

# 绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计的应用

贾行宝

菏泽市规划建筑设计研究院有限公司 山东 菏泽 274000

**摘要：**在全球能源危机与生态环境恶化的大背景下，可持续发展已成为时代发展的核心诉求。本文聚焦绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计中的应用。阐述绿色理念下该系统节能设计的资源节约、循环利用、环境友好原则，介绍热湿比精准调控、空气龄优化等关键技术，并从系统设计优化、节能技术应用、可再生能源利用、高效设备与材料应用等方面分析具体应用情况。旨在通过绿色理念的融入，提升建筑暖通空调系统节能效果，实现建筑行业的可持续发展，为相关领域节能设计提供理论参考与实践借鉴。

**关键词：**绿色理念；暖通空调系统；节能设计；关键技术；应用

引言：随着全球能源问题日益突出，建筑能耗问题备受关注，其中暖通空调系统能耗在建筑总能耗中占比较大。在可持续发展理念下，绿色理念成为建筑领域发展的重要方向。将绿色理念融入建筑暖通空调系统节能设计，不仅有助于降低能源消耗、减少环境污染，还能提升建筑的整体性能与舒适度。本文深入探讨绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计中的应用，分析其设计原则、关键技术及具体应用方式，以推动建筑行业向绿色节能方向转型。

## 1 绿色理念下建筑暖通空调系统节能设计原则

### 1.1 资源节约原则

资源节约原则是绿色理念下建筑暖通空调系统节能设计的核心。在系统设计阶段，需精准计算建筑冷热负荷，合理确定设备容量，避免设备选型过大造成能源浪费。优化管道布局，减少管材使用量与沿程阻力，降低输送能耗。同时，依据不同季节、时段及使用需求，灵活调整系统运行参数，实现按需供能。例如采用变频技术，使风机、水泵等设备根据实际负荷自动调节转速，有效降低电能消耗，提高能源利用效率，实现资源的高效利用。

### 1.2 循环利用原则

循环利用原则强调对能源与材料的二次利用。在暖通空调系统中，可回收排风中的能量，通过热回收装置将其转移至新风，减少新风处理能耗。对于冷凝水等水资源，经处理后可回用于冷却塔补水或绿化灌溉等。在材料选择上，优先选用可回收、可再生的材料，如采用可回收的金属管道，减少建筑垃圾产生。通过循环利用，降低系统对原生资源的需求，减少废弃物排放，实现资源的高效循环与可持续发展。

### 1.3 环境友好原则

环境友好原则要求建筑暖通空调系统在运行过程中最大程度降低对环境的负面影响。一方面，选用环保型制冷剂，避免使用对臭氧层有破坏作用或产生温室效应的物质，减少对大气环境的危害。另一方面，合理控制系统噪声，采用低噪声设备与有效的降噪措施，降低对周边居民生活与工作环境的影响。此外，优化系统设计，减少能源消耗，降低因能源生产与使用过程中产生的污染物排放，实现建筑与环境的和谐共生<sup>[1]</sup>。

## 2 绿色理念在暖通空调系统节能设计中的关键技术

### 2.1 热湿比精准调控技术

热湿比精准调控是提升空调能效的核心技术。办公区热湿比通常为7000-8000kJ/kg，而地下商业建筑因湿度较高，需通过全空气系统强化除湿能力。基于焓湿图的动态计算，可确定送风状态点，结合负荷模拟软件（如DeST）优化冷热量输出比例。例如，当室内湿负荷增加时，系统自动提升送风含湿量处理能力，避免过度制冷导致能耗浪费。某商业综合体应用该技术后，新风处理能耗降低22%，空调系统整体能效比（EER）提升至5.3。此外，风机盘管系统需确保热湿比 $\geq 8000\text{kJ/kg}$ 以维持目标状态，必要时增设转轮除湿装置，使高湿环境湿度控制精度达 $\pm 5\%$ 。通过实时监测与动态调节，系统可减少30%以上的无效制冷，同时降低冷凝水排放量，实现能源与水资源的双重节约。

### 2.2 空气龄优化技术

空气龄优化通过气流组织设计缩短污染物滞留时间。人员密集场所如商场，理想空气龄应控制在30分钟内，以降低CO<sub>2</sub>浓度超标风险。置换通风系统以0.2-0.5m/s低速送风，形成“空气湖”效应，使污染物随热羽流上升排出，实验数据显示其空气龄较混合通风缩短40%。某医院手术室应用该技术后，空气龄从45分钟降至25分

