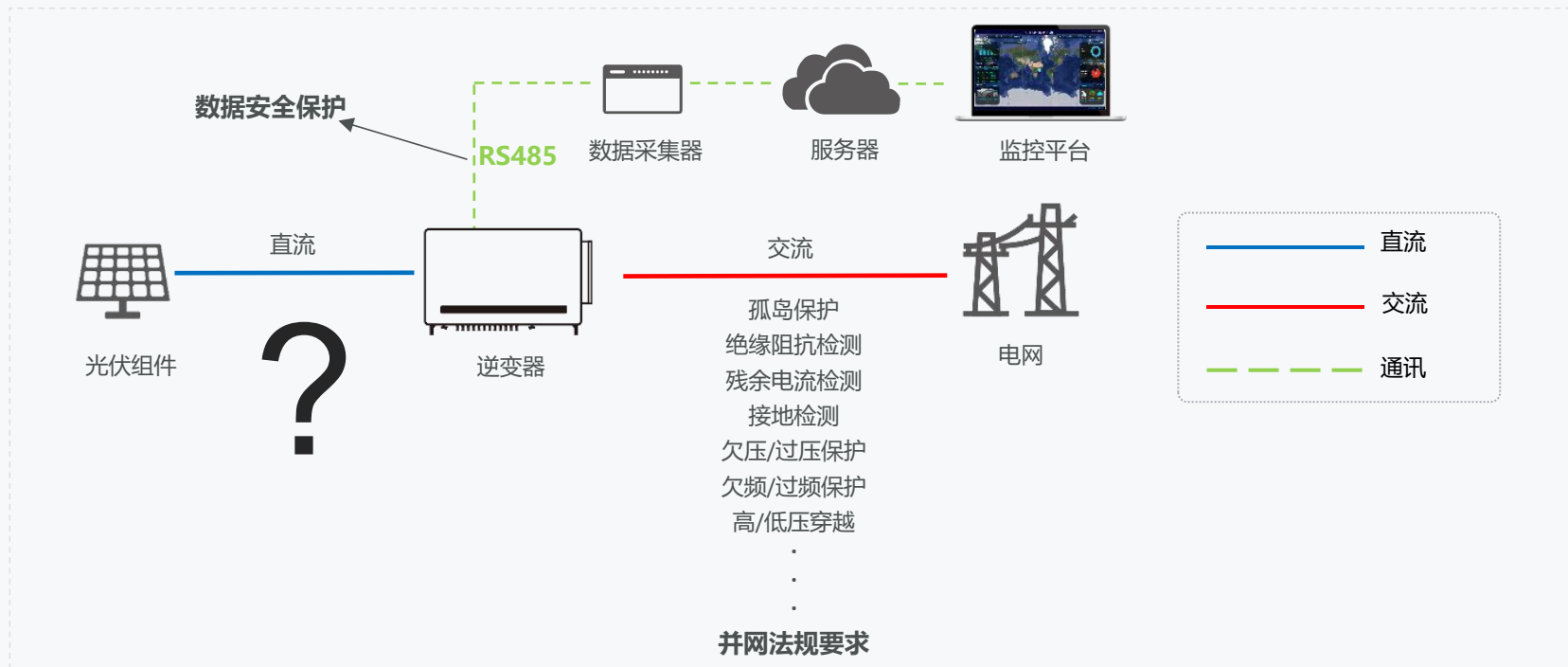


安全化，智慧化 未来光伏应用趋势探讨

固德威太阳能学院 王五雷

光伏系统的安全问题

光伏系统的组成和保护（交流侧的保护远多于直流侧）



在光伏系统当中，由于每个国家都有对应的并网法规要求，所以对于交流侧的保护比较齐全；
直流侧的保护缺少相应的法规要求，在很多国家目前还处于空白状态，从而导致了安全事故的发生；

直流侧故障



方阵遮挡



鸟粪遮挡

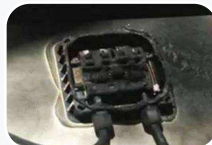


阴影遮挡

热斑效应



组件自燃



接线盒烧毁



组件破裂

组件问题



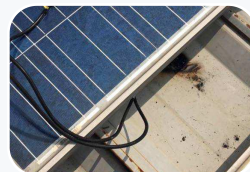
直流端子烧毁



直流配电柜烧毁



直流接地破损



直流端子起火

直流侧安装问题

直流侧的安全隐患存在于系统设计，光伏组件，现场施工安装和一些不可控的因素等；

直流侧的安全故障轻则引起发电量损失，重则引起光伏系统的火灾事故，从而对人身安全和财产造成严重威胁；

光伏系统火灾事故-德国统计数据

Table 1.1 Fire incidents involving a PV system referred to in related research reports and media release

