



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。

创新商业模式

电站设计 智能制造 系统集成PC 运维服务



单晶组件



多晶组件



铸锭单晶组件



双面组件



叠瓦组件



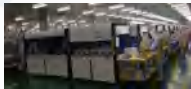
PVT组件



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



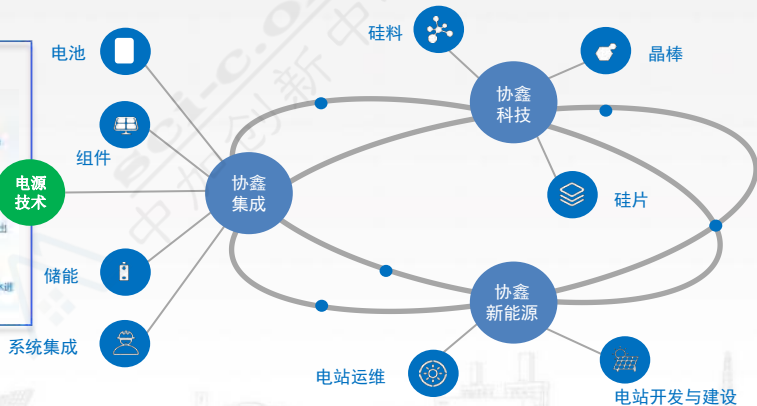
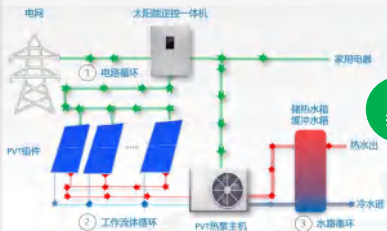
电站EPC：安徽金寨
光伏扶贫电站（100MW）



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。

PVT光热一体化组件及应用





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。



2030碳达峰



乡村振兴战略

- 产业兴旺；
- 生态宜居；
- 乡风文明；
- 治理有效；
- 生活富裕。



2060碳中和



光伏整县推进

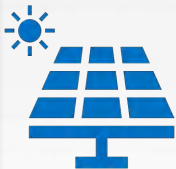
- 党政机关：不低于50%；
- 公共建筑：不低于40%；
- 工商业：不低于30%；
- 农村居民：不低于20%。



