

油区新装修家居和办公场所室内空气质量调查

吴洪涛

摘要: [目的] 调查某油区家居和办公场所装修后室内空气污染状况,对油区室内空气质量进行初步分析。[方法] 在油田基地及附近各主要生产生活区域,随机抽样选取装修后 0~12 个月的 62 套家居和 13 个办公场所,进行室内空气中的甲醛、苯、甲苯、二甲苯、氨、总挥发性有机物(TVOC)、一氧化碳、二氧化碳、环境辐射检测。[结果] 甲醛、苯、甲苯、二甲苯、氨、TVOC 平均浓度分别为 (0.07 ± 0.19) 、 (0.04 ± 0.18) 、 (0.10 ± 0.24) 、 (0.12 ± 0.31) 、 (0.13 ± 0.36) 、 (0.39 ± 2.06) mg/m^3 , 均有超标现象。其中,甲醛超标率最高,为 28.9%;其次是 TVOC,为 9.0%。家居中卧室甲醛超标率最高,为 58.9%,分别与客厅、书房比较,差异均有统计学意义($P < 0.01$)。办公场所不同房间各污染物的超标率差异无统计学意义($P > 0.05$)。按装修后时间 < 3 个月、3~6 个月和 > 6 个月的污染物浓度分析,甲醛、氨的超标率差异有统计学意义($P < 0.01$)。[结论] 甲醛在所有被检测的污染物中超标率最高,仍是需要重点关注的污染物。该油区室内空气质量受油田生产影响较小。

关键词: 油区; 家居; 办公场所; 新装修; 空气质量

Indoor Air Quality in Newly Decorated Residences and Offices in an Oil Region WU Hong-tao
(Department of Occupational Disease Prevention and Control, Sinopec Shengli Oilfield Center for Disease Control and Prevention, Shandong 257000, China) · The author declares he has no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To evaluate the air contamination status in newly decorated residences and offices in an oil region and analyze indoor air quality. [Methods] A random sampling technique was used to select 62 residences and 13 offices which were decorated within 0-12 months near major production or living areas in an oilfield base. Selected air quality indicators included formaldehyde, benzene, toluene, xylene, ammonia, total volatile organic compounds (TVOC), carbon monoxide, carbon dioxide, and environmental radiation. [Results] The average concentrations of formaldehyde, benzene, toluene, xylene, ammonia, and TVOC were (0.07 ± 0.19) , (0.04 ± 0.18) , (0.10 ± 0.24) , (0.12 ± 0.31) , (0.13 ± 0.36) , and (0.39 ± 2.06) mg/m^3 , respectively, all above the relevant national standard limits. The highest disqualified rate was 28.9% for formaldehyde, followed by 9.0% for TVOC. The highest disqualified rate in bedrooms was 58.9% for formaldehyde, significantly higher than that in living rooms or study rooms ($P < 0.01$). There were no statistically significant differences in the disqualified rates of all indoor air quality indicators among all selected office rooms ($P > 0.05$). To compare different time intervals from decoration to the evaluation date (< 3 months, 3-6 months, or > 6 months), the disqualified rates of formaldehyde and ammonia showed statistically significant differences ($P < 0.01$). [Conclusion] Among all air quality indicators detected, formaldehyde shows the highest disqualified rate, indicating that it needs more attention. The indoor air quality in the oil region is barely affected by the oilfield production.

