



方大集团  
FANGDA GROUP

HNA 海航航空

# 海航技术飞机轮毂自动清洗线 技术规格书

海航航空技术有限公司

2026年4月XX日

# 目录

目录	2
一 总则	6
1. 总体要求	6
2. 供应商资质要求	6
3. 通用技术要求	7
1) 超声波清洗机通用要求	7
2) 一般潮湿工作环境下设备要求	7
3) 升降机构技术要求	8
4) 高压喷淋清洗技术要求	9
5) 滚刷系统技术要求	9
6) 风刀技术要求	11
7) 辊轴输送系统技术要求	12
8) 输送门技术要求	14
9) PLC 和 HMI 控制系统技术要求	14
10) 设备的环保设施要求	17
11) 设备外观与标识技术规范	18
12) 快速锁紧装置要求和拓展要求	20
13) 设备观察窗技术要求	20
14) 人工清洗和人机工程技术要求	21
二 供货范围	22
三 使用场景描述	23

四 需求说明 .....	24
1. 清洗对象和流程 .....	24
2. 设备需求概览 .....	25
1) 系统运行概述 .....	25
2) 清洗设备的结构与组成 .....	26
3. 自动清洗故障后的人工备份功能 .....	27
五 清洗线的技术特点 .....	27
六 设备系统详细要求 .....	28
1. 设备主要配置 .....	28
2. 设备构成 .....	28
1) 设备描述 .....	28
2) 槽体主要技术参数 .....	29
3. 危废收集 .....	32
1) 超声清洗工位 .....	32
2) 自动喷淋刷洗工位 .....	32
3) 喷淋切干工位 .....	32
4. 环保节能要求 .....	33
1) 节省清洗剂 .....	33
2) 节省市水 .....	33
3) 水汽控制 .....	33
4) 噪音控制 .....	33
5. 整机通用要求 .....	33

七 随机技术文件 .....	35
八 质保 .....	35
九 制造、最终验收、培训及售后服务 .....	35
1. 制造期限 .....	35
2. 设备安装和调试 .....	36
3. 验收步骤 .....	36
4. 培训及售后服务 .....	38
十 附录 .....	39
附录 1 非标自动化设备机械技术标准 .....	41
一 技术要求 .....	41
1. 结构要求 .....	41
2. 材料要求 .....	41
3. 钢构外表要求 .....	42
4. 焊接要求 .....	42
5. 传动要求 .....	42
6. 液压系统 .....	42
7. 气动系统 .....	44
8. 润滑系统 .....	44
9. 安全防护 .....	44
10. 其他 .....	45
二 图纸资料 .....	45
三 培训 .....	46

四 验收..... 46

## 一 总则

### 1. 总体要求

本技术规格书是合同文件的重要组成部分。供应商必须按合同的要求完成供货设备的设计、制造、运输、现场安装、调试、技术培训及售后服务等工作，协助海航技术需求单位进行设备验收，按海航技术需求单位的要求提交所需的资料。

本技术规格书所指出的供货范围仅指海航技术需求单位采购货物的主体部分。供应商应能持续提供本技术规格书中未涉及，但影响设备正常运行所必需的所有部件、附件、备件等，易损部件清单中的备件应至少提供**2套**用于更换（其中质保期内前2年免费提供滚刷用于维保数据积累），满足设备长期无故障运行条件。

本技术规格书仅指设备的主要要求，不应作为完整的详细要求，供应商应负责按设备行标进行设计，并保证符合产品标准要求。如涉及修订本技术规格书中相关要求的，需要书面提交修改材料，并经使用单位代表书面确认。

本设备在合同总价内，由供应商提供“交钥匙服务”，即海航技术需求单位指定设备安装场地的水电、改造等由供应商全包，直至海航技术需求单位验收合格。

### 2. 供应商资质要求

1) 具备开展《GB/T 44062 - 2024 自动化系统与集成自动化设备安全评估》的能力，并能对自动化设备出具评估报告。

2) 具备 ISO90001 质量体系认证，优先考虑具备国军标体系认证的供应商。

3) 类似设备在国内航司有应用案例，且可提供销售记录。如设备无航司使用记录，在航空航天相关行业（上下游）有设备应用案例，且可提供销售记录。

4) 供应商(或其控股母公司)工商注册成立日期距招标公告截止时间须满5年。如供应商工商注册成立日期距招标公告截止时间不足5年(含),但有国内三大航、SKYTRAX五星或TOP10航司合作经验等良好业绩证明,报项目小组评估按照程序申请引入。

5) 供应商具备独立设计该设备的能力,主体结构 and 主要功能部件可自行制造;满足售后服务条件,具备独立的售后服务技术人员。

6) 供应商接受项目小组的实地考察,并同意协助对其主要客户考察,接受考察小组的报告和评估结论。

7) 中标供应商应到海口进行详细的技术交底并进行各种机型半轮毂数据的测绘,明确对清洗前后部件的状态要求,并出具详细的技术方案、场地改造方案(后续需依此申报业主方同意)。

8) 如果涉及联合研制,海技拥有该设备的专利权属,相关销售双方另行协定。

### 3.通用技术要求

#### 1) 超声波清洗机通用要求

工业超声波清洗机:遵循 T/CIET 542- 2024,明确了术语定义、技术要求和试验方法。

电气安全:需满足 GB/T 5226.1 等机械电气安全通用标准。

液压/气动:涉及液压、气动系统的部分,需符合 GB/T 3766、GB/T 7932 等标准。

性能参数:频率(20 - 40 kHz)、功率密度(0.3 - 0.8 W/cm<sup>2</sup>)、噪声(≤75 dB)。

#### 2) 一般潮湿工作环境下设备要求

设备选型与防护等级（IP Code）：设备的外壳防护等级（IP 代码）需考虑防止水汽和粉尘侵入。

中度潮湿：主要控制设备满足 IP65（尘密、防喷水）。

设备材质与结构设计：外壳材质为不锈钢（304/316）、工程塑料，与潮湿环境接触的结构件禁止使用普通碳钢。

密封与防凝露：密封条使用耐老化的硅胶或氟橡胶；必须使用防水电缆接头（格兰头）；大容量柜体加装加热器或除湿模块，防止内部结露。

电气元件：选择防潮型断路器、接触器等，金属部件建议镀镍或镀锌处理。

设备布置与安装：安装位置，避开水源正下方、地漏上方等易溅水位置。配电箱底部距地宜  $\geq 30\text{cm}$ ，重度潮湿区建议  $\geq 50\text{cm}$ ，防止地面水溅入。

接地系统：所有设备金属外壳必须可靠接地。潮湿环境下，接地电阻要求  $\leq 4\Omega$ 。接地螺栓建议镀锡或涂抹导电膏防锈。

### 3) 升降机构技术要求

简易货用升降机：依据 GB 28755—2012《简易升降机安全规程》；GB/T 37459 - 2019：适用于自升式平台的升降装置安装。

稳定性：设备需通过稳定性验证（如 GB/T 26949.16），在额定载荷和允许的最大工作姿态（含风载）下不得倾翻。

金属结构与防护：平台、臂架、支腿等结构件应有足够的强度和刚度，并涂覆防腐涂层。在潮湿环境中，采用不锈钢。

运动机构：升降机构（如液压油缸、钢丝绳、齿轮齿条）应运行平稳，具备机械自锁或平衡阀等防失控措施。液压系统不得有渗漏。

防护装置：护栏/护笼：平台四周须设防护栏，高度不低于 1.1 m，并配置中间横杆和踢脚板。

防坠落：载人设备必须有独立的安全钢丝绳或防坠器，并确保与平台同步运行。

#### 4) 高压喷淋清洗技术要求

压力与流量：根据清洗强度需求选择。建议轻度清洗约 0.5 - 1 MPa，重度去油污 1.0 - 2.0 MPa；流量范围通常为 50 - 500 L/min。

喷嘴：使用耐腐蚀的 304/316 不锈钢喷嘴。类型包括扇形、锥形等，孔径 0.8 - 2.0 mm，喷雾角度  $30^{\circ}$  -  $75^{\circ}$ ，并可调节角度以确保无死角覆盖。

泵组：泵材质需耐腐蚀，建议采用变频控制，以便根据工况调节压力和流量，实现节能。

清洗液温度：在 40 - 80°C 之间可调，温控精度建议为  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

