



# 新型PVT热泵系统应用介绍

莫瑞仁—研发总监  
2022年



- 全球领先的**绿色能源**综合服务商
- **硅、锂、碳**等高新材料研发与制造商
- 中国混合所有制电力企业的**探路者**
- 中国半导体材料产业**领跑者**
- 中国电力企业联合会**副理事长单位**



## ▪ 全球新能源企业**500强**

(世界第四、中国第一)

## ▪ 中国企业**500强**

(排名第 222 位, 制造业企业500强第97位、战略性新兴产业领军企业100强第31位)

## ▪ 中国民营企业**500强**

(排名第 78 位, 制造业民企500强第41位)

## ▪ 中国最具价值品牌**500强**

(排名第69位) 2022年7月26日



**32** 年  
能源服务经验



**6** 大  
产业群



**2000** 亿元  
资产规模



**3000+**  
发明专利、知识产权



**业务覆盖6** 大洲  
(100余个国家)

拥有 **4**家  
上市公司

**2800** 名  
海内外科研人员

# 协鑫集成：一站式光伏系统集成服务商



- 2015年在中国A股上市，股票代码 002506.SZ
- 光伏组件产能达 **12GW**
- **全球单体规模最大、成本最低**的合肥 **60GW**超级AI工厂一期建成投产
- 打通从工厂接单、定制化、自动排产、产线匹配、智能物流等各环节
- 基于大数据高度智慧化的制造“前-中-后”的全流程闭环的全面管理。



单晶组件



多晶组件



铸锭单晶组件



双面组件



叠瓦组件



PVT组件



协鑫合肥60GW超级AI  
工厂



工业大脑赋能制造



海外布局：越南电池  
600MW  
高效电池制造项目

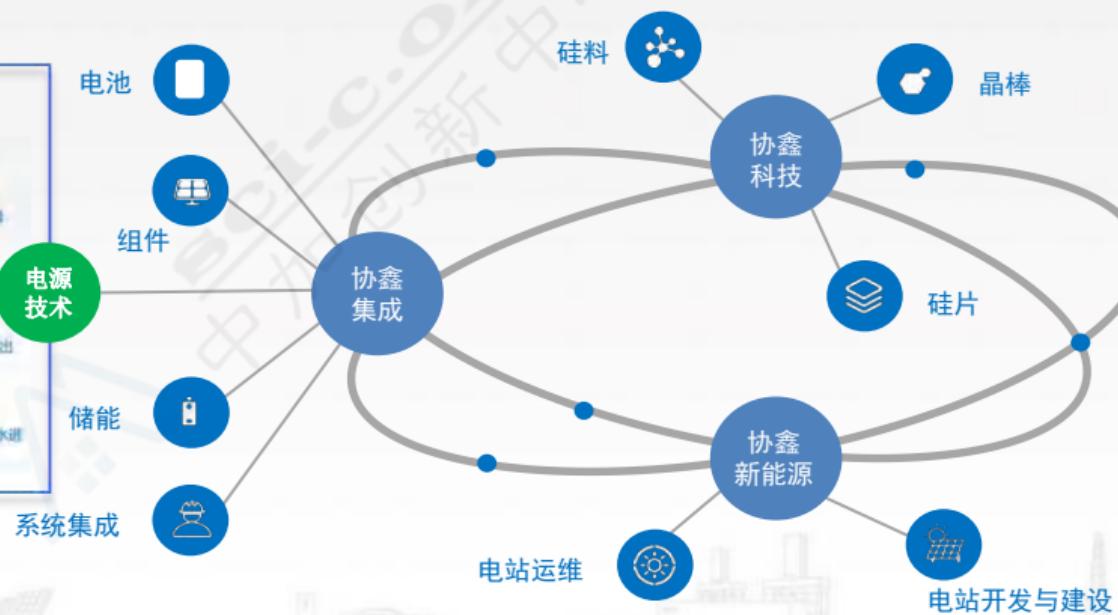
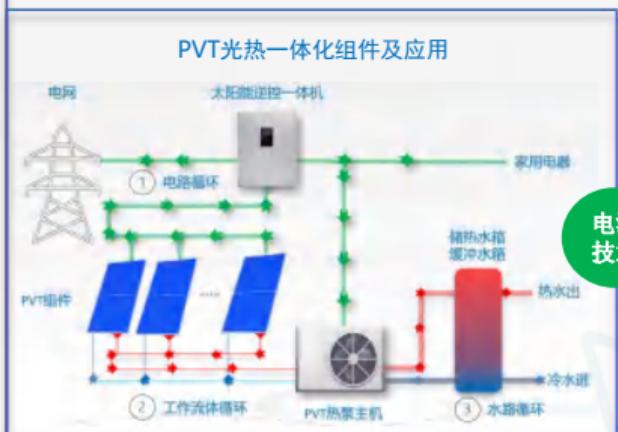


