

上海市不同类型道路灰尘铂族元素 (PGEs) 空间分布特征

刘玉燕^{1,2}, 刘敏³, 王玉杰^{1*}

1. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083; 2. 新疆昌吉学院化工系, 新疆 昌吉市 8311002; 3. 华东师范大学地理系, 上海 200062

摘要: 车辆行驶特征对PGEs排放影响很大, 而不同类型道路, 其车辆行驶特征会有很大差别。基于此, 对上海市5条不同类型的道路进行灰尘PGEs空间分布规律的探讨。灰尘样品用王水消解制样, ICP-MS测定。结果表明: 道路灰尘Rh、Pd、Pt的平均含量在主干道为24.50、96.40、29.04 ng·g⁻¹, 次干道为23.18、76.92、37.21 ng·g⁻¹, 快速路为41.73、188.05、57.21 ng·g⁻¹, 郊区高速公路为13.35、63.34、18.01 ng·g⁻¹, 郊区公路为7.49、22.76、0.97 ng·g⁻¹, 除次干道Pt含量高于主干道外, 5种类型道路的PGEs含量均表现为: 快速路 > 主干道 > 次干道 > 郊区高速公路 > 郊区公路, 郊区高速公路及郊区公路虽然车流量大, 但PGEs含量并不高, 车流中许多车辆因未安装VECs而不排放PGEs是主要原因。如以1.5~1.6 km道路(两端为路口)为长度单位, 主干道、次干道及快速路灰尘PGEs的分布呈波浪型; 郊区公路灰尘PGEs的分布呈半圆弧型; 郊区高速公路(仅有一端为收费口)灰尘PGEs分布呈先高后低再趋于平稳的折线型, 车辆行驶特征的差异是造成不同类型道路灰尘PGEs分布模式差异的主要原因。郊区高速公路及郊区公路的路口(或收费口), PGEs含量往往很高; 而主干道、次干道及快速路的路口, PGEs含量不一定很高, 频繁的怠速和加减速使得上述三种道路远离路口的地方也常出现怠速是主要原因。

关键词: 道路类型; 道路灰尘; PGEs; 分布特征

中图分类号: 文献标识码: A 文章编号: 1674-5906 (2010) 10-2414-05

为进行汽车尾气污染治理, 铂族元素(Platinum Group Elements, PGEs) 被作为催化剂广泛用于汽车尾气催化转化器装置(Vehicle Exhaust Catalysts, VECs)。然而, 近几年的研究发现, PGEs及其化合物是一类高发生率的致敏物, 部分PGEs化合物还具有致癌效应, 这推翻了以往的铂族元素“无毒说”。PGEs排放带来的环境问题已成为近年来国际环境问题研究热点之一^[1-5], 但在国内学术界尚未引起足够重视, 相关报道较少^[6-9]。车辆行驶特征对PGEs排放影响深刻^[5,10], 王海鲲等的研究证实: 不同功能类型道路, 其车辆行驶特征差别很大^[11]。基于此, 本文选择上海市5条不同类型的道路为研究对象, 对其道路灰尘PGEs空间分布规律进行探讨, 以期为深入研究PGEs城市环境地球化学过程提供参考。

1 材料与方法

1.1 样品采集

参照上海城市道路功能分级^[12], 从市区选取三条不同类型道路: 长宁路(主干道)、杨柳青路(次干道)、中山路(快速路), 从郊区选取两条不同类型道路: 沪杭高速公路(郊区高速公路), 沈砖公路(郊区公路), 从这5条道路上各选取1.5~1.6 km长的路段作为重点研究路段。在每条路段, 每隔200~240 m 布设采样点, 每条路段布点8个, 除

郊区高速公路有一端为收费站外, 其他路段两端采样点均设在路口。共采集40个样品(采样点基本情况见表1)。采样工具有毛刷、聚乙烯铲等, 采样工具用稀硝酸清洗过, 保证每次采样工具无污染。以每个采样点为中心, 用毛刷收集沿路沿石0.5 m以内的灰尘; 采样时, 为统一采样标准, 东西走向的道路在路南采集样品, 南北走向的道路在路东采集样品; 在天气连续保持15 d晴朗后, 根据不同路段清扫规律, 分别于清扫前在各条道路采样, 采集时间为2008年12月。

