

团 体 标 准

T/HZPVA 002—2019

附加型工商业屋顶光伏发电系统运行维护 规程

Rules for Operation and Maintenance of Attached Industrial and Commercial Roof
Photovoltaic Power Generation System

2019 – 12 – 27 发布

2019 – 12 – 27 实施

杭州市太阳能光伏产业协会 发 布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 运行维护.....	2
5 设备管理.....	8
6 安全生产.....	11
7 文明生产.....	21
8 新技术应用.....	23
附录 A（资料性附录）光伏发电系统主要设备的巡检周期要求表.....	25
附录 B（资料性附录）光伏发电系统主要设备的运行维护检查表.....	28
附录 C（资料性附录）光伏组件的清洗要求与验收标准表.....	34
附录 D（资料性附录）光伏发电系统主要设备的预防性试验检查表.....	35

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由杭州市太阳能光伏产业协会提出并组织制定。

本标准起草单位：霍尔果斯正泰科技服务有限公司、浙江绿能清洁能源有限公司、浙江芯能光伏科技股份有限公司、浙江正泰中自控制工程有限公司、浙江寰泰新能源有限公司、浙江众能工程技术有限公司、浙江龙能电力发展有限公司、浙江交投新能源投资有限公司、洁云电力工程（杭州）有限公司、浙江舒奇蒙能源科技有限公司、华立科技股份有限公司。

本标准主要起草人：张天文、侯波、王宇龙、陈军松、欧三娥、郭卫东、赵永红、俞刚、王倩、沈林、陈璐、贺健能、黄福彦、俞萍、张海华、高志万、王海荣、王仕鹏、罗俊、孙利、陈孙杰、王小鑫、熊磊、温知才、邹君杰。

本标准于2019年12月27日首次发布。

附加型工商业屋顶光伏发电系统运行维护规程

1 范围

本规程适用于验收合格后，已投入正常使用的光伏电站的运行与维护。

本规程适用于既有工商业建筑屋顶上安装的附加型分布式光伏发电系统，包括工业建筑和民用建筑中的公共建筑上建设的分布式光伏应用项目，不适用于光伏建筑一体化发电系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 2894 安全标志及其使用导则
GB/T 11651 个体防护装备选用规范
GB 26859 电力安全工作规程 电力线路部分
GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分
GB/T 35694 光伏电站安全规程
DL 409 电业安全工作规程（电力线路部分）
DL/T 596 电力设备预防性试验规程
DL/T 687 微机型防止电气误操作系统通用技术条件
DL/T 1476 电力安全工器具预防性试验规程
DL 5027 电力设备典型消防规程
T/HZPVA 001 屋顶分布式光伏发电项目验收规范
国务院令570号 气象灾害防御条例
安监总厅安健〔2018〕3号 用人单位劳动防护用品管理规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1

等效利用小时数

在统计周期（日、月、年）内电站发电量折算到该站全部装机满负荷运行条件下的发电小时数，也称作等效满负荷发电小时数。

3.2

最大出力

在统计周期（日、月、年）内光伏电站并网高压侧有功功率的最大值。

3.3

综合能量效率

光伏发电系统的并网柜交流输出电能与光伏方阵输入电能的比值。

4 运行维护

4.1 基本规定

附加型工商业屋顶光伏发电系统（以下简称光伏发电系统）的运行维护，应符合下列要求：

- 1) 光伏发电系统的运行维护除了符合本规程外，还应符合已颁布的国家、行业及地方相关的规范和标准；
- 2) 光伏发电系统生产准备中，项目公司应完成相关资料的移交，物资管理、安健环管理、生产技术准备等工作符合相关要求；
- 3) 光伏发电系统运维人员在交接班过程中应规范交班准备、接班准备工作；
- 4) 光伏发电系统运维人员应符合上岗条件、在运行维护检查中应遵守相关的操作规定；
- 5) 运行维护检查应涉及到光伏发电系统的组件支架、光伏组件、直流汇流箱、直流配电柜、交流汇流箱、交流配电柜、集中式逆变器、组串式逆变器、变压器、电力电缆、继电保护及自动装置、无功补偿装置、开关站设备、通讯监控系统等设备；
- 6) 在开展光伏发电系统的巡回检查工作时，运维人员应遵守光伏发电系统有关的规章制度，保证巡检周期的最低要求；
- 7) 在开展光伏发电系统清洗过程中，应规范清洗要求、符合验收标准；
- 8) 在光伏发电系统运行维护中，应按要求进行档案管理，做好相关运行记录。

4.2 生产准备

4.2.1 光伏发电系统的移交运维验收工作应参照 T/HZPVA 001 执行。

4.2.2 光伏发电系统的生产、技术准备工作应符合下列要求：

- 1) 按照已投运光伏发电系统标准化管理要求，健全本电站运行、检修、试验等技术标准；
- 2) 完善光伏发电系统各类台帐、报表等工作；
- 3) 完成光伏发电系统图册的绘制工作，包含绘制电站电气主系统、厂用系统、备用电源系统等各系统图册和各方阵布置图；
- 4) 制定设备标志标号方案：编制光伏电站设备编号；编制生产现场设施、设备、区域等安全与生产标志标号标识方案；制作、安装、设置相应安全与生产标志标号；拍摄和收集工程资料并进行标注和整理；
- 5) 制定应急预案和处置方案建设的规划，并保证有计划、有步骤地稳步推进；
- 6) 按照处置方案建设规划，组织相应的演练和修改完善工作；
- 7) 收集、统计电气设备参数及涉网设备的继电保护定值试验报告；
- 8) 查验电站管理人员及操作人员内部培训记录。

4.2.3 光伏发电系统的物资管理工作应符合下列要求：

- 1) 建立生产准备期的办公、劳保和工器具等用品的物资管理台帐；
- 2) 做好电站备品备件的验收、入库、出库及使用管理台帐；

- 3) 制定备品备件及消耗性材料计划,以满足正常的发电需要;
- 4) 依据相关标准,配置满足安全生产需求的安全、劳动、防护用品。

4.2.4 光伏发电系统的安健环管理工作应符合下列要求:

- 1) 建立健全安健环管理组织体系、监督体系和考核体系;
- 2) 制订安全生产岗位责任制、明确岗位职责;
- 3) 做好生产准备期间的生产和交通安全工作;
- 4) 制定初期发电运行区域与施工区域隔离方案;
- 5) 组织建立危险点分析及预控体系,编制危险点分析及预控指南;
- 6) 要求配置全套消防器材;
- 7) 购置满足现场需要的安全工器具,并经有资质的试验单位试验合格,建立安全工器具试验台账。

4.3 交接班制度

4.3.1 当班值班负责人应组织全班人员,事先做好交班准备工作,检查应交的有关事项,整理各种资料、记录,检查应交的物件是否齐全以及室内是否整洁,以及为下一班做好接班后立即要执行的准备工作,应包含下列内容:

- 1) 重要设备的运行状况和运行参数、计划负荷情况、系统负荷需求情况;
- 2) 事故、故障及处理情况,设备检修进度情况;
- 3) 检查全站主辅设备的运行方式及安全措施等有关注意事项;
- 4) 检查操作票执行情况是否正确,交下班操作票是否已审票、已核对;
- 5) 检查各种记录是否齐全、正确;
- 6) 检查主控室、开关室、继电保护室是否整洁,工器具等有无缺失或损坏,是否按定置管理摆放;
- 7) 检查本班人员是否到齐、是否按要求着装;
- 8) 开交班前碰头会,听取本班人员汇报交班前准备情况;
- 9) 安排妥当无误后,填写交接班记录,通知接班人员可以进行交接班。

4.3.2 接班准备工作应符合下列要求:

- 1) 检查接班人员是否齐全,服装、鞋、上岗证是否完整、整洁,精神状况是否良好;
- 2) 安排妥当无误后,经交班值班负责人同意,可以进行交接班。

4.3.3 在下列情况下,不应进行交接班:

- 1) 在倒闸操作中;
- 2) 在处理事故时;
- 3) 接班人员有喝酒情况或精神面貌不正常时;
- 4) 卫生打扫不整洁,工具摆放不整齐时。

4.3.4 交接班工作应符合下列要求:

- 1) 交接班工作由交班值班负责人主持,应交待、汇报当班期间站内的运行情况和

- 2) 交接班的内容一律以记录和现场交接清楚为准, 凡遗漏应交待的事情, 由交班者负责; 凡未接清楚听明白的事项, 由接班者负责; 交接班双方都没有履行交接手续的内容, 双方都应负责;
- 3) 在交接班过程中, 需要进行的重要操作, 异常运行和事故处理, 仍由交班人员负责处理, 必要时, 可要求接班人员协助工作, 待事故处理或操作结束或告一段落后, 继续交接班。

4.4 巡回检查制度

- 4.4.1 开展光伏发电系统的设备巡视检查工作时, 运维人员应遵守光伏发电系统有关的规章制度, 按照设定的巡检通道进行巡回检查。
- 4.4.2 巡检中不应进行其他工作, 不应移开或跨越遮栏。
- 4.4.3 巡检中不应触及设备的裸露部分。
- 4.4.4 巡检时, 应根据设备具体情况、特点和安全的的要求, 认真仔细地检查设备, 并带电笔、手电筒、测温仪等检查用具, 以保证检查质量。
- 4.4.5 巡检时, 应佩戴必备的安全防护装备, 携带必要的工、器具。
- 4.4.6 巡检中发现的设备缺陷, 应采取必要的安全措施, 并及时向上一级汇报。
- 4.4.7 巡检完成后应将开关柜、保护屏、端子箱、控制盘等的柜门关好。
- 4.4.8 后台监控系统发现明显缺陷或疑似异常情况时应立即安排人员就地巡检, 消除设备隐患。
- 4.4.9 光伏发电系统的巡检内容和周期宜不低于附录 A 的规定。

4.5 运行技术规范和管理制度

4.5.1 光伏发电系统的运行人员应符合下列要求:

- 1) 经过安全教育培训及岗位技能培训, 且经考试合格, 具备相关证书, 健康状况符合上岗条件;
- 2) 熟悉光伏电站的工作原理及基本结构;
- 3) 掌握计算机监控系统的使用方法;
- 4) 掌握日常工作所需的各类安全及电动工器具的使用方法;
- 5) 熟悉光伏电站的各类状态信息, 故障信号及故障类型, 掌握一般故障的原因和处理的方法;
- 6) 熟悉操作票、工作票的流程。

4.5.2 光伏发电系统主要设备的运行维护检查要求参见附录 B, 主要设备包括组件支架、光伏组件、直流汇流箱、直流配电柜、交流汇流箱、交流配电柜、集中式逆变器、组串式逆变器、变压器、电力电缆。

