

# 城市生活垃圾中微量金属元素含量的特性分析\*

王 玮 魏小林 盛宏至

(中国科学院力学研究所,北京 100080)

**摘要** 城市生活垃圾中含有多种微量金属元素,可能会对环境和人们的健康造成危害。分析这些元素随着产地及时间的差别,了解它们在垃圾中的富集量,对于垃圾的处理和综合利用是非常重要的。在此通过连续监测1年内某沿海城市若干地区生活垃圾的组成成分,得到了垃圾中微量金属元素的原始数据,探讨了微量金属元素随来源和季节的分布规律,并进行了较为详尽的讨论。

**关键词** 城市生活垃圾 微量金属 分布规律

## 1 引言

城市生活垃圾是人们日常生活中产生的各种固体废弃物。垃圾产生的臭气、重金属、渗沥液、病菌等对人类活动构成多方面的危害,必须得到有效而且及时的治理。对于城市生活垃圾的分析主要包括对垃圾的产地与产量、垃圾的组成与特性等。

生活垃圾中含有各类微量元素,其中的重金属元素多是有毒元素,也是造成污染的重要因素,但是目前垃圾处理过程中很少关注这一问题。在此对南方某沿海城市1年内生活垃圾中微量金属元素的分布规律进行了分析,提供了比较详细的垃圾中微量元素的基础数据。

## 2 样品的收集与分析

选择城市有代表性的功能区(商业、办公、旅游饮食、住宅、文教、混合等功能区),在城区内共设了6个采样点。选取其中6种主要物理组分,按垃圾中成分含量从多到少依次是动植物、煤灰渣土、纸、布、塑料、贝壳;其年平均质量百分含量见表1。

表1 物理组分年平均质量的百分含量 %

动植物	煤灰渣土	纸	布	塑料	贝壳
49.4	38.8	3.7	1.7	5.5	0.9

将各调查点的垃圾充分混合均匀,按四分法缩分后留下的25~50 kg,分拣出表1中组分烘干、磨碎、混匀,取若干样品测定As、Cd、Cr、Cu、Fe、Hg、Mn、Pb、Zn 9种元素的含量。其中As采用Ag-DDC光度法测定;Cd、Cu、Fe、Mn、Pb、Zn采用原子吸收法测定;Cr采用二苯碳酰二肼比色法测定(Cr的含量基本为零);

\*国家自然科学基金(50376068)资助项目

Hg采用冷原子荧光法测定。

## 3 结果与讨论

分别从微量金属元素在垃圾中的年平均含量、随组分的分布规律以及按月份的分布规律来阐述。

### 3.1 各微量金属元素在垃圾中年平均含量

经过测定表明,在1 kg生活垃圾中,这9种金属元素的含量都是mg量级。表2反映了在所分析的生活垃圾中,各种微量金属元素在总的金属质量里占的百分含量;表3则是根据测定的1年里每个月每种元素的含量,分析得出的各金属元素在1 kg生活垃圾中的年平均质量含量。

