·评价与防护。

液化石油气储配站作业人员职业暴露及应急救援重点分析

Analysis of occupational exposure and key emergency rescue measures for operators in LPG storage and distribution stations

范小猛,徐绍雄,冯玉超,唐侍豪,张海,周丽屏,王致 (广州市职业病防治院,广东广州 510620)

摘要:对某市5家液化石油气(LPG)储配站作业人员职业暴露、急性中毒、应急救援设施现状及要点进行分析。结果显示,5家 LPG储配站作业人员接触职业病危害因素包括液化石油气、噪声、低温、夏季高温等,现场均设置或配备了监测报警装置、急救或损伤紧急处置及个体防护用品等应急救援设施。总结 LPG储配站应急救援要点与急性化学中毒事故现场应急处置措施,提升自身应急救援能力,保障作业人员职业健康安全。

关键词:液化石油气(LPG)储配站;职业暴露;急性职业损伤;应急救援

中图分类号: R135.1 文献标识码: B 文章编号: 1002-221X(2023)06-0554-03 **DOI**: 10.13631/j.cnki.zggyyx.2023.06.024

液化石油气 (liquefied petroleum gas, LPG) 储配站作业包括接收与储存 LPG、钢瓶灌装、倒罐、残液回收与处理、接收空瓶、发送实瓶、检修钢瓶等。由于企业应急管理水平参差不齐, LPG 泄漏与爆炸事故[1-3]时有发生,造成了严重的人员伤亡与财产损失。

广东地区目前存在一定数量的 LPG 储配站,分布广泛,考虑储配站生产工艺、生产设备、原辅材料等基本相同,通过方便抽样方式选取某市 5 家 LPG 储配站作为调查对象,旨在分析作业者职业暴露与潜在的急性职业损伤事故以及现有应急救援设施不足之处,为企业应急救援管理提供指导。

1 对象与方法

- 1.1 对象 抽查某市 5 家同类型且较为典型的 LPG 储配站开展调查研究。
- 1.2 方法 采用卫生学调查与工程分析法,对5家

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

LPG 储配站生产工艺、设备、原辅材料、职业病危害因素、职业病防护设施、应急救援设施、个体防护用品等开展调查。此外,通过查阅整理有关文献,全面、正确评估 LPG 与四氢噻吩的毒性、健康危害^[45],以及突发化学中毒事故现场医疗救援知识。

2 结 果

- 2.1 基本情况 LPG 储配站的主要工艺流程包括 LPG 接收 (卸车、烃泵、加臭)、LPG 灌瓶 (烃泵、灌瓶、充装检漏)、残液回收工艺及倒罐工艺; 主要 生产设备包括 LPG 地上储罐、压缩机、烃泵、定量 电子灌装秤、复检秤、流体装卸臂、加臭装置等; 主要原辅材料包括 LPG、加臭剂 (四氢噻吩)。
- 2.2 职业病危害因素辨识 通过对 5 家 LPG 储配站现场调查分析,识别卸车区、烃泵区、加臭区、储罐区、灌瓶区等可能存在的职业病危害因素,包括LPG、四氢噻吩、噪声、低温、夏季高温等,其中LPG时间加权平均容许浓度(PC-TWA)、短时间接触容许浓度(PC-STE)分别为 1000、1500 mg/m³,主要通过呼吸道、皮肤侵入人体,属低毒类,具有麻醉、冻伤危险;四氢噻吩主要通过呼吸道侵入人体,属低毒类,具有麻醉危险。
- 2.3 应急救援设施
- 2.3.1 LPG可能泄漏情况 正常作业情况下,储配站内装卸、灌瓶、输送等作业均在密闭无泄漏的条件下进行,工作场所自然通风良好,化学毒物浓度较低,对现场作业人员健康影响较小。但在生产设备与职业病防护设施维护不善或工人违反岗位操作规程等情况下,卸车区、烃泵区、加臭区、储罐区、灌瓶区、检漏区等有可能发生 LPG、四氢噻吩泄漏,导致作业人员职业性急性中毒。
- 2.3.2 LPG 可能泄漏途径 (1) 储罐质量缺陷或者配件不齐全。如设备选材不当、防腐措施不到位、设计缺失等降低储罐的质量;缺乏液位计、压力表、安

