

ENJOY SOLAR 小固期刊

第9期

工商业分布式

C&I Solar Project

逆变器的超配和超发能力
对于工商业电站的重要性

固德威太阳能学院全球化

GOODWE SOLAR ACADEMY GLOBAL



关注我们您将可以获得

☑ 方案建议

☑ 系统设计服务

☑ 系统安装与维护培训

☑ 投标支持

※ GoodWe Solar Academy reserves the right of ultimate interpretation of all contents.

江苏固德威电源科技股份有限公司
JIANGSU GOODWE POWER SUPPLY TECHNOLOGY CO., LTD.



小固期刊 工商业主题

CONTENTS

Jeffrey Wang | 主编
Zeven Liang | 执行主编
Marcus.Feng | 责任主编
Bruce.Chen | 技术编辑
Wenrui.Ding | 技术编辑
Yang.chen | 技术编辑
Yu.Yan | 技术编辑
Moon.Liu | 设计



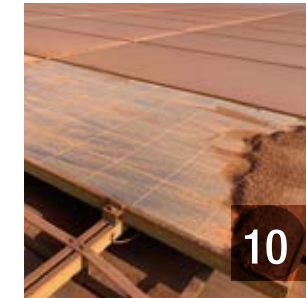
4

逆变器的超配和超发能力对于
工商业电站的重要性



7

光伏逆变器在不同电网形式下
的应用



10

灰尘对光伏电站发电量的影响



16

铝合金电缆在工商业光伏电站
中的应用



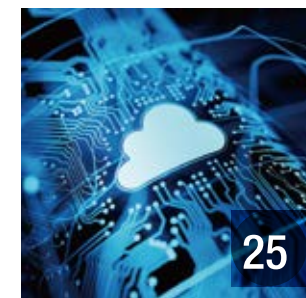
18

如何解决工商业屋顶光伏发电
功率因数低的问题



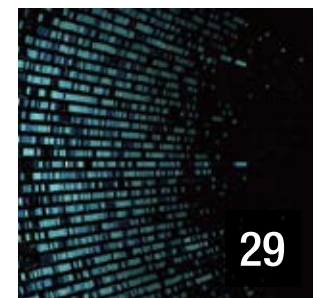
21

工商业项目中防逆流解决方案



25

固德威工商业光伏电站通信方案



29

固德威智慧能源管理系统



32

工商业运维利器--离散率+健康诊断

中国·小固 | 给您一种方式, 品味光伏

太阳能学院简介

固德威太阳能学院（以下简称“学院”），是由江苏固德威电源科技股份有限公司主办，多家战略合作伙伴协同组织，针对光伏行业、光伏产品及应用，为光伏人提供的一个开放的交流和分享的平台。

学院专注于分享光伏应用知识，并提供专业的光伏系统解决方案和定制化的培训内容。

目前，学院“请进来，走出去”等多种形式的系列活动，已有3000多家公司，超30000人次参与。

学院现有平台，包括微信公众号（固德威光伏社区）、光伏社区论坛、小固期刊（中、英文版）、facebook等，小固期待与您交流和分享最新、最专业和实用的光伏应用知识。

逆变器的超配和超发能力 对于工商业电站的重要性

—— Bruce.Chen

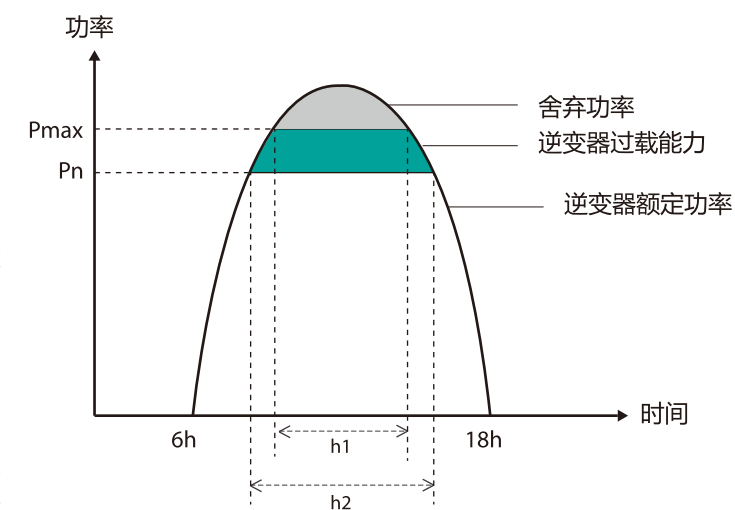
为了降低投资成本和提升发电量，通常要求逆变器具备良好的直流“超配”和交流“超发”能力，“超发”指的是逆变器具备过载输出能力，能输出大于额定的交流功率。逆变器为何要具备过载特性以及如何实现过载特性，小固给大家分享一下。

一、逆变器过载的意义

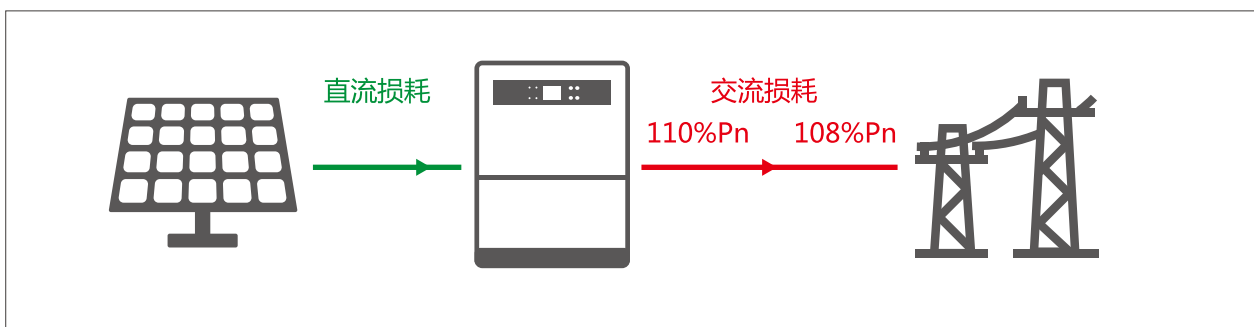
（1）过载使超配更有意义

① 随着组件技术（PERC、n-PERT、MBB、叠片、半片）的发展，组件的功率得到了提升，逆变器超配的能力越来越强，这就要求逆变器具备一定的过载能力，组串式逆变器“实际可用交流侧功率”才是对超配真正有意义的。如下图所示，逆变器的过载能力可以减少限发时间（ $h_2 - h_1$ ），可以减少高超配带来的弃光率和功率损失，提升电站发电量。

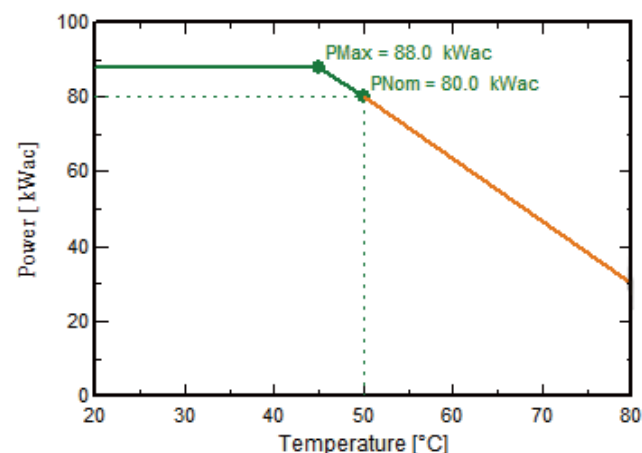
② 电站容配比的设计可以考虑到逆变器长期过载输出能力，譬如80kW的逆变器长期过载输出能力是88kW，考虑到当地辐照最佳容配比为1.1，以最大过载输出88kW来设计组件容量就是96.8kW，以额定80kW输出来设计组件容量为88kW，实际上这样设计逆变器很难达到最大输出，造成了逆变器、后端电气系统、变压器将长期处于轻载，大大降低系统利用率，间接地增加了系统投资成本。



(2) 缓解交流损耗：光伏系统在各个环节都存在着损耗，为减少系统损耗，逆变器一般靠近直流侧安装，这样交流侧到并网点（计量装置）的距离就会变远，具备过载输出能力的逆变器经过长距离交流传输到达计量装置的功率还可以达到额定（允许的上行）功率。同时固德威逆变器可以根据需求控制调整输出功率，通过过载的形式来提高系统效率，提升发电量。



(3) 具备过载能力的逆变器极端温度条件下还可以满载输出；逆变器安装在屋顶，夏季温度非常高，逆变器容易出现降载的情况，下图是固德威逆变器80kW在高温条件下降载的曲线，可以看出在环温45℃以上开始降载（88kW），到达50℃逆变器依然可以输出满载输出（80kW）。



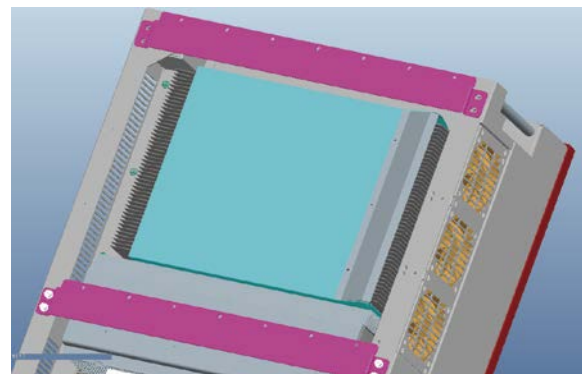
(4) 越来越多的光伏项目使用逆变器代替电站的SVG功能，具备过载能力的逆变器在响应无功调度的同时，可以输出不低于额定容量的有功功率。譬如80kW的PF值设置在0.9，最大输出有功为79kW，输出无功为38kVar。

二、逆变器过载的实现

(1) 具备良好的散热和温升特性

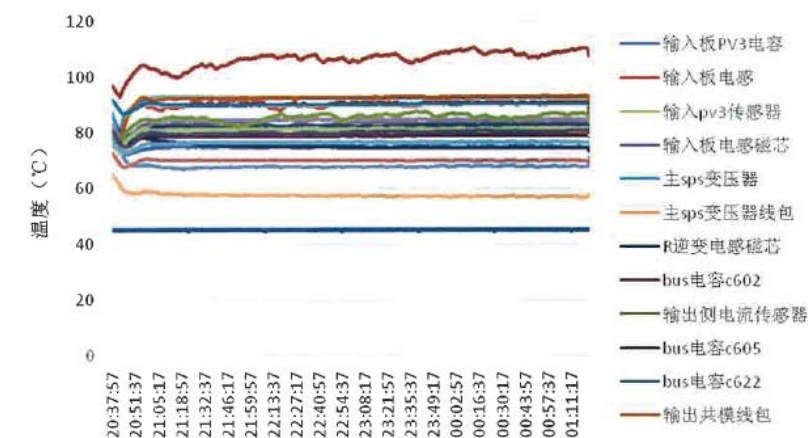
逆变器应具备自然散热和风扇散热两种形式，在满载、过载输出的情况下内部元器件温度很高，通过内部风扇抗流和外部风扇散热的方式保证逆变器的性能。

对于温升较高的电感元件，通过一个密闭的带散热器的铝制外壳，把电感放置在外壳的内部，在密闭的外壳内部灌封密封导热胶，电感工作时，散发的热量通过导热胶传导到散热器上，通过外部风扇的强制风冷，将热量带出，进而降低电感的温度，以满足设计的需求。



