

NH_3

- 中国室内环境检测治理岗位资格培训指定教材
- 中国室内环境监测委员会指定室内环境检测治理专业必备用书

O_3

C_6H_6

SO_2

CO

H_2S

C_6H_6

CH_2O

中国室内环境 污染控制 理论与实务

宋广生 主编



化学工业出版社

中国室内环境检测治理岗位资格培训指定教材

中国室内环境监测委员会指定室内环境检测治理专业必备用书

NH_3

O_3

C_6H_6

SO_2

H_2S

C_6H_6

CH_2O



中国室内环境 污染控制 理论与实务

宋广生 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

中国室内环境污染控制理论与实务/宋广生主编. —北京:
化学工业出版社, 2006. 6

ISBN 7-5025-9028-5

I. 中… II. 宋… III. 室内空气污染-空气污染-控制-
中国 IV. X510. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 071097 号

中国室内环境污染控制理论与实务

宋广生 主编

责任编辑: 陈 蕾 郭乃铎

责任校对: 王素芹

封面设计: 韩 飞

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 22 字数 675 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-9028-5

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换



中国室内环境 污染控制 理论与实务

本书具有权威性、科学性、高层次、全面性和时效性的特点,从绪论、检测与控制、治理、实务四个方面,系统全面地对我国的室内环境问题进行了分类,详细论述了造成各种室内环境污染的原因,针对每种污染的具体检测方法与控制手段进行了分析,并提出室内环境治理的具体措施。本书集合了我国新时期室内环境污染检测治理行业问题、研究、成果和发展趋势,是我国第一部室内环境保护行业全面系统的专著。

本书可供室内环境检测治理行业的领导和从业人员、室内环境污染净化治理的科研人员、室内环境净化治理产品和技术的人员、室内环境检测治理职业资格和岗位资格的培训人员阅读参考。

《中国室内环境污染控制理论与实务》

编委会名单

名誉主编

傅立民 全国政协委员，中国室内装饰协会理事长

李保国 中国质量检验协会会长，原国家质量技术监督局副局长

主 编

宋广生 中国室内装饰协会室内环境监测工作委员会秘书长

中国室内装饰协会室内环境监测中心主任

副主编

戴自祝 中国疾病预防控制中心环境检测所研究员，博士生导师，中国疾病预防控制中心学位委员会委员

编 委 (按姓氏笔画)

于玺华 全军医院感染学会空气微生物监控中心主任，全军医院感染专业委员会委员，空气微生物学专家，研究员

王作元 中国预防医学控制中心研究员，健康住宅专家委员会副主任委员，原卫生部工业卫生所所长

王前虎 中国消费者协会消费指导部主任

刘美荣 天津科技大学副教授

杜振霞 北京化工大学副教授

李文龙 国家认证认可监督管理委员会实验室与检测监管部处长

张 宏 中国室内环境监测工作委员会网编部主任

陈烈贤 中国疾病预防控制中心副研究员

孟 冰 全国律协民事业务委员会委员，北京京都律师事务所律师

赵云葵 中国室内环境监测工作委员会副秘书长兼培训部主任

赵玉峰 国家环保总局电磁辐射影响审评专家委员会委员，中国电工技术学会电磁专家委员，中国电子学会电磁专业委员，北京科技研究院安全委员会委员

郝 纯 中国环保产业协会秘书长

曹港生 香港室内空气质素协会会长

梁真元 中国室内装饰协会室内环境监测中心工程师

彭 澜 中国室内环境监测工作委员会工程师

韩克勤 中国疾病预防控制中心主任技师

韩爱兴 中华人民共和国建设部科技发展促进中心主任

前 言

在国内室内环境保护事业的领导、专家、同行的关心、支持和帮助下，伴随着我国室内环境保护行业发展的步伐，经过几年的精心准备、积累和总结，集合了我国新时期室内环境污染检测治理行业问题、研究、成果和发展趋势，我国第一部室内环境保护行业的系统专著终于和大家见面了。

从2001年我们为了保护消费者在室内环境方面的权益而出版的《室内环境检测与评价手册》，到《中国室内环境污染控制理论与实务》一书的出版，在五年的时间里，我国有关室内环境保护的图书编写工作伴随着行业的不断发展而前进。这些宣传贯彻国家室内环境相关标准、推广室内环境污染检测治理技术与经验、介绍消费者室内环境权益保护案例和知识、普及室内环境污染净化治理常识的室内环境系列书籍，起到了推动行业发展的作用。

目前，随着本书的出版，标志我国以室内环境污染净化治理为主要内容的室内环境保护行业已经形成，同时也表明，室内环境污染净化治理已经在我国形成了一个具有独立特点的学科和研究体系。特别是最近国家提出了建立环境友好社会和建设社会主义新农村的目标，为我国的室内环境提出了新的发展和研究方向，使我国的室内环境保护事业的体系更加完善，也为本书补充了新的内容，形成了具有中国特色的室内环境保护行业发展体系。