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);广州市高水平临床重点专科建设项目(穗卫函[2019]1555号);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,硕士研究生,工程师,主要从 事职业卫生技术服务与应急救援工作。

全阀等必要安全配件。 (2) 装卸与运输系统故障。 装卸车鹤管或软管泄漏;输送管线的阀门、安全阀、 法兰等密封不良或者填料缺陷、老化,烃泵、压缩机 等超压运转、泵体轴封不良以及管道与设施使用中介 质腐蚀穿孔造成 LPG 泄漏。 (3) 安全装置失效。储 配站内液位计、温度计、压力表、排污管、安全阀等 安全配件失效,造成管道、储罐超压或超装,设备开 裂而发生泄漏;可燃气体检测报警装置失效,不能及 时发现 LPG 泄漏情况。 (4) 人为操作失误。卸车、 灌瓶过程中作业人员操作不当造成 LPG 泄漏;设备 维修保养不善导致 LPG 跑、冒、滴、漏。

- 2.3.3 潜在急性职业损伤 LPG、四氢噻吩泄漏可能导致作业人员出现严重急性损伤。LPG 一旦泄漏,将会迅速减压,液态转变成气态,该过程需要吸收大量热量,导致泄漏点与周围环境温度急剧降低,造成作业人员冻伤;LPG 具有麻醉及窒息性,人体吸入后可造成麻醉中毒与窒息,生物反应能力降低,重者昏迷。吸入高浓度 LPG 可立即产生窒息感并迅速昏迷;四氢噻吩具有刺激和麻醉作用,吸入后造成麻醉中毒。此外,夏季高温季节作业人员室外作业时间较长,可能导致职业性中暑。
- 2.3.4 应急救援设施 5家 LPG 储配站均成立了应 急组织机构,制定了职业病危害应急救援与管理制 度、LPG 泄漏和高温中暑应急救援预案,且定期组织 员工开展应急救援演练,厂区内设置监测报警装置、 急救或损伤紧急处置用品等应急救援设施。
- 2.3.4.1 监测报警装置 卸车区、烃泵区、加臭区、储罐区、灌瓶区等均设置 AEGIS 固定式丙烷探测器中控装置, AEGIS 气体报警系统监控装置; 值班室配备 SEWERIN 便携式丙烷检漏仪。
- 2.3.4.2 急救或损伤紧急处置用品 配备应急药箱,包括医用酒精、创可贴、伤湿止痛膏、止血带、防暑降温药品、温度计、呼吸气囊等。
- 2.3.4.3 其他设备设施 包括个体防护用品、通信设备、运输设备等。应急仓库配备防爆通讯设备、空气呼吸器、低温防冻服、防火服、防静电服、防冻手套、担架;值班室设置防爆通讯设备。

3 讨论

3.1 应急救援设施不足 5家 LPG 储配站普遍存在的突出问题是未制定《冷冻灼伤应急救援预案》;应急药箱内未配备冻伤膏剂;未指定应急救援医院;厂区内显著高位未设置风向标;装卸工、灌装工等正常作业时未佩戴防护面罩;未定期开展现场应急救援设

