



智驭能碳

PVT GEO KNOWLEDGE ASSET

ZHIYU ENERGY & CARBON | RESEARCH WHITEPAPER

工业65°C热水 零碳解决方案白皮书

研究版 V1.0

2026年7月

智驭能碳 PVT GEO

智驭能碳（北京）科技发展有限公司



阅读说明

本白皮书把零碳作为目标与核算路径，而不是无条件事实。65°C是本研究的用户侧目标工况，不代表任何设备在所有气候和负荷下的固定出水能力。

目录

- 01 执行摘要
- 02 1. 为什么以65°C为研究工况
- 03 2. 负荷调查与基线
- 04 3. 分级供热技术路线
- 05 4. 系统边界与能流
- 06 5. “零碳”目标的核算路径
- 07 6. 安全、合规与工程条件
- 08 7. 计量、验收与数据质量
- 09 8. 实施路线与决策门
- 10 结论
- 11 参考文献

研究版 V1.0 | 2026年7月 | 智驭能碳 PVT GEO

执行摘要

工业65°C热水广泛涉及清洗、漂洗、消毒、预热和配液等环节，但同样的“65°C”可能对应完全不同的流量、批次、连续性、水质、安全和备用要求。方案设计不能从设备选型开始，而应先建立工序级负荷、基线能源与服务水平。

PVT可在有限屋顶面积上同时提供电能与低温热量，热泵可把低品位热提升到目标水温，储热用于调节太阳能与生产时段的错配，原系统或独立辅助热源承担峰值与故障保障。[1][2][4] 典型技术路径是“PVT预热-热泵提温-储热缓冲-备用保障”，但是否适用必须依据逐时负荷、气候、设备曲线和现场条件判断。

本白皮书中的“零碳”只表示在明确边界内，通过节能、电气化、可再生能源和可核验电力来源逐步降低剩余排放的目标路径。它不意味着安装PVT与热泵后项目自动实现零碳，也不构成对特定项目的性能、收益或碳减排保证。[6][7]

1. 为什么以65°C为研究工况

65°C可作为部分工业中温热水系统的分析目标，但不是跨行业通用设定。食品、PCB、电镀、洗涤、纺织和表面处理工艺可能具有不同的槽液温度、补水温度、末端换热温差和卫生要求。

项目前期需要区分：

- 用户交付温度、设备出水温度与储水温度；
- 连续流量、批次用量、峰值流量与日总量；
- 工艺直接用水、闭式循环和间接换热；
- 新水加热、回水再热、槽体保温与散热补偿；
- 正常生产、开机升温、清洗和异常工况。

如果实际工艺只需要较低温度，应避免不必要的高温制备；如果末端必须稳定达到更高温度，应重新核对热泵能力、换热温差和备用方案。

2. 负荷调查与基线

2.1 工序级负荷

负荷调查至少记录生产线、班次、批次、流量、进水温度、目标温度、回水温度、用热持续时间、停产计划和季节变化。仅用“每日多少吨热水”无法确定峰值功率、储热容量和设备冗余。

2.2 水质与工艺约束

工业水可能含有硬度、腐蚀性物质、油污或工艺药剂。必须确认材料兼容、结垢、换热器隔离、清洗维护和卫生要求。不能让PVT或热泵循环介质未经评估直接进入工艺。

2.3 能源基线

基线应记录锅炉、蒸汽、电加热或原热泵的能源输入、效率口径、产量、有效供热量、启停与损失。比较方案必须提供同等温度、流量、可用性和产品质量，不能通过降低服务水平制造节能结果。

3. 分级供热技术路线

3.1 PVT低温预热

PVT热侧可用于把低温补水或回水提升到较有利的中间温度，同时光伏侧发电。[1][3] 实际回收热量受辐照、入口温度、流量、环境、风速、组件结构和管路损失影响，不能用单一额定值替代逐时计算。

3.2 热泵提温

热泵承担从预热温度到用户目标温度的提升。评价时应使用与源侧、负荷侧、部分负荷和环境工况匹配的性能数据，并把压缩机、风机、循环泵、除霜和必要电辅热纳入系统边界。[2]

65°C是用户侧研究目标，不代表某一热泵在所有室外温度和流量下都能稳定达到。严寒、高湿、快速升温或连续生产场景需要核对设备性能曲线、除霜、冗余和备用。

3.3 储热与峰谷调节

储热水箱用于平衡PVT供能、热泵运行与生产用热时段。容量应依据逐时能量平衡、允许温度范围、峰值持续时间、换热能力和场地确定。水箱散热、分层、可利用温差和死水区都应纳入。

3.4 备用与故障降级

工业生产不能把太阳辐照作为唯一保障。原锅炉、蒸汽或独立辅助热源可根据风险保留。方案必须定义低温、停电、设备故障、传感器异常、检修与超峰值时的降级策略，以及允许中断时间和恢复条件。

