

电渣重熔车间工作场所职业病危害因素检测分析

Analysis on detection result of occupational hazards in workplaces of electroslag remelting workshop

姜开友, 秦文华, 王超洋

(河南省职业病防治研究院, 河南 郑州 450052)

摘要: 对某钢厂电渣重熔车间工作场所存在的噪声、一氧化氮、二氧化氮、一氧化碳、粉尘、氟化物、氟化氢等主要职业病危害因素进行检测和分析。结果显示, 该车间作业工人接触的氟化氢、氟化物、噪声和粉尘等部分岗位职业病危害因素超标。应采取相应措施, 提高防护能力, 控制超标有害因素的浓度和强度, 防止职业病的发生。

关键词: 电渣重熔; 职业病危害因素; 检测

中图分类号: R134 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2018)03-0220-03

DOI:10. 13631/j. cnki. zggyyx. 2018. 03. 023

电渣重熔技术在大中型锻件、工模具钢、高温合金等生产领域占有优势, 其生产原料主要是自耗电极和渣料, 产品为电渣坯或电渣锭, 但其使用的电渣辅料萤石 (CaF_2) 在高温下有氟化物挥发^[1], 生产过程中存在多种职业危害因素。为保障电渣重熔作业工人的健康, 我们对某大型钢厂电渣重熔车间的职业病危害因素进行了调查分析。

1 对象与方法

1.1 对象

某大型钢厂电渣重熔车间有作业工人 77 人, 工作班制实行四班三运转, 主要生产设备有 3 台电渣炉、1 台化渣炉及天

车等。生产工艺: 电渣辅料萤石 (CaF_2)、氧化铝、氧化钙、二氧化硅、氧化镁等经加热烘烤, 达到一定温度保温处理后倒入化渣炉, 将渣料冶炼融化成液态, 经导流槽输送至电渣炉内冶炼为成品钢锭。

1.2 方法

采样及检测依据《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》(GBZ 159—2004)、《工作场所空气有毒物质测定》(GBZ/T160—2004)、《工作场所物理因素测量》(GBZ/T 189—2007)、《工作场所空气粉尘测定》(GBZ/T 192—2007) 操作。检测结果依据《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ 2. 1—2007)、《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分: 物理因素》(GBZ 2. 2—2007) 进行分析。

2 结果

2.1 职业病危害因素检测结果

2.1.1 化学有害因素 工作场所空气中一氧化氮、二氧化氮、一氧化碳、氟化物、氟化氢检测结果见表 1。电渣炉、化渣炉外精炼工接触的氟化物短时间浓度超标, 氟化氢检测结果(最大值)为化渣炉旁、2[#]电渣炉旁 3 层作业岗, 超过其最高容许浓度 (MAC)。

表 1 作业场所化学因素接触浓度检测结果 mg/m³

工种	岗位	氟化物					一氧化氮				
		C_{TWA}	C_{STEL}	$C/PC-TWA$	最大超限倍数	结果判定	C_{TWA}	C_{STEL}	$C/PC-TWA$	最大超限倍数	结果判定
主任、副主任	车间办公室	0.29	3.1	1.6	2.5	符合	<0.02	0.032	<0.1	2	符合
车间现场技术管理	现场管理	0.47	3.1	1.6	2.5	符合	<0.02	0.031	<0.1	2	符合
辅料管理	监护台及烘烤炉旁	0.44	1.5	0.8	2.5	符合	<0.02	0.030	<0.1	2	符合
电渣炉外精炼	3 层电渣炉旁	1.90	7.2	3.6	2.5	超标	<0.02	0.031	<0.1	2	符合
化渣炉外精炼	化渣炉旁	1.80	15.9	7.9	2.5	超标	<0.02	0.031	<0.1	2	符合
配电	2 层电渣炉配电岗	1.80	3.1	1.6	2.5	符合	<0.02	0.031	<0.1	2	符合
点检	点检室	0.71	3.1	1.6	2.5	符合	<0.02	0.031	<0.1	2	符合
维护班维修	维修作业	1.70	3.1	1.6	2.5	符合	<0.02	0.031	<0.1	2	符合
天车	天车操作室	1.40	2.4	1.2	2.5	符合	<0.02	0.028	<0.1	2	符合

收稿日期: 2017-10-09; 修回日期: 2018-01-25

作者简介: 姜开友 (1966—), 男, 副主任技师, 研究方向: 职业病危害因素检测。

续表

工种	岗位	一氧化碳			二氧化氮			氟化氢	
		C_{TWA}	C_{STEL}	结果判定	C_{TWA}	C_{STEL}	结果判定	C_{MAC}	结果判定
主任、副主任	车间办公室	0.7	1.6	符合	0.033	0.051	符合	0.022	符合
车间现场技术管理	现场管理	1.1	1.6	符合	0.039	0.051	符合	0.069	符合
辅料管理	监护台及烘烤炉旁	0.8	0.8	符合	0.052	0.059	符合	1.000	符合
电渣炉外精炼	3 层电渣炉旁	1.1	3.6	符合	0.033	0.051	符合	4.200	超标
化渣炉外精炼	化渣炉旁	1.2	7.9	符合	0.065	0.084	符合	15.300	超标
配电	2 层电渣炉配电岗	0.7	1.6	符合	0.030	0.037	符合	1.200	符合
点检	点检室	1.1	1.6	符合	0.038	0.051	符合	0.060	符合
维护班维修	维修作业	0.9	1.6	符合	0.031	0.051	符合	1.200	符合
天车	天车操作室	0.9	1.2	符合	0.039	0.047	符合	1.600	符合

