

某贮氢合金粉生产线工作场所职业病危害现状

曾垂焕, 柯宗枝, 陈进国, 陈明贵, 赵时敏

摘要: [目的] 调查某企业贮氢合金粉生产线工作场所职业病危害因素种类、分布、危害程度、防护措施及防护效果。[方法] 对生产工艺、职业卫生防护措施等进行职业病卫生学现场调查, 对危害因素进行采样检测和分析。[结果] 该生产线的生产工艺和设备布局合理, 但卫生防护措施尚未完全到位, 作业点生产性毒物钴(Co)、镍(Ni)、锰(Mn)均有不同程度超标, 噪声有5个点不合格, 而粉尘浓度、高温均合格。[结论] 该生产线职业病危害因素较严重, 尤其是生产性毒物, 应采取合理可行的防护措施。

关键词: 职业病危害; 贮氢合金粉; 调查分析

Cross-Sectional Survey on Occupational Hazards in Hydrogen Storage Alloy Powder Production Line ZENG Chui-huan, KE Zong-zhi, CHEN Jin-guo, CHEN Ming-gui, ZHAO Shi-min (Fujian Center for Prevention and Control of Occupational Diseases and Chemical Poisoning, Fujian 350001, China) · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To investigate the type, distribution, level of occupation hazards as well as the protection measures adopted and protective effect achieved in a hydrogen storage alloy powder production line of an enterprise. [Methods] An on-site occupational hygienic survey on production process and protection measures was conducted to test and analyze occupational hazards. [Results] The production process and facility layout met basic occupational safety and health requirements, but the hygienic protective measures were not properly executed. The levels of occupational hazards including Co, Ni, Mn, and noise intensity exceeded relevant national standards, but the rare earth dust concentration and the heat level were under the occupational exposure limits. [Conclusion] The occupational hazards identified in the selected hydrogen storage alloy powder production line are at high levels, especially industrial toxicants. The enterprise should take feasible occupational hygienic protection measures.

Key Words: occupational hazards; hydrogen storage alloy powder; investigation and analysis

贮氢合金, 是在一定温度和压力下, 能可逆地吸收和释放氢的合金。主要用于镍氢电池的负极材料, 其制备原料为镍(Ni)、混合稀土、镁(Mg)、钴(Co)、锰(Mn)、铝(Al)和铜(Cu), 在生产过程中涉及对这金属尘的接触, 其中Co、Ni、Mn有职业卫生接触标准, 但目前国内相关职业接触危害报道仍较少。某企业为扩大国内贮氢合金粉的供应, 促进产业升级, 提高企业竞争力, 新建一条年产5000t贮氢合金粉的生产线, 为了解该生产线生产过程中存在的职业病危害因素及职业卫生现状, 拟对该生产线进行职业卫生学调查、检测及分析, 本文报道该调查结果。

1 对象与方法

1.1 职业卫生学调查

该调查包括该生产线主要生产装置、生产工艺及设备布局、主要原材料、生产过程的职业病危害因素和职业卫生防护设施等。

1.2 职业病危害因素检测

为了识别分析各生产单元存在的职业病危害因素, 对作业

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2014.0012

[作者简介] 曾垂焕(1979—), 男, 医学硕士, 主管医师; 研究方向:

职业卫生; E-mail: zch20062006@163.com

[作者单位] 福建省职业病与化学中毒预防控制中心, 福建 350001

场所粉尘、毒物、噪声等按照国家标准规定的采样方法和检测方法进行采样检测^[1]。

1.3 评价标准

按《工作场所有害因素职业接触限值 第一部分: 化学有害因素》(GBZ 2.1—2007)与《工作场所有害因素职业接触限值 第二部分: 物理因素》(GBZ 2.2—2007)进行评价。

2 结果

2.1 职业卫生学调查

2.1.1 主要生产装置 该生产线的生产装置主要包括熔炼炉、退火炉、球磨机、冲击磨、筛分机、混料机等。

2.1.2 生产工艺、设备布局及原材料 贮氢合金粉的生产工艺是采用真空熔炼再进行水冷急速铸锭, 其生产过程为物理结合。先将稀土金属、镍板、钴板和锰经清洗、烘烤后, 以一定的成分配比在熔炼炉内进行熔炼(维持真空), 然后水冷急速铸锭, 再用特殊粉碎机在保护性条件下进行粗碎、中碎、细碎等过程, 得到成品。生产工艺流程: 钴板、镍板、稀土、锰(辅料)→配料→熔炼→浇铸→退火→球磨(制粉)→筛分→气流冲击磨→混料→真空包装。其中原、辅材料的添加和配料、退火以及产品包装均为人工操作, 物料在罐中流转处于密闭状态中。生产设备主要根据工艺流程按生产线方式线性合理、有序布

