



Fluke™ Solar Tools

FLUKE®

光伏电站设施运行维护方案

光伏电站主要设备及组成

光伏发电系统是将太阳能转换成电能的发电系统，利用的是光生伏特效应。它的主要部件是太阳能电池、蓄电池、控制器和逆变器。其特点是可靠性高、使用寿命长、不污染环境、能独立发电又能并网运行，受到各国企业组织的青睐，具有广阔的发展前景。光伏发电系统分为独立太阳能光伏发电系统（离网系统）、并网太阳能光伏发电系统和分布式太阳能光伏发电系统。

独立光伏发电系统主要组成部分

	独立太阳能光伏发电系统	并网太阳能光伏发电系统	分布式太阳能光伏发电系统
光伏阵列	•	•	•
光伏	•		
蓄电池组	•		
逆变器	•		
监控系统	•	•	•
负载	•		•
并网逆变器		•	•
公共电网		•	•
直流汇流箱			•
直流配电柜			•
交流配电柜			•

光伏电站运行维护要求

光伏电站利用一切光资源发电是电厂效益最大体现，这就要求设备可靠运行，故障率降低。好的光伏电站均采取下列维护要求：

1. 实时数据的稳定即时采集，让业主和投资人随时随地对电站发电情况了如指掌；
2. 用预防性维护理念对电站的潜在故障进行实时分析和警报，防范潜在风险，资产保值增值；
3. 对电站数据分析能够持续优化电站的运营管理，维护和提高电站全生命周期的发电效率和电量产出，进行资产评估；
4. 精准的发电量预测让国网电力调度系统灵活处理电力高低峰期的电力调配；
5. 光伏电站火灾远动预警系统将极大程度降低火灾隐患，全面保护电站安全。

目录 contents

光伏电站主要设备及组成	03
光伏电站运行维护要求	03
光伏发电量影响因素	04
光伏电站认证现场测试主要内容及测试手段	06
光伏电站认证现场测试要求	07
光伏组件实验室认证测试项目	08
光伏发电系统接入配电网检测要求	09
各设备或测试点需要检测的参数与要求	10
测试难点及解决办法	12
▪ 太阳能辐照度测试	12
▪ 电流电压测试	13
▪ 温度测量	14
▪ 电能质量分析	16
▪ 绝缘性能检测	18
▪ 电池内阻测试	19
▪ 接地电阻测试	20
▪ 局部放电检测	21
光伏电站设施运行维护整体解决方案	22





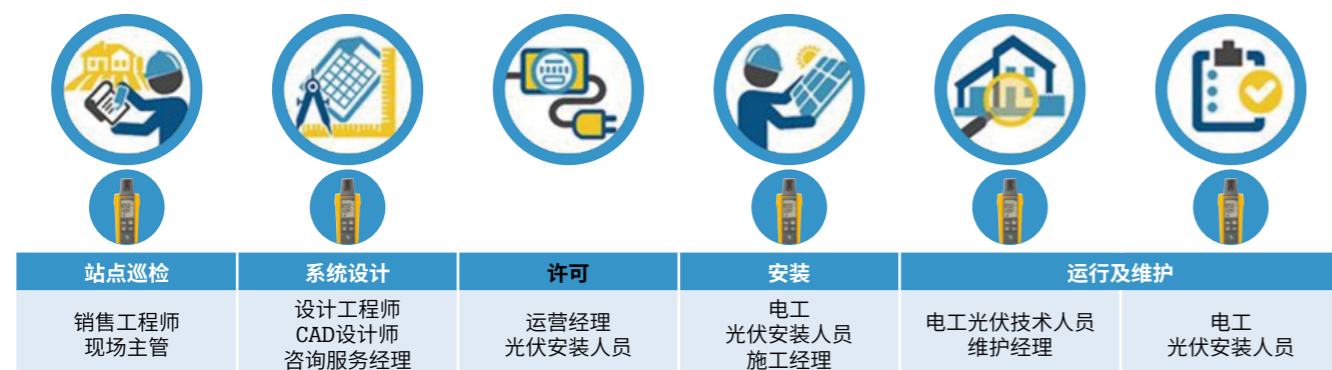
光伏发电量影响因素

单块太阳能电池片开路电压随温度的升高而降低,电压温度系数为 $-(210\sim 212)\text{mv}/^\circ\text{C}$,即温度每升高 1°C ,单体太阳能电池开路电压降低 $210\sim 212\text{mv}$;太阳能电池短路电流随温度的升高而升高;太阳能电池的峰值功率随温度的升高而降低(直接影响到效率),即温度每升高 1°C ,太阳能电池的峰值功率损失率约为 $0.35\%\sim 0.45\%$ 。

光伏组件朝向	太阳能电池组件与地面的倾斜角				光伏发电量影响因素				
	0°	30°	60°	90°	功率 P			日照小时数 hr	
东	93%	90%	78%	55%	辐照度 G	组件温度 T_m			当地经纬度
东南	93%	96%	88%	66%		光谱匹配 SR	入射角 $\tau(\theta)$	风速影响因子 μ_0, μ_1	
南	93%	100%	91%	68%					
西南	93%	96%	88%	66%					
西	93%	90%	78%	55%					

为什么需要测试辐照度?

