

赣抚大堤防洪保护区洪水风险图编制洪水 分析方案设置研究

张秀平¹, 丁志雄²

(1. 江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029; 2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038)

摘要: 编制洪水风险图是落实防汛工作从“控制洪水”向“洪水管理”转变和开展洪水风险管理的重要基础支撑,也是国内防洪减灾工作中重要的非工程类措施之一。洪水风险图编制是一个复杂的过程,涉及的基础资料较多,所需考虑的要素复杂,而洪水分析方案的设置是洪水风险图编制中至关重要的部分,关系到洪水风险图编制结果的实用性。本文以赣抚大堤防洪保护区为例,从洪水来源、洪水分析频率、洪水组合方式、可能溃口位置、溃口宽度、溃决时机等方面,并权衡实用性和易用性对设计方案优化组合,简述赣抚大堤洪水风险图编制过程中洪水分析方案的设置规则,为江西省及其他地区全面开展洪水风险图编制提供参考。

关键词: 洪水风险图; 赣抚大堤防洪保护区; 洪水分析方案

中图分类号: S423 TV877

文献标识码: A

文章编号: 1004-4701(2015)04-0276-07

0 引言

洪水风险图是标识研究区域洪涝灾害成因、洪水量级、洪水演进特性、危害区域及程度的重要表现形式^[1],可以为防汛部门提前做出应对策略、优化防汛方案提供重要数据支持,目前已成为国内防洪减灾工作中重要的非工程类措施之一。编制江西省重点地区洪水风险图对于加强全省洪水风险管理,指导防洪减灾工作有着重要的作用和意义。

洪水风险图编制的工作内容包括洪水分析方案设计、一、二维水力学洪水分析模型构建与计算、基本风险图绘制、洪水损失评估、避洪转移分析等内容,其中洪水分析方案是所有分析的基础,界定了项目需要分析洪水来源、洪水量级、洪水组合方式等内容。

赣抚大堤所处的地理位置非常重要,保护区内有铁路、机场、众多国道省道等重要交通设施以及江西省省会南昌和大批工矿企业,是江西省政治、经济、文化、交通的核心地区和工农业生产基础,赣抚大堤的安危关系到江西省的社会稳定和经济发展。历史上赣抚大堤防洪保护区洪、涝灾害比较严重,多次发生重大险情。编制赣抚大堤防洪保护区洪水风险图对于提高赣

抚大堤防洪减灾能力、减轻或避免生命财产损失,非常必要、重要和迫切,而洪水风险图编制过程中洪水分析方案设置的优劣关系到洪水风险图编制的合理性、实用性、易用性等。从实用性出发,洪水分析方案成果越多越全面,但从易用性方面,众多洪水分析成果并不利于防汛工作人员的查阅和决策。因此,如何在尽量减少洪水分析方案的同时,最大量体现研究区洪水风险信息成为洪水风险图编制过程中需要解决的问题。

2 编制区域概况

赣抚大堤防洪保护区位于江西省中部,东经115°21′至116°23′、北纬27°41′至28°50′之间,涉及南昌市、新干县、樟树市、丰城市、进贤县、南昌县等地区,南到新干县的溧江水、西以赣东大堤为界限,北邻赣江南支,东临抚西大堤和清丰山溪的发源地玉华山脚^[2],范围如图1所示。

赣抚大堤由赣东大堤和抚西大堤及其附属建筑物组成,堤线总长174.51 km。赣东大堤上起新干县,止于南昌市区新洲闸,跨经新干县、樟树市、丰城市、南昌县、南昌市区,全长137.14 km;抚西大堤始于临川市焦石坝,止于南昌县饶坊山,全长22.98 km;新干新市隔堤

