

建筑室内环境污染物质甲醛全过程控制研究

徐红娇

常州市建筑科学研究院集团股份有限公司, 江苏 常州 213000

[摘要]室内装修行业随着业主需求的多样化发展美观度不断提升,但是随之而来也引发了一系列健康性和环保性的问题,很多新装修的室内环境中都面临着不同程度的空气污染问题,污染物种类较多,其中甲醛这一危害物备受各界关注。为加大室内环境甲醛污染物的严格控制,提高室内环境健康环保水平,降低甲醛污染物的浓度,文中在分析甲醛的危害以及来源的前提下,重点探讨了甲醛污染物的预防和治理措施,以期对相关工作者以及业主提供参考。

[关键词]建筑;室内环境;污染物;甲醛;全过程控制

DOI: 10.33142/aem.v4i11.7383

中图分类号: TU834

文献标识码: A

Study on the Whole Process Control of Formaldehyde in Indoor Environment

XU Hongjiao

Changzhou Architectural Research Institute Group Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, 213000, China

Abstract: With the diversified development of the owners' needs, the indoor decoration industry continues to improve its aesthetics, but it has also caused a series of health and environmental protection problems. Many newly decorated indoor environments are faced with varying degrees of air pollution, and there are many kinds of pollutants, among which formaldehyde, a hazard, has attracted much attention from all walks of life. In order to increase the strict control of formaldehyde pollutants in the indoor environment, improve the health and environmental protection level of the indoor environment, and reduce the concentration of formaldehyde pollutants, on the premise of analyzing the hazards and sources of formaldehyde, this paper focuses on the prevention and treatment measures of formaldehyde pollutants, with a view to providing reference for relevant workers and owners.

Keywords: architecture; indoor environment; contaminants; formaldehyde; whole process control

1 甲醛的危害和来源

甲醛是一种无色的具有刺激性的有机化学物质,对人体有着很大的危害性,人体长期处于超标浓度的甲醛环境中会导致呼吸道受到刺激出现哮喘、肺气肿等问题,还可能引发眼睛刺痛、头痛等诸多健康问题。长期吸入甲醛会导致人体出现慢性中毒,如果严重还可能引发气胸、白血病等诸多疾病。不过甲醛的粘合性很好,所以其常常应用于很多装饰装修材料中。当前甲醛存在于大部分装饰材料中,比如涂料、家具、人造板、纺织品等。甲醛可以将这些材料的防火性、防水性显著提升,所以大多室内装饰装修所用材料都需要将甲醛作为原材料,这就导致室内环境必然会存在一定的甲醛污染问题。可见,室内空气污染中,甲醛污染是一种较为普遍的污染物,同时,甲醛释放的时间较长,不容易被察觉,具备长期性和潜在性的特定。有相关研究者曾经进行调查,室内家具、装饰材料中甲醛的释放周期可能长达 3-15 年。

2 甲醛污染问题全过程控制研究

2.1 事前装修设计阶段预评价

国家针对室内环境控制颁布了针对性的标准,即《民用建筑工程室内环境污染控制标准》(GB50325-2020),项目建设单位和政府监管部门以该标准验收并且监督新建、改建、扩建的项目。如果室内环境污染物质比标准限制超标

那么会面临十分复杂的治理措施,前期建筑设计阶段如果没有经过客观地评价、缺乏对室内环境污染物的控制很容易在后期出现污染物超标的问题,需要浪费更多的资源进行污染治理,还可能耽误业主的使用。在国民思想意识不断提高的背景下,无论是国家还是国民对装饰装修环保性要求有着越来越严格的要求,但是装修后大多室内环境依然存在一定的污染问题,导致这种情况的主要因素是室内装修材料“负荷量”较大。为此,应科学地预测装修设计方案,明确装修方案中的污染源,这对于污染物浓度的控制有着深远的意义。在前期装修方案设计阶段,设计人员应根据谁方案内容客观地评价方案合理性和甲醛等污染区情况,通过合理地分析预测反馈预测结果,并且积极采取调整措施,修改完善设计方案,有效控制室内空气污染物浓度。