不同光伏发电技术间的效率差别是比较小的,所以对于有意义的太阳辐射性价比来说,精确测量显得非常有必要。太阳辐射测量的误差会对投资造成巨大的影响。高质量的太阳辐射测量数据可以更优化系统安装的位置和选择的太阳能系统类型。



辐照度检测方法

不同光伏发电技术间的效率差别是比较小的,所以对于有意义的太阳辐射性价比来说,精确测量显得非常有必要。太阳辐射测量的误差会对投资造成巨大的影响。高质量的太阳辐射测量数据可以更优化系统安装的位置和选择的太阳能系统类型。





光伏电站认证现场测试主要内容及测试手段

测试内容：

- 关键部件在实际运行条件下的性能
- 绝缘电阻
- 接地连接电阻
- 电气安装一致性
- 系统电气效率
- 电能质量
- 聚光光伏组件和自动跟踪系统功能

仪器设备名称	规格型号	仪器设备名称	规格型号
光伏阵列便携式测试仪	其他品牌	绝缘耐压检测仪	 Fluke 1550C 绝缘电阻测试仪
太阳光日射强度计	 Fluke IRR1 SOL 太阳光辐照度计	高精度数字万用表	 Fluke 287C 真有效值电子记录万用表
温湿度计	 Fluke 971 温度湿度测量仪	交直流钳形表	 Fluke 393 FC CAT III 1500V 钳形表
温度传感器	其他品牌	红外热像仪	 Fluke Ti400+ 红外热像仪
高精度功率分析仪	 Fluke Norma 6000系列 功率分析仪	电子角度计	其他品牌
三相电能质量测试仪	 Fluke 1777 电能质量分析仪	对讲机	其他品牌
接地电阻测试仪	 Fluke 1625-2 接地电阻测试仪		