表2 各金属元素年平均质量的百分含量 %

金属元素	As	Cd	Cu	Fe	Hg	Mn	Pb	Zn
百分含量	0.00	0.00	1.97	84.06	0.00	6.33	1.62	5.93

表3 生活垃圾中金属元素的质量含量 mg/kg

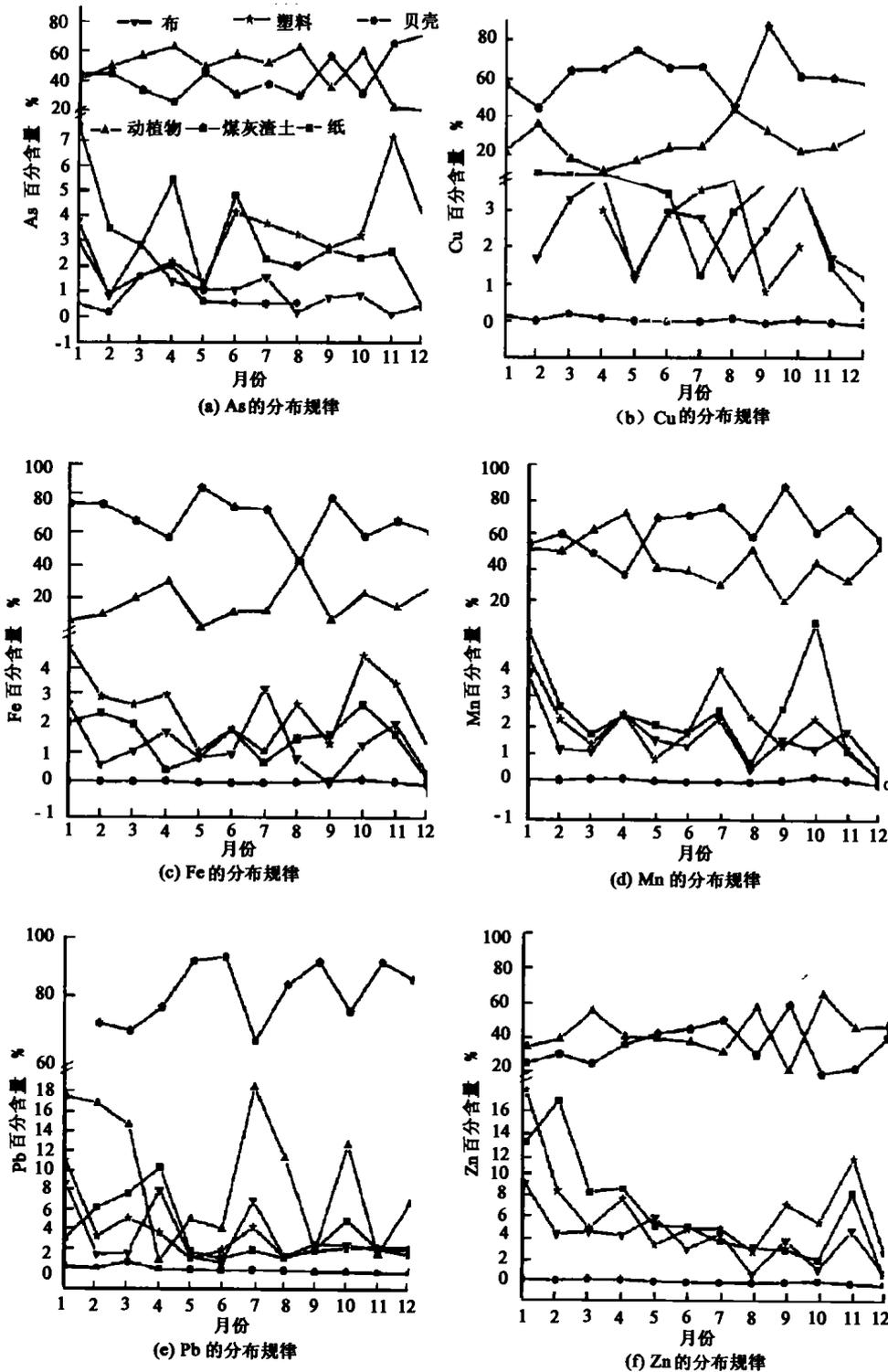
金属元素	As	Cd	Cu	Fe
质量含量	0.71	0.14	21.85	933.96
金属元素	Hg	Mn	Pb	Zn
质量含量	0.21	70.36	18.02	65.85

### 3.2 各种金属元素随组分的分布规律

#### 3.2.1 部分金属元素可能的主要产生物分析

垃圾含有的化学元素有两种类型,一种是植物生长必须的元素,一种是有毒元素。无论采取哪种垃圾处理方法,垃圾中的有毒元素都是造成污染的重要因素。表4是几种金属元素主要的来源和它们的存在方式,对于其他元素也进行了分析。

(1)铅(Pb)垃圾中的铅存在于合金物、颜料、塑料(稳定剂)和蓄电池中,形成了生活垃圾的有害金属



附图 几种金属按月份含量分布规律

污染源。在垃圾焚烧时,铅(还有镉和锌)即聚集在飞灰中;而垃圾焚烧时出现的颗粒将成为铅载体。

(2) 锌(Zn) 由于锌是一些酵母的辅助元素,生物系统中普遍存在微量的锌,它是没有危害的。但是若其浓度过高,则锌是有毒的。

(3) 汞(Hg) 生活垃圾中的汞主要来自烧碱生产工艺的残渣和塑料纸的颜料。也可来自灰尘、汞电池

和摔碎的温度计的汞废料。在室温下,汞是液体金属,易溶于热的和氧化的硫中。很多金属都能溶于汞中(汞合金)。汞蒸发后呈原子状,其蒸气是易吸附和高毒性的。

(4) 生活垃圾中的其他金属锰(Mn)、铁(Fe)、铜(Cu) 3种金属虽然不属于很有毒的物质,但它们同其他元素的共同作用还不很清楚。对于人类来说,同

样是有限定的需要量和最低极限的慢性有害浓度。

表4 部分金属元素主要产生物列表

金属元素	合金物	产生物
Cu	砷酸铜	木材,旧家具
	酞青染料	蓝色颜料
Pb	硫化铅	白色颜料
	氧化铅	晶体铅
Zn	氧化锌	油漆,橡胶制品
	硫化锌	墨水,皂类,塑料

