

# EC-AD3602

## 非接触式角度传感器使用说明



河北稳控科技有限公司



## 产品介绍

---

EC-AD3602 是根据霍尔原理设计的高精度绝对角度传感器，分辨率达到 0.01 度，全量程 0~360 度。内置高精度 16 位 AD 转换器，通过 5 阶滤波算法，最终输出绝对角度值。

数字接口可选，RS232、RS485、TTL。采用多种计算滤波方法结合温度变化及角度测量的相限校正，使角度得到多次修正。

主控芯片时钟频率达 25MHz，数据转换速度及角度输出速度均可达到 100Hz，产品不管在精度、对环境的适应性、机械性能均为工业标准，性能可靠稳定、参数设置灵活，可应用于各种不同的工况条件。

## 特色与优点

---

- 非接触、绝对角度测量原理
- 简单稳定的磁、电路设计
- 基于霍尔磁感应技术
- 可分相限、温度校正
- 16 位角度分辨力、14 位有效精度
- 众多可调参数
- 宽电压输入：DC9~24V
- 低功耗设计：20mA（最大值）  
5mA（低功耗模式）
- 宽温湿区：-40~+85℃
- 数字输出：RS232/RS485/TTL 可选

## 应用领域

---

工业级高精度、高速度角度监控	基于角度转化的线性位移测量
轴类机械设备形态控制	角度行程控制
远距离、低功耗传输工况	

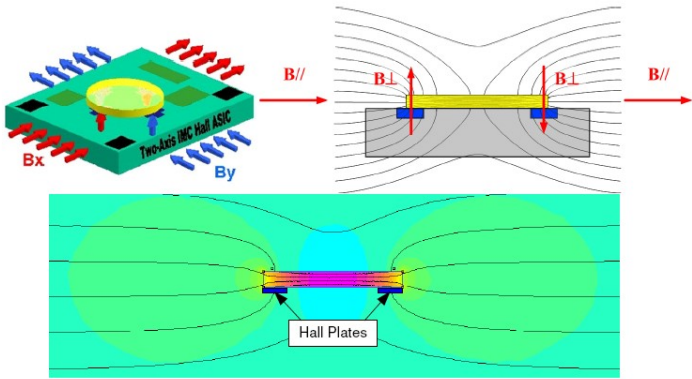
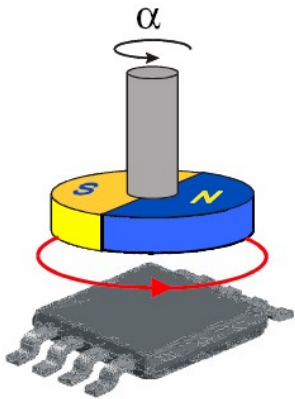
## 测量原理

---

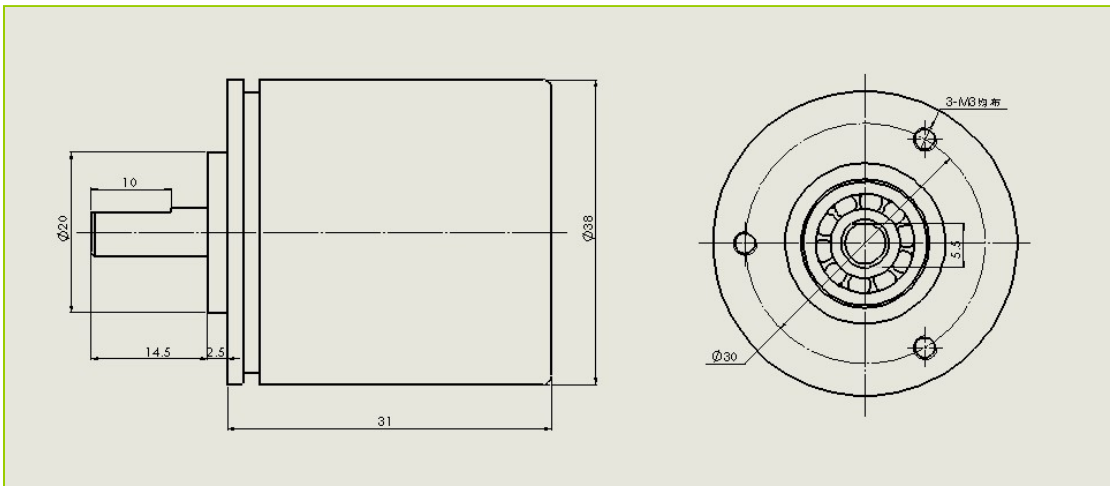
基于 Triais 技术的霍尔磁感应电路即可感应垂直方向上的磁场变化也可以感应平行方向的旋转角度变化。这是通过在元件表面沉积一层集磁材料 ICM（以及附件的特殊工序）来实现的。

