

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.18.007

深圳市重点面源污染源整治研究及实践

任珂君¹, 楼少华¹, 唐颖栋¹, 谷明¹, 李佳宁¹, 张墨林¹, 丁枫²

(1. 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310014; 2. 深圳市宝安区
水务局, 广东 深圳 518000)

摘要: 针对城市面源污染问题,以垃圾站、洗车店、餐饮一条街、农贸市场四类重点面源污染源为例,提出“分流”和“弃流”并行实施的治理思路,并遵循“分流污水优先进厂,弃流面源污染分时段进厂”的原则,通过实施工程类措施——污水预处理措施(设施包括隔油池、沉淀池等)和初雨弃流措施(设施包括截污式环保雨水口、弃流井、小型初雨调蓄池等)相结合、管理类措施——建立数据采集与监管信息系统等长效监管机制等,实现重点面源污染源头截断、长效管控,从源头削减入河污染物总量,改善流域水环境质量,为城市雨水系统梳理工作、水环境综合整治类项目提供了新思路。

关键词: 重点面源污染源; “分流”和“弃流”并行实施; 长效管控

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)18-0035-07

Research and Practice on the Remediation of Key Non-point Source Pollution Sources in Shenzhen

REN Ke-jun¹, LOU Shao-hua¹, TANG Ying-dong¹, GU Ming¹, LI Jia-ning¹,
ZHANG Mo-lin¹, DING Feng²

(1. PowerChina Huadong Engineering Corporation Limited, Hangzhou 310014, China; 2. Water
Resources Bureau of Shenzhen Bao'an District, Shenzhen 518000, China)

Abstract: To investigate the problem of urban non-point source pollution, four types of key non-point source pollution sources were taken as an example including garbage stations, car wash shops, catering streets, and farmers markets. In the work, we propose the management idea of the parallel implementation of “splitting flow” and “abandoning flow”, and follow the principle of “the diverted sewage entering the wastewater treatment plant first, and abandoning flow of non-point pollution entering the wastewater treatment plant in different periods”. The engineering and management measures were implemented in the projects, which included sewage pretreatment measures (separators, sedimentation tanks, etc.), initial rain interception measures (environment-friendly gutters, intercepting wells, small storage tanks for initial rain, etc.), and long-term supervision mechanisms such as data collection and supervision information systems, etc. Thus this work achieved the interception at source and long-term management of non-point source pollution, which reduced the total amount of pollutants entering the river from the source to improve environment quality of watershed-wide, and provided a new strategy for

planning of watershed-wide stormwater system and river remediation.

Key words: key non-point source pollution sources; the parallel implementation of “splitting flow” and “abandoning flow”; long-term management

从 2015 年开始,深圳市的管网建设工作经历了织网成片、正本清源两个重要阶段,并始终秉承“流域治理、厂网统筹”^[1]的原则,目前已形成完整的源头收集、毛细发达、主干通畅、终端接驳的污水收集完善系统,基本实现彻底的雨污分流,工作的重心逐渐转移至对城市雨水系统的梳理中。

深圳市在城市化进程中,建成区规模大幅增长,人口规模激增,城市中道路、建筑物等不可渗透表面不断增长^[2],降雨径流渗透减少。在降雨条件下,雨水和径流冲刷城市地面,径流面源污染通过排水系统的传输而汇入受纳水体,引起水体污染,甚至导致河道黑臭。因此,对径流面源污染的整治关系着城市雨水系统梳理的成败。

城市面源污染是城市生态系统失调的结果,排放间断,且小尺度呈现出点源特征,较大尺度上呈现为面源。在城市面源污染治理过程中,需按照“分流”和“弃流”并行实施的思路进行有效治理,并遵循“分流污水优先进厂,弃流初雨污染分时段进厂”