表1 采样点基本情况

Table 1 The basic situation of sampling points

道路名称	道路起止范围	道路类型	交通流量/(pcu·d ⁻¹) [*]
中山北路	金沙江路-武夷路	城区快速路	5.40×10 ⁵
长宁路	中山西路-安西路	城区主干道	4.73×10 ⁵
杨柳青路	金沙江路-武宁路	城区次干道	1.28×10 ⁵
沪杭高速公路	莘庄收费口-距收费口1.6 km处	郊区高速公路	8.00×10 ⁵
沈砖公路	嘉松南路-外青松公路	郊区公路	2.20×10 ⁵

*数据来自上海市市政工程管理局(pcu为标准车当量数)

1.2 样品分析

1.2.1 主要仪器和试剂

Agilent ICP-MS 7500c型电感耦合等离子体质谱仪; Milli-Q超纯水系统。内标由Re标准储备液

基金项目: 国家自然科学基金项目(40611171); 新疆维吾尔自治区教育厅重点项目(XJEDU2009I39); 中国博士后科学基金项目(20100480213)

作者简介: 刘玉燕(1971年生), 女, 副教授, 博士, 主要研究方向为环境地球化学与污染生态。E-mail: yuyanliu006@sina.com

*通讯作者; E-mail: wyujie@bjfu.edu.cn

收稿日期: 2010-08-20

配制；调谐溶液为 10 ng/mL，锂、钴、钇、铈、铊混合标准溶液（2% 硝酸介质）（Agilent，Part#5184-3566）。

1.2.2 实验方法

将样品风干后，置于烘箱内烘至恒质量（85 °C，4 h），过 200 目筛。过筛后的样品置于聚乙烯袋中干燥保存。

称量 5 g 样品于 100 mL 的锥形瓶中，加入 20 mL 新配置的王水 $V(\text{HCl}) : V(\text{HNO}_3) = 3 : 1$ ，静置过夜后先低温加热，然后升温赶酸近干时再加入 20 mL 新配置的王水，继续加热至 5 mL 时加入少许水使溶液分散，待溶液冷却后将样品和残渣转移至 50 mL 容量瓶，用二次水稀释至刻度，摇匀后静置 2~3 d，稀释 50 倍后用 ICP-MS 测定^[7,10,13]。由于王水消解产生的干扰较小，只需采用数学校正法扣除 Cd 对 Pd 的干扰^[10,13]。

上述实验标准溶液系列均由标准储备液逐级稀释配得，介质为 5% 硝酸；所用试剂均为优级纯，水为超纯水。实验全过程均在空气清洁度为 1 000 级的清洁实验室进行。检出限为：0.45 ng·g⁻¹ (Rh)，4.55 ng·g⁻¹ (Pd)，0.47 ng·g⁻¹ (Pt)，回收率在 85% 以上，相对标准偏差低于 2.5%。

1.2.3 ICP-MS 工作条件

表 2 ICP-MS 操作参数

Table 2 Measurement parameters of ICP-MS

项目	参数	项目	参数
功率/W	1450	截取锥孔径/mm	0.4
冷却气流量/(L·min ⁻¹)	15.0	分析模式	Quantity Analysis
辅助气流量/(L·min ⁻¹)	1.0	积分时间/(s/isotope)	0.3
载气流量/(L·min ⁻¹)	1.06	氧化物量/%	<0.5
样品提升速率/(mL·min ⁻¹)	1.0	双电荷量/%	<2
采样深度/mm	6.7	内标	¹⁸⁵ Re
采样锥孔径/mm	1.0		

元素测定中所选用的同位素：¹⁰³Rh，¹⁰⁸Pd，¹⁹⁵Pt

2 结果与讨论

据邵长桥等对车辆加速车道长度的研究^[14]，在市区主干道、次干道及郊区公路上，车辆加速或减速可在 50~120 m 内完成；在快速路上，车辆加速或减速可在 160 m 内完成；在郊区高速公路上，车辆加速或减速可在 200 m 内完成。在正常状况下，若从路口开始加速，120 m 后，市区主干道、次干道及郊区公路上车辆处于匀速状态；160 m 后，快速路上车辆处于匀速状态；200 m 后，高速公路上车辆处于匀速状态。车辆匀速、怠速、加减速行驶时，PGEs 排放量均有所不同，怠速行驶时 PGEs 排放量最大，其次是加减速状态，匀速状态时 PGEs 排放量最小^[5,10]。由于各条道路按照每隔 200~240 m

