

# 基于太阳能光伏光热一体化系统的多能互补供热技术

## 一、技术名称

基于太阳能光伏光热一体化系统的多能互补供热技术

## 二、所属技术类型

新能源和清洁能源应用

## 三、技术/产品简述

### （一）技术概述

通过光伏光热一体化系统（Pv/T），既获得电能，又获得热能收益。设置冷热交换器设备作为辅助冷热源，克服了太阳能日间波动大不能满足所有时刻建筑采暖负荷要求及不能满足夏季制冷需求问题。本技术适合于解决太阳能丰富、建筑分散的偏远高寒地区的日常用电及冬季取暖困难问题。

### （二）技术参数

在相近的测试条件下，与传统太阳能 PV/T 集热系统相比，太阳能光伏光热一体化系统的多能互补供热技术系统的年平均发电效率比传统太阳能电站提高 15%；太阳能热效率达到 48%，综合利用效率达到 68%；供热温度可达 40℃-55℃；在每日的供热时间内负荷侧水箱温度平均值在 47.5℃左右；室内温度平均

值达 20.1℃，可满足室内采暖技术的要求。与直供模式相比之下可节约大量的电量，且耦合系统在运行过程中烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放最少，生态效益显著。

#### **四、适用条件与限制条件**

可应用于高寒地区、北方乡村居民取暖，工业供热、医院、酒店、学校、工业园区供暖，恒温养殖和农业烘干。技术产品限制条件：太阳能辐射量，也就是说需要日照量比较充足，阳光要炙热强烈，太阳能年辐射总量大于 50k Wh/m<sup>2</sup>。地势条件，应该在地势平坦的地区或北高南低的坡度地区，其主要朝向宜为南或接近南向，宜避开周边障碍物对电池组件的遮挡。气象条件，气象条件直接影响工作效率，因此地区的选择要以多晴天，多旱少雨的气候特征作为基本气象条件。假若长期处于阴雨天、积雪、结冰、雷击、鸟类粪便多的地区，光伏发电效率将受到严重影响。设备条件，需要配套设施齐全这样才能实现并网发电。

#### **五、节能/节水效果**

采用非化石燃料供暖，由于光伏光热系统产生的电自发自用，本供暖技术用电量极小，实现了近零碳。

多能互补供热技术一方面可以改善单一能源供热的不稳定性，其次还可以提高系统运行效率，其中代表性较强的太阳能耦合热泵系统，广泛应用于北方居民供暖，对改善北方雾霾环境及节能减排意义重大。为进一步提高清洁能源应用水平，获取高效稳定的多能互补供热系统，可以利用 PV/T 耦合水源热泵和空气

源热泵等，利用 PV/T 集热器将光伏板余热回收应用于水源热泵蒸发端，空气源热泵作为辅助热源供热。

光伏模块和太阳能热组件的结合不仅提高了整体性能，还使制造成本下降、空间利用率增加。

单位能耗低于  $15\text{k Wh/m}^2$ 。

测试方法：实地测试蓄热水箱温度、负荷侧水箱温度、太阳辐照度、室内温度、系统输出电功率等参数，测试数据均为瞬时值。

## 六、同类产品比较

一套系统既实现发电又实现供暖，减少 50% 组件占地面积，有效节省土地资源；接近零碳的清洁能源系统；光伏发电过程中 80% 的有害热量进行回收利用，既降低光伏板温度，提高光电转换效率，又得到低温热量，实现热、电双重效益。与热泵和空调相比，本产品前期投入大。

## 七、典型应用案例

### （一）案例名称

若尔盖县红星镇学校供暖项目

### （二）案例时间及实施地点

2020 年 7 月、若尔盖县。

### （三）用能人数及建筑面积

500， $8118.37\text{ m}^2$ 。

### （四）改造情况

目前我国供暖地区的学校主要采用以燃煤为热源，并以散热器加热室内环境的传统供暖方式。学校的这种供暖系统导致了能源的巨大浪费。一方面，由于学生学习与生活的特点，学校建筑物在不同的时段对热能的需求有很大的差异，比如，上课期间，学生集中在教室学习，宿舍楼、餐厅基本处于无人状态；晚自习后，学生全部回到宿舍楼休息，教学楼、办公楼、图书馆也都处于无人状态。在寒假期间、宿舍楼、教学楼也大都处于无人状态。可是目前学校供暖系统在上述各阶段又都是照常供暖，造成了资源的浪费（一是因为锅炉不好控制，二是温度过低管线会冻裂）。

本项目采用太阳能热电联供供暖。该系统发包括：组件（配套支架）、逆变器、并网柜、冷热交换、电缆、电线辅助材料、风机盘管、控制系统、储热保温水箱、管道+配件、循环泵、增压泵保温材料等。装机容量为 273 KW，配 8 台冷热交换器，供回水温度为 55/40 °C，工作压力为 0.3MPa。采用风机盘管方式散热整体造价 5698531.24 元，平均投入 701.93 元/m<sup>2</sup>。本项目装机容量 273KW，按年平均日照 6.17 小时计算，平均每天发电量 1684.41kw，年发电量 365 天\*1684.41kw=614809.65kw。设备消耗电能计算：冷热交换器、循环泵、风机盘管等满负荷运行每 300KW/h，按设备每天工作 10 小时，按供暖周期 100 天计算，需耗电 300000KW。收益计算：年发电量 614809.65kw-运行耗电量 300000KW=314809.65kw 按光伏自发自用余电上网的政策，剩余 314809.65kw\*0.401 元/度的电价销售给国家电网=126238.67 元

/年；安装太阳能智慧热电联供系统后，系统所产生的电能满足设备运行，供暖将不在需要投入其他运行费用，并有电费收益。按光伏寿命 25 年计算，余电上网电费收益 126238.67 元/年\*25 年=3155966.74 元。

#### （五）节能节水效果

采用非化石燃料供暖，由于光伏光热系统产生的电自发自用，本供暖技术用电量极小，实现了近零碳。

#### （六）经济效益及社会效益

投资额：7099530 元

资金来源：项目资金

回收期：8 年

社会效益：太阳能以期储量的“无限性、存在的普遍性、开发利用的清洁性以及逐渐显露出的经济性”等优势，是人类理想的替代能源。太阳能利用的范围非常广，可以生产发电和供热系统，供暖，干燥，制冷，发电，海水淡化，制氢，消毒，养殖，农业应用，工业应用等。

#### （七）主要经验

本项目是开发新型太阳能智慧热电联供系统，为国内外市场提供成熟的技术、可靠性的质量、性能卓越的高效、耐用的太阳能光热与光伏相结合系统，是国内第一家（供暖、供电、生活热水、制冷）一体化方案。本项目采用太阳能智慧热电联供供暖，对节能减排和双碳行动具有积极的示范作用。



图1 若尔盖县红星镇学校供暖项目照片



图2 若尔盖县红星镇学校供暖项目照片