

本次建设拟采用无人机巡查系统实现对水库库区及下游河道两岸区域进行巡查。多旋翼无人巡查系统，应满足气象环境、安装场地、供电能力、网络信号、服务器要求、硬件配置要求等。无人机机场设在海湾水库、沟门水库、公益盖三库、葫芦头水库。

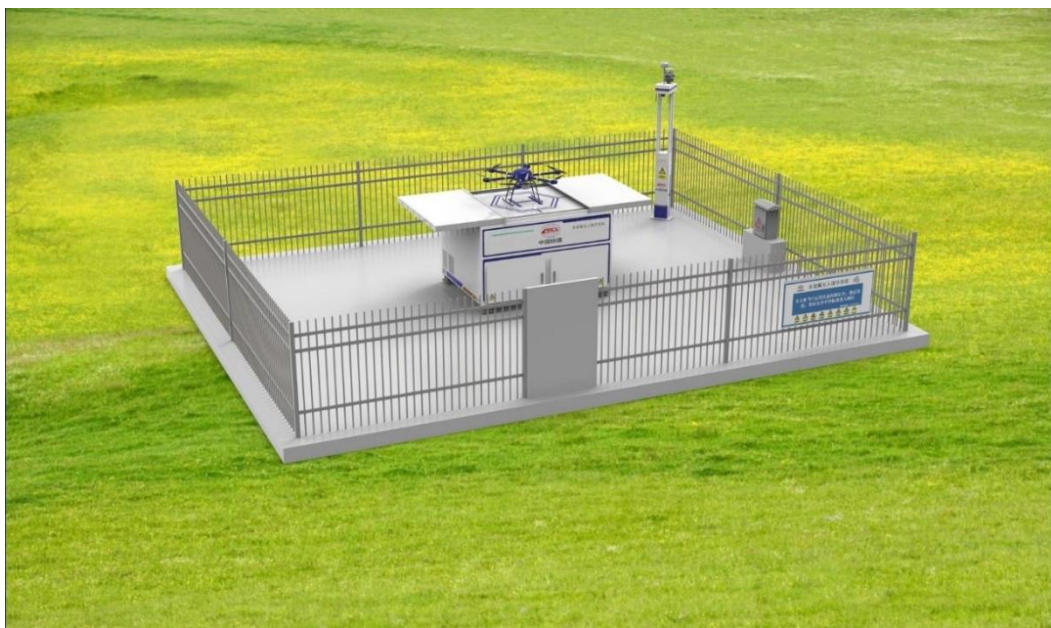
无人机场系统是一套采用“云-边-端”架构的完整系统，采用云端实现远程监控和任务的下发，边缘端实现现场的控制和数据的管理，终端实现自主飞行对现场进行数据采集。整套云边端系统中，边缘端由无人机场，云端由云平台，终端由无人机构成，同时开放了上云API接口、机场边缘节点接口，与无人机 E-PORT 接口，可实现私有云部署，与第三方软件平台对接，并实现多种行业应用需求。



图 5-8 无人机场系统作业模式

无人机机场产品，通过安装部署在任务现场附近，设定多种任务类型，可实现无人化自动作业，极大的提升无人机作业的效率与时效性，同时减少人员投入和学习成本，是面向需要频繁对任务现场进行数据采集和分析场景的首选产品。需要现场对其供电和供网的环境支

持，即可实现对无人机进行控制、充电、维护。无人机可通过无线充电的方式与机场完美融合，无需拆卸电池即可实现快速充电，大大提升了机场作业的可靠性。云平台是整套无人机场系统中的云端组成，不仅能够实现对无人机场的远程控制和监控，更可以和多种行业无人机实现对接，实现前后端的全面实时联动与感知。云平台采用的是web 界面使用模式，任何一个可以使用浏览器上网的终端设备都可以使用，包括电脑、手机、遥控器等，同时可以将接入的终端设备位置展现在平台上，实现了统一的组织部署能力。云平台具有的功能包括对无人机场、无人机的设备管理，对组织中的人员权限管理，对组织下属的项目管理，对采集数据的管理等等，是无人机场系统中的“控制驾驶舱”，实现无人化管理的关键。



