

《履带型光伏组件清洁机器人》

标准编制说明

1 项目背景

2020年9月22日，习近平总书记在第七十五届联合国大会上提出：“中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。”党的十九届五中全会把碳达峰、碳中和作为“十四五”规划和2035年远景目标。2021年7月20日，袁家军主持召开浙江省碳达峰碳中和工作领导小组第一次全体会议，要求全面落实、明确目标、细化任务，以铁的决心、硬的举措，推动碳达峰碳中和变革在浙江率先落地生根。强调要创新碳达峰碳中和工作方法手段，在保障能源支撑经济发展的同时，努力推动能源结构、产业结构向绿色低碳方向转型，争取多目标的最优。

光伏发电作为绿色能源的主力军，至2020年，光伏装机总容量240GW，十四五期间，可再生能源将得到更迅猛发展，其中光伏在所有可再生能源新增装机中占比在60%，预计每年新增装机规模不小于70GW，光伏成电力增量主体，市场巨大。光伏电站由于灰尘、积垢、工业粉尘污染、积雪、鸟粪等以及由此引起的热斑现象对发电造成较大的影响，电站清洁成为光伏行业的一大痛点。如果要完成产业结构向绿色低碳方向转型，争取多目标的最优与高效，就必须解决电站清洁这一痛点，光伏清洁机器人作为光伏电站提升发电量的最优方案，推广应用的市场潜力不可估量。

目前市场上的光伏组件清洁机器人五花八门，但从可靠性(故障率)、清洁效率、清洁效果上始终无法在技术上得到突破，整体上处于研发验证、小批量试用阶段(包括国外产品)，真正获得用户认可的产品比较少。为了提升光伏清洁机器人行业整体技术水平，促进行业共同发展，规范统一行业导向，制订科学、合理、先进的产品标准十分必要。

2 项目来源

由杭州舜海光伏科技有限公司向浙江省可再生能源协会提出立项申请，经协会论证通过。

3 标准制定工作概况

3.1 标准制定相关单位及人员

本标准由杭州舜海光伏科技有限公司牵头起草。

3.2 主要工作过程

2023年5月，立项通知下达后，杭州舜海光伏科技有限公司为了更好地开展编制工作，召开了标准起草准备会，邀请了中广核、国家电投、国家电网、南方电网等多家涉及光伏产业链的各个环节的国内央企及知名企业，成立了标准工作组，明确了《履带型光伏组件清洁机器人》研制的重点方向。

2023年6月，开展现场调研，对机器人产品的设计、原材料、生产制造、检测能力、技术指标、质量承诺等方面进行调研，并开展先进性探讨。根据调研结果，形成标准框架。

2023年7-10月，标准工作组以搜集的国内外相关标准和资料为基础，参照GB/T 5226.1-2019《机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件》、T/CEC 417-2020《光伏电站运行维护管理规范》，不断丰富和完善标准内容，形成标准草案稿。

2023年11月，标准工作组反复研讨，根据专家意见，形成标准征求意见，并提交协会，正式进入征求意见阶段。

4 标准编制原则、主要内容及确定依据

4.1 编制原则

标准研制工作组遵循“合规性、经济性、先进性、适用性、可操作性”的“五性并举”编制原则，尽可能与国际通行标准接轨。此外，本标准严格按照《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写》（GB/T 1.1-2020）的规范和要求撰写。

4.2 主要内容及确定依据

标准主要内容包括本文件规定了光伏组件清洁机器人的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存。确定依据如下：

