

潮汐带堤防工程施工要点及质量控制分析

王兴俊

中国水利水电第十二工程局有限公司

摘要：潮汐带堤防工程因其特殊的地理位置和环境条件，面临着众多挑战，在施工过程中不仅需要考虑到复杂的潮汐影响，还要应对海水腐蚀、强风浪等自然因素，所以工程的成功实施依赖于对这些特点的深入理解和适应。本文的目的在于综合分析潮汐带堤防工程的施工要点和质量控制策略。通过对这些关键方面的探讨，旨在提供一个全面的指导框架，以指导工程设计师、施工团队和项目管理者更有效地规划和执行此类工程。

关键词：潮汐带；堤防工程；施工要点；质量控制；生态友好

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.018

引言：

随着全球变暖的加剧，海平面上升成为世界各地海岸线面临的一个严峻问题，尤其是对于那些低洼的海岸城市和地区，潮汐带堤防工程作为防范海洋灾害、保护海岸线安全的重要措施，受到了社会各界的广泛关注。潮汐带的特殊环境条件，如不断变化的潮汐、强风浪以及海水的腐蚀性，为堤防的设计和施工带来了额外的挑战。这就需要潮汐带堤防工程不仅要具备足够的抗风浪能力，还要能够适应长期的海洋环境影响。因此，研究潮汐带堤防工程的施工要点及质量控制，不仅是工程学科的需要，也是应对环境变化、保护海岸线安全和生态平衡的必要措施。

一、潮汐带堤防工程的特点

潮汐带堤防工程具有一系列独特的特点，这些特点源于其建设和运行环境的复杂性。作为位于海洋与陆地交界处的重要设施，潮汐带堤防不仅要应对强烈的潮汐作用，还要抵御风暴潮、海浪冲击和海水腐蚀等自然挑战。这要求堤防结构不仅要有足够的强度和稳定性，还需要具备良好的适应性，以适应海平面上升和气候变化带来的长期影响。此外，潮汐带堤防工程的设计和施工还需考虑对周边生态环境的影响，特别是在生物多样性丰富的海洋生态系统中，工程建设对生态平衡的潜在影响尤为重要。因此，环保和可持续性成为设计和施工过程中的关键考虑因素。在材料选择和施工技术方面，也需特别考虑到潮汐带的特殊环境条件，采用耐腐蚀、环境友好的材料和施工方法。

二、潮汐带堤防工程施工要点

（一）潮汐环境分析和适应性设计

潮汐带堤防工程的施工在潮汐环境分析和适应性设计方面，要求对该区域的水文、气象和地质特性进行深入的研究。这包括对潮流的速度、方向、频率和潮差的准确测定，以及对海水中盐分含量、沉积物类型和分布

的评估。设计堤防时，需要考虑这些因素对工程稳定性的影响，特别是在极端天气和海平面上升的情况下。设计师需确保堤防结构能适应不同的潮汐条件，同时保持其结构完整性和功能效能。此外，工程还需考虑到潮汐对施工作业的影响，如在潮水低落时进行关键作业，以减少潮汐变化对施工进度和安全的负面影响。可见潮汐环境分析和适应性设计是确保潮汐带堤防工程能够在动态和复杂的自然环境中长期稳定运行的关键。通过精确的数据收集和科学的设计方法，可以最大限度地降低环境因素对工程的不利影响，从而确保工程的耐久性和有效性^[1]。

（二）材料选择与处理

在潮汐带堤防工程施工中，材料选择与处理是一个至关重要的环节，它直接关系到工程的耐久性和效能。由于潮汐带环境的特殊性，如频繁的水位变化、盐分腐蚀和湿润气候，所选用的材料必须具备高度的耐腐蚀性、抗海水侵蚀能力以及良好的物理和化学稳定性。例如，常用的耐海水腐蚀的混凝土和特种合金钢材，能有效抵御海水中盐分和其他腐蚀性物质的侵袭。同时，对材料的处理也同样重要，如通过特殊的涂层或镀层技术增强材料的防护能力，从而延长其使用寿命。在选择材料的过程中，还需考虑到环保因素，确保所用材料对海洋生态环境的影响降到最低。此外，施工过程中的材料存储和维护也需特别关注。由于潮汐带的环境多变，材料在存放过程中易受到风化和腐蚀，因此需要采取有效措施保护材料，比如使用防水覆盖物和提高储存场地的防腐能力。在材料运输和使用过程中，要确保其不受到损伤，保持材料的完整性和性能。

