

暖通工程中的暖通空调节能技术应用

王 淞 王少宝 李新任 史 强 白晓东
国惠环保新能源有限公司 辽宁 沈阳 110000

摘 要：暖通工程中，传统供暖系统因设备选型不当、老化及运行管理不合理等问题，能耗较高。高效换热器、变频调速、自然通风与热回收等节能技术，能显著提升能效。这些技术在公共、工业、住宅建筑中应用广泛，但存在成本高、系统匹配不足、管理水平低等问题，需通过降低成本、优化设计、提高管理水平解决，以推动暖通工程节能发展。

关键词：暖通工程；传统供暖系统；节能技术；应用

引言

随着能源需求增长与环保要求提高，暖通工程中供暖系统的节能问题愈发关键。传统供暖系统能耗大，制约着行业可持续发展。在此背景下，暖通节能技术的应用成为重要突破口。本文聚焦暖通工程，分析传统供暖系统能耗，阐述高效换热器等节能技术，探讨其在不同建筑中的具体应用，剖析存在的问题及对策，为提升暖通工程节能水平提供参考。

1 传统供暖系统能耗分析

在供暖领域，传统供暖系统的能耗分析至关重要。传统供暖系统作为建筑中提供温暖环境的核心部分，承担着冬季室内供暖的关键功能，其能耗情况直接关乎能源利用效率与运营成本。从设备运行角度来看，供暖设备自身存在诸多影响能耗的因素。以锅炉为例，若锅炉选型不当，其额定功率与实际供暖需求不匹配，在运行时可能长期处于低效状态，导致能源浪费。比如，当实际热负荷较小，而锅炉功率过大，就会出现功率冗余却低效运行的现象，过多的燃料消耗却无法有效转化为供暖所需热量。设备老化也是能耗增加的重要原因，随着使用年限增长，锅炉的热交换效率降低，输送热水或蒸汽的管道保温性能变差，热量在传输过程中大量散失，使得为达到相同供暖效果，需要消耗更多能源。运行管理层面，不合理的运行模式对能耗影响显著。在供暖季，若不能根据室外温度变化及时调整供暖系统的运行参数，如恒定保持较高的供水温度，而不考虑室外温度升高时实际供暖需求的降低，会造成能源的过度消耗。缺乏有效的设备维护保养，如未及时清理管道内的水垢和杂质，会增加水流阻力，导致循环水泵能耗上升。工作人员节能意识不足，未能严格按照节能操作规程运行系统，也会进一步加大能耗。从环境因素考量，室外气候条件对传统供暖系统能耗影响巨大。寒冷天气下，室

内外温差增大，为维持室内舒适温度，供暖系统需消耗更多能量来弥补热量散失。建筑物的保温性能也与能耗紧密相关，保温效果差的建筑，热量更容易从墙体、门窗等部位传导至室外，迫使供暖系统持续高负荷运行，从而大幅增加能耗。

2 暖通空调节能技术

2.1 高效换热器技术

高效换热器技术在提升供暖系统能效方面发挥着核心作用。采用高传热系数、低流阻的板式或热管式换热器，结合纳米热膜技术，可使传热系数大幅提升至6000-8000W/(m²·°C)，相较于传统设备提高30%-50%。这种技术革新从根本上优化了热量传递过程，极大地增强了换热效率。在北方城市集中供热场景中，高效换热机组凭借此类技术，能够将热能利用率提升至85%以上。通过优化换热器内部流道结构，减少了流体阻力，同时提高了湍流强度，进一步强化了传热效果。例如，在某集中供热改造项目中，引入高效换热器技术后，热能利用率从70%显著提升至85%，年减少煤炭消耗达10万吨，切实展现出其在节能与环保方面的卓越成效。

2.2 变频调速技术

变频调速技术通过精准调节电机转速和运行频率，实现了对供暖系统供热量的精确控制，有效减少了能源浪费。在循环泵变频控制方面，循环泵作为维持系统循环的关键设备，其功率消耗直接影响整体能耗。引入变频技术后，可依据系统实际需求动态调整泵的转速。当系统热负荷需求较低时，降低泵速；在高峰需求时，提升转速，以此实现高效与节能的良好平衡。通过温度传感器、压力传感器等实时反馈数据，采用PID闭环控制算法自动调节泵速，确保系统稳定运行在设定参数范围内。对于热源设备，如锅炉、热交换器等，变频控制器可根据热源输出与系统需求的关系，动态调整其运行