➤ 产品分类与结构

基于目前市面上主要的履带型光伏组件清洁机器人类别确定。

➤ 技术要求

包括环境条件、外观质量要求、结构要求、性能指标、控制系统功能要求、安全要求几部分内容。

各部分内容确定主要是依据履带型光伏机器人检验检测报告、市面上主要机器人产品性能等综合得出。如除尘率指标行业内其它产品标准的除尘率一般为 85%，这与用户实际期望还有相当大的差距，本标准经实际测试后，将除尘率确定为 95%。使用条件，对清洁机器人使用的环境提出要求。清洁机器人在光伏阵列上保持运行，光伏阵列的建设都是按照强制性标准 GB 50794-2012 进行，因此，光伏机器人的使用环境也需要满足 GB 50794-2012 中 5.3 的要求。机器人在温度 0℃ ~ 35℃，风力 ≤ 12 m/s 的环境条件下正常运行。一般来说，机器人在低于 0℃ 的环境中使用，需要使用低温电池，结合我国主要光伏安装和发电分布区域，我国南方气温符合 0℃ ~ 35℃ 范围，如果在北方地区使用，则需采购低温电池。为了节约生产成本，减少不必要的浪费，用户可根据自己所处区域的环境温度提出相对应的需求，确保机器人正常运行。风力小于 12 m/s。外观质量，为保证清洁机器人外形美观安全，确保机器人不会因外观质量问题影响正常运作，提出要求。结构要求，为使清洁机器人运行灵活顺畅，外露转动部件、转动件、涂层或仿彿设计、清洁件布置四方面提出了要求。性能指标，从运行速度、除尘率、故障率、越障能力、续航能力、噪声等方面提出了质量要求。清洁机器人的运行速度 > 6 m/min，除尘率 ≥ 90.0%，除尘率对发电的影响，低于 1%，机器人能跨越相邻光伏组件间边缘高差 10 mm，是基于光伏阵列建设实际中光伏组件的边缘最大差值进行设置；续航能力根据移动机器人和常驻型机器人的不同设计，做出了不同要求，都是为了满足蓄电池满电情况下能保证机器人的最低运行要求。控制系统功能要求，对机器人的人机界面、启动和停止功能、数据采集、低电量提示、自适应功能等方面提出了要求，确保机器人便于操控、稳定运行。安全要求部分，从蓄电池安全、电控箱防护安全、接地安全、驱动单元保护、意外情况保护、限位保护等方面做出规范。其中蓄电池、接地安全相关内容符合国家强制性标准要求，电控箱的外壳防护等级应符合 GB/T 4208 要求，并明确防护等级；驱动单元、意外情况保护、限位保护都提出了应有相应的装置或程序规避或减少机器人运行过程中可能存在的安全隐患。

➤ 试验方法

包括试验条件、外观质量检验、性能指标检验、控制系统检验、电气安全检验等内容。本部分内容为了保证试验的严谨性、试验结果的有效性开展试验。其中试验条件，从试验光伏方阵、环境温度提出具体要求。试验光伏组件阵列的要在总结和参考强制性标准 GB 50794 相关部分，结合机器人实际情况作出要求。外观要求检测，通过观察和触摸方式对机器人外部件检查，符合实际试验操作。结构要求验证，明确检查方式和检查结果要求。性能指标试验，包括运行速度试验、除尘率检测、故障率检测、越障能力测试、续航能力、噪声试验、等部分内容。其中，除尘率作为清洁机器人工作效率的重要指标，对除尘率的检测方法、试验步骤提出了要求。控制系统检验部分，对机器人操控顺畅情况、系统数据记录、低电量保护值设定后启动等方面提出了要求。安全检验部分，提出检验方法和要求。

➤ 检验规则

按照确保出厂检验项目全部合格提出。包括检验分类、型式检验、出厂检验三部分内容。标志、包装、运输、贮存

➤ 标志、包装、运输和贮存

规定了清洁机器人的标志、包装、运输和贮存等方式。

5 标准先进性体现

先进性主要体现在以下方面：标准研制工作组参考 GB/T 5226.1-2019《机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件》、GB/T 14253-2008《轻工机械通用技术条件》、T/CEC 417-2020《光伏电站运行维护管理规范》要求，结合顾客中国广核集团有限公司、同行南京天创电子科技有限公司和舜海 Q/HZSH 001-2020《光伏组件清洁机器人》的技术指标，对最大覆盖长度、清洗运行速度、运动位差、抗风等级、故障率、除尘率(除尘效果)等指标进行了提升，体现了本产品的先进性

6 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准与相关法律、法规、规章、强制性标准无冲突。

7 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

8 废止现行相关标准的建议

无。

9 贯彻标准的要求和措施建议

标准批准发布后，一是要进行广泛的宣传，通过报纸媒体等方式发布标准的文本，让广大设计生产商、用户、研究和检测机构知晓；二是要深入的解读，联合相关技术机构，通过撰写相关文章或举办培训班，让用户、制造商对标准技术条款进一步了解。

10 其他应予说明的事项

无。

《履带型光伏组件清洁机器人》标准工作组

2023 年 11 月