

Research on Water Pollution by Surface Runoff Rainwater on Each Cushion Surface

Wenhui Wu

Tianjin Urban Construction Design Institute Co., Ltd., Tianjin, 300122, China

Abstract

The pollutants carried by the initial runoff rainwater are basically concentrated in the initial few millimeters of rainfall, and the pollution load is much higher than that in the middle and late rainwater, and even beyond the pollution degree of ordinary urban sewage. The total amount of pollutants SS, COD, BOD₅ and TN in the central city of Tianjin, China due to rainwater runoff is up to 7632.58t, 3343.84t, 763.447t, 130.322t every year. For the whole central city of Tianjin, pollutant SS mainly from road square, roof, COD mainly from roads and lawns, BOD₅ mainly from road square; the order of pollutant load severity is road square> roofing> bare soil> lawn.

Keywords

initial rainwater; runoff pollution; lower cushion surface

各下垫面地表径流雨水对水体污染情况研究初探

武文会

天津城建设计院有限公司, 中国·天津 300122

摘 要

初期径流雨水中所携带的污染物基本都集中在初期几毫米的降雨中, 其污染负荷要远高于中后期的雨水, 甚至超出普通城市污水的污染程度。天津中心城区每年由于雨水径流进入河道的污染物总量SS、COD、BOD₅、TN分别高达7632.58吨、3343.84吨、763.447吨、130.322吨。对于整个天津中心城区, 污染物SS主要来自于道路广场及屋面、COD主要来自于道路及草坪, BOD₅主要来源于道路广场; 污染物负荷严重程度顺序为道路广场>屋面>裸土>草坪。

关键词

初期雨水; 径流污染; 下垫面

1 概述

初期径流雨水中所携带的污染物基本都集中在初期几毫米的降雨中, 其污染负荷要远高于中后期的雨水, 甚至超出普通城市污水的污染程度。而城市雨污合流溢流含有未经处理的城市污水及径流雨水, 相对一般的生活污水, 溢流污水溶解性 COD、SS 浓度较高。据初步估算, 城市雨水初期径流污染占水体污染负荷的 10%~20%。因此, 初期径流雨水如果不经处理而通过雨水管直排入河道, 将给受纳水体及其水生动、植物造成严重影响。

2 中国和其他国家对初雨径流研究现状

通过中国和其他国家众多研究表明, 雨水径流污染主要集中在初期雨水中, 一般中后期降雨相对洁净, 而间隔时

间较短的相邻降雨相对洁净, 间隔时间较长的降雨其雨水污染相对较严重。初期雨水污染物浓度高, 污染严重, 部分污染物指标甚至高于生活污水。

研究结果表明, 城市初期雨水污染严重程度排序: 城市道路径流>排污口径流>屋面径流>自然雨水^[1]。道路径流雨水中污染物主要来自废弃物、汽油泄漏、轮胎摩擦、防冻剂等, 主要污染成分包括有机或无机化合物、氮、磷、金属和油类等。管道输送过程中产生的污染主要来自沉泥及混接的生活污水, 其污染物主要为 SS 和有机物类的污染。屋面雨水主要受屋面材质和温度影响, 屋面雨水受人为因素较小, 其雨水径流水质相对较好。绿地径流雨水由于通过土壤、植物的吸附过滤净化作用, 其径流雨水水质较好, 污染物浓度远远低于同场次降雨事件屋面、道路及管道中的污染物浓度。然而, 由于少量的污染物也会随降雨冲刷效应再次进入城市水体, 对水体水质产生一定影响。

【作者简介】武文会(1988-), 女, 中国河北衡水人, 硕士, 工程师, 从事给排水工程研究。

3 中国水体水质概况

根据中华人民共和国国务院发布的《水十条》确定的工作目标,长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河七大重点流域水质优良(达到或优于Ⅲ类)比例,到2020年,总体要达到70%以上;到2030年,要总体达到75%以上。

根据2017年天津环境公报上公布的2017年天津水系水质分布图显示,全国十大重点流域中,海河流域水质最差,2017年Ⅰ~Ⅲ类水体水域仅占总流域的40%,而劣Ⅴ类水体达到35%左右;天津市海河大坝、蓟运河防潮闸等8座闸口处水质为劣Ⅴ类水体,距离目标水体水质标准较远,还有较大的提升空间,这和天津市的水质污染有着密不可分的关系。而天津市初期雨水的径流污染对于海河地表水体的污染也起着一定的作用。

下面总结了一些典型城市水体中污染物浓度^[2],如表1所示。

由表1可知,降雨初期由于雨水中携带的大量污染物,导致初期雨水的污染物浓度可能会高于合流制污水;随着降雨进行,污染物冲刷效应降低,分流制雨水水质逐渐变好,污染物浓度低于合流制污水浓度。与旱季生活污水相比,合流制雨水污染物平均值低于生活污水,但也存在严重污染。如果降雨初期合流制管网发生溢流,将会对受纳水体产生严重污染。

4 天津地区不同下垫面初雨水质负荷

根据径流污染物负荷公式 $L=10^{-2}\alpha\phi pAc$ 计算天津地区年径流污染物排放量^[3]。根据《天津市海绵城市建设技术导则》^[4],天津年平均降雨量 $p=574.9\text{mm/a}$,城市道路路面径流的 $SS=369$ 、 $COD_{Cr}=174$ 、 $BOD_5=85$ 、 $TN=4.4$;屋面径流的 $SS=201$ 、 $COD_{Cr}=56$ 、 $BOD_5=3.8$ 、 $TN=3.9$;草坪径流 $SS=128$ 、 $COD_{Cr}=70$ 、 $BOD_5=7.3$ 、 $TN=2.5$;天然水体 $SS=42$ 、 $COD_{Cr}=49$ 、 $TN=3.65$ 。

