

---

# 北京市电力行业协会标准

T/BEPIA XXX—2024

---

## 分布式光伏发电系统智慧运维管理规范

Specification for intelligent operation and maintenance  
management of distributed photovoltaic power generation systems

(征求意见稿)

20xx-xx-xx发布

20xx-xx-xx实施

---

北京市电力行业协会

发布

---

# 目 次

前 言 .....	2
1 范围 .....	5
2 规范性引用文件 .....	5
3 术语和定义 .....	5
3.1 分布式光伏发电系统 .....	5
3.2 分布式光伏发电集中监控系统 .....	5
3.3 站端感知系统 .....	5
3.4 智慧运维管理平台 .....	6
4 系统建设 .....	7
4.1 总体要求 .....	7
4.2 系统功能 .....	8
4.3 系统组成 .....	11
4.4 系统构架 .....	11
4.5 架构描述 .....	11
4.6 数据感知层 .....	12
4.7 数据传输 .....	15
4.8 平台性能要求 .....	15
4.9 系统电源要求 .....	16
4.10 系统网路要求 .....	16
4.11 系统性能指标要求 .....	16
5 智慧化运维 .....	17
5.1 运维方式及管理架构 .....	17
5.2 工作职责 .....	17
5.3 工作内容 .....	19
5.4 运维流程 .....	21
5.5 人员要求 .....	24
5.6 系统维护 .....	26

---

本文件按照GB/T 1.1 2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由北京市电力行业协会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准起草人：

本标准执行过程中如有意见或建议，请寄送北京市电力行业协会（地址：北京市丰台区科兴路 3 号，邮编：100070）。

---

## 引言

### 0.1 标准制定的重要意义

分布式光伏具有清洁、低碳、高效等优点,是集中式供能系统的有力补充,是以新能源为主体的新型电力系统的重要组成部分,是新型能源体系的重要版块,是实现“双碳”目标的有效方式,直接关系到人民的生产生活,关系着北京市作为“全国政治中心、文化中心、国际交往中心、科技创新中心”(以下简称“四个中心”)的建设工作。为促进分布式光伏发电系统安全运行技术的进步、改善安全运行管理工作、提高运维管理效率,促进运维管理工作完善和提高,支撑北京市“四个中心”的建设工作,制定针对分布式光伏发电智能运维系统的建设,利用系统进行智能化运维的规范具有重大意义。

### 0.2 标准制定的目的

- 引导和规范分布式光伏智能运维系统的建设;
- 指导和规范分布式光伏电站依据智能运维系统进行智能化运维工作;
- 强化分布式光伏电站智能化运维的安全性;
- 推进分布式光伏电站社会化、无人化管理,降本增效,助力“双碳”指标达成。

### 0.3 标准对智能化运维的作用

- 采用物联网、大数据、云计算、移动应用等现代信息技术知识;
- 规范分布式光伏电站智能运维系统建设的技术要求;
- 规范分布式光伏电站智能化运维工作的内容;
- 提高分布式光伏电站安全运行的可靠性;
- 指导分布式光伏电站智能运维的落地实施。

---

# 分布式光伏发电系统智慧运维管理规范

## 1 范围

本规范规定了分布式光伏发电智慧运维系统技术要求和智能化运行维护规范。

本规范适用于接入智慧运维管理系统的分布式光伏发电系统的运行维护。

## 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）适用本文件。

GB/T 37025	《信息安全技术 物联网数据传输安全技术要求》
GB/T 31960.7	《电力能效监测系统技术规范 第7部分：电力能效监测终端技术条件》
GB/T 38946-2020	《分布式光伏发电系统集中运维技术规范》
T/BEPIA 00001-2022	《高压电力用户配电室智能化运维规范》
GB/T 34932-2017	《分布式光伏发电系统远程监控技术规范》

## 3 术语和定义

下列术语、定义适用于本规范。

### 3.1 分布式光伏发电系统

分布式光伏发电系统由太阳能光伏组件、交直流汇流设备、并网逆变器、变配电设备、计量计费 and 监测系统等组成；一般在用户所在场地或附近建设运行，以用户自发自用为主，多余电量可向电网输送，以10千伏及以下电压等级接入电网，且单个并网点总装机容量不超过6兆瓦的光伏发电项目。

### 3.2 分布式光伏发电集中监控系统

以应用计算机、物联网、和通信技术为基础,对一个及以上分布式光伏电站进行集中实时监视与控制的系统。

### 3.3 站端感知系统

站端感知系统主要管理站内的电气设备、视频监控、动环监控、气象站等系统，主要负责对电站视

---

频、物联信息等进行采集、编码、存储及上传。

### 3.4 智慧运维管理系统

建立在物联网、大数据、云计算、移动应用等现代信息技术发展基础上，结合传统电气、自控、通讯等领域新技术，实现分布式光伏发电场站内设备及环境数据集中管理、运维数据集中分析、电站效率和积灰情况动态监控与预警、设备故障全局呈现、运维任务集中调度、发电预报统一管理、区域负荷集中管理、巡检抢修统一安排的物联网运维管理平台，以实现分布式光伏发电系统的透明、高效、安全运行为运营目标，智能运维和节能降耗为管理目标，实现分布式光伏发电场站“集中监控、少人值守、无人值班”全生命周期运维模式的运维管理系统。

### 3.5 系统平台层

由各级监控中心网络及数据软硬件设备以及工作站等监控终端设备组成的，将通过数据采集层和通讯传输层采集、转换并上传的被监测对象的运行数据信息进行存储、处理和展示的系统装置和设备的集合。

### 3.6 通讯传输层

数据采集层由边缘计算层和数据感知层组成，数据感知层的信息与边缘计算层进行交互，实现数据的采集、处理、上传和命令转发。

### 3.7 边缘计算层

边缘计算层处于数据采集层内，靠近物或数据源头的网络边缘侧，是融合网络、计算、存储、应用核心能力的监控终端装置与对应的软件应用共同构成的系统。该系统提供数据采集和处理、通信协议转换、智能联动及与其他系统的数据接口等功能。

### 3.8 汇聚网关

部署在边缘计算层内的一种网关设备，具备多种通信接口，从数据采集设备获取数据和信息，支持多种通讯规约，具备数据和信息处理能力，并与系统平台及其他相关设备（系统）交换数据和信息，可单独设置，亦可集成于数据采集设备内。