功率,避免了不必要的能量损耗。例如,在某工业应用中,采用变频技术后,电机的能效比从传统系统的60%左右大幅提升至80%以上,节能效果显著^[1]。

2.3 自然通风与热回收技术

自然通风与热回收技术巧妙利用自然能源与室内外热量交换,为供暖系统节能开辟了新路径。在建筑物设计中,合理规划通风口位置与大小,可在适宜天气条件下,充分引入自然风,调节室内温度,减少对机械供暖设备的依赖。与此同时,热回收型新风机组的应用能够将室内排风中的冷热量与新风进行高效交换,回收效率可达72%。在冬季,通过热回收装置提取室内排风的热量,用于预热新风,减少新风加热所需能耗;夏季则反之,回收室内排风的冷量来预冷新风。例如,某大型商业建筑采用自然通风与热回收技术后,在过渡季节可大幅减少供暖系统的运行时间,显著降低了能耗,为建筑节能提供了可持续的解决方案。

3 暖通空调节能技术在暖通工程中的具体应用

3.1 公共建筑中的应用

(1)大型商场、写字楼等公共建筑人流量大且功能分区复杂,供暖系统需应对动态变化的热负荷,采用高效换热器技术可显著提升供暖设备的热量传递效率,通过提升传热系数降低设备运行能耗,结合智能温控系统对不同区域进行分区供暖,在保证环境舒适度的同时减少无效能耗,例如在中庭等高大空间采用分层供暖方式,避免热量过度积聚于上部空间造成浪费。(2)公共建筑通风需求高,将变频调速技术应用于送排风系统,根据室内CO₂浓度与温度监测数据动态调节风机转速,在满足空气质量要求的前提下减少风机电耗,同时搭配热回收装置回收排风中的热量,用于预热新风,降低冬季新风加热所需的能源投入,使系统整体能效提升15%-20%。(3)针对公共建筑过渡季的供暖需求,可借助BIM技术精准模拟自然通风路径,全面分析不同开窗位置、角度及通风口尺寸对通风效果的影响。据此优化开窗策略与通风口设计,在室外温度适宜时充分利用自然通风替代机械供暖,同时结合高效遮阳系统减少太阳辐射热对室内温度的影响,降低供暖设备启停频率,实现能源消耗的动态平衡。

3.2 工业建筑中的应用

(1)工业厂房通常存在设备散热与工艺发热现象,供暖系统需与生产环境相适配,采用变频调速技术调节循环水泵流量,根据车间实时热负荷变化调整供水温度与流速,避免因系统流量恒定导致的能源冗余,在精密加工车间等对温度波动敏感的区域,通过PID控制算法维

持供暖参数稳定,确保生产环境达标。(2)工业建筑排风含热量较高,应用热回收技术可将生产过程中产生的余热通过换热器传递至供暖系统,例如将锅炉烟气余热回收用于预热供暖循环水,降低热源设备的燃料消耗,同时在高湿环境车间采用气-气热回收装置,减少因通风造成的热量损失,提升能源二次利用率。(3)高大厂房供暖易出现垂直温度梯度差异,采用分层供暖与辐射供暖相结合的方式,通过高效换热器提升辐射板的传热效率,使热量集中分布于工作区域,减少上部空间的无效供暖,搭配变频风机控制空气循环速度,在保证车间温度均匀性的同时降低系统能耗。

3.3 住宅建筑中的应用

(1)住宅小区供暖采用分楼栋变频循环泵,根据各楼栋实际热负荷需求动态调节水泵转速,避免传统定频泵长期满负荷运行造成的能源浪费,在户内安装智能温控阀,通过室温反馈信号调节供水流量,实现按需供暖,同时采用板式换热器提升楼栋间的换热效率,减少管网热损失。(2)住宅新风系统集成热回收功能,在冬季通过全热交换器回收排风中的热量预热新风,降低新风加热所需的能耗,热回收效率可达70%以上,同时优化通风管道设计,减少风阻损失,结合自然通风设计,在春秋季节可开启外窗利用自然风调节室内温度,减少机械供暖设备的运行时间。(3)低层住宅可采用地源热泵与燃气壁挂炉联合供暖系统,通过高效换热器实现地热能与燃气热能的协同利用,在过渡季优先利用地源热泵供暖,降低燃气消耗,在严寒期启动壁挂炉辅助加热,搭配变频技术调节机组输出功率,使系统始终运行在高效区间,提升住宅供暖的节能性与经济性^[2]。

