

# 经口摄入致群发性职业性慢性铅中毒事故特征分析

马争<sup>1</sup>, 丁嘉顺<sup>2</sup>, 彭旭<sup>1</sup>, 蔡木蔚<sup>1</sup>, 王治华<sup>1</sup>, 陈满连<sup>1</sup>, 钟明浩<sup>1</sup>, 彭建梅<sup>1</sup>

1. 东莞市第六人民医院, 广东 东莞 523000; 2. 东莞市安全生产监督管理局

**摘要:** **目的** 调查分析一起群发性职业性慢性铅中毒事故特征。 **方法** 运用工作场所现场调查、空气监测、员工职业健康检查等职业流行病学调查方法和临床资料分析, 阐明 2017 年东莞市某电子厂一起群发性职业性慢性铅中毒事故致病途径和发病特征。 **结果** 该公司玻壳车间员工共计 87 人, 血铅检出浓度范围为 103.15~755.70  $\mu\text{g/L}$ , 中位数为 364.0  $\mu\text{g/L}$ 。超过诊断值水平 ( $>600 \mu\text{g/L}$ ) 4 例, 超过生物接触限值水平 ( $400\sim600 \mu\text{g/L}$ ) 24 例, 共计 5 例诊断为职业性慢性铅中毒; 工作场所空气中铅烟(尘)接触水平为  $<0.001\sim0.022 \text{ mg/m}^3$ 。其余车间 408 名员工(对照)血铅检出浓度范围为 26.91~184.23  $\mu\text{g/L}$ , 中位数为 53.82  $\mu\text{g/L}$ ; 工作场所空气中铅烟(尘)接触水平为  $<0.001 \text{ mg/m}^3$ 。玻壳车间员工血铅水平显著高于其余车间 ( $P<0.01$ ), 玻壳车间不同岗位、工龄员工血铅水平上差异有统计学意义 ( $P<0.05, P<0.01$ ); 而在不同性别员工血铅水平差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。玻壳车间员工该种作业和接触方式下血铅水平逐年升高, 接触 9 年后基本维持在生物接触限值水平。 **结论** 玻壳车间员工为涉铅作业, 是一起工作场所空气中铅浓度低于接触限值, 经口摄入致群发性职业性铅中毒, 主要为用人单位个人卫生管理缺失, 经消化道摄入导致群发性职业性慢性铅中毒事故。

**关键词:** 铅; 职业中毒; 经口摄入; 玻壳制造; 个人卫生

中图分类号: R135 文献标识码: A 文章编号: 1006-3110(2018)08-0934-04 DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2018.08.010

## Characteristics of an incident of occupational chronic lead poisoning by oral intake

MA Zheng, DING Jia-shun, PENG Xu, CAI Mu-wei, WANG Zhi-hua,

CHEN Man-lian, ZHONG Ming-hao, PENG Jian-mei

The Sixth People's Hospital of Dongguan, Dongguan, Guangdong 523000, China

Corresponding author: PENG Jian-mei, E-mail: 1002397202@qq.com

**Abstract:** **Objective** To investigate and analyze the characteristics of an incident of occupational chronic lead poisoning.

**Methods** The pathogenetic pathways and characteristics of an incident of occupational chronic lead poisoning in an electronics factory in Dongguan City in 2017 were elucidated by occupational epidemiological investigation methods and clinical data analysis, such as field investigation, air monitoring and occupational health examination. **Results** The range of blood lead concentration of all 87 workers in the glass-bulb workshop of the factory was 103.15–755.70  $\mu\text{g/L}$ , with the median concentration being 364.0  $\mu\text{g/L}$ . The blood lead concentration of 4 cases exceeded the diagnostic value ( $>600 \mu\text{g/L}$ ). The blood lead concentration of 24 cases exceeded the biological contact limit of lead ( $400\sim600 \mu\text{g/L}$ ). A total of 5 cases were diagnosed as occupational chronic lead poisoning. The contact concentration of lead fume/dust in the air of the glass-bulb workshop was  $<0.001\sim0.022 \text{ mg/m}^3$ . The range of blood lead concentration of 408 workers (serving as the controls) in other workshops was 26.91–184.23  $\mu\text{g/L}$ , with the median concentration being 53.82  $\mu\text{g/L}$ . The contact concentration of lead fume/dust in the air of other workshops was  $<0.001 \text{ mg/m}^3$ . The blood lead level was significantly higher in workers of the glass-bulb workshop than in those of other workshops ( $P<0.01$ ). The blood lead level showed statistically significant differences among workers with different posts and working years in the glass-bulb workshop ( $P<0.05, P<0.01$ ), but no statistically significant difference was found between male and female workers ( $P>0.05$ ). The blood lead level of workers with above-mentioned operation and occupational exposure setting in the glass-bulb workshop increased year by year, and their blood lead level was basically maintained at the level of biological contact limit after 9 years of exposure. **Conclusions** The workers in the glass-bulb workshop were exposed to lead, but the concentration of occupational lead exposure in the air of the workplace was below the limit. The results reveal that it is an incident of occupational chronic lead poisoning induced by oral intake, and the main reason for the incident is insufficient management of personal hygiene in the factory.

