

建筑暖通空调系统中的空气质量控制技术研究

李永真 王鹏

菏泽城建建筑设计研究院有限公司

摘要：建筑暖通空调系统作为现代建筑的重要组成部分，为人们提供了舒适的室内环境。然而，在空调系统运行过程中，由于室外空气污染、室内污染物排放以及空调系统自身的影响，导致室内空气质量下降，对人体健康产生不良影响。因此，研究建筑暖通空调系统中的空气质量控制技术具有重要意义。本文旨在分析空调系统中的空气质量问题，探讨常用的空气质量控制技术及其在暖通空调系统中的应用，为提高室内空气质量提供理论依据。

关键词：建筑暖通空调系统；空气质量；控制技术；研究

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.08.074

随着我国经济的快速发展，建筑行业日益繁荣，人们对室内环境品质的要求也逐渐提高。暖通空调系统在为室内环境提供舒适温度和湿度的同时，也需要关注空气质量的问题。研究表明，室内空气质量不佳可能导致呼吸道疾病、过敏等健康问题，因此，研究建筑暖通空调系统中的空气质量控制技术具有重要的现实作用。

一、建筑室内常见的污染物及主要特征

（一）主要污染物

在建筑室内环境中，存在着多种类型的污染物，这些污染物可能对人们的健康和舒适度产生不利影响。其中，颗粒物、气态和有害微生物是最常见的三种主要污染物。

颗粒物可以是固体或液体，其尺寸通常在微米或纳米范围内。它们来自室内或室外，如烟草烟雾、灰尘、花粉、霉菌、细菌、病毒和化学物质等。颗粒物可以对呼吸系统、眼睛和皮肤等造成刺激和损害，并可能增加某些疾病的风险，如哮喘、过敏和肺癌等^[1]。

气态污染物包括挥发性有机化合物（VOCs）、甲醛、二氧化碳、氨气和臭氧等。这些污染物可能来自室内或室外来源，如家具、地板、涂料、清洁用品、化妆品、烟草烟雾、烹饪和空调等。气态污染物可能会对人体健康产生影响，如头痛、眼鼻不适、呼吸困难、恶心、呕吐和头晕等。

有害微生物包括细菌、霉菌、病毒、真菌和寄生虫等。它们可以来自多种来源，如空气、水、食物、人员和宠物等。有害微生物可能会导致感染、疾病和过敏等健康问题。

（二）主要特征

建筑室内空气污染源的多样性是其显著特征之一。这些污染源可以来自多种途径，如家具和装修材料释放

出的有害气体、厨房和卫生间使用的清洁剂和消毒剂、空调系统中的霉菌和细菌等。这些污染源不仅数量众多，而且种类繁多，使得控制和治理变得更加困难。

建筑室内空气污染物的持续时间较长也是其重要特征之一。一些有害气体和颗粒物的释放和积累过程可能需要数年甚至数十年的时间，在室内环境中的浓度也可能持续较高。这就需要人们在日常生活中更加注意室内空气的质量，并采取有效的措施进行治理。

建筑室内空气中的污染物浓度通常较高。这些污染物可能来自建筑材料、家具、电器、清洁产品、个人护理用品、甚至是室内植物等。这些污染物在室内环境中可能会达到比室外环境更高的浓度，这主要是因为人们在室内的时间通常比在室外的时间更长，而且室内空间通常较小，空气流动性较差，这使得污染物更容易积累。

（三）室内空气质量对人健康的重要性

室内空气质量对人体健康的影响是深远而重大的。它不仅关乎人们的呼吸，还关系到身体健康和精神状态。因此，了解并改善室内空气质量对于每个人来说都至关重要。

人体大约有90%的时间是在室内度过的，包括睡眠、工作、学习以及休闲等各种活动。这就意味着每天都会吸入大量的室内空气。如果这些空气中含有有害物质，如尘埃、细菌、病毒、霉菌、烟雾、挥发性有机化合物（VOCs）等，那么它们就会通过呼吸道进入体内，引发一系列健康问题。例如，长期暴露在污染的室内空气中可能导致呼吸系统疾病，如哮喘、支气管炎；也可能增加心脏病、肺癌的风险；甚至还可能影响儿童的生长发育，导致记忆力下降、注意力不集中等。

