

序号	模块名称		核心功能单元	关键技术规格
1	光谱表征模块	PL-ABS 测试	吸收谱测试单元	■ 200 - 1000 nm
2			发光谱测试单元	■ 230 - 900 nm
3			氙灯或 LED 光源	■ 光谱测试步长≤1 nm
4		光学图像表征	图像缺陷检测单元	#支持薄膜图像采集，自动提取灰度值，覆盖率等描述符
5		PL/EL 成像测试	高灵敏度 PL/EL 二维成像单元	▲支持 PL/EL 自动切换、全片二维成像、自动曝光及像素级强度/缺陷分布分析
6		QFLS/绝对 PLQY 高通量测试	积分球及绝对光功率标定单元	★支持绝对 PLQY、QFLS 及非辐射电压损失自动计算；具备激发光功率标定与单点自动测试
7		EQE 测试	EQE 测试单元	■支持 EQE 信号采集
8	电学表征模块	IV-IT 测试	AM1.5G 太阳模拟光源	★光源级别：A+A+A+；
9				■光谱范围：350-1200nm
10				■光源响应时间：≤0.5s
11				■光源有效面积：25mmx25mm
12			电压/电流测试单元	■电压±10 V；电流 1 nA - 1 A
13			时间分辨测试单元	■支持 IV-IT 测试
14				定制测试夹具
15	高通量表征工作站自主控制系统模块		智能调度系统	■支持动态排队、多用户、多任务
16			可视化流程引擎	#拖拽式构建工艺/配方，实验流程及控制指令可快速下发至自动化设备，满足数字孪生交互和自动化控制的实时性需求。
17			数字孪生系统	■物理设备状态实时映射、碰撞风险毫秒级报警

序号	模块名称	核心功能单元	关键技术规格
18	# 高通量数据自主分析模块	PL 数据自主分析模块	■自动提取峰位、峰强、半峰宽与积分强度；支持批量处理、异常识别及多维关联分析
19		ABS 数据自主分析模块	■支持基线校正，自动提取吸收率、吸收边与光学带隙；支持批量处理与异常识别
20		IV 数据自主分析模块	■自动提取 Voc、Jsc、FF、PCE、Rs、Rsh 及正反扫差异；支持 I-V/I-t 批量分析
21		EIS 数据自主分析模块	■支持 Nyquist/Bode 分析、等效电路拟合及关键参数批量提取
22		大模型机理分析模块	▲基于光电材料领域知识微调的垂直大模型，支持 PL/ABS/IV 多模态数据融合解读；自动生成缺陷态分析、载流子输运机制、界面复合机理等专业报告；结合材料组分与工艺参数关联失效机理；支持自然语言交互式溯源问答与实验方案推荐
23	# AI 预训练模型模块	效率预测模型单元	■基于领域大模型实现 PCE、Voc、Jsc、FF 等光伏性能指标智能预测，误差<5%的样本占比≥70%
24		稳定性预测模型单元	■误差<5%的样本占比≥60%
25		优化算法单元	#支持单目标和多目标优化，支持基于新增实验结果进行迭代更新，支持由智能体统一调度与结果解释
26		模型解释单元	#支持 Spearman 相关性分析、SHAP 模型解读，结合大语言模型生成可解释的自然语言机理解读，将数值解释转化为领域易懂的机制描述
27		模型训练单元	■支持效率模型和稳定性模型的一键式智能微调

序号	模块名称	核心功能单元	关键技术规格
28		模型管理单元	■支持按模型名称、模型类型和基座模型进行查询，并支持模型启用、编辑、删除、克隆、历史版本调用和模型回滚
29		统计学分析单元	■支持 Excel 数据导入，自动计算数据类型、样本量、缺失值、异常值、均值、中位数、标准差、变异系数、偏度、峰度、分位数、最小值和最大值等指标，并以统计汇总表和分布直方图展示结果，具备相关性分析能力，提供 Spearman 相关性分析图
30		领域大模型基座单元	■支持主流 Transformer 架构大语言模型，兼容主流开源模型架构的训练、微调与推理
31		领域知识增强单元	▲支持钙钛矿领域文献、实验数据、机理数据以及配方—工艺—性能等多源领域数据联合训练
32		模型微调与对齐单元	■支持 SFT，支持多轮领域监督数据迭代微调
33		Agent 智能体协同单元	#支持 Agent 智能体角色，支持不同角色间任务协同；支持技能扩展与组合调用；支持多任务组合执行
34		模型资产管理单元	■支持按模型名称、模型类型和基座模型进行查询；支持模型启用、编辑、删除、克隆、历史版本调用和模型回滚；支持领域模型版本谱系管理与权限管控
35		服务器单元	■64 位操作系统，基于 x64 处理器；处理器≥6 核心，睿频≥4.0 GHz，支持对接云端算力资源，完成 32B 级大语言模型的全参数/高效微调训练；支持本地推理与云端训练的模型文件双向同步与版本管理

序号	模块名称	核心功能单元	关键技术规格
36		模型本地化部署	▲支持边缘计算，将语言模型部署到本地 GPU 硬件
37	定制手套箱模块	氮气纯化单元	■O ₂ ≤1 ppm; H ₂ 0≤1 ppm
38		温控单元	■20 - 25℃；25℃时±1℃
39		真空泵单元	■抽速 12 m ³ /h
40		FFU 及循环过滤系统	■配置 FFU，气体循环过滤系统
41		标准化机架与布局单元	■采用模块化标准化设计，所有功能模块均应采用统一的标准尺寸基准进行设计，单个模块外形尺寸应符合标准模块尺寸单元或其整数倍（即不同模块可分别占据一个或多个标准模块尺寸单元），实现单元化组合布局
42		机械臂转运单元	▲设备主要运动结构应采用机械臂结构，运动范围应覆盖工作站内全部测试工位；应配置绝对值编码器或等效位置记忆装置，断电后无需重新回零即可恢复断电前位置，供电恢复后可继续执行原任务或安全回位，不得造成撞机、掉片或样品错位；断电及恢复过程应记录日志
43		数据记录与追溯单元	■数据自动记录样品 ID、配方编号、电压、电流、器件性能、处理结果、报警信息及时间戳