

目 录

践行绿色低碳 政府机关先行

.....深圳市市民中心 (01)

善用其能 尽用其效

.....华中科技大学同济医学院附属同济医院 (13)

发扬红柳精神 创建绿色校园

.....兰州理工大学 (24)

践行绿色低碳 政府机关先行

深圳市市民中心

案例摘要：

深圳市市民中心（以下简称市民中心，业主单位为深圳市机关事务管理局）以践行绿色低碳为行动主旨，大力实施节能技术改造，实现合同能源管理模式突破；不断加强管理节能，完善各项用能制度；积极倡导行为节能，培养合理用能理念。通过对中央空调系统、照明系统、太阳能光伏发电系统、围护结构等多个重点用能系统进行节能改造，广泛运用节能新产品、新技术。同时，建立完善的节能管理制度，日常用能管理合理规范，机关干部职工节能意识有效提升。2014年至2016年，市民中心公共机构节能工作取得了显著的成效，单位建筑面积能耗、人均综合能耗、人均综合水耗均保持了逐年下降的趋势，其节能实践对全面、系统地提升政府机关公共机构节能工作具有借鉴意义。

一、单位简介

市民中心位于深圳中心区的福田区，是集政府、人大、博物馆、会堂等多功能为一体的综合性建筑。整个建筑规模庞大，地下一层，地上五层，总建筑面积38.2万平方米，建筑总长度435米，最大宽度145米，分为A区、B区和C区三部分。2016年，市民中心常驻编制办公人数为6141人，日均用能人数为13720人（含市民中心办公人员、外来办事和参会人员、

行政服务大厅办事人员、博物馆、工业展览馆参观人员等)。市民中心能源资源消耗结构以电为主，另有天然气和公务用车用油。



图1 市民中心外观

二、案例实施

(一) 全面加强节能管理

为做好市民中心的公共机构节能工作，深圳市机关事务管理局结合市民中心的用能状况，制订了一系列管理制度，明确了局公共机构节能处负责市民中心节约能源资源具体工作的职责。每年编制市民中心用能分析报告，并对每季度用能情况进行公示，对节能优秀单位和个人进行表彰，开展节能先进典型评选，将公共机构节能工作纳入年度绩效考核，保证各项节能制度有效执行，推动市民中心能耗水平逐步下降。

(二) 开展节能技术改造

公共机构节能降耗的首要手段是对既有建筑的节能改造。对市民中心既有建筑节能改造，采用合同能源管理(EMC)和政府投资两种模式，截至2016年底，市民中心实施了中央空调系统节能改造项目、地下车库照明系统改造项目、公共区域照明系统改造、外窗玻璃贴膜、地下停车场充电桩

建设、公共机构节能管理平台等节能改造项目。

1、中央空调系统节能改造项目

项目概况：2011年1月，市民中心中央空调系统合同能源管理招投标工作顺利完成，这标志着合同能源管理模式正式在深圳市公共机构启动。项目完成了市民中心中央空调自控系统节能改造、水蓄冷节能改造、中央空调冷凝器自动清洗、中央空调用水自动加药、集中监控节能改造等项目实施工作。

改造内容：包括整个中央空调系统、中央空调水系统及中央空调风系统，在整个中央空调系统建立空调设备集中监控系统，建立楼宇自动控制系统平台（BAS），并预留扩展接口。在中央空调水系统的基础上利用原有消防水池，进行水蓄冷改造，实现移峰填谷。安装水系统智能节能控制系统，实现负荷随动、自动变流量运行，同时安装冷凝器在线清洗系统，保持主机高效运行，安装化学水处理自动加药系统，杀菌除藻，保持水系统运行效率。中央空调风系统安装智能节能控制系统，实现负荷随动、自动变风量运行及远程启停控制。

节能效益：一是降低能耗成本。改造后系统综合节约率高达15%，年节约电费182.3万元。二是提高办公环境品质。通过对空调系统运行状态及空调环境的实时监测，动态调节空调的运行负荷，保证了供冷及办公环境的舒适需求。三是保障设施有效运行。实时监控环境、能耗等三组参数，如产生不相互匹配和不节能的状态，系统会及时报警，以方便对设备进行及时检修。四是履行党政机关社会责任。项目改造后，使得市民中心中央空调系统运行费用节约率达到15%以上，相当于年节约标准煤329.5吨。



图2 恒温恒湿机组节能控制柜



图3 区域节能中控主机

2、地下车库照明系统改造项目

项目概况：市民广场地下停车场是目前国内最大的地下停车场，面积约 9.6 万平方米，共有停车位 2608 个。停车场采用普通日光灯照明，改造前年用电 107.4 万千瓦时，耗电量约占市民中心总用电量的 3.2%。据测算，停车场平均照明安装功率约为 $4.1\text{W}/\text{m}^2$ ，高于常规设计经验值 $2.3\text{W}/\text{m}^2$ ，且灯具没有安装时间控制系统，全天 24 小时开启照明，耗电现象十分严重。通过现场勘察发现，停车场内灯光昏暗，灯具老化，多处灯管不亮，严重影响地下车库的照明需求和安防要求。

改造内容：采用太阳能光伏发电与 LED 照明灯具相结合的方式对市民广场地下停车场进行节能改造，不仅极大地减少了用电量，节电率高，而且改造后的照明灯具具有使用寿命长、能耗低、发光效率高、无汞、无紫外线辐射、工作稳定、安全性高等一系列优点。同时，在主车道加装红外感应控制开关和标识，进一步降低了用电量。该项目采用合同能源管理方式进行改造，在取得节能效果的基础上，共享节能效益。

节能效益：深圳市机关事务管理局从广东省经济和信息化委员会认定的 14 家深圳节能技术服务单位中，聘请了深圳市绿创人居环境促进中心作为市民广场地下停车场照明系统节能改造项目的节能量检测单位。

2013年1月17日，根据《企业节能量计算方法》(GB/T 13234-2009)的相关规定，计算地下停车场用电量并对现场实际进行了考察，确定以基准年用电量核算改造后年用电量的节能量审核方法。经审核，市民中心地下停车场照明系统节能改造项目改造实施后，年节电量可达102.66万千瓦时，折标准煤126吨，节电率为95.6%。



图4 太阳能光伏发电系统



图5 地下车库LED灯具

3、公共区域照明系统改造项目

项目概况：A、B、C区公共区域照明系统改造主要是将市民中心建筑内走廊、食堂、大厅、卫生间、茶水间等公共区域的照明灯具更换为LED照明灯。

改造内容：对市民中心会堂的改造，选用效率高、寿命长、性能稳定的绿色照明灯光，在舞台中央、两侧分安装全彩高清的LED显示屏取代投影，打造成为一个功能齐全的现代化会堂。