电站EPC：安徽金寨  
光伏扶贫电站（100MW）



中东海上漂浮光伏电站

电源技术公司为协鑫集成旗下全资子公司，主要负责新型PVT光热一体化组件产品及应用的研发、生产、销售的专营公司。





2030碳达峰



清洁供暖煤改电

- 电力来源，传统能源与新能源；
- 禁止使用“直热式”电取暖设备；
- 鼓励“多能联动、多热复合、多源合一”的高能效比（COP）低温空气源。



2060碳中和



乡村振兴战略



光伏整县推进



绿色节能建筑

- 党政机关：不低于 50%；
- 公共建筑：不低于 40%；
- 工商业：不低于 30%；
- 农村居民：不低于 20%。

- 2022年4月1日起实施强制性《建筑节能与可再生能源利用通用规范》；
- 光伏、光热、热泵三者结合，就地消纳碳建筑碳排放。

1



光伏发电

光伏发电**非用户刚需**。

2



太阳能热水器

用户热需求是刚需，太阳能热水器受冬季极寒、阴、雨、雪天气等影响性能。

3



屋顶资源

光伏发电和太阳能热水器相互占用屋顶空间，造成**屋顶资源浪费**。

4



市场

协鑫创新驱动

# 变革催生需求

太阳能光伏发电领域  
太阳能利用率20%+

太阳能热利用领域  
太阳能利用率60%+

光电光热一体化新领域  
太阳能综合利用率80%+

					
传统光伏发电	+	传统光热集热	=	PVT光电光热一体化组件	
		  			
光伏板		由管式向板式迭代更新		PVT: Photovoltaic/Thermal	
80%左右的太阳能资源被浪费		40%左右的太阳能资源被浪费		太阳能资源的充分利用	

# PVT 视频介绍



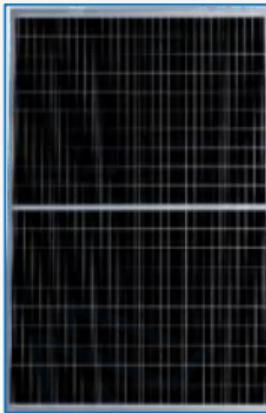
# PVT组件件介绍



组件结构



组件正面  
发电



组件背面  
集热



背面特效  
(上海交大设计)

