

智能分流井与调蓄池协同作用研究

袁梅

南昌招商城市运营管理有限公司

DOI:10.12238/eep.v8i8.2781

[摘要] 随着城市化进程加速,城市排水系统面临诸多挑战,如内涝频发、水体污染等。智能分流井与调蓄池作为排水系统关键设施,其协同作用对于优化排水、改善水环境至关重要。本文深入剖析两者协同工作原理、模式及优势,结合实际案例阐述应用效果,并探讨现存问题与解决策略,旨在为城市排水系统科学规划与高效运行提供理论依据与实践参考,助力城市可持续发展。

[关键词] 智能分流井; 调蓄池; SCADA; 协同作用; 城市排水系统

中图分类号: S276.3 **文献标识码:** A

Study on the synergistic effect of intelligent diversion wells and storage tanks

Mei Yuan

Nanchang China Merchants Urban Operation Management Co., LTD.

[Abstract] With the acceleration of the urbanization process, the urban drainage system is faced with many challenges, such as frequent waterlogging, water pollution, etc. As key facilities of the drainage system, intelligent diversion wells and storage tanks play a crucial role in optimizing drainage and improving the water environment through their synergistic effect. This article deeply analyzes the principles, patterns, and advantages of the collaborative operation of these two facilities. It elaborates on the application effects by combining practical cases, and explores the existing problems and solutions. The aim is to provide a theoretical basis and practical reference for the scientific planning and efficient operation of the urban drainage system, thus contributing to the sustainable development of the city.

[Key words] intelligent diversion wells; storage tanks; Supervisory Control And Data Acquisition; Synergistic effect; urban drainage system

引言

城市排水系统是城市正常运转的重要基础设施,其性能直接影响城市的水安全与生态环境。传统排水设施在应对复杂多变的城市降雨及污水排放时,暴露出诸多不足。智能分流井与调蓄池凭借其智能化控制和灵活调蓄能力,成为提升城市排水效能的关键手段。深入研究两者协同作用,对解决城市排水难题、提升城市综合承载能力具有重要现实意义。

1 智能分流井与调蓄池概述

1.1 智能分流井

结构组成: 主要由井体、堰门系统、闸门系统、监测控制系统等构成。堰门系统、闸门系统具备良好的密封性和快速响应能力。控制系统包含各类传感器和智能控制器,实现数据采集、分析与远程操控。

工作原理: 智能分流井集成先进传感器技术,实时监测水位、流量、水质等关键参数。依据预设程序和算法,自动控制各堰门、闸门开启与关闭,实现雨污水精准分流。在晴天或小雨时,

将污水截流至污水管网;降雨强度增大时,优先保障雨水排放,防止内涝^[1]。

功能特点: 具有高效截污、精准分流、智能调控、实时监测等功能。能有效减少污水直排,提高污水处理厂进水水质稳定性;根据实时雨情动态调整分流策略,提升排水系统应对突发降雨能力;通过远程监控,便于运维管理,降低人力成本。

1.2 调蓄池

结构形式: 包括地下式、地上式、半地下式等。地下式调蓄池不占用地面空间,与城市景观融合度高,地上式便于建设和维护,半地下式兼具两者部分优势。

工作原理: 调蓄池在降雨时储存较脏的初期雨水,减少排入自然水体的污染物质,同时缓解污水处理厂的处理压力。降雨结束后,将储存的初期雨水经就地处理设施处理达标后缓慢排出或输送至污水处理厂处理。

功能作用: 有效控制面源污染,降低初期雨水对水体的污染,调节雨水径流量。

2 SCADA控制系统概述

智能分流井与调蓄池在城市排水系统中各自承担着重要的功能,但单独运行时存在一定的局限性。例如,调蓄池如果与分流井缺乏协同,可能无法及时有效地对初期雨水进行截流和储存。因此,SCADA控制系统对于实现分流井与调蓄池的协同工作具有重要意义。

SCADA系统通过分布在现场的传感器实时采集各种物理量,如水位、流量、水质等数据,并将这些数据传输至监控计算机。监控计算机对采集到的数据进行处理、分析和存储,根据预设的控制策略和算法生成控制指令,再将控制指令发送至RTU或PLC,由它们驱动执行器对现场设备进行控制,如调节分流井的闸门开度、控制调蓄池的水泵启停等。同时,操作人员可以通过人机界面实时监控现场设备的运行状态,对系统进行人工干预和调整,实现对整个生产过程的实时监测和控制^[2]。

