

上海市主要道路绿地土壤中多环芳烃的分布特征^①

马光军^{1,2}, 梁晶², 方海兰^{2*}, 张甘霖³

(1 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095; 2 上海市园林科学研究所, 上海 200232;

3 中科院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘要: 以上海市延安高架、中环和外环 3 条主要道路的交通繁忙地带绿地土壤为研究对象, 调查研究了其多环芳烃 (PAHs) 的分布状况。结果表明, 3 条道路绿地土壤中 $\Sigma 16\text{PAHs}$ 的含量在 $538 \sim 2.19 \times 10^4 \mu\text{g}/\text{kg}$ 之间, 与国外 Maliszewska-Kordybach 建立的标准相比, 3 条道路绿地土壤均受到 PAHs 的污染, 尤其是 4~6 环 PAHs, 其含量占 $\Sigma 16\text{PAHs}$ 的 90%, 分析认为有机质是影响其分布的重要因素之一。3 条道路污染程度有所不同, 大小顺序为: 外环 > 延安高架 > 中环, 这主要与道路建成年限和允许的通车车辆类型有关, 通车年限越长, 大型卡车越多, 土壤所受 PAHs 污染的程度越严重。

关键词: 道路绿地土壤; 多环芳烃; 有机质

中图分类号: X825; S159

多环芳烃 (PAHs) 是指 2 个以上苯环以稠环形式相连的半挥发性有机污染物, 具有致癌、致畸、致突变等毒性。已有研究表明, 土壤中 PAHs 会对人体健康产生直接或间接的影响^[1]。近年来, 随着城市化的高度发展, 城市土壤中 PAHs 的浓度也逐渐增加^[2], 交通道路绿地土壤也不例外, 如报道北京城市道路一些代表性绿地土壤中 PAHs 的浓度为 $1.60 \times 10^3 \sim 1.46 \times 10^4 \mu\text{g}/\text{kg}$ ^[3]。城市道路绿地土壤中 PAHs 的来源主要有交通工具排放的颗粒物, 燃油及润滑油泄露, 轮胎磨损碎屑等。此外, 大气沉降和地表灰尘也是土壤 PAHs 污染不容忽视的一个重要来源^[4-5]。上海作为我国重要的经济中心, 交通密集, 高密度的车流量是 PAHs 的重要的潜在污染源。鉴于此, 本文选取上海 3 条重要的交通要道延安高架、中环和外环为研究对象, 分析研究了这些主要城市道路交通繁忙地带绿地土壤中 PAHs 的含量及分布特征, 以期了解城市道路绿地土壤中 PAHs 的污染特征、评价土壤环境质量现状提供依据。

1 材料与方法

1.1 样品的采集

样品的采集于 2007 年 11 月进行, 为确保样品的代表性和典型性, 主要选择上海市重要的交通枢纽外环、中环和延安高架 3 条主要道路。为了解交通对土壤中 PAHs 沉积的影响: 道路选点主要考虑车流量大的地带, 其中外环和中环选点主要位于环线西部的

南北沿线, 延安高架主要选择从虹桥机场出口到近黄浦江的东西沿线, 这些地段平均车流量近 10000 辆/h, 基本是上海交通最为繁忙的地带之一; 道路绿地位置选点主要考虑紧邻道路的绿化带且所有采样点均位于交通道路的交叉处; 且采集的是 0~2 cm 的表层土壤, 采样点位置见图 1。其中延安高架共采 7 个样点, 中环共采 5 个样点, 外环共采 6 个样点, 所有采集的土壤装自封袋后带回实验室, 经自然干燥后, 过 2 mm 筛用于土壤 pH 的测定, 过 100 目筛用于土壤有机质和 PAHs 的分析测定。

