

## 第一章 总 则

**第一条** 中小型分布式光伏电站的特点是占地面积小、安装位置灵活且日常维护量少。由于分布式光伏电站不同的运行环境，为了能够使光伏发电系统更安全、更稳定的运行，提高发电效率，增加用户收益，特编制本手册。

**第二条** 本手册适用于验收合格后，已投入正常使用的分布式光伏电站及户用光伏系统的运行与维护。

**第三条** 公司及所属各单位所管辖的分布式光伏电站、户用光伏系统的运行与维护除应符合本手册的规定外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

## 第二章 引用标准

**第一条** 【《国家电网有限公司电力安全工作规程（光伏电站部分）》】

**第二条** 【《光伏发电站安全规程》GB/T35694-2017】

**第三条** 【（GB 50794-2012）《光伏发电站施工规范》】

**第四条** 【（Q/GDW1799.1-2013）国家电网公司关于印发《电力安全工作规程（变电部分）》】

**第五条** 【国家电网公司关于印发《电力安全工作规程（配电部分）》】

**第六条** 【《关于印发浙江省电力公司变电所倒闸操作票管理规定的通知》（浙电生字〔2012〕27号）】

### 第三章 基本要求

**第一条** 分布式光伏电站的安全设施、消防设施、防治污染措施,职业病危害防护设施应满足与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用的要求,方可投入运行。

**第二条** 分布式光伏电站要建立完善下列资料管理;

(一) 设备出厂档案、施工原始资料、图纸资料、验收资料和各种记录;

(二) 设备的基本工作原理、技术参数、设备安装规程、设备调试的步骤;

(三) 所有操作开关、旋钮、手柄以及状态和信号指示的说明;

(四) 设备运行的操作步骤;

(五) 电站维护的项目及内容;

(六) 维护日程和所有维护项目的操作规程;

(七) 应具备的指示图表;一次设备主接线图、一次系统模拟图、直流系统图、站用电系统图、设备最小载流元件表、定期维护工作表、交直流保险配置表等;

(八) 各种记录主要包括;运行日记录、缺陷记录、巡视检查记录、运行分析记录、两票管理记录、检修维护工作记录等。

**第三条** 在分布式光伏电站生产区域进行安装、检修、维护、试验等工作,应有保证安全的组织措施和技术措施。需要对设备系统采取安全措施或需要运行人员在运行方式上采取保障人身、设备安全的措施时,应使用统一格式填写

与签发的的工作票和操作票，生产现场进行动火作业的，应根据相关规定，同时使用动火工作票，具体要求按照《国家电网有限公司电力安全工作规程（光伏电站部分）》规定执行。

**第四条** 属于电网调度机构直接调管范围内的设备，不得擅自改变设备状态。

**第五条** 分布式光伏电站及户用光伏系统的主要部件周围不得堆积易燃易爆物品，设备本身及周围环境应通风散热良好，设备上的灰尘和污物应及时清理。

**第六条** 分布式光伏电站及户用光伏系统的主要部件上的各种警示标识应保持完整，各个接线端子应牢固可靠。逆变器、电缆工井、控制柜、开关柜等处的电缆孔洞，应用防火材料严密封闭，宜至少每年检查 2 次。

**第七条** 分布式光伏电站及户用光伏系统的主要部件在运行时，温度、声音、气味等不应出现异常情况，指示灯应正常工作并保持清洁。

**第八条** 分布式光伏电站配置的安全设施、安全工器具和检修工器具等应检验合格且符合国家或行业标准的规定，安全工器具和劳动防护用品在每次使用前应检查确认合格齐备。

**第九条** 生产生活区域应备有必要的消防设施和消防防护装备，并按规定使用和存放，定期检验确保随时可用。生产生活区域消防通道应保持畅通。

**第十条** 配电室或操作间应设防止蛇、鼠等小动物进入

的措施。

**第十一条** 分布式光伏电站及户用光伏系统运行和维护的全部过程需要进行详细的记录，对于所有记录必须妥善保管，并对每次故障记录进行分析。

**第十二条** 各类作业人员应接受相应的安全生产教育和岗位技能培训，具备必要的电气机械，熟悉设备的基本工作原理和监控系统的使用方法，并掌握一般故障的处理方法，并经准入考试合格方可上岗。特殊作业应取得相应特殊作业操作证。

**第十三条** 所有工作人员还应熟练掌握触电，窒息急救法，熟悉有关烧伤、烫伤、外伤、气体中毒等急救常识。学会正确使用消防器材、安全工器具。

**第十四条** 逆变器室和箱变内应照明充足，逆变器室或箱变应配备必要的消防设施，并定期检查。

**第十五条** 禁止在光伏电站内吸烟和燃烧废弃物品，禁止使用明火照明，工作中产生的废弃物品应统一收集和处理。

## 第四章 运行与维护

### 第一条 设备巡视

（一）巡视工作应至少两人进行，必须严格按照既定的巡视路线进行巡视，严禁进行巡视计划以外的工作。巡视前应准备好合格的安全工器具、劳动防护用品和设备巡检单。

（二）雷雨大风天气，禁止对光伏发电单元进行巡视。

(三) 巡检过程中, 要戴安全帽; 在雨雪等天气下, 应穿绝缘靴。

(四) 在雷雨季节前后及雷雨过后应及时检查光伏方阵的防雷保护装置。

(五) 编制设备巡视、维护周期表, 并认真督促执行。

(六) 异常天气及危急缺陷、大型故障检修完毕后, 应进行特殊巡视。大风、冰雹、沙尘、暴雪天等恶劣天气后应对光伏组件、逆变器、配电柜、汇流箱等部件进行特殊巡视。

## **第二条 光伏方阵运行维护**

(一) 在光伏支架范围内作业前, 应对作业范围内光伏组件的铝框、支架进行测试, 确认无电压。

(二) 光伏组件应定期检查, 若发现下列问题应立即调整或更换光伏组件。

1. 光伏组件存在玻璃破碎、背板灼焦、明显的颜色变化;
2. 光伏组件中存在与组件边缘或任何电路之间形成连通通道的气泡;
3. 光伏组件接线盒变形、扭曲、开裂或烧毁, 接线端子无法良好连接。

