

第一章 室内空气质量

第一节 室内空气品质 (IAQ)

室内空气品质是指室内空气质量。而空气质量系指在标准状况下暂时不计气温、气湿、气流和气压的影响下,干燥空气的纯度见表 1-1。纯洁的干燥空气应由氮、氧、氩……臭氧等 12 种气体组成,每一种气体都占有一定的容积百分比和重量百分比。

表 1-1 标准状况下干燥空气的组成

空气成分	容积百分比	重量百分比
氮(N ₂)	78.09	75.51
氧(O ₂)	20.95	23.15
氩(Ar)	0.93	1.28
二氧化碳(CO ₂)	0.03	0.046
氖(Ne)	0.0018	0.00125
氦(He)	0.00052	0.000072
甲烷(CH ₄)	0.00022	0.00012
氪(Kr)	0.0001	0.00029
氢(H ₂)	0.00005	0.0000035
氙(Xe)	0.000008	0.000036
臭氧(O ₃)	0.000004	0.000007
一氧化二氮(N ₂ O)	0.00005	0.00008

在一般情况下,空气的各组成成分几乎是恒定的。氮、氧、氩三种组分占空气总量的 99.96%,氖、氦、氪、氙等稀有气体也极稳定,其他成分略有变动。空气中还存在一定量的水蒸气,正常含量在 4% 以下。

室内空气品质问题是在上世纪 70 年代末期出现的，20 多年来一直是世界关注的热点。

最初，人们把室内空气质量几乎完全等价为一类污染物浓度的指标。1989 年丹麦 P·O·Fanger 提出：品质反映了人们要求的程度，如果人们对空气满意，就是高品质；反之，就是低品质。这就完全把空气质量变成了人们的主观感受。

在美国颁布的标准 ASRHAE62 - 1989 《满足可接受室内空气质量的通风》中认为：“良好的室内空气质量是指空气中没有已知的污染物达到公认的权威机构所确定的有害浓度指标，并处于这种空气中的绝大多数人（ $\geq 80\%$ ）对此没表示不满意。”这就将室内空气质量的主观评价和客观评价结合起来了。后人提出室内空气质量是指空调空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产生严重健康威胁的浓度。感受到的室内空气质量是指空调房间中绝大多数人没有因为气味或刺激性而表示不满。由于有些气体，如 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。这样的描述就涵盖了客观指标和人的主观感受两个方面，相对比较科学和全面。

“室内空气质量”通常不是指卫生防疫部门涉及的“室内空气污染”，而是特指普遍存在的室内空气长期低浓度污染，其有害物质浓度低于或略低于国家有关标准。严格地讲，有害物质到处存在，但由于室内空气中有害物质浓度很低，因此这些长期低浓度污染不能称为“污染”，而应该称为空气的“品质”。没有超标的污染物不等于良好的空气品质。

第二节 室内空气质量研究的国际进展

室内空气质量研究工作从 20 世纪 70 年代才展开，但在不长的时间内已取得了极大的促进和发展，出现了一批以室内空气质量为研究内容的国际组织和研究机构，如国际室内空气质量与气候协会（ISIAQ）、国际室内环境与能量中心（ICIEE）等。此外，世界卫生组织（WTO）等其他组织也积极参与了室内环境质量的研究，并定期召开了室内空气质量与气候方面的国际会议。

除了这些国际性的组织外，各国也相继开展了关于室内环境质量的研究。美国国家环保局（EPA）联合了美国肺协会（ALA）、国家职业安全和健康学会（NIOSH）、美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）等众多组织和研究机构开展了许多有关室内环境质量方面的科研、教育与宣传活动。针对公共场所、商业和家庭住宅环境质量方面实施了各项研究计划并及时向公众发布最新的研究进展；出版了大量有关的指导手册，全面系统介绍了室内环境质量；开展全国范围的室内环境质量调查，在每一个州都建立了专门负责室内环境质量问题的机构。在欧洲，欧洲联盟“议会管理委员会”（Council Directive Committee）以及“欧洲室内空气质量及其对健康影响联合行动组织”（European Coordinated Action Organization of Indoor Air Quality and Its Impact on Man Health）也出版了十几本相关的研究报告，提出了一系列有关室内环境质量方面的方案和标准。

从世界各国的研究情况来看，发达国家在室内环境质量方面的研究开展得比较系统和全面，从近年来召开的关于室内环境质量方面的会议和研究文章及成果中可以看出，当前国际室内环境质量研究主要集中在以下几个方面。