置, 符合国家相关卫生标准^[2]。

2.1.3 危害因素分布及防护设施 经现场调查, 生产人员共 68 人, 固定岗位 60 人, 均为每班 8 h 的固定岗位, 各岗位的职业病危害因素分布见表 1; 投产后各职业病危害防护设施运行基本正常, 见表 2。

表 1 生产过程中存在的职业病危害因素及分布

危害因素	形态	分布岗位	进入人体途径
Ni、Co、Mn	粉尘	配料、熔炼、退火、制粉、筛分、包装	呼吸道
稀土粉尘	粉尘	配料	呼吸道
噪声	声波	配料、熔炼、退火、制粉、筛分、包装	听觉器官
高温	热辐射	熔炼、退火	辐射、对流

表 2 生产车间的职业卫生防护设施

车间	职业病危害因素	防护设备名称、型号	数量	备注
制粉	钴及其化合物	球磨筛分抽风回收装置	2	端点直管设置, 矩形管道, 水平敷设, 无净化排放
包装	镍及其化合物	包装抽风回收装置	3	
配料	锰及其化合物	稀土抛光隔声间	1	
制粉	噪声	破碎筛分隔声间	6	
熔炼		空调机	6	
包装	高温、潮湿	空调机	2	

表 3 不同工作场所毒物 8 h 个体采样检测结果 (mg/m³)

工作场所	Co (n=6)		Ni (n=6)		Mn (n=6)		稀土粉尘 (n=6)	
	C _{TWA}	不合格数						
配料	0.002~0.029	0	0.003~0.335	0	0.002~0.028	0	0.14~0.45	0
熔炼	0.002~0.009	0	0.011~0.072	0	0.004~0.010	0	—	—
退火	0.002~0.128	1	0.022~0.944	0	0.005~0.011	0	—	—
制粉	0.004~0.024	0	0.027~0.443	0	0.005~0.029	0	—	—
筛分	0.007~0.271	1	0.076~2.122	1	0.007~0.143	0	—	—
包装	0.012~2.247	3	0.207~10.145	2	0.037~0.679	1	—	—

[注] 8 h 加权平均允许浓度 (PC-TWA) 个体采样 Co 为 0.05 mg/m³, Ni 为 1 mg/m³, Mn 为 0.15 mg/m³, 稀土粉尘为 2.5 mg/m³。—: 无相应数据。

表 4 工作场所毒物 15 min 定点采样检测结果 (mg/m³)

工作岗位	Co (n=6)		Ni (n=6)		Mn (n=6)		稀土粉尘 (n=6)	
	C _{STEL}	不合格数						
配料	0.008~0.037	0	0.025~0.397	0	0.027~0.120	0	0.83~2.13	0
熔炼	0.023~0.181	1	0.112~0.612	0	0.054~0.108	0	—	—
退火	0.045~0.184	2	0.284~1.069	0	0.015~0.069	0	—	—
制粉	0.024~0.227	1	0.079~0.441	0	0.010~0.054	0	—	—
筛分	0.060~0.460	1	0.575~2.531	1	0.022~0.898	1	—	—
包装	0.036~3.179	3	0.577~11.504	3	0.285~1.148	2	—	—

[注] 15 min 接触容许浓度 (PC-STEL) 定点采样 Co 为 0.1 mg/m³, Ni 为 2.5 mg/m³, Mn 为 0.45 mg/m³, 稀土粉尘为 5 mg/m³。—: 无相应数据。

表 5 噪声强度个体和区域采样检测结果 [dB(A)]

工种	个体采样			区域采样		
	样品数	8 h 等效声级	结果判定	检测点	样品数	8 h 等效声级
熔炼工	3	78.3~84.0	合格	熔炼炉	3	77.5~84.1
制粉工(筛分)	3	83.0~87.4	不合格	筛分	6	79.6~87.1
制粉工(气流磨)	3	80.9~86.6	不合格	气流磨	6	80.3~86.2
制粉工(冲击磨)	3	80.6~86.5	不合格	冲击磨	6	80.2~84.6
—	—	—	—	配料间	3	69.3~82.0
—	—	—	—	退火炉	3	81.6~84.5
—	—	—	—	包装间	3	71.0~74.2

