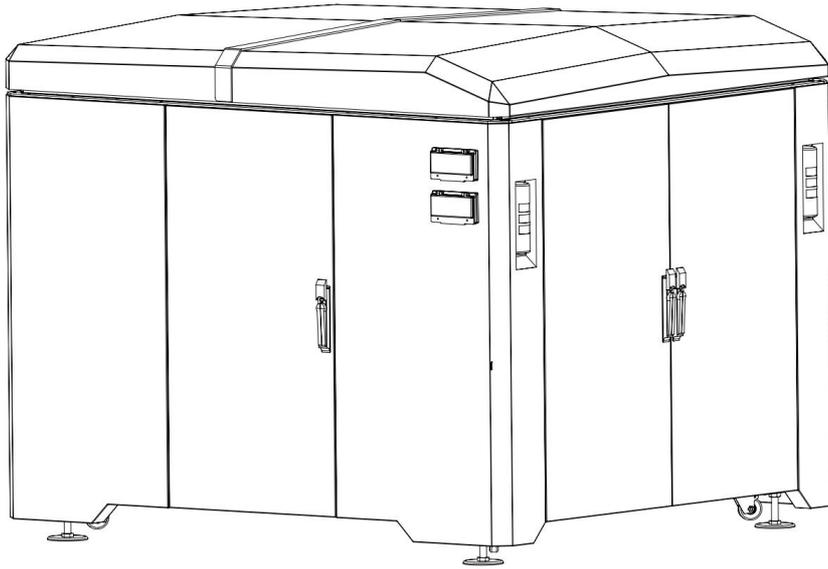




UltraHive[®] UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动 机场

产品使用说明书



文档编号: SDUM005R01

发布日期: 2020 年 12 月 01 日

星逻人工智能技术（上海）有限公司

声明：

Copyright© 2019 星逻人工智能技术（上海）有限公司版权所有并保留所有权利

本说明书仅供星逻人工智能技术（上海）有限公司授权的产品最终用户持有和使用。未经星逻人工智能技术（上海）有限公司之明确书面许可，任何单位或个人不得复制、仿制、誊抄或转译本手册的部分或全部内容，且不得进行任何方式（包括但不限于电子、影印、照片、录像等方式）的传播。

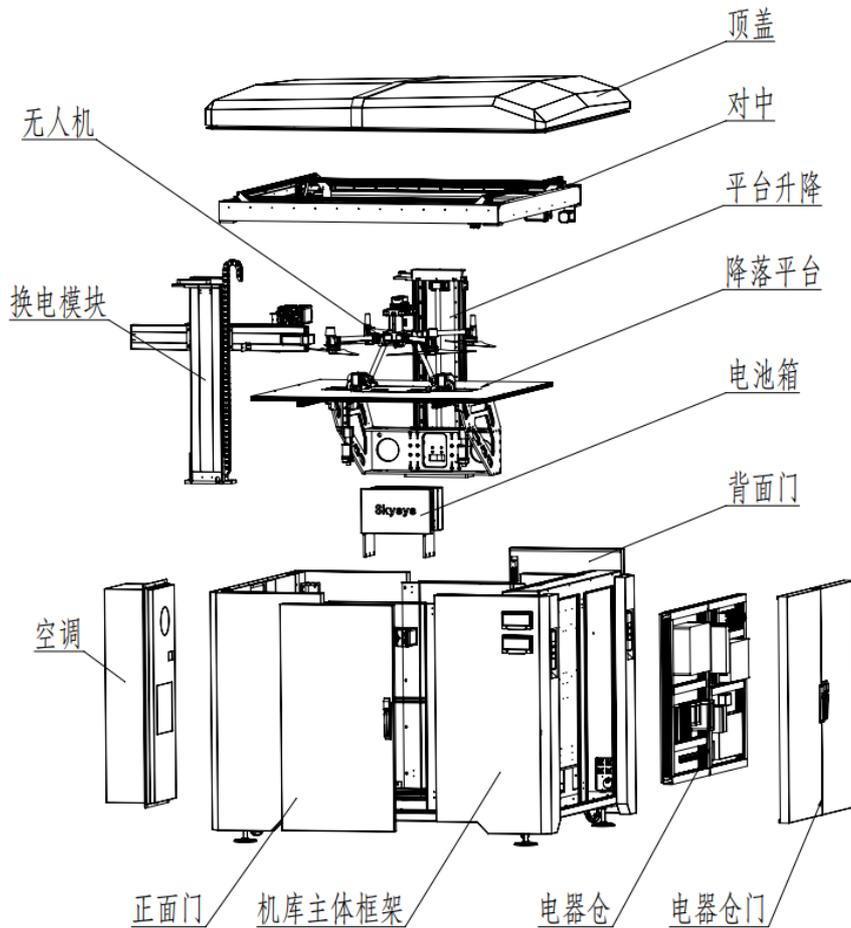
本手册提及的所有商标，由各自所有人拥有。本手册所提及的产品规格和其它资讯仅供参考，如有内容更新，恕不另行通知。除非有特殊约定，本手册的目的仅为指导产品的正确使用，所作陈述不构成任何形式的担保。

星逻人工智能技术（上海）有限公司

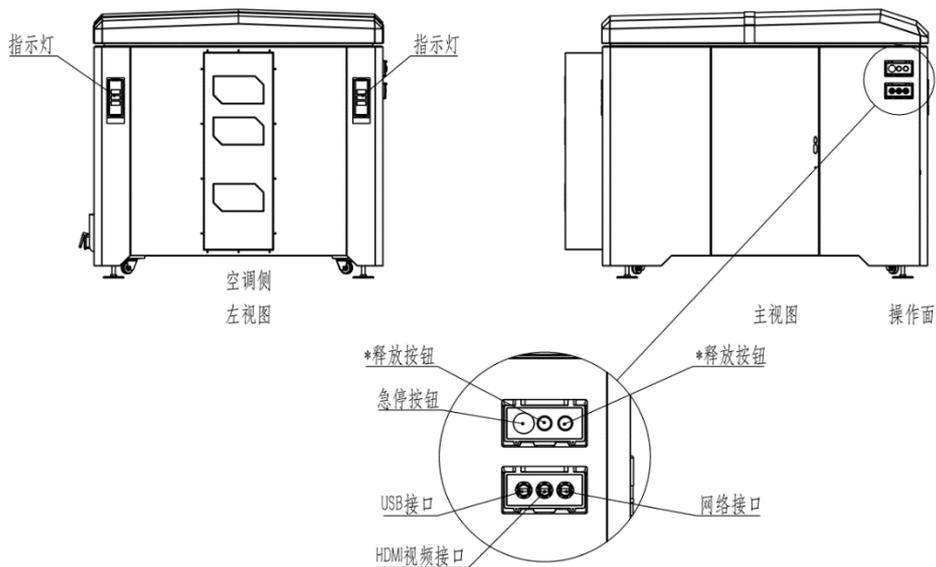
地址：上海市浦东新区海洋一路 333 号 4 号楼

一、 产品结构

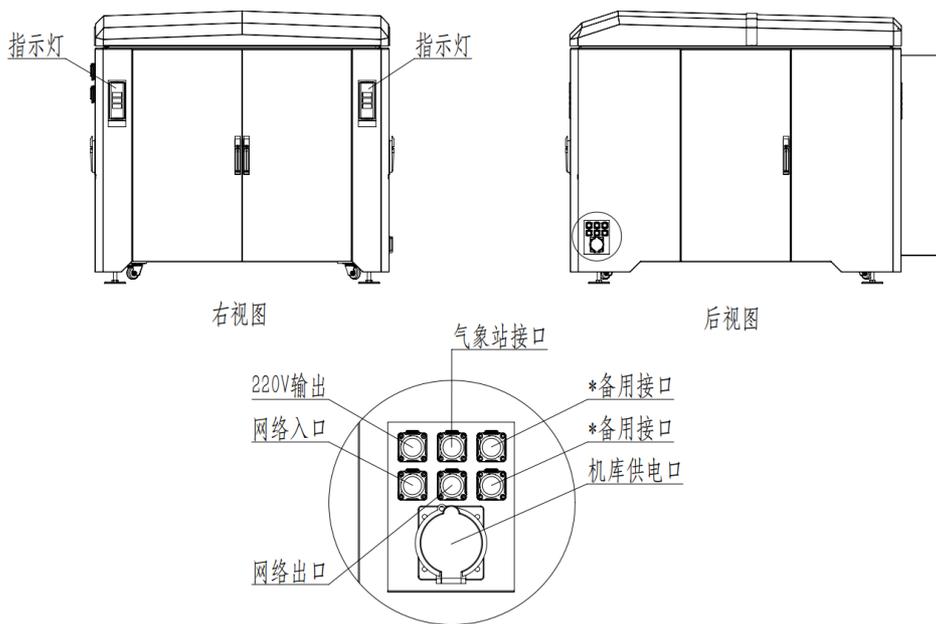
UltraHive® UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场是适用于多旋翼无人机等轻型、小型垂直起降无人飞行器的自动机库、充电平台、飞行器数据中心及自动驾驶与导航基站。



UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场的固定设备由机库和射频气象地面站组成。其中，机库主要包括飞行器舱、电气舱和空调系统。以下是机库的组成和结构示意图。定义机库有按钮的一侧为操作面（正面），电源插座一侧为背面（后面），空调一侧为左面，电气舱一侧为右面。其中，空调侧及操作面的细节布置如下：



电气舱侧及电源插座侧的细节布置如下:



二、安全标识说明

UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场的安装、操作和维护人员及需要进入产品所在场地的其他人员应事先完整阅读本说明书，正确理解各项安全标识，操作（含远程操作）及进入现场时应注意观察、保持警觉，防止事故发生。

编号	安全标识	说明
1		UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场为现场无人值守型自动机电设备，操作设备有一定安全风险。产品应由取得星逻人工智能技术（上海）有限公司书面授权的专业人员操作（含远程操作），指令机库动作时应确认没有人员在机场附近或机库内部。
2		在接受到本地或远程指令后，UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场可能现场人员意料之外自动开启/闭合顶盖、升/降平台或夹紧/展开推杆。为避免造成人身伤害，防止夹伤肢体或压迫人员、造成封闭、窒息，手或其它人体部位不得进入机库内部及靠近顶盖。
3		UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场长期通电工作并自动、不间断运行。操作、维护产品的专业人员应事先由取得星逻人工智能技术（上海）有限公司的书面授权，所有进入现场的人员应注意用电安全，接通电源前应反复确认机库内部、外部没有人员。
4		高温季节产品工作时，UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机库空调外出口附近的金属外壳会有较高温度，可能灼伤人体。请不要触摸或靠近，同时请勿覆盖、遮挡进出风口。纸张等易燃物品请勿置于高温部位附近。

编号	安全标识	说明
5		<p>UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机库接受到本地或远程指令后，两侧顶盖可能在现场人员意料之外自动展开，位移量达到0.7米左右。为避免意外撞伤，请现场人员不要站在顶盖的展开区域，维护人员在顶盖下工作或站起、抬头时也请注意不要被顶盖碰伤。</p>
6		<p>UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机库在执行任务过程中应始终保持各舱门关闭，否则不仅可能导致机库内温度条件不满足飞行器及机库的工作要求，而且可能因雨雪、异物、人体进入或接触造成电气短路、漏电或机械故障等异常，严重时会造成事故。</p>
7		<p>严禁在机库动作过程中触摸任何转动部位，以免机器卷入或夹住人体部位、造成伤害事故。机库需要维护、保养、修理前，应首先停止执行任务并等待当前运转、动作完全停止，同时应完全切断外部电源，防止机器被远程控制、意外启动运行。</p>
8		<p>UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场为专业机电设备，产品内部带电且结构复杂，非专业人员打开产品容易造成人身伤害或损坏设备。设备的维修、保养工作应由已经取得星逻人工智能技术（上海）有限公司书面授权的人员执行，以避免发生事故和造成损失。</p>
9		<p>严禁带电维护、保养或修理 UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场。打开电气舱门前，应完全切断外部供电连接，防止舱门打开后因雨雪、异物、人体进入或接触造成电气短路、漏电故障或异常，甚至造成设备损坏、人身伤害事故或飞行器及设施的损坏。</p>

编号	安全标识	说明
10		UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场内部有多个旋转、啮合结构和传动部件，容易对手指、四肢等人体部位造成损伤。安装、维保人员作业前应确保机器已经关闭、电源已经断开，作业时应穿戴好手套、安全帽、安全鞋等劳动保护用品，防止受伤。
11		机库顶盖及舱门打开后会有皮带和链条传动部件暴露，容易被人体接触到、容易卷入手指、头发、服装、四肢等人体部位及附着物。进入机库现场的人员应事先穿戴好手套、安全帽、安全鞋、紧身服等劳保用品并不得留长发，进入现场后人体应远离传动部件。如发生事故应立即按急停按钮停机。
12		UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场主要使用220V 单相交流供电，但其内部也有蓄电池作为后备电源长期不间断供电。部分内部电气设备及端子、接线始终带有 48 至 56 伏特左右的不安全电压，外部交流供电连接后会有更多的设备、端子及导线带电。维保人员不应依赖开关位置判断设备是否带电，也不应假设火线、零线、地线的接线顺序正确，应通过正确测量得出带电结论并在可靠切断蓄电池和外部供电后才能进行维护、保养工作，防止触电、短路和漏电事故发生。

三、 安全规定

为确保人员、飞行器和设施安全，UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场的安装、操作和维护人员需经过培训考核并取得星逻人工智能技术（上海）有限公司颁发的资质证书，同时还应遵守以下安全规定。

1. 运输和安装施工安全

机场设备运输安装前应规划好运输路径、安装楼层和位置，确认安装位置和途径的地面承重能够满足要求，并指定专人事先安排载重量满足要求的汽车、叉车、吊车等运输、起重设备，组织好相应人力和安全保障，妥善指挥运输和搬运施工。如果需要使用电梯运输，应确保电梯承重能力和出入口尺寸符合要求。

机场设备运输过程中，顶盖及各舱门应处于关闭状态。装卸机库时仅应使机库底部指定承重部位受力，吊装机库应使用数量、强度足够的软吊带兜住机库底部指定部位。到达现场后，应按包装标志的要求顶部向上放置、轻拿轻放。露天放置时要注意采取防水、防潮、防雨雪沙尘等保护措施。同时还应防止设备倾斜、磕碰、摔损，避免人员踩踏、被绊倒和意外碰伤。

搬运、安装现场人员应佩戴安全帽、穿着安全鞋。在空气不流畅的环境中进行安装作业时，应采取临时通风措施。施工用电要遵守相关规定，注意用电安全。

机库首次部署后，不得随意移动机库，若一定要再次移动部署位置，请联系星逻人工智能技术（上海）有限公司，需按指定要求做运输、部署，否则一切问题由客户自己承担。

2. 运行、维护安全和应急预案

进入机场附近的所有人员（包括访客、用户）均需佩戴安全帽，维护人员应穿着安全鞋。安装、操作（含远程操作）、维护机场需有至少两名人员在场且不得同时作业，应至少保留一名人员密切观察现场、保障人员安全。机库顶盖开启、闭合及有飞行器出现时所有现场人员需与机库保持 2 米以上的距离，严禁头、四肢及人体其它部位进入顶盖开合区域或接近飞行器。

除授权的安装、维护人员外，任何人不得进入机库内部。

现场或远程操纵无人飞行器的人员应按国家相关规定取得与被操纵无人飞行器等级对应的驾驶执照并确认执照仍在有效期内。

机库操作面右侧上部的透明防水保护盖内设置有醒目的圆形红色急停按钮。当机库动作可能危及人员及飞行器、设施安全时，现场人员应立即打开急停按钮的保护盖，向下按动急停按钮，切断机库动力电源。

机场发生触电事故时，现场人员应立即拔除电源插头并随后切断插头的电源供给。

机场安装、使用、维护过程中或因飞行器坠落、失控发生意外人员伤亡的应立即联系当地医疗机构实施救助，同时联系星逻人工智能技术（上海）有限公司获得针对事故具体情况的有效处置指导，并根据受伤情况紧急处理、保护受伤人员。

发现机库防水结构损坏、漏水的，应立即联系星逻人工智能技术（上海）有限公司处理。

机场现场应预备并就近储存强度、大小适合的防水、耐候材料（如聚乙烯防雨布等）用于灾害天气、机库发生漏水故障或长期不用时包裹机库，材料应具备拉绳、扣环等结构将其固定附着在机库外表面上、完整覆盖机库并系牢或锁定在机库支撑脚上，防止被大风吹走。

