

# 海航技术智能无人运输系统

技术规格书

公司名称：海航航空技术有限公司

2026年4月21日

# 目录

第一章	总则	2
第二章	系统架构与场景定义	7
第三章	机器人本体技术要求	8
第四章	机器人调度系统功能要求	10
第五章	基础设施改造要求	14
第六章	安装、调试与验收指标	15
第七章	供货范围与交付清单	17
第八章	技术文件与资料要求	17
第九章	培训要求	18
第十章	质保与售后服务要求	18
第十一章	项目实施周期与进度要求	18
第十二章	附录 《非标自动化设备机械技术标准》	20

## 第一章 总则

### 1.1 项目概况

本技术规格书适用于海航技术附件维修事业部“智能无人运输系统”建设项目。项目旨在通过引进自主移动机器人（AMR），构建一套柔性、自动化、智能化的内部物流配送系统，实现航材从海口美兰国际机场空港一站式飞机维修基地3号楼（以下简称一站式3号楼）副楼2楼的库房至3号楼主/副楼各生产车间的无人化配送，彻底变革“人找料”的传统模式。作为本项目设备采购、系统集成、安装调试、验收交付及售后服务的技术依据，并作为合同文件的重要组成部分。

### 1.2 适用范围

本技术规格书规定了智能无人运输系统的总体要求、机器人本体技术要求、系统功能要求、接口要求、安装调试要求、验收要求、培训要求及售后服务要求等内容。卖方（以下简称“供应商”）应按照本技术规格书的要求完成系统的设计、制造、供货、运输、安装、调试、系统集成、培训及售后服务等全部工作。

本技术规格书未明确规定但为保证系统安全、稳定、可靠运行所必须的设备、软件、附件、备件、材料、服务及相关工作，均应由供应商在合同总价范围内提供，不得因本技术规格书未明确列出而另行收费。

本技术规格书适用于以下系统范围：

- 1) 自主移动机器人（AMR）本体

- 2) 机器人调度系统
- 3) 机器人充电系统
- 4) 服务器
- 5) 无线通信网络及网络优化
- 6) 电梯控制系统联动
- 7) 连廊门禁系统联动
- 8) 与 WMS/MES/SAP 等信息系统接口对接
- 9) 系统安装、调试与培训
- 10) 系统验收与售后服务

### 1.3 项目定位与交钥匙原则

本项目定位为内部物流自动化与智能配送系统建设项目，通过引进自主移动机器人（AMR）及调度系统，构建柔性自动化运输系统，实现由“人找料”向“料找人”的物流模式转变，提高物流配送效率，释放高技能人员生产工时，提升整体生产效率与管理水平。

本项目采用“交钥匙工程”（Turn-key Project）方式实施，即供应商应对本项目系统的整体实施效果负责，包括但不限于以下内容：

- 1) 现场勘测与方案设计；
- 2) 机器人本体及配套设备供货；
- 3) 机器人调度系统部署与调试；
- 4) 地图构建与路径规划；
- 5) 与电梯控制系统（一站式三号楼 3 号/4 号电梯）的通信接口改造及联动调试；

6)与连廊门禁系统（两道门，共四扇门页）的自动开关门改造及感应联动调试；

7)与WMS/MES/SAP等系统的数据接口对接（如涉及）；

8)无线网络覆盖优化及必要的网络设备安装(AP、信号放大器等)；

9)系统安装、调试、试运行；

10)操作及维护培训；

11)系统验收与资料交付；

12)质保及售后服务。

供应商应保证系统在买方现场环境条件下能够稳定、连续、安全运行，并达到本技术规格书及合同约定的各项性能指标和验收指标。

除买方明确提供的基础条件外，项目实施所需的设备、材料、辅材、软件、接口模块、安装调试、系统集成、网络优化等均应包含在合同总价内，供应商不得因现场条件或系统集成原因提出额外费用要求。

