



## BOTE (博特) 全姿态三维电子罗盘 — 工业级设计 专有技术

### 产品规格书 (Product Specification)

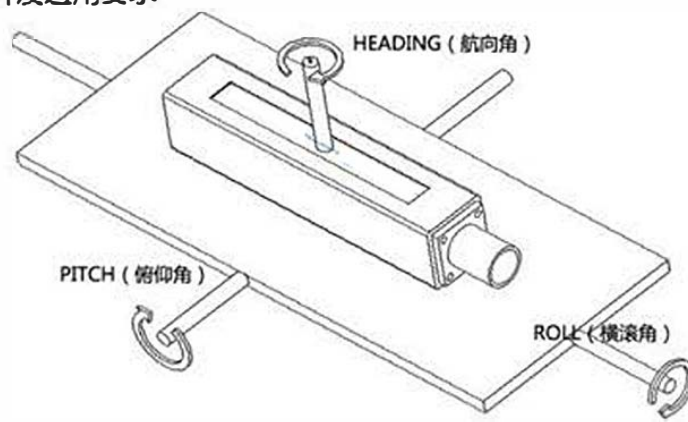
型号：HCM365

描述：全姿态三维电子罗盘



### 生产执行标准参考

- 企业质量体系标准：ISO9001:2015 标准（认证号：AILEY-19Q-00148）
- 倾角传感器生产标准：GB/T 191 SJ 20873-2003 倾斜仪、水平仪通用规范
- 倾角传感器计量院校准标准：JJF1119-2004 电子水平仪校准规范
- 陀螺加速度测试标准：QJ 2318-92 陀螺加速度计测试方法
- 软件开发参考标准：GJB 2786A-2009 军用软件开发通用要求
- 产品环境试验检测标准：GJB150
- 电磁抗干扰试验标准：GB/T 17626
- 版本：VT2025
- 修订日期：2020.03.20





## 一、产品特性

HCM365 是 (博特) 最新针推出一款高精度全姿态三维电子罗盘, 它采用先进的硬铁和软铁校准算法, 使其在 360°横滚,  $\pm 90^\circ$  全倾角范围内都能提供高精度的航向信息。它具有小体积和低功耗的特点, 更适用于功耗体积敏感的测量系统。

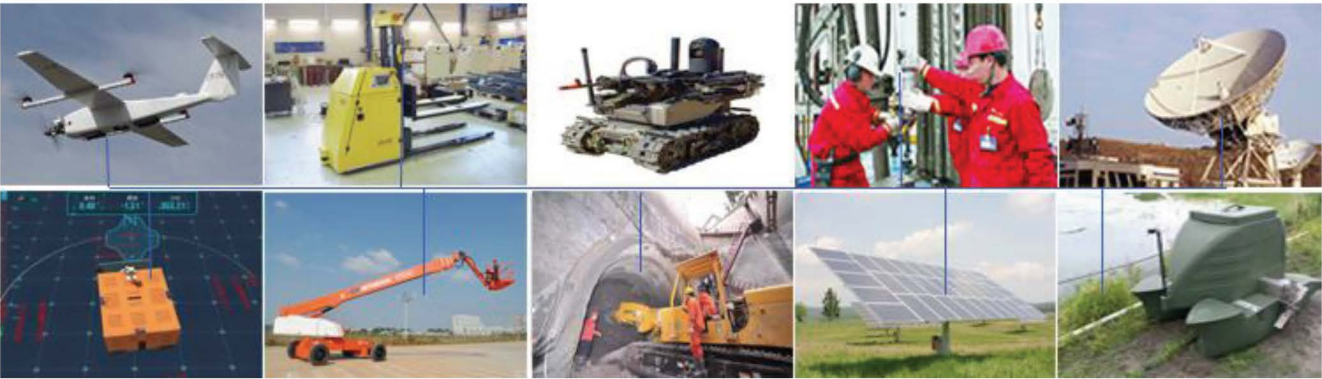
HCM365 输出载体的精确姿态, 可以用于全姿态转动的系统中。此产品带有硬磁、软磁及倾角补偿, 罗盘输出校准后的高精度测量值。HCM365 集成专利技术的三轴磁通门, 通过中央处理器实时解算航向, 使用三轴加速度计对倾斜角进行航向补偿, 使其在极其恶劣的环境下也能提供准确的航向数据。HCM365 体积小、功耗低, 在石油测井、天线指向、车辆导航、姿态系统等众多领域得到广泛应用。

## 二、产品性能

- 测量范围: 360°全姿态
- 精度:  $0.3^\circ \sim 0.5^\circ$
- 工作电压: DC +5V (9-36V 可选)
- 工作电流: 40mA
- 带硬磁、软磁及倾角补偿
- 输出 RS232/ RS485/ TTL/ RS422/ Modbus (可选)
- 宽温工作  $-40 \sim +85^\circ\text{C}$
- 体积 (114\*20\*20mm) (可定制)

## 三、产品应用

- 单兵作战设备
- 石油地质测井
- 水下导航
- 海洋勘测
- 船舶航行姿态测量
- 精度激光平台设备
- 基于倾斜监测
- 卫星太阳能天线定位
- 无人飞行器
- GPS 导航