一、绿色建筑和健康住宅

欧、美、日等发达国家在这方面已做了大量的研究和试点，欧共体在欧洲 11 处进行了“欧共体绿色城市”试点，在丹麦的哥本哈根郊区建立了生态住宅小区，加拿大政府推广了“健康住宅”项目，日本建筑界提出了“绿色建材发展对策”，德国在建筑装饰材料和室内产品的管理方面发布实行了第一个环境标志——“蓝色天使”，丹麦、挪威也制定了“健康建材标准”，瑞典对室内建筑材料实行安全标签制等。从 2000 年 8 月在芬兰召开的第六届国际健康建筑会议可以看出，当前绿色建筑和健康住宅的研究主要集中在建筑物的空间位置的选择和规划、建筑材料及设备的选择、建筑设计、建造过程、建筑的运行和维护等几个方面。

二、室内环境影响因子的研究

目前许多研究机构如丹麦的国际室内环境与能量中心 (ICIEE)、美国能源部的实验室 (LBL)、得克萨斯室内环境协会 (TIE) 等都采用受控环境箱 (Controlled Environment Chamber) 来研究室内环境影响因子。在不锈钢或玻璃为内表面的环境箱内，通过计算机监测系统来调控环境箱内的各种参数，如温度、湿度、新风量、热焓、流速、光照度、噪声、VOCs、TSP、IP 等。通过各种监测仪器、受试人群或人体模型 (manikin) 来监测或感知不同状态下环境参数的变化，来了解这些变化对于受试人群产生哪些效应。

三、室内环境质量与人类健康的研究

病态建筑综合症 (SBS)、建筑相关性疾病 (BRI) 和多种化学物过敏症 (MCS) 等是典型的室内环境质量问题。在过去

的 20 多年，SBS 等与室内环境质量相关的疾病被广泛地研究，其重点开始主要集中在室内不同 VOCs 的暴露水平的研究，近来许多注意力集中在 SBS 与建筑暖通系统的关系，如丹麦学者 P. OLe Fanger 提出了为减少 SBS 而采取的“个性化送风”（personalized air）原则，同时研究室内各种环境因子风速、温度、相对湿度、污染物浓度等与 SBS、BRI 之间的联系，以及它们对劳动效率等其他方面的影响。在这一领域，国际室内环境与能量中心以及丹麦 Aalborg 大学等进行了一些富有成效的研究。

美国成立了专门机构负责空气质量工作，并历时 5 年进行专题调查，结果发现许多民用和商用建筑室内的空气污染程度是室外空气污染的 2~5 倍，有的甚至超过 100 倍。从 1990 年开始，美国国会决定，每年十月的第二个星期为国家氡活动周，采用由白宫发表总统公开信的形式，鼓励公民防止氡对健康的危害，并且从 2002 年开始确定为每年的第一个月为全国氡活动月。日本政府的一个调查小组经过检测后也宣布日本大约有 30% 的住宅因为使用有害的化学物质而易引发“新居综合症”，同时日本还成立了健康住宅普及协会。我国的香港地区从 1999 年开始进行室内空气品质的宣传和领导，香港环保署的首份室内空气质量调查表明，香港办公室和公共场所的室内空气质量不佳，造成医疗费、生产力和机电费的损失，每年高达 176 亿元。

四、室内氡辐射研究

室内放射性物质的一个重要来源是氡及其子体构成的放射性气溶胶，会对人体呼吸道，特别是肺部造成伤害，受氡辐射时间越长，初始辐射年龄越小，危险程度就越高。在美国氡是诱发肺癌的第二大原因，世界卫生组织等国际组织和国家均开展了氡辐射控制方面的研究并制定了室内氡的控制标准。美国国家研究委员会在 2001 年前发布的报告——电离辐射生物第 6 号报告

(BEIR - VI) , 从保健物理、分子和细胞生物学、流行病学及生物统计学等方面较系统地阐述了氡暴露健康效应。

五、室内环境质量标准的确立

当前，欧美等国和一些国际标准机构正在制定建筑产品和材料的寿命周期评价标准，试图通过减少自然资源的能耗和提供健康、舒适、无害的空间的源控制来实现优质室内环境质量的目标。在新的室内环境欧洲指南中鼓励设计低污染建筑，给出了关于低污染建筑材料的建议；美国采暖、制冷与空调工程师学会、美国环保局等机构以及国际标准组织资助一些研究机构开展空气舒适度及通风标准、室内污染物浓度标准等方面的研究，为进一步制定更为合理的室内空气舒适度及通风标准提供依据。

