

ICS 19.024

Y 63



团 体 标 准

T/CECA-G 0025—2019

分布式太阳能光伏发电系统运行管理维护通则

The General Principles for Operation, Management and Maintenance of Distributed Solar Photovoltaic Power Generation System

2019-12-31 发布

2020-01-01 实施

中 国 节 能 协 会 发 布

目 录

前 言	3
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语及定义	4
4 基本规定	5
5 设备维护	5
5.1 总体要求	5
5.2 太阳能电池组件及方阵	5
5.3 光伏方阵支架	6
5.4 汇流箱	7
5.5 配电柜	7
5.6 逆变器	8
5.7 接地与防雷系统	8
5.8 电缆	8
5.9 变压器	9
5.10 静止无功发生器	9
5.11 储能装置	9
5.12 蓄电池	10
5.13 电能质量补偿装置	10
5.14 监控及数据通信系统	10
5.15 数据采集及应用	11
6 管护机制	12
6.1 人员	12
6.2 工具	12
6.3 巡检周期及维护记录	13
6.4 文档资料	20
6.5 健康、安全与环境	20
7 绩效评价	20
7.1 绩效评价指标	20
7.2 搜集现状资料及数据	20
7.3 确定绩效评价指标体系	21
7.4 确定绩效评价目标体系	21
7.5 开展绩效分析	21
7.6 绩效评价结果	22
附 录 A（资料性附录） 设备巡回检查记录表	23
附 录 B（资料性附录） 工作票登记表	25

附录 C（资料性附录） 设备缺陷通知单	26
附录 D（资料性附录） 工作日志	27
附录 E（资料性附录） 缺陷延期申请单	28
参考文献	29



前 言

本团体标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本团体标准的附录A、附录B、附录C、附录D、附录E是资料性附录。

本团体标准由中国节能协会分布式能源产业联盟提出。

本团体标准由中国节能协会归口。

本团体标准起草单位：北京源深节能技术有限责任公司、瑞景通途投资顾问（北京）有限公司、中国标准化研究院、启迪瑞景能源环境科学研究院（北京）有限公司、中国节能协会分布式能源产业联盟。

本团体标准主要起草人：李健、刘超、梁晨、刘猛、蒋芸、路加、王毅工、杨伴龙、刘海涛、姚建峰、侯现伟、夏旭丰、张文忠、周英豪、武晗、周小栋、高静、雷倩。

本团体标准为首次发布。

分布式太阳能光伏发电系统运行管理维护通则

1 范围

本标准规定了分布式太阳能光伏发电系统运行管理维护的基本规定、设备维护、管护机制和绩效评价。

本标准适用于经验收合格并投入正常使用后的分布式太阳能光伏发电系统。

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。

下列标准所包含的条文，通过本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能。

- GB/T 34936 光伏电站汇流箱技术要求
- GB/T 35694 光伏电站安全规程
- GB 50797 光伏电站设计规范
- JGJ/T 264 光伏建筑一体化系统运行与维护规范
- NB/T 10204 分布式光伏发电低压并网接口装置技术要求
- NB/T 33014 电化学储能系统接入配电网运行控制规范

3 术语及定义

NB/T 10204、JGJ/T 264界定的以及以下术语和定义适用于本标准。

3.1 分布式太阳能光伏发电系统 distributed solar photovoltaic power generation system

在用户场地附近建设，利用太阳电池的光生伏特效应，将太阳辐射直接转换为电能，运行方式以用户侧自发自用、多余电量上网，且在配电系统平衡调节为特征的光伏发电设施。

[NB/T 10204，术语 3.1 改写引用]

3.2 巡检 patrol inspection

按特定的周期，对分布式太阳能光伏发电系统运行状况进行巡视检查的活动。

[JGJ/T 264，术语 2.0.4]

3.3 工作票 work ticket

批准在电力设备上工作的书面命令，是检修、运行人员双方共同持有、共同强制遵守的书面安全约定。

3.4 操作票 operation ticket

运行管理维护人员在电力生产现场、设备、系统上进行检修、维护、消缺、安装、改造、调试、试验等工作的书面依据和安全许可证，

3.5 单瓦年运维成本 operational expenditure per watt per year

分布式太阳能光伏发电系统运行过程中，每年发生的、维修费、生产人员工资及福利、材料费、其他费用的总和，按总装机容量平均后的每瓦费用值。

3.6 计划完成率 completion ratio of plan

分布式太阳能光伏发电系统运行过程中，实际发电量与计划发电量的百分比值。

3.7 消缺率 defect elimination rate

分布式太阳能光伏发电系统运行过程中，已消除缺陷数与按制度要求应消除的缺陷数的百分比值。

4 基本规定

4.1 分布式太阳能光伏发电系统运行管理单位应建立、健全档案管理制度并编制运行管理维护技术手册和现场运行规程，及时修订、复查现场运行规程，确保规程的适宜性和指导性，对运行、检修、检测记录、试验报告等技术资料应及时整理、分析并及时归档。

4.2 分布式太阳能光伏发电系统运行应安排能满足电站安全可靠运行的运行、维护和管理人员；应进行公司、部门、项目三级上岗培训，持证上岗；应了解系统运行的生产过程，掌握本岗位运行、维护的技术要求，遵守安全操作规程；每年应至少开展一次对运维人员的运行安全规程理论。

4.3 分布式太阳能光伏发电系统的主要部件在运行时，应始终符合国家现行有关产品标准的规定，温度、声音、气味等不应出现异常情况，标识、标牌应牢固，指示灯应正常工作并保持清洁，并应保持正常的发电能力；运维人员严格执行设备缺陷管理制度，发现设施、设备运行不正常时，应及时采取措施，并向调度中心报告，运行管理人员应及时分析、报告、组织相关人员进一步处理，达不到要求的部件应及时维修或更换，年度设备缺陷消除率应达到98%。

4.4 分布式太阳能光伏发电系统不应对人体、场地或建筑物造成危害，其运行与维护应保证系统本身安全；周围不得堆积易燃易爆物品，设备本身及周围环境应散热良好，设备上的灰尘及污物应及时清理。

4.5 并网运行的电站应遵守所在电网的电网调度运行规程和有关规定，保证电站和电网的安全稳定运行。

5 设备维护

5.1 总体要求

在分布式太阳能光伏发电系统运行管理维护中，应达到以下对太阳电池组件及方阵、光伏方阵支架、汇流箱、配电柜、逆变器、接地与防雷系统、电缆、变压器、SVG静止无功发生器、监控及数据通信系统、数据采集、储能装置、电能质量补偿装置的要求。

5.2 太阳电池组件及方阵

5.2.1 组件边框不应有变形，玻璃不应有破损。

- 5.2.2 电池片不应有破损、裂片、遮蔽物等。
- 5.2.3 太阳能电池组件不应有气泡、材料脱层、水汽、明显色变。
- 5.2.4 背板不应有划伤、开胶、鼓包、气泡等。
- 5.2.5 接线盒塑料不应出现变形、扭曲、开裂、老化及烧毁等。
- 5.2.6 导线连接应牢靠，导线不应出现破损，导线管不应有破损。
- 5.2.7 铭牌应平整，字体清晰可见；太阳能电池组件上的带电警告标识不得缺失。
- 5.2.8 对于金属边框接地的太阳能电池组件、边框和支撑结构应联接良好。
- 5.2.9 应在太阳辐射强度基本一致的条件下测量接入同一个直流汇流箱的各太阳能电池组件串的输入电流，并计算其平均值，原则上各组件串与平均值的偏差不应超过 5%。
- 5.2.10 光伏方阵输出低于初始状态（上一次清洗结束时）相同条件输出的 85%时，应对太阳能电池组件进行清洁，清洗时应符合下列规定：

- 可使用柔软洁净的布料擦拭太阳能电池组件，不应使用腐蚀性溶剂或硬物擦拭太阳能电池组件；
- 不宜使用与太阳能电池组件温差较大的液体清洗组件；
- 不宜在有碍运行维护人员人身安全的情况下清洗组件；
- 不宜在组件温度过高或辐照度过强的条件下进行清洗；
- 在清洗过程中不得产生振动，以免组件发生隐裂，产生热斑等缺陷；
- 清洗后组件表面不存在直径大于 1mm 的完全遮盖组件电池片的积灰、鸟粪、水印、污渍；
- 清洗过程中，禁止运营维护人员踩踏组件；
- 禁止将水直接喷到组件背板接线盒、逆变器、开关箱、电缆槽盒等电气设备上，同时严禁清洗人员在清洗时用手触摸组件和逆变器外壳，防止触电；
- 特殊地域环境需做针对性的运维方案。

5.3 光伏方阵支架

- 5.3.1 光伏方阵整体不应有变形、错位、松动。
- 5.3.2 受力构件、连接构件和连接螺栓不应损坏、松动、焊缝不应开焊。
- 5.3.3 金属材料的防腐层应完整，不应有剥落、锈蚀现象。
- 5.3.4 采取预制基座安装的光伏方阵，预制基座应保持平稳、整齐，不得移动，在台风、暴雨等恶劣天气过后，应普查光伏方阵的方位角及倾角，使其符合设计要求。
- 5.3.5 阵列支架等电位连接线应连接良好，不应有松动、锈蚀现象。
- 5.3.6 光伏阵列应可靠接地，其各点接地电阻应符合 GB 50797 的规定。
- 5.3.7 光伏方阵支撑结构上或光伏方阵区域内不应附加其他设施；光伏系统区域内不应增设对光伏系统运行及安全可能产生影响的设施。

5.4 汇流箱

- 5.4.1 机架组装有关零部件均应符合各自的技术要求，箱体应牢固，表面应光滑平整，无剥落、锈蚀及裂痕等现象。
- 5.4.2 箱体安装应牢固、平稳，连接构件和连接螺栓不应损坏、松动、焊缝不应开焊，箱体应密封良好，防护等级应符合设计要求。
- 5.4.3 箱体内部不应出现锈蚀、积灰等现象，面板应平整，文字和符号应完整清晰，铭牌、警告标识、标记应完整清晰，箱体上的防水锁启闭应灵活。
- 5.4.4 熔断器、防雷器、断路器等各元器件应处于正常状态，没有损坏痕迹，开关操作应灵活可靠。
- 5.4.5 各种连接端子应连接牢靠、没有烧黑、烧熔等损坏痕迹，各母线及接地线应完好。
- 5.4.6 汇流箱内熔丝规格应符合设计要求、并处于有效状态，浪涌保护器应符合设计要求、并处于有效状态。
- 5.4.7 非绝缘材料外壳的汇流箱箱体应连接保护地，其接地电阻应符合 GB/T 34936 的有关规定。
- 5.4.8 汇流箱内一次线路对地及一次线路对通信接口绝缘电阻应符合 GB/T 34936 的有关规定。
- 5.4.9 汇流箱各部件的极限温升应符合 GB/T 34936 的有关规定。
- 5.4.10 若是带有通信功能的智能汇流箱，应能正常测量有关太阳能电池组串的电参数数据且正常接收和发送数据。

5.5 配电柜

- 5.5.1 机架组装有关零部件均应符合各自的技术要求，箱体应牢固，表面应光滑平整，无剥落、锈蚀及裂痕等现象。
- 5.5.2 箱体安装应牢固、平稳，连接构件和连接螺栓不应损坏、松动、焊缝不应开焊、虚焊，箱体应密封良好，防护等级应符合设计要求。
- 5.5.3 箱体内部不应出现锈蚀、积灰等现象，面板应平整，箱体内部应张贴配电系统图，文字和符号应完整清晰，铭牌、警告标识、标记应完整清晰，箱体上的防水锁启闭应灵活。
- 5.5.4 熔断器、防雷器、断路器等各元器件应处于正常状态，没有损坏痕迹，开关操作应灵活可靠。
- 5.5.5 各种连接端子应连接牢靠、没有烧黑、烧熔等损坏痕迹，各母线及接地线应完好。
- 5.5.6 配电柜内熔丝规格应符合设计要求、并处于有效状态，浪涌保护器应符合设计要求、并处于有效状态。
- 5.5.7 配电柜应可靠连接保护地，其接地电阻应符合 GB 50797 的规定。
- 5.5.8 配电柜应能正常显示电流、电压、功率等数据，数据精度应不低于 0.5 级，若是带有通信功能的智能配电柜，应能正常接收和发送数据。
- 5.5.9 直流配电柜的直流输入接口与直流汇流箱的连接应稳定可靠。
- 5.5.10 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。