磁敏元件可以感应与元件表面平行的磁场，配合合适的磁路，就可以感应出旋转范围在 0 到 360 度的绝对角度位置。利用这一特性，即可制作出新一代的非接触式磁感应角度传感器，以满足对角度测量要求越来越高的工业场合中。

结合合适的信号处理技术，小型磁铁（径向磁化）的磁场在元件表面上方旋转，基磁场强度可通过非接触的方式测量（如图）。角度信息可以由磁场的两个矢量分量  $B_x$ 、 $B_y$  计算得到，并最终以数字形式输出。输出数据正比于角度值。



## 产品尺寸



## 参数指标

极限参数

参数名称	参数值			备注
	最小值	标准值	最大值	
输入电压	8.5	12	24	DC@V
反向耐压		50		DC@V
	TBD	TBD	TBD	AC@V
工作温度	-40		85	℃
存储温度	TBD		150	℃
数字接口电压	-8		12.5	V
轴荷载			TBD	
旋转速率		100	TBD	r/s
读取时间间隔		100		ms
抗冲击		20000	TBD	G

注：超过这些列出的“极限参数”可能导致器件永久损坏，长时间在最大允许值或超过最大允许值条件下工作可能影响设备的可靠性。

性能参数

参数名称	参数值			备注
	最小值	标准值	最大值	
测量范围	0		360	°
工作电流		20		mA
休眠电流	TBD	5		mA
输出电压			12.5	V
输出类型	<input type="checkbox"/> 电压	<input type="checkbox"/> 电流	<input checked="" type="checkbox"/> 数字	RS485
输出范围	0		35999	
分辨率		0.01		°
精度	TBD	0.022		°
通讯协议		MODBUS	定制	Modbus03\06
波特率	4800	9600	9600	bps
启动时间		200		ms
传输距离		1000	TBD	m
并联数量		256		P

接口定义

编号	颜色	符号	功能	描述
1	红	DCIN	电源正极	DC, 9~24V
2	黑	GND	电源地	DC 参考 0 电平
3	绿	RX (D+/A)	电源正极	接计算机发送口
4	蓝	TX (D-/B)	电源负极	接计算机接收口

# 通讯协议

## MODBUS :

标准的 MODBUS , 支持功能指令 03 ( 读取多个保持寄存器 ) 及 06 ( 修改单个寄存器 ) , 地址范围 0~31

推荐使用软件 : MODSCAN32

注意事项 : MODSCAN32 的寄存器地址显示为从 0001 开始 , 实际表示第 1 个地址 , 传感器寄存器地址定义为从 0 开始 , MODSCAN32 中显示的地址 0001 即表示传感器寄存器地址 0000 , 以此类推 , MODSCAN32 中显示的地址 32 即表示传感器寄存器地址 31

## 自定义简单通讯协议 :

### 读取寄存器 :

帧头 ( 2 字节 ) + 传感器地址 ( 1 字节 ) + 传感器寄存器地址 ( 1 字节 ) + 和校验 ( 1 字节 )

	帧头	传感器地址	寄存器地址	和校验
16 进制	AA BB	01	02	68

### 修改寄存器 :

帧头 ( 2 字节 ) + 传感器地址 ( 1 字节 ) + 传感器寄存器地址 ( 1 字节 ) + 寄存器数据 ( 2 字节 , 高字节在前 ) + 和校验 ( 1 字节 )

