



# 战术级单轴 MEMS 陀螺仪传感器

## FSS-G200 产品手册

### 特性

#### 战术级 MEMS 陀螺仪

- 5.0°/h 零偏不稳定性
- 优于0.1°/s 零偏重复性;
- 0.08°/s 超低输出噪声

#### 高强度工况耐受

- 超强冲击耐受: 2000g (0.5ms, 半正弦, 3 轴)
- 超强振动耐受: 10g (10~2KHz, 3 轴)
- 全温环境稳定工作: -40°C ~ 85°C
- 100%磁屏蔽

#### 实时而灵活的数字接口、体积小巧

- 高达400Hz的可配置输出采样率
- 支持RS232、CAN主流农机控制器接口
- 45\*45\*22.8mm, 重量仅50g



### 产品概述

FSS-G200是原极科技倾力打造的单轴MEMS惯性传感器模块。

高精度、高分辨率, 可捕捉细微的震动与倾斜。大量程的输出, 让大动态下的动作感知成为可能。所有模块出厂前都配置超宽温域的精细化温补与独立标定, 让每个模块都能在各种极限工况下稳定发挥, 同时保证所有产品性能高度一致。

预留的组合导航接口可以兼容目前主流卫星导航方案。

### 应用领域

- 自动驾驶: 车载、农机、工程车、水下
- 精密测量: 井下、隧道、震动、倾斜
- 稳定平台: 云台、动中通、无人机
- 自动控制: 大型工业设备、自控系统

在标准性能及输出参数的基础上, 原极也为您的特殊需求提供定制化软件及 LOGO定制服务, 在产品上助您一臂之力!

## 目录

1. 性能参数 .....	3
1.1 陀螺仪关键指标 .....	3
2. 外形结构 .....	3
3. 电气特性 .....	4
4. 通信协议 .....	4
4.1 串口通信协议 .....	4
4.1.1 串口接口参数 .....	4
4.1.2 数据包格式 .....	5
4.1.3 数据流帧——AHRS 数据 .....	5
4.1.4 命令模式 GET 输出——系统状态 .....	6
4.1.5 命令模式 GET 输出——读取参数 .....	7
4.1.6 命令模式 SET 指令 .....	8
4.1.7 命令模式输出——用户命令响应 .....	9
4.1.8 串口连接常见问题 .....	10
4.2 CAN 通信协议 .....	11
4.2.1 通信参数 .....	11
4.2.2 标准帧格式 .....	12
5. CRC 查表法计算 .....	12
6. 附件 .....	14
7. 更新记录 .....	14

## 1. 性能参数

### 1.1 陀螺仪关键指标

表 1 陀螺仪关键指标

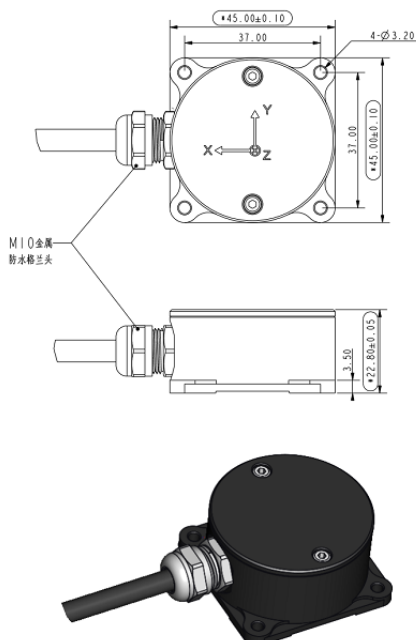
参数	测试条件/备注	最小值	典型值	最大值	单位
测量范围			±500		° /s
零偏不稳定性 <sup>1</sup>	@25°C, ALLAN 方差, 1 σ		5.0		° /hr
零偏重复性	@25°C, ALLAN 方差, 1 σ		0.1		° /s
内部低通截止频率	软件可调整	1.0	15	47	Hz
ODR <sup>2</sup>		1	100	400	Hz
测量延时			7.0		ms
随机游走	@25°C, ALLAN 方差, 1 σ		0.3		° /√hr

注 1: IEEE 标准, 在静态 25°C 环境下 Allan 方差曲线给出

注 2: 最大输出更新率不大于 100Hz@115200bps

## 2. 外形结构

图 1 外形结构及尺寸 (单位: mm)



