

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

---



# LE-30 系列倾角仪

操作手册

## 感谢您的选购

航天长城是国内专业生产和研发导航系统及器件的高技术企业，几十年来一直从事惯性导航系统、角度测量产品的研究、设计、生产和试验，主要产品有：各种导航系统、陀螺仪（角速度传感器）、加速度传感器、倾角传感器、罗盘及陀螺寻北仪等，产品已广泛应用于航空航天及国防、安全、航海、工业机械和设备、电子产品、交通和大众运输等领域，为广大客户提供专业的角度测量，惯性导航及稳定控制的全面解决方案。

LE-30系列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，用俯仰角(X)和横滚角(Y)表示测量倾角值。

倾角仪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，通过高速高精度A/D转换，将倾角模拟信号数字化处理，通过数字滤波方法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。

倾角仪具有单轴和双轴两种规格，量程为 $\pm 15^\circ$ 和 $\pm 30^\circ$ 。

倾角仪硬件接口分别是TTL、RS-232、RS-485、RS-422软件接口协议兼顾直观性和数据安全性，易于用户的操作和使用。

型号	接口	量程	工作电压	温度范围
LE-30-TTL-15/30	TTL	$\pm 15^\circ / \pm 30^\circ$	9-15V	-40°C-85°C
LE-30-232-15/30	RS232	$\pm 15^\circ / \pm 30^\circ$	9-15V	-40°C-85°C
LE-30-485-15/30	RS485	$\pm 15^\circ / \pm 30^\circ$	9-15V	-40°C-85°C
LE-30-422-15/30	RS422	$\pm 15^\circ / \pm 30^\circ$	9-15V	-40°C-85°C

# 1、连接与安装

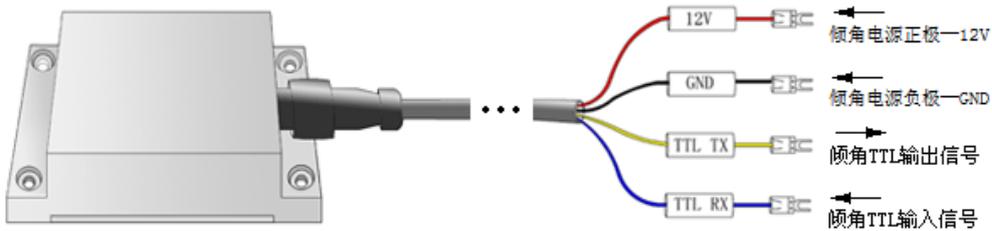
## 1.1 配件表

下表是包装配件表

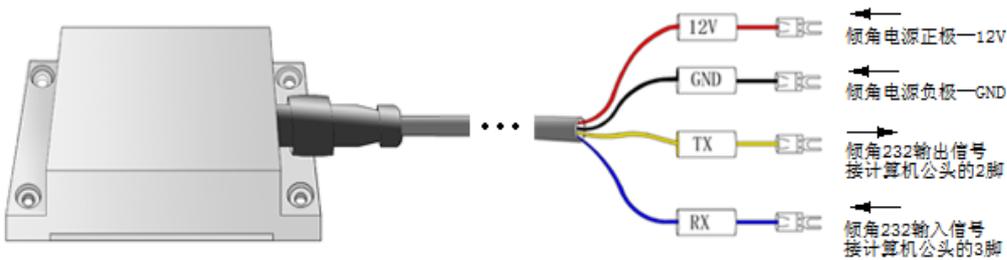
配件	规格	数量
主机		1
数据线	5米耐寒线	1
合格证		1
操作手册		1
包装盒		1

