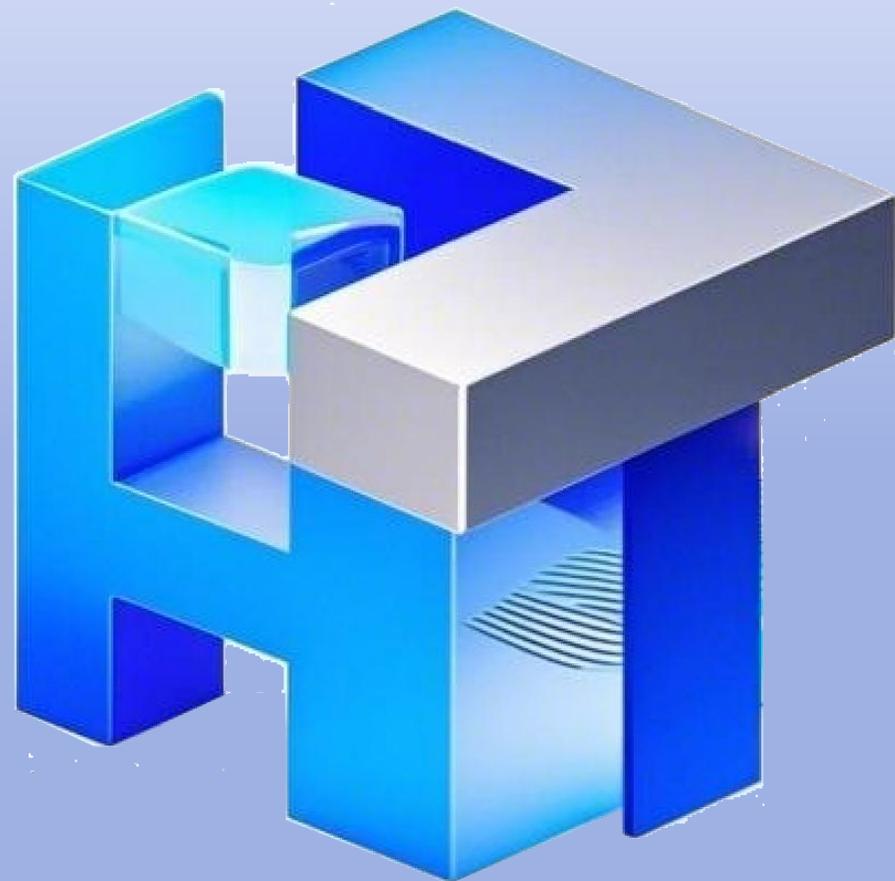


广东省环天科技有限公司

# 无人机高空清洗方案



# 目录 CONTENTS

PART 01

公司简介

PART 02

做法对比

PART 03

技术介绍

PART 04

价格工效

PART 05

案例分享

PART 06

增值服务

# 一、公司简介



国家企业信用信息公示系统网址：  
<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过  
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

## 广东省环天科技有限公司

环天科技（2025年成立）总部位于广州越秀，注册资本500万元，聚焦低空经济领域，以“空天科技赋能未来”为使命，构建“低空+”多场景融合生态。公司深耕无人机全产业链，打造“培训+研发+应用”三位一体模式，作为中国民航局认证的执照培训机构，计划年培育专业飞手超千人，推动产教深度融合。依托粤港澳大湾区区位优势，整合高校科研资源与产业链生态，形成覆盖农林植保、三维测绘、影视航拍等12大垂直场景的标准化服务。立足工程、文旅、教培、研学竞赛四大核心赛道，以城市户外空间运营为载体，探索低空经济与实体经济融合，为智慧城市、应急救援、文旅升级提供创新解决方案，助力空天科技赋能高质量发展。



## 二、做法对比

### 传统做法：

#### 1. 安全隐患高，事故频发

•**高危作业环境**：传统“蜘蛛人”需通过绳索悬挂于高空进行清洗，受风力、设备老化等因素影响，**坠落风险极高**。据统计，高处坠落事故占建筑施工事故的41%-53%。