(三) 光伏组件上的带电警告标识不得丢失。

(四) 使用金属边框的光伏组件, 边框和支架应结合良好, 两者之间接触电阻应不大于 4 欧姆。

(五) 使用金属边框的光伏组件, 边框必须牢固接地。

(六) 在大风、冰雹、大雨及雷电天气过后应对光伏组件进行一次外观全面检查。

### **第三条 支架的维护**

(一) 所有螺栓、焊缝和支架连接应牢固可靠。

(二) 支架表面的防腐涂层，不应出现开裂和脱落现象，否则应及时补刷。

(三) 每 3 个月宜对光伏阵列的基础、支架及接地网进行一次全面检查。

(四) 每个月宜对单轴、双轴跟踪式光伏支架的方位角转动机构和高度角转动机构进行检查。

(五) 光伏建材和光伏构件的排水系统必须保持畅通，应定期疏通。

### **第四条 汇流箱运行维护**

(一) 每年 5 月~10 月，每个月宜对汇流箱防雷装置进行检查。

(二) 每年 3 月、9 月应对汇流箱密封及防火封堵进行检查。

(三) 汇流箱通电前，应检查箱内接线情况及接地和光伏组件极性连接正确性。户外安装的汇流箱，不宜在雨雪天进行开箱操作。

(四) 汇流箱内的保险丝不应运行中装卸和更换。

(五) 在汇流箱内进行接线应将断路器断开停机后方可进行，应穿戴橡胶鞋和绝缘手套，应选择干燥的物品进行擦拭，防止高压触电伤害。

(六) 汇流箱的运行与维护还应符合以下规定：

1. 汇流箱不得存在变形、锈蚀、漏水、积灰现象，箱体

外表面的安全警示标识应完整无破损，箱体上的防水锁启闭应灵活；

2. 汇流箱内各个接线端子不应出现松动、锈蚀现象；
3. 汇流箱内的高压直流熔丝的规格应符合设计规定；
4. 直流输出母线的正极对地、负极对地的绝缘电阻应大于 2 兆欧；
5. 直流输出母线端配备的直流断路器，其分合功能应灵活、可靠；
6. 汇流箱内防雷器应有效。