光伏电站认证现场测试要求

关键部件在实际运行条件下的性能测试

方阵测试数据：标称功率、辐照、环境温度、背板温度、测试功率、修正功率。

组件测试数据：选两块板子测试得出 VOC、ISC、PM、PIV、PMI、FF。

绝缘电阻测试

测试项目：组串正极对地绝缘(MΩ)，组串负极对地绝缘(MΩ)。

接地连接电阻测试

经过现场检查和验证，该光伏发电系统的接地连接符合要求，接地连续性测试通过。

现场共测试_____个点的接地连接电阻值，最大值为：_____Ω。

电气安装一致性测试

包括开路电压测试、短路电流测试、极性测试、也可以同I-V方阵测试结合。

极性测试

测试点、开路电压、短路电流、辐照度。

系统电气效率

根据各个方阵的功率测试值和逆变器输出功率值，利用参数修正到同一条件下，根据公式计算系统电效率。

系统电气效率计算公式：

$$\eta P = POP / PSP$$

式中：

ηP --系统电气效率

POP--系统输出功率(kW)，逆变器并网点侧的交流功率
PSP--光伏组件产生的总功率(kW)，根据方阵测量值、辐照、温度可以计算得出。

系统电气效率是可以在短时间内检查光伏系统设计合理性的一种简单检测方式。

系统电气效率环境参数：辐照度_____W/m²；环境温度_____°C；

经过计算，在上述条件下该光伏发电系统的电气效率为_____。

电能质量测试

依据规范进行。并网前的电能质量测试10min，如果不符合标准要求，则延长测；并网后的电能质量测试10min。

光伏组件实验室认证测试项目

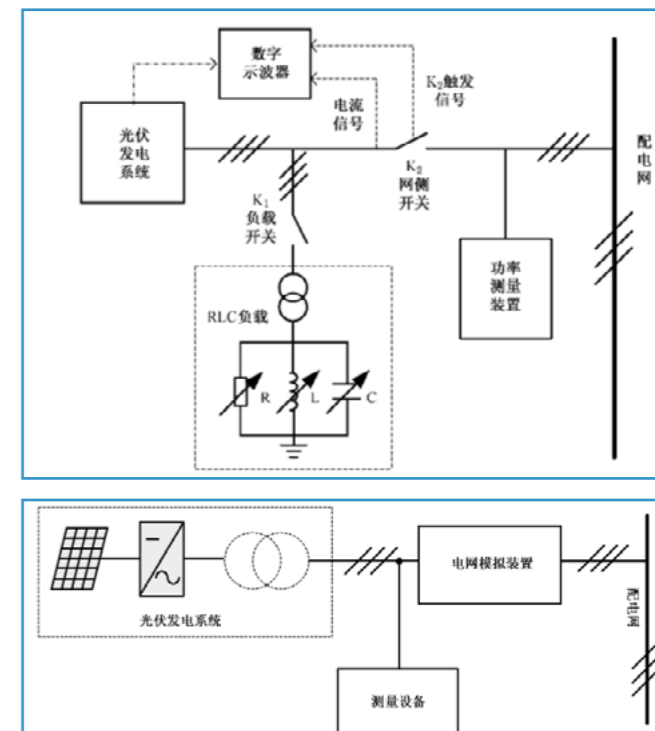
IEC61215, IEC61730-2			
电性能试验	环境试验	电击危害试验	机械应力试验
<ul style="list-style-type: none"> 最大功率测量 温度系数测量 NOCT测量 STC和NOCT下的性能 低辐照下的性能 户外曝晒试验 热斑耐久试验 温度试验 	<ul style="list-style-type: none"> 热循环试验 湿冷试验 UV试验 	<ul style="list-style-type: none"> 绝缘试验 湿漏电试验 旁路二极管试验 反向过电流试验 接地连续性试验 脉冲电压试验 局部放电试验 可接触试验 	<ul style="list-style-type: none"> 目视检查 引线端强度试验 冰雹试验 机械负载试验 组件破损量试验 剪切试验 防火试验
测试目的	确定组件承受热斑加热效应的能力 (这种效应导致焊接熔化或封装退化)	评价组件在潮湿工作条件下的绝缘性能 (若雨、雾、露水或融雪等进入可能引起腐蚀、漏电或安全事故)	
测试条件	<ul style="list-style-type: none"> 自然光或Class B级或更好的模拟器 符合IEC 60904-2或IEC 60904-6的光伏标准器件 温度测量仪 	<ul style="list-style-type: none"> 湿漏电流测试水槽、绝缘电阻测试仪、直流源 温度$22^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$、表面张力$\leq 3\text{N/m}^2$、电阻率$\leq 3500\Omega\cdot\text{cm}$ 	
合格要求	<ul style="list-style-type: none"> 1000W/m照射1小时 最大输出功率衰减不超过实验前5% 绝缘电阻应满足初始试验同样的要求($>40\text{M}\Omega/\text{m}^2$) 须通过外观检查 	<ul style="list-style-type: none"> 绝缘电阻不小于$400\text{M}\Omega$ (组件面积$<0.1\text{m}^2$) 绝缘电阻与组件面积之积不小于$40\text{M}\Omega\cdot\text{m}^2$ (组件面积$>0.1\text{m}^2$) 	

光伏发电系统接入配电网检测要求

依据“中华人民共和国国家标准GB/T 30152-2013”
《光伏发电系统接入配电网检测规程》

检测应按照如下步骤进行：

- 防孤岛能力检测点应选择在光伏发电系统并网点处。
- 通过功率检测装置测量被测光伏发电系统的有功功率和无功功率输出。
 - 依次投入电感 L、电容 C、电阻 R，使得
 - LC 消耗的无功功率等于被测光伏发电系统发出的无功功率；
 - RLC 消耗的有功功率等于被测光伏发电系统发出的有功功率；
 - RLC 谐振电路的品质因数为 1 ± 0.2 ；
 - 流过 K2 的基波电流小于被测光伏发电系统输出电流的5%。
- 断开 K2，通过数字示波器记录被测光伏发电系统运行情况。
- 读取数字示波器和功率检测装置数据进行分析，若被测光伏发电系统在2s内停止向交流负载供电，则不再继续检测。否则应进行下步检测。
- 调节电感 L、电容 C，使 L、C 的无功功率按表2的规定每次变化 $\pm 2\%$ ；表2中的参数表示的是图2中流经开关 K2 的无功功率流的方向，正号表示功率流从被测光伏发电系统到电网。
- 每次调节后，断开 K2，通过数字示波器记录被测光伏发电系统运行情况；若记录的时间呈持续上升趋势，则应继续以2%的增量扩大调节范围，直至记录的时间呈下降趋势。
- 读取数字示波器数据进行分析，输出报表和测量曲线，并判别是否满足 GB/T 29319 的要求。



各设备或测试点需要检测的参数与要求

主要设备或测试点	测试要求或检测参数
组件维护	绝缘电阻、绝缘强度、组件IV特性、组件热特性
汇流箱	机械强度、绝缘电阻、绝缘强度测量、电能质量，显示功能、通信功能、汇流箱热特性
直流配电柜	绝缘电阻与直流纹波
交流配电柜	绝缘电阻、绝缘强度测量、电能质量，显示功能、通信功能、配电柜热
逆变器	性能指标（效率和电能质量）、保护功能、其它要求。
变压器	转换效率测试、其他实验（绝缘电阻，温升，耐压，直阻等）
蓄电池	电池内阻，温度，纹波，电流和电压
控制器	直流输出母线的正极对地、负极对地、正负极之间的绝缘电阻应大于2兆欧
接地与防雷系统	在雷雨季节后，检查电站各关键设备的防雷装置，对接地电阻测试，防雷装置腐蚀状况
电缆	电缆压降，绝缘电阻，绝缘强度，走向和故障
环境监控系统	机房温度湿度监控，UPS运行状态监控



