

# 关于建筑采暖通风空调工程的节能减排策略探讨

文 / 刘士渤 青岛赛信瑞祥置业有限公司

马理倩 润信智能科技有限公司

**摘要：**随着全球能源危机与环境问题日益严峻，建筑行业的能源消耗和碳排放逐渐成为社会关注的重点。建筑采暖通风空调（HVAC）系统作为建筑能耗的主要来源之一，其节能减排的潜力不容忽视。高效设备的应用、智能化控制技术的引入以及绿色能源的利用，已成为推动 HVAC 系统节能减排的重要策略。此外，政策支持和绿色建筑认证标准的出台，也为 HVAC 节能减排提供了强有力的保障。然而，技术瓶颈、经济制约及社会认知差异等问题，依然限制了节能减排技术的广泛应用。本文旨在探讨建筑 HVAC 系统节能减排的多维度策略，分析现存挑战，展望未来发展趋势，为建筑节能领域提供理论支持和实践依据。

**关键词：**建筑采暖；通风空调工程；节能减排策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.11.118

## 引言

随着全球气候变化和能源紧张问题的加剧，建筑行业在能源消耗和碳排放中占据了重要地位。建筑采暖通风空调（HVAC）系统作为建筑能效优化的关键环节，如何实现节能减排已成为当今建筑行业发展的核心议题。建筑 HVAC 系统的运行不仅对室内环境舒适性和空气质量产生重要影响，同时也是建筑能耗的主要组成部分。通过采取高效设备、智能化管理及绿色能源的整合，建筑 HVAC 系统能够显著提高能源利用率，减少温室气体排放，促进环境可持续性发展。

### 一、HVAC 系统的组成与功能

建筑 HVAC 系统由供暖、通风和空调三大子系统构成，各部分协调运作，保障建筑内部的舒适环境与良好的空气质量。供暖系统通常采用锅炉、热泵或地源热泵等设备，通过辐射、对流等方式将热量传递至室内，满足冬季采暖需求。通风系统的核心功能是新鲜空气的引入与室内空气的排出，以确保空气流通并控制湿度、污染物浓度等因素。空调系统则通过制冷和加湿功能调节室内温湿度，提供全年舒适的温度环境。HVAC 系统的设备通常包括风机盘管、冷却塔、热交换器、空气处理单元等，通过精密的控制系统实现自动化调节，优化运行状态。

表 1 高效设备与智能化控制技术在 HVAC 系统中的节能效果与性能指标

技术 / 设备	节能效果 / 性能指标	能效比 (COP)	节能幅度
变频驱动 (VSD) 技术	动态调整负荷，避免无效运行	无固定值，依据系统负荷变化动态调整	节能约 15% ~ 30%
高效热泵	提高制热制冷效率，降低电力消耗	$\geq 3.5$	节能 50% 以上
智能控制系统	自动调节温湿度，优化能源使用	无固定值，系统自适应调整	节能约 20% ~ 30%
空气源热泵	空气转热，低温环境下运行能力提升	$\geq 3.0$	节能约 30% ~ 40%
地源热泵	地下恒温热交换，全年高效运行	$\geq 4.5$	节能 40% ~ 60%

系统功能的实现依赖于高效的能源转换与管理技术，确保各项需求得以平衡，同时最大限度降低能源消耗<sup>[1]</sup>。

## 二、建筑 HVAC 节能减排的技术策略

### （一）高效设备与智能化控制技术

高效设备是实现建筑 HVAC 节能减排的基础。变频驱动（VSD）技术通过调节电机转速来匹配负荷变化，从而有效降低能耗。例如，采用变频控制的空调系统可以根据室内温度和湿度变化动态调整制冷制热负荷，减少传统定速设备的无效能源消耗。高效热泵技术也被广泛应用于现代建筑 HVAC 系统，具备较高的能效比（COP），通常能达到 3.5 以上，相比传统锅炉系统节能 50% 以上。此外，智能化控制技术通过传感器和自动化控制系统对室内环境进行实时监控与调节。通过应用物联网技术（IoT），HVAC 系统能够根据外部天气条件、室内空气质量以及建筑使用情况自动优化运行状态。结合人工智能（AI）算法，系统能够进行长期数据积累与智能预测，实现更加精准的温湿度控制和节能调度。统计显示，通过智能控制系统，建筑能耗可平均降低 15% ~ 30%，有效提升系统整体能效<sup>[2]</sup>。高效设备与智能化控制技术在 HVAC 系统中的节能效果与性能指标见表 1。

