

## Apogee-D: 高精度双天线惯性导航系统

Apogee-D 是一个高精度的惯性导航系统，集成了 GNSS 接收机，以实现实时和后处理功能。Apogee-D 是一个不受 ITAR 限制的、基于低成本且耐用的 MEMS 技术的、最精确惯性导航系统。

### 高精度:

- 0.008° 俯仰 & 横滚 (RTK)
- 0.02° 航向 (取决于 GNSS 接收机)
- 1 cm RTK 位置精度 (X/Y)
- 5 cm 或 5% 实时自适应升沉
- 2 cm 或 2% 延时升沉

### Apogee-D 集成了:

- 最新的 MEMS 陀螺仪和加速度计
- 最新的三频 GNSS 接收机，带有一个测量级的天线
- 一个易于配置的网络接口
- 一个可用于后处理的 48 小时的内部数据存储器



## 双天线三频 GNSS 接收机-RTK, TerraStar, Veripos 定位

这个最先进的 INS/GNSS 集成了最新一代的三频 GNSS 接收机，可以支持 RTK, TerraStar 以及 Veripos 定位服务。Apogee-D 集成了双天线 GNSS 接收机，以实现精确并且鲁棒的航向，即使是在低动态条件下（海洋领域），也可以提供非常快速的初始对准时间。

## 庞大的升沉运算

Apogee 的实时升沉精度为 5cm，更为简单的是，用户不用输入波浪频率，Apogee 可以进行自动检测，并且会根据波浪周期自动调整。

Apogee 也可以提供其独有的延时升沉，并不需要额外的软件，用户也不需要做其他任何事情。其特有的算法支持特别庞大的运算，最终的结果是可以提供 2cm 的升沉精度，相对实时来说只是在显示上有一点点的延迟。

### 1.1 应用领域:

#### 航海

Apogee-D 是一个结构紧凑一体化的解决方案，适用于水文测量应用领域。可以和 Hypack 以及 QINSy 软件相兼容，对于多波束声呐稳定及地理参



考而言，Apogee-D 是一个随时可用的解决方案。另外，对于无人水面工具导航，或者是船载设备定向和动态补偿，Apogee-D 也是一个明智的选择。

## 陆地

当需要高精度航向信息的时候记得选择 Apogee-D。遭遇 GPS 故障或中断的时候，Apogee-D 可以用于任何车辆导。当连接一个里程计的时候，这个科技前沿的双 GNSS/INS 也可以提供可靠并且精确的轨迹。



## 航空

Apogee-D 是航空测绘、摄影测量和遥感项目。由于其极低噪声的陀螺仪，它可以提供准确和稳定的姿态和位置数据，不管是实时的还是后处理的。对于战略级 UAV 导航和先进的机载稳定性来说，它是一个非常前沿解决方案。它集成了双天线 GNSS 接收机，保证在长期稳定飞行阶段也可以提供精确的航向信息。



## 补充设备和软件

### 连接、同步和定位

The SplitBox 提供了非常简单的接口，这样就非常方便的和外部设备进行连接和同步，比如里程计、差分修正、计算机或者是测量仪器。集成了 GNSS 接收机的 SplitBox 还可以提供导航数据，因为有很多的位置信息可供选择（Marinestar, TerraStar 等等）。



## 1.2 Apogee 惯性测量单元

### 1.2.1 加速度计参数指标

	<b>A3</b>	<b>备注</b>
测量范围 (g)	± 10	
速度随机游走 ( $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ )	30	艾伦方差 @25°C
运行中零偏不稳定性 ( $\mu\text{g}$ )	7	艾伦方差 @25°C
带宽 (Hz)	100	衰减3dB
正交性 (°)	<0.02	工作温度范围

### 1.2.2 陀螺仪参数指标

	<b>G3</b>	<b>备注</b>
测量范围(°/s)	± 200	指定性能，极限450°/s

运行中零偏不稳定性(°/hr)	0.05	艾伦方差 @25°C
角度随机游走(°/√hr)	0.012	艾伦方差 @25°C
带宽 (Hz)	100	衰减3dB
正交性 (°)	0.02	工作温度范围