5.6 逆变器

- 5.6.1 逆变器不应存在锈蚀、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。
- 5.6.2 逆变器上的警示标识应完整无破损。
- 5.6.3 逆变器中模块、电抗器、变压器的散热风扇应根据温度变化自动启动和停止；散热风扇运行时不应有较大振动及异常噪声，当出现异常情况时应断电检查。
- 5.6.4 应定期通过断开交流输出侧断路器，检查逆变器的工作情况，当出现异常情况时应断电检查。
- 5.6.5 逆变器有高温报警时，应及时排查。
- 5.6.6 逆变器的输出电能质量应符合电网并网或系统设计的要求，并定期对转换效率、并网电流谐波、功率因数、直流分量、电压不平衡度进行测试。
- 5.6.7 非隔离逆变器应直接采用漏电流检测器保护或漏电流监控保护中的一种方式来进行防护。

5.7 接地与防雷系统

- 5.7.1 光伏组件、支撑结构、电缆金属铠装与屋面金属接地网格的连接应可靠。
- 5.7.2 各种避雷器、引下线等应安装牢靠、完好，无断裂、锈蚀、烧损痕迹等情况发生。
- 5.7.3 避雷器、引下线各部分应连接良好。
- 5.7.4 安装在光伏方阵的监视、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，其接地电阻应在设计规定的范围内。
- 5.7.5 光伏方阵与防雷系统共用接地装置的接地电阻值应在设计规定的范围内。
- 5.7.6 光伏发电系统各关键设备的防雷装置在雷雨季节到来之前，应根据要求进行检查并对接地电阻进行测试。不符合要求时应及时处理。雷雨季节后应再次进行检查。
- 5.7.7 地下防雷装置应根据土壤腐蚀情况，定期开挖检查其腐蚀程度，出现严重腐蚀情况的应及时修复、更换。

5.8 电缆

- 5.8.1 光伏系统的电缆选型及敷设应符合设计要求。
- 5.8.2 电缆不应在过负荷的状态下运行，电缆的接插头、绝缘和护套材料不应出现膨胀、龟裂、破损现象。
- 5.8.3 电缆在进出设备处的部位应密封封堵完好。
- 5.8.4 检查电缆对设备外壳造成过大压力、拉力的部位，电缆的支撑点应完好。
- 5.8.5 电缆保护钢管口不应有穿孔、裂缝和显著的凹凸不平；金属电缆管不应有严重锈蚀。
- 5.8.6 室外电缆沟、井内的堆积物、垃圾应及时清理。
- 5.8.7 电缆沟或电缆井的盖板应完好无缺；电缆沟内不应有积水或杂物；电缆沟内支架应牢固、有无锈蚀、松动现象；铠装电缆外皮及铠装不应有影响性能的锈蚀。

- 5.8.8 当光伏系统中使用的双拼或多拼电缆时，应检查电流分配和电缆外皮的温度。
- 5.8.9 电缆终端头接地应良好，绝缘套管应完好、清洁、无闪络放电痕迹；电缆相色应明显、准确。
- 5.8.10 金属电缆桥架及其支架和引入或引出的金属电缆导管应可靠接地；金属电缆桥架间应可靠连接。
- 5.8.11 桥架穿墙处防火封堵应严密、无脱落。
- 5.8.12 电缆运行时，应无过热、无异味。

5.9 变压器

- 5.9.1 变压器正常运行时声音、温度计指示、远方测控装置指示应正常。
- 5.9.2 变压器两侧进出线无悬挂物，金具连接紧固，引线不应过松或过紧，接头接触良好。
- 5.9.3 瓷瓶、套管清洁，无破损裂纹、放电痕迹及其它异常现象。
- 5.9.4 变压器外壳接地点接触良好，冷却系统运行正常。
- 5.9.5 各控制箱及二次端子箱应关严，电缆穿孔封堵应严密、无受潮；警告牌悬挂正确，各种标志齐全明显。

5.10 静止无功发生器

- 5.10.1 若电站静止无功发生器属调度调管设备，任何停送电操作和设备检修均须取得调度值班人员的许可。
- 5.10.2 静止无功发生器各支路线路保护要按规定投入，在运行中严禁分断静止无功发生器控制柜电源。
- 5.10.3 静止无功发生器运行中应监视控制器的工作状态，出现异常情况应及时记录和处理。出现静止无功发生器控制器保护动作后，应先记录监控软件上的内容再记录控制插卡箱和击穿插卡箱上故障指示灯状态，后清除故障。
- 5.10.4 设备室温度宜控制在 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间，通风状况应良好，温度过高应及时启动风机和空调。
- 5.10.5 静止无功发生器设备检修时必须做好停电措施，设备在停电至少15分钟后方可装设接地线，任何人不得在未经放电的电容器组上进行任何工作。电容器的两个电极用放电杆（专用）放电。
- 5.10.6 设备正常运行过程中应无异响、振动、异味、发热、变色、污垢、裂纹及放电现象。电容器无漏液、外壳无明显膨胀变形、外壳温度无异常升高及运行时无局部放电声。
- 5.10.7 设备正常运行过程中散热风机应运转正常，柜体滤尘网应保持通畅。

5.11 储能装置

- 5.11.1 适用于现场已配置储能装置的分布式太阳能光伏发电系统。
- 5.11.2 特指应用在分布式太阳能光伏发电系统中，以电化学形式存储电能、接入10kV及以下电压等级配电网的储能装置。

5.11.3 接入配电网的电化学储能装置，其运营管理方应对设备的运行维护提供有效的技术保障，当发生故障或异常时，应做好信息的收集和报送工作。

5.11.4 在正常运行情况下，接入配电网的电化学储能装置，应依据电网调度机构给定或认可的控制曲线进行充放电功率控制，实际出力曲线与调度指令曲线偏差符合 NB/T 33014 的规定；在电网调度机构没有指定功率曲线的情况下，电化学储能系统宜根据负荷状况进行充放电功率控制。

