

城市雨水口垃圾污染调查与研究*

车 伍, 刘 燕, 李俊奇

(北京建筑工程学院, 100044 北京, 中国)

摘要:雨水口既是城市排水管系汇集雨水径流的瓶颈, 又是城市非点源污染物进入水环境的首要通道, 一旦被垃圾充塞, 不仅导致排水不畅甚至水涝, 还会对城市水体造成严重的污染。从对北京城区雨水口垃圾的抽样调查分析, 和对雨水口垃圾产生的污染模拟实验和量化计算, 讨论了我国城市雨水口垃圾问题的严重性和实施有效控制的重要性。

关键词:城市; 雨水口; 垃圾; 污染

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002 - 1264(2003)06 - 0153 - 03

Investigation on Pollution in Urban Gutters

CHE Wu, LIU Yan, LI Jun-qi

(Beijing Institute of Civil Engineering & Architecture, 100044 Beijing, China)

Abstract: Gutters are main inlets through them urban runoff gets into drainage system and non-point source pollutants into receiving waters. Once they are filled up with litter, not only flooding could happen but also it should result in serious pollution of the waters. This article gives a spot investigation on the gutters in Beijing urban area and carries out a simulated experiment with the litters from gutters and gives a quantitative estimation of the pollutants from the litters. The ponderance of the pollution from gutter-litter and significance of management for Chinese cities is discussed.

Key words: urban; gutter; pollutants; pollution

每个城市成千上万雨水口的污染物是城市水环境非点源污染的组成部分, 但至今未见有对它的定量分析与研究。雨水口既是城市管系汇集雨水径流的瓶颈, 又是城市非点源污染物进入水环境的首要通道, 一旦被垃圾充塞, 不仅导致排水不畅甚至水涝, 还会对城市水体造成严重的污染^[1~4]。

以北京 2002 年 6 月 23 日开始的那场降雨为例, 断断续续持续 3 天的降雨总量为 98.4 mm, 城区许多道路或小区出现水涝。但该场雨的实际降雨强度远小于市区雨水管系暴雨设计重现期下限 0.33 年所对应的设计暴雨强度 (如图 1 所示)。说明较小的降雨强度也会导致路面雨水的淤积, 城市里许多水涝并不都是由于设计标准低而造成的, 雨水口的堵塞不畅、管道系统管理不善也常常是水涝的主要原因之一。另一方面, 暴雨会将雨水口中大量的垃圾冲入城区水系, 构成严重的污染, 图 2 是 2002 年拍摄的北京城区雨水口的垃圾和暴雨对河道造成的污染照片, 这类情景已屡见不鲜, 可谓触目惊心。这种现象在其它许多城市也普遍存在, 近年来多见暴雨造成城市水体严重污染、鱼类大量死亡的事件或相关报道。因此, 对卫生条件和管理相对较好的北京进行的调查分析

具有举一反三的意义, 足以引起人们的重视。

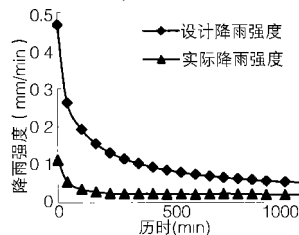


图 1 实际降雨强度和设计暴雨强度比较 (2002, 6, 23)

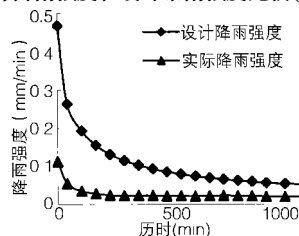


图 2 城市雨水口垃圾和雨后河道的污染状况 (2002)

1 雨水口调查

1.1 抽样调查

在 2001 年雨季前和 2002 年第一场小雨后, 对北京城区不同地点的主要交通大道、商业街、旅游地段、老城居住区、新建居民小区三百多个雨水口的垃圾情况进行抽样调查。

