

# 西昌机场路西昌学院段公路径流污染研究

王雪梅, 胡金朝, 董奥澜, 何庆兰

(西昌学院 动物科学学院, 四川 西昌 615013)

**【摘要】**本文通过对西昌机场路西昌学院段在降雨期间的连续采样,分析西昌机场路公路路面径流的污染特征。结果表明初期径流污染物浓度较高,固体悬浮物(SS)和化学需氧量(COD)最高分别为74mg/L、189mg/L;初期效应明显,路面径流污染物浓度随降雨径流历时呈前高后低的变化趋势。其很大程度上可能是与自然天气、降雨时间、车流量及路面清扫程度等因素密切相关,因此本文结合相关因素探讨了有效的控制方法,并提出建议。

**【关键词】**路面径流;污染特征;防治措施

**【中图分类号】**X522 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2014)04-0037-03

## 引言

随着西昌市经济社会的快速发展,特别是攀西高速的开通,导致了车流量的剧增,汽车尾气中重金属、N、P等的污染日益严重,公路路面径流水污染防治已成为公路环保的重要问题之一。公路路面径流污染是地表径流污染源主要组成部分,是仅次于农业污染源的第二大面污染源<sup>[1]</sup>。研究表明,在公路运营期,路面径流中除含有碳氢化合物、重金属等对环境危害性大的污染物质外,汽车排放尾气中的大部分污染物最终都将在自然沉降或雨水淋洗作用下迁移至水环境中,进而造成对水体及土壤的污染<sup>[2]</sup>。

20世纪70年代以来,国内外学者开展了如路面径流污染物的初始冲刷现象<sup>[3]</sup>,路面径流水质与交通强度、暴雨强度、干期长度、不同路面等的关系<sup>[4]</sup>,以及用以估算城市路面暴雨径流污染负荷的模型开发<sup>[5]</sup>等研究工作。国外对公路径流的研究时间较长,且已经建立了较好的模式,而我国在公路径流方面的研究起步较晚,仅在如北京、上海等一线城市开展了相关研究。基于此本文通过对西昌机场路公路西昌学院路段路面径流的污染进行研究,以为西昌公路环境污染控制提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 采样点

西昌机场路为沥青公路,双车道,每车道宽约7m,采样点选取在西昌学院校门口,道路两边为行道树及住户或在建区域。据现场统计,日均交通流量大约为1800辆/h,其中在车辆的构成上,按高峰期车流量情况统计,私家车及小货车占55%;电单车及非机动车占34%;其余11%为大型客车等。

### 1.2 采样与监测

在降雨径流发生期间,用500mL聚乙烯瓶采集径流水样,雨水径流汇集到雨水口记为0min,采样时间间隔5~30min。分别在2013年7月(雨前干燥期32h)和2014年3月(雨前干燥期140d),采集水样。并且记录采样地点、日期、采样起止时间等,并对样品进行预处理,调节其pH为2左右,备实验分析。

### 1.3 水质分析

样品的水质参数的测定均依照标准方法进行<sup>[6]</sup>,测定参数为固体悬浮物(SS)采用0.45 $\mu$ m滤膜过滤后干燥秤重量法测定(GB 11901—89)、化学需氧量(COD)采用重铬酸法(GB 11914—89)、总氮采用用钼酸铵分光光度法(GB 11893—89)、总N用碱性过硫酸钾消解分光光度法(GB 11894—89)、石油类(O&G)采用重量法等。

## 2 结果与讨论

### 2.1 路面径流水质特性

本文选取了2013年雨季中一次降雨和2014年首次降雨作为研究对象,采样点径流样品中的常规污染物浓度见表2。从表2可见,2013-07-11降雨事件中SS、COD、TN、TP和石油类浓度最大值均出现在开始阶段,分别达到47,122,3.8,0.70,7.3mg/L,均超过V类地表水标准<sup>[7]</sup>。2014-03-20降雨事件中SS、COD、TN、TP和石油类浓度最大值也均出现在开始阶段,分别达到74,189,2.61,0.93,9.5mg/L,均超过V类地表水标准<sup>[7]</sup>,其中COD超过了二级排放标准<sup>[8]</sup>。可见在两次降雨路面径流中SS和COD的浓度较高,其污染贡献率较大,为主要污染物。

