



APEC Sustainable Energy Center

青医附院（西海岸院区） 低碳医院改造项目

立信达能源服务有限公司



Since 2019 - 2021

PART 1

背景 & 目标

Background & Responsibility

碳中和 碳达峰 2030 2060

建筑相关部门可以实现 2030年碳达峰、2060年碳中和

能源低碳转型将带动新型产业发展，
并为未来社会提供低成本能源

2025年到2040年将拉动系列新型产业发展

电池□ 电动车□ 直流配电与电器等□

2035年前□ 房地产行业将转变投资方向□ 从地
产建设到支持低碳能源系统改造□

2040年后□ 形成新的可再生电力系统□ 提供低
成本电力□ 支撑城市发展□



黑暗有多让人咬牙切齿
光明就会多让人热泪盈眶
当我们成为孤岛的时候是白衣天使逆向而行
撑起一片蓝天给我们战胜病魔的勇气

How Dark Can Grit Your Teeth
The light will make people cry more
When we became an island, white angels went backwards
Hold up a blue sky to give us the courage to overcome the disease

中国
加油

阻击肺炎
中国必胜

In the city are 11 million ordinary you, us and him,
and the sun, moon, and stars that the River flows around constantly.
Wuhan hold on!

敬 畏 自 然 守 护 生 命

可持续发展面临阶段性挑战： 后疫情时代 与推动世界经济绿色复苏

发展选择决定未来：

- 2020年新型冠状病毒肺炎疫情的蔓延与发展，加剧了全球能源市场的不稳定，阻碍可持续发展。如何顺应外发展环境和形势变化，妥善应对面临的问题和挑战，成为目前工作重心。
- 新冠疫情背景下，经济下行，从逆境到有复原力，从 **抗击疫情** 到 **推动世界经济绿色复苏**，成为可持续发展至关重要的问题。

后疫情时代 医院发展：

区域医疗中心建设 明年覆盖全部省份

“十三五”时期累计安排中央预算内投资超过**1400亿元**，实施了健康扶贫、妇幼健康保障等重大工程，支持了**7000多个**医疗卫生项目建设。”

“十四五”期间，将实施的重大工程：

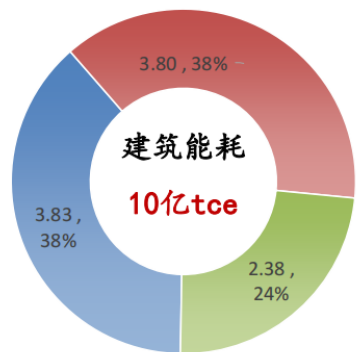
公共卫生防控救治能力提升工程。要加强疾病预防控制体系的建设，依托高水平省级疾控中心建设好区域性疾控中心。

----- 《关于推动公立医院高质量发展的意见》
2021年6月7日



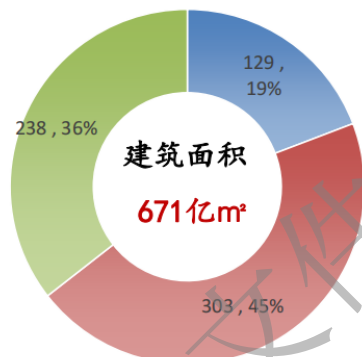
项目研究背景

- 2018年 本 经济体建筑全过程碳排放总量为49.3亿tCO₂，占本经济体碳排放的比重为51.3%。其中建筑运行阶段碳排放21.1亿吨tCO₂，占本经济体碳排放的比重为**21.9%**。而公共建筑运行阶段碳排放7.84亿吨tCO₂，占本经济体建筑碳排放的比重为**37%**。公共建筑节能能耗高，减排潜力巨大，是建筑节能工作的重要领域。
- 本经济体医院达3万家以上，其中三级医院约为2600家。根据青岛市统计局发布数据，截至2019年底，全市共有卫生机构（不含村卫生室）4153处，较2018年增长**10.92%**。青岛市医院机构的规模迅速增加，规划床位数增长**60%**
- 在所有公共机构中，医院的使用功能最为复杂，用能系统相对较多，用能时间最长，用能强度最高。因此医院建筑能耗提升势在必行。

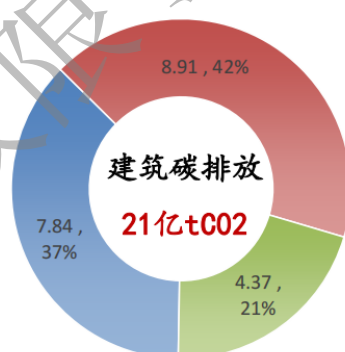


建筑能耗占全国能源消费比重
21.7%

■ 公共建筑 ■ 城镇居建 ■ 农村居建



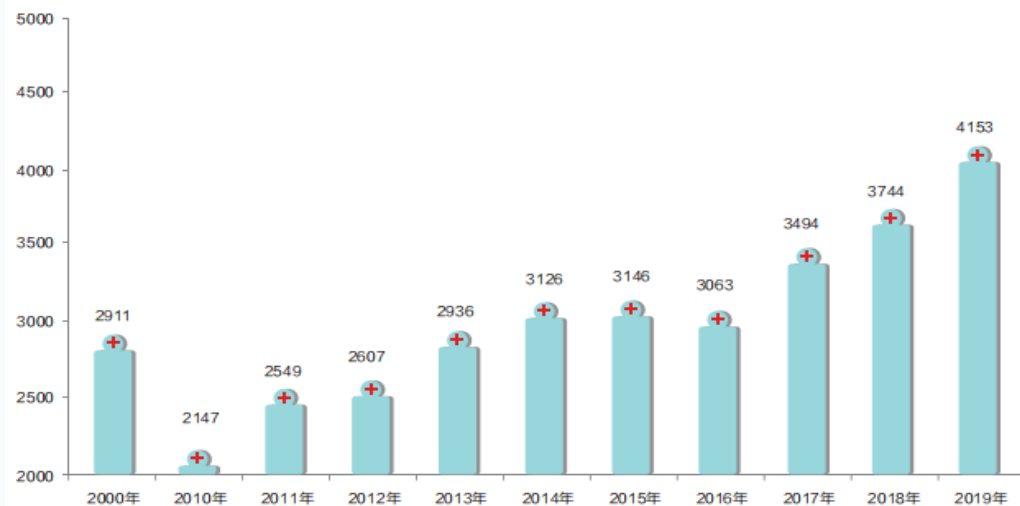
全国城镇人均居住建筑面积
37m²



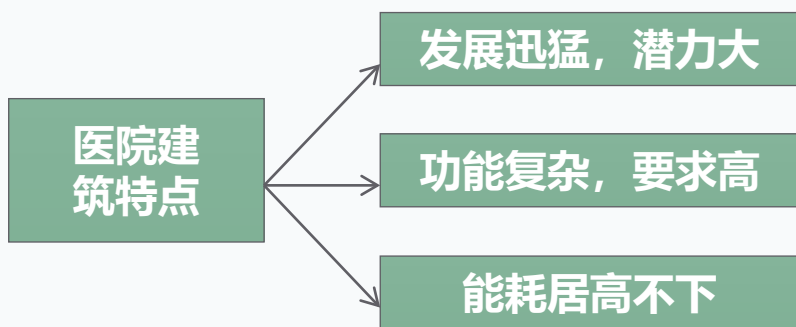
建筑碳排放占全国能源碳排放
21.9%

医疗卫生组织 (个)

Health Care Institutions (unit)



医院类建筑发展面临阶段性挑战： 功能复杂、能耗高、发展迅速、节能潜力大



与普通公共建筑相比，医院的能源消耗指标相对较高，为普通公建的**1.6~2.0倍**，根据发达经济体的发展历程观察，我经济体医院的能耗仍会**持续增长**，因此节能工作势在必行。

问题1：能源种类多、能耗设备数量大、管理工作繁重

作为综合性建筑，配备多种能源，除常规机电系统外，还需高可靠性的净化空调和医疗器械，日常管理工作繁重

问题2：能源使用中存在浪费、能耗监管易出现漏洞

管理措施普遍缺位，浪费严重；同时医院建筑面积大，末端能耗节点多，能耗监管存在漏洞

问题3：节能工作缺乏系统性指导和数据依据

节能应在保证五“效”的前提条件下因地制宜的开展工作

项目概况：

占地面积：**13.8**万平方米

床位数：**1800**个（青岛最大）

- 青岛大学附属医院始建于1898年，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复等功能为一体的省属综合性三级甲等医院。获批临床医学一级学科博士点及博士后科研流动站，口腔医学一级学科专业学位博士点。现有高级专业技术人员1573名，博士997名，硕士1915名。

- 疫情防控期间，精准“筛”出山东首例确诊患者，成功治愈山东省首例患者、首例危重症患者；湖北告急时，派出全省首位援鄂医生、三批次143位医护人员整建制驰援武汉，成功救治新冠肺炎危重症患者97人，获批中本经济体最佳医院管理团队·抗疫特别贡献奖，本经济体抗击新冠肺炎疫情先进个人等奖项。

- 本次改造的西海岸院区是由青岛市政府、黄岛区政府（开发区管委会）出资建设，由青岛大学附属医院托管的一所综合性三级甲等医院，也是西海岸新区唯一的综合性三级甲等医院，承担着西海岸新区及周边地区近500万人民群众的危急重症救治任务。2019年，院区门急诊量181万人次、出院8.7万人次、手术4.7万例。

