TONGWEI

通威股份有限公司
光伏组件运维手册



A0

TONGWEI

目录

1	前言	
1	第一章	光伏组件常规检查项目
	1.1	光伏组件常规检查
	1.2	常见组件故障处理
	1.3	常见非组件质量故障处理
7	第二章	定期巡检与测试项目
	2.1	定期巡检项目
	2.2	巡检项目表
	2.3	定期测试项目
	2.4	不同电站环境的重点检查项
11	第三章	组件清洁方法
	3.1	光伏组件的清洁
	3.2	光伏组件遮挡物清理
15	第四章	组件故障处置
	4.1	组件缺陷故障
	4.2	非组件缺陷故障
16	第五章	安全管理
	5.1	安全操作规范
	5.2	应急处理程序
16	第六章	备件管理与工具清单
	6.1	备件管理
	6.2	常用工具清单

TONGWEI

前言

在太阳能光伏电站的运行与维护过程中，光伏组件作为核心部件，其长期稳定性直接关系到电站的发电效率和经济效益。本手册旨在为客户方运维人员提供关于通威光伏组件的常规检查、故障处理和维护操作指南，确保光伏电站的安全、高效、稳定运行。

本手册不具备任何质保意义。本手册对于组件安装 、操作 、使用或者维护过程中直接引起的或与此有关的损失、组件损坏或者其他费用的赔偿方案没有规定。若因运维组件造成侵害专利权或第三方的权利，通威不承担任何相关责任。本手册最终解释权归通威所有。通威保留在没有预先通知的情况下变更产品资料和本手册的权利，推荐访问通威股份官网下载中心 https://www.tongwei.cn/download.html 查询最新版本的运维手册。

第一章 光伏组件常规检查项目

1.1 光伏组件常规检查

光伏组件需要定期巡检，确保其表面、接线端子及支架等部件的完好无损，防止出现故障导致系统运行异常。电站运行期间，应定期检查光伏组件是否有异常，并及时处理。若电站装备智化监控平台，建议每天由系统端进行智能检查，检查组件运行状态，若存在支路电流电压、功率 / 发电量异常（某支路电流或电压值与同一汇流箱中其他支路平均电流或电压相比偏差超过 5%；相同条件下某一汇流箱功率 / 发电量小于同一逆变器其他汇流箱 15%以上等 ），需及时进行实地检查并处理，本章节列举常用检查和故障处理方法。

1. **表面检查**:
    - 检查组件表面是否有污垢、鸟粪、树枝等遮挡物。
    - 使用热成像仪检测组件是否存在热斑（热点），避免因过热导致组件损坏。
2. **接线端子检查**:
    - 检查接插件是否松动或烧焦，确保电气连接稳固。
    - 检查接线盒是否有变形、烧痕或其他损坏迹象。
    - 使用热成像仪检查接插件是否存在过热现象。
3. **支架和安装结构检查**:
    - 检查支架和安装系统是否牢固，螺栓和夹具是否松动。
    - 检查支架是否有腐蚀或变形，必要时进行加固或更换。
4. **背板与玻璃检查**:
    - 检查玻璃是否破损或有裂痕。
    - 检查背板是否有划伤、烧痕或老化现象。

1.2 常见组件故障处理

1. **热斑问题**:
    - 如果发现热斑，首先清除遮挡物，并更换组件或修复。
    - 热成像仪检测下，若发现电池片过热，需立即进行维修或更换组件。
2. **接插件问题**:
    - 检查接头是否松动或烧焦，发现问题后紧固或更换接头。

