

湘潭某铅酸电池厂职业危害治理措施与效果评估

刘晓, 黄曦, 杨敏, 肖胜蓝

湘潭市疾病预防控制中心, 湖南 湘潭 411100

摘要: **目的** 评价某铅酸电池厂职业病危害整改的控制效果, 预防、控制铅的危害。 **方法** 运用职业卫生调查法、职业卫生检测法、职业病防护设施检测、职业健康检查等方法, 对湘潭某铅酸蓄电池厂 2015 年采取工艺改革、职业卫生培训、卫生工程防护、职业健康监护等职业危害治理措施 1 年后的治理效果进行评估, 以整改前后的作业场所铅烟(尘)浓度合格率、铅作业工人的自觉症状阳性率、血铅超标率和答题正确率等指标, 对治理效果进行综合评估。问卷调查设计 30 题, 内容为: 基本知识(铅的理化性质、接触途径、铅中毒临床表现)、卫生保健、卫生工程防护措施。 **结果** 培训前有 112 人参加问卷调查, 培训后有 106 人参加问卷调查, 培训前作业工人答题正确率从 45.43% 提高到培训后的 62.23%, 培训后铅作业工人职业卫生知识掌握程度有显著提高 ($P < 0.05$)。整改前铅粉制造、浇铸板栅、电池装配 3 个岗位的铅烟(尘)PC-TWA 检测合格率分别从 52.6%、50.0%、25.0% 提高到整改后的 100%、100%、100%, 合格率比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 3 个岗位采取的综合治理措施取得了良好的效果。铅作业工人 11 项自觉症状 8 项整改前后的发生率比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。整改前血铅 ≥ 1.9 mmol/L 的 21 人, 超标率 18.8%, 整改后血铅 ≥ 1.9 mmol/L 的 4 人, 超标率 3.77%, 两者差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。 **结论** 湘潭某铅酸电池厂采取工艺改革、职业卫生培训、卫生工程防护、职业健康监护等职业危害治理措施后取得了良好的效果。

关键词: 铅; 职业病; 工艺改革; 职业卫生培训; 卫生工程防护; 职业健康监护; 控制效果

中图分类号: R135 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-3110(2017)11-1381-04 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2017.11.030

为控制和消除铅危害, 防止铅中毒, 保护劳动者身体健康, 湘潭县某铅酸电池厂 2015 年开始, 先后投入 2 500 多万元对生产设备、生产工艺设备布局、职业病防护设施、职业病卫生防治知识培训等进行整改, 以减少和控制铅的危害。笔者通过现场职业卫生调查、职业卫生检测、职业病防护设施及职业健康检查等方法对该厂实施职业危害综合治理措施 1 年后的效果进行前后对比分析, 为铅酸蓄电池企业控制铅危害及职业危害综合治理提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 湘潭某铅酸电池厂, 成立于 1995 年, 具有年产 60 万 KvAh 蓄电池的生产能力, 接触铅作业人员 112 人, 生产工艺流程见图 1, 整个工艺流程中存在的主要化学有害物质为铅烟、铅尘、硫酸。

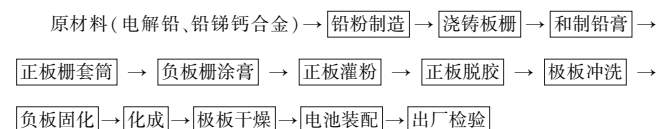


图 1 湘潭县某铅酸电池厂工艺流程图

1.2 方法

1.2.1 职业卫生调查法 运用现场观察、文件资料收

作者简介: 刘晓(1987-), 女, 湖南湘潭人, 本科学历, 主管医师, 研究方向: 职业病防治。

集与分析、人员沟通等方法, 调查该厂整改前后的职业卫生管理制度、职业病防护设施、职业卫生培训、作业工人血铅浓度等情况。

1.2.2 职业卫生检测法 职业病危害因素检测根据检测规范和方法, 对工作场所铅烟(尘)浓度、气象条件等进行检测。职业病防护设施检测根据检测规范和方法, 对职业病防护设施的技术参数以及通风、空气调节等内容进行检测。

