

光伏电站组件级无线监测系统

电力数字化，从组件开始

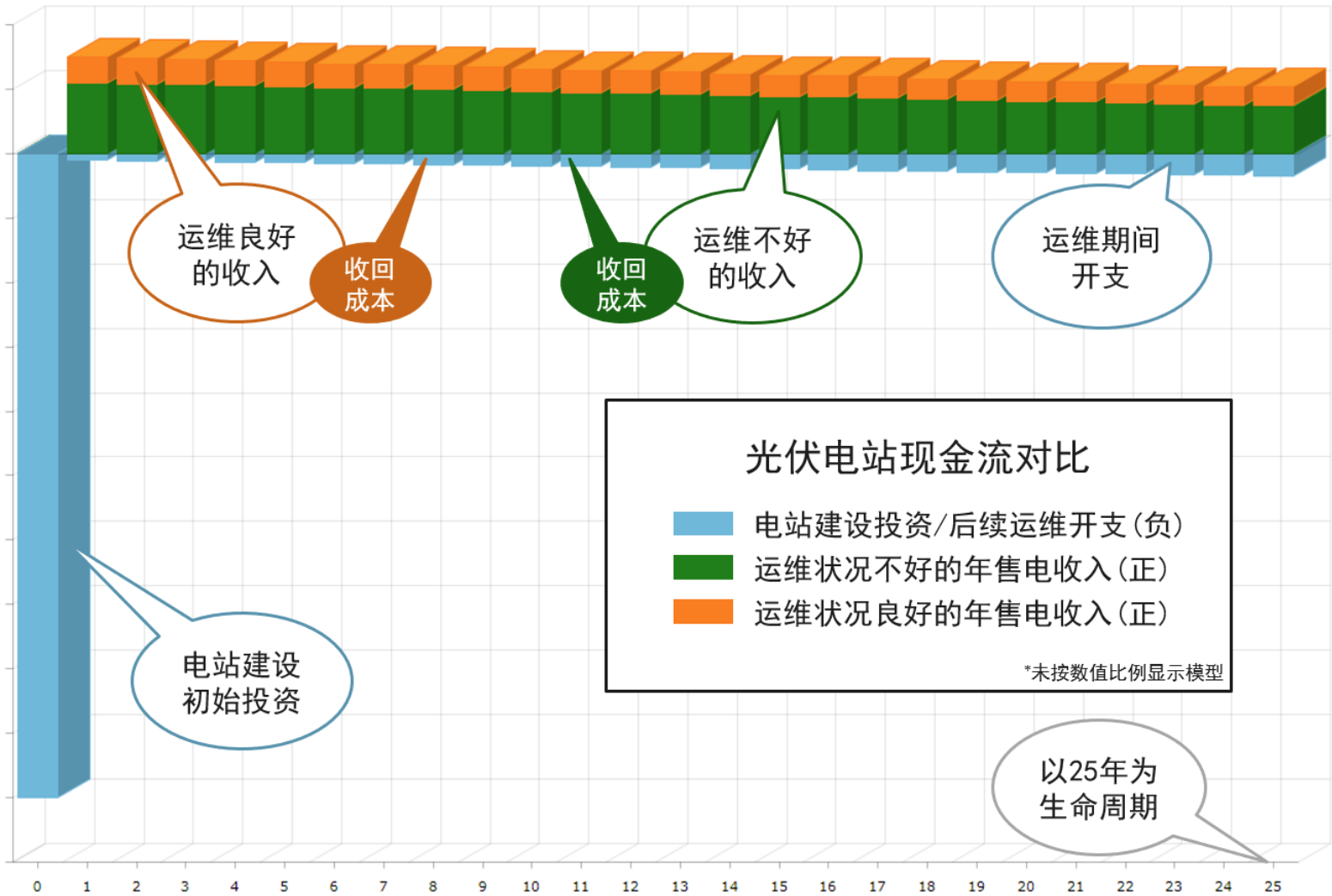
Table of Contents

- 电站运维问题分析
- 组件级监测的意义
- 组件级监测的实现
- WiiHey企业介绍



2017年，我国光伏电站累计装机量超120GW。以300W的组件计算，就是4亿片。

面对庞大的电站规模，如何使其发电效率最大化？这是投资者和运维人员最关心的问题！



光伏电站的收入与运维：

- 电站的收入很大程度上取决于后期的运维水平。
- 电站一经投产，需要5至8年收回成本，如果运维不佳，则周期更长。
- 根据统计表明^[1]：年度发电效率提升 1%，就相当于增加10%的ROI。
- 美国加州的一个100KW小电站，由于长期未对故障组件进行更换，累计损失发电量转换成金额可以高达\$14,900^[1]。

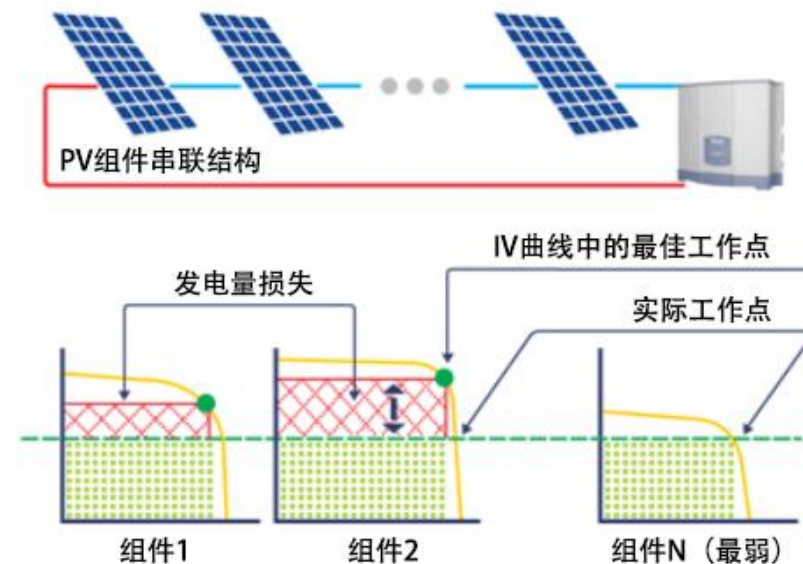
[1] 引用自AltaTerra Research, 2012.



