



高等教育“十二五”规划教材

室内环境检测与治理

税永红 陈光荣 主 编



科学出版社

高等教育“十二五”规划教材

室内环境检测与治理

税永红 陈光荣 主编

张丽微 吴菊珍 张雪乔 副主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以室内环境为核心,采用项目驱动模式,介绍室内环境检测与治理相关知识与方法。全书共分6个项目,包括室内环境检测与治理行业分析、室内环境检测与治理业务开展、室内环境污染分析及检测方案制定、室内环境主要污染物检测、室内空气污染控制与治理和职业情景模拟。本书内容深入浅出、通俗易懂,既有必须的基本理论知识,又有最新的室内环境检测标准及相关阅读材料。

本书既可作为高等院校建筑、环境、工业分析与公共卫生等专业的环境公共课教材,也可作为室内环境检测治理行业从业人员、室内环境检测治理职业资格和岗位资格培训人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

室内环境检测与治理/税永红,陈光荣主编. —北京:科学出版社,2015
(高等教育“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-03-045863-6

I. ①室… II. ①税… ②陈… III. ①室内环境-环境监测-高等教育-教材②室内环境-环境控制-高等职业教育-教材 IV. ①X83

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第231499号

责任编辑:张斌 王丽丽 / 责任校对:王万红

责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

百善印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年11月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015年11月第一次印刷 印张:18

字数:420 000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈百善〉)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62135319-2012

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

本书编写人员

主 编 税永红 陈光荣

副 主 编 张丽微 吴菊珍 张雪乔

参 编 陈 雷 刘曼红 王 梅 邱艳君 姚海雷

前 言

随着人们环保意识的不断提高,与人类身体健康直接相关的室内环境质量已成为公众关注的焦点。为了适应高等教育专业结构调整与教学改革的需要,满足室内环境检测与治理行业对人才的需求,编者结合高等院校教学、科研及实践经验,编写了本书。

全书共包括6个项目,项目1概述了室内环境污染现状,并分析了目前室内环境检测与治理行业现状;项目2介绍了室内环境检测与治理业务开展的相关知识;项目3阐述了室内环境污染分析及检测方案制定;项目4分别从室内有机污染物、无机污染物、颗粒物及放射性污染物几个方面介绍了主要污染物的检测;项目5介绍了室内空气污染控制与治理技术;项目6分别对两类与人们生活密切相关的室内环境的检测与治理职业情景进行模拟,以加强理论与实践的结合,为学生提供体验实践和感悟问题的综合情境。学生通过对各个项目的学习与训练,能实现并满足室内环境检测与治理行业对专门人才的需求。

本书项目1由成都纺织高等专科学校税永红、广西生态工程职业技术学院陈雷、四川化工职业技术学院邱艳君编写;项目2由税永红、广东建设职业技术学院陈光荣、成都元泽环境技术有限公司王梅编写;项目3由广西生态工程职业技术学院张丽微编写;项目4由税永红、陈光荣、四川工业学院吴菊珍、成都信息工程学院张雪乔编写;项目5由东北林业大学刘曼红编写;项目6由陈光荣、河南林业职业学院姚海雷编写;附录由税永红编写。由成都纺织高等专科学校蒋学军作文字校对。全书由税永红统稿。本书的编写参考了大量的文献资料,在此向相关文献的原作者深表谢意!

