

# 堤防工程安全评价及实例分析

徐 铭

(江苏省洪泽湖水利工程管理处,江苏 淮安 223100)

**摘要:** 堤防工程是防洪工程体系的重要组成部分,为水资源利用、水安全保障发挥着重要作用,开展堤防安全评价是全面掌握堤防安全状况的有效途径。结合洪泽湖大堤安全评价实例,重点阐述开展安全评价的基础工作及5个分项评价重点并对评价结论进行研判,为堤防工程开展类似工作提供借鉴。

**关键词:** 堤防工程; 安全评价; 洪泽湖大堤

中图分类号:TV871

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2024)11-0052-0004

## Embankment engineering safety evaluation and case analysis

XU Ming

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

**Abstract:** Embankment engineering is a major component of flood control engineering system, playing an important role in water resource utilization and water safety guarantee. Carrying out embankment safety evaluation is an effective way to comprehensively grasp the safety status of embankments. Based on the example of the safety evaluation of Hongze Lake embankment, this article focuses on the basic work of conducting safety evaluation and the five key sub evaluation points, and analyzes the evaluation conclusions to provide reference for similar work in embankment engineering.

**Key words:** embankment engineering; safety evaluation; Hongze Lake Embankment

### 1 概 述

为强化堤防安全管理,掌握堤防安全状况,规范堤防安全评价相关工作,《堤防工程安全评价导则》(SL/Z 679—2015)作为堤防安全评价工作的指导性文件<sup>[1]</sup>,对促进堤防管理起到了积极作用。由于堤防工程面广量大,管理水平及信息化程度有待进一步提高,因此定期开展堤防工程安全评价工作,全面摸清堤防基本情况,有针对性地采取防范措施,对提高堤防工程防御能力十分必要。

### 2 评价基本程序

堤防工程安全评价工作是一项系统的技术工作,涉及水工结构、水文地质、工程管理、档案等专业,需要成立专门工作组,人员结构要满足评价需要。评价前需收集基础资料,然后按照运行管理评价、工程质量评价、防洪标准复核、渗流安全性复核和结构安全性复核等5个分项开展评价,每个分项均需按评价标准判定A级(优良)、B级(合格)、C级(不合格)3个等级。根据5个分项评价结果,进

收稿日期: 2024-06-07

作者简介: 徐铭(1975—),男,正高级工程师,主要从事水利工程运行管理工作。E-mail:172022703@qq.com

行工程安全综合评价,评价结果为一类(安全)、二类(基本安全)、三类(不安全)。堤防安全评价工作基本程序<sup>[2]</sup>见图1。

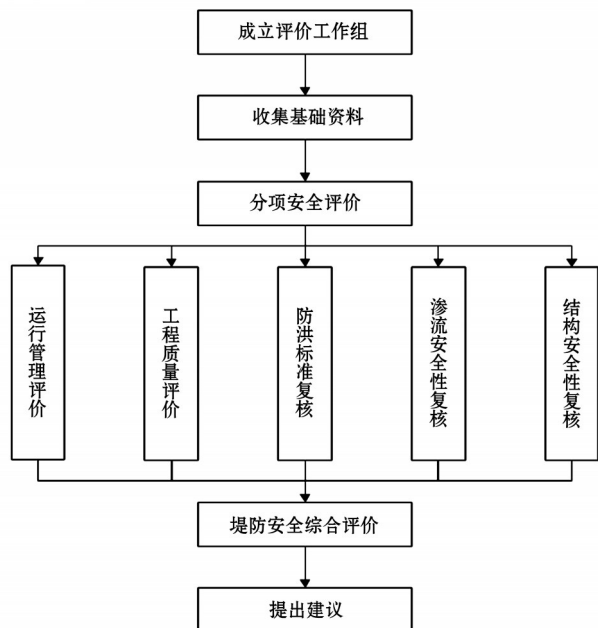


图1 堤防工程安全评价基本程序

### 3 基础资料收集

评价基础资料主要包括堤防新建(含改扩建、除险加固)设计、施工、水文气象、地形地质、运行管理等有关技术经济资料。设计资料主要包括工程地质勘察报告、设计文件及有关专题研究报告等;施工资料主要包括工程质量检测和建设监理资料、主要质量问题及处理措施、观测设施考证及施工期观测资料、施工总结以及验收鉴定书和竣工图等;水文气象资料主要包括水位、流量、流速、潮汐、波浪、气温、降水、风力等;地形地质资料主要包括堤防管理范围、保护范围地形图、河道地形图、河道冲淤变化、堤身堤基土层结构及物理力学性能指标等;运行管理资料主要包括管理单位体制、制度及预案建立及执行、检查维修记录、观测成果分析、历史险情处置、经费及物资保障等。

