

# 光伏电站设备维护与检修管理



谭永明 国家电投集团水新部

2018年8月

[www.spic.com.cn](http://www.spic.com.cn)

# 目 录



- 一 / 光伏电站运维现状
- 二 / 光伏电站缺陷处理及设备维护
- 三 / 光伏电站运维建议
- 四 / 光伏电站设备及检修管理

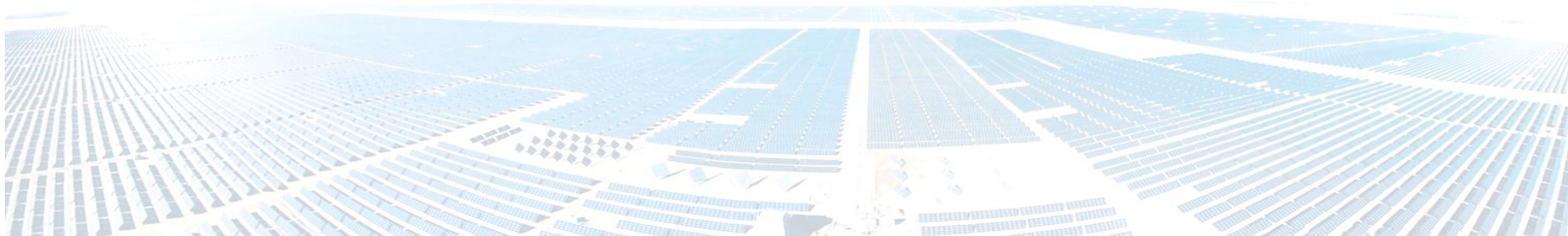
# 一、光伏电站运维现状

## 1.大型地面光伏电站的特点

- 光伏电站容量大，占地面积大
- 发电单元设备类型多、设备数量多
- 故障点多，故障定位、故障排查工作量大
- 技术更新快、设备换代周期短
- 电网对电站的考核标准越来越高

以100MWp并网光伏电站为例

占地面积	1.8-2 km <sup>2</sup>
设备数量	电池组件 约40万块
	直流支路1.5-1.6万条
	集中/组串逆变器 2000台/200台
	箱变 100台
汇流箱 1200台	
海量数据	1.1亿个/天, 100GB/年



# 一、光伏电站运维现状

## 2.光伏电站的运维现状



运维现状

- 1 运维水平参差不齐
- 2 高度依赖供应商
- 3 专业化、规范化欠缺；低层次的安全、经济运维，制约经济效益发挥
- 4 缺少行业规范缺乏
- 5 运维市场无序竞争

# 一、光伏电站运维现状

## 3. 电站运维存在的问题

电站运维主要涉及工作	存在的问题
人员值守	电站运维好坏受值守人员业务素质差异影响较大
电站巡检	电站巡检目的性不强，耗费时间人力
故障告警	电站故障告警识别能力差，需要人员二次识别
发电量考核	发电量考核缺乏合理依据
清洗方案	清洗方案无合理依据
损坏部件更换	损坏不见定位困难，增加运维周期与人力成本
关键部件性能分析	缺乏关键部件性能分析环节，无法有效提升发电量
电站损耗分析	缺乏电站损耗情况分析，无法知道电站有效运维



# 一、光伏电站运维现状

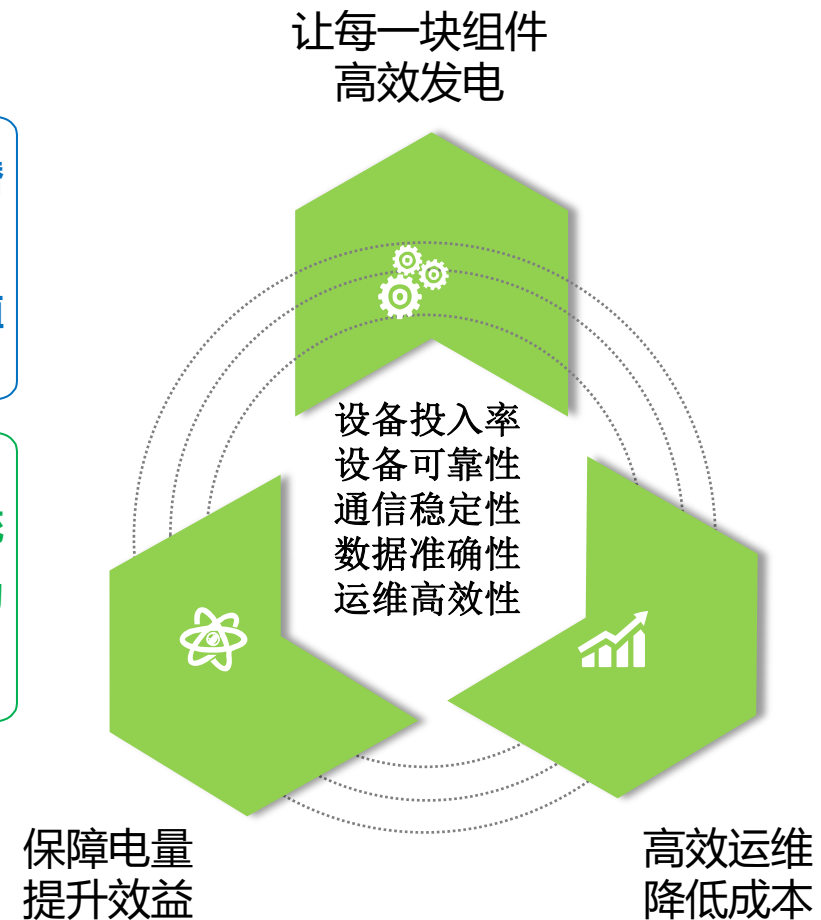
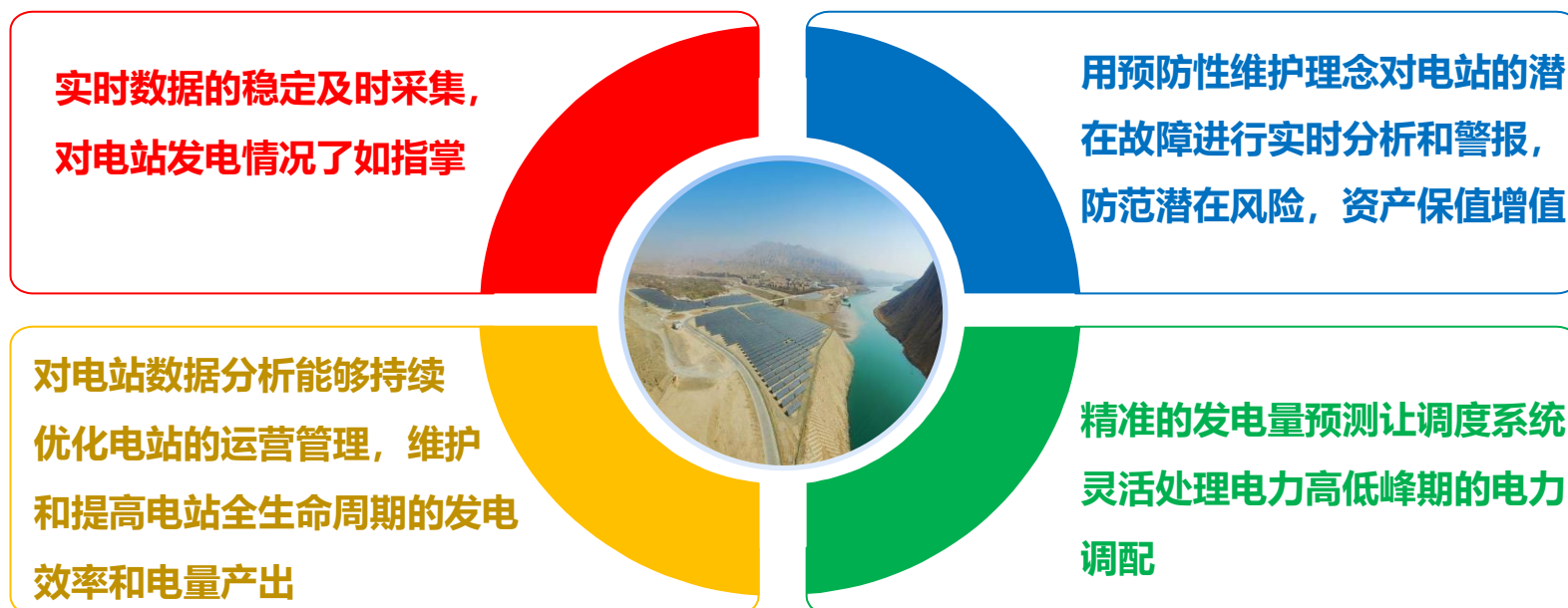
谁动了我的发电量？



