

建筑室内空气品质及相关研究注册建筑师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/643/2021_2022__E5_BB_BA_E7_AD_91_E5_AE_A4_E5_c57_643624.htm 把建筑师站点加入收藏夹

1室内空气质量 有关室内空气质量的研究，可以追述到20世纪初，当时，人们已经开始采用通风的方法来改善室内空气环境。制冷空调系统的出现，为人们创造了舒适的空调环境。70年代的全球能源危机，使制冷空调系统这一能源消耗大户面临严重考验，节能降耗成为空调系统设计的关键环节。节能措施之一就是减少入室新风量，但是这一措施引起了室内空气环境恶化，出现了“病态建筑综合症”。80年代以来，制冷空调步入一个新的发展阶段，新阶段的标志之一就是由舒适性空调向健康空调的变革。室内空气质量已成为现代建筑科学的前沿研究课题，它涉及医学卫生、建筑环境工程、建筑设计等诸方面，研究的目的是创造一种卫生、健康、舒适的室内空气环境。

2IAQ问题日益引起关注的缘由

2.1 IAQ是影响劳动生产率的重要因素 研究表明，室内空气污染物主要有：二氧化碳、一氧化碳、甲醛、挥发性有机化合物、氡、石棉、可吸入粉尘、烟气、细菌等。一些污染物，如细菌、一氧化碳、氡、石棉等直接影响人员的健康，甲醛、粉尘、烟气等会导致人体极不舒适，甚至厌恶，这些感觉会导致生产率的下降。有调查显示[2]，建筑物使用时间越长，人们对室内空气质量的不满意率越高，生产率的下降也就越多。有些室内污染物的浓度虽然没有超过权威机构制定的上限值，但室内人员仍可以感受到这种低浓度污染，低浓度污染决定了空气的新鲜度，影响室内空气质量的可接受程度

。 2.2 病态建筑综合症 (SBS) 的出现 为了降低空调能耗，人们一方面提高建筑物的气密性和热绝缘性，同时降低室内最小新风量标准，导致了室内有害物由于得不到新风稀释而浓度提高，以致长期在室内工作的人们，出现眼、喉刺激、鼻塞、头痛、头晕、恶心、胸闷、乏力、皮肤干燥、嗜睡、烦躁等症状，统称为“病态建筑综合症”。世界卫生组织 (WHO) 估计，目前世界上有将近30%的新建和整修的建筑物受到SBS的影响，大约有20-30%的办公室人员常被SBS症状所困扰。由于室内空气品质下降而造成工作效率下降和员工缺勤增加，造成产品损耗，员工病假和直接医疗费用等大量的经济损失。

2.3 现代人生活和工作形态的改变 据统计，人们平常有80%的时间处于室内，而室内某些污染物浓度又超过室外，因此人们对IAQ问题日益重视。一个成年人平均呼吸次数为 $10 \sim 15 \text{min}^{-1}$ ，每次需要0.5升空气，以平均70岁寿命来计算，每个人一生要用27万 m^3 空气。这些空气进入人体内，在总表面积为 $60 \sim 80 \text{m}^2$ 的肺泡里，经物理扩散进入体内交换。可以想象在如此长的暴露时间、如此大的接触面积下，室内空气品质状况对人们身体健康影响何等巨大[4]。人们不知不觉地、无奈地吸入这些污染物，在其长期的干扰下在心理上、精神上受到不良影响，导致植物神经系统的紊乱，免疫力减退，造成在行为上和器官功能上的变化，所遭受的潜在危害是无法估量的[5]。随着人们生活水平的提高，对生活质量的要求越来越高，自我保护的意识增强，人们开始认识到高品质的空气是室内人员健康的保障。对室内空气品质的关心和警觉日益加强。

3影响室内空气品质的因素

3.1 新型材料和药剂的大量应用

民用建筑新风量设计基础是以人作为最

主要的污染源，而如今大量的新型建筑材料、装璜材料、新型涂料及粘接剂的不断采用，新型的办公用具不断涌现，高效简便的清洁剂、杀虫剂、除臭剂大量使用，使得室内空气中出现了成千上万种前所未有的挥发性化学污染物。这些污染物浓度很低，即使用最现代化的化学分析方法也难于把它们测量出来，而人的鼻子却能感觉出来。但长期以来人们对这些大量的低浓度污染及其作用掉以轻心。

