

SHINEI HUANJING JIANCE
YU ZHILI SHIYONG JISHU

室内环境检测 与治理实用技术

李继业 张 峰 李海豹 等编著

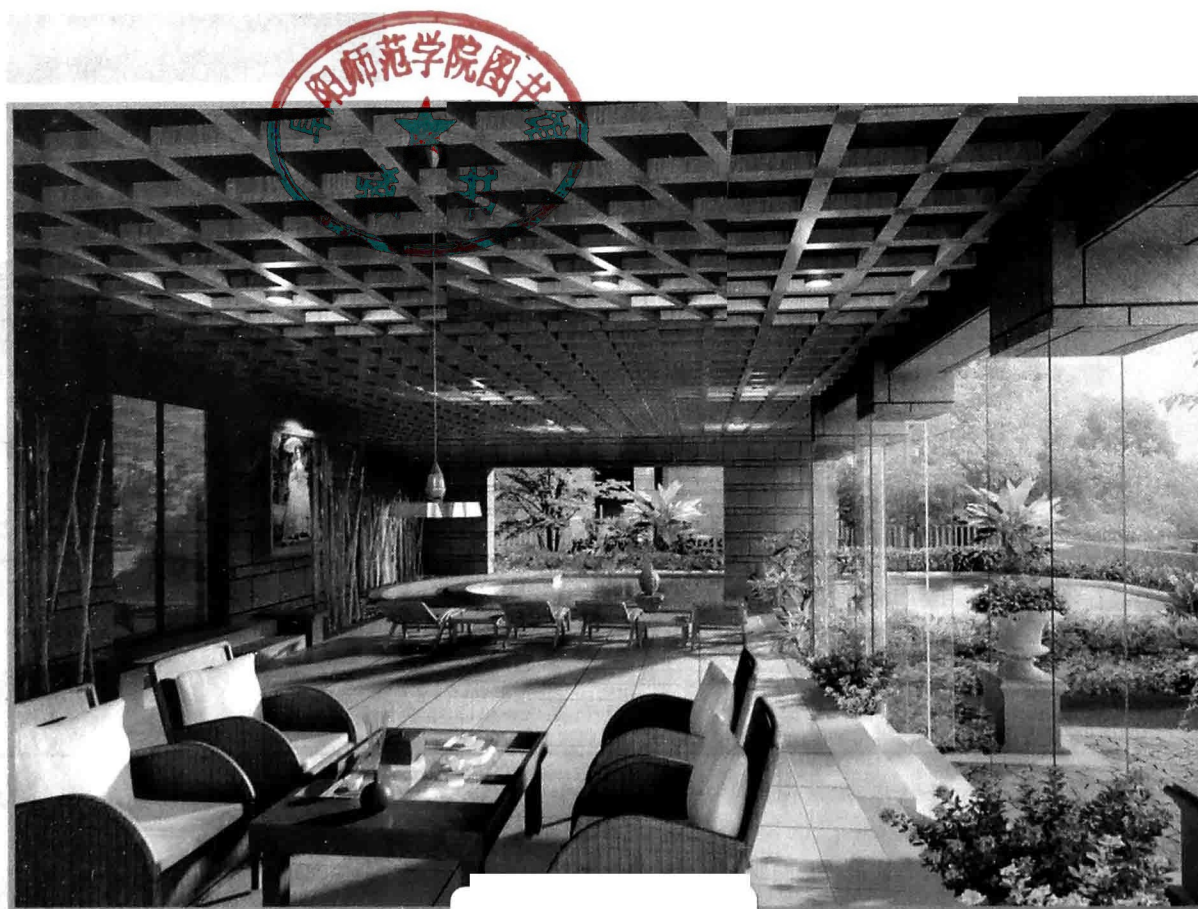


化学工业出版社

SHINEI HUANJING JIANCE
YU ZHILI SHIYONG JISHU

室内环境检测 与治理实用技术

李继业 张 峰 李海豹 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

室内环境检测与治理实用技术/李继业, 张峰, 李海豹
等编著. —北京: 化学工业出版社, 2015. 3

ISBN 978-7-122-22905-2

I. ①室… II. ①李…②张…③李… III. ①室内环
境-环境监测②室内环境-环境控制 IV. ①X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 020043 号

责任编辑: 刘兴春

装帧设计: 张 辉

责任校对: 宋 玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 22 字数 560 千字 2015 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 88.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

据世界银行有关统计资料显示,中国每年因室内空气污染所造成的经济损失约 32 亿美元。另据国际有关组织调查统计,世界上 30% 的建筑物中存在有害健康的室内空气。这些有害气体已经引起全球性的人口发病率和死亡率的增加。室内环境污染已经列入对公众健康危害最大的五种环境因素之一。人们在经历了“煤烟型污染”和“光化学污染”后,正进入以“室内空气污染”为标志的第三污染时期。