原因	特性	改进
环境温度影响组件转换效率	自然因素	
电池组件衰减	设备因素	
不可利用太阳光辐照度 $100\text{W}/\text{m}^2$ 以下组件功率极低	自然因素	
光伏组件的匹配度	设备因素	
逆变器的效率	设备因素	
直流、交流侧线损	设备因素	
<b>设计、施工不当</b>	<b>人为因素</b>	√
设备故障	设备因素	
<b>组件清洁不及时</b>	<b>人为因素</b>	√
<b>维护、检修不及时, 设备</b>	<b>人为因素</b>	√

# 一、光伏电站运维现状

## 4. 优质光伏电站运维的特点



# 一、光伏电站运维现状

## 精细化

精益生产，精准运维：充分利用大数据分析工具，提高运维效率；建立电站生命周期成本的预测体系；建立光伏电站安全指标、发电量、运维成本等为主要指标的电站运维绩效管控体系。

## 专业化

结合新能源发电的特点，参经常规发电厂成熟的运维专业化管控模式，建立成体系的专业化光伏电站运维管理模式

## 标准化

对电站运维实行标准化管理，达到成熟移植目的

## 规模化

形成规模化效益，积极拓展外部运维市场，增加新的利润增长点



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--电池组件

#### □ 光伏组件质量控制的难度大

- ✓ 光伏组件的生产涉及多晶硅料、硅片、电池片等环节，辅材包括背板、EVA、玻璃、接线盒、边框、焊带、硅胶/胶带等，复杂的生产工艺和众多的辅材决定了光伏组件在生产过程中的质量控制难度很大
- ✓ 包括隐裂、热斑和功率下降等光伏组件的质量问题不能直观反映，需要使用专业的检测设备才能被发现

#### □ 光伏组件质量控制的重要性

- ✓ 组件的功率衰减影响利用小时数，进而直接影响项目发电收入
- ✓ 组件成本占电站总投资的一半以上
- ✓ 组件出现故障不能修理、必须更换
- ✓ 可能存在同批次系统性问题
- ✓ 组件出现质量问题严重影响项目收益



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--电池组件

#### 常见问题

#### 电池组件隐裂

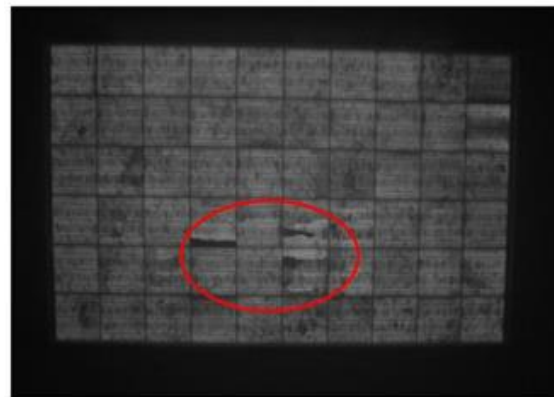
--**形成原因**：电池片越来越薄、晶体结构自身特性、工艺流程、运输及安装维护不当。

--**对组件性能的影响**：

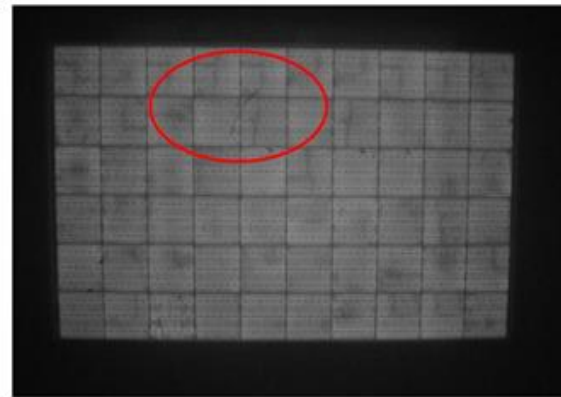
电池片产生的电流要依靠表面的主栅线及垂直于主栅线的细栅线搜集和导出。当隐裂导致细栅线断裂时，细栅线无法将收集的电流输送到主栅线，将会导致电池片部分甚至全部失效。

对电池片功能影响最大的，是平行于主栅线的隐裂。根据研究结果，50%的失效片来自于平行于主栅线的隐裂。

严重的隐裂影响组件的功率输出、引起热斑效应、导致电池电极氧化并可能发展为裂片。



裂片



隐裂

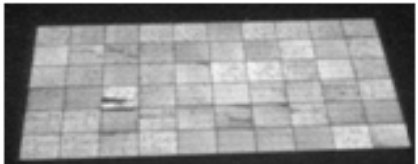
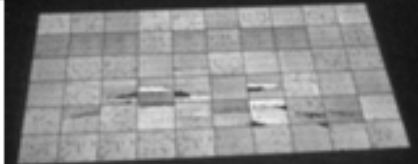
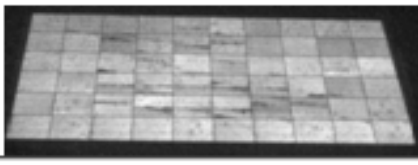
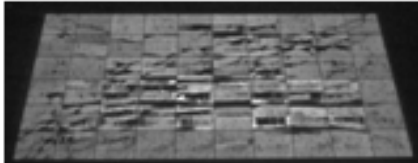
通过EL测试可以检测组件的隐裂情况，图中的黑线代表隐裂已经发生，严重的隐裂会导致裂片、组件功率下降乃至失效。



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 常见问题

隐裂对电池组件的影响

编号	$P_{max}$	$V_{oc}$	$V_{mp}$	$I_{mp}$	$I_{sc}$	功率偏差/W	隐裂测试结果	隐裂分类
1	243.00	37.80	30.27	8.03	8.67	-12.00		碎片
2	240.30	37.82	30.38	7.91	8.68	-14.70		碎片
4	240.69	37.84	30.26	7.96	8.68	-14.31		碎片
5	196.62	37.82	29.32	6.71	7.65	-58.38		碎片

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--电池组件

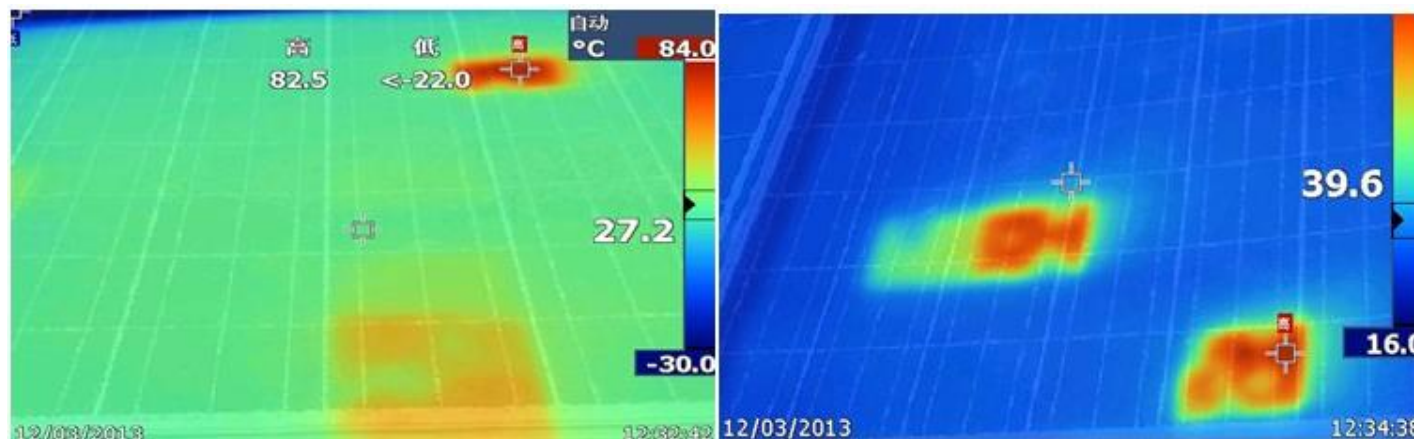
#### 电池组件热板

--**形成原因**：在一定条件下，一串联支路中被遮挡（如鸟粪、植物等）的太阳电池组件，电池片性能不一致、虚焊、隐裂等将被当作负载消耗其他有光照的太阳电池片所产生的能量。被遮蔽的太阳电池组件此时会发热，这就是热斑效应。这种效应能严重的破坏太阳电池。