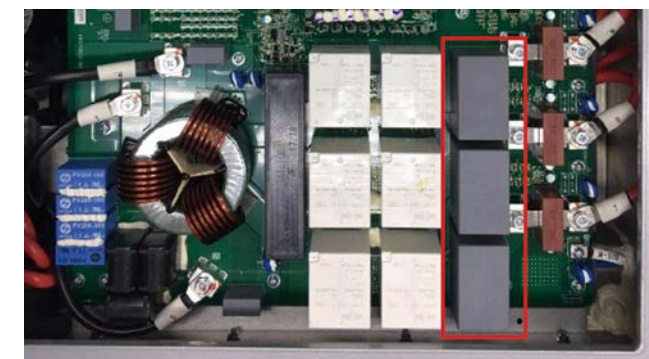
逆变器背部图

温升曲线



第三方测试的逆变器温升曲线

(2) 固德威逆变器过载功能通过增大逆变器输出电流来实现逆变器的过载功能。参与的内部元器件选用裕量大、可靠性高的器件，譬如母线电容、输入输出电感，优异的拓扑辅以优化的软件控制，可以保证逆变器过载功能的长时实现，可靠输出。



三、固德威逆变器的过载能力

在-30~45℃环境温度下，固德威工商业逆变器机型支持1.1倍长期的持续过载（400V），针对特殊地区需求（如印度），固德威逆变器还提供1.15倍超过4小时的过载能力（415V）。固德威在后续产品开发也可以为有需求客户提供更高过载能力的产品（前提是符合当地法规）。



总结

优异的过载能力对逆变器的软硬件都提出了很高的要求，逆变器满足1.1倍持续过载，更好的兼容市面上各类高功率组件，包括对双面组件的兼容。逆变器交流侧一定要具备过载能力，可以有效降低系统投资成本，缓解弃光率，提升电站整体收益。



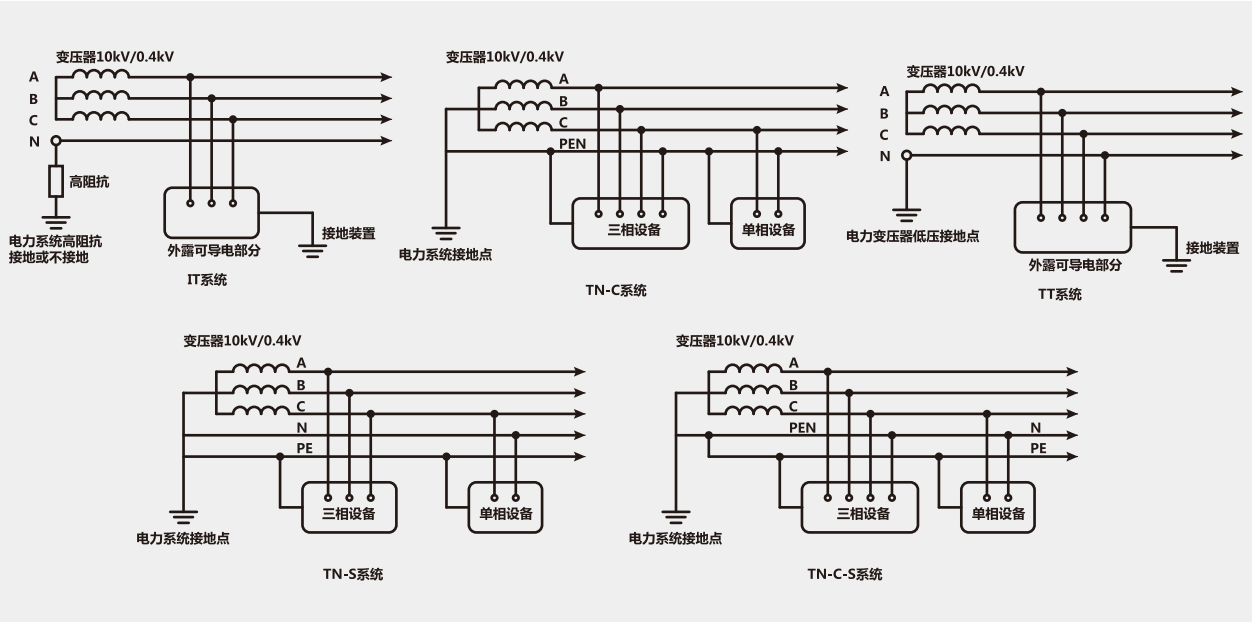
光伏逆变器在不同电网形式下的应用

—— Yu.Yan

光伏发电在电网能源结构中所占比重越来越高，根据交流并网接入电压等级的不同，光伏发电所需要兼容的电网形式也不同。本文从电网形式开始，介绍固德威逆变器的交流侧输出形式，并给出配置方式简述。

一、电网形式

常见的电网供电系统分为TT、IT和TN三种形式，其中TN型系统分为TN-C，TN-S和TN-C-S三种表现形式。电网形式的分类主要通过电源变压器中性点接地方式和电气设备外壳或可导电部分的接地方式进行分类。示意如下PIC-1 电网的形式。

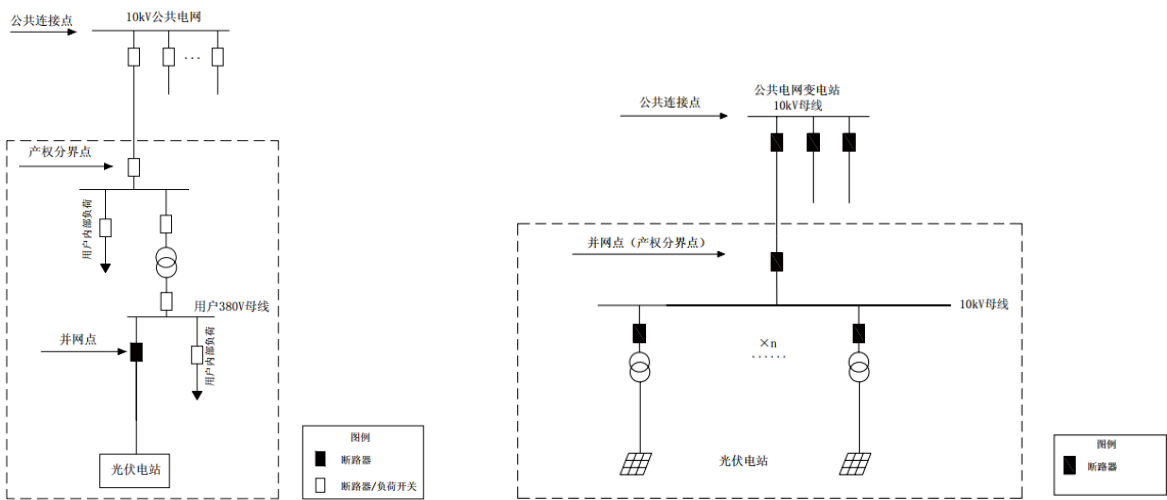


PIC-1 电网的形式

不同电网形式的供电可靠性、所需保护、经济水平等有所区别，文档不作详细说明。

二、光伏发电接入形式

分布式光伏发电根据并网接入电网等级可以分为低压并网即常见的0.4kV低压并网和10kV高压并网。示意如下PIC-2~3 光伏发电接入形式。



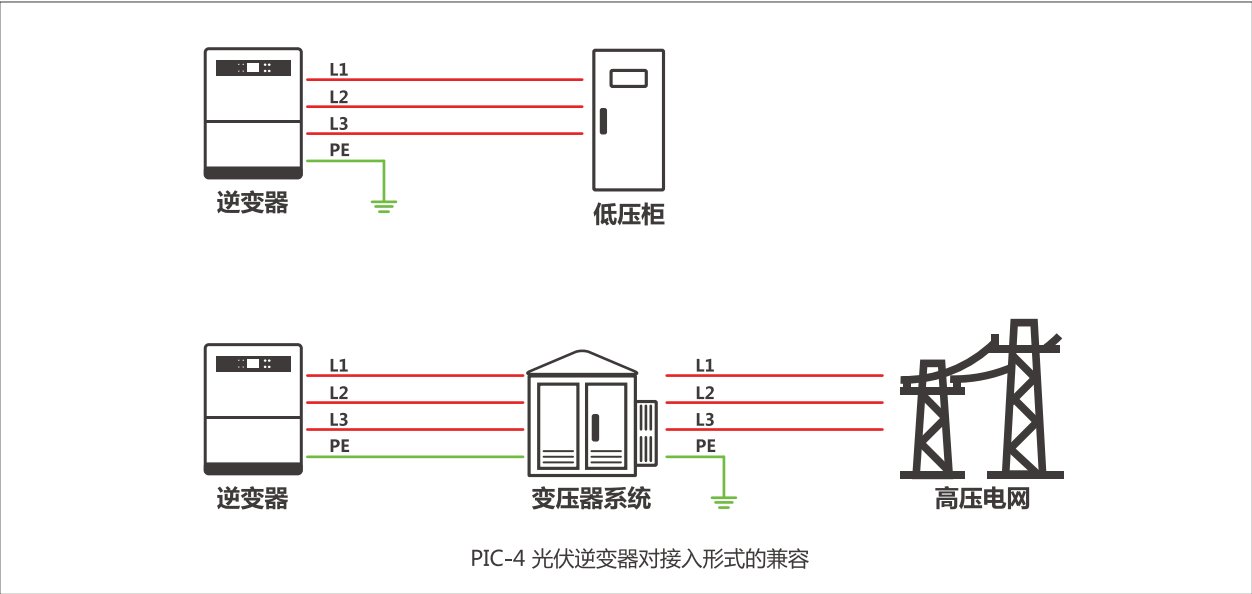
PIC-2 0.4kV光伏发电接入形式

PIC-3 10kV光伏发电接入形式

三、光伏逆变器对接入形式的兼容

不同国家和地区对于光伏并网的安规要求有所不同，包括对于系统的工作接地和保护接地等方面，在做设计选型时需要考虑当地安规要求。而根据光伏逆变器的工作原理，对于接入形式兼容的外部体现主要为交流侧是否需要接入N线。对于单相接入及SPLIT电网和以美国、菲律宾等为代表的电网形式，要求相对固定，不作详细介绍，本文主要介绍常见三相并网发电系统。

常见的光伏电站应用中，升压并网项目多采用无零线设计，需考虑当地的安规要求。而低压并网项目目前多采用有零线设计，同时也有越来越多的低压并网电站采用无零线设计。示意如下PIC-4 光伏逆变器对接入形式的兼容。



PIC-4 光伏逆变器对接入形式的兼容

四、固德威逆变器应用说明

固德威三相逆变器产品系列全面，根据不同光伏并网应用的要求，对不同功率段的逆变器交流侧形式作出响应，在参数规格中以<额定输出电压>体现，汇总信息如表格TAB-1 三相逆变器交流侧形式汇总。

对于可以在有N线和无N线应用中工作的三相逆变器，固德威提供便捷的现场配置方案。现场的配置需要按照标准步骤（SOP）进行操作，以固德威MT机型示例，主要的步骤表述如下：

三相系列	功率段（kW）	接线形式
SDT G2	5； 6； 8； 10	3L/N/PE
SDT	5； 6； 8； 10； 12； 15	3L/N/PE
DT	17； 20； 25	3L/N/PE
SMT	25； 30； 36	3L/N/PE或3L/PE
MT 低压	50； 60； 80	3L/N/PE或3L/PE
MT 高压	70； 80	3L/PE