3 协同作用原理与模式

3.1 协同工作原理

智能分流井作为前端“指挥官”,依据监测数据实时判断来水性质和流量,将初期雨水精准截流并输送至调蓄池。调蓄池则发挥“大肚量仓库”作用,储存初期雨水,避免其直接排入水体造成污染。随着降雨持续,智能分流井根据雨水水质变化,适时调整分流策略,将后期较洁净雨水直接排入河道等受纳水体,减轻调蓄池存储压力。降雨结束后,调蓄池内储存的初期雨水经处理达标后有序排放,实现全过程雨水资源合理调配与污染有效控制。

3.2 协同运行模式

智能分流井位于调蓄池前端,初期雨水先经智能分流井截流后进入调蓄池。

晴天(雨量计监测到无雨)调蓄池入口关闭,智能分流井出水管方向堰门关闭,截流管方向闸门开启,分流制混接雨水管内的污水经智能分流井截流后至污水干管最后排至污水处理厂。

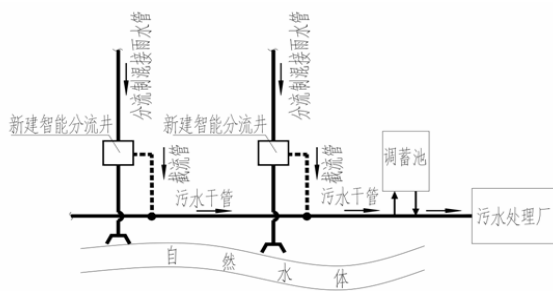


图1 智能分流井与调蓄池运行原理图

降雨初期(雨量计监测到下雨),调蓄池入口开启,智能分流井出水管方向堰门保持关闭,截流管方向闸门保持开启,初期雨水部分进入污水干管至污水处理厂,部分进入调蓄池内储存。调蓄池满后(初期雨水截流量可取 $4\sim 8\text{mm}^{[3]}$),调蓄池入口关闭,智能分流井截流管方向闸门关闭,智能分流井堰门打开,中、后期雨水排入自然水体。

雨后,调蓄池根据下游污水处理厂的富余量按规则抽排处理。

3.3 协同作用策略

基于水位控制:通过监测分流井和调蓄池内的水位,当分流井水位达到一定高度时,开启向调蓄池的分流通道;当调蓄池水位过高时,启动排水泵将水排出,确保调蓄池和分流井的水位在安全范围内。

水质优先控制:当检测到分流井内水质超过设定值时,优先将污水和受污染的雨水引入污水处理厂或调蓄池进行处理,避免污染水体直接排放到受纳水体。

基于流量控制:根据实时监测的排水管网流量,当流量接近或超过管网设计流量时,智能分流井将部分水流引入调蓄池进行储存。当流量降低后,再将调蓄池中的水缓慢放回管网,以维持管网流量的稳定。

3.4 协同作用优势

3.4.1 增强污染控制能力

精准截流初期雨水,将其引入调蓄池进行集中处理,有效降低面源污染对水体影响。通过对雨污水的合理分流和处理,减少污染物进入自然水体,改善城市水环境质量。

3.4.2 优化水资源利用

部分储存的雨水经净化后可用于城市绿化、道路冲洗、景观补水等,实现水资源的循环利用,提高水资源利用效率,缓解城市供水压力。

3.4.3 降低建设和运维成本

相较于大规模排水管网扩建,智能分流井与调蓄池协同建设成本更低。同时,智能化监测与控制系统便于实时掌握设施运行状况,精准定位故障点,降低运维难度和成本。

4 应用案例分析

案例: 武汉汤湖水环境治理项目

工程概况:汤湖位于武汉开发区沌口街道,汤湖水域面积 1.05km^2 ,平均水深 2.0m ,岸线长度 6.57km 。由于工业污水和生活污水积聚沉淀,汤湖严重富营养化,水体黑臭。并且该区域排水体制为雨污分流制,由于管网上游存在雨污水混接,造成晴天污水入湖情况较为严重。治理前水质为劣V类。

现状调查:(1)汤湖沿线共有7个分流制混接雨水排口。(2)汤湖周边现状为建成区,随着经开区城市化水平的发展进程加快,工业园区、物流园区、生活区环湖而建,可渗透地面的面积比例越来越小,城市暴雨径流中包含大量的污染物,使得其初期径流产生的污染负荷较高,由面源引起的污染已成为汤湖的主要污染源之一。

