

市政给排水雨水口截污挂篮堵塞机理与防堵改进研究

叶立山

(莱州市恒通园林绿化工程有限公司, 山东 烟台 261400)

摘要 市政雨水口截污挂篮兼具控污与排水双重职能, 运行中却易受来流水力、颗粒负荷、挂篮参数、降雨过程及养护方式共同作用, 逐步出现入口架桥、筛网糊堵、篮底淤积和局部溢流等问题, 进而削弱截污效率并抬高积水风险。本文结合青岛市相关工程实践, 从设施布设现状入手, 梳理不同场景下堵塞表征, 进一步揭示水流冲击、垃圾汇聚、孔径配置、容积约束和季节性源强叠加所形成的演化链条, 并提出分段式“滤—拦—排”结构优化、模块化易维护构造、海绵设施协同减载及风险分级运维等改进方向, 以期为市政雨水口精细化改造提供参考。

关键词 市政给排水; 雨水口; 截污挂篮; 堵塞机理

中图分类号: TU992.2

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.13.019

0 引言

在全球气候变化和快速城镇化的影响下, 城市径流系数逐年升高, 雨水径流量持续增加, 城市洪涝灾害日益严重, 对人民的生命财产安全构成了重大威胁。雨水口作为城市内涝排水系统的重要组成部分, 是下排地表径流的关键设施。但随着城市化的快速推进, 地表漂浮物随径流输移堵塞排水系统的现象日益普遍^[1]。在大规模推广雨水口截污挂篮的情形下, 这一末端设施一方面承担削减初期雨水污染的功能, 另一方面却成为系统水力脆弱环节, 糊堵诱发的积水与溢流屡见不鲜^[2]。本文围绕市政给排水雨水口截污挂篮, 立足于设施类型与布设特征, 细化堵塞演化机理, 进而提出具有可操作性的防堵改进思路, 为排涝安全与水质控制的统筹提供参考。

1 市政给排水雨水口截污挂篮设置现状与堵塞问题归纳

1.1 设施类型与工程布设特征

市政雨水口内设置的截污挂篮受道路等级、排水体制和周边用地影响, 结构类型呈多样化格局。常见形式有侧石雨水口挂篮式格栅、雨水井箱体式收集篮, 也有与沉泥井、截流井组合的多级截污单元, 部分城市在篮体外侧增设沉砂腔或过滤网片, 用于分级拦截漂浮物和颗粒物^[3]。在工程布设方面, 新建干道多在方案阶段整体配置挂篮, 对雨水口间距和篮体容积统

一校核; 老旧片区则在既有井位基础上加装挂篮, 尺寸、提篮方式及检修空间受限较多。以青岛为例, 沿海低洼路段和核心商业街区雨水口挂篮布设较密, 普通居住街巷控制数量, 形成差异化配置格局。

1.2 堵塞现象的工程表现与空间分布

截污挂篮投入运行后, 堵塞问题在不同城市片区呈现出相似外观又带有各自印记。工程现场常见的表现包括雨水口箅面局部糊堵、挂篮内部垃圾堆积至溢流口附近、连接管口形成泥砂团块, 轻者削弱过水能力, 重者诱发道路积水和井内恶臭。在空间分布上, 临近商业街区、交通枢纽和集贸市场的雨水口, 塑料包装、一次性餐具集中, 堵塞形态以漂浮物架桥为主; 靠近绿化带和行道树密集路段, 则以落叶和枝条遮挡筛网为突出特征。青岛沿海景观大道在旅游季节客流增大, 雨水口挂篮内可见海边垃圾和城市生活垃圾交织, 形成季节性高风险带, 对截污效果和运维强度都构成压力。

2 市政雨水口截污挂篮堵塞机理分析

2.1 来流水力与颗粒负荷的耦合作用

来流条件决定截污挂篮承受的水力载荷和颗粒输运强度, 是堵塞形成的起点。小雨阶段, 道路面以薄层缓流为主, 携带的细颗粒泥沙在雨水箅附近减速, 先在筛网边缘与挂篮上缘附着; 中到大雨时, 井箅缝隙处形成束流, 局部流速显著提高, 树叶、塑料袋等轻质漂浮物被推压至挂篮入口, 架桥效应开始显现^[4]。

作者简介: 叶立山 (1971-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 市政工程。

雨季初期或降雨间隔较长的场次，道路沉积物与交通、旅游活动产生的垃圾叠加，悬浮物质浓度和化学需氧量峰值集中释放，进入雨水口的固体负荷明显抬升。青岛沿海景观带在游客高峰期，道路表面塑料碎片与细砂共存，轻质垃圾在上部筛网形成“盖帽”，密度较大的颗粒则在篮底堆积，两者交织，水流通道逐渐收缩，进入暴雨阶段后短时间内跨越临界堵塞状态。