遇到雨雪、沙尘、冰雹等灾害天气不应开启机库执行任务或打开机库顶盖、舱门，以避免水和沙尘进入机库、飞行器导致故障、损坏。意外灾害天气突发时，已经开始执行的任务应在保障安全的前提下尽快中止、飞行器应尽快回收入库、机库顶盖应及时关闭，防止造成更大损失。已经发生故障导致顶盖无法关闭的，应尽快安排现场人员用储存的防水材料包裹机库及飞行器。来不及包裹防水材料的，应先行用物体（如塑料板、木板、衣物等）覆盖、遮挡顶盖未能合拢的部分并将飞行器转移到附近室内或避雨处，然后再妥善包裹机库及飞行器。

机场使用期间，应确保机库的外部监控摄像装置联网并正常工作。远程或自动操作机场、操纵飞行器时，应安排专职人员执勤并仔细观察监控摄像和处理来自机场、飞行器的警报、错误信息。如发现有人员意外在机库附近出现应立即中止机库当前动作和后续的飞行、充电任务，控制飞行器安全避让，防止人员伤害，并通知机场所在位置的现场人员紧急处理。

3. 环境安全

UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场的主要使用铝合金、不锈钢组成外部结构和内部框架、部件以耐受长期户外使用和各种天候。机场有少量部件使用钢、铁材料。电气设备、电池及电缆中含有铜、铅、锡、硅和少量金、银等金属、半导体及稀土材料。

为保障环境安全，不得随意拆解、丢弃机场或其零部件。机场的使用寿命终结后，应联系星逻人工智能技术（上海）有限公司处理机场的拆除和报废，或在保障安全的前提下根据当地环保法规要求妥善回收、处理机场，防止对环境造成污染，并循环利用其含有的稀有资源。

四、 功能概述

由机库、射频气象地面站等固定设备和配套软件组成的 UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场主要完成飞行器的收纳、释放、遥控、导航、充电和数据传输、转储等功能。

单个机场负责监测所在区域的气象状况、判断适飞条件，并通过射频地面站或 4G/5G 移动网络与处于其服务范围内的无人飞行器联络通信，完成对飞行器的远程控制和操作，同时获得飞行状态和图像、视频等载荷数据。用户管辖的多个机场与云端服务器通信组成无人飞行器机场网络，通过管理平台汇总机场、气象、飞行、载荷、任务数据，智能调度和管理机场、飞行器，自主、动态调整飞行时间、任务窗口，同时接受用户的远程指令和实时监控。

根据气象条件和识别到的飞行器种类及型号，机场管理系统能自动控制引导飞行器移动到适合其起降及最接近其飞行任务路线的空闲机场。接受任务的机场会自动打开由飞行器舱、顶盖、升降平台和配套机电装置及通信、控制设备组成的机库，等待飞行器降落。飞行器在接近目标机场后会根据卫星定位数据和机库的视觉特征、标识主动寻找、定位机库并按接收到的指令准确降落到机库升降平台的中心区域。

机库在确认飞行器降落到平台的有效位置后将迅速捕获飞行器、识别/修正其姿态并收纳入封闭机库以提供给飞行器适宜、受控的环境（可定义的最佳温度、湿度、气流量，无沙尘、雨雪及冰雹危害）并保障其物理安全（防盗及防止人为或动物的损伤、破坏）。根据飞行器的电池电量状态、飞行任务的时效要求和最大化电池循环使用寿命的原则，机库将使用优化算法为飞行器提供稳定、安全、定制的换电/充电，同时飞行器可以通过选配的无线数据传输附件并行上传其飞行任务期间存储的应用载荷数据（如图像、视频等）至机库，清空内部存储空间。机库在通信网络空闲时将载荷数据逐步转储到云端。

完成换电/充电及数据卸载后，机库会根据任务要求再次自动开启、释放飞行器并控制其完成下一次任务。对于没有飞行任务的飞行器，机场会通过通过对飞行器电池健康状态及历史飞行、充电数据的诊断和分析自动进行电芯单元的平衡修复，校准电池的剩余容量数据，使飞行器在最佳状态中准备好接受机场管理系统安排、匹配的任务。

五、 装箱清单

UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场的机库产品外包装长 230 厘米，宽 200 厘米，高180 厘米，总质量约 790 千克（含换电模块）；射频气象地面站外包装长 200 厘米，宽 60 厘米，高 40 厘米，总质量约 60 千克。全部产品包装内含有以下部件、物品，运输到达后应清点确认：

编号	部件、文档	数量	单位	备注
1	机库	1	台	木架或木箱包装
2	射频气象地面站塔架	1	套	单独包装
3	射频箱	1	台	纸箱包装
4	六类网络电缆	1	根	机库飞行器舱附件盒内，RJ45 接头
5	电源电缆	1	套	机库220V供电
6	气象通信电缆	1	套	单独包装，射频箱内
7	天线	2	根	单独包装

编号	部件、文档	数量	单位	备注
8	射频通信馈线	2	根	单独包装，射频箱内
9	风向传感器	1	台	单独包装，射频箱内
10	风速传感器	1	台	单独包装，射频箱内
11	雨雪传感器	1	台	单独包装，射频箱内
12	机场钥匙	1	套	机库钥匙 2把，射频气象站钥匙 2 把
13	产品使用说明书	1	本	本文档，含装箱清单，与钥匙同包装
14	夜降系统	1	套	*根据客户需求选配

UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场的包装内不含有与飞行器相关的充电和起降附件。用户需根据自有无人飞行器的种类、型号另行选配充电支架、自动起降附件等星逻人工智能技术（上海）有限公司建议的机载产品并按要求固定在飞行器上才能充分利用好自动机场设备的全部功能。

六、 极限参数

用户应在以下条件内运输、安装和使用 UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场。超过范围的运输、安装或使用可能损坏、损伤飞行器和机场设备或降低其性能、安全性及使用寿命。

参数	最小值	最大值	单位	备注
运输、储存温度	-40	+85	摄氏度	不通电时任意位置温度
工作环境气温	-10	+40	摄氏度	测量设备底部空气温度
运输冲击/振动	-	20	米 / 秒 ²	任意方向冲击加速度模量
安装水平坡度	-1	+1	度	
工作电源电压	198	242	伏特	交流 50Hz, RMS 有效值
飞行器长度	300	1280	毫米	含可能处于任意角度的旋翼边缘
飞行器宽度	300	1280	毫米	
飞行器高度	100	650	毫米	含所有部件包括天线、旋翼
飞行器质量	-	20	千克	含电池及满载应用负荷
机库附近瞬时风速	-	12	米/秒	超过需增加风挡设施

顶盖打开瞬时雨雪量	-	10	毫米/小时	持续时间 2 分钟以下
-----------	---	----	-------	-------------

注:

气温低于0度地区，夜间机库不得断电。使用期间保证机库四周门关闭，机库电器仓门、前后门不得随意打开。机库顶部积雪要即使清理。

七、规格参数

UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场有必要的输入过压、欠压和输出过载、短路保护功能，其安全性满足国标GB4943.1-2011《信息技术设备安全》第 1 部分的通用要求。

如非特殊说明，机场可以在整个允许的工作环境气温范围内满足以下技术指标。

技术指标	最小值	额定值	最大值	单位	备注
顶盖关闭状态机库长度	2110	2115	2130	毫米	含空调器外露部分
顶盖展开状态机库长度	3300	3335	3340	毫米	最大实体轮廓
机库宽度	1720	1735	1760	毫米	宽度含机库防水控制盒子，除机库供电插座
机库高度	1550	1569	1590	毫米	高度含可调节底座部分
顶盖开启或关闭耗时	-	11	13	秒	
平台抬升或降低耗时	-	35	39	秒	完成飞行器高度升降
额定静态输入功率 ^①	-	350	550	瓦特	50Hz 交流，RMS 有效值
额定动态输入功率 ^②	-	2300	3000	瓦特	50Hz交流，RMS 有效值
飞行器授电电压	-	-	60	伏特	实际额定值取决于适配机型
飞行器授电电流	-	-	15	安培	实际额定值取决于适配机型
飞行器舱气温保持范围	+15	-	+35	摄氏度	
风速测量范围	0.8	-	30	米/秒	
风速测量误差	-	-	1	米/秒	风速稳定状态下测量
风向测量范围	0	-	360	度	风速测量范围内有效
风向测量误差	-	-	45	度	共 8 种方位读出值

注:

- ① 额定静态输入功率为机场无机械动作、无充电任务且空调不处于制冷/制热工况时的功率消耗。
- ② 额定动态输入功率为机场执行任务且空调制冷或制热工作时的电源输入功率，实际功率易到受气温及机库、飞行器状态影响，任务指令执行完毕或空调工作结束后功率即降低。
- ③ 对于气温低于0度的地区，需额外加装功率2000W暖风机，用于保证无人机使用环境。当气温回升至0度以上，可关闭暖风机。