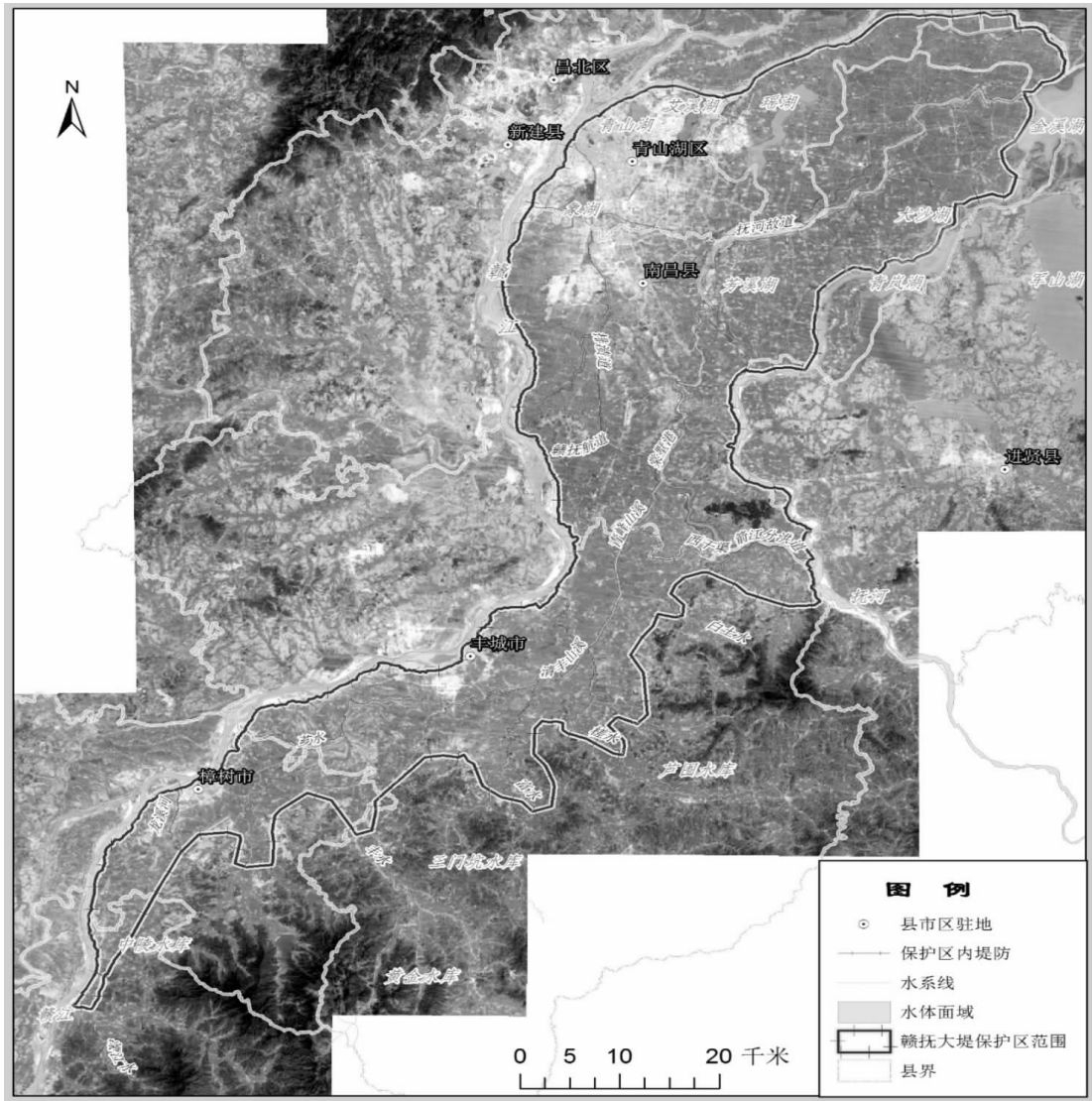


图1 赣抚大堤保护区计算范围图

0.731 km;樟树晏公隔堤8.83 km;抚西王家洲隔堤0.21 km^[2]。

赣抚大堤工程现状防洪标准为:赣东大堤牛皮山至南昌市城南隔堤(朝阳洲堤)段,抚西大堤王家洲至饶坊村段,赣江西岸粮洲堤,王家洲隔堤为50年一遇;南昌市城南隔堤至新洲闸段为100年一遇;赣东大堤新市隔堤、晏公隔堤,抚西大堤焦石坝至王家洲段为20年一遇,王家洲至饶坊村段、王家洲隔堤为50年一遇,保护区内部河流堤防防洪标准介于5~20年一遇之间。