### 3.9 数据感知层

---

数据感知层主要包含各类数据采集设备、各类智能仪表和监控装置、各种辅助系统（如直流、消防系统等）等设备。

### 3.10 数据采集设备

数据采集设备部署在数据感知层，是能够将被测量的物理信息转换为数字信息的器件或装置，包括传感器及相关电子设备。

### 3.11 数据采集点

反映一个单独的运行参数或运行状态的最小数据信息单元。

## 4 系统建设

### 4.1 总体要求

#### 4.1.1 先进性

应以适度的超前意识为指导原则，采用先进的系统设备、系统软件和开发工具，保证系统成熟稳定，在技术上领先，具有较长的生命周期。

#### 4.1.2 可靠性

软、硬件设备运行稳定，故障率低，容错性强，保证系统数据采集与处理精度高，完整性好，无故障连续运行。布线系统能适应较复杂的空间使用环境，保证不受高频电气设备、动力设备及空间无线电波辐射的干扰，确保布线系统在传输信号时不对外产生相应的电磁辐射和干扰信号，可靠性高。

#### 4.1.3 安全性

数据库的存储和访问应有有效的安全措施，防止数据被破坏、窃取等事故发生。安全级别控制健全，防止截取操作，能有效审计用户操作，以便追查事故原因。重要部分需有双机热备份、磁盘阵列要求。

#### 4.1.4 开放性

系统应具备开放性和兼容性。高度模块化设计，可与未来更换扩展的设备具有互连性和互操作性，各子系统之间留有标准通用通信接口，为子系统的扩充、集成留有余地。

#### 4.1.5 适用性

---

管理功能全面，能充分满足电站自身各种业务的管理要求。应具有完全的中文操作环境，界面简练、友好，联机帮助功能健全有效，设有培训模式。

#### 4.1.6 可维护性

具备故障诊断和分析工具，能帮助维护人员迅速判断故障原因，并具备有效的维护工具和系统自恢复工具，能保证及时准确排除故障。系统应具备有一定的远程诊断和维护能力。

### 4.2 系统功能

分布式光伏发电智慧运维管理系统作为实现分布式光伏发电场站安全、智慧、高效的重要系统工具，可实现多个电站集中实时监控，支持横向动态扩展。能够实现对光伏电站逆变器、箱变、电能量、气象环境远程集中监视，显示电站重要的告警信息，支持多种形式告知值班运维人员，主要功能如下。

#### 4.2.1 电站综合信息显示

图形化界面能够显示全区域的电站地图分布情况，展示全区域的发电量统计、发电量趋势、发电量排行、设备工况、总功率曲线、视频监控、告警排名统计、告警等级统计、告警趋势统计、告警列表、实时气象、积灰污染比、功率预测、累计社会贡献、电站建设统计等信息。

#### 4.2.2 智能监视

能够实现电站设备监视，查看分布式电站逆变器、并网柜、电能表、开关柜、二次设备、环境监测设备的运行状态；支持根据设备名称、设备状态进行筛选，支持切换列表/卡片展示，支持查看设备告警详情、实时监测、基本信息，支持查询设备历史数据。

#### 4.2.3 智能分析

能够查看电站的并网功率、逆变器交流功率、逆变器直流功率、平面辐射强度曲线，查看电站的发电量统计及收益统计图，查看电站应发电量和实际发电量对比，查看积灰污染比，支持集中功率预测，支持设备数据分析，支持以折线图和列表方式查看设备历史数据，能够进行发电趋势分析，对比分析功能。

具备离散率分析功能，支持查看电站的离散率分布情况以及离散率计算详情列表，支持设置逆变器参与计算离散率的组串。



---

#### 4.2.4 智慧安全

现场摄像头能够持续检测人员、环境方面的安全异常，为光伏电站提供了安全保障。能够对摄像头巡检任务启用、停止，具备自定义摄像头巡检算法。能够对摄像头定义配置轮巡周期，实时或固定周期。具备实时、历史识别数据呈现功能，支持按摄像头筛选查看识别结果。具备未戴安全帽、吸烟识别、烟火识别等安全识别预警功能。

#### 4.2.5 智能预警

智慧运维管理平台具备切换查看实时告警、历史告警的功能；能够对告警进行筛选，按告警类型、产生时间、告警设备、确认状态、所属电站筛选查看，能够查看某条告警的详情信息，并对告警进行确认和手动清除。能够针对发电效率异常、积灰污染比超高等情况智能预警，同时具备推送告警到用户的移动端设备的功能。

实时告警。具备用户查看系统未消除的实时告警列表等功能，具备按照业态、时间、告警等级、确认状态等维度实现实时告警快速的筛选功能，具备手动消除告警，对实时告警信息进行确认和查看告警详情的功能。

历史告警。支持用户查看系统已消除的历史告警列表，支持按照业态、时间、告警等级、确认状态等维度实现实时告警快速的筛选，支持对历史告警信息进行确认和查看告警详情。

告警策略设置。支持用户按照业务需求配置告警产生策略，支持告警策略列表展示，支持对告警策略按照业态、告警等级、告警策略名称、创建时间等字段进行筛选。

#### 4.2.6 智慧巡检

智能运维管理平台系统设定场站的巡检及维修周期，生成巡检任务，运维管理人员可以人工创建巡检任务，对应的运维人员按照内容完成巡检及定检，并将结果以文字、照片、报告等形式进行闭环。工单原则上应在系统设备全生命周期保留，也可根据设备重要性，根据实际，设定保存时间。

#### 4.2.7 智能报表

具备电站报表的查询导出功能，支持用户根据日、月、年不同时间按维度查询电站装机容量、发电量等数据，并可对数据进行导出，运维管理中心可以定制化生成分布式光伏发电场站的生产报表数据。

---

具备电能表报表查询导出功能，支持用户根据日、月、年不同时间按维度查询电站电能表正反向电能等数据，并可对数据进行导出。

具备生产日报、月报等报表自动生成功能。对分布式场站能够实现逆变器报表的查询导出，支持用户根据日、月、年不同时间按维度查询逆变器发电量、等效发电时间、并网时长、最大有功功率、累计太阳辐射、积灰污染比、综合发电效率等，并可对数据进行导出，自动生成个性化生产统计日报。

