

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—XXXX

无人值守新能源场站智能巡检与故障预警 技术规范

Technical requirements for the intelligent monitoring system of unattended new
energy stations

(工作组讨论稿)

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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 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 总体要求	1
4.1 基本原则	1
4.2 技术目标	2
5 系统架构	2
5.1 系统构成	2
5.2 感知层	2
5.3 网络层	2
5.4 平台层	2
5.5 应用层	3
6 巡检要求	3
6.1 巡检方式	3
6.2 巡检内容及频次	3
7 故障预警	3
7.1 预警等级	3
7.2 预警生成	3
7.3 预警处理	4
8 数据管理	4
8.1 数据采集	4
8.2 数据存储	4
8.3 数据共享	4
9 系统运维与评价	4
9.1 系统自检	4
9.2 软件更新	4
9.3 设备校准	4
9.4 评价周期	5
参考文献	6

前 言

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。

请注意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。

本文件由中国工业环保促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

无人值守新能源场站智能巡检与故障预警技术规范

1 范围

本文件规定了无人值守新能源场站设备巡检与故障预警的总体要求、系统架构、巡检要求、故障预警、数据管理、系统运维与评价。

本文件适用于无人值守的风力发电、光伏发电等新能源场站。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 38592 信息安全技术 网络产品和服务安全通用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人值守新能源场站 unmanned New Energy Power Station

不设置固定的运行人员、维护人员，生产运行通过远程集控中心及现场自动装置自动完成运行管理的新能源场站。

3.2

设备巡检 equipment inspection

通过自动或半自动方式对新能源场站内关键设备进行周期性或事件触发式的状态检查，以获取设备运行参数、外观状态、环境信息等数据的过程。

3.3

故障预警 fault early warning

基于设备运行数据、历史故障记录和智能分析算法，在设备发生功能性故障前识别异常征兆，并发出分级预警信号的技术过程。

3.4

智能巡检设备 intelligent inspection device

具备自主移动、环境感知、图像采集、数据传输和初步分析能力的自动化装置，如无人机、轨道机器人、固定式摄像头阵列、红外热像仪终端等，用于执行设备巡检任务。

3.5

状态监测 state monitoring

利用传感器、通信网络和数据分析技术，连续或定时采集设备关键参数（如温度、振动、电流、电压、绝缘性能等），评估其运行健康状况的技术手段。

4 总体要求

4.1 基本原则

4.1.1 安全性原则

巡检与预警活动不应影响场站设备的安全稳定运行。

所有巡检设备应具备防爆、防水、防雷、电磁兼容等能力。

4.1.2 可靠性原则

巡检系统应具备高可用性和容错能力，关键部件宜冗余配置。故障预警模型应经过验证，误报率和漏报率应在可接受范围内。

4.1.3 智能化原则

应采用自动化、智能化手段替代人工巡检，实现数据自动采集、图像自动识别、异常自动判断和预警信息自动生成。

4.1.4 协同性原则

巡检系统应与场站监控系统（SCADA）、资产管理系统（EAM）、调度控制系统等实现数据互通和业务联动，形成统一的运维决策支持体系。

4.2 技术目标

4.2.1 巡检覆盖率

主要设备巡检覆盖率应不低于98%，重点部位（如电气连接点、传动部件、光伏热斑区域）应实现全覆盖。

4.2.2 预警准确率

一级及以上故障预警的准确率应不低于85%，重大设备故障的提前预警时间应不少于2小时。

4.2.3 数据传输与时效性

巡检数据从采集到上传至集控平台的时间延迟应小于5分钟；实时状态监测数据更新频率应不低于每10秒一次。

5 系统架构

5.1 系统构成

无人值守新能源设备巡检与故障预警系统采用分层式架构，包含感知层、网络层、平台层、应用层。

5.2 感知层

应部署以下感知设备：

- 可见光与红外热成像摄像头，用于检测设备表面温度异常；
- 振动传感器，安装于风机主轴承、齿轮箱等关键部位；
- 声学传感器，用于捕捉放电、摩擦等异常声音；
- 无人机或轨道式巡检机器人，执行空中或地面移动巡检任务；
- 环境传感器，监测风速、风向、光照强度、温湿度等外部条件。

5.3 网络层

应建立可靠的有线/无线混合通信网络，满足以下要求：

- 通信协议宜采用MQTT、Modbus TCP或IEC 61850；
- 无线覆盖范围应确保全场站无盲区，信号强度不低于-85dBm；
- 关键链路应具备双通道备份机制，保障数据传输连续性。

5.4 平台层

应构建集中式巡检管理平台，具备以下功能：

- 多源数据接入与融合处理；
- 图像识别与特征提取算法引擎；
- 设备健康评分与故障预测模型；
- 预警信息发布与工单生成接口；
- 巡检计划制定与执行跟踪模块。

