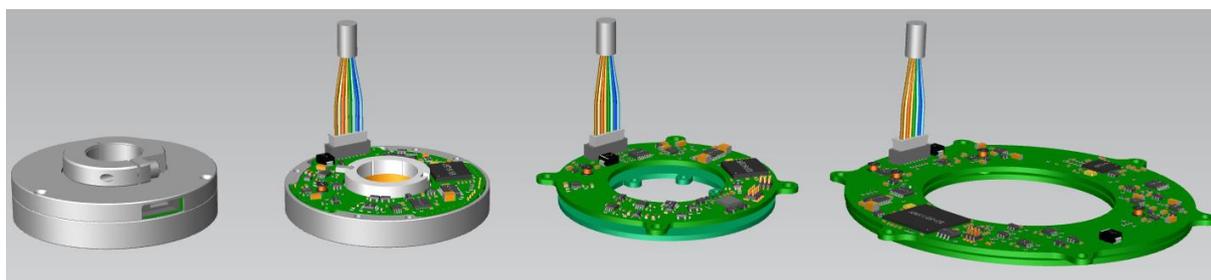


# 组件式电容编码器产品介绍

## CAPRO-S 与 CAPRO-L 系列



- 电容式编码器检测原理

电容式编码器通过测量调制旋转电场的原理测量单圈绝对角度，实现高分辨率和高精度的角度测量。通过发射电极发送载波信号，运动的金属转盘或者运动的介质转盘调制空间电场并反射回差分接收电极后，对信号进行调理并经 ADC 采样后，利用 FPGA 进行同步解调并实时地解算出角度值。

采用双通道测量的技术进行绝对位置认址，实现编码器上电就可以输出单圈内任意角度值，从而避免开机回零点的操作，提高生产效率并降低错误率。通过集成了超低功耗的磁多圈计数，实现了电池供电的多圈编码器。

电容式编码器的感应部分取消光学元件和刻线码盘，代替的是成熟电路板制造的图案，大大降低制造成本；探测器感应面积为全圆周的环形面，探测面积大，信噪比高，对机械偏心或其他安装造成的误差做均化处理，大大降低对安装精度的要求，以致可以取消轴承，采取无轴承的安装方式。在算法上实现了李萨茹圆的零次和高次谐波误差的实时计算和补偿，真正地做到了自适应，使得编码器精度对安装的要求大大降低。

- 电容式编码器特点

大空心轴：有利于管、线在电机空心轴里排布

高性能：高精度，高分辨率

低要求：安装难度和使用要求降低

薄：可省去轴承，厚度大幅度减小

- 编码器输出协议

编码器可采用线驱动差分输入输出，支持绝对式多种协议，包括 SSI，BISS-C，RS485，和增量式多种电平输出，包括省线式 TTL 电平，HTL 电平。

编码器也提供单端的 LVTTTL 输出，支持 SPI 绝对式协议和 TTL 电平的增量式方波输出。

- 编码器输入电压

编码器供电为 4.5V~26.4V 宽电压供电，对于多圈编码器，还须一路电池电压，电压范围在 2.2V~3.6V。

- 多圈编码器工作特点

绝对值多圈编码器工作于全功能和低功耗两种模式下，根据是否外部供电自行切换。当有外部供电情况下，编码器运行于全功能模式，持续地进行多圈角度值的测量，实时地传输给控制器。当外部供电切断后，编码器切换到低功耗模式，待机电流仅 6 $\mu$ A，仅对多圈进行计数。每次重新上电后，编码器先测量电池电压以及判断电池供电是否断开，设置电池低压警告位和电池失压警告位，报告给控制器。

- 安装调试助手

编码器内置双启动程序，一个用于安装调试，另一个为正常程序。由于无轴承的编码器以两块电路板的形式提供给客户，安装程序为编码器的正确安装提供帮助。安装调试助手确认编码器的动静盘的气隙是否符合要求，安装调试助手还可完成编码器零点与电机的磁极角对准。具体操作详见《安装指导》。

## CAPRO-LXXX017

- 三明治结构：旋转动盘置于两个静盘之间
- 支持单圈或多圈绝对值、增量等输出
- 中空结构，孔直径 16.5mm 或 18mm
- 整体厚度小，最小厚度 12.5mm
- 宽电压供电：4.5V...26.4VDC
- 支持多种通讯协议

电气参数	
单圈分辨率	17位
多圈位数	16位
绝对精度	±0.02°
供电电压	4.5 ... 26.4 VDC
无负载消耗电流	150mA@5VDC 60mA@12VDC 32mA@24VDC for TTL incremental 60mA@24VDC for HTL incremental
电池电压范围(仅适用多圈)	2.2 ~ 3.6 VDC
绝对值通讯协议	SSI, BISS C, RS485, RS485+AB, SPI
绝对值通讯电气标准	TIA/EIA-422-B
绝对值通讯最高传输速率	10MHz (BISS C) 2MHz (SSI) 3MHz (SPI)
增量输出电气标准	HTL, TTL, OC <sup>1</sup>
增量脉冲/转 (方波数/转)	32,768 (max.)
装配辅具	无
抗电磁干扰	EN 61000-6-2
电磁发射	EN 61000-6-3

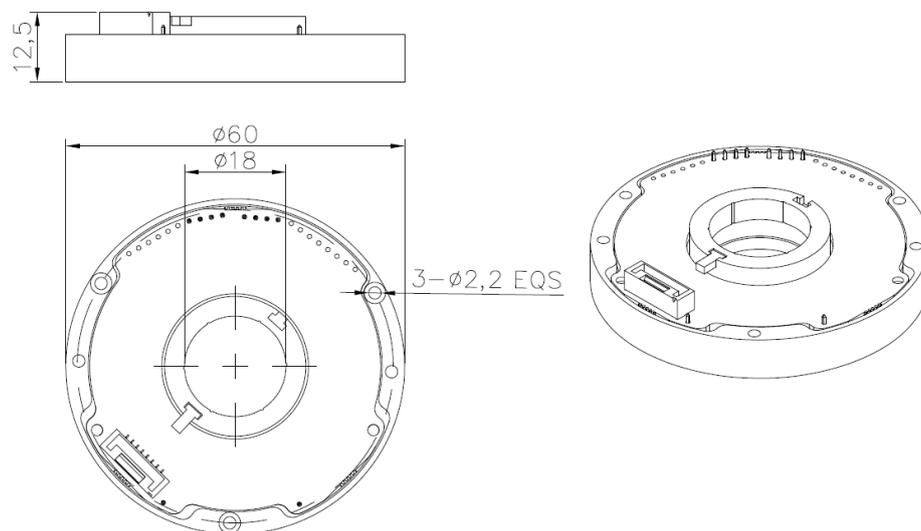
OC<sup>1</sup>: Open Collector

机械参数	
尺寸	见下面附图
工作转速	6,500RPM
允许轴向窜动	± 0.1 mm
允许径向窜动	± 0.1 mm
工作温度范围	-40...+85°C (可订制)
允许最大相对湿度	<98%(无结露)
防护等级 (DIN EN 60529)	NA

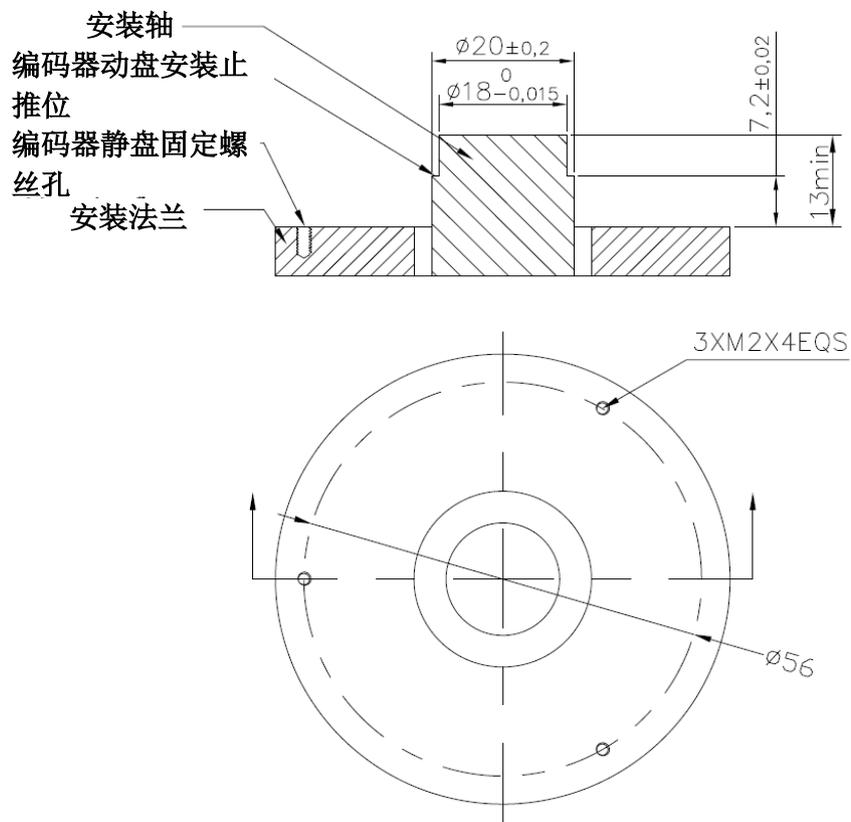
## 工程图与安装建议

- 建议 1: 粘胶固定编码器动盘于电机轴

编码器工程图:

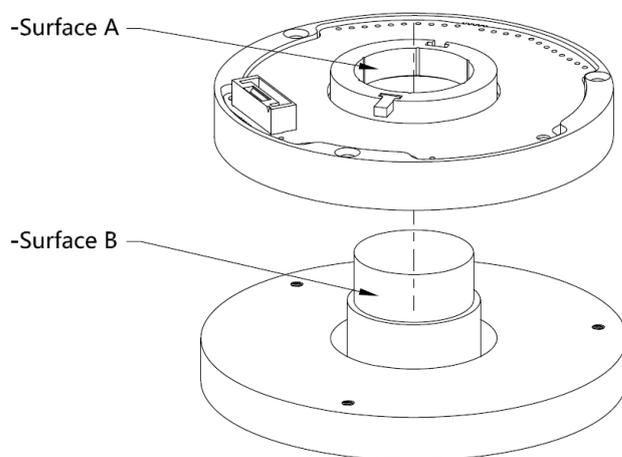


安装编码器需要的固定特征:

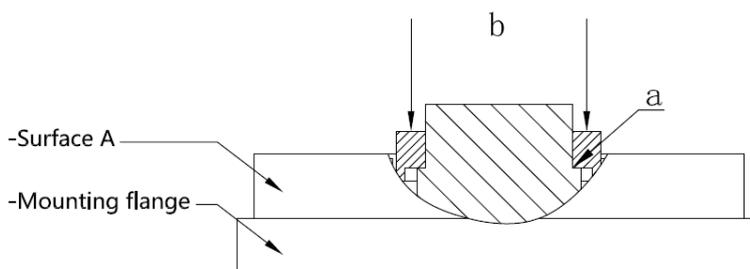


### 安装方法:

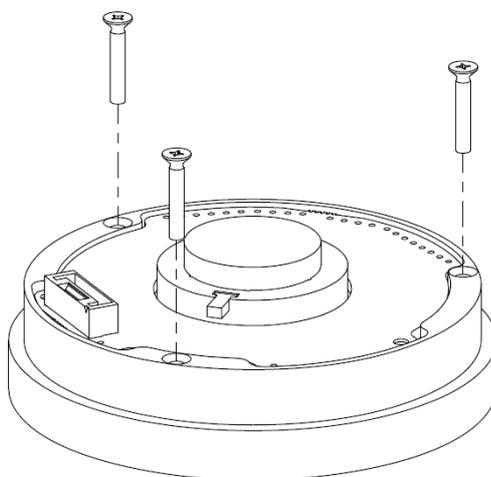
第一步：在动盘内孔表面（如下图中 Surface A）及对应安装轴表面（如下图中 Surface B）处均匀地涂抹一薄层强力胶



