

暖通空调及防排烟系统的设计难点及解决方法

陈澎浩

中国核电工程有限公司(河北分公司), 河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑高度的不断提升,传统的暖通空调与排烟系统设计面临的挑战日益增多。在高层建筑的设计中,需兼顾空调系统与排烟系统的协调性、火灾时排烟效率的保证以及系统的稳定性等多方面因素。此外,建筑功能的多样性要求排烟系统不仅满足日常通风需求,还必须具备应对火灾等突发事件的能力。为应对这些设计难题,智能化控制技术、先进的排烟设备以及流体力学优化设计等创新技术的逐步应用正变得愈发重要。通过这些技术的引入,系统的整体效率与安全性得以提升,从而确保建筑在各种环境条件下,不仅能提供舒适的内部环境,还能保障火灾发生时的安全性。

[关键词]暖通空调;防排烟系统;设计难点;解决方法

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14529

中图分类号: TU83

文献标识码: A

Design Difficulties and Solutions for HVAC and Smoke Control Systems

CHEN Penghao

China Nuclear Power Engineering Co., Ltd. (Hebei Branch), Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous increase in building height, traditional HVAC and smoke exhaust system designs are facing increasing challenges. In the design of high-rise buildings, it is necessary to consider multiple factors such as the coordination between the air conditioning system and the smoke exhaust system, the guarantee of smoke exhaust efficiency in case of fire, and the stability of the system. In addition, the diversity of building functions requires smoke exhaust systems to not only meet daily ventilation needs, but also have the ability to respond to emergencies such as fires. In order to address these design challenges, the gradual application of innovative technologies such as intelligent control technology, advanced smoke exhaust equipment, and fluid dynamics optimization design is becoming increasingly important. Through the introduction of these technologies, the overall efficiency and safety of the system are improved, ensuring that the building not only provides a comfortable internal environment under various environmental conditions, but also guarantees safety in the event of a fire.

Keywords: HVAC; smoke control systems; design difficulties; solutions

引言

随着城市化进程的不断推进,现代建筑对舒适性、安全性与能效的要求日益提高。为此,暖通空调与防排烟系统作为建筑设计中至关重要的组成部分,不仅直接影响建筑内部环境的调节效果,还在火灾发生时,保障安全疏散与应急响应方面起着至关重要的作用。尤其是在高层建筑中,如何在确保舒适环境的同时,保障火灾发生时排烟系统的高效运行与安全性,已成为设计中的关键难题,深入探讨暖通空调与防排烟系统设计的重要性,分析面临的主要挑战并提出相应的解决方案,为相关领域的设计实践提供有效的参考与指导。

1 暖通空调及防排烟系统设计的重要性

1.1 提升建筑舒适性与节能性

暖通空调系统的设计对建筑的舒适性与能源效率起着至关重要的作用。在现代建筑中,空调系统不仅负责温度调节,还需根据建筑的使用性质及外部气候条件灵活调控空气流通与温湿度。通过合理的设计,室内空气质量能够始终保持在最佳水平,从而确保无论何种季节或气候条

件下,建筑内的人员都能享受舒适的居住或工作环境。节能性已成为当代建筑设计中不可或缺的考量因素,随着能源价格不断攀升以及环保要求的日益严格,减少能耗与保证舒适性成为了设计的核心任务,通过对空调系统运行模式的优化,如采用高效热回收技术、智能温控系统及节能型设备等能耗得以大幅降低,不仅有助于减少建筑的碳排放,符合绿色可持续发展的目标,而且显著降低了运营成本。在此种设计下,暖通空调系统不仅能够提高建筑的舒适度,还能够实现节能减排目标,进而帮助建筑运营方节省费用,履行社会责任。

1.2 确保火灾安全与人员疏散

在建筑设计中,暖通空调与防排烟系统的作用远不止于日常的温湿度调节与空气质量的维护,在火灾发生时这些系统还需保障人员的生命安全。烟雾蔓延往往是火灾致命伤害的主要原因之一,因此,有效控制烟气流动、确保疏散通道畅通无阻,成为系统设计中的首要任务。防排烟系统的设计核心在于迅速清除火灾现场的有毒烟雾,防止蔓延至建筑的其他区域,尤其是人员疏散通道和紧急出口。

