

两种不同采样方法对空气中铅检测结果的影响

彭冬冬¹, 陈松根¹, 董雪梅¹, 钟国鸣²

摘要: [目的] 了解个体采样与定点采样两种方法对检测空气中铅时间加权平均浓度的影响。[方法] 使用个体采样与定点采样两种采样方法平行采集工作场所含铅的空气, 根据《工作场所空气有毒物质测定·铅及其化合物》(GBZ/T 160.10—2004)方法测定铅时间加权平均浓度, 对其结果进行统计学对比分析。[结果] 个体采样和定点采样, 经在采用全面通风措施的工作岗位的采样结果比较表明, 两种采样方法差异无统计学意义; 采用局部通风措施的工作岗位的采样结果表明, 两种采样方法差异有统计学意义($P < 0.05$), 个体采样的结果高于定点采样。[结论] 在局部通风措施的工作场所, 不同采样方法对空气中铅检测结果有影响, 个体采样所得结果更能反映工人实际暴露水平。

关键词: 工作场所空气; 铅; 个体采样; 定点采样

Comparison of Air Lead Levels by Two Sampling Approaches PENG Dong-dong¹, CHEN Song-gen¹, DONG Xue-mei¹, ZHONG Guo-ming² (1.Department of Occupational Health Monitoring and Evaluation, Foshan Institute of Occupation Disease Prevention and Control, Foshan, Guangdong 528000; 2.Guangdong Testing Institute for Product Quality Supervision, Foshan, Guangdong 528000, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To compare the time weighted average concentrations (TWAC) of lead in air by individual sampling and fixed point sampling. [Methods] Air lead was parallel sampled by individual sampling and fixed point sampling at workplace. According to the *Methods for Determination of Lead and Its Compounds in the Air of Workplace* (GBZ/T 160.10—2004), the time weighted average concentrations of lead in air were measured and compared. [Results] There was no statistically significant difference between the lead TWACs estimated by individual sampling and fixed point sampling at the spots with general ventilation of the selected workplace. But at the spots with local ventilation, the results estimated by the two sampling methods showed statistically significant differences. [Conclusion] In workplaces with local ventilation, the results of lead levels in air vary with sampling methods. Individual sampling could better reflect the actual exposure level.

Key Words: workplace air; lead; individual sampling; fixed point sampling

铅烟尘采样方法直接影响到所测空气中铅检测浓度的大小, 因此在实际工作场所空气监测过程中选择正确的采样方法尤为重要。而《工作场所空气有毒物质测定·铅及其化合物》(GBZ/T 160.10—2004)^[1]中关于时间加权平均浓度, 有个体采样及定点采样两种采样方法, 目前国内主要使用定点采样, 个体采样主要应用于巡检岗位的有害因素监测。在实际工作中发现对于一些特定岗位, 定点采样的检测结果有时难以真正估计工人实际接触水平, 故本调查拟就此两种方法在实际应用中的结果进行比较分析, 本文报道该结果。

1 对象与方法

1.1 对象

以佛山市某蓄电池生产企业多个工序中铅作业岗位 13 个监测点为检测对象进行采样测定。

[作者简介] 彭冬冬(1982—), 男, 硕士, 医师; 研究方向: 职业卫生检测与评价; E-mail: xypdd@163.com

[作者单位] 1. 佛山市职业病防治所职业卫生监测与评价科, 广东 佛山 528000; 2. 广东省产品质量监督检验研究院, 广东 佛山 528000

1.2 仪器

GilAir-3 空气采样仪、Giliblator-2 组合式流量校准器(美国 Gilian 公司), AAS300 原子吸收光谱仪(美国 PE 公司)。

1.3 采样方法

依据《工作场所空气有毒物质测定 铅及其化合物》(GBZ/T 160.10—2004)^[1]中个体采样和定点采样方法, 选用同一型号的空气采样泵, 采样前后都经过 Giliblator-2 组合式流量校准器校正, 并利用前后流量均值计算采样体积^[2-3], 采样流速为 1 L/min 左右, 选择接触铅作业的熔铅、铸板、涂板、分板、刷板、叠板、烧焊成型、对焊和焊端子等工序 13 个点, 按配对设计的方案进行采样(即在同一时间段对同一工作岗位同步进行采样 2 h)。

1.4 采样方式

个体监测: 将个体采样器佩戴在工人胸前, 靠近工人的呼吸带。定点采样: 在不影响劳动者工作的情况下, 采样点尽可能靠近劳动者^[4], 距离劳动者不超过 0.5 m, 空气收集器高度与劳动者工作时的呼吸带水平相一致。

1.5 采样时间

采样从一个工作班开始 1 h 起至结束前 1 h 止, 即 0.5 个工

作日中间的 2h。

1.6 测定方法

采样后样品分析按《工作场所空气有毒物质测定·铅及其化合物》(GBZ/T 160.10—2004)使用原子吸收法测定。

1.7 统计分析

使用 SAS 9.13 软件对资料进行 Fisher 确切概率法及配对 *t* 检测分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

