

暖通空调系统中的热回收技术与能效提升

施翔

安乐设备安装工程(上海)有限公司 上海 200120

【摘要】: 热回收技术是暖通空调系统能效提升与节能降耗的核心路径,回收系统运行产生的冷凝废热、排风余热等低品位热能并合理利用,可减少原生能源消耗,优化运行效率。其主要分为部分热回收、全热回收及排风热回收等类型,实现热能二次利用。合理应用可缓解城市热岛效应、减少污染物排放,降低系统运行成本,推动暖通空调系统高效化、绿色化转型,为建筑领域“双碳”目标实现提供支撑,适配各类建筑场景。

【关键词】: 暖通空调系统; 热回收技术; 能效提升; 冷凝热回收; 排风能量回收

DOI:10.12417/2811-0722.26.07.058

引言

暖通空调系统是建筑能耗核心组成部分,能效水平直接影响建筑绿色低碳发展成效。当前系统运行存在大量低品位热能浪费,增加能源消耗,加剧环境压力,提升能效成为行业关注重点。热回收技术为高效节能手段,可实现系统废热回收再利用,破解能耗偏高痛点。探讨其类型、应用方式及能效提升机理,衔接前期技术概述,为后续研究与实践应用奠定基础。

1 暖通空调系统能效现状及热回收技术应用现存问题

1.1 暖通空调系统整体能效水平偏低

暖通空调系统整体能效偏低,受设计、设备、运行管理等因素影响。设计阶段负荷计算有偏差,设备容量与建筑实际需求不匹配,造成非额定工况运行能源浪费。部分既有建筑设备老化,部件磨损、密封性能下降,效率降低且故障增多。运行缺乏科学调控,难以根据环境变化调整参数,设备长期处于高负荷运转状态。各子系统协同不足、独立运行,进一步制约整体能效提升。

1.2 热回收技术应用选型不合理

热回收技术选型合理是效能发挥的前提,我国热回收技术应用中,选型不合理问题普遍,影响系统能效提升。不同热回收技术适用场景与用能需求不同,实际应用里,建设单位或设计人员未结合建筑热能需求、规模、使用功能、地域气候等核心因素,盲目选用设备,导致运行效率与建筑实际用能需求严重不匹配。部分应用场景对热回收技术适用条件认知不足,未考虑室内外温湿度差异、排风性质,出现热能回收不充分、设备损耗快、运行故障多等问题,无法发挥节能效能,影响暖通空调系统整体运行稳定性,还会增加初期投资与后期运维成本,造成资源与资金双重浪费,违背技术应用初衷。

1.3 热回收系统运行维护不到位

热回收系统运行维护不到位,严重影响应用效果与系统能效。设备长期运行过程中,表面易积累灰尘与污垢,这些杂质会逐步堵塞换热通道,阻碍热能传递,直接降低换热效率,减

少热能回收量,削弱热回收技术的节能作用^[1]。部分维护人员专业能力不足,对热回收设备的运行原理、性能参数掌握不熟练,难以及时判断设备运行状态,无法精准识别潜在故障隐患,一旦设备出现故障,也无法快速找到问题根源并完成修复,导致设备长期处于低效运行状态,进一步加剧能效损耗。同时,缺乏完善的维护管理制度,未制定明确的定期维护计划,对设备运行参数的监测、维护记录的留存缺乏系统管理,无法及时掌握设备运行动态,也不能提前开展预防性维护,这会加速设备老化进程,降低设备运行稳定性,缩短设备使用寿命,最终严重影响热回收系统的应用效果,制约暖通空调系统整体能效提升。

1.4 热回收技术与系统协同性不足

热回收技术需与暖通空调各子系统紧密协同,才能发挥能效提升作用,当前协同性不足问题突出。热回收系统与空调主机、通风、控制系统缺乏有效联动,设备运行状态与其他子系统参数不匹配,造成热能回收与利用脱节,回收热能无法及时输送或传输损耗过大。控制系统智能化水平低,不能根据热回收量、环境参数、用能需求自动调整运行状态,系统效率低下,制约热回收技术效能发挥。协同不畅导致回收热能浪费严重,无法转化为实际节能效益,进一步影响暖通空调系统整体能效,需通过建立联动机制、提升控制智能化水平,破解协同难题,释放热回收技术节能潜力。

2 基于能效提升的暖通空调热回收技术优化及应用路径

2.1 热回收技术选型优化策略

热回收技术选型优化是提升暖通空调系统能效的基础前提,核心是结合建筑实际场景与用能需求,实现技术与场景的精准匹配,避免盲目选型带来的能效损耗与成本浪费。选型过程中需开展全面的建筑调研,分析建筑的使用功能、空间规模、热能产生特点,明确建筑的热能回收需求、回收量预估以及能效提升目标,为选型工作提供科学可靠的依据。不同建筑场景需采用差异化的选型思路:大型公共建筑用能量大、新风需求

