

# 制冷机械设备中节能技术应用

郭家庆

丹佛斯（天津）有限公司 天津 301700

**摘要：**制冷机械设备节能技术应用研究对降低能耗、提升能效具有重要意义。当前主要节能技术包括设备结构优化、运行控制优化、新型材料应用和余热回收利用等方面。通过变频控制、高效换热等技术创新，制冷设备能效显著提升。节能技术在设备设计、制造、运行和维护全生命周期中均有重要应用价值。未来发展趋势将呈现智能化、低碳化和集成化特征，推动制冷设备向更高效、更环保方向发展。

**关键词：**制冷机械；节能技术；变频控制；余热回收；能效提升

引言：制冷机械设备作为能源消耗大户，其节能技术应用备受瞩目。随着环保要求提高和能源成本上升，制冷设备节能改造需求日益迫切。当前节能技术主要从设备结构优化、运行参数调整、新材料应用等角度实现能效提升。研究制冷设备节能技术应用，对降低运行成本、减少碳排放具有现实意义。分析现有节能技术特点及应用效果，探讨未来发展方向，可为制冷设备节能优化提供参考。

## 1 制冷机械设备与节能技术的基础认知

### 1.1 制冷机械设备的工作原理

制冷机械设备通过能量转换实现制冷效果，其过程围绕制冷剂的状态变化展开。压缩机消耗机械能对制冷剂进行压缩，使其从低压气态变为高压气态，温度随之升高。高温高压的制冷剂进入冷凝器，与外界环境进行热量交换，释放热量后冷凝为高压液态<sup>[1]</sup>。液态制冷剂经过节流装置，压力骤降，变为低压低温的气液混合物。随后进入蒸发器，在蒸发器内吸收周围介质的热量，使介质温度降低，自身则完全汽化变为低压气态。汽化后的制冷剂重新被吸入压缩机，开始新一轮循环。这一连续的循环过程不断将热量从低温区域转移到高温区域，从而在低温区域形成持续的制冷效果。整个过程中，能量通过不同形式的转换与传递，驱动制冷剂完成状态变化，实现热量的定向转移。

### 1.2 节能技术的核心内涵

适用于制冷机械设备的节能技术，本质在于减少能耗并提升能源利用率。这类技术通过优化能量转换环节，降低不必要的能量损耗。例如，改善压缩机的工作效率，减少其在压缩过程中因摩擦、散热等产生的能量浪费。优化热量交换过程，增强冷凝器和蒸发器的换热效率，使制冷剂在相同能量输入下能转移更多热量。节能技术还注重对设备运行状态的调控，避免设备在非必

要的高功率状态下运行，根据实际制冷需求调整输出功率。通过这些方式，在保证制冷效果的前提下，降低单位制冷量所消耗的能源，使能源得到更充分的利用，实现能耗与制冷效率的平衡。

### 1.3 二者的关联

节能技术与制冷机械设备的结合，内在逻辑在于通过技术手段优化设备运行。制冷机械设备的工作过程存在能量损耗的可能性，节能技术针对这些损耗点采取改进措施。比如，针对压缩机运行中的能量浪费，采用变频技术调整其转速，使其输出功率与制冷需求相匹配，减少无效能耗。在热量交换环节，采用高效换热材料和结构设计，提升冷凝器和蒸发器的换热能力，让制冷剂在循环中更高效地完成热量转移。节能技术还能通过智能化的控制方式，协调设备各部件的运行节奏，避免某一环节因负荷过高而增加整体能耗。这种结合并非改变制冷机械设备的基本工作原理，而是在原有原理基础上，通过技术优化减少能量损耗，使设备在实现制冷效果的过程中更高效地利用能源，达成节能与制冷功能的协同。

## 2 制冷机械设备中节能技术的主要类型

### 2.1 设备结构优化技术

设备结构优化技术从压缩机、冷凝器、蒸发器等核心部件的结构改进角度减少能量损耗。压缩机采用变排量设计，可根据制冷需求自动调整压缩容积，避免满负荷运行时的能量浪费。改进后的压缩机内部构件减少摩擦阻力，降低机械损耗，提升能量转换效率。冷凝器采用多流程换热结构，增加制冷剂与冷却介质的接触面积和时间，强化散热效果，使制冷剂在冷凝过程中释放热量更充分，减少压缩机后续工作的负荷。蒸发器通过优化管路布局，让制冷剂分布更均匀，提升换热效率，减少因局部换热不足导致的能量损耗。核心部件的结构改

