



# 室内空气污染概述



## 室内空气污染概述

室内空气污染对人类（尤其是儿童和敏感人群）的健康、舒适度、学习和生产力可能产生的威胁，我们均有所耳闻。为此，许多制造商重新调整产品以降低污染，却仍苦于没有通用的室内空气质量(IAQ)法规和标准。世界各地的生态标签标准和产品认证服务标准仍存在显著差别，这使得目前复杂的室内空气污染问题进一步复杂化。此外，建筑设计人员、专家和消费者受到铺天盖地的信息的挑战，建筑师、专家及消费者正面临着信息超载的挑战，相互矛盾或未被证实的市场宣传内容（“漂绿”）充斥其中。

在众多与室内材料和产品相关的室内空气污染物中，对其中最普遍和最危险的污染物种类进行研究，能够帮助企业真正布局健康室内环境的创建与维持战略。

### 挥发性有机化合物 (VOC)

挥发性有机化合物(VOC)是来源于产品和建筑材料的最普遍的室内空气污染物。例如，UL 空气质量科学测试机构(UL AQS)已经对2000多种不同环境下的65000多种不同材料和家具释放物中的VOC含量进行了测定，并在对产品排放物研究中识别了12000多种独特的VOC，这些VOC中的大多数已经在建筑物中发现。表1和表2分别列出了绿色建筑和学校中最常见的VOC。

越来越多的研究表明，普通室内材料和涂饰的化学排放物具有多种副作用，包括哮喘、肺部感染和过敏等症状的风险增加(Mendell 2007)。其中还涉及清洁产品、某些个人护理产品和其它消费者产品中的化学物质。一项特别惊人的发现表明，某些化学物质在含量极低时也对健康有影响。研究已经发现，在家中和学校中接触非常少量的VOC和某些工业化学物质就会扰乱内分泌系统（激素）、基因激活和大脑发育（参见下文邻苯二甲酸酯）。





关注的化学物质	最常见化学物质
乙二醇	甲苯
己烷	二甲苯
甲基丙醇	十一烷
苯	苯酚
乙苯	壬烷
二硫化碳	十二烷
四氯乙烯	癸烷
三氯乙烯	环戊硅氧烷
二氯甲烷	环己烷
萘	乙苯
苯酚	三甲基苯
苯乙烯	乙酰苯
甲苯	乙苯
二甲苯	乙酸丙酯

表1 常见VOC (绿色商业建筑)

VOC	来源	VOC	来源
甲苯	清洁剂、建筑材料	己醛	清洁剂、粘合剂、除臭剂、柜子
二甲苯	清洁剂、建筑材料	2-丁氧基乙醇	木柜、清洁剂、油漆
硅氧烷	蜡、抛光剂、除臭剂	乙醇	清洁剂、消毒剂
甲醛	家具、天花板瓷砖、木架、柜	TXIB	塑料、油漆
己烷	标记物、清洁剂	乙醛	塑料、油漆、泡沫绝缘
丙酮	标记物、工艺品	长叶烯	清洁剂、木制产品、地板
1,4-二氯苯	清洁剂、除臭剂	萘	粘合剂、工艺品、橡胶地板

表2 学校常见VOC



## 甲醛

甲醛广泛用于生产建筑材料和家居产品，它也是燃烧和某些自然过程的副产物。甲醛主要来源于压制木制品，如刨花板、胶合板和中密度纤维板(MDF)，通常被用于地面、家具、架子、柜子、纸质产品和装饰性织物和纺织品，此外，它还作为杀生物剂应用于一些油漆、涂料、粘合剂和个人护理产品中。

根据在住宅和学校中收集的350多次测定结果，UL AQS研究发现，家中甲醛的典型浓度范围是0.03 ppm - 0.08 ppm。学校甲醛的平均浓度是0.04 ppm，新建学校或最近翻新或改造的学校环境中甲醛含量达到0.14 ppm。有些人对甲醛非常敏感，而其他人则对同样浓度的暴露环境毫无反应。甲醛可能产生的其他健康威胁包括咳嗽、疲劳和严重的过敏反应。高浓度的甲醛还会引起哮喘发作。

## 半挥发性有机化合物(SVOC)

半挥发性有机化合物(SVOC)是所有挥发性有机化合物(VOC)中挥发性最低、最不可能释放到空气中的物质(参见表3)。在目前已经发现的存在于室内空气中的VOC里，SVOC只占VOC总量的极少部分。尽管如此，材料和产品的SVOC排放仍得到了极大关注，因为这些化学物质可附着在室内的各种表面上，如大气悬浮颗粒、灰尘和人体皮肤上。当这些颗粒随着人们的深呼吸进入肺部时，SVOC对人体健康产生威胁。被归类为SVOC的邻苯二甲酸酯是一个很好的例子。其它增塑剂(如双酚A和三氯生)、阻燃剂、全氟化合物、杀虫剂、燃烧产物、防污剂和传热液也是SVOC，并且可能附着在颗粒上。