第三节 室内空气质量研究的国内现状

室内空气质量的研究在我国开展得相对较晚，在 20 世纪 80 年代中期开始有学者进行这方面的研究工作。随着研究的深入和室内环境问题的不断出现，国内也开始重视室内空气质量方面的研究工作，各职能部门和科研机构相应地开展了一些工作。建筑部门在建筑、照明、采暖通风、空气调节与燃气等设计方面已经开展了一些研究，并颁布了一系列的国家标准和行业标准；环保部门从环境产品的开发和使用的角度出发，实行绿色产品标志；卫生部门组织开展了室内空气卫生监督管理的立法调研工作，颁布和实施了一些室内空气污染物质的卫生标准；教育和科研部门在一些公共卫生与环境研究部门以及各地区的劳动保护研究机构开展了一些相关的研究工作。

我国对于室内空气质量的研究开始于大气与劳动和卫生相结合的研究，20 世纪 80 年代研究的重点主要集中在作业环境及公共场所

环境空气质量方面、室外环境因子对室内环境质量的影响。

刘飙对不同类型房屋内天然放射性外照射水平进行研究指出：室内 γ 射线水平随房屋结构类型不同而异，且受地面铺料的影响。曹守仁等研究了不同地区 IP、TSP 与苯并 [a] 芘的分布以及它们与肺癌的关系；于洁对大气污染中的二氧化硫、飘尘、苯并芘、镉、铝对室内空气影响进行了探讨。

20 世纪 90 年代，特别是随着人们对生活水平以及生活质量要求的不断提高，使得室内尤其是居室内环境质量问题日益突出，因此这一时期研究工作的重点开始向办公室、居室以及其他公共场所的室内环境质量对不同人群的健康影响而转移。

于慧芳等对诸如家具城、地下公共场所、候车室、校园、家庭居室、办公室、舞厅、就餐场所等不同类型的室内环境质量进行了调查研究，同时也对不同的室内环境质量与健康的关系进行了分析，指出了一些特定场所，如家具城、餐厅、歌舞厅以及新装修的室内问题较为突出。

刘德虎、邵飞等对住室空气中氡浓度及氡子体 α 潜能值的昼夜变化规律进行了研究；陈凤蓝等对空调环境空气离子对人体健康影响进行了探讨并指出：空调系统各部件对负离子产生衰减作用，长期在这样的条件下生活、工作会使血清单胺氧化酶 (MAO) 的活性受到影响，从而影响组织中血清素 (5-HT) 的正常代谢，使植物神经系统紊乱，影响人们的生理代谢活动。

王志强等对室内的甲醛污染进行了研究；戴树桂等论述了城市室内环境中气溶胶污染问题，总结了不同径粒的颗粒物对人体的危害；张林等对城市室内环境多环芳烃、刘尊永对 22 种混合有机化合物在不同温度条件下对人体健康的影响进行了研究；谷雪等对室内装修材料、家具及装饰用胶对室内空气污染进行的研究后指出装修材料、家具、黏胶剂中的甲苯、甲醇及甲醛等可挥发性有机物污染严重。范春对室内空气中氮氧化物、张进对居室

中空气 SO₂ 污染及其军队营舍限量值进行了研究，在对比了国内外的卫生标准的同时，对不同危害下的各种阈浓度进行了探讨，为将来卫生标准的制定提供了依据。

秦兴国对尘螨过敏性哮喘、陶晓燕对证券交易所空气溶血性链球菌污染、周世宁对空调室内环境的气传微生物、张进对空气中链球菌数与细菌总数进行了研究，结果显示室内环境中生物污染源与其他周围因素，如：温度、湿度、飘尘以及生活方式有密切相关的联系。

戴树桂等对室内空气中苯系物进行的测定与模拟研究表明：油漆、地板革、香烟烟雾均是室内空气中苯系物的主要来源，通过模拟小室以及相应的数学模型很好地描述了污染物的发生、迁移转化等环境行为。叶海对室内环境品质的综合评价指标进行了研究，提出了预测不满意百分比指标 PD (predicted Dissatisfied) 及其计算公式。