•**人员伤亡风险**：人工清洗依赖操作者的经验和体力，恶劣天气（如强风、暴雨）会进一步放大危险系数。例如，传统人工清洗只能在4级以下风力环境中作业，而**无人机可承受7级风力**。

#### 2. 效率低下，成本高昂

•**作业效率低**：人工清洗速度慢，如传统玻璃幕墙清洗效率仅为**无人机清洗的1/10**（人工约10平方米/分钟，无人机可达100平方米/分钟）。

•**人力成本攀升**：人工清洗费用持续上涨，例如一线城市“蜘蛛人”日薪已从600元涨至1200元，且招工困难，年轻人从业意愿低。

•**综合成本高**：传统方式需支付**高额保险费用**、设备维护费及潜在事故赔偿金，整体成本是无人机或机器人清洗的2倍以上。

#### 3. 环保与资源浪费问题

•**高耗水与污染**：传统清洗需大量用水和化学清洁剂，**无人机技术可减少50%用水量和60%清洁剂使用量**，而人工方式不仅浪费资源，还可能因化学剂残留污染环境

•**废水处理不足**：人工清洗缺乏废水回收系统，导致污水直接排放，影响周边生态。

#### 4. 技术依赖与标准化缺失

•**技术门槛低但风险高**：传统作业依赖人工经验，缺乏智能化工具支持，难以实现标准化操作。例如，幕墙复杂结构的污渍可能因清洗手法不当而残留或损伤表面。

•**行业规范不完善**：高空作业安全标准与操作流程尚未完全统一，监管难度大，部分**企业为压缩成本可能忽视安全措施**。

#### 5. 应用场景受限

•**恶劣环境适应性差**：传统方式难以在极端天气（如强风、高温）或复杂地形（如山地光伏电站、超高层建筑）中作业，而**无人机可突破这些地形限制**。

•**覆盖范围有限**：人工清洗高度通常受限于安全设备，**无法高效完成600米以上超高层建筑的清洁任务**。

#### 6. 劳动力短缺与职业健康问题

•**从业者老龄化**：高空清洗**工作强度大、风险高**，年轻人普遍不愿从事，导致行业劳动力短缺。

•**长期健康损害**：工人长期暴露于高空、化学清洁剂和紫外线环境中，易引发职业病，如关节损伤、呼吸道疾病等。

**对比同行：定制机型可施工超高层、双系留系统清洗效率翻倍、大载重可配套热成像设备实施安全质量检测**

## 三、技术介绍

市场调研报告显示，全球建筑外墙清洗市场广阔，在2023年已达约120亿美元（约850亿元人民币）的规模，并预计未来几年将以年均5%的速度持续增长。而在中国，这一市场预计于2025年突破500亿元人民币大关。

作为一项引领行业未来的前瞻性技术，无人机玻璃外墙清洗系统不仅在提升清洁作业的安全性和效率方面展现出巨大潜力，更为城市建筑的日常运维管理带来前所未有的便捷与创新。



无人机系留高空清洗技术是一种通过**物理线缆（系留缆）**为无人机持续供电和传输数据的创新方案，结合高空清洗功能，解决传统无人机作业中的续航限制和载重瓶颈。该技术主要应用于长时间、大范围、高强度的高空清洁任务（如超高层建筑幕墙、大型风力发电机叶片、桥梁主塔等），通过系留缆的稳定能源供给，实现无人机不间断作业，显著提升效率和可靠性。

### 核心技术组成

#### 1. 系留供电系统

- 高压直流供电：通过地面电源设备（如发电机或市电）转换为高压直流电，经轻量化系留缆输送至无人机，减少电能损耗。
- 智能功率管理：根据清洗负载动态调整电压电流，保障无人机电机、喷淋系统及传感器稳定运行。

#### 2. 系留缆与收放装置

- 轻质复合缆线：采用碳纤维或芳纶纤维增强缆线，重量比传统铜缆降低50%-70%，同时具备抗拉、抗风摆能力。
- 自动收放机构：集成张力传感器和伺服电机，随无人机升降自动调节缆线长度，避免缠绕或过度拉扯。

