



# HEC365V-M系列

全姿态三维电子罗盘

技术手册



## 产品介绍

HEC365V-M是北微传感研发生产的一款高性价比三维电子罗盘，产品采用北微传感专利技术的硬铁和软铁校准算法，使得其倾角到达90°的时候仍然能提供高精度的航向信息。它具有体积小和功耗低的优点，适合于小型化、高精密度的敏感测量系统。

HEC365V-M集成三轴磁传感器，通过中央处理器实时解算航向时，使用三轴加速度计对倾斜角进行补偿，使得在非常恶劣的环境下也能提供准确的航向数据。HEC365V-M支持RS232，RS485与TTL电平输出接口。输出波特率为2400-115200，输出角度为0°~360°，有16进制以及Modbus协议两种类型。可以适合不同应用场景需求，能够非常方便快速地将电子罗盘功能集成到各种系统中。

## 主要特性

- 精度：0.5°(RMS)
- -40℃ ~ +85℃宽温工作
- 小体积：L114 x W20 x H20 (mm)
- 供电电压：5V
- 分辨力：0.1°
- 横滚俯仰精度：0.1°
- 带硬磁、软磁及倾角补偿
- RS232/RS485/TTL接口可选

## 应用领域

- 卫星追踪
- 石油地质勘井
- 光测距仪
- GPS辅助导航
- 单兵作战设备
- 海洋堪测
- 水下导航
- 机械控制

## 产品介绍


**Electrical Specifications**  
**电气指标**

电源电压	+5V DC
工作电流	30mA (40mA最大)
工作温度	-40~85°C
储存温度	-55~100°C


**Performance Objective**  
**性能指标**

罗盘航向参数	航向精度	0.5° (RMS, 俯仰<85°)
	分辨率	0.1°
	重复性	0.05°
	俯仰85°,横滚对航向的影响	<1.5°
罗盘倾斜参数	俯仰精度	0.1°
	横滚精度	0.1° (俯仰<65°)
		0.2° (俯仰<80°)
		0.5° (俯仰<86°)
倾角分辨率	0.01°	
	倾斜范围	俯仰±90°; 横滚±180°
校准	硬磁校准	有
	软磁校准	有
	倾斜校准	有
物理特性	尺寸	L114 x W20 x H20 (mm)
	重量	100g
	输出形式	RS232/485/TTL接口
接口特性	启动延迟	<3s
	最大输出频率	50Hz
	RS-232通信速率	2400到115200 波特率
	输出格式	十六进制
环境	抗振性能	2000g

