

北京城区道路雨水径流污染指标相关性分析^{*}

张亚东 车伍 刘燕 李俊奇

(北京建筑工程学院,北京 100044)

摘要:对北京城区路面雨水径流水质进行分析,了解主要污染指标之间存在的相关性,为道路雨水径流水质的检测、定量分析及制定有效的控制措施等提供依据。结果表明,COD 和 SS 有很好的相关性,COD 与 TOC 及与氨氮、TN、TP 都具有一定相关性。

关键词:道路雨水;径流水质;污染指标

中图分类号:X522

文献标识码:A

文章编号:1002 - 1264(2003)06 - 0182 - 03

Interrelation of Pollutants in Road Runoff of Beijing Urban Area

ZHANG Ya-dong, CHE Wu, LIU Yan, LI Jun-qi

(Beijing Architecture Engineering College, Beijing 100044, China)

Abstract: In order to get relations among the main pollutants in the road runoff, the quality of road runoff from Beijing urban area is studied. It is helpful to test effectively, to analysis quantitatively and to make effective control measures. The results indicate that COD is well related with SS and it also has some relation with TOC, ammonia-nitrogen, TN and TP in certain cases.

Key words: road runoff; quality; pollutant

北京作为水资源十分匮乏、水生态环境脆弱的都市,控制雨水径流污染及实施雨水资源化对城市的可持续发展具有重要意义。本文以北京城区 3 种典型路面的雨水径流为研究对象,分析一些主要污染指标之间的关系,为道路雨水径流水质的检测、定量分析及制定有效的控制措施等提供依据。

1 测定方法

所测主要污染指标为 COD、SS、TOC、氨氮等,测定方法分别为重铬酸钾法、重量红外法(155B - TOC 测定仪)、仪器法(HANNA - HI93700),其它指

标委托北京市环保监测站进行测试。

其中 COD 为每场降雨形成径流后固定时间间隔所采集的雨水的测定值,TOC 和氨氮为上述雨水上清液的测定值;其他指标如酚、表面活性剂、铅、锌、石油类,均为初期混合雨水的测定值。

2 结果与分析

2.1 路面雨水污染状况及指标

对四场雨的初期雨水(即降雨形成径流开始时的雨水)除测定 COD、SS、外,还对雨水中的挥发酚、表面活性剂、石油类及铅、锌等指标进行了测试,结果见表 1。

表 1 道路初期雨水部分污染指标

								mg/L
时间	地点	COD	SS	酚	CAS	Pb	Zn	石油
2001.7.23 初期	外路	-	0.0032	0.36	0.12	-	24.4 [*]	
	立交	-	-	<0.002	0.63 [*]	<0.05	-	7.2 [*]
2001.8.23 初期	外路	970.1 [*]	1299.5	0.043 [*]	0.43	<0.05	0.843	15.2 [*]
	立交	924.0 [*]	1145.0	0.034 [*]	1.58 [*]	0.05	1.370	93.6 [*]
2001.10.8 初期	外路	332.0 [*]	826.5	0.031 [*]	2.44 [*]	<0.05	0.824	76.4 [*]
	立交	1355.1 [*]	1994.0	0.007 [*]	5.45 [*]	0.10	1.44	12.0 [*]
2001.10.27 初期	外路	1338.9 [*]	3070.0	0.011 [*]	4.13 [*]	0.24	1.700	5.8 [*]
	立交	812.8 [*]	587.0	0.006 [*]	2.45 [*]	0.06	0.322	3.6 [*]
地下水回灌水质标准 ^[3]		30	-	0.002 ~ 0.005	0.5	0.05 ~ 0.1	5 ~ 15	0.3

注:标^{*}者表示超过参考文献[1]给出的标准

所测定的路面初期雨水的 COD 值普遍较高,如 10 月 8 日校内路面雨水高达 3000 mg/L。由于校内路面雨水除冲刷路面污染物外,还有相当一

部分来自校内建筑屋面汇集的雨水,因此受沥青油毡屋面雨水水质影响较大^[2],且 10 月 8 日的降雨与前次降雨间隔时间较长,积累的污染物较多,

^{*} * 基金项目: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 - 01 - 10; 修改稿日期:2003 - 11 - 24

因此 COD 值较高^[3]。一般降雨初期径流的 COD 在 1000~1 500 mg/L 左右,SS 在 1000~2000 mg/L 左右,石油类及表面活性剂污染也较严重。

由表可知,大部分水样的挥发酚超标,几乎所有水样中表面活性剂和石油都超标(这 3 种有机物一般占 TOC 值的 10%以下),两种金属的含量较低,基本满足地下水回灌水质标准。