我国是一个发展中国家,人均国民生产总值并不太高。在农村,燃料燃烧造成大量有害气体,使农村面临的室内空气污染问题尚未解决;在城市,工业“三废”还未彻底根除,由于家装使用大量的非环保材料以及家具、日化、建筑物本身带来的室内空气污染问题亦日趋严重。特别是近年来,由于室内环境污染而引起的人口健康问题越来越突出,已经引起全球各国的广泛关注。

人类的生存离不开空气,人的一生约 80% 的时间是在室内度过的,特别是老、弱、病、残、幼、孕等体弱者在室内活动时间更长,室内环境质量的好坏对他们的身心健康更加重要。因此,加强室内环境的监测与治理,对保证人民的健康,提高国民的整体素质十分重要。尤其像我国这样人口众多,而医疗保健水平较低的国家,加强室内环境的监测,创造一个绿色的居住、办公场所,让广大人民群众都拥有一个健康的体魄,显得尤为重要。

随着生活水平的不断提高,广大人民群众的健康意识也逐步提高,国家对室内环境污染的重视程度也越来越高,室内环境监测与治理也逐渐发展成为一个新的国民经济产业。近年来家装业发展迅速,不规范的家装带来的负面影响十分严重,而目前建材市场的混乱,造成非环保、劣质的家装材料进入家居,在有害气体中特别是甲醛的污染十分突出。目前,室内环境污染四大毒气——甲醛、苯系物、氨、氡的检测是室内空气质量检测的主要项目,室内空气污染物也以这四大毒气为主。因此,营造一个良好的居住环境,提高建筑、建材、装饰业的水平,保障人民的身体健康是卫生、建筑、

环保等行业共同面临的难题。我们根据在室内空气检测中的实践经验并参考有关专家的研究成果，编著了《室内环境检测与治理实用技术》，旨在让广大读者了解这方面的知识，呼吁全社会重视这项工作。

本书主要由李继业、张峰、李海豹编著，张雷、范纯立、冯勇、刘闽楠参加了部分内容的编著。李继业负责全书的规划和最终修改；张峰负责全书的统稿。具体编著分工为：张峰编著第二章；李海豹编著第一章、第三章；张雷编著第四章；范纯立编著第五章；冯勇编著第六章；刘闽楠编著第七章。

在本书的整个编著过程中，参考了大量的有关专家的书籍和文献资料，在此表示衷心感谢。

由于编著者掌握的资料不足，再加上水平有限，书中肯定有很多不足和疏漏之处，敬请有关专家学者和广大读者批评指正。

编著者
2015 年 1 月于泰山



目录 CONTENTS

第一章 室内环境检测的基础知识

第一节 室内空气质量的基本概念	1
一、室内空气质量的定义	1
二、研究室内空气质量的意义	2
三、我国室内空气质量标准的研究	3
四、室内空气污染的特征	7
五、室内空气污染物来源	8
六、室内空气质量的标准	9
第二节 室内空气污染的概述	11
一、室内空气污染的简介	12
二、国外室内空气质量研究现状	14
第三节 室内空气污染物的危害	16
一、室内空气污染产生的不良建筑物综合征	16
二、室内空气污染产生的呼吸系统疾病	17
三、室内空气污染所致过敏性疾病	18
四、室内空气污染对神经系统的毒性作用	18
五、室内空气污染对心血管系统的作用	19
六、室内空气污染的致癌作用	19
第四节 室内空气质量的检测	20
一、室内空气的采样	21
二、采样体积计算及含量表示方法	28
第五节 室内空气质量的影响因素	29
一、建筑外部环境对室内空气品质的影响	29
二、暖通空调系统对室内空气品质的影响	33
三、建筑装饰材料对室内空气品质的影响	40
四、室内常用设备及其人员活动的影响	42

第二章 室内污染物散发及传播机理

第一节 室内化学污染物的散发机理	51
一、质传递理论概述	51

二、边界层理论	53
三、分子传质与对流传质	56
四、质量传递微分方程	58
五、分子质量传递(扩散)问题	59
六、固体边界层 VOCs 散发	64
七、建材中 VOCs 散发机理	65
第二节 室外大气中颗粒污染源散发传播机理	74
一、室外大气中颗粒物污染源散发传播机理模型	74
二、室外颗粒物污染物向室内的渗透传播模型	80
三、建筑围护结构缝隙的特征	81
四、穿透因子的影响因素及其评价	82
第三节 室内颗粒污染物散发传播机理	88
一、通风管道内颗粒物的迁移沉降	89
二、室内颗粒物的迁移沉降	94
三、颗粒物在通风管道和室内沉积实例分析	98
第四节 室内微生物污染物散发传播机理	103
一、微生物气溶胶的概念	104
二、微生物气溶胶的特性	104
三、大气微生物气溶胶的源与形成气溶胶的途径	106
四、大气微生物气溶胶的传播规律	107
第三章 室内主要空气污染物的危害	
第一节 我国各地区的室内空气环境	111
一、东北地区室内空气环境	111
二、华北地区室内空气环境	113
三、华东地区室内空气环境	115
四、华南地区室内空气环境	118
五、西北地区室内空气环境	119
六、西南地区室内空气环境	120
七、各区域城市室内氨污染水平综合比较	121
八、城市室内空气污染检测水平的结论	122
第二节 室内甲醛的危害	122
一、室内空气中甲醛的来源	123
二、甲醛对人健康的危害	123
第三节 挥发性有机化合物的危害	125
一、室内挥发性有机化合物的来源	125
二、挥发性有机化合物的危害	126
第四节 室内氡气的危害	129
一、室内氡气的来源	129
二、室内氡气的主要危害	129
第五节 室内氨气的危害	130
一、室内氨气的来源	130
二、室内空气中氨气的危害	130