## 1.3 辅助传感器

很多不同的辅助传感器可以用于辅助 Apogee INS。

### 1.3.1 Apogee- D 内部接收机

Apogee- D 嵌入了一个非常高端的测量级 GNSS 接收机，支持外接双天线。

该接收机支持 L1/L2/L5 以及 L 波段的信号跟踪，支持 GPS, GLONASS, BEIDOU 和 GALILEO 多星，在恶劣环境下也可以提供非常准确和可靠的测量。

内部双 L 波段解调器支持 Terrastar 和 Veripos 的精确点定位 (PPP) 服务，可以在全球范围内供货，无特定基础设施，定位精度优于 10 cm。

最新一代的 GNSS 接收机还具有非常精确的 RTK 定位功能，具有世界领先的信号可用性，并且在 GNSS 中断后很短时间内就可以重新捕获。该接收机的更新频率为 20Hz，在恶劣的 GNSS 环境下，由于才用了先进的自动环节算范，能够检测和消除多径情况下或 Inmarsat/Iridium 干扰，因此具有最佳的精度和可靠性。

	Specification		Remark
<b>Channels</b>	448		
<b>Signal tracking</b>	GPS: L1, L2, L2C, L5 GLONASS: L1, L2, L2CA Galileo: E1, E5ab, E6	Beidou B1, B2, B3 SBAS, QZSS L-Band	Galileo and Beidou signals are available in option
<b>Horizontal position accuracy</b>	Single point L1/L2/L5	1.0 m	PPP support is available in option and requires a valid subscription from a third party PPP service provided.
	SBAS / DGPS	0.6 m / 0.4 m	
	PPP (Marinestar)	10 cm	
	RTK	0.6 cm + 0.5 ppm	
<b>Velocity accuracy</b>	0.8 cm/s RMS		
<b>True Heading Accuracy</b>	0.2 ° 0.1 ° 0.05 °	1m baseline 2m baseline 4m baseline	Baseline should not exceed 10m Standalone GNSS heading accuracy
<b>Velocity limit</b>	515 m/s		Due to export licenses
<b>Time to First Fix</b>	Cold start / Hot start	< 45 s / < 15 s	
<b>Signal reacquisition</b>	L1/L2/L5	< 1.0 s	
<b>Max Output frequency</b>	20 Hz		
<b>Diff. Corrections input</b>	RTCM V2.2, V2.3, V3.0, V3.1 CMR 2.0, CMR+		Sent via serial PORT D
<b>Available options</b>	RTK		

注：所有上述这些参数都反映了 GNSS 接收机的固有精度。Apogee 完整版姿态和导航性能精度请参阅第 1.4 节。

### 1.3.2 外部辅助传感器

Apogee-E 和 D 两个型号支持连接外部 GNSS 接收机，以提供导航定位数据，并提升姿态性能，一个 DVL 或里程计也可以连接到 Apogee-E / D 作为速度辅助输入。

### 1.4 Apogee-D 系统性能

除非另做说明，否则所有参数均为  $1\sigma$ ，温度范围  $-20^{\circ}\text{C}$  to  $+60^{\circ}\text{C}$ 。

这些参数数据是通过现场测试、使用典型任务场景、并与使用后处理的参考单元进行比较而获得的。GPS 中断时的性能参数是与参考 RTK 轨迹相比，通过模拟重复的、纯 GNSS 中断（由至少 200s 的最佳 GNSS 条件分隔）来验证中断性能。

性能参数在多径及 GNSS 信号接收差的环境中可能会受到影响，如城市峡谷等。

对每一种应用领域，我们对以下的定位模式都提供指定的精度：

- SP 是单点模式，默认为 L1 GPS 定位质量
- RTK: 表示具有典型值 1cm 定位精度的实时动态测量
- PP: 使用 IE 软件进行得到后处理数据

#### 1.4.1. 通用参数

	Performance	Remarks
Measurement range	$360^{\circ}$ in all axes, no mounting limitation	Solid state sensors
Orientation noise	$< 0.002^{\circ}$ RMS	Static conditions