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正,并提出宝贵意见。

目 录

项目 1 室内环境检测与治理行业分析	1
1.1 室内环境污染现状	2
1.2 室内环境检测与治理岗位素质要求	13
1.3 室内环境检测与治理岗位技能要求	18
实践活动 1 室内环境检测与治理岗位需求调查	33
项目小结	33
课后自评	34
项目 2 室内环境检测与治理业务开展	36
2.1 室内环境检测实验室 CMA 认证	37
2.2 室内环境检测与治理业务开展	49
实践活动 2 室内环境检测与治理业务开展模拟	67
项目小结	68
课后自评	68
项目 3 室内环境污染分析及检测方案制定	69
3.1 室内空气污染分析	70
3.2 室内其他污染分析	79
3.3 室内空气检测方案制定	90
实践活动 3 室内环境污染调查分析	117
项目小结	118
课后自评	118
项目 4 室内环境主要污染物检测	120
4.1 室内主要有机污染物的分析测试	121
实践活动 4 室内空气中主要有机污染物测定	126
4.2 主要室内无机污染物的分析测试	141
实验活动 5 室内空气中主要无机污染物测定	152
4.3 颗粒污染物的分析测试	185
实践活动 6 空气中颗粒物的测定	196
4.4 放射性污染的分析测试	202
实践活动 7 室内空气中氡的测定	215
项目小结	225
课后自评	225
项目 5 室内空气污染控制与治理	227



5.1 室内空气污染控制技术.....	228
5.2 室内空气污染治理技术.....	241
实践活动 8 植物净化法治理室内空气污染.....	253
项目小结.....	256
课后自评.....	256
项目 6 职业情景模拟.....	257
6.1 乘用车环境检测与治理.....	257
6.2 新装修居室环境检测与治理.....	266
附录.....	273
附录 1 室内环境主要污染物的监测方法.....	273
附录 2 室内空气质量标准 (GB/T 18883—2002)	274
附录 3 申请计量认证/审查认可 (验收) 项目.....	275
附录 4 空气过滤器的形式及主要特征.....	278
参考文献.....	279

项目 1 室内环境检测与治理行业分析

学习目标

- (1) 了解我国室内环境污染现状、室内环境质量及室内环境检测与治理行业现状;
- (2) 了解室内环境检测与治理岗位特征、岗位所必需的职业道德与行业公约等;
- (3) 掌握该行业各岗位必备的通用技能、专业技能及职业技能,并能根据室内环境检测与治理行业的岗位情况设计本项目;
- (4) 了解相关的国家及行业标准和规范,并能应用于具体工程实例中。

相关知识

- (1) 室内环境与室内环境污染现状;
- (2) 相关室内环境国家及行业标准与规范;
- (3) 室内环境检测与治理行业具体岗位;
- (4) 室内环境检测与治理行业从业人员职业道德及行业公约。

案例导入

李先生买了一套三室两厅的精装修房,为了入住更安全,他让房产公司请有资质的单位对室内空气进行检测,并要其出示检测报告。房产公司找到有检测资质的 A 公司,由检测员小陈对房子进行检测。检测完后房产公司单独给了小陈 1000 元红包,并希望其出具检测合格的报告。小陈收了钱,并在 7 天后出具了检测合格的报告。

对于上述事件,通过学习本项目知识,你能说出检测员小陈犯了什么错误吗?能说出室内环境检测行业的职业道德及行业公约有哪些吗?

课前自测题

- (1) 室内环境主要污染物有哪些?
- (2) 室内环境检测与治理有哪些具体岗位?
- (3) 你认为室内环境检测与治理从业人员应具备哪些职业道德?
- (4) 你了解的室内环境国家标准及规范有哪些?



1.1 室内环境污染现状

世界卫生组织（WHO）报道，影响 21 世纪人类健康的四大因素分别是环境、老龄化、城市化和生活习惯。在这四大因素中，环境对人类健康的作用越来越显著。人类的疾病有 1/3 是由遗传因素决定的，另外 2/3 的疾病均可以预防和控制，而基因的改变与环境改变密切相关。

在经历了 18 世纪工业革命带来的“煤烟型污染”和 19 世纪石油和汽车工业带来的“光化学烟雾污染”之后，人类正经历以“室内环境污染”为标志的第三污染时期。室内环境污染也被称为现代城市的特殊灾害，国际上已经把室内空气污染列为对公众健康危害最大的环境因素。我国大气污染严重，约 3/4 的城市居民呼吸不到清洁的空气，通常情况下，室内空气的污染程度要比室外严重 2~5 倍，在特殊情况下甚至可达 100 倍，因此，我们只有充分了解室内环境污染现状，才能选择恰当的控制与治理技术，保护人类身体健康。

