

## 双轴静态倾角检测模块

### 主要特点

- 用于物体静态位置的倾角检测
- 实时两轴静态倾角输出
- 高分辨率  $0.01^\circ$  和高精度  $\pm 0.2^\circ$  数据输出
- 优秀的角度因子线性度
- 上电后快速启动 100ms
- 串口总线数据输出
- 低功耗 Typ. 4.4mA
- 符合 RoHS 标准



### 应用场景

- 测量倾斜角度
- 倾角仪
- 高空作业车
- 水平检测
- 医疗应用
- 四轮定位

## 产品概述

MMI321A 是用于测量角度的数字加速度计集成模块。它可以在静态条件下测量倾角角度。它是由一个数字控制单元和一个传感器高度集成的高精度、可独立运行的设备。MMI321A 内部包含一颗高精度 3 轴加速度计、内部电压调节器、信号处理电路、晶振电路和一个精简指令集微处理器，运行明碁的专利滤波算法。

MMI321A 使用自动校准和平滑滤波器降低传感器自身材料和制作工艺带来的误差（即零度漂移，随机漂移等非线性误差），因此它具有非常精确稳定的角度输出。

启动时间小于 100 毫秒，在使用的产品上通过串口可直接读取倾角数据。

综上，MMI321A 是低成本但高准确并且实时度非常高的消费工业类设备静态角度测量的最佳解决方案。

# 目录

1	硬件引脚定义.....	5
2	功能和电气规范.....	6
2.1	功能特性.....	6
2.2	电气特性.....	6
2.3	温度最大额定参数.....	7
3	串口数据格式.....	8
3.1	串口传输参数设定.....	8
3.2	通讯协议.....	8
3.2.1	配置输出频率.....	8
3.2.2	启动关闭数据上报.....	9
3.2.3	数据上报.....	9
3.2.4	配置中断阈值.....	9
3.2.5	启动关闭中断.....	10
3.2.6	读取角度.....	10
3.2.7	校准.....	11
3.2.8	查询软件版本.....	11
3.2.9	查询 UID.....	12
4	封装尺寸和连线图.....	13
4.1	封装产品尺寸.....	13
4.2	硬件线路接线参考图.....	14
4.3	上电时序图.....	14
5	修订历史.....	15

# 图形目录

图 1 模块引脚图.....	5
图 2 封装尺寸图.....	13
图 3 TTL 连接图.....	14
图 4 上电时序图.....	14

# 表格目录

表格 1 硬件引脚描述.....	5
表格 2 功能特性.....	6
表格 3 电气特性.....	6
表格 4 温度最大额定参数.....	7
表格 5 串口传输协议参数.....	8
表格 6 配置输出频率.....	8
表格 7 配置输出频率响应.....	8
表格 8 启动关闭数据上报.....	9
表格 9 数据上报响应.....	9
表格 10 数据上报.....	9
表格 11 配置中断阈值.....	9
表格 12 配置中断阈值响应.....	10
表格 13 启动关闭中断.....	10
表格 14 启动关闭中断响应.....	10
表格 15 读取角度.....	10
表格 16 读取角度（单轴）.....	11
表格 17 读取角度（两轴）.....	11
表格 18 校准.....	11
表格 19 校准响应.....	11
表格 20 查询软件版本.....	11
表格 21 查询软件版本响应.....	12
表格 22 查询 UID.....	12
表格 23 查询 UID 响应.....	12
表格 24 文档修订清单.....	15

