

玉溪市许家湾路雨水口海绵化改造工程研究

郑斌¹, 王鹏², 蒲伟¹, 刘炎炎²

(1. 中国建筑第二工程局有限公司, 北京 100160; 2. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381)

摘要: 以玉溪市海绵城市试点区许家湾路为例, 对其雨水口海绵化改造进行了系统研究。通过许家湾路道路概况及沙沟河区雨水口现状的实地调查, 分析了雨水口垃圾类型及来源, 对雨水口截污流量和雨水口材料进行了选择, 并考察了不同规格土工布去除 SS 的效果。研究发现, 沙沟河区支路上雨水口的生活类垃圾量大, 许家湾路定位为城市支路, 因此应选择对生活垃圾拦截和去污效果较好的雨水口。许家湾路雨水口应该满足的暴雨径流量为 6.50 L/s, 溢流孔口面积为 0.009 m², 应选择强度较高的球墨铸铁雨水口算子, 截污网袋土工布选择 300 g/m² 规格会有较好的 SS 去除效果。

关键词: 雨水口; 海绵化改造; 截污流量; 截污网袋

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)12-0081-04

Study on Sponge Reconstruction Project of Rainwater Inlet on Xujiawan Road of Yuxi City

ZHENG Bin¹, WANG Peng², PU Wei¹, LIU Yan-yan²

(1. China Construction Second Engineering Bureau Ltd., Beijing 100160, China; 2. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China)

Abstract: This paper took the rainwater inlet on Xujiawan Road of Yuxi City as an example, the sponge reconstruction of rainwater inlet was analyzed systematically. By investigating and analyzing the current situation of rainwater inlet in Shagou River area, the types and sources of garbage in rainwater inlet were analyzed, and the sewage intercepting flow and rainwater inlet materials were selected, and the removal effect of geotextiles with different specifications was analyzed. It was found that there was a large amount of domestic garbage in the rainwater inlet of branch road in Shagou River area. Xujiawan Road was determined as an urban branch road, so it was necessary to choose the rainwater inlet with effective intercepting and deconstructing household garbage. The rainwater runoff of Xujiawan Road should meet 6.50 L/s with the area of overflow orifice as 0.009 m², ductile iron grating for rainwater inlet should be used. The selection of geotextile with 300 g/m² for sewage net bag was proven to have good effect for removing SS.

Key words: rainwater inlet; sponge reconstruction; sewage intercepting flow; sewage net bag

雨水口是管道排水系统收集地表水的设施, 城市路面雨水经雨水口进入雨水管道系统。传统的城市道路排水工程偏重于路面排水的安全问题, 但作

为城市管网系统和城市雨水管网汇集雨水的瓶颈, 单靠雨水算子不能有效拦截进入雨水口的污染物, 一旦雨水口未得到及时清理而被垃圾充塞, 不仅导

致排水不畅甚至会引发城市内涝,还会对城市水体造成严重污染。为从雨水管道系统的源头对污染进行有效控制,许多国家和城市长期以来都在积极探索并努力改善雨水口的结构和功能。在雨水口截污挂篮中使用土工布作为拦截介质,可拦截树叶、垃圾等杂物,降低管道污染物沉积和堵塞的风险^[1]。将粗格栅和细格栅制成截污挂篮,可去除雨水口2 mm以上的颗粒物^[2-3];采用隔离罩,能够分离固体杂物,并可以去除雨水径流中的污染物^[4];新型雨水口装置不仅可以拦截固体废弃物,还可以防止臭气外逸^[5]。

目前对雨水口海绵化改造工程的相关研究较少,故以玉溪市海绵城市试点区许家湾路雨水口海绵化改造项目为工程背景,通过对沙沟河区雨水口的现状调查,分析了雨水口垃圾类型及来源,对雨水口截污流量和雨水口材料进行了选择。其研究成果可为其他工程提供参考。

1 工程概况

玉溪市老城片区海绵城市改造范围包括沙沟河汇水分区和金水河南段汇水分区,总面积约为11.02 km²。沙沟河汇水分区范围为东至环山路,西至珊瑚路,南至红塔大道,北至龙马路,面积约为4.82 km²。许家湾路位于沙沟河汇水分区北侧,定位为城市支路,是比较主要的排水出路。

许家湾路道路总长约1.1 km,宽约15~20 m,竖向全段较平缓,整体东高西低,坡度呈先增加再减小的趋势,整体平均坡度为1.09%,最大坡度约1.69%,最小坡度为0.67%,如图1所示。



图1 许家湾路概况

Fig. 1 General situation of Xujiawan Road

许家湾路改造段绿化面积为330 m²,人行道面积为8 477 m²,道路面积为10 221 m²,综合径流系数为0.84,共有雨水口120个,道路硬化比例高,降雨径流量大。

2 沙沟河区雨水口现状

在许家湾路海绵化改造工程中,为选择最优的雨水口截污形式,对其所在的沙沟河汇水分区雨水口现状进行了调研,包含沙沟河汇水分区内的所有主干路、次干路和支路上的雨水口,共2 135个。根据调查结果,发现雨水口均是尺寸为750 mm×500 mm的标准雨水口,目前部分支路雨水口存在破损、堵塞、雨水口过流能力不够的现象(见图2)。