施维修保养,无检查记录。

- 3.2 现场应急处置 一旦发生 LPG 或四氢噻吩意外泄漏事故,应立即启动应急预案,采取科学、合理的措施开展现场应急处置与救援工作^[69]。
- 3.2.1 防护措施 发生 LPG 意外泄漏事故时,进入 泄漏区域进行堵漏处置、救护等人员必须实施全身防护,正确佩戴正压式空气呼吸器、防静电服、防静电 鞋、防冻手套,携带便携式气体检漏仪。
- 3.2.2 侦检与警戒 泄漏处置与救护人员做好个体防护,搜寻遇险人员,根据风向、风速、泄漏源、泄漏浓度、泄漏范围等划分重危区、中危区、轻危区、安全区,并设置警戒标识,安全区内设立隔离带,危险区域内严禁火源。
- 3.2.3 医疗救护 救护人员携带救生器材,采取正确救助方式,迅速将所有遇险人员转移至上风向或侧风向的无污染区域或空气新鲜处,保持呼吸通畅,对遇险人员进行登记、标识与现场急救,对呼吸、心跳停止者立即实施心肺复苏,给予吸氧,脱去被污染衣服,流动清水或者肥皂水冲洗皮肤,流动清水清洗眼睛,所有遇险人员及时送至医院进一步观察治疗。
- 3.2.4 堵漏与输转 根据实际泄漏与周围环境状况,研究制定堵漏方案,现场处置人员严格按照方案实施作业。
- 3.3 应急救援要点
- 3.3.1 企业管理者应重视应急救援相关硬件设施建设与管理制度的落实;制定应急救援预案,明确现场处置、医疗救护人员,定期开展应急救援演练,加强作业人员急救培训工作,提升员工应急救援处置能力。
- 3.3.2 严格按照《工业企业设计卫生标准》(GBZ 1—2010)、《工作场所有毒气体检测报警装置设置规范》(GBZ/T 223—2009)等要求,在卸车区、烃泵区、加臭区、储罐区、灌瓶区等可能发生泄漏的工作场所设置有毒气体监测报警装置,报警装置必须严格校验、测试、维护,配备便携式气体检漏仪,做好报警装置的日常检定工作,确保其有效性。
- 3. 3. 3 严格按照 GBZ 1—2010、《生产作业现场应急物品配备规范》(Q/SY 136—2007)的要求,企业应配备现场防护与急救用品,如正压式空气呼吸器、低温防冻服、防静电服、防静电鞋、防护面罩、防爆对讲机、应急药箱、担架等,明确存放位置。应急药箱应设置在作业人员便于取用的位置,专人负责,并定期检查与更新。防护器具应定期维护和检查,存放柜

(下转第569页)

工龄 (年)	例数 —	糖代谢					脂代谢					
		空腹血糖	餐后 2 h 血糖	胰岛素	C 肽	HbAlC	UA	TG	TC	HDL-C	LDL-C	LP-α
≤25	43	10 (23.2)	12 (27.9)	5 (11.6)	6 (13.9)	6 (13.9)	12 (27.9)	15 (34.8)	17 (39.5)	7 (16.2)	31 (72.0)	11 (25.5)
>25~32	54	17 (31.4)	16 (29.6)	6 (11.1)	8 (14.8)	7 (12.9)	9 (16.7)	17 (31.4)	13 (24.0)	13 (24.0)	30 (55.6)	6 (11.1)
>32	52	15 (28.8)	14 (26.9)	6 (11.5)	7 (13.4)	7 (13.4)	6 (11.5)	8 (15.3)	12 (23.0)	16 (30.0)	33 (63.0)	10 (19.2)
χ^2		0. 817	0. 098	0. 193	0. 041	0. 020	4. 371	5. 484	3. 858	2. 697	2. 816	3. 445
P		0.665	0.952	0.908	0.980	0.990	0.112	0.064	0. 145	0. 260	0. 245	0. 179

表 2 观察组不同工龄患者糖和脂代谢指标异常情况比较 [例(%)]

表 3 观察组不同工龄患者心血管系统指标 异常情况比较 [例(%)]

工龄(年)	例数	收缩压	舒张压	Hey	CK	CK-MB
≤25	43	14 (32.0)	9 (20.9)	9 (20.9)	5 (11.6)	6 (13.9)
>25~32	54	20 (37.0)	17 (31.4)	5 (9.2)	8 (14.8)	8 (14.8)
>32	52	28 (53.8)	17 (32.6)	12 (23.0)	6 (11.5)	8 (15.3)
χ^2	-	5. 119	1. 870	4. 020	0. 324	0. 038
P		0.077	0.393	0. 134	0.850	0. 981