**Key words:** lead; occupational poisoning; oral intake; glass-bulb manufacture; personal hygiene

基金项目: 东莞市市属公立医院院长专项资金重点专科建设项目(东医管[2016]10号)

作者简介: 马争(1971-), 男, 硕士, 副主任医师, 主要从事职业卫生与研究工作。

通信作者: 彭建梅, E-mail: 1002397202@qq.com。

工作场所发生职业性化学因素中毒多以呼吸道吸入为主,2017 年上半年广东省某市发生一起慢性铅中毒病例事故,以手口接触消化道摄入途径导致,本文总结该起事故发病特征,探讨低于职业接触限值吸入,主要通过消化道摄入致职业性铅中毒特点和个人卫生管理在铅中毒防治中的作用。

## 1 对象与方法

1.1 对象 以某公司玻壳车间作为研究对象,重点调查分析生产工艺、劳动条件和生产环境,对该车间全员 87 人进行涉铅职业健康检查,以其余车间 408 人作为对照研究。

1.2 方法 现场调查按照安监总厅安健〔2016〕9 号《职业卫生技术服务机构检测工作规范》进行;工作场所铅烟(尘)采样按照 GBZ 159-2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》进行;实验室铅烟(尘)检测按照 GBZ/T 160.10-2004《工作场所空气有毒物质测定 铅及其化合物》进行;涉铅员工职业健康检查按照 GBZ 188-2014《职业健康监护技术规范》和原广东省卫生厅编制的《职业健康检查表》进行,检查表中增加生活方式、生活习惯和个人卫生等调查内容;血铅浓度检测按照 WS/T 174-1999《血中铅、镉的石墨炉原子吸收光谱测定方法》进行;依据 GBZ 37-2015《职业性慢性铅中毒的诊断》组织 3 名职业病诊断医师对病例集体诊断。

1.3 统计学分析 利用 ACESS 2016 建立数据库,运用 SPSS 22.0 对数据进行统计分析。偏态计量资料采用  $M(P_{25}, P_{75})$  进行统计描述,两组数据比较采用 Mann-Whitney  $U$  秩和检验,多组数据组间比较采用 Kruskal-Wallis  $H$  秩和检验。检验水准  $\alpha=0.05$  (双侧)。

## 2 结果

2.1 事件经过 2016 年 11 月 9 日,某市某公司玻壳车间 1 名员工职业健康检查示血铅超过诊断值水平 ( $>600 \mu\text{g/L}$ ) 并收治东莞市第六人民医院(东莞市职业病防治中心)驱铅治疗;2017 年 3 月 1 日和 3 月 7 日又发现同一车间 3 名员工血铅超过职业接触限值水平 ( $>400 \mu\text{g/L}$ )。3 月 10 日该市安全生产监督管理局会同当地职业病防治机构对该公司开展职业卫生调查;3 月 11、13 日对玻壳车间剩余 83 名在岗员工进行职业健康检查;3 月 18、21 日对其余车间 408 名在岗员工进行职业健康检查并加做血铅检查。

2016 年 11 月 9 日-2017 年 3 月 22 日陆续收治该公司员工 32 人次入院(含重复入院者)驱铅治疗或留

院行络合剂驱排试验,所有人员均于 4 月 26 日全部出院,诊断为职业性慢性轻度铅中毒共计 5 例。

### 2.2 职业卫生调查

2.2.1 基本情况调查 该公司属电子产品制造企业,2002 年 10 月建厂投产,主要生产二极管和三极管,现有员工 500 余人。其中玻壳车间定员共 87 人,分布在以下工序:热熔拉管 12 人,切割 15(干切检管 6 人、湿切 9 人)人,检验包装 52 人,其余为管理和办公文员 8 人。拉管作业 2 班/d 轮换,其余岗位 10 h/d、5 d/周。其他生产车间所有员工(分布在 28 个生产部门)共计 408 人,岗位作业 10 h/d、5 d/周。既往年份该车间员工没有进行过接触铅职业健康检查,也没有发现职业性铅中毒病例。

