

北京市三类住宅室内 CO、颗粒物污染 及其元素分析

王菊凝 张 月

(中国预防医学科学院,环境卫生与卫生工程研究所)

摘要 根据对三类有代表性住宅进行一年四季的有关监测及对户主所作个体碳氧血红蛋白 (COHb) 测定, 研究表明室内空气污染较严重, 尤其在冬季。颗粒物浓度普遍经常超标, CO 更甚, 可高达 47ppm。室内空气污染与住房类型, 特别是与取暖方式, 关系密切。同类住宅当改用了中心供暖后, 污染大为改善。30 种元素分析表明是典型的燃煤夹杂风砂的污染。室内 Pb 浓度较高可能与使用液化石油气 (LPG) 灶具有关。吸烟的影响有时可被严重的室内污染所掩盖。

从健康的角度出发, 空气污染研究的重点应该在室内, 因为人们的活动 90% 以上在室内、60% 以上在家中^[1]。

随着空调的采用和建筑结构的密闭化, 特别是一些室内日用化学品的使用, 使室内空气污染出现了新特点^[2]。但对一般居民来说, 特别是在取暖期较长的北方地区, 室内仍以煤烟型污染为主, 即颗粒物和 CO 为主要污染物。

此研究是在过去“人对 IP 和 CO 接触量研究”^[3] 工作的基础上增加了吸烟因素的影响; 对颗粒物采样作了改进和 IP、RP 分级采样; 并对颗粒物进行了 30 种元素的测定和分析。

一、方 法

1. 研究设计

在北京市宣武区选择了三类有代表性的住宅: 单元住宅, 代表着大城市住宅的发展方向; 单排平房, 简化的北京原有的四合院住宅类型; 甬道楼房, 即中间为通道、两侧有房间的多层楼房。每类各选 2 户 (吸烟和非吸

烟户), 按北京的季度代表月进行四季监测。每季每户连续四天。颗粒物采样为连续 12 小时, 监测期间每日定时采集四次 CO 样品, 每户户主于每日晨起后, 离家前收集一次呼出气样品作 COHb 测定。

2. 测定方法

采用分级空气气溶胶采样器 (哈佛大学公共卫生学院设计、组合) 采集颗粒物。用 X 线荧光光谱法 (XRF) 分析颗粒物元素; 塑料袋采集空气中 CO 和呼出气样品, Ecolyzer 2000 Series 分析 CO 浓度。

二、结果和讨论

1. 颗粒物监测的结果及其元素分析

颗粒物的监测表明, 冬季浓度最高, 夏季最低; 室内高于室外, 昼高于夜; 在室内, 厨房高于居室。超标的频率较高 (国家卫生标准日平均为 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 冬季室内可高达 $550 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 而厨房内可高达 $877 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。细颗粒物 ($\leq 2.5 \mu\text{m}$) 所占比重, 室内平均占 60%, 室外平均占 52%, 与赵炳成的测定结

果*近似(见表1)。

表 1 不同监测地点和时间的 IP 浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

季节	地 点			时 间	
	居室内	厨房内	室外	昼	夜
冬	406.8	506.9	277.6	337.4	285.4
春	227.5	334.2	171.0	231.5	176.9
夏	184.0	199.6	154.4	163.4	151.7
秋	201.0	301.2	155.3	189.1	127.7

注:表中每一数据均为 12 样品的平均值

关于颗粒物浓度,按住宅类型对比,无规律和差异;按吸烟因素对比,有差异(见表2)。无论 IP 还是 RP,吸烟户住宅内的四季浓度均高于非吸烟户。

颗粒物的 30 种元素 Al、Si、S、Ce、K、Ca、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Se、Br、Rb、Sr、Pb、Zr、Mo、Ag、Ca、Sn、Sb、I 和 Ba 的含量依次为 $\text{Al} > \text{Si} > \text{S} > \text{Ce} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Ti} > \text{Mn} \cdots \cdots$, 这明显地反映出燃煤和风沙污染的特点。