通过合理布局烟道、配置高效风机及排烟设备，烟雾蔓延的速度得以有效减缓，为人员提供一个安全的撤离空间，从而最大限度减少火灾中的人员伤亡。高效的烟气控制不仅有助于保持疏散通道的清晰通畅，同时也确保通道内的空气质量，确保人员能在清新的空气中安全迅速地撤离。与此并行，空调系统设计还必须具备火灾时的自动响应功能，以避免空调系统在火灾期间将烟雾传播到建筑的其他区域。现代智能空调系统能够实时监测烟雾浓度并自动切断通风系统，防止烟雾通过空气流动扩散。在设计过程中，还需结合建筑的人员疏散方案，合理安排排烟口与送风口的布局与流量，确保火灾发生时疏散通道不被烟雾干扰，始终畅通无阻，降低人员滞留风险，缓解因烟雾引发的恐慌情绪。

2 暖通空调及防排烟系统设计的难点

2.1 系统选择与布局的复杂性

在暖通空调与防排烟系统的设计中，系统的选择与布局是一个复杂且至关重要的挑战，尤其在大型建筑或结构复杂的场所中问题更为突出。建筑的使用功能、规模以及结构特点直接决定了所需系统的类型与配置。例如，商业办公楼、医院、住宅和工业建筑在空调与排烟需求上存在显著差异。各类建筑在空气质量、温湿度控制及排烟效果的要求各不相同，因此，设计人员必须综合考虑建筑内部结构、使用需求、人员流动、外部气候及节能目标，进而选定最合适的空调与排烟系统。在系统布局上，建筑空间规划常常对系统的布置提出巨大挑战。空调管道、排烟道及通风系统需要在有限的空间内进行合理安排，以避免相互干扰。在高层建筑中，风道与管道的走向规划尤为关键，不仅要保证每一层的空气流通与质量，同时确保排烟系统的高效性，这一设计难题需要充分考虑，过于紧凑的空间布局可能导致管道布置不畅，进而增加能耗并影响系统效率；而布局过于分散则可能使管道长度过长增加系统阻力，进一步提升能耗。另外，系统选择与布局的复杂性还表现在空调与排烟系统的协同工作上，在许多情况下这两者必须高度配合。例如，当排烟系统启动时，空调系统必须自动停止运行，避免烟雾通过空气流动扩散到其他区域。与此同时，空调系统的负荷变化也可能影响排烟系统的运行效果。因此，在设计时，需考虑空调与排烟系统之间的交互关系，确保两者的协同工作能够既满足建筑的舒适性需求，也能保障火灾等紧急情况时的安全性。

2.2 高层建筑中的排烟系统设计挑战

高层建筑的排烟系统设计面临着独特的挑战，尤其在烟雾迅速上升和楼层间烟雾隔离方面的难度较大。在高层建筑中，随着楼层的不断增多，火灾时烟气的蔓延速度显著加快，如果排烟系统设计不当，烟雾可能会迅速蔓延至多个楼层，极大增加人员逃生的难度，严重威胁生命安全。因此，如何有效控制烟气的流动，确保其快速排出且局限

于火灾区域，成为高层建筑排烟设计的核心要点。高层建筑的高度要求排烟系统具备更强的排烟能力，以便能够迅速将烟气排至建筑外部。单一排烟风机通常无法满足高层建筑的需求，必须配置多个排烟风机，每个风机需能覆盖特定楼层的排烟需求，考虑到烟气上升的特性，风道和烟道的设计需要承受更大的压力与温度，因此，耐高温、耐腐蚀的材料必须被选用，以确保系统在极端条件下能够长期稳定运行。楼层间烟雾隔离的问题同样是高层建筑排烟设计中的一大难题，特别是在多层或多功能建筑中，火灾往往发生在某一特定楼层，而烟雾可能通过楼层间的通道、风道或电梯井蔓延至其他楼层。为了防止烟雾扩散至其他楼层，设计时需要重点考虑防火门、烟道隔断及自动控制系统的配置，确保火灾区域的烟气不会进入疏散通道或其他楼层的工作与居住区域。因此，设计人员必须深入分析建筑的结构、使用功能及人员流动，以制定精准的烟气流动控制策略。高层建筑排烟系统的设计还需与其他紧急设施进行有效的协同运行，例如，排烟系统与消防系统、自动喷水灭火系统、楼梯间加压送风系统等必须紧密配合，共同保障火灾发生时的人员疏散与火灾控制。如何在设计初期充分考虑各系统之间的协调性，避免相互干扰，进而影响整体安全性，成为高层建筑排烟设计中一个重要且复杂的难点。