4.5.3 光伏组件的清洗要求与验收标准参见附录 C。

4.5.4 继电保护及自动装置

4.5.4.1 仅适用于 10kV 及以上并网系统的一般规定:

- 1) 任何设备不应无保护运行;

- 2) 继电保护装置整屏退出时，应保证保护屏上所有压板处于断开状态；
- 3) 断路器对线路母线充电时，充电过程应具有相应保护措施；
- 4) 调度所管辖的保护设备的投入与退出应按调令执行，并做好相关记录，非调度管辖的保护设备投入与退出可由当班值班长决定，并做好记录；
- 5) 运行设备的保护装置压板投跳闸前，应先进行验电操作；
- 6) 带有电压回路的继电保护装置，在操作或运行中不应失去电压。

4.5.4.2 仅适用于 0.4kV 及以下并网系统的一般规定：

- 1) 二次回路辅助开关动作准确可靠，指示正确，并在规定期内进行试验合格记录；
- 2) 断路器保护装置显示正常，按键灵敏可靠；
- 3) 断路器保护装置动作正确，分合闸正常，指示正确。

4.5.4.3 新设备或检修设备保护投运应符合下列要求：

- 1) 应进行保护出口和联动等试验、以确定保护定值的正确性符合要求；
- 2) 保护装置保护定值核对无误后，方可按照调度命令投入相应保护；
- 3) 保护、自动装置直流系统发生接地现象时，按直流接地查找原则处理；
- 4) 运行人员应将保护装置及自动化装置动作情况记录清楚；
- 5) 保护动作后，值班人员应做详细记录，并汇报相关责任部门人员。

4.5.5 无功补偿装置

4.5.5.1 仅适用于 10kV 及以上并网系统的一般规定：

- 1) 无功补偿装置的任何停送电操作和设备检修，均应取得相应调度机构、调度值班人员的许可；
- 2) 严格遵守电业规定“五防”操作；
- 3) 设备运行时，不应私自打开一次设备网门，以防止他人和自己误入；
- 4) 设备运行时，保持运行设备的密闭状态功率柜在运行时，不应打开功率柜门；
- 5) 配置有 SVG 的电站，在 SVG 运行中不应分断 SVG 控制柜电源；
- 6) 配置有 SVG 的电站，其装置周围不应有危及安全运行的物体；
- 7) 电力系统不正常时，应增加检查次数，气候恶劣时应进行特殊检查；
- 8) 不应触摸运行功率单元的外壳及连接铜排。

4.5.6 开关站设备

4.5.6.1 仅适用于 10kV 及以上并网系统的一般规定：

- 1) 断路器所属一次、二次设备均属由调度管辖，设备的停、送电及运行方式的改变由当班调度员批准和下达命令方可执行，并做好记录；
- 2) 断路器在新安装或检修后，应按相关规定实验合格后方可投入运行；
- 3) 断路器在检修工作结束后，拆除检修安全措施，恢复常设安全措施，方可投入运行；
- 4) 断路器的事故跳闸或正常操作分、合闸，均应做好记录；
- 5) 断路器事故跳闸后，应按调度指令进行操作，断路器进行送电前后应对其进行外观检查；
- 6) 隔离刀闸、接地刀闸，断路器检修后，应实验其闭锁回路是否完好。

4.5.6.2 仅适用于 0.4kV 及以下并网系统的一般规定：

- 1) 机械闭锁、电气闭锁应动作准确、可靠；
- 2) 屏柜门应以裸铜软线与接地的金属构架可靠地连接；
- 3) 低压开关柜上的仪表及信号指示灯、报警装置完好齐全、指示正确；
- 4) 开关的操作手柄、按钮、锁键等操作部件应做相关标识；
- 5) 装有低压电源自投装置的开关柜，定期做投切试验，检验其动作的可靠性；
- 6) 低压开关柜前后的照明装置且齐备完好，事故照明投用正常；
- 7) 断路器的摇进、摇出无卡涩，指示正确；
- 8) 断路器的分合闸按钮动作灵活可靠，储能装置正常，指示正确，并定期试验。

4.5.6.3 仅适用于 10kV 及以上并网系统的特殊规定：

- 1) 正常情况下进行开关站刀闸操作受阻时，应查明原因，消除缺陷后方可操作；
- 2) 电气设备故障而断路器拒绝跳闸，值班人员应不待调令，立即设法将该设备停电；
- 3) 断路器不应非全相运行。当发现非全相运行时，值班人员应不待调令，立即断开断路器。

4.5.6.4 仅适用于 0.4kV 及以下并网系统的特殊规定：

- 1) 当检测不到电网电压，不能投切并网断路器；
- 2) 当检测的电压、频率、电能质量不符合电网范围要求，将自动切断并网断路器；
- 3) 在紧急情况下，低压并网柜无法分闸时，可用手按下万能式断路器的红色“停止”按钮分闸停电。

4.5.7 通讯监控系统

4.5.7.1 严禁对运行中的监控系统断电。

4.5.7.2 监控系统出现数据混乱或通信异常时，应立即检查并上报。

4.5.7.3 后台机中操作断路器时，对其它设备不得越限进行操作。

4.5.7.4 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。

4.5.7.5 对于无人值守的数据传输系统，系统的终端显示器每天宜至少检查一次有无故障报警。

4.5.7.6 每年宜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。

4.5.7.7 数据传输系统中的主要部件，凡是超过使用年限的，均应及时更换。

4.5.7.8 监控主机应具备实时显示电站的发电量、发电功率等指标数据。

4.5.7.9 监控系统正常运行时应：

- 1) 检查后台机电电源运行是否正常，有无告警信号；
- 2) 检查监控系统通信是否正常，各数据显示指示是否正确；
- 3) 检查监控窗口各主菜单有无异常。

4.6 档案管理

4.6.1 光伏发电系统的档案管理应符合下列要求：

- 1) 凡是能准确反映光伏发电系统各项业务的文件、图纸、说明书、声像、报表，都应及时归档，确保完整无缺；
- 2) 档案内容包括从成立之日起每年在光伏发电系统管理工作中形成或公司制发的应归档的文件材料。

4.6.2 光伏发电系统的档案分类应包含下列内容：

- 1) 项目前期资料：环评、可行性研究报告、项目批复文件、合作合同（协议）、并网接入申请（评审意见）、公司外发红头文件（请示、申请、报告）等；
- 2) 技术图纸、文件：技术标准、设计方案、初步设计、施工图设计、技术规范书、技术方案评审记录、设计变更、竣工图、试验、验收报告、作业指导书等；
- 3) 工程施工文件、记录及竣工资料：施工许可、开工报告、施工组织设计、过程检验记录、分部分项工程验收记录、工程签证等文件资料；
- 4) 生产运营类：运行日志、两票、维修（维护）记录、巡检记录、报表等各类记录；
- 5) 公司资产文件：公司产权证明、土地证、资产清单文件、相关设备资产的使用说明书、质量合格证明、保修卡、驱动程序、照片等文件资料；
- 6) 财务文件：财务凭证、报表、审计报告、验资报告等相关文件资料由财务部门单独进行管理。

4.6.3 光伏发电系统的台账管理应符合下列要求：

- 1) 设备台账记录的表格主要包含：设备投产情况、设备明细表、设备检修交待、设备异常（缺陷）记录、设备变更记录等；
- 2) 设备技术台帐的范围主要包含：光伏组件、直流汇流箱、逆变器、高压断路器、隔离刀闸、主变压器、厂用变压器等所有高压电气设备；低压母线工作电源、备用电源开关，低压母线电压互感器；蓄电池；保护及自动装置等；
- 3) 设备技术台账是设备全过程管理的一项基本型工作，应认真对待设备的台账录入、保存等管理工作，要求数据详实、准确、专业术语规范，纸质台账字体规范、整洁；
- 4) 设备台账管理应按设备分工、实施动态管理，由设备管理责任人负责台账信息的建立、修改、补充及更新，任何时候设备不应处于无人管理状态；
- 5) 为确保光伏电站运行维护管理工作有序进行，运行维护台账应做到分类管理；
- 6) 现场各类运行管理记录、台账，应按月、年度配发、收回，标注归档。

4.7 运行记录管理

4.7.1 根据发电量、上网电量、等效利用小时数、最大出力、综合能量效率、逆变器停机小时数、逆变器的转换效率、综合厂用电量等主要的光伏电站运行指标，可掌握光伏电站的生产运行情况，及时发现生产运营过程中存在的问题。

4.7.2 光伏发电系统运行指标可为电站对标管理创造条件。

4.7.3 光伏发电系统运行指标可用于填报电站日报、故障损失月报等报表。

4.7.4 光伏发电系统运行记录是对光伏电站运行和维护的全部过程进行详细的记录。

4.7.5 光伏发电系统的运行记录是优化电站建设，提高运行效率的重要数据来源。

4.7.6 光伏发电系统的运行日志管理宜符合下列要求：

- 1) 记录当值期间的重大电气操作；
- 2) 记录全站公用系统重大操作；
- 3) 记录重要系统或并网设备检修工作票办理、弃光电量；
- 4) 记录组件、滤网清洗过程；
- 5) 记录电站巡检过程，记录逆变器等主要发电设备维护过程，数据保存三年以上。

4.7.7 光伏发电系统的运行分析宜符合下列要求：

- 1) 定期举办光伏电站运行分析专题会；
- 2) 分析涉及生产运营工作和指标完成情况、设备缺陷情况和需要协调的问题；
- 3) 讨论找出影响生产运营指标的原因、影响设备缺陷的因素，并形成分析报告，定出应对措施。

5 设备管理

5.1 基本规定

光伏发电系统的设备管理，应符合下列要求：

- 1) 设备的运行管理，应对设备按规定检修、并进行预防性检查；
- 2) 光伏发电系统接入电网设备的预防性实验参照 DL/T 596 执行；
- 3) 设备缺陷应按紧急缺陷、重要缺陷、一般缺陷等级进行监视评估，加强管理；
- 4) 安全工器具的管理与使用应符合相关要求；
- 5) 废弃组件及设备处置回收管理制度应符合相关规定。

5.2 设备的预防性检查

5.2.1 为加强设备运行管理，除对设备按规定检修外，还应进行预防性检查，做好运行维护工作，使设备经常处于完好状态。

5.2.2 光伏发电系统接入电网设备的预防性实验参照 DL/T 596 执行。

5.2.3 光伏发电系统主要设备的预防性试验检查表参见附录 D。

5.3 设备缺陷的监视和管理

5.3.1 设备缺陷应按以下等级进行监视评估，加强管理，以阻止事故的发生：

- 1) 紧急缺陷：威胁人身及设备安全、严重影响出力、设备使用寿命及供电质量，有可能发展成为事故，必须当即处理的缺陷；
- 2) 重要缺陷：缺陷比较大对设备出力、使用寿命及正常运行有一定影响，发展下去对人身和设备安全威胁的缺陷，但通过加强监视或采取适当的措施能继续运行并应限时处理的缺陷；
- 3) 一般缺陷：对人身安全和设备使用没有立即影响，且不致发展成重要缺陷，但在运行中应注意监视，需列入检修计划的缺陷。