5.11.5 电能计量装置应对双向有功功率和四象限无功功率进行计量，对事件进行记录，且应定期向当地电网运营管理部门上传电能信息和时间信息。

5.12 蓄电池

5.12.1 蓄电池室温度宜控制在 $5^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 之间，通风状况应良好；钠硫电池在绝热容器内部的运行温度、升降温速率应符合要求，低于运行温度时不得放电；锂离子电池、液流电池的使用温度通常宜设定在 $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围内。

5.12.2 在维护或更换蓄电池时，所用工具应带绝缘套，蓄电池单体间连接螺栓应保持紧固；更换电池时，宜采用同品牌、同型号的电池。

5.12.3 蓄电池在使用过程中应避免过充电和过放电；当遇连续多日阴雨天，造成蓄电池充电不足时，应停止或缩短对负载的供电时间。

5.12.4 蓄电池叠层堆放时宜放置在分层的搁架上，并采取防止跌落、翻到或破损的措施，上方和周围不得堆放杂物。

5.12.5 蓄电池表面应保持清洁，当出现腐蚀漏液、凹瘪或鼓胀现象时，应及时处理，并应查找原因。

5.12.6 每季度宜对蓄电池进行 2 次~3 次均衡充电，当蓄电池组中单体电池的电压异常时，应及时处理；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。

5.12.7 蓄电池设备的安全评价周期不应超过两年。

5.12.8 应按国家有关环保及危险品管理的要求，对废旧蓄电池进行再生、再利用或废弃处理，废弃蓄电池应由供应商或专业机构按照国家环保法规的要求回收处理。

5.13 电能质量补偿装置

5.13.1 适用于现场已配置电能质量补偿装置的分布式太阳能光伏发电系统。

5.13.2 特指以分布式太阳能光伏发电为电源搭建微电网需配备的电能质量补偿装置。

5.13.3 微电网并网点电能质量不满足要求时，其运营管理方应采取措施改善电能质量，在采取措施后仍无法满足要求时，应转为离网运行或停运；离网运行时，微电网电能质量不能满足自身运行要求，应停止运行。

5.13.4 微电网电能质量超标后，应合理配置一定容量的电能质量补偿装置；微电网电能质量超标整改后，应经有资质的第三方检测机构检测合格后方能再次投入运行。

5.13.5 微电网运行时，应以能量管理系统为工具，在供求预测和调节能力评估基础上，通过各电源间的能量互济来实现优化调度和能量管理的目标，确保供电可靠性与经济性。

5.14 监控及数据通信系统

5.14.1 监控及数据通信系统应具备良好的扩展性,以应对分布式太阳能发电项目分批实施、数量较多、位置分散的特点。

5.14.2 在使用过程中,当电站数量、分布地域、系统数据等条件出现较大变化,应及时对设备硬件软件进行升级、扩容,以满足大数据量的运算处理需要。

5.14.3 监控及数据通信系统的设备应保持外观完好,螺栓和密封件应齐全,操作键应接触良好,显示数字应清晰。

5.14.4 对于无人值守的数据通信系统,系统的终端显示器,每天应至少检查1次有无故障报警,当有故障报警时,应及时维修。

5.14.5 每年应至少对数据通信系统中输入数据的传感器灵敏度进行一次校验,同时应对系统的模拟/数字变换器的精度进行检验。

5.14.6 超过使用年限的数据通信系统中的主要部件,应及时更换。

5.15 数据采集及应用

5.15.1 系统采集的数据应包括但不限于以下内容:

- 汇流箱数据:运行状态,各组串的工作状态、汇流箱电流;
- 逆变器运行数据:各台逆变器的实时运行状态、交/直流的电流和电压、有功功率、无功功率、功率因数、频率、逆变器效率;
- 电能量数据:运行状态,当日、当月、累积发电量;
- 环境监测仪器数据:辐照度、环境温度、风速、风向。

5.15.2 系统获取到各本地光伏系统的数据后,需要对各种来源的数据描述进行一致的定义和规范化,并对采集到的各种数据进行统一存储管理。

5.15.3 从光伏电站本地系统中直接采集到的数据中可能存在可疑或错误的数,采集过程中需要对这类数据进行过滤,可由系统根据光伏电站运行数据的一般规则对数据采集策略进行配置,或由光伏电站运行管理人员手动配置采集策略,过滤明显错误的数;直接采集的数不能完全覆盖后续数据服务或管理的需要,应根据一次数产生二次数。

5.15.4 数据采集系统需要对采集的数或二次数进行本地的存储及维护,保留不低于90天的数,以供统计分析使用;系统存储应禁止对本地数的手工修改,保证数真实可靠。

5.15.5 利用系统工具收集、分析、展示生产状况,进行实时监视,通过曲线、模拟图、饼图、棒状图和参数分类表多种监视方式实时显示主要运行参数和设备状态,通过对运行情况进行统计分析,降低设备故障,提高生产效率。

5.15.6 利用系统工具实现对太阳能的资产设备进行全生命周期的管理,以及日常检修、运行工作的管理,具体包括安全生产管理、设备管理、维修管理、运行管理、培训管理、报表管理、绩效考核管理、查询统计。

5.15.7 利用系统分析结果,在保证安全生产及高效维修的前提下,以降低备件库存量为目标,进行备品备件的采购及存储使用进行调控。

5.15.8 从人员管理、行政管理、组织管理、用户管理、技术管理各个方面加强系统防病毒措施，定期对网络进行检查，对重要的系统软件和数据做好备份；当系统被病毒入侵后，以“先抢救（数据）、后清除（病毒）”的原则进行处理。

6 管护机制

6.1 人员

6.1.1 运行操作人员应掌握光伏发电设备的工作原理，熟悉系统基本结构。

6.1.2 运行人员应掌握计算机监控系统的使用方法，读懂光伏系统状态信息，数值故障信号及故障类型，掌握判断一般故障的原因和处理的方法。

6.1.3 运行操作人员应熟悉操作票、工作票的填写以及有关规程的基本内容。运维人员应严格执行工作票、操作票和交接班制度、巡回检查制度、设备定期试验制度，工作票和操作票合格率和执行率均应达到 100%。