由于组件自身及各类外在因素（如老化、接触不良、二极管损坏、玻璃破裂等），电站每年需要为2%至5%的组件进行更换^[1]。但问题是：如何找到有问题的组件？

[1] 引用自 [IEA-PVPS Report](#), 2015.

组件经过串联形成组串，逆变器或汇流箱通过MPPT算法调节组串的输出功率。组件之间的不一致性（如性能差异、阴影遮挡等）会使整个组串的输出功率受制于其中性能最弱的组件！



现今如何解决监测问题？

能量转换的源头是光伏组件，然而，直到近年才出现一些组件级的监测方案……



人力巡检

运维团队组织人工巡检，排查现场的异常，检查如温度、电气连接性、支架松动、环境变化等项目，每年1~2次。一般只能发现比较明显的异常问题。



逆变器/汇流箱级监测

位于逆变器或汇流箱的监测，可以发现组串的异常，之后由人工进行现场勘察，逐步找出问题源头。这是目前最主流的方案，监测效果比较粗放。



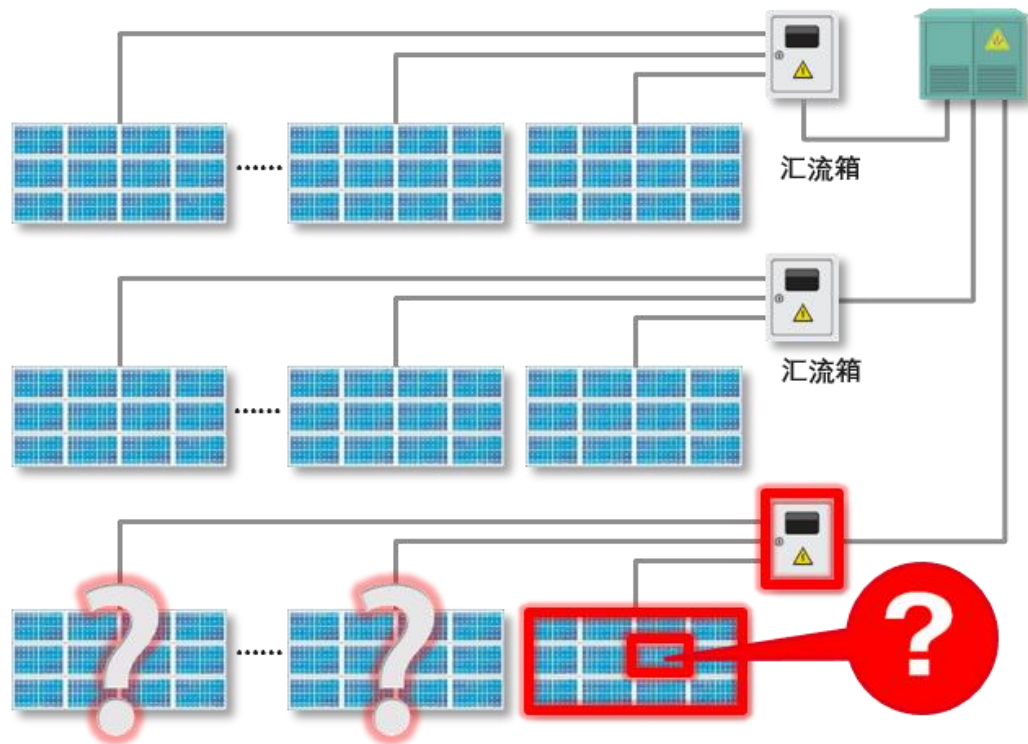
组件级监测

随着MLPE发展，诞生了组件级微逆和优化器，它们在改善发电性能的同时，也具备组件级的监测功能。不过，由于价格过高，只应用于少数高端场合。

解决大规模组件节点的无线通信问题，大幅降低成本，提供精细化管理，是电站投资者和运维人员的有力武器！

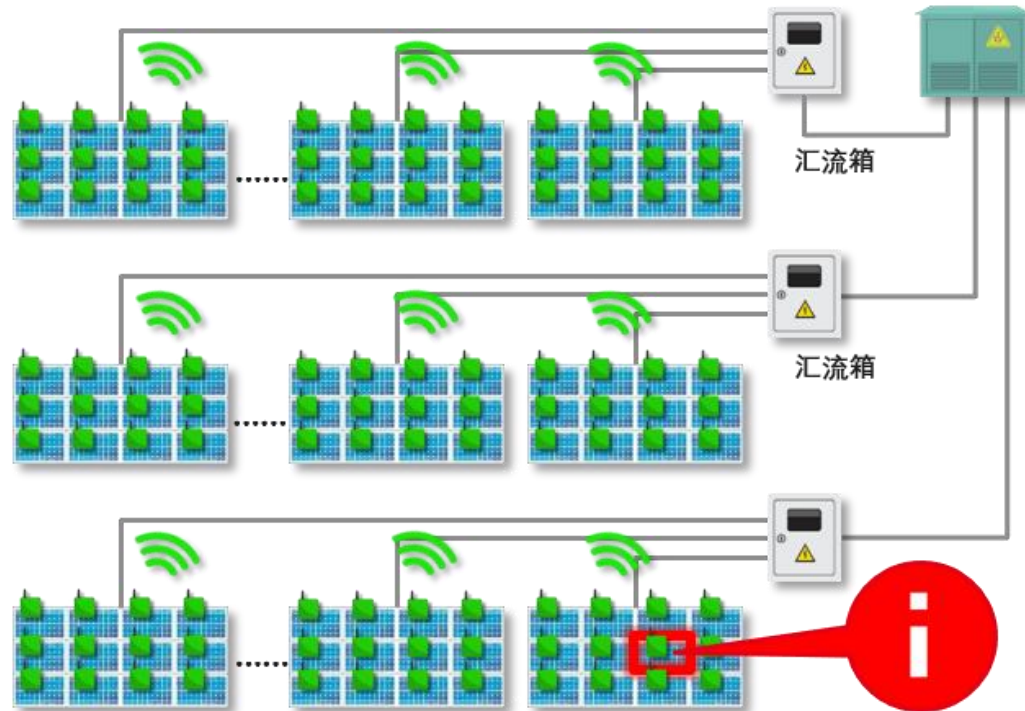
传统监测方案

监测精度：组串级 (String-level)



新型监测方案

监测精度：组件级 (Module-level)



