

论著 DOI: 10.16369/j.oh.er.issn.1007-1326.2023.05.012

· 调查研究 ·

某大型黑色金属冶炼企业 2020—2022 年 职业卫生现状评估

Investigation on occupational health work status in a large ferrous metal smelting enterprise from 2020 to 2022

张翠翠, 张恒东, 王建锋, 王欢, 赵亮亮, 于政民

ZHANG Cuicui, ZHANG Hengdong, WANG Jianfeng, WANG Huan, ZHAO Liangliang, YU Zhengmin

江苏省疾病预防控制中心(江苏省公共卫生研究院), 江苏 南京 210028

摘要:目的 对某大型黑色金属冶炼企业存在的主要职业病危害因素及采取的职业病防护措施进行分析评价, 为此类企业开展职业病防治提供依据。方法 采用职业卫生现场调查、职业病危害因素检测、职业健康检查等方法对该企业 2020—2022 年职业卫生现状进行评估。结果 该企业主要职业病危害因素为煤尘、其他粉尘、一氧化碳、氨、焦炉逸散物、苯系物、多环芳烃、氰化氢、硫化氢、高温、噪声。粉尘、毒物、噪声、高温合格率分别为 94%、100%、74%、20%; 职业健康检查结果显示粉尘职业禁忌证 3 人, 高温职业禁忌证 2 人, 2020—2022 年职业相关异常人员检出率分别为 1.8%、7.0%、7.6%。企业职业病防护设施设置不足, 除尘设施效果欠佳, 应急设施设置与维护不规范, 外协作业职业卫生管理相对薄弱。结论 应加强职业卫生管理, 设置完善的除尘降噪设施, 加强设备密闭性, 采取自动化控制与隔离操作手段, 重视“职业相关异常”人员并加强职业健康监护。

关键词: 黑色金属冶炼; 职业卫生现状; 粉尘; 噪声; 高温

中图分类号: R134; R135 文献标志码: A 文章编号: 1007-1326(2023)05-0585-06

引用: 张翠翠, 张恒东, 王建锋, 等. 某大型黑色金属冶炼企业 2020—2022 年职业卫生现状评估[J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(5): 585-589; 630.

黑色金属冶炼行业生产工艺复杂, 从业人员众多, 职业病危害严峻, 每年职业病发病数约占全国职业病发病总数的 10%^[1]。炼铁是该行业最主要的环节, 是将铁矿石在焦炭作用下还原成生铁的连续生产过程。烧结是将含铁原料如铁矿石、煤等按一定比例混合后, 经高温烧结生成具有足够强度和粒度的烧结矿, 作为炼铁的熟料。焦化是为钢铁冶炼提供焦炭, 具有冶金和化工生产的双重特点, 可产生许多化学副产品, 如苯、焦炉逸散物、煤气、氨等^[2], 若防护不当, 将直接影响工人健康, 其中焦炉工人所患肺癌、黑变病、苯中毒已被列入现行的《职业病分类和目录》。某大型黑色金属冶炼企业主要承担焦化、烧结、炼铁等生产任务, 涉及接触职业病危害因素的岗位和人员多。为加强该企业职业病防治工

作, 现就该企业职业卫生现状进行调查并提出改进建议。

1 对象与方法

1.1 对象

选择某具备千万吨级钢铁综合生产能力且集焦化、烧结、炼铁为一体的现代化大型黑色金属冶炼企业作为研究对象, 该企业成立于 1969 年, 拥有先进的生产装备和生产技术, 成立了职业健康专门管理机构, 建立了完善的职业健康管理体系。现有员工人数 850 余人, 生产班制为四班两运转。

1.2 方法

1.2.1 现场调查

根据原国家安全生产监督管理总局办公厅印发的《职业卫生技术服务机构检测工作规范》(安监总厅安健[2016]9 号)中制定的《现场调查记录表》调查并收集企业概况、生产工艺、原辅材料、岗位工作日写实、各工序主要岗位接触的职业病危害因

