



KONTIMAIN

精研装备 数维领航

空天数维（苏州）装备科技有限公司



Company Profile

企业公司概况



空天数维（苏州）装备科技有限公司

空天数维(苏州)装备科技有限公司是专注无人机装备制造与能源电力智能运维的高科技企业，公司深耕无人机行业十余载，汇聚众多技术精英，更特邀清华大学博士后韩毅教授担任技术顾问，以深厚的行业积淀与顶尖的技术智慧赋能创新发展。公司以“AI+无人机”技术为引擎，深耕新能源(光伏/风电)、电力、交通、应急等领域，提供从装备到场景的全链路智慧解决方案。

核心优势聚焦两大场景：一是光伏、风电等清洁能源设施的智能化巡检与清洗，二是高楼玻璃幕墙等高难度清洁作业，依托自主研发的无人机装备、AI算法与行业场景深度融合，形成“装备+技术+服务”一体化竞争力，市场口碑扎实。

未来，公司将持续锚定能源电力无人化需求，以技术创新驱动运维效率升级，助力客户降本增效，推动行业向智能化、无人化转型。

专业

科技

智能

口碑



Company Profile

企业公司概况

多元领域 智飞护航

公司业务扎根新能源板块，同时针对能源、电力、交通、应急等领域无人化监护需求，提供专业“AI+无人机”智慧方案。

技术优势 服务领先

公司产品体系、服务能力完备，市场口碑良好。在电力光伏智能化巡检、清洗、维护领域技术领先，已为全国数十家客户提供专业服务。

电力智维 提效增值

公司将持续服务于电力能源行业的无人化智能监控、巡检及维护等解决方案，助力其提效增值。





民用无人机企业服务能力等级资质证书

甲 级



民用无人机企业服务能力等级证书

甲 级



使用说明

中国民用航空局 CIVIL AVIATION ADMINISTRATION OF CHINA(CAAC)	
民用无人驾驶航空器运营合格证 REMOTELY PILOTTED AIRCRAFT SYSTEMS AIR OPERATOR CERTIFICATE	
合格证编号 (NUMBER):	UAOC-0-BQ-20241220011
运行人名称/NAME OF OPERATOR:	空天数维(苏州)装备科技有限公司
运行人地址/BUSINESS ADDRESS:	江苏省苏州市太仓市东亭北路159号8号厂房212室
主运行基地/PRINCIPAL BASE OF OPERATIONS:	江苏
运行管理联系人/CONTACT PERSON:	段勇伟
经审查,该运行人符合中国民用航空规章第92部(CCAR-92)的要求,批准从事如下种类运行: Upon findings that the air operator complies with the requirements of CHINA CIVIL AVIATION REGULATION part 92(CCAR-92), the air operator is approved to conduct operations of the following category:	
运行种类/CATEGORY OF OPERATION:	
☒ 留空飞行/Hover Operation	☒ 航线飞行/Line Operation
☒ 其他飞行/Other	
经营种类/COMMERCIAL OPERATION:	
☐ 载客类/Passenger Transportation	☐ 载人类/Person onboard
☒ 载货类/Laden	☒ 培训类/Training
☒ 其他类/Other	
请扫描二维码核验经批准的具体运营内容 Please scan the QR code to verify the approved operation.	
上述运行的具体限制详见局方批准的《运营规范》。 Limitations for above operations may refer to OPERATION SPECIFICATION approved by CAAC.	
本运营合格证除被放弃或吊销,2年有效。 This certificate shall be valid for 2 years, unless abandoned or revoked.	
局长授权/FOR THE ADMINISTRATOR OF CAAC	
签字/SIGNATURE:	段勇伟
签发日期/DATE ISSUED:	2024年12月20日
职务/POSITION:	飞行标准司司长
更新日期/DATE REISSUED:	
发证机关/AUTHORITY: 中国民用航空局	

民用无人驾驶航空器运营合格证



产品说明 PRODUCT DESCRIPTION:

硅晶板重垢清洗剂, 本品由泥沙剥离剂、表面活性剂、渗透剂、缓蚀剂、分散剂及水复配而成, 具卓越的渗透、润湿、净洗和分散能力, 可迅速分散剥离组件表面碳酸盐、硅酸盐、金属氧化物及油污等固体污垢, 提升发电效率。该产品呈弱碱性, pH值温和, 无损伤光伏玻璃、密封材料、铝边框与镀锌支架等组件; 采用绿色环保可降解材料, 残液无害且能自然生物降解; 选用极低泡表面活性剂, 几乎无泡沫, 便于清洗, 降低施工强度与用水量; 有抗静电自洁作用, 可减缓灰尘污染; 为浓缩配方, 运输便捷、操作简易。

