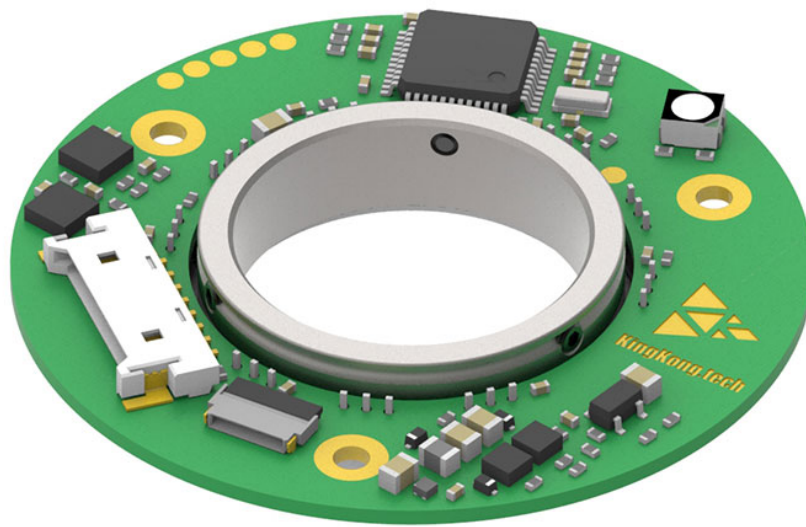


MBS (PCB 型) 系列编码器数据手册 v2.3



MBS (PCB 型) 系列编码器为超薄绝对值编码器，拥有多种输出格式且具有强抗电磁干扰能力，多种尺寸供选择，适合于输出精度高、空间紧密的应用场景。

该编码器由磁电技术驱动，且拥有独特的干扰屏蔽技术，编码器内部拥有多个高精度霍尔传感器测量转子磁环的磁场变化情况，并且拥有金钢科技提供的精密标定技术成形，每个产品出厂都拥有独一无二的磁场标定数据，提供最佳的测量精度。

独特的动、静件公差配合安装技术在简化用户安装的同时，也为测量精度保驾护航。

分离式的磁电方案拥有更强的环境承受力，如振动、灰尘、油污等，且可以运转于超高速情况中，均不会影响编码器精度与工作寿命。

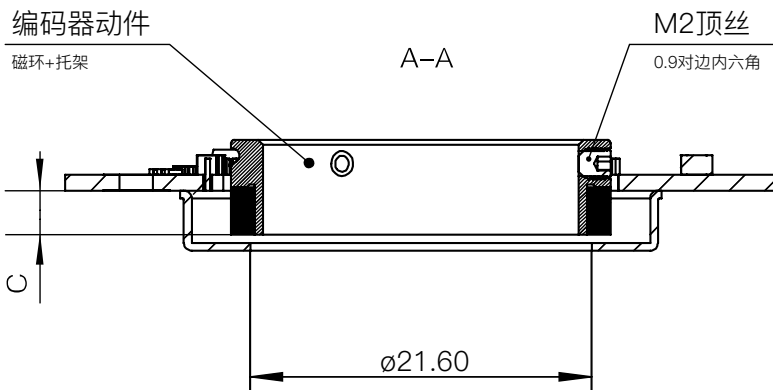
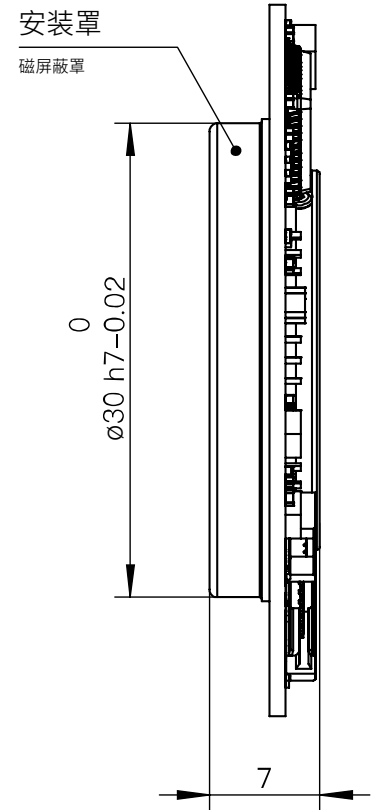
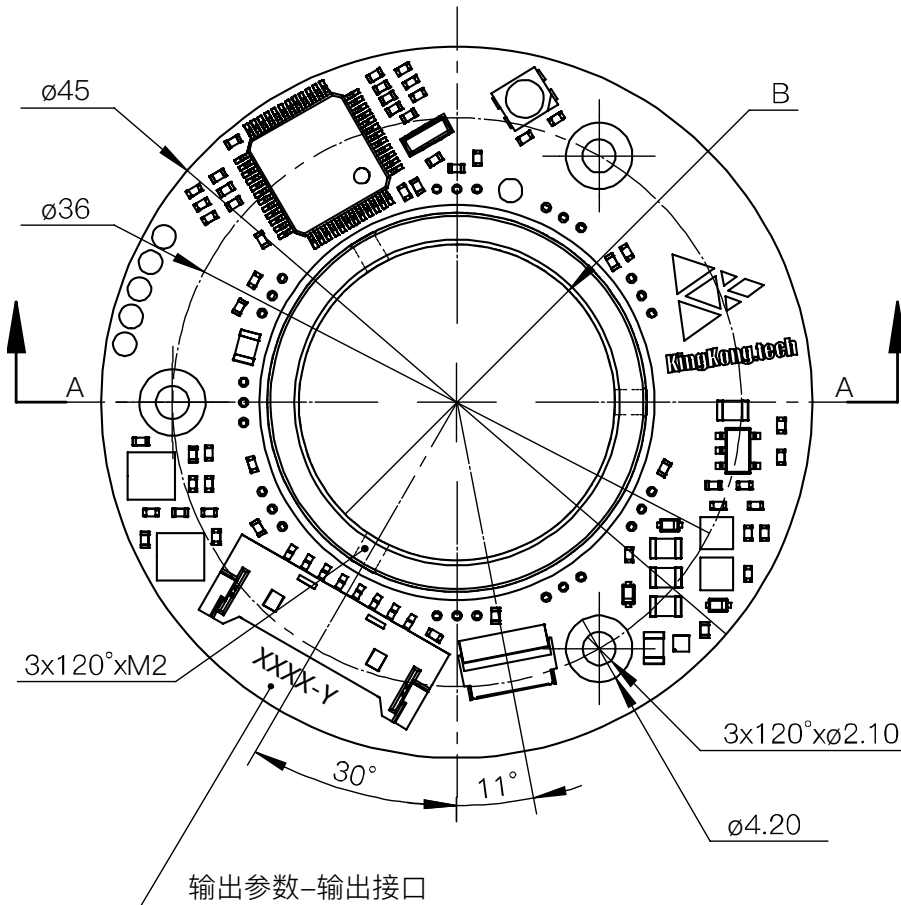
独有的磁屏蔽技术，在较强电磁干扰环境中，编码器可以正常工作且高精度输出。