设计方案:对汤湖的外源污染,采用了精准截污调蓄的方式,在污染比较严重的7个排口建设了智能分流井,并沿湖设计了3座调蓄池。智能分流井根据实时监测数据,将初期雨水和污水截流至调蓄池和污水管网。调蓄池采用先进冲洗和曝气设备,防止污泥沉积和臭气产生。降雨时,智能分流井快速响应,保障雨水排放;降雨结束后,调蓄池内储存的雨污水经处理达标后排放。



图2 汤湖智能分流井与调蓄池布置图

协同效果评估: 经实际运行监测, 排水管网溢流次数减少75%。水体污染指标如COD、总磷、氨氮、总氮等明显下降, 结合水生态的修复作用, 两年内, 水质由劣V类转化为IV、III类, 是真正意义上治理好的湖泊。

5 技术要点

5.1 智能分流井是核心

很多项目想通过建设调蓄池来解决初期雨水污染的问题, 但是治理的结果并不理想, 调蓄池收集到的更多的是干净的雨水。

主要有两点原因: (1) 采取的是传统的槽式、堰式、槽堰式截流井, 无法对脏水及干净水进行识别。同时截污管前没有限流设施, 所以降雨时, 近处的干净水已经将调蓄池充满, 而远处的脏水还没到达调蓄池, 最终全部溢流至自然水体, 造成水体污染。(2) 截流井的出水口未设置防倒灌设施, 倒灌的湖水、河水进入污水管、进入调蓄池, 导致调蓄池收集到的都是干净水。而智能分流井可以很好地解决这两个问题, “指挥”较脏的水进入污水管、进入调蓄池, 干净水排入河道, 同时可以有效地防止河湖水倒灌^[4]。

5.2 系统集成是要点

智能分流井与调蓄池宜优先考虑同一个供应商, 不同的供应商监测系统和控制平台数据格式、通信协议不一致, 导致数据难以共享, 协同控制难以精准实现。

5.3 专业运维是保障

三分靠建设, 七分靠运维。水污染治理是一个持久战, 坚持正确的运维才能取得最后的胜利。因此方案正确了, 还需要专业的运维团队去维护, 运维人员需对设备操作要足够的熟悉, 才可以根据设施的运行状态进行及时分析, 从而及时调整运行参数以适应复杂多变的排水工况。

5.4 SCADA系统是必需

智能分流井及调蓄池应用了多个智能设备, 在整体系统运行过程中就需要有如下功能, 各设备间可以联调联动、系统反应实时性要强、可远程操控。因此传统的人工控制就无法满足要求。而SCADA控制系统可以满足以上要求, 不仅如此, SCADA系统数据分析与处理能力强, 可存储大量关于分流井和调蓄池的运行数据, 包括水位、水质、流量等信息, 为后续的分析 and 决策提供数据支持。在分流井与调蓄池运行过程中安全把控也是重中之重, SCADA系统能及时发现分流井和调蓄池相关设备的故障, 如阀门故障、水泵故障等, 便于快速维修, 减少对排水系统的影响。

6 结论与展望

智能分流井与调蓄池协同作用在提升城市排水系统性能、改善水环境方面成效显著。通过合理规划布局、优化运行模式和加强运行管理, 两者能有效应对城市排水面临的挑战, 实现雨水资源的高效利用和污染的有效控制。未来, 随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断发展, 智能分流井与调蓄池将更加智能化、高效化, 协同作用将进一步增强。

【参考文献】

- [1]王彬,高磊,李虹,等.智能截流井在某大型湖泊沿湖排出口截污改造工程中的应用[J].净水技术,2021,40(9):139-145.
- [2]陈泽,黄晓.PLC在智能雨污分流井控制中的应用[J].电脑编程技巧与维护,2022(07):112-114+134.
- [3]GB51174-2017,城镇雨水调蓄工程技术规范[S].2017.
- [4]曾木海,谢小龙.初雨调蓄池在武汉市某湖泊综合整治工程中的应用[J].中国给水排水,2022,37(12):93-97.

作者简介:

袁梅(1992-),女,汉族,安徽阜阳人,本科,给排水工程师,研究方向市政工程及水环境治理。