

主要特点

- 3.4-12V 电源输入
- 三轴振动位移微米级精度输出
- 三轴振动速度毫米级精度输出
- 三轴振动加速度输出
- 三轴振动频率输出
- 最高 20Hz 振动数据输出
- 最高 3333Hz 实时三轴加速度数据输出
- 串行全双工 460800bit, UART 从模块接口
- 一个可编程中断, 支持振动事件检测
- 无铅符合 ROHS 标准



应用场景

- 工业 4.0 生产系统中的应用
- 新能源设备运行环境中的应用
- 运输货物中的应用
- 汽车部件自检中的应用
- 动力仓中的应用
- 家用电器中的应用
- 道路桥梁中的应用

产品概述

MMV412C 适应于各类工业振动环境，通过对机器或结构的工作进行振动状态监测、故障诊断、环境控制、等级评定，测量机器或结构的受迫振动程度来获得被测对象的动态性能，如固有频率、阻尼、响应、模态等信息，找出薄弱环节，改进设计以提高机器或结构的抗振能力，或通过隔振处理改善机械的工作环境和性能。

MMV412C 提供全双工串口通信模式，基于自定义通信协议，支持命令接收和数据上报。内置中断功能可以根据参数配置及时触发响应。

衡量一个振动行为有三种指标：振动位移，振动速度，振动加速度。

MMV412C 以自定义协议的方式输出振动频率、位移、速度、加速度的算法模式，或实时加速度模式。

目录

1	硬件引脚定义.....	5
2	功能和电气规范.....	5
2.1	功能特性.....	5
2.2	电气特性.....	6
2.3	温度最大额定参数.....	6
3	串口数据格式.....	7
3.1	串口传输参数设定.....	7
3.2	数据格式.....	7
3.2.1	命令格式定义.....	7
3.3	详细命令表.....	8
3.3.1	算法功能使能.....	8
3.3.2	使能振动信息上报.....	8
3.3.3	上传实例：四选一.....	10
3.3.4	上传实例：四选二.....	10
3.3.5	上传实例：实时加速度.....	11
3.3.6	关闭振动信息上报.....	11
3.3.7	打开中断（只用于算法）.....	12
3.3.8	关闭中断.....	12
3.3.9	中断信息读取.....	13
4	外形尺寸和封装.....	14
4.1	封装信息.....	14
4.2	输出数据解析 C 语言.....	15
5	修订历史.....	16

图形目录

图 1 模块引脚图.....	5
图 2 机械结构和封装尺寸描述.....	14

表格目录

表格 1 硬件引脚推荐连接方式.....	5
表格 2 功能特性.....	5
表格 3 电气特性.....	6
表格 4 温度最大额定参数.....	6
表格 5 串口传输协议参数.....	7
表格 6 串口命令读写模式.....	7
表格 7 文档修订清单.....	16

1 硬件引脚定义

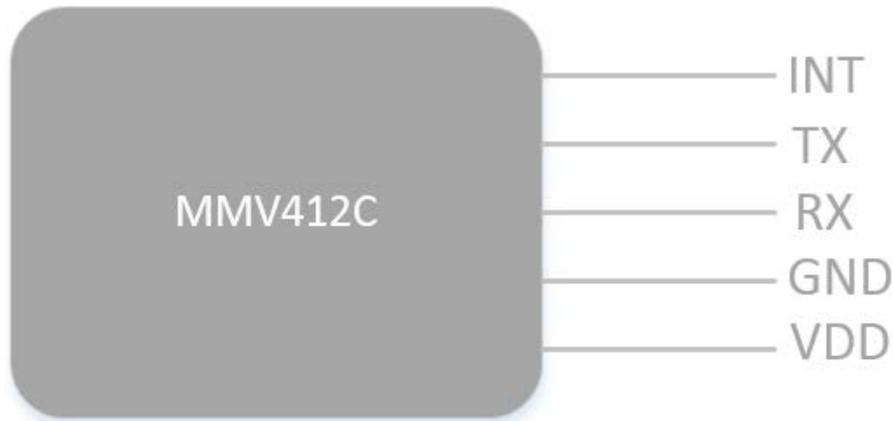


图 1 模块引脚图

表格 1 硬件引脚推荐连接方式

引脚序列	名称	线色	功能描述
1	INT	蓝	中断脚，本版本中未引出，无法使用
2	TX	灰	数据发送脚
3	RX	褐	数据接收脚
4	GND	黑	接地脚
5	VDD	黄	电源脚