#### 1.4.2. 海洋及水下应用

以下所有参数适用于双天线 GNSS 接收机辅助的情况下的典型海面轨迹测量应用。

Outage Duration	Positioning Mode	Position Accuracy		Velocity Accuracy		Attitude Accuracy (*)	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Roll / Pitch	Heading
0 s	SP	1.0	1.0	0.02	0.01	0.01	0.03 (baseline > 2m)
	RTK	0.01	0.03	0.01	0.01	0.008	0.015 (baseline > 4m)
	PPK	0.01	0.02	0.01	0.01	0.005	0.015
10 s	SP	1.2	1.1	0.03	0.015	0.01	0.04 (baseline > 2m)
	RTK	0.17	0.1	0.02	0.015	0.008	0.02 (baseline > 4m)
	PPK	0.03	0.02	0.015	0.01	0.005	0.015
60 s	SP	5.0	2.0	0.15	0.075	0.015	0.05 (baseline > 2m)
	RTK	4.0	0.75	0.15	0.075	0.012	0.04 (baseline > 4m)
	PPK	0.15	0.05	0.04	0.03	0.008	0.025

##### 1.4.2.1. 升沉性能

	Real Time Heave	Delayed Heave (ShipMotionHP)	Remark
Range	50 meters	50 meters	Automatic adjustment to every sea conditions
Period	0 to 20 s	0 to 40 s	
Accuracy	5 cm or 5%	2 cm or 2 %	Whichever is greater; Velocity aided heave
Mode	Real time, auto tuning	Fixed 450s delay	On board computation

### 1.4.3. 地面应用

以下所有参数适用于DMI（里程计）辅助情况下的典型地面测绘及轨迹测量应用。

Outage Duration	Positioning Mode	Position Accuracy		Velocity Accuracy		Attitude Accuracy (°)	
		Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Roll / Pitch	Heading
No Outage	SP	1.0	1.0	0.02	0.01	0.01	0.03
	RTK	0.01	0.03	0.01	0.01	0.008	0.03
	PPK	0.01	0.02	0.01	0.01	0.005	0.02
10 s	SP	1.1	1.0	0.03	0.02	0.01	0.04
	RTK	0.05	0.05	0.02	0.02	0.008	0.04
	PPK	0.02	0.02	0.015	0.01	0.005	0.02
60 s / 1km	SP	1.5	1.3	0.03	0.02	0.015	0.06
	RTK	0.5	0.3	0.02	0.02	0.012	0.06
	PPK	0.1	0.05	0.02	0.015	0.008	0.025

### 1.4.4. 机载应用

以下所有参数适用于双天线GNSS辅助的情况下的航测轨迹应用。

Positioning Mode	Position Accuracy		Velocity Accuracy		Attitude Accuracy (°)	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Roll / Pitch	Heading
SP	1.0	1.0	0.02	0.01	0.01	0.03 (baseline > 2m)
RTK	0.01	0.03	0.01	0.01	0.008	0.015 (baseline > 4m)
PPK	0.01	0.02	0.01	0.01	0.005	0.015

### 1.4.5. 实时性能监测

扩展卡尔曼滤波器会提供关于产品性能的反馈，为Apogee-E定义了以下有效级别的阈值。

	阈值	
姿态有效	0.3° / 0.025°	AHRS / Normal INS mode
航向有效	0.5° / 0.008°	AHRS / Normal INS mode
速度有效	0.2m/s	Total Velocity error (3D)
位置有效	1m	Total position error (3D)

注意：当没有可用的GNSS辅助时，在AHRS模式下阈值的精确度较低。当有GNSS辅助时，可以达到上述性能。

## 2. 机械参数

### 2.1.1 主要参数

Item	E	D
Height	58 mm (2.28 ")	75 mm (2.95 ")
Width	130 mm (5.12")	130 mm (5.12")
Depth	100 mm (3.94")	100 mm (3.94")
Weight	685 g (1.5 lb)	865 g (1.94 lb)
Shocks	500 g for 0.3 ms	
Operating Vibrations	1g RMS – 20Hz to 2 kHz as per MIL-STD-810G (A1 range options) 8g RMS – 20Hz to 2 kHz as per MIL-STD-810G (A3 range options)	

#### Environmental Specifications

Enclosure	Anodized Aluminum
IP rating	IP-68 (24 hours at 2 meters)
Specified temperature	-20 to 60°C (-4 to 140 °F)
Operating temperature	-40 to 71°C (-40 to 160°F)
Storage	-40 to 85°C (-40 to 185°F)
Humidity	Sealed, no limit
MTBF (computed)	50.000 hours
Calibration interval	None required, maintenance free