

# 重庆市中心城区典型溢流控制模式应用研究

周倩倩

重庆市城镇排水事务中心 重庆 400014

**摘要:** 本文主要根据重庆市山地城市排水和溢流特征,结合中心城区典型溢流控制模式(集散结合污水处理模式)建设运行状况,研究其不同应用场景,探索其运用于溢流控制的可行性、适用性和可推广性。

**关键词:** 溢流控制;集散结合;污水处理;水质净化;建设指标

## 1 中心城区溢流及控制现状

### 1.1 中心城区溢流现状

据统计,重庆市中心城区现状排水管网总长度约1万余公里,其中,污水管网0.4万余公里,雨水管网0.5万余公里,合流管网0.07万余公里,合流制管网约占6.5%。由于中心城区建成面积大,人口基数大,人员密集程度高,地理环境复杂,同时受排水管道和处理设施布局、建设年限、地下管网的交错复杂程度等因素影响,致使出现中心城区生活污水处理能力不足、雨污清污分流不彻底、老旧管网病害较多、设施日常运维投入不足、管网改造难度大等问题,这些问题也造成了一定的溢流现象,虽然经过近几年的排查和改造,取得了一定的成效,但溢流情况仍然存在。

### 1.2 中心城区溢流控制现状

近年来,重庆市中心城区开展了污水管网全覆盖排查整治、清污分流改造、污水管网修复、长流水箱涵整治措施、合流制区域溢流污染控制措施、污水处理系统扩容等溢流控制工作。然而,受中心城区地形地貌、历

史遗留问题等因素限制,管网和设施改造、扩容等工作在实际推动过程中面临诸多困难,无法实现全面改造。面对这些问题,为有效控制溢流污染、保护区域生态环境,同时综合考虑项目资金投入产出效益,诞生了集散结合的溢流控制模式。该模式通过兴建分散式污水处理设施(水质净化设施),与既有的集中式污水处理设施共同控制溢流,具有因地制宜、灵活多变、能有效解决生态环保问题等优点,近年来运用越来越广泛,已成为中心城区重要且典型的溢流控制模式。

本论文主要针对重庆市中心城区典型的溢流控制模式尤其是分散式污水处理设施(水质净化设施)开展分析研究。

## 2 中心城区典型溢流控制模式调查研究

### 2.1 中心城区典型溢流控制模式调研

为深入分析研究中心城区集散结合的溢流控制模式,掌握中心城区典型溢流控制模式建设运行状况。对中心城区清水溪、桃花溪、花溪河、肖家河、盘溪河等5条流域的13座分散式水质净化设施进行了调研,并将项目建设运营中的相关情况统计如下表1。

表1 水质净化设施调研情况一览表

项目	建设规模 (m <sup>3</sup> /d)	主体工艺	出水标准	主要结构 形式	单位占地 (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /d)	单位投资 (万元/m <sup>3</sup> /d)	吨水收费 (万元/m <sup>3</sup> )	原水性质	建设目的
某水质净化站A	20000	A <sup>2</sup> O生物池+MBR	准IV类	钢混结构	0.54	1.35	1.50	雨污合流水	溢流控制、黑臭治理、生态补水
某水质净化站B	10000	调蓄池+A <sup>2</sup> O+MBR	准IV类	钢混结构	0.61	1.59	1.02	雨污合流水	溢流控制、生态补水
某水质净化站C	14000	调蓄池+A <sup>2</sup> O+MBR	准IV类	钢混结构	0.98	1.06	0.99	雨污合流水	溢流控制、生态补水
某水质净化站D	7000	调蓄池+A <sup>2</sup> O+MBR	准IV类	钢混结构	1.76	1.55	1.33	雨污合流水	溢流控制、生态补水
某水质净化站E	4000	调蓄池+A <sup>2</sup> O+MBR	准IV类	钢混结构	1.82	2.06	1.32	雨污合流水	溢流控制、生态补水
某水质提升回用设施F	8000	A <sup>2</sup> O生物池+MBR	准IV类	钢混结构	0.58	0.65	1.7	污水、初期雨水	溢流控制、生态补水

续表

项目	建设规模 (m <sup>3</sup> /d)	主体工艺	出水标准	主要结构 形式	单位占地 (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> /d)	单位投资 (万元/m <sup>3</sup> /d)	吨水收费 (万元/m <sup>3</sup> )	原水性质	建设目的
某水质提升 回用设施G	12000	A <sup>2</sup> O生物池 +MBR	准IV类	钢混结构	0.54	1.04	1.7	污水、初期 雨水	溢流控制、 生态补水
某水质 净化站H	5000	A <sup>2</sup> O生物池 +MBR	准IV类	钢制 一体化	0.83	1.6	1.5~2.0	雨污合流水	溢流控制、黑臭 治理、生态补水
某水质提升 回用装置I	500	A <sup>2</sup> O生物池 +MBBR	准IV类	钢制 一体化	0.27	0.95	2	污水	溢流控制、 生态补水
某水质提升 回用装置J	1500	A <sup>2</sup> O生物池 +MBBR	准IV类	钢制 一体化	0.24	1.86	2	污水	溢流控制、 生态补水
某水质提升 回用装置K	1000	A <sup>2</sup> O生物池 +MBBR	准IV类	钢制 一体化	0.33	0.65	2	污水	溢流控制、 生态补水
某水质提升 回用装置L	2000	A <sup>2</sup> O生物池 +MBR	准IV类	钢制 一体化	0.33	0.72	2	污水、初期 雨水	溢流控制、水质 提升、生态补水
某水质 净化站M	3000	A <sup>2</sup> O生物池+ 反硝化滤池	准IV类	钢制 一体化	1.21	1.37	1.78	雨污合流水	溢流控制、水质 提升、生态补水

根据上表可知,水质提升设施不仅具有溢流控制功能,同时还兼具缓解下游污水收集和处理设施压力、河流生态补水、黑臭治理等功能。

## 2.2 典型溢流控制模式适用性分析研究

### 2.2.1 分散式水质净化设施特点

分散式水质净化设施主要是以污染物浓度较低的污染河水或雨污混合水为处理对象,利用水处理的方法,去除水中的COD、BOD<sub>5</sub>、TN、TP、SS等污染物的设施。与传统的污水处理设施相比,水质净化设施具有以下特点。

(1) 处理对象不同:水质净化设施除了具有传统污水处理设施处理污水和雨污合流水的功能外,也广泛运用于处理河道黑臭水体、溢流水体、初期雨水等。(2) 出水要求不同:水质净化设施的出水要求主要由出水用途决定,如生态补水、提升水质后原路径排放、出水回用、达标排放等。(3) 处理工艺不同:水质净化设施原水多为雨污合流水、溢流水体、初期雨水等污染物浓度偏低且水质成分不复杂的水体,因此其处理工艺相对固定和简单。

### 2.2.2 集散结合污水处理模式适用性分析

根据调查研究,集散结合污水处理模式可以更好地适应山地城市未来的发展需求。集中式污水处理设施可以应对大规模的污水处理需求,而分散式污水处理设施的规模相对较小,部署和运行比较灵活,能够更好地满足城市边缘区域的污水处理需求。在管网改造难度大、

资金投入产出效益低、污水无法收集或不适宜接入现有污水处理系统等情况下,可使用分散式水质净化设施处理污水,(1)能就近实现污水中有机物的分解和利用,减少污水长距离输送产生的能量损耗、泄露风险;(2)规模小,可采用更加灵活和节能的处理工艺,以降低能源消耗,并减少碳排放;(3)将处理后的出水用于生态补水、回用等资源化利用,从而减少对新鲜水资源的需求,提高水资源的利用效率,实现低碳循环经济;(4)可灵活调整污水处理能力和建设形式,适应不同规模和发展阶段的城市需求,实现可持续发展。

## 2.3 典型溢流控制模式技术经济指标分析研究

为进一步研究此类模式的可行性和可推广性,本文着重根据调研情况,结合此类项目建设运营经验,对于分散式污水处理设施(水质净化设施)的特点,以及在重庆市中心城区溢流控制运用中的技术经济指标进行综合分析研究,以期为后续的同类工程建设提供参考,主要从处理工艺、建设规模、结构形式、占地指标、工程投资、运行成本等方面展开。

### 2.3.1 处理工艺分析

中心城区的水质净化设施处理工艺选择与进水水质、出水要求、用地条件等有很大关系,雨、污混合水中COD、BOD<sub>5</sub>、NH<sub>3</sub>-N等污染物的浓度普遍稍低于常规污水处理厂的进水浓度,而出水一般要求达到《地表水环境质量标准(GB3838-2002)》准IV类标准,且因水质净化设施的建设用地较紧张,故普遍采用“A<sup>2</sup>O生物池+MBR(或MBBR)”的组合工艺较合理,此工艺具有较好的脱

**作者简介:**周倩倩(1986年6月—),女,汉族,重庆江北人,工学硕士,高级工程师,研究方向:主要从事排水与环境工程相关政策和管理工作。

氮除磷作用,同时MBR代替了沉淀池,能节约占地,提高活性污泥浓度,出水水质稳定并优于常规的处理工艺。

### 2.3.2 建设规模及结构形式分析

水质净化设施的建设规模主要根据服务范围内的排水情况进行实测或预测确定。重庆市中心城区的水质净化设施处理规模普遍控制在 $20000\text{m}^3/\text{d}$ 以下。分析其原因主要为:水质净化设施处理原水主要为受污染河水或雨污混合水,其水质水量波动较大,故设计规模不宜太大,否则维持系统稳定运行难度大。

水质净化设施主体结构主要采用钢筋混凝土和钢结构两种形式,结构形式的选择主要依据规模、用地条件、使用年限等因素确定。钢筋混凝土结构形式一般适用于较大处理规模(大于 $5000\text{m}^3/\text{d}$ )的水质净化设施,或场地地质条件较差的情况,具有单位造价较低、结构牢固、使用年限长、占地面积大、建设周期长等特点;对于 $2000\text{m}^3/\text{d} \sim 5000\text{m}^3/\text{d}$ 的水质净化设施,一般采用钢制模块现场安装,该结构形式适用于中等规模的水质净化设施,具有占地面积较省,施工工期较短的特点;对于 $2000\text{m}^3/\text{d}$ 以下的水质净化设施、或建设用地极为紧凑的项目,建议采用钢制一体化设备,钢制一体化设备具有占地面积省,施工工期短,移动便捷等特点。

