

施工组织设计在长距离堤防工程中的优化策略研究

刘 庆 刘 健 胡昌庆 姚 坤 胡 皓

中建八局西南建设工程有限公司 四川 成都 615500

摘 要：本文以四川省古蔺县古蔺河防洪治理工程（二期）为研究对象，深入探讨了施工组织设计在长距离堤防工程中的优化策略。该工程综合治理长度达18.4公里，其中新建堤防10.88公里，河道清淤18.4公里，工程级别为4级。通过对该工程的施工条件、导流方案、料场选择、主体工程施工方法、施工交通及总布置等方面的系统分析，本文提炼出一套适用于长距离堤防工程的施工组织优化策略。研究表明，科学合理的施工组织设计能够显著提升工程效率、保障工程质量、控制工程成本并确保施工安全。本文的研究成果对于类似长距离线性水利工程的施工组织具有重要的理论参考价值和实践指导意义。

关键词：施工组织设计；长距离堤防；优化策略；古蔺河防洪治理

引言

随着我国城镇化进程的加速和极端气候事件的频发，城市及乡村地区的防洪安全问题日益凸显。堤防工程作为抵御洪水灾害的第一道防线，其建设质量和效率直接关系到人民生命财产安全和社会经济的稳定发展。然而，长距离堤防工程因其战线长、地质条件复杂、受水文气象影响大等特点，在施工组织上面临着诸多挑战。如何通过科学、高效的施工组织设计来克服这些困难，成为当前水利工程建设领域亟待解决的关键问题。施工组织设计是指导工程施工全过程的技术经济文件，是连接工程设计与施工实践的桥梁^[1]。一个优秀的施工组织设计不仅能够合理配置资源、优化工序流程、缩短工期、降低成本，更能有效预防和应对施工过程中的各种风险，确保工程质量和安全。因此，针对长距离堤防工程的特点，研究其施工组织设计的优化策略，具有重大的现实意义和理论价值。

1 工程概况与施工难点分析

1.1 工程基本情况

四川省古蔺县古蔺河防洪治理工程（二期）是一项重要的民生水利工程。根据设计文件，该工程的主要任务是完善古蔺河下游金兰街道及永乐街道段的防洪体系，提高区域整体防洪能力，保护沿岸居民生命财产和重要基础设施安全。工程规模宏大，综合治理河段总长18.4公里。其中，新建堤防长达10.88公里，共分为10个独立堤段；同时，对全长18.4公里的河道进行清淤疏浚。工程等级为4级，主要建筑物按4级标准设计，次要建筑物按5级标准设计，设计合理使用年限为30年。

1.2 工程地质与水文条件

工程区地震基本烈度为Ⅵ度，区域构造稳定性好。

堤基覆盖层主要为粉土和卵砾石夹砂。粉土层结构松散、强度低，不宜直接作为持力层；而卵砾石夹砂层和基岩则具有良好的承载能力和抗变形能力。部分河段存在岸坡稳定性差、易受冲刷的问题，且局部有污水管网和天然气管道分布，对施工提出了特殊要求。工程设计洪水以古蔺水文站为参证站，采用水文比拟法计算。分期洪水分析显示，主汛期（5-9月）洪水流量远大于枯水期（11月-次年3月），这为施工时段的选择提供了重要依据。

1.3 主要施工难点

基于上述工程特点，本项目面临的主要施工难点体现在多个方面。首先，工程战线长达18.4公里，导致施工点众多且分散，给人员、设备、材料的统一调度和管理带来巨大挑战。其次，为避开主汛期洪水威胁，主体工程施工必须集中在枯水期（12月至次年3月）进行，有效施工时间极为有限，形成了巨大的工期压力。再次，不同堤段的地基条件差异较大，从松散的粉土到坚硬的基岩，需要采取不同的基础处理和堤身填筑方案，增加了施工技术的复杂性。此外，工程涉及与既有桥梁、道路、地下管线（污水管、天然气管）的交叉或邻近，施工过程中需严格保证其安全，协调工作量大。最后，作为城市及乡村结合部的水利工程，施工过程中的扬尘、噪音、弃渣等必须得到有效控制，以减少对周边环境和居民生活的影响，环保与文明施工要求高。

2 施工组织设计核心内容分析

2.1 施工条件与资源配置

工程区交通便利，有S309省道、古习路及村道穿过，为大型设备和材料的进场提供了保障。在天然建筑材料方面，工程充分利用“就地取材”的原则。混凝土

采用商品砼,从15公里外的太平镇采购;块石从18公里外的水落村建材厂购买;而最重要的填筑料则优先利用河道开挖及疏浚产生的砂砾石料,不足部分再从18公里外的石亮河砂石场补充。这种策略极大地降低了材料运输成本和能耗。施工用水直接从古蔺河抽取,生活用水接入城镇供水系统;施工用电由国家电网供应,保障了能源需求。