保质期: 3年 生产日期: 见包装 净含量: 10Liters

运营商: 空天数维(苏州)装备科技有限公司
地址: 江苏省苏州市太仓市陆渡街道富达路99号17幢706室
电话: 137 3262 2580

使用方法 USAGE METHOD:

1. 清洗剂用水稀释15倍左右使用(对于轻度垢, 可以稀释15-30倍使用, 对于长期没有清洗的重度垢, 15倍左右稀释使用)。2. 将稀释后的清洗剂均匀喷洒在光伏板上。3. 等待5-10分钟, 使药剂对脏污充分反应, 使用高压水枪冲洗干净即可。

注意事项 SAFETY PRECAUTIONS:

1. 即兑即用, 稀释液长时间放置会降低使用效果。2. 存放于干燥、通风、阴凉处, 避免阳光直射。3. 吞食有害, 远离儿童, 以免发生危险。4. 如不慎入眼, 以大量清水冲洗, 必要时请就医。

生产商: 芜湖德勤新材料科技有限公司
地址: 安徽省芜湖市鸠江区富源路65号

本品可迅速分散剥离组件表面碳酸盐、硅酸盐、金属氧化物及油污等固体污垢, 提升发电效率。该产品呈弱碱性, pH值温和, 无损伤光伏玻璃、密封材料、铝边框与镀锌支架等组件; 采用绿色环保可降解材料, 残液无害且能自然生物降解; 选用极低泡表面活性剂, 几乎无泡沫, 便于清洗, 降低施工强度与用水量; 有抗静电自洁作用, 可减缓灰尘污染。

硅晶板重垢清洗剂测试报告

测试报告
Test Report

报告编号 (Report ID): ZX220901-230101

样品名称 (Sample Name): 硅晶板重垢清洗剂

委托单位 (Client): 芜湖德勤新材料科技有限公司

测试类型 (Test Type): 委托测试

测试要求 (Test Requirement): 按照委托方要求测试

分析结果 (Test Result): 见正文

编制: 周燕 审核: 王成亮 签发: 肖松

研究测试结论 (Research Test Result)

七、测试结论

时间, d	取样体积, mL	泡沫净体积, mL	降解率, %
0	30	69	-
2	30	34	50.72
4	30	26	62.32
7	30	12	82.61

研究测试结论 (Research Test Result)

- 一、测试样品: 清洗剂 (清洗剂)
- 二、测试周期: 2022.09.01-2022.09.08
- 三、测试方法: GB/T 1518-2018 表面活性剂生物降解度试验方法
- 四、微生物: 活性污泥取自处理污水的污水处理厂, 活性污泥是地物的质量浓度应调整为 10g/L-20g/L。采样后在 5h 内使用试验环境, 恒温 50°C±2°C。
- 五、试验程序:
 1. 表面活性剂: 按 GB/T 13173 制备
 2. 培养基: 水: 1000mL, 氯化钠: 5.0g, 磷酸盐: 0.25g, 硫酸盐: 0.25g, 氯化钾: 0.25g, 硫酸亚铁: 0.002g, 酵母浸膏: 0.3g
 3. 试验溶液的制备: 称取 500mL 基础培养基置于培养瓶中, 加入试验份, 质量浓度约 30mg/L。为了验证试验条件, 在另一份 500mL 基础培养基溶液中加入直链十二烷基磺酸钠或直链十二烷基氧乙基磺酸钠(7EO)溶液作为对照试验培养基, 使质量浓度为 30mg/L。
- 六、空白试验: 基础培养基溶液 500mL, 不加表面活性剂。

***报告结束***
(END)

研究测试结论 (Research Test Result)

- 七、生物降解度试验: 称取基础培养基溶液 500mL 于降解瓶中, 加入试验液 5mL, 加入试验溶液后, 将降解瓶安装在振荡培养机上, 于 25°C, 200 次/min 进行振荡, 振荡 30min 后取样, 按照 GB/T 1518-2018 中的方法测定活性污泥的降解率, 以连续测定上述条件下振荡, 根据要求在需要时间内取样测定, 逐步得到 DT₅₀ 试验结果, 最终降解率以第 7 天的降解率 (%) 报告。
- 八、试验结论: 有显著性结论
- 九、如果参照物直链十二烷基磺酸钠的生物降解度低于 97.5% 或直链十二烷基氧乙基磺酸钠(7EO)的生物降解度低于 95.0%, 以及第七天和第八天的降解率之差大于 2.0% 时, 则试验无效。