系统布设示意图

表一、无人机场设施技术参数要求

序号	名称	参数
1	无人机管理平台	地图加载： 1.支持标准地图/卫星地图切换加载； 2.支持地图高程显隐切换； 3.支持显示 2.5 维基础地图（2.5D 基础地图指在二维画面的基础上，带有高程信息的画面） 地图作业区： 1.支持地图上切换禁飞限飞区显、隐。 2.支持作业区域管理，可自定义飞行区和禁飞区。 项目创建： 1.支持在图上对项目作业中心点进行设置，设置完成后，当用户进入项目时，项目作业中心点将呈现在页面的中央位置； 设备详情： 1.支持实时查看图传信号、搜星质量和飞行器高度等信息； 云端建图： 1.支持加载建图成果的高程数据； 2.模型重建功能支持选择媒体库中的可见光图片，进行二三维重建 3.云端建图照片数≥150 万张 模型库： 1、支持上传二维模型、三维模型、点云数据，上传的数据可在地图展示 2、支持两期有重叠的二维模型对比，对比的同时可显示地图标注信息。 无人机实时控制： 1、支持远程操控无人机，包含：起飞/降落、无人机飞行、云台角度调整、拍照/录像动作等 2、支持指点飞行，可在地图上选点作为目标点，然后无人机将自动飞往目标点 3、支持在自动作业时手动接管无人机 负载实时控制： 1、支持负载拍摄角度控制，获取负载控制权限后，可通过在负载直播画面双击鼠标、拖动鼠标，或通过键盘方向键控制负载拍摄角度。 远程运维： 1.机场出现异常状况时，支持自动通过短信/邮件发送给设备管理员 2.支持远程升级 3.支持远程故障处理（如远程开关机、开关盖、日志导出等） 4.管理平台支持远程控制无人机上的额外负载（如喊话器、探照灯、气体检测仪等） 多机操控： 1.支持接力飞行，系统可以自动调度 2 台飞行器轮转接力，实现不间断作业 2.支持一人同时操控多台设备，可以快速切换飞行器 3.支持一键返航，可同时让无人机快速返航，保障紧急情况下的飞行及空域安全" 量测报告：支持配置量测报告模板并定期自动发送至接收人

		图纸导入 1. 支持导入 PDF 和 DXF 格式的文件并与地图和模型叠加显示; 2. 支持多种图纸标定方法, 包括导入 prj 文件、自定义坐标系、四七参数转换、打点标定等"
2	无人机场	机场设计参数如下: 1. ▲ 重量$\leq 55\text{kg}$ 2. 尺寸 (舱盖关闭) $\geq 635\text{mm} \times 740\text{mm} \times 765\text{mm}$ 3. ▲ 工作温度: -30° 至 50° 4. 防护等级$\geq \text{IP56}$ 5. 最大允许降落风速$\geq 12\text{m/S}$ 6. 充电输出电压$\geq$直流 35 伏 7. 天线: 内置九天线, 二发四发, 支持智能切换 8. 内置电池: 容量≥ 12 安时, 电池类型: 铅酸蓄电池, 续航时间≥ 4 小时 9. 支持传感器类型: 雨量传感器, 风速传感器, 环境温度传感器, 水浸传感器, 舱内温度传感器, 舱内湿度传感器 10. 软件支持: 上云 API
3	无人机	无人机设计参数如下: 1. 机身结构: 四旋翼无人机; 2. 尺寸: 展开尺寸$\geq 375 \times 415 \times 210\text{mm}$, 对角线轴距$\geq 490\text{mm}$; 3. 最大起飞重量$\geq 2000\text{g}$ (含电池); 4. ▲工作环境温度: -20°C 至 50°C; 5. 续航时间: 空载续航时间$\geq 50\text{min}$; 6. ▲最大工作飞行速度不低于 15m/s; 7. 最大信号传输距离$\geq 12\text{km}$; 8. 防尘防水等级$\geq \text{IP55}$; 9. 障碍物感知范围$\geq$六向 10. 支持定点悬停, 悬停精度垂直$\pm 0.1\text{m}$(RTK 定位正常工作时); 水平$\pm 0.1\text{m}$ (RTK 定 位正常工作时); 11. 支持智能飞行返航功能: 低电量智能返航功能、信号中断返航功能; 12. 无人机电池: 容量$\geq 6700\text{mAh}$ 13. 广角相机: 影像传感器$\geq 1/1.3$ 吋 CMOS, 有效像素≥ 4800 万, 包含全彩夜视; 14. 中长焦相机: 影像传感器$\geq 1/1.3$ 吋 CMOS, 有效像素≥ 4800 万, 包含全彩夜视; 15. 长焦相机: 影像传感器$\geq 1/1.5$ 吋 CMOS, 有效像素≥ 4800 万, 包含全彩夜视; 16. 热成像相机: 传感器类型: 非制冷氧化钒 (VOx), 像元间距≥ 12 微米, 红外波长≥ 14 微米, 红外测温精度$\pm 2^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 2\%$。
4	机场施工部署	机场施工部署要求如下: 1. 环境勘察与选址要确保安装位置符合法规要求, 选择开阔、无遮挡的区域, 避免信号干扰; 2. 底座施工根据需要在选择水泥浇筑或金属底座, 敷设电力和网络线缆