绿色节能建筑

- 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%+



传统光伏发电



光伏板

80%左右的太阳能资源被浪费

太阳能热利用领域
太阳能利用率60%+



传统光热集热



由管式向板式迭代更新

40%左右的太阳能资源被浪费

光电光热一体化新领域
太阳能综合利用率80%+

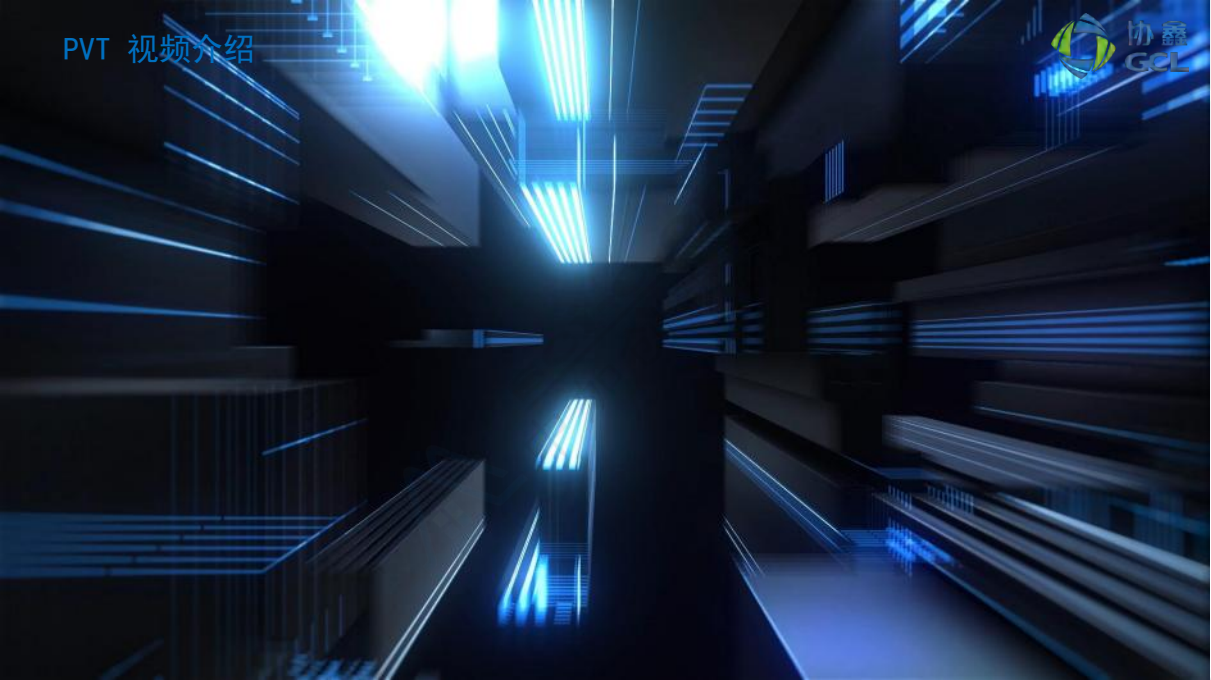


PVT光电光热一体化组件

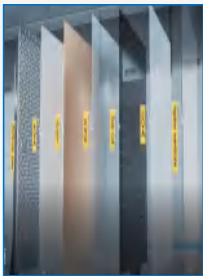


PVT: Photovoltaic/Thermal

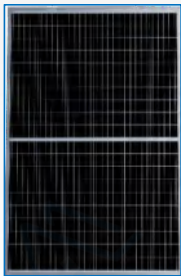
太阳能资源的充分利用



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。

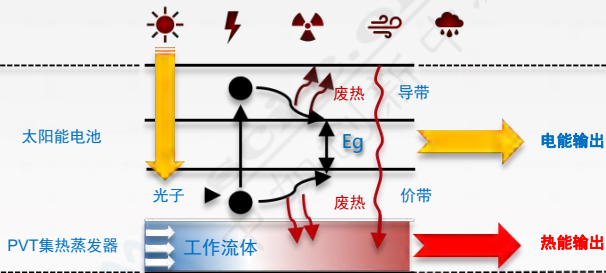
PVT组件工作原理

光生伏特效应



正面电能输出

太阳辐射、发电热能、空气能、风能、雨水线



空气源热泵蒸发器



背面热能输出

多能联动、多热复合、多源合一

- 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**。

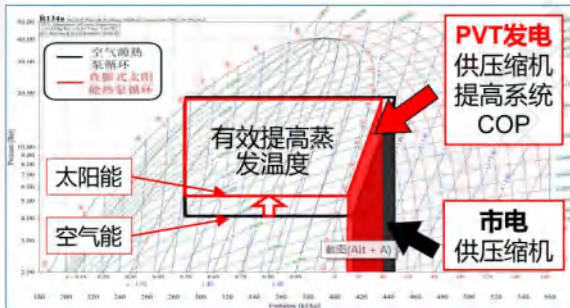
光伏系统：发电效率 **16%**

光热系统：集热效率 **50%**

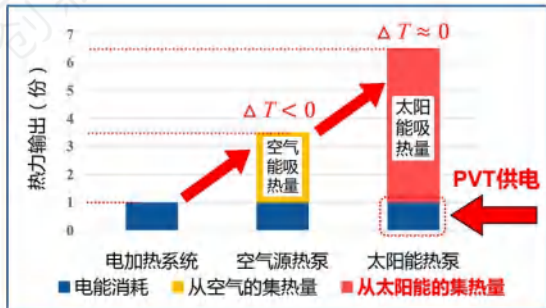


PVT系统：

发电效率 **18%** + 集热效率 **65%** = 太阳能综合利用率 **83%**

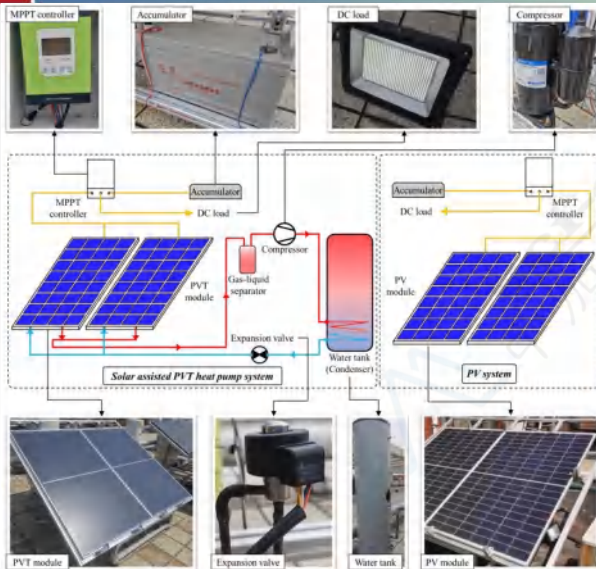


太阳能热泵与空气源热泵压焓图



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	$1.68\text{m} \times 0.994\text{m} = 1.67$	m^2