八、 安装流程

1. 机场选址和飞行器选型

用户应事先掌握国家有关无人驾驶航空器管理的政策和当地航空管制区域的划定，了解飞行任务区域的电磁环境、气象地理条件、高大树木、大型设施和建筑物分布。无人飞行器机场选址时应注意避开限飞区、禁飞区、军事管制区及可能出现强风和强电磁场干扰的地区、空域。

为保障人员、财产、设施安全不受无人飞行器威胁，避免卫星定位及遥控、图传信号受到遮挡、屏蔽，防止建筑、障碍物影响飞行器起降和飞行安全，机场应安装在室外空旷处，应尽可能远离人群、敏感设备、文物古迹、贵重设施及高于安装位置的建筑和障碍物，射频地面站还应尽量安装在高处。

用户应确定需要使用飞行器完成的任务类型、任务区域、应用载荷、航程并规划航线及高程曲线，计算、实测电力消耗、续航能力需求并将电池多次循环充放电后正常的容量降低纳入分析。用户还应获得无人飞行器的数据手册等技术资料，了解飞行器的起飞条件、返航/降落模式及定位方式、定位精度、抗风能力、工作温度范围及其它各项特性和性能指标。最终选定的无人飞行器机型在允许的风速和能见度范围内应确保自动降落水平定位精度不劣于 ± 0.1 米。

用户及安装施工单位应携带主要任务无人飞行器机型和相关仪器仪表实地考察备选机场地址，遍历可能的航线及任务区域，实测地磁扰动和移动无线网络、卫星定位信号质量，在各种可能的飞行器姿态、朝向条件下测量遥控、图传通信的上下行信号强度，通过数据记录确认地磁扰动符合本手册极限运用参数的要求，确定在机场及周边预定任务空域范围内能够可靠控制飞行器、稳定传输图像/数据且飞行器的卫星定位装置、地磁导航装置能稳定工作、不受到干扰。

供机场使用的场地地面应为平坦空旷的混凝土表面，平整度偏差小于 $5/1000$ 且不得超过10毫米，表面无植被、管道、沟渠、异物及其它设备、设施以防止飞行器迫降时倾倒或与物体发生碰撞。场地附近10米范围内应安装有避雷设施。机库应设置在场地所含最大矩形区域的中央，顶盖展开方向与矩形长边平行。矩形区域长宽应分别应不小于8米和6米，区域内地面或屋面的永久荷载能力应达到或超过10千牛/平方米。机库支撑位置的混凝土强度应不低于C30。在裸露土壤上新建场地应至少在机场安装前30天铺设混凝土地面，并在

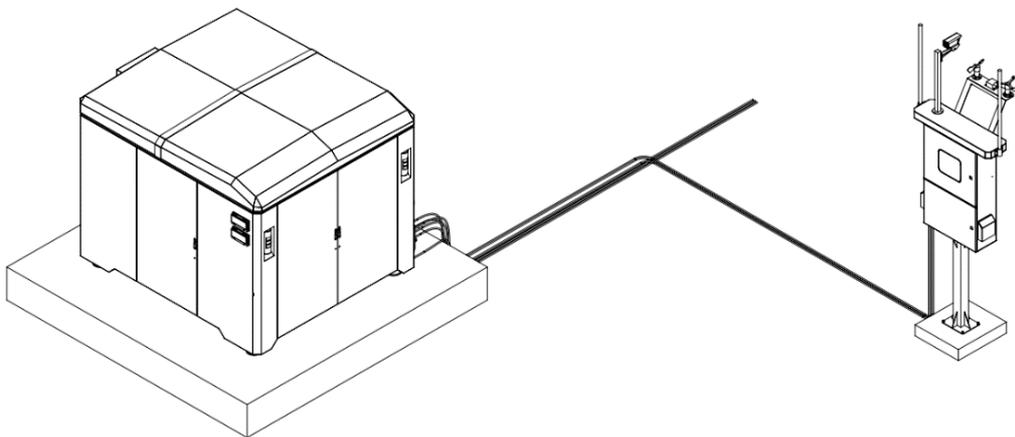
场地中心位置浇筑好与机库底部尺寸一致、凸起高度不低于 20 厘米、强度不低于C30 的混凝土承重平台。场地、承重平台均不得含有钢筋等铁磁性物质并应确保其上表面水平坡度在 $\pm 1^\circ$ 以内。气象站的预定安装位置应距离机库本体 3 米至 5 米。气流不稳定、风速变化较大的场地可以考虑安装多个风速传感器。

机库及射频气象地面站的安装位置应具备或安装符合如下要求的户外电气设施。

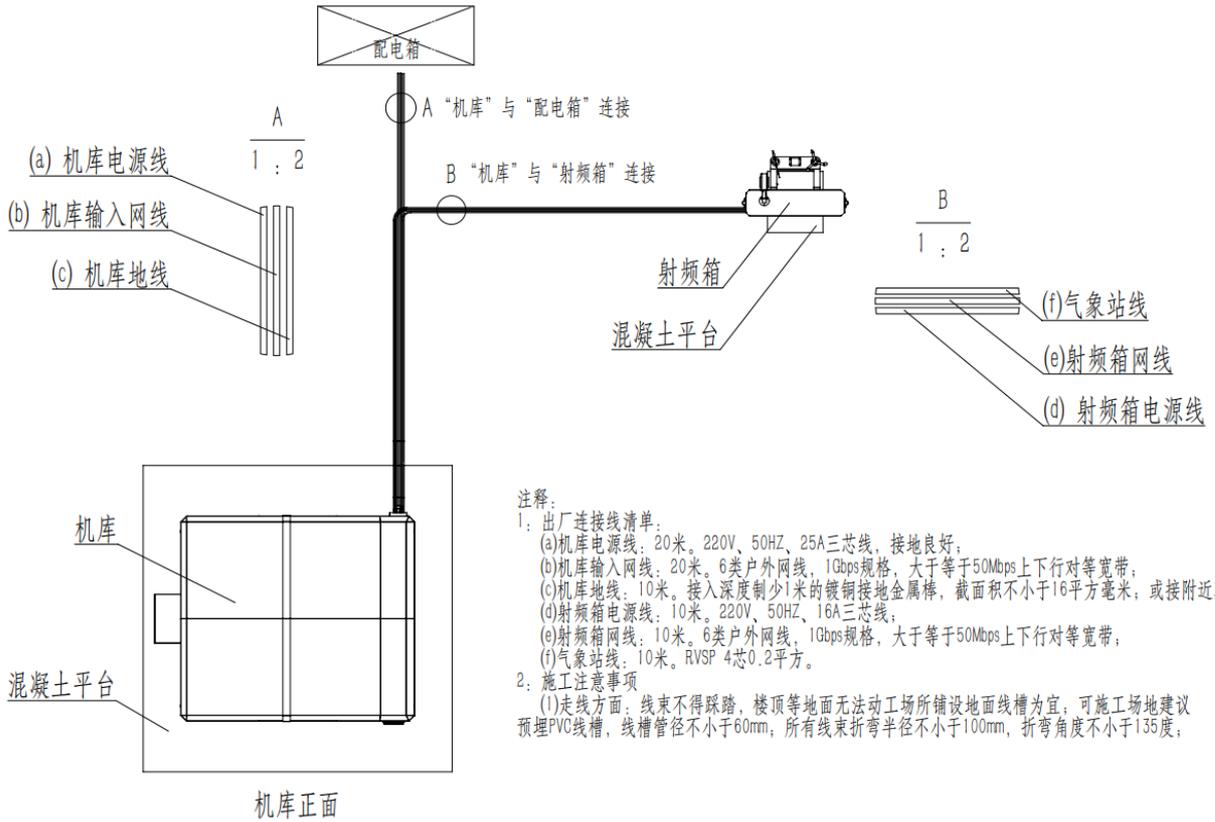
电气设施	设施要求
电力供应	外壳达到 IP54 防护等级、接地良好且符合漏电保护标准的 220V 50Hz 25A(均方根有效值)单相交流配电, 至少含国标三眼插座两只(25A 一只供机库使用, 10A 一只运维备用)或提供接线端子供电缆直连。
宽带网络	达到 IP54 防护等级、任意时段与外网连接最低有效上下行带宽分别达到 50Mbps 的有线宽带网络, 至少含 RJ45 插座一只或提供超五类网线直连。