**分辨力：**传感器在测量范围内能够检测和分辨出的被测量的最小变化值。

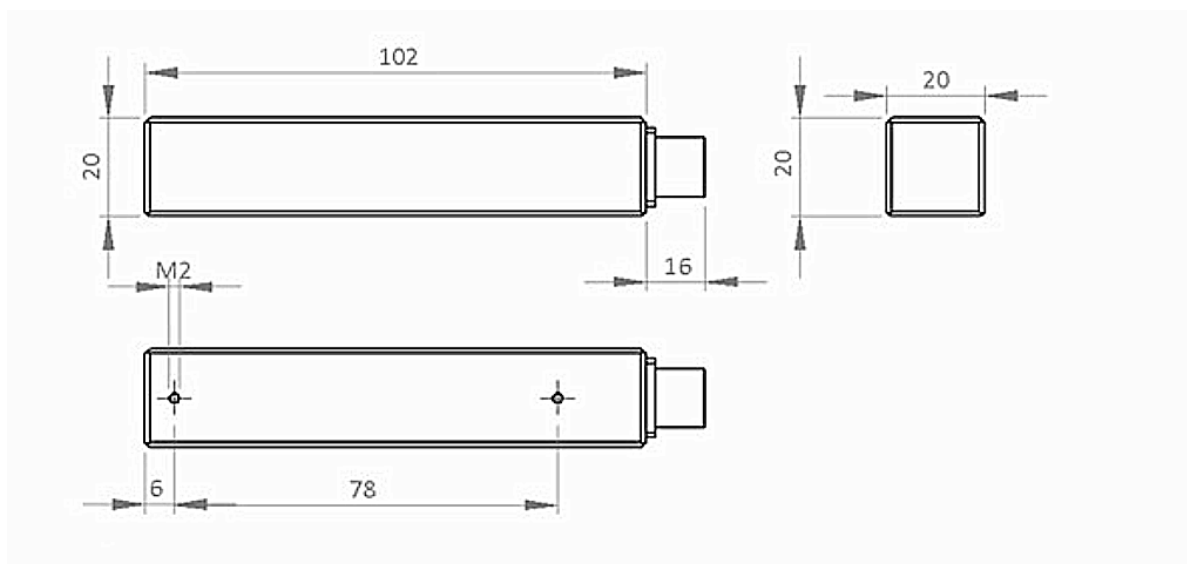
**精度：**实际角度与传感器测量角度多次（≥16次）测量的均方根误差。


 Mechanical Characteristic  
**机械特性**

连接器	航空接头（线长1.5m）
防护等级	IP67
外壳材质	镁铝合金阳极氧化
安装	两颗M2螺丝


 Package size  
**封装产品尺寸**

产品尺寸：114x20x20（mm） 产品长、宽尺寸有±1mm误差，请以实际尺寸为准



## 测量安装

HEC365V-M传感器的主要敏感器件是磁力计和加速度计。罗盘是使用磁力计感受地磁场计算传感器的指向，使用加速度计计量罗盘与重力的夹角，并在罗盘计算方位角的时候提供倾角补偿。地磁场容易受到外界的磁场的干扰，用户安装的时候仍需要注意周边磁场的情况，需要保证传感器暴露在地磁场中，并尽量避免在铁磁性物质及变化磁场附近使用，比如发动机，铁板，铁质螺栓螺帽，电线，电动机，喇叭，天线附近安装传感器，务必严格避免磁铁、电动机等强磁物质靠近罗盘10cm之内，这可能会造成罗盘的测量精度不可逆下降。我们强烈建议在安装完成后和每次磁场环境变化之后进行磁场校准。在按照手册中的方法校准完成之后，HEC365V-M内的固件及程序在校准之后能够有效的消除磁场的干扰，只要罗盘的位置及周边的磁场环境没有变化，就无需再对传感器进行补偿。

经过测试表明，如果用户按照用户手册的要求进行校准操作，使罗盘在安装的时候能够满足以上要求，并正确的对传感器进行校准，则传感器的航向精度将小于0.5度（RMS），我们建议的测试方法是将HEC365V-M传感器水平安装在远离干扰的无磁材料上进行航向角的测量，在测量期间请避免额外的磁场干扰。

## 校准方法

该电子罗盘在工厂已经进行传感器校准。在磁场环境影响小的地方，使用时无需进行环境校准，可以直接使用。实际使用过程中，建议还是进行校准。

方位角校准步骤：

### 方式一——平面校准：

- 1.将产品接入系统中，产品置于水平状态；
- 2.打开串口调试助手，发送77 04 00 11 15；
- 3.将产品在水平面内（俯仰角和横滚角均在 $\pm 5^\circ$ 以内）绕z轴（z轴为竖直方向）进行旋转，旋转2-3圈，旋转过程尽可能采用慢速并近匀速旋转，旋转一周的时间控制在10秒到15秒之间；
- 4.将罗盘绕X轴或者Y轴进行旋转，旋转过程可以采用慢速并近匀速旋转，绕每个轴旋转2-3圈，旋转一周的时间约为15秒；
- 5.完成校准，发送77 04 00 12 16保存校准。

### 方式二——多面校准

- 1.将电子罗盘固定在使用环境中，校准时尽量不要携带钥匙、手机等有磁物品；
- 2.将罗盘放置于水平状态（ $\pm 5^\circ$ 以内）；
- 3.用16进制格式发送下面校准命令：77 04 00 08 0C，返回值为77 05 00 88 00 8D；
- 4.产品置于水平状态，正面朝上（俯仰、横滚都为 $\pm 5^\circ$ 以内），近似匀速旋转一周，旋转一周用时10秒以上；
- 5.产品置于水平状态，安装面朝上（俯仰、横滚都为 $\pm 5^\circ$ 以内），近似匀速旋转一周，旋转一周用时10秒以上；

