

居住建筑室内健康环境评价系列丛书

居住建筑室内健康环境评价原则及解析

“室内健康环境表征参数及评价方法研究”课题组 编著

陈滨 主编



中国建筑工业出版社

居住建筑室内健康环境评价系列丛书

居住建筑室内健康环境 评价原则及解析

“室内健康环境表征参数及评价方法研究”课题组 编著

陈 滨 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

居住建筑室内健康环境评价原则及解析/陈滨主编;
“室内健康环境表征参数及评价方法研究”课题组编著.
北京:中国建筑工业出版社,2017.5
(居住建筑室内健康环境评价系列丛书)
ISBN 978-7-112-20398-7

I. ①居… II. ①陈… ②室… III. ①居住建筑-室
内环境-关系-健康-评价 IV. ①X503.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 027506 号

责任编辑:齐庆梅 张文胜

责任校对:陈晶晶 李欣慰

居住建筑室内健康环境评价系列丛书
居住建筑室内健康环境评价原则及解析
“室内健康环境表征参数及评价方法研究”课题组 编著
陈 滨 主编

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)
各地新华书店、建筑书店经销
北京佳捷真科技发展有限公司制版
北京云浩印刷有限责任公司印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:7¼ 字数:176 千字
2017 年 5 月第一版 2017 年 5 月第一次印刷
定价:25.00 元

ISBN 978-7-112-20398-7
(29798)

版权所有 翻印必究
如有印装质量问题,可寄本社退换
(邮政编码 100037)

前 言

2016年10月25日,中共中央、国务院发布了《“健康中国2030”规划纲要》(简称《纲要》),这是今后15年推进健康中国建设的行动纲领。在《纲要》中明确指出:“健康是促进人的全面发展的必然要求,是经济社会发展的基础条件。实现国民健康长寿,是国家富强、民族振兴的重要标志,也是全国各族人民的共同愿望。”据报道,仅“十二五”期间,政府卫生支出累计额达48554.2亿元,卫生总费用占GDP比重从2010年的4.89%上升至2015年的6.0%,创下了历史记录;我国每年总死亡人数960万人中,主要死因为慢性疾病的占85%;慢性病患者中高血压患者超过2亿人,每年增加1000万人;糖尿病患者为9240万人,1.4亿人血糖在升高;心脑血管疾病患者超过2亿人,占我国每年总死亡人数的31%。因此,如何养成良好的健康生活方式、营造健康的人居环境,成为13亿中国人在实现中国梦的征程中所关注的重要课题。

本系列丛书为“十二五”国家科技支撑计划课题——室内健康环境表征参数及评价方法研究(2012BAJ02B05)的基础研究工作和成果,丛书由《居住建筑室内健康环境评价方法》、《中国典型地区居住建筑室内健康环境状况调查研究报告》和《居住建筑室内健康环境评价原则及解析》组成,来自大连理工大学、重庆大学、上海交通大学和北京中医药大学的课题主研人员合作撰写而成。

2012年课题立项以来,课题组成员围绕居住建筑室内健康环境“表征参数”和“评价方法”开展了大量的基础研究、文献调研和实测调查工作,并针对我国现有的标准规范、室内污染物传播特征以及人体健康状况等方面进行了综合研究分析;同时与毒理学、公共卫生学和临床医学等领域研究人员进行了多次深入交流。重点开展了以下工作:

(1) 2012年对全国典型地区居住建筑构建方式、周边环境、居住者的日常生活习惯以及健康状况进行了问卷调查,初步了解居住建筑室内环境状况;2014年按照不同功能房间的主要健康风险及居住者健康状况开展了不同气候区典型城市的大样本问卷调查以及入户实测调查。

(2) 以大样本问卷调查及入户实测调查数据结果为依据,构建了室内环境关联健康影响的分析模型,探讨了室内环境综合影响因素与居住者健康状况之间的关联性,进而得出了不同功能房间室内健康环境表征参数。

(3) 借鉴国外既有评价标准及方法,通过综合分析国内外关于住宅健康性能评价指标、暴露风险、剂量效应等基础性的研究成果,提出了适合我国发展现状的居住建筑室内环境健康性能评价方法,编制了《居住建筑室内健康环境评价标准》(编制草案)。

(4) 基于《居住建筑室内健康环境评价标准》(编制草案),研究开发了室内健康环境实时监测和评价物联网系统,为实现居住建筑室内环境参数的大样本数据的统计分析、实时监测、健康等级评价等目标提供了强有力的可视化软件平台。