本书出版之际，正值我国室内环境事业发展的一个值得纪念的日子——温家宝总理关于室内环境污染问题的重要批示发布五周年。2001年6月，中国新闻社刘长忠经过调查采访，发表了《室内装修污染严重，规范市场刻不容缓》一文，文中以大量的事实反映了目前室内环境污染问题的严重性。6月7日，时任国务院副总理的温家宝同志阅读以后十分重视，在文章上做了“此事关系居民身体健康，应引起重视。请建设部、卫生部、质检总局研酌”的重要批示。从温总理的重要批示开始，我国开始了室内环境标准的制定工作。这一批示成为我国室内环境保护行业发展的标志，也是我们坚持不懈、不断努力发展我国的室内环境保护事业的动力。

另外，2006年6月1日我国第一部《绿色建筑评价标准》GB/T 50378—2006正式实施。标准中确定了我国目前绿色建筑的六大指标，同时对住宅建筑和公共建筑的室内环境质量分别提出了要求，特别是在住宅建筑标准中突出强调了室内环境的采光、隔声、通风、室内空气质量的四个方面。这是我国建筑工程向高层次、高质量、全方位的室内环境转变的标志，有利于推动我国室内环境净化治理行业的发展。

本书编写分工如下，第一章由宋广生、戴自祝、曹港生编写，第二章由杜振霞、彭

澜编写，第三章由于玺华编写，第四章由王作元编写，第五章由赵玉峰编写，第六章由韩克勤编写，第七章、第八章由宋广生编写，第九章由刘美荣、彭澜编写，第十章由宋广生编写，第十一章由彭澜编写，第十二章、第十三章由宋广生编写，第十四章由戴自祝编写，第十五章由陈烈贤编写，第十六章由张宏编写，第十七章由戴自祝编写，第十八章由李文龙、梁真元编写，第十九章由宋广生、张宏编写，第二十章由赵云葵编写，第二十一章由王前虎编写，第二十二章由孟冰编写。

在我国室内环境保护行业发展过程中，全国政协委员、中国室内装饰协会傅立民理事长，原国家质量技术监督局副局长、中国质量检验协会李保国会长给予了积极支持，对本书的编纂给予肯定并且提出了很好的建议，借此机会，我向傅立民理事长、李保国会长以及所有关心、支持、参与我国室内环境保护事业发展的部门、领导、专家、同仁和朋友们，表示衷心的感谢！

由于室内环境保护事业在我国是一个全新的行业，室内环境污染净化治理的理论研究在实践的指导下不断发展和丰富。由于时间关系和作者水平所限，难免有疏漏之处，衷心希望得到大家指正。我们也将不断总结完善我国的室内环境保护的理论和实践，不断发展我国的室内环境保护理论和科学研究。

编 者

2006年6月

目 录

第一章 概论	1
第一节 室内环境污染概述.....	1
第二节 我国室内环境污染检测控制标准.....	7
第三节 中国香港地区室内环境污染问题.....	17
思考题.....	21
参考文献.....	21
第二章 室内环境中的化学污染检测与控制	22
第一节 室内环境化学污染的来源与危害.....	22
第二节 室内环境化学污染的控制标准.....	25
第三节 室内环境化学污染的检测.....	28
第四节 室内环境化学污染的控制.....	44
思考题.....	48
参考文献.....	48
第三章 室内环境中的生物污染检测与控制	49
第一节 室内环境生物污染的来源及危害.....	49
第二节 室内环境生物污染的控制标准.....	55
第三节 室内环境生物污染的检测.....	59
第四节 室内环境生物污染的预防控制.....	67
思考题.....	70
参考文献.....	70
第四章 室内空气中氡污染的检测与控制	71
第一节 氡污染的危害与来源.....	71
第二节 空气中的氡暴露与居民肺癌关系研究.....	74
第三节 室内氡浓度的控制标准.....	78
第四节 通用氡的测量方法.....	84
第五节 降低室内氡浓度的措施.....	85
思考题.....	88
参考文献.....	88
第五章 室内环境电磁及物理污染检测与防护技术	89
第一节 电磁污染的潜在危险性与危害.....	89
第二节 室内环境电磁污染的主要来源.....	93
第三节 电磁污染的安全卫生控制标准.....	96
第四节 电磁污染的测量技术.....	97
第五节 室内环境电磁污染的危害性评价、控制与预防.....	100
第六节 城市区域与室内环境噪声的影响与测量.....	104
第七节 室内环境温湿度的影响与测量.....	108
思考题.....	109
参考文献.....	110

