·评价与防护·

深圳市二氯甲烷作业场所职业健康风险评估

Occupational health risk assessment of dichloromethane exposed workplaces in Shenzhen city

朱晓玲[1]，香映平[1]，周伟[1]，苏世标[2]

（1. 深圳市职业病防治院，广东 深圳 518020；2. 广东省职业病防治院）

摘要：对深圳市165个存在二氯甲烷（DCM）的作业岗位进行工作场所空气浓度检测，采用《工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则》（GBZ/T 298—2017）中的半定量评估接触比值法对DCM作业场所进行职业健康风险评估。结果显示，DCM主要应用于清洁、粘合、丝印、印刷、稀释等岗位；评估结果低风险构成比88.48%、中风险6.06%、高风险4.24%、极高风险1.21%；高风险及极高风险等级主要分布在计算机、通信和其他电子设备制造业、印刷业。

关键词：二氯甲烷（DCM）；风险评估；接触比值法

中图分类号：R135 **文献标识码**：B

文章编号：1002-221X(2021)04-0355-03

DOI：10.13631/j.cnki.zggyyx.2021.04.023

二氯甲烷（dichloromethane，DCM）是一种无色透明的有机溶剂，潮湿环境下遇热可分解为盐酸、一氧化碳、二氧化碳及剧毒的光气而损伤机体[1]。DCM为低毒类物质，且溶解性强、易挥发，近年来，在珠江三角洲地区已将其替代三氯乙烯、四氯化碳、正己烷等作为工业清洁剂、粘胶剂在电子、印刷、木质家具、制鞋等行业[2-5]被广泛使用。我们运用《工作场所化学有害因素职业健康风险评估技术导则》（GBZ/T 298—2017）半定量风险评估模型中的接触比值法，对67家使用DCM的企业进行职业健康风险评估，明确DCM管控的重点行业及岗位，为制定DCM危害防控对策提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 以2016—2017年委托深圳市职业病防治院开展作业场所有机溶剂检测的177家企业作为选择范围，将其中使用含有DCM有机溶剂的67家单位作为对象。

作者简介：朱晓玲（1979—），女，硕士，副主任医师，研究方向：职业病危害因素检测与评价，职业健康促进。

1.2 方法

1.2.1 基本情况 采用横断面调查方法，现场调查主要内容包括生产工艺、原辅材料成分、劳动者接触情况及近三年的职业健康体检结果、作业场所职业病防护设施情况等。

1.2.2 现场检测与评价 对于成分不明确的有机溶剂，现场采集5 ml，采用气相色谱-质谱联用法进行挥发性有机组分定性分析。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 卤代烷烃类化合物》（GBZ/T 160.45—2007）和《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）对工作场所空气中DCM进行检测与评价。

1.2.3 接触比值法 基于化学物的毒性特征和接触特征对毒物进行半定量风险评估的方法。国际癌症研究机构（International Agency for Research on Cancer，IARC）的致癌物分类中，DCM为人类可疑致癌物，危害等级（HR）为4级。接触等级（ER）根据劳动者接触浓度（E）与我国DCM的职业接触限值（occupational exposure limits，OELs）的比值确定。根据HR和ER计算风险等级（R）。

2 结 果

2.1 职业卫生调查 67家企业使用的含DCM有机溶剂共91种（表1），主要岗位为清洁、粘合、丝印、印刷、稀释等。长时间接触为8~10 h/d，5 d/周；短时间接触为0.25~0.5 h/d，2~5 d/周。33家企业在使用含DCM有机溶剂作业岗位设置局部排风装置。接触DCM的作业人员共836人，其中457人配备了防毒口罩。针对DCM开展职业健康检查的用人单位1家，发现1人血常规异常，并有尿隐血。

2.2 作业场所DCM检测 作业场所DCM浓度普遍低于国家OELs。达到行动水平的检测点6个，其中计

表 1　67 家使用含 DCM 有机溶剂企业的行业分布

行业类别	企业数量（家）	含 DCM 有机溶剂商品名称	岗位
计算机、通信和其他电子设备制造	30	清洗剂（TF-2000-1 清洗剂、去除剂、洗机水 WC2000B、洗板水、洗枪水、无铅清洗剂 9600-5、023 清洗剂）、胶（白胶、灰胶 MB859、黄胶、中心胶、502 胶水、7452 促进剂）、文字油墨、三防漆	清洁（擦拭、终检、涂覆前处理、清洗）、粘合（点胶、喷胶、灌胶、刷胶）、丝印（丝印、移印）
印刷	11	清洗剂（水胶辊洗净剂、AM7500 还原剂、橡胶布还原剂、洗胶布水、橡胶布清洗剂）、黄胶	印刷、清洁（检查、清洗）、粘合（胶印）
珠宝首饰及相关物品制造	5	天那水、防锈油	清洁（清洗、浸渍）
通用设备制造	4	清洗剂（洗网水）、胶（502 胶水）、脱漆剂	清洁（前处理、清洗）、粘合、丝印
电气机械和器材制造	3	清洗剂、胶水、硅油稀释剂	清洁、粘合、稀释（过硅）
橡胶和塑料制造	3	脱模剂、防锈油、洗模水	清洁（擦拭、注塑清洁）、丝印
木质家具制造	2	喷胶、SBS 环保喷胶	清洁、粘合（喷胶、贴胶）
其他	9	清洗剂（环保清洗剂、洗板水）、胶（PU 胶、胶水）、防锈油、油漆、油墨	清洁、粘合（点胶、固定成型、刷胶）、稀释（喷漆、喷绘、喷码）

