

## Apogee-E: 高精度惯性导航系统

Apogee-E 是一个高精度的惯性导航系统，可以和 Splitbox GNSS 或者其他任何测量级的外部 GNSS 接收机相连接，从而得到最佳的导航性能。Apogee-E 是一个不受 ITAR 限制的、基于低成本的 MEMS 技术的、最精确和通用的惯性导航系统。

### 高精度:

- 0.008° 俯仰 & 横滚 (RTK)
- 0.02° 航向 (取决于 GNSS 接收机)
- 1 cm 位置精度 (取决于 GNSS 接收机)
- 5 cm 实时自动调整升沉
- 2 cm 延时升沉



### Apogee-E 集成了:

- 最新的 MEMS 陀螺仪和加速度计
- 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

### 结合外部 GNSS 可实现定位

Apogee-E 可以连接任何测量级别的 GPS/GNSS 接收机来提供导航数据。GNSS 信息可以和惯性数据进行实时融合，从而可以提供最佳性能。它有其独特的 GNSS 误差模型，可以顾及到每个接收机的具体特性。

### 和 SplitBox GNSS 连接实现定位

SplitBox GNSS 集成了最新一代的三频 GNSS 接收机，可以支持 RTK 和精确点定位 (Marinestar, TerraStar, Veripos, OmniSTAR 等)。它也可以为后处理提供原始数据。SplitBox GNSS 集成了一个双天线的接收机，保证在任何动态条件下的高精度和鲁棒性的航向。

### 广泛的升沉计算

Apogee 可以提供实时升沉精度 5cm。更为简单的是用户不需要收到输入波浪频率，Apogee 将会自动检测，并且会一直调整。

Apogee 也可以提供其独有的延时生成，同样的，这也不需要增加任何的软件或者是用户动作。其特有的算法允许更加广泛的运算，最终的结果是可以提供 2cm 的升沉，相对实时来说只有一点点的延迟。

## 1.1 应用领域:

### 航海

Apogee-E 结合 SplitBox GNSS 就会成为水文测绘领域最佳的解决方案，不管是在浅滩还是深水。易于安装，Apogee 已经和 Hypack 以及 QINsy 软件相兼容。使用延时升沉可以在最差的海洋条件下进行测量。结合可用的 PPP 服务(Marinestar, TerraStar, Veripos), 它可以提供 10cm 的定位精度。



### 陆地

Apogee-E 可以连接您自己的 GPS/GNSS 接收机，并且可以接入 RTK，通过您的接收机或者是 SplitBox GNSS (TerraStar, OmniSTAR) 提供 PPP 精确点定位。由于其紧密集成了惯性传感器、GNSS 和里程计的数据，因此它可以提供可靠的位置信息。



### 航空

Apogee-E 被设计可以集成到一个新的或者是已经存在的航空测绘系统中。您可以使用您自己的 GNSS 接收机，或者是 SplitBox 中集成的 GNSS 接收机，以获取无与伦比的位置和姿态精度。得益于它的极低噪声的陀螺仪，它可以为 LiDAR 数据地理参考提供极为精确的数据。



## 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

	A3	备注
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 ( $\mu\text{g}/\text{s}$ )	7	艾伦方差 @25°C
带宽 (Hz)	100	衰减3dB
正交性 ( $^{\circ}$ )	<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( $^{\circ}/\text{s}$ )	$\pm 200$	指定性能, 极限450 $^{\circ}/\text{s}$
运行中零偏不稳定性( $^{\circ}/\text{hr}$ )	0.05	艾伦方差 @25°C
角度随机游走( $^{\circ}/\sqrt{\text{hr}}$ )	0.012	艾伦方差 @25°C
带宽 (Hz)	100	衰减3dB
正交性 ( $^{\circ}$ )	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 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-E 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°C to +60°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

	<b>Performance</b>	<b>Remarks</b>
Measurement range	360° in all axes, no mounting limitation	Solid state sensors
Orientation noise	< 0.002° 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

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