

# 城市降雨径流污染的特征分析

吴文政

河北省沧州水文勘测研究中心

DOI:10.12238/hwr.v5i4.3788

**[摘要]** 随着沧州市进程的不断加快,最初可渗透的土壤层被混凝土、沥青和房屋覆盖。沧州市的发展转变了原有城市水文周期,降低了雨水径流渗透率,引起径流峰值和总流量的增长。并且,城市雨污分流使大量地表污染物进入城市水体,有几率导致城市洪水等灾害,城市水生环境和生态发生和恶化,严重影响和限制了我国城市社会经济的可持续发展。城市降雨污染已成为水污染的主要来源之一。

**[关键词]** 城市降雨; 径流; 污染

**中图分类号:** TV741 **文献标识码:** A

## Analysis of Urban Rainfall Runoff Pollution

Wenzheng Wu

Cangzhou Hydrological Survey and Research Center, Hebei Province

**[Abstract]** With the accelerating process of Cangzhou City, the initial permeable soil layer was covered by concrete, asphalt and houses. The development of Cangzhou City has changed the original urban hydrological cycle, reduced the rainwater runoff permeability, and caused the growth of the peak runoff and the total flow. In addition, the diversion of urban rain and pollution brings a large number of surface pollutants into the urban water body, which is likely to lead to urban floods and other disasters, and the occurrence and deterioration of the urban aquatic environment and ecology seriously affects and restricts the sustainable development of China's urban society and economy. And urban rainfall pollution has become one of the main sources of water pollution.

**[Key words]** urban rainfall; runoff; pollution

### 前言

随着我国城市化水平的发展进程加快,可渗透地面的面积比例越来越小,由暴雨径流产生的突发性的、冲击性强的城市面源污染已成为接纳水体水环境污染的主要来源之一。城市暴雨径流中包含大量的污染物,使得其初期径流产生的污染负荷远高于城市生活污水。因此,由面源引起的水环境污染已成为当前城市水环境综合治理中亟待解决的主要问题之一。

#### 1 城市降雨径流污染的形成过程

城市的雨水径流污染是因为降雨将大气沉积物冲刷,径流共同排入城市水体,造成城市水体环境质量下降。它主要分为输入(污染物积累)、转化(污染物的径流)和产出(污染物的流动),如图1.1所示。

1.1 污染物的积聚过程。大气污染、土地利用、交通、人口密度等因素与城

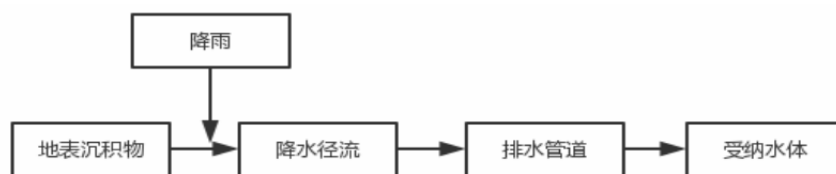


图 1.1 城市降雨径流污染过程

市地表污染物积聚密切相关。径流中污染物的种类和浓度由这些因素不同程度地决定。除悬浮固体外,大气污染物还包含许多其他有害物质。土地利用的方法和分布在地表污染物的沉积中起着重要作用。城市道路上的污染物积聚收到交通因素和车辆类型等受影响,许多重金属或有毒物质(例如金属铅)来自汽车排放的尾气、其他零件以及轮胎和地表磨损。另外,积聚的污染物与工业覆盖程度有关,在工业生产过程中产生的粉尘和气体污染物会下沉到城市地表、屋顶和道路。

1.2 污染物的冲刷过程。污染冲刷过程不仅与污染物的性质有关,还与其在地表的渗透性有关。如水溶物和不水溶物在洗涤过程中的差异,不同类型土壤的渗透能力,这些因素直接影响雨水径流的渗透,从而减少了径流的污染物。雨水润湿了地表的碎屑和可溶性污染物。雨水对地表污染物的影响加速了污染物的溶解。土地浸湿后开始形成径流,坑洼处填满了土,雨能使积聚在地面的各种可溶性污染物完全溶解。当地表径流逐渐增加时,可溶污染物一起进入排水管。仅当地表径流速度

足够高时会带动并冲刷掉诸如颗粒物之类的不溶性污染物。此外,不同大小的粒子的移动方式不同,小颗粒形成悬移质,而大颗粒沿地面移动,形成推移质。随着雨水的流动,污染物最终通过排水管排入城市水体。在具有良好的水渗透性的地表上,一些可溶性和不可溶性污染物因雨水渗入而吸附到土壤表面,少数污染物通过渗漏进入地下水,污染了地下水体。当强降雨时,雨水没有发生渗入便开始流动而形成地表径流,并携带各种可溶或不可溶的污染物,最终会流入城市水体中。

## 2 降雨径流污染的危害

2.1造成水体富营养化,使水质恶化。城市径流含有许多营养素,主要是氮和磷。氮主要来自化肥的使用、材料分解、机动车排放物、动物排泄物以及潮湿的大气沉积物。建筑工地是磷污染的主要来源,城市径流中的这些物质与地表径流一起汇入地表水和地下水,这会导致水体中水质的恶化,例如导致水体富营养化。另一方面,这会破坏水中溶解氧的平衡,造成大量鱼类死亡,水体有黑臭味道,底质释放有毒物质,不可避免地导致生物多样性急剧下降。研究发现,如果湖泊或水体中的无机氮含量超过0.3mg/L、有机磷含量大于0.9mg/L、无机磷含量大于0.01mg/L,将导致水体富营养化。更严重的是,水体的富营养化将导致其逐渐退化,并逐渐变成沼泽,最终变成平坦的土地。尽管这种衍变是一个漫长的过程,但其危害却不容忽视。当前,在国内外存在着富营养化程度不同的河流、湖泊和水体。当然,投入其中的财力物力以及破坏损失也不容忽视。