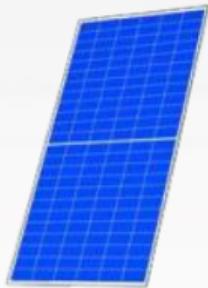


158、166、182、210等多规格满足客户高效组件需求。

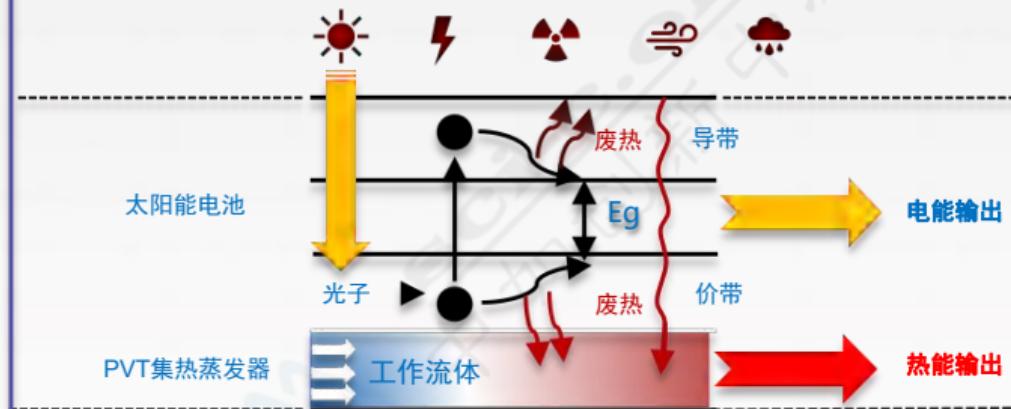
# PVT组件工作原理



## 光生伏特效应



## 太阳辐射、发电热能、空气能、风能、雨水线



正面电能输出

多能联动、多热复合、多源合一

## 空气源热泵蒸发器



背面热能输出

# PVT热泵技术介绍

- 将直膨式PVT组件与热泵系统耦合，形成太阳能PVT热泵系统，实现建筑的高效热电联产。
- 对比传统单一光伏或光热系统，太阳能综合利用率有显著提升。

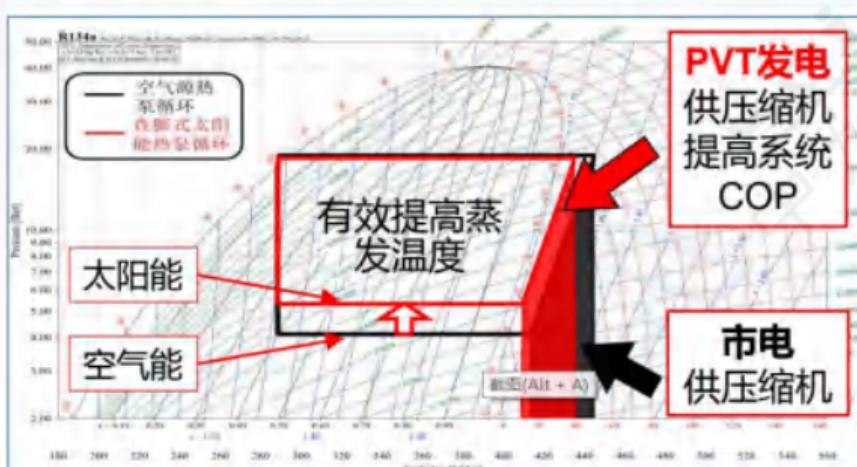
光伏系统：发电效率 16%

光热系统：集热效率 50%

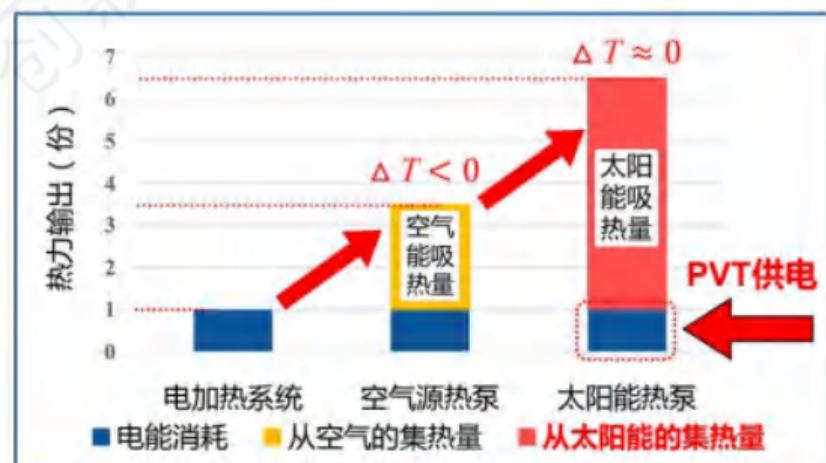


PVT系统：

发电效率 18% + 集热效率 65% = 太阳能综合利用率 83%

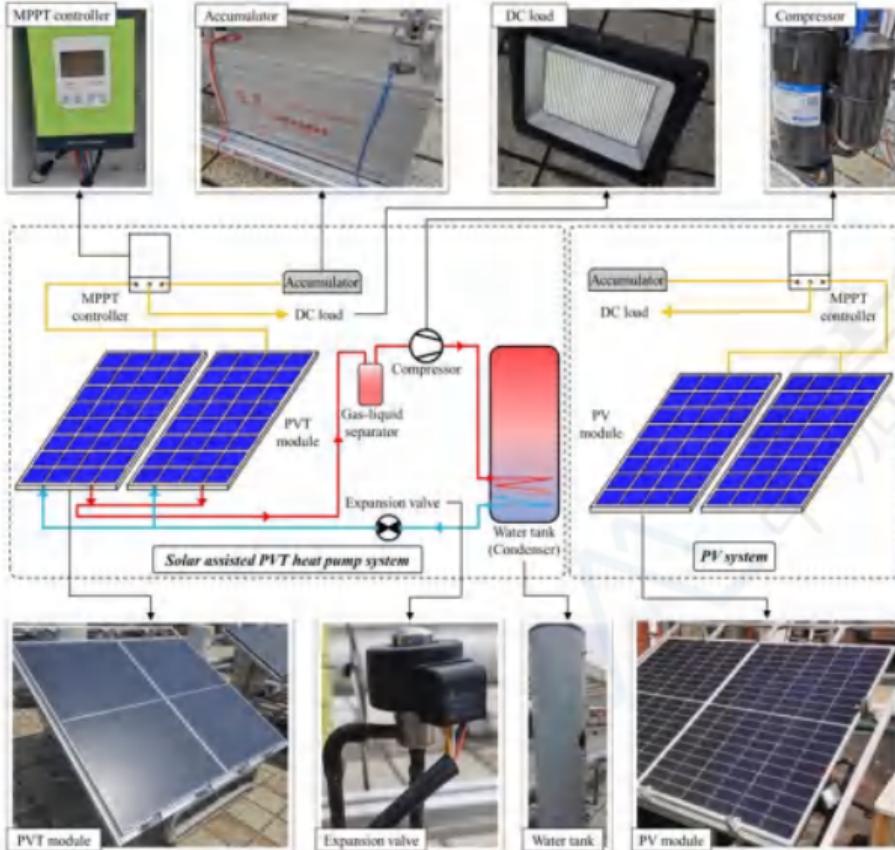


太阳能热泵与空气源热泵压焓图



不同系统热力输出情况

## PVT热泵实验测试案例介绍



参数	数值	单位
水箱容积	150	L
压缩机型号	WHP02350BSX-H3AX	[-]
压缩机额定功率	565	W
制冷剂种类	R134a	[-]
PVT数量	2	[-]
PVT面积	$1.68m \times 0.994m = 1.67$	$m^2$
光伏组件面积	$1.68m \times 0.994m = 1.67$	$m^2$
PV发电效率温度系数	-0.39	$\%/\text{ }^{\circ}\text{C}$
太阳能电池种类	单晶硅	[-]
单片PV标称功率	320 (STC)	W

## 太阳能PVT热泵系统实验台架



参数	数值	单位
日期	2021.05.31	[-]
运行时间	10:10-11:35	[-]
环境温度	28.0	℃
平均辐照强度	585.3	W/m <sup>2</sup>
风速	0~3	m/s
安装倾角	30	degrees
初始水箱温度	33.7	℃
制冷剂	R134a	[-]
温度系数	-0.39	%/℃
标称功率 ( STC )	320	W

# PVT热泵实验测试案例介绍



参数	数值	单位	参数	数值	单位
平均COP	7.1	[-]	蒸发器进口温度	22.0	℃
初始水箱温度	33.7	℃	蒸发器出口温度	30.5	℃
终止水箱温度	60.4	℃	蒸发器进口压力	0.562	MPa
运行时间	1.4	hour	蒸发器出口压力	0.520	MPa
总能耗	0.7	kWh	蒸发器压力损失	0.042	MPa
压缩机频率	50	Hz	无量纲压力损失系数	0.078	[-]
压缩机平均功耗	490.8	W	压缩机进口压力	0.496	MPa
PVT集热/蒸发器过热度	8.5	℃	冷凝压力	1.438	MPa
			压缩机压比	2.90	[-]

