

# 水利水电工程中堤防护岸工程施工技术研究

朱沈京

浙江鸿翔水利建设有限公司 浙江 嘉兴 314400

**【摘要】**：堤防护岸工程是水利水电工程中的关键组成部分，其施工技术的创新与应用对确保水域安全至关重要。随着技术的不断发展，新型施工材料、智能化施工技术以及水土保持技术的应用，为堤防工程带来了显著的进步。新型材料的应用提高了堤防的稳定性与耐久性，智能化技术则提升了施工效率与精度，同时减少了人工误差。水土保持技术的创新增强了生态环境保护功能。结合这些技术的实践应用，堤防护岸工程能够更好地应对复杂水文条件和环境变化，为水利工程的可持续发展提供保障。

**【关键词】**：堤防护岸；水利水电工程；施工技术；稳定性；创新材料

DOI:10.12417/2705-0998.26.05.076

## 引言

堤防护岸工程在水利水电工程中承担着至关重要的角色，尤其在防洪、抗渗以及岸坡稳定性等方面，对整个工程的安全性和经济效益产生着深远影响。随着水利水电项目规模的不断扩大，对堤防工程的施工技术要求也在逐渐提升。传统的施工方式和材料面临着许多制约因素，新的施工技术和创新材料逐渐成为提升堤防工程防护的关键。文章通过分析当前堤防护岸施工中的技术难点和解决方案，探讨了在水利水电工程中如何提升堤防护岸的整体性能，推动该领域技术进步和应用。

## 1 堤防护岸工程的关键技术问题

### 1.1 堤防稳定性与抗洪能力

堤防的稳定性与抗洪能力直接关系到水利工程的安全性，尤其是在极端气候条件下，堤防易受侵蚀、沉降、滑坡等影响。水流冲击、风浪及土壤浸泡等因素均可能导致堤防结构的变化，造成水位波动与岸线侵蚀等问题。因此，加强堤防稳定性要求对施工设计、材料选用、施工方法及后期维护有明确的技术要求。通过优化堤防基础的地质评估及合理设计堤防坡度、坝体厚度等，有效提升堤防在洪水期间的抗冲刷能力和抗压强度，确保工程在面对超常洪水时依然能够保持良好的性能，避免工程失效和水域安全问题的发生。

### 1.2 施工材料选择的影响

施工材料对堤防护岸的整体功能有着重要影响。不同类型的水土环境和水流状况要求采用不同的工程材料来确保堤防的耐久性与稳定性。常见的堤防材料包括石料、混凝土、土工合成材料及抗渗膜等，每种材料具有不同的抗冲刷性、透水性及耐腐蚀性<sup>[1]</sup>。土工合成材料在增强土壤稳定性及防止土壤侵蚀方面表现优越，而混凝土则具有更高的强度与稳定性。在材料选择过程中，考虑到工程的长期使用以及环境变化对材料性能的影响，必须评估材料的长期可靠性和适应性，从而保证堤防工程在整个生命周期中的高效性和安全性。

### 1.3 施工过程中的技术难点

堤防护岸的施工过程中，往往面临一系列复杂的技术难

点，其中最为突出的是水域施工条件的特殊性与技术的协调问题。在水下作业时，常常需要克服水流、沉积物等因素对施工的影响，施工精度难以控制。防护岸的设计往往需要兼顾稳定性与生态性，这要求施工过程必须精准地实现土壤与水体的有效隔离，避免破坏周边的生态环境。在施工过程中，需要对土壤质量进行严格检测，以确保材料与土壤的兼容性，以及堤防结构在长期使用中的承载能力。