2.2 挂篮结构参数对堵塞演化的放大效应

截污挂篮的几何尺度和构造细节，会在来流条件既定的前提下放大或缓释堵塞风险。筛网孔径减小有利于提高悬浮物去除率，在试验条件下孔径降至0.074 mm时，对悬浮物的削减效果明显增强，但有效过水面积骤减，压降累积速度显著加快。部分产品采用自下而上孔径递增的多级孔板或网篮结构，初期雨水经底部细滤段净化，后续大流量雨水经上部粗格栅泄流，设计意图是在水质和水量之间寻找平衡。若篮体容积偏小、深度不足，泥砂层很快占满沉积空间，细滤层提前被覆盖，上部粗格栅虽仍可过水，但整体水头损失急剧增加。青岛部分老城区改造中，早期采用浅盘式小容积挂篮，汛期数场强降雨后即出现频繁满篮现象，反复清掏也难以恢复初始水力条件，说明结构参数在堵塞演化中具有放大效应。

2.3 降雨历时、季节性源强与堵塞路径

降雨历时与季节性污染源强共同塑造截污挂篮的堵塞路径。短历时强降雨驱动高峰流量迅速形成，固体颗粒尚未充分沉积，更多在筛网上发生瞬时架桥，短时间内就可能触发溢流；长历时中小雨则促使细颗粒在篮底缓慢累积，形成致密泥皮，后续场次降雨即使强度不高，也容易在既有沉积层基础上完成堵塞闭合^[5]。城市初期雨水污染特征决定了首场或间隔较长场次降雨在污染负荷中的主导作用，相关监测结果表明，初段径流中悬浮物和有机物浓度显著高于后续阶段。青岛落叶期沿街行道树集中掉叶，扫保作业稍有疏漏，大量叶片在首场降雨中被卷入雨水口，在挂篮上缘形成厚叶层；若接续出现1场至2场中雨，叶片层吸水膨胀、压实，筛网孔隙明显缩小，堵塞从局部发展为整体，后续汛期维护压力随之抬升。

2.4 运维模式对堵塞风险的调节机制

截污挂篮的堵塞风险不仅取决于水力条件和结构参数，运维模式的选择直接改变风险暴露时间和空间分布。部分地区已在排水专项行动方案中提出按“雨前、雨中、雨后”分段清捞雨水口和挂篮，汛期每月至少开展2次全覆盖清捞，非汛期维持常态频次。从

机理层面看，清掏频次越贴近高风险降雨窗口，挂篮越有机会在承受高负荷来流前恢复有效容积；反之，即便日常有例行检查，只要清掏时点偏离关键场次，堵塞仍可能在短时间内形成。部分城市在试点中引入集中示范路段，对挂篮设置编号、记录满载周期，有的路段一周清掏一次即可稳定运行，有的节点在沿街夜市开放后需增加巡检班次。青岛主城区若能结合降雨预报与片区垃圾产生特征，构建分级巡检清掏制度，在有限人力条件下集中干预高风险挂篮，堵塞触发概率会显著压低，截污效益也更易保持在合理水平。

3 市政给排水雨水口截污挂篮防堵改进思路与关键技术方向

3.1 面向“滤—拦—排”分段功能的结构优化

围绕截污挂篮的“滤—拦—排”分段功能重塑内部构造，可以从源头削弱堵塞演化趋势。现状中，雨水口挂篮通常采用单腔箱式结构，雨水自算子跌入后直接冲击挂篮上部网面，树叶、塑料袋等粗颗粒在入口一带堆积，很快形成“拱桥”，导致水头急剧抬升，既削弱截污效果，又诱发路面积水。针对这一短板，可在雨水算子下方设置可拆卸预滤单元，引导初期径流在短程内完成粗筛，减轻挂篮主腔瞬时负荷；挂篮内部则采用“上疏下密”的多级网格，下部配合下沉式沉砂斗，使大粒径颗粒与细颗粒在竖向上自然分层，减少二次翻搅。为兼顾强暴雨条件下的行洪安全，可在挂篮侧壁或后壁布置独立溢流孔，溢流标高高于日常工作水位，平时保持截污优先，大流量时形成旁路排水路径。青岛西海岸新区在大湾港路以西、滨海大道吾悦广场公交站等易积水点开展排水“微改造”，通过增设雨水算子、铺设排水支管，将局部径流更均匀引入管网，改造后积水深度明显减轻，这类精细化整治为雨水口内部挂篮的分段布置腾出了水力余地，体现出“滤—拦—排”协同设计在工程上的可行性和必要性。

3.2 面向“易维护”的挂篮构造与配套部件

防堵思路一旦落到日常运维环节，挂篮结构很快显露“人一装备一道路”三方面的掣肘：篮体过重、开启空间狭窄、靠人工弯腰提举，维护周期稍一拉长，堵塞风险便迅速抬头。优化方向应围绕“易取、易卸、易洗、易复位”重新组织构造细节。一类思路是将整体挂篮拆分为上、中、下三段模块，上段承担截留漂浮物，中段收集中粒径杂物，下段沉淀泥沙，每段重量控制在单人可操作范围，配合侧向滑轨或翻转支点，运维人员站在路缘即可完成抽出、倾倒和回装，减少