何权赢、宋蓝英等还就室内空气污染与女性肺癌、哮喘等呼吸疾病开展了研究工作。

第四节 室内空气质量的重要性

人的一生中，至少有 80% 以上的时间是在室内环境中度过，仅有低于 5% 的时间在室外，而其余时间则处于两者之间，见表 1-2。生活在城市中一些行动不便的人、老人、婴儿等则可能有高达 95% 的时间在室内活动。

表 1-2 成年人在一些区域度过的平均时间 (h/d) 及百分数

区域	职业男性	职业女性	家庭妇女
居室环境	13.4(56%)	15.4(64%)	20.59(85%)
工作场所	6.7(28%)	5.2(22%)	0(0%)

区域	职业男性	职业女性	家庭妇女
过度区域	1.6(7%)	1.3(5%)	1.0(4%)
室外环境	0.7(3%)	0.3(1%)	1.4(2%)
其他建筑物	1.6(7%)	1.8(7%)	2.1(9%)

由上表可看出，室内环境是人们生活、工作和社会的主要场所。在人的一生中，80% 以上的时间是在室内度过的，婴幼儿、孕产妇、老弱病残等人群在室内停留的时间更长，因此室内空气质量的优劣与每一个人的健康息息相关。

人类的生存离不开空气。一个人可以 7 天不进食，5 天不饮水，但 5 分钟不呼吸空气就可能死亡。对于一个成年人来说，每天所呼吸的空气为 $10 \sim 12\text{m}^3$ ，大约是 20kg。它相当于一天食品重量的 10 倍，也就是说，空气是人们的重要食物。在安静时成人的呼吸频率为 $16 \sim 17$ 次/min，婴儿呼吸频率为 $30 \sim 40$ 次/min。人们可以选择无污染的水和食物，却难以选择所呼吸的空气。而呼吸又是人们接触空气污染的主要途径。研究证明，人们 68% 的疾病是由于室内空气污染造成的，所以对于健康的生活来说，室内的新鲜空气，即空气品质显得何等重要！

据专家介绍，在各种室内的公共场所里，呼吸道传染病患者、带菌者的吐痰、咳嗽、打喷嚏等都会污染室内空气，传播流感病毒、结核杆菌、链球菌等多种病菌。在中华预防医学会组织召开的首届全国室内空气质量与健康学术研讨会上，有关部门公布了惊人的数字：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。据统计，我国每年由室内空气污染引起的超额死亡数^(注)可达 11.1

注：超额死亡数 (**excess mortality**)

超额死亡数是说明其因素作用的死亡计算方法。如吸烟人群的死亡数减去不吸烟人群的死亡数，两者之差则说明吸烟造成的影响，为超额死亡数。

万人，超额门诊数 22 万人次，超额急诊数 430 万人次。

第五节 室内空气污染

所谓污染，就是作为研究对象的物体或物质由于某种其他物质的黏附、混入和作用而使研究对象本身所具有的功能和性能受到不良影响，或者不良影响所导致的状态。引起污染的物质叫做污染物质，简称污染物；而产生污染物的根源叫做污染源。污染物混入或悬浮在空气中构成对空气的污染。把室外空气的污染叫作大气污染；而把室内的空气污染简称为空气污染。

平时所说的室内空气污染是指室内空气中污染物质的浓度达到了有害程度，以致造成对人体健康危害的现象。形成室内空气污染物的三大要素是：污染源、空气状态和受体。室内空气污染的过程是：污染物排放、空气运动的作用和对受体的影响。因此，空气污染的程度与污染的性质、污染物的排放、室内空气条件等有关。污染源排放的有害物质对空气的污染程度，与污染源性质、污染物的理化性质、污染物的排放量等内在因素有关，还与室内空气状态，如空调通风、温度、湿度等，都在一定程度上影响着室内空气污染。

北京市有关部门曾经在全市抽查了 6 座新建的高档写字楼，对室内空气质量进行检测，结果令人震惊，室内空气中的有害气体氨超标率达到了 80.5%，臭氧的超标率达到了 50%，甲醛的超标率达到了 42.11%。美国安内维尔公司北京办事处于 2000 年 2 月租用了时代广场 8 层 815 室，同年 4 月装修入住，入住后，员工们即感到办公室内有极浓烈的异常气味，造成员工头疼、咳嗽和眼睛发胀等症状。后委托室内环境检测部门对写字楼内空气质量进行检测，结果发现室内氨的浓度严重超标，为 $8\text{mg}/\text{m}^3$ ，超过国家标准 16 倍。出现这种情况的不只是北京，在

