

极端天气下市政排水防涝系统智能化设计与应急预案衔接

李 盼

西安空港绿化保洁公司 陕西 西安 713200

摘 要：随着极端天气频发，市政排水防涝系统面临严峻挑战。智能化设计通过集成传感器、控制设备及数据分析平台，实现实时监测、预警与自动调度，提高排水效率。同时，应急预案与智能化系统紧密衔接，确保在紧急情况下快速响应，有效减少内涝风险。两者结合，可大幅提升城市排水防涝能力，保障居民生命财产安全及城市正常运行。

关键词：极端天气；市政排水防涝系统；智能化设计；应急预案衔接

引言：近年来，极端天气事件频发，给城市排水系统带来了前所未有的压力与挑战。为确保城市在暴雨、洪水等极端天气下的排水安全与防涝能力，市政排水防涝系统的智能化设计显得尤为重要。同时，与智能化系统紧密衔接的应急预案，能够在紧急情况下迅速启动，有效减少灾害损失。本文旨在探讨市政排水防涝系统的智能化设计与应急预案的衔接机制，为城市防洪减灾提供理论支持与实践指导。

1 极端天气对市政排水系统的影响

1.1 极端天气类型与特点

暴雨和洪水是极端天气中最为常见的表现形式。暴雨往往伴随着短时间内的降水，导致城市地表迅速积水，形成内涝。洪水则多由持续强降雨或暴雨引发，河流、湖泊等水体水位急剧上涨，甚至泛滥，对城市低洼地带构成严重威胁。这些极端天气事件不仅发生频率增加，而且强度也在逐年上升，给城市排水系统带来了前所未有的压力。从地域分布来看，极端天气事件在全球范围内广泛存在，但不同地区的气候特征和地理环境差异导致极端天气的表现形式和影响程度有所不同。例如，沿海地区易受台风和风暴潮影响，而内陆地区则可能面临持续的强降雨和洪水威胁。

1.2 极端天气对排水系统的冲击

(1) 暴雨和洪水导致的排水量激增，使得排水系统面临超负荷运行的风险。在极端天气条件下，排水管道和泵站的处理能力往往难以满足实际需求，导致城市积水严重，影响居民生活和交通出行。(2) 极端天气加剧了水质恶化和污染物冲刷问题。暴雨径流携带的大量泥沙、垃圾等污染物进入排水系统，不仅增加了处理难度，还可能对下游水体造成二次污染。同时，强降雨和洪水还可能冲刷出地表沉积的有毒有害物质，对城市环境和居民健康构成潜在威胁。(3) 极端天气还增加了排

水系统的损坏和故障风险。暴雨和洪水可能冲毁排水管道、淹没泵站等关键设施，导致排水系统失效或运行不稳定。这不仅影响城市的正常排水功能，还可能引发更严重的城市内涝问题^[1]。

2 市政排水防涝系统智能化设计

2.1 智能化设计的原则与目标

(1) 高效性原则：在极端天气条件下，快速响应和有效排水至关重要。智能化设计应确保系统能够实时监测雨水流量、水位变化等关键信息，并据此迅速调整排水策略，如优化泵站运行参数、调整闸门开度等，以实现排水效率的最大化。(2) 可靠性原则：系统需具备高度的稳定性和故障自诊断能力。通过采用冗余设计和故障切换机制，确保在单个组件故障时，系统仍能维持基本功能，避免排水中断。此外，智能化系统应能预测并预警潜在的故障点，提前采取措施进行维护，减少非计划停机时间。(3) 灵活性原则：考虑到不同地区的气候特点和城市发展规划的差异，智能化设计应具有一定的自适应性和可扩展性。系统能够根据不同区域的降雨模式、地形地貌等因素，灵活调整排水策略，同时支持新增排水设施的无缝接入，确保系统长期有效运行。

(1) 提升排水能力：通过智能调度和优化资源配置，显著提高城市排水系统在极端天气下的处理能力，有效缓解城市内涝问题。(2) 减少故障损失：利用智能监测和预测技术，提前发现并解决潜在故障，减少因系统故障导致的排水不畅和水损事故，保障城市运行安全。

2.2 智能化系统的组成与技术

(1) 感知层：部署于排水网络关键节点的传感器、流量计、水位计等设备构成感知层，实时采集水量、水质、水位等数据。这些数据是智能调度的基础，为决策提供精准依据。(2) 网络通信层：采用无线通信（如4G/5G、LoRa、NB-IoT）和光纤通信等技术，确保感知