2 功能和电气规范

2.1 功能特性

VDD =5 V, T = 25 °C 标准测试环境，除非另有标注

表格 2 功能特性

参数	测试条件	最小值	典型	最大值	单位
灵敏度			0.488		mg/LSB
0-g 偏移			±60		mg
噪声密度			110		ug/sqrt(Hz)
振幅测量范围（峰峰值）		0		65.535	mm
速度测量范围（峰值）		0		1000.0	mm/s

加速度测量范围（峰值）		0		16	g
振动频率范围		1		1300	Hz
频谱分辨率			0.814		Hz
上报频率		0		20	Hz
实时加速度测量范围		-16		16	g
实时加速度上报频率		104		3333	Hz

2.2 电气特性

表格 3 电气特性

符号	参数	测试条件	最小值	典型	最大值	单位
VDD	电源电压		3.4	5	12	V
IDD	正常工作通信模式下功耗	Top=25°C VDD=5V		55	70	mA
VIH	数字输入高对应电压		0.7VDD		VDD	V
VIL	数字输入低对应电压		0		0.3VDD	V
VOH	数字输出高对应电压			VDD		V
VOL	数字输出低对应电压			0		V
Start-up time	启动时间				1000	ms

2.3 温度最大额定参数

环境温度高于下列表格中“绝对最大额定参数”可能会造成永久性损坏设备。这仅仅是存储或运输环境的温度等级，运行情况下温度也必须严格遵守下列表格中参数。长时间接触最大额定值条件可能影响设备的可靠性。

表格 4 温度最大额定参数

参数	测试条件	最小值	最大值	单位
贮存温度		-45	125	°C
操作温度		-40	85	°C

3 串口数据格式

3.1 串口传输参数设定

表格 5 串口传输协议参数

电平类型	波特率	数据位	校验位	停止位	硬件流控制
TTL	460800	8Bit	None	1Bit	None

3.2 数据格式

MMV412C 提供振动频率、振动位移，振动速度，振动加速度数据。

3.2.1 命令格式定义

表格 6 串口命令读写模式

读写模式				
数据传输	序号	定义	取值范围	说明
主→从	0	命令头字节	00-FFH	命令头字节 1
	1	命令头字节	00-FFH	命令头字节 2
	2	命令长度	00-FFH	从序号 0 到序号 3+2N 的数据个数
	3	命令字节 1	00-FFH	写入从机的命令数据
	2+N	命令字节 N	00-FFH	
	3+N	数据 1	00-FFH	写入从机的数据，共 N 个
	2+2N	数据 N	00-FFH	
	3+2N	CRC 校验位	00-FFH	
从→主	0	命令头字节	00-FFH	同上序号 0
	1	命令头字节	00-FFH	同上序号 1
	2	命令长度	00-FFH	从序号 0 到序号 3+2N 的数据个数
	3	命令字节 1	00-FFH	从机反馈的命令数据
	2+N	命令字节 N	00-FFH	
	3+N	数据 1	00-FFH	从机反馈的数据，共 N 个
	2+2N	数据 N	00-FFH	
	3+2N	CRC 校验位	00-FFH	

3.3 详细命令表

3.3.1 算法功能使能

数据传输	序号	定义	说明
主→从	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x07	命令长度
	3	0xAE	上报设置
	4	0x01	打开
	5	0xFF	检测类型 (bit-0 位移, bit-1 速度, bit-2 加速度, bit-3 频率)
	6	CRC	CRC
从→主	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x06	命令长度
	3	0xAE	开关设置
	4	0x01	打开标志
	5	0xB2	CRC
例如:	主→从		FF FE 07 AE 01 0F C2
	从→主		FF FE 06 AE 01 B2

3.3.2 使能振动信息上报

数据传输	序号	定义	说明
主→从	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x07	命令长度
	3	0xAA	上报设置
	4	0x01	打开
	5	0xFF	<p>振动信息包括算法数据和裸数据，同一时刻支持一类数据上传，当上传算法数据时，必须先使能算法功能。</p> <p>算法数据（位移、速度、加速度、频率）上传频率：</p> <p>0x01: 1Hz 0x02: 2Hz 0x05: 5Hz 0x0A: 10Hz 0x14: 20Hz</p> <p>裸数据（实时三轴加速度裸数据）上传频率：</p> <p>0xFA: 104Hz 0xFB: 208Hz 0xFC: 416Hz 0xFD: 833Hz</p>