测试难点及解决办法

太阳能辐照度测试

Fluke IRR1-SOL 太阳能辐照度计

New



- 一体式、简单易用的工具，满足太阳能面板或光伏系统安装、测试、维护和报告的关键测量要求。
- Fluke IRR1-SOL 太阳能辐照度计从设计之初就是为了简化光伏阵列的安装、调试和故障诊断，利用单个手持式工具实现照度、温度和太阳能阵列倾斜角的测量。
- IRR1-SOL 太阳能辐照度计拥有坚固、紧凑的设计，以及保护性便携包和易于读取、高对比度 LCD 屏幕，能够在直射阳光下清晰观察测量值。高精度，四项合一！

如果您正在安装或维护太阳能电池板或光伏系统，或者正在测量和检查电池板和光伏系统的性能，Fluke IRR1-SOL 太阳光辐照度计为您提供了4个所需的关键的测量指标。1. 根据 IEC 62446-1 标准进行瞬时测量，以确定每平方米太阳辐照的瓦特数。2. 测量温度可以将仪表直接放在面板上，也可以连接外部探头。3. 用罗盘找到基本方向。4. 并通过倾斜功能验证屋顶或面板的倾斜度。在一个仪器上获得安装、验证和报告光伏系统性能所需的所有关键光伏测量。

电流和电压测试

Fluke 393 FC CAT III 1500 V 真有效值钳表

New



福禄克首款额定安全等级为 CAT III 1500 V 的真有效值钳表，适用于太阳能技术人员/电气师、运维经理、第三方太阳能行业公司、维护技术人员、电气师，CAT III 1500 V / CAT IV 600 V 额定安全等级可提供出色的安全性，并具有在多尘的室外环境中使用时所需的可靠性。

- 在太阳能、风能和电池应用中，能够安全、准确地测量高达 1500 V 的直流电压
- 福禄克首款 CAT III 1500 V / CAT IV 600 V 钳表，为您提供出色的安全性。随附 1500 V CAT III 绝缘测试导线
- IP 54：坚固的钳表，防水防尘，可在室外环境条件下使用
- 更薄的钳口：钳口比 Fluke 37X 钳表薄 25%。可在狭小和拥挤的空间中更轻松、更快速地进行测量。这种经过改进的新设计经久耐用，坚固可靠，符合严格的 CAT III 爬电和间隙要求
- 直流功率：直流功率测量功能使技术人员拥有一款能完成以下所有测量工作的工具：电压、电流和功率 (kVA)
- 音频指示极性：借助蜂鸣音来指示极性，确保太阳能光伏板的安装正确无误
- 双行显示，用于同时显示测量结果
- Fluke Connect：通过更高效地无缝测量、记录和传输测量结果，节省数据存档时间

温度测量

Fluke Ti400+红外热像仪



通过温度变化可以提前发现设备运行隐患，因此温度测量也是日常巡检的主要工作：

温度测量方法

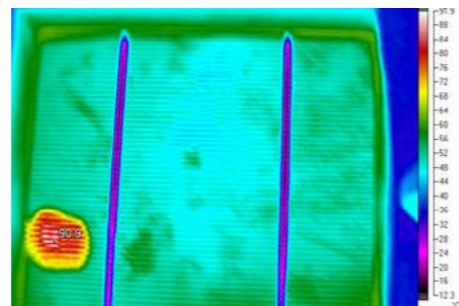
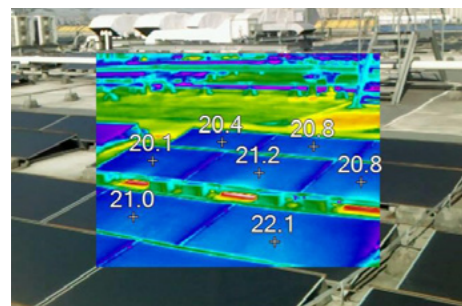


快速查看温度最高点或温差最大点
热像仪



准确测量某个接头或部件温度
红外测温仪

红外热像检测光伏组件的热斑

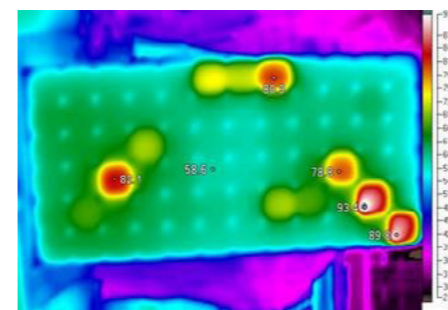


- 热斑会严重的破坏光伏组件或系统，严重时会引起火灾事故，所以需要使用红外热像仪对组件进行热斑检测。
- 造成热斑的主要原因有：组件质量问题（内阻过大）、裂纹和表面部分阴影。