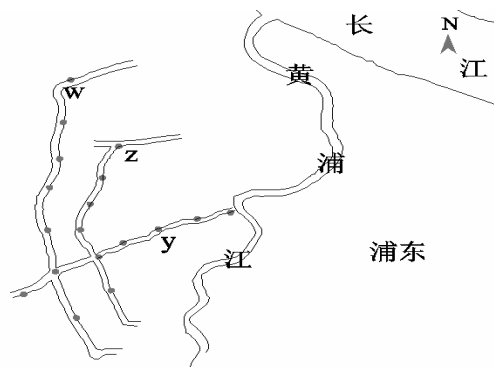


图1 三条道路绿地采样点分布图 (图中 w 为外环, z 为中环, y 为延安高架)

Fig.1 Sketch map of sampling sites at green-belts of three studied roads for soil sampling

①基金项目: 上海市建设委员会绿化管理局专项项目 (ZXD50205) 资助。

* 通讯作者 (fhl_1969@126.com)

作者简介: 马光军 (1982—), 男, 河南鹤壁人, 硕士研究生, 主要从事城市绿地土壤评价研究。E-mail: gjma51@gmail.com

表 1 供试土壤的 pH 和有机质
Table 1 pH values and organic matter contents of experiment soils

性质	y-1	y-2	y-3	y-4	y-5	y-6	y-7	z-1	z-2	z-3	z-4	z-5	w-1	w-2	w-3	w-4	w-5	w-6
pH	8.4	8.3	8.4	8.1	8.1	8.2	7.5	8.6	9.1	8.5	8.6	8.3	8.5	8.0	9.1	9.4	8.3	8.7
OM	31.4	38.2	50.3	25.1	31.9	48.4	64.3	16.6	23.9	22.6	18.1	14.3	33.7	71.2	70.3	82.0	27.3	25.7

注: ①y-1 至 y-7 为延安高架采样点, z-1 至 z-5 为中环采样点, w-1 至 w-6 为外环采样点, 下同; ②OM 为有机质的缩写, 单位为 g/kg。

1.2 样品的处理及测定

土壤 pH 用玻璃电极法测定, 有机质采用重铬酸钾容量法测定。

PAHs 的测定: 准确称取 20 g 样品于索氏提取器中, 加入活性 Cu 粉脱 S, 用 150 ml 二氯甲烷和丙酮混和溶剂 (1:1, v/v) 回流 24 h, 提取液用旋转蒸发仪浓缩至干。而后分别用 30~50 ml 正己烷、30 ml 正己烷和二氯甲烷混合液 (2:1, v/v)、30 ml 正己烷和二氯甲烷混合液 (4:1, v/v) 依次进行洗脱, 并过硅胶/氧化铝/无水硫酸钠层析柱 (5:10:5, m/m), 以除去杂质。在本方法中需要特别说明的一点是, 为了避免酯类等有机物对 PAHs 的影响, 柱层析后的溶液需用浓硫酸洗 2~3 次, 并用蒸馏水洗酸 4~5 次, 同时用无水硫酸钠进行干燥后在旋转蒸发仪上浓缩, 最后用色谱纯的二氯甲烷定容至 5 ml 待测。

PAHs 的测定采用 HP5973 GC-MS 仪, 测定的 16 种 PAHs 分别为萘(Nap)、苊烯(Any)、苊(Ane)、

芴(Fle)、菲(Phe)、蒽(Ant)、荧蒽(Flu)、芘(Pyr)、苯并[a]蒽(Baa)、屈(Chr)、苯并(b)蒽(Bbf)、苯并[k]荧蒽(Bkf)、苯并[a]芘(Bap)、茚并[1,2,3-cd]芘(I1p)、二苯并[a,h]蒽(Daa)和苯并[g,h,i]芘(Bgp)。通过保留时间和质谱数据库进行 PAHs 的定性分析, 用美国 Supelco 公司提供的 PAHs 标样进行定量分析。

以上所用试剂均为优级纯或色谱纯。

1.3 质量保证

本实验设置 2 个空白实验和 3 个样品的重复试验, 重现性 >80%, 同时通过内标法(芘-d12)进行回收率的测定, 平均回收率为 79.6%。

2 结果与讨论

2.1 PAHs 在 3 条道路绿地土壤中的表层含量与分布
延安高架、中环及外环 3 条道路绿地土壤中 PAHs 的浓度见表 2, 就 PAHs 总量而言, 各采样点有所不同,

表 2 各采样点 PAHs 浓度分布特征 (ug/kg)