#### **第五条 直流配电柜运行维护**

（一）直流配电柜不得存在变形、锈蚀、漏水、积灰现象，箱体外表面的安全警示标识应完整无破损，箱体上的防水锁开启应灵活。

（二）直流配电柜内各个接线端子不应出现松动、锈蚀现象。

（三）直流输出母线的正极对地、负极对地的绝缘电阻应大于 2 兆欧。

（四）配电柜的直流输入接口与汇流箱的连接应稳定可靠。

（五）直流配电柜的直流输出与并网主机直流输入处的连接应稳定可靠。

（六）直流配电柜内的直流断路器动作应灵活，性能应稳定可靠。

（七）直流母线输出侧配置的防雷器应有效。

## **第六条 逆变器运行维护**

(一) 逆变器结构和电气连接应保持完整，不应存在锈蚀、积灰等现象，散热环境应良好，逆变器运行时不应有较大振动和异常噪声。

(二) 逆变器上的警示标识应完整无破损。

(三) 逆变器中模块、电抗器、变压器的散热器风扇根据温度自行启动和停止的功能应正常，散热风扇运行时不应有较大振动及异常噪音，如有异常情况应断电检查。

(四) 定期将交流输出侧（网侧）断路器断开一次，逆变器应立即停止向电网馈电。

(五) 逆变器中直流母线电容温度过高或超过使用年限，应及时更换。

(六) 至少每半年对逆变器装置清洁一次。

(七) 逆变器投入运行后，不应在进风口和排风口堆放物品。

(八) 逆变器运行中不应打开柜门，进行检测时应切断直流、交流和控制电源并确认无电压残留后，在有人监护的情况下进行。

## **第七条 接地与防雷系统**

(一) 光伏接地系统与建筑结构钢筋的连接应可靠。

(二) 光伏组件、支架、电缆金属铠装与屋面金属接地网格的连接应可靠。

(三) 光伏方阵与防雷系统共用接地线的接地电阻应符合相关规定。



（四）光伏方阵的监视、控制系统、功率调节设备接地线与防雷系统之间的过电压保护装置功能应有效，其接地电阻应符合相关规定。

（五）光伏方阵防雷保护器应有效，并在雷雨季节到来之前、雷雨过后及时检查。

## **第八条 电线电缆维护**

（一）电缆不应在过负荷的状态下运行，电缆的铅包不应出现膨胀、龟裂现象。

（二）电缆在进出设备处的部位应封堵完好，不应存在直径大于 10mm 的孔洞，否则用防火堵泥封堵。

（三）在电缆对设备外壳压力、拉力过大部位，电缆的支撑点应完好。

（四）电缆保护钢管口不应有穿孔、裂缝和显著的凹凸不平，内壁应光滑，金属电缆管不应有严重锈蚀，不应有毛刺、硬物、垃圾，如有毛刺，锉光后用电缆外套包裹并扎紧。

（五）应及时清理电缆井内的堆积物、垃圾；如电缆外皮损坏，应进行处理。

（六）在电缆明沟内工作时，要防止损坏电缆，确保支架接地与沟内散热良好。

（七）直埋电缆线路沿线的标桩应完好无缺，路径附近地面无挖掘，确保沿路径地面上无堆放重物、建材及临时设施，无腐蚀性物质排泄，确保室外露地面的电缆保护设施完好。

（八）确保电缆沟或电缆井的盖板完好无缺，沟道中不

应有积水或杂物，确保沟内支架应牢固、有无锈蚀、松动现象，铠装电缆外皮及铠装不应有严重锈蚀。

（九）多根并列敷设的电缆，应检查电流分配和电缆外皮的温度，防止因接触不良而引起电缆烧坏连接点。

（十）确保电缆终端头接地良好，绝缘套管完好、清洁、无闪络放电痕迹，确保电缆相色应明显。

（十一）金属电缆桥架及其支架和引入或引出的金属电缆导管必须接地（PE）或接零（PEN）可靠，桥架与桥架间应用接地线可靠连接。

（十二）桥架穿墙处防火封堵应严密无脱落。

（十三）确保桥架与支架间螺栓、桥架连接板螺栓固定完好，桥架不应出现积水。

## **第九条 蓄电池**

（一）蓄电池室温度宜控制在 5° C-25° C 之间，通风措施应运行良好，在气温较低时，应对蓄电池采取适当的保温措施。

（二）在维护或更换蓄电池时，所用工具（如扳手等）必须带绝缘套。

（三）蓄电池在使用过程中应避免过充电和过放电。

（四）蓄电池的上方和周围不得堆放杂物。

（五）蓄电池表面应保持清洁，如出现腐蚀漏液、凹瘪或鼓肚现象，应及时处理，并查找原因。

（六）蓄电池单体间连接螺丝应保持紧固。

（七）若遇连续多日阴雨天，造成蓄电池充电不足，应

停止或缩短对负载的供电时间。

（八）应定期对蓄电池进行均衡充电，一般每季度要进行 2-3 次。若蓄电池组中单体电池的电压异常，应及时处理。

（九）对停用时间超过 3 个月以上的蓄电池，应补充充电后再投入运行。

（十）更换电池时，最好采用同品牌、同型号的电池，以保证其电压、容量、充放电特性、外形尺寸的一致性。

## **第十条 数据通讯系统**

（一）监控及数据传输系统的设备应保持外观完好，螺栓和密封件应齐全，操作键接触良好，显示读数清晰。

（二）对于无人值守的数据传输系统，系统的终端显示器每天至少检查 1 次有无故障报警，如果有故障报警，应该及时通知相关专业公司进行维修。

（三）每年至少一次对数据传输系统中输入数据的传感器灵敏度进行校验，同时对系统的 AD 变换器的精度进行检验。

（四）数据传输系统中的主要部件，凡是超过使用年限的，均应该及时更换。

## **第五章 检修与调试**

### **第一条 一般规定**

（一）光伏方阵、汇流箱、配电柜、逆变器的检修与调试应满足停电、验电、接地、悬挂标示牌等有关技术要求。同一电气连接部分，检修和调试工作不能同时进行。

(二) 调试工作之前，应拆除全部临时接线，恢复永久接线，无关人员应撤离现场。

(三) 检修及调试工作结束，应核对逆变器及涉网设备运行参数及保护定值，恢复正常设置。

(四) 现场电气作业应有专人监护。

(五) 检修作业需接引工作电源时，应装设满足要求的剩余电流动作保护器，工作前应检查电缆绝缘良好，剩余电流动作保护器动作可靠。

(六) 具有跟踪系统的光伏组件进行检修时应避免高空作业，确需高空作业时做好相应的安全措施。

(七) 在光伏组件、逆变器、配电柜、汇流箱等发电设备上的工作，应检查设备是否安装牢固，防止倾覆造成人身伤害、设备损伤。

(八) 工作场所的照明，应该保证足够的亮度，夜间作业应有充足的照明。应急照明灯应保证可以正常使用，且亮度足够。现场的临时照明线路应相对固定，并经常检查、维修。照明灯具的悬挂高度应不低于 2.5m，并严禁任意挪动，低于 2.5m 时应设保护罩。

