

瀚原智基低空防护智能体

产品规格书

产品概述

瀚原智基低空防护智能体是一款以无人机侦察定位为核心功能的尖端智能装备。系统底层依托高性能系统级芯片组与专业射频集成芯片构建，并可选配集成高性能人工智能处理模块。

目录

1	产品概述	1
2	核心功能与技术指标	1
2.1	系统功能要求	1
2.2	关键技术指标	1
3	硬件平台与射频规格	2
3.1	硬件平台指标	2
3.2	射频指标	5
3.3	物理与环境指标	8
4	物理与环境指标	8

1 产品概述

瀚原智基低空防护智能体是一款以无人机侦察定位为核心功能的尖端智能装备。系统底层依托高性能系统级芯片组与专业射频集成芯片构建，并可选配集成高性能人工智能处理模块。作为一款支持软件定义的认知无线电平台，本系统能够敏锐感知外部复杂电磁环境，同时有效跨越连续射频信号与离散大模型标记之间的模态鸿沟。智能体通过深度学习技术实时分析接收到的无线信号统计变化，自适应调整操作参数，实现复杂电磁环境下频谱资源的高效利用与低空空域的严密防护。



2 核心功能与技术指标

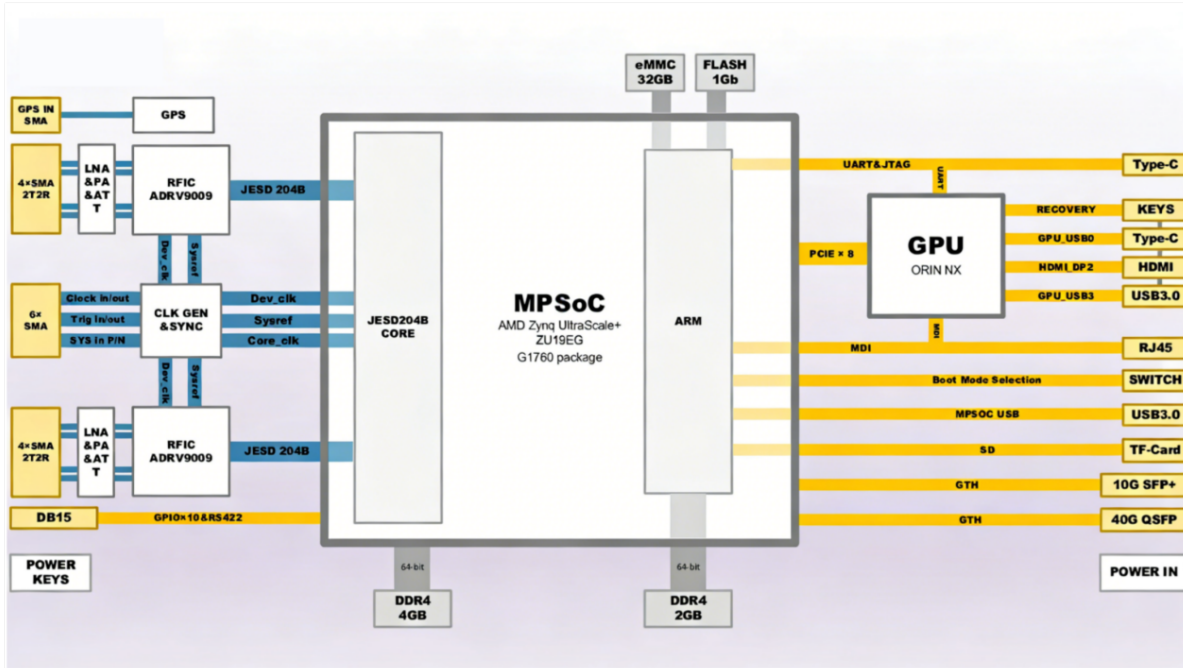
2.1 系统功能要求

瀚原智基低空防护智能体是一款以无人机侦察为核心功能的尖端智能装备。系统底层依托高性能系统级芯片组与专业射频集成芯片构建，并可选配集成高性能边缘计算处理模块。作为一款支持软件定义的认知无线电平台，本系统能够敏锐感知外部复杂电磁环境。智能体通过大模型技术对输入指令的智能理解操控，辅助操控人员完成复杂防护任务，实现复杂电磁环境下频谱资源的高效利用与低空空域的严密防护。系统内置预训练掩码自编码器架构，结合高效降噪策略，可对多无人机无线频谱图进行深度解析，从而精准提取无人机通信链路特征。