光伏组件面积	$1.68\text{m} \times 0.994\text{m} = 1.67$	m^2
PV发电效率温度系数	-0.39	%/ $^{\circ}\text{C}$
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 ²
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
平均COP	7.1	[-]
初始水箱温度	33.7	℃
终止水箱温度	60.4	℃
运行时间	1.4	hour
总能耗	0.7	kWh
压缩机频率	50	Hz
压缩机平均功耗	490.8	W
PVT集热/蒸发器过热度	8.5	℃

参数	数值	单位
蒸发器进口温度	22.0	℃
蒸发器出口温度	30.5	℃
蒸发器进口压力	0.562	MPa
蒸发器出口压力	0.520	MPa
蒸发器压力损失	0.042	MPa
无量纲压力损失系数	0.078	[-]
压缩机进口压力	0.496	MPa
冷凝压力	1.438	MPa
压缩机压比	2.90	[-]

新型 PVT 组件

传统 PV 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	%

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℃（从44.2℃降低到16.9℃）。

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。

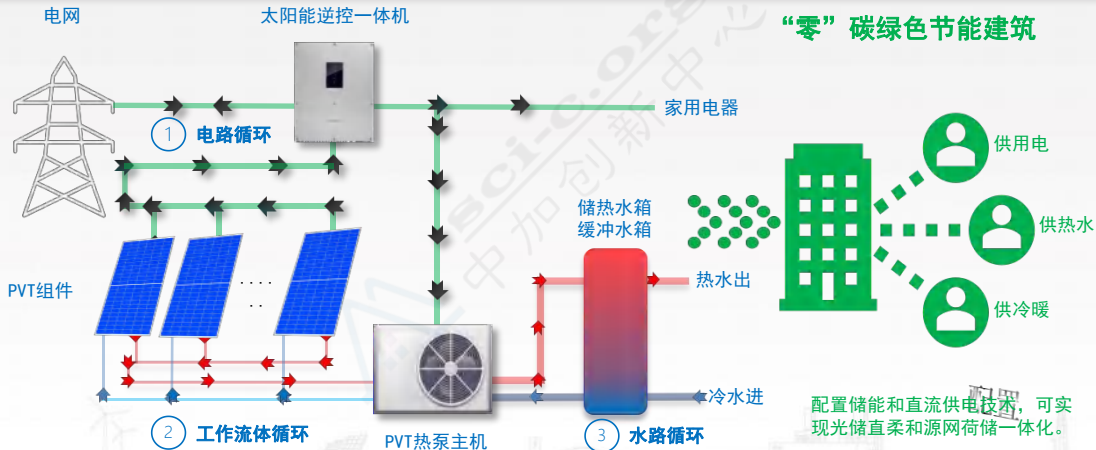
主要参数 (Pvt-M8/60)

- 单片PVT组件面积：
 $1.038\text{m} \times 1.755\text{m} = 1.82\text{m}^2$;
- 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**。