## 3. 电气特性

表 2 电气特性

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	VCC	4.5	5	12	V
VCC 最大纹波	Vrpp	0		40	mV
功耗	P		0.25		W
使用温度	T	-40		85	°C
存储温度	T	-40		85	°C

表 3 管脚定义

参数	线色	备注
电源输入	红色	5V 直流输入
电源地	黑色	
RS232_TX	黄色	RS232 电平
RS232_RX	白色	
CAN_L	棕色	CAN BUS
CAN_H	绿色	

注：CAN 通信波特率为 1MHZ, 内置匹配电阻 120 欧

## 4. 通信协议

### 4.1 串口通信协议

基于 QT、ROS 和 STM32 的串口协议示例：

<http://www.forsense.cn/download/>

串口通信具有两种模式：数据流模式(Stream Mode)和命令模式(Command Mode)，IMU 在上电初始化完成后，根据参数配置的模式值进入对应模式。

数据流模式：以固定频率周期性输出 AHRS 数据；

命令模式：在此模式下，停止周期性输出，用户通过发送命令与 IMU 进行通信，可通过 GET 指令获取传感器数据、状态、参数等，也可配置 IMU 的参数。

#### 4.1.1 串口接口参数

表 4 串口接口参数

传输速率范围	115200bps ~ 1.5Mbps
默认传输速率	115200bps
开始位	1 bit

数据位	8 bits
停止位	1 bit
奇偶校验	无

## 4.1.2 数据包格式

IMU 输出和用户输入的数据包结构组成如下：

表 5 IMU 输出和用户输入数据结构

偏移量	数据类型	名称	描述
0	uint8	帧头 1	IMU 输出帧头：0xAA, 0x55 用户输入帧头：0x55, 0xAA
1	uint8	帧头 2	
2	uint16	ID 低位	串口通信帧 ID 的低位字节
3		ID 高位	串口通信帧 ID 的高位字节
4	uint16	数据长度低位	串口通信帧长度的低位字节，length 为 payload 所占字节数，即为 n
5		数据长度高位	串口通信帧长度的高位字节，length 为 payload 所占字节数，即为 n
6	uint8	Payload (n 个字节)	数据负载
6+n	uint32	CRC_CEHCK (32 位数据低字节)	CRC 校验
7+n		CRC_CEHCK (32 位数据中低字节)	
8+n		CRC_CEHCK (32 位数据中高字节)	
9+n		RC_CEHCK (32 位数据高字节)	

注 1：数据以小端格式传输，低字节在前，高字节在后

注 2：crc32 的初值为 1，CRC 计算不包括本身的本帧所有数据，查表计算法见文档末尾

## 4.1.3 数据流帧——AHRs 数据

表 6 串口 AHRs 数据格式

	帧头	帧头	ID	length	payload	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	A1	uint32
编码	0xAA	0x55	0x0002	0x002C		crc32

注 1：最大输出更新率不大于 200Hz@115200bps

表 7 串口 A1 负载数据格式

offset	名称	数据类型	单位	描述
0	timer	uint32	μs	时间标
4	pitch	float	°	俯仰角
8	roll	float	°	横滚角

12	yaw	float	°	航向角
16	ax	float	g	X 轴加速度
20	ay	float	g	Y 轴加速度
24	az	float	g	Z 轴加速度
28	gx	float	° /s	X 轴角速度
32	gy	float	° /s	Y 轴角速度
36	gz	float	° /s	Z 轴角速度
40	temp	float	°C	IMU 芯片温度

例：获取到 AHRS 数据流：

AA 55 02 00 2C 00 6D 89 16 05 8F C2 65 40 14 AE 07 BF 5C 0F B2 43 25 06 81 3D  
 BC 74 13 3C 60 E5 80 BF EC 51 38 BD 0A D7 A3 BB CD CC CC BC D7 A3 EE 41 0C BF  
 84 80