# 1 硬件引脚定义

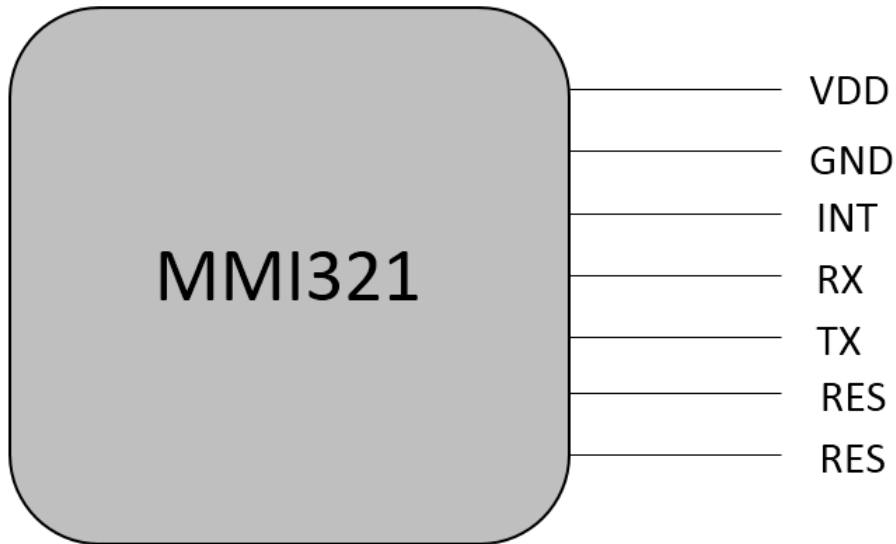


图 1 模块引脚图

表格 1 硬件引脚描述

引脚序列	名称	功能描述
1	VDD	电压脚 9-35v
2	GND	地
3	INT	模块中断输出口
4	RX	模块串口的接收口
5	TX	模块串口的发送口
6	RES	预留
7	RES	预留

## 2 功能和电气规范

MMI321A 是一个完全独立的 8 位单片机和 MEMS 传感器集成模块，它可以在静态条件下实时准确的测量当前倾角。高速率的串口通信功能可以在不同的电气环境中有效的送出实时数据。通过算法融合有效的去除传感器带来的误差信号，从而实现低成本高准确度方案。

### 2.1 功能特性

VDD =9V, T = 25 °C 标准测试环境，除非另有标注

表格 2 功能特性

Parameter	Test conditions	Min	Type	Max	Unit
分辨率			0.01		°
精度			±0.2		°
零点温度漂移	-40~85°		±0.01		° /°C
输出频率		1		100	Hz
角度		X 轴-90.0 Y 轴-90.0		X 轴 90.0 Y 轴 90.0	°
模块启动时间				100	ms

### 2.2 电气特性

VDD =9 V, T = 25 °C 标准测试环境，除非另有标注

表格 3 电气特性

Parameter	Test conditions	Min	Typ.	Max	Unit
工作电流	25°C		4.4		mA
VDD电压		9		35	V
工作温度		-25		85	°C

## 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

Parameter	Test conditions	Min	Max	Unit
存储温度		-45	125	°C
工作温度		-20	85	°C



这是一个机械冲击敏感设备, 处理不当会造成传感器器件永久损害。



这是一个静电敏感设备, 处理不当会造成电子器件的永久损害。

## 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

电气属性	波特率	数据位	校验位	停止位	流控
TTL	115200	8 位	无	1 位	无

### 3.2 通讯协议

MMI321A 提供静态倾角角度输出。角度输出是相对于地表水平面的。

#### 3.2.1 配置输出频率

表格 6 配置输出频率

帧头		帧长	帧型号	数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x08	0x02	0x01-0x05	XX	0xcc	0xaa

数据:

- 1 -> 1Hz
- 2 -> 10Hz
- 3 -> 20Hz
- 4 -> 50Hz
- 5 -> 100 Hz

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+数据+帧尾

表格 7 配置输出频率响应

帧头		帧长	帧型号	响应数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x08	0x02	0x00-0x01	XX	0xcc	0xaa

响应数据:

- 0 -> 成功
- 1 -> 失败

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+响应数据+帧尾



### 3.2.2 启动关闭数据上报

表格 8 启动关闭数据上报

帧头		帧长	帧型号	数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x08	0x03	0x00-0x01	XX	0xcc	0xaa