- 使用热成像仪检测接插件温度，若发现温度异常，及时更换接插件。

3. **组件破损问题**：
   - 如果组件玻璃破裂或背板损坏，需及早更换新组件，防止电池片暴露在环境中产生安全隐患、影响发电效果。

1.3 常见非组件质量故障处理

1. **彩虹斑：**
   - **现象：**在太阳光直射时，肉眼观察组件玻璃表面时会看到有彩虹色，大部分呈现条状或块状分布





   - **常见的形成原因：**

   （1）周围环境有污染源，如化工厂、钢铁厂、化纤厂等。

   （2）有异物覆盖在组件表面，如风将异物吹在组件上，组件底部泥带长期未清洗的情况等。

   （3）使用酸碱性较强的清洗剂清洗过。

   （4）运输仓储中箱内受潮，淋雨，或项目地安装期间淋雨。

   - **处理方案：**

   彩虹斑会对玻璃产生不可逆损伤，需要日常运维过程中加强组件清洗频次并且及时改善周边环境影响。

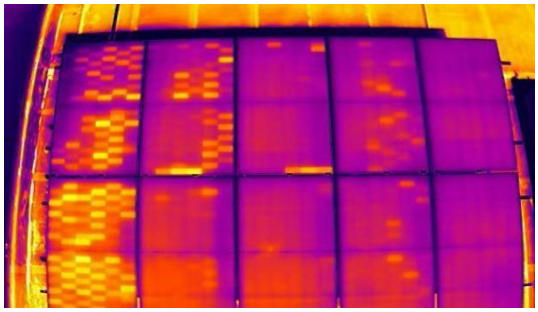
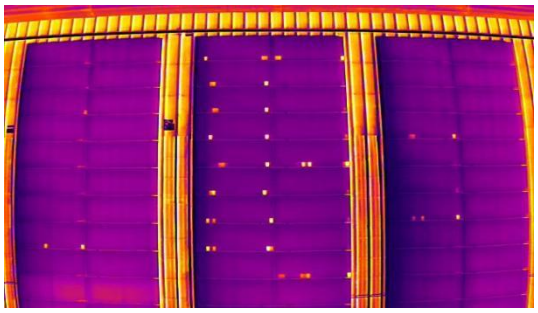
2. **热吸附：**





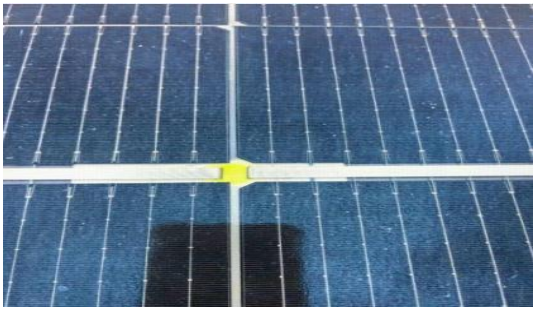
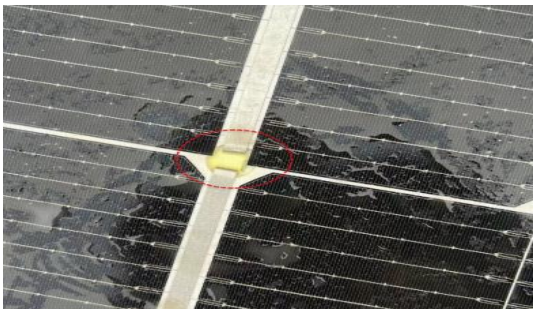
   - **现象：**光伏组件表面个别电池片表面发白，堆积污物，清洗困难。
   - **处理方案：**项目设计时，避免粉尘污染的环境；项目建设前，对污染源进行改造；若项目建设完成后发现此问题，改造污染源、排污口，并对组件进行清洗，极难清洗部分可使用松香水清洗。

3. **单片热斑：**

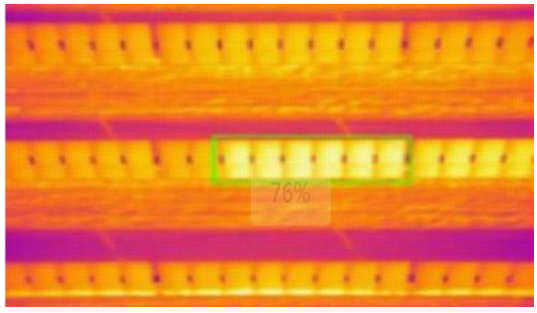
- **现象：**红外测试时，部分光伏组件内单片或多片电池片相较于其他电池片温度较高。
- **处理方案：**现场排查组件表面是否存在鸟粪、边缘积垢、树叶、电线杆遮挡、女儿墙遮挡、异物粉尘排放、压块遮挡、组件底部泥带等均可造成局部温度较高；双玻组件背面受安装支架横梁遮挡时，阳光照射到地面被二次反射到组件背面，被遮挡的电池片温度将升高，形成局部热斑。

4. **中孔发黄：**

- **现象：**光伏组件正面接线盒位置中孔存在黄变。
- **处理方案：**中孔发黄组件开路电压正常时对光伏组件本身性能无影响（功率输出、可靠性、安全性），开路电压异常时可反馈通威客服人员处理。

5. **整串组串热斑：**



- **现象：**红外测试时，组串光伏组件温度相较于其他串温度较高。
- **处理方案：**一般为安装异常导致，可能为安装过程中正负极接反或组串形成回路，直流侧未接到逆变器，现场运维人员需及时排查并重新接线。

