

Horn-19A 毫米波雷达

使用手册



摘要：Horn-19A 是北京豪恩科技有限责任公司研发的一款紧凑型 V 波段测距雷达，采用 77GHz-81GHz 频段，基于 FMCW 雷达技术的集成式毫米波传感器。1cm 测量精度、体型小巧、灵敏度高、重量轻、易于集成、性能稳定，满足无人飞行平台（无人机/UAS）直升机、小型飞艇等测距，避障，测速，目标探测等应用需求，且能用于工业应用，（如楼宇自动化、工厂自动化、无人机、物料处理、交通监控和监视）中的低功耗、自监控、超精确雷达系统的理想解决方案。

关键字：Hornt-19A，测高精确，毫米波雷达，高度计

1 无人机高度计应用需求

1.1 无人机精准高度/地形追踪面临挑战

复杂的地形是无人机飞行的一大障碍，精准的高度、地形追踪，能保证无人机稳定的飞行，出色的完成工作任务。高度计能测量无人机与地面的距离，引导无人机稳定飞行。

1.2 毫米波雷达高度计与传统高度计的区别

无人机高度计分为绝对高度测量高度计和相对高度测量高度计两种类型。具体分类如表 1 所示。

表 1 无人机高度计分类

高度计	实现原理	产品	高度	精度	优点	缺点
GPS+气压计	卫星定位	定高功能的无人机	地面 3 万 km 以上	$\pm 0.5\text{m}$	应用成熟成本低	误差相对较大
超声波+光流	TOF+视觉定位	主流厂商	0.3~10 米	$\pm 0.1\text{m}$	定位精度高成本相对低	要求地面有丰富纹理
超声波	TOF	金瓷	0.3~3 米	$\pm 0.1\text{m}$	成本很低	有植被情况下精度下降,实时性差
激光	TOF	激光测距仪	小于 200 米	$\pm 0.02\text{m}$	测量环境好的情况下,精度较高	激光测距遭遇水面时会穿透水面,不能形成有效反射。
毫米波雷达	FMCW	豪恩 HORN-19 A	100 米	$\pm 0.01\text{m}$	精度高全天候	成本略高

绝对高度测量的是相对海平面的绝对高度,一般用于高空飞行的无人机平台。绝对高度测量主要包括气压高度计和 GPS 高度计;相对测量的是无人机平台距离地球表面的相对高度,一般用于低空无人机平台,主要包括超声波高度计、激光、毫米波雷达高度计。

毫米波雷达高度计是一种新型的无人机高度计,它鲁棒性强、测量精度高、能全天候工作,受到越来越多无人机厂商的喜爱。传统主流的超声波高度计作用距离短,抗干扰能力差不适合植被覆盖的地形。

相比其他种类的高度计,毫米波雷达在无人机高度计中具有不可替代的优势,能协助无人机在各种地形条件,尤其是无人机植保中发挥着极大作用。

2 HORN-19A 高度计概述

2.1 产品特征

HORN-19A 高度计通过向下方发射一束扇形的微波，检测微波的反射情况，判断下方是否有障碍物，反馈障碍物与雷达的相对高度，引导无人机飞行在稳定高度。

图 1 HORN-19A 实物图



HORN-19A采用高集成度方案，极低的功耗(1W)，较小尺寸(直径55mm)，1cm 距离分辨率，200m 定高，轻量化设计，可满足植保无人机、快递运输机等对测高性能、环境适应性要求高的定高场合。HORN-19A 是国内目前唯一量产的毫米波雷达高度计，出色的性能得到众多合作伙伴的高度认可。

为方便客户开发测试，HORN-19A 雷达提供了2个UART 通信接口。其中一个板级通信的UART接口默认速率 115200bit/s，目标刷新率 50Hz，用于高度输出，另一个波特率为25600bit/s，用于目标跟踪。通用的外部接口，可以快速与上位机或者其他 MCU 集成，节省用户的配置使用时间。

2.2 产品参数

HORN-19A 采用具有较高复杂度的 FMCW 调制模式, 在测量范围内能精确测量与地面或水面的距离。

表 2 HORN-19A 性能参数

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
系统特性					
发射频率		77.00		81	GHz
发射功率 (EIRP)	输出可调		25		dBm
调制方式		FMCW			
更新率			50		Hz
功耗	@5V DC 25°C	0.8	1	12	W
测距特性					
测距范围	@0 dBsm	0.1		100	M
测距精度			±0.01		M
角度 (方位) 特性					
测角范围		30		180	度
测角精度			±2		度
多普勒特性					
测速精度			±0.13		m/s
多目标跟踪特性					
同时跟踪目标			10		个
距离分辨率			0.25		M
其他特性					
工作电压		3.7	5	7	V DC
工作电流	@5V/25°C	160	200	240	mA
存储温度		-40		85	°C
工作温度		-40		85	°C
重量	包括连接线		50		G
尺寸		55 (直径)			Mm