5.3.2 各项设备缺陷类型说明参见表 1。

表 1 光伏发电系统主要设备缺陷类型举例表

类别	序号	一般缺陷	重要缺陷	紧急缺陷
光伏组件	1	组件功率衰退	组件隐裂	MC4 插头烧毁
	2	组件开路电压低	组件钢化玻璃破碎	背板烧毁
	3	组件表面积尘	组件热斑	接线盒过热变形
直流汇流箱 和直流配电 柜	1	直流电压表故障	柜体内部件高温	接线端子烧毁
	2	直流电流表故障	监警告警	断路器故障
	3	箱体外观锈蚀	防雷器失效	防反二极管烧毁
	4	标牌老化	直流保险丝开路	——
交流汇流箱 和低压配电 设备	1	交流电压表故障	柜体内部件高温	接线端子烧毁
	2	交流电流表故障	监警告警	断路器故障
	3	箱体外观锈蚀	防雷器失效	设备绝缘老化漏电
	4	标牌老化	直流保险丝开路	——
光伏逆变器	1	电网电压异常	通讯问题	停止工作，无功率输出
	2	箱体外观锈蚀	显示屏故障	滤波电容鼓包，失效
	3	标牌老化	风机故障	电网电压异常
	4	发电效率偏低	防雷器失效	告警绝缘阻抗低
	5	——	传感器告警	接线端子烧毁
高压配电设 备	1	电压表故障	PT 故障	接地故障
	2	电流表故障	保护装置故障	保护动作
	3	箱体外观锈蚀	指示灯故障	断路器小车故障
	4	标牌老化	设备内电弧放电	转换开关故障
	5	辅助设备失效	开关操作不灵活	继电保护损坏
无功补偿装 置和 SVG	1	指示灯故障	电容器失效	通讯中断
	2	箱体外观锈蚀	切投开关失效	设备停止工作
	3	标牌老化	检测点功率因数低	电容器
	4	——	显示屏故障	
预装式箱房 和升压变压 器	1	变压器油位低	变压器漏油故障	保护动作
	2	指示灯故障	风扇故障	有载开关故障
	3	箱体外观锈蚀	变压器温度高	变压器本体故障
	4	标牌老化	变压器超载运行	

5.3.3 当发现缺陷时，值班人员应立即报告电气负责人或有关领导，取得处理方法，并记入值班记录簿和缺陷记录簿中。凡属紧急缺陷，应按照规定现场运行规程中的有关处理方法采取果断措施，事后报告；凡属重要缺陷，应及时报告并严密监视，听从处理；一般缺陷，除作好记录外，在运行中加强监视，当消除严重的设备缺陷遇到困难时，应及时汇报电力部门，请求支援，以免造成更大的损失。

5.3.4 所有巡视、检查、预试等所发现的缺陷和在检修中未能及时消除的缺陷，均详细记入缺陷记录簿中，运行人员应了解所有设备缺陷情况。

5.3.5 设备运行人员应定期将设备缺陷情况汇总后，汇报给电气负责人和有关领导，并提出处理意见，结合每季度末进行设备评级，上报主管部门。

5.4 安全工器具

5.4.1 安全工器具的管理应符合下列要求：

- 1) 安全工器具应放在专用安全工具柜中的固定地点；
- 2) 绝缘用具应编号，按 DL/T1476 的规定，定期进行检查和试验；
- 3) 各种标示牌，遮栏应排列整齐，根据所需数量备足；
- 4) 接地线均应编号并对号存放；
- 5) 安全带、梯子应按 DL/T1476 的规定，定期进行检查和试验；
- 6) 电气安全工器具使用应由专人负责管理；
- 7) 安全带、梯子使用应由专人负责管理。

5.4.2 安全工器具的使用

5.4.2.1 安全帽的使用应符合下列要求：

- 1) 安全帽无裂纹，系带完好无损，安全帽应有质量检查合格标签；
- 2) 进入生产场所应戴安全帽；
- 3) 戴安全帽时应系好带子；
- 4) 女同志应将长发盘入安全帽内；
- 5) 安全帽每三年至少更换一次。

5.4.2.2 绝缘手套的使用应符合下列要求：

- 1) 使用前应进行详细外观检查，要求绝缘手套无裂纹、无漏气。表面应清洁、无发粘等现象；
- 2) 使用绝缘手套前应检查绝缘手套是否在有效周期内，是否完好无损；
- 3) 使用绝缘手套应双手戴好，不应将绝缘手套包裹在工具上使用；
- 4) 戴手套时应将外衣袖口放入手套的伸长部分；
- 5) 绝缘手套使用后应擦干净，存放于专门柜子内，不应折叠存放，不应和其它绝缘工具混合存放，存放时应远离高温易受潮、易腐蚀品，防止绝缘手套绝缘老化，影响使用寿命；
- 6) 绝缘手套应作为交接班检查项目，应在有效试验周期内，且合格；
- 7) 绝缘手套的定期试验周期每半年至少试验一次。

5.4.2.3 绝缘靴（鞋）的使用应符合下列要求：

- 1) 使用前，应进行外观检查，无破损；

- 2) 使用期限以大底磨光露出绝缘层为限；
- 3) 高压设备发生接地时，需进入室内故障点 4m 以内，室外故障点 8m 以内时，应穿绝缘靴；
- 4) 雨天进行室外倒闸操作时，应穿绝缘靴。接地电阻不符合要求的，晴天也应穿绝缘靴；
- 5) 使用后应擦干净，存放在通风阴凉的专用柜子里，不宜于其它绝缘工具混合存放，切要远离高温，易潮，酸碱等易腐蚀物品，防止绝缘损坏；
- 6) 绝缘靴（鞋）应作为交接班检查项目，应在有效试验周期内，且合格；
- 7) 绝缘靴（鞋）每半年至少试验一次。

5.4.2.4 绝缘垫的使用应符合下列要求：

- 1) 防止与酸、碱、盐类及其它化学药品和各种油类接触，以免受腐蚀后绝缘老化、龟裂或变粘，降低绝缘性能；
- 2) 使用环境温度以 20℃—40℃为宜，避免直接与热源接触，以防急剧老化，降低绝缘性能；
- 3) 绝缘垫不应和其它绝缘工具混合存放，存放时要铺平，不应折叠存放，绝缘垫不应铺在积水的地面上使用；
- 4) 绝缘垫每一年至少试验一次。

5.4.2.5 验电器的使用应符合下列要求：

- 1) 验电器的作用是检验电气设备或线路是否有电，按使用电压等级可分为低压验电器和高压验电器两大类，低压验电器是用来检验低压设备是否有电，以及区分相线（火线）与中性线（地线），高压验电器是检验高压电气设备、线路是否有电的安全用具，在断开电源进行检修工作时，应先验电，确认无电压后，方可进行检修工作，高压验电器分为 10kV 和 35kV 两种；
- 2) 使用时，应选择与被检设备电压等级一致的验电器进行验电；
- 3) 验电器使用后应置于专用盒内妥善保管；
- 4) 验电器应作为交接班检查项目，应在有效试验周期内，且合格；
- 5) 验电器每半年至少试验一次。

5.5 废弃组件及设备处置回收管理

5.5.1 光伏电站现场应建立电站异常部件和设备的维修更换流程，及报废品处理的制度。

5.5.2 废弃组件及设备处理制度应包含下列规定：

- 1) 更换下来的光伏组件，做好记录，经值班长审核后，返回生产厂家，或交给有处理资质的企业统一处理；
- 2) 损害的电气设备，做好记录，经值班长审核后，返回生产厂家，或交给有维修资质的企业统一处理。

6 安全生产

6.1 基本规定

光伏发电系统的安全生产，应符合下列要求：

- 1) 高处作业前、中、后应符合相关安全要求；

- 2) 在光伏发电系统生产区域进行安装、检修、维护、试验等工作，应使用统一格式填写与签发工作票和操作票；
- 3) 在光伏厂区应贯彻执行消防法规、本单位消防安全管理制度；
- 4) 光伏电站生产区域是电力生产重地，凡进入生产区域的人员应遵守相关规定；
- 5) 应制定结合本站实际情况的防小动物措施，并定期检查措施落实情况；
- 6) 光伏发电系统安全警示设施管理应符合相关规定；
- 7) 气象灾害、安全生产、运行维护应急预案的启动和制定，应符合相关要求。

6.2 高处作业

6.2.1 高处作业前应符合下列安全要求：

- 1) 运维人员进行高处作业前，应经过专业技术培训，并应定期进行体格检查，具备基本的身心健康。对不适于高处作业的人员，不应进行高处作业；
- 2) 高处作业人员应按照规章制度和劳动防护用品使用规则，正确佩戴和使用劳动防护用品。

6.2.2 高处作业中应符合下列安全要求：

- 1) 在屋顶进行光伏发电系统高处作业时至少应有 2 人，禁止单人进行屋顶高处作业。对于长时间、复杂的高处作业，应设监护人进行监护；
- 2) 在屋顶进行光伏发电系统高处作业时，应注意屋顶电缆、桥架、接地线、广告牌拉绳和支架等，以防拌倒或刮伤；
- 3) 在彩钢瓦等承重强度较差的屋面瓦屋顶上进行作业时，作业人员应分散站开，避免屋面瓦单点受力过大发生塌陷，如屋顶装有运维通道时，作业人员应沿着运维通道通行，其他情况下应沿着屋顶钢梁支架行走，不应踩在采光带等非承重结构处，以防高空坠落；
- 4) 若屋面瓦生锈严重，承重能力不能保证人身安全时，禁止上屋顶进行高处作业；
- 5) 在无女儿墙或女儿墙较矮的屋顶边缘处进行高处作业时，作业人员应做好可靠的安全措施；
- 6) 恶劣天气不宜进行屋顶高处作业，如必须进行高处作业时，应采取可靠的防滑、防寒、防坠落等安全措施。

6.2.3 高处作业后应符合下列安全要求：

- 1) 作业现场应清扫干净，作业用的工器具、拆卸下的光伏组件等设备应及时清理运走，避免从高处吹落；
- 2) 临时用电线路应及时拆除。

6.2.4 攀爬爬梯应符合下列安全要求：

- 1) 攀爬爬梯前，应先检查爬梯是否牢固完好，踏棍、护笼是否开焊变形；
- 2) 攀爬爬梯时，应衣着灵便，不宜穿硬底鞋、拖鞋、高跟鞋，不宜赤脚；
- 3) 攀爬爬梯时，禁止两人及以上同时上下，爬梯下部不应站人；
- 4) 攀爬爬梯时，携带的工具和材料，应放在工具包内或用绳索绑牢，禁止随手携带，以防掉落伤人；
- 5) 夜间攀爬爬梯时，应有足够的照明。