超薄紧密的中空结构，更方便在各种应用场景中嵌入。

- 超薄结构 (7 mm)
- 绝对值输出
- 14 ~ 17 位
- 动、静件公差配合安装技术
- 磁干扰屏蔽技术
- 中空不限制安装位置
- 最高速度 > 20,000 rpm
- 唯一数据标定成形
- 多圈电池模式
- 多种输出接口
- 各种环境干扰抗性

尺寸

单位: mm (毫米)



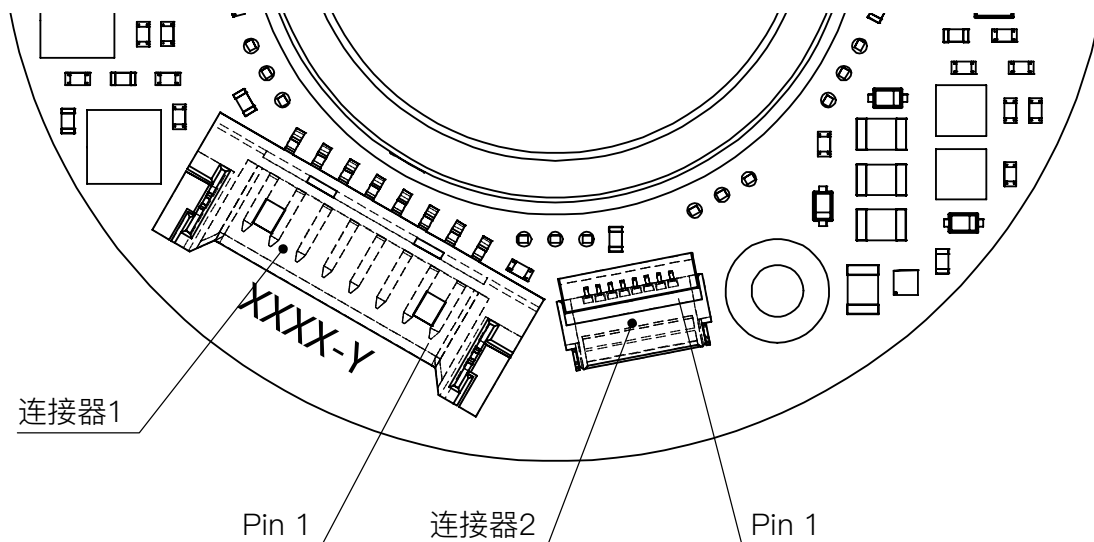
中空孔可选尺寸为:

B (H7)
8
10
12
15
18

使用编码器本体上安装罩（磁屏蔽罩）的外径配合公差来定位编码器本体的圆心，同时编码器动件通过内径配合公差与被测轴同心安装，这两个操作保证了编码器动、静件的同心度，从而基本消除安装误差，最大程度地还原出厂标定时的数据精度。

编码器动件位于编码器本体径向内部，安装时由轴向方向装入，通过径向外侧的顶丝上紧。编码器动件底面与编码器本体的安装罩距离小于 1mm 时，编码器均可正常工作。为了达到最高的测量精度，编码器动件应使用轴肩进行轴向定位，该轴肩与编码器静件的安装面距离为 C（如图所示，编码器出厂时，在 C 为 2.8mm 距离数值的工装上进行标定），在安装使用时，C 为 2.8mm 情况下编码器可最大程度地还原出厂标定时的数据精度。

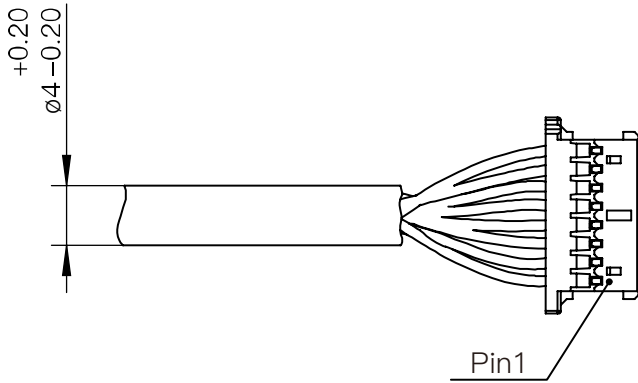
电气连接



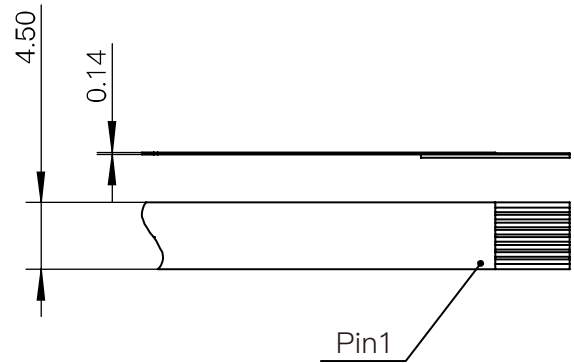
连接器

	连接器 1	连接器 2
型号	MOLEX 53780-0870	FH34SRJ-8S-0.5SH
种类	板对线型	FPC 双面型
连接线	2x4P 双绞线，外径≈4.0mm	8P 0.5mm FPC
使用场景	出线较远时，如同服电机等	空间狭小、驱动电路叠于板上或距离极近

