



高压水射流智能环保切割 风电行业全系切割解决方案

为加智能装备（重庆）有限责任公司

地址：重庆市北部新区鸳鸯街道云竹路 21 号 2 幢 1 层 2 号

Tel: 400-997-7758 E-mail: service@forplus.cn

Web: www.forplus.cn

2025 年 8 月



目录

一、	公司介绍	3
二、	风电行业采用超高压水射流切割的优势	4
三、	风电行业应用场景概述	6
四、	产品及方案	7
4.1	塔下粗切割	7
4.2	工厂精细切割	8
4.3	壳体、罩体裁边打孔	9
4.4	叶片飞边一次性裁切	10
五、	总结:	11



一、公司介绍



以科学、严谨、精益的工匠精神做世界一流的水射流装备企业。

为加，由瑞典注册的水刀品牌 **Forplus** 直译而来，带着欧洲科学、严谨、精益的工匠精神落户中国最大的城市—重庆，继续讲述水射流技术的经典故事。

作为智能化工业科技新势力，**为加**与瑞典高端水射流技术研究机构合作，在国内注册了多项专利。以高压水射流技术的研发、生产和应用开发为核心，融合电气自动化、5G 通讯、物联网、人工智能等先进技术，致力于提供高压水射流技术应用解决方案。

对标世界一线，展开中国创新。为加以创新、卓越、坚韧的价值观，立志成为世界一流的，超高压水射流技术企业。

为加，为民族工业加油！



二、风电行业采用超高压水射流切割的优势

风电行业各主要部件，其主体材质以玻璃钢（玻璃纤维）为主组成，包括叶片、风机罩、导流罩等；在叶片和其他构件上，也包括一些其他材质的材料，包括且不限于巴沙木、结构胶、PVC、少量金属等。

行业内传统的切割方式以机械式的为主，主要设备有角磨、各种尺寸的金刚无齿锯、绳锯等。操作以人工手持操作和部分工程设备辅助为主。

机械切割直接切割效率比较高，操作简单易用，但是也存在若干问题。对比超高压水射流切割的优缺点如下：

	机械式切割	高压水切割
切割粉尘	会产生大量的玻璃纤维粉尘。	无粉尘。
污染物回收处理	可以采用封闭空间+水流+吸附进行污染物处理； 野外环境大多无法处理。	需要处理水、磨料（根据不同场景和切割无厚度判断是否需要）、切割物碎屑； 有专门的分离设备，无污染物风险。
人工	人工操作，需要大量体力和技巧； 粉尘污染和健康影响，用工越来越困难。	更多的自动化操作，人工体力和技巧要求降低； 无粉尘和健康影响； 对人员综合素质要求提升。
切割速度	直观比较，机械切割速度更快。 机械切割设备尺寸越大速度越快。	直观速度比机械切割慢； 可以通过提升高压水流量、增加磨料配比、机构数量等工艺提升切割速度。
切割能力	机械设备尺寸越大，切割越容易，速度越快，但是操作困难； 壳体和厚度比较低的部分，相对好切； 叶根、腹板、主梁等刚性强、厚度厚的位置，不容易切，甚至无法切割； 复合多材质分层结构，对机械切割效果会有影响。	不挑材料，厚薄，都可以切； 调节切割速度，可以应对各种部位、厚度、复合材料分层结构的切割。
切割工艺	机械切割基本只能直线切割；	非接触式切割，可以任意规划轨迹。
刀具损耗	玻璃纤维材质硬度高，刀具损耗较大； 越厚的位置损耗越大，容易卡刀； 结构胶热熔后容易黏住刀具造成损耗； 进给过快或材质不均匀，容易造成卡刀。	非接触式切割，无刀具碰撞、卡刀等因素的损耗； 只有水切割正常的磨损。
自动化	直线切割，无法规划轨迹。	3D 视觉、机器人视觉、自动化控制、机器人等技术日臻成熟； 非接触式切割，更容易融合以上先进金属，完成智能化切割。
成本	设备成本低； 人工综合成本高； 运行成本因为磨损、非正常卡刀黏刀等因素，整体偏高，且不可控。	设备成本高； 人工综合成本降低； 运行成本可控，整体偏低。