多功能厅的改造针对照明不可调光，灯具效率低且照明能耗高等缺点，采用了智能照明控制系统，对照明回路进行了自动化管理。改造后，多功能厅在不同的使用场合均有不同的合适灯光效果，还可以预先精心设计多种灯光场景，如入场迎宾模式、报告讨论模式、投影电视模式、休息模式等个性化的灯光方案。

节能效益：由于公共区域照明无单独计量，因此无法获得公共区域照明的准确耗电量，只能根据实际情况对节能量进行估算，A、B、C 区公共区域照明系统改造后的节能率大大提高，经估算，年节电量 29.5 万千瓦时，折标准煤 36.25 吨，节能率为 34%。

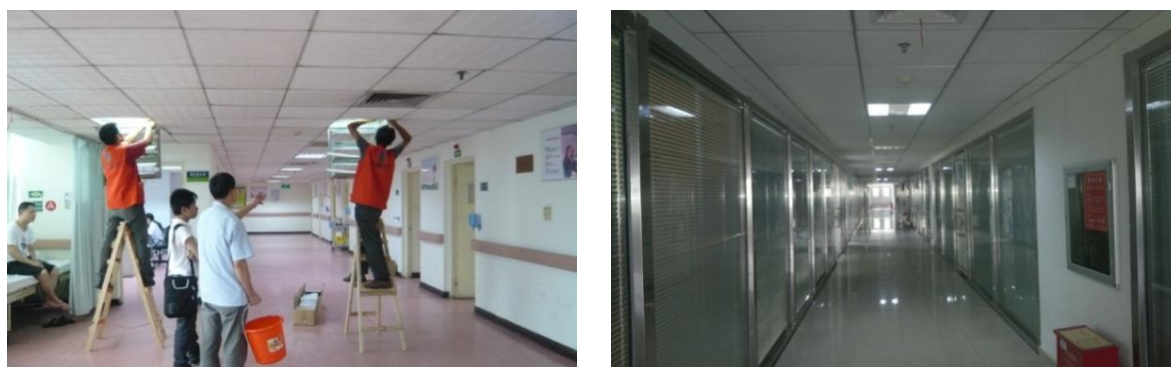


图 6 公共区域照明系统改造

4、公共区域外窗玻璃贴膜项目

项目概况：市民中心建筑呈三维空间曲面形状的大屋顶结构将东、中、西三块建筑连为一体，大屋顶可遮挡屋顶下面部分建筑的阳光照射。但是整个建筑外侧的窗体及玻璃幕墙部分，由于玻璃的高通透性导致太阳直射室内，严重影响室内环境品质。项目改造方案采取玻璃贴膜形式。贴膜后，可以有效阻隔紫外线，减少眩光，美观私密，安全防爆。

节能效益：市民中心总贴膜面积约为 27000 平方米，经过对 A、B、C 三个区域的贴膜改造节能率和各区所占面积，加权计算得到贴膜综合节能改造节能率为 6.5%，贴膜后年节电量 89.8 万千瓦时，年节约标准煤 110.36 吨。



图 7 外窗玻璃贴膜

5、地下停车场充电桩建设项目

为充分发挥政府在新能源汽车领域的示范带头作用，深圳市机关事务管理局与比亚迪公司合作，分批次在市民中心地下停车场建设安装充电桩共 249 个。以市面常见混合动力车为例，每公里耗能约 0.2 度电，费用 0.2 元，比燃油节约 4 倍。



图 8 地下停车场充电桩

6、公共机构节能管理平台

市民中心共加装了 668 块远程电表和水表，实现了能源资源的分类、分栋、分项计量。在此基础上，建设了深圳市公共机构节能管理平台，通过数据远传等信息化技术，将采集的能耗数据实时上传到市节能管理平

台，实现在线监测、统计、分析和展示功能，并为日常节能管理、实施节能改造和能源审计提供可靠数据支撑。



图 9 数据采集装置



图 10 节能管理平台

7、推广应用节水型器具

市民中心节水器具使用率达 100%，洗手池和小便池均采用红外感应装置，达到了节约用水的目的。



图 11 节水型器具

（三）开展节能宣传教育

1、**节能宣传**：2008 年以来，深圳市机关事务管理局每年均积极举办节能宣传周活动，引导广大机关干部职工主动参与，增强节能意识。



图 12 节能宣传

2、**业务培训**：为确保全市公共机构节能工作的顺利开展，提高节能工作者的业务知识水平，加大节能技术的推广力度，深圳市机关事务管理局先后多次组织开展了面向广大干部职工的节能知识培训和讲座。



图 13 业务培训

3、**绿色办公**：推行无纸化办公，减少办公耗材的使用。在空调开关、照明开关等处张贴温馨提示，加强节约用电行为意识。同时在会议室、食堂等场所减少一次性用品的使用，杜绝浪费。



图 14 绿色办公

三、综合效益

(一) 节能效益

通过强化节能管理和大力实施节能改造，市民中心的节能工作取得了明显成效。2016年，市民中心用能总量为 4445.67 吨标准煤，较 2014 年下降了 342.26 吨标准煤。单位建筑面积能耗为 $9.36\text{kgce}/\text{m}^2$ ，人均综合能

耗 324.03kgce/人，人均用水量为 34.97 吨/人，较 2014 年和 2015 年均稳定下降。

表 1 市民中心近两年能耗变化情况

年度	用能指标	单位建筑面积能耗 (kgce/m ²)	人均综合能耗 (kgce/人)	人均用水量 (吨/人)
2014		9.75	462.26	37.01
2015		9.53	390.65	35.80
2016		9.36	324.03	34.97