2 洪水分析方案分析

洪水分析方案决定了洪水风险图计算的水文边界条件。方案设置需符合《洪水风险图编制导则》、《洪水

风险图编制技术细则》要求,并结合当地实际情况,分析方案不宜过多。方案分析需考虑的因素有:洪水来源、洪水量级、洪水组合方式、溃口设置等,并做合理优化和精简。

2.1 洪水来源分析

洪水来源需全面分析该区域外河、内河、外湖、风暴潮、暴雨内涝等洪水及起主要作用的洪水来源。赣抚大堤防洪保护区外有赣江、抚河洪水并受鄱阳湖顶托影响,区间有袁河和锦江入流赣江,内河有清丰山溪、龙溪河,其中清丰山溪有芎水、丰水、富水、秀水、槎水、白土水、储水等支流来水,同时赣抚大堤防洪保护区内部建设有赣抚平原工程的总干渠、二干渠、三千渠、四千渠、六干渠等渠道参与引调水,并受周边山区降雨汇流影响,区域同时受暴雨内涝影响。赣抚大堤防洪保护

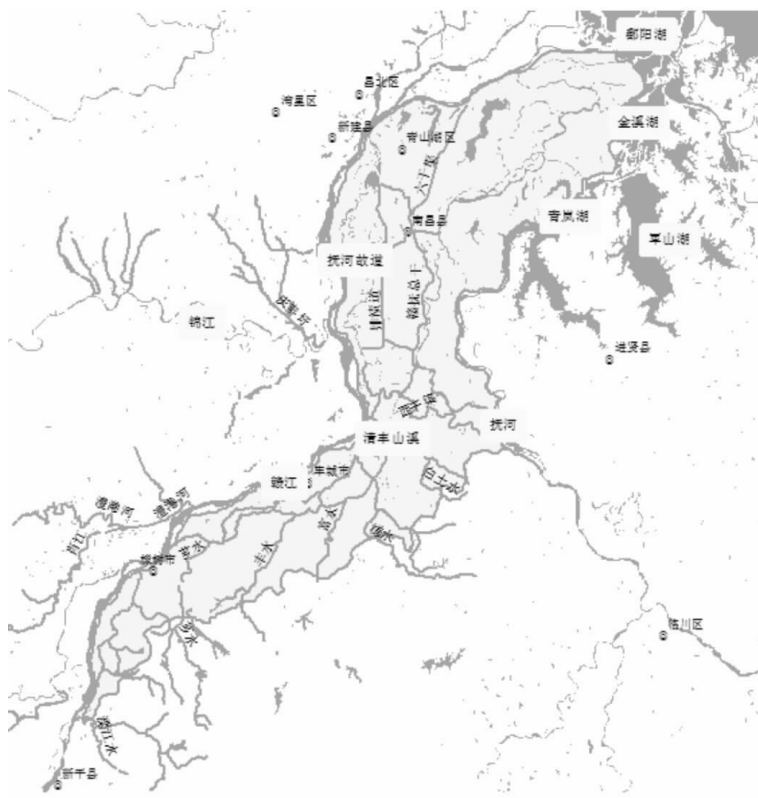


图2 赣抚大堤防洪保护区河流水系分布图

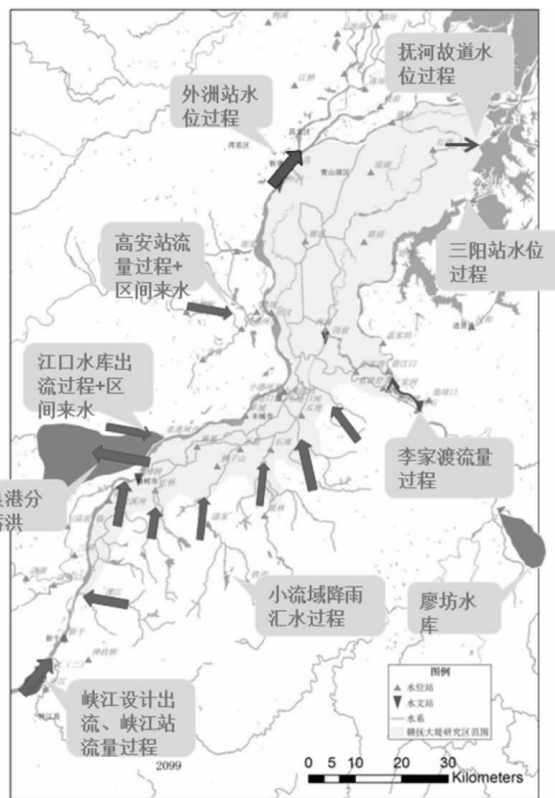


图3 赣抚大堤洪水风险图外边界条件设置

区河流水系分布如图2所示,本项目外边界条件设置如图3所示。

2.2 各洪水来源的影响分析

赣江纵贯江西南北,流域洪水由暴雨形成,历年4~6月为主雨季,常出现静止锋型历时长、笼罩面广的降雨过程,7~9月常出现台风型暴雨。这两种不同成因的大暴雨都可能形成灾害性大洪水,特别是赣江上游为典型的扇形水系,汇流迅速集中,更易形成洪灾。赣江洪水对下游堤防和保护区造成严峻的考验,直接威胁着江西省会南昌市及新干、樟树市、丰城、南昌县等广大地区人民的生命和财产安全。

