

航天长城



通过 GJB9001B-2009 国军标质量体系认证

通过 ISO9001-2008 国际质量管理体系认证



# 倾角传感器

## 操作手册

## 感谢您的选购

LE-60-L 倾角仪是测量载体相对于水平面的静态倾斜角度，通过测量静态重力加速度变化，转换成倾斜角度变化。

采用具有独特优势的硅微机械传感器和高性能的微处理器，通过对加重力速度信号的数字化处理降低测量信号的噪声，提高测量数据的稳定性，确保测量的实时性和精准度。产品的电源接口和通信接口采用了电磁兼容处理，保证产品的可靠性。

产品角度量程多样，有 $\pm 90^\circ$ 、 $0-120^\circ$ ， $0-360^\circ$  量程可供选择。

# 1、连接与安装

## 1.1 配件表

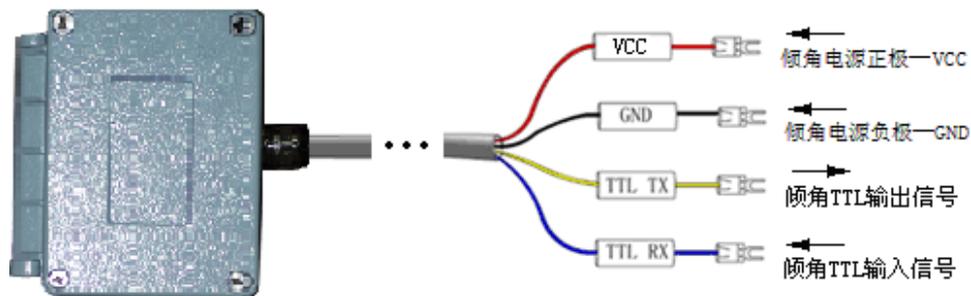
下表是包装配件表

| 配件    | 规格          | 数量 |
|-------|-------------|----|
| 主机    |             | 1  |
| 配线    | 引线2米，航空插头5米 | 1  |
| 使用说明书 |             | 1  |
| 配件    |             | 1  |
| 测量软件  |             | 1  |

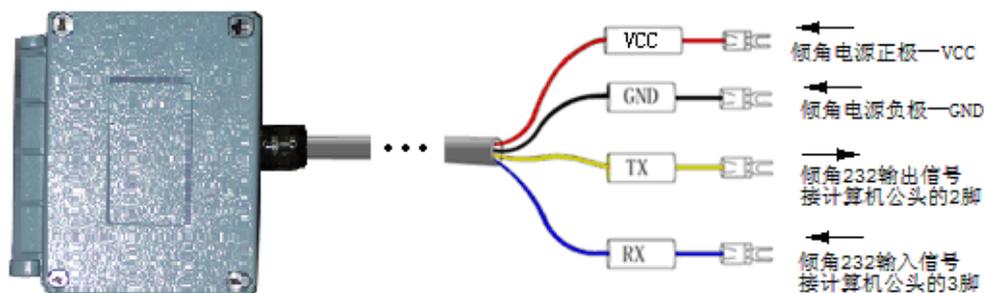
## 1.2 线路连接

注：1) 图示供电电压仅为实例, 实际供电电压请根据订货型号正确连接.

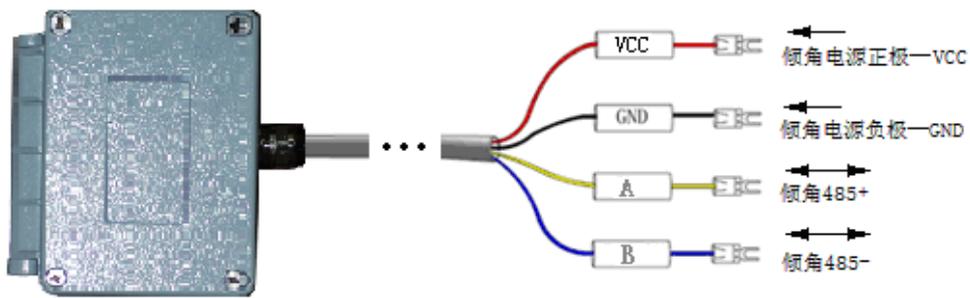
2) 以上各接口产品的电源负极—GND与外部设备RS232串口的地线必须可靠连接。