连接线



与连接器 1 配合



与连接器 2 配合

引脚

引脚	颜色	SSI	BISS-C	RS422	RS485	T485	HTL (推挽)	Line Drive (长线驱动)
1	红	+5V						
2	黑	0V (GND)						
3	绿	Clock +	MA +	RX +	A	A	A	A +
4	绿黑	Clock -	MA -	RX -	B	B	-	A -
5	黄	Data +	SLO +	TX +	-	-	B	B +
6	黄黑	Data -	SLO -	TX -	-	-	-	B -
7	白	电池 +	电池 +	电池 +	电池 +	电池 +	Z	Z +
8	白黑	电池 -	电池 -	电池 -	电池 -	电池 -	-	Z -

* 电池+/-仅出现在电池多圈 (BM) 版本中

* 电池-于编码器内部与 GND 相连

* 屏蔽层在驱动端建议接地

型号

MBS-06-A-16-S-N-A-M

内径：

- 06 — 6mm
- 08 — 8mm
- 10 — 10mm
- 12 — 12mm
- 15 — 15mm
- 18 — 18mm

输出种类：

- A — 绝对值
- I — 增量方波

输出参数：

- 14 — 14 位
- 15 — 15 位
- 16 — 16 位
- 17 — 17 位
- 14M — 14 位多圈
- 15M — 15 位多圈
- 16M — 16 位多圈
- 17M — 17 位多圈
- 14BM — 14 位电池多圈
- 15BM — 15 位电池多圈
- 16BM — 16 位电池多圈
- 17BM — 17 位电池多圈
- XXXX — 增量线数

附加：

- 无 — 无附加
- 波特率 — 接口为 R、A 时

工作温度：

- A — -40 ~ 85 °C

输入电压：

- N — 5V

输出接口（绝对值）：

- S — SSI⁽¹⁾
- B — BISS-C
- R — RS485
- A — RS422
- T — T485

输出接口（增量）：

- H — HTL
- L — Line Drive

(1) SSI 接口无 CRC 校验，建议使用相同硬件的 BISS-C 代替以提高可靠性

参数规格

系统参数

安装方式	轴向中空
精度	$\pm 0.05^\circ$
温漂	$\pm 0.01^\circ / 3^\circ\text{C}$

电气参数

电源	4.5 ~ 5.5 V
电池	2.7 ~ 3.6 V
启动时间	15 ms
连接方式	连接器 (MOLEX 53780)、焊盘焊线
电流	$\approx 60\text{ mA}$
低功耗电流	$\approx 35\ \mu\text{A}$ (电池电压 3.6V, 于 6000 rpm 低功耗检测模式下, 详见 电池参数)
静电保护	HBM, max. $\pm 2\text{ kV}$ CDM, max. $\pm 1\text{ kV}$

机械参数

壳体	不锈钢
中空轴	不锈钢

环境参数

工作温度	$-40 \sim 85^\circ\text{C}$ / $-40 \sim 105^\circ\text{C}$ / $-40 \sim 125^\circ\text{C}$
------	---

参数详解

最大转速

采取非接触式结构，转子与定子间无摩擦存在，最大转速可以极高，更高转速应用环境。

环境干扰

磁编码器的测量原理可以使得其对振动拥有一定的抗性，并且不会对编码器本体造成致命性的损伤，其对油污、灰尘等非导磁性物体，均拥有强抗干扰能力，不会对测量造成影响。

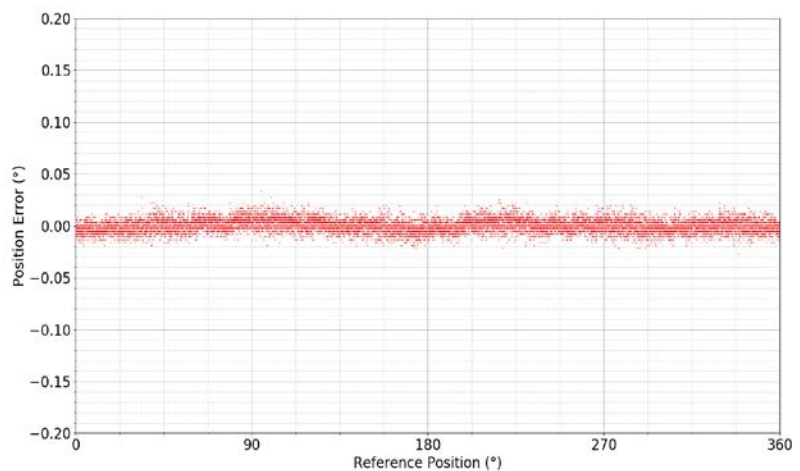
外部磁场干扰

MBS 编码器拥有独特的抗电磁干扰技术，电磁屏蔽壳可以对由环境（如电机）中传播过来的电磁干扰进行屏蔽，且磁环的磁场强度一般远高于外界的磁场干扰，两者配合可以稳定地抵抗外部干扰。

精度

在加工过程中，磁环的充磁过程拥有一致性低的问题。而金钢科技每个编码器均经过出厂标定，其内部拥有组合中对应磁环的唯一数据信息。

图为典型的标定后编码器精度报告。



安装

用户在使用时，通过动、静件的配合公差，可以极方便地实现无偏差安装，且几乎完全还原出厂标定时动、静件的相对安装位置，从而保证在使用过程中达到最佳的测量精度。同时，动、静件的配合公差也保证了在振动或其它情况下编码器输出精度的可靠性。