3 讨论

Ni、Mn 为《高毒物品目录》中所列的化学有害因素,且企业年用量较大,有研究提示^[4],Ni、Co 作业人员其白内障晶状体与微量元素 Ni、Co 含量有强的正相关性,李洁等^[5]调查结果表明,长期低浓度的 Mn 暴露是超氧化物歧化酶(SOD)活力降低和丙二醛(MDA)含量升高的独立危险因素,使得 Mn 作业工人机体处于氧化应激失衡状态,从而导致慢性 Mn 中毒。从检测结果分析,3 种毒物(Co、Ni、Mn)均有不同程度的超标,以包装、筛分岗位及其相应的设备测定点较为突出,24 个超标点中,这两类测定点的超标点数为 19 个,占超标点的 79.2%,其中钴最高的两个点竟分别超标 30.79 倍和 43.94 倍,噪声强度不合格点主要分布在筛分间和气流磨间。通过现场调查和检测结果对比分析,认为其主要原因为:①熔炼操作工主要将配比好的原料放入熔炼炉中进行熔炼,在开、闭炉门以及装料出料结束之后清扫炉体、坩埚时,存在积尘引起二次扬尘;退火炉操作工在装料盘时(如倾倒、捣实等操作)也可引起扬尘,且投料和清理时均为敞开人工作业,无相应的防护措施,另外现场使用的风扇引起的二次扬尘也是导致超过职业接触限值的主要原因。②在冲击磨、筛分机、包装机的进、出料口,由于软接头或阀门密封性欠佳,可能造成金属粉尘泄漏现象。③制粉岗位的球磨、筛分抽风回收装置采用端点直管的抽风形式,对以粉尘形式存在的毒物捕集效果可能不佳且作用范围非常有限,其风机出口方向与气流逆反,使系统阻力增加而降低抽风排毒的效果。④筛分机运作时产生较大噪声,其设置密闭的隔声间不合格,导致作业场所噪声强度超过职业接触限值。

为改善工作场所的职业卫生状况,建议企业追踪新的工艺技术,改进装料及出料工艺,采取自动化、密闭化生产过程;改善冲击磨、筛分机的装料与出料软接头或阀门的密封性,防止金属粉尘泄漏现象的发生。在熔炼炉的投料口处单独增加单机形式的滤筒除尘器,同时作业人员仍必须采取个体防尘措

施。在本次调查中也发现,该公司多数职业病危害作业未按规定配发符合防治职业病要求的个人防护用品,配发的防毒口罩在防护金属粉尘方面没有明确的技术参数,性能难以满足防护需要,且多数防毒口罩设计不佳,佩戴适应性差,使作业人员不愿佩戴,进一步影响了防护效果。建议公司配备标注具有明确适用范围、适用、舒适的防护用品,以满足防护需求。根据生产实际情况,对工作场所进行清洁和整理。定期清洁作业设备和工作区,不得用干刷、压缩空气或风扇进行清洁,应该使用吸尘器或湿式清洁法,在生产过程中对泄漏的物料进行即时处理,转运桶使用后应立即加盖等。包装间检测 3 种毒物全部超标且超标较为严重,应作为本项目重点加以整改,应结合现场及工艺的实际情况,从合理设计、杜绝跑冒滴漏、杜绝二次扬尘、加大抽风量等方面加以改进。气流磨、筛分岗位应按要求设计可行的隔声间,必要时使用带有空气层的双层隔墙,以满足现场对噪声的防护需求。

· 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国卫生部. GBZ 159—2004 工作场所空气中有害物质监测的采样规范[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2004.
- [2] 中华人民共和国卫生部. GBZ 1—2010 工业企业设计卫生标准[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [3] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 189.7—2007 工作场所物理因素测量第 7 部分: 高温[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [4] 周静, 宋维俭, 吴喜江, 等. 镍钴作业人员白内障晶状体微量元素含量研究[J]. 眼外伤职业眼病杂志, 2006, 28(6): 407-409.
- [5] 李洁, 吴萍, 张杰, 等. 锰作业人群氧化应激初步调查的多因素分析[J]. 毒理学杂志, 2005, 19(1): 70-71.

(收稿日期: 2013-04-17)

(英文编辑: 金克峙; 编辑: 洪琪; 校对: 何蓉)

【精彩预告】

上海市 35~74 岁成人代谢综合征腰围切点的研究

阮晔, 杨群娣, 黎衍云, 施亮, 李锐

为探寻上海市 35~74 岁人群中代谢综合征(MS)相关肥胖程度的腰围切点。研究人员采用多阶段随机抽样方法对 7414 名上海市 35~74 岁居民进行横断面调查。分析男性和女性不同腰围水平与代谢综合征其他因素的关系,以获得检出 2 个及以上危险因素敏感性和特异性均较好的腰围切点。结果显示,随腰围增大,MS 危险因素聚集的比值比(OR)值也随之升高,检出 2 个及以上 MS 危险因素的特异度和阳性预测值逐渐增高,而敏感度和阴性预测值逐渐下降。当男性腰围 ≥ 85 cm、女性腰围 ≥ 80 cm, 检出 2 个及以上 MS 危险因素的敏感度为 68.33%(男性)和 70.17%(女性), 特异度为 58.48%(男性)和 58.36%(女性), 受试者工作特征曲线(ROC)距离最短, 分别为男性 0.5221、女性 0.5122。由此认为当男性腰围 ≥ 85 cm、女性腰围 ≥ 80 cm 时, 能较好反映 MS 危险因素的聚集, 为本研究人群代谢综合征肥胖的腰围切点。

此文将于近期刊出。敬请关注!