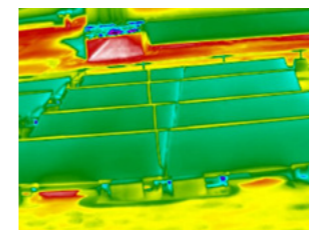
IEC61215标准

IEC61215 《国际标准地面用晶体硅光伏组件设计鉴定和定型标准》中第10.9章“热斑耐久试验”

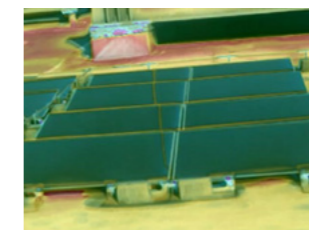


Fluke IR-Fusion® (红外可见光融合) 技术

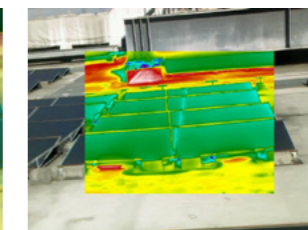
- 在热像仪屏幕上将部分透明热像图与可见光数码照片重叠在一起，并进行调整
- 观察完整背景、目标信息、设备标识，如线路、设备标签、电池板的热斑位置等



全红外



50% 融合



画中画全红外



全可见光

Fluke Ti400+红外热像仪

- 320 x 240 分辨率，图像清晰
- LaserSharp™激光自动对焦，一按即可获得对焦准确的热像图
- 可加装长焦，广角和微距镜头，满足更多测试需求
- 经过工程化和测试，可承受2米跌落

电能质量分析

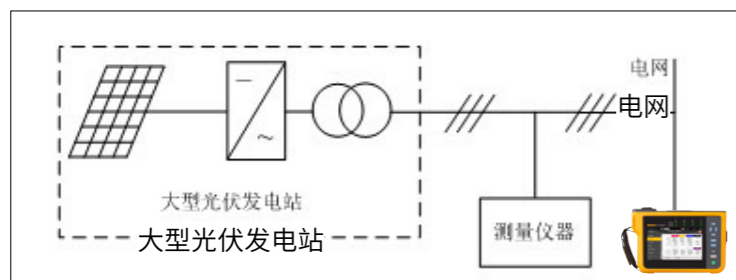
Fluke 1777 电能质量分析仪 (2021年10月上市)



光伏电站电能质量要求

电能质量是指光伏电站向电网供的交流电能质量。其质量指标为：供电频率允许偏差，供电电压允许偏差，供电电压允许波动和闪变，供电三相电压允许不平衡度，供电电流直流分量，电网谐波允许指标。国家电网公司均制定光伏电站电能质量相关标准，NB/T32006-2013《光伏发电站电能质量检测技术规程》、GB/T31365-2015《光伏发电站接入电网检测规程》、GB/T19964-2012《光伏发电站接入电力系统技术规定》、Q/GDW617-2011《光伏电站接入电网技术规定》、Q/GDW618-2011《光伏电站接入电网测试规程》中针对光伏电站电能质量标准进行了详细的规定。