6. **组件间色差：**




- **现象：**特定角度观察组件之间存在颜色差异。
- **处理方案：**正常现象无需处理，对组件本身功率及安全性无影响。安装时尽量选择同柜组件临近安装。

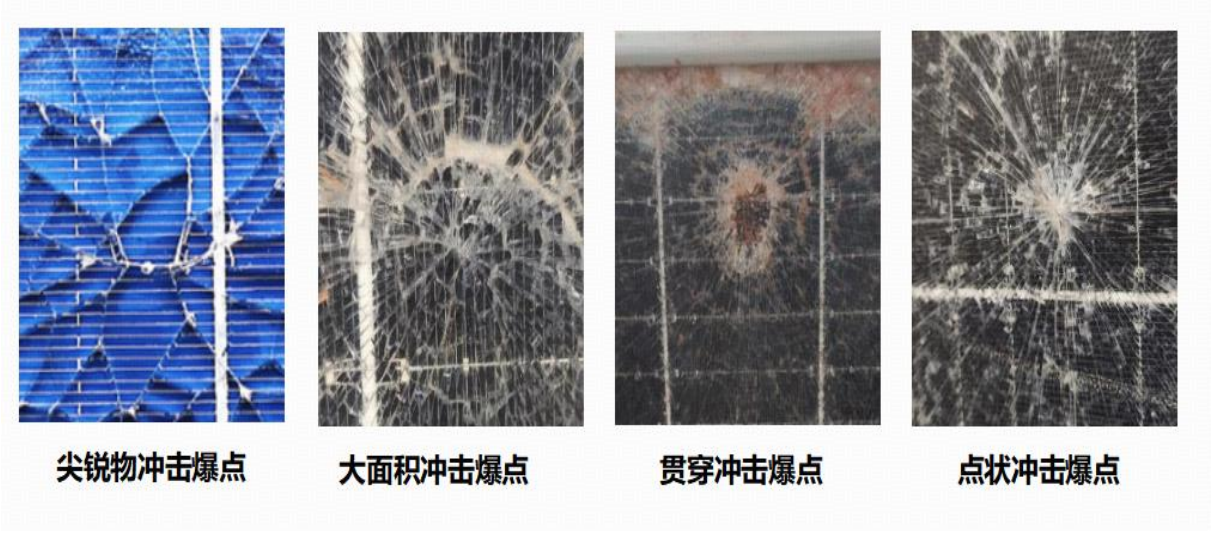
7. **玻璃下凹：**



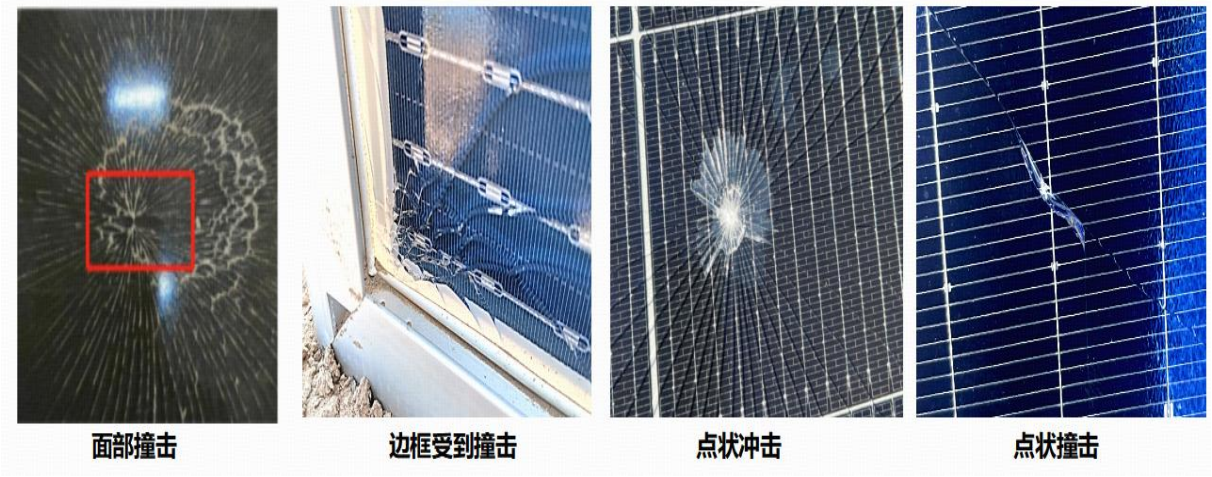

- **现象：**特定角度观察组件中心位置存在向下凹陷现象。
- **产生原因：**光伏组件由于自重因素的轻微下凹，是行业内普遍存在的现象，通威已进行过相关仿真模拟及户外实证测试，不影响组件本身品质及可靠性。
- **处理方案：**通威建议组件安装角度 ≥10°，这样在下雨时，组件表面灰尘容易被雨水带走，可降低组件清洗频次，同时有利于组件表面的积水流走，避免长期大量积水在玻璃上留下印迹，进而影响组件外观和性能。同时建议小倾角组件同步安装排水除泥器，避免形成泥带，影响组件发电量。

8. **外力爆件：**

- **单玻现象：**光伏组件钢化玻璃在机械外力的直接作用下出现破裂，破损点表面有白色粉末状凹陷，一般是呈现中心点向外散射状的破碎状态。



- **双玻现象：**半钢化玻璃某一点受力受到撞击，产生放射性纹路；半钢化玻璃某一面受力受到挤压，会产生“8 字斑”或者蝴蝶斑；单一纹路在内部延伸，纹路中有轻微白点，存在玻璃缺失；外力作用下导致光伏玻璃爆裂，例如：施工或者运维人员对光伏组件的踩踏、石子飞溅、尖锐金属撞击、冰雹，运输过程中的磕碰，安装过程中的人为损坏以及支架和压块安装不合理都会导致光伏玻璃后期出现爆裂的情况。