#### 3. 无人机平台优化

- 大载重设计：可搭载高压水泵系统。
- 抗干扰飞行控制：针对系留缆的物理牵拉效应，采用自适应飞控算法，补偿缆线摆动对飞行姿态的影响。

#### 4. 清洗系统集成

- 高压水循环模块：地面水箱通过系留缆内置水管向无人机输送清洗液，支持水压15-20MPa可调。

### 技术优势

#### 1. 超长续航

- 系留供电使无人机摆脱电池限制，支持连续作业数小时至数十小时（传统无人机仅20-40分钟）。

#### 2. 高功率负载能力

- 可直接驱动大功率清洗设备（如高压水泵、旋转刷头），清洁效率提升3倍以上。

#### 3. 稳定与安全性

- 系留缆提供物理锚点，降低无人机受强风干扰的风险，同时支持实时数据回传和紧急断电保护。

#### 4. 经济性

- 减少电池更换成本和停机时间，适合大规模、周期性清洁任务（如光伏电站定期维护）。

### 三、技术介绍-使用设备



系留机型

定制机型



非系留机型

大疆FC30

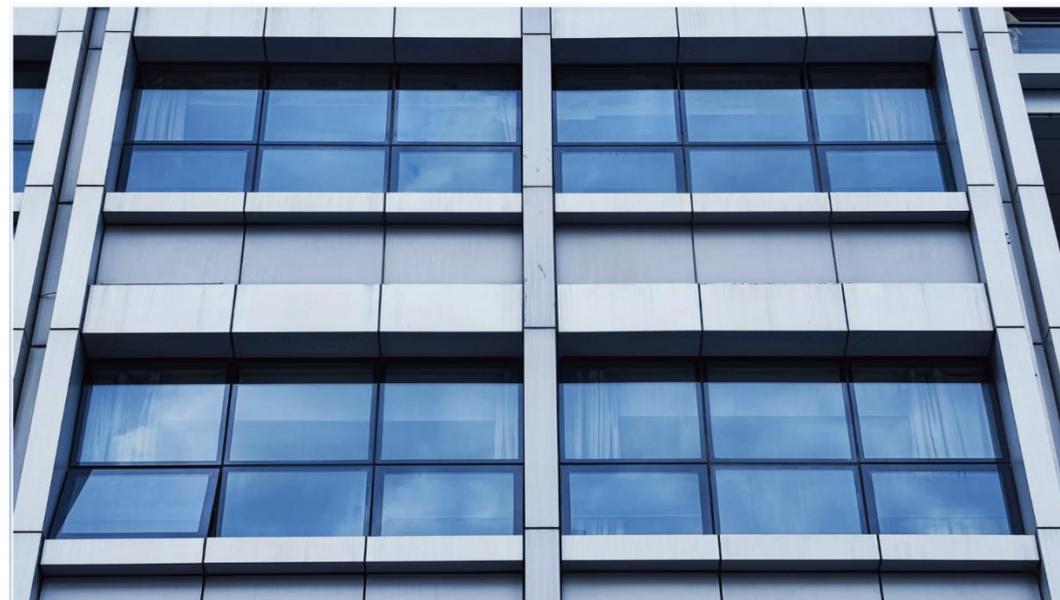
大疆M350

最终使用设备会根据环境条件有所更改

清洗前



清洗后



### 三、技术介绍-设备照片



## 三、技术介绍-使用场景

### 高层建筑玻璃幕墙清洗

传统“蜘蛛人”清洗方式存在**安全风险高、效率低**等问题，而无人机通过高压水流、清洁剂喷洒及智能擦拭机器人协作，显著提升了清洗效率与安全性。

#### •技术特点:

- 有**空域条件**可清洗高度可达300米，支持5级风力环境作业，适应性强；
- 清洗效率**提升50%以上**；
- 成本降低至传统方式的**50%-70%**，且用水量和清洁剂用量**减少60%**。

•**应用案例**：深圳IBC环球商务中心、福州高新区130米高楼等。



### 光伏板清洁

光伏板长期暴露易积灰，影响发电效率。光伏板清洗和未清洗的发电量差异可能**高达10%至30%**。

无人机通过高压喷洗或擦洗技术，可快速完成大面积清洁。

#### •技术特点:

- 清洗效率高达每分钟200平方米，**比人工快20倍**；
- 配备热像仪检测光伏板异常，提升维护精准度；
- 适应复杂地形（如山地光伏电站），**减少人工攀爬风险**。