Key Words: oil region; residence; office; newly decorated; air quality

随着生活水平的不断提高,近年来人们对室内装修越来越重视。尽管人们已经意识到装修带来的污染危害,精心挑选绿色环保材料,进行室内空气质量治理,但装修污染问题仍然比较突出。油区生产单位与住宅小区纵横交错,“你中有我、我中有你”的总体布局给油田生产生活提供便利条件的同时,也带来环境污染和健康损害的隐患。本研究拟对某油区家居和办公场所装修后室内空气质量进行调查,初步分析油区室内空气质

量并提出防控建议。

1 对象与方法

1.1 对象

根据油区总图及城区规划,在油田中心基地和各主要生产生活区域选择居民小区和办公场所,随机选取 12 个月内装修竣工的家居 62 套、办公楼 13 座,进行室内空气质量检测。检测项目包括甲醛、苯、甲苯、二甲苯、氨、总挥发性有机物(TVOC)、一氧化碳、二氧化碳、环境辐射(γ 射线)共 9 种污染物。

1.2 方法

1.2.1 检测方法 甲醛检测采用 GB/T 18204.26—2000《公共场所空气中甲醛测定方法 酚试剂分光光度法》,苯、甲苯、二甲苯检测采用 GB/T 11737—1989《居住区大气中苯、甲苯和

DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2014.0145

[作者简介] 吴洪涛(1970—),男,学士,副主任医师;研究方向:职业卫生、环境卫生;E-mail: wxelle@126.com

[作者单位] 中国石化胜利油田疾病预防控制中心职业病防治科,山东 257000

二甲苯卫生检验标准方法 气相色谱法》，氨检测采用 GB/T 18204.25—2000《公共场所空气中氨测定方法》的纳氏试剂分光光度法。以上污染物室内空气采样均用 GilAir Plus 型空气采样器(美国 Sensidyne 公司)，使用 TU-1950 型分光光度计(北京谱析通用仪器公司)、AT6890N 型气相色谱仪(美国安捷伦科技公司)进行实验室分析。标准液为国家环境保护总局标准样品研究所生产；TVOC 采用 PGM7600 型手持式 TVOC 检测仪(美国华瑞科学仪器公司)测量；一氧化碳、二氧化碳均采用 GB/T 18204—2000 标准的不分光红外线气体分析法，分别使用 GXH-3011A 型、GXH-3010E 型便携式红外线气体分析仪(北京市华云分析仪器研究所有限公司)测量；环境辐射采用国产 TL2806 智能型 X、γ 环境水平剂量率仪(成都同创电子技术研究所)测量。

1.2.2 采样方法与评价方法 按照 GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》附录 A “室内空气监测技术导则”要求进行布点。家居每户在客厅、大卧室、小卧室、书房、厨房、卫生间各布 1 个点，共 372 个点；办公楼随机抽取各楼层大办公室(>50 m²)、小办公室(20~30 m²)、会议室(80~100 m²)、卫生间(约 10 m²)，布点 105 个。采样高度 1.0~1.5 m，离墙壁距离大于 0.5 m，采样前关闭门窗 12 h，采样时关闭门窗。检测过程室内无吸烟且没有炉灶燃烧。采用 GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》作为评价依据。环境辐射标准值参考《山东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》数据^[1]。

1.2.3 统计学分析 采用 SPSS 17.0 统计软件对资料进行统计学

分析，计数资料的比较采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 家居和办公场所室内空气质量检测结果

本次调查共检测室内污染物 9 种，每种 477 个检测点。除一氧化碳、二氧化碳、环境辐射(γ 射线)均合格外，甲醛、苯、甲苯、二甲苯、氨、TVOC 均有不同程度的超标现象。其中，甲醛的超标率最高，为 28.9%；其次为 TVOC，超标率为 9.0%。二甲苯、氨、甲苯、苯的超标率分别为 5.2%、5.2%、3.6%、2.5% (表 1)。家居、办公场所的污染物超标率比较，甲苯、二甲苯、氨、TVOC 差异均有统计学意义($P<0.01$)，且均为办公场所高于家居；甲醛、苯差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 1 家居和办公场所室内空气质量检测结果(n=477)