的原则,并联打造运行相对独立的雨污分流和面源弃流两套系统。为此,以茅洲河流域(宝安片区)为例,对垃圾站、洗车店、餐饮一条街、农贸市场四类重点面源污染源提出整治思路,旨在有效控制雨水径流带来的面源污染,从源头削减入河污染物总量,改善流域水环境质量,推进区域生态文明建设。

1 重点面源污染源概况

《深圳市面源污染整治管控技术路线及技术指南(试行)》(以下简称《深圳面源整治指南》)中提出,城市面源污染的来源主要是地表尘土、汽车尾气、散落的垃圾、农贸市场、垃圾转运站、餐饮街漫流的污水等,并提出到 2020 年,需实现重点面源污染源控制的重要目标。有研究^[3]提出,初期雨水径流中的污染负荷占整场降雨的 80%。因此,有效控制一定量的初期雨水,可以有效控制径流带来的面源污染。

根据《深圳面源整治指南》,按照下垫面类别来划分面源污染源等级,具体划分标准见表 1。

表 1 面源污染源等级划分标准

Tab. 1 Classification of non-point source pollution sources

mg · L⁻¹

等级	下垫面类型	平均 COD	平均 TSS	平均 TP
A	非城市建设用地、公园绿地等	< 100	< 100	< 0.2
B	高档居住小区、公共建筑、科技园区等	100 ~ 300	100 ~ 400	0.2 ~ 0.5
C	普通商业区、普通居住小区、管理较好的工厂、市政道路等	300 ~ 800	400 ~ 1 000	0.5 ~ 1.0
D	农贸市场、家禽畜养屠宰场、垃圾转运站、餐饮街、汽车修理厂、城中村、村办工业区等	> 800	> 1 000	> 1.0

注: ①汽车修理厂包括汽车 4S 店、汽配厂、洗车场。②不包括特殊污染源地区。

结合《深圳面源整治指南》要求,以茅洲河流域(宝安片区)为例,对 D 类面源污染源区域中垃圾转运站(房)、汽修/洗车厂、餐饮街、农贸市场四类重点面源污染源提出整治思路,从源头和输送过程中削减污染物。

茅洲河流域(宝安片区)四类重点面源污染源共计 10 243 个,区域面积为 7.6 km²,占茅洲河流域宝安片区面积(112.6 km²)的 6.7%。根据各河道水质实测情况,茅洲河流域存在面源污染渗漏进河点位,其中氨氮高达 80 mg/L,河道呈现严重黑臭。可见,初期雨水造成的面源污染虽然面积占比较低,但污染物浓度较高,严重影响河道水质,因此需纳入

城市污水处理系统,送至污水厂进行统一处理。

茅洲河流域(宝安片区)四类重点面源污染源分布情况见表 2。

表 2 茅洲河流域(宝安片区)四类重点面源污染源分布

Tab. 2 Distribution of four types of key non-point source pollution sources in Maozhou River basin

项目	垃圾站类	洗车店类	餐饮一条街类	农贸市场类	合计
个数/个	371	466	9 376	30	10 243
面积/hm ²	5.3	16.9	710.2	29.2	761.6

2 重点面源污染传输过程整治思路

面源污染控制可通过污水预处理技术(设施包

括隔油池、沉淀池等)和初雨弃流技术(设施包括截污式环保雨水口、弃流井、小型初雨调蓄池等)相结合的措施,实现源头截断、中途控制。

其中,污水预处理设施可参照相关图集开展设计及施工工作;初雨弃流技术将“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施进行多元化结合,有针对性地去除雨水径流中的漂浮物、颗粒物等固体垃圾,以防管道中异味逸出,使雨水在排水体系源头得到最大程度的消纳净化,减缓城市管网压力,保障雨污水进行有效收集,提高污水收集率。目前常规的初雨弃流设施包括截污式环保雨水口、弃流井、小型初雨调蓄池等。