本系列丛书由大连理工大学陈滨担任主编,主要参编人员包括大连理工大学吕阳、陈宇、

张雪研、周敏；上海交通大学连之伟、兰丽、张会波、张晓静；重庆大学刘红、喻伟王晗成镭；北京中医药大学郭霞珍、刘晓燕、许晓颖。

本书系统介绍了课题组编制完成的《居住建筑室内健康环境评价标准》（编制草案）的主要内容，由评价原则篇和包括五个专题研究的解析篇组成。在评价原则篇中，按照居住建筑的4个主要功能房间（起居室（厅）、卧室、厨房、卫生间/浴室）进行划分，依据课题组通过大样本问卷调查和实测调查统计分析结果以及国内外相关评价标准的对比分析得到的针对各个功能房间室内健康环境表征参数及评价方法，拟定了一般规定和等级评价的相关条文和条文说明。另外，解析篇中所介绍的居住建筑室内健康环境研究现状分析、居住室内环境健康性能表征参数研究、室内健康环境暴露风险及评价方法、欧美、日本居住室内环境健康性能评价标准研究和室内环境健康性能评价工具及示范五个专题研究为评价原则提供了科学依据。

本书适合于从事健康建筑、室内环境质量、公共卫生等相关工作的教学科研、勘察设计、施工和运行管理人员以及业主参考使用。

《居住建筑室内健康环境评价原则及解析》各章节编写人员如下：

第1篇 评价原则 陈滨 周敏 陈宇 吕阳

第2篇 解析

第7章 居住建筑室内健康环境研究现状分析 陈滨 张雪研 周敏

第8章 居住建筑室内环境健康性能表征参数研究 陈滨 周敏 陈宇

第9章 室内健康环境暴露风险及评价方法 陈滨 周敏 陈宇

第10章 欧美、日本居住建筑室内环境健康性能评价标准研究 陈滨 吕阳 陈宇

第11章 室内环境健康性能评价工具及示范 陈滨 周敏 朱元彬 张雪研

本系列丛书在最终撰写定稿过程中得到了国家自然科学基金项目“寒冷地区城市居住室内环境关联健康影响表征模型研究”（51578103）的资助。

目 录

第1篇 评价原则

第1章 基本规定	3
第2章 起居室（厅）	18
2.1 一般规定	18
2.2 等级评价	20
第3章 卧室	21
3.1 一般规定	21
3.2 等级评价	23
第4章 厨房	24
4.1 一般规定	24
4.2 等级评价	26
第5章 卫生间、浴室	27
5.1 一般规定	27
5.2 等级评价	28
第6章 室内健康环境基本参数测量	29
6.1 基本参数和仪器	29
6.2 测量条件	32
6.3 测量位置和数量	33
6.4 测量时间	34

第2篇 解 析

第7章 居住建筑室内健康环境研究现状分析	37
7.1 室内健康环境研究回顾	37
7.2 居住室内环境主要污染物	39
7.3 居住建筑室内外主要污染源	46

第 8 章 居住建筑室内环境健康性能表征参数研究 52

8.1 国内外研究进展文献综述 53

8.2 居住建筑室内健康环境表征参数 56

8.3 室内健康环境表征参数研究 61

本章参考文献 62

第 9 章 室内健康环境暴露风险及评价方法 65

9.1 剂量效应与暴露风险 65

9.2 室内环境健康性能评价方法研究 68

本章参考文献 75

第 10 章 欧美、日本居住建筑室内环境健康性能评价标准研究 80

10.1 概述 80

10.2 美国室内健康环境评价标准 81

10.3 英国室内健康环境评价标准 87

10.4 德国室内健康环境评价标准 88

10.5 日本室内健康环境评价标准 91

本章参考文献 94

第 11 章 室内环境健康性能评价工具及示范 97

11.1 系统组成 97

11.2 实时数据采集及传输技术开发 98

11.3 大样本数据实时监测及评价可视化软件平台开发 100

11.4 示范工程 106

第1篇 评价原则



第1章 基本规定

1.0.1 居住建筑室内健康环境评价主要依据各功能空间室内环境关联健康影响的主要因素，对室内各功能空间环境健康性能分别进行评价。

【说明】《住宅设计规范》GB 50096 中明确指出每套住宅至少包含卧室、起居室（厅）、厨房和卫生间等基本功能空间，室内人员在室内不同功能空间从事不同的生活活动，而各类生活活动会产生不同的污染物。室内各功能空间同时受装修装饰材料、使用功能和户型布局等因素影响，导致各自形成的微环境存在一定的差异。基于大量的文献调研和入户实测调查研究，总结室内各功能空间环境对人体健康影响的主要因素，故本评价原则也只依据各功能空间环境的主要关联影响因素来对各功能空间分别评价。