## 新型 PVT 组件

参数	数值	单位
PVT输出电流	6.80	A
PVT输出电压	68.7	V
PVT功率	467.2	W
单片功率	233.6	W
发电效率	18.16	%

## 传统 PV 组件

参数	数值	单位
PV输出电流	7.38	A
PV输出电压	56.3	V
PV功率	415.1	W
单片功率	207.6	W
发电效率	16.14	%

- ✓ 与传统单一光伏组件相比，PVT组件的电效率从16.14%提高到18.16%（提高12.53%）。
- ✓ 太阳能电池工作温度降低27.3 °C（从44.2 °C降低到16.9 °C）。

# PVT组件性能参数



## 产品认证



## 光伏参数

电性能参数、机械参数、应用参数、温度系数、防火性能等。

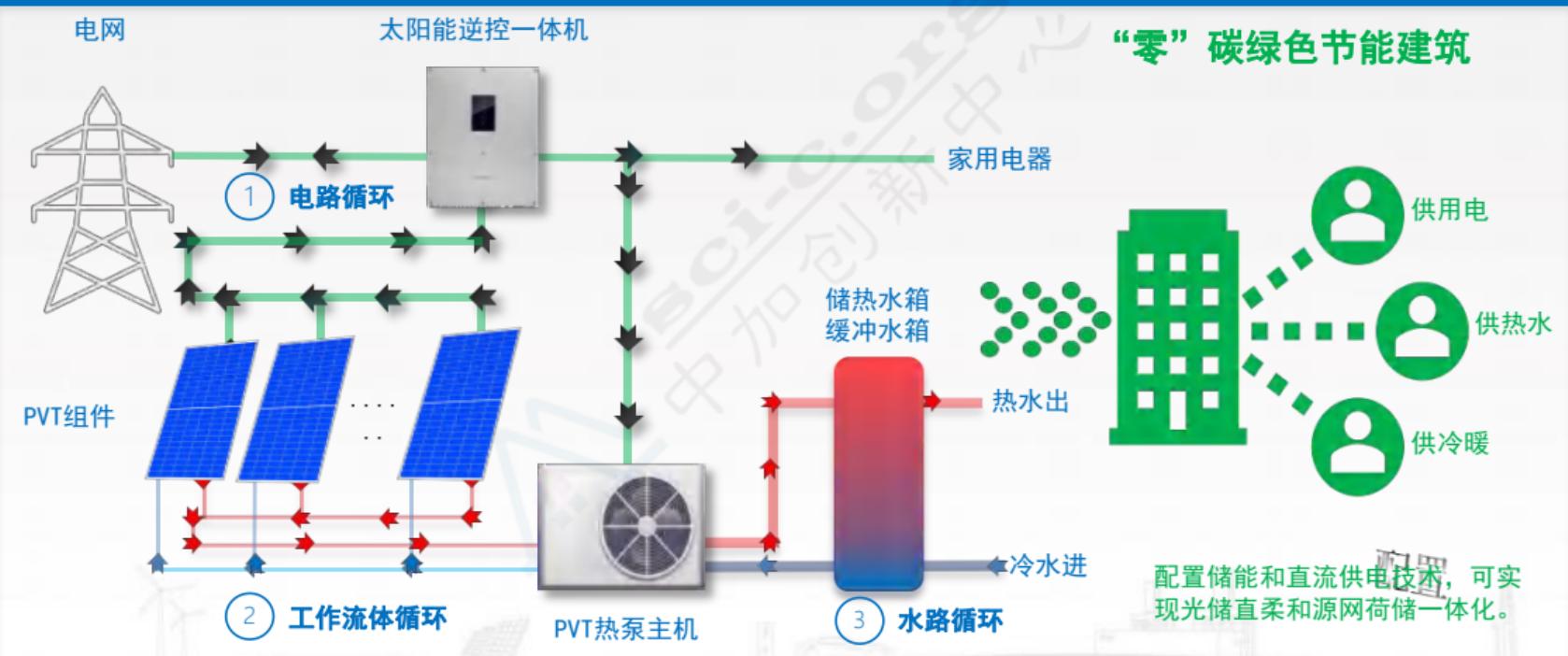
## 主要参数 (Pvt-M8/60)

- 单片PVT组件面积: **1.038m\*1.755m=1.82m<sup>2</sup>**;
- 单片组件发电功率: **360W**;
- 单片组件集热功率: **1180W**;
- 集热效率: **70%-110%**;
- 无量纲压力损失系数: **0.05-0.15**;
- 厚度: 含边框**35mm**, 不含边框**3.6mm**;
- 重量: **19.5KG**。