第六章 室内环境检测仪器选择	111
第一节 室内环境检测实验室常用仪器	111
第二节 室内环境检测实验室仪器的管理	124
第三节 选择和配备室内环境检测仪器的基本原则	125
思考题	130
参考文献	131
第七章 建筑工程室内环境污染检测与控制	132
第一节 病态建筑物综合征和我国的建筑工程室内环境污染问题	132
第二节 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》的制定及实施要点	133
第三节 绿色建筑的发展和室内环境控制要求	138
思考题	140
参考文献	141
第八章 室内装饰装修污染与控制	142
第一节 装饰装修污染是我国室内环境污染的主要问题	142
第二节 装饰装修造成的室内环境污染的预防和控制	143
第三节 绿色装饰装修工程的要点和推广	146
思考题	149
参考文献	149
第九章 室内装饰装修材料污染与检测	150
第一节 室内装饰装修材料与室内环境污染	150
第二节 室内装饰装修材料中主要污染物质检测与控制	152
思考题	173
参考文献	173
第十章 室内环境家具污染的检测与控制	174
第一节 家具造成的室内环境污染问题概述	174
第二节 由于家具造成的室内环境污染问题的检测和评价方法	179
第三节 控制家具污染室内环境的原则和途径	181
思考题	183
参考文献	183
第十一章 室内环境气味污染与检测	184
第一节 室内环境气味污染的来源、危害及评价标准	184
第二节 室内环境气味污染的检测分析方法	187
第三节 检验气味污染的新职业——嗅辨员	194
思考题	195
参考文献	195
第十二章 车内环境污染检测与防治	196
第一节 车内环境污染问题的提出及其危害	196
第二节 车内环境污染的标准与检测	198
第三节 车内环境污染的控制与治理	200
思考题	202
第十三章 我国农村室内环境污染与控制	203
第一节 农村室内环境污染问题的提出	203
第二节 我国农村室内环境污染的主要问题和来源	204
第三节 农村室内环境污染的管理与控制	206
思考题	209
参考文献	210

第十四章	室内环境质量的评价与预评价	211
第一节	室内空气质量评价的目的和要素	211
第二节	室内空气质量评价标准及法律依据	212
第三节	室内空气质量评价的分类和预评价	213
第四节	室内空气质量评价调查和常用评价方法	220
第五节	室内空气污染的健康危险度评价	224
思考题		227
参考文献		227
第十五章	室内环境污染的净化治理	228
第一节	室内环境净化治理产品和技术概述	228
第二节	净化治理产品和技术检测与评价	234
第三节	室内环境净化治理产品——空气净化器	239
第四节	室内环境净化治理材料与技术	243
思考题		248
参考文献		248
第十六章	植物与室内环境污染净化	249
第一节	植物对空气污染物浓度的监测功能	249
第二节	植物与室内环境污染净化治理	252
思考题		256
参考文献		256
第十七章	通风空调与室内空气质量	257
第一节	室内空气质量与通风概述	257
第二节	空调与室内空气质量问题	262
第三节	解决空调房室内环境污染问题的要点	266
思考题		268
参考文献		268
第十八章	室内环境检验机构的计量认证	269
第一节	室内环境检测机构认证认可概述	269
第二节	室内环境检测单位计量认证的管理	271
思考题		272
参考文献		272
第十九章	我国室内环境保护行业的发展趋势	273
第一节	我国室内环境净化治理行业的发展历史与现状	273
第二节	国内室内环境净化治理行业市场状况	276
第三节	我国室内环境保护行业发展的有利条件	279
第四节	我国室内环境净化治理行业的发展趋势及预测	281
思考题		282
参考文献		282
第二十章	室内环境检测治理人员的培训与资格管理	283
第一节	国家职业培训及证书制度的推广和作用	283
第二节	室内环境、室内装饰装修材料有害物质检测和治理人员的基本要求	285
第三节	室内环境、室内装饰装修材料有害物质检测与治理人员的培训与管理	286
思考题		290
参考文献		290
第二十一章	消费者室内环境权益保护	291
第一节	消费者的室内环境权益保护问题概述	291

第二节	保护消费者室内环境权益的基本原则、方法和步骤	291
第三节	保护消费者室内环境权益的基本法律法规	293
思考题		295
参考文献		295
第二十二章	室内环境案件适用法律与典型案例分析	296
第一节	室内环境污染案件适用法律	296
第二节	我国目前室内环境污染案件的特点	298
第三节	室内环境污染典型案例分析	299
思考题		308
附录一	室内空气质量标准（节选）（GB/T 18883—2002）	309
附录二	民用建筑工程室内环境污染控制规范（节选）（GB 50325—2001）	313
附录三	室内装饰装修材料中有害物质限量（节选）	316
附录四	室内空气净化器国家标准（GB/T 18801—2002）	320
附录五	空气净化产品与材料净化效果评价测定方法	330
附录六	绿色建筑评价标准（节选）（GB/T 50378—2006）	333
附录七	我国室内环境检测治理单位名录（部分）	340
附录八	室内环境相关机构互联网网址	342

