绿色医院与智慧化运营管理的双效优化策略

丽水市人民医院

目的

通过智慧化、专业化、精细化管理节能与精准节能技改相融合，旨在打造一家高能效、持续节能降碳的绿色医院。

方法

1. 构建绿色医院管理体系，健全机制；2. 组织绿色医院管理培训，促进宣传；3. 满足绿色医院建筑要求，优化设计；4. 运用可再生能源、系统控制、科技环保、能耗数据分析平台等实现节能专业化能源管理，提升能效；5. 运用基于中台 + 微服务架构新一代一体化信息系统、低碳安全运行管理平台、物联网技术等实现节能智慧化管理；6. 实行合理资源配置支撑绿色医院建设、“网格化”监督、信息化监控、节能绩效考核等精细化管理；7. 优化门诊医疗服务流程，提升患者体验。

结果：在绿色医院建设策略中取得了显著成效。

1. 医院万元能耗支出逐年下降平稳，达到国家公立医院绩效考核指标要求。

2.2022 年—2024 年 5 月医院水电能耗下降并持续平稳。

3.2022 年—2024 年 5 月医院用电度数下降平稳。

4.2019 年—2023 年医院水电费用支出下降平稳。

5.2019 年—2024 年 7 月医院空气质量 PM2.5（ug/m3）及优良天数占比（%）平稳。

6.2019 年—2024 年二季度患者满意度（环境因素）明显提升。

7. 医院获得多项荣誉，成为当地绿色医院建设典范。

一、案例背景

（一）绿色医院管理背景及作用意义

1. 环境可持续性的全球共识

随着全球对环境保护和可持续发展的日益重视，减少碳足迹和资源浪费成为了各个行业，包括医疗健康领域的重要目标。医院作为大型公共设施，其日常运营对能源、水和其他资源消耗巨大，因此，推行绿色管理成为响应全球环境倡议的必要行动。

2. 健康与环境的相互作用

研究表明，医院的环境条件直接关系到患者的康复速度和医护人员的工作效率。绿色管理不仅关注外部环境的保护，也致力于创造一个更健康、更舒适的内部环境，比如通过改善室内空气质量、优化声学环境、增加自然光照等方式，从而对患者和工作人员的身心健康产生积极影响。

3. 成本控制与经济效益

绿色管理虽然在初期可能需要较高的投入，但长期来看，通过节能减排、资源循环利用等措施，能够显著降低运营成本，提高医院的财务表现。此外，绿色医院往往能够获得政府补贴、税收优惠等政策支持，进一步增强经济效益。

4. 政策与法规驱动

各国政府纷纷出台相关政策和标准，推动医疗机构向绿色、低碳方向转型。例如，中国在“十四五”规划中明确提出要推进绿色医院建设，要求医院在建设和运营中贯彻绿色理念，实现节能减排目标。

5. 社会与公众期望

当今社会，公众对健康和环保的关注度空前高涨，患者和医护人员越来越倾向于选择那些承诺绿色管理和可持续发展的医疗机构。这种社会趋势促使医院管理者将绿色管理视为提升医院声誉和竞争力的关键策略。

6. 技术与创新

新兴技术和创新方案为绿色医院管理提供了强大支持，如智能能源管理系统、高效能建筑材料、可再生能源解决方案等，使医院能够在不影响服务质量的前提下，实现绿色转型。

7. 行业标准与认证

绿色建筑认证体系，如美国的 LEED、中国的《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378）等，为