2.2 关键技术指标

智能体的预警频率范围覆盖 300MHz 至 8000MHz，具备极宽的频谱监测视野。系统瞬时带宽大于或等于 120MHz，侦察有效距离大于或等于 0.3km。在标准场地测试环境下，系统的方向精度均方根误差小于或等于 5 度。设备的瞬时预警范围达到 180 度，系统设计保证能够同时监测多于 10 个独立目标。

3 硬件平台与射频规格



3.1 硬件平台指标

本智能体的主处理器采用系统级芯片架构，内部集成四核应用处理单元与双核实时处理单元，提供丰富的逻辑单元与数字信号处理切片。设备为处理器与可编程逻辑侧均配置了高速 DDR4 内存，保障海量侦察数据的快速吞吐。系统支持灵活的边缘侧部署，选配的计算模块搭载高规格图形处理器与张量核心，提供卓越的算力底座以支撑复杂端到端信号处理与大模型推理。物理接口方面，设备配备了 SMA 射频接口、千兆以太网 RJ45 接口、十吉比特 SFP+ 光纤接口以及四十吉比特 QSFP+ 高速光模块接口，全面满足各层级的数据通信与组网需求。

表 1: 主处理器指标

项目	参数	型号
功能资源	<p>MPSOC</p> <p>APU: 四核 ARM Cortex-A53 1.5GHz</p> <p>RPU: 双核 Arm cortex-R5F 600MHz</p> <p>GPU: Arm Mali-400MP2 667MHz</p> <p>PL 资源: logic cells: 1,143K, Block Ram: 34.6Mb, DSP: 1,968 个</p> <p>PS DDR: 支持 1 组 64bit 容量为 2GB 的 DDR4, 速率可达 2666Mb/s</p> <p>PL DDR: 支持 1 组 64bit 容量为 4GB 的 DDR4, 速率可达 2666Mb/s</p>	<p>XCZU19EG-2FFVC1760I</p>

表 1 – 续上页

项目	参数	型号
RFIC	射频通道: 2T2R 射频收发通道 调谐范围: 75 MHz 至 6000 MHz 最大接收器带宽: 200 MHz 最大可调谐发射器合成带宽: 450 MHz 最大观察接收器带宽: 450 MHz	ADRV9009
AI 模块 (选配)	CPU: 8 核 64 位 Arm Cortex A78AE v8.2, 主频 2000MHz (6MB 二级缓存 + 4MB 三级缓存) GPU: 1024 个 CUDA 核心, 主频 1173MHz, 32 个 Tensor Core 内存: 16GB 128 位 LPDDR5, 主频 3200MHz, 读写速度 102GB/s 存储: 512GB SSD 深度学习模块: 双 NVIDIA 深度学习加速引擎 (NVDLA) 视频: 2 × 4K30fps 编码, 2 × 4K60fps 解码 接口与尺寸: 260 针脚 SODIMM, 70x45mm 功耗: 10W/15W/25W/40W, 8V -20V 输入	Jetson Orin NX

表 2: 硬件对外接口

位置	接口数量	接口描述	接口形式
前面板	4	支持 4 路用户指示灯	红绿双色
	4	支持 4 路射频接收通道	SMA
	4	支持 4 路射频发射通道	SMA
	1	支持 1 路触发信号输入, LVCOMS33 电平	SMA
	1	支持 1 路触发信号输出, LVCOMS33 电平	SMA
	10	支持 10 路 GPIO, LVCOMS33 电平	DB15
	1	支持 1 路 RS422 接口	DB15
	1	支持 GNSS 模块, PPS 信号精度: RMS 30ns, 99% < 60ns 支持 GNSS 类型: Galileo, GLONASS and BeiDou 支持 GNSS 频段: GPS L1C/A, SBAS L1C/A, QZSS L1C/A, QZSS L1 SAIF, GLONASS L1OF, BeiDou B1I, Galileo E1B/C	SMA
	1	支持 1 路外参考时钟输入, 典型推荐 30.72MHz, 幅值 700mv	SMA
	1	支持 1 路参考时钟输出	SMA
	1	支持 1 路 sync 差分信号输入	SMA
	1	电源开关	点触

表 2 - 续上页

位置	接口数量	接口描述	接口形式
后面板	1	电源接口	DC 座子: 5.5mm 孔 2.1mm 针
	1	支持设备启动模式开关	拨码开关
	1	支持 1 路 USB2.0 接口用于 MPSOC(Console/Jtag) 和 AI 模块 (Console) 调试	TYPE-C 接口
	1	支持 1 路外部存储接口	TF 卡座
	1	支持 1 路高清多媒体接口 (AI 选配支持)	HDMI
	2	支持 2 路高速串行接口, MPSOC 与 AI 模块各 1 路 (AI 选配支持)	USB3.0
	1	支持 1 路 OTG USB 接口 (AI 选配支持)	USB3.0
	1	支持 1 路 10/100/1000M 以太网接口	RJ45
	1	支持 1 路 10G 光模块接口	SFP+
	4	支持 1 路 40G 光模块接口	QSFP+

表 3: 整机硬件指标

项目	参数
供电	DC9-14V, 典型电压: 12V, 典型电流: 4.5A
尺寸	长 * 宽 * 高: 324mm * 235mm * 56mm
功耗	65W, 典型功耗: 54W
工作温度	0 °C ~60 °C
工作湿度	2% ~95% (25 °C), 无凝结
重量	3.73KG

3.2 射频指标

射频前端支持最大 200MHz 的接收带宽, 以及高达 450MHz 的可调谐发射合成带宽与观察接收器带宽。系统本振配置频率范围极宽, 支持从 75MHz 至 6000MHz 的连续调节。设备支持 4 路接收与 4 路发送的物理通道布局, 具备严格的多通道相位同步功能, 接收通道支持自动增益控制与手动增益控制, 增益调节范围达 30 分贝。

表 4: 射频指标

射频指标	最小	典型	最大	单位	测试条件/参数
频率精度	0.0395			ppm	LO=3.0GHz

射频指标	最小	典型	最大	单位	测试条件/参数
频率稳定度		0.0378		ppm	LO=3.0GHz, Time=1h
发射					
本振频率	75		6000	MHz	
输出功率		18.4		dBm	IF=10MHz, Scale=0dBFs, ATT=0dB, 0.2GHz
		18.7		dBm	1GHz
		16.7		dBm	2GHz
		16.1		dBm	3GHz
		12.7		dBm	4GHz
		7.7		dBm	5GHz
		5.8		dBm	5.8GHz
镜像抑制	-65	-60		dBc	IF=10MHz, Scale=-12dBFs, ATT=10dB
本振泄露		-66		dBm	IF=10MHz, Scale=-12dBFs, ATT=10dB, 0.2GHz
		-62		dBm	1GHz
		-70		dBm	2GHz
		-59		dBm	3GHz
		-53		dBm	4GHz
		-62		dBm	5GHz
		-66		dBm	5.8GHz
中频谐波杂散		-72		dBc	IF=10MHz, Scale=-12dBFs, ATT=10dB, 0.2GHz
		-71		dBc	1GHz
		-72		dBc	2GHz
		-71		dBc	3GHz
		-74		dBc	4GHz
		-75		dBc	5GHz
		-73		dBc	5.8GHz
接收					

