宜兴市铅酸蓄电池生产企业职业病危害调查

Survey on occupational hazards of a lead-acid battery production enterprise in Yixing city

王峻涛，包玉屏

WANG Jun-tao, BAO Yu-ping

(宜兴市疾病预防控制中心，江苏 宜兴 214206)

摘要： 对宜兴市 4 家铅酸蓄电池生产企业进行职业卫生学调查，对工作场所职业病危害因素予以识别并检测，其合格率：铅烟 52.78%、铅尘 87.78%、苯 83.33%、噪声 58.62%，硫酸、甲苯、二甲苯均为 100%。对接触职业病危害因素的 615 名工人进行职业健康检查，发现疑似职业禁忌证者 57 人，疑似职业病 52 人。提示该市铅酸蓄电池生产企业职业病危害严重，建议完善防护措施。

关键词： 铅酸蓄电池；职业病危害

中图分类号： R135.11 **文献标识码：** B

文章编号： 1002-221X(2013)02-0122-03

为了解宜兴市铅酸蓄电池生产企业职业病危害状况，探讨防治对策，对该市铅酸蓄电池生产企业进行了职业卫生学调查、工作场所主要职业病危害因素检测及接触职业病危害因素人员职业健康监护，现报告如下。

1 对象与方法

1.1 对象

宜兴市共有铅酸蓄电池生产企业 9 家，随机抽取 4 家进行调查。

1.2 方法

1.2.1 职业卫生学调查 了解铅酸蓄电池生产工艺、原辅材料、设备等，在此基础上对职业病危害因素予以识别。

1.2.2 职业病危害因素检测 按照《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》(GBZ159—2004)、《工作场所空气中有毒物质的测定》(GBZ/T160—2004/2007) 对毒物样品进行定点采样、检测；按照《工作场所物理因素测量 第 8 部分：噪声》(GBZ/T189.8—2007) 对噪声强度进行检测；依据《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1—2007)、《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》(GBZ2.2—2007) 进行评价。

1.2.3 职业健康监护 按照《职业健康监护技术规范》(GBZ188—2007) 和《江苏省职业健康监护工作规范(试行)》的相关要求对接触职业病危害因素的人员进行在岗期间职业健康检查和评价。

2 结果

2.1 基本情况

4 家铅酸蓄电池生产企业均专业生产摩托车、电动车专用电瓶，年产铅酸蓄电池 (40～230) 万只；共有职工 862 人，其中接触职业病危害因素的工人 678 人，占职工总数的 78.65%。

2.2 职业病危害因素的识别

2.2.1 生产工艺流程、原辅材料和主要生产设备 铅酸蓄电池生产工艺流程见图 1。

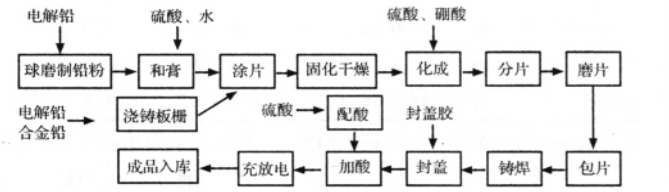


图 1 铅酸蓄电池生产工艺流程

原辅材料：电解铅、合金铅、硫酸、硼酸、水、封盖胶、塑壳、隔板纸、PVC 薄膜。铅熔化炉使用电加热，固化干燥和化成工序需要的热源由燃煤供给。

主要生产设备：铅熔化炉、球磨机、自动浇片机、涂板机、半自动分片机、磨片机、自动包片机、铸焊机。球磨机用于将熔化的电解铅铸成铅球再磨成铅粉，自动浇片机用于将熔化的电解铅、合金铅浇铸成板栅，涂板机用于涂片。

2.2.2 职业病危害因素 正常生产过程中可能存在的职业病危害因素：铅烟、铅尘、硫酸、硼酸、苯、甲苯、二甲苯、二氧化硫、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、煤尘、噪声、振动、高温等。各岗位主要职业病危害因素见表 1。

表 1 各岗位主要职业病危害因素

岗位	主要职业病危害因素	接触方式	接触时间(h/班)
球磨	铅烟 铅尘 噪声 振动 高温	巡检	2
和膏	铅尘 硫酸 噪声 振动	操作	8
浇铸	铅烟 噪声 振动 高温	操作	8
涂片	铅尘 硫酸 噪声 振动	操作	8
固化干燥	高温	巡检	2
化成	硫酸 硼酸 高温	巡检	2
分片 磨片 包片	铅尘 噪声 振动	操作	8
铸焊	铅烟 噪声 振动	操作	8
封盖	苯 甲苯 二甲苯	操作	8
配酸 加酸 充放电	硫酸	操作	8
司炉	二氧化硫 一氧化碳 二氧化碳 氮氧化物 煤尘 高温	操作	8