1.2.3 职业健康检查法 按照《职业健康监护技术规范》(GBZ 188-2014)^[1]等有关规定, 对 2015 年整改前在岗期间 112 名铅作业工人和整改后在岗期间 106 名铅作业人员进行职业健康检查, 检查项目为症状询问(头痛、头晕、乏力、失眠、烦躁、多梦、记忆力减退、四肢麻木、腹痛、食欲减退、便秘 11 项)、内科常规检查、神经系统常规检查、血常规、尿常规、心电图、血铅等。

1.2.4 治理效果评估指标 职业危害综合治理措施 1 年后, 以作业场所铅烟(尘)浓度合格率、铅作业工人的自觉症状阳性率和血铅超标率、答题正确率等指标进行综合评价。

1.2.5 工艺改革措施 工艺改革前铅粉制造工序采用熔铅炉加热铅锭至 400℃~500℃, 将电解铅熔化并氧化铸粒; 浇铸板栅工序采用手工浇铸熔化的合金铅; 电池装配采用手工焊接极板和工作栓。2015 年该企

业进行工艺改革,购买了部分生产设备如铅粉制造工序购买冷制粒机,以减少铅烟的逸散;浇铸板栅工序购买全自动铸零件机;电池装配工序购买全自动组装线,以实现生产的全密闭化和自动化,减少铅尘、铅烟的逸散和作业工人的接触。

1.2.6 职业卫生知识培训 以讲座培训的方式对 112 名接触铅作业人员进行职业卫生知识培训。培训前有 112 人参加问卷调查,培训后有 106 人参加问卷调查。问卷调查设计 30 题,内容为:基本知识(铅的理化性质、接触途径、铅中毒临床表现)、卫生保健、卫生工程防护措施^[7]。

1.2.7 评价标准 按 GBZ 159-2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》^[2] 进行定点采样与长时间采样相结合,检验方法参照 GBZ/T 160.10-2004《工作场所空气有毒物质测定 铅及其化合物》^[3] 对样品进行测定,监测结果依据 GBZ 2.1-2007《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分:化学有害因素》^[4] 进行分析评价。按照 GBZ/T 194-2007《工作场所防治职业中毒卫生工程防护措施规范》^[5] 及 GB/T 16758-2008《排风罩的分类及技术条件》^[6] 对企业进行综合治理,并据此对整改效果进行评价。

1.2.8 统计分析 利用 SPSS 13.0 软件包进行统计分析,计数资料率的比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概

率法,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 职业卫生知识培训 分析培训前后作业工人答题正确率,培训前作业工人答题正确率从 45.43% 提高到培训后的 62.23%,差异有统计学意义,培训后铅作业工人职业卫生知识掌握程度有显著提高,见表 1。

表 1 培训前后作业工人答题正确率

培训内容	题目数量	培训前答对 题数($\bar{x}\pm s$)	培训后答对 题数($\bar{x}\pm s$)	t 值	P 值
基本知识	13	6.78±2.48	8.52±2.31	4.62	0.00
铅的个体防护和卫生保健	10	4.61±1.07	6.23±0.95		
卫生工程防护措施	7	2.24±0.83	3.92±1.02		

2.2 卫生工程防护 该企业整改前铅粉制造工序选用脉冲布袋除尘器进行局部通风,密闭罩漏风严重,铅尘捕集效率低;浇铸板栅和电池装配共用一套烟尘净化装置进行局部通风;封底与灌粉工序共用一套脉冲布袋除尘器进行局部通风。针对卫生工程防护设施存在的问题,该企业进行了整改,如购买 THS-2000 通风系统,为浇铸板栅、电池装配、灌粉等岗位作业工人呼吸带位置送新风,使气流组织合理,见表 2。

