

可再生能源综合集成利用技术

一、技术名称

可再生能源综合集成利用技术

二、所属技术类型

新能源和清洁能源应用技术

三、技术/产品简述

（一）技术概述

可再生能源集成综合利用技术是将太阳能光伏发电技术、太阳能光热利用技术、空气源热泵系统、水源热泵供热制冷等技术与被动式太阳能建筑技术集成，一体化设计和建造，实现可再生能源与建筑节能综合利用，使建筑运行能耗降低，美观又节能。

综合利用水平全玻璃金属热管式太阳能集热器、半透明空气夹层保温性单晶硅光伏组件、低温空气源热泵机组、水源热泵机组、一体化路灯、太阳能车棚、雨水集流和光伏水泵系统及被动式太阳房等技术，将供热、供电、保温、节能等技术通过建筑一体化集成设计，整体利用，最大化利用建筑结构和空间布局，有效提升公共建筑中可再生能源利用技术水平，促进可再生能源集成技术在公共建筑中利用创新。

该技术解决了公共建筑中多种可再生能源在建筑中一体化集成应用难题，形成了公共建筑可再生能源技术应用技术和产品整套设计方法及技术体系。该技术利用建筑物结构和空间，将可再生能源利用技术和建筑一体化设计，既能达到与建筑的结合，又可降低建筑运行能耗，为研究、设计、建造可再生能源与建筑一体化利用提供技术支撑，推动我国绿色节能建筑的设计及开发，促进公共建筑绿色低碳利用和发展。

（二）技术参数

1. 太阳能光伏发电系统：充分利用建筑物结构，采用与建筑一体化结构的光伏发电产品，光伏发电综合光电转化效率 $> 10.5\%$ ，集发电的同时还起到遮阳、防雨作用，建筑一体化光伏屋顶寿命大于 25 年。

2. 太阳能热水系统：采用水平全玻璃金属热管式太阳能集热器，在建筑物上安装太阳能热水系统，集热器采用金属流道，吸收的太阳热量可迅速加热金属流道内介质，温度提升快，太阳能热水系统效率 $> 50\%$ 。

3. 空气源热泵热水系统：采用用空气源热泵作为热水系统辅助热源，空气源热泵机组 $COP > 2.4$ ，以保证既稳定供热，又能够最大限度地节约常规能源。

4. 水源热泵空调系统：系统采用浅表水循环，夏天制冷，水的入口温度为 $7 \sim 12^{\circ}\text{C}$ ；冬季供暖，水的入口温度为 $40 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。水源热泵机组 $COP > 3.8$ ，系统 $COP > 3.0$ ，综合

节能率 > 50%。

5. 被动式太阳房技术：以小进深，结合生态中庭设计，所有空间都能充分利用自然通风和天然采光。北侧房间满足基本采光通风基础上以封闭形式为主；南侧通过大面积高性能玻璃和外遮阳系统，直接受益太阳光；高性能的外保温结构，降低建筑表面积和不利朝向的热能损耗，综合节能率大于 30%。

6. 雨水集流及光伏水泵系统：采用太阳能光伏提水及雨水集流系统，系统由光伏组件，光伏水泵、雨水集流箱、配套管路等组成，可用于园林绿化与喷灌，综合节能率大于 2%。

四、适用条件与限制条件

（一）太阳能光伏发电系统

该系统适宜建筑物有足够的面积和空间安装太阳能电池板、蓄电池等发电设施。阴影遮挡对光伏发电系统有着极其重要的影响，因此在系统安装的区域应尽可能避免有障碍物遮挡。

（二）太阳能热水系统

系统适宜对热水需求量大的公共建筑安装使用，建筑物要有相应的安装面积和空间，避开或远离遮阴物。因热水通过管道连接热水供应点，所以热水使用点与太阳能集热器距离不能过远。

（三）空气源热泵热水系统

适用于各类需要热水的公共建筑和场所。空气源热泵工作时环境温度越高，能效比越高，当天中白天工作比夜间能效比高。同时利用峰谷电价差，最好选择在谷电时段工作，机组运行电费较低。

（四）水源热泵空调系统

系统可供暖、供冷，一机多用，特别适用于同时有供暖和供冷要求的建筑物。适用于地下水水温适度，水质适宜，供水稳定，回灌顺畅的地区使用。该技术需有充足的地下水资源作为先决条件，在政策允许下，打井找到合适的水源，确保持续用水和回灌得以实现。

