

# 微型陀螺测量系统 (MIN-900-2)

## 描述

MIN-900-2 结合了三个方向角速率陀螺仪,三向加速度计,三轴磁强计,混合运算器,16 bit 模数转换,微控制器等,通过创新性的算法,无论在静态和动态都能给出精确的方向和姿态。操作在三轴 360 度的运动状态,提供姿态的 Euler 角。

## 工作原理

MIN-900-2 利用三轴陀螺跟踪系统动态的角度,三轴的加速度计和磁场计跟踪静态的角度,而内置的处理器及控制器,通过滤波和算法,输出实时的角度(无论是在静态还是动态)。

## 性能参数

方向量程	360 度, 任意轴
传感器量程	陀螺: +/-400 deg/s; 加速度: +/- 6 g; 磁场: +/-2 Gauss FS
A/D 分辨率	16 bits
加速度 线性度	40mg
加速度 噪音	7mg
陀螺 线性度	1°/s
陀螺 噪音	0.2°/s(RMS)
磁强计 线性度	0.5%
磁强计 噪音密度	29nV/Hz
方向分辨率	0.1°
重复性	0.2°
精度	姿态 :0.5deg; 航向 :1deg; 静态姿态精度 0.01deg
输出格式	Euler
串口数字输出	RS-232
响应频率	100Hz
串口数据速率	115.2 Kb
供应电压	9-12V
供应电流	150 mA(@12V)
操作温度	-40 to +85
尺寸	58 x 47x 29 mm
冲击	1000 G's (非工作状态); 500 G's (工作状态)

# MIN-900-2 通信协议

## 一、常量定义

```
// 上行命令用常量表
#define CMD_START          0x55
#define DOWN_METHOD_BOTH  0xCC
#define DOWN_METHOD_SINGLE 0xCD

// 下行命令用常量表
#define DOWN_TYPE_ATTITUDE 0xC0
#define DOWN_TYPE_SENSORS_ORI 0xC1
#define DOWN_TYPE_SENSORS 0xC2
#define DOWN_TYPE_SYSINFO 0xC3
```

## 二、上行指令（固定长度 20 字节）

### 2.1 字节序（MSB 在前）

0	1	2	3	4	5	6	7	.....	19
EB	90	CRC	CMD	D0	D1	D2	D3	.....	D15

其中，0xEB90 为数据包包头  
CRC 是校验数据，为第 3 字节到第 19 字节异或和 (XOR)  
CMD 是上行指令类型  
D0~D15 为指令数据

### 2.2 C 语言结构体表述

```
typedef struct _CTRL_code
{
    // 0xEB90
    WORD HEADER;
    BYTE CRC;
    BYTE CMD;
    BYTE DATA[16];
}CTRL_CODE, * pCTRL_CODE;
```

### 2.3 命令实现

开始 / 关闭下传（IMU 上电后，默认是开始下传）	
CMD = CMD_START (0x55)	
	打开下传
	D0 = DOWN_METHOD D1 = 0xC0 D2 = 0 D3 = CMD_START (0x55) IMU 在接收到 PC 发送的“打开下传”命令后，会发送一个“器件信息数据包”作为反馈。
	关闭下传
	D0 = DOWN_METHOD D1 = 0xC0 D2 = 0 D3 = 0
DOWN_METHOD 说明	

DOWN_METHOD_BOTH, 下传所有类型的数据包, 包括姿态数据包、传感器数据包, 传感器原始数据包。各种数据包交替发送。
DOWN_METHOD_SINGLE, 仅下传姿态数据包 (包括三轴较速率输出), 保证最高的数据更新率。

### 三、下行数据包 (固定长度 42 字节)

#### 3.1 字节序 (MSB 在前)

0	1	2	3	4	5	.....	39	40	41
EB	90	CRC	TYPE	D0	D1	.....	D35	CMD_ACK	DATA_ACK

其中, 0xEB90 为数据包包头

CRC 是校验数据, 为第 3 字节到第 41 字节异或和 (XOR)

TYPE 是数据包类型

D0~D35 为数据包内容

CMD\_ACK 为最后一次上行指令类型值, PC 端用来确认上行成功

DATA\_ACK 为最后一次上行指令数据的 D3 字节, PC 端用来确认上行成功

#### 3.2 C 语言结构体表述

下行数据包总格式

```
typedef struct _TX_Packet
{
    WORD Header; // 0xEB90
    BYTE CRC;
    BYTE TYPE;
    BYTE DATA[36];
    BYTE CMD_ACK;
    BYTE DATA_ACK;
}TX_Packet, * pTX_Packet;
```