Location	Structural conditions	Damage	Obstacles to operations
Bakersfield, CA, United States Apr. 2009 ²	Large retail store, 380 kW array on roof	Fire did not penetrate metal roof decking	- Two separate fires were started by a "blind spot" ground fault - Absence of DC disconnect switches at combiner boxes necessitated dispatch of an electrical worker to pull 56 fuses.
Delanco, NJ, United States Sep. 2013 ³	Warehouse, 1.6 MW on roof	A 30,000 m ² structure was destroyed	- Firefighters decided not to operate on the roof because of the perceived possibility of electrical shock
La Farge, WI, United States May 2013 ⁴	Office, 70 kW on roof	A wing of the 4,000-m ² building was destroyed	- Substantial roof coverage by the PV modules on the roof prevented ventilation efforts and accelerated a partial roof collapse
Walldorf, Germany June 2014 ⁵	Warehouse, PV on roof	Damage of a few thousand euros	- Synthetic resin plate was used for mounting systems - Firefighters could operate; fire stopped before extending to the building
Norderney, Germany Aug. 2013 ⁶	Factory, PV on roof	Damage of a few million euros	- Fire extended for a while and roof structure collapsed with PV modules on it

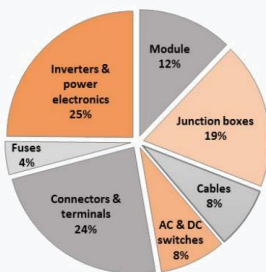
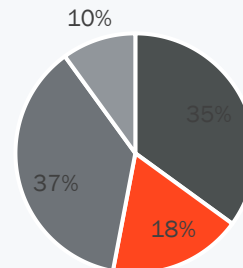


Figure 1.1 Components where fire started in 180 fires in Germany between 1995 and 2012¹

火灾起因统计



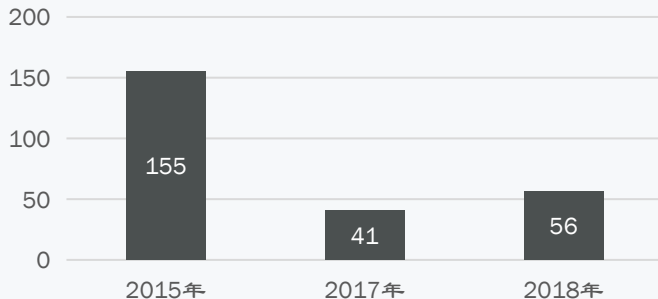
- 产品故障 (product defect)
- 系统设计规划错误 (planning/design fault)
- 安装错误 (installation fault)
- 外部影响 (external influence)

德国专门针对光伏火灾进行过一次统计，1995年到2012年间的**180**起光伏火灾事故中，将近**75%**的事故原因是由于直流侧故障引起。火灾发生主要因为产品瑕疵和安装错误。

美国—光伏系统火灾事故统计



逐年光伏火灾发生案件数



目前很多国家没有针对光伏火灾的单独统计数据，一般光伏引起的火灾事故会被归为“其它”类别。

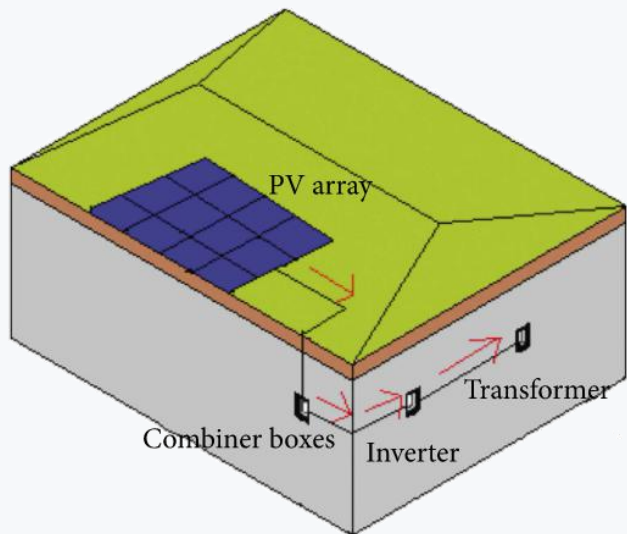
1980年5月	美国科罗拉多州	户用光伏热水器系统
2008年5月	旧金山大学	工商业系统-源于直流拉弧
2009年2月	美国加州	户用系统-源于直流拉弧
2009年3月	美国加州	户用系统-源于直流拉弧
2009年4月	美国加州-Target商场	166串*111块每串-源于直流拉弧
2010年3月	马里兰州	户用系统-起因在组件，由于树叶等助燃物而加剧
2010年4月	美国加州南部	户用系统-造成约4000美元的财产损失
2013年9月	美国新泽西州迪兰科镇	1.6MW系统，7000块组件的工商业屋顶--源于直流拉弧