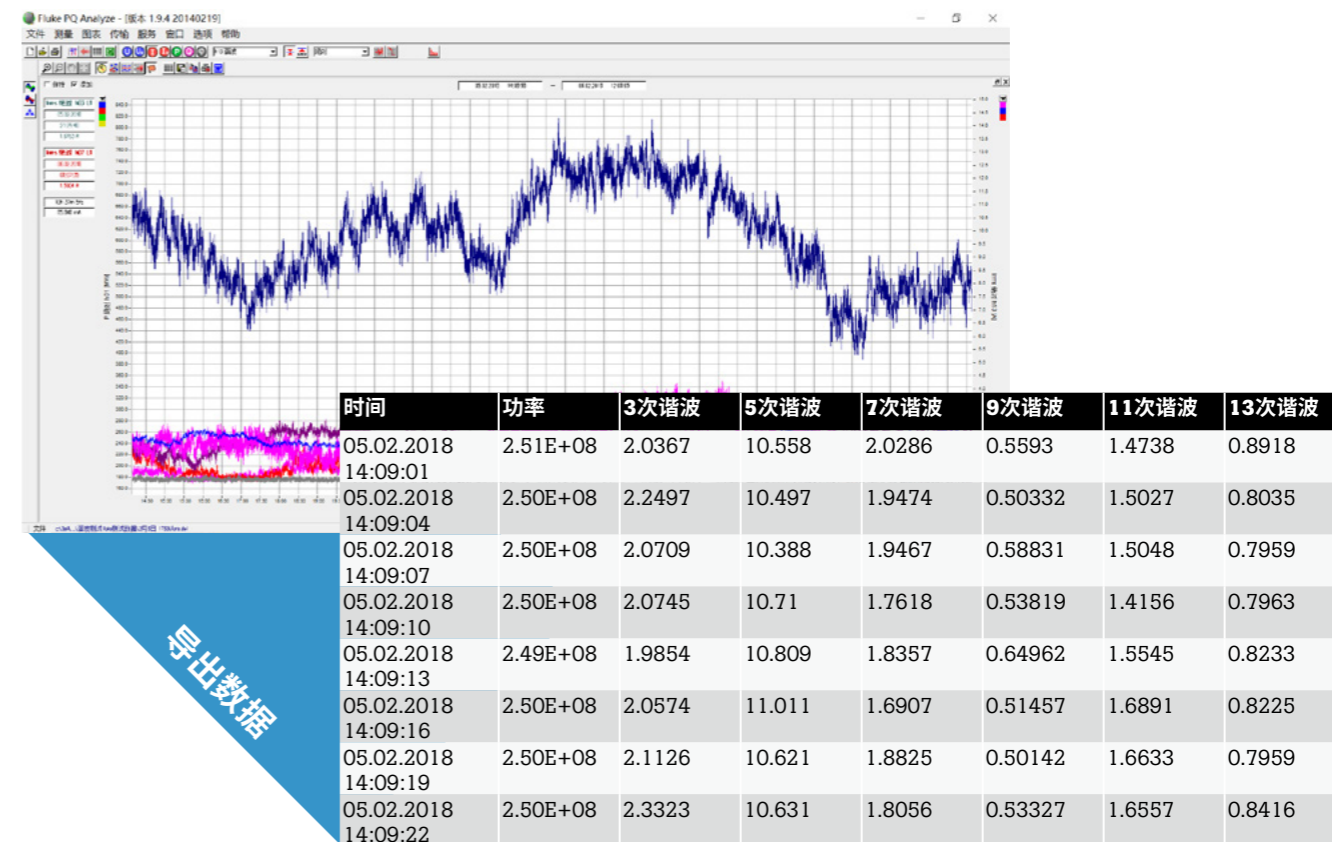
测试位置



按照标准或规程要求，例如谐波测试，需要测试功率在不同情况下各次谐波值

次数	功率区间P (%)				
	10 %	40 %	60 %	90 %	100 %
2	2.0429	2.4961	2.5867	2.8305	2.7026
3	1.1023	0.5632	0.5800	0.9407	1.1221
4	0.1805	0.1624	0.1609	0.1171	0.2862
5	2.0085	1.8833	1.6953	1.4316	1.2936
6	0.4791	0.5463	0.6321	0.5935	0.5590
11	0.4981	0.6012	0.6011	0.5316	0.7093
13	0.2123	0.6293	0.5775	0.4870	0.4672
17	0.2064	0.3500	0.4670	0.5117	0.5446
19	0.1985	0.4109	0.3766	0.2417	0.3700

Fluke 1777电能质量分析仪的数据叠拼分析：把功率曲线与各次谐波曲线放在同一坐标下，非常方便帮助大家完成：



绝缘性能检测

Fluke 1535/1537绝缘电阻测试仪



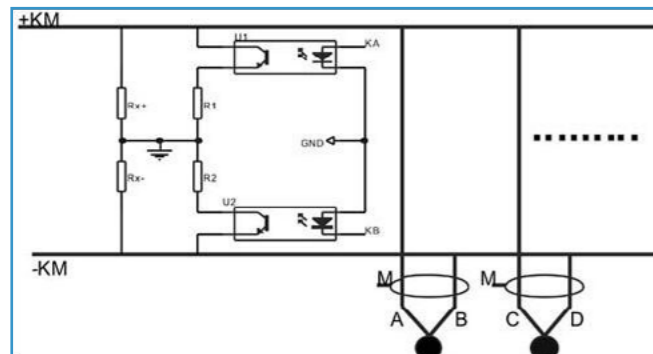
绝缘性能检测包含绝缘电阻测试和在线绝缘监测，是确保设备安全运行重要指标，是点检和运检项目

预测性维护绝缘电阻测量注意事项

- 记录每次测量值，查看绝缘电阻变化趋势
- 每次测量绝缘电阻时加压时间确保一致；
- 记录每次测量时环境：温度和湿度，这样才有可能提前发现潜在绝缘不足的隐患！
- 仪器具备定时功能
- 仪器具备数据存储功能；
- 仪器具备电压测试功能，满足现场维护要求！

在线设备绝缘性能辅助检测

- 有漏电存在则绝缘不好！
 - 通过检测漏电流大小变化来判断绝缘电阻的变化
- 直流电缆两根导线一进一出，使用电流钳测试，电流为0，如两根导线间绝缘发生变化，就会出现不平衡，这时使用电流钳测试就能测试出电流，电流越大，说明两根导线间绝缘不好就越严重！