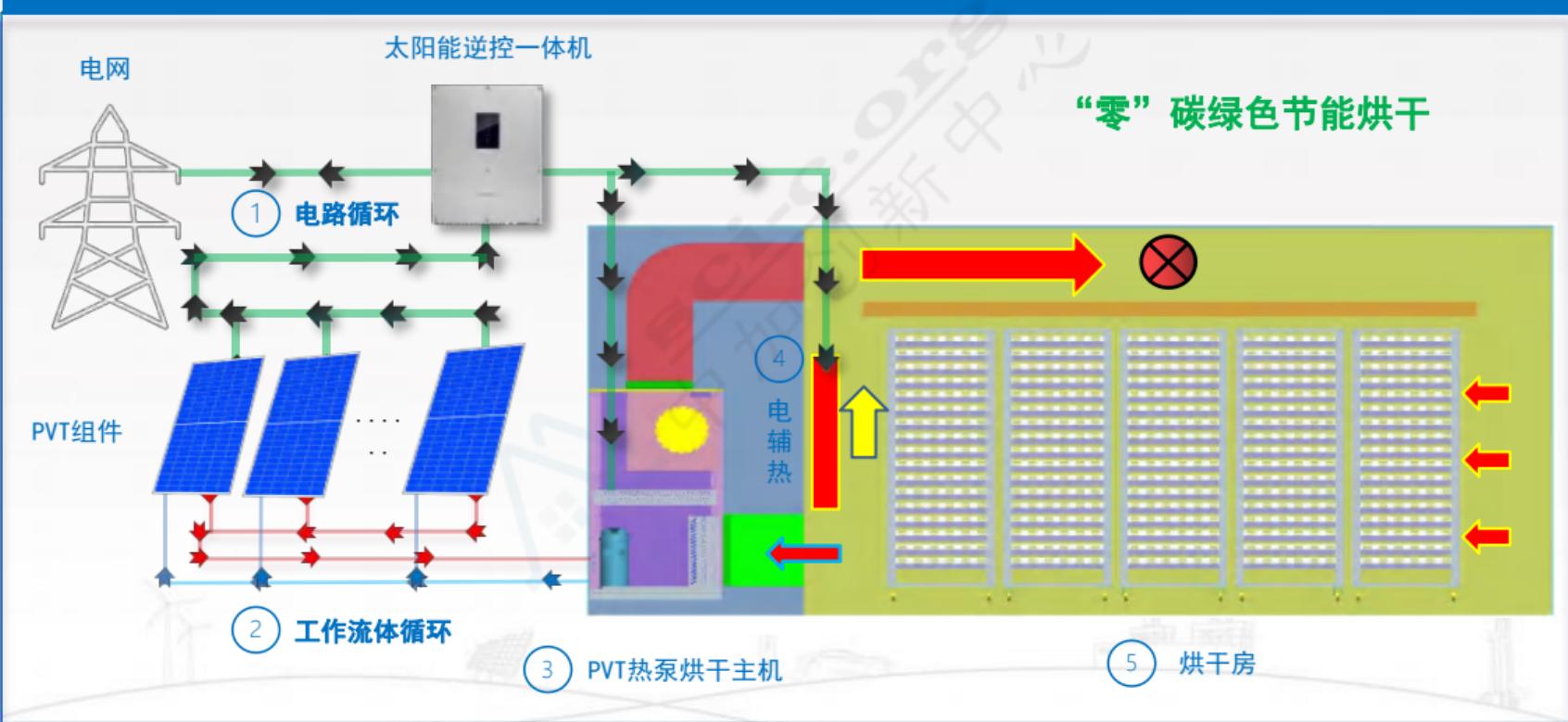
## 热性能参数

集热功率、集热效率、无量纲压力损失系数等。

PVT热电联供一体化应用，同时满足建筑供用电和供热省电，就地消纳建筑碳排放，打造“零”碳绿色节能建筑。



PVT热电联供一体化应用，开创太阳能光伏/光热热泵系统在农产品加工中的工业化应用，实现节能减排，保护生态环境的目标



## 温度系数

1、提高发电量

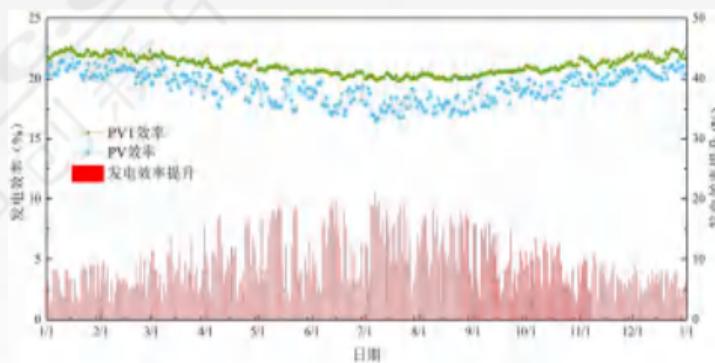


最佳温度: **25°C**  
-0.38%/+1°C

发电量提升

全年提升**7%-15%**;  
夏季最高提升**21%**。

## PVT组件发电增益对比（上海交大）

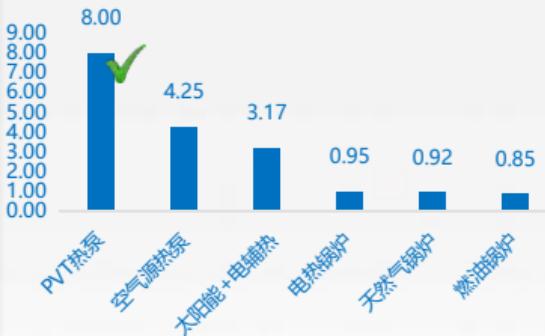


PVT组件发电效率有明显的提升，夏季提升尤为显著。

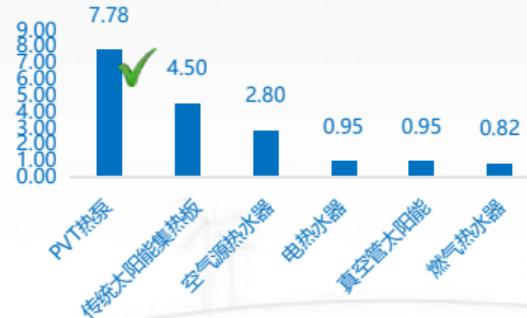


# 产品优势

不同制热系统能效比（商用）

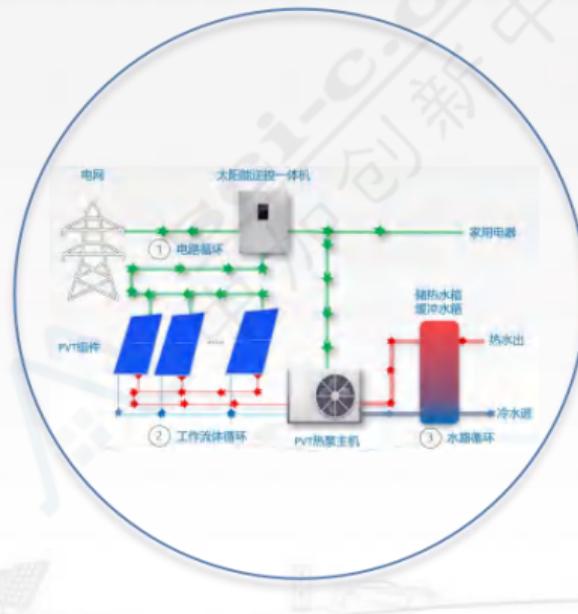


不同制热系统能效比（户用）

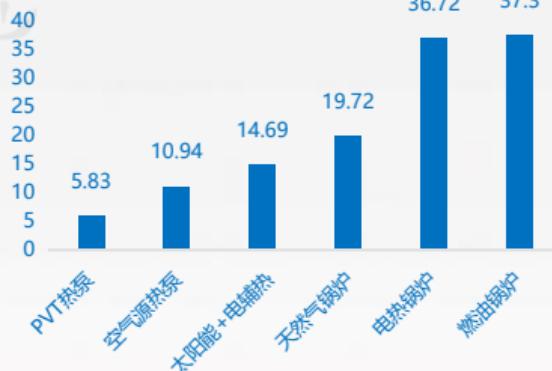


## 1、高效节能

## 2、运行成本低



加热1吨水 (15°C-55°C) 的费用 (元)



综合收益=发电收益+节能收益。

如用热需求大或区域购电差价大，如热水工

程，投资回报期控制在2年以内。

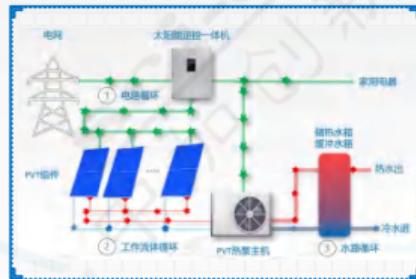
### 3、安全可靠

- ✓ 无漏电、无漏油、无漏气；
  - ✓ 无触电、无火灾、无爆炸

## 5、适用范围广

- ✓ 环境温度从-25°C至  
40°C, 常年使用, 无阴  
雨雪等恶劣天气限制。

## 产品优势



## 4、智能运行

- ✓ 变频运行；
  - ✓ 无值守；
  - ✓ 远程控制。

## 6、应用广泛

- ✓ 生活热水、商业热水；
  - ✓ 居民采暖、工商业采暖；
  - ✓ 工业厂房、农业生态等。