布设采样点，因此，可根据各采样点距离路口的远近程度，将该采样点所处路段大致判别为怠速路段或匀速路段。

2.1 主干道 PGEs 空间分布特征

选取长宁路（中山西路-安西路）路段，此路段全长 1.5 km（长度计算均四舍五入），共 6 个路口（其中 2 个为丁字路口），4 个红绿灯，6 个公交站台，为 8 车道，车流量为 473 200 pcu·d⁻¹。各采样点中，1、3、4、8 号采样点均为十字路口，2、6 号采样点为丁字路口，5、7 号采样点远离路口（距离路口 120 m 以上）。

长宁路道路灰尘 Rh、Pd、Pt 的平均含量及变化范围分别为 24.50(16.83~33.54)、96.40(55.95~128.2)、29.04(9.05~61.55) ng·g⁻¹，Rh、Pd、Pt 在一定范围内变化，分布模式呈波浪型，Rh 的变化较 Pd、Pt 更为和缓（图 1）。车辆怠速行驶时 PGEs 排放量最大，匀速行驶时排放量相对较小^[5,10]。5 号采样点远离路口，可认为其处于匀速路段，但从图 1 发现，5 号采样点 Rh、Pd、Pt 含量都较高；1、4 号采样点位于十字路口或离路口很近，可认为其处于怠速路段，但 1 号采样点 Pd、Pt 含量达到最低，4 号采样点 Pd、Pt 值较低。这表明，主干道远离路口的位置 PGEs 含量不一定低于路口，有的甚至超过路口。市区主干道路口、红绿灯、公交站台很多，人流与机动车、非机动车混行，王海鲲等的研究表明，市区主干道的机动车在超过 90% 的时间里处于不停的加速、减速或怠速状态^[14]，这导致远离路口、车辆常应匀速的地段也会出现频繁的怠速及加减速状态，从而使远离路口采样点的 PGEs 含量有时也会超过路口，上述原因最终造成主干道 PGEs 排放速度变化频繁 PGEs 分布模式呈波浪型。

2.2 次干道 PGEs 分布特征

次干道选取杨柳青路（金沙江路-武宁路）路段，此路段全长 1.5 km，共 7 个路口，其中 2 个为丁字路口，另有公交站台 2 个，红绿灯 2 个，为 4 车道，车流量为 12 800 pcu·d⁻¹。8 个采样点中，除 2、4 号采样点远离路口外（距离路口 120 m 以上），其他采样点均在路口或距离路口很近（距离路口 50 m 以内）。

杨柳青路灰尘 Rh、Pd、Pt 的平均含量及变化范围分别为 23.18(12.93~26.34)、76.92(56.31~106.7)、37.21(9.03~45.48) ng·g⁻¹。Rh、Pd、Pt 均在一定范围内变化，分布模式也呈波浪型，Rh 的变化较 Pd、Pt 更为和缓（图 1）。Rh、Pd、Pt 的最低值出现在 2 号采样点，2 号采样点远离路口，可判别其处在匀速路段，其 PGEs 含量分布与前人研究结果一致^[5,10]，但同样是远离路口的 4 号