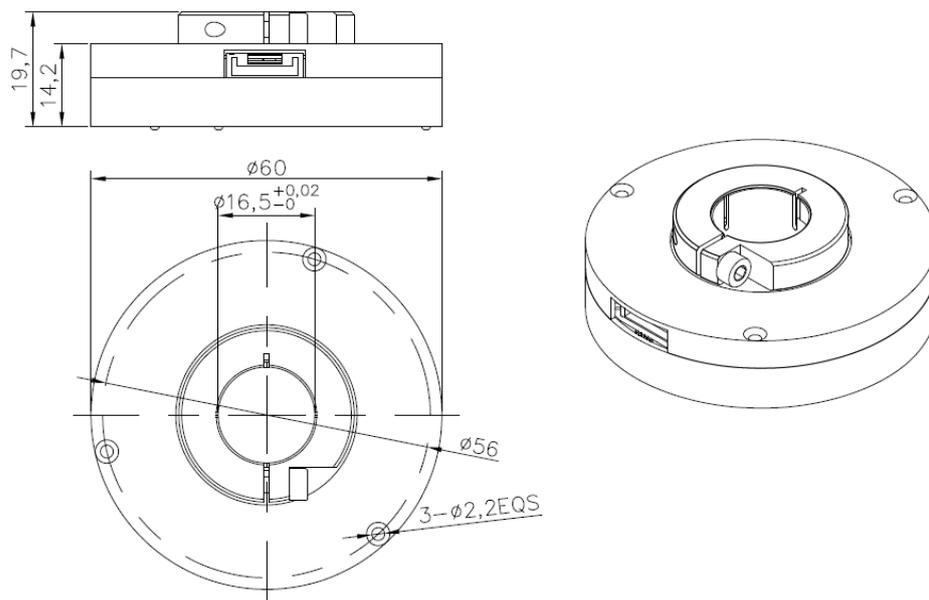
第二步，将编码器孔推入安装轴上，一直将动盘推到轴上的止推位（下图点 a 处）。



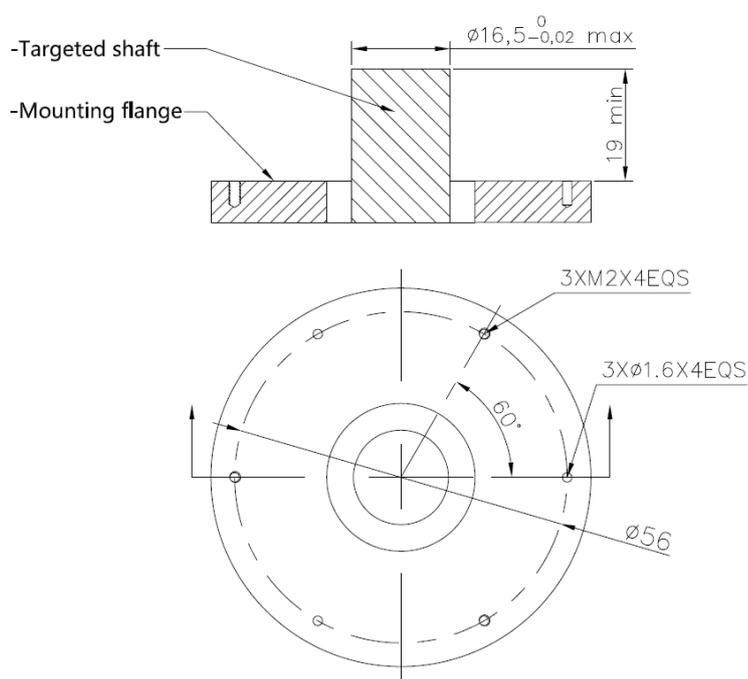
第三步，确保编码器动盘与轴粘接牢固，安装三个螺钉紧固编码器外壳结构与法兰面。



- 建议 2: 用抱紧环锁编码器动盘

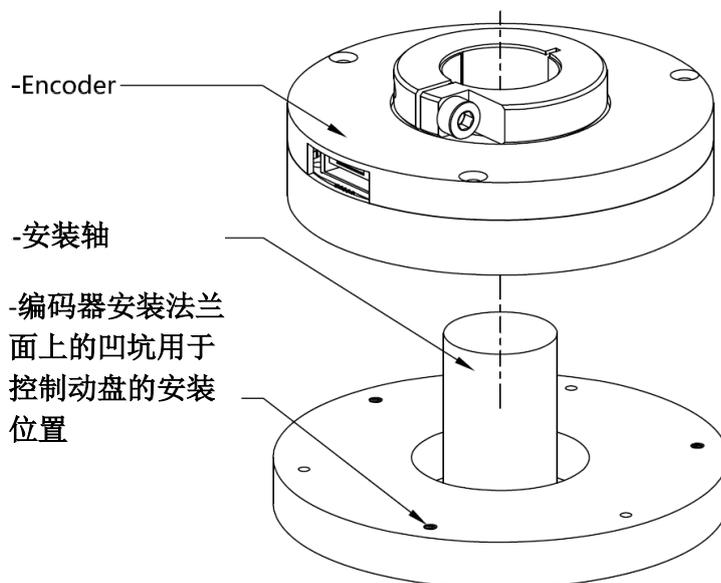


### 安装编码器需要的固定特征:

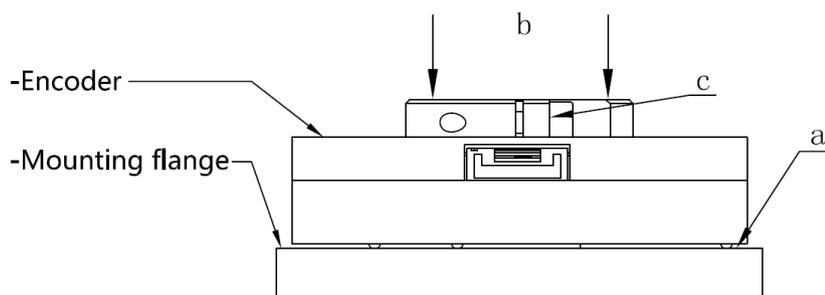


### 安装方法:

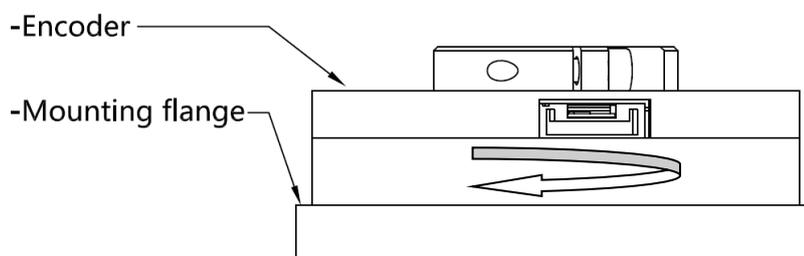
第一步, 将编码器与安装轴对齐, 将编码器推入轴内



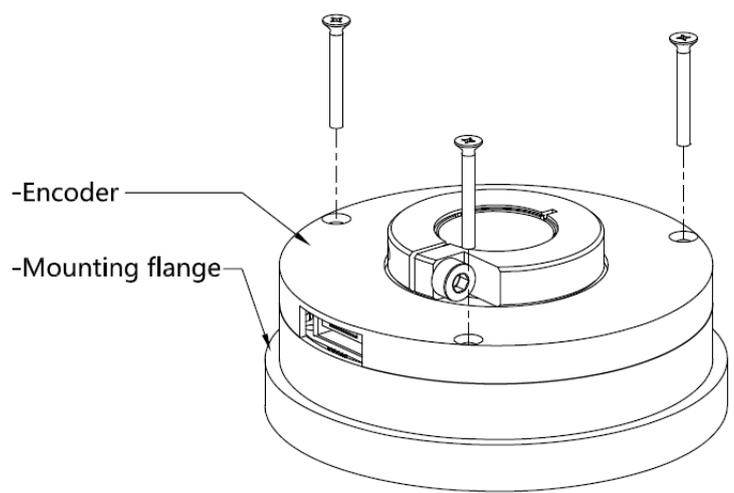
第二步, 确保编码器外壳上的凸点与安装法兰面接触, 且安装凸点没有落入法兰面上的凹坑内, 如图中 a 面所示, 锁紧抱紧环 c, 固定编码器动盘



第三步, 旋转编码器外壳, 让底面凸点落入到法兰面的凹坑中, 确保编码器壳底面与法兰面无间隙接触



第四步，用螺钉锁紧编码器外壳，固定于安装法兰面



## CAPRO-LXXX085

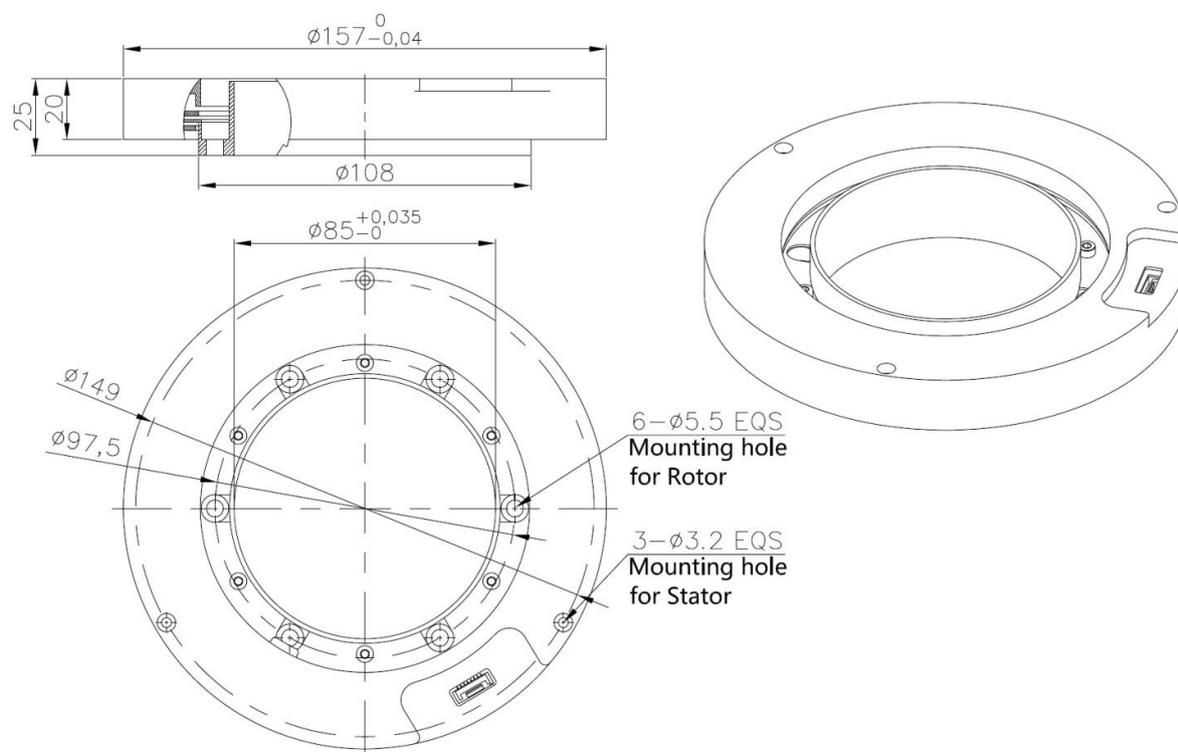
- 三明治结构：旋转动盘置于两个静盘之间
- 支持单圈或多圈绝对值、增量等输出
- 中空结构，孔直径 85mm
- 整体厚度小，最小厚度 25mm
- 宽电压供电：4.5V...26.4VDC
- 支持多种通讯协议

电气参数	
单圈分辨率	20位
多圈位数	16位
绝对精度	±0.01°
供电电压	4.5 ... 26.4 VDC
无负载消耗电流	150mA@5VDC 60mA@12VDC
电池电压范围(仅适用多圈)	2.2 ~ 3.6 VDC
绝对值通讯协议	SSI, BISS C, RS485
绝对值通讯电气标准	TIA/EIA-422-B
绝对值通讯最高传输速率	10MHz (BISS C) 2MHz (SSI)
增量输出电气标准	TTL,
增量脉冲/转 (方波数/转)	262,144 (max.)
装配辅具	无
抗电磁干扰	EN 61000-6-2
电磁发射	EN 61000-6-3

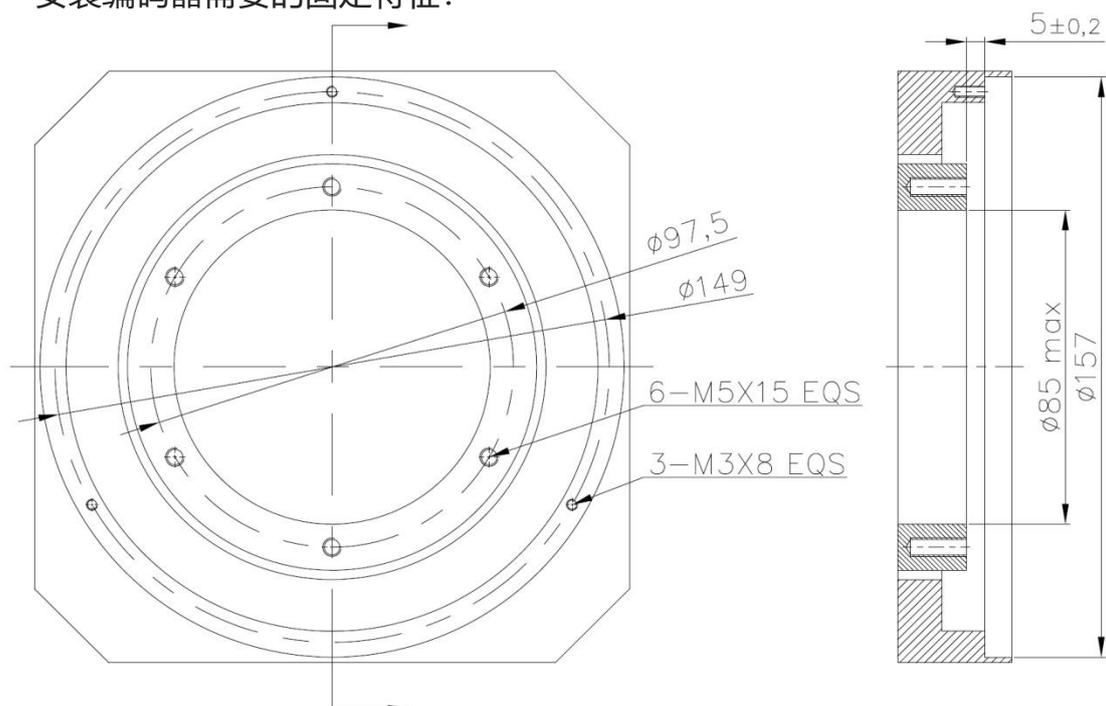
机械参数	
尺寸	见下面附图
工作转速	6,500RPM
安装气隙AG1：动盘与发射盘之间 安装气隙AG2：动盘与接收盘之间	AG1 = 1.0 ± 0.2 mm AG2 = 2.0 - AG1
允许轴向窜动	± 0.1 mm
允许径向窜动	± 0.2 mm
工作温度范围	-40...+85°C (可订制)
允许最大相对湿度	<98%(无结露)
防护等级 (DIN EN 60529)	NA

## 工程图与安装建议

### ● 轴向锁螺钉固定编码器动盘



### 安装编码器需要的固定特征:



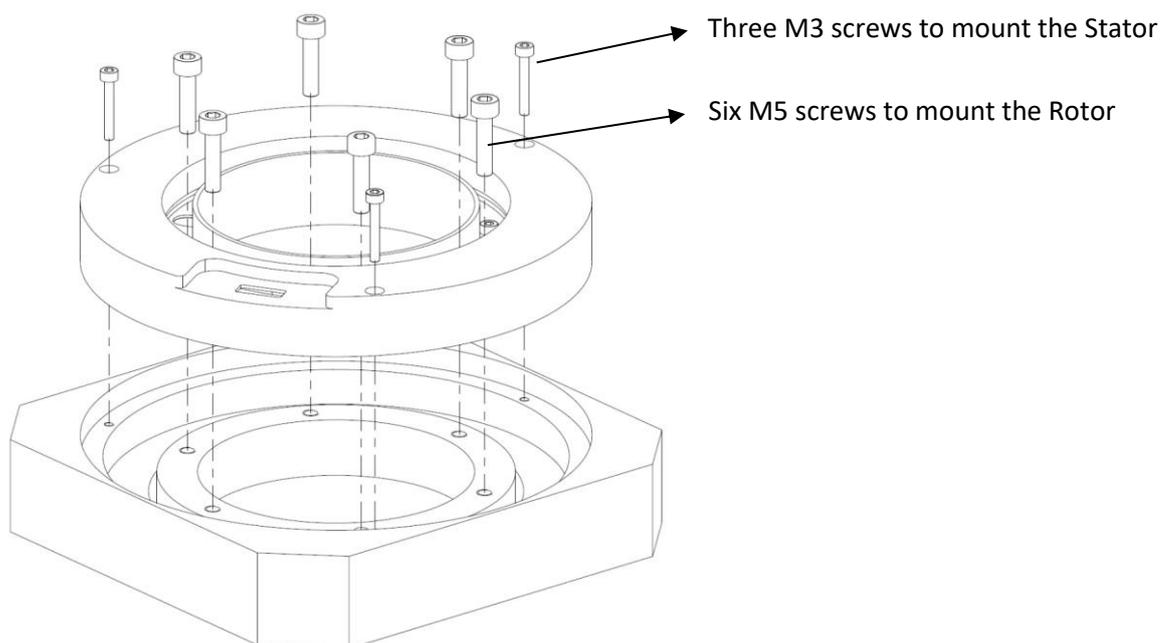
### 安装方法:

前提: 按照上图规定的尺寸公差在安装轴及法兰上已经加工好了按照特征。

第一步, 将编码器一起推入安装轴, 直到编码器外壳与安装法兰无间隙

第二步, 锁紧三个 M3 螺钉, 将编码器外壳固定在法兰面.

第三步, 锁紧 6 个 M5 螺钉, 将编码器动盘固定在旋转轴上, 固定好后, 旋转轴, 确保编码器动盘可以自由转动, 与两块静盘没有摩擦.



## CAPRO-SXXX008

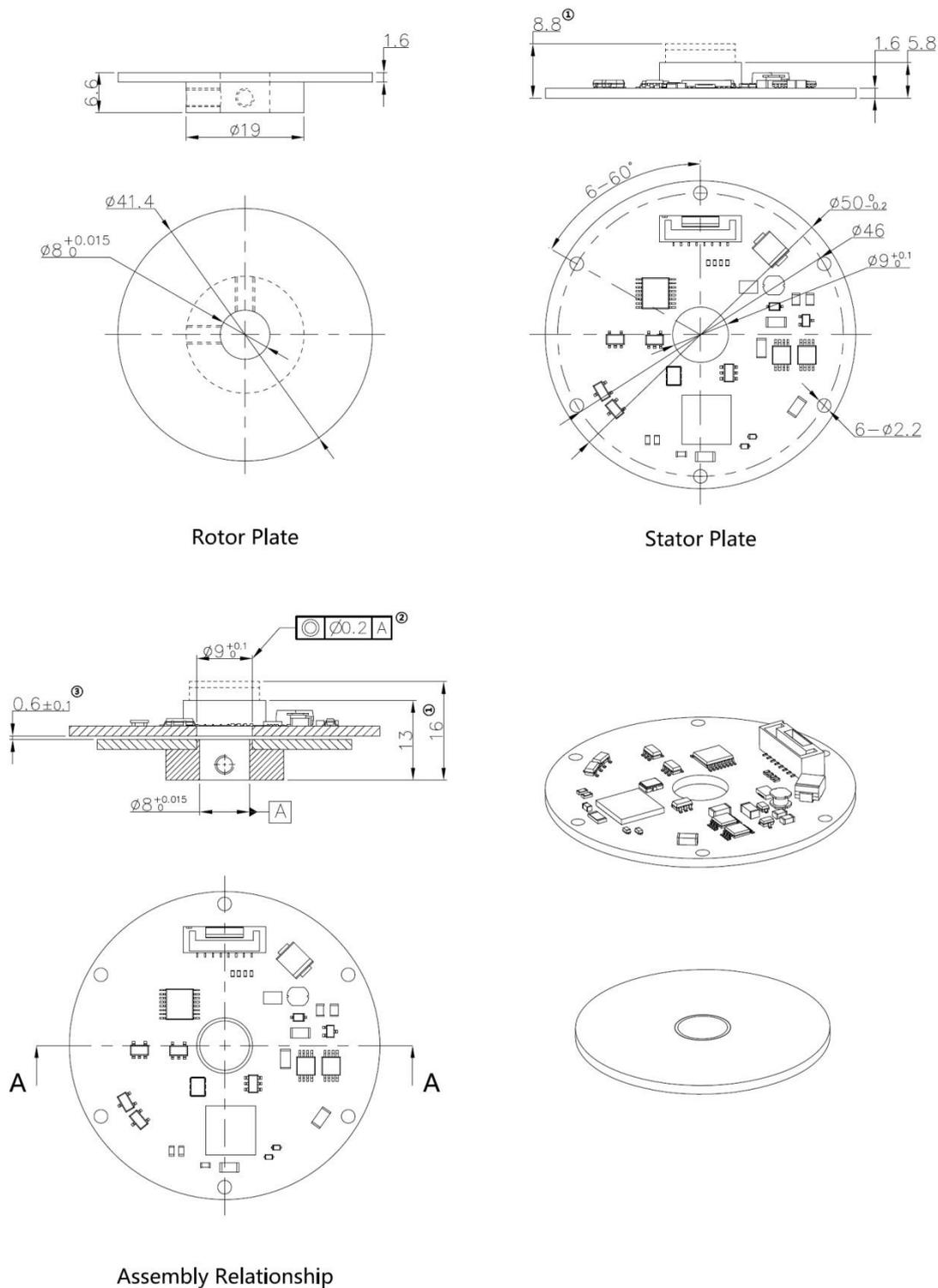
- 单圈绝对值
- 中空轴孔径最大 8mm
- 超薄结构
- 直流供电：5VDC
- 支持多种通讯协议

