KingKong.tech
金 钢 科 技

DPT 磁双编码器数据手册 v0.5

KingKong.tech
金 钢 科 技

DPT 磁双编码器

DPT 磁双编码器为机器人一体化关节专用，使用金钢科技图案式磁技术，在有限的体积内可以达到两个轴的测量，达到类光电的分辨率与精度，同时拥有高强的抗环境干扰能力。

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。

超薄紧密的中空结构，更方便在各种应用场景中嵌入。

- 双 24 位绝对值输出
- 双±0.01°绝对定位精度
- 超紧凑（径向单边 7 mm）
- 内径每隔 5mm 一个型号
- 定、转子公差配合安装技术
- 磁干扰屏蔽技术
- 中空不限制安装位置
- 最高速度 8,000 rpm
- 唯一数据标定成形
- 多种输出接口
- 各种环境干扰抗性

型号

DPT-10-15-25-A-24-24-R-N-A-M

内转子内径

具体请查看尺寸

xx — 螺纹款

xxB — 粘胶款

外转子内径

具体请查看尺寸

xx — 螺纹款

xxB — 粘胶款

定子外径

具体请查看尺寸

xx — 正装款

xxH — 正反装款

输出种类

A — 绝对值

内编码器输出参数

24 — 24 位

外编码器输出参数

24 — 24 位

输出接口

R — RS485

B — BISS-C

输入电压

N — 5V

工作温度

A — -40 ~ 85 ℃

B — -40 ~ 105 ℃

C — -40 ~ 125 ℃

附加

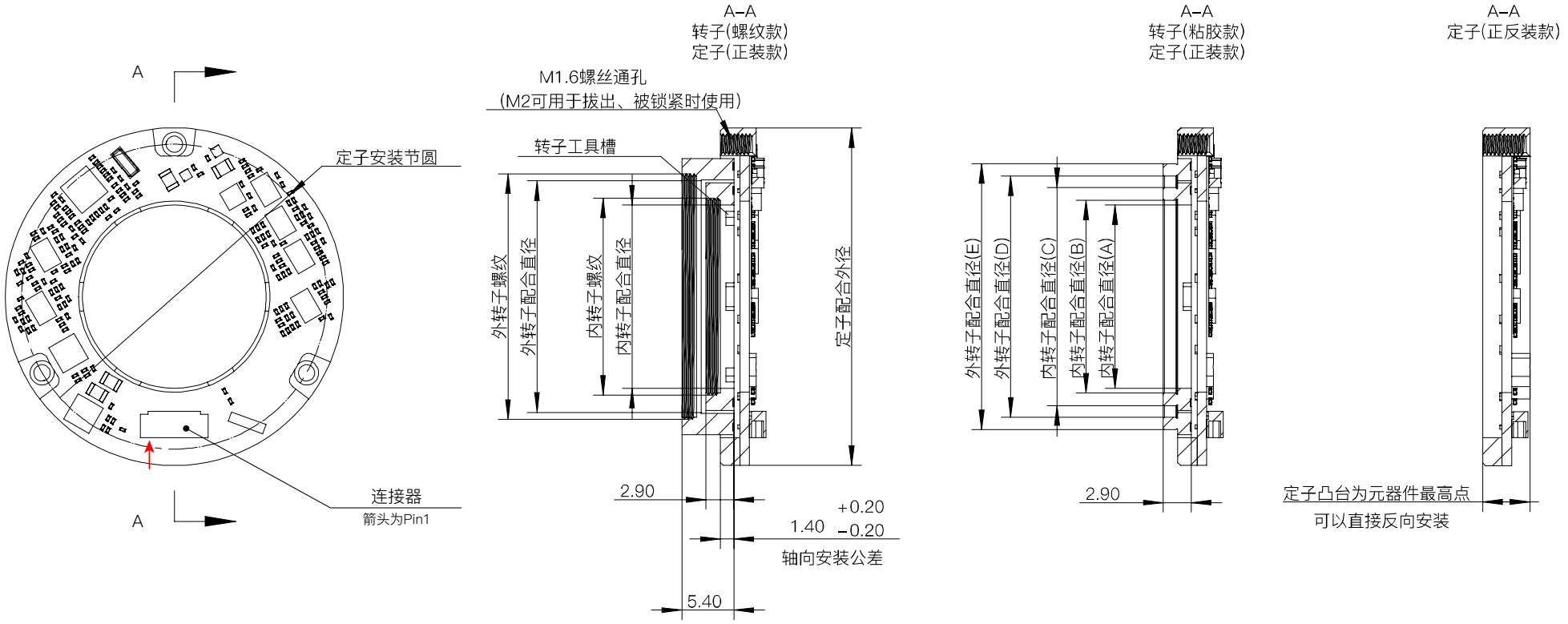
M — 无附加

尺寸

系列	尺寸	转子款式	定子款式	内转子螺纹	内转子高度	内转子配合直径(H7)[3]			外转子螺纹	外转子高度	外转子配合直径(H7)[3]		定子安装节圆	定子配合外径(h7)	定子可以直接反装[2]
						A	B	C			D	E			
10–15–25	DPT–10–15–25	螺纹款	正装款	M10x0.4mm	2.9		9		M15x0.4mm	5.4		14	21.6	25	–
	DPT–10B–15B–25	粘胶款	正装款	–	2.9	9	10	12.6	–	2.9	15	17.6	21.6	25	–
	DPT–10–15–25H	螺纹款	正反装款	M10x0.4mm	2.9		9		M15x0.4mm	5.4		14	21.6	25	✓
	DPT–10B–15B–25H	粘胶款	正反装款	–	2.9	9	10	12.6	–	2.9	15	17.6	21.6	25	✓
