

# 工业厂房空调系统的节能改造方案设计

奉柳吉 熊锋 陈荣兵

湖南中烟工业有限责任公司零陵卷烟厂，湖南永州，425000；

**摘要：**工业厂房空调系统是维持生产环境稳定性的核心设施，其能源消耗量在工业生产总能耗中占据较高比例。传统工业厂房空调系统普遍存在设备老化破损、控制方式粗放单一、能源回收利用效率低下等突出问题，这些问题的存在造成大量能源的无效损耗与浪费。文章针对工业厂房空调系统运行过程中暴露的各类问题展开系统性分析，明确节能改造工作需遵循的核心原则，提出涵盖设备升级换代、控制策略优化、余热回收利用等多个维度的改造方案，为工业生产领域降低空调系统能耗、提升整体能源利用效率提供切实可行的参考依据。

**关键词：**工业厂房；空调系统；节能改造；能源效率

**DOI：**10.69979/3041-0673.26.04.033

## 引言

工业厂房空调系统承担着调节室内温度、湿度、空气洁净度的重要职能，其运行状态的优劣直接关系工业生产效率高与产品质量的稳定性。传统工业厂房空调系统受早期技术条件与设计理念的双重限制，普遍存在设备性能衰减退化、控制策略滞后僵化、能源浪费现象严重等诸多弊端。工业生产领域对绿色低碳发展模式的需求日益迫切，针对空调系统开展专业化节能改造工作，需紧密结合厂房生产工艺的特性与环境参数的具体要求，制定科学合理且具备可操作性的改造方案。通过节能改造工作的有序推进，实现能源消耗总量降低与企业运行成本节约的双重目标，能够推动工业生产活动向可持续发展的方向稳步转型。

## 1 工业厂房空调系统运行现存问题

### 1.1 设备性能衰减与配置不合理

工业厂房空调系统通常处于高负荷连续运行状态，长时间的高强度运行易引发压缩机内部零件磨损、换热器表面结垢堵塞、风机轴承老化变形等部件损耗问题。这些部件损耗问题的出现，会直接导致空调设备的整体性能大幅衰减。设备制冷制热效率随之显著下降，为维持相同的室内环境参数标准，需要消耗更多的电能。部分工业厂房的空调系统在初期设计阶段，未能充分匹配生产工艺的实际环境需求，存在“大马拉小车”的配置不合理现象。部分高能耗设备长期在低负荷工况下运行，不仅造成能源的无效损耗，同时会增加设备的日常维护成本与故障发生概率。

### 1.2 缺乏能源储蓄库

现有工业厂房空调系统已全面采用PID控制模式，完全摒弃人工手动操控方式，但系统存在缺乏能源储蓄库的显著缺陷。厂房内温度、湿度等关键环境指标，会受生产负荷波动、人员流动变化、外界气候起伏等多重因素影响而产生波动。受限于无能源储蓄机制，空调系统无法在低负荷时段存储富余冷量或热量，只能通过PID调节实时匹配负荷需求。在非生产高峰或室内参数达标时，系统仍需维持基础运行功率，无法借助储能模块实现负荷转移，进而形成持续性能源消耗，大幅降低了空调系统的能源利用效率。

### 1.3 系统维护管理不规范

工业厂房空调系统的维护管理缺乏数字化与智能化支撑，日常维护多依赖人工经验与固定维保周期，未建立基于大数据的预测性监控与运维体系。这导致运维计划无法根据设备实际运行状态动态调整，换热器、过滤网等核心部件的深度清洗与保养缺乏精准依据，积尘结垢问题未得到及时管控，进而阻碍热量传递、增加运行阻力与能耗。同时，多数厂房未搭建数字化设备运行台账，无法实时追踪设备性能衰减趋势，对潜藏故障缺乏有效预判能力，只能被动开展应急维修。这种粗放式管理模式不仅加速设备老化、缩短使用寿命，更直接导致空调系统长期处于高能耗运行状态。

## 2 工业厂房空调系统节能改造的核心原则

### 2.1 与生产工艺适配原则

空调系统节能改造工作需充分考虑工业厂房的生产工艺特性，不同类型的生产工艺对环境温度、湿度、洁净度的要求存在显著差异。精密仪器加工厂房对温度波动范围的控制要求严格，化工生产厂房对空气湿度的

控制标准有明确规定,食品加工厂房则对空气洁净度有较高要求。改造方案需根据具体生产工艺的需求,调整空调系统的运行参数与设备配置方案。避免因改造工作的开展影响生产工艺的正常进行,确保改造后的空调系统既能满足节能降耗的需求,又能保障生产环境的稳定性,实现生产活动与节能工作的协同发展。