- **预防方案：**

（1）电站定期检查，发现组件破损需及时更换。

（2）组件在抬放过程中要轻拿轻放，避免受外力碰撞。

（3）运维过程中避免踩踏组件，同时注意防范石子飞溅、尖锐金属撞击、磕碰组件等情况。

9. **雷击：**
   - **直接雷击现象：**组件外观具有雷击导致的烧穿、融坑等现象，结合异常发生规律及天气情况，可确认为直击雷导致。




   - **感应雷击现象：**组件正面引出线孔处有黄变现象，确认背面接线盒位置存在发热点；组件无电压或低电压，背面接线盒外观变形、盒体鼓包、盒盖掉落；去除盒盖后，盒体内硅胶黄变、开裂、有锡珠冒出，发热点检测位于二极管处；去除硅胶后，接线盒焊接良好（即组件内部汇流条与接线盒导电片无虚焊/焊接不良问题）。




   - **预防方案：**

（1）定期检查组件边框之间、边框与支架之间的等电位连接线，确保无松动、锈蚀或断开。

（2）定期测试组串接地功能和接地电阻值，一般地区接地电阻建议不大于 4Ω；土壤电阻率高的地区应满足相关标准要求。

（3）检查汇流箱、逆变器直流侧及交流侧的电涌保护器(SPD)状态指示窗（通常应为绿色正常），失效（如变红）需立即更换。

（4）雷电频繁地区评估或增设避雷针/线，确保其保护范围覆盖整个光伏方阵。

第二章 定期巡检与测试项目

2.1 定期巡检项目

巡检工作开始前，应佩戴绝缘手套、绝缘靴等安全防护装置，通常建议定期巡检项目如下，若前期运维＆检查发现其他相关缺陷也应纳入检查范围。

建议巡检周期为每月 1 次（ 亦可根据电站实际情况加严检查频率）。

2.2 巡检项目表

检查项目	检查内容	检查方法与工具	处理/维护措施
组件表面检查	检查组件表面是否有灰尘、鸟粪、树枝、杂物等遮挡物。确保光照不受影响。	目视检查，使用软毛刷或压缩空气清洁，避免使用硬物刮擦。	使用温和的清洁工具，避免损伤玻璃表面，也可使用机器人清洗设备。
玻璃破损检查	检查玻璃是否有破裂、裂纹、划痕或老化迹象。	目视检查。	对破损的组件应立即更换。
背面检查	检查组件背面是否有划痕、烧痕、老化、变色、膨胀等问题。	目视检查。	对破损的组件应立即更换。
接线盒检查	检查接线盒是否有变形、鼓包、烧痕、潮湿、腐蚀等。	目视检查，使用多功能测试仪检查电压、接地连接的完整性。	若接线盒出现变形、鼓包、烧痕、潮湿、腐蚀等现象，及时断开组件连接，更换接线盒。
连接器检查	检查连接器是否松动、损坏、烧毁。检查连接点是否有过热现象。	目视检查，使用热成像仪检查连接器的温度。	若发现接插件损坏，及时更换，并用红外热成像仪检测连接端口温度。
支架和安装结构检查	检查支架和安装系统的稳定性，螺栓是否松动，支架是否有变形或腐蚀。	目视检查，使用扭力扳手确认螺栓和夹具扭矩；使用腐蚀检测仪检查支架表面（高湿、高盐环境下，增加检查频率）。	对于松动的螺栓和夹具，及时扭紧；对于腐蚀严重的支架，及时进行除锈和防腐处理。
热斑检查	检查是否有热斑现象，热成像仪可检测到组件表面异常热区，判断是否有局部过热问题。	热成像仪检查组件表面（边框除外）温度，定位热斑位置	定期检查热斑，及时清除遮挡物或更换损坏的组件。
组件接地检查	检查组件接地装置是否正常，是否有松动或腐蚀现象。	目视检查，并使用接地电阻测试仪检查接地电阻。	确保接地电阻符合标准，避免由于接地不良导致的设备损坏。
电气连接检查	检查电缆、电缆接头、接线端子是否松动、腐蚀或老化。	目视检查，使用红外热成像仪、绝缘电阻表检查电气连接的完整性。	对电缆出现破损或老化的部分，及时更换。
防雷与接地系统检查	检查防雷设施和接地系统，确保所有设备的接地电阻符合标准，雷击保护装置是否完好。	使用接地电阻测试仪检查接地电阻，检查防雷装置是否正常。	在雷雨季节前后增加检查频率，确保防雷系统正常工作。