抚河流域洪涝灾害频发,每年都有不同程度的洪水发生,一般2~3年就发生一次较大洪水,并造成严重灾情,防汛任务十分艰巨。抚河洪水直接威胁下游的南昌县、进贤县,抚西大堤溃堤或箭江口闸分洪都可能导致南昌县及南昌市城区等区域的洪水灾害。

清丰山溪洪水直接威胁丰城市和南昌县等区域,若与区域暴雨内涝洪水或箭江口闸分洪等洪水相遭遇,则产生的洪水灾害更为严重,威胁丰城市、南昌县、南昌市等区域。

龙溪河洪水威胁樟树市,若与赣江洪水相遭遇,龙溪河洪水不能外排赣江,则对樟树市、丰城市的洪水危

害更严重。

赣抚大堤防洪保护区地势低洼极易形成积水成涝,区内内涝严重,导致樟树市、丰城市、南昌县、南昌市等区域外排洪水不畅,形成内涝洪水灾害。

赣江支流肖江与赣江之间由泉港闸控制,在赣江洪水期间为防止赣江洪水倒灌一般处于关闭状态,肖江水不汇入赣江,因此本文不考虑肖江来水。

赣抚平原引水渠为人工可控工程,当洪水量级较小时对渠系影响较小,渠系可正常引调水,当保护区内发生溃堤且洪水量级较大时,渠道基本处于不可用或不启用状态,因此在本文中不考虑赣抚平原引水工程来水的影响。

2.3 需考虑的洪水来源

综合上述分析,本文洪水风险图编制需考虑的洪源因素包括外河赣江、抚河洪水、内河清丰山溪、龙溪河洪水以及保护区内暴雨内涝洪水等。

2.4 洪水分析方案设置

2.4.1 洪水量级设置

洪水量级宜根据防洪工程现状和近期规划考虑,本文以堤防现状防洪标准和高一级标准作为分析量级,即赣江、抚河洪水分析量级为对应河流50年、100年一遇洪水。由于赣抚大堤防洪保护区范围较大,内部更

