

本研究分析尚存在不足之处,未分别对单能量级图像进行图像质量分析;扫描图像均为平扫,未进行动脉及静脉的增强扫描分析;因设备条件的限制,能谱成像技术在基层推广还有一定难度。

综上,能谱成像技术在尘肺病诊治检查中是可行的,能谱成像的多个参数不仅可以进行定量分析,且可在保证图像质量的同时降低辐射剂量,减少对患者的辐射伤害,在职业性尘肺病患者 CT 检查辅助诊断或分期随访中具有较高的临床应用价值。

参考文献

- [1] 中华预防医学会职业病专业委员会尘肺病影像学组. 尘肺病胸部 CT 规范化检查技术专家共识 (2020 年版)[J]. 环境与职业医学, 2020, 37 (10): 943-949.
- [2] 翟荣存, 李年春, 刘晓东, 等. 尘肺病小阴影密集度的 CT 分级方法及参考片探讨 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2021, 39 (6): 453-457.
- [3] Shim S, Saltybaeva N, Berger N, *et al.* Lesion detectability and radiation dose in spiral breast CT with photon-counting detector technology: A phantom study [J]. Invest Radiol, 2020, 55 (8): 515-523.
- [4] Agostini A, Borgheresi A, Mari A, *et al.* Dual-energy CT: Theoretical principles and clinical applications [J]. Radiol Med, 2019, 124 (12): 1281-1295.
- [5] Sener MU, Simsek C, Ozkara S, *et al.* Comparison of the international classification of high-resolution computed tomography for occupational and environmental respiratory diseases with the international labor organization international classification of radiographs of pneumoconiosis [J].

Ind Health, 2019, 57 (4): 495-502.

- [6] Krauss B. Dual-energy computed tomography: Technology and challenges [J]. Radiologic Clinics of North America, 2018, 56 (4): 497-506.
- [7] 陈步东, 贺文, 李剑颖, 等. 双能能谱 CT 定量检测尘肺 SiO₂ [J]. 中国医学影像技术, 2011, 27 (12): 2393-2397.
- [8] 谢武桃, 金盛辉, 毕朝虎, 等. 应用能谱 CT 定量壹期尘肺圆形小阴影中 SiO₂ 分布规律的研究 [J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5 (18): 43-45.
- [9] Eller A, Wuest W, Saake M, *et al.* Extent of simultaneous radiation dose and iodine reduction at stable image quality in computed tomography of the chest: A systematic approach using automated tube voltage adaption and iterative reconstructions [J]. Medicine, 2018, 97 (15): e0388.
- [10] Braun FM, Johnson TRC, Sommer WH, *et al.* Chest CT using spectral filtration: Radiation dose, image quality, and spectrum of clinical utility [J]. European Radiology, 2015, 25 (6): 1598-1606.
- [11] Yan CG, Lin J, Li HX, *et al.* Cycle-consistent generative adversarial network: Effect on radiation dose reduction and image quality improvement in ultralow-dose CT for evaluation of pulmonary tuberculosis [J]. Korean Journal of Radiology, 2021, 22 (6): 983-993.
- [12] 徐秋贞, 朱海雪, 吕燕, 等. 胸部能谱成像与常规 CT 扫描辐射剂量与图像质量对比研究 [J]. 东南大学学报 (医学版), 2017, 36 (5): 837-840.
- [13] Schenzle JC, Sommer WH, Neumaier K, *et al.* Dual energy CT of the chest: How about the dose? [J]. Investigative Radiology, 2010, 45 (6): 347-353.