结合以上特点，综合从环保、人工、安全、成本、效率等方面，采用超高压水射流智能化的切割方案，非常适合风电行业玻璃钢材质工件的切割需要。



三、风电行业应用场景概述

综合我司近两年在行业内大量交流、调研和研发测试的内容，整理出超高压水射流切割在风电行业的各类型应用场景，具体如下：

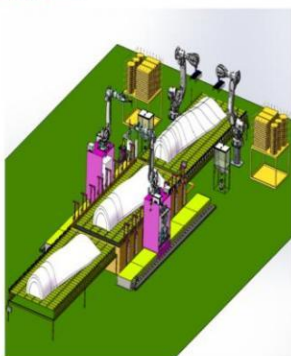
风电行业切割场景

叶片循环利用



塔下粗切割

撬装设备、现场粗切割，方便运输。并初步筛分叶根、腹板、主梁和壳体区域。



工厂精细切割

工厂内自动化切割设备，根据需要实现自动化、无人化、黑灯工厂；基于3D视觉切割，完成条状、片状等指定尺寸切割。

风电组件制造



壳体、罩体裁边打孔
机舱罩、导流罩、风机罩等壳体结构的裁边、打孔



叶片飞边一次性裁切
叶片压制后飞边的自动化、免打磨裁切

更多切割场景，有待持续开发、拓展



四、产品及方案

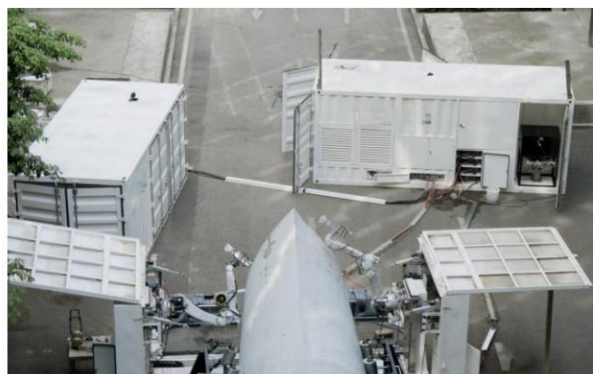
以下按照各个应用场景，简介我司当前产品及解决方案：

4.1 塔下粗切割

2.0 版产品：大型撬装叶片切割解决方案

技术特性：

- ④ 离线编程结合机器人编程完成自动切割；
- ④ 撬装双工位机器人形式；
- ④ 可连续工作 8 小时；
- ④ 单支叶片精细切割（500*500），用时 6 小时；



3.0 版产品：一体化撬装叶片分割解决方案

技术特性：

- ④ 3D 机器视觉扫描，自动完成轨迹规划；
- ④ 集成化程度更高，所有设备集成在一个集装箱内；
- ④ 更加符合塔下作业实际需要，自集成吊臂、自运输；
- ④ 一日内完成一处塔下三支叶片的粗切割；
- ④ 粗切割同时完成叶根、腹板、主梁等高强度、可直接利用的结构部分和壳体区域的分离；