医院提供了明确的绿色管理指导原则和评估框架，激励医院不断提升其绿色管理水平。

综上所述，绿色医院管理涉及多层面，反映了医院作为社会重要组成部分，在追求经济效益的同时，也承担着促进环境可持续性和公共健康的重任。

（二）执行团队简介

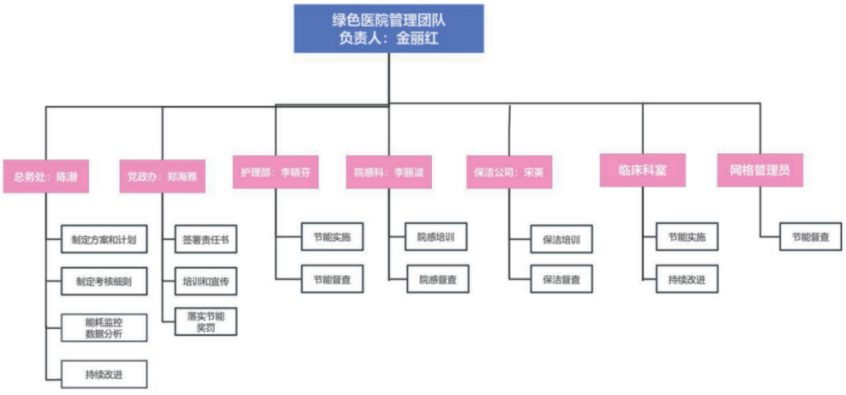

图 1 组织架构图

二、实践举措

（一）实施路径

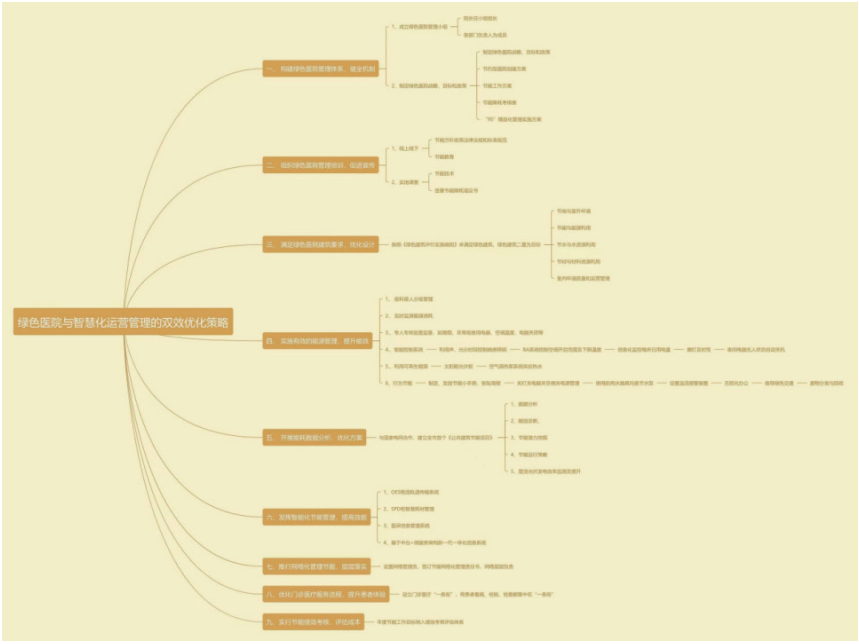

图 2 项目实施路径

（二）具体举措

1. 构建绿色医院管理体系，健全机制

成立由医院高层领导、各部门负责人组成的多部门委员会，委员会涵盖决策、规划、执行、监督和反馈。制定绿色医院战略、目标和政策。制定《绿色医院建设方案》《节约型医院创建方案》《节能工作方案》《节能降耗考核表》《“9S”精益化管理实施方案》等。通过建立闭环式节能管理体系建设，实现“感知—管控—再感知—再管控”的良性循环，深入挖掘节能潜力，通过组织体系的构建，绿色医院管理形成一个自上而下、全员参与的管理网络，凝聚节能工作合力，形成长效节能管理机制。

2. 组织绿色医院管理培训，促进宣传

每季度为员工提供绿色管理相关培训，培训形式有：线上与线下、课堂与实地相结合的方式。广泛宣传节能方针政策法律法规和标准规范，增强节能意识和能源节约的紧迫感和责任感。经常开展节能教育和节能技术培训，培养职工及医患良好的节能、用能习惯。每年签署节能降耗倡议书，提升医护人员的节能意识，确保其行为规范。

3. 满足绿色医院建筑要求，优化设计

按照《绿色建筑评价实施细则》来满足绿色建筑要求，按绿色建筑二星为目标。如节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用、室内环境质量和运营管理。