室内空气质量还会影响人们的心理健康。研究发现，空气中的污染物可以引起头痛、疲劳、情绪波动等症状，严重时甚至会诱发抑郁症、焦虑症等心理疾病。此外，良好的室内空气质量还有助于提高人们的工作效率和生活满意度。

然而，许多人并未意识到这个问题的严重性，或者不知道如何去改善。实际上，只要采取一些简单有效的措施，就能显著提升室内空气质量。例如，定期清洁和消毒室内环境，避免使用含有有害化学物质的清洁产品；保持室内通风，增加空气流通；种植绿色植物，利用其光合作用吸收二氧化碳并释放氧气；选择低甲醛、低VOCs排放的装修材料和家具等等^[2]。

二、建筑暖通空调系统中的空气质量控制技术

在建筑暖通空调系统设计和运行过程中，空气质量

控制技术是至关重要的一环。这不仅关系到建筑物内人员的健康和舒适度，也影响着整个建筑环境的可持续发展。因此，了解并掌握空气质量控制技术对于建筑师、工程师以及相关领域的专业人士来说都是非常必要的。

（一）空气过滤技术

空气过滤是现代建筑暖通空调系统的核心部分，其作用是通过过滤空气中的颗粒物，降低空气中的颗粒物污染，使空气更加清新，同时也使空调系统的运作更加顺畅。这种过滤方式通常被应用在空调机组或系统送风末端，以保证空气的洁净度。

在空气过滤过程中，有几个重要的因素需要得到重点关注。首先，过滤器的过滤效果会受到灰尘等杂质的影响。需要定期对过滤器进行清洁和更换，以保证其过滤效果。其次，过滤器的压力也是一个重要的技术经济指标。如果压力过大，过滤器可能会因为承受不住压力而受损，这不仅会增加能源消耗，而且可能会导致过滤效率下降，甚至可能会影响整个空调系统的运行。为了保证空调系统的正常运行和过滤效果，必须定期对空气过滤器进行清洁和检查。例如，定期更换过滤器，定期清洁过滤器，以及定期检查过滤器的压力。只有这样，才能保证空调系统的过滤效果，防止二次污染，同时也能降低能源消耗，提高空调系统的运行效率^[3]。

（二）通风稀释技术

在现代建筑暖通空调系统中，通风稀释技术是一种有效的空气质量控制方法，其主要原理是通过引入外部新鲜空气，将室内空气中的污染物稀释，从而达到改善室内空气质量的目的。在通风稀释过程中，室内空气通过空气处理设备与室外空气进行混合，从而达到稀释室内空气中污染物的目的。这种技术的优点在于，它可以有效地控制室内空气中的有害物质浓度，减少室内空气中的微生物和病毒数量，提高室内空气的卫生水平。然而，通风稀释技术也存在一些局限性。该技术需要大量的能源消耗，以驱动空气处理设备和新风系统；如果室外空气质量较差，或者新风系统无法提供足够的新鲜空气，那么通风稀释效果可能会受到影响。最后，对于某些特殊情况，例如室内人员较多或有特殊需求的场所，单纯依靠通风稀释技术可能无法满足空气质量要求。

为了有效地改善室内的空气质量，建筑设计师和工程师们需要在设计时，合理规划室内空气的流动路径，使其能够在室内均匀分布，避免形成气流的死角，从而保证空气质量的均衡性。同时，他们也需要在设计中尽可能地将污染源头发出的污染物，如烟雾、尘埃等，通过合理的通风系统直接排放到室外。这样，可以最大限度地避免这些污染物对其他室内区域造成污染，从而提高整个室内的空气质量。