2.2 施工导流方案

工程临时围堰按5年一遇洪水标准设计,导流时段严格限定在12月至次年3月的枯水期。导流方式采用土石围堰挡水,围堰顶宽2.0米,堰高1.5米,边坡坡比1:1.5,并采用土工膜进行防渗。基坑内的积水通过水泵抽排^[2]。为了应对可能的汛期风险,工程制定了详细的汛期施工技术保证措施,包括密切关注天气预报、抢在汛前完成关键部位施工、加强边坡防护、确保施工道路畅通等,形成了完整的风险应对体系。

2.3 料场选择与开采

工程遵循“近、优、足”的原则,将主要外购料场(商品砼站、块石厂、石渣场)均控制在18公里运距内。最具特色的是对开挖料的利用,将河道清淤和基槽开挖产生的砂砾石料作为主要填筑料源,实现了“变废为宝”,不仅解决了弃渣问题,还大幅减少了新材料的采购量。对于含水量偏大的疏浚料,设计中明确要求堆放至指定堆料场进行翻晒,以控制其含水率满足填筑要求。

2.4 主体工程施工方法

工程将18.4公里的治理长度划分为两个大工段,平行作业,以加快整体进度。堤防施工遵循“由外向内、由下而上”的原则,标准工序为:基础开挖→基础混凝土浇筑→堤身填筑→马道/堤顶浇筑→护坡施工。在堤身填筑技术上,采用了流水作业法,将填筑作业面划分为若干工作面,依次进行铺料、洒水、碾压,形成连续、高效的流水线作业。对于岸坡结合部、新旧填筑搭接区等关键部位,采用粒径较小的填料和小型机具(如夯锤)进行夯实,确保结合质量。质量控制方面,严格执行碾压试验制度,确定最优的铺料厚度、洒水量和碾压遍数,并对填筑料的压实度(≥ 0.91)和石渣料的固体体积率($> 76\%$)等关键指标进行严格监控。工程还采用了多种特色结构,如用于基础水平防冲的雷诺护垫,以及兼具防护与生态功能的PET石笼网箱+复合土工袋护坡。在部分高陡岸坡段,则采用C25商品混凝土浇筑的衡重式挡墙,并设置了完善的排水系统和反滤层。

2.5 施工交通与总布置

工程沿治理河段左右岸修建了总长8.46公里的临时施

工道路,路面宽4米。巧妙的是,这些临时道路结合了未来的堤顶道路进行修建,既满足了施工期的运输需求,又为后期堤顶道路的施工奠定了基础,避免了重复建设。在施工总布置上,贯彻“因地制宜、分散布置”的原则,设立了6个工区。生产区(如加工厂、仓库、机械停放场)布置在堤后开阔地带,而生活区则租用当地民房,有效节约了临时用地,减少了对当地居民的干扰。

3 长距离堤防工程施工组织优化策略

基于对古蔺河工程案例的深入分析,可以提炼出以下适用于长距离堤防工程的施工组织优化策略:

3.1 基于时空约束的动态分段管理策略

长距离工程的核心矛盾在于“长”与“集中管理”之间的冲突。优化策略应打破传统的一刀切管理模式,实施动态分段管理。在空间上,根据工程地质、结构形式、交通条件等因素,将全线划分为若干个相对独立的“管理单元”,每个单元配备相对独立的资源,实现“小兵团作战”,减少相互干扰。这种分段并非一成不变,而是动态的。例如,在古蔺河工程中,初期可按地理区块划分,但当某个堤段遇到复杂的地下管线迁改时,可临时将其独立出来,成立专项攻坚小组,调配专业技术和设备,待难题解决后再并入原工段^[3]。在时间上,虽然各单元独立施工,但必须在总进度计划的统一指挥下进行,通过建立全局性的进度、资源、成本管控平台,实现信息共享和动态调整,确保各单元步调一致,最终汇聚成整体目标。这种策略既能发挥集中管理的优势,又能赋予基层足够的灵活性以应对现场的不确定性。

3.2 “枯水窗口期”导向的精细化进度控制策略

长距离堤防工程的成败很大程度上取决于能否高效利用短暂的枯水施工期。为此,必须实施精细化进度控制。以汛期来临为绝对终点,反向推算出每一项关键工作的最晚完成时间,形成刚性约束。识别出影响总工期的关键工序链(如:围堰施工→基础开挖→基础混凝土→堤身填筑至安全高程),集中优势资源予以保障。在古蔺河工程中,这意味着在12月初就必须完成所有围堰闭气,确保基坑具备开挖条件。同时,在非关键路径上设置合理的时差,以吸收局部延误带来的风险,保护关键路径不受冲击。精细化还体现在对每日、每周有效工时的精确计算上,充分考虑冬季低温、雨雪天气对混凝土浇筑、土方压实等工序的影响,预留充足的缓冲时间,并制定相应的冬雨季施工技术措施,确保在有限的窗口期内实现最大化的有效产出。

