

**T/CECS** XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

建筑一体化光伏屋顶安全智慧运维技术规程

**Technical specification for building-integrated photovoltaic roof safe and intelligent operation**

（征求意见稿）

**在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上**

\*\*\*\*出版社

**中国工程建设标准化协会标准**

建筑一体化光伏屋顶安全智慧运维

技术规程

**Technical specification for building-integrated photovoltaic roof safe and intelligent operation**

T/CECS \*\*\* -20XX

主编单位：住房和城乡建设部科技与产业化发展中心

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年××月××日

中国计划XXX

2024 北京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会发布的《关于印发<2022年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2022]40号）文件要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分7章和1个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、系统设计、系统安装、系统验收、运维要求等。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由住房和城乡建设部科技与产业化发展中心负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈给住房和城乡建设部科技与产业化发展中心（地址：北京市海淀区三里河路9号，邮政编码：100835，邮箱：yaocn@cstid.org.cn）。

主 编 单 位：住房和城乡建设部科技与产业化发展中心

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1 总则 1](#_Toc180508328)

[2 术语 2](#_Toc180508329)

[3 基本规定 3](#_Toc180508330)

[4 系统设计 4](#_Toc180508331)

[4.1 一般规定 4](#_Toc180508332)

[4.2 性能设计 4](#_Toc180508333)

[4.3 功能设计 5](#_Toc180508334)

[4.4 设备选型 5](#_Toc180508335)

[5 系统安装 7](#_Toc180508336)

[5.1 一般规定 7](#_Toc180508337)

[5.2 光伏部件 7](#_Toc180508341)

[5.3 逆变器 7](#_Toc180508346)

[5.4 智能设备 7](#_Toc180508351)

[5.5 运维管理平台 10](#_Toc180508367)

[6 系统验收 11](#_Toc180508374)

[6.1 一般规定 11](#_Toc180508375)

[6.2 光伏部件 11](#_Toc180508376)

[6.3 逆变器 11](#_Toc180508377)

[6.4 智能设备 11](#_Toc180508378)

[6.5 运维管理平台 11](#_Toc180508379)

[7 运维要求 13](#_Toc180508380)

[7.1 一般规定 13](#_Toc180508381)

[7.2 巡视检查 13](#_Toc180508382)

[7.3 设备缺陷管理 13](#_Toc180508383)

[7.4 物资管理 14](#_Toc180508384)

[7.5 异常与故障处理 14](#_Toc180508385)

[附录 A.0.1 16](#_Toc180508386)

[用词说明 17](#_Toc180508387)

[引用标准名录 18](#_Toc180508388)

附：[条文说明 19](#_Toc80777172)

**Contents**

1 General Provisions 1

[2 Terms 2](#_Toc63342525)

[3 Basic Requirements 3](#_Toc63342526)

[4 System Design 4](#_Toc63342527)

[4.1 General Requirements 4](#_Toc63342528)

[4.2 Performance Design 4](#_Toc63342529)

[4.3 Function Design 5](#_Toc63342530)

[4.4 Equipment Selection 5](#_Toc63342531)

[5 System Install 7](#_Toc63342532)

[5.1 General Requirements 7](#_Toc63342533)

[5.2 Photovoltaic Components 7](#_Toc63342534)

[5.3 Inverter 7](#_Toc63342535)

[5.4 Smart Equipment 7](#_Toc63342536)

[5.5 Operation Management Platform 10](#_Toc63342536)

[6 System Check and Accept 11](#_Toc63342537)

[6.1 General Requirements 11](#_Toc63342538)

[6.2 Photovoltaic Components 11](#_Toc63342539)

[6.3 Inverter 11](#_Toc63342541)

[6.4 Smart Equipment 11](#_Toc63342536)

[6.5 Operation Management Platform 11](#_Toc63342536)

[7 Operation Requirements 13](#_Toc63342542)

[7.1 General Requirements 13](#_Toc63342543)

[7.2 Patrol Inspection 13](#_Toc63342544)

[7.3 Equipment Defect Management 13](#_Toc63342545)

[7.4 Materials Management 14](#_Toc63342548)

[7.5 Abnomalities and faults handling 14](#_Toc63342549)

Attach A.0.1 [16](#_Toc63342550)

Explanation of Wording [17](#_Toc63342556)

List of Quoted Standards [18](#_Toc63342556)

Addition：Explanation of Provisions [19](#_Toc63342556)

# 1 总则

**1.0.1** 为推动建筑屋顶光伏运维的高质量发展，规范建筑屋顶光伏的运维系统，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于所有民用建筑和工业建筑的屋顶光伏智慧运维系统。

**1.0.3**建筑屋顶光伏运维系统除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

# 2 术语

**2.0.1** 建筑屋顶光伏安全智慧运维系统 building roof photovoltaic safe & smart operating system

与屋顶光伏发电系统同步设计、同步施工、同步运维，具备智能化安全监控以及发电、储电、用电、并网各环节可调功能，实现全过程数字化、远程故障检测与定位等智能功能的光伏发电运维系统。（本规程以下条文中简称“智慧运维系统”）

**2.0.2** 组件级优化 component-level optimization

能够对每块组件的电压、电流、温度等健康数据实时监控，实现太阳能光伏组件级精确管理的措施。

**2.0.3** 快速关断装置 rapid shutdown device

能够快速将光伏组件与光伏组件、光伏组件与逆变器、逆变器与并网点之间电气连接断开的装置。

**2.0.4** 电弧故障保护装置 arc-fault circuit protection device

快速判断电弧故障并及时断开故障电路的装置，分为直流电弧故障保护装置和交流电弧故障保护装置。

**2.0.5** 智能调控 intelligent distribution

协同分配光伏发电出力、储能充放电功率、负荷用电功率，实现电能动态平衡且经济效益最大化目标的措施。

# 3 基本规定

**3.0.1** 建筑屋顶光伏系统规模和形式应结合太阳能资源、建筑条件、用电需求、电气接入条件等因素确定，并应满足安全可靠、智慧运维的要求。

**3.0.2** 智慧运维系统应结合当地基层综合应用管理平台，满足物联网信息协议全量接入要求，实现智能设备端和不同云平台之间的业务交互和管理要求。

**3.0.3** 智慧运维系统应与光伏发电系统进行一体化设计，做好相关管道、接口预留工作。

**3.0.4** 智慧运维系统应采取智能调控措施，实现电能动态平衡。

# 4 系统设计

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 设计应结合软件方面的性能要求、功能框架、功能演进和硬件设备的安全选型要求进行。

**4.1.2** 设计应针对各类智能设备接入，考虑统一智能设备数据结构，做好数据交互。

**4.1.3** 设计应具有可扩展性、可复制性和良好的人机互动性能。

**4.1.4** 直流电压大于120V时应配备直流电弧故障检测中断装置和快速关断装置。

## 4.2 性能设计

**4.2.1**智慧运维系统的性能设计应包括安全性能和运行性能。

**4.2.2**系统安全性能应符合下列规定：

**1**软件（含补丁包）应提供完整性校验机制，在安装、升级过程中进行完整性验证；

**2** 应对数据库进行安全加固，禁止存在“未公开接口”，禁止存在可绕过系统安全机制（认证、权限控制、日志记录）对系统或数据进行访问的功能；

**3** 所有用户活动、操作指令应有记录日志。

**4.2.3** 系统网络安全性能应符合下列规定：

**1** 禁止使用已被公认的不安全协议；

**2** 应具备网络安全漏洞响应机制；

**4.2.4** 系统数据安全性能应符合现行国家标准《信息安全技术 个人信息安全工程指南》GB/T 41817相关要求。

**4.2.5** 系统对于敏感数据和账号的安全要求，应符合下列规定：

**1** 管理接口应有安全认证机制，应提高口令复杂度（至少6位以上数字、字母和特殊符号组合）；

**2** 认证凭据，如密码、密钥等关键数据，不得进行明文保存；

**3** 对于敏感数据如用户隐私、账号密码等，应加密存储；

**4** 数据传输应采用安全传输协议。

**4.2.6** 系统应保护用户隐私，应符合现行国家标准《信息安全技术个人信息安全规范》GB/T 35273相关要求。

**4.2.7** 系统应向用户说明以下相关事项：

**1** 系统如何收集和使用个人数据；

**2** 系统如何披露个人数据；

**3** 系统如何访问或修改个人数据；

**4** 系统如何保护个人数据；

**5** 系统如何转移个人数据。

**4.2.8** 系统运行性能应符合《系统与软件工程系统与软件质量要求和评价（SQuaRE）第51部分：就绪可用软件产品（RUSP）的质量要求和测试细则》GB/T 25000.51中对于软件性能效率、兼容性、易用性、可靠性、维护性、可移植性等方面的要求。