① 截污式环保雨水口

初期雨水流经地面进入雨水算子,再进入市政雨水管网系统。在此过程中,初期雨水带走大部分路面污染物,可在雨水径流过程中设置截污式环保雨水口(见图1),从过程中削减初期面源污染。

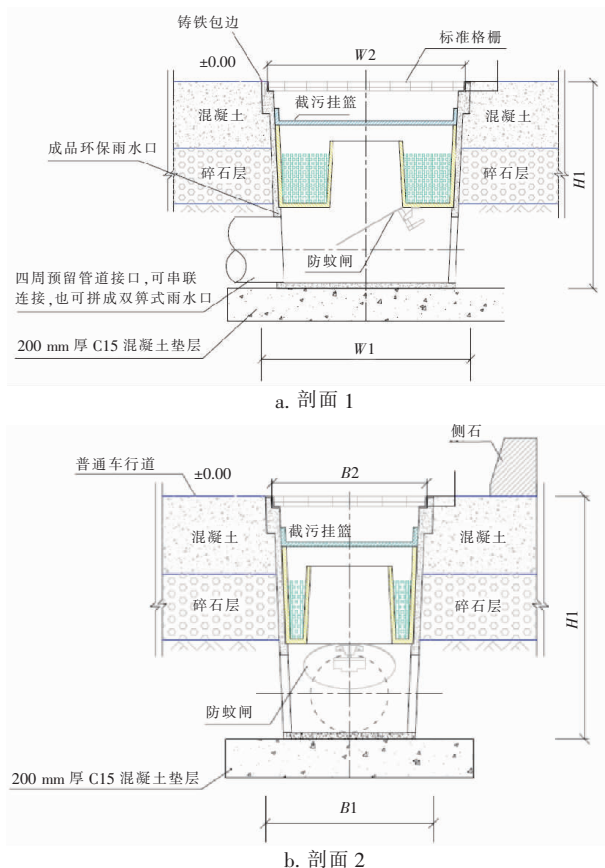


图1 环保雨水口示意

Fig. 1 Schematic diagram of environment-friendly gutter

截污式环保雨水口一般采用滤水桶雨水口,其工作原理:雨水流经雨水算子,大的固体垃圾被拦截在雨水口外面,雨水进入滤水桶后通过滤水孔进入

雨水口内,然后通过防臭管进入出水管,雨水径流中大于滤水孔宽度的颗粒物被拦截在滤水桶内,同时雨水中的大颗粒物沉积到井体的沉淀区。在雨量较大时,滤水桶的溢流口可保证雨水口正常工作,防止路面径流形成洪涝。

通过设置截污式环保雨水口,可以有效拦截进入雨水口的漂浮物和颗粒物,也可方便地从雨水口中取出滤水桶及时清理,防止异味逸出。

② 弃流井

弃流井(见图2)主要是对雨水管道中的初期雨水进行弃流,该设备主要用于雨水收集系统。弃流井将裹挟污染物较多的初期雨水通过弃流管弃流至市政污水管道中,中后期雨水则排入市政雨水系统或河道内。目前,常见的无动力式弃流井有浮筒或者浮球阀式两种。