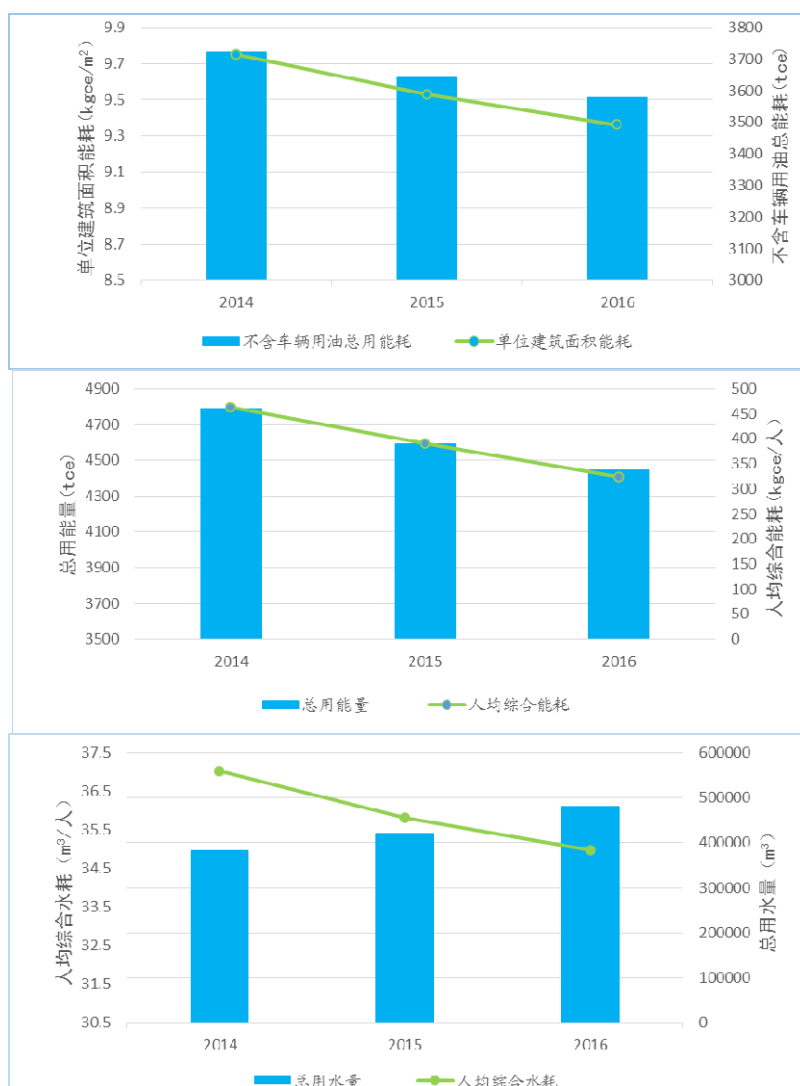


图 15 2014-2016 年度能耗变化情况

（二）社会效益

深圳市市民中心通过夯实节能基础工作、强化技术节能、抓好管理节能、倡导行为节能，有效地提高了整体的能效水平，从而引领全市公共机构的节能工作，并逐步形成了人人节能、事事节能、处处节能的良好氛围，对全市形成崇尚节约、合理消费与低碳环保的社会风尚和绿色化生产生活方式具有显著的示范引领作用。

善用其能 尽用其效

华中科技大学同济医学院附属同济医院

案例摘要：

华中科技大学同济医学院附属同济医院以低碳式绿色化发展为目标，针对医院用能系统制定相关管理条例，成立了能耗管理中心，加强用能节能知识的宣传，引入多项信息智能化节能技术，将科学调控与管理融合，逐步提升后勤管理精细化水平。

近年来医院实施了多个节能改造项目，例如锅炉烟气余热回收、供热供冷管道改造、中央空调节能群控、水平衡测试、更换节能灯具等，广泛应用节能产品，提高了建筑和运行设备的能效水平。建设了涵盖医院主体能源消费因素的能耗监测平台，通过用能情况在线监控与实时分析，预测能耗变化趋势，优化调度和管控等功能，实现了医院节能管理智能化。近六年，医院经济大幅增长，但总能耗支出与医院总支出占比保持持续下降趋势，真正做到保障医院减负荷运行，这对全面、系统提升医院节能工作具有借鉴意义。

一、医院基本情况

同济医院于 1900 年由德国医师埃里希·宝隆创建于上海，1955 年迁入武汉，现隶属于华中科技大学同济医学院，是同济（医）品牌和商标所有者，是一所集医疗、教学、科研、培训为一体的现代化综合性三甲医院。

同济医院目前占地面积 9.3 万平方米，医院共有 25 栋主要建筑，总建筑面积 38.79 万平方米。医院现有病床 4000 张，62 个临床和医技科室，其中国家重点学科 8 个，国家临床重点专科 18 个，主要医疗工作量不断刷新荆楚医疗史，年门、急诊量连续多年保持湖北省第一，16 年医院平均日用能人数突破 23000 人。

二、案例实施

(一) 全面加强节能管理

一是健全机构。

成立了节能领导小组，由医院主管后勤工作的副院长负责节能降耗工作的指导、检查和督导，后勤处负责节能降耗计划的制定和组织实施，后勤处动力科成立能耗监管中心，负责能源资源消耗数据的统计和上报、负责各种能源的安全使用监管及节能降耗知识宣传，并由经济管理办公室负责能耗奖罚制度的落实。

二是建立长效机制。

制定年度各类能源节能计划，每月将各部门能耗报表汇总至经济管理办公室，财务处核算运行成本，并定期对各部门进行单位能耗绩效排名，由经济管理办公室根据绩效排名进行相关节能降耗的奖惩。

三是引导科学性节能。



图 1 能源审计报告

聘请了第三方公司进行能源审计，对医院的能源使用情况和能源费用进行检测、核查、分析和评价。全面了解医院的能源管理及用能情况，排查医院在能源利用方面存在的问题和薄弱环节，挖掘节能潜力，寻找节能方向，降低能源消耗和运营成本，促进医院在资源利用方面不断整合创新，全面提高能源利用效率，最大限度地提高医院经济效益。

四是建设能耗监管平台。

2015年，医院结合自身特点，应用信息化技术，搭建了面向管理层的节能管理平台，并通过对各分类、分项能耗数据的合理采集，准确地掌握不同医疗功能的建筑、分户能耗及重点用能区域的能耗，有效地指导医院能源管理，为医院建筑的节能诊断和改造提供了科学依据。搭建完成的能耗监测平台，用于能耗基础数据远程采集与智能监控分析，推进了能耗管理的信息化建设。平台搭建以来提供了 1500 多个远程传输点位，为医院能耗统计、分析、诊断、节能改造提供了数据支撑。