1.2 调查结果分析

表 1 给出 2001 年的调查结果, 据现场观察,

* 北京市科委专项基金项目: 北京城区雨水径流污染控制与管理模式 (H010610020112)

收稿日期: 2003 - 06 - 20

雨水口污染物大致包括三种:(1)人为扫入、丢入的树叶、纸屑、烟头等各种生活垃圾(占雨水口总数的43-55%);(2)人为倾倒的污水污物(占总数的29-36%);(3)沉积已久、腐烂变质的污染物(占总数的28%)。垃圾量与雨水井体积比 $\geq 40\%$ ~50%的约占总数的21%,垃圾比例 $\geq 20\%$ ~30%的约占总数的一半,这些雨水口的连接管将部分或全部被堵死,一遇降雨,会严重影响排水的通畅和城市水体。

表1 雨水口调查结果(2001年)

垃圾占雨水井体积(%)	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~80	80~100
个数	54	47	36	19	20	8	9	4
百分比	27.4	23.9	18.3	9.6	10.2	4.1	4.6	2.0

2002年又做了一次类似的调查分析,在调查的前两天曾下过一场小雨,图3是两年调查结果的总结。2002年垃圾体积比较小的雨水口占的比例有所增加,考虑到降雨对垃圾有压实作用,如排除此影响,两年调查结果反映的情况基本一致。

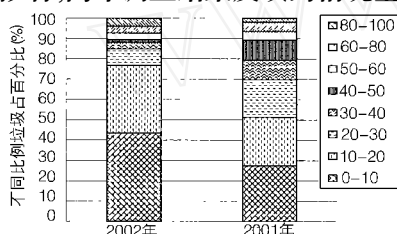


图3 雨水口垃圾体积百分比堆积图

2 雨水口垃圾污染模拟实验

进入雨水口和管道中的垃圾在好氧、缺氧条件下,经历生物、物理、化学等变化析出各种污染物,或直接被径流冲入城市水系。因此用雨水口的垃圾在实验室模拟降雨冲洗条件,分析所产生的污染。

2.1 试验方案

从道路、旅游区、居民区、商业区雨水口垃圾中各取50g,分别按下面3种模拟方案进行实验:

A 加水淹没浸泡模拟沉积物在雨水口和管道中被雨水浸泡析出污染物;B 直接用喷头淋洗垃圾,模拟强度不大的雨,对垃圾冲刷洗出污染物;C 对垃圾淋洗搅拌,模拟强度较大的雨使垃圾搅动混合,并带入水体。

A 淹没浸泡:取垃圾置于烧杯中,缓慢加入1000 mL清水,浸泡一天,取上清液测定;B 淋洗过滤:将4层纱网罩在烧杯上,称量50g垃圾置于纱网上,用水均匀淋洗垃圾,滤液渗入烧杯中,作为测定水样;C 淋洗搅拌:将垃圾倒入烧杯中,