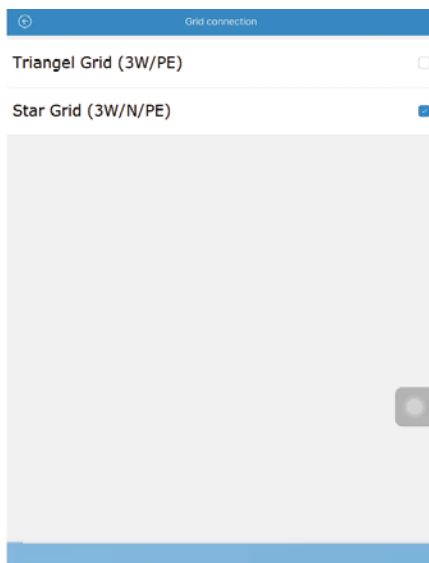
TAB-1 三相逆变器交流侧形式汇

4.1 屏幕配置

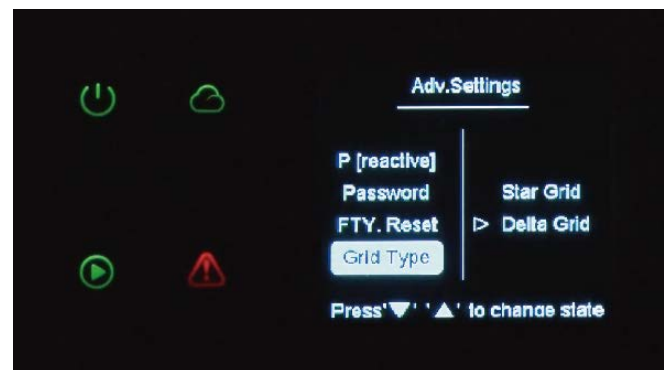
断开逆变器与电网的连接，通过在逆变器屏幕上操作进行电网类型选择，形式选择界面如PIC-4所示。

4.2 APP配置

断开逆变器与电网的连接，通过APP：Solar-Go操作进行电网类型选择，操作界面如PIC-5所示



PIC-5 APP配置电网类型



PIC-4 屏幕配置电网类型

光伏的应用对于逆变器提出了不断变化的要求，当你的光伏电站有新的应用需求时，请扫描右方二维码联系固德威沟通讨论。



固德威光伏社区

灰尘 对光伏电站发电量的影响

——无锡安轩自动化科技有限公司 总经理 朱海东

根据能源局最新数据显示，截止2019年9月，中国光伏装机达到190GW，，投资总额早已突破万亿。而根据2019年光伏装机预期25GW估算，每年光伏增量投资千亿出头，而根据未来规划并考虑成本进一步下降等因素，未来中国光伏年新增装机达到50GW，新增投资额约2000亿元，因此存量市场是增量市场的十倍，而且未来这个比例会越来越大。

所以对于存量市场的管理近年来成为光伏行业的热门，“智能化运维”，“发电量提升”，“保证发电量”一直是光伏行业电站端的关键词，而根据专业运维机构青岛萨纳斯的数据单次清洗能提高一个清洗周期内3%-5%的发电量，灰尘带来的发电量损失和隐患已经成为光伏电站的第一大“杀手”，本文通过实例来分析灰尘对于电站发电量的影响。

一、灰尘的来源

灰尘的自然来源主要是土壤、岩石、动植物细屑，经过风化等自然作用后分裂成细小的微粒；人类的生产过程如工业加工、燃烧、建筑施工、交通运输等等也会产生大量灰尘。

二、灰尘的分类

按粉尘的性质的不同，可将其划分为无机粉尘、有机粉尘和混合性粉尘。正常情况大部分光伏电站主要灰尘类型还是以无机粉尘为主，部分机械加工厂，化工厂屋顶的分布式电站会存在有机粉尘和混合灰尘。有机及混合性灰尘目前对于电站发电影响尤为巨大且不易清

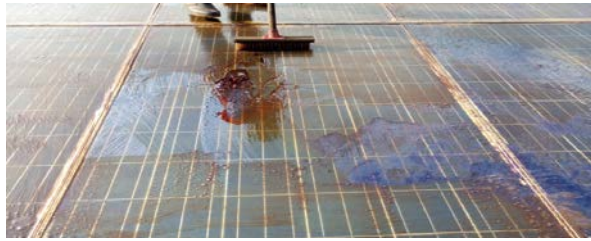
三、电站上灰尘的主要形态

1、浮灰



这是大部分电站在未下雨前的灰尘形态，灰尘形态平整、均匀且松散，此类灰尘极易清理，干刷式机器人在此类型电站表现尤为突出。

2、板结状灰尘



此形态灰尘在有机污染或者化工污染区域较为常见，灰尘经过雨水浸润后呈现点片形态，此类灰尘一旦形成较难清洗，长期不清理这些灰尘长时间会对组件表面镀膜和玻璃发生侵蚀，造成电站不可逆的发电量损失。

3、粘结状灰尘



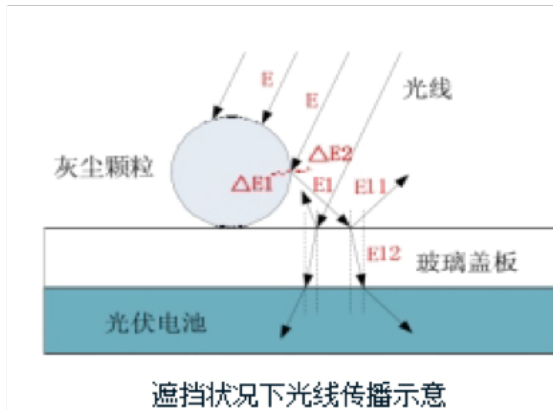
此类灰尘主要是松散形态灰尘雨水浸润后形成的灰尘，非人为干预下不易清理。下雨情况下或者有水情况下极易清理。因此雨水联动的自动化清洗能极大的提高电站发电量。

4、盐碱渍灰尘

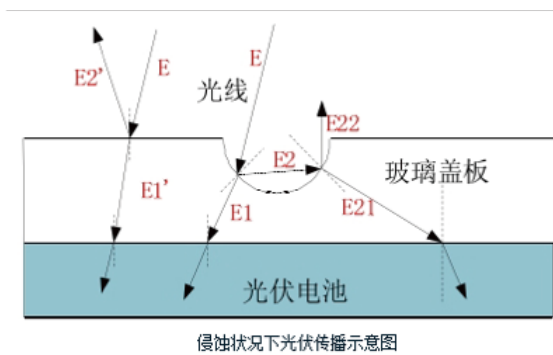


此类灰尘主要是海边电站长期积累的灰尘，尤其经过雨水浸润后此类灰尘有水情况下也极难清理，容易对玻璃基板造成腐蚀。造成不可逆的发电量损失。因此及时的每天清理变得尤为重要。

四、灰尘影响光伏发电的原理



灰尘的遮挡不仅改变光线的照射方向，降低玻璃板的透光率，影响系统效率，长期的灰尘遮挡会形成热斑。



组件玻璃玻璃腐蚀后造成光线反射和散射，影响电站发电效率，玻璃腐蚀后的发电量下降是不可逆的，无法通过清洗等方式恢复电站发电量。

灰尘对组件温度的影响及对发电量的影响灰覆盖下的组件的红外影像：

灰尘影响组件散热，长期灰尘堆积易造成组件热斑，温度对光伏电站发电量影响也很大。

太阳能电池组件有2个和温度有关的参数即电压温度系数、电流温度系数。ET-M672280WW电池组件的开路电压温度系数为-0.33%/K。即当温度每升高一开尔文，组件的开路电压会下降0.33%，约146mV，反之上升。 电池组件的短路电流温度系数为0.031%/K。当温度每升高一开尔文，组件的短路电流会上升0.031%，约2.49mV，反之下降。 温度上升导致的电压和电流的变化，由于电流的变化幅度较小。图1-6所示，温度对组件的功率还是有比较大的影响，温度每上升一个开尔文，电池组件的输出功率下降0.39%，约1.1W。

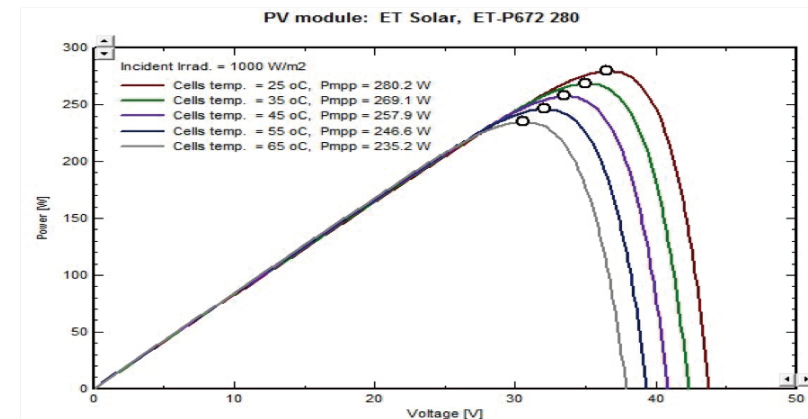


图1

图1生成数据，温度每10K上升一次功率下降10-11W。

—摘自索比太阳能光伏网

四、目前清洗方式及难点

电站的积灰每日都有，但是目前绝大部分电站甚至都做不到每个月清洗，因此灰尘对电站的发电量影响尤其巨大。

分布式电站因为环境的特殊性，绝大部分的清洗方式不适用，人工清洗又存在组件踩踏损坏的风险，漏电风险及人员高空作业风险。但分布式电站绝大部分又是平铺组件，倾角较小更容易积灰，因此分布式电站的及时除尘显得尤为重要。

地面电站就国内来说地理位置大部分比较特殊，主要还是集中在中西部地区及山区，西部地区清扫人员成本和用水成本都非常高，山地电站也存在同样的问题。农光互补电站一般支架比较高，清洗难度非常大。中西部地区每年还有沙尘天气，极大的影响电站的发电量。