一、室内环境及室内环境污染

（一）室内环境

1. 概念

室内环境（indoor environment）是指人们工作、生活、社交及其他活动所处的相对封闭的空间，包括住宅、办公室、教室、医院、候车（机）室、交通工具及体育、娱乐等室内活动场所。

2. 分类

目前室内分析检测行业将室内环境分为以下四大类。

- （1）人居环境。居室、办公楼、会议室、酒店、网吧、电影院、旅馆、歌舞厅等。
- （2）交通系统。汽车、火车、地铁、飞机、轮船、电梯等交通工具。
- （3）医疗系统。医院、卫生所、保健院、门诊部、急救中心、防疫站等。
- （4）教育系统。教室、集体宿舍、培训中心、礼堂、食堂、图书馆等。

其中，人居环境是受关注度最高的室内环境，其次是交通系统。

人居环境是家庭团聚、休息、学习和娱乐的场所，人的一生约 80% 的时间是在人居环境所涉及的室内度过，因此人居环境质量的好坏，直接影响着人们的健康，决定了人们生活质量的优劣。

3. 室内环境构成

居室环境是由屋顶、地面、墙壁、门窗等建筑维护结构从自然环境中分割而成的小环境，也就是建筑物内的环境。人类历史上最早出现的居室环境是天然洞穴内的环境。原始人类从树上迁入洞穴的初衷是栖息，是为了躲避狂风暴雨和毒蛇猛兽等恶劣环境。



所以,洞穴是人类最原始的居室环境。随着人类社会科学技术的快速发展和人们对文化生活、社会交流活动等的诸多需要,住宅的建造形式和质量有了空前的提高,人类建造出了具有更多功能和各种类型的室内活动场所。虽然各种室内环境由于其不同的特定功能而在建筑设计方面各具特点,但在基本卫生要求方面,应该是一致的。

(二) 室内环境污染

1. 室内环境污染问题的由来

室内环境污染问题的由来可追溯到20世纪30年代,通风设施发明不久,在装有通风设施的建筑物内就出现了对室内空气质量(indoor air quality, IAQ)不适的人群,症状为头痛、恶心、疲劳、刺激、烦躁不安、易患伤风感冒以及过敏、哮喘等。由于不适人群中不同个体之间差异性较大,同时这些症状的空间性、时间性较强,当时人们并没有意识到这种病态建筑物综合征(sick building syndrome, SBS)的存在,许多人就在这种无名的痛苦中度过。

20世纪70年代以后,随着西方发达国家的人们在非产业环境(如办公室、居室)中度过的时间加长,越来越多的人出现了持续的SBS症状。据美国国家职业安全与卫生研究所统计,室内从业人员出现SBS症状的比例已由1980年的2%上升到35%~65%,这不仅给患者个人增加了医疗健康开支,也使企业的生产力大大下降,人们终于认识到这是室内环境污染带来的巨大危害。因此,从20世纪80年代开始,西方发达国家纷纷开展了关于室内环境污染问题的系统研究,并且正逐渐成为环境研究领域中的一个活跃的分支,室内环境与健康问题也成为公众瞩目的新热点。

现已证明,室内环境污染除能引起SBS症状外,长期接触室内污染物还有可能导致“三致”,即致癌、致畸、致突变。美国环保局现已将之列为除大气污染、工作间有毒化学品和水污染外的第四大环境健康危害。

2. 室内环境污染源

室内环境质量主要取决于室内气象和室内污染程度。室内环境从外界环境中分割而来,形成了相对封闭的小环境。这样的小环境,一方面具有一部分来自外界环境的有害因素;另一方面也由于空间小、功能多等原因,易聚集引发多种有害因素。

室内环境污染源包括室外来源和室内来源两方面。室外来源污染指通过空气或者人类自身携带进入室内环境而造成的污染;室内来源污染指人类室内活动及与人类室内活动有关的物体产生的污染。我国《室内空气质量标准》将室内空气污染物按其性质分为化学性、物理性、生物性和放射性四大类。