1.0.2 居住建筑室内环境健康评价原则主要适用于建筑使用阶段。

【说明】本评价原则是国家“十二五”科技支撑计划课题——“室内健康环境表征参数及评价方法研究”的重要研究成果，在调查研究过程中发现建筑在早期设计和材料使用上，国家相关标准均做出了较为严格的规定，因而室内环境在原则上是满足人员活动需求的，但由于室内环境受日常生活活动如炊事、洗浴、清扫、开窗等影响较大，室内污染物浓度会超出我国现行标准规定的安全限值。通过入户实测调查结果分析可知，在无人居住的房间内，室内主要污染物浓度均在限值要求内，且全日内无较大波动变化，因而最终确定室内环境健康评价主要针对建筑的使用阶段。

1.0.3 居住建筑室内环境健康评价标准的主要使用对象为居住者、研究者、政府、企业、开发商和设计人员。

【说明】本评价原则及其物联网评价工具构建起了一个居住者、研究者、政府、开发商、设计人员和企业之间的沟通平台，如图 1-1 所示，其主要目的是维持和增进室内环境的健康性能，健康室内环境的营造需要通过多方面的共同努力才能完善。本评价原则操作较为简单，主要分为两方面：一方面针对目前室内常见的健康风险作出了相关规定，大部分条款均满足经济性、易操作性等原则，住户可以对照相关规定对室内的风险问题进行处理；二是风险等级评价，基于功能房间的表征参数实现日评价、周评价、月评价、季评价和年评价。我国健康住宅产业和服务产业目前处于发展阶段，也是目前国家力推的发展方向，为了能给业主带来更好的用户体验，在住宅建造和管理时均可以使用本原则。

1.0.4 居住建筑室内健康环境评价的功能空间主要包括起居室（厅）、卧室、厨房、卫生间/浴室四类。

【说明】《住宅设计规范》GB50096—2011 第 5.1 条中明确指出每套住宅至少包含卧室、起居室（厅）、厨房和卫生间等基本功能空间，各功能空间均具有其相应的功能特点。在设计初期，室内各功能空间的布局受其使用特点有所不同，课题组开展了大样本的问卷调查和入户实测调查研究，住户在对各功能空间的主观满意度上是存在一定的差异的，而实测结果也表明各功能空间的污染物浓度分布存在差异性，室内人员在各功能空间停留的

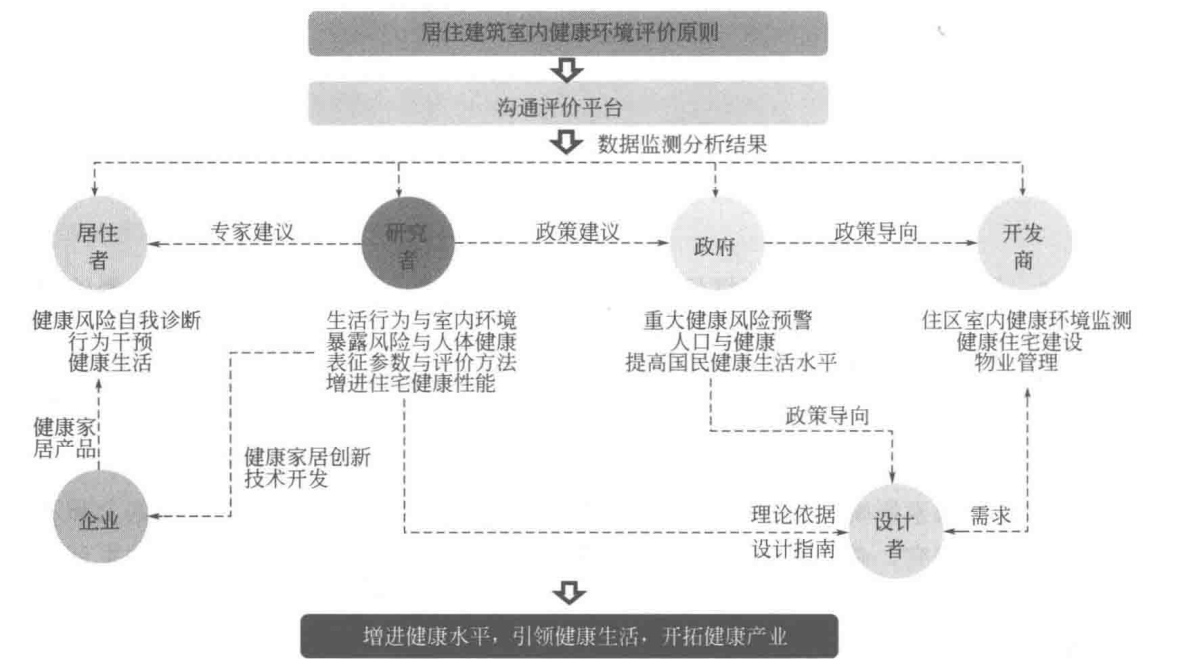


图 1-1 评价原则使用对象描述

时间也具有一定的规律性，故本评价原则将按功能空间分别进行评价。

1.0.5 居住建筑室内健康环境评价可以采用入户实测和在线监测两种方式进行。入户实测需由具有相关资质的检测机构进行，测试方法、仪器精度及测试时间应遵循本原则相关要求；选择在线监测住户需使用相应的室内环境智能监测产品，产品应满足相应的精度要求。在线监测住户室内监测数据可实现实时查看和上传，住户可以通过室内可移动终端面板或上网查询了解室内环境实时健康性能等级。