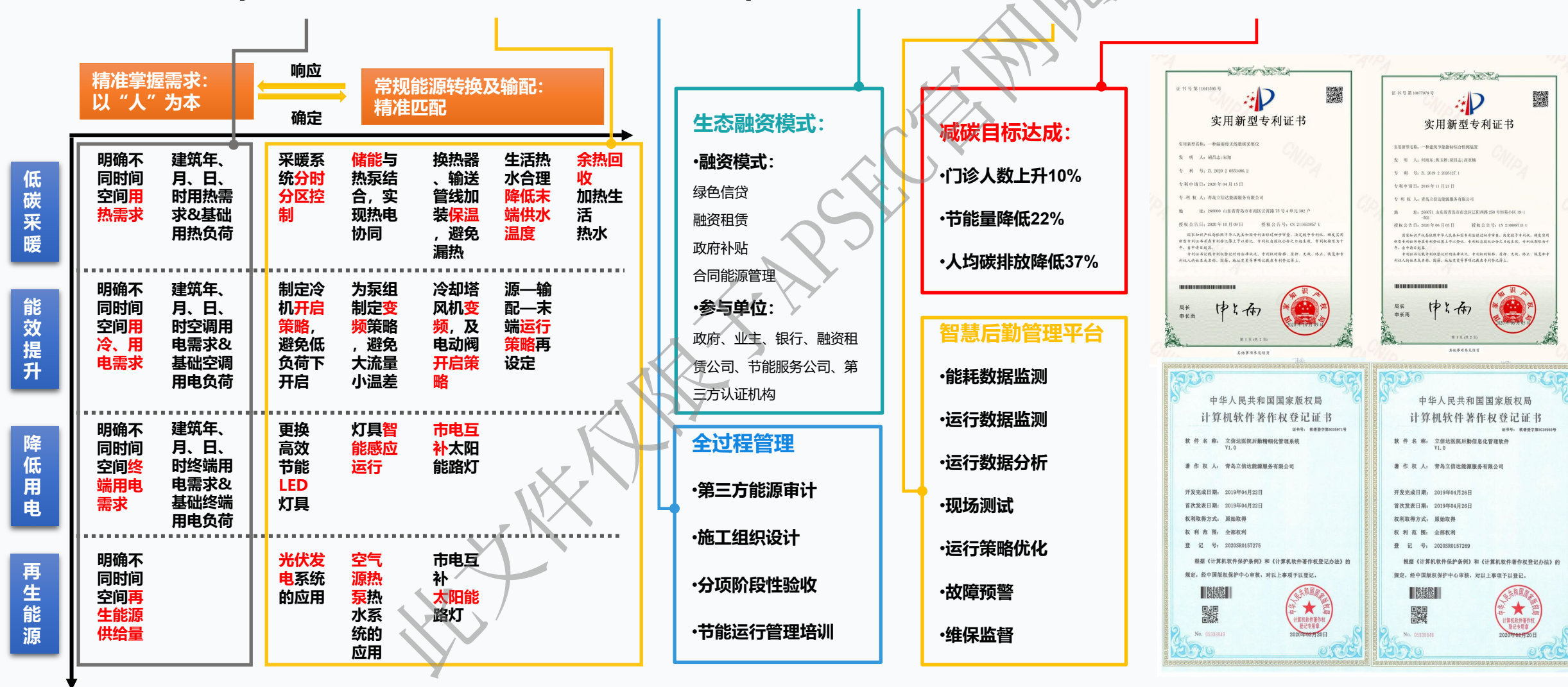


PART 2

策略 & 规划

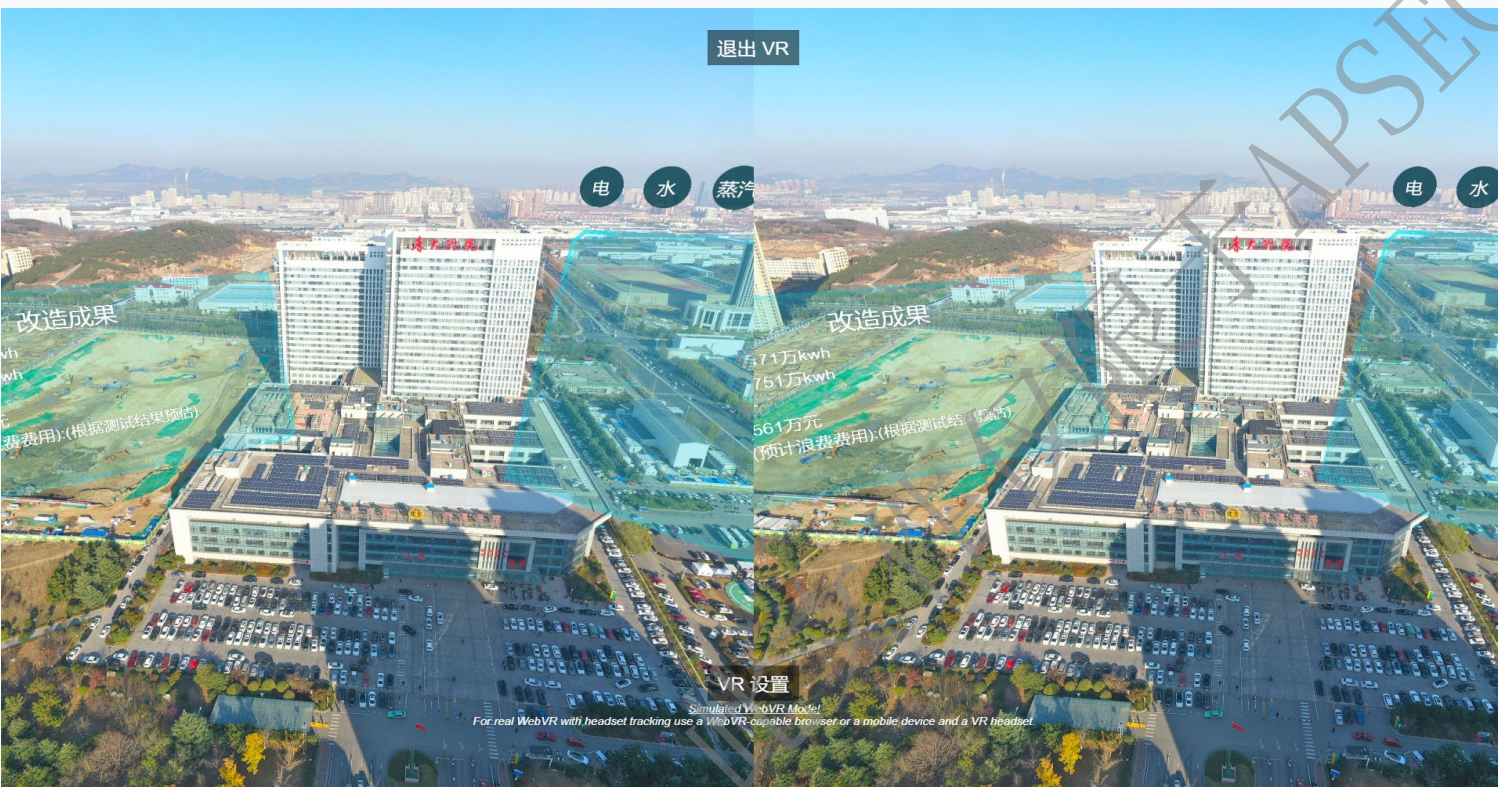
Innovativeness/Inspiration/Clearness

脱碳规划=（掌握需求+技术匹配+全过程管理）×金融催化→低碳运营→减碳目标达成



创新性：全景、BIM、VR、数字孪生技术的应用

- 在原有BIM的基础上，加入全景技术，完成项目**三维实景精细建模**，建成一个**网络版的人机交互展示系统**；
- 通过数字孪生技术，实现实景与运行数据的同步展示，**所见即所得**；
- 采用VR技术加入**全新视角**，项目能源使用情况通过VR平台实景展示；
- 平台可通过网络访问，满足不同地点访问的需求，为智慧运维、演示、示范推广、科普等需求提供了完善的影像基础。

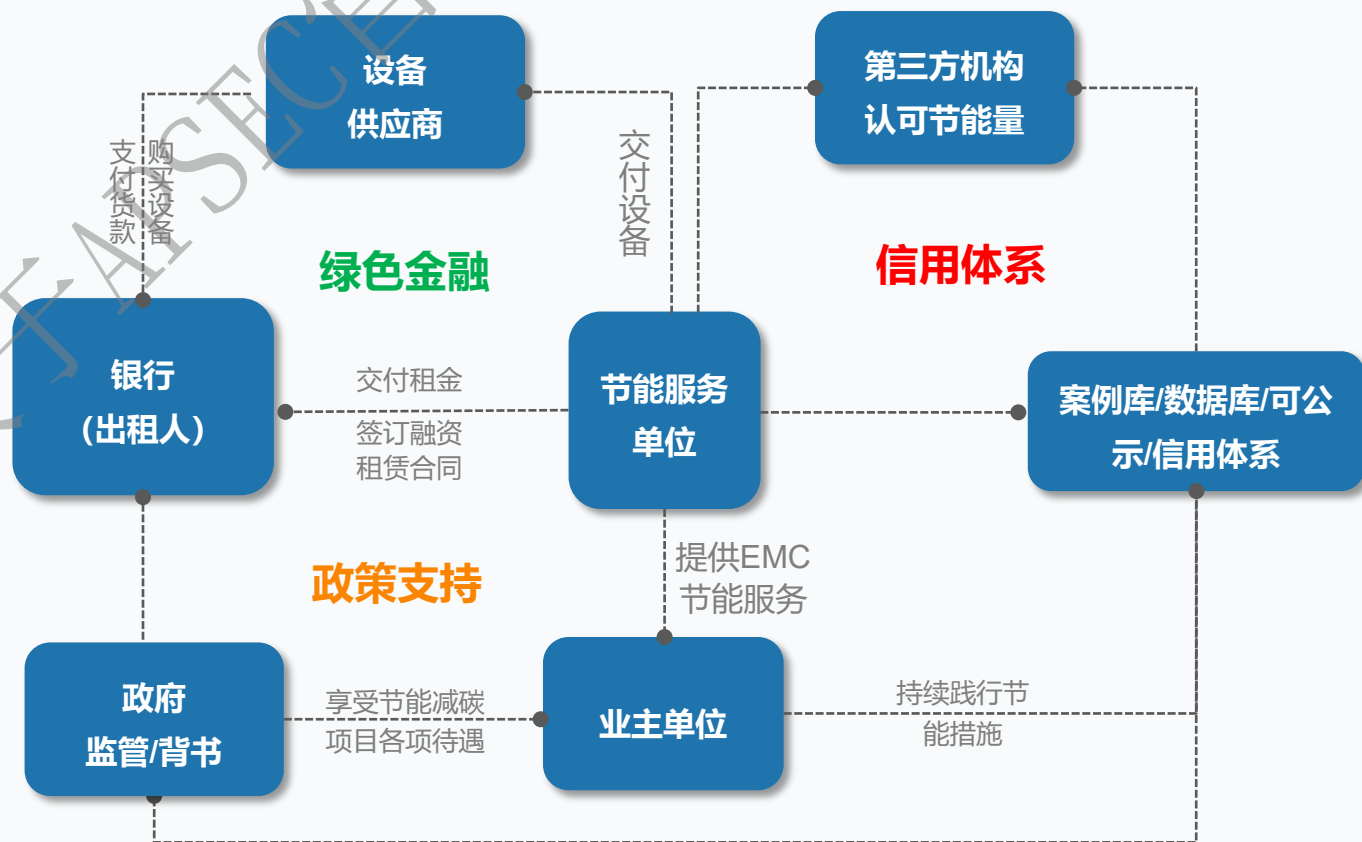


创新性：金融杠杆催化：创新融资模式

- 创新性地提出了**生态融资模式**，在合同能源管理的基础上，融合政府专项支持资金、银行信贷、融资租赁等方式，调动政府、建筑业主、银行、融资租赁公司、节能服务公司、第三方认证机构等各方资源，形成公共建筑能效提升项目绿色金融生态产业链，构建的全方位绿色金融保障体系。
- 该项目在完成节能方案设计和实施方案以后，通过中国建研院节能改造节能量评估，**以绿色建筑项目节能收益权、项目未来财政补贴作为贷款质押品**；与青岛银行及青银金融租赁有限公司合作，以**“惠营贷+融资租赁”授信方案服务该项目，并同时放款**。
- 在该项目的带动下多家三甲医院正在采用融资租赁模式与节能改造公司合作，推进医院的建筑节能改造。
- 青岛市主管部门计划打造公共建筑能效提升信用，与银行、保险联合，实现绿色金融、绿色保险，推动青岛市公共建筑能效提升的快速发展
- 项目完成后具有较强的示范意义，具有一定的可推广性，为零碳医院的建设奠定基础。

绿色金融生态产业链

全方位绿色金融保障体系



启发性：带动医院建筑低碳改造

江苏省康复医院

青岛大学附属医院
(平度院区)

青岛市市立医院
(东院区)

青岛大学附属医院
(崂山院区)

青岛大学附属医院
(市北院区)

青岛大学附属医院
(市南院区)

青岛大学附属医院
(西海岸院区)

