

建筑暖通空调系统能效提升技术应用

● 张晓明



[摘要] 建筑暖通空调系统作为建筑中能耗的重要组成部分,在节能减排、降低建筑运营成本方面具有巨大潜力。然而,当前建筑暖通空调系统普遍存在能效较低、能耗浪费严重的问题,不仅增加了建筑运行的能源消耗,也加重了环境负担。本文主要围绕建筑暖通空调系统的能效提升技术进行研究,探讨提升能效的有效技术措施。通过综合运用多种技术手段,可以显著改善建筑暖通空调系统的运行效率,为建筑节能减排目标的实现提供了可行的解决方案。

[关键词] 建筑;暖通空调系统;能效提升技术

提升建筑暖通空调系统能效的研究具有重要的现实意义。从节能减排的角度看,能效提升是实现建筑行业低碳发展的关键措施;从经济角度看,能效提升有助于减少建筑运营成本,提高建筑的经济效益。同时,能效提升还为推动气候变化防控、能源结构转型和建筑行业可持续发展提供了强有力的技术支持。通过对暖通空调系统能效提升技术的研究与应用,能够为建筑节能、绿色建筑和低碳经济的发展提供新的思路与方法,推动建筑行业向更加节能、环保、智能的方向发展。

Q 建筑暖通空调系统中能效低的原因分析

(1)系统设计不合理。很多建筑在设计时,没有充分考虑系统的负荷变化、热负荷分布和建筑内部的实际使用情况。例如,很多空调系统设计成全负荷运行状态,忽视了实际使用过程中能耗的动态变化,导致部分时段能耗过高。此外,管道、风道和风机的设计不合理也会导致系统的能效低下,风阻和热损失加大。

(2)设备选型与维护不当。低效能设备的选用,如制冷/制热机组、风机、电机等,不仅会增加系统的能耗,还会导致系统运行的效率低下。此外,暖通空调设备的老化和维护不当,也会降低设备的工作效率。

(3)系统控制不精确。传统暖通空调系统大多数采用手动或简单的定时控制方式,无法根据室内环境的实际变化进行灵活调节。例如,温度调节、湿度控制、风速调节等控制方式不够智能化,导致系统在非高需求时期仍然持续运行,造成能源浪费。同时,系统缺乏有效的调度机制,导致不同设备在不同时间段的负荷不匹配,影响了能效。

(4)操作与维护不当。暖通空调系统的操作和维护过程中存在一些不规范或不合理的做法,造成系统能效低。例如,未及时清理空气过滤器和冷凝水排水系统,导致设备运行时的压力增大和效率降低,系统运行状态不及时调整,导致在空闲时段空调系统仍然保持较高的能耗。

Q 暖通空调系统能效提升技术

(一)高效能设备与节能技术

1.高效空调机组与热泵技术

空调机组是暖通空调系统中能耗最大的设备之一。变频空调机组通过调节压缩机、风机和泵的转速,使其根据负荷需求灵活调整工作状态。这种技术使得空调机组在不同负荷条件下保持较高的能效,避免了传统恒速空调在低负荷时的能源浪费。热回收空调系统可以利用空凋制冷过程中产生的废热,在适当的情况下将其回收并用于建筑的供热或生活热水,不仅可以节省供热能源,还能提高系统的总能效。高效压缩机采用先进的压缩技术和优化设计,减少了压缩过程中的能量损耗,能够提高制冷/制热效率,降低运行成本。多联机系统利用变频技术,可以根据建筑的冷热负荷动态调节系统运行状态,通过多个室内机和一个外机的配置,能够有效地减少能量浪费,特别适用于多区域、大型建筑的暖通空调系统。

热泵是一种通过机械压缩、膨胀等过程,将低温热源的热量提升到高温环境中进行加热的设备,高效热泵技术可以广泛应用于建筑供热、制冷和生活热水系统。地源热泵系统通过地下水或地层土壤作为热源或热汇,利用地面相对稳定的温度,提供高效的供热和制冷,地源热泵系统相较于空

气源热泵,其能效较高,尤其在冬季低温条件下表现更为出色。空气源热泵通过空气作为热源,进行热交换,并提供供暖或制冷,现代空气源热泵技术已经显著提高了低温环境下的制热效率,是节能减排的理想选择。吸收式热泵利用热源进行制冷或加热,采用氨水或水锂溶液等作为吸收剂,具有较高的能效比,该技术广泛应用于大型商业建筑和工业过程中的节能改造。

2. 高效风机与水泵节能技术

风机是暖通空调系统中重要的设备,尤其在通风和空调制冷中,占据了较大的能源消耗比重。通过变频调速技术,风机的转速可以根据实际需求进行调节,从而减少风机在低负荷时的能量消耗,变频风机不仅能提高风机效率,还能降低噪声和振动,延长设备使用寿命。采用优化设计的叶片形状和材料,减少风阻,提高风机的空气流动效率,新型复合材料和气动设计能够减少叶片的摩擦力和湍流,从而提高风机的整体能效。采用直流无刷电机驱动风机,具有较高的效率和较低的能量损耗,这种电机的控制系统可以根据负荷进行精确调节,实现高效节能。