# HCM365-全姿态三维电子罗盘

## 产品订购信息

HCM36□

外壳封装

- 5 :标准外壳封装
- 0 : OEM 不带封装

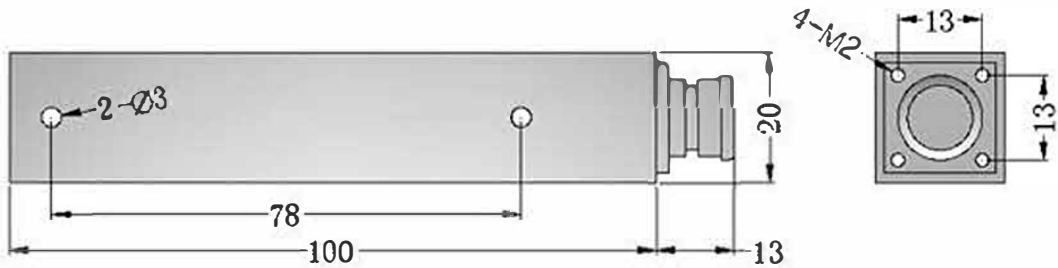
( □ □ □ )

输出接口

- 232 : RS232 接口
- 485 : RS485 接口
- TTL : USART TTL
- 422 : RS422 接口
- Modbus :MODBUS 接口

例如：HCM365（RS232）：360 三维/带封装/RS232 输出；水平安装（罗盘在水平位置时，横滚、俯仰角输出为零度）默认，需垂直向下安装连接器朝下（罗盘向下垂直放置时，横滚、俯仰角输出为零度）订购时备注。

## 产品尺寸图



产品尺寸：L114\*W20\*H20MM

## 机械特性

|      |                     |
|------|---------------------|
| 连接器  | 引线(1.5m)或防水航空插座（定制） |
| 防护等级 | IP67                |
| 外壳材质 | 铝合金磨沙氧化             |
| 安装   | 两颗 M3 螺丝            |

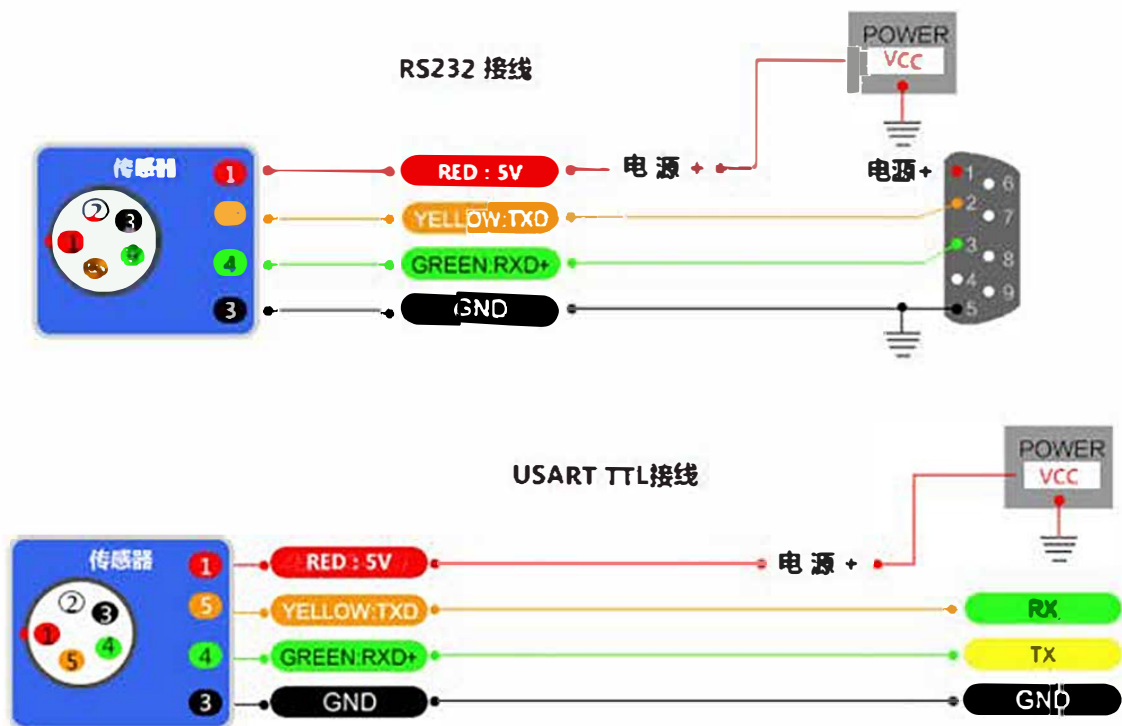
# HCM365-全姿态三维电子罗盘

## 产品电气连接

| 线色功能   | 红 RED | 白 WHITE | 黑 BLACK | 绿 GREEN  | 黄 YELLOW |
|--------|-------|---------|---------|----------|----------|
| 输出接口   | 1     | 2       | 3       | 4        | 5        |
| RS232  | VCC   | NC      | GND     | RXD      | TXD      |
| RS485  | VCC   | NC      | GND     | ( B、D- ) | ( A、D+ ) |
| Modbus |       |         |         |          |          |
| TTL    | VCC   | NC      | GND     | RXD      | TXD      |

## 产品电气连接

| 线色功能  | 红 RED | 黑 BLACK | 绿 GREEN     | 黄 YELLOW    | 白 WHITE     | 棕 BROWN     |
|-------|-------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 输出接口  | 1     | 2       | 3           | 4           | 5           | 6           |
| RS422 | VCC   | GND     | RXD- ( B- ) | RXD+ ( A+ ) | TXD+ ( A+ ) | TXD- ( B- ) |





