

暖通空调系统节能检测方法研究

王宜仕

广东惠和工程检测有限公司 广东 广州 510470

摘要：本文深入探讨了暖通空调系统的工作原理、能耗构成以及节能检测的关键指标和方法。分析了冷热负荷、新风负荷及输送设备能耗对系统整体能耗的影响，并指出了室内温湿度控制精度、风量分配与平衡性、水系统流量与压力稳定性以及设备能效比与运行效率作为节能检测的关键指标。本文还详细介绍了室内环境参数检测、风系统节能检测、水系统节能检测及设备能效检测的具体方法，并探讨了智能化检测技术、新型节能材料与设备检测等新技术在节能检测中的应用。本研究旨在为暖通空调系统的节能优化提供理论依据和实践指导，推动建筑行业的绿色可持续发展。

关键词：暖通空调系统；节能优化；检测方法

引言：随着现代建筑业的快速发展，暖通空调系统作为保障室内舒适环境的关键设施，其能耗问题日益凸显。高效、节能的暖通空调系统不仅有助于提升建筑使用者的舒适度，还能显著降低建筑运营成本，对实现建筑行业的绿色可持续发展具有重要意义。然而，暖通空调系统的能耗构成复杂，涉及冷热负荷、新风负荷及输送设备等多个方面。本文旨在探讨暖通空调系统节能检测的关键指标和方法，为系统的节能优化提供科学依据。

1 暖通空调系统工作原理及能耗构成

1.1 冷热负荷与空调系统能耗

冷暖空调系统的基本工作原理是通过调节室内温度、湿度和空气流速来满足人们的舒适需求。在夏季，制冷设备（如冷水机组或热泵）通过吸收室内热量，将其转移至室外环境，从而降低室内温度。而在冬季，则通过加热设备（如锅炉或电加热器）向室内提供热量，保持室内温度恒定。这一过程涉及大量的能量转换和传输，冷热负荷也因此成为空调系统能耗的主要来源；冷热负荷的大小取决于多个因素，包括建筑外围护结构的保温性能、室内热源的发热量、人员活动及新风量等。当外围护结构保温性能较差时，室外冷热空气会透过墙体、屋顶和窗户进入室内，增加冷热负荷。室内热源如电器设备、照明灯具以及人员活动都会产生热量，需要空调系统进行冷却。而新风量的引入虽然有助于改善室内空气质量，但同时也会增加冷热负荷，因为新风需要与室内空气进行热交换，才能达到室内温度要求。为了降低冷热负荷带来的能耗，建筑设计师和暖通空调工程师通常会采取一系列节能措施。例如，采用高性能的保温材料提高外围护结构的保温性能；优化建筑布局和朝向，减少太阳辐射对室内温度的影响；选择合适的空调

系统和设备，确保其能效比高、运行稳定；以及加强建筑运营管理，合理控制室内温度和湿度等。

1.2 新风负荷与能耗

新风负荷是暖通空调系统中一个不可忽视的能耗来源，新风引入的主要目的是提供足够的氧气、稀释室内污染物以及保持室内空气流通。然而，新风的引入也意味着需要额外的能量来对其进行加热或冷却，以达到室内温度要求。因此，新风负荷的大小直接影响了空调系统的整体能耗；新风负荷的大小取决于新风量的大小、室内外温差以及新风的处理方式。在冬季，室外气温较低，新风需要被加热后才能送入室内；而在夏季，室外气温较高，新风则需要被冷却。无论哪种情况，都需要消耗大量的能量。为了降低新风负荷带来的能耗，暖通空调系统通常会采用新风预处理技术。例如，在夏季，可以利用冷却塔或蒸发式冷凝器对新风进行预冷；在冬季，则可以利用热泵或余热回收系统对新风进行预热。还可以根据室内外空气质量状况和人员活动情况灵活调节新风量，以达到既能保证室内空气质量又能降低能耗的目的。

1.3 输送设备能耗

在暖通空调系统中，输送设备如风机、水泵等也是能耗的重要组成部分。风机负责将处理后的空气送入室内或排出室外，而水泵则负责将冷热媒介（如水或制冷剂）在系统中循环输送。这些设备的运行效率直接影响到空调系统的整体能耗。输送设备的能耗主要取决于其设计选型、运行工况以及维护保养情况。设计选型不合理或运行工况偏离最佳状态都会导致能耗增加。另外，如果输送设备缺乏必要的维护保养，也会导致其运行效率下降、能耗增加^[1]。