#### 4.2.8 视频功能

视频浏览功能。支持按照业态维度对摄像机数据进行实时监控，支持常见的1/2/4/8/9/16画面自由切换；支持云台控制和语音对讲功能。

视频巡检功能。支持根据业务需求，制定视频巡检计划及配置巡检参数。支持用户按照巡检任务列表查看巡检内容。

录像查询回放功能。支持查看摄像机已保存的视频录像文件列表，并对已保存的视频进行播放或下载操作。支持按照时间维度对摄像机录像数据进行回放，并可按照时间轴快速定位到所需要查看的时间段的录像数据。

#### 4.2.9 智能清洗

能够以大数据测算或智能传感器为基础，通过积灰传感器、设置标准组串、对比标杆逆变器发电效率等方式间接实现设备积灰/积雪等程度监测，进行组件发电效率劣化分析、组件灰尘监测智慧预警，实时判断发电量降低情况，做出光伏组件清洗的建议，制定光伏电站智能清洁策略与措施，实现智慧清洗功能。

#### 4.2.10 账号和权限

不同的登录账号对应不同的权限，不登录系统就只有查看功能，一般权限用户登录具有操作功能，管理权限用户登录才能进行参数设置或修改系统。

#### 4.2.11 移动APP

移动APP具备巡检辅助功能，具备重要运行数据、告警数据、设备巡检不受时空限制功能，能更好的满足移动办公的需要，同时具备运行数据统计、告警推送和处理，视频浏览、录像回放等功能。

### 4.3 系统组成

分布式光伏电站智慧运维管理系统架构逻辑上由站端感知系统、中心系统两部分组成。

#### 4.3.1 站端感知系统

站端感知系统主要布置逆变器监控、并网柜监控、安防视频监控、光伏区环境环控等感知层设备，对光伏区的数据进行智能感知。并通过网络层，送到中心站。

#### 4.3.2 中心系统

中心系统布置应用层的系统，实现所有设备的物联接入管理、大数据深度分析等，以支撑上层的应用呈现。应用层分为Web端和APP端，可以实现包括智能监视、智能分析、智慧安全、智能预警、智慧巡检、智能报表、智能清洗等上层的应用，以实现光伏电站的智能运维。

### 4.4 系统构架

系统架构可以划分为四个层次：业务应用层、数据平台层、边缘计算层和数据感知层，是提供智慧运维管理平台信息感知、传输、存储、处理、业务应用及展示的完整应用系统。



图1 系统构架

### 4.5 架构描述

感知层的数据采集设备采集数据，通过有线或无线方式将数据传递至边缘计算层的智能网关。边缘计算层的智能网关对数据进行处理后，通过数据平台层发送到业务应用层，同时接收来自业务应用层的

---

命令和配置参数等。数据平台层实现数据和信息在边缘计算层和业务应用层之间的传输，组网可采用有线网络或无线网络。

业务应用层对数据进行转换、存储、抽取和分析，向用户提供各种业务应用，以图形可视化展示。客户端属于业务应用层，是指向服务器发出请求，从服务器接收服务，为客户提供本地服务，运行在计算机或智能手机上的软件。

系统宜采用下列部署方式：

数据采集层（数据感知层和边缘计算层）就地部署，数据平台层部署在广域网（公网或专网），业务应用层部署在智慧运维中心，宜就地部署监测工作站。

## 4.6 数据感知层

### 4.6.1 数据采集点分类

4.6.1.1 智慧运维管理平台监测数据采集点分为：电气设备数据采集点、环境数据采集点、视频数据采集点。

4.6.1.2 监测数据分为基本数据和扩展数据，基本数据为智慧运维管理平台建设必须要采集的监测数据，扩展数据为在标准配置基础上根据实际需要而选择增加的监测数据。

### 4.6.2 基本功能监测数据采集要求

#### 4.6.2.1 基本功能监测数据采集点设置要求

##### 4.6.2.1.1 电气设备数据采集点设置要求

智慧运维管理平台采集的电气设备数据包括光伏组件、逆变器、直流汇流箱、交流汇流箱、箱变、升压变、电表，应在当前位置设置采集点。

##### 4.6.2.1.2 环境数据采集点设置要求

分布式光伏电站应配备光伏环境数据采集点，包括水平面总辐射、倾斜面总辐射、积灰污染比、背板温度等重点监测及环境温度、环境湿度、风速、风向、气压、降雨量、直接辐射、散射辐射等可选监测。

##### 4.6.2.1.3 视频数据采集点的设置要求

光伏区、高压电力用户配电室设置专用视频信息采集点，视频信息采集系统可通过网络通道，将视频信息传输到智慧运维中心。

#### 4.6.2.2 基本功能监测数据采集要求

##### 4.6.2.2.1 电气设备数据采集要求

电气设备数据的采集应符合表 1 的要求；

表1 电气设备数据采集要求

序号	设备类型	基本数据	扩展数据
1	组件	组件温度	--
2	逆变器	1、直流侧：支路电流、输入功率、MPPT 电压、MPPT 电流、直流总电压、直流总电流； 2、交流侧：电压（ $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ ）、电流（ $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ ）、功率（ $P$ 、 $Q$ ）、功率因数； 3、电量数据：日发电量、月发电量、年发电量、累计发电量； 4、其他：逆变器机内温度、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）温度（集中式）、逆变器效率、限有功功率实际值。	1、运行状态数据：开机、关机； 2、告警状态（以具体设备型号支持的告警类型为准）：网侧电压过高、过低，网侧频率过高、过低，直流侧电压过高、过低，逆变器过载、过热、短路，散热器过热，孤岛，DSP 故障、通讯故障等。
3	直流汇流箱	1、各组串直流电压、直流电流； 2、功率。	1、防雷器状态； 2、开关状态； 3、温度。
4	交流汇流箱	1、交流汇流箱状态； 2、输入：输入电流； 3、有功功率，无功功率，视在功率，频率，功率因数，电压（ $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ ）。电流（ $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ ）； 4、机内温度。	正向有功电能、反向有功电能、正向无功电能、反向无功电能。
5	升压变/箱变	1、高低压侧电压（ $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ ）、电流（ $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ ）、功率（ $P$ 、 $Q$ ）、功率因数； 2、高低压侧开关状态。	1、油温（如有） 2、告警：柜门开、烟雾告警。
6	电表	总正反向有功/无功表读数及功率。	尖、峰、平、谷正反向有功/无功表读数。