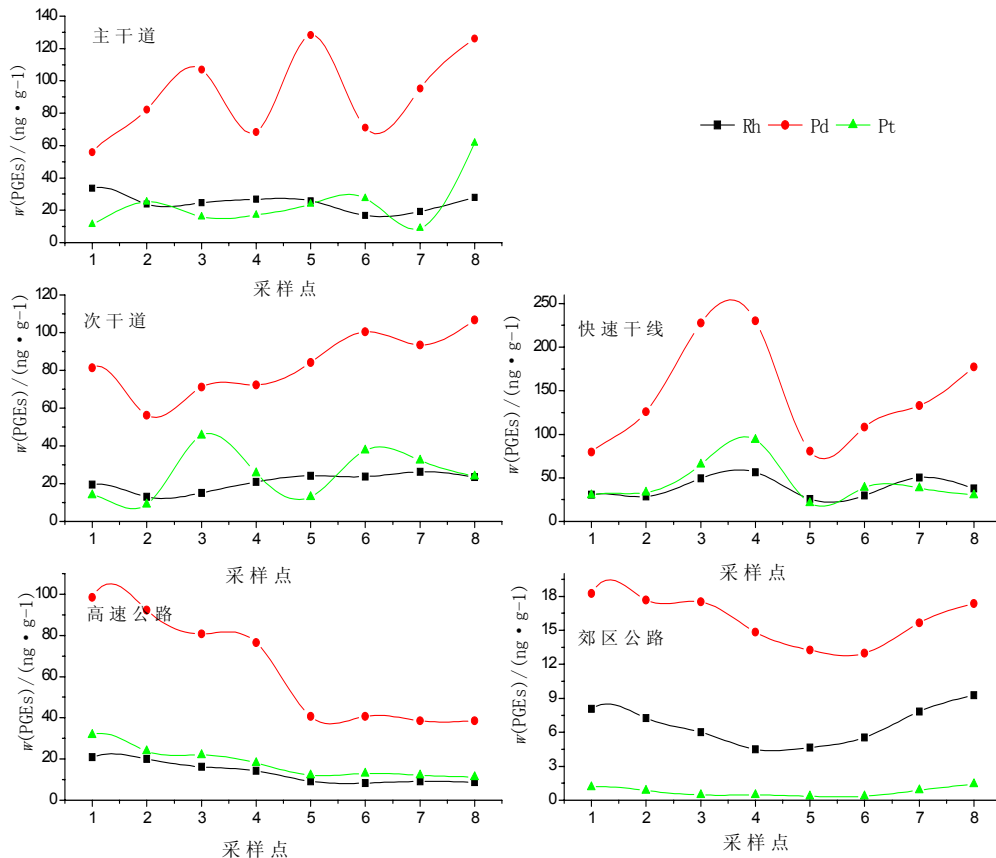


图1 不同类型道路灰尘 PGEs 分布特征

Fig.1 PGEs distribution characteristics in road dust

采样点,其 PGEs 含量要高于部分路口,这说明,次干道远离路口处的 PGEs 含量有时会超过路口。市区次干道的路口、红绿灯、公交站台也很多,人流与机动车、非机动车混行现象突出,市区次干道的机动车在超过 85%的时间里处于不停的加速、减速或怠速状态^[14],即使远离路口处,车辆也会出现频繁的怠速及加减速状态,其 PGEs 排放量也会增大,导致其含量有时也会超过路口,最终使 PGEs 排放速度变化频繁,PGEs 分布模式呈波浪型。

2.3 快速路 PGEs 分布特征

快速路选取中山路(金沙江路—武夷路)路段,全长 1.6 km,车流量为 53 989 pcu·d⁻¹。快速路高架部分为双向 6 车道,除两端为匝道外,无其他路口和公交站台,没有红绿灯限制,没有机动车和非机动车混行的现象,交通相对通畅,快速路除地上部分为高架路外,地面还有双向 8 车道的地面辅道,地面辅道有 4 个路口,3 个公交站台和 4 个红绿灯。其中,1、2、5、8 采样点位于地面辅道路口,1、8 采样点同时还是高架路的匝道口,7 号采样点离匝道口很近(距离小于 50 m),3、4、6 采样点远离路口及匝道口(距离大于 160 m)。

中山路 Rh、Pd、Pt 的平均含量及变化范围分

别为 41.73 (25.79~56.45)、188.05 (79.71~230.4)、57.21 (21.28~93.65) ng·g⁻¹,PGEs 含量均高于主干道和次干道,其车流量大于主干道和次干道是主要原因。由图 1 发现,快速路 PGEs 分布模式呈波浪型的特征也很明显,PGEs 含量变化不仅频繁而且悬殊较大。市区快速路高架部分虽然交通相对通畅,匀速频率较高,但其辅道的路口、红绿灯、公交站台很多,人流与机动车、非机动车混行,机动车在超过 80%的时间里处于不停的加速、减速或怠速状态^[14],这导致快速路 PGEs 排放速度变化频繁,PGEs 分布模式呈波浪型。快速路 PGEs 呈波浪型的分布模式也说明其 PGEs 排放受地面辅道车辆的影响深刻。