五、灰尘对发电量影响实例

实例一、重庆大学测试实例



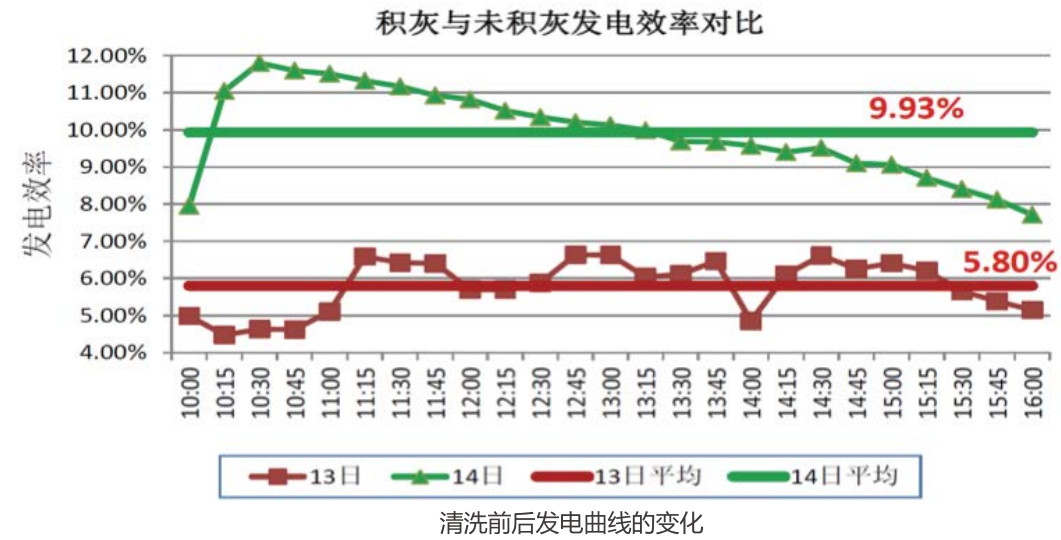
清洗前组件表面



清洗后组件表面

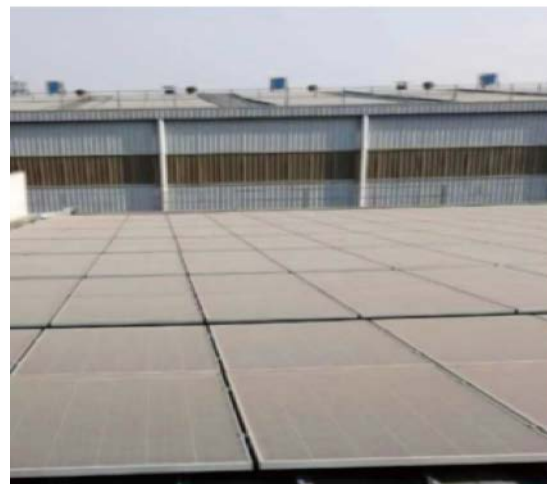
灰尘污染清洗方式对比

清洗方式	水源	组件损伤风险	成本	效率	1MW清洗次数	清洗量	地形	缺点
人工清洗，水洗	√	中	人工费+水费	低	2人1天，1次用水14吨/0.4-0.6万	低	无限制	1. 水洗：废水，人员不易管理，清洗过程不易控制，清洗效果一致性差。 2. 干洗：人员用力不均，易产生划痕，清洗效果不佳，会有灰尘残留。
人工清洗，干洗	×	高	人工费	低	1辆车，1次用水3-5吨/35-45万	低	地面电站	1. 只适用于地形比较平坦，地质较好的场地。 2. 车辆非直线运动，组件受到的压力不均，影响组件寿命。对操作人员的技术要求高，需要专业人员操作。 3. 车辆需要日常保养。
智能清洗机器人	×	低	中	高	2台机器人/4-5万	高	无限制	对组件排布有要求



上面这个实例是重庆大学的研究人员的测试结果。发现灰尘的遮挡对于发电效率的影响达到了71.2%。

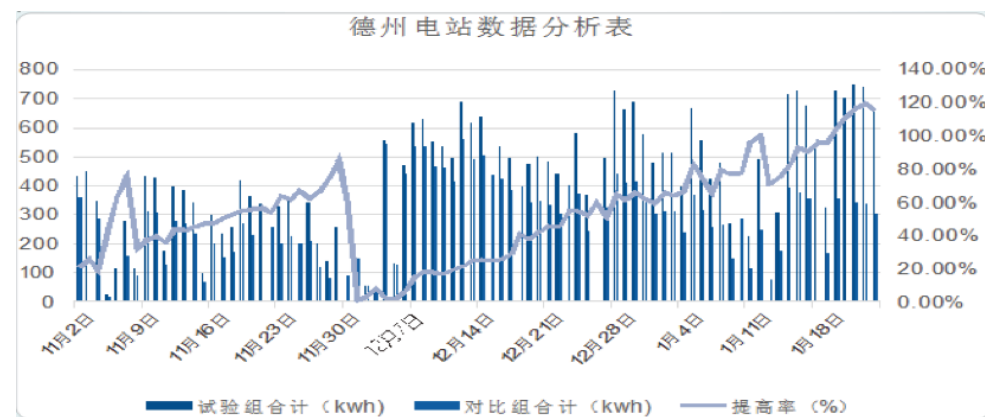
实例二、安轩科技在山东德州物流园屋顶某电站安装自动化清洗机器人后对于同一状态下两个逆变器发电情况做的对比测试



清扫前的电站



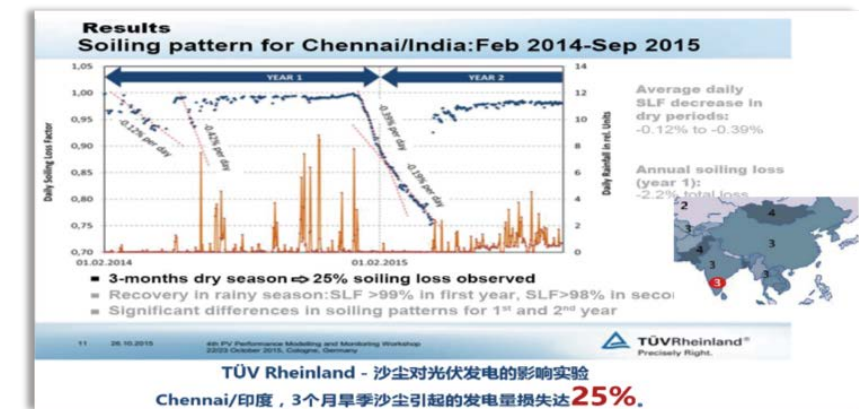
清扫后电站



两组逆变器发电量对比

该项目位于物流园屋顶，主要灰尘类型为扬尘，松散形态灰尘，机器人每天晚上清扫一次，该项目清洗后电站综合效率提升达到67.98%。

实例三、TUV莱茵的测试数据

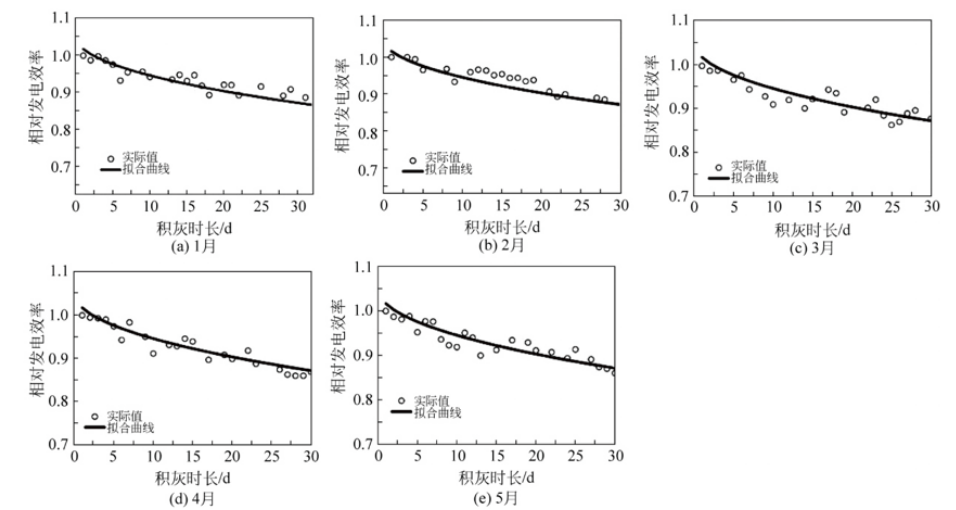


上图是TUV莱茵在印度的测试数据，三个月旱季沙尘对电站的发电量影响达到25%。



最后TUV莱茵实验结果沙特阿拉伯沙尘的年发电量损失大于百分之五十。

下面是云南地区灰尘对每月发电效率的影响：



每天对光伏组件进行积灰清理至少能提高电站5%以上的发电效率。



六、总结和建议

灰尘效应是多因素影响的过程,光伏组件的表面灰尘覆盖层显著降低了光伏组件的发电量。灰尘来源复杂、自身成分多样,受环境条件影响较大,灰尘积累是一个复杂现象。电站的清洗是显著提升发电量的低成本有效途径。合理选择电站的清洗时间和清洗方式将极大的提升光伏电站的发电量。智能化光伏清洗机器人是目前唯一能做到每日定时清洗电站的清洗方式,是未来电站无人运维,远程管理的关键设备。

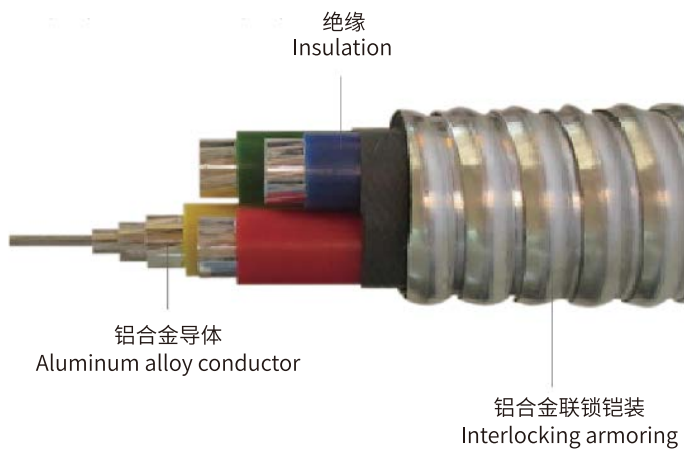
铝合金电缆在工商业光伏电站中的应用

—— Yang.Chen

近年来，随着工商业光伏越发趋于成熟，设计单位、EPC、业主对成本也越来越关注，如何因地制宜的选用一款合适的电缆就成了工商业光伏电站降本的主要课题。本文主要讲述铝合金电缆在工商业光伏电站中的性能优势、诸多优势以及固德威逆变器交流电缆的适配情况。

一、铝合金电缆优势

铝合金电缆是一种新型材料电力电缆，具备良好的机械性能和电性能，是高压、大截面、大跨度架空输电的必选材料，可以广泛的应用于各个领域。

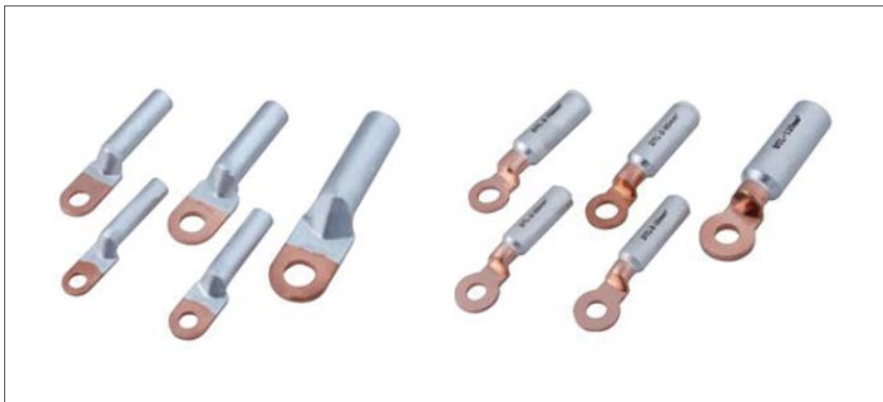


PIC-1 铝合金电缆

特 性	优 势
耐低温	铝合金电缆的绝缘层及护套层为耐寒材料，最低工作温度可达-40℃
耐紫外线	铝合金电缆具备良好的耐紫外线老化性能，能保证电站设计的使用寿命
机械性能	铝合金电缆敷设时，能够更大程度地避免外力挤压时电缆芯、绝缘收到损伤，另外铝合金电缆折弯性能更好，且相同载流量下铝合金电缆重量较铜更轻，施工更加方便
电气性能	当铝合金电缆在截面积提高到铜导体截面积的150%时，电气性能与铜导体基本一致
经济性	我国一度铜材对外依存度较高，铜的价格居高不下，使用铝合金电缆在价格上有很大的优较铜电缆节省约2/3

二、固德威逆变器交流端子适配情况

目前固德威MT系列逆变器（50-80kW）交流最大可接95mm²的电缆，默认的是纯铜的OT端子，当选择铝合金电缆时要选用铜铝过渡端子（防止铜铝电化腐蚀），其压接方式跟铜端子也是有区别的，具体安装压接方式详询电缆厂家。