- 带动青岛市四家青医附院、青岛市市立医院（东院区）及省内多家三甲医院启动能效提升工作。
- 同时带动江苏省康复医院开展“零碳”医院建设工作。

启发性：UNDP-“中国公共建筑能效提升项目”示范项目

- 该项目为住房和城乡建设部/联合国开发计划署/全球环境基金“中国公共建筑能效提升项目”示范项目，并与2021年10月获得专家一致认可成功结题。
- 本项目的开展首先减少了二氧化碳的排放，对环境保护和全球变暖的治理贡献了自己的力量；同时项目充分考虑了可再生能源的利用，弥补了能源缺口；其次降低了医院建筑运行费用，从而降低了普通民众的看病成本，有助于解决因病致贫的问题；在疫情影响下经济下行，医院的能效提升工作，不仅有助于医院抗击疫情，同时可创造更多的就业机会，刺激经济复苏，构建具有复原力的社会；最后项目团队的建设实现了性别平等，改变了工程类项目对女性的固有印象。

青岛大学附属医院西海岸院区 | 全球环境基金（GEF）“中国公共建筑能效提升项目”示范子项目系列之九

住房和城乡建设部科技与产业化中心 2021-04-03 09:06

青岛大学附属医院西海岸院区

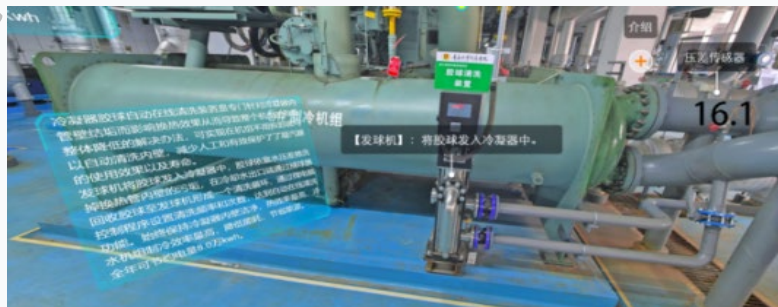
——节能低碳技术（医院类）示范子项目

“中国公共建筑能效提升项目”是由住房和城乡建设部与联合国计划开发署（UNDP）联合实施的全球环境基金（GEF）赠款项目，以进一步完善中国公共建筑领域节能低碳政策与标准，促进高效节能低碳技术的应用，提高公共建筑整体能效水平。项目执行期为2018年10月至2022年10月。项目目标为累计减排5.57万吨二氧化碳，将温室气体排放年增长率由1.8%降至0.6%，并带动全国累计节约化石燃料6523万吨标煤，在中国公共建筑节能领域创造3600个工作岗位。项目从完善公共建筑能效政策制度框架、能效监测和评价机制建设、技术和融资机制示范与推广、能力建设和意识提升四个方面开展活动。项目实施了一系列技术示范子项目和市场化融资机制示范子项目，以推广节能低碳技术，促进创新型市场化融资机制的应用。本专题将分别介绍各示范子项目的情况和亮点。



明确性：智慧能源管理平台 部门用能排名/公示/奖惩 VR展示

- 为医院加强内部管理、完善能源管理制度、强化能源节能措施、建立长效机制等提供数据支持，有效地提升员工的节能减排意识，降低医院的能耗水平。
- 项目采用大数据数字化技术搭建了智慧后勤管理平台，监测项目多维度用能情况。平台设计建筑能耗数据不仅可追踪到设备维度、区域位置维度，最重要的是追踪到使用者维度，使用者才是能耗的基础数据。
- 使用者维度为单位和部门，将能源考核工作细化到各部门，便于部门能源月底考核反思优化节能工作策略，每月数据自动排名，并在平台首页公示，根据《青医附院能源考核管理办法》对各部门采取相应的奖惩措施。提高了医院医生的节能意识。



各科室用电量排行

排名	科室	上月用电量(kWh)	环比	同比	趋势
1	胃肠外科	4505.27	-3%↓	--	查看
2	脊柱外科	4017.67	--	--	查看
3	康复医...	3630.75	3%↑	--	查看
4	肛肠科	3484.33	1%↑	--	查看
5	介入医...	3436.17	-2%↓	--	查看
6	消化内科	3380.18	2%↑	--	查看
7	肾病科	3155.24	-3%↓	--	查看
8	淋巴瘤...	3131.7	--	--	查看
9	产科二...	3000.57	6%↑	--	查看
10	血液内科	2902.33	6%↑	--	查看
11	耳鼻喉...	2526.87	-7%↓	--	查看
12	妇科一...	2464.52	-2%↓	--	查看
13	神经外科	2303.08	2%↑	--	查看
14	神经内...	2293.56	-1%↓	--	查看
15	肿瘤科	2266.04	-6%↓	--	查看



明确性：推广与传播

- 被列入山东省科技计划-国际科技合作项目。
- 通过全景VR技术向包括青岛市机关事务管理局、中国节能协会、中国建筑科学研究院、青岛能源集团等多家企事业单位举办了VR实景体验活动，实现了数据平台的复制推广。
- 中国建筑科学院举办的总结与推广活动-节能与低碳技术与市场化融资机制示范成果。
- 参加包括江苏省康复医院零碳医院等多家医院建设交流活动。
- 受邀参加“北方公共建筑能源计量与能源管理创新发展论坛”活动（线上直播），作“青岛医学院附属医院综合能源项目成功案例分享”主题演讲。
- 受邀参加“青岛节能宣传周”活动，作“节能综合服务平台解析”主题演讲。
- 参加由青岛大学附属医院主办的“智慧医院建设与运维论坛”活动，现场介绍项目节能改造相关内容。



江苏省康复医院零碳交流



青岛市机关事务管理局数据技术推广



参加“青岛节能宣传周”活动



开展“智慧医院建设与运维论坛”活动

节能低碳技术与市场化融资机制示范成果总结与推广

环能科技 智慧能源云数据研究中心 2021-11-08 19:15

为推广和介绍住房和城乡建设部 联合国开发计划署 全球环境基金中国公共建筑节能提升项目20个“节能低碳技术与市场化融资机制示范项目”的经验，分享建筑节能技术及绿色金融产品发展趋势，中国建筑科学研究院有限公司计划于2021年11月10日举行“节能低碳技术与市场化融资机制示范”成果总结与推广成果宣贯培训会。会议拟邀请行业管理部门、行业专家、中国公共建筑节能提升项目示范项目的承担单位、科研院所、绿色建筑及建筑节能相关企业代表参会。具体通知如下：

一、会议组织机构

指导单位：中国公共建筑节能提升项目管理办公室

主办单位：中国建筑科学研究院有限公司

二、会议时间

2021年11月10日13:30~16:10，会期半天。

会议日程

时间	内容	嘉宾
13:30-13:40	介绍嘉宾及会议日程	主持人
13:40-14:00	介绍“中国公共建筑节能提升项目”背景及示范成果推广意义	曹斐 研究员 中国建筑科学研究院有限公司
14:00-14:30	医院建筑“零”路径探索——青岛大学附属医院能效提升项目	李清 技术总监 青岛立信达能源服务有限公司



演讲专家确认函

尊敬的演讲专家：

感谢您接受中国建筑节能协会建筑节能量与管理工作委员会及《环球表计》的邀请参加即将于12月2-3日线上举办的“北方公共建筑能源计量与能源管理创新发展论坛”并将做专家演讲交流。

如下注意事项，供您留意：

演讲时间：为确保线上论坛日程安排按计划有序进行，请您参照附件的日程安排表，确保提前十分钟进入线上论坛后台。

演讲准备：笔记本电脑一台，Windows/macOS 安装最新版“腾讯会议”应用程序，详见附件安装包。

演讲材料：请于11月29日前提交演讲PPT，如您的演讲PPT有更新或修改，请会前提交最终PPT版本。

建筑节能量与管理工作委员会及《环球表计》
2021年11月

线上论坛时间及安排

线上测试时间：有嘉宾负责人对接安排测试，具体可以联系 13520359001（微信同号）
2021年11月26日 星期五 上午09:00-12:00，下午13:00-18:00；
2021年11月29日 星期一 上午09:00-12:00，下午13:00-18:00；

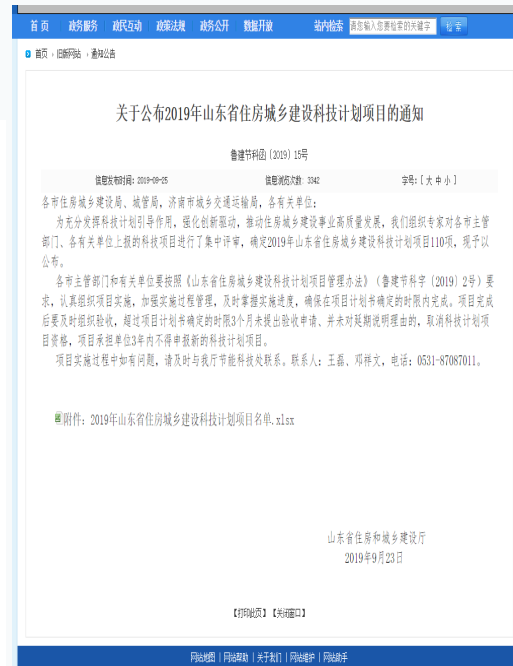
线上论坛时间

2021年12月2日 星期四 08:50-17:30；

2021年12月3日 星期五 09:00-16:30；

演讲安排

时间：2021年12月2日 14:55-15:25；
演讲题目：青岛医学院附属医院综合能源项目成功案例分享



四、国际科技合作项目

序号	项目名称	项目编号	项目类别	申报单位	截止日期
1	基于物联网的农村畜禽粪污资源化利用技术集成示范研究	2019-02-1	国际科技合作	山东理工大学	2019-07-02/21 06
2	绿色建筑节能技术集成示范研究（国际）	2019-02-2	国际科技合作	青岛立信达能源服务有限公司	2019-07-02/21 04

PART 3 措施 & 实施

Practicability/Replicability/Cost-effectiveness/Consistency

如何打开 脱碳行动基本面？

后疫情时代，要求全面提升公共场所抗疫韧性，助力城市绿色复苏，医院是否应当引领这一进程，并积极通过注重可持续发展来建设复原能力？

脱碳规划=（掌握需求+技术匹配+全过程智慧管理）×金融催化→低碳运营→减碳目标



践行时间表：

[illegible]

