

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

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航。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

	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 (μg)	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

	G3	备注
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
Channels	448		
Signal tracking	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
Horizontal position accuracy	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	
Velocity accuracy	0.8 cm/s RMS		
True Heading Accuracy	0.2 ° 0.1 ° 0.05 °	1m baseline 2m baseline 4m baseline	Baseline should not exceed 10m Standalone GNSS heading accuracy
Velocity limit	515 m/s		Due to export licenses
Time to First Fix	Cold start / Hot start	< 45 s / < 15 s	
Signal reacquisition	L1/L2/L5	< 1.0 s	
Max Output frequency	20 Hz		
Diff. Corrections input	RTCM V2.2, V2.3, V3.0, V3.1 CMR 2.0, CMR+		Sent via serial PORT D
Available options	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 1σ ，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

	Performance	Remarks
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

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