6.产品置于垂直状态，壳体的光滑侧面朝下（俯仰、横滚都为 $\pm 5^\circ$ 以内），近视匀速旋转一周，旋转一周用时10秒以上；

7.产品置于垂直状态，壳体的另一个光滑侧面朝下（俯仰、横滚都为 $\pm 5^\circ$ 以内），近视匀速旋转一周，旋转一周用时10秒以上；

其中4.5.6.7步骤可以交换；

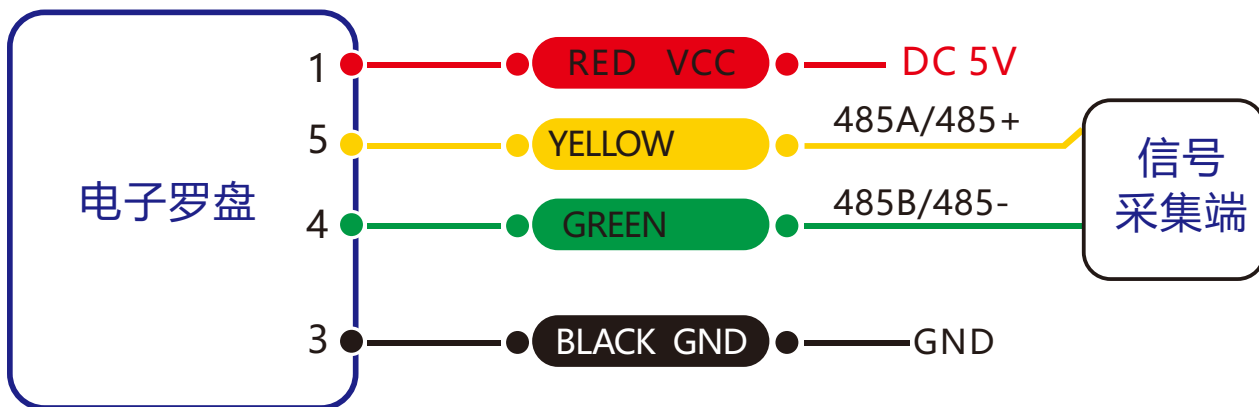
8.四个面旋转完以后，发送16进制命令77 04 00 09 0D保存校准，返回77 05 00 89 XX YY。其中XX代表校准误差系数，该值越小越好，小于1较理想，FF表示校准失败，YY为该命令的校验和；

9.校准完成。

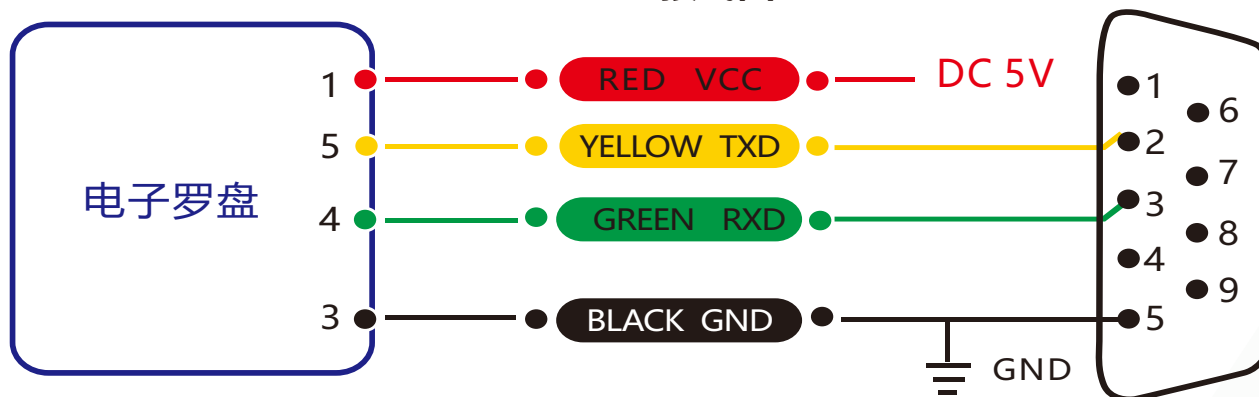
## 电气连接

### 接线定义

	红色RED	蓝色BLUE	黑色BLACK	绿色GREEN	黄色YELLOW
线色功能	1	2	3	4	5
	电源正极 DC 5V	NC	GND地	接收RDX (B、D-)	发送TXD (A、D+)



RS 485接线图



RS 232接线图

## 通讯协议

### 1 数据帧格式： (8位数据位，1位停止位，无校验，默认速率9600)

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	读寄存器的首地址 (2byte)	读寄存器的数量 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	03 (读) 06 (写)	XX XX	XX XX	XX XX

数据格式: 16进制

地址码: 默认为01 (注意: 地址不可超过FF)