选址人员应确认宽带网络可以连接机场管理系统, 测试上下行带宽时应使用相关工具在多个不同时段分别测得安装点网络接口与机场管理服务器及视频服务器连接的实际数据上传、下载速率并获得其平均值和最小值的统计。网络接入点的本地或内网连接速度不能作为评估依据。

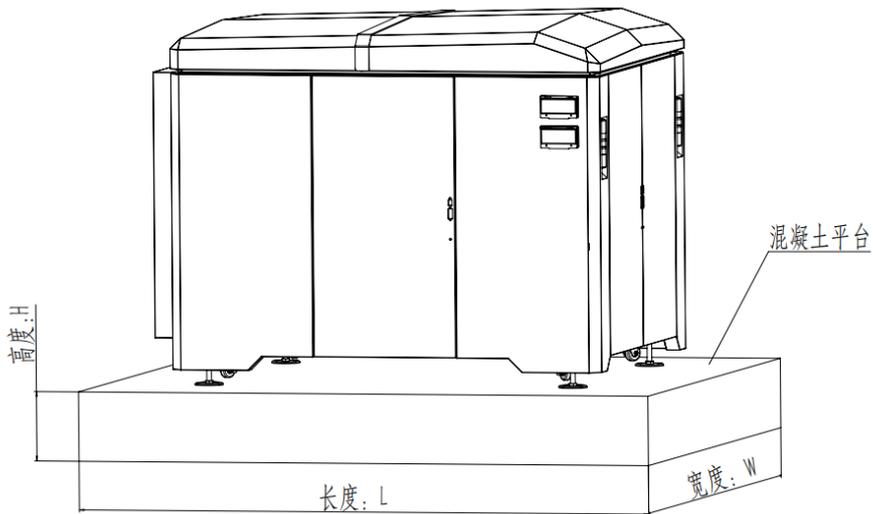
以下施工布局图供参考, 实际布局应根据具体场地情况施工, 施工方案需告知星逻人工智能技术(上海)有限公司。



机库、射频箱方位示意图1



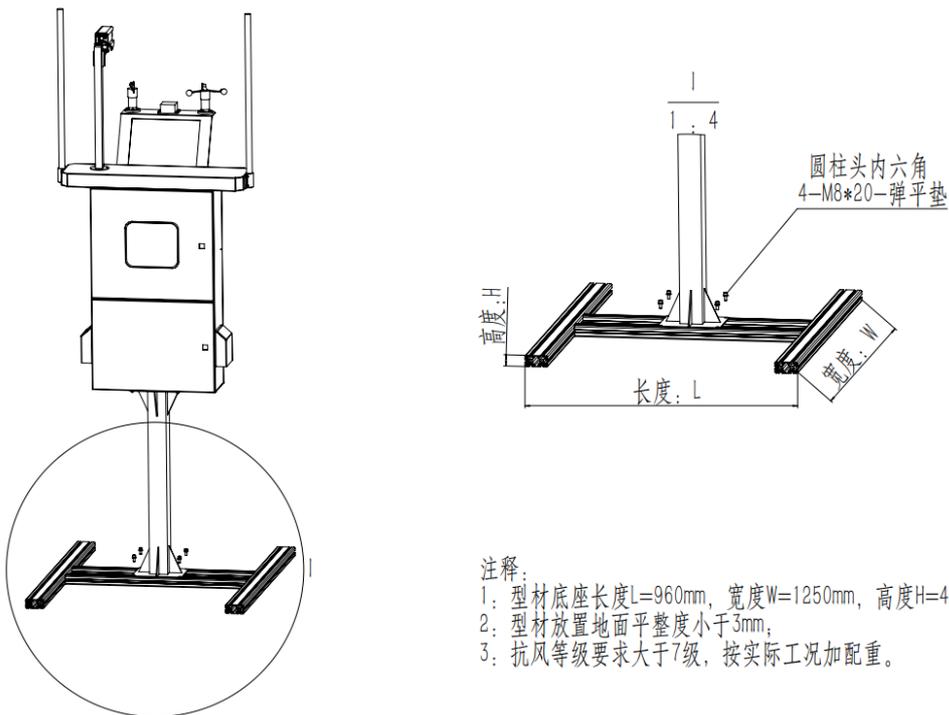
机库、射频箱方位示意图2



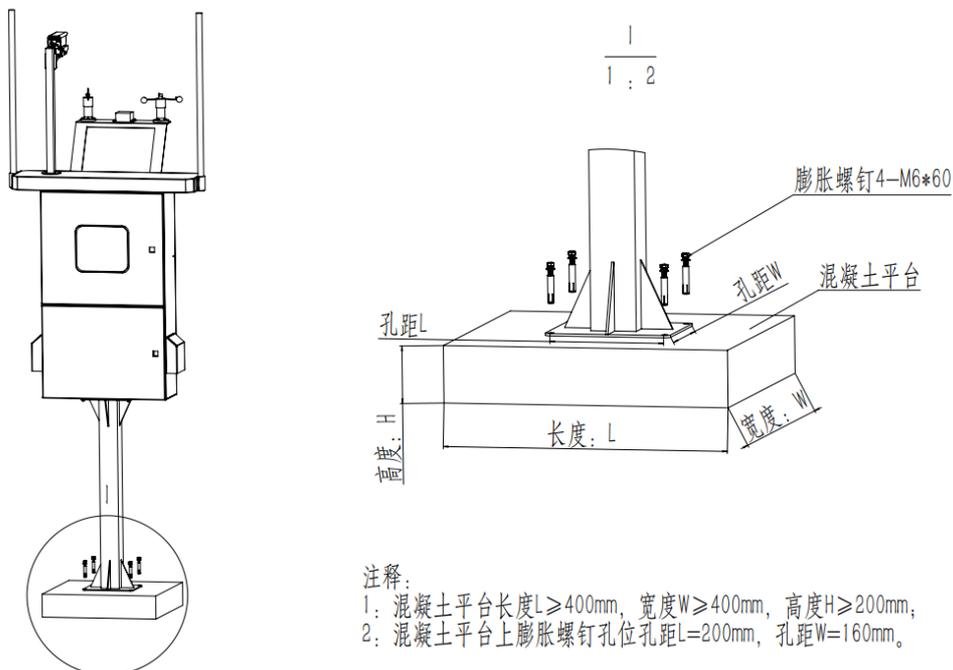
注释:

- 1: 混凝土平台长度 $L \geq 2100\text{mm}$, 宽度 $W \geq 2100\text{mm}$, 高度 $\geq 300\text{mm}$;
- 2: 混凝土平台表面可铺瓷砖等装饰, 不影响机库放置。

机库放置台示意图1



射频箱安装方式1



射频箱安装方式2

2. 运输要求

机场运输应使用星逻人工智能技术（上海）有限公司认可的物流供应商并遵守相关运输安全规定。运输前应首先按装箱清单逐一清点机场设备部件及文档是否齐备，然后按照以下列表检查机场的运输包装，确认符合要求。

项目	运输包装要求
1	机库升降平台应在指定高度位置用运输固定装置固定（机库自带），横/纵向推杆应处于平台中心位置、四个交叉处中间垫泡沫，并捆扎牢固，平台四边与飞行器舱内部四个侧面的间隙应使用足量泡棉材料填塞、材料处于压缩状态挤紧。
2	机库内全部电源开关处于关闭状态，顶盖完全闭合，各舱门锁闭，电源电缆、网络电缆等附件应盘绕并置于纸盒包装中并捆扎固定在飞行器舱内底部。
3	机库的 4 个脚轮应悬空，靠底座平稳支撑在运输工具内完整一体的木质托盘上，底座统一向下多出脚轮10-15mm，四个底座保持一致。机库表面应由气泡膜完全包裹，外层再由缠绕膜满贴、粘紧，但不得使用胶带。
4	机库应仅底部支撑受力，顶盖上部应无物体压迫。机库在运载工具内应被牢固限位，与机库接触的限位物体表面应有缓冲材料包裹以防止损伤机库外壳。100 公里以上的运输应将机库置于木架内保护，1000 公里以上需将机库装入木箱运输。
5	射频气象地面站箱体应使用气泡膜包裹、纸箱包装并与机库分开固定，防止运输途中相互撞击。气象传感器、射频电缆、电源电缆应分别单独包装后置于射频箱内运输。钥匙及使用说明书、合格证、保修卡等文件应单独包装运输。

机场运输全程的振动及冲击加速度不应超出极限参数的限制范围。运输到达后应观察机库及射频气象地面站在运输工具内是否发生位移、碰撞。卸货、拆箱后应首先检查机场设备外观是否有破损，再打开机库舱门检查平台底部支撑及四周的填充材料是否状态完好且在原位。