PIC-2 常见的铜铝过渡端子



PIC-3 逆变器交流端子接线

推荐的电缆选型

电缆的选型主要基于电缆的载流量和长距离传输对压降、线损的要求，以下是固德威逆变器交流电缆选型的参考表，表中列出了铜芯电缆、铝合金电缆和铝电缆的线径推荐，具体可详询固德威技术部门。

工商业 逆变器	电缆推荐（铜芯电缆 3 芯或 3+1 芯）		电缆推荐（铝合金电缆 3 芯或 3+1 芯）		电缆推荐（铝电缆 3 芯或 3+1 芯）	
	距井网点距离	距井网点距离	距井网点距离	距井网点距离	距井网点距离	距井网点距离
	(0-100m)	(100-200m)	(0-100m)	(100-200m)	(0-100m)	(100-200m)
GW30K-MT	16	25	16	25	25	35
GW36K-MT	16	25	16	25	25	35~50
GW50K-MT	35	50	35	50	50	70
GW60K-MT	35	50	50	70	70	95
GW70KHV-MT	35	50	50	70	70	95
GW80KHV-MT	35	50	50	70	70	95
GW80K-MT	70	95	95	120	120	150
GW100K-HT	95	120	120	150	150	185~240
GW225K-HT	120	150	150	185	185	240

说明：

1.SMT（30-36kW）最大兼容端子25mm²，MT（50-80kW）最大端子线径为95mm²，HT（100-225kW）最大端子线径为240mm²，所以说固德威逆变器兼容铝合金和铝电缆（其中GW80K-MT不推荐铝电缆接入）。

2. 电缆选型有时根据现场敷设方式、敷设距离、是否汇流等不同情况，可能在选择是存在一定的差异，具体以实际项目为准。

总结

在工商业项目降本增效的驱动下，在确保电站品质的前提下选择合适的新材料和新技术的应用已是大趋势。因而，对于新材料的使用不仅需要厂家提供质量可靠的产品，更需要严格按照要求安装维护，这样才能确保光伏项目全寿命周期的发电量。

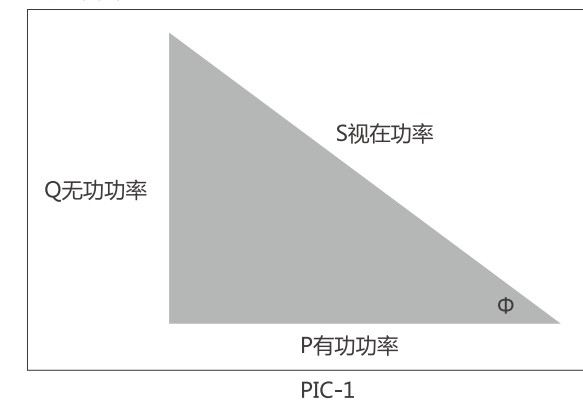
如何解决工商业屋顶光伏发电功率因数低的问题

—— Wenrui.Ding

随着工商业电站的投运越来越多，光伏电站导致屋顶业主功率因数偏低的情况时有发生，特别是用电负荷较小的月份，供电公司的罚款甚至高于光伏发电的收益，甚至业主被要求关停部分或全部光伏电站的情况时有发生。下面我们来分析一下引入光伏后功率因数不达标的原因和解决方案。

一、功率因数与无功功率

在交流电力系统中，有三种常用的功率表征量：有功功率P、无功功率Q和视在功率S，他们之间的三角关系如下图：

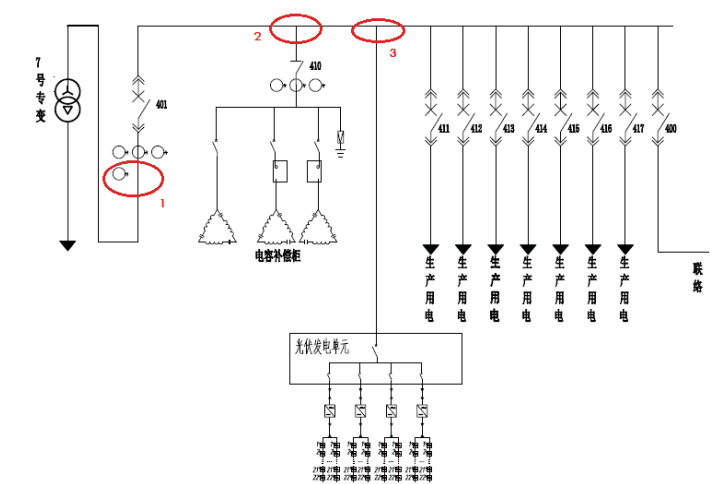


功率因数就是 $\cos\phi = P/S = P/(P^2 + Q^2)^{1/2}$ ，用来衡量供电及用电设备的用电效率的数据。无功功率是设备为维持设备运转而建立交变磁场和感应磁通而需要的电功率称为无功功率，“无功”并不是“无用”的电功率。

功率因数不达标，一方面电网对功率因数有考核，功率因数降低会导致线路的功率损失，提高电网输电效率；另一方面对企业也有好处，可节约电能，降低生产成本，减少企业的用电开支。

二、引入光伏后功率因数不达标的原因

1，无功补偿检测点位置不准确



PIC-2 并网点改造前

1点为补偿柜的检测点，当光伏发的电（有功）供负荷使用，通过1的有功相应的就会变少，而从电网用的无功还是不变，这就造成了1点检测到的功率因数偏低。

其他可能导致功率因素降低的原因：

- 2, 不具备补偿设备或者原有补偿设备实际可用补偿容量不足；
- 3, 无功补偿设备的控制器损坏；
- 4, 电网中负载带来的谐波较大，补偿电容器无法正常投切；

而补偿设备实际可用容量不足和检测点位置选择不正确，是问题的主要原因。

固德威太阳能学院已经整理了问题产生的原因和对应的处理方案，可扫码查阅往期文章《安装光伏系统后，功率因数下降的原因分析及解决方案》



固德威光伏社区

三、固德威通过光伏系统进行无功补偿的解决方案

(1) 逆变器功率因数调节方式

将逆变器PF值设置为0.8~1之间某一定值，通过逆变器补偿一部分无功；这个就需要逐步适当的调整后，通过观察一段时间后，如果功率因数还是偏低，那么还要继续对逆变器进行调整，直到功率因数正常。

(2) 动态无功补偿—SEC1000智慧能源控制器



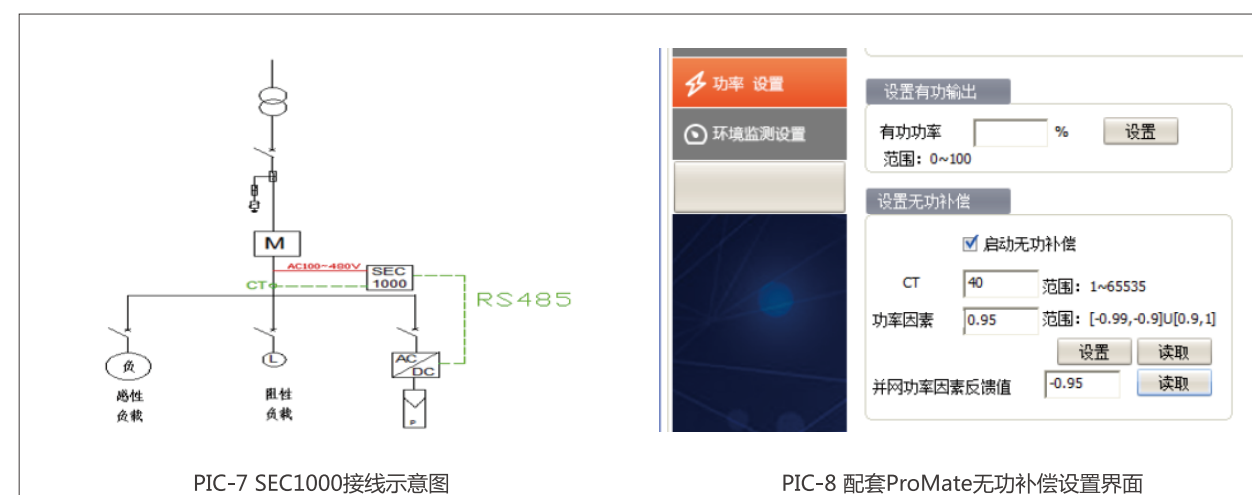
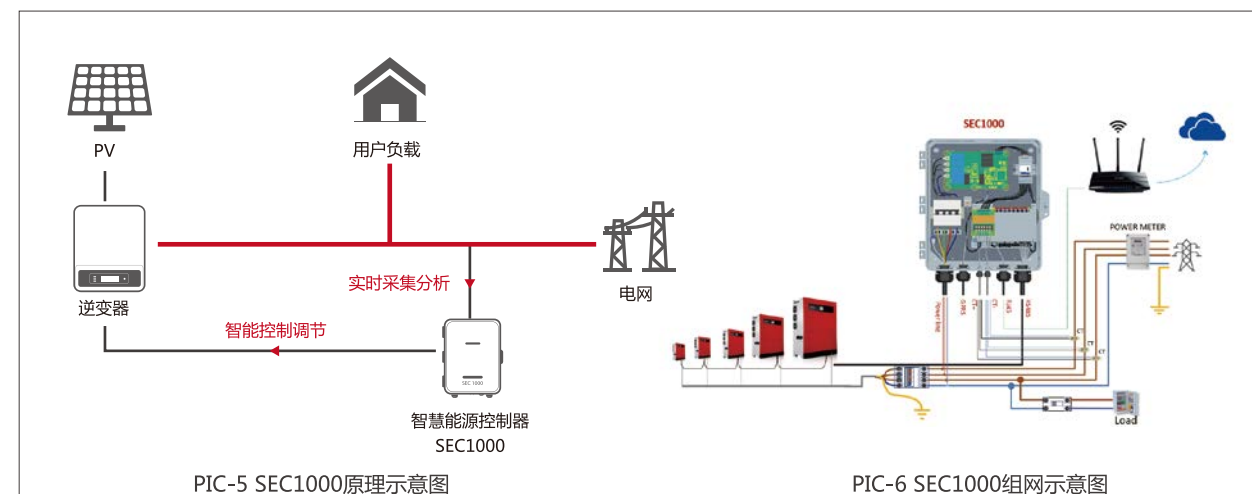
PIC-3 固德威SEC1000智慧能源控制器



PIC-4 SEC1000内部结构图

工作原理：

其工作原理为通过采集线路上的实际功率因数和目标功率因数进行对比，计算出需求的无功数值，使得逆变器可以自行分配控制输出所需的功率，对光伏电站进行智能无功补偿，调节实时系统功率因素，最大限度提高光伏电站收益。



安装注意事项：

- 1, CT的检测点在靠近并网点的位置，且安装时注意方向，有箭头的一方朝向电网侧。
- 2, 开口电流互感器安装前必须将其二次与电表接好，确保互感器二次没有开路。
- 3, 若现场一次母线为电缆，可进行带电安装，要求操作者熟练度高；若一次母线为铜牌，要求做好绝缘防护措施。
- 4, 安装互感器时，铁芯切面处不得有杂质、灰尘等异物落入，以免影响互感器性能。

说明：

- 1.利用逆变器的PF调节无功或自动无功补偿装置尽管成本较低，但会影响太阳能发电的最大功率，并且一般逆变器的无功能力有限。
- 2.SEC1000智慧能源控制器动态无功补偿方案是基