--**对组件性能的影响**：热斑会导致电池组件功率衰减失效或者直接导致电池组件烧毁报废。

针对某50MW光伏电站，现场抽取电站2000块光伏组件进行热斑测试，发现大量由于遮挡、组件自身质量导致的热斑现象，热斑发生率达到3%。

热板类型	热板发生率	温差
积尘、鸟粪等遮挡	1.3%	> 10°
组件质量	1.7%	大于10°



通过红外测试可以检测组件的热斑情，图中的红色、黄色区域显示组件已经有热斑产生。

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--电池组件

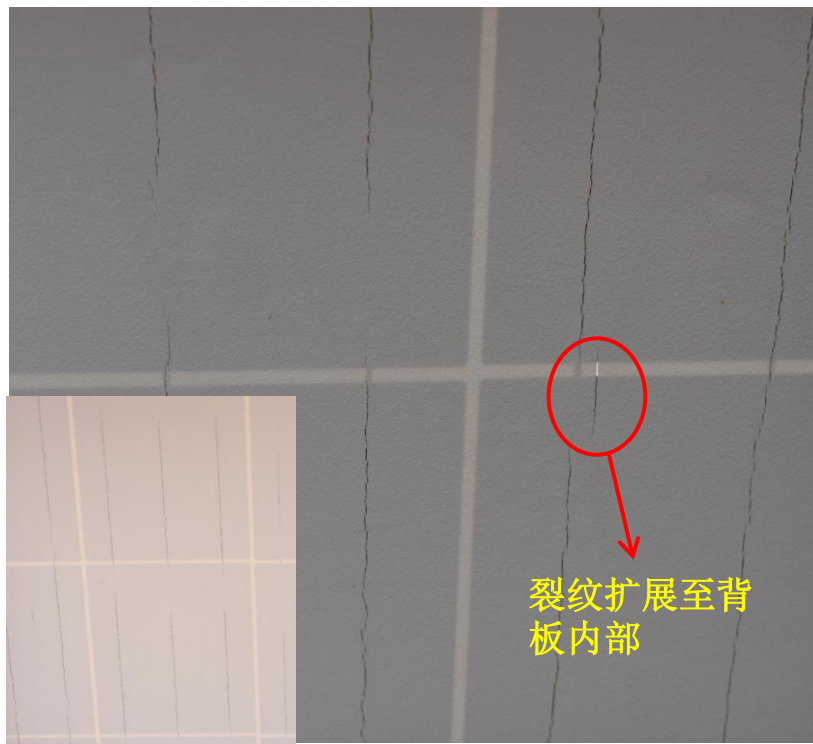
#### 电池组件材料老化

已投运7年的某大型电站背板材料检测情况

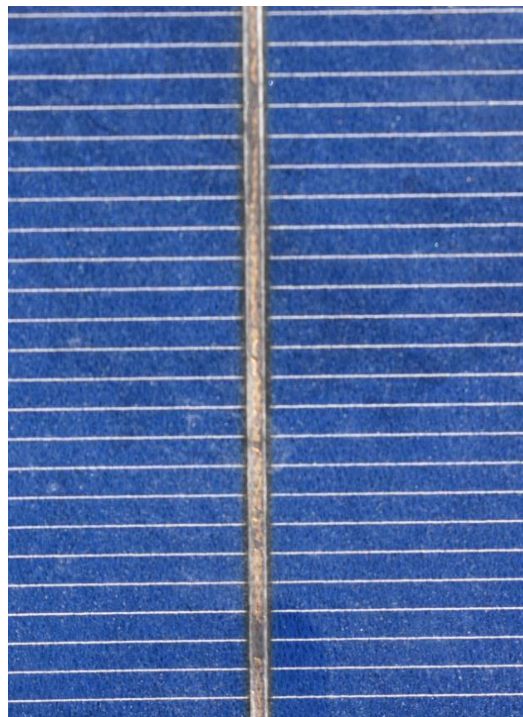
背板类型	组件厂商	光泽度(60°)	*b	背板当前状况
PA	A组件厂	4.3	2.36	开裂与粉化
PET	A组件厂	49.1	-0.33	开裂
PET	A组件厂	7.8	2.67	焊带及汇流条腐蚀
PVDF	B组件厂	14.9	2.3	内层黄变
TPT	D组件厂	5.3	1.75	无明显缺陷
TPT(SP*)	E组件厂	20.9	1.07	无明显缺陷
PVDF	C组件厂	10.2	1.98	无明显缺陷

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

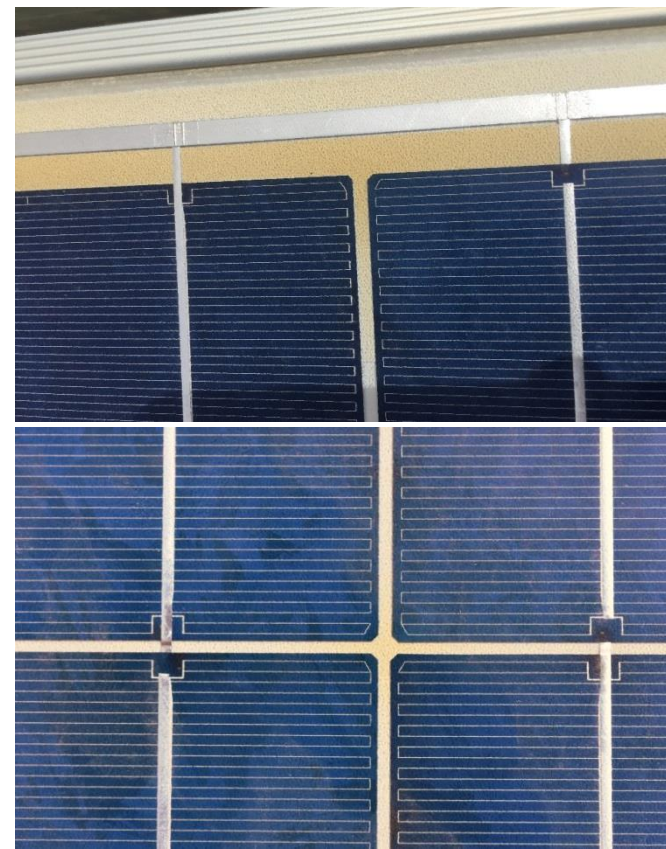
### 1. 光伏发电单元--电池组件



- 检测范围内的尼龙（PA）背板均沿着焊带开裂，裂纹遍布整个组件；一些裂纹扩展至背板内部；
- 电气绝缘和功率衰减均面临重大风险；具有潜在的安全隐患。



- 使用某PET背板的组件有40%发现有焊带腐蚀。



- B组件厂PVDF背板的组件发生了明显的内层黄变，占比约为80%；，黄变会导致材料机械性能的丧失。

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--电池组件

#### 电池组件衰减

--**形成原因**：组件功率衰减包括组件初始光致衰减、组件材料老化衰减及外界环境或破坏性因素导致的组件功率衰减。

**影响电池组件全生命周的电性能，电站收益无法保证。**

表1光伏组件室外暴晒功率变化情况

编号	暴晒前功率 /W	暴晒后功率 /W	衰减率 /%
I-1	250.30	250.05	0.10
I-2	250.12	249.89	0.09
I-3	249.80	249.53	0.11
II-1	250.30	247.46	1.13
II-2	250.12	246.12	1.60
II-3	249.80	245.49	1.73

注：STC 状态均为辐照度 1000 W/m<sup>2</sup>, AM 1.5。

图1正常组件I/V曲线图

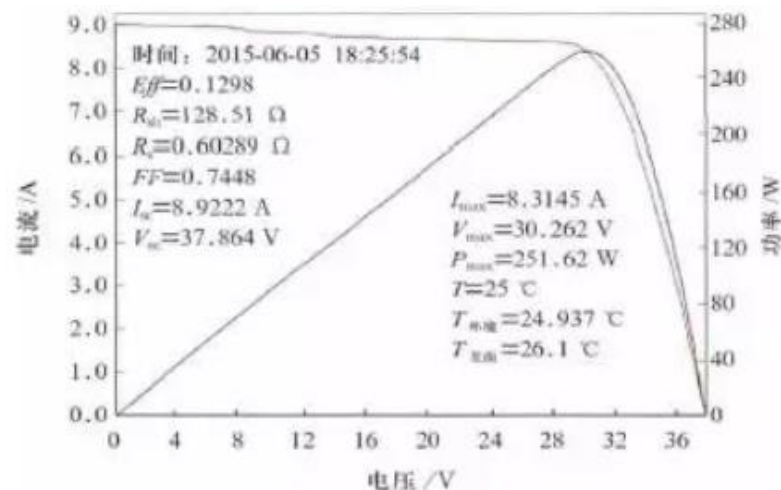
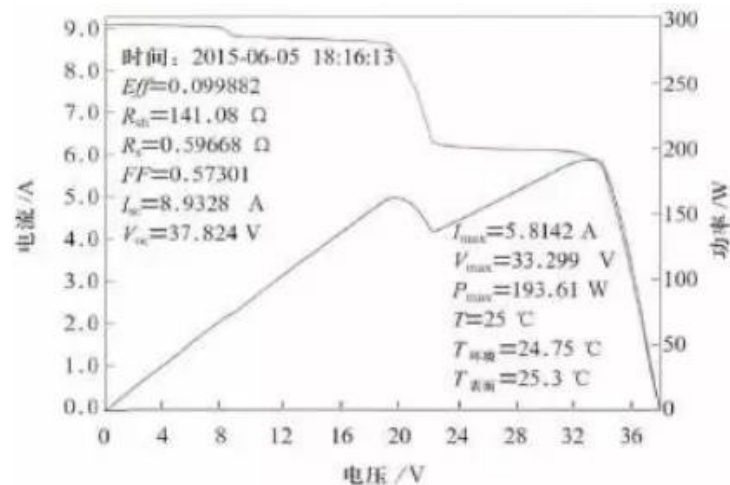