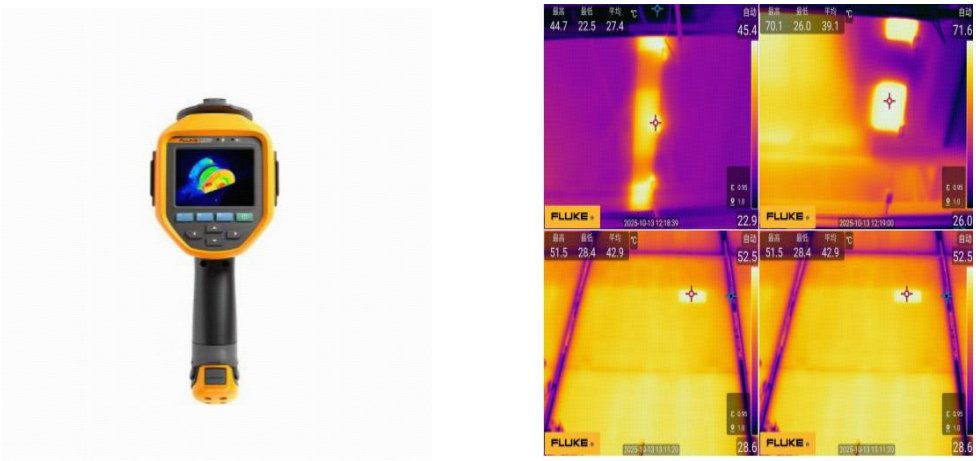
2.3 定期测试项目

有条件的电站可配备专业的测试设备，建议定期安排人员检查光伏组件。

检查项目	检查方式	异常情况	预防＆处理措施
组件温度	红外热像仪	组件内电池片最高温 ≥组件表面（边框除外）平均温度40℃。	1、先排查组件表面是否存在遮挡，存在遮挡则按照运维手册要求进行清理。 2、如排除组件表面遮挡后， 仍存在过热现象，标记异常组件，及时咨询通威客服人员协助处理。
绝缘测试	绝缘表	若测试对象为组串，正极对地以及负极对地的绝缘电阻小于1MΩ时异常。 若测试对象为单个组件，对于面积不超过 0.1 ㎡的组件，绝缘电阻小于 400MΩ时异常；对于面积大于 0.1㎡的组件， 测试的绝缘电阻乘以组件面积小于 40MΩ时异常。	1、一般情况下，可通过监控平台锁定子串 / 区域位置后，进行实地检查。 2、使用绝缘测试仪进行测试检查。 3、如组件存在绝缘失效，标记异常组件，及时咨询通威客服人员协助处理。 4、检查是否为系统故障导致，如电线缆破皮与支架直接接触。

（1）组件温度测试说明：

通常采用红外热成像的测试方式来排查组件是否存在异常发热现象。针对大型项目，也可使用专业的带有红外热成像功能的无人机提高检查效率。



手持红外热成像测试




无人机红外热成像测试

测试过程中需要遵照如下要求：

（a）测试条件：电站需并网运行，且辐照 ≥600W/㎡，风速 ≤2m/s。

（b）测试方法：镜头对准被测组件，动态高低温捕捉点需全部落在同一块组件的电池片区域。

（c）结果判定：

① 采用无人机热成像测试的，现阶段只能获得组件高温异常点的判定，不能进一步判定温差，需要进一步找到问题组件，近距离采用手持式红外热成像设备进一步准确测试温差。

② 组件内电池片最高温 ≥组件表面（边框除外）平均温度 40℃。

③ 如果接线盒、连接器存在异常发热，需要排查接线盒、连接器是否存在鼓包虚接等异常。

④ 如果组件出现整串发热，可进一步使用万用表测试组件开压，进 一步确认组件是否存在异常。

（2）绝缘测试说明：

通常采用便携式绝缘表来排查组件的绝缘性能。一般情况下，电流 、电压故障可通过监控平台锁定子串区域位置后进行实地检查。

（a）测试方法

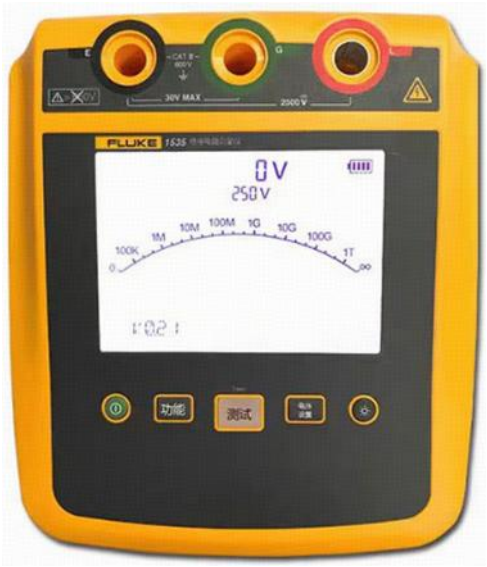
① 接线：把仪表的 "E" 端接到组件的边框或接地部分，把仪表的"L" 端接到被测线路端 ；把仪表 "G" 端接到被测回路需要消除表面电阻泄露影响的保护环。

② 电阻量程选择：把电阻量程开关选向需要的量程，或从 MΩ 档步进向 GΩ 量程，如果仪表连续报警，则表示被测电阻太低，应退低档来测。

③ 电阻值读数：通过 MΩ/GΩ 表读取电阻值。秒表在高压输出后的 15 秒、60 秒、每隔 60 秒报时，便于操作者记录。

（b）结果判定

测试电压为系统电压。如测试对象为组串，正极与负极短路时对地、正极对地以及负极对地的绝 缘电阻小于 1MΩ; 如测试对象为单个光伏组件，对于面积不超过 0.1 ㎡的组件 ，绝缘电阻应不小于 400MΩ。对于面积大于 0.1 ㎡的组件，测试的绝缘电阻乘以组件面积应不小于 40MΩ。