5.5 应用层

应提供以下应用服务：

- 可视化监控界面，展示设备状态、巡检路径、告警信息；
- 移动端APP支持远程查看与处置；
- 报表自动生成与统计分析功能；
- 与第三方运维管理系统对接能力

6 巡检要求

6.1 巡检方式

6.1.1 自动巡检

应优先采用自动巡检方式，包括：

- 固定摄像头定时拍摄并触发AI图像分析；
- 巡检机器人按预设路线自主运行；
- 无人机定期飞行巡视大面积光伏阵列或复杂地形区域。

6.1.2 远程人工复核

当系统识别出疑似故障时，运维人员应通过远程视频系统进行复核确认，避免误判导致非计划停机

6.1.3 特殊巡检

在极端天气后或重大操作前后，应启动特殊巡检程序，增加巡检频次和深度。

注：极端天气包含台风、暴雪、沙尘暴等。

6.2 巡检内容及频次

巡检内容及频次见表1。

表 1 巡检内容及频次

巡检对象		巡检频次
风电机组	塔筒、机舱、叶片、偏航系统、变桨系统、发电机、齿轮箱、变流器、箱变等部件	
光伏发电单元	光伏组件阵列、直流汇流箱、逆变器、交流配电柜、箱式变压器、支架结构等	
升压站设备	高压开关柜、主变压器、无功补偿装置、继电保护装置、接地系统等	
辅助设施	视频监控系统、气象站、消防系统、安防系统、通信机房等	

7 故障预警

7.1 预警等级

依据故障的情况的严重性划分为紧急预警、重要预警、一般预警三个等级：

- 紧急预警：设备出现严重故障征兆，可能导致停机或安全事故，应立即采取干预措施；
- 重要预警：设备存在明显异常，可能发展为故障，应在 24 小时内安排检查。
- 一般预警：设备存在轻微异常或趋势性变化，宜在 72 小时内评估处理。

7.2 预警生成

7.2.1 阈值触发

当监测数据超过设定阈值时，系统应自动生成预警。阈值设置应基于设备技术说明书和运行经验，并可动态调整。

7.2.2 趋势分析

应采用滑动窗口、回归分析或机器学习模型识别参数劣化趋势。若关键参数连续3个周期呈恶化趋势，应生成预警。

7.2.3 多参量关联分析

应结合多个相关参数进行综合判断。例如，风机发电机温度升高同时伴随冷却风扇转速下降，应提高预警级别。

7.3 预警处理

7.3.1 预警发布

系统应通过短信、APP推送、声光报警等方式向指定责任人发布预警信息，内容包括设备编号、预警等级、异常描述、建议措施等。

7.3.2 预警确认

接收人应在30分钟内完成预警确认，未确认时系统应自动升级通知层级。

7.3.3 处置闭环

应建立“预警—派单—处理—反馈—关闭”的闭环管理机制，所有预警记录应存档不少于3年。

8 数据管理

8.1 数据采集

应采集以下类型数据：

- 设备静态数据（型号、额定参数、投运日期）；
- 实时运行数据（电压、电流、功率、温度、振动等）；
- 巡检图像与视频数据；——故障记录与维修日志；
- 环境气象数据。

8.2 数据存储

8.2.1 存储周期

实时数据存储时间应不少于1年；图像与视频数据应不少于6个月；历史故障与预警数据应永久保存。

8.2.2 存储安全

数据存储系统应符合GB/T 38592要求，实施访问控制、加密传输与备份机制，防止数据泄露或篡改。

8.3 数据共享

在保障信息安全前提下，巡检数据可在授权范围内与上级集控中心、设备制造商、保险机构等共享，用于性能优化、寿命预测和服务改进。

未经授权，不应对外提供原始数据。

9 系统运维与评价

9.1 系统自检

应每日自动执行系统自检，检查传感器状态、通信链路、电源供应等是否正常。异常情况应及时生成维护工单。

9.2 软件更新

算法模型和系统软件应定期升级，更新前应进行测试验证，避免影响现网运行。

9.3 设备校准

红外相机、振动传感器等测量设备应每6个月校准一次，确保测量精度符合出厂指标。

9.4 评价周期

应每季度开展一次系统性能评价，并形成书面报告。评价结果应用于优化巡检策略和系统改造。

参 考 文 献

- [1] GB/T 39276-2020 信息安全技术 网络产品和服务安全通用要求
 - [2]GB/T 19963-2021 风电场接入电力系统技术规定
 - [3]GB/T 31047-2014 风力发电机组 运行及维护规程
 - [4]GB/T 35694-2017 光伏电站运行规程
 - [5]GB/T 38592-2020 电力监控系统网络安全防护导则
 - [6]GB/T 40715-2021 太阳能光伏系统 用逆变器安全规范
 - [7]DL/T 1668-2016 变电站智能巡检机器人通用技术条件
 - [8]NB/T 31013-2019 双馈风力发电机 组运行与维护规程
 - [9]YD/T 3867-2021 物联网 智能感知终端通用技术要求
-