

消毒供应中心蒸汽消耗控制对节能降耗效果的影响研究

黄紫朋

新疆医科大学第二附属医院消毒供应室 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】：消毒供应中心作为医疗机构蒸汽消耗的核心区域，其蒸汽利用效率直接关联整体节能降耗水平。通过对多所医疗机构消毒供应中心的蒸汽使用数据进行采集分析，结合设备优化、流程改进及智能监控系统应用等控制措施的实施效果观察，发现科学的蒸汽消耗控制可使消毒供应中心蒸汽浪费率降低 20%—30%，单位器械消毒能耗显著下降，同时减少因蒸汽过量使用导致的设备损耗与环境散热负荷。研究表明，合理的蒸汽消耗控制不仅能直接降低医疗机构能源成本，还能推动医疗服务体系绿色低碳转型，为行业节能降耗提供切实可行的实践路径。

【关键词】：消毒供应中心；蒸汽消耗控制；节能降耗；医疗节能；能耗优化

DOI:10.12417/2705-098X.26.06.034

引言

当前医疗行业绿色发展进程不断加快，能源消耗成本攀升与环保要求提高的双重压力，使医疗机构节能降耗工作成为重点关注领域。消毒供应中心承担着全院复用器械的消毒灭菌任务，蒸汽作为其核心能源，消耗量占机构总蒸汽用量的 35%以上，其消耗管控的有效性直接影响整体节能目标的实现。以往多数医疗机构对消毒供应中心蒸汽使用的关注多集中于满足灭菌效果，对消耗优化的重视不足，导致能源浪费现象普遍存在。深入探究蒸汽消耗控制策略，挖掘其在节能降耗中的潜力，既能为医疗机构降低运营成本提供支撑，也能为医疗行业绿色转型提供关键实践参考。

1 消毒供应中心蒸汽消耗现状与关键影响因素分析

从当前多所二级及以上医疗机构消毒供应中心的实际运行情况来看，蒸汽消耗呈现总量偏高且浪费问题显著的特点，其蒸汽用量在机构总蒸汽消耗中占比可观，部分配备老旧设备的机构这一占比更高，同时普遍存在不合理消耗现象。具体表现为：灭菌器在空载预热阶段，蒸汽阀门通常处于持续开启状态，每天由此产生的无效蒸汽消耗达到一定规模；在器械清洗消毒流程中，多台设备往往未根据实际负荷进行统筹启动，频繁出现“小批量多批次”的运行模式，导致蒸汽利用效率处于较低水平；此外，冷凝水回收系统存在明显缺陷，大量高温冷凝水直接被排放，不仅造成蒸汽热能的严重浪费，还额外增加了后续污水处理的负荷^[1]。

深入分析这些问题背后的原因，可归纳为三个关键影响因素：一是设备运行参数管控方式较为粗放，多数医疗机构仍依靠人工手动设定灭菌温度、压力等关键参数，未能根据器械的材质特性、实际数量进行动态调整，进而导致蒸汽输入量远超实际需求；二是流程各环节之间衔接存在断点，清洗、消毒、灭菌等工序缺乏高效协同调度机制，设备时常处于等待或空转状态，使得蒸汽持续供应时间被不必要延长；三是蒸汽监控与计量体系存在明显缺失，众多基层医疗机构未安装专门的蒸汽计量仪表，无法对各设备的蒸汽消耗情况进行实时监测，导致

浪费问题难以及时发现并整改，进一步加剧了蒸汽消耗的无序性。

2 消毒供应中心蒸汽消耗控制的核心实施路径

2.1 灭菌设备蒸汽参数的精准化优化

针对消毒供应中心核心灭菌设备，需开展蒸汽参数的系统性调试与优化，构建基于器械特性的动态参数调控体系。

(1) 灭菌器负载适配性参数设定：首先组织技术人员与临床科室协作，梳理全院常用复用器械的类型、材质及使用频次，建立“器械类型-负载量-蒸汽参数”对应数据库，其中针对不锈钢手术器械，明确在负载量达到灭菌器腔体容积 60%—70%时，将灭菌温度设定为 132℃、工作压力维持在 205.8kPa，预真空次数调整为 3 次；针对塑料材质内窥镜器械，在负载量控制在 50%以内时，灭菌温度降至 131℃、工作压力调整为 198.6kPa，预真空次数保持 2 次，同时细化预真空阶段的压力梯度，将抽真空速率从原有 10kPa/s 优化为 8kPa/s，避免因压力骤降导致器械损伤与蒸汽浪费。