## 4.3 功能设计

**4.3.1** 系统应具备运行监控、诊断分析、告警管理、运维管理、运营管理、系统管理等功能。

**4.3.2** 运行监控应具备对建筑屋顶光伏系统从设备级到系统级的全对象监控。

**4.3.3** 运行监控宜监视并不限于以下内容：

**1**光伏发电系统运行方式和运行状态；

**2**光伏发电系统有功功率输出、日发电量、累计发电量、功率因数；

**3**并网点的电压和频率、注入电力系统的电流；

**4**变压器分接头档位、主断路器开关状态；

**5**光伏发电系统气象站数据，如辐照强度、温度、风速等，功率预测系统数据，如光伏发电系统日功率曲线、周功率曲线等；

**6**光伏发电系统汇流箱、逆变器、升压箱变、无功补偿装置及二次屏柜等运行状态和实时数据；

**7**光伏发电系统断路器、开关、熔断容器等位置状态；

**8**视频监控系统实时监控画面、光伏发电系统故障信号、事故信号、保护动作信号等。

**4.3.4** 诊断分析宜具备组件级优化分析功能。系统直流电压大于120V时应配备快速关断装置、电弧故障保护装置等安全诊断设备。

**4.3.5** 告警管理应根据告警的紧急情况划分出不同等级，支持对告警等级进行配置管理，同时提供一键派单功能。

**4.3.6** 运维管理应包括运维人员管理、运维工单管理、运维缺陷管理和历史运维记录等功能。

**4.3.7**运营管理应根据实际需求，宜设计包括碳资产台账、碳资产报表、运营资产管理、运营分析总览、运营分析详情等功能。

**4.3.8** 系统管理应包括账号管理、角色权限管理、配置管理、日志管理等功能。

## 4.4 设备选型

**4.4.1** 光伏构件的各项性能应符合国家现行标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368的有关规定。

**4.4.2** 并网逆变器的应符合国家现行标准《光伏并网逆变器技术规范》NB/T 32004或《光伏并网微型逆变器技术规范》NB/T 42142或 《并网光伏发电专用逆变器技术要求和试验方法》GB/T 30427或《光伏发电并网逆变器技术要求》GB/T 37408的相关规定。

**4.4.3** 智能设备应与主要构件紧密结合，宜集成化应用。

**4.4.4** 快速关断装置应能够快速将光伏组件与光伏组件、光伏组件与逆变器、逆变器与并网点之间电气连接断开，以实现快速关闭光伏发电系统。

**4.4.5** 电弧故障保护装置应能够在电弧发生时，快速判断电弧故障并及时断开故障电路的装置，分为直流电弧故障保护装置和交流电弧故障保护装置。

**4.4.6** 运维管理平台应具备符合应用规模要求的处理器、存储空间和网络设备。

**4.4.7** 网络应选择高速网络接口，接口要求应包括标准的设备描述文件以及符合标准通信协议的基本通信程序等。

# 5 系统安装

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 智慧运维系统安装应符合现行国家标准《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的有关规定。

**5.1.2** 智慧运维系统隐蔽工程的过程检查和质量验收应进行记录。

**5.1.3** 智慧运维系统施工与设计文件不符时，应及时提出设计变更，并形成书面文件及时归档。

## 5.2 光伏部件

**5.2.1** 温度传感器、气象传感器、太阳辐射传感器等光伏系统运行监测传感器和数据采集器在安装过程中不应对光伏组件产生破坏和遮挡。

**5.2.2** 安装过程中应确保光伏系统处于断电状态。

**5.2.3** 监测传感器与光伏组件的连接应牢固、整齐美观。

**5.2.4** 数据采集器安装不应影响光伏组件的通风散热和发电效率。

**5.2.5** 安装结束后应确保光伏组件表面干净整洁，无遮挡。

## 5.3 逆变器

**5.3.1** 应根据逆变器数据输出端口的型号、输出功率等，选择适配的数据采集器类型。

**5.3.2** 应确保数据采集器与逆变器的线缆连接牢固，良好绝缘以及规格适配。

**5.3.3** 采用RS485接口、RS232接口等短距离无线通信接口进行数据传输时，应确保信号传输稳定。

**5.3.4** 采用以太网接口、GPRS/4G/5G接口等远程无线数据传输接口时，应确保信号传输可靠稳定。

**5.3.5** 直流电压大于600V时,禁止所有人员活动于光伏发电区域。

**5.3.6** 直流电压大于120V但不大于600V时,如果直流侧有暴露在组件阵列之外且长度超过1m的直流电缆,应采用下列安全保护措施:

**1**采用直流高压警示标志；

**2**安装直流开关；

**3**直流电缆需加绝缘防护套管；

**4** 具有控制直流侧快速关断的功能。

## 5.4 智能设备

**5.4.1** 智能设备的安装应符合下列规定：

**1**设备应按设计文件确定的位置进行安装，并应预留运维可操作空间。

**2**安装应牢固、可靠，所安装区域必须能承受智能设备自身的重量及使用、维修时附加的外力。吊装或壁装设备应采取防坠落措施。

**3**安装在密闭区域的设备应设置通风散热措施，内部接插件与设备连接应牢固；

**4**承重要求大于600kg/㎡的设备应单独制作设备基座；

**5**对有序列号的设备应登记设备的序列号；

**6**跳线连接应规范，线缆排列应有序，线缆上应有正确牢固的标签；

**7**设备安装机柜应张贴设备系统连线示意图。

**8**强弱电应分隔或分层安装。

**5.4.2** 建筑屋面视频监控设备的安装应符合下列规定：

**1**在满足监视建筑屋顶范围要求的条件下，建筑屋面视频监控设备的安装不能遮挡光伏组件；安装高度不能高于该建筑屋面的防雷带高度，如果高于防雷带高度，视频监控设备应单独安装防雷措施；

**2**摄像机及其配套装置安装应牢固，运转应灵活，并应注意防破坏；

**3**信号线和电源线应分别引入，外露部分应采用软管保护，并不应影响云台的转动；

**4**智能监控仪表的通信介质应满足长距离传输和抗干扰性能。‌

**5.4.3** 智慧运维系统设备和软件的安装准备工作应符合下列规定：

**1**设备和软件应按现行国家标准《智能建筑工程质量验收规范》GB50339的规定进行产品质量检查，并应符合进场验收要求；

**2**系统设备应附有产品合格证、质检报告、说明书等；进口产品应提供原产地证明和商检证明、质量合格证明、检测报告及安装、使用、维护说明书的中文文本；

**3**设备、线缆的品牌、产地、型号等主要技术参数及性能等均应符合设计要求，外表无损伤，并应填写进场检验记录，并封存线缆、器件样品；

**4**技术文件资料应齐全完整。

**5.4.4** 智慧运维系统安装应符合下列规定：

**1**智慧运维系统与建筑屋顶光伏之间应进行协调配合，并应保证施工进度和质量；

**2**智慧运维系统的实施应接受监理工程师的监理；

**3**安装工具应符合设计要求和质量标准，电动工具应进行绝缘检查；

**4**应对施工人员进行专业培训，确保其熟悉安装工艺和安全要求；

**5**进行安装工作前，应确保光伏设备处于断电状态；

**6**进行安装工作期间应进行安全交底。

**5.4.5** 智慧运维系统安装环境条件应符合下列规定：

**1**监控平台设备的工作环境温度应在0℃至40℃之间；

**2**监控平台设备的工作环境相对湿度应在20%至80%之间，无凝露；

**3**监控平台设备的工作环境应通风良好，避免阳光直射；

**4**监控平台设备的工作环境应清洁、无尘，避免灰尘进入设备；

**5**监控平台设备各个接线端子应牢固可靠，接线孔处应采取有效措施防止蛇、鼠、鸟等小动物进入设备内部的措施。

**5.4.6** 智慧运维系统的防雷与接地应符合国家现行标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057的有关规定。数据采集器的可靠接地、固定框架的接零或接地，应符合国家现行标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169的有关规定。