干燥温度：热风干燥一般为 50 - 80°C，具体视工件和需求而定。

输送系统：根据工件形状选择辊道或挂具输送。

速度与承载：速度通常在 0.5 - 3 m/min 可调，承载能力（如 100 kg/m<sup>2</sup>）需满足生产要求。

干燥系统：“高压气刀 + 热风烘干”的组合。关键参数：气刀风速可达 80 m/s，压力 0.4 - 0.6 MPa；热风温度 50 - 80°C。目标是工件表面无可见水渍，残留水分达标（如  $\leq 20$  ppm）。

#### 5) 滚刷系统技术要求

应用对象：滚刷用于清洁“半轮毂”轴承孔和内外壁，不对部件油漆层构成损伤。

工作环境：室内、常温或高温、湿度范围、存在酸碱腐蚀或油雾等。

工艺节拍：与生产线的匹配速度。

刷体结构：满足各型“半轮毂”刷体直径、工作宽度、刷毛高度与密度。

安装方式：悬挂式或侧挂式，需保证与输送线或工件保持平行，安装误差  $\leq 4$  mm/m。

转速与线速度：根据清洗或抛光需求设定，例如刷辊线速度 0.5 - 3 m/s，转速 50 - 300 r/min，采用变频调速以适配不同工况。

接触压力：如需要加压，可设计为气动或弹簧加压，压力范围 5 - 50 N/cm（可调），并带压力显示或限位开关。

平衡与跳动：高速滚刷需做动平衡校正，残余不平衡量符合相关标准，刷辊径向跳动  $\leq 1$  mm。

刷毛材质：根据用途选择，如耐磨尼龙、动物毛等，耐温、耐油、耐腐蚀性能。

刷辊筒体：一般采用塑料或者适用于防护“半轮毂”本体，与刷毛结合牢固。

轴承与密封：选用密封防水轴承，防护等级不低于 IP65，在潮湿或喷淋环境中使用 IP66/IP67，并采用防水密封圈。

寿命指标：在正常工况下，刷毛使用寿命  $\geq 500$  小时，轴承寿命  $\geq 20,000$  小时。

驱动方式：电机+减速机+链传动/同步带/联轴器直联，或液压/气动驱动。

电机要求：根据工况选择功率（如 0.75 - 7.5 kW），防护等级 IP55 - IP65，绝缘等级 F 级或 H 级。

调速方式：采用变频调速，调速比 1:10 或更高，保证低速时扭矩稳定。

传动保护：设置过载保护（如扭矩限制器、安全销），防止异物卡死导致设备损坏。

防护罩：转动部位必须安装固定式防护罩，并设有检修门，开门时可自动断电。

急停与联锁：配置急停按钮，并与主机或输送线联锁，确保异常时整体停机。

安全标识：在明显位置设置“当心卷入”“禁止触摸”等安全警示牌。

电气安全：设备可靠接地，潮湿环境中漏电保护器动作电流  $\leq 30$  mA，动作时间  $\leq 0.1$  s。

控制方式：可采用本地控制箱（启/停、调速旋钮）或接入 PLC 集中控制。

运行反馈：提供“运行/停止”状态信号、故障报警信号，便于接入上位系统。

数据记录（可选）：对运行时间、故障记录等进行存储，便于追溯和维护。

清洗：清洗后表面无可见油污/杂质，或达到规定的洁净度等级（如油污残留  $\leq 0.1$  mg/cm<sup>2</sup>）。

表面损伤控制：刷毛硬度需与工件匹配，保证去污效果的同时不划伤工件表面。

一致性：在连续运行中，刷洗效果应保持一致，避免因刷毛磨损导致质量波动。

安装要求：设备就位后，水平误差  $\leq 4$  mm/m，与相邻设备的同轴度/平行度误差  $\leq 4$  mm。

试运行：空载运行  $\geq 2$  小时，负载运行  $\geq 8$  小时，验证振动、温升、噪声等指标。

维护便利性：刷辊应设计为快速拆换结构，更换时间  $\leq 30$  分钟/根；提供润滑脂加注口和更换指引。

备件清单：供货时提供 6 套刷毛；2 套密封件、轴承等易损件，明确备件型号与更换周期。

## 6) 风刀技术要求

刀体主体：SUS304 / 316L 不锈钢。

密封件：EPDM / 氟橡胶。

耐温范围：常温型满足 $-20\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，配套热风干燥需耐 $250^{\circ}\text{C}$ 高温。

噪音水平：超级风刀/文丘里型可控制在65dB左右，标准型约80dB。

安装与气源配套要求

安装精度：出风口距工件表面建议 $10\sim 100\text{mm}$ 。距离越近，冲击力越强，但需防撞。

角度：通常采用 $15^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 倾角（逆物料方向），增强剥离效果。

水平度：全长直线度误差应 $\leq 1\text{mm/m}$ ，确保风幕均匀。

气源品质：必须配置冷干机+精密过滤器（过滤精度 $\leq 0.01\mu\text{m}$ ），去除油水，防止风刀内部锈蚀和堵塞。

管路：主管路需加装稳压阀，长距离输送需考虑管径放大，避免末端压降过大。

维护性：设计应便于拆卸清理，出风口易被盐分结晶堵塞，需预留清洗通道。

#### 7) 辊轴输送系统技术要求

驱动方式：电机 + 减速机 + 链传动/同步带传动/平皮带传动。对于长距离输送，可采用多段驱动或中间驱动。

电机与减速机功率：根据负载、速度、摩擦系数等计算确定。

防护等级：电机防护等级不低于IP54，在潮湿或粉尘环境中应达到IP65。

调速性能：采用变频调速，调速范围通常为1:10或更高，保证低速启动平稳、高速运行可靠。可设定启动加速度，防止物料因急启急停而滑落。

传动保护：链条或皮带需加装防护罩，并设置张紧装置，保证传动平稳、噪声低。

机械防护：所有外露的旋转部件（如链轮、链条、皮带轮）必须安装固定式防护罩。输送线两侧根据需要安装导向护栏，防止物料跑偏或跌落。在人员跨越处设置过桥，在危险区域设置急停拉绳开关（间隔不超过 2-5 m）。

电气安全：所有设备金属外壳需可靠接地，接地电阻通常  $\leq 4\Omega$ 。供电回路应配备漏电保护器，潮湿环境下建议动作电流  $\leq 30\text{ mA}$ ，动作时间  $\leq 0.1\text{ s}$ 。控制回路采用安全电压（如 DC 24 V）。

安全标识：在设备醒目位置设置“当心机械伤人”“禁止触摸”等安全警示标识。

控制与自动化集成：本地控制箱具备启停、急停、调速旋钮及状态指示灯。集中控制，通过 PLC 与上游/下游设备、传感器进行联锁控制，实现自动化流水线运行。

传感器配置：占位检测：在始端、末端和关键工位安装光电或接近开关，检测物料有无。速度/跑偏监测：用于长距离或重要输送线，异常时报警或停机。

环境条件：工作环境为潮湿工业清洗室，选用不锈钢辊筒和机架。轴承座采用防水密封结构，必要时可加装防护罩或置于室内。

噪音控制：设备运行噪声应控制在 75 dB(A) 以下。

安装要求：设备就位后，机架纵横向水平误差  $\leq 2\text{ mm/m}$ 。多段输送线对接时，中心线偏差  $\leq 3\text{ mm}$ ，过渡段缝隙均匀。

调试与试运行：空载运行  $\geq 2$  小时，负载运行  $\geq 4$  小时，检查有无异常噪声、振动、温升。测试各种工况下的启停、调速、联锁及安全装置功能。

维护便利性：设计应便于更换辊筒、轴承、链条等易损件，提供润滑脂加注口和更换指引。

技术文件：提供总装图、基础图、电气原理图、接线图、使用说明书、易损件清单及合格证。

#### 8) 输送门技术要求

洁净区隔离：用于洁净车间与非洁净区之间的物流缓冲间（气闸室），防止空气对流和液体飞溅。

环境隔离：用于区分不同温湿度、粉尘浓度或腐蚀性气体区域。

自动运行：通过感应（雷达、光电）或手动按钮控制开启/关闭。

联锁控制：与输送系统、滚刷系统或清洗机联动，实现“门开→设备运行，设备停→门关”的逻辑。

安全防夹：具备遇阻反弹或软边保护功能，防止夹伤人员或损坏货物。

#### 9) PLC 和 HMI 控制系统技术要求

系统架构：采用“PLC + HMI（人机界面）”或“PLC + 工控机”架构。PLC 负责逻辑控制、运动控制及数据处理；HMI 负责参数设置、状态监控及报警显示。