2.2.2 玻壳车间生产原料、产量与生产工艺 使用含铅 61% 粒径 5 mm 大小的玻璃颗粒原料,加热熔化生产玻封二极管颗粒半成品。原料用量为  $800 \sim 1\,000 \text{ kg/d}$ ,半成品产量为  $8 \times 10^8 \sim 1 \times 10^9$  个/月。总体生产工艺为玻璃颗粒热熔拉管→切割(干切、湿切)→检验包装。①热熔拉管:不设固定岗,人工将玻璃颗粒原料袋吊装割口投入密封加热熔炉熔化后梯度降温 ( $1\,070 \text{ }^\circ\text{C} \sim 600 \text{ }^\circ\text{C}$ ,一天投一次料、一次投约 3 min)→自动拉出中空玻璃管(外径  $1.30 \sim 2.30 \text{ mm}$ 、内径  $0.65 \sim 1.07 \text{ mm}$  不等规格);②干切:不设岗,自动干切成  $30.48 \text{ cm}$  长玻璃管→流水线输送至另一房间手工检管;③湿切:手工放置已切玻璃管于切割机水槽中水下切割(水循环使用),切割成长  $2.75 \sim 4.26 \text{ mm}$  不等规格玻璃颗粒→人工水中捞取→机械自动清洗烘干;④检验包装:目视手工操作,使用镊子分检包装入库。

2.2.3 玻壳车间生产布置与防护 玻壳车间与其他生产车间以厂内运输道路隔离单独布置,该车间内热熔炉区 ( $21 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ )、拉管干切区 ( $30 \text{ m} \times 21 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ )、湿切区 ( $15 \text{ m} \times 6.0 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}$  和  $15 \text{ m} \times 6.0 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}$ )、检验包装区 ( $15 \text{ m} \times 6.0 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}$ ) 等四个生产单元均单独设置房间隔离,以 4 台熔炉为主线布置,常开 2~3 条生产线。车间办公室 ( $10 \text{ m} \times 4.5 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}$ ) 置于湿切和干切单元之间隔离布置。热熔炉产生铅烟和干切产生的铅尘均设柜式罩局部抽风,有效控制铅烟、铅尘向外扩散;进入拉管干切区玻璃管已冷却至  $150 \text{ }^\circ\text{C}$ ,远低于铅熔化温度;同时热熔和拉管干切单元另设机械全面抽风强化车间通风换气,两单元区空气负压明显,其余单元常压作业,不存在车间空气交叉污染。生产过程不存在空气中铅烟(尘)较大波动工艺条件。熔炉投料员作业时佩戴 P100 级防金属烟尘半面罩,其余岗位员工均徒手作业,无有效手部和

皮肤防护,湿切员工皮肤和衣物可接触到湿切循环水。

2.2.4 玻壳车间卫生用室和个人卫生特征 车间未设置浴室、更(存)衣室、盥洗室和洗衣室等卫生用室。员工上身着棉工衣,下身着便装上下班,车间走道内设饮水区休息区。员工餐前自来水冲洗手就餐,车间内饮水、抽烟等无冲洗,不进行手臂皮肤冲洗下班;事发前员工不清楚制造玻壳原料含铅,用人单位也没有进行职业病危害告知和职业卫生培训。

2.2.5 玻壳车间工作场所空气中铅烟(尘)检测 在满负荷生产情况下,对 9 个工种 44 名员工接触铅烟(尘)进行了个体采样,从检测结果可见:9 个岗位铅烟(尘)接触水平在<0.001~0.022 mg/m<sup>3</sup>之间;各工种接触中位数水平在<0.001~0.011mg/m<sup>3</sup>之间,均远低于职业接触限值,见表 1。