上海瑞金路有座著名的大厦，它曾经云集过上海最著名的三资企业，是当之无愧的“白领大厦”。一家刚刚入住 7 个月的公司员工纷纷出现头疼、胸闷、嗜睡等症状，致使公司无法正常工作。2000 年 6 月经专家测定，该大厦的甲醛指标超出国家卫生标准了 30% ~ 70% 以上。据上海专家估计，在写字楼内工作的人员中，因为建筑物患病的约占 25% 左右，预计上海就有 20 万人。英国专家们在调查英国 500 个办公室时发现，1/8 的办公室空气质量不合格，导致员工们出现长期疲劳、皮肤粗糙等问题。香港特区环保署抽查统计，有 37.5% 的写字楼内空气质量超出标准。另据国际有关组织调查统计，世界上 30% 的新建和重建的建筑物中发现有害于健康的室内空气。

室内空气质量问题不仅出现在写字楼内，也同样存在于居家住户内。中国消费者协会曾于 2002 年 8 月 6 日公布了一项惊人的调查结果，在北京和杭州分别对几十户家庭居室内空气抽样检测后显示，有毒气体甲醛浓度超标的分别达到 73.3% 和 79.1%，最高的超标十多倍。此外，挥发性有机物和苯的超标情况也很严重，分别占 20% 和 43.3%。很多消费者反映搬入新居后，眼睛、鼻子感到不舒服，有的甚至感到头疼、乏力、精神不振等。

由于室内空气污染的作用，可以使室内某个或多个环境要素发生变化，使人们的生活、工作、娱乐、休息条件受到冲击或失去平衡，环境系统的结构和功能发生变化。这种因室内空气污染而引起环境变化的现象，称为室内空气污染效应。当今，我国各级政府领导和业务部门也对室内空气污染问题倍加重视和关注，也正是因为室内空气污染所引发的强烈效应促成的。

第六节 我国室内空气污染的现状

一、室内环境的含义

室内环境主要是指居室。但从广义上讲，凡是人类生存和活动的室内重要场所，都应认为是室内环境，包括人们生活的家庭居室，工作的办公室，开会的大小会议室和礼堂；大、中、小学生听课的教室、做试验的实验室、看书学习的阅览室、图书馆；病人治病的医院病房；出差人员和游客居住的旅馆、宾馆房间；进餐的大、中、小饭馆的房间和餐厅；娱乐场所的戏院、舞厅、歌厅、练歌房、网吧；外出旅游、出差乘坐的各种交通工具，如火车、汽车、飞机、轮船等车厢、机舱和船舱等以及候车、船、机室等。

由此可知，室内环境涉及的场所和房间的大小是五花八门，但归纳起来就是两类：其一是家庭居住；其二是公共场所。大小也很悬殊，如酒吧的小房间仅3~4平方米，而集会的大礼堂有几百平方米，甚至上千平方米，但都是公开场所。居住条件差的住宅房间只有几平方米，而富余的却有几十平方米，甚至上百平方米，却都是家庭居室。

二、公共场所室内环境空气污染的严重性

所谓公共场所，是指人们公共聚集地，包括购物、休闲、娱乐、体育锻炼、求医等公共福利事业的场所；再如商场、书店、宾馆、饭馆、酒店、医院、健身房等公共场所，其功能各异，服务对象不尽相同，且人员流动性大。各种不同功能的公共场所，存在着不同的污染因素，通过空气、水、用具等媒介传播疾病和污染室内环境，危及人们身体健康。

2000年12月6日，北京市公共场所室内空气质量研究项目由国家环境保护总局、中国人类生态专家和英美烟草中国公司资助支持，经中国预防医学科学院和北京市疾病预防控制中心科研人员经半年时间的努力，完成了阶段调查。调查对象是北京市高、中、低三个档次的9家餐馆和6家咖啡厅，基本反映了北京市的整体情况。调查报告表明，国家规定的公共场所空气质量15个监测项目中，北京市餐馆、咖啡厅除酚类化合物、一氧化碳外，其余13个指标均已超标，而可吸入颗粒物、二氧化碳、温度和湿度严重超标，超标率分别高达75%、72%、69%和69%。

