

轮胎制造业职业病危害及风险控制措施分析

Analysis on occupational hazards and risk control measures in tire manufacturing industry

孙倩, 黄德寅

(天津渤海化工集团有限责任公司劳动卫生研究所, 天津 300051)

摘要: 采用现场职业卫生学调查、检测检验法、风险评估法对某轮胎制造企业存在的职业病危害因素进行综合定性和定量评价。结果显示, 炭黑粉尘、溶剂汽油浓度存在超标情况, 压延、成型、裁断及检查等工种噪声接触水平较高, 压延、硫化工种高温接触水平较高; 炼胶烟气、硫化烟气的风险等级为高风险, 溶剂汽油、炭黑粉尘的风险等级为中等风险, 压延、成型、裁断及打磨等岗位噪声接触所致听力损失的风险等级为中等风险, 硫化、压延等工作场所高温作业危害程度达到Ⅲ级。根据各种职业病危害因素的风险等级水平, 分别提出相应的风险控制措施, 并针对行业特点提出关键控制点。

关键词: 轮胎制造; 职业病危害因素; 关键控制点; 风险控制

中图分类号: R135 文献标识码: B

文章编号: 1002-221X(2020)01-0075-04

DOI:10.13631/j.cnki.zggyyx.2020.01.025

通过对某轮胎生产企业的职业病危害评价, 对轮胎生产过程中可能存在的职业病危害因素进行识别与分析, 并通过现场检测及风险评估结果, 对职业病危害因素的危害程度进行科学阐述, 根据不同水平的风险等级, 针对性地提出控制措施, 指导企业有效地进行风险管理。

1 对象与方法

1.1 对象 以某轮胎制造企业作为研究对象, 目前生产规模为轻卡子午胎 35 万条/年, 轿车子午胎 266.84 万条/年。

1.2 方法 通过对生产工艺、原辅料、生产设备、劳动定员等进行卫生学调查, 确定轮胎生产过程中存在的职业病危害因素。依据国家相关技术规范和标准的要求, 通过现场检测和实验室分析, 对作业场所职业病危害因素的浓度(强度)进行评价。采用化学毒物职业病危害风险分级方法、噪声职业暴露评估与风险分析方法及《工作场所职业病危害作业分级 第3部分 高温》(GBZ/T229.3—2010)对轮胎生产工艺过程存在的职业病危害因素进行风险评估^[1-4]。关键控

制点的确定原则: 通过控制措施可以防止、消除或减少职业病危害, 使其职业接触水平达到可接受程度的一个点、步骤或过程。

2 结果

2.1 职业病危害因素识别分析 轮胎生产过程主要原材料有胶料、油料、炭黑、溶剂汽油、纤维帘布、钢丝帘线及橡胶助剂等。主要设备包括炭黑投料系统、密炼机、压出机、压延机、裁断机、胎圈贴合机、成型机、硫化机、检查机等。总劳动定员 334 人, 生产班制为四班三运转, 每班 8 h 工作制, 各岗位现场实际操作 7 h。工艺流程见图 1。

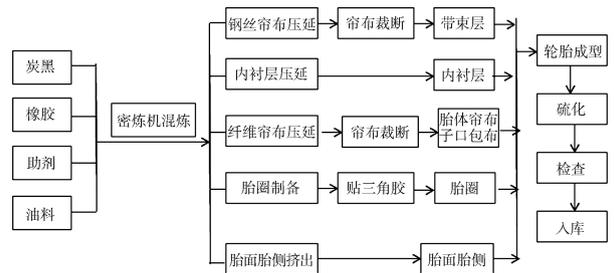


图 1 主要生产工艺流程

制点的确定原则: 通过控制措施可以防止、消除或减少职业病危害, 使其职业接触水平达到可接受程度的一个点、步骤或过程。

表 1 轮胎生产过程可能存在或产生的职业病危害因素及分布

岗位	主要职业病危害因素	存在部位
密炼岗	炭黑粉尘	炭黑解包投料
	炼胶烟气、高温、噪声	密炼机(投料处)
压延岗	热胶烟气、高温、噪声	压延机
压出岗	热胶烟气、高温	压出机(机头)
	溶剂汽油	喷胶房
裁断岗	噪声	裁断机(机头)
成型岗	噪声	成型机
硫化岗	硫化烟气、高温、噪声	硫化机(启模时、排气时)
检查岗	噪声	检查机(打磨时)
胎圈贴合岗	溶剂汽油	手工涂胶
胶浆配制岗	溶剂汽油	胶浆配制、人工加汽油及胶浆

基金项目: 中央引导地方科技发展专项(19ZYPTYS00010)

