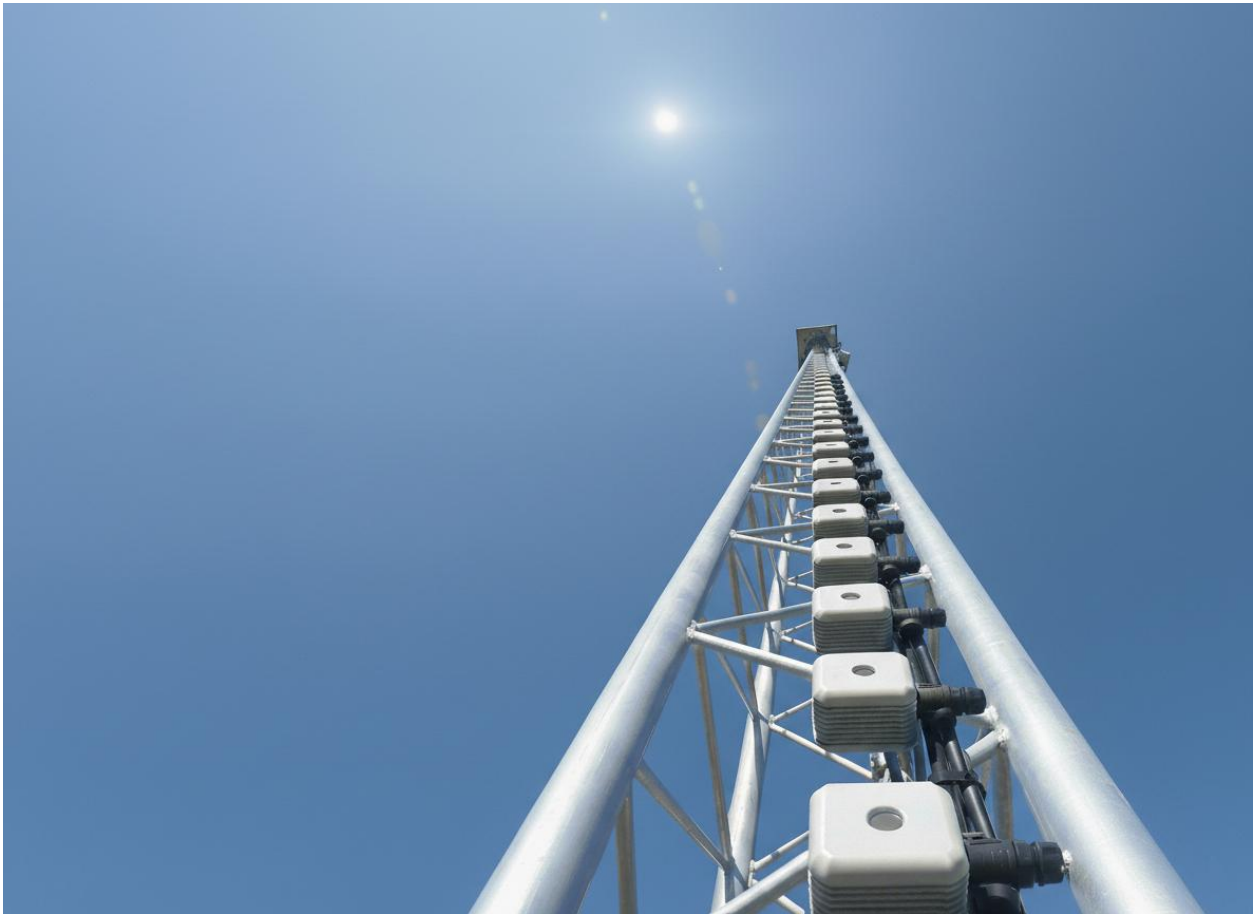


Helioschar+

先进定日镜光学表征系统

面向中国的技术转让与许可合作机会



本文件用于与中国潜在产业合作伙伴开展交流。建议合作路径为将专利/*know-how* 许可并转让给本地产业伙伴，由其完成工程化、产业化和商业推广；其定位不是由 CENER 在中国长期提供现场服务。

执行摘要

Helioschar+ 是面向塔式太阳能光热发电站的定日镜光学与几何表征系统，用于解决传统“靶面-相机”方法在商业化大型镜场中的局限，尤其适用于远距离定日镜、小型定日镜、低通量反射光斑以及光斑尺寸超过朗伯靶面的场景。