1) 化学性污染源

化学性污染主要分为无机类和有机类,而受人们关注度较高的通常为有机类污染物,如挥发性有机化合物(volatile organic compounds, VOC),包括甲醛、甲苯、苯、对二甲苯等,目前已鉴定出500多种,以TVOC表示其总量。挥发性有机物有臭味,具有一定刺激作用,能引起机体免疫失调及影响中枢神经系统功能,使人出现头晕、头痛、嗜睡、无



力、胸闷、食欲不振、恶心等症状，甚至可损伤肝脏和造血系统，使人出现变态反应等。

2) 物理性污染源

近年来，电视机、空调、电冰箱、微波炉、洗衣机、组合音响、家用电脑、家庭影院等现代高科技产品的普及为人们生活带来诸多便利与乐趣。但是，这些家用电器和电子设备在使用过程中会产生多种不同波长和频率的电磁波，充斥于居室空间内的电磁波对人体具有潜在的危害。

随着人们生活水平的提高，一些家庭在选择灯具时，喜爱选择一些豪华、耀眼的灯饰。殊不知，耀眼的灯光会危害人体健康和视力，甚至还会干扰大脑的中枢神经功能。

建筑陶瓷包括瓷砖、洗面盆和抽水马桶等，是由黏土、砂石、矿渣或工业废渣和一些天然辅助料成型涂釉再烧结而成。这些材料中或多或少含有放射性的钍、镭等，有些釉料中还含有较高放射性的锆铀砂。这些放射性物质会对人体造成体内辐射和体外辐射两种危害。用于装饰的天然石材花岗岩和大理石中有时也会含有高放射性物质，是室内环境质量的隐患。一般将天然石材的放射性分为三个等级，并根据其等级的不同而有不同的用途。

3) 生物性污染源

生物性污染是影响室内环境质量的一个重要因素，主要污染因子包括细菌、真菌（包括真菌孢子）、花粉、病毒、生物体有机成分等。这些生物污染因子中一部分细菌和病毒是人类呼吸道传染病的病原体，部分真菌（包括真菌孢子）、花粉和生物体有机成分则能够引起人的过敏反应。室内生物性污染对人类的健康危害很大，能引起各种疾病，如呼吸道疾病、哮喘。迄今为止，已知的能引起呼吸道感染的病毒就有 200 种之多，包括 2003 年肆虐的 SARS 病毒。这些感染源绝大部分是通过室内空气传播的，其后果可从隐性感染直到威胁生命。

4) 放射性污染源

自然界中原子核自发地放出不可见射线而转变成另一种原子核的过程称为衰变，这种现象称为放射现象，由此引起的污染称为放射性污染。放射性物质具有的共同特点如下：具有一定穿透物质的能力；人的五官不能感知，但能使照相底片感光；照射到某些特殊物质上能发出可见的萤火；通过物质时，可产生电离作用，从而对生物体产生影响。

室内放射性污染物主要是氡及其子体，来源包括地基土壤、建筑材料及燃料燃烧释放物。

二、室内环境质量

(一) 室内环境质量的重要性

在 Blueair 发布的《室内空气质量与人体健康》2013 白皮书中指出，在工业化世界的许多地区，包括中国，人们每天约有 90% 的时间是在室内度过，随着信息化程度的提高和互联网的发展，这个比例还在不断提高。

人类对室内环境污染引起健康危害的认识是有一个过程的。人类最早关注的空气污染物是二氧化硫（ SO_2 ），二氧化氮（ NO_2 ），一氧化碳（ CO ），臭氧（ O_3 ）和铅（ Pb ），可把它们统称为传统空气污染物。随着工业的发展和人类的进步，出现了越来越多的空



