

天津市排水系统沉积物的沉积状况及影响因素

周英¹, 徐瑾², 侯齐敏²

(1. 天津工业大学 经济与管理学院, 天津 300387; 2. 天津理工大学 管理学院, 天津 300384)

摘要: 以天津市中心城区典型区域的排水系统为研究对象, 实地调研了管网设施运行情况以及管道沉积物状况, 并探讨了排水系统沉积物形成过程的影响因素及其作用关系。结果表明, 沉积物厚度与排水管径呈正相关关系、与水流速度呈负相关关系; 不同材质的排水管道其沉积状况完全不同, 钢筋混凝土管的沉积物平均厚度最大, PVC管的沉积物平均厚度最小; 与分流制排水管道相比, 合流制排水管道存在沉积物的比例更高、沉积物厚度更大。

关键词: 城市排水系统; 沉积物; 影响因素

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)17-0116-03

Sedimentary Condition and Influence Factors of Sediments in Drainage System of Tianjin City

ZHOU Ying¹, XU Jin², HOU Qi-min²

(1. School of Economics and Management, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China;

2. School of Management, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China)

Abstract: Taking the drainage system of a typical urban area in central Tianjin as the research object, operation of pipeline network facilities and status of pipeline sediment were field researched, and influence factors of sediment formation in the drainage system and their relationships were discussed. The results showed that the sediment thickness was positively correlated with the drainage pipe diameter and negatively correlated with the water flow velocity. Sedimentary condition of different drainage pipe materials were completely different: the average thickness of the reinforced concrete pipe was the largest, and the average thickness of the PVC pipe was the smallest. Compared with separate drainage pipeline, the combined drainage pipeline had a higher proportion of sediment and a larger sediment thickness.

Key words: urban drainage system; sediment; influence factor

当前,我国许多城市的排水系统几乎都存在不同程度的沉积物累积问题^[1,2],这不仅会影响排水系统的排水效率,而且沉积物随水流进入受纳水体后会进一步污染城市水环境^[3]。笔者以天津市典型区域内的排水系统为研究对象,通过实地调查及

采样分析,得到典型区域排水管道的基本信息以及沉积物厚度和粒径分布等实际状况,进而明晰天津市排水系统沉积物的沉积影响因素及其作用方式,以期为天津市排水系统的运行管理及管道沉积物的控制提供参考。

基金项目: 天津市基础 research 计划项目(17JCTPJC46500); 天津市高校“中青年骨干创新人才培养计划”项目; 天津市科技计划项目(16ZXFWGX00090); 水利工程仿真与安全国家重点实验室开放基金资助项目(HESS-170)
通信作者: 徐瑾 E-mail: xujin@163.com

1 调研区域

本研究选取天津市中心城区典型区域内的 20 条约 110 km 的排水管道,其中包括 350 个检查井。调研范围包括中心城区的各个方位,管材主要有铸铁、钢筋混凝土及 PVC,管径在 500 ~ 1 500 mm 之间。通过现场调研获取研究区域用地类型、基础排水管网、排水设施运行情况等基本信息;对研究区域排水管网系统进行沉积状况调研及分析,得到排水管网的水质现状、沉积物厚度及粒径等数据。

2 天津市排水系统现状调研结果

根据排水管道内的沉积量(沉积物厚度与管径

的比值)可将其分为 4 个等级^[3]:①沉积物极少(< 3%);②沉积物存在(3% ~ 20%);③沉积物淤积(20% ~ 50%);④沉积物堵塞管道(> 50%)。实地调研结果表明,研究区域内排水管道沉积现象普遍,约 65% 的排水管道存在沉积物,约 19% 的排水管道中沉积物极少;此外,合流制排水管道存在沉积物的约占 76%,而分流制排水管道存在沉积物的比例约为 69%,且合流制管道中的沉积物厚度基本都大于分流制管道,由此可知,相比于分流制管道,合流制管道更易于沉积。部分排水管道的沉积现状如表 1 所示。

表 1 排水管道沉积物现状

Tab. 1 Deposition status of drainage pipes

样本数量	管径/mm	管段位置	排水流速/(m · s ⁻¹)	排水体制	沉积物粒径/mm	沉积物厚度/mm
40	600	红星路*	0.33 ~ 0.40	合流制	4 ~ 9	101 ~ 103
		南京路	0.35 ~ 0.41	合流制	3 ~ 10	103 ~ 107
		福安大街#	0.33 ~ 0.36	分流制	2 ~ 9	73 ~ 75
		吴家窑大街	0.36 ~ 0.45	合流制	3 ~ 8	122 ~ 125
78	750	围堤道*	0.18 ~ 0.25	合流制	2 ~ 7	105 ~ 108
		黑牛城道*	0.30 ~ 0.42	分流制	2 ~ 8	71 ~ 74
		大沽南路#	0.34 ~ 0.47	合流制	3 ~ 8	117 ~ 121
		解放南路	0.40 ~ 0.52	合流制	2 ~ 6	121 ~ 126
		昆仑道	0.32 ~ 0.36	分流制	2 ~ 10	74 ~ 76
		津滨大道	0.28 ~ 0.39	分流制	3 ~ 8	73 ~ 77
56	800	东兴路#	0.32 ~ 0.58	分流制	4 ~ 9	75 ~ 78
		华龙道	0.52 ~ 0.62	合流制	2 ~ 6	121 ~ 128
		西横堤	0.16 ~ 0.29	合流制	3 ~ 7	133 ~ 139
		西青道*	0.17 ~ 0.26	分流制	3 ~ 8	77 ~ 87
34	1 300	卫津南路	0.55 ~ 0.61	合流制	2 ~ 10	78 ~ 79
		鞍山西道	0.30 ~ 0.44	合流制	3 ~ 12	139 ~ 144
		密云路	0.51 ~ 0.60	合流制	2 ~ 9	85 ~ 88
49	1 200	红旗路	0.60 ~ 0.65	分流制	2 ~ 12	81 ~ 83
		复康西路	0.42 ~ 0.52	分流制	3 ~ 8	82 ~ 83
		淮河道*	0.45 ~ 0.59	合流制	2 ~ 9	141 ~ 146
		双环路*	0.46 ~ 0.57	合流制	2 ~ 7	145 ~ 150
63	700	南仓道	0.43 ~ 0.45	合流制	1 ~ 7	93 ~ 96
		铁东北路	0.40 ~ 0.51	分流制	2 ~ 8	76 ~ 79
		京津路	0.48 ~ 0.60	分流制	3 ~ 8	75 ~ 78
		普济河东道	0.30 ~ 0.44	分流制	2 ~ 6	85 ~ 88