TTL 接口线路连接示意图



RS232接口线路连接示意图



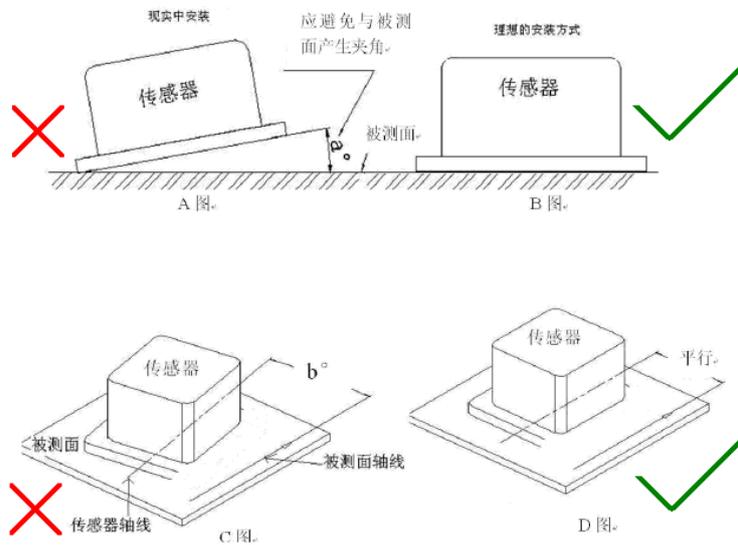
RS485接口线路连接示意图

### 1.3 安装建议

在安装倾角仪时，安装错误会导致测量角度误差大。注意保证“两面”和“两线”的正确安装：

1. “两面”是指倾角仪安装面与被测物体的安装面完全紧靠(被测物体的安装面要尽可能水平)，不能有夹角产生，如A图中的角a，正确安装方式如B图。

2. “两线”是指倾角仪轴线与被测面轴线平行，两轴线不能有夹角产生，如C图中的角b，正确的安装方式如D图。

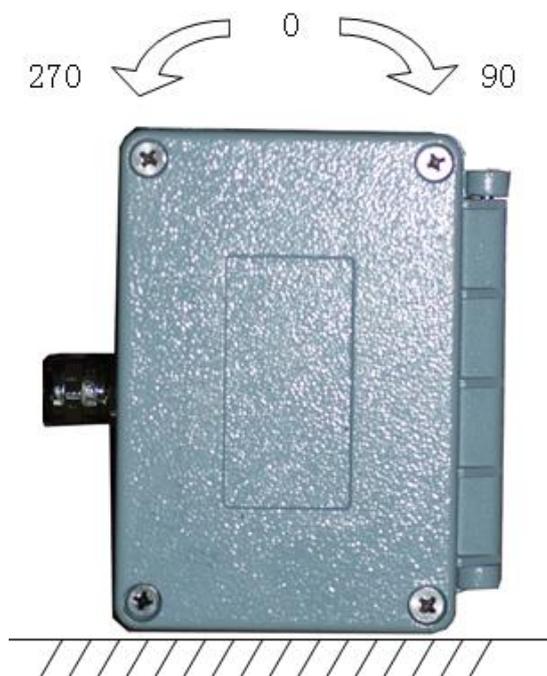


安装示意图

3. 双轴 $\pm 90^\circ$  量程LE-60-L轴向示意图如下图:



4. 单轴 $0-120^\circ$ 、 $0-360^\circ$  量程LE-60-L轴向示意图如下图:



## 2、性能参数

### 2.1 单轴 LE-60-L 性能参数

单轴 LE-60-L 传感器性能参数如下表（室温测试）：

| 特性            | 条件               | 最小              | 典型    | 最大    | 单位   |
|---------------|------------------|-----------------|-------|-------|------|
| 供电电压          | 直流12V供电产品        | 9               | 12    | 15    | V    |
|               | 联系工厂可定做直流5V供电产品  | 4.5             | 5     | 5.5   | V    |
|               | 联系工厂可定做直流24V供电产品 | 19              | 24    | 27    | V    |
| 工作电流          | 供电电压12V, 无负载     | 20              | 30    | 40    | mA   |
| 稳定时间          |                  |                 | 5     |       | sec  |
| 测量范围          |                  | 0               | 120   | 360   | °    |
| 精度<br>(pk-pk) | 测量范围<30°         |                 | ±0.1  | ±0.15 | °    |
|               | 测量范围<60°         |                 | ±0.2  | ±0.3  | °    |
|               | 测量范围<90°         |                 | ±0.3  | ±0.5  | °    |
|               | 测量范围<120°        |                 | ±0.4  | ±0.6  | °    |
|               | 测量范围<360°        |                 | ±0.6  | ±0.7  | °    |
| 分辨率           |                  |                 | ±0.03 |       | °    |
| 重复性           |                  |                 | ±0.1  |       | °    |
| 稳定性           | 时间间隔24小时         |                 | ±0.15 |       |      |
| 热零点漂移         | 温度范围：-20℃—70℃    |                 | ±0.02 | ±0.05 | °/℃  |
| 数据更新率         | 输出方式为连续输出        | 3               | 10    | 15    | Hz   |
| 波特率           | RS232、RS485、TTL  |                 | 9600  |       | Baud |
| 通信参数          | RS232、RS485、TTL  | 9600, n, 8, 1   |       |       |      |
| 存储温度          | 周围环境温度           | -30             |       | 80    | ℃    |
| 工作温度          | 周围环境温度           | -20             |       | 70    | ℃    |
| 重量            | 封装（AGDL、AGCS）*1  | 360             | 370   | 380   | g    |
|               | 无封装（PCBH）*2      | 20              | 20    | 25    | g    |
| 尺寸            | 封装（AGDL、AGCS）*1  | 长:100 宽:77 高:52 |       |       | mm   |
|               | 无封装（PCBH）*2      | 长:75 宽:51 高:16  |       |       | mm   |

## 2.2 双轴 LE-60-L 性能参数

双轴 LE-60-L 传感器性能参数如下表（室温测试）：

| 特性               | 条件                | 最小              | 典型    | 最大    | 单位   |
|------------------|-------------------|-----------------|-------|-------|------|
| 供电电压             | 直流12V供电产品         | 9               | 12    | 15    | V    |
| 联系工厂可定做直流5V供电产品  |                   | 4.5             | 5     | 5.5   | V    |
| 联系工厂可定做直流24V供电产品 |                   | 19              | 24    | 27    | V    |
| 工作电流             | 供电电压12V, 无负载      | 20              | 30    | 40    | mA   |
| 稳定时间             |                   |                 | 5     |       | sec  |
| 测量范围             |                   |                 |       | ±90   | °    |
| 精度<br>(pk-pk)    | 测量范围±15°          |                 | ±0.1  | ±0.15 | °    |
|                  | 测量范围±30°          |                 | ±0.15 | ±0.2  | °    |
|                  | 测量范围±60°          |                 | ±0.2  | ±0.3  | °    |
|                  | 测量范围±75°          |                 | ±0.3  | ±0.5  | °    |
| 分辨率              |                   |                 | ±0.03 |       | °    |
| 重复性              |                   |                 | ±0.1  |       | °    |
| 稳定性              | 时间间隔24小时          |                 | ±0.15 |       |      |
| 热零点漂移            | 温度范围：-20℃—70℃     |                 | ±0.02 | ±0.05 | °/℃  |
| 数据更新率            | 输出方式为连续输出         | 3               | 10    | 15    | Hz   |
| 波特率              | RS232、RS485       |                 | 9600  |       | Baud |
| 通信参数             | RS232、RS485       | 9600, n, 8, 1   |       |       |      |
| 存储温度             | 周围环境温度            | -30             |       | 80    | ℃    |
| 工作温度             | 周围环境温度            | -20             |       | 70    | ℃    |
| 重量               | 封装 (AGDL、AGCS) *1 | 360             | 370   | 380   | g    |
|                  | 无封装 (PCBH) *2     | 20              | 20    | 25    | g    |
| 尺寸               | 封装 (AGDL、AGCS) *1 | 长:100 宽:77 高:52 |       |       | mm   |
|                  | 无封装 (PCBH) *2     | 长:75 宽:51 高:16  |       |       | mm   |

## 3、指令详解

### 3.1 命令字

LE-60-L系列倾角仪命令字见表3-1。

表3-1

| 功能    | 命令字  | 详解     |
|-------|------|--------|
| 数据更新率 | 0x01 | 20 次/秒 |
|       | 0x02 | 15 次/秒 |
|       | 0x03 | 10 次/秒 |

|        |      |         |
|--------|------|---------|
|        | 0x04 | 5 次/秒   |
|        | 0x05 | 3 次/秒   |
| 数据输出方式 | 0xA0 | 单次输出    |
|        | 0xA1 | 连续输出    |
| 角度置零   | 0xD0 | X 轴角度置零 |
|        | 0xD1 | Y 轴角度置零 |
|        | 0xD2 | 恢复工厂零点  |
| 零点校准功能 | 0xB6 | X 轴正向记录 |
|        | 0xBA | Y 轴正向记录 |
|        | 0xB7 | X 轴负向记录 |
|        | 0xBB | Y 轴负向记录 |
|        | 0xBE | 计算零点校准  |