## 1.2 线路连接

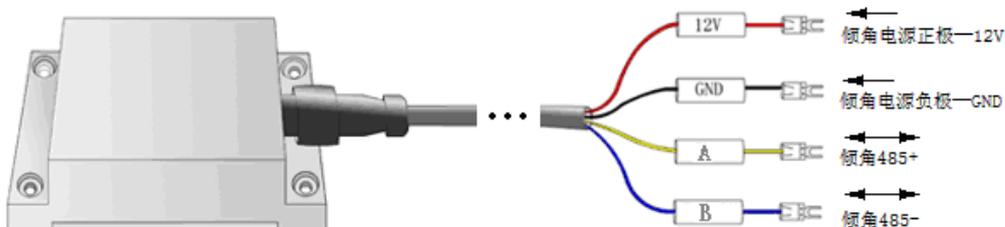
注：以上各接口产品的电源负极—GND与串口的地线必须可靠连接。



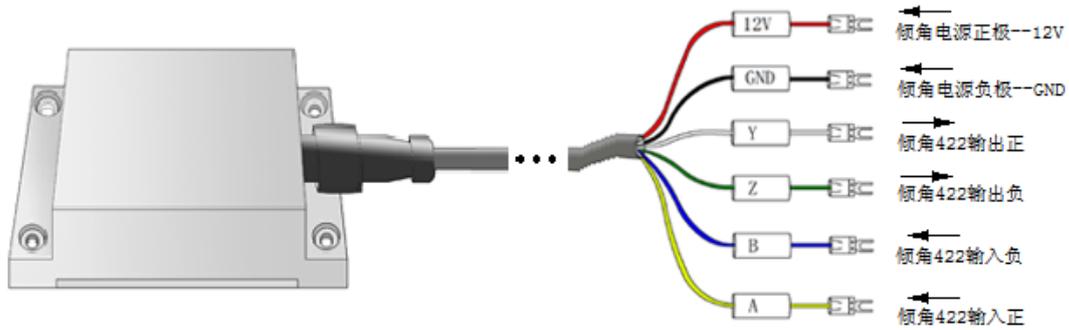
TTL接口线路连接示意图



RS232接口线路连接示意图



RS485接口线路连接示意图

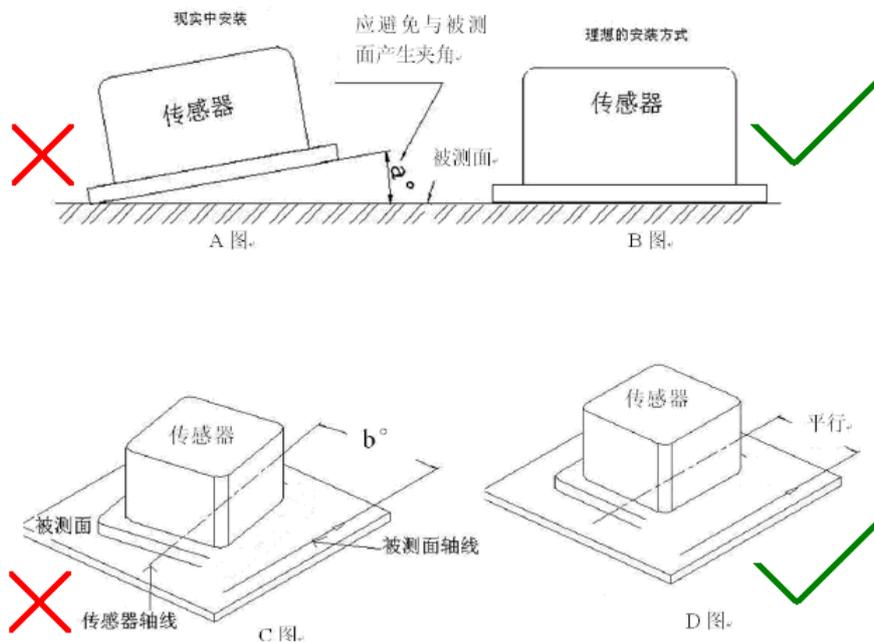


RS422接口线路连接示意图

### 1.3 安装建议

在安装传感器时，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”是指传感器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”是指传感器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

## 2、性能参数

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24V供电产品		19	24	27	V
工作电流	供电电压=12V	115	125	135	mA
测量范围			±15	±30	°
精度 (pk-pk)	测量范围±5°		±0.005	±0.008	°
	测量范围±10°		±0.006	±0.01	°
	测量范围±15°		±0.008	±0.01	°
	测量范围±30°		±0.01	±0.015	°
分辨率			±0.001	±0.002	°
线性			±0.05	±0.07	%
重复性			±0.008		°
稳定性	时间间隔24小时		±0.01		°
热零点漂移	温度范围：-40℃—85℃		±0.0005	±0.001	°/℃
数据更新率	输出方式为连续输出	1	3	5	Hz
波特率	RS232、RS485、RS422、TTL		9600		Baud
通信参数	RS232、RS485、RS422、TTL	9600, n, 8, 1			
存储温度	周围环境温度	-50		90	℃
工作温度	周围环境温度	-40		85	℃
防护等级			IP55		
重量	310±10				g
尺寸	长：90 宽：60 高：38				mm

