

文章编号:1004-6011(2002)04-0005-05

北京城区面源污染特征及其控制对策^{*}

车 武 刘 燕 李俊奇

(城建系,北京 100044)

摘 要:北京城区面源污染严重并有加重趋势,掌握其污染的特征和规律是实施有效控制的前提。城区面源污染控制对策主要有源头控制、输送途中或终端控制、集约式控制,包括各种技术性和非技术性措施。源头控制具有举足轻重的作用。北京应加大城市面源污染控制研究的力度。

关键词:城区面源污染;特征;控制

中图分类号:X52

文献标识码:A

0 问题的提出

近年来,中国水污染控制的力度在不断加大,但水污染恶化趋势还没有得到根本的遏制。到目前为止,重点是对点源污染的控制。在“三河、三湖”的治理过程中,面源污染已引起越来越多的重视。滇池、太湖、巢湖等流域的污染治理经验表明,不控制面源污染不可能从根本上解决水体的污染问题。

面源污染可以分为“城”(城市面源)“乡”(农业面源)两大类。由于这两类面源污染具有不同的特征和规律,对湖泊等水体都可能产生不同比例的污染贡献。我国面源污染强度较大,随着城市化进程,城区面源污染程度有加重的趋势。加上点源污染控制程度的不断提高,城区面源对水体污染的贡献份额还会升高。

因此,掌握它们的特点和规律是进行有效控制的前提。本文对北京城区面源污染的主要特征进行归纳并讨论城市面源的一些主要问题。

1 城区面源污染的特性

城区面源污染的突出特征是:污染源时空分布的离散性和不均一性、污染途径的随机性和多样性、

污染成分的复杂和多变性、污染源和污染成分监控、定量计算的困难性、控制策略的系统性。对我国面源污染危害和控制的长期性、艰巨性必须有足够的认识。

1.1 汇水面性质

城市汇水面则以建筑与道路(包括停车场、广场等)不透水面为主,也包括公园、绿地等相当比例的透水地面。由于中国处于较快的城市化过程,城市的总汇水面积会有很大的变化,如北京近十年来保持年均大约两位数的比例增加。深圳、上海、苏州等许多城市都是汇水面发生巨大变化的典型例子。除了总面积的变化之外,汇水面的性质和比例也会有很大的不同。如建筑屋面的材料和形式使得汇水面性质完全不同。

1.2 水文特性

面源污染最终主要以雨水径流的形式产生。由于汇水面的性质不同,导致不同的水文特性。一般,农业面源的汇水面径流系数较小,形成径流的时间较长,地下的入渗量较大,对污染物的冲刷可能较弱也可能较强,取决于地形、地貌、植被的覆盖程度和污染物分布状况。径流形式主要表现为地表漫流、沟渠和河道径流。径流量的计算比较困难,有许多不同的方法,有代表性的如美国水土保持局提出的

^{*} 收稿日期:2002-09-25

作者简介:车武(1955年-),男,工学硕士,副教授,城建系。

SCS 法^[1]。城市面源的径流系数较大,建筑屋面与道路的可达 0.9,城市中心区一般取 0.60—0.85,一般规划区取 0.45—0.60。形成径流的时间短,地下入渗量小,对污染物的冲刷强烈。径流量的计算多采用经典的合理公式。径流形式以短时的地表径流和较长时间的管内流为主(少量的明渠和河道)。由于城市发展,不透水面积的增加,还会导致雨水径流量的峰值加大,达到峰值的时间缩短,以及合流制管系溢流量的变化等。

1.3 污染源与污染成分

城市面污染源主要包括汽车产生的污染物、屋面建筑材料、建筑工地、路面垃圾和其它分散的工业和城市生活污染源,大气的干湿沉降等。其成分复杂,主要有:有机物、SS、石油类、重金属和 N、P 等。

表 1 给出北京城区道路初期雨水径流中一些主要污染指标。由于影响因素复杂,随机性较大^[2],各种污染物浓度会有较大幅度的波动,且随降雨历时的延长,径流中的污染物浓度会明显下降。