6.1.4 运行操作人员应持有相应电工特种作业证。

6.1.5 从事起重、建筑登高架设作业、压力容器、焊接、机动车船艇驾驶等特殊工种的人员，应经过专业培训，获得《特种作业人员操作证》后，方准持证上岗。

6.1.6 运行操作人员应身体健康，按时参加体检。

6.1.7 对采用蓄电池作为储能装置的系统，应配置符合条件的专职或兼职危险物品安全监督人员。

6.2 工具

6.2.1 应配备以下用于光伏组件清洗的专业工具：

- 刮刀；
- 与光伏组件直接接触的柔软材质的清洁工具；
- 水管及小型增压泵等取水装置；
- 其它必要工具。

6.2.2 应配备以下用于系统运行维护的专业工具：

- 万用表；
- 电流钳；
- 红外热像仪/温度记录仪；
- 绝缘电阻测试仪；
- 接地电阻测试仪；
- 其它必要工具。

6.2.3 应配备以下用于安全防护的专业工具：

- 安全帽；
- 绝缘手套；
- 电工专用防护服；
- 绝缘鞋；
- 安全带及防坠器；
- 灭火器及专用放置箱
- 其它必要工具。

6.2.4 电站管理方应保证安全工作的机械、工器具及安全防护用具用品、安全设施的配备状况。

6.2.5 所有机具设备和高空作业设备均应定期检查，保证设备处于完好状态；严禁使用不合格的机具、设备和劳动保护用品。

6.2.6 涉及定期试验的机具、工器具、安全防护设施、安全用具、安全防护用品等必须具有检验、试验资质部门出具的合格的检验报告或合格证。

6.3 巡检周期及维护记录

6.3.1 检查时要按规定的时间、路线、内容进行，发现问题及时汇报并做好登记工作。

6.3.2 对巡检中发现的设备缺陷应及时填写缺陷单，重要的设备缺陷应详细记入交接班记录簿中。

6.3.3 对危及人身或设备安全的缺陷，应采取临时安全措施。

6.3.4 巡检结束后，应在“运行日志”上进行记录，异常问题及时向上一级汇报。

6.3.5 巡检周期及要求应符合表1的规定，并按本规范附录A填写巡检记录表。

6.3.6 在以下特殊情况下，应在日常巡检基础上对重点部分进行额外检查，特殊情况包括但不限于：

- 设备大修后试运行；
- 新设备投入试运行；
- 存在缺陷的运行设备或容易损坏的重要部件；
- 特殊运行方式；
- 操作过的设备还处于不稳定状态；
- 上一班交班的设备异常情况；
- 自然条件发生变化，如：环境污染、潮湿、大风、大雨、高温、暴晒、严寒、雷击等。

6.3.7 对具备条件或有特殊要求的项目，宜利用智能化设备进行检测、数据采集和分析。

表1 分布式发电系统巡检要求

编号	巡检维护内容	巡检维护方法	执行周期	异常情况	处理措施及注意事项

基础与支架					
1	基础及防水	目测及工具检测	1次/月	基础表面破损致裸露地脚螺栓或配筋	修补。
			1次/季度	基础沉降、移位、歪斜超出图纸设计标准	参照图纸进行修正；由专业资质设计院出具修正加固方案进行加固纠偏。
			1次/季度	混凝土被其他设备共用情况	整理并清除。
			1次/半年	防水是否开裂卷边起翘情况	对受损的部位修复至恢复原状。
			1次/半年	屋顶排水系统通畅情况	根据情况进行疏通。
2	支架结构情况	目测及工具检测	1次/半年	光伏方阵整体存在变形、错位、松动	参照图纸进行修正。
				受力构件、连接构件和连接螺栓损坏、松动，焊缝开焊	紧固、更换。
				组件压块松动、损坏	紧固、更换。
				支撑结构之间存在对光伏系统运行及安全可能产生影响的设施	清理会产生影响的设施。
3	防腐情况	目测或仪器测量	1次/半年	金属材料的防锈涂层剥落和腐蚀	用砂纸人工打磨除锈，补刷环氧富锌漆或热镀锌修补剂，漆层厚度不小于 120 μm；锈蚀严重者更换。
4	支架接地情况	仪器测量	1次/年	支架接地位置异常，接地电阻大于 4 Ω	检查接地线路，修正接地位置或更换接地部分线路。
光伏组件					
5	外观检查	目测	1次/月	带电警告标识丢失	重新粘贴标识。
				玻璃破碎、背板灼焦、明显的颜色变化	更换组件。
				组件边缘或任何电路之间形成连通通道的气泡	
				接线盒变形、扭曲、开裂或烧毁，接线端子无法良好连接	
组件被外物遮挡情况	清除遮挡物。				
6	组件表面积灰情况	目测及仪器测量	1次/月	光伏组件表面堆积灰尘或污垢，因灰尘堆积造成发电效率明显降低	根据实际情况选择人工擦拭、冲洗或机器清洗；清洗过程严禁踩踏光伏组件，严禁使用腐蚀性溶剂或硬物工具，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。
7	工作温度	仪器测量	1次/半年	在太阳辐照度不小于 $500\text{W}/\text{m}^2$ ，风速不大于 $2\text{m}/\text{s}$ 的条件下，同一光伏组件外表面温度差异大于 20°C 。	更换或持续观察。
8	绝缘测试	仪器测量	1次/半年	测试电压为 1000V ，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 $1\text{M}\Omega$ 。	检查绝缘问题点，进行绝缘处理。
9	光伏方阵角度	仪器测量	1次/半年	安装角度发生变化	参照图纸进行修正。
10	异常组件排查	仪器测量	及时处理	太阳辐射强度基本一致的情况下测量接入同一个直流汇流设备的各光伏组件串的输入电流偏差超过 5% 。	排查和更换工作异常组件。
汇流箱					
11	外观检查	目测及操作检验	1次/半年	箱体变形、锈蚀、漏水、积灰	重新喷漆，清理灰尘，检查更换密封部件。
				安全警示标识破损	重新粘贴安全警示标识。
				防水锁启闭失灵	更换防水锁。
12	箱体内接线端子检查	目测及仪器测量	1次/半年	松动、锈蚀	加固、更换。
13	箱内温度检测	仪器测量	1次/半年和更换元件后	元器件温度异常	接头加固，或元器件更换。
14	直流熔丝	目测及仪器测量	及时处理	损坏	更换。
15	绝缘测试	仪器测量	1次/半年	测试电压为 1000V ，直流输出母线的正极与负极短路时对地、正极对地、负极对地的绝缘电阻小于 $1\text{M}\Omega$ 。	与光伏组件绝缘测试同步进行，检查绝缘问题点，进行绝缘处理。
16	浪涌保护器	目测	雷雨季节前或发现问题	装置失效	更换。