### 4 分项评价重点

运行管理评价是对堤防投入运行后的管理工作进行全面检查和评价,工程质量评价是对堤防投入运行后实体施工质量及变化状况的检验,防洪标准复核是根据最新技术经济资料和堤防工程现状

复核堤顶高程等,渗流安全性复核是分析当前实际渗流状态和已有渗流控制设施能否满足设计条件下的渗流安全性要求,结构安全性复核是分析现状堤防能否满足设计条件下的结构安全性要求。评价标准分为A级、B级、C级,各分项评价要点见表1。

表1 堤防安全评价各分项评价要点

分项名称	评价要点
运行管理评价	1. 管理体制、管理机构设置和规章制度、人员编制、管养经费落实情况; 2. 管理范围和保护范围是否明确; 3. 检查频次、内容和方法及检查记录; 4. 安全监测观测及资料分析整编; 5. 养护修理及害堤动物防治
工程质量评价	1. 堤基质量:根据地质资料复查堤基处理方法的可靠性和处理效果; 2. 堤身质量:堤身横断面尺寸、密实度、不均匀沉陷、安全监测设施; 3. 堤岸质量:根石或护脚稳定性,防渗、排水反滤等排渗设施有效性,砌石、草皮、护坡等
防洪标准复核	1. 防洪标准复核:按照GB 50201执行; 2. 设计洪水位复核:保护区经济发展需要改变标准的,河道断面发生较大变化的; 3. 堤顶高程复核:按照GB 50286和SL 435由设计洪水位加堤顶超高确定
渗流安全性复核	1. 对渗流异常现象分析原因和可能产生的危害性; 2. 复核防渗设施、反滤排水减压设施运行状态; 3. 复核堤防渗透坡降是否满足要求
结构安全性复核	1. 复核堤顶宽度和堤身坡度; 2. 复核临背水坡堤坡稳定性; 3. 复核堤坡、堤脚的抗冲性; 4. 复核防洪墙、防护设施强度及抗冲稳定性

### 5 综合评价结果

根据运行管理评价、工程质量评价、防洪标准复核、渗流安全性复核和结构安全性复核5个分项评价结果,如“两评价”结果均为A级,且“三复核”结果也均为A级,综合评价该堤防工程为一类(安全),经日常养护修理即可在设计条件下正常运行;如5个分项评价结果中有1项以上(含)为B级且无C级,综合评价该堤防工程为二类(基本安全),应有针对性提出汛期查险、抢险工作的重点和局部加固处理意见;如5个分项评价结果中有1项以上(含)为C级,综合评价该堤防工程为三类(不安全),

应提出除险加固方案建议。

## 6 实例分析

### 6.1 工程概况

洪泽湖大堤是淮河下游重要流域性防洪工程,大堤位于洪泽湖东岸,北起淮安市淮阴区马头镇,南至盱眙县张大庄。大堤为1级堤防,堤顶高程19.0 m,堤前迎水面设干砌条石一级坡,高程14.5 m设平均宽50 m的防浪林台,高程14.5 m至堤顶设浆砌石二级坡,堤后高程17.0 m、14.0 m、11.0 m设三级戕台,堤身断面宽约155 m。

### 6.2 运行管理评价

#### 6.2.1 管理机构

江苏省洪泽湖堤防管理所具体负责管理洪泽湖大堤省管段,为正科级公益性事业单位,管理体制实行管养分离,维修养护经费由省级财政承担,管理机构、人员配置及管养经费满足堤防日常管理需要。

#### 6.2.2 规章制度

管理所制定了技术岗位责任制、维修养护管理细则、防汛工作制度、巡视检查制度、物资和器材使用制度等多项规章制度,制定了包括堤防检查、观测、养护、修理等内容的工程技术管理细则,以及工程防洪应急预案、防台风预案等。加强职工定期业务学习,开展堤防应急抢险预案演练,管理单位制度健全、岗位明确、职责清晰。