## 2 创新技术在堤防护岸施工中的应用

### 2.1 新型施工材料的研发与应用

新型施工材料的研发在堤防护岸工程中扮演着至关重要的角色。随着环保需求和工程效能的提升，传统材料已无法满足现代堤防工程的高要求。创新材料如高强度土工布、复合土工膜、生态混凝土和抗腐蚀材料逐步应用于堤防施工中，这些材料不仅具有优良的耐久性，还能提升堤防的自修复能力，减少长期维护成本。生态混凝土的使用改善了堤防的生物相容性，有效减缓了水土流失。新型高分子材料的抗渗性得到了大幅提升，在抵抗洪水及长时间浸泡水环境中显示出优异的性能。在江西省鄱阳湖区二期防洪工程第五个单项中，创新应用了铰接式混凝土砌块护坡技术。该材料由高频振动压制的高强度混凝土砌块通过绳索铰接而成，具有柔性好、抗冲刷能力强、适应地基变形等特点，有效解决了传统刚性护坡材料在湖区的适应性及耐久性问题。

### 2.2 智能化施工技术的探索

信息技术的进步，智能化施工技术在堤防护岸工程中的应用逐渐成为一种趋势。无人机技术、传感器网络、BIM（建筑信息模型）等智能化手段被引入到施工现场，实现了对工程进度、施工质量和安全管理的实时监控与调整。通过无人机进行空中巡视，结合图像识别技术，可以及时发现施工中潜在的结构问题或环境变化，确保堤防的稳定性<sup>[2]</sup>。传感器则实时监测水位、土壤湿度、沉降量等数据，反馈给施工管理系统，实现动态优化施工方案。在江苏省新孟河界牌水利枢纽工程中，项目团队应用了基于BIM+GIS的智能化施工管理系统。通过在

护岸结构中预埋温度及应变传感器，结合 BIM 模型对混凝土浇筑过程进行实时监控与动态仿真，实现了施工质量的可视化追溯与精准控制。

### 2.3 水土保持技术的创新

水土保持技术在堤防护岸工程中的创新，主要体现在提高土壤稳定性与减少水土流失方面。采用新型的植物根系修复技术，可以有效增强堤防的生态防护能力，同时减少因水流侵蚀所造成的堤防结构损坏。近年来，土壤改良剂的研发与应用逐渐成为堤防施工中的重要组成部分，某些高分子材料能够有效增强土壤的抗剪强度，提高堤防抗洪能力。与此同时，集成化水土保持措施逐步得到推行，包括使用天然材料与人工植被相结合的技术，以此提升堤防的生态屏障功能。例如在北京市永定河综合治理与生态修复工程（门头沟段）中，广泛采用了三维植被网垫与乡土植物相结合的生态护岸技术。通过在坡面铺设三维植被网垫并喷播适合当地生长的灌木与草本植物种子，形成了发达的植物根系加筋层，有效固持了土壤，减少了水土流失，同时快速恢复了河道岸坡的生态系统。

## 3 堤防护岸施工中的环境适应性

### 3.1 水文条件对施工技术的影响

水文条件对堤防护岸施工技术的选择与实施产生了显著影响。水流速度、洪水发生频率、水位波动等因素直接决定了堤防结构的设计与施工方法。对于流速较大的河流，需要采用抗冲刷性较强的材料及技术，以确保堤防在长时间的水流冲击下依然稳定。频繁的水位波动可能导致护坡护岸的不均匀沉降或堤防变形，要求在施工过程中进行更精细的基础处理和加固工作。强降雨或洪水时，施工时应采取一定的水位控制措施，避免因水位骤涨对施工及其工程质量产生影响。水文数据的精准预测及动态监测技术为施工方案的制定提供了有力依据，确保施工进度与工程质量的稳定。