第六节 空气中颗粒物的危害	132
一、室内空气中颗粒物的来源	132
二、室内空气中颗粒物的危害	133
第七节 室内产生的烟雾危害	133
一、环境烟草烟雾	134
二、烹调产生的烟雾	135

第四章 室内建材有害物质的限量与测定

第一节 室内建筑装饰装修材料的分类	137
一、木质装饰材料	137
二、各种地毯	138
三、塑料地板	139
四、金属装饰材料	139
五、建筑石材	139
六、水泥	140
七、石膏及石膏制品	140
八、内墙涂料	140
九、建筑装饰用陶瓷制品	140
第二节 人造板及其制品中甲醛释放限量与测定	141
一、人造板材及其制品中甲醛的来源	141
二、人造板及其制品中甲醛释放限量	141
三、人造板材中甲醛含量的测定方法	142
第三节 建筑涂料中有害物质限量与测定	148
一、室内所用涂料中的主要污染物	148
二、室内溶剂型涂料有害物质限量	148
三、室内涂料中有害物质测定方法	149
第四节 胶黏剂中有害物质限量与测定	154
一、胶黏剂的主要有害物质及其危害	155
二、室内装修用胶黏剂有害物质限量	155
三、胶黏剂中有害物质的测定方法	156
第五节 木器家具中有害物质限量与测定	159
一、木器家具的主要有害物质及其危害	159
二、木家具中有害物质国家控制标准	160
三、木家具中有害物质的检测方法	160
第六节 壁纸中有害物质限量与测定	162
一、壁纸主要有害物质及危害	162
二、壁纸有害物质及控制标准	163
三、壁纸有害物质检测方法	163
第七节 聚氯乙烯卷材地板中有害物质限量与测定	167
一、聚氯乙烯卷材地板的主要有害物质及危害	167
二、聚氯乙烯卷材地板的有害物质控制标准	169
三、聚氯乙烯卷材地板的有害物质检测方法	169
第八节 地毯、地毯衬垫及地毯胶黏剂中有害物质限量和测定	170

一、地毯、地毯衬垫及地毯胶黏剂的有害物质及危害	171
二、地毯、地毯衬垫及地毯胶黏剂的有害物质的标准	171
三、地毯、地毯衬垫及地毯胶黏剂的有害物质的检测	172
四、地毯、地毯衬垫及地毯胶黏剂的有害物质的控制	173
第九节 混凝土外加剂中释放氨的限量与测定	174
一、混凝土外加剂的主要有害物质及危害	174
二、混凝土外加剂的有害物质控制标准	175
三、混凝土外加剂的有害物质检测方法	176
第十节 建筑材料放射性核素限量与测定	177
一、建筑材料中天然放射性核素限量	177
二、建筑材料中天然放射性核素测定	177

第五章 室内空气中污染物的监测方法 / ○

第一节 室内空气中有有机污染物的检测方法	178
一、甲醛的检测方法	178
二、苯系物的检测方法	183
三、总挥发性有机化合物的检测方法	186
四、苯并[a]芘的检测方法	191
第二节 室内空气无机污染物的检测方法	194
一、氨的检测方法	194
二、二氧化硫的检测方法	198
三、二氧化氮的检测方法	202
四、臭氧的检测方法	205
五、一氧化碳的检测方法	208
六、二氧化碳的检测方法	211
第三节 室内空气菌落总数的监测方法	214
一、撞击法检测原理	215
二、撞击法仪器设备	215
三、微生物的培养基	215
四、撞击法操作步骤	215
五、撞击法结果计算	216
第四节 室内空气中可吸入颗粒物监测方法	216
一、可吸入颗粒物测定基本原理	216
二、可吸入颗粒物测定仪器设备	216
三、可吸入颗粒物测定操作步骤	217
四、可吸入颗粒物测定结果计算	217
五、可吸入颗粒物测定方法特征	217
第五节 室内空气中氡的检测方法	217
一、氡检测的基本原理	218
二、仪器设备和材料	218
三、氡检测的操作步骤	218
四、氡检测的结果计算	218
五、氡检测的方法特性	219

第六节 室内环境中物理参数影响及测定	219
一、室内环境中温度	219
二、室内环境相对湿度	221
三、室内环境中大气压	223
四、室内环境中空气流速	224
五、室内环境中新风量	225

