

能源托管 + 智慧后勤打造绿色环保示范标杆，赋能医院高效节能发展

南方医科大学珠江医院

为了促进我院后勤管理高质量发展及数字化转型，构建安全可靠、绿色清洁、低碳高效、智慧灵活的现代能源体系，通过引入第三方综合能源服务公司投资为我院提供锅炉置换建设、用能安全及可靠性提升改造、综合节能改造、智慧后勤管理平台建设、专业运营值守服务等一揽子综合能源服务，解决我院配电容量不足、机电设施老旧、安全隐患较多、锅炉尾气排放超标、热水跑冒滴漏等痛点难点，保障能源供应的安全可靠性；提升我院能源综合利用效率，降低万元收入能耗支出，在节能的同时兼顾安全用能和舒适性；全面提升我院后勤信息化、智能化管理水平，在提升服务效率及服务品质的前提下，降低医院运营成本，将我院打造成华南地区大型医院用能安全、可靠、高效、绿色、智慧的智慧能源灯塔项目。

一、案例背景

（一）现存问题及挑战

1. 安全用能方面

- ①西院区配电设施老化，变压器容量不足，无法保障供电的安全可靠性。
- ②燃气蒸汽锅炉作为大型压力容器，且存在燃气泄漏及爆炸的安全隐患，负责全院蒸汽、热水、采暖供应，一旦发生故障，能源供应影响范围大，用能安全性亟需提升。
- ③医院能源系统多且分散，缺乏智能化监测系统，难以实时全面掌握主要用能系统的运行情况，需要临床反馈或人员巡视才能发现问题，容易造成事故处理不及时，运行监测和故障预警手段有待于提升。



2. 绿色清洁用能方面

燃气蒸汽锅炉长期运行和尾气排放，氮氧化物排放严重超标，不符合广东省“蓝天保卫战”政策。

3. 低碳高效用能方面

①部分空调设备老化，效率衰减，缺乏自控系统，无法实时根据末端需求进行能源供应的智能灵活调节，运行效率有待于提升。

②利用燃气蒸汽锅炉生产蒸汽制取生活热水及采暖，存在较大能源损失，制热效率低，且蒸汽输配距离远，跑冒滴漏严重，热量损失大。

③分体空调数量多，缺乏有效地集中控制管理；部分照明灯具仍为传统灯具。

4. 智慧管理用能方面

①缺乏能源管理系统，能源精细化管理相对薄弱（如科室成本分摊缺乏数据支撑、节能指标考核等）。

②缺乏智能化、信息化监测系统，无法对第三方服务供应商能源供应品质进行实时监测、过程监管，服务评价体系缺失，难以保障前端临床的满意度。

重点耗能系统（比如中央空调、净化空调）缺乏能效的监测，无法实时了解设备能效水平（对标其他医院）并及时采取针对性的措施，能耗居高不下。

（二）主要执行团队

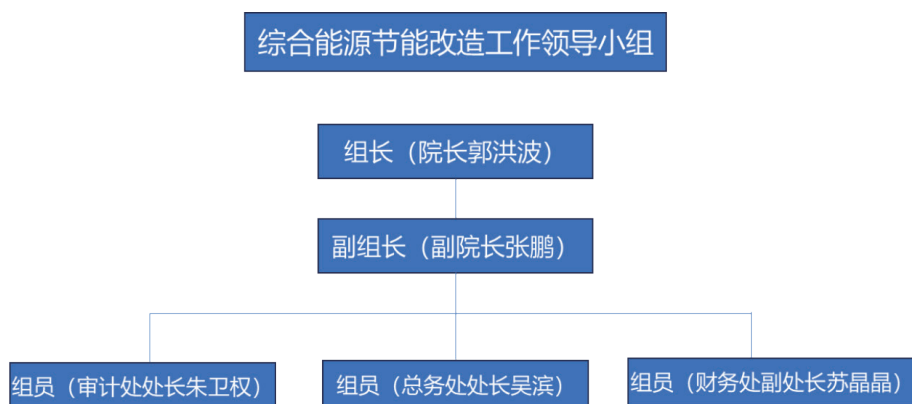


图 1 组织架构图

表 1 团队成员及简介

序号	团队成员	成员简介	成员分工
1	郭洪波	女，中共党员，医院副书记、院长、神经医学研究所教授、博士生导师，《中华神经医学杂志》编辑部主任，国家科技专家库成员，国家及广东省自然科学基金（重点项目）评审专家。	节能工作领导小组组长
2	张鹏	男，中共党员，医院副院长。	节能工作领导小组副组长
3	吴滨	男，中共党员，医院总务处处长。	节能工作领导小组组员
4	朱卫权	医院审计处处长	节能工作领导小组组员
5	苏晶晶	医院财务处副处长	节能工作领导小组组员