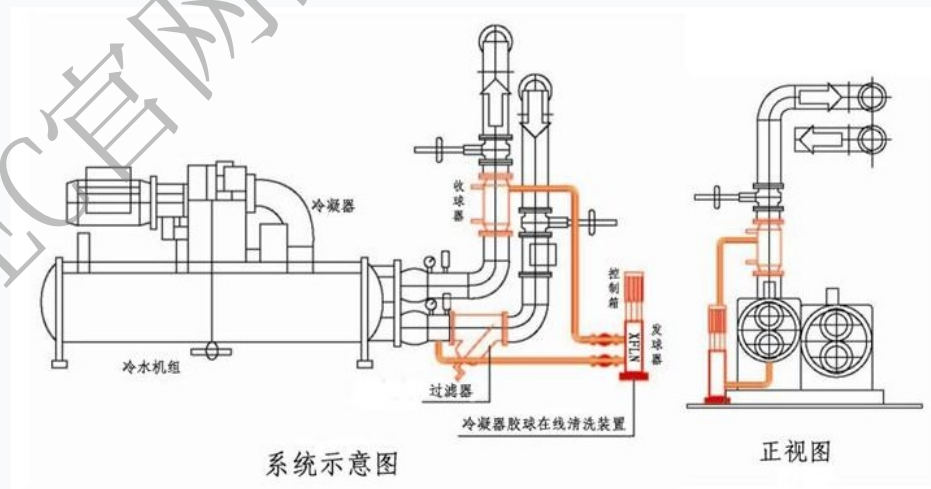
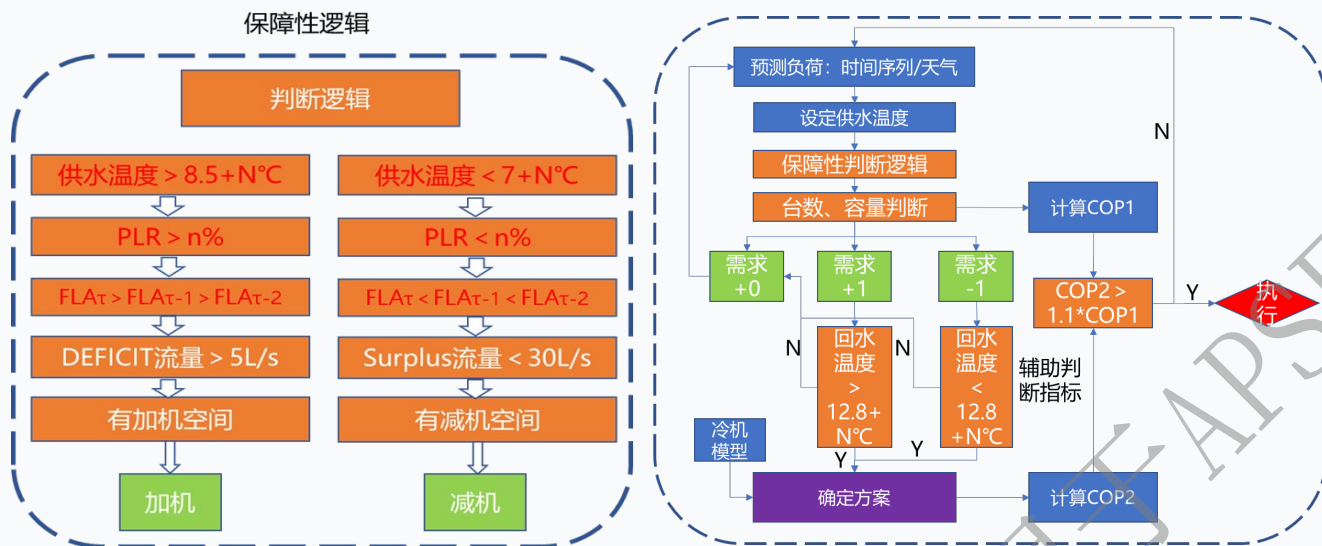
技术匹配+全过程管理：项目用能诊断→ 技术措施及实施方案

- 摸清医院用能特点、不同场景的需求、用户痛点
- 分析出用能系统存在问题、因地制宜的节能改造方案制定

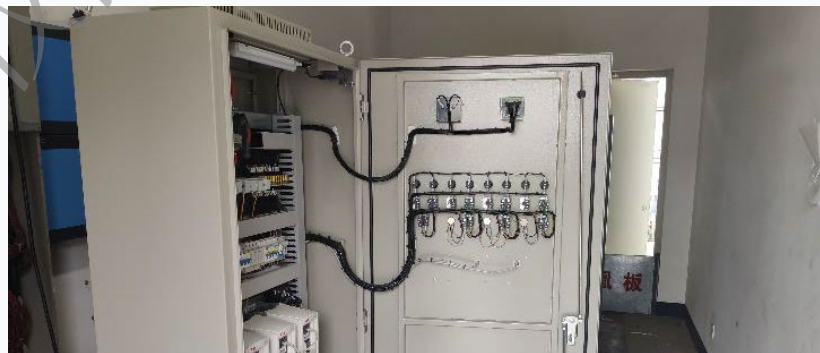


制冷系统—智慧控制 + 系统清洗→极致节能

- 冷机侧：1. 增加制冷群控系统，冷源系统运行策略优化； 2. 冷水机组配置冷凝器在线自动清洗装置。



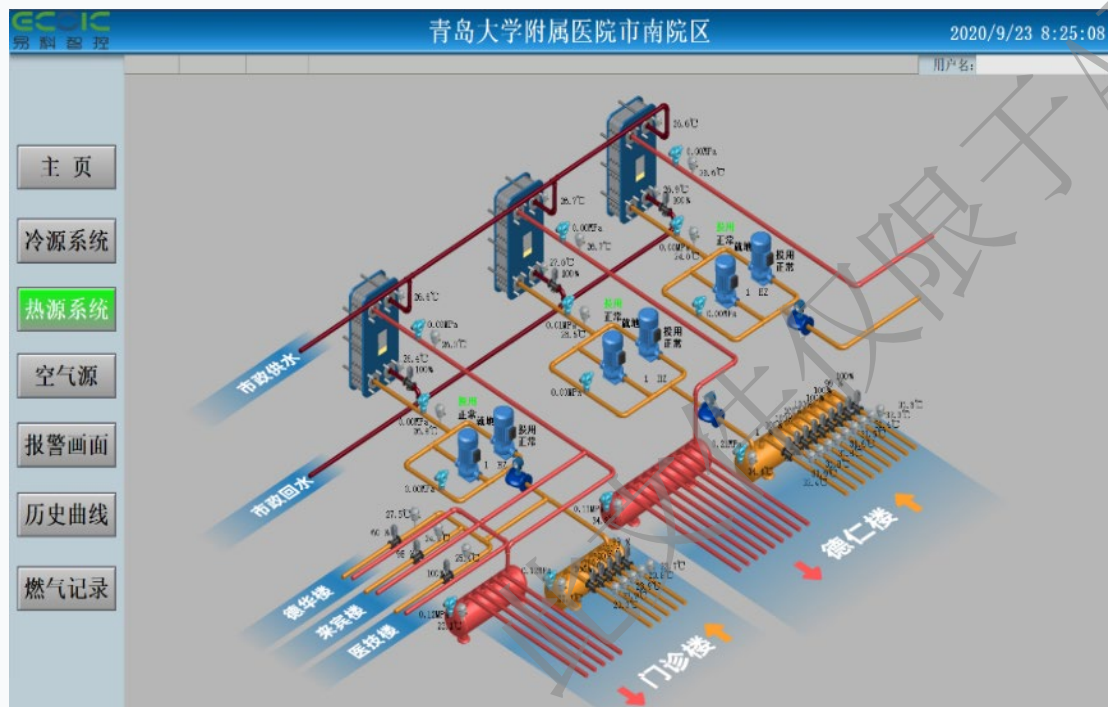
- 冷却侧：1. 根据负荷，冷却塔风机变频及启停控制（追求合理风水比）； 2. 冷却塔填料清洗及更换损坏填料



- 输配系统：1. 冷量输配送系统根据负荷预测进行精确匹配，实现按需供能，提高系统能效； 2. 水泵变频； 3. 水力平衡调节

采暖系统—智慧控制 精确管理 贴近需求

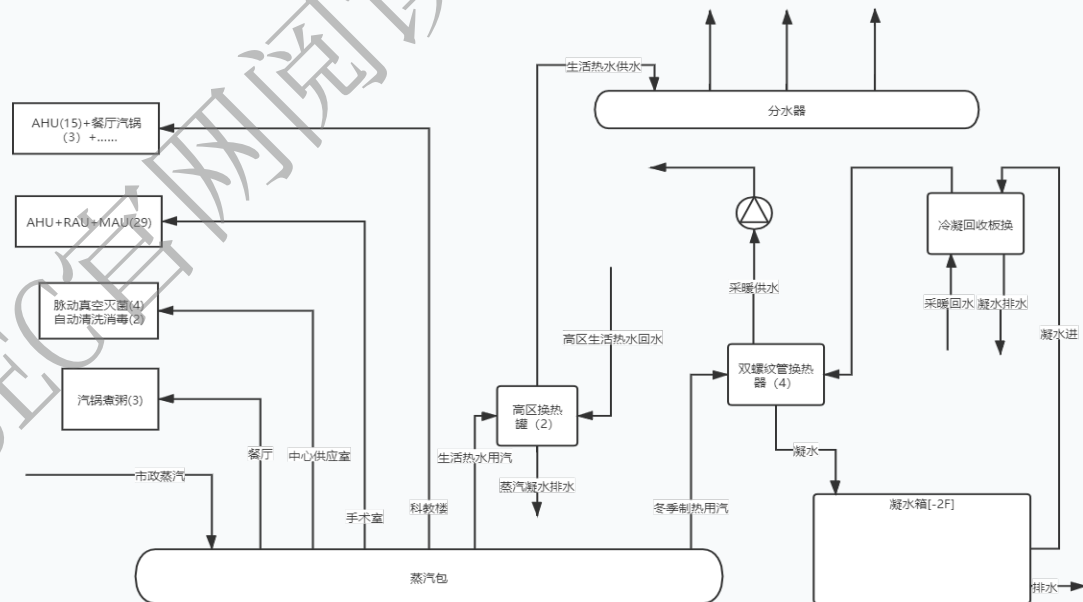
- 根据负荷需求自动调节不同区域供热量（以日为周期，以季节为周期调节）：
- 公共区域主分支立管处增加电动调节阀并进行**分时分区控制**；在公共区域主分支立管处增加电动调节阀，通过智能控制器控制电动调节阀的开闭与调节。在门诊区域下班以后可以通过关闭电动调节阀以节省该区域能耗，同时可以降低系统流量，减少系统水泵能耗。另外，在机房内分集水器处的营养餐厅和病房楼大厅两个分支处也通过电动调节阀进行控制，按照营养餐厅与病房楼大厅的使用时间进行开闭及调节。



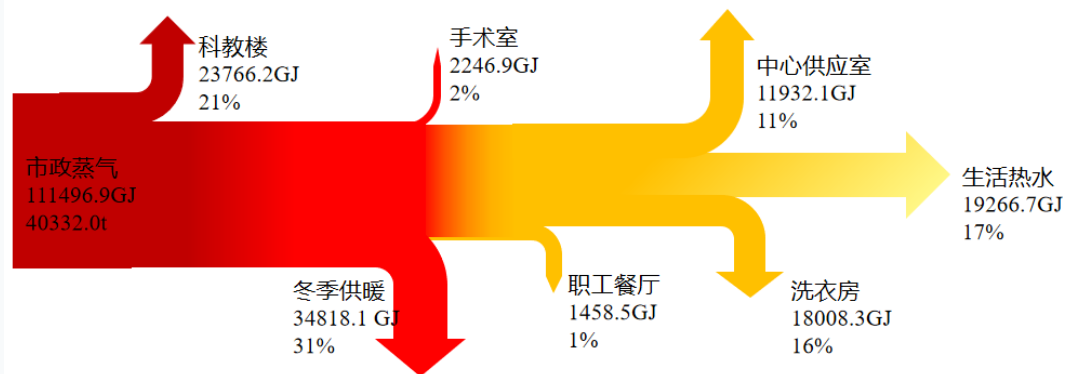
采暖系统—余热回收→提升能效

采暖系统-余热回收

- 原蒸汽使用过程中的凝结水都直接排放，未被利用。**增设保温凝结水箱**及相应管路，回收凝结水用于预热生活热水。
- 利用生活热水供应压力，通过管路经过凝结水箱内换热盘管完成加热，再返回原生活热水管路，不需新增水泵能耗。
- 改造后冷凝回收热量：2482.5GJ