4. 节能专业化管理

（1）运用可再生能源实现节能专业化管理：①安装 550w 太阳能光伏组件 712 块，空气源热泵系统供应热水，光伏装机容量 391.6 千瓦，年均发电量 38.5 万度，每年可节约标准煤 138 吨，减少粉尘排放量 105 吨，减少二氧化硫排放量 12 吨，减少二氧化碳排放量 384 吨，减少氮氧化物排放量 6 吨。

图 3 屋顶太阳能光伏组件

②采用海绵水城市循环：主要通过设置 LID 设施，对雨水起到下渗、滞留、蓄水、净化、回用、缓排的效果，主要为“雨水花园”应用，年径流控制率达到 75.45%，年径流污染物去除率达到 50.16%；本项目海绵城市总投资在 20 万左右，雨水年回用水量可达到 3764.7m^3。

③采用空气源热泵系统供应热水：医院热水运用热泵工作原理，吸收空气中热量，经过介质的热交换，并压缩成高温气体，通过管理循环系统对水加热，可节电 75%。

图 4 空气源热泵系统

（2）运用系统控制实现节能专业化管理：利用声、光分时段控制病房照明、BA 系统控制空调开启范围及下限温度、信息化监控每床日用电量、熄灯及时性、夜间电脑无人状态自动关机等。

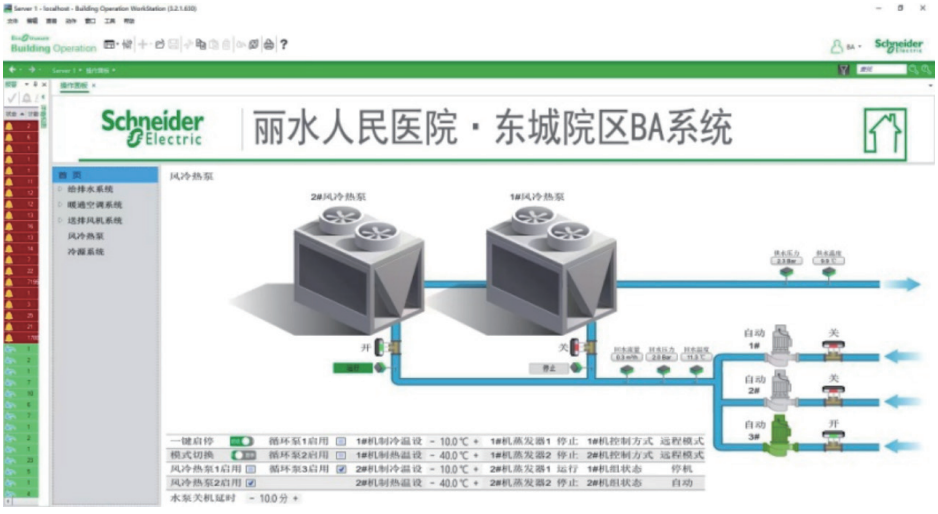

图 5 BA 空调系统控制

（3）运用科技环保实现节能专业化管理：①超低氮冷凝锅炉的推广应用：锅炉低氮排放基本原理是均衡燃烧、降低火焰，温度是核心！烟气冷凝技术使排烟温度＜ 50°C，热效率 106%，采暖回水冷凝 + 空气预热冷凝，NOX 排放下降 65%。②为解决裙楼屋面空调机组设备噪音对附近居民带来的困扰，医院距离周边最短距离仅 45 米，投入 260 余万元进行降噪处理，将噪音从 75 降到 50 分贝，打造环境友好型人文医院。

（4）运用能耗数据分析实现节能专业化管理：与国家电网（丽水）综合能源公司合作，建立全市首个《公共建筑节能项目》，实施电、水、气三大消耗类的数据监测、中断或越限告警、维度用电的专业化、可视化数据分析，数据中屏可监测时间维度（日、月、年），区域维度（站点、楼层、科室）总用电，分项用电，分时段用电统计数据以及用电趋势和排名占比情况。用电计量设备可调整配置计量区域和分类属性，结合楼层布局设计图展示设备实际安装分布效果图一键点击可监测查看用电设备或区域实时状态数据。选择站点 / 区域 / 科室可直接统计生成用电统计概览、分项用电、用电排名、时段用电统计、区域用电细分统计、区域设备历史告警分析以及总结分析等内容报告，同时提供院区用电成本核算参考报表。