Fluke 1535/1537绝缘电阻测试仪

- 最高2500V测试电压，500GΩ绝缘测试量程
- CAT IV 600V安全等级，符合电力行业规范DLT845
- 自动计算介质放电率（仅限Fluke 1537）
- 5mA短路电流，测试更快（仅限Fluke 1537）

电池内阻测试

Fluke BT521 蓄电池内阻测试仪



检测难点

- 不同人测试导致测试结果不同
- 一组电池出现漏测某节电池
- 连接片的电阻不测会影响结果判断
- 需要记录每次测试结果后再输入电脑看趋势
- 还需要采用另外仪器测试纹波电压

电池检测手段

- 电池在线监测系统
- 电池容量测量
- 电池内阻测量

Fluke BT521 电池内阻测量方法的特点

- 直观可靠，效率高
- 解放双手，单人操作：可穿戴式设计（肩带、腰带）、磁性贴环
- 交互式手柄：可更换长短杆；实时显示读数；三色报警灯；保存键；照明灯附件

Fluke BT521 蓄电池内阻测试仪主要功能

- 内阻测试功能，被测对象电压不能超过60 V
- 放电电压测试 - Discharge Volts
- 1000 V直流电压测试
- 600 V交流电压测试
- 纹波测试功能 - Ripple Volts
- 交直流电流测试 - AUX
- 放负极柱温度测试 - AUX
- 放连接片电阻测试，内阻测试界面

仪器主要优势

- 对电池组的管理，避免侧漏电池，也可给出电池组内阻平均值，并可管理内阻变化趋势
- 除内阻测试功能外，还有放电电压，纹波，温度和连接片电阻测试功能
- 独特测试表笔设计，确保每次或每个人测试数据一致性

接地电阻测试

Fluke 1625-2 KIT接地电阻测试仪



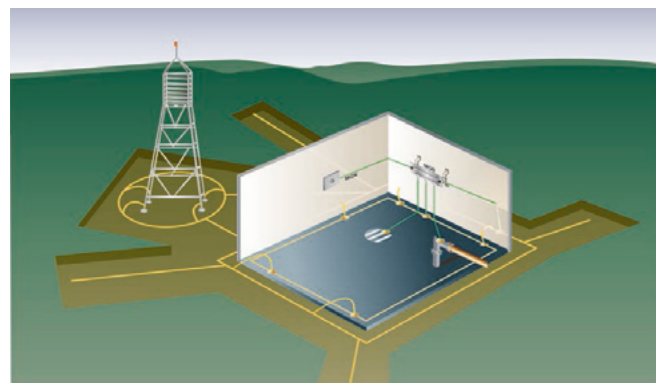
GB 50797-2012 光伏发电站设计规范：光伏发电站内10kV或35kV系统中性点可采用不接地、经消弧线圈接地或小电阻接地方式。经汇集形成光伏发电站群的大、中型光伏发电站，其站内汇集系统宜采用经消弧线圈接地或小电阻接地的方式。光伏方阵场地内应设置接地网，接地网除应采用人工接地极外，还应充分利用支架基础的金属构件。光伏方阵接地应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω

光伏发电站防雷技术要求：光伏发电站的光伏方阵、光伏发电单元其他设备以及站区升压站、综合楼等建（构）筑物应采取直击雷防护措施，接闪器不应遮挡光伏组件。

光伏方阵接地装置的冲击接地电阻不宜大于 10Ω ，高电阻地区（电阻率大于 $2000\Omega\cdot m$ ）最大值应不高于 30Ω

准确测试接地电阻的挑战

- 各种接地方式的接地电阻仪器均能测量
- 满足测试标准要求，又可以排除地下干扰信号
- 能判断接地回路是否接通
- 可以测量等电位电阻
- 辅助地极是否可靠？



Fluke 1625-2 KIT优势

- 多种接地电阻测试方法集中在一台仪器上，可以测试所有接地系统接地电阻；
- 无需在增加仪器就可以测试等电位电阻；
- 仪器完全满足测试标准要求：测试电压24/48V，测试电流大于200mA（实际测试电流250mA）
- 仪器首先测试干扰信号频率和电压，再选择测试信号
- 接地回路测试让客户知道接地回路是否有断点
- 防错误连接---避免错误测试数据

局部放电检测

Fluke ii900 超声波局放成像仪



快速发现电气设备的局部放电缺陷

- 7" LCD触摸屏，更大的显示面积，让问题点无遗漏
- SoundMap™技术让超声波图像覆盖在可见光图像上，快速视觉定位问题点
- 轻松上手，无需培训

Fluke ii900超声波局放成像仪是一种直观、易用的工具，它可以辨识局部放电的声频，利用超声波通过麦克风阵列时出现的时间延迟来辨别产生局放问题的方向，从而确定局放位置。