光伏系统火灾事故统计



- 2018年3月下旬，北京一小学的户用光伏电站发生起火事故，打着国内某知名光伏企业的品牌兜售劣质光伏系统，最终被证明为假冒伪劣，幸无人员伤亡。
- 2018年4月3日，位于靖远县的北滩镇杜寨村光伏电厂550V高压变电箱燃起熊熊烈焰。2018年4月18日，江苏南通一户用光伏电站起火，现场浓烟滚滚。
- 2018年4月19日，安徽铜陵一地面光伏电站发生火灾，从现场来看，火势已蔓延至光伏区，若干光伏阵列被烧的只剩支架，组件损毁严重。
- 2018年7月27日，据光伏名人堂报道，河北某地100MW光伏电站几乎被大火完全烧坏，其损失不可估量

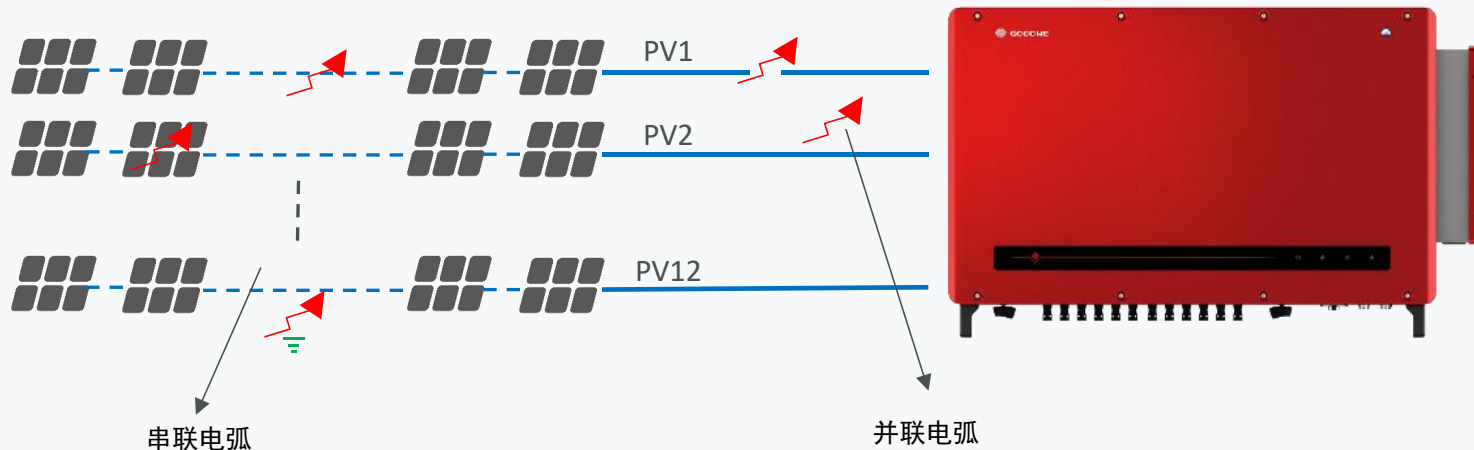




光伏发电系统的光伏阵列主要安装在建筑物的屋顶上，可受到建筑物火灾的威胁。由于光伏建筑没有具体的消防规范，现有光伏建筑或在建光伏建筑均按照现行的消防规范进行设计。与传统建筑相比，光伏建筑的火灾负荷更高，由于增加了发电系统，光伏建筑更容易发生火灾。光伏发电系统火灾属于电气火灾，难以有效切断电源。此外，作为传统的灭火介质，水不能用于光伏建筑灭火。此外，目前我国对屋顶火灾的研究还不充分。到目前为止，我国还没有相应的屋面施工规范、防火规范、屋面防水保温材料阻燃性能标准。屋面防水保温材料多为聚氨酯泡沫等刚性可燃材料，是屋面发生火灾的隐患。综上所述，光伏建筑容易着火。