			0xFE: 1666Hz 0xFF: 3333Hz
	6	CRC	CRC
从→主			
从→主	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x06	命令长度
	3	0xAA	上报设置
	4	0x01	打开标志
	5	0xAE	CRC
从→主			
从→主	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0xFF	命令长度 12/18/24/30
	3	0xDD	数据上传
	4	0xFF	检测类型 (bit-0 位移, bit-1 速度, bit-2 加速度, bit-3 频率)
	5	X_LSB(D/V/A/F)	回传数据 (顺序->位移 速度 加速度 频率): short 型 位移时单位 um (1mm=1000um) 速度时单位 mm/s 加速度时单位 0.01m/s ² , 实时加速度单位为 mg, 实时加速度峰值 单位为 0.01m/s ² 频率时单位 Hz 运行算法时 5-28 字节不是必须的, 详见表 3.3.3 和表 3.3.4 举例, 也可四选三或全选。 上报实时数据时只有 5-10 字节, 详见表 3.3.5 举例
	6	X_MSB(D/V/A/F)	
	7	Y_LSB(D/V/A/F)	
	8	Y_MSB(D/V/A/F)	
	9	Z_LSB(D/V/A/F)	
	10	Z_MSB(D/V/A/F)	
	11	X_LSB(V/A/F)	
	12	X_MSB(V/A/F)	
	13	Y_LSB(V/A/F)	
	14	Y_MSB(V/A/F)	
	15	Z_LSB(V/A/F)	
	16	Z_MSB(V/A/F)	
	17	X_LSB(A/F)	
	18	X_MSB(A/F)	
	19	Y_LSB(A/F)	
	20	Y_MSB(A/F)	
	21	Z_LSB(A/F)	
	22	Z_MSB(A/F)	
	23	X_LSB(F)	
	24	X_MSB(F)	
	25	Y_LSB(F)	
	26	Y_MSB(F)	
	27	Z_LSB(F)	
	28	Z_MSB(F)	
29	CRC	CRC	

3.3.3 上传实例：四选一

从→主	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x0C	命令长度 12
	3	0xDD	数据上传
	4	0x02	检测类型 (bit-1 速度)
	5	X_LSB(V)	回传数据 (速度) : short 型 速度时单位 mm/s
	6	X_MSB(V)	
	7	Y_LSB(V)	
	8	Y_MSB(V)	
	9	Z_LSB(V)	
	10	Z_MSB(V)	
11	CRC		
例如:	主→从		FF FE 07 AA 01 05 B4
	从→主		FF FE 06 AA 01 AE
	从→主		FF FE 0C DD 02 00 72 04 00 00 82 A9

3.3.4 上传实例：四选二

从→主	0	0xFF	命令头字节 1	
	1	0xFE	命令头字节 2	
	2	0x12	命令长度 18	
	3	0xDD	数据上传	
	4	0x05	检测类型 (bit-0 位移 bit-2 加速度)	
	5	X_LSB(D)	回传数据 (顺序 (位移 加速度)) : short 型 位移时单位 um (1mm=1000um) 加速度时单位 0.01m/s ²	
	6	X_MSB(D)		
	7	Y_LSB(D)		
	8	Y_MSB(D)		
	9	Z_LSB(D)		
	10	Z_MSB(D)		
	11	X_LSB(A)		
	12	X_MSB(A)		
	13	Y_LSB(A)		
	14	Y_MSB(A)		
	15	Z_LSB(A)		
	16	Z_MSB(A)		
17	CRC			
例如:	主→从			FF FE 07 AA 01 05 B4
	从→主			FF FE 06 AA 01 AE
	从→主			FF FE 12 DD 05 00 72 04 00 00 82 00 52 05 00 12 21 73

3.3.5 上传实例：实时加速度

从→主	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x0C	命令长度 12
	3	0xDD	数据上传
	4	0x04	检测类型 (bit-2 加速度)
	5	X_LSB	回传数据：实时加速度或峰值 short 型 首位为符号位 单位 mg 或 0.01m/s ²
	6	X_MSB	
	7	Y_LSB	
	8	Y_MSB	
	9	Z_LSB	
	10	Z_MSB	
11	CRC		
例如：	主→从		FF FE 07 AA 01 FF AE (3333Hz 频率上报)
	从→主		FF FE 06 AA 01 AE
	从→主		F FE 0C DD 04 55 00 EC 01 76 FC 9E