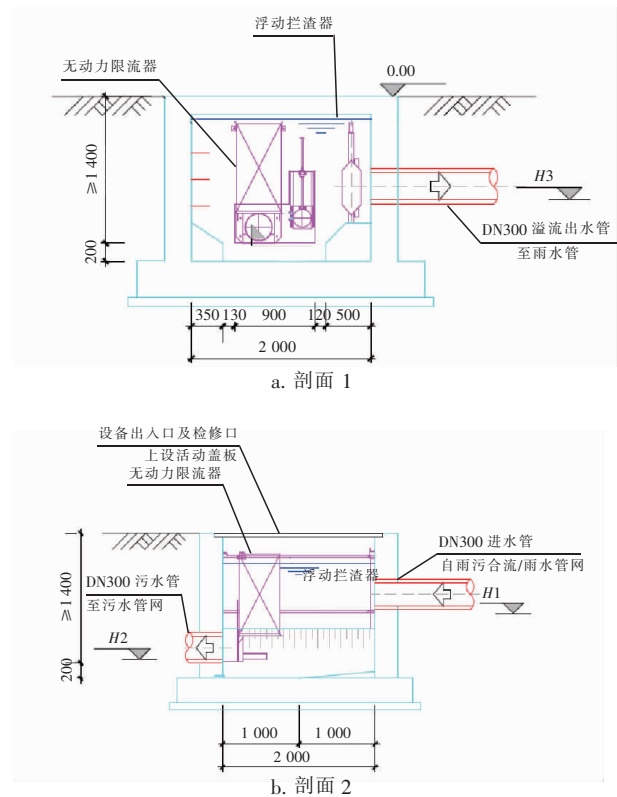


图2 弃流井示意

Fig. 2 Schematic diagram of intercepting wells

弃流井的工作原理:旱季时,污水全部通过弃流口进入污水管,弃流口处设有闸门,可控制旱流污水流量。雨季时,降雨初始闸门保持全开,初雨通过弃流口进入市政污水管;雨量增大后,随着进水水位的上涨,弃流井内浮筒开始浮起升高,带动闸板向下逐渐关闭至设定位置,雨水排入市政雨水通道或河道。

③ 初雨调蓄池

初雨调蓄池一般与弃流井共同使用,将弃流井排放的部分初期雨水储存至初雨调蓄池内,待旱季,分时段(错开排放高峰)排入污水厂,以减少降雨时对污水处理厂的冲击负荷,有助于实现污水厂“两高一低”——高收集率、高进水污染物浓度及低运行水位的建设目标。

初雨调蓄池示意如图3所示。

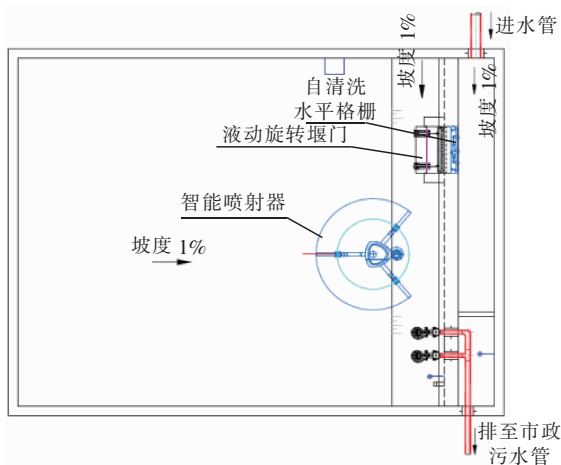


图3 初雨调蓄池示意

Fig. 3 Schematic diagram of the initial rainwater storage tank

3 垃圾站类污染源整治实践

垃圾站类污染源按有无压缩处理设施分为垃圾中转站、垃圾站两类。垃圾中转站类污染源一般设置有垃圾压缩处理设施,占地面积较大,以二层建筑物或天棚式场地分布在城市之中。垃圾站类污染源收集点占地范围小,仅有垃圾收集功能,以垃圾房或垃圾池形式广泛分布于城市之中。

因垃圾站类污染源收集、转运垃圾时在地面残留大量垃圾及附着物,降雨时会直接进入雨水系统;垃圾车冲洗废水也会经雨水算进入雨水系统,对河道水质造成冲击。可设置钢格栅盖板沟用以收集人工冲洗场地、车辆产生的冲洗废水(汇水范围内)。采用钢格栅盖板可承载车辆质量,方便车辆通行。

钢格栅盖板沟收集的冲洗废水裹挟较多的污泥等杂质,可通过设置带沉泥槽的沉泥井,将污水中的泥土等杂质聚集起来并沉淀,以减少进入管道中的泥质等。同时,需对汇水范围内地面进行散水改造。垃圾站外设置2%的坡度坡向排水沟,收集废水,排水沟外侧设置1.5%的坡度,坡向排水沟外侧,尽可