2.3 火灾时排烟效率与系统稳定性保障

在火灾发生时，排烟系统的效率与稳定性对保障建筑安全至关重要。该系统不仅需迅速清除浓烟和有毒气体，为人员疏散提供安全保障，还应确保在极端条件下持续稳定地运行，这要求设计师在系统选择、设备配置及操作策略方面进行全面的考量。排烟效率是系统的核心目标，在火灾中烟雾迅速蔓延，排烟系统必须具备强大的排烟能力，以尽快清除烟雾并有效降低火灾现场的温度及有毒气体浓度。为了实现这一目标，设计师需精确计算各区域的排烟需求，合理选择风机功率并通过优化风道布局，确保烟雾高效引导至排烟口。风机及风道的选型必须具备耐高温、高负荷等性能，以防止高温环境对设备造成影响，从而降低系统的排烟能力。除了排烟效率，系统的稳定性同样至关重要。火灾条件下排烟系统不仅面临高温与烟雾的挑战，还需应对高湿度、腐蚀性气体等因素的干扰，这些都可能导致设备的正常运作。为确保系统在火灾期间持续可靠地工作，应选用耐高温、耐腐蚀的材料，并在设计中实现系统冗余，保证在部分设备发生故障时，其他设备能够及时接管，确保排烟过程不受中断。例如，备用风机与自动切换控制系统的配备，能够在设备出现故障时保持系统的连续性，定期对设备进行功能检测，也是确保系统在紧急情况下最佳运行状态的重要措施。

3 暖通空调及防排烟系统设计的解决方法

3.1 综合分析方案优化

在暖通空调及防排烟系统的设计过程中，综合分析

方案优化是确保系统高效、安全运行的核心环节，这个阶段不仅涉及技术方案的选择，更需要根据建筑的具体情况深入评估，确保所选方案能够兼顾舒适性、节能性与安全性，同时尽可能降低成本与能耗。综合分析的首要任务是全面考察建筑的功能需求、结构特征、人员流动、外部气候等因素^[1]。例如，不同类型建筑（如商业大厦、住宅楼、医院等）对空调与排烟系统的需求存在显著差异，单一设计方案往往无法满足所有要求，通过细致分析这些需求，设计师可以明确系统的类型选择，决定是否采用中央空调或局部空调、选择自然通风或机械排烟，从而确保设计方案与建筑实际需求高度契合。设计师需对排烟、空调及通风系统的各个环节进行优化，以提升整体运行效率，通过优化风道布局、选择高效风机或改进空调管道配置，不仅能够显著提升系统性能，还能减少能源消耗。优化过程中还应考虑后期系统维护与调试的便利性，确保设计能够支持长期稳定运营。设备选型时也应重点关注节能效果，优先选择高效、节能设备，以降低运营成本。方案优化还需预见系统的可扩展性与灵活性，随着建筑功能的变化（如楼层用途调整或建筑整体改造），系统需要具备相应的适应能力。因此，在设计阶段应预留足够的空间与接口，为未来的扩展与改造提供便利，避免初期设计不周导致后期改造困难。