由于北京冬季的强风和经常出现逆温,绝大多数元素都是冬季高^[3]。Al、Si、Fe、Mn 在 IP 中的含量明显高于 RP,其余的元素则

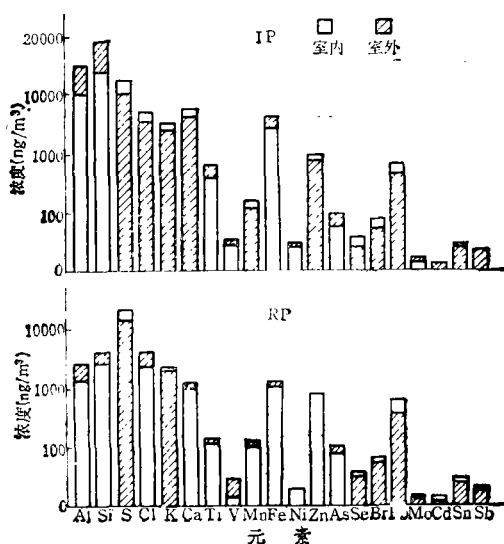


图 1 空气颗粒物中 20 种元素浓度比较

大部分存在于 RP 中。Al、Si、Fe、Mn 主要来源于风沙,故室外浓度明显高于室内,其余元素则室内、外相近似。室内、外颗粒物中的 20 种主要元素浓度比较见图 1。

表 2 吸烟、非吸烟者室内颗粒物浓度比较($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

季节	颗粒物粒径 (μm)	吸烟情况	
		不吸烟	吸烟
冬	2.5	247.9	327.2
	10.0	363.6	450.5
春	2.5	128.8	256.6
	10.0	201.7	253.1
夏	2.5	75.4	138.1
	10.0	142.3	225.5
秋	2.5	105.2	117.4
	10.0	197.3	212.5

表 3 空气中 Pb 浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

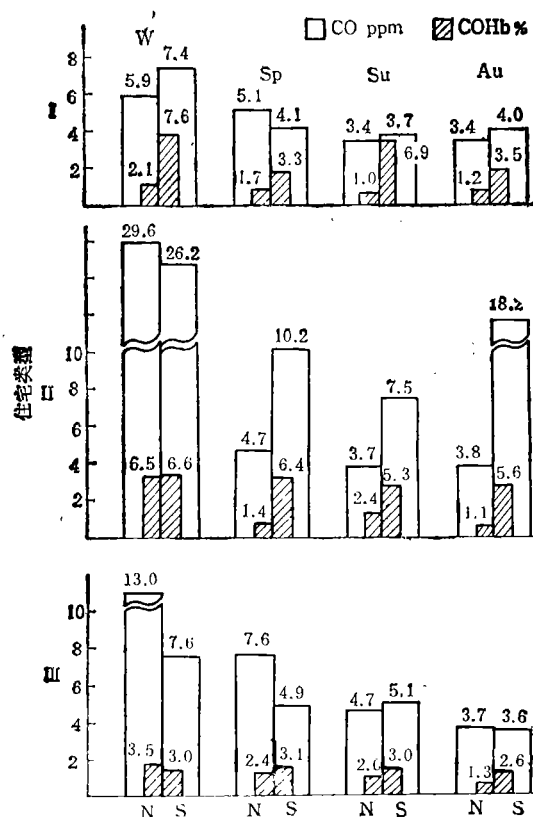
季节		采 暖 季		非采暖季	
Pb 粒径		$\leq 2.5\mu$	$\leq 10\mu$	$\leq 2.5\mu$	$\leq 10\mu$
浓度	室内	813	815	603	731
	室外	577	680	496	385