3.3.6 关闭振动信息上报

数据传输	序号	定义	说明
主→从	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x06	命令长度
	3	0xAA	上报设置
	4	0x02	关闭
	5	0xAF	CRC
从→主	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x06	命令长度
	3	0xAA	上报设置
	4	0x02	关闭标志
	5	0xAF	CRC
例如：	主→从		FF FE 06 AA 02 AF
	从→主		FF FE 06 AA 02 AF

3.3.7 打开中断（只用于算法）

数据传输	序号	定义	说明
主→从	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x0D	命令长度
	3	0xBB	中断设置
	4	0x01	打开
	5	0xXX	阈值类型：1-位移 2-速度 3-加速度 4-频率
	6	X_LSB	short 型 位移时单位 um (1mm=1000um) 速度时单位 mm/s 加速度时单位 0.01m/s ² 频率时单位 Hz
	7	X_MSB	
	8	Y_LSB	
	9	Y_MSB	
	10	Z_LSB	
	11	Z_MSB	
	12	CRC	CRC
从→主	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x06	命令长度
	3	0xBB	中断设置
	4	0x01	打开标志
	5	0xBF	CRC
例如：	主→从		FF FE 0D BB 01 01 28 01 50 02 A0 04 E6
	从→主		FF FE 06 BB 01 BF

3.3.8 关闭中断

数据传输	序号	定义	说明
主→从	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x06	命令长度
	3	0xBB	中断设置
	4	0x02	关闭
	5	0xC0	CRC
从→主	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x06	命令长度
	3	0xBB	中断设置
	4	0x02	关闭标志
	5	0xC0	CRC

例如:	主→从	FF FE 06 BB 02 C0
	从→主	FF FE 06 BB 02 C0

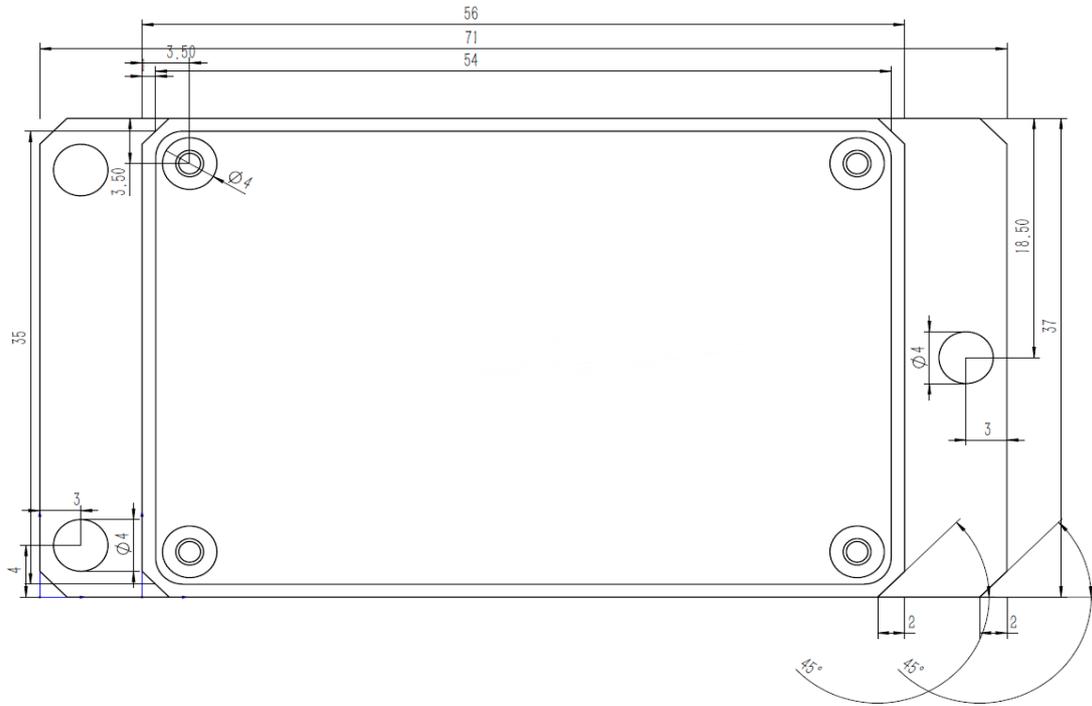
3.3.9 中断信息读取

数据传输	序号	定义	说明
主→从	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0x05	命令长度
	3	0xCC	中断信息获取
	4	0xCE	CRC
从→主	0	0xFF	命令头字节 1
	1	0xFE	命令头字节 2
	2	0xFF	命令长度 6/7/8/9/10
	3	0xCC	中断信息获取
	4	0xFF	中断类型, bit-0 位移, bit-1 速度, bit-2 加速度, bit-3 频率
	5	0xFF(D/V/A/F)	5-8 字节不是必须的, 由中断类型 (位移 速度 加速度 频率) 决定。 产生中断的轴: Bit0-X 轴, Bit1-Y 轴, Bit2-Z 轴
	6	0xFF(V/A/F)	
	7	0xFF(A/F)	
	8	0xFF(F)	
9	CRC	CRC	
例如:	主→从	FF FE 05 CC CE	
	从→主	FF FE 07 CC 01 03 D4	
注意:	当 INT 引脚产生中断时, 主机读取		