6.3 工作票和操作票

6.3.1 在光伏发电系统生产区域进行安装、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工作票和操作票。

6.3.2 光伏区、变电站及升压站的作业应按照 GB 26860 的规定执行；送出线路上的作业应按照 GB 26859 的规定执行；生产现场进行动火作业应按照 DL 5027 的规定执行，同时使用动火工作票。

6.3.3 在危及人身和设备安全的紧急情况下，经值长许可后，可以没有工作票即进行处置，但应由运行班长(值长)将采取的安全措施和没有工作票而必须进行工作的原因记录在运行日志内。

6.3.4 紧急事故处理时，可不办理工作票，但办理事故抢修单，事故处理后应将事故发生经过、处理情况及所采取的安全措施如实记录，事故的后续处置工作应办理工作票。

6.3.5 经调试、检修和维护后的光伏发电单元，启动前应办理工作票终结手续。

6.3.6 光伏发电系统全年已执行工作票和操作票的合格率应达到 100%。

6.3.7 光伏发电系统应有经相关部门批准的典型操作票。

6.3.8 已执行的工作票和操作票应由专人做好保管、归档工作。

6.4 防误闭锁

6.4.1 防误闭锁装置是防止高压电气误操作的重要手段，光伏电站高压电气设备应具有防误闭锁功能，必要时应加挂机械锁。

6.4.2 光伏发电系统用 10kV 及以上开关设备均应加装防误闭锁装置。

6.4.3 光伏发电系统应制定关于防误闭锁的管理制度，解锁钥匙应封存管理，使用时应符合审批手续。

6.4.4 光伏发电系统应定期对防误闭锁装置进行检查，未经允许，不应解除防误闭锁装置。

6.5 消防管理

6.5.1 应贯彻执行消防法规、本单位消防安全管理制度。

6.5.2 应拟定逐级消防安全责任制，制定和执行各岗位消防安全职责、消防安全操作规程，消防设施运行和检修规程等制度。

6.5.3 应制定光伏区、变电站等重点防火部位的灭火和应急疏散预案。

6.5.4 消防安全重点部位应设置明显的防火标志，并在出入口位置悬挂防火警示标示牌。标示牌的内容应包括消防安全重点部位的名称、消防管理措施、灭火和应急疏散方案及防火责任人。

6.5.5 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。

6.5.6 易燃材料等危险品应存放在指定的库房内，并悬挂“严禁烟火”的警告标识。

6.5.7 应建立消防安全教育培训制度，定期组织消防演练，提高运维人员预防火灾和扑救火灾的能力。对新上岗的运维人员应进行上岗前消防安全培训，对在岗运维人员每年应至少进行一次消防安全培训。

6.5.8 运维人员应每月定期检查一次消防器材的放置、完好情况，检查灭火器压力表应在合格范围内，本体应清洁。

6.5.9 电气设备发生火灾，应立即切断有关设备电源，然后进行灭火。

6.5.10 参加灭火人员在灭火的过程中应避免发生次生灾害。灭火人员在空气流通不畅或可能产生有毒气体的场所灭火时，应使用正压式消防空气呼吸器。

6.5.11 光伏组件及连接电缆着火时，应立即切断对应的直流汇流箱开关，取下对应的直流保险，迅速采取灭火措施。

6.5.12 光伏组件发生热斑效应时，应加强监视，出现可能发生火灾的危险时，应立即进行更换。若发生火灾应立即将该支路的光伏组串与电网侧断开。

6.5.13 汇流箱着火时，应立即切断对应开关柜内的进线开关，同时切断该汇流箱所有组串的进线电缆，迅速采取灭火措施。

6.5.14 逆变器出现声音异常、焦味、冒烟等异常情况时，应立即停止逆变器运行。逆变器发生火灾时，应立即断开两侧的交流、直流开关和电缆，后进行灭火。

6.6 安全保卫

6.6.1 光伏电站生产区域是电力生产重地，凡进入生产区域的参观人员和实习人员应在运维人员的监护下方可进入。外单位人员和临时用工进入光伏电站作业，应经现场安全教育和培训，了解现场设备运行情况及注意事项后，方可参加指定的工作。

6.6.2 进入生产现场人员应遵守现场安全文明施工纪律，不应携带危险品，不应在禁烟区内使用明火和吸烟，应听从运维人员的指挥，注意环境卫生，适时离开，不应四处走动。

6.6.3 未经运维人员批准，外来人员不应在光伏电站的设备设施进行摄影、录像。

6.6.4 外来车辆应尽量避免进入变电站，必须进入时，在行驶和操作过程中，要防止碰撞设备，同时应注意与带电设备的安全距离，并有专人监护，使用吊车、铲车及电瓶车等机械时应遵守相关起重机械和场内机动车等相关要求。

6.6.5 应定期开展防火、防盗设备及设施检查工作。运维人员应每天利用视频监控设备对站区进行安全巡视。

6.6.6 运维人员应每月对二次防护、加固、加密和隔离装置进行检查，定期更新病毒库，或按调度要求进行检查更新。

6.6.7 站内物资带出电站时，须经电站负责人批准后方可离场，并做好登记手续。

6.6.8 进入生产区域人员如违反有关规定，造成重大后果者，应追究相关人员法律责任。

6.7 防气象灾害

- 6.7.1 光伏发电系统所受的气象灾害，主要指台风、暴雨（雪）、寒潮、大风（沙尘暴）、低温、高温、干旱、雷电、冰雹、霜冻和大雾等所造成的灾害。
- 6.7.2 应根据当地政府的气象灾害防御规划，结合当地气象灾害的特点和可能造成的危害，制定光伏电站气象灾害应急预案，做好气象灾害防御工作。
- 6.7.3 气象灾害应急预案应包括应急预案启动标准、应急组织指挥体系与职责、预防与预警机制、应急处置措施和保障措施等内容。
- 6.7.4 应定期组织开展气象灾害应急演练，提高应急救援能力。
- 6.7.5 台风、大风（沙尘暴）来临前应检查光伏发电系统的牢固程度，并移除设备周围杂物。
- 6.7.6 雷雨季节到来前应对光伏发电系统的防雷接地进行一次测试和检查，建筑物、光伏方阵的接地电阻应小于 4Ω ，升压站的接地电阻应小于 0.5Ω 。
- 6.7.7 应在雷雨季节前后及雷雨过后及时检查光伏方阵的防雷保护装置。
- 6.7.8 雨季来临前应检查房屋渗漏情况和站内排水设施，室外设备箱门应密封良好。
- 6.7.9 应在大风、冰雹、大雨、大雪及雷电天气过后对光伏组件进行一次外观全面检查。
- 6.7.10 应做好防排洪（涝）工作，充分利用现有的防排洪（涝）设施；当必须新建时，可因地制宜选用防排洪（涝）堤、排洪（涝）沟或挡水围墙。
- 6.7.11 应对防寒、防汛、防高温的设备、设施及物资开展季节性的检查工作。
- 6.8 防小动物**
- 6.8.1 应制定结合本站实际情况的防小动物措施，并定期检查措施落实情况。
- 6.8.2 为预防和避免由于小动物而引起的光伏发电系统设备事故，可采用捕、药、驱、罩、关、清、管等办法综合开展捕捉小动物活动。
- 6.8.3 配电房门窗关闭应严密，有孔洞或安装设备需要打洞时应及时封堵，配电房门封闭不严时应加装挡鼠板，进出配电房应随手关门。
- 6.8.4 进入开关室的电缆沟、架空电缆进开关室的墙孔、电缆进开关柜等孔洞应严密封堵。
- 6.8.5 配电箱、动力柜、控制柜、仪表盘等电缆进入处应封堵严密，柜门关闭应严密，防止小动物进入。
- 6.8.6 室内外的电缆沟盖板应封盖严密、整齐，有缺少、损坏的应及时补齐、更换。
- 6.8.7 控制室、配电房应保持整洁，不应留有引诱小动物的物品。对小动物可能出没的地方，宜采取有效的驱赶或灭除措施，同时应注意避免伤害工作人员。
- 6.9 劳动防护用品**
- 6.9.1 应健全劳动防护用品管理制度，加强劳动防护用品配备、发放、使用等管理工作。

6.9.2 应查验并保存劳动防护用品检验报告等质量证明文件，不应购买和使用未经检验合格的劳动防护用品。

6.9.3 运维人员在使用劳动防护用品前，应对劳动防护用品进行检查，确保外观完好、部件齐全、功能正常。在作业过程中，应按照规章制度和劳动防护用品使用规则，正确佩戴和使用劳动防护用品。

6.9.4 应按要求妥善保存，并定期检测劳动防护用品的性能和效果，保证其完好有效。

6.9.5 应定期组织对运维人员进行劳动防护用品的使用、维护等专业知识的培训。

6.9.6 安全帽、呼吸器、绝缘手套等安全性能要求高、易损耗的劳动防护用品，应按照有效防护功能最低指标和有效使用期，到期强制报废。

6.9.7 超过有效使用期或经检测不合格的劳动防护用品，应及时报废处理。

6.10 安全警示设施

6.10.1 光伏发电系统安全警示设施包括安全标志、设备标志和警示标志等，光伏电站安全警示设施应保持完备，发现遗失应及时补充。

6.10.2 安全标志管理应符合下列要求：

- 1) 控制室、继保室、逆变器室、电缆层、电缆沟等的入口处应悬挂“禁止烟火”标志牌；
- 2) 户外高压电气设备构架与爬梯、上下屋顶光伏系统的垂直爬梯等处应悬挂“禁止攀登，高压危险”标志牌；
- 3) 一经合闸即可送电或已停电检修（施工）设备的断路器、隔离开关的就地操作把手等处应悬挂“禁止合闸，有人工作”标志牌；
- 4) 控制室，继保室等重要场所入口处应悬挂“未经许可，禁止入内”标志牌；
- 5) 室外检修、高压试验、室内外高压设备的固定围栏等处应悬挂“止步，高压危险”标志牌。

6.10.3 设备标志管理应符合下列要求：

- 1) 各类设备间隔应在间隔进门处标注名称；
- 2) 各类开关、刀闸应在操作把手处标注名称、编号；
- 3) 各类屏柜应在柜体正、背面屏眉处标注名称、编号；
- 4) 各类设备的操作把手、切换开关处应标注名称、编号和操作位置；
- 5) 各类操作按钮处应标注名称、编号；
- 6) 动力、控制保险处应标注名称、编号；
- 7) 保护、自动装置的投、退压板处应标注名称、编号，切换压板应注明切换位置；
- 8) 便携式接地线应在本体和存放处标注编号。