2.2饮用水水源的污染,影响人类健康。美国环境保护署的一项调查结果发现,美国农村地区1%的公共井和53%的家庭井中含有NO<sub>3</sub>-N,而2%的饮用水井中NO<sub>3</sub>-N含量超过安全水标准。除了氮和磷等营养物质破坏水源外,城市雨水径流中的细菌含量也会导致其超过社会用水的卫生标准。这些病原体、病毒和其他微生物主要来自城市中的污水、动物和野生动植物的溢流,这些溢流被排放到受纳水体中,当人们与此类水体接触

时,极易患病。通常,这些物质在地表径流中的含量远低于标准浓度,但径流中携带的大肠杆菌数量是浮水标准的20-40倍,2014年全美国关闭了2000多个水体中细菌含量过多的海滩。

## 3 城镇雨水径流污染的控制与管理对策

3.1初期径流的处理。以沧州市为例,监测表明,市区道路径流中污染物的浓度在降雨初期非常高,其中,SS值高达977mg/L; COD<sub>Cr</sub>最大值为728.41; NH<sub>3</sub>-N的最大值为21.62mg/L。最高TP值为3.68mg/L; TN的最大值达到28.84mg/L,这些浓度大大超过了地表水水质的环境标准,直接将其排放到水体中会严重污染水生环境,因此有必要将初始径流进行处理。将初始径流排入城市污水处理厂进行集中处理,可以大大减少雨水径流的污染物负荷。最初的废水处理措施主要包括优先流法排污池、小管排水池、旋流除尘器、自动挡板除污器等。

3.2加强城市规划与管理。减少径流的最基本方法是减少城市的不透水的表面积并控制径流率。减少城市地区的不透水地表一方面可以起到渗透雨水的作用,另一方面,由于更多的雨水渗入地下,因此还可以完成补充地下水的任务。嵌草砖、无砂混凝土砖、多孔沥青地表、绿地等都是典型的可渗透土壤,可以有效控制地表径流比。

(1)嵌草砖是具有各种形状的细孔的混凝土砌块,开孔率在20%至30%之间,透水性非常好,可用于人行道、居民点和花园道路的铺设,有利于雨水的渗入,此外种植的草叶根茎可以会延缓径流,延长径流时间,并吸收和降解某些污染物。(2)使用无砂混凝土砖或碎石作为铺路材料,对道路径流中的悬浮物和粉尘污染的过滤效果更好,并在雨水回收利用方面得到广泛应用。(3)多孔沥青路面渗透性高,既可以减缓径流速度,又可以渗透径流,还可以吸收一定的污染物质。法国Pagotto等研究了路面类型对路面污染物径流的影响,发现多孔沥青路面径流中的污染物浓度明显低于普通沥青路面。还有许多类型的多孔路面通常

应用于城市街道和人行道。(4)绿化带不仅会降低降雨的冲击效果,而且还会沉淀、吸收以及拦截径流中的污染物,随之影响雨水的渗透。因此,在安排城市绿化时,草坪的高度应比周围的地面尽可能低,同时可以对现有的草坪进行修改,使绿化区域的高度比周围的区域低约0.1m,从而可以将降雨引流到绿化到。当然,也可以将屋顶和路面的径流通过环境设计引入周围的绿地进行渗透,这时,绿地需要一些设施来提高渗透率,例如渗透沟、渗透池和渗透槽。这样的设计你不仅美化了景观,而且还具有技术简单、设计投资少且无需额外征地的优势。

表3.1 沧州市不同路面的降雨径流中的污染物浓度(mg/L)

污染物质	普通路面	多孔沥青路面
SS	42	8.8
HC	1.1	0.1
Pb	0.05	0.069
Zn	0.253	0.074
Cu	0.03	0.02
Cd	0.00094	0.00026

## 4 结语

伴随着沧州市的快速发展,原来大面积渗水地面逐渐被建筑物、沥青等防渗材料覆盖,从而改变了城市的水文循环,导致频繁的城市供水和水生环境恶化。城市雨水径流通过采取渗透,过滤和截留等各种源头管理控制措施,减少了径流和降雨污染,对控制城市的整体水文环境至关重要。

### [参考文献]

[1]赵磊,杨逢乐,袁国林.昆明市明通河流域降雨径流量水质SWMM模型模拟[J].生态学报,2015,35(6):1961-1972.

[2]王骏,毕春娟,陈振楼,等.温州市城市降雨径流中BOD<sub>5</sub>和COD污染特征及其初始冲刷效应[J].环境科学,2013,34(5):1735-1744.

[3]李春林,胡远满,刘森,等.城市非点源污染研究进展[J].生态学杂志,2013,32(02):492-500.

### 作者简介:

吴文政(1987--),男,汉族,河北沧州人,硕士,工程师,研究方向:水环境科学。