该系统将垂直布置的光电探测器阵列与相机结合使用。测量时定日镜保持静止，利用太阳视运动使反射光斑扫过探测器阵列。系统同步采集探测器信号和相机图像，通过后处理重建光斑形状、光学质量以及镜面/斜率偏差，实现高保真定日镜表征。

面向中国市场，建议的商业路径是将现有专利技术和 **know-how** 转让/许可给具备工程化和产业化能力的中国产业伙伴，由其完成产品适配、本地制造、集成和商业化推广。**CENER** 不以在中国长期提供现场表征服务作为主要模式。

技术类型	面向塔式光热电站的专利定日镜表征系统
核心测量原理	使用光电探测器和相机对反射光斑进行直接扫描
成熟度定位	已验证的先进原型/示范系统，仍需产业化工程适配
商业化路径	向中国伙伴进行专利/ know-how 许可和技术转让
中国市场价值	大型塔式镜场的质量控制、调试验收和运行优化

为什么需要定日镜表征

在塔式光热电站中，定日镜场是最关键、投资占比最高的子系统之一。电站性能和吸热器安全取决于每台定日镜能否按照给定策略精确聚光和指向。定日镜质量不是单一指标，而是由光斑质量、镜面斜率误差、子镜片 **canteo**/装调误差、对准误差以及跟踪/指向性能共同决定。

- 定日镜实际光学质量未知，会增加吸热器接收通量的不确定性。
- 为了降低风险，运行方往往采用保守指向策略，从而牺牲发电量。
- 局部高通量点难以识别时，吸热器热损伤风险增加。
- 随着镜场规模增大、定日镜与塔距离变长，调试、验收和质量控制难度显著增加。

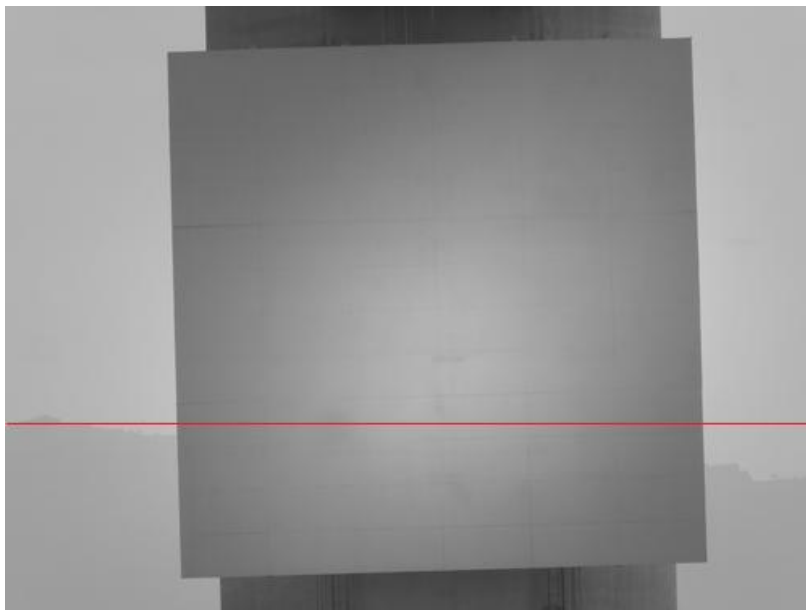


Helioschar+ 探测器单元的概念/原型图。

传统靶面-相机方法的局限

传统方法将每台定日镜反射光斑投射到朗伯靶面上，再用相机采集图像。这种方法适用于研发中心或小规模镜场，但在商业化大型镜场中存在明显局限：相机非线性响应、动态范围有限、镜头畸变、靶面反射不均匀、污染、边缘效应和靶面老化都会引入误差。对于远距离或小尺寸定日镜，光斑通量密度较低、对比度差，甚至光斑尺寸超过靶面，难以可靠表征。

- 靶面和相机链路会引入明显噪声。
- 光斑形状通常需要平滑、背景去除和局部重建，可能降低与真实光斑的保真度。
- 传统方法难以并行化，难以扩展到大型镜场。
- 远距离定日镜的反射光斑可能溢出靶面，导致无法准确测量。