(收稿日期: 2022-07-12; 修回日期: 2023-02-24)

基于轨迹交叉论分析 4 起急性乙酸甲酯中毒 事故原因及对策

范小猛, 朱少芳, 钟坤鹏, 唐侍豪, 张海, 周丽屏, 王致

(广州市第十二人民医院职业环境与健康重点实验室, 广东 广州 510620)

关键词: 轨迹交叉论; 乙酸甲酯中毒; 预防

中图分类号: R135.14 **文献标识码:** C

文章编号: 1002-221X(2023)03-0279-03

DOI: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.03.026

基金项目: 广州市卫生健康科技重大项目 (2021A031003); 广州市医学重点学科建设项目 (2021—2023 年); 广州市科学技术局重点研发计划项目 (20220601061); 广东省医学科学技术研究基金项目 (A2021318)

作者简介: 范小猛 (1988—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事职业卫生技术服务与应急救援工作。

通信作者: 王致, 主任医师, E-mail: zhi_wang@outlook.com

广东省现存一定数量的作坊式复合布厂, 其生产工艺较为落后, 配胶与上胶作业常以手工操作为主, 劳动者作业中可能接触到甲苯、二甲苯、甲醇、乙酸乙酯、乙酸甲酯、二甲基甲酰胺等职业有毒有害因素。由于普遍存在作业场所狭小、通风不良, 职业防护设施与个体防护用品缺乏, 职业病危害因素浓度较高等问题, 近年来化学中毒事故时有发生^[1-2]。本研究采用轨迹交叉论对近年来广东省 4 起复合布厂急性乙酸甲酯中毒事故进行分析, 旨在发现共性问题, 提出有针对性、可行性的职业健康危害防治建议, 为企业预防急性中毒事故提供理论依据。

1 轨迹交叉论及模型概述

轨迹交叉论是一种事故致因理论，认为在事故发展进程中人与物运动轨迹的交点是事故发生的时间和空间，既人的不安全行为和物的不安全状态发生于同一时间、同一空间，或人的不安全行为与物的不安全

状态相通，将在此时间和空间发生事故^[3-4]。职业健康危害事故的发生必然存在三个因素，即有害物质、传播途径及接触者，三者通常在一定时间内互相作用。基于轨迹交叉论，结合有害物质、传播途径及接触者三个因素^[5]，可构建适用于企业的职业健康危害机制分析模型（图 1）。

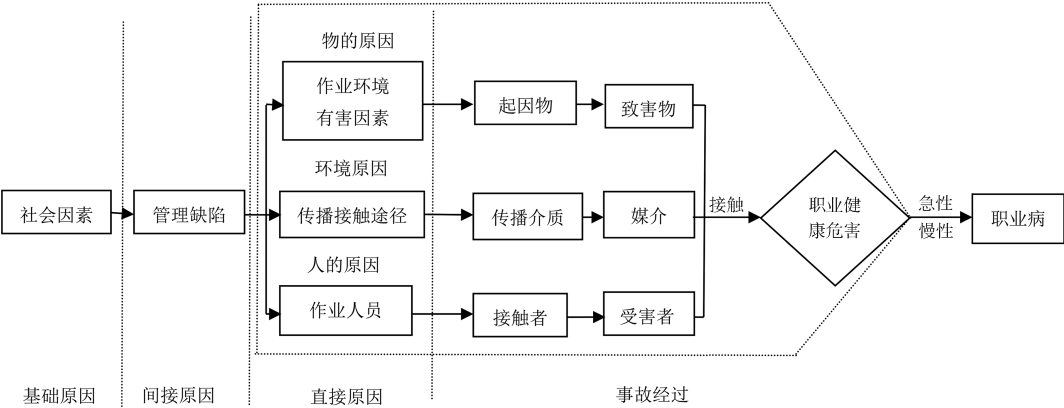


图 1 企业职业健康危害机制分析模型

2 中毒事故调查及原因分析

2.1 职业卫生调查 2019—2021 年广东省发生 4 起职业性急性乙酸甲酯中毒事故，均为生产工艺相同的复合布厂。事故共造成 5 名劳动者乙酸甲酯中毒，且均出现了眼部损害，甚至失明^[1]。

【复合布厂 1】主要生产加工保暖服装面料，车间墙体设置机械排风设施，上胶操作位上方设置上吸罩，生产线所在区域四周安装有塑料软帘，劳动者从事上胶与拉布作业。2019 年 9 月 9 日，2 名劳动者出现头晕、视力减退等症状，被送至当地医院治疗。【复合布厂 2】作业场所采用门窗自然通风，配备普通电风扇，劳动者在半密闭配胶房作业。2021 年 10 月 14 日，1 名从事调胶、开机岗位的劳动者出现无明显诱因的双眼视物模糊，且伴有头晕、恶心、呕吐等症状。【复合布厂 3】内部窗户加装金属板遮挡，未设置机械通风设施，作业环境通风不良，配胶作业点化学品储存桶敞开存放。2021 年 10 月 29 日，1 名从事放布作业的工人出现双眼视物模糊，遂就医治疗。【复合布厂 4】所有窗户处于关闭状态，作业场所通过大门与后墙排气扇进行通风换气，未设置局部抽排装置；1 人中毒。4 家企业的劳动者作业时均仅佩戴一次性医用防护口罩。

2.2 事故基础原因 发生事故的基础原因主要指超出企业所能及的社会历史、法律法规、遗传等方面原因。

2.2.1 社会历史因素 职业健康理念远未普及，企业及劳动者职业健康保护意识薄弱；职业卫生监管部门执法力度不够，未严格贯彻落实职业卫生防治相关法律法规。

2.2.2 人员教育因素 企业员工职业健康教育程度不够，职业健康保护观念未深入人心；劳动者对职业危害事故存在侥幸心理，态度信念水平较低，企业经营者未对劳动者提供职业卫生知识培训。

2.3 事故间接原因 轨迹交叉论认为管理缺陷是事故的主要间接原因。

2.3.1 生产技术和设计存在缺陷 复合机上胶位直接裸露，使用的成品胶暴露在空气中，极易挥发于作业区域；配胶以手工作业为主，劳动者直接暴露于化学有害物质；企业生产、加工、储存、经营等活动混合在一起，车间空间狭小，布局不合理，交叉污染问题较严重。

2.3.2 缺乏职业卫生教育培训 经营者及劳动者缺乏职业卫生防治知识，未参加过职业卫生培训，个人防护意识薄弱，无法落实职业病危害防治责任。

2.3.3 劳动组织不合理 企业通常在下午与晚间进行生产，劳动者每天工作 10 h，每周工作 6 d，实际接触化学毒物时间长。

2.3.4 职业卫生监管难度大 作坊式复合布厂多属无执照非法经营，分布广、数量多，职业卫生监管难度大。复合布生产对场地、设备等要求较低，租用城中村厂房即可开展生产；为躲避职业卫生监管，企业

生产时关闭门窗,形成相对封闭的空间。

2.3.5 企业职业卫生规章制度不健全 4 家企业均未按照法律法规要求建立健全职业卫生管理制度和操作规程,未落实用人单位职责,未定期组织劳动者开展职业健康检查,未配备职业病防护及应急救援设施等。

2.3.6 工作场所事故防范措施不到位 4 家企业工作场所均未设置应急排风与报警装置,配胶与上胶工序未设置局部抽排装置,车间内通风不良,气流组织差,化学毒物在车间内无序排放。

2.4 事故直接原因

2.4.1 物的原因 主要指生产设备与化学品处于不安全状态。复合机上胶工序敞开作业,未设置合理有效的局部抽排装置;成品胶储存桶敞开放置,挥发后化学毒物在作业区域不断聚集;手工配胶作业,使用的溶剂、胶水、稀释剂、合成树脂、固化剂、洗机水等有机溶剂易挥发,作业岗位未设置有效排风柜,气流流通不畅,化学毒物聚集在配胶作业区域。

2.4.2 环境原因 作业场所狭小、空间封闭,作业岗位交叉污染,使工作场所积聚的高浓度乙酸甲酯无法得到有效控制。

2.4.3 人的原因 主要指劳动者在工作场所的不安全行为。配胶岗位劳动者作业时,习惯性同时开启不同物料储存桶,取料后未及时盖好盖子;上胶岗位劳动者将配制的成品胶敞开放置;劳动者仅佩戴一次性医用防护口罩。