**注 : 修改寄存器时的寄存器地址最高位要改为 1 , 如 : 要修改地址为 1 的传感器的 00 寄存器的值为 02 , 则实际发送指令为**

	帧头	传感器地址	寄存器地址	寄存器数据高字节	寄存器数据低字节	和校验
16 进制	AA BB	01	80	00	02	E8

寄存器地址 00 二进制表示为 0000 0000 , 首位改为 1 为 1000 0000 , 用 16 进制表示即为 80

传感器**同时支持自身地址及通用地址** , 通用地址为 0xff , 在任何时刻 , **0xff 可作为传感器的实际地址来使用** , 但在一主多从连接结构中使用通用地址发送指令会导致所有从设备 ( 传感器 ) 同时返回数据 , 造成主机接收数据的混乱 , 通用地址在一对一

时进行地址及参数的配置时十分有用（例如，有可能不知道某个传感器的真实地址，使用 0xff 地址对传感器进行地址的修改）

如，将任意一个传感器的标识地址修改为 0x01，则可发送指令

AA BB FF 80 00 01 E7

帧头 传感器地址 寄存器地址 00 寄存器数据 和校验

寄存器定义

EC-AD3602 被设计为内部多个寄存器的结构，寄存器可以存储设备地址、参数、重要数据等，另外还可作为功能控制使用。

表 1：寄存器定义

起始地址	终止地址	长度	有效值范围	功能描述	备注说明
0	0	2	0~255	设备地址/设备号/设备识别码	高字节总为 0x00
1	1	2			
2	2	2	0~35999	原始角度值	/100 即为实际角度
3	3	2			
4	4	2	0~35999	平差/滤波后的角度	/100 即为实际角度
5	5	2		错误提示	说见附表 1
6	6	2		采集数据间隔	时间值, *10ms
7	8	4		保留	
9	9	2	— 32768~32767	第 1 相限角度校准系数	/10000 即为系数
10	10	2	— 32768~32767	第 2 相限角度校准系数	/10000 即为系数

11	11	2	— 32768~32767	第 3 相限角度校准系数	/10000 即为系数
12	12	2	— 32768~32767	第 4 相限角度校准系数	/10000 即为系数
13	13	2		关键角度值误差	/100=角度值
14	16	6		保留	
17	17	2	1~4	滤波方法	滤波后保存于寄存器 4
18	18	2	0~2400	输入电压	值/100=实际值，未使用
19	19	2	0~22000	核心电压	值/1000=实际值
20	20	2		内部温度	值/100=实际值，未使用
21	21	2		核心温度	值/100=实际值
22	22	2	0~35999	关键角度 1	/100=角度值
23	23	2	0~35999	关键角度 2	/100=角度值
24	24	2	0~35999	关键角度 3	/100=角度值
25	25	2	0~35999	关键角度 4	/100=角度值
26	26	2		通讯波特率	2400/4800/9600/14400/.. 57600bps
27	27	2	0~65535	自动上传间隔	自动上传帧与帧之间的时间间隔 *10ms
28	29	4		开关/状态	见表 2
30	30	2		自动上传的数据起止地址	开始地址-结束地址（MODBUS 协议时），其它协议时只上传第一个字节指定的数据
31	31	2		备用	

**注：寄存器为 16 位整型数，每个寄存器占用两个字节**

✧ **设备地址：**传感器识别的唯一标识，16 位整数，取值范围为 0x0000~0x00ff。



- ✧ **圈数**：传感器加电后，在非空闲状态下以 200Hz 的频率进行采样，当发现**相邻**两个采样值发生 **0 度前后的变化**时即认为过圈发生。软件判断过圈的正确性与采样频率及传感器转动速度有直接关系，只能作为参考使用，不代表绝对的圈数。在采样频率相对固定的情况下，某一速度的角度转速决定了过圈计算的可靠度，使用此功能时请根据实际的角度位移速率及设置相当的采集时间间隔，设置最好的参数组合。
- ✧ **错误提示**：当内部进行角度采集时若发生错误则此寄存器变为非 0 的数据。用户可通过软件对此寄存器进行监视。此寄存器不会自动清 0，需要由用户写修改指令进行复位（一般是写为 0x0000）。
- ✧ **相限角度校准系数**：可以分别对每个角度相限设置不同的校正参数，此参数需由标定实验得出，出厂时默认为 0。校正公式为：