作者简介: 孙倩(1984—), 女, 医师, 从事职业卫生评价工作。

2.2 职业危害因素接触程度分析及风险评估结果

2.2.1 接触程度

2.2.1.1 粉尘 2016年对该企业进行日常检测时,炭黑解包投料处炭黑粉尘 C_{TWA} 为 4.8 mg/m^3 , 超限倍数 2.3 倍, 超标原因为除尘设施控制点风速不足, 通风孔堵塞。企业针对超标原因进行整改, 主要对除尘设施进行维护检修, 清理通风孔, 保证除尘设施正常运行, 整改后炭黑解包投料工位控制点风速在 $0.65 \sim 0.83 \text{ m/s}$ 之间, 复测结果显示粉尘浓度低于职业接触限值要求。

2.2.1.2 溶剂汽油 溶剂汽油作为胶浆溶剂, 主要来源于胶浆。现场检测结果表明, 由于胎面涂胶在喷胶房密闭自动进行, 同时设局部排风罩, 故喷胶工位溶剂汽油浓度低于最低检出浓度。钢丝圈成型工序三角胶条为人工刷胶, 胶浆用量大且桶装胶浆敞开放置在工作地点, 此处无排风设施, 因此胎圈贴合工位溶剂汽油浓度超出职业接触限值要求。胶浆配制过程在胶浆房进行, 需人工将桶装汽油直接倒入胶浆搅拌机, 且胶浆搅拌过程为敞开式, 胶浆搅拌机上方局部通风设施老化, 因此胶浆搅拌机旁溶剂汽油 C_{TWA} 高达 624.9 mg/m^3 , 超限 2.5 倍, 远远超出职业接触限值要求。企业针对超标原因对胶浆房局部通风设施进行改造, 并将人工加汽油操作改为泵密闭打料, 同时将胶浆搅拌机上方放置一便携式木盖, 使胶浆搅拌过程相对密闭, 复测结果显示胶浆房溶剂汽油浓度低于职业接触限值要求。同时, 企业选择自动化程度高、贴合速度快的胎圈三角胶贴合机, 使得胎圈贴合过程不

使用胶浆, 因此改造后胎圈贴合工序不存在溶剂汽油。

2.2.1.3 炼胶烟气、硫化烟气 为了避免炼胶烟气、硫化烟气对作业场所和劳动者健康的影响, 企业在密炼机投料口设局部排风设施, 在硫化机机组上方设大围挡, 及时收集硫化烟气。根据文献资料报道^[5-7], 结合该企业所用的原材料, 我们对炼胶、硫化烟气中的 SO_2 、 NO_2 浓度行了测定。结果显示炼胶、硫化烟气中的 SO_2 、 NO_2 浓度均低于最低检出浓度。炼胶烟气、硫化烟气的化学结构复杂, 理化性质尚不清楚, 因此还需进行长期的跟踪调查和监控。

2.2.1.4 高温 按照《工作场所物理因素测量 第7部分: 高温》(GBZ/T189.7—2007) 对密炼、压延、压出、硫化等工作地点的 WBGT 指数进行了测定, 结果见表 2。

表 2 工作场所时间加权 WBGT 指数 $^{\circ}\text{C}$

时间	岗位			
	密炼	压出	压延	硫化
2016 年	—	—	27.2~27.3	26.8~27.9
2017 年	22.9~23.8	23.9	25.3~25.5	25.6~28.7
2018 年	22.4~23.6	24.5	27.8~28.1	27.1~28.7
最大值	23.8	24.5	28.1	28.7

注: WBGT 指数接触限值 26°C 。

2.2.1.5 噪声 轮胎生产过程中存在噪声的工作点位较多, 检测结果见表 3。

表 3 工作场所噪声 $L_{ex,sh}$ 检测结果分析 dB (A)

时间	岗位					
	密炼	裁断	压延	成型	硫化	检查
2016 年	—	81.9~87.0	83.6~85.6	82.3~83.3	82.6~83.4	83.4~86.7
2017 年	82.0~84.2	82.2~86.5	81.4~84.0	81.3~85.3	82.3~84.3	81.5~87.5
2018 年	81.4~83.9	81.6~87.6	81.2~86.7	82.6~83.2	83.4~84.3	85.9~88.0
最大值	84.2	87.6	86.7	85.3	84.3	88.0

2.2.2 风险评估结果及控制措施

2.2.2.1 化学物质职业病危害风险分级及风险控制措施 选取接触炼胶烟气、硫化烟气、溶剂汽油及炭黑粉尘岗位进行职业病危害风险分级, 并对胶浆房、炭黑房改造前后有害物质的风险等级评估结果进行对比分析。炼胶烟气、硫化烟气可能发生职业病危害的风险在高风险水平; 企业在

对胶浆房的局部通风设施、汽油加料方式以及操作过程的密闭性等方面进行整改后, 胶浆房溶剂汽油可能发生职业病危害的风险由高风险降至中等风险水平; 企业在对炭黑房的局部通风设施进行整改后, 炭黑粉尘可能发生职业病危害的风险指数降低。见表 4。