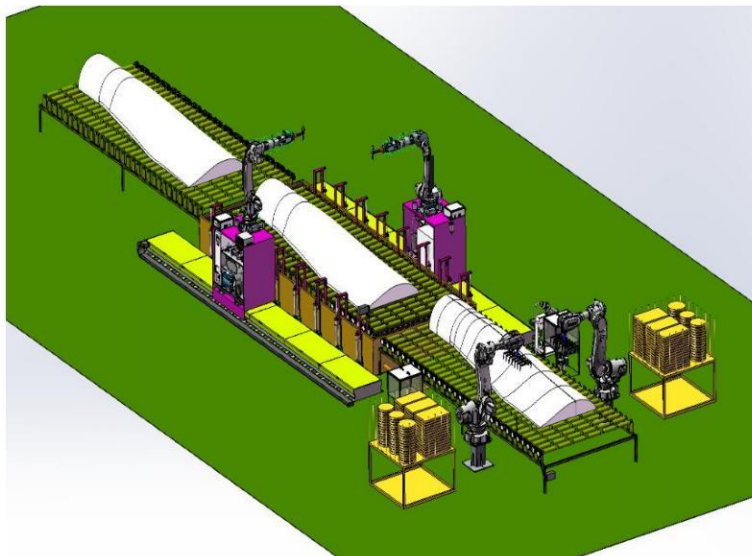


4.2 工厂精细切割

定制解决方案：全自动叶片精细切割解决方案

技术特性：

- ④ 基于机器臂和 3D 视觉识别进行上料的形状、位置的识别；
- ④ 全自动运行，无人干预。打造黑灯工厂，全自动生产线。可和本身后处理循环利用的产线相结合；
- ④ 可以对叶根、腹板、主梁等较厚的高强的叶片位置进行加工切割，直接利用其刚性结构进行循环利用。
- ④ 根据客户需求和实际情况，（来料尺寸、来料形态、成品尺寸要求等）进行定制化设计和实施。
- ④ 输出产品可应用于不同循环利用的技术路线。包括但不限于，切割成条、成片、成块等。用于直接制造托盘、围栏、畜牧杆或分割成碎块进行粉碎作业。



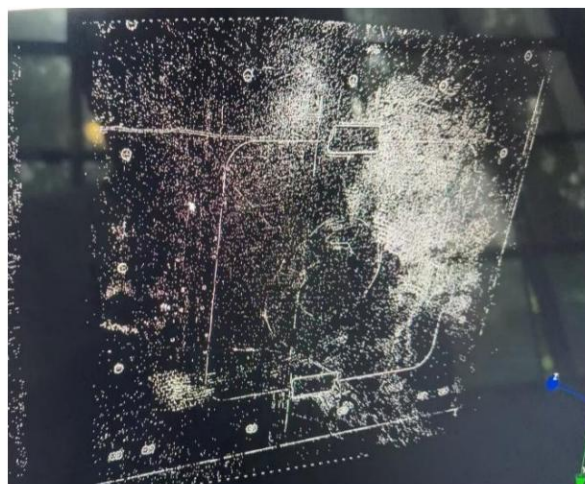
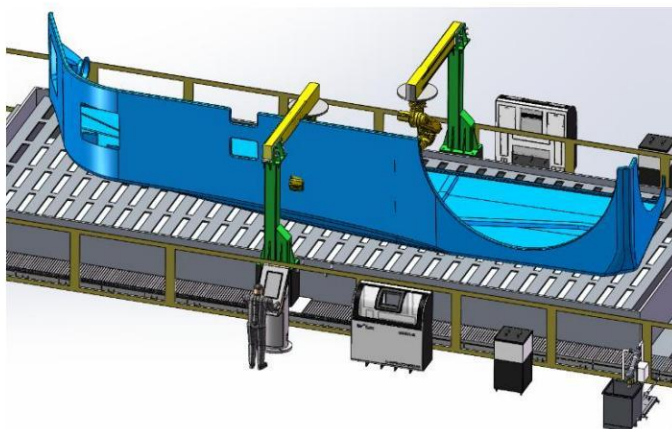


4.3 壳体、罩体裁边打孔

智能柔性壳体、罩体组件裁边、打孔综合解决方案

技术特性：

- ④ 采用 3D 机器视觉进行实况扫描，以克服壳体结构变形造成的定位偏差，整体设计免定位、免工装
- ④ 基于视觉处理平台，专门独立开发的专属算法，适用于壳体、罩体不同切割需求。包括但不限于，局部位置修正、区域切缝对接、边缘识别和反推、开孔增加修正角度等；
- ④ 2D/3D 一体化智能视觉硬件，可基于标示的 2D 特征进行确认、筛选（深度学习），并同步定位 3D 空间位置，完成基于标示（壳体生产时预留的切割线、主动标识区域的 Mark 点、线等）的切割。
- ④ 打造超大的作业空间，满足风机罩、主机罩类型，超大工件的加工。