### 2.3.3 占地指标分析

水质净化设施普遍为地下式建设方式,这比常规的污水处理设施更节约用地,中心城区水质净化设施的单位占地面积在 $0.24 \sim 1.82\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ,其主要受用地条件、处理规模、处理功能和处理工艺等因素决定。根据分析及结合工程经验,对于 $2000\text{m}^3/\text{d}$ 以下的水质净化设施,单位用地面积宜控制在 $0.20 \sim 1.50\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ;对于 $2000 \sim 20000\text{m}^3/\text{d}$ 的水质净化设施,单位用地面积宜控制在 $0.50 \sim 1.80\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ,而对于占地面积不足 $0.20\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 的水质净化设施,需专项设计,从处理工艺、空间布局、设施结构形式等方面统筹考虑。

### 2.3.4 工程投资分析

根据前述分析,水质净化设施普遍受用地限制,主要采用地下式建设模式,故工程投资一般高于地上式的污水处理设施,根据统计,处理规模在 $500 \sim 20000\text{m}^3/\text{d}$ 的水质净化设施单位投资在 $0.65 \sim 2.06\text{万元}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 之间。根据分析及结合工程建设经验,一般水质净化设施的最大直接投资宜控制在 $0.6 \sim 2.0\text{万元}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 之间。

### 2.3.5 运行成本分析

水质净化设施的直接运行成本主要包括电费、药剂费、人工费、污泥处置费、维修费等,根据常规生活污水处理设施的运行经验,直接运行成本一般在 $0.8 \sim 1.2\text{元}/\text{吨水}$ 之间。运行成本除了直接运行成本外还有贷款利息、固定资产折旧、运营者利润等,此部分的成本一般

在 $0.5 \sim 0.8\text{元}/\text{吨水}$ 之间,故处理规模在 $20000\text{m}^3/\text{d}$ 以下的水质净化设施最大运行成本宜控制在 $1.3 \sim 2.0\text{元}/\text{m}^3$ 之间。

## 3 结论

(1)经研究认为,集散结合污水处理模式适用于重庆市这类山地型城区的溢流控制,此模式还兼具河道生态补水、河道整治、黑臭治理等功能,具有较好的生态环境效益。建议可在重庆地区及其他类似山地城市的溢流控制和流域整治等方面推广运用。

(2)分散式污水处理设施或水质净化设施,其建设指标可参照以下内容:

①处理工艺:水质净化设施的出水一般要求达到《地表水环境质量标准(GB3838-2002)》准IV类标准,故推荐采用“A<sup>2</sup>O生物池+MBR(或MBBR)”组合工艺。

②建设规模及结构形式:建议采取分区或者分段收集方式,将水质净化设施的处理规模控制在 $20000\text{m}^3/\text{d}$ 以下。处理规模大于 $5000\text{m}^3/\text{d}$ 的水质净化设施推荐采用钢筋混凝土结构,处理规模 $2000\text{m}^3/\text{d} \sim 5000\text{m}^3/\text{d}$ 的水质净化设施,推荐采用钢制模块现场安装;处理规模 $2000\text{m}^3/\text{d}$ 以下的水质净化设施建议采用钢制一体化设备。

③占地指标:对于处理规模 $2000\text{m}^3/\text{d}$ 以下的水质净化设施,单位用地面积建议控制在 $0.20 \sim 1.50\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ;对于处理规模 $2000 \sim 20000\text{m}^3/\text{d}$ 的水质净化设施,单位用地面积建议控制在 $0.50 \sim 1.80\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ;对于占地面积不足 $0.20\text{m}^2/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 的,应专项设计,从处理工艺、空间布局、设施结构形式等方面统筹考虑。

④工程投资:水质净化设施的直接投资宜控制在 $0.6 \sim 2.0\text{万元}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 之间。

⑤运行成本:水质净化设施的单位运行成本宜控制在 $1.3 \sim 2.0\text{元}/\text{m}^3$ 之间。

## 参考文献

- [1] 蒲贵兵,谢天,邵川.重庆市污水溢流污染控制的困惑与建议[J].中国给水排水,2022,38(18):1-5.
- [2] 仝柳,郑祥,郁达伟,等.合流制管道溢流污染的特征与控制研究进展[J].水资源保护,2019,35(3):76-83,94.
- [3] 车伍,唐磊.中国城市合流制改造及溢流污染控制策略研究[C].//2012城市雨洪管理国际研讨会论文集.2012:18-23.
- [4] 王家卓,胡应均,张春洋,等.对我国合流制排水系统及其溢流污染控制的思考[J].环境保护,2018,46(17):14-19.
- [5] 白晓凤,李子富.集中式与分散式污水处理对比研究[C].//中国首届“与自然和谐”国际水环境生态建设技术发展会议.2018.