### 桥梁与高塔维护

桥梁和高塔的钢结构、混凝土表面易积尘或腐蚀，无人机可执行除尘、除锈及涂层检查任务。人工无法清洗，安全事故频发。

#### •技术特点:

- 结合激光雷达扫描生成三维模型，辅助**检测裂缝或腐蚀点**；
- 高压水枪**清除顽固污渍**，延长设施使用寿命



### 电厂与工业设施清洁

电厂冷却塔、烟囱、储油罐等高空设施表面易附着油污或化学残留，人工无法清洗，安全事故频发，无人机可安全完成清洗任务。

#### •技术特点:

- 搭载防腐蚀喷头，适应酸碱环境；
- 集成废水回收系统，避免污染物扩散



### 其他创新场景

#### 广告牌与雕塑清洗

- 无人机可精准定位复杂结构表面，避免损坏材质；

#### 机场跑道与航空器清洗:

- 快速清除跑道油污或飞机表面冰霜，提升航空安全；

#### 历史建筑保护:

- 通过温和清洗模式保护古建筑表面，避免物理接触损伤



## 四、价格工效

分区报价，体量过小或现场条件复杂需另行调整

高度区间 (米)	单价水平
0-100	<b>相比传统人工方法 价格降低 约40%</b>
100-200	
200-300	

作业时间

全天	时间
上午	8: 00-12: 00
下午	13: 00-17: 00



8小时作业，平均每小时约500平方米，一天清洗面积约4000平方米；天气情况恶劣会影响飞行时间。

## 五、案例分享：某集团总部清洗方案

### 塔楼面积图



- 47F幕墙面积: 877.1056m<sup>2</sup>
- 46F幕墙面积: 850.8192m<sup>2</sup>
- 45F幕墙面积: 837.0560m<sup>2</sup>
- 44F幕墙面积: 584.6624m<sup>2</sup>
- 43F幕墙面积: 598.1472m<sup>2</sup>
- 42F幕墙面积: 611.1504m<sup>2</sup>
- 41F幕墙面积: 623.6720m<sup>2</sup>
- 40MF幕墙面积: 635.2304m<sup>2</sup>
- 40F幕墙面积: 646.7888m<sup>2</sup>
- 39MF幕墙面积: 657.3656m<sup>2</sup>
- 39F幕墙面积: 668.4608m<sup>2</sup>
- 38F幕墙面积: 678.5744m<sup>2</sup>
- 37F幕墙面积: 688.2064m<sup>2</sup>
- 36F幕墙面积: 697.3568m<sup>2</sup>
- 35F幕墙面积: 705.5440m<sup>2</sup>
- 34F幕墙面积: 713.7312m<sup>2</sup>
- 33F幕墙面积: 721.4368m<sup>2</sup>
- 32F幕墙面积: 728.6608m<sup>2</sup>
- 31F幕墙面积: 735.4022m<sup>2</sup>
- 30F幕墙面积: 742.4268m<sup>2</sup>
- 29F幕墙面积: 747.4432m<sup>2</sup>
- 28F幕墙面积: 752.7408m<sup>2</sup>
- 27F幕墙面积: 757.5568m<sup>2</sup>
- 26F幕墙面积: 761.8912m<sup>2</sup>
- 25F幕墙面积: 765.7440m<sup>2</sup>
- 24F幕墙面积: 770.0784m<sup>2</sup>
- 23F幕墙面积: 773.4496m<sup>2</sup>
- 22F幕墙面积: 776.8208m<sup>2</sup>
- 21F幕墙面积: 780.1920m<sup>2</sup>
- 20F幕墙面积: 783.0816m<sup>2</sup>
- 19MF幕墙面积: 785.4896m<sup>2</sup>
- 19F幕墙面积: 787.8976m<sup>2</sup>
- 18F幕墙面积: 789.8584m<sup>2</sup>
- 17F幕墙面积: 791.7504m<sup>2</sup>
- 16F幕墙面积: 793.1952m<sup>2</sup>
- 15F幕墙面积: 794.6400m<sup>2</sup>
- 14F幕墙面积: 795.6032m<sup>2</sup>
- 13F幕墙面积: 796.5664m<sup>2</sup>
- 12F幕墙面积: 797.0480m<sup>2</sup>
- 11F幕墙面积: 797.0480m<sup>2</sup>
- 10F幕墙面积: 797.0480m<sup>2</sup>
- 9F幕墙面积: 796.0800m<sup>2</sup>
- 8F幕墙面积: 794.1584m<sup>2</sup>
- 7F幕墙面积: 791.7504m<sup>2</sup>
- 6F幕墙面积: 789.3424m<sup>2</sup>
- 5F幕墙面积: 1279.4880m<sup>2</sup>
- 4F幕墙面积: 910.5600m<sup>2</sup>
- 3MF幕墙面积: 906.0800m<sup>2</sup>
- 3F幕墙面积: 902.1600m<sup>2</sup>
- 2F幕墙面积: 897.6800m<sup>2</sup>
- 1F幕墙面积: 2821.2m<sup>2</sup>