（三）吸附净化技术

吸附净化技术在空气净化处理中的应用已经非常广泛，它利用多个孔洞的固体物质来净化室内空气，有效

地去除空气中的有害物质。这种技术的原理是利用多孔性材料的比表面积大，吸附性能好，可以有效吸附气相混合物中的有害物质，从而达到净化空气的目的。

吸附净化技术的具体方式包括物理吸附和化学吸附两种。物理吸附利用固体表面的吸引力来捕获并固定气体或液体中的污染物。这种方法不涉及化学反应，因此不会改变污染物的性质。例如，活性炭就是一种常用的物理吸附材料，它具有大量的微孔结构，可以有效地吸附空气中的甲醛、苯等有机物和一些重金属离子；化学吸附则是通过化学反应将污染物固定在固体表面，形成一层稳定的化学吸附层。这种方法的优点是吸附效果持久，但同时也可能产生新的副产品，对环境产生潜在的影响。例如，沸石分子筛就是一种广泛应用于化学吸附的材料，它可以通过吸附水分和酸性物质来去除气体中的污染物。这两种方式都可以用来净化空气，但具体应用时需要根据污染物的性质和材料的特点来选择合适的方^[4]式。

在吸附净化技术中，常用的空气净化材料有活性炭、硅胶、分子筛等。其中，最常用的材料是活性炭，它对有机污染物的去除率最高，但需要避免接触到热分解物、浓雾、粉尘等物质，因为这些物质会堵塞孔洞，降低其吸附能力。因此在使用活性炭进行吸附净化时，需要注意保持吸附剂的孔隙畅通，避免其吸附能力下降。除了活性炭，硅胶也是一种常用的吸附材料。它具有高的比表面积和孔隙度，可以有效地去除空气污染物，如二氧化硫、氨、甲醛等。此外，分子筛也是一种常见的吸附材料，它可以选择性地吸附某些分子，如氮气、氩气等，而不吸附其他分子，用于净化空气中的氮氧化物等物质。

（四）臭氧消毒技术

在常温常压下的环境中，臭氧分子的结构并不稳定，极易发生分解反应，分解为氧气和一个单独的氧原子。这个单独的氧原子具有很强的活性，可以有效地杀死各种细菌，尤其是对肝炎病毒、大肠杆菌、绿脓杆菌以及各种杂菌等有很强的灭杀作用。

然而，这种强大的灭菌能力并非没有代价。单独的氧原子非常活跃，可以与许多有机物和无机物发生反应，这就导致臭氧对建筑室内的装饰材料、家具、衣物等物品产生危害。同时，臭氧还会对一些特殊的材料产生腐蚀作用，比如对医用胶手套、橡胶管等橡胶制品的腐蚀性特别强。因此，在选择臭氧消毒设备的时候，必须要考虑到设备的材质和性能，以避免对设备本身造成损害，必须要保证现场无人，同时要将室内的橡胶制物品转移。此外，虽然臭氧气体可以有效地降低空气中的污染物浓度，但是它本身也是一种污染物，如果浓度过高，会对人体的呼吸道黏膜造成伤害。因此，在实际应用中，需要严格控制臭氧的浓度，避免臭氧浓度超标。

（五）静电过滤技术

静电过滤技术是一种高效、安全且环保的空气净化

技术，其工作原理是在高压电场的驱动下，增强颗粒带电性能，然后利用静电力将空气中的颗粒物分离出来。相比传统的过滤方法，静电过滤技术具有明显的优点。首先，它的安全性能非常高，不会产生有害物质，因此在使用过程中无须担心安全问题。其次，由于静电过滤技术不受风阻力影响，因此在运行过程中能源消耗较低，更加节能环保。此外，静电过滤技术还可以充分发挥净化和杀菌的功能，广泛应用于暖通行业的空调净化系统中。还可以有效控制颗粒物的排放，从而达到理想的过滤效果，这对于保护环境，减少空气污染有着重要的作用。在实际应用中，静电过滤技术的操作简单，维护方便，只需定期进行清洗和保养，就能有效防止灰尘引发的二次污染。

然而，静电过滤技术也存在一些不足之处。由于在过滤过程中需要应用到高压电，因此可能会产生臭氧等污染物，这就存在二次污染风险和可能性。同时，静电过滤技术对投资的要求相对较高，不仅需要购买设备，而且在后期的检修和维护工作中也需要投入大量的人力和物力。此外，静电过滤器的设计和制造也需要专业的技术支持，对设备的配置有着较高的要求。

