

绿色节能理念在医药工业建筑设计中的应用

郭建东

中国航空规划设计研究总院有限公司 北京 100120

摘要：本文聚焦绿色节能理念在医药工业建筑设计中的应用。医药工业建筑因生产特殊，对环境稳定性等要求高，传统设计存在能耗痛点。文章阐述绿色节能设计在适配医药生产时面临的挑战，从被动式、主动式节能设计，水资源与废弃物管理，工艺流程绿色化改造等方面提出关键技术路径，分析推广障碍并提出完善碳交易机制、建立技术数据库等应对策略，助力医药工业建筑绿色发展。

关键词：绿色建筑；节能设计；医药工业；可持续性

引言：医药工业建筑因生产属性特殊，对安全合规、环境可控等有严苛要求，能耗结构独特，传统设计存在诸多能耗痛点。在可持续发展背景下，绿色节能理念在医药工业建筑中的应用愈发重要。然而，绿色节能设计在适配医药生产时面临多重挑战，如节能目标与生产需求的平衡、技术适配性不足等。因此，探索绿色节能理念在医药工业建筑中的有效应用路径具有重要的现实意义。

1 医药工业建筑特点与绿色节能需求

1.1 医药工业建筑的核心功能需求

医药工业建筑因生产属性特殊，核心功能需求聚焦于安全合规、环境可控与生产适配性。其需满足药品生产质量管理规范（GMP）要求，对洁净度、温湿度、压差、防交叉污染等指标有严苛标准，不同剂型车间（如无菌制剂、生物制药）的环境参数控制精度差异显著。建筑需适配复杂生产工艺流程，预留设备安装、管线铺设及后期改造空间，兼顾生产效率与操作安全性。医药生产伴随一定量的特殊废弃物与废气排放，建筑需配套专用处理区域与防护设施，保障人员健康与生态安全^[1]。相较于普通工业建筑，医药工业建筑对环境稳定性、卫生安全性的需求更高，这也使得其能耗结构与节能需求呈现独特性，需在满足核心功能的基础上构建绿色节能体系。

1.2 传统设计的能耗痛点

传统医药工业建筑设计存在明显能耗痛点，且多与功能需求绑定形成能耗冗余。洁净车间为维持恒定环境参数，空调通风系统长期满负荷运行，新风处理、温湿度调控及压差维持消耗大量电能，占建筑总能耗的60%以上，部分老旧车间因系统设计不合理，存在冷热抵消、能源浪费现象。传统设计对建筑围护结构保温隔热重视不足，洁净区与非洁净区、室外环境的热量交换剧烈，进一步加剧能耗负担。水资源利用效率低下，生产废水处理与回用系统不完善，新鲜水消耗量大；工艺流程设计优先

考虑生产效率，忽略能源回收与梯级利用，如蒸汽冷凝水、生产余热未有效回收。传统设计缺乏系统的节能规划，多采用单一设备节能手段，未能形成全流程能耗管控，导致建筑运营阶段能耗居高不下。

1.3 绿色节能设计的适配性挑战

绿色节能设计在医药工业建筑中面临多重适配性挑战，核心矛盾在于节能目标与医药生产特殊需求的平衡。一方面，绿色节能常用的自然通风、透光设计，与洁净车间密闭性、环境稳定性要求冲突，如何在减少机械通风依赖的同时，保障洁净度达标成为关键难题。另一方面，医药生产工艺复杂且刚性强，绿色技术的应用需兼容现有生产流程，避免影响生产效率与产品质量，如被动式节能改造可能限制车间布局灵活性。另外，不同医药细分领域的能耗特征差异较大，通用型绿色节能方案适配性不足，需针对性定制设计，增加了方案研发与实施成本。绿色节能技术与医药行业合规标准的衔接存在空白，部分节能措施缺乏对应的GMP认证依据，企业为规避合规风险不愿轻易尝试，进一步制约了适配性方案的落地。

2 绿色节能理念在医药工业建筑中的关键技术路径

2.1 被动式节能设计

被动式节能设计聚焦于建筑本身的能耗控制，通过优化围护结构与空间布局，降低对主动式能源设备的依赖，适配医药工业建筑的环境需求。围护结构方面，采用高性能保温隔热材料与密封技术，构建高气密性围护体系，减少洁净区与外界的热量传递，同时搭配Low-E中空玻璃，兼顾采光与隔热，降低空调系统负荷。空间布局上，合理划分洁净等级区域，采用串联式布局减少不同区域的压差调控能耗，利用中庭、采光井等设计引入自然光，替代部分人工照明，尤其适用于办公区、仓储区等非核心洁净区域^[2]。通过优化建筑朝向，最大化利用