Table 2 Concentration of PAHs for different sampling sites

样点	Nap	Any	Ane	Fle	Phe	Ant	Fla	Pyr	Chr	Baa	Bbf	Bkf	Bap	I1p	Daa	Bgp	总量	平均值
y-1	12.7	nd	nd	nd	58.0	nd	164	136	143	214	642	157	226	588	188	746	3.28×10 ³	3.28×10 ³
y-2	35.6	nd	0.90	nd	189	nd	423	330	297	496	1.10×10 ³	352	nd	1.17×10 ³	299	407	5.11×10 ³	
y-3	10.8	nd	nd	nd	62.2	nd	300	258	240	357	865	272	261	1.16×10 ³	237	1.17×10 ³	5.19×10 ³	
y-4	4.20	nd	nd	nd	11.7	nd	114	44.5	99.5	163	362	136	28.6	460	121	326	1.87×10 ³	
y-5	13.4	nd	nd	nd	75.9	nd	103	97.5	93.8	137	341	132	nd	407	125	246	1.77×10 ³	
y-6	40.1	nd	nd	nd	116	nd	236	197	183	369	845	296	nd	1.13×10 ³	254	433	4.10×10 ³	
y-7	4.90	nd	nd	nd	37.1	nd	118	104	117	137	380	122	169	399	134	364	2.09×10 ³	
z-1	nd	nd	nd	nd	78.3	2.0	219	197	170	227	630	162	192	615	191	557	3.24×10 ³	1.26×10 ³
z-2	25.8	nd	1.30	3.90	180	19.6	220	192	160	290	606	170	nd	612	189	380	3.05×10 ³	
z-3	5.10	nd	nd	nd	nd	nd	25.8	13.2	51.5	36.7	186	54.9	34.5	170	88.5	84.1	755	
z-4	4.30	nd	nd	nd	nd	nd	23.8	12.2	40.0	21.6	109	29.8	23.5	92.3	84.9	97.2	538	
z-5	3.40	nd	nd	nd	11.5	nd	80.1	65.2	77.1	94.2	257	78.2	69.3	254	96.2	176	1.26×10 ³	
w-1	37.7	nd	13.0	nd	237	17.1	409	364	306	526	1.01×10 ³	304	191	1.16×10 ³	251	994	5.82×10 ³	6.93×10 ³
w-2	66.9	nd	14.6	nd	130	nd	109	90.4	428	727	1.60×10 ³	526	194	1.90×10 ³	404	1.85×10 ³	8.04×10 ³	
w-3	104	nd	34.5	42.6	750	25.7	1.25×10 ³	972	810	1.45×10 ³	2.64×10 ³	760	36.0	2.60×10 ³	782	1.08×10 ³	1.33×10 ³	
w-4	190	2.20	82.8	100	1.17×10 ³	58.7	1.94×10 ³	1.40×10 ³	1.36×10 ³	2.55×10 ³	4.81×10 ³	1.39×10 ³	132	3.92×10 ³	1.22×10 ³	1.61×10 ³	2.19×10 ³	
w-5	37.1	nd	5.70	1.20	217	19.9	340	305	271	416	779	323	211	874	239	871	4.91×10 ³	
w-6	23.8	nd	nd	nd	76.4	nd	19	169	186	226	554	158	106	542	167	633	3.03×10 ³	

注: nd 表示未检出。

3 条道路绿地土壤PAHs的含量为 $538 \sim 2.19 \times 10^4$ $\mu\text{g}/\text{kg}$,但从其平均值来看,3 条道路绿地土壤中PAHs含量大小顺序为:外环>延安高架>中环,且PAHs含量最小值出现在中环,最大值出现在外环,原因可能有两方面,其一可能与 3 条道路的建成年限有关(外环、延安高架和中环分别建成于 1997 年、1999 年和 2005 年),建成年限越长,PAHs的含量越高;其二可能与交通工具类型有关,延安高架和中环禁止大型卡车进入,而外环主要是运输货物的大卡车。