表 2 整改前后作业场所铅尘、铅烟职业病防护设施比较

工作场所	整改前				整改后			
	职业病 防护设施	存在问题	设计风量 (m ³ /h)	实际风量 (m ³ /h)	职业病 防护设施	改进措施	设计风量 (m ³ /h)	实际风量 (m ³ /h)
铅粉制造	脉冲式布袋除尘器	设计风量不足;铅粉制造投料口未密闭	3 000	1 450	脉冲式布袋除尘器	增设滤筒除尘器,增大设计通风量;投料口增设密闭罩,加强密闭性	3 000	
					滤筒除尘器		8 000	4 340
浇铸板栅	烟尘净化装置	浇铸板栅与电池装配共用一套局部通风装置,设计风量不足;通风管道设计不合理,通风三通夹角呈 90°,弯头曲率半径≤1.5,罩口风速<0.25m/s ^[8]	40 000	840	烟尘净化装置	浇铸板栅设计通风量增大,浇铸板栅三通夹角改为 45°,管路力求短、直,减少系统阻力	40 000	2 620
电池装配		设计风量不足;电池装配局部通风系统吸风罩为上吸式,气流组织不合理		510	铅烟处理系统	增设一套铅烟处理系统,增大通风量,同时上吸式吸风罩改为侧吸罩,气流组织合理,罩口平均风速 0.6~1.25m/s	30 000	18 960
灌粉	脉冲式布袋除尘器	封底与灌粉工序共用一套局部通风装置,设计风量不足	1 000	230	竖装式滤筒除尘器	增大通风量,加强灌粉密闭性	100 000	4 650

续表 2

工作场所	整改前				整改后			
	职业病 防护设施	存在问题	设计风量 (m ³ /h)	实际风量 (m ³ /h)	职业病 防护设施	改进措施	设计风量 (m ³ /h)	实际风量 (m ³ /h)
封底		设计风量不足,封底岗位 局部抽风罩口设计不合 理,侧吸罩收尘器罩口与 罩子面积大于 16:1				增大通风量,局部通风系 统抽风罩口改为下吸罩, 减少收尘器罩口面积		

2.3 铅作业场所整改前后检测结果比较 通过工艺改革和卫生工程防护设施的整改,工作场所铅烟的最高浓度从 0.560 mg/m³ 降低至 0.002 mg/m³,铅尘的最高浓度从 0.416 mg/m³ 降低至 0.002 mg/m³,整改前后

铅粉、浇铸板栅、电池装配 3 个岗位的铅烟(尘)合格率比较,差异有统计学意义($P<0.05$),3 个岗位采取的综合治理措施取得了良好的效果,结果见表 3。

表 3 整改前后工作场所铅 PC-TWA^{*} 检测结果比较

工作场所	整改前					整改后					χ^2 值	P 值
	浓度范围 (mg/m ³)	均值 (mg/m ³)	检测数	合格数	合格率 (%)	浓度范围 (mg/m ³)	均值 (mg/m ³)	检测数	合格数	合格率 (%)		
铅粉(铅尘)	0.026~0.344	0.097	19	10	52.6	0.002~0.021	0.009	10	10	100.0	4.834	0.028
灌粉(铅尘)	0.042~0.416	0.123	8	2	25.0	0.002~0.062	0.011	4	3	75.0	(Fisher)	0.152
浇铸板栅(铅烟)	0.002~0.547	0.151	16	8	50.0	0.002~0.010	0.006	8	8	100.0	3.961	0.047
电池装配(铅烟)	0.025~0.560	0.204	12	3	25.0	0.002~0.007	0.004	7	7	100.0	(Fisher)	0.002

注:铅尘的时间加权平均容许浓度 PC-TWA(mg/m³) 为 0.05,铅烟的时间加权平均容许浓度 PC-TWA(mg/m³) 为 0.03,铅的最低检出限为 0.004 mg/m³,当 $n<40$,或当一个格的理论数 $T<1$,或 $p\approx a$ 时,用 Fisher 确切概率法。

2.4 职业健康监护 对比整改前后铅作业工人的健康监护资料,可知铅作业工人 11 项自觉症状 8 项整改前后的发生率比较差异有统计学意义($P<0.05$),见表 4。血铅的实验室检测结果中整改前血铅 ≥ 1.9 mmol/L 的 21 人,超标率 18.8%,整改后血铅 ≥ 1.9 mmol/L 的 4 人,超标率 3.77%,两者差异有统计学意义($P<0.05$),血铅检测结果见表 5。

表 4 铅作业工人整改前后自觉症状

自觉症状	整改前($n=112$)		整改后($n=106$)		χ^2 值	P 值
	人数	发生率(%)	人数	发生率(%)		
头痛	24	21.43	11	10.38	4.935	0.026
头晕	53	47.32	41	38.68	1.658	0.198
疲乏无力	18	16.07	4	3.77	9.077	0.003
失眠	34	30.36	7	6.60	20.122	<0.001
烦躁	28	25.00	6	5.66	15.473	<0.001
多梦	30	26.79	19	17.92	2.454	0.117
记忆减退	47	41.96	32	30.19	3.268	0.071
便秘	11	9.82	2	1.88	6.114	0.013
四肢麻木	59	52.68	22	20.75	23.769	<0.001
腹痛	27	24.11	2	1.89	23.314	<0.001
食欲减退	12	10.71	2	1.88	7.062	0.008