层采集的数据能够稳定、快速地传输至数据处理中心。无线技术的应用尤其适用于难以铺设光纤的偏远地区，提高了系统的覆盖范围和灵活性。（3）数据处理层：利用大数据分析平台和人工智能算法，对海量数据进行深度挖掘和智能分析。通过对历史数据的学习，建立预测模型，预测未来排水需求，优化排水策略。同时，通过机器学习不断自我优化，提高系统决策的准确性和效率。（4）执行层：包括泵站、闸门、排水阀门等控制设施，根据数据处理层生成的调度指令进行智能操作。通过远程控制、自动调整等功能，实现排水系统的高效、精确控制^[2]。

2.3 智能化设计案例分析

2.3.1 成功案例介绍与经验总结

某沿海城市采用了智能化排水防涝系统，显著提升了城市防洪能力。系统通过集成高精度传感器、智能网关和云计算平台，实现了对排水网络的全天候监控。在台风季节，系统准确预测了降雨量，提前调整了泵站工作状态，有效避免了城市内涝。该案例的成功在于：一是系统的高度集成和智能化，提高了数据处理和决策效率；二是无线技术的应用，保障了偏远地区数据的实时传输；三是持续优化算法，确保系统适应不断变化的气候条件。

2.3.2 存在的问题与改进建议

尽管智能化排水防涝系统取得了显著成效，但仍面临一些挑战。例如，部分老旧区域的排水设施智能化改造难度大，数据传输易受网络信号不稳定影响，以及系统维护成本较高等。针对这些问题，建议：一是加大资金投入，推动老旧设施智能化改造；二是加强网络通信基础设施建设，提高数据传输的稳定性和覆盖率；三是探索低成本、高效能的智能解决方案，降低系统维护成本。同时，持续完善智能化系统的算法和模型，提高其预测精度和决策能力，为城市防洪排涝提供更加坚实的科技支撑。

3 市政排水防涝应急预案的制定与实施

3.1 应急预案的编制原则与流程

（1）编制原则。科学决策：应急预案的制定必须基于科学的数据分析和风险评估，确保预案的针对性和实效性。通过综合运用气象、水文、地理等多领域知识，科学预测和评估城市排水系统在极端天气下的表现，为预案的编制提供科学依据；主动应对：预案应强调预防为主，通过提前监测、预警和准备，确保在灾害发生前能够采取有效的预防和应对措施，降低灾害损失；整体协调：应急预案的编制需要政府各部门、企事业单位和

社会各界的共同参与和协作，形成统一的指挥体系和协同机制，确保应急响应的快速、高效和有序。（2）编制流程。应急预案的编制流程通常包括汛情监测、预警发布和应急响应三个环节。汛情监测是预案编制的基础，通过实时监测城市降雨、水位等关键指标，为预警发布提供数据支持。预警发布则是根据监测数据和分析结果，及时向社会公众发布预警信息，明确预警级别、影响范围和建议措施。应急响应则是在预警发布后，根据预案内容迅速启动相应的应急措施，包括排水系统调度、抢险救援和灾后恢复等工作^[3]。

3.2 应急预案的内容与措施

（1）排水系统调度与维护方案。应急预案中应明确排水系统的调度方案和维护计划。调度方案应包括排水泵站、闸门等关键设施的启动条件、操作流程和优先级设置，确保在汛期能够迅速、有效地调整排水系统的运行状态。维护计划则应定期检查和保养排水系统的设施设备，及时发现并修复潜在故障，确保排水系统的正常运行。（2）抢险救援与灾后恢复计划。应急预案还应包括抢险救援和灾后恢复的详细计划。抢险救援计划应明确救援队伍的组织架构、人员配置和物资储备要求，以及救援行动的流程和职责分工。灾后恢复计划则应包括积水排除、设施修复、水质监测和环境清理等工作内容，确保城市在灾害后能够迅速恢复正常秩序。（3）人员配置与物资储备要求。应急预案中还应明确人员配置和物资储备的具体要求。人员配置应根据预案内容和任务需求，合理安排各部门、单位的人员分工和职责。物资储备则应根据抢险救援和灾后恢复的需要，储备足够的防汛物资，如水泵、沙袋、发电机、照明设备等，并定期检查、更新和补充。