## 3、功能介绍和设置

### 3.1 数据输出格式

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	保留	无符号数	工厂信息
7	保留	无符号数	
8	保留	无符号数	
9	保留	无符号数	
10	X 轴角度高位	有符号数	角度值=解析后数据/1000
11	X 轴角度低位		
12	Y 轴角度高位	有符号数	角度值=解析后数据/1000
13	Y 轴角度低位		
14	温度	有符号数	
15	校验	无符号数	前 14 字节的异或

HEX 格式数据解析举例：

例如：接收到数据帧 AA AA 0D 02 A0 24 EA 2C B3 FC E0 01 A5 1B 5D；

AA AA 为数据帧帧头；

0D 为数据帧长度，不包括帧头，即 13；

02 为倾角的地址号；

A0 为单次输出的命令字；

24 EA 2C B3 为工厂信息，不必解析

FC E0 为 X 轴角度值，高位 FC 转换为二进制后，首位为 1，表示 X 轴角度值为负值；FC 转换为十进制后为 252，E0 转换为十进制后为 224，

则 X 角度= ( 252 \* 256 + 224 - 65536 ) / 1000 = -0.800

01 A5 为 Y 轴角度值，高位 01 转换为二进制后，首位为 0，表示 X 轴角度值为正值；01 转换为十进制后为 1，A5 转换为十进制后为 165，

则 Y 角度= ( 1\* 256 + 165 ) / 1000 = 0.421

1B 为温度，转换为十进制后为 27；

5D 为该字节前所有字节的异或值。

## 3.2 数据接收格式

字节位置	含义	数据	说明
1, 2	帧头	0xAA 0xAA	0xAA
3	帧长	0x04	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		前 5 字节的异或

### 3.3 写地址命令接收格式

倾角仪地址号设置范围为2-250, 写地址命令接收格式见下表

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	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		前 6 字节的异或

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 05 02 FF 06 FE

### 3.4 零点校准功能

**功能介绍:** LE-30系列倾角仪在使用一段时间后或重新安装时, 会出现零点偏移, 用户可利用零点校准功能对倾角进行零点校准。

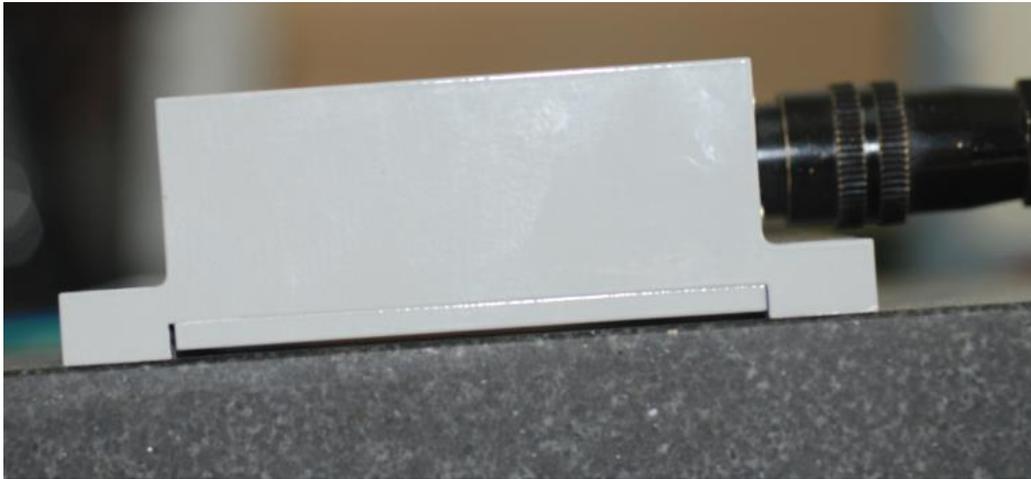
**设置方法:**

(1) 将倾角置于任意平面 (该平面最好接近水平面, 并确保倾角底面与平面平稳接触), 见图G-1, 按格式依次发送命令 “X 轴正向记录” “Y 轴正向记录”



