

基于小流域洪水预警体系布设研究

李丽娜¹, 谢 靖², 盛思远²

(1. 连云港市通榆河北延送水工程管理处, 江苏 连云港 222000;

2. 连云港市水利规划办公室, 江苏 连云港 222000)

摘要:以连云港市海州区为例,在通过研究建立相应的预警体制和机制基础上,提出对该地区进行合理水雨情及视频监控站点的布设,并由回归分析做出预测模型方程,为该地区有效获取水情信息,提高洪水预警精度,提升城市洪水防御能力及未来发展趋势预测水平提供依据。

关键词:洪水预警; 回归分析; 水雨情监测; 视频监控

中图分类号:TV122

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2020)02-0048-04

Research on the layout of flood warning system based on small watershed

LI Lina¹, XIE Jing², SHENG Siyuan²

(1. Tongyu River North – extended Water Supply Project Management Division of Lianyungang, Lianyungang 222000, Jiangsu; 2. Lianyungang Water Conservancy Planning Office, Lianyungang 222000, Jiangsu)

Abstract: Taking Haizhou District of Lianyungang City as an example, based on the establishment of a corresponding early – warning system and mechanism through research, reasonable water rainfall situation and video monitoring points to the region were put forward to layout, and make prediction model by the regression analysis equation, which could provide a basis for the region to effectively obtain water regime information, improve the accuracy of flood warning, improve the capacity of urban flood defense and forecast the future development trend.

Key words: flood warning; regression analysis; water rainfall situation monitor; video monitoring

洪水是当今自然界对人类的主要威胁之一。洪涝灾害已成为中国高频发和高死亡率的自然灾害之一,严重威胁了国民生命财产安全和水安全,是中国防汛减灾工作的重点和难点问题^[1]。作为防洪减灾的重要依据,洪水预报预警起着巨大的作用。对于实时洪水预报系统,希望能以最少的站网来满足洪水预报的精度要求。雨量站网密度和站址选择直接影响洪水预报精度,而洪水预报方法又影响站网的确定,两者间的关系为洪水预报系统站网确定所重视^[2]。因此,健全一套完善的洪水预警体系,应合理科学规划水雨情监测站和视频监控站布局,采用技术手段使洪水预报系统能实时自动采

集,提供丰富信息,提升预报水平和系统的实时修正能力。

为加快补齐短板,提升防汛抗洪和防灾减灾能力,2017年5月,水利部、国家发展改革委、财政部组织编制了《加快灾后水利薄弱环节建设实施方案》(以下简称《实施方案》),其中一项重要建设内容是开展农村基层防汛预报预警体系建设,力争到“十三五”末基本完成。《实施方案》安排了江苏省75个县(市、区)农村基层防汛预报预警体系建设项目,明确了江苏省的投资规模和具体项目。本文以连云港市海州区农村基层防汛预报预警体系建设项目为背景,以连云港市海州区为研究区域,研究

收稿日期:2019-07-06

作者简介:李丽娜(1988—),女,硕士,主要从事防汛防旱工作。

水雨情监测站网优化布设方案。

1 研究区概况

1.1 自然地理概况

连云港市市区现由海州区、连云区和赣榆区组成,海州区为主城区。海州区地处江苏省东北部,位于连云港市中部,南与灌云县接壤,北与赣榆区相连,东靠连云区,西与东海县毗邻。地处北纬 $34^{\circ}25'45''\sim 34^{\circ}35'13''$,东经 $119^{\circ}4'17''\sim 119^{\circ}13'10''$,居淮河流域沂沭泗水系的下游。海州区地形以平原为主,约占总面积的80%。境内地势低平,平原高山齐观,河湖丘陵、滩涂俱备,平均海拔为5 m。