水泵在暖通空调系统中的主要作用,是将冷却水或加热水送往不同区域进行温度调节。变频水泵能够根据负荷需求调节泵速,避免了传统固定速率水泵在低负荷时的能量浪费。通过自动调节,变频水泵能够在较低的流量和压力下运行,以适应不同负荷的需求。采用更高效的泵体设计和电机系统,减少水泵在工作时的摩擦损失和能源浪费。例如,采用优化叶轮设计和较低的运行阻力可以提高水泵的性能,降低系统能耗。双转速水泵能够根据不同的负荷需求切换不同的转速工作模式,降低能源浪费。在需求较低时,水泵可以以较低转速运行,从而达到节能效果。

3. 高效热交换器与冷凝技术

热交换器在暖通空调系统中用于实现热量的传递。通过采用优化的换热管设计,如增强型换热管、螺旋管、波纹管等,可以增大热交换表面积,减少热阻,提高换热效率。此外,采用更高导热材料如铜、铝、复合材料等,可以有效提升热交换效率。在热交换器表面涂覆高导热涂层,能够减少表面热阻,提高热交换效率。特别是在制冷系统中,通过增加表面热交换的面积,可以显著提高设备的制冷/制热效果。一些高效热交换器系统集成了热回收装置,能够有效回收空调系统的废热,并用于加热冷水或供暖,从而大幅降低能耗,提高系统的整体能效。

冷凝是暖通空调制冷过程中必不可少的步骤,优化冷凝技术可以显著提升能效,降低能耗。通过设计大表面积的冷凝器,增加热交换面积,提升热交换效率。新型冷凝器使用了微通道、翅片优化等技术,使得制冷剂的热量能迅速散失,减少系统能耗。结合液冷技术与传统空气冷凝技

术,可以更有效地进行热交换,特别是在高负荷或高温环境下,能够保持冷凝温度的稳定,从而提高制冷效率。冷凝过程中产生的冷凝水可以通过回收系统用于循环利用,比如,冷凝水的再利用可以用于系统内的水处理,减少水资源的浪费,同时降低系统的能耗。

(二) 智能化控制与优化技术

1. 动态调节与负荷预测技术

动态调节技术使得暖通空调系统能够根据实时的负荷需求进行调整,避免能源浪费,这种技术通过集成传感器和智能控制系统,实时监测室内环境与外界气候的变化,并调整系统的运行状态。基于建筑负荷的实时变化,智能控制系统能够动态调整空调系统的运行状态。例如,在负荷较低时,系统会自动降低制冷或制热的功率,从而节省能源;而在高负荷时,则提高系统输出,保证室内舒适性。动态调节还可以通过调整冷源、热源的工作状态,优化能源流的分配。

负荷预测技术通过人工智能、机器学习和大数据分析,对建筑的能源需求进行预测,提前调整系统的运行策略,以避免过度运行或能源浪费。通过分析历史用电、用水、室内温湿度变化数据,预测未来一段时间内建筑的能耗需求,从而提前调整暖通空调系统的运行方式。负荷预测技术广泛采用机器学习算法,通过对实时数据进行建模,预测未来负荷变化趋势,基于预测结果,系统能够自动调整设备运行,避免高峰期过度运行,降低能源消耗。

2. 温湿度优化控制技术

温湿度优化控制技术利用先进的传感器和智能算法,精确调节温度和湿度参数,以达到节能与舒适度的平衡。通过安装温湿度传感器,系统可以实时监控每个房间或区域的温湿度情况,自动调节空调设备的制冷/制热和加湿/除湿功能。传感器反馈的信息能帮助系统优化能量使用,避免温湿度不平衡引起的能源浪费。现代暖通空调系统结合温湿度优化控制,不仅调节温度,还要适当控制室内湿度。例如,在高温天气下,系统不仅需要降低室内温度,还要适当控制湿度,以增强舒适度,并避免空调系统过度工作。在夜间或空闲时段,系统可以根据人的生理需求调整温湿度,保持低能耗状态。通常在不使用时,空调系统可以自动调节至节能模式,减少对能量的需求。

(三) 节能改造技术

1. 旧有设备升级与改造

对于过时的空调机组、风机、泵等设备,可以选择性能更优、能效更高的新型节能设备进行替换。新设备通常采用更先进的技术,如变频驱动、电子膨胀阀、低能耗电动机等,能够在相同负荷下提供更高的效率,减少能源消耗。旧有建筑的暖通空调系统在设计时未充分考虑能效优化,因