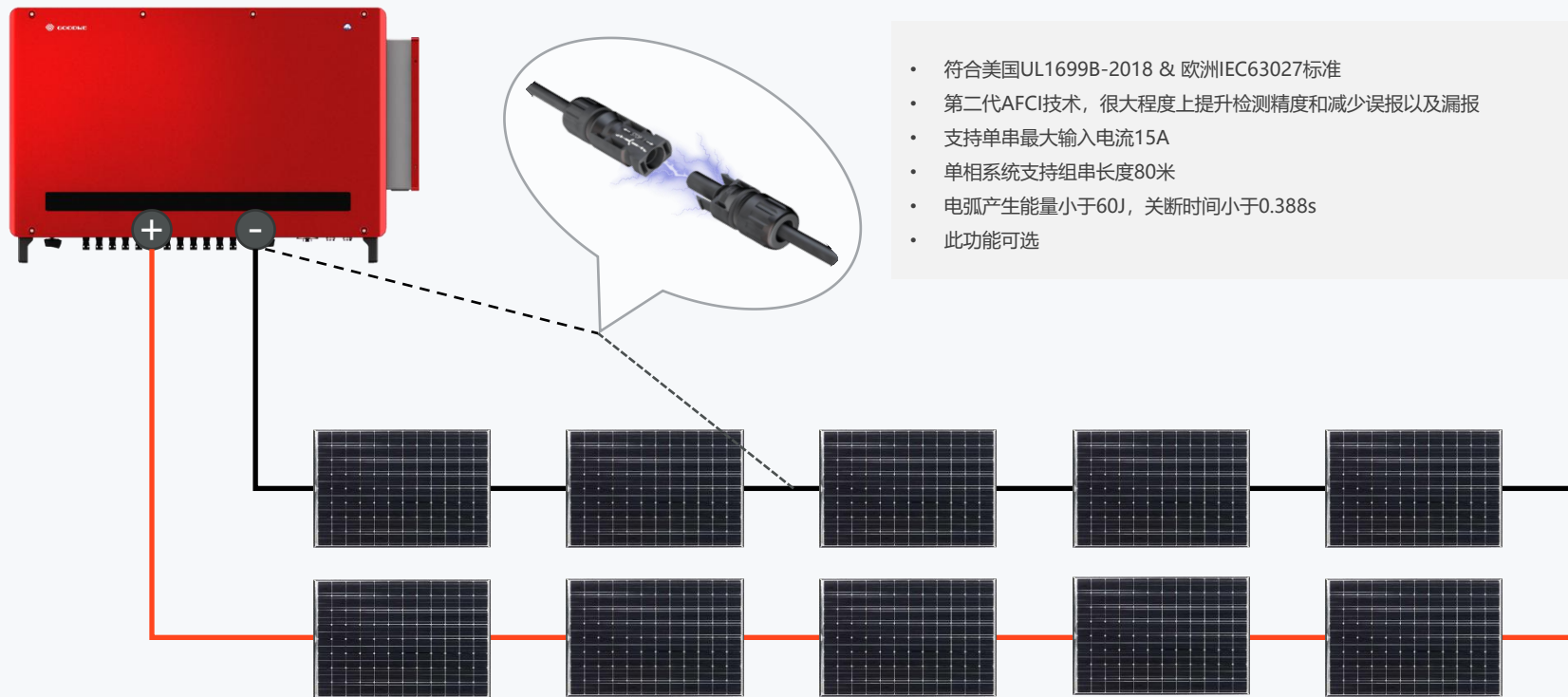
直流侧的智能安全防护

电弧检测-AFCI技术

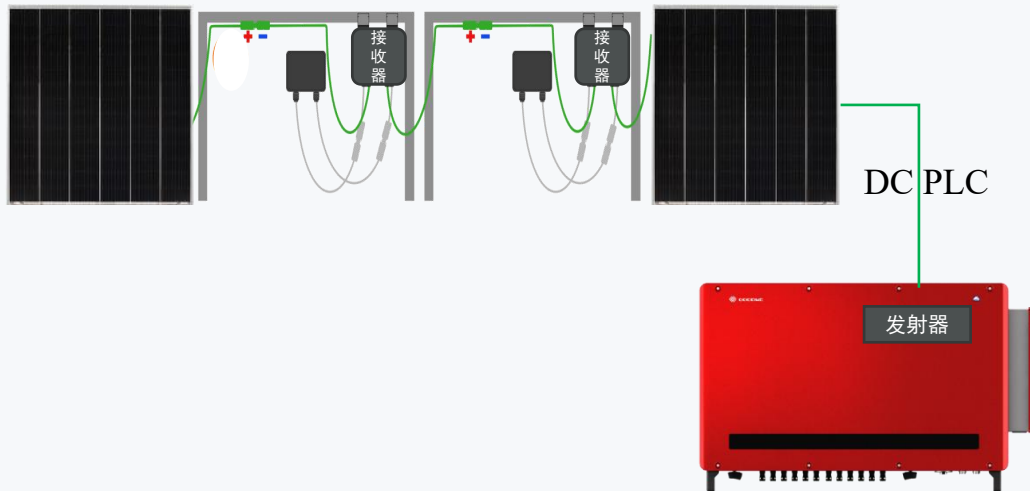
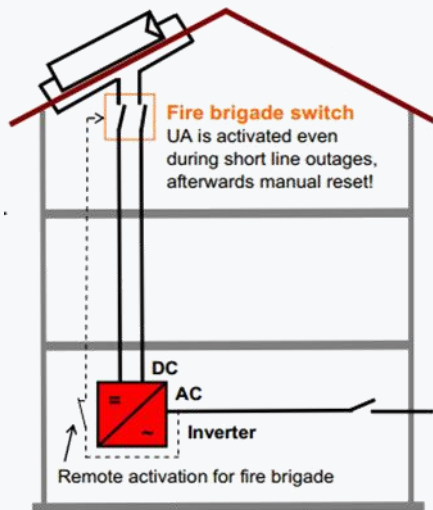