基金项目: 中国卫生监督协会 2021 年第一批团体标准立项项目(中
卫监协函[2021]10 号); 江苏省医学重点学科(ZDXK202249)

作者简介: 张翠翠(1986—), 女, 硕士, 高级工程师

通信作者: 张恒东, 主任医师, E-mail: hd-zhang@263.net

素、职业病防护设施与应急救援设施、职业健康监护及职业卫生管理等资料。

1.2.2 职业病危害因素检测

依据 GBZ 159—2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》^[3]，分别于 2020—2022 年对工作场所职业病危害因素进行定期检测，粉尘按照 GBZ/T 192.1—2007《工作场所空气中粉尘测定 第 1 部分：总粉尘浓度》^[4]进行采样及检测，有毒物质按照 GBZ/T 160—2004 及 GBZ/T 300—2017《工作场所空气有毒物质测定》^[5-6]等进行采样及检测，噪声按照 GBZ/T 189.8—2007《工作场所物理因素测量 第 8 部分：噪声》^[7]进行测量，高温按照 GBZ/T 189.7—2007《工作场所物理因素测量 第 7 部分：高温》^[8]进行测量。依据 GBZ 2.1—2019《工作场所职业病危害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》^[9]、GBZ 2.2—2007《工作场所职业病危害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》^[10]对检测结果进行评价。根据 GBZ/T 229.1—2010《工作场所职业病危害作业分级 第 1 部分：生产性粉尘》^[11]、GBZ/T 229.2—2010《工作场所职业病危害作业分级 第 2 部分：化学物》^[12]、GBZ/T 229.3—2010《工作场所职业病危害作业分级 第 3 部分：高温》^[13]及 GBZ/T 229.4—2012《工作场所职业病危害作业分级 第 4 部分：噪声》^[14]进行职业病危害岗位作业分级。

1.2.3 职业健康体检

收集 2020—2022 年由通过职业健康检查机构备案的医疗机构完成的在岗期间职业健康检查报告、复查结果等相关职业健康监护资料。

1.2.4 质量控制

所有现场调查和采样人员都来源于具有职业

卫生技术服务机构资质的原甲级机构，经过规范化培训并取得相应考核合格证，按照统一方法、标准和质量控制原则开展检测工作，保证检测数据的统一性、完整性和规范性。调查采样所用仪器设备均进行计量检定或校准。严格按照 GBZ 1—2010《工业企业设计卫生标准》^[15]、GBZ 188—2014《职业健康监护技术规范》^[16]等相关标准规范对企业职业卫生现状进行评估。

2 结果

2.1 职业卫生调查情况

该企业现有 2 台复热式焦炉(1 台 55 孔、1 台 60 孔)、3 台烧结机(1 号 180 m²、2 号 450 m²、3 号 450 m²)、3 座高炉(1 号 1 280 m³、2 号 3 200 m³、3 号 4 070 m³)。主要工艺包括烧结、焦化、高炉冶炼，其中烧结是将各种粉状含铁原料配入适量的燃料和熔剂制取烧结矿；焦化以煤作原料加热干馏制焦炭及煤气、煤焦油等副产品，并进一步对煤气进行精制；高炉炼铁以烧结矿为原料，焦炭为还原剂和燃料，石灰石作熔剂在高温环境中冶炼出铁水、高炉渣和高炉煤气。主要原辅材料包括铁矿粉、生石灰、白云石、煤、氨水等，2020—2022 年主要生产工艺与原辅材料未发生变化，3 年期间主要进行了设备翻新与环保改造，2021 年开始对部分皮带通廊封闭改造，烧结筛分混料、配料室厂房及下料点导料槽封闭改造，2022 年对高炉工段炉前出铁口进行了优化罩口及加大风量改造，热风炉烟气新建脱硫设施。改造前后存在的主要职业病危害因素种类未发生变化，各区域粉尘作业环境有所改善。主要职业病危害因素分布情况见表 1。

