

堤防工程安全监测的必要性探析

顾伊娜¹, 孙 松², 张德友¹

(1. 江苏省淮沭新河管理处, 江苏 淮安 223001; 2. 江苏省洪泽湖水利工程项目管理处, 江苏 淮安 223100)

摘要:堤防工程作为防洪减灾枢纽的重要组成部分,一直发挥着重要作用。针对目前堤防工程堤线长、种类多、结构复杂等特点,研究开展堤防监测区域划分,探讨不同情况下的巡视检查、专项探测、常规监测 3 种安全监测方式。建议将安全监测数据整编存档形成监测资料数据库,并建立监测数据信息管理系统。

关键词:堤防安全; 区域划分; 巡视检查; 专项探测; 常规监测

中图分类号:TV867 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2021)03-0059-03

Necessity analysis of safety monitoring of embankment engineering

GU Yina¹, SUN Song², ZHANG Deyou¹

(1. New Huaishu River Management Division of Jiangsu Province, Huai'an 223001, China;

2. Hongze Lake Water Conservancy Project Management Office of Jiangsu Province, Huai'an 223100, China)

Abstract: As an important part of flood control and disaster reduction hub, embankment project has been playing an important role. In view of the characteristics of long dike lines, various types and complex structures of embankment engineering, the division of dike monitoring area was studied, and three safety monitoring methods of patrol inspection, special detection and routine monitoring under different conditions were discussed. It is suggested that the safety monitoring data should be organized and archived into a monitoring data database, and the monitoring data information management system should be established.

Key words: safety of embankments; regional division; patrol inspection; special detection; routine monitoring

江苏位于中国东部沿海地区,地处长江、淮河流域下游,东濒黄海,境内河湖众多,水网稠密。根据《省政府关于江苏省骨干河道名录(2018 年修订)的批复》(苏政复〔2019〕20 号),全省列入省骨干河道名录的重要河道 723 条,其中流域性河道 33 条,区域性骨干河道 123 条,跨县重要河道 200 条,县域重要河道 367 条。作为挡水建筑物的堤防工程长期以来在水压力等各种荷载及其影响因素的作用下,可能会发生决口甚至溃堤失事,因此堤防工程安全监测非常有必要。堤防工程具有堤线长、高度低、结构复杂和临河洪水位变化快等特点,受技

术经济等因素制约,其安全监测工作一直是水利工程的短板,有必要加强并规范。

1 安全监测的目的和意义

1.1 监测堤防工程的工作状态

很多实例表明,水工建筑物发生破坏事故往往是有先兆的,堤防也是如此。对堤防工程利用人工检查观测或者设备自动采集等方式进行认真系统的检查观测,并对观测成果进行分析,就能及时掌握其性态变化,确保工程安全运行。如监测到不正常情况,及时采取除险加固措施,可把事故消灭在

收稿日期:2021-01-13

作者简介:顾伊娜(1988—),女,工程师,本科,主要从事水利工程建设管理工作。E-mail:zdyou2009@163.com

萌芽状态。

1.2 验证设计理论的正确性和选用参数的合理性

由于水文、气象、地质等条件的复杂性,目前尚不能对影响工程的所有复杂因素进行精确计算,而在工程设计中常将结构作适当的简化或者采用一些经验公式进行求解,故而难以确切反映实际情况。对已建的堤防工程在适当的部位埋设检查观测设施或仪器设备,开展长期检查观测,不仅能掌握工程性态的变化规律,而且可以验证原设计理论的正确性和参数选用的合理性^[1]。

1.3 检查施工质量

在施工期,堤防工程安全监测同样重要。施工期开展工程检查观测,分析检查观测成果,可以了解堤防工程在施工期间的结构性态变化,为后继施工采取合理措施提供信息,据此指导施工,确保施工质量。