（三）施工时机与调度

在潮汐带堤防工程的施工过程中，施工时机与调度的合理安排至关重要。这种环境下的工程施工不仅要应对复杂的天气条件，还需要顾及潮汐的周期性变化。因此，工程计划需精密地围绕潮汐的周期进行制定，确保在潮水低落时段执行关键的施工活动。这样做可以有效利用低潮时的时间窗口，降低潮水上涨带来的风险和影响。同时，高效的施工调度对于缩短工期、降低成本、保障工人安全和提高工程质量同样至关重要。这就要求项目管理团队进行周密的规划，包括材料的及时供应、机械设备的合理配置和人员的有效调度。施工计划还需要考虑突发性天气变化，特别是在多变的海洋环境中，对于风暴、海浪等极端天气条件的预测和应对措施不可忽视^[2]。除此之外，施工进度计划还需要与环保要求紧密结合。在特定季节进行施工可能会对当地的海洋生态造成影响，如繁殖期的鱼类和其他海洋生物。因此，在

计划施工时间时，还需要考虑到这些生态保护的因素，避免对生态系统造成不可逆的损害。通过对这些方面的综合考虑，确保施工计划不仅符合工程需求，而且尽量减少对环境的影响，实现工程施工与自然环境的和谐共存。

（四）选择合适的施工技术与方法

在潮汐带堤防工程的施工中，选择合适的施工技术与方法是实现工程成功的关键因素。由于潮汐带环境的特殊性，如水位的频繁变化、强烈的水流冲击和海洋生态的脆弱性，施工技术和方法必须能够适应这些复杂和多变的条件。例如，使用浮筏式施工平台可以在不同水位下提供稳定的作业环境，而潜水作业技术则可在水下进行必要的施工任务。在选择施工方法时，还需考虑到对海底地质的最小干扰，比如采用非开挖技术来减少对海床的破坏。工程团队还需要运用先进的监测技术来跟踪潮汐变化，确保施工安全和效率。动态监测系统能够提供实时数据，帮助团队迅速应对潮汐变化和其他不可预见的自然条件变化。同时，考虑到潮汐带工程对周围环境的潜在影响，采用环保施工技术和方法也非常重要。这可能包括使用低噪音施工设备以减少对海洋生物的干扰，以及采取措施防止施工过程中的泥浆、生活垃圾等污染物排放。整个施工过程中，工程管理团队需不断评估和调整施工策略，确保技术和方法的适应性和有效性。

（五）环境保护

在潮汐带堤防工程的施工中，环境保护是一个不可或缺的要害，它要求在整个施工过程中持续关注和保护当地的自然生态。鉴于潮汐带区域通常具有生物多样性及丰富的海洋生态系统，任何施工活动都需细致考虑对生态环境的影响。这意味着在施工前，必须进行全面的环境影响评估，识别潜在的环境风险，并制定相应的缓解措施。例如，施工过程中应采取措施减少水质污染，如合理处理施工废水和废物，避免有害物质进入海洋。同时，对于可能干扰海洋生物的噪音和振动，也需采取相应措施降至最低，比如在敏感时期避免进行高噪音作业。此外，工程设计和施工方案应尽可能采用生态友好的方法，比如使用生态护坡技术，以减少对海洋生物栖息地的破坏。在施工区域周边设置保护区，以保护敏感生态区不受施工活动的影响。工程团队还应确保施工设备和材料的清洁，避免引入外来物种，保护本地海洋生态平衡，环境保护措施还包括施工后的环境恢复工作，比如在项目完成后对受影响的海域进行生态修复，确保其尽快恢复到自然状态。通过这些措施，可以在确保工程质量和安全的同时，最大限度地减少对环境的负面影响，促进工程与自然环境的和谐共生。

（六）质量控制与监测

在潮汐带堤防工程的施工中，质量控制与监测是确保工程安全、稳定和长期有效的核心要素。这一方面涉及从原材料的选择、施工工艺流程的精确执行，到工程完工后的持续监测。为了确保每个阶段的质量，工程团