玻璃总面积40343.594m<sup>2</sup>  
玻璃总数量5710块



150-250米采用水电系留无人机进行高空清洗。包含主体大厦、裙带楼。采用清洗定制无人机型。



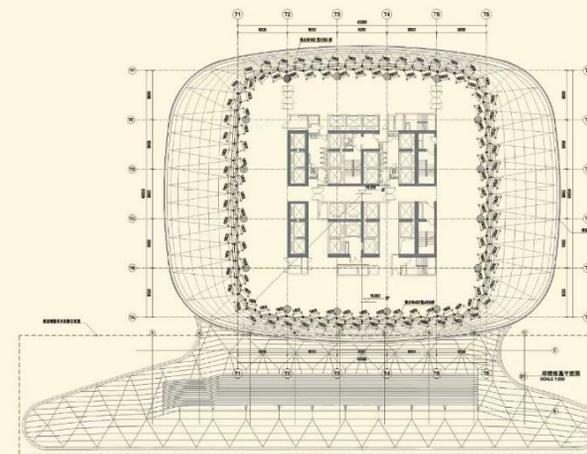
10-150米采用普通无人机进行高空清洗，大疆FC30。  
0-10米，采用人工清洗。

### 清洗剂选择:

根据现场玻璃幕墙污渍程度确定清洗剂，重度污渍选择弱酸、弱碱清洗剂。一般污渍选择中性清洗剂，清水或者软水冲洗。

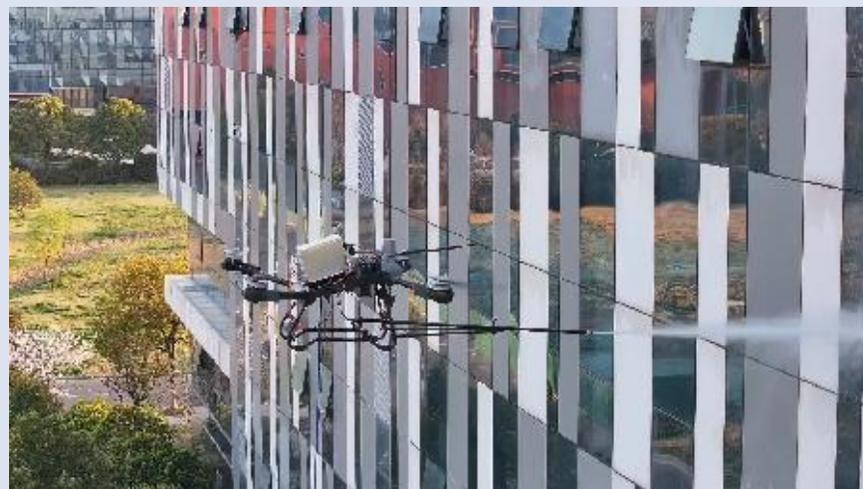
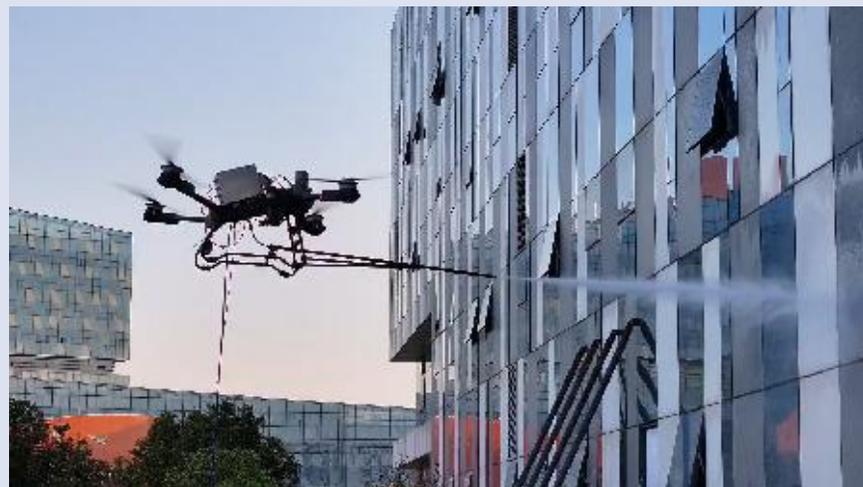
根据现场特点，选择安全保护及环境保护措施，如使用栅栏围蔽施工现场、塑料罩保护花草树木等。