【说明】现有的室内环境检测大多是由具有相关资质的检测机构进行入户实测，通过实时采样的数据与相关室内环境标准进行比对来判断室内环境是否达标合格。但根据目前流行病学、临床医学等相关领域的研究结果，污染物对人体的健康影响存在一个累积效应，受污染物的暴露剂量和暴露时间同时作用影响，即使是低浓度的污染物环境，若暴露时间较长，导致累计的暴露量较大，仍会对人体的健康产生危害。根据污染物对人体健康危害的特点，需要对室内环境进行连续监测，并根据人们的生活活动规律对各功能空间的使用时间进行统计归纳，进而对人体的暴露量进行统计计算，对室内各功能空间环境进行等级判定。目前居住建筑室内环境实时监测及评价物联网系统的软件和硬件系统已经完成，已经可以实现对室内环境的长时间连续监测和评价，住户可以通过互联网来查询室内环境健康状况。另外，未联网住户可以将测得的数据代入计算模型进行等级评价。

1.0.6 居住建筑室内各功能空间环境健康性能表征参数如表 1-1 所示。

不同功能空间健康性能评价表征参数				表 1-1
功能房间	起居室(厅)	卧室	厨房	卫生间/浴室
表征参数				
空气温度	✓	✓	✓	✓
空气相对湿度	✓	✓	✓	✓

续表

功能房间 表征参数	起居室(厅)	卧室	厨房	卫生间/浴室
CO ₂	√	√	√	√
PM2.5	√	√	√	
背景噪声	√	√		
照度	√	√	√	√

【说明】室内健康环境涉及建筑环境学、临床医学、毒理学、公共卫生学、心理学、流行病学、统计学等多学科领域，因而室内环境健康的表征方法和形式多样。目前常见的评价对象分为两类，即室内物理环境和人体健康，人体健康受影响的因素较多，室内环境仅是影响因素的一部分，且个体间会存在一定的差异，不利于评价的开展。室内物理环境的参数划分大致可分为：室内空气质量、热湿环境、声环境、光环境和电磁环境，室内常见污染物的主要来源是装修装饰材料挥发、住户室内生活活动和室外污染空气渗透等。综上所述，室内健康环境选取的评价指标可以以物理环境作为基础，表征参数应遵循代表性、可测性和经济性等基本原则。

室内健康环境的表征参数是实现室内环境健康性能评价的基础，室内健康环境与住宅健康环境不同，住宅健康环境可能还会涉及社区环境、社会环境等大环境因素，室内环境仅为住宅健康环境的一部分，因而应当与健康住宅的理念区分开并细化，评价指标的选取也应有所不同。针对我国既有城镇居住建筑的特点和住户的生活习惯，室内健康环境表征参数将按照功能空间进行划分。借鉴国内外的室内环境标准和相关研究成果，课题组开展了室内环境空气污染物种类、典型污染物、室内环境健康性能评价指标等专题研究，并参考我国东北地区、西部内陆地区及东部沿海地区的调查问卷和入户实测调查统计结果，最终形成了符合我国居住建筑室内健康环境的表征参数。我国典型地区室内健康环境影响因素汇总表如表 1-2 所示，功能房间主客观环境表征参数及国外研究成果对比如表 1-3 所示。

我国典型地区室内健康环境主要影响因素 表 1-2

功能房间	地区	主要健康影响因素	
		主观(问卷调查)	客观(入户实测调查)
起居室/客厅	东北地区	热感觉(夏)、热感觉(冬)、异味、噪声与振动、照明、地板光滑度	CO ₂ 、PM2.5
	西部内陆地区	异味、噪声、光线	温湿度、TVOC
	东部沿海地区	灰尘	PM2.5
卧室	东北地区	热感觉(冬、夏)、湿感觉(冬、夏)、噪声与振动、照明	相对湿度、CO ₂
	西部内陆地区	噪声、湿闷、光线	湿度、CO ₂
	东部沿海地区	空气质量、夜间光照强度	PM2.5、CO ₂ 、甲醛、温湿度、空气流速

