

建筑暖通空调设计中噪声与振动通病的防治分析

文 / 翟 帅 辽宁北方建筑设计院有限责任公司

摘要: 暖通空调设计作为建筑工程中的关键构成,不仅关系到建筑的整体性能,对于人们的生活环境也具有深远影响。为进一步贯彻可持续发展的理念,暖通空调设计面临全新的挑战。结合暖通空调系统的设计和运行来看,常受噪声与振动问题困扰,加强对噪声与振动通病的防治,对于构建全新的暖通空调设计模式具有重要意义。本文结合我国建筑暖通空调的设计工作,针对噪声与振动通病的防治工作展开研究,制定了完善的防治策略,旨在优化暖通空调系统的设计。

关键词: 建筑;暖通空调设计;噪声;振动通病;防治

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.03.104

引言

伴随现代建筑技术的发展,人们对建筑工程的建设质量提出了更高的要求,暖通空调系统是建筑施工中的关键任务,直接影响到使用者的生活和工作环境。暖通空调虽为人民营造了舒适的环境,但噪声和振动问题也时常困扰着人们。如何有效防止暖通空调系统中的噪声与振动问题成为当前暖通空调设计中亟须解决的问题,不仅能够为建筑工程项目的高质量施工提供有力的保障,也可推进建筑工程行业的转型与升级。

一、建筑暖通空调设计的概述与特点

暖通空调系统是建筑工程中不可或缺的系统之一,可通过对室内空气的调节和处理,为建筑物内部提供适宜的湿度、温度和空气质量,可营造舒适、安全、健康的居住或工作环境。相关设计工作包括空气调节、采暖、通风等多个环节,可结合建筑物的用途、地理环境和气候条件等因素开展合理规划和设计。在当前背景下,暖通空调系统不再单纯追求温度的调节,更多地考虑能源利用效率、智能化控制等方面。建筑暖通空调设计的核心在于设备选择、气流组织、温湿度调控和系统布局,以达到最优的运行效果。

暖通空调系统设计具有集成性特点,暖通空调系统涉及采暖、通风、空气调节等多个子系统,相关系统在设计过程中需考虑集成性,以确保各系统的协同工作,不仅需要考虑单一系统的功能,还需考虑各子系统之间的互相影响。在现代建筑中,暖通空调系统大多与消防、照明等系统紧密关联,要求设计人员对系统进行合理协调和布置;建筑暖通空调设计注重长期经济效益和成本控制,在设计时需考虑初期投资成本、运行成本、维护成本等多种因素,选择高效节能设备,合理设计系统布局,在满足舒适性、环保性和安全性的前提下,优化系统设计。此外,伴随科学技术的发展,暖通空调设计技术也在持续更新和迭代,物联网和大数据技术的发展,促进了智能控制系统在暖通空调设计中的应用,可帮助系统实现自动化调节,根据室内外温度变化自动调整供暖或制冷设备的运行。

二、建筑暖通空调设计的基本原则

(一) 节能减排

伴随全球能源危机和环境问题的日益严峻,建筑的节能设计成为暖通空调设计中的关键任务。暖通空调设计前需安排专业的技术人员开展全面的能耗评测,对建筑物的建筑结构、气候条件和地理位置等因素进行综合分析,确定系统的热负荷和冷负荷,为设备选型和系统设计提供基础数据。为实现节能目标,设计过程中需要持续优化能耗评估方案,综合考虑建筑外围护结构的保温性能,优化采暖和制冷的分布;优化系统运行方式是节能设计中的关键环节,以往的暖通空调系统大多采用恒定的运行模式,无法根据建筑的负荷变化灵活调整能源供给,容易引发严重的能源浪费问题。在现代建筑中,设计人员可引入智能控制系统,根据室内外环境的变化,实时调整系统运行状态,实现按需供热或制冷。譬如对建筑物进行分区控制,结合不同区域的需求,调整供暖、空调和通风的运行状态。