数据:

0 -> 关闭

1 -> 启动

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+数据+帧尾

表格 9 数据上报响应

帧头		帧长	帧型号	响应数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x08	0x03	0x00-0x01	XX	0xcc	0xaa

响应数据:

0 -> 成功

1 -> 失败

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+响应数据+帧尾

### 3.2.3 数据上报

表格 10 数据上报

帧头		帧长	帧型号	X 轴数据	Y 轴数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x0b	0x03	0x0000-0x2328	0x0000-0x2328	XX	0xcc	0xaa

对应的数值为浮点数的 100 倍, 即数值为 0x000a 为倾角 0.1 度, 即  $0x000a/100=10/100=0.1$  度。

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+数据(X 轴数据+Y 轴数据)+帧尾

### 3.2.4 配置中断阈值

表格 11 配置中断阈值

帧头		帧长	帧型号	数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x09	0x04	0x0000-0x2328	XX	0xcc	0xaa

数据:

触发角度: 0.1~90.0

轴倾角值, 除以 100 后, 获得真实值, 如数据 =0x1630, 实际角度值为  $56.8^\circ$ 。

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+数据+帧尾

表格 12 配置中断阈值响应

帧头		帧长	帧型号	响应数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x08	0x04	0x00-0x01	XX	0xcc	0xaa

响应数据:

0 -> 成功

1 -> 失败

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+响应数据+帧尾

### 3.2.5 启动关闭中断

表格 13 启动关闭中断

帧头		帧长	帧型号	数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x08	0x05	0x00-0x01	XX	0xcc	0xaa

数据:

0 -> 关闭

1 -> 启动

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+数据+帧尾

表格 14 启动关闭中断响应

帧头		帧长	帧型号	响应数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x08	0x05	0x00-0x01	XX	0xcc	0xaa

响应数据:

0 -> 成功

1 -> 失败

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+响应数据+帧尾

### 3.2.6 读取角度

表格 15 读取角度

帧头		帧长	帧型号	数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x08	0x06	0x01-0x03	XX	0xcc	0xaa

数据:

1 -> X 轴

2 -> Y 轴

3 -> X 和 Y 轴

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+数据+帧尾

表格 16 读取角度（单轴）

帧头		帧长	帧型号	数据类别	响应数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x0a	0x06	0x01-0x02	0x000a	XX	0xcc	0xaa

响应数据:

1 -> X 轴

2 -> Y 轴

对应的数值为浮点数的 100 倍，即数值为 0x000a 为倾角 0.1 度，即  $0x000a/100=10/100=0.1$  度。

累加和（1 个字节）：帧头+帧长+帧型号+数据类别+响应数据+帧尾

表格 17 读取角度（两轴）

帧头		帧长	帧型号	数据类别	X 轴数据	Y 轴数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x0c	0x06	0x03	0x0000-0x2328	0x0000-0x2328	XX	0xcc	0xaa

数据类别:

3 -> X 和 Y 轴

响应数据:

对应的数值为浮点数的 100 倍，即数值为 0x000a 为倾角 0.1 度，即  $0x000a/100=10/100=0.1$  度。

累加和（1 个字节）：帧头+帧长+帧型号+数据类别+数据（X 轴数据+Y 轴数据）+帧尾

### 3.2.7 校准

表格 18 校准

帧头		帧长	帧型号	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x07	0x07	XX	0xcc	0xaa

累加和（1 个字节）：帧头+帧长+帧型号+帧尾

表格 19 校准响应

帧头		帧长	帧型号	响应数据	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x08	0x07	0x00-0x01	XX	0xcc	0xaa

响应数据:

0 -> 成功

1 -> 失败

累加和（1 个字节）：帧头+帧长+帧型号+响应数据+帧尾

### 3.2.8 查询软件版本

表格 20 查询软件版本

帧头		帧长	帧型号	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x07	0x08	XX	0xcc	0xaa