15–20–30	DPT–15–20–30	螺纹款	正装款	M15x0.4mm	2.9		14		M20x0.4mm	5.4		19	26.6	30	–
	DPT–15B–20B–30	粘胶款	正装款	–	2.9	14	15	17.6	–	2.9	20	22.6	26.6	30	–
	DPT–15–20–30H	螺纹款	正反装款	M15x0.4mm	2.9		14		M20x0.4mm	5.4		19	26.6	30	✓
	DPT–15B–20B–30H	粘胶款	正反装款	–	2.9	14	15	17.6	–	2.9	20	22.6	26.6	30	✓
20–25–35	DPT–20–25–35	螺纹款	正装款	M20x0.4mm	2.9		19		M25x0.4mm	5.4		24	31.6	35	–
	DPT–20B–25B–35	粘胶款	正装款	–	2.9	19	20	22.6	–	2.9	25	27.6	31.6	35	–
	DPT–20–25–35H	螺纹款	正反装款	M20x0.4mm	2.9		19		M25x0.4mm	5.4		24	31.6	35	✓
	DPT–20B–25B–35H	粘胶款	正反装款	–	2.9	19	20	22.6	–	2.9	25	27.6	31.6	35	✓
25–30–40	DPT–25–30–40	螺纹款	正装款	M25x0.4mm	2.9		24		M30x0.4mm	5.4		29	36.6	40	–
	DPT–25B–30B–40	粘胶款	正装款	–	2.9	24	25	27.6	–	2.9	30	32.6	36.6	40	–
	DPT–25–30–40H	螺纹款	正反装款	M25x0.4mm	2.9		24		M30x0.4mm	5.4		29	36.6	40	✓
	DPT–25B–30B–40H	粘胶款	正反装款	–	2.9	24	25	27.6	–	2.9	30	32.6	36.6	40	✓
30–35–45	DPT–30–35–45	螺纹款	正装款	M30x0.4mm	2.9		29		M35x0.4mm	5.4		34	41.6	45	–
	DPT–30B–35B–45	粘胶款	正装款	–	2.9	29	30	32.6	–	2.9	35	37.6	41.6	45	–
	DPT–30–35–45H	螺纹款	正反装款	M30x0.4mm	2.9		29		M35x0.4mm	5.4		34	41.6	45	✓
	DPT–30B–35B–45H	粘胶款	正反装款	–	2.9	29	30	32.6	–	2.9	35	37.6	41.6	45	✓