2.2 事中样板间控制

有的室内装饰装修有着较大的建设规模,尤其是一些精装修住宅项目当中,很多室内装修为标准化统一施工,通过事前设计阶段客观地预测评价设计方案,希望降低污染问题,但是在具体施工中受到复杂的施工工艺、材料等因素的影响,甲醛污染物依然会存在,甚至浓度超标,比如材料批次、材料生产时间、施工工艺等均会对室内甲醛浓度产生不同程度的影响。在设计阶段预评价之后大范围

施工之前,需要通过样板间检测分析装修后寺内空气环境污染情况,如果存在问题需要进一步调整优化设计方案和施工方案。样板间污染物的代表性较强,通过精准地预测样板间的甲醛浓度可以有力指导后续污染物浓度控制工作。为此,应合理做好样板间工程的施工污染物控制措施,进而为后续施工活动提供指导。

比如在某医院病房装修设计预评价中,通过装修医院普通病房样板间,在完工后七天检测室内空气中甲醛浓度,得到结果为每立方米为 0.065mg,和标准要求相符合。该结果相比于装修设计阶段内室内环境甲醛污染物浓度预测值稍大,这主要是因为该工程施工中使用的辅料较多,比如在安装门窗过程中使用的胶黏剂加多,导致室内甲醛污染物浓度比预测值超出。总之,检测值较为接近预测值,证明预评价是一种行之有效的方法。

2.3 事后污染物控制处理

2.3.1 甲醛检测方法

甲醛有着较大的危害性,所以备受人们的重视,当前甲醛污染难以避免,所以很多研究者从甲醛的治理入手,探索出一些精准可靠的甲醛方法,并且为甲醛的治理提供参考。当前分光光度法,电化学法,传感器法,色谱法等都是常见的甲醛检测方法。

(1) 分光光度法

该方法主要原理是检测试剂和甲醛会生成一定颜色的中间物质,在特定波长范围内利用比色法可以将甲醛浓度确定,常见检测方式主要为 AHMT 法、乙酰丙酮法以及酚试剂法。其中乙酰丙酮法有着较高的精确度和良好的稳定性,但是需要大约 1 小时方可显色,需要耗费的时间较长,所以在对检测时间要求较高的工作中不适用。酚试剂方法有着较为简单的实验方式,检测浓度范围较大,速度相对较快,但是容易受到温度环境的影响。AHMT 法有着较高的选择性和特异性,在具体应用中不容易受到其他共存的醛类物质干扰,但是有着较差的可操作性。

(2) 电化学法

电位法和极谱法是常见的电化学检验法,其中电位法主要是通过膜电极改变溶液中的离子浓度,溶液中电极存在电位差,根据电位差数据可以判断甲醛浓度。极谱法测定甲醛浓度主要是利用极谱波。有相关研究者层利用吸附极谱法对膜细胞中的甲醛含量进行测定,结果显示峰值电流和甲醛浓度之间呈现线性关系。

(3) 传感器法

电化学、生物燃料传感器是当前主流的传感器检测法。谭和平等人验证了 BH-1 型甲醛测定仪检测结果,认为该仪器能够基本满足国标要求的甲醛检测要求,可以党校使用酚试剂分光光度法。Korpan Y I 等人研制的甲醛选择性生物传感器主要借助 p H 敏感场效应晶体管。

(4) 色谱法

气相色谱法和液相色谱法是两种色谱检测方式, Fan

Y Q 等人监理的气相色谱分析方法主要是通过利用水溶液采集空气中的甲醛,然后利用毛细管气相色谱将室内甲醛浓度现象关系曲线描绘出来,有着较高的精确性。向仲朝等人建立的液相色谱测定方法对室内甲醛浓度进行测定时,能够将低浓度测定出来。

总之,在室内环境污染物甲醛含量测定中,上述四类方法都可以得到较为精准的测定结果,但是实验室的专业检测手段很难推广应用到广大群众队伍当中,所以相关学者在未来应当针对甲醛检测研发一些简单的容易操作的检测方法,当前市场上已经存在一些简单的甲醛检测产品,比如管迎梅等人研发的甲醛检测试纸主要利用的是 AHMT 分光光度法,在碱性环境下甲醛会出现特定的显色反应,通过和试纸色泽深度进行对比能够将甲醛含量基本测定。