图G-1

(2) 将倾角旋转180°，见图G-2；放置好后按格式依次发送命令“X轴负向记录”“Y轴负向记录”



图G-2

(3) 按格式发送命令字“计算零点校准”，零点校准完成；

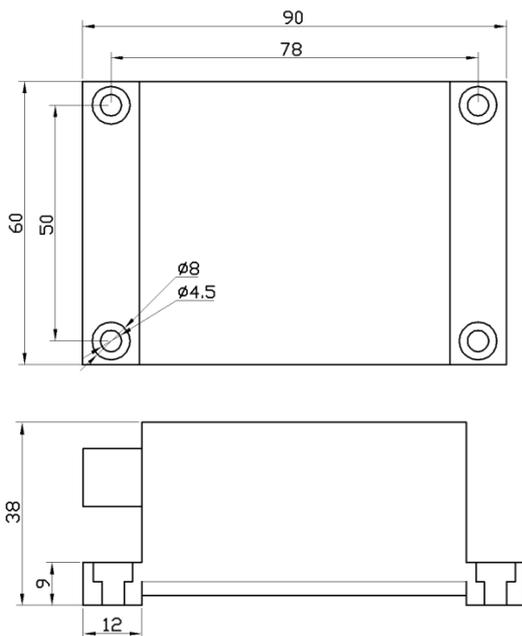
## 4、指令详解

LE-30系列倾角仪命令字见下表：

功能	详解	命令字	数据帧
数据更新率	5次/秒	0x01	AA AA 04 02 01 07
	4次/秒	0x02	AA AA 04 02 02 04
	3次/秒	0x03	AA AA 04 02 03 05
	2次/秒	0x04	AA AA 04 02 04 02
	1次/秒	0x05	AA AA 04 02 05 03
数据输出方式	单次输出	0xA0	AA AA 04 02 A0 A6
	连续输出	0xA1	AA AA 04 02 A1 A7
零点校准功能	X轴正向记录	0xB6	AA AA 04 02 B6 B0
	Y轴正向记录	0xBA	AA AA 04 02 BA BC
	X轴负向记录	0xB7	AA AA 04 02 B7 B1
	Y轴负向记录	0xBB	AA AA 04 02 BB BD
	计算零点校准	0xBE	AA AA 04 02 BE B8
角度置零	X轴角度置零	0xD0	AA AA 04 02 D0 D6
	Y轴角度置零	0xD1	AA AA 04 02 D1 D7

	恢复工厂零点	0xD2	AA AA 04 02 D2 D0
数据输出格式	十六进制输出	0xF1	AA AA 04 02 F1 F7
	ASCII 字符输出	0xF0	AA AA 04 02 F0 F6
写地址	更改产品地址号	0xFF	AA AA 05 02 FF 06 FF

## 5、封装及接口



军绿色铝制外壳，耐腐蚀，主机净重  $310 \pm 10\text{g}$ ；

采用 XS12 K7ABL55 七芯或 X16K9ABL55 九芯防水

插座，防护等级 IP55；

引脚号	232接口		485接口		422接口	
	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					白	Y
4					绿	Z
5	蓝	RXI	蓝	B	蓝	B
6	黄	TX0	黄	A	黄	A

## 6、故障排除

### 6.1 无数据输出

无数据输出检查内容及故障排除方法见表6-1。

表6-1

顺序	检查内容	参考	对策
1	供电电源是否符合要求	<a href="#">性能参数</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> <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="#">性能参数</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="#">软件安装方法</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="#">软件安装方法</a>	符合：进行第6步检查
			不符合：改为合适的波特率
6	倾角输出格式是否与软件匹配	<a href="#">输出格式</a>	符合：进行第7步检查
			不符合： 更改软件或倾角的接收格式
7	倾角输出方式是否为连续输出	<a href="#">输出方式</a>	符合：进行第8步检查
			不符合： 设置倾角为连续输出
8	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6, 7步检查
			不符合：设置倾角地址； 重复第6, 7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。			

## 6.2 命令设置无效

命令设置无效检查内容及排除方法见表6-2。

表6-2

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> <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="#">软件安装方法</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。			