#### 6.2.3 管理范围

完成了新一轮全域性的划界确权工作,共取得不动产权证书8本,埋设界桩316根,界牌9块,告示牌33块,堤防宣传312块,安全警示标牌137块,工程管理范围清晰、产权明确。

#### 6.2.4 检查维修

管理所建立段格化巡查体系,将沿线划分为7段,每段明确段长1名,巡查员2名,按照堤前、堤顶、堤后定期巡查。巡查人员手持巡查APP,对巡查情况适时上传,管理人员在后台能适时监督巡查情况,对上传的信息及时处置,实现“人员定格、职责清晰、处置快速”,遇到大洪水、大暴雨、台风、暴雨等极端气象条件,及时开展特别检查。管理所充分利用维修资金,及时对迎水面局部冲刷、坡面破损、排水沟、导渗沟、防护林等进行维修,定期开展白蚁和害堤动物防治<sup>[3]</sup>。

#### 6.2.5 安全监测

大堤沿线布设5个垂直位移观测断面,计37个

位移观测点,布设18组测压管观测断面,计74根测压管和1个水位观测点,测压管实现自动化监测。观测工作严格按照《水利工程观测规程》(DB32/T 1713—2011)要求开展,并对观测成果进行分析,未发现异常情况。

#### 6.2.6 评价结果

综合分析,洪泽湖大堤省管段管理体制顺畅、管理机构明确、管理及管护经费有保障,各项管理制度健全并落实较好,管理范围明确,检查监测、安全管理、维修养护满足规程规范要求,评价运行管理为A级(优良)。

### 6.3 工程质量评价

#### 6.3.1 基本情况

据统计,1949—1988年共完成各类钻孔1121个,进尺15927 m;1965—1966年,对高良涧至蒋坝长22.6 km堤段范围完成多孔锥探探查,进行堤身隐患排查;1988—2001年共完成各类钻孔79个,进尺504 m。2001年6—8月,对桩号35+250~65+300间的25个断面进行地质勘察和注水试验,完成各类钻孔82孔,总进尺1768 m。分析地质报告显示,堤防所在段是古淮河的故道,地表黏性土之下广布有砂性土、粉质砂壤土及轻粉质壤土层。工程加固采取措施符合地质分布要求,可靠性高,处理效果较好。

#### 6.3.2 工程加固

结合日常管理实际运行工况,近年来洪泽湖大堤经历了6次较大规模加固。1951—1955年,开展堤身培土、石工墙维修;1966—1969年,将高良涧至蒋坝23.67 km直立石工墙改建为1:2块石护坡,同时增筑高程14.5 m防浪林台,长24.82 km、宽50.0 m,临湖坡面条石防护,抛石护脚;1976—1978年,在高良涧至蒋坝段堤后增筑两级戕台,长20 km、宽15 m,高程分别为14.0 m、11.0 m,结合取土在堤后开挖1条顺堤河;1991年淮河大水以后,对越闸预留段、菱角塘、三河闸上游拦河坝等重点险工段进行了加固;2003年淮河流域大水后,开展灾后重建应急除险加固,完成堤基垂直截渗3.0 km,堤身充填灌浆15.375 km;2012—2016年对全线开展除险加固,完成堤基垂直截渗处理15.45 km,堤身充填灌浆处理临湖侧15.79 km,背水侧26.495 km。大堤混凝土挡浪墙、堤后截渗沟、导渗沟、临水面根石及坡面防护保持完好,局部受风浪淘刷沉陷处已及时翻建,垂直位移、浸润线观测设施及基准点完好。

#### 6.3.3 评价结果

综合分析,洪泽湖大堤地质资料详实,历年地



质资料已经编录分析,历次加固措施符合堤防实际,解决了堤基堤身防渗问题,历次加固竣工验收鉴定结论均满足设计及规范要求,护岸设施、导排渗设施、监测设施完好,评价工程质量为A级(优良)。

