

烃类有机溶剂职业病危害的预防与控制

Prevention and control on occupational hazards caused by hydrocarbons organic solvent

张维森

(广州市职业病防治院, 广东 广州 510620)

关键词: 脂肪烃; 芳香烃; 有机溶剂; 职业病危害

中图分类号: O622.1 文献标识码: C

文章编号: 1002-221X(2008)02-0129-03

烃类有机溶剂一般是指仅由碳氢化合物组成的能够溶解另一种物质的液体, 这种液体被用来悬浮或改变另一种物质的物理性质, 而在化学组成上不发生任何变化。常见的烃类有机溶剂按化学结构不同可分为脂肪烃、脂环烃和芳香烃等。烃类有机溶剂用途广泛, 在工业生产和日常生活中使用量极大, 如大家极为熟悉的汽油、苯系物(通常为苯、甲苯、二甲苯)等。目前, 烃类有机溶剂已经广泛地应用于涂料、橡胶、油脂与医药、石油工业等, 也用于重结晶、洗涤和波谱分析, 还作为化学中间体、化学反应载体、粘结剂等广泛使用。因此, 烃类有机溶剂的职业病危害不容忽视。本文主要参考现行相关的职业卫生标准、部分相关专业书籍和其他有关文献报道, 经综合汇总、分析、总结, 从理化特性及潜在安全危害、毒性、健康影响与健康监护、采取的防护措施与效果监控以及现场急救应急措施等方面探讨烃类有机溶剂职业病危害的预防与控制。

1 烃类有机溶剂的主要理化特性及潜在安全危害

1.1 主要理化特性

烃类有机溶剂属碳氢化合物, 根据分子中碳原子间的连

接方式分为开链烃和环状烃, 无碳环结构的为开链烃或称脂肪烃, 有碳环结构的为环状烃或称脂环烃。分子中碳原子之间都以单键相连, 其余价键均与氢原子连接, 为饱和烃, 否则为不饱和烃。饱和烃即烷烃, 通式为 C_nH_{2n+2} 。分子中含有碳-碳双键的不饱和烃称烯烃, 单烯烃分子通式为 C_nH_{2n} 。芳香烃有机溶剂的特点是分子中含有苯环结构。

常见的烃类有机溶剂在常温常压下多为无色液体, 易挥发, 易燃、易爆, 气味各异, 其中芳烃类多具有芳香气味。一般情况下, 烃类有机溶剂的沸点、密度、闪点等随相对分子质量的增加而升高或逐渐增大; 异构体中, 支链增多, 沸点、密度渐低。一般来说, 脂肪烃、脂环烃有机溶剂都比水轻, 比空气重; 一般不溶或微溶于水, 易溶于乙醇、乙醚、丙酮等有机溶剂。由于化学结构的特点, 烷烃和环烷烃化学性质较稳定, 尤其是直链烷烃, 其化学性质很不活泼, 在常温下即使是强酸、强碱、强氧化剂、强还原剂、金属钠等都不起作用; 在一般条件下环烷烃也不与强氧化剂高锰酸钾、臭氧等起反应。但是, 在高温、光照或催化剂等的影响下可发生一些化学反应, 甚至可与强氧化剂发生激烈反应, 燃烧或爆炸。单环芳烃则容易发生取代反应, 但取代物仍保持苯环结构, 一般很难发生加成和氧化反应。常见的取代反应有卤代、硝化和磺化等。常见的烃类有机溶剂物理性质见表 1