于RS485通讯调节，响应时间在秒级，对于光照或者负载快速变化的情况，无功补偿柜的瞬时功率因数仍会出现低于设定值的情况，但不会对一个月总体的功率因数产生影响。

3.动态无功补偿也应考虑到项目改造的可行性。

总结

功率因数问题是工商业分布式光伏项目需要特别关注的，项目开始之前，需要明确补偿装置的检测点要放在配电网检测那一级；分布式商业电站在项目设计之初就要考虑到原有变压器、无功补偿装置、传输线缆、负载类型和功率以及光伏系统的兼容等问题；

但事实上它也并没有想象中的那么复杂，了解并掌握上文所述的内容，或许对您的电站运维有所帮助。

工商业项目中防逆流解决方案

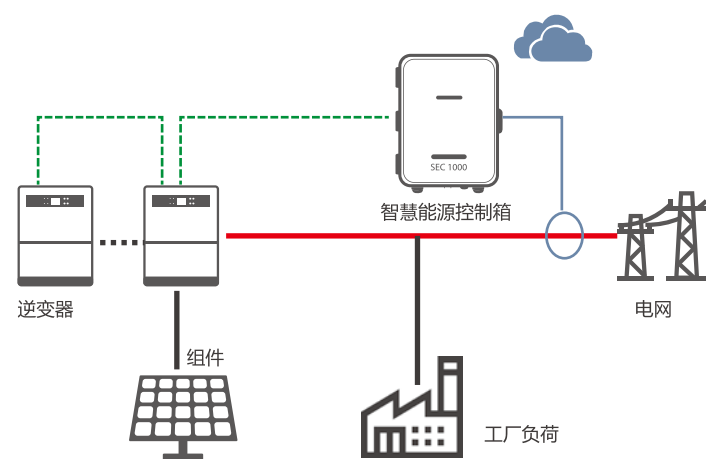
— Bruce.Chen

一、防逆流应用场景

工商业项目中需要采用防逆流方案的应用场景有：用于负荷具备一定消纳能力的自发自用项目、不申请并网或变压器容量受到限制的项目

二、防逆流方案介绍

逆变器之间采用RS485通信线缆‘手拉手’连接，并有末端的逆变器（一般是靠近配电室的机器）通过RS485通信线缆接到固德威智慧能源控制箱SEC1000里，SEC1000外接电流互感器（CT）到变压器低压侧。



PIC-1 工商业光伏项目防逆流方案示意图

工作原理：没有配置防逆流方案时光伏发的电负荷消纳不掉就会流向电网，配置防逆流方案后安装在线路上的CT和电压采样检测到卖电状态，就会通过SEC1000给逆变器下达指令，使逆变器同步降载输出，输出功率与负荷一致，从而达到防逆流的目的。

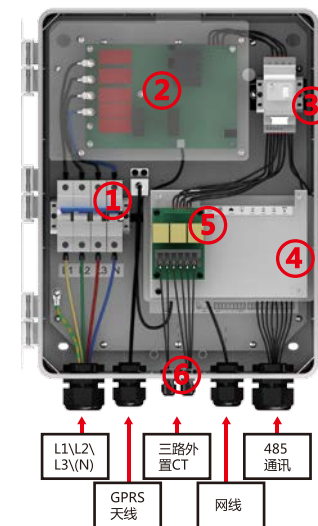
三、防逆流控制箱介绍



PIC-2 SEC1000智慧能源控制器

技术参数

名称	SEC1000 (Smart Energy Controller)
输入电压范围	AC 100~480V
输入电压频率	50Hz
输入电流范围	0~5A
工作功率	< 10W
与逆变器通讯	RS485
最大控制逆变器距离	1000m (屏蔽双绞线)
最多控制逆变器数量	60 台
远程通讯方式	GPRS 或 LAN
防护等级	IP65
尺寸 (宽*高*厚)	320*420*131mm
重量 (KG)	4KG
安装形式	壁挂式 (含背板)



PIC-3 SEC1000内部结构图

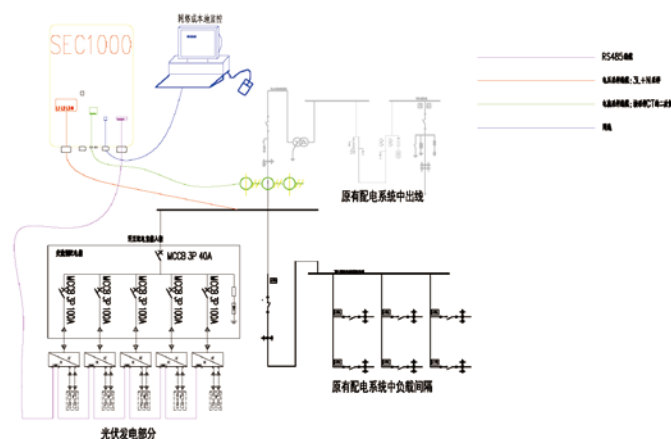
- ①4P空气隔离开关：便于控制箱断电维护操作；
- ②SPS线路板：防雷/三线转四线制/输出DC12V给EzloggerPro供电
- ③固德威三相电表：实时测定电压、电流；四线制380V线电压输入，40mA规格电流输入；
- ④EZLOGGER PRO：控制单元，实现箱内外数据监测通讯及控制；
- ⑤板载CT：实时电流变比，实现最大5A输入，40mA输出至电表；
- ⑥SEC1000箱体的测试电压范围：
线压：AC100V-480V
相压：AC60V-280V,
测试电流范围：0-5A

以1MW项目为例，项目清单如下：

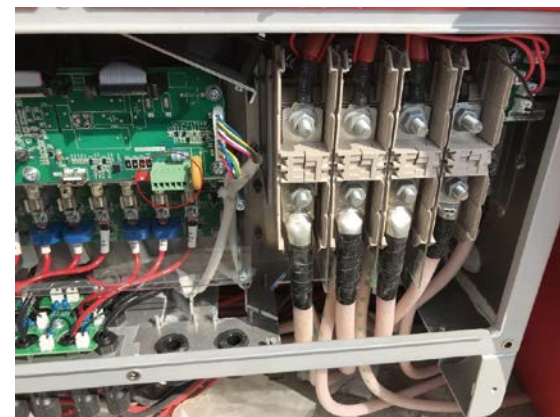
项目容量：1.0MW

序号	设备清单	型号	数量	厂家
1	组串式逆变器	GW60K-MT	15	固德威
2	RS485线缆	双绞屏蔽2*1.0	若干	外购
3	智慧能源控制箱	SEC1000	1	固德威
4	电流互感器	2000/5A	3	外购

多机并联防逆流方案参考图：



PIC-4 三相逆变器多机防逆流方案参考图



线号	1	2	3	4	5	6
功能	485_TX+	485_TX-	PE(地)	PE(地)	485_TX+	485_TX-

PIC-5 固德威逆变器RS485口位置

注意事项

- ① 采样CT的规格需要考虑光伏交流侧功率和负载功率的最大值。
- ② 智慧能源控制器SEC1000由固德威提供，控制器与逆变器之间通信为RS485形式，与外部通讯支持GPRS和LAN两种形式。
- ③ 考虑到DSP等处理时间，在负荷变化较大情况下，系统需要5至10秒进行调整，在此期间会出现短暂上行功率。

四、具体方案实施

1. 准备工具和材料

材料：SEC1000控制箱、2pin端子（逆变器、控制箱附件盒内）、电流互感器*3（外采）、RS485线缆（外采），网线（外采，调试用）

工具：内六角（开逆变器下盖）、小一字螺丝刀（2pin端子）、剥线钳或老虎钳、电工胶布/黑胶布、电钻、记号笔、大螺丝刀、扎带、防火泥

2.RS485接线

- （1）首先找到逆变器RS485的通讯口，打开逆变器下盖，如下图所示位置；电路板上标记了线号功能。（从左到右分别是：A/B/PE/PE/A/B）



PIC-5 接完RS485线

- （3）靠近SEC1000的逆变器通过RS485线送至SEC1000通讯箱，SEC通讯箱一般安装在配电房或原配电箱位置，方便接CT。

3.SEC1000安装与接线

- （1）把背挂板固定在墙上（295*200），再把箱体锁紧在背板上。

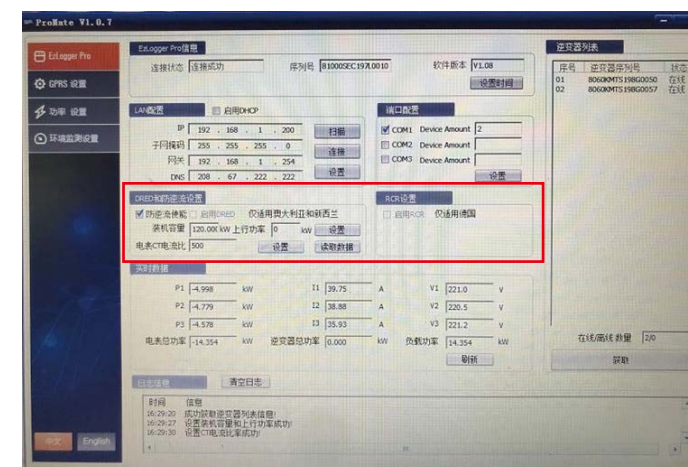


PIC-7 SEC1000安装完毕

- （2）按照说明书进行内部接线



Pic-8 CT图



PIC-9 ProMate软件防逆流设置成功界面

CT安装注意事项：

- CT的检测点在靠近并网点的位置。
- CT安装的方向 P1指向P2的方向为逆变器电流指向电网的方向。
- 开口电流互感器安装前必须将其二次与电表接好，确保互感器二次没有开路。
- 若现场一次母线为电缆，可进行带电安装，要求操作者熟练度高；若一次母线为铜排，要求做好绝缘防护措施。
- 安装互感器时，铁芯切面处不得有杂质、灰尘等异物落入，以免影响互感器性能。

4. 防逆流功能调试

- SEC1000通过网线连接到电脑，打开ProMate软件。
- ProMate连接成功，勾选防逆流功能；设置装机容量、上行功率（设置为0）、电表CT电流比。

总结

文章分享的是工商业项目防逆流方案，适用于多台逆变器并联的情况，针对单台逆变器的防逆流，固德威有相对简易的方案，客户可以联系固德威技术人员获取技术支持；另外防逆流电站的容量需要根据厂区的负荷曲线来界定，否则会因为负荷消纳不掉造成光伏发电的浪费。

固德威工商业光伏电站通信方案

—— Yu.Yan

随着规模性的太阳能电站在中国开始陆续建设和投入运行，如何实时了解电站的运行状况，如何满足上一级系统或电网调度系统的通信需求，是电站业主和电网公司所共同关心的问题。

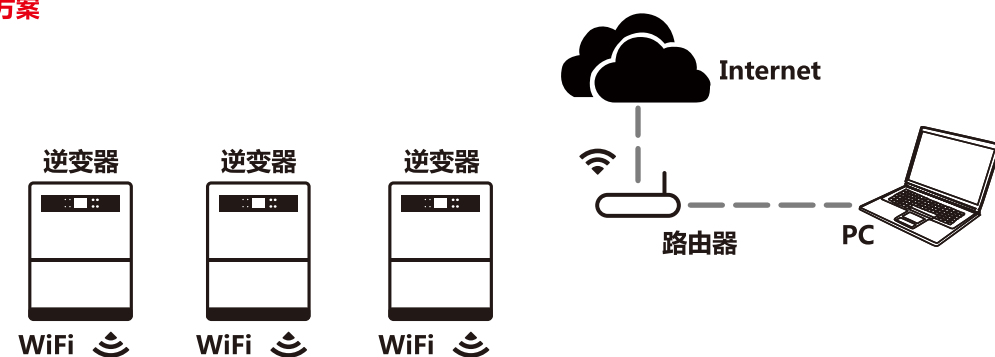
本文基于固德威工商业光伏并网项目解决方案，介绍包括WiFi、GPRS、RS485、PLC等通讯通信方式，全面覆盖工商业光伏项目应用情形，为设计院、EPC厂家、业主在做方案选型时提供完善的支持。