**5.4.7** 智能运维平台控制中心设备的安装应符合下列规定：

**1**应按照显示设备的安装说明书进行硬件安装；

**2**显示屏应避免光直射，固定显示屏的墙体、支架等结构承重应符合设计要求，安装应牢固可靠；

**3**控制主机等设备宜安装在机柜内，安装应平稳、牢固、并应便于操作和维护；

**4**应与平台软件进行联调，确保监控数据实时显示。

**5.4.8** 液位传感器的安装应符合下列规定：

**1**液位传感器应安装在屋顶天沟、集水井等排水部位；

**2**屋顶布置液位传感器应选在天沟、集水井汇水量较大的位置；

**3**屋顶布置液位传感器，宜处于标高较低处，有代表性位置；

**4**应确保传感器探头竖直放置，且与天沟、集水井底部紧密接触。

**5.4.9** 环境监测仪的安装除应满足设计文件及产品的技术要求外，尚应符合下列规定：

**1** 环境温度传感器应安装在能反映环境温度的位置；

**2** 光伏组件背板温度传感器应安装在组件背板最高温度处；

**3**太阳辐射传感器应安装稳固，安装位置应全天无遮挡，安装角度应与设计保持一致，和光伏组件同一角度，偏差不应超过2°；

**4** 风向传感器和风速传感器水平安装时，偏差不应超过2°；

**5** 各类环境监测仪的安装位置应避开建筑的排气口和通风口。

**5.4.10** 传感器和执行器的安装应符合下列规定：

**1** 应选择合适的传感器安装位置；

**2**外贴式温度和流量传感器安装前，应将测温探头贴紧后再加保温层和外敷层；

**3** 外露设备应做好防结露措施；

**4** 安装位置不应破坏建筑物外观及室内装饰布局的完整性；

**5.4.11** 电磁流量计的安装应符合下列规定：

**1** 电磁流量计不应安装在有较强的交直流磁场或有剧烈振动的位置；

**2** 电磁流量计外壳、被测流体及管道连接法兰之间应做等电位联结，并应接地；

**3** 在垂直管道上安装时，流体流向应自下而上；在水平的管道上安装时，两个测量电极不应在管道的正上方和正下方位置。

**5.4.12** 清洁机器人等智能辅助设备的安装应符合下列规定：

**1**应放置在光伏屋顶的平稳、牢固区域，满足结构承重力要求。

**2**不应对光伏组件产生遮挡、损坏等影响。

**5.4.13** 网络设备安装应符合下列规定：

**1**应按照网络设备的安装说明书进行硬件安装，确保设备安装稳固；

**2**连接电源线、网络线等接口，应确保连接牢固可靠；

**3**应对网络设备的IP地址、子网掩码、网关等网络参数进行配置，确保网络设备能正常通讯；

**4**应根据安全需要和设计要求对网络设备的安全策略、防火墙规则等进行配置。

## 5.5 运维管理平台

**5.5.1** 智慧运维平台宜使用Windows Server或Linux系统作为操作系统。

**5.5.2** 应根据设计要求、使用需求配置操作系统的网络参数、用户权限、安全策略等。

**5.5.3** 应根据使用需求和设计要求对数据库连接、设备通讯参数、用户权限等平台软件基础参数进行配置。

**5.5.4** 智慧运维系统硬件调试应符合下列规定：

**1**应逐一对服务器、存储设备、网络设备、显示设备进行通电测试；

**2**应测试各设备的信号传输情况，无干扰。

**5.5.5** 智慧运维系统软件调试应符合下列规定：

**1**应测试平台的数据采集功能，确保各项数据采集准确、实时；

**2**应测试平台的报警功能，确保各项报警设置准确，报警响应及时；

**3**测试平台的远程控制功能，确保远程控制操作准确、响应及时。

**5.5.6** 系统联调测试应符合下列要求：

**1**应对整个智慧运维平台进行联动测试，确保各设备和平台之间协调运行；

**2**对系统的性能进行全面测试，确保系统的监测精度、响应速度、稳定性符合设计要求。

# 6 系统验收

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 智慧运维系统验收包括系统的功能性能、系统安全性、智能化、信号传输、设备安装等项目。

**6.1.2** 验收文件应齐全完整。

## 6.2 光伏部件

**6.2.1** 光伏系统使用的材料及部件等应符合设计要求，安装质量符合标准的规定。

**6.2.2** 电气设备应验收检查接线无松动、散热环境良好、安装符合安全运行要求。

**6.2.3**接地和防雷验收应符合国家现行标准《光伏发电站设计规范》GB50797-2012中的相关规定。

**6.2.4** 维护和清洁设备应符合设计要求，安装质量符合标准的规定。

## 6.3 逆变器

**6.3.1** 逆变器的安装应符合设计要求，具备完善的保护功能，以确保光伏发电系统安全高效运行。

**6.3.2** 逆变器应配备智能监控系统，能通过远程通信实现故障诊断和性能优化。

## 6.4 智能设备

**6.4.1** 环境监测设备应安装位置合理，能够准确监测光伏系统运行环境。

**6.4.2** 发电监测设备应检查发电系统是否正常并网发电及稳定运行。

**6.4.3** 智能监测设备的安装及布线应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB50093和《[综合布线系统工程设计规范](http://www.baidu.com/link?url=r8dxoNCoQfabQfEVCJ7dWx6S4427J-l4aOkGRbfmTBiK-977UiFAcfDsc9opGiwi8wvv2dIfHQcjV-g1qaA-CVXNZIodc7AZVrXS2z-8megIIfC5oqGmNLEr_BtCCdF7Wxn2dPashZEo4eeBdFzGeDbROhSzC39Y3SOM4xyeLUy" \t "_blank)》GB50311的相关规定，防止电磁干扰。

**6.4.4** 数据监测装置采集的数据应准确、有效，用于实时监控和分析系统性能。

**6.4.5** 智能监控系统的调试包括在线监测与远程控制，监测设备和数据采集设备均应符合规定的技术要求和性能标准。

## 6.5 运维管理平台

**6.5.1** 智慧运维系统硬件调试应符合下列规定：

**1**应逐一对服务器、存储设备、网络设备、显示设备进行通电测试；

**2**应测试各设备的信号传输情况，无干扰。

**6.5.2** 智慧运维系统软件调试应符合下列规定：

**1**应测试平台的数据采集功能，确保各项数据采集准确、实时；

**2**应测试平台的报警功能，确保各项报警设置准确，报警响应及时；

**3**测试平台的远程控制功能，确保远程控制操作准确、响应及时。

**6.5.3** 系统联调测试应符合下列规定：

**1**应对整个智慧运维平台进行联动测试，确保各设备和平台之间协调运行；

**2**对系统的性能进行全面测试，确保系统的监测精度、响应速度、稳定性符合设计要求。

**6.5.4** 应提供直观的用户操作界面，方便运维人员进行系统操作和监控。

**6.5.5** 智慧运维系统应具备完善的安全防护措施，以防止数据泄露和未授权访问。

# 7 运维要求

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 运维人员应持证上岗，进行运维前需预判系统可能潜在危险，并进行相应检查。