电气参数	
单圈分辨率	14位
绝对精度	±0.02°
供电电压	5 VDC
无负载消耗电流	110mA@5VDC
绝对值通讯协议	SSI, BISS C, RS485
绝对值通讯电气标准	TIA/EIA-422-B
绝对值通讯最高传输速率	5MHz (BISS C) 2MHz (SSI)
装配辅具	无
抗电磁干扰	EN 61000-6-2
电磁发射	EN 61000-6-3

机械参数	
尺寸	见下面附图
工作转速	6,500RPM
允许轴向窜动	± 0.1 mm
允许径向窜动	± 0.1 mm
工作温度范围	-40...+85°C (可订制)
允许最大相对湿度	<98%(无结露)
防护等级 (DIN EN 60529)	NA

## 工程图与安装建议

- 典型安装方式 2: 用径向基米锁动盘套于旋转轴上 (安装步骤参见附录 1)



①：包含接插件公座的高度；

②：满足此同心度要求时编码器可以达到标称精度；

③：此公差值包含动盘与静盘安装的形位公差。

## CAPRO-SXXX012

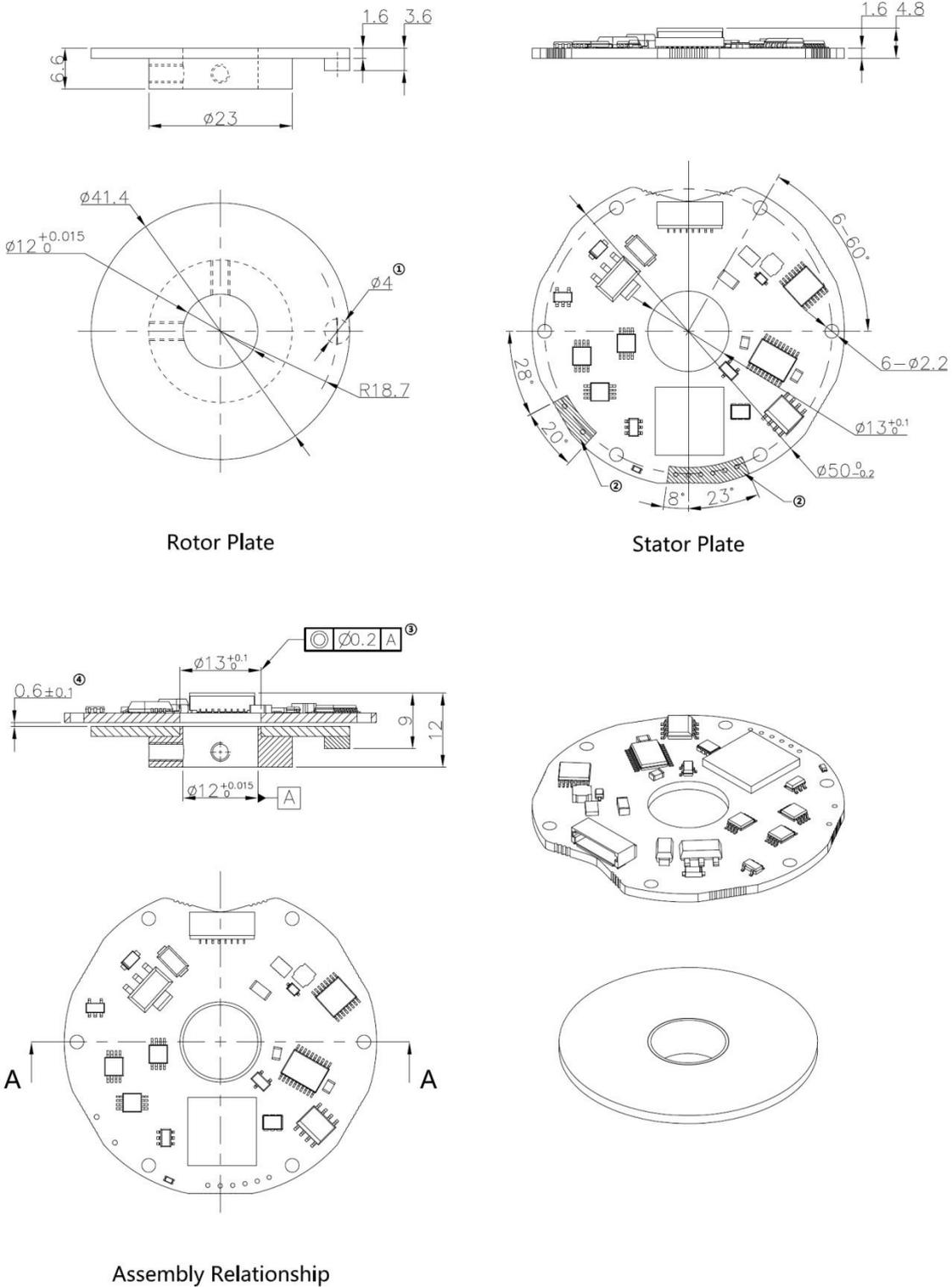
- 支持单圈或多圈绝对值、增量等输出
- 中空轴，孔径最大 12mm
- 超薄结构，最小厚度 12mm
- 直流供电：5VDC
- 支持多种通讯协议

电气参数	
单圈分辨率	16位
多圈位数	16位
绝对精度	±0.02°
供电电压	5 VDC
无负载消耗电流	150mA@5VDC
电池电压范围(仅适用多圈)	2.2 ~ 3.6 VDC
绝对值通讯协议	SSI, BISS C, RS485, RS485+AB, SPI
绝对值通讯电气标准	TIA/EIA-422-B
绝对值通讯最高传输速率	10MHz (BISS C) 2MHz (SSI) 3MHz (SPI)
增量输出电气标准	TTL
增量脉冲/转 (方波数/转)	12,386 (max.)
装配辅具	无
抗电磁干扰	EN 61000-6-2
电磁发射	EN 61000-6-3

机械参数	
尺寸	见下面附图
工作转速	6,500RPM
动盘与静盘之间的安装气隙	0.6± 0.1 mm
允许轴向窜动	± 0.1 mm
允许径向窜动	± 0.1 mm
工作温度范围	-40...+85°C (可订制)
允许最大相对湿度	<98%(无结露)
防护等级 (DIN EN 60529)	NA

## 工程图与安装建议

- 典型安装方式 2: 用径向基米锁动盘套于旋转轴上 (安装步骤参见附录 1)



- ①: 多圈磁铁, 单圈编码器无此特征;  
 ②: 此阴影区域不得与金属接触;  
 ③: 满足此同心度要求时编码器可以达到标称精度;  
 ④: 此公差值包含动盘与静盘安装的形位公差。

## CAPRO-SXXX020

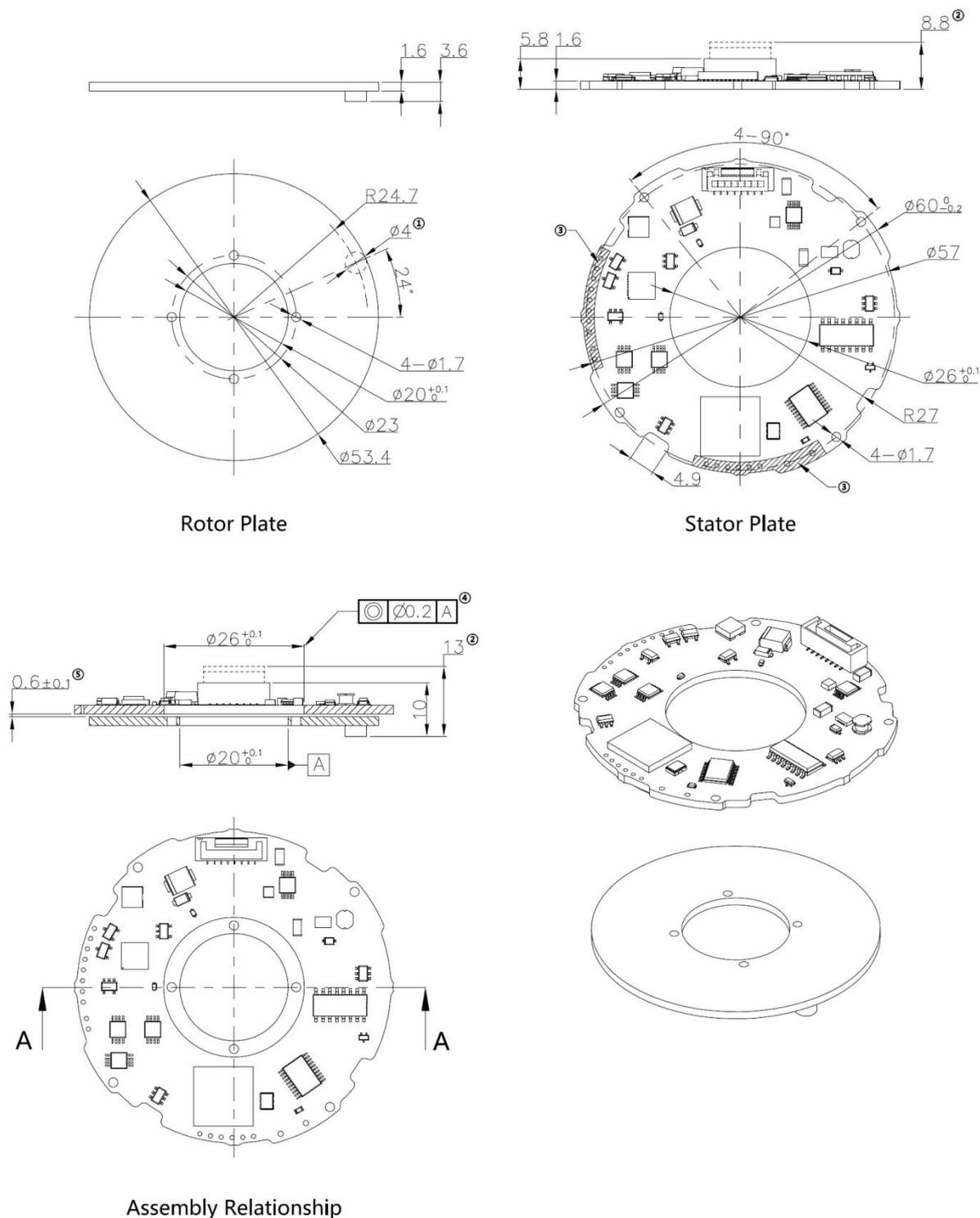
- 支持单圈或多圈绝对值、增量等输出
- 中空轴，孔径最大 20mm，有多种可选孔径
- 超薄结构，最小厚度 10mm
- 直流供电：4.5V.....26.4VDC
- 支持多种通讯协议

电气参数	
单圈分辨率	18位
多圈位数	16位
绝对精度	±0.02°
供电电压	4.5V.....26.4 VDC
无负载消耗电流	150mA@5VDC 60mA@12VDC 32mA@24VDC for TTL incremental 60mA@24VDC for HTL incremental
电池电压范围(仅适用多圈)	2.2 ~ 3.6 VDC
绝对值通讯协议	SSI, BISS C, RS485, RS485+AB, SPI
绝对值通讯电气标准	TIA/EIA-422-B
绝对值通讯最高传输速率	10MHz (BISS C) 2MHz (SSI) 3MHz (SPI)
增量输出电气标准	HTL, TTL
增量脉冲/转 (方波数/转)	65,536 (max.)
装配辅具	无
抗电磁干扰	EN 61000-6-2
电磁发射	EN 61000-6-3

机械参数	
尺寸	见下面附图
工作转速	6,500RPM
动盘与静盘之间的安装气隙	0.6± 0.1 mm
允许轴向窜动	± 0.1 mm
允许径向窜动	± 0.1 mm
工作温度范围	-40...+85°C (可订制)
允许最大相对湿度	<98%(无结露)
防护等级 (DIN EN 60529)	NA

## 工程图与安装建议

- 典型安装方式 1: 轴向锁螺钉固定编码器动盘于旋转轴上 (参见附录 1)

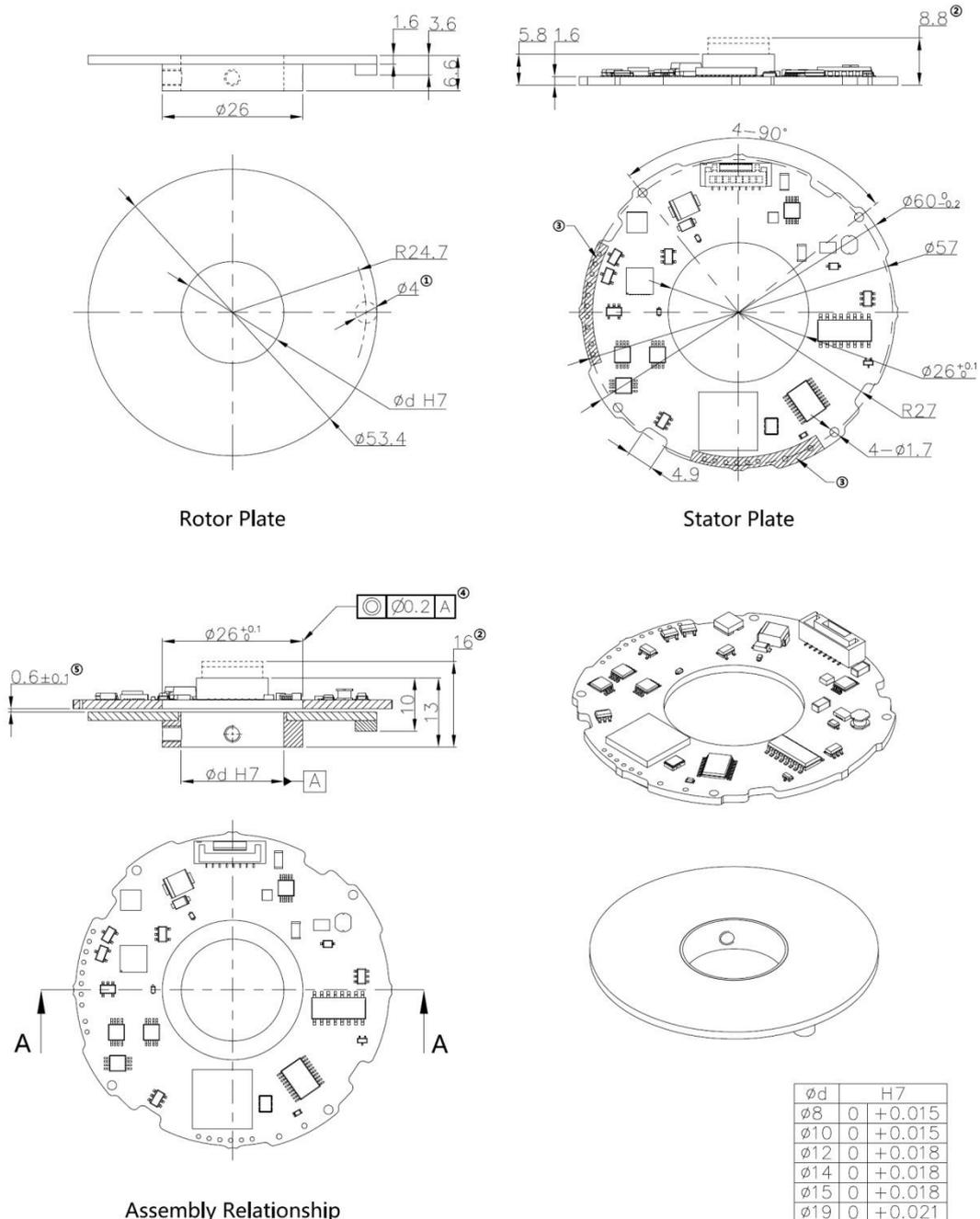


- ①: 多圈磁铁, 单圈编码器无此特征;
- ②: 包含接插件公座的高度;
- ③: 此阴影区域不得与金属接触;
- ④: 满足此同心度要求时编码器可以达到标称精度;
- ⑤: 此公差值包含动盘与静盘安装的形位公差。

