

绿色星级医院的建设与运营

浙江大学医学院附属第四医院

本院秉承「强化专业知识，创造生态价值」的核心理念，将为人们提供健康、舒适、高效的使用空间，以打造人与自然和谐共生的高质量建筑为目标，对建筑性能化分析，并研究各项建筑节能技术。

绿色医院的建设应因地制宜，技术创新，综合统筹，达到人与自然和谐共生。从顶层设计规划、设备采购、过程施工及后期的运行管理每一步都遵循可持续发展理念。本院采用多种创新节能技术，如光可调外遮阳技术、高效太阳能集热采暖技术、微喷灌技术、自然采光技术、零重力雨水回收利用技术、高效外围护保温技术、低辐射中空玻璃幕墙系统、可调智能照明技术、数字化空调遥控技术等。提供健康、舒适、安全、节能的空间，使之与自然和谐共生，满足医疗功能与建筑功能之间的辩证关系。



图1 中庭采光及中空玻璃幕墙



一、案例背景

浙江大学医学院附属第四医院位于浙江省义乌市国际商贸城规划区域内，地处春风大道（S310）与商城大道交叉口东北转角区块。项目总用地面积 102650 平方米，总建筑面积 110008 平方米，其中地下建筑面积 26839 平方米。主要建设内容包括医疗大楼、后勤综合楼、感染楼、前广场等。项目总投资规模超过 10 亿元，拥有全球领先的数字一体化手术室，药品自动存储发放系统，采血流水线、生化免疫流水线和血液分析流水线，小车物流系统等先进的设备设施。为义乌市政府全额投资、浙江大学负责管理，参照省级医院标准管理，系省、市医保定点医院。本项目于 2005 年 9 月获得项目建议批复，2010 年 9 月项目开工，2014 年 1 月获得二星级绿色建筑标识，2014 年 9 月项目竣工，2014 年 10 月项目运营，2016 年 6 月获得二星级绿色建筑运营标识。



图 2 医院全景

为了减少医院运营过程中对环境的影响，通过绿色医院项目减少能源和资源的消耗，降低污染排放。同时注重室内环境质量，为患者和医务人员提供健康、舒适的医疗和工作环境，有助于提高医疗服务的质量和效率。通过长期的节能减排，为医院的持续发展奠定基础，营造节约型公共机构示范单位。

医院书记王凯、院长吴李鸣作为总负责人，负责绿色医院建设的总体规划要求，包括节能降耗改造、精细化管理等总体战略要求。分管院领导姚建根为绿色医院建设小组组长，负责组织小组开展工作，明确具体改进方向，更新设备等。后勤管理中心负责人、护理部负责人、运行管理科负责人、财务科负责人、水暖班组长、净化管理班组长、维修班组长为小组成员，负责现场评估、



具体改造方案的制定、数据测算、结果评估等工作。

为积极引导和推动绿色建筑健康发展，成立医院节能降耗工作小组，设置能源管理专岗，负责整个医院的节能降耗工作。一手抓能源保供，一手抓节能降耗，节能降耗需理念先行，行动至上，为稳步推进节能降耗工作，制定高耗能设备管理制度、能源管理考核办法，定期组织各科室能源管理员召开节能会议，推广节能技术及措施。在历年的节能工作中，节能降耗工作取得圆满成功，成果显著。

本院获绿色建筑二星级评价标识、二星级运行标识、全国绿色建筑创新奖、浙江省节水型单位、节约型公共机构示范单位，完成能源管理体系认证。

二、实践举措

（一）实施路径

1. 设计阶段：制定绿色医院建设的目标，达到绿色建筑二星级设计标识。
2. 采购阶段：设备采购招标文件中明确建设绿色建筑要求，优选绿色节能材料及设备。
3. 施工阶段：施工单位确保绿色施工的实现。
4. 运营阶段：强化日常运行维护的规范化，实现医院的安全、节能运行。达到二星级运行标识。
5. 创新提升：综合考虑医院业务量增加、设备老化等因素，淘汰落后设备，持续提升医院的绿色运营水平，形成绿色医院的品牌效应，发挥示范和引领作用。

（二）具体举措

导光与隔热

1. 医院在设计阶段充分考虑前广场既需要照明又需要通行的需求，告别传统建筑采用门、窗、天井等采光方式。把近 30 个可通行的采光井融入前广场地面，基本实现地下室自然采光的需求，同时满足人车通行及建筑装饰的目的。