3.3 资源循环利用与绿色施工集成策略

长距离线性工程会产生巨量的土石方,如何处理是成本和环保的关键。应大力推行资源循环利用。在施工组织设计阶段,就应进行详细的土石方平衡计算,最大限度地开挖料(尤其是河道清淤料)直接用于堤身填筑,实现“内部消化”。古蔺河工程的成功之处在于,它不仅仅将清淤料视为废弃物,而是作为一种宝贵的资源进行规划。对于含泥量高、含水率大的疏浚料,专门设置了堆料场进行翻晒和筛分处理,使其达到填筑标准。这种做法不仅节省了外购填料的巨额费用,也避免了大规模弃渣场的征地和环境破坏。同时,推广如雷诺护垫、生态石笼等绿色护岸技术,减少对混凝土等高能耗材料的依赖。做好施工期的扬尘、噪音、废水控制,将工程对环境的负面影响降至最低。例如,在靠近居民区的堤段,可采用低噪音设备,并设置移动式雾炮降尘,真正实现工程建设与环境保护的和谐共生。

3.4 BIM与信息化赋能的智慧工地构建策略

面对长距离、多点位的管理难题,传统的二维图纸和人工管理已显乏力。应积极拥抱信息化技术。建立工程的BIM模型,将设计、施工、管理信息集成于一体,可用于施工模拟、碰撞检查、工程量自动统计等,极大提升前期策划的精准度。在古蔺河这样的工程中,BIM模型可以提前发现河道疏浚范围与地下天然气管线的空间冲突,从而在施工前就调整疏浚方案,避免重大安全事故。在现场部署物联网(IoT)设备,如人员定位卡、设备运行监控、环境监测传感器等,数据实时上传至云端管理平台,管理人员可随时随地掌握现场动态,实现远程、高效的协同管理^[4]。例如,通过智能手环可以实时监控一线工人的位置和健康状况,在发生险情时能迅速定位和救援。通过无人机定期航拍,可以快速获取全线施工进度影像,与BIM模型进行比对,及时发现进度偏差并纠偏。

3.5 全方位风险预控与应急响应策略

长距离堤防工程面临水文、地质、社会等多重风险。必须建立全方位的风险预控体系。在施工组织设计阶段,系统识别各类风险(如超标准洪水、地质塌陷、地下管线破坏、村民阻工等),并评估其发生概率和影

响程度。针对高风险项,制定详细的应急预案,包括组织架构、响应流程、物资储备、撤离路线等。古蔺河工程地处城乡结合部,社会风险尤为突出。因此,除了常规的防汛、防塌方预案外,还需特别制定社区沟通与协调预案,明确专人负责与沿线村镇的联络,及时通报施工计划,妥善处理征地拆迁和青苗补偿问题,将潜在的社会矛盾化解在萌芽状态。定期组织应急演练,确保所有参建人员熟悉预案,能够在突发事件发生时迅速、有序地响应。这种“预防为主、防治结合”的风险管理模式,是保障长距离堤防工程顺利实施的最后一道坚固防线。

4 结语

本文通过对四川省古蔺县古蔺河防洪治理工程(二期)施工组织设计的系统剖析,揭示了长距离堤防工程施工组织的核心要素与内在逻辑。研究表明,一个成功的施工组织设计绝非简单的工序罗列,而是一个融合了时空规划、资源优化、技术创新和风险管理的复杂系统工程。本文提出的五大优化策略——动态分段管理、枯水期精细化进度控制、资源循环利用、信息化赋能、全方位风险预控——为解决长距离堤防工程的施工组织难题提供了系统性的解决方案。这些策略相互关联、相辅相成,共同构成了一个高效、安全、绿色、智能的现代水利工程施工组织新模式。未来,随着BIM、物联网、大数据等技术的不断发展,长距离堤防工程的施工组织将变得更加精细化和智能化。持续探索和应用这些先进技术,将是进一步提升我国水利工程建设管理水平的重要方向。

参考文献

- [1]王文芳.生态理念下水利河道堤防治理工程护坡设计及施工组织研究[J].水上安全,2025,(09):80-82.
- [2]廉伟,殷志鑫.堤防工程施工技术在水利工程建设中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2026,(08):118-120.
- [3]张啸,张昊.水利工程河道堤防护岸施工技术研究[J].流体测量与控制,2026,7(01):84-86.
- [4]张钊.水利水电工程中的堤防护岸工程施工技术[J].工程建设与设计,2026,(03):179-181.