（五）被动式太阳房技术

适用于严寒地区采暖日数长，当地太阳能资源丰富，具有使用该技术的基础条件地区建造利用。受资源分布地域的限制，被动式太阳能建筑需要适应的气候条件，该技术可降低建筑物整体能耗，但不能按需提供即时热量。

（六）雨水集流及太阳能光伏提水系统

系统收集雨水，由光伏水泵提升。光伏提水装置轻巧方便，机动灵活，适用范围广、不但是边远无电地区供水的重要手段，也可用于农业灌溉及绿化节水灌溉。建设时要综合考虑其合理性、经济性和先进性，实现节能的同时节约一次性建设投资。

五、节能/节水效果

（一）太阳能光伏发电系统

采用的半透明空气夹层保温性单晶硅光伏组件，系统综合光电转化效率 $> 10.5\%$ ；逆变器最大效率达 98.6% ，高于行业平均水平。系统利用智能化监测，实时采集数据，有效提高了系统安全性和可靠性，降低了维护费用，减少系统故障带来的经济损失。

（二）太阳能和空气源热泵热水系统

水平金属热管式全玻璃真空集热器热启动快、运行稳定、集热效率高，太阳能热水系统效率 $> 50\%$ 。经计算，西北地区太阳能集热器每平米年节约标准煤约 180kg ，全年有效利用天数达到 280 天以上；利用空气源热泵作为辅助热源，运行费用是电加热的 $1/2$ ，燃气加热的 $1/3$ ，两者互补利用，完全满足全年和全天候使用。

（三）水源热泵空调系统

满足建筑一定面积的采暖制冷需求，冬季采暖期为 5 个月，夏季制冷期为 3 个月；冬季运行时间系数为 0.8 ，夏季为 0.6 ，水源热泵系统综合 $\text{COP} > 3.0$ 。

（四）被动式太阳房技术

大楼南向主要采用被动式太阳房中直接受益式采暖形式，水平与南侧遮阳采用自动调节的智能玻璃和百叶式遮阳方式，从建筑立面上营造出“编织”效果。西北地区被动式太阳能建筑每平米年节约标准煤约 $17\sim 23\text{kg}$ 。

（五）雨水集流及光伏提升系统

集流的雨水可用于公共建筑物周围绿化带灌溉用水，

在此基础上使用光伏水泵技术，提升建筑主动节能水平，降低运行成本。

六、同类产品比较

（一）光伏发电系统

该技术中采用自有知识产权的半透明空气夹层保温性单晶硅光伏组件，结构轻型化，模块化安装，既实现了对建筑物的保温作用，又可采光发电，安全可靠，绿色无污染，可就地发电。缺点是要兼顾发电和采光，占用面积较大，同时受建筑物朝向等影响。

（二）太阳能和空气源热泵热水系统

优点是适用范围广，运行成本低，高效节能，安全环保，占地空间很小。缺点是初投资较高，对于极端低温天气，空气源热泵能效较低。

（三）水源热泵系统

优点是节能，运行效率高、费用低，稳定可靠。对于同时有供暖和制冷要求的建筑物，水源热泵有明显的优势，不仅节省了大量能源，而且减少了设备的初投资。缺点是需要充足的地下水资源作为先决条件，回灌若难落实，会造成地下水资源的浪费，可能引起地面沉降。

（四）被动式太阳房技术

被动式太阳房冬季采暖，夏季又能遮蔽太阳辐射，散逸室内热量，而使建筑物降温，达到冬暖夏凉的目的。缺点是受资源分布地域的限制，另外造价较高。

（五）太阳能光伏提水及雨水集流系统

该系统结构简单，维护少，是理想的集资源节约和节能为一体的绿色能源提水系统。缺点是初期投资偏大。

七、典型应用案例

（一）案例名称

可再生能源集成技术在国际太阳能中心综合楼中的示范应用

（二）案例时间及实施地点

2010年，甘肃省兰州市城关区人民路20号。

（三）用能人数及建筑面积

200人左右，13977m²。

（四）改造情况

国际太阳能中心科研教学综合楼属于办公类公共新建建筑，用地面积11716.8m²，总建筑面积13977m²，工程总投资10638.4万元。结构形式框架结构，建筑主体地上五层，局部（培训中心部分）地下一层，国际会议中心部分为地上二层。主体结构形式为钢筋混凝土框架结构，工程建设于2008年4月开工，2011年11月全部竣工验收。