3.2 新风量的减少和新风品质的下降

新风量的不足是造成室内空气品质下降的主要原因。建筑物内，建筑相关污染与人员相关污染两者的感受效应是相互叠加的，应将两者所需要的通风量也进行叠加。但设计人员一般在设计时将两个通风量进行比较，取两者中的大值，这样的考虑造成了房间内的通风量的不足。入室新风质量是影响室内空气品质的主要因素，这是毋庸置疑的。影响入室新风质量主要有两方面的原因：一是室外空气的质量；二是新风处理过程。新风系统是保障室内空气品质的关键，长期以来，人们将加大新风量作为当然的改善室内空气品质的方法。但近年来，随着城市建设步伐的加快，人口密度不断增加，汽车的拥有量也不断上升。人们在生产和生活过程中不断向外排放废气，致使室外空气质量逐渐恶化。室外空气中的某些空气质量指标已超过室内空气质量的控制指标，例如悬浮颗粒浓度，室内控制标准为 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ ，而室外空气中的悬浮颗粒浓度已达 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。显然，这种情况下，引入新风不仅不能起到稀释作用，而且还会恶化室内空气品质。空调系统设备在加湿、减湿等空气处理过程中，本身也易成为污染源。特别是室外湿度较大，在降温、减湿时，表冷器表面凝水积尘、滴水盘排水不畅，极易污染空气；

系统中的部件如帆布软接头、法兰连接处等最易积尘和发霉最易发生微生物污染。诸如此类因素使新风品质恶化。实验认为，几乎所有空气处理部件都是污染源和臭味源。其中包括过滤器、盘管、热回收器、风机和消声器，各组成构件对空气的恶化作用并不相同，其中影响最大的是过滤器，污染的主要原因是油、尘和污表面，有的构件可能在生产过程中就被灰尘或油污染了。

3.3 通风系统换气效率的影响

不同的通风方式和气流分布方式，影响着通风换气效率，对稀释和排除室内污染物的效果不同，室内人员可感受的空气品质不同。集中式定风量全空气系统，靠调节送风温差满足室内外负荷变化，难于使消除室内热湿负荷的通风量与确保室内空气品质所需的通风量相一致。变风量空调系统，室内外负荷变化时，送风量随之变化，当送风量小到一定程度，加大了室内流场的不均性，甚至会产生冷气跌落，冬季会产生热气流浮升，出现局部高速气流或气流死角，不仅热舒适出现问题，而且由于相应的新风量减少，室内空气品质也不能满足要求。因此对于变风量空调系统，必需确保系统的最小通风量和最小新风量。置换通风系统，直接在房间的下部以低风速送入，依靠人、设备等热源的热力作用，使送风以很小的扰动通过工作区，卷吸了周围的热空气和污染物质，定向地上升至设置在上部的排风口排出。在下部新鲜的送风空气推动下，室内形成近似置换式的通风，保证了工作区的最佳空气品质，换气效率最高。风机盘管机系统，盘管机组用来消除室内热湿负荷，而独立的新风系统确保了室内空气品质的通风量。但是风机盘管系统是用水管代替风管，将空气的热湿处理和过滤移到室内，对室内空气品质产生诸多的负面影

响：A、机组的盘管排数少，除湿能力差，在室内外湿负荷大的情况下使室内相对湿度提高；B、机组内的盘管湿表面常常成为室内的细菌源、气味源，室内空气品质得不到保证；C、风机的压头小，不能满足空气过滤器的要求；D、由于室内没有排风，单靠送入的新风稀释难于将室内的污染空气有效排除；往往靠新风形成的微小正压，从建筑缝隙渗透出去的是稀释的空气，污染空气积累在室内天棚附近，被风机盘管机组重新吸入后再送入室内。因此风机盘管系统在保证室内空气品质方面将面临严峻的挑战。