2.4 郊区高速公路 PGEs 分布特征

郊区高速公路选取沪杭高速公路(莘庄收费站~距收费站 1.6 km 处)路段,该路段只有一个收费口,无其他路口,无红绿灯,8 车道,车流量为 80 000 pcu·d⁻¹,全长 1.6 km。其中,1 号采样点位于收费口,其余采样点都远离路口,各采样点间距几乎都在 200~240 m 之间。

沪杭高速公路 Rh、Pd、Pt 的平均含量及变化范围分别为 13.35(8.34~20.81)、63.34(38.56~98.45)、

18.01(11.38~31.68) $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ 。从收费口向高速公路深处, PGEs 含量变化和缓, 分布模式呈先高后低再趋于稳定的折线型。1号采样点位于收费口, 其 Rh、Pd、Pt 含量最高, 收费口所有车辆均处于怠速状态是主要原因。其余样点随着与路口距离的增大, PGEs 含量逐渐降低, 至第 5 个采样点后, 即距收费口约 1 km 左右后, PGEs 含量变化波动较小, 基本趋于稳定。按照理论, 高速公路上的车辆加速或减速可在 200 m 内完成^[14], 但现实中, 司机的个人驾驶习惯及各种车辆车况的差异, 使得很多车辆完成加速任务的距离长短并不相同, 而距收费口 1 km 后, 几乎所有车辆均已完成加速任务, 之后处于相对较长时间的匀速状态, 故距收费口约 1 km 左右后, PGEs 含量基本趋于稳定。高速公路路口 (或收费口) 少, 无红绿灯, 车辆怠速状态较少, 且怠速常出现于路口 (或收费口) 处, 故路口 PGEs 排放量最大, 远离路口后, 车辆常以匀速状态行驶, PGEs 排放量降低, 故各采样点 PGEs 含量与距离路口远近关系较密切, 在 1.5~1.6 km 长度范围内, 分布模式呈先高后低再趋于稳定的折线型。

2.5 郊区公路 PGEs 分布特征

郊区公路选取沈砖公路 (嘉松南路-外青松公路) 路段, 此路段全长 1.6 km, 共 2 个路口, 无公交站台, 2 个红绿灯, 为 4 车道, 车流量为 22 000 $\text{pcu}\cdot\text{d}^{-1}$ 。此路段 8 个采样点中, 1、8 号采样点位于路段两端的两个路口, 其余 6 个采样点均均匀分布于这 2 个采样点间。

沈砖公路 Rh、Pd、Pt 的平均含量及变化范围分别为 7.49(4.50~9.28)、22.76(12.98~28.52)、0.97(0.36~3.36) $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$, PGEs 含量低于其他道路。从图 1 可以看出, 郊区公路灰尘 PGEs 分布特征呈半圆弧形模式。处于路段两端的 1、8 号采样点, 路口的位置使车辆怠速状态明显, 故 PGEs 含量最高, 1 号采样点后, 车辆处于加速状态, 后车速稳定, 故从 1 号采样点后, PGEs 含量逐渐降低, 至 3 号点后, PGEs 含量变化很小, 趋于稳定, 6 号点距下一个路口约 400~460 m, 部分车辆开始准备减速, 故 7 号点 PGEs 含量再次升高, 到 8 号点 (路口) 时, PGEs 含量又达到最高。郊区公路上, 路口及红绿灯不多, 车辆怠速状态较少, 怠速常出现于路口处, PGEs 含量也最高, 远离路口后, 车辆常以匀速状态行驶, 其 PGEs 含量降低, 故各采样点 PGEs 含量与距离路口远近关系较密切, 在 1.5~1.6 km 长度范围内, 分布模式呈半圆弧形。

可见, 道路功能类型不同, 车辆行驶特征就会有所不同, PGEs 含量分布模式因此也会不同。

除次干道 Pt 含量高于主干道外, 5 条道路中,

PGEs 含量均表现为: 快速路 > 主干道 > 次干道 > 郊区高速公路 > 郊区公路。郊区高速公路车流量远大于其它几种类型的道路, 但 PGEs 含量却不是最高; 郊区公路车流量不是最小, 但 PGEs 含量却最小, 两种道路均位于郊外, 属非高污染车辆控制区, 车流中不少车辆因未安装 VECs 而不排放 PGEs 是主要原因。与奥卢市 (芬兰)、圣地亚哥 (智利)、卡尔斯鲁厄 (德国) 等城市的高速公路相比^[2,16-17], 沪杭高速 PGEs 含量也很低, 上述城市对高速公路实行高污染车辆控制, 路上车辆必须配备 VECs 是致因。