注意事项

1. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。
2. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。
3. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。
4. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。
5. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。
6. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。
7. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。
8. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。
9. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。
10. 本报告书仅对来样负责, 不对来样前的运输、储存、使用、处置等环节负责。



软件著作权登记证书





硅晶板重垢清洗剂获得多项专利证书



项目团队



汤宏博 副教授

西安交通大学机械工程专业工学博士，长安大学汽车学院车辆工程系副教授，硕士生导师，香港理工大学访问学者合作研究。主要研究领域包括机械动力学和人工智能与无人驾驶。



马骊溟 副教授

西安交通大学机械工程学院工学博士，哈工大博士后，美国密西根大学机电工程做访问学者，长安大学汽车学院车辆工程系副教授，硕士生导师。研究方向为智能驾驶技术、目标识别持续学习等。



韩毅 教授

长安大学汽车学院军辆工程系教授，博士生导师，兼任陕西省青年科技工作者协会理事，全国汽车行业生产力促进中心智能网联汽车专家，中国指挥与控制学会无人系统专业委员会委员，中国车联网与智能汽车测试技术创新联盟副秘书长，工信部新能源与智能网联汽车专家。



王澍 副教授

车辆工程系副教授，硕士生导师，2018年毕业于澳大利亚新南威尔士大学电气工程学院，获工学博士学位。2022年9月，荣获“陕西省高层次人才引进青年千人”称号，长安大学引进人才，长期致力于智能电力驱动的电气化交通系统规划研究。



李良敏 副教授

西安交通大学机械工程学院工学博士，长安大学汽车学院车辆工程系副教授，硕士生导师。主要研究领域包括故障诊断、人工智能与无人驾驶。



杨炜讲师

长安大学汽车学院工学博士，长安大学汽车学院车辆工程系讲师，硕士生导师。主要研究领域包括智能网联汽车环境感知技术、线控底盘路径规划与跟踪控制技术等研究。

清洁需求

在可持续发展驱动下，光伏技术因环保与资源优势备受关注，中国光伏装机量已居全球首位。但偏远地区光伏电站组件受污，发电效率降、易损坏，传统清洁低效高成本，无人机自动化清洁成理想之选，提升效率、降低成本，为智能化运维开辟新路。