3.4 挥发性有机物

近几年来，国内外学者对出现SBS调查分析后普遍认为，过去人们往往比较重视明显的室内污染物，却忽视了许多低浓度的挥发性有机化合物VOC(Volatile Organic Compounds)。近期有人提出的“分子污染”的概念，意味着室内空气品质控制从微粒污染扩展到化学污染控制。现代化大楼最常见的分子污染是挥发性有机化合物，它是建筑内各种异味的主要根源，决定了人们对空气的新鲜度的感受，影响了对室内空气品质的可接受性。因为分子扩散速度的量级大大高于微粒，因此控制分子污染是对通风空调技术的严峻挑战。室内空气中约有250多种挥发性有机化合物，产生挥发性有机化合物的主要来源有：A、人体本身自然散发的挥发性有机化合物，如丙酮、异戊二烯等；B、建筑材料如水泥、地毯、油漆、胶水、墙板、地砖、新家具，都在释放混杂的有机化合物，如甲醛等；C、为了节能，建筑物大量采用绝缘保温材料和密封材料，这些材料也释放挥发性有机化合物。实验显示，当各种不同的挥发性有机化合物混在一起后，并与臭氧产生化学作用，室内空气中就会出现许多隐形杀手。

3.5 传统舒适理论的

束缚“可持续发展”纲要对空调专业提出的要求，是应以最少的能耗，创造健康、舒适的室内环境，并保护大环境。由于受到专业领域的束缚，以往的研究局限于热舒适而忽视了健康影响。研究方法偏重于物理学方面，没有考虑到生理和心理学方面，使得热舒适理论不完善，控制技术有缺陷[9]。热环境各因素对人体的影响研究已经历了大半个世纪，并根据美国堪萨斯州立大学等长期研究的结果，产生了ASHRAE55-74标准，即“人们居住的热舒适条件”及后来的ASHRAE55-01标准“人们居住的热环境条件”。国际标准化组织（ISO）根据丹麦工业大学P.O.Fanger教授的研究成果于1984年制定了ISO7730标准，即“适中的热环境PMV与PPD指标的确定及热舒适条件的确定”。上述研究成果及相应标准都是以稳态热环境为条件，以人体的主观热感觉处于中性、风速不大于0.15m/s、相对湿度为50%为最舒适的热环境。显然这是形成热舒适性设计的依据。但长期的实践结果表明，人工维持的中性热舒适环境，即保持室内工作区温度、相对湿度及风速长期稳定的技术策略是不完善的。这主要表现在：人体长期处于中性热舒适的稳态热环境内会产生“空调适应不全症”。

4. IAQ的评价

室内空气品质评价是认识室内环境的一种科学方法，是随着人们对室内环境重要性认识的不断加深所提出的新概念。它反映在某个具体的环境内，环境要素对人群的工作、生活适宜程度，而不是简单的合格不合格的判断。室内空气品质评价分为现状评价和影响评价两类，影响评价是指对拟建项目的评价，这里要讨论的是室内空气品质现状评价，简称为室内空气品质评价。过去，人们拘泥于工业污染和卫生防疫的框框，仅依据污染物的上限值

，简单地判断室内空气品质是否合格，这种方法不能解决目前存在的问题。这种评价缺乏像国外集中医学、建筑技术、环境监测、建筑设备工程、环境心理学、居住心理学等多学科的综合研究模式和科学的方法，难于得到真正有用的信息，其结果也缺乏公正性、权威性和可比性。目前国内对室内空气品质评价方法尚未建立统一标准。现将国内外评价室内空气品质一些较为成熟的综合和单项评价方法和评价指标做一简要介绍。

4.1 EEI EEI为当量评价指标，是评价室内环境的综合指标。由于室内环境的一些因素也会影响到人们对IAQ的反映。所以有人觉得用综合性更强、结合IAQ指标的室内环境综合指标EEI来作为评价IAQ的综合指标更具合理性。最佳的室内环境并非是由一个环境参数和某个确定的设计或控制点决定的。举例来说，最狭义的IAQ意味着房间空间空气免受烟、灰尘和化学物质污染的程度。稍为广义地说，它包括空气温度、湿度和空气流速，而热环境这一词还需包括视觉因素，如亮度、色彩、空间感。另一方面，允许水平的IAQ还取决于暴露时间的久暂，个人生理条件及经济观点。从实用的观点来看[10]，最佳的环境决定于IAQ推荐值或允许范围的客观标准加上居住者的期望或者说主观看法，下限称之为节能允许值或推荐值，上限是IAQ所能达到的极限。