(二) 以人为本

暖通空调设计的核心目标在于为建筑内的人员营造一个舒适、健康的生活和工作环境,因此,以人为本的设计理念贯穿于暖通空调系统设计的始终。结合相关设计工作来看,以人为本的设计理念体现在暖通空调系统的维护工作中,设计人员需要结合使用者的具体需求,提供简便易懂的操作界面,便于用户轻松控制系统。同时,设计中也为系统的维护和保养预留了操作空间,保障设备的长期稳定运行;对于学校、医院、办公楼等人口密集的公共建筑,空气质量关乎人们的身心健康,设计人员需要基于空气质量管理的实际需求,合理设计新风系统和空调系统,全面提升室内空气的洁净度。此外,当前时代下的暖通空调设计注重噪声、空气流动性、温度和湿度等多项因素的管控,以确保室内环境的舒适性,夏季室内温度宜保持在24-28℃之间,湿度控制在50%-70%之间。冬季室内温度应保持在18-22℃之间,湿度控制在40%-60%之间。

(三) 协调设计

暖通空调系统设计不仅需要考虑系统自身的运行效果,也需与建筑物结构保持一致,这就要求设计团队需

要从整体角度出发,促进给排水设计、建筑设计、消防设计多个专业的相互配合,构成有机的整体。设计人员需结合建筑的空间布局,合理规划设备的安装位置和管道走向,避免占用过多的室内空间,在公司楼和商业综合体中,中央空调机组大多安装于建筑地下室,可借助竖井将水管和风管输送至各楼层,实现对空调的集中控制;冷凝水、冷却水的排放和处理也是该系统设计中的重点,给排水工程师需同设计人员进行积极的沟通和交流,合理规划管道布置和排水方式,避免出现冷凝水外溢或管道堵塞问题。此外,在该系统的设计过程中,需结合建筑的消防系统,把握空调风管和排烟风管的独立性,避免火灾时烟气通过空调扩散至其他领域,可在分管总安装防火阀,有效控制火势,保障建筑安全。

三、建筑暖通空调设计中噪声与振动通病的成因

(一) 设备振动

建筑暖通空调中的设备类型较为复杂,包括风机、冷水机组、冷却塔、水泵等,系统在运行过程中,设备振动、电机、风叶运转产生的机械性噪声,都是较为常见的噪声源。由于转子和其他运动部件的质量分布不均匀,压缩机、风机等机械设备在后期的运转过程中,容易产生不平衡的离心力,容易引发设备振动,若设备的安装质量缺乏有效的保障,振动容易进一步扩大,引发严重的机械故障;伴随设备的长期运行,部分机械部件容易出现老化、磨损等问题,导致设备的运动部件运转不良,引发振动,如轴承的磨损、风机叶片的损坏,都会导致设备运行不稳定,振动增加,这些振动会通过支架、管道等结构传输到建筑物内部,引发巨大的噪声和振动。

(二) 排风系统噪音

排风机也是暖通空调设计中的一项重要设备,尤其是在现代化建筑中,排风机的安装能够进行排气和换气,排风机虽然能够为建筑室内提供清新的空气,但也容易引发严重的噪声污染,影响人们的正常生活和工作。部分建筑物中选用的排风机功率较高,因此会带来较大的噪音。若无法及时采取有效的隔音措施,噪声往往会沿着风管传递,对其他区域的声环境造成影响;排风口作为气流从室内排出到室外的通道,若设计不合理也会引发噪声问题,譬如排风口的开口面积较小,容易导致气流在通过排风口时产生较大的速度变化,同时,排风口的安装位置也会影响噪声的传播,若排风口正对着外部建筑物的墙壁,气流会与墙壁发生碰撞,产生较大的噪音。

(三) 送风系统噪声

送风系统作为暖通空调系统中的关键过程,可将经过处理的空气输送到各个室内空间,对于保证室内空气质量有着巨大帮助。结合送风系统的运行来看,风机作为送风系统的核心装备,主要负责空气流动,但风机的叶片、轴承和电机等部件在长期的运转过程中会产生机械摩擦和振动,尤其是在设备维护不当的情况下,机械磨损会随着时间的推移逐渐加剧,轴承的润滑不良或

老化会产生高频摩擦噪声,风机叶片的安装不平衡则会引发低频振动和噪声;风口噪声也是送风系统噪声的主要体现,若风口的出风角度不合理,气流会在封口处产生较大的方向变化,引发涡流和湍流,进而引发空气动力噪声。此外,风管噪声也是送风系统噪声中的重要体现,当空气以较高速度通过风管时,管壁和气流之间会产生摩擦,引发高频噪声,若管道直径较小,气流摩擦噪声将会更加明显。

