

• 调查报告 •

某蓄电池企业铅中毒发病状况及发病趋势预测分析

Prediction analysis on incidence and trend of lead poisoning in a certain storage battery factory

王龙义, 曾德斌

WANG Long-yi, ZENG De-bin

(海南省疾病预防控制中心, 海南 海口 570203)

摘要: 对某蓄电池企业铅中毒发病状况及趋势进行预测分析。结果显示: 某蓄电池厂自建厂以来共发生 377 人次的铅中毒, 铅中毒的患病率为 2.99%, 经过持续不断的落实和完善预防控制措施, 铅中毒得到了有效控制, 1992 年以来未再发生铅中毒; 在工作场所中铅的浓度为 0.31 mg/m^3 (铅烟的浓度为 0.12 mg/m^3 , 铅尘的浓度为 0.37 mg/m^3) 时, 则可实现铅中毒的患病率为 0; 在巩固现有的预防控制水平下, 有望继续保持消除铅中毒的控制目标。

关键词: 铅中毒; 安全浓度; 预测分析

中图分类号: R135.11 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2012)06-0441-02

某蓄电池厂从 1955 年以来, 不断进行工艺改革, 采取卫生技术及管理措施, 控制铅的职业危害, 有效地控制了职业性铅中毒的发生。但是其工作场所中铅烟(尘)的浓度与国家职业卫生标准相比, 仍然比较高。我们对建厂以来工作场所的铅浓度的检测数据和生产人员铅中毒的发病情况进行了统计分析, 探讨了工作场所铅烟(尘)的浓度与铅中毒发病的关系, 预测铅中毒的发病趋势。

1 对象与方法

1.1 调查对象与资料来源

调查对象为某蓄电池厂 1951 年建厂以来接触铅的生产作业人员。该蓄电池厂的产品为铅酸蓄电池, 金属铅是其主要的原材料。接触铅的作业包括冶板、丹粉、涂板、灌粉、化成和装配等, 其中冶板和化成接触铅烟, 丹粉、涂板、灌粉和装配主要接触铅尘。资料来源为 1955 年以来的工作场所铅浓度的检测、铅作业人员的健康查体和铅中毒发病情况等。

1.2 铅的测定及铅中毒的诊断标准

1990 年以前工作场所铅烟(尘)的浓度及铅作业人员尿铅的测定采用双硫脲比色法, 之后采用原子吸收法。铅中毒的诊断按国家《慢性铅中毒的诊断标准》进行。

1.3 统计分析方法

采用 SPSS for Windows 10.0 软件包, 将历年工作场所空气中铅浓度的检测数据和历年各工种铅中毒的发病情况等输入计算机, 建立数据库文件, 进行统计学处理和分析。工作场所安全铅烟(尘)浓度的推算和铅中毒发病趋势的预测按文

献 [1] 报道的曲线拟合回归方程 $y = 5.5408 \ln(x) + 6.4198$ 进行, 其中铅烟的回归方程为 $y = 3.4708 \ln(x) + 7.3339$, 铅尘为 $y = 4.7157 \ln(x) + 4.6459$ 。

2 结果

2.1 工作场所铅烟(尘)的浓度与铅中毒的发病情况

从 1955—2005 年的 50 年中, 该蓄电池厂有 40 个年度对工作场所铅的浓度进行了检测。冶板、丹粉、涂板、灌粉、化成和装配等 6 个主要工种共测定 2 518 个铅烟(尘)样品, 平均浓度 0.81 mg/m^3 , 其中铅烟 998 个样品, 平均浓度 0.36 mg/m^3 , 铅尘 1520 个样品, 平均浓度 1.05 mg/m^3 。1955—2005 年共对 12 605 人次的铅接触人员进行了职业健康检查, 发现铅中毒 377 人, 铅中毒的患病率为 2.99%, 平均发病工龄 6.3 年。其中 1956 至 1960 年铅中毒人数为 111 名, 占铅中毒人数的 29.44%; 1961 年至 1965 年铅中毒人数为 88 名, 占铅中毒人数的 23.34%; 1991 年有 2 例铅中毒病人, 仅占铅中毒人数的 0.53%。1992 年以后未再发生铅中毒。在 1956—1965 年的 10 年间铅中毒人数占铅中毒总人数的 50% 以上。结果见表 1。铅中毒患病率的变化趋势如图 1 所示。