说明	缩略语	沸点范围 (°C)	示例化合物
极易挥发性有机化合物 (气体)	VVOC	<0 - 50 - 100	丙烷、丁烷、甲基氯
挥发性有机化合物	VOC	50 - 100 - 240 - 260	甲醛、右旋柠檬烯、甲苯、丙酮、甲苯、乙醇、2-丙醇 (异丙醇)、己醛
半挥发性有机化合物	SVOC	240 - 260 - 380 - 400	杀虫剂 (DDT、氯丹)、增塑剂 (邻苯二甲酸酯)、阻燃剂 (PCB、PBB)

表3 VOC分类 (摘自WHO)\*

- 世界卫生组织, 1989, “室内空气质量: 有机污染物质”, 1987年8月23-27日柏林WHO大会报告。
- 欧盟报告和研究所<sup>111</sup>, 哥本哈根, 世界卫生组织欧洲地区办公室, 美国EPA2010中发布。
- “室内空气质量介绍: 挥发性有机化合物”, 美国国家环境保护局网站, 2010年12月3日最后更新, 可从[www.epa.gov/iaq/voc2.html#8](http://www.epa.gov/iaq/voc2.html#8)在线获取。

## 邻苯二甲酸酯

邻苯二甲酸酯用于增加塑料(如聚氯乙烯(PVC))的柔韧度或弹性,有时也用于溶剂中。邻苯二甲酸酯在几百种产品中使用,包括乙烯基地板、粘合剂、洗涤剂、润滑油、汽车塑料、胶衣(如雨衣)和个人护理产品(如肥皂、香波、发胶和指甲油)。1999年前,邻苯二甲酸酯还用于奶嘴、软玩偶和牙胶(CDC 2005)的制造。邻苯二甲酸酯的应用范围极广,影响也十分明显:研究人员发现,绝大多数美国人体内均含有邻苯二甲酸酯,其中妇女和6-11岁儿童体内含量最高。邻苯二甲酸酯会扰乱内分泌系统和生殖系统,并且与肝癌有关(CDC 2005)。某些邻苯二甲酸酯还与过敏症的持续症状增加和过敏性鼻炎、湿疹和哮喘有关(Mendell 2007)。

## 颗粒

正如上文所述,颗粒是人类接触半挥发有机化合物(SVOC)的导体,但它们本身也会给人体带来严重的健康风险。它们大小不一,从极小(0.001 μm - 10 μm)(可以在空气中停留很长时间)到相对较大(100 μm)(无风时在空气中很快沉淀下来)不等。吸入颗粒会刺激眼

睛、鼻子和喉咙，增加呼吸道感染的风险。其中吸入超细颗粒（小于 $2.5\ \mu\text{m}$ ）会产生长期影响，成为医疗专家的重点关注对象，因为它们会深入并嵌入肺部长达数年，甚至可被吸收到血液中。接触高浓度超细颗粒还会患上呼吸道疾病，如哮喘、肺炎和慢性阻塞性肺病（COPD），包括慢性支气管炎和慢性阻塞性肺气肿。较大颗粒（大于 $10\ \mu\text{m}$ ）的影响没有超细颗粒大，因为它们会被截留在鼻腔和咽喉内，并通过咳嗽或吞咽而从呼吸道清除出去（《ALA空气滤清器特别报告》）。导致颗粒产生的来源较多，包括纤维材料或脱落材料、运行的设备（如打印机和其它影像装置）、某些洗涤化学物质与臭氧的反应。

## 多溴联苯醚 (PBDE)

多溴联苯醚 (PBDE) 是一类广泛使用的溴化阻燃剂 (BFR)。它们被添加到塑料中，用于电视、计算机和其它电子产品、建筑材料、家具、泡沫、纺织品和衣物。其中应用最广的为电子电气设备，占溴化阻燃剂应用的50%以上。人们已经发现，溴化阻燃剂会扰乱实验动物的内分泌系统。在人类大脑发育期间（出生后到两岁之间）这些内分泌扰乱还会损害神经细胞。此外，PBDE的化学结构与多氯联苯 (PCB) 非常接近，后者已被确定具有毒性效应，包括先天缺陷、癌症、甲状腺失调和神经损伤 (Birnbaum and Staskal 2004)。

## 其它污染物

其它受到重点关注的室内污染物包括臭氧、燃烧气体（一氧化碳和氮氧化物）、烟草烟雾、杀虫剂、氡和微生物（如霉菌和动物过敏原）。然而，这些污染物一般与材料和家具无关，因此，未包括在本技术简报中。

有关这些污染物的更多信息请访问

<http://www.aerías.org/DesktopDefault.aspx?tabindex=3&tabid=79>。

要了解更多信息，请参看UL AQS白皮书《常见产品中的化学物质：儿童健康风险业务 (Chemicals in COMMON Products: Risky Business for Children's Health)》，该白皮书可从 Aerías - AQS室内空气质量资源中心 (aerías.org) 的“优质内容”标签页免费获取。