(四) 冷却塔噪音

冷却塔在大型商业建筑、工厂中的应用较为广泛,这类建筑具有集中制冷的特点,但由于冷却塔大多安装在建筑外部,运行过程中产生的噪声问题较为突出,常引发环境噪声污染,对其成因进行分析,主要包括空气动力噪声、水流噪声和机械噪声。伴随人们物质生活水平的提升,人们对于环境的要求大幅提升。但部分冷却塔风机叶片的形状、安装角度和数量等设计参数并不合理,导致气流通过叶片时产生强烈的气流冲击和湍流,引发空气噪声;水流噪声主要由水的流动、喷洒、撞击产生,这类噪声成因较为复杂,与冷却水量、冷却塔设计有着紧密联系,在水流量较大时,撞击噪声会显著增加,作为冷却塔噪声的主要体现,该类噪声的频率较低,传播性较强,容易影响周边环境。

四、建筑暖通空调设计中噪声与振动通病的防治策略

(一) 优化暖通设计布局

在暖通空调设计工作前,需要安排专业的技术人员前往施工现场开展调研工作,对建筑的噪声源进行全方位勘查与细致分析,明确噪声问题的主要成因,结合建筑的具体需求对风机、水泵、冷却塔的影响进行科学处理,实现对噪声与振动通病的有效管控。对于空调系统中的主要噪声源,如泵组、压缩机和风机,应尽量远离噪声敏感区域,并将相关设备布置于地下室、机械间等适当位置,降低噪声的负面影响。同时,基础设施需要配备专业的减震措施;在设计中减少管道的弯曲,采用较大截面的风管,以控制噪声,降低气流速度,在水管布局中,避免水泵的振动直接传递到管道系统中,设计人员可在管道和水泵之间加装专业的减震器,可有效降低振动的传播;对于排风口噪声问题的处理,可增设合理的隔音设备,有效缓解噪声和振动。此外,在设计过程中考虑建筑空间的声学设计,合理利用吊顶设计、吸音材料和隔音墙体,可有效降低噪声的传播,避免对室内环境造成较大的干扰。

(二) 合理选择系统设备

设备的合理选择对于噪声与振动通病的防治也具有重要意义,针对通风系统设备的选择,设计人员需要结合建筑的具体规模和通风需求,选择风量适宜的设备,避免出现系统风量过大的情况。尽量选择低转速的风机,配备适当的消声装置,可有效减少风机噪声,避免风机长时间超负荷运行产生过大的噪声;冷水管与水泵、风管与风机之间的连接需采用柔性接头,可有效减

少共振问题，吸收设备的部分振动能量，减少振动噪声的传递；对于风机的出口和进口布置，避免设计成急转弯，选择100mm至150mm的柔性接头加以隔振处理，玻璃布和隔音棉是常用的隔振材料，有利于达到预期的减振目标；有效控制通风道内的气流速度，将建筑室内产生的噪音控制在合理范围内，一方面能够有效规避噪声和振动问题，另一方面也可促进暖通空调设计经济效益和社会效益的有机统一。

（三）科学选用消声器

消声器是降低空气动力噪声的常用装置，用于控制风机和风道的噪声传播，选择合理的消声器可有效降低噪声的影响。设计人员需要结合建筑室内环境的通风条件和具体构造，对噪声进行精确测算，根据计算选择合理的消声单元，结合室内设计工作来看，住宅室内环境的噪声频谱为125Hz、250Hz和500Hz，要求设计人员选择合理的消声单元；加强对特殊细节的把控，譬如消声百叶窗，需选用月牙状和卵形的吸音叶片，营造宁静的室内氛围；结合设计工作来看，消声器大多安装于噪声源附近或风道转弯处，在风机和出风口之间加装消声器，可有效减少空气流动噪声和风机噪声的传播。此外，在长距离风道中适当位置布置消声器，有利于避免气流噪声的进一步放大。值得注意的是，随着时间的推移，消声器的效果也会逐渐减弱，因此在前期的设计工作中需要考虑其维护和更换的便捷性，安排专业的技术人员定期检查消声器的工作状态，清理内部积尘，保持噪声防治的效果。