功能码: 03代表读取寄存器、06代表预制寄存器

寄存器的地址: 需要操作的寄存器起始地址

寄存器数量: 需要操作的寄存器数量。

CRC校验: 通过主机计算得出。(建议用CRC计算软件求得)

注: 如果用不带MODBUS功能的串口助手与产品通信时, 发送命令需要在命令的结尾加上CRC校验, 如果用带MODBUS协议的串口助手与产品通信时, 不要加上CRC校验。

寄存器存放信息:

寄存器1: 俯仰角度

寄存器2: 横滚角度

寄存器3: 方位角度

寄存器4: 产品地址

寄存器5: 零点类型

### 2 命令格式:

#### 2.1 读PITCH俯仰角度 发送命令: 01 03 00 01 00 01 D5 CA

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	读寄存器的首地址 (2byte)	读寄存器的数量 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	00 01	00 01	xx xx

#### 应答命令:

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	数据域字节数 (1byte)	数据域 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	0x02	XX XX	ZZ ZZ

其中, XX XX表示俯仰角度, 角度值为16进制数 (PLC或组态软件读出的数直接就是10进制数)

角度计算方式如下:

实际角度= (转换为10进制数据域-20000) /100。

例如: 角度值返回值是 3D52, 转化成十进制是 15698, 真实数据为 (15698-20000) /100=-43.02度, 其他轴向与此相同。

#### 2.2 读ROLL横滚角度 发送命令: 01 03 00 02 00 01 25 CA

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	读寄存器的首地址 (2byte)	读寄存器的数量 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	0x02	00 01	XX XX

应答命令：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	数据域字节数 (1byte)	数据域 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	0x02	XX XX	ZZ ZZ

2.3 读Heading方位角度 发送命令： 01 03 00 03 00 01 74 0A

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	读寄存器的首地址 (2byte)	读寄存器的数量 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	00 03	00 01	XX XX

应答命令：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	数据域字节数 (1byte)	数据域 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	0x02	XX XX	ZZ ZZ

2.4 读PITCH、ROLL和HEADING轴角度 发送命令： 01 03 00 01 00 03 54 0B

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	读寄存器的首地址 (2byte)	读寄存器的数量 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	00 01	00 03	XX XX

应答命令：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	数据域字节数 (1byte)	数据域 (3byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	0x06	XX XX YY YY ZZ ZZ	zz zz

XX XX表示PITCH角，YY YY表示ROLL角，zz zz 表示HEADING角。

2.5 设置绝对/相对零点 发送命令： 01 06 00 0A 00 00 A9 C8 / 01 06 00 0A 00 01 68 08

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	功能码 (2byte)	零点类型 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x06	00 0A	00 00 (绝对) 00 01 (相对)	XX XX

应答命令：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	功能码 (2byte)	零点类型 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x06	00 0A	00 00 (绝对) 00 01 (相对)	XX XX



注：如果设成绝对零点,则测量角度以产品出厂的零点为基准。  
 如果设成相对零点,则测量角度以当前安装位置为零点基准。  
 该零点是倾角的零点，安装的时候，尽量在零点附件安装，倾角变化较多，会引起方位角的变化。

### 2.6 查询绝对/相对零点 发送命令：01 03 00 05 00 01 94 0B

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	读寄存器的首地址 (2byte)	读寄存器的数量 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	00 05	00 01	XX XX

应答命令：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	数据域字节数 (1byte)	数据域 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x03	0x02	00 00 (绝对) 00 01 (相对)	ZZ ZZ

### 2.7 设置通讯速率 发送命令：01 06 00 0B 00 02 79 C9

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	功能码 (2byte)	波特率类型 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x06	00 0B	XX XX	XX XX

应答命令：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	功能码 (2byte)	数据域 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x06	00 0B	XX XX	ZZ ZZ

注：波特率类型中的XX XX若为0000表示波特率修改为2400；  
 0001表示波特率修改为4800；  
 0002表示波特率修改为9600（默认值）；  
 0003表示波特率修改为19200；  
 0004表示波特率修改为115200；  
 发送该命令后，波特率立即更改，返回值一般是混乱的。

### 2.8 设置产品地址 发送命令：01 06 00 0D 00 02 99 CB

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	功能码 (2byte)	修改的地址 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x06	00 0D	HH LL	XX XX

应答命令：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	功能码 (2byte)	修改的地址 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0xLL	0x06	00 0D	HH LL	ZZ ZZ