径流中的污染物随着时间变化呈前高后低的变化趋势,通常解释为初始冲刷现象<sup>[3]</sup>。初始冲刷是指暴雨径流的初始阶段水质最差,污染物浓度远

收稿日期:2014-09-16

作者简介:王雪梅(1986-),女,四川冕宁人,硕士研究生,研究方向:环境监测。

高于暴雨后期冲刷的径流污染物浓度。因为污染物的冲刷过程是一个复杂的动态过程,受降雨特征、污染物特征、路面状况等多种因素的影响,降雨前期干燥时间长短决定了污染物的初始含量,而降雨强度则对冲刷过程影响较大。由于2013年7月雨前干燥时间期短,处在雨季期降雨时间长、强度大,其污染物浓度变化幅度相对较大;而2014年3月由于前期干燥时间较长,降雨时间持续较短,其污染物浓度普遍高于2013年7月雨季降雨,但部分污染物浓度下降随时间变化较前者小。以COD为例,2013年7月在27~122mg/L之间,2014年3月为124~189 mg/L。随着时间变化,污染物浓度两次降雨事件均有一个峰值,且在径流形成初期处形成,随降雨过程的持续逐渐降低,说明雨前干燥期路面累积的污染物随着降雨径流的冲刷而逐渐减少,符合污染负荷的初期冲刷规律<sup>[1]</sup>。

表1 两次降雨路面径流污染物含量(mg/L)

时间 (min)	2013.7.11降雨					2014.3.20降雨				
	SS	COD	TN	TP	O&G	SS	COD	TN	TP	O&G
0	39.329	69.130	1.165	0.216	4.771	51.237	162.038	2.256	0.320	6.771
5	47.440	121.905	3.833	0.706	7.300	74.367	189.630	2.611	0.933	9.500
10	46.276	90.300	2.535	0.648	1.038	64.590	173.075	1.943	0.723	0.800
20	44.010	88.795	1.798	0.574	1.560	35.867	158.025	1.663	0.421	1.600
30	38.419	39.130	1.833	0.560	0.623	42.107	124.915	1.438	0.290	0.700
40	24.530	27.230	0.220	0.463	0.600	36.587	129.430	1.102	0.130	0.600

对两次降雨事件中污染物的相关性进行了分析,由表2可见SS与COD、TN、TP、O&G之间均显著相关,说明污染物主要吸附在悬浮固体上,可通过清扫减少悬浮固体的同时就能降低其他污染物的浓度。此外,TN与TP、O&G之间显著相关,说明三种污染物的来源近似,可考虑同时控制。

表2 径流污染物之间的相关系数(n=12)

	COD	TN	TP	O&G
SS	0.736**	0.595*	0.666*	0.586*
COD		0.445	0.246	0.455
TN			0.601*	0.602*
TP				0.367

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). \* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

对本文结果与部分国内外路面径流的研究结果进行了比较,由表3可见与一线城市如广州、上海、重庆等地比较,西昌机场路的路面径流污染物浓度尚比较低。

表3 国内外实测降雨事件路面径流的污染物浓度(mg/L)

径流类型	交通量(辆/d)	SS	COD	TN	TP	O&G	参考文献
南京高速公路	6480	53-214	72-300	1.29-18.3	0.04-0.86	—	[9]
西安城市公路	3854	636-908	229-380	—	—	78-161	[10]
广州城市公路	22000	9-3408	109-1740	4.52-29.82	0.11-1.63	0.1-37.3	[11]
重庆城市公路	—	255-939	202-614	4.3-12.9	0.2-1.8	—	[12]
沪宁高速	—	227-4857	36-464	0.02-1.11	0.01-0.5	—	[13]
西雅图公路	—	43-320	75-211	—	0.2-0.55	—	[14]
北卡罗来州农村公路	5500	14	24	—	0.34	—	[15]
西昌机场路	1800	24-74	27-189	0.22-3.83	0.13-0.93	0.6-9.5	本实验

### 2.2 路面地表径流特征影响因素分析

地表径流水质特征取决于累积与冲刷两个过程<sup>[16]</sup>。路面径流中污染物的累积过程受到干燥时间长度、路面清扫情况等的影 响,冲刷过程则与降雨特征有关。西昌市机场路是郊区重要路段,路面车流量较大,据现场统计,日均交通流量约为1800辆/h,会产生大量的污染物,而该路段每天手工打扫地面垃圾时间不够,水车清洗时间较少,导致了污染物的积累。同时由于西昌市地处低纬度、高海拔地区,受西南季风及东南内陆干旱季风交替的影响,具有中亚热带高原山地气候的特点,干湿季分明,干季期间(11月至翌年4月)其干燥时间较长,所以降雨形成公路径流污染物堆积的较多,即导致降雨初始径流污染物浓度较高,易发生初始冲刷现象的原因之一。同时也说明路面径流排污规律的复杂性和不确定性。

### 3 结论

(1)西昌机场路路面径流主要污染物有SS、COD、石油类、N、P等营养盐,均超过了超出国家地表水V类标准,其中COD超过了二级排放标准。SS和COD的浓度较高,其污染贡献率较大,为主要污染物。