		外套 PVC 管道,线缆埋地,确保接地电阻小于 10Ω,视情况安装围栏; - 设备安装时将机场固定在平坦的水平面上并接入电源和网线; 确保接地良好,降低雷击风险; 确保机场底座与安装架固定稳固,并加装安全绳; 作业时水平倾斜度需小于 3° ; - 定期检查设备连接和接地情况,确保网络和电源稳定,避免影响作业。 - 网络连接: 确保机场与管理平台服务器之间的网络连接稳定,可使用有线网络或高带宽无线网络,以保障数据传输的实时性和可靠性。配置网络参数,包括 IP 地址、子网掩码、网关等,使双方设备能够在同一网络环境下通信; - 设备供电: 检查机场的电源供应是否稳定,确保在调试过程中不会因电力问题导致设备中断工作。如平台有外接设备,也需确保其供电正常; - 硬件兼容性检查: 核对机场与平台的适配的 固件版本是否兼容。检查无人机与平台的连接是否正常,可进行简单的飞控测试,如推杆、油门等操作,观察无人机的响应情况。 - 任务流程测试: 起飞与降落测试在空旷场地进行起飞测试,通过平台发送起飞指令,观察机场的响应情况,包括无人机的起飞动作、飞行姿态等。进行降落测试,发送降落指令,检查无人机的降落过程是否平稳,以及机场的回收机制是否正常工作。 - 任务执行测试: 规划一系列飞行任务,如巡检、侦察等,通过平台下达任务指令,观察机场是否能够准确执行任务。在任务执行过程中,实时监控无人机的飞行状态、图像传输质量等,及时发现并解决可能出现的问题。 - 数据回传与处理测试: 检查飞行过程中采集的数据是否能够实时回传至平台,包括图像、视频、传感器数据等。对回传的数据进行处理和分析,验证平台的数据处理能力是否满足要求,如目标识别、异常检测等。 - 系统优化与安全测试: 性能优化根据测试结果,对软件算法进行优化,以提高系统识别的准确度。安全测试进行系统安全测试,包括数据加密测试、用户权限管理测试等,确保系统的安全性。
5	机场电池	- 容量≥6700 毫安 - 标称电压≥22 - 电池类型≥Li-ion 6S - 能量≥145瓦时 - 重量≤640 克 - 充电环境温度: 5℃-45℃ - 最大充电功率≤1.8C
6	2 年机场和飞机保险加 2 年 100 万三者险	- 不限次数的免费维修: 在服务期内,设备因意外损坏(如碰撞、进水等)可在保障额度内享受不限次数的免费维修服务。 - 额度共享与叠加: 多台设备可共享保障额度,且额度叠加无上限,灵活应对各类飞行意外。 - 双向免邮服务: 在服务期内提供双向免费物流服务,方便用户寄修或置换设备。

		4. 极速维修与绿色通道：可享受 VIP 优先维修和极速换新通道，确保设备快速恢复使用。 5. 免费保养服务：1 次无人机常规保养服务，确保设备性能始终如一。 6. 电池换新：因电池本身原因造成电池故障，每年可享受 2 次电池免费换新服务。 7. 飞丢保障：在服务期内，若设备发生飞丢意外，可免费获取同款完好产品。 8. 覆盖范围广泛：服务覆盖碰撞损坏、设备进水、信号干扰等意外场景，保障全面。 9. ▲三者险：无人机阻飞条件异常或无人机故障导致飞机飞行中造成人员伤亡或财物损失时进行赔付。 10. 服务有效期：24 个月，生效日期为服务协议所载日期零时起。
7	两年维护保养	在服务期内，软件，硬件出现问题影响使用时，24 小时内响应到达甲方指定地点，排除使用问题，机场安装完毕提供两年机场使用电费等其他杂费，每隔半年对全部设备进行保养与易损件更换。
8	无人机负载（探照灯）	重量：≤99 克（含支架） 外形尺寸：≤95mm*164mm*30mm（不含支架） 最大功率：≥32 瓦 有效照明面积：≥2200M² @100m（广视野模式） 工作模式：支持常亮、爆闪 工作温度：≥-20℃至 50℃
9	无人机负载（喊话器）	重量:≤92.5 克（含支架） 外形尺寸:≤73mm*70mm*50mm（不含支架） 最大功率:≥15 瓦 有效广播距离:≥300m 广播方式:支持实施喊话、录音喊话、媒体导入、文字转语音 工作温度:≥-20℃至 50℃
10	中继站固定部署套装	卫星接收频点 GPS: L1C/A, L2C, L5 BDS: B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b GALILEO: E1, E5a, E5b, E6 GLONASS: L1, L2 QZSS: L1C/A, L2C, L5 单点精度（未标定）： 水平：≤1.5 米（RMS） 垂直：≤3.0 米（RMS） 星基差分精度： 收敛时间：≤20 分钟 水平：≤30 厘米（RMS） 垂直：≤40 厘米（RMS） 网络 RTK 标定： 水平：≤1.0 厘米（RMS）+ 1 ppm 垂直：≤3.0 厘米（RMS）+ 1 ppm 图传方案：DJI O4 图传行业增强版

