

Study on Oil-Contaminated Soils near the Highways of Qingdao

Lin Guoqing, Wu Xueqing, Cui heng, Yue Xinghan, Yu Zihan

Key Lab of Marine Environmental Science and Ecology, Ministry of Education

Ocean University of China, Qingdao, China

Email: lingq@ouc.edu.cn

Abstract: In view of the rapid development of highways in China, automobile exhaust has serious effects on the environment for oil pollution. The situation of highway soils in Qingdao was investigated and sampled. According to traffic flow and hours of operation, Jimo section of Qingdao-Yinchuan Expressway, Jiaozhou Bay Expressway and Qingdao-Weihai Expressway were studied, using stratified sampling according to different distances from the shoulder. UV analysis was utilized to analysis spatial distribution of oil pollutants on both road sides. The results showed that traffic flow and operating time of the highway had a large effect on the content of petroleum pollutants on both sides of road. With the growth in traffic volume and operating time, the concentration of petroleum pollutants increased significantly. Farther from the road, the concentration of petroleum pollutants was lower. In addition, the semi-arid climate of Qingdao also has a greater impact on the concentration of petroleum contaminants in soil near to the highway.

Keywords: UV analysis; High way; Soils; Oil pollutants

青岛市高速公路旁土壤系统石油污染规律研究

林国庆, 吴雪青, 崔恒, 岳星翰, 于子涵

中国海洋大学教育部海洋环境与生态重点实验室, 青岛, 中国 266061

Email: lingq@ouc.edu.cn

摘 要: 近年我国高速公路迅猛发展, 由汽车尾气中石油类污染物对环境造成的危害日渐受到关注, 为此对青岛市高速公路旁的土壤进行了调查、取样研究。根据车流量、运营时间的不同, 分别选取了青银高速公路即墨段、青岛市胶州湾高速公路以及青威高速作为研究对象, 采用分层、距路肩距离不同的采样思路对土样进行样品采集, 利用紫外测油法分析了公路两侧土壤中石油污染物的空间分布特征及垂向上的分布规律。结果表明, 高速公路的车流量及运营时间对公路两侧土壤中石油类污染物含量的影响很大, 随车流量及运营时间的增长而显著增长; 距离公路越远其石油类污染物浓度越低, 另外青岛的半干旱气候对公路旁土壤中石油污染物的浓度也有较大影响。

关键词: 紫外测油法; 高速公路; 土壤; 石油污染

1 引言

伴随运输业的发展, 汽车保有量迅速增加, 由汽车尾气造成的环境污染问题引起了许多学者的关注, 其中公路两边土壤环境污染问题成为研究的一个热点。目前大多学者仅针对重金属铅的土壤污染进行了广泛的研究。比如, Vandennabeele 等 (1972)、Ward (1975)、Onyari(1991)、Francek(1992)、Sithole(1993)、

Sponsored by National Natural Science Fund (40902066) and SRTP of OUC

Hafen 等 (1996)、Charles 等 (1999)、Al-Chalabi 等 (2000) 均对公路周边土壤 Pb 污染问题进行研究。研究表明, 公路周边土壤 Pb 含量明显高于背景值, 且随观测点与公路距离增加而含量明显减少; 顾文兴 (1989) 调查表明, 路边土壤 Pb 含量与公路距离呈负相关关系, 相关系数为-0.995; 索有瑞(1996)等对西宁市重要公路两侧土壤和植物中的 Pb 含量进行了测定, 表明土壤和植物中 Pb 污染都较严重, 且 Pb 含量与公路距离呈负相关关系, 在 100m 处趋于当地背景值; 王

斌(1998)等对公路两侧土壤中 Pb 的分布规律进行研究,认为公路两侧土壤中 Pb 的含量与到公路边沿的距离符合高斯衰减分布。潘如圭等(1998)研究汽车尾气中的 Pb 对公路两侧蔬菜的污染,认为在公路两侧 200m 范围内生长的蔬菜均受到汽车尾气中 Pb 的污染,且蔬菜中 Pb 含量与距离成负相关。