1.2 气象水文概况

气候条件优越,属暖温带南缘湿润性季风气候区,处于暖温带和北亚热带过渡地带,受海洋调节,四季分明,气候温和,光照充足,雨量较丰,雨热同期。常年平均气温 14°C ,最冷月平均气温零下 0.2°C ,最热月平均气温 27°C ,冬季基本上无冻土层。春季气温回升较快。年平均降水量900.9 mm,主要集中在夏季,占年降水量的60%~65%。年平均日照时数2 530.8 h,年平均无霜期216 d,全年大于 0°C 的日照时数1 600 h以上。

1.3 水系分布概况

海州区地处南北气候过渡地段,位于淮河流域沂沭泗水系最下游,处在江水北调和江淮水供给的最末端。沂沭地区的主要排洪河道新沭河等均由区内入海,故有“洪水走廊”之称。境内河网稠密,水库众多,水利工程体系庞大。有在册小型水库8座(二涧水库、园林水库、双龙水库、王庄水库、张庄水库、凤凰山水库、当路水库、大村水库),重点塘坝11座;流域性河道2条(新沭河和通榆河),区域性河道4条(沭新河、蔷薇河、古泊善后河、盐河),地方性骨干河道6条;小型涵闸80余座,小型排灌站12座,主要河道堤防151 km;水资源总量5.3亿 m^3 ,利用率40%,人均水资源占有量1 600 m^3 。

2 布设方案

海州区实施农村基层防汛预报预警体系项目,包含基层实际的水雨情监测系统、预报预警系统,建立群测群防体系,使基层防汛预报预警体系基本覆盖有防洪排涝任务的乡镇。针对海州区地形地貌及水利特征,划分海州区低洼易涝区、外洪侵袭区,调查人口分布、水文气象、地形地貌、社会经济、

历史洪涝灾害、涉水工程、危险区等级划分、预警指标以及洪涝灾害防治现状等基础信息,为洪涝灾害预警体系水雨情站网布设提供科学、全面、详细的信息支撑。

2.1 布设情况

海州区水雨情自动监测站网布设坚持以人为本的原则,以保护人民的生命和财产安全,保护人口密集区,保护机关和企事业单位作为重点;坚持满足洪涝灾害预报、预警要求的原则;坚持站网结构优化组合的原则。站网布设时,充分调查和分析了区境内主要河流历史洪涝灾害的发生情况,自然环境的演变情况和当前经济社会的发展情况,对重点工作区进行了危险度划分,对分布在洪涝灾害危险区内的人口居住密度以及学校、机关、企业的分布进行了统计;同时考虑区内和对外通信、交通等运行管理维护条件,对建设站网的条件进行综合评估和分析,择优选址。

水雨情站点布设时应考虑不同流域面积、洪涝灾害影响程度、影响范围和保护范围重要程度等实际情况因地制宜确定。在低洼易涝区设置自动监测水位站。布设地点将考虑预警时效、影响区域、控制范围等因素综合确定,并考虑通信、交通等运行管理维护条件。已有的自动监测水位站应纳入本系统站网,其监测信息应进入县级监测预警平台。对海州区通榆河、新沭河等主要流域基本资料进行统计分析,并对该区域雨量站网布设进行评价,灾害重点防治区内防洪能力较弱且分布有大量村庄、人口较为密集的区域,需增设测站提高预警能力。各河流基本情况如表1所示。

上述结果表明,目前海州区已有水雨情监测站点13个和视频监测站点14个,覆盖密度较低,海州区防汛部门不能实时获取到完全的水雨情监测信息。本文将采用回归分析法^[3-4]建立预测模型来研究防汛预测体系布设方案。

2.2 水雨情监测站点相关性分析

水雨情监测站点布设通常根据人口密度和监控站监控有效面积分析各站点的控制覆盖率,然后对各个水雨情监测控制站点进行相关性分析。利用SPSS 21软件分别进行海州区各水雨情站点对应的曲线拟合(线性、对数、二次、复合、幂)函数分析,得出水情监测人均利用率和水情监测覆盖率具有一定相关性,本研究探索以水情监测覆盖率为自变量,进行二者的相关性研究。