表 1 城区路面初期雨水径流水质一览 单位:mg/l

日期	COD	SS	TN	TP	Pb	Mn	Zn	Cd	氰	LAS	石油类	酚
2001.5.09	1365	1533	7.9	1.9	0.18	0.38	/	/	0.07	6.99	66.8	0.13
2001.6.13	2480	4866	/	/	0.60	0.02	3.10	2.35	/	/	/	/
2001.8.23	970	1300	/	/	0.12	/	/	/	/	0.36	24.4	0.032
2001.10.8	924	1145	16.5	/	0.05	/	1.37	/	/	1.58	93.6	0.034
2001.10.8	332	826	/	/	<0.05	/	0.82	/	/	2.44	76.4	0.031

目前国内采用较多的沥青油毡屋面也是一种重要的污染源^[3],污染成份复杂,污染物浓度受降雨条件、气候条件、材料性质等多种因素影响,也有较

大的随机性和变化幅度。表 2 为一次中度污染程度的初期径流污染物指标。

表 2 沥青油毡屋面部分污染物指标

指标	COD	酚	合成洗涤剂	石油类	氰	TP	TN	硫酸盐	Pb	Zn	Fe	Mn	六种苯
浓度 (mg/l)	457	0.1	4.4	16	0.038	0.43	12.2	74.6	0.01	1.36	0.44	0.06	均 <0.01

我国城市另一大面污染源是城区雨水口的垃圾与污水。雨水口垃圾充塞,污水横流现象普遍。以首都北京为例,对主要交通大道、商业街、旅游地段、老城居住区、新建小区等进行抽样调查,结果汇于表

3。雨水口的污染可分为三种: 人为扫入、丢入的各种生活垃圾(占 55%); 人为倾倒的污水(36%); 腐烂变质的沉积物。

表 3 雨水口调查结果

垃圾所占体积百分比 %	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
垃圾种类	人为扫入或丢入的纸屑、烟头等道路及生活固体垃圾;人为倾倒的污水;腐烂变质的沉积物							

图 1 表示雨水口内的垃圾所占的体积比例。垃圾比例 $\geq 40 \sim 50\%$ 的约占总数的 21%,垃圾比例 $\geq 20 \sim 30\%$ 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。

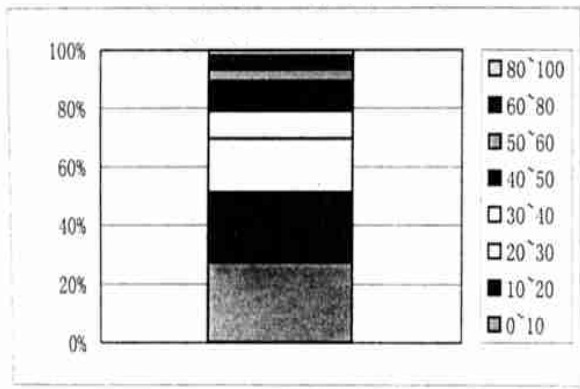


图 1 雨水口垃圾体积比例

雨水口内的大量垃圾和污水除了造成管道阻塞、市区水涝外,对水体也构成很大污染。在合流制

管系中会增加溢流污染物负荷,而分流制管系则会直接进入水体。北京市区河道花巨资整治清理后不久,河床中仍然沉积大量污染物,2001 年 8 月也出现蓝藻大量繁殖,富营养化现象严重,不得不开闸换水。

据市政部门统计,2000 年北京雨水口内清理垃圾 2.38 万 m^3 ,2001 年约达到 2.46 万 m^3 。古代,往罗马下水道内倾倒垃圾的行为就要受到法律的制裁,而进入 21 世纪的首都北京,清洁工可以随意往雨水口内清扫垃圾,市民可以任意倾倒污水和垃圾。北京的情况有一定的代表性,这种状况必须改变。