进从根本上优化了能量转换和传递路径,降低各环节的无效能耗。

## 2.2 运行控制节能技术

运行控制节能技术通过精准调控设备运行参数实现节能。实时监测制冷环境的温度变化,自动调整压缩机的工作频率,当环境温度接近设定值时,降低压缩机转速,减少能量输入。对冷凝器和蒸发器的压力进行动态调节,维持最佳换热温差,避免因压力过高或过低导致的能耗增加。根据不同时段的制冷需求,预设运行模式,如夜间负荷较低时自动进入节能运行状态。通过传感器收集设备各部件的运行数据,及时发现参数偏离最优范围的情况并进行修正,确保设备始终在高效区间运行。这种精准的参数调控使设备输出与实际需求高度匹配,避免能量的无谓消耗。

## 2.3 新型材料应用技术

新型材料应用技术通过隔热、导热等新型材料的使用减少冷量损失、提升效率。蒸发器和冷凝器采用高效导热材料,增强换热能力,使相同体积的部件能传递更多热量,减少能量输入。设备外壳和管道包裹高性能隔热材料,降低冷量向外界环境的散失,维持低温区域的稳定,减少设备因冷量损失而增加的运行负荷<sup>[2]</sup>。制冷剂管道采用低导热系数材料,减少输送过程中的冷量损耗。密封部件使用新型密封材料,增强设备的气密性,防止制冷剂泄漏导致的制冷效率下降和能量浪费。新型材料的应用从物理层面优化了设备的能量保持和传递性能,为节能提供物质基础。

## 2.4 余热回收利用技术

余热回收利用技术对制冷过程中产生的余热进行回收再利用,提高能源综合利用率。压缩机运行中产生的高温热量通过余热回收装置收集,用于加热生活用水或车间供暖,替代传统加热设备的能源消耗。冷凝器释放的热量被回收后,可用于驱动吸附式制冷系统,产生额外的制冷量,减少主制冷系统的负荷。将余热转化为机械能或电能,为设备的辅助部件供电,实现能量的梯级利用。通过管道和换热设备将不同环节产生的余热集中起来,根据热量品质分配至不同的利用场景,使原本被浪费的热量转化为可用能源,提升整体能源利用效率,降低对外部能源的依赖。

# 3 节能技术在制冷机械设备中的具体应用环节

## 3.1 设计阶段

在设备设计时融入节能理念,采用优化结构和材料选择等实现节能。设计初期结合制冷需求与使用场景,确定合理的设备功率和尺寸,避免因设计冗余导致的能

量浪费。压缩机选用变排量结构,使其能根据负荷变化调整输出,减少非必要能耗。冷凝器和蒸发器采用多流程换热设计,增大换热面积以提升效率。材料选择上,优先采用高效导热材料制作换热部件,增强热量传递;设备外壳和管道则选用高性能隔热材料,降低冷量损失。同时对设备整体布局进行优化,缩短制冷剂流动路径,减少阻力损耗。设计中还会模拟不同工况下的设备运行状态,预判可能出现的能耗高峰,提前优化相关部件参数。通过将节能理念贯穿设计全程,从结构和材料层面为设备节能奠定基础,使设备在满足制冷需求的前提下,具备先天的节能潜力。

## 3.2 制造环节

制造过程中通过精准加工、装配等工艺,保障节能设计落地。对压缩机内部构件进行精密加工,控制零件公差,减少摩擦阻力,确保其在运行时机械损耗降至最低。冷凝器和蒸发器的管路弯曲、焊接等工序严格把控,保证管路畅通且密封良好,避免因管路堵塞或泄漏影响换热效率。装配环节注重各部件的配合精度,如轴承与轴的装配间隙控制在合理范围,减少运转时的能量损耗。对密封部件进行严格安装,采用阶梯式密封结构增强气密性,防止制冷剂泄漏导致的制冷效率下降。制造过程中引入在线检测,实时监测关键部件的性能参数,确保符合节能设计标准。通过精准的加工和装配工艺,使设计阶段确定的节能结构和材料性能得以充分发挥,避免因制造缺陷削弱设备的节能效果,确保节能设计从图纸转化为实际效能。

## 3.3 运行过程

设备运行时,通过控制技术实时调整工况,避免无效能耗。借助传感器实时监测制冷环境温度、压力等参数,将数据传输至控制系统。当环境温度接近设定值时,控制系统自动降低压缩机转速,减少能量输入;若温度波动较大,则适当提高转速以保证制冷效果。对冷凝器和蒸发器的风扇转速进行调节,根据换热需求调整风量,避免风扇高速运转造成的能源浪费。根据不同时段的制冷负荷变化,预设运行模式,如夜间负荷较低时自动进入低速运行状态。在设备启停过程中,采用软启动技术,减少启动瞬间的电流冲击和能量损耗。通过这种动态调整,使设备始终在与实际需求相匹配的工况下运行,避免持续高负荷运转带来的能量损耗,确保每一份能量都能高效转化为制冷效果。