（四）改善空调机房及空调蓄冷技术

空调机房作为建筑室内噪声污染的主要场所，在设计过程中，需要采取双层次隔声和减震技术，首先利用混凝土材料开展结构施工，将具有降噪和消声功能的建材应用到空调机房中，可实现预期的消音减振目标。对于建筑楼顶的排风孔洞，考虑使用不燃性材料进行封堵，对机房的四周墙面采用穿孔吸声材料，并在机房顶棚上使用复合吸声板进行消音，合理安装机房门和消音密闭门，实现对噪声的有效控制。在机房的门窗设计工作中，也应采用隔音窗户，避免噪声泄漏到建筑内部；空调蓄冷技术作为现代建筑暖通系统中的节能减排技术，可在夜间电价较低时储存冷能，白天高峰期释放冷能，达到节约能源的目标，不仅能够节省能源成本，也可减少空调设备高负荷运行中产生的噪声和振动问题。设计人员需要发挥自身的能动性，推动蓄冷体系的完善，包括蓄冷装置、换热设备、水泵和自动控制器等设备，进而实现对冷水机组的有效管控，一方面能够规避噪声与振动通病，另一方面也可为后期的管理工作创造便利。

（五）加强冷却塔噪声防治

冷却塔也是暖通空调系统中的主要噪声源，在中大型建筑中，冷却塔的噪声和振动问题更为明显。由于冷却塔的噪声来源较为复杂，为实现冷却塔噪声污染的有效防治，需要从设计、安装和管理多项环节入手。风

机噪声作为冷却塔噪声的主要构成，在设计和设备选型时，应优先选择低噪声风机，同时，采用变频调速风机，根据实际需求灵活调整转速，可以进一步优化噪声控制效果。技术人员需要按照合理的周期对传动部件和风机轴承进行维护保养，减少机械振动的传递；水流噪声的防治需要优化冷却塔的水流路径设计，尽量降低水流的高度差和流速，合理布置喷淋装置和填料，减少水流的冲击力，避免水流与塔壁、支撑结构的直接接触，避免产生额外的噪声。同时，可优化喷淋角度和喷嘴形状，对于防治水流噪声也具有巨大帮助；伴随科学技术的发展，在暖通空调系统中可引入噪声监测和控制系统，实时监测冷却塔噪声的强度和频率分布情况，能够及时发现噪声超标问题，并进行处理，有效规避冷却塔噪声和振动问题，为相关设备的稳定运行营造良好的外部环境。

结束语

综上所述，建筑暖通空调设计中噪声与振动通病的防治，可为建筑室内工作人员创造更为舒适、安全的室内环境，关乎整个建筑工程的设计和施工质量。工程设计人员需要紧跟行业和时代的发展脚步，加大对暖通空调设计的重视，基于建筑设计的整体需求，对容易引发噪声和振动的因素进行全面分析，确定主要的噪声源，通过优化暖通设计布局、合理选择系统设备、科学选用消声器、改善空调机房及空调蓄冷技术等多项措施与策略，构建全新的暖通空调体系，助力我国建筑行业的转型与升级，为人民生活营造轻松愉快的室内环境。

参考文献

- [1]王蕾. 节能减排理念在建筑暖通空调设计中的应用分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (24): 79-81.
- [2]顾士元. 高校建筑暖通空调节能设计要求及具体技术研究[J]. 居舍, 2024, (23): 79-82.
- [3]于瑛, 杨柳, 刘惠, 等. 建筑节能设计基础数据共享平台设计与开发[J]. 建筑科学, 2024, 40(08): 92-97.
- [4]钱骏辉. 智能城市背景下提高建筑暖通空调能效措施分析[J]. 新城建科技, 2024, 33(07): 43-45.
- [5]冯伟, 秦超. 基于BIM技术的建筑给排水及暖通设计优化研究[J]. 绿色建造与智能建筑, 2024, (07): 148-150.
- [6]周雪彬. 高层建筑暖通空调管道支撑布置优化设计研究[J]. 江西建材, 2024, (06): 168-170.
- [7]林德全, 陈美红. 建筑暖通空调设计中噪声与振动通病的防治研究[J]. 建设科技, 2023, (07): 76-78+82.
- [8]梁浩波. 浅析建筑暖通空调设计中噪声与振动的问题[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2020, (19): 100-101.
- [9]孟晓迪. 建筑暖通空调设计中噪声与振动的通病分析[J]. 工程建设与设计, 2019, (21): 71-73.