注：其他行业包括电池、汽车、食品、玩具、工艺美术及礼仪用品、医药、家用电力器具、专用设备制造业。

算机、通信和其他电子设备制造业 2 个（清洁、粘合岗位 DCM 浓度分别为 131.5、181.7 mg/m^3）和印刷业 4 个（3 个印刷岗位 DCM 浓度分别为 103.9、350.4、367.9 mg/m^3，1 个清洁岗位 DCM 浓度 131.5 mg/m^3）。超过国家 OELs 岗位 2 个，均存在于使用橡胶布清洗剂的印刷作业。各行业检测结果见表 2。

2.3　健康风险评估　对 165 个接触 DCM 岗位进行职业健康风险评估，风险等级分布低风险（2 级）146 个（88.48%）、中风险（3 级）10 个（6.06%）、高风险（4 级）7 个（4.24%）、极高风险（5 级）2 个（1.21%）。中风险及以上的岗位主要分布在计算机、通信和其他电子设备制造、印刷、电气机械和器材制造、木质家具制造业；以清洁、粘合、丝印和印刷岗位为主，其中印刷岗位存在极高风险。见表 2 和表 3。

表 2　各行业工作场所空气中 DCM 暴露水平及职业健康风险评估结果

行业	样品数（个）	检测浓度（*M*）（mg/m^3）	*E*（mg/m^3）	ER 值	R（岗位数）			
					2 级	3 级	4 级	5 级
计算机、通信和其他电子设备制造	79	<0.2~181.7	0.05~181.7	1~3	71	4(a/b)	4(a/b/c)	0
印刷	35	<0.2~367.9	0.2~459.9	1~5	26	4(a/b/d)	3(a/d)	2(d)
珠宝首饰及相关物品制造	9	0.5~16.6	0.5~10.5	1	9	0	0	0
通用设备制造	5	<0.2~0.9	0.2~0.9	1	5	0	0	0
电气机械和器材制造	3	<0.2~96.7	0.2~0.5	1	3	0	0	0
橡胶和塑料制造	10	<0.2~18.7	0.2~18.7	1	10	0	0	0
木质家具制造	8	0.6~48.0	0.6~48.0	1~2	6	2(b)	0	0
其他	16	<0.2~0.5	0.01~0.5	1	16	0	0	0

注：检测结果小于分析方法最低检出浓度的岗位计算时取检出限值；GBZ 2.1—2007 中 DCM 的 PC-TWA 为 200 mg/m^3，推算值 EL 为 300 mg/m^3；岗位 a、b、c、d 分别代表清洁、粘合、丝印、印刷。

表 3　各岗位工作场所空气中 DCM 暴露水平及职业健康风险评估结果

岗位	数量（个）	*M*（mg/m^3）		接触时间		*E*（mg/m^3）		ER 值	R	
		范围	中位数	h/d	d/周	范围	中位数		范围	R≥3 岗位数(%)
清洁	86	<0.2~131.5	1.15	1~10	0.5~5	0.01~131.50	0.85	1~3	2~4	7（8.14）
粘合	47	<0.2~181.7	0.20	2~11	0.25~5	0.05~181.70	0.25	1~3	2~4	5（10.64）
丝印	12	<0.2~78.1	0.60	8~10	5	0.20~97.60	0.60	1, 3	2, 4	1（8.33）
印刷	14	<0.2~367.9	9.70	8~10	5	0.20~459.90	12.13	1~3, 5	2~5	6（42.86）
合成	6	<0.2~0.4	0.20	8	5	0.20~0.40	0.20	1	2	0

3 讨 论

由 DCM 导致的急慢性中毒时有发生[6,7]。研究发现[8,9]，工业 DCM 的接触可能是引起肝癌、儿童生殖细胞肿瘤、畸胎瘤、急性髓系白血病和胆管癌发生的危险因素。本次调查发现，含 DCM 的有机溶剂主要作为清洗剂、粘合剂使用，在通用设备制造业作为脱漆剂。目前，欧盟已禁止销售和使用 DCM 含量≥0.1%的脱漆剂[10]，我国暂无相关禁令。本次脱漆剂挥发性有机组分定性分析发现，DCM 含量均>5%,应引起关注。

本次风险评估结果表明，印刷业及计算机、通信和其他电子设备制造业为使用 DCM 重点行业，清洁、粘合、丝印和印刷为主要管控岗位。印刷行业 DCM 有引发工人胆管癌的风险[11-13]，短时间高浓度接触可对机体肝脏、心脏等多器官产生影响[14,15]。针对中等及以上风险等级的岗位，企业应尽量选用不含 DCM 的清洗剂、胶黏剂等有机溶剂；通过工艺改革和采用密闭、通风措施，将空气中 DCM 浓度控制在国家 OELs 以下，如印刷车间应设置全室通风换气系统，印刷作业应采取密闭、负压等防护措施，并对作业场所进行强制排风；清洁、粘合、丝印和印刷岗位接触 DCM 的作业人员应佩戴过滤式呼吸器，穿戴防护服和防化学品手套；加强对接触人员的健康监护和健康教育。