队需采用严格的标准和规范来检验所有使用的材料，确保它们能够承受潮汐带特有的环境条件，如盐分腐蚀、水流侵蚀和湿润气候。在施工过程中，通过实时监控施工质量和进度，可以及时发现并纠正任何可能的偏差或问题。这需要配备专业的质量监督团队和先进的监测设备，以确保所有施工活动都符合设计规范和 standards。除了对施工过程的监控，工程完工后的长期质量监测同样重要。这通常包括定期检查堤防的结构完整性、耐久性和功能性，以及对周围环境的影响评估。利用现代技术，如卫星遥感、无人机巡查和传感器网络，可以实现对堤防状态的持续监控，及时发现并处理可能出现的问题，如裂缝、沉降、位移或侵蚀。

三、潮汐带堤防工程施工质量控制有效策略

（一）做好设计审核工作

在潮汐带堤防工程中，做好设计审核工作是确保施工质量的关键一环，尤其是当前项目多采用EPC模式下，设计施工需要统筹联动考虑。这项工作要求综合考虑潮汐带的特殊环境因素，如海水腐蚀、强烈的波浪冲击以及地质稳定性等。设计审核的过程中，需要组织由经验丰富的工程师、设计师以及环境专家组成的团队，他们共同负责审查设计方案的每一个细节，确保其不仅符合技术规范，还要满足环境保护和可持续发展的要求^[3]。这包括对设计方案中的材料选择、结构稳定性、防腐蚀措施和抗风险能力进行深入分析和评估。设计审核过程还需要与当地政府和相关环境保护机构的协作，确保设计方案符合所有适用的法律法规和环境标准。这种跨领域的合作有助于在设计阶段就识别和解决潜在的环境问题，从而避免在施工或运营阶段出现成本高昂的修正措施。设计审核还应包括对潜在的施工难点和风险因素的评估，以便提前制定应对策略。同时，在EPC合作模式中，施工单位必须需要参与其中，不限于对技术经济可行性进行深入研究，优化设计，不超概，有效避免经营风险。

（二）严格把控施工材料质量

在潮汐带堤防工程中，严格把控施工材料的质量是确保工程质量和耐久性的重要策略。这需从源头开始，对所有施工用材料进行严密的筛选和测试。施工材料，特别是用于关键结构部分的材料，必须具备高耐腐蚀性、强抗侵蚀能力和良好的物理稳定性，以适应潮汐带的特殊环境条件，包括盐分腐蚀、潮湿气候和强烈的波浪冲击。为此，工程团队需与认证的供应商合作，确保所有材料均符合国际标准和工程规范。在材料到场前，必须进行严格的质量检测，包括对材料的耐久性、强度和适应性进行系列测试。同时，对材料的存储和运输也要有严格的控制措施。材料在运输和存储过程中应防止受到污染或损伤，尤其是在潮湿或盐雾环境中。对于敏感材料，如特种合金钢或高性能混凝土，需要特别注意其防腐蚀和防潮措施。在施工过程中，每批次使用的材料都应进行现场检验，确保它们在实际使用中的性

能符合预期。如果发现材料存在任何缺陷或不符合规范，应立即停止使用并采取替换措施^[4]。

（三）做好施工过程的监管工作

在潮汐带堤防工程施工中，做好施工过程的监管是确保质量的关键环节。这涉及对每个施工阶段进行细致的监控和管理，以确保所有操作都严格按照设计规范和标准执行。为此，需要建立一个专业的监管团队，由经验丰富的工程师和质量监控专家组成，他们负责实时监控施工活动，确保施工过程中遵循既定的程序和标准。施工监管的主要工作包括实时跟踪施工进度，监控现场作业的质量和安全性，通过使用先进的监控技术，如现场视频监控、无人机巡查和实时数据传输系统，可以有效地对施工现场进行全面监督。在施工过程中还需要对关键施工环节进行详细记录，包括材料使用、机械设备操作和工人作业方法等，这些记录不仅有助于追踪进度，还能在发现问题时提供重要依据。同时，施工监管还应包括定期的质量检查和审计。这些检查不仅限于物理结构的检查，还包括对施工过程中可能出现的任何偏差的评估，如不符合规范的施工方法或使用不当的材料，如果发现问题，监管团队应立即采取措施，指导施工团队进行必要的调整和改正。在整个施工过程中，有效沟通同样至关重要。监管团队需与设计师、施工团队和项目管理人员保持密切沟通，确保所有参与者都清楚当前的施工状态和可能产生的问题。这种及时的沟通和协调利于快速解决问题，保证施工质量和进度。