解析如下：

表 8 串口 A1 获取到 AHRS 数据流

描述	原始值	解析值	描述	原始值	解析值
ID	0200	02	Y 轴加速度	BC74133C	0.009g
长度	2C00	44	Z 轴加速度	60E580BF	-1.007g
时间标	6D891605	85363053	X 轴角速度	EC5138BD	-0.045° /s
俯仰角	8FC26540	3.59°	Y 轴角速度	0AD7A3BB	-0.005° /s
横滚角	14AE07BF	-0.53°	Z 轴角速度	CDCCCCBC	-0.025° /s
航向角	5C0FB243	356.12°	imu 芯片温度	D7A3EE41	29.83°C
X 轴加速度	2506813D	0.063g	crc32 校验	0CBF8480	2156183308

#### 4.1.4 命令模式 GET 输出——系统状态

表 9 串口系统状态数据格式

	帧头	帧头	ID	length	payload	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	S1	uint32
编码	0xAA	0x55	0x00FF	0x002A		crc32

注 1：不同 IMU 型号，此帧的长度会有差别，都代表 S1 的长度，需要根据 imu 型号确认。

表 10 串口 S1 负载数据格式

offset	名称	数据类型	描述
0	Software_ver	uint32	软件版本号
4	Hardware_ver	uint32	硬件版本号
8	rev	uint16	保留字节
10	sn0	uint32	第一 SN 号
14	sn1	uint32	第二 SN 号
18	sn2	uint32	第三 SN 号

22	Board_version	uint32	底板版本号
26	Rev[16]	UInt8	后续都是保留字节

注 1：不同 IMU 型号，后续保留字节也不同，需要根据 imu 型号进行确认，IMU614E 为 16 字节。

例：获取系统状态

输入数据：55 AA 01 00 18 00 BD DB 31 34

响应数据：AA 55 FF 00 2A 00 1F 39 03 00 65 6F 01 00 50 83 30 33 35 55 34 50 15 FF 8F 5F FF FF 50 83 FF 1F 29 00 00 00 00 E0 00 07 10 17 08 50 D0 37 10 3B 7A C3 00 02

根据响应数据，解析得到软件版本号 211231 (1F 39 03 00)，硬件版本号 94053 (65 6F 01 00)。

## 4.1.5 命令模式 GET 输出——读取参数

表 11 串口参数输入数据格式

	帧头	帧头	ID	length	payload	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	P1	uint32
编码	0x55	0xAA	0x0006	0x0018		crc32

表 12 串口参数输出数据格式

	帧头	帧头	ID	length	payload	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	P1	uint32
编码	0xAA	0x55	0x7530	0x0018		crc32

注 1：读取参数时，IMU 会将数据流关闭，设置完毕后需要重新开启数据流。

表 13 串口 P1 负载数据格式

offset	名称	数据类型	描述
0	Param1	float	获取的参数（输入数据可无视）
4	Param2	float	保留，默认为 0
8	Param3	uint32	设置的参数索引
12	Param4	uint32	保留，默认为 0
16	Param5	Int32	保留，默认为 0
20	Param6	Int32	保留，默认为 0

表 14 串口 P1 负载参数索引表

Param3	Param1	单位
3	串口输出波特率，支持以下波特率 115200、230400、460800、921600、1500000	bps
8	X 轴陀螺零偏标定结果，GYRO_X_OFF	° /s
9	Y 轴陀螺零偏标定结果，GYRO_Y_OFF	° /s

10	Z 轴陀螺零偏标定结果, GYRO_Z_OFF	° /s
21	AHRS 输出频率, 默认 100Hz	Hz
31	内部滤波器配置, 定义同 SPI 的 FILTER_CTRL 对照表	

例：获取 AHRS 输出频率

输入数据：55 AA 06 00 18 00 00 00 00 00 00 00 00 00 15 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 66 CB 46 AC

响应数据：AA 55 30 75 18 00 00 00 48 42 00 00 00 00 15 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 31 2F A2 0A

根据响应数据，解析得到输出频率为 50hz (00 00 48 42)。

## 4.1.6 命令模式 SET 指令

表 15 串口输入命令格式

	帧头	帧头	ID	length	payload	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	R1	uint32
编码	0x55	0xAA	CMD	0x0018		crc32

注 1：CMD 与 R1 关系，详见 R1 负载参数索引表

表 16 串口 R1 负载数据格式

offset	名称	数据类型	描述
0	Param1	float	设置的参数
4	Param2	float	保留，默认为 0
8	Param3	uint32	设置的参数索引
12	Param4	uint32	保留，默认为 0
16	Param5	Int32	保留，默认为 0
20	Param6	Int32	保留，默认为 0