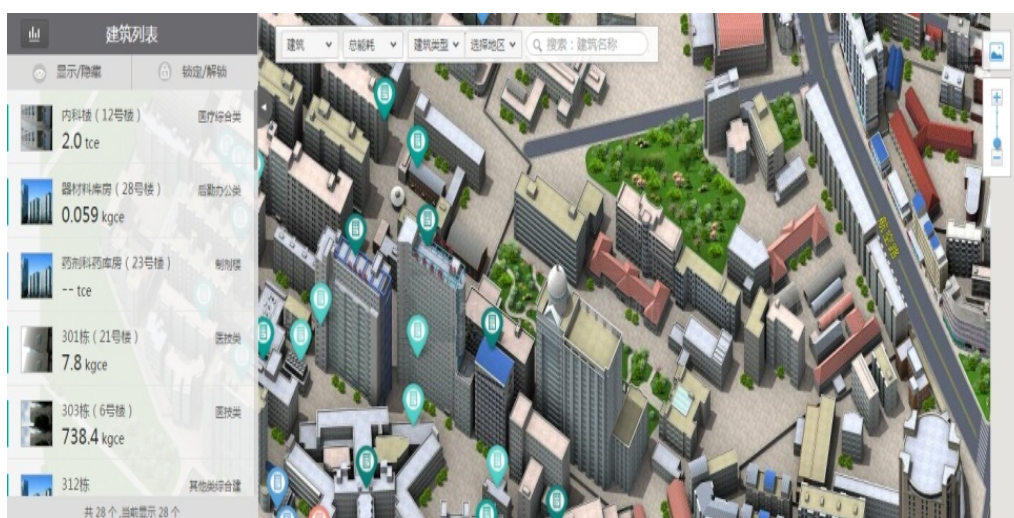


图 2 能耗地图



图 3 能耗监测平台系统界面

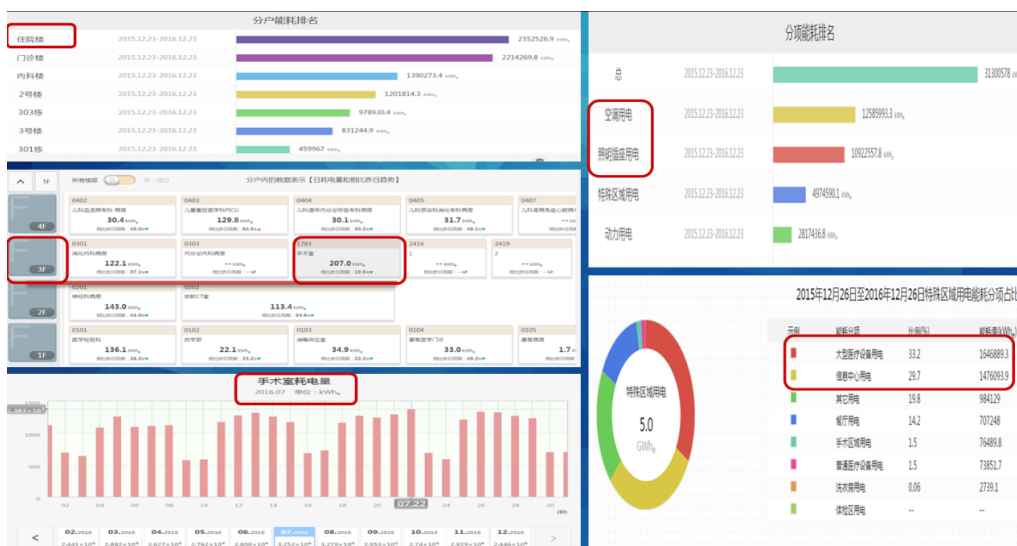


图 4 按楼栋-楼层-科室查找耗能点

(二) 全方位开展节能技术改造

医院的节能技术改造主要包含水电气三个领域，近十年进行了多项节能技术改造。

1、热力中心，更换节能锅炉，加装烟气余热回收设备

改造前：热力中心现有五台蒸汽锅炉，其中四台 10 吨锅炉，一台 20 吨锅炉，由于四台 10 吨蒸汽锅炉使用年限较长，热效率低下、故障率较高，每年需要花费大量的维保经费，医院根据热力中心实际情况，对热力

中心的四台 10 吨锅炉进行有计划的更换，以提高热效率，减少维保费用及故障的发生。

改造后：根据锅炉系统的实际情况，2016 年进行系统节能改造，保留了原锅炉燃烧器、PLC 控制柜、锅炉供热蒸汽管网及烟囱，增加了 10 吨/小时卧式全自动油气两用型蒸汽锅炉 2 台（只含本体不含燃烧机），改造了控制系统、原锅炉动力配电柜，将原来 45 立方米水箱改造为 70 立方米水箱，并增加水处理器、容积式换热器、板式热交换器。在满足供热需求的同时，提高了供热效率。

医院大型燃气/油蒸汽锅炉，烟气温度高。烟气余热回收项目自 2008 年 2 月开始实施，至 2009 年 1 月完成。这套热回收装置用于预热锅炉给水，将供暖时产生的高温烟气（约 130 摄氏度左右）导入板式气水换热器，加热水箱内的自来水。项目实施后锅炉的排烟温度从 220—240 摄氏度降至 60 摄氏度左右，利用烟气余热将锅炉给水温度由常温（冬天 10 摄氏度，夏天 18 摄氏度）提升到 50—60 摄氏度。该项目经武汉市锅炉压力检验所进行能效测试，节能率达到 13.9%，达到节能目标。经过医院综合测算，项目实施六年以来，综合节能率为 11.4%。



图 5 热力中心节能锅炉改造完成



图6 烟气余热回收

项目内外部构造投资回收期 锅炉系统节能改造总投资 220 万元 2016 年下半年同比 2015 年下半年锅炉房天然气使用量减少 17 万立方米。年节约天然气约 30 万立方米，投资回收期 2.5 年。

烟气余热回收节能改造项目总投资 624 万元，其中设备投资 539 万元，热力中心把老旧锅炉更换为节能锅炉，并配合使用原有烟气余热回收设施，综合节能率达到 11.4%，年节约天然气量 108 万立方米，项目实施五年来减少能耗 4215 吨标煤，减少二氧化碳排放 4000 吨。投资回收期 2.5 年。

2、空调中心，中央空调节能群控系统

改造前：医院的空调系统可分为中央空调系统和分体空调系统。空调能耗占到医院总能耗的 21%以上（包括空调中心、门诊机房和综合楼机房、其余分体空调和风机包含在未分项计量项里）。医院共有三个中央空调冷

站，分别位于新外科大楼、门诊楼、医技综合楼。各中央空调末端在普通公共区域及室内区域，主要采用新风机加风机盘管的末端形式，风机盘管末端控制策略由用户自行设定，新风机控制策略由后勤统一管理调控。

改造后：中央空调系统所有设备的选择都是按照最不利工况来选型，有相当余量，因而在部分时间内，系统只是部分负荷运行。中央空调群控节能系统改造项目工程经立项批准后，对目前中央空调机房设备实现了智能监控，包括电器柜改造及节能系统的改造。群控系统通过主控计算机直接控制空调主机，通过 PLC 和变频器实现对冷却泵和冷冻泵的控制，实现冷源运行能效优化控制，根据不同季节不同时刻运行的负荷变化，实时监测智能分析，合理调节了空调机组的运行状况，实现中央空调集成优化管理的控制，大幅提升了中央空调系统自动化管理水平，提高了系统运行效率，降低了系统能耗。