该蓄电池厂是一家中小型企业,以手工作业为主,主要产品为阀控密封铅酸蓄电池,所使用的主要原材料是金属铅,拥有生产工人 118 人(男 92 人,女 26 人)。其主要生产工艺流程:熔铅—铸板—涂板—刷板—分板—装配(包括叠板、烧焊成型、对焊和焊端子等工序)。2009—2010 年进行过职业病防护设施整改,对合膏和磨粉工序采用密闭化和自动化防护措施,铸板、涂板车间采用全面通风措施并配备移动式风扇,在熔铅、分板、刷板、叠板、烧焊成型、对焊和焊端子等铅污染较重的工序安装局部抽风除尘装置,分板、刷板、叠板岗位配备三面马蹄环型抽风除尘装置,熔铅、烧焊成型、对焊和焊端子工作岗位顶部安装抽风罩。

2.2 空气中铅浓度的检测结果

2.2.1 全部样品中两种方法的检测结果 依据铅烟的时间加权平均容许浓度为 0.03 mg/m³,铅尘的时间加权平均容许浓度为 0.05 mg/m³ 的判断标准,采用定点采样的检测结果为:13 个点中超标点数为 3 个,超标率为 23.1%;而采用个体采样的检测结果为:13 个点中超标点数为 7 个,超标率为 46.2%。两种方法的检测结果差异无统计学意义(Fisher 确切概率法, $P=0.226$)。

2.2.2 全面通风岗位和局部通风岗位的两种采样方法的检测结果 采用全面通风措施的工作岗位采样检测,两种采样方法所采集空气的铅浓度检测结果差异无统计学意义($t=-0.082$, $n=4$, $P>0.05$);而采用局部通风措施的工作岗位,所检测铅浓度的差异有统计学意义($t=2.321$, $n=9$, $P<0.05$),个体采样的结果高于定点采样结果的倍数为:铅烟为 1.41~4 倍,铅尘为 3.07~13.99 倍,见表 1。

表 1 某蓄电池厂通风岗位不同采样方式铅的检测结果
(时间加权平均浓度, mg/m³)

采样地点	样品类别	采样方式	
		个体采样	定点采样
全面通风岗位			
铸板车间：2# 铸板机	铅烟	0.018	0.014
铸板车间：5# 铸板机	铅烟	0.015	0.019
涂板生产线：头部	铅尘	0.006	0.005
涂板生产线：尾部	铅尘	0.003	0.004
局部通风岗位			
熔铅炉	铅烟	0.031	0.022
刷板车间：2# 刷板机	铅尘	0.309	0.047
刷板车间：4# 刷板机	铅尘	0.550	0.065
分板车间：2# 刷板机	铅尘	1.007	0.072
分板车间：5# 刷板机	铅尘	0.973	0.102

续表 1

采样地点	样品类别	采样方式	
		个体采样	定点采样
装配车间: 叠板	铅尘	0.043	0.014
装配车间: 烧焊	铅烟	0.028	0.007
装配车间: 对焊	铅烟	0.032	0.017
装配车间: 焊端子	铅烟	0.041	0.016

3 讨论

以上检测和对比分析的结果表明:在所有检测点的铅超标率一致性对比分析中,两种采样方法的检测结果差异无统计学意义;在采用全面通风的作业岗位,两种方法无明显差异性;但在采用局部通风措施的作业岗位,尤其是配备三面马蹄环型除尘装置的岗位,个体采样的结果明显高于定点采样。

分析的可能原因在于:(1)在三面马蹄型除尘装置的固定工作岗位,在不影响劳动者工作的情况下,虽采样点尽可能靠近了劳动者,空气采集器亦应尽可能靠近劳动者工作时的呼吸带,但实际上定点采样中仪器摆放与操作位置存在着一定的距离,此时定点采样实际是以环境中污染物的浓度来表示个体接触水平,虽有助于了解作业场所的背景值,但所获得的结果是从背景水平推算而来,不能确切反映工人实际接触水平^[5]。(2)虽然工人的操作岗位是固定的,但工人操作体位和操作方式在不断变化,部分岗位如烧焊、对焊和焊端子的工人为操作方便,有时会将上半身尤其是头部深入抽风罩下工作;而刷板和分板工序岗位的工人正对着刷板机和分板机,抽风罩的风速不能达到要求的情况下,迎面喷溅出的铅尘易被个体采样器采集到,而距离相对较远的定点采样仪器则不易采集;另外,由于是手工操作,工人需肉眼判断产品的好坏,经常将经过刷板或分好板的铅板拿出抽风罩放于眼前分辨,这也是造成本次个体采样浓度高于定点采样的重要原因。(3)本次采样期间,工厂非满负荷投入生产,这也在一定程度上影响了定点采样的铅检测浓度。综上所述,个体采样可以有效避免距离、操作体位、操作方式以及排风罩方位、风速等不利因素影响,能够较好地估计工人实际暴露水平。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

[1] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 160.10—2004 工作场所空气有毒物质测定·铅及其化合物[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
[2] 杨风华, 张鹏. 工作场所空气中铅测定质量控制的方法探讨[J]. 环境与职业医学, 2010, 27(1): 41-43.
[3] 闫慧芳, 徐伯洪. 目前工作场所有害因素样品采集中存在的问题[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2005, 23(1): 75-76.
[4] 中华人民共和国卫生部. GBZ 159—2004 工作场所空气中有毒物质监测的采样规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
[5] 顾海蓉, 谢震宇. 两种指标在车间空气环境监测和评价中应用及进展[J]. 上海预防医学杂志, 2004, 16(10): 505-506.

(收稿日期: 2012-08-01)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 王晓宇; 校对: 张晶)