2.2 路面雨水主要污染指标的相关性

2.2.1 COD/SS 的相关性

COD 和 SS 是城区路面雨水中的主要污染物,为重点检测和控制对象。为了确定北京城区路面雨水中这两者之间的关系,以 10 月 8 日和 10 月 27 日的雨水为例进行分析。

图 1 和图 2 表明,一般情况下,COD 和 SS 值存在明显的线性相关性。其中内路和外路的线性相关性较好,但 10 月 8 日立交桥雨水两者的相关性较差,原因是立交桥雨水的取样时间在形成径流后 20 min,即所取的水样未包括初期 SS 浓度较高的雨水,且立交桥上的交通量较大,污染的影响因素比较复杂,COD 及 SS 值随着降雨的波动较大,但各点仍有相同趋势。

由图可知,SS/COD 比值即线性关系的斜率 $K_{立交} > K_{外路} > K_{内路}$,即 SS 在立交桥路面雨水中所占比例较多,校外道路雨水中居中而内路中最少。分析原因主要是立交桥和上路雨水中的 SS 浓度较大,且无机成分相对较多;而校内路面雨水中 SS 浓度较小,其中的有机成分较多,并受屋面雨水水质影响。屋面初期雨水中的 COD 浓度平均可达 1 500~2 000 mg/L^[2]。

研究中发现,有些点与趋势线偏差较大,这些

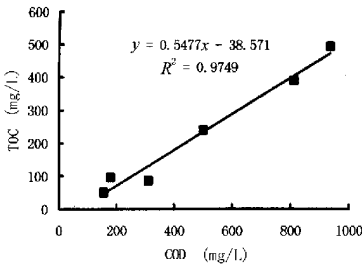


图 3 COD 和 TOC 的关系图(内路)

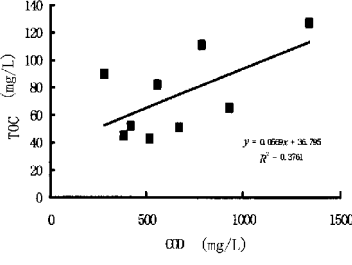


图 4 COD 和 TOC 的关系图(立交)

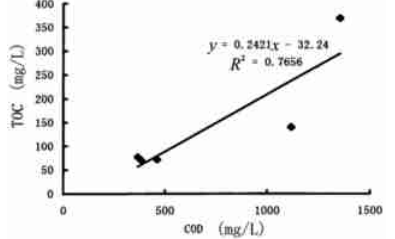


图 5 COD 和 TOC 的关系图(外路)

图 6 给出雨水径流中 COD 和氨氮的关系。可见,氨氮的含量虽然较低,所测定值均低于 100 mg/L,只占污染总量的极少部分,但与 COD 也有较好的相关性。

2.2.3 SS 与 TN、TP 相关性

本课题组在后续研究中又对 2002 年的 5 场降雨中 SS 与 TN、TP 的关系进行了分析^[4],结果见

点一般是在降雨初期和降雨结束之前,或者在降雨强度突然发生变化时,这与雨水对污染物的冲刷和稀释两种作用的综合影响有关。

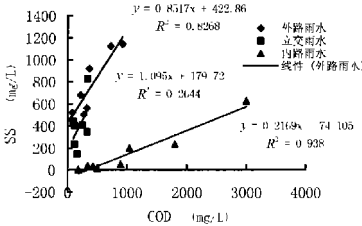


图 1 COD 和 SS 的关系图(10.8)

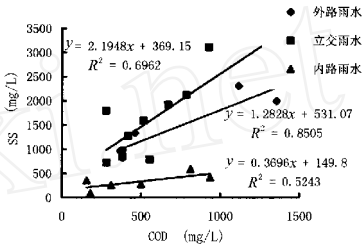


图 2 COD 和 SS 的关系图(10.27)

2.2.2 COD/TOC 和 COD/氨氮的相关性

污水中的 COD 在数值上大于 TOC,路面雨水中这两个指标之间的关系尚无文献报道。由于 TOC 的测定方法相对简单省时,如果能确定 COD 和 TOC 之间的关系,则可简化道路雨水有机污染物的测定。以 10 月 27 日的雨水为例分析了 COD、TOC 和氨氮的相关性。

图 3 至图 5 分别为 3 个不同地点雨水中 COD 和 TOC 之间的关系。可见,在一定条件下 COD 与 TOC 存在一定的线性相关性。当溶解性有机物含量较高时相关性较好,如图 3 中校内道路雨水的情况,TOC 占 COD 的一半左右;而在非溶解性有机物含量较高和交通情况比较复杂、影响因素较多时,相关性较差(如图 4、图 5 中立交桥及外路雨水的情况)。

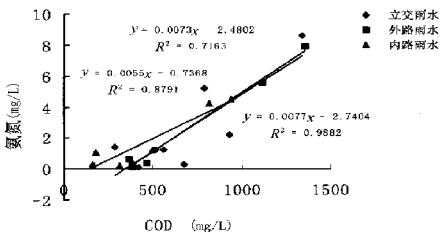


图 6 COD 与氨氮关系(10.27)

图7、图8。从图7、图8可看出在不同场降雨中, SS与TN、TP也均呈较好的线性相关性。

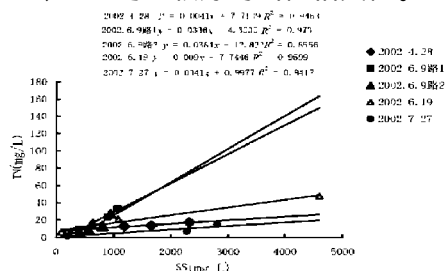


图7 道路径流 SS 和 TN 关系图

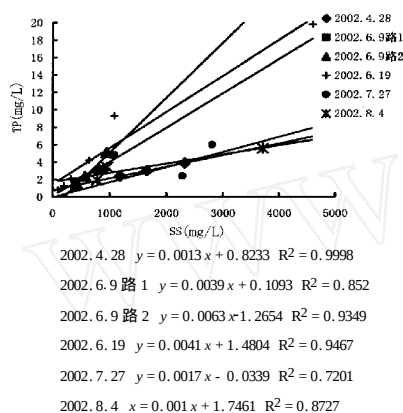


图8 道路径流 SS 和 TP 关系图

3 结论

3.1 城市道路雨水径流以 COD 和 SS 污染为主, COD 和 SS 一般有很好的线性关系;不同路面情况下的 SS/ COD 的比值有所不同,通过该比值可以了解污染物的主要类型,采取有效的控制措施。如城区主要道路雨水径流的 SS 约为 COD 的 1~2 倍,通过路面环境卫生管理和清扫、对雨水径流的截污、沉淀和过滤,可有效地控制污染物总量;而对受屋面雨水径流或其它因素影响,含较多溶解性有机物的院内或生活区道路雨水,则需要考虑源头控制措施或补充化学和生物净化方法。

3.2 TOC 与 COD 有一定的线性相关性,取决于路

面条件。溶解性有机物含量较高时相关性较好。

3.3 路面雨水中氨氮浓度虽然较低,与 COD 有较好的线性相关性。TN、TP 与 SS 也有很好的相关性。因北京城区河湖水系环境容量较小,极易发生富营养化,近年来,综合整治后的许多河湖段在夏季都爆发严重“水华”现象,因此,雨水径流的氮磷是不可忽视的污染因素。控制径流携带的 SS 量可有效地削减带入水体的氮磷负荷。

3.4 路面雨水金属离子污染较小。但其它一些有机物指标如石油类、挥发酚及表面活性剂含量较高,对地下水构成威胁。表面活性剂超标的原因有待进一步研究。

3.5 路面雨水径流中的污染物浓度变化情况与城区屋面雨水的基本相似,均受降雨强度、雨量、降雨历时等的影响,并受路面其它一些随机因素的影响^[2]。这些因素对路面雨水径流中主要污染物之间的相关性也产生影响。

3.6 同一场降雨路面径流中, COD/ SS, TN/ SS, TP/ SS 之间存在较好的线性关系,并且相关的两种污染物变化系数都在一定范围内波动。天然雨水,屋面径流中的污染物也都存在这种相关性,只是相关系数变化不同。

参考文献

- [1] 张中祥,钱易. 城市可持续发展与水污染防治对策[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1998. 362 - 363
- [2] 车伍,汪慧贞,任超,等. 北京城区屋面雨水污染及利用研究[J]. 中国给水排水,2001,17(6):57 - 61.
- [3] 车伍,欧岚,汪慧贞,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,2002,3(1):33 - 37.
- [4] Che Wu Liu Yan and Li Junqi. Evaluation and Control of Pollutant Input from Urban Runoff in Beijing[C]. In Proceedings of 3rd South Pacific Stormwater Conference, 14 - 16 May, Auckland, New Zealand. 2003.

作者简介:张亚东(1974 -),女,河北省人,讲师,硕士,研究方向为环境化学,发表论文3篇。