图 7 中央空调节能群控系统

投资回收期：中央空调节能群控项目总投资 230 万元，2016 年中完成建设，通过群控系统实时监测智能分析，合理调节空调机组的运行状况，

每年可为冷源系统节约 10%以上的运行费用，约 40 万元。综合节能率达到 10%，每年减少二氧化碳排放 240 吨，投资回收期 5 年，节能效果可观。

3、照明灯具，批量更换节能灯具

改造前：照明系统的使用时间根据各功能区域的服务特点和运行时间而定，因而存在差异。门诊、急诊区域以及行政办公区域的照明时间和工作时间相同，而病房等区域的照明则相应延长。对于没有自然照明的公共区域，如部分楼梯间和地下停车场等，则采用 24 小时持续照明的方式。其他区域如手术室、检查室、化验室等根据具体的情况按需使用照明系统。

改造后：医院原来主要使用的灯具为 T8 荧光灯和白炽灯，后逐步批量将灯具都更换为 T5 型荧光灯和 LED 光源，目前全院已基本完成了节能灯具的全面覆盖。

投资回收期：T5 采用三基色荧光粉，在相同照明度上 T5 比 T8 灯管节能 20%-30%，16 年总投资 32 万元，采购节能灯具 1155 套，累计电量同期相比 2015 年减少约 60 万度，照明节电率约为 20%，投资回收期 0.5 年。

4、节水：定期进行水平衡测试

改造前：医院成立较早，水管网线路设施大多比较老旧，多处存在锈蚀等情况，易出现爆管、连接点处漏水等问题。但由于水管网大多埋在墙体或地面下，发生漏水问题时不易被发现，容易造成水资源浪费。

改造后：医院为进一步做好节水工作，定期聘请第三方公司进行水平衡测试，通过测试全面了解医院管网状况及各部位用水现状，画出水平衡图。并依据测定的水量数据，找到漏点位置，确定水量平衡关系和合理用水程度，采取相应的措施，挖掘用水潜力，加强用水管理，提高合理用水意识。通过定期水平衡测试，合理调控和维护用水管网，近年来医院各项

用水指标均达到《武汉市主要行业取（用）水定额》标准要求。

投资回收期：根据 2016 年水平衡测试报告，医院共发现 7 处漏水点，日均漏失水量 155 立方米。这一措施为医院节省年漏失水量 5.7 万吨，节水率达 3.2%，减少年漏失水费 20 余万元。

（三）开展节能宣传活动

通过加强节能教育宣传等方式，引导医院职工树立节能减排的意识，增强“践行节能低碳，共建绿色同济”的理念。响应全国节能宣传周，开展系列宣传活动，展示医院现有的节能措施和现状以及科普生活和工作中的节能小知识，进行全民节能低碳宣传教育，在全院营造节能降碳的浓厚氛围。同时，在医院后勤微信工作平台上定期推送节能减排相关视频与文章，科普节能知识，提高了医院职工对节能政策、法规、技术知识的认识，也为全面开展节能工作奠定了良好基础。



图 8 节能宣传标语



图9 2016年节能宣传活动现场



图10 科室病房张贴的节能标识牌



图11 近年制作的节能宣传手册



图12 节能知识微信推文

三、综合效益

(一) 节能效益

以 2012 年为基准年，医院业务量年均上涨 7%，在业务用房不变、用能设备不断增加的情况下，单位业务密度能耗年均下降 9.25%。其中单位业务量耗电量年均下降 3.56%，单位业务量耗水量年均下降 6.27%，单位业务量耗气量年均下降 9.98%，能耗支出占医院总支出比例年均下降 5.95%，完成了医院减负荷运行的任务要求。

(二) 经济效益

直接经济效益：按照基准年 2012 年计算的单位医疗业务量产生的耗能费用为 23.2 万元，2016 年下降到 18.58 万元，下降 4.62 万元，4 年间医院业务量上涨 81.4 万，合计约减少能耗费用 376 万元，医院节能项目总投资约合 1500 万元，总投资回收期 4 年。

间接经济效益：在医院事业发展，建筑面积增加，在院用能总人数增加的情况下，能耗总量保持略微下降或平稳趋势，能耗支出占总支出比例不断下降，为医院减负荷绿色运行提供了保障。

(三) 社会效益

建设节约型医院对增强广大医护人员的主动节能意识和行为方式具有重要作用，所形成的绿色医院文化将进一步加深医患群体的节能观念与可持续发展的意识。华中科技大学同济医学院附属同济医院节约型医院建设示范项目，取得了优良的成效，2016 年获得“全国节约型公共机构示范单位”称号，对华中地区医院的节约型医院建设具有重要的带头和示范作用。

发扬红柳精神 创建绿色校园

兰州理工大学

案例摘要：

兰州理工大学运用了现代通信与控制技术，构建校园智能化节能管理系统，从宣传育人、管理规划和节能改造入手，全方位推进绿色节约型大学校园建设。近年来，学校先后完成了供暖分时分区远程流量控制、锅炉常温排烟深度余热回收、太阳能浴室热水供应系统、教室照明系统改造、能源监控平台、校园路灯节能改造、卫生间节水器具安装、绿化滴灌等多项节能改造项目。学校始终以“艰苦奋斗，自强不息，求真务实，开拓创新”的红柳精神，不断学习探究，运用节能新技术、新产品和节能项目，优化校园供能设施。同时，加强能源管理体系建设，巩固能源管理组织机构，细化能源管理制度，开展多种方式的节能教育与宣传。

学校在建筑面积、用能设备逐年增加的情况下，能源消耗年均减少1000余吨标准煤，平均节能率6.25%。节约用水36200吨，节水率3.28%，每年减少排放二氧化碳2600吨，二氧化硫22.8吨，氮氧化物20.5吨。

一、学校概况

兰州理工大学原名甘肃工业大学，坐落于甘肃省省会兰州市，是国家“中西部高等教育振兴计划”重点建设高校，“国家大学生创新型实验计划”和教育部“卓越工程师计划”入选高校，甘肃省人民政府与国家国防科技

工业局共建高校，中国人民解放军后备军官选拔培养基地，东南大学对口支援高校。学校现有两个校区，占地面积 2430 亩，校舍建筑面积 108 万平方米；全日制在校生 27599 人，在职教职工 2309 人。