对北京地区室内、外的 IP 和 RP 作 30 种元素测定尚属首次,故无充分,可比的背景材料供作详细的分析。北京大气中 Pb 的水平过去有所报道,此次测定中 Pb 水平的偏高不能不给以注意(见表 3)。曹守仁等在 1983 年冬对宣武区大气测定的结果为 $510\text{ng}/\text{m}^3$,而 1986 年冬约为 $200\text{ng}/\text{m}^3$ ^[4]。汪安璞等的报道,北京市区测定的结果 1983 年前为 $470\text{ng}/\text{m}^3$ 以上,1984 年为 $180\text{ng}/\text{m}^3$,并认为 Pb 浓度有下降的趋势^[5]。我们的调查中 Pb 在采暖季超过 $800\text{ng}/\text{m}^3$,非采暖季也超过了 $700\text{ng}/\text{m}^3$,而且室内高于室外。与发达国家相比,北京为千万人口城市,汽车只有 38 万辆,汽油消耗量不高,且其中 80% 均为无铅汽油。为此我们对液化石油气的炊具(所调查的 6 户

* 赵炳成,大气中多环芳烃与重金属的理化特性及生物效应文集。

均使用液化石油气炊具)作了一些探索。在实验室内模拟烹调条件(放锅煮水于火上),分别在使用液化石油气(LPG)和不使用LPG的室内采空气样。测定结果表明,使用LPG状况下空气颗粒物中Pb含量为900ppm而不使用LPG的含量为413ppm。由此看来,室内Pb浓度偏高有可能与使用LPG灶具有关,但这还需作进一步的证实。

2. CO 监测结果及讨论



W: 冬; Sp: 春; Su: 夏; Au: 秋 N: 非吸烟户 S: 吸烟户
图2 三类住宅室内CO和个体COHb水平比较

三类住宅中CO及其户主COHb的监测结果见图2。I类住宅:吸烟户CO浓度稍高于非吸烟户,只春季例外,可能受室内某些局部因素影响;但吸烟者COHb的水平明显高于非吸烟者。II类住宅为煤炉取暖,在冬季不论吸烟户和非吸烟户室内CO浓度都很高,可高达47ppm。两户主的COHb相差无几,因

为来自煤炉的CO这一强大污染源可完全掩盖了吸烟因素的影响。但在非采暖季节,无论室内CO还是户主COHb水平,吸烟户均明显高于非吸烟户。III类住宅,非吸烟户室内CO浓度在冬、春两季的监测中反而高于吸烟户;夏、秋监测中非吸烟户和吸烟户室内CO浓度无显著差异。这可能与两户所处的楼层和位置不同有关,吸烟户位于一层出入口旁;非吸烟户位于二层一端,后者通风效果不如前者。COHb指标分析表明,在冬季,非吸烟户室内CO浓度大大高于吸烟户,而前者COHb水平只略高于后者。在其他三季的检测中,吸烟者COHb水平均高于非吸烟者,说明吸烟因素对人体健康的影响是明显的。

此次研究所选三类住宅与[1]相同,不同之处是在此期间第III类住宅改建为中心供暖。对两次调查的结果作一些对比,上次调查结果,III类住宅不论冬、夏其室内空气污染程度及个体COHb水平都是三类中最