### 3.2 双轴 LE-60-L 数据输出格式

双轴 LE-60-L 系列倾角仪 HEX 格式数据帧共包括 12 字节, 各字节含义见表 3-2,

表 3-2

| 字节位置 | 含义      | 数据类型 | 说明            |
|------|---------|------|---------------|
| 1    | 帧头      | 无符号数 | 0xAA          |
| 2    | 帧头      | 无符号数 | 0xAA          |
| 3    | 帧长      | 无符号数 | 数据帧长度, 不包括帧头  |
| 4    | 地址      | 无符号数 | 倾角地址号         |
| 5    | 命令字     | 无符号数 | 接收到的命令字返回     |
| 6    | X 轴角度高位 | 有符号数 | 角度值=解析后数据/100 |
| 7    | X 轴角度低位 |      |               |
| 8    | Y 轴角度高位 | 有符号数 |               |
| 9    | Y 轴角度高位 |      |               |
| 10   | 温度      | 有符号数 |               |
| 11   | 校验高位    | 无符号数 | 前 10 字节累加的高位  |
| 12   | 校验低位    | 无符号数 | 前 10 字节累加的低位  |

HEX 格式数据解析举例:

例如: 接收到数据帧 AA AA 0A 02 04 00 1D FF FF 0D 03 8C;

AA AA 为数据帧帧头;

0A 为数据帧长度, 不包括帧头, 即 10;

02 为倾角的地址号;

04 为速度 4 的命令字;

00

1D为X轴角度值, 高位00转换为二进制后, 首位为0, 表示X轴角度值为正值; 00转换为十进制后为0, 1D转换为十进制后为29,

则  $X\text{角度} = (0 * 256 + 29) / 100 = 0.29$

FF

FF为Y轴角度值, 高位FF转换为二进制后, 首位为1, 表示X轴角度值为负值; FF转换为十进制后为255,

则  $Y\text{角度} = (255 * 256 + 255 - 65536) / 100 = -0.01$

0D为温度, 转换为十进制后为13;

03 8C为该字节前所有字节的累加和。

### 3.3 单轴 LE-60-L 数据输出格式

单轴 LE-60-L系列倾角仪HEX格式数据帧共包括12字节, 各字节含义见表3-3,

表3-3

| 字节位置 | 含义     | 数据类型 | 说明            |
|------|--------|------|---------------|
| 1    | 帧头     | 无符号数 | 0xAA          |
| 2    | 帧头     | 无符号数 | 0xAA          |
| 3    | 帧长     | 无符号数 | 数据帧长度, 不包括帧头  |
| 4    | 地址     | 无符号数 | 倾角地址号         |
| 5    | 命令字    | 无符号数 | 接收到的命令字返回     |
| 6    | X轴角度高位 | 有符号数 | 角度值=解析后数据/100 |
| 7    | X轴角度低位 |      |               |
| 8    | 预留位    |      | 无含义           |
| 9    | 预留位    |      |               |
| 10   | 温度     | 有符号数 |               |
| 11   | 校验高位   | 无符号数 | 前10字节累加的高位    |
| 12   | 校验低位   | 无符号数 | 前10字节累加的低位    |

HEX格式数据解析举例:

例如: 接收到数据帧 AA AA 0A 02 04 00 1D FF FF 0D 03 8C;

AA AA 为数据帧帧头;

0A为数据帧长度, 不包括帧头, 即10;

02为倾角的地址号;

04为速度4的命令字;

00

1D为X轴角度值, 高位00转换为二进制后, 首位为0, 表示X轴角度值为正值; 00转换为十进制后为0, 1D转换为十进制后为29,

则 X角度= ( 0 \* 256 + 29 ) / 100 = 0.29

FF FF为预留位，不用解析。

0D为温度，转换为十进制后为13；

03 8C为该字节前所有字节的累加和。

### 3.4 数据接收格式

LE-60-L系列倾角仪数据接收格式见表3-4，

表3-4

| 字节位置 | 含义    | 数据        | 说明           |
|------|-------|-----------|--------------|
| 1, 2 | 帧头    | 0xAA 0xAA | 0xAA         |
| 3    | 帧长    | 0x05      | 数据帧长度, 不包括帧头 |
| 4    | 地址    | 0xXX      | 倾角地址号        |
| 5    | 命令字   | 0xXX      | 预设置功能的命令字    |
| 6    | 校验的高位 | 0xXX      | 前5字节的累加和     |
| 7    | 校验的低位 | 0xXX      |              |