图2 许家湾路雨水口(堵塞)

Fig. 2 Clogged rainwater inlet in Xujiawan Road

雨水口内垃圾主要分为两类,淤泥杂物类垃圾和生活类垃圾。淤泥杂物类垃圾以淤泥为主,其中掺杂树叶、纸屑等杂物,主要来源为洒水车冲洗路面泥水中的泥质淤积,以及雨水中的泥沙沉积。生活类垃圾以饮食油污、剩饭泔水为主,主要来源于居民生活聚集垃圾点及餐饮摊点。雨水口垃圾种类调查结果如表1所示。

表1 不同垃圾种类的雨水口

Tab. 1 Rainwater inlets with different garbage 个

道路级别	雨水口总数	以淤泥类垃圾为主的雨水口	以生活类垃圾为主的雨水口
主干路	1 053	958	95
次干路	575	198	377
支路	507	75	432

由表1结果可知,调研区内主干路雨水口共计1 053个,淤泥类垃圾雨水口共计958个,比例为

90.98%,生活类垃圾雨水口共计95个,比例为9.02%。次干路雨水口共计575个,淤泥类垃圾雨水口共计198个,比例为34.43%,生活类垃圾雨水口共计377个,比例为65.57%。支路雨水口共计507个,淤泥类垃圾雨水口共计75个,比例为14.79%,生活类垃圾雨水口共计432个,比例为85.21%。主干路淤泥杂物类垃圾量最大,次干路次之,支路最小。支路上的生活类垃圾量最大,次干路次之,主干路最小。许家湾路定位为城市支路,因此应选择对生活垃圾拦截和去污效果较好的雨水口。

3 雨水口截污方案确定

3.1 雨水口截污流量的确定

道路雨水口设计重现期与道路等级相关,取值范围为0.5~5年,本次计算中采用雨水口常用设计重现期为5年。玉溪暴雨强度(q)计算公式为:

$$q = \frac{2870.528 \times (1 + 0.633 \lg P)}{(t + 14.742)^{0.818}} \quad (1)$$

式中 P ——设计重现期, a

t ——降雨历时,取15 min

小流域汇水径流量为:

$$Q_s = qA\Psi \quad (2)$$

式中 Q_s ——设计径流量, L/s

Ψ ——径流系数,许家湾路取0.84

A ——集流面积

经计算,许家湾路雨水口为单算雨水口,集流面积上限为300 m²时,雨水口应该满足的暴雨径流量为6.50 L/s。

溢流孔的孔口出流量为:

$$Q_c = \mu S \sqrt{2gh} \quad (3)$$

式中 Q_c ——孔口出流量

μ ——孔口流量系数,取0.7

S ——溢流孔孔口面积

h ——满流状态下溢流孔的水头高度,取0.05 m

当设计径流量等于孔口出流量时,计算出 S 为0.009 m²。

3.2 雨水口材料的确定

雨水口箅子主要有球墨铸铁、灰铸铁和钢格板三种材质,球墨铸铁强度较高,灰铸铁耐磨且减振性较好,钢格板性能好但造价高,综合许家湾路的支路使用功能要求,选择了强度较高的球墨铸铁雨水口箅子。雨水口截污挂篮中使用土工布作为拦截介

质,可有效拦截垃圾,降低管道堵塞的风险,调研过程中发现许家湾支路雨水口堵塞较严重,因此应选择雨水口截污篮+土工布截污网袋的形式。雨水口截污网篮需要有一定的强度承受垃圾质量和暴雨期的水头压力,同时还应具有耐腐蚀性。许家湾路共有雨水口120个,考虑到其支路功能、垃圾来源和种类情况、施工难度、后期维护及造价,选择了截污挂篮和截污网袋形式,截污网材料为短纤无纺土工布。

4 截污网实验研究

选择了160、240和300 g/m²规格的短纤无纺土工布为截污网材料进行实验研究,其各项性能参数如表2所示,样本具体如图3所示。

表2 土工布性能参数

Tab.2 Performance parameters of geotextiles

项 目	160 g/m ² 土工布	240 g/m ² 土工布	300 g/m ² 土工布
厚度/mm	1.4	1.8	2.4
断裂力/(kN·m ⁻¹)	4.6	7.1	9.5
撕破力/kN	0.12	0.19	0.24
顶破力/kN	0.7	1.1	1.5
等效孔径/mm	0.07~0.2	0.07~0.2	0.07~0.2