有省会南昌及重要城市和基础设施,除考虑堤防同级标准和高一等级标准外,再增加设计洪水标准200年一遇作为最不利情况设置方案。

对于外河的赣江和抚河,为了反映近年来河流的水利工程运行调度状况及河道断面的变化情况,洪水典型年需选择最近年份洪水量级较大且洪水特性具有代表性的洪水年份。对赣江、抚河近20年洪水分析,抚河李家渡站最大径流量大于 $7\,500\text{ m}^3/\text{s}$ (洪水频率约20%)的年份有1998年、2010年,洪峰流量分别为 $9\,950\text{ m}^3/\text{s}$ 和 $11\,100\text{ m}^3/\text{s}$;赣江外洲站洪峰流量大于 $15\,000\text{ m}^3/\text{s}$ (洪水频率约20%)的年份也仅有1998年、2010年,洪峰流量分别为 $17\,200\text{ m}^3/\text{s}$ 和 $21\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 。由此可见,2010年赣江和抚河同时发生较大的洪水,且赣江洪水过程形态为常见的双峰型洪水过程,抚河上游廖坊水库实施了相应的洪水调度,符合当前水利工程运行现状。因此本项目选择2010年作为赣江和抚河的洪水典型年。鄱阳湖三阳站1998年水位为该站有实测资料以来最高,因此鄱阳湖水位选择1998年年型进行洪水分析。最后确定本项目的洪水分析量级如下:

以赣江发生2010年型50年一遇、100年一遇、200年一遇洪水,经峡江水库调蓄后的峡江(2)水文站的流量过程为洪水来源。同时叠加鄱阳湖1998年型高水位及保护区内河2010年典型年洪水。

以抚河发生2010年型50年一遇、100年一遇、200年一遇洪水,李家渡水文站的流量过程为洪水来源。同时叠加鄱阳湖1998年型高水位及保护区内河2010年典型年洪水。

以保护区内发生2010年型10年一遇、20年一遇、50年一遇及同频率暴雨的内涝洪水分析。

2.4.2 洪水组合方式

当洪水来源较多时,洪水组合方式可参考相关防洪工程设计报告或流域规划等材料确定,若缺少相关

资料,可采用所有洪水频率分析方法,取最不利条件或常发生情况进行洪水组合。但对于洪水来源较多时,往往组合方式较多,洪水分析方案也成倍增长,此时需根据当地情况和业主需求,选取部分最重要的组合形式进行分析。

赣江洪水经峡江水库调蓄进入赣江中下游河段后,沿途左岸有袁河、锦江等河流汇入,到达南昌后汇入鄱阳湖;保护区内上游山区有龙溪河、芑水、丰水、富水、槎水、白土水等支流汇入清丰山溪,清丰山溪入棠墅港经抚河故道汇入鄱阳湖;抚河自李家渡以下没有大的支流汇入,直接入青岚湖后汇入鄱阳湖。因此,开展本项目的洪水分析计算时,除要考虑赣江、抚河的上游来水外,还需考虑袁河、锦江入流、保护区内上游山区龙溪河、芑水、丰水、富水、槎水、白土水等山区河流的汇入以及鄱阳湖高水位顶托洪水的影响。因此洪水组合需要考虑赣江、抚河、清丰山溪、鄱阳湖水位的组合形式。本文赣抚大堤防洪保护区外河仅考虑各河单一溃口,因此赣江需考虑的洪水组合形式有赣江-袁河-锦江-清丰山溪-鄱阳湖的组合问题,抚河考虑抚河-清丰山溪-鄱阳湖组合。

(1)鄱阳湖高水位顶托洪水。赣江、抚河以及保护区内从清丰山溪至抚河故道的洪水受鄱阳湖水位的顶托影响严重。由图4、图5、图6可见,1998年鄱阳湖高水位直接顶托到了赣江的市汊水位站甚至丰城水位站、抚河的温家圳水位站和清丰山溪的岗前水文站,且1998年鄱阳湖高水位(三阳站水位)比清丰山溪的岗前水文站的水位高。