固德威并网逆变器的基础通讯方式是RS485，通过更换模块可以实现WiFi和GPRS通讯方式的快速更换。支持PLC通信的机型在基础机型内部增加PLC通信电路，配合SCB2000通信箱来实现数据通信。

一、单机通讯方案

单机通讯常用于逆变器台数较少、集中放置的场景或仅通过逆变器厂家后台获取监控数据的场景，通常有WiFi、GPRS、LAN等通信方式。

1、WiFi通信方案

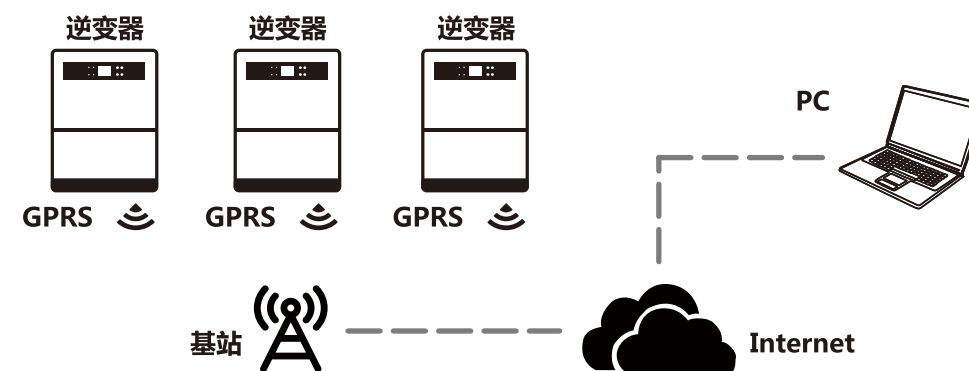


逆变器通过WiFi模块进行数据传输，通过路由器将数据发送到固德威或第三方云服务器，客户在网页终端或手机终端App查看通信信息。

当然，客户如果自己有监控云平台的，也可以与固德威云服务器进行通信，我们会提供固德威API抓包协议，由客户的云服务器发送指令从固德威云服务器获取所需数据。

当逆变器数量较少，逆变器挂在有网络的室内时，可以采用WiFi方案。如今WiFi已经走进了千家万户，利用场区本来已有的WiFi完成通信，快捷方便，不需要额外的投入。

2、单机GPRS通信方案



逆变器通过GPRS模块进行数据传输，通过基站将数据发送到固德威云服务器，客户在网页终端或手机终端App查看通信信息。

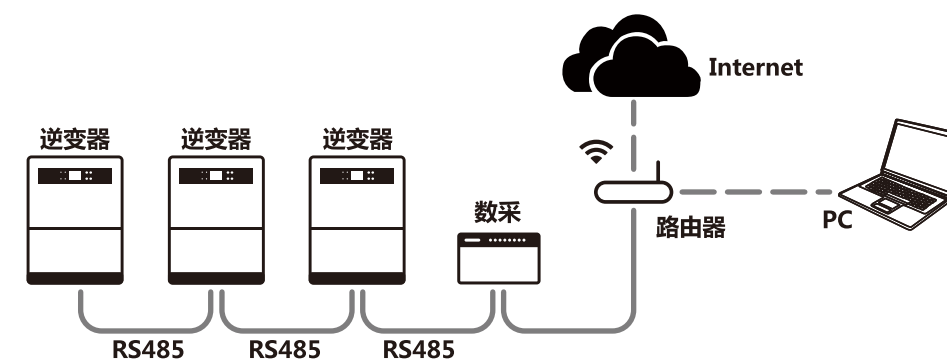
这种方式多用于一些特殊情况，像有些电站由于位置较为偏远，多采用GPRS方式，无需布线，免去了布置通信线缆的烦恼。GPRS通讯模块出厂时集成通信流量卡，支持移动网络，应用过程中也可以根据需求采购移动流量卡。

二、多机通讯方案

对于容量大，逆变器数量多的项目中，为提高通信质量和降低流量费用，采用数据采集设备上传数据的方式被广泛使用，根据并网形式的不同，优化的通信方式也有所不同。常见的方式选择为低压并网的自发自用项目选择RS485通信方式，光伏区存在升压变压器的项目使用PLC通信。

1、数采-RS485通信方案

适用于项目容量大，逆变器数量多，同时采用低压并网的自发自用项目。



逆变器通过RS485线缆手拉手联接，使用GoodWe内部通信协议，接入固德威数采：EzLogger Pro，通过路由器将数据发送到固德威云服务器。

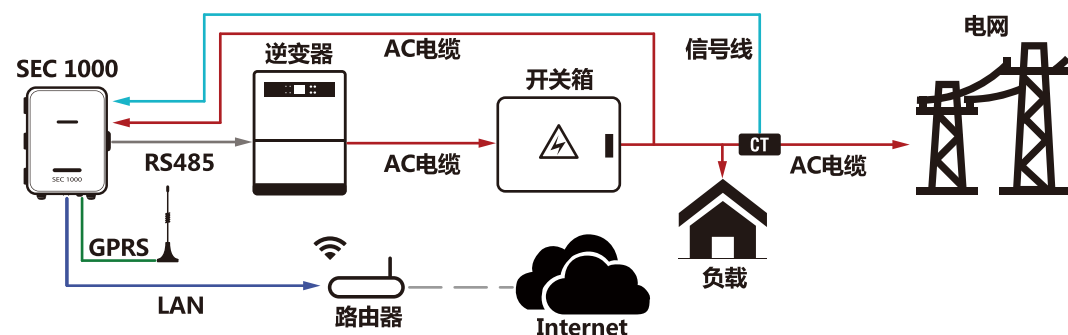
EzLogger Pro最多可接入60台逆变器，同时还预留一个COM口，可接入电表实现防逆流功能，或者接入第三方环境测试仪获取气象数据。

同样的方案也适配第三方的数采，使用Modbus协议，通过路由器将数据发送到第三方云服务器。

客户在网页终端或手机终端App查看通信信息。这种方式在具备有线上网条件的工商用项目中应用较多，和有线通信方案一样，同样是一次性采集所有机器的信息，成本更低，只需要对数据采集器进行配置，操作更方便。

2、SEC1000智慧能源控制箱-RS485通信方案

适用于项目容量大，逆变器数量多，采用低压并网的自发自用，同时需要对光伏逆变器运行进行智能调节的项目。

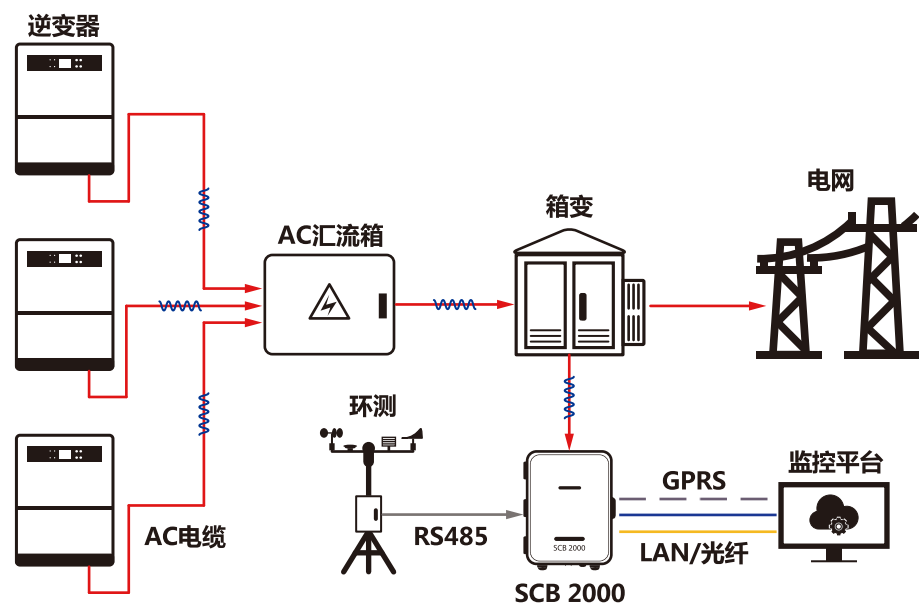


SEC1000智慧能源控制箱是固德威针对工商业项目开发的一款具备防逆流、动态无功补偿和远程监控的设备，最多可连接60台逆变器。目前SEC 1000智慧能源控制箱支持GPRS以及LAN两种通信方式，前者直接将数据上传到固德威云服务器，后者通过路由器中转后上传至服务器。

3、PLC通信方案

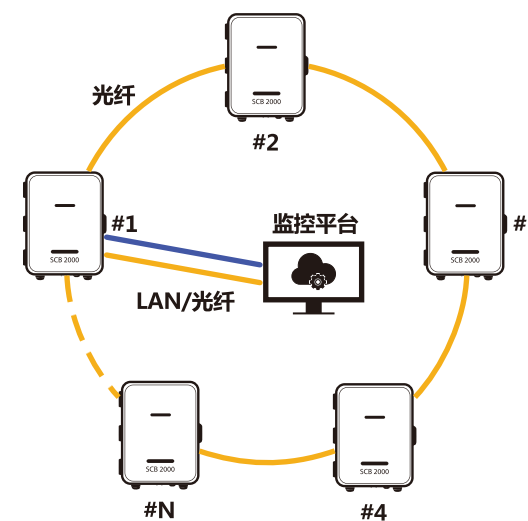
PLC (Power line Communication) 即电力载波通讯。最大特点是不需要敷设通讯线，只要有电线，就能进行数据传输。在光伏项目中，光伏区存在升压变压器的项目可以选择使用PLC通信方式。固德威为PLC通讯配套开发的SCB2000通讯箱，已经在多个项目中应用，接线示意如下内容。

单台SCB2000



逆变器通过动力电缆传输通信数据，在箱变的低压侧加装固德威SCB 2000通讯箱，可接入30台逆变器，由该设备将动力电缆中的通信数据分离，通过GPRS/LAN/光纤的形式将数据发送到本地通信站。

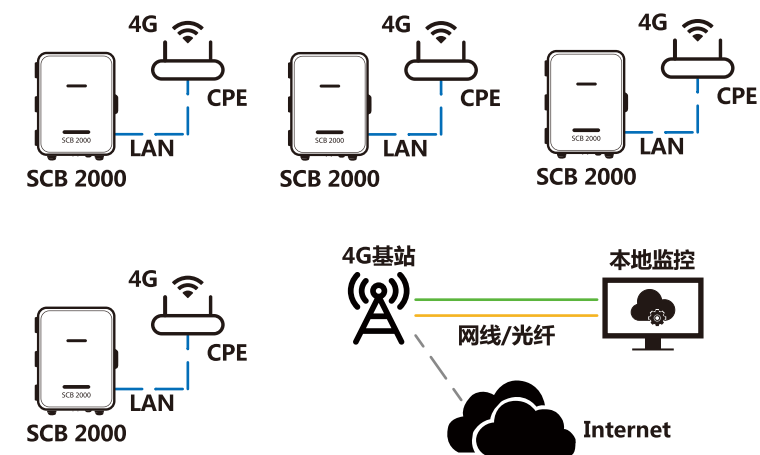
环网多台SCB 2000



针对多台SCB2000通讯箱，采用光纤环网的形式联接，其中一台SCB2000需设置为主机，其他的SCB 2000设置为从机，由主机通过LAN/光纤的方式接入本地通信。