气污染物,可把这些统称为非传统空气污染物,非传统空气污染物种类繁多,有些在人体内有生物累积,可以引起人体各器官的病变。

因此,良好的室内空气质量是提高生产效率和降低病态建筑综合征(SBS)最重要的前提,室内环境质量对身体健康的影响不仅是环境、健康专家们研讨的焦点,也是社会普遍关注的热点。

(二)室内环境质量的检测

室内环境检测就是运用现代科学技术方法以间断或连续的形式定量地测定环境因子及其他有害于人体健康的室内环境污染物的浓度变化,观察并分析其环境影响过程与程度的科学活动。

1. 室内环境检测分类

1) 室内污染源的检测

在对室内各种污染源进行检测的时候,通过对室内环境中存在的各种污染源进行初步的了解和调查,可以确定污染源的类型和性质;然后,可以利用不同的检测技术和仪器,对各种污染源向室内环境释放的具体污染物的方式、强度以及规律等进行检测。根据具体的检测结果,技术人员便可以分析出各种污染源对室内环境的污染程度。通过对室内各种污染源的检测,可以全面了解到室内环境中各种污染的具体来源,并帮助人们采取针对性的措施从源头控制室内环境污染。我国十分重视对室内污染源的检测,卫生部和国家建设部也制定了《木质板材中甲醛卫生规范》和《民用建筑工程室内环境污染控制规范》等来指导人们进行室内污染源的检测。

2) 室内空气质量的检测

室内环境中的空气质量对人体的影响极大,所以,对室内空气质量的检测至关重要。在进行室内空气质量检测的时候,要依据相关的室内空气质量标准,对特定房间或场所内的空气质量进行检测。所涉及的相关检测项目可以根据室内空气质量标准和相关法律的规定进行设定,也可按照需要检测的室内环境的实际情况进行设定。一般情况下,需要检测的项目有二氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、臭氧、可吸入颗粒物、甲醛、苯及苯系物和各种其他挥发性有机化合物等,需要检测的参数有湿度、温度、风速和新风量等。通过对室内空气质量的检测,可以较为全面地掌握室内空气中存在的各种污染问题。而且,通过对室内空气质量的长期监测,还可以积累大量的宝贵监测资料,为制定和修改相关的环境质量检测标准等提供有力的依据。在进行具体检测的时候,首先要实地调查室内环境,并根据调查情况,制定出详细的检测方案,然后依据相关标准进行布点、采样以及检测。检测的过程中,要认真记录具体的检测结果,并按照相关标准和规定,对室内空气质量进行客观、科学的评价,并出具具体的检测、评价报告。

3) 特定目的室内环境检测

有时,为了更全面的对室内环境进行检测,还需要进行一些特殊目的的检测。出于特定目的室内环境检测种类较多,以为改善室内空气质量而采取的通风、换气措施为例来说明。通风、换气措施是为了有效的改善室内环境中的空气质量,对其的检测大多是对新



风量或换气次数的分析研究。新风量指的是在封闭状况下,单位时间内进入室内环境中的空气体积,空气交换率指的则是单位时间内由室外进入到室内的空气总量与室内空气总量的比值。通过对通风、换气措施的检测,可以为提高室内空气质量提供可靠的实现途径,从而有效改善室内空气质量。

2. 室内环境检测标准

室内环境与人体密切相关的是室内空气环境,因此,室内环境标准中发布最早、标准数量最多的是室内空气标准,它包括四个方面,即《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325—2001)《公共场所卫生标准》(GB 9663~9673—1996)和《室内空气质量的“单项标准”》,关于这部分标准的详细内容,会在从业人员必备标准中作介绍。

(三) 室内环境质量的评价

室内环境质量与人群健康息息相关,如何认识和划分室内环境的优劣,即对室内环境进行评价,越来越受到人们的重视,它是人们认识和研究室内环境的一种科学方法,是随着人们对室内环境重要性认识不断加深而提出的一种新概念。通过对具体的对象运用科学的评价方法,分析室内环境质量的主要影响因素,预测其在一定时期内的变化趋势,确定其可能造成的危害程度,并提出经济、可行的控制和治理措施。