表 5 整改前后铅作业工人血铅检测结果

时间	体检人数	超标人数	超标率(%)	χ^2 值	P 值
整改前	112	21	18.8	12.031	0.001
整改后	106	4	3.77		

3 讨论

本次研究发现,该企业通过职业健康教育培训的方式,作业工人熟练掌握了铅的个体防护、卫生保健等职业病危害防护措施,提高了自我防护意识。培训前,该企业的领导对职业病防治的意识不足,忽视职业病对作业工人的危害。因此,重视职业健康教育工作对于企业的可持续发展非常重要。通过职业健康教育,培养职工的职业病防治意识,指导作业工人采取正确的个体防护措施、卫生保健措施、工程防护措施,减少和控制职业危害,保障劳动者的健康。

该企业通过工艺改革,作业场所铅烟、铅尘的浓度得到了有效的控制。包括:淘汰熔铅炉购买冷制粒机(采用物理方式的切削,把铅锭制成铅粒),减少铅尘的产生;浇铸板栅、装配、灌粉等重点岗位尽量采取全自动、全密闭化生产,减少铅烟、铅尘的逸散。其次,局部通风设施的合理设计和安装,可大大降低工作场所铅烟、铅尘的浓度。风罩的形式、位置、捕集效率、风量及罩口风速的合理设计,决定了局部通风设施降低作业场所有毒有害物质浓度的效果,否则其防护设施成了摆设,作业环境得不到改善。

铅酸蓄电池企业属于职业病危害严重企业,针对蓄电池生产过程中存在的主要职业危害,该企业加强了对工作环境中存在的铅烟、铅尘等职业危害的防护措施,重视职业卫生知识培训,改善工作环境,保障工

人身体健康^[9]。同时,该企业通过职业危害治理满足了工业和信息化部、环境保护部《铅蓄电池行业准入条件》的要求,为铅蓄电池企业和政府部门的职业卫生控制和管理提供依据。

该企业整改后的职业病危害因素检测结果符合国家职业接触限值的要求,但长期动态的职业病危害状况则不能简单的从检测结果中获得,只有定期进行职业病危害因素检测和铅作业工人血铅浓度监测,才能定性、定量地预测和评价职业病危害程度,以降低职业病危害风险水平^[10]。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GBZ 188-2014 职业健康监护技术规范[S]. 北京:中国标准出版社,2014;10-11.
- [2] 中华人民共和国卫生部. GBZ 159-2004 工作场所有害物质监测采样规范[S]. 北京:人民卫生出版社,2004;1-5.
- [3] 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:中国标准出版社,2014;141-151.

- [4] 中华人民共和国卫生部. GBZ 2. 1-2007 工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分:化学有害因素[S]. 北京:中国标准出版社,2009;87-102.
- [5] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 194-2007 工作场所防治职业中毒卫生工程防护措施规范[S]. 北京:中国标准出版社,2009;367-379.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 16758-2008 排风罩的分类及技术条件[S]. 北京:中国标准出版社,2009;1-12.
- [7] 陈建华,曾婉娟,冯若乔,等. 蓄电池企业职业危害治理措施研究及效果评价[J]. 中国预防医学杂志,2008,9(12):1092-1093.
- [8] 张宏光,曾运良,周志洋. 铅酸电池生产企业铅职业危害综合治理效果研究[J]. 国际医药卫生导报,2015,21(1):35-38.
- [9] 卢慧萍,陈国伟,章海宁. 韶关市铅作业女工生存质量及影响因素调查[J]. 实用预防医学,2016,23(7):780-783.
- [10] 王志平,郑文慧. 某企业职业病危害的半定量风险评估[J]. 环境与职业医学,2013,30(9):686-689.