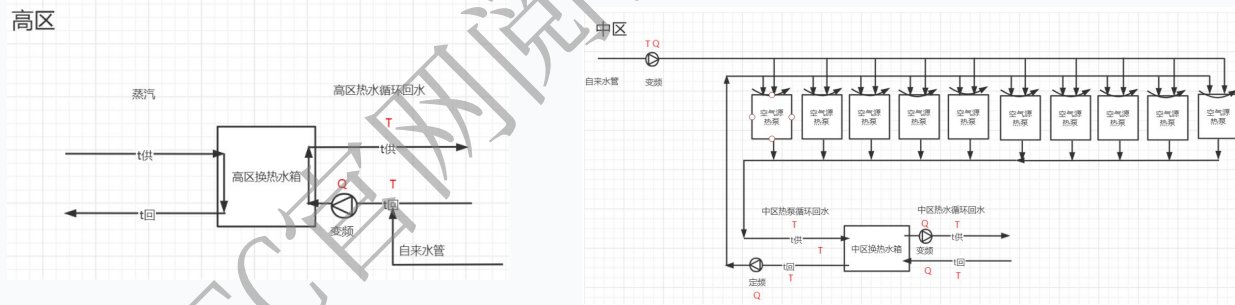


➤ 蒸汽系统能流图 (2020.7-2021.6)



生活热水系统—充分利用“身边”可再生能源

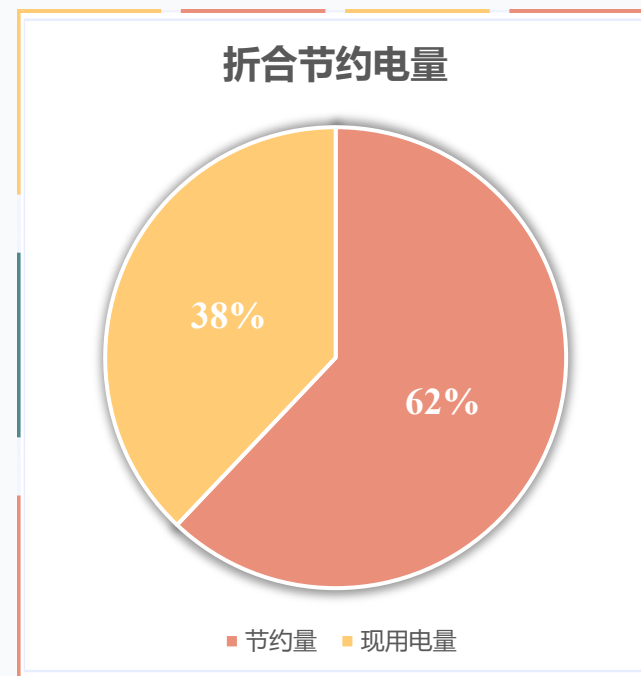
- 将辅助加热系统由电加热改为**空气源热泵**。
- 新增保温凝结水箱回收凝结水预热生活热水。



生活热水系统 — 可再生能源的利用

- 在本次节能改造中，生活热水系统主要是将中低区原有的蒸汽系统改为了现在的空气源热泵+水箱独立系统，大大降低了能耗，折合电量每天节约**3601.45kWh**，减少了近**62%**，折合费用节约**167万/年**，减少二氧化碳排放**1103吨/年**。

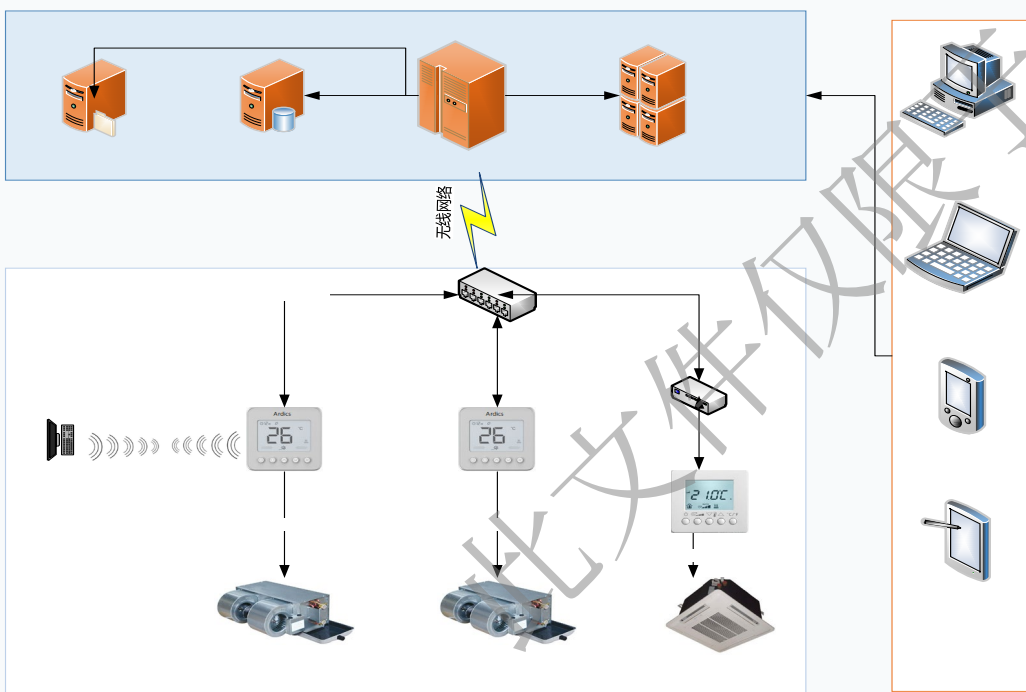
改造措施	改造前	改造后	节能量	节约费用	减碳量
中低区生活热水供能由蒸汽换热泵	总耗蒸汽 51GJ/工作日 折合电量 5801.13kWh	564.88kWh 电量+14.4GJ 蒸汽 折合电量 2199.68kWh	节约电量 3601.45kWh/工作日	167.3万元/年	1103吨/年



空调末端系统—智慧控制 精确管理 贴近需求

空调末端系统：部分空间/部分时间精准匹配需求调节的重要基础

- 不同区域末端，使用时间和功能均有所差别，人工手动调节需要较高的人力成本
- 定制化搭建中央空调末端管理中心，实现分时分区调控策略：**根据管理要求，在规定时段(可规划策略)对规定区域(可规划策略)下发主动的设备控制指令，若现场依然有用户需要使用设备，则由用户手动对设备进行需要的操作；远程下发目标动作：管理人员可在管理中心针对某一指定(或集群)的设备进行设备远程操作



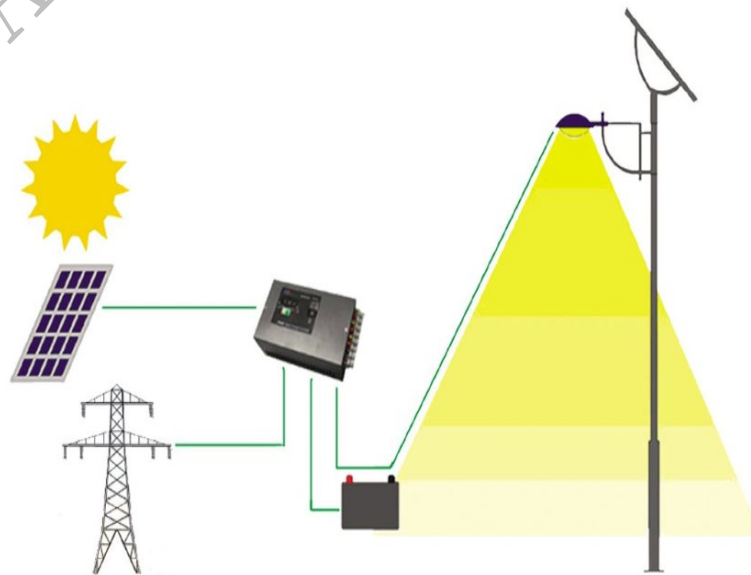
温控状态数据投影展示

退出全屏

1#普通级 读取时间: 2020-05-12 12:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: AUTO 设置温度: 28.00°C 室温: 26.00°C	2#普通级 读取时间: 2020-04-21 08:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C	3#普通级 读取时间: 2020-05-22 5:12:00 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: AUTO 设置温度: 28.00°C 室温: 26.00°C	4#普通级 读取时间: 2020-01-11 17:11:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: 设置温度: 25.00°C 室温: 21.00°C	5#普通级 读取时间: 2020-05-12 12:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: AUTO 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C	1#吊顶机 读取时间: 2020-05-12 12:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: AUTO 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C
2#吊顶机 读取时间: 2020-05-12 12:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: AUTO 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C	3#吊顶机 读取时间: 2020-04-22 10:09:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C	4#吊顶机 读取时间: 2020-03-02 09:10:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C	5#吊顶机 读取时间: 2020-05-12 12:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: AUTO 设置温度: 28.00°C 室温: 26.00°C	6#吊顶机 读取时间: 2020-02-09 06:11:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: 设置温度: 22.00°C 室温: 29.00°C	7#吊顶机 读取时间: 2020-05-12 12:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: 设置温度: 28.00°C 室温: 26.00°C
8#吊顶机 读取时间: 2020-03-02 16:06:00 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: AUTO 设置温度: 27.00°C 室温: 26.00°C	综合楼#1 读取时间: 2020-01-06 11:11:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: 设置温度: 26.00°C 室温: 19.00°C	综合楼#2 读取时间: 2020-03-07 10:11:00 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: AUTO 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C	综合楼#3 读取时间: 2020-05-12 12:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C	综合楼#4 读取时间: 2020-02-05 09:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: AUTO 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C	综合楼#5 读取时间: 2020-01-01 00:12:30 开关机状态: 温控模式: 通风状态: 风速: 设置温度: 22.00°C 室温: 26.00°C

照明系统：智慧控制 精确管理 贴近需求

- **建筑内的荧光灯具改为LED灯具：**不仅能提供更好的照明环境，而且相比原荧光灯具节电一半以上。
- **地下车库的荧光灯管改为微波感应双亮LED灯：**检测有人或有车活动时，马上启动全亮灯状态；光线暗时，检测无人或无车活动时，进入微亮灯节能状态；光线亮时，即使检测有人或有车活动，仍然维持微亮灯节能状态。
- **将现有的市电路灯改造为市电互补太阳能路灯：**白天太阳能电池板向蓄电池组充电，晚上蓄电池组对LED灯具供电。太阳能路灯的控制采用光控和时控相结合的方式，并当蓄电池电量不足时，可自动切换为市电供电。多种能源形式互补，自动运行，简化管理工作。