3. 安装准备

机场安装前应安装地点的业主及物业管理部门充分沟通并签署场地使用/租用、安保和供电协议。机场四周应建造高度、强度足够的围墙、栅栏等完全封闭机场所在场地，防止人员随意进入。场地和进入场地的通道应具备摄像、门禁等安防设施，实时监控出入人员并录像。安装施工人员及现场维护人员应办理随时进入场地安装、施工、操作、维护及应急处理突发事件的许可。应开通并在机库安装位置接入符合要求的宽带网络。

机场安装场地中心应事先划定、标记机库安装位置和射频气象地面站安装位置，并将机库四周至少 2 米的范围标记为备降区域，禁止人员进入、停留，禁止摆放物品或其它设备。

UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场运抵现场后应按装箱清单逐一检查、确认设备及附件、文件数量准确无误，检查包装、设备外壳，确认完好无损。机场操作人员应事先获得登录机场管理系统的用户权限。

4. 机场安装

机库包装拆除后，用符合载重要求的叉车托起底部指定承重部位将机库悬于距标记好的安装表面 5 厘米处，使用水平仪观察并通过微调四个落地脚轮的螺栓高度调整机库水平度达到要求后逐渐放下。

如需吊装，吊带使用两根8米以上吊带，机库天花板两侧垫起高度50mm硬质泡棉，吊装时注意吊带不得挤压天花板。

打开机库，取出飞行器舱内固定的附件盒，将其中的一根网络电缆的一端接入机库操作面左下角的网络入口、另一端接入现场的宽带网络设施，将另一根电源电缆的连接器插入机的电源插座、另一端连接至安装位置的单相交流供电设施。

接着，在划定的位置直立安装射频气象地面站塔架并在其中部位置固定射频箱，使用螺栓将塔架底座紧固在地面或楼面上。然后逐一安装气象传感器、气象通信电缆、天线及射频通信馈线。天线应固定在射频气象地面站塔架顶端两侧。射频通信馈线应与天线及射频箱内的遥控器可靠连接且弯曲半径不得小于 20 厘米。各气象传感器按指定位置固定排列在塔架顶端横杆上，其中雨雪传感器应以 15 度水平夹角倾斜、电缆斜向下安装。气象通信电缆的连接器应与各气象传感器及机库左下角的气象站接口可靠连接。射频箱内的电源电缆应接入安装位置的交流供电设施。

射频地面站架高或与气象站分开安装时应注意射频地面站距离机库不能过远，应反复测量、确认各种工作条件下射频地面站均可与封闭机库内的无人飞行器可靠通信。

机库及射频气象地面站的电力及通信电缆应妥善捆扎、固定。需要沿地面走线的电缆应在现场设置管道和带电缆槽的踏板、护坡保护电缆，防止被践踏损坏。电缆在接入设备的内部应安装线卡防止拖拽、松动。各电缆及馈线从外部穿入射频箱体时应使用防水接头并拧紧，保持箱体密封。

机库和射频箱外壳的接地螺栓应通过专用接地电缆与现场保护接地网络可靠连接。

安装人员确认现场供电电压正常、接线无误后，可以接通电源供应。安装人员打开机库电气舱，打开机库的交流电源开关，确认机库四角的状态指示灯在短暂闪烁后变为绿色、常亮。然后打开射频箱，接通射频箱电源，确认射频箱内部的遥控器、编码器、平板电脑等设备正常工作。操作人员应首先接通机场视频监控系统，调整监控角度、焦距、放大倍数，确认场景大小合适、视角正确、画面图像清晰。然后登录机场管理系统，进入机库控制台软件，控制机库分别完成顶盖开合、平台升降和推杆、卡爪的归位/充电、释放，确认各项动作是否正常。最后通过机场管

理系统获取机场采集到的实时气象数据并于目测气象条件比较, 相符合并满足任务气象要求后将无人飞行器放置在平台上, 进入任务下发界面, 控制机库完成完整的起降和充电操作, 确认飞行器遥控、充电正常, 确认飞行器图像、数据传输正常。

至此机场安装完成。

九、 操作流程说明

UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场设计为 24 小时无人值守的远程自动控制工作模式。为了保障实时调用/控制和人员、机场、飞行器的安全, 应确保机场设备的持续不间断供电、网络畅通和场地视频监控有效。调用、控制机场应由授权操作人员使用与其身份一致的专用帐号登陆机场管理系统完成, 登陆密码应满足复杂性要求并定期更换, 登陆状态应有超时限制和自动锁定功能。

因维护、测试目的需要现场操作时, 应持授权证件进入机场并确保至少两人同时在场, 任务完成后应同时离开并应正确锁闭机库和机场区域的门禁、通道。

1. 起飞调用

调用机场执行任务前应首先通过机场的气象传感器、监控摄像及当地气象部门的接口获取实时气象数据以判断环境是否符合任务要求。起飞至预计返航降落期间的风速、光照、能见度不满足飞行器运用要求的不得执行飞行任务。环境温度低于飞行器额定工作温度下限的, 应开启机库内部空调为飞行器预热直到其温度高于额定下限并留有充足裕量。发生雨雪、大雾、冰雹及环境温度高于飞行器额定参数要求的不得起飞。

环境满足起飞条件时, 应首先控制机库打开顶盖, 再将飞行器平台升至机库顶部位置, 最后释放推杆和充电卡爪。在此期间应通过飞行控制系统检查当前卫星定位信号质量, 不符合要求的不得起飞。需要使用卫星定位装置自动返航降落的飞行器应确保飞行器的差分卫星定位网络数据连接稳定。

飞行器达到起飞条件后即可控制其从平台起飞、按要求执行任务, 此时应关闭机库顶盖并继续监控环境气象。飞行过程中, 机场应始终通过射频气象地面站与飞行器保持通信, 完成飞行控制和图像、数据的传输, 实时读取飞行器位置、剩余电池电量及工作温度, 预测飞行器的剩余续航时间、确保其具备充足电量返回机场。

2. 降落调用

飞行任务完成后或预计环境气象条件、剩余电量及工作温度将不能满足完成任务并安全返航的要求时, 应控制飞行器返回。

飞行器接近机库、准备降落前, 应控制机场提前打开机库顶盖。使用视觉定位降落的飞行器应首先悬停在机库上方识别确认机库降落位置标识, 然后控制飞行器降落在升降平台中央, 起落架充电板侧朝向机库的充电触点。使用卫星定位降落的飞行器应确保当前卫星定位系统工作

在实时网络差分模式且定位精度在±10 厘米范围内。

飞行器成功降落后，应首先确认飞行器朝向正确，然后启动机库的归中操作。机场管理系统应根据飞行器型号确定归中动作行程并下发给机库执行。飞行器成功归正捕获后，机场管理系统应控制机库升降平台缓慢下降至底部，随后关闭机库顶盖。在此期间，机场管理系统还应不断读取飞行器的实时温度，当温度接近或高于充电限制温度时应控制机库启动风扇或空调为飞行器降温。

飞行器降落时风速、光照、能见度不能满足准确定位条件的应关闭机库并将飞行器降落在机库旁边的备降区域，待条件满足时再起飞并降落至机库的升降平台。

飞行器返航途中若判断环境气象条件、剩余电量及工作温度已经无法完成返航，应在保障人员及飞行器安全的前提下尽快中止任务并就地或选择适当地点迫降。

3. 充电调用

飞行器满足充电温度范围要求后，机场管理系统应根据机库内飞行器的型号、机载电池型号、电量状态、电池编号及后续任务安排完成充电曲线设定、接通充电电源，机库内的风扇或空调应根据机场管理系统指令维持电池的适宜温度以提高充电效率、延长电池寿命并准备好下一次飞行任务。飞行器充电过程中，操作人员可以通过机场管理系统获得电池电压、充电电流、电池温度、电量等状态的实时更新。充电完成后，机场可以控制飞行器关机/休眠以避免电力流失。

4. 换电调用

飞行器满足换电温度范围后，机场管理系统根据机库内飞行器的型号、机载电池型号、电池状态、电池编号及后续任务安排完成换电操作。机库内的风扇或空调应根据机场管理系统指令维持电池的适宜温度以提高充电效率、延长电池寿命并准备好下一次飞行任务。换电过程中，操作人员可以通过机场管理系统获得电池箱内电池电量等状态的实时更新。换电完成后，机场可以控制飞行器关机/休眠以避免电力流失。

