

浅析港航工程混凝土施工质量控制

杨玉珍¹ 董艳平²

1. 中交第四航务工程勘察设计院有限公司 广东 广州 510730

2. 广州港工程管理有限公司 广东 广州 510730

摘要：本文探讨了港航工程中混凝土施工质量控制的重要性，概述了混凝土在港航工程中的广泛应用，对工程耐久性与安全性的影响。通过分析混凝土材料性质、配合比设计、施工控制要点及特殊环境防护措施，提出了混凝土施工质量控制的关键策略。针对施工中常见的裂缝、强度不足及耐久性下降等问题，提出了相应的解决方案。

关键词：港航工程；混凝土施工；质量控制

引言：港航工程作为国家经济发展的重要支撑，其建设质量直接关系到水上交通与国际贸易的顺畅进行。混凝土作为港航工程的主要建筑材料，其施工质量对工程的耐久性与安全性具有重要影响。加强混凝土施工质量控制，对于保障港航工程质量具有重要意义。

1 港航工程混凝土施工质量控制基础

1.1 混凝土材料性质与要求

(1) 水泥：作为混凝土中的胶凝材料，水泥的选择需依据工程要求及环境条件。通常，港航工程会选用具有高强度、低水化热、抗硫酸盐侵蚀等特性的水泥，以确保混凝土在恶劣海洋环境下的耐久性。(2) 水：水质对混凝土质量有显著影响，应选用清洁、无有害杂质的水进行拌合。在港航工程中，还需特别注意海水对混凝土中钢筋的腐蚀作用，避免直接使用海水拌合混凝土。

(3) 骨料：骨料分为细骨料（砂）和粗骨料（石子）。骨料的选择应考虑其物理力学性能、颗粒级配及含泥量等因素。在港航工程中，粗骨料应具备良好的抗磨损性和抗冲击性，以抵抗水流冲刷和船舶撞击。(4) 外加剂：为改善混凝土性能，常需添加适量的外加剂，如减水剂、缓凝剂、引气剂等。这些外加剂的选择和使用应严格遵循相关标准和规范，确保不会对混凝土质量产生不利影响。

1.2 混凝土配合比设计

配合比设计是混凝土施工质量控制的核心环节。其原则在于通过合理调整各材料比例，使混凝土在满足强度、耐久性要求的同时，具备良好的工作性和经济性。配合比设计方法包括经验法、试验法及优化算法等。在实际操作中，需根据工程实际情况和试验数据，进行多次试配和调整，直至获得满足要求的配合比^[1]。配合比调整对混凝土性能有着显著影响。例如，增加水泥用量可提高混凝土强度，但也会增加水化热和成本；调整水

灰比可改善混凝土的工作性，但需注意避免产生过多的孔隙和裂缝。在配合比调整过程中，需综合考虑各种因素，确保混凝土性能达到最佳状态。

1.3 港航工程特殊环境对混凝土的影响及防护措施

(1) 海水侵蚀：采用抗硫酸盐侵蚀性能好的水泥品种，提高混凝土密实度，减少渗透性；在混凝土表面涂刷防腐涂料或采用高性能混凝土等。(2) 潮汐作用：考虑潮汐对混凝土结构的冲刷和磨损作用，可采用抗磨损性能好的骨料和混凝土配比；在结构设计上考虑设置保护层或采用预制构件等措施。(3) 温度变化：港航工程常面临较大的温差变化，需采取措施防止混凝土因温度应力而产生裂缝。如采用低水化热水泥、合理设置施工缝、加强保温养护等。

2 港航工程混凝土施工质量控制要点

2.1 施工前准备

(1) 施工组织设计与施工方案审查：施工前，必须制定详细的施工组织设计和施工方案。这些文件是指导施工全过程的重要依据，应包含工程概况、施工目标、施工方法、资源配置、工期安排、安全措施等内容。审查时，应重点关注施工方案的合理性、技术可行性以及是否符合设计要求和相关规范。还需评估施工方案对质量控制的影响，确保施工过程能够有序、高效地进行。

(2) 施工设备与人员配置：施工设备是混凝土施工不可或缺的工具，其性能和质量直接影响施工效率和混凝土质量。在施工前，应对所有施工设备进行全面检查和调试，确保其处于良好的工作状态。还需根据工程规模和施工要求合理配置施工人员，明确各岗位职责，确保施工队伍具备足够的专业技能和经验。还应加强施工人员的培训 and 安全教育，提高其质量意识和安全意识。

(3) 原材料进场检验与存储管理：原材料是混凝土质量的基础，其质量直接影响到混凝土的强度和耐久性。

在原材料进场时,必须严格按照相关标准和规范进行检验,确保各项指标符合要求。对于不合格的原材料,应坚决予以退回或处理。还需加强原材料的存储管理,防止其受潮、变质或污染。