### （二）节能建筑设计中的 HVAC 优化策略

节能建筑设计通过合理的建筑结构与 HVAC 系统优化，最大限度降低能源消耗。被动式设计理念在节能建筑中应用广泛，通过建筑外形、窗体设计、隔热保温等手段，减少外界环境对 HVAC 系统的负担。例如，通过增加外墙和屋顶的保温层，可以减少冬季采暖需求，夏季则减少空调负荷，从而有效降低 HVAC 系统的能源消耗。自然通风设计也是一种有效的 HVAC 优化策略，借助风压或热对流原理，使空气流通、室内空气交换不依赖机械通风，从而降低能源使用率。空调系统的负荷也可通过合理布置室内隔断、窗户设计和光照调节等方式得到减轻。同时，采用全空气系统与风机盘管系统的结合，能够在确保舒适性的前提下，提升能效比。研究表明，通过综合优化建筑设计与 HVAC 系统，能效提升可达到 30% 以上，甚至在极端气候条件下也能保持较低的能耗水平。

### （三）绿色能源与可再生能源的应用

绿色能源与可再生能源的应用对建筑 HVAC 节能减排起着至关重要的作用。太阳能、地源热泵和空气源热泵是当前建筑 HVAC 系统中常见的绿色能源应用。太阳能热水系统（见图 1）通过吸收太阳辐射转化为热能，供给建筑内的热水和供暖需求。地源热泵利用地下恒定温度的特点，通过热交换原理实现冬季供暖和夏季制冷，其 COP 值可高达 4.5，显著提升系统能效。此外，空气源热泵以空气为热源，进行热量的传递与转换，通常在温度较高的季节表现更佳，能效比可达 3.0 以上。综合使用这些可再生能源技术，建筑 HVAC 系统不仅能实现低碳运行，还能有效降低对化石能源的依赖。例如，某些高效的绿色建筑中，通过结合地源热泵和太阳能系统，节能减排效益可达到 40% 以上，显著减少建筑的运营成本和碳排放<sup>[3]</sup>。



图 1 太阳能热水工程

## 三、建筑 HVAC 节能减排的管理策略

### （一）能源管理与监测

能源管理与监测在建筑 HVAC 节能减排中起着至关重要的作用。通过实时监控和数据分析，能源管理系统(EMS)能够精准记录建筑 HVAC 系统的能源消耗，并对运行状态进行动态调整。例如，采用智能传感器和物联网 (IoT) 技术，能够采集室内温湿度、空气质量和设备运行数据，通过数据挖掘技术分析设备性能、运行效率以及能源浪费点，进而优化控制策略。根据统计，建筑通过能源管理系统的应用，能效可提高 10% ~ 20%，而节省的能源消耗相当于每年减少建筑能耗的 15%。此外，基于云平台的能源监测系统能够为建筑管理人员提供远程实时监控与预警服务，有效避免能源使用中的不合理现象，如过度供暖或空调超负荷运行等。设备故障或运行异常时，系统能发出即时警报，确保系统在最优状态下运行。

### （二）建筑运维管理的优化

建筑运维管理的优化是提升 HVAC 系统能效、实现节能减排目标的重要环节。运维管理不仅仅是对系统设备

的定期检查和维修，更涵盖了对系统运行数据的精细化分析与预测性维护。通过引入预测性维护技术，基于设备运行的历史数据与实时数据，运维管理人员能够提前预测设备可能出现的故障，并在故障发生前进行维护，避免了突发性故障造成的系统效率降低或能源浪费。例如，采用基于大数据和人工智能的设备健康管理系统，可以实时监测 HVAC 设备的运行状态，分析设备的性能衰退趋势，从而提前调整系统负荷，降低不必要的能耗。数据显示，预测性维护能将设备故障率减少 20% 以上，并显著提高设备的使用寿命。同时，优化的运维管理还包括能效审计与运行模式调整，通过精细化的能源消耗监控与调控，确保 HVAC 系统始终处于最佳运行状态，能效提升可达 15% ~ 25%<sup>[4]</sup>。

## 四、建筑 HVAC 节能减排的政策支持与法规

### （一）国家与地方政策的推动

国家和地方政策在推动建筑 HVAC 节能减排方面起到了至关重要的作用。国家层面，通过发布一系列政策和法规，明确了建筑行业的节能减排目标，如《建筑节能

设计标准》及《能源法》等，要求建筑设计和建设过程中必须采取高效节能的技术和设备。根据《“十三五”节能减排综合工作方案》，建筑行业能源消耗比重在总能耗中占比超过 20%，因此，推动建筑节能是减排目标中的重要组成部分。地方政府也根据本地实际情况，出台了一系列细化的政策，如税收优惠、财政补贴等措施，以鼓励企业和开发商采用绿色建筑技术和设备，推动建筑行业向绿色、低碳转型。例如，某些地方政府通过绿色建筑项目的财政奖励政策，成功引导大量新建建筑采用高效 HVAC 系统，提升了整体建筑的能源利用效率。