图2任一电池片未光致衰减的I/V曲线图



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--电池组件

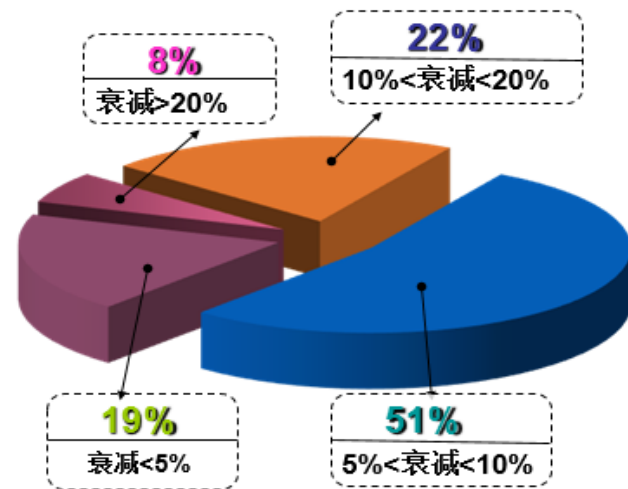
#### 材料老化引起的组件功率衰减

表1组件EVA黄变与未黄变衰减对比表

组件类型	FF	$I_L/A$	$V_o/V$	$I_{sc}/A$	$V_{oc}/V$	$P_{max}/W$	衰减率/%
初始功率	0.77	5.23	44.73	4.97	36.20	180.0	-
未黄变 EVA	0.76	5.17	44.53	4.88	36.02	175.8	2.23
黄变 EVA	0.75	5.03	44.51	4.71	36.03	169.7	5.70

表2不同背板紫外老化功率衰减对比表

组件类型	FF	$I_L/A$	$V_o/V$	$I_{sc}/A$	$V_{oc}/V$	$P_{max}/W$	衰减率/%	
A组	初始功率	0.76	5.49	45.63	5.23	36.30	190.0	-
	紫外老化后	0.75	5.37	44.58	5.15	36.27	186.8	1.68
B组	初始功率	0.76	5.49	45.63	5.23	36.30	190.0	-
	紫外老化后	0.75	5.28	44.57	5.02	36.23	181.9	4.26



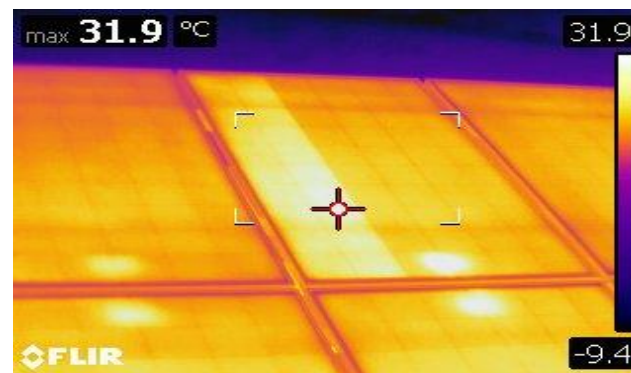
- 2015年，鉴衡认证统计了11个大型地面电站，容量共计255MW光伏组件运行1年后的检测数据。
- 其中约30%的组件功率衰减超过10%。



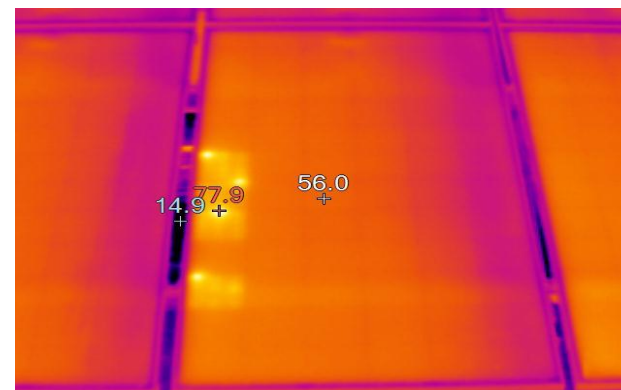
## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 针对电池组件存在的问题，采取的应对措施

- 将电池组件I/V检测工作纳入日常工作；
- 定期对电池组件进行红外测温，检查热斑情况；
- 持续开展电池组件性能检测工作，包括材料衰减、电气性能检测等工作，并建立台账。作为电站生命周期评估、发电量测算等依据
- 更换单个故障组件时，若无备品组件，选取同一整同型号、通电流档位串组件进行更换
- 对组件背板材料划伤等联系背板材料厂家出具修复方案进行处理
- 认真梳理电池组件背板材料与合同的约定；若不符合提出索赔或要求更换



由于旁路二极管失效起的局部发热



由于焊带虚焊引起的局部发热

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--电池组件

#### 常见故障

##### 电池接线盒

--**形成原因**: ①接线盒内部汇流带与接线柱焊接质量不合格, 热胀冷缩导致汇流带脱焊; ②接线盒密封不良, 导致水分进入接线盒内, 绝缘降低, 内部短路烧损; ③接线盒内部线卡压接不牢或虚接, 长期运行发热烧损。

--**接线盒故障的检测方法**: ①外观检查, 若接线盒外部及接线盒周围的电池组件背部有明显发黑现象;

②开路电压测量, 若电池组串开路电压较其他支路电池组串开路电压低10V以上, 则可初步判断接线盒内部有汇流带开焊、旁路二极管击穿或接线盒烧损。



--**处理建议**: ①若汇流带开焊, 用焊枪重新焊接, 投运前需测量电池组件开路电压满足参数要求; ②旁路二极管击穿, 可用相同规格参数的旁路二极管进行更换, 投运前需测量电池组件开路电压满足参数要求; ③接线盒烧损, 若电池组件未受影响, 用相同规格接线盒进行更换; 若因接线盒烧损导致电池组件背板烧损, 则需用相同规格参数的电池组件进行整块更换。

图左--电池组件接线盒汇流带脱焊、内部烧损

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--电池组件

#### 常见故障

#### MC4插头烧损

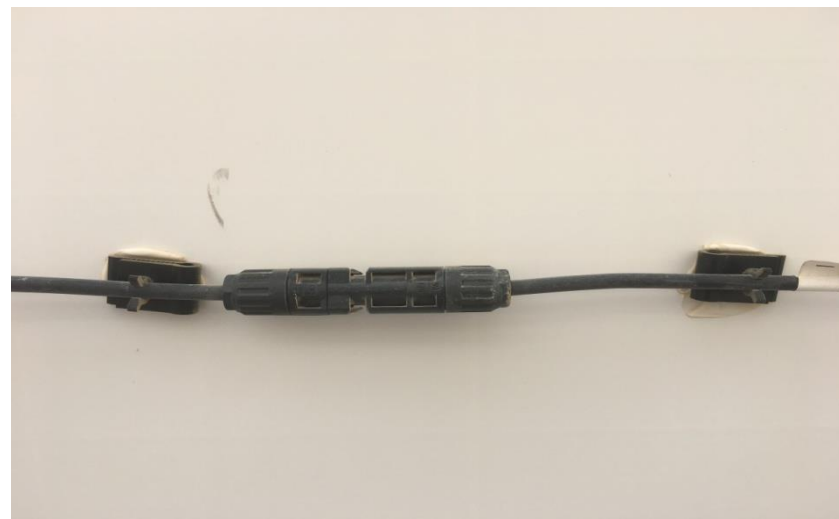
--**形成原因**: ① MC4制作插头时铁芯与电缆压接不牢固, 运行中发热烧损; ② MC4公母插头未拧紧, 内部铁芯长期虚接导致发热烧损; ③ 部分电池组件连接电缆由于施工工艺问题受应力较大, 导致MC4插头松动, 接触不良, 烧损或断开。

--**造成的影响**: 插头烧损后将导致整组电池组串退出运行, 组串的峰值功率约为5kW。

--**处理时的注意事项**: ① 制作插头时必须使用专业工具, 以免插头内芯与电缆压接不牢固; ② 若两极插头均烧损, 制作完毕连接前必须认真核对极性, 防止正、负极接反, 发生短路; ③ 根据直流电缆选型合适选择MC4插头的型式 (U型/O型); ④ 加装固定线卡, 防止风摆等外力因素。



电池组件MC4插头烧损



安装MC4固定卡

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--逆变器

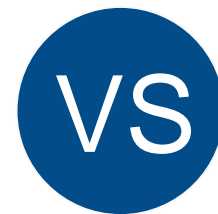
#### 运维过程中面临的问题

- 国外品牌售后服务无法保障
- 部分企业遭市场淘汰，备品备件采购困难，无售后服务
- 设备更新换代快，老产品备件、易损件采购成本高
- 部分产品退市，售后服务由第三方负责，售后服务不到位