图 6 能耗监测平台

5. 节能智慧化管理：

（1）基于中台 + 微服务架构新一代一体化信息系统：系浙西南第一家，引进最先进的中台 + 微服务架构，无限可扩展性，低维护成本，满足一体化建设需求，系统达到患者服务流程化、就诊引导可视化、住院服务闭环化、自助服务多元化、办公区域无纸化。

（2）运用云平台实现节能智慧化管理：建设低碳安全运行管理平台，以过程监控为核心，通过巡检智库、智能终端、大数据系统等，有效规避人员因素造成巡检过程存在的各种问题，实现巡检工作智慧化、数据化。

（3）运用物联网技术实现节能智慧化管理：OES 物流轨道传输系统、智能化物流小车系统，耗资 1600 多万元，物品“极速达”，颠覆传统人工运送，节约运送时长，日均运送量 900—1200 次，节约人力 30—40 人 / 日。

6. 节能降耗精细化管理：

（1）按科按人分级管理：各科室设置专业能源管理员，分配阶段性节能目标任务，对不同功能区域和能耗用途进行分类，便于精准管理，深化节能目标责任。

（2）网格化监督：设置网格管理员，重点关注用水、用电、空调及办公设备的开关。配备节水型用水器具 5346 件，设置溢流报警装置，用水器具漏损率 0%，确保节能监管全覆盖、无死角。

（3）禁止使用非医院批准的电器，共整顿电热水壶、取暖器、电热台板、微波炉等电器 150 余件。

（4）行为节能：鼓励员工及患者参与节能行动，制定并发放节能小手册，张贴节能提示及海报。离开工作区及时关灯关电脑。空调温度冬季不高于 20℃，夏季不得低于 26℃，下班前半小时关闭空调，减少办公设备如电脑、打印机的待机能耗，提倡关闭电源。尽量利用自然光，拒绝“白昼灯”“长明灯”“无人灯”，做到“人走灯灭”。办公环境减少使用一次性水杯。提倡节约用水，所使用的用水器具均是节水型共 5346 件，应用感应式水龙头、低流量水龙头和低流量马桶等。日常注重用水器具维护，指派水电工不定期安排专业水电工对单位的各区域水电设备进行管理维护维修，当前，用水器具漏损率 0%。医院消防水池、水箱等设置溢流报警装置，防止水资源浪费。提倡无纸化办公，通过 OA、钉钉平台、问卷星等信息化途径达到无纸化办公，节约用纸，双面打印复印，设置废纸回收箱以便再利用。

（5）倡导绿色交通：建立交通补贴机制，鼓励员工使用公共交通工具上班，提供停车设施和充电站。

（6）废物分类与回收：建立有效的废物分类系统，鼓励回收利用，减少有害废物产生，按照医院感染管理要求妥善处理医疗废物。

7. 优化门诊医疗服务流程，提升患者体验

设立门诊医疗“一条街”，将患者看病、检验、检查都集中在“一条街”，涵盖了从患者就诊、诊断到治疗的全过程；同时通过引入信息化系统、预约挂号系统等，减少患者等待时间和人力资源消耗，合理安排检查和治疗时间，以降低医疗设备和房间等资源的闲置时间，提高设备利用率。

8. 实行节能绩效考核，评估成本

将年度节能工作目标纳入绩效考核评估体系，节能目标完成情况作为对各科室及其负责人绩效考核评估的内容之一，使节能工作由被动接受变为积极自觉节能。实行科室成本分摊，通过前期技改安装的各类分项计量表格，以月为区间，统计能源消耗量，进而对各用能科室进行用能分摊，以此作为科室自觉节能的动力，有效促进行为节能，养成节约用能的习惯。