在多机环网中，如其中一台SCB2000信号中断，数据依旧可以继续传送，不会丢包。

无线多台SCB2000



针对现场布光纤不方便的场区，可以选择4G的方式传输数据，每台SCB2000配置一个LAN转4G的数传模块，通过4G基站上传至固德威云服务器，同时也可以通过网络/光纤的形式上传至本地通信。

为方便大家快速定位适合自己项目的通信方案，现将上述方案的优点及适用场景进行对比，如下表：

序号	通信类型	外部设备	优点	适用项目	成本
1	WiFi	无	无需布线	逆变器数量较少的有网络场区	无需其他费用
2	GPRS	无	无需布线 无需搭建网络	场区位置偏远 不方便布线	GPRS 后期流量费用
3	RS485	Ezlogger Pro	通信稳定 配置简便	项目容量大，逆变器数量多的低压并网项目	数据采集器和 RS485 线缆
		SEC 1000	防逆流 动态无功补 负载监控	需要对光伏逆变器运行进行智能调节	SEC 1000 控制箱和 RS485 线缆
4	PLC	SCB 2000	无需布线 无需搭建网络	适用于升压的工商业项目	SCB 2000 通信箱

客户可以根据项目的具体需求选择合适的通信方式。

光伏项目中存在其他通信需求，固德威也积极做出对应的方案，考虑篇幅原因，文档并没有做出详尽列举，当有其他通信需求时，请和固德威取得联系。



固德威 智慧能源管理系统

SMART ENERGY MANAGEMENT SYSTEM

—— Yang.Chen

固德威智慧能源管理系统（Smart Energy Management System，简称 SEMS），是固德威依托物联网技术自主开发的光伏电站智能监控运维平台，解决分布式光伏发电项目中问题定位难、排查难、处理难的三大难题；帮助分布式EPC厂家和运维服务商打造标准化、规模化、专业化系统平台。

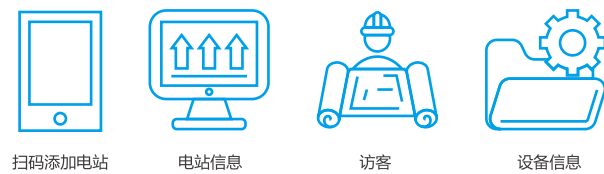
SMES平台主要包括电站状态监控、智能运维管理、报表管理三大功能板块，文档将围绕这三个板块进行简单介绍。

一、电站状态监控

1.1 电站综合信息管理

- 对电站进行业主身份标识，建立电站档案信息

通过PC或APP新建电站，对电站、设备信息等进行维护管理，其中电站信息包含类型、位置、容量等；此外，可对电站添加访客，开放电站查看权限，可由别人协助监控、运维。



电站综合信息管理



电站综合信息管理

1.2 电站运行综合管理

- 实时查看电站运行状态，实时了解发电量

总览电站收益、发电量、电站状态关键信息。可通过组织关系、地区、电站名/SN号，筛选/搜索电站，可联动快速定位目标电站，并查看该电站运行信息，基本信息、当地天气信息、发电信息等。

1.3 单电站运行视图

- 电站运行可视化，设备指标具体化

通过综合电站历史发电曲线，反馈电站运行状态，并可查看该电站下各类型设备运行参数，历史发电曲线，了解相应设备整体运行状态。根据需求，可以对设备进行远程操作（具有角色权限）。



单电站运行视图

1.4 大屏展示

大屏展示把数据以图形及地图等形式呈现出来，这样既直观又美观，易于理解从而看出数据背后的问题，方便于客户、领导参观。



大屏监控图

1.5 兼容设备监控

目前支持第三方的逆变器数据、环测数据接入到SEMS平台。



环测数据

二、智能运维管理

2.1 告警信息管理

- 专业故障定位，及时检查告警

对于故障电站划分告警等级，自动生成告警信息，并通过区域、电站、时间等筛选条件快速查看告警记录及设备恢复状态。

2.2 任务信息管理

对需要运维人员排查的电站可生成告警单可派发给电站附近运维人员，也可通过手动选择电站编辑任务信息进行派发。



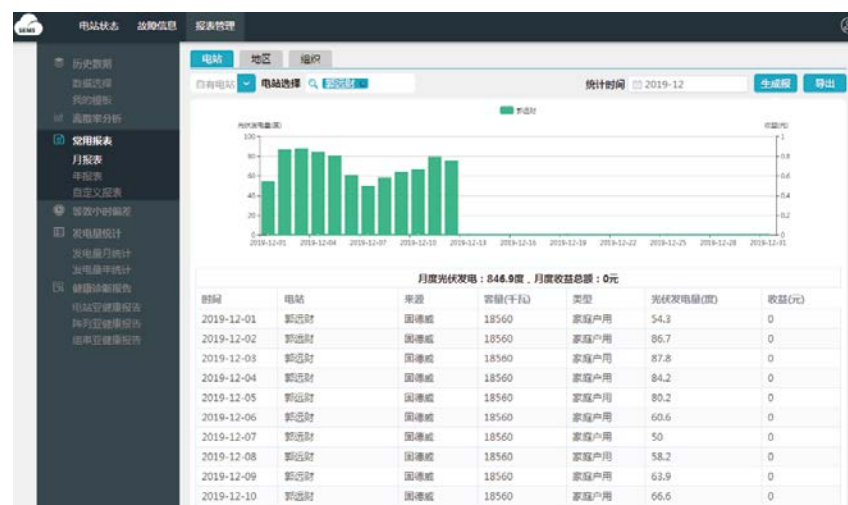
电站故障及解决办法



告警单派发（APP端）

三、报表管理

平台报表统计可将历史数据、发电量统计、收益等数据以表格或者图的形式生成，还可选择多电站设备数据进行分析，查看设备情况。



电站报表

总结

固德威通过智慧能源管理平台，利用“大云物移智”（大数据、云计算、物联网、移动互联网和智慧城市）等先进技术，通过电站状态监控、网格化运维、智能诊断、数据处理及分析等功能，为分布式光伏电站运维商提供一站式监管和运维策略服务，推动光伏电站运维行业的数字化转型，进一步提升运维服务效率及质量。

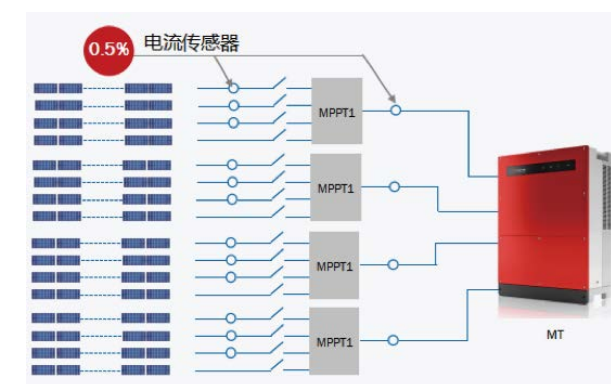


一、离散率分析

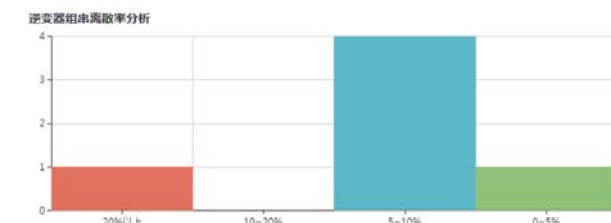
离散率用于评估光伏组串发电性能一致性情况，组串功率离散率反映了逆变器所有组串的整体运行情况，离散率越低，说明各支路电流越集中，发电情况越稳定。离散率越大，就可以定位出异常组串或出力不足的组串；最后使用专业工具（IV测试仪、热成像仪等）到现场检测，针对具体问题进行分析，使电站运维落到实处。

固德威逆变器具有组串级监控，并且配有高精度智能传感器。

硬件准确的采集逆变器的信息传到后台，并结合相关大数据（气象数据等），计算出电站逆变器离散率情况，落在10%以上区间的逆变器的尤其值得大家关注，在通过离散率分析里的详细信息查找到组串的问题，配合运维人员有目的的上站排查，大大缩短了运维时间，提升了运维效率和电站发电量。如下是SEMS平台中的离散率界面：



电流传感器



逆变器组串离散率分析表

离散率详细数据

20%以上		10~20%		5~10%		0~5%	
逆变器名称	离散率(%)	组串平均功率(W)					
		组串1	组串2	组串3	组串4	组串5	组串6
6	7.42	951.34	1022.19	1046.2	802.62	979.17	1264.04
5	7.54	834.19	840.04	1361.58	974	707.12	1355.16
3	9.9	1179.6	944.31	1144.91	-	1062.03	1515.84
2	5.22	969.79	757.75	1308.09	891.5	1048.2	772.45

逆变器离散率详细数据

二、 电站健康诊断功能

固德威健康诊断功能主要从三个维度进行筛查：电站，阵列，组串。通过筛查发现日发电量异常低的逆变器，并通过消息中心提醒用户及时排查，让光伏电站长期处于“满血”状态。

● 电站亚健康诊断

通过同一区域同类型的电站横向对比，通过逆变器发电的平均等效小时对比，，筛选出亚健康逆变器。

电站名称	同区域平均等效小时	设备名称	SN	等效小时	偏差值	操作
[REDACTED]	大兴区 3.24小时	4-6逆变器	[REDACTED]	1.99小时	↓39%	不再提醒
		3号屋面4号逆变器	[REDACTED]	2.00小时	↓38%	不再提醒
		3号屋面5号逆变器	[REDACTED]	2.00小时	↓38%	不再提醒

电站亚健康监测报告

注：1. 第二天9点更新前一天的诊断报告。

● 阵列亚健康筛查

统计同一电站内所有逆变器所在阵列的日等效小时，根据排名以及偏差规则，筛选出等效小时偏低的逆变器，所在阵列即为亚健康阵列。

电站名称	站内最大等效小时	设备名称	SN	等效小时	偏差值	操作
[REDACTED]	8050KMTS196G0359 2.55小时	2N11	[REDACTED]	1.59小时	↓38%	不再提醒

阵列亚健康报告

● 组串亚健康筛查

统计同一电站内所有组串电流当日内的平均值，根据排名以及偏差规则，筛选出亚健康组串，该组串即标定为亚健康。

电站名称	站内最大组串平均电流	设备名称	SN	序号	平均电流	偏差值	操作
[REDACTED]	9050KMTU16A 3路1串 3.5A	9050KMTU16AG0030	[REDACTED]	1路1串	0.0A	↓100%	不再提醒
				1路2串	0.0A	↓100%	
				1路3串	0.1A	↓98%	
				2路1串	1.5A	↓57%	
				2路2串	1.4A	↓59%	
				2路3串	1.5A	↓57%	

组串亚健康报告

注：对于组串逆变器而言，其输入组串可能存在空余组串的情况，空余的组串默认为“0”，这些“不存在的数据”被采集纳入SEMS平台，会造成组串亚健康告警，可以设置不再提醒。

近年来，电站运维手段落后导致电站PR偏低，固德威通过离散率分析和电站健康诊断两大工商业运维利器，有效的解决低效组串的问题，提升了运维效率和发电量，为电站挽回了经济损失。