**7.1.2** 运维人员应按规定穿戴符合国家现行产品标准的劳动保护用品，无任何安全防护的系统应配备安全带，否则禁止作业。

**7.1.3** 运维过程中应正确使用防坠落用品与登高器具。

**7.1.4** 在大风或暴雨、打雷、大雾等恶劣天气，应停止作业。

**7.1.5** 检查电气设备前应遵循先验电、再开箱的工作流程，防止发生因设备漏电导致触电等现象。

## 7.2 巡视检查

**7.2.1** 运行维护记录应妥善保存，记录包括但不限于以下内容：

**1** 光伏方阵巡查及维护记录；

**2** 配电设备、逆变器、电能计量装置运行状态与参数；

**3** 故障记录，包含：故障发生时间、发生故障的设备或部件、故障现象表征、故障排除后的设备运行参数与状态；

**4**运维使用的安全类设备如有校准要求，宜保留其校准维护记录。

**7.2.2** 建筑屋顶光伏运维人员应按时、按巡视计划对系统进行巡视。宜每月至少巡视一次。应按本规程附录A.0.1记录巡视作业卡。

**7.2.3** 在以下情形下应进行特殊巡视：

**1**台风、冰雪、冰雹、雷雨等特殊天气前后；

**2**光伏组件设备经过检修、改造或长期停运后重新投入运行后；

**3**设备发生故障、设备变动后、新安装的设备加入系统运行；

**4**超负荷或异常运行的设备。

## 7.3 设备缺陷管理

**7.3.1** 设备缺陷管理应符合下列规定：

**1**应有专业安全员负责所有光伏站点设备缺陷的统一管理；项目负责人负责相应站点的缺陷管理；

**2**对建筑屋顶光伏设备缺陷应按照现行国家标准《分布式光伏发电系统集中运维技术规范》GB/T 38946的要求进行分类管理；

**3**发现危急、严重缺陷时，应执行“及时汇报制度”，立即上报调度和上级领导，组织人员进行检修，并做好运行分析， 制定事故预案，必要时采取相应的措施，防止造成事故。

**4**发现一般缺陷，月底应进行汇总后上报上级部门，列入计划，进行处理。

**5**项目负责人应经常检查设备缺陷消除情况，对未消除的缺陷应尽快督促处理。

**6**缺陷消除时间应严格掌握，危急缺陷消除时间自发现不应超过24小时；严重缺陷消除时间自发现之日起不应超过1月，超过1月时应有上级主管领导的批准。年内严重、危急缺陷消除率应达到100%，一般缺陷消除率应达到80%。

**7.3.2** 光伏发电系统主要部件上的各种警示标识应保持清晰、完整。

## 7.4 物资管理

**7.4.1** 应建立备品备件仓库，存放备品备件并建立记录台账。

**7.4.2** 应对备品备件入库、验收、领用、报废等过程进行管理。

**7.4.3** 备品备件使用后应检查补充管理。

**7.4.4** 备品备件每次使用后，应在领用记录中做好记录，备品备件应满足需求，使用完后定期清点和补充。

**7.4.5** 当备品备件不满足正常生产需求后应及时采购。

**7.4.6** 各种设备备件应分类存放，按规定挂好标识卡片，并注明备品备件名称、规格、库存量。

**7.4.7** 备件仓库应清洁、卫生，备件码放整齐，库存设备备件不应变形、锈蚀、变质。

**7.4.8** 替换下来的零部件，应由设备管理人员做出处置意见。

## 7.5 异常与故障处理

**7.5.1** 异常及故障处理应符合下列规定：

**1**当光伏系统在运行过程发生故障时，运行人员应立即进行相关异常故障检查排除，并及时上报。

**2**发生人身触电、设备爆炸起火时，应先切断电源进行抢救和处理，并上报相关部门。

**3**系统在全站失压后，具备供电条件时，经检查判断系统无故障，可直接操作电源断路器合闸。

**7.5.2** 运维人员应控制并不限于以下内容：

**1**光伏发电系统运行方式的切换；

**2**并网点处断路器分合；

**3**有载调压变压器分接头调节；

**4**光伏发电系统功率调节；

**5**无功补偿装置的投切；

**6**光伏发电系统内光伏组件、汇流箱、逆变器、箱变、高低压配电装置、直流系统、交流UPS电源、防误闭锁装置、继电保护及自动装置运行操作。

**7.5.3** 停电操作应先停一次设备，后停保护、自动装置；按照顺序操作逆变器停机后，断开逆变器直流侧断路器，再断开交流侧断路器。

# 附录 A.0.1

A.0.1建筑屋顶光伏巡视作业卡

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 运维系统 |  | 巡视日期 |  | |
| 业主单位地址 |  | | | |
| 运维人员 |  | 运维时间 |  | |
| **一、运维项目** | | | | |
| **运维项目** | **规范要求** | | | **检查结果** |
| **屋面** | 屋顶安全防护设施检查 | | |  |
| 屋顶彩钢瓦、天沟集水井是否存在生锈、破损 | | |  |
| 屋顶天沟、集水井排水管道是否堵塞 | | |  |
| 屋顶彩钢瓦锁边咬合是否松动、脱落 | | |  |
| 屋顶泛水板、收边是否变形，固定是否良好 | | |  |
| **组件** | 光伏组件是否破损、移动、缺失 | | |  |
| 光伏组件是否积尘 | | |  |
| 支架是否松动、生锈 | | |  |
| 光伏组件固定处有无松动（压块、挂钩、粘胶） | | |  |
| 电缆桥架有无破损、未盖严、生锈 | | |  |
| 系统接地工艺是否异常 | | |  |
| **汇流箱** | 汇流箱的安装固定情况，支架及固定螺丝是否松动、生锈 | | |  |
| 箱体外壳是否生锈、编号是否模糊 | | |  |
| 箱体是否进水 | | |  |
| 直流汇流箱保险丝是否损坏 | | |  |
| **逆变器** | 逆变器的安装固定情况，支架及固定螺丝是否松动、生锈 | | |  |
| 工作面板运行显示是否正常 | | |  |
| 逆变器外壳是否生锈、编号是否模糊 | | |  |
| 集中式逆变器断路器是否跳闸 | | |  |
| 组串式逆变器接口是否松动 | | |  |
| **低压并网柜** | 面板状态、指示仪表显示是否正常 | | |  |
| 电能质量装置有无告警 | | |  |
| 微机保护装置有无告警 | | |  |
| 并网柜接线红外测温情况是否正常 | | |  |
| 避雷器外观是否异常 | | |  |
| **其他安防措施** | 检查光伏配电房所有门锁是否完好 | | |  |

# 本规程用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

1. 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

1. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

# 引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

1 《建筑物防雷设计规范》GB 50057

2 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093

3 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169

4 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

5 《[综合布线系统工程设计规范](http://www.baidu.com/link?url=r8dxoNCoQfabQfEVCJ7dWx6S4427J-l4aOkGRbfmTBiK-977UiFAcfDsc9opGiwi8wvv2dIfHQcjV-g1qaA-CVXNZIodc7AZVrXS2z-8megIIfC5oqGmNLEr_BtCCdF7Wxn2dPashZEo4eeBdFzGeDbROhSzC39Y3SOM4xyeLUy" \t "_blank)》GB 50311

6 《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339

7 《光伏发电站设计规范》GB 50797-2012

8 《系统与软件工程系统与软件质量要求和评价（SQuaRE）第51部分：就绪可用软件产品（RUSP）的质量要求和测试细则》GB/T 25000.51

9 《信息安全技术 个人信息安全工程指南》GB/T 41817

10 《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368

11 《并网光伏发电专用逆变器技术要求和试验方法》GB/T 30427

12 《信息安全技术个人信息安全规范》GB/T 35273

13 《光伏发电并网逆变器技术要求》GB/T 37408

14 《分布式光伏发电系统集中运维技术规范》GB/T 38946

15 《光伏并网逆变器技术规范》NB/T 32004

16 《光伏并网微型逆变器技术规范》NB/T 42142

17 《光电建筑一体化智能光伏系统及智能运维技术规程》T/CECS 941-2021

**中国工程建设标准化协会标准**

**建筑一体化光伏屋顶安全智慧运维**

**技术规程**

**CECS -202×**

**条文说明**

# 1 总则

**1.0.2** 本规程适用于新建、既有建筑改造的城乡建筑屋顶或墙面的光伏发电系统。可与《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368配合使用，不同的是，本规程更加注重于建筑光伏系统的智能设计、施工和运维。建筑光伏所发电能以就地消纳为主、根据需求可智能分配。无法随时就地消纳的大型文体建筑采用智能光伏系统时，可参照执行。

# 2 术语

**2.0.1**本规程更加注重通过智能化产品与技术手段，实现数字化、无人化、精细化安全运维。最终目标是降低系统安全隐患和运维成本，进而提高系统经济收益。

**2.0.2** 随着智能逆变技术发展，做到组件级优化，并不是简单地着眼于逆变器，而是着眼于整个系统的优化。

**2.0.5** 智能光伏系统应具备光伏发电、储电、用电、并网各环节调节功能，针对不同离/并网模式进行智能调控，实现电能动态平衡且经济效益最大化。

# 3 基本规定

**3.0.4** 建筑用电与太阳能光伏发电的时序匹配度，是指同一时刻用电功率与发电功率的匹配程度，或一段时间内用电功率与发电功率曲线的相似程度。主要包括两种情况：一是光伏发电量长时间大于建筑用电量；二是建筑需要用电时光伏无法直接满足。因此，当建筑用电与太阳能光伏发电时序匹配度不高时，应采取调蓄措施提高匹配度。考虑建筑光伏最大化利用、就地消纳等原则，可采用的措施包括：建筑负荷柔性调节、储能、能量管理等。采取负荷调节和储能等措施时，还应考虑技术合理性与经济性。

**4 系统设计**

**4.2 性能设计**

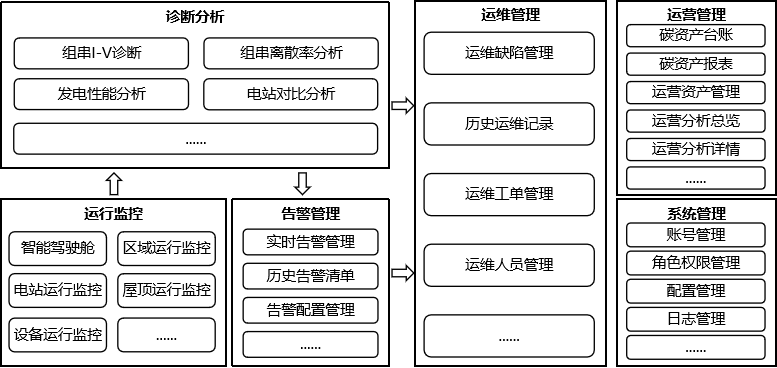
**4.2.3** 禁止使用已被公认的不安全协议，如 Telnet、ftp、tls1.0等。具备网络安全漏洞响应机制，可以有效地识别、评估、报告和修复网络系统中存在的安全漏洞，从而保障网络系统的安全性和稳定性。

**4.2.8** 国家标准GB/T 25000.51适用于软件开发、测试、验收等环节。此标准旨在确保软件产品在交付使用前满足预定质量目标。通过遵循本规程，可以有效提高智慧运维平台的可靠性、可用性、安全性和可维护性，降低缺陷和故障率，保障用户利益。

**4.3 功能设计**

**4.3.1** 运维管理平台应以实现智慧化运维为目标，并具备运行监控、诊断分析、告警管理、运维管理、运营管理的能力，从而提高建筑屋顶光伏系统的运维效率、降低安全隐患、提升运营收益。

运行监控作为掌握数据的基础功能，为诊断分析提供数据支撑，通过诊断分析所得出的结果，则应用于告警管理功能。运维管理功能基于监控、分析和告警结果，从而实现建筑屋顶光伏系统的智慧化运维目标。推荐的总体功能框架如下：



**4.3.2** 运行监控应具备对建筑屋顶光伏系统从设备级到系统级的全对象监控，推荐以下功能：

**1**设备运行监控：面向建筑屋顶光伏系统内关键设备的运行监控，应包括逆变器各类运行参数和关键发电指标以及告警信息，气象站监测环境数据，其他智能设备的关键参数。

**2**电站运行监控：面向单个建筑屋顶 光伏系统的运行监控，应包括装机容量、逆变器数量、实时发电功率、日度/月度/年度/累计发电量、累计减排二氧化碳、累计节约标准煤、累计等效植树等关键指标。除实时运行指标监测外，推荐对电站的一次接线图、通讯拓扑图、视频监控、设备运行状态展示，从而准确掌握每一个系统的运行情况。

**3**屋顶运行监控：通过在屋顶配置温度传感器、激光测距传感器、振动传感器、应力传感器、水位传感器等设备，从而采集屋顶运行关键参数，包括屋顶的形变、应力、屋面温度、水位等。屋顶运行监控功能推荐应用于BIPV类型的钢结构建筑屋顶的监控。

**4**区域运行监控：面向区域维度的运行监控，应包括区域维度的装机容量、电站数量、实时功率、日度/月度/年度/累计发电量、累计减排二氧化碳、累计节约标准煤、累计等效植树等关键指标。除实时运行指标监测外，还对区域下属电站的运行状态、告警信息、工单信息实时监控，实现对不同区域的运维运营业务开展调度管理工作。该功能适用于建筑屋顶光伏系统项目在多个地区分布广泛的企业用户。