目前针对公路两边土壤的石油污染尚无全面系统的报道,对石油污染物的迁移转化也没有进行深入的研究。仅有吴湘滨(2006)等对衡昆高速公路旁土壤中石油类污染物的污染进行了调查与分析,认为土壤中石油类污染物质含量在距公路 35m 范围内最高,且较为均匀;35m 范围外土壤中石油类污染物含量随距离的增加而减少。本文针对北方的半干旱气候分别对在青银高速、青威高速即墨段以及胶州湾高速公路两侧的土壤进行了取样分析研究。

2 公路概况

青银高速是进出青岛市区全封闭的高速公路,也是进出飞机场最快捷的通道之一,于 2000 年实现通车,已经运营 9 年。由于通行收费,该路段目前车流量不算很多,日车流量万余次。根据青岛站点统计,目前青银高速公路每天的车流量在 1.7 万辆左右。路侧采集的对比土样均为中壤土,颜色为黄棕色,表层土壤入手干燥,底层土壤入手微潮,腐殖质较少,植物根系较少。

青威高速的高峰期日车流量为 2.5 万余次。日均车流量 7000 辆。于 2007 年实现通车,已经运营 2 年。土样为中壤土,颜色为黄棕色,入手发潮,腐殖质含量少,植物根系较少。

环胶州湾公路是国家交通部规划的国道公路主干线——同江至三亚的组成部分,是国家“八五”重点建设项目之一。该工程于 1995 年 12 月 28 日竣工通车,已经运营 14 年。环海高速公路全长 68 公里,路基宽 23 米,双向四车道,设计时速为每小时 100 公里。近年来胶州湾高速公路的日均车流量达到 5 万多辆,远超出设计的 2~3 万。采集的土样为重壤土,颜色为黑色,入手微潮,腐殖质含量较为丰富,植物根系较多。上述三条高速公路概况总结见表 1。

Table 1. Highway overview

表 1. 高速公路概况

项目	青银高速	青威高速	胶州湾高速
运营时间(年)	9	2	14
车流量(万车次/日)	1.7	2.5	5

3 采样及分析

3.1 采样与方法

本次采样采用分时间段、分层、距路肩距离不同的采样思路对土壤进行样品采集。采集的样品为青岛市境内的青威、青银、胶州湾三条高速公路,按时间段分,其运营年分别为 2 年、9 年、14 年的 3 条公路周边土壤,然后将数据在时间轴层面、水平方向(横向)以及空间轴层面(纵向)进行对比。

第一次采样点分布在城阳与即墨境内的青银高速、青威高速路段。第二次取样点分布在胶州市境内的胶州湾高速,分别在红石崖、雷家店子、大洛戈庄、大后旺村附近四处取样。每处各取 A、B、C、D、E、F、G、H、I 九种不同空间的土样。胶州湾高速取样点位置及其空间分布示意图见图 1。

在 A(路边)、B(A 的下方)、C(路基坡上)、D(排水口下)、E(沟下)、F(E 的下方)、G(路基对面的沟沿上)、H(护网后远离公路处)、I(排水渠壁上)九种空间位置上取样,并分为排水口附近、远离排水口两种类型。样品装进牛皮纸袋,每样重约 1kg。