#### 常见故障及隐患

据统计，某电站2017年全年逆变器累计发生故障1106起，其中集中式逆变器发生故障台次1090次，组串式逆变器发生故障台次98次。集中式逆变器投产时间为2011年及2012年，组串式逆变器投产时间为2014年及以后。

**集中式、组串式逆变器故障率对比：**黄河公司青海海南地区2016年度**集中式**逆变器故障率**24.61%**，**组串式**逆变器故障率**1.52%**，集中式逆变器故障率远高于组串式逆变器。



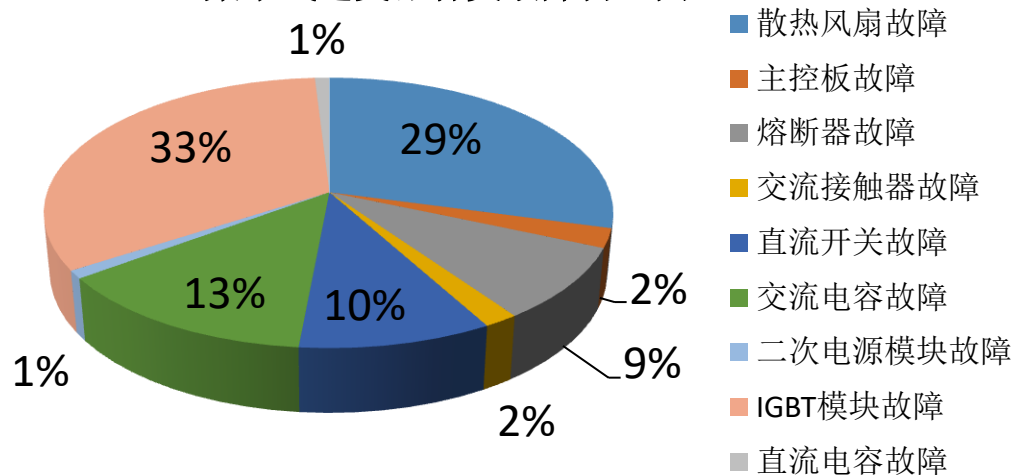
## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--逆变器

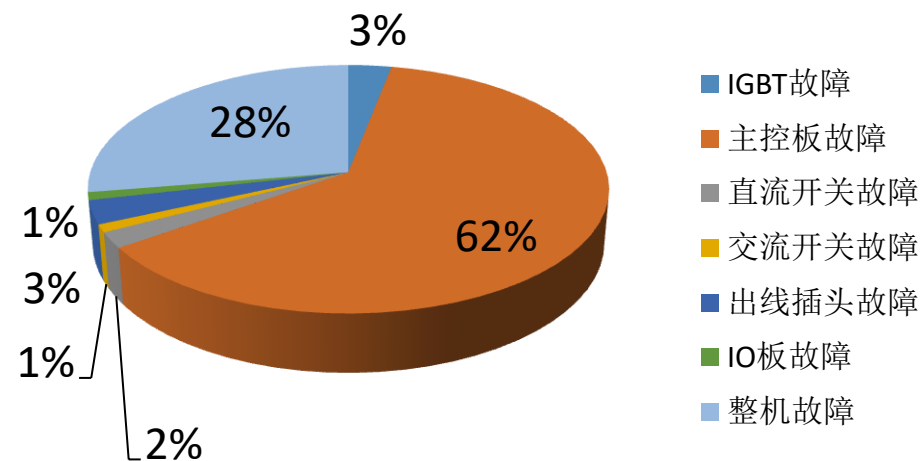
#### 常见故障及隐患

IGBT模块炸裂、直流电容故障、交流滤波电容故障、电源模块、散热风扇故障、电容故障、交流接触器故障等。

集中式逆变器各类故障占比图



组串式逆变器各类故障占比图



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--逆变器

#### 故障原因分析

序号	设备主要故障类型	故障原因
1	散热风扇	运行环境恶劣，细沙侵入风扇轴承；运行时间长
2	主控板	运行环境恶劣，运行时间长；质量问题；主控板与逆变器整体的匹配与协调
3	交流接触器	逆变器运行环境温度高、高海拔，导致降容；
4	直流开关	高海拔、温度降容；电流裕度小
5	交流电容	部分采用电解，高海拔降容，设计问题；运行环境温度高
6	IGBT模块	IGBT高海拔额定电流降容，IGBT额定电流裕度小；
7	直流电容	采用电解电容，高海拔电压电容耐压降低；运行环境温度高造成电容运行环境恶劣

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--逆变器

#### 故障处理时间

序号	设备主要故障类型	故障处理所需人数	修复所需时间 (h)	可能造成的最大电量损失 (kWh)
1	散热风扇	2	1	1000
2	主控板	2	0.5	250
3	交流接触器	2	4	2000
4	直流开关	2	4	2000
5	交流电容	2	1	500
6	IGBT模块	2	6	2500
7	直流电容	3	8	3000

备注：上表为现场备件储备完整情况下的故障消处理时间；若无相应备品备件，从提出物资需求计划到备品采购后供应到现场，共需30-45天，相应损失电量为12万kWh-18万kWh。

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--逆变器

#### 故障处理困境

- 老机型备品备件储量少，采购成本高，维护成本高；  
单相IGBT模块0.8万元，直流断路器1.2万元/台，风机0.08万元/台，售后服务 0.5万元/次。
- 采购的部分备件与原逆变器技术匹配性不好，更换后事故时有发生，故障无法彻底根治；
- 部分电站受限电影响，对故障逆变器的处理积极性不高，运维服务“惰性”意识增加，导致设备长期带病运行，隐患扩大为事故
- 逆变器故障后原因分析不明，“以换代修”模式

#### 故障处理策略

- 改善逆变器工作环境，降低逆变器运行环境温度；
- 按照对应故障情况，更换相应的部件；
- 对于已退市的逆变器、故障频发的逆变器进行整机更换；
- 制定合理的更换方案；
- 已退运的逆变器可作为正常设备的备件使用。



