

线型堤防工程水土保持监测——以湖北省洪湖东分块蓄滞洪区蓄洪工程为例

金淼

湖北金浪勘察设计有限公司，湖北武汉，420070；

摘要：线型堤防工程呈线状分布，水土保持监测难度较大。本研究以湖北省洪湖东分块蓄滞洪区蓄洪工程为例，通过多种监测方法，探讨线型堤防工程水土保持监测内容、程序、方法及阶段性监测结果。结果表明，工程建设过程中扰动范围动态变化，实施水土保持措施对防治水土流失起到重要作用。本研究为类似线型堤防工程水土保持监测提供了实践经验与参考。

关键词：线型工程；水土保持监测；堤防工程；监测方法

DOI：10.69979/3060-8767.25.08.013

引言

水土保持是生态文明建设的重要内容，对维护区域生态安全 and 人水和谐具有战略意义^[1]。水土保持监测作为开展水土保持工作的重要环节，能够对水土流失各要素进行连续监测，为水土保持效果评价与监督管理提供关键依据^[2]。线型建设项目一般具有空间跨度大、扰动范围广、地质条件复杂等特点，其水土流失呈现出连续或不连续的线状特征，水土保持监测难度高于点状项目^[3]。

湖北省洪湖东分块蓄滞洪区蓄洪工程是长江中下游防洪体系的关键组成部分，其建设过程中的水土保持工作至关重要，深入开展该工程建设期的水土保持监测研究，可为同类型线型堤防工程提供参考借鉴。

1 研究内容与方法

1.1 工程概况

洪湖分蓄洪区是长江中下游整体防洪的关键构成，洪湖东分块蓄洪工程位于洪湖分蓄洪区东部，由腰口隔堤、洪湖监利长江干堤、东荆河堤及洪湖主隔堤共同形成封闭圈，蓄洪区内总面积达 883.62km²。

项目区主要为冲积平原、冲湖积平原、剥蚀残丘及人工地貌；土壤以水稻土和潮土为主，占比达 96%。工程地处亚热带季风气候区，年平均气温 16.6℃，降雨量在 1060.5–1331.1mm 之间。

1.2 线型堤防工程建设引发的水土流失特点

(1) 线状分布：与点状项目不同，线型项目呈线状

分布，其水土流失也呈现出连续或不连续的线状特征，导致监测范围广、难度大。本工程新建和加固的堤防工程沿线均因施工活动引发水土流失，形成线状的水土流失区。

(2) 形式复杂：除了面蚀、沟蚀等常见水土流失形式外，施工还可能会引发地基下沉、地面非均匀沉降等特殊形式的水土流失问题，从而加大区域水土流失风险。

(3) 强度大：施工中土方开挖等破坏土壤结构，使土壤稳定性降低。同时，搬运堆填的物质较复杂，且处于非自然固结状态，使得土壤抗侵蚀能力下降，导致水土流失强度明显增大。本工程堤身开挖与填筑等施工，局部土壤在短时间内扰动强烈，水土流失强度远超周边未扰动区域。

(4) 时空变化大：时间上，在施工期，地表扰动频繁，开挖回填量大，水土流失问题严重；而在试运行期，随着扰动减少，各项水土保持措施的逐步发挥防治效果，水土流失得到有效控制。空间上，由于线型堤防工程空间跨度大，地形地貌、土壤及植被覆盖等存在差异，导致不同地段水土流失特征也不尽相同，进一步加大了水土流失的复杂性和监测的难度^[4]。

1.3 水土保持监测内容

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018），监测内容主要包括：

(1) 水土流失影响因素：涵盖气象、地形、植被等自然因素，工程对原地表、水土保持设施及植被的占压损毁情况，工程征占地与防治责任范围变化，以及弃土

(石、渣)和取土(石、料)的相关情况^[5]。例如,收集多年气象数据,分析降雨强度、频率等对水土流失的影响;研究地形坡度、坡长等地貌特征与水土流失的关系。

(2)水土流失状况:通过实地勘察与数据分析,判断水土流失类型和形式,确定其具体分布范围、面积和强度。同时,评估项目建设引起的水土流失对下游及周边生态环境的影响和危害。

(3)水土保持措施实施情况及其防治效果:监测项目区水土保持措施的类型、数量、分布及实施效果^[6]。例如,统计工程中各类护坡工程、排水沟、沉沙池等工程措施数量及建设进度,造林、种草等植物措施的面积及分布。实施效果监测内容主要包括工程措施的完好程度以及运行情况,植物措施的成活率、保存率和覆盖率等,以及各项措施的拦渣、蓄水、保土效果。