为了降低输送设备能耗,可以采取以下措施:一是优化输送设备的设计选型,确保其满足实际需求且能效比高;二是加强运行管理,确保输送设备在最佳工况下运行,避免过度或不足的运行导致能耗浪费;三是定期对输送设备进行维护保养,包括清洁、润滑、紧固等工作,确保其运行平稳、无故障。

2 暖通空调系统节能检测的关键指标

在暖通空调系统的节能检测中,确定一系列关键指标对于评估系统性能、发现潜在节能机会以及制定优化策略至关重要。

2.1 室内温湿度控制精度的关键性

在暖通空调系统的节能检测中,室内温湿度控制精度是衡量系统性能与能效的关键指标之一。这一指标直接关联到室内环境的舒适度、能源利用效率以及系统的整体稳定性。通过高精度的温湿度传感器实时监测并记录室内环境变化,可以评估系统对设定温湿度的维持能力。理想的节能系统应能在满足人体舒适需求的同时,最小化能耗,这要求系统具备精准的温湿度控制能力,避免过度制冷或加热造成的能源浪费。在节能检测中,室内温湿度控制精度的评估不仅是对系统性能的直接考量,也是优化系统能效、提升用户体验的重要步骤。

2.2 风量分配与平衡性的重要性

风量分配与平衡性在暖通空调系统的节能检测中占据核心地位。它关乎到空气流通的有效性、室内环境的均匀性以及系统的整体能效。通过专业的风量测试工具,可以检测各送风口和排风口的风速与风量,进而评估风量分配是否合理,是否存在局部过冷或过热、空气流通不畅等问题。良好的风量平衡不仅能确保室内空气质量,还能有效减少能耗,因为系统无需过度工作以补偿风量不足或分布不均带来的不适。

2.3 水系统流量与压力稳定性的必要性

水系统流量与压力稳定性是暖通空调系统节能检测中不可忽视的关键指标。这一指标直接影响到系统的冷却/加热效率、设备的运行稳定性以及整体能耗。通过安装流量计和压力传感器,可以实时监测水系统中冷却水和冷冻水的流量及压力变化。稳定的流量与压力意味着系统能够以最优状态运行,减少因水流波动导致的能耗增加和设备磨损。另外,维持水系统的稳定性还有助于延长管道、泵阀等设备的使用寿命,进一步降低维护成本^[2]。

2.4 设备能效比与运行效率的关键作用

设备能效比(EER/COP)与运行效率是衡量暖通空调系统节能效果的核心指标。它们直接反映了设备将输入电能转化为制冷/制热输出的效率。高能效比的设备能

够在提供相同舒适度的同时,消耗更少的电能,显著降低运行成本。通过专业的能效测试工具,可以准确测量设备的实际能效比与运行效率,并与制造商提供的额定值或行业标准进行对比。分析设备在不同工况下的能效表现,有助于识别潜在的节能空间,如调整运行策略、优化系统设置等。

3 暖通空调系统节能检测的具体方法

3.1 室内环境参数检测

室内环境参数检测是暖通空调系统节能检测的重要环节,检测内容包括温度、湿度、CO₂浓度等,旨在分析和评估室内环境的舒适度及空气质量。在进行检测时,应选择典型房间进行测试,记录详细的天气日志,并比较室内和室外条件,以及建筑物改变前后的状况。如果发现挥发性有机化合物(VOC)是污染重点,还需进行VOC评价,采用实地取样测量或实验室分析的方法。对于微生物污染,则需通过取样泵将空气收集,进行微生物评价。通过这些检测,可以全面了解室内环境状况,为后续的控制措施提供数据支持。

3.2 风系统节能检测

风系统节能检测主要关注新风量、风机风量、风机单位风量耗功率等参数。检测的目的是确定新风量是否符合设计要求,风机是否高效运行。在进行检测时,应使用专业的测试仪器,如热电风速仪、数字式风速仪、毕托管和微压计等,测量风速、风量和风压。同时,还需对通风系统进行风量平衡及风量测试,评估风机是否选型合理^[3]。此外,还需检查送风方式和气流组织是否合理,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。通过风系统节能检测,可以识别出风系统中的节能潜力,为后续的优化设计提供数据支持。

3.3 水系统节能检测的深度解析

水系统节能检测是暖通空调系统节能评估中的关键一环,它涵盖了冷却水和冷冻水系统的全面检查与优化。这一检测过程不仅关注水质状况,还深入评估水泵的运行效率及管道的保温效能。具体而言,水质检测采用化学分析法,细致分析水中各项化学指标,如pH值、溶解氧、硬度等,以判断水处理措施的有效性,确保水质符合系统运行要求,避免因水质问题导致的系统效率下降和能耗增加。同时,采用高精度的流量计量工具,对水流量进行精准测定,并与设计参数进行对比,以保障水系统运行时能准确达到预设的流量分布,进而降低无效能耗和能量损耗。水泵效率评估通过测量水泵的实际功率输出与理论效率,结合流量、扬程等参数,综合