| 表 1 玻壳车间工作场所空气中铅烟(尘)浓度(mg/m <sup>3</sup> ) |            |           |               |        |                  |
|--|------------|-----------|---------------|--------|------------------|
| 序号   | 个体采样<br>工种 | 采样<br>个体数 | 时间加权平均浓度      |        | 时间加权平均<br>容许浓度限值 |
|  |            |           | 范围            | 中位数    |                  |
| 1  | 热熔拉管工*     | 6         | 0.002~0.009   | 0.007  | 0.03             |
| 2  | 干切检管工      | 6         | <0.001△~0.022 | 0.011  | 0.05             |
| 3  | 湿切工        | 6         | <0.001~0.018  | <0.001 | 0.05             |
| 4  | 检验包装工      | 12        | <0.001~0.020  | <0.001 | 0.05             |
| 5  | 清洗烘干工      | 3         | <0.001~0.006  | <0.001 | 0.05             |
| 6  | 线上质检员      | 3         | <0.001~0.019  | 0.007  | 0.05             |
| 7  | 车间办公文员     | 6         | <0.001~0.001  | <0.001 | 0.05             |
| 8  | 热熔拉管组长     | 1         | 0.004         | -      | 0.03             |
| 9  | 切割组长       | 1         | 0.002         | -      | 0.05             |

注:\* 热熔拉管接触为铅烟,其余岗位接触为铅尘;△<0.001 为最低检出浓度值。

2.3 职业健康检查

2.3.1 玻壳车间职业健康检查 在岗员工共检 87 人(含门诊 4 人),其中男 24 人、女 63 人,年龄 19~55 岁之间,中位数为 33 岁;工龄为入职 0.1~14.4 年,中位数为 4.5 年;员工血铅检出浓度范围为 103.15~755.70 μg/L,呈偏态分布中位数为 364.0 μg/L。其中 4 例超过诊断值水平(>600 μg/L),分布在熔炉拉管单元 1 例,检验包装单元 3 例;24 例超过接触限值水平(400~600 μg/L),分布在热熔拉管单元 2 例,干切单元 2 例,湿切单元 7 例,检验包装单元 13 例;两者合计 28 例,占玻壳车间总人数 32.2%。59 例血铅水平在 100~399 μg/L 之间,见表 2。

| 表 4 各车间不同组别血铅水平(μg/L) |        |      |      |                                      |                       |      |                                      |                    |
|-----------------------|--------|------|------|--------------------------------------|-----------------------|------|--------------------------------------|--------------------|
| 序号                    | 组别     | 玻壳车间 |      |                                      | 其余车间                  |      |                                      |                    |
|                       |        | 例数   | 血铅范围 | M(P <sub>25</sub> ,P <sub>75</sub> ) | 例数                    | 血铅范围 | M(P <sub>25</sub> ,P <sub>75</sub> ) |                    |
| 1                     | 工龄段(年) | ~3   | 25   | 103.15~482.05                        | 254.71(168.41,335.75) | 103  | 28.98~184.23                         | 55.89(42.21,68.38) |
| 2                     |        | ~6   | 26   | 277.86~461.0                         | 373.64(309.44,407.32) | 101  | 26.91~115.92                         | 49.68(39.79,60.23) |

| 表 2 各车间员工血铅水平分布[例数(构成比,%)] |            |            |             |
|----------------------------|------------|------------|-------------|
| 序号                         | 血铅水平(μg/L) | 玻壳车间例数     | 其余车间例数      |
| 1                          | >600       | 4(4.60)    | 0(0.00)     |
| 2                          | 400~600    | 24(27.59)  | 0(0.00)     |
| 3                          | 100~399    | 59(67.81)  | 6(14.70)    |
| 4                          | <100       | 0(0.00)    | 402(98.53)  |
| 合计                         |            | 87(100.00) | 408(100.00) |

2.3.2 其余车间员工血铅检查情况分析 其余车间部分产品使用玻壳车间玻壳粒为原料进行二极管后续工序生产,员工不接触玻壳粒物料。工作场所空气中铅烟(尘)浓度均<0.001 mg/m<sup>3</sup>。所有员工(分布在 28 个部门)共计 408 人,其中男 148 人、女 260 人,年龄 19~57 岁之间,中位数为 36.0 岁;工龄为 0.1~14.2 年,中位数为 5.1 年。均进行了血铅检查。该车间员工血铅浓度呈偏态分布,检出血铅浓度范围为 26.91~184.23 μg/L,中位数为 53.82 μg/L。其中仅有 6 例(14.70%)血铅水平为 100~200 μg/L,402 例(98.53%)血铅水平<100 μg/L,见表 2。