品牌推荐：为保证备件通用性和售后服务，指定品牌如下：

欧美系：西门子（Siemens）、罗克韦尔（Allen-Bradley）。

日系：三菱（Mitsubishi）。

兼容性：所有模块需为同一品牌的原生产品，禁止混用不同品牌的兼容模块。

PLC（可编程逻辑控制器）技术要求：

CPU 性能

I/O 点数：根据输入（传感器、按钮）和输出（电机、阀门）的实际需求，预留 15%—20% 的冗余量。

存储容量：工作存储器需满足复杂工艺程序及数据存储需求（如  $\geq 512$  KB 程序内存， $\geq 2$  MB 数据内存）。

扫描周期：在满负载下，主程序扫描周期应  $\leq 10$  ms，确保高速响应。

#### I/O 模块

输入：支持 DC 24V 数字量输入，响应时间可调（防抖动）。模拟量输入支持 4—20mA 或 0—10V 信号。

输出：根据负载选择继电器输出（适合低频开关）或晶体管输出（适合高频脉冲，如步进/伺服控制）。

防护：数字量输入需内置光耦隔离，模拟量通道间需隔离，抗干扰能力符合 IEC 61131-2 标准。

#### 特殊功能

高速计数（HSC）：至少支持 4—6 路高速计数器（100 kHz），用于编码器反馈。

脉冲输出（PTO）：支持多路高速脉冲输出，用于精确的位置控制。

PID 控制：内置 PID 指令块，便于温度、压力、流量的闭环控制。

#### HMI（人机界面）技术要求

##### 硬件规格

屏幕尺寸：根据安装空间和操作距离选择，常用 7 寸、10.1 寸或 12 寸 TFT 液晶屏。

分辨率：不低于  $800 \times 480$ （7 寸）或  $1024 \times 768$ （10 寸），显示清晰。

触摸类型：工业级四线/五线电阻屏（戴手套可操作）或电容屏（多点触控），使用寿命  $\geq 100$  万次触摸。

防护等级：前面板防护等级不低于 IP65，防止灰尘和喷水。

##### 显示与功能

多语言支持：系统需内置中文、英文切换功能，文字编码支持 Unicode。

用户管理：具备三级或以上用户权限管理（操作员、工程师、管理员），关键参数修改需密码授权。

报警管理：支持实时报警和历史报警查询，报警显示需包含时间、类型、确认状态，并可导出。

#### 通讯与网络接口

##### 通讯端口

PLC 至少具备 2 个以太网口（用于 HMI 连接和上位机通讯）和若干 RS485 口（用于连接变频器、仪表）。

HMI 具备至少 1 个以太网口和 1 个 USB Host 口（用于数据导出或程序更新）。

##### 通讯协议

支持标准工业以太网协议，如 Profinet, Modbus TCP, Ethernet/IP。

支持串行通讯协议，如 Modbus RTU （RS485）。

##### 数据交互

支持 OPC UA Server/Client 功能（高端 PLC），便于接入 SCADA 或 MES 系统。

HMI 与 PLC 之间的数据刷新周期  $\leq 100$  ms。

#### 软件、安全与可靠性

##### 编程软件

PLC 编程软件符合 IEC 61131-3 标准，支持梯形图（LD）、功能块图（FBD）、结构化文本（ST）等语言。软件须具备离线仿真功能，便于程序调试。

数据安全：支持程序加密（读写保护），防止非法复制。

配备掉电保持区（Retain），断电后关键数据（如计数值、配方号）不丢失。

配备 RTC（实时时钟），断电后时钟可正常运行。

故障诊断：PLC 自带 LED 状态指示灯（Run/Stop/Error），便于快速排查故障。

支持 Web Server 功能（部分高端 PLC），可通过浏览器远程诊断设备状态。

文档与验收要求：

交付文件

电气图：提供包含 I/O 地址分配表的电气原理图（PDF/ DWG 格式）。

程序源文件：提供未加密的 PLC 程序源文件（ap16, .proj 等）和 HMI 源文件。

地址表：提供详细的变量地址对照表（Tag Table），包含变量名、地址、数据类型和注释。

验收标准

功能测试：所有手动、自动、联锁、报警功能逻辑正确，动作可靠。

稳定性测试：连续 24-48 小时不带载/带载运行，系统无死机、无报错。

响应时间：急停按钮触发到设备停止的时间符合安全规范。

10) 设备的环保设施要求

**风险提示：**海口属于海洋性气候，设备外部结构（机架、防护罩）若未做足防腐（如 Sa2.5 级喷砂+环氧锌底漆）或者使用 304 或者 316 不锈钢，极易在潮湿环境下锈蚀，进而导致结构强度下降或液体泄漏。

循环利用：设备需内置或外接循环过滤系统，实现清洗水的闭式循环或多次复用，减少新鲜水消耗。

防渗漏：所有槽体（SUS304）焊缝需做防渗测试。海口潮湿，地面易积水，设备底座需防锈蚀，建议使用 304 或者 316 不锈钢。

接口规范：排污阀、溢流口需采用不锈钢材质，严禁使用易老化的 PVC 软管长期连接。

#### 废气与蒸汽控制

负压设计：清洗腔体（尤其是超声波工位）应保持微负压，防止水汽和溶剂蒸汽逸散至车间。抽风口应位于腔体上部，排风管需耐腐蚀（PVC 或不锈钢）。

#### 噪声与振动（海口环境敏感）

实测验证：设备调试时需在距设备 1 米处实测噪声，确保  $\leq 75$  dB (A)。重点监控对象为高压水泵、超声波发生器和冷却风机。

减震措施：大型电机、泵体需安装减震垫，管路连接处使用橡胶软接头，防止结构传声。

#### 危化品与危废

自动加液系统：要求“自动加液和抽液装置”，可减少人工接触和泼洒风险。

废液收集：更换下来的废清洗液（含油、含碳粉）必须通过密闭管道或专用容器收集，严禁排入普通下水道。

#### 11) 设备外观与标识技术规范

整体协调性：设备外形应方正、紧凑，符合“长约 8.6 米、宽 3 米、高 3.5 米”的尺寸约束。各模块（超声槽、刷洗腔、风干室）外观应一体化设计，无明显外凸管道或杂乱线缆。

人机工程：操作面板、触摸屏及急停按钮应集中布置在设备正面，高度符合站立操作（1.2m-1.5m）的黄金视域。上/下料台高度需与车间 AGV/手推车对接顺畅。

维护通道：设备背面及侧面需预留  $\geq 600$ mm 的检修通道，钣金盖板应采用快拆式设计（如搭扣或磁吸），无需工具即可打开进行日常点检。

表面处理与防腐（海口环境特规）：鉴于海口属于海洋性气候（高湿度、高盐雾），防腐要求需严于普通内陆标准。

焊缝需酸洗钝化处理，消除焊接色差，防止氯离子腐蚀。

设备外表面：SUS304 哑光拉丝，所有外露边缘需倒圆角  $R \geq 2\text{mm}$ ，防止划伤人员及轮毂漆面。

### 色彩与标识系统

主色调：搭配警示黄或航空橙作为操作区点缀，提升视觉辨识度。

安全色：急停按钮、防护罩内壁、运动部件防护罩必须采用红色（RAL 3000）或黄色（RAL 1003），符合 GB 2894 安全色标准。

### 标识规范

铭牌：设备正面醒目位置需设置不锈钢铭牌，包含设备名称、型号、功率、出厂编号、制造日期，并做中英文双语标注。

管路标识：气路（蓝色）、水路（绿色）、排污（棕色）需按 GB 7231 标准进行色环+流向箭头标识。

操作指引：上料位、下料位、急停复位位需有亚克力或金属蚀刻的永久性标识，耐清洗剂擦拭。

运行警示：灯体高度需确保在车间 15 米范围内无死角可见，避免被机械手或 AGV 遮挡。接线采用 DC24V 安全电压供电，信号线接入 PLC 数字量输出模块（DO），并做好屏蔽防干扰。