1.4 为修正设计理论提供科学依据

目前,研究水工建筑物结构性态的主要手段是理论计算和模型试验。由于影响因素的复杂性,研究时均需作一些假定或简化,致使解答与实际情况存在差异。工程检查观测资料反映了各种因素的影响,其结果可弥补前两种方法的不足,据此对设计理论和方法进行修正,可进一步提高工程技术水平。

由此可知,堤防安全监测工作既有实用价值,又有科学研究意义,是促进堤防工程设计理论和建设技术不断发展的有效方法之一。

2 安全监测方式

堤防工程安全监测方式包括巡视检查、专项探测和常规监测三大类。由于堤线长、级别多、差异大,堤防工程安全监测应充分考虑其特点,合理进行堤防监测区域划分,选择适宜的监测方式。

2.1 不同区域选择不同监测方式

堤防监测区域划分应综合考虑堤防重要性和自身安全性,并根据各堤段运行风险大小,将其分为高风险区、中等风险区和低风险区。风险大小理论上为堤防决口失事概率与单次决口所造成损失的乘积,具体操作时难度较大,可作简化处理:单次决口所造成损失大小用堤防重要性(级别)表示,而决口失事概率用堤防自身安全状况类别反映,并参照《堤防工程安全评价导则》(SL/Z 679—2015)进行分类判定^[2],对应形成的堤防风险区域划分见表1。

不同监测方式获得的监测信息不同,在具体选择时应根据风险区域划分结果,有所侧重,综合考

虑。低风险区应以巡视检查为主,专项探测为辅;中等风险区应以巡视检查为主,专项探测和常规监测为辅;而高风险区则应做到巡视检查、专项探测、常规监测并重,且互为补充。

表1 堤防风险区域划分参照

安全类别	堤防级别		
	1	2	3
一类(安全)	中	低	低
二类(基本安全)	高	中	低
三类(不安全)	高	高	中

2.2 巡视检查

作为堤防安全监测的基本手段和重要方式,堤防工程巡视检查必须按要求的时间和频次进行,并规范记录。对巡视检查中发现的一般问题,应及时进行处理;情况较严重的,除查明原因采取措施外,还应报告上级主管部门;情况严重的,应对异常和损坏现象做详细记录(包括拍照或录像),分析原因,提出处理意见,并报上级主管部门。

巡视检查主要包括人工检查与图像视频监控。目前堤防管理单位普遍存在人手不足和人员专业技术不够等问题,因此建议积极推广视频监控、无人机等现代化设备。视频监控及图像识别等成熟技术,可用于堤防上下堤路口等重点部位和区域的日常监视。可根据现场条件和河道堤防管理的需要设置,一般间隔1 km可设置1个高清摄像头,实时监测堤防和水位的情况,并采集高清视频数据,通过连接摄像头的宽带网络,实时传输监控系统获取的视频数据到数据处理中心。目前部分堤防工程已经建立数据处理预警系统,在接收到视频数据后,对该视频数据进行实时处理并开展预评估,超过一定阈值后及时报警^[3]。无人机可有效辅助常规视觉检查,无人机红外线监视技术可用于夜间应急巡查,图像识别技术可用于堤坝崩塌滑落石块监测。

2.3 专项探测

专项探测包括堤身堤基隐患探测和水下根石探测,堤防隐患探测应根据《堤防隐患探测规程》(SL436—2008)相关规定开展。根石探测又称为护脚石探测,是对护脚抛石分布范围进行测量的工作。根石探测主要是探测抛石的位置,水下地形探测主要是探测泥沙淤积形态,二者可结合进行。隐患探测和水下根石探测专业性较强,探测数据和图

像具有多解性,因此该项工作均需委托具备相应资质的专业队伍承担。

专项探测要做到定期探测与应急探测相结合。堤防隐患探测的频次,需要根据影响堤防隐患发展变化的因素综合确定,主要因素包括偎水、降雨、害堤动物活动以及堤顶碾压情况等,建议每 10 年进行 1 次隐患普查。根石探测要根据堤防偎水及出险情况安排,对偎水或可能偎水的在汛前要探测 1 次,以确定补石量和防守重点,对汛期偎水的在汛后可补测 1 次。出现特别检查情况,如发生大洪水、大暴雨、台风、热带风暴、有感地震,出现封河、开河等工程非常运用情况和发生重大事故时,应适时安排专项探测。