此,改造时可以通过重新设计空调管网、风道布局等,减少系统运行过程中的能效损耗。例如,合理设置管道直径、风道长度,避免过多的弯头和过度的压力损失。对传统的控制系统进行智能化升级,采用先进的楼宇管理系统或集成智能控制系统,通过实时监测、远程调节、自动化控制来优化能源使用。通过引入在线监测和故障诊断系统,实时跟踪设备的运行状态,及早发现设备故障或异常,及时进行修复,可以避免系统长期在非最佳状态下运行,提高能源使用效率。

2.合理布局与管道设计

在管道的优化布局中,应考虑管道的最短路线和最小阻力设计,避免不必要的弯头和过长的管道长度,可以减少空调系统和暖气系统在输送过程中产生的能效损失。通过合理的管道路径布局,避免能源的过度消耗。例如,空调系统和供暖系统中的水管路应尽量减少水平和垂直的输送距离,以降低水泵和风机的能耗。选择具有较低热传导系数和较好绝热性能的管道材料,以减少热损失。

3.空调与通风系统的合理配比

合理的空调与通风负荷匹配,可以确保空调系统的负荷与通风系统的需求相适应。例如,在高温天气时,空调系统需要大量的制冷负荷,而通风系统则需要提供足够的新风量以保证空气质量,在设计时需要综合考虑通风系统的容量与空调负荷的匹配问题。全空气系统通过空气调节温湿度,而风机盘管系统则通过水循环和空气的结合调节温度。全空气系统在大楼中央空调系统中多用于需要新风量较大的环境,而风机盘管系统则适合大面积空间或办公楼等环境。合理选择系统类型与配比,不仅能提高舒适度,还能避免过度设计造成的能源浪费。现代建筑的空调与通风系统可以通过动态调节通风量来减少能耗。

(四)冷热源系统能效提升

1.变频技术应用

变频技术是一种通过调节电动机的转速来匹配系统负荷的变化,从而提高设备运行效率的技术。在冷热源系统中,尤其是在空调机组、风机和水泵等关键设备中,变频技术的应用可以显著降低能耗。变频技术可以根据建筑的实际需求实时调节设备运行速度,例如,当负荷较低时,变频空调机组或泵的转速自动降低,避免系统不必要的高功率运行,节省大量能源。通过变频驱动的空调机组可以根据室内负荷需求自动调节制冷/制热量。例如,在夏季空调负荷较高时,系统会自动提高制冷量,而在冬季或室外温度较低时,系统会降低制热量,减少不必要的能耗。冷热源系统中的水泵负责冷水和热水的循环输送,通过变频调节水泵的

转速,可以根据实际需求调整水流量,从而避免了传统固定速度泵在负荷变化时的浪费。

2.余热回收与利用

余热回收系统利用建筑内设备和工艺过程中产生的废热,将其回收并重新利用,以降低能源消耗。在冷热源系统中,余热回收与利用技术不仅能减少系统的总能耗,还能提高能源使用效率。建筑中的空调机组、冷凝水系统、工业过程设备等都会产生热量,通过安装余热回收装置,可以将这些废热转化为可用能源,用于供暖、热水生产或空调制冷等。余热回收通常依赖热交换器将废热传递到另一部分系统中。例如,在空调系统中,可以使用热交换器将空调设备排出的热量传递给供暖系统,或在热水系统中使用余热加热水源。空调系统的冷凝部分会释放大量的热量,这些热量通常通过冷却塔或冷凝器排放到环境中。通过余热回收技术,这些热量可以被利用来为建筑提供热水或辅助供暖,减少额外能源消耗。

Q 结束语

综上所述,在建筑暖通空调系统中,通过引入高效能设备,如高效空调机组、热泵技术、变频水泵等,能够减少能源消耗,提高系统运行效率。智能化控制技术,如动态调节与负荷预测技术,可以使系统运行更加精准、灵活,避免能源浪费。通过升级旧有设备、合理配置空调与通风系统等,进一步提升能效,降低建筑的能耗。通过合理的技术应用和设计优化,建筑暖通空调系统的能效可以得到显著提升,从而降低建筑的能源消耗和对环境的影响。

参考文献

- [1]余文伟.暖通空调系统精细化设计实例与分析[J].低碳世界,2021,11(09):158-159.
- [2]刘圣伟.绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计中的应用[J].城市住宅,2021,28(09):247-248.
- [3]曹洁.提高公共建筑暖通空调系统能效的措施探究[J].居舍,2021(17):147-148.
- [4]吕钟灵.智能建筑暖通空调系统能源管理平台研究[J].智能建筑,2021(01):72-76.
- [5]杨爱明,吴雨霏.某办公楼暖通空调系统节能改造[J].建设科技,2020(13):60-63.

作者简介:

张晓明(1987—),男,汉族,山东潍坊人,本科,工程师,山东银河建筑规划设计有限公司,研究方向:供热通风与空调工程技术。