## 6.4 防洪标准复核

### 6.4.1 基础数据

洪泽湖大堤为1级堤防,设计洪水位16.0 m,校核洪水位17.0 m,设计防洪标准为300年一遇,校核防洪标准为2 000年一遇,近期设计防洪标准为100年一遇。地震动峰值加速度0.1 g区域(相应地震基本烈度Ⅶ度),风速取1959—1985年平均最大风速15.81 m/s,有效吹程30 km,蒋坝以南段有效吹程10 km。

### 6.4.2 堤顶高程复核

按《堤防工程设计规范》(GB50286—2013)规定,堤顶高程按设计洪水位加堤顶超高确定。堤顶高程=设计洪水位+设计风浪爬高+设计风壅增水高度+安全加高,其中1级堤防的安全加高值为1 m。根据不同波高和吹程对省管段32.35 km分为8段进行复核,并与现状堤顶高程进行对比。

### 6.4.3 评价结果

综合分析,洪泽湖大堤堤顶高程按照现行防洪标准复核满足要求,局部欠高也小于30 cm且正在除险加固。因洪泽湖工况未发生较大变化,不需要复核设计洪水位,评价防洪标准为A级(优良)。

## 6.5 渗流安全性复核

根据地质资料显示,选取桩号52+550、60+770堤身及堤基渗透系数较大和59+832堤后深塘等3处进行复核,复核采用上游水位16.0 m,下游水位为顺堤河常水位和低水位两种工况,计算采用透水地基均质土堤公式方法,采用AutoBank V4水工结构分析系统。经计算,最大渗透坡降为0.315,发生在桩号59+832堤后水位7.0 m工况下,允许渗透坡降为0.45,满足要求。经选取典型断面进行渗流复核,渗透坡降满足规范要求,未发现异常渗流情况,历史渗流点已得到有效处置,评价渗流安全性为A级(优良)。

## 6.6 结构安全性复核

### 6.6.1 复核计算

选取14个典型断面进行复核,抗滑稳定安全系数均满足要求,其中最大为3.69,发生在断面58+130处(三河越闸预留段)。工况为下游坡洪水期,允许安全系数为1.3,最小为1.32,发生在断面

45+650处;工况为上游坡地震期,允许安全系数为1.1。

### 6.6.2 评价结果

综合分析,经选取典型断面进行复核计算,结果显示堤防结构安全性满足要求,挡浪墙结构完好,未出现变形和失稳现象,堤岸防护体完整,未出现水平向裂缝和冲刷严重现象,评价结构安全性为A级(优良)。

## 6.7 综合评价结论及建议

洪泽湖大堤3项复核计算结果均为A级,且堤防运行管理和工程质量2项评价结果也均为A级,综合评价为一类(安全)。洪泽湖大堤历经多年不断加高培厚、加固完善,水安全保障能力持续提升,目前管理体制顺畅,各项保障措施完备。但随着经济社会的快速发展,特别受近年来频繁出现极端天气的影响,对防汛工作提出了新的要求<sup>[4]</sup>,管理单位仍需创新堤防巡查查险方式,重在日常巡查维修监测,不断加强组织指挥、技术支持、专业抢险、装备保障、社会动员等5个方面标准化建设,牢固树立底线思维、极限思维,确保堤防工程安然无恙。

# 7 结 语

(1)影响堤防安全风险的因素很多,上述5个分项虽已基本涵盖,但每条、每段堤防都有自身的特性,评价时仍需充分考虑其他影响因素。

(2)要根据堤防的级别、类型、历史和经济社会发展状况等,合理确定堤防安全评价周期,建议在正常运行状态下以5~10年为宜,当发生较大洪水时如发现严重隐患应及时进行安全评价。

(3)近年来随着先进的检测和加固技术的发展及应用,堤防防御能力不断提高,为进一步完善评价分析的基础资料,评价前需要多方收集资料,进行实地走访调研,必要时还需进行钻探与检测,为科学评价提供依据。

### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部. 堤防工程安全评价导则:SL/Z 679—2015[S]. 北京:中国水利水电出版社,2015.
- [2] 汪自立,周扬,李长征. 堤防工程安全评价导则解读[J]. 水利建设与管理,2017(10):66-68.
- [3] 徐铭,刘洪林,陈凯. 堤防工程精细化浅析[J]. 江苏水利,2018(8):38-41.
- [4] 王小兵,章青,夏小舟. 堤防工程安全运行风险分析研究进展[J]. 人民黄河,2020(8):25-31,35.