绝缘表

2.4 不同电站环境的重点检查项

针对不同的电站环境，需重点检查下述内容，检查项目的具体内容可参考本表格：

项目地类型	项目特点	重点检查项目	检查方式
屋顶分布式	组件安装离地高度较低， 背面空间受限，组件背面通风散热能力存在局限。	组件表面遮挡	目测
		线缆、连接器、接线盒是否异常	目测
		工作温度	红外热像仪
		绝缘测试	绝缘表
		异常组件排查	系统查看
山地、沿海	组件所受风力较大	组件表面遮挡	目测
		紧固件是否松动	目测
		组件边框变形、边框撕裂	目测
		线缆固定是否牢靠	目测
		玻璃破碎、背板划伤	目测
		工作温度	红外热像仪
		异常组件排查	系统查看
水面、漂浮、沿海	湿气大，金属部件易受腐蚀	组件表面遮挡	目测
		线缆、连接器、接线盒是否异常	目测
		组件边框腐蚀	目测
		绝缘测试	绝缘表
		异常组件排查	系统查看
雷电活动频繁区域	雷电活动频繁	防雷装置是否正常工作	电涌试验
		接线盒是否异常	目测
		绝缘测试	绝缘表
		异常组件排查	系统查看

第三章 组件清洁方法

3.1 光伏组件的清洁

组件在运行过程中，灰尘、鸟粪 、冰雪等遮挡会造成输出功率降低，局部遮挡可能带来发热现象，甚至产生热斑，因此组件需要定期清洗。

3.1.1 清洗用水和洗涤剂要求

（1）市政生活用水可用于光伏组件的清洗，如采用其他水源，需满足以下要求 ·

（a）PH: 6-8

（b）氯化物或盐分含量: 0 - 1000 mg/L

（c）浑浊度： 0-30 NTU

（d）电导率: 3000 μs/cm

（e）总溶解固体：≤1000 mg/L

（f）水硬度： 0-450 mg/L

不推荐使用矿物质含量较高的水，因为水中的矿物质会沉积在玻璃表面，长期使用会逐渐累积，导致玻璃透光率下降，从而降低组件发电量 。

（2）水温和组件温度的差异不能超过 10°C。环境温度低于 5°C 时不得清洗，以免光伏组件玻璃冻裂。

（3）如使用高压水冲洗，最大水压不得超过 4MPa。

（4）只有在用水不能清洗干净的情况下，才可使用辅助清洗剂，如商业玻璃清洗剂、酒精、甲醇。严禁使用研磨粉、磨砂清洗剂、洗涤清洗剂、抛光机、氢氧化钠、苯、硝基稀释剂、酸或碱和其他化学物质。

（5）严禁使用蒸汽或者腐蚀性化学试剂加速清洗。

3.1.2 清洗工具或设备要求

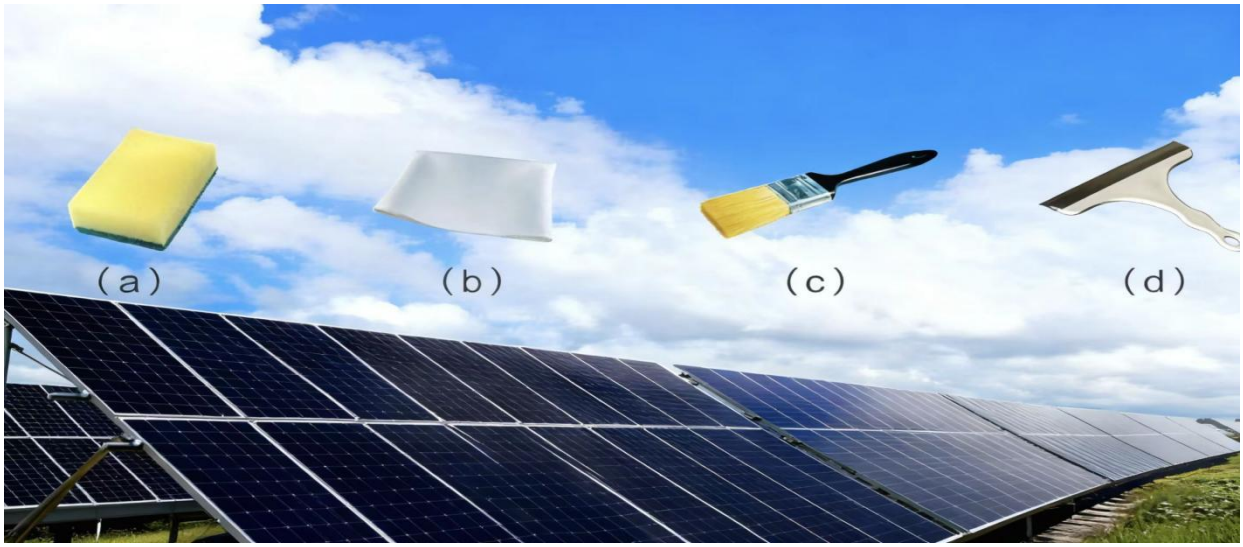
（1）清洗过程中，建议佩戴清洗手套，避免指纹或其他污垢残留在玻璃上，严禁未戴手套裸手触摸或处理组件玻璃表面。