买方负责提供的基础条件包括：

1) 安装场地及设备运行区域；

2) 基础供电条件；

3) 现有电梯控制系统资料；

4) 网络接入条件；

5) WMS/MES/SAP 系统接口资料（如涉及）。

#### 1.4 标准与规范

本项目系统设计、制造、安装、调试、验收及安全要求应符合国

家、行业及相关标准规范的要求，包括但不限于以下标准：

- 1) GB/T 44062-2024 自动化系统与集成 自动化设备安全评估
- 2) GB/T 20721-2022 自动导引车 通用技术条件
- 3) GB/T 37669-2019 自动导引车在危险生产环境应用的安全规范
- 4) GB/T 45750-2025 物流仓储设备 自动导引车 安全规范
- 5) GB/T 5226) 1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件
- 6) GB/T 37394-2019 机器人用锂离子电池和电池组安全要求
- 7) GB/T 机械安全 风险评估相关标准（如适用）
- 8) 国家、行业及地方现行相关安全、环保、电气、信息安全等标准规范。
- 9) 相关特种设备、电梯及消防规范

当本技术规格书与国家标准、行业标准发生冲突时，应以较高标准为准。

供应商应在设备出厂前完成自动化设备安全评估，并提供安全评估报告。

### 1.5 供应商资质要求

参与本项目的供应商应具备以下资质与能力：

1) 供应商应为自主移动机器人（AMR）或自动化物流系统的制造商或系统集成商；

2) 具备自动化系统集成能力，能够独立完成机器人系统、电梯

系统、门禁系统、网络系统及信息系统接口的集成工作；

3) 具备自动化设备安全评估能力，能够按照《GB/T 44062-2024 自动化系统与集成 自动化设备安全评估》要求出具设备安全评估报告；

4) 具备质量管理体系认证（ISO9001 或同等认证）；

5) 优先考虑具备国军标质量体系认证或航空维修行业项目经验的供应商；

6) 在国内具有自主移动机器人或类似 AMR 项目成功案例，需提供案例清单及项目证明材料；

7) 具备完善的售后服务体系，在海南地区设有售后服务或技术支持能力；

8) 项目团队应具备以下人员配置能力：

1) 项目经理

2) 系统工程师

3) 软件工程师

4) 现场调试工程师

5) 售后服务工程师

9) 供应商应具备长期备件供应能力，备件供应年限不低于 8 年；

10) 供应商应承诺系统软件在 10 年内提供升级与技术支持服务。

供应商需在投标文件中提供以下资料：

1) 营业执照

2) 质量体系认证证书

- 3) 自动化项目案例证明
- 4) 技术团队人员名单
- 5) 售后服务承诺书
- 6) 备件供应承诺书
- 7) 软件授权与升级说明
- 8) 其他相关资质证明文件

## 第二章 系统架构与场景定义

### 2.1 运行环境

地点：一站式3号楼主楼与副楼，共2层。

路径：库房（副楼2F） ↔ 电梯 ↔ 连廊（半户外） ↔ 主/副楼各车间。

工况：室内车间与半露天连廊混合环境，人机混流。

### 2.2 核心场景流程

(1) 任务下发：系统下发配送任务。

(2) 自动装载：机器人自主行驶至库房装货点，人工将航材装入多格舱体。

(3) 跨域运输：机器人自主规划路径，自动呼叫并乘坐电梯，通过连廊自动感应门。

(4) 序列配送：依次抵达主楼各指定车间点位。

(5) 智能交付：通知收货人，通过生物识别或密码解锁舱门取货。

(6) 返程充电：任务完成后自动返回充电区对接充电。

### 第三章 机器人本体技术要求

#### 3.1 基础平台

采用户外转运机器人作为基础移动平台，具体参数需符合如下要求，包括但不限于：

项目	技术参数与要求
导航方式	激光 SLAM
车轮尺寸	≥10 寸
机器人平台+储物箱整体尺寸 长×宽×高 (mm)	≤长 900×宽 700×高 1300mm。
最小转弯半径 (mm)	≤1000 mm，原地自转
自重 (含电池) (kg)	≤100kg
最大负载 (kg)	≥80kg
容量 (L)	≥200L
激光扫描高度 (mm)	≥500mm
网络通讯	4G/5G+WIFI
环境温湿度范围 (°C/%)	温度：-20°C~45°C/湿度：10%~95%，无压缩冷凝
防水防尘等级	IP54 及以上
通过性 (坡度/台阶)	≥15%/50mm
最小通行宽度 (mm)	≤1200mm
导航位置精度 (mm)	≤±20mm
导航角度精度 (°)	≤±1°
行驶速度 (m/s)	0-1.5m/s 可调
地图面积 (单幅) (m <sup>2</sup> )	≥40000m <sup>2</sup>
电池规格 (V/Ah)	≥48V/20Ah (磷酸铁锂电池)