通常,由植物合成和自然燃烧所导致的土壤PAHs总量为 $1 \sim 10 \mu\text{g}/\text{kg}$ (即背景含量)^[6],比较表 2 中 3 条道路绿地土壤PAHs总量可以发现,其总量为土壤背景含量的几十到几万倍,可见道路绿地土壤均受到较严重的外来人为源的影响,这与Tang等^[3]的研究结果相一致。与荷兰政府规定的未污染土壤中PAHs的目标值 $20 \sim 50 \mu\text{g}/\text{kg}$ 相比^[7],本实验所研究的 3 条道路绿地土壤均受到了不同程度PAHs的污染。为了进一步详细探讨其所受PAHs污染程度的大小,本文采用了Maliszewska-Kordybach建立的PAHs污染程度分类标准为参考^[8],详见表 3。比较表 2 与表 3,可以得出除中环采样点 3 和 4 外,均受到了PAHs的重度污染,这与Tang等^[3]的研究结果相一致,进一步说明交通对土壤PAHs污染不容忽视。

表 3 土壤 PAHs 污染程度分级

污染程度分级	$\Sigma 16\text{PAHs}$ ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
未污染	<200
轻度污染	200 ~ 600
污染	600 ~ 1000
重度污染	>1000

从表 2 中可以发现,萘(Any)在 3 条道路绿地土壤中均未被检出;蒎(Ane)和芴(Fle)在延安高架和中环绿地土壤未被检出,在外环绿地土壤中部分采样点被检出,如外环采样点 4 蒎(Ane)和芴(Fle)的浓度分别为 100.4 和 $82.8 \mu\text{g}/\text{kg}$;与 2 环PAHs 萘(Nap)相比,除菲(Phe)外,均低于 2 环PAHs,这与北京的研究结果相似^[9],分析其原因可能与低环PAHs容易分解有关。

众所周知,16 种PAHs具有致癌性,但各种PAHs的致癌性强度有所不同。为了探讨所研究的 3 条道路绿地土壤中各PAHs的污染程度,此处参考加拿大的土壤质量标准^[10],具体详见表 4。从表 4 可以发现,外环绿地土壤除萘(Nap)外,其余均大于标准;相对而言,中环的污染较弱,延安高架次之,外环污染最严重。比较致癌活性最强的苯并[a]芘(Bap)可得知,延安高架和中环均在土壤质量要求范围内,而外环则远远超出土壤质量要求,说明外环道路绿地表层已受到PAHs污染。

表 4 加拿大土壤 PAHs 的质量标准 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Table 4 Canadian soil quality criteria of PAHs

地点	Nap	Phe	Pyr	Baa	Bbf+Bkf	Bap	I1p	Daa
加拿大	100	100	100	100	100	100	100	100
y (平均值)	17.4	78.5	166.7	267.9	858.0	97.8	759.8	194.0
z (平均值)	7.7	53.9	95.9	133.8	456.5	63.9	348.7	129.9
w (平均值)	76.6	429.8	551.5	981.8	2475.3	144.9	1832.1	510.5

2.2 3 条道路绿地土壤中不同环数 PAHs 分布状况

PAHs 结构不同,其毒性与致癌作用不同,一般 2~3 环等低环 PAHs 有较强的急性毒性,而 4~6 环等高环 PAHs 具有“三致”作用^[11]。图 2 所示为不同采样点各环数 PAHs 分布图,从中可以得知,4~6 环高环 PAHs 几乎占 PAHs 总量的 90%,2~3 环低环 PAHs 所占比例甚小,仅 10% 左右。通常 PAHs 的形态分布受其本身物理化学性质和周围环境的影响^[11],分子量小的 2~3 环 PAHs 主要以气态形式存在,容易迁移;4 环 PAHs 在气态和颗粒态中的分配