光伏电站现状



光伏清洗的 变革



人工清洁方式

主要适用于山地、丘陵、沙戈荒漠、高海拔、屋面场景。这类清洁方式存在着很大的弊端。

清洗机器人

自动清洗机器人方式主要适用于屋面，丘陵，部分山地，高海拔场景。

无人机清洗

可以适应各类场景，无人机全自动化清洗工作是当前耗水量最少、效率最高的清洗方式。

提升电站收益

项目旨在通过提高发电效率和降低运维成本，直接增加光伏电站清洁后的发电效率提升。

提高发电效率，降低运维成本：

通过定期清洁，减少灰尘遮挡，确保光伏板高效发电。同时无人机智能化清洁减少了人工投入，降低了整体运维成本。

01



02



借智能运维，转数字型：

无人机系统的智能化和数据采集功能，能够实现光伏电站的智能化运维，与传统手段相比更高效、更精准，进一步推动电站智能化升级。

方案概述



1

技术应用

无人机清洁系统依光伏电站布局自动清洁巡检时用多光谱等传感器扫描数据上传后台分析，助力运维与效益预测。

2

主要应用场景和适用环境

地形适应性强，能在山地等复杂区域清洁光伏组件环境适应性优，极端环境下作业不受限资源适应性佳，缺水区可节水清洗。

3

目标及预期成效

通过无人机技术实现光伏电站的清洁自动化和巡检智能化降低光伏电站的运维成本，同时提升电站的收益建立数据分析和管理平台，以延长设备寿命并提升经济和社会效益。

项目名称：光伏板无人机智能清洗

适用场景：集中式光伏电站、分布式屋顶光伏、山地光伏、渔光互补光伏、农光互补光伏



项目背景与目标

背景：1.光伏板表面灰尘、鸟粪、积雪等污染物会显著降低发电效率（最高可达30%）。

2.传统人工清洗存在效率低、高空作业风险、水资源浪费等问题。

3.无人机清洗技术可提高清洗效率、降低人工成本，并适应复杂地形。

目标：1.实现光伏板表面90%以上清洁覆盖率。

2.单日清洗面积 $\geq 2\text{MW}$ （约4000块标准光伏板）。

3.确保清洗过程零损伤光伏板，废水环保处理。

前期准备——现场勘察与数据采集

勘察内容：1.光伏板布局（倾角、高度、阵列间距）。

2.污染类型（灰尘、油污、积雪等）及污染等级。

3.环境条件（风速、光照强度、障碍物分布）。

工具：激光测距仪、无人机航拍建模

方案概述

随着光伏电站的运行和维护压力逐渐增大，运维方及国内外相关企业也开拓了多种光伏清洁模式，但各有利弊。而无人机清洗技术，如果综合考虑清洗运维带来的收益与付出的成本，适用于以下场景



屋顶分布式光伏

屋顶分布式光伏

- 因该种场景不适合使用导轨式、挂板式等昂贵的清洁机器人，人工清洁效率低、人员安全性保障要求高，车载清洁受限无法进场。
- 类似场景车载设备无法到达，清洁机器人可能因为板块之间的间隙出现卡死现状，高度较高导致人工无法作业清洗。



丘陵山地光伏板块

丘陵山地光伏板块

- 高海拔、丘陵、山地交通不便区域
- 地形以山地丘陵为主，道路交通不便，光伏板布设不规则、不平整，人工清洁效率低、且无安全保障，车载清洁受限，大型清洁机器人也无法使用，无人机搭载喷水枪或者小型机器人技术则具有很大清洗优势。



农光渔光光伏板块

农光渔光光伏板块

- 光伏板块之间间隙较多、安装高度较高区域，例如水面、农光互补、渔光互补场景。
- 类似场景车载设备无法到达，清洁机器人可能因为板块之间的间隙出现卡死现状，高度较高导致人工无法作业清洗。

1. 清洗剂清洗

确保了光伏板清洗剂既能有效清洁，又能保护光伏板及其周边环境，同时考虑到了成本效益和用户安全。

2. 安全性更高

无人机清洗光伏板时可以在高空进行操作，避免了人工清洗时需要爬上高的支架所带来的安全风险。无人机清洗光伏板时可以利用其灵活的飞行能力，对光伏板的各个部位进行清洗，同时也可以避免对光伏板表面造成损伤。



3. 效率更高

无人机可以快速地覆盖大面积的光伏板，并且可以避免人工清洗时需要携带的设备和工具，从而提高了清洗效率。1万平方米的光伏板，人工清洁需要4个人2天才能完成，而无人机，20分钟能清洁1000平方米，3个多小时就能完成1万平方米的光伏板清洁。

4. 更便捷，可适用更多场景

在特殊环境中，比如屋顶分布式光伏、农光互补、渔光互补、高海拔丘陵山区交通不便区域，无人机清洁光伏更加便捷，对光伏板的布设没有太高要求。

方案概述

任务规划

根据客户需求确认项目实施地点，将项目实施地的地理数据导入到无人机清洗控制系统中，由系统确认规划巡飞建模航迹。

巡飞建模

根据无人机清洗控制系统所确认的建模航迹执行巡飞，获取可见光成像以及红外热成像信息，完成建模。

确认清洗区域

由客户根据需求，在无人机清洗控制系统中提交需要进行清洗的区域数据。

制定清洗飞行计划

明确清洗区域后，由无人机清洗控制系统根据客户设置的清洗规则（例如清洗时间、优先清洗区域等）制定清洗飞行计划，并上报客户确认。

方案 实施 规划



方案概述

(1) 试飞测试:

选择1-2排光伏板进行试清洗，检查清洁效果及设备稳定性。

(2) 全自动作业:

无人机按预设航线飞行，实时回传画面至地面站监控。每飞行8分钟返航更换电池/补充清洗液（单次续航时间约18分钟）。

(3) 重点区域复洗:

对边框、接线盒周围等易积灰区域进行二次定点清洗。

(5) 确认清洗结果:

清洗完成后，无人机对清洗结果进行自动拍照回传至无人机清洗控制系统，并上报至客户进行确认，若清洗未达到既定效果，则再次确认清洗区域重新制定清洗飞行计划执行清洗任务。

(4) 执行清洗任务:

在客户确认清洗飞行计划后，根据飞行计划确认相应数量的清洗无人机，由人工对清洗无人机进行换水、换电、换清洗剂操作后，无人机清洗控制系统自动控制清洗无人机执行清洗作业。