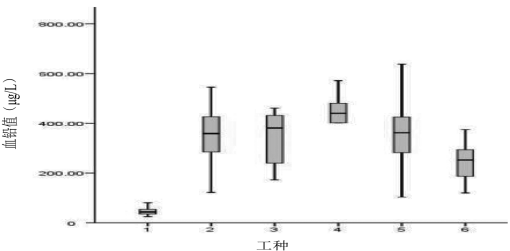
2.3.3 统计学分析比较 玻壳车间员工血铅水平显著高于其余车间(Mann-Whitney U 检验,Z=-14.63,P=0.000);玻壳车间以管理和文员血铅浓度中位数最低,该车间工种间血铅水平差异有统计学意义(Kruskal-Wallis H 检验,χ<sup>2</sup>=9.686,P=0.046);玻壳车间各工龄段血铅水平差异有统计学意义(Kruskal-Wallis H 检验,χ<sup>2</sup>=18.578,P=0.001);其余车间各工龄段血铅水平差异无统计学意义(Kruskal-Wallis H 检验,χ<sup>2</sup>=5.604,P=0.231);玻壳车间不同性别员工血铅水平差异无统计学意义(Mann-Whitney U 检验,Z=-1.19,P=0.233);其余车间不同性别员工血铅水平差异也无统计学意义(Mann-Whitney U 检验,Z=-1.130,P=0.258),见表 3、表 4、图 1 和图 2。

| 表 3 玻壳车间不同工种血铅水平情况(μg/L) |       |    |               |                                      |
|--------------------------|-------|----|---------------|--------------------------------------|
| 序号                       | 工种    | 例数 | 血铅范围          | M(P <sub>25</sub> ,P <sub>75</sub> ) |
| 1                        | 热熔拉管  | 12 | 122.09~755.70 | 358.82(269.97,443.63)                |
| 2                        | 干切    | 6  | 172.61~431.53 | 381.09(223.13,438.90)                |
| 3                        | 湿切    | 9  | 168.40~571.32 | 439.95(334.70,493.70)                |
| 4                        | 检验包装  | 52 | 103.15~670.0  | 362.07(279.97,426.28)                |
| 5                        | 管理和文员 | 8  | 119.99~374.69 | 252.60(184.19,302.60)                |



续表 4

| 序号 | 组别 | 玻壳车间 |      |                     | 其余车间                  |      |                     |                    |
|----|----|------|------|---------------------|-----------------------|------|---------------------|--------------------|
|    |    | 例数   | 血铅范围 | $M(P_{25}, P_{75})$ | 例数                    | 血铅范围 | $M(P_{25}, P_{75})$ |                    |
| 3  | 性别 | ~9   | 12   | 237.87~545.20       | 430.48(334.17,463.62) | 72   | 26.91~105.57        | 57.96(40.37,58.68) |
| 4  |    | ~12  | 9    | 159.89~755.70       | 391.53(187.34,565.50) | 98   | 28.98~95.22         | 62.10(43.51,65.60) |
| 5  |    | >12  | 15   | 168.40~637.82       | 422.28(271.55,507.15) | 34   | 33.12~78.66         | 47.61(41.09,59.82) |
| 6  |    | 男    | 24   | 122.09~755.7        | 364.16(217.87,500.42) | 148  | 26.91~184.23        | 57.96(42.34,66.72) |
| 7  |    | 女    | 63   | 103.15~616.77       | 359.96(267.34,414.69) | 260  | 26.91~115.92        | 51.75(40.78,59.05) |
| 8  | 合计 | -    | 87   | 103.15~755.70       | 364.0(265.23,429.42)  | 408  | 26.91~184.23        | 53.82(41.96,64.09) |



注:1 其余车间员工,2 玻壳车间热熔拉管工,3 玻壳车间干切工,4 玻壳车间湿切工,5 玻壳车间检验包装工,6 玻壳车间管理和文员。

图 1 不同工种血铅水平箱图特征

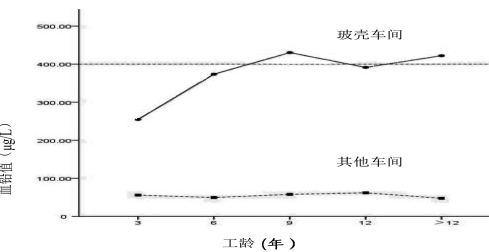


图 2 不同年龄段血铅水平中位数变化特征

2.4 职业病诊断和治疗 部分员工仅有轻重不一的头晕、失眠等主诉症状,查体无明显异常,主要参考血铅超过诊断值水平结合红细胞锌原卟啉(ZPP)水平( $\geq 2.91\text{ }\mu\text{mol/L}$ )诊断 4 例,参考络合剂驱排尿铅值( $> 1\text{ }000\text{ }\mu\text{g}/24\text{ h}$ )诊断 1 例,共计 5 例。入院驱铅治疗和留院行络合剂驱排试验共计 32 人次。经 1~3 个疗程留院诊疗,所有入院人员均于 4 月 26 日前血铅降至  $400\text{ }\mu\text{g/L}$  以下出院。