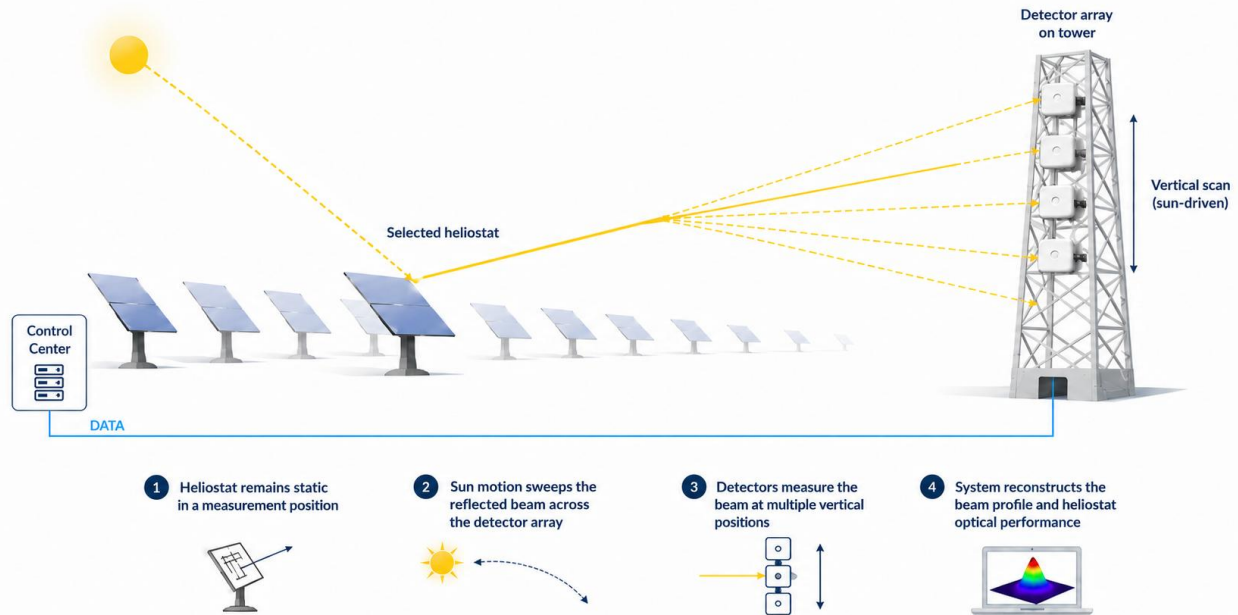


靶面-相机方法的图像质量问题示例：靶面不均匀、图像处理和局部重建。

Helioschar+ 解决方案

Helioschar+ 采用光电探测器直接扫描反射光斑，减少对靶面-相机方法的依赖。入射辐射探测器阵列配备自适应电子学和自动可变增益放大系统，可在高/低通量条件下工作；内置光学透镜提高有效信号并降低环境背景光影响。与探测器相邻布置的相机则提供定日镜图像，用于镜面法向量重建和光学-几何表征。

其测量过程相当于一种扫描式测量：定日镜保持在特定静止位置，太阳视运动充当“驱动机构”。随着太阳运动，反射光斑扫过探测器阵列，系统采集并归一化探测器信号和相机图像，重建光斑并推断光学质量参数。