			题 及 时 处 理		
17	直流断路器	操 作 检 验	1 次/半 年	装置失灵、失效	更换。
直流配电柜（箱）					
18	外观检查	目 测 及 操 作 检 验	1 次/半 年	箱体变形、锈蚀、漏水、 积灰	重新喷漆，清理灰尘，检查更换密封部件。
				安全警示标识破损	重新粘贴安全警示标识。
				排气扇转动不顺畅	转轴润滑或更换。
				指示灯显示异常 防水锁启闭失灵	更换。
19	箱体内接 线端子检 查	目 测 及 仪 器 测 量	1 次/半 年	松动、锈蚀	加固、更换。
20	绝缘测试	仪 器 测 量	1 次/半 年	测试电压为 1000V，直 流输出母线的正极对 地、负极对地的绝缘电 阻小于 1MΩ	检查绝缘问题点，进行绝缘处理。
21	温度检测	仪 器 测 量	1 次/半 年 和 更 换 元 件 后	元器件温度异常	加固接头，或元器件更换。
22	输入输出 接口	目 测 及 仪 器 测 量	1 次/半 年	直流输入接口与汇流 箱连接不牢靠	锁紧加固。
				直流输出与下级设备 直流输入处连接不牢 靠	
23	直流断路器	操 作 检 验	1 次/半 年	直流断路器动作不灵 活	更换。
24	接地导体 连接性测 试	仪 器 测 量	1 次/年	相邻设备接地线之间的 电气导通（直流电阻 值）大于 0.2Ω	改造接地线或接地桩（网）。
25	浪涌保护 器	目测	雷 雨 季 节 前 或 发 现 问 题 及 时 处 理	装置失效	更换。
逆变器					
26	系统运行 状态	目 测 及 操 作 检 验	1 次/半 年	逆变器外观损伤、变形	检修。
				逆变器运行时有较大 振动和异常噪声	
				逆变器外壳发热情况	

				异常	各项参数。
27	系统清洁	目测	1次/半年	逆变器表面积灰, 进出风口堵塞	及时清理积灰。
28	电气连接	目测及操作检验	1次/半年	电缆连接松动	断电检修, 严重情况及时更换。
				与金属表面接触的电缆表面存在割伤的痕迹	
29	警示标识	目测	1次/半年	逆变器上的警示标识破损、卷边、脱落	更换标识。
30	风扇	目测及操作检验	1次/半年	散热风扇运行时有较大振动及异常噪音	应断电检查, 及时更换。
				风扇叶片有裂缝	
31	断路器	操作检验	1次/半年	交/直流断路器异常, 开关失效	及时更换。
32	输入输出端子	目测	1次/半年	端子松脱、断裂	紧固、更换端子。
33	逆变器的输出电能质量	操作检验	1次/半年	超出标准限值	优化软件、整改。
34	逆变器报错检查	记录信息查阅	1次/半年	逆变器功能报错	针对报错事项进行整改。
35	逆变器内部防雷	目测	雷雨季节前或发现问题及时处理	装置失效	更换。
交流配电装置					
36	外观检查	目测及操作检验	1次/半年	箱体变形、锈蚀、漏水、积灰	重新喷漆, 清理灰尘, 检查更换密封部件。
				安全警示标识破损	重新粘贴安全警示标识。
37	运行指示检查	目测	1次/月	带电指示、位置指示、故障指示灯异常	停电更换。
38	温度检测	仪器测量	1次/半年和更换元件后	元器件温度异常	紧固接头, 或更换元器件。
39	开关柜内保护控制、回路检查	目测	停电检修时	松脱	锁紧加固。

40	保护装置 保护定值 核对检查	目测 核对	1次/年	定值变化	重新输入定值并固化，无效则更换装置。
41	断路器	操作 检验	1次/年	无法操作	维修操作机构。
42	互感器	目测	1次/半年	互感器本体异常声音、 异味。	停电，检查互感器绝缘，如绝缘不合格则 进行更换。
				套管支柱绝缘子积灰	按计划停电对积灰进行清洁。
				瓷件有裂纹损坏。	停电，更换绝缘子。
43	高压开关 柜综保装 置定期检 验	仪器 测量	1次/3年	装置动作特性不合格	更换。
44	高压开关 柜耐压、 回路电 阻、机械 特性试验	仪器 测量	1次/6年	特性不合格	更换。
45	防雷装置	目测	雷雨季 节前或 发现问 题及时 处理	装置失效	更换。
46	电能质量	仪器 测量	1次/半年	电能质量不满足相关 标准	检测整改。
干式变压器					
47	支持绝缘 子	目测	1次/月	放电痕迹或其他异常 现象	负荷应尽可能切换至合适的备用变压器 上运行，再对异常变压器停电开票处理； 如没有合适备用变压器，情况严重则及时 停电处理。
48	变压器声 响	目测	1次/月	变压器声响非正常的 “嗡嗡”声	重点关注并及时联系维护人员查明原因， 情况严重应及时切至备用变压器或停电 处理。
49	引线接 头、电缆、 母线温 度、本体	仪器 测量	1次/月	异常发热	停电检查处理。
50	各控制箱 和二次端 子箱、机 构箱	目测	1次/月	受潮；温控装置工作异 常	检查箱体密闭和温控装置，进行修理或更 换。
51	风机或风 扇	目测	1次/月	运转不畅	作好记录，待机处理；温度超标时，应立 即开票处理。