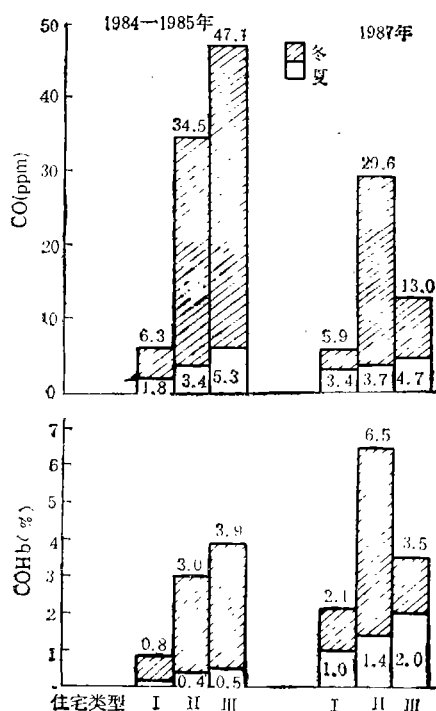


图3 住宅内CO浓度及居住者COHb对比

差的;此次调查结果,III类住宅大为改善,而I、II类住宅两次调查结果近似(见图3)。

两次调查中COHb水平的绝对值是不可比的,因为前次调查中呼出气样品是在下班前于工作地点采集的,代表工作环境的接触量,而本次调查是采集于家中,更代表家中环境的接触量。

三、结 论

1. 北京地区三类有代表性住宅室内颗粒物和CO浓度均经常超标,以CO为甚,冬季突出。

2. 颗粒物的元素分析反映为典型的燃煤型和风沙的污染。室内铅水平偏高可能与使用液化石油气灶具有关。

3. 居住条件与室内污染关系密切,但居

住条件差别的关键是冬季采暖。III类住宅恢复集中供暖前后之对比最为鲜明。

4. 在室内污染较严重情况下,吸烟因素的影响有时可被掩盖

致谢 笔者对哈佛大学,公共卫生学院Dr J. D. Spengler的慷慨支援和提供元素分析数据表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 王菊凝、曹守仁等,中华预防医学杂志,1,5—12(1987)。
- [2] Isaac Turiel, *Indoor Air Quality and Human Health*, pp. 3—4, Stanford University Press, Stanford, California, 1985.
- [3] 罗超等,大气环境,1,29—32(1987)。
- [4] 曹守仁等,卫生研究,15(5),15—19(1986)。
- [5] 汪安璞等,环境科学,9(6),12—17(1988)。

(收稿日期:1989年4月1日)

土壤吸铜特性对铜毒性临界值的影响

涂 从 青 长 乐

(西南农业大学农业环境保护研究室)

摘要 本文选用四川紫色土共8个样品,进行了莴苣、辣椒的土培试验和Cu吸附试验。结果表明,土壤吸Cu能力因土壤不同而异,吸Cu特征指数按红棕紫泥>紫泥土>夹砂泥>豆办泥>大土泥>红砂土>红紫泥>砂土递减。高量Cu处理对莴苣、辣椒均有毒害,导致减产,不同土壤上Cu毒性大小的顺序正好与吸Cu特征指数相反,但是对于特定的作物都统一于平衡溶液浓度:莴苣 $0.5\mu\text{g/mL}$,辣椒 $2.5\mu\text{g/mL}$,初步认为,使用等温吸附方法估测作物Cu毒性临界值是可行的。

土壤中铜的迁移、转化及对生物(包括动、植物和微生物)的影响,不仅与其本身特性有关,而且受土壤组分对Cu的吸附-解吸、溶解-沉淀、络合等一系列物理化学过程的制约^[1-3]。迄今为止,有关Cu对生物的效应和Cu在土壤中的化学行为的研究报道已不少。然而,大部分工作几乎都是分开来进行的,将二者联系起来,同步加以研究的报道尚不多见。因此,本文选用四川省典型的紫色土样品,进行了莴苣、辣椒Cu毒性水平及Cu吸

附作用的研究并讨论了二者之间的关系,在此基础上,提出了一种判定土壤Cu毒性临界值的简便方法。

一、材料和方法

(一) 供试土壤

土壤采自四川宜宾、重庆北碚及巴县等地紫色砂岩、泥页岩发育的紫色土,共8个土样。风干,磨碎,备用。土壤pH值用1:1水土比悬液、电位法测定;有机质含量用重铬酸

Treatment of Phenol-containing Wastewater by Immobilized Microorganism.