表 1 常见烃类有机溶剂的物理性质

种类	名称	相对分子质量	含碳量	沸点(℃)	熔点(℃)	闪点(℃)	相对密度	蒸气密度	爆炸极限	水溶性
饱和脂肪烃类	丙烷	44.09	3	-42.1	-187.7	-104	0.58	1.56	2.1~9.5	微溶
	正丁烷	58.12	4	-0.5	-138.4	-60	0.58	2.05	1.5~8.5	易溶
	正戊烷	72.15	5	36.1	-129.8	-40	0.63	2.48	1.7~9.8	微溶
	正己烷	86.17	6	68.7	-95.0	-22	0.66	2.97	1.2~6.9	难溶
	正庚烷	100.21	7	98.5	-90.7	-4	0.68	3.45	1.1~6.7	不溶
	正辛烷	114.22	8	125.6	-56.8	13	0.70	3.86	1.0~6.5	不溶
	正壬烷	130.22	9	150.8	-51.0	30	0.72	4.40	0.7~5.6	不溶
	正癸烷	142.99	10	174.1	-29.7	46	0.73	4.90	0.6~5.5	不溶
	十二烷	170.38	11	216.0	-9.6	71	0.75	5.96		不溶
	环戊烷	70.13	5	49.3	-93.7	-25	0.75	2.42	1.4~8.0	不溶
脂环类	环己烷	84.16	6	80.7	6.5	-20	0.78	2.90	1.2~8.4	不溶
芳香族烃类	苯	78.11	6	80.1	5.5	-11	0.88	2.77	1.2~8.0	微溶
	甲苯	92.13	7	110.4	-94.9	4	0.87	3.14	1.2~7.0	不溶
	二甲苯	106.16	8	144.4	-25.5	30	0.88	3.66	1.0~7.0	不溶
	乙苯	106.17	8	136.3	-94.9	15	0.87	3.66	1.0~6.7	不溶
	丁苯	134.22	10	182.1	-81.2	59	0.86	4.60	0.7~6.9	不溶
	苯乙烯	104.15	8	145.0	-31.0	34	0.90	3.60	1.1~6.1	微溶

1.2 潜在安全危害

脂肪烃有机溶剂的蒸气与空气可形成爆炸性混合物, 遇明火、高热极易燃烧、爆炸; 因其蒸气比空气重, 能在较低处扩散到相当远的地方, 遇火源会引起着火回燃; 用水灭火容易将泄漏物带进下水道, 若遇火源可能引起新的火灾或爆炸事故。中、低碳烃类有机溶剂更易挥发、燃烧、爆炸, 潜

收稿日期: 2007-12-03 修回日期: 2008-01-20

基金项目: 广州市医疗卫生机构重点专科科研项目 (2004A012)

作者简介: 张维森 (1967-), 男, 博士, 主任医师, 主要从事职业卫生工作及流行病学研究。

在安全危害更明显。

烷烃和环烷烃化学性质较稳定，一般不与氧化剂发生反应。单环芳烃一般也很难发生加成和氧化反应。故该类有机溶剂由于化学反应而生成的中间体或产物的危害相对较少。

2 毒性、健康影响与健康监护

2.1 脂肪烃有机溶剂的毒性、健康影响与健康监护

脂肪烃和脂环烃类有机溶剂主要经呼吸道吸入进入人体，也可少量经皮肤吸收，通常具有一定程度的麻醉和刺激作用。烷烃类有机溶剂多属低毒或微毒，毒性随碳原子数的增加而增强，但高级烷烃因难以蒸发、溶解度小、化学性质不活泼，因此中毒的可能性反而减少。在化学结构上，支链烷烃麻醉性大于相应的直链烷烃，不饱和烃毒性大于相应的饱和烃。长期接触辛烷以下的烷烃可发生多发性神经炎、接触性皮炎等。部分脂肪族烷烃的急性毒性见表 2

表 2 脂肪族烷烃的急性毒性 g/m^3

小鼠吸入 2 h 结果	丁烷	戊烷	己烷	庚烷	异庚烷	辛烷	异辛烷
侧倒	500	200~300	100	40	50	35	—
死亡	680	377 (37 m ³)	100~150	65	70~80	80	50

脂环烃的毒性大于相应的直链烷烃。脂环烃是麻醉剂和中枢神经系统抑制剂，但急性毒性低，且一般能完全由机体排出而不在体内蓄积，慢性中毒危险性很低。液态脂环烃对皮肤有刺激性，造成皮肤脱水、脱脂、皮炎，大量吸入可引起肺炎及肺出血，但暂未发现对造血系统有明显的损害作用。