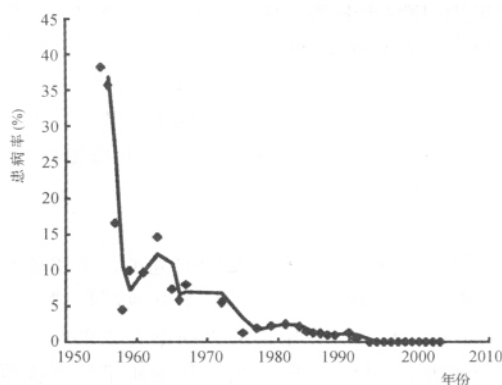


图 1 历年铅作业人员铅中毒患病率的变化趋势

2.2 工作场所安全铅烟(尘)浓度的推算

按回归方程推算, 如果将铅中毒患病率控制在 5% 时, 工作场所中铅的安全浓度为 0.77 mg/m^3 , 其中铅烟的安全浓度为 0.51 mg/m^3 , 铅尘的安全浓度为 1.08 mg/m^3 ; 铅中毒患病率为 1% 时, 工作场所中铅的安全浓度为 0.38 mg/m^3 , 其中铅烟的安全浓度为 0.16 mg/m^3 , 铅尘的安全浓度为 0.46 mg/m^3 ; 在工作场所中铅的浓度为 0.31 mg/m^3 , 铅烟的浓度为 0.12 mg/m^3 , 铅尘的浓度为 0.37 mg/m^3 时, 则可实现铅中毒的患病率为 0。铅中毒患病率与工作场所铅烟(尘)浓度理论推算值见表 2。

收稿日期: 2012-02-20; 修回日期: 2012-04-11

作者简介: 王龙义(1963—), 男, 主任医师, 主要从事职业病防治工作。

表 1 建厂以来工作场所铅烟(尘)浓度与生产人员铅中毒的发病情况

年代	工作场所铅浓度 (mg/m^3)			铅中毒发病情况			
	样品数	均值	范围	体检人数	铅中毒人数	患病率 (%)	发病工龄 ($\bar{x} \pm s$, 年)
~1955 年	7	13.53	7.51 ~ 25.17	81	31	38.27	4.2 $\pm$ 2.2
1956—1960 年	56	5.44	0.10 ~ 83.51	774	111	14.34	5.4 $\pm$ 3.3
1961—1965 年	149	3.85	0.04 ~ 75.00	820	88	10.73	4.9 $\pm$ 2.2
1966—1970 年	104	1.21	0.00 ~ 34.64	436	30	6.88	6.9 $\pm$ 1.8
1971—1975 年	84	1.28	0.02 ~ 20.00	1 154	41	3.55	9.6 $\pm$ 4.9
1976—1980 年	127	0.81	0.01 ~ 7.73	1 039	22	2.12	9.1 $\pm$ 4.2
1981—1985 年	293	0.57	0.01 ~ 9.00	1 844	33	1.79	9.5 $\pm$ 4.5
1986—1990 年	473	0.44	0.01 ~ 7.14	1 878	19	1.01	8.5 $\pm$ 6.3
1991—1995 年	495	0.30	0.00 ~ 6.16	1 550	2	0.13	6.5 $\pm$ 2.1
1996—2000 年	477	0.32	0.00 ~ 9.41	1 528	0	0	—
2001 年 ~	253	0.20	0.00 ~ 2.20	1 501	0	0	—
合计	2 518	0.81	0.00 ~ 83.51	12 605	377	2.99	6.3 $\pm$ 3.3

表 2 铅中毒患病率与工作场所铅烟(尘)浓度理论推算值

铅中毒患病率 (%)	铅浓度理论值 (mg/m^3)		
	平均	铅烟	铅尘
0	0.31	0.12	0.37
1	0.38	0.16	0.46
2	0.45	0.22	0.57
3	0.54	0.27	0.71
4	0.65	0.38	0.87
5	0.77	0.51	1.08