高，可优先选用全热回收技术，实现温湿度能量的全面回收，最大化提升节能效果；小型民用建筑用能需求相对较低，可选用部分热回收技术，兼顾节能效果与初期投资成本。选型过程中还需充分考量设备的运行稳定性、维护便捷性以及与原有暖通空调系统的兼容性，既要适配建筑当前的用能需求，还要兼顾长期运行需求，确保热回收技术能够长期稳定发挥效能，为系统能效提升奠定坚实基础。

2.2 热回收设备结构与性能优化

热回收设备的结构与性能直接决定热能回收效率，对设备进行结构与性能优化，是挖掘暖通空调系统能效提升潜力的关键环节。当前部分热回收设备换热效率不足，可通过优化换热部件结构解决，选用导热系数高、耐腐蚀、使用寿命长的优质传热材料，增大换热面积、优化换热通道设计，减少热能在换热过程中的损耗，提升热能回收充分性。完善设备密封结构，加强设备接口、换热通道的密封处理，减少热能泄漏，确保回收的热能高效输送至用能区域，避免浪费。优化设备运行逻辑，简化内部结构，降低自身能源消耗，实现回收能效与设备能耗的平衡，提升整体节能效果。既有建筑中的老旧热回收设备无需整体更换，可通过局部改造、核心部件升级提升设备性能，避免设备老化导致的能效下降，实现节能升级，同时降低改造投资成本。

2.3 热回收系统运行调控优化

科学的运行调控是热回收技术充分发挥能效的关键，优化调控机制可实现热回收系统与暖通空调各子系统精准联动，提升系统整体运行效率。建立基于室内外环境参数、建筑实际用能需求的动态调控体系，安装温度、湿度、热能计量等传感器，实时监测室内外环境变化、热回收量及用能需求，根据监测数据自动调整热回收设备运行参数，确保热能回收与利用同步，规避回收过剩或不足情况。优化设备运行时序，结合建筑不同时段用能特点，调整热回收设备运行状态，避免无需求时段无效运转，减少能源浪费。搭建智能化调控平台，整合热回收系统、空调主机、通风系统等各子系统运行数据，实现协同运行，动态分配回收热能，优先满足高需求区域用能需求，确保回收热能高效利用，进一步提升暖通空调系统整体能效（见图1）。



图1 热回收系统运行调控优化

2.4 热回收技术场景化应用路径

热回收技术效能发挥与建筑场景密切相关，结合不同建筑场景用能特点，制定针对性场景化应用路径，才能充分发挥节能作用，实现暖通空调系统能效提升。商业建筑人员流动量大、新风需求高、排风量且含一定余热，可将热回收技术与通风系统深度结合，回收排风中的热能用于新风预热或预冷，降低空调系统冷热负荷，减少空调主机能源消耗，提升室内空气质量^[2]。医疗建筑对室内空气质量与安全性要求较高，选用清洁、高效、耐腐蚀的热回收设备，回收医疗区域排风中的余热，用于非医疗区域供暖或生活热水供应，实现节能目标，避免交叉污染，兼顾节能与安全。工业建筑生产过程中产生大量余热，采用针对性热回收技术，回收生产余热并整合到暖通空调系统中，用于车间、员工休息室供暖，实现能源循环利用，降低整体能耗。居住建筑用户对舒适度与静音效果要求较高，选用小型、高效、静音的热回收设备，结合住宅用能特点，回收室内排风余热用于室内温度调控，提升居住舒适度，降低居民空调使用成本，实现节能与舒适双赢。

3 热回收技术应用效果验证及能效提升关键点

3.1 热回收技术应用效果验证维度

热回收技术应用效果的科学验证，是确保其能效提升作用有效发挥、为技术优化与推广提供依据的关键，需建立多维度、全方位的验证体系，从技术、运行、实际应用三个层面开展验证工作，确保验证结果全面准确可靠。技术层面重点检测热回收设备核心性能指标，包括换热效率、热能回收量、运行稳定性、噪音水平等，判断设备是否达到设计标准与节能要求，能否稳定实现热能回收目标^[3]。运行层面重点观察热回收系统与暖通空调各子系统协同运行效果，检测系统运行中的能源损耗，判断系统是否实现能效最优，有无能源浪费、运行故障等问题。实际应用层面结合建筑具体用能场景，分析热回收技术应用前后系统运行状态、用能变化及室内舒适度变化，判断技术是否适配当前建筑场景、是否真正实现能效提升，收集用户反馈，总结应用中的问题，为后续技术优化完善与行业推广提供坚实依据。

