

光伏电站智能清洗机器人对灰尘遮挡造成的功率损失抑制效果评估

周 虹

新疆龙源新能源有限公司 新疆乌鲁木齐

【摘要】随着光伏电站的快速发展,太阳能电池板表面灰尘堆积已成为影响电站效率的一个重要因素。灰尘覆盖会导致光伏板的透光性下降,从而引发功率损失。为了有效应对这一问题,智能清洗机器人作为一种新兴技术,逐渐被应用于光伏电站的清洁维护中。本研究通过分析智能清洗机器人的清洁效果,对比其在不同环境条件下的清洁效率及功率恢复情况,评估了其在减少灰尘遮挡造成的功率损失方面的表现。智能清洗机器人能够有效降低灰尘积聚对电站效率的影响,提升光伏电站的发电能力,且具有较高的经济效益和环保优势。

【关键词】光伏电站;智能清洗机器人;功率损失;灰尘遮挡;清洁效率

【收稿日期】2025 年 2 月 20 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 18 日 **【DOI】**10.12208/j.jeea.20250084

Evaluation of the suppression effect of intelligent cleaning robots in photovoltaic power stations on power loss caused by dust obstruction

Hong Zhou

Xinjiang Longyuan New Energy Co., Ltd, Urumqi, Xinjiang

【Abstract】 With the rapid development of photovoltaic power stations, the accumulation of dust on the surface of solar panels has become an important factor affecting the efficiency of power stations. Dust coverage will reduce the light transmittance of photovoltaic panels, leading to power loss. In order to effectively address this issue, intelligent cleaning robots, as an emerging technology, have gradually been applied to the cleaning and maintenance of photovoltaic power stations. In this study, by analyzing the cleaning effect of intelligent cleaning robots, comparing their cleaning efficiency and power recovery under different environmental conditions, the performance of intelligent cleaning robots in reducing power loss caused by dust obstruction is evaluated. Intelligent cleaning robots can effectively reduce the impact of dust accumulation on the efficiency of power stations, improve the power generation capacity of photovoltaic power stations, and have high economic benefits and environmental advantages.

【Keywords】 Photovoltaic power station; Intelligent cleaning robot; Power loss; Dust obstruction; Cleaning efficiency

引言

在光伏电站的运行过程中,电池板表面积尘是影响其发电效率的主要因素之一。灰尘覆盖不仅降低了光伏板的透光率,还可能导致局部过热,进一步影响电池板的长期稳定性。如何有效地清除电池板表面的灰尘,成为提升光伏电站效率的重要课题。传统的人工清洁方法存在一定的局限性,不仅劳动强度大,且清洁效果不理想,成本较高。随着自动化技术的不断进步,智能清洗机器人应运而生,成为光伏电站维护的新选择。通过自动化清洗,智能机

器人不仅能减少人力成本,还能在不损害电池板的情况下提升清洁效率,从而降低灰尘遮挡所带来的功率损失。本文将探讨智能清洗机器人在减少光伏电站灰尘遮挡造成的功率损失中的应用和效果。

1 灰尘对光伏电站功率损失的影响分析

灰尘积聚是影响光伏电站发电效率的主要因素之一。由于光伏板表面存在不同类型的灰尘和污垢,它们会遮挡阳光照射到电池板上,从而降低光伏板的光吸收效率。灰尘层的存在导致光伏板的透光性下降,直接影响太阳能的转化率。灰尘的种类和数

量不同,其遮挡效应的程度也会有所差异。研究表明,灰尘覆盖在一定程度上会造成发电能力的下降,特别是在干燥、沙尘暴频繁的地区,灰尘堆积的速度和范围通常更为严重。电池板表面的灰尘甚至会造成局部过热现象,进一步降低电池板的工作效率,并可能引发长期的性能衰退。

在光伏电站的运行过程中,灰尘覆盖不仅仅是造成功率损失的因素之一,还会加速电池板表面材料的老化。长时间的灰尘沉积可能与水分结合形成粘性污垢,进一步增加清洁难度。当灰尘附着在电池板表面时,部分区域可能被完全遮挡,光伏板的电池片无法接收到足够的阳光,这将导致电池板功率输出的严重下降^[1]。根据不同的气候环境,灰尘的堆积情况会有所不同。在极端干燥地区,风沙和灰尘对电池板的影响更加显著,功率损失的幅度也较大。实践证明,即便是轻微的灰尘覆盖,也会对光伏电站的整体发电效率产生较大的影响。