综合续航 (h)	≥8h
充电时间 (h)	≤3h
充电形式	手动和自动
循环次数 (次)	≥1500 次

地图构建：需支持在线/离线地图构建与编辑，路径可通过软件灵活配置。

远程遥控：需支持远程人工接管。

形态：采用紧凑型箱式底盘、配备高通过性轮胎与顶置激光雷达，集成了定制化功能模块的工业级户外无人配送机器人。

避障：360° 激光雷达避障（检测半径≥5m）+ 物理防撞触边。

急停：本体前后均需设急停按钮。

### 3.2 定制化上部结构

在机器人平台上部，需集成安装可定制的多单元格式储物柜。储物柜应模块化设计。

储物箱单元格数量与尺寸：数量不小于 6 个，其中分大小两类，小格子数量 4 个，尺寸不小于：宽 280mm×高 150mm×深 500mm，大格子数量 2 个，尺寸不小于：宽 280mm×高 350mm×深 500mmmm。

到货通知：货物送达后，系统需自动触发短信或电话通知收货人。

解锁方式：储存柜单元格必须支持人脸识别或密码口令验证解锁。

权限绑定：特定单元格仅授权特定人员或班组开启，防止误取。

人机交互部件：需配备触摸显示屏，尺寸≥10 寸，屏保支持自定义设置。

单元格强制开锁：需支持断电情况下实现单元格正常开启。

### 3.3 储物箱整体外观设计要求

储物箱颜色：白色为主色调，喷绘海航技术 LOGO。

### 3.4 环境防护强化

为适应半户外连廊等工况，机器人本体及定制储物柜需进行整体防雨/涉水强化设计。整车运行应能满足在小雨及地面湿滑条件下的正常作业需求，整体防护等级应不低于 IP54。

## 第四章 机器人调度系统功能要求

### 4.1 基础调度

多机协同：为满足配送频次与冗余备份需求，首批次部署数量为 2 台。因此系统需支持多机器人任务分配、路径规划、交通管制，避免死锁。

状态监控：图形化界面实时显示机器人位置、电量、任务、告警。

### 4.2 设备联动

统一调度机器人与电梯、连廊自动门的交互时序，确保流程连贯。

### 4.3 接口要求

提供标准 API（RESTful/WebSocket），支持与 SAP/WMS/MES 系统对接，接收任务并回传状态。

### 4.4 网络条件

机器人系统及调度系统需依赖无线网络进行通信，现场网络如有中断，由卖方通过加装无线 AP 方式或信号放大器解决。

1. 系统应支持断网后机器人进入安全模式；
2. 系统应支持断网后任务数据本地缓存；
3. 系统恢复网络后应自动恢复运行；
4. 系统数据应支持定期备份；
5. 系统应具备账号权限管理及操作日志记录功能。

#### 4.5 人机混行规则

机器人运行区域为人机混行环境，系统应满足人机混行安全要求。

人机混行规则包括但不限于：

1. 人员优先原则：在人机混行区域，机器人应主动避让人员；
2. 机器人应具备激光避障、安全雷达、防撞传感器等安全装置；
3. 机器人在人员密集区域应自动降速运行；
4. 在拐角、门口、电梯口等区域应设置减速区域；
5. 机器人运行时应具备声光报警提示；
6. 机器人应具备急停按钮；
7. 系统应支持设置限速区域；
8. 系统应支持设置禁行区域；
9. 机器人在人员长时间阻挡时应停止运行并报警；
10. 机器人在夜间或低照度环境下应具备警示灯；
11. 应在机器人运行区域设置安全标识及地面标识；
12. 应制定机器人运行管理制度及人员安全培训制度。

