

2011—2012 年福州市工业企业有机溶剂使用情况及预防措施

刘祥铨, 郑能雄, 张忠, 吴京颖, 洪惠民

摘要: [目的] 了解福州市工业企业有机溶剂使用情况, 为有效开展有机溶剂职业病危害防治工作提供科学依据。[方法] 2011 年 4 月—2012 年 4 月, 使用自制的企业职业卫生调查表, 对福州市 46 家工业企业使用有机溶剂的情况和控制措施实施情况进行问卷调查, 并对作业场所空气中有机溶剂浓度进行检测分析。[结果] 被检测分析的 13 种有机溶剂中, 浓度高于国家职业接触限值 8h 时间加权平均浓度的有: 甲苯、二甲苯、丙酮、乙酸丁酯、丁酮、乙酸乙酯和溶剂汽油; 有机溶剂使用行业超标情况涉及家具、工艺品、印刷与涂料、制鞋、汽车和电子企业; 有机溶剂接触岗位超标的为喷漆/调漆、印刷、配料分装、清洗和刷胶/刷处理剂 5 类。大型企业职业病危害预防措施较完善, 中小企业预防措施较薄弱, 常见问题为通风排毒设施不全、个人防护用品发放不足、工作场所布局不合理和不重视作业工人职业健康检查。[结论] 福州市使用有机溶剂的企业行业分布广, 涉及岗位多, 有机溶剂使用种类多; 应加强对重点行业(如家具企业等)、重点接触岗位(如喷漆/调漆等)有机溶剂危害的预防, 并加强中小企业通风排毒、工艺改革等职业病危害预防措施建设。

关键词: 工业企业; 有机溶剂; 职业病危害; 预防措施

Organic Solvents Use and Prevention Measures in Industrial Enterprises of Fuzhou, 2011-2012 LIU Xiang-quan, ZHENG Neng-xiong, ZHANG Zhong, WU Jing-ying, HONG Hui-min (Fuzhou Center for Disease Control and Prevention, Fuzhou, Fujian 350004, China) • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To analyze the present situation and occupational hazards of organic solvents use in industrial enterprises of Fuzhou for effective prevention and control of organic solvent related occupational diseases. [Methods] In period of April 2011 to April 2012 a survey of organic solvent hazards and control measures in workplaces was conducted in 46 industrial enterprises by a self-administrated questionnaire and air samples of selected workplaces were analyzed according to national health standards. [Results] Thirteen types of organic solvents were identified in studied workplaces. The organic solvents that exceeded 8-hour time weighted average (8h-TWA) were toluene, xylene, acetone, butyl acetate, methyl ethyl ketone, ethyl acetate, and solvent gasoline. Violations of organic solvent TWAs were found in the enterprises of furniture manufacturing, handicraft, printing and coating, shoes making, automobiles, and electronic products; as well as in the positions that involved spraying and print mixing, printing, sub-packaging, washing, and mucus brushing. The occupational health and safety management system was relatively sound in the large-scale enterprises, but weak in the small and medium-sized ones. The common issues of control were poor ventilation, insufficient personal protection equipments, inappropriate layout of workplaces, and ignoring occupational health surveillance. [Conclusion] Various organic solvents are widely used in enterprises of Fuzhou. It is necessary to strengthen the control and prevention of occupational hazards in key enterprises and workplaces. Especially in small and medium-sized enterprises, ventilation and technological support should be taken into account.

Key Words: industrial enterprises; organic solvent; occupational hazard; prevention measures

有机溶剂主要用作清洗、去油污、稀释和萃取剂, 也可作为原料制备其他化学产品。随着现代工业的发展, 有机溶剂在工业生产中的应用越来越广泛, 其对作业工人健康的危害也日益突出。据统计, 有机溶剂是引起重大急性职业中毒的主要化学因素之一^[1], 在急、慢性中毒中, 以苯、三氯乙烯、正己烷、二甲基甲酰胺为代表的有机溶剂中毒占较高比例^[2], 广东省有机溶剂引起的中毒在职业中毒中的比重已上升到 60%, 有些年份甚至超过 80%^[3]。因此, 掌握有机溶剂使用企业职业危害现

状, 对于保护有机溶剂作业工人的身心健康具有重要意义。福州市疾病预防控制中心拟对福州市 6 类 46 家有机溶剂使用企业开展现场职业卫生调查和作业场所空气有机溶剂检测分析, 以了解其使用现况。

1 对象与方法

1.1 对象

依据福州市卫生监督所提供的《福州市企业职业病危害项目申报汇总表》, 按照 GB/T 4754—2011《国民经济行业分类》^[4]和《关于印发统计上大中小微型企业划分办法的通知》(国统字〔2011〕75 号)^[5], 将使用有机溶剂的企业划分为制鞋、工艺品、家具、汽车、电子、印刷与涂料 6 类和大、中、小 3 型, 从