钟，通风能耗降低18%。结合CFD模拟优化送风口布局，可减少局部涡流区。例如，将送风口间距从3米调整至2米，工作区空气龄均匀性提升25%，通风效率提高15%。此外，个性化送风技术通过局部高风速（1-2m/s）快速置换呼吸区空气，使人员周围空气龄缩短至10分钟内，进一步改善室内空气质量。

### 2.3 高效热回收与梯级利用技术

热回收装置通过回收排风能量预处理新风，降低新风负荷30%-35%。全热回收新风机组热回收效率达60%-70%，以阿法拉伐空气-空气热回收装置为例，其显热回收效率 $\geq 75\%$ ，潜热回收效率 $\geq 65\%$ ，适用于风量较大的场所。在能源梯级利用方面，天然气梯级利用系统通过“发电+电热泵+烟气余热吸收式冷温水机组”组合，将1m<sup>3</sup>天然气（低位热值8500kcal）的供热能力提升至18.78kW，制冷能力提升至24.7kW，较直燃式机组效率提升112%。地源热泵系统利用地下恒温层（10-25℃）实现高效换热，垂直埋管系统钻孔深度50-150米，每口井间距5-7米，制热COP可达4.5以上，较空气源热泵节能40%。某数据中心应用该技术后，年节约标准煤1200吨，减排二氧化碳3100吨。

### 2.4 智能控制技术

智能控制系统通过实时监测与动态调节实现能耗精准管理。采用物联网技术的网关管理界面可集成数百台设备，支持Modbus、BACnet等协议，实现秒级响应。某科技园区通过机器学习算法分析历史数据，预测未来24小时负荷需求，提前调整冷水机组出水温度，使部分负荷工况下能效比（SEER）提升18%。分区控制策略将建筑划分为独立区域，如会议室预定时启动空调，温度设定22-24℃；办公区工作时间温度控制在21-25℃，休息区仅在人员检测传感器触发时运行，年节约能耗15%-20%。5G+AI技术实现与建筑照明、安防系统联动，例如通过人脸识别自动调整员工偏好温度，气象系统联动预冷功能可降低峰值负荷25%。某商业综合体应用智能控制系统后，空调系统年运行成本降低320万元，设备故障率下降40%，同时实现碳排放强度下降22%的绿色目标<sup>[2]</sup>。

## 3 绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计中的具体应用

### 3.1 系统设计优化

（1）负荷计算精准化。传统估算方法常因忽略建筑动态热特性（如围护结构蓄热、人员活动规律）导致设备选型偏大，造成初始投资增加与运行能耗浪费。现代设计采用动态负荷模拟软件（如EnergyPlus、DeST），结合建筑所在地的逐时气象数据（温度、湿度、太阳辐

射）、围护结构热工参数（传热系数、热惰性）及室内热源分布（人员、设备、照明），分时段（如工作日/节假日、昼/夜）计算冷热负荷。同时，引入不确定性分析，考虑极端气候与使用模式变化对负荷的影响，优化设备容量冗余度。例如，某办公楼项目通过动态模拟发现，下午时段冷负荷较常规设计低18%，据此缩小冷水机组容量，减少初始投资15%，系统年运行能耗降低22%。精准计算还需结合新风需求控制，通过CO<sub>2</sub>浓度传感器实时调节新风量，避免过度通风导致的冷热损失。

（2）系统形式选择。对于大空间建筑（如体育馆、机场航站楼），采用分层空调或辐射板+置换通风系统，通过降低空调区域高度减少送风量30%-40%，同时利用热压自然通风辅助排风，节能效果显著；在过渡季节较长的地区，优先选用全空气系统，结合新风免费制冷/供热功能，减少机械制冷/制热时间；对于多区域建筑（如综合医院、商业综合体），变风量（VAV）系统通过末端装置动态调节风量，配合热回收装置回收排风余热，综合节能率可达25%以上；低温送风系统（送风温度4-10℃）可缩小空调管径、降低风机能耗，适用于低温冷水机组配套场景。