#### 4.6.2.2.2 环境数据采集要求

环境数据的采集应符合表 2 的要求：

表2 环境数据采集要求

序号	设备类型	基本数据	扩展数据
1	气象环境	1、水平面总辐射； 2、倾斜面总辐射； 3、光伏组件背板温度； 4、光伏组件积灰污染比。	1、环境温度、环境湿度、风速、风向、 气压、降雨量、直接辐射、散射辐射； 2、光功率预测的数据； 3、当地气象站数据。

#### 4.6.2.2.3 视频数据采集要求

视频数据的采集应符合下列要求：

- a) 视频数据的采集范围应覆盖光伏区主要设备运行区域；
- b) 视频数据宜在本地存储，存储时间不得少于 7×24 小时；
- c) 箱式变电站可不对视频信息进行采集。

#### 4.6.2.2.4 可选数据采集要求

可选采集升压变电站母线、并网点、保护信息、电能质量数据等数据，见表3。

表3可选数据采集要求

序号	设备类型	基本数据
1	升压变电站母线	电压(Ua、Ub、Uc、Uab、Ubc、Uca)
2	并网点	1、并网点开关状态； 2、并网点电压(Ua、Ub、Uc、Uab、Ubc、Uca)、电流(Ia、Ib、Ic)、功率(P、Q)、并网点上网电量； 3、同期点、功率因数、电能质量、并网点三相的电压闪变、并网点三相的电压偏差、并网点三相的频率偏差、并网点三相的谐波 THD。
3	保护信息	线路保护、变压器保护
4	电能质量	1、系统频率； 2、基波电压、电流有效值； 3、各次(2次到50次)谐波含有率； 4、电压、电流总畸变率； 5、电压、电流序分量(正序、零序、负序)； 6、功率(有功、无功、视在、功率因数)； 7、电压闪变(Pst、Plt)；

		8、三相不平衡度； 9、电压暂升、暂降和中断 10、无功补偿。
--	--	---------------------------------------

## 4.7 数据传输

### 4.7.1 数据连接要求

#### 4.7.1.1 数据感知层与边缘计算层的接口设备连接要求

数据感知层与边缘计算层之间设置有监控终端，数据感知层与边缘计算层的连接，应具备通过有线方式或无线方式连接；特殊情况下，数据感知层与系统平台层之间也可采用有线方式或无线方式连接。

#### 4.7.1.2 边缘计算层与系统平台层的接口设备连接要求

边缘计算层与系统平台层之间通过通信传输层连接：应具备通过有线方式或无线方式连接功能。

### 4.7.2 数据传输要求

数据传输应以开放的通信协议为主（比如：Modbus-RTU、Modbus-TCP、MQTT等）。传输层的数据传输宜采用高速率有线以太网或者无线通讯技术方式组网,所采用的协议应尽量采用开放、标准的通信协议，避免专有通信协议。

运维数据传输过程应加密，加密方式须采用常见的、通用的、安全级别较高的加密算法或数字证书的支持，从而保证网络通信的数据传输的稳定性、安全性、高效性。

智能网关上传至平台的数据应具有断点续传功能，能够存储不低于48小时设备运行的历史数据。确保智能网关与业务层的通信中断时能够将数据存储在网络本地,待通信恢复以后自动上传通信中断时段的数据。通讯安全技术要求遵照GB/T 37025《信息安全技术 物联网数据传输安全技术要求》的要求执行。

## 4.8 平台性能要求

智慧运维管理平台在建成投运后应达到如下基本性能：

- 1) 平台平均无故障时间：大于50000h。
- 2) 平台服务器存储的历史数据不少于5年。
- 3) 网络带宽和服务器资源支持50个用户并发访问。
- 4) 服务器CPU负荷率平均<30%。

## 4.9 系统电源要求

### 4.9.1 电源配置原则

智慧运维管理平台应具有备用电源，当市电系统断电时，智慧运维管理平台仍可进行监测工作。

### 4.9.2 电源配置要求

智慧运维管理平台电源配置应符合下列要求：

- a) 系统的供电电源应采用多电源、双电源或双回路供电，当任何一路或一路以上电源发生故障时，至少仍有一路电源能对智慧运维管理平台供电。
- b) 采用 UPS 电源供电的，UPS 装置自身的容量应按其所带设备总用电容量的 1.2~1.5 倍配置，电池应急供电时间不应低于 0.5 小时。

## 4.10 系统网路要求

智慧运维管理平台网络配置应符合下列要求为系统的通信网络应保证具备备份方案。当互联网专线正常时，系统使用固网隧道，从网关访问到互联网。当检测到固网线路故障时，可秒级切换保护，将业务流量切换到5G 隧道，从而保证业务的连通性。

## 4.11 系统性能指标要求

系统性能指标要求见表4

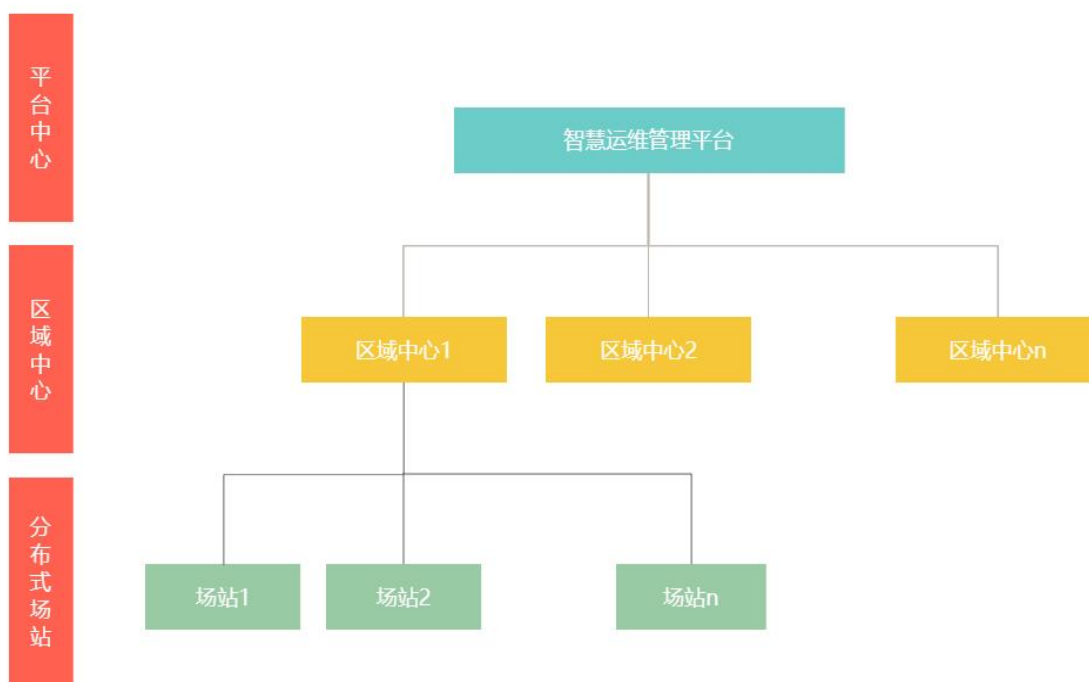
数据感知层	模拟量实时数据采集周期	$\leq 5\text{min}$
	开关量实时数据采集周期	$\leq 15\text{s}$
	环境量实时数据采集误差	$\leq 2\%$
系统平台层	历史曲线数据的存储周期	$\leq 5\text{min}$
	用户界面响应时间	$\leq 10\text{s}$
	报警响应时间	$\leq 10\text{s}$
	用户历史数据保存时间	$\geq 3\text{a}$
系统平台层	系统支持并发访问数量	$\geq 50$
	系统连续运行时间	$7 \times 24\text{h}$