注:上述污染物取值均为平均取值,单位 mg/L 。

根据《天津市排水防涝综合规划(2013—2020年)》,天津市中心城区(包括和平区、河西区、南开区、河东区、河北区、红桥区及环城四区(东丽区、津南区、西青区、北辰区)),总占地面积为 432.8km^2 ,其中裸土、林草地、水体、道路、广场、屋顶,面积依次为 67.7km^2 、 150.6km^2 、 28.7km^2 、 60km^2 、 5.7km^2 、 120.1km^2 ;径流系数(上限)依次取0.35、0.2、1、0.95、0.95、0.95;径流系数(下限)依次取0.25、0.1、1、0.85、0.85、0.85。

本工程中,水质指标及径流系数均取平均值,广场水质指标参考道路数值,裸土水质指标参考林草地取值。计算结果如表2所示。

其中, SS 、 COD 、 BOD_5 的单位面积年污染负荷量及污染负荷总量如图1、图2所示。

表1 典型城市水体污染物浓度指标(mg/L)

地区事件		污染物指标	COD (mg/L)	BOD_5 (mg/L)	SS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
北京 ^[2]	分流制初雨水		107~2638		110~1560	1.5~103.2	0.75~26.4
	合流制污水		190		350	26.4	2.36
武汉某场降雨	分流制雨水		96~366		40~417	5~21	1~2
	合流制污水		157~343		66~486	16~25	1.4~3.1
宝鸡	合流制污水		400~1700		150~2000	9~26($\text{NH}_3\text{-N}$)	2.5~4.08
	生活污水		400		220	30~40($\text{NH}_3\text{-N}$)	4~5
天津某合流污水厂进水水质	雨时均值		130~363	54~86	125	23.31	2.1
	旱时均值		551	224	349	60.46	8.46

表2 污染物径流总量计算表

下垫面	污染物指标	SS(t/a)	COD(t/a)	BOD_5 (t/a)	TN(t/a)
道路广场		2424.33	1143.18	558.45	28.91
屋面		2414.01	672.56	45.64	46.84
草坪		1927.68	1054.20	109.94	37.65
裸土		866.56	473.90	37.65	16.93
水体(降雨污染)		120.54	253.53	—	18.86
天津年径流污染物总量		7753.12	3484.47	763.45	140.798

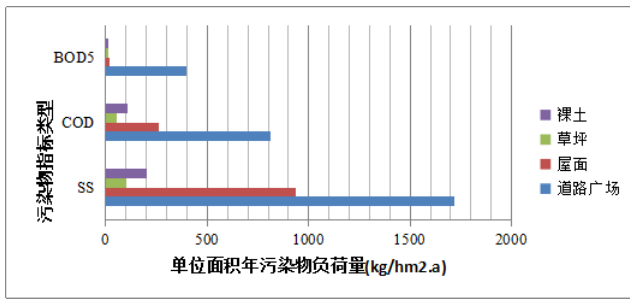


图1 天津不同下垫面单位面积年径流污染负荷图(kg/hm².a)

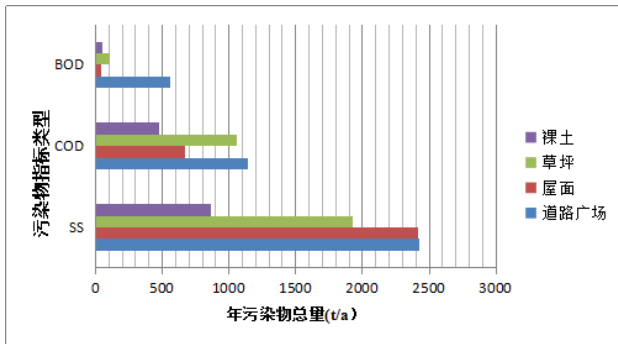


图2 天津不同下垫面污染物总量图 (t/a)

由计算可知,天津中心城区每年由于径流进入河道的污染物总量很高,SS、COD、BOD₅、TN 分别高达7632.58t、3343.84t、763.447t、130.322t。对于整个天津中心城区,污染物SS主要来于道路广场及屋面、COD主要来于道路及草坪,BOD₅主要来源于道路广场。通过年径流污

染负荷量图看出,不同下垫面进入河道的SS、COD、BOD₅的年污染物负荷介于99~1718、54~810、6~396(kg/hm².a),且污染物负荷指标严重程度为道路广场>屋面>裸土>草坪。这些地表径流污染物随雨水排入河道,会对河道造成较严重影响,加重水体污染情况。因此,要尽量减少地块的开发,且进行地块开发时,尽量采取海绵措施从而减少径流污染物排入河道总量。

5 结语

天津中心城区每年由于雨水径流进入河道的污染物总量SS、COD、BOD₅、TN 分别高达7632.58t、3343.84t、763.447t、130.322t。对于整个天津中心城区,污染物SS主要来于道路广场及屋面、COD主要来于道路及草坪,BOD₅主要来源于道路广场。且污染物负荷严重程度顺序为道路广场>屋面>裸土>草坪。因此,进行地块开发时,建议尽量采取海绵措施从而减少径流污染物排入河道总量。

参考文献

- [1] 李倩倩,李铁龙,刘大喜,等.天津市不同土地利用类型雨水径流污染特征[J].环境污染与防治,2011,33(7):22-26.
- [2] 刘翠云,车伍,董朝阳.分流制雨水与合流制溢流水质的比较[J].给水排水,2007,33(4):51-55.
- [3] DB/T 29—236—2016 天津市雨水径流计算标准[S].
- [4] 天津市城乡建设委员会.天津市海绵城市建设技术导则[Z].2016.