HORN-19A 采用先进的4发3收的集成mimo天线, 接受发射波束都可以编程控制。设计使雷达不容易受地面杂波和主波束外目标的干扰, 能够显著提高雷达探测目标的信噪比。

2.3 产品应用领域

- 无人机测高
- 无人机安全测距和防碰撞
- 定高引信
- 汽车防撞

3 典型应用举例

3.1 植保无人机高度计

植保无人机可远距离遥控操作，避免喷洒作业人员暴露于农药的危险，保障了喷洒作业的安全，同时高效快速的作业，节省了大量的人力物力。植保无人机要求最低与农作物保持 1~2m 的固定高度，而不受地形和高度限制，根据地形情况自动定高，调整高度，遇到障碍物自动规避。同时要求精度较高（高度误差不超过 $\pm 10\text{cm}$ ），满足农药喷洒适合的距离，达到均匀和高效的喷射。

传统 植保无人机采用超声波作为高度计。由于超声波频率一般在 $40\text{kHz}\sim 45\text{kHz}$ 左右，很容易穿透植被，且与周围环境的频率段接近，因此超声波高度计不适合深林、耕地等植被覆盖地形。超声波高度计作用距离一般小于 5m，很难满足实际地形需求。

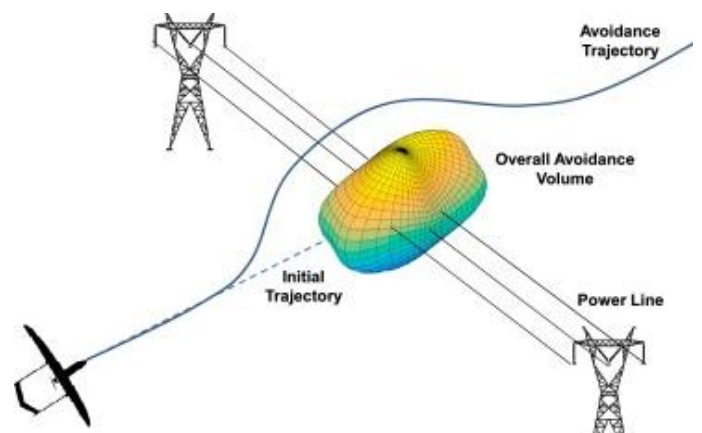
HORN-19A 高度计特别适合植保无人机，安装位置灵活，适用于各种型号的无人机平台，能精确感知无人机与植被的高度，感知的高度数据通过 UART 串口实时传送到无人机飞控系统，实现与植被保持适当高度飞行，如下图所示。

图 2 HORN-19A 在植保无人机中的应用



3.2 无人机避障应用

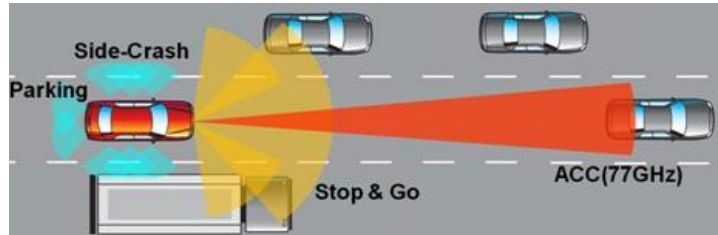
无人机在飞行中难免遇到障碍物，森林、大山、电线、别的飞机、楼宇、烟囱等能够预警前方障碍物对无人机的自动安全飞行非常重要。



Horn-19A能识别前方150度范围内的障碍物，
能同时识别10个目标，测角精度0.2度，
测距精度为1cm，同时能测速度，
预警距离为100米，重量轻到50克。

3.3 汽车防撞雷达

汽车行驶安全越来越重要，2022年美国规定所有新出售的汽车都要安装雷达防撞系统。Horn-19A型雷达优异的指标可以用作汽车的防撞雷达。



HORN-19A 毫米波雷达的优势：

1、定高精确；2、体积小、功耗低；3、抗干扰能力强、易于集成。

4 Horn-19A对外接口

4.1 系统供电

供电电压范围 3.7V~5V。本设备可采用锂电池供电，或 5V 直流电源供电，峰值电流约为 1A。

4.2 接口描述

本系统输出接口 8 线，按照编号，信号分别是：

1. RS232-TX1。 串口输出（高度信号）；
2. Rs232-RX 串口输入信（配置信息，下载程序）；
3. GND 板卡和外部的电源地
4. RD232-TX2， MSS LOGGER 信息输出。
5. MODE SOP2
6. GND 板卡和外部的电源地，和 3 共地
7. VCC 5V 输入电源（3.7V-10V）
8. MOUT（在 10 米范围内有目标，对外输出电源 VCC，否则为 GND）