人机混行安全策略应符合自动化设备安全相关标准要求。

#### 4.6 系统运行模式

系统应支持以下运行模式：

(1) 自动运行模式

在自动运行模式下，系统根据任务指令自动分配机器人执行任务，机器人自动完成、运输作业流程，无需人工干预。

(2) 半自动运行模式

在半自动运行模式下，人工可通过调度系统或操作终端指定机器人执行任务。

(3) 手动控制模式

在手动模式下，维护人员可通过遥控器或操作终端控制机器人移动，用于设备维护、调试或异常处理。

(4) 自动充电模式

当机器人电量低于设定阈值时，系统应自动安排机器人前往充电桩充电，充电完成后自动恢复任务。

(5) 任务排队模式

当任务数量大于机器人数量时，系统应自动对任务进行排队管理，并按任务优先级分配任务。

(6) 高峰运行模式

系统应支持高峰任务运行模式，在任务量较大时自动优化调度策略，提高系统运行效率。

(7) 故障降级运行模式

当部分机器人或系统出现故障时，系统应能够自动调整调度策略，保证系统继续运行。

## 5.4 调度逻辑

调度系统应具备智能调度能力，能够根据任务情况、机器人状态、交通情况等因素自动进行任务分配与路径规划。

调度逻辑应至少包括以下内容：

就近分配原则：优先分配距离任务起点最近的机器人；

电量优先原则：电量低的机器人优先安排充电；

任务优先级原则：高优先级任务优先执行；

电梯调度策略：减少机器人等待电梯时间；

交通管制策略：避免机器人在狭窄通道拥堵以及在交通路口实现单方向通行管理；

禁行区域绕行策略：设定机器人禁止驶入区域；

## 4.7 系统扩展架构

系统应具备良好的扩展能力，支持后续系统扩展及升级。

系统扩展能力应包括但不限于：

支持增加机器人数量，不需要更换调度系统；

支持扩展运行区域及地图范围；

支持增加新的工位及库位；

支持增加新的楼层；

支持增加新的电梯联动；

支持增加门禁联动；

支持与WMS/MES/ERP等系统对接；

支持与自动仓储系统对接；

支持与自动分拣系统对接；

支持多类型机器人协同调度(如潜伏式机器人、牵引式机器人等)；

系统应支持软件升级与功能扩展；

系统扩展后不应影响原系统运行。

系统软件授权方式应为：永久授权；

不得收取软件年服务费；

不得收取系统扩展授权费用。

## 第五章 基础设施改造要求

### 5.1 电梯改造

要求：在指定的 3 号、4 号货梯加装 IO 通信或 Modbus TCP 接口模块。

功能：实现机器人无线“呼梯”、“选层”、“开关门”信号交互。严禁改动电梯安全回路，由具备资质的电梯维保方施工。

### 5.2 连廊改造

门禁：对连廊两道手动开关门（四扇门页）进行改造，将现有地弹簧改为电动地弹簧，并加装感应装置，以满足机器人/行人经过能自动感应开关。



连廊门及其地弹簧实物图

### 5.3 网络

机器人使用自身 4G/5G 网络，供应商应负责网络覆盖测试及网络优化方案设计，确保机器人流畅运行。

### 5.4 消防

充电区需符合现有喷淋系统覆盖范围。充电桩具备过流、过温保护及自动断电功能。

## 第六章 安装、调试与验收指标

设备验收：设备到达现场，完成安装、集成与调试后，需进行为期不少于 10 个连续工作日的试运行。满足以下全部条件方可最终验收：

- 6.1 试运行时，各项性能指标满足合同书和技术规格书的要求；
- 6.2 成功实现与连廊门禁/电梯的稳定、安全联动；
- 6.3 机器人调度系统运行稳定，与买方网络兼容，并完成数据接

□ 演示；

6.4 买方操作与维护人员经培训后可独立操作；

6.5 已提供了合同范围内的全部货物和资料。

## 第七章 供货范围与交付清单

以下清单所列内容为设备及附件的主要内容。卖方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、备件、易损件及服务。

名称	技术规格	单位	数量
<b>一、机器人及其配套硬件</b>			
<b>自主移动机器人</b>	含：多单元格储物箱、人脸/密码解锁等功能	台	2
<b>充电桩</b>	需满足机器人充电要求	台	2
<b>电梯改造</b>	二部电梯的通信模块	套	2
<b>自动开门机</b>	实现连廊两道门（四扇门页）的感应和自动开关	套	4
<b>二、系统软件</b>			
<b>流量</b>	终身 4G/5G 流量卡	张	按需
<b>软件对接</b>	SAP 对接服务	套	1

