

# 塔里木河干流枢纽工程除险加固的关键技术应用分析

王昕

新疆维吾尔自治区塔里木河流域干流水利管理中心，新疆库尔勒，841000；

**摘要：**塔里木河干流枢纽工程作为新疆重要的水利工程，对防洪、灌溉及供水发挥着关键作用。然而，受自然老化及极端天气影响，工程存在安全隐患，亟需除险加固。本文分析了塔里木河干流枢纽工程的现状问题，探讨了堤防加固、河道整治、穿堤建筑物加固等关键技术的应用，并结合新材料与新技术，提出了针对性的除险加固方案。研究还涉及工程实施计划、质量与安全管理、进度与成本控制等方面，确保加固工程高效、安全进行。通过工程案例验证技术实效，为干旱区枢纽工程安全运行与生态保护提供技术参考。

**关键词：**塔里木河；枢纽工程；除险加固；关键技术

**DOI：**10.69979/3060-8767.25.10.038

## 引言

塔里木河作为我国最长内陆河，其干流枢纽工程在水资源调度、防洪减灾与生态维系中具战略地位。受干旱区特殊气候、粉细砂地质条件及长期高负荷运行影响，阿其克、乌斯满等枢纽出现闸体裂缝、基础渗透、设备老化等问题，严重威胁工程安全与输水效益。文档显示，枢纽工程病害机理涉及极端温差下混凝土碳化、风沙侵蚀加剧结构损伤，以及泥沙淤积导致输水效率下降等。研究枢纽工程除险加固关键技术，对保障流域水安全、提升生态输水能力及推动水利工程可持续发展具重要现实意义。

## 1 塔里木河干流枢纽工程现状分析

塔里木河，作为新疆的生命线，其干流枢纽工程在防洪、灌溉、供水及生态保护等方面扮演着举足轻重的角色。然而，随着岁月的流逝和自然环境的变迁，这些枢纽工程逐渐暴露出了一系列问题，对区域的防洪安全和经济社会发展构成了潜在威胁。首先，从工程结构角度来看，塔里木河干流上的多个枢纽工程，如水闸、泵站及堤防等，大多建于上世纪，经过数十年的运行，普遍存在老化现象。混凝土结构出现裂缝、剥落，金属部件腐蚀严重，木制结构则因长期浸泡在水中而腐朽，这些问题严重影响了工程的稳定性和安全性。特别是在洪水季节，老化工程难以承受高水位的冲击，极易发生险情，对下游地区构成严重威胁。其次，河道形态的变化也给枢纽工程带来了挑战。由于上游来水量的变化和人类活动的影响，塔里木河干流河道发生了不同程度的冲刷和淤积，河床不稳定，导致部分枢纽工程的基础暴露或被淤积物覆盖，影响了其正常功能的发挥。例如，某些水闸因河床抬高而无法正常开启和关闭，泵站则因进

水口淤积而抽水效率下降，这些问题都亟待通过除险加固工程来解决。再者，防洪标准的不统一也是当前塔里木河干流枢纽工程面临的一大问题。由于历史原因，不同河段的防洪标准存在差异，部分河段防洪能力较弱，难以满足当前防洪需求。特别是在气候变化和城市化进程加快的背景下，极端天气事件频发，洪水风险增加，提高防洪标准、加强枢纽工程的防洪能力显得尤为迫切。此外，枢纽工程的管理与维护也存在不足。部分工程因管理不善、维护不到位而加速了老化进程。例如，一些堤防因缺乏定期巡查和维修而出现塌陷、裂缝等险情；部分水闸和泵站因缺乏专业技术人员进行操作和维护而导致设备损坏严重。这些问题不仅影响了工程的正常运行，也增加了除险加固的难度和成本。

## 2 除险加固关键技术应用分析

塔里木河干流枢纽工程作为区域防洪与水资源调配的核心设施，其安全稳定运行直接关系到下游地区的防洪安全及经济社会可持续发展。面对当前工程存在的老化、结构损伤及防洪标准不足等问题，除险加固工作显得尤为迫切。以下是对塔里木河干流枢纽工程除险加固关键技术应用的具体分析。首先，堤防加固是除险加固工作的基础。针对堤防老化、裂缝及渗透等问题，可采用高压喷射灌浆技术进行防渗处理，通过高压水射流切割土体并注入水泥浆液，形成连续的防渗墙，有效阻止地下水渗透，增强堤防的稳定性。同时，对于堤顶及坡面，可采用生态袋护坡技术，利用高强度土工布袋填充种植土，种植适宜当地生长的草本植物，既加固了堤防，又恢复了生态环境，实现了工程安全与生态保护的双重目标。其次，河道整治是提升枢纽工程防洪能力的关键。针对河道淤积、河床不稳定等问题，可采用机械