## 2.2 技术经济性平衡原则

节能改造方案的制定需兼顾技术先进性与经济合理性,在选择改造技术与设备时,需综合考量初期投入成本、后期运行维护费用及能源节约效益等多个因素。优先选择技术成熟可靠、性价比高的节能技术与设备,避免盲目追求高端技术造成改造成本过高,超出企业的承受范围。对改造方案进行全面的经济性分析,精确计算投资回收期与长期节能效益,确保改造方案在技术层面具备可行性,在经济层面具备合理性。实现短期投入与长期收益的良性循环,为企业节约生产成本的同时,提升企业在市场中的核心竞争力。

## 3 工业厂房空调系统节能改造具体方案

### 3.1 设备升级与优化配置

针对性能衰减的老化设备进行针对性升级,将其更换为变频压缩机、高效换热器、低噪声节能风机等先进节能型设备。变频设备可根据实时负荷变化自动调节运行频率,在低负荷工况下大幅降低能源消耗。高效换热器采用强化传热技术,提升热量交换效率,减少设备运行时间。对空调系统进行全面的负荷重新核算,根据生产工艺的环境需求优化设备配置方案,淘汰冗余老旧设备,避免“大马拉小车”的能源浪费现象。合理配置空调系统的新风处理设备,提升新风利用效率,降低系统制冷制热负荷。

### 3.2 控制策略智能化优化

搭建智能化控制系统,引入温度传感器、湿度传感器、压力传感器等监测设备,实现对厂房内环境参数的实时精准监测。采用可编程逻辑控制器与变频控制技术,构建闭环自动控制系统,根据监测数据自动调节空调设备的运行状态。实现空调系统的精细化分区控制,针对不同生产区域的环境需求设定差异化运行参数,提升能源利用的精准性。引入楼宇自控系统,将空调系统与厂房内其他生产设备的运行状态进行联动,根据生产负荷变化提前调整空调系统运行参数,实现能源消耗的精细化管理。

### 3.3 余热回收与能源梯级利用

建立专业化余热回收利用系统,针对工业生产过程中产生的各类余热资源进行全面回收。采用余热换热器回收生产设备的冷却水余热与工艺废气余热,将回收的热量用于预热空调系统的新风或加热厂房内的生活用水。对空调系统运行产生的冷凝热进行专项回收利用,通过热泵技术将冷凝热转化为可用热能,降低系统制热环节的能源消耗。构建科学的能源梯级利用体系,根据不同温度等级的热能需求,合理分配回收余热的使用途径,最大限度提升能源利用效率。

### 3.4 系统维护管理体系完善

建立系统化、规范化的维护管理体系,制定详细的定期维护计划,对空调设备进行全面的清洁、检修与保养。定期清洗换热器、过滤网、风道等核心部件,去除部件表面的积尘与结垢,恢复设备的换热性能与气流流通效率。建立完善的设备运行台账,详细记录设备的运行参数、维护记录与故障信息,通过数据分析掌握设备性能变化趋势,实现故障的提前预警与预防性维护。

### 3.5 能源储蓄与综合利用方案

构建多元储能体系,采用熔融盐储能实现跨季节能量存储,依托峰谷电价差开展冰蓄冷作业,低谷时段制冰储能、高峰时段释冷供能。同步配套光伏发电系统与太阳能热水装置,将太阳能转化为电能与热能,替代部分空调用电负荷,实现能源梯级利用。通过多能互补模式,降低系统对电网供电的依赖,进一步提升空调系统的节能效益与运行稳定性。

## 4 节能改造方案的效果评估与保障措施

### 4.1 改造效果评估指标体系

搭建覆盖多维度的改造成效评估指标框架,该框架以系统性、科学性、可量化为核心构建原则。评估工作从能源消耗、运维成本、设备效能三大核心维度展开,针对空调系统节能改造的综合价值开展全面且深入的量化研判。能源消耗维度选取单位建筑面积空调能耗、系统综合能效比两大关键参数,这两大参数是衡量系统能源利用效率的核心指标。研究人员通过纵向对比改造前后的能耗监测数据,依据标准化的计算方法精准测算系统节能率。运维成本维度纳入设备检修维护费用、月度电费支出等核心指标,这些指标直接反映改造方案实施后的经济支出情况。研究人员以此为依据,评估改造方案的经济可行性与投入产出效益。