[作者简介] 刘祥铨(1974—), 男, 硕士, 副主任医师; 研究方向: 职业卫生; E-mail: fz83333852@sina.com

[作者单位] 福州市疾病预防控制中心, 福建 福州 350004

每类每型企业中随机抽取 10%(至少 1 家)企业数为调查对象,共抽取 46 家,大、中、小型企业分别为 20、14、12 家。其中,制鞋企业 12 家(5:4:3),工艺品企业 8 家(3:3:2),家具企业 7 家(3:2:2),汽车工业 5 家(3:1:1),电子企业 8 家(4:2:2),印刷与涂料企业 6 家(2:2:2)。

1.2 问卷调查

调查时间为 2011 年 4 月—2012 年 4 月,使用自制的企业职业卫生基本情况调查表对选定的 46 家企业开展系统的问卷调查。内容包括企业规模、生产工艺流程、生产过程使用有机溶剂的物质安全资料、职业病危害作业点(岗位)分布、接触职业病危害因素人数、职业病危害预防措施和职业卫生管理制度等。由统一培训的调查员进行询问和填写,由专人对收集的资料进行汇总分析。

1.3 作业场所有机溶剂浓度测定

1.3.1 仪器与试剂 日本岛津 GC-17A 型气相色谱仪,氢火焰离子化检测器(FID,美国惠普公司),ZB-FFAP 气相色谱柱(毛细管柱长 30 m,内径 0.32 mm,液膜厚度 0.50 μm),活性炭采样管(盐城天悦仪器仪表有限公司, GH-1 型, 6 mm $\times$ 80 mm,溶剂解析型),苯、甲苯、二甲苯、丙酮、丁酮、乙酸乙酯、乙酸丁酯、环己酮、环己烷、三氯乙烯、苯乙烯、异丙醇、溶剂汽油标样(色谱纯,天津市科密欧化学试剂有限公司),二硫化碳(分析纯,上海国药集团化学试剂公司)。

1.3.2 检测条件 分流进样,分流比 8:1;进样口温度 180℃,FID 检测器温度 300℃,柱温:初始 60℃,保持 2 min;25℃/min 升到 150℃;气体流速:柱流速 1.9 mL/min。

1.3.3 现场采样 按 GBZ 159—2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》^[6]布点,按 GBZ/T 160—2007《工作场所空气中有害物质测定》^[7]采样检测分析,在车间有机溶剂作业岗位设检测点,现场活性炭管采样,1 天内每个作业点分 4 个时段(8:00—10:00、10:00—12:00、13:00—15:00、15:00—17:00)各采样 1 次,每次采 15 min,流量 100 mL,采用气相色谱分析,计算 8 h 时间加权平均浓度(8h-TWA)。

1.3.4 评价方法 按 GBZ 2.1—2007《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分:化学有害因素》^[8]时间加权平均容许浓度(PC-TWA)对检测结果进行分析评价。

1.4 统计分析

将调查资料核实后,全部数据录入 Excel 数据库进行整理,采用 SPSS 11.5 软件进行处理。超标率的比较,采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 46 家工业企业工作场所有机溶剂检测结果

46 家企业工作场所 809 个作业点的有机溶剂采样检测分析结果与国家职业卫生接触限值比较表明,有 117 个作业点 7 种有机溶剂浓度超标,分别为:甲苯、二甲苯、丙酮、乙酸丁酯、丁酮、乙酸乙酯和溶剂汽油,超标率依次为 15.57%、9.30%、9.04%、6.49%、5.24%、3.33% 和 3.13%,其余 6 种有机溶剂未超标,见表 1。

2.2 不同行业工作场所有机溶剂检测结果

6 类使用有机溶剂的企业调查结果表明,其超标分布依次

为:家具企业(52.83%)、工艺品企业(26.86%)、印刷与涂料企业(19.61%)、制鞋企业(11.08%)、汽车工业(7.26%)、电子企业(6.48%),有机溶剂总超标率不同行业间比较,差异有统计学意义($\chi^2=87.002$, $P<0.001$),见表 2。

表 1 福州市 46 家工业企业常用的 13 种有机溶剂检测结果

溶剂名称	检测点数	浓度范围 (mg/m ³)	PC-TWA (mg/m ³)	超标点数	超标率 (%)
甲苯	809	7.8~654.9	50	126	15.57
二甲苯	602	4.6~321.1	50	56	9.30
丙酮	365	16.0~539.2	300	33	9.04
乙酸丁酯	77	10.4~430.2	200	5	6.49
丁酮	248	8.8~812.6	300	13	5.24
乙酸乙酯	330	15.6~464.8	200	11	3.33
溶剂汽油	32	18.6~308.4	300	1	3.13
异丙醇	35	0.3~177.2	350	0	0.00
苯乙烯	44	3.4~41.7	50	0	0.00
苯	591	< 0.6(检测限)	6	0	0.00
环己酮	80	< 0.33(检测限)	50	0	0.00
环己烷	36	< 5.3(检测限)	250	0	0.00
三氯乙烯	26	< 0.7(检测限)	30	0	0.00