2.3.2 甲醛的治理技术

(1) 物理吸附技术

①活性炭吸附法

活性炭是一种价格低廉、使用便捷的去除甲醛的方法,但是经过一段时间后活性炭吸附甲醛的能力会降低,直到达到饱和状态。当前很多研究者开始研究改性活性炭,通过改性处理可以协同利用其物理吸附和化学反应作用。比如华东理工大学姚炜屹等人深入研究分析了热处理后和氧化改性后活性炭的比表面积、含氧官能团活性纤维、孔结构等性能,认为经过氧化改性处理后的活性炭能够吸附更多的甲醛,Boehm 滴定实验和回归分析后证明 ACF 样品甲醛吸附能力提升主要是因为改性后的活性炭的酸性含氧官能团数量大大增加。酸性含氧官能团中的亲水基团十分有助于提升活性炭吸附甲醛的能力。其中改性提升效果最为明显的当属浓 HNO_3 。刘耀源、邹长武经过研究认为改性处理后可以增大活性炭的平均孔径,可以提高其表面酸性官能团含量,进而将其吸附量和吸附时间提高。蔡林恒借助 $\text{KMnO}_4/\text{MnSO}_4$ 改性处理竹炭后媳妇甲醛,对甲醛溶液初始浓度、吸附剂量、媳妇温度、时间等进行细致地分析,明确了影响竹炭吸附甲醛性能的因素,结果显示竹炭吸附效果的最好条件为甲醛溶液浓度 42 mg/mL,改性竹炭用量 17 mg/mL、温度 313 K,吸附时间 5 h。朱燕、李亮等对活性炭进行铵盐、碱盐改性处理后能够将低浓度甲醛去除,结果显示二次改性可以进一步将其吸附效率提升。

②氧化硅吸附法

在甲醛吸附治理中还可以发挥二氧化硅气凝胶的作用,该材料吸附甲醛的效果也十分良好。王俊婷利用氨基化和酸处理过程制作的气凝胶经过实验验证发现,经过处理后的复合凝胶有着更强的吸附甲醛的效果,其吸附作用比同等用量的活性炭材料吸附的甲醛量更多。

(2) 化学反应技术

和物理吸附方法不同,化学反应技术主要是使用可以和甲醛发生化学反应的物质,其中最为常见的分别为光触媒材料、强氧化剂类的具有氧化还原作用的产品、封闭型

吸附产品以及化学聚合性产品, 化学反应技术的治理效果较好, 不会反弹, 速度快, 是当前较为理想的治理甲醛的方式。

光触媒技术在甲醛污染治理中有着十分良好的应用效果, 并且未来发展前景十分可观, 其主要是借助光照催化用纳米级别的二氧化钛氧化分解部分有机污染物, 该技术可以在常温常压下将有害物质高效分解, 能耗低, 产生的二次污染较小。当前市面上存在很多光触媒技术的治理甲醛的产品, 在甲醛治理中应用化学聚合型产品可以和甲醛发生反应形成新的物质, 进而彻底清除甲醛。室内装修中应用化学治理技术可以有效降低板材等材料中游离甲醛。材料吸附封闭型产品主要是将人造板中各种甲醛彻底清理干净, 利用生成的膜将其封闭在材料内部, 避免其释放危害室内人员身心健康, 该方法虽然有着十分明显的效果, 但是治标不治本。

(3) 等离子体技术

等离子技术在室内甲醛污染治理中主要利用的是甲醛和各种活性粒子之间的反应降解甲醛, 其主要包括物理反应和化学反应两类, 通过等离子技术可以逐渐消灭室内甲醛。当前等离子体的制造主要依赖于气态放电, 该技术虽然可以净化空气, 但是在分解甲醛过程中缺乏足够的效率, 有着较为复杂的分解工艺, 所用设备要求较高, 在治理甲醛过程中还可能生成二次污染物, 为此该技术并没有在室内装修甲醛治理中得到推广应用。