### 3.5 写地址命令接收格式

LE-60-L系列倾角仪地址号设置范围为2-250，写地址命令接收格式见表3-5

表3-5

| 字节位置 | 含义    | 数据        | 说明           |
|------|-------|-----------|--------------|
| 1, 2 | 帧头    | 0xAA 0xAA | 0xAA         |
| 3    | 帧长    | 0x06      | 数据帧长度, 不包括帧头 |
| 4    | 现地址   | 0xXX      | 倾角现在的地址号     |
| 5    | 命令字   | 0xFF      | 预设置功能的命令字    |
| 6    | 预写入地址 | 0xXX      | 倾角要设置的地址号    |
| 7    | 校验的高位 | 0xXX      | 前5字节的累加和     |
| 8    | 校验的低位 | 0xXX      |              |

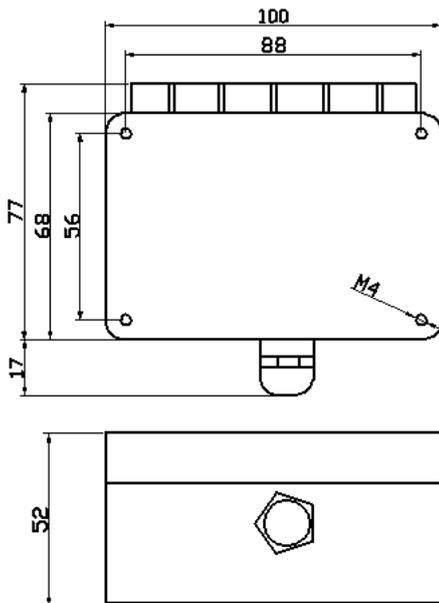
写地址举例: 倾角现地址为2, 要把其地址改为6, 则发送的命令为

AA AA 06 02 FF 06 02 61

## 4、封装

### 封装及接口

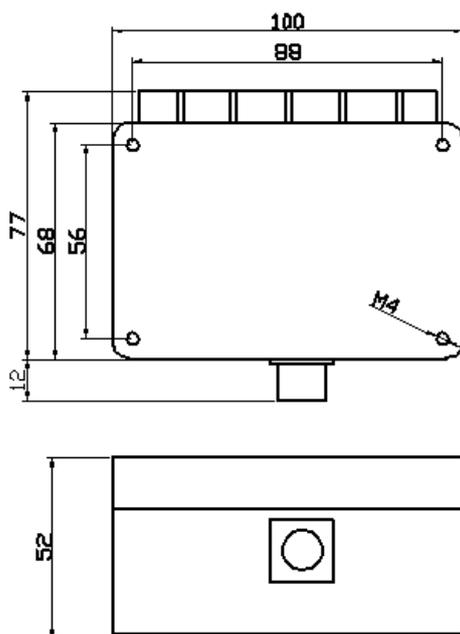
封装 :AGDL



铝制外壳，采用引线方式，防护等级 IP55；  
线缆与壳体相连，连接牢固；

| 线色 | 232 接口 | 485 接口 | 模拟输出    |
|----|--------|--------|---------|
| 黑  | GND    | GND    | GND     |
| 红  | +12V   | +12V   | +12V    |
| 蓝  | RXI    | B      | XV0/XI0 |
| 黄  | TX0    | A      | YV0/YI0 |