2. 门诊大厅上空采用可调节百叶遮阳系统，遮阳面积达 270 m²。百叶系统可任意角度转动，根据太阳高度角调节百叶角度，达到有效遮阳效果。





图3 前广场采光井



图4 门诊大厅外遮阳

集热

医院规划设计之初就考虑建筑与环境的融合，在医疗大楼裙房配备了 756 m² 太阳能集热器，既充分利用太阳能集热，保护了屋面防水系统，又起到隔热作用，同时实现了太阳能与建筑屋面良好结合。该系统启用后每年可产生太阳能热水 2 余万吨。



图5 太阳能集热

节电

1. 对全院 1100 多个空调风机盘管进行智能化改造，利用 IOT 技术，搭建远程控制系统，对全院中央空调等进行技术管控，对全院区域进行划分，结合办公区、会议区、门诊区、门诊大通道、住院病房区、医技区等运行特征，进行统一控制，分开管理，对空调的温度、模式、风速及关机时间等进行技术限制。要求常规的办公区、会议区、门诊区、门诊大通道等区域夏季空调设置温度不低于 26℃（冬季空调设置温度不高于 20℃），对于超范围设置温度的后台会进行告警统计并定期进行调整。运行时间也根据各自特性进行调整。在此基础上，联合医院工程、保洁和安



保的机动队伍，开展对院区节能巡视，发现异常，及时上报。技术节能和行为节能结合，推动绿色可持续发展。



图 6 智能化平台

2. 全院采用集中式制冷以获取更高能效比，冷水机组采用 3 台能效比高达 5.17 且冷媒为环保无污染的离心式水冷冷水机组。为避免大流量小温差造成能源浪费，3 台 37kW 的冷冻水泵及 3 台 45kW 冷却水泵采用变频电机，同时辅以变频器，通过温度控制实现流量自动调节。

3. 电力系统高压侧采用节能环保的 SCB10 系列干式变压器，低压侧设置功率因素补偿装置，0.4kV 电容补偿采用集中补偿方式，当功率因素低于 0.9 的时候自动投入补偿电容，使得线路的功率因素常年不低于 0.95，降低了线路损耗，同时提高设备的安全性。

环境

本项目在地下车库及门急诊等人员密集区域设置 CO、CO₂ 探测器，实时监控 CO、CO₂ 浓度。当空气质量下降时，可与新风系统联通，及时引入新风，改善室内空气质量。

节水

1. 在医院地势最低的前广场建立了一套雨水回收系统。雨水经收集管网汇流后，流入雨水蓄水池中储存，景观水和雨水全部进入雨水蓄水池后进行净化处理。处理后的水，一部分作为喷泉池和景观湖的补充用水，另一部分送入到景观湖内作为绿化浇灌用水。景观湖及蓄水池最大可蓄水近 5000 吨，自然资源的合理利用不仅降低了自身用水同时也增强了抵御洪涝能力，非传统水资源利用率接近 5%。





图7 雨水回收及景观蓄水

2. 对全院行政、门急诊等公共区域 80 多个用水点位的水龙头进行改造，在满足需求的前提下，单个水龙头单次用水量较改造之前减少 1/3。

改造提升

1. 医院在 2023 年将原有 2 台蒸汽锅炉改为蒸汽发生器，新型蒸汽发生器比传统的蒸汽锅炉天然气消耗量降低 10% 以上，同时具备更低的氮氧化物排放量，同时比传统的蒸汽锅炉更安全。

2. 将净化区域传统的二管制空调改为四管制冷热水热泵机组。

（三）资源配置

1. 人员

成立能源管理小组，设置能源管理专员。对内开展人员技能培训，针对 7 个不同动力运行班组开展着针对性培训，每个班组每年培训次数不少于 4 次。对外开展技术交流，每个班组负责人每年外出交流次数不低于 2 次。

2. 机制

为积极响应国家节能能源的号召，制定医院能源节约管理制度，出台《医院节能工作目标责任制及奖惩办法》《浙大四院节电、节水管理办法》《浙大四院能耗定额管理办法》……定期开展节能检查，设置节能降耗红黑榜，开展节能降耗竞赛。