52	温度控制器	目测 比对	1次/月	就地记录数据与DCS显示不一，三相温度显示不平衡；温度高报警	及时联系维护人员查看处理；降负荷或停运。
53	绝缘电阻	仪器 测量	投运前	绝缘电阻值与以前测试结果相比有显著变化	检查试验回路接地线是否被拆除；用电吹风对线圈进行吹扫；用大功率白炽灯对其烘烤，直到绝缘合格为止。
油式变压器					
54	变压器储油柜	目测 及 仪器 测量	1次/月	变压器上层油温或温升超过允许值	查看三相负荷是否平衡，是否过负荷运行；根据当时负荷，周围气温，核对油温是否超标；检查油循环有无不正常情况，若因系统不正常，则应降低负荷使油温下降，或手动开启风扇；在正常负载和冷却条件下，变压器温度超标且不断上升，应立即停运。
				漏油	油面缓慢下降，通知检修人员处理漏点并加油；若因大量漏油而使油位迅速下降时，必须迅速采取止漏措施，或及时停电处理； 若因漏油已造成油量低于液位计下限时，应立即停运再作检修处理。
				呼吸器堵塞，硅胶变色	联系维护人员开票处理。
55	变压器声响	目测	1次/月	变压器声响不正常地明显增大，内部有爆破声	立即停运，联系专业人员进行修复。
56	引线接头、电缆、母线温度	仪器 测量	1次/月	异常发热	做好情况跟踪，分析发热原因，必要时停电重新接线或更换。
57	各控制箱和二次端子箱、机构箱	目测	1次/月	受潮；加热器、温控装置工作异常	检查密闭机构加热器等装置状况，进行修理或更换。
58	套管油位和油色	目测	1次/月	套管渗漏油	做好记录，密切关注，待机处理；若渗漏严重及时停电处理。
				套管有严重破损和放电现象	立即停运，联系专业人员进行修复。
59	散热器	目测	1次/月	严重脏污	停电清扫。
60	有载调压装置的动作情况	操作 检验	1次/半年或进行带载调压时、检修时	机构卡涩或直阻不正常	检查处理。
61	各种保护装置应齐	目测、 仪器	结合变压器检	保护装置校验及保护传动异常	检查保护接线及定值设定情况。

	全、良好	检测	修时		
62	绝缘电阻	仪器 测量	在线 监测 或 投 运 前	绝缘电阻值与以前测试结果相比有显著变化	运行中发现绝缘不合格，及时停运处理；投运前测试不合格进行回路检查恢复绝缘。

6.4 文档资料

6.4.1 应接收、整理、存档、保管分布式光伏发电系统的全套竣工图纸、关键设备说明书、操作手册、维护手册。

6.4.2 全套竣工图纸、关键设备说明书、操作手册、维护手册的保管期限分为永久、长期、短期三种期限，密级分为绝密、机密、秘密三种。

6.4.3 应由运行工程师根据电站设备的说明书及工作特性制定设备维护的周期和项目，编制运行规程。

6.4.4 应根据具体项目情况，编制设备巡回检查记录表，列明检查项目、检查方法及标准、检查周期、对异常情况的处理办法等基本要求。

6.4.5 接收到工作票后要认真审核该工作的可能性，然后填写接收时间并签名，不能进行工作的将工作票作废；工作票许可开工后，应记录在《工作票登记表》上。

6.4.6 操作票在使用前必须统一编号，一经编号不得撕页或散失；除单项操作及事故处理不用操作票外，其余所有操作均须写操作票；操作票执行完毕后盖“已执行”章。

6.4.7 在设备巡视和监视过程中发现的缺陷，应填写《设备缺陷通知单》。

6.4.8 当值发现的缺陷及处理结果，应记录在《工作日志》上。

6.4.9 当值无法处理的缺陷，应填写《缺陷延期申请单》。

6.4.10 所有文档资料应真实、完整、正确、有效，其收集、保管、发放(借用)、使用、流转、回收应有序、及时、无误。

6.5 健康、安全与环境

光伏电站的健康、安全与环境工作，应按 GB/T 35694 的有关规定执行。

7 绩效评价

7.1 绩效评价指标

绩效评价应包括但不限于以下指标。

7.1.1 人员绩效指标，用于考核运营维护管理人员能力与工作需求的吻合程度、岗位职责的完成度及个人成长性潜力。

7.1.2 设备及生产效率指标，用于考核在分布式光伏电站的实际运行维护效果。

7.1.3 经济性评价指标，用于考核在运行管理维护过程中资金投入合理性及产生经济效益的结果。

7.2 搜集现状资料及数据

7.2.1 相关工作主要是基于针对评价对象的人员自评互评、实地计量统计、书面记录报告等手段，将绩效评价相关人员、设备和经济性数据汇总起来，为系统现状分析及绩效评价提供数据支撑。

7.2.2 搜集的资料包括但不限于：

- 系统基本设计运行情况，如设计方案、总平面布置、主要系统与设备技术参数等；
- 系统使用情况，如工作票、操作票、巡检记录、故障记录、检修记录、设备测试记录等；
- 系统外部环境条件，如温度、湿度、风力、风向、降水量、太阳辐照度等；
- 系统能量输出情况，如发电量、上网电量、自发自用电量等；
- 系统运行的成本及经济效益。

7.2.3 资料和数据的来源包括但不限于：

- 监测和计量；
- 生产记录和清单；
- 财务和会计记录。

7.3 确定绩效评价指标体系

7.3.1 相关工作主要是根据系统自身设计、运行及维护情况和绩效评价侧重点，选取确定相应绩效指标构成绩效评价指标体系。

7.3.2 指标体系构成应综合考虑评价对象在人员、设备及生产和经济性三方面综合性能的平衡和优化，在确保符合相关政策、法规、标准等强制性指标要求的前提下，不应因片面强调某一方面影响评价对象的正常生产运行活动或带来不必要的成本增加。