**5**智能驾驶舱：适用于集控中心的监测，通过GIS等手段实现一屏通览建筑屋顶光伏系统的运行状态。应包括从区域级到单个系统级的监控、分析、告警、运维等关键信息。

**4.3.4** 诊断分析应具备对建筑屋顶光伏系统从设备级到系统级的全面分析，推荐以下功能：

**1**组串I-V诊断：适用于可应用I-V扫描技术的逆变器，通过对扫描后的光伏组串运行数据的诊断分析，从而得出的光伏组串的性能状态。

**2**组串离散率分析：以每台光伏逆变器的光伏组串电流为视角，分析组串发电离散情况，并按不同离散率等级评价逆变器运行状态，推荐以下等级，包括稳定 (0%≤离散率≤5%)、良好 (5%＜离散率≤10%)、一般 (10%＜离散率≤20%)、较差 (20%＜离散率)，并统计不同状态下的逆变器数量。

**3**发电性能分析：对建筑屋顶光伏系统整体运行状态进行统计分析。推荐通过对比今日、昨日实时功率曲线，以及对单个系统与当地总体发电效率、等效利用小时等性能指标的对比分析，分析得出单个系统发电性能的水平。

**4**电站对比分析：对相同区域内不同光伏电站之间进行对比分析。通过对比今日、昨日实时功率曲线，以及电站与当地总体发电量、等效利用小时的对比分析，实时分析发电运行态势。

**4.3.5**告警等级的分配是为了有效地管理和响应系统运行中出现的各种异常情况。同时针对不同等级的告警信息，可以从优先级管理、资源优化分配、减少误报干扰、风险评估、决策支持等方面，进一步优化和提升运维工作的效率。告警管理可包括告警配置管理、实时告警管理、历史告警清单等。

**1**告警配置管理：对于建筑屋顶的告警配置，通过对屋顶运行参数的阈值、持续时间、发生次数等进行告警配置管理。对于光伏发电部分，支持对不同设备厂家、不同设备型号的告警内容，推荐按照紧急告警、主要告警、次要告警、一般告警四类等级进行配置管理，满足对告警信息的各异性进行归一化管理，提高告警功能使用便捷性。适用于多个建筑屋顶光伏系统中存在不同逆变器厂家的情况。

**2**实时告警管理：监测和分析出的告警信息和逆变器直接发出的告警信息，统一汇总到该功能中，同时提供一键派单功能，为运维人员提供数据支撑的同时，保障运维工作管理的规范化。告警消缺后，可在“历史告警清单”功能中查看详细信息。

**3**历史告警清单：支持查看告警消缺后所产生的历史告警信息，推荐包括告警发生时的系统名称、设备名称、告警内容、告警等级、告警时间等信息。

**4.3.6** 运维管理应包括运维人员管理、运维工单管理、运维缺陷管理和历史运维记录等功能。

**1**运维人员管理：提供针对运维人员基本信息、人员能力、出工记录的信息维护和查询功能，满足运维公司规范化人员管理，同时支持结合人员能力和运维经验，针对性派发运维工作，进一步提高运维工作效率。

**2**运维工单管理：运维工单管理功能推荐按不同使用角色划分不同的操作功能，使用角色分为派单角色（监控人员、运维负责人等）、接单角色（运维人员等）两类。对于派单角色，具备工单创建、工单派发、工单撤回、工单审核等操作权限；对于接单角色，具备工单接收、工单反馈等操作权限。

**3**运维缺陷管理：运维缺陷管理功能支持在巡检过程中对发现的缺陷问题进行反馈上报。例如当时不具备开展相应消缺工作的情况，包括人员能力不足、未携带相关设备等。所反馈的缺陷信息支持由派单角色进行工单的派发。

**4**历史运维记录：通过审核归档的工单将自动归档进入历史运维记录界面。历史运维记录作为运维工作的重要历史数据，在积累运维经验的同时，能够进一步形成知识库，为运维人员进行运维培训等工作提供重要依据。

**4.3.7** 运营管理宜设计包括碳资产台账、碳资产报表、运营资产管理、运营分析总览、运营分析详情等功能。

**1**碳资产台账：以日度/月度/年度/累计发电量情况为基础，通过计算二氧化碳减排量并进行数据可视化展示，实现对单个建筑屋顶光伏系统、区域级、总部级的各级碳资产台账管理。

**2**碳资产报表：支持碳资产报表查询功能，可按日度/月度/年度/累计查询碳减排量情况。

**3**运营资产管理：作为光伏电站的基本台账信息管理界面，支持通过单独录入或按模板批量导入方式，对光伏系统数据统一管理，为平台各类分析展示功能创建数据对象基础，包括光伏电站和站内设备两类管理对象，电站相关台账数据。

**4**运营分析总览：运营分析总览功能实现对光伏电站投资成本和发电收益的分析。在投资成本方面，除在维护光伏电站台账时的项目建设成本外，还对运维投资费用进行管理。作为项目投资成本的关键组成，运维费用按照合同约定期限以及最终结算结果，逐年进行统一管理。发电收益则以电网公司结算结果为准。

**5**运营分析详情：在运营分析详情页面中，展示所选光伏电站的投资收益详情信息，包括电价信息、逐年运维成本、月度和年度发电收益、投资回报分析。其中，投资回报分析则跟进收益情况给出年度盈利缺口金额，为运营公司掌控每个项目整体投资收益情况提供依据。

**4.3.8** 系统管理应包括账号管理、角色权限管理、配置管理、日志管理等功能。

**1**账号管理：账号管理除基本的登陆账号、密码等基础信息管理功能外，还支持对每一个用户关联匹配所属组织层级，例如某用户匹配至北京中心，则该用户具备北京中心下数据查看的基本权限，菜单、页面功能等数据操作权限则在用户角色管理中配置。

**2**角色权限管理：用户账号新建成功后，对该账号进行角色配置。确定角色后，进一步配置该账号对应的菜单权限、数据功能权限，从而满足各类用户在平台使用过程中的不同需求。例如具有监控人员角色的账号，菜单权限主要对运行监控、智能告警等可见，数据权限则满足全部数据的使用权限

**3**配置管理：支持灵活配置企业用户的组织架构。推荐按企业的管理架构进行分层分级配置管理，例如总部-区域-省份等方式，在满足企业管理层级的同时，实现企业领导、区域负责人、运维负责人等不同角色归属层级划分。

支持对建筑屋顶的传感器进行配置管理，推荐包括名称、厂家、设备类型、所属项目、所属屋顶区域等信息的管理。

**4**日志管理：运维管理平台应具备良好的日志记录功能，以便对平台运行情况进行全面的记录和分析。

**4.4 设备选型**

**4.4.1** 这一要求旨在提高行业整体水平并保障系统安全稳定运行。它适用于各类民用建筑、工业建筑和农业建筑等屋顶安装的光伏系统，无论光伏系统的容量大小，均应遵守本规程的相关规定。

**4.4.2** 《光伏并网逆变器技术规范》NB/T 32004是由国家能源局发布的行业标准，旨在规范光伏发电并网逆变器的技术要求和质量标准。该标准对逆变器的设计、性能、安全、可靠性等方面提出了具体的要求，以确保光伏发电系统的有效运行和安全并网。标准的实施对于提升光伏发电并网逆变器的质量、性能和安全，促进光伏产业的健康发展具有重要意义。

**4.4.6** 处理器：应优先选择具有较高性能和多核心的处理器，以支持运维管理平台的多线程和并行处理。内存：确保服务器具有足够的内存容量，以支持运维管理平台的运行和缓存需求。内存的选择应考虑到系统的最大并发用户数、数据处理量等因素。存储：选择高速、容量大的存储设备，应具有更高的读写速度和更好的耐用性，适合用于对性能要求较高的情况。网络接口：支持高速网络接口，如千兆以太网接口，以满足运维管理平台的网络传输需求。同时，考虑扩展槽位的需求，以便未来升级和扩展网络功能。网络设备中的路由器：应选择高性能的路由器，支持高速数据传输和可靠的连接。对于大型企业或需要支持大量并发连接的情况，推荐使用多台路由器进行负载均衡和冗余备份。交换机：选择适当端口数量和速率的交换机，以满足运维管理平台的网络需求。对于需要提供高可用性的企业用户，可以考虑使用具备冗余备份功能的交换机。防火墙：确保网络设备具有强大的安全功能，可以防范各种网络攻击。应选择支持多种安全策略和协议的防火墙设备，以提高网络安全性。

**5** **系统安装**

**5.2** **光伏部件**

**5.2.1** 温度传感器、气象传感器、太阳辐射传感器等光伏系统运行监测传感器和数据采集器在安装过程中不应直接安装在光伏组件上。‌这是因为这些传感器在安装时需要避免直接接触或覆盖光伏组件，以防止影响光伏组件的正常运行和发电效率。正确的安装方式应确保传感器与光伏组件之间保持一定的距离，避免遮挡光线，从而确保光伏组件能够充分接收太阳辐射并转换电能。此外，正确的安装位置和方式还有助于提高数据的准确性，确保监测到的温度和辐射数据能够真实反映光伏系统的实际运行状况，为系统的优化和维护提供准确的参考信息。‌

**5.2.2** 在安装光伏发电系统时，应确保光伏系统处于断电状态。‌这一措施旨在保护工作人员免受电击风险，确保安装过程的安全。

**5.2.3**确保连接数据传感器与光伏组件的连接牢固性是至关重要的，因为这直接关系到光伏系统的安全性和稳定性。其次，整齐美观的连接不仅提升了光伏系统的外观质量，也有利于维护和管理。在安装过程中，应严格控制好组件与组件之间的空隙，做到横平竖直，确保太阳电池组件的接插头接触可靠，接线盒、接插头须进行防水处理。