表 1 某黑色金属冶炼企业各工序产生的主要职业病危害因素

工段	工序	主要职业病危害因素	防尘设施	防毒设施	防噪设施	防暑设施	主要个人防护用品	作业方式	接触人数	接触时间/(h/d)
烧结	破碎	粉尘、噪声	无	—	无	—	防尘口罩、耳塞	定点	17	0.4
烧结	配料	粉尘、噪声	布袋除尘	—	无	—	防尘口罩、耳塞	巡检	36	0.5
烧结	一混	粉尘、噪声	布袋除尘	—	无	—	防尘口罩、耳塞	巡检	36 ^①	0.5
烧结	二混	粉尘、噪声	无	—	无	—	防尘口罩、耳塞	巡检	36 ^①	0.5
烧结	筛分整粒	粉尘、噪声	布袋除尘	—	无	—	防尘口罩、耳塞	巡检	36 ^①	0.5
烧结	烧结	粉尘、一氧化碳、高温、噪声	电除尘、布袋除尘	密闭	无	密闭隔热	防尘口罩、耳塞	巡检	12	0.5
焦化	配煤	粉尘、噪声	布袋除尘	—	无	—	防尘口罩、耳塞	巡检	7	8.8
焦化	炉顶	粉尘、一氧化碳、氨、苯系物、焦炉逸散物、多环芳烃、氰化氢、硫化氢、高温、噪声	布袋除尘	密闭	—	喷雾风扇	防尘口罩、耳塞	巡检	26	2.6
焦化	加煤	粉尘、一氧化碳、氨、苯系物、焦炉逸散物、多环芳烃、氰化氢、硫化氢、噪声	布袋除尘	密闭	无	空调	防尘口罩、耳塞	定点	16	5

表 1(续)

工段	工序	主要职业病危害因素	防尘设施	防毒设施	防噪设施	防暑设施	主要个人防护用品	作业方式	接触人数	接触时间/(h/d)
焦化	拦焦	粉尘、一氧化碳、氨、苯系物、焦炉逸散物、多环芳烃、氰化氢、硫化氢、噪声	布袋除尘	密闭	无	空调	防尘口罩、耳塞	定点	16	12
焦化	干熄焦	粉尘、一氧化碳、氨、苯系物、焦炉逸散物、多环芳烃、氰化氢、硫化氢、噪声	布袋除尘、重力除尘	密闭	无	空调	防尘口罩、耳塞	定点	15	3.4
焦化	筛焦	粉尘、噪声	布袋除尘	—	无	—	防尘口罩、耳塞	巡检	6	4.6
焦化	排送	一氧化碳、氨、噪声	—	密闭	隔声、减振基础	—	防毒口罩、耳塞	巡检	20	6
焦化	铵苯	一氧化碳、苯、氨、噪声	—	密闭	无	—	防毒口罩、耳塞	巡检	22	7
焦化	脱硫制酸	一氧化碳、二氧化硫、硫化氢、氰化氢、噪声	—	密闭	无	—	防毒口罩、耳塞	巡检	19	6
高炉	供煤	粉尘、噪声	雾炮抑尘	—	无	—	防尘口罩、耳塞	巡检+定点	34	5
高炉	槽下	粉尘、噪声	布袋除尘	—	无	—	防尘口罩、耳塞	巡检	12	5
高炉	制喷	粉尘、高温、噪声	布袋除尘	—	减振基础	—	防尘口罩、耳塞	巡检	13	6
高炉	炉前	粉尘、一氧化碳、高温、噪声	布袋除尘	封闭	无	空调休息室	防尘口罩、耳塞、铝箔大褂、阻燃隔热服	巡检	77	5.5
高炉	热风炉	粉尘、一氧化碳、高温、噪声	无	密闭	无	设备隔热	防尘口罩、耳塞	巡检	24	1
高炉	TRT	粉尘、一氧化碳、噪声	无	密闭	无	—	防尘口罩、耳塞	巡检	31	2