污染物	标准值	检测范围	$\bar{x} \pm s$	超标点数	超标率(%)
甲醛(mg/m ³)	≤ 0.10	0.05~0.50	0.07 ± 0.19	138	28.9
苯(mg/m ³)	≤ 0.11	<0.001~0.43	0.04 ± 0.18	12	2.5
甲苯(mg/m ³)	≤ 0.20	<0.002~0.44	0.10 ± 0.24	17	3.6
二甲苯(mg/m ³)	≤ 0.20	<0.05~0.65	0.12 ± 0.31	25	5.2
氨(mg/m ³)	≤ 0.20	0.08~0.81	0.13 ± 0.36	25	5.2
TVOC(mg/m ³)	≤ 0.60	0.15~4.32	0.39 ± 2.06	43	9.0
一氧化碳(mg/m ³)	≤ 10.00	0.2~1.5	0.58 ± 1.69	0	0.0
二氧化碳(%)	≤ 0.10	0.03~0.04	0.03 ± 0.01	0	0.0
环境辐射(nGy/h)	29.6~238.9	70.3~131.0	107.2 ± 43.6	0	0.0

表 2 家居和办公场所室内空气污染物超标率比较

场所类型	甲醛		苯		甲苯		二甲苯		氨		TVOC	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
家居(n=372)	115	30.9	10	2.7	5	1.3	10	2.7	6	1.6	22	5.9
办公场所(n=105)	23	21.9	2	1.9	12	11.4	15	14.3	19	18.1	21	20.0
χ^2	3.233		0.205		24.230		22.177		30.891		19.809	
P	0.072		0.651		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001	

2.2 家居和办公场所室内空气质量检测超标点分布

2.2.1 家居超标点分布 家居环境中甲醛、苯、甲苯、二甲苯超标点主要存在于客厅、卧室和书房，而厨房、卫生间均未检出超标，TVOC 超标点在各个房间均有分布，氨的超标点全部集中于卫生间(表 3)。甲醛是居室中超标率最高的污染物，其中卧室最高，达到 58.9%；其次为书房和客厅，超标率分别为 37.1%、30.6%。

甲醛超标率卧室与客厅比较，差异具有统计学意义($\chi^2=13.17$, $P<0.01$)；卧室与书房比较，差异亦有统计学意义($\chi^2=7.84$, $P<0.01$)；客厅与与书房比较，差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2.2 办公场所超标点分布 办公场所大办公室、小办公室、会议室各污染物均有不同程度超标，不同检出地点的超标率差异均无统计学意义($P>0.05$)(表 4)。

表 3 家居室内空气质量检测超标点分布情况

地点	检测点数	甲醛		苯		甲苯		二甲苯		氨		TVOC	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
客厅	62	19	30.6	3	4.8	2	3.2	3	4.8	0	0.0	2	3.2
卧室	124	73	58.9*	6	4.8	3	2.4	6	4.8	0	0.0	10	8.1
书房	62	23	37.1	1	1.6	1	1.6	1	1.6	0	0.0	2	3.2
厨房	62	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	8	12.9
卫生间	62	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	6	9.7	0	0.0

[注]与客厅、书房的超标率比较，*： $P<0.01$ 。

表 4 办公场所空气质量检测超标点分布情况

地点	检测点数	甲醛		苯		甲苯		二甲苯		氨		TVOC	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
大办公室	33	6	18.2	0	0.0	3	9.1	5	15.2	8	24.2	8	24.2
小办公室	46	16	34.8	1	2.2	7	15.2	10	21.7	7	15.2	10	21.7
会议室	13	1	7.7	1	7.7	2	15.4	0	0.0	2	15.4	3	23.1
卫生间	13	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	15.4	0	0.0