## 室内空气质量规范

仅在美国，登记使用的化学物质就有8万多种，其中6.2万种不受《有毒物质控制法案》(TSCA) 的约束，不需要进行强制性测试。据加州政策研究中心报道，每年大约有2000种对人体健康有害的新化合物被引入到商业应用。根据《有毒物质控制法案》规定，美国国家环境保护局已对近200种化学物质提出测试要求，并仅对5种化学物质进行限制 (Wilson等人，2006年)。在儿童产品方面，《2008年消费者产品安全改进法案》明显加强了消费者产品安全委员会在保护消费者和儿童免受危险产品损害方面的作用，但它仅针对损害儿童健康的几种工业化合物。

以上为室内空气质量规范的情况，大多处于联邦一级层面。不过，各州已经开始意识到室内环境污染对儿童有非常强烈的危害，并开始立法限制儿童接触室内污染物 (Zajac等人，2009年)。

## 源头控制仍然是保持健康室内环境的最佳策略。

专家们认为，源头控制是消除室内环境污染物的唯一有效方式。他们认为彻底消除室内空气污染物通常是不可行的或不切实际的，更为现实可行的目标是采用VOC排放浓度低的建筑材料、家具、饰面、办公设备、清洗产品和系统。

《GREENGUARD产品指南》中列出了符合室内空气质量污染物指导标准的产品，

它们通过定期测试以保证化学物质和颗粒排放物的达标。本指南可通过UL旗下的GREENGUARD环境研究所 (GEI) 的网站 ([www.greenguard.org](http://www.greenguard.org)) 进行免费访问。

要了解更多UL AQS可以提供的服务，请访问我们的网站: [www.aqs.com](http://www.aqs.com)，或致电(770) 933-0638了解我们的产品评估服务。要了解更多有关挥发性有机化合物 (VOC)、颗粒物和其它室内污染物的信息，请访问UL AQS-Aerías 室内空气质量资源中心，同时也能通过UL AQS网站或 [www.aerías.org](http://www.aerías.org) 进行了解。

## 引用文献

ALA空气滤清器特别报告: 类型、有效性和健康影响。可从[www.lungusa.org/site/pp.asp?c=dvLUK9OoE&b=39289](http://www.lungusa.org/site/pp.asp?c=dvLUK9OoE&b=39289)在线获取。

Birnbaum LS, Staskal DF. 2004. 溴化阻燃剂: 关注的原因? 《环境与健康展望》112(1): 9 - 17, 2004年1月。

Bornehag CG, Sundell J, Weschler CJ et al. 2004. 儿童哮喘和过敏症状与室内灰尘中的邻苯二甲酸酯之间的关系: 巢式病例对照研究, 环境与健康展望, 112(14): 1393 - 1397, 2004年10月。

疾病控制和预防中心 (CDC) 2005, 关于人类接触环境化学物质的第三个国家报告, 2005. 疾病控制和预防中心, 乔治亚州亚特兰大, 2005. 可从 <http://www.cdc.gov/exposurereport/default.htm> 在线获取。



Mendell M. 2007. 住宅化学释放物成为儿童呼吸系统和过敏影响的风险因素: 综述, 室内空气杂志 17: 259 – 277, 2007年8月。可从<http://pt.wkhealth.com/pt/re/inai/abstract.00025549-200708000-00002.htm;jsessionid=KBKLLvWkcFwFQOMCBY66gZWCrsl13g5hGZt92mrJy7V6sQ1G6xYb!-670034922!181195628!8091!-1>在线获取。

Waldman, P. 2005. “风险水平, 少量常见工业化学物质确实增加健康问题”, 《华尔街杂志》, 2005年7月25日, 纽约州, 纽约, 2005。

Wilson PM、Chia DA和Ehlers BC. 2006. “加利福尼亚绿色化学: 化学品政策和创新的领导框架”, 提交加利福尼亚参议院环境质量委员会和加利福尼亚环境安全和有毒材料大会委员会, 加州政策研究中心, 加州伯克利, 2006。可从<http://www.ucop.edu/cprc/documents/greenchemistryrpt.pdf>在线获取。

Zajac L、Sprecher E、Landrigan P等人, 2009, 有关预防神经发育障碍性疾病和哮喘的美国州环境法律法规的系统综述。《环境健康》, 2009年3月26日。可从 [www.ehjournal.net/content/8/1/9](http://www.ehjournal.net/content/8/1/9)在线获取。

版权所有(C) 2011 UL LLC



是UL LLC的注册商标。

Copyright (c) 2011 UL LLC. All Rights Reserved. UL and the UL logo are trademarks of UL LLC.

### UL白皮书的全文使用

以下条件, 可免费使用和传播UL白皮书:

- 整体打印白皮书
- 不允许有任何对原文、标题或注解的增补、删减或变动
- 注明原始材料来源UL LLC
- 所有内容均受版权保护且遵照以下版权声明: **版权属UL LLC全权所有**

### 摘录或引用

以下条件可引用文本内容:

在不变动内容及标注信息来源属于UL LLC的情况下, 可简短摘录或引用文本内容。

更多信息详情请访问<http://www.ul.com/china>