3. 方法

强调医疗工艺流程设计的重要性，确保医院建筑满足医疗功能需求。结合业务发展及运行需要，淘汰落后低效设备、超期服务老旧设备。动力运行系统模块先后投入 235 万元，完成锅炉房蒸汽锅炉的更新、裙房增加空气能热泵、更换低效老旧的太阳能集热板、净化区域二管制空调的改进、卫生间更换节水水龙头、出入口增加风幕等。

为提升医院数字化管理水平，提高医院的运行效率，医院投入 400 余万完成机电系统的数字化升级。基于医院 BIM 模型，结合 IOT，打破各系统之间的信息壁垒，搭建智慧后勤管理平台，通过建立医院后勤运维中心数据库，实现电梯、照明、空调、净化、给排水、医气、锅炉等各机电系统的一站式管理。利用数字化管理平台对医疗机构的能耗与碳排放进行监测和评价，推动节能减排。

立足绿色发展新理念，积极探索合同能源管理模式。

(四) 难点风险

绿色医院建设项目在推进过程中面临着技术、经济、政策、市场需求与认知以及项目管理与运营等多方面的难点和风险。

1. 医院在绿色医院建设过程中，缺乏整体统筹规划，对节能减排工作认识不到位，未形成一套系统、完善的节能减排管理体系。
2. 医院用能设备及设施老化现象普遍，运行效率较低，医院内部功能复杂且不间断运行，改造难度大。
3. 医院建筑节能技术仍以传统的技术为主，包括采用高效设备、节能材料、智能化系统等高额资金投入。
4. 绿色医院建设项目涉及多个专业和部门，需要协调各方资源和利益。

三、建设成效

1. 在医院 2023 年业务量比 2022 年增加了 15.764% 的基础上，医院 2023 年能耗比 2022 年下降 18.77 吨标煤 / 万元，用电量减少了 360465.7 度，电费省了 23 万元。

2. 定位于绿色建筑二星级标准，成功建设带来广泛的宣传效应，为绿色建筑、绿色施工的推广起到积极的示范作用。同时，由于采用了绿色、生态技术，相对于普通建筑其运营成本较低，



随着使用时间的增长，其环境效益会越来越明显。

3. 本医院重点突出对公共建筑的被动式节能环保技术探索和示范，并通过智能系统与高性能机电设备进行整合联动，以实用技术打造低能耗绿色建筑，实现节能环保目标。通过探索和实践，本项目将成为集成节能技术的示范平台，荟萃绿色精品的最佳展示窗口。

4. 本院获绿色建筑二星级评价标识，二星级运行标识，全国绿色建筑创新奖、浙江省节水型单位、节约型公共机构示范单位。

水、电、气消耗情况

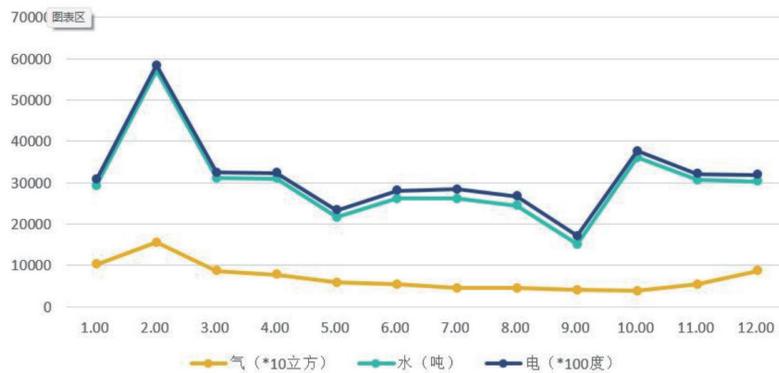


图 8 能耗统计



图 9 绿色建筑证书

四、经验总结

本项目重点突出对公共建筑的被动式节能环保技术探索和示范，并通过智能系统与高性能机电设备进行整合联动，以实用技术打造低能耗绿色建筑，实现节能环保目标。通过探索和实践，本项目将成为集成节能技术的示范平台，荟萃绿色精品的最佳展示窗口。

始终秉承「强化专业知识，创造生态价值」的核心理念，将为人们提供健康、舒适、高效的使用空间，以打造人与自然和谐共生的高质量建筑为目标，对建筑性能化分析，并研究各项建筑节能技术。医院将在这条绿色的道路上坚持下去，并为后续其他项目打造绿色医院打下良好基础，各大型三甲医院均可以此项目技术措施为参考，为自身项目量身定制绿色技术策略。

案例撰稿人：

楼樱红（后勤管理中心主任）

