

[4] 张旭慧, 杨章萍, 姜彩霞, 等. 某电池生产建设项目职业病危害控制效果评价 [J]. 中国工业医学杂志, 2005, 18 (1): 57-58.
 [5] 张宏光. 某铅酸电池组装厂铅职业病危害调查 [J]. 职业与健康, 2012, 28 (6): 665-667.
 [6] 李春香, 赵容, 杨虎. 建设项目中防尘防毒措施的防护效果分析

[J]. 中国卫生工程学, 2010, 9 (5): 347-348.
 [7] 孙一庭. 简明通风设计手册 [M]. 北京: 中国建筑出版社, 1997: 124.
 [8] GBZ/T194—2007, 工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范 [S]. 2007.

动力锂离子电池生产企业职业病危害控制重点分析

Analysis on key point of occupational hazard in a lithium ion battery production enterprise

傅筱, 伊杰, 曾垂焕

FU Xiao, YI Jie, ZENG Chui-huan

(福建省职业病与化学中毒预防控制中心, 福建 福州 350001)

摘要: 分析某动力锂离子电池生产企业存在的职业病危害因素种类和分布, 了解职业病危害控制关键点, 以更好地控制职业病危害发生的风险。

关键词: 动力锂离子电池; 职业病危害

中图分类号: R135 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2013)06-0444-02

动力锂离子电池行业所存在的职业病危害很少受到关注^[1], 本文对某动力锂离子电池生产企业存在的职业病危害及危害控制重点进行全面分析。

1 工程概况

1.1 动力锂离子电池生产使用的主要原辅材料 (表 1)

表 1 主要原辅材料

材料名称	状态	含量 (%)	年用量 (t)
阴极主要原料	导电炭黑	粉状固体	3.4 105
	镍钴锰酸锂	粉状固体	0.3 10
	N-甲基吡咯烷酮 (NMP)	液体	3.4 105
	磷酸亚铁锂	粉状固体	2.5 75
	苯乙烯聚丁橡胶	胶状液体	0.1 3
阳极主要原料	聚偏二氟乙烯	粉状固体	0.2 6
	石墨	粉状固体	16.4 500
	导电炭黑	粉状固体	1.0 30
	纯水	液体	22.9 700
隔膜膜主要原料	苯乙炔聚丁橡胶	胶状液体	0.5 15
	羧甲基纤维素钠	粉状固体	0.2 5
	氧化铝	粉状固体	3.2 100
铜箔	苯乙炔聚丁橡胶	胶状液体	1.0 32
	聚偏二氟乙烯	粉状固体	0.5 16
铝箔	固体	11.5 350	
电解液	固体	19.7 600	
	液体	13.1 400	

收稿日期: 2013-07-11; 修回日期: 2013-08-15

作者简介: 傅筱 (1977—), 男, 主管医师, 研究方向: 职业病危害控制与评价。

1.2 生产工艺流程

主要生产流程可分为三部分。备料段: 将炭黑、镍钴锰酸锂等极片原料按一定比例配料, 加入搅拌机制浆, 涂布成极片卷料, 再经冷压等过程制成标准尺寸极片。装配段: 按阴极片—隔离膜—阳极片—隔离膜顺序卷绕, 经 X 线检测、超声波极耳焊接、真空烘烤、顶盖激光焊接封口、注入电解液等过程完成电芯装配。测试段: 主要是将电芯入盒, 激光焊接密封, 再进行容量、电压电阻测试, 制成合格成品电池。

2 职业病危害因素识别

2.1 生产过程存在的职业病危害因素 (表 2)

2.2 职业病危害因素检测结果

对动力锂离子电池企业进行职业病危害因素现场检测, 其中搅拌机搅拌工、卷绕机卷绕工个体接触噪声强度为 81.7~84.9 dB(A), 符合国家职业接触限值。由于镍钴锰酸锂和石墨均为细粉末状, 加料瞬间落差原因导致粉末飞扬, 使得阴极加料过程钴及其氧化物、阳极加料过程石墨粉尘浓度超过国家职业接触限值 (见表 3)。

3 职业健康检查情况

该锂离子电池企业未安排劳动者进行上岗前职业健康检查, 委托具备职业健康检查资质的机构进行在岗期间职业健康检查, 检查率为 83.9%, 未发现疑似职业病, 发现疑似噪声作业职业禁忌证 2 人, 疑似高温作业禁忌证 1 人。

4 职业病危害控制重点分析

4.1 动力锂离子电池生产企业劳动者众多, 属于劳动人员密集型企业。一线劳动者多是临时工或合同工, 流动性大, 文化层次低, 缺乏相关职业卫生知识和自我保护意识, 对存在职业病危害的工作中所应享受的法律权利知之甚少, 甚至相当一部分劳动者因担心查出职业禁忌证不能上岗而拒绝职业健康检查。同时用人单位由于职业卫生法律意识淡薄, 存在着“刚给这些劳动者进行职业健康检查, 劳动者就辞职了, 工作白做, 投入资金不划算”的思想, 而忽视劳动者上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查。因此, 劳动者职业健康监护工作是此类企业职业病危害控制重点之一。

4.2 此类生产企业使用的原料, 如炭黑、石墨、镍钴锰酸锂、磷酸亚铁锂、氧化铝等均呈细粉末状, 一般采用小塑料

表 2 动力锂离子电池行业职业病危害因素分布

工段	职业病危害因素产生过程	职业病危害因素
备料段	阴极加料过程	炭黑粉尘、磷酸亚铁锂粉尘、聚偏二氯乙烯粉尘、金属镍与难溶性镍化合物、钴及其氧化物、锰及其无机化合物、NMP
	阳极加料过程	石墨粉尘、炭黑粉尘、羧甲基纤维素钠粉尘
	隔膜加料过程	氧化铝粉尘、聚偏二氯乙烯粉尘
	搅拌机搅拌过程	噪声
装配段	涂布过程挥发 N-甲基吡咯烷酮, 涂布机配套氦 85 测厚仪	N-甲基吡咯烷酮、β 射线
	冷压过程由于石墨或炭黑未能牢固聚合而散落	石墨粉尘、炭黑粉尘
	自动卷绕机卷绕过程	噪声
	X 线检测机检查缺陷	X 射线
	锂电池裸电芯的极耳与顶盖连接的超声波焊接, 铜箔和铝箔经高频振动产生金属粉尘	铜尘、铝金属粉尘
	干燥房真空烘烤过程	高温
测试段	顶盖激光焊接封口 电池盖和壳均为铝合金材料; 激光焊接注液孔过程	铝合金烟尘、激光
	注液过程 电解液的成分及电解液中六氟磷酸锂与空气发生水解反应物	酯类有机溶剂、氟化物、氟化氢
	激光焊接密封钉过程	铝合金烟尘、激光

注: (1) 锂离子电池生产企业所使用的 X 线检测机和氦 85 测厚仪取得环保部门放射性同位素与射线装置管理豁免批准; (2) 磷酸亚铁锂粉尘、聚偏二氯乙烯粉尘、羧甲基纤维素钠粉尘属于其他粉尘; (3) 金属镍与难溶性镍化合物、钴及其氧化物、锰及其无机化合物为镍钴锰酸锂主要成分。

表 3 职业病危害因素检测结果 mg/m³

职业病危害因素	样品数	C _{TWA}	C _{STEL}
炭黑粉尘	24	0.15 ~ 0.97	0.47 ~ 6.20
石墨粉尘(总尘)	12	0.42 ~ 1.75	2.50 ~ 10.90
石墨粉尘(呼尘)	12	0.14 ~ 1.11	0.47 ~ 6.77
其他粉尘	30	0.14 ~ 3.39	0.33 ~ 5.47
氧化铝粉尘	12	0.15 ~ 0.42	0.37 ~ 7.17
铝金属粉尘	9	0.15 ~ 0.86	0.37 ~ 3.87
铝合金烟尘	9	0.15 ~ 0.24	0.43 ~ 3.87
金属镍与难溶镍化合物	12	<0.0003 ~ 0.0020	<0.0003 ~ 0.0091
钴及其氧化物	12	0.012 ~ 0.324	0.088 ~ 0.469
锰及其无机化合物	12	<0.0006 ~ 0.0026	<0.0027 ~ 0.0113
铜尘	9	<0.0002	<0.0009
氟化物	9	<0.003 ~ 0.031	<0.013 ~ 0.057