$$\text{校正结果值} = \text{原始值} + \text{原始值} * \text{校正系数}$$

- ✧ **采集间隔**：内部角度采样转换频率参数，以 10ms 为基本单位。

$$\text{每两次采样的时间间隔} = \text{此值} * 10\text{ms}$$

**平差角度值采集频率**：实际角度采样的 1/8

**温度采样频率**：实际角度采样的 1/16

- ✧ **滤波方法**：可选择 4 种方法对原始采样数据进行滤波
  - 1：中值滤波法
  - 2：算术平均滤波法
  - 3：中位值平均滤波法（又称防脉冲干扰平均滤波法）
  - 4：加权递推平均滤波法
- ✧ **核心电压**：传感器主控制微处理器内部电压，正常为 2.2V
- ✧ **核心温度**：传感器主控制微处理器内部电压，正常为 <50
- ✧ **关键角度**：可设置多个角度值保存，用于当传感器到达此角度时主动上传一次数据。
- ✧ **关键角度值误差**：当采样发现角度值与所设置的关键角度绝对值相差多少时即当作关键角度值来处理。
- ✧ **通讯波特率**：理论支持 4800~256000 bps，但由于寄存器数据位数限制（0~65535），最大可设置为 57600。
- ✧ **自动上传间隔**：可通过设置寄存器状态位的对应功能位来开启自动上传功能，上传间隔为自上一条数据发送的最后一位到下一条数据的第一位之间的空闲时间，单位为 ms

- ✧ **自动上传的数据起止地址**：在 MODBUS 的功能 03 协议定义中，每次读取的寄存器是一个连续的地址段的数据，故需要知道要读取的开始地址及结束地址值。而在我们自定义的简单协议中因为每次只读取一个寄存器的数据，故只需一个数据即可。此寄存器的高字节为开始地址，低字节为结束地址，简单协议中低字节没有作用。

表 2：状态位定义（寄存器地址 28）

起始位	终止位	长度	取值	功能描述	备注说明
BIT15	BIT15	1	0/1	参数复位	
BIT14	BIT14	1	0/1	上报反馈信息	如进行参数设置时是否成功/ 命令帧格式错误/传感器内部 错误等信息内容
BIT13	BIT13	1	0/1	是否串口传输时唤醒	只读
BIT12	BIT12	1	0/1	是否自动上传数据	
BIT11	BIT11	1	0/1	上传数据协议类型	MODBUS/简单协议
BIT10	BIT10	1	0/1		
BIT9	BIT9	1	0/1	关键值时上传	
BIT8	BIT8	1	0/1	是否启用软件过圈判断	
BIT7	BIT7	1	0/1	自动进入低功耗	
BIT6	BIT6	1	0/1	强制进入低功耗状态	
BIT5	BIT5	1	0/1	是否温度平差	
BIT4	BIT4	1	0/1	是否电压平差	
BIT3	BIT3	1	0/1	平差温度选择	
BIT2	BIT2	1	0/1	平差电压选择	
BIT1	BIT1	1	0/1	是否滤波	
BIT0	BIT0	1	0/1	是否平差	

寄存器地址 29 未使用，作为以后的功能扩展

- ✧ **参数复位**：通过向此位写 1 对所有寄存器进行出厂恢复。恢复后会自动重启传感器。
- ✧ **反馈信息**：1：上传版本号及其它错误信息；0：除正常数据外不上传任何信息
- ✧ **串口传输时唤醒**：此为只读位，不可由用户更改，在传感器空闲模式下，串口的任何数据传输都会将期唤醒。
- ✧ **自动上传数据**：1：自动上传数据，上传的频率与寄存器 27 有关；0：不主动上传数据，必须由主机向传感器发送读取指令方可返回数据。
- ✧ **上传数据协议类型**：当自动上传数据位有效时起作用。1：简单协议类型，发送寄存器 30 指定的寄存器数据；2：MODBUS 协议，发送寄存器 30 指定的起止寄存器范围内的连续数据。
- ✧ **关键值时上传**：当采样角度值与寄存器 22~25 保存的角度值相等时是否主动上传数据。
- ✧ **自动进入低功耗**：1：当用户无操作时自动进入空闲模式，以节省电能；0：正常工作模式。空闲模式时，不进行自动上传数据，不进行数据采样。
- ✧ **强制进入低功耗状态**：向此位写 1 后，传感器立即进入低功耗状态，直到复位或串口传输发生。