收稿日期：2012-07-16；修回日期：2012-10-09

作者简介：王峻涛(1972—)，男，主管医师，主要从事职业卫生工作。

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.3 主要职业病危害因素检测结果

各岗位主要职业病危害因素检测结果见表 2、表 3。

表 2 各岗位主要职业病危害因素检测结果

岗位	检测项目	样品数或点数	检测结果	接触限值	合格样品数或合格点数
球磨	铅尘	24	0.010～0.097 mg/m³	0.15 mg/m³	24
	噪声	12	84.4～95.2 dB(A)	91 dB(A)	3
和膏	铅尘	24	0.017～0.098 mg/m³	0.15 mg/m³	24
	硫酸	24	<0.13 mg/m³	2 mg/m³	24
	噪声	12	82.5～84.6 dB(A)	85 dB(A)	12
浇铸	铅烟	30	0.019～0.037 mg/m³	0.09 mg/m³	30
	噪声	15	84.3～87.4 dB(A)	85 dB(A)	3
涂片	铅尘	36	0.017～0.115 mg/m³	0.15 mg/m³	36
	噪声	18	84.3～93.5 dB(A)	85 dB(A)	3
化成	硫酸	30	<0.13 mg/m³	2 mg/m³	30
	噪声	12	72.5～81.7 dB(A)	91 dB(A)	12
分片	铅尘	36	0.028～0.484 mg/m³	0.15 mg/m³	25
	噪声	12	85.5～88.2dB(A)	85 dB(A)	0
磨片	铅尘	36	0.017～0.513 mg/m³	0.15 mg/m³	22
	噪声	18	84.2～86.0 dB(A)	85 dB(A)	15
包片	铅尘	24	0.014～0.144 mg/m³	0.15 mg/m³	24
	噪声	12	76.3～89.6 dB(A)	85 dB(A)	6
铸焊	铅烟	42	0.022～0.657 mg/m³	0.09 mg/m³	8
	噪声	18	79.7～89.7 dB(A)	85 dB(A)	3
封盖	苯	24	<0.6～11.1 mg/m³	10 mg/m³	20
	甲苯	24	<1.2～10.1 mg/m³	100 mg/m³	24
	二甲苯	24	<3.3～7.4 mg/m³	100 mg/m³	24
	噪声	9	76.5～80.6 dB(A)	85 dB(A)	9
配酸加酸充放电	硫酸	78	<0.13～0.45 mg/m³	2 mg/m³	78
	噪声	36	68.2～81.2 dB(A)	85 dB(A)	36

注：铅烟、铅尘的短时间接触容许浓度根据时间加权平均容许浓度和最大超限倍数折算。

表 3 主要职业病危害因素检测结果汇总

检测项目	检测样品数/点数	合格样品数/点数	合格率（%）
铅烟	72	38	52.78
铅尘	180	155	86.11
硫酸	132	132	100
苯	24	20	83.33
甲苯	24	24	100
二甲苯	24	24	100
噪声	174	102	58.62

铸焊岗位 42 个铅烟检测点中，8 个点的结果符合国家职业卫生标准，合格率为 19.05%；分片岗位 36 个铅尘检测点中，25 个点的结果符合标准，合格率为 69.44%，磨片岗位 36 个铅尘检测点中，22 个点的结果符合标准，合格率为 61.11%；铅的关键控制点为铸焊、分片、磨片 3 个岗位。封盖岗位苯检测合格率超过 80%，24 个检测点中，低于检出限 0.6 mg/m³ 的仅 4 个点，表明封盖岗位低浓度苯的存在是普遍现象，需引起重视。噪声检测结果不符合标准的岗位较多，主要是球磨、浇铸、涂片、分片、包片、铸焊。本次调查发现，随着铅酸蓄电池生产工艺的改革，机械化、自动化逐步代替传统的手工操作，噪声的危害明显增大。