三、建筑暖通空调系统中空气净化技术应用优化措施

（一）优化组合室内暖通空调设计参数

在现代建筑设计中，室内空气温度和相对湿度的设定是一个重要的考虑因素。它们对用户的热感觉舒适度有着直接的影响，同时也对空调能耗产生重要的影响。

一般来说，室内温度对用户的热舒适度有很大的影响。过高或过低的温度都会使人感到不适，从而影响到用户的生活质量。然而，即使在极端的温度下，空调的能耗也不会有太大的变化。这是因为空调的能耗主要取决于其运行时间和负荷，而不是室内的温度。因此，即使将室内温度降低到最适宜的水平，也不能显著降低空调的能耗。相对湿度对用户的热舒适度的影响较小，但它对空调能耗的影响却很大。过高或过低的相对湿度都会使空调的能耗增加。因此，在设计建筑暖通空调系统时，应重点考虑适当提高室内的相对湿度，不仅可以提高建筑的能源效率，也可以降低空气净化技术在运行过程中的能源损耗。

（二）定期清洗、更换空调过滤器

空调过滤器是现代建筑暖通空调系统中的一个重要组成部分，它能够有效地去除建筑内部空气中的各种有害物质，包括粉尘、花粉、浮游菌等，从而大大降低了人们患病的风险。

如果人们忽视了对空调过滤器的维护和保养，那么它的过滤效果就会大打折扣。例如，长期不清洗或者清洗方法不当，都会导致过滤器上积累大量的灰尘和污垢，这些污垢会降低过滤器的过滤效果，还会为细菌提供滋生的温床，使得细菌在过滤器上大量繁殖，一旦打开空调，就会随着空气一起进入室内，再次污染生活环

境。

为了保证空调的过滤效果，必须定期对空调过滤器进行清洗和保养。一般来说，建议每三个月清洗一次，或者在空调使用频率较高的季节，如夏季和冬季，每两个月清洗一次；清洗时，应使用专门的清洗液，并按照说明书的方法进行清洗，以确保清洗液能够完全渗透过滤器的每一个角落，清除所有的污垢；此外，还需要定期更换空调过滤器。一般来说，建议每年更换一次。如果空调使用频率较低，如在夏季和冬季，可以适当延长更换时间。如果空调长时间不使用，也建议每年更换一次过滤器，以防止细菌滋生。

（三）暖通空调实施动态调节

在现代智能建筑中，室内控制系统可以实时调整室内的温湿度，创造出更加舒适的生活和工作环境。在这种情况下，不仅可以通过智能建筑室内控制来实现对室内温度和湿度的精确控制，而且还可以根据人体的热反应来进行更加精细化的调整。当人体的热反应达到热中性状态时，可采用一种自然通风的方式来维持室内的温度和湿度。这种方式可以让室内空气保持流通，避免过度的加热或冷却，同时也减少了空调的能耗。但是，当人体的热响应超出了热中性时，通过智能建筑室内温湿度控制系统来实现等温的送风，从而逐渐将人体的反应调整回热中性状态。这种模式不仅能够有效地维护设备负载，而且还可以减少新风量，降低空调的能耗，从而进一步减少能源的消耗。

这种控制模式还可以使空调系统的尺寸明显减小，使得系统的安装变得更加方便，同时也减少整体的投资。既提高建筑的能源效率，还可以降低维护成本和使用成本，为用户提供更加舒适和经济的生活和工作条件。

结束语

总之，建筑暖通空调系统中的空气质量控制技术具有重要意义。在未来发展中，暖通空调企业、科研院所和政府部门应共同努力，加大研发投入，推广先进技术，完善标准体系，为我国室内空气质量控制事业贡献力量。同时，加强国际合作与交流，引进国外先进技术和管理经验，不断提升我国暖通空调行业的整体水平，为全球可持续发展作出贡献。

参考文献

- [1]何忠.暖通空调系统中的室内空气质量监测与改善方法[J].工程技术研究,2023,5(19):26-28.
- [2]徐冰.建筑暖通工程关于改善室内空气质量措施分析——以商场空调通风系统为例[J].城市建设理论研究(电子版),2012(3).
- [3]虞朝晖.室内空气品质受到暖通空调系统部件的影响分析[J].建材与装饰,2017(38):174-175.
- [4]黄秀山.暖通空调空气处理系统的优化技术[J].中国房地产业,2019(5):71.