2.3 铅中毒发病趋势的预测

某蓄电池厂的铅中毒患病率经历了快速下降、稳定下降、有效控制和消除铅中毒的四个变化阶段,工作场所的铅浓度由 $13.53 \text{ mg}/\text{m}^3$ 大幅降至 $0.30 \text{ mg}/\text{m}^3$ 左右。在快速下降阶段,铅中毒患病率由 38.27% 降至 10% 左右;在稳定下降阶段,铅中毒患病率逐渐降至 3% 左右;在有效控制阶段,铅中毒患病率缓慢降至 0;1992 年以来,保持铅中毒患病率为 0。在 1990 年以后,各工种工作场所铅的平均浓度在 $0.30 \text{ mg}/\text{m}^3$ 左右或以下。因此,在目前工作场所中的铅浓度下,根据回归方程预测,多数工种可有效控制铅中毒的发生,甚至不发生。但由于灌粉工种的铅尘浓度仍较高,如不采取措施加以控制,将仍可能有铅中毒的发生。

3 讨论

蓄电池制造的主要职业危害是铅的危害,工作场所铅的浓度是铅中毒发病的决定性因素。某蓄电池厂自建厂以来共发生 377 人次的铅中毒,铅中毒的患病率为 2.99%。铅中毒患病率经历的四个变化阶段反映出工作场所铅危害各项预防控制措施在不同时期的落实效果。

从某蓄电池厂铅中毒的发病及分布情况可见,铅中毒随着预防和控制的不断完善和时代的进步而逐步得到了有效控制,铅中毒的发病趋势表现为在波动中逐年下降,并最终得到了有效控制。建厂初期铅中毒的高发,反映了当时生产条件和通风排毒措施非常简陋,并且对铅中毒的危害缺乏认识。1955 年以来,该蓄电池厂开始采取措施预防控制铅中毒的发生,取得了显著的控制效果;随着各项预防控制措施的完善和加强,工作场所的铅浓度逐年下降,铅中毒患病率得到了相应降低,并在 1992 年以后未再发现铅中毒病人。但是由于 2000 年以来工作场所铅的浓度仍高于职业接触限值,还存在

发生铅中毒的潜在危险,因此在以后的铅中毒预防控制中需要进一步巩固和完善现有的防护措施,加强职业健康监护,杜绝新的铅中毒病人的发生。

工作场所空气中铅浓度与铅中毒发病的关系,文献报道不一^[1],采用拟合对数曲线模型统计分析显示,工作场所铅浓度和铅中毒发病具有密切的对数关系(相关系数 r 为 0.7488)^[2]。多年的现场检测资料表明,蓄电池制造业工作场所铅的浓度多数高于目前我国铅的职业接触限值,依靠技术措施的更大投入将铅浓度控制在职业接触限值以下难度较大,这与目前我国的技术水平是不适应的。为指导蓄电池厂铅中毒的预防控制,本文采用文献资料中的回归方程对工作场所铅的安全浓度进行了推算,与某蓄电池厂实际的工作场所铅浓度和铅中毒患病率较为吻合,取得了较好效果。由表 2 可见,相同的铅中毒患病率,接触铅烟的浓度要低于铅尘浓度,说明铅烟的危害性要大于铅尘,接触铅烟更易导致铅中毒。根据回归方程式推算,假如要控制铅中毒患病率为 1% 以下,工作场所中铅尘、铅烟的浓度应分别控制在 $0.46 \text{ mg}/\text{m}^3$ 、 $0.16 \text{ mg}/\text{m}^3$ 以内;在工作场所中铅的浓度为 $0.31 \text{ mg}/\text{m}^3$ (铅烟的浓度为 $0.12 \text{ mg}/\text{m}^3$,铅尘的浓度为 $0.37 \text{ mg}/\text{m}^3$) 时,则可实现铅中毒的患病率为 0。但是,此铅的浓度仍远高于现行的工作场所铅烟(尘)的职业接触限值。因此,在该蓄电池厂现有的防护措施下,工作场所铅的职业接触限值可适当放宽至 $0.3 \text{ mg}/\text{m}^3$ (铅烟为 $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$)。此结果是经济有效的,在目前的经济和技术条件下是可以实现的。

从铅中毒的发病趋势分析可见,某蓄电池厂工作场所铅的平均浓度在 $0.30 \text{ mg}/\text{m}^3$ 左右时,铅中毒患病率为 0。某蓄电池厂工作场所铅的平均浓度在 2001 年后已经保持在 $0.2 \text{ mg}/\text{m}^3$ 左右,因此在加强对灌粉等个别工作场所治理的前提下,巩固现有的预防控制水平,有望继续保持消除铅中毒的控制目标。

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, 1991: 124.
- [2] 王龙义, 张文, 李登久, 等. 蓄电池制造业铅中毒的控制与消除 [J]. 中国工业医学杂志, 2007, 20 (5): 296-299.