- 典型安装方式 2: 用径向基米锁动盘套于旋转轴上, 基米位于动盘的背面 (安装步骤参见附录 1)

这种方式的安装简单, 因为动盘位置可以调整, 对尺寸公差要求低, 装配体的轴向厚度允许较大时 (大于 16mm) 一般会采用这种方式。

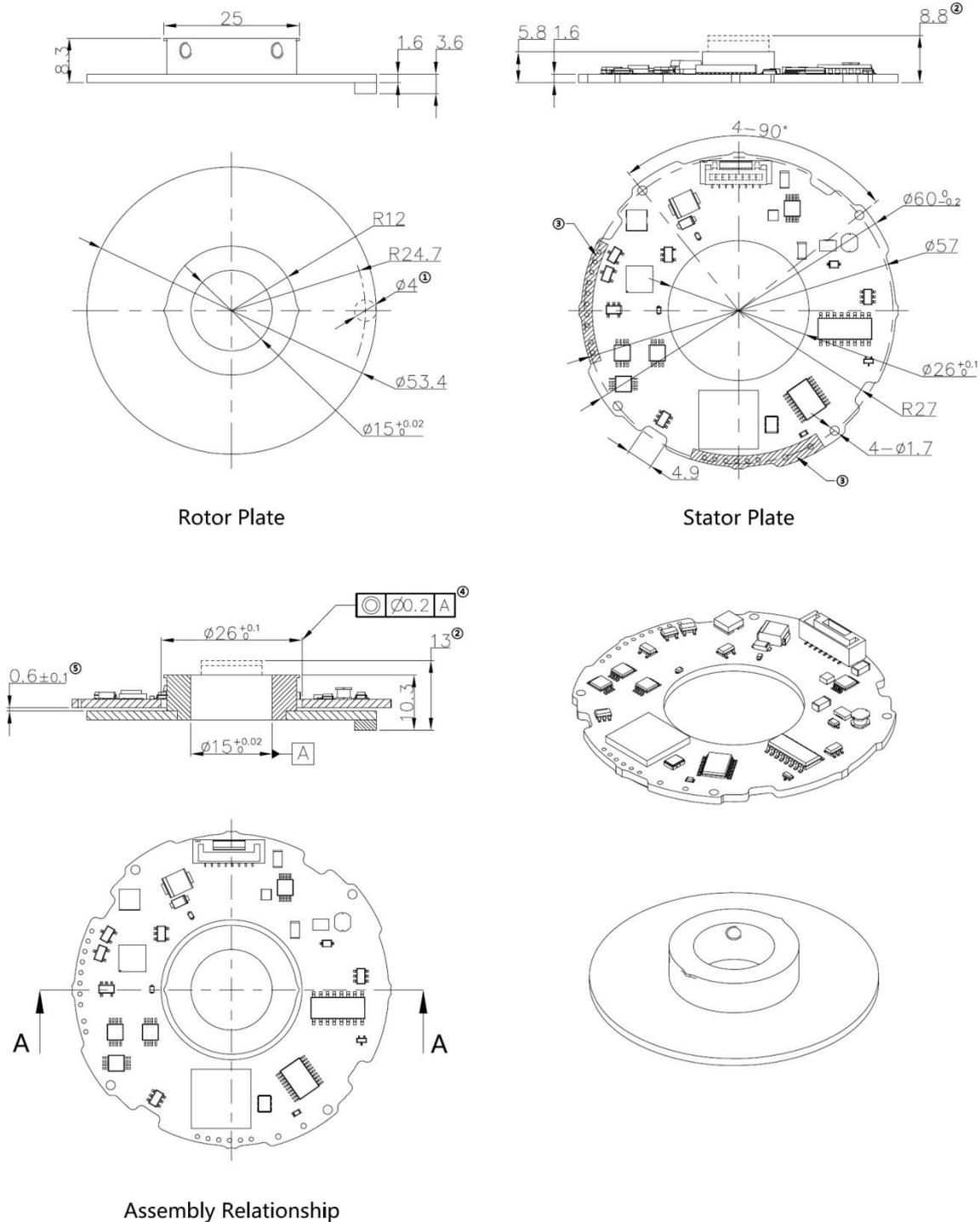
动盘套的内径有多种规格可选, 如下表所示 8, 10, 12, 14, 15, 19mm 等。如果这些备选内径不能满足要求, 也可以讨论定制。



- ①: 多圈磁铁, 单圈编码器无此特征;  
 ②: 包含接插件公座的高度;  
 ③: 此阴影区域不得与金属接触;  
 ④: 满足此同心度要求时编码器可以达到标称精度;  
 ⑤: 此公差值包含动盘与静盘安装的形位公差。

- 典型安装方式 3: 用径向基米锁动盘套于旋转轴上, 基米位于动盘的正面 (安装步骤参见附录 1)

这种方式动盘位置可以调整, 对尺寸公差要求低, 装配体的轴向厚度较小 (13mm), 但动盘套的内孔也比较小 (小于 15mm)。



- ①: 多圈磁铁, 单圈编码器无此特征;
- ②: 包含接插件插座的高度;
- ③: 此阴影区域不得与金属接触;
- ④: 满足此同心度要求时编码器可以达到标称精度;
- ⑤: 此公差值包含动盘与静盘安装的形位公差。

## CAPRO-SXXX030

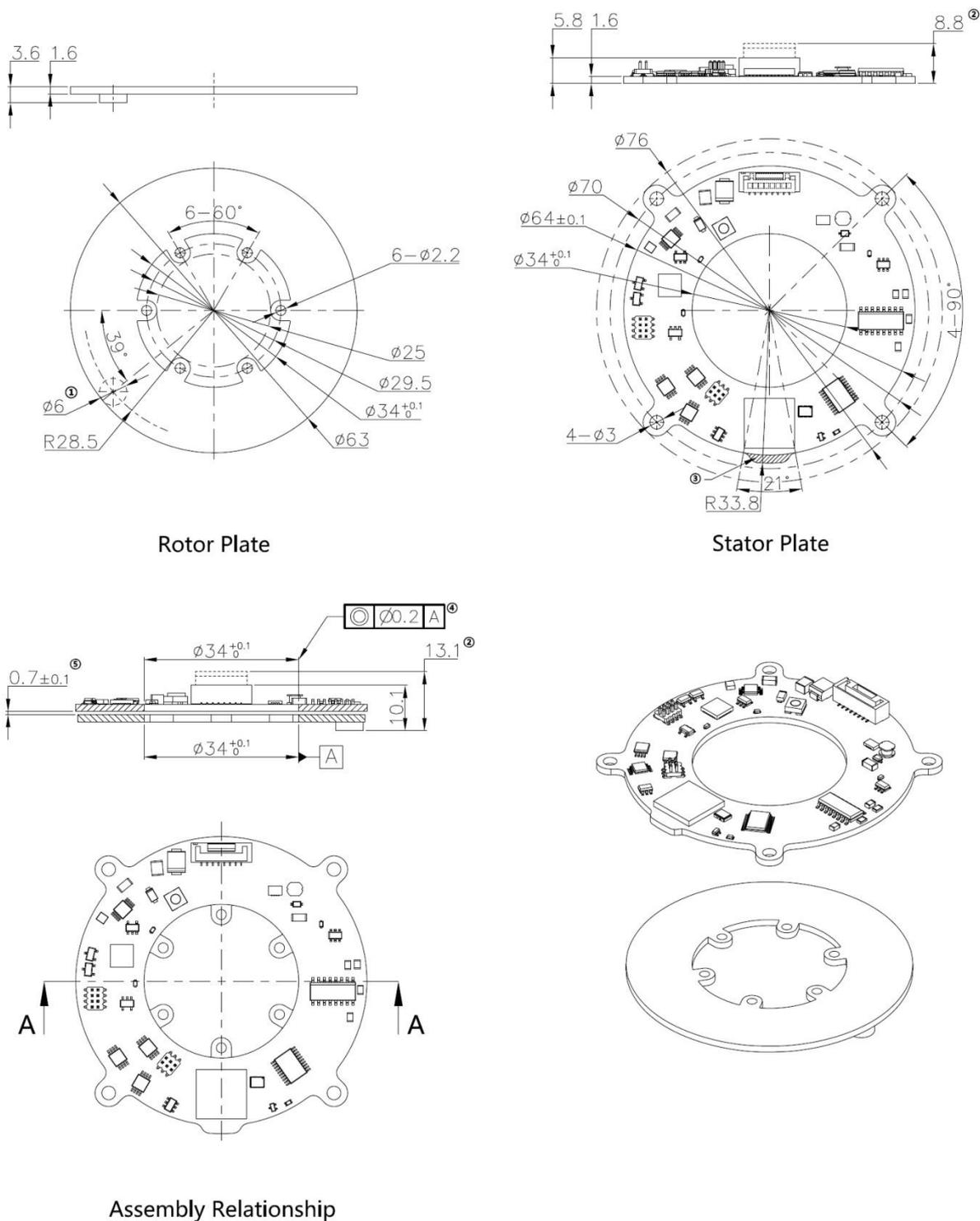
- 支持单圈或多圈绝对值、增量等输出
- 中空轴，孔径最大 30mm，有多种可选孔径
- 超薄结构，最小厚度 10mm
- 直流供电：4.5V.....26.4VDC
- 支持多种通讯协议

电气参数	
单圈分辨率	17位
多圈位数	16位
绝对精度	±0.02°
供电电压	4.5V.....26.4 VDC
无负载消耗电流	150mA@5VDC 60mA@12VDC 32mA@24VDC for TTL incremental 60mA@24VDC for HTL incremental
电池电压范围(仅适用多圈)	2.2 ~ 3.6 VDC
绝对值通讯协议	SSI, BISS C, RS485, RS485+AB, SPI
绝对值通讯电气标准	TIA/EIA-422-B
绝对值通讯最高传输速率	10MHz (BISS C) 2MHz (SSI) 3MHz (SPI)
增量输出电气标准	HTL, TTL
增量脉冲/转 (方波数/转)	32,768 (max.)
装配辅具	无
抗电磁干扰	EN 61000-6-2
电磁发射	EN 61000-6-3

机械参数	
尺寸	见下面附图
工作转速	6,500RPM
动盘与静盘之间的安装气隙	0.7± 0.1 mm
允许轴向窜动	± 0.1 mm
允许径向窜动	± 0.1 mm
工作温度范围	-40...+85°C (可订制)
允许最大相对湿度	<98%(无结露)
防护等级 (DIN EN 60529)	NA

## 工程图与安装建议

- 典型安装方式 1: 轴向锁螺钉固定编码器动盘于旋转轴上 (参见附录 1)

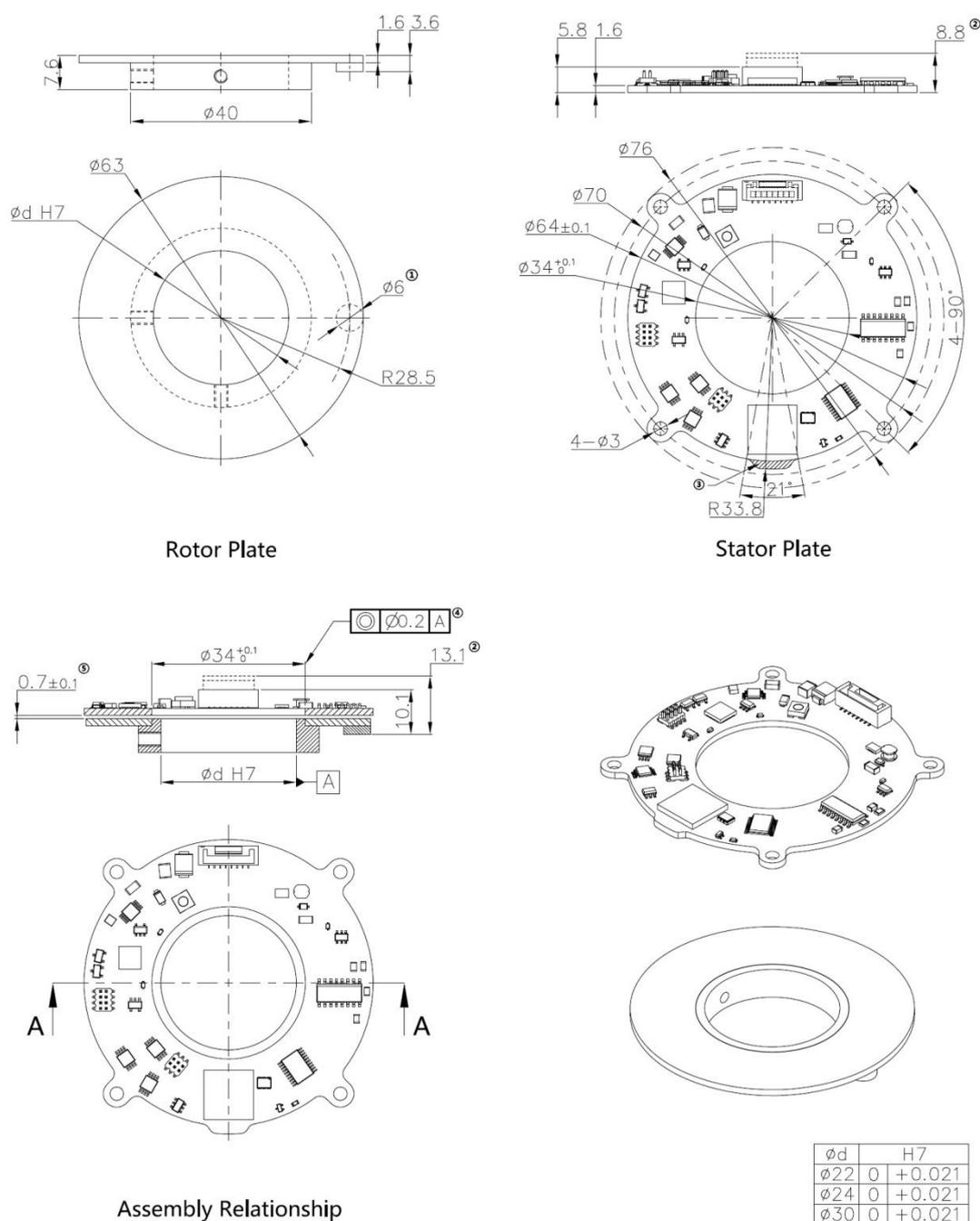


- ①: 多圈磁铁, 单圈编码器无此特征;
- ②: 包含接插件公座的高度;
- ③: 此阴影区域不得与金属接触;
- ④: 满足此同心度要求时编码器可以达到标称精度;
- ⑤: 此公差值包含动盘与静盘安装的形位公差。

- 典型安装方式 2: 用径向基米锁动盘套于旋转轴上, 基米位于动盘的背面 (安装步骤参见附录 1)

这种方式的安装简单, 因为动盘位置可以调整, 对尺寸公差要求低, 装配体的轴向厚度允许较大时 (大于 16mm) 一般会采用这种方式。

动盘套的内径有多种规格可选, 如下表所示 22, 24, 30mm 等。如果这些备选内径不能满足要求, 也可以讨论定制。



- ①: 多圈磁铁, 单圈编码器无此特征;
- ②: 包含接插件公座的高度;
- ③: 此阴影区域不得与金属接触;
- ④: 满足此同心度要求时编码器可以达到标称精度;
- ⑤: 此公差值包含动盘与静盘安装的形位公差。