2.3 装修后不同时间室内空气质量检测超标情况

将装修后的时间分成 <3 个月、3~6 个月和 >6 个月 3 个阶段进行统计分析, 甲醛超标率随时间的延长逐渐降低, 氨

在 >6 个月的阶段超标率最高, 超标率差异均具有统计学意义 ($P < 0.01$); 其余指标差异无统计学意义(表 5)。

表 5 家居和办公场所装修后不同时间室内空气质量检测超标情况

装修时间	检测点数	甲醛		苯		甲苯		二甲苯		氨		TVOC	
		<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
<3 个月	135	54	40.0	4	3.0	8	5.9	10	7.4	3	2.2	15	11.1
3~6 个月	220	68	30.9	7	3.2	7	3.2	13	5.9	5	2.3	17	7.7
>6 个月	122	16	13.1	0	0.0	2	1.6	2	1.6	17	13.9	11	9.0
χ^2	—	23.306		3.887		3.599		4.660		24.945		1.168	
<i>P</i>	—	<0.001		0.143		0.165		0.097		<0.001		0.558	

3 讨论

造成室内空气污染的原因很多, 但以居室建筑装饰材料造成的污染最为广泛, 且危害最大。装修所用人造板和人造板家具、地板、油漆涂料、溶剂和各种黏合剂等含有甲醛、苯系物、氨和放射性等有害物质, 经过自然分解并缓慢释放, 造成室内空气污染^[2-4]。在室内装修过程中, 甲醛是我国目前最普遍存在的室内空气首要污染物^[5]。本调查显示, 该油区家居和办公场所甲醛的超标率为 28.9%, 在所有被测物中最高, 但低于国内有关文献报道^[6-8]。现场调查显示, 该油田职工经济条件较好, 人们已经认识到装修会对人体健康造成危害, 在进行室内装修时注意选择一些环保材料, 并加强通风, 减轻了室内装修带来的空气污染程度。同时, 该油田地处沿海城市, 气象条件也较适于污染物的扩散稀释。甲醛在人们通常停留时间最长的卧室内污染最为严重, 其超标率明显高于书房、客厅, 这与国内有关调查结果相同^[9], 也提示是需重点关注的污染物。卧室一般摆放床、衣橱、书橱、写字台等板材家具, 复合木地板、化纤材料、黏合剂使用较多, 房间面积相对较小, 密闭性能好、通风差, 不利于污染物的扩散^[10]。而客厅属敞开型房间, 通风效果好, 地面也多铺设地砖, 人造板材使用少, 故超标状况低于卧室。办公场所相比家居而言, 甲醛的超标率略低, 可能也是因为办公场所宽敞, 通风好, 地面多铺设瓷砖, 板材家具少。有研究证实甲醛释放期可长达 3~15 年^[11], 本次研究装修 6 个月后甲醛超标率仍为 13.1%, 提醒需长期关注装修场所的甲醛污染。

油田油气资源的开采、储运和加工等过程均不可避免地会带来“跑冒滴漏”的发生。原油和天然气主要组分为各种碳氢化合物, 多以烷烃、环烷烃、芳香烃的形式存在, 许多组分是 TVOC 的重要构成部分。油田居民小区多与生产单位相依而建, 有可能受到油田生产带来的污染影响。但本次调查 TVOC、苯、甲苯、二甲苯、甲醛、氨的检测值均低于徐东群等^[5]对中国部分城市住宅室内空气的调查结果, TVOC 检测超标率也低于其他调查结果^[8, 12], 说明该油区家居和办公场所室内环境总体受油田生产的影响不大。这也可能与该油田多年来实施绿色文化建设, 推行清洁生产有较大关系^[13]。TVOC 主要来源是装修过程中使用的油漆、含水涂料、黏合剂等有机溶剂和建筑材料(如人造板)、室内装饰材料、纤维材料(如地毯和化纤窗帘)等^[2]。但本次调查也发现办公场所 TVOC、甲苯、二甲苯检测超标率高于家居, 可能与办公场所跟油田生产更为密切, 直

接或间接受到油田生产带来的挥发性有机物影响有关, 如办公场所距离油气生产设备更近, 办公室存放了受到油气污染的器具、工服等。提示油田应从各个环节持续推行清洁生产, 不断降低污染程度。