## **第二条 光伏方阵检修与调试**

(一) 光伏支架应具有接地连接，作业之前，必要时应进行导通测试。

(二) 同一光伏组件或光伏组件串的正负极不应短接。

(三) 不应触摸光伏组件串的金属带电部位。

(四) 雷雨天气禁止进行光伏组件的连接及更换工作。

（五）在光伏组件有电流输出时，禁止带电直接插拔直流侧光伏电缆的接插头。

（六）光伏组件串并入汇流箱时，应采取防止拉弧措施。

（七）在光伏组件上工作时，作业人员不得佩戴金属首饰，严禁触摸光伏组件的金属带电部位，严禁敲打、震动光伏组件，不得坐站立于组件上。

（八）光伏组件更换应至少两人进行，应戴绝缘手套，要轻拿轻放，避免造成组件隐裂、破损等，安装时要注意拿牢放稳，避免掉落损伤。

（九）光伏组件更换安装完毕后连接接插头前，应测量该组件的开路电压，并进行记录。

### **第三条 汇流箱检修与调试**

（一）检修与调试前，应检查采用金属箱体的汇流箱已可靠接地，并用验电设备检验汇流箱金属外壳和相邻设备是否有电。

（二）汇流箱内光伏组件串的电缆接引前，必须确认光伏组串和逆变器侧均有明显断开点。接入汇流箱电缆必须可靠接触，并套上绝缘护套。

（三）汇流箱检修、维护时熔断器和断路器均应断开，验明无电压后方可工作，应做好防止突然来电的安全措施。

（四）检修汇流箱输出端缺陷时，应断开直流配电柜对应断路器，并悬挂“禁止合闸 有人工作”标示牌，防止反送电。

（五）汇流箱更换时，应断开直流配电柜全部断路器，

并悬挂“禁止合闸 有人工作”标示牌，防止反送电。更换步骤按照工序进行，并做好防火封堵。送电前应做极性测试，确保极性正确。

（六）户外安装的汇流箱，不宜在雨雪天进行开箱操作。汇流箱检修完毕后，应关好箱门。

#### **第四条 配电柜检修**

（一）检修前，应检查配电柜已进行可靠接地，并具有明显的接地标识，并用验电设备检验配电柜外壳和相邻设备是否有电。

（二）需打开配电柜柜门进行检修、维护时，应在有人监护的情况下进行。

（三）检修时，应断开配电柜中的所有进、出线，符合停电工作的安全要求。

（四）配电柜检修完毕送电前，应确认无工具遗留在配电柜内，并及时关好配电柜柜门。

（五）配电柜送电前应核对直流输入、输出侧绝缘是否正常，极性是否正确。

#### **第五条 逆变器检修**

（一）检修前，应检查逆变器机柜内有适当的保护措施，能够防止对检修与调试人员直接接触电极部分，并确保逆变器已经可靠接地。

（二）检修时，应断开逆变器中的所有进、出线，对工作中有可能触碰的相邻带电设备应采取停电或绝缘遮蔽措施，符合停电工作的安全要求，检查和更换电容器前，应将

电容器充分放电。

（三）电缆接引完毕后，逆变器本体的预留孔洞及电缆管口应进行防火封堵。

（四）光伏逆变器送电前应核对交、直流侧绝缘是否正常，直流侧极性是否正确，交流侧相序是否正确。投入运行前，宜将接入逆变器内的所有汇流箱调试完毕。

### **第六条** 在低压配电装置和低压导线上的工作

（一）低压配电盘、配电箱和电源干线上的工作，应填用低压工作票。

（二）低压回路停电的安全措施如下：

1. 将检修设备的各方面电源断开取下熔断器，在开关或刀闸操作把手上挂“禁止合闸 有人工作”的标示牌；
2. 工作前应验电；
3. 根据需要采取其他安全措施。

（三）停电更换熔断器后，恢复操作时，应戴手套和护目眼镜。

（四）低压不停电工作时，应采取遮蔽有电部分等防止相间或接地短路的有效措施；若无法采取遮蔽措施时，则将影响作业的有电设备停电。若使用有绝缘柄的工具，其外裸的导电部位应采取绝缘措施，防止操作时相间或相对地短路。工作时，应满足作业人员的基本条件，并戴手套、护目镜，站在干燥的绝缘物上进行。禁止使用锉刀、金属尺和带有金属物的毛刷、毛掸等工具。作业前，应先分清相、零线，选好工作位置。断开导线时，应先断开相线，后断开零线。

搭接导线时，顺序应相反。人体不得同时接触两根线头。

## **第七条 系统整体调试**

（一）分布式光伏电站施工完毕，从安装到单体调试、分系统调试等各个阶段已通过验收并提交验收文档，各阶段不遗留设备安全隐患，遗留问题要有记录，以防责任不清。

（二）分布式光伏电站分系统试运后设备的消缺、维护、检修等工作应办理工作票，执行工作票制度，工作票中要求的设备停送电，应经过就地检查核对符合停送电要求，并无交叉作业后，方可办理停送电手续，不应口头联系停送电。

（三）电气设备带电后，现场应有明显已带电的警示或标识，并做好施工设备与带电部位的安全隔离。

（四）系统整体调试试运前，所有消防设施应经消防验收合格并签证后方可允许使用，全部消防设施应投入使用。

（五）新安装系统在整体启动前应具备以下条件：

1. 光伏组件串、汇流箱、逆变器、隔离升压变等设备完成安装，调试工作结束；

2. 与整体启动有关的各系统控制、保护等二次回路均已试验完毕，正确可靠，符合要求；继电保护已按整定值要求调试整定完毕，并可投入运行；

3. 各电缆连接正确，接触良好，设备绝缘良好；

4. 检测并网点交流侧电压、频率，判断其是否符合并网条件；

5. 逐一对逆变器进行并网操作，观察启动及系统运行情况；



6. 正常停机试验及安全停机、事故停机试验无异常；
7. 填写调试报告。

（六）对于调试期间的重要操作以及暂时不能处理的设备系统缺陷等要做好事故预想和制定反事故措施。

### **第八条 光伏发电单元升压变上的工作**

（一）光伏发电单元升压变停电检修时，应使用第一种工作票；高压线路不停电时，工作负责人应向全体人员说明线路上有电，并加强监护。

（二）在光伏发电单元升压变上进行工作，不论线路是否停电，应先拉开低压侧刀闸，后拉开高压侧隔离开关（刀闸）或跌落式熔断器，在停电的高、低压引线上验电、接地。

（三）光伏发电单元升压变验电时，应戴绝缘手套。如无法直接验电，可以按规定进行间接验电。

（四）光伏发电单元升压变接地电阻不合格时，应戴绝缘手套方可接触箱体。

（五）光伏发电单元升压变应有防误闭锁装置，防误闭锁装置不应随意退出运行。倒闸操作过程中禁止解锁。如需解锁，应履行批准手续。解锁工具（钥匙）使用后应及时封存。

（六）光伏发电单元升压变中使用的普通型电缆接头，禁止带电插拔。可带电插拔的肘型电缆接头，不宜带负荷操作。

（七）光伏发电单元升压变高、 低压侧短路接地或采

取绝缘遮蔽措施后，方可进入高、低压室工作。

## 第六章 安全组织措施

### 第一条 现场勘察制度

（一）凡进行光伏项目施工，在工作项目确定后，应根据工作任务对工作地段全面进行现场勘察，并现场记录勘察情况。

（二）现场勘察应由工作票签发人或工作负责人组织，工作负责人、项目主管部门（项目投资方）、产权业主方（场地）和检修（施工）单位相关人员参加。对涉及多专业、多部门、多单位的作业项目，应由项目主管部门、单位组织相关人员共同参与。

（三）现场勘察应察看施工作业需要停电的范围、保留的带电部位、装设接地线的位置、邻近线路、交叉跨越、多电源、自备电源及现场周边有无影响作业的建构筑物、管道、吊置设备、邻近设备、屋面附属物、屋面荷载、动火部位或场所和作业现场条件、环境等及其他影响作业的危险点，并提出针对性的安全措施和注意事项。

（四）现场勘察后，现场勘察记录应送交工作票签发人、工作负责人及相关各方，作为填写、签发作业票等的依据。

### 第二条 工作票制度

（一）在光伏电站设备上的工作，应填用工作票或事故紧急抢修单，其方式有以下 5 种：

1. 填用配电第一种工作票。

2. 填用配电第二种工作票。

3. 填用低压工作票。

4. 填用故障紧急抢修单。

（二）填用第一种工作票的工作为：

1. 高压设备上工作需要全部停电或部分停电者；

2. 二次系统和照明等回路上的工作，需要将高压设备停电；

3. 高压电力电缆需停电的工作；

4. 火灾报警系统及图像监视系统等工作，需要将高压设备停电；

5. 其他工作需要将高压设备停电或要做安全措施者。

（三）填用第二种工作票的工作为：

1. 控制盘和低压配电盘、配电箱、电源干线上的工作；

2. 二次系统和照明等回路上的工作，无需将高压设备停电者或做安全措施者；

3. 非运维人员用绝缘棒、核相器和电压互感器定相或用钳型电流表测量高压回路的电流；

4. 大于表 1 距离的相关场所和带电设备外壳上的工作以及无可能触及带电设备导电部分的工作；

5. 高压电力电缆不需停电的工作；

6. 火灾报警系统及图像监视系统等工作，无需将高压直流系统停用者。

（四）填用事故紧急抢修单的工作为：

1. 事故紧急抢修应填用工作票，或事故紧急抢修单；

2. 非连续进行的事故修复工作，应使用工作票。

### **第三条 工作票的填写与签发**

（一）工作票应使用黑色或蓝色的钢（水）笔或圆珠笔填写与签发，一式两份，内容应正确，填写应清楚，不得任意涂改。如有个别错、漏字需要修改，应使用规范的符号，字迹应清楚。