## CAPRO-SXXX050

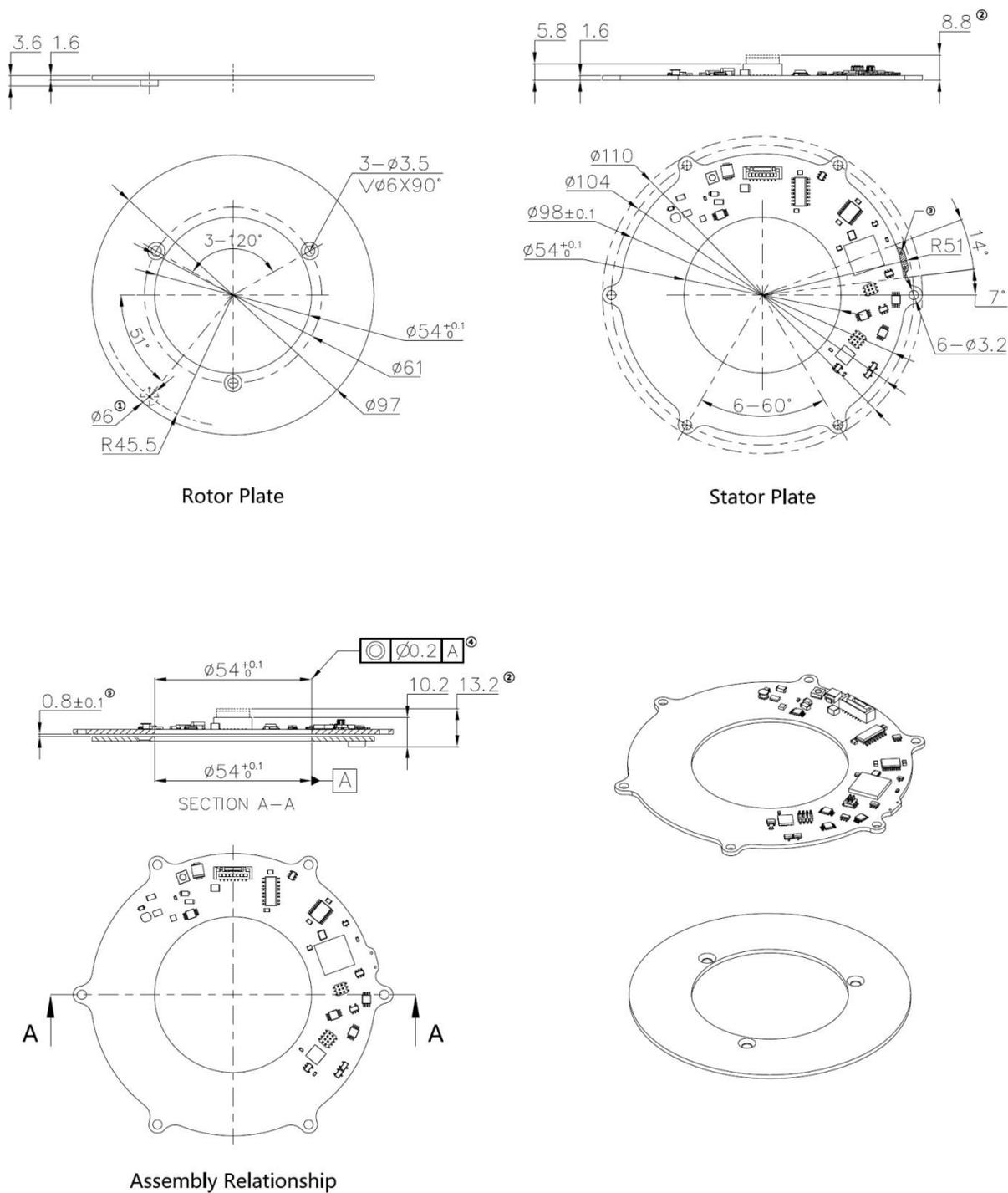
- 支持单圈或多圈绝对值、增量等输出
- 中空轴，孔径最大 54mm
- 超薄结构，最小厚度 10mm
- 直流供电：4.5V.....26.4VDC
- 支持多种通讯协议

电气参数	
单圈分辨率	19位
多圈位数	16位
绝对精度	±0.02°
供电电压	4.5V.....26.4 VDC
无负载消耗电流	150mA@5VDC 60mA@12VDC 32mA@24VDC for TTL incremental 60mA@24VDC for HTL incremental
电池电压范围(仅适用多圈)	2.2 ~ 3.6 VDC
绝对值通讯协议	SSI, BISS C, RS485, RS485+AB, SPI
绝对值通讯电气标准	TIA/EIA-422-B
绝对值通讯最高传输速率	10MHz (BISS C) 2MHz (SSI) 3MHz (SPI)
增量输出电气标准	HTL, TTL
增量脉冲/转 (方波数/转)	131,072 (max.)
装配辅具	无
抗电磁干扰	EN 61000-6-2
电磁发射	EN 61000-6-3

机械参数	
尺寸	见下面附图
工作转速	6,500RPM
动盘与静盘之间的安装气隙	0.8± 0.1 mm
允许轴向窜动	± 0.1 mm
允许径向窜动	± 0.1 mm
工作温度范围	-40...+85°C (可订制)
允许最大相对湿度	<98%(无结露)
防护等级 (DIN EN 60529)	NA

## 工程图与安装建议

- 典型安装方式 1: 轴向锁螺钉固定编码器动盘于旋转轴上 (参见附录 1)



- ①: 多圈磁铁, 单圈编码器无此特征;  
 ②: 包含接插件公座的高度;  
 ③: 此阴影区域不得与金属接触;  
 ④: 满足此同心度要求时编码器可以达到标称精度;  
 ⑤: 此公差值包含动盘与静盘安装的形位公差。

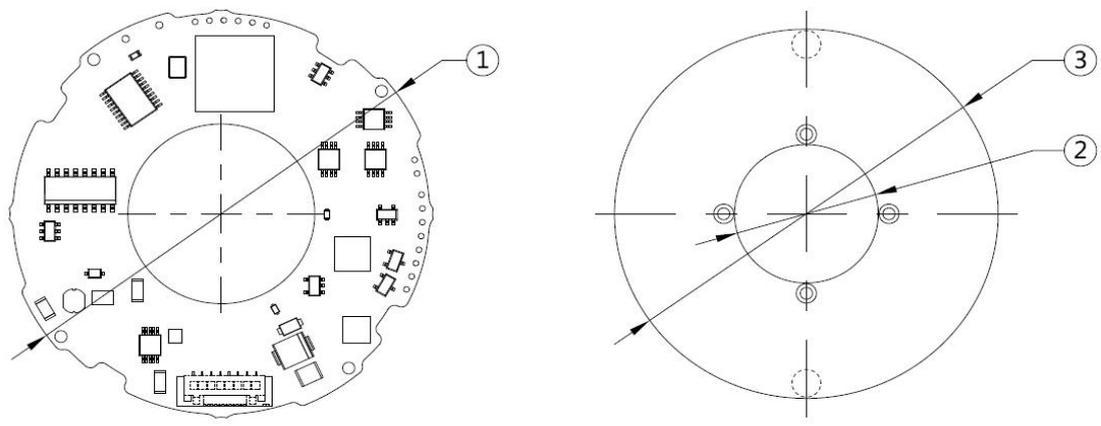
## 编码器订货号 (Product Code)

位号	例子	含义	取值说明			
1	CAPRO	产品类别	CAPRO: 旋转;			
2	S	机械结构	B: 带轴承整机;		L: 不带轴承整机;	
			S: 分体式裸电路板静盘;		M: 分体式带壳静盘;	
[3...5]	060	外壳外圆径	单位: 毫米, 参见下图 Drawing 1 中①			
[6...8]	020	轴孔内径	单位: 毫米, 参见下图 Drawing 1 中②			
9	W	供电电压	5: 4.75...5.25 VDC;		W: 4.5...26.4 VDC	
10	A	输出类型	I: 增量式;		A: 绝对式	
11	B	输出协议	协议	电平	差分	单端
			B: BISS-C	TTL	支持	支持
			S: SSI	TTL	支持	支持
			4: RS485	TTL	支持	-
			P: SPI (CRC 校验)	TTL	-	支持
			Q: SPI (无 CRC 校验)	TTL	-	支持
			Y: RS485+AB	TTL	支持	-
			Z: ABZ	TTL	支持	支持
			H: ABZ	HTL	支持	-
			O: ABZ	NPN 型集电极 开路	支持	-
12	D	信号是否差分	D: 差分对接收和发送;		S: 单端接收和发送	
[13...14]	16	多圈数的位数	00: 单圈编码器; XX: 多圈编码器圈数位数; PPR: 如果协议是“Y”			
[15...16]	18	单圈分辨率位数 (绝对式) 或者 单圈线数 PPR (增量式)	XX: 绝对式对应分辨率位数; PPR: 增量式的线数 PPR (Pulse Per Revolution) 对应表: 80: 1024; 81: 2048; 82: 4096; 83: 8192; 84: 16384; 85: 32768; 86: 65536; 87: 131072; 90: 1000; 91: 2000; 92: 2500; 93: 5000; 94: 8000; 95: 16000; 96: 7200			
17	H	出线方向	V: 垂直编码器静盘或者沿着编码器轴向, 参见下图 Drawing 2 H: 平行编码器静盘或者沿着编码器径向, 参见下图 Drawing 2 F: 直接焊 FPC 排线, 参见下图 Drawing 3			

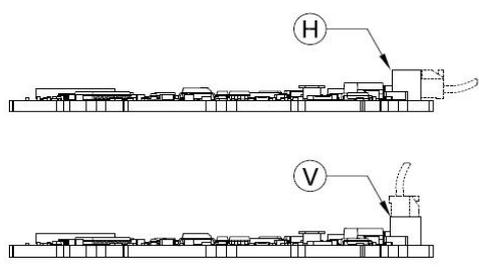
			C: 直接焊圆形的线;
[18...19]	01	线长	单位: 米
20	N	角度与运动方向的关系	从编码器端看: N: 逆时针转, 编码器角度值增加, 或者 A 相超前 B 相 O: 逆时针转, 编码器角度值减小, 或者 A 相落后 B 相
21	A	电机极对数	X: 无 UVW 信号 1: 一对极;                    2: 二对极;                    3: 三对极; 4: 四对极;                    5: 五对极;                    6: 六对极; 7: 七对极;                    8: 八对极;                    A: 十对极; G: 十六对极
22	Z	最高转速, RPM	L: 100; M: 1000;    Z: 3500;    K: 6500;    G: 9000
[23...24]	XX	客户定制化参数	

一般情况下, 客户选型分体式编码器都包括动盘和静盘, 不需要单独订货, 除非特殊原因或者内部管理需要, 可以单独制定动盘型号, 动盘订货号规则如下。

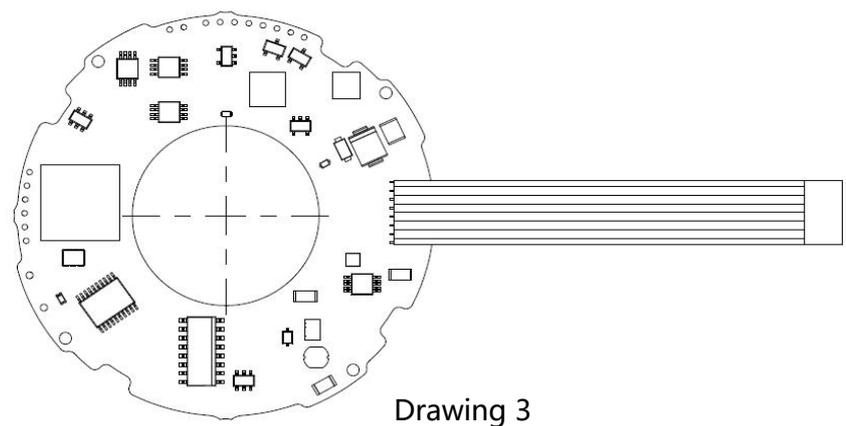
位号	例子	说明	取值
1	CAPRO	类型	CAPRO: 旋转
2	R	动盘	R: Rotor
[3...5]	060	对应动盘外径, 四舍五入到个位	单位: 毫米, 参见下图 Drawing 1 中③
[6...8]	019	动盘组合件内径, 四舍五入到个位	单位: 毫米, 参见下图 Drawing 1 中②
9	M	动盘背面是否有磁铁	M: 有 N: 无
10	X	套环及其位置	X: 无套环裸盘; Y: 无套环有背衬 B: 套环与裸动盘图案背面(bottom)同侧 T: 套环与裸动盘图案正面(top)同侧
[11...12]	00	订制化相关	00: 表示标准动盘 XX: 客制化说明



Drawing 1



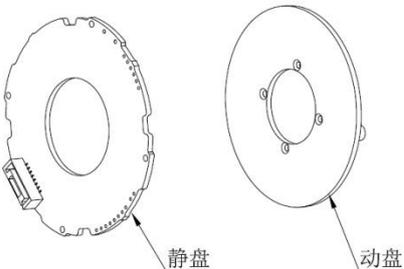
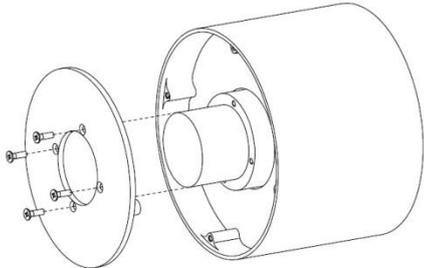
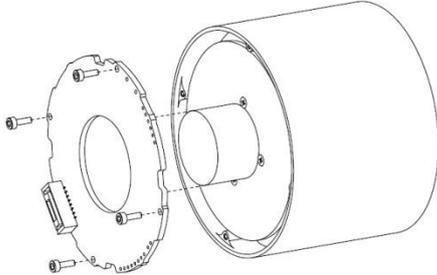
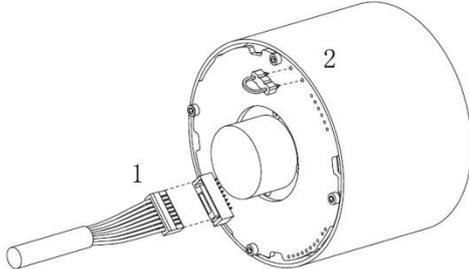
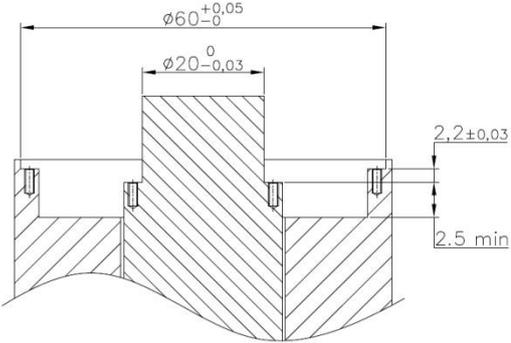
Drawing 2



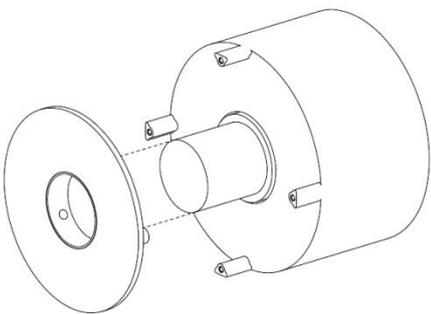
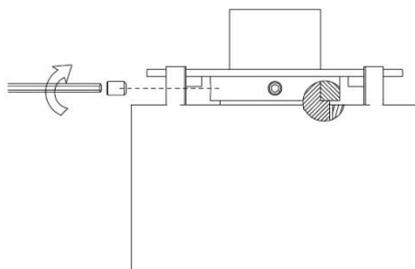
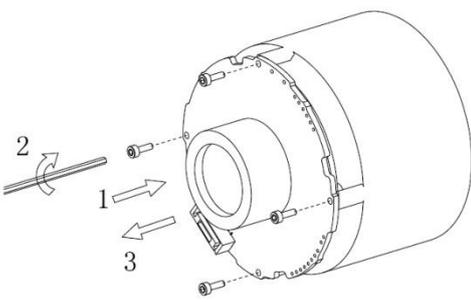
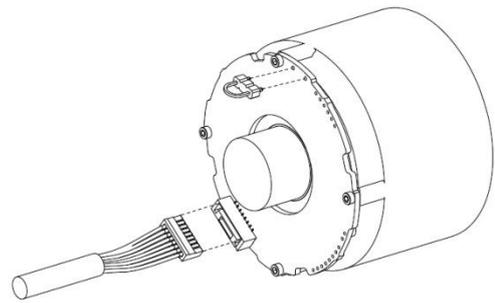
Drawing 3