4 暖通空调节能技术应用存在的问题与对策

4.1 存在的问题

4.1.1 技术应用成本高

高效节能技术的初期投入往往显著高于传统设备,如高效换热器、变频调速装置等核心组件因材料工艺要求高,采购成本居高不下,而热回收系统的安装还需额外投入管道改造、传感器布设等配套费用,导致许多供暖项目在成本压力下被迫放弃节能升级。对于老旧系统改造而言,原有设备与新型节能技术的兼容性改造需要额外的设计与施工成本,加上技术调试过程中的人力与时间投入,进一步推高了整体应用成本,使得节能技术的经济可行性在短期内难以体现,制约了其在供暖领域的普及速度。

4.1.2 系统匹配性不足

不同节能技术之间的协同性设计存在短板,例如高

效换热器与变频系统的参数衔接不当,可能导致换热效率提升的同时,循环泵能耗反而增加,形成局部节能但整体能效不升反降的现象。供暖系统与建筑负荷特性的匹配存在偏差,部分项目盲目采用先进技术却未结合建筑的保温性能、热负荷波动规律进行定制化设计,如在小负荷建筑中配置大功率变频机组,导致设备长期处于低效运行区间,无法充分发挥节能技术的应有效果,甚至造成二次能源浪费^[3]。

4.1.3 运行管理水平低

一线操作人员对节能设备的专业特性掌握不足,在设备调试阶段未能准确设置变频参数、换热器流道配比等关键指标,导致系统运行偏离最优工况,如循环泵变频调速响应滞后于热负荷变化,造成供热量与需求脱节。日常维护中缺乏针对节能系统的专项保养方案,如未定期清理高效换热器的换热面结垢、检查热回收装置的密封性,使得设备性能随运行时间推移快速衰减,原本设计的节能潜力无法持续释放,甚至出现能耗反超传统系统的情况。

4.2 对策

4.2.1 降低技术应用成本

通过规模化采购核心节能组件,与设备制造商建立长期合作机制,争取批量采购折扣,同时优化供应链管理,减少中间环节成本损耗。针对老旧系统改造项目,采用模块化设计理念,将高效换热器、变频装置等核心部件进行标准化集成,降低现场安装与调试的复杂程度,缩短施工周期以减少人工成本。通过技术创新优化材料选用,在保证设备性能的前提下,采用性价比更高的替代材料,如在换热器制造中使用新型合金材料,降低原材料成本的同时不影响传热效率。

4.2.2 优化系统设计与选型

建立基于建筑热负荷特性的节能系统选型模型,通过动态模拟软件分析不同建筑类型的热负荷变化规律,据此匹配适宜的高效换热器规格、变频系统功率及热回

收装置容量,确保各技术组件的参数相互适配。在设计阶段引入全生命周期能效分析,综合考虑设备初期投入、运行能耗及维护成本,避免盲目追求高端技术而忽视实际应用效果,例如在中小户型住宅供暖中,优先选用紧凑型板式换热器配合小功率变频泵,以实现成本与能效的平衡。

4.2.3 提高运行管理水平

构建节能系统专业运维团队,通过系统化培训提升操作人员对高效换热器、变频控制等技术的掌握能力,使其能够根据实时热负荷数据精准调整设备运行参数,如根据室外温度变化动态优化循环泵转速与换热器供水温度。建立设备全生命周期维护档案,制定针对性保养计划,定期对换热器进行酸洗除垢、检查变频装置的电机运行状态、测试热回收装置的换热效率,及时发现并解决潜在问题,确保系统长期稳定运行在高效区间^[4]。

结语

综上所述,暖通工程中传统供暖系统能耗问题突出,而高效换热器、变频调速、自然通风与热回收等节能技术的应用,为降低能耗、提升效率提供了有效途径。这些技术在公共、工业和住宅建筑中展现出良好效果,但也面临成本、系统匹配和管理等方面的挑战。通过采取降低成本、优化设计及提高管理水平等对策,可推动节能技术更好地应用,促进暖通工程实现节能降耗与可持续发展。

参考文献

- [1]万蕾.暖通空调节能技术在建筑工程中的应用[J].中国住宅设施,2024(1):172-174.
- [2]管志广,王志军.暖通空调节能技术在建筑工程中的应用研究[J].价值工程,2022,41(22):100-102.
- [3]曹艺.建筑工程中暖通空调节能技术的应用研究[J].模型世界,2023(20):32-34.
- [4]谢勇.暖通空调节能技术在建筑工程中的应用[J].中国建筑装饰装修,2022(13):72-74.