(4) 生物法

①植物法

该方法主要是借助植物的呼吸作用、光合作用、固化作用等进行甲醛的吸收治理。KOBAYASHI 等经过试验发现在甲醛治理中野生番茄叶片有着良好的治理效果。不同植物吸收甲醛能力存在很大的差异, 当前发现的吸收甲醛效果较好的常见植物包括波士顿蕨类植物、金石花、蜘蛛科植物、西班牙苔藓。ZHOU 等经过测试发现清除甲醛方面效果较好的植物有龙舌兰科、天南星科、百合科等三十多种植物, 其中较为常见的包括吊兰、绿萝、文竹等。植物治理甲醛虽然有着十分简单且环保的操作, 但是需要消耗较长的时间, 并且吸收量存在很大不足。

②微生物法

该方法治理甲醛主要利用的是微生物代谢分解作用。WEN 等提出了以生物膜填充塔方式治理甲醛的方式, 对不同操作条件下复合生物反应器去除甲醛的影响因素以及主要细菌群落结构演替特征进行分析, 发现虽然运行条件发生改变, 但是复合生物系统中, 相比于空白生物膜填充塔其降解甲醛的量依然较高, 通过深入分析发现在去除甲醛方面存在三种好养优势菌。GOLI 等研究发现以聚氨酯为填料在滴流床生物反应器中制备的生物膜能有效去除

空气中的甲醛, 在合适条件下, 甲醛的去除率高达 99%。微生物法去除甲醛效果好, 但微生物的生长条件较为严苛, 且不同的微生物对甲醛的去除效果也不相同, 拓宽微生物的生长条件以及培养分离出合适的微生物成为该方法的研究重点。

(5) 加强室内通风换气

室内通风换气是室内空气污染治理最为简单、经济、高效、可靠的方式, 通风可以及时降低室内甲醛的浓度, 所以如果条件允许, 可以经常开窗通风, 促进室内外空气交换, 通过这种方式及时改善室内空气环境质量。

3 结语

通过对我国室内甲醛检测和治理现状进行分析可知, 当前我国甲醛治理依然有着十分严峻的考验。我国室内装饰装修行业持续发展, 各种新型材料得到推广应用, 很多材料都会释放不同量的甲醛, 人体一旦吸入过量甲醛就会出现十分严重的后果, 为此, 应加大室内甲醛检测力度, 积极采取治理措施, 为使用者营造安全、健康、可靠的人居环境。

[参考文献]

- [1] 郭永利, 高艳, 王叶, 温泉. 住宅室内环境甲醛污染现状与防治措施[J]. 内蒙古石油化工, 2020, 46(7): 52-53.
 - [2] 魏志芳. 室内环境污染分析及甲醛检测技术运用[J]. 四川建材, 2020, 46(5): 17-31.
 - [3] 郭晶晶. 关于室内环境污染分析与甲醛检测技术应用研究[J]. 节能与环保, 2020(3): 93-94.
 - [4] 欧阳辉. 室内环境空气污染现状及防治策略探讨[J]. 节能与环保, 2020(1): 36-37.
 - [5] 赵长民, 寇渊博, 赵文威. 室内环境的污染检测与防治对策研究[J]. 河南建材, 2020(1): 32-33.
 - [6] 孔兰芬, 陈姗姗, 李圭, 潘晓花, 何瑞顶. 室内空气环境中甲醛标准溶液的筛选比对和确定[J]. 建材发展导向, 2019, 17(24): 105-108.
 - [7] 侯森. 室内环境甲醛的危害及控制措施探讨[J]. 科技风, 2019(32): 226.
 - [8] 赵莉. 浅析室内环境中甲醛的危害及检测[J]. 中国建材科技, 2019, 28(5): 39-42.
 - [9] 赵侠, 欧曙光. 装修材料与民用建筑室内环境空气质量[J]. 广东建材, 2005(9): 10.
 - [10] 莫伟恒. 南宁市新建民用建筑室内环境中甲醛含量调查[J]. 应用预防医学, 2009(9): 34.
 - [11] 赵侠, 欧曙光. 装修材料与民用建筑室内环境空气质量[J]. 广东建材, 2005(9): 10.
- 作者简介: 徐红娇 (1994.11-), 女, 淮阴师范学院, 常州市建筑科学研究院集团股份有限公司, 化学分析师, 助理工程师。