表4 化学物质接触可致职业病危害的风险等级

工作场所	化学物质	风险指数	风险等级
密炼	炼胶烟气	3.54	高风险
硫化	硫化烟气	3.54	高风险
胶浆房	溶剂汽油	3.53 (整改前)	高风险
		2.61 (整改后)	中等风险
炭黑房	炭黑粉尘	2.97 (整改前)	中等风险
		2.52 (整改后)	中等风险

根据职业病危害分类管理原则,对于高风险等级,应首先执行有效的工程控制措施,采取严格的职业卫生管理措施减少接触,定期进行职业病危害因素

表5 预测高噪声岗位人员听力损失的风险和分级

岗位	噪声接触等效声级 [dB(A)]	发生双耳高频平均听阈≥40 dB 的风险 (%)		发生职业性噪声聋的风险 (%)		风险分级
		噪声所致	噪声和年龄所致	噪声所致	噪声和年龄所致	
压延	86.7	9.1	23.0	2.0	7.1	中等风险
裁断	87.6	11.0	24.9	2.5	7.6	中等风险
成型	85.3	6.6	20.5	1.3	6.4	中等风险
检查	88.0	11.8	25.8	2.8	7.9	中等风险

表5可见,高噪声作业岗位人员55岁时噪声接触所致听力损失的风险均为中等风险,用人单位应建立有效的听力保护计划,建立噪声职业接触评估系统,定期监测噪声声级,采取组织管理措施,改善工作环境,降低劳动者实际接触水平,设置噪声危害及防护标识,佩戴护听器,对劳动者进行培训,采取职业健康监护等措施。

2.2.2.3 高温职业病危害风险分析及控制措施 根据GBZ/T229.3—2010对该企业密炼、压出、压延、硫化等工作场所的作业工人从事高温作业的危害程度进行评价。见表6。

硫化、压延等工作场所高温作业危害程度达到Ⅲ级,为重度危害作业,应改善工作环境,对劳动者进行职业卫生培训,加强职业健康监护和防暑降温防护措施,强调进行热应激监测,通过调整高温作业劳动-休

息制度,进一步降低劳动者接触高温的单位时间比率。

2.2.2.2 噪声职业病危害风险分析及风险控制措施

按照《噪声职业病危害风险管理指南》(AQ/T4276—2016)规定的程序及方法对该企业高噪声作业岗位人员听力损失进行定量风险评价。见表5。

表6 高温作业危害程度分级

岗位	时间加权 WBGT 指数 (°C)	累计接触 时间 (h)	体力劳动 强度	高温作业危害 程度分级
密炼	23.8	7	Ⅲ	—
压出	24.5	7	Ⅲ	—
硫化	28.7	7	Ⅲ	Ⅲ级
压延	28.1	7	Ⅲ	Ⅲ级

3 讨论

本文对炼胶烟气、硫化烟气、溶剂汽油、噪声及高温等职业病危害因素进行了风险等级评估,结合评估结果,对轮胎制造企业生产过程中存在和产生的主要职业病危害因素、控制部位或产生环节、关键控制措施及控制人群进行分析,见表7。

表7 轮胎制造企业关键控制点分析

控制因素	控制部位	关键控制措施
炼胶、硫化烟气	密炼、压延、压出、硫化等工艺环节	(1) 密炼机投料口密闭性; (2) 职业病防护设施维护检修制度,局部通风设施有效性
溶剂汽油	人工加汽油及胶浆; 胶浆配制	(1) 胶浆配制等环节的密闭性; (2) 职业病防护设施维护检修制度,局部通风设施有效性
炭黑粉尘	炭黑解包投料	(1) 炭黑投料及气力输送系统密闭性; (2) 职业病防护设施维护检修制度,净化除尘设施有效性
噪声	压延、裁断、成型、打磨等高噪声设备; 硫化机排气	(1) 低噪声设备及消声、减振等防噪声措施有效性; (2) 配备防噪耳塞,做好培训工作,督促佩戴; (3) 听力保护计划有效实施
高温	压延、硫化	(1) 保温隔热措施有效性; (2) 设置空调休息室,减少工人接触高温时间; (3) 完善应急预案及现场紧急医疗救护