3 结论

(1) 道路灰尘 Rh、Pd、Pt 的平均含量在主干道上为 24.50、96.40、29.04 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$; 次干道为 23.18、76.92、37.21 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$; 快速路为 41.73、188.05、57.21 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$; 郊区高速公路为 13.35、63.34、18.01 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$; 郊区公路为 7.49、22.76、0.97 $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ 。除次干道 Pt 含量高于主干道外, 5 种类型道路的 PGEs 含量均表现为: 快速路 > 主干道 > 次干道 > 郊区高速公路 > 郊区公路。郊区高速公路及郊区公路虽然车流量大, 但 PGEs 含量并不高, 车流中许多车辆因未安装 VECs 而不排放 PGEs 是主要原因。

(2) 如以 1.5~1.6 km 道路 (两端为路口) 为长度单位, 主干道、次干道及快速路灰尘 PGEs 的分布呈波浪型; 郊区公路灰尘 PGEs 的分布呈半圆弧形; 郊区高速公路灰尘 PGEs 分布呈先高后低再趋于平稳的折线型, 车辆行驶特征的差异是造成不同类型道路灰尘 PGEs 分布模式差异的主要原因。

(3) 郊区高速公路及郊区公路路口 (或收费口), PGEs 含量往往很高; 主干道、次干道及快速路的路口, PGEs 含量不一定很高, 而远离路口的位置, PGEs 含量也不一定低, 频繁的怠速和加减速使得上述三种道路远离路口的地方也常出现怠速是主要原因。

参考文献:

- [1] Rauch S, Hemond H F, Barbante C, et al. Importance of automobile exhaust catalyst emissions for the deposition of platinum, palladium, and rhodium in the northern hemisphere[J]. *Environmental Science & Technology*, 2005, 39: 8156-8162.
- [2] Hodge V F, Stallard M O. Platinum and palladium in roadside dust[J]. *Environmental Science & Technology*, 1986, 20: 1058-1060.
- [3] Rosner G, Merget R. Evaluation of the health risk of platinum emissions from automotive emission control catalyst[C]//Zereini F, Alt F. editors. *Anthropogenic platinum-group element emissions. Their impact on man and environment*. Berlin: Springer-Verlag, 2000: 267-281.
- [4] Jackson M T, Sampson J, Prichard H M. Platinum and palladium variations through the urban environment: Evidence from 11 sample types from Sheffield, UK [J]. *Science of the Total Environment*, 2007, 385: 117-131.