第六章 室内空气品质的评价标准与方法

第一节 室内空气品质评价的概念	228
一、室内空气品质评价的必要性	228
二、室内空气品质评价与室内环境检测的关系	229
三、室内空气品质评价所涉及的要素	230
四、室内空气质量评价的分类	230
第二节 室内空气品质的评价标准	231
一、标准的基本概念	232
二、室内空气质量标准	232
第三节 室内空气品质的评价方法	233
一、主观评价方法	233
二、客观评价方法	242
三、综合评价方法	246
第四节 室内空气品质的评价程序	248
一、室内空气品质现状评价的程序	249
二、室内装修中空气质量预评价程序	249
第五节 室内空气污染的健康危险度评估	252
一、危害鉴定	252
二、暴露评价	253
第六节 室内空气污染因素暴露评价	257
一、暴露评价的基本概念	257
二、定量估算暴露量的方法	258
三、暴露与剂量的关系	259
四、潜在剂量与呼吸速率	259
五、室内外空气中甲醛浓度测定研究	260
六、室内外空气中 CO 的暴露量和潜在剂量	261
七、环境污染物暴露评价内容	261
八、污染物内暴露的评价	263

第七章 室内空气净化技术

第一节 通风净化技术	283
一、自然通风方式	283
二、机械通风方式	284
第二节 吸附净化技术	286
一、吸附净化室内空气的机理	286
二、吸附净化室内空气的优点	286
三、吸附法存在的主要问题	286

四、吸附净化室内空气的应用	287
第三节 光催化净化技术	287
一、纳米材料光催化技术	287
二、非平衡等离子体催化技术	289
第四节 负离子净化技术	290
一、负离子的主要作用	291
二、负离子净化技术的研究	291
第五节 臭氧净化技术	291
第六节 过滤净化技术	292
一、过滤净化的基本原理	292
二、过滤器性能检测与测试标准	293
三、空气过滤器性能和效率影响因素	294
四、活性炭过滤器在室内空气净化中的应用	294
第七节 静电净化技术	295
第八节 生物净化技术	295
第九节 植物净化技术	296
第十节 组合净化技术	297
第十一节 微生物净化技术	298
一、过滤除菌方法	298
二、静电除菌方法	299
三、紫外辐照消毒法	299
四、纳米光催化方法	300
五、电离辐射灭菌法	300
六、其他的灭菌方法	300

第八章 室内环境监测质量保证 /

第一节 检测数据的质量保证	301
一、对环境检测数据质量影响分析	302
二、检测数据质量保证的基本概念	302
三、直线回归和相关	308
四、检测数据的质量保证	309
第二节 检测实验室的质量保证	310
一、检测实验室的管理	310
二、实验室的质量控制具体措施	312
三、实验室的质量保证问题研究	314
第三节 检测方法的质量保证	315
一、采样的质量保证	316
二、标准检测方法和检测方法标准化	317
三、检测方法的选择	318
四、检测所用的标准物质	320

附录 GB 50325—2010 (2013 年版) 民用建筑工程室内环境污染控制规范 /

参考文献 /



第一章 室内环境检测的基础知识

室内环境是指采用天然材料或人工材料围隔而成的小空间，是与外界大环境相对分隔而成的小环境。人类最重要和最普遍的室内环境是建筑室内环境，建筑室内环境包括居室、写字楼、办公室、交通工具、文化娱乐和体育场所、医院病房、学校和幼儿园教室活动室、饭店、旅馆、宾馆等场所。所有室内环境质量的优劣与人的健康均有密切的关系。

第一节 室内空气质量的基本概念

随着经济发展和人们生活水平的提高，城市居民有 80% 以上的时间在室内度过，室内空气质量如何不仅影响人体的舒适和健康，而且对室内人员的学习和工作效率有显著影响。由此可见，室内环境是人们接触最频率、最密切的外环境之一，室内空气质量的相关问题越来越被人们所关注，尤其是近年来，人们更加感到研究室内空气质量的重要性和迫切性。

一、室内空气质量的定义

建筑是人类改造自然的实践活动发展到一定程度之后才出现的，其主要功能也从被动地避免自然界对人类可能造成的伤害，发展到为人类各种生产、生活和科研过程提供满足要求的建筑室内环境。但是，建筑室内环境也随着建材种类的发展，室内污染物的来源和种类日益增加，人们在室内接触有害物质的种类和数量明显增多，据统计，至今已发现室内空气污染物约 300 多种。建筑物密闭程度的增加使得室内污染物不易扩散，增加了室内人群与污染物的接触机会，使人身健康受到很大损害。