脂肪烃和脂环烃类有机溶剂主要对神经系统、呼吸系统，以及皮肤、黏膜等产生影响，因此，职业健康检查时除了需

表 3 苯及其衍生物的急性毒性

急性毒性		苯	甲苯	二甲苯	邻二甲苯	间二甲苯	对二甲苯	乙苯	丙苯	异丙苯	1,3,5-三甲苯	对二乙苯
小鼠吸入 2 h (g/m³)	侧倒	15	10~12	15	15~20	10~15	10	15	10~15	20	25~35	30
	死亡	45	30~45	50	30	50	15~35	45	20	—	—	—
大鼠经口 LD ₅₀ (g/kg)		0.93	0.64	4.30	—	—	—	3.50	6.04	—	—	—

芳香烃类有机溶剂可对神经、呼吸、血液、泌尿生殖系统以及皮肤、黏膜等产生影响，引起中枢神经系统抑制、麻醉、咳嗽，甚至肺水肿、肺炎、血细胞减少、月经异常、肾功能异常、结膜炎、皮炎等。因此，职业健康检查时除了需进行职业危害因素接触史、疾病史、症状等的询问，以及内科常规、血常规、尿常规、肝功能和心电图等常规项目检查外，主要职业健康检查项目还应包括神经系统症状的询问和神经系统的常规检查，肺通气功能和胸部 X 射线检查，肾功能检查，以及血常规加血小板计数，某些苯系物代谢指标如尿酚、马尿酸等的检测等。职业禁忌：除了依法不能安排未成年人、孕妇和哺乳期妇女从事有毒有害作业外，一般来说，患有严重的全身性皮肤病、中枢神经系统器质性疾病、活动性肺结核、肺炎、急慢性肾炎、明显的血液系统疾病等人员，从事芳香烃类有机溶剂作业时应慎重。可能产生的职业病：职业性苯中毒、职业性甲苯中毒、职业性二甲苯中毒、职业性苯中毒所致白血病和职业性皮肤病等。

3 采取的防护措施与效果监控

进行职业危害因素接触史、疾病史、症状等的询问，以及内科常规及尿尿常规、肝功能和心电图等常规项目检查外。主要职业健康检查项目还应包括神经系统症状，如头痛、头晕、乏力、失眠、多梦、记忆力减退、四肢麻木等的询问和神经系统的常规检查，肺通气功能检查和胸部 X 射线检查等。神经系统常规检查主要包括意识、精神状态，跟腱反射、浅感觉、深感觉和病理反射等内容。职业禁忌证：严重的全身性皮肤病、多发性周围神经病、中枢神经系统器质性疾病、精神病、活动性肺结核、肺炎等。可能产生的职业病：职业性正己烷中毒、职业性溶剂汽油中毒、职业性皮肤病等。

2.2 芳香烃有机溶剂的毒性、健康影响与健康监护

芳香烃主要经呼吸道吸入或经皮肤吸收等途径进入人体，通常具有麻醉和刺激作用。绝大多数芳香烃对神经系统有损害作用，少数可致造血系统损害；皮肤长时间接触可致皮炎，对眼睛、呼吸道黏膜等有较强刺激作用。苯系物多属低毒或微毒，部分苯系物急性毒性见表 3。但苯的毒性较为特殊，被列为高毒物品。在高浓度时，苯与其衍生物一样具有麻醉和刺激作用，但是，苯还能在神经系统和骨髓内蓄积，造成相应的损害，最主要、最危险的危害是引起血细胞减少，导致再生障碍性贫血或白血病。其原因可能是 60%~70% 的苯在体内可转变成酚类代谢物，这些代谢产物通常可与硫酸及葡萄糖醛酸结合由尿排出，但当苯的氧化速度超过其酚类代谢物与硫酸和葡萄糖醛酸的结合速度时，酚类转化物将在体内蓄积，从而直接抑制造血细胞的核分裂。甲苯、二甲苯等衍生物虽然对造血系统的毒害不及苯，但这些物质刺激作用强，具有麻醉作用，对心脏、肾脏等均有损害。