方案概述



Sky Clean-450-1

旋翼数量：4轴4桨

动力：X13

桨叶：56INCH

对角轴距：2310mm

折叠尺寸：1160*870*940mm

展开尺：1870*1710*810mm

产品重量：32.3kg不含电池

最大载重：50kg

满载起飞重量：95kg

有效控制距离：5km

满载悬停：8min17s

空载悬停：24min50s

工作电压：18S(71.1v)

电池：18S 30000mah

我公司自研的Sky Clean-450-1机身采用高强度且轻量化的材料制造，同时采用先进的飞行控制系统，能够在强风和恶劣环境中保持稳定的飞行。机身具有双目视觉系统，可实现多向、全天候、全时段智能避障，最大飞行海拔高度5000米，可适应-20℃至60℃的工作环境温度，抗风能力可达12米/秒，确保无人机能在极端恶劣环境下的安全。具有自动避障功能。利用无人机上的传感器、雷达或视觉系统探测周围环境，通过数据分析来判断障碍物的距离、速度等信息，然后控制无人机的航向、高度等参数，以避开障碍物。机身标配内置降落伞，可实现低空开伞及稳定降落，满载情况下可在一定高度处成功开伞，降低极端情况下的人员及财产安全损失的风险。



施工方案

泰州永安州镇养殖场光伏清洗项目（渔光互补）



施工前



施工后

项目背景：

泰州永安镇池塘上铺设了大量光伏板，传统人工清洗方式在渔光互补光伏电站中难以实施。电站位于水面之上，人工清洗需要借助船只，操作空间受限，且清洗效率极低，每清洗 1MW 光伏板需耗费几天时间，不仅成本高昂，还存在落水、触电等安全隐患。为解决这一问题，该公司与我司合作，引入无人机清洗技术对光伏板进行清洗维护。

施工过程：

我司采用 KT450A 型无人机进行清洗，该无人机具备强大的防水防尘能力，防护等级达到 IP55，可在潮湿、多水环境下稳定运行。其最大起飞重量为 95 千克，有效载荷 50 千克，能够携带足够的清洁液和水。无人机配备高精度的 GPS 定位系统和视觉避障系统，可精准识别光伏板位置，在复杂的水面环境中自动规划飞行路径，避免碰撞光伏板和水面障碍物。清洗装置采用高压扇形喷头，可将清洗液以均匀的扇形面喷洒到光伏板表面，覆盖面积大、清洗效率高。喷头压力可调节，确保既能有效清除污垢，又不会对光伏板造成损伤。同时，无人机搭载 4K 高清摄像头和红外热成像仪，在清洗过程中可实时监测光伏板表面清洁情况和设备运行状态，为清洗作业提供数据支持。

清洗效果：

无人机清洗大大提高了清洗效率，清洗 1MW 的光伏板，传统人工清洗需要 3 天，而无人机清洗仅需 6-8 小时，大幅减少了因清洗作业时间，进一步增加了发电收益。在整个施工过程中，无人机清洗技术避免了人工在水面上作业带来的安全风险，未发生任何安全事故，保障了作业人员的生命安全。同时，所使用的生态友好型清洗液对水体无污染，保护了渔光互补电站的生态环境，实现了清洁作业与生态保护的双赢。

施工方案

陕煤集团屋顶光伏清洗项目（分布式光伏）

项目背景：

西安市陕煤集团屋顶光伏屋顶安装了六七千平方米的光伏发电板，光伏板长期暴露在户外环境中，表面迅速积累大量沙尘、鸟粪等污垢，降低了光伏板发电效率。根据实际情况，至少每隔半年就需对光伏板进行清洗。以往人工清洗方式耗费大量人力和时间成本高昂，同时人工高空作业安全风险大，稍有不慎便可能引发安全事故。基于此，陕煤集团决定引入先进的无人机清洗技术，以解决光伏板清洗难题。

施工过程：

我司选用了专为光伏清洗设计的 KT-450A 型无人机。该无人机具备强大的负载能力，最大起飞重量达 95KG，可携带 50 升清洁液与水的混合溶液。其配备高精度 GPS 定位系统与先进的避障传感器，能在复杂的屋顶环境中稳定飞行，精准定位光伏板位置，避免碰撞。清洗装置采用定制的高压雾化喷头，可将清洗液均匀雾化，以 8-12MPa 的压力喷射到光伏板表面，既能有效去除污垢，又不会对光伏板造成损伤，整个清洗过程由地面控制站的专业操作人员通过遥控器与监控软件进行实时操控，确保清洗质量。