评估水泵的工作状态,识别低效或过载运行的水泵,为后续的节能改造提供数据支撑。管道保温效果的检测则通过检查保温层的完整性和保温材料的性能,确保热量损失最小化,维持水系统的稳定运行和高效能。

3.4 设备能效检测的全方位审视

设备能效检测作为暖通空调系统节能检测的核心组成部分,其重要性不言而喻。这一检测环节不仅限于对单一设备性能的简单测试,而是涵盖了制冷量、能效比(EER或COP)、空气流量、制冷剂泄漏等多个关键参数的全面评估。采用先进的测试设备,如焓差实验室、现场测试装置、高精度风速仪和电子检漏仪等,能够精确测量设备在实际工况下的运行数据,确保检测结果的准确性和可靠性。同时,将实测数据与制造商提供的额定参数及国家或行业相关标准进行对比,可以直观反映设备的能效水平,识别出能效低下的设备。另外,通过收集同类型、同规模、同工况下其他设备的性能数据,进行横向对比,可以进一步挖掘待评估设备的节能潜力,为后续的能效提升策略提供科学依据。设备能效检测不仅是对当前设备能效状态的全面审视,更是为系统整体能效优化、节能降耗提供有力支持的关键步骤。

4 暖通空调系统节能检测中的新技术应用

在暖通空调系统节能检测领域,随着科技的进步,一系列新技术正逐步被应用,以更加精准、高效的方式评估和优化系统能效。

4.1 智能化检测技术

智能化检测技术是近年来暖通空调系统节能检测领域的一大亮点。通过集成物联网、大数据、人工智能等先进技术,智能化检测系统能够实时监测和分析系统运行状态,精准识别能耗异常点,并提出优化建议;在智能化检测技术中,传感器起到了至关重要的作用。现代传感器不仅具备高精度和稳定性,还能够实时采集系统各项参数,如温度、湿度、风量、水压等,为智能化分析提供数据支持。同时,大数据分析技术的应用,使得系统能够基于历史数据和实时数据,建立能耗模型,预测未来能耗趋势,为节能决策提供科学依据;人工智能技术的引入,则进一步提升了智能化检测技术的能力^[4]。通

过机器学习算法,系统能够自动识别和优化能耗异常点,如不合理设定值、设备故障等,并提出针对性的改进建议。此外,人工智能技术还能够根据系统实际运行状况,智能调整控制策略,实现更加精细化的能耗管理。

4.2 新型节能材料与设备检测

新型节能材料与设备的出现,为暖通空调系统的节能改造和升级提供了更多选择。在节能检测中,对这些新型材料与设备进行检测和评估,对于推动其在系统中的广泛应用具有重要意义;新型节能材料通常具备更优异的保温隔热性能、更低的导热系数以及更长的使用寿命等特点。在检测中,需要对这些材料的性能进行全面测试,包括导热系数测试、保温性能测试、耐候性测试等,以确保其在实际应用中的可靠性和稳定性;对于新型节能设备,如高效压缩机、变频调速装置、智能控制系统等,检测工作则更加注重设备的能效比、运行效率以及系统匹配性等方面。通过对比测试和模拟分析,可以评估这些设备在实际应用中的节能效果,为系统的优化改造提供数据支持。

结束语

综上所述,暖通空调系统的节能检测是一项复杂而细致的工作,需要综合考虑系统的多个方面。通过精准的检测和评估,可以及时发现系统中的能效问题,并采取相应的优化措施,实现节能降耗的目标。随着科技的进步,智能化检测技术、新型节能材料与设备等新技术正逐步应用于节能检测领域,为系统的节能优化提供了更多可能。未来,应继续加强暖通空调系统节能检测的研究和实践,推动建筑行业的绿色转型和可持续发展。

参考文献

- [1]李嘉仪,李小锋.高层建筑暖通空调节能降耗技术措施研究[J].砖瓦,2022(1):73-74.
- [2]聂剑锋.暖通空调节能技术在建筑系统的应用[J].中国水运(下半月),2022,22(5):58-59.
- [3]向青青.绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计中的应用[J].智能城市,2020,6(24):22-23.
- [4]程朝阳.基于绿色理念的建筑暖通空调系统节能设计思路及运用[J].绿色科技,2020(8):182-183.