### 3.2 不同区域的技术适应性分析

不同地理与水文环境中的堤防护岸施工，要求根据区域特点选择相应的技术。沿海地区的堤防施工多需面对盐腐蚀、风暴潮等特殊问题，因此，防腐蚀材料及高强度结构设计成为施工的重点<sup>[3]</sup>。例如，在浙江省舟山市岱山县北部沿海堤防工程中，针对强台风风暴潮和高盐雾腐蚀环境，选用了高性能抗氯离子渗透的 C35P8 防腐混凝土，并采用复合土工膜与浆砌块石相结合的护面结构，有效提升了堤防的抗腐蚀能力和抗波浪冲击性能。而内陆河流地区，特别是湿地或山区，施工难度主要来自于土壤类型的差异和地形复杂性。在沙质土壤中，堤防结构的稳定性往往需要更多的加固措施，而在岩石区域，则更多关注施工的精准度与安全性。例如，在黄河内蒙古段沙质土堤防整治工程中，针对粉细砂地基易液化、抗冲能力差的问题，创新采用了振冲碎石桩加固与土工格栅加筋相结合的复合技

术，显著提高了沙质堤基的密实度和整体抗剪强度，有效解决了沙质土壤区域堤防沉降与管涌风险。每个区域的技术适应性必须与其自然环境特征高度契合，只有根据当地实际情况来定制施工方案，才能实现堤防护岸的最佳效益。

### 3.3 生态环境与施工技术的协调

堤防护岸施工不仅要考虑工程本身的稳定性，还必须重视对周围生态环境的保护。施工技术在满足工程需求的同时，需要避免破坏水生植物、湿地生态及水体生态系统。堤防结构的设计需考虑生态保护功能，设置生态护岸带，促进植被生长，增强生态恢复能力。选用的材料和施工方法应尽量减少对生态环境的干扰，例如使用透水性强的土工材料，确保水流与土壤的自然循环不被破坏。施工过程中，应避免大规模的土石方开挖和机械作业，最大限度减少对周边环境的影响，实现环境友好型施工。通过技术与生态的有机结合，可以使堤防工程在确保防洪安全的同时，促进生态环境的和谐发展。

## 4 施工技术在实际工程中的优化策略

### 4.1 施工过程中的质量控制与管理

堤防护岸工程的质量控制贯穿于整个施工过程，从材料选取到施工方法的选择再到后期的检测与监控，每一个环节都需要严格把关。为确保施工质量，必须通过建立科学合理的质量管理体系，实行全过程质量控制。在材料采购阶段，需要对供应商进行资质审核，确保所使用的材料符合标准，并进行严格的入场检验。施工过程中，采用现场质量监控系统，实时监测水土条件变化对施工的影响，及时调整施工方案。施工后期，特别是在堤防成型后，定期开展地质检测，检查土壤沉降情况和结构稳定性，确保施工效果长久。质量管理不仅涉及技术手段，也需要施工人员的技术培训与团队协作，确保各环节的有序衔接和施工标准的严格执行，从而实现工程的安全、高效及长期稳定性。

### 4.2 施工技术优化的实施案例

在某些实际工程项目中，技术优化已成功解决了堤防施工中的复杂问题。在长江某段堤防工程中，传统的堤防施工技术由于不适应流速较大的水流，造成了施工不稳定的问题。针对这一情况，工程技术团队引入了新型防冲刷材料和多功能土工布，结合了高效的排水设计，通过设置加固结构，提升了堤防抗洪能力和抗渗性。该优化方案减少了施工周期，同时大幅提升了堤防稳定性，避免了传统技术下频繁维修的问题<sup>[4]</sup>。另一个案例是在内蒙古地区的湿地堤防施工项目中，采用了植物根系修复技术和生态混凝土，这种技术既提高了堤防的抗冲刷性，又能促进生态恢复，避免了传统方法对生态环境的破坏。这些技术优化案例证明了现代施工技术的适应性与创新性，不仅提高了工程质量，还为后续类似项目提供了宝贵经验。