（二）用计算机生成或打印的工作票应使用统一的票面格式，由工作票签发人审核无误，手工或电子签名后方可执行。工作票一份应保存在工作地点，由工作负责人收执；另一份由运行值班工作许可人收执，按值移交。运行值班工作许可人应将工作票的编号、工作任务、许可及终结时间记入登记簿。

（三）一张工作票中，工作票签发人、工作许可人和工作负责人三者不得为同一人。工作许可人中只有现场工作许可人（作为工作班成员之一，进行该工作任务所需现场操作及做安全措施者）可与工作负责人相互兼任。若相互兼任，应具备相应的资质，并履行相应的安全责任。

（四）工作票由工作负责人填写，也可以由工作票签发人填写。

（五）工作票由设备运维管理单位签发，也可由经设备运维管理单位审核合格且经批准的检修及基建单位签发。承包工程中，工作票可实行“双签发”形式。签发工作票时，双方工作票签发人在工作票上分别签名，各自承担本部分工作票签发人相应的安全责任。

#### 第四条 工作票的使用

(一) 一个工作负责人不能同时执行多张工作票，即不能同时担任两个及以上工作票的工作负责人或工作班成员，工作票上所列的工作地点应以以下范围为限：

1. 以一个电气连接部分为限，所谓一个电气连接部分是指：电气装置中，可以用隔离开关（刀闸）同其他电气装置分开的部分；

2. 光伏电站一组光伏发电单元；

3. 光伏电站多组光伏发电单元同类型检修维护工作。

(二) 若以下设备同时停、送电，可使用同一张工作票：

1. 属于同一电压等级、位于同一平面场所，工作中不会触及带电导体的几个电气连接部分；

2. 一台变压器停电检修，其断路器（开关）也配合检修；

3. 全站停电；

4. 属于同一区域连续布置的多组光伏发电单元同时停、送电。

(三) 下列可使用一张第二种工作票：

1. 同一升压站在几个电气连接部分上依次进行不停电的同一类型的工作；

2. 同一光伏电站内在几组光伏发电单元上依次进行不停电的同一类型工作。

(四) 一张工作票上所列的检修设备应同时停、送电，开工前工作票内的全部安全措施应一次完成。办理工作票延期手续，应在工作票的有效期内，由工作负责人向工作许可

人提出申请，得到同意后给予办理；不需要办理许可手续的配电第二种工作票，由工作负责人向工作票签发人提出申请，得到同意后给予办理。（配电安规--延期内容）

（五）属于同一区域连续布置的多组光伏发电单元同时停、送电的工作，若填用一张工作票，经工作票签发人同意，在线路检修和光伏发电单元停机状态下，由现场许可人和工作班成员布置的安全措施可分段执行。工作票中应填写清楚安全措施随工作区段转移情况。按以下要求履行转移手续。使用同一张工作票依次在不同工作地点转移工作时，若工作票所列的安全措施在开工前一次做完，则在工作地点转移时不需要再分别办理许可手续；若工作票所列的停电、接地等安全措施随工作地点转移，则每次转移均应分别履行工作许可、终结手续，依次记录在工作票上，并填写使用的接地线编号、装拆时间、位置等随工作地点转移情况。工作负责人在转移工作地点时，应逐一向工作人员交待带电范围、安全措施和注意事项。（配电安规-工作票转移）

（六）一条配电线路分区段工作，若填用一张工作票，经工作票签发人同意，在线路检修状态下，由工作班自行装设的接地线等安全措施可分段执行。工作票上应填写使用的接地线编号、装拆时间、位置等随工作区段转移情况。《配电安规-分段工作》

（七）一回线路检修或施工，其邻近或交叉的其他电力线路需进行配合停电和接地时，应在工作票中列入相应的安全措施。若配合停电线路属于其他单位，应由检修单位事先

书面申请，经配合线路的设备运维管理单位同意并实施停电、接地。

（八）需要变更工作班成员时，应经工作负责人同意，在对新的作业人员进行安全交底手续后，方可进行工作。非特殊情况不得变更工作负责人，如确需变更工作负责人应由工作票签发人同意并通知运行值班工作许可人，运行值班工作许可人将变动情况记录在工作票上。工作负责人允许变更一次。原、现工作负责人应对工作任务和安全措施进行交接。

（九）在原工作票的停电及安全措施范围内增加工作任务时，应由工作负责人征得工作票签发人和运行值班工作许可人同意，并在工作票上增填工作项目。若需变更或增设安全措施者应填写新的工作票，并重新履行签发许可手续。

（十）变更工作负责人或增加工作任务，如工作票签发人和运行值班工作许可人无法当面办理，应通过电话联系，并在工作票登记簿和工作票上分别注明。

（十一）第一种工作票应在工作前一日交工作负责人及运维人员手中。故障处理第一种工作票可在工作开始前直接交给运行值班工作许可人。第二种工作票可在进行工作的当天预先交给运行值班工作许可人。

（十二）工作票有破损不能继续使用时，应补填新的工作票，并重新履行签发许可手续。

（十三）工作票所列人员的基本条件。

1. 工作票签发人应是熟悉人员技术水平、熟悉设备情况、熟悉本部分，并具有相关工作经验的生产领导人、技术

人员或经本单位批准的人员。工作票签发人员名单应公布。

2. 工作负责人（监护人）应是具有相关工作经验，熟悉设备情况和本部分，经批准的人员。工作负责人还应熟悉工作班成员的工作能力。

3. 运行值班工作许可人应是经批准的有一定工作经验的运维人员或运行值班操作人员（进行该工作任务操作及做安全措施的人员）。现场许可人应是经批准的具有一定工作经验和技能水平的运维人员或检修操作人员，熟悉设备情况，可由工作班成员担任。许可人员名单均应公布。