经过统计分析软件SPSS软件计算得判定系数

表 1 海州区主要流域水雨情和视频监测站点情况

序号	流域	已建监测站数						
		面积/ km ²	已建水情 监测面积/ km ²	已建水情 监测站数	密度/ (km ² ·站 ⁻¹)	已建视频 监测面积/ km ²	已建视频 监测站数	密度/ (km ² ·站 ⁻¹)
1	通榆河	21.36	12.26	5	2.452	2.46	3	0.82
2	新沐河	1.46	1.46	1	1.46	1.46	2	0.73
3	大浦河	8.2				2.12	3	0.71
4	西盐河	16.25	12.45	4	3.1125	9.8	2	4.9
5	善后河	6.84	1.24	1	1.24			
6	蔷薇河	16	3.3	1	3.3	7.7	2	3.85
7	玉带河	6	0.8	1	0.8	5.2	1	5.2
8	东盐河	6				6	1	6

表 2 水雨情监测站回归函数拟合度评估结果

函数类型	曲线拟合方程	判定系数(R^2)	标准误差(Se)
线性函数	$y = 2.559 - 0.976x$	0.568	0.749
对数函数	$y = 1.14 - 0.953\ln x$	0.800	0.509
二次函数	$y = 3.217 - 2.97x + 0.754x^2$	0.728	0.635
复合函数	$y = 2.64 - 0.486x$	0.803	0.315
幂函数	$y = 0.974x - 0.626$	0.891	0.234

(R^2)和估计标准误差(Se)值。分析上述测站的函数降雨特性的相关性(表 2)。总体而言,幂函数的($R^2=0.891$)数值相关性最好,因此为保证洪水预警体系计算需求,选择幂函数方程为增设站点预测方程。

2.3 视频监测站点相关性分析

海州区目前已有 14 处重点水利工程实现工程视频监测。根据已有视频站点数据对覆盖范围为海州区易导致洪涝灾害的重点水库、重点河流和危险区域进行相关性分析,分析结果见表 3。

经过分析得出需求视频监测点判定系数(R^2)和估计标准误差(Se)值,二次函数判定系数($R^2=0.818$)最趋近于 1,因此基本实现对海州区洪涝灾害频发、人口密集的城区、重点场镇以及水库、河道、水闸、泵站、行蓄洪区、圩口、险工险段等重要防洪位置的全覆盖的视频监测点模型方程为二次函数。

2.4 小流域预警系统布设

中小流域洪水预报预警系统旨在基于 GIS 技术开发出三维的可视化的便捷洪水预报预警系统^[5]。海州区水雨情监测和预警系统拟引入 3G 通信与物联网相关技术作为主要技术支撑,采用稳定成熟的技术和 GIS 技术,在预警方面能实现定点查询预警指标,人口及城镇的分布,淹没范围的显示,进行网格化预警管理,发布预警信息等。水雨情数据通过 GPRS 方式发送到连云港市水情分中心,连云港市水情分中心通过水雨情数据交换平台同步到海州区防办水文实时水雨情数据库,然后再传递到省防办,实现四级联动机制。海州区监测预警平台数据流见图 1。

需建设完善的海州区监测预警平台包括计算机网络、平台软硬件、数据库、防汛视频会商等,实现水雨情及视频数据接入,动态分析生成预警信息,

表 3 视频监测站回归函数拟合度评估结果

函数类型	曲线拟合方程	判定系数(R^2)	标准误差(Se)
线性函数	$y = 8.728 - 3.525x$	0.727	1.802
对数函数	$y = 4.256 - 3.827\ln x$	0.807	1.516
二次函数	$y = 11.361 - 8.957x + 1.971x^2$	0.818	1.573
复合函数	$y = 10.154 - 0.391x$	0.805	0.386
幂函数	$y = 3.059x - 0.974$	0.815	0.375