姿态数据包格式

```
typedef struct _TX_AttitudePacket{
    WORD Header; // 0xEB90
    BYTE CRC;
    BYTE TYPE; // DOWN_TYPE_ATTITUDE

    float Pitch;
    float Roll;
    float Yaw;

    float TemperX;
    float TemperY;
    float TemperZ;

    float GyroX;
    float GyroY;
    float GyroZ;

    BYTE CMD_ACK;
    BYTE DATA_ACK;
}TX_AttitudePacket, *pTX_AttitudePacket;
```

原始传感器数据包格式

```
typedef struct _TX_SensorsOriPacket {  
    WORD Header; // 0xEB90  
    BYTE CRC;  
    BYTE TYPE; // DOWN_TYPE_SENSORS_ORI  
  
    float GyroX;  
    float GyroY;  
    float GyroZ;  
  
    float GX;  
    float GY;  
    float GZ;  
  
    float MX;  
    float MY;  
    float MZ;  
  
    BYTE CMD_ACK;  
    BYTE DATA_ACK;  
  
}TX_SensorsOriPacket, *pTX_SensorsOriPacket;
```

标定后数据包格式

```
typedef struct _TX_SensorsPacket {  
    WORD Header; // 0xEB90  
    BYTE CRC;  
    BYTE TYPE; // DOWN_TYPE_SENSORS  
  
    float GyroX;  
    float GyroY;  
    float GyroZ;  
  
    float GX;  
    float GY;  
    float GZ;  
  
    float MX;  
    float MY;  
    float MZ;  
  
    BYTE CMD_ACK;  
    BYTE DATA_ACK;  
  
}TX_SensorsPacket, *pTX_SensorsPacket;
```

器件信息数据包

```
typedef struct _TX_SysInfoPacket {  
    WORD Header; // 0xEB90  
    BYTE CRC;  
    BYTE TYPE; // DOWN_TYPE_SYSINFO  
  
    BYTE SysVer[4];  
    uint32 PartID;  
    uint32 PartSN[4];  
  
    uint32 Reserved[3];  
    BYTE CMD_ACK;  
    BYTE DATA_ACK;  
  
}TX_SysInfoPacket, *pTX_SysInfoPacket;
```

### 3.3 命令实现

数据包类型	说明
DOWN_TYPE_ATTITUDE	<p>姿态数据包</p> <p>姿态数据（欧拉角）：</p> <pre>float Pitch; // 俯仰角 float Roll; // 滚转角 float Yaw; // 方向角</pre> <p>温度数据：</p> <pre>float TemperX; // X轴温度 float TemperY; // Y轴温度 float TemperZ; // Z轴温度</pre> <p>三轴角速率：</p> <pre>float GyroX; // X轴角速率 float GyroY; // Y轴角速率 float GyroZ; // Z轴角速率</pre>
DOWN_TYPE_SENSORS_ORI	<p>三轴陀螺原始数据：</p> <pre>float GyroX; // X轴陀螺 float GyroY; // Y轴陀螺 float GyroZ; // Z轴陀螺</pre> <p>三轴加速度计原始数据：</p> <pre>float GX; // X轴加速度计 float GY; // Y轴加速度计 float GZ; // Z轴加速度计</pre> <p>三轴磁力计原始数据：</p> <pre>float MX; // X轴磁力计 float MY; // Y轴磁力计 float MZ; // Z轴磁力计</pre>
DOWN_TYPE_SENSORS	<p>三轴角速率：</p> <pre>float GyroX; // X轴陀螺 float GyroY; // Y轴陀螺 float GyroZ; // Z轴陀螺</pre> <p>三轴加速度：</p> <pre>float GX; // X轴加速度计 float GY; // Y轴加速度计 float GZ; // Z轴加速度计</pre> <p>三轴磁场强度：</p> <pre>float MX; // X轴磁力计 float MY; // Y轴磁力计 float MZ; // Z轴磁力计</pre>
DOWN_TYPE_SYSINFO	<p>系统版本：</p> <pre>BYTE SysVer[4];</pre> <p>器件ID：</p> <pre>uint32 PartID;</pre> <p>器件序列号：</p> <pre>uint32 PartSN[4];</pre> <p>保留字：</p> <pre>uint32 Reserved[3];</pre>