

ICS 93.120.40  
CCS K40

TB

团 体 标 准

T/YHIEE 034—2026

# 新能源电站智能运维机器人技术规范

Technical Code for Intelligent O&M Robots in New Energy Power  
Stations

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

乐清市工业电器工程师协会

发布

# 目次

前 言 .....	3
引 言 .....	4
1. 范 围 .....	5
2. 规范性引用文件 .....	5
3. 术语和定语 .....	5
4. 总体要求 .....	6
5. 机械结构 .....	6
6. 电气系统 .....	7
7. 传感器系统 .....	7
8. 控制系统 .....	8
9. 通信系统 .....	9
10. 性能试验 .....	9
11. 可靠性试验 .....	10
12. 出厂检验 .....	10
13. 型式检验 .....	11
14. 标志、包装、运输和贮存 .....	12

## 前 言

本标准根据 GB/T 14048.4-2020《低压开关设备和控制设备 第4-1部分：接触器和电动机起动器 机电式接触器和电动机起动器（含电动机保护器）》、GB/T 14048.1-2012《低压开关设备和控制设备 第1部分：总则》编写而成。本标准的技术参数和要求更具体、详细、更具有可操作性。

本标准编写格式符合 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》的要求和 GB/T 1.2-2020《标准化工作导则 第2部分：以 ISO/IEC 标准化文件为基础的标准化文件起草规则》。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由乐清市工业电器工程师协会提出并归口。

本标准主要起草单位：

本标准参与起草单位：

本标准主要起草人：

# 引言

近年来，在全球应对气候变化、推动能源转型的大背景下，新能源电站迎来了大规模建设与快速发展的黄金时期。太阳能、风能等新能源凭借其清洁、可再生的显著优势，成为能源领域的重要发展方向。然而，新能源电站通常具有分布范围广、设备数量多、运行环境复杂等特点，这给电站的运维工作带来了巨大挑战。传统的运维方式不仅效率低下、成本高昂，而且难以满足电站安全稳定运行的要求。在此形势下，智能运维机器人应运而生，并在新能源电站运维中发挥着越来越重要的作用。智能运维机器人融合了先进的人工智能、传感器、自动化控制等技术，能够在复杂的环境中自主完成巡检、监测、故障诊断等任务。通过搭载各类高精度传感器，它可以实时获取电站设备的运行状态和环境信息，及时发现潜在的安全隐患和故障问题。同时，智能运维机器人具备高效的数据分析和处理能力，能够快速准确地对采集到的数据进行分析，为运维人员提供科学的决策依据。这不仅大大提高了电站的运维效率，降低了运维成本，还能有效保障电站的安全稳定运行，提高新能源的利用效率。为了进一步推动新能源电站智能运维机器人技术的健康发展，规范其设计、制造、检验和使用，确保其性能和质量符合相关要求，乐清市工业电器工程师协会组织行业内的专家和企业，共同制定了本《新能源电站智能运维机器人技术规范》。本标准的制定，将为新能源电站智能运维机器人的研发、生产和应用提供统一的技术指导和规范，促进新能源电站运维的智能化、标准化和高效化发展。

# 新能源电站智能运维机器人技术规范

## 1. 范围

本标准规定了新能源电站智能运维机器人的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等内容。新能源电站智能运维机器人在保障电站稳定运行、提高运维效率等方面发挥着重要作用，规范其相关技术要求具有重要意义。本标准适用于各类新能源电站（包括但不限于太阳能电站、风力电站等）使用的智能运维机器人，为新能源电站智能运维机器人的设计、生产、检验及使用等提供了统一的规范和指导。