（三）资源配置

1. 制度保障

（1）绿色医院标准：参照国内外绿色建筑和医疗机构的标准，制定符合医院特色的绿色医院建设与运营标准。

（2）监管机制：建立健全绿色医院的内部监管机制，定期进行自我督查和第三方审计，确保各项措施得到有效执行。

（3）激励与惩罚机制：设置奖励机制，鼓励员工参与绿色行动；同时，对于违反绿色医院规定的行为，设定相应的惩罚措施。

2. 人力资源保障

（1）设立专门团队：成立绿色医院管理小组，院长亲自担任管理小组组长。负责规划、实施和监督绿色医院的各项措施。

（2）岗位职责明确：在医院各部门中明确绿色运营的相关职责，确保每项绿色举措都有专人负责。

（3）专业培训：定期对医护人员和后勤人员进行环保知识和绿色医院管理的培训，提升其意识与技能。

3. 财务资源保障

（1）预算分配：在年度预算中设立绿色医院专项基金，用于绿色设施的建设、更新及维护。

（2）成本效益分析：对绿色项目进行成本效益评估，确保资金的有效利用。

（3）外部资金申请：探索政府补助、绿色基金等外部资金来源，增加绿色医院项目的资金支持。

4. 物资资源保障

（1）绿色采购政策：制定并执行绿色采购指南，优先选择环保材料、节能设备和可循环利用的产品。

（2）废物管理系统：建立高效的医疗废物分类、回收和处理系统，减少环境污染。

（3）能源管理：采用节能灯具、BA 空调开启与温度控制系统、声 / 光分时段病房照明控制系统及智能能源管理系统，降低能耗。并与国家电网合作实时实地监控用电数据。

（4）物流管理：采用 OES 物流轨道传输系统，用于传送标本、药品、报告、器械等物品，物品“极速达”，大大降低了人力及时间成本。

（5）耗材管理：采用 SPD 柜精准精细管理耗材，降低空间和时间成本，避免过期耗材浪费和对患者造成伤害。

（6）智慧化信息系统：引进最先进的中台 + 微服务架构，无限可扩展性，低维护成本，满足一体化建设需求。

通过上述各方面的综合保障，可以有效推动绿色医院的建设和管理，实现环境友好型医疗服务的目标。

（四）难点风险

1. 技术与设施挑战

（1）高成本：绿色技术如高效能建筑结构、可再生能源系统、智能楼宇管理系统等前期投资成本较高。获取绿色建筑或环保管理体系认证可能需要额外的成本和努力。（2）维护复杂性：绿色设施的维护可能需要更专业知识和技能，增加了管理难度。

2. 运营管理困难

（1）流程调整：将传统流程转变为更环保的流程需要时间和资源，且可能遇到内部阻力。

（2）废弃物管理：医疗废弃物的正确分类、储存和处置需要严格遵守法规，防止污染和交叉感染。

（3）资源优化：在保证医疗服务质量的同时，最大化资源利用效率，如水、电、医疗用品等

（4）供应链管理：绿色采购到可靠的绿色产品和服务供应商可能具有挑战性。

3. 文化和行为转变困难

（1）员工教育与培训：提高所有员工的环保意识，使其成为日常工作的组成部分。

（2）患者和公众接受度：部分患者和公众可能对绿色医院的理念和实践缺乏理解或支持。

（3）行为改变：鼓励节能减排、垃圾分类等行为的改变可能需要时间，并面临习惯性的挑战。

4. 经济可行性不可确定性

（1）回报周期长：绿色改造或新建项目的经济效益往往需要较长时间才能显现。

（2）资金获取：获得足够的资金支持绿色项目可能困难，尤其是在财政紧张的情况下。

面对这些挑战，绿色医院需要制定全面的策略，包括加强培训、政策倡导、技术创新、成本控制以及与政府、供应商的合作，以克服管理上的难点和风险，确保绿色医院的可持续发展。