用喷头均匀淋洗垃圾,再用玻璃棒搅拌10m后,取混合液测定。

2.2 试验结果分析

重复以上实验,实验结果相似,具有可重复性,将两次结果取平均值。图4至图7分别给出不同模拟条件下4种垃圾产生的几种主要污染物。

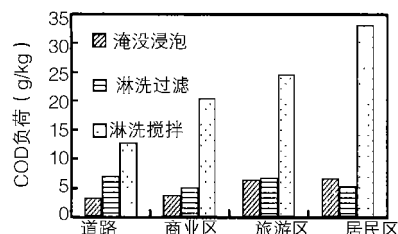


图4 雨水口垃圾模拟实验 COD 负荷比较

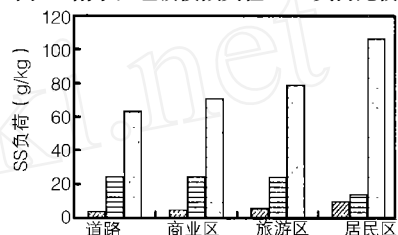


图5 雨水口垃圾模拟实验 SS 负荷比较

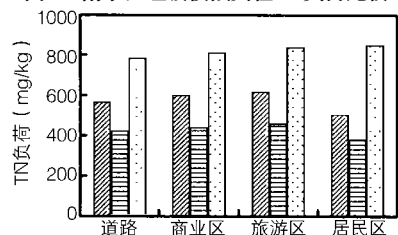


图6 雨水口垃圾模拟实验 TN 负荷比较

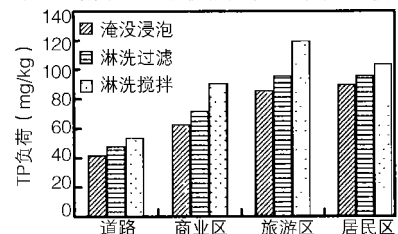


图7 雨水口垃圾模拟实验 TP 负荷比较

从实验结果看,雨水口垃圾总的污染程度顺序为:生活区>旅游区>商业区>一般道路;搅动强度对垃圾产生的污染物有明显影响,COD和SS受冲刷和搅动的影响较大,搅动强度越大,产生的污染负荷越大;TN、TP在雨水的淋洗或较长时间的浸泡下也会析出较多。

2.3 雨水口产生的污染量估算

北京城区雨水口总数以5.1万个计,取几种垃圾污染物负荷平均值,按雨水口的规格和不同比例的垃圾体积计算其所对应的重量,可推算出不同条件下不同垃圾量的雨水口可能产生或带入水体的污染量(表2)。

表2 不同条件下雨水口垃圾产生的几种污染物负荷

垃圾 体积比 (%)	淹没浸泡				淋洗过滤				淋洗搅拌			
	COD (t)	SS (t)	TN (t)	TP (t)	COD (t)	SS (t)	TN (t)	TP (t)	COD (t)	SS (t)	TN (t)	TP (t)
0~10	1.38	2.25	0.19	0.02	2.13	6.94	0.01	0.03	7.63	26.81	0.27	0.03
10~20	2.56	4.25	0.35	0.04	4.06	13.25	0.26	0.05	14.56	51.19	0.51	0.06
20~30	1.00	1.61	0.14	0.02	0.88	5.19	0.10	0.02	5.69	19.94	0.20	0.02
30~40	0.56	0.94	0.08	0.01	1.56	3.00	0.06	0.01	3.25	11.50	0.11	0.01
40~50	0.04	0.56	0.04	0.01	0.56	1.81	0.04	0.01	2.00	7.06	0.07	0.01
50~60	0.04	1.50	0.12	0.02	0.56	4.63	0.09	0.02	5.06	17.75	0.18	0.02
60~80	1.13	1.94	0.16	0.02	1.81	5.94	0.12	0.02	6.56	23.00	0.23	0.03
80~100	1.88	3.06	0.25	0.03	2.94	9.56	0.19	0.04	10.56	37.00	0.37	0.04
Σ	8.59	16.11	1.33	0.17	14.50	50.32	0.87	0.20	55.31	194.25	6.94	0.22

以上是按雨季前(约每年10月底至次年4月初)雨水口内存积的垃圾量计算的一次性产生的污染量。

北京市政部门每年雨季前都对全市上万个雨水口进行一次全面的清掏,不仅劳动强度大、成本高、影响市容,还可能清掏不彻底或遗漏。而每年雨季中还会有不断进入雨水口的污染物随时被降雨带入水体。

因此,又用截污装置在道路雨水口作了截污试验,来推算雨季中可能随降雨径流带入水体的污染量。据测定,每个雨水口平均每场雨可截留固体污染物按1.02 kg(包括各种人为带入的)计,雨水口总数仍按5.1万个计,则可推算一场降雨截留的固体物中可产生的污染量见表3。

表3 一场降雨截留固体物中的污染物负荷量估算

方式	污染物	COD(t)	SS(t)	TN(t)	TP(t)
淹没浸泡		0.28	0.35	0.029	3.71 *10 ⁻³
淋洗过滤		0.33	1.09	0.022	4.08 *10 ⁻³
淋洗搅拌		1.21	4.24	0.042	4.73 *10 ⁻³