根据现场调查及职业病危害因素检测结果, 识别轮胎生产过程主要职业病危害因素为炼胶烟气、硫化烟气、炭黑粉尘、溶剂汽油、噪声、高温。该企业炭黑投料采用人工解包, 设备自带除尘系统。从检测结果分析, 若保证该除尘系统有效性, 规范工人操作, 正常情况下炭黑粉尘不会超标, 建议企业定期对除尘设施进行维护检修, 确保其控制点风速满足要求。胶浆配制作业地点溶剂汽油浓度容易超标, 若企业加强对局部通风设施的维护检修, 确保工艺密闭性, 提高自动化水平, 正常情况下溶剂汽油浓度应符合标准要求。由于工艺条件限制, 密炼、裁断、压延、成型、硫化及检查等岗位噪声强度较高, 劳动者接触时间较长, 超出国家职业接触限值要求, 建议企业加强对劳动者噪声危害知识和护听器使用的培训, 定期进行职业健康检查。本次检测结果还表明, 某些岗位如压延、硫化等 WBGT 指数超出职业接触限值要求, 存在高温作业环境, 同时还存在炼胶烟气或硫化烟气等危害因素, 压

延、硫化等岗位 8 h 等效声级 ≥ 85 dB(A), 上述职业病危害因素对机体影响的相加或协同作用难以避免, 长期影响有待观察。

参考文献

- [1] 黄德寅, 管树利, 薄亚莉, 等. 有毒物质职业接触健康风险评估 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2007, 25 (8): 512.
- [2] 黄德寅, 薄亚莉, 管树利, 等. 化学物质职业接触健康风险分级方法的研究及应用 [J]. 中国工业医学杂志, 2009, 22 (1): 69-72.
- [3] DB12/T 881—2019, 化学毒物职业病危害风险评估技术指南 [S].
- [4] AQ/T 4276—2016, 噪声职业病危害风险管理指南 [S].
- [5] 蒋琳, 赵淑岚, 杨雪莹, 等. 某轮胎制造业的职业病危害分析及控制对策 [J]. 职业与健康, 2008, 24 (5): 479-480.
- [6] 陈京, 邵华, 冯斌, 等. 某轮胎制造企业职业病危害分级与控制对策研究 [J]. 预防医学论坛, 2018, 24 (1): 20-23, 34.
- [7] 麦诗琪, 肖晓琴, 范小猛, 等. 某橡胶轮胎制造厂职业病危害因素及其关键控制点分析 [J]. 职业卫生与应急救援, 2017, 35 (2): 165-167, 170.

(收稿日期: 2019-10-08; 修回日期: 2019-11-12)

MOX 燃料元件生产过程主要职业危害和防护重点

Priority of main occupational hazards and protection focuses in the production processes of MOX fuel elements

马跃峰¹, 周国梁², 潘传龙², 艾利君², 王正海²

(1. 中国辐射防护研究院, 山西 太原 030006; 2. 中核四〇四有限公司)

摘要: 通过工艺、原辅料系统分析, 辨识 MOX 燃料元件生产过程存在的职业危害主要来自 UO_2 、 PuO_2 以及杂质核素产生的内、外照射危害和化学毒性。铀、钚及其子体在衰变过程产生 α 粒子、 β 粒子、 γ 射线和 X 射线, 铀、钚自发裂变产生中子。 PuO_2 原料中各核素 (含杂质核素) γ 剂量率贡献依次为 ^{238}Pu 、 ^{241}Am 、 ^{240}Pu 、 ^{239}Pu 、 ^{137}Cs 、 ^{241}Pu 、 ^{236}Pu 、 ^{234}U 、 ^{232}U 。MOX 燃料元件生产过程辐射防护应重点考虑物料的密封和 γ 射线、中子的屏蔽。

关键词: MOX; 钚; 铀; 辐射防护

中图分类号: R146 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2020)01-0078-04

DOI: 10.13631/j.cnki.zgggyx.2020.01.026

MOX (mixed oxide) 燃料是由二氧化铀 (UO_2) 和二氧化钚 (PuO_2) 制成的氧化铀钚混合燃料。铀

是不可再生资源, 且我国储备量明显不足。发展 MOX 燃料的制造和应用不仅可缓解我国铀资源供应紧张的局面, 还可降低乏燃料后处理产生的钚累积带来的核扩散风险。1963 年 MOX 燃料首次用于热堆, 20 世纪 80 年代逐步进入商业应用^[1]。根据《核电中长期发展规划 (2005—2020 年)》, 我国将加快乏燃料后处理能力建设, 制备 MOX 燃料用于核电站运行。由于 MOX 燃料引进了堆后二氧化钚作为原料, 不仅存在大量极毒性钚的同位素, 还存在具有强 γ 射线的杂质核素, 使得其生产过程无论是内照射还是外照射危害均远高于以往铀燃料生产线。为保障 MOX 燃料元件生产过程劳动者健康, 对其职业病危害因素和危害程度进行识别与分析十分必要。本文将 MOX 燃料元件生产为研究对象, 采用系统工程分析法对工艺过程、原辅材料进行分析, 识别 MOX 燃料元件生产过程存在的职业病危害; 通过文献调研和剂量估算确定其对健康的影响及其防护重点。

作者简介: 马跃峰 (1983—), 女, 副研究员, 从事放射卫生学工作。