4.2 主观评价与客观评价相结合的综合评价方法 这一评价程序主要有三条路径，即客观评价、主观评价和个人背景资料。客观评价就是直接用室内污染物指标来评价室内空气品质的方法。选择具有代表性的污染物作为作为评价指标，来全面、公正地反映室内空气品质的状况[12]。通常选用二氧化碳、一氧化碳、甲醛、可吸入性微粒（IP）、氮氧化物、二

氧化硫、室内细菌总数，加上温度、相对湿度、风速、照度以及噪声共12个指标来定量地反映室内环境质量。这些指标可以根据具体对象适当增减。客观评价中需要测定背景指标，是为了排除热环境、视觉环境、听觉环境以及人体工效活动环境因子的干扰。主观评价主要是通过对室内人员的问询得到的，即利用人体的感觉器官对环境进行描述和评价。主观评价引用国际通用的主观评价调查表格结合个人背景资料。主观评价主要归纳为四个方面，人对环境的评价表现为在室者和来访者对室内空气不接受率，以及对不佳空气的感受程度，环境对人的影响表现为在室者出现的症状及其程度。最后综合主、客观评价，作出结论。根据要求，提出仲裁、咨询或整改对策。

4.3 IAQ等级的模糊综合评价

室内空气品质目前就是一个模糊概念，至今尚无一个统一的、权威性的定义。因此有人尝试用模糊数学方法加以研究[13]，由于该方法考虑到了室内空气品质等级的分级界限的内在模糊性，评价结果可显示出对不同等级的隶属程度，故更符合人们的思维习惯，这是现有的指数评价方法所不能及的。该方法的关键是建立IAQ等级评价的模糊数学模型，确定各类健康影响因素对可能出现的评判结果的隶属度。

4.4 应用CFD技术对室内空气品质进行评估

近二十年来，CFD（Computational Fluid Dynamics）技术已被应用于建筑通风空调设计领域。该方法利用室内空气流动的质量、动量和能量守恒原理，采用合适的湍流模型，给出适当的边界条件和初始条件，用CFD的方法求出室内各点的气流速度、温度和相对湿度；并根据室内各点的发热量及壁面处的边界条件，考虑墙面间的相互辐射及空气间的对流换热，得到室内各点的辐射温度，结合人体

的衣着和活动量，利用Fanger等人的研究成果，求得室内各点的热舒适指标PMV(Predicted Mean Vote)[15]。同时利用室内空气的流动形式和扩散特性，得到室内各点的空气年龄，从而判断送风到达室内各点的时间长短，评估室内空气的新鲜度。

4.5 “通风效率”和“换气效率”评价指标

这两个指标是从发挥通风空调设备和系统的效应，进行有效通风，提高室内空气品质出发提出来的。利用室外新风稀释与排除室内有害气体或气味，仍是保证室内空气品质的基本措施，并认为有效通风是提高室内空气品质的关键。近年来国外学者对通风评价方法进行了大量的研究，提出了通风系统的评价指标：换气效率，定义为室内空气的实际滞留时间与理论上的最短滞留时间的比值。它是衡量换气效果优劣的一个指标，与气流组织分布有关。通风效率，定义为排风口处污染物浓度与室内污染物平均浓度之比。它表示室内有害物被排除的速度的快慢程度。

4.6 空气耗氧量COD (Chemical Oxygen Demand)