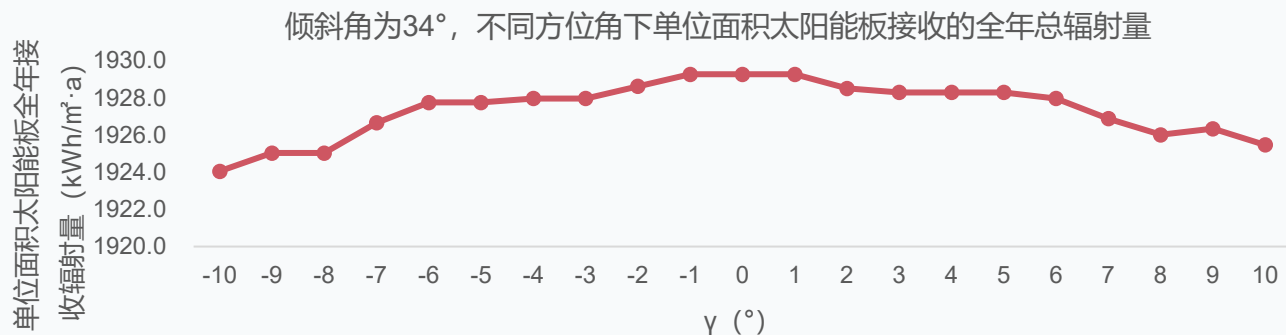
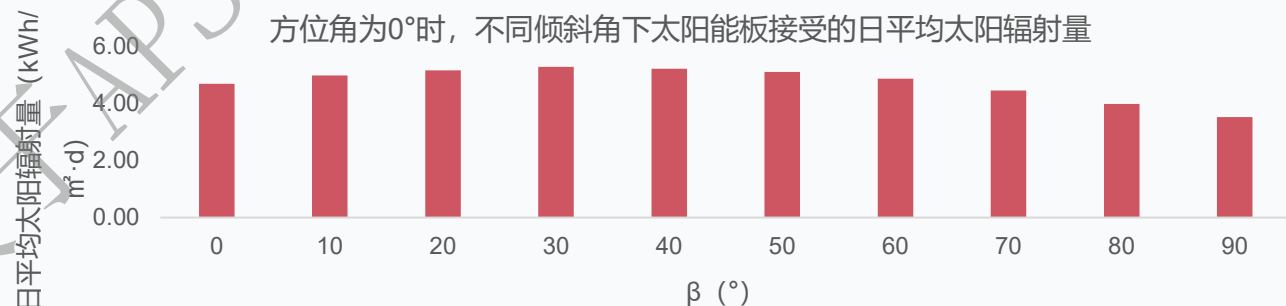
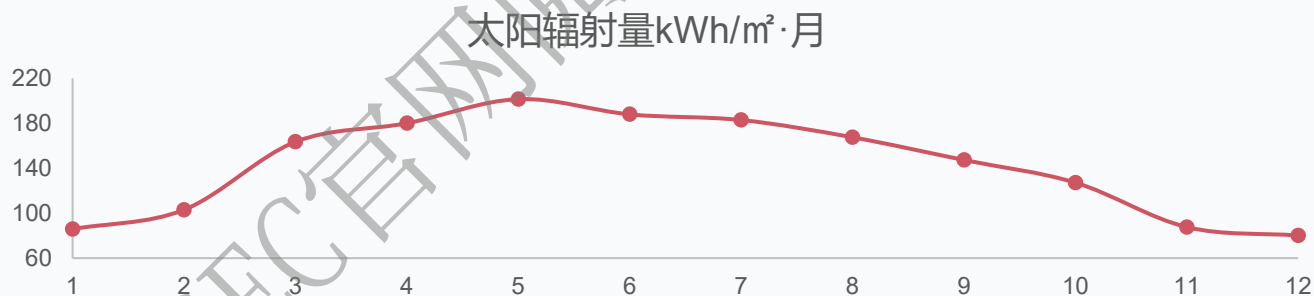
光伏发电系统：广开源路 可再生能源的利用

- 在建筑屋顶可利用空间安装太阳能光伏发电系统
- 装机容量为0.6MW



光伏发电系统：广开源路 可再生能源的利用

- 在建筑屋顶可利用空间安装太阳能光伏发电系统
- 装机容量为0.6MW
- 对于青岛青医附院而言：
- 光伏板布置最佳倾斜角为 34° ；
- 光伏板布置最佳方位角为 0° ；
- 按最佳倾斜角布置，太阳能板阵列间距：可利用屋顶面积43.12%
- 当空间资源有限时，水平放置可以使单位面积空间资源的发电量最大。当空间资源充足时，最佳倾角放置，可以使单位光伏板投资的发电量最大
- 年光伏年发电量**57.42万kWh**，年减少二氧化碳排放**471.50 吨**。



能耗监控平台：看得清、管得细、控得精

- 通过建能耗监控平台，把能耗计量、能源管理、节能监控三个大模块有机结合，将多个子系统集成在一个管理界面上。运行管理人员可在中控机房或远程网络，实现所有系统的远程监控，一键操作即可达到“看得清、管得细、控得精”
- 收集、分析、评估，建立医院智慧后勤管理平台，融合能耗监测、能耗统计、等节能监管体系



西海岸院区能耗数据概览

进入主系统

总能耗概览

总能耗(kgce)

5330989.62

科教楼: 0
光伏发电量

总用电(kWh)

17055128

0
406171

总用热(GJ)

94749.11

0

总用水(m³)

306705.5

1

当月用量

当月用电: 471240

上月用电: 1049440

同期对比: -55.1% ↓

当月用热: 1242.78

上月用热: 1273.85

同期对比: -2.44% ↓

当月用水: 7729.19

上月用水: 6132.98

同期对比: 26.03% ↑

(kWh)

100,000 kWh
80,000 kWh
60,000 kWh
40,000 kWh
20,000 kWh

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

碳中和

10%

总碳排放量(t): 32910

• 光伏发电量(t): 171

• 绿色低碳销量(t): 3251

目前还需减碳量(t): 29488

总占地面积
28474m²

总科室数
30

总职工数
2888

各科室用电量排行

排名	科室	上月用电量(KWh)	环比	同比	
1	胃肠外科	4505.27	-3%↓	--	查看
2	脊柱外科	4017.67	--	--	查看
3	康复医...	3630.75	3%↑	--	查看
4	肛肠科	3484.33	1%↑	--	查看
5	介入医...	3436.17	-2%↓	--	查看
6	消化内科	3380.18	2%↑	--	查看
7	肾病科	3155.24	-3%↓	--	查看
8	淋巴瘤...	3131.7	--	--	查看
9	产科二...	3000.57	6%↑	--	查看
10	血液内科	2902.33	6%↑	--	查看
11	耳鼻喉...	2526.87	-7%↓	--	查看
12	妇科一...	2464.52	-2%↓	--	查看
13	神经外科	2303.08	2%↑	--	查看
14	神经内...	2293.56	-1%↓	--	查看
15	肿瘤综	2266.04	-6%↓	--	查看

计量网络图

能耗对标

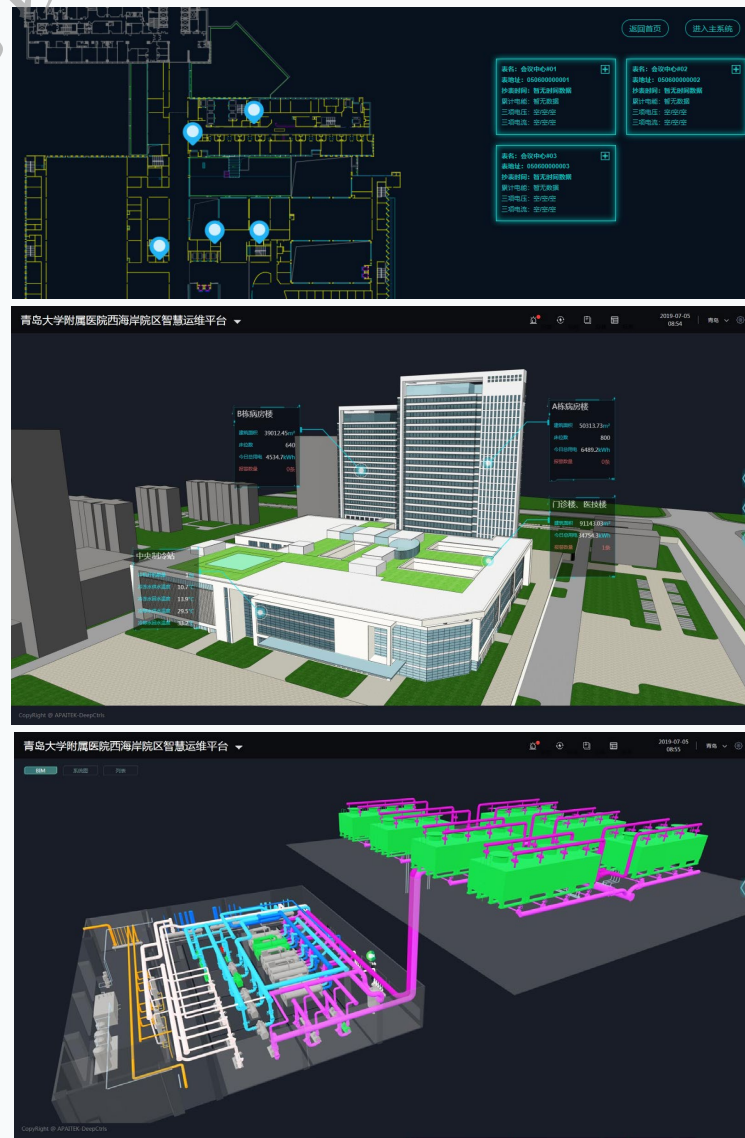
关联性分析

能耗监测系统：为精细化管理提供数据基础

- 平台可实现**多能互补、能-碳双管双控**的**智慧化运营管理**。
- 平台搭建了多个层级、面向对象的树状模型用于展示项目的用能情况的。
- 增加**碳达峰曲线、碳排放组成和碳中和路径**等模块
- 将建筑的能耗转化为**碳排放数据**

平台的主要功能包括：

- 1) 能耗监测：采集与分析所有建筑的电、热、冷、燃气数据；
- 2) 监控系统：各种机组、水泵等的运行状态监控及报警（本地及远程）；
- 3) 智慧能源控制系统：实现暖通、生活热水、电力、燃气等系统的运行策略控制。



1

采暖系统

分时分区、气候补偿等智慧控制措施可适用于采用集中供暖的区域

2

制冷系统

能效提升措施可广泛适用于采用冷水机组制冷的公共建筑

3

生活热水系统

采用空气源热泵制热，可适用于0度以上区域，采用补气增焓技术可适用于-20度以上区域

4

照明系统

LED+智慧感应控制

5

太阳能

光伏系统+照明系统

6

能源的数字化运营技术

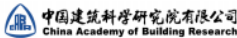
大数据数字技术智慧化控制技术

PART 4 项目成果

Project achievement display

模拟验证：节能效果第三方认证

中国建筑科学研究院有限公司出具第三方节能量测评，项目节能率为24.04%



中国建筑科学研究院有限公司技术报告

青岛大学附属医院（西海岸院区）
节能量终测评估报告

中国建筑科学研究院有限公司

2020 年 11 月

青大市公共建筑节能改造项目节能量终测评估报告
报告编号：T2020-496-30 第 2 页 共 14 页

表 1-2 公共建筑节能率终测评估分项表

项目名称	青岛大学附属医院（西海岸院区）节能改造项目				
项目地址	青岛市开发区五台山路 1677 号				
核定改造面积 (m²)	236200	预测节能率 (%)	24.04		
基准年能耗 (kWh/a)	3413.47	预测节能量 (kWh/a)	820.84		
序号	改造内容	改造措施	实施量 (单位)	节能量 (kWh)	分项节能率 (%)
1	照明系统	(1) 楼梯间荧光灯改为微波感应吸顶灯。 (2) 各房间内荧光灯改为 LED 灯。 (3) 公共区域处的荧光灯改为 LED 灯或微波感应 LED 灯。	28360 支	166	4.86%
2	采暖空调系统	(1) 更换变频控制柜并增加供冷供热集中群集控制系统。 (2) 更换远传空调面板并增加集中控制平台。 (3) 公共区域主分支立管处增加电动调节阀并进行分时分区控制。 (4) 新增板换系统将凝结水回水的热量用于预热采暖回水。 (7) 采暖管道系统与设备保温破损处、拆除处重新保温处理。	2 套	585.82	17.16%
3	生活热水系统	(1) 新增空气源热泵热水系统替换原有热水系统。 (2) 新增保温水箱回收凝结水预热生活热水。	16 台	11.6	0.34%
	光伏发电系统	屋顶安装总装机容量为 0.6MW 的太阳能光伏发电系统	1 套	57.42	1.68%
4	建筑能耗监测与控制系统	建设能耗监测平台；能耗数据的采集（配备相应的远传电表、远传水表等设备）、传输和分析	1 套	/	—
5	/	/	/	/	/