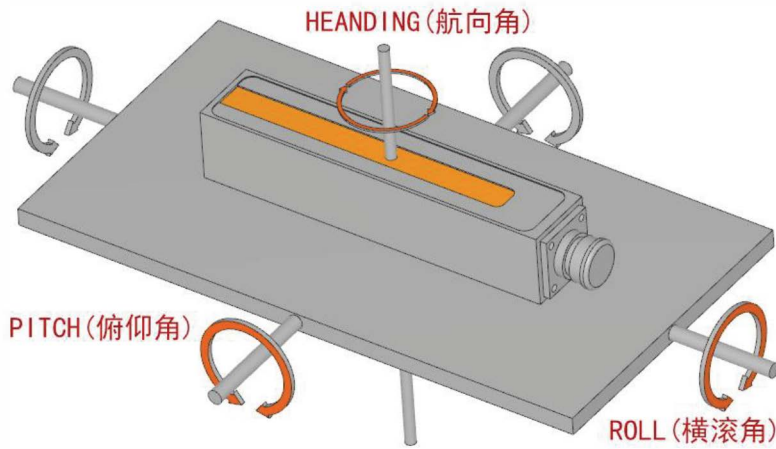
## HCM365-全姿态三维电子罗盘

### 产品性能指标

|        |                    |                          |
|--------|--------------------|--------------------------|
| 罗盘航向参数 | 航向精度               | 0.3~0.5° ( RMS, 俯仰<85° ) |
|        | 分辨率                | 0.1°                     |
|        | 重复性                | 0.05°                    |
| 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°                    |
| 校准     | 倾斜范围               | 俯仰±90°; 横滚 360°          |
|        | 硬铁校准               | 有                        |
|        | 软铁校准               | 有                        |
| 物理特性   | 倾斜校准               | 有                        |
|        | 尺寸                 | L114 x W20 x H20 (mm)    |
|        | 重量                 | 110g                     |
| 接口特性   | RS-232/RS485 接口连接器 | 5 针航空插头                  |
|        | 启动延迟               | <50ms                    |
|        | 最大采样速率             | 50 次/秒                   |
|        | RS-232 通信速率        | 2400~19200 波特率           |
|        | RS-485 通信          | 可选                       |
|        | TTL 通信             | 可选                       |
|        | 输出格式               | 十六进制                     |
| 电源     | 支持电压               | DC+5V(9~36V)             |
|        | 电流(最大)             | 40mA                     |
|        | 工作模式               | 30mA                     |
| 环境     | 储存范围               | -40°C-- +125°C           |
|        | 工作温度               | -40°C-- +85°C            |
|        | 抗振性能               | 3000g                    |

# HCM365全姿态三维电子罗盘

## 测量安装



尽管 HCM365 能够补偿磁干扰,但是用户应该选择一个磁干扰最小的环境来安装和使用。尽可能的选择远离铁、镍、磁铁、发动机和其他磁性物质放置 HCM365。如果周围有这些磁介质,请至少需要维持0.5m 远的距离。为保证产品达到最佳测量效果,安装时须采用非磁性螺丝刀和非铁质螺丝。**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。**

每个HCM365 电子罗盘都提供 1.6 米的电缆线,电缆线长度可选。尽管 HCM365 能够在稳定的磁环境下补偿磁偏差,但是它不能补偿变化的磁干扰。例如:带直流电的电线产生磁场,如果直流电改变,磁场大小也将改变。电池是另一个变化的干扰源。每个安装位置磁场环境都是不同的,用户必须评估该操作环境下的安装可行性。

HCM365 的航向精度能达到  $0.3\sim0.5^\circ$ , 这是经过严格验证不容置疑的,科学的测试方法同样至关重要。我们建议的测试方法是:将 HCM65 电子罗盘安装在垂直竖起的铝(或者其他无磁性的材料)制杆上进行航向精度测量(转动杆垂直于转动平台,尽量做到避免大的外界磁场干扰)。

## 校准方法

### 校准前提:

- 1): 测试罗盘达不到精度。
- 2): 罗盘安装环境有磁场干扰,这种干扰是固定的,并且这个干扰磁场与罗盘安装之后不会在发生距离变化(例如:罗盘安装在一个铁材料之上,因为铁会有磁场干扰,这时就需要把铁与罗盘一起旋转校准,并且这个铁在使用过程中是不会和罗盘再分开(安装固定),一旦分开时需要再重新校准。

出品的电子罗盘在工厂已经进行无磁环境下的传感器校准,在无磁环境中使用时无需另外进行环境校准。当罗盘周边存在铁性或者合金材料时(比如铁、镍等)、电池、麦克风、大电流线圈或电机等,罗盘周围的地磁场会受到扭曲(包括硬磁干扰和软磁干扰:硬磁指的是恒定的磁场,如永磁铁产生的磁场;软磁指的是可以被磁化改变的磁场,如硅钢片等),这种场合下

建议

进行环境校准。进行环境校准时，周边的干扰物质在罗盘旋转过程中和罗盘的相对位置应该保持不变(即随罗盘一起转动)。环境校准时罗盘可以学习周围被干扰的磁场环境，并对硬磁和软磁的影响进行补偿，提高罗盘使用精度。

**【注意】** 环境校准时需要操作者身上没有手机，钥匙以及能影响电磁场的金属或者通电设备。

提供下面 5 中磁环境校准方法，在大多数使用环境下

建议首先尝试自动 12 方位校准。

### 1. 自动 12 方位校准

开始校准后，需要把罗盘转到下表所示的姿态位置附近（无需严格对准），罗盘转到合适的位置后会自动采集数据点，罗盘最多采集 12 个方位的数据点。

| 采样点序号 | Heading(°) | Pitch(°) | Roll(°) |
|-------|------------|----------|---------|
| 1     | 0          | -5~+5    | 30~40   |
| 2     | 90         | -5~+5    | -30~-40 |
| 3     | 180        | -5~+5    | 30~40   |
| 4     | 270        | -5~+5    | -30~-40 |
| 5     | 30         | > +45    | 30~40   |
| 6     | 120        | > +45    | -30~-40 |
| 7     | 210        | > +45    | 30~40   |
| 8     | 300        | > +45    | -30~-40 |
| 9     | 60         | < -45    | 30~40   |
| 10    | 150        | < -45    | -30~-40 |
| 11    | 240        | < -45    | 30~40   |
| 12    | 330        | < -45    | -30~-40 |