空气耗氧量是通过反应方法测定室内挥发性有机化合物VOC被氧化的空气耗氧量，表征室内VOC的总浓度。其原理是基于空气污染物中的有机物可被重铬酸钾硫酸液完全氧化，根据有机物被氧化时消耗的氧气量推算出空气耗氧量的含量。国内在1989年人防工程平时使用环境卫生标准中，采用了用空气耗氧量作为地下旅馆、影剧院、舞厅、餐厅的环境卫生标准的一个指标。标准于1998年被国家技术监督局和卫生部颁布为国家标准。COD与室内空气品质的其他指标如二氧化碳、一氧化碳、空气负离子、甲醛浓度、微生物等有显著的相关性，说明它是综合性较强的室内空气污染指示指标。

5. 改善IAQ的措施和方法

5.1 发挥新风效应 发挥新风

效应，既要注重新风的量，更要注重新风的质。引入低污染的新风，同时减少或者消除新风处理、传递和扩散过程中的污染。做到以下几点：A、合理选择新风取风口的位置；B、加强新风过滤处理，改变通常只作粗效过滤的观念；C、提倡新风直接入室，缩短新风年龄，减少途径污染。入室新风年龄越小，途径污染越少，新风品质越好，对人的有益作用越大。合理的气流组织即是合理布置送排风口，充分将新鲜空气送入工作区，减少送风死角，以提高室内的换气效果，充分稀释室内污染物浓度，从而提高空气品质。对于集中式全空气系统，应当设计独立的新风系统；对大空间，可以设置岗位送新风系统；在高大型公共建筑中可以采用置换通风，它将清洁新鲜的空气直接送入人体活动区，避免污浊空气的再利用，保证工作区的空气品质；对半集中式的风机盘管系统，除新风直接送入房间外，应增设集中排风措施，这样才能起到新风效应作用；对分散式的分体式空调房间采用双向新风换气机有利于改善室内空气品质，同时有利于节能。一个优秀的设计，必修要有高质量的安装和调试，同时还应有先进到位的运行管理，才能确保达到设计的预期目标。

5.2 消除和控制室内污染源

室内空气异味是“可感受的室内空气质量”的主要因素。控制异味的来源，减少室内低浓度污染源，应注重建筑材料的选用，减少吸烟和室内燃烧过程，减少各种气雾剂、化妆品的使用等。在污染源比较集中的地域或房间，采用局部排风或过滤吸附的方法，防止污染源的扩散。

5.3 优化设计

对微生物污染的控制，强调对室内相对湿度控制及采取相应的技术措施。湿度是影响霉菌在建筑中生长的主要因素，减少空调系统的潮湿面积，控制细菌的生长

繁殖。空调系统的某些潮湿表面是细菌繁殖的温床，特别是冷却塔、加湿器、水箱、盘管表面、集水箱、喷淋室过滤器和消声器等表面，这些地方的细菌大量繁殖并被送入室内各地方。在这种情况下依靠加大新风量加强过滤来降低细菌浓度是不合理的。特别是盘管的带水和排水问题所引起的微生物污染。设备选择和管道的设计、安装的重点在于尽量减少尘埃污染和微生物污染，如减少污染源、防止尘埃和湿气的积累。

5.4 建筑设计要遵循生态环境的设计原理

从建筑设计考虑遵循生态环境的设计原理，考虑建筑总平面规划、城市微气候的改善、建筑材料满足室内空气质量标准，尽可能利用自然能源或采用最少的能源来达到人们生活、工作所需的舒适环境，这也是解决建筑室内空气质量的根本措施。当今世界建筑中有不少建筑就是利用当地的自然生态环境，运用生态学、建筑技术科学的基本原理、现代科学技术手段等合理地安排并组织建筑与其它相关因素之间的关系，使建筑与环境之间所形成的良好室内外气候条件和较强的生物气候调节能力，使人、建筑与自然环境形成一个良性循环的生态环境系统，从而也保证了建筑具有良好的室内空气质量。

5.5 完善相关法规

由于空调房间应用越来越多，在室内空气品质法律诉讼事件中，涉及空调系统的案例最多，法院的判决表明建筑通风设备引起的空气品质问题最为严重，同时在系统设计、施工中所出现的问题也是影响室内空气品质的一个重要因素。因此应制定保证室内空气品质的相关的法规和标准，使建筑和空调产品设备从设计到施工、运行管理都有明确的质量保证和法规依据。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com