调查结果表明北京高档餐馆室内空气总体上比中低档污染轻，低档餐馆超标更加严重，不仅可吸入颗粒物、二氧化碳、温度和湿度超标达100% 甲醛、二氧化碳也严重超标。高档咖啡厅主要是可吸入颗粒物、甲醛、二氧化氮和湿度超标；中档咖啡厅的污染远比高档为高，可吸入颗粒物、甲醛和湿度的超标率分别高达67%、50%和83% 另外二氧化碳超标17% 温度则超标100%。

据了解，北京公共场所室内空气污染状况在全国并不特殊，我国城乡室内空气现状已经对人们的健康形成了威胁，各种公共场所室内空气污染普遍超标。

检测表明，不同公共场所含有的污染物不尽相同，如表1-3所示。

表1-3 不同公共场所含有的污染物

公共场所名称	所含污染物的种类
旅 馆 (宾馆、饭店、招待所)	1. 空气传播病原体:流感病毒、肺炎球菌、结核杆菌、溶血性链球菌、金黄色葡萄球菌 2. 吸烟:烟雾污染 3. 新装修住所的甲醛、氨、VOC 等污染 4. 室内小气候,不通风更换新鲜空气的细菌、霉菌、螨虫、CO ₂ 污染

公共场所名称	所含污染物的种类
歌舞厅 (活动较激烈、人体血液流动快、肺活量大、呼吸量大、需高质量空气)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 震耳的摇滚乐曲对经受不住的人来说是噪声 2. 照明过亮、闪烁速度变换大的灯光,使人目眩,眼受刺激 3. 装修污染
美容美发厅	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不清洁用具接触感染 2. 劣质化妆品引起皮肤病 3. 烫发剂、染发剂、化妆品释放有害气体 VOC 和 NH₃ 等
浴室	浴盆、洗澡水污染,浴巾、拖鞋污染;洗澡水中已检测出蛔虫卵、伤寒杆菌、沙门氏杆菌等病原体
人工游泳池	不清洁人体带入池内引起水污染,致使人患眼结膜炎、咽炎、中耳炎、皮肤感染甚至传染肠炎、痢疾、肝炎等
饭店、食堂、餐厅	<ol style="list-style-type: none"> 1. 油烟污染 2. 不清洁碗筷及炊事用具 3. 食物腐烂变质
医院、诊疗所 (体弱人群、免疫力差)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 医院装饰、装修,使用中央空调 2. 新增加的电器设备和检测仪器 3. 病菌、病毒感染
影剧院 (包括录像室) 人群拥挤、聚散频繁	<ol style="list-style-type: none"> 1. 微小气候环境差,室内 CO₂ 浓度高 2. 室内空气中 TSP、细菌总数超标多,还可检测出一些病菌 3. 空气中负离子浓度降低,阳离子浓度上升,单极系数 1.2,说明室内空气质量遭到破坏
商场、候车 (机、船)室	<ol style="list-style-type: none"> 1. 气温、气湿随客流增加,停留时间延长而增高 2. 细菌总数、可吸入颗粒物浓度高。细菌总数在高峰期达 38 万个/m³,CO、SO₂ 污染

三、家庭居室空气污染的严重性

前述中国消费者协会于 2001 年在北京和杭州分别对居室内空气抽样检测结果后显示，甲醛浓度超标的分别达到 73.3% 和 79.1%，甲醛浓度最高的超标十多倍。这就说明 7 层以上的居室环境中有毒气体超标。此外，挥发性有机物（VOC）和苯的超标情况也很严重，分别占 20% 和 43.3%。专家指出，有害气体的污染源主要来自劣质板材，而消费者虽然大多数表现为环保意识很强，但普遍缺乏自我保护能力。

中国消费者协会还曾对北京和杭州 83 户装修后的室内环境状况进行入室测试，并对消费者进行问卷调查。结果发现容易引起人的鼻炎、支气管炎和结膜炎，并有可能致癌的甲醛居然严重超标，很多消费者反映眼睛、鼻子和气管有不舒适。另一种挥发性有机物（VOC）则会导致头疼、乏力、不适、记忆力减退等。分析 VOC 的来源，主要是使用劣质涂料、油漆、板材等。

家住青岛市天赐良缘的一位八旬老汉，于 2002 年 5 月 7 日在刚装修完的房子内两次被“毒气”熏倒，幸亏保安及时发现，拨打“120”送到医院，经抢救才脱离危险。医生说老人是被甲醛熏倒的。