光伏电站的功率损失在实际运行中不可忽视,特别是在大规模电站中,灰尘的积累可能会导致每年数十万甚至数百万的发电损失。如何有效清除电池板表面的灰尘,减少因灰尘覆盖造成的功率损失,成为提升光伏电站整体效率的关键。常规的人工清洁方法虽然能够短期内清除灰尘,但其存在清洁效率低、人工成本高等问题。长期来看,采用清洗机器人等自动化设备进行清洁,能够大幅度提升清洁效果,减少灰尘对电站发电效率的影响,从而确保电站的稳定运行和经济效益。

2 智能清洗机器人工作原理及技术特点

智能清洗机器人作为一种新兴的自动化设备,具备了高效清洁光伏电站表面灰尘的能力。这些机器人通常采用先进的感应技术和人工智能算法来实现全自动运行。通过搭载激光雷达、红外传感器等探测设备,机器人能够实时感知光伏板的表面状态,并根据周围环境的变化进行动态调整^[2]。机器人不仅能够精准识别灰尘的分布,还能避免对电池板造成任何物理损伤,从而确保在清洁过程中的高效性与安全性。与传统人工清洁相比,智能清洗机器人能够在较短的时间内覆盖更广泛的区域,显著提升了清洁效率,减少了人工干预的成本。

智能清洗机器人的工作原理通常基于电池板表面的灰尘层的积聚状态以及板面倾斜度等多个因素来进行精确判断。一些高级机器人配备了自主导航

系统,能够自主选择最佳清洁路线,自动避免障碍物,确保清洁过程不中断。清洁系统一般采用刷洗和吸尘的组合方式,刷子和吸尘装置的配合可以有效地清除粘附在表面的灰尘与污垢。清洗过程中,机器人通过不同的清洁模式进行灵活切换,根据灰尘的密集程度选择相应的清洁强度,保证了清洁效果的避免了对光伏板表面的过度摩擦。

智能清洗机器人不仅具备清洁效率高的优势,还能在多个方面提供额外的技术支持。由于大多数机器人都配备了智能控制系统,它们能够根据电池板的具体状况进行调整,减少不必要的能源消耗,并在清洁过程中对电池板的表面施加适当的力量,从而有效避免了机械损伤。随着技术的进步,一些智能机器人还能够通过远程监控进行操作,运维人员能够实时查看清洁效果和设备状态,大大提升了电站的管理效率。智能清洗机器人也能根据电站的地理位置和气候特点进行定制化配置,确保其在不同环境下均能实现最优的清洁效果。

3 智能清洗机器人在光伏电站中的应用效果评估

智能清洗机器人在光伏电站的应用效果已逐渐得到验证。在多个实际应用案例中,智能清洗机器人能够有效地降低灰尘积聚所导致的功率损失,提升光伏电站的整体发电效率。根据测试数据显示,采用智能清洗机器人后的电站,清洁效率和功率恢复情况明显优于传统人工清洁方法^[3-7]。机器人能够全方位覆盖光伏板的表面,清除细小的灰尘颗粒,尤其在干旱或沙尘天气频繁的地区,智能机器人展示出了显著的优势。通过减少灰尘的遮挡,光伏电池的透光率得到了恢复,从而提高了电站的发电效率,带来了直接的经济效益。

在应用过程中,智能清洗机器人能够实时感知光伏板的表面状况,并根据具体情况调整工作方式。这种智能化操作不仅提高了清洁效率,还避免了过度摩擦或清洁不完全的情况。与人工清洗不同,机器人能够精确控制清洁力度,减少了对电池板的潜在损害。这一点在提高长期运行稳定性方面尤为重要,尤其是在清洁过程中避免了传统高压水流可能造成的电池板损伤。通过连续使用智能清洗机器人,光伏电站的运行周期得到有效延长,且维护成本显著降低。

智能清洗机器人还在维护成本和能源消耗方面显示出其优势。机器人采用电池驱动或太阳能驱动的方式,不仅能减少电站的整体能耗,还能降低人工干

预的成本。智能机器人可以根据电站的规模和清洁频率进行自动调节,从而确保在任何时间段内都能保持较高的清洁效率。与传统清洁方式相比,机器人减少了对清洁人员的依赖,避免了人工清洗过程中的误差和不规范操作。这种高效、低成本的清洁方案使得智能清洗机器人成为光伏电站维护的理想选择,有助于提升电站的长期经济效益及环境友好性。