2 水土保持监测程序和方法

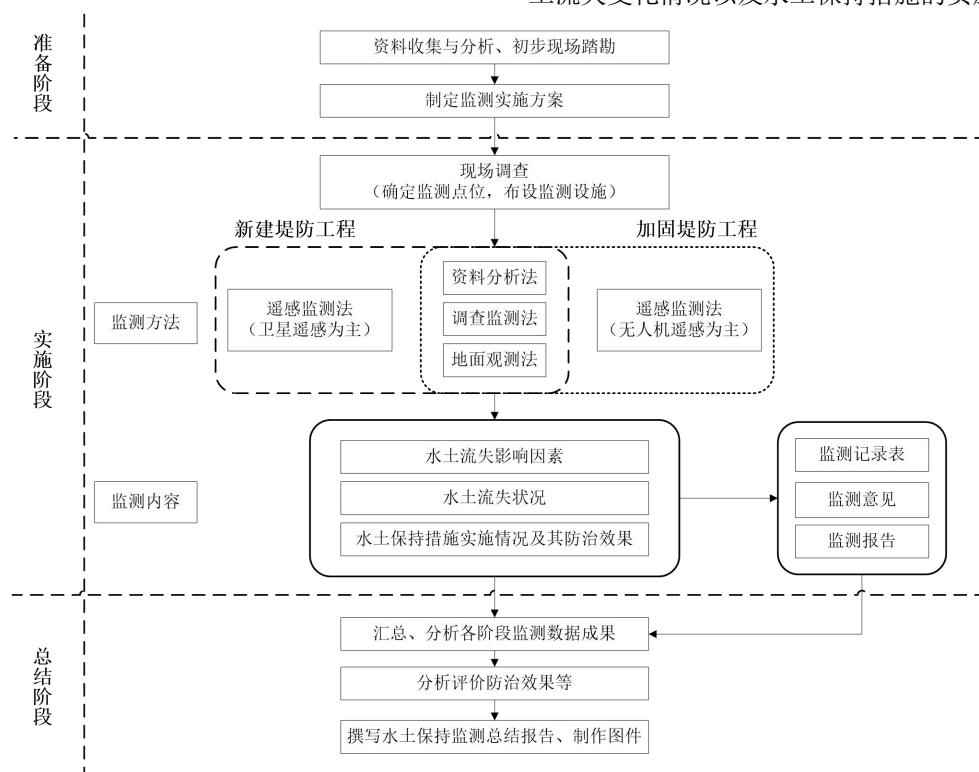


图1 本工程水土保持监测流程

2.2 监测方法

根据新建和加固线型堤防工程建设特性、水土流失及其防治的特点,本工程监测工作中采用了多种方法。

(1)资料分析法:是生产建设项目水土保持监测的基础方法。收集工程相关资料,包括自然条件、设计方

2.1 监测程序

(1)准备阶段:广泛收集分析监测区气象水文、地形地貌、植被等自然条件资料,以及工程相关设计资料等,结合工程特点,制定详细的监测实施方案。

(2)实施阶段:依据实施方案,合理选取监测点位、布设监测设施。及时采集监测数据,掌握工程建设过程中水土保持措施实施数量及进度、水土流失及其危害情况等。在本工程实施阶段,根据不同的施工区域和水土流失特点,在新建腰口隔堤、东荆河堤加固等区域合理设置了地面观测点和遥感监测范围,及时采集分析监测数据。

(3)总结阶段:对监测数据资料进行梳理统计,分析评价项目区水土流失动态变化、水土保持措施实施情况及防治效果等。总结监测过程中存在的问题并提出完善建议,撰写水土保持监测总结报告。本研究整理统计了2018-2021年监测数据,分析了建设期内不同时段水土流失变化情况以及水土保持措施的实施效果。

案等资料,经分析统计,结合实际调查、观测等验证,获得准确、真实的监测数据。

(2)调查监测法:是实际开展水土保持监测中常用的方法。采用普查、抽样调查和典型调查等方式,利用GPS定位仪、卷尺、标杆等工具,开展现场实地勘测,

记录扰动地表及水土保持措施实施情况^[7]。

(3)地面观测法：通过设立典型观测断面、观测点、观测基准等，针对不同地表扰动类型，采用侵蚀沟样方法、测钎法等，监测水土流失及其防治效果。侵蚀沟样方法是通过测定样方内侵蚀沟数量、断面面积和长度计算确定侵蚀量；测钎法通过观测钢钎露出地面高度计算土壤侵蚀厚度和数量。

(4)遥感监测法：结合卫星遥感和无人机遥感，利用专业处理软件提取监测工程扰动土地状况、植被状况

及水土保持措施情况。卫星遥感是选用清晰、反差适中且地物特征明显的高分辨率影像，结合野外调查和解译标志等资料，解译提取扰动区域、范围等信息；无人机遥感主要是利用无人机对监测范围进行航拍，获取高清影像资料，利用专业无人机影像处理软件对航测数据进行处理，完成航片正射影像拼接，再通过人工目视解译、量测获取监测区建设扰动面积、水土保持措施位置及数量等重要信息，与实地调查结合可提高监测效率与精度^[8]。

