

Research on the Management and Control System for Nearly Zero-Pollution Interior Decoration

Long Wu Liuyang Yang Yuling Miao

CABR TECHNOLOGY CO.,LTD. Shanghai Branch, Shanghai, 200023, China

Abstract

With the continuous improvement of building interior decoration quality and the growing demand for healthy living environments, public attention to indoor air quality has significantly increased. Traditional refined decoration projects commonly face issues of excessive pollutants such as formaldehyde, TVOC, and MACHs, which pose health risks to occupants. In response, this paper proposes a near-zero pollution refined decoration management system based on whole-process control, aiming to achieve the goal of “ready for immediate occupancy upon delivery”. Through analysis and research on indoor air pollutants and the system of management control for nearly zero-pollution interior decoration, this study provides actionable technical solutions to implement the “Better Housing” concept.

Keywords

indoor air quality; nearly zero-pollution interior decoration;whole-process control;better housing

近零污染精装修管控体系研究

吴龙 杨刘洋 缪裕玲

中建研科技股份有限公司上海分公司, 中国 · 上海 200023

摘 要

随着建筑室内装修质量的持续提升和人居环境健康需求的日益增长,人们对室内空气质量的关注度显著提升。传统精装修工程普遍存在甲醛、TVOC和苯系物等污染物超标问题,对使用者的身体健康造成危害。为此,本文提出基于全过程管控的近零污染精装修管控体系,实现“交付即入住”的目标。本文通过对室内空气污染物和近零污染精装修管控体系进行分析和研究,为“好房子”理念的落地提供具有可操作性的技术解决方案。

关键词

室内空气质量,近零污染精装修,全过程管控,好房子

1 引言

2023 年 6 月,住建部住房和城乡建设部部长倪虹在中国城市高质量发展论坛上首次提出“好房子”的概念^[1],其特征为“绿色、低碳、智能、安全”的居住空间^[2]。由于人们在室内生活、学习和工作的时间超过 80%^[3],所以室内空气质量的好坏直接影响人体的健康^[4]。精装修建筑的室内空气污染问题对人们的健康产生严重的威胁,被列为对人类健康危害的五大环境因素之一^[5]。针对装修建筑室内空气质量污染的现状,本文提出采用近零污染精装修管控体系对精装修工程进行全过程管控,确保精装修建筑室内空气质量达到“好房子”绿色和安全的要求。

2 室内空气污染物、污染源和危害

近零污染精装修管控体系主要对室内空气污染物中的甲醛、TVOC、苯系物(苯、甲苯和二甲苯)进行全过程管控,其中甲醛和苯均是被 WHO 确定为致癌和致畸的污染物^[6]。

2.1 甲醛(HCHO)

甲醛主要来源于建筑装饰材料中的人造板、木地板、木制家具、木饰面、腻子、乳胶漆、油漆和胶黏剂等材料。甲醛对人体的危害主要变现为:会刺激皮肤和黏膜,并能与蛋白质结合。当人吸入高浓度的甲醛时,会引发呼吸道强烈刺激和水肿,同时造成眼部不适及头痛症状。甲醛还会引发妊娠综合症、降低婴儿的体质及胎儿畸形;当甲醛浓度严重超过安全限值时,会损害人体神经、免疫及肝脏等系统^[7]。

2.2 总挥发性有机化合物(TVOC)

TVOC 主要来源于装修材料中的腻子、木器漆、涂料、胶黏剂、结构胶和发泡剂等材料。TVOC 会散发出刺激性气味,它不仅会导致人体免疫调节功能异常,还会干扰中枢神

【作者简介】吴龙(1987-),男,中国江西乐平人,硕士,工程师,从事近零污染精装修研究。

经系统正常生理活动,引发头晕头痛、嗜睡乏力、胸闷气短等神经性症状。同时还能诱发消化系统紊乱,表现为食欲减退、恶心呕吐等临床反应;长时间吸入高浓度 TVOC 时,会造成肝功能损伤及造血系统功能障碍等严重器质性病变^[8]。

2.3 苯系物(苯、甲苯和二甲苯)

苯系物主要来源装修材料中的乳胶漆、胶黏剂及木制品使用的木器漆等材料。苯通过其代谢产物对人体健康造成危害,长期接触苯会引发骨髓损伤、基因缺陷、全血细胞减少、再生障碍性贫血,甚至引发白血病^[9]。甲苯被吸入人体后大部分会被肝、脑、肺、肾等器官代谢排出体外,会对神经系统产生损害。二甲苯经呼吸道、皮肤或消化道进入人体,部分会随呼吸排出体外,吸收的二甲苯大部分分布在脂肪组织和肾上腺中,然后依次分布于骨髓、脑组织、血液、肾脏及肝脏。此外,人体吸入大量的二甲苯会使人食欲减退、恶心、呕吐和腹痛,严重时还会引起肝脏和肾脏的可逆性损伤^[10]。