逆变器IGBT模块炸裂



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--汇流箱

#### 运维过程中面临的问题

- 生产企业准入门槛低，生产水平参差不齐，无标准规范；
- 单个汇流箱故障影响40-50kW组件容量接入；
- 设备选型优劣共存，制造工艺问题较多；

熔断器型式：插入式、插拔式；国产、国外品牌

采集模块：分压电阻采样、霍尔元件

直流开关：光伏专用直流、交流替代产品；国产、国外品牌

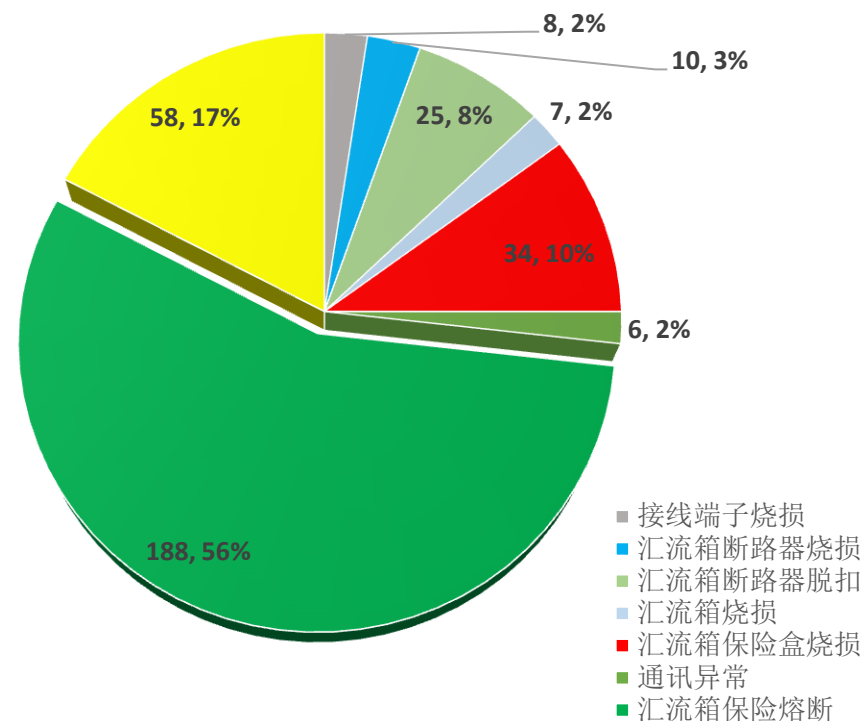
防雷器：国产（普天）、国外品牌（西黛尔、盾牌、菲尼克斯）

- 通讯干扰问题长时间无法有效解决

#### 常见故障及隐患

保险熔断、断路器频繁跳闸、通讯中断、电源模块烧损、汇流箱烧损。

2017年某电站汇流箱主要故障分布



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

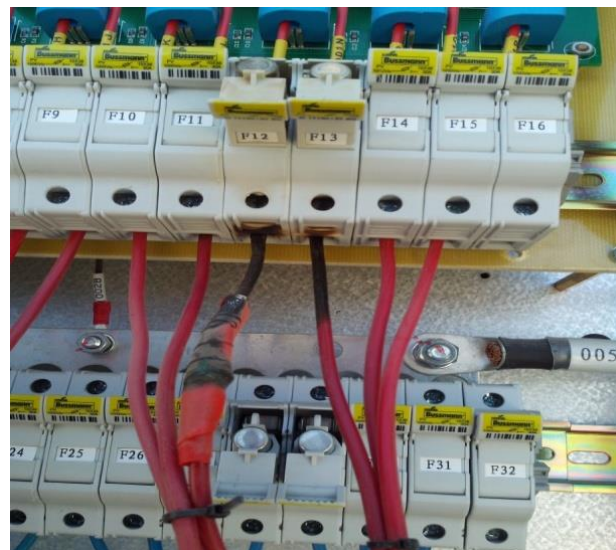
### 1. 光伏发电单元--汇流箱

#### 故障原因及处理措施

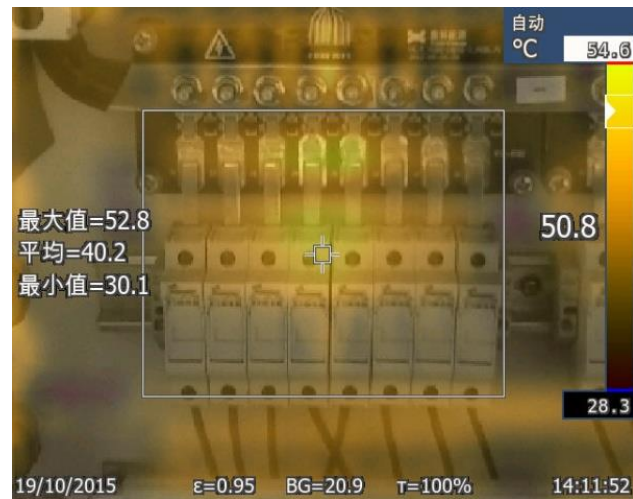
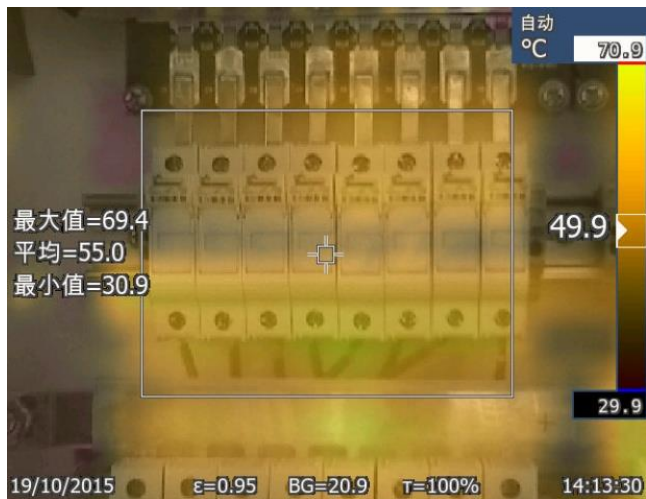
##### 汇流箱保险熔断或保险盒烧损

**故障原因:** ①安装工艺, 接线不牢固、进线电缆续接、电缆不压接; ②部分汇流箱设计存在缺陷, 汇流箱保险盒与母排采用直接连接方式, 因母排为硬铜排, 母排与保险盒接触不良, 运行中发热导致保险熔断、保险盒烧损; ③保险盒散热不均匀, 导致保险熔断、保险盒烧损。经测量, 存在以上隐患的汇流箱内部温度在下午14时左右的温度为70-80°C左右。④汇流箱内部温度高。

**处理建议:** ①加强施工过程质量控制; ②支路接入线加装一字头; ③采购汇流箱时选择散热良好、保险盒与母排采用电缆连接、保险盒之间留有散热间隙的汇流箱。



支路输入接线端子虚接及烧损



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--汇流箱

#### 故障原因及处理措施

##### 汇流箱开关脱扣、烧损或出线烧损

**故障原因：**① 汇流箱内部为封闭环境，设备运行过程中散发的热量无法及时散发出去，汇流箱内部温度升高，直流开关通流能力下降，开关脱扣；② 开关上下侧接线端子与电缆连接处螺栓未拧紧，长时间运行发热，导致开关或出线电缆烧损。

**处理方法：**① 做好汇流箱散热措施；② 合理选择直流断路器容量；③合理设计汇流箱内部设备布置。

##### 汇流箱通讯故障

**故障原因：**① 通讯电源保险熔断；② 通讯电源模块故障；③ 通讯模块故障；④ 通讯线故障；⑤通讯、直流电缆同沟敷设，通讯干扰大。

**处理方法：**① 测量电源模块输出电压，更换保险或更换电源模块；② 检查通讯模块运行灯指示及输出电压，若不正常，则可判断为通讯模块故障，需更换同型号通讯模块；③ 检查通讯模块输出电压，若正常，则可判断为通讯线故障，需查找并处理故障部位。

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--直流配电柜

#### 故障原因及处理措施

##### 直流柜开关脱扣、烧损或出线烧损

**故障原因：**① 直流柜布置在逆变器室，运行环境温度高，设备运行过程中散发的热量无法及时散发出去，直流开关通流能力下降，开关脱扣；

② 开关上下侧接线端子与电缆连接处螺栓未拧紧，长时间运行发热，导致开关或出线电缆烧损；③断路器选型、高海拔、温度电流降容。

**处理方法：**① 做好直流配电柜散热措施；② 合理选择直流断路器容量；③合理设计直流配电柜内部设备布置。



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单--支架

#### 日常维护及维护

支架防腐性能检查;

与支架基础、螺栓等连接部位的检查;

大风电气后对支架的检查

#### 跟踪系统支架:

可靠性  保证电量

- 支架抵御恶劣天气的性能 (大风、雪荷载) ;
- 电机、编码器 (内部蜗轮蜗杆)
- 控制系统 (精度、电源模块、控制程序)
- 风速传感器、抗风能力

跟踪系统支架发电量对比: 斜单轴比固定支架高**18.07%**, 平单轴较固定支架高**10.66%**。



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--系统故障

#### 直流支路绝缘降低

集中逆变器具备直流侧绝缘检测功能，但仅反映直流侧绝缘降低，无法判断是哪个支路，需人为检测。

组串逆变器能够检测绝缘支路，并能自动关机，绝缘恢复正常后自动开机。

故障原因多，故障短时间无法正确定位，需逐步进行排查。

#### 直流接地

直流接地易发点多、故障不易查找，对电量影响大，如果不及时处理，因“电流反灌”引发更大范围故障。

#### 直流侧短路

短路电流小、断路器无法脱口、故障电流持续时间长。

## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元--系统故障

#### 光伏电站防雷

- 防止直击雷、雷电感应和雷电波侵入，对直击雷的防护包括对太阳电池阵列和光伏电站厂区的防护，防雷设备主要采用避雷针和避雷带。雷电感应和雷电波侵入的主要途径是架空导线和光伏阵列到机房的引入线，可以采取多级防护措施对太阳能光伏发电系统进行保护。
- 在汇流箱，逆变器，交流配电柜都安装防雷器,光伏发电单元直流侧各级防雷配合、防雷器工作情况检查。
- 光伏系统接地也是非常关键，一方面是系统防雷需要，另一方面是消除设备静电，要严格按标准来施工，如果地线没有装好，再好的防雷器也没有用。



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 1. 光伏发电单元

#### 高海拔降容

#### ABB TS3光伏专用塑壳断路器

海拔高度	m	2000	3000	4000	5000
额定工作电压	Ue[V-]	1150	1000	833	666
额定持续电流	Iu (%Iu)	100	98	93	90

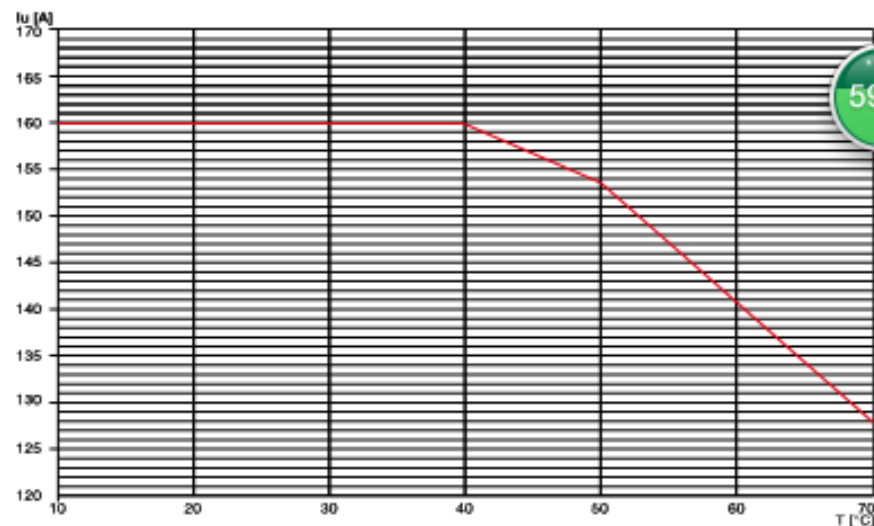


#### 温度降容

固定式

	至 40 °C		50 °C		60 °C		70 °C	
	I <sub>max</sub> [A]	I <sub>1</sub>	I <sub>max</sub> [A]	I <sub>1</sub>	I <sub>max</sub> [A]	I <sub>1</sub>	I <sub>max</sub> [A]	I <sub>1</sub>
F	160	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8
EF	160	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8
ES	160	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8
FC Cu	160	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8
FC CuAl	160	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8
R	160	1	153.6	0.96	140.8	0.88	128	0.8