注：“—”表示无需该设施；①与烧结工段配料工序巡检为同 36 人。

2.2 职业病危害因素检测与评价

2.2.1 粉尘

2020 年之前,在烧结工段中的破碎、配料、一混二混、筛分整粒等工序以及焦化工段中的配煤、筛焦等工序,每年均检测到不同程度的粉尘浓度超标。2020—2022 年各工序的岗位检测结果显示:(1)检测煤尘总尘(每年总共检测 54 个点位)的主要是破碎岗、煤系统巡检岗、加煤车岗、供煤巡检岗、制喷岗,除了煤系统巡检岗(焦化工段的配煤工序)2021 年的峰接触浓度(C_{PE})为 34.77 mg/m^3 ,超过职业卫生限值时间加权平均容许浓度(PC-TWA)5 倍,被判定为“不符合”;其余岗位的各年煤尘总尘的 8 h 时间加权平均接触浓度(C_{TWA})为 $< 0.33 \sim 3.36 \text{ mg/m}^3$, C_{PE} 为 $0.37 \sim 13.57 \text{ mg/m}^3$,均被判定为符合;(2)其他岗位均检测“其他粉尘”(每年总共检测 105 个点位),各年的 C_{TWA} 为 $< 0.33 \sim 2.15 \text{ mg/m}^3$, C_{PE} 为 $0.53 \sim 15.47 \text{ mg/m}^3$,均被判定为“符合”。

进一步分析,2022 年烧结工段烧结巡检岗粉尘时间加权平均接触浓度和峰接触浓度稍有降低,破碎岗及看火岗粉尘峰接触浓度升高;高炉工段各岗位粉尘浓度基本逐年下降,稳定在较低水平。所有岗位作业分级结果均 0 级。

2.2.2 有毒物质

2020—2022 年主要岗位空气中职业病危害因素浓度范围:一氧化碳 $C_{TWA} < 0.1 \sim 3.1 \text{ mg/m}^3$,氨 $C_{TWA} < 0.33 \text{ mg/m}^3$,苯 $C_{TWA} < 0.5 \text{ mg/m}^3$,氰化氢最高

接触浓度(C_M) $< 0.067 \text{ mg/m}^3$,硫化氢 $C_M < 0.53 \text{ mg/m}^3$,均符合国家职业接触限值要求,所有岗位作业分级结果均为 0 级。

2.2.3 噪声

2020—2022 年主要岗位噪声 8 h 等效声级焦化工段的排送岗、铵苯岗、高炉工段的槽下岗、供煤巡检岗、高炉煤气余压透平发电(blast furnace top gas recovery turbine,TRT)作业岗超标,其余岗位均符合国家标准限值[$66.5 \sim 84.5 \text{ dB(A)}$],检测合格率为 74%。表 2 列出了判定为“不符合”的岗位及其所在的工序和工段(2022 年这些超标岗位噪声作业分级结果均为 I 级,未超标岗位不分级)。

表 2 某黑色金属冶炼企业主要岗位噪声声级检测结果

工段	工序	岗位	职业病危害因素	8 h 等效声级/[dB(A)]			判定
				2020	2021	2022	
焦化	排送	排送岗	噪声	85.3	84.3	85.8	不符合
焦化	铵苯	铵苯岗	噪声	89.2	88.9	81.0	不符合
高炉	供煤	供煤巡检岗	噪声	86.8	86.0	87.1	不符合
高炉	槽下	槽下岗	噪声	81.3	79.8	86.4	不符合
高炉	TRT	TRT 作业岗	噪声	87.5	93.6	87.0	不符合