3 近零污染精装修管控技术

近零污染精装修管控体系是对建筑室内精装修进行全过程管控实现健康人居环境的前沿技术解决方案。在精装修设计阶段,采用室内空气质量模拟软件对甲醛、TVOC 和苯系物等主要污染物进行模拟计算,以确定装修材料的污染物限值;在精装修选材阶段,建立近零污染精装修材料库,采用低甲醛释放量和低 VOC 释放量的装修材料;在精装修施工阶段,从施工工艺的优化、室内污染物浓度实时监测、到现场工序检测,对室内精装修进行全过程和系统化的技术管控,从而实现“交付即入住”的目标。

4 近零污染精装修管控工作流程

近零污染精装修全过程管控工作流程共有十二个工作节点,具体是:①室内设计建模:结合户型和材料使用情况对项目不同户型进行建模;②深度模拟优化:采用 PKPM 室内空气污染物模拟软件对室内污染物进行模拟分析,优化调整选材和使用量,以期达到设计目标值,并得出各装修材料的甲醛和 VOC 释放量指标限值要求。③精装材料严选:按各装修材料指标要求筛选出符合要求的材料品牌。④二次深化设计:根据模拟结果对装修材料用量、空调和新风风口位置进行优化。⑤施工单位甄选:根据施工单位施工控制要求及材料要求,对精装修单位及材料供应商进行甄选。⑥管控方案制定:通过对项目进行实地踏勘,制定近零污染精装修管控方案。⑦施工单位入驻:施工单位配合设置管控区域。⑧严控材料进场:不仅要审核所有装修材料的污染物合格的检测报告,装修材料还需通过现场环境检测仓抽检合格后,才能允许进场。⑨施工过程管控:对无污染精装修进度进行严格管控,并对进场的主材和辅材进行严格管控;不定期对甲供材进行飞检。⑩施工工序现场检测:重点工序完成后,对室内空气进行抽检,工序抽检合格后,方可进入下一道工序的施工。⑪全屋检测:在精装修施工完成后,采用机械

通风进行空气冲洗,采用甲醛和 TVOC 手持设备对全区的室内空气质量进行全屋检测。⑫验收/交付管理:委托具有 CMA 和 CNAS 资质的第三方检测单位进行抽检,实现交付即入住的目标。

5 近零污染精装修管控措施

5.1 设计管控

采用 PKPM 的室内污染物模拟软件,将设计参数和装修材料污染物限值输入到模型中,对甲醛、TVOC 和苯系物(苯、甲苯和二甲苯)浓度进行模拟分析。模拟得出室内污染物浓度,对比预期值,优化调整选材和使用量,最后输出所有装修材料的甲醛释放量和 TVOC 释放量指标要求。

5.2 选材管控

按近零污染指标要求筛选出符合要求的材料品牌,制定材料管控方案,包含近零污染精装修施工各阶段的材料要求、施工要求和验收要求等;协助建设方招标采购意见的提资及审核,确保近零污染精装材料要求纳入招标文件中,协助建设方可以甄选出符合要求的材料供应商。

5.3 施工管控

5.3.1 近零污染精装修管控小组

在项目部成立以项目总为组长,项目管理和技术人员为组员的近零污染精装修管控小组。其中,组长作为第一责任人,负责近零污染精装修施工的组织实施及目标实现,并指定专项管理人员和监督人员,其中指导及监管人员由咨询单位驻场工程师担任。

5.3.2 派遣工程师驻场

为了更加高效、便捷的对施工现场装修材料的抽样检测,在现场搭建简易环境舱,对现场材料进行管控。不定期的对现场材料进行现场环境舱检测,出具检测服务报告,确保实际装修工程使用的材料污染物满足装修材料限值要求。

5.3.3 设置现场环境检测仓

项目正式启动前,需在项目场地设置现场环境检测仓,对所有进场材料进行抽检。根据装修单位提供的《物料进场计划》编制《装修材料现场抽检计划》,按照《装修材料现场抽检计划》对进场材料进行抽检,检测合格的材料才能允许进场使用;检测不合格的材料,则重新送样检测。

5.3.4 施工工序抽检

对精装修项目施工过程中人造板、饰面涂料、胶粘剂等涉及的主要工序进行现场抽检,明确甲醛和 TVOC 释放量是否达标。施工工序的抽样检查应随机选取样本,确保分布均匀且具有代表性,同时抽样数量不得低于规定的最低标准。在硬装与软装各工序完成后进行现场抽检,检测结果低于近零污染精装修指标要求。