续表

功能房间	地区	主要健康影响因素	
		主观(问卷调查)	客观(入户实测调查)
厨房	东北地区	水汽、霉菌、下水道气味、勉强姿势、烫伤	空气温度、PM2.5、CO ₂
	西部内陆地区	异味、油烟	换气次数、油烟、PM2.5、CO ₂
	东部沿海地区	油烟	PM2.5
卫生间/浴室	东北地区	热感觉(冬)、异味、勉强姿势	相对湿度、空气温度
	西部内陆地区	异味、滑倒、潮湿、冷感	相对湿度、温度、霉菌
	东部沿海地区	异味、潮湿	相对湿度

室内健康环境主客观表征参数对比分析表 表 1-3

功能房间	主观表征参数	客观表征参数	国外研究
起居室(客厅)	热感觉	空气温度、相对湿度	气味、霉菌、结露、冷表面、灰尘、抽烟、宠物
	异味	CO ₂ 、PM2.5	
	噪声与振动	噪声	
	地板光滑		
	照明	照度	
卧室	湿感觉	相对湿度、空气温度	噪声、潮湿、通风换气次数、细菌、TVOC、尘螨
	热感觉	空气温度、相对湿度	
	噪声与振动	噪声	
	照明	照度	
		CO ₂ 、PM2.5	
厨房	下水道气味	CO ₂	NO ₂ 、PM2.5、CO、潮湿、有机气溶胶、霉菌
	霉菌	相对湿度、空气温度	
	水汽	CO ₂ 、PM2.5	
	烫伤		
	勉强姿势		
卫生间/浴室	霉菌	相对湿度、空气温度	霉菌、异味、潮湿、自然通风、军团杆菌
	异味	CO ₂	
	热感觉	空气温度、相对湿度	
	地板光滑		
	勉强姿势		

基于大样本问卷调查，构建出了室内环境关联健康影响的 SEM 模型，如图 1-2 所示，各功能房间健康风险影响因素的影响程度得到了很好的论证。主客观表征参数的对应关系如表 1-3 所示，主观表征参数按照影响权重大小进行排列，通过与国外的既有研究成果对比可以发现，国外室内不同功能房间的主要健康风险提炼出的物理环境指标与本研究得出的客观表征参数较为吻合。

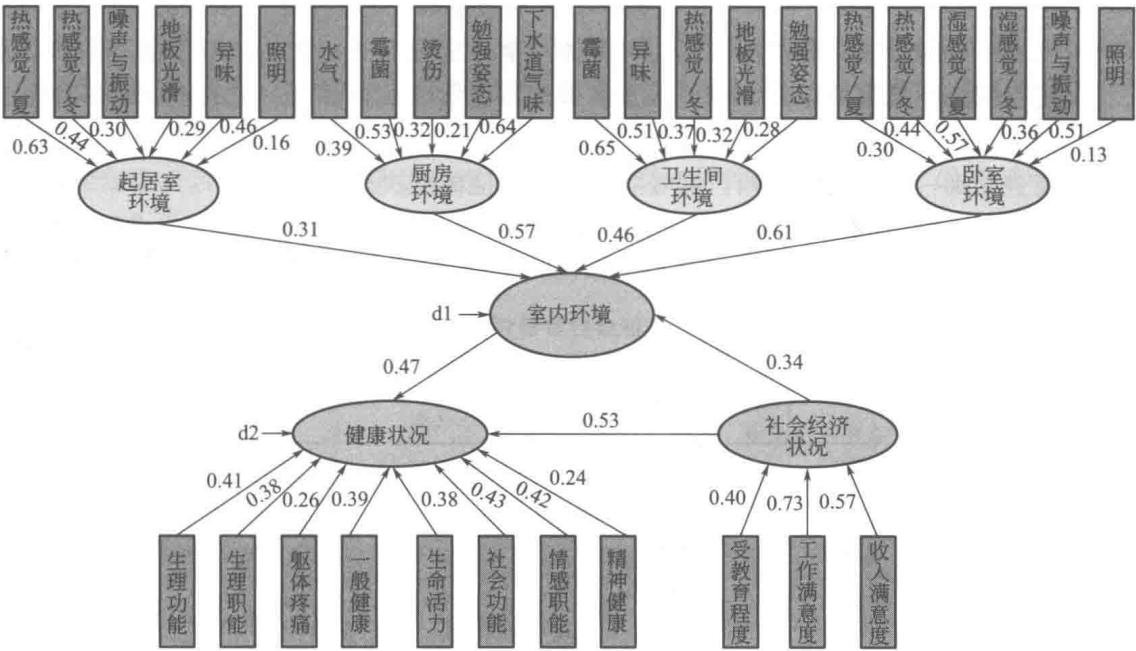


图 1-2 室内环境关联健康影响 SEM 模型分析结果

1.0.7 居住建筑室内环境健康等级按照对人体影响程度大小划分为 4 个级别，如表 1-4 所示。

健康等级说明 表 1-4

1 级	2 级	3 级	4 级
所有指标都满足现行国家标准限值要求	潜在的轻度暴露风险	潜在严重暴露风险,敏感人群存在健康风险	所有指标都不满足现行国家标准,高暴露风险,存在健康风险,敏感人群存在严重健康风险