## 5 智慧化运维

### 5.1 运维方式及管理架构

分布式光伏发电系统的智慧化运维工作可自行或委托第三方进行实施及管理，应采用“智慧运维管理平台”+“区域运维管理中心”+“分布式场站负责人”方式，形成“线上”和“线下”结合的三级智慧运维模式。



图二：管理构架

### 5.2 工作职责

#### 5.2.1 智慧运维管理中心

智慧运维管理中心负责对所有分布式光伏发电系统的运行数据、状态及环境进行实时监控，职责应包含但不限于以下内容：

a) 负责工作任务下发与审核，保护定值的核对与修正、调度令的审核、指挥设备的操作及事故处理等；

---

b) 负责实时监视分布式光伏场站监控数据，浏览视频，分析采集数据，监测到设备故障缺陷时，应迅速、准确对异常信号做出初步分析判断，根据情况通知区域运维管理中心对设备进行检查，并启动相应的缺陷处理流程；

c) 根据预警信息及运行数据做好事故预判，发现分布式光伏发电系统设备的运行管理数据达到或超过阈值时，应做好记录，通知区域运维管理中心（智慧运维操作队）加强现场巡视；

d) 负责将报警信息实时传达至区域运维管理中心（智慧运维操作队），并监视报警处理情况，故障消除后应与区域运维管理中心（智慧运维操作队）核对分布式光伏发电系统设备信号状态，并做好记录；

#### 5.2.2 区域运维管理中心（智慧运维操作队）工作职责

区域运维管理中心一般配置2人及以上，负责该区域分布式光伏发电场站的管理，其工作职责应包含但不限于以下内容：

a) 负责所属区域所有分布式场站的运维管理、安全管理、设备管理等工作；

b) 负责所辖区域所有分布式光伏电站与智慧运维中心的调度联系、组织抢修等工作；

c) 每次工作完毕后，应将巡视记录、内容、结果及时上报智慧运维管理中心；

d) 完成缺陷处理、倒闸操作、事故处理等工作；

e) 接到智慧运维中心通知后应在不超过1小时内到达现场，处理接收到的任务，及时上报处理结果。

f) 负责所辖分布式场站安全培训工作；

g) 负责组织事故分析、设备故障记录归档、对分布式光伏发电场站的设备的运行管理数据进行综合分析，出具分布式光伏发电系统运行报告，分布式光伏发电系统运行报告应包含以下内容：

1) 负荷情况分析；

2) 电量统计分析；

3) 预警信息分析；

4) 故障统计分析；

5) 巡检记录及分析；

---

6) 设备缺陷及异常分析。

h) 掌握运行方式和光伏发电阵列运行情况；

i) 接收智慧运维管理中心命令，填写操作票并核对其正确性，进行操作监护或倒闸操作工作。办理工作许可，做好施工现场安全措施、验收、终结工作；

j) 负责告警信息的现场检查与处理工作，现场紧急事故的配合处理；

k) 负责每日、月底的关口电量抄录工作；月度各定期报表的编制工作；

l) 做好设备巡回检查工作，定期工作和设备缺陷分析工作，发现缺陷及时向上级汇报，做好记录；

m) 负责分布式光伏场站光伏板清洗，区域隐患排查治理工作；

n) 负责完成智慧运维管理中心安排的其它工作。

### 5.3 工作内容

#### 5.3.1 智慧运维平台线上运维要求

##### 5.3.1.1 基本功能监测的线上运维内容

线上运维作为智慧运维中心的核心工作，应包含以下运维内容：

a) 运行监测：xx小时提供远程值班以及包括实时及历史视频查询、实时数据查询、历史变化及趋势分析在内的运行技术支持；

b) 预报警监测：xx小时提供预报警事件电话通知、预报警处置结果的通知；

c) 专业带电巡检：应对所辖分布式光伏场站定期开展包括但不限于红外热成像等的专业带电巡检，专业带电巡检应形成报告，且应将巡视记录、内容、结果及时上报智慧运维中心，下列内容应列入专业带电巡检检查内容：

1) 各主要电气连接部位及变压器的温度热成像图谱；

2) 箱变的超声波和地电压局放检测；

3) 包括电气设备噪音、气味在内的日常巡视内容；

4) 出现以下情况应增加专业带电巡检频次：

——发现运行参数异常等可疑现象或已有缺陷的设备；

---

——重要节日、时段及重大活动等情况下；

——遇恶劣天气等情况下。

d) 调度指挥：xx小时提供突发事件的调度指挥，xx小时提供报警发生前后的数据综合分析，包括但不限于相关光伏场站逆变器保护动作、箱变保护动作、回路电流电压变化、开关位置变化、保护动作事件；