注：氟化物 PC-TWA 为 2 mg/m³，二氧化氮 PC-TWA 为 5 mg/m³、PC-STEL 为 10 mg/m³，一氧化氮 PC-TWA 为 15 mg/m³，一氧化碳 PC-TWA 为 20 mg/m³、PC-STEL 为 30 mg/m³，氟化氢 MAC 2 mg/m³

2.1.2 粉尘 本次检测粉尘中游离二氧化硅含量为 5.3%~8.7%，<10%，不属于矽尘。所用渣料为外购已配好的袋装渣料，萤石（CaF₂）占 50%，氧化铝、二氧化硅、氧化镁、石灰等共占 50%。由辅料管理和化渣炉外精炼工将渣料倒入铁斗送进烤炉烘烤后再倒入化渣炉融化。依渣料成分配比及接触限值情况^[2]，两个工种接触的渣料粉尘按萤石混合性粉尘

进行分析，其余 7 个工种接触的粉尘属其他粉尘。检测结果显示，电渣炉外精炼工、辅料管理工、化渣炉外精炼工 3 个工种接触总尘浓度超标；辅料管理工、化渣炉外精炼工接触萤石混合性粉尘的呼尘浓度及全部工种接触粉尘的短间接接触浓度均符合国家职业接触限值。见表 2。

表 2 不同工种工人接触粉尘浓度检测结果 mg/m³

粉尘性质	工种	C_{TWA}	PC-TWA	结果判定	C_{STEL}	C/ PC-TWA	最大超限倍数	结果判定	
萤石混合性尘	辅料管理								
		总尘	1.60	1.0	超标	1.90	1.90	2	符合
		呼尘	0.58	0.7	符合	0.89	1.30	2	符合
	化渣炉外精炼								
		总尘	1.90	1.0	超标	2.00	2.00	2	符合
		呼尘	0.67	0.7	符合	0.85	1.20	2	符合
其他粉尘	车间现场技术管理	2.80	8.0	符合	6.20	0.77	2	符合	
	电渣炉外精炼	8.70	8.0	超标	8.90	1.11	2	符合	
	配电	3.70	8.0	符合	8.30	1.04	2	符合	
	点检	3.90	8.0	符合	6.70	0.84	2	符合	
	维护班维修	6.60	8.0	符合	8.10	1.01	2	符合	
	天车	3.00	8.0	符合	5.80	0.72	2	符合	

2.1.3 物理因素 本次测量 9 个工种接触的噪声声级（8 h 等效声级），电渣炉外精炼工、化渣炉外精炼工、维护班维修工、车间现场技术管理工种接触的噪声声级超过国家标准，且冷却风管开启时电渣炉和化渣炉噪声强度明显增大 [87.0~94.4 dB（A）]。见表 3。工频电场强度测定了 3[#]电渣炉旁 2 层作业区、化渣炉旁作业区、3[#]电渣炉示变室（主要场源分别为电渣炉、化渣炉、变压器），结果在 0.002~0.15 kV/m 之间，均在工频电场职业接触限值以下。电渣炉外精炼工、化渣炉外精炼工为高温作业，根据 GBZ 2.2—2007 附录 B 常见职业体力劳动强度分级，体力劳动强度分级均为Ⅱ级，化渣炉外精炼工接触时间率 48%，电渣炉外精炼工接触时间率超过 86%，电渣炉外精炼工 WBGT 指数（29.9~34.7℃）超标

（国家职业接触限值 28℃）。

2.2 职业危害防护措施

化渣炉装有 1 台 G4-73 型除尘器，3 台电渣炉装有轴流风机 6 台。厂房以自然通风为主，顶部有 3 处采用错层顶结构通风换气，每处 14.0 m×2.5 m，且房顶有 20 个直径 40 cm 的圆形无动力换气小窗口（3 处错层顶结构及 20 个换气小窗口的排气口面积之和 105.8 m²），均处于开启状态。车间厂房东、南面墙各有 1 扇大门，生产时两门打开利于通风；厂房北墙有 2 处安全门。每面墙中下部均有 3 个窗户用于采光，平时安全门及采光窗户均处于关闭状态。屋顶通风方式符合《工业企业设计卫生标准》（GBZ1—2010）中规定的要求。但车间工作场所空气检测结果氟化氢超标，说明其通风排毒效果