5.3.5 施工日常巡检

项目每一类装修材料进场前,需对其进行抽样和环境仓检测,合格后方可进入施工现场。并在装修材料进入室内

后,进行随机抽样检测,确保材料符合指标限值要求。在每一道重要施工工序节点,对室内空气甲醛与TVOC浓度实施检测,并通过近零污染精装修施工日志进行记录。

5.3.6 健康空气实时检测智慧机器人实时监测

在室内精装修工程现场设置健康空气实时检测智慧机器人,对不同房间各项空气污染物浓度变化进行监测。该设备可24小时实时监测室内空气主要污染物浓度,包含甲醛、TVOC、CO₂、PM_{2.5}和PM₁₀,使整个装修过程空气质量透明化可视化。室内空气污染物浓度超过限定指标后,发送预警信号,针对性做出施工调整。

5.4 验收管控

精装修工程进入验收阶段,驻场工程师编写验收阶段的顾问工作细则,主动配合项目部组织设计、装修单位和有关各方对近零污染精装修施工验收要求的问题、责任进行调查和确认,找出原因所在,并进行整改。

5.4.1 首次保洁

制定精装修工程首次保洁方案,内容包含但不限于:

①明确建立保洁团队,包括清洁主管、一般清洁工作人员、专项消毒员;②梳理清洁设备配置;③清洁主管对清洁工作人员进行保洁培训,明确如何使用清洁设备以及清洁剂,清洁安全与注意事项等;④采用绿色健康清洁材料与产品,明确各部分绿色清洁程序;⑤保洁工作验收标准要求。项目采用清洁剂包含全能清洁剂、玻璃水、漂白水、洗洁精、高光面蜡、晶面剂、以及洁儿亮,产品中均不含苯系物。

5.4.2 空气冲洗

室内精装修工程结束后,进行开窗通风。自然通风安排在天气较好时间段,当遭遇恶劣天气时,提前通知现场施工人员紧闭门窗。开窗通风从工程完工后持续至项目首次精保洁完成前。在精装修竣工后与现场空气质量检测前对室内空间进行空气冲洗,采用工业风扇进行机械通风。在进行建筑空气冲洗期间,室内温度至少保持在26℃,相对湿度保持在60%以下,冲洗量达到每平方米楼面面积冲洗总量为4500m³。

5.4.3 全屋检测

精装修工程首次保洁和空气冲洗完成后,采用甲醛和TVOC手持设备对全部功能间的甲醛与TVOC污染物浓度

进行检测,检测结果显示全部功能房间均满足《项目室内空气质量目标》指标限值。

5.4.4 第三方检测机构抽检

委托具有CMA和CNAS资质的第三方检测单位对精装修工程5%以上的功能间进行现场抽检,提供合格的检测报告,并达到近零污染精装修验收要求。

6 结语

在新时代背景下,采用近零污染精装修管控体系对精装修工程进行全过程管控已经成为了必然的趋势。精装修工程室内空气污染物和管控措施有很多种,本文对近零污染精装修管控措施进行了具体阐述。近零污染精装修管控体系是提升建筑室内空气质量的关键技术,也是好房子建设的技术路径之一。

参考文献

- [1] 陈茹冰:2024年设计企业工作重点 抓住10个“热词”[J].中国勘察设计;2024年01期
- [2] 曹子云.(2025,04,01).“好房子”正从顶层设计走向万家灯火(电子版).中国新闻网.<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1828188225980616222&wfr=spider&for=pc>.
- [3] 李丽,朱琨.室内空气污染现状及防治措施[J].内蒙古环境科学,2008,20(2):72-77.
- [4] 吴培培.室内装修材料化学污染的来源及防治措施[J].当代化工研究,2018(1):88-89.
- [5] 王河熹.新装修住宅室内空气污染处理技术研究进展[J].当代化工研究,2017(9):76-78.
- [6] 张会群,涂明杨.室内空气中甲醛的危害及防治[J].广西轻工业,2008(2):69-70.
- [7] 李景舜,赵淑华.居室空气甲醛污染及对健康的影响[J].中国卫生工程学,2002(3):153-154.
- [8] 樊娜,刘聪,黄衍,等.我国健康建筑中VOC污染控制研究进展及思考[J].科学通报,2020,65(4):263-273.
- [9] 赵君彦.室内污染物苯系物危害现状及防治对策研究[J].技术应用与研究,2019.
- [10] 孙毓国.室内污染物苯系物危害现状及防治对策[J].北方环境,2012,27(5):234-236.