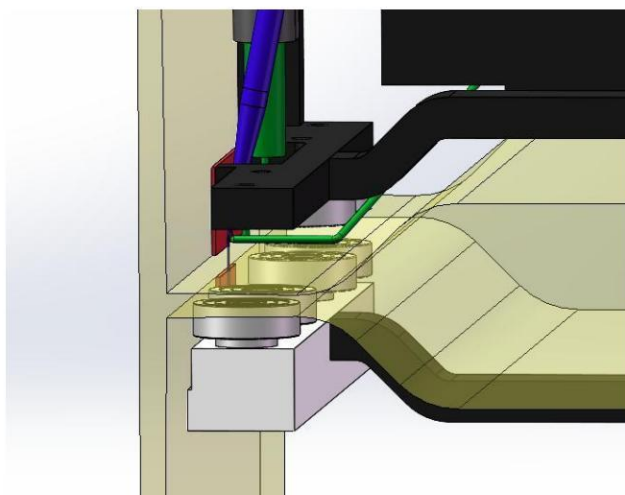
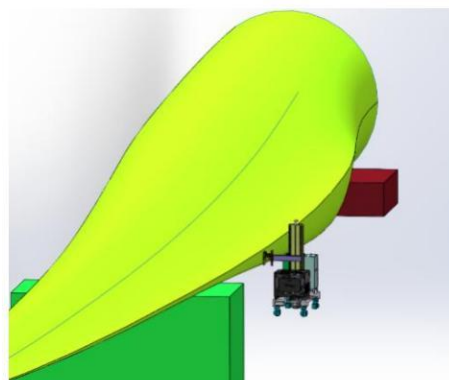
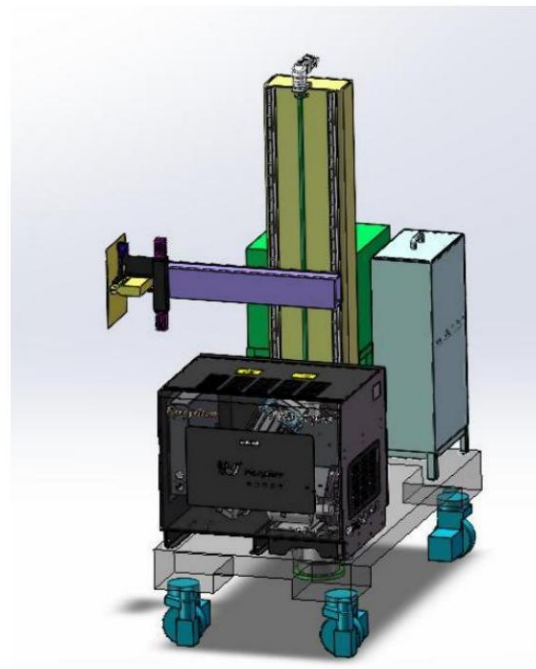


4.4 叶片飞边一次性裁切

智能自动化叶片飞边一次性裁切方案

技术特性：

- ④ 一体化 AGV 小车搭载整个切割机构；
- ④ 利用飞边的结构和视觉寻边技术，定位切割位置，实现随动随切；
- ④ 通过抵近切割法，实现飞边切割后残留不超过 1mm，实现一次性切割，减少打磨环节的整体无尘方案。





五、总结：

为加公司，扎根高压水射流行业在风电领域的各种应用场景，通过不断的非标定制项目和实操经验，逐步总结和研发出通用性产品，并不断迭代升级。旨在解决风电行业切割、破碎的全系应用场景中，困扰多年的困难。解决用工难、污染严重、成本居高不下、方案智能化程度低等诸多问题，实现环保、智能、高效的技术解决方案。