Helioschar+ 测量原理：定日镜静止，太阳视运动使反射光斑扫过探测器阵列。

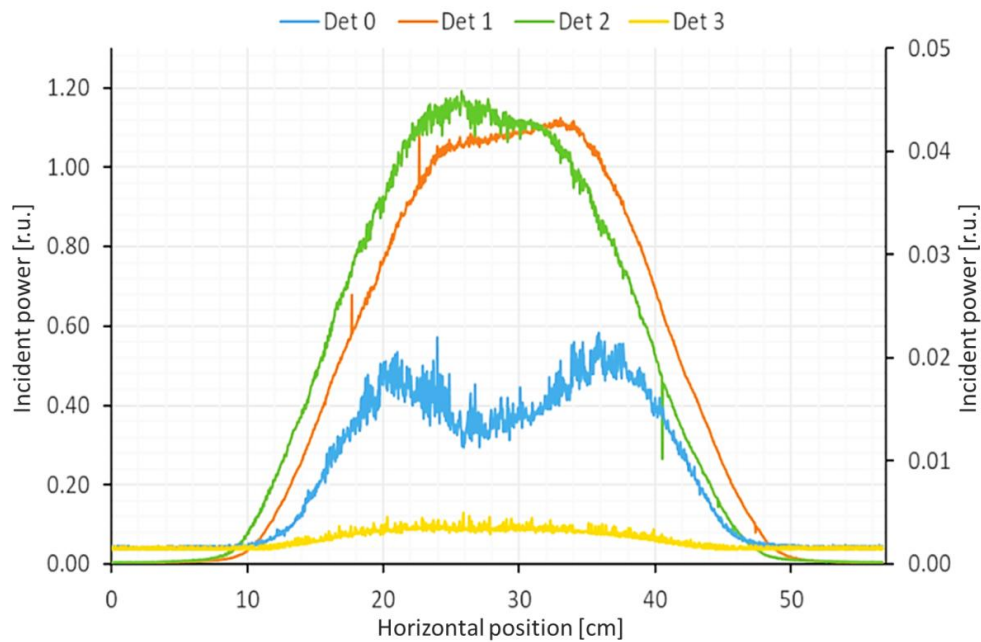
能力	价值
通用性	适用于不同尺寸、不同位置 and 不同距离的定日镜。
高灵敏度	基于探测器的直接测量可降低噪声、提升信噪比。
可并行化潜力	可部署多个系统，对多台定日镜或镜场分区进行表征。
高级表征	支持反射光斑、镜面斜率偏差和光学几何质量分析。
低侵入性	系统便携，便于集成到新建或既有塔式光热电站中。

验证状态与开发进展

现有资料显示，Helioschar+ 已完成多项验证工作，并处于高级开发阶段。早期验证在 CENER 图德拉定日镜测试设施进行，使用了一台约 9 m²、由 9 个子镜片组成、距离约 200 m 的定日镜。探测器信号经过 DNI 波动、太阳运动和余弦效应校正；结果表明，与靶面-相机方法相比，该系统具有更高的灵敏度、更低的噪声，并能够获得更平滑、更可靠的光斑形状。

内部开发文件显示，该系统已达到光学-几何表征精度 KPI，目标值为 <0.1 mrad。文件还记录了多个示范路径和项目，包括 LEIA、Chloe、Cation 和 Sun-DT，并有 ACCIONA、COX、ACWA 等潜在用户和技术顾问参与相关活动。该技术可向具备产品适配、产业化以及在中国市场商业化推广能力的产业合作伙伴进行技术转让和许可合作。

项目	状态
精度 KPI	光学-几何表征 <0.1 mrad 目标已报告达成
示范项目	已通过多个项目获得示范机会
商业状态	该专利技术可在中国开展技术转让和许可合作。
下一步	需要产业伙伴完成最终产品工程化和市场化



基于探测器的表征结果与靶面-相机方法局限的对比示例。

知识产权与许可机会

该技术受到专利保护。现有资产文件将 Helioschar+ 的国际专利参考列为 WO/2020/021147。在中国，相关公布号为 CN112442253A（部分记录在授权后也标识为 CN112442253B）；中文题名为“根据反射的光束表征反射元件的方法”；中国公布日为 2021 年 3 月 2 日；申请人/权利人为 Fundación CENER（西班牙国家可再生能源中心）。面向中国的合适商业主张，是在约定条件下将现有技术包、know-how 和技术文档许可/转让给中国产业伙伴，由其完成产品适配、工程化、产业化和商业推广。

理想合作伙伴可来自以下方向：塔式光热 EPC 或开发商、定日镜设计/制造商、光学仪器企业、太阳岛控制与诊断系统供应商、本地制造与集成企业，以及能够接触中国塔式光热项目业主和运营商的产业集团。

- 针对中国塔式电站需求完成产品工程化适配。
- 在中国本地制造或组织制造。
- 将系统集成到塔式光热电站、测试平台或定日镜供应链中。
- 在中国及约定市场开展商业化推广。
- 在约定的技术转让阶段与 CENER 开展技术对接。

结论

Helioschar+ 解决了大型塔式光热电站的重要瓶颈：如何规模化、可靠地掌握每台定日镜的真实光学质量。其探测器+相机方案相比传统靶面-相机方法更适合远距离、低通量或大光斑定日镜表征。对于中国产业伙伴而言，该技术提供了一个受保护的欧洲创新成果，可本地化工程化，用于大型定日镜场的质量控制、调试验收和性能提升。