此外，室内空气质量恶化所导致的病态建筑综合征（SBS），使得人们的身心健康和工作效率受到很大影响，而且由此引起的医疗费用增加等一系列问题也受到广泛关注，室内空气质量研究已成为建筑环境科学领域内一个崭新的重要内容。室内空气质量（IAQ）的研究可以追溯到 20 世纪初，室内空气质量（IAQ）的定义在这些年中经历了许多变化。最初，人们把室内空气质量（IAQ）几乎完全等价为一系列污染物浓度的指标。近年来，人们认识到这种纯粹客观的定义，已经不能完全涵盖室内空气质量的内容，因此对室内空气质量的定义进行了新的诠释和发展。

在 1989 年室内空气质量讨论会上，丹麦哥本哈根大学教授 P. O. Fanger 首先提出了室内空气质量（IAQ）定义。他指出：空气质量反映了满足人们要求的程度，如果人们对空气满意，就是高质量；反之，就是低质量。英国的 CIBSE（Chartered Institution of Building Services Engi-

neers) 认为:如果室内少于 50%的人能察觉到任何气味,少于 20%的人感觉不舒服,少于 10%的人感觉到黏膜刺激,并且少于 5%的人在不足 2%的时间内感到烦躁,则可认为此时的室内空气质量是可接受的。这两种定义的共同点是:都将室内空气质量完全变成了人们的主观感受。

美国供暖制冷空调工程师学会在标准《满足可接受室内空气品质的通风》(ASHRAE 62—1989R)中,首次提出了可接受的室内空气质量(Acceptable indoor air quality)和感受到的可接受的室内空气质量(Acceptable perceived indoor air quality)等概念。其中,可接受的室内空气质量定义为:空调房间中绝大多数人没有对室内空气表示不满意,并且空气中没有已知的污染物达到了可能对人体健康产生严重威胁的浓度。感受到的可接受的室内空气质量定义为:空调空间中绝大多数人没有因为气味或刺激性而表示不满。它是达到可接受的室内空气质量的必要而非充分条件。由于有些气体,如氨和一氧化碳等没有气味,对人也没有刺激作用,不会被人感受到,但它们却对人危害很大,因而仅用感受到的室内空气质量是不够的,必须同时引入可接受的室内空气质量。ASHRAE62—1989R 标准中对室内空气质量的描述相对于其他定义,最明显的变化是它涵盖了客观指标和人的主观感受两个方面的内容,比较科学和全面,是反映人们具体要求而形成的一种概念,所以室内空气质量的优劣是根据人们的具体要求而定的。

国际标准化组织 TC205 技术委员会编制的《建筑环境设计-室内空气质量-人居环境室内空气质量的表达方法》(ISO/DIS 16814)对室内空气质量的标准采纳了三种表达方法:一是应尽可能降低吸入的空气对人体健康造成的负面作用,因而对室内的有害化学物质进行限量;二是基于感受到空气质量的表述,室内空气应使人感到比较舒适,绝大多数人可以接受;三是基于通风量的间接表述,对室内空气质量(IAQ)的间接表述首先是要确定满足人员健康要求和感受到空气质量要求的最小通风量,用实际风量与规定最小风量的大小关系来描述室内空气质量(IAQ)。

2002 年我国制定的《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)中,借鉴了国外相关标准,不但涵盖了 19 项相关检测指标客观评价内容,而且还首次采用国际上对室内空气质量可感受的定义,加入了“室内空气应无毒、无害、无异味”主观感受与评价方式,与国际主流室内空气品质的观念相接轨,这充分标志着我国室内环境质量的理念在加入世界贸易组织(WTO)后,在建筑室内环境质量方面开始融入世界上主流室内空气品质研究领域。

二、研究室内空气质量的意义

关于室内空气质量问题的起因,人们最初认识到人体排出的二氧化碳、体臭是室内空气的污染物,并提出通过通风来解决气味问题。20 世纪 70 年代由于世界范围的节能,建筑物加强了气密性,从而减少了新风量。同时由于有机合成材料和新设备的广泛使用,使得室内空气污染源大大增加。在 19 世纪 70 年代,美国环境署对于选定性有机性挥发物做了调查,发现由于室内污染源导致的挥发性有机化合物(VOCs),对于人员的暴露影响远远高于由于工业污染导致的室外空气的影响。而哈佛大学 6 城市的调查更进一步揭示了室内空气污染包括粒子、硫酸盐和氮氧化物等对于人员暴露的影响。室内空气污染的严重性引发了以下三种病症:病态建筑综合征(SBS)、与建筑有关的疾病(BRI),以及多种化学污染物过敏症(MCS)。

20 世纪人类的平均寿命提高了 30 年,其中因为医疗医药发展的贡献仅仅是 5 年,而 25 年的提高是因为卫生和公共卫生设施的发展和提高,室内空气品质和饮用水一样都属于卫生

范畴。对于发展中国家,除去营养不良和水质问题,室内空气品质是第三大危害人类生命的凶手,每年由于室内空气品质问题导致的呼吸传染病、肺癌、肺结核、哮喘等疾病,死亡人数超过 200 万人。对于发达国家,由于室内空气品质导致的过敏、空气传染、肺癌、SBS 等造成了巨大的经济损失。据美国环境保护署(EPA)统计,美国每年因室内空气品质低劣造成的经济损失高达 400 亿美金。