- [5] Whiteley J D. Seasonal variability of platinum, palladium and rhodium (PGEs) levels in road dusts and roadside soils, Perth, Western Australia[J]. *Water, Air, and Soil Pollution*, 2005, 160: 77-93.
- [6] Wang Juan, Zhu Ruohua, Shi Yanzhi. Distribution of platinum group elements in road dust in the Beijing metropolitan area, China[J]. *Journal of Environmental Sciences*, 2007, 19: 29-34.
- [7] 施燕支, 贺闰娟, 王娟, 等. 敞口消解ICP-MS同时测定北京地区环境尘土样品中痕量铂、钯、铑的研究[J]. *光谱学与光谱分析*, 2006, 26(4):741-746.
Shi Yanzhi, He Runjuan, Wang Juan, et al. Simultaneous Determination of Trace Platinum, Palladium and Rhodium in Environmental Dust Samples by ICP-MS after Open-Digestion[J]. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 2006, 26(4):741-746.
- [8] 刘玉燕, 刘敏, 程书波. 道路灰尘 PGEs 含量的短期变化过程分析[J]. *环境科学学报*, 2009, 29 (9): 1864-1870.
Liu Yuyan, Liu Min, Cheng shubo. Short-term changing process for the contents of PGEs in road dust[J]. *Chinese Journal of Acta Scientiae Circumstantiae*, 2009, 29 (9): 1864-1870.
- [9] 杨永兴, 李晓林, 李玉兰, 等. 上海市大气气溶胶中铂元素污染状况调查[J]. *环境科学学报*, 2007, 27(5):810-816.
Yang Yongxing, Li Xiaolin, Li Yulan, et al. Survey of platinum contamination in aerosol particles from ambient air in Shanghai[J]. *Chinese Journal of Acta Scientiae Circumstantiae*, 2007, 27 (5): 810-816.
- [10] 刘玉燕, 刘敏, 程书波. 道路环境 PGEs 多介质累积规律[J]. *环境科学*, 2009, 30 (10): 3050-3054.
Liu Yuyan, Liu Min, Cheng shubo. Accumulation characteristics of PGEs in multimedia from road environment[J]. *Chinese Journal of Environmental Science*, 2009, 30 (10): 3050-3054.
- [11] 王海鲲, 陈长虹, 黄成, 等. 上海市城区典型道路行驶特征研究[J]. *交通环保*, 2005, 26 (3):35-39.
Wang Haikun, Chen Changhong, Huang Cheng, et al. Investigation of the characteristics of driving pattern in the urban area of shanghai[J]. *Environmental Protection in Transportation*, 2005, 26 (3):35-39.
- [12] 陈小鸿. 上海城市道路分级体系研究[J]. *城市交通*, 2004, 2 (1): 39-45.
Chen Xiaohong. Research on classification system of urban roads in shanghai [J]. *Urban Transport of China*, 2004, 2 (1): 39-45.
- [13] Rumyana D, Heike H, Petya K, et al. On the determination of platinum group elements in environmental materials by inductively coupled plasma mass spectrometry and microwave digestion[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2003, 489: 245-251.
- [14] 邵长桥, 杨振海. 一种确定加速车道长度的概率统计模型[J]. *数理统计与管理*, 2001, 20 (4): 42-45.
Shao Changqiao, Yang Zhenhai. A probability model for length of acceleration lanes on expressway [J]. *Application of Statistics and Management*, 2001, 20 (4): 42-45.
- [15] Artelt S, Kock H, Konig HP, et al. Engine dynamometer experiments: platinum emissions from differently aged three-way catalytic converters[J]. *Atmospheric Environment*, 1999, 33: 3559-3567.
- [16] Matti N A, Paavo P A, Juha P B, et al. Determination of platinum and rhodium in dust and plant samples using microwave-assisted sample digestion and ICP-MS[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2004, 521:137-142.
- [17] Beyer J M, Zereini F, Artelt S, et al. Platinkonzentrationen in Staubproben aus Frankfurt am Main und Umgebung[C]//Zereini F, Alt F. editors. Emissionen von Platinmetallen- Analytik, Umwelt und Gesundheitsrelevanz. Berlin yHeidelberg: Springer-Verlag, 1999: 131-145.

Distribution characteristics of PGEs in dust from different type roads

LIU Yuyan^{1,2}, WANG Yujie^{1*}, LIU Min³

1. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Changji College, Changji 831100, China;

3. Department of Geography, East China Normal University, Shanghai 200062, China

Abstract: In order to study distribution characteristics of PGEs in dusts from different type roads, samples of road dusts were collected from five roads in Shanghai and analyzed by ICP-MS following aqua regia digestion. The results show that average concentrations of Rh, Pd and Pt were 24.50, 96.40, 29.04 ng·g⁻¹ in trunk road, 23.18, 76.92, 37.21 ng·g⁻¹ in secondary road, 41.73, 188.05, 57.21 ng·g⁻¹ in elevated road, 13.35, 63.34, 18.01 ng·g⁻¹ in expressway and 7.49, 22.76, 0.97 ng·g⁻¹ in suburban road, respectively. Except Pt of secondary road was higher than that in trunk road, the rank of PGEs levels in different type roads demonstrated that elevated Road > Trunk Road > Secondary road > Expressway > Suburban road, implementation of the automobile emission standard only in central city of Shanghai were the main reason that PGEs concentrations in expressway and suburban road didn't accord with their traffic volume. If we took 1.5~1.6 km as length unit (both sides were intersection), the distribution model of PGEs in trunk road, secondary road and elevated road showed wavy type, suburb road showed semi-circle type, elevated road showed polygonal line type. The distribution model of PGEs had difference because of dissimilarity of vehicles. The contents of PGEs in intersection of trunk road, secondary road and elevated road were not possible high, the main reason was the vehicles shut down, accelerate and decelerate frequently at the place away from the junction.

Key words: road type; road dusts; platinum group elements; distributing characteristics