清洗效果：

过去 6000-7000 平方米的光伏板需要 4 个人花费 3 天时间才能完成清洗；使用无人机后，20 分钟就能清洁 1000 平方米，8 个多小时即可完成 1 万平方米的光伏板清洁工作，工作效率大幅提升。无人机清洗技术高效、便捷、安全，有效解决了长期困扰客户的光伏板清洗难题。同时，双方就后续合作进行了深入探讨。



施工前



施工后

施工方案

中国华电内蒙光伏电站（集中式光伏）



施工前



施工后

项目背景：

中国华电内蒙光伏电站是当地重要的清洁能源供应基地。然而，由于电站地处干旱、多风沙地区，长期受恶劣气候影响，光伏板表面极易附着大量沙尘、砂砾等污染物。据统计，在风沙季节，光伏板表面的污垢积累速度极快，每半个月污垢覆盖率就能达到 80%，且随着时间推移，污垢逐渐压实，形成难以清除的硬垢。光伏组件洁净程度对发电效率、效益及电板使用寿命影响重大。以往采用人工作业清洗方式，有风险且效率低下，而且人员在光伏板阵列间穿梭，容易对光伏板造成踩踏损坏，且长时间暴露在户外恶劣环境下，存在中暑、晒伤等健康风险。为解决这些问题，该电站决定与我司合作，采用无人机清洗技术对光伏板进行清洗维护。

施工过程：

针对集中式光伏电站面积大、清洗任务重的特点，我司采用 KT450 无人机进行作业。单次续航时间长达 18 分钟，能够满足大面积连续清洗作业需求。无人机配备高精度差分 GPS 定位系统和激光雷达避障系统，可在复杂地形和光照条件下，精准定位每一块光伏板，实现厘米级的定位精度，有效避开光伏板支架、线缆等障碍物，确保飞行安全。清洗装置采用高压旋转喷头，可上下左右旋转喷射清洗液，实现对光伏板表面的全方位覆盖。喷头压力可灵活调节，重点清洗。同时，无人机搭载双摄像头系统，4K 高清可见光摄像头用于实时监控清洗效果。

清洗效果：

与传统人工清洗方式相比，无人机清洗在大型集中式的电站清洗方面具有显著优势，清洗相同面积的光伏板，人工清洗需要几个月，而无人机清洗仅需按天计算，大幅缩短了清洗周期，减少了因清洗导致的光伏板停机时间，进一步提高了电站的发电收益。



· 工信部“一机一码” · CAAC系统厂家备案 · CPIC承保机身险+三者险

配置单

单电版：一台主机，一台遥控器，一块电池，一个标准线充

双电版：一台主机，一台遥控器，两块电池，一台双电座充

系留清洗无人机KT-430

型号	KT-430
参数性能	
外形尺寸：（机臂折叠、桨叶折叠）	880mm*760mm*815mm
外形尺寸：（机臂展开、桨叶展开）	1375mm*1605mm*680mm
最大起飞重量	70kg
最大任务载荷	单电池30kg，双电池10kg
续航时间（单电池空载）	20min(30%电量) 24min(15%电量)
续航时间（单电池满载）	7min54s(30%电量)
续航时间（双电池空载）	38min(30%电量)30min(15%电量)
续航时间（双电池满载）	15min54s(30%电量)
最大飞行距离	单电池飞行距离 4.5KM 双电池飞行 9KM
最大清洗飞行速度	5 m/s
工作温度范围	-10/40 度
最大俯仰角度	30°
最大上升速度	3m/s
最大下降速度	3m/s
抗风等级	10m/s
单次作业面积	500平方米
防护等级	IP55
机体材质	航空级铝合金+碳纤维加强尼龙

方案概述



科技破局专业清洗飞行器KT-350

重量：23.7kg（不含电池）

载重：30kg

动力系统：好盈X11 plus

· 工信部“一机一码”