举例：

状态寄存器的修改不能只修改某一位，而要整个寄存器一次全部写入，所以，当要设置某一个状态位时应先计算出整个寄存器的整体表示数值，再将整个寄存器全部更新，如要实现传感器的数据自动上传，并以 MODBUS 协议形式上传，则应发送的寄存器数值为：

假设此寄存器的当前值为 0x2082

当前值用二进制表示为：0010 0000 1000 0010

自动上传状态位为 BIT12，自动上传时使用的通讯协议对应位为 BIT11，在当前值的基础上将 BIT11、BIT12 改为 1，则结果为：0011 1000 1000 0010，即 0x3882

发送指令，将寄存器 28 写入 0x3882 即可

即发送指令 AA BB 设备号 9C 38 82 校验和 即可完成修改，或直接以标准 MODBUS 协议进行修改。

出厂参数

表 3：寄存器出厂状态

起始地址	终止地址	长度	值	功能描述	备注说明
0	0	2	0x0001	设备地址	
1	1	2	0x0000		
2	2	2		原始角度值	
3	3	2	0x0000		
4	4	2		平差/滤波后的角度	见附表 1
5	5	2	0x0000	错误信息	
6	6	2	0x00A0	数据采集时间间隔	实际间隔=此值*10ms
7	8	4			
9	9	2	0x0000	第 1 相限角度校准系数	
10	10	2	0x0000	第 2 相限角度校准系数	
11	11	2	0x0000	第 3 相限角度校准系数	
12	12	2	0x0000	第 4 相限角度校准系数	
13	13	2	0x0000	关键角度值误差	/100=角度值
14	16	6		保留	
17	17	2	0x0001	滤波方法	中值滤波法
18	18	2		输入电压	
19	19	2		核心电压	
20	20	2		内部温度	
21	21	2		核心温度	

22	22	2	0x0000	关键角度 1	
23	23	2	0x0000	关键角度 2	
24	24	2	0x0000	关键角度 3	
25	25	2	0x0000	关键角度 4	
26	26	2	9600	通讯波特率	
27	27	2	0x03E8	自动上传间隔	10 ( 即 10*10ms=100ms )
28	29	4	0x20820000	开关/状态	详见表 4
30	30	2	0x001F	自动上传的数据起止地址	
31	31	2		备用	

表 4：状态位出厂默认值

起始位	终止位	长度	值	功能描述	备注说明
BIT15	BIT15	1	0	参数复位	写 1 复位参数，读取总是 0
BIT14	BIT14	1	0	上报反馈信息	
BIT13	BIT13	1	1	是否串口传输时唤醒	只读
BIT12	BIT12	1	0	是否自动上传数据	
BIT11	BIT11	1	0	上传数据协议类型	简单协议
BIT10	BIT10	1	0	未定义	
BIT9	BIT9	1	0	关键值时上传	
BIT8	BIT8	1	0	是否启用软件过圈判断	
BIT7	BIT7	1	1	自动进入低功耗	
BIT6	BIT6	1	0	强制进入低功耗状态	
BIT5	BIT5	1	0	是否温度平差	

BIT4	BIT4	1	0	是否电压平差	
BIT3	BIT3	1	0	平差温度选择	
BIT2	BIT2	1	0	平差电压选择	
BIT1	BIT1	1	1	是否滤波	
BIT0	BIT0	1	0	是否平差	

## 参数复位

---

可通过两种方式实现将上述所有参数恢复为出厂设置

1. 在正常工作状态下修改寄存器 28 的 BIT15 为 1。
2. 在传感器加电后 200ms 内发送指令修改寄存器的值。此方法适用于由于参数设置错误而导致不能正常工作时使用。

## 使用注意事项

---

- ◆ 在设置参数未完成时断开传感器电源将直接导致参数错误，严重时造成传感器不能使用。
- ◆ 尽量使用平稳的电源给传感器供电，必要时（如反复复位）并联 220uF 电容。
- ◆ 通讯数字接口应在传感器上电前连接好，连接前主机不要发送指令，待所有连接完成后方可给传感器供电，最后主机开始发送读取指令读取。
- ◆ 传感器接收指令帧为中断形式，当一个字节接收后超过约 100ms 再没有收到新字节时即认为指令帧接收完毕，为保险起见上位机两条读取或设置指令之间时间间隔应大于 150ms。
- ◆ 过高的指令发送频率会影响传感器数据采样速度，建议在能满足使用要求情况下尽量降低指令发送频率。
- ◆ 过小的自动上传时间间隔可能导致对上位机的其它指令部分或全部失效，建议此值设置为>100ms。
- ◆ 寄存器写操作重复次数为约 10000 次，过多的修改参数操作会减少传感器的使用寿命。