4. 专责监护人应是具有相关工作经验，熟悉设备情况和本部分的人员。

#### （十四）工作票所列人员的安全责任

##### 1. 工作票签发人：

（1）确认工作必要性和安全性；

（2）确认工作票上所填安全措施是否正确完备；

（3）确认所派工作负责人和工作班人员是否适当和充足。

##### 2. 工作负责人（监护人）：

（1）正确组织工作；

（2）检查工作票所列安全措施是否正确完备，是否符合现场实际条件，必要时予以补充完善；

（3）工作前，对工作班成员进行工作任务、安全措施、技术措施交底和危险点告知，并确认每个工作班成员都已签名；



(4) 组织执行工作票所列由其负责安全措施；

(5) 监督工作班成员遵守本部分、正确使用劳动防护用品和安全工器具以及执行现场安全措施；

(6) 关注工作班成员身体状况和精神状态是否出现异常迹象，人员变动是否合适。

### 3. 工作许可人

(1) 运行值班工作许可人：

①负责确认由其负责的安全措施是否正确执行，是否符合现场条件；

②工作现场布置的安全措施是否完善，必要时予以补充；

③负责检查检修设备有无突然来电的危险；

④对工作票所列内容即使发生很小疑问，也应向工作票签发人询问清楚，必要时应要求作详细补充。

(2) 现场许可人：

①负责审查光伏电站工作票所列发电单元、线路等工作现场安全措施是否正确、完备，是否符合现场条件，并已正确实施，必要时予以补充；

②负责检查检修设备设施有无突然启动、突然来电的危险。

### 4. 专责监护人：

①确认被监护人员和监护范围；

②工作前，对被监护人员交待监护范围内的安全措施、告知危险点和安全注意事项；

③监督被监护人员遵守本部分和执行现场安全措施，及时纠正被监护人员的不安全行为。

#### 5. 工作班成员：

①熟悉工作内容、工作流程，掌握安全措施，明确工作中的危险点，并在工作票上履行交底签名确认手续；

②服从工作负责人（监护人）、专责监护人的指挥，严格遵守本部分和劳动纪律，在确定的作业范围内工作，对自己在工作中的行为负责，互相关心工作安全；

③正确使用施工器具、安全工器具和劳动防护用品。

### **第五条 工作许可制度**

#### （一）升压站工作许可

运行值班工作许可人在完成施工现场的安全措施后，还应完成以下手续，工作班方可开始工作。

（1）会同工作负责人到现场再次检查所做的安全措施，对具体的设备指明实际的隔离措施，证明检修设备确无电压；

（2）对工作负责人指明带电设备的位置和注意事项；

（3）和工作负责人在工作票上分别确认、签名。

#### （二）光伏发电单元、线路工作许可

1. 各工作许可人应在完成工作票所列由其负责的安全措施后，方可发出许可工作的命令。

2. 许可开始工作的命令，应通知工作负责人。其方法可采用：（1）当面许可；（2）电话许可。

3. 运行值班许可人在向工作负责人发出许可工作的命

令前，应审核工作票上由其负责的安全措施无误，做好电气设备主接线运行方式调整等安全措施（如升压站内安全措施），记录工作班组名称、现场许可人姓名、工作负责人姓名、工作地点和工作任务。

4. 现场许可人在向工作负责人发出许可工作的命令前，应检查核对运行值班许可人负责的安全措施已正确执行，完成作业现场的安全措施布置（如光伏发电单元停电、验电、悬挂标示牌等安全措施以及线路挂接地线、光伏发电单元升压变安全措施等），与工作负责人核对设备双重名称，检查核对工作票上所列全部安全措施，指明保留带电部位，对具体的设备指明实际的隔离措施，证明检修设备确无电压。

5. 填写光伏发电单元、线路第一种工作票的工作，应得到全部工作许可人的许可，并由工作负责人确认工作票所列当前工作所需的安全措施全部完成后，方可下令开始工作。所有许可手续（工作许可人姓名、许可方式、许可时间等）均应记录在工作票上。

## **第六条 工作监护制度**

（一）工作许可手续完成后，工作负责人、专责监护人应向工作班成员交待工作内容、人员分工、带电部位、转动部位和现场安全措施，进行危险点告知，并履行确认手续，工作班方可开始工作。工作负责人、专责监护人应始终在工作现场，对工作班人员的安全认真监护，及时纠正不安全的行为。

（二）所有工作人员（包括工作负责人）不许单独进入、

滞留在光伏电站设备区内。

（三）工作票签发人或工作负责人，应根据现场的安全条件、施工范围、工作需要等具体情况，增设专责监护人和确定被监护的人员。专责监护人不得兼做其他工作。专责监护人临时离开时，应通知被监护人员停止工作或离开工作现场，待专责监护人回来后后方可恢复工作。若专责监护人必须长时间离开工作现场时，应由工作负责人变更专责监护人，履行变更手续，并告知全体被监护人员。

（四）工作期间，工作负责人若因故暂时离开工作现场时，应指定能胜任的人员临时代替，离开前应将工作现场交待清楚，并告知工作班成员。原工作负责人返回工作现场时，也应履行同样的交接手续。若工作负责人必须长时间离开工作现场时，应由原工作票签发人变更工作负责人，履行变更手续，并告知全体作业人员及运行值班工作许可人。原、现工作负责人应做好必要的交接。

### **第七条 工作间断、转移和终结制度**

（一）工作间断时，工作班人员应从工作现场撤出。每日收工，应清扫工作地点，开放已封闭的通道，并电话告知运行值班工作许可人。若工作间断后所有安全措施和接线方式保持不变，工作票可由工作负责人执存。次日复工时，工作负责人应电话告知现场许可人及运行值班工作许可人，并重新认真检查确认安全措施是否符合工作票要求。间断后继续工作，若无工作负责人或专责监护人带领，作业人员不得进入工作地点。

（二）在未办理工作票终结手续以前，任何人员不应将停电设备合闸送电。在工作间断期间，若有紧急需要，运维人员可在工作票未交回的情况下合闸送电，但应先通知工作负责人，在得到工作班全体人员已经离开工作地点、可以送电的答复后方可执行，并应采取下列措施：