二、案例实施

（一）全面加强节能管理体系建设

1、组建节能领导小组

加强节能常态化组织机构建设。学校成立了以分管副校长为组长的节能领导小组，下设领导小组办公室，后勤管理处处长兼任办公室主任，并实行院系二级节能管理体制，在学校节能领导小组的管理、指导和监督下开展工作。学校印发了《兰州理工大学节能管理办法》、《兰州理工大学节约能源资源实施细则》等节能管理制度办法，实现了各部门强化管理、分层落实，全员参与的工作格局和运行机制。其中，后勤管理处重在通过行政、经济手段，优化资源配置；能源服务中心在精细化管理上下功夫，认真审视巡查现有供暖设备，不断探索节能新技术、新产品，优化能源供应服务体系；能源监管平台队伍，在监测和统计各个学院、各个楼宇水电暖能源消耗数据的同时，联合能源服务中心分用途、分时段、分区域地分析能源数据，并将报表报送各学院能源管理负责人。

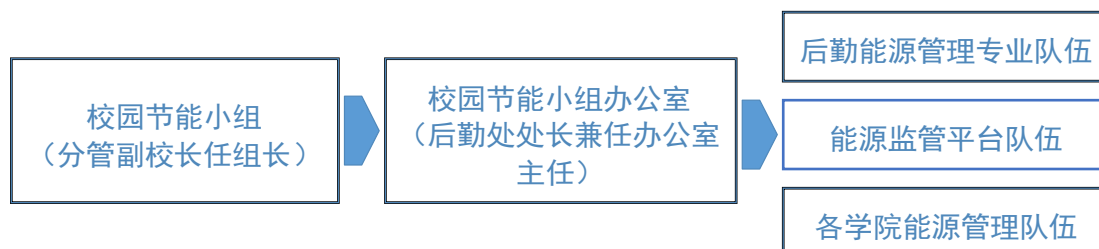


图 1 节能领导小组组织架构图

2、高校节能监管平台

2015年，学校顺利建成高校节能监管平台建设示范项目。管理平台软件具备多系统集成架构：用电监控子系统、用水监控子系统、供暖监控子系统，基本实现了水电暖数据的档案管理、实时数据采集、数据分析、查询统计、能耗审计、能耗公示及系统管理等功能。一期项目平台涵盖校本部和西校区 66 栋建筑，监测建筑面积 50 万平方米，监测点数 1019 个。该平台运行以来，对公共建筑的分类能耗信息能够进行实时监控和采集，对建筑能耗和异常情况能够进行实时分析和及时提醒，为学校进行节能管理和节能改造提供了及时准确、客观真实的数据。



图 2 节能监管平台首页



图 3 节能监管平台界面

(二) 组织实施节能技术改造

1、供暖分时分区远程流量控制系统项目

改造前：冬季供暖期间，校园公共建筑尤其是办公楼、教室、学生公寓在下班、下课以后和周末节假日，室内无人的情况下，因集中供暖系统现状所限照常供热。以兰州地区为例，供热期 150 天，其中节假日 42 天，占采暖期的 28%，寒假放假 30 天，占采暖期的 20%，合计占采暖期的 48%。

如果能够实现供暖分时分区流量控制，这部分公共建筑的供暖节能将达到40%以上。

改造后：学校针对两校区办公室、教学楼、实验室、学生公寓分别安装了远程温控流量自动调节阀，共计58个点，改造供暖建筑面积36万平方米。同时，在锅炉房热源端设立终端控制系统，为数据采集及系统控制设置了控制室，项目根据学校各个建筑物对热量的需求，在不同的时间段根据不同的需求设定了不同的温度，并且根据室外气温的变化随时进行调节，解决了公共建筑空闲时间段的供暖节能问题。同时直接使用供暖分时分区远程流量控制系统在西校区寒假封校后调节校园内部供暖管网，并根据室外气温在控制室实施监控，较好完成了西校区寒假期间的供暖节能工作。