# 竞品指标对比（商用热水经济性分析）



1度电热值 <b>860kcal/kwh;</b> 1升水温升1°C需要 热值1kcal； 1吨水从15摄氏度 加热到55°C，升温 40度； 所需电量 $=1000*40/860/800\% \approx 5.83\text{kwh}$	序号	加热设备	PVT热泵	空气源热泵	太阳能+电辅热	燃油锅炉	天然气锅炉	电热锅炉
	1	热值	<b>860 kcal/kWh</b>	860 kcal/kWh	860 kcal/kWh	8200 kcal/L	8600 kcal/m <sup>3</sup>	860 kcal/kWh
	2	热效率	<b>800.00%</b>	425.00%	316.70%	85.00%	92.00%	95.00%
	3	加热1吨水能耗 (15°C- 55°C)	<b>5.83 kWh</b>	10.94 kWh	14.69 kWh	5.74 L	5.06 m <sup>3</sup>	48.96 kWh
	4	价格	<b>1 元/kWh</b>	1 元/kWh	1 元/kWh	6.5 元/L	3.9 元/m <sup>3</sup>	0.75 元/kWh
	5	每日加热吨位	<b>10 吨</b>	10 吨	10 吨	10 吨	10 吨	10 吨
	6	每日加热成本	<b>58.3 元</b>	109.4 元	146.9 元	373.0 元	197.2 元	367.2 元
	7	年运行费用	<b>2.13 万元</b>	3.99 万元	5.36 万元	13.62 万元	7.20 万元	13.40 万元
	8	使用寿命	<b>20 年</b>	15 年	15 年	5~8 年	5~8 年	5~8 年
	9	维护	<b>仅日常巡检</b>	仅日常巡检	仅日常巡检	需专业持证工种	需专业持证工种	需专业持证工种
	10	噪声	<b>小</b>	小	轻微	中	中	小
	11	环境影响	<b>无污染、零碳排放</b>	无污染、零碳排放 工作时有冷风排放	无污染、零碳排放	污染严重，部分 城市已禁用	有污染性 气体排放	无污染
	12	安全性能	<b>安全可靠</b>	安全可靠	安全可靠	存在漏油、爆炸、 火灾等隐患	存在漏气、爆炸、 火灾等隐患	存在干烧火灾隐患