6.10.4 警示标志管理应符合下列要求：

- 1) 光伏发电系统生产区域、电气设备周围应以分隔线划定安全警示区；
- 2) 控制盘柜、就地操作的设备和消防设施前应划定禁止阻塞区；
- 3) 孔洞盖板上应以分隔线划分禁止阻塞线；
- 4) 孔洞盖板四周、楼梯顶部踏步、无围栏的平台临空边缘应标示防止踏空线。

6.11 安全活动

6.11.1 应根据设备维护工作和倒闸操作内容认真做好现场危险点分析，制定相应的安全措施和危险点分析报告。

6.11.2 应定期进行安全规程、制度、技术等培训，使运维人员熟练掌握有关安全措施和要求，明确安全职责，提高安全防护的能力和水平。

6.11.3 应结合生产实际，经常性开展多种形式的安全思想教育，提高员工安全防护意识，掌握安全防护知识和伤害事故发生时的自救、互救方法，并定期组织运维人员年度体检。

6.11.4 应积极开展多层次的反事故演习，提高运维队伍的综合实战水平和事故应急处理能力。

6.11.5 应针对性的开展技术练兵、技术比武活动，提高运维人员的生产技能水平。

6.11.6 应认真落实安全生产各项组织措施和技术措施，配备充足的、合格的安全工器具和防护用品，提高运维工作的安全保障水平。

6.12 安全生产应急预案

6.12.1 光伏发电系统在生产活动过程中，由于触电、高摔、物体打击、机械伤害、灼烫、交通、自然灾害等原因突发人身严重伤害事件时，可启动安全生产应急预案。

6.12.2 光伏发电系统应急预案启动流程：

- 1) 本预案所称事件发生后，现场有关人员应根据现场情况立即进行必要的处置，并将事件的发生地点、基本情况、影响、发展趋势等报告公司相关部门；
- 2) 公司应成立应急小组，并根据事件情况、严重程度、可能后果和应急处理的需要，确定是否进入应急状态。经研究决定启动光伏电站应急处理机制后，由应急领导小组组长宣布进入应急状态，启动本预案，并报公司应急指挥部；
- 3) 光伏发电系统应急小组应根据本预案，按职责分工，立即开展应急处理工作；
- 4) 公司应成立人身伤害事件应急救援小组；
- 5) 光伏发电系统应急小组组长应组织指挥、协调本站人员进入应急救援状态；组织收集事故相关资料（如现场拍照或录像、查阅相关记录、与事故相关的物品等），调查事故原因；监督救援工作现场的安全措施，防止救援人员发生人身伤害；负责组织现场保卫工作，保护事发现场原貌，维持现场秩序；调查非生产性事故的原因，搜集、保管相关资料和物证；对非生产性事件，及时采取防止事态进一步发展扩大的措施，必要时请求当地公安、消防部门的支援；
- 6) 应急小组成员应在组长的指挥下，负责现场应急救援的具体工作；并协助组长分析、评估发生人身伤害的原因和严重程度；并及时与医院联系，请求医护人员支援；组织应急状态结束后的后期处置；
- 7) 光伏发电系统安全员负责对现场救援工作进行全过程监督，并参与预案的修订和完善工作；负责对救援现场进行全过程安全监督，防止救援人员受到伤害；必要时，向 120 急救中心或其他附近医院联系，请求支援；并依照重大事项报告制度，履行上报职责；组织工伤人员进行伤残检查并向劳动部门进行工伤申报工作；协助搜集事故相关资料；负责事故现场的录像、拍照工作；参与应急状态结束后的后期处置；

- 8) 光伏发电系统备品备件管理员负责各种应急物资的储备和供应；参与应急状态结束后的后期处置；
- 9) 光伏发电系统当值人员应负责事故处理中的后勤保障工作，并参加应急救援和抢修工作，对人身伤害事件造成设备事故时，组织收集设备事故方面的相关资料，调查和分析设备事故与人身伤害的因果关系；因设备损坏而造成对人员救护阻碍时，研究、制定解决方案，采取有效措施防止救援过程中再次发生人身伤害；
- 10) 其他人员应服从应急工作组的指挥，积极参加应急处理和善后处置工作。

6.12.3 应急处置程序：

- 1) 事件发生后，现场人员应按照“先人后设备”的原则，首先对人员实施救护；
- 2) 救援工作前，救援人员须冷静观察现场环境，防止造成对伤员的二次伤害或使救援人员受到伤害，必要时应采取有效安全措施后再实施救护工作；
- 3) 伤员脱离险境后，可就地必要处置，并迅速将伤员转移到就近医院进行救治；
- 4) 必要时，现场人员（或应急处理工作组）应向当地 120 或 110 等有关部门请求救援；
- 5) 应急小组接到报告后，应立即上报公司和主管部门，通知相关成员迅速赶赴现场进行支援；
- 6) 发生人身伤害事件后，光伏电站应急小组组长应迅速组织人员、物资赶赴现场实施救援，同时指定专人对事故原因进行调查、取证；记录救援现场的相关信息；协助保护现场和相关物证。

6.12.4 高空坠落事故应急处置措施：

- 1) 高空坠落伤除有直接或间接受伤器官表现外，尚可昏迷、呼吸窘迫、面色苍白和表情淡漠等症状，可导致胸、腹腔内脏组织器官发生广泛的损伤；
- 2) 当发生高空坠落时，首先应去除伤员身上的用具和口袋中的硬物；
- 3) 在搬运和转送过程中，颈部和躯干不能前屈或扭转，而应使脊柱伸直，严禁一个抬肩一个抬腿的搬法，以免发生或加重截瘫；
- 4) 创伤局部应妥善包扎，但对疑颅底骨折和脑脊液漏患者切忌作填塞，以免导致颅内感染；
- 5) 颌面部伤员首先应保持呼吸道畅通，撤除假牙，清除移位的组织碎片、血凝块、口腔分泌物等，同时松解伤员的颈、胸部钮扣；
- 6) 复合伤应平仰卧位，保持呼吸道畅通，解开衣领扣。

6.12.5 人身触电事故应急处置措施：

- 1) 在接到事故现场有关人员报告后，凡在现场的应急人员须立即奔赴事故现场组织抢救，做好现场保卫工作，保护好现场并负责调查事故。在现场采取积极措施保护伤员生命，减轻伤情，减少痛苦，并根据伤情需要，迅速联系当地医疗部门救治；
- 2) 发现有人触电，应立即断开有关电源，使触电者在脱离电源后在没有搬移、不急于处理外伤的情况下，立即进行心肺复苏急救，并根据伤情迅速联系医疗部门救治，发现触电者呼吸、心跳停止时，应立即在现场就地抢救，用心肺复苏法支持呼吸循环，对脑、心重要脏器供氧。

6.12.6 有害气体中毒事故应急处置措施：

- 1) 气体中毒开始时有流泪、眼痛、呛咳、咽部干燥等症状，应引起警惕，稍重时会头痛、气促、胸闷、眩晕，严重时会引起昏迷；

- 2) 当怀疑可能存在有害气体时,应立即将人员撤离现场,转移到通风良好处休息。施救人员应先做好自身安全防护,再将中毒人员与毒源隔离;
- 3) 及时拨打 120 求救并向公司相关领导汇报;
- 4) 已昏迷病员应保持气道畅通,有条件时给予氧气吸入,呼吸心跳停止者,应按心肺复苏法抢救,并联系医院救治;
- 5) 应迅速查明有害气体的名称,供医院及早对症治疗。

6.12.7 人身遭物体打击事故应急处置措施:

- 1) 当发生物体打击事故后,抢救的重点应放在颅脑损伤、胸部骨折和出血上进行处理;
- 2) 发生物体打击事故,应马上组织抢救伤者,首先观察伤者的受伤情况、部位、伤害性质,如发生休克,应先处理休克,遇呼吸、心跳停止者,应立即进行心肺复苏。处于休克状态的伤员应让其安静、保暖、平卧、少动,并将下肢抬高约 20 度左右,尽快送医院进行抢救治疗;
- 3) 出现颅脑损伤,应维持呼吸道通畅。昏迷者应平卧,面部转向一侧,以防舌根下坠或分泌物、呕吐物吸入,发生喉阻塞,有骨折者,应初步固定后再搬运,遇有凹陷骨折、严重的颅底骨折及严重的脑损伤症状出现,创伤处应用消毒的纱布或清洁布等覆盖伤口,用绷带或布条包扎后,尽快送就近有条件的医院治疗。

6.12.8 摔伤事故应急处置措施:

- 1) 检查摔伤人员是否有意识,是否有呕吐等;
- 2) 当摔伤人员手脚不能动时,应检查是否骨折或脱臼;
- 3) 当摔伤人员出现无意识、抽搐、持续呕吐、伤口大量出血、手脚麻痹、可能有骨折或脱臼、尿血等情况时,应立即送附近医院处理。

6.12.9 满足下列条件后,光伏电站应急处理小组可解除应急状态:

- 1) 受伤人员已得到妥善救治;
- 2) 被困人员已全部得到解救;
- 3) 失踪人员已全部找到;
- 4) 事件现场潜在危险已全部解除;
- 5) 警方已同意撤离现场。

6.13 运行应急预案

6.13.1 公用系统故障处置方案

6.13.1.1 危险性分析及事故类型

电网设备故障造成联络线路失压,或联络线路设备故障跳闸等公用系统突发事件,将直接威胁电站安全稳定运行,会造成光伏发电设备被迫降出力或全站停电事故。

公用系统故障可能发生的事故类型有:上网侧断路器跳闸、联络线路故障跳闸、联络线路设备故障停运、保护装置误动作等。

6.13.1.2 现场应急处置程序:

- 1) 公用系统故障事件发生后, 值班长应立即向应急指挥部总指挥汇报;
- 2) 由总指挥宣布该方案启动;
- 3) 运维人员在值班长统一指挥下, 按照规程处理;
- 4) 应急处置人员接到通知后, 立即赶赴现场进行应急处理;
- 5) 公用系统故障进一步扩大时应启动《全厂停电应急预案》、《电力设备事故应急预案》等相关程序。

6.13.1.3 救援人员在处理过程中发现设备异常或其他险情应及时将情况上报给应急救援指挥部总指挥, 绝不能盲目处理, 造成设备损坏事故扩大。总指挥应合理配置应急资源, 积极有效地协调好应急救援工作, 尽快恢复公用系统正常运行。