**5.2.4** 为了确保光伏组件能够最大化地接收阳光照射，并保持良好的通风散热条件，数据采集器的安装应避免阻碍光伏组件的正常运行。在安装数据采集器时，应考虑到以下几点以确保不会影响光伏组件的通风散热和发电效率：1.‌避免遮挡‌：数据采集器的安装位置应避免遮挡光伏组件，确保阳光能够直接照射到光伏组件上，从而提高发电效率。2.‌保持通风‌：数据采集器的安装不应阻碍光伏组件的通风，确保空气流通，有助于散热，避免因过热而影响光伏组件的性能和寿命。3.‌合理布局‌：在布局数据采集器时，应考虑其与光伏组件的相对位置，确保数据采集器的安装不会干扰光伏组件的正常运行和发电效率。通过遵循上述原则，可以确保数据采集器的安装不会对光伏组件的通风散热和发电效率产生负面影响，从而保证光伏系统的整体性能和长期稳定性‌。

**5.2.5** 安装结束后应确保光伏组件表面干净整洁，无遮挡‌，这是确保光伏系统高效运行的重要步骤。光伏组件的表面如果被灰尘、杂物遮挡，会直接影响光的吸收和转换效率，进而影响发电量。保持光伏组件表面的清洁，可以确保光伏系统达到最佳的工作状态，从而提高能源转换效率。此外，定期检查和维护光伏系统，包括清洁光伏组件，也是确保系统长期稳定运行的关键措施之一。

**5.4** **智能设备**

**5.4.1** 在智能设备的安装过程中，遵循设计文件中的规定。按照设计文件进行安装可以确保设备的安全、稳定运行，同时也有利于后续的维护和保养工作。预留运维可操作空间是确保设备能够顺利接受检查、维修和升级的关键。此外，预留空间还有助于防止因设备过热或其他环境因素导致的性能下降，从而延长设备的使用寿命。

安装应牢固、可靠，安装件必须能承受设备的重量及使用、维修时附加的外力。‌这一要求旨在确保智能化设备在使用和维护过程中保持稳定，避免因设备重量或外力作用导致设备脱落或损坏。这一要求包括但不限于以下几点：1.‌安装应牢固‌：确保设备在安装后能够稳固地固定在预定位置，不会因为外部因素（如风力、震动等）而发生移动或脱落。2.‌可靠‌：指设备在正常使用和维修过程中能够保持其功能，不会因安装不牢固而导致设备故障或损坏。3.‌安装件必须能承受设备的重量及使用、维修时附加的外力‌：这意味着安装设备和固定设备的部件需要具备足够的承重能力和稳定性，以应对设备自身重量以及在使用和维护过程中可能施加的外力。此外，对于吊装或壁装设备，还应采取防坠落措施，以确保设备在使用和维护过程中的安全。

在安装智能设备时，特别是在密闭区域，确保设备的通风和散热非常重要。应在控制台、机柜(架)内安装的设备设置通风散热措施，以确保设备能够在适宜的温度下运行。此外，内部接插件与设备的连接牢固性也至关重要。不牢固的连接可能会导致信号中断或设备故障。因此，在安装过程中应确保所有内部接插件与设备连接牢靠，确保它们能够在稳定、安全的环境中运行，提高设备的可靠性和使用寿命。

当设备的承重要求超过600kg/㎡时，这些设备不应直接安装在抗静电地板上，而是应该单独制作设备基座。这样做的主要目的是分散设备重量，避免对地板造成过大的压力，从而保护地板的结构完整性和承重能力。此外，单独制作设备基座还能提供额外的稳定性，确保设备在运行过程中不会因为地板的不均匀沉降或变形而受到影响。

对有序列号的设备应登记设备的序列号。‌这一做法是为了便于设备的追踪和管理，以及在设备出现问题时能够迅速定位。

跳线连接应规范，线缆排列应有序，线缆上应有正确牢固的标签‌，这是确保网络和通信系统正常运行和维护的重要步骤。在进行综合布线系统施工时，正确的跳线连接和线缆管理对于系统的可靠性和未来维护的便利性至关重要。‌规范连接‌，确保所有的连接都按照既定的标准和最佳实践进行，避免因连接不当导致的信号衰减或中断。‌有序排列‌，线缆应按照一定的顺序和逻辑排列，便于快速识别和未来维护。‌正确标签‌，每个线缆和连接点都应有清晰、准确的标签，对于快速定位问题点和进行维护至关重要。

张贴设备系统连线示意图有助于确保设备的正确连接和后续的维护工作。示意图能够清晰地展示各个设备之间的连接关系，包括电源线、网络线、信号线等。

强电和弱电之间存在一定的电磁干扰。为了减少干扰，强弱电之间应分隔或分层安装，以确保电路系统的稳定和安全。

**5.4.2** 在安装摄像机及其配套装置时，确保其安装牢固非常重要，包括摄像机本体、镜头、防护罩、支架、雨刷等部件。运转灵活性也是安装过程中需要考虑的重要因素，灵活的运转可以确保摄像机能够根据需要进行全方位的监控。防破坏措施同样关键。在安装过程中，应考虑如何防止摄像机被人为破坏或自然损坏。

在视频监控设备的安装过程中，正确的布线方式对于确保设备的正常运行和延长使用寿命非常重要。信号线和电源线应分开引入，避免信号干扰和安全隐患。外露的部分，应当用软管进行保护。此外，这种保护措施还能增加设备的安全性，减少因线路裸露可能引发的安全隐患。

**5.4.3** 技术文件应包括以下资料：系统图、网络拓扑图、原理图、平面图、设备参数图、组态监控界面文件及编辑软件；纸质文件和电子文档，内容应与工程现场安装的设备和软件一致；文件内容与通信接口的设备参数标识应一致；智慧运维系统的结构说明、使用手册、安装配置手册、开发参考手册、接线说明等。

**5.4.4** ‌智慧运维系统与建筑屋顶光伏的协调配合不仅包括技术上的整合，还包括项目管理、质量控制等多个方面。具体如下：1.‌技术整合性‌：确保智慧运维系统能够与建筑屋顶光伏系统无缝集成，包括数据传输、监控和控制等方面。这需要采用统一的数据交换标准和通信协议，促进不同设备之间的兼容性和互操作性，以确保监控系统的全面性和准确性‌。2.‌项目管理‌：有效的项目管理是保证施工进度和质量的关键。这包括制定详细的项目计划，明确各阶段的里程碑和时间表，以及设立质量控制检查点，确保每个阶段都符合预定的标准和要求‌。3.‌质量控制‌：在施工过程中，应实施严格的质量控制措施，包括对材料、设备和施工过程的检查和测试。这包括对建筑屋顶的承载能力评估，确保使用的材料符合安全标准，以及在施工过程中进行质量检查和测试，以确保最终产品的质量和性能‌。4.‌安全考虑‌：符合城市总体规划、镇总体规划及村庄规划，确保与周边建筑物、景观相协调。5.‌数据安全与隐私保护‌：由于光伏电站的监控数据涉及到电站的运行状态和发电效率等敏感信息，需要加强数据加密、访问控制等安全措施来保障数据的安全性，防止数据被恶意攻击或泄露‌。

对于电动工具，特别是那些将在潮湿环境或金属容器内使用的工具，必须进行绝缘检查。这包括检查电源线和插头是否完好，以及工具本身是否具有良好的绝缘性能。必要的绝缘措施应到位，以防止电流泄漏和触电风险。此外，使用电动工具时，应有专人监护，并且工具的开关应设置在便于观察和操作的位置。在潮湿环境或金属容器内使用电动工具时，必须采取额外的安全措施，如使用合格的绝缘用品，减少触电风险。

施工人员必须具备相应的安全知识和技能，以确保施工过程的安全。以下是建议培训内容：1.‌安全意识‌：施工人员需要明确施工现场的安全责任和义务，严格遵守施工现场管理制度。参加安全培训和教育，提高安全意识和应急处理能力，严禁酒后上工，保证施工过程中无其他影响工作的不良行为。2.‌劳动保护‌：施工人员应佩戴并正确使用个人防护用品，如安全帽、安全鞋、防护手套等。严禁在没有安全措施的情况下进行高空作业，合理安排工作强度，注意劳逸结合，避免过度疲劳工作。3.‌施工设备‌：施工人员需要熟悉并正确操作施工设备，如吊篮、脚手架等，确保其安全可靠。定期检查施工设备的使用状态，如发现任何异常情况及时报告并停止使用。4.‌防火措施‌：严禁在施工现场吸烟、使用明火，保持施工现场的清洁和整齐。定期清理施工现场的杂物和易燃物，确保消防通道畅通。配备灭火器材，并熟悉使用方法，发现火情立即报警并采取相应措施。5.‌环境保护‌：严禁乱倒废弃物，保持施工现场的整洁，并分类投放垃圾。降低施工噪音和扬尘污染，采取相应措施保障周边环境安全。遵守环境保护法律法规，不得进行违法排放和污染行为。