结果明显高于对照组,值得引起重视。CS₂ 职业暴露工人糖和脂代谢及心血管系统异常率与 CS₂ 接触工龄无明显关系。原因可能是(1)接触其他化学物质,且未能控制其他疾病风险,如衰老;(2)样本量小,观察组患者平均工龄较长,可能出现异常率偏差;(3)CS₂ 浓度检测报告为历史资料,可能产生信息偏倚或受健康工人效应影响;(4)参考数据的可靠性不高,无法根据作业场所的变化计算出准确的 CS₂ 暴

露浓度,导致结果分析具有局限性。总之,CS₂ 职业 暴露可能对作业工人的糖代谢、脂代谢、心血管系统 产生一定影响,其量-效关系值得深入研究。

(声明 本文作者无实际或潜在的利益冲突)

参考文献

- [1] Chung H, Youn K, Kim K, et al. Carbon disulfide exposure estimate and prevalence of chronic diseases after carbon disulfide poisoningrelated occupational diseases [J]. Ann Occup Environ Med, 2017 (29): 52.
- [2] Wang S, Irving G, Jiang L, et al. Oxidative stress mediated hippocampal neuron apoptosis participated in carbon disulfide-induced rats cognitive dysfunction [J]. Neurochem Res, 2017, 42 (2): 583-594.
- [3] 徐瑫. 社区居民二硫化碳暴露与氧化损伤及空腹血糖和 2 型糖尿病的关联研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2021.

(收稿日期: 2023-03-29; 修回日期: 2023-05-23)

(上接第555页)

设置明显标识。

- 3.3.4 厂区内显著高位设置风向标,可能泄漏的作业场所设置应急救援撤离通道与泄险区,醒目位置处设置明显警示标识。
- 3.3.5 指定应急救援医院,发生急性职业中毒事故引发人员伤亡时,立即联系医院应急救治。

通过对 LPG 储配站职业暴露、急性职业损伤与应急救援设施进行分析,有助于企业对潜在危害进行有效识别、控制,从技术防范、应急救援、管理等方面采取有效措施,避免职业损伤事故发生,提升应急救援处置能力。为进一步改善 LPG 储配站作业环境,卫生监管部门需要加强现场监督与隐患排查治理,查找 LPG 储配站在职业病防护、应急救援设施、个体防护用品等方面存在的问题,督促整改,引导企业加强应急救援管理,升级改善应急救援措施,增强企业经营者责任意识与作业人员自我保护意识,将应急救援工作变被动为主动,共同保障作业人员职业健康。

参考文献

- [1] 张小良,宋慧娟,刘晓晨,等.液化石油气钢瓶爆炸事故后果及 影响因素 [J].消防科学与技术,2018,37 (3):401-405.
- [2] 涂文勇. 液化石油气罐车卸车作业事故——安全阀意外开启泄压原因调查 [J]. 安全, 2019, 40 (2): 12-14, 18.
- [3] 秦宏,徐茜.某外资企业液化石油气中毒窒息事故报告 [J].职业卫生与应急救援,2004,22(3):149-150.
- [4] 白润涛,李竞,葛朝莉,等.液化石油气中毒大鼠的行为学与病理研究[J].中国实用神经疾病杂志,2009,12(2):8-10.
- [5] 李文超,周科伟,欧桂生,等.液化石油气中毒死亡兔的法医病理学研究[J].中国法医学杂志,2016,31(2):122-125.
- [6] 赵震,马艳艳,张彤.液化石油气槽车装卸过程中发生泄漏应急处置措施的探索[J].石油化工安全环保技术,2017,33(1):29-33.
- [7] 张晋. LPG 储配站危险区域分析及安全技术研究 [D]. 北京:北京建筑大学,2017.
- [8] 伍蒙,许渊,李左,等. 基于 AHP-熵权法的某 LPG 储罐区应急 救援能力评估 [J]. 山东化工,2019,48 (20):233-236.
- [9] 张洪涛. DF 公司液化石油气储罐改造项目安全预评价研究 [D]. 青岛: 青岛大学, 2019.

(收稿日期: 2022-04-18; 修回日期: 2022-05-07)