

智慧城市建设下防洪排涝系统规划设计及应用探讨

李 洋

长江设计集团有限公司 湖北 武汉 430010

摘 要:在智慧城市建设浪潮席卷全球的当下,城市发展的智能化、精细化成为必然趋势。本文聚焦智慧城市建设下的防洪排涝系统。首先阐述智慧城市与防洪排涝系统的紧密关联,包括智慧城市建设带来的新要求及防洪排涝系统在智慧城市中的地位。接着详细探讨系统规划设计,涵盖原则、目标与内容。随后介绍物联网、大数据等应用技术。最后展望其发展前景,指出将与智慧城市其他系统深度融合、智能化水平提升以及绿色生态理念进一步贯彻,旨在为智慧城市防洪排涝系统建设提供全面参考。

关键词:智慧城市建设;防洪排涝;系统规划设计;应用探讨

引言:随着城市化进程加速,智慧城市建设成为发展趋势。防洪排涝作为城市安全运行的关键环节,在智慧城市建设中面临新挑战与机遇。传统防洪排涝系统难以适应智慧城市复杂多变的需求,需借助新技术实现转型升级。深入研究智慧城市建设下防洪排涝系统的规划设计及应用,不仅关乎城市防洪安全,更对推动智慧城市可持续发展具有重要意义,

1 智慧城市与防洪排涝系统的关联

1.1 智慧城市建设对防洪排涝系统的新要求

智慧城市建设对防洪排涝系统提出诸多新要求。在监测方面,需实现全方位、实时精准监测,涵盖降雨量、水位、管网流量等,利用物联网技术构建密集监测网络,及时获取数据。决策上,要借助大数据与人工智能技术,对海量数据深度分析,制定科学合理防洪排涝方案,提高决策效率与准确性。

1.2 防洪排涝系统在智慧城市中的地位

防洪排涝系统在智慧城市中占据举足轻重的地位。它是城市安全运行的“守护者”,直接关系到居民生命财产安全。城市内涝易引发交通瘫痪、基础设施损坏等严重后果,影响城市正常运转。而先进的防洪排涝系统可有效抵御洪涝侵袭,降低灾害损失。同时,它是智慧城市可持续发展的基础保障。稳定的水环境有利于城市生态平衡与经济发展^[1]。

2 智慧城市建设下防洪排涝系统规划设计

2.1 规划设计原则

2.1.1 系统性原则:系统性原则要求将防洪排涝系统视为城市整体系统的关键子系统。城市地形复杂多样,不同区域高差可能达数十米甚至上百米,需统筹考虑地形地貌对水流走向的影响。同时,要与城市交通、能源、通信等其他系统协同规划,例如排水管道布局应避

开地下重要管线,避免交叉干扰。据统计,因系统协调不畅导致的防洪排涝工程返工率可达15%-20%。通过建立多系统联动的规划模型,综合分析各要素,实现防洪排涝系统与城市其他系统的有机融合,提升城市整体应对洪涝灾害的能力。

2.1.2 科学性原则:科学性原则依托严谨的数据分析与科学方法。借助先进的水文模型,如SWMM模型,可精确模拟不同降雨强度下城市径流的形成与变化,模拟误差可控制在10%以内。运用气象预报技术,将降雨预测精度提高到小时级,为系统设计提供准确依据。在工程设计中,依据科学的水力计算公式确定排水管径、泵站流量等参数,确保排水能力满足需求。

2.1.3 前瞻性原则:前瞻性原则需充分考虑城市未来发展与气候变化。根据城市规划,未来20-30年城市人口可能增长30%-50%,土地开发强度将大幅提高,这会导致不透水面积增加20%-30%,进而使洪峰流量增大。同时,气候变化可能使极端降雨事件频率增加20%-40%。因此,防洪排涝系统规划设计要预留足够的发展空间,采用可扩展的设计方案,如预留排水管网扩容空间、建设可调节的调蓄设施等,以适应未来城市发展和气候变化带来的挑战。

2.1.4 生态性原则:生态性原则强调人与自然和谐共生。在城市中,河湖水系是重要的生态廊道,规划时应保护和恢复其自然形态,增加水域面积10%-20%,提高河道的调蓄能力。利用湿地、绿地等生态设施调蓄雨水,湿地的雨水调蓄量可达每公顷1000-3000立方米。采用生态护坡技术,减少对河岸生态的破坏,生态护坡的植被覆盖率可达80%以上,不仅能稳固河岸,还能为生物提供栖息地。