2.4 常规监测

常规监测应根据堤防工程的级别、规模、结构型式、地形、地质条件及临河水情等因素,设置必要的监测项目,选用适宜的监测方法。常规监测一定要首先明确监测目的,根据监测目的和堤防实际情况进行监测设计。堤防工程战线长,地形地质条件变化大,安全监测断面、项目总量多,管理工作量大,但是堤防工程一般高度不大,影响到堤身安全的主要是沉降变形和堤身、堤基渗流状况,因此常规监测设计一般以变形和渗流监测为主。《水利水电工程安全监测设计规范》(SL725—2016)规定,堤防安全监测项目分类和选项^[4]见表 2。

表 2 堤防安全监测项目分类和选项

监测类别	监测项目	堤防级别		
		1	2	3
变形监测	表面变形	★	★	★
	内部变形	☆	☆	
	接缝、裂缝开合度	☆	☆	☆
渗流监测	地下水位	★	★	☆
	渗透压力	★	★	☆
	渗流量	☆	☆	☆

注:★为必设监测项目,☆为可选监测项目,可根据需要选设。

由于大多数堤防偎水时间有限,常规监测频次主要视监测目的和偎水情况而定,堤防偎水后一般应能提供实时监测数据,更好服务防汛查险需要。非汛期为积累资料也为查看监测设施工作状况,每月也应至少监测 1 次,各时期的观测频次应根据工

程实际情况适当增减。特殊时期,如发生暴雨、大洪水、临河水位较快变化等情况时,应适当增加测次,运行期如测值长期保持基本不变,可适当调减测次。采取自动化监测的,可根据需要适当加密测次。

3 安全监测资料整编

安全监测资料包括巡视检查、专项探测和常规监测获得的全部资料,整编时应根据各类监测的特点分类整理。资料整理在每次观测结束后进行,以便及时对观测资料进行计算、校核、审查。资料整编每年进行 1 次,并由堤防管理单位的上级主管部门组织对年度监测成果进行全面审查。监测资料整编时,目前仅由堤防管理单位人员根据自身判断对资料进行初步分析,建议由专业人员完成更深入全面的分析。监测资料除在计算机载体内存储外,巡视检查、专项探测和常规监测的原始记录、图表、影像资料以及全部资料整编分析成果应建档保存,由此建立监测资料数据库,并可建立监测数据信息管理系统。

4 洪泽湖大堤安全监测情况

4.1 洪泽湖大堤概况

洪泽湖大堤位于洪泽湖东岸,北起淮阴区码头镇,南至盱眙张庄高地,全长 67.25 km,逐步将土堤加设石工墙。洪泽湖大堤上承淮河上中游 15.8 万 km²的洪水,下保苏北里下河地区农田和人民生命财产安全,必须确保安全。它和沿堤建筑物三河闸、二河闸等工程构成了洪泽湖控制枢纽工程,发挥着防洪、灌溉、城市供水、水产航运等综合效益。

洪泽湖大堤为 I 级水工建筑物,其设计水位 16.0 m,校核水位 17.0 m,有效吹程 30 km,正向风速十级($V=26.5\text{ m/s}$),波高采用 2.2 m,防浪林台及防浪林一起消能 70%,堤顶高程 19.5~20.0 m,湖底平均高程 10.5 m,防浪林台面高程 14.5 m。大堤土质以粉质黏土为主占 60%~70%,其次为重粉质壤土及黏土和粉质土层,10.0~10.5 m 以上为人工填土。

4.2 洪泽湖大堤安全监测情况

根据工程级别、地形地质、水文气象条件、建成时间及管理运用要求,目前省管段洪泽湖大堤开展的安全监测方式主要是巡视检查和常规监测。巡视检查主要包括人工检查与图像视频监控,建立堤