绝对值系列

输出格式

单圈

输出角度数据

多圈

输出圈数与角度数据

断电后无法保持圈数，再次上电后圈数重新从零计数

电池多圈

输出圈数与角度数据

断电后使用电池供电，编码器进入低功耗模式，此时仍可对电机的转动进行测量，再次上电后仍可读出有效圈数

绝对值参数

单圈位数 14 ~ 17 bit

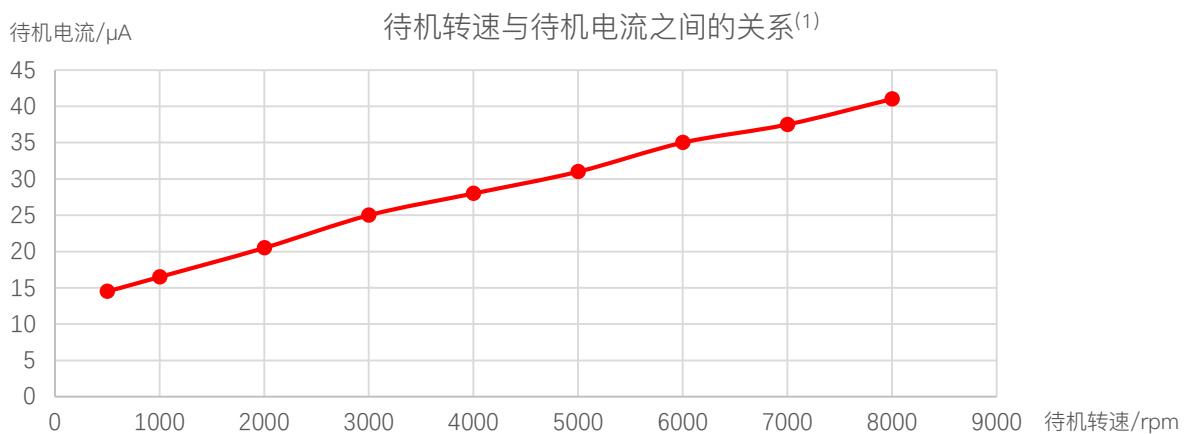
最大转速 > 20,000 rpm

更新频率 27 kHz

重复精度 0 ~ ±1 bit (根据位数选择变化)

输出接口 SSI、BISS-C、RS485、RS422、T485

电池参数



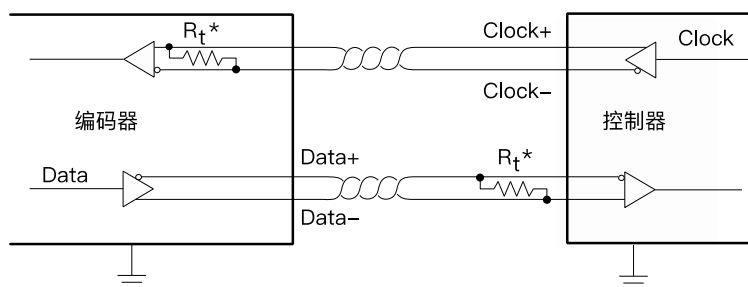
(1) 电池电压 3.6V 于 25 °C 时测量

电池待机时间计算：
$$\frac{\text{电池容量(mAh)} \times 1000}{\text{待机电流}(\mu\text{A}) \times 24 \times 365} = \text{待机时间(年)}$$

待机转速请根据实际需求选择，以达到更长的电池寿命与待机时间，默认出货 6000 rpm，该选项请联系厂家。

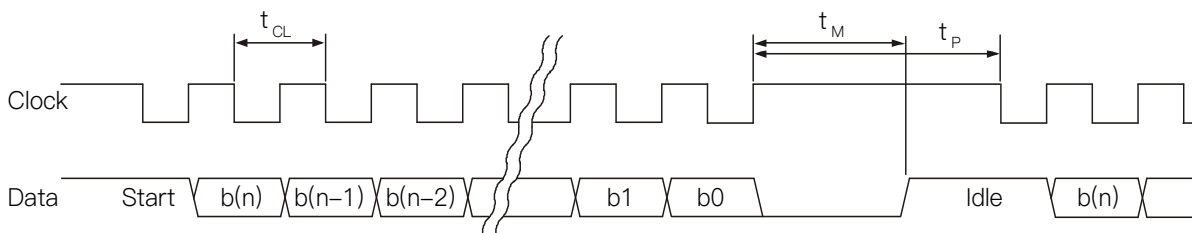
SSI 接口

电气连接图：



该接口使用四线制，分别为 Clock 正反相与 Data 正反相。且 Clock 的终端电阻已经被集成进了编码器内部，用户需在控制器侧 Data 端接终端电阻或其它阻抗匹配方案。

时序图：



该协议使用 Clock 来同步获取时钟序列，当第一个下降沿到来时，系统则会锁存当前的数据，以及从 MSB 开始于每一个 Clock 的上升沿写入数据至 Data 线，而在控制器端，则会在 Clock 的下降沿来读取 Data 线上的数据，往复至到 LSB 被控制器读取到。

传输完成后当 t_M 传输时间结束后，Data 线会处理高电平，Clock 信号必须保持高电平状态直到下一次读取被允许，也就是 t_P 时间后。 t_{CL} 必须小于 t_M ，而且在任意读取操作进行时，都可以使时间超过 t_M 从而终断读取。



时序相关:

参数	符号	最小值	典型值	最大值
时钟频率	t_{CL}	400 ns		14 μ s
时钟频率	t_{CL}	110 kHz		2.5 MHz
传输超时	t_M		10 μ s	
暂停时间	t_P	20 μ s		

数据格式:

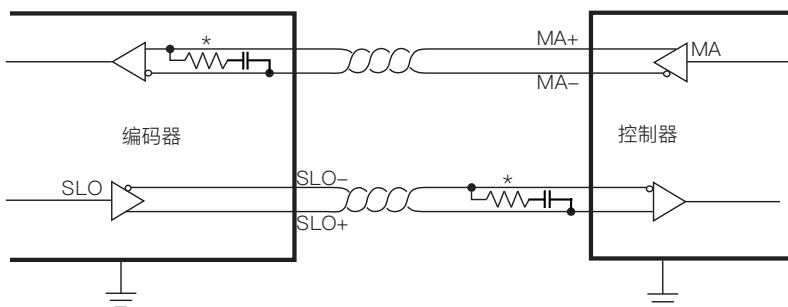
位	b(23 + X) : b(8 + X)	b(7 + X) : b8	b7	b6	b5 : b0
长度	16 bits	X bits	1bit	1bit	6 bits
数据	多圈计数 ⁽¹⁾	单圈角度	错误位	警告位	状态位