### 3.2.2 金属元素在各组分中的质量百分含量

在此所分析的沿海城市,其生活垃圾特点是有机物含量很高,可燃成分含量较高。由于地处海边,人们饮食中海产品占有很大分量,所以组分中动植物含量非常高,而且还有较多贝壳一类的海产品。

而无机物中含量最高的是煤灰渣土,与该城市能源主要来自燃煤有关。

表5 金属元素在各组分中的年平均质量的百分含量 %

金属	动植物	煤灰渣土	纸	布	塑料	贝壳
As	47.94	43.80	3.19	1.32	3.16	0.78
Cd	16.97	66.40	0.00	2.64	5.64	0.01
Cu	24.06	63.08	5.44	3.18	4.16	0.09
Fe	25.01	69.57	1.51	1.33	2.54	0.04
Hg	62.18	28.47	16.06	1.87	20.76	0.00
Mn	37.28	57.81	1.94	1.29	1.63	0.05
Pb	9.44	79.81	3.79	3.39	3.48	0.10
Zn	45.13	37.79	6.36	3.91	6.71	0.01

表5给出了8种微量金属元素在动植物、煤灰渣土等物理组分中的分布情况。

### 3.3 各种金属元素按月份的含量分布

同一种金属元素在一年的各个月份里的分布是不一样的,了解这一分布规律能更详尽的掌握生活垃圾的特性。附图反映的就是这一规律,因为各种金属元素在动植物和煤灰渣土中的含量远多于其他组分,所以数据图按含量的百分数都采用了分段显示。

附图(a)中As在动植物和煤灰渣土中含量随时间的分布较为均匀,As在纸组分里的含量在一月份很高,但是2月份下降很大,这个极有可能与新年人

们大量使用贺卡、纸张有关。

附图(b)中的Cu有一定的含量分布在煤灰渣土中,它在八月份有个低谷,可能是跟高温期生产强度有所降低有关。

附图(c)中Fe的分布主要存在于煤灰渣土中,和Cu类似,在8月份的有一个相对的含量低谷。这一点,从Fe在煤灰渣土中各月份含量的标准方差值相对其他金属的要高出50倍,可以更为清楚地看出来。

附图(d)中Mn多存在于合金中,它的分布和Fe很相似,在8月份的煤灰渣土中的含量有一个低谷。而在8月份的动植物中含量上升,这很可能是该沿海城市在夏季海鲜的食用消费量猛增的缘故。

附图(e)中的Pb它唯一主要的来源就是煤灰渣土,其他的组分中百分含量都低于20%,这跟别的元素都不一样。

附图(f)中的Zn是元素分布在动植物和煤灰渣土中最为均匀的,但是它在纸张和塑料袋中的含量随季节变化特别大,和As的分布有类似之处,受到节假日人们对纸张和塑料袋使用量大为增加的影响。

## 4 结论

影响城市生活垃圾成分的主要因素有经济水平(人均收入)、能源结构和季节。另外,城市性质和地理环境也是影响生活垃圾成分的主要因素。各种金属元素在动植物和煤灰渣土中的含量远多于其他组分。同一种金属元素在一年的各个月份里的分布有所不同。

### 参考文献

- 1 A. J Chandler, T. T. Eighmy, et al. Municipal Solid Waste Incinerator Residues. Amsterdam: ELSEVIER SCIENCE B. V., 1997.
- 2 M. Rashid Khan. Clean Energy from Waste and Coal. New York: ACS Symposium Series 515, 1992.
- 3 Richard W. Bryers. Incinerating Municipal and Industrial Waste. New York: HEMISPHERE PUBLISHING CORPORATION, 1991.
- 4 田文栋,魏小林,黎军,吴东垠,盛宏至. 城市固体废弃物的焚烧实验. 中国环境科学, 2001. 21(1): 49 ~ 53.
- 5 张益,赵由才. 生活垃圾的焚烧技术. 北京: 化学工业出版社, 2000. 365 ~ 375.

作者通讯处 王玮 100080 北京海淀区北四环西路15号 中国科学院力学研究所工程科学部