累加和（1 个字节）：帧头+帧长+帧型号+帧尾

表格 21 查询软件版本响应

帧头		帧长	帧型号	加速度计型号	年	月	日	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x0b	0x08	0x00-0xff	0x00-0xff	0x00-0xff	0x00-0xff	XX	0xcc	0xaa

加速度计型号: 0x01 miramems da217

年 0x18 -> 2018 年

月 0x08 -> 08 月

日 0x27 -> 27 日

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+数据 (加速度计型号+年+月+日) +帧尾

### 3.2.9 查询 UID

表格 22 查询 UID

帧头		帧长	帧型号	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x07	0x09	XX	0xcc	0xaa

表格 23 查询 UID 响应

帧头		帧长	帧型号	ID(4Bytes)	累加和	帧尾	
0xdd	0xbb	0x0b	0x09	0x00-0xff	XX	0xcc	0xaa

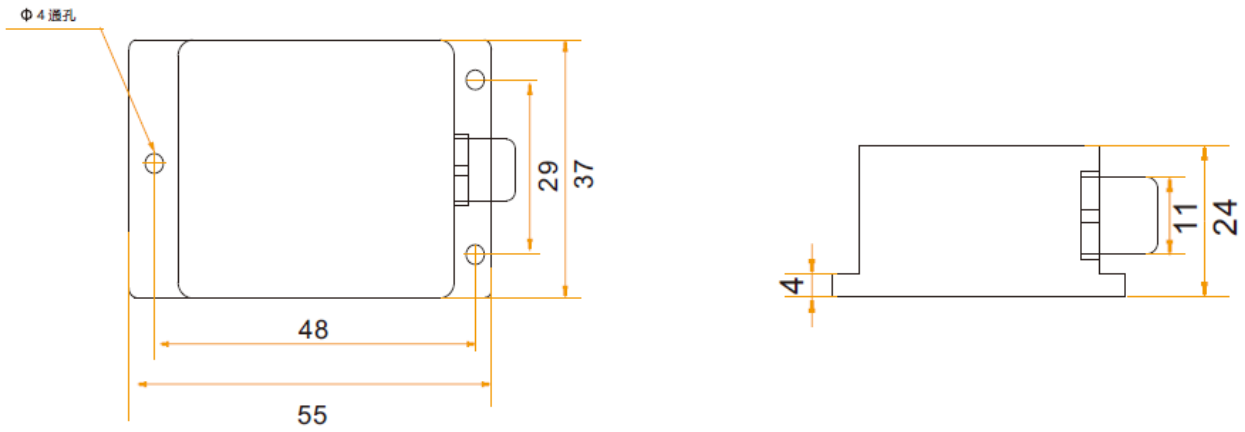
ID:

4 个字节 ID 号

累加和 (1 个字节): 帧头+帧长+帧型号+数据(4 bytes ID)+帧尾

## 4 封装尺寸和连线图

### 4.1 封装产品尺寸



产品尺寸: L55\*W37\*H24 (mm)