3 预防中毒的有效措施

3.1 职业卫生管理 管理是预防职业病危害事故发生的有效措施,通过开展决策、计划、组织与控制等活动,达到生产过程中人与机械设备、物料环境之间的和谐,实现安全生产目标,保护广大劳动者职业健康。职业卫生监管部门与作坊式复合布厂应当借助有效的管理手段,避免出现作业环境有害因素的不安全状态与劳动者的不安全行为,防止二者的不安全运动轨迹通过传播介质在同一时间、同一空间的交叉,预防中毒事故发生。

3.2 预防物的不安全状态 (1) 溶剂、胶水、稀释剂、合成树脂、固化剂、洗机水等原辅料及成品胶应密封储存,严禁敞开外露放置,完成作业后及时清理残留的化学品,避免二次挥发。(2) 加强车间内防护设施设置,如配胶岗位设置通风柜;上胶岗位设置上吸罩并加设围挡,罩口尽可能靠近毒物释放源,防止毒物流动至劳动者呼吸带;收集的挥发性有机废

气需经处理后外排。(3) 企业制定职业卫生管理制度并严格落实执行,委托职业卫生技术服务机构提供技术支撑服务,认真执行职业危害隐患排查治理工作,应全面、细致、深入,力争做到“横到边、纵到底”。(4) 职业卫生监管部门依据职业卫生相关法律法规严格审批程序,严格落实职业卫生“三同时”制度。

3.3 改善作业环境 合理布局厂房内生产区、调胶房、仓储区、办公区,将毒物发生源和其他设施设备分开布置;加强生产车间通风换气,气流组织合理,配胶、上胶岗位应布置在自然通风或机械通风的下风侧,避免交叉污染。

3.4 预防人的不安全行为 (1) 企业经营者应重视职业健康教育培训,形成良好的职业健康文化,增强职业健康保护观念。(2) 建立健全职业卫生管理制度,明确职业危害防治责任,积极落实职业健康保护义务与职责。(3) 积极开展劳动者职业健康教育培训,普及职业卫生防护知识,增强劳动者自我保护意识,作业时严格遵守操作规程,正确佩戴有效的个体防护用品。(4) 职业卫生监管部门应加大监督执法力度,主动排查职业卫生隐患,敦促企业落实整改措施。

4 小结

运用轨迹交叉论分析复合布厂乙酸甲酯中毒事故具有良好的适用性。职业卫生监管部门应当以开展职业健康保护行动为抓手,全面推进职业健康工作,转变新理念,提高作坊式复合布企业经营者及劳动者职业健康意识,倡导健康的工作方式、树立正确的健康观念、掌握职业健康知识,积极争创职业健康企业;同时,组织制定复合布生产企业职业性乙酸甲酯、甲醇中毒治理防控指南,防止职业性化学中毒事故的发生。

参考文献

- [1] 唐侍豪,张程,周丽屏,等.一起职业性急性乙酸甲酯中毒事件分析[J].中华劳动卫生职业病杂志,2021,39(12):943-946.
- [2] 刘晓勇,王桢男,华明,等.广东省4起职业性急性乙酸甲酯中毒事件调查[J].中国职业医学,2021,48(6):606-612.
- [3] 张涛,吕淑然.基于轨迹交叉论的石油管道泄漏爆炸事故预防研究[J].灾害学,2015,30(4):43-47.
- [4] 杨守国,姚亚金,庞拾亿,等.基于轨迹交叉理论的煤矿事故分析[J].煤炭工程,2019,51(5):177-180.
- [5] 杨珊珊.基于轨迹交叉理论的玻璃厂职业健康现状评价[D].阜新:辽宁工程技术大学,2017.

(收稿日期:2022-05-30;修回日期:2023-02-03)