## 4.2 改造工程全周期管控体系

组建覆盖多专业领域的项目管控专班,该专班成员囊括暖通技术、工程管理、现场施工等多个专业梯队的技术人员与管理人员。精准划定改造项目各参与方的权责范畴,权责范畴的划定需覆盖项目全流程的各项工作任务。明确各岗位人员在改造项目中的具体执行细则,同时确定各岗位对应的责任归属。搭建多部门联动协作机制,该机制是保障改造项目高效推进的核心支撑体系。依托该联动协作机制强化各部门之间的信息互通效率,同时提升部门间的技术协同水平。以此靶向解决改造期间出现的各类工艺难点问题,同时攻克项目推进过程中产生的管理梗阻问题。编制模块化的施工组织方案,同时制定节点化的进度管控台账。施工组织方案需明确各施工工序的核心技术参数,同时确定各工序的标准化操作规范。进度管控台账需细化改造项目各阶段的任务目标,同时明确各阶段任务的完成时限。结合厂区生产排班的规律,科学划定改造施工的窗口期,同时规划合理的作业分区。通过上述举措,最大程度弱化施工活动对厂区正常生产秩序的干扰。构建施工全流程的质量追溯体系,该体系需贯穿施工准备、施工实施、竣工验收等全部环节。对标国家工业建筑暖通改造的相关规范,同时契合行业技术标准的要求。以此保障改造工程的施工质量达到既定标准。开展智能调控系统的实操技能实训,实训内容需覆盖系统启停操作流程、故障诊断流程、日常运维要点等核心模块。

## 4.3 改造项目梯度推进实施方案

筹备阶段是改造项目顺利开展的基础环节,该阶段聚焦现场工况精细化勘测、改造方案定制化优化、节能设备集约化招采三大核心任务。明确各核心任务的时间阈值,时间阈值的设定需兼顾合理性与紧迫性。同时划定各任务对应的责任主体,责任主体的划分需做到清晰明确、权责对等。通过上述工作夯实改造项目的前期基础。施工阶段采用“非核心区优先改造”的梯度作业模式,该模式能够有效减少对厂区关键生产环节的扰动。施工过程中严格执行工业安全施工规程,安全施工规程是保障施工安全的重要依据。在作业现场布设标准化的防护屏障,同时设置清晰的安全警示标识等防护设施。通过上述措施,保障施工人员的人身安全,同时维护生产设备的稳定运行。调试阶段开展系统全工况性能校验,校验工作需覆盖满负荷、低负荷等多元运行场景。基于

系统运行的实测数据,动态优化系统的各项调控参数。通过参数优化,确保改造后的空调系统既达到预设的节能指标,又实现生产环境温湿度控制精度的双达标。

## 4.4 节能改造政策赋能与价值延伸路径

工业厂房空调系统节能改造需深度契合国家“双碳”战略发展方向,同时符合地方节能降碳专项政策的具体要求。系统梳理可申报的节能专项补贴、税收减免等各类政策激励措施,这些政策激励措施是降低项目成本的重要支撑。借助政策红利的扶持,有效降低改造项目的资金投入成本。改造方案设计环节需严守政策规定的节能技术门槛,技术门槛是保障项目合规性的核心要素。方案设计需兼顾技术迭代的前瞻性,前瞻性的技术选型能够提升系统的长期运行价值。同时保障方案的政策合规性,合规性是项目顺利推进的必要前提。通过上述设计原则,确保改造项目顺利通过主管部门的验收审核,同时成功兑现相关政策奖励。以节能改造为切入点,拓展项目的多元价值维度。突破单一能耗降低的目标局限,实现改造效益的多维度提升。重点强化改造后系统对室内空气质量的优化效能,室内空气质量的改善与作业人员的健康密切相关。通过改善作业环境,降低人员的健康风险,同时减少因环境问题引发的生产效率损耗。最终实现经济效益与社会效益的协同跃升。

## 5 结语

工业厂房空调系统节能改造是锚定“双碳”发展目标的关键实践路径,这一实践路径对工业领域绿色低碳转型具有重要的推动意义。改造工作需以工业厂房的实际生产需求为根本导向,根本导向的确立能够保障改造方案的针对性与可行性。为工业领域绿色低碳转型提供具备推广价值的可复制实施范式,可复制实施范式的构建能够推动节能改造技术的规模化应用。

### 参考文献

- [1] 魏莎. 混合现实技术在建筑室内设计专业教学中的应——以“装饰材料与施工工艺”课程为例[J]. 湖南工业职业技术学院学报, 2022, 22(2): 89-91.
- [2] 潘玥. 浅谈高职院校建筑装饰材料与施工工艺课程的改革[J]. 才智, 2022(27): 60-63.
- [3] 孙林. 建筑装饰工程中的装饰施工收口技术应用研究——以上海民生证券办公楼装修项目为例[J]. 智能建筑与工程机械, 2022, 4(5): 25-27.