1. 下载 3D 模型：https://kingkong.tech/encoder/DPT
2. 正装款如果需要反装的话，需要与定子上的凸台进行结构上的对齐。
3. 粘胶款配合直径任选其一即可

图纸



定子安装时，可以使用 M1.6 螺丝从 M2 螺纹孔中穿过，也可以使用 M2 螺纹配合 M2 螺丝来做锁紧

转子安装时，使用专用工具拧紧，具体可参见《DPT 设计安装建议》。

电气连接

连接器

	线对板连接器
型号	SM06B-SURS-TF
种类	线对板型
连接线	AWG32 线束

引脚

引脚	颜色	R	B
		RS485	BISS-C
1	橙	-	SLO -
2	黄	-	SLO +
3	绿	B	MA -
4	蓝	A	MA +
5	黑	0V（GND）	
6	红	+5V	

参数规格

系统参数

安装方式	轴向中空
分辨率	24bit
精度	±0.01°

电气参数

电源	4.5 ~ 5.5 V
启动时间	15 ms
连接方式	线对板连接器
电流	≈ 130 mA
静电保护	HBM, max. ±2 kV CDM, max. ±1 kV

机械参数

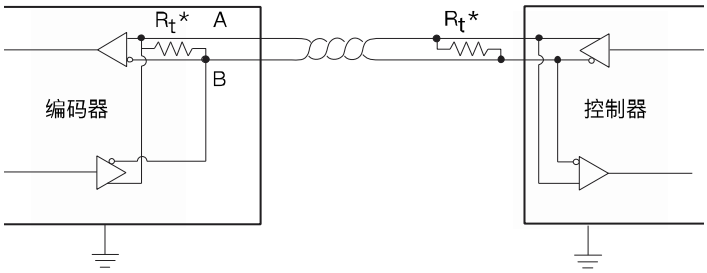
磁环托架	不锈钢

环境参数

工作温度	–40 ~ 85 ℃ / –40 ~ 105 ℃ / –40 ~ 125 ℃

RS485 协议接口

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。

RS485 底层协议为 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。

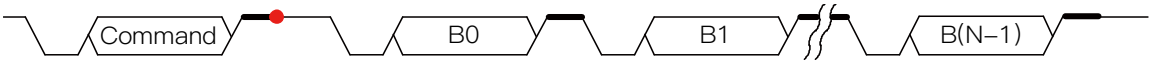
协议配置：

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	B	C	D
波特率（Mbps）	2.5	5	7.75

波形图：



(1) 编码器会在红外点处锁存当前角度数据

指令与数据:

指令	介绍		N	返回数据（N 个字节）							
				B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
0x29	设置	内零位(1)	2	C	CRC						
0x30	设置	外零位(2)	2	C	CRC						
0x31	获取	内角度	4	A0	A1	A2	CRC				
0x32	获取	外角度	4	B0	B1	B2	CRC				
0x33	获取	内角度 外角度	7	A0	A1	A2	B0	B1	B2	CRC	
0x41	获取	内角度 状态信息	5	A0	A1	A2	S	CRC			
0x42	获取	外角度 状态信息	5	B0	B1	B2	S	CRC			
0x43	获取	内角度 外角度 状态信息	8	A0	A1	A2	B0	B1	B2	S	CRC
0x74	获取	温度信息	3	T0	T1	CRC					

上表中，字母对应数据为:

A	B	C	S	T	CRC
内编码器角度	外编码器角度	清零读数值	状态	温度	CRC 校验

(1) 设置零位需连续间隔发送命令 0x31、发送命令 0x29 共 10 次，方能设置成功；当返回计数值为 10 时，触发设置零位

(2) 设置零位需连续间隔发送命令 0x32、发送命令 0x30 共 10 次，方能设置成功；当返回计数值为 10 时，触发设置零位

(3) 温度信息为芯片的结温，（该值等于℃ * 10）

(4) 数字越大，字节顺序越高

(5) CRC 字节（CRC 多项式为 x8+x7+x4+x2+x1+1，计算方法见附录 CRC-8 表($x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+1$)）

示例:

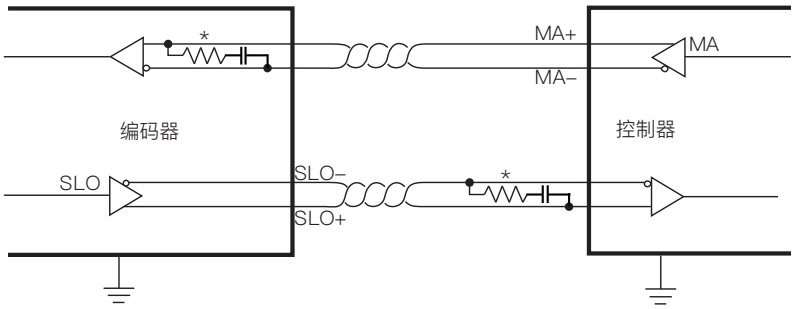
如发送 0x33，得到 uint8_t Buffer[7];

那使用时:

```
uint32_t angleInner = Buffer[2] << 16 | buffer[1] << 8 | buffer[0];
uint32_t anngleOutter = Buffer[5] << 16 | buffer[4] << 8 | buffer[3];
float angleInnerFloat = angleInner / (float)(1 << 24) * 360;
float angleOutterFloat = angleOutter / (float)(1 << 24) *360;
```

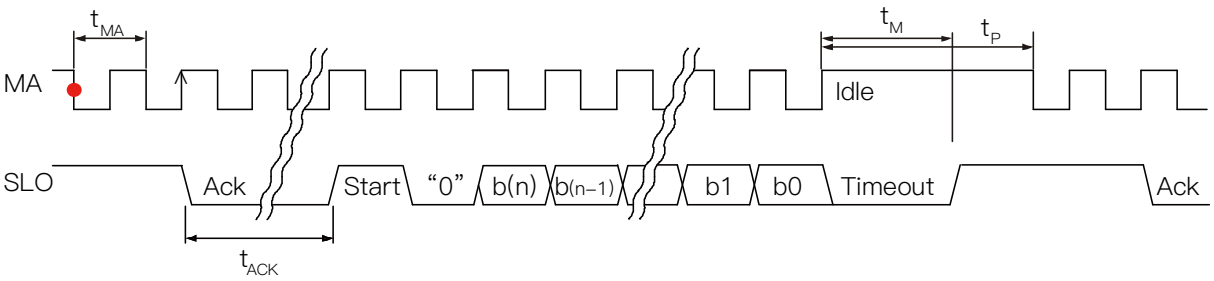
BISS-C 协议接口

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：



(1) 编码器会在红外点处锁存住当前角度数据

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	tMA	400 ns		14 µs
时钟频率	f	120 kHz		2.5 MHz(1)
ACK 长度	tACK		5 bits	
传输超时	tM		10 µs	
暂停时间	tP	20 µs		

(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	b55 : b32	b31 : b8	b7	b6	b5 : b0
长度	24 bits	24 bits	1bit	1bit	6 bits
数据	内圈角度	外圈角度	错误位(1)	警告位(2)	CRC(3)

(1) 错误位为低电平有效。

(2) 警告位为低电平有效。当为 1 时，表示无任何错误、警告触发；当为 0 时，表示至少有一项错误、警告触发。

(3) CRC 多项式为 x6 + x1 + 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。

状态位

在 BISS-C/RS485 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，然后可以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
BISS-C	b13	b12
RS485	b7	b6