6.13.1.4 系统故障后, 要特别加强各光伏发电设备运行参数的监视汇报工作, 发现设备异常及时处理。

6.13.2 站用电中断事故处置方案

6.13.2.1 危险性分析及事故类型

电站站用电中断将会导致照明、消防报警系统失电, 直流系统交流失电, 保护及自动装置交流电源失电, 消防水系统电源失电, 通讯系统中断, 配电室内 220V 交流电源失电, SVG 装置跳闸, 监控装置失电等。如果站用电源带自动切换装置, 备用电源切换成功, 将会造成部分失压跳闸设备跳闸。

6.13.2.2 现场应急处置程序:

- 1) 在站用电发生中断事故时, 值班长应立即汇报应急救援指挥部总指挥, 启动预案, 应急人员立即到位, 各负其责;
- 2) 站用电发生中断事故时, 可能通讯全部中断, 电站的对讲机应保证电源充足, 以备急用, 在通讯未恢复之前, 电站的联络中心是主控室, 通讯恢复后, 应立即将电站全面情况汇报电力调度部门;
- 3) 站用电中断期间, 电站监控系统无法正常工作, 各电站在恢复站用电的同时, 应加强现场发电设备的检查, 防止其他异常情况的发生;
- 4) 在站用电发生事故时, 应汇报电力调度部门和上级主管单位等;
- 5) 在站用电发生事故时, 电站若与调度失去通讯联系, 则应用手机等通讯工具用外线联系方式进行联系, 并尽快恢复站用电;
- 6) 站用电中断事故处理结束后, 应将处理结果及时汇报电力调度部门和上级主管单位等;
- 7) 在站用电运行正常, 且无其它对电网、光伏发电设备安全稳定存在重大影响或严重威胁的各类事件时, 总指挥宣布应急结束。

6.13.3 变电站设备故障处置方案

6.13.3.1 危险性分析及事故类型

变电站设备出现渗漏油、油位降低、声音异常、瓷套管裂纹等故障时, 可能导致人员伤亡、环境污染、停电、火灾、爆炸等事故。

6.13.3.2 现场应急处置程序:

- 1) 值班长应立即汇报应急救援指挥部总指挥，由总指挥启动本预案；
 - 2) 现场应立即采取隔离、断电、停止设备运行等措施，接到通知的应急救援人员应立即赶往现场；
 - 3) 总指挥应会同专业技术人员根据故障特征制定可行的处理方案，严格办理工作票，在现场安保措施设置完善的情况下，及时查找出故障原因，认真进行排除。
- 6.13.3.3 在应急救援过程中应加强自我保护，严格按照相关规定办理工作票，做好个人安全防护措施。
- 6.13.3.4 在应急救援过程中应设置警戒区域，杜绝无关人员。
- 6.13.3.5 无操作权限的人员不应乱动现场设备，以免发生误操作。
- 6.13.3.6 应急处置结束后应全面检查，清理现场，确认现场无安全隐患。

7 文明生产

7.1 基本规定

简称光伏发电系统的文明生产，应符合下列要求：

- 1) 在岗员工的行为、生产设备、生产场所应符合相关文明标准；
- 2) 电站现场应符合 5S 管理要求；
- 3) 宜对在岗员工进行定期培训。

7.2 文明生产管理

7.2.1 电站值班长是文明生产的第一责任人，对所辖区域文明生产负全面领导责任，组织本电站的员工认真开展文明生产活动。电站应实行责任上墙制，上墙内容至少包括责任人、工作职责、联系方式等。

7.2.2 文明生产工作和电站的发电生产任务应实行同计划、同部署、同考核、同总结的管理模式。

7.2.3 文明生产实行“责任到人”的原则，以自查自纠为主，各单位对文明生产管理进行监督和检查。

7.2.4 文明生产管理应包含下列内容：

- 1) 职工行为文明达标；
- 2) 所辖设备的卫生保洁；
- 3) 工作场所的卫生保洁；
- 4) 消除设备渗漏；
- 5) 劳保防护用品的配置。

7.3 文明行为标准

7.3.1 全体员工应遵纪守法，树立良好的职业道德，严格遵守劳动纪律和规章制度，语言、举止文明，不乱丢杂物，不随地吐痰。

7.3.2 在岗员工着装应符合安全规程和公司的有关规定制度。

7.3.3 各电站应按照标准配置劳保防护用品，包括安全帽、安全带、绝缘手套、绝缘鞋。

7.3.4 运行人员应按公司相关规程和制度进行操作，做到准点抄表，准确记录；交接班时应内容全面、重点突出。

7.3.5 检修人员应严格执行检修规程，文明施工，检修和设备消缺时要做到地面无积油、无积水、无积灰，拆下零部件摆放整齐、检修机具摆放整齐、材料备品摆放整齐，并采取保护地面免受污染的措施，检修完毕后及时清理作业现场。

7.3.6 上班时不应做与岗位工作无关的事。

7.4 生产设备和生产场所文明标准

7.4.1 备品备件、工器具实行定置管理，根据需求制定年度、月度采购计划和使用审批手续，设立统一台账并定期盘点记录，设备标识牌齐全、清晰、规范。

7.4.2 设备须见本色，表面无积尘、无油垢、无杂物，安全防护设施符合安规要求；设备不渗漏油，无油垢。

7.4.3 电站道路、场地清洁整齐，门窗玻璃、楼梯、扶手齐全、完好洁净；沟道、孔洞盖板齐全；光伏电站主要部件周围不应摆放易燃易爆物品，设备本身和周围环境要保持通风散热良好。

7.4.4 电站内各处照明完好、充足，不乱拉乱敷电线。垃圾放入专用垃圾箱，不应乱丢垃圾，周围保持清洁。

7.4.5 电站内消防器材配置齐全，定点摆放，保持清洁整齐，消防栓不漏水。非火警不应动消防栓及消防水带。

7.4.6 工作场所的粉尘、室温、噪声符合国家环境保护的规定。

7.4.7 生产运行记录准确、及时、完整、清洁、无涂改、文字工整。

7.4.8 定期投放鼠药，防小动物措施严密。

7.4.9 电缆沟无积水，无垃圾杂物，防火阻隔符合规定，盖板封堵严密。

7.4.10 光伏发电系统中作为显示和交易的计量设备和器具应符合计量法要求，并定期校准。

7.4.11 变压室、主控室、逆变室等场所每月至少清扫一次，绝缘地毯清洁，保持干净。

7.5 现场 5S 管理要求

7.5.1 电站现场做好整理、整顿、清扫、清洁、素养工作。

7.5.2 现场设备、工器具、材料做好定置定位管理，及时做好分类放置、登记和处置手续。

7.5.3 工器具、设备按照要求做好校验和定期检测工作。

7.6 日常培训工作

7.6.1 宜对运维人员进行理论培训、实操培训，有完整培训记录。

7.6.2 宜邀请行业专家进行专场培训，有完整培训记录。

7.6.3 所有运维岗位人员经过培训考核合格后,宜发放运维人员合格证书。

8 新技术应用

8.1 基本规定

光伏发电系统的运维新技术应用,宜采用互联网技术、机器人技术、无人机技术及视频监控技术。

8.2 互联网技术应用

8.2.1 电站数据智能监控

8.2.1.1 配置光伏发电系统的数据采集及就地监控数据服务,监测数据准备完整,包括光伏发电设备、环境气象设备、并网点电气设备数据。

8.2.1.2 统一数据接入规范、适配主流通讯协议、动态灵活组网、实现光伏数据的手机 APP 远程监控。

8.2.1.3 实现数据贯通,满足发电、收益、运维多个维度,宏观、微观多个层面的监测与分析需求。

8.2.2 电站智能运维

8.2.2.1 通过线上线下一体化智能运维,实现光伏发电系统运维全覆盖、全管控。

8.2.2.2 提供电站运维商入驻、运维人员注册认证等服务;运维过程有记录,软件实现运维巡检派单、故障派单、故障处理记录等功能。

8.2.2.3 具备自动故障诊断、智能派单等方式实行市场化共享运维。

8.2.2.4 现场运维专业化:基于电站实际情况,软件平台提供相应整改技改经验库,提前消除隐患及不足,提升电站发电效益,为后期运维工作节省成本。

8.2.2.5 电站及设备质量智能评估,依托软件平台数据资源基础,从设备质量评测、项目验收等方面提供电站质量线上智能评估服务。

8.2.2.6 大数据智能支撑,从电站规划、收益预测、故障诊断等角度,基于光伏云网大数据及人工智能算法,提供大数据智能服务,为企业集团及相关政府主管部门的决策提供数据支撑。

8.3 机器人技术应用

8.3.1 清洁机器人

8.3.1.1 应用清洁机器人实现光伏发电系统智能清扫,提升发电量。

8.3.1.2 清洁机器人可适应复杂的地形和气候环境,具有清洁监控平台和诊断系统,对光伏电站进行远程管理,智能化运维,提升电站自动化程度。

8.3.2 运维机器人

8.3.2.1 运维机器人可调整电池板的朝向,提高太阳能利用率,提升发电量。

8.3.2.2 运维机器人在暴雪天或者台风天等特殊天气，调整电池板的朝向，减少损坏，提升可靠性。

8.4 无人机技术及视频监控技术应用

8.4.1 无人机搭载可见光或热成像相机，可大规模的对光伏电站进行自动巡查，并通过实时传输的图像对热斑进行实时监控和故障光伏组件定位。

8.4.2 视频监控可以代替人力进行监视控制，提供远距离的视频图像传输，并记录 1 周以上，异常情况的发生可通过监控画面去排查，可有效的预防火灾或偷窃等事件发生。

附 录 A

(资料性附录) 光伏发电系统主要设备的巡检周期要求表

A.1 光伏发电系统主要设备的巡检周期要求参见表A.1。

表 A.1 光伏发电系统主要设备的巡检周期要求表

检查内容		巡检周期
光伏组件	组件表面清洁情况	1 次/季度
	组件外观、气味异常	1 次/季度
	组件带点警告标识	1 次/季度
	组件接地情况	1 次/季度
	组件温度异常	1 次/季度
	组件串电流一致性	1 次/季度
光伏支架	支撑结构连接情况	1 次/季度
	支撑结构防腐蚀情况	1 次/季度
光伏方阵	光伏方阵角度	1 次/半年
	光伏方阵整体情况	1 次/半年
	光伏系统锚固结构	1 次/半年
	受力构件、连接构件、螺栓	1 次/半年
	光伏系统周边情况	1 次/半年
直流汇流箱	外观异常	1 次/月
	接线端子异常	1 次/月
	绝缘电阻	1 次/月
	直流断路器	1 次/月
	浪涌保护器	1 次/月
	直流熔丝	1 次/月
直流配电柜	外观异常	1 次/月
	接线端子异常	1 次/月
	绝缘电阻	1 次/月
	直流断路器	1 次/月
	浪涌保护器	1 次/月