如果城市雨水口垃圾在雨季前得不到及时清除,再加上雨季中进入的量,对水体的污染量更大。假设降雨次数以20场计,则雨季前垃圾一次性产生的污染量(表2)加20场降雨产生的污染物负荷总量见表4,可见总量是很可观的。尽管只是一种粗略估算,实际情况要复杂得多,甚至更为严重。一旦这些大量潜在的污染物在相对集中的时间或地点被降雨冲入脆弱的城市水体,就会导致灾难性后果。

表4 城区雨水口污染物负荷量估算

方式	污染量	COD(t)	SS(t)	总 N(t)	总 P(t)
淹没浸泡		14.177	23.11	1.9	0.344
淋洗过滤		21.1	72.12	1.306	0.269
淋洗搅拌		79.51	279.1	7.772	0.313

3 结论与讨论

3.1 雨水口的大量垃圾污物除了造成雨水通道堵塞、市区水涝外,对城市环境和水体也构成严重污染。北京市区近年来雨季发生的一些水涝,花

巨资整治清理不久的河床中又沉积大量污染物,部分河湖多次发生的藻类大量繁殖、富营养化现象严重等污染事件都与此有直接关系。

3.2 实际观察和抽样调查结果都证明城市雨水口垃圾问题的严重性;模拟实验则对其可能产生的污染负荷给出定量的分析,尽管不完全代表实际情况,但对城市水系污染的严重性或潜在的威胁则是肯定的。而这部分污染,原本只要引起重视并采取相应的对策就可以较“容易地”实现控制,而不需要大量的投资和复杂的技术。如不加以控制,则耗资巨大的排水管系、污水处理厂、河湖整治等基础设施建设甚至高新的水处理技术也难以发挥预期的效益和彻底控制城市水体的污染。

3.3 据北京市政部门统计,2000年从城区雨水口清除垃圾2.38万 m³,2001年约达到2.46万 m³,随着城区的扩大,雨水口的数目还会大量增加,而且随着许多城市合流制管系向分流制的改造,这部分污染物直接入河湖的可能性也更大。早期,往罗马下水道内倾倒垃圾的行为就要受到法律的严厉制裁,但我国城市至今几乎都无相关法律对这类随意往雨水口清扫垃圾、倾倒污水污物的行为进行约束。这种状况必须改变。

3.4 本文提出的问题还说明,在城市水污染控制、环境保护和建设中,对市民的宣传教育、环保意识和习惯的培养、社区市民及NCO志愿者的积极参与、法规与管理机构的职能到位等“软件”条件建设和基础设施建设及新的工程技术应用具有同样的重要性,需要城市管理者 and 专家们给与同等的重视,也需要每一个市民从我作起,从小事作起。

参考文献

[1] 车伍,刘燕,李俊奇.国内外城市雨水水质及污染控制[J].给水排水,2003,29(10):38-42.

[2] Che Wu, Liu Yan, and Li Junqi. Flush Model of Runoff on Urban Non-Point Source Pollutants and Analysis. Water and Environmental Management Series, Water in China[M]. Edited by P. A. Wilderer, J. Zhu and N. Schwarzenbeck. IWA Publishing, 2003. 143-150.

[3] 车伍,刘燕,李俊奇.北京城区面源污染特征及其控制对策[J].北京建筑工程学院学报,2002,18(4):5-9.

[4] 车伍,欧岚,等.北京城区雨水径流水质及其主要影响因素[J].环境污染治理技术与装备,2003,3(1):33-37.

作者简介:车伍(1955-),男,山东人,副教授,工学硕士,北京建筑工程学院城建系环境工程学科带头人,从事污水处理、排水工程、水污染控制与水资源利用等教学与研究,负责或参加部市级科研项目多项并获奖,在核心期刊及国际会议发表论文30余篇,译著1部。