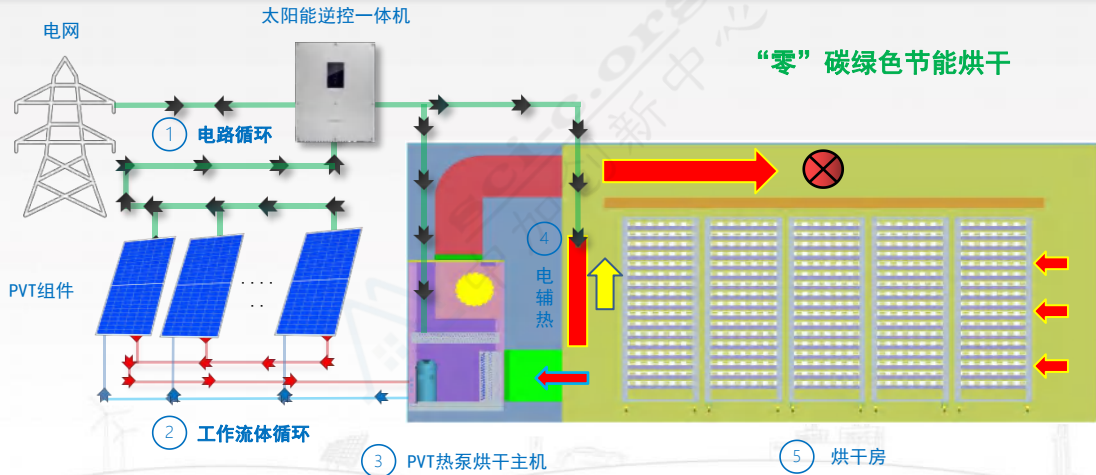
热性能参数

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



1、提高发电量



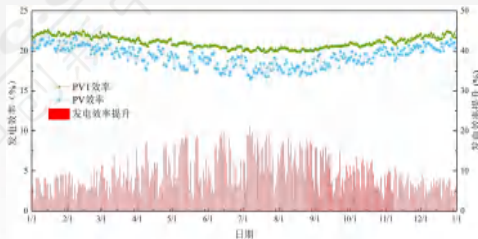
温度系数

最佳温度: 25℃
-0.38%/+1℃

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。

2、提高能效比



传统空气能蒸发器

翅片



- 1、热源：空气源
- 2、冷媒量：流量有限
- 3、蒸发面积：有限

PVT热泵蒸发器

翅片+PVT组件



+



- 1、**PVT热泵热源增加**：太阳辐射、发电热能、风能、空气能、雨水能。
- 2、**冷媒量增加**：额外增加组件冷媒量。
- 3、**蒸发面积增加**：增加组件正、反面面积。

较传统空气能能效比（COP）提高**1**倍，高达**7.5**以上，能耗降低**50%**以上。

产品优势

不同制热系统能效比（商用）

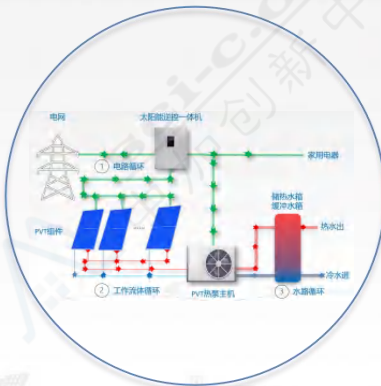


不同制热系统能效比（户用）

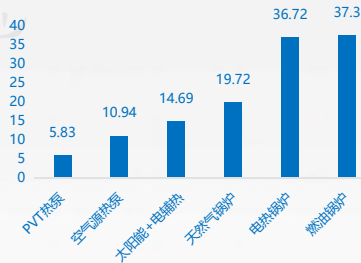


1、
高效节能

2、
运行成本低



加热1吨水（15℃-55℃）的费用（元）



综合收益=发电收益+节能收益。

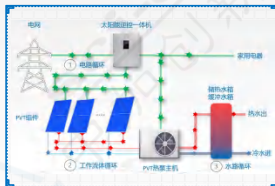
如用热需求大或区域购电差价大，如热水工程，

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

产品优势 3、4、5、6



4、智能运行

- ✓ 变频运行；
- ✓ 无值守；
- ✓ 远程控制。

5、适用范围广

- ✓ 环境温度从-25℃至40℃，常年使用，无阴雨雪等恶劣天气限制。

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 860kcal/kwh; 1升水温升1℃需要 热值1kcal; 1吨水从15摄氏度 加热到55℃, 升温 40度; 所需电量 =1000*40/860/8 00%≈5.83kwh	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	860 kcal/kWh	860 kcal/kWh	860 kcal/kWh	8200 kcal/L	8600 kcal/m ³	860 kcal/kWh
	2	热效率	800.00%	<u>425.00%</u>	<u>316.70%</u>	<u>85.00%</u>	<u>92.00%</u>	<u>95.00%</u>
	3	加热1吨水能耗 (15℃- 55℃)	5.83 kWh	<u>10.94 kWh</u>	<u>14.69 kWh</u>	<u>5.74 L</u>	<u>5.06 m³</u>	<u>48.96 kWh</u>
	4	价格	1 元/kWh	1 元/kWh	1 元/kWh	6.5 元/L	3.9 元/m ³	0.75 元/kWh
	5	每日加热吨位	10 吨	10 吨	10 吨	10 吨	10 吨	10 吨
	6	每日加热成本	58.3 元	<u>109.4 元</u>	<u>146.9 元</u>	<u>373.0 元</u>	<u>197.2 元</u>	<u>367.2 元</u>
	7	年运行费用	2.13 万元	<u>3.99 万元</u>	<u>5.36 万元</u>	<u>13.62 万元</u>	<u>7.20 万元</u>	<u>13.40 万元</u>
	8	使用寿命	20 年	15 年	15 年	5~8 年	5~8 年	5~8 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	需专业持证工种
	10	噪声	小	小	轻微	中	中	小
	11	环境影响	无污染、零碳排放	无污染、零碳排放、 工作时冷风排放	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	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	存在干烧火灾隐患