1. 拆除临时遮栏、接地线和标示牌，恢复常设遮栏，换挂“止步 高压危险”的标示牌；

2. 应在所有道路派专人守候，以便告诉工作班人员“设备已经合闸送电，不得继续工作”。守候人员在工作票未交回以前，不得离开守候地点。

3. 检修工作结束以前，若需将设备试加工作电压，应按下列条件进行：

（1）全体作业人员撤离工作地点；

（2）将该系统的所有工作票收回，拆除临时遮栏、接地线和标示牌，恢复常设遮栏；

（3）应在工作负责人和运维人员进行全面检查无误后，由运维人员进行加压试验；

（4）工作班若需继续工作时，应重新履行工作许可手续。

（四）全部工作完毕后，工作班应清扫、整理现场。工作负责人应先周密地检查，待全体作业人员撤离工作地点后，再向运维人员交待所修项目、发现的问题、试验结果和存在问题等，并与运维人员共同检查设备状况、状态，有无遗留物件，是否清洁等（光伏电站工作完毕后工作负责人与

现场许可人共同检查设备状况、状态，有无遗留物件，是否清洁等），然后在工作票上填明工作结束时间。待工作票上的临时遮栏已拆除，标示牌已取下，已恢复常设遮栏，未拆除的接地线、未拉开的接地刀闸（装置）等设备运行方式已汇报调控人员，工作票方告终结。

## 第八条 倒闸操作

（一）操作应按规定填用操作票，倒闸操作由操作人员填用操作票。

（二）升压站设备应有与现场一次设备和实际运行方式相符的一次系统模拟图（包括各种电子接线图），光伏发电单元升压变及逆变器应有与现场一次设备和实际运行方式相符的接线图。

（三）操作设备应具有明显的标志，包括命名、编号、分合指示，旋转方向、切换位置的指示及设备相色等。

（四）监护操作是指由两人进行同一项的操作。监护操作时，其中一人对设备较为熟悉者作监护。特别重要和复杂的倒闸操作，由熟练的运维人员操作，运维负责人监护。

（五）下列项目应填入操作票内：

1. 应拉合的设备〔断路器（开关）、隔离开关（刀闸）、接地刀闸（装置）等〕，验电，装拆接地线，合上（安装）或断开（拆除）控制回路或电压互感器回路的空气开关、熔断器，切换保护回路和自动化装置及检验是否确无电压等；

2. 拉合设备〔断路器（开关）、隔离开关（刀闸）、接地刀闸（装置）等〕后检查设备的位置；

3. 进行停、送电操作时，在拉合隔离开关（刀闸）、拉出、推入手车式开关前，检查断路器（开关）确在分闸位置；

4. 在进行倒负荷或解、并列操作前后，检查相关电源运行及负荷分配情况；

5. 设备检修后合闸送电前，检查送电范围内接地刀闸（装置）已拉开，接地线已拆除；

6. 根据设备指示情况确定的间接验电和间接方法判断设备位置的检查项；

7. 控制、保护系统投退。

（六）下列各项工作可以不用操作票（下述操作在完成应做好记录，事故紧急处理应保存原始记录）：

1. 事故紧急处理；

2. 拉合断路器（开关）的单一操作；

3. 程序操作；

4. 工作票上已注明由工作班成员执行的操作或安全措施。

### **第九条 动火工作票制度**

（一）动火工作票使用场所；

在防火重点部位或场所以及禁止明火区动火作业（本部分所指动火作业，是指能直接或间接产生明火的作业，包括熔化焊接、切割、喷枪、喷灯、钻孔、打磨、锤击、破碎、切削等。），应填用动火工作票，其方式有下列两种：

1. 填用一级动火工作票；

2. 填用二级动火工作票。

## （二）一级动火区动火作业

在一级动火区动火作业，应填写动火工作票。一级动火区，是指火灾危险性很大，发生火灾时后果很严重的部位或场所。

## （三）二级动火区动火作业

在二级动火区动火作业，应填写动火工作票。二级动火区，是指一级动火区以外的所有防火重点部位或场所以及禁止明火区。

（四）动火作业应有专人监护，动火作业前应清除动火现场及周围的易燃物品，或采取其他有效的安全防火措施，配备足够适用的消防器材。在枯草季节进行组件支架焊接工作时，必须设置防火隔离。

（五）动火作业现场的通排风要良好，以保证泄漏的气体能顺畅排走。

（六）动火作业间断或终结后，应清理现场，确认无残留火种后，方可离开。

## （七）下列情况禁止动火：

1. 压力容器或管道未泄压前；
2. 存放易燃易爆物品的容器未清理干净前或未进行有效置换前；
3. 风速达五级及以上的露天作业；
4. 喷漆现场；
5. 遇有火险异常情况未查明原因和消除前。



## 第七章 安全的技术措施

### 第一条 停电

(一) 工作地点，应停电的设备如下：

1. 检修的设备；
2. 与作业人员在进行工作中正常活动范围的距离小于表 1 规定的设备；
3. 在 35kV 及以下的设备处工作，安全距离虽大于表 1 规定，但小于表 1 规定，同时又无绝缘隔板、安全遮栏措施的设备；
4. 带电部分在作业人员后面、两侧、上下，且无可靠安全措施的设备；
5. 其他需要停电的设备。

表 1 高压线路、设备不停电时的安全距离

电压等级 (KV)	安全距离 (m)	电压等级 (KV)	安全距离 (m)
10 及以下	0.7	330	4.0
20、35	1.0	500	5.0
66、110	1.5	750	8.0
220	3.0	1000	9.5
±50	1.5	±660	9.0
±400	7.2	±800	10.1
±500	6.8		

注：表中未列电压应选用高一电压等级的安全距离，后表同。750kV 数据按海拔 2000m 校正，±400kV 数据按海拔 5300m 校正，其他电压等级数据按海拔 1000m 校正。

## 配电原表 2

（一）检修设备停电，应把各方面的电源完全断开（任何运行中的星形接线设备的中性点，应视为带电设备）。禁止在只经断路器（开关）断开电源或只经换流器闭锁隔离电源的设备上工作。应拉开隔离开关（刀闸），手车开关应拉至试验或检修位置，应使各方面有一个明显的断开点，若无法观察到停电设备的断开点，应有能够反映设备运行状态的电气和机械等指示。与停电设备有关的变压器和电压互感器，应将设备各侧断开，防止向停电检修设备反送电。