（2）严禁使用会对组件表面造成划伤的工具和材料，如刀片、百洁丝等金属工具或其他研磨性材料。





（3）可以使用各种软质泡沫材料、无纺布，扫帚、软海绵 、软刷和毛刷（推荐直径在 0.06 - 0.1mm 的尼龙线），如使用下图（a）所示的海绵清理组件，应避免海绵的硬质面用于组件清洗。



通威组件可使用自动清洗设备清洗。清洗过程中，需遵守自动清洗设备使用要求，并保证组件不受损伤。若无法确定自动清洗设备是否会损伤组件，可咨询通威客服人员。

3.1.3 清洗注意事项

（1）双玻双面组件的背面需要清洗， 单玻组件的背面不建议清洗。

（2）光伏组件清洁工作中，严禁流水溅射至电缆，需保证连接头的清洁和干燥，防止电击和火灾危险。

（3）为防范电击危险，不得清洁玻璃破碎的光伏组件或暴露在外的线缆。

（4）严禁在清洗组件时踩踏组件。





（5）如在大风、大雨或大雪的气象条件下清洗光伏组件，需避免清洗工具或操作损伤组件。

（6）清除光伏组件表面的积雪时，用拖布轻轻清除光伏组件上所有积雪，避免光伏组件上出现“部分有雪部分没雪＂的斑状现象。严禁强行清理冰霜和冻雪，防止损坏组件表面玻璃。

（7）清洁后光伏组件玻璃表面要求无积尘、无污垢。

3.1.4 清洗方法建议

（1）清洗时间

组件的清洗工作应选择在清晨、傍晚、夜间或者阴天进行（建议辐照 ≤200W/m²）。 清晨或傍晚清洗应选择阳光暗弱的时间进行（建议先关闭逆变器直流侧开关再进行清洗）。

阴天或雨天也会有阳光穿透较薄云层，组件产生电压，需注意人员安全，防范电击风险。

（2）清洗周期及区域

由于大型光伏电站占地面积很大，组件数量庞大，而每天适宜进行清洗作业的时间又较短，因此光伏电站的清洗工作应规划清洗周期并根据电站具体划分区域进行，以便使用最少的人力完成光伏电站的清洗工作。对于清洗工作的区域划分，应按照光伏电站的电气结构进行，同时应确保每次的清洗工作能够覆盖若干个汇流箱和逆变器所连接的所有组件。

对于清洗工作的周期，客户应根据项目地实际情况评估组件清洗频次：

（a）在多雨地区， 建议至少 40- 50 天清洗一次；在干燥少雨区域， 建议至少 20- 30 天清洗一次

（b）建议双玻组件背面清洗频率至少为半年 1 次。

（c）当组件出现局部不均匀脏污遮挡组件电池时，必须对该组件进行清理。

（3）清洗流程

常规清洗工作建议通过一扫、二刮、三洗 3 个过程完成。

第一步：清扫

应使用干燥的掸子（不带坚硬物体）或柔软洁净的布料等将组件表面如沉积的灰尘和落叶等附着物去除。如果组件表面没有其他沉积物，同时按此步骤组件已经清理干净，则无需下面的步骤。

第二步：刮

如果组件上有紧密附着其上的硬性异物，如泥土，鸟粪、植物枝叶等，则需使用无纺布或者毛刷清洁，但不能使用坚硬的物器进行刮擦，也不要轻易刮擦没有附若硬性异物的区域，做到清除异物即可。

第三步：清洗

如果组件表面有染色物质诸如鸟粪、植物汁液等，或场内空气湿度很大灰尘难以去除，则必须通过清洗清除。将清洗水喷到有污染物的区域后，同时使用毛刷清洗去除。如有油性物质，可以使用酒精涂在污染区域，等溶液渗透污染物后使用毛刷清洁。若还有无法去除的脏污，可使用商用玻璃清洗剂，同时使用无纺布清洁。

因双玻双面光伏组件背面也可以发电，所以组件背面也需要清洗，其清洗方式和正面相同。从安全性考虑，建议在清洗双玻组件背面前，先完成断电操作；在清洗双玻组件背面时，严禁直接对接线盒水洗，要保证连接头的清洁和干燥。

3.1.5 特殊环境清洗要求

（1）积雪

组件设计能够承受较高的雪载荷（具体安装方式对应雪载参考安装手册）。如果需要通过清除积雪以提高输出功率，请使用毛刷、拖布或鼓风机等不会破坏组件表面的工具，轻轻清除光伏组件上所有积雪，避免光伏组件上出现“部分有雪部分没雪”的斑状现象。禁止使用热水浇光伏组件，冷热不均会严重损伤光伏组件。请不要尝试除去组件上冻结的雪或冰，防止损坏组件表面玻璃。