备注：表中数据以1吨水从15°C加热到55°C的耗能量来进行对比。

➤ 仅比较热利用相关数据，从既发电又能省电的角度来看，暂无可对标对象。

# 竞品指标对比 (PVT热泵烘干经济性分析)



关注三个概念： *水的汽化潜热： 2358KJ/KG=564K cal/KG *燃值：电的燃值 860Kcal/kwh *热效率：全配置 PVT热泵闭式除湿 烘干机系统热效率 7.0	序号	加热设备	PVT热泵	空气源热泵	电加热	燃油锅炉	天然气锅炉	柴锅炉
	1	燃料种类	电	电	电	柴油	天然气	柴
	2	热值	860 kcal/kWh	860 kcal/kWh	860 kcal/kWh	8200 kcal/L	8600 kcal/m <sup>3</sup>	3000 kcal/KG
	3	热效率	700.00%	425.00%	90%	85.00%	92.00%	70.00%
	4	价格	1 元/kWh	1 元/kWh	1 元/kWh	6.5 元/L	3.9 元/m <sup>3</sup>	1元/KG
	5	脱水100KG	100KG	100KG	100KG	100KG	100KG	100KG
	6	消耗燃料	10.5KWH	32.8KWH	73KWH	6.9KG	8.8m <sup>3</sup>	26.8KG
	7	运行费用 (元)	10.5	32.8	73	51.75	44	26.8
	8	使用寿命	20 年	15 年	15 年	5~8 年	5~8 年	5~9 年
	9	维护	仅日常巡检	仅日常巡检	仅日常巡检	需专业持证工种	需专业持证工种	仅日常巡检
	10	人工管理	低	低	低	高	高	高
	11	噪声	小	小	轻微	中	中	中
	12	环境影响	无污染、零碳排放	无污染、零碳排放、 工作时有冷风排放	无污染、零碳排放	污染严重，部分 城市已禁用	有污染性 气体排放	有污染性 气体排放
	13	安全性能	安全可靠	安全可靠	安全可靠	存在漏油、爆炸、 火灾等隐患	存在漏气、爆炸、 火灾等隐患	存在火灾隐患
备注：表中数据在相同下脱水100KG，假设烘干温度为60度。								

➤ 仅比较热利用相关数据，从既发电又能省电的角度来看，暂无可对标对象。

# 应用场景

包括但不限于一切热、电双需求的场景 (60°C)

民宅



商业住宅



酒店



学校



医院



游戏馆



洗浴中心



乡村振兴



农业领域



工业领域



➤ 热水：

参考国家标准《建筑给排水设计规范》  
GB50015-2019进行用水量需求设计。

➤ 供暖、制冷：

根据地域气候、建筑保温、屋顶、供暖  
制冷面积、冷热负荷、终端等情况设计。

➤ 供电

根据屋顶面积、建筑用电负荷、地域等  
要素进行设计。

# 产品配置及案例分享

## ➤ 负能效家用热水系统

➤ 不含发电量COP=138 \* (55-15) ÷ 860 ÷ 0.67≈9.6

2022年8月3日测试

➤ 含发电量COP=138\* (55-15) ÷ 860 ÷ (0.67-2.16) ≈ -4.3

型号	适用人数	主机数量	主机功率(W)	PVT组件数量	发电功率(W)	集热功率(W)	储热水箱(L)
GCL-1-150	2-3	1	320	2	720	1180	150
GCL-1-200	4-6	2	320	4	1440	4720	300



案例应用地：江苏句容、江苏张家港、江苏太仓、江苏无锡、江苏江阴、山东菏泽……等。

# 产品配置及案例分享



## ➤ 商用热水工程最佳投资方案

机型	热水	主机数量	主机功率 (kw)	PVT组件 (块)	储热/缓冲水箱
SD92H01A	10T	1	9.2	16	8T+4T
SD92H01A	20T	2	9.2	32	12T+8T
SD92H01A	30T	3	9.2	48	20T+12T

应用场景：酒店、公寓、宿舍、医院、学校、餐饮、浴室……等热水供应场所。

■ 综合收益=热水收益+发电收益：



热水  
收益

发电  
收益

热水售价 (元/吨)	加热成本 (含保温) (元/吨)	冷水成本 (元/吨)	单日热水 收益 (元/吨)	单日热水 量 (吨)	单热水收 益 (元)	年热水收 益 (万元)
45	8.15	4.38	32.47	30	974.1	35.55

年发电量：**48\*360\*1.2** (按年日照时数1200h)  
**=20736kwh**

案例应用地：江苏昆山、江苏徐州、广东广州、四川乐山……等。

# 产品配置及案例分享



## ➤ “煤改电”、“气改电”运行成本最低的离网供暖解决方案

采暖系列产品配置表（户用）					
机型	采暖面积 (m <sup>2</sup> )	主机数量	主机功率 (kw)	PVT组件 (块)	缓冲水箱
GCL1500	50-60	1	1.5	4	60L
GCL2500	80-100	1	2.5	4	60L
GCL4600	150-200	1	4.6	8	60L
GCL9200	250-300	1	9.2	16	60L