- 电弧是在带电导体与导体（或地）距离较近时，导体间电压击穿空气，使空气电离而产生的一种辉光现象。
- 电弧会产生高温，在强烈时可以产生明火。在电气系统中，电弧不仅会造成周遭的绝缘物质分解或碳化而失去绝缘的功效，同时也容易导致邻近的物质达到燃点而被点燃起火。
- 在光伏系统中，组件热斑问题，触点虚接、端子接触不良、直流线缆破损、绝缘材料老化破损、碳化、电线受潮、腐蚀、等原因都可能产生电弧。由于光伏系统直流侧接线端子很多，发生电弧危害的可能性较高。
- 目前串联电弧的检测技术已经成熟，并联电弧的检测技术还在研究阶段。

固德威AFCI 2.0技术

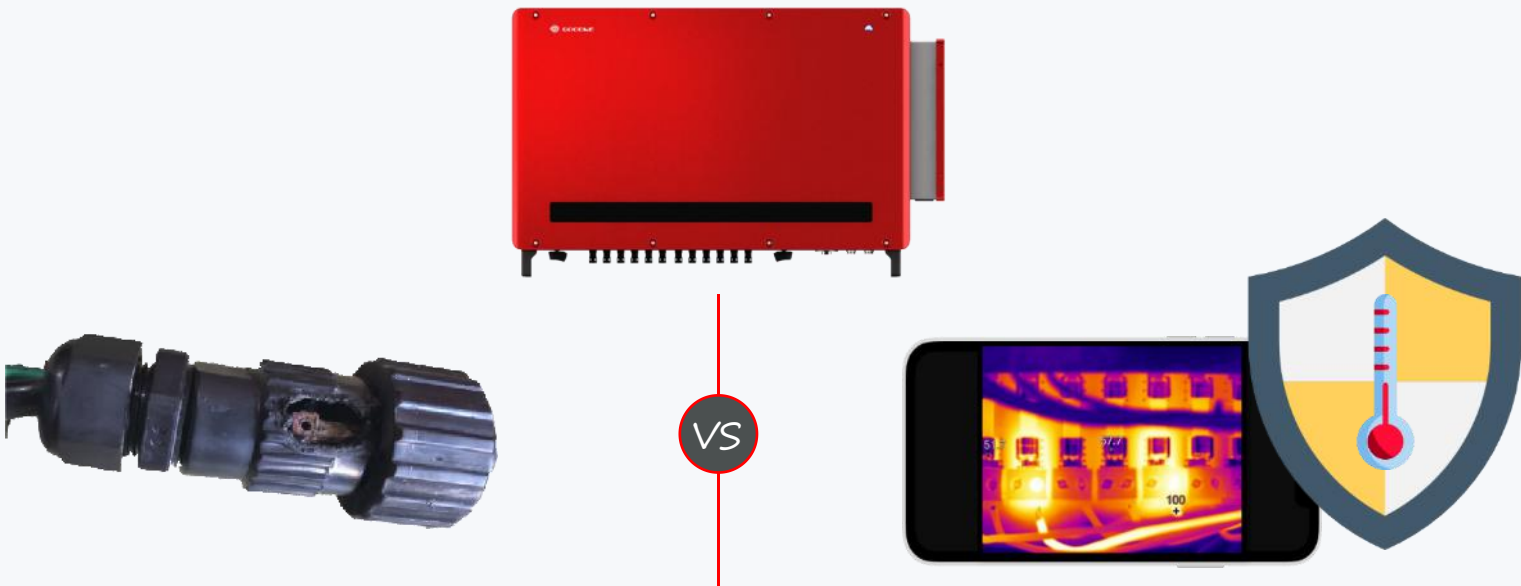


组件级关断技术RSD



- 在一些国家，包括澳大利亚、德国和美国，随着太阳能光伏装置数量的增加，越来越多的消防员要求安装“消防开关”，以减少暴露在太阳能光伏系统中通电导体的触电危险。
- 根据美国NEC690.12-2017法规要求，PV系统必须具备“快速关闭”的能力。快速关闭开关使其能够远程断开电路用于火灾紧急情况和维护。在启动“快速关闭”后的10秒内，受控导体(阵列边界外)的电压应低于30v。