## 第八章 技术文件与资料要求

8.1 卖方应随货提供完整的中文技术文件（纸质及电子版），至少包括：

- 8.2 整机使用说明书与维护保养手册；
- 8.3 机器人机械、电气原理图及接线图；
- 8.4 机器人调度系统操作与管理手册；
- 8.5 易损件清单、备件清单及推荐库存；
- 8.6 全套电气元件、外购件说明书及合格证；
- 8.7 出厂测试报告；

8.8 培训教材与考核记录。

## 第九章 培训要求

设备安装调试后，由卖方派专业技术人员对买方操作人员，维修人员进行系统培训，确保其掌握操作、日常维护及基础故障排查技能。

## 第十章 质保与售后服务要求

10.1 设备最终验收质保期为 3 年。在质保期内设备出现故障，用户通知卖方工程师后，3 小时内作出响应，在 24 小时内解决。对于无法在 24 小时内解决的故障，卖方需增加额外排故力量并在 72 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；

10.2 设备厂家应该提供设备维护保养方案。

## 第十一章 项目实施周期与进度要求

### 11.1 项目实施周期

阶段	主要工作内容	计划周期	关键交付物/里程碑	责任方
<b>第一阶段： 项目启动与 详细设计</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 成立联合项目组，召开项目启动会。</li><li>2. 卖方进行现场最终勘测，确认所有细节（通道、连廊、站点、电梯接口、网络）。</li><li>3. 双方确认最终技术方案、布局图及接口协议。</li><li>4. 买方完成现场基础准备（如场地清理）</li></ol>	10 天	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 签署《项目启动确认书》。</li><li>2. 输出经双方确认的《现场布局与站点设计图》、《电梯对接技术协议》。</li></ol>	卖方 主导， 买方 配合
<b>第二阶段： 设备生产与 厂内测试</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 机器人本体生产、组装与厂内单机测试。</li><li>2. 调度系统软件适配与配置。</li><li>3. 完成与模拟电梯环境的联动测试。</li></ol>	50 天	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 完成设备出厂前预验收，提供测试报告。</li><li>2. 软件系统准备就绪。</li></ol>	卖方

<b>第三阶段： 现场部署与 集成调试</b>	1. 设备运输至买方现场并完成就位。 2. 完成硬件安装、网络连接及系统部署。 3. 完成与现场电梯/连廊门禁的物理接线与通信联调，实现自主呼叫与乘梯。 4. 构建环境地图，设置路径与站点，进行单机及多机功能调试。	10 天	1. 所有硬件安装完毕，系统联通。 2. 成功实现跨楼层全流程自动搬运演示。 3. 输出《系统部署完成报告》。	卖方
<b>第四阶段： 试运行、培训 与验收</b>	1. 进行为期不少于 5 个连续工作日的稳定性试运行，模拟真实业务流。 2. 对买方管理员、操作员、维护人员进行系统化培训与考核。 3. 解决试运行中发现的问题。 4. 进行最终验收。	10 天	1. 试运行报告(确认系统稳定，达到性能指标)。 2. 完成用户培训并签署《培训确认书》。 3. 双方签署《最终验收报告》。	共同 完成

### 11.2 关键进度控制要求：

**卖方责任：** 卖方应在合同生效后 24 小时内提供详细的《项目实施计划表》。作为总包方，卖方须负责统筹所有环节，确保内外部（如电梯供应商）协调顺畅，任何进度延误风险需提前至少 3 天书面通知买方。

**买方协同：** 买方需指派固定接口人，并确保在“现场部署与集成调试”阶段提供必要的现场条件与人员配合，买方配合工作的延误将相应顺延总工期。

**里程碑管控：** 以上四个阶段设立严格里程碑。任一里程碑未按时达成，除非因买方原因或不可抗力，卖方需立即说明原因并提交赶工计划。

**验收标准：** 最终验收以系统在试运行期间连续稳定运行，且全部功能与技术指标符合《技术规格书》要求为准。

本进度计划旨在确保项目在 80 天内实现从启动到交付使用的全过程，建议将此框架纳入合同附件，作为项目管理的共同基准。

## 第十二章附录 《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) 机械机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；