第一章 概论

近年来,随着我国经济建设的飞速发展,人民的生活条件特别是居住条件得到了极大的改善,促进了我国的室内装饰装修和装饰材料市场的飞速发展。据统计,2005 年全国的室内装修和建材需求突破了 6500 亿元人民币,预计到 2010 年,我国的室内装饰建材工业产值预计达到 12126 亿元人民币。与此同时,由此带来的室内环境污染问题也相伴而生,由于建筑、装饰和家具造成的室内环境污染问题日益成为我国城乡比较普遍的问题,成为影响人们健康的一大杀手,日益引起人们的关注。国内外专家研究证明,继“煤烟型”、“光化学烟雾型”污染后,最近一代人正进入以“室内空气污染”为标志的第三污染时期,包括大型百货商店、学校教室、办公室、居民现代住宅等在内的室内空气质量成了环境专家们研讨的焦点。

第一节 室内环境污染概述

一、室内环境污染概述

(一) 室内空气质量的概念

室内空气质量 (Indoor Air Quality, IAQ) 的概念是 20 世纪 70 年代后期在一些西方国家出现的。当时出于节约能源的考虑,建筑物的密闭性大大提高,由此带来室内通风率不足,致使室内空气污染事件频频发生。一些人出现头痛、干咳、皮肤干燥发痒、头晕恶心、注意力难以集中和对气味敏感等症状,被称为“致病建筑综合征”,这种状况在很多国家都有发生,各发达国家在这方面都有惨痛的教训,使人们开始深入研究和探讨室内空气质量对人类健康的影响、污染物及其来源以及可行的解决途径。

室内空气质量的定义经过了多次演变。最初,人们把室内空气质量几乎完全等价为一系列污染物浓度的指标。近年来,人们认识到这种纯客观的定义已经不能完全涵盖 IAQ 的内容。于是,对室内空气质量的定义进行了不断发展,在 1989 年召开的国际室内空气质量讨论会上,丹麦哥本哈根大学教授 P. O. Fanger 提出: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 Institute of Building Services)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,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都是将室内空气质量完全变成了人们的主观感受,这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,如氧、一氧化碳(CO)等没有气味,对人也没有刺激作用,不会被人感受到,但却对人危害很大,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。

(二) 正确认识室内环境质量

人们对室内环境的认识经历了一个很长的时间,虽然人们在研究工作场所、预防职业病方面就已经开始对室内环境质量有了初步了解,并且知道了特定污染物与疾病的关系,但那时候主要

针对工厂车间,随着建筑结构的封闭化和室内办公人员的增多,所暴露出的室内环境污染问题也越来越严重,在这种情况下人们才逐渐开始认识室内环境质量的重要性。

世界卫生组织公布的《2002年世界卫生报告》中专门用一章的篇幅阐述了室内空气污染与人们健康的关系:“尽管空气污染物主要存在于室外,但人们长期生活在室内,因此人们受到的污染主要源于室内空气污染。居室环境对人的日常生活有着重大影响,居室的选址、设计、建设及传统的烹调 and 取暖造成的室内环境污染都会对人类健康产生重大影响。据统计,全球近一半的人处于室内空气污染中,室内环境污染已引起 35.7% 的呼吸道疾病、22% 的慢性肺炎和 15% 的气管炎、支气管炎和肺癌。”报告中特别提到居室装饰使用含有有害物质的材料会加剧室内污染程度。这些污染尤其会对儿童和妇女产生不利影响。目前发展中国家有近 200 万例超额死亡可能由室内空气污染所致,全球约 4% 的疾病与室内环境相关。

室内环境质量的恶化可以产生许多不良后果,对人体健康造成危害,使人们感觉身体不适等,同时又会影晌工作效率,使整个社会经济受到损失。据美国职业安全及健康管理局估计,因室内环境质量恶劣而导致每个员工每天损失 14~15 分钟的工作时间,除了许多商业因损失生产力使成本上升外,恶劣室内环境质量也导致医疗费用的增多。根据美国的另一项调查显示,由于恶劣室内环境质量而导致总经济成本的损失每年高达 47 亿~54 亿美元,这还未包括对建筑材料及各种器材的损失。

来自我国的监测数据也表明,近年来我国室内化学性、物理性、生物性污染都在增加。据世界银行统计,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,超额门诊数可达 22 万人次,超额急诊数可达 430 万人次。仅 1995 年我国因室内环境污染健康危害所导致的经济损失即高达 107 亿美元。

正是由于室内环境污染对员工和整个社会经济均会造成如此重大的损失,因此对室内环境质量的改善就成了一个迫切需要解决的问题。研究室内环境中各种污染物的毒理作用,如何对室内环境质量进行合理的评估,对室内环境污染采取何种有效的治理措施等问题成为近几十年来有关专家研究的热点。

(三) 室内环境污染物的分类、来源及特点

1. 室内环境污染物的分类

随着我国人们生活水平的提高,家用燃料的消耗和菜肴烹调不断增加,大量能够挥发出有毒有害物质的建筑、装饰材料和家用化学品、消费品进入家庭,使室内有害物质的种类和数量明显增多,加重了室内空气污染。现代建筑物多为密闭型,室内空调系统中恒定的湿度、温度益于微生物繁殖。为节省能源,有的楼宇和家庭降低通风量,导致含有毒有害的化学物质、细菌及病毒的空气在室内循环,进一步增加了人体对污染物的接触量。

根据国家《室内空气质量标准》,室内空气污染物按照其性质区分,大致可以划分为以下四类。

(1) 化学污染物 主要来自包括建筑、装饰装修和家具、化妆用品、厨房燃烧和室内化学用品释放或排放出来的包括氨、氮氧化物、硫氧化物、碳氧化物等无机污染物及甲醛、苯、二甲苯等在内的有机污染物。目前人类使用的化学物质多达数 10 万种,并不断有新的合成化学物质的出现。因此,这类污染物是环境的主要污染源,对人体健康的威胁最大,影响面最广。目前我国城乡公共场所和家庭中的主要污染是化学性污染,常见的有化学性有害气体包括甲醛、苯、氨和挥发性有机物等污染物。

(2) 放射性污染 主要来自从建筑和装饰装修材料中释放出来的氡气及衰变子体,还有由石材制成的成品,如大理石、洁具、地板等释放的 γ 射线。放射性物质氡污染目前我国建筑污染的主要问题,一些家庭装饰装修也可以产生,已经被列入国家民用建筑工程室内环境污染控制指标。

(3) 物理污染 主要包括噪声污染、室内灯光照明不足或过亮、电磁辐射(紫外线、微波)、电离辐射(各种放射性物质)等造成对人体健康的危害。室内环境中的物理污染来自于两个方面:一方面是室外环境进入室内的污染;另一方面是室内环境自身的污染。如室内环境的装饰、陈设、家具、照明、色彩等,如果设计和安装不合理,人们长时间在室内生活和工作,都可能造成对人体健康的伤害,成为危害健康的室内环境物理污染。

另外，一些室内环境中的物理性指标，不应该称之为污染，但是，也是与人们健康息息相关。比如室内温度、湿度、新风量等。

(4) 生物污染 室内空气生物污染是影响室内空气品质的一个重要因素，主要包括细菌、真菌（包括真菌孢子）、花粉、病毒、生物体有机成分等。室内生物污染对人类的健康有着很大危害，能引起各种疾病，如各种呼吸道传染病、哮喘、建筑物综合征等。加拿大一项调查表明，室内空气质量问题有 21% 是微生物污染造成的。室内环境监测中心调查，由于室内空气中螨虫引起的过敏性皮炎患者平均竟占 50% 左右。2003 年发生的“非典”再一次提醒人们：室内生物污染正在吞噬你的健康！目前国外一些发达国家和地区，人们的生活质量提高以后，对室内环境的生物性污染更加重视。

目前也有的专家把物理污染与放射性污染合并为一类，统称为物理性污染。把室内环境污染分为化学性污染物、物理性污染物和生物性污染物三个大类。

2. 室内环境污染物质的来源

① 建筑和装饰材料，家具释放的氡、甲醛和挥发性有机化合物等。

② 各种燃料燃烧、烹调油烟及吸烟产生的 CO、NO₂、SO₂、可吸入颗粒物、甲醛、多环芳烃等。

③ 家用化学品产生的各种化学性污染，各种杀虫剂、空气清新剂、清洗剂等。

④ 家用电器和某些办公用品产生的电磁辐射和臭氧等。

⑤ 中央空调和家用空调器带来的室内军团菌、霉菌和其他生物污染。

⑥ 人体呼出的废气，汗液，由呼气排出的苯、甲苯、苯乙烯、甲醇、二硫化碳、氯仿等外源性污染物，通过咳嗽、打喷嚏等喷出的病毒、细菌等生物污染物。

⑦ 室内用具产生的化学和生物性污染，如在被褥、地毯中滋生的尘螨等，塑料制品等产生的化学污染物。

⑧ 从室外进入到室内的污染，主要是大气中的工业废气、汽车尾气等，垃圾场的气味污染，恶劣天气的沙尘污染、花粉污染等，通过门窗和换气装置进入室内。

3. 室内环境污染的特点

室内环境污染物不仅来源广泛、种类繁多和对人体的危害程度大，而且作为现代人生活工作的主要场所的室内环境，在现代的建筑设计中越来越考虑能源的有效利用，使其与外界的通风换气是非常少的，在这种情况下室内和室外就变成两个相对不同的环境，因此室内环境污染有自身的特点，主要表现在以下几个方面。

(1) 影响范围广 室内环境污染不同于特定的工矿企业环境，它包括居室环境、办公室环境、交通工具内环境、娱乐场所环境和医院疗养院环境等，故所涉及的人群数量大，几乎包括了整个年龄组，所以其影响范围就相当广泛。

(2) 接触时间长 人一生中至少 80% 的时间是在室内度过的，当人们长期暴露在有污染的室内环境中时，污染物对人体的作用时间也就相应的增加了。它们各有不同的生物学效应，对机体的危害是多种多样的，既可能有局部作用（局部刺激），又可能有全身毒害（全身性中毒）；即可有特异作用，又可有非特异作用，甚至可产生远期危害（遗传性影响）。

(3) 污染物浓度高 很多室内环境特别是刚刚装修完毕的室内环境，污染物从各种装修材料中释放出来的量较大，并且在通风换气不充分的条件下污染物不能排放到室外，大量的污染物长期滞留在室内，使得室内污染物浓度很高，严重时室内污染物浓度可超过室外的几十倍之多。

(4) 污染物种类多 室内环境污染有物理性污染、化学性污染、生物性污染、放射性污染等，特别是化学性污染，其中不仅有无机物污染如氮氧化物、硫氧化物、碳氧化物等，还有更为复杂的有机物污染，其种类可达到上千种，并且这些污染物又可以重新发生作用产生新的污染物。它们常常是同时综合作用于人体。因此，在研究环境与人群健康的关系时，应考虑多种污染物的联合作用以及污染物和环境因素的联合作用，它们可呈现相加作用，协同作用或拮抗作用。

(5) 污染物排放周期长 对于从装修材料中释放出来的污染物如甲醛，尽管在通风充足的条件下，它还是能不停的从材料孔隙中释放出来。有研究表明甲醛的释放可达十几年之久，而对于放射性污染其危害的时间则更长。接触者多数长时间不断暴露于污染环境中，甚至终生接触。低浓度短时间接触不易对人体健康产生明显影响，但长时间接触对人体健康的潜在危害，则不容忽视。

(6) 危害表现时间不一 有的污染物在短期内就可对人体产生极大的危害,而有的则潜伏期很长,如放射性污染,有的潜伏期可达几十年之久。尤其是老、弱、病、残、幼,甚至胎儿,他们是抵抗力最弱,最容易受到有害因子伤害的人群,称为敏感人群(susceptible population)。有些人群接触某有害因子的机会比其他人群多,强度也大,因此,摄入量比普通人群要高得多,这种人群称高危险人群(high risk population)。也可以把敏感人群和高危险人群统称为高危险人群。

二、我国室内环境污染检测与治理的研究

(一) 我国室内环境检测治理概念的提出和定义

1. 我国室内环境检测治理概念的提出

1999年中国室内装饰协会率先在国内成立第一家专业的室内环境污染监测中心,第一次提出了“室内环境污染”的概念,并且专业从事面向社会的室内环境检测治理服务。

几年来,在党和政府的重视和领导下,在国家质量监督、环境保护、卫生监督、等相关部门的指导下,室内环境的行业不断发展,室内环境污染检测治理的定义不断完善,目前可以得到大家共识的观点是:室内环境污染是指人们为了在室内生活和工作需要,引入了能释放有害物质并且会导致室内空气中化学、生物和物理等有害物质增加的污染源,从而使室内环境(包括飞机、汽车、船等内部空间)中的污染物无论是从数量上还是种类上不断增加,并引起在室内环境中工作和生活的人们的引起的一系列不适症状的现象。

2. 我国室内环境检测治理概念的定义

室内环境污染检测:按照国家标准规定的检测方法,利用科学、标准和规范的检测方法和仪器,对室内环境中的污染物进行测试、分析、评价和判断,并且准确记录。

室内环境污染治理:针对不同的室内环境污染问题,运用各种物质手段,对室内及飞机、汽车、船等内部空间进行处理,使有害物质浓度降低、减少和完全消除。

(二) 我国的室内环境污染检测和治理发展现状

随着国民经济的发展和国家对室内环境污染危害宣传力度的加大,国民的环保意识得到了很大提高,使社会各界对环境的重视,尤其是对自身生活环境的重视达到了从前未有的程度。但是,大家知道,以前提到环境污染一般指室外的空气和江河湖海受到的污染,其治理始于20世纪70年代,主要围绕着工业污染造成的废气、废水和废渣进行治理。实际上,室内环境污染往往比室外环境污染的危害更为严重:空气中的微粒、细菌、病毒和其他有害物质日积月累地损害着人们的身体健康,特别是长期处于封闭室内环境的人尤其如此。

我国20世纪80年代以前,室内污染物主要是燃煤所产生的二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫、氮氧化物。90年代初期,由于室内吸烟、燃煤、烹调以及人体呼出的二氧化碳等149种有害物质对室内的污染,引发了室内空气换气机的销售热潮,但因室外空气污染的日益严重,这种对室内空气污染的初级治理,不久就渐渐退潮。

20世纪90年代末,随着我国经济建设的飞速发展,特别是住房制度的改革和人民生活水平的提高,以及由此带来的室内装饰装修行业的高速发展,由于建筑、装饰装修和家具所造成的污染成了室内环境污染的主要来源。

同时近年来我国中央空调和家庭空调的普遍使用,为了达到节能的目的,要求建筑结构有良好的密闭性能,而现行设计的空调系统多数新风量不足,在这种情况下更加剧了室内空气质量的恶化。

发生在我国2003年春夏的“非典”事件给予我们强烈的警示和启示,人们应该对室内环境污染有新的认识了。关注室内空气污染,特别是高密度人群场所的室内空气污染已刻不容缓。所以,随着我国政府对“非典”的重视,说明室内环境中的又一种污染物质——生物污染对人们健康危害的严重性,同时也引起了人们对室内环境中生物污染的关注。

特别是近年来国家有关室内空气质量标准的发布与实施,更加提高了消费者的室内环境意识,推动了室内环境污染治理工作。因此,我国目前室内环境污染的定义是:由于室内引入能释放有害物质(特别是建筑、装饰装修和家具等)污染源而导致室内空气中化学、生物和物理等有害物质无论是从数量上还是种类上不断增加,并引起人的一系列不适症状。而室内环境污染治理就是

针对目前我国目前存在的严重的污染问题，通过不同的技术和设备降低、减少和消除的方法。

三、国外室内环境污染控制的研究

多数人在室内度过其大部分时光，这就使得在讨论空气污染的危險度时，室内空间成为一个重要的微环境。一个人每天接受多种空气污染物的侵袭，大部分是通过吸入室内空气，这是因为人在室内度过时间最长，且室内污染水平较高。建筑物内的空气质量受多种因素影响，为了节约能源，现代建筑设计倾向于结构紧密，通风率低。因而对健康和建筑舒适度产生负面影响的因素范围很广，从化学污染到生物污染都有，温度、湿度、人工光源、噪声和振动，都会使居者感到特殊压力。

(一) 发达国家的室内空气污染

1. 重要室内空气污染物及其来源

室内空气污染源，以及按室内和室外来源划分的主要污染物见表 1-1。这里并没有列出室内空气污染物的全部来源，因为室内和室外有持续的空气交换，在室外空气中出现的大部分污染物也会在室内发现。且室内来源可能导致一些污染物在室内积累，而在环境空气中却很少。室内空气中的最重要污染物有 SO₂、NO_x、CO、光化学氧化物和铅。在发达国家，室内污染浓度基本与室外相同，室内与室外浓度之比在 0.7~1.3 之间。当使用取暖和做饭设备时，室内的燃烧产物浓度会远高于室外。在发展中国家这种情况更为突出，因为他们使用炉灶和火盆，并且厨房和炉灶的设计不尽合理。

表 1-1 按来源划分，室内空气污染物的来源及主要污染物

主要 污 染 物	主要是室外来源
二氧化硫, 悬浮颗粒/可吸入悬浮颗粒 臭氧 花粉 铅、锰 铅、镉 挥发有机成分、多环芳香烃	燃料燃烧、冶炼 光化学反应 树、草地、杂草、植物 汽车 工业排放 石油化学溶剂、未燃燃料的挥发
主要 污 染 物	室内和室外来源
氮氧化物、一氧化碳 二氧化碳 悬浮颗粒及可吸入悬浮颗粒 水蒸气 挥发有机成分 孢子	燃料燃烧 燃料燃烧、新陈代谢 吸烟环境、再悬浮、挥发物凝结、燃烧产物 生物活动、燃烧、蒸发 挥发、燃料燃烧、油漆、代谢作用、农药、杀虫剂、杀菌剂 真菌、霉菌
主要 污 染 物	主要是室内来源
氡 甲醛 石棉 氨 多环芳香烃、砷、尼古丁、丙烯醛 挥发有机成分 汞 气溶胶 过敏物 微生物	土壤、建筑结构材料、水 隔音隔热材料、家具、吸烟环境 阻燃剂、隔温隔热材料 清洁剂、新陈代谢活动 吸烟环境 胶黏剂、溶剂、做饭、化妆品 杀菌剂、油漆、含汞产品的洒出和泄漏 燃烧产物、室内灰尘 室内灰尘、动物毛、屑 感染

1979~1985 年美国 EPA 进行了总暴露量评价方法学研究 (TEAM)，测定了 650 个家庭 11~19 种 VOC 的室内的室内外空气、个体接触量、呼出气浓度，研究表明，室内 VOC 浓度高于室外，呼出气中 VOC 的浓度与个体接触量具有很好的相关性，而与室外空气中 VOC 的浓度没有相关性。TEAM 的研究成果被德国 (500 个家庭，75 种 VOC) 和芬兰 (300 多个家庭，45 种 VOC) 的调查所证实。世界卫生组织的一个工作小组利用这些研究数据得出了 VOC 对人类危害的实验结果，其中要求单个化学物的质量浓度不超过所属分类的 50%，也不超过 VOC 总量的