射频指标	最小	典型	最大	单位	测试条件/参数
本振频率	75		6000	MHz	
最大输入功率		10		dBm	
镜像抑制		-100		dBc	IF=10MHz, Gain=MAX, Pin=-35dBm, 0.2GHz
		-100		dBc	1GHz
		-106		dBc	2GHz
		-106		dBc	3GHz
		-105		dBc	4GHz
		-106		dBc	5GHz
		-107		dBc	5.8GHz
本振泄露		-98		dBFs	IF=10MHz, Gain=MAX, Pin=-35dBm, 0.2GHz
		-94		dBFs	1GHz
		-98		dBFs	2GHz
		-95		dBFs	3GHz
		-95		dBFs	4GHz
		-94		dBFs	5GHz
		-92		dBFs	5.8GHz
灵敏度		-102		dBm	QPSK, Symbol Rate=384kSPS, BW=384kHz, 0.2GHz
		-102		dBm	1GHz
		-101		dBm	2GHz
		-101		dBm	3GHz
		-100		dBm	4GHz
		-99		dBm	5GHz
		-95		dBm	5.8GHz
ACLR		-62		dBc	QPSK, Symbol Rate=384kSPS, BW=384kHz, 0.2GHz
		-63		dBc	1GHz
		-64		dBc	2GHz
		-62		dBc	3GHz

射频指标	最小	典型	最大	单位	测试条件/参数
EVM		-59		dBc	4GHz
		-58		dBc	5GHz
		-58		dBc	5.8GHz
		0.47		%rms	QPSK, Symbol Rate=384kSPS, BW=384kHz, 1GHz
		0.78		%rms	2GHz
		1.10		%rms	3GHz
		0.90		%rms	4GHz
		0.82		%rms	5GHz
	1.10		%rms	5.8GHz	
通道隔离度					
接收通道隔离度		79		dB	0.2GHz
		76		dB	1GHz
		73		dB	2GHz
		61		dB	3GHz
		69		dB	4GHz
		57		dB	5GHz
		47		dB	5.8GHz
发射收通道隔离度		95		dB	0.2GHz
		79		dB	1GHz
		84		dB	2GHz
		64		dB	3GHz
		77		dB	4GHz
		79		dB	5GHz
		64		dB	5.8GHz
收发通道隔离度	-100			dB	0.2GHz
		-80		dB	1GHz
		99		dB	2GHz
		84		dB	3GHz
		75		dB	4GHz
		60		dB	5GHz

射频指标	最小	典型	最大	单位	测试条件/参数
	49			dB	5.8GHz

3.3 物理与环境指标

设备的物理形态设计紧凑，长 324mm 宽 235mm 高 56mm。整机重量为 3.73kg。为了确保系统在执行高负载计算任务时的稳定性，设备采用了直流 9V 至 14V 宽压供电方案，其典型工作电压为 12V，典型电流为 4.5A。系统日常典型功耗稳定在 54W，极限满载功耗低于 65W，研发人员可结合硬件分析层级工具，精准监控各类模型蒸馏与部署全流程的能量消耗。在环境适应性方面，系统能够在 0°C 至 60°C 的宽温区以及 2% 至 95% 的无凝结湿度环境下持续稳定运行。

4 物理与环境指标

设备的物理形态设计紧凑，长 324mm 宽 235mm 高 56mm。整机重量为 3.73kg。为了确保系统在执行高负载计算任务时的稳定性，设备采用了直流 9V 至 14V 宽压供电方案，其典型工作电压为 12V，典型电流为 4.5A。系统日常典型功耗稳定在 54W，极限满载功耗低于 65W，研发人员可结合硬件分析层级工具，精准监控各类模型蒸馏与部署全流程的能量消耗。在环境适应性方面，系统能够在 0°C 至 60°C 的宽温区以及 2% 至 95% 的无凝结湿度环境下持续稳定运行。