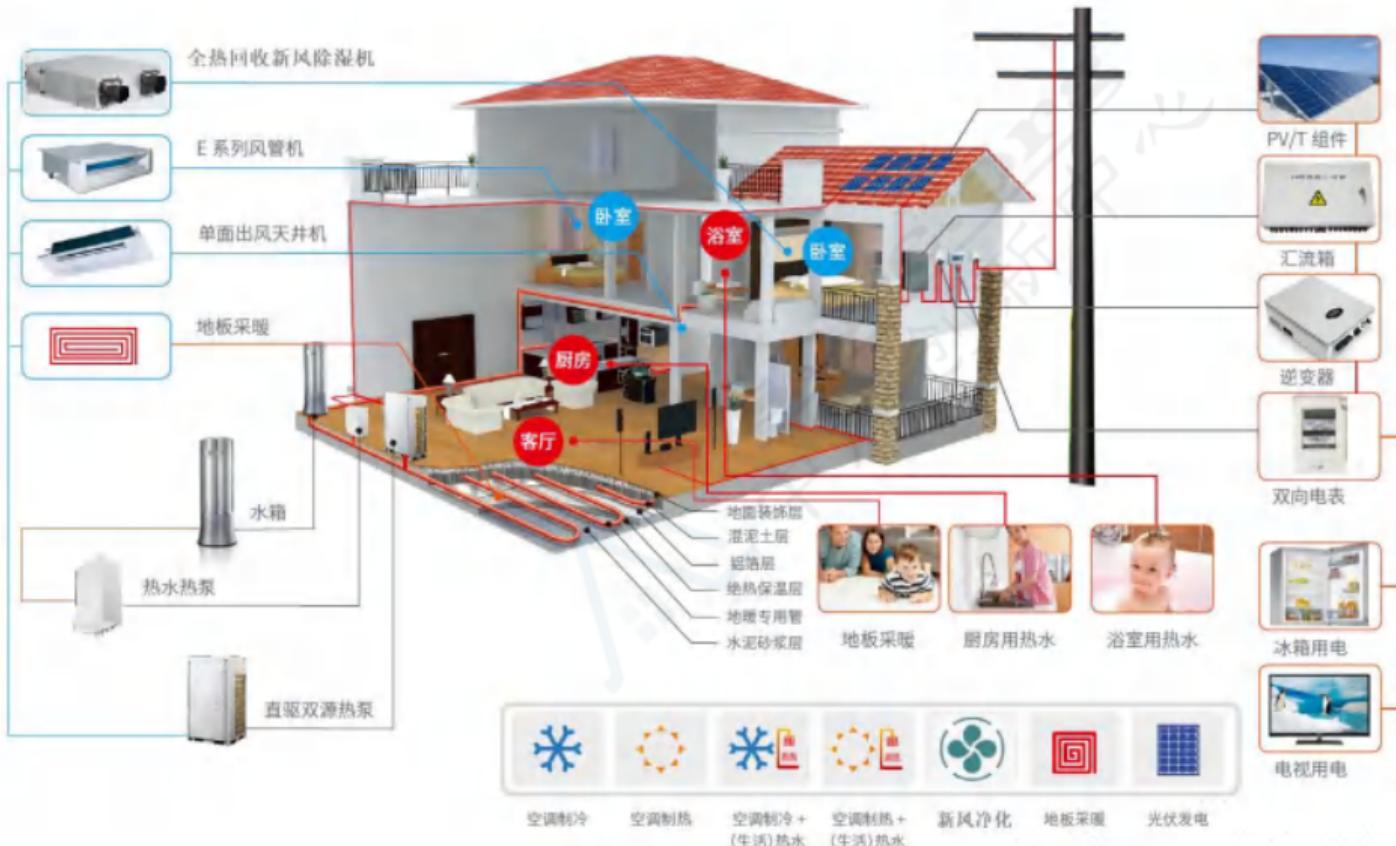
采暖系列产品配置表（商用）					
机型	采暖面积 (m <sup>2</sup> )	主机数量	主机功率 (kw)	PVT组件 (块)	缓冲水箱
GCL-40k01a	1500	1	40	32	0.6T
GCL-40K01a	3000	2	40	64	0.6T
GCL-40K01a	4500	3	40	96	0.6T



- 离网供暖最佳解决方案；
- 改变煤改电清洁供暖格局；
- 锅炉工人工费节省；
- 不受国际能源价格波动影响；
- 煤炭价格高于**900元/吨**收益  
(不含人工)；
- 天然气管道建设减少；
- 天然气供暖成本的**1/3**；
- 安全、节能、环保、低碳。

案例应用地：内蒙、新疆、北京、张家港、无锡、江阴、镇江、山东菏泽……等。

# PVT热电联产系统“0”碳生活图





# 把绿色能源带进生活

Bringing **Green** Power To Life

协鑫集成科技股份有限公司  
[www.gclsi.com](http://www.gclsi.com)

地址:江苏省苏州工业园区新庆路28号协鑫能源中心  
电话: 86-512-6983 2999  
传真: 86-512-6983 2875