备注：表中数据以1吨水从15℃加热到55℃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：	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
*水的汽化潜热：	1	燃料种类	电	电	电	柴油	天然气	柴
2358KJ/KG=564K	2	热值	860 kcal/kWh	860 kcal/kWh	860 kcal/kWh	8200 kcal/L	8600 kcal/m³	3000 kcal/KG
cal/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/m³	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	8.8m³	26.8KG
*燃值：电的燃值	7	运行费用（元）	10.5	32.8	73	51.75	44	26.8
860Kcal/kwh	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
*热效率：全配置	10	人工管理	低	低	低	高	高	高
PVT热泵闭式除湿	11	噪声	小	小	轻微	中	中	中
烘干机系统热效率	12	环境影响	无污染、零碳排放	无污染、零碳排放、工作时冷风排放	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
7.0	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)



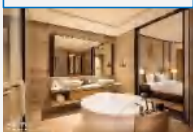
民宅



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。

➤ 负能效家用热水系统

- 不含发电量 $COP = 138 * (55 - 15) \div 860 \div 0.67 \approx 9.6$
- 含发电量 $COP = 138 * (55 - 15) \div 860 \div (0.67 - 2.16) \approx -4.3$

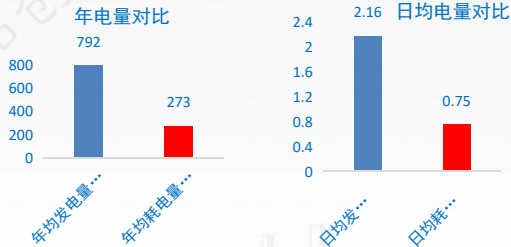
2022年8月3日测试

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

“家用热水器革命”

1/10用电功率

发电量 > 用电量



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。

➤ 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	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
发电 收益	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。

➤ “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 ²)	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 ²)	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；

➤ 锅炉工人工费节省；

➤ 煤炭价格高于**900元/吨**收益
(不含人工)；

➤ 天然气供暖成本的**1/3**；

➤ 改变煤改电清洁供暖格局；

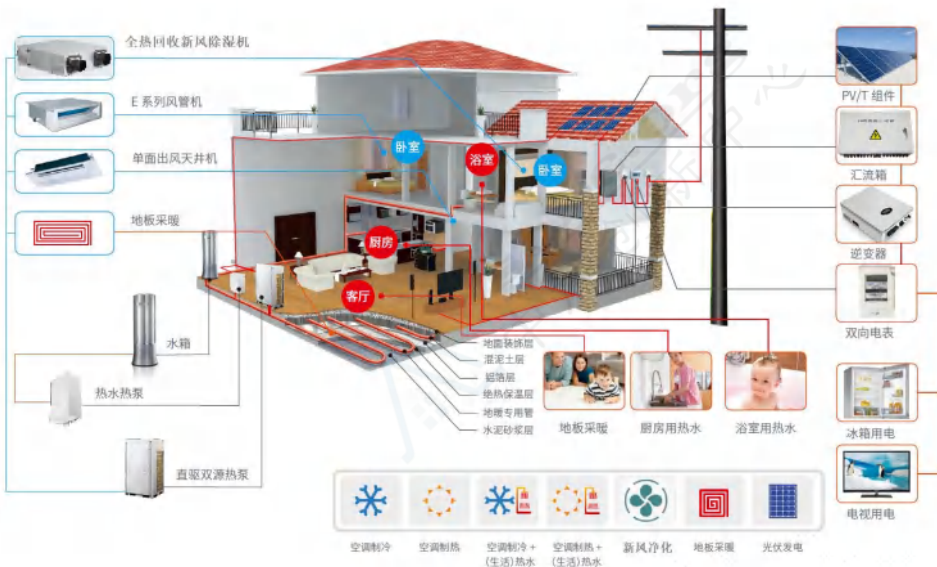
➤ 不受国际能源价格波动影响；

➤ 天然气管道建设减少；

➤ 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



利用多种新能源的集成解决别墅住宅、小区公共建筑的用电、生活热水、夏季制冷、冬季采暖、室内新风系统等多种用能需求，通过利用PVT的余热，大大提高系统的整体能效，减少常规能源在社区能源中的使用。



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

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