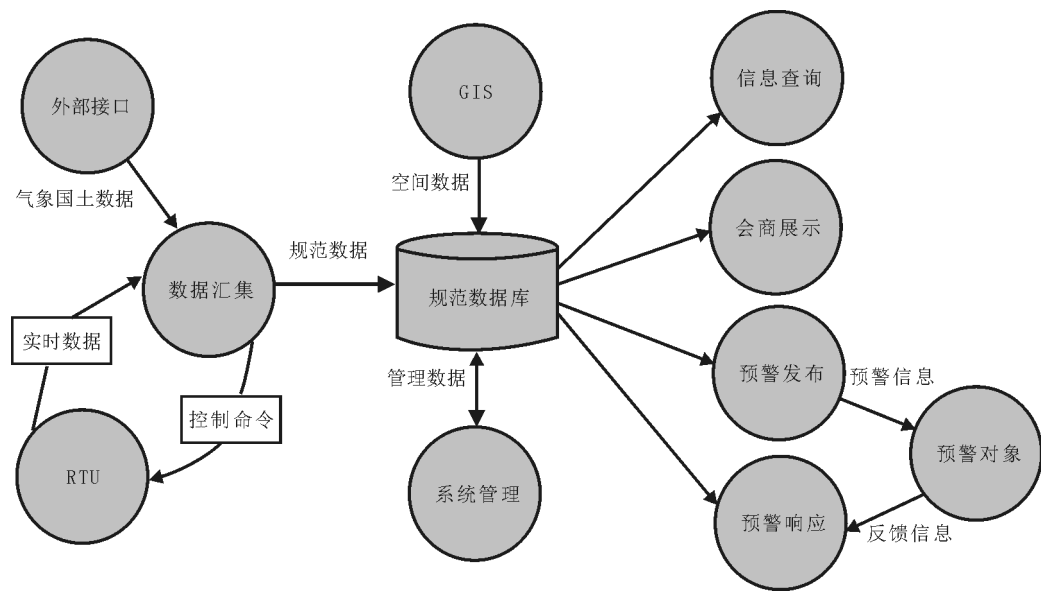


图 1 海州区监测预警平台数据流图

实现预警信息发布、响应、跟踪、反馈等。分析各监测站数据得出:应在海州区建立 1 个区级综合广播预警平台,建立 6 个乡镇级预警平台,在 26 个低洼村各建设 1 套村预警接收系统(共 26 个),在 131 个村委会各建立 1 套人工预警设备(每村 1 套)。实现省、市、区、镇四级防汛预警联动,及时掌握现场险情,从而进行科学调度指挥^[6]。

3 结 语

本文基于对小流域预警系统布设的需求,以连云港市海州区为例,对该地现有水雨情监测站和视频监测站进行合理性分析和优化布设研究,并将其研究结果与预警监测系统相结合,对于水雨情监测、预警监测、预警响应的相关处理,均能在 GIS 上进行可视化处理查询,弥补信息化水平不足,增强小流域防洪抗灾能力。

通过本次对海州区水雨情监测系统的完善,实现了小流域预警系统优化配置和水雨情站网的模

型预测分析的结合,使该地区今后能更快捷、准确提供信息,为科学防汛调度提供基础数据支撑。

参考文献:

[1] 马建华, 胡维忠. 我国山洪灾害防灾形势及防治对策[J]. 人民长江, 2005, 36(6):3-5.

[2] 王叶琴. 实时洪水预报系统雨量站网论证分析[D]. 南京:河海大学, 2006.

[3] Basist A, Bell G D, Meentemeyer V. Statistical relations between topography and precipitation patterns[J]. Journal of Climate, 1994, 7(9):1305-1315.

[4] Skok G. Analytical and practical examples of estimating the average nearest-neighbor distance in a rain gauge net-work[J]. Meteorologische Zeitschrift, 2006, 15(5):565-573.

[5] 晋磊. 中小流域洪水预报预警系统研究[D]. 郑州:郑州大学, 2014.

[6] 宋炜. 江苏省重点水利工程防汛视频监控系统建设探索[J]. 江苏水利, 2013(9):25-26, 29.