自然通风,结合遮阳构件减少夏季太阳辐射,冬季则充分利用太阳能采暖,在不影响洁净度与环境稳定性的前提下,实现能源高效利用,降低建筑运营能耗。

2.2 主动式节能技术

主动式节能技术通过升级能源供应与调控系统,实现医药工业建筑能耗的精准管控与高效利用,是被动式设计的重要补充。能源供应端,推广分布式光伏发电系统,利用建筑屋顶、闲置空地铺设光伏组件,为照明、辅助设备提供清洁能源,搭配储能设备解决光伏供电不稳定性问题;采用地源热泵、空气源热泵替代传统燃煤、燃气锅炉,满足车间供暖与热水需求,降低碳排放。调控系统方面,引入智能楼宇控制系统,实时监测洁净区温湿度、压差、能耗等参数,动态调节空调、通风设备运行状态,避免无效能耗;应用变频技术改造水泵、风机等设备,使其根据负载变化调节运行功率,提升能源利用效率。优化能源梯级利用,将生产过程中产生的余热、蒸汽冷凝水回收处理,用于车间供暖、热水供应或工艺辅助,形成能源循环利用体系。

2.3 水资源与废弃物管理

水资源与废弃物管理是医药工业建筑绿色节能设计的重要维度,既契合环保要求,又能降低资源消耗成本。水资源管理方面,构建“收集-处理-回用”闭环系统,收集生产废水、雨水、空调冷凝水,经一体化污水处理设备处理至符合工艺用水标准后,用于车间地面冲洗、绿化灌溉、设备冷却等,提高水资源重复利用率,减少新鲜水消耗。同时,采用节水型器具与设备,优化用水流程,对高耗水工序进行节水改造,精准控制用水量。废弃物管理方面,实施分类收集与资源化利用,对废包装材料、废弃辅料等可回收废弃物进行分类回收处理,对危险废弃物单独存放、委托专业机构处置,避免环境污染。通过工艺优化减少废弃物产生量,探索废弃物资源化路径,如部分有机废弃物经处理后用于生物质能源生产,实现废弃物减量化、无害化、资源化,助力绿色生产闭环。

2.4 工艺流程的绿色化改造

工艺流程的绿色化改造是医药工业建筑绿色节能的核心环节,通过优化生产工艺与设备配置,从源头降低能耗与污染物排放。工艺优化方面,替代高能耗、高污染生产环节,采用绿色催化技术、连续化生产工艺替代传统间歇式工艺,减少反应时间与能源消耗,降低污染物生成量。设备升级方面,选用高效节能型生产设备与辅助设施,替换老旧高耗能设备,如采用节能型干燥机、离心机,降低设备运行能耗;优化管线布局,减少物料输送过程中的能源损耗与物料浪费。同时,引入过程分析

技术(PAT),实时监测生产过程中的能耗、物耗及污染物排放数据,精准调控工艺参数,实现能耗与环保指标的动态优化。另外,推动上下游工艺协同绿色化,整合原料预处理、成品加工、废弃物处理等环节,构建全流程绿色生产体系,兼顾生产效率与节能环保目标。

3 绿色节能设计在医药工业建筑中的推广障碍与对策

3.1 主要障碍分析

3.1.1 经济性矛盾

经济性矛盾是绿色节能设计在医药工业建筑推广中的核心障碍,主要表现为前期投入与短期收益的失衡。绿色节能技术与材料的采购、施工成本显著高于传统方案,如高性能围护结构材料、智能调控系统、污水处理设备等,需额外投入大量资金,增加企业初期建设成本。而绿色节能带来的收益多体现在长期运营阶段,如能耗降低、水资源节约、环保成本减少等,投资回报周期通常长达5-8年,甚至更久^[9]。医药行业市场竞争激烈,企业更注重短期经济效益与生产扩张,对长期节能收益的关注度不足,尤其中小型医药企业资金实力有限,面对高额前期投入,往往选择放弃绿色节能设计,优先保障生产能力与现金流稳定,形成“投入高、回报慢”的推广瓶颈。

3.1.2 技术性挑战

技术性挑战主要源于绿色节能技术与医药生产需求的适配不足及技术应用成熟度欠缺。一方面,部分绿色节能技术在医药工业建筑中的应用场景有限,现有技术多针对普通建筑研发,难以完全适配医药洁净车间的严苛环境要求,如自然通风技术无法满足无菌车间的洁净度标准,部分节能设备运行过程中可能产生污染物,影响产品质量。另一方面,绿色节能技术与医药生产工艺的融合度较低,缺乏针对性的集成化解决方案,技术应用过程中易出现与生产流程冲突、运行不稳定等问题。行业内缺乏专业的绿色节能技术人才,既懂医药生产工艺与合规要求,又精通绿色建筑技术的复合型人才稀缺,导致技术方案设计、施工安装、后期运维等环节存在短板,影响绿色节能效果的充分发挥。