2.2.4 高温

2020—2022 年最热月检测主要岗位高温湿球黑球温度(wet-bulb globe temperature,WBGT)指数烧结工段看火岗符合国家限值标准,其他岗位高温 WBGT 指数均不符合国家限值标准,高温检测结果合格率为 20%,2022 年岗位高温分级结果为 II ~ IV 级。见表 3。

表 3 某黑色金属冶炼企业主要岗位高温 WBGT 指数检测结果

工段	工序	岗位	职业病危害因素	接触时间率/%	劳动强度等级	WBGT 指数/℃			判定	2022 年岗位作业分级结果
						2020	2021	2022		
烧结	烧结	看火岗	高温	25	I	29.4	30.5	33.0	符合	Ⅱ级
焦化	炉顶	炉顶岗	高温	100	I	33.5	31.4	36.3	不符合	Ⅳ级
高炉	炉前	炉前岗	高温	100	I	31.6	33.5	33.9	不符合	Ⅲ级
高炉	制喷	制喷岗	高温	25	I	34.5	33.8	33.9	不符合	Ⅱ级
高炉	热风炉	热风炉岗	高温	25	I	32.5	32.5	33.9	不符合	Ⅱ级

2.3 职业健康监护

2020—2022 年该企业职业健康体检率均 100%，共检出粉尘与高温职业禁忌证分别为 3 人和 2 人，集中在炉前、制喷、看火等接触高温、粉尘岗位。检出的职业相关异常人员率分别为 1.8%、7.0%、7.6%，职业相关异常人员主要表现为血压、血糖、胸部 DR 摄片、电测听异常，职业病危害因素相关异常人员逐年增加，胸部 DR 摄片异常人员集中在高炉制喷、供煤作业、烧结系统巡检、焦化推焦等粉尘暴露水平较高的岗位；血压血糖异常人员集中在高炉炉前、烧结看火等接触高温的岗位；近 3 年高炉工段 TRT 岗、槽下岗部分人员双耳高频听阈逐年增高明显，电测听异常人员以 50 岁以上人群居多，均分布在噪声超标岗位。对发现的职业禁忌证人员已经及时调离原工作岗位。

2.4 职业病防护设施

烧结筛分、配料、转运等均设有密闭罩，经布袋除尘器收集，机头、尾均设有密闭式除尘系统，各皮带、转运站定期湿式清扫。焦化设置自动配煤装置，推焦时产生的烟尘设置上吸式集尘罩捕集；在干熄炉各气体放散口设置罩口收集产生的烟尘，经脉冲袋式除尘器净化后排放；在筛贮焦楼及转运站等处设置密闭式脉冲袋式除尘器。排送、铵苯、脱硫制酸装置均密闭化、管道化；高炉工段煤场封闭，粗煤气设重力除尘及干法除尘系统，矿焦槽、炉顶设置除尘系统；2022 年对出铁口进行封闭及加大风量改造，并设置“顶吸”与“侧吸”罩除尘系统。制粉系统采用全负压及煤粉收尘器收集净化后排放。炉灰放灰采用吸灰罐车替代汽车驳运，减少粉尘逸散，炉渣湿式处理。人员活动频繁的值班室、中控室等设置隔声效果良好的门窗，鼓风机、除尘器风机等出口设置消声器。各控制室、休息室均设置空调，高温设备管道设置隔热保温措施。

2.5 应急救援措施

该企业已制定《煤气泄漏应急预案》《粗苯泄漏应急处置方案》《液氨泄漏应急处置方案》等，基本涵盖了可能发生的职业卫生应急事故风险，每年制

定应急预案演练计划并定期演练与评估；应急协作医院配备了高压氧舱等急救设施；各工段中控室设置了正压式空气呼吸器、防毒面具、担架等应急器材，定期维护检查与应急培训使用。在可能发生化学性灼伤及经皮肤黏膜吸收引起急性中毒的工作地点设置了喷淋洗眼装置，但设置地点不完善；在可能突然逸出大量有害物质或易造成急性中毒的地点设置了煤气、氨、苯等固定式有毒气体报警器，但存在报警值设置不规范、检定不及时现象。