实际洪水年份,鄱阳湖水位不仅受赣、抚、信、饶、修等五河来水的影响还受长江水位作用的影响。要真正弄清楚鄱阳湖水位的情况,需要将整个鄱阳湖以及赣、抚、信、饶、修以及长江部分河段一并纳入进行计算分析,但这样的分析计算范围和工作量巨大,远远超出

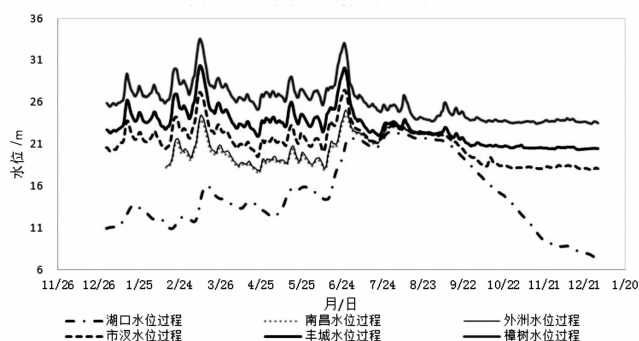


图4 1998年洪水期间鄱阳湖水位与赣江各站点水位过程对比

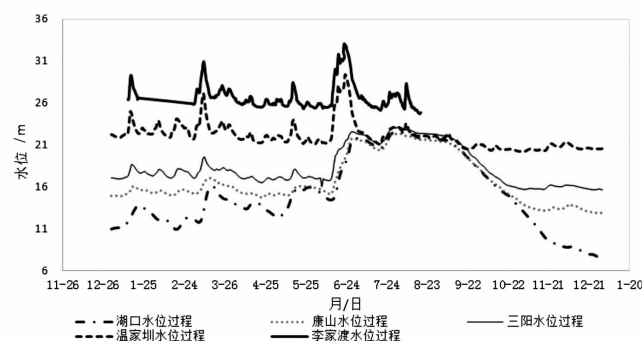


图5 1998年洪水期间鄱阳湖水位与抚河各站点水位过程对比

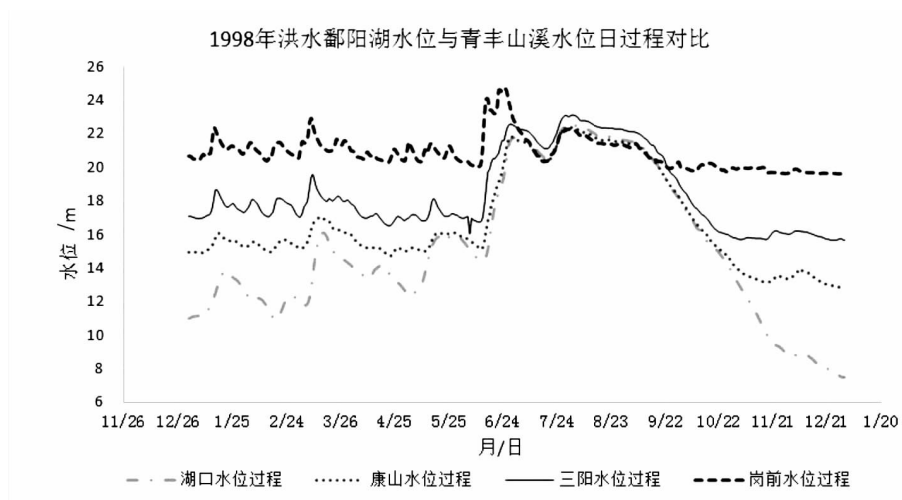


图6 1998年洪水期间鄱阳湖水位与清丰山溪相关站点水位过程对比

了本项目的工作范围。为保证项目的顺利实施,对于鄱阳湖高水位顶托洪水采用简化的方式处理,即考虑历史洪水有实测水位资料的较高洪水量级的2010年和1998年鄱阳湖水位过程作为本项目模型的下边界。