欠佳。

表 3 工人 8 h 等效声级噪声强度测定结果			
工种	8 h 等效声级	评价使用值	判定结果
主任、副主任	76.1~84.5	84.5	合格
车间现场技术管理	82.9~85.8	85.8	超标
辅料管理	83.8~84.3	84.3	合格
电渣炉外精炼	80.8~90.2	90.2	超标
化渣炉外精炼	86.0~93.2	93.2	超标
配电	76.7~84.6	84.6	合格
点检（机械、电气）	78.1~84.2	84.2	合格
维护班维修	85.1~91.3	91.3	超标
天车	80.6~82.4	82.4	合格

注：国家职业接触限值为 85 dB（A）

企业每 3 个月发放 1 副 3MTM300 型防尘单芯面罩，其滤棉不限量，工人如需要可以随时随换随领，工作时均有配戴。企业按需发放美国 3M 公司巴西子公司生产的 1100 型防噪耳塞，但生产过程中工人不常使用。

3MTM300 型防尘单芯面罩系 KN95 型口罩，符合工人防尘要求，但工作场所存在氟化氢，且化渣炉旁和 2#电渣炉旁 3 层氟化氢浓度超标，故工人佩戴的面罩不符合《用人单位劳动防护用品管理规范》附件 2 呼吸器的选用要求（对无机气体工作场所毒物浓度超标≤10 倍，使用送风或自吸过滤半面罩）。3M 1100 型耳塞的 SNR 31 dB、NRR 29 dB。不同工种 8 h 等效声级结果根据 NIOSH（1998）建议的护听器 NRR 减减值计算方法，计算佩戴护听器暴露的噪声，依据 GB/T23466—2009 评价工人佩戴的耳塞保护水平。化渣炉外精炼工戴 3M 1100 型耳塞（NRR 29 dB）后仍>85 dB（A），属保护不足。详见表 4。

表 4 不同工种使用护听器保护水平评价			
工种	噪声等效声级[dB(A)]		保护水平
	佩戴前	正确佩戴后	
主任、副主任	84.5	77.0	好
车间现场技术管理	85.8	78.3	好
辅料管理	84.3	76.8	好
电渣炉外精炼	90.2	82.7	可接受
化渣炉外精炼	93.2	85.7	保护不足
配电	84.6	77.1	好
点检工（机械、电气）	84.2	76.7	好
维护班维修	91.3	83.8	可接受
天车	82.4	74.9	可接受

3 讨论

3.1 工作场所职业危害因素超标原因

检测结果显示，电渣炉外、化渣炉外精炼工的氟化物短时间接触浓度超标；化渣炉旁作业岗和电渣炉旁 3 层作业岗氟化氢浓度超过国家标准最高容许浓度（MAC）。工人作业地点以电渣炉和化渣炉区为主，化渣原料有 CaF₂，产生的氟化物和氟化氢逸散到空气中，厂房天窗的通风排毒效果欠佳，无法快速有效地将车间空气中的氟化氢等有毒物质排出，导致车间内空气浓度超标。

电渣炉外、化渣炉外精炼工和维护班维修工、车间现场技术管理工种接触的噪声声级超过国家标准。电渣炉旁 2 层、3 层作业岗及化渣炉旁作业岗在电渣炉冷却风管开启时噪声声级为 87.0~94.4 dB（A），超过 85 dB（A）；冷却风管未安装消音装置，冷却风管未开启时噪声声级为 82.1~83.9 dB（A）。可见该车间冷却风管开启时发出的高强度噪声，导致工人接触的噪声强度超过国家职业接触限值。

3.2 建议

针对该电渣重熔车间存在的职业病危害因素，建议采取以下措施：（1）改进生产工艺，如使用低噪声设备代替冷却风管，采取有效方法降低冷却风管开启时的噪声强度。（2）电渣重熔的渣料含有 CaF₂ 的渣系，选用含萤石（CaF₂）占比较低的渣料作为电渣重熔的原料，减少工人接触萤石混合性粉尘的浓度，降低氟对工作场所空气的污染程度。（3）在车间厂房顶部增设排风风机，利用机械排风增强排风效果，快速、有效地排出车间空气中的毒物，降低氟化氢等有毒物质的浓度。（4）为工人提供对氟化氢气体有过滤或防护作用的面罩，如送风或自吸过滤半面罩，提高防护有害气体的效果。（5）工作场所噪声强度超标，化渣炉外精炼工佩戴耳塞保护不力，可选择耳塞加戴耳罩的组合方法，提高听力保护效果。（6）加强对工人进行职业病防护知识的培训，教育工人要正确佩戴适用的护听器、防毒面具、防尘口罩等防护用品，提高工人的自我防护意识。（7）应定期对作业工人进行职业健康检查，确诊为职业病的工人应及时调离作业岗位并进行治疗。

参考文献：

[1] Shi Chengbin, Cho Jung-wook, Zheng Ding-li, *et al.* Fluoride evaporation and crystallization behavior of CaF₂-CaO-Al₂O₃-(TiO₂) slag for electros slag remelting of Ti-containing steels [J]. International Journal of Minerals Metallurgy and Materials, 2016, 23 (6): 627-636.

[2] 陈建武, 杨斌, 李峰, 等. 混合性粉尘职业病危害评估方法研究 [J]. 华北科技学院学报, 2016, 13 (6): 82-85.

欢 迎 投 稿 、 订 阅 、 发 布 广 告