### 3.2 节能技术应用

（1）变频技术。变频技术通过动态调节设备运行频率，实现能耗与负荷的精准匹配，是暖通空调系统节能的关键手段。其核心原理在于改变电机转速，从而调整压缩机、风机或水泵的输出能力。在制冷系统中，变频压缩机可根据室内温度变化实时调整制冷量，避免定频设备频繁启停导致的能量损耗，部分负荷工况下能效比（EER）可提升25%-30%；变频风机通过改变转速调节送风量，使风系统流量与末端需求同步，降低管网阻力损失，配合变静压控制策略，风机能耗可减少20%-35%；变频水泵则根据水系统压差或流量需求调整转速，消除“大流量小温差”现象，结合气候补偿技术，水泵节能率可达30%-40%。此外，变频技术可平滑设备启停过程，降低机械磨损与噪音，延长设备寿命。实施时需确保变频器与电机参数匹配，并设置合理的频率调节范围（通常不低于30Hz），以兼顾节能效果与系统稳定性，同时配置谐波滤波装置以减少对电网的干扰。（2）智能控制技术。智能控制技术依托物联网、大数据与AI算法，实现暖通空调系统的自适应优化与远程运维。其核心功能包括：基于机器学习的负荷预测模型，通过分析历史数据与实时气象参数（如温度、湿度、太阳辐射），提前24小时预测建筑冷热负荷，动态调整设备启停与参数设置，减少冗余能耗；多系统联动控制（如空

调、照明、遮阳协同），结合室内外环境参数（如CO<sub>2</sub>浓度、光照强度）自动优化运行策略，最大化利用自然冷源与采光；故障诊断与自适应调节系统，通过传感器网络实时监测设备振动、温度、电流等参数，利用边缘计算快速定位故障点，并自动修正控制偏差，维护响应时间缩短至1小时内。此外，智能控制平台支持分户计量与动态电价响应，引导用户错峰用电，进一步降低运行成本。

### 3.3 可再生能源利用

(1) 太阳能利用。光热转换方面，太阳能集热器（平板型或真空管型）可高效吸收太阳辐射能，将其转化为热能用于供暖或热水供应。系统设计需结合建筑朝向、屋顶面积及当地太阳辐射强度，优化集热器倾角与布局，确保最大化吸收太阳能。同时，需配置储热装置（如水箱）以平衡供需波动，并设置辅助热源（如空气源热泵）保障阴雨天供热连续性。光电转换方面，太阳能光伏板可将太阳能直接转化为电能，为空调系统的水泵、风机等设备供电，或通过并网系统实现余电上网。光伏系统需与建筑一体化设计，兼顾发电效率与建筑美观性。此外，太阳能光伏光热（PVT）复合系统可同步实现发电与集热，提升太阳能综合利用率。智能控制系统通过监测太阳辐射强度、室内负荷等参数，动态调节太阳能与常规能源的供能比例，实现能源利用最优化。

(2) 地热能利用。地热能利用以地源热泵技术为核心，通过地下浅层地热资源（土壤、地下水或地表水）实现高效供暖与制冷。土壤源热泵系统利用地下土壤温度相对稳定的特性，通过埋地换热器（U型管或螺旋管）与土壤进行热交换：冬季提取土壤热量供暖，夏季将室内热

量排入土壤制冷，其COP值（能效比）较传统空气源热泵显著提升。系统设计需进行地质勘查，评估土壤热物性、导热系数及地下水文条件，合理确定换热器埋深、间距与数量，避免热堆积或地下水污染。地下水热泵系统直接利用地下水作为热源/热汇，需确保水质符合要求并采取回灌措施保护水资源。地表水源热泵则适用于临近河流、湖泊的建筑，需评估水体温度季节性变化对系统性能的影响<sup>[3]</sup>。

### 结语

绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计中的应用，是实现建筑领域低碳转型的关键路径。通过负荷计算精准化、系统形式优化、变频与智能控制技术的深度融合，以及太阳能、地热能等可再生能源的高效利用，系统能效显著提升，能源结构持续优化。设计需兼顾技术先进性与经济可行性，强化全生命周期管理，确保节能效果长期稳定。未来，随着物联网、AI算法与新型储能技术的突破，暖通空调系统将向“零碳化”“自适应化”方向演进。坚持绿色设计理念，不仅是应对气候变化的必然选择，更是推动建筑行业可持续发展的核心动力。

### 参考文献

- [1]胡燕，梁天生. 绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计上的应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2021(08):47-48+55.
- [2]刘丽. 绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计的应用[J]. 居舍, 2012(18):88.
- [3]姜新丰, 曹利明, 邱晓枫. 绿色理念在建筑暖通空调系统节能设计中的应用[J]. 科技经济导刊, 2021, 27(11):70.