F = 前接线端子    ES = 加长扩展型前接线端子    FC CuAl = 铜/铝前电缆接线端子  
 EF = 加长前接线端子    FC Cu = 铜电缆前接线端子    R = 后接线端子





## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 2. 升压配电单元

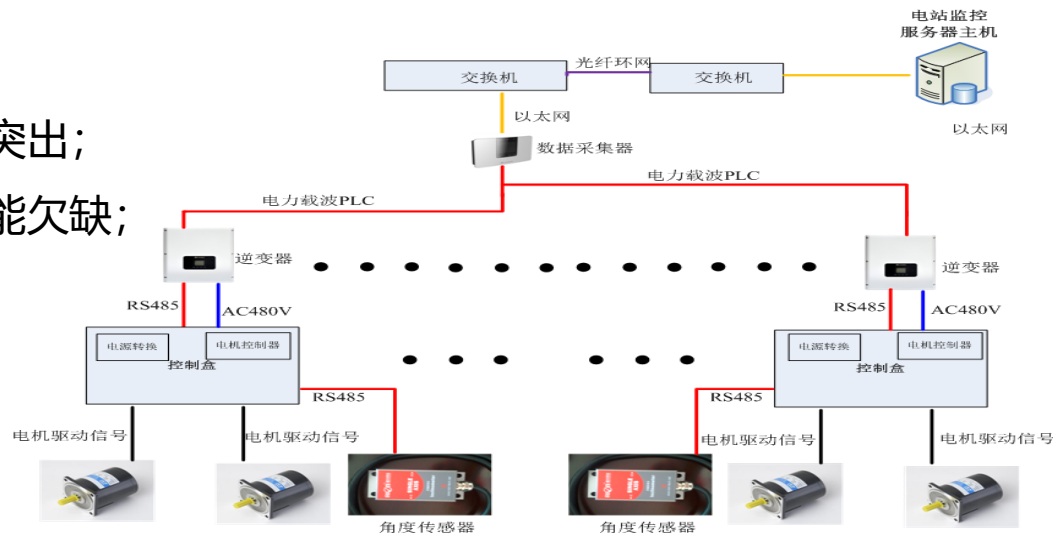
#### 计算机监控系统

##### 面临的困难

- 技术水平参差不齐，电网、大型电站监控系统厂家技术优势突出；
- 大部分监控系统仅仅满足于监视控制功能，数据对比分析功能欠缺；
- 前期投运的计算机监控系统功能升级迫在眉睫；
- 电网对二次接入、安全防护要求越来越高；
- 硬件设备更新换代。

##### 存在的问题

- 监控数据不可采、不可信。没有组串监控或只有简单的组串数据采集，监控测量精度不高、测量数据不准确；
- 通信数据上传困难。监控数据通过RS-485总线上传，传输速率低、通信故障多、误告警和漏报情况严重；
- 故障定位困难。光伏电站组件及节点数量巨大，缺乏有效的故障定位手段，故障检测主要靠人工上站、通过万用表手工测量比对，故障处理周期长、影响发电产出，维护效率低、投入人力大；
- 电站管理缺乏数字化手段。监控信息简单采集与呈现，大量数据报表通过Excel手工处理，数据综合分析能力差，电站经营分析及改进缺乏量化手段，无法实现多电站管理。



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 2. 升压配电单元

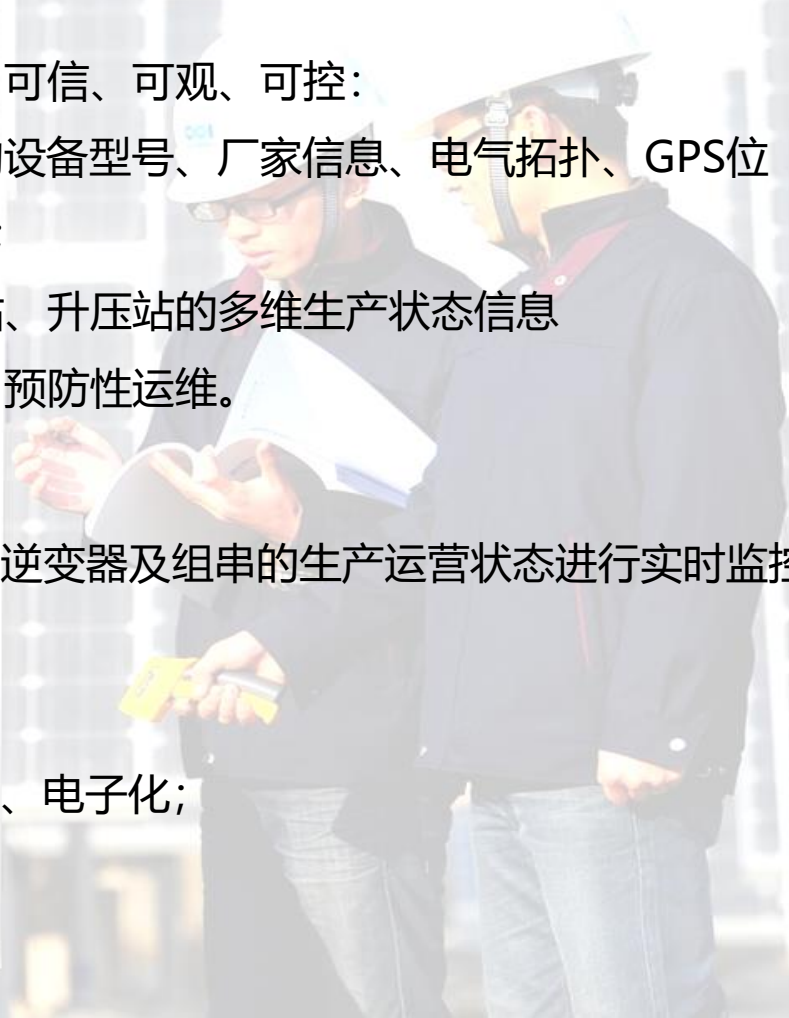
#### 采取的措施

##### ● 智能运维

- 贯穿电站全生命周期、生产全环节的监控和管理，真正实现可视、可信、可观、可控；
- 采用光伏终端及专用App辅助资产快速准确录入，记录全部资产的设备型号、厂家信息、电气拓扑、GPS位置信息，对每一块组件、每一个节点都做到可管理、可跟踪、可回溯；
- 生产全环节的监控，掌握从组串、逆变器、汇流箱、箱变、汇集站、升压站的多维生产状态信息
- 采用大数据分析技术，提出针对性的优化建议，实现精细化运维、预防性运维。

##### ● 高效运维

- 从全局到细节逐层深入的可视化监控，可以对电站、区域、子阵、逆变器及组串的生产运营状态进行实时监控和显示，落后部件自动识别；
- 故障精确定位和电站设备健康检查，提升故障闭环效率；
- 以光伏终端和App为核心的新型移动运维，工作票及操作票移动化、电子化；
- 引入无人机技术，实现大范围快速巡检，提升运维效率。