注：HH LL表示要更改成的产品地址，HH表示地址的高位，LL表示地址的地位，该地址范围为00 00-00 FF。示例中是将产品的地址改为00 02。

### 2.9 查询产品地址 发送命令：77 04 00 2F 33

标示符 (1byte)	字节长度 (1byte)	产品自定义协议地址 (1byte)	功能码 (1byte)	MODBUS地址 (1byte)	校验和 (1byte)
0x77	0x04	0x00	0x2F	-	0x33

应答命令：

标示符 (1byte)	字节长度 (1byte)	产品自定义协议地址 (1byte)	功能码 (1byte)	MODBUS地址 (1byte)	校验和 (1byte)
0x77	0x05	0x00	0x2F	XX	XX

注：由于MODBUS协议里规定产品必须要知道模块地址才能通信，所以MODBUS协议通信时，地址是事先知道的，也就不能查询地址的。本产品的查询地址是利用的自定义的协议来查询MODBUS协议的地址。有关自定义协议可以参见自定义协议的产品介绍。并且该命令是上电前10秒内有效。MODBUS地址里的XX是该协议的产品地址。

### 2.10 保存设置 发送命令：01 06 00 0F 00 00 78 09

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	功能码 (2byte)	- (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x06	00 0F	00 00	XX XX

应答命令：

地址码 (1byte)	功能码 (1byte)	功能码 (2byte)	零点类型 (2byte)	CRC校验 (2byte)
0x01	0x06	00 0F	00 00	XX XX

注：前面所有的更改设置项，都需要更改后，在不断电情况下发送此命令。否则，不具有记忆功能。

### 2.11 读取磁场值命令 发送命令：77 04 00 55 59

标示符 (1byte)	数据长度 (1byte)	地址码 (1byte)	命令字 (1byte)	数据域 (0byte)	校验和 (1byte)
0x77	0x04		0x55		

应答命令：

标示符 (1byte)	数据长度 (1byte)	地址码 (1byte)	命令字 (1byte)	数据域 (9byte)	校验和 (1byte)
0x77	0x0D		0x55		

注：该命令用于读取每个轴上的磁场分量，单位为高斯，最大范围为0.99999~-0.99999  
 数据域包含9个字节分别为俯仰(Pitch)，横滚(Roll)和方位(Heading)角度值，为压缩BCD码，每三个字节为一组，其中xx xx xx为X轴磁场数据，yy yy yy为Y轴磁场数据，zz zz zz为Z轴磁场数据，FF为校验和第一位为正负号，0为正，1为负，其余位数为小数数字，比如123456为-0.23456高斯

## 订购信息

产品型号	通信方式	封装情况
HEC365V-M-232	RS232	IP67封装/航空插头
HEC365V-M-485	RS485	IP67封装/航空插头
HEC365V-M-TTL	TTL	IP67封装/航空插头

## 执行标准

- 企业质量体系标准：ISO9001:2008标准（证书号：10114Q16846ROS）
- CE认证（证书号：3854210814）
- ROHS（证书号：SO81426003）
- GJB 1846-1993 机载无线电罗盘通用规范
- GB/T 191 SJ 20873-2003 倾斜仪、水平仪通用规范
- GBT 18459-2001 传感器主要静态性能指标计算方法
- JJF 1059-1999 测量不确定度评定与表示
- GBT 14412-2005 机械振动与冲击 加速度计的机械安装
- GJB 450A-2004 装备可靠性通用要求
- GJB 909A 关键件和重要件的质量控制
- GJB899 可靠性鉴定和验收试验
- GJB150-3A 高温试验
- GJB150-4A 低温试验
- GJB150-8A 淋雨试验
- GJB150-12A 沙尘试验
- GJB150-16A 振动试验
- GJB150-18A 冲击试验
- GJB150-23A 倾斜和摇摆试验
- GB/T 17626-3A 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626-5A 浪涌（击）冲抗扰度试验
- GB/T 17626-8A 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626-11A 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度

# HEC365V-M

全姿态三维电子罗盘

无锡北微传感科技有限公司

地址：无锡市滨湖区绣溪路58号30幢

热线：400-618-0510

电话：0510-85737158

邮箱：[sales@bwsensing.com](mailto:sales@bwsensing.com)

网址：[www.bwsensing.com.cn](http://www.bwsensing.com.cn)