Zhou Ding, Hou Wenhua (Harbin Institute of Technology, Harbin): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

Treatment of phenol-containing wastewater by immobilized microorganism has been studied systematically in this paper. For this purpose, a strain of *Candida tropicalis* showing quite high phenol-degrading activity was separated from activated sludge. The immobilizing support and immobilizing conditions were selected through the experiments. The simulated wastewater containing 300 ppm phenol was treated in a self-made three-phase fluidized bed reactor filled with immobilized microorganism, and the outlet concentration of phenol was below 0.5 ppm. The volumetric loading rate of phenol increased by more than one time, and the amount of surplus sludge decreased by 90% as compared with those in traditional activated sludge method. These results show good prospect of immobilized microorganism in wastewater treatment.

Microbial Degradation of Polyethylene Farming-mulch-film after Its Photodegradation.

Li Fengzhen et al. (Institute of Applied Ecology, Academia Sinica, Shenyang): *Chin. J. Environ. Sci.* 11(1), 1990, pp.

This paper reports the conditions of degradable polyethylene farming-mulch-film by microorganism inoculation tests and soil-buried tests. The results obtained are as follows: 1. It is very difficult for polyethylene film of high molecular weight to be microbial degradation; 2. When the film molecular weight caused by photodegradation is below 4500—5000, the film fragments are susceptible to microbial attack by microorganisms commonly found in soil, and different microorganism has different degradability; 3. It is also demonstrated that photodegraded fragmented fragments of polyethylene film with not inhibit soils oxidation metabolism and soil enzymatic activities.

The Joint Probability Distribution of Wind (Directions, Speeds) and Stability Condition with the Diagnostic Depth of Planet Boundary Layer.

Xu Dahai (Chinese Academy of Meteorological Science, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

In this paper, the joint probability distribution of wind (directions, speeds) and stability conditions are given on the basis of probability theory. A kind of semi-empirical formula is also obtained, and gives the diagnostic depth of planet boundary by using stability and the regular wind speeds measured on the weather station in China.

Study on Predicting Model of the Nocturnal Radiant Inversion Distribution.

Zong Zijiu (Beijing Central Engineering and Research Institute of Non-ferrous Metallurgical Industry): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

The height and strength of temperature inversions play an essential role in determining the dispersion of air pollutants. In this paper a new prediction model of temperature inversion during night-time has been developed by modifying D. Anfossi and A. D. Surridge's methods, and three modified coefficients about wind speed, aqueous vapour and temperature differences at ground have been given. The vertical temperature profiles obtained from the present model have been compared with observations and the agreement is found to be better than previous models. The new model can replace the method for measuring the temperature profile with balloon-borne thermosonde in the environment impact assessment.

Indoor Pollution of CO and Particulate Matter in Beijing and Its Elemental Analysis.

Wang Juning, Zhang Yue (Institute of Environmental Health and Engineering, Chinese Academy of Preventive Medicine, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.

Three types of houses in Beijing were investigated that a smoking household and non-smoking one in each type were compared. Inhalable particulate (IP), respirable particulate (RP) and carbon monoxide (CO) were monitored in the living rooms and kitchens respectively for four seasons. At the same time carboxyhaemoglobin (COHb) was measured individually for each of the householders. The results showed that indoor air pollution was rather serious, especially in winter when particulate concentration was even as high as 47 ppm. Indoor air pollution is closely related to types of houses, particularly to the ways of heating. Air pollution will be greatly decreased when central heating facilities are established.

The analysis of 30 elements showed that the pollution was typically derived from coal burning and aggravated by dust wind, but indoor higher Pb level was probably due to use of liquefied petroleum gas for cooking. In our study, the effect of cigarette smoking seemed to be covered up by the serious indoor air pollution.

Influence of Cu Adsorption Characteristics on Cu Toxicological Threshold of the Vegetables in Purple Soil.

Tu Cong, Qing Changle (Lab of Agro-environmental Protection, Southwest China Agricultural University, Chongqing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(1), 1990, pp.