的容量，避免装载过满而在运输途中出现溢出现象。运输过程要保持平稳有序，禁止出现急转弯、急刹车或剧烈晃动。等料斗提升到作业面之后，再缓慢倾卸，以减少混凝土下落时的冲击力。采取以上控制措施，有效保证混凝土在转运环节的质量。

#### 4.3 受风浪影响部位速凝剂预处理及土工布覆盖与袋装碎石压载养护

针对灌砌块石受风浪影响或受潮水影响的部位，采用速凝剂预处理技术。在混凝土浇筑完成、初凝前约半小时，在灌砌体表面涂刷一层速凝剂，加速表面混凝土凝结硬化，提高早期抗冲刷能力<sup>[9]</sup>。涂刷后覆盖塑料薄膜保护，防止潮水冲刷带走速凝剂。

混凝土浇筑完成后，立即开始养护。材料选用无纺土工布，该材料有良好的保水性和抗冲刷能力。铺土工布时，在其边缘和中部每隔一段距离放上袋装碎石压住固定，形成一条条相互压实的压载带。袋装碎石压载既能防止土工布被潮水冲走或移位，也能让混凝土表面一直保持湿润，实现“覆盖一保湿一防冲”的三重功能<sup>[10]</sup>。养护时间不得少于7天，期间要定期检查土工布的覆盖情况，发现移位要及时恢复。

#### 5 工程实施效果

本工程通过上述关键技术措施的实施，取得了较为理想的质量控制效果。在施工组织方面，各仓段均能在混凝土初凝前完成理砌、浇筑、振捣和收光等工序，未出现因潮水上涨而被迫中断施工、进而引发质量缺陷的情况。在混凝土转运环节，未发生离析现象，现场检测显示坍落度损失控制在允许范围以内，和易性也能满足施工要求。对于受风浪影响较大的部位，表面质量好，经过速凝剂预处理后，表面混凝土的初凝时间有所缩短，在涨潮前已具备一定的抗冲刷能力。同时，采用土工

布覆盖与袋装碎石压载的养护方式,有效维持了混凝土表面的湿润状态,整个养护期内未出现塑性收缩裂缝、表面起砂或露石等缺陷。



图2 灌砌块石成果

灌砌块石质量按《水利水电工程单元工程施工质量验收标准第4部分:堤防与河道整治工程》(SL/T 631.4-2025)检验,共检测9个断面、180个测点,坡面平整度合格(光面坡度允许偏差为3cm/2m,糙面坡面允许偏差为8cm/2m),缝宽平均310mm(宽度允许偏差为-1cm~2cm),合格率100%。混凝土抗压强度检测结果满足设计强度等级要求,且质量稳定性

### 参考文献:

- [1] 王泽源.农田水利工程中浆砌石施工技术的应用探究[J].农村实用技术,2021(11):122-123.
- [2] 张润茗子.水利工程施工管理特点及质量控制刍议[J].工程技术研究,2022,4(5):124-126.
- [3] 侯锋.生态浆砌石护坡施工技术在水利工程施工中的运用探究[J].传奇故事,2023(46):131-133.
- [4] 赵旭航,相盈盈,孟锋,等.疏浚淤泥免烧结陶粒混凝土植生砌块绿色护坡施工技术[J].公路,2018(9):45-50.
- [5] 周勇.新型生态砌块挡墙及其施工方法[J].现代工程项目管理,2025(3):32-36.
- [6] 王维东,张璐璐,常红英,等.加气混凝土砌块墙体抹灰的质量控制[J].混凝土,2007(7):108-109.
- [7] 王海龙.桥梁钻孔灌注桩施工工艺及质量控制要点[J].中华传奇(下旬),2022(36):185-186.
- [8] 燕钦德.混凝土基础结构施工中钻孔灌注桩的质量控制[J].价值工程,2022(17):157-159.
- [9] 陈伟浩.混凝土灌注桩质量控制要点[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(13):120-121.
- [10] 欧庭祝.钻孔灌注桩水下混凝土灌注施工技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(16):111-112.

良好。综上,灌砌块石混凝土强度满足设计要求,外观质量合格,工程整体质量达到预期目标。

## 6 结论

潮汐水域灌砌块石施工的核心难点在于赶潮作业时间受限、混凝土二次转运易离析、风浪冲刷强且养护困难,需从施工组织、材料控制、工艺优化、养护措施等方面建立系统的质量控制体系。

(1) 基于潮汐精准预测的“三位一体”信息获取体系与“单仓作业单日完成”的组织模式,可有效提高赶潮施工效率,确保混凝土在初凝前完成关键工序,是实现潮汐水域高质量施工的基础。

(2) 混凝土两次转运全过程质量控制技术(包括罐车动态搅拌、溜槽缓冲卸料、挖掘机平稳运输)能够显著降低离析和坍落度损失,保障混凝土工作性能。

(3) 采用速凝剂预处理结合土工布覆盖与袋装碎石压载养护的复合措施,可有效提高混凝土早期抗冲刷能力,解决潮汐环境下的养护难题,从而保证砌体表面质量和结构强度。

实践表明,本工程所提出的关键技术体系在潮汐水域灌砌块石施工中具有显著的质量控制效果和推广价值。