随着装修时间的延长, 各污染物的浓度逐渐降低。但氨在 >6 个月的检测超标率明显增高, 调查得知其原因主要为一座 28 层大型综合写字楼是在冬天施工, 混凝土添加了大量含氨防冻剂, 氨释放量较高, 而检测时多数房间人员刚刚入住不久, 房间基本没有得到通风, 同时中央空调的设计应用使得换气窗口数量和面积不足, 导致氨的检测超标率较高, 提示使用中央空调的大型办公场所设计时应更加注重考虑多途径通风问题。

为减少装修污染带来的危害, 首先要在进行室内装修设计时遵循“合理设计、提倡简约”的原则, 避免过度豪华装修, 选购绿色环保建材和家具。其次, 可以接受专业公司净化治理, 也可以采用自然通风、摆放绿色植物与活性炭联合作用净化室内空气。根据相关研究, 装修后室内空气质量约在 1 年后下降到国家标准^[14]。结合本次调查结果, 建议尽量推迟入住时间, 条件允许最好在装修 1 年后或请专业部门实地监测合格后再行入住。

本研究为基于公共卫生监测数据的横断面调查, 课题设计未进行石油石化同步生产对新装修室内空气质量影响的考虑及室外环境的监测, 故就这一点尚存不足之处, 今后还应加强该方面的调查。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 李洪昌, 谢锋, 王文团, 等. 山东省环境天然贯穿辐射水平调查研究[J]. 辐射防护, 1991, 11(1): 34-46.
- [2] 钱华, 戴海夏. 室内空气污染与人体健康的关系[J]. 环境与职业医学, 2007, 24(4): 426-430.
- [3] 姚红艳. 室内空气污染的危害及其防治[J]. 科技资讯, 2009(2): 161.
- [4] BERNSTEIN JA, ALEXIS N, BACCHUS H, et al. The health effects of non-industrial indoor air pollution[J]. J Allergy Clin Immunol, 2008, 121(3): 585-591.
- [5] 徐东群, 尚兵, 曹兆进. 中国部分城市住宅室内空气中重要污染物的调查研究[J]. 卫生研究, 2007, 36(4): 473-476.
- [6] 秦景香, 李明珠, 张秋菊, 等. 新装修住房室内空气甲醛的污染状

(下转第 623 页)

3 讨论

通过对昆山市 12 家存在 DMF 危害的企业和 DMF 接触工人的调查,初步掌握了昆山市 DMF 暴露情况、接触工人分布情况和职业健康状况,作业人员以 20~30 岁的青年男性为主,文化程度均不高,大部分员工月收入为 2000~3000 元人民币。

DMF 通过呼吸道、皮肤和消化道吸收进入人体后,由肝脏代谢,排泄较快,主要靶器官为肝脏,对肾脏也有一定损害^[1-2]。昆山市 DMF 主要分布在轻工类皮革(PU)企业,2009 年曾经出现过 1 例 DMF 中毒死亡事件,监管部门对该市使用 DMF 的企业进行了多次专项整治,但仍存在作业场所 DMF 超标和接触工人肝功能异常的情况。其中电子类企业作业场所 DMF 超标最为严重,该类企业工艺较为先进,自动化、机械化程度相对较高,但工人巡检或设备清洗和检修过程仍有接触机会。化工行业使用 DMF 量虽不大,但工艺相对落后,作业岗位以自然通风为主,配(投)料、包装等均为手工操作,工人自我防护意识较差,存在不佩戴个体防护用品等现象,从而导致接触工人肝功能异常率高达 16.5%。本次调查还发现,接触 DMF 以配料岗位为主,共有 452 人,占 86.1%。调查表明,DMF 的职业性危害依然存在,应加强监管化工类 DMF 企业的职业危害,企业应重点关注配料岗位接触员工的健康危害。