十、 机场的维护与保养

为了更好地保障人员、机场、飞行器及设施安全，确保机场及无人飞行器的高效、可靠运行，UH-MK4-Pro 型无人飞行器自动机场应由授权人员实施有效的维护和保养。

1. 维修保养计划

机场及其服务的无人飞行器的维护保养应由专人负责并形成制度，做好工作日志和数据记录并定期评审、复查。要经常对比机场及飞行器外观和关键性能，对发现的变化、趋势作出分析、判断。对运行、使用及维保中发现的故障、异常、问题等应详细记录并及时向现场管理人员和星逻人工智能技术（上海）有限公司报告。出现问题的设备及零部件在拍照或视频保存状态、现象后应及时维修、更换并相应补充、增加备件，消耗材料、易损件及需定期更换的配件应提前

订购并注意储存环境、妥善保管,对造成故障、异常的原因要认真分析、讨论并及时通报、采取措施、跟踪结果、总结经验教训,避免反复损坏、大量消耗。

维护保养分日常维护保养和定期维护保养两类。其中,飞行器检测保养、机场外观检视、清洁和充电系统维护属于日常维护保养范围,应安排维保人员经常性、定时实施,例如每日、每周、每月设置固定的维修保养时段,这样有助于明确预期的维保任务计划,防止维修保养与机场的运用频繁冲突。机械维护保养属于定期维护保养范围,应由具备相关授权的专业维保人员按计划实施。此外,维保人员还应通过定期飞行任务测试和年度检验确认机场、飞行器的性能指标和健康状况。

项目	维护保养内容	维保间隔	主要维保项目
1	飞行器检测保养	不长于 7 天	飞行器、载荷、电池、充电附件等
2	外观检视	不长于 1 个月	设备完整性、外观、安装状态等
3	供电检测	1 个月	机场通电状态,供电电压、电流
4	内部检查	1 个月	门锁、内部设备、电缆
5	机场清洁	1 个月	清除杂物、尘垢、积水等
6	充电系统维护	不长于 1 个月	触点、行程、电压、电流、压降等
7	机械维护保养	3 个月	紧固、润滑等
8	任务测试	不长于 3 个月	完成自动起飞、降落和充电任务
9	年度检验	12 个月	按出厂要求全面测试机场各项参数指标

机场维护保养应选择没有飞行任务的时段或日期进行,耗时较长的维保和任务测试、年度检验应根据天气预报选择无大风和降水概率低的日期、时间。机场运用单位应与维保部门、人员应保持沟通,对计划内的维护保养约定好具体日期、时间,计划外、紧急维保在条件允许后应协调维保人员及时安排。

在预定的维护保养计划外,运用单位及现场人员平时也应通过机场视频监控、无人机视频监控或现场观察注意各种不正常的状态、现象,有疑点时可以安排现场勘察进一步确认,发现隐患或其它必要情况时可以中止任务、现场确认无故障后再恢复使用。

2. 机场维护保养的实施流程

维保人员应事先熟悉了解机场配置及所使用的无人飞行器,了解机场所在场地的位置、特点和相关规定,提前准备好所需的工具、材料和测量/测试设备,带好笔、维修保养记录册、相机。执行维保任务前应得到运用单位的许可、确认天气条件适宜并做好天气突变的准备。现场人员应负责保障维保期间的安全、出入授权、电力供应、宽带网络接入和环境照明。

维修保养工作应等待已经开始的飞行任务完整结束,开始实施及维保结束均应向机场运

用单位通报,防止机场被意外、错误操作,确保安全并在维保结束后尽快恢复机场的正常使用。维保过程中,运用单位应安排操作人员值守,按维保人员要求执行动作、任务或监控机场管理系统的数据、状态显示。需要作飞行任务测试的,应要求现场预留测试用飞行器。

维保人员到达现场后应评估当时的环境温度和风速、能见度等气象条件是否满足机场及无人飞行器产品说明书提供的极限运用参数。不满足条件的应暂不执行受影响的维保任务。维护过程中突然遇到大风、雨雪、浓雾、冰雹、沙尘等危及人员、机库或飞行器安全的天气情况应立即中止作业并关闭机库。

机场清洁、内部检查、充电/机械维修保养完成后必须对机场功能进行完整测试,防止维保过程中损坏机场。机场功能测试及任务测试、年度测试中发现问题、未能通过测试的,维保人员应将问题及无法通过测试的具体参数/项目、实测指标、建议的维修措施通报运用单位及星逻人工智能(上海)有限公司,在得到许可后实施维修。维修完成后应重复完整测试过程,直到机场完成测试要求。

3. 飞行器检测保养

无人飞行器不属于机场设备,但由于其负荷大、功耗高、受环境影响大、容易损坏且运行风险高,应日常重点、高频率维护保养。

- 1) 检查飞行器及相机等载荷设备的外观、结构,清点部件是否完备,观察是否有污损、裂痕、变色、软化、硬化、老化,有无异物附着;
- 2) 检查机身、机翼/桨叶、起落架、充电附件等有无变形、移位,外露的导线、电缆、连接器有无松弛、脱落、破损,外置、载荷设备如天线、云台、相机的位置、角度、朝向是否正确、有无异常;镜头等光学器件是否有污损、进水,表面有无异物遮挡;天线附近有无金属屏蔽物体遮挡或粉尘粘附;
- 3) 检查云台、桨叶的旋转是否灵活、正常,有无不正常的摩擦、卡滞、阻力、窜动和异响;
- 4) 关机并取下飞行器电池,检查是否有胀鼓、漏液,检查电池、电池插座的触点和充电极板等导电接触面是否有氧化、烧蚀、击穿、污染、炭黑等接触问题及表面磨损、变形等机械损伤;
- 5) 使用柔软织物擦拭、清洁机身、机翼/桨叶、起落架、云台、天线、电池、电池插座、充电附件等部位的灰尘、污垢、异物,但不得使用液体、溶剂以防止进入机身内部造成漏电、腐蚀,影响飞行器性能和安全,清洁相机镜头应使用相机原厂指定的清洁工具、材料和方法;
- 6) 试图紧固螺丝、螺母、卡扣等可拆卸零件、部位,发现有松动的应及时记录并分析原因、评估风险;
- 7) 开机通电,若飞行器及外置计算/控制模块装有风扇,检查风扇噪音是否正常;
- 8) 在非机场任务时间、天气光照条件允许情况下,使用单独遥控器(勿使用机场专用遥控器)完成飞行器对码/配对、自检和地磁、视觉校准,操纵飞行器完成悬停、环绕、直线飞行等典型动作,确认各项性能数据满足使用要求。

9) 观察、记录电池在测试中的电力消耗情况并与以往数据比较,判断电量变化水平是否正常。如果有多个、多对电池,应注意比较不同电池间的性能差异并做好排序、记录。对已经接近使用寿命期限的电池应及时更换。

4. 机场日常维护保养

机场日常维护保养包括外观检视、机场清洁和充电触点、射频气象站的维护保养。日常维护保养中发现异常的,应分析原因、评估后果、妥善处理并记录处理方式和结果。处理完毕应对机场运行状态作重新测试,根据测试结果判断、决定机场是否可以继续使用。

1) 外观检视

应经常巡视机场及周边区域,检查机场是否完整、有无设备丢失,观察设备外观和内部情况,判断设备和零部件是否处于正常的安装状态,留意机场区域及附近有无可能影响机场及无人飞行器安全的物体和情况。

机场检视主要内容包括机库外壳、顶盖、舱门、平台、推杆、充电卡爪、风扇、空调、照明灯和射频气象地面站的射频箱、塔架、天线和风向、风力、雨雪传感器等。检视中注意固定设备、零部件是否松动、摇晃,运动部件工作过程是否、有无异响,设备、零部件的位置、形状、朝向、颜色、表面涂层等是否因大风、飞行器撞击或人为因素等外力作用发生变化、受到损伤。

手动转动风向传感器,观察机场管理平台是否能正确显示全部 8 个风向。手动转动和止住风速传感器,观察机场管理平台是否能正确显示风速。将水滴在雨雪传感器上,观察机场管理平台是否能正确显示雨雪警示;擦干传感器上的水,观察雨雪警示是否随后解除。

联系操作人员将机库设置为测试模式,执行循环动作指令至少 3 次,往复开合顶盖、升降平台和归正、释放飞行器,注意动作过程是否连贯流畅、有无异常振动、噪声、卡顿、倾斜或摇摆。

2) 供电检测

机库应长期处于通电待机状态,四角绿灯常亮。如果发现机场处于断电状态,所有灯都不亮,应判断断电原因,确认断电非故障造成且机库内部外部没有其他人员正在维护后再谨慎开启外部电源,具体排查步骤详见后续常见故障及维修方法。