## 3.4 维护保养

合理的维护措施如清洁部件、检查密封性等,维持设备节能状态。定期清洁冷凝器和蒸发器表面的灰尘和

污垢,采用高压气流和专用清洗剂结合的方式,避免杂物阻碍热量交换,确保换热效率不下降。检查制冷剂管道的连接部位,紧固松动的接口,更换老化的密封垫,采用防泄漏检测技术排查潜在漏点,防止制冷剂泄漏导致的制冷效率降低和能量浪费。对压缩机进行定期保养,添加专用润滑油减少摩擦损耗,检查活塞与缸体的配合间隙,确保其运行顺畅<sup>[3]</sup>。清理过滤器中的杂质,定期更换过滤元件,保证制冷剂流动畅通,减少流动阻力带来的能耗增加。维护后进行性能测试,对比维护前后的能耗数据,确保设备恢复最佳节能状态。通过这些维护措施,及时消除影响设备节能性能的隐患,使设备各部件始终保持良好的工作状态,延长节能效果的持续时间,确保设备长期稳定地发挥节能作用。

#### 4 制冷机械设备节能技术应用的发展趋势

##### 4.1 智能化融合

节能技术与智能感知、自动调控技术结合,实现更精准节能。智能传感器遍布设备各关键部位,实时捕捉温度、压力、流量等细微变化,将数据传输至智能控制系统。系统通过分析数据识别运行规律,预判负荷变化趋势,提前调整压缩机转速、风扇功率等参数,使设备在负荷波动前做好准备,避免被动调节造成的能量损耗。自动调控技术根据不同场景的制冷需求,动态优化运行模式,如冷藏库内货物进出频繁时,自动增强制冷输出并缩短持续时间,待环境稳定后迅速恢复节能状态。智能算法持续学习设备运行数据,不断优化调控策略,使节能措施更贴合设备实际运行状态,实现从被动节能到主动节能的转变,提升节能的精准度和稳定性。

##### 4.2 低碳化升级

节能技术向减少碳排放、使用环保材料等绿色方向发展。研发低GWP制冷剂替代传统制冷剂,降低制冷剂泄漏时对环境的影响,同时提升其热稳定性以减少能量损耗。设备制造采用可回收、易降解的环保材料,减少生产过程中的碳排放,且材料本身具备良好的隔热或导热性能,不影响设备节能效果。优化设备运行流程,减少能源转换过程中的碳排放,如利用太阳能驱动辅助设

备,降低对传统电能的依赖。通过改进燃烧技术或采用新能源,减少制冷系统中可能存在的碳排放环节,使节能技术在降低能耗的同时,兼顾对生态环境的保护,推动制冷机械设备向低碳化方向演进。

##### 4.3 集成化创新

多种节能技术集成应用,形成协同效应,提升整体节能水平。将设备结构优化与运行控制节能技术结合,优化后的压缩机配合智能调控系统,既能在结构上减少能量损耗,又能通过精准调控适应负荷变化。新型材料应用与余热回收利用技术协同,高效隔热材料减少冷量损失,余热回收装置将收集的热量用于驱动其他辅助功能,使能源利用形成闭环。不同节能技术通过统一的控制平台实现联动,当余热回收装置收集的热量达到一定量时,系统自动调整压缩机运行参数,减少外部能源输入。这种集成化应用打破单一技术的局限,使各技术优势互补,形成1+1大于2的节能效果,推动制冷机械设备节能技术向更高效、更系统的方向发展。集成化创新还注重各技术模块的兼容性,新加入的节能技术可快速接入现有系统,无需大规模改造,降低升级成本,让设备在长期使用中持续获得节能技术进步带来的效益。

#### 结束语

制冷机械设备节能技术应用广泛且意义深远。从设备结构优化到运行控制节能,从新型材料应用到余热回收利用,各环节的节能技术相互配合,有效降低了能耗。展望未来,智能化融合、低碳化升级和集成化创新将成为主要发展方向。随着技术不断进步,节能技术将为制冷机械设备带来更高的能源利用效率,助力行业实现绿色、可持续发展。

#### 参考文献

- [1]刘鹏.空调制冷系统的自动化控制与节能策略研究[J].越野世界,2023,18(2):205-207.
- [2]刘海亮,翁柯欣,牛文凯,等.建筑节能中制冷空调系统的关键技术研究[J].模型世界,2025(16):93-95.
- [3]许书礼.暖通空调制冷系统中的环保节能技术分析[J].中国设备工程,2025(4):114-116.