· UOM实名登记

· CPIC承保机身险+三者险

配置单

单电版：一台主机，一台遥控器，一块电池，一个标准线充

双电版：一台主机，一台遥控器，两块电池，一台双电座充

硬核参数|高压高效|多场景应用

KT-350系留清洗无人机采用四轴四桨架构，可搭配地面高压清洗系统，实现高效清洗，RTK精准定位，自主飞行，提高清洗效率。



KT-350科技破局专业清洗飞行器



智能化精准作业：无人机搭载高清摄像头和传感器，可实时监测幕墙污渍程度，自动调整清洗压力和角度，确保清洗均匀性，避免人工因疲劳或视觉误差导致的清洗不彻底问题。

无接触损伤风险：传统清洗中工人使用清洁工具可能因用力不当刮伤幕墙玻璃或涂层；无人机通过高压水枪清洗，可保护幕墙表面。

数据化质量监控：作业过程中可录制视频或拍摄照片，形成清洗前后对比报告，便于客户验收和追溯，确保清洗质量可量化、可评估。

不同类型建筑：除了常见的商业建筑的玻璃幕墙清洗，无人机还可应用于居民楼、光伏面板清洗，电厂、桥梁等高大建筑除尘等场景作业。

方案概述

风电清洗场景应用



KT-350科技破局专业清洗飞行器



精准定位污染区域与程度：无人机搭载红外热像仪、高清摄像头等传感器，可在清洗前对叶片表面进行扫描，识别积尘、鸟粪、裂纹等缺陷的位置及严重程度，生成污染分布图，从而针对性调整清洗方案。

作业过程中可同步完成无损检测：通过超声波探伤模块检测叶片内部分层，或利用激光雷达扫描叶片形变,及时发现人工肉眼难以察觉的细微损伤。

智能化作业流程优化：通过 AI 算法预设清洗路径，无人机可自动规避塔筒、电缆等障碍物，作业效率提升。

运维数据的数字化沉淀：每次清洗生成的污染数据、检测报告可接入风电场管理平台，形成设备健康档案，可进一步降低运维成本。

施工方案

中国大唐新疆小草湖风电清洗项目（塔筒、叶片清洗）

项目背景：

中国大唐新疆小草湖风场-场内分布着 50 余台风力发电机组.由于该风电场地处多风沙区域，长期运行后，风力发电机叶片表面附着大量沙尘、油污、鸟粪等污染物，叶片表面粗糙度增加，气动性能下降，致使发电效率降低。传统人工清洗方式不仅效率低、成本高，且高空作业安全风险极大，难以满足风电场定期清洗维护的需求。为解决这一难题，风电场运营商委托我司采用无人机技术对风力发电机叶片和塔筒进行清洗作业。

施工过程：

我司技术人员对风电场进行实地勘察，利用无人机获取风电场地形、机位分布及周边环境数据。基于现场情况对无人机作业环境进行评估，确保清洗作业安全高效进行。同时，对无人机设备进行全面检查和调试，储备足量清洗用水。操作人员在地面控制站远程操控无人机起飞，到达作业位置后，无人机悬停在距离塔筒 30-50cm 处，启动清洗系统，沿塔筒上方行往复清洗。在清洗过程中，通过摄像头实时回传画面，操作人员可根据叶片污垢程度调整清洗参数，确保清洗效果。

清洗效果：

经过此次无人机冲洗，华电新疆小草湖风场塔筒及叶片洁净程度肉眼可见，假设单台2MW风力发电机叶片清洗时间从传统人工清洗的4 - 6小时缩短至无人机清洗的30 - 40分钟，整体施工效率提升8 - 12倍，大大缩短了风电场停机维护时间，直接减少经济损失。同时有效避免了人员高空作业安全风险，还实现了“人机协同、降本增效”的良好效果。