- ◆ 远距离传输时应在两根数据线间进行阻抗匹配（限 RS485 传输类型，一般为 120 欧姆）。

## 指令举例-简单协议

---

读取角度：AA BB 设备地址或 0xFF 02 校验和

读取温度：AA BB 设备地址或 0xFF 15 校验和

读取电压：AA BB 设备地址或 0xFF 13 校验和

设置传感器地址：AA BB 设备地址或 0xFF 00 新地址值 2 字节 校验和

## 常见问题问答

---

问：忘记了修改后的设备地址该怎么办？

答：可以使用简单通讯协议里的通用地址对设备 0~31 任意地址进行读取操作，返回数据帧内即包含了当前设备地址。

举例：

发送	AA BB FF 02 66	
接收	AA BB 02 97 F2 F0	02 即为设备当前地址

问：通用设备地址使用时应注意什么？

答：一定要一对一使用，一主多从时使用通用设备地址指令时整个系统会崩溃。

问：怎样才能延长设备的使用寿命

答：电子设备的平均加电使用寿命为 4 万小时左右，在使用本设备过程中需注意以下几点

1. 在满足使用要求的条件下尽量降低设备内部的数据采集频率。
2. 在不使用情况下不要长期接通电源。

3. 设备内部参数较多，请认真阅读设备使用说明书，避免参数设置不当造成设备频繁自动擦写内部 flash。也不要过多的手动（或通过用户自编程序）反复修改参数。在尽可能条件下使用上位机软件对参数进行管理。

4. 使用输出平稳的电源对设备进行供电，不能过高也不能过低。

问：进行参数修改后通讯不正常，无法读取数据了，还有别的方法修改参数吗？

答：在设备上电 200ms 内以 9600bps 通讯速率发送参数修改指令即可。

问：设备加电后对任何指令都没响应

答：请按照下面列出的次序尝试

1. 上电 200ms 内以 9600bps 发送参数复位指令。

2. 在加电情况下用万用表测量白色数据线与黑色（或黄色）线之间的电压，若为间隔 3 秒的高低变换电平信号则应使用固件更新程序更新用户程序。

3. 以上两种方法都不能解决问题时请与购买设备时的销售工程师取得联系协助解决。

问：RS485 通讯一主多从结构使用设备时，从设备最多可连接多少个？

答：从设备的连接数量根据设备使用芯片不同而不同，您目前使用的设备支持不低于 32 台设备连接。

问：多设备中若有地址相同的设备会出现什么情况？

答：当访问该设备时会出现多个设备同时返回数据的情况，接收数据混乱或收不到数据。若多台设备同时发送数据有可能造成设备的永久损坏，所以在设备进行组网前就仔细核对每个设备的地址，不能出现重复现象。

问：远程传输时，总线上的匹配电阻应如何接，如何取值？

答：通常在通讯距离超过 300 米时需要在总线首末端连接（两信号之间并联）相同阻值的电阻以消除信号反射，阻值的大小与您所使用总线的特征阻抗相等，请在购买数据总线时询问经销商。

另一种方法是在首末端连接 50~500 欧姆的可调电阻，在调节阻值同时用示波器观察信号波形，当波形为规整的矩形时的阻值即为最佳匹配电阻值，再用固定阻值的电阻代替可变电阻器。

问：读取角度值时返回的总是 35999



答：内部元件损坏，请返厂。

问：没有使用的电线应如何处理，要接一个固定的电压吗？

答：用户一般只使用电源及信号 4 根线，不使用的悬空（什么也不接）。如果在上电时白色线与 GND 连接，则会删除用户程序，等待下载新程序。若此次没有下载成功则在下次加电后设备因找不到用户程序而不能工作。

问：你们的设备可以与其它 485 设备一起组网使用吗？

答：可以，主机与某个设备的指令交互不能与另外设备完全重复，即不可以同时让两台或以上设备同时返回数据。