#### 校准流程：

- 将电子罗盘固定在使用环境中，校准时需要将罗盘和影响它的其他设备一起旋转。
- 用 16 进制格式发送下面校准命令：**68 04 00 63 67**或者在

调试软件中的

**磁校准**页面中选择**自动 12 方位校准**，然后点击**开始校准**按钮(见下图)。
- 按照上述要求将罗盘转到合适的姿态。
- 成功采样后，罗盘会返回命令**68 04 00 66 +15 字节磁场值+1字节的有效点数目和1字节的检校和**。有

调试软件中可

效点数目指的是罗盘采集到的用于校准计算的磁方位的数目。

以显示当前有效点数目。
- 如果需要退出校准 ,用 16 进制格式发送停止校准命令 :**68 04 00 12 16**, 或者点击

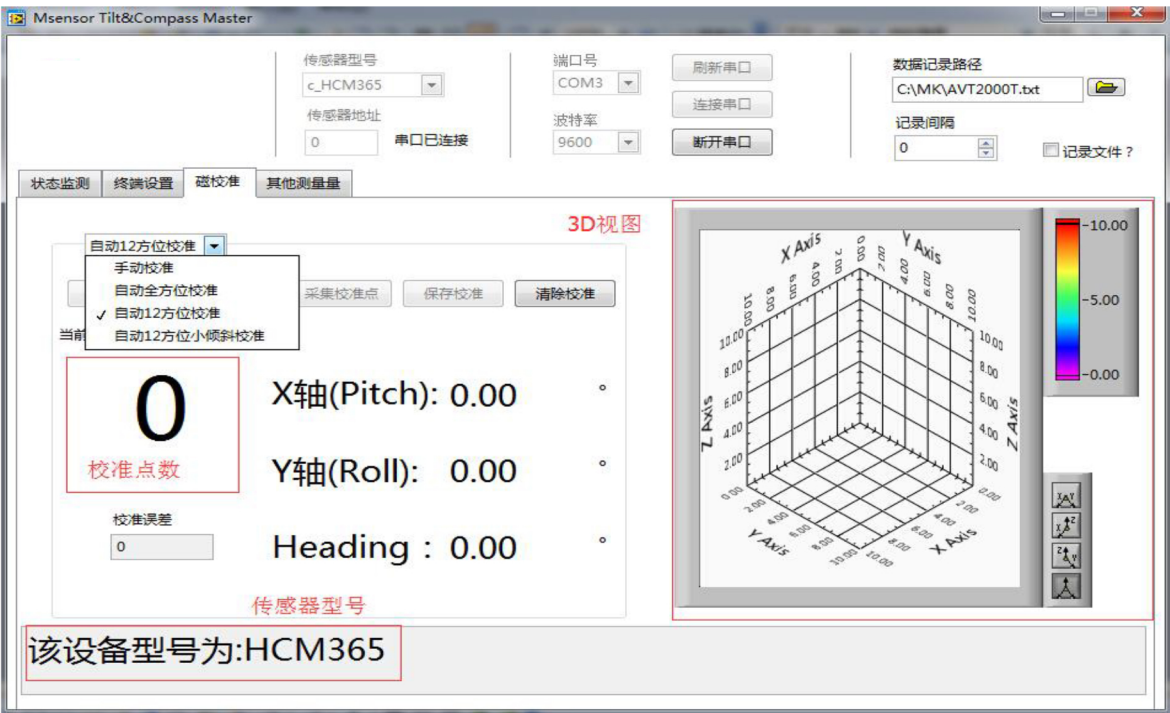
调试软件中的**磁校准> 停止校准**按钮(见下图)。
- 如果完成了校准，可以用 16 进制命令 **68 04 00 09 0D** 保存校准。如果保存校准数据成功，会返回 16 进制命令: **68 09 00 89 FitErr YY**( 详见后命令列表 )。其中 **FitErr** 为校准误差，该值越小越好，如果该

值>10，需要重新校准。**YY**为校验和。如果采用击

方反馈框中显示校准误差。

电子罗盘调试软件，则会在下

2. 手动校准



手动校准的原则是把罗盘旋转到您已知的将要使用到的位置去采集更多的校准点，例如您知道罗盘在横滚 0 度，倾斜角 30 度附近使用，则校准时也把罗盘放置到横滚 0 度，倾斜角 30 度附近选择较多校准点，而其他倾斜角和横滚角位置选择较少校准点，而方位角的位置未知，则方位角位置点均匀的选择。转到某一位置后，手动发送保存校准点命令，可以根据需要采集足够多的校准点(最少 12 点)。罗盘会根据不同姿态采集到的数据点补偿周围被干扰的磁场。

校准流程：

1. 将电子罗盘固定在使用环境中，校准时需要将罗盘和影响它的其他设备一起旋转。
  2. 用 16 进制格式发送下面校准命令：

**68 04 00 65 69**

或者在 调试软件中的**磁校准**页面中选择**手动校准**，然后点击**开始校准**按钮。
3. 转到合适姿态后发送命令 68 04 00 67 6B 保存校准点， 或者在 调试软件中点击**采集校准点**。
  4. 成功采样后，罗盘会返回命令 **68 04 00 66 +15 字节磁场值+1 字节的有效点数目和 1 字节的校验和**。