2.6 职业卫生管理

该企业设立安全管理部为职业卫生管理机构，设专职职业卫生管理人员 8 人，制定了职业卫生管理办法等各类职业卫生管理制度，每年均制定职业病防治规划与职业健康工作节点计划，每年进行危害因素定期检测、设备点检维护、员工教育培训考核，职业卫生管理情况良好。已为各岗位配发个人防护用品，但部分外协单位人员未配发有效的个人防护用品。

3 讨论

与 2019 年之前相比，该企业尘毒作业环境有了很显著的改善。企业建立了较为完善的各类职业卫生管理制度并加以实施。但从本次调查结果来看，噪声及高温危害未能得到很好的控制。各岗位 2022 年粉尘浓度未虽超标，但部分作业岗粉尘浓度接近或超出 50% 职业接触限值（OEL）。焦化工段 2021 年煤系统巡检岗位煤尘浓度超标，调查发现煤系统皮带机头/尾、转运站、粉碎机粉尘逸散严重，与于静等^[17]研究的 9 家中小型焦化企业粉尘危害超标严重的区域结论基本一致，但毒物控制优于 9 家中小型焦化企业，主要原因是对放散煤气防护设施的投入。烧结工段配料室及下料点导料槽破碎机及转运站除尘设施设置不足，破碎机区域与生石灰房各皮带设备老化，密闭性差，地面及设备积尘严重。漆雁等^[18]对某烧结厂的职业病危害调查评价中，均存在部分岗位粉尘浓度超标，超标点集中在配料皮带、破碎及筛分工序，由此得知，破碎、配料、筛分等

区域是烧结工段粉尘危害关键控制区域。

高炉工段炉前出铁口 2022 年进行了优化罩口及加大风量改造,粉尘浓度较前两年有所下降。有调查^[19]显示炼铁厂粉尘超标点集中在上料、喷煤制粉及炉前出铁,其中供煤给煤机、槽下振动筛等区域浓度高出限值 6~7 倍,噪声超标点集中在槽下振动筛、给料机等区域,与本次研究对象噪声超标岗位基本一致。根据《黑色金属冶炼及压延加工业职业卫生防护技术规范》^[20],贮煤、备配煤、运煤转运系统、粉碎机室、筛焦楼、贮焦槽、运焦系统等应密闭或设置除尘装置,烧结原料皮带转运过程整条皮带宜采用全程密闭。该企业应在各转运站采取密闭措施,对密闭性不强的设备进行整修、定期清理。对于无组织排放点粉尘的控制,有关研究^[21]显示采用干雾抑尘技术措施效果较好。高炉工段设备运转噪声超标问题,需通过设备设施改造、采取自动化控制、隔离操作等综合手段来改善^[22],工艺允许远距离控制的,可设置隔声操作室,各放散阀及气流进出口应设置消声器,适当缩短噪声区域停留时间,配备合格防噪耳塞并按要求正确佩戴。2022 年夏季出现极端高温天气,80%高温岗位 WBGT 指数超出国家限值,但 2020—2022 年高温超标岗位均集中在高炉炉前、风口平台、焦炉炉顶等热辐射强的区域,应采取有组织的自然通风,可在工作地点附近设置空调休息室,轮流上岗,减少作业时间,持续完善隔热降温措施,如喷雾送风等,防止岗位工人发生职业性中暑。

应急设施设置和维护不规范。苯有毒气体报警器报警值设定不完善,部分区域未设置冲淋洗眼设施,应急药品和冲淋洗眼设施维护不足。应对固定式报警器及时检定,并确保所有信号数据传输至控制室,按照 GBZ/T 223—2009《工作场所所有毒气体检测报警装置设置规范》^[23],完善报警值的设置。完善设置喷淋洗眼设施,保证使用者直线到达时间不超过 10 s,设备周边无障碍物。

