

《居室环境与人体健康》

编写人员

- 主 编：陈冠英 北京大学基础医学院
- 科学顾问：（按姓氏笔画为序）
- 田德祥 北京大学环境研究中心
- 朱寿昌 中国疾病预防控制中心辐射安全所
- 崔九思 中国疾病预防控制中心环境卫生监测所
- 编 者：（按姓氏笔画为序）
- 于非非 华中师范大学环境科学实验室
- 万国庆 中国剂量科学研究院电离辐射与医学处
- 王作元 中国疾病预防控制中心辐射安全所
- 田德祥 北京大学环境研究中心
- 朱 燕 华中师范大学环境科学实验室
- 孙士英 北京联合大学文理学院环境系
- 李 睿 华中师范大学环境科学实验室
- 李启东 复旦大学环境科学与工程系
- 杨 旭 华中师范大学环境科学实验室
- 吴镛涛 中国科协工程学会联合会室内环境专业委员会
- 何阿弟 复旦大学环境科学与工程系
- 张丝佳 中国科协工程学会联合会室内环境专业委员会
- 陈冠英 北京大学基础医学院
- 陈登咸 江苏镇江园林局
- 程代云 中国人民解放军防化研究院
- 熊 伟 国家建筑工程质量监督检验中心装修环境质检部
- 戴自祝 中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

居室环境与人体健康/陈冠英主编. —北京: 化学
工业出版社, 2004.12
ISBN 7-5025-6384-9

I. 居… II. 陈… III. 居住环境-关系-健康 IV. X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 123777 号

居室环境与人体健康

陈冠英 主编

责任编辑: 任惠敏

文字编辑: 周 侗 陈 曦

责任校对: 宋 玮

封面设计: 张海峰

*

化学工业出版社 出版发行
化学与应用化学出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10³/₄ 字数 277 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6384-9/X·565

定 价: 18.00 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

序

随着我国社会经济和科技的日益发展以及人们对生活质量要求的不断提高，大量新型建筑和装饰材料、日用化学品、家电已进入百姓家庭、住宅建筑物、公共场所及交通车辆，加上一些不良生活方式的影响，使室内环境污染物的来源和种类日益增多，造成危害人类健康的环境污染问题日益突出，一门新的学科——“室内环境学”就应运而生了。

众所周知，人们在室内工作、休息的时间占全天时间的80%以上。在一般情况下，室内的空气质量往往不如室外，加上换气不足、新风量不够，使室内有限空间的空气质量进一步下降。近年来，室内环境污染问题越来越受到公众的关注，室内环境污染不仅影响人们的正常生活，使工作条件恶化，而且直接危害公众的身心健康和人类的文明发展。



由于室内环境污染问题的研究对象具有浓度低、成分复杂、污染源的各种物质相互影响和反应作用的时间漫长等特点，需要吸引来自物理、化学、生物、医学等方面许多学科的专家、学者共同关注，齐心协力加以讨论并坚持不懈地开展研究，对一些环境污染与相关健康科学方面的疑点和不确定性等问题，逐步加以澄清并最终得到满意的答案。

陈冠英教授主编的《居室环境与人体健康》一书的出版是一件喜事，它的讲解深入浅出、通俗易懂，面向知识阶层和劳动阶层，是一种初步的尝试。

中国科协工程学会联合会室内环境专业委员会将这本读物郑重推荐给广大公众，希望引起政府和社会各界的关注，在全面建设小康社会的过程中，吸引更多的人关心室内环境质量，联手解决室内环境污染问题，为民造福。

朱钟杰

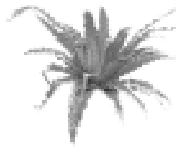
2004年8月

目 录

第一篇 室内污染与健康综述篇	1
【 I -1】 要健康必须有一个健康的居室环境	3
【 I -2】 影响室内环境的物理因素	10
【 I -3】 居室放射性水平对健康的影响	22
【 I -4】 电磁辐射对人体健康的影响	39
【 I -5】 室内环境中的化学污染物对人健康的 影响	49
【 I -6】 影响室内环境的生物因素	65
【 I -7】 室内可吸入颗粒物对健康的影响	74
【 I -8】 室内气态甲醛的毒性作用	79
【 I -9】 空调的使用与人类疾病	87
【 I -10】 从人体水代谢谈室内湿度对健康的 影响	98
【 I -11】 如何评估室内环境污染对健康的 影响	111
第二篇 构筑健康家居篇	119
【 II -1】 以可持续发展的理念营造健康的家居 环境	121
【 II -2】 健康住宅的构建	125