注：1 改造内容填写：围护结构、空调通风系统、照明系统、建筑综合能源系统（含供配电系统、电梯系统、给排水系统等）、可再生能源应用、其他等；

2 分项节能率是指各项节能措施实施后的节能量与建筑基准能耗的比值，即相对于总建筑能耗的节能率。



表 4- 申报项目改造建筑面积核定

建筑名称	建筑面积 (m²)	地上建筑面积 (m²)	地下建筑面积 (m²)	备注
综合楼	195000	153500	41500	含门诊、A 栋病房、B 栋病房
科教楼	41200	36000	5200	/
总计	236200	189500	46700	

注：表格中面积数据来源于业主单位提供的青岛大学附属医院（西海岸院区）图纸

终测评 结果	核定地上改造面积（m ² ）	189500	核定地下改造面积（m ² ）	46700
	核定建筑改造面积（m ² ）	236200	核定补助资金面积（m ² ）	236200
	基准年能耗（万 kWh/a）	3413.47	终测评节能量（万 kWh/a）	820.84
	终测评节能率（%）		24.04	
结论	该项目核定实施改造面积为 236200m ² ；终测评综合节能率为 24.04%，满足《青岛市住房和城乡建设局 青岛市财政局关于印发青岛市公共建筑节能示范项目和资金管理暂行办法的通知》（青建规字〔2017〕1 号）文件中“大型公建项目改造后节能率不小于 20%”的要求。			

模拟验证：节能效果数据分析

序号	用能设备名称		改造前能耗 (万kwh)	改造后能耗 (万kwh)	节能量 (万kwh)	综合节能率
1	空调系统	制冷机组	492	283	209	6.12%
		冷却塔风机	99	17	82	2.40%
		末端风机	258	238	20	0.59%
2	供暖系统	市政蒸汽	1031.87	897.04	152.82	4.48%
3	空调采暖系统输配水泵		252	130	122	3.57%
4	照明系统		315	149	166	4.86%
5	生活热水系统		112.6	101	11.6	0.34%
6	其他办公、设备		853	853	0	0%
7	光伏发电		-	-	57.42	1.68%
8	能耗基准（万kwh）		3413.47			
9	改造后能耗（万kwh）		2668.04			
10	综合节能率（%）		24.04%			

相当于种**129.3万**棵树
建设**64座**青岛植物园

- 改造前用电量为2291.86万kwh，蒸汽用量为12.2万GJ。
- 改造前能耗基准折合等效用电量为3413.47万kwh。
- 改造后折合等效用电量为2668.04万kwh，节约等效用电量为820.84万kwh。
- 综合节能率为24.04%



经济性分析：成本效益

- 完成该项目的节能方案设计后，采用eQUSET建立综合能耗模型，对比三年能耗数据（2017-2019年）进行模拟分析，年节省运行费用**400万元**。
- 项目采用合同能源管理模式，业主投资**0元**，节能服务公司全额投资1095.15万元，合同约定分享比例7：3，服务期限为6年。
- 节能服务公司采用**融资租赁**的方式，获取设备进行项目节能改造，融资成本9万元。
- 节能服务公司内部收益率为**52%**
- 补贴收益：项目还成功申请到公共建筑节能改造的示范项目得政府节能补贴，**30元/平方米**。

项目名称	年节省运行费用	预计投资	投资回收期
	万元	万元	年
青医附院	400	1095.15	2.74

合同能源管理	投资	融资租赁成本	分成比例	服务年限	收益	内部收益率
	万元	万元		年	万元	
业主	0	0	30%	6	720	/
服务公司	1095.15	9	70%	6	1680	52%

明确性：现场测试评估

- 测试时间:

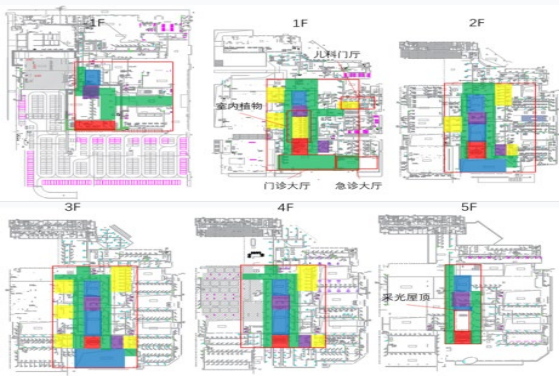
2021年7月--8月 (运行1年后)

- 测试项目:

青医附院 (西海岸院区)

- 测试结论:

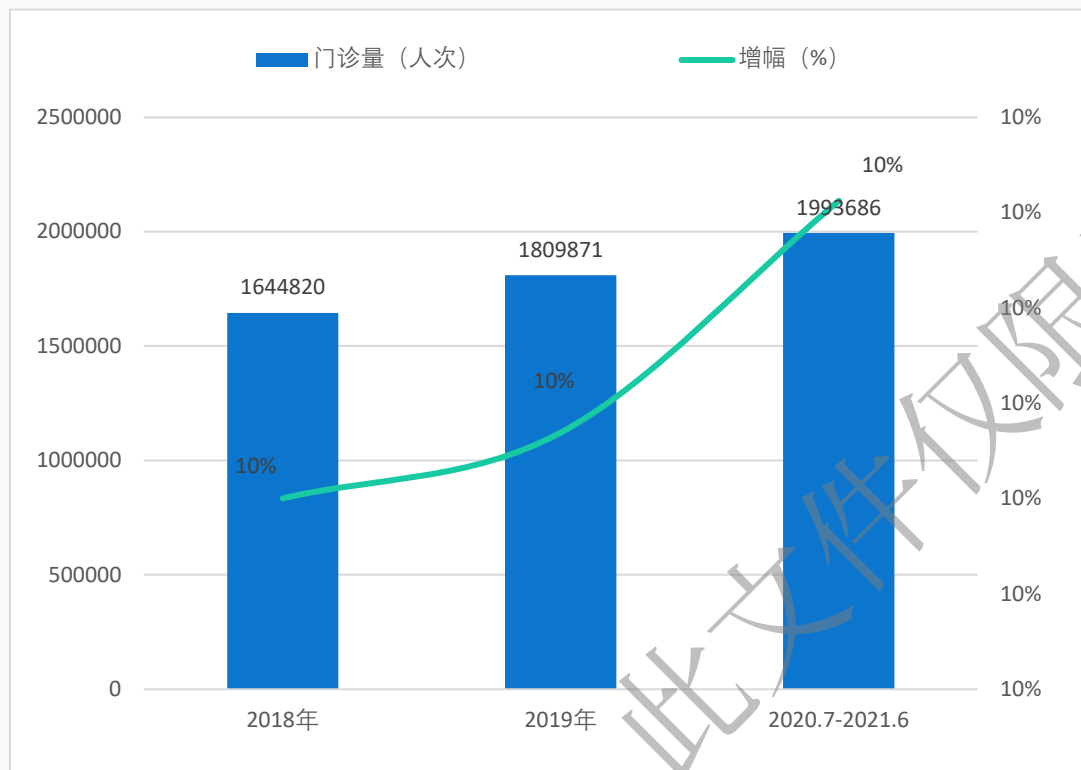
- 能源费用减少402.17万元/年
- 电力节能497.1万kWh;
- 蒸汽节能量0.94万GJ;
- 预计减少5150.25 tCO₂



明确性：节能效果数据实测验证

- 据统计青医附院年门诊量（人次）增幅为**10%**
- 2018-2019年门诊量（人次）增幅10%，2021年9-12月数据取前三年增幅预测数据。门诊量持续增幅**10%**

青医附院西海岸院区门诊量（人次）



- 门诊量增幅**10%**的前提下，青医附院改造后仍旧实现了**22%**的节能量，人均碳排放减少**4kgCO₂**，人均碳排放减少**27%**。

2020.7-2021.6	用量	单平米能耗/年	门诊量 (人次)	折等效电 万kWh	总碳排放量 tCO ₂	人均碳排放量 kgCO ₂
电 (万kWh)	1794.7	74.78	1993686	1794.7	14840.37	7.44
蒸汽 (万GJ)	11.15	0.46		1140.61	6740.17	3.38
光伏发电量 (万kWh)	57.02	2.41		57.02	471.5	0.24
合计	-----	-----	-----	2878.29	21109.04	10.59

2019	用量	单平米能耗/年	门诊量 (人次)	折等效电 万kWh	总碳排放量 tCO ₂	人均碳排放量 kgCO ₂
电 (万kWh)	2291.8	97.03	1809871	2291.8	18950.89	10.47
蒸汽 (万GJ)	12.09	0.51		1374.28	7308.4	4.04
合计	-----	-----	-----	3666.08	26259.29	14.51

节能效果数据-指标性

- 根据山东省住房和城乡建设厅、山东省质量技术监督局联合发布的《山东省医院建筑限额标准》规定，三级综合医院建筑总能耗（空调仅制冷）约束值为127kwh/m²·a，供暖能耗（锅炉或市政热力）约束值为10.2kgce/m²·a。
- 医院总能耗（空调仅供冷）超行业先进值**2.8%**，超行业约束值**45.7%**
- 供暖系统超行业约束值**47.7%**，因采用蒸汽采暖，系统建设时没考虑热回收，因此后期热损失较大，略低于先进值，未来计划将蒸汽采暖改为空气源热泵采暖，可进一步降低采暖能耗。

表 7.0.3-1 山东省三级综合医院建筑能耗限额指标

序号	地区	供暖能耗 (锅炉或市政热力) (kgce/m ² ·a)		建筑总能耗 (空调仅供冷) (kWh/m ² ·a)		建筑总能耗 (空调供冷供暖) (kWh/m ² ·a)		床均能耗(空调仅供冷) (10 ³ kWh/hb·a)		床均能耗(空调供冷供暖) (10 ³ kWh/hb·a)	
		约束值 A ₁	先进值 A ₂	约束值 B ₁	先进值 B ₂	约束值 C ₁	先进值 C ₂	约束值 D ₁	先进值 D ₂	约束值 E ₁	先进值 E ₂
1	济南	10.6	7.2	136	92	161	110	13.35	9.07	15.20	10.30
2	青岛	10.2	7.0	127	86	162	111	13.41	9.07	15.25	10.30
3	淄博	10.9	7.4	135	92	160	109	13.30	9.04	15.15	10.30
4	枣庄	10.1	6.9	130	88	154	105	12.91	8.77	14.71	10.00
5	东营	10.4	7.1	131	88	155	105	12.93	8.79	14.72	10.00
6	烟台	10.8	7.4	135	92	158	107	13.31	9.04	15.15	10.30
7	潍坊	10.7	7.3	135	92	160	109	13.30	9.04	15.15	10.30