职业卫生管理制度建立较全面,但在外协单位职业卫生监督上还缺乏有效的监督机制,外协人员职业病防护意识欠缺。针对劳务、外协等相关方人员复杂、稳定性低、不易管理的特点^[24],建议与外协单位制定职业病危害管理协议,明确双方职责和要求,加强个人防护用品使用、职业健康宣传教育、应急救援等培训,按要求进行职业健康体检。此外,企业应加强内部审核。

2020—2022 年职业相关异常人员异常率分别为 1.8%、7.0%、7.6%,职业相关异常人员异常率呈

上升趋势。应对从事接触职业病危害因素作业的工人,按有关规定组织上岗前、在岗期间、离岗时的职业健康检查,注意每年的动态变化并进行妥善处置。血压、血糖指标异常是高温作业的职业禁忌证,而其异常与生活方式有关,应倡导健康的生活方式,让员工树立“每人都是自己健康第一责任人”理念。值得关注的是电测听检查异常问题,2020—2022 年双耳高频听阈逐年增高并以 50 岁以上人群居多,而相关研究^[25]显示年龄较大的工人更容易忽视自己的听力损失。噪声暴露时间和声级是职业性噪声致听力损失的主要因素,应采取多种措施缩短噪声暴露时间,督促员工佩戴个人防护用品。

黑色金属冶炼行业是职业病危害风险严重的行业,职业病危害因素种类复杂,散发面广,危害性大。该企业职业卫生方面仍存在以下不足:除尘设施设置不足,除尘设施除尘效果欠佳,部分区域粉尘危害较严重,多岗位噪声、高温超标,应急设施设置与维护不足,职业健康检查职业相关异常人员数逐年增多;外协作业管理薄弱。该企业职业卫生关键控制点在于烧结及焦化除尘设施的设置及有效运行,加大隔声降噪措施的投入与听力保护计划的实施,减少高温与噪声接触时间,并重视早期职业健康异常人员,持续加强职业卫生管理工作。通过设置完善的职业病防护设施,加强设备检修与密闭性,严格职业卫生管理,才能从根本上防止职业病。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] 王海涛,杨荔,苏亚娇,等. 2009—2018 年中国职业病发病规律及特征[J]. 职业卫生与应急救援,2020,38(2):178-182.
- [2] 汪严华,洪连荣,朱丽芳,等. 某焦化厂职业卫生状况及其对环境的影响评价[J]. 中国卫生工程学,1996,5(4):168-169.
- [3] 中华人民共和国卫生部. 工作场所空气中有害物质监测的采样规范:GBZ 159—2004[S]. 北京:人民卫生出版社,2006.
- [4] 中华人民共和国卫生部. 工作场所空气中粉尘测定 第 1 部分总粉尘浓度:GBZ/T 192.1—2007[S]. 北京:人民卫生出版社,2007.
- [5] 中华人民共和国卫生部. 工作场所空气有毒物质测定:GBZ/T 160—2004[S]. 北京:人民卫生出版社,2004.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 工作场所空气有毒物质测定:GBZ/T 300—2017[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 工作场所物理因素测量 第 8 部分:噪声:GBZ/T 189.8—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [8] 中华人民共和国卫生部. 工作场所物理因素测量 第 7 部分:高温:GBZ/T 189.7—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.