(1) 多圈计数仅存在于多圈、电池多圈版本

状态位的具体描述, 请参见后文[状态位](#)章节。

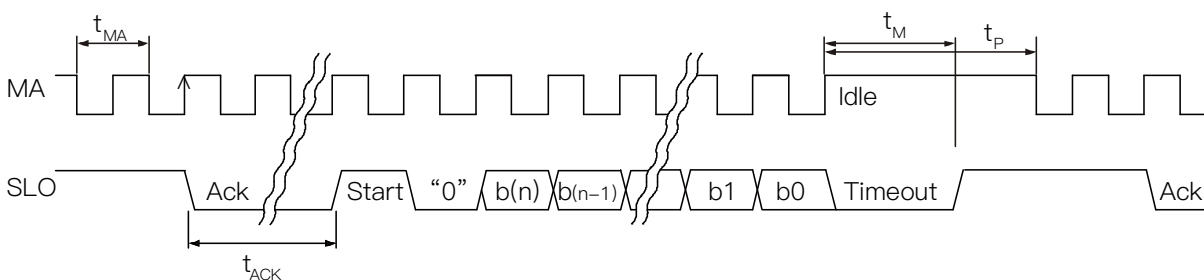
BISS-C 接口

BiSS-C 电气连接图：



该接口使用四线制，分别为 MA 正反向与 SLO 正反向。且 MA 的终端电阻已经被集成进了编码器内部，用户需在控制器侧 SLO 端接终端电阻或其它阻抗匹配方案。

时序图：



该协议使用 MA 来同步获取时钟序列，MA 线空闲时为高电平，当第一个下降沿到来时，系统则会锁存当前的数据，通信将于第一个下降沿开始，编码器将会于第二个 MA 上升沿时配置 SLO 为低电平，从“0”后 MSB 开始于每一个 MA 的上升沿写入数据至 SLO 线，而在控制器端，则会在 MA 的下降沿来读取 SLO 线上的数据，往复至到 LSB 被控制器读取到。

时序参数：

参数	符号	最小值	典型值	最大值
时钟频率	t_{MA}	400 ns		14 μ s
时钟频率	f	120 kHz		2.5 MHz ⁽¹⁾
ACK 长度	t_{ACK}		5 bits	
传输超时	t_M		10 μ s	
暂停时间	t_P	20 μ s		

(1) 用户如果拥有相位补偿技术来补偿差分转换之间的延时，频率则最高可达 10MHz

传输完成后当 t_M 传输时间结束后，SLO 线会处理高电平，MA 信号必须保持高电平状态直到下一次读取被允许，也就是 t_P 时间后。 t_{CL} 必须小于 t_M ，而且在任意读取操作进行时，都可以使时间超过 t_M 从而终断读取。

数据格式：

位	b(29 + X) : b(14 + X)	b(13 + X) : b14	b13	b12	b11 : b6	b5 : b0
长度	16 bits	X bits	1bit	1bit	6 bits	6 bits
数据	多圈计数 ⁽¹⁾	单圈角度	错误位	警告位	状态位	CRC ⁽²⁾

(1) 多圈计数仅存在于多圈、电池多圈版本

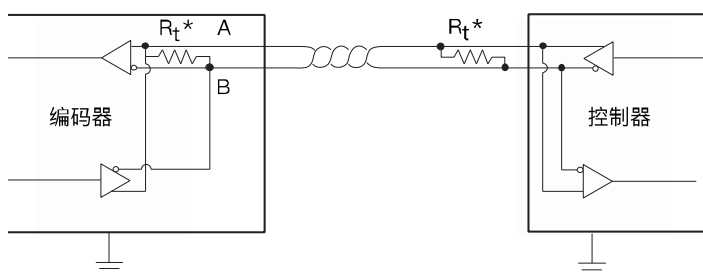
(2) CRC 多项式为 $x^6 + x^1 + 1$ (即 0x43)，根据 BISS-C 协议要求，计算出的 CRC 会取反后再发送。附录 [CRC-6 计算](#) 给出了可直接移植的计算代码，方便参考。

状态位的具体描述，请参见后文[状态位](#)章节。

BISS-C 协议的以往版本请查看[数据手册 v1.1](#)。

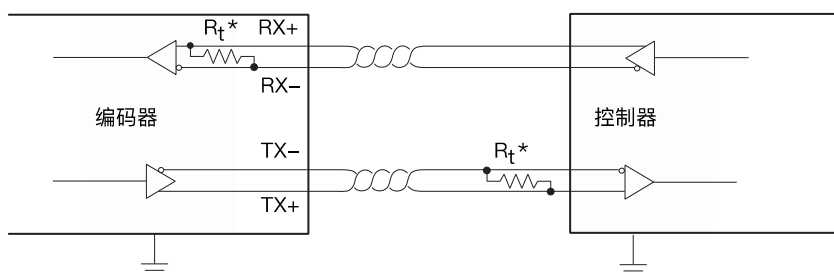
RS485/RS422 接口

RS485 电气连接图：



该接口为二线制，其主要是差分的 A、B 相，两根线的终端都需要来并接终端电阻，编码器端的终端电阻已经集成进了编码器内部，用户需在控制器侧 A、B 接终端电阻或其它阻抗匹配方案。

RS422 电气连接图：



该接口使用四线制，分别为 TX 差分输出与 RX 的差分输入。且 RX 的终端电阻已经被集成进了编码器内部，用户需在控制器侧 RX 端接终端电阻或其它阻抗匹配方案。