状态位：

位置	b3	b2	b1	b0
描述	外圈转子过远	外圈转子过近	内圈转子过远	内圈转子过近

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。

附录

CRC-8 表($x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+1$)

```
//poly = x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+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-6 计算

```
#define DATA_TOTAL_BIT_LENGTH 47


//poly = x^6+x^1+1
uint8_t tableCRC6[64] = {
0x00, 0x03, 0x06, 0x05, 0x0C, 0x0F, 0x0A, 0x09, 0x18, 0x1B, 0x1E, 0x1D, 0x14, 0x17, 0x12, 0x11, 0x30, 0x33, 0x36, 0x35, 0x3C, 0x3F, 0x3A, 0x39, 0x28, 0x2B, 0x2E, 0x2D, 0x24, 0x27, 0x22, 0x21, 0x23,
0x20, 0x25, 0x26, 0x2F, 0x2C, 0x29, 0x2A, 0x3B, 0x38, 0x3D, 0x3E, 0x37, 0x34, 0x31, 0x32, 0x13, 0x10, 0x15, 0x16, 0x1F, 0x1C, 0x19, 0x1A, 0x0B, 0x08, 0x0D, 0x0E, 0x07, 0x04, 0x01, 0x02
};

uint8_t calcBissCCRC(uint8_t buffer[]){
	#define CRC_BIT_LENGTH 6
	#define DATA_CRC_MASK ((1 << CRC_BIT_LENGTH) - 1)
	#define DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH (DATA_TOTAL_BIT_LENGTH - CRC_BIT_LENGTH)
	#define TOP_BYTE_BITLENGTH (DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH % CRC_BIT_LENGTH)
	#if TOP_BYTE_BITLENGTH == 0
		#undef TOP_BYTE_BITLENGTH
		#define TOP_BYTE_BITLENGTH CRC_BIT_LENGTH
	#endif

	uint32_t firstWord = __REV(*(uint32_t *) buffer);
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH > 32
	uint32_t secondWord = __REV(*(uint32_t *) (buffer + 4));
	#endif

	uint8_t crc = tableCRC6[firstWord >> (32 - TOP_BYTE_BITLENGTH)];

	#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
	#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 1)
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
		crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#endif

	#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
	#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 2)
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
		crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#endif

	#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
	#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 3)
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
		crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#endif

	#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
	#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 4)
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
		crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#endif

	#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
	#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 5)
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
		#if 32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
			crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
		#elif 32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH > -CRC_BIT_LENGTH
			crc = tableCRC6[crc ^ (((firstWord << -(32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH)) & DATA_CRC_MASK) | (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH)))];
		#else
			crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
		#endif
	#endif

	#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
	#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 6)
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
		crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#endif

	#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
	#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 7)
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
		crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#endif

	#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
	#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 8)
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
		crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#endif

	#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
	#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 9)
	#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
		crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#endif

	#if 32 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH >= 0
		crc = tableCRC6[crc ^ DATA_CRC_MASK ^ (firstWord >> (32 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#elif 32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH > -CRC_BIT_LENGTH
		crc = tableCRC6[crc ^ DATA_CRC_MASK ^ (((firstWord << -(32 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH)) & DATA_CRC_MASK) | (secondWord >> (64 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH)))];
	#else
		crc = tableCRC6[crc ^ DATA_CRC_MASK ^ (secondWord >> (64 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
	#endif

	return crc;
}
```

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 节字对齐的 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
}
```

版本历史

时间	版本	修改内容
2023/09/01	V0.1	初始化版本
2024/03/18	V0.2	更新状态位 添加 BISS-C 协议
2024/05/01	V0.3	添加标准图纸 添加线束颜色
2024/12/08	V0.4	添加转子粘胶款 添加定子反装款 修改连接器为左 1 为 Pin1
2024/12/22	V0.5	添加角度锁存位置指示

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