2.4 职业健康检查结果与评价

共 615 人接受了在岗职业健康检查，占应检人数的 90.71%。考虑到工人经常性的岗位调动，检查项目包括症状询问、内外科常规、血常规、尿常规、肝功能（丙氨酸氨基转移酶、血清总胆红素、总蛋白和白/球蛋白）、心电图、血铅、纯音听阈。所检项目目前未见异常的 250 人，占受检人数的 40.65%。血铅 1.9～2.9 μmol/L 的 119 人，为慢性铅中毒观察对象[1]，占血铅检查人数的 19.35%（119/615）；血铅≥2.9 μmol/L 的 52 人，为疑似铅中毒病人[1]，占血铅检查人数的 8.46%（52/615）；血常规异常的 36 人中白细胞计数降低 17 人，血红蛋白降低 9 人，血小板降低 1 人，白细胞计数伴血红蛋白降低 1 人，共 28 人为疑似铅或苯作业的禁忌人员，占血常规检查人数的 4.55%（28/615）；单个或多个语频的纯音气导听阈 >25 dB 的 16 人，双耳高频平均听阈≥40 dB 的 13 人，共 29 人为疑似噪声作业禁忌，占纯音听阈检查人数的 5.03%（29/576）。

3 讨论

3.1 铅酸蓄电池生产企业职业病危害严重

综合现场检测和职业健康检查的结果，认为该市铅酸蓄电池生产企业职业病危害严重，主要职业病危害因素是铅、苯、噪声。铅作为铅酸蓄电池生产过程中的主要职业病危害因素，一直被同行所重视[2～4]。本次调查发现，苯和噪声的危害不容忽视。

3.2 完善防护措施，最大限度地减轻职业病危害因素对工人健康的损害

3.2.1 该市铅酸蓄电池生产企业历经多次整顿，生产工艺已实现机械化、自动化，铅烟、铅尘防护设施基本到位，但部分岗位铅烟、铅尘的检测结果不符合国家职业卫生标准，职业健康检查血铅超过正常值的工人比例较高，铅的危害仍然不容忽视。结合现场调查和铅防护的研究成果[5～6]，提出以下建议。（1）根据各岗位铅烟、铅尘的浓度确定排风装置的控制风速，保证有足够的排风量和通风效果；（2）对铅烟、铅尘防护设施进行经常性的维护，保证其在生产过程中处于正常运转状态；（3）铅作业工人佩戴过滤式防烟尘口罩；（4）养成良好的个人卫生习惯，不在车间内吸烟、进食、饮水，饭前洗手，工后沐浴更衣。

3.2.2 苯系化合物来自封盖胶。由于封盖胶在铅酸蓄电池的生产中只是一种辅料，封盖岗位作业人员相对较少，苯系化合物的危害常被忽视。本次调查提示，职业卫生技术服务机构在职业病危害因素的识别、检测中，应注重每一个生产环节；铅酸蓄电池企业在选择原辅材料时，应考虑职业危害因素，尽可能使用无苯或低苯的封盖胶。

3.2.3 控制噪声对工人健康的影响 （1）定期对机械设备进行维护保养，最大限度地降低由机械设备异常运转所引起的噪声；（2）规范使用噪声防护用品，确保其真正发挥防护作用；（3）通过轮岗的方式缩短工人噪声岗位的作业时间。

3.3 做好职业健康检查的后续工作，使职业健康监护发挥应有的作用

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

本次职业健康检查中发现了不少体检结果异常病例，职业健康监护机构应做好复检和进一步的医学观察工作，协助用人单位妥善安排职业禁忌证者、观察对象和疑似职业病病人。

参考文献:

[1] GBZ37—2002，职业性慢性铅中毒诊断标准 [S].
[2] 刘彦. 我国中小型蓄电池行业职业性铅危害现况 [J]. 职业与健康，2007，23 (6)：444-445.
[3] 刘苏玫，吴秋芳，倪蕾，等. 武汉市 5 家蓄电池企业职业接触铅状况调查 [J]. 中国工业医学杂志，2011，24 (1)：48-49.
[4] 窦建瑞，朱宝立，仲立新，等. 蓄电池厂工人血铅水平的相关研究 [J]. 中国工业医学杂志，2011，24 (1)：12-15.
[5] 金泰廙. 职业卫生与职业医学 [M]. 5 版. 北京：人民卫生出版社，2003：170.
[6] 何凤生. 中华职业医学 [M]. 北京：人民卫生出版社，1999：226.