1. 室内环境质量评价的分类

1) 预评价

室内环境质量预评价,是根据室内装修工程设计方案的内容,运用科学的方法,分析、预测该室内装饰装修工程完成后可能存在的危害室内环境空气质量的因素和危害程度,提出科学、合理、可行的措施和装饰材料的有毒有害气体特性参数,作为该工程项目改善设计方案和项目建筑材料供应的主要依据。

预评价是保证建筑装饰工程完成后具有良好的室内环境质量的一个重要步骤,便于事先发现问题,防患于未然。

2) 现状评价

现状评价与预评价相对应,是根据建筑物现有的情况,应用科学的方法分析当前危害室内环境空气质量的因素及其危害程度,提出科学、合理、可行的对策措施。由于进行评价所涉及的各个要素已经客观存在,因此对所存在的问题能够比较准确地进行评价。

2. 评价要素

1) 建筑结构

建筑结构要素主要包括房间的大小、布局等,它们决定了评价范围内室内空气流通情况,即污染物在整个系统内的迁移途径。

2) 污染源(释放源)

室内环境中能够释放污染物的建筑材料、装饰材料和家具,燃烧产物和人体散发的



污染物质，家用化学品和空气清新剂等。

3) 吸附汇

室内所有的固体表面在一定条件下都可以作为吸附汇。在多数情况下，吸附汇吸附的污染物在一定条件下又会重新释放到室内空气中。各种空气净化器也可以视为吸附汇。

4) 通风空调参数

通风空调参数包括房间与外界环境之间的通风换气情况和各房间之间的空气流通情况。流入各房间的气流可能带来新的污染物，而流出各房间的气流则可能带走部分污染物。通风空调参数对室内污染物浓度水平及其变化趋势影响很大。

5) 人员活动情况

人员活动情况即人员每天哪个时间段停留在哪个位置（在室内还是室外，如在室内在哪个房间），这显示了人员在一定污染浓度的房间内的停留时间，从而直接影响着人员的瞬时和累计暴露水平，也在一定程度上决定了室内污染对人员造成的健康风险大小。

6) 个体敏感程度

不同个体对同一暴露水平的敏感程度不同，因而可能带来的健康风险也不同，所以个体敏感程度也是室内空气质量评价涉及的主要因素之一。

3. 评价方法

目前对室内环境评价方法主要包括主观评价、客观评价和综合评价。

1) 主观评价

主观评价即利用人体的主观感觉对环境进行描述和评判，主要通过对室内人员的询问得到，也可由长年经验累积获得。主观评价主要有两个方面工作，一是表达对环境因素的感觉；二是表述环境对健康的影响。室内人员对室内环境接受与否是属于评判性评价；其对空气品质感受程度则属于描述性评价。在许多情况下特别是涉及建筑内部环境时，主观反映往往较某些客观的评价更具有重要意义，因此主观评价的规范化、标准化是目前最迫切的任务。

2) 客观评价

客观评价是采用室内空气污染物浓度等指标来评价室内环境质量，其依据是各种污染物浓度、种类、作用时间与人体健康效应之间的关系。经常选用的物理、化学和生物指标如表 1.1 所示。

表 1.1 室内空气质量标准中经常被选用的指标

物理指标	化学指标	生物指标
温度 (temperature)	一氧化碳 (CO)	细菌总数 (total bacteria)
相对湿度 (relative humidity)	二氧化碳 (CO ₂)	真菌总数 (total fungi)
空气流速 (air velocity)	颗粒物 (particulate)	
照明 (illumination)	一氧化氮 (NO)	
气压 (pressurization)	二氧化氮 (NO ₂)	



续表

物理指标	化学指标	生物指标
新风量 (air exchange rate)	二氧化硫 (SO ₂)	
	臭氧 (O ₃)	
	总挥发性有机物 (TVOCs)	
	氡 (Rn) 及其子体	
	铅 (Pb)	
	甲醛 (HCHO)	