一般较系统的防护措施包括工艺上的改进、工程防护、个人防护和制度保障等方面。常用的烃类有机溶剂的毒性和对人体的危害程度有所不同，如己烷、庚烷等基本上无毒害或微毒，环己烷、甲苯、二甲苯等有一定毒害，苯则属于高毒物质。因此，首先要求在工艺上尽量用无毒代替有毒，低毒代替高毒。工程防护上，因常用的烃类有机溶剂多具有挥发性和易燃、易爆等特点，因此，建议尽量采用密闭化、管道化、机械化和自动化操作；工作场所严禁吸烟，远离火种、热源，并避免与强氧化剂接触；使用防爆型通风系统和照明等设备；灌装时控制流速，最好设接地，防止静电积聚；搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏；要及时清除倒空容器内可能残留的有害物等。同时注意加强作业场所的通风排毒，尤其注意作业场所底层、角落等部位的有效通风，以防有害物积聚滋生事故隐患。个人防护上主要注意穿戴防静电的衣服、鞋和帽子，戴防护眼镜和防毒口罩；工作场所应提供便捷的淋浴和洗眼设施，配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。制度保障上，工厂应有相应的职业

安全卫生管理制度以规范工人的操作, 并保障工程防护设施的正常运转和个人防护用品的有效使用。

效果监控上, 建议存在有一定毒害的烃类有机溶剂作业场所至少每年检测一次, 存在高毒害的(如苯)至少每半年

检测一次, 并进行控制效果评价; 作业工人职业健康检查根据《职业病防治法》和《职业健康监护技术规范》的有关要求, 一般为每年一次。目前我国公布的烃类有机溶剂职业接触限值见表 4。

表 4 我国目前公布的烃类有机溶剂职业接触限值

mg/m³

卫生限值	正己烷	正庚烷	戊烷	辛烷	壬烷	溶剂汽油	环己烷	苯	甲苯	二甲苯	乙苯	萘	萘烷
PC-TWA	100	500	500	500	500	300	250	6	500	50	100	50	60
PC-STEL	180	1 000	1 000	750	750	450	375	10	100	100	150	75	120

PC-TWA 时间加权平均容许浓度; PC-STEL 短时间接触限值

4 现场急救应急措施

事故通常是由于有机溶剂泄漏后(如跑、冒、漏、滴等)遇明火或高热等引起的燃烧、爆炸。烃类有机溶剂燃爆事故现场一般有较高浓度的烷烃、脂环烃或芳烃, 以及燃烧后生成的一氧化碳或二氧化碳等气体, 短时间内大量吸入可引起麻醉、中枢神经系统抑制和窒息等, 致人或动物在短期内死亡。因此事故现场急救时应在条件许可的前提下, 尽量充分做好准备工作, 包括: (1) 抢救者的个人防护, 佩戴自供正压式呼吸器和化学防护服。(2) 急救, 立即转移患者至安全区新鲜空气处, 及时呼叫“120”或其他急救医疗服务中心, 告知事故涉及的有关物质。同时做好现场急救, 首先应尽快

清理污染衣物、清除口鼻残留物, 保持呼吸道通畅, 然后清洗污染皮肤和眼部, 注意保暖、安静; 有条件的应及时给予吸氧, 必要时进行人工呼吸。皮肤污染的可用肥皂水和清水冲洗, 至少 15 min; 眼部接触的先提起眼睑, 然后用慢速流动清水或生理盐水冲洗, 至少 15 min。(3) 现场疏散, 根据事故现场的实际情况, 结合当时的风向判断出涉险隔离区, 四周疏散隔离, 尤其是下风向的撤离, 尽量安排停留在上风向安全区域。(4) 火灾或泄漏处理, 及时堵漏, 尽可能远距离或遥控水枪等灭火, 注意防止容器爆炸和灭火消防用水污染(防流入下水道、地下室、容器罐内等)引起二次燃爆。