施工前



施工后

Cooperative units

合作单位





大载重无人机
长时间广覆盖清洗

大载重无人机因其强大的运载能力和续航能力，特别适合执行长时间且覆盖范围广的光伏板清洗任务，能够有效提高清洗效率并降低人力成本。



系流式无人机
高频次固定区域清洁

系流式无人机设计用于高频次的固定区域清洁任务，其稳定性和精确性确保了在特定区域内的高效作业，适用于需要定期维护的光伏电站。



机库式无人机
无人值守自动化清洁

机库式无人机能够实现无人值守的自动化清洁，通过预设的程序和路径，机库式无人机可以自动完成充电、起飞、清洗和降落等一系列操作，大大减少了人工干预。



车载式无人机
多区域移动清洁

车载式无人机结合了车辆的机动性和无人机的清洗能力，适合在多个区域进行移动清洁作业，尤其适合大型光伏电站的维护，提高了清洗作业的灵活性和效率。

光伏清洗一体无人机KT-450参数

型号	KT-450
参数性能	
外形尺寸: (机臂折叠、桨叶折叠)	1450mm*870mm*1080mm
外形尺寸: (机臂展开、桨叶展开)	2370mm*2940mm*940mm
外形尺寸: (机臂展开、桨叶折叠)	1720mm*1880mm*940mm
最大起飞重量	95.9kg
最大任务载荷	50kg
续航时间	单电(50kg有效载荷):18分17秒
最大飞行距离	3公里
最大清洗飞行速度	1.5米/秒
工作温度范围	-20°C-60°C
最大俯仰角度	30°
最大上升速度	5米/秒
最大下降速度	垂直下降: 3米/秒; 倾斜下降5米/秒
抗风等级	6级
单次清洗光伏板面积	540m ²
防护等级	IP55
机体材质	碳纤维+航空铝合金

整机包含: 三块电池、一套充电器、一台发电机



清洗方式设计

清洗方式包括水清洗和定制清洗液清洗，根据地域性污垢特征配清洗液，以提升清洁效果



监控及数据采集设备

清洗无人机搭载可见光、红外热成像摄像头和传感器，实现精准的清洗效果评估与数据采集





自动导航系统

精准路线规划

障碍物识别与避障

实时环境适应

数据分析及任务优化

动态任务调整

远程监控与操作

实时任务掌控

路径规划与避障

通过精确的路径规划和避障技术，确保无人机在执行任务时能够安全地避开障碍物，防止碰撞发生

冗余设计

设计中加入冗余系统，即使部分系统发生故障，无人机仍能保持正常运行，提高整体安全性

实时监控

实施实时监控系统，对无人机的飞行状态进行持续跟踪，及时发现并处理潜在的安全问题



自动故障检测

无人机具备自动检测故障的功能，能够在问题发生时立即识别，减少事故风险

A

返航与停机

当检测到故障或紧急情况时，无人机能够自动返航或停机，确保作业安全不受影响

B

故障诊断

无人机能够进行故障诊断，帮助操作人员快速定位问题，缩短维修时间，保障作业连续性

C



作业区域划定

明确作业区域的界限，防止无人机飞入非作业区域，避免对非作业区域造成影响



监控与飞行限制

对作业区域进行实时监控，并对无人机的飞行进行适当限制，确保区域外的安全

01

降低人工成本与风险

无人机清洗技术能够大幅度减少对人工劳动力的依赖，降低人员安全风险，并有效降低人工清洗的高成本。

03

提升电站运营效率

无人机清洗能够有效延长光伏电站的使用寿命，并提高电站的发电效率。通过定期清洗，确保了光能的最大化吸收。

02

智能化运维管理

无人机的清洗过程可以与运维管理系统相结合，实现智能化的运维管理，提高整体运维效率和准确性。

04

促进绿色发展

无人机清洗系统相较于传统清洗方法，不仅提高了清洗效率，而且更加环保，有助于促进光伏电站的绿色发展。

预期成果与未来展望

项目	技术参数
机巢重量	不超过3200kg
机巢主体尺寸	≤5000mm*4000mm*2500mm
输入电压	AC220V
自动更换无人机电池功能	支持ZH-M15e/KT-400两型无人机更换电池，更换时长E2.5min
自动更换无人机载荷功能	支持ZH-M15e无人机更换电池，更换载荷，更换时长52.5min
无人机升降停机坪1支持驻泊存储的无人机型号	ZH-M15e/KT-400
无人机升降停机坪2支持时分驻泊存储的无人机型号	ZH-M15e/KT400
无人机电池充电仓支持无人机电池存储数量	标配4个
支持无人机电池同时充电数量	最多支持4个
智能电池管理功能	支持

项目	技术参数
电池状态远程读取功能	支持
无人机载荷库无人机载荷存储数量	支持4个
机巢内外实时视频监控功能	支持，监控视频存储时长 ² 15天
机巢内部自动温度调节功能	支持，温度控制范围10°C-30°C
机巢内部自动湿度调节功能	支持温湿度、风速、风向、雨量、光照等数据实时监测
Ups断电保护功能	支持
UPS应急使用时间	>2h
机库端AI计算	支持
自主运行功能	支持无人值守全流程自主作业
小雨天气开盖作业	支持
工作环境温度	-20°C~55°C
工作相对湿度	5~90%
防护等级	IP55

让每一缕阳光 都高效发电

——空天数维(苏州)装备科技有限公司——

江苏省苏州市太仓市智
汇谷SEED创新中心17
幢706室