【Ⅱ-3】	控制室内环境污染是建筑工程质量的重要组成部分	132
【Ⅱ-4】	室内装修各环节环境污染控制	147
【Ⅱ-5】	提醒室内装修消费者应注意的问题	151
第三篇	室内污染检测篇	153
【Ⅲ-1】	室内污染检测内容与方法	155
【Ⅲ-2】	室内环境质量检测资质的认证	168
第四篇	室内污染控制和净化篇	179
【Ⅳ-1】	室内空气污染及其控制	181
【Ⅳ-2】	室内空气净化方法基本原理及器材的选择	191
【Ⅳ-3】	对室内环境污染物的净化和满足程度	201
【Ⅳ-4】	居室放射性水平和空气中氡浓度的控制	207
【Ⅳ-5】	居室生物污染的控制	210
【Ⅳ-6】	要清凉世界也要健康	223
【Ⅳ-7】	室内外环境中臭氧的功与过	234
【Ⅳ-8】	盆栽花木与居室环境	242
【Ⅳ-9】	培养良好的生活习惯和进行有效的家居管理	253
【Ⅳ-10】	一种简易有效的室内甲醛消除方法	262

【IV-11】 厨房、卫生间污染防治及家庭垃圾 处理	265
第五篇 室内环境热点问题问答	273
附录：有关室内环境法规索引	319
主要参考资料.....	321
本书中的物理量与单位	324
编后话	327



第一篇

室内污染与健康综述篇



【 I -1】

要健康必须有一个健康的居室环境

一、要想身体好 健康家居不可少

家居环境是家庭团聚、休息、学习和从事家务劳动的人为小环境。家居环境卫生条件的好坏，直接影响着居民的发病率和死亡率。近年来环境保护愈来愈受到人们的重视，但有很多人还没有意识到室内环境质量对健康的影响。城市居民每天在室内工作、学习和生活的时间占全天时间的 90% 左右，一些老人、儿童在室内停留的时间更长。因此，居室环境与人类健康和儿童生长发育的关系极为密切。

由于不同原因造成的较大范围空气污染可分为三个阶段，也有人称为三代：第一代污染是 18 世纪工业革命带来的煤烟污染；第二代污染是 19 世纪石油和汽车工业的发展带来的光化学烟雾污染；第三代污染以室内污染为标志，污染物可能达数千种之多，室内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。

随着经济的发展、人民生活水平的提高，在改善居住条件时，大家比较习惯于考虑住房的位置、环





境、交通是否方便，再就是住房的面积、实用方便性和是否美观。20 世纪 70 年代爆发了全球性能源危机，一些发达国家在建筑物设计方面为了节省能源，导致室内通风不足、室内污染状况恶化，出现了“军团病”和“致病建筑物综合征”。近年来，急性传染性非典型肺炎（SARS）的突然爆发主要是由于室内传播，除在医院传播外，有些是在家里居室中由病人或病毒携带者传播给家人。因此，“健康家居”的新概念突显其重要意义，也就是家居应将健康放在首位。

二、居室污染来源和潜在危害

有时看上去宽敞、漂亮的房间，其实却在不知不觉中受到各种污染。居室内污染因子达到一定的量将构成对人类健康不同程度的危害。室内环境对人类健康的影响，可大致分为三种。

第一种是不良（致病）建筑物综合征（sick building syndrome，简称 SBS），指在室内生活和工作的入往往会出现注意力不集中、抑郁、嗜睡、疲劳、头痛、气味烦恼、易感冒、胸闷及黏膜、皮肤、眼睛刺激等症状。一旦离开这种环境，这些症状会自然减轻或消失。

第二种为建筑相关疾病（building related illness，

简称 BRI)，顾名思义，是指与建筑物有关的疾病。主要表现为呼吸系统疾病、心血管疾病、军团病及各种癌症（如肺癌）。离开此环境，疾病症状也不会消失。

第三种为多种化学物质过敏症（multiple chemical sensitivity，简称 MCS）。室内空气中一定数量的某种化学物质或生物物质对一般人群可能不会引起反应，但对敏感人群却会引起过敏反应。对这种过敏机制，现在还没有研究清楚。

引起 SBS 的危险因素列于表 I-1 中。其来源可以是室外，也可以是室内建筑材料、装修材料、装饰材料和陈设的家具，还有些来自日常生活，有的甚至是我们人体自身代谢产生的。

表 I-1 致病建筑物综合征的危险因素

物理因素	气温、相对湿度、通风、人工光照、噪声振动、离子、颗粒物、纤维、放射性
化学因素	环境、吸烟、甲醛、挥发性有机物（VOC）、生物杀虫剂、臭味物质，其他无机化学污染物（二氧化碳、一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、臭氧）
生物因素	霉菌、皮屑、细菌、病毒、螨虫
心理因素	

室内环境污染对健康的影响又可分为物质的和精神的两个方面，即由特定疾病的病因产生的健康问题和与心理、感觉和情绪有关的健康问题。我们不仅要





重视可影响健康的环境污染因子，而且更要重视与心理、感觉和情绪有关的健康问题。在室内环境中，空气质量、热舒适度、噪声水平、适宜的照明、放射性污染、化学污染、生物污染和有效能源利用之间，既相互关联又有潜在矛盾。要解决室内污染问题，需要各学科间加强协作，把室内环境作为一个整体问题考虑，创造一个舒适、健康、有效、充满活力的居住空间。

有些对健康影响较大的污染因子，在本书的其他部分将作较详细的介绍。

三、控制污染量是保证居室环境质量的关键

环境污染因子作用于人群，如果污染水平高、持续时间长，可引起居民患病率（特异的或非特异的疾病）增加或死亡率增加，但人群中不是所有的人反应程度都一样而是呈金字塔形分布（见图 I -1）。

从上述模式可见，大多数人是表现为污染物人体负荷增加，不引起生理变化；有些人稍有生理变化，但属于正常调节范围；有些人处于生理代偿状态，此时如果停止接触有害因素，机体就向着健康方向恢复，代偿失调而患病的人在总居民人数中只是少数，而死亡的人数比患病的人数更少。

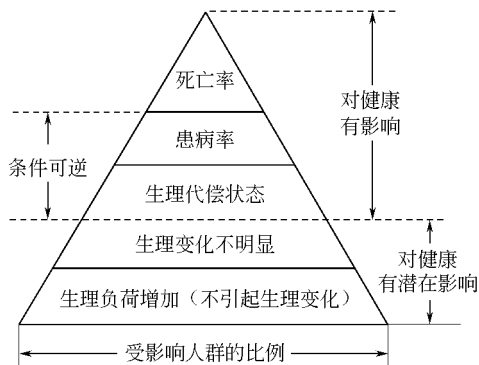


图 I-1 人群对环境异常变化的反应呈金字塔形分布

在同一环境因素变化条件下，有的人反应强烈，有的人反应不大，这是由个人年龄、性别、健康状况、遗传因素等情况不同造成的（见图 I-2）。在人群总体中对特定环境污染物的毒性比较敏感，即接触污染物后发生毒性反应的相对危险性明显高于正常对照人群的那一部分，称为高危险人群。同正常对照人群比较，在接触同样水平的环境污染物后，高危险人群表现为毒性反应增强或潜伏期缩短。高危险人群类别因环境污染物的不同而异，但一般老人和儿童属于高危险人群。

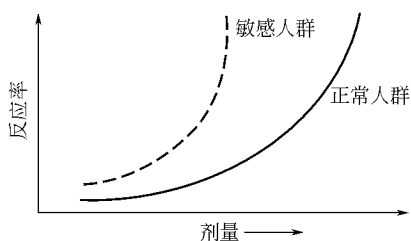


图 I-2 不同人群对环境因素变化的剂量-反应关系

环境污染因子对





健康是否产生影响及影响程度，除取决于个人的敏感性外还主要取决于污染物的性质和含量。例如，氡在自然界广泛存在，只有当室内氡的平衡当量浓度超过 $100\text{Bq}/\text{m}^3$ 时，肺癌的发病率才高于对照组。又如甲醛对人体健康的影响因浓度不同而不同，而且个体差异很大（见表 I-2）。

表 I-2 短时间甲醛暴露的人体急性刺激反应

人体健康效应	空气甲醛浓度水平/ (mg/m^3)	
	报道范围	中位数
嗅阈	0.06~1.2	0.1
眼刺激阈	0.01~1.9	0.5
咽刺激阈	0.1~3.1	0.6
眼刺激感	2.5~3.7	3.1
流泪(30min 暴露)	5.0~6.2	5.6
强烈流泪(1h 暴露)	12~25	17.8
危及生命:水肿、炎症、肺炎	37~60	37.5
死亡	60~125	125

再如，总挥发性有机物（TVOC）暴露的健康效应与浓度也有关（见表 I-3）。

表 I-3 TVOC 暴露与健康效应的剂量-反应关系

浓度范围/ (mg/m^3)	健康效应
<0.2	无刺激、无不适
0.2~3	与其他因素联合作用时可能出现刺激和不适
3~25	刺激和不适；与其他因素联合作用时可能有头痛
>25	除头痛外，可能出现其他的神经毒性作用

环境污染引起的损伤，如损伤较轻一般可以自愈，比较严重的损伤亦可经治疗康复。诱发癌症、白血病等一般有潜伏期。

控制污染量是保证居室环境质量的关键。控制污染量的措施应依据国家或相关部门制定的各项标准来实施。

四、增强居室环境保护意识

控制室内污染的举措应依据各种法规由有关部门统一实施。广大居民应提高环保意识，除选择适当的装修和施工方案外，还应把室内环境的管理作为家政服务的重要组成部分，例如：经常注意室内通风；严禁在居室内抽烟；防止烹调油烟污染；及时处理垃圾及废弃物；及时清洗衣服及窗帘；少用（慎用）空气清新剂、杀虫剂、化妆品；合理使用空调及空气净化器；控制噪声和电磁辐射；注重个人卫生等。另外，在室内有选择地、适量地培养一些花卉，也可以改善居室的空气质量，美化居室环境。

（陈冠英）





【 I -2】

影响室内环境的物理因素

——居室热环境、声环境、光环境与人体健康

影响健康的室内环境因素很多，其中包括空气污染物、噪声、温度、湿度、通风、光污染、电磁污染、电离辐射等。这里仅对影响健康的一些物理因素加以介绍。

一、什么是室内热环境，它对人的健康有什么影响

1. “室内小气候”

室内热环境的舒适度与室内人员的活动、健康状况、生活质量有着极重要的关系。影响室内热环境的关键因素是温度、湿度、热辐射和空气流动。虽可独立测量这些因素，但它们之间有着密切关系。一个或几个因素的改变，就会影响其他因素。通常把这四种因素统称为“室内小气候”，它会随时间、空间的变化而改变。

2. “室内小气候”的改变对人健康的影响

20年前还只用物理术语来表达有关室内小气候的规范和标准，但到了10年前，人们逐渐认识到，

还必须考虑人的生理变化和主观感觉，有必要确定对热舒适度的人类生理感官反应与物理量变化之间的定量关系。人们对舒适的认同与小气候和人的相互作用有关，所以需要规范人的生理变化和感觉因素。较重要的人的因素有：年龄、性别、营养状况、健康状况、对气候的适应、衣服保暖水平、职业及活动程度等。

在温带气候条件下，室内温度为 $18\sim 24^{\circ}\text{C}$ ，在湿度、热辐射、空气流动都适宜的情况下，对健康不会有任何影响。室内空气温度低于 16°C ，相对湿度高于 65% 的情况下，容易引起呼吸系统疾病、关节疾病以及对霉菌、真菌、尘螨、宠物毛皮屑等过敏原的过敏反应。室内空气温度低于 12°C ，对老人、体弱者、残疾人、学龄前儿童的健康不利，夜间室内温度过低，会使老人和婴儿处于危险之中。

在热带气候条件下，老年人的心血管疾病和呼吸系统疾病会加重。对患有循环系统疾病的老年人来说，睡眠失调会导致严重的累积紧张效应。一般可接受的温度范围为 $17\sim 31^{\circ}\text{C}$ 。如超出了此范围，对健康的影响在表 I-4 中列出。

3. 最佳“小气候”

美国采暖、制冷和空调工程师学会（ASHRAE）制定了美国的室内热环境标准。该标准规定：在冬季，