相当,而大分子量的 5~6 环 PAHs 则主要以颗粒态存在,不易发生移动。这与上海灰尘的研究结果相一致^[12],4~6 环大分子量 PAHs 在灰尘 PAHs 总量中占有较大比例。大量研究已表明,在一定条件下,气态、固态中的 PAHs 可以相互转化^[11]。且高分子量 PAHs 是汽车尾气排放的典型特征^[13],可见,这再次说明交通排放对上海道路绿地土壤已经产生了严重的影响。

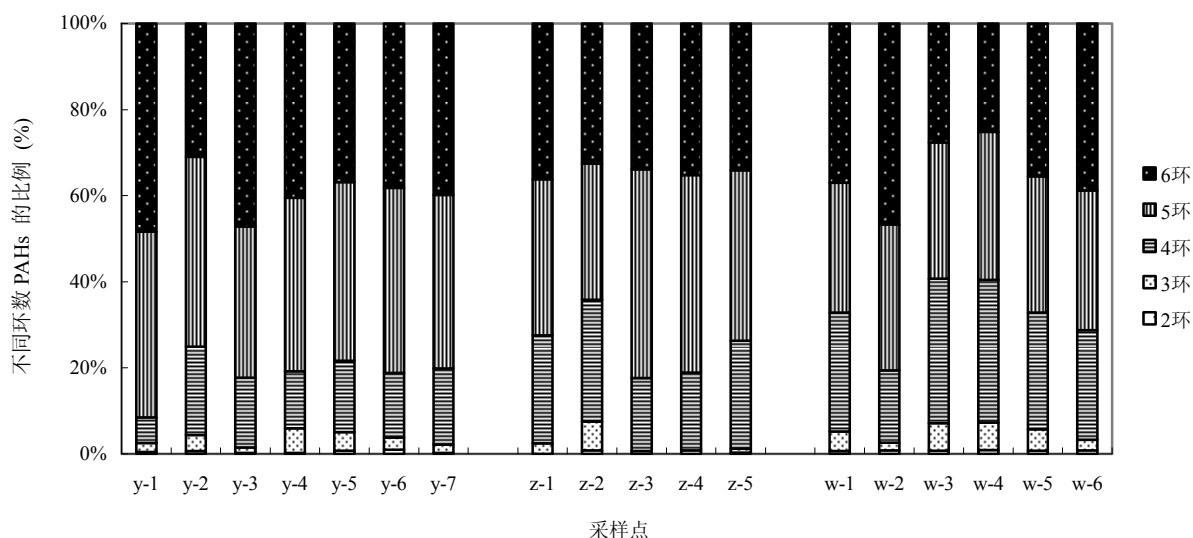


图 2 3 条道路绿地土壤中不同环数 PAHs 分布

Fig. 2 Percentages PAHs with different rings in green-belts soils in three studied roads

2.3 土壤有机质与 PAHs 的关系

关于土壤有机质与 PAHs 的关系, 学术界存有一定的争议。有些研究认为, 土壤中 PAHs 的浓度与土壤中 TOC 呈极显著相关, 如 Tang 等^[3]对北京城市土壤中 PAHs 与有机质的关系进行研究, 二者之间具有极显著相关关系, 相关系数为 0.994; 也有研究显示, 土壤中 PAHs 的浓度与有机质之间不存在相关性, 如对香港土壤进行研究发现二者之间没有相关性, 当 TOC 含量 >30 g/kg 时, 土壤中部分 PAHs 与 TOC 才有相关性^[14]; 而 Simpson 等^[15]研究却发现, 在污染严重的区域 ($\Sigma 16\text{PAHs} > 2000 \mu\text{g/kg}$), PAHs 与 TOC 之间存在显著的正相关关系, 在污染较轻的地区, PAHs 的含量与 TOC 之间并没有显著相关性。

本研究 3 条道路绿地土壤中 ΣPAHs 和有机质之间的相关关系如图 3, 从相关系数 $R^2 = 0.60$ ($n = 16$, $R^2_{0.01} = 0.35$) 可以得知, 二者之间具有极显著相关性, 这可能是由于 PAHs 是一种非极性疏水组分, 较易吸附在土壤中的有机质颗粒上^[16]。