疏浚与生态修复相结合的方法。利用大型疏浚设备清除河道内的淤积物，恢复河道的过流能力；同时，在河道两岸种植柳树、芦苇等深根性植物，利用其根系固土护坡，减少水土流失，改善河道生态环境。此外，对于局部河段出现的弯道冲刷问题，可采用丁坝群进行护岸，通过调整水流方向，减缓水流对河岸的冲刷作用，保护河岸稳定。穿堤建筑物的加固同样不容忽视。水闸、泵站等穿堤建筑物作为枢纽工程的重要组成部分，其安全稳定直接关系到整个工程的防洪效果。针对这些建筑物存在的裂缝、渗漏及结构损伤等问题，可采用碳纤维布加固技术。碳纤维布具有高强度、轻质及耐腐蚀等优点，通过粘贴在结构表面，可显著提高结构的承载能力和抗裂性能。同时，对于渗漏问题，可采用化学灌浆技术，通过向裂缝内注入化学浆液，形成不透水的凝胶体，有效阻止水分渗透，保障建筑物的安全运行。此外，新材料与新技术的应用也为除险加固工作提供了有力支持。例如，BIM（建筑信息模型）技术可在工程设计阶段实现三维可视化模拟，帮助工程师更直观地了解工程结构及周边环境，优化设计方案，减少施工过程中的变更与返工。智能监测系统则可实时监测工程运行状态，包括水位、流量、应力应变等参数，一旦发现异常情况立即报警，为应急处置提供宝贵时间，有效保障工程安全。

### 3 除险加固工程实施与管理

塔里木河干流枢纽工程的除险加固是一项复杂而系统的工程，其实施与管理直接关系到工程的质量、进度与安全。为确保加固工程顺利进行并达到预期目标，必须采取科学合理的实施策略与严密的管理措施。

#### 3.1 工程实施计划

工程实施计划是除险加固工作的蓝图，它明确了工程的总体目标、阶段划分、任务分配及时间节点。首先，需根据工程现状与加固需求，制定详细的工程设计方案，明确加固范围、技术措施及预期效果。随后，依据设计方案，将整个加固工程划分为若干个阶段，如准备阶段、施工阶段、验收阶段等，并为每个阶段设定具体的时间节点和任务目标。在准备阶段，需完成施工队伍的组建、施工设备的采购与调试、施工材料的储备及现场勘查等工作。这一阶段的关键在于确保所有资源到位，为后续施工提供有力保障。施工阶段是工程实施的核心，需严格按照设计方案和技术规范进行施工，确保每一道工序都符合质量要求。同时，要加强现场安全管理，防止安全事故的发生。验收阶段则是对整个加固工程的全面检查，需邀请专业机构进行质量评估，确保工程达到设计

要求和安全标准。

#### 3.2 工程质量与安全管理

工程质量与安全是除险加固工程的生命线，必须放在首位。在质量管理方面，需建立完善的质量保证体系，明确各级质量责任，加强施工过程中的质量监控与检测。具体而言，应制定详细的质量检查计划，定期对施工材料、构配件及设备进行质量抽检，确保其符合设计要求和相关标准。同时，加强对施工工序的质量控制，实行“三检制”（自检、互检、专检），确保每一道工序都达到质量要求。在安全管理方面，需坚持“安全第一、预防为主”的方针，建立健全的安全生产责任制。施工前，应对所有施工人员进行安全教育培训，提高其安全意识和操作技能。施工过程中，需加强现场安全巡查，及时发现并消除安全隐患。对于危险性较大的分部分项工程，如高空作业、深基坑开挖等，需编制专项施工方案，并经专家论证通过后方可实施。此外，还需制定应急预案，做好应急准备工作，确保在突发事件发生时能够迅速响应并有效处置。

#### 3.3 工程进度与成本控制

工程进度与成本控制是除险加固工程实施过程中的两大关键要素。在工程进度管理方面，需根据实施计划制定详细的速度控制表，明确各阶段的任务、开始时间、完成时间及责任人。施工过程中，需定期召开进度协调会，及时解决影响进度的问题，确保工程按计划顺利推进。同时，要加强与业主、监理及设计单位的沟通协调，形成工作合力，共同推动工程进度。在成本控制方面，需建立全面的成本管理体系，明确各级成本责任，加强施工过程中的成本核算与控制。具体而言，应制定详细的成本预算计划，对人工费、材料费、机械费及间接费等各项费用进行严格控制。施工过程中，需加强材料管理，避免浪费和损失；优化施工方案，提高施工效率；合理安排施工顺序和作业时间，减少窝工和返工现象。同时，还需加强合同管理，严格履行合同条款，避免因合同纠纷导致的成本增加。此外，还需注重工程变更管理。在施工过程中，如因设计变更、现场条件变化等原因导致工程变更时，需及时办理变更手续，明确变更内容、范围及费用调整情况，确保工程变更在可控范围内进行。