中国疾病预防控制中心统计表明:我国每年由于室内空气污染引起的超额死亡数可达 11.1 万人,超额门诊数 22 万人次,超额急诊数 430 万人。世界银行的一份研究报告表明,我国每年因室内空气污染危害健康所导致的经济损失,按支付意愿价值估计就高达 106 亿美元。

同时,世界卫生组织(WHO)指出室内空气污染降低的收益不仅包括健康因素,同时也包括非健康因素。Fanger、Clements-Croome 发现室内空气品质和工作效率具有显著的相关性,Kroner 调查发现良好的室内空气品质可以提高员工 2%~16%的工作效率,Wargocki 在类似的试验中同样发现室内空气品质的提高和通风量的增加可以明显提高工作效率。

室内空气品质极大地影响着人们的生活质量、健康水平和生产效率,室内空气污染及由此引起的 SBS、BRI 等是当前国际上的普遍问题,也日益成为我国社会关注的焦点问题。在发达国家,通过特殊设计规范的实施是可以避免已经认识到的室内空气品质问题,诸如霉菌、氨、挥发性有机化合物、二氧化氮、一氧化碳等问题。而在我国目前状况下,一方面如何提升研究水平,揭示室内污染产生、传播和治理中的规律;另一方面如何把已经认识到的室内空气污染问题在建筑的实施中避免出现,已成为目前我国在此领域的关键问题。

三、我国室内空气质量标准的研究

由于室内空气质量和人们的身心健康、工作、学习效率等民生问题息息相关,同时对建筑业“可持续发展、节能减排”等国家战略的实施、相关产业的健康发展和新兴产业的培育,以及我国相关产业国际竞争力的提升等有着直接影响,因此室内空气质量标准的制定意义重大。由国家质量监督检验检疫局、国家环保总局、卫生部制定的我国第一部《室内空气质量标准》于 2003 年 3 月 1 日正式实施。《室内空气质量标准》为消费者解决自己的污染难题提供了有力武器。

制定《室内空气质量标准》的意义在于:控制人们在正常活动情况下的室内环境质量,对室内空气中的化学性、物理性、生物性和放射性指标全面控制。《室内空气质量标准》虽然目前仍是国家的推荐性标准,根据《合同法》中的规定,当事人对产品质量有争议的,应当服从国家标准,没有强制性标准的应服从国家推荐性标准。

《室内空气质量标准》的制定和颁布,大约经历了起步阶段、发展阶段和规范管理阶段。

(一) 起步阶段

从 1970 年末到 1993 年结束,我国在这个阶段制订了以下 2 个室内空气质量相关标准。

1. 《工业企业设计卫生标准》(TJ 36—1979)

《工业企业设计卫生标准》是 1979 年由原卫生部、原国家计划委员会、原国家经济委员会和原国家劳动总局联合发布的一项非常重要的综合性卫生标准。它源于 1956 年由原国家建设委员会、原卫生部批准发布的《工业企业设计暂行卫生标准》(标准 101—1956),此标准是以前苏联的标准为蓝本编制而成的,是我国第一个与劳动卫生有关的国家标准,一共规

定了 85 种物质（编号 53 个）的最高容许浓度（MAC）。经过试用和修订，原国家计划委员会、原卫生部于 1962 年共同颁布了《工业企业设计卫生标准》（GBJ 1—1962），一共规定了 116 种物质（编号 92 个）的最高容许浓度（MAC）。实施 10 年后，于 1972 年对其又开始修订，并于 1979 年由原卫生部五部委共同批准发布。

《工业企业设计卫生标准》（TJ 36—1979）分为总则、大气、水源和土壤的卫生防护、车间卫生和辅助用室 4 章，共 80 条。规定了车间空气（120 个）、饮用水（22 个）、地面水（53 个）和大气（34 个）中有害物质最高容许浓度（MAC）；厂址选择、厂区内布置及厂房建筑的卫生要求；车间防暑、防寒、防湿的卫生要求，车间内工作地点夏季气温和空调温度的规定；生产、生活、妇幼卫生及医疗卫生机构等车间辅助用室的规定。

《工业企业设计卫生标准》要求把治理各种有害因素和处理“三废”措施项目，与主体工程和生产项目同时设计、同时施工、同时投产（即“三同时”原则）。现有的工业企业，凡有污染危害的也应采取有效措施，逐步达到该标准的要求。《工业企业设计卫生标准》（TJ 36—1979），既是对工业企业的设计进行预防性卫生监督和审核的依据，又是进行工业企业设计的标准，具有很强的权威性，同时也是对现有工业企业的作业环境及卫生设施进行经常性卫生监督和管理的依据。这个标准实施对我国的经济建设起到了积极作用。根据现代工业企业的发展需求，该标准在 2002 年修订为《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1—2002）和《工业场所有害因素职业接触限量》（GBZ 2—2002）。