端子温度智能检测技术



交流端子因为不正确的安装导致烧毁

交流端子温度检测可以实时检测端子的温度，在温度达到一定程度以后，逆变器可以立即和电网断开停止发电，从而起到降低端子温度的目的，保护温度过高导致的端子烧毁

腔体温湿度智能检测技术



内部温度智能检测



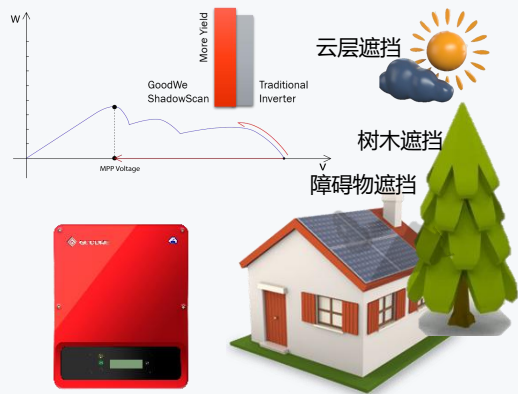
内部湿度智能检测



随着漂浮项目越来越多的得到应用，以及现场施工等实际因素，有湿气和水汽进入逆变器腔体内部的风险，如果逆变器内部湿度过高，会导致元器件之间的短路问题，甚至引起内部炸机。腔体湿度检测技术可以有效的防止此类问题发生。