### （二）绿色建筑认证与标准

绿色建筑认证与标准为建筑 HVAC 系统的节能减排提供了明确的导向和技术框架。LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) 和中国绿色建筑评价标准 (GBES) 等认证体系，要求建筑项目在设计、施工和运营过程中达到严格的能源效率标准，以实现节能、减排、降低环境负担的目标。根据 GBES 标准，绿色建筑的 HVAC 系统需具备良好的能效表现，诸如优化的设备选择、高效的空气流通系统以及智能控制技术，都是评分的关键因素。数据显示，获得 LEED 认证的建筑相比传统建筑，能效提升平均约 30% ~ 40%，而中国绿色建筑标识认证的建筑则能在采暖、制冷和通风方面节省 20% 以上的能源消耗。

### （三）政策与市场经济的协同效应

政策与市场经济的协同效应为建筑 HVAC 节能减排提供了双重动力。政府通过政策引导和资金支持，推动建筑行业向绿色方向转型；而市场经济则通过激烈的竞争和技术创新，推动节能技术的快速发展和广泛应用。国家对绿色建筑项目的税收减免、补贴政策以及低碳发展基金等，有效降低了企业采用先进 HVAC 节能技术的成本，增强了市场对节能产品的接受度和需求。同时，市场机制通过供需关系推动建筑行业更加关注能源消耗和环境保护。根据《中国建筑节能与绿色建筑发展报告》，自政策出台以来，绿色建筑比例在新建建筑中逐年上升，2019 年全国绿色建筑面积已达到 50 亿平方米，占新建建筑总面积的 45% 以上。政策的引导与市场的需求形成良性互动，推动建筑 HVAC 技术的不断进步与优化，最终达成节能减排目标<sup>[5]</sup>。

## 五、建筑 HVAC 系统节能减排的挑战与前景

### （一）技术实现的难点

建筑 HVAC 系统节能减排的技术实现面临多个挑战，尤其是在系统的集成与优化方面。首先，现有建筑的 HVAC 系统普遍存在设计和技术陈旧的问题，许多系统缺乏现代化的智能控制功能，使得节能技术的实施难度加大。传统的 HVAC 系统无法灵活调整负荷和能效，尤其是在运行过程中往往存在能源浪费现象。其次，设备的替换和升级需要高昂的初期投入，尽管长远来看能够减少能源消耗，但许多建筑运营者因资金问题而难以进行大

规模改造。进一步而言，HVAC 系统与建筑整体设计的协同优化也是一大技术难点，建筑设计、结构布局以及室内空气质量等因素均与 HVAC 系统的节能性能密切相关。根据相关研究，单纯替换设备或增设节能措施的效果有限，系统集成与整体优化方案才能显著提升能效。最终，技术的标准化与行业规范尚不完善，不同地区、不同类型建筑的需求差异使得通用节能技术的实施面临挑战。

### （二）未来发展趋势

未来，建筑 HVAC 系统节能减排将朝着智能化、系统化和绿色能源集成化方向发展。随着物联网 (IoT)、大数据和人工智能 (AI) 技术的不断发展，建筑 HVAC 系统将更加智能化，能够根据实时数据自动调整运行策略，进一步提高系统的能效和舒适性。例如，基于大数据分析的预警机制和预测性维护，将使设备能在最佳状态下运行，延长使用寿命并降低能源消耗。此外，集成可再生能源的技术将成为未来的核心发展趋势。太阳能、地源热泵、空气源热泵等绿色能源将与 HVAC 系统深度融合，打造更加环保且高效的供暖、制冷和通风方案。预计到 2030 年，建筑行业中使用可再生能源的比例将达到 50% 以上，将大大降低建筑能耗并减少碳排放。与此同时，建筑节能技术的标准化和模块化也将促进技术的普及与成本的降低，使得中小型建筑也能应用先进的 HVAC 节能技术。

### 结语

总而言之，建筑采暖通风空调 (HVAC) 系统在实现节能减排方面具有至关重要的作用。通过高效设备的应用、智能化控制技术的引入以及绿色能源的利用，可以有效提高建筑的能效，减少能源浪费。同时，完善的政策支持和标准化的管理体系为 HVAC 系统的节能减排提供了坚实的保障。然而，技术难点、经济制约及社会环境等因素仍然是实现全面节能减排的挑战。未来，随着技术的不断进步和市场环境的逐步优化，建筑 HVAC 系统在节能减排方面将发挥更大潜力，为推动绿色建筑和可持续发展做出更为积极的贡献。

### 参考文献

- [1] 孙宇. 浅析建筑采暖通风空调工程的应用情况及其节能减排措施 [J]. 房地产世界, 2024, (12): 122-124.
- [2] 景燕鹏. 浅析建筑采暖通风空调工程的节能减排系统设计 [J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (06): 77-79.
- [3] 厚双龙. 关于建筑采暖通风空调工程的节能减排策略探讨 [J]. 建材发展导向, 2023, 21 (20): 193-195.
- [4] 王金铭. 建筑采暖通风空调工程的节能减排措施探究 [J]. 中国设备工程, 2023, (11): 222-224.
- [5] 黄一鸣, 颜瑶, 郑海礁, 等. 建筑通风空调工程节能减排实施策略研究 [J]. 城市建筑空间, 2022, 29 (S2): 214-216.