二、实践举措

（一）实施路径

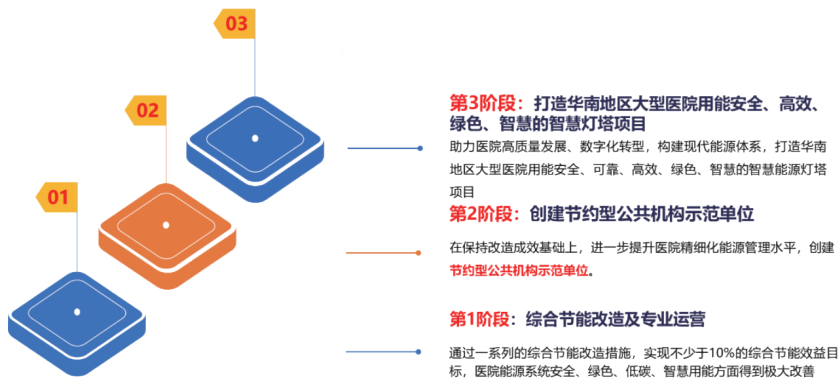


图 2 建设目标



图 3 技术路径



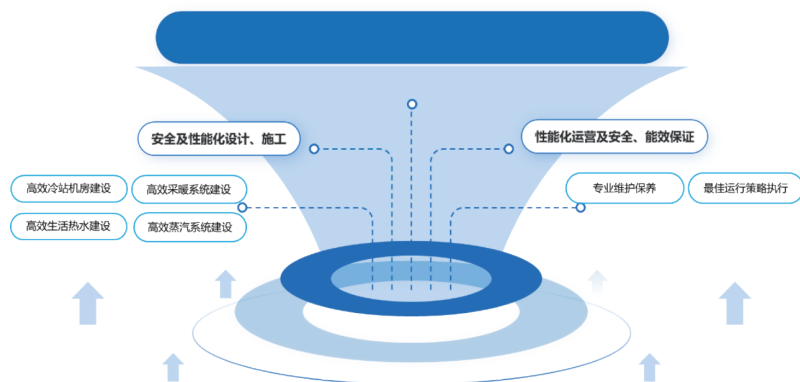


图 4 实施路径

（二）具体举措

1. 安全用能提升

1.1 用电安全提升

①西院区配电房增容改造

基于西院区现有负荷情况，结合医院未来规划，对西院区进行增容改造（总装机容量为5700kVA），对原有老旧配电设备更换，建设智能配电房。

②厨房配电柜升级改造

将厨房老旧配电柜进行更换升级，提升厨房用电的安全可靠性。

③维修队周边架空线路改造

将维修队周边的老旧且存在较大安全隐患的总配电箱及敷设至楼栋的电缆进行更换，并重新规范电缆敷设路由。

④UPS 更换升级改造

将重点用电保障科室的老旧UPS进行更换，提升用电的安全可靠性。

⑤线缆甄别及故障隐患排查

⑥配电房优化整改

⑦电力负荷优化

1.2 热水供应安全提升

①学生宿舍热水供应安全性提升

通过采用热泵系统置换原有的老旧电热水器，实现集中热水供应，提升学生宿舍热水供应的



安全可靠。

②热水供水立管升级改造

将住院楼冷热水立管全部进行更换，解决冷热水立管漏水，保温失效、热水耗损严重等问题，提升热水供应可靠。

1.3 供冷安全可靠提升

礼堂中央空调更换升级。将水冷风柜主机及配套冷却塔进行更换，解决设备老化、故障率高等问题，提升礼堂供冷的安全可靠。

2. 高效低碳用能提升

2.1 能源系统运行调适

对现有的锅炉蒸汽、配电、空调、通风、生活热水、照明等系统进行综合诊断及调试，使各能源系统运行状态达到最优。

2.2 高效冷站机房建设

参照国内外顶级高效冷站建设标准（ $EER \geq 5.0$ ），建设“一级能效”高效冷站机房，在保证医院中央空调系统供冷安全可靠性的基础上，提升冷站综合运行效率，减少空调冷源能耗。

2.3 中央空调管网系统升级改造

各冷冻水系统环路阀门动作调试及水力平衡调试，并加装电动阀及水力平衡装置。

2.4 空调末端舒适性提升改善

对医院末端空调系统、通风系统进行优化调适，提升医院空调末端、通风系统运行工况水平及环境品质。

2.5 照明节能改造

医院西院区内传统灯具（含白炽灯、荧光灯、节能灯、吸顶灯等）升级改造为 LED 灯具。

3. 绿色清洁用能提升

3.1 热泵系统就地置换（热水）

采用高效热泵机组完成对燃气蒸汽锅炉的电能清洁替代，实现医院全天 24 小时热水供应，提升医院病患及医护人员的舒适性。

3.2 电锅炉就地置换（采暖）

采用电热水锅炉完成对燃气蒸汽锅炉的电能清洁替代，实现冬季电能清洁供暖。



3.3 蒸汽发生器就地置换（蒸汽）

采用电蒸汽发生器完成对燃气蒸汽锅炉的电能清洁替代，实现全年电能清洁蒸汽供应。

4. 智慧管理用能提升

建立能源管理系统，满足医院对于日常用能精细化管理的需求。对家属区及科室安装智能电表，实现家属区及科室用电量的远程抄表计量，便于医院对科室成本的分摊，从建筑和业态两个维度对医院的用电情况进行精细化管理，对配电房各个配电回路加装智能电表，实现照明、空调、动力、医疗设备等分项计量，为医院节能减排工作提供方向指引及数据支撑。

建立运行监测管理系统，实现对中央空调冷站机房、配电房、热泵系统、蒸汽系统等用能设备及设施运行状态的实时监测、故障预警及分析，在保障医院用能的安全可靠性的前提下，实现机房可无人值守。

（三）资源配置

1. 组织保障

为深入开展公共机构节约能源资源工作，严格控制能源消耗总量，提高节能意识，结合医院现状，成立了以王书记、高院长主导的综合能源专项工作小组，并制定我院能源管理的各项规章制度，完善工作机制，促进医院能源机构管理持续发展，定期向全院教职工开展节能宣传、教育培训，将节能降耗工作切实落到实处。

2. 制度保障

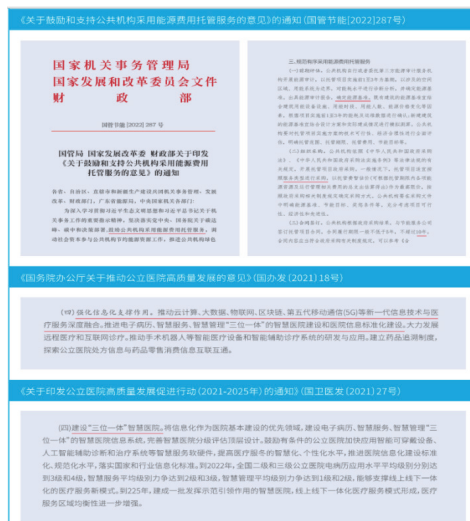


图 5 国家相关政策支持文件



3. 财力保障

采用能源费用托管型合同能源管理模式引入第三方综合能源服务供应商，由第三方供应商投资实施锅炉置换建设、用能（含配电、热水及供冷等）安全及可靠性提升改造、综合节能改造、智慧后勤管理平台建设、专业运营值守服务等一揽子综合能源节能改造。

4. 物力保障

为了保障项目实施改造过程医院能源供应的安全可靠性，不影响医院的正常运营，提供应急发电机、应急发电车、应急备用冷源等。

（四）难点风险

1. 功能重要：医院具有人员密度大、用能系统复杂、医疗电气设备多、基础设备运行时间长、环境要求特殊等特点，能源系统安全性、可靠性、稳定性高，因而能源系统保障工作要求高。另一方面，高品质室内环境、就医环境的舒适性对于病人疗养恢复健康是非常重要的，不可能通过降低热舒适性的标准来达到节能的目的。

2. 改造难度大：任何综合能源改造措施都不能影响我院用能的安全可靠性、稳定性及舒适性，对节能改造实施方案及应急保障措施的安全性、可靠性、稳定性要求很高。

3. 高标准的建设目标，对设计、施工及运维要求高。

4. 配电线路复杂，改造期间需保障用电的安全可靠性。

5. 需保障医疗安全、可靠、稳定运行，锅炉改造过程不能停汽。

6. 改造需做好诊断、调试和运行管理工作。

三、建设成效

1. 通过西院区配电扩容改造及老旧电力设备设施的更新，提升医院供电的安全可靠性。



图 6 投用 20 年以上，存在严重安全隐患且配电容量不足的老旧配电房





图 7 安全、配电冗余充足的智能配电房（改造后）

2. 因地制宜采用热泵、蒸汽发生器、电热水锅炉方式完成对原有老旧、高耗能的燃气蒸汽锅炉的置换改造，医院安全用能、绿色清洁用能、低碳高效用能、智慧用能等全面提升，助力医院高质量发展、数字化转型及构建现代能源体系目标的实现。



图 8 老旧高耗能高污染的燃气蒸汽锅炉（改造前）



图 9 因地制宜采用小型化的热泵、蒸汽发生器、电热水锅炉等方式



进行就近分散清洁置换（改造后）

3. 通过锅炉置换建设、用能（含配电、热水及供冷等）安全及可靠性提升改造等一揽子改造，解决配电容量不足、末端热水管网漏水、供暖不足、末端冷热不均、非 24 小时热水供应等问题，为病患提供非常舒适的医疗环境。

4. 通过燃气锅炉电能清洁替代，改造后实现氮氧化物 0 排放，较改造前每年减少氮氧化物排放约 8t，明显改善周边环境质量。

5. 通过综合能源节能改造，提升医院能源综合利用效率，降低医院万元收入能耗支出，年节约标准煤 1228.82 吨，折算减排二氧化碳排放量 2117.78 吨，助力碳达峰碳中和目标的实现。

综合能源节能改造——高效冷站机房建设：



图 10 冷站机房冷水主机改造前后对比



图 11 冷站机房整体改造前后对比



图 12 冷却塔更新改造前后对比



综合能源节能改造——高效热泵就地置换：

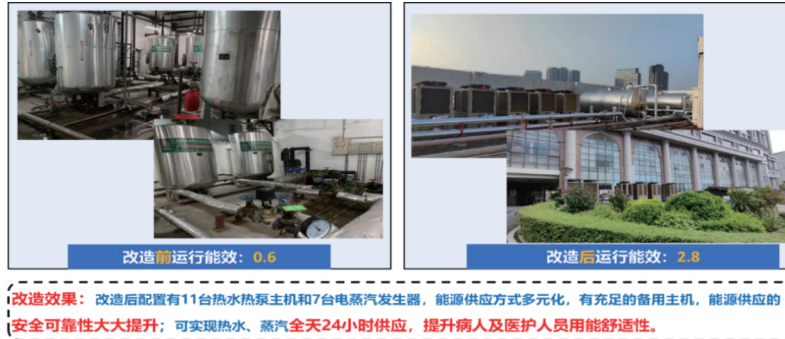


图 13 生活热水改造前后对比

6. 通过智慧后勤信息化系统建设, 实现科室用电的远程抄表计量, 便于医院对科室成本的分摊, 对医院的用电情况进行精细化管理; 通过信息化、智能化等先进管理手段, 解决医院日常巡检人员冗余问题, 运维人员由原有的 31 人缩减至 13 人, 大大节省医院运维人力成本, 在提升后勤精细化管理水平的同时, 科室服务效率、服务品质及满足度得到极大提升。