## 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 38894-2020 智能光伏电站系统性能评估与能量预测技术要求

GB/T 36965-2018 风力发电机组 雷电防护

GB/T 29319-2022 光伏发电系统接入配电网技术规定

GB/T 31464-2015 电气设备安全设计导则

## 3. 术语和定语

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 新能源电站智能运维机器人

具备自主移动等功能，用于新能源电站设备巡检、维护及故障处理的机器人。

### 3.2 巡检精度

巡检中机器人检测和识别目标对象位置、状态等信息的精准度。

### 3.3 定位精度

机器人在电站内确定自身位置的准确程度。

### 3.4 续航能力

机器人一次充电后可连续工作的时长或行驶距离。

### 3.5 环境适应性

机器人在不同温湿度、光照等环境下正常工作的能力。

### 3.6 故障诊断准确率

机器人诊断电站设备故障结果与实际情况的符合程度。

### 3.7 数据传输稳定性

机器人与监控中心间数据传输的可靠程度。

## 4. 总体要求

### 4.1 性能可靠

具备稳定运行能力，适应新能源电站复杂环境；满足不同工况下的运维需求，保障电站正常运行。

### 4.2 设计合理

符合人体工程学原理，操作简便，降低操作人员疲劳度；便于日常维护和检修，提高维护效率。

### 4.3 功能完备

涵盖多种运维功能，如设备巡检、故障诊断、数据采集等；可根据电站需求进行功能定制和扩展。

### 4.4 安全保障

具备完善的安全防护机制，防止操作人员误操作和意外事故发生；符合相关安全标准和规范，确保人员和设备安全。

#### 性能可靠

具备高精度的检测和诊断能力，及时发现设备潜在问题；具备自适应能力，根据环境变化自动调整运行参数。

#### 设计合理

操作界面简洁易懂，方便操作人员快速上手；维护空间布局合理，便于工具和零部件的取用。

#### 功能完备

支持多种通信方式，实现与其他设备的数据交互和共享；具备远程控制和监控功能，方便管理人员远程操作。

#### 安全保障

配备安全警示装置，提醒操作人员注意安全；具备故障自动停机和报警功能，及时处理异常情况。

## 5. 机械结构

### 5.1 强度刚度

机械结构具备足够强度和刚度，承受运行中的各种载荷；确保机器人在复杂工况下稳定运行。

### 5.2 耐磨防腐

机械部件具有良好耐磨性和耐腐蚀性，延长使用寿命；减少维护成本和更换频率。

### 5.3 布局合理

机械结构布局紧凑，减少占用空间；便于机器人在狭窄空间内灵活移动。

### 5.4 连接可靠

各机械部件连接牢固，防止松动和脱落；确保机器人运行的安全性和稳定性。

#### 强度刚度

采用高强度材料制造关键部件，提高结构承载能力；优化结构设计，增强机器人的抗变形能力。

#### 耐磨防腐

对机械部件进行特殊表面处理，提高耐磨和耐腐蚀性能；选用耐腐蚀材料，降低部件生锈和腐蚀风险。

#### 布局合理

合理安排机械部件的位置，避免相互干涉和碰撞；优化机器人的外形设计，提高空间利用率。

#### 连接可靠

采用可靠的连接方式，如螺栓连接、焊接等，确保部件连接紧密；定期检查连接部位，及时发现和处理松动问题。

## 6. 电气系统

### 6.1 绝缘可靠

电气系统具备良好绝缘性能，防止漏电和短路事故；保障操作人员和设备的安全。

### 6.2 电磁兼容

具有良好电磁兼容性，减少干扰和故障；确保电气系统稳定运行。

### 6.3 安全标准

电气设备符合相关安全标准，提供多重保护措施；防止电气事故的发生。

### 6.4 布线合理

电气布线整齐规范，便于维护和检修；减少故障排查时间。

#### 绝缘可靠

选用高绝缘性能的电气材料，提高系统的绝缘等级；定期进行绝缘检测，及时发现和处理绝缘问题。

#### 电磁兼容

采用电磁屏蔽技术，减少电磁干扰的影响；优化电路设计，降低电磁辐射。

#### 安全标准

配备过流、过压、漏电等保护装置，提高电气系统的安全性；设置明显的安全警示标识，提醒操作人员注意安全。

#### 布线合理

按照规范要求进行电气布线，确保线路整齐有序；对布线进行标识，便于快速识别和检修。