急停联动：设备各工位的急停按钮（蘑菇头带锁）触发后，必须强制三色灯切换为红色爆闪并鸣响，复位后需手动确认才能恢复。

### 细节与清洁度

无死角设计：顶部及侧面应避免水平积水平台，设计 $\geq 5^\circ$ 的排水斜面，防止积水滋生霉菌或腐蚀。

线缆管理：所有外部线缆（传感器、电机）必须穿不锈钢波纹管或藏于线槽内，严禁裸露飞线。

接缝密封：钣金接缝处需使用耐酸碱的硅胶密封条，防止清洗剂蒸汽渗入电气仓造成短路

## 12) 快速锁紧装置要求和拓展要求

自动对中：需具备重复定位相关的精度，满足轮毂相对旋转不打滑和驱动的要求。装置应能在XY轴或径向实现主动对中，精度满足清洗要求。

快速响应与锁紧：锁紧动作需在极短时间内完成（如 $< 20\text{ s}$ ），且锁紧力必须稳定可控，防止在高速运行或突发断电时松脱。

高刚性保持：锁紧状态下，装置需提供足够的静刚度与动刚度，确保在承受额定负载或外部振动时，位置偏移量极小（通常需通过 GB/T 35015 等刚性测试）。

环境耐受性：需在工业现场常见的粉尘、油污或电磁干扰环境下稳定工作，通常要求防护等级达到 IP54 或以上。

### 前沿拓展要求

智能感知与闭环控制：集成高精度传感器，实时监测对中状态并形成闭环反馈控制。

具备后续拓展为自动加紧装置的条件。

锁紧和对中装置可保证轮毂底部最大可清洁的面积要求并满足支撑刚度和对轮毂的保护功能。

## 13) 设备观察窗技术要求

普通设备观察窗主要用于运行过程监视，其技术要求重点在于安全性、可视清晰度以及安装的便捷性。

材质与光学性能：通常使用钢化玻璃（成本低、强度适中）。透光率一般要求在 88% - 92% 之间。

注意：清洗剂具备腐蚀性，清洗过程中的挥发性水汽掺杂硬质颗粒，可导致清洁过程中划伤硬度较低的玻璃表面。

表面质量：玻璃表面应无气泡、划痕或杂质，确保观察无视觉阻碍。

机械与安装要求：需配备耐油橡胶或硅胶密封圈。

连接方式：多采用法兰夹持或者卡扣式安装，要求结构简单，便于后期拆卸更换。

安全性：需考虑破碎风险或直接使用双层中空玻璃以增加安全性。

防雾与清洁设计：在观察窗边框预留压缩空气吹扫口，用于清除表面粉尘（适用于水泥、面粉等易扬尘设备）。

照明辅助集成：视情在观察窗旁集成 LED 防爆视灯（如 24V/12V 安全电压），解决设备内部光线不足的问题。

模块化快换结构：设计快拆结构，当玻璃污染严重或损坏时，维护人员无需拆卸整个法兰，仅需旋开压圈即可更换内芯，降低停机时间。

注意：如果设备内部涉及强酸碱腐蚀或高温（>150℃），普通钢化玻璃可能不适用，需升级为高硼硅玻璃或石英玻璃。

#### 14) 人工清洗和人机工程技术要求

备注：人机工程技术要求的核心在于遵循 ISO 6385 等国际标准，确保设备设计能适配人体尺寸、肢体活动范围及认知习惯，从而在提升操作效率的同时，最大限度降低作业疲劳与安全风险。

操作高度与姿态：站立作业台面高度通常设定在 900–1000mm，坐姿作业台面高度宜为 700–800mm，以避免操作者长时间弯腰或抬臂。

操作力与频率：手指按压按钮力应控制在 5N 以内，重型门板开启力不超过 50N；若某按钮日操作超 1000 次，建议改用非接触式感应设计以减少劳损。

可达性与空间：高频操作部件应布置在人体自然伸展半径（约 30–50cm）内；维修区域需预留最小孔径（如单指操作需  $\phi 20\text{mm}$ ，全手伸入需  $\phi 80\text{mm}$ ）。

视觉舒适区：重要显示仪表应位于视野中心或视线向下  $15^\circ$  范围内；观察窗位置应使视线与窗口法线夹角  $\leq 30^\circ$ ，以减少折射畸变。

界面设计规范：软件界面需遵循一致性原则，采用高对比度配色（如黑字白底）及无衬线字体（字号  $\geq 14\text{pt}$ ）；功能布局应按操作流程顺序排列，核心功能需在 3 秒内可定位。

多模态反馈：操作指令执行后需提供即时反馈（如灯光亮起、段落感或蜂鸣声），确保操作确定性，减少重复误操作。

防错与警示：急停按钮须为红色蘑菇头设计并突出面板，周围预留至少 5cm 安全间距防止误触；用色编码区分状态（绿–正常、黄–预警、红–故障）。

环境健康控制：设备运行噪声建议控制在 75dB 以内，振动加速度不超过  $0.5\text{m/s}^2$ ，必要时应加装减振垫以保护操作者职业健康。

极端环境适配：针对低温或粉尘环境，需配备视窗加热除雾功能或预留压缩空气吹扫口，保证视野清晰。

## 二 供货范围

以下清单所列内容为设备及附件的主要内容。供应商必须在合同总价内提供设备在质保期内正常运行所需的全部设备、配件、附件及服务。

货物名称	规格	单位	数量
飞机轮毂自动清洗线	<p>1) 设备除上下料口外，清洗端为全封闭式，设观察窗，并可在设备的自动清洗功能失效或者紧急情况下打开口盖和观察窗进行手动清洁。</p> <p>2) 主要由清洗清洁机构、操控面板、提升设备、转运设备、夹具等组成，带有参数设置、运行工位监控、自动工位传输以及防磕碰和部件损伤等保护功能。</p> <p>3) 通过转运平台抓取“半轮毂”部件，传输至相应自动清洗工位执行：超声波预洗和清水漂洗、加温清洗剂高压冲洗和内外刷洗、（加温）漂洗+加温吹干等功能；清洗洁净度与人工清洗相当，且除上下料外无需人工干预；</p> <p>4) 单个“半轮毂”清洗时间控制在15分钟内，并可根据清洁结果进行调节；</p> <p>5) 设备满足24小时持续运行条件，并可进行多工位运行状态显示和调节（清洗状态和运行状态可视化，程序控制功能），报警功能。</p> <p>6) 设备最大功率60KW。</p>	EA	1

### 三 使用场景描述

- 1.该自动化设备用于各型飞机机轮轮毂清洗工序。
- 2.当前作业方式：人工/固定设备配合。
- 3.年作业量或频次：年作业量约 16000 件次（一个机轮有两个“半轮毂”）。
- 4.改造需求：将当前的清洗（人工/固定设备配合）工作即人工上下料、人工开超声波控制清洗时间等重复性、人工依赖度高、劳动强度大工序，改造成自动化清洗，即上料平台接收来自运输小车或者 AMR 等自动化设备传输的“半轮毂”，并经设备锁定，传送至自动化清洗线，下料后到达传输平台并可经运输小车或者 AMR 等自动化设备传输到后端工序，清洗效果和人工清洗相当且同等清洁度下时间更短。

#### 四 需求说明

##### 1.清洗对象和流程

零部件的情况及清洗有关要求如下：

1) 清洗对象情况：飞机各型（B737 系/B747/B757/B767/B777/B787/A320 系/A330/A350/C919/C909）前轮、主轮等“半轮毂”，轴承杯和“半轮毂”中心孔内有残余油脂，内管并有含有碳粉等污渍或者烧结硬物，外管并有橡胶轮胎残留物质。

2) 尺寸和重量： $\Phi 850 \times 700$ ，最大重量约 100 kg。

3) 清洗效果要求：各型“半轮毂”，工件清洗后内外表面不得有残余油脂、污垢、灰沙等污渍，外管并橡胶残余量小于 5%，无漆层脱落。

4) 清洗效率要求：生产节拍 $\leq 15$ 分钟。

5) 清洗工艺要求：输入 $\rightarrow$ 清洗 $\rightarrow$ 输出，**连续完成、顺序进给**，即除进料、锁定、下料外，其余为自动化操作，清洗过程无需人工干预。