2.4 PAHs 污染源辨析

PAHs 的来源比较复杂, 为了能比较明了地分析其来源, 将 3 条道路绿地土壤中 16 种 PAHs 按其浓度大小排序如表 5, 从中可进一步发现 3 条道路绿地土壤中含大量高环 PAHs, 这和汽车尾气的排放特征相一致; 其中茚并 (1,2,3-cd) 芘 (I1p) 和苯并 (g,h,i) 芘 (Bgp) 是柴油燃烧的典型物质^[13], 二苯并 (a, h)

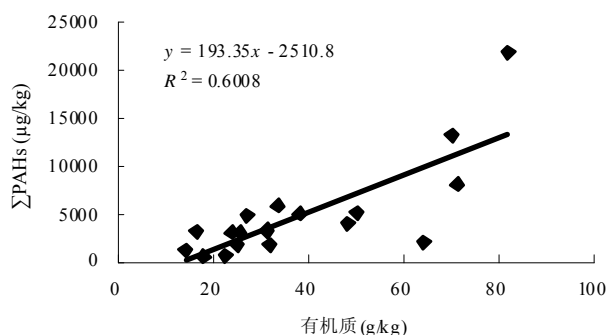


图 3 ΣPAHs 与有机质的相关性

Fig. 3 Correlation between ΣPAHs and organic matter content

蒽 (Daa) 是汽油燃烧的特征物, 从表 5 可以看出茚并 (1,2,3-cd) 芘 (I1p) 和苯并 (g,h,i) 芘 (Bgp) 在延安高架、外环和中环绿地土壤中的相对含量均较高, 这说明 3 条道路都受到柴油燃烧的影响, 就二苯并[a, h]蒽 (Daa) 而言, 中环和延安高架的排序比外环高, 说明这 2 条道路主要受汽油的影响, 而实际上这 3 条道路本身的通行车辆特点也不同, 中环和延安高架是上海中心城区主要交通枢纽, 通行的主要是小汽车、小型货车以及部分燃烧柴油的公交车, 一般没有卡车, 而外环以货运卡车为主。总之, 延安高架、中环和外环 3 条道路绿地土壤都受到了交通排放的尾气影响, 但就其分别而言, 外环受柴油燃烧的影响较大, 而延安高架和中环受汽油燃烧的影响相对较大, 这与上述

表 5 3 条道路绿地土壤中 16 种 PAHs 丰缺排序

Table 5 Ranking of abundance of 16 kinds of PAHs in green-belts soils in three studied roads

地点	Nap	Any	Ane	Fle	Phe	Ant	Fla	Pyr	Chr	Baa	Bbf	Bkf	Bap	11p	Daa	Bgp
y	12	13	13	13	10	13	7	9	8	4	2	6	11	1	5	3
z	12	13	13	13	11	13	6	9	8	5	1	7	10	2	4	3
w	12	16	14	15	11	13	6	8	7	4	2	5	10	1	9	3

注: 表中的丰缺度按每条道路 16 中 PAHs 的平均值进行排序, 数值越小表明其含量越高。

的结论相一致, 道路通车类型及通车年限是影响道路绿地土壤 PAHs 分布的重要原因。

3 结论

本文通过对上海市 3 条主要道路交通绿地土壤中 PAHs 调查, 发现延安高架、中环及外环 3 条道路绿地土壤中 PAHs 的含量均较高, 其 90% 为 4~6 环的高环 PAHs。与波兰、加拿大等国家标准相比, 除中环绿地土壤采样点 3 和 4 外, 所有采样点均受到了 PAHs 的严重污染, 且 PAHs 含量与通车年限一致。此外, 通过源解析发现, PAHs 主要来源于汽车尾气的排放, 其中外环绿地土壤受柴油燃烧的影响较大, 而延安高架和中环受汽油燃烧的影响相对较大。

参考文献:

- [1] Jones KC, Stratford JA, Waterhouse KS. Increases in the polynuclear aromatic hydrocarbon content of an agricultural soil ober last century. *Environmental Science & Technology*, 1989, 23: 95-101
- [2] Jones KC, Stratford JA, Waterhouse KS. Organic contaminants in Welsh soil: Polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environmental Science & Technology*, 1989, 23: 540-550
- [3] Tang LL, Tang XY, Zhu YG, Zheng MH, Miao QL. Contamination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in urban soils in Beijing, China. *Environment International*, 2005, 31: 822-828
- [4] Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1995. Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Retrieved January 25, 2005, from Agency for Toxic Substances and Disease Registry Web Site: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp69.html>
- [5] Li X, Poon CS, Pui SL. Heavy metal contamination of urban soils and street dusts in Hong Kong. *Appl. Geochem.*, 2001, 16: 1361-1368
- [6] Edwards NT. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the terrestrial environment-a review. *J. Environ. Qual.*, 1983, 12: 427-441
- [7] Van Brummelen TC, Verweij RA, Wedzinga SA, Vam Gestel CAM. Enrichment of polycyclic hydrocarbons in frost soils near a blast furnace plant. *Chemosphere*, 1996, 32: 293-314
- [8] Maliszewska-Kordybach B. Polycyclic aromatic hydrocarbons in agricultural soils in Poland: Preliminary proposals for criteria to evaluate the level of soil contamination. *Appl. Geochem.*, 1996, 11: 121-127
- [9] 汤莉莉, 唐翔宇, 朱永官, 缪启龙. 北京地区土壤中多环芳烃的分布特征. *解放军理工大学学报 (自然科学版)*, 2004, 5(2): 95-99
- [10] 王莲生. *环境化学进展*. 北京: 化学工业出版社, 1995
- [11] Environment Canada. *Canadian soil quality guidelines*. Canada: Environment Canada, 2003
- [12] 俞飞, 林玉锁. 城市典型工业生产区及附近居住区土壤中 PAHs 污染特征. *生态环境*, 2005, 14(1): 6-9
- [13] Cheng JP, Yuan T, Wu Q, Zhao WC, Xie HY, Ma YG, Ma J, Wang WH. PM10-bound Polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs) and cancer risk estimation in the atmosphere surrounding an industrial area of Shanghai, China. *Water, Air and Soil Pollution*. 2007, 183: 437-446
- [14] 叶必雄, 陶澍, 张枝焕. 天津地区表层土壤多环芳烃类污染物污染源辨析. *地理科学进展*. 2005, 24(5): 61-68
- [15] Zhang HB, Luo YM, Wong MH, Zhao QG, Zhang GL. Distributions and Concentrations of PAHs in Hong Kong Soils. *Environmental Pollution*, 2006, 141: 107-114
- [16] Simpson CD, Mosi AA, Cullen WR, Reimer KJ. Composition and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in surficial marine sediments from Kitimat Harbour, Canada. *Sci. Total Environ.*, 1996, 181: 265-278
- [17] Amellal N, Portal JM, Berthelin J. Effect of soil structure on the bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons within aggregates of a contaminated soils. *Applied Geochemistry*, 2001, 16 (5): 1611-1619

Distribution Characteristics of PAHs in Green-Belt Soils from Main Roads of Shanghai

MA Guang-jun¹, LIANG Jing², FANG Hai-lan², ZHANG Gan-lin³

(1 *College of Resource and Environment Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China*; 2 *Shanghai Institute of Landscape Gardening, Shanghai 200232, China*; 3 *Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China*)

Abstract: Distribution characteristics of PAHs in the green-belt soils collected from Yan'an Road Viaduct, the Middle Ring Road and the Outer Ring Road in Shanghai were studied in the paper. Results showed that the total content of 16 kinds of PAHs in soils ranged from 538 $\mu\text{g}/\text{kg}$ to 21932.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, which were already contaminated with PAHs if judged by the corresponding standards from Poland, Canada and other countries, in which 4–6 ring PAHs accounted for about 90% of the total PAHs. Moreover, the varying pollution degree of PAHs indicated that the road age and heavy vehicles using diesel contributed mainly to PAHs contamination. Correlation analysis indicated that soil organic matter was a main influential factor of PAHs distribution in the soils.

Key words: Green-belt soils, PAHs, Organic matter