袋包装,每袋的重量在 20 kg 左右。加料的设备有手投箱、手套箱或直接投入搅拌机。无论哪种加料方式,加料过程均需人工操作,加料瞬间由于高度落差且原料均为较细粉末,极易产生原料粉尘逸散(镍钴锰酸锂是以粉尘形式存在的化学毒物),导致加料作业场所职业病危害因素浓度极有可能超过国家职业接触限值。

4.3 由于生产工艺的要求,动力锂离子电池生产环境要求较高,大部分生产车间为密闭式,采用人工空气调节,为机械送新风加部分回风,如备料段涂布、冷压和极片制作过程以及装配段均在洁净厂房内生产,测试段在封闭式车间内生产;同时这些生产车间尤其是测试段人员密集,为控制职业病危害,用人单位必须定期对机械送风设施和送风管道进行检修,保证采用空气调节的封闭式车间人均新风量 ≥ 30 m³/h,洁净室的人均新风量 ≥ 40 m³/h^[2]。

4.4 目前动力锂离子电池行业阴极原料均用 N-甲基吡咯烷酮作为溶剂,阴极原料搅拌后在涂布车间经胶管导入涂布并加热烘干(温度约 100℃),涂布车间设有专用的 NMP 回收系统和抽风换气设施。NMP 是一种新型的广泛应用于石化、电子、电子加工、油漆、农药及兽药有机溶剂,由于它的毒性较低或不甚明确,因而关注度低。国内对 NMP 的毒性作用及毒性大小的报道很少,国家也未制定 NMP 的检测方法和标准。因此用人单位不重视 NMP 可能引起的职业病危害,均未制定相关的警示标识、应急设施和应急救援预案。但其涂布加热烘干过程较容易造成 NMP 的挥发。2009 年深圳市某电子厂发生 1 起多人急性 NMP 中毒事故^[3],这应引起行业和职业卫生监管部门的重视,意识到 NMP 职业病危害是此类行业重要控制点。

4.5 动力锂离子电池行业一般设置有独立的电解液房用于贮存电解液罐,注液时将动力泵放置于密封的电解液罐,通过管道输送至注液机,注液机全密封,内部负压抽真空防止电解液挥发泄漏。电解液中含有六氟磷酸锂,它的水解反应会产生氟化氢,是剧毒化学物质。因此电解液的贮存及输送、注液过程均是职业病危害控制重点。电解液房必须设置通风换气设施(换气次数 ≥ 12 次/h),保证电解液罐及电解液输送管道的密闭性,保证注液机注液时处于负压状态,定期进行全面的性能检测,以防止因电解液泄漏而引起的急性职业中毒事故。

上述几方面是容易导致动力锂离子电池企业发生职业病危害的关键控制点,因此企业应在全面落实职业病危害防治措施的基础上,高度重视职业病危害控制重点,加强企业职工职业病防治知识宣传,定期进行职业健康体检和职业病危害因素检测,以尽可能减少职业病危害。

参考文献:

[1] 张国军, 谢锡治, 黄坚, 等. 某地区锂电池制造行业职业病危害状况调查 [J]. 中国工业医学杂志, 2012, 25 (1): 56-57.
 [2] GBZ 1—2010, 工业企业设计卫生标准 [S].
 [3] 古小明, 钟学飘, 刘双喜, 等. 1 起急性 N-甲基吡咯烷酮中毒的调查 [J]. 中国职业医学, 2010, 37 (4): 358-359.