e) 报表出具：提供包括所有分布式发电场站的发电量、上网电量、利用小时数、发电效率、积灰污染比等数据；

f) 任务跟踪：xx小时提供协助并跟踪区域运维管理中心，进行计划制定、任务分派、工单回馈；

### 5.3.2 线下运维要求

基本功能监测的线下运维内容，除应符合DB11/T 527的规定外，还应包含不限于以下内容：

a) 日常巡视检查：定期对屋顶光伏组件、逆变器箱变、10kV 集电线路、二次设备、通讯设备进行巡视检查；

b) 下列项目应列入日常巡视检查内容：

1) 整体运行情况检查：确认设备工作状态正常、电气运行环境正常、观察面板仪表及信号信息正常、无异常声响、无异常气味、操作电源无异常等；

2) 设备外观检查：确认连接点无过热无变色、绝缘无裂纹和明显老化、运行温度无异常、无闪络放电痕迹、操作机构无异常等；

3) 监控系统UPS运行情况；

4) 在特殊及极端天气后、大负荷时、设备变更后、设备异常时及保电任务时，应适当增加巡视的次数，对设备进行特殊巡视，并做好记录。

c) 安全管理检查：应对分布式光伏场站的安全管理、应急预案等制度及公示情况进行定期检查；

d) 试验检修：应根据电气设备参数和实际运行状态适当调整设备的清扫和检修周期，但周期不应低于每六年一次，监控系统UPS的检修试验应至少每半年进行一次；

e) 缺陷处理：对巡视检查、试验、校验和清扫检查等发现的设备隐患，应评估隐患的危害程度，

---

针对隐患制定措施限期进行处理；

f) 应急管理：应根据分布式光伏场站的实际情况制定应急预案，至少每半年进行一次应急演练。

## 5.4 运维流程

### 5.4.1 正常状态运维流程

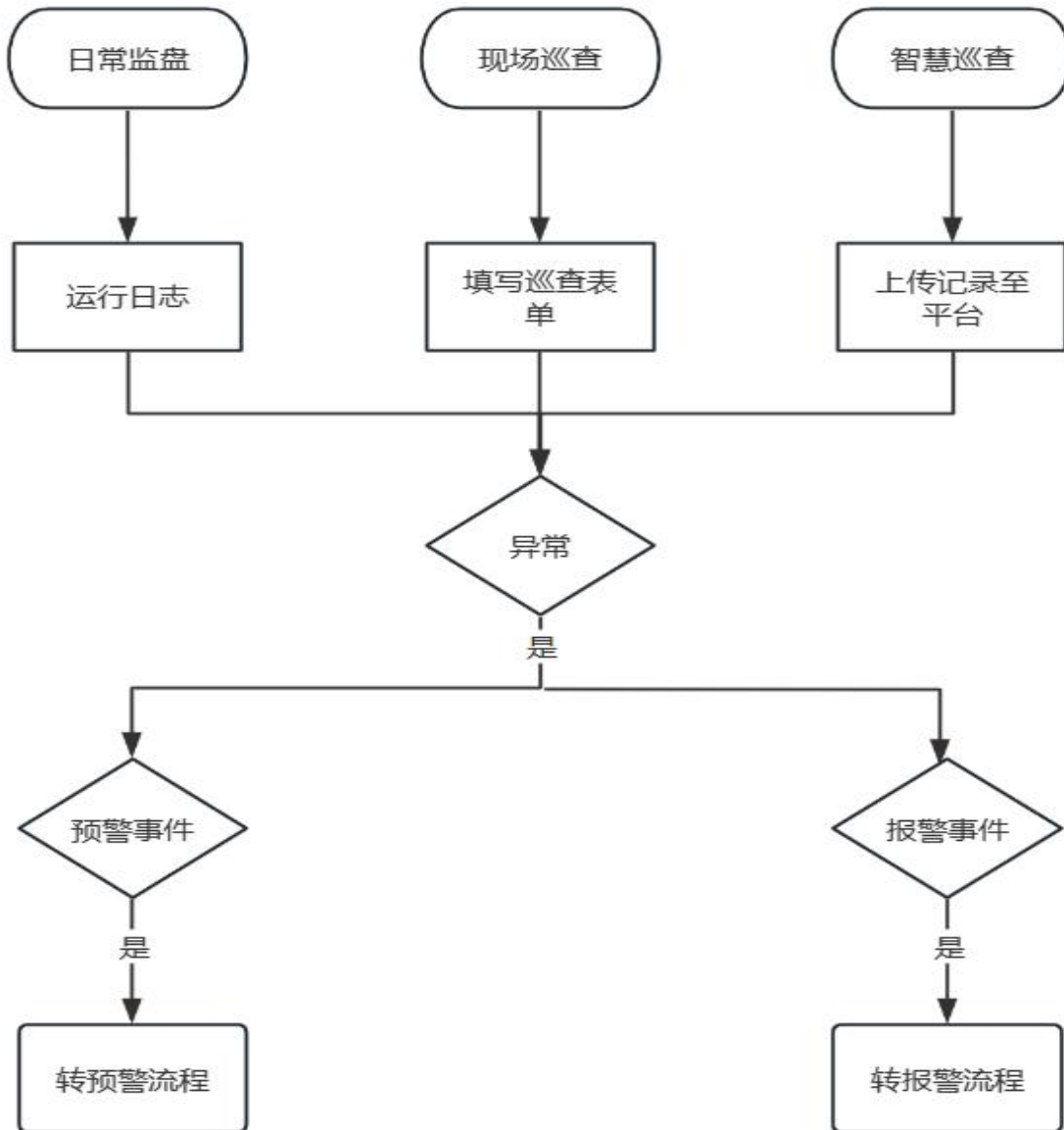
正常状态下，智慧运维应参考以下流程：

a) 分布式光伏场站管理人员应通过智慧运维管理平台进行视频及数据浏览，关注数据变化情况；