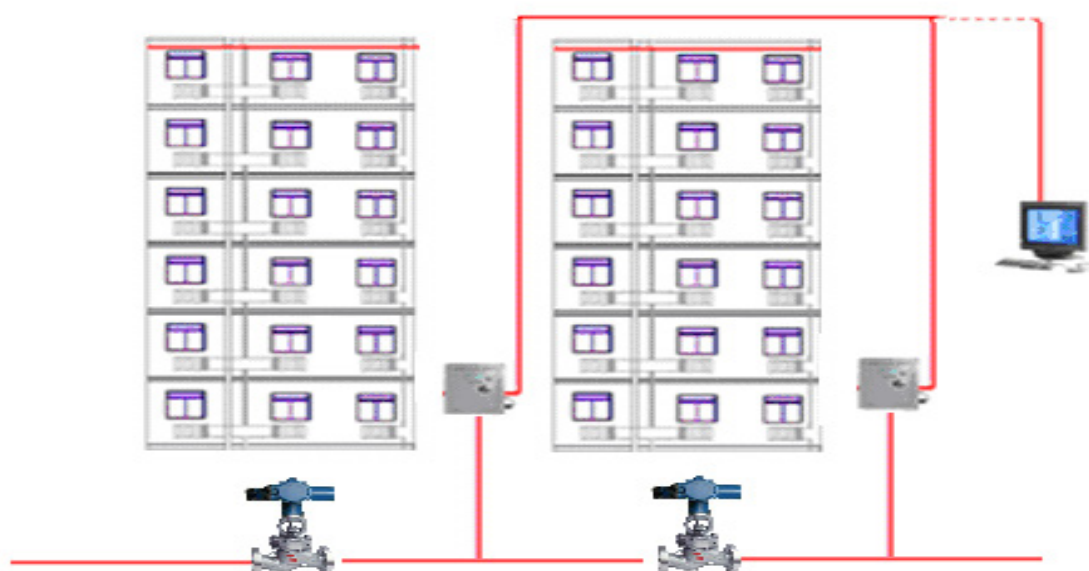


图4 供暖远程分时分区控制系统技术原理

投资回收期：项目实现了按时、按需、按点供暖，在进一步提高供暖管网系统的监测性、调节性、平衡性、安全性的基础上，降低了供暖成本，

节约了能源，每年可节约 600 吨标准煤，减少二氧化碳排放 1540 吨，二氧化硫 13.9 吨，年节约资金 50 万元，投资回收期两年。

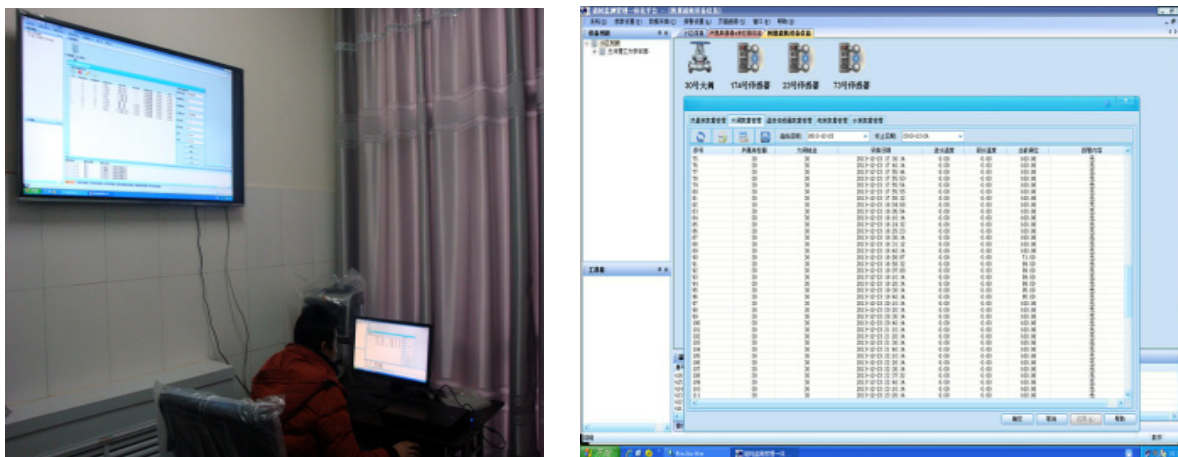


图 5 供暖分时分区远程流量控制系统控制室及数据采集截图

2、校园浴室太阳能供水系统

改造前：学校浴室和学生公寓原使用传统的锅炉燃气（煤）供热，兰州市地处北纬 36.05° ，东经 103.88° ，学校浴室日均用水量 180 立方米，周日、周六用水量达 200 立方米/天，喷头数量 480 个，开放时间为每天 15:00 ~ 21:00，每天开放 6 个小时。



图 6 西校区学生公寓楼顶太阳能安装俯视图



图 7 热泵机组



图 8 IC 卡淋浴器

改造后：2013 年，学校以合同能源管理的形式引入太阳能浴室热水供应系统，以太阳能为主要能源，空气源热泵机组为辅助能源，代替原有供热方式，并在浴室安装了按流量计费的 IC 卡浴室管理系统。项目采用太阳能集中集热的全天候供热的循环工作方式。当冬季太阳能辐照量不足或天气情况不佳时，由燃气锅炉辅助加热系统进行补充。根据兰州地区全年太阳能辐射总量、日均太阳能辐射量、浴室日均用水量、浴室开放时间等条件测算设计。共计安装集热板 1341 片（2682 平方米），9 千瓦空气源热泵 16 台，供热管道 800 多米、20 吨热水水箱 12 个，每天可产生洗浴热水 240 吨。

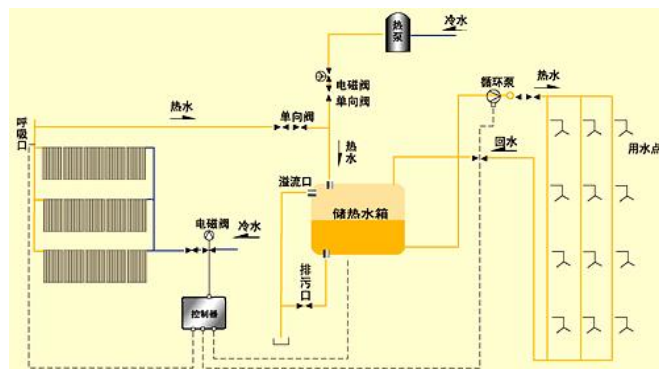


图 9 太阳能热水供应系统图

投资回收期：现 2682 平方米的平板型太阳能集热器，以兰州市全年的太阳能总辐射量 3202.7 兆焦/平方米进行计算，该系统平均每天将得到 18760.7 兆焦的热能。每年可节约标准煤 700 吨，减少二氧化碳排放 1800 吨，二氧化硫 16.7 吨，年平均降低使用经费 69 万元。

3、锅炉常温排烟余热回收项目

2014 年，学校启动了燃气热水供暖锅炉常温排烟余热回收装置。该装置以天然气补燃作为驱动热源的吸收式热泵集成技术和成套装备，充分回收锅炉排放烟气中水蒸气冷凝热，通过以燃气为驱动热源，溴化锂浓溶液为吸收剂，水为蒸发剂，利用水在低压真空状态下低沸点沸腾的特性，提取低位余热源的热量，通过吸收剂回收热量并转换制取采暖用的热水，将原有 75 摄氏度烟气热量吸收降至 30 摄氏度，并将转化的热量提供给锅炉补水系统，可将原有 500 立方水的 45 摄氏度的锅炉补水提升至 51.7 摄氏度，从而大幅度提高了锅炉系统的能源利用效率。



图 10 校本部燃气锅炉房



图 11 燃气锅炉常温排烟余热回收装置

投资回收期：该项目完成后，在同样天气和锅炉燃烧状态下对比实测，供暖初末期可节约 2200 立方米天然气，占全天用气量的 5%；供暖中期气温较低时可节约 3800 立方米天然气，占全天用气量的 5.5%。按兰州冬季

供暖 150 天计算，全年可节约天然气 450000 立方米，每年可节约标准煤 540 吨，减少二氧化碳排放 1360 吨，二氧化硫 12.4 吨，按兰州市天然气价 1.75 元/立方米计算，年平均节约资金 78.75 万元，投资回收期 5 年。

4、实施绿色照明

一是 T5 节能灯安装项目：在学校公共教室、图书馆、学生公寓、办公室等建筑内，对光源灯具进行节能改造：将原有 T8 系列 40 瓦普通日光灯具，更换为 T5 系列 28 瓦节能型三基色双端直管荧光灯，共计更换 24400 盏。T5 节能荧光灯是由高效电子镇流器及转接头组合而成，显色性好，噪音小，使用寿命长达 2000 小时，节电效果明显。



图 12 学校教室、公寓等公共建筑 T5 节能灯的加装

投资回收期：照明灯具按每天亮灯时间平均 8 小时、一年按 10 个月、2400 个小时，2400 盏灯具计算，年节电量 691200 千瓦，节电率 30%，按兰州市电价 0.565 元/度，年节约资金 39 万元，投资回收期 3 年。