表 A.1 光伏发电系统主要设备的巡检周期要求表（续）

检查内容		巡检周期
直流配电柜	直流输入连接	1 次/月
	直流输出连接	1 次/月
逆变器	外观异常	1 次/月
	警示标识	1 次/月
	散热风扇	1 次/月
	断路器	1 次/月
	母排电容温度	1 次/月
	电能质量	1 次/月
	组串接线端口	1 次/月
交流汇流箱	外观异常	1 次/月
	接线端子异常	1 次/月
	绝缘电阻	1 次/月
	交流断路器	1 次/月
	浪涌保护器	1 次/月
变压器	外观异常	1 次/月
	温控系统	1 次/月
	油位指示	1 次/月
	变压器声音	1 次/月
	防雷装置	1 次/月
	通风情况	1 次/月
接地与防雷系统	光伏接地系统与建筑接地装置连接	1 次/半年
	组件、支撑结构、电缆金属铠装接地连接	1 次/半年
	接地线的接地电阻	1 次/半年
	过电压保护装置	1 次/半年
	防雷装置	1 次/半年
配电线路	交流配电柜	1 次/半年
	电缆	1 次/半年
蓄电池	蓄电池室温度及通风	1 次/周
	蓄电池组周围情况	1 次/月

表 A.1 光伏发电系统主要设备的巡检周期要求表（续）

检查内容		巡检周期
蓄电池	蓄电池表面异常	1 次/月
	蓄电池单体连接螺栓	1 次/季度
	蓄电池组电压	1 次/季度
	单体蓄电池电压	1 次/季度

附 录 B

(资料性附录) 光伏发电系统主要设备的运行维护检查表

B.1 光伏发电系统主要设备的运行维护检查要求参见表B.1。

表 B.1 光伏发电系统主要设备的运行维护检查表

检查项目	序号	检查要求
组件支架	1	外漏的金属预埋件进行了防腐、防锈处理，无腐蚀；
	2	混凝土支架基础无下沉或移位；
	3	混凝土支架基础无松动脱皮；
	4	基础的尺寸偏差在允许偏差范围；
	5	紧固点牢固，无弹垫未压平的现象；
	6	支撑光伏组件的支架构件倾角和方位角符合设计要求；
	7	固定支架的防腐处理符合设计要求；
	8	底座与基础连接牢固；
	9	焊缝平整、饱满及防腐处理良好；
	10	子阵支架间的连接牢固，支架与接地系统的连接可靠，电缆屏蔽层与接地系统的连接可靠。
光伏组件	1	光伏组件在运行中应保持干净，不应有灰尘、鸟粪等其他物体长时间遮挡或覆盖；
	2	光伏组件表面出现玻璃破裂或热斑，背板灼焦，颜色明显变化、光伏组件接线盒变形扭曲开裂或烧损、接线端子无法良好连接时，应及时进行更换；
	3	定期对每一串组件电流、电压进行监测，对电流、电压偏低的支路需查明原因；
	4	光伏组串开路电压降低时，应检查该组串每一块组件的开路电压，判断出开路电压降低的组件，检查该组件接线盒内二极管是否完好，检查组件是否有热斑或遮挡；
	5	进行光伏组件维护工作时，组件边框应牢固接地；
	6	在恶劣天气前后需对子阵光伏组件进行一次全面巡检，确保组件及电缆桥架盖板等其他设备固定牢固，防止被吹落；
	7	巡检时不应在组件上行走或对组件造成长时间的遮挡。

表 B.1 光伏发电系统主要设备的运行维护检查表（续）

检查项目	序号	检查要求
直流汇流箱和直流配电柜	1	投切直流汇流箱熔断器时，应先断开直流汇流箱的断路器，以防电弧烧伤；
	2	当直流汇流箱退出运行时，相应直流配电柜支路开关也应断开；
	3	当直流配电柜内任一支路开关跳闸，应查明原因方可合闸；
	4	直流汇流箱内熔断器更换时需更换同容量的熔断器，不应随意更改；
	5	每年雷雨季节前定期检查直流浪涌是否良好，失效时及时更换，雷雨天气不应对直流汇流箱开箱检查；
	6	在直流汇流箱进行维护时，应先断开直流汇流箱直流开关及直流配电柜对应的开关，取下直流汇流箱各支路熔断器及断开连接的电池组串，并悬挂标示牌；
	7	更换直流配电柜内直流开关时，相应逆变器退出运行，拉开逆变器交、直流侧开关，拉开各支路直流汇流箱内开关；
	8	发生直流柜开关跳闸时，应对相应的直流汇流箱和电缆及接线进行检查，测量绝缘正常确定接线牢固不发热后方可合闸送电；
	9	经常检查直流汇流箱的封闭情况，检查有无渗漏水，积灰情况；
	10	直流汇流箱外观干净无积灰、设备标号无脱落，设备标号字迹清晰准确；
	11	检查直流汇流箱进出线电缆完好，无变色、掉落、松动或断线现象；
	12	检查各连接部位有无松动、发热、变色、异味、断线等异常现象，并及时处理，各电气元件处于正常运行状态；
	13	检查防雷模块无击穿现象；
	14	检查直流汇流箱的直流开关配置正确，无脱扣；
	15	直流汇流箱柜体接地线连接可靠，断裂、脱落及时向当班值班长汇报并进行处理；
	16	采集板电源模块运行指示灯亮，各元件无异常，检查数据采集器指示正常，信号显示与实际工况相符；
	17	CPU 控制模块运行指示灯亮，告警指示灯灭；
	18	直流配电柜本体正常，无变形现象；
	19	直流配电柜的门锁齐全完好，照明良好；
	20	直流配电柜标号无脱落、字迹清晰准确；
	21	直流配电柜内清洁无积灰；
	22	直流柜二极管冷却风扇及其他排风扇运行正常无卡涩现象；
	23	直流配电柜柜内无异音、无异味、无放电现象；
	24	直流配电柜内电缆连接牢固，有无过热、变色的现象，进出线电缆完好无破损、无变色；
	25	直流配电柜接地线连接良好；
	26	断路器的位置信号与断路器实际位置相对应；

表 B.1 光伏发电系统主要设备的运行维护检查表（续）

检查项目	序号	检查要求
直流汇流箱和直流配电柜	27	各支路进线电源开关位置准确，无跳闸脱扣现象；
	28	各支路进线电源开关保护定值正确，符合运行要求；
	29	电流表、电压表指示正常，与逆变器直流侧电压、电流指示基本相符合；
	30	直流柜周围无影响安全运行的异常声响和异常现象，如漏水，掉落杂物等；
	31	检查时不应碰触其他带电回路，使用的工具确保绝缘良好，防止造成接地或短路。
交流汇流箱和交流配电柜	1	交流汇流箱不应存在变形、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	交流汇流箱内各个接线端子不应出现松动、锈蚀现象；
	3	交流汇流箱内防雷器应有效；
	4	停电后应验电，确保在配电柜不带电的状态下进行维护；
	5	在分段保养配电柜时，带电和不带电配电柜交界处应装设隔离装置；
	6	操作交流侧真空断路器时，应穿绝缘靴，戴绝缘手套，并有专人监护；
	7	在电容器对地放电之前，不应触摸电容器柜；
	8	配电柜保养完毕送电前，应先检查有无工具遗留在配电柜内；
	9	配电柜保养完毕后，拆除安全装置，断开高压侧接地开关，合上真空断路器，观察变压器投入运行无误后，向低压配电柜逐级送电；
	10	维护前应提前通知停电起止时间，并将维护所需工具准备齐全；
	11	确保配电柜的金属架与基础型钢应用镀锌螺栓完好连接，且防松零件齐全；
	12	配电柜标明被控设备编号、名称或操作位置的标识器件应完整，编号应清晰、工整；
	13	母线接头应连接紧密，不应变形，无放电变黑痕迹，绝缘无松动和损坏，紧固联接螺栓不应生锈；
	14	手车、抽出式成套配电柜推拉应灵活，无卡阻碰撞现象；动静头与静触头的中心线应一致，且触头接触紧密；
	15	配电柜中开关，主触点不应有烧溶痕迹，灭弧罩不应烧黑和损坏，紧固各接线螺丝，清洁柜内灰尘；
	16	把各分开关柜从抽屉柜中取出，紧固各接线端子。检查电流互感器、电流表、电度表的安装和接线，手柄操作机构应灵活可靠性，紧固断路器进出线，清洁开关柜内和配电柜后面引出线处的灰尘；
	17	低压电器发热物件散热应良好，切换压板应接触良好，信号回路的信号灯、按钮、光字牌、电铃、电筒、事故电钟等动作和信号显示应准确；
	18	检验柜、屏、台、箱、盘间线路的线间和线对地间绝缘电阻值，馈电线路应大于 $0.5\text{M}\Omega$ ；二次回路应大于 $1\text{M}\Omega$ 。

表 B.1 光伏发电系统主要设备的运行维护检查表（续）

检查项目	序号	检查要求
集中式逆变器	1	设备正常关机时，不应直接断开集中式逆变器的交流断路器，不应直接拉开集中式逆变器的直流断路器；
	2	设备正常运行时，不应随意更改逆变器的参数设置，如需变更参数设置应经值班长同意并做好记录，必要时联系厂家咨询；
	3	设备在运行中应保证通风系统正常，柜体通风滤网畅通，各风机转动正常无卡涩现象，逆变器无报警；
	4	集中式逆变器室内卫生保持干净整洁，应定期对逆变器进行接线检查并进行清灰工作，保证集中式逆变器在最佳环境中工作；
	5	经常检查集中式逆变器室通风系统，应保持正常备用状态；
	6	在集中式逆变器柜内进行检修作业时，应将交、直流侧开关全部拉开，电容元器件放电完毕；
	7	设备由于某种原因退出运行，再次投入运行前，应查明退出原因；
	8	外观完整且干净无积灰，无异味；
	9	设备标识完整无破损，标号齐全、字迹清晰；
	10	柜门闭锁正常，防尘网清洁完整无破损；
	11	设备各模块运行正常，运行声音无异常，运行温度在正常范围；
	12	设备运行时各指示灯工作正常，无故障信号；
	13	设备显示屏图像、数字清晰；
	14	交流输出三相电压、交流电流平衡；
	15	输入直流电压、直流电流、直流功率不超限；
	16	设备有功功率、无功功率、日发电量、累计发电量无异常；
	17	设备相应参数整定正确、保护功能投入正确；
	18	直流侧、交流侧电缆无老化、发热、放电迹象；
	19	直流侧、交流侧开关位置正确，无发热现象；
	20	集中式逆变器室环境温度在正常范围内，通风系统正常；
	21	集中式逆变器工作电源切换回路工作正常，必要时进行电源切换试验；
	22	用红外线测温仪测量电缆沟内集中式逆变器进出线电缆温度。
组串式逆变器	1	外观完整且干净无积灰，无异味；
	2	设备标识完整无破损，标号齐全、字迹清晰；
	3	设备运行时各指示灯工作正常，无故障信号；
	4	设备有功功率、无功功率、日发电量、累计发电量；
	5	设备相应参数整定正确、保护功能投入正确；
	6	交流输出三相电压、交流电流平衡；
	7	输入直流电压、直流电流、直流功率不超限；