表 2 福州市 46 家工业企业不同行业工作场所有机溶剂检测结果

企业类别	企业数	超标溶剂	检测点数	超标点数	超标率(%)
家具	7	甲苯、乙酸乙酯、丙酮	53	28	52.83
工艺品	8	甲苯、二甲苯、乙酸乙酯	67	18	26.86
印刷与涂料	6	甲苯、二甲苯、溶剂汽油	51	10	19.61
制鞋	12	甲苯、乙酸乙酯、丁酮	406	45	11.08
汽车	5	甲苯、丙酮	124	9	7.26
电子	8	甲苯、丙酮、丁酮、乙酸丁酯	108	7	6.48

2.3 重点接触岗位有机溶剂检测结果

有机溶剂重点接触岗位调查 17 项,分别为制鞋企业的配胶、刷胶、刷处理剂;家具企业的调漆喷漆、烘干;工艺品企业的调漆喷漆、彩绘;汽车企业的注塑、调漆、喷漆;电子企业的涂布、浸漆、绢印、清洗;印刷与涂料企业的调墨、印刷、研磨、配料分装。有机溶剂接触超标的岗位有 5 个:喷漆调漆、印刷、配料分装、清洗和刷胶刷处理剂,超标率依次为 36.25%、27.58%、19.15%、11.27% 和 7.37%,有机溶剂总超标率不同岗位间比较,差异有统计学意义($\chi^2=73.495$, $P<0.001$),见表 3。

表 3 福州市 46 家工业企业有机溶剂超标岗位分布

岗位	超标溶剂	检测点数	超标点数	超标率(%)
喷漆/调漆	甲苯、二甲苯、乙酸丁酯、丙酮	160	58	36.25
印刷	甲苯、二甲苯、溶剂汽油	29	8	27.58
配料分装	甲苯、二甲苯	47	9	19.15
清洗	甲苯、丙酮	71	8	11.27
刷胶/刷处理剂	甲苯、丁酮、乙酸乙酯	461	34	7.37

2.4 职业卫生预防措施

职业卫生预防措施重点调查 4 项:工作场所通风排毒设

施设置及运行情况,个人职业病防护用品配置及使用情况,工作场所合理布局 and 作业工人体检情况。调查 809 个有机溶剂工作岗位和 2 238 名在岗劳动者,其中配置通风、排毒、密闭、隔离等卫生预防设备的有 612 个岗位,配置率 75.65%;使用个人职业病防护用品的有 1 522 名劳动者,占 68.01%;工作场所

合理布局的有 565 个岗位,占 69.84%;定期开展职业健康检查的有 1 550 名劳动者,占 69.26%。职业卫生预防实施情况不同类型企业间比较,差异有统计学意义($\chi^2=299.825$ 、171.622、119.793、288.904; $P<0.001$),见表 4。

表 4 福州市 46 家工业企业职业卫生预防实施情况

企业类型	数量	配置通风排毒设施			使用个人防护用品			工作场所合理布局			开展作业工人职业健康检查		
		调查岗位	合格岗位	合格率(%)	调查人数	使用人数	使用率(%)	调查岗位	合理岗位	合理率(%)	调查人数	体检人数	体检率(%)
大型	20	510	487	95.49	1 272	1 007	79.17	510	425	83.33	1 272	1 056	83.02
中型	14	167	78	46.71	532	296	55.64	167	81	48.50	532	309	58.08
小型	12	132	47	35.61	434	219	50.46	132	59	44.69	434	185	42.63
合计	46	809	612	75.65	2 238	1 522	68.01	809	565	69.84	2 238	1 550	69.26

[注] 职业卫生预防实施情况不同类型企业间比较:配置通风排毒设施 $\chi^2=299.825$, $P<0.001$;使用个人防护用品 $\chi^2=171.622$, $P<0.001$;工作场所合理布局 $\chi^2=119.793$, $P<0.001$;开展作业工人职业健康检查 $\chi^2=288.904$, $P<0.001$ 。