2.2 混凝土浇筑与振捣

(1) 浇筑前模板检查与清理:模板是混凝土成型的基础,其质量直接影响到混凝土的外观和尺寸精度。在浇筑前,必须对模板进行全面的检查和清理。检查内容包括模板的平整度、垂直度、刚度以及接缝的严密性等;清理工作则主要是清除模板表面的灰尘、油污等杂物,确保模板表面干净、光滑。还需检查模板的支撑系统是否稳固可靠,以防止在浇筑过程中发生变形或坍塌。(2) 浇筑过程中的质量控制要点:浇筑是混凝土施工的关键环节之一,其质量控制要点主要包括浇筑速度、浇筑顺序以及浇筑高度等。浇筑速度应适中且均匀,避免过快或过慢导致混凝土内部产生温度应力或振捣不均匀;浇筑顺序应遵循“先低后高、先内后外”的原则,以确保混凝土能够充分填充模板并排除内部气泡;浇筑高度则应根据混凝土的性质和浇筑条件进行确定,一般不宜超过2米以防止混凝土离析。(3) 振捣工艺与振捣设备选择:振捣是混凝土施工中不可或缺的步骤之一,其目的是使混凝土中的气泡和多余水分排出,提高混凝土的密实度和强度。在选择振捣设备时,应根据混凝土的厚度、坍落度以及模板的形状和尺寸等因素进行综合考虑^[2]。常用的振捣设备有插入式振捣器、平板振捣器等。在振捣过程中,应控制振捣时间和振捣强度以避免过振或漏振现象的发生。还需注意振捣设备的移动速度和方向以确保振捣均匀。(4) 防止混凝土离析与泌水的措施:混凝土离析和泌水是浇筑过程中常见的问题之一,其产生原因主要与混凝土配合比、浇筑工艺以及振捣方式等因素有关。为了防止混凝土离析和泌水现象的发生,可以采取以下措施:一是优化混凝土配合比设计提高混凝土的粘聚性和保水性;二是严格控制浇筑速度和浇筑高度避免混凝土内部产生过大的剪切应力;三是加强振捣控制确保振捣均匀且不过振;四是在浇筑后及时采取覆盖、保湿等措施防止混凝土表面失水过快导致泌水现象的发生。

2.3 养护与保护

(1) 养护时间与方法选择:养护是混凝土施工后的重要环节之一,其目的是使混凝土在硬化过程中保持适当的温度和湿度条件,以促进其强度的增长和耐久性的提高。在选择养护时间时,应根据混凝土的强度等级、环境温度以及湿度条件等因素进行综合考虑。一般来

说,混凝土的养护时间不应少于7天,且应达到设计强度的70%以上方可进行后续施工。在选择养护方法时,可以采用洒水养护、覆盖保湿养护或喷涂养护剂等方法。无论采用何种方法都应确保混凝土表面保持湿润且不受外部环境的影响。(2) 特殊环境下的养护措施:对于港航工程来说由于其处于海洋环境中,需特别关注特殊环境下的养护措施。在海洋环境下混凝土的养护应更加注重防腐和防侵蚀措施。例如可以采用涂抹防腐涂料、设置防水层或采用高性能混凝土等方法来提高混凝土的耐久性。同时还应加强混凝土的监测和维护工作,及时发现并处理混凝土表面的裂缝、剥落等问题,以防止其进一步恶化影响工程的安全性和使用寿命。(3) 成品保护措施与防止早期裂缝的策略:在混凝土施工完成后应采取有效的成品保护措施以防止其受到损坏或污染。例如可以设置围挡、警示标志等措施来限制人员进入施工区域;同时还应加强施工现场的清洁工作保持施工环境的整洁有序。为了防止混凝土早期裂缝的产生可以采取以下策略:一是优化混凝土配合比设计减少水泥用量降低混凝土的水化热;二是加强混凝土的振捣和养护工作提高混凝土的密实度和强度;三是合理设置施工缝和伸缩缝以减小混凝土的约束应力;四是加强混凝土的监测和维护工作及时发现并处理混凝土表面的裂缝问题以防止其进一步扩展影响工程的安全性和美观性。

3 港航工程混凝土施工质量控制中的常见问题与解决方案

3.1 裂缝问题

3.1.1 裂缝产生原因分析

(1) 温度应力:混凝土在硬化过程中会释放大量水化热,导致内部温度升高。当混凝土内外温差过大时,会产生温度应力,进而引发裂缝。特别是在大体积混凝土中,这种现象尤为明显。(2) 干缩:混凝土在硬化后,随着水分的蒸发,体积会逐渐缩小,即干缩。如果混凝土表面失水过快或内部水分分布不均,就会产生干缩裂缝。(3) 沉降:地基不均匀沉降或模板支撑系统不稳定会导致混凝土在浇筑过程中或浇筑后发生沉降变形,从而产生沉降裂缝。