表 B.1 光伏发电系统主要设备的运行维护检查表（续）

检查项目	序号	检查要求
组串式逆变器	8	设备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，设备运行时不应有较大振动和异常噪声；
	9	组串式逆变器中模块、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；
	10	组串式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。
干式变压器	1	变压器内、线圈及引线排上无灰尘或异物覆盖；
	2	所有紧固件无松动；
	3	高低压侧绝缘子完好；
	4	高低压电缆固定牢固无脱落现象；
	5	铁芯接地良好；
	6	分接头连接片接触良好，三相一致，位置合适；
	7	线圈环氧绝缘层无裂开、剥落现象；
	8	高低压线圈、铁芯及电缆绝缘符合要求；
	9	风机、温控器等正常；
	10	冷却风机试转，联动试验良好，整定值正确；
	11	各保护已按规定投入；
	12	各保护遮栏良好，门已闭；
	13	运行时变压器声音正常；
	14	运行时绕组温度、温升正常；
	15	运行时风机、温控器正常；
	16	运行时变压器线圈绝缘层无开裂剥落；
	17	运行时各导电部分无变色、过热现象；
	18	运行时箱变通风滤网畅通；
	19	运行时变压器铁芯和线圈无积灰；
	20	运行时变压器室无异味。
油浸变压器	1	混凝土基础不应有下沉或移位；
	2	变压器本体接地可靠；
	3	外露的金属预埋件未发生腐蚀；
	4	变压器声音正常；
	5	周围应无杂物，高、低压室内无漏水；
	6	变压器本体外观正常，散热片无漏油现象；
	7	变压器箱体柜门完好可正常关闭；
	8	变压器油位指示正常；
	9	变压器油温正常范围；

表 B.1 光伏发电系统主要设备的运行维护检查表（续）

检查项目	序号	检查要求
油浸变压器	10	变压器套管无裂纹及放电痕迹；
	11	各接头无过热现象；
	12	压力释放器完好无漏油；
	13	瓦斯继电器充满油，各部无漏油现象；
	14	变压器室通风、照明正常。
电力电缆	1	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；
	2	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；
	3	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；
	4	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；
	5	应及时清理室外电缆井内的堆积物、垃圾；如电缆外皮损坏，应进行处理；
	6	检查室内电缆明沟时，要防止损坏电缆；确保支架接地与沟内散热良好；
	7	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；确保室外露地面电缆保护设施完好；
	8	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；铠装电缆外皮不应有严重锈蚀；不应裸露铠装电缆的铠装层；
	9	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；
	10	确保电缆终端头接地良好，绝缘套管完好、清洁无积灰、无闪络放电痕迹；确保电缆相色应明显；
	11	金属电缆桥架及其支架和引入或引出的金属电缆导管应接地（PE）或接零（PEN）可靠；桥架与桥架间应用接地线可靠连接；
	12	桥架穿墙处防火封堵应严密无脱落；
	13	确保桥架与支架间螺栓、桥架连接板螺栓固定完好；
	14	桥架不应出现积水。

附录 C

(资料性附录) 光伏组件的清洗要求与验收标准表

C.1 光伏组件的清洗要求与验收标准参见表C.1。

表 C.1 光伏组件的清洗要求与验收标准表

内容	序号	要求/标准
组件清洗要求	1	光伏组件在运行中应保持表面清洁，根据电站实际情况，安排每年的清洗次数；
	2	电站清洗前后要和同一区域的目标电站进行发电小时数对比，分析清洗效果；
	3	电站清洗前后要和同一区域的目标电站进行负荷率曲线对比，分析清洗效果；
	4	避免在辐照度较高的环境下进行电站清洗；
	5	如使用自来水、中性有机清洗剂、地拖等进行清洗，应保证组件表面无划痕。如采用高压水枪冲洗的，清洗水枪头压力不应超过合理范围。不应用水冲洗组件背面；
	6	如直接干洗，以干式或吹扫组件表面灰尘为主；
	7	清洗工作应办理电气二类工作票；
	8	清洗时应和清洗实施单位签订安全协议和安全承诺书；
	9	清洗时运行人员应全程进行监护，监督清洗质量并及时纠正清洗人员的不安全行为；
	10	清洗人员不应在组件上随意走动，如必须站立在组件上方清洗时，应采取防护措施并尽量站在压块位置，以免随意踩踏造成组件隐裂；
	11	防止外力等机械碰压组件。
组件清洗后验收标准	1	目视组件整体外观清洁、明亮、无污渍；
	2	抽样检查组件表面无积灰；
	3	用白手套或白纱布擦拭组件表面，无灰尘覆盖现象，手套或纱布无灰尘粘附；
	4	清洗前后对比分析数据符合预期标准。

附录 D

(资料性附录) 光伏发电系统主要设备的预防性试验检查表

D.1 光伏发电系统主要设备的预防性试验检查要求参见表D.1。

表 D.1 光伏发电系统主要设备的预防性试验检查表

检查项目	序号	检查要求
组件支架	1	金属支架无变形，无腐蚀；
	2	支架间的连接牢固，支架与接地系统的连接应可靠；
	3	支架连接紧固螺钉无锈蚀。
光伏组件	1	组件玻璃无破碎、铝框无变形，局部无烧痕，表面无积尘和油污；
	2	接线盒/连接器接头对插到位，无变形，走线绑扎整齐，无暴晒；
	3	组件方阵间有黄绿色接地线，相连紧固，无脱落；
	4	检查接入同一个设备的各光伏组件串的输入电流，在朝向和太阳辐射强度基本一致的条件下，其偏差应不超过 3%；
	5	用热成像检查光伏组件温度，同一光伏组件外表面（电池正上方区域）温度差异应小于 20℃；
	6	光伏组件固定压块无缺失，螺栓与支架连接牢固可靠；
	7	水泥屋面的水泥墩安放到位，无开裂破碎。
直流汇流箱和直流配电柜	1	箱体门，启闭灵活，不存在变形锈蚀，箱体内无漏水；
	2	目视检查断路器，保险丝，防雷器，外观完好；
	3	用红外热探测仪，检查汇流输出断路器接线端子，断路器本体，支路保险丝座，保险丝本体温度不超过 75 度；
	4	智能汇流箱通讯检查，通讯状态，核对电流和电压采集数据正确。
交流汇流箱和低压配电设备	1	箱体门，启闭灵活，不存在变形，倾斜和锈蚀，箱体内无漏水；
	2	目视检查断路器，防雷器状态正常，外观完好；
	3	用红外热探测仪，检查电流接线端子连接处，断路器本体，支路保险丝座，保险丝本体温度不超过 75 度；
	4	检查电流表、电压表指示值，计量数字表的显示值是否正确；清洁开关柜内和配电柜后面引出线处的灰尘；
	5	检查配电设备标明被控设备编号、名称或操作位置的标识器件应完整，编号应清晰、工整；
	6	检查设备监控的通讯状态，核对电流和电压采集数据正确。
光伏逆变器	1	目视检查铜排、螺丝无锈蚀，连接端子无过热痕迹；
	2	连接线具有明确标识，接线牢固可靠，无松动；

表 D.1 光伏发电系统主要设备的预防性试验检查表（续）

检查项目	序号	检查要求
	3	逐一检查每台逆变器的通讯功能, 和上位机通讯流畅, 无间断;
	4	核对输出电压、电流和功率的采集数据正确, 功能指示正确无误;
	5	同一区域的逆变器, 组串电流, 发电量, 及功率对比, 无明显差异;
	6	风机检查, 运转正常(集中式);
	7	防雷器检查, 滤波膜电容检查, 状态正常(集中式)。
预装式箱房 和升压变压器	1	检查预装式箱变外观不应有变形, 箱体不应有腐蚀的情况发生, 保持箱变周围清洁, 操作门可正常开合;
	2	检查箱体内电压和电流指示是否正常, 数显表显示值是否正常; 检查变压器温控系统, 温度指示不超过 125 度, 散热风机, 运转正常;
	3	用红外热探测仪, 检查接线端子和开关本体的温升, 本地温度不超过 90 度;
	4	检查防雷器状态指示是否正常。
电力电缆	1	电缆沟或电缆井的盖板完好无缺, 电缆沟内支架应牢固、有无锈蚀, 无积水, 电缆的铅包不应出现膨胀, 电缆的护套无龟裂, 无破损;
	2	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;
	3	多根并列敷设的电缆, 应检查电流分配和电缆外皮的温度, 防止电缆过热损坏。
高压配电设备	1	目视检查各配电设备的工作状态, 运行指示灯正常;
	2	目视检查光伏计量柜体内互感器、计量表、接线盘的铅封完好;
	3	检查继保装置的运行状态, 读取运行数据, 无异常;
	4	检查交直流屏运行参数, 工作正常;
	5	检查通讯柜, 高压配电柜, 二次设备柜, 直流屏工作指示正常设备。
蓄电池及储能电池	1	检查蓄电池室工作环境温度, 宜控制在 5℃~30℃之间, 最高环境温度不超过 45℃; 通风措施应良好, 周围不应堆放杂物;
	2	检查蓄电池外观, 表面应保持清洁, 无腐蚀漏液、凹陷或鼓胀现象;
	3	检查蓄电池组中, 单体电池的电压, 并及时处理有问题的电池;
	4	更换电池时, 应保证同一电池串, 其电压、容量、充放电特性、外形尺寸的基本一致。
无功补偿装置和 SVG	1	无功补偿装置 (SVG) 的任何停送电操作和设备检修均应取得相应调度机构、调度值班人员的许可;
	2	协助场地方抽检无功补偿柜无功补偿电容是否能正常投切, 检查补偿电容, 保险丝和控制器是否故障;
	3	工作状态检查, 运行指示灯和显示屏数值正常;
	4	检查设备环境温度不超过 40 度, 防尘网无堵塞, 排风扇工作正常, 恒温空调工作正常。

表 D.1 光伏发电系统主要设备的预防性试验检查表（续）

检查项目	序号	检查要求
通讯监控	1	数据采集线缆标识正确，走线绑扎整齐；
	2	被采集设备的运行参数，运行状态与后台监控显示一致；
	3	机器的故障/告警提示，后台监控显示同步一致；
	4	通讯传输与监控终端显示数据持续正常无中断。