能避免雨季雨水进入盖板沟,增加污水厂的处理负荷。

垃圾站类污染源整治做法见图4。

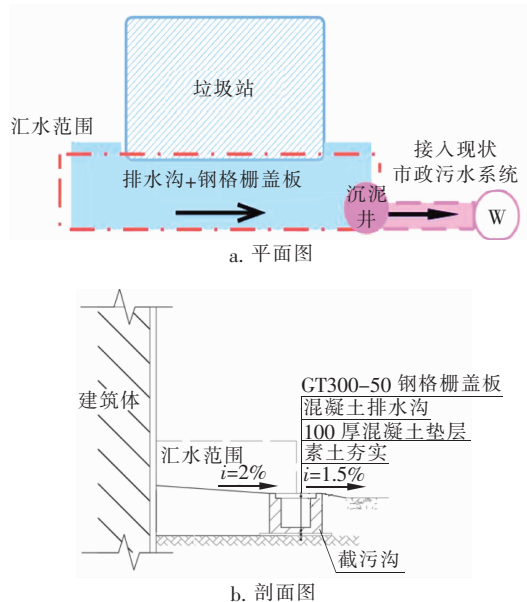


图4 垃圾站类污染源整治做法示意

Fig. 4 Schematic diagram of remediation method of garbage stations pollution sources

4 洗车店类污染源整治实践

为落实《深圳市排水条例》相关要求,2019年宝安区水务局针对茅洲河流域(宝安片区)洗车及餐饮行业开展专项整治工作,规范排水单位的排水行为,要求洗车店经营户按照《宝安区涉水污染物预处理设施设置技术路线与技术指南》中的相关规定设置洗车隔油沉淀池。

含喷漆作业的洗车店,洗车场内需设置盖板沟收集清洗废水,经隔油沉淀池预处理后接入市政污水管网。隔油沉淀池做法可参照国标图集《给水排水构筑物设计选用图(水池、水塔、化粪池、小型排水构筑物)》(07S906)。

不含喷漆作业的洗车店,应按照环保部门要求,排放水质达标后方可排入市政污水管网。排放水质满足《汽车维修业水污染物排放标准》(GB 26877—2011),并按图集要求做好定时排油、清渣及清洗工作,确保隔油沉淀池的使用效果。

针对分布较多洗车店的汽配城等区域,可根据洗车车位、冲洗水量等参数,在数家经营户的市政管网系统末端设置较大型的隔油沉淀池[做法参照国标图集《小型排水构筑物》(04S519)],确保洗车油

污、泥沙等全部进入污水系统。洗车店类污染源整治如图5所示。

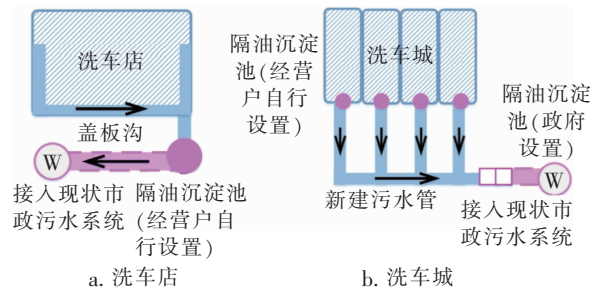


图5 洗车店类污染源整治示意

Fig.5 Schematic diagram of remediation scheme of car wash pollution sources

5 餐饮一条街类污染源整治实践

餐饮一条街类污染源可分为室内餐饮和露天餐饮。

① 室内餐饮类

室内餐饮类污染整治可按污染源是否存在露天洗涤现象来设计方案。

无露天洗涤现象的室内餐饮店,可用 DN160 的 UPVC 污水管直接收集厨房出户管污水,通过新建 DN200 或 DN300 污水管接入隔油池,经隔油池处理后排入市政污水系统。根据宝安区水务局专项整治工作的要求,餐饮店经营户应按照《宝安区涉水污染物预处理设施设置技术路线与技术指南》的要求设置油水分离器,并参照图集《餐饮废水隔油设备选用与安装》(16S708)进行设计及安装。店内废水等须经过隔油器后方可排放至市政污水管网系统,并按图集要求做好定时排油、清渣及清洗工作,确保油水分离器的使用效果。油水分离器安装示意图6。