二是校园路灯 LED 改造项目：LED 高效节能灯因其转换效率高，节能、寿命长，易实现智能化控制，低碳环保等特点，逐渐成为主流节能照明灯具。2016 年，兰州理工大学对校园路灯进行了 LED 灯头更换改造项目，将校园内部 148 盏 250 瓦高压钠高杆路灯更换为 56 瓦 LED 光源，428 盏 60

瓦低杆双头路灯更换为 20 瓦 LED 光源，节能效果明显。

表 1 绿色照明改造对比表

序号	改造前情况				改造后情况			
	名称	功率因数	数量	总负荷功率 (千瓦)	名称	功率因数	数量	总负荷功率 (千瓦)
1	250W 高压钠灯	0.5	148	74	100W LED 灯	0.95	148	15.58
2	60W 节能灯	0.5	856	102.72	30W LED 灯	0.95	856	27.03
3	合计		1004	176.72			1004	42.61

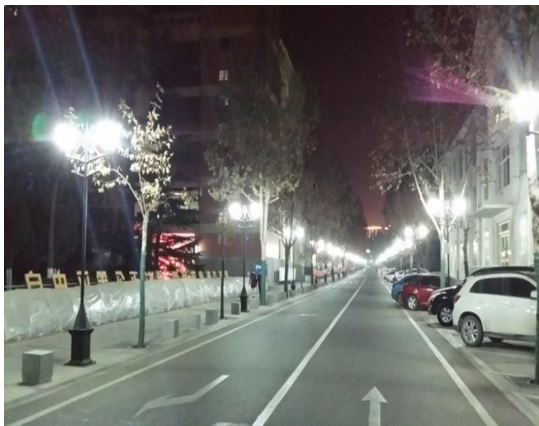


图 13 低杆双头路灯



图 14 高杆路灯

投资回收期：按校园路灯每天亮灯时间平均 10 小时、一年按 12 个月 365 天计算，年节电量 489501.5 千瓦，节电率 30%，按兰州市电价 0.565 元/度计算，年节约资金 27.6 万元，投资回收期 2 年。

5、综合节水项目

一是在公共卫生间安装节水器：在学校办公楼、教学楼、学生公寓卫生间安装延时自闭阀门 208 台，并依据每栋建筑的实际用水情况，进行了

分区域自闭冲洗时间设定。其特点是气腔和水腔彼此分离，通过气流在两气腔中流动控制阀门延时自闭，由于节流孔中流动的是气流，所以不存在节流孔堵塞问题，保证水阀的质量。同时考虑到节水效果，在阀门上预设定冲洗时间，最大限度地节约用水。



图 15 延时自闭阀及所安装的公共建筑

二是提倡“一水多用”，采用喷灌、微灌、滴灌方式养护绿地。

兰州理工大学已完成两校区 150 余亩绿化的滴灌安装，滴灌与地面灌溉和喷灌相比，省水省工，增产增收。因为灌溉时，水不在空中运动，不打湿叶面，也没有有效湿润面积以外的土壤表面蒸发，故直接损耗于蒸发的水量最少；容易控制水量，不致产生地面径流和土壤深层渗漏。故可以比喷灌节省水 35—75%。通过两校区绿化滴灌系统的安装，年平均节约使用经费 15 万元，投资回收期 4 年。

6、应用节能材料

新建建筑严格执行节能设计规范，采用新型节能保温墙体材料。主要有两种做法，一种是加气混凝土砌块+抹灰+岩棉保温板+网格布+聚合物砂

浆；另一种是加气混凝土砌块+抹灰+TPS 真金防火保温板+网格布+聚合物砂浆，新型节能保温墙体节能比率达 50%。积极对老旧建筑实施节能改造，如安装新型节能门窗，改造公用水房和卫生间等，综合节能率达 12%。

（三）开展多种方式的节能宣传

1、加强节能培训

将节约理念纳入学生素质教育课程内容，将节能技术纳入课堂教学和科技实践，结合校内外资源聘请专家、学者和管理人员授课，增加学生的节能相关知识。开展节能减排专题讲座和新生后勤体验周活动，对学生进行宣传教育，使学生对节能减排有了更新的认识。积极引导关注节能减排，参与节能减排，推动节能减排活动的开展。

2、举办节能科技创新竞赛活动

为了推动广大青年学子在节能减排方面的积极探索，鼓励他们在节能减排科技创新活动中为社会可持续发展贡献力量，学校从 2008 年开始举行节能减排科技创新大赛，先后举办了七期。每年参加人数约 600 人，评选产生了国家级二等奖、三等奖 40 余项奖项，校级二百余项奖项，涌现了风能利用、太阳能利用、生物质能利用等节能创新技术。



图 16 节能创新竞赛现场

3、开展形式多样的节能宣传活动

广泛开展“节能宣传周”、“节水宣传周”系列活动。在教学楼、办公楼、图书馆、食堂、学生宿舍、浴室、开水房等公共建筑张贴节能宣传画，悬挂节能宣传横幅，张贴节能提示语贴纸。面向全校师生，倡导“合理用能、节约光荣、低碳时尚”的节能理念。能源供应及维修服务中心将以此为契机，积极采取措施，不断深挖节能潜力，提高节能水平，将绿色、低碳、节能、节约落实到能源供应工作中，为“节约型校园”建设做出积极贡献。



图 17 节能宣传标语

三、综合效益

1、节能效益

通过多项节能节水措施的实施，以 2012 年为基准，在建筑面积用能设备不断增加的情况下，平均年节约能源 1020 吨，节约用水 36200 吨，平均节能率 6.25%。

2、经济效益

表 2 节能改造经济效益

项目名称	投资资金（万元）	年节约能源资金(万元)
供暖分时分区远程流量控制系统	95（机关事务局节能资金）	50
校园浴室太阳能供水系统	720（合同能源管理）	69
锅炉常温排烟余热回收项目	690	78.75
校节能监管平台	350	100
T5 节能灯安装	95	39
校园路灯 LED 改造	45（机关事务局节能资金）	27.6
公共卫生间节水器安装	8	1.3
喷灌、微灌、滴灌	55	15
合计	2058	380.65

近年来兰州理工大学节能改造项目总共投资为 2058 万元，项目实施年节约资金 380.65 万元，年投资收益为 18.5%。

3、社会效益

高等院校作为在科学、文明方面负有引领社会责任的主体，必须在建设节约型社会方面做出表率。兰州理工大学在节约型校园建设过程中，积极培养具有节约理念和行为的高级人才，发挥着重要作用。建设节约型绿色校园能为学生创造一个良好的校园环境，不但可以在全社会的节能减排工作中起到辐射带动作用，更为重要的是，可以更直观地教育学生，让学生们树立起节能减排的意识，并引导他们养成珍惜资源和能源的习惯。