(2)径流中的污染物随时间变化呈前高后低的变化趋势,符合污染负荷的初期冲刷规律。而与一线城市如广州、上海等地比较,西昌机场路的路面径流污染物浓度尚比较低。

(3)路面径流的水质参数随降雨径流历时变化的过程,很大程度上取决于降雨特征、路面交通流量和路面垃圾清扫等状况。

综上,结合西昌机场路路面径流的特征,提出以下建议:

(1)影响路面降雨径流污染物浓度的因素复杂,降雨径流测试结果的区域性和时段性差异很大,有必要进一步研究路面径流污染物排放规律及

影响因素,建立路面径流污染物对受纳水体水质影响关系模型。

(2)切实加强路面交通管理,以保证车流匀速与畅通,尽可能减少因加速、减速、刹车和起动车辆带来的污染,严禁抛洒、尾气排放超标、漏油的车辆行

驶等。制定并严格执行路面清扫程序,适当在西昌的干季期间(11月至翌年4月)增加路面垃圾清扫以及水车清洗次数。

(3)宣传环保知识,加强居民环保意识。倡导绿色出行,降低尾气排放污染量。

#### 注释及参考文献:

- [1]王雪梅,胡金朝.公路路面径流污染特征及控制措施研究进展[J].绵阳师范学院学报,2013,32(5): 101-105.
- [2]赵剑强,刘珊.高速公路路面径流水质特性及排污规律[J].中国环境科学,2001, 21 (5):445-448.
- [3] Lee J H, Bang K W, Ketchum Jr L H, et al. First flush analysis of urban storm runoff[J]. Science of the Total Environment, 2002, 293(1): 163-175.
- [4] Shinya M, Tsuruho K, Konishi T, et al. Evaluation of factors influencing diffusion of pollutant loads in urban highway runoff [J]. Water Science & Technology, 2003, 47(7-8): 227-232.
- [5] Kim L H, Kayhanian M, Lau S L, et al. A new modeling approach for estimating first flush metal mass loading[J]. Water Science & Technology, 2005, 51(3-4): 159-167.
- [6]叶伊兵.中国环境保护标准汇编——水质分析方法[M].北京:中国标准出版社, 2001.
- [7] GB 3838-2002 地表水环境质量标准 [S].
- [8] GB 8978-1996 污水综合排放标准 [S].
- [9]李贺,张雪,高海鹰,等.高速公路路面雨水径流污染特征分析[J].中国环境科学,2009, 28(11): 1037-1041.
- [10]赵剑强,刘珊,刘英聆,等.城市路面径流雨水水质特性分析[J].西安公路交通大学学报, 1999, 19(S1): 31-33.
- [11]甘华阳,卓慕宁,李定强,等.广州城市道路雨水径流的水质特征[J].生态环境, 2006, 15(5): 969-973.
- [12]何强,潘伟亮,王书敏,等.山地城市典型硬化下垫面暴雨径流初期冲刷研究[J].环境科学学报, 2014, 34(4).
- [13]余爱华,石迪,赵尘.公路沥青路面径流的水质特性[J].南京林业大学学报(自然科学版), 2008, 32(5): 149-152.
- [14]Clark D L, Mar B W, Ferguson J, et al. Composite sampling of highway runoff[J]. Journal of the Environmental Engineering Division, 1981, 107(5): 1067-1081.
- [15]Wu J S, Allan C J, Saunders W L, et al. Characterization and pollutant loading estimation for highway runoff[J]. Journal of environmental engineering, 1998, 124(7): 584-592.
- [16] Kayhanian M, Suverkropp C, Ruby A, et al. Characterization and prediction of highway runoff constituent event mean concentration[J]. Journal of Environmental Management, 2007, 85(2): 279-295.

## Research on Pollution of Road Runoff on the Xichang College Section of Road to Xichang Airport

WANG Xue-mei, HU Jin-zhao, Dong Ao-lan, He Qing-lan

(School of Animal Science, Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

**Abstract:** Based on monitoring the runoff water quality from the Xichang College section of road to airport, we analyzed characteristics of runoff on the road surface. The result showed that the concentration of pollutants in the initial runoff were higher, and the highest concentration of suspended solids (SS) and chemical oxygen demand (COD) were 74 mg/L and 189 mg/L, respectively. The first flush effect was obviously observed. The concentrations of pollutants in road runoff was decreased with rainfall after reaching a high peak. The characterizes of runoff might be closely related to natural weather, rainfall time, traffic, road cleaning and so on. Considering these factors, this paper discussed and recommended effective methods of pollution control of road runoff.

**Key words:** road runoff; characteristics of pollution; control measures