## 附件 1：安装指导

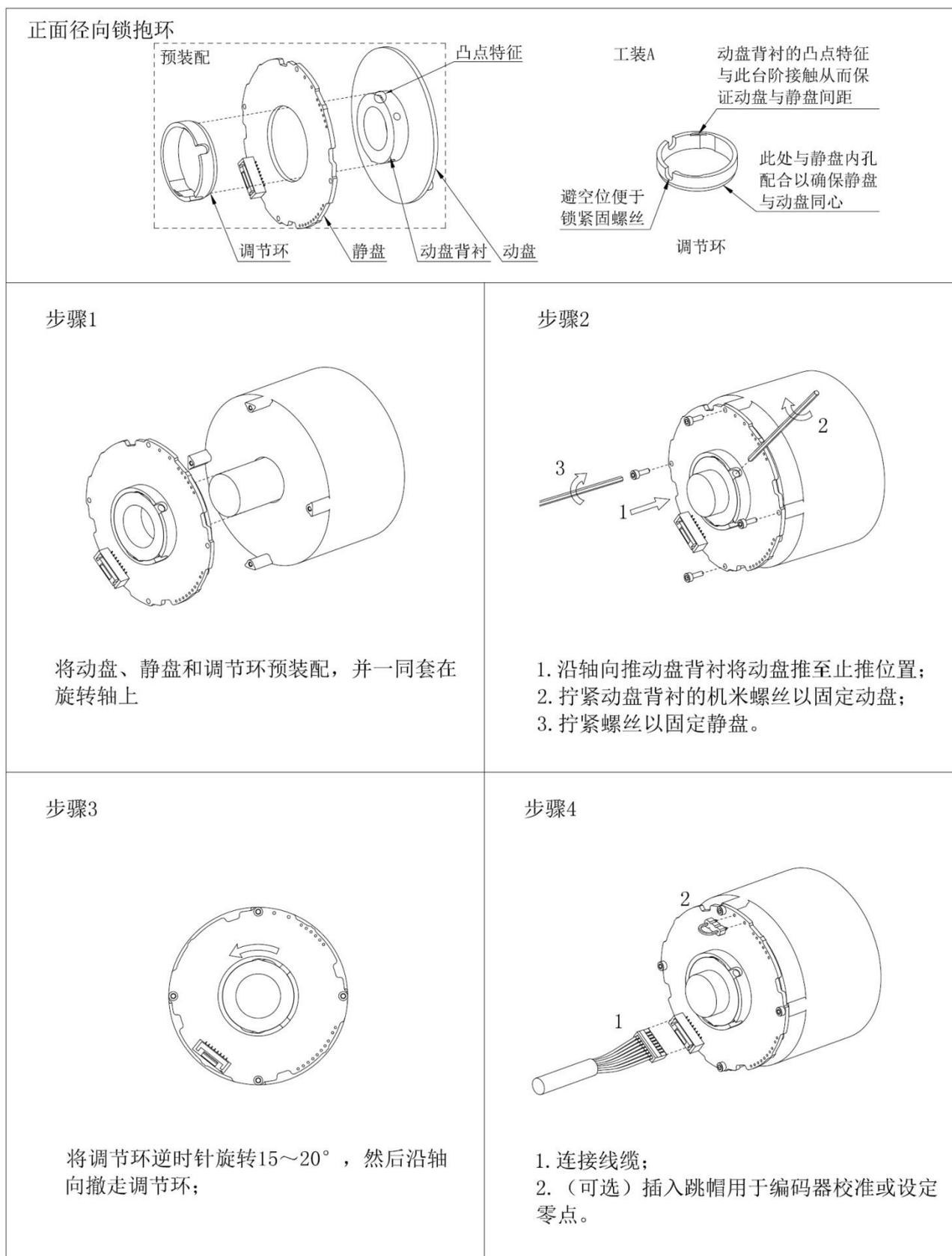
- 典型安装方式 1: 轴向锁螺钉固定编码器动盘于旋转轴上

<p>轴向螺钉固定</p>  <p>静盘      动盘</p>	
<p>步骤1</p>  <p>将动盘套在旋转轴上，然后拧紧4个螺丝以固定动盘。</p>	<p>步骤2</p>  <p>将静盘套在旋转轴上，然后拧紧4个螺丝以固定静盘。</p>
<p>步骤3</p>  <p>1. 连接线缆； 2. (可选) 插入跳帽用于编码器校准或设定零点。</p>	 <p>固定端尺寸建议</p>

- 典型安装方式 2: 用径向基米锁动盘套于旋转轴上, 基米位于动盘的背面

<p>背面径向锁抱环</p>  <p>静盘      动盘      套筒</p> <p>套筒用于保证静盘与动盘同心</p>	
<p>步骤1</p>  <p>将动盘套在旋转轴上, 推至动盘背面与轴肩完全接触, 该轴肩用于控制动盘与静盘的间隙。</p>	<p>步骤2</p>  <p>拧紧侧向紧固螺丝, 将动盘固定在旋转轴上。</p>
<p>步骤3</p>  <p>1. 装入套筒, 使得套筒内圆与旋转轴接触, 外圆与静盘内孔接触; 2. 拧紧螺丝以固定静盘; 3. 撤走套筒。</p>	<p>步骤4</p>  <p>1. 连接线缆; 2. (可选) 插入跳帽用于编码器校准或设定零点。</p>

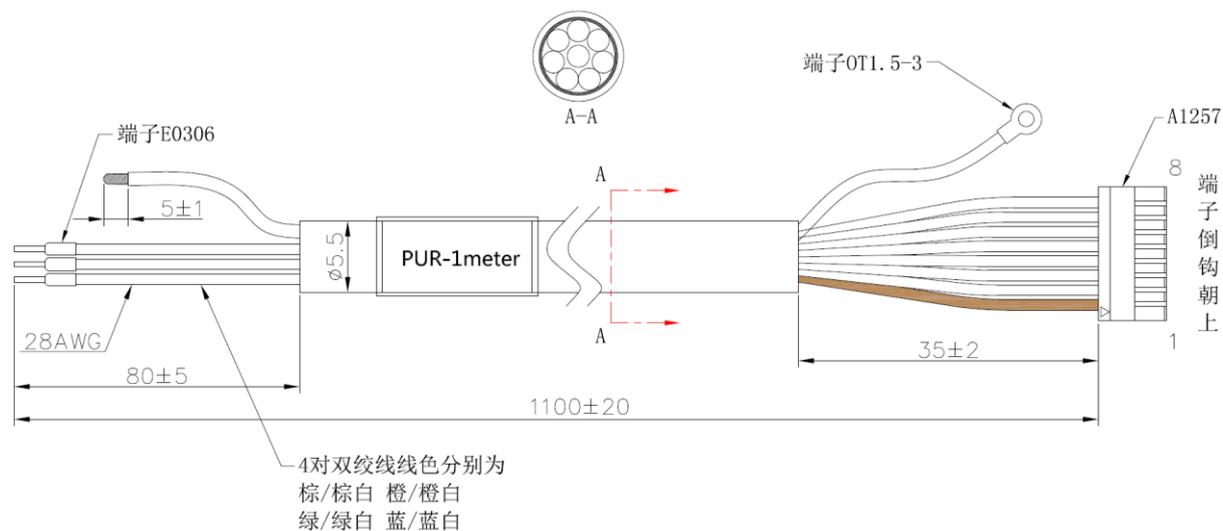
● 典型安装方式 3: 用径向基米锁动盘套于旋转轴上, 基米位于动盘的正面



## 附录 2 接线定义

### ● 标准 8 芯 PUR 屏蔽线缆

编码器通过线缆与外部连接，CAPRO 产品提供附带标准 PUR 线缆，如下图示意。



线缆连接编码器侧的端子或者沿着电机轴轴向方向出线，或者沿着电机轴径向方向出线。除 CAPRO-SXXX012 外，CAPRO 系列产品的接插件与线序/线色定义是一样的，电源和信号定义与芯线颜色的对应关系见下表。

端子沿轴向方向出线的芯线接线定义,对应订货号第[16]位的 V

芯线颜色	通讯协议版本	棕	棕白	橙	橙白	绿	绿白	蓝	蓝白	屏蔽线
1	SSI (单/多圈)	P	M	电池*	电池地*	CLOCK 正	CLOCK 负	DATA 正	DATA 负	接外壳
2	BISS C (单/多圈)	P	M	电池*	电池地*	CLOCK 正	CLOCK 负	DATA 正	DATA 负	接外壳
3	RS485 (单/多圈)	P	M	电池*	电池地*	RS485 正	RS485 负	-	-	接外壳
4	SPI (单/多圈)	P	M	电池*	电池地*	$\overline{CS}$	CLOCK	MISO	-	接外壳
5	ABZ(TTL)(差分)	P	M	B/V 相正	B/V 相负	Z/W 相正	Z/W 相负	A/U 相正	A/U 相负	接外壳
6	ABZ(TTL)(单端)	P	M	-	-	Z/W	B/V	A/U	-	接外壳
7	ABZ(HTL)	P	M	B/V 相正	B/V 相负	Z/W 相正	Z/W 相负	A/U 相正	A/U 相负	接外壳
8	ABZ(OC)	P	M	B/V 相正	B/V 相负	Z/W 相正	Z/W 相负	A/U 相正	A/U 相负	接外壳
9	RS485+AB	P	M	B 相正	B 相负	RS485 正	RS485 负	A 相正	A 相负	接外壳

注：

- 1、P: 电源正极；M: 电源负极；
- 2、电池/电池地只针对多圈编码器, 非多圈编码器请勿接电池
- 3、带阴影的为单端接口的信号
- 4、对于省线式的增量编码器输出，先输出 UVW 信号，分别与 ABZ 复用

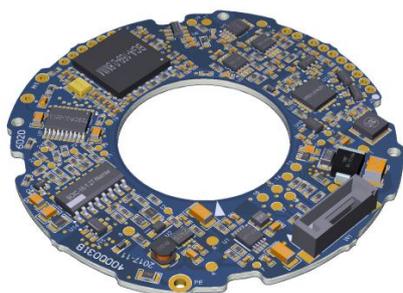
端子沿径向方向出线的芯线接线定义，对应订货号第[16]位的 H

芯线颜色	通讯协议版本	蓝白	蓝	绿白	绿	橙白	橙	棕白	棕	屏蔽线
1	SSI (单/多圈)	P	M	电池*	电池地*	CLOCK 正	CLOCK 负	DATA 正	DATA 负	接外壳
2	BISS C (单/多圈)	P	M	电池*	电池地*	CLOCK 正	CLOCK 负	DATA 正	DATA 负	接外壳
3	RS485 (单/多圈)	P	M	电池*	电池地*	RS485 正	RS485 负	-	-	接外壳
4	SPI (单/多圈)	P	M	电池*	电池地*	$\overline{CS}$	CLOCK	MISO	-	接外壳
5	ABZ(TTL)(差分)	P	M	B/V 相正	B/V 相负	Z/W 相正	Z/W 相负	A/U 相正	A/U 相负	接外壳
6	ABZ(TTL)(单端)	P	M	-	-	Z/W	B/V	A/U	-	接外壳
7	ABZ(HTL)	P	M	B/V 相正	B/V 相负	Z/W 相正	Z/W 相负	A/U 相正	A/U 相负	接外壳

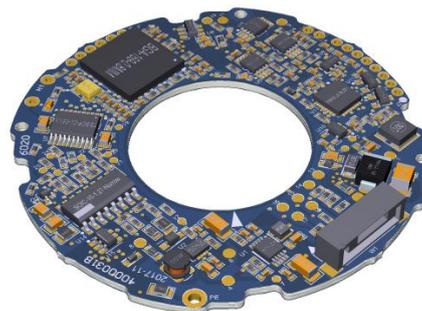
8	ABZ(OC)	P	M	B/V 相正	B/V 相负	Z/W 相正	Z/W 相负	A/U 相正	A/U 相负	接外壳
9	RS485+AB	P	M	B 相正	B 相负	RS485 正	RS485 负	A 相正	A 相负	接外壳

注:

- 5、P: 电源正极; M: 电源负极;
- 6、电池/电池地只针对多圈编码器, 非多圈编码器请勿接电池
- 7、带阴影的为单端接口的信号
- 8、对于省线式的增量编码器输出, 先输出 UVW 信号, 分别与 ABZ 复用



轴向端子[V]



径向端子[H]

## ● CAPRO-SXXX012 的接线定义

CAPRO-SXXX012 这一型号的产品只支持 5VDC 供电, 不支持 HTL 输出。它与 CAPRO 系列的标准接线定义也有所不同, 只支持径向端子出线 (H), 其电源及信号对应的线色如下表。

芯线颜色	通讯协议版本	棕	棕白	橙	橙白	绿	绿白	蓝	蓝白	屏蔽线
1	SSI (单/多圈)	电池地*	电池*	CLOCK 负	CLOCK 正	DATA 负	DATA 正	M	P	接外壳
2	BISS C (单/多圈)	电池地*	电池*	CLOCK 负	CLOCK 正	DATA 负	DATA 正	M	P	接外壳
3	RS485 (单/多圈)	电池地*	电池*	RS485 负	RS485 正	-	-	M	P	接外壳
4	SPI (单)	CS	-	CLOCK	MISO	-	-	M	P	接外壳
5	RS485+AB	B 相负	B 相正	RS485 负	RS485 正	A 相负	A 相正	M	P	接外壳
6	ABZ(TTL)(差分)	B/W 相负	B/W 相正	Z/U 相负	Z/U 相正	A/V 相负	A/V 相正	M	P	接外壳

注:

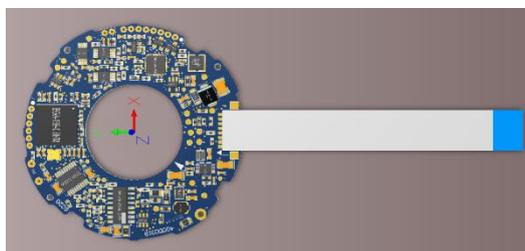
- P: 电源正极, 电压范围参见编码器产品说明; M: 电源负极;  
 电池/电池地只针对多圈编码器, 非多圈编码器请勿接电池

## ● 排线

有些客户对安装后整体厚度要求严格，或者不接收锁扣式板端连接器，也可以选用直接焊接在 PCB 上的扁平排线。长度为 20cm/8 Pin/脚距为 1.25mm 的柔性排线（FPC）一端焊接在编码器电路板的焊盘，另一端为自由端，底面为接触导体，可插入 FPC 连接器

协议	SSI (单/多圈)	Biss-C (单/多圈)	RS485 (单/多圈)	SPI (单/多圈)	ABZ (TTL) 差分	ABZ (TTL) 单端	RS485+AB
Pin1*	DATA 负	DATA 负	-	-	A/U 相负	-	A 相负
Pin2	DATA 正	DATA 正	-	MISO	A/U 相正	A/U 相	A 相正
Pin3	CLOCK 负	CLOCK 负	RS485 负	CLOCK	Z/W 相负	B/V 相	RS485 负
Pin4	CLOCK 正	CLOCK 正	RS485 正	$\overline{CS}$	Z/W 相正	Z/W 相	RS485 正
Pin5	电池地	电池地	电池地	电池地	B/V 相负	-	B 相负
Pin6	电池正	电池正	电池正	电池正	B/V 相正	-	B 相正
Pin7	电源地	电源地	电源地	电源地	电源地	电源地	电源地
Pin8	电源正	电源正	电源正	电源正	电源正	电源正	电源正

带阴影的为单端接口的信号；电池/电池地只针对多圈编码器，非多圈编码器请勿接电池，FPC 长度可定制，Pin1 对应电路板上三角形的管脚



## 附录 3 协议说明

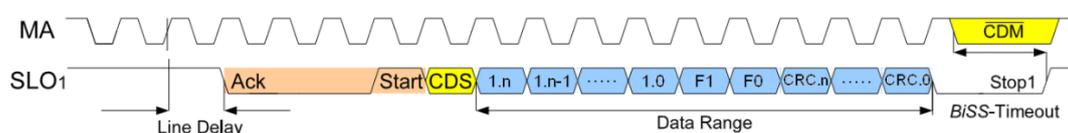
### ● 双向同步串行接口 BiSS-C

双向同步串行（以下简称 BiSS）通信协议是一种全双工同步串行总线通信协议，由德国 IC-HAUS 公司开发，现已成为传感器通信协议的国际化标准，目前的版本是 BiSS-C，完整功能的 BiSS 协议支持组网和寄存器通信。本公司的编码器仅支持单向通信的 BiSS 协议，不支持寄存器通信和组网功能。