【说明】目前国内外已有很多种室内环境评价方法，其等级划分大致可以分为以下几类：（1）健康性：健康的、不健康的，这种最常见的就是各国的环境参数限值标准，对于超过限值的即为不健康，未超过限值的即为健康；（2）主观感觉：好、一般、差，此类评价词语较为主观，且不同的人群的主观感觉存在一定的差异性；（3）舒适性：舒适，不舒适和较舒适，此类评价划分也与人群的主观感觉关联较大。在公共卫生学、临床医学和毒理学的研究中，常常会引入暴露剂量等概念，污染物对人体的影响是根据人体实际暴露量来衡量的，且不同体质的人群的敏感浓度阈值不同，因而本原则的等级评价将会重点考虑到不同人群和不同等级所带来的健康危害。最终确定分为四个等级：

1 级：必须满足我国现行国家标准限值，且相关研究成果表明此范围内对长期生活的居住者不会产生健康危害，即为最理想的室内环境；

2 级：室内环境标准限值的设定除了要考虑到人体实际的承受能力以外，还要考虑到国家现有的社会发展水平，因而部分参数有可能还在我国标准限值以内，但这并非意味着不会对人体产生健康危害，长期持续的暴露也会带来一定的健康风险，但总体看来算是达标的环境，有待进一步改善；

3 级：目前已有很多研究表明，儿童、老人等敏感群体较其他成人的抵抗力和适应力弱；研究成果同时表明，此浓度范围会对人体产生一定程度的危害，此范围值基本均在目前我国现行国家标准限值以外，该等级重在提醒室内敏感人群会有一些的环境暴露风险；

4 级：此等级范围值均为现阶段研究指出的具有明显的健康危害性，且长期暴露时，身体机能会受到一定程度的影响，需要立即采取相应的解决措施。

1.0.8 居住建筑室内健康环境表征参数按照对居住者健康危害大小划分为 4 个级别，如表 1-5 所示。

表征参数等级评价 表 1-5

项目	评价指标		国家标准	风险等级评分			
				1 级	2 级	3 级	4 级
舒适性	温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	夏季	22~28	$24 \leq t \leq 26$	$26 < t \leq 28$	$28 < t \leq 32$	$t > 32$
		冬季	16~24	$22 \leq t \leq 24$	$16 \leq t < 22$	$12 \leq t < 16$	$t < 12$ 或 $t > 24$
		过渡季	18~32	$18 \leq t \leq 32$	—	$t < 18$ 或 $t > 32$	—
	相对湿度 φ (%)	夏季	40~80	$40 \leq \varphi \leq 80$	$60 < \varphi \leq 70$	$70 < \varphi \leq 80$	$\varphi > 80$
		冬季	30~60	$30 \leq \varphi \leq 60$	$30 \leq \varphi < 40$ 或 $60 < \varphi \leq 70$	$20 \leq \varphi < 30$ 或 $70 < \varphi \leq 80$	$\varphi < 80$ 或 $\varphi > 80$
		过渡季	30~80	$30 \leq \varphi \leq 80$	—	$\varphi < 30$ 或 $\varphi > 80$	—
	照度 (lx)	自然采光	150~300	是否合格			
		人工照明	75~100				
噪声	环境噪声[dB(A)]		45~55	≤ 45	46~50	51~60	> 60
空气质量	CO_2 (%)		0.1	≤ 0.08	0.08~0.1	0.1~0.15	> 0.15
	$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		75	≤ 35	36~75	76~150	> 150

【说明】针对前面提出的室内健康环境表征参数，将参数划分为舒适性、噪声和空气质量三类。参数等级划分主要参考依据包括：（1）国内外相关标准；（2）环境参数数值对人体健康影响的相关文献。通过综合考虑我国的现有居住环境现状而确立各参数等级标准。

通过对既有国内外室内环境相关标准研究可知，其物理参数限值的确定大多都是基于舒适性研究和健康性研究得到，且大多是以引起人体刺激的最低阈值来确立。目前欧美国家和日本在健康住宅领域研究成果积累较多，本节将对比分析美国 ASHRAE 标准、欧洲 EN 标准、国际 ISO 标准、日本健康住宅规范和我国国家标准的标准限值，并基于环境表征参数对人体的剂量效应研究，对本研究提出的环境健康表征参数等级进行划分。