3) 综合评价

国际上较为成熟的综合评价方法主要有主观评价与客观评价相结合、模糊综合评价、动态模式法、空气耗氧量法、沃尔夫法和波尔法等,随着计算机技术的发展,还有利用计算流体力学 (computational fluid dynamics, CFD) 对室内空气流动进行数值模拟的方法。下面仅对前三种方法作介绍。

(1) 主观评价与客观评价相结合的综合评价方法。该方法由我国同济大学的沈晋明提出,评价过程主要有三条途径,即客观评价、主观评价和个人背景资料。客观评价即直接用室内污染物指标来评价 IAQ,主观评价即利用人自身的感觉进行描述和评判,最后综合主、客观评价,结合个人背景资料,得出结论。该方法提出了评价 IAQ 和提高 IAQ 的较为实用的具体工作流程。

(2) 模糊综合评价。室内空气质量目前只是一个模糊概念,至今尚无一个统一的、权威性的定义。因此有人尝试用模糊数学方法加以研究。由于该方法考虑到了 IAQ 等级的分级界限的内在模糊性,评价结果可显示出对不同等级的隶属程度,故更符合人们的思维习惯,这是现有的指数评价方法所不能及的。

(3) 动态模式法。动态模式法就是将室内污染物的质量浓度作为事件的函数,通过该函数确定一天中不同时刻污染物的质量浓度,并确定哪些时刻质量浓度最大,从而确定最有效的设计方案来将这些污染物的质量浓度降到卫生标准以下。通过此法确定的通风方案不但可以保证室内空气质量,而且可比稀释通风更加经济有效地控制室内污染物。

(四) 室内环境质量的控制

1. 建筑材料的生产全程监控

必须要建立健全的执法制度和程序,确保建筑材料的生产全程可监督监控,只有从源头抓好建筑材料的生产质量,才能够确保室内环境的空气质量有可靠的保证。另一方面,也要鼓励开发商和施工方,尽量选用安全质量有保证的绿色环保建材,从而提高室内环境的空气质量。

2. 选用绿色无污染的装饰材料

在室内装修期间,应尽量选用绿色无污染的装饰材料,尤其是墙纸、油漆等极容易产生有毒有害气体的装饰材料,都应该选用高等级的绿色环保饰材。



3. 定期清洗空调滤网

由于空调系统滤网内部容易滋生大量细菌、病菌,应当尽量做到定期清洗。这样能够极大减少室内空气中的细菌、病菌等。

4. 借助绿色植物提高室内空气质量

可以选用一些能够吸收、吸附有毒有害气体的绿色植物,作为室内空气净化的“武器”。绿色植物一方面能够美化环境,另一方面对于提高室内环境空气质量也有较好的作用。

5. 合理规划室内的布局设计

在室内布局设计方面,应充分考虑到室内环境的自然采光、通风等因素,营造一个光亮通透的室内环境。不应过于追求室内装潢效果的华美,而忽略室内环境的功能性设计,如没有考虑到南北通透,造成南北不通风,加重了室内空气环境的污染;再如,窗户的设计没有很好的考虑到当地雨季的风向,极容易引发室内湿度增大,引起霉菌产生,从而污染室内环境和空气。鉴于此,在规划室内设计与功能布局时,就应当遵循功能布局合理简单的原则,将室内环境的空气质量纳入到考虑范围之内,例如,应当考虑当地的季节方向后,将开窗的方向面向季风向,确保室内空气流通,如果不具备南北通透的条件,也可以采用屏风等人为条件,创造室内空气流通的条件,从而提高室内空气循环流通利用率,提高室内空气质量。

三、绿色健康住宅

(一) 健康住宅要求

根据世界卫生组织的定义,所谓健康就是“在身体上、精神上、社会上完全处于良好的状态,而不是单纯的指疾病或病弱”。据此定义,绿色健康住宅应为能使居住者在身体上、精神上、社会上完全处于良好的状态的住宅。具体来说,健康住宅最低有以下要求:

- (1) 会引起过敏的化学物质的浓度很低。
- (2) 为满足第一点的要求,尽可能不使用易散发化学物质的胶合板、墙体装修材料等。
- (3) 设有换气性能良好的换气设备,能将室内污染物质排至室外。特别是对高气密性、高隔热性的住宅来说,必须采用具有风管的中央换气系统,定时换气。
- (4) 在厨房灶具或吸烟处,要设局部排气设备。
- (5) 起居室、卧室、厨房、厕所、走廊、浴室等要全年保持在 $17\sim 27^{\circ}\text{C}$ 。
- (6) 室内的湿度全年保持在 $40\%\sim 70\%$ 。
- (7) 二氧化碳要低于 1000mL/m^3 。
- (8) 悬浮粉尘浓度要低于 0.15mg/m^3 。
- (9) 噪声要小于 50dB 。
- (10) 一天的日照确保在 3h 以上。



(11) 设有足够亮度的照明设备。

(12) 住宅具有足够的抗自然灾害的能力。

(13) 具有足够的人均建筑面积，并确保私密性。

(14) 住宅要便于护理老龄者和残疾人。

(15) 因建筑材料中含有害挥发性有机物质，所以住宅竣工后要隔一段时间才能入住。在此期间，要进行通风换气。

健康住宅的核心是人、环境和建筑。健康住宅的目标是全面提高人居环境品质，满足居住环境的健康性、自然性、环保性、亲和性和行动性，保障人群健康，实现人文、社会和环境效益的统一。

(二) 国际上的绿色建筑评估体系

1. LEED (leadership in energy and environment design)

LEED 评估体系由美国绿色建筑协会主持开发，并遵循其政策和方针。评估体系在可持续性场址、节水、能源与大气、材料和资源、室内环境质量和创新设计方面提出了详实的要求。

为了提高建筑室内空气质量并为用户提供健康舒适的环境，LEED 体系在室内环境质量方面，尤其是对室内化学污染方面分 3 个部分进行了规定，包括入住前的室内空气品质管理、室内使用材料的污染物释放规范（包括黏结剂和密封剂、涂料和涂层、地毯系统材料、复合木材和植物纤维制品）以及室内化学品污染控制。入住前，LEED 体系要求建筑室内相关污染物的指标达到各规定的要求，检测通过方能获得该项分数。对不同污染物的采样方式以及采样时室内环境所应具备的条件都有细致的要求。

2. BREEAM (building research establishment's environmental assessment method)

BREEAM (新建建筑环境评估办法) 是国际上领先且应用范围很广的一种建筑评价体系，超过 11 万的建筑已经通过了此评估程序。整个评估体系包括了 9 个评估项目，通过对 9 个项目评分的累积，得到建筑的综合环境评价。该评价体系着重针对建筑对环境的影响。

在室内 VOC 散发控制的要求方面，对 9 大类的材料的 VOC 释放做了详细的规定。这 9 大类材料包括：木制板材（密度板、刨花板等）、原木材料、木制地板、地板装饰品、吊顶瓷砖、地板胶、壁纸、壁纸胶和涂料。对每一类物品都要求对应满足欧洲的相应标准，并且按照欧洲标准中较高的指标进行要求。对板材和胶的测试也采取了较为合理的环境舱测试法。

3. CASBEE (comprehensive assessment system for building environmental efficiency)

2001 年 4 月由产、政、学三方联合成立了“日本可持续建筑协会”，并合作开展了项目研究。作为研究成果，开发出“建筑物环境效率综合评价体系”CASBEE。CASBEE 以建筑物环境效率 (building environmental efficiency, BEE) 等新概念为基础对建筑物环境效率进行评价，并将应用于建筑规划、设计与施工各阶段，进而对推进日本建筑可持续发展做出贡献。在控制室内空气品质方面，要求必须在材料选择、通风方法、施工方法等方面进行仔细考虑，基本思想首先是尽可能避免污染物产生，其次是利用通风方法