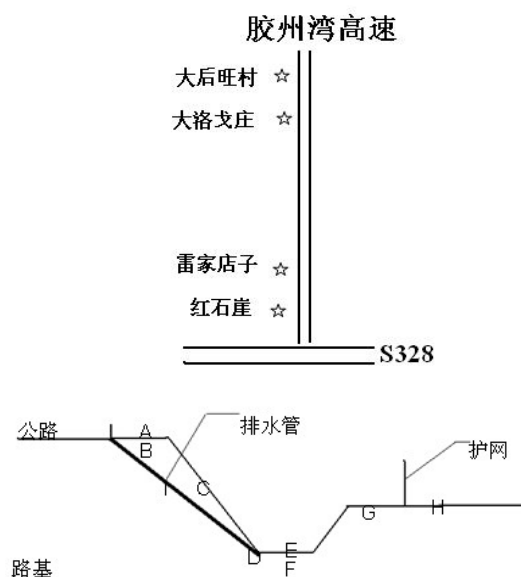


Figure 1. Location of sampled soils from Jiaozhou Bay Expressway

图 1 胶州湾高速取样点位置、空间分布示意图

3.2 样品的分析

心,取 1ml 的上层石油醚溶液,稀释定容(1ml 于 10ml

比色管中)，测定其吸光度，计算浓度 c_o 。

$$c_o = \frac{cV_2}{V_1} \quad (1)$$

式中： c_o —石油醚中油的浓度（mg/L）； c —从标准曲线上差得的油浓度（mg/L）； V_1 —石油醚定容液体体积（ml）； V_2 —石油醚体积（ml）；

3.3 结果及分析

按照上述测油方法对所取土样进行测定，得到结果如下：

- (1) 青银高速与青威高速的测油结果均为零；
- (2) 胶州湾高速的测油结果见表 2、表 3。

Table 2. Sampling results between the two outfall
表 2 两排水口间取样实验结果（单位：mg/kg）

取样位置	A	B	E
大洛戈庄附近	443.25		32.08
大后旺村附近	253.06	169.75	25.46
平均值	348.16	169.75	28.77

Table 3. Sampling results from the outfalls
表 3 有排水口处取样实验结果（单位：mg/kg）

取样位置	A	B	C	D	E	F	G	H	I
红石崖	396	108		643	672	123		37	
雷家店子	463	353	83	79					
大洛戈庄	332	322	61	618	666	51	181		990
平均值	397	261	72	608	669	173	181	37	990

从测油结果可以看出，公路两侧土壤中的石油类物质的含量与地形地貌、取样点与排水口的关系以及公路的车流量、运营时间密切相关。A、G、H 相比较发现距离公路越近石油类污染物的浓度越高。这是由于汽车尾气中的石油类物质在空气中的弥散浓度大、高差扬程等因素造成的。A 与 B、E 与 F 比较可以看出深层土中石油类污染物浓度远低于表层土中污染物浓度。C 由于位于背风处或上风向，污染物难以在此沉降，所以其浓度相对较小。由于排水口的影响不同位置的 E、F 处浓度差异很大。位于排水口附近的 E、F，由于公路地面径流使排水管中的水携带的石油类污染物在排水口附近聚集，所以其浓度大。远离排水口

的由于地势低且位于背风处或上风向，污染物不易在此沉降，所以浓度低。另外，车流量和运营时间相对较长的胶州湾高速两侧土壤中石油类污染物的浓度远大于车流量小、运营时间短的青银高速和青威高速两侧土壤中石油类污染物的浓度。可见随着时间的推移和车流量的增加，污染物将逐渐积累。

根据上述分析得出公路旁土壤中石油类污染物的分布规律如下：

- ① 高速公路的车流量及运营时间对公路两侧土壤中石油类污染物含量的影响很大，随车流量及运营时间的增长而显著增长；
- ② 表层土中石油类污染物浓度大于深层土浓度；
- ③ 排水口对沟下土中污染物浓度影响很大，有排水口的由于降水将路面附着的汽车尾气带入沟下积累所以其浓度大，无排水口的由于坡的遮挡汽车尾气难以在此沉降其浓度小；
- ④ 距离公路越远由于汽车尾气受空气流动等因素的影响其石油类污染物浓度越低；
- ⑤ 排水管壁上附着的土由于受到含油路面径流的冲刷其含油量也很高。