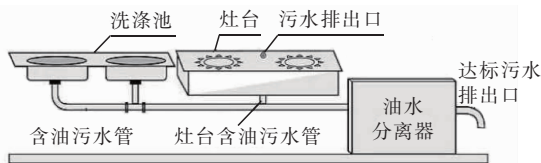


图6 油水分离器安装示意

Fig.6 Installation drawing of oil-water separator

针对较多餐饮店分布的一条街等区域,可以根据用餐人数、餐位有效面积等参数在数家经营户的市政管网系统末端设置较大型的餐饮隔油池,并参照图集《小型排水构筑物》(04S519)进行设计施工,确保餐饮废水等全部进入污水系统。同时在隔油池旁设置餐厨油污倾倒池,倾倒池污水进入隔油池处

理后排入市政污水管网。隔油池、油水分离器、餐厨油污倾倒池等需做好定时排油、清渣及清洗工作,确保使用效果。室内餐饮类污染源整治方案如图7所示。

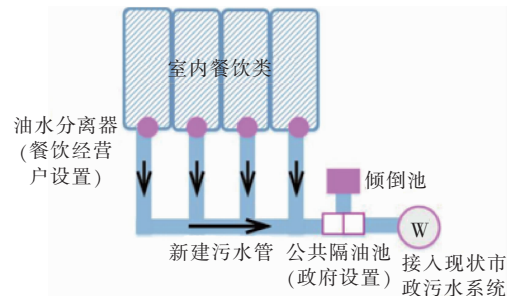


图7 室内餐饮类污染源整治方案示意

Fig.7 Schematic diagram of remediation scheme of indoor restaurant pollution sources

存在露天洗涤现象的室内餐饮店,在餐饮店门口设置环保污水口或钢格栅盖板沟(盖板沟需与餐饮室内地面标高齐平,高于室外地面标高 10 ~ 20 cm,避免室外雨水进入)用于收集店铺冲洗水,经隔油池处理后排入市政污水系统。同时可在隔油池旁设置餐厨油污倾倒池,倾倒池污水进入隔油池处理后排入市政污水管网。室内餐饮(露天洗涤)类污染源整治方案见图8。

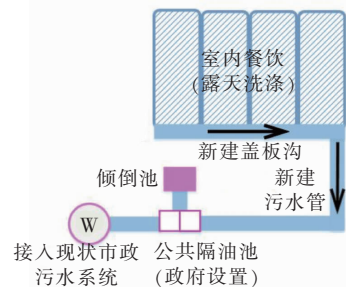


图8 室内餐饮(露天洗涤)类污染源整治方案示意

Fig.8 Schematic diagram of remediation scheme of indoor restaurant pollution sources (outdoor washing)

② 露天餐饮类

此类餐饮店有较多室外摊位,多为烧烤铺、大排档等,除收集厨房出户管、露天洗涤污水外,还需重点解决露天餐饮面源污染的问题。

针对此类餐饮店,可设置环保雨水口收集室外摊位区域内的冲洗废水,并排入弃流井,弃流的初期雨水进入市政污水系统,中后期雨水可溢流进入市政雨水系统。小型露天餐饮街类污染源整治方案见图9。