2.2 规划设计目标

2.2.1 防洪工程规划：防洪工程规划需依据城市防洪标准精准开展。一般城市防洪标准按50-100年一遇洪水设计。规划中，堤防作为主要挡水工程，其顶高要高于设计洪水位0.5-1米，堤身稳定性需满足抗滑稳定安全系数大于1.2。同时，合理布局防洪闸，按每5-10公里河道设置1座，确保洪水期能有效控制水流。排涝泵站流量根据服务区域面积确定，每平方公里服务面积配备流量5-10立方米/秒的泵站，保障城市在遭遇洪水时，能将积水及时排出，降低内涝风险。

2.2.2 排涝工程规划：排涝工程规划要结合城市地形与排水体制。根据地形高差划分排涝分区，一般每个分区面积控制在5-10平方公里。排水管网规划中，主干管管径不小于1.2米，坡度在0.002-0.005之间，以保证排水顺畅。排涝泵站按分区设置，单座泵站流量根据区域24小时最大降雨量设计，通常为每秒10-30立方米。调蓄水池容积按区域1小时最大降雨量计算，平均每个容积在5000-20000立方米，有效调节排水峰值，减轻排水系统压力。

2.2.3 雨水利用工程规划：雨水利用工程规划需评估城市雨水资源量。一般城市年均降雨量在800-1500毫米之间，可利用雨水资源约占降雨量的30%-50%。规划建设屋顶雨水收集系统，覆盖30%-50%的建筑屋顶面积，预计年收集雨水100-300万立方米。地下蓄水池按每10万平方米建筑配套建设1个，单个容积5000-10000立方米。处理后的雨水用于绿化灌溉、道路冲洗等，可满足20%-40%的市政杂用水需求，实现雨水资源的高效利用，缓解城市水资源短缺问题。

2.2.4 监测预警系统规划：监测预警系统规划要构建全方位监测网络。在城市低洼地带、河道、排水管网等关键位置布置500-1000个监测点，监测频率达每分钟1次，实时获取水位、雨量、流量等数据。利用大数据和云计算技术，整合多源数据，建立洪涝灾害预测模型，使预测准确率达到80%-90%。设定不同灾害等级预警指标，预警信息通过多种渠道发布，确保在15分钟内覆盖90%以上的城市居民，为防洪排涝决策和应急响应提供及时准确的信息支持。

2.3 规划设计内容

2.3.1 防洪工程规划：依据城市历史洪水数据，结合气象预测，确定防洪标准。如某城市百年一遇洪水水位为5米，据此规划堤防高度不低于5.5米，堤防长度依城市边界确定，约50公里。合理布局排涝闸，按每10平方公里设置1座，共规划20座。排涝泵站流量按每秒50立方米设计，保障洪水期能及时将城市积水排出，提升整体防洪能力。

2.3.2 排涝工程规划：根据城市地形与排水体制，划分15个排涝分区。排水管网规划中，主干管管径不小于1.5米，坡度不低于0.003。排涝泵站按服务面积每5平方公里设置1座，共30座，单座泵站流量每秒30立方米。调蓄水池容积按区域24小时最大降雨量设计，平均每个5万立方米，有效排除城市内涝积水。

2.3.3 雨水利用工程规划：经测算，城市年均降雨量1200毫米，可利用雨水资源约5000万立方米。规划建设屋顶雨水收集系统，覆盖30%的建筑屋顶面积，预计年收集雨水1500万立方米。建设地下蓄水池20个，单个容积5万立方米，人工湖5个，总容积200万立方米。处理后的雨水用于绿化灌溉等，可满足40%的绿化用水需求。

2.3.4 监测预警系统规划：构建包含500个气象、水文及城市积水监测点的网络，监测频率达每分钟1次。利用大数据分析，整合多源数据，建立洪涝灾害预测模型，准确率达85%以上。搭建信息共享平台，实现10个相关部门数据互通。设定不同灾害等级预警指标，预警信息发布时间不超过15分钟，为防洪排涝提供及时准确支持。

2.3.5 智能调度平台规划：打造“数据融合、动态决策”的智慧管控中枢，集成防洪、排涝、雨水利用等多源数据，构建三维地理信息模型。平台通过物联网接入泵站、闸门、监测设备，实现远程控制与状态监控。开发洪水调度算法，结合实时雨情与水库库容，自动生成最优分洪方案；排涝系统根据积水深度智能启停泵站，降低能耗30%以上。设置雨水回用智能调节模块，根据灌溉需求与水质数据，动态分配回用水量。平台支持移动端操作，提供可视化预警地图与应急预案查询，辅助决策指挥。通过数字孪生技术模拟极端工况，优化设施布局与调度策略，提升系统整体效能^[2]。图1所示