b) 当有数据异常变化时，应分析其发展态势，并予以明确提醒，必要时应通知区域管理中心进行现场查看分析；

c) 区域运维管理中心按计划进行日常巡视及带电巡检工作，并将巡视巡检工作结果汇报智慧运维管理中心；

d) 对于现场巡视巡检中发现的运行异常现象汇报给智慧运维管理中心，并协助进行分析；



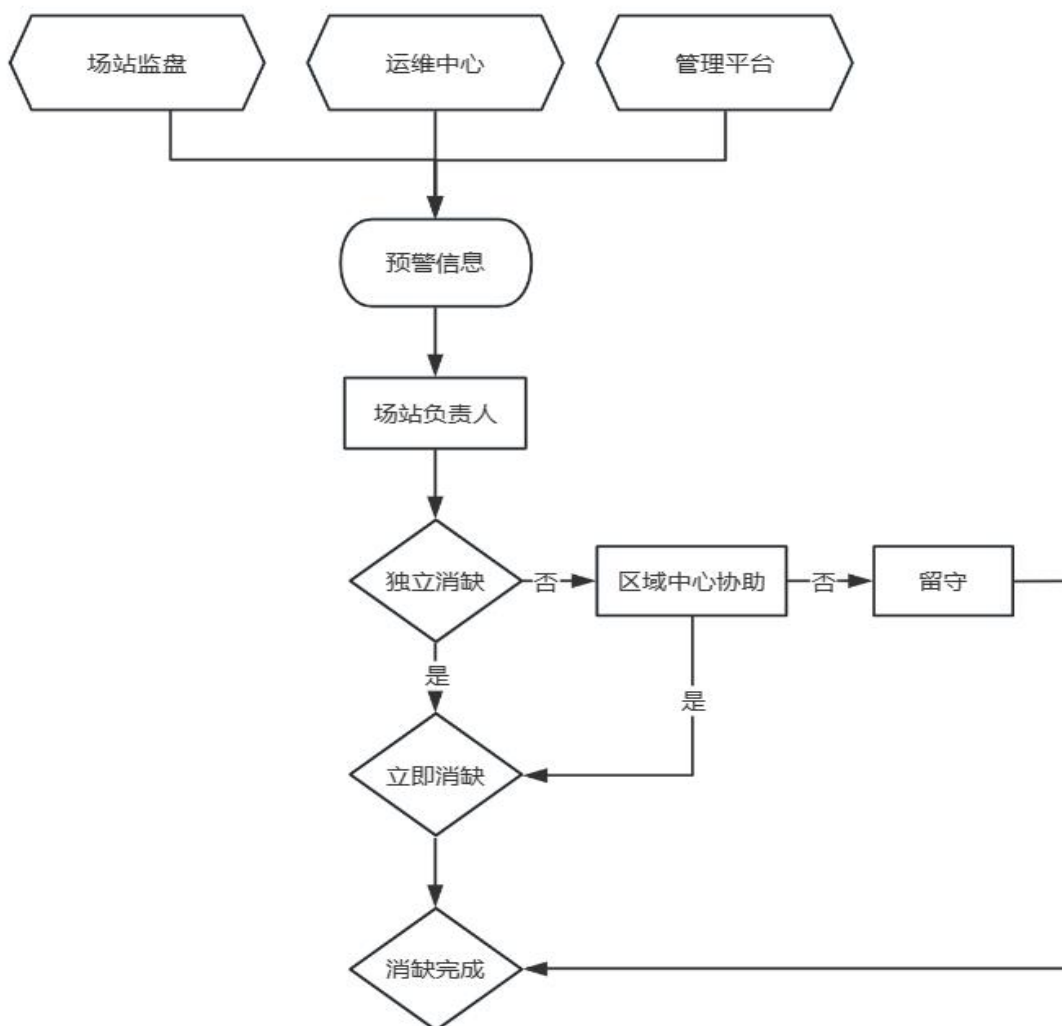
图三：运维流程

#### 5.4.2 预警状态运维流程

预警状态下，分布式光伏场站应参考以下处理流程：

- a) 当预警发生时，智慧运维中心及时查看预警详细信息，列入缺陷记录；同时查看历史数据，进行综合分析，通知区域管理中心前往现场核实现场消缺；
- b) 当预警信息发生的频次较高或者发展趋势向恶时，应通知区域管理中心加强巡视监视，及时进行消缺作业；
- c) 由于现场运行条件限制，不能立即进行消缺的，应加强数据及视频监视，调整巡视巡检计划，必要时区域管理中心留守处理；

- d) 由于现场运行条件改变，预警消失的，区域运维管理中心应记录原因，并主动消除缺陷；
- e) 现场消缺完成的，应填报消缺记录，形成报告反馈智慧运维管理中心相关负责人。



图四：预警状态运维流程

#### 5.4.3 报警及故障抢修状态运维流程

报警状态下，分布式光伏场站应参考以下流程：

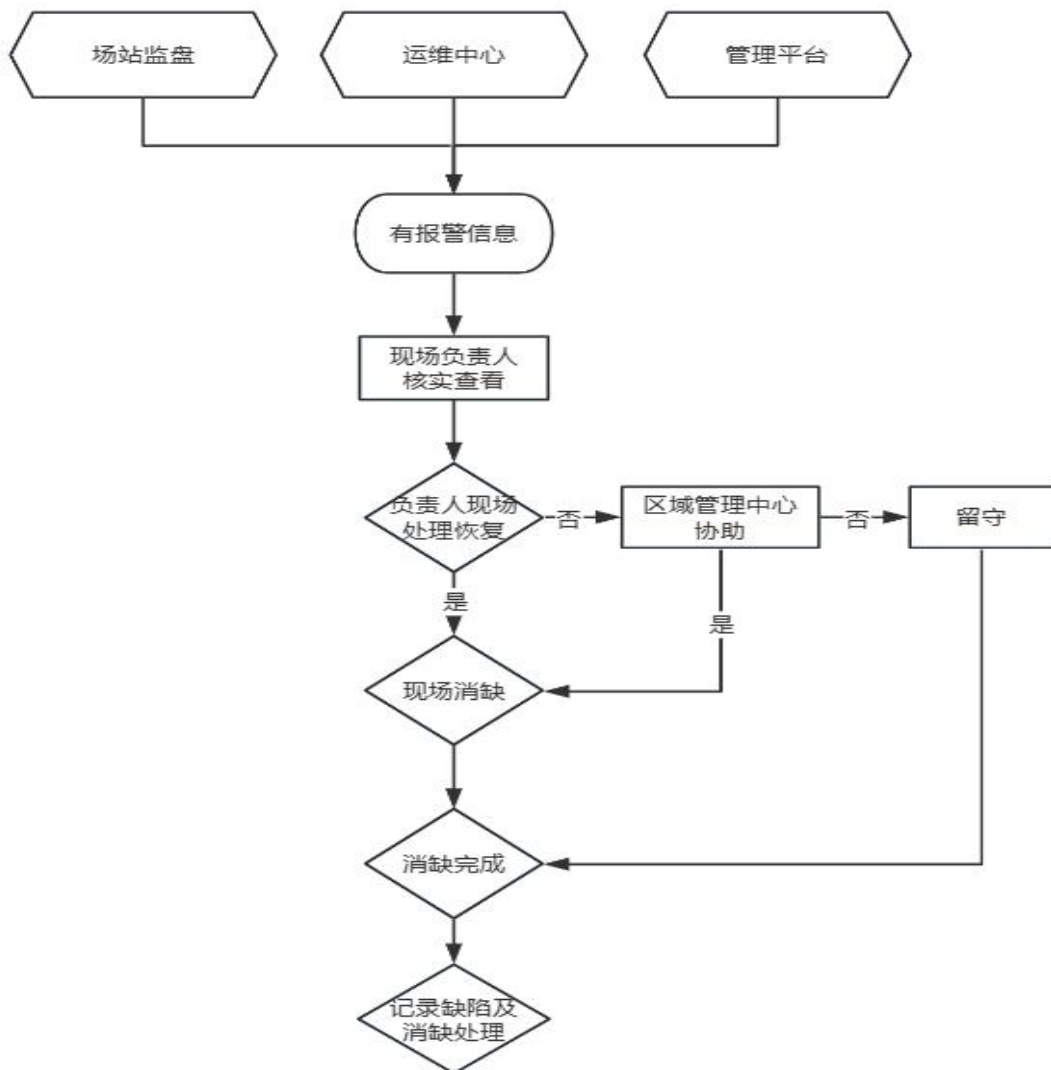
- a) 当故障报警发生时，智慧运维管理平台应第一时间发出提醒给分布式光伏发电场站管理人员及网页报警，网页报警应采用比较醒目的声光形式；报警内容应包含故障发生时间与初判位置；
- b) 故障报警发生时，智慧运维管理中心应立即组织故障分析和研判，第一时间指挥区域管理中心进行确认，沟通故障前后的运行数据、视频变化情况，区域运维管理中心派人到现场处理；
- c) 区域运维管理中心根据故障分析情况以及与技术人员、场站负责人人员反馈信息进行综合判断，立即协调物料、工具、人员等准备工作；