注: “*”表示排水管道为铸铁材质,“#”表示排水管道为 PVC 材质,未标注的排水管道为钢筋混凝土材质。

3 排水管道沉积的影响因素

3.1 管径对排水管道沉积物的影响

将调研数据按照管径大小划分为 ≤ 600、700、800、900 ~ 1 200、≥ 1 300 mm 等 5 个范围,对管道内沉积物平均厚度及沉积量进行统计。结果表明,当

排水管道流量及坡度一定时,排水管道内的沉积物厚度与管径基本呈正相关关系,以上 5 个管径范围的沉积物平均厚度分别为 3、9、12、20、16 cm,平均沉积量分别为 3%、8%、9%、15%、11%。另外,对排水管道管径和沉积物厚度进行多项式拟合,发现

两者的相关性较好($R^2=0.95$),800~1 200 mm 管径范围内的排水管道沉积物厚度最大。相同管径管道的沉积物厚度最大值与平均值相差较大,从宏观角度来看,天津市排水管网沉积状况整体不严重,但局部地区的排水管道沉积状况较严重,已成为排水管道过流的瓶颈,相关部门在进行日常管道沉积物治理时应重点关注。

3.2 排水流速对管道沉积物的影响

分别选择卫津南路、鞍山西道、密云路的3根排水管道,进行排水流速与管道沉积物沉积厚度相关性分析。结果表明,鞍山西道的3根排水管道平均流速最低、沉积物平均厚度最大,而卫津南路的3根排水管道平均流速最高、沉积物平均厚度最小。由此可知,在排水管道基本情况相似的条件下,水流速度与沉积物厚度呈负相关关系,即水流速度越小,沉积物厚度越大。

3.3 排水管道材质对沉积物的影响

不同材质的管道对应不同的粗糙系数,进而会对管道内水流速度产生不同的影响,最终影响管道的沉积物状况。由表1的数据可知,钢筋混凝土排水管道的沉积物平均厚度要远大于铸铁管道和PVC管道。选取东兴路、华龙道及西青道3个区域内的8根钢筋混凝土管道、4根铸铁管道和5根PVC管道进行管道材质与沉积状况的对比分析。结果表明,在排水管道基本条件类似的情况下,不同材质的排水管道沉积状况完全不同,钢筋混凝土管道的平均沉积厚度最大,为124.5 mm;其次是铸铁管道,平均沉积厚度为82 mm;PVC管道平均沉积厚度最小,为76.5 mm。

4 结论

通过对天津市主城区典型区域的排水管道沉积状况进行调研及分析发现,约有65%的排水管道存在沉积物,约有19%的排水管道中沉积物极少;与分流制排水管道相比,合流制排水管道存在沉积物的比例更高、沉积物厚度更大。沉积物厚度与排水管径呈正相关关系、与水流速度呈负相关关系;不同材质的排水管道其沉积状况完全不同,钢筋混凝土排水管道的沉积物平均厚度最大,PVC排水管道的

沉积物平均厚度最小。整体来看,天津市排水管网沉积状况不严重,但局部地区的排水管道沉积状况较严重,已成为排水管道过流的瓶颈。

参考文献:

- [1] 王红武,董敬磊,张一龙,等. 排水管道沉积物的动态模拟及方法比较[J]. 中国给水排水,2017,33(3):110-114.
Wang Hongwu, Dong Jinglei, Zhang Yilong, *et al.* Dynamic modeling and methods comparison for sewer sediments [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(3): 110-114 (in Chinese).
- [2] 李海燕,梅慧瑞,徐波平. 北京城市雨水管道中沉积物的状况调查与分析[J]. 中国给水排水,2011,27(6):36-39.
Li Haiyan, Mei Huirui, Xu Boping. Investigation and analysis of storm sewer sediments in Beijing [J]. China Water & Wastewater, 2011, 27(6): 36-39 (in Chinese).
- [3] 李茂英. 城市排水管道沉积物沉积状况及赋存污染物特性研究[D]. 北京:北京建筑工程学院,2008.
Li Maoying. Study on Sediment Deposition and Pollutant Characteristics in Drainage Pipe [D]. Beijing: Beijing University of Civil Engineering and Architecture, 2008 (in Chinese).



作者简介:周英(1975-),女,湖南长沙人,硕士,讲师,研究方向为水资源系统优化与决策。

E-mail: bettyzh5188@sina.com

收稿日期:2018-05-18