		图传工作频段和发射功率（EIRP）： 902 MHz 至 928 MHz：≤30 dBm（IC），≤16 dBm（MIC） 1.430 GHz 至 1.444 GHz：≤35 dBm（SRRC） 2.400 GHz 至 2.4835 GHz：≤33 dBm（IC），≤20 dBm（CE/SRRC/MIC） 5.150 GHz 至 5.250 GHz：≤23 dBm（IC/CE） 5.725 GHz 至 5.850 GHz：≤33 dBm（IC），≤14 dBm（CE），≤30 dBm（SRRC） 最大信号有效距离（有干扰、无遮挡）： 1.强干扰（密集楼宇、居民区等）：约 1.8 至 6 公里 2.中干扰（城郊县城、城市公园等）：约 6 至 18 公里 3.弱干扰（远郊野外、开阔农田等）：约 18 至 40 公里 最大信号有效距离（有干扰、有遮挡）： 1.微干扰，有建筑物遮挡：约 0 公里至 0.5 公里 2.微干扰，有树丛遮挡：约 0.5 公里至 3 公里 天线： OcuSync 4 Pro 外置定向天线 × 4 OcuSync 4 Pro 内置定向天线 × 8 以太网接入：自适应以太网口，网络带宽需 100Mbps 及以上，网络延时≤ 100 毫秒 网线要求：需使用六类（Cat 6）及以上室外防水双绞线，长度 100 米以内，外径为 5.5 毫米至 6.5 毫米。 网关模式： 1. 最大功耗（含低温加热）：≥65 瓦 2. 典型功耗（非加热状态）：≥17.1 瓦 3. 低功耗模式：≤7 瓦 中继模式： 1. 最大功耗（含低温加热）：≥65 瓦 2. 典型功耗（非加热状态）：≥31.7 瓦 工作环境温度：≤-40℃ 至 55℃ 海拔高度：≥6000 米 防护性能：≥IP67
11	机场灵活部署装置	支持机场固定安装，可拆卸灵活部署
12	全网通 4G 套装	1.支持三网通 2.每月 1500g 流量，包含两年流量
13	独立监控	1.存储容量：128GB 2.类别：4G 监控 3.像素：400 万+400 万 4.防水等级：IP66 5.供电方式：太阳能供电 6.夜视类型：全彩夜视 7.存储编码：H.265 8.供网方式：流量卡 9.语音类型：语音对讲

	10.适用面积：81-200 m² 11.焦距：2.8mm 12.存储方式：内存卡 13.探头个数：2 个 14.补光灯数量：4 个以上 15.智能识别：移动识别 16.变倍变焦：数字变焦 17.红外夜视距离：30m 18.追踪方式：智能追踪 19.报警方式：手机推送，声音报警
--	--

表二 无人机场设施配置清单

序号	名称	单位	数量
1	无人机管理平台	套	1
2	无人机场	套	4
3	无人机	套	4
4	机场施工部署	次	4
5	机场电池	块	8
6	2 年机场和飞机保险加 2 年 100 万三者险	套	4
7	两年维护保养	套	4
8	无人机负载（探照灯）	套	4
9	无人机负载（喊话器）	套	4
10	中继站固定部署套装	套	4
11	机场灵活部署装置	套	4
12	全网通 4G 套装	个	4
13	独立监控	套	4