三、建设成效

在绿色医院建设管理策略中取得了显著成效，具体成效如下：

1. 医院万元能耗支出逐年下降至平稳（单位：元/万元），达到国家公立医院绩效考核指标要求。

图 7 近 5 年万元能耗支出趋势图

2.2022 年—2024 年 5 月医院水电能耗下降并持续平稳（单位：吨标准煤）。

图 8 近 3 年水电能耗支出趋势图

3.2022 年—2024 年 5 月医院用电度数下降平稳（单位：度电）。

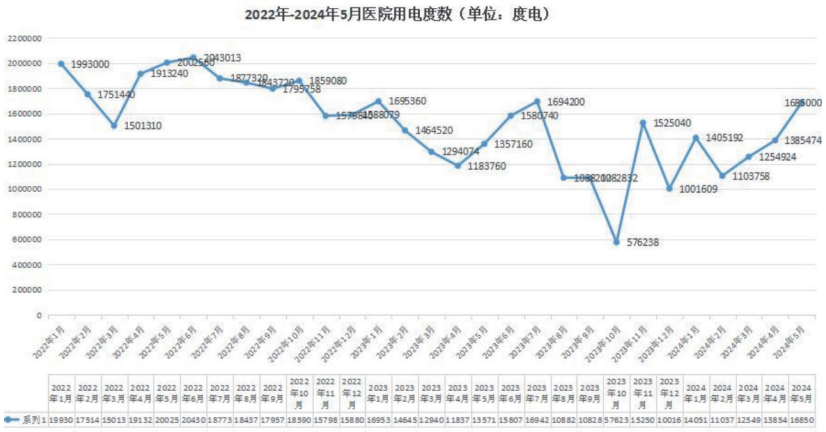

图 9 近 3 年用电度数趋势图

4.2019 年—2023 年医院水电费用支出下降平稳（单位：元）。

图 10 近 5 年水电费用支出趋势图

5.2019 年—2024 年 7 月医院空气质量 PM2.5（ug/m3）及优良天数占比（%）平稳。

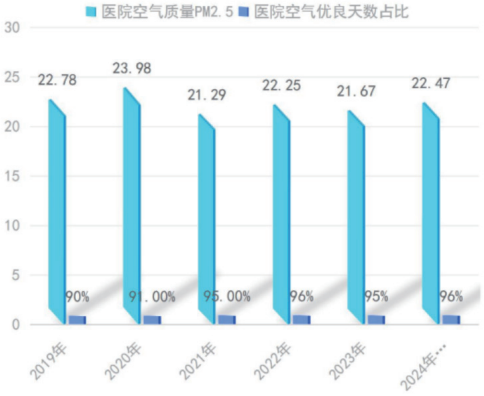

图 11 近 5 年医院空气质量 PM2.5（ug/m3）及优良天数占比（%）

6.2019 年—2024 年二季度患者满意度（环境因素）持续维持在 95% 以上。

7. 医院获得的荣誉：医院被评为国家级节约型公共机构示范单位、全国医药卫生文明先进集体、全国模范职工之家、第八季改善医疗服务行动全国医院擂台赛优秀案例、省五一劳动奖状、省文明单位、省社会综合管理先进单位、杭州市优秀勘察设计成果二等奖、丽水市人民政府文明工作集体嘉奖、丽水市建设工程九龙杯奖、莲都区建设工程画乡杯奖，成为当地绿色医院建设典范。

四、经验总结

绿色医院管理经验分享：将智慧化、信息化、精细化管理节能与精准节能技改相融合，建设可持续节能降碳体系。实时进行能耗数据分析、优化运行方案，不断持续改进。

今后努力方向：进一步深化绿色理念，采用创新技术、优化现有流程，利用物联网、大数据和人工智能（AI）技术，通过可再生能源、碳捕捉和储存技术，在医院创造绿色空间，设计生态友好景观，如园艺疗法和户外景观等，推广循环利用理念，减少资源消耗和废弃物产生，保持与绿色建筑和医疗行业的最佳实践，促进患者身心疗愈。通过这些方向的努力，确保为未来的医疗保健提供一个更加健康、可持续性和环境友好的场所。

案例撰稿人：
金丽红（党委委员）　　陈晓红（护理部副主任）　　吴　玉（神经内科护士长）