(下转第 66 页)

表 3 改造后泄洪水力计算

序号	沟宽/m	水深/m	A/m^2	X	R	$I/\%$	$V/(m \cdot s^{-1})$	$Q/(m^3 \cdot s^{-1})$
a	1.8	0.6	1.62	3.5	0.463	2	5.64	9.0
b、c	3	1.5	4.5	9	0.5	1.7	2	9.0
d	1.3	1.5	1.95	5.6	0.348	1	3.81	7.4
d 径流	12	0.1	1.2	12.2	0.098	1	1.42	1.7

5 结 语

江南地区的独具地域特征的道路雨洪问题,决定了道路建设仅靠地下管网无法满足城市雨洪管理要求,应充分利用自然水文条件^[3],在雨洪管理的科学理念指引下,采用先进的技术手段和最佳工程经验结合是高质量完成本项目的关键。本项目通过对泄洪沟进行防汛排涝措施的改造提升,包括工程和非工程组合,有效改善工程的积涝现象。同时,远期还需结合周边城区道路,根据水流汇集方向,在周边低洼地区设置雨水调蓄设施,区域周边的人行道、非机动车道、地面公共停车场等可采用渗透性铺装,通过加快海绵城市建设,减少城市不

透水面积,改善城区下垫面条件,进一步增强涝水的蓄储能力^[4]。

参考文献:

[1] 常熟市地方志编纂委员会. 常熟市志[M]. 上海:上海人民出版社, 1990.

[2] 秦何聪, 张麒, 张麟. 浅谈城市防洪[J]. 建筑科技与管理, 2014(8):36-37.

[3] 赵兵, 毛钦艺, 韦薇, 等. 融入理水理念的江南水乡道路雨洪管理研究[J]. 生态与环境, 2017(2):82-83.

[4] 张耀华, 孙雯, 朱喜, 等. 太湖流域平原城市洪涝防治思路[J]. 江苏水利, 2016(1):56-60.

(上接第 61 页)

防巡视检查小组,并设 14 组视频监控。常规检测主要有垂直位移监测和渗流监测,其中渗流监测包括测压管水位(浸润线)监测和渗流量监测。大堤共布置 5 个垂直位移观测断面共计 37 个垂直位移观测标点,每年汛前、汛后进行垂直位移观测;设有 8 个测压管观测断面,共计 36 根测压管,每半个月观测 1 次;堤后渗流量观测设 6 个观测点,每周观测 1 次。人工巡查、视频监控和观测监测组成洪泽湖大堤安全监测系统,各项监测方式相辅相成,为确保堤防保持安全稳定状态打下坚实基础。目前,洪泽湖大堤巡视检查和常规监测的原始记录、图表、影像资料以及全部资料整编分析成果均建档保存,尚未建立监测数据信息管理系统。

5 结 语

水利是国民经济和社会发展的基础和命脉,是生态环境改善不可分割的保障体系,其兴衰关系到民生福祉,必须满足新时代经济社会高质量发展的

要求。堤防工程是水利工程的重要组成部分,肩负着维持水利工程正常运行,保障河道沿线企业经营、居民生活、良田丰收的重要使命。堤防工程监测则是保证堤防工程安全稳定的重要手段之一,但因堤防工程堤线长、级别多、结构复杂、管理单位人员普遍不足等问题,堤防工程安全监测工作仍需进一步加强和规范,切实落实“强监管”要求,并积极推广现代化监测设施设备,提高安全监测效率,确保堤防工程的安全运行。

参考文献:

[1] 沈长松, 王世夏, 林益才, 等. 水工建筑物[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2008.

[2] SL/Z679—2015 堤防工程安全评价导则[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2015.

[3] 秦文海, 张建军. 利用高清视频实现堤防安全监测的试验研究[J]. 电信快报, 2019(9):18-22.

[4] SL725—2016 水利水电工程安全监测设计规范[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2016.