用雨水口内的垃圾在实验室内模拟降雨冲洗条件,分析可能产生的污染,结果见图 2 所示。直接淋洗模拟强度不大的降雨,垃圾不被冲走;加水淹没浸泡模拟垃圾堵塞在雨水口或管道内;淋洗加搅动则模拟强度较大的暴雨,可以将垃圾冲起带走。可见在不同条件下产生的污染是不同的。一旦垃圾被雨水冲走,随水流翻滚,将会产生大量的污染。

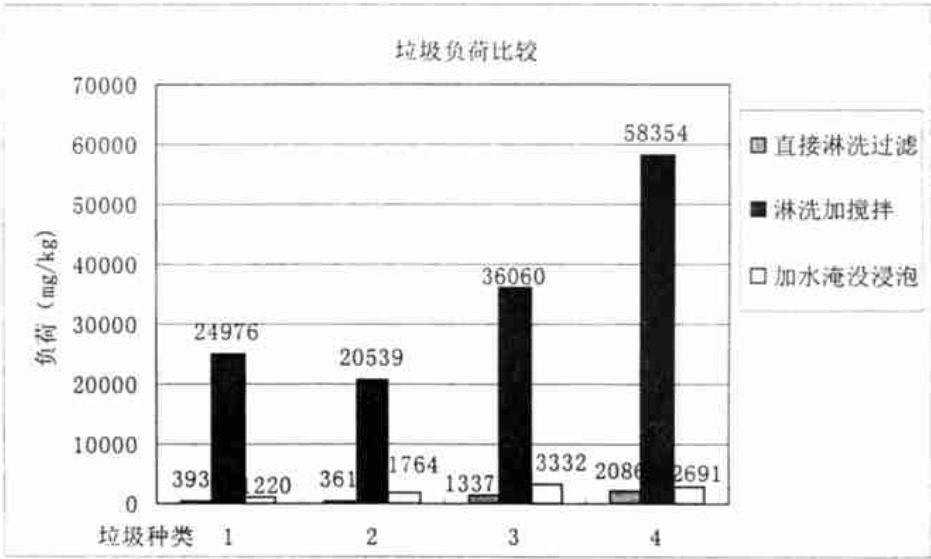


图 2 雨水口垃圾淋洗试验 COD 负荷比较

2 城区面源污染控制对策

2.1 源头控制

源头污染控制是城区面源污染最有效、也是最经济的核心控制措施。

城区面源的源头控制有:控制空气污染,改善空气质量;改造污染严重的屋面材料,采用绿色屋顶,禁止使用污染材料做屋顶防水;加强管理,保持城区路面的清洁,减少垃圾散落;禁止向雨水口倾倒污物;采用雨水口截污装置;严禁管道的混接与乱接;减少城区的裸露地面和水土流失;尽可能采用透水性地面和利用各种雨水渗透或收集利用设施,削减雨水径流量;严格控制建筑工地的扬尘和沙土流失。

法规、管理和宣传教育等非技术措施在城乡源头控制上有极为重要的作用,直接关系到源控制的成效。例如,通过研究和计算,初步确定北京城区油毡屋面每场降雨平均污染物负荷约为 $2000\text{mgCOD}/\text{m}^2$, 道路污染负荷为 $2000-3000\text{mgCOD}/\text{m}^2$ 和 $2000-7000\text{mgSS}/\text{m}^2$ 。由此可进一步估算每年污染物总量。因此,只要制定并执行相应的屋面材料使用与更换法规,制定严格的道路清洁管理条例,并通过管理和监督,就可能控制这部分污染物总量。

2.2 转输途中和终端控制

城区面源途中和终端控制往往受城市建筑、占地等条件的限制,实施改造难度较大,代价也很高。因此,除尽可能实施源头控制外,应力争在规划和基础设施建设时加以妥善解决。这就要求研究必须超前和到位。欧美一些发达国家在回头治理城市面源污染时付出了巨大代价,一些城市至今仍受其困扰。这种经验实在应该汲取。主要的技术措施有:路边的植被浅沟、植被截污带、建筑工地雨水沉淀池、合流制管系溢流污水的沉淀净化,分流制管系上的各类雨水池,氧化塘与湿地系统等。