6) 清洗介质要求：采用市水+洗涤剂，加热温度可调，具备超声波清洁和**热风吹干功能**。

7) 设备布局空间：长 8.6 米、宽 3 米、高 3.5 米（最大）。

## 2.设备需求概览

### 1) 系统运行概述

飞机轮毂自动清洗线采用流水线方式进行连续输送式清洗，在清洗机上布置有进料门和出料门，当需要清洗时打开清洗机进料门，将轮毂底朝下放到清洗旋转支架上，清洗旋转支架与传送系统采用活动方式将轮毂吊装到清洗支架上，在该支架下安装有可以移动脚轮，以方便将其推入清洗机进料口内，装到传送带上并固定。完成清洗后再进行人工检查，再将轮毂从清洗支架上取下，使其进入烘干和探伤工序，将清洗支架放到移动小车上将其推到进料口位置以备下次待用。

“半轮毂”一般含有气门杆或者胎压传感器，最大高度 75mm。轮毂采用底部朝下平放到旋转盘上，利用快速锁紧装置，将轮毂外径底部锁紧，不再利用中间的轴承位进行锁紧轮毂，这样便于对轮毂中间轴承位的清洗。轮毂放到清洗盘上，通过旋转驱动主盘，将清洗盘带到相应的清洗位置，其顺序为**超声波清洗+漂洗、高压刷洗（内外均刷洗）+加温清洗剂高压冲洗、高压漂洗+热风吹风除水**，清洗完成。

超声波清洗池中的清洗剂采用 CEEBEE280 或者 TURCO5948DPM 等。自动清洗装置利用高压水泵增压后通过喷嘴对轮毂进行喷射清洗配合机械刷洗。完成后进入清水冲洗，利用高压清水对轮毂进行冲洗，完成冲洗后进入高压**热空气**吹水功能区，利用高压**热空气**对轮毂上的水进行吹出，尤其是唇口槽内的积水。吹掉清

洗水汽后将其从清洗机内推出。

为了降低清洗剂的使用，减少污废排放，自动清洗机构采用毛刷辊对轮毂的内腔（含轴承孔）、外壁、底部唇口进行物理接触刷洗，将轮毂上的胶皮颗粒、超声未清洗掉的污垢进行刷洗干净。

**注意：**设计应考虑在自动清洗的前端在超声波池中加热碱性清洗剂，使其与油脂皂化反应，破坏乳化膜。超声波设备应具备撇油功能（利用重力自然浮油，撇去上层浮油）。油脂乳化分解彻底，防止后续刷洗过程中残余油脂污染滚刷，导致整个“半轮毂”清洗不洁净和其他油脂残留现象。

清洗后的水溶液流可汇集到污水池（由海航技术要求单位提供），可经过污水处理系统处理后再进入清洗程序，反复使用。杂质另做处理。

## 2) 清洗设备的结构与组成

飞机轮毂自动清洗机，主要由自动上下料系统（其中上料机构与地面齐平并可升降到传输平台）、超声波清洗系统、漂洗系统、工件旋转系统、清洗液加热系统、清洗液加压系统、清洗液喷射系统、污水抽吸装置、步进推拉系统、辅助设备、安全防护系统、自动控制（含各型轮毂参数设定和调用）和系统诊断系统等组成，其相互关系如下图所示：

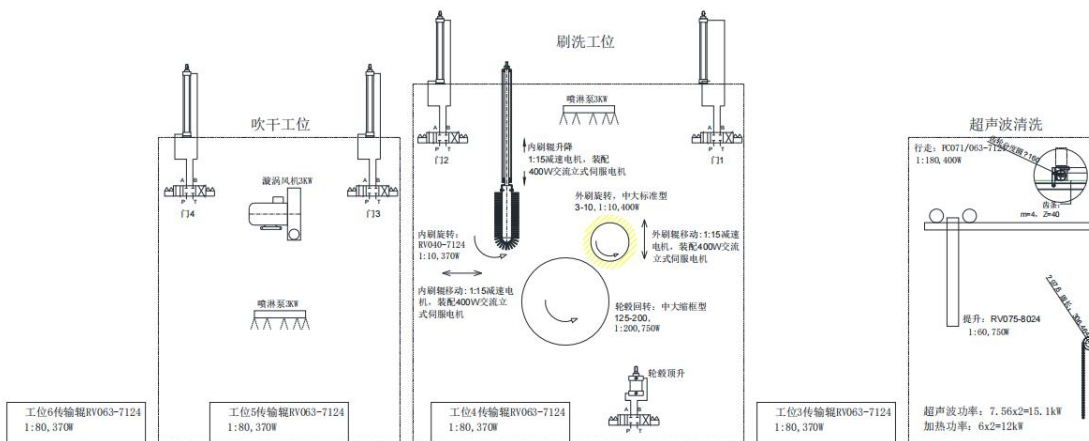


图 1：飞机轮毂自动清洗机示意图

### 3.自动清洗故障后的人工备份功能

可在自动清洗位置，对轮毂进行人工搓洗和手工浇水冲洗。其余位置具备人工回退功能，如人工清洗不干净，返回到超声波清洗工位返工后再次人工清洗。

设备具备自动清洗功能或者升降失效后的备份措施，即在设备故障期间，可达到设备未改造前的人工清洗功能和升降功能。

## 五 清洗线的技术特点

1.清洗效率高，满足生产节拍和对洁净度的要求。每个工位单次可以清洗 1 个“半轮毂”，单个部件清洗过程不超过 15min，每天 8 小时工作，每天可以清洗 60 个“半轮毂”以上。

2.设备占地空间长约 8.6 米、宽 3 米、高 3.5 米；具备检查维护所需的硬件（如梯架、运输挂钩等），应避免建筑物支撑柱并预留检查维护通道。

3.鉴于设备可靠性设计，须遵从电气控制、显示、传感、动力组件优选国际/国内品牌，防潮且散热良好（如西门子、欧姆龙等国内国际知名品牌）。

4.设备传送、清洗，以及上下料结构设计须遵从防滑、部件防护、锐边防撞、防磕碰，避免导致被清洗部件产生损伤，（耐磨、缓冲且防腐）。

5.清洗效果好，不对轮毂表面形成二次损伤。

轮毂装入工件室以后，程序会自动完成零部件的清洗，取出后的零部件在几分钟的时间内就可以实现自然干燥。这样，在轻松满足用户生产节拍的前提下，实现了工件的“装料—清洗—卸料”自动化连续作业（自动上下料）。

6.提高清洗效率，仅需 1 人辅助上下料和锁定，监控操作，实现工件的自动清洗，具有以下优点：

1) 漂洗系统快速清除了工件表面残留的少量清洗剂及其他杂质，保证了清洗效果。

2) 烘干（热空气吹干）系统可以快速吹干工件表面水分，达到快速干燥，提高防锈功能。

3) 飞机轮毂综合清洗系统，后续添加自动循环过滤系统，可实现污水重复使用，大量节约用水。

4) 关键部件与水洗（水汽）空间隔离，提高设备使用寿命；清洗液的蒸汽由收集装置处理。

5) 超声波清洗装置含撇油装置，提高清洗剂的使用寿命。

## 六 设备系统详细要求

### 1.设备主要配置

该飞机轮毂自动清洗线主要由超声波发生器、换能器、不锈钢清洗槽、加热系统、自动抓取定中驱动系统、自动刷洗（大滚刷Y轴清洗轮毂外径，小滚刷Z轴和X轴随动清洁轮毂内径和轴承内孔）、喷淋清洗系统、自动切水气枪及输送系统、危废和固废收集装置、电控和显示设备等组成。

设备的控制系统满足混合清洗的要求，即可人工设置和选择当前清洗的产品和进入下一工位的产品，支持多个指令的编辑和调用。即进入喷淋清洗的产品可由工作者进行编辑、选择，防止滚刷机构压伤轮毂和/或干涉和/或无法接触待清洁的半轮毂。