图 14 智慧后勤运营服务中心



图 15 重点用能设备安全运行实时监测及故障报警



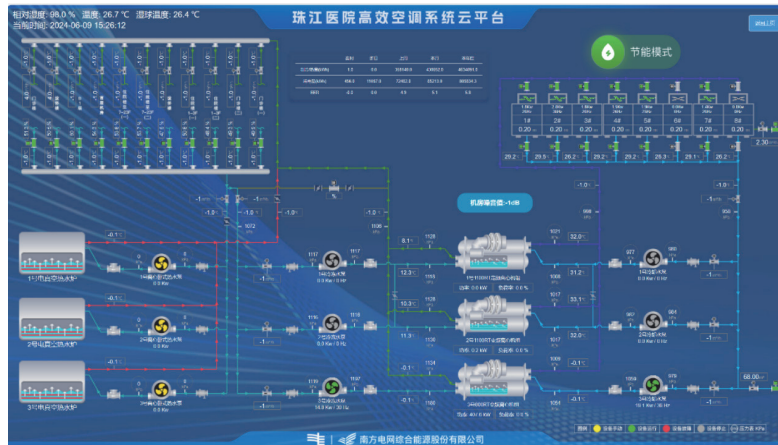


图 16 中央空调冷热源系统能耗及能效实时监测

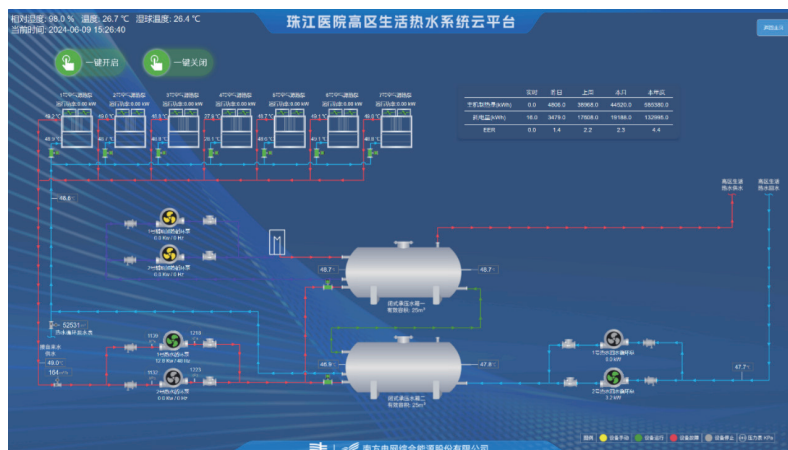


图 17 生活热水系统能耗及能效实时监测

四、经验总结

1. 依托智慧后勤平台 + 管家的综合能源费用托管合同能源管理模式，由专业的第三方综合能源服务供应商投资为医院配电、空调、采暖、热水、蒸汽、照明等能源系统提供一揽子综合能源解决方案，医院 0 投资即可获得安全可靠、绿色清洁、高效低碳、智慧灵活用能等全方面提升，赋能医院高质量发展、数字化转型，构建现代能源体系。

2. 设备安全监测关乎整个医院用能的安全性、可靠性及稳定性，有必要对医院重点用能设备进行安全监测，建立安全预警机制，主动预防，并关联至全网格节点负责人，实现医院设备安全



管理全覆盖。

3. 相较于燃气蒸汽锅炉，小型化就近分散的热泵主机、蒸汽发生器及电热水锅炉等能源供应方式更为多元化，安全保障能力更强；根据末端用户能源需求进行智能灵活调节，供需实时互动，综合运行效率远高于锅炉，降低医院万元收入能耗支出；且无需年检，便于后续运维管理；绿色清洁，符合广州市“蓝天保卫战需求”。

4. 改造实施过程中会涉及停电、停冷、停热水、停蒸汽等，为了保障改造实施中医院能源供应的安全可靠性，不影响到医院的正常运营，改造实施前需制定好相应的保供电、冷、热水及蒸汽的预案。

5. 能源设备的智能化监测控制管理不仅可帮助医院实时监测各用能系统的运行状态、监督能源供应品质是否满足用户需求、事前预警及故障报警，且大大节省医院运维人力成本，在提升后勤精细化管理水平的同时，科室服务效率、服务品质及满足度得到极大提升。

6. 能源费用托管型合同能源管理模式合同期相对较长，为了保证第三方服务商为医院提供长期安全、可靠、稳定、优质的能源提供服务，需明确双方改造及运营界面、改造及运营标准及能源供应品质要求等，并依靠智慧后勤平台对第三方服务进行全过程监管及量化考核，提升服务效率及服务品质。

改造后年节约标准煤 1228.82 吨，年节省综合能耗约 24% 以上。改造后年减少二氧化碳排放量约 2117.78 吨，年减碳量达到约 16% 以上。

表 2 改造前后医院综合能耗对比分析

改造前		
电量 (万 kWh)	燃气量 (万 m ³)	综合能耗 (tce)
3117	85	4961.293
改造后		
电量 (万 kWh)	燃气量 (万 m ³)	综合能耗 (tce)
3037	0	3732.473
改造后节省能耗		
年节省电量 (万 kWh)	年节省燃气量 (万 m ³)	年节省综合能耗 (tce)
80	85	1228.82
备注：电力折标系数：1.229×10 ⁻⁴ 吨标准煤每千瓦时 (tce/kWh) 燃气折标系数：1.33×10 ⁻³ 吨标准煤每立方米 (tce/m ³)		



表 3 改造前后医院全年碳排放量对比分析

改造前		
电量 (万 kWh)	燃气量 (万 m ³)	碳排放量 (tce)
3117	85	12747.285
改造后		
电量 (万 kWh)	燃气量 (万 m ³)	碳排放量 (tce)
3037	0	10629.5
改造后节省能耗		
年节省电量 (万 kWh)	年节省燃气量 (万 m ³)	年减少碳排放量 (tce)
80	85	2117.785

备注：电力二氧化碳排放因子：0.350×10⁻³ 吨二氧化碳每千瓦时 (tCO₂/kWh)
 燃气二氧化碳排放因子：21.621×10⁻⁴ 吨二氧化碳每千瓦时 (tCO₂/kWh)

案例撰稿人：

吴 滨 (总务处处长) 万国成 (总务处水电班班长)