机库工作状态下,使用计量校准过的仪表测量、记录供电电压和电流并判断是否满足规格参数的要求。

3) 内部检查

切断机场外部供电,逐个仔细检查机库各舱室及射频气象地面站是否处于锁闭状态,内部设备、部件是否在原位,有无松脱、掉落,舱内有无积水、灰尘、异物。检查射频箱内遥控器电量指示是否已满。

检查机库及射频气象地面站的外部、内部电缆、连接器是否有松弛、散开、晃动、脱落等现象,如有发现应适当收紧、捆扎;检查电缆及连接器是否存在受压、拉伸、过度绷紧等应力

集中问题；检查电缆弯曲半径是否符合要求、有无过度弯折。检查地面电缆是否能被踏板、护坡等有效保护、有无裸露或接触地面。

4) 机场清洁

应定期清洁机库、射频气象站外壳和机库的飞行器舱、平台、推杆。应仔细查找、清除设备外部及机库飞行器舱内的杂物、尘垢、积水等妨害机场长期稳定工作的物体，有条件时可使用吸尘器等设备清除飞行器舱内的异物。清洁过程中要注意不能损坏设备、零部件、导线/电缆、连接器等。机库飞行器舱内清洁可以使用湿布但按压时不能有水挤出。机库电气舱不得打开清洁以防损坏。

5) 充电系统维护保养

维保人员应联系机场操作人员打开机库、将平台升至高点，仔细检视充电卡爪的触点，观察其是否有氧化、变色、腐蚀、缩进及缺损。然后将无人飞行器放置在平台上，操作机库执行收纳、充电任务，观察、测量、记录卡爪的伸缩量和飞行器、充电卡爪端的充电电压，判断是否满足规格参数说明中有关额定飞行器授电电压的要求。

6) 温控系统维护保养

机库外挂空调，每2月定期清理，用高压喷壶对准外机上侧进风口扫射喷洗，分4次清洗，每次喷水量小于5L，每次间隔时间10分钟。

注意事项：空调外机清理，当室外温度低于0度，不可清理；当室外温度高于5度时，可用常温清水清理；当小于5度时候，用10-30度温水清理。对于风沙较大环境，清理周期建议每月1-2次。

5. 机械维护保养

机械维保人员应仔细检查机场各部分的外观、结构、电气连接和机械安装、配合情况。试图紧固螺栓、螺钉，注意是否有松动。适当收紧链条、张紧皮带。更换顶盖接缝及四周的密封胶。使用固态润滑脂适当润滑顶盖导轨和平台牵引链条、驱动丝杠及其它金属啮合部件。针对可能存在故障或不良的机械部件，应主动更换或修复。全部部件、部位保养结束后应执行任务测试。

6. 任务测试

维保人员应协调运用单位推送需要完成的典型飞行及充电任务至机场进行测试，测试过程中应观察并记录机库、无人飞行器的释放、收纳及充电过程是否正常、通畅，任务指标是否满足规格参数的要求。任务测试过程应无故障、无中断。任务测试因飞行器、机场故障或用户原因中断的，应重新测试完整流程。

7. 年度检验

维保人员应每年对机场按出厂检验要求进行一次详细检测并出具检测报告。年度测试应包括任务测试或在年度测试通过后即执行一次任务测试。

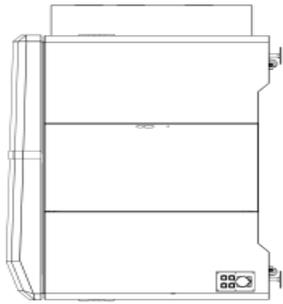
8. 常见故障及维修方法

机场正常工作待机时，其四角指示灯应常亮绿灯；机场开机启动时其四角指示灯应呈绿色并以 1Hz 的频率闪烁；当机库正在动作时，其四角指示灯应呈红色闪烁；当机库给无人飞行器充电时，其四角指示灯应呈黄色呼吸状态。

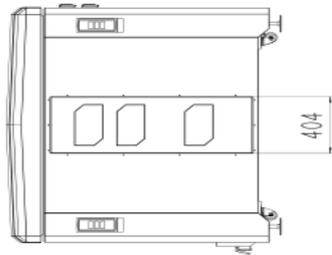
序号	故障现象	排查步骤	排查结果	可能的故障原因和维修方法
1	机库四角的指示灯不亮	检查有无外部交流供电输入	外部供电正常	打开机库电源舱，观察电源进线空气开关断路器位置，如果处于关断位置应谨慎打开
2			没有外部供电	检查外部供电电源插座和上级配电箱、空气开关断路器，判断是否有漏电后谨慎打开。
3	机库四角红灯常亮	测量电气舱、电源仓各主要电源的输出电压	全部输出电压正常	机库异常：应与主控计算机通信获得故障代码并根据代码提示进一步排查故障
4			有电压与标称不符	负载故障或电源有损坏：进一步测量各电源负载看是否有短路或过流，没有则更换电源
5	遥控距离不足	查看遥控信号质量	信号强度较弱	无人飞行器天线故障或信号有遮挡、干扰：更换飞行器重新尝试，观察视距范围内有无障碍物、干扰源
6		检查射频地面站	天线、插头有松动	固定好天线，紧固各连接器、插头等
7	无法充电或速度慢	充电时观察四角灯	四角灯在黄色渐变	确保充电卡爪表面及无人飞行器充电板无氧化、发黑、损坏、脏污、异物堵塞等现象
8		测量读出电池温度	电池温度较高	等待电池降温后再继续充电飞行
9		飞行器未正常归位	推杆没有到位	检查起降平台表面和飞行器起落架底部是否光滑、有无损坏脱落，手动测量推杆阻力
10	机械噪音大	排查噪音来源	确定噪声来源部位	根据部位类型确定紧固该部位零件或适量添加机械润滑脂（不可加注液态润滑油）
11	没有气象数据	排查气象站电缆	电缆或插头脱落	连接电缆、紧固各气象传感器的通信电缆连接器并用扎带将电缆固定牢
12	无法获得监控视频	检查摄像头电缆	电缆松脱或破损	更换电缆及连接器，使用防水接头密封电缆连接处

13	无法调用 机场	排查通信 故障	网络或电 缆故障	根据各级通信调试信息确定故障、断点，找到并更换不良设备或电缆
----	------------	------------	-------------	--------------------------------

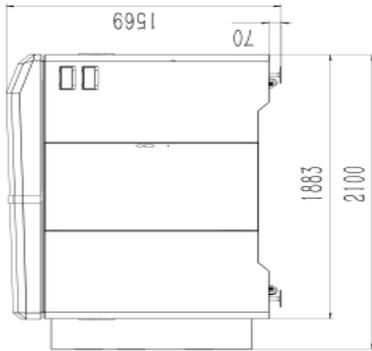
十一、附图 1：机库外形尺寸图



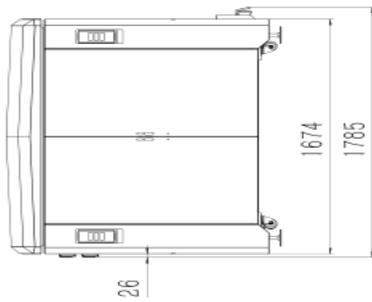
后视图



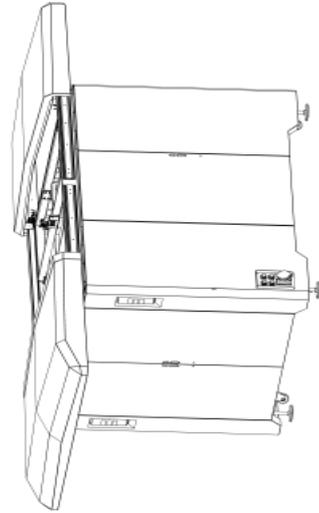
左视图



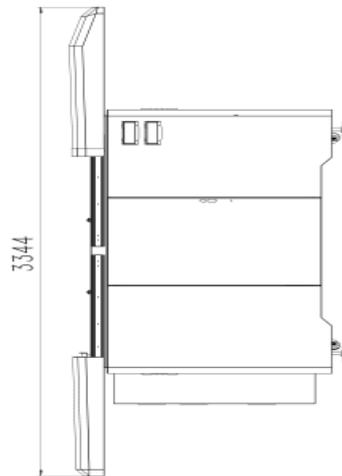
主视图



右视图



侧视图



展开图