2. 12 种公共场所卫生标准（1988 年）

随着我国经济的快速发展和社会事业的全面进步，我国居民的生活水平也不断提高，室内装修档次也越来越高，室内建筑装饰材料种类不断增加，家用电器和化学品的使用量日益增多，然而这些材料或产品均会向室内释放有害的成分，造成室内空气的污染。国家实行对外开放以来，一些经济发达的城市及特大城市建成许多高档办公建筑物，这些建筑物均采用密闭式的管理方式，由于其中央空调的换气设施不完善，导致含有害化学物质、细菌及病菌的空气，不能及时排出室外而在室内重复循环使用，造成室内空气质量严重恶化。一些公共场所如宾馆、影剧院、其他娱乐场所、火车站、汽车站、机场候机楼等对室内空气质量重视不够，不能保证足够的洁净空气量、新风量和换气次数，致使室内的空气非常浑浊。为此，1988 年制定了关于旅店、文化娱乐场所、公共浴室、理发店、美容店、游泳场所、体育馆、图书馆、博物馆、美术馆、展览馆、商场、书店、医院候诊室、公共交通等候室、饭馆（餐厅）的相关标准，但此时中国针对室内装修材料中的有害物质并无限量标准，只在一些产品中有所涉及。上述 12 种公共场所卫生标准已于 1996 年进行了全面修订，并增加了公共交通工具卫生和长途客车内空气质量要求两项标准。

（二）发展阶段

从 1994~2000 年，室内建筑装饰装修导致的室内空气污染，开始受到人们的关注。为了控制室内空气污染，颁布了一些室内空气相关标准并开始实施。

1. 中国环境标志产品中有害物质限量标准（1994~1999 年）

1994 年 5 月，中国环境标志产品认证委员会正式成立。早在认证委员会成立之初，首批通过的七个环境标志产品认证标准之一的《水性涂料》，就涉及有关室内污染物的建筑行业的产品认证，此后相继出台了《粘合剂》、《磷石膏制品》、《无石棉板材》、《人造木质板材》、《建筑用塑料管材》等建材产品标准。虽然中国环境标志是自愿认证并非强制性的，但它第一个提出了室内装饰装修材料环保标准，对建材中能释放到室内空气中的污染物含量进行了限制，标志着中国开始制定独立的室内空气环保方面的标准。近年来，该委员会不断修订各标准，并率

先在国内将挥发性有机化合物 (VOCs) 的检测方法写进《水性涂料》标准中。

2. 上海市地方标准——健康型建筑内墙涂料标准 (1998 年)

上海市技术监督局于 1998 年 7 月 10 日发布了我国第一个地方性健康型建筑内墙涂料的标准——健康型建筑内墙涂料标准 (DB31/T 15—1998), 规定了总挥发性有机化合物含量 (TVOCs)、挥发性有机物空气残留浓度、涂料生物毒性指数 (TIP)、重金属含量、光泽、透气性、皮肤反应等七项技术指标。健康型建筑内墙涂料环保技术指标见表 1-1。

表 1-1 健康型建筑内墙涂料环保技术指标

序号	项 目	技术指标	序号	项 目	技术指标
1	总挥发性有机化合物含量(TVOCs)/(g/L)	≤30	5	光泽, α=60°	≤15
2	挥发性有机物空气残留浓度/(mg/m ³)	≤3.0	6	透气性/(g/m ²)	>200
3	涂料生物毒性指数(TIP)	≤10	7	皮肤反应	无刺激性
4	重金属含量/(mg/kg)	≤90			

3. 北京市建筑内墙涂料安全健康质量评价规则

北京市技术监督局发布的《北京市建筑内墙涂料安全健康质量评价规则》(1999) 是依据国家相关标准, 借鉴美国、欧洲等发达国家的有关内墙涂料标准, 并结合我国当时的实际情况, 就建筑内墙涂料产品中的有害物质含量、产品安全评价及方法、判定原则等做了规定。北京市建筑内墙涂料安全健康质量评价规则技术指标见表 1-2。

表 1-2 北京市建筑内墙涂料安全健康质量评价规则技术指标

序号	项 目	技术指标	序号	项 目	技术指标
1	挥发性有机化合物含量(VOCs)/(g/L)	≤300	5	铬含量/%	≤0.005
2	苯含量/%	不得检出	6	汞含量/%	≤200
3	甲苯/二甲苯含量/(mg/m ³)	≤2.0	7	游离甲醛释放浓度/(mg/m ³)	≤0.5
4	铅含量/(mg/kg)	≤0.01	8	甲苯二异氰酸酯(TDI)/(mg/m ³)	≤0.1