### 裙楼面积图



裙楼面积: 4118.543m<sup>2</sup>

## 五、案例分享-作业视频



## 六、增值服务

安全性强 高效全面 数据可视化的高精度检测，保护建筑安全

### 前期准备

针对单栋多栋建筑不同情况，采集粗模、绘制区域轮廓，选择巡检机型和相机，设置对应的预期GSD等参数，输出航线。

### 数据收集

航线导入一键起飞，自动保持恒定指定距离收集数据。新建数据库后即可根据影像编码自动按照朝向与楼层进行分类。

### 报告生成

可根据业务需求判别剥落、空鼓、渗漏等缺陷并自助绘制缺陷范围，一键输出缺陷报告，并展示相应的信息。

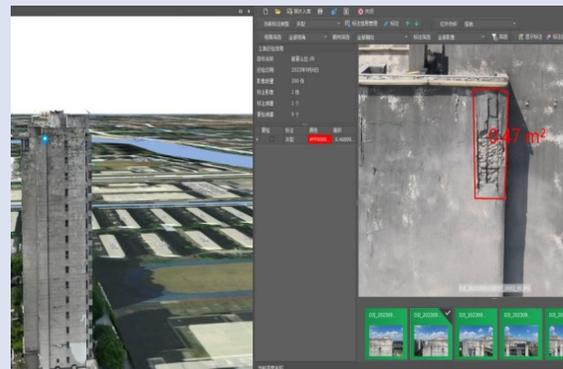
## 无人机建筑巡检



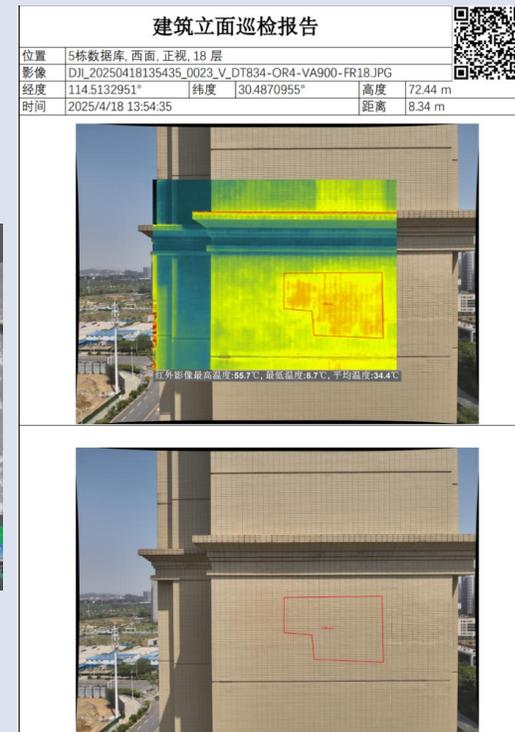
航线规划



数据采集



数据标记



报告生成