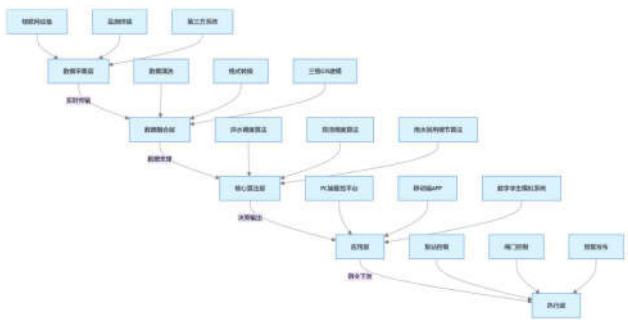


图1 智能调度平台数据流程图

3 智慧防洪排涝系统应用技术

3.1 物联网技术

物联网技术通过大量传感器实现智慧防洪排涝的实时感知。一般每平方千米部署超50个传感器，可实时采集水位、流速等数据，数据采集频率可达每分钟数次。

据统计,采用物联网技术后,数据传输延迟可控制在1秒以内,设备状态监测准确率提升至95%以上,能及时发现管道堵塞、水位异常等问题,为防洪排涝决策提供及时准确的数据支持。

3.2 大数据技术

大数据技术能整合多源海量防洪排涝数据。每年可处理超10PB的气象、水文、地理等数据。通过数据分析,可挖掘出降雨与内涝的关联规律,如降雨量每增加1毫米,内涝发生概率提升0.5%。还能对防洪工程效果进行评估,为优化系统提供数据依据,使防洪排涝决策的科学性提高70%以上。

3.3 云计算技术

云计算技术为智慧防洪排涝提供强大计算与存储能力。其计算资源可根据需求弹性扩展,能在一小时内完成对1000万条数据的分析处理。云存储可安全存储过去50年的历史数据,且数据访问响应时间小于0.1秒。不同部门通过云平台共享数据,协同工作效率提升60%,保障防洪排涝工作高效协同开展。

3.4 地理信息系统(GIS)技术

GIS技术为智慧防洪排涝提供空间分析与可视化支持。它能精准定位防洪排涝设施,位置误差不超过1米。通过空间分析,可划定不同降雨条件下的内涝风险区域,准确率85%以上。还能模拟洪水演进过程,为制定防洪预案提供直观依据,使应急响应时间缩短30%,提升城市防洪应对能力。

3.5 自动化控制技术

自动化控制技术使智慧防洪排涝系统实现智能运行。在泵站等设施中应用,可根据水位自动调节设备运行,设备响应时间从人工控制的10分钟缩短至1分钟以内。自动化控制可使排水效率提高30%-40%,同时降低能源消耗20%-30%,减少人工操作失误,保障系统稳定可靠运行。

4 智慧防洪排涝系统发展前景

4.1 与智慧城市其他系统的深度融合

未来,智慧防洪排涝系统将智慧城市交通、能源、通信等系统深度融合。通过数据共享与协同联动,

交通系统可依据防洪排涝预警调整路网运行,能源系统能优化电力供应保障排水设施运转。据预测,深度融合后城市应对洪涝灾害的综合能力将提升50%以上,实现城市资源的高效配置与整体安全运行,构建更智能、更具韧性的城市环境。

4.2 智能化水平的不断提高

随着人工智能、机器学习等技术发展,智慧防洪排涝系统智能化水平将持续攀升。智能算法可精准预测洪涝灾害,提前12小时以上发出预警,准确率超90%。自动化控制将更精细,能根据实时数据自动调整排水设备参数,使排水效率提高40%。智能化发展将极大提升系统应对洪涝的及时性与有效性。

4.3 绿色生态理念的进一步贯彻

未来智慧防洪排涝系统会更注重绿色生态。采用生态友好型排水材料和设计,如透水铺装、雨水花园等,可使雨水自然下渗率提高30%。同时,利用雨水资源化技术,将收集的雨水用于城市绿化灌溉等,实现水资源的循环利用。绿色生态理念的贯彻将降低系统对环境的影响,推动城市可持续发展^[3]。

结束语

智慧城市建设下防洪排涝系统的规划设计及应用是保障城市安全、促进可持续发展的重要举措。通过遵循科学规划设计原则、明确目标与内容,并借助物联网、大数据等先进技术,可提升系统智能化水平与应对灾害能力。展望未来,防洪排涝系统将与其他智慧城市系统深度融合,智能化程度不断提高,绿色生态理念深入贯彻。我们应持续探索创新,推动防洪排涝系统不断完善,为智慧城市发展筑牢安全防线。

参考文献

- [1]高慧琴,程聪,尹开霞.系统治理理念下东引运河防洪排涝工程体系研究[J].水电能源科学.2024,42(6)135-136
- [2]黄强,胡俊杰,胡传伟,等.韧性城市理念下城市防洪排涝体系建立研究[J].安徽建筑.2022,29(1).165-168
- [3]周广胜,何奇瑾.城市内涝防治需充分预估气候变化的影响[J].生态学报.2021,(16).198-199