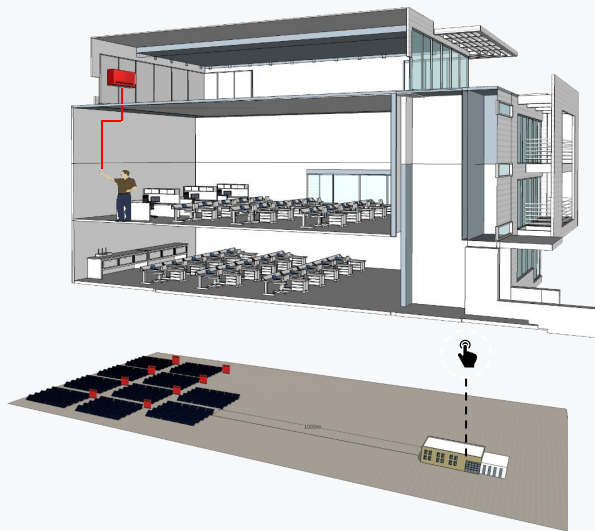
固德威智能解决方案

智能运维方案



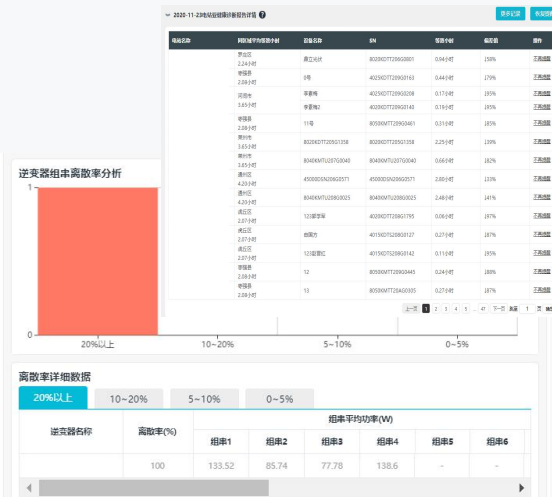
智能阴影扫描功能

- MPPT跟踪算法优化
- 不增加硬件成本
- 全系列机型标配
- 减少发电量损失
- 有效提升发电量



智能紧急关断

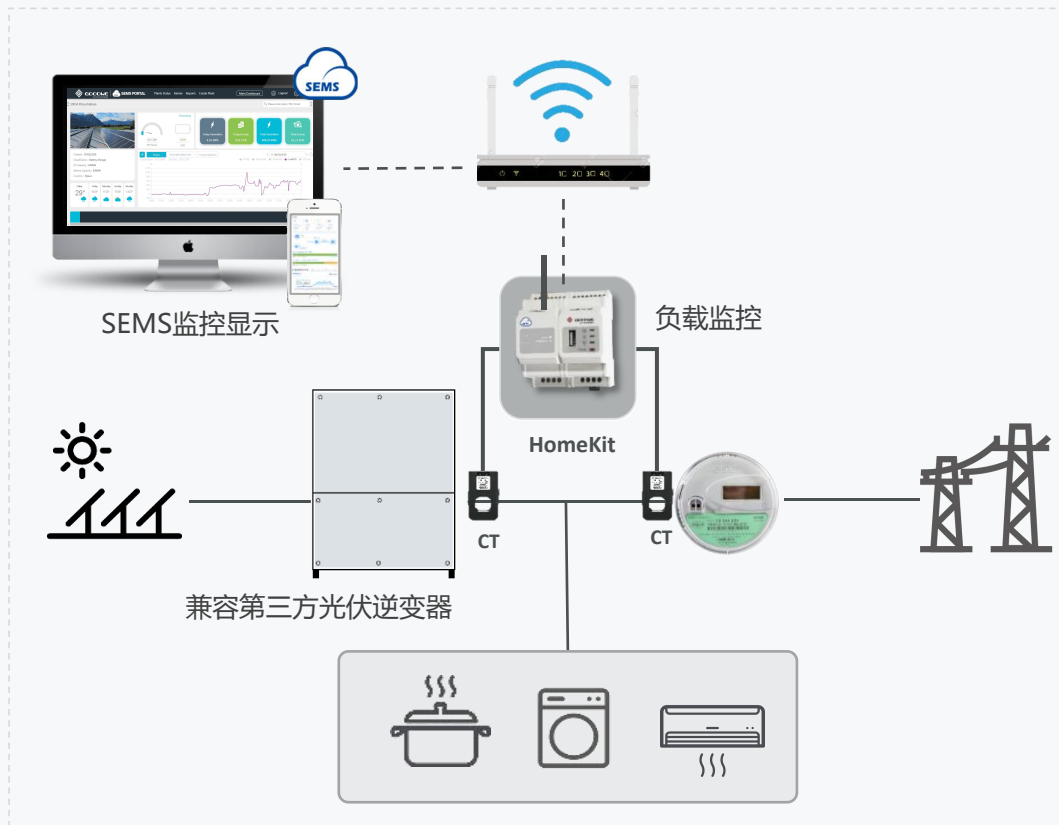
- 本地急停按钮
- 本地APP控制
- 远程监控开关机
- 支持单台/多台
- 毫秒级关断



智能健康诊断

- 离散率分析
- 电站亚健康诊断
- 阵列亚健康诊断
- 组串亚健康诊断
- 诊断报告自动发送

家庭智能能源管理方案



HomeKit-家庭能源监控



- 兼容不同的电网形式
- 兼容第三方品牌设备
- 负载消耗实时监测
- 家庭能源管理-防逆流
- 自主学习用户用电习惯
- 为加装储能提供依据



家庭智慧能源管理系统SEMS HOME

SMART ENERGY MANAGEMENT SYSTEM FOR RESIDENTIAL APPLICATION



光伏交流 / Solar AC

0 kWh

市电 / State Grid

0 kWh

储能 / Energy Storage



充放电功率Charge/Discharge Capacity

11 kWh
剩余电池电量
92%



OFF

19:00 PM

日间模式
Day Mode



夜间模式
Night Mode



周末模式
Weekend Mode



停电模式
Power Failure Mode



冰箱
Fridge

2 kWh

落地灯
Floor Lamp

1 kWh

电视
LCD TV

0 kWh

饮水机
Water Dispenser

0 kWh

● 今日发电量/Today's Yields (31.6kWh)

● 今日用电量/Today's Consumption (12.3kWh)



累计发电量 / Accumulated Yields 13768.50

累计用电量 / Accumulated Consumption 15068.60

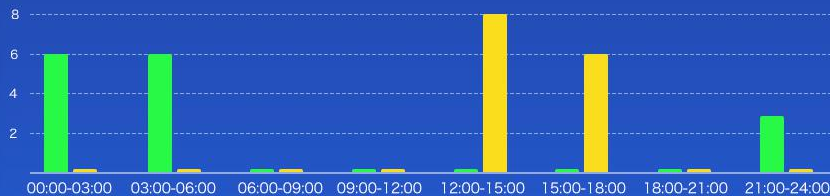
年度发电量 / Yields of This Year 5092.80

年度用电量 / Consumption of This Year 59324.30

本月发电量 / Yields of This Month 450.60

本月用电量 / Yields of This Month 512.20

上网电量统计/Grid Electricity Consumption Statistics ● 买电量/Buy From the Grid ● 卖电量/Feed Into the Grid