10%；不适用于致癌化合物的评价，醛类中不包括甲醛。根据这些实验结果德国学者推荐了室内空气中 VOC 浓度限值（见表 1-2）。

表 1-2 德国学者推荐的室内空气中 VOC 浓度限值/($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

烷烃	芳香烃	萜烯类	卤代烃	酯类	醛酮类	其他化合物	VOC 总量
100	50	30	30	20	20	50	300

日本、意大利、德国、加拿大、美国和澳大利亚等国家首先对室内一些无机污染物进行控制，随着人们对生活质量要求的不断提高，室内空气质量标准中又增加了甲醛等有机污染项。

2. 室内空气污染物的浓度

室内空气污染物的浓度要受多种因素影响，其中有室外水平、室内来源、室内外空气交换率以及建筑物的特点和陈设。室内空气污染物的浓度要随地域、季节变化，并且有每日变化。

在室内空气质量评价中，吸烟环境暴露是一个重要因素。吸烟环境中的颗粒和雾态物质是几千种化学物质的复杂混合体，其中包括苯及苯并芘这样已知的致癌物质。表示吸烟污染环境最常用的指标之一是 PM_{10} 浓度。吸烟者房间的 PM_{10} 浓度，要比其他房间高出 2~3 倍。

3. 健康影响和症状

大部分室内空气污染物直接影响呼吸和心血管系统。室内空气污染对人类呼吸系统的直接健康效应，随暴露强度和持续时间而改变，随暴露人群的健康状态而变化。像婴儿和老人、已经患有呼吸疾病的人、过敏反应者以及正在锻炼的人，这样的人群有较高的危险度。

主动和被动吸入香烟烟雾，会导致肺功能降低，呼吸症状和感染增加，以及肺癌发病增加。吸入人与动物排放的传染性微生物，会引起大部分急性呼吸道感染。通风量降低，增加使用未经处理的循环空气，会使室内环境中的微生物浓度增加。室外过敏源、室内尘螨，以及高湿度室内环境中的霉菌，都会引起过敏性哮喘（下气道可逆性狭窄），儿童和青年的过敏性鼻炎，以及肺炎的周期发作或气喘的温和发作。已报道的挥发性有机成分健康效应范围，从感官刺激一直到行为影响、神经中毒、肝中毒和遗传中毒等效应。公认可出现健康效应的浓度，通常都远高于在室内空气中的测量值。混合 VOC 的暴露可能是引起不良建筑综合征（SBS）的一个重要原因。石棉和其他矿物纤维可能是引起肺癌发病增加的一个原因。石棉和玻璃纤维的急性暴露会产生严重的皮肤刺激。更为复杂的健康效应是 SBS 和建筑相关疾病（BR1）。SBS 是病因学尚未归类的一种特殊症状，当工作或生活在特定建筑物中时，人们会出现这种症状，但一旦离开，症状就会消失。症状包括黏膜、皮肤和眼睛刺激，胸闷，疲劳，头痛，抑郁，嗜睡，注意力不集中，气味烦恼和流行性感冒症状。SBS 通常不能归因于已知污染物的过量暴露，或归因于通风系统缺陷。可能要涉及多种因素：物理因素，包括温度、相对湿度、通风率、人工光源、噪声和振动；化学因素，包括吸烟环境、HCHO、VOC、农药、气味、CO、CO₂、NO₂ 和 O₃；生物和心理因素。

（二）发展中国家的室内空气质量

发展中国家的建筑物内空气质量，特别是在现代化大城市地区，遇到了与发达国家同样的问题。因为在发展中国家的吸烟率增加，所以吸烟环境暴露预计也会增加。此外，一些有害物质，特别是农药，在发展中国家应用日益广泛，这可能导致比发达国家更高的室内污染量。

另外，像二氧化硫、颗粒物、一氧化碳和二氧化氮这样多种传统空气污染物，在发展中国家的室内暴露问题可能更明显、广泛。发展中国家的一个特殊问题是烧饭和取暖排放造成的暴露，这种暴露是多种污染物造成的最高空气污染暴露。今天，世界还有一半人口在继续使用简单的家庭炉灶，使用未加工的固体燃料做饭并取暖，这种燃料以很高的排放因子产生多种对健康有害的空气污染物。

自从第一次实现可控用火以来，尽管人类积累了一定的经验，但对生物燃料简单明火燃烧造成的空气污染，只在过去 20 年才有了科学描述，这主要是因为发达国家对木烟污染的关注日益增长。研究表明，许多重要污染物有很高的排放系数，包括可吸入颗粒物、一氧化碳、以苯并[a]芘为代表的多环芳香烃，以及像甲醛和苯这样的挥发有机成分。生物燃料在小范围燃烧（如家庭烧饭和取暖炉灶）时会释放出数百种化学物质。

与煤油和天然气相比，使用未加工的固体燃料，每顿饭产生的可吸入颗粒物会高出 10~100