（2）干旱少雨地区

在降雨量少的干旱地区，组件整个表面易积攒沙尘，如下图所示，需根据积尘清况来判断清洗频次。若组件出现局部不均匀脏污遮挡组件电池时，必须对该组件进行清理。对于小型的电站，可以采用人工清

洁方式按照上文清洗步骤进行清洁。对于大型电站，可采用高压清洗车，以切向或正向冲击光伏组件来达到除尘的效果，也可采用通威认可的自动清洗设备进行清洗。





（3）潮湿多雨地区

在湿润多雨地区，组件上表面在雨水冲洗可保持一定程度的清洁，但组件下沿易存留少量积水和脏污，此种现象在安装倾角较小的屋顶 / 厂房分布式场景尤为明显，如下图所示。此种情况下组件下沿长期积水会腐蚀玻璃表面，组件下沿的非均匀遮挡会造成该区域的异常发热，需注意根据实际清况增加清洁频次，若出现局部不均匀脏污遮挡组件时，必须对该组件进行清理。



3.1.6 光伏组件清洗后的检查

（1）目视组件整体外观清洁、明亮，无污渍。

（2）组件表面无明显的刮伤痕迹。

（3）组件表面无人为造成的破裂现象。

（4）清洗后组件支架无倾斜、弯曲现象。

（5）组件无损坏，如玻璃破碎、背板断裂、边框扭曲或变形、电缆损坏、连接器脱落或断裂、接线盒损坏等。

3.2 光伏组件遮挡物清理

3.2.1 遮挡物清理要求

（1）组件处于工作状态时，避免组件受到周围环境阴影遮挡，否则会导致组件出现热斑，进而造成输出功率降低。一般山地电站环境植被较多，易出现植被遮挡组件，运维过程若发现此类情况，请及时进行清理。



植物遮挡



农作物遮挡

（2）在遮挡物清理过程中，须遵守当地相应的法规，包括电气法、建筑法和电力连接等要求，确保人身及光伏组件系统的安全，并保护好环境。

（3）如在大风、大雨或大雪的气象条件下清理遮挡物，需避免清理工具或操作损伤组件 。

（4）清理后的遮挡物应带离光伏方阵区处理。

（5）清理遮挡物或植被过程中，需避免对桩基、立柱的稳定性造成影响。

3.2.2 遮挡物清理后检查

（1）目视组件受光面无遮挡，双面组件应尽量避免背面遮挡。

（2）植被低于组件最下沿。

（3）现场遮挡物清除干净，光伏组件无损坏。

第四章 组件故障处置

4.1 组件缺陷故障

光伏组件运行期间，若组件出现故障，可参考《通威光伏组件有限质保书》，获取售后服务。通威将根据相应的质保承诺提供处理意见和处理方案。《通威光伏组件有限质保书》可在通威股份官网下载。下载中心链接：https://www.tongwei.cn/download.html

4.2 非组件缺陷故障

当组件由于外力或者其他外部因素导致无法正常使用时，应立即停用这些组件，然后咨询您的系统安装工程师意见。您可通过以下途径对这些组件自行进行报废处置：

（a）遵循当地的法律法规要求，由具有无害化处理资质的机构回收处理。

（b）如果您的区域在 PV CYCLE 业务范围内，您可以联系他们进行处理。

第五章 安全管理

5.1 安全操作规范

1. 所有运维人员必须佩戴安全防护装备，如绝缘手套、安全鞋、安全帽、工作服等。
2. 现场需至少两人操作。在进行电气操作时，确保设备已断电，进行必要的隔离和接地。
3. 在雷电天气或恶劣环境下，禁止进行户外高压设备的检查和操作。

5.2 火灾处理程序

1. 若遇组件着火，应立即切断逆变器直流侧开关，确保着火组件处于断路状态，现场人员时刻保持安全距离，以免造成人身伤害。
2. 严禁使用水基灭火器！
3. 紧急情况下拨打火警电话，等待专业消防人员处理。

第六章 备件管理与工具清单

5.1 备件管理

- 定期检查并更新备件库存，确保常用备件如组件、接线盒、逆变器等充足供应。
- 设立备件管理系统，记录备件使用情况，确保备件的及时更换。

5.2 常用工具清单：

组件 IV 测试仪、EL 测试仪、电流钳形表、万用表、绝缘电阻测试仪、接地电阻测试仪、红外热成像仪等。

工具名称	图片
组件 IV 测试仪	 
EL 测试仪	
电流钳形表	
万用表	

绝缘电阻测试仪	
接地电阻测试仪	
红外热成像仪	

TONGWEI

客户服务热线： 4000566888
Customer Service Number： 4000566888
售后服务邮箱： twcustomerservice01@tongwei.com
After-sales E-mail： twcustomerservice01@tongwei.com