### 2.设备构成

#### 1) 设备描述

该飞机轮毂自动清洗线是一台全自动超声波、自动刷洗喷淋风干组合清洗机，

整机外形布置合理，集约集成化，清洗过程手动上料锁紧+自动控制。整套设备由不锈钢材质制作的超声波清洗槽、自动刷洗喷淋、自动切干等组成一条连续工作的清洗线，操作者将轮毂用手推车送到上料台，上料台为整机的最低位且与场地齐平，方便轮毂的搬动。推动到位后，与可升降的万向导轮对接，导轮与清洗槽成一直线行走，操作人员轻轻拉动轮毂，则进入下一工艺位。对锁定后的工件进行一系列清洗、鼓泡、自动清洗和切水工艺。

无动力滚筒作为全条清洗线的直线输送设施，在轮毂锁定后，驱动机构使其自动到达超声波清洗工位、自动刷洗喷淋工位、切水工艺工位，最后到最后下料位。上、下料位可升降，并可后续对接 AMR 或者 AGV。

在超声清洗、自动刷洗喷淋腔体做抽风孔，利用风机的吸力，把槽里产生的气体在没挥发出来时进行首次的抽气，并在设备的内封闭罩的顶部加设抽气扇三台，抽走更多的湿气。两道抽风由随机配套的 2HP 耐腐风机抽到排风管统一外排到室外。抽风系统做到水汽分离。

为了保证轮毂的内部材质结构，加热煲的温度双层保护。保证加热的最高温度不能超过 80℃。外部温控只是操控温度。另有强制温度控制器保证加热煲的温度不超过限定温度。

## 2) 槽体主要技术参数

第一工位：上料预洗工位

1. 预洗槽+接油盘：

(1) 有效内槽尺寸(推荐,实际由供应商自定): 950×950×200(L×W×H mm)。

(2) 槽体采用 SUS304 2.0mm 不锈钢板材制作。

(3) 配备相关水管的装置。

(4) 清洗介质：用户自配清洗液，或者用户使用石油基清洗剂对轮毂井周边的轮胎胶质进行软化处理。

## 第二工位：超声波清洗+漂洗工位

### 1.超声波清洗槽和漂洗槽

(1) 有效内槽尺寸：有效容纳被清洗的“半轮毂”（由供应商根据最大轮毂尺寸和清洗要求设计）。

(2) 槽体采用 SUS304 2.0mm 不锈钢板材制作。

(3) 配进水阀，排污阀，排污进总排水管；溢流口，油污溢流到副槽循环过滤。

(4) 清洗介质：清洗剂+市水。

(5) 加热系统：304#不锈钢加热管  $6\text{kW} \times 6 \text{条} = 36\text{kW}$ 。“欧姆龙”数显温控，可任意设置温度，自动恒温功能。

(6) 第一槽具备撇油过滤功能，可将悬浮上层的油脂撇开，提升清洗剂的使用寿命。

### 2.超声波系统：

(1) 超声波频率：超声波高温预洗频率：28KHZ，超声波漂洗槽为 40KHZ。

(2) 超声波功率：12KW (Max)。

(3) 超声波振子：预洗+漂洗共计最少 120 只（供应商根据实地清洁效果确定和分布），100W/只，共 12KW (Min)。采用底部震动式，安装于槽体底部；振子核心部件采用美国进口晶片“和森”产品。超声波发生器具有功率可调、频率数显、定时功能。

## 第三工位：自动刷洗喷淋工位

## 1.清洗腔体

(1) 有效容纳被清洗的“半轮毂”和其他滚刷和喷淋机构。

(2) 槽体采用 SUS304 2.0mm 不锈钢板材制作。

(3) 加热系统：304#不锈钢加热管  $6\text{kW} \times 4 \text{条} = 24\text{kW}$ 。“欧姆龙”数显温控，可任意设置温度，自动恒温功能。

(4) 设备自动感知和轮毂的合适距离，清洗剂加温后的采用毛刷辊对轮毂的内腔、外壁、底部唇口进行物理接触刷洗，将轮毂上的胶皮颗粒、超声未清洗掉的污垢刷洗干净。

(5) 配进水阀，排污阀，排污进总排水管；溢流口，进水溢流效果。

(6) 清洗介质：清洗剂+市水。

第四工位：漂洗+切水吹干工位（具备加温功能）

### 1.高压清洗漂洗：

(1) 高压射流龙门漂洗系统对通过的“半轮毂”进行高压冲洗。

### 2.切水系统：

(1) 气源接头：本机接口处均装有快速接头；方便气源（使用自备）、气枪快速使用。

(2) 切水气枪：具备自动调整角度的多套气枪，针对产品的各部分自动切除颗粒水珠，方便烘干更快更彻底。

第五工位：下料运输工位

### 1.运输小车

(1) 运输小车在下降时，与清洗系统的上下料机构在同一高度。

(2) 运输小车上升的最大高度与清洗系统的传送路径高度一致，可锁定在升

降的极限位置，上升和下降速度可调，并可人工设置极限高度。

(3) 运输小车带挡板，防止工件滑落和跌落。

(4) 运输小车带无动力滚架，带锁止功能。

(5) 运输小车的升降可对接 AMR 或者 AGV。

### 3.危废收集

#### 1) 超声清洗工位

撇油设施：超声波清洗工位设置撇油设施，可有效去除超声波清洗环节产生的浮油，提升清洗剂的寿命，防止浮油带入下一环节，导致清洗洁净度降低。撇油设施应能收集浮油并经适当存储，具备油液位置提醒，方便收集后续处理。撇油设施应能设置固定收集的时间。

固废收集：超声波清洗工位，清洗产生的颗粒可沉降在设备的底部，方便进行收集，归集处理。

废液收集：超声波清洗产生的报废清洗液方便收集，具备提升设施，方便更换和重新注入清洗剂和清水。

超声波清洗工位产生的污水具备管道接口等，方便后续接入污水处理系统。

#### 2) 自动喷淋刷洗工位

自动喷淋清洗工位，喷淋系统具备过滤系统，保证经过增压的高压清洗剂 and 清水混合溶液能正常通过喷嘴，不堵塞喷嘴。设备具备过滤装置堵塞提醒功能。

喷淋系统同样具备超声波清洗工位所要求的固废、危废收集和响应的收、注清洗液功能，并具备后续接入污水处理系统的管道。

#### 3) 喷淋切干工位

喷淋漂洗具备清水过滤功能，并具备换水设施。喷淋漂洗可加热。

切干风压和喷嘴可调，并具备对清洗部件的防护功能。切干可使用热风。

喷嘴应长期使用不堵塞，并方便疏通和更换。

#### 4.环保节能要求

##### 1) 节省清洗剂

通过合理设置超声波振子的数量和位置，调节超声波清洗的频率和时间，达到增加清洁度，减少更换清洗液的要求。通过合理设定超声加热的功率，设置清洗液蒸汽收集处理设备，降低清洗液挥发产生的蒸汽并经收集处理，降低响应的污染。

##### 2) 节省市水

前端充分利用超声清洗进行软化，结合超声漂洗和后续的喷淋滚刷清洗，且通过在相应工位设置增压设施、过滤设施，将每个轮毂漂洗用水控制在 300L 以内或者更低，达到降低市水的要求。

##### 3) 水汽控制

上升的热蒸汽需要经过相应的设备进行收集，过滤后排外。水汽不能任意蒸腾并在设备内部沉积，导致设备受潮或者电气设备故障或者产生其他隐患。

##### 4) 噪音控制

严禁设备运行阶段产生异常的动作异响或者不规则的噪音，整个设备噪音控制在封闭空间内，且内部噪音不超过 75 分贝，封闭后设备噪音降低明显。

#### 5.整机通用要求

1) 底座采用最小 80×40（根据设备结构由供应商设计）不锈钢方通，所有槽体、阀门及必要的工装部件均为 SUS304#以上不锈钢结构。管路采用 SUS304#以上光亮管。管道尽可能使用焊接工艺，只是为了机器维修和运输方便的部分，