组件级监测可以带来什么？



维护与预防

实时监测每个组件，发现异常及时预警，提供准确信息，提高维护效率：

- 缩短故障抢救响应时间。
- 降低突发事件发生概率。
- 减少人工巡检运维成本。
- 优化备件及其库存资源。



大数据

对组件状态长期跟踪，建立大数据模型：

- 易于比较不同批次、不同生产工艺下，组件的性能表现。
- 分析不同地理位置、各类气候条件下，组件的性能差异。



资产安全

更好地保护资产安全：

- 电火花、电弧等故障不会突如其来，组件级监测能发现早期电压异常，将隐患扼制于摇篮。
- 防风/防盗：通过振动传感器判断组件运动状态，分析风力影响/偷盗事件。



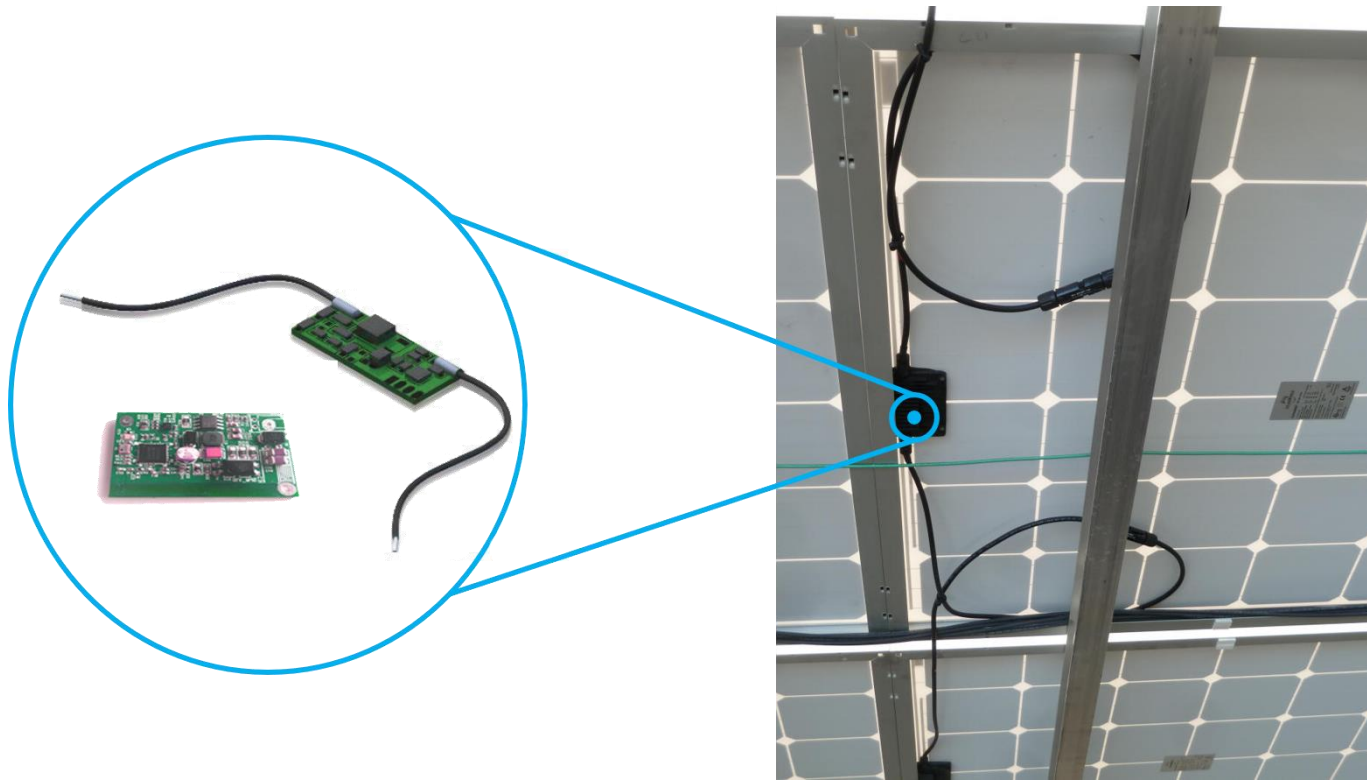
投资与收益

监测成本只占电站建设的一小部分，但具有很大意义：

- 降低电站的运维开支。
- 降低电站的经营风险。
- 准确衡量电站运行状况，评估产能，预计收益，为决策提供充足依据。

组件级监测 —— IMM传感器

IMM: Individual Module Monitoring



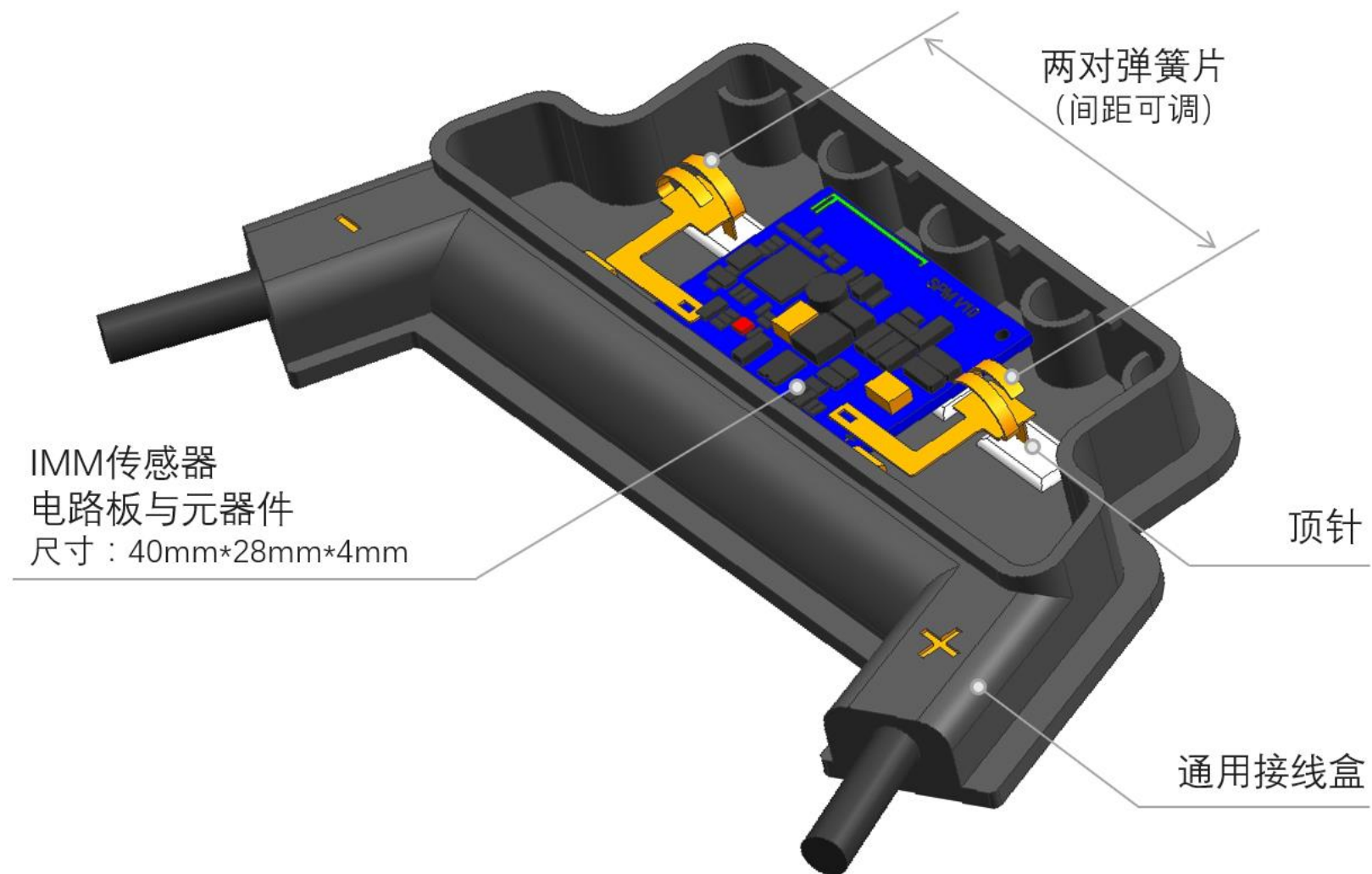
类别	参数
电压监测	0 - 80V, $\pm 0.2V$ 精度
环温监测	0 - 60° C, $\pm 0.5^{\circ}$ C 精度
无线频段	2.4GHz ISM频段
无线组网	HOHNet™自组网, 500节点/1网关
通信同步	时间戳同步, ΔT 小于2秒
通信距离	50 - 80米/每节点
电气安全	600W抗浪涌
平均功耗	小于50mW
振动监测	加速度计 (高级版)
快速断开	支持 (高级版)
PCB尺寸	40mm x 28mm x 4mm
安装位置	光伏组件接线盒内