有效点数目指的是罗盘采集到的用于校准计算的磁方位的数目。；

调试软件中



可以显示当前有效点数目。

5. 如果需要退出校准,用 16 进制格式发送停止校准命令 :**68 04 00 12 16**, 或者点击调试软件中的**磁校准> 停止校准**按钮。

6. 如果完成了校准,可以用 16 进制命令 **68 04 00 09 0D** 保存校准。如果保存校准数据成功,会返回 16 进制命令: **68 09 00 89 FitErr YY**( 详见后命令列表 )。其中 **FitErr** 为校准误差,该值越小越好,如果该值 > 10, 需要重新校准。**YY** 为校验和。如果采用电子罗盘调试软件,则会在下方反馈框中显示校准误差。

### 3. 自动全方位校准

自动全方位校准的原则是用户尽可能多的旋转罗盘到各个姿态位置,罗盘的倾斜,俯仰和方位组合覆盖所有姿态,罗盘会自动采集合适的数据点,被采集到的数据点越多校准越准确,最多可以采集 96 个校准点。该方法是理论上全姿态最为准确的校准方式。

#### 校准流程:

1. 将电子罗盘固定在使用环境中,校准时需要将罗盘和影响它的其他设备一起旋转。
2. 将罗盘放置于水平状态。
3. 用 16 进制格式发送下面校准命令: **68 04 00 08 0C** 或者在调试软件中的**磁校准**页面中选择**自动全方位校准**,后点击**开始校准**按钮。
4. 将罗盘绕 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变速旋转,如:加速->减速->加速->减速..., 旋转一周的时间可以控制在 10 秒到 15 秒之间。
5. 将罗盘绕 x 轴和 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 1-2 圈,旋转一周的时间约为 10 秒。
6. 将罗盘随机旋转,旋转过程可以采用慢速并近匀速旋转, 旋转轴尽量不与步骤 4、5 步骤中的旋转轴重合, 并尽量使罗盘的姿态覆盖各个方位。
7. 成功采样后,罗盘会返回命令 **68 04 00 66 +15 字节磁场值+1字节的有效点数目和1字节的检校和**。有效点数目指的是罗盘采集到的用于校准计算的磁方位的数目。调试软件中可以显示当前有效点数目。
8. 如果需要退出校准,用 16 进制格式发送停止校准命令 :**68 04 00 12 16**, 或者点击迈科传感( msensor )科技®调试软件中的**磁校准> 停止校准**按钮。
9. 如果完成了校准,可以用 16 进制命令 **68 04 00 09 0D** 保存校准。如果保存校准数据成功,会返回 16

进制命令: **68 09 00 89 FitErr YY**( 详见后命令列表 )。其中 **FitErr**为校准误差，该值越小越好，如果该值>10，需要重新校准。**YY**为校验和。如果采用 电子罗盘调试软件，则会在下方反馈框中显示校准误差。

#### 4. 自动 12 方位小倾斜校准

此校准方法适用于横滚角(Roll)变化很小的使用场合(<5°)。开始校准后，需要把罗盘转到下表所示的姿态位置，罗盘转到合适的位置后会自动采集数据点，罗盘最多采集 12 个方位的数据点。

| 采样点序号 | Heading(°) | Pitch(°) | Roll(°) |
|-------|------------|----------|---------|
| 1     | 0          | -5~+5    | -5~+5   |
| 2     | 90         | -5~+5    | -5~+5   |
| 3     | 180        | -5~+5    | -5~+5   |
| 4     | 270        | -5~+5    | -5~+5   |
| 5     | 30         | > +45    | -5~+5   |
| 6     | 120        | > +45    | -5~+5   |
| 7     | 210        | > +45    | -5~+5   |
| 8     | 300        | > +45    | -5~+5   |
| 9     | 60         | < -45    | -5~+5   |
| 10    | 150        | < -45    | -5~+5   |
| 11    | 240        | < -45    | -5~+5   |
| 12    | 330        | < -45    | -5~+5   |

#### 校准流程：

- 将电子罗盘固定在使用环境中，校准时需要将罗盘和影响它的其他设备一起旋转。
- 用 16 进制格式发送下面校准命令：**68 04 00 64 68**或者在 调试软件中的 **磁校准**页面中选择**自动 12 方位小倾斜校准**，然后点击**开始校准**按钮。
- 按照要求将罗盘转到合适的姿态。
- 成功采样后，罗盘会返回命令 **68 04 00 66 +15 字节磁场值+1字节的有效点数目和1字节的检校和**。有效点数目指的是罗盘采集到的用于校准计算的磁方位的数目。 调试软件中可以显示当前有效点数目。
- 如果需要退出校准 ,用 16 进制格式发送停止校准命令 :**68 04 00 12 16**, 或者点击 调试软件中的**磁校准> 停止校准**按钮。
- 如果完成了校准，可以用 16 进制命令 **68 04 00 09 0D**保存校准。如果保存校准数据成功，会返回 16 进制命令: **68 09 00 89 FitErr YY**( 详见后命令列表 )。其中 **FitErr**为校准误差，该值越小越好，如果该值>10，需要重新校准。**YY**为校验和。如果采用 电子罗盘调试软件，则会

在下方反馈框中显示校准误差。

5. 平面校准

此校准方法适用于罗盘只在平面内使用的场合。开始校准后，将罗盘在平面内匀速缓慢旋转一圈，旋转过程中罗盘会自动采样合适的数据，罗盘最多采集 12 个点。

校准流程：

- 1. 将电子罗盘固定在使用环境中，校准时需要将罗盘和影响它的其他设备一起旋转。
- 2. 将罗盘放置于水平状态。
- 3. 用 16 进制格式发送下面校准命令：