节约支出
Cost Saving

7434.99元



CO2减排量
Reduce CO2 Emission

13.73吨



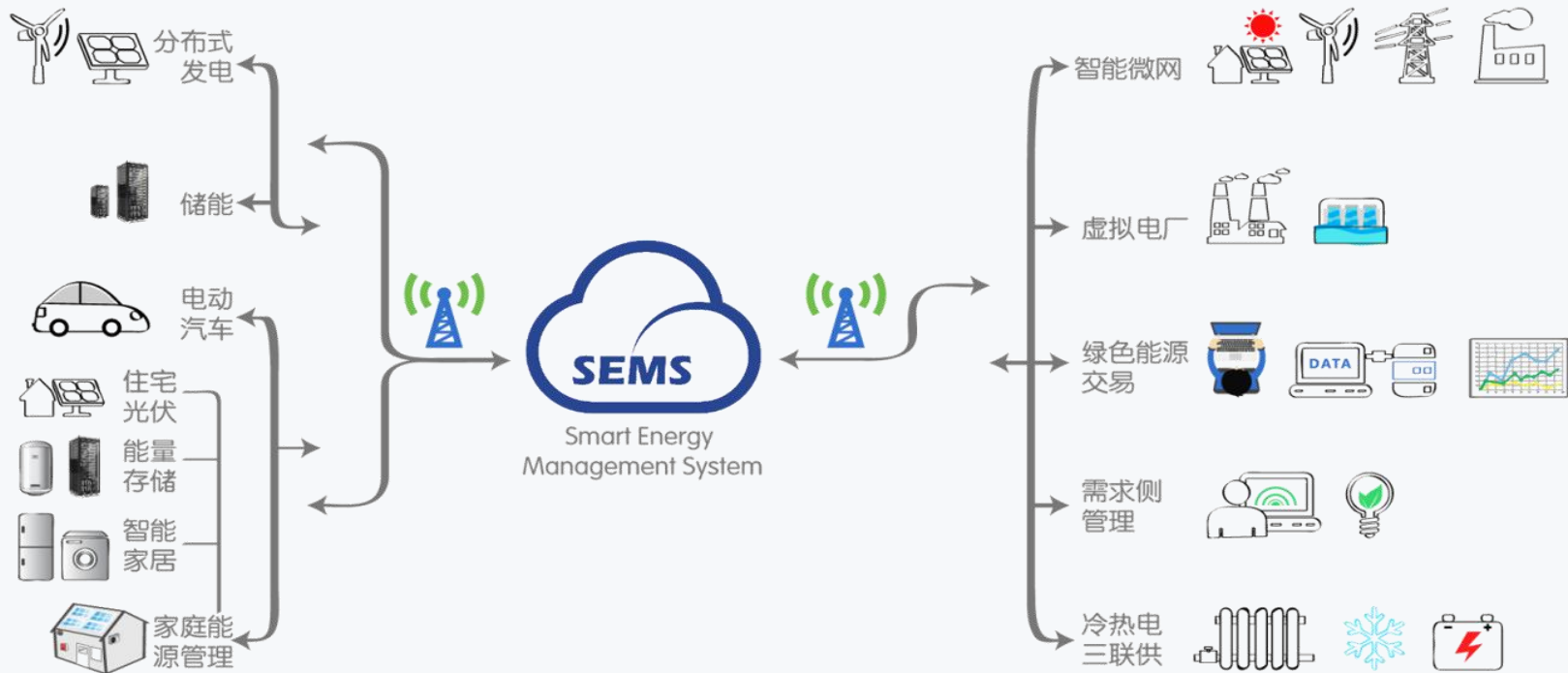
自发自用率
Self - Consumption Rate



系统贡献率
System Contribution Rate



工业智慧能源管理方案



固德威简介



400-998-1212



固 若磐石

德 才兼备

威 名远扬

股票代码: 688390

全球逆变器十强品牌

S M A R T

P H O T O V O L T A I C

I N V E R T E R

S E R I E S

公司发展战略



光伏逆变器

现有增收基础上持续增长

持续开拓创新，不断丰富和完善光伏逆变器产品序列。开发符合各类需求的产品，纵向提升技术水平，横向扩展产品系列，实现全面覆盖。



光伏+储能

保持储能全球领先优势

深耕储能领域相关技术，持续推进工商业储能和其他形式储能系统的产品开发和系统方案设计，积极推进储能技术在各种场景的应用。



智慧能源解决方案

硬件+软件 / 一体化服务

智慧能源管理系统SEMSV1.3基础上，运用物联网技术，利用公司各类数据采集设备，结合大数据、云计算技术，促进能源互联互通、区域自治、智能管理调度。

户用/扶贫

精美轻便

精美的外观设计、优秀的产品特性及灵活的远程监控方案，使得固德威家用系列产品广泛应用于户用/扶贫项目。

工商业

灵活高效

固德威三相机采用先进的拓扑技术，具有更宽的电压范围，比同类产品能带来更多发电，保障用户持久收益。

大型地面电站

稳定兼容

固德威全球拥有数百个MW级大型地面电站项目，产品性能稳定且兼容主流监控系统，技术水平全球领先。



80+ 国家地区销售覆盖



子公司	服务中心
 香港	 巴西  南非
 澳洲	 印度  土耳其
 荷兰	 意大利  日本
 德国	 墨西哥  乌克兰
 英国	 葡萄牙
 韩国	 西班牙



开启智慧能源
新时代

ENTER A NEW ERA
OF SMART ENERGY



中国红
光伏芯

THANKS

www.goodwe.com



固德威官方微信