RS485 与 RS422 的底层协议均为 UART，由于该协议没有时钟线，所以编码器与控制器必须工作在约定好的相同频率、数据格式下，才能完成数据的传输。

协议配置：

字符长度	奇偶校验	停止位	流控制	字节顺序
8 bit	无	1	无	LSB 优先

支持的波特率（若未在附加中标出，默认及推荐 B）：

代号	A	B
波特率 (Mbps)	0.1152	2.5

交互配置指令：

命令“0” (0x30) 设置编码器零位⁽³⁾

返回 1 byte 设置计数值
 1 byte CRC-8 校验

命令“1” (0x31) 获取位置数据

返回 2 bytes 多圈计数⁽¹⁾，MSB
 n bytes 单圈角度⁽²⁾，MSB
 1 byte CRC-8 校验

命令“d” (0x64) 获取位置数据+状态信息

返回 2 bytes 多圈计数⁽¹⁾，MSB
 n bytes 单圈角度⁽²⁾，MSB
 1 byte 状态信息
 1 byte CRC-8 校验

命令“s” (0x73) 获取位置数据 + 速度信息

返回 2 bytes 多圈计数⁽¹⁾，MSB
 n bytes 单圈角度⁽²⁾，MSB
 2 bytes 速度信息（该值等于 round/second * 10），signed，MSB
 1 byte CRC-8 校验

命令“t” (0x74) 获取位置数据 + 温度信息⁽⁴⁾

返回 2 bytes 多圈计数⁽¹⁾，MSB
 n bytes 单圈角度⁽²⁾，MSB
 2 bytes 温度信息（该值等于°C * 10），signed，MSB
 1 byte CRC-8 校验⁽⁵⁾

(1) 多圈计数仅存在于多圈、电池多圈版本

(2) 当单圈位数 ≤ 16 bit 时为 2 Byte，16 bit < 单圈位数 ≤ 24 bit 时为 3 Byte

(3) 设置零位需连续间隔发送命令“1”、发送命令“0”共 10 次，方能设置成功；当命令“0”返回计数值为 10 时，触发设置零位，该过程耗时 40ms，此期间编码器不会响应任何命令

(4) 温度信息为芯片的结温

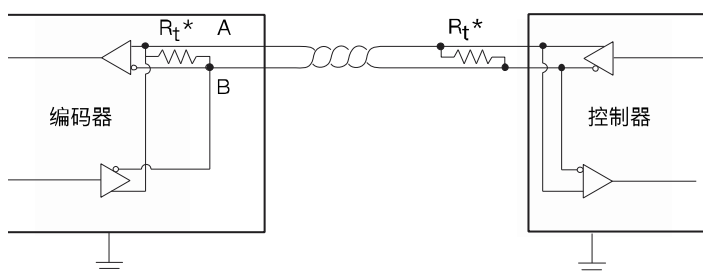
(5) CRC 字节（CRC 多项式为 $x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+1$ ，计算方法见附录 [CRC-8 表\(\$x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+1\$ \)](#))

状态位的具体描述，请参见后文[状态位](#)章节。

T485 接口

*本接口兼容多摩川协议

RS485 电气连接图：



该接口为二线制，其主要是差分的 A、B 相，两根线的终端都需要来并接终端电阻，编码器端的终端电阻已经集成进了编码器内部，用户需在控制器侧端接终端电阻或其它阻抗匹配方案。

T485 底层基于 RS485，拥有一定的通信协议。该接口接收 1Byte 的操作请求，根据请求数据返回对应的编码器数据，并在数据尾加上 CRC-8 以做校验。

协议配置：

字符长度	奇偶校验	停止位	流控制	字节顺序
8 bit	无	1	无	LSB 优先

操作请求数据：

数据位	b7 ~ b3	b2	b1	b0
数据内容	操作类型	0	1	0

返回数据：

字节	B0	B1	B(2 ~ n)	B(n + 1)
数据内容	操作请求 ⁽¹⁾	状态	返回数据	CRC ⁽²⁾

(1) 返回的操作请求与发送的操作请求相同

(2) CRC 字节 (CRC 多项式为 $x^8 + 1$ ，计算方法见附录 [CRC-8 计算](#))

B1，状态格式：

数据位	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
数据内容	0	通信错误	编码器错误	0	0	0	0	0

B(2 ~ n)，操作类型与对应返回数据（A 为角度，M 为多圈，E 为错误）：

操作类型					介绍	n	返回数据							
b7	b6	b5	b4	b3			B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
0	0	0	0	0	获取角度	4	A0	A1	A2					
1	0	0	0	1	获取多圈	4	M0	M1	M2					
0	0	0	1	1	获取所有	9	A0	A1	A2	17	M0	M1	M2	E
1	1	0	0	0	重置角度 ⁽³⁾	4	A0	A1	A2					
0	1	1	0	0	重置多圈 ⁽⁴⁾	4	A0	A1	A2					

(1) An、Mn 为左对齐，即若 A 为 17 位数据，则 A2 的高 7 位为 0

(2) 当操作类型未出现于 B (2 ~ n) 的表中，会触发通信错误，其返回数据与获取角度的返回数据相同

(3) 重置角度需连续发送 10 次方能生效

(4) 重置多圈需连续发送 10 次方能生效

E，错误位（参考[状态位](#)章节，T485 中仅提示错误异常）：

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
电池中断	电池低压	0	温度异常	0	磁场过强	磁场过弱	速度过高

与 LED 相关的指示，请参考[状态位](#)章节。

状态位

在 SSI/BISS-C/RS485/RS422 协议里，其使用的状态位是一致的，当有警示或错误发生时，输出中的警告位或错误位置位，然后通过状态位明确了解当前的置位原因。

错误/警告位于各接口中的位置：

	错误位	警告位
SSI	b7	b6
BISS-C	b13	b12
RS485/RS422	b7	b6

状态位：

位置	仅存在于电池多圈版本中		b3	b2	b1	b0
	b5	b4				
描述	电池中断	电池低压	磁场过强	磁场过弱	温度超出范围	速度过高
LED 闪烁	有	有	无	无	无	无