图 2 封装尺寸图

## 4.2 硬件线路接线参考图

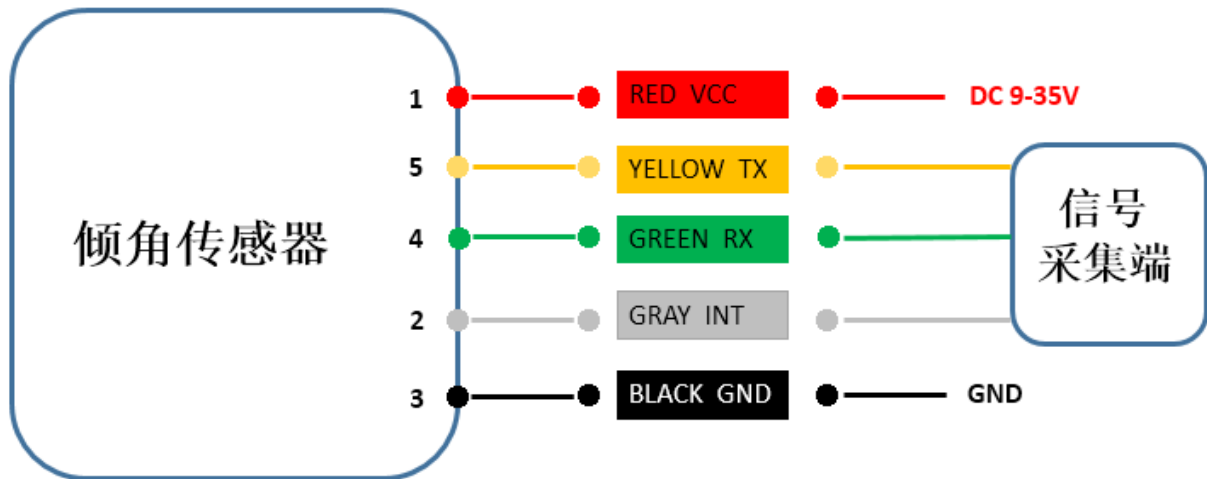


图 3 TTL 连接图

## 4.3 上电时序图

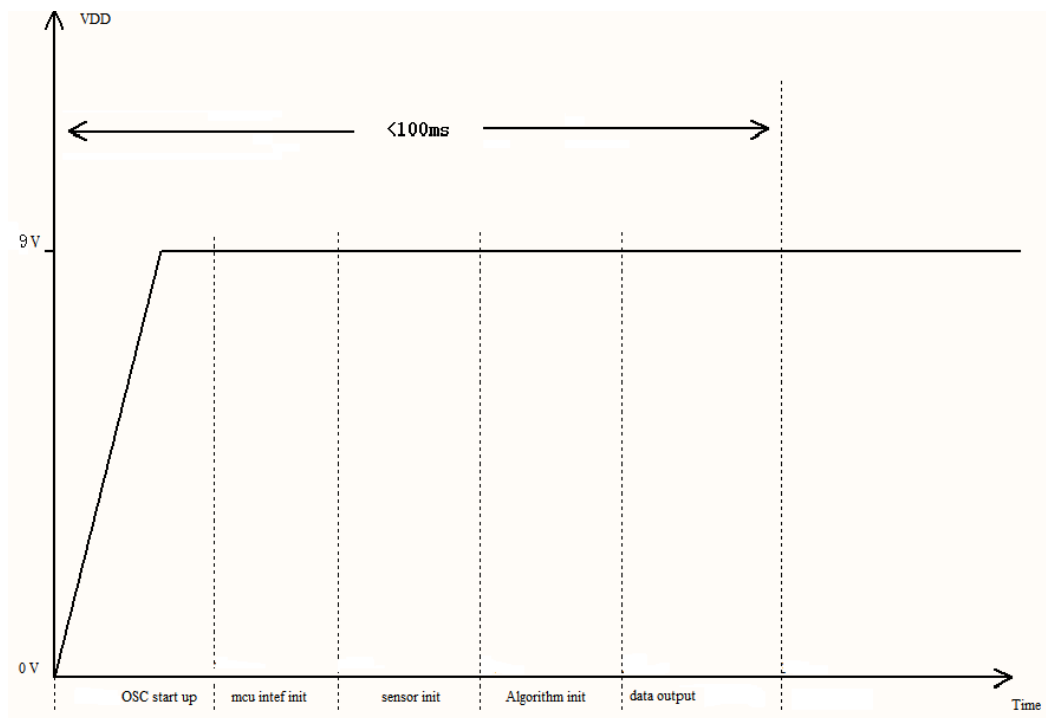


图 4 上电时序图

## 5 修订历史

表格 24 文档修订清单

日期	版本	注释
2018\11\16	1.0	初始版本