表 1 湖北省洪湖东分块蓄滞洪区蓄洪工程堤防工程水土保持监测方法

监测指标类	监测指标		监测方法
水土流失影响因素	气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素		资料分析、调查监测
	工程建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况		资料分析、地面观测、遥感监测
	工程征占地和水土流失防治责任范围变化情况		资料分析、地面观测、遥感监测
	工程弃土（石、渣）的占地面积、数量及堆放方式		资料分析、地面观测、遥感监测
	工程取土（石、料）的扰动面积、数量及取料方式		资料分析、地面观测、遥感监测
水土流失状况	水土流失类型及形式		资料分析、地面观测
	水土流失面积及分布		资料分析、地面观测、遥感监测
	水土流失强度		资料分析、地面观测、类比法
	对下游及周边地区生态环境的影响，造成的危害情况		资料分析、地面观测
水土保持措施实施情况	工程措施	护坡工程数量及质量	资料分析、地面观测
	植物措施	造林面积及质量	资料分析、地面观测
		种草面积及质量	资料分析、地面观测
水土保持措施防治效果	措施保存与运行状况	林草成活率	地面观测、遥感监测
		植被覆盖度	地面观测
		郁闭度	地面观测
		工程措施保存率	地面观测
	拦渣保土效果	减少土壤侵蚀模数	资料分析
	蓄水保土效益	减少径流模数	资料分析



(a) 2018 年无扰动



(b) 2019 年扰动范围



图 3 已实施的临时排水沟解译量测



(c) 2020 年扰动范围



(d) 2021 年扰动范围

图 2 新建腰口隔堤工程扰动变化

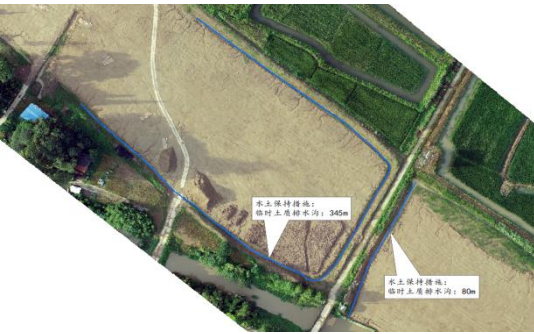


图 4 已实施的临时排水沟解译量测

3 结果与分析

本项监测结合现场调查,对 2018-2021 年新建腰口隔堤工程卫星遥感影像进行人工解译,获取扰动范围动态变化情况:2018 年 9 月未扰动,2019 年 2 月、2020 年 8 月、2021 年 1 月扰动面积分别为 28.63hm²、228.55hm²、247.96hm²,自 2020 年全线开工后,大规模基础开挖与堤身回填致使扰动范围迅速扩大。

截至 2021 年 12 月,工程区已实施了多项水土保持措施,包括表土剥离、排水与沉沙、拦挡与苫盖,以及干砌石护坡、植生块护坡、植草护坡等。这些水土保持措施的实施对于预防和控制水土流失具有重要作用。其中,排水沟和沉沙池有效地减少了地表径流对土壤的冲刷;干砌石、植生块和植草护坡则增强了坡面的稳定性,降低了水土流失风险。

4 结论

(1)线型建设项目因自身特点,水土保持监测工作复杂。开展监测前需全面分析项目特点,因地制宜制定监测方案,以确保监测的准确性与可靠性。

(2)施工期是生产建设项目水土流失高风险阶段,需重点加强临时防护措施。

(3)融合传统与新兴监测技术是未来趋势。随着信息化技术发展,将无人机、卫星遥感等先进技术与传统监测技术结合,可提高监测效率与数据准确度,推动水土保持事业发展。未来应进一步加强空间与信息化监测

技术研究,提升水土保持监测水平。

参考文献

- [1]李占斌,朱冰冰,李鹏.土壤侵蚀与水土保持研究进展[J].土壤学报,2008,(05):802-809.
- [2]郭索彦,李智广.我国水土保持监测的发展历程与成就[J].中国水土保持科学,2009,7(05):19-24.
- [3]胡建民,谢颂华,左长清,等.线型建设项目水土保持监测技术探讨——以江西省长江干流江岸堤防加固整治工程为例[J].水土保持通报,2004,(02):48-51.
- [4]赵永军,姜德文,袁普金.线状工程建设项目的水土保持监测——以西气东输项目为例[J].水土保持研究,2005,(06):75-79+257.
- [5]中华人民共和国住房和城乡建设部.生产建设项目水土保持技术标准:GB 50433-2018[S].中国计划出版社,2018.
- [6]唐学文,孔德树,唐继斗,等.开发建设项目水土保持监测指标与方法体系探讨[J].中国水土保持,2006,(06):46-48.
- [7]曾红娟,史明昌,陈胜利,等.开发建设项目水土保持监测指标体系及监测方法初探[J].水土保持通报,2007,(02):95-98.
- [8]张雅文,许文盛,沈盛或,等.无人机遥感技术在生产建设项目水土保持监测中的应用——方法构建[J].中国水土保持科学,2017,15(01):134-140.