- IMM组件级监测

■ 25年+使用寿命
- HOHNet™无线自组网

■ 2.4GHz 无线通信
- PCB小体积设计

■ 易于安装部署

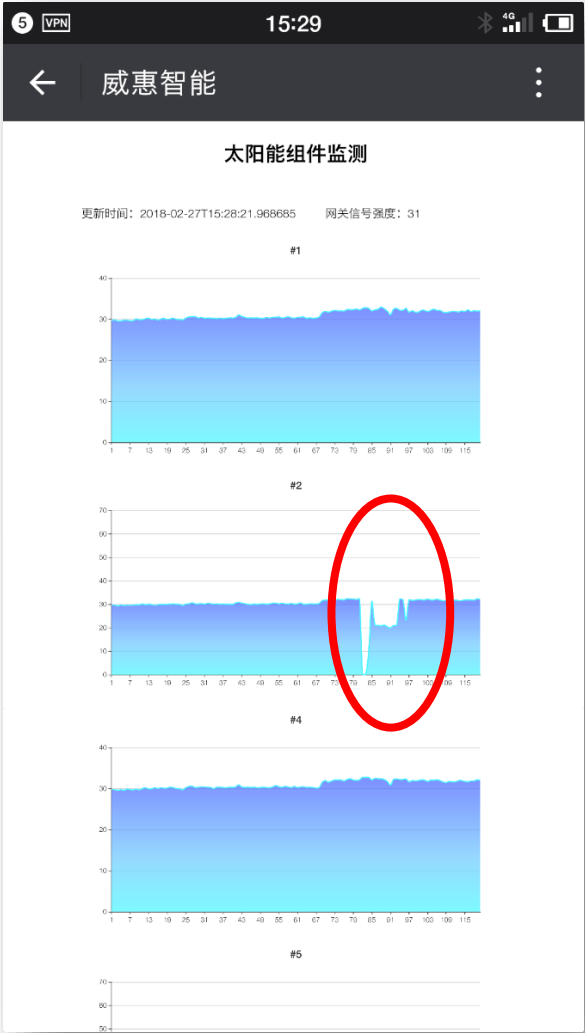


对于接线盒后装模式：

- PCB小体积设计，便于集成至各类接线盒。
- 顶针与接线盒焊盘接触，进行取电与测电压，取电的电流小于20mA。
- 顶针可以穿透接线盒中已灌的软胶。
- 弹簧片抵住后盖，确保顶针与焊盘接触良好。
- 两对顶针与弹簧片的间距可以调节。
- 安装过程的耗时，小于1分钟。