SoundMap™ 在可见光图像上以彩色光圈显示，便于视觉定位。借助全阵列麦克风，可以轻松地扫描较大范围的区域，甚至可以从远处捕获局放点。

光伏电站设施运行维护整体解决方案

高端方案

适合于100兆瓦以上的大型光伏电站，有自己的运维团队。

适合于第三方运维检测团队。

仪器名称	型号	功能	作用
接地电阻测试仪	Fluke 1625-2 KIT	测试设备接地电阻值	确保设备信号地，安全地和防雷地符合要求，确保安全
绝缘电阻测试仪	Fluke 1550C	测试各设备绝缘电阻值（测试电压250V、500V、1000V、2500V、5000V）	确保设备绝缘符合要求
绝缘万用表	Fluke 1587FC	测试各设备绝缘电阻值（测试电压50V、100V、250V、500V、1000V）	确保设备绝缘符合要求
漏电流钳表	Fluke 369FC Fluke 342	测试设备漏电流大小	辅助判断设备绝缘变化
综合安规测试仪	Fluke 1663	逆变器安规要求及漏电保护开关测试	符合电气安全要求
红外热成像仪	Fluke Ti480 PRO	可接镜头、多点及激光自动对焦快速查找和发现热斑或电气设备的温度异常点	可以及时排除温度异常问题。
红外测温仪	Fluke 572-2	测试各设备及节点温度	了解温度变化，及早发现问题
电能质量分析仪	Fluke 1777	并网电能质量评估和故障排查	达到上网电能质量要求和找到影响设备运行的电能质量因素
功率分析仪	Fluke Norma6004	测试逆变器转换效率	帮助提高光伏电站发电效益
电能质量监测终端	INFORMA PMD-A	记录电站电能质量情况	了解整个电站运行时电能质量变化情况
手持式示波表	Fluke 190-204/S	故障排除时查看波形	发现问题
钳形电流表	Fluke 378FC Fluke 393FC	各导线电流测量，Fluke 393FC 1500V符合新建电站要求	
万用表	Fluke 179C	6000字精度的真有效值万用表	
蓄电池内阻测试仪	Fluke BT521	蓄电池内阻测试	
三相功率计	Fluke 1736	测量三相电流，电压，功率和功率因数，及检查相序、谐波	

中端方案

适合于60-100兆瓦的中型光伏电站。

重视现场设备的运行维护。

仪器名称	型号	功能	作用
接地电阻测试仪	Fluke 1625-2 KIT	测试设备接地电阻值	确保设备信号地，安全地和防雷地符合要求，确保安全
绝缘电阻测试仪	Fluke 1537 Fluke 1535	测试各设备绝缘电阻值（测试电压250V、500V、1000V、2500V）	确保设备绝缘符合要求
综合安规测试仪	Fluke 1663	逆变器安规要求及漏电保护开关测试	符合电气安全要求
红外热成像仪	Fluke Ti400+	快速查找和发现热斑或电气设备的温度异常点。	可以及时排除温度异常问题。
电能质量分析仪	Fluke 1775	并网电能质量评估和故障排查	达到上网电能质量要求和找到影响设备运行的电能质量因素
手持式示波表	Fluke 125B	故障排除时查看波形	发现问题，及总线物理层检测
钳形电流表	Fluke 378FC Fluke 393FC	各导线电流测量	
万用表	Fluke 117C	真有效值万用表	
蓄电池内阻测试仪	Fluke BT520	蓄电池内阻测试	
三相功率计	Fluke 1732	测量三相电流，电压，功率和功率因数，及检查相序	

低端方案

适合于60兆瓦以下的小型光伏电站，或户用光伏系统。

重视现场设备的运行维护。

必备的检测工具。

仪器名称	型号	功能	作用
接地电阻测试仪	Fluke 1623-2 KIT	测试风机及设备接地电阻值	确保设备信号地，安全地和防雷地符合要求，确保安全
绝缘万用表	Fluke 1587 FC Fluke 1508	测试各设备绝缘电阻值（测试电压50V、100V、250V、500V、1000V）	确保设备绝缘符合要求
红外热成像仪	Fluke TiS60+ Fluke TiS55+	快速查找和发现热斑或电气设备的温度异常点。	可以及时排除温度异常问题。
电能质量分析及相位伏安表	Fluke 1773	并网电能质量评估和故障排查，测量三相电流，电压，功率和功率因数，及检查相序、谐波	达到上网电能质量要求和找到影响设备运行的电能质量因素
手持式示波表	Fluke 125B	故障排除时查看波形	发现问题，及总线物理层检测
钳形电流表	Fluke 375 Fluke 319	各导线电流测量	
万用表	Fluke 17B	多功能平均值万用表	
蓄电池内阻测试仪	Fluke BT510	蓄电池内阻测试	
红外测温仪	Fluke 62MAX+	耐用型红外测温仪	

Fluke. *Keeping your world up and running.*®

福祿克測試儀器（上海）有限公司

客戶熱線：400-810-3435

維修站電話：400-921-0835

官方網址：www.fluke.com.cn

©2021 Fluke Corporation. 08/2021

Specifications subject to change without notice.