收稿日期:2016-12-17

(上接第 1346 页)

传播的重点工作,应着重加强孕产妇的产前检查,力争在怀孕前控制病毒活跃度及 e 抗原阳性率,最大可能阻断母婴传播;对于乙肝高危儿要加强免疫接种,尽量联合 HBIG 注射,并定期监测乙肝抗体含量,对于抗体含量低或阴性的儿童要及时进行干预。

参考文献

- [1] 黄歆,周莉,牟李红,等. 乙型肝炎高危儿免疫预防效果及乙肝病毒母婴传播影响因素分析[J]. 中国当代儿科杂志,2016,18(5):410-414.
- [2] Liu K, Cui N, Fang LQ, et al. Epidemiologic features and environmental risk factors of severe fever with thrombocytopenia syndrome, Xinyang, China[J]. PLoS Negl Trop Dis, 2014,8(5):e2820.
- [3] Croagh CM, Lubel JS. Natural history of chronic hepatitis B: phases in a complex relationship[J]. World J Gastroenterol, 2014, 20(30):10395-10404.
- [4] Aghasadeghi MR, Velayati AA, Mamishi S, et al. Low prevalence of hepatitis B vaccine escape mutants among individuals born after the initiation of a nationwide vaccination program in Iran[J]. Arch Virol, 2016,161(12):3405-3411.
- [5] 睦志祥,袁卫建,郑彬,等. 丹阳市乙肝疫苗联合免疫球蛋白母婴阻断效果分析[J]. 实用预防医学,2017,24(4):385-387.
- [6] Khuroo MS, Khuroo MS, Khuroo NS. Transmission of hepatitis E virus in developing countries[J]. Viruses, 2016,8(9):109-114.
- [7] Crawford NW, Barfield C, Hunt RW, et al. Improving preterm infants' immunization status: a follow-up audit[J]. J Paediatr Child Health, 2014,50(4):314-318.
- [8] 张磊,桂希恩,汪波,等. 免疫阻断乙型肝炎病毒母婴传播多中心研究[J]. 中国实用妇科与产科杂志,2015,31(1):65-69.
- [9] 李庆彦,李庆方,刘春华,等. 联合免疫后乙型肝炎病毒感染母婴传播相关因素的临床研究[J]. 中华医院感染学杂志,2016,26(2):424-426.

- [10] 丁霄雁,耿慧,段彼得,等. 乙型肝炎病毒感染免疫预防母婴传播的效果评估[J]. 中华医院感染学杂志,2015,25(7):1657-1659.
- [11] 杨桂桂,尹龙德. 乙型肝炎母婴传播阻断效果调查分析[J]. 河南预防医学杂志,2013,24(6):438-439.
- [12] Delorme-Axford E, Sadovsky Y, Coyne CB. The placenta as a barrier to viral infections[J]. Annu Rev V, 2014,1(1):133-146.
- [13] Walker TY, Smith EA, Fenlon N, et al. Characteristics of pregnant women with hepatitis B virus infection in 5 US public health jurisdictions, 2008-2012[J]. Public Health Rep, 2016,131(5):685-694.
- [14] 金美玉,全顺爱,郑世梅,等. 乙型肝炎免疫球蛋白联合乙型肝炎疫苗阻断乙型肝炎病毒母婴传播的研究[J]. 中华医院感染学杂志,2016,26(10):2354-2356.
- [15] Zhang L, Gui X, Fan J, et al. Breast feeding and immunoprophylaxis efficacy of mother-to-child transmission of hepatitis B virus[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2014,27(2):182-186.
- [16] Pinto M, Dawar M, Krajden M, et al. Will infant hepatitis B vaccination protect into adulthood? Extended Canadian experience after a 2, 4, 6 month immunization schedule[J]. Pediatr Infect Dis J, 2017, 883-885.
- [17] 罗灿,汤柳英,王雄虎,等. 乙型肝炎病毒母婴传播影响因素的研究进展[J]. 中国妇幼卫生杂志,2016,7(1):72-75.
- [18] Dini G, Toletone A, Barberis I, et al. Persistence of protective anti-HBs antibody levels and anamnestic response to HBV booster vaccination: a cross-sectional study among healthcare students 20 years following the universal immunization campaign in Italy[J]. Hum Vaccin Immunother, 2017,13(2):440-444.
- [19] 陈旭,陈洁. 乙型肝炎病毒母婴传播及其预防的研究进展[J]. 现代妇产科进展,2014,23(10):844-848.
- [20] 唐洁,许联红,陈洁,等. 新生儿免疫预防乙型肝炎病毒母婴传播的效果及传播易患因素分析[J]. 中国妇幼保健,2014,29(21):3427-3430.

收稿日期:2017-04-07