急性一氧化碳中毒迟发脑病 1例报告

A case of delayed encephalopathy in
acute carbon monoxide poisoning

李玲, 王广松

(贵州省疾病预防控制中心职防所, 贵州 贵阳 550008)

1 病例介绍

患者, 男, 42岁, 某施工局隧道内台车工, 长期在隧道内工作。14年前在隧道内进行放炮爆破工作时, 因为隧道内的通风设备出现故障, 吸入大量一氧化碳, 造成急性重度 CO中毒。当时出现昏迷并有呕吐以及大、小便失禁, 立即送到当地医院进行抢救, 并于 3 d后意识转为清醒, 但仍有头昏、头痛等症状, 在家休养, 一个月后突然出现短时意识丧失, 并有间歇大小便失禁, 嗜睡、失语、发呆以及手足不自主抽搐等表现, 立即送至我院住院治疗。入院时体格检查: T R R正常, BP 120/80 mm Hg 一般情况尚可, 慢性病容, 表情呆滞, 双目无神, 意识模糊呈痴呆状态, 反应迟钝, 被动体位, 双侧瞳孔等大等圆, 对光反射存在。双肺呼吸音清晰, 未闻及干、湿性啰音, 心率 82次/min 律齐, 未闻及病理性杂音, 腹部平软, 肝、脾未触及。神经系统检查: 手颤、舌颤、眼睑颤阳性, 全身性肌力减退, 肌力 3~4级, 四肢肌张力增强(系因锥体外系受损而出现的帕金森氏综合征的表现), 指指、指鼻试验不准确, 昂白氏征阳性, 轮替试验不能, 前进、后退试验不稳, 顿坐试验阳性, 双侧膝反射亢进, 肱二头肌反射增强, 肱三头肌反射增强, 病理反射未引出。

入院检查脑电图示中度异常脑电图, 头部 CT双侧基底节可见略低密度区。根据 GBZ23-2002《职业性急性一氧化碳中毒诊断标准》, 诊断为职业性急性一氧化碳中毒迟发脑病。

患者入院后应用高压氧治疗 2个月, 每天 1次, 每周 3次, 高压氧压力为 2~2.5 kPa 吸氧 50 min 中间休息 10 min 口服美多巴每次 125 mg tid 以后逐渐缓慢加量, 达到维持量每次 250 mg 同时给予脑活素 20 ml 加入 5%葡萄糖 250 ml 静脉滴注, 胞二磷胆碱 500 mg 加入 5%葡萄糖 250 ml 静脉滴注, 每日 1次, 10 d为一疗程, 上述两种药物交替应用, 间隔休息 10~20 d 辅助治疗应用 ATP 辅酶 A 以及维生素类药物。治疗 2年后病情明显好转, 自动体位, 面部表情自如, 大、小便自理, 简单问话可以回答, 走路缓慢, 无手颤、舌颤、眼睑颤, 手足无抽搐。

2 讨论

本例为典型的 CO中毒迟发脑病, 有急性中毒期、假愈期及突然出现的锥体外系损害表现。急性 CO中毒迟发脑病病程较长, 并且有相当数量病人有精神神经后遗症, 严重影响患者的生存质量, 给家庭和社会带来沉重的负担。因此, 建议提高劳动者的自我防护意识, 增强个人防护的自觉性。广泛宣传常见急性职业中毒的急救知识, 培训基础职业卫生服务内容, 使广大劳动者了解工业生产与健康危害相关的职业卫生知识。加强工作场所的通风设备、设施, 及时检修和维护, 发现有薄弱环节立即修复, 防患于未然。工作场所设立一氧化碳报警器, 一旦空气中 CO含量超标, 立即报警, 及时防范中毒事故的发生。对于重度 CO中毒的患者要给予系统、彻底的治疗, 延长吸氧的时间, 不宜过早停药, 急性 CO中毒经过抢救意识恢复后, 应该充分休息, 不宜过早活动, 以避免机体耗氧量的增加, 使大脑进一步缺氧。