**68 04 00 60 64**

或者在 [调试软件中的磁校准](#) 页面中选择 **平面 12 方位校准**，然后点击 **开始校准** 按钮。

- 4. 按照要求将罗盘在平面内匀速缓慢旋转一圈。
- 5. 成功采样后，罗盘会返回命令 **68 04 00 66 +15 字节磁场值+1字节的有效点数目和1字节的检校和**。有效点数目指的是罗盘采集到的用于校准计算的磁方位的数目。[调试软件中](#)可以显示当前有效点数目。
- 6. 如果需要退出校准，用 16 进制格式发送停止校准命令：**68 04 00 12 16**，或者点击 [科技®调试软件中的磁校准> 停止校准](#) 按钮。
- 7. 如果完成了校准，可以用 16 进制命令 **68 04 00 09 0D** 保存校准。如果保存校准数据成功，会返回 16 进制命令：**68 09 00 89 FitErr YY**（详见后命令列表）。其中 **FitErr** 为校准误差，该值越小越好，如果该值 > 10，需要重新校准。**YY** 为校验和。如果采用 [电子罗盘调试软件](#)，则会在下方反馈框中显示校准误差。

[提供的 5 种校准方法](#)，其特点如下表所示，您可以根据您的实际使用情况选择合适的校准方法：

| 校准方法     | 适合校准场合                    | 校准评价               | 应用限制                |
|----------|---------------------------|--------------------|---------------------|
| 手动校准     | 明确俯仰和横滚的范围，选取最常用的姿态点进行校准  | 在选取的校准点上效果最好       | 校准点选取不合适可能会严重影响校准效果 |
| 自动全方位校准  | 罗盘和相应固定机构允许全方位转动，并且磁场环境复杂 | 总体效果好。复杂磁场环境中的精度最高 | 要求罗盘和固定机构可以全方位旋转    |
| 自动 12 方位 | 罗盘和相应固定机构允许               | 效果好，在复杂磁场环境中精度     | 俯仰必须 >45°，横滚必       |

|                   |                          |                 |             |
|-------------------|--------------------------|-----------------|-------------|
| 校准                | 在特定姿态转动                  | 略低于自动全方位校准      | 须>30°       |
| 自动 12 方位<br>小倾斜校准 | 罗盘横滚的角度<5°，俯仰<br>可以大范围运动 | 在横滚角<5°时，校准效果最好 | 俯仰必须>45°    |
| 平面 12 方位<br>校准    | 罗盘仅在平面内转动，俯仰<br>和横滚均<2°  | 在平面内转动时效果最好     | 使用时俯仰和横滚<2° |

# 调试软件

可以在 官方网站上下载倾角罗盘调试助手进行初步角度调试，如果您希望直接访问传感器，可以通过传感器的通信协议和大众版的串口调试助手访问，这样传感器可以方便的集成到您的系统中。



倾角罗盘调试助手

- 设备型号：**选择对应的产品型号
- 串口端口：**选择设备对应的 COM 口;
- 设备地址：**填入传感器当前地址码，出厂默认是 00
- 波特率：**选择传感器当前波特率，出厂默认是 9600
- 状态监测：**连接串口，点击开始，进行数据采集
- 状态设置：**对传感器功能参数进行设置





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 )

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域 | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|-----|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) |     | (1byte) |
| 0x68    |         |         |         |     |         |

数据格式: 16 进制

标示符 : 固定为 0x68

数据长度 : 从数据长度到校验和 ( 包括校验和 ) 的长度

地址码 : 采集模块的地址 , 默认为 0x00

数据域 : 根据命令字不同内容和长度相应变化。

校验和 : 数据长度、地址码、命令字和数据域的和 , 不考虑进位(注意 : 当命令字或者数据域变化时 , 检校和会变化。  
当您改变数据域时请相应改变检校和。)

2 命令格式

## 2.1 读 PITCH 轴角度（倾斜角）

发送命令： 68 04 00 01 05

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x01    |         |         |

应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (3byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x81    | SXXX.YY |         |

注：数据域为 3 字节返回角度值，为压缩 BCD 码，S 为符号位（0 正，1 负）XXX 为两位整数，YY 为两位小数。其他轴数据与此相同。如 10 26 87 表示-26.87°。

## 2.2 读 ROLL 轴角度（横滚角重力工具面角）

发送命令： 68 04 00 02 06

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x02    |         |         |

应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (3byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x82    | SXXX.YY |         |

## 2.3 读 HEADING 轴角度（方位角度）

**发送命令：** 68 04 00 03 07

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x03    |         |         |

**应答命令：**

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (3byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x83    | SXXX.YY |         |

## 2.4 读磁性工具面角

**发送命令：** 68 04 00 13 17

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x13    |         |         |

**应答命令：**

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (3byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x73    | SXXX.YY |         |

## 2.5 读 PITCH、ROLL 和 HEADING 轴角度

**发送命令：** 68 04 00 04 08

| 标示符 | 数据长度 | 地址码 | 命令字 | 数据域 | 校验和 |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|
|-----|------|-----|-----|-----|-----|

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x04    |         |         |