安装工作之前，确保设备断电是非常重要的安全措施。1.‌断开所有应断开开关‌：在开始任何安装工作之前，必须确保所有相关的电源开关已被断开，以防止电流通过设备。2.‌确保电容、电感放电完全‌：在断电后，还需要确保电容和电感等储能元件已经完全放电，以避免残留电荷造成意外。3.‌使用安全防护措施‌：必要时应穿绝缘鞋，带低压绝缘手套，使用绝缘工具，这些措施可以进一步降低电击风险。4.‌进行详细记录‌：光伏电站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，以确保安全措施的有效性和设备的正常运行。

安全技术交底包括以下几点要求：1.‌施工组织设计安全技术措施交底‌：在工程开工之前，负责编制安全技术措施的技术负责人需向项目经理部工程施工负责人、技术人员及施工管理人员进行详细的安全技术交底，内容包括工程概况、施工方法、施工流程、安全技术措施的具体实施方案、应急预案等。2.‌单位工程施工安全技术措施交底‌：在施工作业开始前，编制安全技术措施的负责人应向各作业队施工负责人、作业班组长进行安全技术交底，涵盖作业队或班组的施工范围、作业环境、危险源识别、安全操作规程、个人防护用品的正确使用等内容。3.‌专项安全技术措施交底‌：对于涉及特殊工艺、新技术、新材料或复杂施工环境的作业，项目经理部技术负责人应在施工作业前向施工管理人员和作业人员进行专项安全技术交底，突出专项工程的特点和难点，明确安全控制措施、应急措施和作业人员的协同配合要求。4.‌班组长班前安全交底‌：班组长在每天布置作业任务时，应根据安全技术措施交底的内容和要求，向作业人员进行班前安全交底，内容包括当天作业的任务、作业环境、危险源、安全注意事项、个人防护用品的使用等。总之，通过这些交底措施，可以确保建筑工地施工安全，减少事故发生的可能性，保障施工人员的人身安全。‌

**5.4.5** 智慧运维系统的监控平台设备需要在特定的温度（0℃至40℃之间）条件下运行，以确保其性能和稳定性。相对湿度应在20%至80%之间，无凝露是为了确保设备能够在一个适宜的环境中运行，避免因湿度过高或过低而导致设备损坏或性能下降。

选择通风良好、避免阳光直射的场所进行设备安装。良好的通风有助于设备的散热。避免阳光直射可以避免设备过热、减缓设备老化变形等。

设备安装场所的清洁和无尘环境对于确保设备的正常运行和延长设备使用寿命至关重要。灰尘和杂质的存在可能会导致设备故障、性能下降，甚至损坏设备。

主要部件周围不得堆积易燃易爆物品，监控平台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。此外，各个接线端子应保持完整，各个接线端子应牢固可靠，设备的接线孔处应采取有效措施防止蛇、鼠等小动物进入设备内部。这些措施旨在保证系统本身的安全，防止对人员造成危害，并使系统维持最大的发电能力。

**5.4.7** 智能运维平台的控制中心设备安装过程中，遵循显示设备的安装说明书。这是因为安装说明书提供了关于如何正确安装硬件的详细指导，包括但不限于设备的尺寸、材质要求、安装附件的规格、以及任何特殊的安装要求，如可安装在光伏组件附近、逆变器附近等，确保传感器能准确采集数据。

安装显示屏时，为了保护显示屏免受直射光线的影响，应采取适当的措施，如使用遮阳罩或调整显示屏的角度等。此外，安装显示屏的支撑结构，如墙体和支架，其承重能力应严格按照设计要求进行。

控制主机等设备宜安装在机柜内，安装应平稳、牢固、并应便于操作和维护；

**5.4.8** 液位传感器安装位置的选择对于确保系统的安全运行和及时发现问题至关重要。在建筑设计中，特别是在屋顶天沟和集水井等部位安装液位传感器，可以有效监测这些区域的排水、堵塞情况。通过在这些关键位置安装液位传感器，可以实时监测水位深度变化，及时监测排水顺畅和判定堵塞问题，从而采取相应的措施，避免更大的损失和安全隐患。

布置点应选在汇水量大、有代表性的天沟、集水井位置。可以通过监测最不利位置排水情况，来判定屋面整体排水的有效性，以及排水管道堵塞情况。

在同一屋面上布置时，宜处于较低标高处的天沟、集水井。可以确保测量的代表性， 更好地监控和控制水系统的排水情况。

**5.4.9** 温度传感器的安装位置选择是基于确保传感器能够准确反映其检测性能的位置，并应便于调试和维护。

根据国家全文强制标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015的要求，太阳能系统应对下列参数进行监测和计量，其中，太阳能光伏发电系统的发电量、光伏组件背板表面温度、室外温度、太阳能总辐照量。光伏组件背板温度传感器的安装位置应选择在组件背板最高温度处。这一规定是为了确保传感器能够准确捕捉到背板的实际温度，进而为光伏系统的优化提供可靠的数据支持。

 风向传感器和风速传感器水平安装时的偏差不应超过2°，以保持对方向的敏感性并提高测量精度‌，确保测量数据的准确性和可靠性‌。

各类环境监测仪的安装位置应避开建筑的排气口和通风口。‌这是因为可能会受到这些部位强烈的气流影响，导致监测数据不准确。为了确保环境监测数据的准确性和可靠性，各类环境监测仪的安装位置应避开建筑的排气口和通风口，以确保能够真实反映室内环境的原始状态。

**5.4.10** 在安装外贴式温度和流量传感器时，确保测温探头紧密贴合被测物体表面非常重要。贴紧后，加上保温层可以减少热量损失，提高测量的精确度。同时，加上保护层可以保护测温探头免受外界环境的损害，如物理冲击、化学腐蚀等，延长其使用寿命。

外露设备应做好防结露措施‌。可以采取以下措施：1.‌使用防结露管；2.‌加强环境控制，如避免在极端天气条件下使用，特别是高温、高湿的环境‌；3.‌加强检查和维护，在台风、暴雨等极端天气加强巡检等。

**5.4.11** 电磁流量计不应安装在有较强的交直流磁场或有剧烈振动的位置。具体来说，较强的交直流磁场可能会导致测量误差增大，而剧烈的振动则可能导致流量计内部的传感器和电路受到损害，从而影响其正常工作。

电磁流量计外壳、被测流体及管道连接法兰之间应做等电位联结，并应接地。这是为了确保流量计的准确性和安全性。同时，有效防止雷电或其他电气故障对流量计的影响，保障测量数据的准确性和设备的安全运行。

**5.4.12** 清洁机器人等智能辅助设备的安装应选择平稳、牢固的区域放置。

避免对光伏组件造成遮挡。此外，机器人应具备强劲的越障以及爬坡能力，保障其能够在各种地形和环境下行走‌。

**6 系统验收**

**6.1 一般规定**

**6.1.1** 验收时，应对下列项目进行检查：计算机监控系统功能、网络结构和系统配置；雷击信息、接地信息、环境信息等的监测装置；光伏阵列工况：结构性能，电气性能；光伏发电系统逐时出力特性；光伏组件清洗辅助设备；智能设备的在线监测与远程控制。

**6.1.2** 验收文件应包括：设备材料进场检验记录、系统调试记录、试运行记录、系统运行及维护使用说明书。

**6.2 光伏部件**

**6.2.1** 光伏方阵检查：方阵外观应平整、美观，组件表面应清洁，无影响发电效率的污渍，组件应无松动、接线固定、接触良好，无破损或者损坏。光伏组件连接可靠性检查：检查光伏组件之间的连接是否牢固，包括接线盒和连接器。确保没有松动或腐蚀的迹象，这可能影响电力传输的稳定性。

**6.2.2** 检查接线箱内的接头是否牢固，无松动或腐蚀现象。使用红外热成像仪检测是否有异常发热点，这可能是接触不良或过载的迹象。电缆检查：检查所有电缆的连接是否牢固，无磨损或损坏。确保电缆的铅包无膨胀或龟裂现象。逆变器检查：检查逆变器的运行状态，包括其显示屏上的状态指示、发电量和任何故障信息。确保逆变器的散热系统清洁无堵塞，风扇工作正常，以维持适宜的运行温度。并网保护装置检查：确认并网保护装置，特别是防孤岛保护装置运行正常。检查断路器和开关的状态，确保它们在需要时能够正常工作。

**6.2.3** 在建筑屋顶光伏安全智慧运维系统的验收中，接地和防雷是非常重要的一环。根据《光伏发电站设计规范》GB50797中的相关规定：光伏方阵应与建筑接地网可靠连接，直流及交流设备均应可靠与接地网连接。接地干线（网）与接地网连接或与原有建筑屋顶防雷接地网连接不应少于2点，连接应牢固可靠。光伏组件金属边框应采用专用接地孔与接地线缆可靠连接。确保光伏系统在运行过程中的安全性，防止电气故障和雷击造成的损害，保障人员和设备的安全。在验收过程中，应严格按照这些规范进行检验和确认。

**6.2.4** 定期清洁光伏组件，有利于保持其最佳工作状态。检查清洗设备是否完整，所有部件和配件是否齐全；设备外观应无明显划痕、变形或损坏；确认设备安装位置是否符合设计要求，是否稳固且不影响光伏组件的正常运行；进行设备的功能测试，包括启动、运行、停止等操作，确保设备运行平稳，无异常噪音或振动；检查清洗后的光伏组件是否达到预期的清洁度，无积灰、无遗漏，以及清洗过程中是否有损伤光伏组件的情况；确认清洗设备在操作过程中是否有适当的安全措施，如紧急停止按钮、安全警示标识等。