4 结语

高速公路污染程度随着我国高速公路的建设运营扩大而不断加深，而石油类物质的污染尤为严重，主要表现在对周边土壤环境、水环境（地表水和地下水）的污染而导致进一步对植物和动物的危害，最终影响到人群的安全。通过对青银高速公路即墨段、青岛市胶州湾高速公路以及青威高速两侧土壤的采样分析，高速公路的车流量及运营时间对公路两侧土壤中石油类污染物含量的影响很大，随车流量及运营时间的增长而显著增长；距离公路越远其石油类污染物浓度越低，另外青岛的半干旱气候对公路旁土壤中石油污染物的浓度也有较大影响。

References (参考文献)

- [1] Vandenabeele WJ, et al., The distribution of lead along a line source highway [J]. *Chemosphere*, 5, P221-226.
- [2] Ward N.I., Reeves R.D., Brooks R.R., Lead in soil and vegetation along a Zewland state highway with low traffic volume [J], *Environement Pollute*, 1975, 9, P243-251.
- [3] Francek MA., Soil lead levels in a small town environment-a case-study from Mt.Pleasant. Michigan [J], *Environ Pollute*, 1992, 76, P251-257.
- [4] Zheng Xilai et al., Soil-groundwater system theory and application of oil pollution. Beijing: Geological Publishing House, 2004(Ch).
郑西来等编.土壤—地下水系统石油污染原理与应用研究.北京：地质出版社，2004.

- [5] Chen Jian et al., Mountain road side soil lead levels and distribution of pollution[J], *Strait Journal of Preventive Medicine*, 2001, 7(2)(Ch).
陈建安等.山区公路边土壤铅污染水平及分布规律研究[J].海峡预防医学杂志, 2001, 7(2).
- [6] Zhao Jianqiang et al., Characteristics water quality and sewage laws of highway runoff [J], *China Environmental Science*, 2001, 21(5). (Ch).
赵剑强等, 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).
- [7] Ma Dongsheng, Zhang Hui, An approach to the characteristics of heavy metal phases as well as the capacity of desorption and adsorption in soils about heavy metal pollution formed by highway [J], *Environmental Chemistry*, 1998, 17(6), P564-568(Ch).
马东升, 张辉, 公路重金属污染的形态特征及其解吸、吸持能力探讨[J], 环境化学, 1998, 17(6), P564-568.
- [8] Suo Youri, The lead content and their evaluation in soil and plants on both sides of Xining District [J]. *Environmental Science*, 1996, 17(2), P74-76 (Ch)
索有瑞, 西宁地区公路两侧土壤和植物中铅含量及其评价[J], 环境科学, 1996, 17(2), P74-76.
- [9] Gu Wenxing. Survey of lead pollution on soil and vegetable survey caused by vehicle exhaust [J], *Shanghai environmental Science*, 1989, 8(2), P33-34. (Ch).
顾文兴, 汽车废气对土壤及蔬菜铅污染的调查[J], 上海环境科学, 1989, 8(2), P33-34.
- [10] Wang bin, Ding Sangluan, A Study on the Lead Distribution in Soil along the Highway [J], *Chongqing environmental Science*, 1998, 20(4), P53-55(Ch).
王斌, 丁桑岚, 公路两侧土壤中铅的分布规律研究[J], 重庆环境科学, 1998, 20(4), P53-55.
- [11] Pan Rugui, Song Peiyang, Pan Xiuqin, Study on the lead contamination of vegetable from automobile exhaust [J], *Environmental Science and Technology of Jiangsu*, 1998, (3), P9-11(Ch).
潘如圭, 宋佩扬, 潘秀琴等, 汽车尾气中铅对蔬菜污染的研究[J].江苏环境科技, 1998, (3), P9-11.
- [12] Wu Xiangbin, Investigation and analysis of petroleum contaminated soil on both sides of highway [J], *Road*, 2006(5), P200-203(Ch).
吴湘滨. 高速公路两侧土壤中石油类物质污染的调查与分析[J], 公路, 2006(5), P200-203.