(2)袁河、锦江洪水。袁河洪水受江口水库的调度影响,并且下游没有水文站点,无其他相关实测流量资料,因此考虑袁河的入流为江口水库2010年典型年的出流及江口水库至赣江之间的区间来水作为袁河的入流边界。

锦江洪水有高安水文站实测流量资料,因此考虑锦江的入流为赣江同频率高安站流量过程及高安站至赣江之间的区间来水。

(3)保护区内河洪水。保护区内河洪水与外河赣江、抚河等洪水没有非常明显的频率组合关系,且相对于赣江与抚河,其洪水量级要小很多,保护区内河洪水量级取2010年典型年的洪水过程。

2.4.3 假定溃口(漫溢)或分洪方式设定

(1)溃口位置选择。假设溃口一般选择历史溃口处、堤防防渗结构薄弱环节处以及溃口后造成重大影响处。堤防可能溃决的位置往往难以确定,而过多的设置溃口会造成计算方案众多,不利于查阅和使用。因此,本文根据当地情况,分别在堤防上、中、下游各选一处重要险工段作为假定溃口位置。

根据现场调研,历史上赣东大堤新干段张家渡段曾经发生过溃口。此外,赣东堤樟树段、万州段、东新段均有堤防相对较薄弱,且均处于迎流顶冲深泓贴岸河段,堤防溃决风险相对较高。因此选择在赣东堤新干段、樟树段、万州段、东新段堤分别设置溃口。其中,樟树段堤内有草溪河外排赣江的梨园湾闸前水体,在赣江高

水位时,该堤段处于两水夹堤状态,万州段设定的溃口位于南昌县广福镇万家洲村下游约800 m,紧挨着该段1962年万家洲溃口的下游边缘。东新段设定的溃口堤内有赣抚航道的一条支汊,使该堤段处于两水夹堤状态,堤防溃决风险相对较高。抚西堤王家洲段、沙溪村段、坝溪段均有险工段处于迎流顶冲深泓贴岸河段,堤防溃决风险相对较高。因此选择在抚西堤王家洲段、沙溪村段、坝溪段分别设置溃口。其中,王家洲段假设溃口位于丰城市袁渡镇的王洲村附近,上距总干渠王家洲闸约650 m,下距箭江分洪闸约2 km,该段堤防下游有与箭江分洪闸相连的抚河故道相隔,故箭江分洪闸以下抚西堤的溃决基本不会影响到箭江分洪闸以上的区域,因此有必要考虑箭江分洪闸以上抚西堤(即王家洲段)的溃决影响情况。抚西堤坝溪村段南昌县向塘镇的邓家附近,该段堤防位于原抚河故道的堵口处,该堤段处于两水夹堤状态,堤防溃决风险相对较高。

(2)赣抚大堤的溃口宽度。历史上赣抚大堤防洪保护区赣东大堤曾经发生多次溃口,新中国成立以来赣东大堤1951、1961、1962年均发生过溃堤,1951年4月24日新干石口村赣东堤决口155 m,1961年6月14日丰城城墙沙月湖、石板地段决口155 m,1962年6月20日南昌县万家洲决口530 m。抚西堤自1959年形成后未发生溃堤事件但抚西堤上游约20 km的唱凯堤在2010年6月21日发生溃堤,溃堤宽度达347 m,溃口主要发展过程约10 h,因此根据相关地区及历史堤防溃口宽度以及考虑较不利的情况,设定赣东大堤新干段、樟树段的溃口宽度为300 m;赣东大堤万州段溃口宽度为500 m;赣东大堤东新段溃口宽度400 m;抚西堤王家洲段溃口宽度为300 m;抚西堤沙溪村段溃口宽度为300 m;抚西堤坝



图 7 赣抚大堤溃口设置分布图

溪段溃口宽度为400 m。

(3)赣抚大堤溃口发展历时。根据相关地区及赣抚大堤历史溃决情况,溃决一旦开始堤防会突然塌陷,并且在水流的冲击下溃口发展迅速,不需很长时间就可以达到很大的宽度。2010年抚河唱凯堤溃堤,最初宽度为50 m, 约10 h后溃口宽度达347 m。对于赣抚大堤溃口,不同溃口宽度取不同的溃决历时:宽度为300 m、400 m 和500 m的溃口,溃决历时分别取5 h、6 h和8 h。