4. 7 种室内空气污染物推荐标准

1995 年, 原卫生部颁布了室内甲醛的卫生推荐标准, 并在此后的 5 年中陆续颁布了甲醛、室内细菌总数、二氧化碳、可吸入颗粒物、氮氧化物、二氧化硫以及苯并[a]芘 7 类物质的推荐标准。但室内空气中可检出 300 多种污染物, 其中常见的就有 10 多种。由于这 7 种室内空气污染物的推荐标准不能完全满足社会和经济发展的需要, 于 2002 年制订并颁布了《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)。该标准规定了 19 种物理性、化学性、生物性、放射性物质的卫生标准, 使我国在室内空气质量检测和管理方面更进一步, 并开始与国际室内空气品质的观念相接轨。

(三) 规范管理阶段

为了有效地控制日益严重的室内空气污染, 从 2001 年起国家先后颁布了 4 项室内空气质量相关标准和规范。

1. 3 项卫生规范

2001 年 9 月卫生部颁布并实施了有关室内空气质量方面的卫生规范。

(1) 《室内空气质量卫生规范》 此规范中规定了室内空气质量标准, 通风和净化卫生要求, 以及检测室内空污染物的标准方法, 包括了卫生部在 1995~1999 年制定的 7 种室内污染物推荐标准。其中细菌总数在《室内空气质量卫生规范》中的取值为 2500cfu/m³, 比推荐标准 (GB/T 17903—1997) 中的 4000cfu/m³ 更加严格; 另外, 在该规范中增加了氨、

TVOC、放射性氡等 5 种室内常见污染物最高浓度限值以及供热通风与空气调节 (HVAC) 参数。

(2)《室内用涂料卫生规范》 本规范适用于各种室内用水性涂料和溶剂型涂料,规定了室内使用涂料中有害物质含量限值、卫生要求以及卫生检验方法,对 6 类有害物质含量进行了规定,并在涂料中禁止使用 3 类 12 种物质。

(3)《木制板材中甲醛的卫生规范》 本规范适用于制作家具和室内装修的各类木质板材,规定了木质板材中甲醛的卫生要求及检验方法。其中,A 级木质板材甲醛每小时每平方米的释放量应小于 0.12mg ,B 级木质板材小于 0.28mg ,C 级木质板材大于 0.28mg 。

2.《民用建筑工程室内环境污染控制规范》

《民用建筑工程室内环境污染控制规范》(GB 50325—2001)是由国家建设部制定,并与国家质量技术监督检验总局联合颁布实施的我国第一部民用建筑工程室内环境污染控制规范。它适用于新建、扩建和改建的民用建筑工程室内环境污染控制,但不适用于工业建筑工程、仓储性建筑工程、构筑物和有特殊净化卫生要求的房间。

《民用建筑工程室内环境污染控制规范》有以下 3 个明显的特点:①将室内的污染物限定在放射性氡、甲醛、氨、苯、总挥发性有机化合物 5 种污染物;②将民用建筑分为居住建筑和公共建筑两大类;③结合建筑工程和建筑装饰装修工程的特点,按照勘察、设计、施工、验收的建设阶段,分别提出控制的技术要求,实现全过程控制。

在《民用建筑工程室内环境污染控制规范》中专门设置了“材料”一章,对 5 种建筑材料中能释放到室内空气中有有害物质的限量进行了规定,从而对建筑材料的选用提出要求,真正起到从源头控制室内空气污染的作用。

3.《室内建筑装饰装修材料中有害物质限量》

《室内建筑装饰装修材料中有害物质限量》是一种强制性的国家标准,它是在充分调研国内外相关标准的基础上提出来的,于 2001 年 11 月颁布,并于 2002 年 1 月 1 日实施。在《室内建筑装饰装修材料中有害物质限量》中包括人造板及其制品、木器涂料、内墙涂料、胶黏剂、木家具、壁纸、聚氯乙烯卷材地板、地毯和地毯衬垫及地毯胶黏剂、混凝土外加剂、建筑材料放射性核素等 10 项。

《室内建筑装饰装修材料中有害物质限量》中污染物控制限量分为两类,即污染物的释放量和材料中的含量。另外,还详细规定了各种有害物质的检测检验方法,具有很强的可操作性。它的颁布和实施必将促进建筑装饰装修材料产品的标准化和市场的规范化,并为最终提高室内空气质量、保护人民健康,提供强有力的技术和法律支持。

4.《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)

我国制定的《室内空气质量标准》(GB/T 18883—2002)参考了澳大利亚、加拿大、美国、中国香港地区等 7 个国家和地区的立法情况,于 2003 年 3 月 1 日实施,主要适用于住宅居室和办公场所。《室内空气质量标准》与《室内空气质量卫生规范》相比,在控制项目上考虑到了对室内空气质量和人体健康有重要影响的供热通风与空气调节 (HVAC) 参数,新风量定为 $30\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$;同时把人体危害较大的挥发性较强的甲苯和二甲苯也列入其中;除 CO_2 的浓度标准为 8h 均值,可吸入颗粒物 (PM_{10})、苯并[a]芘的浓度标准为日均值外,其余污染物的浓度标准均为 1h 均值。

我国近几年陆续制订了一系列室内环境空气质量和室内环境综合性标准,见表 1-3。