3.2 热回收技术应用效果验证方法

合理的验证方法是确保热回收技术应用效果真实有效的关键，结合热回收技术类型特点与建筑场景，采用针对性验证手段，排除外界干扰，确保验证结果具有说服力与参考价值。不同类型热回收技术采用差异化验证重点：全热回收技术侧重温湿度能量回收的完整性与充分性，检测回收前后新风与排风的温湿度变化，计算全热回收效率；部分热回收技术侧重显热回收效率，重点检测回收的显热量与能源节约量。搭建完善检测体系，配备专业检测设备，对热回收设备与系统的运行参数实时监测，持续记录相关数据，通过数据整理与分析，排除环

境温度、使用负荷等外界因素干扰,确保验证结果准确。采用对比验证思路,将热回收技术应用前后的系统运行状态、能源消耗、舒适度等指标对比,清晰呈现能效提升效果,与行业标准、同类建筑应用案例对比,进一步验证技术应用的合理性与优越性。

3.3 暖通空调能效提升核心关键点

热回收技术应用背景下,暖通空调系统能效提升需把握核心关键点,兼顾技术、协同与管理,形成全方位能效提升体系,确保热回收技术节能效能充分发挥。技术选型精准是前提,结合建筑实际场景、用能需求、地域气候等因素,选择适配的热回收技术与设备,规避选型不当导致的能效损耗、成本浪费等问题,为能效提升奠定基础^[4]。设备性能稳定是基础,通过设备结构优化、核心部件升级、定期维护等方式,提升热回收设备运行效率与稳定性,减少设备故障发生率,确保设备长期处于高效运行状态。系统协同提升是关键,建立热回收系统与暖通空调各子系统的联动机制,实现热能回收、传输、利用的高效衔接,规避环节脱节、热能浪费等问题,提升系统整体运行效率。运行管理科学是保障,完善系统运行调控制度与设备维护管理制度,加强运维人员专业培训,提升运维水平,确保系统长期处于最优运行状态,充分发挥热回收技术节能效能,实现暖通空调系统能效提升目标。

参考文献:

- [1] 熊岗.建筑暖通工程中空调节能技术的应用[C]//《施工技术(中英文)》杂志社,亚太建设科技信息研究院有限公司.2025年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(上册).十四冶建设集团云南安装工程有限公司,;2025:838-841.
- [2] 梁健华.暖通空调节能技术在建筑工程中的应用分析[C]//中国智慧工程研究会.2025智慧设计与建造经验交流会论文集.广东申菱环境股份有限公司,;2025:307-309.
- [3] 王德海.热回收技术在暖通工程中运用分析[J].中国设备工程,2024,(12):4-6.
- [4] 汤小亮,易继锋,陈焰华,等.网安基地展示中心暖通空调系统绿色设计及节能减排分析[J].暖通空调,2022,52(07):74-78.
- [5] 王鹤霖.浅析城市暖通空调节能减排对应策略[J].房地产世界,2021,(24):144-146.

3.4 热回收技术应用及能效提升保障措施

热回收技术的有效应用与暖通空调系统能效的持续提升,离不开完善的保障体系,从技术、管理、规范三个层面构建全方位保障措施,推动热回收技术规范应用,实现节能降耗目标^[5]。技术层面加强热回收技术研发创新,加大科研投入,优化现有热回收工艺,研发适配不同场景、高效节能、成本可控的专用热回收设备,提升技术先进性与适用性;加强技术推广,分享优秀应用案例,引导建设单位与设计人员科学选用热回收技术。管理层面健全热回收系统与暖通空调系统的运行维护管理制度,制定明确的定期维护计划、故障处理流程,加强对设备运行参数、维护记录的系统管理;开展运维人员专业培训,提升其对热回收设备、系统调控的专业能力,确保设备规范运行、故障及时处理。

4 结语

暖通空调系统热回收技术的合理应用,是实现节能降耗、推动绿色低碳发展的重要路径。梳理系统能效现状与热回收技术应用问题,优化选型、设备、调控及场景应用路径,完善验证体系与保障措施,可破解能耗痛点,提升系统能效。技术应用需兼顾适配性、协同性与科学性,实现热能高效利用,彰显节能环保价值。依托技术研发、标准完善与管理提升,可挖掘技术潜力,推动其与暖通系统深度融合,适配建筑绿色发展需求,为能耗优化、双碳目标落地提供支撑,助力行业稳步升级。