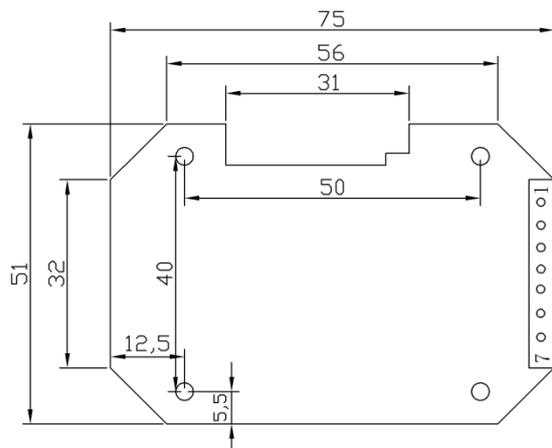
封装 :AGCS



银白色铝制外壳，采用 XS12 K7ABL55  
7 芯防水插座，防护等级 IP55；  
可随意插拔线缆，方便连接

| 引脚号 | 232 接口 |      | 485 接口 |      | 模拟输出 |         |
|-----|--------|------|--------|------|------|---------|
|     | 线色     | 标签   | 线色     | 标签   | 线色   | 标签      |
| 1   | 黑      | GND  | 黑      | GND  | 黑    | GND     |
| 2   | 红      | +12V | 红      | +12V | 红    | +12V    |
| 3   |        |      |        |      | 黄    | XV0/XI0 |
| 4   |        |      |        |      |      |         |
| 5   | 蓝      | RXI  | 蓝      | B    |      |         |
| 6   | 黄      | TX0  | 黄      | A    |      |         |
| 7   |        |      |        |      | 蓝    | YV0/YI0 |

无封装 :PCBH



PCB 电路板, 广泛用于 OEM

产品主机重  $20 \pm 5g$ .

| 序号 | 含义  | 说明        |
|----|-----|-----------|
| 1  | VCC | 电源24V     |
| 2  | GND | 电源GND     |
| 3  | XIO | X轴电压输出信号  |
| 4  | YIO | Y轴电压输出信号  |
| 5  | GND | 电流输出信号GND |

## 5、故障排除

### 5.1 无数据输出

无数据输出检查内容及故障排除方法见表 5-1。

表 5-1

| 顺序 | 检查内容            | 参考   | 对策                           |
|----|-----------------|--|------------------------------|
| 1  | 供电电源是否符合要求      | <a href="#">技术指标</a>                           | 符合: 进行第 2 步检查                |
|    |                 |  | 不符合: 请更换电源重新检查               |
| 2  | 电源线, 数据线是否按要求连接 | <a href="#">线路连接;</a><br><a href="#">封装及接口</a> | 符合: 进行第 3 步检查                |
|    |                 |  | 不符合: 按要求正确连接线缆               |
| 3  | 工作电流是否在指标范围内    | <a href="#">技术指标</a>                           | 符合: 进行第 4 步检查                |
|    |                 |  | 不符合: 请返回工厂检查                 |
| 4  | 串口号是否正确         | <a href="#">安装方法</a>                           | 符合: 进行第 5 步检查                |
|    |                 |  | 不符合: 更改为正确的串口号               |
| 5  | 波特率是否符合         | <a href="#">安装方法</a>                           | 符合: 进行第 6 步检查                |
|    |                 |  | 不符合: 改为合适的波特率                |
| 6  | 倾角输出方式是否为连续输出   | <a href="#">输出状态</a>                           | 符合: 进行第 7 步检查                |
|    |                 |  | 不符合: 设置倾角为连续输出               |
| 7  | 接收与发送数据的地址号是否一致 | <a href="#">地址号设置功能</a>                        | 符合: 重复第 5, 6 步检查             |
|    |                 |  | 不符合: 设置倾角地址;<br>重复第 5, 6 步检查 |

如以上检查均符合, 且仍无输出的倾角, 请与工厂联系。

## 5.2 命令设置无效

命令设置无效检查内容及排除方法见表 5-2。

表 5-2

| 顺序                          | 检查内容            | 参考   | 对策             |
|-----------------------------|-----------------|--|----------------|
| 1                           | 数据线是否按要求连接      | <a href="#">线路连接;</a><br><a href="#">封装及接口</a> | 符合: 进行第 2 步检查  |
|                             |                 |  | 不符合: 按要求正确连接线缆 |
| 2                           | 波特率是否符合         | <a href="#">安装方法</a>                           | 符合: 进行第 3 步检查  |
|                             |                 |  | 不符合: 改为合适的波特率  |
| 3                           | 接收与发送数据的地址号是否一致 | <a href="#">地址号设置功能</a>                        | 符合: 进行第 4 步检查  |
|                             |                 |  | 不符合: 重新设置倾角地址  |
| 4                           | 命令字是否响应         | <a href="#">功能介绍和设置</a>                        | 符合: 进行第 4 步检查  |
|                             |                 |  | 不符合: 重新设置倾角地址  |
| 如以上检查均符合, 且仍无输出的倾角, 请与工厂联系。 |                 |  |                |