3.3 应急预案的演练与评估

（1）定期组织应急演练的重要性。定期组织应急演练是检验预案有效性和提高应急响应能力的重要途径。通过模拟真实汛情，检验预案的可行性和可操作性，发现存在的问题和不足，为预案的修订和完善提供依据。同时，演练还能提高应急指挥人员的决策能力和抢险救援队伍的实战能力，确保在真实灾害发生时能够迅速、有效地应对。（2）演练效果评估与改进方向。每次演练后，应组织专业人员进行效果评估，包括预案的响应速度、人员到位情况、物资调配效率、现场指挥协调等方面。针对评估中发现的问题和不足，应及时提出改进建议和措施，不断完善预案内容和流程。同时，还应加强对演练结果的宣传和教育，提高广大市民的防灾减灾意识和自救互救能力。

4 智能化设计与应急预案的衔接机制

4.1 数据共享与信息传递

(1) 智能化系统监测数据与应急预案信息的融合。智能化系统通过传感器、流量计、水位计等设备实时监测城市排水系统的运行状态,包括降雨量、管道流量、水位变化等关键数据。这些数据对于预测灾害趋势、制定应急措施至关重要。因此,应将智能化系统的监测数据与应急预案信息相融合,形成统一的灾害监测预警平台。该平台不仅能够实时监测和分析数据,还能根据预设的阈值和规则,自动触发预警信号,为应急预案的快速启动提供数据支持。(2) 信息传递渠道的建立与保障。为了确保智能化系统监测数据和应急预案信息能够准确、及时地传递给相关部门和人员,需要建立完善的信息传递渠道。这包括建立专用的通信网络、设置紧急联络机制、开发移动应用等方式,确保在紧急情况下,信息传递不受网络拥堵、设备故障等因素影响。同时,还应定期对信息传递渠道进行维护和测试,确保其稳定性和可靠性。

4.2 智能调度与应急响应的协同

(1) 智能化系统在应急响应中的作用。智能化系统在应急响应中扮演着至关重要的角色。它能够根据实时监测数据,快速分析灾害发展趋势,为应急指挥人员提供科学的决策依据。同时,智能化系统还能够自动调整排水系统的运行状态,如启动或关闭泵站、调整闸门开度等,以应对不同的灾害情况。此外,智能化系统还能够实时跟踪抢险救援队伍的进展和物资调配情况,为应急响应提供全面的支持。(2) 智能调度与人工干预的协调机制。虽然智能化系统在应急响应中具有显著优势,但在某些情况下,仍需要人工干预来确保应急响应的准确性和有效性。因此,需要建立智能调度与人工干预的协调机制。这包括明确人工干预的条件和流程、设置紧急按钮或指令、培训应急指挥人员等。在紧急情况下,应急指挥人员可以根据实际情况,快速判断是否需要人工干预,并通过预设的渠道向智能化系统发送指令,以

确保应急响应的顺利进行^[4]。

4.3 预案调整与优化建议

(1) 根据智能化系统监测结果调整预案内容。智能化系统的监测数据不仅能够为应急响应提供实时支持,还能够为预案的调整和优化提供依据。通过分析历史数据和灾害趋势,可以发现预案中存在的不足之处,如预警阈值设置不合理、应急措施不够全面等。因此,应根据智能化系统的监测结果,定期对预案进行调整和优化,以提高其针对性和实效性。(2) 预案持续优化与完善的方向。预案的持续优化与完善是提高城市防洪减灾能力的重要途径。未来,预案的优化方向应更加注重智能化技术的应用和数据的融合分析。通过引入更先进的智能算法和模型,提高预警的准确性和及时性;通过加强数据的共享和协同处理,提高应急响应的效率和协同性。同时,还应加强对预案的宣传和培训力度,提高广大市民的防灾减灾意识和自救互救能力。

结束语

综上所述,极端天气下市政排水防涝系统的智能化设计与应急预案的紧密衔接,是提升城市防洪减灾能力的关键。通过智能化系统的实时监测、预警与自动调度,结合应急预案的快速响应与有效处置,可大幅提升城市排水效率与防涝能力。未来,随着技术的不断进步与创新,我们有理由相信,城市排水防涝系统将更加智能、高效,为城市居民提供更加安全、宜居的生活环境。

参考文献

- [1]王存健,陈超.建筑给排水工程中智能化技术的应用研究[J].水上安全,2024,(05):40-41.
- [2]宋培忠,吴雪.市政排水系统设计中应对暴雨积水的措施分析[J].工程技术研究,2022,(15):179-180.
- [3]余芳.浅谈城市排水防涝体系构建[J].中国设备工程,2025,(15):163-164.
- [4]麻芳.智慧城市排水防涝系统改造优化创新研究[J].新城建科技,2025,(10):89-90.