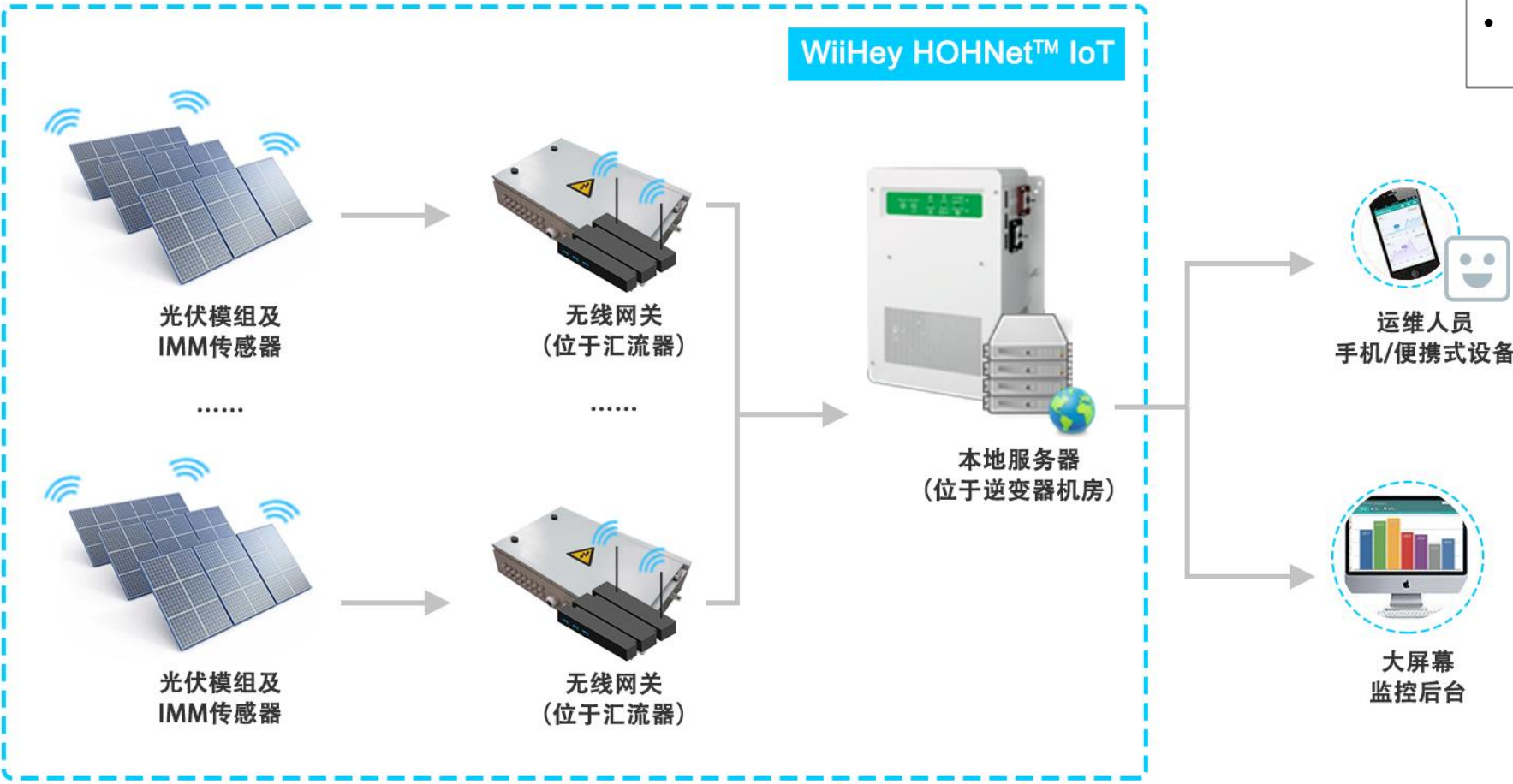
- △ 制造遮挡/阴影
- ▷ 监测数据（电压波动）
- ▷ 阴影测试统计



阴影	阴影面积	功率损失
	13%	44%
	11%	47%
	9%	54%
	6.5%	44%
	3%	25%

系统实现 —— HOHNet™无线网络如何工作？

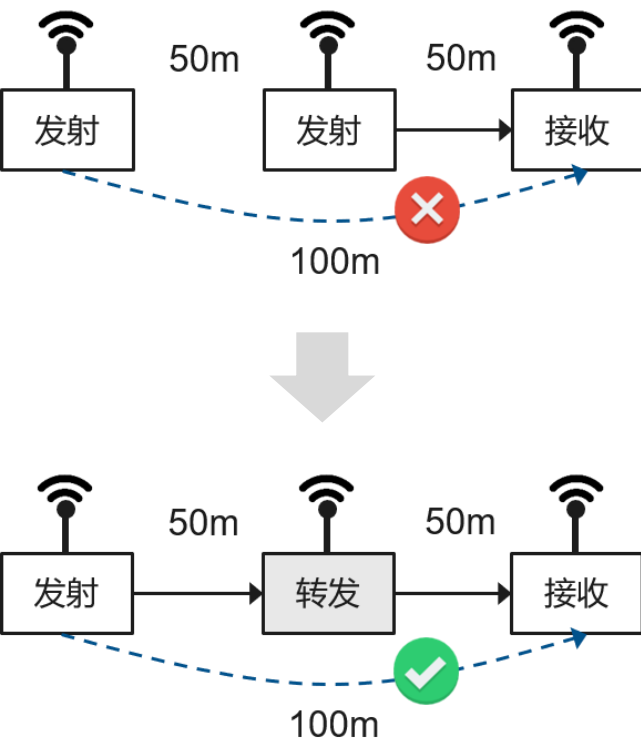
➤ 系统拓扑图



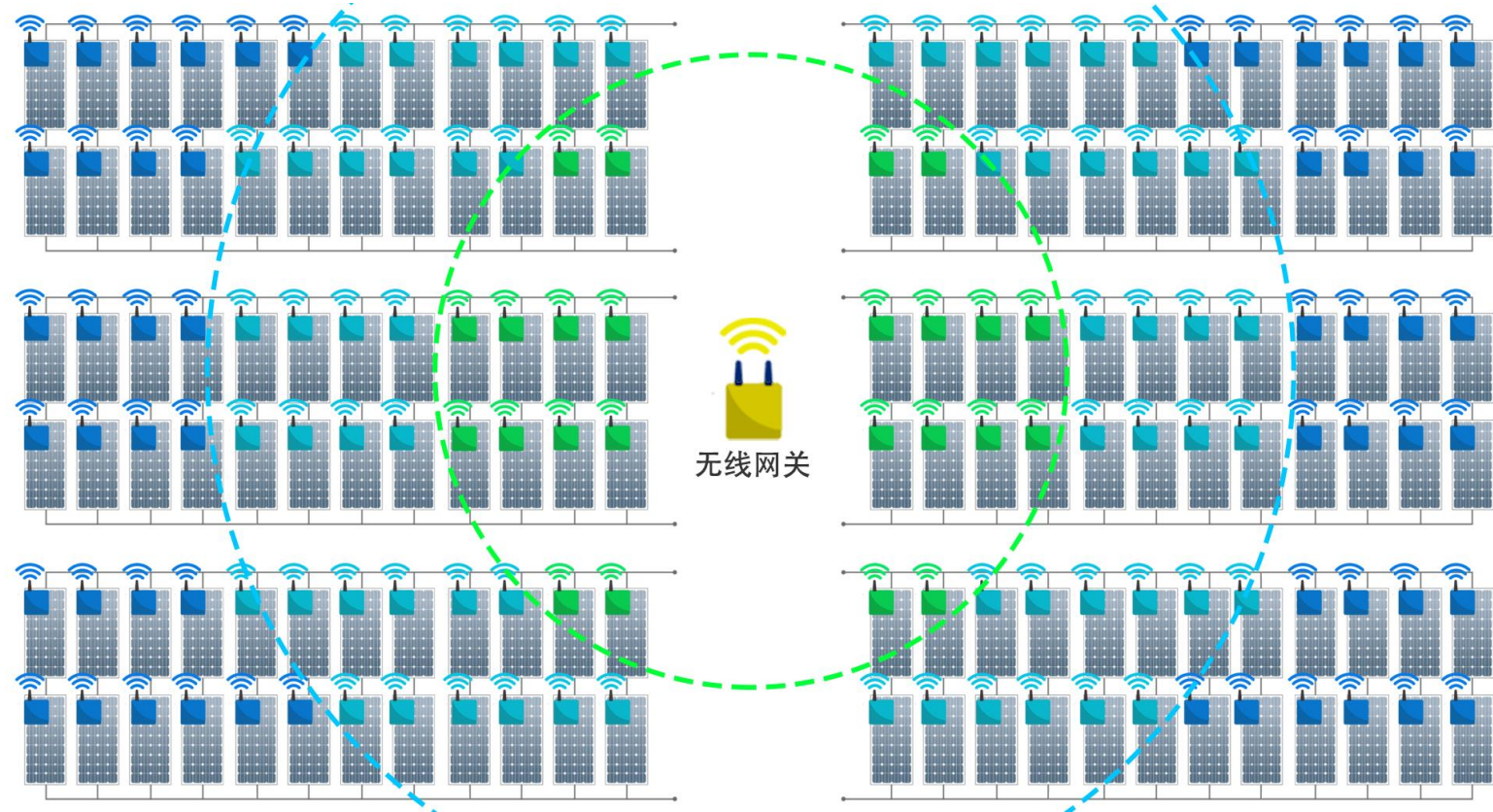
- 2011年，学术界出现基于Zigbee无线网络的光伏监测研究性论文。
- 2017年，WiiHey推出针对光伏电站的无线传感器网络——HOHNet™。

业内领先的大规模无线通信系统

如何在 不增加成本 的情况下，
提升通信距离，扩大网络容量？



➤ HOHNet™的环型自组网功能



- 如同水波，无线信号一环接一环扩散，同时保持了低成本。
- 对于一个无线网关，可以容纳500个以上的IMM传感器节点。
- HOHNet™支持同步数据采集/上报，所有节点时间误差<2秒。