表 17 串口 R1 负载参数索引表

CMD	Param1	Param3	描述
1	0	0	触发获取一次系统状态数据
2	0	0	触发获取一次 AHRS 数据
3	<mode>	0	设置输出模式：Mode=1， 数据流输出 AHRS Mode=100，禁止数据流模式，进入 COMMAD 模式
5	0	0	保存当前参数到 FLASH
6	0	<value>	读取参数，value 为要读取的参数索引，即P1.index， 详见串口应答性输出-参数读取 例如需读取AHRS 输出频率（ODR），则设置value=21 例如需读取串口波特率，则设置value=3 例如需读取内部滤波器，则设置value=31
9	0	0	执行软件重启



14	<value>	3	<p>设置串口输出波特率，单位bps value 的有效值为： 115200, 230400, 460800, 921600, 1500000</p> <p>value 为其他值时，默认采用 115200bps</p> <p>设置波特率参数后，需要重启才能生效。</p> <p>不断电的设置流程：设置波特率，保存参数到flash， 执行软件复位</p>
14	<value>	21	<p>设置周期性AHRS 数据输出频率，单位Hz value 的有效值为： 1, 10, 50, 100, 200, 400</p> <p>设置200Hz及以上输出频率，需要将波特率相应提高到115200以上，满足带宽需求</p>
14	<value>	31	<p>内部滤波器配置，定义同SPI加速度计和陀螺仪滤波器配置，默认 0xBB，即 47Hz</p>

注 1: 请注意本表中数值均为十进制

注 2：可使用上位机命令生成器功能生成对应命令发送，使用方法见本手册上位机使用部分

如执行开启 AHRS 输出:

CMD ID 填入 3，参数 1 填入 1，生成的十六进制数组可以填入串口助手或程序数组中发送给 IMU。

命令生成器

55\_aa,03,00,18,00,00,00,80,3f,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,00,d8,5e,e8

CMD ID:

3

参数:

1

1

2

0

3

0

4

0

5

0

6

0

生成命令

发送命令

#### 4.1.7 命令模式输出——用户命令响应

表 18 设置参数串口响应数据格式

	帧头	帧头	ID	length	ACK	Param3	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	uint16	uint16	uint32
编码	0xAA	0x55	0x753D	0x0004	0x7534	参数索引	crc32

表 19 保留参数串口响应数据格式

	帧头	帧头	ID	length	ACK	result	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	uint16	uint16	uint32
编码	0xAA	0x55	0x753D	0x0004	0x0005	0x01	crc32

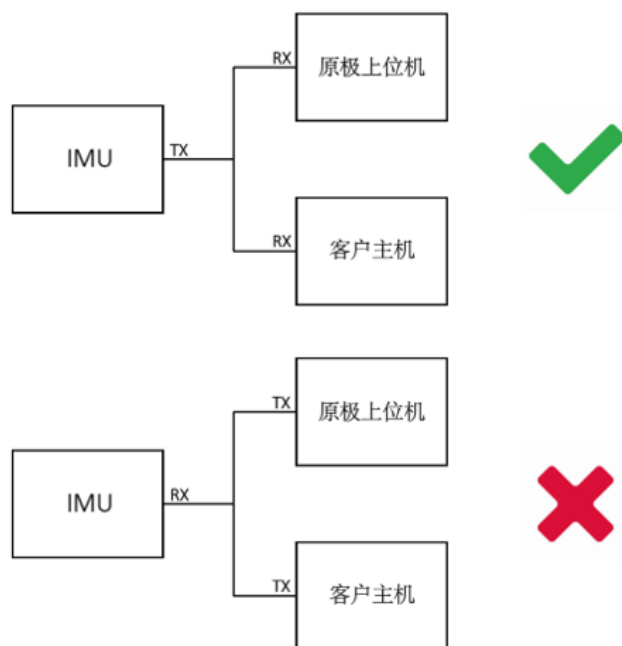


	帧头	帧头	ID	length	command	result	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	uint16	uint16	uint32
编码	0xAA	0x55	0x0064	0x0004	命令 ID	0x01	crc32

响应数据: AA 55 64 00 04 00 03 00 01 00 E7 87 E3 AD

如下图所示:

图 2 串口连接方式示意图



注：IMU TX 可接多路 RX，RX 不可接多路 TX；  
IMU 串口不可同时连接客户主机和原极上位机；  
IMU 可以预留另外一路串口专门连接原极上位机。

## 2) 获取不到版本号

检查串口线是否丢包，推荐使用 FT232 芯片的串口线，CH340、PL2303 数据线在高波特率时 (>115200bps) 会丢包

建议串口线直连，不建议串联，如 RS422 的接口接电脑，直接使用 RS422 转 USB 线，不要用 RS422 转 RS232+RS232Z 转 USB 线串联。

## 3) 上位机曲线显示卡顿

如果是 FT232 数据线，用系统管理员打开上位机，自动配置串口延时  
手动在设备管理器中配置串口延时。

# 4.2 CAN 通信协议

基于 STM32 的 CAN 主机读取驱动示例：

<http://www.forsense.cn/download/>

## 4.2.1 通信参数

接口形式：CAN，标准帧

CAN 速率：250Kbps~1Mbps（可配置）

## 4.2.2 标准帧格式

表 21 CAN 标准帧格式 101

标准帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
101	ROLL				PITCH			

表 22 CAN 标准帧格式 102

标准帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
102	YAW				Gx			

表 23 CAN 标准帧格式 103

标准帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
103	Gy				Gz			

表 24 CAN 标准帧格式 104

标准帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
104	Ax				Ay			

表 25 CAN 标准帧格式 105

标准帧 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
105	Az				TEMP		INDEX	

注 1: 姿态角、陀螺、加速度计数据表示为 float，温度、计数值数据表示为 int16

注 2: TEMP 单位为 100\*°C，陀螺仪输出单位为 °/s，加速度计输出单位为 g，姿态输出单位为度

## 5. CRC 查表法计算

```
static const uint32_t crc32_tab[] = {
0x00000000, 0x77073096, 0xee0e612c, 0x990951ba, 0x076dc419, 0x706af48f,
0xe963a535, 0x9e6495a3, 0x0edb8832, 0x79dcb8a4, 0xe0d5e91e, 0x97d2d988,
0x09b64c2b, 0x7eb17cbd, 0xe7b82d07, 0x90bf1d91, 0x1db71064, 0x6ab020f2,
0xf3b97148, 0x84be41de, 0x1adad47d, 0x6ddde4eb, 0xf4d4b551, 0x83d385c7,
0x136c9856, 0x646ba8c0, 0xfd62f97a, 0x8a65c9ec, 0x14015c4f, 0x63066cd9,
0xfa0f3d63, 0x8d080df5, 0x3b6e20c8, 0x4c69105e, 0xd56041e4, 0xa2677172,
0x3c03e4d1, 0x4b04d447, 0xd20d85fd, 0xa50ab56b, 0x35b5a8fa, 0x42b2986c,
0xdbbbc9d6, 0xacbcf940, 0x32d86ce3, 0x45df5c75, 0xdcd60dcf, 0xabd13d59,
0x26d930ac, 0x51de003a, 0xc8d75180, 0xbfdb06116, 0x21b4f4b5, 0x56b3c423,
0xcfb9a599, 0xb8bda50f, 0x2802b89e, 0x5f058808, 0xc60cd9b2, 0xb10be924,
0x2f6f7c87, 0x58684c11, 0xc1611dab, 0xb6662d3d, 0x76dc4190, 0x01db7106,
0x98d220bc, 0xefd5102a, 0x71b18589, 0x06b6b51f, 0x9fbfe4a5, 0xe8b8d433,
0x7807c9a2, 0x0f00f934, 0x9609a88e, 0xe10e9818, 0x7f6a0dbb, 0x086d3d2d,
0x91646c97, 0xe6635c01, 0x6b6b51f4, 0x1c6c6162, 0x856530d8, 0xf26200de,
```

```

0x6c0695ed, 0x1b01a57b, 0x8208f4c1, 0xf50fc457, 0x65b0d9c6, 0x12b7e950,
0x8bbeb8ea, 0xfcb9887c, 0x62dd1ddf, 0x15da2d49, 0x8cd37cf3, 0xfbd44c65,