7.3.3 各项指标应可测量或可计算。

7.3.4 指标体系所包含的评价指标的确定和计算应参照有关标准、规范执行，在无标准、规范的情况下，可根据项目特点自行制定指标，但应能够准确反映系统绩效水平。

7.4 确定绩效评价目标体系

应按照系统绩效指标体系包括的具体指标从符合性、适用性、先进性三个方面选取评价目标，组成绩效评价目标体系。

7.5 开展绩效分析

7.5.1 根据系统实际运行和管理情况，针对系统绩效指标，开展人员绩效、设备和生产效率、经济性分析，为形成绩效评价结果提供数据支持和分析依据。

7.5.2 人员绩效分析

7.5.2.1 人员绩效分析应从工作绩效及素质能力两方面进行。

7.5.2.2 人员绩效分析应包括但不限于以下各方面：

- 一般管理制度遵守情况，如考勤、着装、工作纪律及定期报表文件准备等；

- 安全管理制度遵守情况，所管理的项目应不发生人员伤亡、设备损坏、环境污染及生态破坏事故；
- 日常工作及临时性工作完成情况，如设备定期巡视、养护、检查维修及消缺工作完成比例等；
- 报表、台账、资料、工器具、备品备件、材料管理情况；
- 工作票及操作票执行情况；
- 基本工作技能、规章制度、知识体系等的掌握情况；
- 参加培训及取得专业资格、相关专业能力提升情况；
- 进行知识分享、提出合理化建议、协助他人完成工作、获得公开表扬或批评情况等；
- 对上述评价内容应结合项目总体绩效目标进行分解并量化，依具体工作安排分阶段进行考核。

7.5.3 设备及生产效率分析

进行具体项目的设备效率分析时应对以下内容进行统计及计算：

- 逆变器的可用性；
- 设备安全事故；
- 年等效利用小时数；
- 系统能效比；
- 计划完成率；
- 消缺率。

7.5.4 经济性分析

进行具体项目的经济性分析时应对以下内容进行统计及计算：

- 度电成本；
- 单瓦年运维成本；
- 电费回款率。

7.6 绩效评价结果

针对绩效评价指标体系上述主要指标，进行绩效评价，得出分布式太阳能光伏发电系统运行管理维护工作的评价结果。

附 录 A
(资料性附录)
设备巡回检查记录表

单位名称			容量		
日期			巡检人员		
	检查项目	标准	检查结果	具体位置	处理意见
光伏组件	组件表面清洁情况	无积灰、鸟粪、污物			
	组件是否完好	无破损、隐裂、热斑			
	组件固定情况	压块、螺栓无松动			
	组件接地情况	跨接线、地线完整，无脱落、松动			
	背板接线盒情况	无焦糊味、烧焦痕迹			
	有无遮挡	无遮挡			
支撑结构	支架连接情况	支架稳固、无变形，螺栓无松动			
	支架防腐情况	无大面积生锈腐蚀			
	支墩情况	无风化、龟裂、破碎，无位移			
逆变器	外观情况	无破损、安装牢固、无松动，有警示标识			
	温度	风扇、散热器正常			
	运行情况	并网发电正常，显示器示数正常，无故障报警			
汇流箱	外观情况	无破损、安装牢固、无松动，有警示标识			
	内部清洁情况	无大量灰尘，底部穿线口封堵			
	接线端子情况	接线无松动，无焦糊味，无烧焦痕迹			
电缆、线管、槽盒	电缆情况	绝缘无破损			
	电缆槽盒情况	无脱落、跨接线完整，盖板完整无脱落，穿墙有防火封堵			
	穿线管情况	无破损、锈蚀			
防雷	支架接地情况	支架与建筑物接地网应满焊牢固			
	逆变器接地情况	接地线完整无脱落			
	汇流箱接地情况	箱体接地充分、箱门跨接线完整牢固			
	光伏系统整体接地情况	系统与建筑物接地网连接点应满焊牢固			
屋面	屋面整洁情况	无容易坠落、燃烧的杂物			
	屋面排水系统情况	排水口无杂物堵塞，排水良好			

配电(并网)柜	电缆及箱体外观	外观完好, 线缆规范			
	内部器件、线路	内部器件完好, 接线规范			
	接线图及封堵	有接线图, 防火封堵完好			
电能表	安装质量、示数	安装规范, 示数正常			
环境监测仪	安装、工作情况	安装牢固、设备完好, 工作正常			
灭火器	是否配、压力、有效期	按标准配备、压力正常、在有效期内			
变压器	有无渗漏油	查看变压器周围是否有油溢出			
	警示牌是否正确、明显	检查安全标示牌是否悬挂在明显位置			
	声音是否正常	是否有异响现象			
SVG	室内卫生情况	室内是否干净整洁、设备有无积尘			
	消防设备检查	室内消防设施设备是否齐全、完好			
	防小动物措施检查	室内是否有粘鼠板或防小动物隔板			
	绝缘胶垫检查	绝缘胶垫是否完好、有无老化现象			
	照明设施检查	室内日常照明灯及应急照明灯是否完好			
	通风设备检查	轴流风机及通风设备运行状态			

附 录 C
(资料性附录)
设备缺陷通知单

序号	设备显示缺陷	缺陷发现时间	实际缺陷	发现人	处理意见及验收结果	缺陷消除时间	消缺人
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	
		年 月 时				年 月 时	

附 录 D
(资料性附录)
工作日志

班组负责人		日期	年 月 日 时 分
出 勤 人			
缺 勤 人			
工作安排：			
工作 内容			
其它			

附 录 E
(资料性附录)
缺陷延期申请单

设备名称					起止时间			
缺陷等级	致命		严重		一般		轻微	
申请原因	备品	停机	技术	外协	人员	厂家	配合	其它
目前状况								
检修采取措施								
运行防范措施								
事故预想								
申请部门						日期		
运行部门						日期		
总工程师						日期		
公司意见						日期		

参 考 文 献

- [1] GB/T 33599-2017 光伏电站并网运行控制规范
- [2] GB/T 33592-2017 分布式电源并网运行控制规范
- [3] GB/T 20513-2006 光伏系统性能监测 测量、数据交换和分析导则
- [4] GB/T 31999-2015 光伏发电系统接入配电网特性评价技术规范
- [5] GB/T 28001-2011 职业健康安全管理体系 要求
- [6] GB/T 28001-2012 职业健康安全管理体系 实施指南
- [7] GB/T 24001-2016 环境管理体系 要求及使用指南
- [8] DL/T 448 电能计量装置技术管理规程