3 讨论

本次所调查的福州市 46 家工业企业常用的有机溶剂涉及 7 类 13 种,以芳香烃、酮类和酯类最为常见,甲苯、二甲苯、丙酮、乙酸丁酯、丁酮、乙酸乙酯和溶剂汽油 7 种有机溶剂存在不同程度超标,应列为重点预防对象。与 2006 年福州市企业有机溶剂超标的为三氯乙烯、甲苯、二甲苯、丙酮、丁酮的结论^[9]有所变化,这可能与企业生产工艺革新有关,如电子工业金属清洗采用超声波水洗代替三氯乙烯清洗,减少了三氯乙烯使用。

有机溶剂超标较严重的企业为家具、工艺品、印刷与涂料、制鞋企业,超标岗位主要为喷漆/调漆、印刷、配料分装、清洗、刷胶/刷处理剂。福州市家具企业、工艺品企业、印刷与涂料企业、制鞋企业数量多,从业人员多,其中很多岗位如喷漆、刷胶/刷处理剂和清洗等自动化程度较低,以半手工或全手工操作为主,有机溶剂的职业危害不容忽视。因此,这些行业及岗位中有机溶剂职业病危害应列为重点监控对象。

有机溶剂中毒的预防,关键在于生产环境改善、生产工艺改进和生产者个人防护意识的增强^[2]。本次研究现场职业卫生调查显示,大型企业职业病危害预防措施较完善,中小企业预防措施较薄弱,如通风排毒设施不全、工作场所布局不合理、个人防护用品不足、不重视作业工人职业健康检查等。因此,必须加强福州市中小企业有机溶剂危害预防措施的建设。具体措施建议以下五方面:(1)加强通风排毒措施。对有机溶剂散发源要进行有效隔离、密闭和通风,改善作业场所卫生状况。如对固定散发源进行密闭,根据操作需要随时开启或关闭隔离帘;对非固定式散发源,采用可伸缩吸风管方便调整吸风罩的位置,确保吸风效果;在重点岗位引进新风,改善岗位空气质量等。(2)加强个人防护。减少有毒溶剂从呼吸道、皮肤、消化道进入体内,如确保重点危害岗位佩戴防毒口罩、减少了有害作业持续时间,有效减少有机溶剂经由呼吸道的吸入;夏季用长袖工作服代替短袖服装,班后强制洗浴,减少挥发性有机溶剂经皮肤的吸收;设置专门的就餐区域,禁止在岗位上就餐、饮水,减少有害物质经消化道进入人体。(3)合理布局工作场所。生产作业场所的布局设置要遵循有毒作业与无害作业分开,高毒作业场所与其他作业场所隔离的原则。有机溶剂最好存放于独立密封的厂房内,使用有机溶剂的操作过程应尽量密闭化、机械化、自动化,如制鞋企业,设独立配胶房,有机溶

剂作业岗位刷胶、成型、刷处理剂与其他岗位裁断、针车、包装安排在不同生产车间。(4)改革工艺,寻找无毒或低毒的替代物。使用无毒或低毒的有机溶剂来代替高毒有机溶剂是发展趋势。随着科技水平的不断进步,许多新技术、新材料被广泛采用,水相可溶性物质对某些有机溶剂的替代已成为可能,如福州市鞋业采用水性胶代替油性胶,电子工业金属清洗采用超声波水洗代替三氯乙烯清洗,减少有机溶剂的使用量,逐步从根本上消除有机溶剂对职业人群的危害。(5)加强作业工人职业健康监护。加强职业健康监护可以及时发现劳动者职业禁忌证、职业性健康损害,及时发现、诊断职业病,以利及时治疗或安置职业病患者,减少企业相关医疗费用的支出。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

[1] 张敏,李涛,王焕强,等. 1989 至 2003 年全国重大急性职业中毒事故的特征[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2006, 24(12): 707-711.

[2] 邹和建,倪为民. 有机溶剂中毒防治任重道远[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2011, 29(1): 1.

[3] 张维森,王维平,廖阳,等. 广州市工厂作业场所有机溶剂暴露现状调查[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2009, 27(7): 430-433.

[4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 4754—2011 国民经济行业分类[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.

[5] 中华人民共和国国家统计局. 关于印发统计上大中小微型企业划分办法的通知[EB/OL]. (2011-09-02) [2012-06-01]. http://www.stats.gov.cn/was40/gtjj_detail.

[6] 中华人民共和国卫生部. GBZ 159—2004 工作场所空气中有害物质监测的采样规范[S]. 北京: 法律出版社, 2004.

[7] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 160—2007 工作场所空气中有毒物质测定[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.

[8] 中华人民共和国卫生部. GBZ 2.1—2007 工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分: 化学有害因素[S]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.

[9] 刘祥铨,张忠,吴京颖,等. 福州市工业企业职业病危害因素调查[J]. 职业与健康, 2008, 24(10): 919-922.

(收稿日期: 2012-06-05)

(英文编审: 金克峙; 编辑: 徐新春; 校对: 张晶)