(2) 设备管路系统的节能改造：先对消毒供应中心所有灭菌器的蒸汽主管路及分支管路进行保温升级，施工时先清理管路表面的锈迹与油污，然后包裹 50mm 厚的耐高温玻璃棉，玻璃棉接缝处采用耐高温胶带密封，外层再包裹 0.5mm 厚的铝箔反射层，反射层搭接宽度不小于 50mm，并用不锈钢喉箍固定，确保管路散热损失控制在最低范围。接着逐一更换各灭菌器的传统浮球式疏水阀，统一采用热静力型疏水阀，根据不同灭菌器的运行周期特性，通过调试将疏水阀开启温度设定为 100-105℃、关闭温度设定为 80-85℃，同时在每台疏水阀的出口端加装直径 20mm 的冷凝水回收支管，支管通过三通接头与中心冷凝水回收主管连接，将温度高于 90℃的冷凝水直接引入锅炉补水系统^[2]。此外，对灭菌器腔体与蒸汽管路的连接部位进行密封改造，拆除原有石棉垫圈，更换为耐 150℃高温的硅橡胶密封垫圈，更换时确保垫圈与法兰面完全贴合，螺栓按对角线顺序均匀拧紧，且每 3 个月安排专业人员使用压力检测仪

器对密封部位进行密封性检测，发现渗漏及时更换垫圈。

(3) 预热阶段的智能化管控：引入预热联动控制模块，将灭菌器预热程序与器械装载进度相关联。通过传感器实时监测器械装载情况，待器械达到预设装载量后，自动启动预热流程，杜绝空载预热阶段的无效蒸汽消耗；同时，设定预热温度阈值，当设备腔体温度达到灭菌所需基础温度时，自动调整蒸汽输入量，维持腔体恒温状态，减少蒸汽过量输入。

2.2 清洗消毒流程的集约化重构

以“降本增效、减少冗余”为原则，对消毒供应中心清洗消毒全流程进行重组，优化工序衔接，提升蒸汽利用效率。

(1) 器械分类清洗的批次优化：建立器械分类归集机制，按照器械使用科室、灭菌要求及处理流程，对回收器械进行统一分类，避免因器械混杂导致的“重复处理”或“过度处理”。例如，将外科手术器械与口腔科器械分开归集，根据两类器械的清洗需求，分别设定清洗机的蒸汽加热温度与清洗周期，实现同类型器械批量处理，减少设备启停次数，降低蒸汽消耗。

(2) 清洗-消毒-灭菌工序的协同调度：搭建工序衔接调度平台，通过物联网技术实时共享各设备运行状态（如清洗机完成时间、灭菌器空闲时段）。当清洗机完成器械清洗后，调度系统自动通知转运人员及时将器械转运至灭菌器，避免清洗后的器械长时间存放导致二次污染，同时减少灭菌器等待器械的空转时间，降低蒸汽无效消耗^[3]。

(3) 辅助设备的蒸汽利用优化：对干燥机、预热槽等辅助设备的蒸汽供应系统进行改造，采用蒸汽分压控制技术，根据设备实际运行需求分配蒸汽压力。例如，干燥机在初始升温阶段需较高蒸汽压力，待达到设定温度后，自动切换至低压蒸汽维持温度，避免全程高压蒸汽供应造成的浪费；同时，将辅助设备的蒸汽排气与预热槽加热需求相结合，通过余热回收管路将干燥机排出的高温蒸汽引入预热槽，为预热槽提供热源，实现蒸汽热能的梯级利用。

2.3 智能监控与预警体系的搭建

依托数字化技术构建蒸汽消耗全流程监控体系，实现蒸汽用量的实时监测、异常预警与数据追溯，为蒸汽消耗控制提供数据支撑。

(1) 蒸汽计量设备的精准部署：在消毒供应中心蒸汽总进气管路及各主要设备（灭菌器、清洗机、干燥机）的蒸汽进气管路上安装智能蒸汽流量计，选用高精度涡街流量计或差压式流量计，确保蒸汽用量数据采集的准确性。流量计需具备实时数据传输功能，可将采集到的蒸汽流量、压力、温度等数据实时上传至监控平台，实现各设备蒸汽消耗的单独计量与总量统计。

(2) 实时监控平台的功能构建：搭建蒸汽消耗监控管理平台，平台具备数据可视化、异常预警、报表生成等功能。通

过平台可实时查看各设备蒸汽消耗曲线、单位时间蒸汽用量及累计用量，直观掌握蒸汽消耗动态；同时，设定蒸汽消耗阈值，当某设备蒸汽用量超过阈值或出现异常波动（如蒸汽流量突然骤增、持续居高不下）时，平台自动发出声光预警，并通过短信或系统消息通知管理人员，便于及时排查问题（如蒸汽泄漏、设备故障）^[4]。

(3) 数据追溯与分析机制的建立：建立蒸汽消耗数据追溯系统，对每日、每周、每月的蒸汽消耗数据进行存储与归档，形成历史数据库。通过数据分析模块对历史数据进行趋势分析，识别蒸汽消耗的高峰时段与低谷时段，结合消毒供应中心工作负荷（如器械处理量、手术量）分析蒸汽消耗与工作负荷的关联性，为优化蒸汽供应方案提供依据。例如，通过分析发现某时段手术量较少、器械处理量低，但蒸汽消耗仍较高，可进一步排查该时段设备运行参数是否合理、是否存在设备空转等问题，针对性制定改进措施，持续优化蒸汽消耗控制效果。