图1 国际太阳能中心

项目集成利用被动式太阳房技术，降低供暖与降温的热负荷；配置的120kW太阳能光伏发电系统，解决太阳能钟塔、部分动力和照明用电；太阳能及空气源热泵热水系统，满足大楼及4300m²接待用房日常热水供应；水源热泵供暖与制冷，满足13977m²建筑采暖与降温的需要；太阳能车库与太阳能自行车棚安装光伏组件，总装机容量分别为1.7kW和1.2kW，可基本满足自身用电和外部亮化；安装20盏太阳能庭院灯和路灯，满足大楼外部夜间照明。



图2 太阳能及热泵供热利用

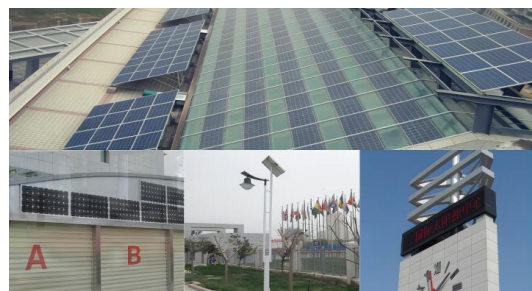


图3 太阳能光伏发电利用

(五) 节能/节水效果

项目中光伏发电系统装机容量120.4kW，年发电量达14.5万kWh，其中屋顶部分52.3kW发电系统可节约建筑总

电能消耗的 3.8%，廊架和其他部分 68.1kW 发电系统可节约建筑总电能消耗的 6.5%，总节约电能消耗超过 10%；太阳能热水系统总集热面积 182.2m²，太阳能保证率 > 60%，每天提供约 50℃ 热水 16m³；水源热泵系统，采暖制冷面积 13977m²，系统综合 COP > 3.0；应用被动式太阳能建筑技术，建筑南向采用直接受益式太阳能采暖形式，水平和南侧遮阳采用百叶式的遮阳方式，外围护保温结构采用加厚挤塑聚苯板，“阳光中庭”利于建筑自然通风和采光；雨水集流系统采用光伏水泵提水技术用于园林绿化与喷灌；车库与自行车棚安装 1.7kW 和 1.2kW 光伏组件，院内外安装 20 盏太阳能庭院灯和路灯，可基本满足自身用电和外部亮化。

（六）经济效益及社会效益

国际太阳能中心大楼可再生能源集成技术示范工程资金来源于国家和地方财政投入，通过技术综合集成利用，显著降低了建筑物能耗，经济效益明显。光伏发电系统年发电量可达 14.5 万 kWh，每年可节省电费支出 9.8 万元（以自发自用，平均用电价格以 0.673 元/kWh 计算）；安装的 182.2m² 太阳能热水系统与燃气锅炉制备热水对比，年均节气约 4.5 万 m³，折合燃气费 8.1 万元/年（天然气价格以 1.8 元/m³ 计算）；水源热泵系统与常规空调系统相比，年运行费用减少 12.9 万元；被动式太阳能建筑与普通建筑相比，年节约电费 84 万 kWh，年节省运行费用约 56.5 万元（以太阳能建筑年节约标准煤 20.0kg/m² 计算）。

项目集成的可再生能源技术中，太阳能建筑全年常规能源替代量约 279.5 吨标准煤、水源热泵约 128.5 吨、光伏发电约 57.9 吨、太阳能光热约 32.8 吨，综合每年节约标煤约 498.7 吨，每年减少 CO₂ 排放量约 1296.6 吨、SO₂ 排放量 12.0 吨、氮氧化物约 3.5 吨，社会效益显著。

（七）主要经验

本项目使用先进、适用、可靠的技术，使可再生能源技术与建筑很好地结合起来，既提供绿色能源，又不影响城市美观和建筑风格。紧紧围绕绿色建筑理念开展设计，新建建筑保证各项可再生能源利用技术与建筑“三同时”（同时设计、同时施工、同时验收）。改造建筑要做好前期调研工作，合理设计施工，注重技术创新，提升节能减碳效果，为国内综合利用可再生能源技术提供示范场景，对公共建筑推广绿色低碳技术起到积极作用。