研究表明，冬季相邻两天室内平均温度的变化幅度超过 3℃ 就会对人体产生不利的影响，室温的瞬时变化超过 8℃ 时，人体皮肤毛细血管血流量、皮肤表面湿度、皮肤温度等都会发生显著的变化，推荐瞬时温度变化值不宜超过 4℃，WHO 组织目前推荐的最佳温度区间是 18~24℃。国内外居住建筑热舒适温度对比如图 1-3 所示。我国现阶段将人员长期逗留区域空调室内设计温度划分为两个等级，Ⅰ级热舒适度较Ⅱ级高，冬季供暖工况下热舒适等级Ⅰ级室内温度范围为 22~24℃，Ⅱ级为 18~22℃，夏季分别为 24~26℃ 和

26~28℃，日本 I 级温度范围与我国 I 级范围相同，但 II、III 级划分则采用单点温度方式，与我国相比更为严格。考虑到节能需求和人体适应性热舒适要求，欧美国家的热舒适区要求则更为严格，欧洲采用的 BS EN 15251: 2007 标准规定的冬季热舒适区为 20~24℃，夏季热舒适区为 22~27℃，此温度范围均为可接受的温度范围，并非是标准里最严格的规定值，因而可能会不满足儿童、老人和易感人群的舒适性需求。美国 ASHRAH-55 采用与国际通用的热舒适标尺 PMV 和 PPD，要求要求 $-0.5 < PMV < 0.5$ 、 $PPD < 10$ ，换算成冬季的热舒适温度为 20~24℃，夏季热舒适温度为 23~26℃。

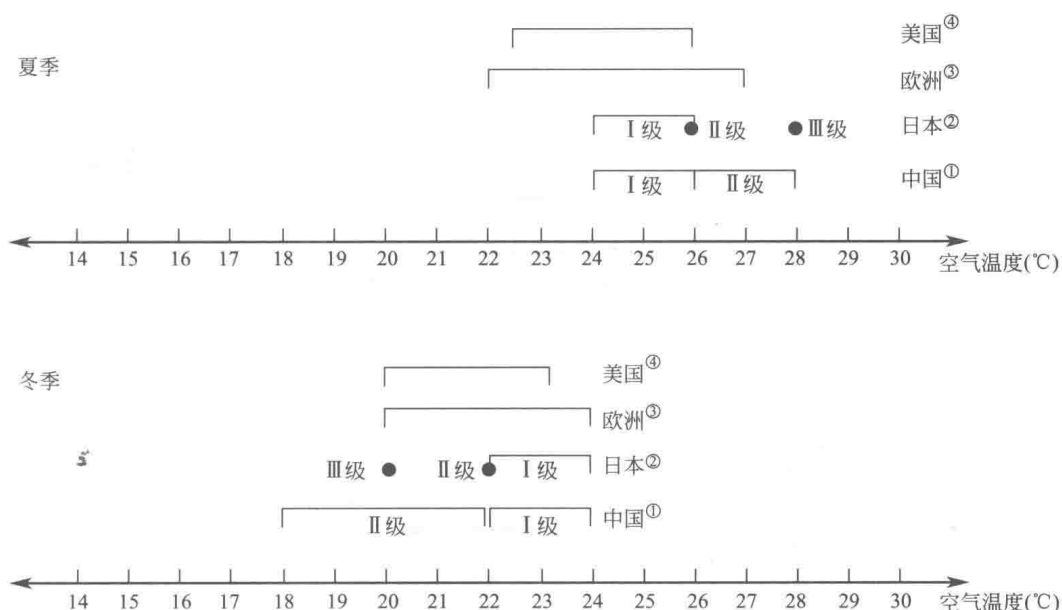


图 1-3 国内外居住建筑室内环境热舒适温度标准值

- ①《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB50736-2012)。②《Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency》。③《Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics》(BS EN 15251: 2007)。④《Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy》(ANSI/ASHRAE Standard 55-2004)。

人体受到空气相对湿度的直接影响是生理上的不舒适感，嘴、眼睛、咽喉等器官均会受到过干或过湿环境的刺激影响，生活在低温低湿环境下的人群易患有流感、哮喘、支气管炎等，而湿热环境则会诱发心脑血管疾病等，当室内相对湿度超过 80% 时，人体的蒸发散热受到影响，湿热环境容易使人产生偏头疼、脑血栓等疾病。室内环境相对湿度低于 30% 时，人体的眼睛和皮肤就会产生干燥感，低于 10% 时人体的鼻黏膜也会变得较为干燥，成年人群较老年人群对环境干燥程度更为敏感。当室内相对湿度超过 60% 时，室内很多种类真菌的生长就会受到抑制，室内尘螨的最佳生长湿度范围是 50%~80%，适宜的相对湿度能够有效降低疾病病毒在室内传播扩散，综合考虑最后推荐的最为适宜的相对湿度范围为 40%~60%。