4. 系统边界与能流

可信分析需要画出电、热和水的能流图，并至少区分PVT阵列、热泵、储热、辅助热源、输配与用户侧边界。[5]

建议分项记录：

- 光伏发电量、自用量、上网量与购电量；
- PVT回收热量及其循环泵耗电；
- 热泵输出热量与压缩机、风机、泵耗电；
- 辅助热源能源输入与有效供热；
- 储热期初期末变化和散热损失；
- 用户侧有效热量、流量与温度合格率；
- 生产量、停机、异常与环境数据。

热泵输出包含源侧取热和输入电能，不能全部记为PVT太阳能产热。光伏发电如果已抵扣购电，也不能在经济或碳核算中重复计入。

5. “零碳”目标的核算路径

5.1 先定义边界

应说明零碳目标覆盖设备运行、厂区购电、燃料、外购蒸汽，还是还包括设备制造、施工和供应链。边界不同，结论不同。

5.2 先节能，再替代

优先检查保温、泄漏、回水、余热回收、温度设定和生产调度，再用PVT、热泵和其他可再生能源替代剩余需求。可再生能源不能替代对无效热损失的治理。[7]

5.3 核验电力来源

热泵和循环设备仍需用电。运行排放取决于电网排放因子、现场光伏自用、可再生电力采购及其核证规则。碳减排应使用同一核算周期、明确因子年份和适用地域。

5.4 报告剩余排放

如果仍使用燃气、蒸汽、电网电力或备用热源，应披露剩余排放，而不是用“零碳”口号隐藏。任何抵消或证书都应单独说明标准、归属、期间和重复计算控制。

6. 安全、合规与工程条件

系统涉及压力热水、电气、屋顶结构和工业现场。设计应覆盖超温超压、膨胀定压、泄压排放、防烫、防冻、防腐、保温、接地防雷、消防、检修和停机隔离。

食品、医药等场景需要满足卫生和材料要求；化工、电镀、油田等场景需要识别腐蚀、有毒、易燃易爆区域并进行专项设计。普通设备能力不能自动延伸为防爆或危险区适用性。

屋顶需核对净可用面积、承载、防水、遮挡、风雪荷载、消防通道与管线路径。极寒地区还需考虑停电防冻、排空或防冻介质、除霜、备用和恢复运行。

7. 计量、验收与数据质量

验收不应只看设备是否启动。合同应约定用户侧温度、流量、供热量、可用率、生产服务水平、统计周期、基线调整、数据有效率和异常处理。

推荐计量包括用户侧热量计、热泵与泵分项电表、辅助热源计量、PVT热侧温度流量、光伏发电与自用、储热温度、室外气象和生产量。

项目状态应严格区分：

- 设备到货：只证明设备交付；
- 安装完成：只证明现场安装阶段完成；
- 调试完成：证明在调试条件下可运行；
- 试运行：积累有限周期数据；
- 性能验收：按合同边界和周期形成可复核结论；
- 持续运行：需要更长周期运维与数据支持。

8. 实施路线与决策门

第一步是资料初筛，确认负荷、能源账单、工艺、水质、屋顶、机房和生产约束。资料不完整时只输出缺口清单，不直接承诺容量与收益。

第二步是现场踏勘和初步设计，形成边界图、能流图、水力电气原则、逐时计算、极端工况、备用和敏感性分析。

第三步是试点或分期实施。对于高风险或关键生产线，可先验证一个可隔离单元，并预先定义成功标准、失败退出和原系统恢复方案。

第四步是计量验收与持续优化。任何节能率、经济性或碳减排结论都应绑定版本、数据周期、基线和审核记录。

结论

工业65°C热水的低碳转型不是简单替换一台设备，而是负荷治理、PVT预热、热泵提温、储热调节、备用保障和可核验电力共同构成的系统工程。

“零碳”必须是可审计目标：边界清楚、数据完整、剩余排放透明、没有重复计算。在正式资料、现场踏勘和专业设计完成前，本白皮书只能提供方法和决策框架，不能替代具体工程承诺。

参考文献

- [1] IEA SHC Task 60. Basic concepts of PVT collector technologies, applications and markets. 2020.
- [2] IEA SHC Task 60. Key Performance Indicators for PVT Systems. 2020.
- [3] IEA SHC Task 60. Status Quo of PVT Characterization. 2020.
- [4] IEA SHC Task 60. Existing PVT Systems and Solutions. 2020.
- [5] IEA SHC Task 60. Visualization of Energy Flows in PVT Systems. 2019.
- [6] International Energy Agency. The Future of Heat Pumps. 2022.
- [7] International Energy Agency. Renewables for Industry. 2017.

版本与责任边界

本文件为研究版 V1.0，基于截至2026年7月27日核验的公开来源。它用于工业热水项目的技术理解、资料初筛和计量规划，不构成特定产品检测报告、工程设计、危险区设计、投资建议、性能保证、报价或碳核算鉴证。65°C为用户侧研究工况，实际温度与能力必须结合工艺、型号、气候和现场条件复核。