（四）定期开展质量检查

在潮汐带堤防工程施工中，定期开展质量检查是确保工程质量的重要措施。这要求建立一个全面且系统的检查流程，确保工程的每个关键环节都能达到预定的质量标准^[5]。质量检查的过程中，专业的质量检查团队会对工程的各个方面进行细致地检验，包括材料的质量、施工的标准、结构的稳定性以及安全保证措施的有效性。质量检查不仅限于物理结构，还应包括对工程的环境影响进行风评，确保施工活动符合环保标准。这包括对现场周边水质、噪音和生态影响的监测。定期的质量检查还应涉及对施工过程的审查，包括工人的操作方法、安全措施的执行情况以及材料的存储和使用。定期开展的质量检查需要有明确的时间表和标准，以保证检查的系统性和连续性。一旦在检查过程中发现问题，应立即采取措施进行整改，并追踪整改措施的效果，确保所有问题都得到妥善解决。同时，质量检查的结果应详细记录并报告给项目管理团队和利益相关者，以便于持续优化改进施工工艺和方法。

（五）使用先进的技术和设备

在潮汐带堤防工程的施工中，运用先进的技术和设备是提高工程质量的关键策略。这要求在整个施工过程中，从材料处理到施工方法，都应用最新的技术成果和设备。例如，使用高性能的混凝土搅拌机和自动化施工设备，可以确保混凝土的均匀性和施工的精准性，从而

提高结构的稳定性和耐久性。同样，使用先进的测量和定位技术，如全球定位系统（GPS）和激光扫描，可以大幅提高施工过程中的精度，确保各部分按照设计图纸准确施工。此外，采用现代化的监控系统，如无人机和实时视频监控，能够对施工现场进行全面监视，及时发现并解决施工过程中的任何问题。这些技术的运用，不仅提高了施工效率，还显著提升了工程质量的可控性。在材料技术方面，应用新型材料，如高性能混凝土、耐腐蚀钢材或生态友好型材料，可以提高结构的耐久性，并减少环境影响^[6]。

（六）加强施工人员的培训和考核

在潮汐带堤防工程的施工中，加强施工人员的培训和考核是确保工程质量的重要策略，这要求对所有参与工程的人员进行全面且系统的培训，以确保他们对施工技术、安全规程、环境保护措施以及质量控制标准深刻理解和熟练掌握。培训内容应包括潮汐带工程的特殊性、使用的新材料和技术的操作方法、现场安全管理、环境保护要求等。利用模拟施工场景和实际操作演练，可以加强工人的实际操作能力和对复杂情况的应对能力。还应提供专项培训，特别是对于操作特殊设备或执行关键施工任务的工人。除了定期开展培训之外，还要进行定期的考核和评估，以确保所有工人都达到所需的技能水平和理解程度。考核可以包括理论测试、操作技能演练和现场安全实践评估。通过这些考核，不仅能够确认工人的能力，也能及时识别培训中的不足之处，以便进行针对性地改进。

总结：

综上所述，从对潮汐环境的细致分析到选择适合的施工材料和方法，再到实施有效的质量控制措施，这些方面共同构成了确保工程成功的基础。特别是在质量控制方面，通过设计审核、材料质量把控、施工过程监管、定期质量检查、使用先进技术和设备以及加强人员培训等措施，确保了工程的质量和稳定性。同时考虑到潮汐带堤防工程对环境影响的特殊性，本文还强调了环境保护和可持续性的重要性。

参考文献

- [1] 陈展. 黄浦江河岸带结构及其健康评价研究[D]. 华东师范大学, 2015.
- [2] 杨慧鹰. 水利堤防工程施工中的特点及技术要点[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(11): 155-157.
- [3] 樊有锋. 浅谈堤防护岸工程施工风险及技术要点[J]. 地下水, 2021, 43(05): 262-263.
- [4] 杨锦行. 垫层法在水利堤防工程软土地基处理中的应用研究[J]. 农家参谋, 2020(12): 243-244.
- [5] 石绍明. 浅析浆砌石堤防工程施工技术要点[J]. 建材与装饰, 2018(50): 286-287.
- [6] 唐栋栋. 水利堤防工程施工中的特点及技术要点[J]. 智能城市, 2018, 4(01): 152-153.