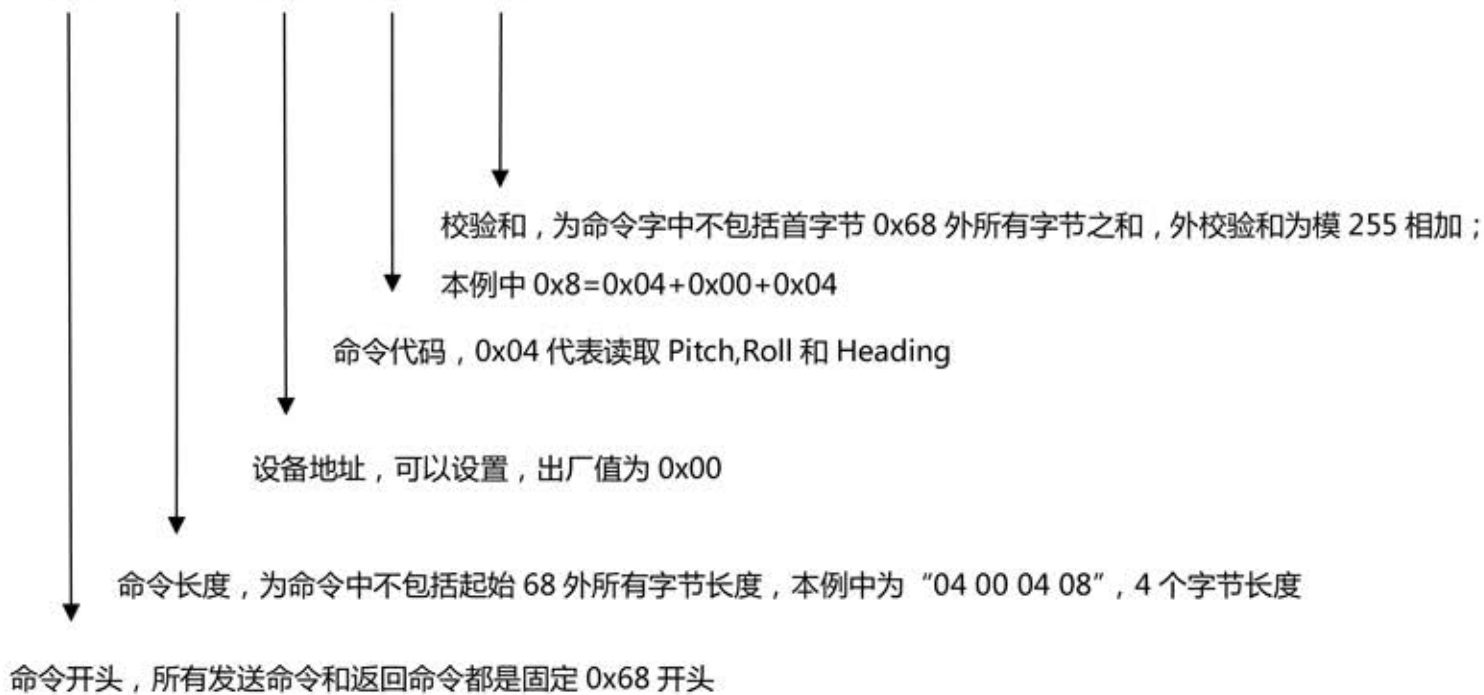
### 应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (9byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x84    |         |         |

**注：**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，例如返回命令为 68 0D 00 84 10 26 80 00 33 65 03 13 71 66，其中 Pitch 为 10 26 80, Roll 为 00 33 65, Heading 为 03 13 71。对于每个角度返回值的三个字节，格式为 SX XX. YY，S 为符号位（0 正，1 负）XXX 为三位整数值，YY 为小数值。本例相应的三个角度的读数分别为：-26.8°，33.65°，313.71°。

例如：读取全部 Pitch, Roll 和 Heading 的发送命令和返回命令如下：

**68 04 00 04 08**





本例相应的三个角度的读数分别为： -26.8°， 33.65°， 313.71°。



## 2.6 设置磁偏角

发送命令： 68 06 00 06 02 08 16

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (2byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x06    | SXX.Y*  |         |

\*S 表示符号, 0 为正 1 为负, XX 为两位整数, Y 为 1 位小数。如 02 08 为 +20.8°。该命令的检校和为 16 (十六进制)。 16 = 06+00+06+02+08。如果设置磁偏角为 -3.2°, 则命令为 68 06 00 06 10 32 4E, 其中 4E = 06+00+06+10+32。设置其它磁偏角时照此类推。

应答命令：

| 标示符 | 数据长度 | 地址码 | 命令字 | 数据域 | 校验和 |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|
|-----|------|-----|-----|-----|-----|

|         |         |         |         |                          |         |
|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte)                  | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x86    | 0x00: 设置成功<br>0xFF: 设置失败 |         |

## 2.7 读磁偏角

发送命令： 68 04 00 07 0B

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x07    |         |         |

应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (2byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x87    | SXX.Y*  |         |

\*SX XY 的格式和 2.5 命令中待设磁偏角的格式相同。

## 2.8 开始校准

发送命令： 68 04 00 08 0C

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x08    |         |         |

应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) |

|      |  |  |      |                          |  |
|------|--|--|------|--------------------------|--|
| 0x68 |  |  | 0x88 | 0x00: 设置成功<br>0xFF: 设置失败 |  |
|------|--|--|------|--------------------------|--|

\*该命令是矫正测量罗盘使用环境周围磁场的偏差，每只罗盘在新的使用环境时一般需要执行一次矫正，以避免测量现场的磁场影响测量精度。校准完成之后必须发保存校准命令（见 2.8）。

## 2.9 保存校准

发送命令： 68 04 00 09 0D

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x09    |         |         |

应答命令： 68 09 00 89 00 00 80 3F 0C E9

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (5byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x89    | N*      |         |

\*该返回命令返回校准过程中得到校准后的拟合误差以及有效校准点数。其中 5byte 数据域包括 4byte 浮点表示的校准误差，和 1byte 整型表示的校准点数。比如例子中的数据域为： 00 00 80 3F 0C，其中 00 00 80 3F 为浮点数 1，0C 为 12。