名称	建筑总能耗 (空调仅供冷)	供暖能耗 (锅炉或市政热力)
单位	kwh/m ² · a	kgce/m ² · a
先进值	86	7
约束值	127	10.2
青医附院（西海岸院区）	83.20	7.20

技术综合性评价

践行技术路线：

脱碳规划=（掌握需求+提升能效+广开源路+全过程管理）× 金融催化 → 低碳运营 → 减碳目标

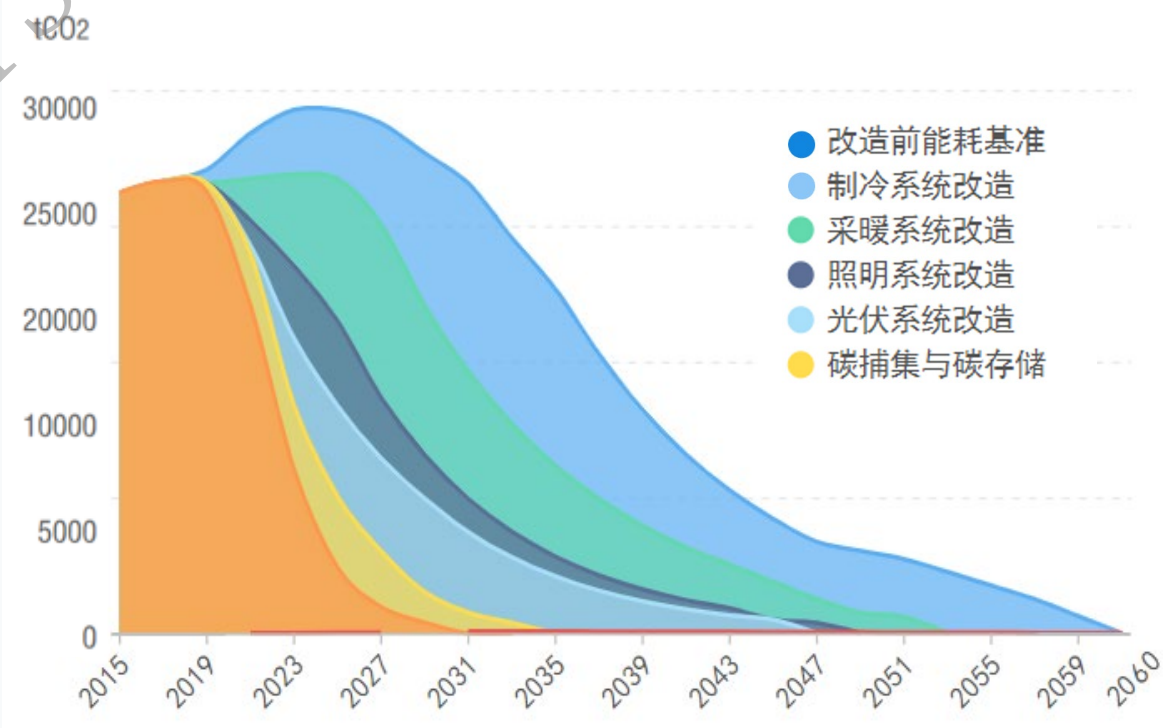
技术匹配

实施效果：

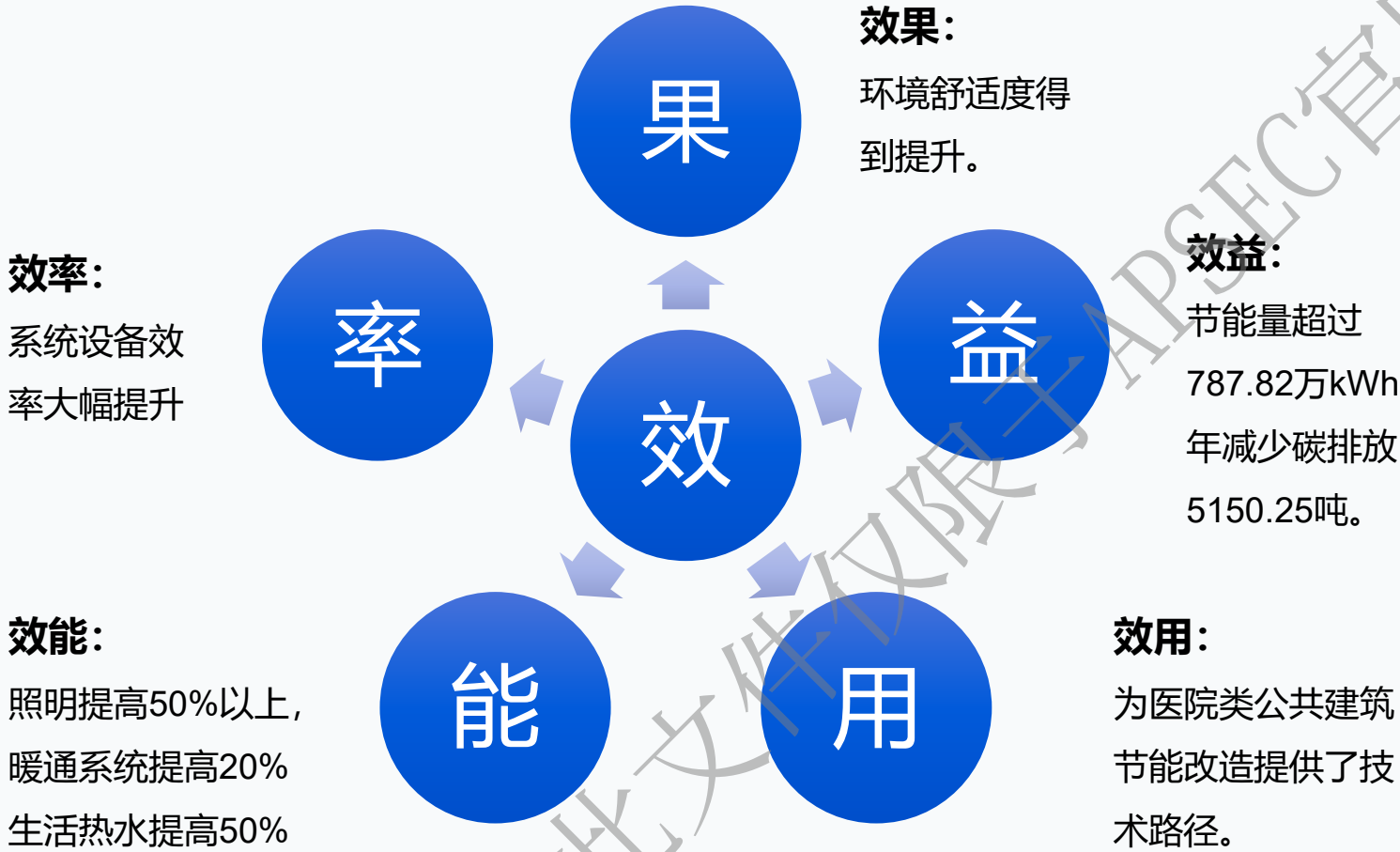
- 2020-2021年通过践行上述技术路路线，降低碳排放**5150.25吨**
 - 未来持续践行上述技术路径
- 预计**2030年**可实现0碳目标，提前30年碳中和

未来规划	
掌握需求	利用能耗平台显示用能变化
提升能效	冷机改为 磁悬浮 增加 余热回收 比例
广开源路	增加 空气源 热泵+光伏发电采暖比例 高区生活热水改为 空气源 热泵
金融杠杆	融资租赁+绿色贷款+ 绿色保险
低碳运营	加强能耗管理 增加节能减碳管理
.....	

脱碳路径



五维效益提升



建筑名称: 青岛大学附属医院 (西海岸院区)

测评单位: 中国建筑科学研究院有限公司

• 分项评定等级

效率	☆☆☆☆☆
效果	☆☆☆☆☆
效能	☆☆☆☆☆
效益	☆☆☆☆☆
效用	☆☆☆☆☆

• 总体评价

100

90

80

60

出色

良好

一般

亟需改善

↑

综合评分=91

PART 5

项目团队介绍

Project team introduction

项目团队介绍



生晓燕

项目总负责人



唐立岷

医院西副院长
长



赵春晴

项目组专家



孙圣兴

项目总经理



李清

暖通负责人



张方婷

资料管理



胥朋

医院后勤管理主任



岳丽丽

财务总监



张德干

自控系统负责人



邵溪祺

光伏系统负责人

项目团队介绍



生 晓 燕
项目总负责人

生晓燕

高级工程师 注册公用设备工程师

- 主要从事大型公共建筑的节能改造工作，任现职以来出具40多座大型公共建筑的节能改造方案，负责主导多座建筑的节能改造全过程。包括前期能耗调研，数据分析，出具节能改造路线、节能调试方案及节能效果的评估计算方法等；负责工程的预决算、设备选型，组织施工、运行策略调整等全过程工作。
- 作为主要研发人员，研发了3项实用新型专利，分别为《一种磁悬浮变频中央空调制冷系统》、《一种空气源热泵供热装置》、《集中式厨房温控系统能效优化装置》，其中《一种磁悬浮变频中央空调制冷系统》获得“中国节能环保专利奖”三等奖。作为参编人员，参与编写了《公共建筑节能改造节能量核定导则》。



能耗监管平台

建设、运维
09年至今



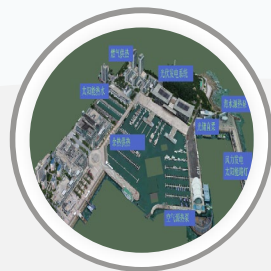
节能量保险“减碳保”

蓝海金港大饭店 ↓132万元/年



UNDP示范项目

联合国开发计划署公共建筑能效提升
示范项目 ↓300万元/年



零碳社区智慧能源平台

青岛奥帆中心 ↓300万/年



青岛首个 磁悬浮改造项目

青岛花园大酒店
↓70%

项目来源

国家发展战略和APEC领导人峰会倡议

碳达峰、碳中和

全力发展医疗卫生事业

推动城市的可持续发展

促进数字化经济发展

创新性

医院建筑节能技术路线创新

数字化监控及推广平台创新

绿色金融模式创新

启发性

带动了“医院→公共建筑”节能减碳

节能与低碳技术与市场化融资机制示范成果

建筑节能及绿色建筑技术创新大会-领先案例

影响力

列入住房和城乡建设部 联合国开发计划署 全球环境基金中国公共建筑能效提升项目

列入省科技计划项目

成果显著

年节省运行费用400万元

完成节能22%，减少5150.25tCO₂

超行业先进值2.8%，超行业约束值45.7%

可复制推广

适用度高，可广泛适用于APEC其他经济体

通过VR平台，传播智慧能源和节能减碳技

术理念

性别平等

项目团队男女比例为1:1，男女比例均衡

团队主要负责人为女性，打破性别偏见

促进女性就业

结论可查

节能量数据来源

《中国建研院出具节能量测评报告》

《青医附院西海岸院区节能改造项目效果检测报告》

项目成果总结

节 能 减 碳 可 持 续 发 展

THANK YOU FOR WATCHING