差分线驱动适合长距离通信，输入时钟和输出数据均为差分电平，输入电平容许共模电压-7V...12V，输出数据电平为 LVTTTL。

单端接口仅适合短距离通信，通常小于 1 米，输入时钟和输出数据电平为 LVTTTL。

下图描绘了点ToPoint组网时的 BiSS 通信帧。MA 由 Master 发出用于驱动通信，SL 是 Slave 发出的数据信号。完成 1 个 BiSS 通信帧表示 Master 收到 1 帧数据。



BiSS 通信过程可以描述为如下几个状态的切换：IDLE（空闲），StartFrame（帧开始），Transmission（发送），Timeout（超时）。

- IDLE, 空闲状态：BiSS 通信空闲，MA，SL 保持常高。
- StartFrame, 开始帧通信：MA 发送时钟，在 MA 第一个上升沿，编码器锁存状态。在 MA 第二个上升沿，编码器将 SL 拉低，用于应答 Master 的通信请求。
- Transmission, 数据传送：

**Ack:** 当 SL 信号从常高拉低后维持一段时间，这段时间叫 ACK，表示 Slave 响应了 MA 信号，正在进行数据准备。ACK 期间 MA 持续输出脉冲。

**Start:** 当 SL 发送 1 个 BIT 的 START 位（常‘1’），表示 Slave 数据准备就绪。开始数据发送。

**CDS:** SL 会顺次发 1 个 BIT 的 CDS 信号（‘0’），然后是 DataRange，MSB 在先，具体定义见表“数据帧定义”，其中 CRC (6 bit)，CRC 多项式为： $x^6 + x^1 + x^0$ ，CRC 会取反并且先发送 MSB，Start 和 CDS 并不纳入 CRC 校验计算。

- Timeout, 超时：当数据发出完成后，SL 维持 10us 的低电平，这个时间段被称为 Timeout，该信号一直维持到 SL 被拉高，SL 被拉高后，本次通信完全结束。

数据帧定义如下：

多圈模式（总传输字长 M+N+11 位）

参数	数据位长	数据位置
多圈圈数	M (<=16), MSB 在前	(M+N+11)...(N+12)
单圈角度分辨率	N (<=21), MSB 在前	(N+11)...12

*电池失压报警位	1 (active high)	11
*电池低压报警位	1 (active high)	10
*多圈计数误差报警位	1 (active high)	9
*多圈圈数溢出报警位	1 (active high)	8
*初始信号异常报警位	1 (active high)	7
*温度超出范围报警位	1 (active high)	6
*CRC	6	5...0

#### 单圈模式（总字长 N+8 位）

参数	数据位长	数据位置
单圈角度分辨率	N (<=21), MSB 在前	(N+7)...8
*初始信号异常报警位	1 (active high)	7
*温度超出范围报警位	1 (active high)	6
*CRC	6	5...0

\*电池失压报警位：该位只出现在多圈编码器，表示主电源断电期间，电池曾经断开过。

如果多圈编码器的主电源断电期间，电池曾经断电再接通，那么下一次编码器上电，该报警位一直保持报警状态，下一次编码器重新上电，该位才会消除。

该位警告：如果在未接电池期间，编码器的圈数发生了变化，此时圈数变化不被记录。

\*电池低压报警位：该位只出现在多圈编码器，表示电池供电电压过低。

多圈编码器每次上电时刻都会测量电池电压，如果电池电压低于阈值，该报警位一直保持报警状态，只有电池电压高于阈值，该位才会清除。

\*多圈计数误差报警位：该位只出现在多圈编码器，表示磁计数出错。

多圈编码器中的 FPGA 检测到过零点时，都会检查磁圈数是否一致变化，如果不一致，该报警位一直保持报警状态，只有重新上电，该位才会清除。

该位警告：如果编码器受到严重的磁场干扰，磁计数圈数可能出错。

\*多圈圈数溢出报警位：该位只出现在多圈编码器，表示圈数溢出。

多圈编码器的圈数范围为  $0 \dots (2^M - 1)$ ，如果圈数出现从 0 减小 1 跨到  $(2^M - 1)$  变化，或者从  $(2^M - 1)$  增加 1 跨到 0 变化，该报警位一直保持报警状态，只有重新上电，该位才会清除。

该位警告可用于测量直线丝杠的行程是否超出范围。

\*初始信号异常报警位：表示调制信号幅度出现异常。

该警告位提示初始信号出现异常，常见的原因是初始信号幅度饱和，问题可能出在安装或者轴窜动等造成的气隙异常。

\*温度超出范围报警位：表示芯片温度超出范围，-40...85 摄氏度。

\*CRC 多项式为： $x^6 + x^1 + x^0$ ，CRC 会取反并且先发送 MSB，Start 和 CDS 并不纳入 CRC 校验计算

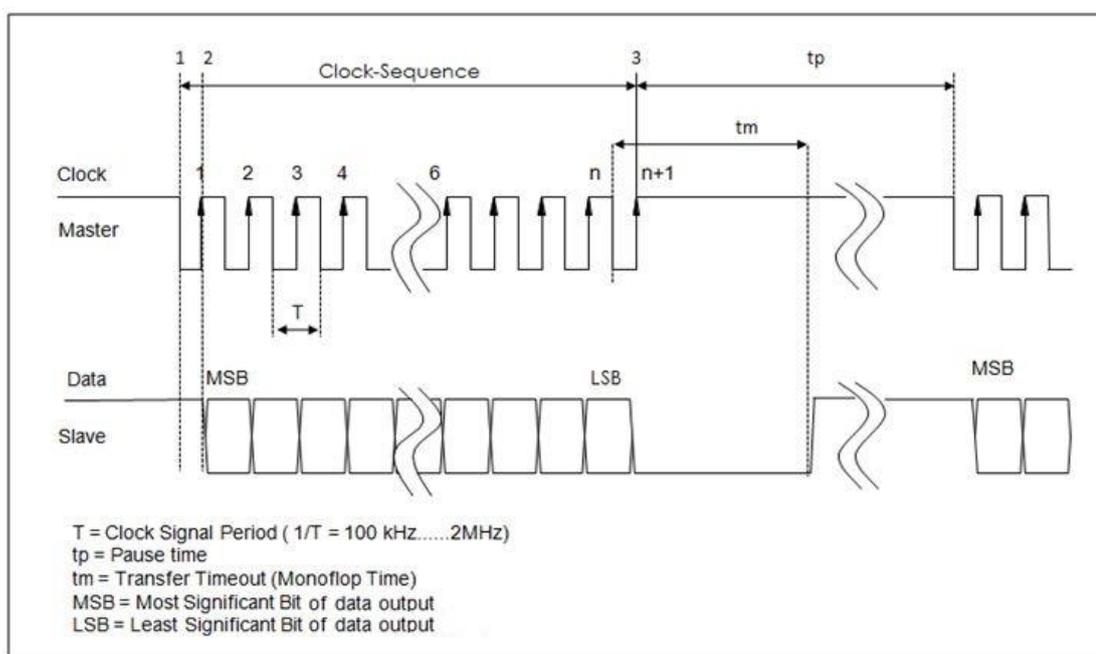
## ● 同步串行接口 SSI

同步串行接口（Synchronous Serial Interface, 以下简称 SSI）是一种点到点的、同步的、串行的数字传输，通常，作为主机的控制器与作为从机的编码器通过时钟和数据线构成点到点连接，时钟总是由主机发出，数据由从机发出，配合时钟同步响应，通讯是单向的。

编码器通过 SSI 接口传输二进制（binary）码，信息包括编码器位置值和编码器状态位等。

差分线驱动适合长距离通信，输入时钟和输出数据均为差分电平，输入电平容许共模电压-7V...12V，输出数据电平为 LVTTTL。

单端接口仅适合短距离通信，通常小于 1 米，输入时钟和输出数据电平为 LVTTTL。



主机发起对编码器位置信息的读取，空闲时，时钟和数据线的电平始终为高，当主机的时钟：

- 第一个时钟信号下降沿到来，单稳（态）电路被激活，编码器锁存当前位置数据；
- 第一个时钟信号上升沿，数据的最高位（MSB）被放到数据信号输出线上；紧接着的时钟下降沿，主机将读出稳定的 MSB；重复 n 个时钟，n 位数据传输结束；
- 时钟电平拉高，编码器数据先拉低，时长 tm 后，单稳电路释放，数据电平再次拉高。

对于编码器多次位置传输，必须在数据电平为高期间，主机再次发起位置的读取，也就是  $tm < tp$ ， $tm = 10\mu s$ 。

数据帧定义：

单圈模式（总字长  $N+2$  位）

参数	数据位长	数据位置
单圈角度分辨率	$N (\leq 21)$ , MSB 在前	$(N+1) \dots 2$
*初始信号异常报警位	1 (active high)	1
*温度超出范围报警位	1 (active high)	0

多圈模式（总传输字长  $M+N+6$  位）

参数	数据位长	数据位置
多圈圈数	$M (\leq 16)$ , MSB 在前	$(M+N+5) \dots (N+6)$
单圈角度分辨率	$N (\leq 21)$ , MSB 在前	$(N+5) \dots 6$
*电池失压报警位	1 (active high)	5
*电池低压报警位	1 (active high)	4
*多圈计数误差报警位	1 (active high)	3
*多圈圈数溢出报警位	1 (active high)	2
*初始信号异常报警位	1 (active high)	1
*温度超出范围报警位	1 (active high)	0

\*电池失压报警位：该位只出现在多圈编码器，表示主电源断电期间，电池曾经断开过。

如果多圈编码器的主电源断电期间，电池曾经断电再接通，那么下一次编码器上电，该报警位一直保持报警状态，下一次编码器重新上电，该位才会消除。

该位警告：如果在未接电池期间，编码器的圈数发生了变化，此时圈数变化不被记录。

\*电池低压报警位：该位只出现在多圈编码器，表示电池供电电压过低。

多圈编码器每次上电时刻都会测量电池电压，如果电池电压低于阈值，该报警位一直保持报警状态，只有电池电压高于阈值，该位才会清除。

\*多圈计数误差报警位：该位只出现在多圈编码器，表示磁计数出错。

多圈编码器中的 FPGA 检测到过零点时，都会检查磁圈数是否一致变化，如果不一致，该报警位一直保持报警状态，只有重新上电，该位才会清除。

该位警告：如果编码器受到严重的磁场干扰，磁计数圈数可能出错。

\*多圈圈数溢出报警位：该位只出现在多圈编码器，表示圈数溢出。

多圈编码器的圈数范围为  $0 \dots (2^M-1)$ ，如果圈数出现从 0 减小 1 跨到  $(2^M-1)$  变化，或者从  $(2^M-1)$  增加 1 跨到 0 变化，该报警位一直保持报警状态，只有重新上电，该位才会清除。

该位警告可用于测量直线丝杠的行程是否超出范围。

\*初始信号异常报警位：表示调制信号幅度出现异常。

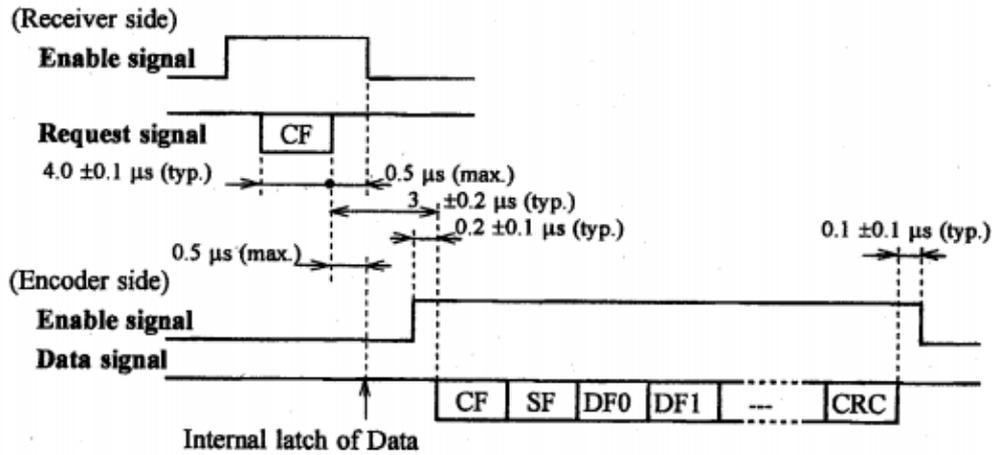
该警告位提示初始信号出现异常，常见的原因是初始信号幅度饱和，问题可能出在安装或者轴窜动等造成的气隙异常。

\*温度超出范围报警位：表示芯片温度超出范围， $-40 \dots 85$  摄氏度。

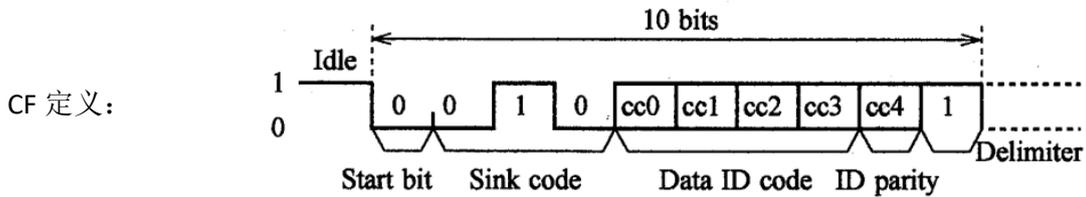
### ● 串行数据通信接口 RS485

数据通讯是基于 485 硬件接口标准 NRZ 协议，通讯波特率为 2.5Mbps 的串行通讯，采用差分两线制。CRC 循环冗余校验数据，避免数据出错导致异常的问题发生。除了位置读取以外，还提供位置清零功能。

协议采用应答方式，空闲时，主机发送端逻辑必须为高，发送和接收的时序图如下。



控制器发送不同的 CF (control field) 让编码器执行不同的任务，每个域(Field)传送 10 个比特，包括一个起始位，一个字节和一个停止位。

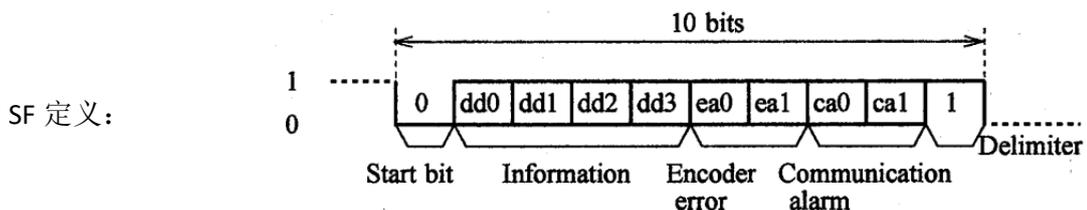


位置读取请求 CF=DataID3，即上位机发送 0x1A。

Data ID Code 定义:

Application	Data ID	Code				Parity
		cc0	cc1	cc2	cc3	cc4
Data readout	Data ID 0	0	0	0	0	0
	Data ID 1	1	0	0	0	1
	Data ID 2	0	1	0	0	1
	Data ID 3	1	1	0	0	0

编码器返回位置数据，第一个字节为 CF，第二个字节为状态域(SF), 没有报警时为 0x00



第三到第十个字节为数据域(DF),

ABS0~ABS2 为单圈位置信息, LSB 在前, MSB 在后, 高位不足补零。

ENID=0x11。

ABM0~ABM2 为多圈信息, LSB 在前, MSB 在后, 高位不足补零。

ALMC 为报警位, 没有报警时为 0x00

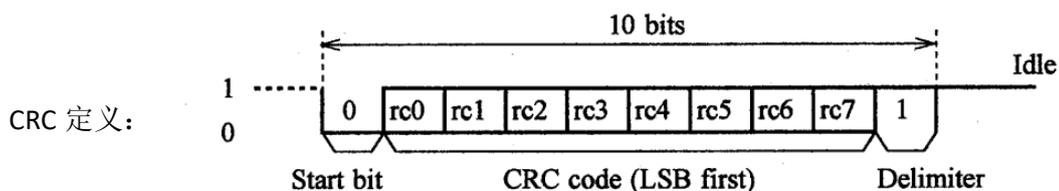
ALMC	警告定义	说明
0	采样信号异常	本次上电期间原始信号出现异常时置‘1’, 至下一次上电后消除
1	常为 0	
2	圈数异常	本次上电期间圈数出现异常时置‘1’, 至下一次上电后消除
3	圈数溢出	当多圈编码器在本次上电过程中, 圈数出现反转跨过‘0’圈, 或正转跨过最大圈数时, 保持报警, 至下一次上电后消除
4	温度警告	当本次上电工作过程中, 出现温度过高的情况, 会保持警报, 至下一次上电后消除
5	常为 0	
6	电池低压	当电池低于安全工作电压(1.9V)时, 每次上电都会进行报警, 需更换电池以消除报警。
7	电池失压	多圈编码器若出现过完全断电(外部供电和电池), 首次供电后会进行报警。当在电池供电的情况下, 外部供电第二次上电时报警会自动消除