3 讨论

结合生产工艺和其他调查分析,结合不同车间血铅水平比较,可明确玻壳车间员工涉铅作业,其余车间员工不涉铅。

1979-1981 年全国普查资料示,经呼吸道吸入,接触铅烟平均值约在  $0.05\text{ mg}/\text{m}^3$ (时间加权平均容许浓度)时,经 5 年动态观察,未发现铅中毒病例<sup>[1]</sup>。陈惠清等<sup>[2]</sup>近年来调查分析也进一步表明:在工作场所空气中铅尘(铅烟)浓度低于职业接触限值,无有效个人防护经呼吸道吸入情况下,195 例涉铅员工(工龄 $> 5$  年员工占 67.18%),血铅水平为  $42.76(32.27\sim$

$53.85)\text{ }\mu\text{g/L}$ ,远低于铅的生物接触限值水平。参考上述涉铅吸入途径致血铅变化研究资料并与其比较,本案例玻壳车间空气中铅尘(铅烟)浓度远低于接触限值,吸入途径致血铅变化不会超过参考资料水平,但却发生 32.2%员工血铅超过生物接触限值水平,判断本案例玻壳车间血铅水平升高主要通过手-口接触消化道摄入导致。原因是长期徒手接触含铅玻璃管铅尘,皮肤衣物等沾染干切含铅玻璃粉尘和湿切切割循环水中的含铅玻璃粉,没有注意到玻璃粉尘沾染皮肤极难清洗特征,加上长期个人卫生习惯不良,皮肤衣物等清洗不及时,含铅玻璃粉尘长期沾染食物、香烟、水杯、餐具、办公劳动用具等后消化道摄入,导致血铅水平升高。同时从图 2 可见,该种作业和接触方式下血铅水平会逐年升高,接触 9 年后基本维持在生物接触限值水平。

因生活习惯和个人卫生,铅经口摄入致血铅升高,在儿童铅中毒研究文献中报道较多<sup>[3-4]</sup>,经口摄入致成年人职业性慢性铅中毒案例目前国内未见报道,本案例重要启示:一是职业病危害因素评价不可忽视非呼吸道摄入途径的评价,该途径在工作过程中往往比较隐蔽、易忽视;二是铅为高毒物质半衰期长易蓄积、极低污染水平即可造成全身各个系统和器官影响<sup>[5-6]</sup>,需综合防治;三是存在皮肤沾染的毒物,工作场所浴室、更(存)衣室、盥洗室和洗衣室等车间卫生用房设置以及员工个人卫生习惯培训是职业卫生工作中不可忽视的部分<sup>[7]</sup>。

参考文献

[1] 夏元洵. 化学物质毒性全书[M]. 上海:上海科学技术文献出版社, 1990:123-129.  
[2] 陈惠清,蓝岚,李荣宗,等. 广东省燃煤电厂铅暴露水平调查研究[J]. 中国职业医学,2015,42(5):589-591.  
[3] 许静,冯佳洁,张云鹏. 我国儿童铅中毒研究文献计量学分析[J]. 中国工业医学杂志,2013,26(6):475-477.  
[4] 钟堃,张金良. 中国儿童血铅来源及相关影响因素[J]. 环境与健康杂志, 2008,25(7):651-654.  
[5] 周倩倩,胡飞飞,夏超一,等. 职业接触铅人群健康危害的研究进展[J]. 中国工业医学杂志,2013,26(5):353-356.  
[6] Wang Y, Kanter RK. Disaster-related environmental health hazards: former lead smelting plants in the United States[J]. Disaster Med Public Health Prep,2014,8(1):44-50.  
[7] 中华人民共和国卫生部. GBZ1-2010 工业企业设计卫生标准(GBZ 1-2010[S]. 北京:人民卫生出版社,2010: 11-13.