## 7. 传感器系统

### 7.1 感知准确

能够准确感知环境信息和设备状态，提供可靠数据；为机器人决策提供依据。

### 7.2 灵敏可靠

具有高灵敏度和可靠性，及时响应各种变化；确保机器人的实时性和稳定性。

### 7.3 精度达标

传感器精度满足机器人运行要求，保证检测结果准确；提高运维工作的质量和效率。

#### 7.4 适应性强

能够适应不同的环境条件，稳定可靠工作；扩大机器人的应用范围。

##### 感知准确

采用高精度的传感器，提高环境信息和设备状态的感知精度；对传感器数据进行实时处理和分析，确保数据的可靠性。

##### 灵敏可靠

优化传感器的设计和制造工艺，提高传感器的灵敏度和可靠性；定期对传感器进行校准和维护，保证其性能稳定。

##### 精度达标

根据机器人的运行要求，选择合适精度的传感器；对传感器的精度进行定期检测和验证，确保满足要求。

##### 适应性强

对传感器进行防护和密封处理，提高其在恶劣环境下的适应性；采用温度、湿度等补偿技术，减少环境因素对传感器的影响。

## 8. 控制系统

### 8.1 计算强大

具备强大的计算能力，快速处理大量数据；实现机器人的高效运行。

### 8.2 实时控制

能够实时控制机器人的动作和行为，响应迅速；确保机器人的准确性和稳定性。

### 8.3 自主导航

实现机器人的自主导航和路径规划，适应复杂环境；提高机器人的智能化水平。

### 8.4 稳定可靠

具有良好的稳定性和可靠性，应对各种复杂情况；保障机器人的连续运行。

#### 计算强大

采用高性能的处理器和算法，提高系统的计算速度和效率；优化数据处理流程，减少数据处理时间。

#### 实时控制

建立实时控制系统架构，确保机器人动作的实时响应；采用先进的控制算法，提高控制的精度和稳定性。

#### 自主导航

运用多传感器融合技术，实现机器人的精确导航和路径规划；建立地图和定位系统，提高机器人在复杂环境中的导航能力。

#### 稳定可靠

采用冗余设计和容错技术，提高系统的可靠性和稳定性；进行严格的测试和验证，确保系统在各种情况下

都能正常运行。

## 9. 通信系统

### 9.1 传输可靠

实现机器人与监控中心之间的可靠数据传输，无丢包和误码；确保信息的准确传递。

### 9.2 带宽充足

具有高带宽，满足大量数据的快速传输需求；提高数据传输效率。

### 9.3 延迟较低

通信延迟低，保证实时数据的及时处理和反馈；提高机器人的响应速度。

### 9.4 协议合规

通信协议符合相关标准和规范，便于集成和互操作；实现系统的兼容性和扩展性。

#### 传输可靠

采用可靠的通信技术和设备，确保数据传输的稳定性和可靠性；建立数据校验和重传机制，减少数据丢失和错误。

#### 带宽充足

选择高带宽的通信方式，如光纤、无线高速网络等；优化通信协议和数据传输方式，提高带宽利用率。

#### 延迟较低

优化通信网络拓扑结构，减少信号传输延迟；采用实时通信协议，确保数据的及时传输。

#### 协议合规

遵循国际和行业标准的通信协议，如 TCP/IP、Modbus 等；进行协议兼容性测试，确保系统之间的互联互通。

## 10. 性能试验

### 10.1 指标测试

对机器人的巡检精度、定位精度、续航能力等性能指标进行测试；评估机器人的实际性能。

### 10.2 环境规范

在规定的环境条件下进行试验，保证测试结果的准确性；模拟实际运行环境。

### 10.3 数据记录

详细记录试验数据，为性能评估和改进提供依据；便于分析和比较。

### 10.4 多次验证

进行多次试验，确保测试结果的可靠性和重复性；减少偶然因素的影响。

#### 指标测试

采用专业的测试设备和方法，准确测量机器人的各项性能指标；对测试结果进行统计和分析，评估机器人的性能水平。

#### 环境规范

控制试验环境的温度、湿度、光照等参数，模拟实际运行环境；在不同环境条件下进行试验，评估机器人的环境适应性。

#### 数据记录

建立完善的数据记录系统，实时记录试验过程中的各项数据；对数据进行整理和归档，便于后续查询和分析。

#### 多次验证

进行至少三次以上的重复试验，确保测试结果的一致性和可靠性；对不同批次的机器人进行试验，评估产品的稳定性。

## 11. 可靠性试验

### 11.1 环境模拟

模拟实际运行环境，对机器人进行可靠性试验；评估机器人在复杂环境下的稳定性。

### 11.2 条件多样

包括高温、低温、潮湿等环境条件下的测试；全面检验机器人的可靠性。

### 11.3 时间保障

进行长时间的运行测试，观察机器人的性能变化；评估机器人的耐久性。

### 11.4 故障统计

统计试验过程中的故障次数和类型，分析故障原因；为改进提供依据。

#### 环境模拟

使用环境模拟设备，精确模拟不同的环境条件；在模拟环境中对机器人进行长时间的运行测试。

#### 条件多样

设置不同的温度、湿度、气压等环境参数，模拟各种恶劣环境；对机器人在不同环境条件下的性能进行测试和评估。

#### 时间保障

进行至少连续 72 小时以上的不间断运行测试，观察机器人的性能变化；记录机器人在运行过程中的各项参数和状态。

#### 故障统计

建立故障记录和统计系统，及时记录试验过程中的故障情况；对故障数据进行分析 and 总结，找出故障原因和规律。

## 12. 出厂检验

### 12.1 全面检验

每台机器人在出厂前进行全面检验，确保质量合格；杜绝不合格产品出厂。

#### 12.2 项目齐全

检验项目包括外观检查、性能测试、功能测试等；涵盖机器人的各个方面。

#### 12.3 标准严格

按照相关标准和规范进行检验，保证检验结果的准确性；确保产品符合要求。

#### 12.4 合格放行

只有检验合格的机器人才能出厂销售；保障用户的权益。

##### 全面检验

对机器人的各个部件和系统进行逐一检查，确保无缺陷和故障；进行整体组装和调试，检查机器人的运行状态。

##### 项目齐全

#### 12.5 外观检查

检查机器人的外观是否有损坏、变形、划痕等缺陷；性能测试测试机器人的各项性能指标是否符合要求；功能测试验证机器人的各项功能是否正常工作。

##### 标准严格

依据国家和行业相关标准，制定详细的检验标准和流程；使用专业的检验设备和工具，确保检验结果的准确性。

##### 合格放行

建立检验报告和合格证书制度，对检验合格的机器人颁发证书；对不合格的机器人进行返工或报废处理，严禁出厂。

## 13. 型式检验

#### 13.1 检验情形

在新产品试制、设计变更等情况下进行型式检验；确保产品质量稳定。

#### 13.2 项目完整

检验项目包括本标准规定的所有技术要求；全面评估产品性能。

#### 13.3 流程规范

按照规定的流程和方法进行检验，保证检验结果的可靠性；遵循科学的检验程序。

#### 13.4 结果判定

根据检验结果判定产品是否符合标准要求；做出准确的质量判定。

##### 检验情形

新产品试制或老产品转厂生产时，进行型式检验，验证产品的可行性和稳定性；产品的设计、工艺或材料有重大改变时，进行检验，确保产品质量不受影响；产品停产一年以上恢复生产时，进行检验，保证产品质量

的一致性;国家质量监督机构提出型式检验要求时,及时进行检验,满足监管要求。

#### 项目完整

对机器人的技术要求进行逐一检验,包括机械结构、电气系统、传感器系统等;对产品的性能指标、可靠性等进行全面评估。

#### 流程规范

制定详细的型式检验流程和操作手册,明确检验步骤和方法;使用专业的检验设备和仪器,确保检验结果的准确性。

#### 结果判定

根据检验标准和规范,对检验结果进行综合评定;对符合标准要求的产品,判定为合格;对不符合标准要求的产品,判定为不合格。

## 14. 标志、包装、运输和贮存

### 14.1 标志清晰

在机器人明显位置标注产品标志,提供必要信息;便于识别和管理。

### 14.2 包装合规

包装符合相关标准和规范,保护机器人不受损坏;确保运输和贮存安全。

### 14.3 运输恰当

采用合适的运输工具,避免碰撞和振动;保证机器人完好无损。

### 14.4 贮存适宜

贮存在干燥、通风的环境中,避免受潮和腐蚀;延长机器人使用寿命。

#### 标志清晰

标注产品名称、型号、规格、生产日期等信息,确保信息准确无误;采用耐久性好的标志材料,防止标志脱落或褪色。

#### 包装合规

选择合适的包装材料,如泡沫、纸箱等,缓冲保护机器人;对机器人的关键部位进行单独包装和防护,防止损坏。

#### 运输恰当

根据机器人的特点和运输距离,选择合适的运输工具,如汽车、火车等;在运输过程中,采取固定和减震措施,减少碰撞和振动。

#### 贮存适宜

将机器人存放在干燥、通风的仓库中,避免阳光直射和潮湿环境;定期对机器人进行检查和维护,确保其性能良好。