f) 区域运维管理中心技术人员以及场站人员到达现场后，根据现场实际状态，做出实际处置方案，并及时反馈区域运维管理中心；区域运维管理中心应在人员到达后跟踪监督全过程，并将处理过程汇报至运维管理平台管理人员；

g) 现场故障不能立即消除的，区域运维管理中心应安全、技术人员应留守协助场站负责人跟踪处理，直至故障解决，缺陷消除；

h) 区域运维管理中心安全、技术人员处理完毕后，应形成报告反馈区域运维管理中心；

i) 故障处置过程应按照规定使用指挥运维管理平台工作票、操作票“两票”系统。



图五：报警及故障状态运维流程

## 5.5 人员要求



---

### 5.5.1 人员资质要求

区域运维管理中心及场站负责人要求如下：

a) 区域运维管理中心安全、技术人员应取得合格有效的电工作业证，且具备一年以上工作经验，资格证书原件由单位统一进行管理；

b) 场站负责人应取得合格有效的电工作业证。巡回检查负责人必须熟悉发电设备，且具备一年以上工作经验，资格证书原件由人员上岗时随身携带或由单位统一进行管理；

d) 区域运维管理中心人员及场站负责人还应取得供电部门调度操作相关资格证书并在供电部门备案。

### 5.5.2 技术能力要求

区域运维管理中心及场站负责人技术能力要求如下：

a) 智慧运维管理平台人员应组织区域运维管理中心安全技术人员、场站负责人开展智慧运维平台使用培训，培训合格后才能上岗；

b) 智慧运维管理平台人员应至少每季度组织1次场站运维季度考试，区域运维管理中心及场站负责人应通过考核后方可上岗；

c) 区域运维管理中心安全技术人员及场站负责人应掌握与其工种、岗位有关的电气设备的性能及操作方法，熟悉各种消防设备的性能、布置、适用范围和使用方法，熟悉应急预案内容和处置流程，掌握触电急救和心肺复苏方法；

d) 区域运维管理中心安全技术人员及场站负责人应掌握必要的电气安全知识和技能，具备良好的电气安全意识。

### 5.5.3 人员配置要求

分布式光伏发电场站采用智慧运维模式的人员配置要求如下：

a) 分布式光伏场站应安排专人值班，根据场站实际情况进行人员配置，原则上至少一人值班；

b) 区域运维管理中心负责该区域所有光伏场站的运维管理，原则上区域运维管理中心至少配置三人，一人为区域总负责，一名安全管理人员，一名技术管理人员，所辖分布式光伏场站运维人员不足

---

时，派遣安全、技术人员协助运维管理工作；

c) 分布式光伏场站停送电进行作业时，应至少2人，按照操作票管理制度进行，严谨单人停送电操作；

d) 区域运维管理中心应依据自身运行需要，多配置安全、技术人员，负责与分布式光伏场站进行技术联络、应急处理协助、现场巡视及运行检查等工作；

e) 仅进行分布式光伏场站现场巡视的单一作业时，可单人作业，但应提前告知区域运维管理中心巡视的路线和区域并获得批准；电缆隧道、夜间或照明不足、事故等巡视工作应至少两人一组进行；

g) 仅进行单一低压开关的分合闸作业时，可单人作业，但应提前告知区域运维管理中心并获得批准，进行操作前应与区域运维管理中心确认停送电作业回路和作业条件，在区域运维管理中心远程监督条件下进行，区域运维管理中心应做记录并保持与现场的沟通，禁止约时停送电，必要时应立即叫停作业。

## 5.6 系统维护

### 5.6.1 数据维护

系统应定期备份数据的信息，以保证能查看或恢复某一时间节点数据档案信息；重大更新调整时，应及时做好数据备份，对场区气象环境采集设备定期维护。

当分布式光伏发电场站设备变更后，应及时采取必要的措施，确保智慧运维管理平台相关信息与实际设备状态一致，并及时修订数据库的记录，与场站运维系统、运行资料等保持一致。

### 5.6.2 软件版本维护

系统应实施系统版本的统一管理，系统版本应有相应的标识，包括版本号、校验码及生成时间、简要清晰的功能说明及使用说明等，现场运行的智慧运维管理平台版本应与版本库中保持一致。

智慧运维管理平台升级时，电站应配合系统建设方做好系统升级工作，并做好升级后的维护工作。

### 5.6.3 系统巡检

应对智慧运维管理平台定期进行巡检，确保系统功能运行正常，巡检应包括以下内容：

a) 服务器磁盘空间使用情况；

- 
- b) 服务器系统内存使用情况；
  - c) 通讯网络带宽负载情况；
  - d) 服务器系统运行日志分析。