

# 城市防洪排涝智能调度系统应用分析

李 飞,赵志文,董嘉晨,马 悦,唐家永

(江苏省防汛防旱抢险中心,江苏 南京 211500)

**摘要:**随着智慧城市、智慧水利以及人工智能的发展,应对城市洪涝的现代化技术和手段也不断进步。重点对城市防洪排涝智能调度系统的建设与应用进行研究,首先分析城市防洪排涝面临的主要问题,然后阐述城市防洪排涝智能调度系统的总体结构和建设内容,最后探讨城市防洪排涝智能调度系统的应用意义和功能拓展。

**关键词:**城市防洪;排涝系统;智能调度

中图分类号:TV87

文献标识码:A

文章编号:1007-7839(2024)10-0040-0004

## Application analysis of urban flood control and drainage intelligent dispatch system

LI Fei, ZHAO Zhiwen, DONG Jiachen, MA Yue, TANG Jiayong  
(Jiangsu Provincial Flood Control and Drought Relief Center, Nanjing 211500, China)

**Abstract:** With the development of smart cities, smart water conservancy and artificial intelligence, modern technologies and means to cope with urban floods are also constantly advancing. This article focuses on the construction and application of urban flood control and drainage intelligent dispatch system. Firstly, it outlines the main problems faced by urban flood control and drainage, analyzes the overall structure and construction content of urban flood control and drainage intelligent dispatch system, and finally explores the application significance and functional expansion of urban flood control and drainage intelligent dispatch system.

**Key words:** urban flood control; drainage system; intelligent dispatch

## 1 概 述

随着城市化进程的加速,城市面积不断扩大,人口密集度日益增加,使得城市防洪排涝工作面临着前所未有的挑战<sup>[1]</sup>。传统的防洪排涝技术往往依赖于人工决策和物理工程设施,难以应对复杂多变的自然环境和突发的极端天气事件,因而城市防洪排涝智能调度系统的应用显得尤为重要<sup>[2]</sup>。为提高信息化水平,增强监测和调度手段,准确分析雨情

水情,快速有效应对突发事件,本文重点对城市防洪排涝智能调度系统应用进行研究分析。

## 2 总体结构

防洪排涝体系主要由监测系统、预警发布系统、调度系统、排水系统、数据呈现系统以及管理单位等组成<sup>[1,3]</sup>。其中,监测系统作为智能调度系统运行的基础,通过连接各类水文监测传感器和雨水情监测设备,实时收集水位、降水量、河道流量等关键

收稿日期:2024-06-16

作者简介:李飞(1980—),男,工程师,本科,主要从事防汛防旱相关工作。E-mail: 19783052@qq.com

防汛数据,并在调度中心以图表形式呈现,可以迅速了解当前的汛情状况,包括水位高度、降水分布、河道流量变化等,为后续的决策提供依据。

预警发布与响应系统基于实时数据,系统能够智能分析汛情发展趋势,并根据预设的预警阈值,通过短信、邮件、APP推送等多种方式自动发布预警信息给相关人员,提高时效。调度系统主要通过控制关键设施,如泵站、闸门、市政排水管网等。泵站作为排涝体系中的核心设施,主要用于在暴雨等极端天气下将积水抽排至外部水系或处理设施中。排水管网负责将城市各区域的雨水、污水等收集输送到泵站或其他处理设施,并通过河流、湖泊等自然水体以及人工建设的排水渠构成城市排水的最终出路。

城市排涝系统应涵盖城市排涝体系中的静态数据及动态运行数据,通过集成气象、水文、地理等多源数据,运用大数据分析和预测模型,对降水趋势、洪水发生概率等进行预测。同时,结合城市排水系统的实际情况评估排水能力,预测可能出现的积水区域和积水程度,并及时将预测信息推送至各相关人员。此外,通过综合关键区域水位计、流量计等监测设备监测到的现场水文情况,排涝设施关键部位的摄像头拍摄到的现场视频等,调度中心能够实时掌握抢险现场水位、流量、视频画面以及泵闸站的状态等信息,从而为应急指挥提供全面的数

据支持,帮助调度人员做出高效精准的决策<sup>[4]</sup>。

### 3 建设内容

基于总体框架(图1),系统建立了全过程在线监控防洪排涝调度平台,调度中心能够实时查看现场实际状况,实现对城市水务系统的智能感知、智能控制和智能优化,及时优化布防相应力量和路径。

(1)围绕“预报精准、预警超前、预演仿真、预案靠实”的“四预”要求,智能调度平台可以通过实时监控城市主要河道区域雨水情信息,同时与气象部门进行数据对接。系统能够实时接收气象部门监测区域内降雨格点的数据,包括历史降水量、未来雨量预测值等,实现“降雨-产流-汇流-演进”全链条模拟演算。通过“流域-干流-支流-断面”全覆盖的一体化、智能化、可视化预警调度和辅助决策,实现对城市各个区域水资源的实时监测,确保水位、水流等数据的及时传输和分析。

(2)使用时间序列分析方法(如移动平均、指数平滑等)分析降雨、水位等数据的长期趋势和周期性变化,研究不同季节内涝发生的特点和规律,以及降雨、水位等数据的季节性变化。基于历史数据建立时间序列预测模型,用于预测未来一段时间内的降雨、水位等变化情况。为了更加精准地对管辖区域内积水情况进行预测,系统通过将管辖区域划

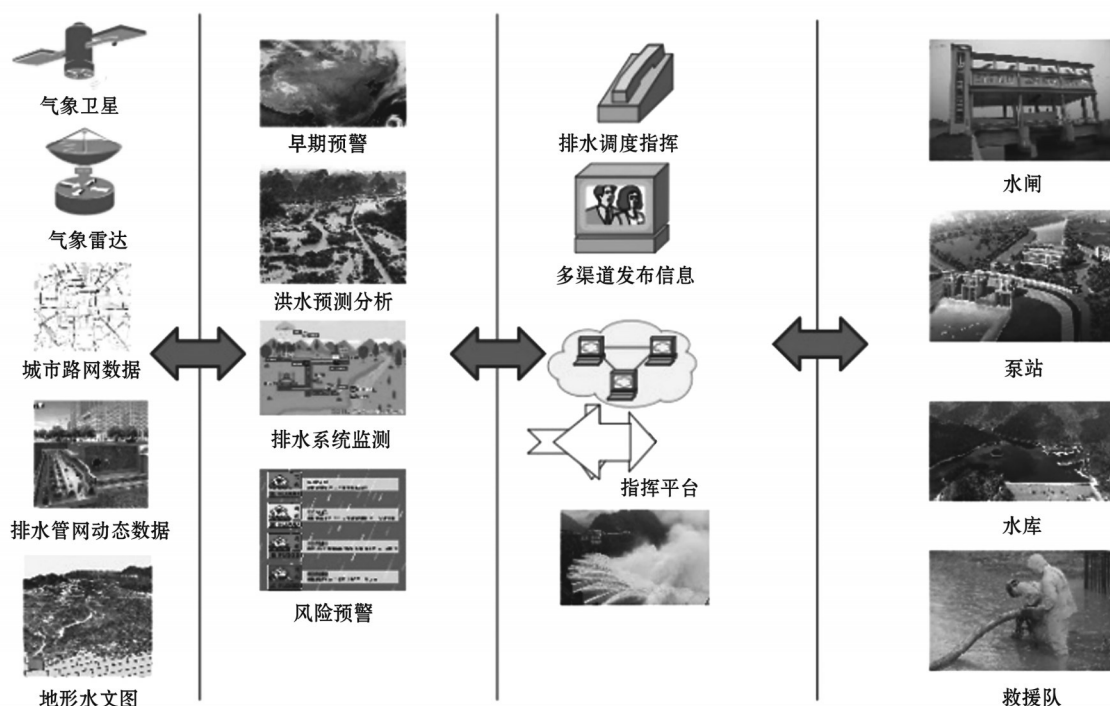


图1 系统总体框架

分细小网格,根据网格区域内的气象数据,系统结合城市内涝调度模型和实时排水设施监测数据来对每个网格进行积水情况预测。基于历史数据进行建模分析,通过分析建模数据结果,可以识别出易涝区域、积水发生的条件和趋势,以及影响积水的其他关键因素,从而为防涝应急人员提供可靠的数据支持。

(3)选取有代表性点位进行气象预测,根据历史降水量、管网液位、河道湖库水位等数据,将所划分网格内的历史数据与实测数据进行对比分析。根据历史数据和关联分析结果,设定合理的降雨量报警阈值,同时采用统计学方法(如回归分析、聚类分析等)或机器学习算法(如决策树、神经网络等),结合历史数据和实时监测数据,计算出每个内涝点的降水量报警阈值。将气象部门提供的未来降雨数据与系统降水量报警阈值进行对比,若未来降雨数据高于降水量报警阈值,此时可通过发送短信的方式通知降水量报警阈值,以便防汛人员及时采取相应的措施进行防汛抢险调度<sup>[5]</sup>。

(4)系统根据防汛方案要求设置不同等级的响应预案,并明确车辆、设施、物资等的数量。当系统接收到预警信息时,能够自动根据数据分析,提出泵站、闸门等调度建议或远程控制,并为关键点位分配抢险人员。通过引入AI人工智能可实现自动判断,远程控制排水设施设备,实现在线分析、主动报警、淤堵分析等,达到精细化排水管理、快速决策指挥的目的。此外,将上述系统与交通系统连接,可以及时提醒广大群众出行路线。

(5)根据系统内的可视化调度管理模块(图2),通过云计算、互联网、GIS等先进技术,调度人员能够实时掌握城区的内涝情况、各抢险队伍的位置和现场抢险情况,同时结合排涝设施的实时运行数据,实现精准快速的调度决策。此外,系统平台能够打破部门间信息壁垒,实现信息共享和实时沟通,提高协调作战能力<sup>[6]</sup>。

(6)事后总结模块是城市防洪排涝智能调度系统的重要组成部分,旨在通过自动化、智能化的方式,对防汛排涝工作进行全面的事后评估和总结。

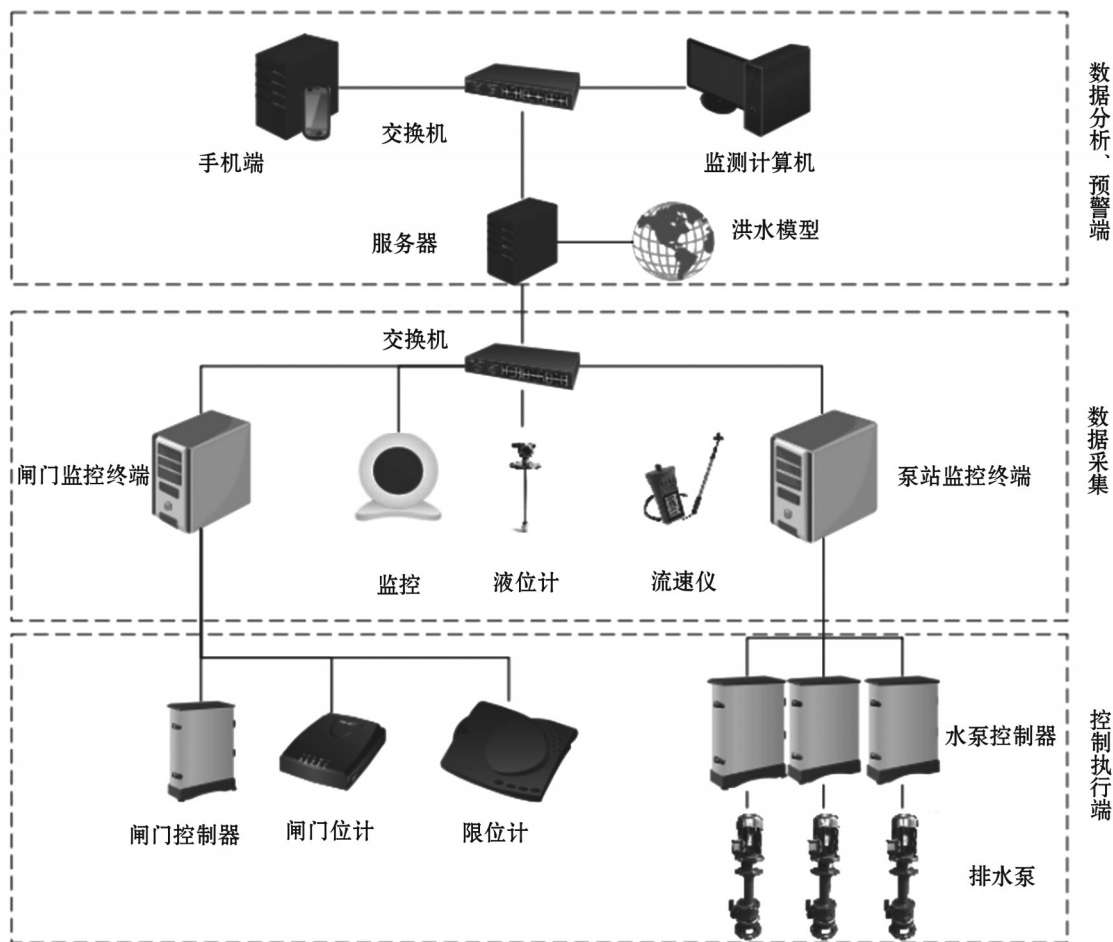


图2 系统功能模块



该模块能够自动生成统计报告,减少人工汇总资料的工作量,同时自行建立模型,指导排水设施的日常维护管养工作和应急队伍的优化管理,并为系统学习升级提供依据,进一步提高系统调度的准确性。

## 4 主要作用

### 4.1 提高防洪排涝效率

气象部门发布暴雨预警后系统将第一时间通知防汛人员,防汛人员根据预先设定的防汛方案进行抢险救灾工作,同时根据实时监控视频进行直接调度和指挥抢险工作。利用历史洪水数据,结合机器学习和数据算法,可以建立洪水预测模型,并在使用中,不断对模型进行完善和大数据分析,智能调度系统反应时间能够不断缩短,预警时间能不断提前,从而大大缩短了防汛响应时间,提高了防洪排涝工作效率。

### 4.2 规范各项应急工作

系统通过指导事前准备,科学合理地进行事中调度,及时进行事后总结,能够规范应急工作。在调度过程中,系统能够自动记录和分析资源的使用情况,为后续的资源配置和调度提供参考。此外,通过优化资源利用,能够确保在有限资源下最大化提高应急成效。

### 4.3 减少积水内涝发生

城市防洪排涝智能调度系统通过集成先进的信息技术和数据分析能力,能够实时监测和预测降雨情况、排水设施运行状态以及城市地形等因素,从而有效减少积水内涝的发生。一是系统能够实时监测降水量、水位等关键指标,一旦发现异常情况,立即发出预警,通知相关部门及时采取应对措施;二是在暴雨来临时,系统能够根据实时监控数据智能调度排水设施,确保排水系统高效运转并及时将积水排出,防止内涝发生;三是系统能够结合历史数据和当前气象信息,对城市各区域的积水内涝风险进行评估,为决策者提供科学依据,以便提前采取预防措施。

## 5 系统拓展

在城市防洪排涝智能调度系统应用上,未来可

以引入人工智能技术,建设城市防洪大脑,实现自动调度防洪设施的工作状态和运行策略。如,根据实时监测数据,智能系统可以自动切换泵站的运行模式,优化水位调控策略和水流路径规划,从而提高防洪设施的响应速度和效率。同时,人工智能技术可以对城市防洪设施的维护和保养进行智能化管理,通过分析设施运行数据和历史维修记录,人工智能系统可以识别出设备潜在的故障风险,提前进行维护和更换,可以大大减少设备的维修成本和停机时间,保障设施的可靠性和持续性。

## 6 结 语

综上所述,城市防洪排涝智能调度系统将现代信息技术与水利工程紧密结合,通过集成先进的传感器技术、大数据分析、云计算、物联网和人工智能等技术手段,实现了对城市防洪排涝工作的全面监控、智能分析和精准调度。城市防洪排涝智能调度系统的应用是城市防洪排涝工作向智能化、信息化迈进的重要一步,不仅能够有效应对复杂多变的自然环境和突发的极端天气事件,还能够提高城市防洪排涝工作的效率和水平,为城市的可持续发展提供有力保障。

### 参考文献:

- [1] 唐明,许文斌,周涵杰,等. 基于关键参数耦合效应的城市排涝设计方法[J]. 水资源保护,2022,38(2):17-24.
- [2] 喻青,潘清,徐维发,等. 城市防洪排涝智能调度系统的应用[J]. 净水技术,2024,43(2):184-189.
- [3] 李曦亭,王磊之,王银堂,等. 基于安全裕度理论的太湖流域北部城市排涝与区域防洪标准衔接研究[J]. 河海大学学报(自然科学版),2023,51(2):150-156.
- [4] 肖羽. 改进人工鱼群算法研究及其在城市防洪调度中的应用[D]. 武汉:华中科技大学,2020.
- [5] 石莎,乌景秀. 基于城市防洪排涝的闸泵活水联合优化调度研究[C]//中国环境科学学会. 2016中国环境科学学会学术年会论文集. 北京:中国环境科学学会,2016:4.
- [6] 李红,吴江滨,李恺,等. 城市防洪排涝规划后评价理论研究[J]. 人民长江,2015(增刊1):69-71.