控制污染较重的初期雨水径流可有效地控制城市面源污染负荷。北京城区研究结果是,控制屋面 $2-3\text{mm}$ 和路面 10mm 左右的初期径流可大幅度减少污染物输送量。这与国外的一些研究结果吻合。

2.3 集约式控制策略

面源污染的特征决定,需要有全方位的集约式控制策略才能达到有效的控制目的。一些国家已建立一套系统的控制策略。有代表性的如:美国对城市雨水径流的“最佳管理模式”(BMP—Best Management Practice),新西兰奥克兰地区对雨水径流实施的“低影响控制”(low impact),以及德国人称之为“集中式和分散式”(central/decentral)控制措施。它们的核心内容包括以上提到的各种技术和非技术性措施。

因此,我国的城乡面源污染控制也需要分别建立一套符合国情,行之有效的集约式控制策略。

3 几点建议

3.1 加强面源污染控制研究

到“九五”为止,我国环境污染控制重点放在点源控制上。滇池、太湖、巢湖污染治理对农业面源也做了深入研究,但总体上面源污染控制的研究比较落后,尤其对城市面源污染的研究还很薄弱。考虑城市发展速度很快,面源污染严重,积累的问题多,因此,“十五”期间除了加大农业面源污染控制研究力度,对城市面源污染控制也应给予足够的重视和投入。可谓流域面源污染治理的两条腿走路。

3.2 污染源的界定及其污染通量的确定

我国城区面源污染情况与许多发达国家有很大区别。目前最大的问题是,城区面源污染对相应的流域究竟有多大贡献,需要采取什么样的有效控制措施。因此,首先要明确界定面源污染的“源”及其“通量”,做到有的放矢。这是面源污染治理的一项基础工作和前提。

3.3 技术措施与非技术措施并举

与点源污染不同,面源污染治理更多地依赖民众的直接参与。要特别重视法规、政策、管理和教育等非技术性措施的建设。重视技术措施与非技术措施的协调与互补。这方面美国有很好的经验。如八十年代初大规模地对城市雨水径流污染状况和控制技术进行重点研究,提供了必要的基础资料和技术支持。于八十年代后期修订了水污染防治法,将全

国污染排放许可系统 (NPDES—National Pollution Discharge Elimination System) 从点源污染扩大到一些非点源污染,使 EPA 能依法参与包括对城市雨水径流在内的一些管理。经过十年的实践和总结,1999 年再一次修订 NPDES,将目标扩大到所有的城市雨水系统和所有大于 1 英亩的建筑工地,并将于 2003 年 3 月全面实施。还建立多项与该法令配套的技术和非技术体系,如第二代 BMP 等。可见,他们也经历了一个认识不断提高,相关法规、技术与

非技术措施相辅相成、循序渐进的过程。

参考文献:

- [1] McCuen R H. A guide to hydrologic analysis using SCS methods [M]. New Jersey: Prentice - Hall Inc, 1982
- [2] 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, 2001
- [3] 车武, 刘红, 汪慧贞等. 北京市屋面雨水污染及利用研究[J]. 中国给水排水, 2001, 17(6): 57 - 61

Characteristics of Urban Non - Point Pollution and Control Strategies in Beijing

Che wu Liu yan Li junqi

(Dept. of Urban Construction Engineering, Beijing, 100044)

Abstract : The non - point pollution in urban area is serious and tends to be worse. Understanding about its characteristics and regularities is a basis for effective control. Control strategies are source control, control on the way, end control and integrated controls etc., including structural and non - structural measures. The source control is the most effective and significant. Research on urban non - point control should be strengthened in Beijing.

Key words : urban non - point pollution; characteristic; control strategies