3 消毒供应中心蒸汽消耗控制的节能降耗效果验证与效益评估

3.1 节能降耗效果的量化验证

选取某三甲医院消毒供应中心作为试点对象，在实施蒸汽消耗控制措施（含灭菌设备参数优化、清洗消毒流程重构、智能蒸汽监控系统搭建）前后，各开展6个月的连续数据监测，通过核心能耗指标的对比分析，量化验证控制措施的实际效果。

监测数据显示，实施前该中心月均蒸汽消耗量为192吨，因灭菌器空载预热、蒸汽管路泄漏、参数设定不合理等问题，月均蒸汽浪费量达45吨；实施控制措施后，通过灭菌器负载适配性参数调整、管路保温改造及预热联动管控，月均蒸汽消耗量降至135吨，浪费量减少至12吨，蒸汽利用效率显著提升。在单位器械能耗方面，实施前每千件复用器械灭菌需消耗蒸汽0.85吨，实施后通过批次优化与余热回收，单位能耗降至0.52吨，能耗强度大幅降低。同时，灭菌器单次灭菌的平均加热时长从实施前的50分钟缩短至36分钟，减少了设备持续蒸汽输入的时间成本。为直观呈现效果差异，将核心指标整理如表1。

表1 某三甲医院消毒供应中心蒸汽消耗控制实施前后效果对比表

指标类型	实施前	实施后	变化幅度
	(月均/单次)	(月均/单次)	
月均蒸汽消耗量(吨)	192	135	下降 29.7%
月均蒸汽浪费量(吨)	45	12	下降 73.3%
单位器械灭菌蒸汽消	0.85	0.52	下降 38.8%

耗量(吨/千件)			
灭菌器单次灭菌平均 加热时长(分钟)	50	36	缩短 28.0%

注：续表 1。

3.2 多维度效益评估

从经济、运营、环境三个核心维度，结合试点数据开展综合效益评估，为蒸汽消耗控制措施的推广提供实证支撑。经济效益方面，以当地工业蒸汽单价 240 元/吨计算，实施前该中心月均蒸汽费用为 4.61 万元，实施后降至 3.24 万元，月均节省蒸汽成本 1.37 万元，年均节省费用达 16.44 万元。同时，因蒸汽管路泄漏减少、设备参数稳定，灭菌器密封件、蒸汽阀门等易损部件的维修频次从实施前的月均 2.5 次降至实施后月均 0.7 次，年均减少维修费用约 4.2 万元，整体经济收益显著。运营效益方面，流程重构后器械清洗-消毒-灭菌的周转周期从实施前的 30 小时缩短至 21 小时，提升了临床器械供应效率，减少了科室备用器械储备量；智能监控系统实现蒸汽消耗异常实

时预警，故障排查时间从实施前的平均 5 小时缩短至 1.1 小时，降低了运营管理成本，提升了消毒供应中心的工作效能。环境效益方面，依据蒸汽生产碳排放系数（按标准煤燃烧核算，每吨蒸汽对应碳排放 0.82 吨 CO₂），实施后该中心月均减少蒸汽消耗 57 吨，月均减少碳排放 46.74 吨，年均减少碳排放 560.88 吨，为医疗机构落实“双碳”目标提供了可行路径，契合医疗行业绿色低碳发展要求。

4 结语

消毒供应中心蒸汽消耗控制对医疗机构节能降耗具有不可替代的关键作用。研究通过分析现状、明确路径、验证效果，证实科学的蒸汽消耗控制可显著降低能源浪费，兼具经济与环境效益。在医疗行业绿色转型背景下，这一研究为行业提供了可复制的能耗优化方案。未来可进一步探索蒸汽与其他能源的协同管控模式，结合数字化技术提升控制精度，推动消毒供应中心能源管理向更高效、更低碳的方向发展，助力医疗服务体系实现可持续发展目标。

参考文献：

- [1] 王云,黄琼,张洁,等.集束化管理模式在消毒供应中心的应用效果观察[J].中国消毒学杂志,2025,42(08):613-616.
- [2] 袁安昊.医院消毒供应中心清洗消毒及灭菌设备的管理与维护[J].中国设备工程,2024,(04):50-52.
- [3] 楼丽琼,张维晶,赵鹏,等.消毒供应中心各区域空气调节特点及方案设计探析[J].中国医院建筑与装备,2022,23(09):19-22.
- [4] 任臻.医院中心消毒供应室蒸汽供应设计分析[J].中国医院建筑与装备,2022,23(07):62-64.