（二）在光伏组件有电流输出时，禁止带电直接插拔接插头。光伏组件更换时，应断开与其相应的汇流箱开关、相应支路保险及相邻光伏组件连接线。

（三）在光伏配电柜检修前，应将汇流箱、逆变器、配电柜内所带各支路断路器、控制装置电源全部断开，悬挂“禁止合闸 有人工作”标示牌，并逐一验电。

（四）光伏逆变器停电，应将逆变器停运，将交、直流侧断路器、控制装置电源断开。应在断开处悬挂“禁止合闸 有人工作”标示牌。

（五）检修设备和可能来电侧的断路器（开关）、隔离开关（刀闸）应断开控制电源和合闸能源，隔离开关（刀闸）操作把手应锁住，确保不会误送电。

(六) 对难以做到与电源完全断开的检修设备，可以拆除设备与电源之间的电气连接。

## **第二条 验电**

(一) 验电时，应使用相应电压等级且合格的接触式验电器。验电前，应先在有电设备上进行试验，确认验电器良好；无法在有电设备上进行试验时可用工频高压发生器等确认验电器良好。

(二) 光伏逆变器停电后，需打开柜门进行检修时，宜佩戴防静电手环，应确保逆变器充分放电完毕并验明确无残留电压，在有人监护的情况下进行。

(三) 对无法进行直接验电的设备和雨雪天气时的户外设备，可以进行间接验电，即通过设备的机械指示位置、电气指示、带电显示装置、仪表及各种遥测、遥信等信号的变化来判断。判断时，至少应有两个非同样原理或非同源的指示发生对应变化，且所有这些确定的指示均已同时发生对应变化，才能确认该设备已无电。以上检查项目应填写在操作票中作为检查项。检查中若发现其他任何信号有异常，均应停止操作，查明原因。若进行遥控操作，可采用上述的间接方法或其他可靠的方法进行间接验电。

## **第三条 接地**

(一) 装设接地线应由两人进行。

(二) 当验明设备确已无电压后，应立即将检修设备接地并三相短路。

(三) 电缆及电容器接地前应逐相充分放电，星形接线

电容器的中性点应接地、串联电容器及与整组电容器脱离的电容器应逐个多次放电，装在绝缘支架上的电容器外壳也应放电。

（四）在配电装置上，接地线应装在该装置导电部分的规定地点，应去除这些地点的油漆或绝缘层，并划有黑色标记。所有配电装置的适当地点，均应设有与接地网相连的接地端。

（五）装设接地线应先接接地端，后接导体端，接地线应接触良好，连接应可靠。拆接地线的顺序与此相反。装、拆接地线导体端均应使用绝缘棒和戴绝缘手套。人体不得碰触接地线或未接地的导线，以防止触电。

## 第八章 光伏组件的清洗

**第一条** 光伏组件表面应保持清洁，光伏板组件因污染导致系统发电效率（与上次清洗之后比较）降低 5%（或其它）时，需进行光伏板清洗。光伏组件日常定期清洗频率一年十次或每月一次。

**第二条** 光伏板清洗后，表面无肉眼可见的油污、斑点及附着物，用白手套或白纱布擦拭光伏板表面，无灰尘覆盖现象。

**第三条** 光伏发电系统的光伏组件清洗工作应选择在清晨、傍晚、夜间或阴雨天（辐照度低于  $200\text{W}/\text{m}^2$  的情况下）进行，严禁选择中午前后或阳光比较强烈的时段进行清洗工作。在早晚清洗时，也要选择在阳光暗弱的时间段内进行。

#### **第四条** 组件清洗方法；

组件清洗方式可分为常规清洗及两天清洗，其中常规清洗包含普通清扫和冲洗清洁。

**普通清扫：**用干燥的专业拖把将组件表面的附着物如干燥浮灰、树叶等扫掉。对于紧附于玻璃上面的硬性异物如泥土、鸟粪、粘稠物体，则可用稍硬刮板或纱布进行刮擦处理，但需注意不能使用硬性材料来刮擦，防止破坏玻璃表面。以清扫效果来看是否要进行冲洗清洁。

**冲洗清洁：**对于紧密附着在玻璃上的有染色物质如鸟粪的残余物、植物汁液或者湿土等无法清扫掉的物体时，则需要通过光伏清洗机器来处理。清洗过程一般使用清水，配合光伏清洗刷来进行清除。如遇到油性污物等，可用洗洁精或肥皂水等相关溶剂配合光伏板清洗机器人对污染区域进行单独清洗。

**第五条** 进行光伏板清洗前，应考察监控记录中是否有电量输出异常的记载，分析是否可能是因漏电引起，并需检查组件的连接线和相关电器元件有无破损、粘连，在清洗前还需用试电笔对组件的铝框、支架、钢化玻璃表面进行测试。以排除漏电隐患，确保人身安全。

**第六条** 光伏组件铝框及光伏支架有许多锋利尖角。因此进行光伏板组件清洁的人员应穿着相应防护服装并佩戴安全帽以避免造成人员的刮蹭伤。应禁止在衣服上或工具上出现钩子、带子、线头等容易引起牵绊的部件。

**第七条** 禁止踩踏光伏组件、导轨支架、电缆桥架等光

伏系统设备或其他方式借力于组件板和支架。

**第八条** 严禁使用硬质和尖锐工具或腐蚀性溶剂及碱性有机溶剂擦拭光伏组件，禁止将清洗水喷射到组件接线盒、电缆桥架、汇流箱等设备。

清洁时清洁设备对组件的冲击压力必须控制在一定范围内，避免不适当受力引起隐裂。

**第九条** 严禁在风力大于 4 级、大雨或大雪的气象条件下清洗光伏组件。冬季清洁应避免冲洗，以防止气温过低而结冰，造成污垢堆积；同理也不要不要在面板很热时用冷水冲洗。

**第十条** 人员清洁时，禁止站立在距离屋顶边缘不足 1 米的地方进行作业。不准将工具及杂物向下投掷，在作业完成后统一带回。

**第十一条** 光伏组件清洗前，应检查光伏组件有无破裂现象。

**第十二条** 光伏组件清洗，应填写用配电第二种工作票。