2002 年 8 月中国标准化协会曾提供的一项调查结果显示，近七成的疾病是由室内空气污染造成的，室内空气污染程度高出室外 5~10 倍，室内空气污染已成为危害人类健康的“隐形杀手”。

据世界著名的空气过滤设备制造商瑞典康裴尔上海有限公司专家王小兵介绍，室内空气污染主要分为可吸入颗粒物、生物活性粒子污染物和气态化学污染物 3 类。室内空气中已检测出挥发性有机物 300 多种，其中 20 多种为致癌物或致突变物。无机气体通常为二氧化硫、臭氧、氡等，这些气体对人体都有危害。

青岛一名年仅 3 岁的男童在 7 个月大的时候，就和父母搬进了刚装修不久的新居里面居住。直到 3 岁时，父母突然发现孩子在尿血。到医院检查后才发现孩子膀胱里长有巨肿瘤，病理化验结果为“移行细胞癌”。医院泌尿外科主任周荣祥教授说：“移行细胞癌”一般多见于中老年患者，孩子这么小的年纪就患上这种病，应该和住房环境污染有关。

从 2002 年 3 月初到 3 月 27 日，中国室内环境检测中心青岛分中心对青岛全市 200 余户新装修的家庭进行了检测，结果发现，95% 的家庭室内空气中甲醛、苯等毒物含量严重超标，不少居民还因此患上哮喘、败血症而住进了医院，有的甚至因此而丧命。据中国室内环境监测中心青岛分中心主任郭勇介绍，经检测证实，室内空气有毒物超标的家庭中，40% 以上都是装修一年以上的，许多市民不知不觉地在“毒气室”内生活了一年多。发现有毒物超标后，即使喷洒特效化学剂，养殖芦荟、万年青等特殊植物等措施，在短期内仍无法彻底消除污染。

第七节 室内空气品质不同于室内空气污染

室内空气品质是满足人们要求的程度，只有绝大多数室内人员感到满意才可认为是高品质，而不是简单的合格与不合格的问题。所以在一定程度上讲，空气品质基本属于个人感受。如上海高档办公大楼内各种污染物浓度没有超出国家标准，卫生防疫部门测试结果也是如此。大楼的设计符合国家有关规范，设计管理部门也认可，维护管理工作在国内也是一流的。从这个意义上讲，上海办公大楼的空气环境绝大多数是合格的或好的。但从室内空气品质这个更高意义上讲，从主观评价结果看，室内人员对空气环境中的空气品质的不接受率最高，平均达 45.1%，其中对不佳空气感受率平均也达 52.1%。这说明室内环境的主要矛

盾在于空气品质，空气品质主要问题出于可感受到的不佳空气。

此例充分说明室内空气品质对人的影响不能仅仅着眼于室内空气污染物的浓度上。室内空气污染的特点是多因子、低浓度、多途径、长时间作用在人体上。所以随着现代人生活和工作形态的改变，在室内的时间日益趋长，多超过了全天时间的 80%。一个成年人平均每分钟呼吸 10 ~ 15 次，每次需要 0.5 升空气，每天要用 1 万升空气，换算成重量相当于 24kg，也就是每天进食的 8 ~ 10 倍。以平均 70 年寿命来计算，每个人一生要用 27 万立方米空气。这些空气进入体内，在表面积为 60 ~ 80m² 的肺泡里，经物理扩散进入体内交换。可见如此长的暴露时间、如此大的接触面积，哪怕室内空气污染物浓度很低，对人们身体健康的影响仍然极大。

第八节 室内空气品质与室外环境

一、室外空气对室内空气品质的影响

室外空气中存在着许多污染物，主要的污染物有二氧化硫、氮氧化物、烟雾和硫化氢等。一旦遇到机会，室外空气可以通过门窗、孔隙或管道缝隙等途径进入室内。这些污染物主要来源于工业企业、交通运输工具，特别是汽车尾气，以及建筑周围的各种小锅炉、垃圾堆等多种污染源。

二、生活用水对室内空气品质的影响

人们在日常生活、工作中除了烹饪、饮水之外，生活上有很多方面需要用水，例如清扫房间、淋浴、浇花、空气加湿、室内喷泉等。使用生活用水时，极易形成水雾，而这些水雾的粒径一般都很小，很容易进入人体的上呼吸道。如生活用水受到污染，