采用活动可拆式连接。

2) 清洗剂及保养用化学品可与金属、塑料、制造清洗机的其他结构材料相容（含泵、过滤器、控制器与安全电路）。

3) 每个槽均设 2 寸排液口，以便维修和清理，排液阀门采用 SUS304# 以上不锈钢阀。

4) 本设备的电器及水泵都采用防爆要求的特种配件。

5) 电子元器件均采用“正泰”“施耐德”品牌产品。

6) 各个清洗槽设计成漏斗或往一边倾斜形状，方便排污排水。

7) 随机配送工作脚踏台一个，方便设备故障时人工清洗。

8) 上下料无动力输送料台各一套可升降。转角处做万向滚珠轴承，清洗轮毂时底托可自由转弯。上下料台可升降，达到可升降与清洗槽同一高度和对接 AMR/AGV 的要求。

9) 轮毂放在托盘上，随机做可移动式托盘四个，满足设备的运行与交叉使用。

10) 随机配置**自动加液和抽液**装置，方便更换清洗剂时的**自动加液和抽液**。自动化程度更高效。

11) 槽内配置液位刻度尺，方便观察水位参数。

12) 超声波清洗槽及鼓泡槽体缸边都有抽气系统，吸走水蒸气及味道。保证工作环境的良好。2HP 防腐抽风机一台及 PVC 管道连接排到室外。

13) 因所有的清洗均与液体有关，制作方在设计制作过程中需增设防滴漏设施，避免槽体外部污染以及清洗液渗入内部元件。

14) 安全保护措施

a. 清洗循环槽和漂洗循环槽均配有无液保护装置（防干烧保护装置）。

b.设有紧急停止和漏电保护装置。

c.设有低压报警装置。

## 七 随机技术文件

1.整机结构原理图。

2.整机电路图：电路图上应标明每个接线端的编号，以便于设备排故。

3.维修指导书：应提供设备常见故障排故所需的耗材名称、件号/型号、数量、制造厂家/供应商、采购渠道/联系方式。

4.使用说明书（含视听教材）。

5.易损部件清单和耗材清单。

6.相关工装设计图纸。

7.设备检修和定期维护方案，支持设备长期无故障运行或者 24 小时内排除故障。

8.质保卡、出厂验收报告等。

9.计量合格证：设备上安装的所有需定期计量的仪表等计量器具应随设备提供计量合格证，明确记录该计量器具的首次计量合格日期、计量检定周期、下次计量检定日期。并提供备用已计量校验合格的仪表一套。其中计量仪表的计量校验应在海航技术需求单位认可的合法计量单位完成。

## 八 质保

整机质保 5 年，质保期从验收合格开始计算。

## 九 制造、最终验收、培训及售后服务

### 1.制造期限

设备自供应商确认收到首期预付款后，90 天内完成制造；国内设备 15 天内到达安装现场；20 天内完成设备安装、调试和试运行。设备从预付到运行总体

时间控制在 125 天内。

## 2.设备安装和调试

设备验收：设备到指定现场后，由供应商负责安装、调试，海航技术需求单位按照技术要求进行验收。

供应商负责相应的基建改造，并在设备运输开始前或者双方沟通的时限内通知海航技术需求单位进行相应的业主方报备申请。

供应商负责设备安装位置的水电改造和全部的耗材，海航技术需求单位配合施工要求。供应商应服从相应的管理要求。

海航技术需求单位提供调试所用的产品，供应商应保护调试产品不受损坏，并承诺对损伤进行赔偿。

设备相关的固废、危废、废水等合理接入海航技术需求单位的设施、设备；如果供应商同时提供危废、固废处理设备，应不设置排他性管路和程序等，方便后续通用处理设备的接入和管理。

## 3.验收步骤

设备安装调试完毕正常运行，且满足以下条件时验收合格。

- 1) 试运行，各项性能指标满足合同书和技术规格书的要求。
- 2) 调试和运行时出现的问题已被解决。
- 3) 已提供了合同范围内的全部货物和资料。
- 4) 提供了必要的软件备份和代码。
- 5) 由海航技术需求单位至少 2 位以上的使用者按照说明书进行操作，各项功能满足要求。

✓ 验证第一工位设备是否可升降至第二工位；

✓ 验证接油盘有无渗漏；

- ✓ 验证第一工位是否可有效容纳最大的轮毂，并升降平稳，具备防护功能，辊轴运动是否顺畅；
- ✓ 验证定位锁紧工装是否方便拾取和灵活调节；是否定位在误差范围内；
- ✓ 验证是否可以被正确抓取并能进入第二工位；
- ✓ 验证超声波清洗的效果和设备是否可自动举升；
- ✓ 验证超声清洗的节拍是否可调；
- ✓ 验证设备是否可将产品自动送入超声漂洗工位，运行顺畅无卡滞和其他噪音；
- ✓ 验证设备是否可将经漂洗的产品自动送入喷淋清洗工位；
- ✓ 验证喷淋清洗是否可根据程序调节适配不同的轮毂；
- ✓ 验证滚刷的运行轨迹；
- ✓ 验证滚刷对部件的防护功能；
- ✓ 验证滚刷清洗的节拍调节和刷洗功能；
- ✓ 验证设备是否可将产品自动移入下一工位；
- ✓ 验证上一工位装载的产品是否进入清洗工序，并在下一工序未启动前进入等待；
- ✓ 验证喷淋漂洗的工序对产品的覆盖情况；
- ✓ 验证喷嘴是否可调节，并不会对各型产品构成损伤；
- ✓ 验证切干效果；
- ✓ 验证设备是否自动推出并正确到达下料位置；
- ✓ 验证下料位置是否可以和现有小车无缝对接并对产品进行防护（防跌落、放损伤）；

- ✓ 验证设备清洁效果，统计分析污迹残留和其他橡胶颗粒的残留，适当进行参数调节；
- ✓ 验证设备是否可连续进行清洁；
- ✓ 验证急停功能和复位功能；
- ✓ 验证警示功能和复位功能；
- ✓ 验证设备故障后的人工清洗功能和各工位的使用效果；
- ✓ 验证撇油和收集、报警功能；
- ✓ 验证除渣功能；
- ✓ 验证废液排空功能；
- ✓ 验证加液功能；
- ✓ 验证对接其他环保设施设备（如有）功能；
- ✓ 验证封闭状态，设备运行时的噪音控制功能；
- ✓ 验证抽吸蒸汽并归集的功能。
- ✓ 验证设备控制系统的各项设置，读写保护，数据设置等功能；
- ✓ 验证设备 4 小时运行状态。
- ✓ 其他工作者关心和关注的功能验证。

#### 4.培训及售后服务

1)设备安装调试后,由供应商派专业技术人员对海航技术需求单位操作人员,维修人员进行设备操作,设备机械电气系统维修及保养知识的培训,使之达到独立操作和维修的水平;

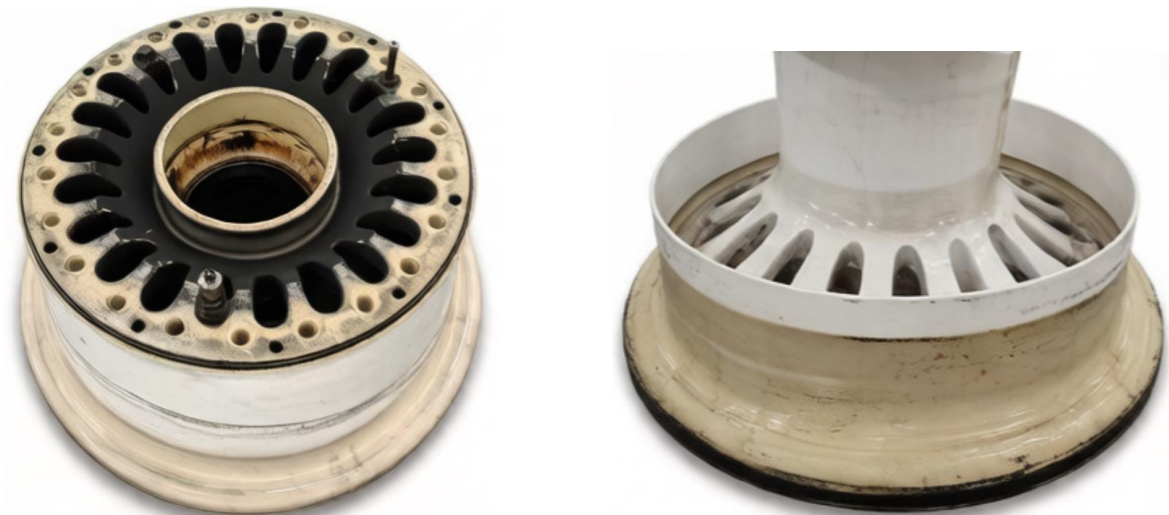
2) **设备最终验收质保期为 5 年。**在质保期内设备出现故障,用户通知制造商后,制造商应在 12 小时内给用户作出呼应,对用户不能解决的问题,制造商应在 24 小时内到达用户现场进行维修,并无偿承担维修和更换零件所产生的一切