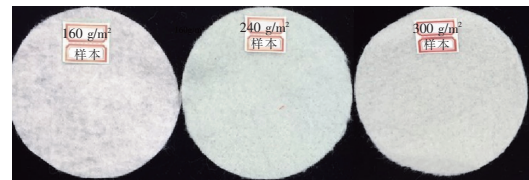


图3 试验土工布样本

Fig.3 Test sample of geotextile

制作规格为150 mm×80 mm×300 mm的土工布截污网袋,固定于金属框内的截污挂篮上。实验装置如图4所示。

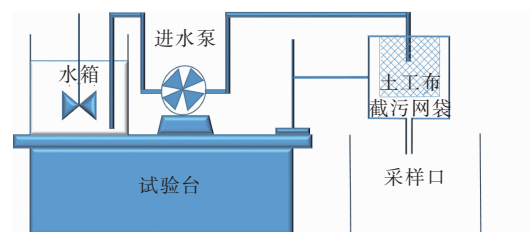


图4 实验装置

Fig.4 Schematic diagram of experimental facility

取市政部门吸尘车在许家湾路内收集的沉积物,筛分除去2 mm以上的大颗粒,将沉积物与清水混合,根据许家湾路路面径流监测结果,确定SS为

1 577 mg/L。通过进水泵控制进水流量保证截污网袋不发生溢流,连续运行 8 h,每隔 0.5 h 在采样口进行采样,测试 SS 浓度,具体情况如图 5 所示。

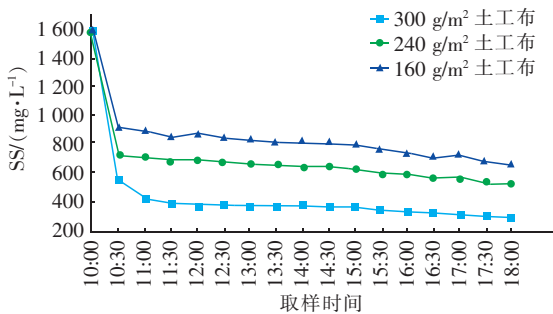


图5 SS 浓度变化情况

Fig. 5 Concentration variation of SS

由图 5 可以看出,在控制溢流连续运行 8 h 的实验中,三种规格的土工布制成的截污网袋均有显著的截污效果。300 g/m² 土工布过滤后出水 SS 为 281 ~ 545 mg/L,最高 SS 去除率为 82.18%,最低 SS 去除率为 65.44%,平均去除率为 73.81%。240 g/m² 土工布过滤后出水 SS 为 522 ~ 719 mg/L,最高 SS 去除率为 66.89%,最低 SS 去除率为 45.59%,平均去除率为 56.24%。160 g/m² 土工布过滤后出水 SS 为 649 ~ 897 mg/L,最高 SS 去除率为 41.15%,最低 SS 去除率为 43.12%,平均去除率为 42.14%。经技术经济比较与分析,最终选择了对 SS 去除效果较好的 300 g/m² 土工布。

5 结论

以玉溪市海绵城市试点区许家湾路雨水口海绵化改造项目为工程背景,通过实际调查和实验研究得出以下结论:①沙沟河区雨水口主干路淤泥杂物类垃圾量最大,次干路次之,支路最小。支路上的生活类垃圾量最大,次干路次之,主干路最小。许家湾路定位为城市支路,因此应选择对生活垃圾拦截和去污效果较好的雨水口。②经计算,许家湾路雨水口应该满足的暴雨径流量为 6.50 L/s,溢流孔口面积为 0.009 m²,应选择强度较高的球墨铸铁雨水口算子。③160、240、和 300 g/m² 短纤无纺土工布截污网均有显著的截污效果,其中 300 g/m² 土工布对 SS 的去除效果最好,平均去除率为 73.81%。

参考文献:

[1] 刘超,李俊奇,王洪,等. 国内外截污雨水口专利技术

发展及其展望[J]. 中国给水排水,2014,30(2):1-6.
Liu Chao, Li Junqi, Wang Qi, et al. Summary and prospect of storm drain inlet patent technologies at home and abroad [J]. China Water & Wastewater, 2014, 30(2):1-6 (in Chinese).

[2] 朱保罗. 国内外排水管道养护技术比较[J]. 给水排水,2007,33(2):94-99.

Zhu Baoluo. Comparison on service of sewer line domestically and abroad [J]. Water & Wastewater Engineering, 2007, 33(2):94-99 (in Chinese).

[3] 陈莹,赵剑强,张小玲,等. 西安市道路雨水口截污挂篮试验研究[J]. 安全与环境学报,2012,12(5):69-72.

Chen Ying, Zhao Jianqiang, Zhang Xiaoling, et al. On the use of interception baskets to prevent road gully runoff pollution in Xi'an [J]. Journal of Safety and Environment, 2012, 12(5):69-72 (in Chinese).

[4] 宋丹. 浅谈城市道路雨水口的改进方法[J]. 城市道桥与防洪,2012(3):89-90.

Song Dan. Improvement method of the rainwater inlets of urban road [J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2012(3):89-90 (in Chinese).

[5] 吴坚慧. 雨水口固体废弃物拦截和防臭气外逸技术的应用[J]. 中国给水排水,2012,28(18):14-18.

Wu Jianhui. Application of technologies on solid wastes interception and odor emission control at rainwater inlets [J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(18):14-18 (in Chinese).



作者简介:郑斌(1979-),男,四川南充人,本科,高级工程师,中建二局科技部经理,从事建筑工程施工技术管理工作。

E-mail: 1048971099@qq.com

收稿日期:2018-10-22