当警告位为 1 时，数据仍有效，此时 LED 状态灯为黄色，但是状态位中的部分参数已接近极限值，可通过状态位查看；当错误位为 1 时，数据已无效，此时 LED 状态灯为红色，可通过状态位查看具体情况；正常工作时，LED 状态灯为绿色。

LED 闪烁会以 1s 为周期亮、灭来提示用户相应的错误/警告问题的发生。

电池相关状态位：

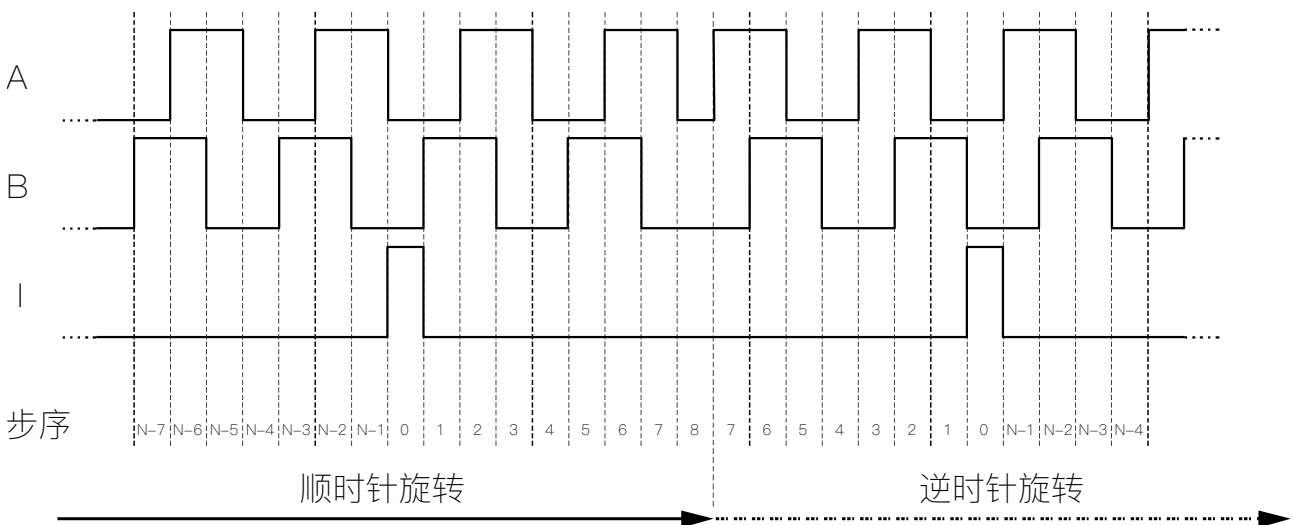
	b5	b4
	电池中断	电池低压
警告位为 1	-	电池电压低于 2.9V
错误位为 1	编码器断电期间电池断开或电压过低，导致多圈计数中断，从而多圈数据不可信，出现该错误则多圈清零	电池电压低于 2.7V
解决	检查电池安装、电压，重新上电编码器则清零	替换编码器电池

增量系列

线数

线数越高，则会使得编码器的最大速度被限制，且滞留也会随着线数的增高而变大。

输出波形图：

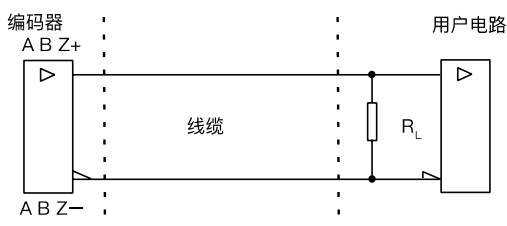


旧接口代替

在过去，有很多接口类型，如电压输出、PNP 集电极开漏、NPN 集电极开漏，而且这些接口不能相互兼容。随着 CMOS 工艺的发展，现有的推挽输出、长线差分输出均可以去替代老式接口并拥有更好的电气性能与稳定性。

推挽输出

电气接口图：



CMOS 工艺已经在各种电子产品里使用，当输出高电平时，会使 OUT 与 VSS 相连，当输出低电平时，会使 OUT 与 GND 相连，有强的驱动能力、极小功率消耗、和极快的频率响应。

推挽输出的电平与编码器输入的电压相同，而推挽有

- 单路推挽
- 差分推挽

对于单路推挽来说，建议在信号线末端对地并联 2 kΩ电阻以减小反射；对于差分推挽，在接收端每相的+/-线上并联一个电阻用以减小信号的反射，使得信号的驱动能力更强，频率可以更高，距离可以更远。

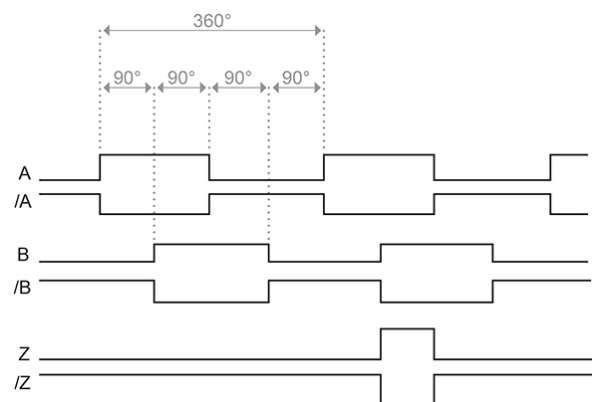
建议：

V_{supply}	R_L	I_{max}
5V	250 Ω	20mA
30V	1 kΩ	30mA

长线驱动

长线驱动即是使用 RS-422 进行差分的信号组，其与差分推挽不同之处在于，长线驱动的线上电压是被电气协议规定好的，而推挽差分则是高电平与电源相同。由于 RS-422 的电压低，变化更快，在长距离上 RS-422 更具有优势。而 RS-422 的端接电阻建议为 120Ω。