费用；

3) 设备厂家应该提供设备维护保养方案。

## 十 附录

### 附录一 非标自动化设备机械技术标准



典型半轮毂图片



典型清洗前半轮毂状态

## 附录1 非标自动化设备机械技术标准

为在设备前期技术标准制定过程中,加强非标设备的质量控制工作,改善设备初期状态,保证设备在生产服役过程中有良好的开动率,特制定本标准。

### 一 技术要求

#### 1.结构要求

1) 机械结构设计需符合人机工程学,方便人员操作与维修。

2) 机械结构设计需经过计算,达到正常使用的强度要求,并在安全余量之内。

3) 机械结构设计需根据我方具体要求,对关键点进行FEMA分析和验证,参考《GB/T 44062 - 2024 自动化系统与集成 自动化设备安全评估》。

4) 机械结构总体设计需考虑安全、经济、环保要求。

#### 2.材料要求

1) 与腐蚀性清洗材料接触的框架材料、腔体材料应兼容相应的清洗介质。

2) 长期在潮湿环境下运行的设备,关键部件应使用耐腐蚀材料,且满足至少8年不腐蚀的要求。

3) 与食品接触的材料,应满足SUS食品级304的要求或者更高要求,并出具材料合格证。

4) 结构件、面板类需要经过防腐处理,面板进行喷塑处理,各类型材必须是国标型材。

5) 所有材料必须有相应的合格证或符合质量要求的检验证书。

### 3.钢构外表要求

1) 钢结构件外表需经喷砂处理，除锈等级 Sa2.5。

2) 喷砂后需喷涂底漆为红丹防锈漆一遍，面漆为醇酸调和漆两遍（颜色满足用户要求），总干膜厚度为 125 $\mu$ m；附着力达到 ISO 等级 1 级或 ASTM 等级 4B 级。

3) 结构件外表不能有明显的变形、划伤、撞伤、凹槽、凸现、缺失、分层等缺陷。

### 4.焊接要求

1) 焊接人员具备国家相应的证书。

2) 焊缝外表不能有裂纹、气孔、夹渣、未熔合、未焊透、虚焊、形状缺陷及上述以外的其他缺陷。

3) 涉及的承重主梁受拉区的翼缘板、腹板的对接焊缝应进行无损探伤，并提供报告的复印件。

### 5.传动要求

1) 传动设计需考虑传动效率最优化；

2) 传动机构要求简单合理，以最少的环节实现功能。

3) 传动设计需考虑现场噪声限制，尽一切可能降低噪音的产生。

4) 变速箱或者变频电机等优选国际大品牌或者合资品牌。

### 6.液压系统

1) 液压系统应保证其安全性、系统的连续运行水平、可维护性和经济性，并能延长系统的使用寿命；关键部件如泵类、阀类应选用

Bosch、Parker、Eaton 等国际大品牌产品。

2) 系统的所有部件应在设计上或采取其他保护措施, 防止压力超过系统或系统任何局部的最高工作压力及各具体元件的额定压力。

3) 系统的设计、制造和调整, 应使冲击压力和增压压力减至最低, 冲击压力和增压压力不应引起危险。

4) 应考虑由于阻塞、压降或泄漏等原因影响元件安全工作的后果。

5) 无论是预期的还是意外的机械运动(包括加速、减速或物体的提升/夹持), 都不应造成对人员有危险的状态。

6) 系统设计需尽可能减少管路、管接头, 优先选用集成阀块。

7) 液压系统需实现防尘、防爆功能。

8) 所有执行元件、管接头、阀门等部件需易于接近, 且方便操作。

9) 管路尽量使用硬连接, 必要时才用软连接。

10) 油管必须进行磷化酸洗处理, 清理干净; 油箱内部需进行抛丸处理并去渣, 清理干净。

11) 油管接头位置应处于易于拆卸的地点, 进油管和注油孔需安装过滤器, 阀门使用不锈钢产品且易于更换。

12) 液压系统需考虑维修时泄漏处理问题(整体优先置于收集油盘上并具备排油功能), 并保证所有接头在压力范围之内, 不会出现泄漏现象。

13) 泵站在安装后, 试车前应反复进行循环清洗, 清除一切杂质

污物，使污染度达到 NAS7 级。

14) 试验到达设计压力，应保压 10 分钟，各连接处不得有渗漏。

15) 试验合格之后，应将液压油全部放空，然后将管路堵好，做好密封，预防被污染。

## 7. 气动系统

1) 气动系统应保证其安全性、系统的连续运行水平、可维护性和经济性，并能延长系统的使用寿命。

2) 气动系统控制单元和执行单元接头等连接部件应选择 SMC 或 FESTO 等国际大品牌。

3) 当排气造成的声压等级超过了适用的法规和标准的许可时，排气口应使用消声器。在排气口使用的消声器本身不应产生危险，消声器不宜产生有害的背压。

4) 其余要求同液压部件基础要求。

## 8. 润滑系统

1) 所有传动部件关键转动、滑动部位均应有润滑点。

2) 对于难以接近的润滑点，需外引至可接触位置，方便人员润滑。

3) 对于所有润滑点，必须提供润滑标准，包括：润滑油品型号、润滑周期、润滑方式等。

4) 润滑系统总体设计需考虑经济性、安全性、可靠性。

## 9. 安全防护

1) 所有可接触的转动或移动设备、裸露传动部件、旋转部件等

均需做好防护隔离措施，尽量设置人员接近切断系统控制并报警等智能措施。

2) 危险区域和危险位置需有主动防护系统（如红外线等）。

3) 需高空维护部位应有登高梯、防坠落措施和检修平台。

4) 危险部件和区域需用颜色区分开。

5) 设备各部件各工件之间最好具有主动预防碰撞措施、标识和提醒标志。

6) 对于输送线，在任何位置，员工都可以实现紧急停止操作；紧急按钮位置需合理，开关带锁，急停后警报响起。

7) 防护装置应通过测试检查、试验或计算等方法进行检验，检验尽可能在防护装置工作状态下进行。

8) 安全防护装置不应影响观察设备的运行状态。

## 10.其他

1) 环境要求：废气、水、噪声等排放应按照国家标准执行，整机不漏油，使用材料要求环保。

2) 能源要求：各动力设施设计安全余量合理（5%—25%），减少能源消耗。

## 二 图纸资料

1.主资料：合格证、使用说明书、安装和操作手册、维护保养手册、装箱单、外购部件说明书和合格证（含电器限制单元）。假设是进口件，需提供相关中文资料。

2.装订要求：装订要求为硬皮文件夹，A3 横向装订，A4 纵向装

订。

3.机械系统：总装图、部件装配图（含外购件清单和型号，电机注明功率），各易损零部件加工图。

4.液压、气动系统：系统工作原理图、元器件连接图（包含各元器件厂家、型号和数量）。

5.限制系统：详细电气限制原理图（主回路线路图，限制回路线路图，详细电器元件清单、型号和数量），电器元件布置图、接线图（含端子图），提供PLC内置程序备份，编程手册等。

### 三 培训

1.厂家有义务对维修人员进行必要的培训。

1) 设备限制原理的培训。

2) 设备结构的培训。

3) 特殊限制系统的操作、编程、设置、监控的方法。

4) 必要的维修保养常识。

5) 涉及安全操作的培训操作，厂家需要签发培训证书。

### 四 验收

1.根据技术要求，逐项核对设备的各个局部是否符合要求，发现不合格项要求厂家整改。检查设备是否符合安全标准，防护栏、罩盖、安全装置等是否完善。

2.了解设备全流程运行和操作要求，并使用样品件进行功能性验收。

3.核对图纸资料数量及内容是否符合要求，图纸与实际是否一

致。

4.通过现场试运行确认安全保护装置是否有效。