硅太阳能电池企业生产性毒物职业危害分析

Occupational hazardous chemicals identification in silicon solar cell manufactures

龚伟，倪金玲，朱宝立

GONG Wei，NI Jing-lin，ZHU Bao-li

(江苏省疾病预防控制中心，江苏 南京 210009)

摘要：对硅太阳能电池生产过程中各生产单元的生产性毒物进行识别与分析，并提出有针对性的防治对策。采用职业卫生学现场调查、职业卫生监测、风险评估和重大危险源辨识等方法。结果表明硅太阳能电池生产企业存在硝酸、氢氟酸、硫酸、盐酸、氢氧化钠、氯、三氯氧磷、氨、硅烷和铅等多种有毒、可燃及腐蚀性物质等潜在急性中毒风险，应加强关键环节的职业病危害防治和应急救援。

关键词：硅太阳能电池；生产性毒物；防治对策

中图分类号：R135 **文献标识码**：B

文章编号：1002－221X(2013)02－0124－03

太阳能光伏电池是一种由于光生伏特效应而将太阳光能直接转化为电能的器件。根据所用材料的不同，太阳能电池可分为晶体硅太阳能电池、薄膜太阳能电池、聚合物多层修饰电极型新型太阳能电池等。其中晶体硅太阳能电池又分为单晶硅和多晶硅太阳能电池，二者在国内商业化生产总量占全部太阳能电池的 90% 以上[1]。中国是世界上最大的光伏产品制造基地[2]。据统计，2010 年我国太阳能生产企业有 120 多家。太阳能发电是一种清洁而又取之不竭的新能源，但硅太阳能电池生产过程中使用多种生产性毒物，亦引起公众的关注[3]。笔者旨通过对硅太阳能生产企业的调查、检测及文献查阅，识别硅太阳能电池生产过程中生产性毒物的职业危害，确定职业病防护关键控制点，提出有针对性的预防控制对策，为硅太阳能电池生产项目设计、职业病申报和防治提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象

8 家生产单晶、多晶电池及其组件的硅太阳能电池生产企业，每条生产线生产能力为 20 ~ 25 MW/年，生产规模为 100 ~ 700 MW/年。

1.2 方法

在分析生产工艺、生产原辅料、设备的基础上，识别职业病危害因素；综合职业病危害因素检测、健康监护体检结果、风险评估、重大危险源辨识和防护措施等，分析职业病危害的关键控制点。

2 结果

2.1 生产工艺

目前，国内外典型的硅太阳能电池生产工艺是在洁净厂房内以单晶及多晶硅片为原料，经清洗制绒、磷扩散、去磷硅边、制减反射膜、烧结及测试而制成太阳能电池片。配套组件生产工艺，即将太阳能电池框架、玻璃盖片和太阳电池硅组装成一体。组件生产通常采用 EVA (聚乙-乙酸乙酯) 胶将太阳电池包封并和上层玻璃、下层 TPT (聚氟乙烯) 复合膜热压粘合为一体，构成太阳能电池板[1]。此外，另设有酸碱储存、特气房、废气处理、水处理、动力站辅助生产设施，其中电池片及组件生产均定点设岗，辅助设施以巡检作业为主。

2.2 生产性毒物产生环节

通过对 8 家硅太阳能电池生产企业的现场调查及查阅相关文献，硅太阳能电池生产过程中可能存在的生产性毒物有硝酸、氢氟酸、硫酸、盐酸、氢氧化钠、氯、三氯氧磷、二氧化氮、氨、硅烷、银铝浆、松油醇、乙醇、甲醇、铅、锡、铜等，详见表 1。

2.3 生产性毒物监测结果

表 2 汇总了各硅太阳能电池生产现场职业卫生监测结果，其中三氯氧磷、五氧化二磷、铜、二氧化锡、氢氧化钙、硫酸等均低于检出限，其余化学品在工作场所空气中均可检出，但各岗位接触毒物的浓度均符合 GBZ2.1 的要求。

2.3 重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218—2009)，硅太阳能电池生产中涉及的化学品硅烷、液氨、乙醇、硝酸、氟化氢、氯、甲醇等被列入辨识范围。其中硝酸浓度

收稿日期：2012－08－15；修回日期：2012－11－30
基金项目：卫生部职业卫生标准制定计划项目 (编号：20090306)
作者简介：龚伟(1973—)，女，副主任医师，研究方向：职业卫生。
通讯作者：朱宝立，主任医师，E-mail：zhb15888@sina.com。

?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net