3.2 空调与排烟系统的协同设计

空调与排烟系统的协同设计在保障建筑舒适性与安全性方面，起着至关重要的作用。虽然这两个系统各自独立发挥功能，但在实际运行中它们必须紧密配合，确保整体系统的高效性与稳定性。设计中的一大挑战是如何平衡空调系统的温控需求与排烟系统在火灾时的紧急排放任务。空调系统通过强制通风调节室内温度与空气质量，而排烟系统则在火灾发生时迅速清除烟雾，防止其扩散至建筑其他区域，两者的运行方式需要兼顾以避免相互干扰^[2]。在设计过程中，空调风机与排烟风机的运作频率必须防止冲突，避免由于空调系统风量过大，或排烟系统启动时的空气流动反向，导致排烟效果受到影响或空调系统性能下降。为确保系统的协同工作，空调与排烟系统的风道布局必须特别精心设计，重点在于确保两者的管道或风道不发生交叉，以免空气流动产生不必要的干扰。在火灾发生时，排烟系统必须优先启动，而此时空调系统应自动切换至安全模式，以减少对排烟系统的干扰。空调系统的设计应与排烟系统联动，确保当火灾发生时空调风机可自动关闭，或调整风量与风向使烟雾能够迅速被排出。在排烟系统的设计中，还需要考虑空调设备在火灾情况下的负荷变化，以防高温影响空调系统的正常运行。特别是在火灾或高温环境下，空调系统的耐热性与安全性至关重要，为了提升系统的安全性，火灾自动报警与控制功能应被引入空调系

统，确保在火灾发生时空调系统能够快速响应，通过切断电源或调整风量能够保障系统的安全运行。

3.3 排烟方式的选择与设备配置

在排烟系统设计中，合理选择排烟方式与配置设备是确保火灾时迅速排烟、保障人员安全的关键。建筑类型与功能需求决定了排烟方式，而设备配置则直接影响排烟效果与系统效率，设计时需在满足排烟需求的同时，确保系统的稳定性与经济性。排烟方式分为自然排烟与机械排烟两种。自然排烟利用建筑天然通风与温差，通过排烟口和通风井将烟雾与热空气自然排出，适用于低层建筑或火灾风险较低的区域，但其效果受建筑高度、气候和布局的影响较大。机械排烟则通过风机强制排烟，适用于高层或火灾风险较大的区域，提供强大的排烟能力，能够覆盖多层次与多区域需求^[3]。设备选择中风机需具备高温抗性，确保在火灾环境中稳定运行，常用的轴流风机适用于低压、大风量场景，而离心风机适合高压、小风量场景，选型时需综合考虑排烟量、系统压力损失、噪音控制及维护便捷性。排烟口的布局应确保烟雾顺畅排出，避免受到建筑结构或环境干扰。高层建筑中，排烟口通常设置在楼顶或排烟井以保证烟雾有效排放。最后，排烟系统应进行冗余设计，配备备用风机与自动切换控制系统，确保主风机故障时备用设备能及时启用，保持系统稳定运行。

4 结语

在现代建筑设计中，暖通空调与防排烟系统的合理规划至关重要，这些系统不仅影响建筑舒适性与节能效益，还与火灾安全及人员疏散密切相关。本文探讨了暖通空调及防排烟系统设计的关键意义、主要挑战及解决方案，提出了切实可行的设计策略，特别是在系统选择、布局优化和火灾时系统稳定运行方面。随着建筑技术的进步，智能化与数字化技术将推动系统协同优化，进一步提升建筑的安全性、舒适性与能源效率。通过持续优化设计与技术创新，建筑的复杂需求将得到更好满足，为建筑的长期运营提供保障。

[参考文献]

- [1] 韦丽秋. 暖通空调及防排烟系统的设计难点及解决措施研究[J]. 建材与装饰, 2019, 12(3): 73-74.
 - [2] 韩明. 暖通空调防排烟系统设计中易忽视重点问题[J]. 居业, 2020, 11(6): 23-24.
 - [3] 陈众举. 暖通空调系统防排烟设计分析[J]. 中国设备工程, 2021, 10(23): 129-130.
- 作者简介：陈澎浩（1990.11—），毕业院校：西安建筑科技大学，所学专业：建筑与土木工程，当前就职单位：中国核电工程有限公司（河北分公司），职务：无，职称级别：工程师。