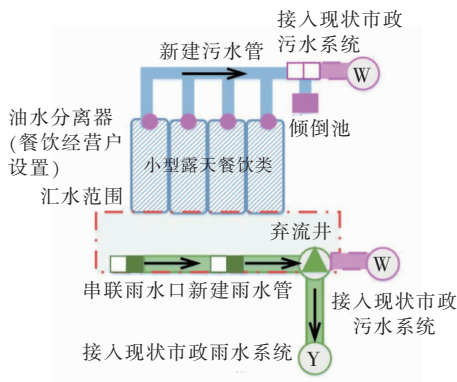


图 9 小型露天餐饮类污染源整治方案示意

Fig. 9 Schematic diagram of remediation scheme of small catering streets pollution sources

针对汇水范围较大且现场有条件新建调蓄池的大型露天餐饮一条街类,可设置环保雨水口收集室外摊位区域内冲洗废水,并接入弃流井,雨水溢流进入市政雨水系统,弃流的初雨进入调蓄池。污水量较大时将暂时储存在调蓄池中,在污水厂污水处理高峰期后分时段排入市政污水系统。大型露天餐饮类污染源整治方案见图 10。

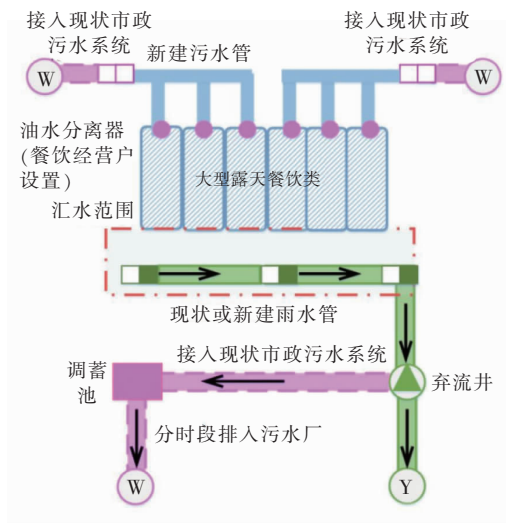


图 10 大型露天餐饮类污染源整治示意

Fig. 10 Schematic diagram of remediation scheme of large catering streets pollution sources

6 农贸市场类污染源整治实践

农贸市场类污染源可分为露天市场、封闭市场两类。

① 露天市场类

露天市场主要由若干小建筑物组成,商家众多,露天设置,现状排水系统多为混流制。

露天市场产生的面源污染多通过现状雨水沟或

雨水算进入市政雨水系统,影响河道水质。若市场较小、受施工面制约而无法新建排水系统,可在现状区域混流排水系统末端设置弃流井收集降雨初期面源污染,降雨中后期雨水可溢流进入市政雨水系统。若汇水范围较大,且现场有条件新建调蓄池,可在弃流井后设置调蓄池,弃流的初雨进入调蓄池。污水量较大时将暂时储存在调蓄池中,在污水厂污水处理高峰期后分时段排入市政污水系统。

② 封闭市场类

封闭市场处于大型建筑物中或大型顶棚之下,现状排水系统多为混流制。

封闭市场内部一般有独立小沟渠系统收集市场冲洗摊位、洗菜品等产生的废水,可直接接入市政污水系统;市场外可新建雨水管道系统收集面源污染,通过弃流井分别进入市政管网系统。封闭市场类污染源整治方案见图 11。



图 11 封闭市场类污染源整治示意

Fig. 11 Schematic diagram of remediation scheme of closed markets pollution sources

7 维护管理

针对重点面源污染源的整治系统搭建完善后,需建立长效监管机制,及时发现污水预处理类设施(隔油池、油水分离器等)、初雨弃流类设施(环保雨水口、弃流井、小型初雨调蓄池等)等的功能性及结构性缺陷,并采取针对性措施保证各类设施的正常运行。