对 DMF 接触水平分析显示,超标作业点 DMF 接触工人肝功能异常率明显高于未超标企业,证明 DMF 导致的职业危害可能存在一定的剂量-反应关系。不同周接触累计时间之间虽无差异,但样本率还是有随时间增长而升高的趋势,间接反应了 DMF 危害可能存在一定的剂量-反应关系。工龄分析显示,不同工龄工人的肝功能异常率无差异,但 <1 年者样本异常率有较高的趋势,其可能原因为新员工操作不熟练,对 DMF 更为敏感,接触一段时间耐受后,机体对其敏感性下降。因此,新

上岗员工必须进行岗前检查,且密切关注其肝功能指标。新上岗员工上岗半个月、1 个月、2 个月、3 个月和 6 个月需检查肝功能,复查仍异常者应及时调离 DMF 作业岗位;老员工按《职业健康监护技术规范》要求进行岗中年度体检;另外,饮酒可能会一定程度地加重 DMF 的职业危害,引起肝功能异常率升高,说明饮酒与 DMF 接触可能存在协同作用,加重肝脏的损害,与钱亚玲等^[3]研究结果一致。因此,接触 DMF 的工人应尽量做到不吸烟不喝酒,保持良好的健康生活习惯。

综上所述,本次调查发现,该市 DMF 职业危害不容忽视,仍存在部分企业 DMF 超标和接触工人肝功能异常等情况,应密切关注 DMF 带来的健康危害,并根据检查异常情况,适当缩短检查周期,动态关注其健康状况。企业也应进一步做好职业卫生培训,采取有效的防毒措施,给劳动者配备合格有效的个人防护用品并督导其正确佩戴,切实保护劳动者的身体健康。

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 项橘香,余坚忠,张心会,等.二甲基甲酰胺对作业工人肝肾损害和脂代谢的影响[J].中华劳动卫生职业病杂志,2007,25(7): 404-406.
- [2] 李陆明,王明龙,孙晓楼,等.二甲基甲酰胺作业工人肝肾损害和尿中甲基甲酰胺含量的关系[J].中华劳动卫生职业病杂志,2004,22(4): 270-271.
- [3] 钱亚玲,徐承敏,朱丽瑾,等.二甲基甲酰胺对接触工人肝功能的影响[J].中华劳动卫生职业病杂志,2007,25(2): 80-83.

(收稿日期:2014-01-03)

(英文编辑:汪源;编辑:张晶;校对:郑轻舟)

(上接第 620 页)

况[J].环境与职业医学,2011,28(6): 363-365.

[7] 王玉玲,孙苑菡,杜文霞,等.某小区居室空气中甲醛的污染现状调查[J].职业与健康,2012,28(4): 474-475.

[8] 刘风云,孙铮,肖运迎,等.室内装修污染对儿童健康影响的调查[J].环境与健康杂志,2010,27(12): 1077-1079.

[9] 赵立峰,崔明.焦作市部分装修居室空气污染调查[J].环境与健康杂志,2007,24(9): 712-714.

[10] 李世杰,张晓杰,郑雯.漯河市装修居室空气污染状况调查[J].环境与健康杂志,2006,23(1): 49-50.

[11] 刘利亚,王娅芳,周昌,等.居室装修后甲醛的污染水平与控制措

施分析[J].环境卫生学杂志,2012,2(6): 271-273.

[12] 刘卫艳,张磊,周紫鸿,等.2006 年—2009 年杭州市室内环境空气质量状况及防治的探讨[J].中国卫生检验杂志,2011,21(1): 221-223.

[13] 宿铁军.油田企业绿色文化建设研究——以胜利油田为例[J].科学决策,2010(12): 42-51.

[14] 原福胜,宫斐,梁瑞峰.居室装修后室内空气污染及变化趋势[J].环境与职业医学,2009,26(5): 441-443.

(收稿日期:2013-10-27)

(英文编辑:汪源;编辑:王晓宇;校对:张晶)