本次调查的大部分岗位 DCM 浓度水平低于国家 OELs，但作业人员一般暴露时间较长、工作场所多无通风排毒装置和个人防护用品，长期低剂量接触对工人健康状况、免疫功能会产生一定危害，存在潜在遗传学危险性[16]。职业健康风险评估显示，DCM 接触水平低于行动水平仍存在中等以上风险。

DCM 进入机体的方式以呼吸道吸入为主，也有部分通过皮肤直接接触吸收，仅考虑呼吸道吸入无法准确评估职业接触 DCM 所致的健康风险。我国尚未制定 DCM 的生物接触限值，《职业健康监护技术规范》（GBZ 188—2014）中无 DCM 职业健康监护方法和检查指标，用人单位对 DCM 接触工人开展职业体检有限，缺乏 DCM 接触人群内暴露数据，无法客观评价 DCM 对工人健康造成的损伤。另外，DCM 多与正己烷、三氯乙烯等有毒物质混合存在，有机溶剂之间的协同作用可能加大 DCM 所致的健康风险。

综上，深圳市企业 DCM 暴露风险不容忽视，计算机、通信和其他电子设备制造业、印刷业应作为政府部门管控 DCM 暴露健康风险的重点行业，用人单位职业卫生管理人员应加强对清洁、粘合、丝印、印刷等岗位 DCM 的防控，保障接触 DCM 作业人员的职业健康。

参考文献

[1] Wen C, Bassig B, Vermeulen R, *et al*. A review of human exposure to dichloromethane, perchloroethylene and carbon tetrachloride in China [J]. Annals of Epidemiology, 2014, 24 (9): 688.

[2] 曾文锋，谭强，刘移民．某木质家具工作场所中有机溶剂急性中毒事故的调查 [J]. 职业与健康，2013，29 (1)：38-40.

[3] 杨贵彬，池建源，陈曦．某市电子企业职业卫生状况调查 [J]. 职业卫生与应急救援，2014，32 (4)：231-233.

[4] 香映平，周伟，杨光涛．2017 年深圳市印刷行业有机溶剂组分分析与评价 [J]. 实用预防医学，2019，26 (7)：815-819.

[5] 袁彬，罗平英，陈金茹．鞋用胶粘剂职业病危害因素调查及防治对策研究 [J]. 中国医药科学，2016，6 (2)：212-215.

[6] Kim H. A case of acute toxic hepatitis after suicidal chloroform and dichloromethane ingestion [J]. Am J Emerg Med, 2008, 26 (9): 1073.

[7] Kobayashi A, Ando A, Tagami N, *et al*. Severe optic neuropathy caused by dichloromethane inhalation [J]. J Ocul Pharmacol Ther, 2008, 24 (6): 607-612.

[8] Park AS, Ritz B, Ling C, *et al*. Exposure to ambient dichloromethane in pregnancy and in fancy from industrial sources and childhood cancers in California [J]. Int J Hyg Environ Health, 2017, 220 (7): 1133-1140.

[9] Kumagai S. Two offset printing workers with cholangiocarcinoma [J]. J Occup Health, 2014, 56 (2): 164-168.

[10] 刘秀荣．欧洲将禁用含二氯甲烷的脱漆剂 [J]. 中国社区医师，2009，11 (4)：130.

[11] Kinoshita M, Sato Y, Nebiki H, *et al*. Occupational cholangiocarcinoma diagnosed 18 years after the end of exposure to 1, 2-dichloropropane and dichloromethane at a printing company: A case report [J]. Surg Case Rep, 2019, 5 (1): 65.

[12] Yanagiba Y, Suda M, Toyooka T, *et al*. Chemical management and occupational cholangiocarcinoma among workers in printing industry [J]. Sangyo Eiseigaku Zasshi, 2016, 58 (2): 78-83.

[13] Kumagai S, Kurumatani N, Arimoto A, *et al*. Cholangiocarcinoma among offset colour proof-printing workers exposed to 1, 2-dichloropropane and/or dichloromethane [J]. Occup Environ Med, 2013, 70 (7): 508-510.

[14] 尹灵富，顾卫新，尹月英，等．一起二氯甲烷急性职业中毒事件调查 [J]. 浙江预防医学，2012，24 (1)：51-52.

[15] Schlosser PM, Bale AS, Gibbons CF, *et al*. Human health effects of dichloromethane: Key findings and scientific issues [J]. Environ Health Perspect, 2015, 123 (2): 114-119.

[16] 李淑芹，司玉荣．淄博市淄川区二氯甲烷作业工人的健康状况调查 [J]. 职业与健康，2007，23 (17)：1495-1496.

（**收稿日期**：2019-10-05；**修回日期**：2021-03-16）