在车道内长时间弯腰操作的危险；另一类思路是在挂篮上设置导向锁扣、定位限位和防脱落保险件，避免雨夜抢险时因视线受限导致复位不到位。青岛西海岸新区在滨海大道吾悦广场公交站改造期间实行“昼备夜战”的施工组织，利用凌晨窗口期完成雨水算子增设和排水支管铺设，早高峰前恢复路面，形成“施工零占路、交通零中断”的约束条件，这种对占道时间极为敏感的场景提醒设计者，在挂篮和配套部件布设时，应预留快捷拆装的界面，使运维队伍在类似“夜间窗口”内可以完成高频清掏，而无需大规模围挡与反复破复路，从制度层面降低因维护不及时引发的堵塞概率^[6]。

3.3 与海绵城市设施协同的源头减堵布局

截污挂篮承接的是街道尺度上的末端径流，如果上游缺少渗透、滞蓄和就地净化环节，挂篮必然长期工作在高颗粒负荷状态，任何局部结构优化都难以彻底化解堵塞隐患。更稳妥的路径是将挂篮纳入海绵城市格局，通过源头减量削弱其入流强度。青岛在修订城镇排水条例时，将雨水源头减排和资源化利用写入制度，对新建、改建项目提出配建低影响开发设施的要求，强调道路、广场、绿地应具备雨水吸纳、渗透和调蓄功能，从规划层面限制径流短时间集中压向雨水口。山东省适应气候变化行动方案中提出，海绵城市建设要配套雨水调蓄与内涝防治标准，推动雨水控制设施与排水系统一体布局，为挂篮减压提供上位政策支持。在青岛东岸前海湾区典型案例中，入海排污口系统整治、近岸海域水质优良面积比例连续多年保持 100%，表明源头削减陆源污染和径流负荷后，末端排水口的水质与水量状态得到根本改观，也为下游雨水口和截污挂篮提供了更温和的工况。沿着这一思路，在道路布设中将树阵下沉绿地、渗透铺装、线性雨水花园等设施与雨水口串联，使部分泥沙和有机碎屑在土壤和植被界面完成前置拦截，挂篮转而承担“精细截污+应急行洪”的复合角色，堵塞风险随源头负荷降低而显著缓解。

3.4 基于风险分级的监测预警与运维策略

截污挂篮堵塞并非均匀分布，而是集中在地势低洼、树叶飘落密集、车流扰动强烈和施工干扰频繁的路段，管理层若沿用“一刀切”的巡检频次和清掏模式，运维投入难以对应风险差异。更合理的做法是建立以风险分级为核心的监测和运维体系，将雨水口与挂篮按服务区域、历史积水记录、上游土地利用类型等指标划分等级，高等级点位加强监测和预警，低等

级点位实行常规巡查。青岛西海岸新区在排水“微改造”中构建“三级联查+物联研判+市民诉求梳理”的立体排查机制，配套智能传感设备实时记录重点路段积水数据，再结合群众反映集中度建立易积水点台账，形成数据支撑下的分类整治和改造顺序，这种做法同样适合迁移到挂篮运维场景，将传感器从路面扩展到雨水口内部，对水位异常抬升和排水时长延长进行阈值预警。在市域层面，青岛提出加快现代水网建设，推进防洪排涝、城市排水和智慧水务等项目，并集中改造道路低洼点排水设施和“卡脖子段”管网，内涝多发区排水能力显著提升。基于这些实践，可将挂篮清掏频次从“按固定周期”调整为“按风险等级+监测反馈”，在高风险路口叠加雨前预清掏和雨中应急巡查，低风险片区则侧重雨后抽查和抽样检查，既压缩无效作业，又把有限运维力量精确投向最有可能堵塞的挂篮节点，使防堵策略真正落在风险源头。

4 结束语

围绕市政雨水口截污挂篮的设置现状和堵塞表现，从来流条件、结构参数、降雨历程和运维模式等方面梳理作用链条，呈现挂篮由轻度淤积演变为失效的过程。基于此，提出分段滤拦排的结构优化思路，强调易维护构造、源头减堵布局及风险分级运维的组合应用，并强调与海绵设施布局和城市水网建设协调推进。青岛相关工程表明，规划、设计和养护环节若能形成合力，截污挂篮既可承担面源污染削减任务，又能保持排水能力处于安全区间，为类似沿海和老城区道路的设施改造提供了可操作的思路。

参考文献：

- [1] 侯精明,王梓驿,李东来,等.管网排水能力对雨水口堵塞和管道淤积的响应规律模拟[J].水科学进展,2025,36(01):122-131.
- [2] 夏军强,陈倩,董柏良,等.雨水口堵塞程度对其泄流能力影响的试验研究[J].水科学进展,2020,31(06):843-851.
- [3] 卜良河,侯精明,吕佳豪,等.漂浮物对城市道路雨水口致堵规律研究[J].人民珠江,2025,46(07):43-52.
- [4] 王子源,蔡敏,廖卫红,等.考虑雨水口堵塞及处置效果的城市内涝模拟[J].南水北调与水利科技(中英文),2025,23(03):598-608,618.
- [5] 和迎富.雨水排水防堵塞装置研究[J].水利技术监督,2025(02):194-196.
- [6] 严建虎.城市市政给排水管网的优化配置与管理探析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(26):91-93.