图右为差分信号的时序图。



附录

CRC-8 表($x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+1$)

```
//poly = x8+x7+x4+x2+x1+1
uint8_t crcTable [256] = {
    0x00, 0x97, 0xB9, 0x2E, 0xE5, 0x72, 0x5C, 0xCB, 0x5D, 0xCA, 0xE4, 0x73, 0xB8, 0x2F, 0x01, 0x96, 0xBA, 0x2D, 0x03, 0x94,
    0x5F, 0xC8, 0xE6, 0x71, 0xE7, 0x70, 0x5E, 0xC9, 0x02, 0x95, 0xBB, 0x2C, 0xE3, 0x74, 0x5A, 0xCD, 0x06, 0x91, 0xBF, 0x28, 0xBE,
    0x29, 0x07, 0x90, 0x5B, 0xCC, 0xE2, 0x75, 0x59, 0xCE, 0xE0, 0x77, 0xBC, 0x2B, 0x05, 0x92, 0x04, 0x93, 0xBD, 0x2A, 0xE1, 0x76,
    0x58, 0xCF, 0x51, 0xC6, 0xE8, 0x7F, 0xB4, 0x23, 0x0D, 0x9A, 0x0C, 0x9B, 0xB5, 0x22, 0xE9, 0x7E, 0x50, 0xC7, 0xEB, 0x7C, 0x52,
    0xC5, 0x0E, 0x99, 0xB7, 0x20, 0xB6, 0x21, 0x0F, 0x98, 0x53, 0xC4, 0xEA, 0x7D, 0xB2, 0x25, 0x0B, 0x9C, 0x57, 0xC0, 0xEE, 0x79,
    0xEF, 0x78, 0x56, 0xC1, 0x0A, 0x9D, 0xB3, 0x24, 0x08, 0x9F, 0xB1, 0x26, 0xED, 0x7A, 0x54, 0xC3, 0x55, 0xC2, 0xEC, 0x7B, 0xB0,
    0x27, 0x09, 0x9E, 0xA2, 0x35, 0x1B, 0x8C, 0x47, 0xD0, 0xFE, 0x69, 0xFF, 0x68, 0x46, 0xD1, 0x1A, 0x8D, 0xA3, 0x34, 0x18, 0x8F,
    0xA1, 0x36, 0xFD, 0x6A, 0x44, 0xD3, 0x45, 0xD2, 0xFC, 0x6B, 0xA0, 0x37, 0x19, 0x8E, 0x41, 0xD6, 0xF8, 0x6F, 0xA4, 0x33, 0x1D,
    0x8A, 0x1C, 0x8B, 0xA5, 0x32, 0xF9, 0x6E, 0x40, 0xD7, 0xFB, 0x6C, 0x42, 0xD5, 0x1E, 0x89, 0xA7, 0x30, 0xA6, 0x31, 0x1F, 0x88,
    0x43, 0xD4, 0xFA, 0x6D, 0xF3, 0x64, 0x4A, 0xDD, 0x16, 0x81, 0xAF, 0x38, 0xAE, 0x39, 0x17, 0x80, 0x4B, 0xDC, 0xF2, 0x65, 0x49,
    0xDE, 0xF0, 0x67, 0xAC, 0x3B, 0x15, 0x82, 0x14, 0x83, 0xAD, 0x3A, 0xF1, 0x66, 0x48, 0xDF, 0x10, 0x87, 0xA9, 0x3E, 0xF5, 0x62,
    0x4C, 0xDB, 0x4D, 0xDA, 0xF4, 0x63, 0xA8, 0x3F, 0x11, 0x86, 0xAA, 0x3D, 0x13, 0x84, 0x4F, 0xD8, 0xF6, 0x61, 0xF7, 0x60, 0x4E,
    0xD9, 0x12, 0x85, 0xAB, 0x3C
};

uint8_t calcCRC(uint8_t * buffer, uint8_t length){
    uint8_t temp = *buffer++;
    while(--length){
        temp = *buffer++ ^ crcTable[temp];
    }

    return crcTable[temp];
}
```

CRC-8 计算(x^8+1)

```
//poly = x8+1
//该多项式查表值与查表结果相同

uint8_t calcCRC(uint8_t * buffer, uint8_t length){
    uint8_t temp = *buffer++;
    while(--length){
        temp = *buffer++ ^ temp;
    }

    return temp;
}
```


使用说明：

本程序可应用于 ARM 系列 MCU，可为您通过编译器生成最快速度的 CRC-6 校验
仅需将 DATA_TOTAL_BIT_LENGTH 修改为对应型号的数值

如：17M 则为 47，16 则为 30

使用注意：

在调用时，对 buffer 使用了 32 位读指令，要求 buffer 为 4 字节对齐（如果未对齐，有的内核版本不支持；即使支持未对齐读数，内核也消耗了多余的拼接时间）。

而对于 BISS-C 的接收来说，接收的第一个字节将会是带有 ACK 的占位字节，位置数据是从第二个字节开始的，所以我们要从位置数据开始的地址开始计算 CRC，并要求该地址为 4 字节对齐模式，才能达到快速读取数据并计算 CRC 的初衷。

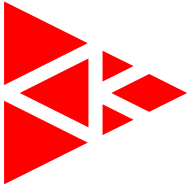
如调用案例：

```
struct{
    uint8_t notUsedForAlignment[3];           //仅为地址对齐
    uint8_t placeholder;                    //BISS-C 的第一个固定占位字节 0x82
    uint8_t buffer[8] __attribute__((aligned(4))); //4 字节对齐的 buffer，方便后面快速 CRC
} receiveBuffer;

//配置 SPI 与 DMA
//使用&receiveBuffer.placeholder 作为接收地址
//.....

//计算 CRC
//使用已经 4 字对齐的 receiveBuffer.buffer 来计算
uint8_t crc = calcBissCCRC(receiveBuffer.buffer);

//crc 结果等于 0，表示校验通过
if ( crc != 0 ){
    //crc 校验失败
}
```



KingKong.tech
金 钢 科 技

北京金钢科技有限公司

北京市昌平区科技园区永安路 26 号 712 室

Website: <https://kingkong.tech>

Email: contact@kingkong.tech

Tel: 010-80111669