(下转第 630 页)

- [20] XING C, LIU X F, ZHANG C F, et al. Hsp90-associated DNA replication checkpoint protein and proteasome-subunit components are involved in the age-related macular degeneration [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2021, 134(19): 2322-2332.
- [21] 肖鑫, 盛晓安, 施险峰, 等. 热疗联合同步放化疗对中晚期宫颈癌的临床疗效及血清热休克蛋白 90 α 表达的影响 [J]. *中华全科医学*, 2022, 20(7): 1109-1112.
- [22] HU J M, HSU C H, LIN Y C, et al. Ethyl pyruvate ameliorates heat stroke-induced multiple organ dysfunction and inflammatory responses by induction of stress proteins and activation of autophagy in rats [J]. *Int J Hyperthermia*, 2021, 38(1): 862-874.
- [23] SADEGHI M, BAHRAMI A, HASANKHANI A, et al. lncRNA-miRNA-mRNA ceRNA network involved in sheep prolificacy: an integrated approach [J]. *Genes (Basel)*, 2022, 13(8): 1295.
- [24] CHEN L, WEI K, LI J, et al. Integrated analysis of lncRNA-Mediated ceRNA network in calcific aortic valve disease [J]. *Cells*, 2022, 11(14): 2204.
- [25] LI Y, WEN Q, CHEN H S, et al. Exosomes derived from heat stroke cases carry miRNAs associated with inflammation and coagulation cascade [J]. *Front Immunol*, 2021, 12: 624753.
- [26] LI P, WANG G, ZHANG X L, et al. MicroRNA-155 promotes heat stress-induced inflammation via targeting liver X receptor α in microglia [J]. *Front Cell Neurosci*, 2019, 13: 12.
- [27] DOSIL S G, LOPEZ-COBO S, RODRIGUEZ-GALAN A, et al. Natural killer (NK) cell-derived extracellular-vesicle shuttled microRNAs control T cell responses [J]. *Elife*, 2022, 11: e76319.

收稿日期: 2023-02-17

(上接第 589 页)

- [9] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 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—2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.
- [10] 中华人民共和国卫生部. 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[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- [11] 中华人民共和国卫生部. 工作场所职业病危害作业分级 第 1 部分: 生产性粉尘: GBZ/T 229.1—2010[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [12] 中华人民共和国卫生部. 工作场所职业病危害作业分级 第 2 部分: 化学物: GBZ/T 229.2—2010[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [13] 中华人民共和国卫生部. 工作场所职业病危害作业分级 第 3 部分: 高温: GBZ/T 229.3—2010[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [14] 中华人民共和国卫生部. 工作场所职业病危害作业分级 第 4 部分: 噪声: GBZ/T 229.4—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [15] 中华人民共和国卫生部. 工业企业设计卫生标准: GBZ 1—2010[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 职业健康监护技术规范: GBZ 188—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [17] 于静, 扈曼. 黑龙江省焦化企业职业危害现状调查 [J]. *中国工业医学杂志*, 2017, 30(6): 457-459.
- [18] 漆雁, 武彦涛. 某烧结炼铁建设项目职业病危害控制效果评价 [J]. *职业与健康*, 2011, 27(3): 327-329.
- [19] 赵晋林. 大同市某钢铁有限公司炼铁厂职业病危害调查分析 [J]. *山西医药杂志*, 2014, 43(14): 1636-1639.
- [20] 中华人民共和国卫生部. 黑色金属冶炼及压延加工业职业卫生防护技术规范: GBZ/T 231—2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [21] 杨琴芳. 焦化厂职业卫生管理现状及改进设想 [J]. *浙江冶金*, 2015, 8(3): 19-21.
- [22] 王静, 李延明, 梁峰, 等. 某炼铁厂无组织排放点实施干雾抑尘设施前后粉尘浓度对比分析 [J]. *工业卫生与职业病*, 2020, 46(6): 503-505.
- [23] 中华人民共和国卫生部. 工作场所有毒气体检测报警装置设置规范: GBZ/T 223—2009[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.
- [24] 马蓉. 论煤焦化职业病的防护 [J]. *安徽冶金科技职业学院学报*, 2015, 25(4): 56-60.
- [25] 何为, 盖冰冰, 姜晓琴. 80 至 85 dB 噪声环境中作业人群听力损失情况 [J]. *上海预防医学*, 2018, 30(10): 861-864.

收稿日期: 2023-04-06