3.1.3 制度性缺陷

制度性缺陷为绿色节能设计的推广提供了不利的政策环境,主要体现在标准体系、激励机制与监管制度的不完善。标准体系方面,目前绿色建筑相关标准与医药行业GMP标准衔接不畅,部分绿色节能措施缺乏明确的合规性依据,企业在应用过程中面临合规风险,且不同地区、不同细分领域的标准不统一,增加了方案设计与实施难度。激励机制方面,针对医药工业建筑绿色节能的专项激励政策不足,现有优惠政策多适用于通用型绿

色建筑,针对性不强,且政策覆盖范围有限,中小型企业难以享受。监管制度方面,对医药企业建筑能耗与环保指标的监管力度不足,缺乏常态化的能耗监测与评估机制,企业绿色节能改造的外部约束不强,部分企业存在侥幸心理,缺乏主动推广绿色节能设计的动力。

3.2 应对策略建议

3.2.1 完善碳交易机制,给予绿色医药建筑税收优惠

完善政策激励体系是破解经济性矛盾的关键,需通过碳交易与税收优惠双重举措,降低企业绿色节能改造的成本压力。碳交易机制方面,将医药工业建筑纳入碳交易市场,明确绿色医药建筑的碳减排核算标准与交易规则,允许企业将节能改造产生的碳减排量转化为碳资产进行交易,拓宽企业收益渠道,缩短投资回报周期。税收优惠方面,出台针对绿色医药建筑的专项税收政策,对采用绿色节能设计的医药建筑项目,给予建设期契税、房产税减免,运营阶段企业所得税优惠;对购置节能设备、投入绿色技术研发的企业,允许其享受研发费用加计扣除、固定资产加速折旧等政策。建立政策落地保障机制,简化优惠申请流程,确保政策精准触达企业,尤其加大对中小型医药企业的扶持力度,激发企业推广绿色节能设计的积极性。

3.2.2 建立绿色技术数据库与供应商平台

针对技术性挑战,需构建专业化的技术支撑体系,通过绿色技术数据库与供应商平台,实现技术与需求的精准匹配。绿色技术数据库由行业协会、科研机构牵头搭建,收录适配医药工业建筑的绿色节能技术、材料、设备信息,明确技术适用场景、节能效果、合规性依据及应用案例,为企业提供标准化的技术参考。同时,建立技术评估机制,组织专家对入库技术进行动态审核与更新,淘汰成熟度低、适配性差的技术,推广先进适用的创新技术。供应商平台则整合优质绿色技术供应商、施工单位、运维企业资源,搭建供需对接桥梁,为医药企业提供一站式服务,降低技术选型、采购、施工的成本与风险^[4]。另外,鼓励科研机构与企业开展产学研合作,针对性研发适配医药生产需求的绿色节能技术,提升技术

融合度与应用成熟度。

3.2.3 引入合同能源管理(EMC)模式降低风险

引入合同能源管理(EMC)模式,可有效分担企业绿色节能改造的资金与技术风险,加速技术推广落地。该模式下,由专业的EMC服务公司承担绿色节能项目的前期投资、方案设计、施工安装、运维管理等全部工作,医药企业无需投入自有资金,仅需按照合同约定,将项目运行后产生的部分节能收益支付给服务公司,实现“零投资、稳收益”。EMC服务公司凭借专业的技术能力与丰富的运维经验,可精准匹配医药企业的生产需求与节能目标,优化方案设计,保障节能效果与生产合规性。合同期内的设备运维、技术更新由EMC服务公司负责,降低企业的运维成本与技术风险。鼓励金融机构为EMC服务公司提供专项信贷支持,拓宽资金来源渠道,降低服务公司的融资成本,推动EMC模式在医药行业的广泛应用,破解绿色节能推广的资金与风险瓶颈。

结束语

绿色节能理念在医药工业建筑设计中的应用是行业可持续发展的必然趋势。尽管面临经济性矛盾、技术性挑战和制度性缺陷等推广障碍,但通过完善碳交易机制、建立绿色技术数据库与供应商平台、引入合同能源管理模式等应对策略,可有效降低企业绿色节能改造的成本与风险,提升技术适配性与应用效果。未来,随着政策支持与技术创新的不断推进,绿色节能理念将在医药工业建筑中得到更广泛的应用。

参考文献

- [1]杨文斌,曲秉直.绿色建筑理念在养老建筑设计中的应用研究[J].建筑技术开发,2023,50(08):153-155.
- [2]李欣.绿色建筑理念在建筑设计中的应用[J].滁州职业技术学院学报,2023,22(02):63-67.
- [3]李波.试论绿色建筑设计理念在建筑设计中的整合与应用[J].陶瓷,2023,(06):156-158.
- [4]霍振华.绿色建筑设计理念在工业建筑设计中的体现[J].建材发展导向,2025,23(07):124-126.