室内空气中的相对湿度总是与空气温度、风速等因素相互耦合，共同影响居住者的热舒适。当室内热环境参数（温度、风速与平均辐射温度等）处于舒适范围内时，相对湿度

对人体热舒适影响较小。但是，伴随着温度的升高或降低，相对湿度的影响逐渐明显。例如，在高温情况下，相对湿度偏高会增加人体的热感；而在低温的环境下，相对湿度的偏高则会使衣服变得潮湿，从而降低衣服热阻，强化衣服与人体传热，增加冷感。另外，大量文献表明室内空气相对湿度与人体呼吸道症、过敏具有显著性关系。当相对湿度处于40%~70%范围，室内空气中细菌、病毒生存率或传染率最小。室内过敏源（尘螨或真菌）数量在相对湿度为50%~80%时达到最少，并且当相对湿度超过60%时，室内多种真菌的生长受到抑制。室内相对湿度还会影响室内空气质量，例如建筑材料中甲醛的散发率、臭氧与二氧化氮等污染物浓度等。因此，综上所述推荐室内空气相对湿度范围为40%~60%，如图1-4所示。

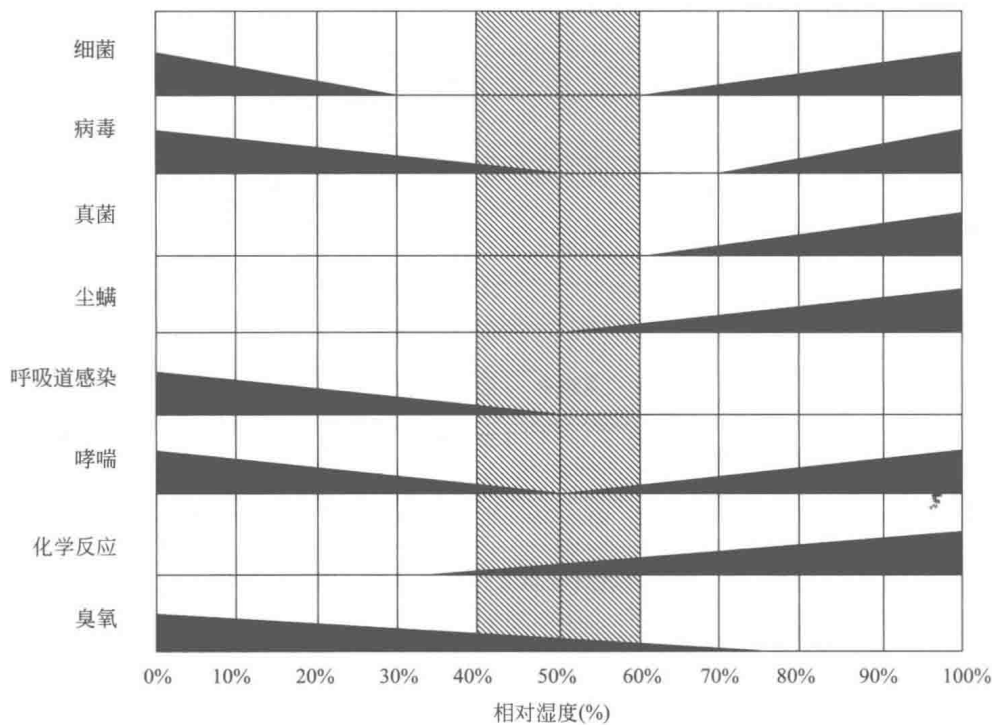


图 1-4 室内相对湿度适宜区

国内外居住建筑室内相对湿度推荐范围如图1-5所示，目前的空调房间存在的主要潮湿环境问题是冬季增湿和夏季去湿两类问题，欧洲提出了四级标准，我国冬季供暖Ⅰ级要求与欧洲标准相同，要求供暖房间室内相对湿度应大于或等于30%，但未对Ⅱ级舒适区相对湿度范围进行规定，夏季Ⅰ级舒适区的相对湿度范围是欧洲标准的Ⅰ级和Ⅱ级范围之和，规定要求在40%~60%之间。日本规定的Ⅰ级区域为45%~55%，Ⅲ级范围应在40%~70%之间，相比之下，日本健康住宅对室内相对湿度的要求更为严格。

随着年龄的增长，人在阅读时对光照的需求会呈现出抛物线性的增加。研究表明，人体的视觉功能会随着照度值的增加而得到增强，同等照明情况下，老年人的视觉功能较年轻人弱。如图1-6所示，当室内照度值在300lx左右时，青年人从事简单活动时的视觉功能也不足70%，从事复杂活动时，即使照度值提高到1000lx，老年人的视觉功能仅为45%左右。通过主观调查研究，室内人员期待的室内照度水平宜维持在300~500lx之间，