### 4.3 技术改进对工程经济性的提升

堤防施工中的技术改进直接影响着工程的成本和经济效益。在提高施工效率的同时,减少资源浪费和维护成本是关键。通过引入新型施工技术,如自动化土方搬运和智能化施工监测系统,能够显著缩短施工周期,降低人工成本。智能化设备不仅提高了施工精度,还减少了因人工误差而产生的资源浪费。优化施工材料的使用,如采用高强度、长寿命的复合材料,能够有效延长堤防的使用寿命,减少工程运行期间的维护和加固费用。在一些具体工程中,技术改进后的堤防施工方案不仅有效降低了初期施工成本,还通过延长工程生命周期和减少后期维修投入,最终实现了更高的经济效益。技术优化的实施也增强了工程的适应性,减少了外部环境变化对施工进度和质量的影响,提高了项目整体的经济效益。

## 5 堤防护岸施工技术的未来发展方向

### 5.1 绿色施工技术的未来前景

绿色施工技术将在堤防护岸工程中发挥越来越重要的作用,特别是在提升生态环境保护和资源节约方面。随着环保法规的不断加强,未来的堤防施工将更加注重材料的绿色选择与施工过程中的低碳排放。采用环保型材料,如可降解土工合成材料和无害化施工技术,将大幅减少对生态环境的破坏。绿色施工技术也强调对施工现场的土壤、植被和水体的保护,通过生态修复手段,恢复施工区域的自然环境。新型施工方法也将减少建筑垃圾的排放和能耗,提高资源的循环利用率。结合绿色理念,堤防护岸施工的全过程将注重可持续性,推进绿色建筑和节能环保技术的深度融合,为水利工程的可持续发展奠定基础。

### 5.2 智能化和自动化技术的融合

智能化和自动化技术的深度融合,将为堤防护岸工程带来

革命性变化。自动化施工设备能够实现高效、精确的作业,提高施工精度并降低人工成本。通过智能传感器和物联网技术,施工现场的实时数据将自动上传至云平台,提供动态监测与决策支持。人工智能的引入将进一步提升施工规划和预测的准确性,减少因人为因素引发的错误和延误<sup>[5]</sup>。施工设备将实现高度的自动化,特别是在危险性高、水域复杂的区域作业中,可以显著降低人员施工作业风险。通过智能化技术,堤防施工过程中的各项参数和资源使用将得到精准控制,从而提高整体施工效率和质量,为堤防工程的精细化管理提供有力支撑。

### 5.3 技术创新与工程实践的结合

技术创新与工程实践的结合将是堤防护岸施工发展的重要方向。在实际工程中,如何将新技术有效应用,解决传统施工中存在的难题,是实现技术突破的关键。通过将先进的科研成果与具体工程项目相结合,可以大大提升施工技术的适应性与创新性。将现代材料学、土壤力学和水利工程学等领域的最新研究成果引入施工过程中,能够在保证堤防稳定性的同时,提高其环境适应性和抗灾能力。工程实践中不断反馈的技术问题,也为新技术的研发提供了宝贵的经验,促使相关技术不断优化与升级。技术创新与实践的结合,不仅能推动施工效率和质量的提升,还能为堤防护岸工程带来长远的经济效益。

## 6 结语

堤防护岸工程的施工技术发展历程与创新应用,展示了在复杂水利环境下保障水域安全的巨大潜力。新材料的使用、智能化施工技术的引入,以及生态保护理念的融入,为堤防施工带来了更多可能,推动了行业的可持续发展。未来,技术的不断突破与实践的深入结合,将为堤防护岸工程提供更加高效、环保和经济的解决方案。

## 参考文献:

- [1] 赵可兴,李明.水利工程中堤防护岸的工程施工技术应用研究[J].科技与创新,2025,(23):199-201+205.
- [2] 谢树钢.水利工程中的堤防护岸工程施工技术探讨[J].中国科技论文在线精品论文,2025,18(04):213-215.
- [3] 赵旭晶.水利工程中堤防及护岸工程施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(33):208-210.
- [4] 陈志辉.水利工程河道堤防护岸的规划设计研究[J].水上安全,2025,(21):35-37.
- [5] 郭邦贵.水利工程中堤防护岸工程施工技术研究[J].科技资讯,2025,23(20):220-222.