(4)溃决时机。对于赣抚大堤的溃决时机,选择赣江或抚河水位达到相应堤防段的设计水位高程即发生溃决。

(5)计算方案设置。综合以上分析,同时考虑200年一遇洪水时泉港滞洪区是否启用的影响,河道来水和暴雨内涝分别拟定赣抚大堤防洪保护区的洪水分析计算方案,共计28个(溃堤洪水25个方案,保护区内暴雨内涝洪水3个方案),最后设定的洪水分析方案内容如表1、表2所示。

表 1 赣抚大堤溃堤洪水分析方案表

频率	洪水 年型	鄱阳湖水位	泉港分洪区是 否启用	溃口位置	溃口 宽度/m	溃口时机	溃决历时/h
2 %	2010	1998 年型高水位	不启用	新干段	300	堤防段设计水位	5
				樟树段	300		5
				万州段	500		8
			--	东新段	400		6
				王家洲段	300		5
				沙溪村段	300		5
				坝溪段	400		6

续表 1 赣抚大堤溃堤洪水分析方案表

频率	洪水 年型	鄱阳湖水位	泉港分洪区 是否启用	溃口位置	溃口 宽度/m	溃口时机	溃决历时/h
1 %	1998 年型高水位		不启用	新干段	300	堤防段设计水位	5
				樟树段	300		5
				万州段	500		8
				东新段	400		6
				王家洲段	300		5
			--	沙溪村段	300		5
				坝溪段	400		6
				新干段	300		5
				樟树段	300		5
				万州段	500		8
0.5 %	2010		不启用	东新段	400	堤防段设计水位	6
				新干段	300		5
				樟树段	300		5
				万州段	500		8
				东新段	400		6
			启用	新干段	300		5
				樟树段	300		5
				万州段	500		8
				东新段	400		6
				王家洲段	300		5
				沙溪村段	300		5
				坝溪段	400		6

表 2 赣抚大堤暴雨内涝洪水分析方案表

降雨条件	内河洪水频率	鄱阳湖水位
10 年一遇 72 h 暴雨过程	10 年一遇 2010 年型洪水	2010 年型高水位
20 年一遇 72 h 暴雨过程	20 年一遇 2010 年型洪水	2010 年型高水位
50 年一遇 72 h 暴雨过程	50 年一遇 2010 年型洪水	2010 年型高水位

3 结语

中国是洪涝灾害多发的国家,尤其是在全球气候变化的影响下,极端气候频发,防洪抗旱的形势更严峻,这更加凸显出洪水风险管理的必要性和紧迫性。编制合理的洪水风险图,将为防汛指挥调度和减灾决策提供重要的技术和数据支持,为防汛部门制定防洪规划、预案和防汛抢险以及避难方案的编制提供参考,有着重要的现实意义。

洪水分析方案设置是洪水风险图编制中非常关键的内容,直接影响风险图编制成果的实用性和指导意义。洪水风险图编制方案设置需充分考虑研究区可

能的洪水来源、洪水分析频率、洪水组合方式、可能溃口位置、溃口宽度、溃决时机等多种因素,并依据研究区实际防汛决策需求等因素,进行优化组合与选取,在简化设计方案的同时,尽可能最大化考虑实用性,完成方便性与实用性的最优组合。因此方案设置过程中仍需与当地水利管理与技术人员沟通与交流,以便提出最优分析方案。

参考文献:

[1] 李帅杰,谢映霞,程晓陶,等.城市洪水风险图编制研究--以福州为例[J].灾害学,2015,30(1):108-113.
[2] 李春华,等.赣抚大堤加固配套工程初步设计报告[R].南昌:江西省水利规划设计院,2003.

(下转第 290 页)