DF 定义:

Data ID code	DF0	DF1	DF2	DF3	DF4	DF5	DF6	DF7
Data ID 0	ABS0	ABS1	ABS2					
Data ID 1	ABM0	ABM1	ABM2					
Data ID 2	ENID							
Data ID 3	ABS0	ABS1	ABS2	ENID	ABM0	ABM1	ABM2	ALMC
Data ID 7	ABS0	ABS1	ABS2					
Data ID 8	ABS0	ABS1	ABS2					
Data ID C	ABS0	ABS1	ABS2					

第十一个字节为 CRC 域:

CRC 多项式为  $x^8+1$ , 计算数据包括 CF, SF 和 DF (不包括每个 field 起始位和停止位)



单圈绝对角度清零请求 CF=DataID8，即上位机发送 0xC2，连续发送 10 次，并正常接收到编码器的返回信息时，角度清零。

Data ID Code 定义

Application	Data ID	Code				Parity
		cc0	cc1	cc2	cc3	
Data readout	Data ID 0	0	0	0	0	0
	Data ID 1	1	0	0	0	1
	Data ID 2	0	1	0	0	1
	Data ID 3	1	1	0	0	0
Writing to EEPROM	Data ID 6	0	1	1	0	0
Readout from EEPROM	Data ID D	1	0	1	1	1
Reset	Data ID 7	1	1	1	0	1
	Data ID 8	0	0	0	1	1
	Data ID C	0	0	1	1	0

返回的 DF 定义

Data ID code	DF0	DF1	DF2	DF3	DF4	DF5	DF6	DF7
Data ID 0	ABS0	ABS1	ABS2					
Data ID 1	ABM0	ABM1	ABM2					
Data ID 2	ENID							
Data ID 3	ABS0	ABS1	ABS2	ENID	ABM0	ABM1	ABM2	ALMC
Data ID 7	ABS0	ABS1	ABS2					
Data ID 8	ABS0	ABS1	ABS2					
Data ID C	ABS0	ABS1	ABS2					

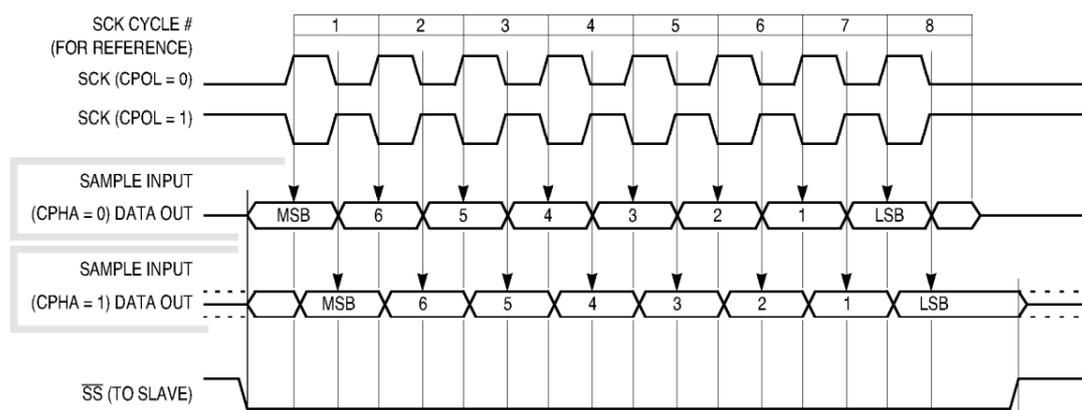
多圈圈数清零请求 CF=DataIDC，即上位机发送 0x62，连续发送 10 次，并正常接收到编码器的返回信息时，多圈圈数清零。

注：对于多圈编码器，用户如果要把单圈角度和多圈圈数同时 reset，必须连续发送 10 次 0xC2，然后再连续发 10 次 0x62。

## ● 串行外设接口（从机模式）

### Serial Peripheral Interface—SPI (slave mode)

SPI 总线系统是一种同步串行外设接口，它可以使 MCU 与各种外围设备以串行方式进行通信以交换信息，编码器端实现了从机模式的 SPI 协议，允许 MCU 读取编码器的位置信息。SPI 协议支持单端 LVTTTL 电平，CPHA=1 和 CPOL=0 的模式，下图为时序图：



$\overline{SS}$ : 低电平有效，通信期间，保持为低，空闲为高，主机发出该信号与从机同步，上升沿重设 SPI 接口。

SCK: 时钟信号，由主机发出，数据在时钟上升沿时改变，在紧接着的下降沿被读取。

MISO: SPI 主机输入/从机输出，编码器位置信息输出，在  $\overline{SS}$  低电平有效，空闲时为高阻。

数据帧由位置信息，报警信息和 CRC 循环校验组成，CRC 校验可选。

单圈模式（总字长 32 比特）

参数	数据位长	数据位置
单圈角度分辨率	N ( $\leq 21$ ), MSB 在前	31...(32-N)
*初始信号异常报警位	1 (active high)	31-N
*温度超出范围报警位	1 (active high)	30-N
CRC (可选)	6	(29-N)...(24-N)
0 (有 CRC)	剩余补零	(23-N)...0
0 (无 CRC)		(29-N)...0

多圈模式（总字长 48 比特）

参数	数据位长	数据位置
多圈圈数	M ( $\leq 16$ ), MSB 在前	47...(48-M)
单圈角度分辨率	N ( $\leq 21$ ), MSB 在前	(47-M)...(48-M-N)
*电池失压报警位	1 (active high)	47-M-N
*电池低压报警位	1 (active high)	46-M-N
*多圈计数误差报警位	1 (active high)	45-M-N
*多圈圈数溢出报警位	1 (active high)	44-M-N
*初始信号异常报警位	1 (active high)	43-M-N
*温度超出范围报警位	1 (active high)	42-M-N
CRC (可选)	6	(41-M-N)...(36-M-N)
0 (有 CRC)	剩余补零	(35-M-N)...0
0 (无 CRC)		(41-M-N)...0

\*电池失压报警位：该位只出现在多圈编码器，表示主电源断电期间，电池曾经断开过。如果多圈编码器的主电源断电期间，电池曾经断电再接通，那么下一次编码器上电，该报警位一直保持报警状态，下一次编码器重新上电，该位才会消除。  
该位警告：如果在未接电池期间，编码器的圈数发生了变化，此时圈数变化不被记录。

\*电池低压报警位：该位只出现在多圈编码器，表示电池供电电压过低。多圈编码器每次上电时刻都会测量电池电压，如果电池电压低于阈值，该报警位一直保持报警状态，只有电池电压高于阈值，该位才会清除。

\*多圈计数误差报警位：该位只出现在多圈编码器，表示磁计数出错。多圈编码器中的 FPGA 检测到过零点时，都会检查磁圈数是否一致变化，如果不一致，该报警位一直保持报警状态，只有重新上电，该位才会清除。  
该位警告：如果编码器受到严重的磁场干扰，磁计数圈数可能出错。

\*多圈圈数溢出报警位：该位只出现在多圈编码器，表示圈数溢出。多圈编码器的圈数范围为  $0 \dots (2^M - 1)$ ，如果圈数出现从 0 减小 1 跨到  $(2^M - 1)$  变化，或者从  $(2^M - 1)$  增加 1 跨到 0 变化，该报警位一直保持报警状态，只有重新上电，该位才会清除。  
该位警告可用于测量直线丝杠的行程是否超出范围。

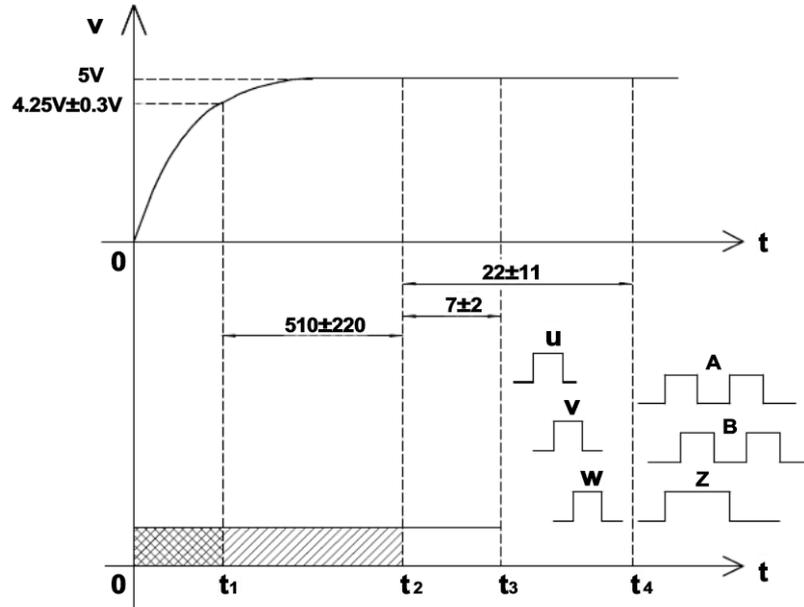
\*初始信号异常报警位：表示调制信号幅度出现异常。该警告位提示初始信号出现异常，常见的原因是初始信号幅度饱和，问题可能出在安装或者轴窜动等造成的气隙异常。

\*温度超出范围报警位：表示芯片温度超出范围， $-40 \dots 85$  摄氏度。

\*CRC 多项式为： $x^6 + x^1 + x^0$ ，CRC 会取反并且先发送 MSB。

## 附录 4 省线式增量脉冲输出，ABZ/UVW

下图为省线式增量编码器在上电期间输出 UVW 和 ABZ 切换时序。



当省线式编码器上电至工作电压点  $4.25 \pm 0.3V$  后，即从  $t_1$  时间开始，编码器输出 A、B、Z 上输出的是高阻状态，即 A+、A-、B+、B-、Z+、Z- 对 GND 输出均为  $\frac{1}{2} * V_{OH}$ ，此高阻状态是一种标示状态，以供驱动器识别时间的起点及判断时间段的标志。

在经过  $t_1 \sim t_2$  时间段后，编码器开始输出 U、V、W 信号，但在  $t_2 \sim t_3$  时间段内，其输出信号尚不稳定，是一个输出信号切换的时间段。从  $t_3$  时间开始，编码器的 A、B、Z 线上开始输出稳定的 U、V、W 信号，此信号直至输出到  $t_4$  至。

随后从  $t_4$  时间开始，A、B、Z 引出线输出 A、B、Z 信号。

依据上述省线式编码器的工作输出状态，伺服驱动器上电后的工作流程应为：在伺服电机与伺服驱动器同时上电后，伺服驱动器应在  $t_1 \sim t_2$  时间之内完成必要的初始工作后，立即读取省线式编码器 A、B、Z 引出线的状态。如此时的 A、B、Z 引出线的状态均为高阻状态，即说明此时尚在  $t_1 \sim t_2$  时间段内，并且伺服驱动器此时要不间断的监测 A、B、Z 引出线的状态。反之，如果未读取到省线式编码器 A、B、Z 引出线均为高阻状态时，表明已进入到了  $t_2$  以后的时间段，并且无法判断时间段及时间起点，此时的读取信号将无法保证正确。

当伺服驱动器读取省线式编码器 A、B、Z 引出线的状态一出现不为全高阻状态时，表明已进入  $t_2 \sim t_3$  时间段，此时伺服驱动器应按省线式编码器时序图的要求，延迟至  $t_3$  时间点后开始读取 U、V、W 信号。U、V、W 信号读取后，延迟至  $t_4$  时间点后再次读取的信号，即可当作 A、B、Z 信号来处理。由 U、V、W 信号波形图可知，伺服电机的 U、V、W 信号编码是 001、011、010、110、100、101 六组信号组成，且此有效信号中无 000、111 编码组成。故可依此对读取的 U、V、W 信号进行合法判断。

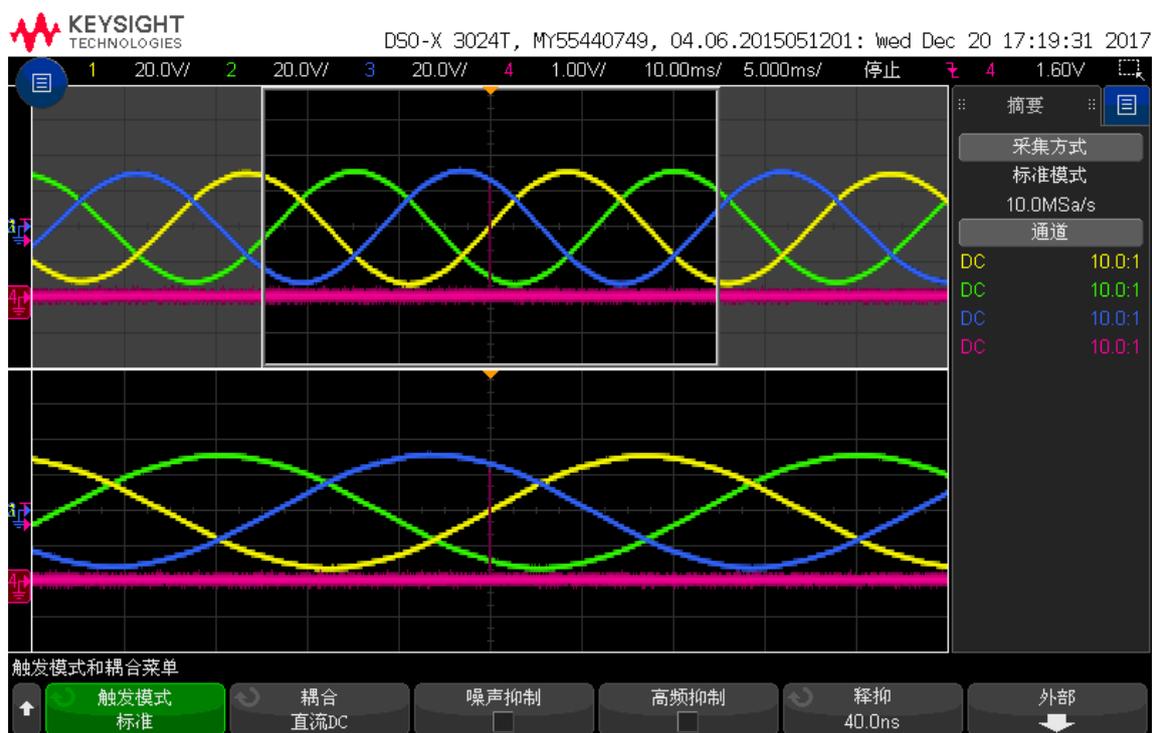
安装调试助手将完成增量编码器零点与电机的磁极角对准。

步骤 1：增量编码器动静盘安装好；

步骤 2：电机 U 线通直流正电压（比如 5V），V 线接地，电机的轴就锁定；

步骤 3：给编码器上电，编码器计算锁轴的当前绝对角度，并减去一个固定偏差角度（与极对数有关）并写入到编码器的 flash 中，保证增量编码器的 Z 脉冲与 U 脉冲对齐。

下图为磁极角对准后的验证曲线



注：通道 1（黄色），通道 2（绿色），通道 3（蓝色）分别为电机转动后产生的感生电动势 UVW，它们相差 120 度，

通道 4（粉红）为编码器的 Z 输出，选为示波器的触发信号，上升沿触发在时间  $t=0$  时刻（脉冲宽度很窄），U 刚好从负到正过零点，说明 U 与 Z 对齐

编码器出厂设定动盘静盘三角形对准位置为零度（见封页），当然，客户也可以根据需要设定绝对式编码器任何角度为零点，比如锁轴时的位置为零度。

盈动高科自动化有限公司

广东东莞松山湖工业北三路 3 号

电话: +86 (0769 (39016001) 18027033993