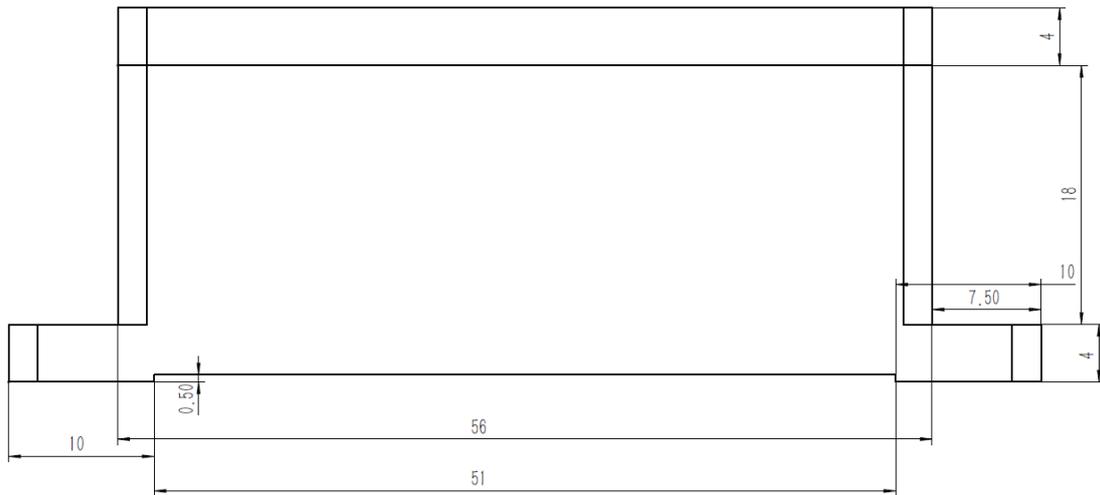
4 外形尺寸和封装

4.1 封装信息

产品尺寸：L71*W37*H26 (mm)



俯视图



侧视图

图 2 机械结构和封装尺寸描述

4.2 输出数据解析 C 语言

```
extern int16_t gX_acc;
extern int16_t gY_acc;
extern int16_t gZ_acc;

unsigned char calc_infomation_crc_u(unsigned char *transfer_buffer, unsigned char len) {
    int ki;
    unsigned char temp_dat = 0;

    for (ki = 0; ki < len; ki++) {
        temp_dat += *(transfer_buffer + ki);
    }

    return temp_dat;
}

bool parse_data(uint8_t *data_string) {
    int16_t x_acc, y_acc, z_acc;
    uint16_t check_sum, length_t;
    //Verify packet heading information
    if (data_string[0] != 0xFF && data_string[1] != 0xFE && data_string[3] != 0xDD) {
        printf("Data heading error");
        return false;
    }
    length_t = data_string[2];
    check_sum = calc_infomation_crc_u(data_string, length_t-1);

    if (data_string[length_t-1] != (check_sum & 0xFF)) {
        printf("CRC error");
        return false;
    }

    //Assemble data,if only Acc
    x_acc = (int16_t)((data_string[5] & 0xFF) | (data_string[6] << 8));
    y_acc = (int16_t)((data_string[7] & 0xFF) | (data_string[8] << 8));
    z_acc = (int16_t)((data_string[9] & 0xFF) | (data_string[10] << 8));

    //Scale and store data
    gX_acc = x_acc;
    gY_acc = y_acc;
    gZ_acc = z_acc;
    return true;
}
```

5 修订历史

表格 7 文档修订清单

日期	版本	注释
2018-11-20	0.1	初始版本
2019-01-14	0.2	命令形式选择检测类型、频率检测添加
2019-01-31	0.3	添加低功耗模式
2019-06-06	1.0	文档结构调整，错误修改
2019-06-06	1.1	增加实时加速度数据输出指令，变更波特率为460800
2020-09-16	1.2	增加实时加速度峰值输出指令，提高灵敏度