## 2.10 停止校准

发送命令： 68 04 00 12 16

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x12    |         |         |

应答命令：



| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域                      | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte)                  | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x72    | 0x00: 设置成功<br>0xFF: 设置失败 |         |

## 2.11 采集校准点（只有发送命令）

发送命令： 68 04 00 67 6B

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 68      | 04      | 00      | 67      |         |         |

应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域      | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (12byte) | (1byte) |
| 0x68    | 14      |         | 0x26    | N*       |         |

\*为校准点信息，无实际意义

## 2.12 清除校准数据

发送命令： 68 04 00 10 14

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x10    |         |         |

应答命令：

| 标示符 | 数据长度 | 地址码 | 命令字 | 数据域 | 校验和 |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|
|-----|------|-----|-----|-----|-----|



|         |         |         |         |                          |         |
|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte)                  | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x90    | 0x00: 设置成功<br>0xFF: 设置失败 |         |

### 2.13 设置通讯速率

发送命令： 68 05 00 0B 03 13

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x0B    |         |         |

应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域                      | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte)                  | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x8B    | 0x00: 设置成功<br>0xFF: 设置失败 |         |

注：\*波特率：00 表示 2400，01 表示 4800，02 表示 9600，03 表示 19200，04 表示 115200，默认值为 0X02:9600。如果设置波特率为 19200，则命令为 68 05 00 0B 03 13，其中 13 = 05+ 00+ 0B+ 03，设置其它波特率时照此类推。

注意：设置完波特率后，该设备会以原波特率返回应答命令，此后波特率设置生效，上位机需做相应波特率改动，才能重新和该设备通信。

### 2.14 设置角度模式

发送命令： 68 05 00 0C 00 11

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) |

|      |  |  |      |  |  |
|------|--|--|------|--|--|
| 0x68 |  |  | 0x0C | 0x00: 问答式<br>0x01: 5Hz Data Rate<br>0x02: 15Hz Data Rate<br>0x03: 25Hz Data Rate<br>0x04: 35Hz Data Rate<br>0x05: 50Hz Data Rate |  |
|------|--|--|------|--|--|

\*默认输出模式为 00；如果设备为非应答模式，每次上电重启之后会有 10s 的空闲时间不发送数据，10s 过后开始连续输出数据模式。

### 应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域                      | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte)                  | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x8C    | 0x00: 设置成功<br>0xFF: 设置失败 |         |

**注意：**5Hz Data Rate 意味着每秒自动输出 5 次数据，其他以此类推。当您使用的产品为 RS485 接口时，因为 485 接口是半双工工作，当产品自动向外输出数据时，可能无法有效的接收输入的命令。此时您可能需要多次重复发送命令产品才能接收到。因此如果您需要**在使用 485 接口产品过程中发送命令与产品交互，建议设置产品在问答模式下工作**。另外，当产品被设置成自动输出模式时，产品上电后 10 秒内将没有输出，此时产品可以有有效的接收外部的设置命令。

## 2.15 设置模块地址

**发送命令：** 68 05 00 0F 01 15

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x0F    | XX 模块地址 |         |

**注意：** 传感器默认的地址为 00。

### 应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) |

|      |  |      |                          |  |
|------|--|------|--------------------------|--|
| 0x68 |  | 0x8F | 0x00: 设置成功<br>0xFF: 设置失败 |  |
|------|--|------|--------------------------|--|

1. 如将多个传感器同时连接在一组总线上，例如 RS485，则需将每个传感器设置成不同地址，已达到分别控制与回应速度。
2. 如成功更改了新的地址后，后续所有命令与回应数据包中的地址码都换成更改后的新地址码才能生效，不然传感器不会响应命令。
3. XX 模块地址从 00 致 EF 范围。

## 2.16 查询模块地址

发送命令： 68 04 00 1F

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (0byte) |
| 68      | 04      | 00      | 1F      |         |         |

注意：查询模块地址不考虑校验位

应答命令：

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x1F    |         |         |

## 2.17 update flash(保存设置)

发送命令： 68 04 00 0A 0E

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x0A    |         |         |

应答命令：



| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域                      | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte)                  | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x8A    | 0x00: 设置成功<br>0xFF: 设置失败 |         |

\*对于各种参数设置，如果设置完成后不发送**保存设置**命令，则断电后这些设置都将消失。

## 2.18 回复出厂设置

**发送命令：** 68 04 00 0E 12

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域     | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (0byte) | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x0E    |         |         |

**应答命令：**

| 标示符     | 数据长度    | 地址码     | 命令字     | 数据域                      | 校验和     |
|---------|---------|---------|---------|--------------------------|---------|
| (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte) | (1byte)                  | (1byte) |
| 0x68    |         |         | 0x8E    | 0x00: 设置成功<br>0xFF: 设置失败 |         |





### 保修卡

产品名称 : \_\_\_\_\_

购货单位 : \_\_\_\_\_

产品型号 : \_\_\_\_\_

购货日期 : \_\_\_\_\_

产品序列号 : \_\_\_\_\_

### 维修记录

报修时间 : \_\_\_\_\_

故障原因 : \_\_\_\_\_

报修人 : \_\_\_\_\_

处理结果 : \_\_\_\_\_

客户信息 : \_\_\_\_\_

注：此卡为用户享受维修以及升级服务的依据。

博特（连云港）仪器有限公司  
电话：400-828-9920  
地址：中国。江苏。连云港  
网址：Http://  
[www.chinabote.com.cn](http://www.chinabote.com.cn)