系统实现 —— HOHNet™为何能大幅降低配置工作？

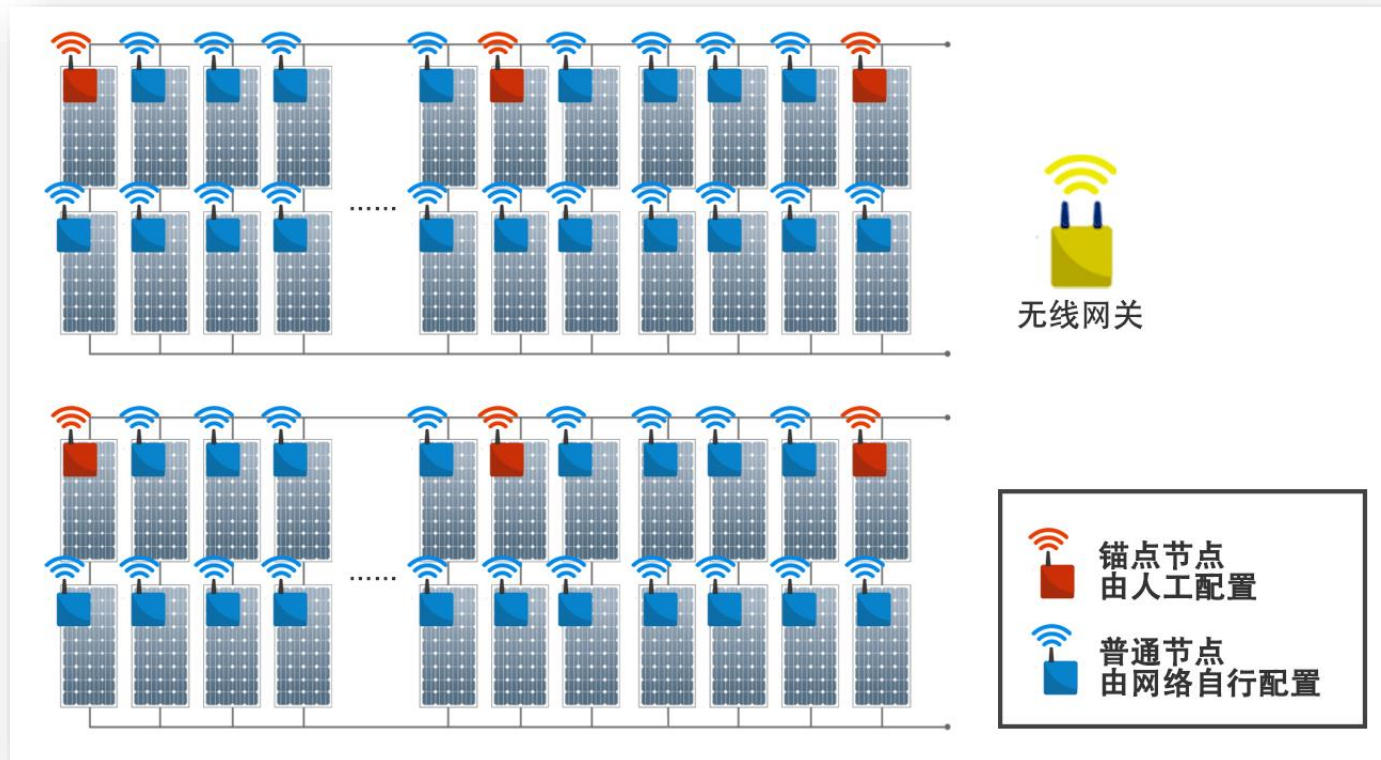
许多组件级监测方案需要映射配置，这样当某个传感器报警时，用户能够知道对应的组件或位置。



传感器ID及映射表
(一般通过纸质或APP进行记录)