根据《宝安区涉水污染物预处理设施设置技术

路线与技术指南》要求,维护管理手段主要包括定期巡检、定期维护、台账管理等。

设施管养单位需定期巡视设施的运行状况,详细检查设施的渗漏、裂缝等结构性缺陷以及淤堵、错接等功能性缺陷,做好溯源工作,保证设施的正常功能;管养单位需按指南要求、结合现场实际情况做好定期维护工作,对预处理类设施做好清泥、清渣、清油等,对面源污染类设施做好定期清淤工作;同时,需建立维护管理台账,管养单位定期对台账进行更新,以便查阅。

相关单位还需进行定期抽查,发现问题即责令其限期整改,同时建议建立重点面源污染源数据采集与监管信息系统,并纳入水务大数据和云服务平台。建管并举,加强监管,坚持问题导向,分类施策,综合治理,确保河道水质不断提升、水环境质量持续向好。

8 结语

近年来,深圳市的管网建设工作趋于完善,污水收集率稳步提升,对于城市雨水系统的梳理是深圳市下一步工作的重中之重,而径流面源污染的整治关系着雨水系统梳理的成败。有效控制城市面源污染,逐步打造长效管理机制,方能确保河道沿线生态环境的长治久安。

① 城市面源污染是城市生态系统失调的结果,径流面源污染通过排水系统传输,对受纳水体水质造成不可逆转的影响。在整治过程中,要遵循“分流污水优先进厂,弃流初雨污染分时段进厂”的原则,并联打造运行相对独立的雨污分流和面源弃流两套系统,从源头削减入河污染物总量,改善流域水环境质量。

② 茅洲河流域宝安片区D类面源污染源区域中垃圾站、洗车店、餐饮一条街、农贸市场四类重点面源污染源共计10 243个,区域面积(7.6 km²)虽然只占茅洲河流域宝安片区总面积的6.7%,但存在面源污染渗漏进河道内的点位,其氨氮指标高达80 mg/L,河道呈现严重黑臭。可见,初期雨水造成的面源污染虽然面积占比较低,但因其污染物浓

度较高,严重影响河道水质,因而需纳入城市污水处理系统,送至污水处理厂进行统一处理。

③ 针对D类重点面源污染源区域,提出污水预处理技术(设施包括隔油池、沉淀池等)和初雨弃流技术(设施包括截污式环保雨水口、弃流井、小型初雨调蓄池等)相结合的整治措施,能够实现源头截断、中途控制。

④ 重点面源污染源整治系统搭建完善后,需建立长效监管机制,做好定期巡检、定期维护、台账管理等,同时建立数据采集与监管信息系统,建管并举,各部门协同配合,有效控制面源污染,确保河道长制久清。

参考文献:

- [1] 楼少华,唐颖栋,陶明,等. 深圳市茅洲河流域水环境综合治理方法与实践[J]. 中国给水排水,2020,36(10):1-6.
LOU Shaohua, TANG Yingdong, TAO Ming, et al. Methods and practice of comprehensive improvement of Maozhou River water environment in Shenzhen[J]. China Water & Wastewater,2020,36(10):1-6(in Chinese).
- [2] 楼少华,吕权伟,任珂君,等. 从深圳治水历程研究高密度建成区排水系统的选择与改造[J]. 中国给水排水,2018,34(18):28-31.
LOU Shaohua, LÜ Quanwei, REN Kejun, et al. Study on the selection and reconstruction of urban drainage system in high density construction area from the course of water control in Shenzhen [J]. China Water & Wastewater, 2018,34(18):28-31(in Chinese).
- [3] U. S. Environmental Protection Agency. Protecting water quality from urban runoff[EB/OL]. [2014-04-29]. <https://www.docin.com/p-802220507.html>.

作者简介:任珂君(1993-),女,河南南阳人,硕士,工程师,主要从事水环境流域综合整治、给排水及污水处理等设计工作。

E-mail:496542581@qq.com

收稿日期:2020-01-29

修回日期:2020-02-13

(编辑:丁彩娟)