## 二、光伏电站缺陷处理及设备维护

### 2. 升压配电单元

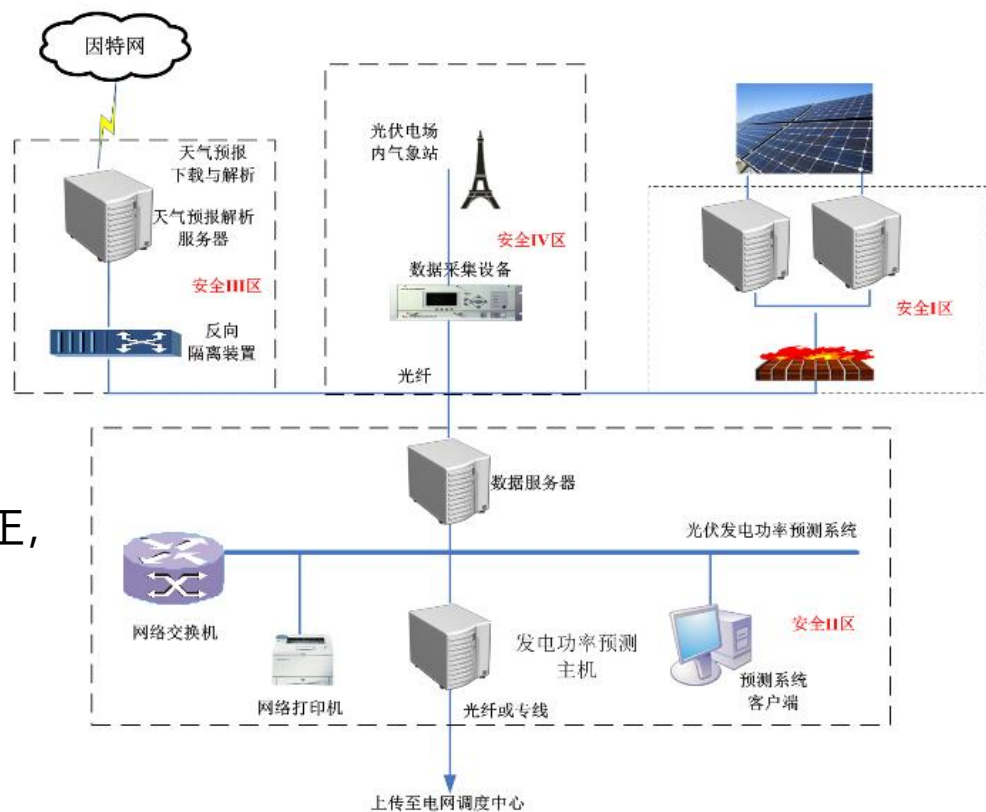
#### 光功率预测系统

##### 存在的问题

- 预测准确性低、精度低，受电力调度部门实施细则考核严重；
- 影响电站产能释放；
- 气象设备长期不率定，影响超短期预测及功率预测修正；
- 第三方气象数据准确性欠佳；
- 光功率预测系统模型建立不结合电站实际情况、设计方案进行修正，功率预测算法存在漏洞。

##### 采取的措施

- 每年委托第三方率定电站气象设备；
- 进行第三方气象数据准确性评估，选择后台分析能力强的气象服务单位；
- 采用全天空成像仪、全功能天气气象传感器、自动太阳跟踪仪等先进设备，建立精细化功率模型，提高预测准确度及精度；
- 积极开发区域功率预测模型，降低投资。



### 三、光伏电站运维建议

- 认真开展数据分析，为电站安全稳定运行保驾护航；
- 通过监控系统认真排查“零电流”、“低电流”支路，查找故障支路、组串及组件；
- 做好光伏电站对标管理；
- 认真分析故障频发原因，避免有问题就换设备、部件的情况，彻底解决问题；
- 提前做好事故预防；
- 针对故障频发、退市逆变器直接更换；
- 合理确定组件清洗方案；
- 对存在严重问题的组件进行更换，更换过程中考虑策略；
- 建立光伏电站全生命周期的评价机制；
- 加大对运维人员的培训力度，制定培训计划，创新培训方式，上岗考核制度。

# 四、光伏电站设备及检修管理

## 1.设备管理

主要包括：台账管理、运行管理、检修管理及报废管理等四方面。

### 台账管理

主要建立设备技术台账和维护台账；及时进行信息更新，确保设备状态可控、在控。

技术台账主要记录设备履历和设备消缺信息；维护台账主要记录设备维护保养信息和技术监督内容。

### 运行管理

主要通过运行分析、状态评估、倒闸操作、设备监视等手段，掌握设备运行状态，查找设备隐患及缺陷，并及时处理设备异常状态，确保人身及设备安全。



设备明细表			
设备名称	330kV 1号主变	型号	SFPZ10-150000/330G
设备编号	11B.710.8305.01	生产厂家	江苏华鹏变压器有限公司
出厂日期	2011年3月	投运日期	2011年10月29日
安装地点	升压站	设备专责	张浩龙
系统设备构成及功能简要： 主变主要由铁芯、高压侧绕组、低压侧绕组、高压侧套管、低压侧套管、油箱、油枕、分接开关等组成。主变的功能主要有：电压变换，电流变换，阻抗变换。一期II、III区母线通过3503、3504、3505、3506、开关送至35kV母线，二期VII区母线通过汇集站送至3571、3572开关送至35kV母线，再通过3501开关送至1#主变，经过主变将35kV电压升至330kV，再经3301开关送至330kV母线，经3351开关送出。			
1、主变辅助设备厂用电源 厂用交流电源电压：380V / 220V ± 15% 厂用交流电源频率：三相 / 单相 50Hz ± 3% 厂用直流电源电压：220V ± 15% ~ 220V - 20%			
2、主变基本技术参数 2.1 型式：三相双线圈强迫油循环风冷升压变压器 2.2 型号：SFPZ10-150000/330G 2.3 额定容量 (MVA) (绕组温升 65K)：150 2.4 最高工作电压 (kV) 高压/低压：363/40.5 2.5 额定电压 (kV) 高压/低压：345 ± 8 × 1.25% / 36.75 2.6 额定电流 (A) 高压/低压：251.0 / 2356.5 2.7 短路阻抗 (%) U 高-低：14 2.8 联结组标号：YN d11 2.9 额定频率 (Hz)：50			
记录人	张浩龙	时间：2017年08月27日	确认人
			张浩龙
			时间：2017年08月27日

## 四、光伏电站设备及检修管理

### 检修管理

主要包括效果评估、检修计划、技术监督及质量管理等内容。

通过设备运行分析和状态评估，建立检修计划，实施设备技术监督，消除设备存在的隐患与缺陷，并利用评估结果指导后期检修工作，确保设备稳定运行。

### 报废管理

主要包括报废鉴定、设备替换、存储管理及处置管理等内容。

通过设备状态，及时对效率低下、维护成本高、无法修复的设备提出报废申请和替换，并按规定做好报废设备处置前的存储和处置工作，形成闭环管理。

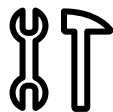


# 四、光伏电站设备及检修管理

## 2. 检修管理

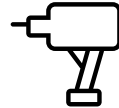
### 检修工作内容

- 制定设备检修计划;
- 检修准备及进度跟踪;
- 安全和质量控制措施;
- 开展检修总结和评价;
- 检修外包项目管理;
- 检修费用核定管理与考核。



### 检修管理要求

- 实行“预防为主、状态维护、定期检修”的方针，贯彻执行“应修必修、修必修好”的原则;
- 以消除重大隐患和缺陷为重点，恢复设备性能和延长使用寿命为目标。



### 检修工作要点

- 重视设备状态监测，使用先进测试设备收集分析监测信息，给检修策划提供信息依据;
- 加强设备状态分析，根据不同设备的重要性、可控性和可维修性和日常缺陷信息，开展状态检修工作。



## 四、光伏电站设备及检修管理

### 设备维护检修管理的手段

#### 完善设备台帐管理

- 明确技术台账建立、修订、更新及检查等内容，要求台账记录详实、定期检查记录完整；
- 所有设备应按机组、系统等分类建立技术台账，并及时补充更新
- 新投入或更新改造的设备运行后1个月内建立或更新设备技术台账
- 明确设备技术台账管理职责，在岗期间全程维护、完善、保存相关记录。

#### 加强人员培训

- 制订技术培训制度，明确培训内容和要求，建立培训台账及相关活动记录；
- 采取多层次、多渠道和多方法的形式开展培训；
- 定期对培训内容和效果进行全面检查、效果评估，提出改进意见
- 总结年度教育培训，分项本年度培训不足，制订下年度培训教育计划及培训方案。

#### 加强建设期质量监督

- 结合电站运行情况，提出更加科学、合理的电站设计、设备选型建议；
- 全程参与施工安装，重点监督已运行电站频发的设备故障点，避免同类缺陷的重复发生；
- 加强施工质量管理，加大因施工质量不满足要求导致缺陷发生的考核力度。



# 四、光伏电站设备及检修管理

## 设备维护检修管理的手段

### 开展设备缺陷、隐患排查

- 根据季节变化特性，在春秋两季安排人员对全厂设备进行一次全面排查；
- 利用技术监督或全厂停电，对设备连接部位进行全面检查；
- 开展高负荷期间设备连接部位测温工作，及时处理设备异常发热
- 加强设备巡盘和信息监视，收集设备运行异常信息，及时进行消缺处理。

### 加强技术监督工作

- 加强设备运行、检修、维护、试验、技术改造等全过程技术监督
  - 规范设备定置管理，加强各电站、设备定值的核对和校验工作；
  - 规范技术监督项目管理，无特殊原因不得擅自变更技术监督项目，降低试验标准；
  - 加强技术监督作业管理，特殊或重大试验须提交试验方案，分级审查、审核、审批后方可进行。
- 对技术监督工作中发现缺陷及隐患，及时组织分析讨论，制定并落实整改措施；
  - 利用生产工程项目技术监督手段，参与设备设计审查、选型和重要设备出厂试验和验收及安装、调试、验收等工作；
  - 依据设备停电影响面的大小，依次开展设备技术监督工作，确保技术监督全覆盖。。

谢谢！