分别为 GND，VCC，MOUT，TX1，TX2。其中 MOUT 为 10 米高度输出信号。当传感器捕获 10 米范围内的目标时，输出电压为 VCC；当未发现 10 米内目标时，输出为低电平。

TX1 为 3.3V TLL 电平，串口的发射引脚。波特率为 115200，无奇偶校验。

TX2 为 3.3V TLL 电平，串口的发射引脚。波特率为 256000，无奇偶校验。

4.3 数据输出格式（TX1）

TX1 用于直接高度输出，输出为 ASCII 字符串格式。

如：

H=13.53 F=3

H=14.67 F=4

H=15.42 F=3

H=16.23 F=2

其中，H 后面为最大目标距离（高度），单位米。F 为检测目标点数。如需查看跟踪目标详细信息，请使用 TX2 信息。

4.4 数据输出格式（TX2）

TX2 用于目标跟踪，输出为普通二进制格式。用于跟踪目标的方位，速度等。

数据输出以帧为单位，每帧数据长度为 32 的整数倍。帧格式如下

字段	长度 (字节)	名称	说明
StartWord	8	帧起始字段	固定为: 02 01 04 03 06 05 08 07
Version	4	版本号	系统版本号
Length	int32	帧长度	包括 Startword 在内的总长度
Product	4	产品标识	
FrameNumber	int32	帧序号	每一帧自动加 1, 开机后从 1 开始
rangeResolution	Float32	距离分辨率	单位米
NumObjs	4	检测目标数量	
Reserved	4	保留字段	
Reserved	4	保留字段	
Objlength	int32	目标总长度	
Objs	int16	目标数量	
xyzQFormat	int16	Q 格式	
rangeIdx	uint16	距离向索引	距离向索引 * 距离分辨率 = 距离 (高度)
dopplerIdx	int16	多普勒索引	多普勒索引 * 速度分辨率 = 速度 (速度分辨率为 0.13 m/s)
peakVal	uint16	峰值	
x	int16	X 方向距离	Q 格式
y	int16	Y 方向距离	Q 格式
z	int16	Z 方向距离	Q 格式

说明: 数据传输时低位在前, 如 int32_t a=0x12345678, 传输 a 时的顺序为 0x78 0x56 0x34 0x12。

举例说明:

```
02 01 04 03 06 05 08 07 04 00 01 02 60 00 00 00 43 14 0A 00 29 03 00 00
E7 E0 F9 C4 02 00 00 00 01 00 00 00 01 00 00 00 1C 00 00 00 02 00 07 00
08 00 00 00 CF 02 C1 FF F3 00 00 00 16 00 00 00 D3 00 18 01 76 02 00 00
08 00 00 00 C0 B8 01 51 DC 00 00 00 07 00 00 00 20 00 00 00 38 77 01 00
```

这部分数据解析如下:

```
02 01 04 03 06 05 08 07 帧起始字段
```


04 00 01 02 版本号
60 00 00 00 帧长度，共 96 字节
43 14 0A 00 产品标识
29 03 00 00 帧序号
49 8E 7A 3E 距离分辨率，浮点数 (0x3E7A8E49) 对应 0.244683 米
02 00 00 00 检测目标个数，共两个目标。
01 00 00 00 01 00 00 00
1C 00 00 00 目标总长度
02 00 目标个数，后面共两个目标
07 00 为 Q7 格式
08 00 00 00 CF 02 C1 FF F3 00 00 00
距离向索引 多普勒索引 峰值 X Y Z (目标 1)
16 00 00 00 D3 00 18 01 76 02 00 00
距离向索引 多普勒索引 峰值 X Y Z (目标 2)

08 00 00 00 C0 B8 01 51 DC 00 00 00 07 00 00 00 20 00 00 00 38 77 01 00
无关数据，补齐至 32 的整数倍。

4.5 高度值输出说明

对于普通高度值输出，取第一个目标点即可。

如上例中：取第一个目标点的 rangeIdx (08 00)，再乘以距离分辨率(浮点数 0x3E7A8E49 = 0.244683 米)

即：8*0.244683 = 1.957464 米。

特别说明：本产品支持多点目标追踪能力，可以同时检测多个目标，故数据段输出多个目标。同时其他点也可以由上位机用作复杂环境下的目标追踪与校准。

5 结束语

HORN-19A 毫米波雷达高度计是国内目前毫米波高度计最优的产品，在无人机高度表，无人机防撞，汽车防撞雷达，定高爆炸引信，液位仪等多个领域带来全新的使用体验。颠覆以前传统的手段。

北京豪恩科技有限责任公司
北京海淀区西三旗雪梨澳乡
B 区 107-2

Tel.: 010-82110175
E-Mail: 3236813@QQ.com
URL: www.horntech.cn