3.1.2 预防与治理措施

(1) 温度控制:对于大体积混凝土,应采取分层浇筑、设置冷却水管等措施降低混凝土内部温度,减小内外温差。在混凝土浇筑完成后,应及时覆盖保温材料,减缓表面热量散失速度。(2) 加强养护:混凝土浇筑后应及时进行养护,保持表面湿润,防止水分过快蒸发。养护时间应根据混凝土强度增长情况确定,一般不少于7

天。对于重要结构部位，可适当延长养护时间。（3）优化设计：合理设计混凝土配合比，选用低水化热的水泥品种，掺加适量粉煤灰、矿渣粉等掺合料以减少水泥用量和降低水化热^[3]。加强地基处理和模板支撑系统检查，确保混凝土浇筑过程中地基稳定和模板不变形。（4）裂缝治理：对于已产生的裂缝，应根据裂缝的性质和严重程度采取相应的治理措施。对于轻微裂缝，可采用表面封闭法进行处理；对于较深或贯穿性裂缝，则需采用注浆法、开槽嵌缝法等方法进行修复。

3.2 强度不足

3.2.1 强度不足原因分析

（1）配合比不当：混凝土配合比设计不合理，如水泥灰比过大、水泥用量不足或骨料级配不良等，都会导致混凝土强度下降。（2）养护不足：养护是混凝土强度增长的关键环节。如果养护时间不足或养护条件恶劣（如温度过低、湿度不足），混凝土的强度将无法充分发展。（3）施工质量问题：混凝土浇筑、振捣等施工过程中的操作不当也会导致混凝土强度不足。如振捣不充分、浇筑速度过快等都会影响混凝土的密实度和强度。

3.2.2 改进措施与建议

（1）严格配合比管理：加强混凝土配合比的设计、审核和施工过程控制，确保配合比科学合理且严格执行。定期对搅拌站进行监督检查，防止配合比随意调整。（2）加强养护管理：制定详细的养护方案并严格执行，确保护养时间充足且养护条件良好。对于重要结构部位或特殊环境下的混凝土，应采取针对性更强的养护措施。（3）提高施工质量：加强施工人员培训和管理，提高施工技能和质量意识。严格控制混凝土浇筑、振捣等施工环节的操作质量，确保混凝土密实度和强度达到设计要求。（4）质量检测与反馈：定期对混凝土进行强度检测，及时发现问题并采取措施进行处理。建立质量反馈机制，将检测结果及时反馈给设计、施工和监理单位，以便及时调整施工方案和改进质量控制措施。

3.3 耐久性下降

3.3.1 耐久性影响因素

（1）海水侵蚀：港航工程长期处于海水环境中，海水中的氯离子等有害物质会对混凝土产生侵蚀作用，导致钢筋锈蚀、混凝土剥落等问题。（2）冻融循环：在寒

冷地区或冬季施工中，混凝土会经历冻融循环作用。这种作用会破坏混凝土内部结构，导致混凝土强度下降、开裂等问题。（3）化学侵蚀：某些化学物质如硫酸盐、硝酸盐等也会对混凝土产生侵蚀作用，影响其耐久性。

3.3.2 提升耐久性的技术措施

（1）高性能混凝土应用：采用高性能混凝土（如自密实混凝土、高强混凝土、耐腐蚀混凝土等）可以显著提高混凝土的耐久性能。这些混凝土具有更高的强度、更好的抗渗性和耐久性，能够有效抵抗海水侵蚀和冻融循环等不利因素。（2）防腐涂层与隔离层：在混凝土表面涂覆防腐涂层或设置隔离层可以有效隔绝海水、化学物质等有害物质的侵蚀作用。常用的防腐涂层有环氧树脂涂层、聚氨酯涂层等；隔离层则可采用玻璃钢、聚乙烯等材料制成。（3）钢筋防锈处理：对钢筋进行防锈处理也是提高混凝土耐久性的重要措施之一。常用的防锈处理方法有镀锌、涂覆防锈漆等。这些方法可以延缓钢筋锈蚀速度，保护混凝土结构的完整性。（4）排水与防水措施：加强结构排水系统设计，确保雨水、海水等能够及时排出，减少其对混凝土的侵蚀作用。在结构关键部位设置防水层或采用防水混凝土等措施提高结构的防水性能。

结束语

港航工程混凝土施工质量控制是一个复杂而系统的工程，需要综合考虑材料选择、配合比设计、施工控制要点及特殊环境防护措施等多个方面。通过本文的研究，我们提出了一系列有效的质量控制策略与解决方案，为港航工程混凝土施工提供了有力支持。未来，随着技术的不断进步与工程实践的深入，港航工程混凝土施工质量控制水平将进一步提升，为国家经济发展与国际贸易繁荣做出更大贡献。

参考文献

- [1]刘鹏.港航工程施工中的新型水下混凝土施工工艺[J].中国高新科技,2022(1):112-113.
- [2]刘文龙.探究现代港航工程混凝土施工技术措施[J].建材发展导向,2021,019(005):310-311.
- [3]张剑.大体积混凝土施工质量管理措施在船闸工程中的应用[J].珠江水运,2022(12):94-96.