**6.3 逆变器**

**6.3.1** 逆变器的安装应符合规范，包括安装位置、固定方式等；逆变器应满足一定的转换效率和功率输出稳定性，并具备完善的保护功能，包括过载保护、短路保护、过热保护、孤岛保护等，以确保光伏发电系统高效运行，且在异常情况下能够及时切断电源，避免安全事故。逆变器作为光伏系统中的核心设备，其智慧运维系统的验收规定是确保整个光伏发电系统稳定运行的关键。逆变器应符合《光伏并网逆变器技术规范》NB/T32004-2018等相关技术规范的要求。

**6.3.2** 智慧运维系统应能够持续监控逆变器的性能，并根据运行数据进行优化和改进，以提高系统的整体性能和可靠性。逆变器在验收前应进行一系列的测试，包括功能测试、性能测试、安全测试等，以验证系统是否满足设计和运行要求。利用数据分析工具，对运维数据进行深入分析，以优化运维策略和提高发电效率。

**6.4 智能设备**

**6.4.1** 环境监测设备的安装位置适宜，应能真实反映其监测的环境条件，确保能够准确监测光伏系统运行环境。环境监测设备用于监测光伏系统的周围环境条件，对于维护系统性能和延长设备寿命有重要作用。

**6.4.2** 发电监测设备需要监测直流侧电压、电流、功率以及交流侧电压、电流、功率等参数，检查发电系统是否能够正常并网发电，输出电量是否稳定，确保发电监测设备准确无误。在屋顶太阳能光伏系统中，发电监测设备至关重要，它们确保了系统的稳定运行和高效发电。

**6.4.3** 智能监测设备的布线应符合相关标准，如GB 50093和GB 50311，信号线采用屏蔽线，并避免与强信号电缆平行走线，以防止电磁干扰。线路敷设完毕后，应进行校线及编号，信号线的标识应保持清楚。遵循这些要求，可以确保智能监测设备布线的质量和系统的长期稳定运行。

**6.4.4** 数据监测装置采集的数据应有效，数据采集设备应能正常接收数据，并能按照接收的指令进行数据发送。在太阳能发电系统中，数据采集器用于实时监控和分析系统性能，提供故障诊断和性能评估。通过实时数据分析，可以及时发现并解决系统中的问题，提高系统的可靠性和发电效率。

**6.4.5** 智能设备系统的验收应确保系统的安全性、可靠性和高效性。智能监控系统的调试主要包括在线监测与远程控制，所有监测设备和数据采集设备均符合规定的技术要求和性能标准。屋顶光伏智能监控系统的调试是确保系统稳定运行和数据准确性的重要环节。对监控系统进行功能测试，确保其显示数据准确、控制功能正常，为系统的监控和维护提供有力的数据支持。

**6.5 运维管理平台**

**6.5.3**依托物联网技术和大数据中心，以系统安全为基础，提供电站实时信息监控、诊断分析、故障报警、运维管理等功能，打造光伏可视化管理平台。智慧运维系统应具备高效的数据采集、处理和分析能力，能够实现对光伏发电系统的实时监控、故障预警、性能评估和维护调度。

**6.5.4** 直观的用户操作界面包括实时监控界面、运维界面和移动端界面。

**7 运维要求**

**7.2 巡视检查**

7.2.2 建筑屋顶光伏设备巡视目的在于确保设备的正常运行，提高系统的运行稳定性、安全性。通过设备状态监测、预防性维护、清洁与保养、故障排查与修复、安全检查、性能测试与评估、记录与报告以及环境适应性与合规性等方面的检查和评估，可以全面了解系统的运行状况并及时采取相应措施解决问题，为用户带来更加稳定、高效和可持续的清洁能源供应。巡视内容包括以下内容：

1屋顶屋面的巡视检查应按下列规定执行：

* + - * 1. 对屋顶周边污染源、遮挡源进行检查；
        2. 对爬梯、巡视通道、安全绳挂点等屋顶安全防护设施进行检查；
        3. 屋顶彩钢瓦锁边咬合是否松动、脱落；
        4. 检查屋顶天沟、集水井等排水管道应无堵塞；
        5. 检查屋顶彩钢瓦、天沟、集水井应无存在生锈、破损。
        6. 检查屋顶泛水板、收边应无变形，固定应良好；
        7. 检查应无动物对电池板进行破坏。

2光伏组件的巡视检查应按下列规定执行：

1. 电池板应无破损，电池板连接线及地线应接触良好，应无脱落现象；
2. 电池板支架应无松动和断裂现象；
3. 电池板表面应无遮盖物，表面上的鸟粪必要时进行清理；
4. 电缆桥架应无破损、移位，盖板应无未盖严、生锈脱落；
5. 组件固定处压块、挂钩等应无松动；
6. 组件接地工艺应无异常，接地扁铁应连接可靠，无锈蚀，无断焊。

3汇流箱的巡视检查应按下列规定执行：

1. 汇流箱的安装固定情况，支架及固定螺丝应无松动、生锈现象；
2. 汇流箱接线处应无发热现象。
3. 汇流箱应整体清洁无杂物，箱体外壳应整体完整，无损坏、变形倒塌；
4. 箱体内保险丝、底座应无烧坏现象，回路正常、电流正常。
5. 汇流箱应密封良好，无进水。

4逆变器的巡视检查应按下列规定执行：

1. 逆变器的安装固定，支架及固定螺丝应无松动、生锈；
2. 逆变器工作面板各项电气参数显示无异常并抄录相应数据；
3. 逆变器外壳应无生锈，标志，标牌、标记应完整清晰；
4. 逆变器各断路器应无异常跳闸现象；
5. 逆变器各电缆连接应无明显异常。

5低压并网柜的巡视检查应按下列规定执行：

1. 面板状态、指示仪表显示应正常；
2. 电能质量装置应无告警；
3. 微机保护装置应无告警；
4. 避雷器外观应无异常；
5. 用测温仪检查并网柜发热状况。

6其它检查应按下列规定执行：

1. 检查光伏配电房所有门锁应完好。
2. 在设备巡视检查中要认真执行看、听、嗅、摸等工作方法防止漏查缺陷，对查出的设备缺陷和异常在现场认真分析并做好记录。

**7.3** **设备缺陷管理**

**7.3.1** 危急缺陷：直接威胁系统安全运行并应立即处理,可能造成局部电网冲击、人员伤亡、火灾等事。

严重缺陷：严重缺陷:对设备有严重威胁、对光伏系统发电能力有较大影响、可能造成重大设备损害的缺陷。

一般缺陷：除危急、严重缺陷以外的缺陷,通常指性质一般,危害程度较轻,对系统安全运行影响不大的缺陷。

**7.5 异常与故障处理**

**7.5.1**随着全球对可再生能源需求的日益增长，屋顶光伏系统作为分布式能源的重要组成部分，正日益受到重视并广泛应用于各类建筑之上。这些系统不仅有助于减少碳排放、推动绿色转型，还为用户提供了经济高效的电力解决方案。然而，屋顶光伏系统的长期稳定运行并非自然而然，其异常运行及故障处理的重要性不容忽视，主要包含以下几方面：

**1**保障系统安全稳定

屋顶光伏系统的安全稳定运行是首要任务。异常运行或故障若不及时处理，可能引发火灾、电击等安全事故，对人员和财产构成严重威胁。因此，定期监测系统状态，及时发现并处理潜在问题，是确保系统安全稳定运行的基石。通过专业的维护和故障排查，可以有效防止安全事故的发生，保护用户生命财产安全。

**2** 提高发电效率

光伏系统的发电效率直接影响其经济效益和环境贡献。异常运行，如组件积尘、遮挡、接线不良等，都会显著降低发电效率。及时发现并处理这些问题，能够确保光伏板表面清洁、电路通畅，从而最大化地吸收太阳能并转化为电能，提高系统的整体发电效率，为用户带来更大的经济收益。

**3**延长设备寿命

光伏设备的使用寿命与其运行环境及维护状况密切相关。频繁出现的异常运行和故障会加速设备老化，缩短其使用寿命。而通过定期的维护保养和及时的故障处理，可以有效减少设备磨损，延缓老化过程，延长设备的使用年限。这不仅能够减少更换设备的成本，还能进一步提升系统的长期经济性。

**4** 减少经济损失

屋顶光伏系统的故障不仅会导致发电效率下降，还可能引发停电等问题，给用户带来直接的经济损失。此外，若系统故障未能及时修复，还可能因违反电力供应合同或能源补贴政策而被罚款或取消补贴资格，进一步增加经济负担。因此，及时处理系统故障，是减少经济损失、保障用户利益的关键。

**5**确保持续供电

对于依赖光伏系统供电的用户而言，系统的持续稳定运行至关重要。故障处理不仅是为了恢复短期供电，更是为了保障长期的电力供应稳定性。通过有效的故障预防和应对措施，可以最大限度地减少因系统故障导致的停电时间，确保用户生产生活的连续性和稳定性。

**6**符合法规要求

随着光伏产业的快速发展，各国政府纷纷出台了一系列相关法律法规和标准规范，对光伏系统的设计、安装、运维等方面提出了明确要求。及时处理系统故障，确保系统合规运行，是企业和个人履行法律责任、避免法律风险的必然选择。