0x4db26158, 0x3ab551ce, 0xa3bc0074, 0xd4bb30e2, 0x4adfa541, 0x3dd895d7,
0xa4d1c46d, 0xd3d6f4fb, 0x4369e96a, 0x346ed9fc, 0xad678846, 0xda60b8d0,
0x44042d73, 0x33031de5, 0xaa0a4c5f, 0xdd0d7cc9, 0x5005713c, 0x270241aa,
0xbe0b1010, 0xc90c2086, 0x5768b525, 0x206f85b3, 0xb966d409, 0xce61e49f,
0x5edef90e, 0x29d9c998, 0xb0d09822, 0xc7d7a8b4, 0x59b33d17, 0x2eb40d81,
0xb7bd5c3b, 0xc0ba6cad, 0xedb88320, 0x9abfb3b6, 0x03b6e20c, 0x74b1d29a,
0xead54739, 0x9dd277af, 0x04db2615, 0x73dc1683, 0xe3630b12, 0x94643b84,
0x0d6d6a3e, 0x7a6a5aa8, 0xe40ecf0b, 0x9309ff9d, 0x0a00ae27, 0x7d079eb1,
0xf00f9344, 0x8708a3d2, 0x1e01f268, 0x6906c2fe, 0xf762575d, 0x806567cb,
0x196c3671, 0x6e6b06e7, 0xfed41b76, 0x89d32be0, 0x10da7a5a, 0x67dd4acc,
0xf9b9df6f, 0x8ebeeff9, 0x17b7be43, 0x60b08ed5, 0xd6d6a3e8, 0xa1d1937e,
0x38d8c2c4, 0x4dff252, 0xd1bb67f1, 0xa6bc5767, 0x3fb506dd, 0x48b2364b,
0xd80d2bda, 0xaf0a1b4c, 0x36034af6, 0x41047a60, 0xdf60efc3, 0xa867df55,
0x316e8eef, 0x4669be79, 0xcb61b38c, 0xbc66831a, 0x256fd2a0, 0x5268e236,
0xcc0c7795, 0xbb0b4703, 0x220216b9, 0x5505262f, 0xc5ba3bbe, 0xb2bd0b28,
0x2bb45a92, 0x5cb36a04, 0xc2d7ffa7, 0xb5d0cf31, 0x2cd99e8b, 0x5bdeae1d,
0x9b64c2b0, 0xec63f226, 0x756aa39c, 0x026d930a, 0x9c0906a9, 0xeb0e363f,
0x72076785, 0x05005713, 0x95bf4a82, 0xe2b87a14, 0x7bb12bae, 0x0cb1b38,
0x92d28e9b, 0xe5d5be0d, 0x7cdcefb7, 0x0bdbdf21, 0x86d3d2d4, 0xf1d4e242,
0x68ddb3f8, 0x1fda836e, 0x81be16cd, 0xf6b9265b, 0x6fb077e1, 0x18b74777,
0x88085ae6, 0xff0f6a70, 0x66063bca, 0x11010b5c, 0x8f659eff, 0xf862ae69,
0x616bffd3, 0x166ccf45, 0xa00ae278, 0xd70dd2ee, 0x4e048354, 0x3903b3c2,
0xa7672661, 0xd06016f7, 0x4969474d, 0x3e6e77db, 0xaed16a4a, 0xd9d65adc,
0x40df0b66, 0x37d83bf0, 0xa9bcae53, 0xdeb9ec5, 0x47b2cf7f, 0x30b5ffe9,
0xbdbdf21c, 0xcabac28a, 0x53b39330, 0x24b4a3a6, 0xbad03605, 0xcdd70693,
0x54de5729, 0x23d967bf, 0xb3667a2e, 0xc4614ab8, 0x5d681b02, 0x2a6f2b94,
0xb40bbe37, 0xc30c8ea1, 0x5a05df1b, 0x2d02ef8d,
}

```

```

uint32_t crc_crc32 (uint32_t crc, const uint8_t *buf, uint32_t size) {
for (uint32_t i=0; i<size; i++) {
crc = crc32_tab [ (crc ^ buf [i]) & 0xff] ^ (crc >> 8);
}
return crc;
}

```

## 6. 附件



USB 转 CAN



电源+CAN 线束

## 7. 更新记录

版本	日期	状态/注释
版本 1.0	2023.07.18	首次发行
版本 1.1	2023.10.07	增加更新记录
版本 1.2	2023.12.14	增加附件