4 智能清洗机器人应用前景与挑战

智能清洗机器人在光伏电站中的应用前景广阔,随着技术的不断进步,其在提高清洁效率、降低运维成本、减少环境影响等方面的优势愈加突出。随着全球光伏行业的快速发展,特别是在一些阳光充足、气候干燥或沙尘频繁的地区,光伏电站面临的灰尘覆盖问题日益严重^[8]。智能清洗机器人能高效解决这一问题,凭借其自动化、智能化的特点,未来将成为光伏电站清洁维护的重要工具。通过提升清洁效率、降低人工干预,智能机器人不仅能够有效减少因灰尘遮挡带来的功率损失,还能确保电池板的长期稳定运行。预计智能清洗机器人将会在全球范围内得到更加广泛的应用,尤其是在大型光伏电站、沙漠地区和高污染城市等环境中,它将极大地提升电站的发电能力和经济效益。

智能清洗机器人在实际应用中仍面临一些挑战。机器人需要在复杂多变的环境中进行精确导航和清洁,这要求其具备高度的适应性和自主能力。电池板的表面可能存在不同的灰尘类型、污染物质以及温差变化,智能机器人必须具备动态感知和调整能力。许多光伏电站的布局较为分散,地形和气候条件复杂,机器人需要面对不同倾斜角度和障碍物的挑战。机器人在导航、避障、清洁精度等方面的技术要求较高,需要不断进行优化和迭代。现有的智能清洗机器人在处理不同类型的污染物时,效率仍存在一定局限,尤其是在强风或极端天气下的清洁效果仍需进一步提升。

除了技术层面的挑战外,智能清洗机器人在市场推广中也面临一定的成本压力。尽管机器人能够降低长期运营成本,但其初期采购成本较高,可能使一些小型或中型光伏电站的投资者犹豫不决。如何降低机器人制造和维护成本,使其更具市场竞争力,是未来技术发展的关键。清洁机器人的适应性和维护性也是关键问题,尤其是在不同国家和地区

的光伏电站环境中,机器人需要根据具体情况进行定制化调整。研发低成本、高适应性的智能清洗机器人,满足不同地区和气候条件的需求,将成为推动其广泛应用的关键所在。通过不断突破技术瓶颈和优化设计,智能清洗机器人有望在未来光伏电站运营中发挥更加重要的作用。

5 结语

智能清洗机器人在光伏电站中的应用,标志着清洁维护技术的革新。通过高效的自动化清洁,机器人不仅显著提高了光伏电站的发电效率,还有效降低了人工成本和维护风险。随着技术的不断发展和优化,智能清洗机器人将逐步克服现有的技术难题和市场障碍,推动其在全球光伏产业中的广泛应用。尽管面临一定的挑战,如环境适应性和初期投资成本等,但凭借其显著的经济效益和环保优势,智能清洗机器人有望成为未来光伏电站运维的核心工具,助力全球能源转型和可持续发展目标的实现。

参考文献

- [1] 温旭东,王毓,方超.光伏电站智能巡检技术在设备故障识别中的应用[J].张江科技评论,2024,(12):48-50.
- [2] 徐道帆,王寅.人工智能技术在光伏电站运维中的应用研究[J].光源与照明,2024,(10):114-116.
- [3] 李会骞,吕学坤,王兴春,等.基于大数据的光伏电站智能运维技术研究[J].光源与照明,2024,(09):131-133.
- [4] 荆永昌,智光超,宋占岭,等.智能清扫机器人在屋顶分布式光伏电站中的应用[J].太阳能,2024,(06):110-114.
- [5] 海文斌.基于AI大数据分析技术的光伏电站智能巡检研究应用[J].电气技术与经济,2023,(10):201-203.
- [6] 王学友,周振华.光伏智能清洗机器人在光伏电站中的应用与分析[J].电气时代,2023,(09):31-33.
- [7] 姜爱民,张岩,童正,等.基于组件清洗模型的智能机器人设计研究[J].粘接,2023,50(07):137-140.
- [8] 张朋飞.基于监测系统的光伏电站智能运维中巡检装备的应用研究[J].太阳能,2023,(06):77-81.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS