

T/JSREA

江苏省可再生能源行业协会团体标准

T/JSREA 3003—2024

光伏组件清洁机器人操作规范

Specification of operation for photovoltaic module cleaning robots

2024 - 12 - 04 发布

2025 - 01 - 04 实施

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 要求	1
5 操作方法及流程	3

中国团体标准信息平台

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。

本文件由江苏省可再生能源行业协会提出并归口。

本文件起草单位：华能江阴燃机热电有限责任公司、江阴热电有限公司、深能南京能源控股有限公司、国能江苏新能源科技开发有限公司、中况检测技术（南京）有限公司、江苏古卓科技有限公司、江苏智谋科技有限公司、南京工业职业技术大学、江苏省可再生能源行业协会。

本文件主要起草人：邵睿、邓洪刚、周龙、汪平、蒋耀庭、颜威、王驰、王齐、黄昀、吴晓强、唐庚、杨文彬、张鼎政、田亚飞、李志、吕函、林逊、施新春、徐鹏、徐步海、张振威、宋健京、于海泉、任一帆、张伟。

光伏组件清洁机器人操作规范

1 范围

本文件规定了光伏组件清洁机器人的要求、操作方法及流程。
本文件适用于无冰冻条件下专用于光伏组件积尘、污垢、鸟粪等清洁的轨道式机器人。

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 4208 外壳防护等级
GB 50794 光伏发电站施工规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏组件清洁机器人 photovoltaic module cleaning robots
能在光伏阵列区域内，在无人干预的情况下，对光伏组件表面进行自主工作的清洁装置。

3.2

驱动单元 drive unit
以电机作为主传动部件的驱动系统。

3.3

运行位差 operation distance difference
清洁机器人工作时两侧驱动单元运行距离的差值。

3.4

限位装置 limiting device
通过停止来限制(清洁机器人)最大工作距离的装置,并且该装置与控制程序及任务程序无关。

4 要求

4.1 适用条件要求

4.1.1 光伏组件清洁机器人安装环境：温度-30℃~80℃，湿度 0~100%。

4.1.2 光伏组件清洁机器人使用环境：温度-20℃~60℃，湿度 20%~80%。

注：冰冻环境下不可使用。

4.1.3 安装光伏组件清洁机器人的光伏方阵应符合 GB 50794 中的要求。

4.2 外观要求

4.2.1 光伏组件清洁机器人外露件及外露结合面的边缘应整齐。

4.2.2 铝合金表面氧化层厚度为 0.01mm~0.02mm。

4.2.3 喷塑件表面光滑平整，色泽一致；涂层均匀，喷涂厚度为 0.05mm~0.10mm，附着力标准等级≤ISO 等级：1 级。

4.3 结构要求

4.3.1 外露转动部件有防护罩。

4.3.2 行走滚轮、转动件转动灵活，无卡涩现象，固定螺栓应设有防松装置。

4.3.3 清洁件布置应全覆盖光伏组件电池片。

4.4 性能指标

4.4.1 清洁机器人应运行平稳，正常运行时噪声(声压级)应不大于 65dB(A)。

4.4.2 清洁机器人清洁运行速度应大于 6m/min。

4.4.3 清洁机器人两端的驱动单元前后运动位差应小于 300mm。

4.4.4 清洁运行时清洁机器人因负荷产生弯曲变形，其挠度应小于 15mm/m。

4.4.5 蓄电池供电情况下，在电池容量达到额定的 95%以上时，应具备 2 个来回循环连续清洁运行的续航能力或不低于 3h 的连续工作能力。

4.4.6 清洁机器人工作在 $30^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 倾角下的除尘率应不低于 90%。

4.4.7 清洁机器人故障率应小于 0.3%。

4.5 控制系统要求

4.5.1 人机界面应操作便捷、反应及时、显示正确。

4.5.2 主要运行参数和操控应能现场或远程设定。

4.5.3 应实时采集运行过程中的状态数据并上传。

4.5.4 应具有位差自停保护、电池高温保护等功能。

4.5.5 清洁机器人两端的驱动单元运动应具有自适应功能。

4.5.6 清洁机器人状态异常时应具有异常报警的功能。

4.6 安全要求

4.6.1 短路安全

应在电路中合理位置放置熔断断路器(保险丝),宜采用自恢复式断路器。如果采用自恢复式断路器,则应具备短路警告功能。

4.6.2 电控箱防护安全

清洁机器人电控箱的外壳防护等级应符合GB/T 4208中的规定。

4.6.3 防雷接地安全

清洁机器人两侧停机位应可靠接地，接地电阻应小于 10Ω 。

4.6.4 驱动单元保护

应具有外壳防护罩。

4.6.5 过电流保护

控制系统应具有过流保护功能，当有外部障碍物阻碍清洁机器人运行，达到设定过流值时，清洁机器人应立即启动保护性停机。

4.6.6 限位保护

控制系统应具备限位保护功能，当清洁机器人运行到最大工作距离未停止时，通过限位装置来停止运行。

4.6.7 模拟损害

正常清洁工况下，清洁件对组件表面连续滚(刮)刷2万次，组件应无损害。

4.7 清洁保养要求

4.7.1 应使用干燥的除尘器擦拭光伏组件清洁机器人模块表面上的灰尘和污垢，例如干灰和树叶。

4.7.2 如有土壤、鸟粪、植物树枝和树叶等紧密附着光伏组件清洁机器人上，应使用无纺布或刷子擦拭，不应使用高硬度物体刮擦。

4.7.3 如表面有染色物质(如鸟粪、植物汁等)，或场地中的空气湿度过高且无法擦拭灰尘，一般应

用清水去除，向污染区域喷洒干净的水后，用刷子擦拭以将其清除。

5 操作方法及流程

5.1 操作方法

应按如下方法操作清洁机器人：

- a) 检查清洗机器人的状态：首先需要检查清洗机器人是否正常，如电源是否稳定，电动机是否运行正常等；
- b) 设计清洗路线：根据太阳能电站的布局图，设计清洗的路线，排除一些冗余动作的控制，使得机器人顺畅运行；
- c) 进行目标检测和路径规划：机器人通过视觉检测和距离检测等技术，在“路线图”上确定最优路径，并利用自主导航系统精确定位；
- d) 进行清洗作业：清洗机器人挂载清洗喷头，进行高压喷清洗液作业。在颗粒状污物等难处理的地方，应用纳米材料设备吸附过滤；
- e) 巡检清洗机器人：在清洗机器人完成清洗任务之后，还需要进行一次检测和清洗，预防缺陷和漏洗。

5.2 清洗流程

清洁机器人清洗流程如下见图1：

- a) 系统启动时，先进行上电自检，检测电池电量是否充足，若电量不足，则进行充电；若电量充足，则进行清扫工作；
- b) 沿光伏面板上下边缘行进，以组串为最小清洁单位，通过螺旋辊刷进行清洁；
- c) 行进过程中通过灰尘检测器检测组串面板污染程度，检测到灰尘浓度低于设定值时，只进行一次单程清洁；灰尘浓度较高时，对重点区域进行反复清洁；
- d) 当清洁机器人到达组串边缘时，限位开关动作，根据控制系统信号，电机反转进行往复清洁或通过桥接装置移动至下一组串进行清洁；
- e) 当接收到清洁完成信号或停机信号时，辊刷电机停转，系统停靠在停机位。

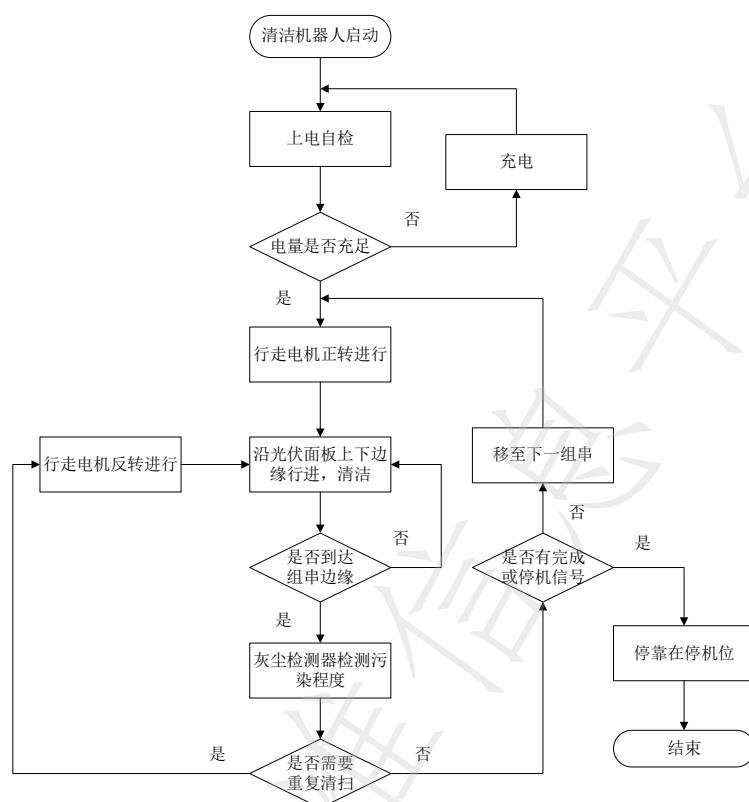


图1 光伏组件清洁机器人清洗流程

5.3 操作注意事项

5.3.1 为了避开在高温剧烈光照下擦拭组件可能对组件的破坏，一般应选择在早晨或者下午较晚的时候进行组件清洁工作。

5.3.2 不应在大风、大雨、雷雨或大雪天气的气象条件下清洗光伏组件，冬季清洁应避开冲洗，以防止气温过低而结冰，造成污垢积累。

5.4 异常和事故处理

光伏组件清洁机器人出现异常运行或发生事故时，值班负责人应立即进行现场检查和处理，具体如下：

- a) 机器人无法移动，应检查传感器是否正常工作，如果出现故障，则需要更换传感器；
- b) 机器人无法正常启动，应检查电源连接是否正常，确保机器人已经接通电源；
- c) 机器人无法停止，应检查机器人的控制系统是否正常工作，如果出现故障，则需要更换控制系统；
- d) 机器人无法识别光伏板或运行过程中出现误判，应调整机器人上的摄像头或激光传感器，以确保能准确地识别光伏板；
- e) 机器人清洗不干净，应检查清洗液是否足够，且清洗液是否适用于清洗光伏板，或者调整清洗液的浓度和温度来改善清洗效果。