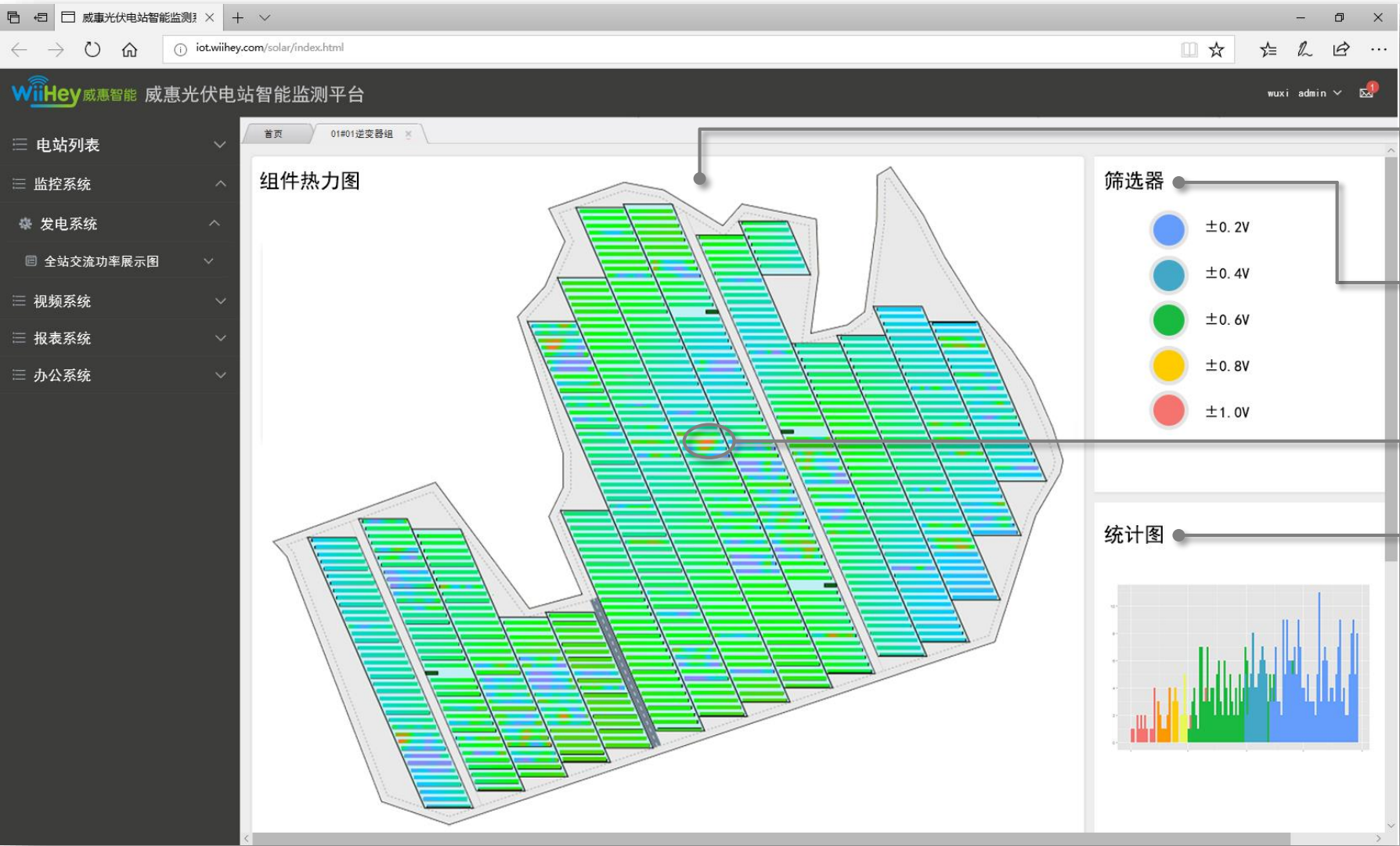
HOHNet™具有创新的拓扑发现功能，能够自行判断每个节点在网络中的位置坐标，免去繁琐的配置过程。

➤ HOHNet™的拓扑发现功能



- 先验条件：在一个光伏阵列内，各个组件位置分布是均匀的。
- 由人工配置锚点节点（红），一般位于阵列顶角，数量较少。
- 其余节点监听无线信号，根据信号强度，获知相邻节点位置。
- 以此类推，发现网络每个节点的位置关系，得出物理拓扑图。

系统实现 —— 用“数据”说话



热力图，宏观地展示所有组件的状态

颜色筛选器，用不同颜色表示不同状态

组件之间横向比较，大数据算法找出异常

概率分布图展示各类组件的统计信息

所有组件呈现在眼前，异常现象，一目了然！



	微逆	组件优化器#1	组件优化器#2	组件监测器
功能	组件逆变器	组件功率优化	组件功率优化	组件监测
通信	PLC电力线通信	PLC电力线通信	ZigBee无线通信	HOHNet™无线通信
价格	约 ¥ 2.1/W	约 ¥ 1.6/W	约 ¥ 1.25/W	约 ¥ 0.05/W
安装	后装	后装	可随接线盒安装	可随接线盒安装

技术方案			特点描述
有线	RS-485		需要额外增加通信线缆，电站布线困难，需要挖槽、埋管等，不适合组件级的数据通信，一般用于汇流箱、逆变器的通信。
	PLC电力线 (Power Line Communication)		不需要额外增加线缆，使用组件本身的电力线传输数据。 微逆产品使用交流电PLC进行通信，组件优化器产品使用直流电PLC进行通信。 通信系统和电力系统没有解耦，在一定程度上数据通信易受到电力传输干扰。 PLC的网络带宽有限，系统灵活性不足，不利于容量扩展。 PLC的调制解调芯片价格较为昂贵，增加了系统实现成本。
无线	非MESH 自组网	WiFi	芯片价格较低，信号覆盖范围有限，不适合组网，无法实现大规模节点接入。
		LoRa	典型物联网协议，不能组网。为实现大规模节点接入，需增强无线信号收发能力，使用高品质通信模块及天线，或者加大网关部署数量，这都会增加系统实现成本。
		NB-IoT	典型物联网协议，芯片成本太高，属于运营商网络，需要耗费流量资费。
	MESH 自组网	Zigbee	实际的组网能力有限，现有应用中，网络容纳的节点数一般不超过500个。 为了优化性能，需要专业人士参与规划、人工配置网络结构。
		HOHNet™	针对组件级监测推出的无线传感器网络，扩展灵活、更少配置、低成本。

通过物联网技术手段，从光伏组件级做起，实现电力数字化！

苛刻的成本控制

平摊到每瓦，IMM传感器的成本小于0.05元/瓦

严格的品质要求

恶劣的户外工作环境，需保障25年以上使用寿命



高密度的无线传输

一个10MW电站就是一个由40K个节点构成的无线通信网络

简单的安装与部署

对于后装市场，每个IMM传感器的安装时间少于1分钟

上海威惠智能科技有限公司，成立于2016年，总部位于上海浦东新区，具备一站式的智能化系统开发、生产、实施与服务，以及完整的智能化产品矩阵，是以创新性物联网产品开发为支点的高新技术企业。



梁金海/Andrew
CEO
软硬件专家

创始团队来自于...



Wallen Mphépö博士
首席科学家
电子/光学研究员，IEEE评论员



资质荣誉：

- 上海物联网协会会员单位
- 江西省设备协会 “智能科技中心”
- 中国人工智能产业创新联盟会员
- 年专利数≥5个



网址: www.wiihey.com

邮箱: jiayan@wiihey.com

电话: 021-6198 4167

手机: 186 2179 7323

地址: 上海浦东新区沪南路2419号
复地万科活力城B座203室