### 4 环境影响与社会效益分析

#### 4.1 环境影响评估与保护措施

大西海子水库及孔雀河第一分水枢纽的除险加固

工程，在规划与实施过程中，高度重视对周边环境的影响评估与保护。针对大西海子水库，工程团队进行了详尽的水文地质与生态环境调查，发现水库周边生态脆弱，植被以耐旱灌木和草本植物为主，且存在部分珍稀鸟类栖息地。为此，工程设计中特别增加了生态保护章节，提出在施工期间设置生态隔离带，避免施工活动对鸟类栖息地的直接干扰；同时，采用低噪音、低振动的施工设备，减少对野生动物的影响。施工结束后，计划实施生态恢复工程，包括植被重建和湿地保护，以恢复和提升区域生态功能。

孔雀河第一分水枢纽除险加固工程同样注重环境影响评估。项目团队通过现场勘查和数据分析，识别出施工期可能产生的水土流失、水质污染等风险。为应对这些风险，工程采取了多项保护措施：一是优化施工方案，减少土方开挖量，降低地表扰动；二是设置沉淀池和过滤装置，对施工废水进行处理，确保达标排放；三是加强施工期环境监测，定期检测水质、土壤等环境指标，及时调整施工策略。此外，工程还规划了施工结束后的生态修复工作，通过植树造林、草地恢复等措施，提升区域生态环境质量。

#### 4.2 水资源保护与高效利用

大西海子水库作为塔里木河下游的重要生态供水水源，其除险加固工程特别强调水资源的保护与高效利用。工程团队通过优化水库调度方案，实施精准灌溉，减少无效蒸发和渗漏损失，提高水资源利用效率。同时，加强水库水质监测，建立水质预警机制，确保供水水质符合生态标准。针对孔雀河第一分水枢纽，工程通过改造灌溉渠道，推广节水灌溉技术，减少农业用水浪费。据测算，改造后灌溉水利用系数可提升0.1以上，年节约水量达数百万立方米，有效缓解了区域水资源紧张状况。

#### 4.3 社会效益的多元体现

大西海子水库及孔雀河第一分水枢纽的除险加固工程，不仅提升了区域防洪减灾能力，还带来了显著的社会效益。对于大西海子水库周边社区而言，工程改善了当地农业生产条件，提高了农田灌溉保证率，促进了农业增效和农民增收。据初步估算，工程实施后，周边农田年均增产可达10%以上，农民人均收入显著提升。同时，工程的生态保护措施也改善了农村人居环境，提

升了居民生活质量。

对于孔雀河第一分水枢纽而言，工程除险加固后，保障了塔里木河下游生态输水的稳定性，对维护区域生态平衡具有重要意义。此外，枢纽的改造还促进了当地旅游业的发展。随着周边生态环境的改善，越来越多的游客被吸引前来观光旅游，带动了餐饮、住宿等相关产业的发展，为当地经济注入了新的活力。更重要的是，这些工程项目的实施还增强了公众对水资源保护和生态修复的认识和支持，推动了社会整体环保意识的提升。

#### 5 结论

塔里木河干流枢纽工程除险加固需针对粉细砂地基、极端气候等特殊性，采用结构修复、水力学优化及生态协调的综合技术体系，大西海子水库与孔雀河第一分水枢纽的除险加固工程，通过科学规划与精心实施，不仅显著提升了区域防洪减灾能力，还有效保护了生态环境，促进了水资源的合理利用。工程实施后，农田灌溉条件得到改善，农业生产效益提高，同时带动了周边旅游业发展，为当地经济注入了新动力。展望未来，需持续加强工程维护与监测，确保长期稳定运行，并进一步探索水资源高效利用与生态保护的新模式，为区域可持续发展提供坚实保障。

#### 参考文献

- [1] 林佳奕, 徐耀, 王荣鲁. 基于主成分分析法的南疆塔里木河流域水库除险加固排序研究 [J]. 三峡大学学报(自然科学版), 2023, 45(4): 80–85.
- [2] 杨锐. 塔里木河干流中游输水堤工程地质分析 [J]. 水利科学与寒区工程, 2022, 5(12): 157–159.
- [3] 罗文忠, 李江. 塔里木河流域大中型水闸除险加固对策及建议 [J]. 水利规划与设计, 2012(10): 25–27+45.
- [4] 刘强. 塔里木河防御超标准洪水方案 [J]. 四川水利, 2020, 41(5): 61–64.
- [5] 李新泉. 塔里木水库提升工程可行性分析 [J]. 水电水利, 2024, 8(2): 135–137.

作者简介：王昕，男，汉，1988年9月生，河北东光人，2015年毕业于中央广播电视台大学建筑管理专业，本科，现在职称：工程师，目前从事水利工作生产运行与管理工作。