

# **BS-IC97N-M-D6EC**

User manual

## 1. 产品概述

BS-IC97N-M-D6EC 是一款基于微机械技术 (MEMS) 的惯性测量单元 (IMU)，内置高性能的 MEMS 陀螺和 MEMS 加速度计，输出 3 个角速度和 3 个加速度。

BS-IC97N-M-D6EC 具有可靠性高，环境适应性强。通过匹配不同的软件，产品可广泛应用于智能驾驶、战术和行业无人机、智能弹药、导引头、动中通、测绘、稳定平台等领域。

## 2. 产品特点

- 1) 三轴数字陀螺仪：
  - a)  $\pm 500^\circ/\text{s}$  动态测量范围；
  - b) 零偏稳定性： $5^\circ/\text{h}$  (GJB,10S) ,  $1.0^\circ/\text{h}$  (ALLAN)；
- 2) 三轴数字加速度计：
  - a)  $\pm 16\text{g}$  动态测量范围；
  - b) 零偏稳定性：0.5mg (GJB,10S) , 0.1mg (ALLAN)；
- 3) 高可靠性：MTBF>20000h；
- 4) 全温范围内 ( $-40^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$ ) 保证精度：内置高性能温度标定和补偿算法；
- 5) 适用于强振动条件下工作；
- 6) 接口 1 路 UART, 1 路 SPI, 1 路 CAN

## 3. 应用领域

- 1) 智能驾驶
- 2) 战术和行业无人机
- 3) 智能弹药
- 4) 导引头
- 5) 动中通
- 6) 测绘
- 7) 稳定平台

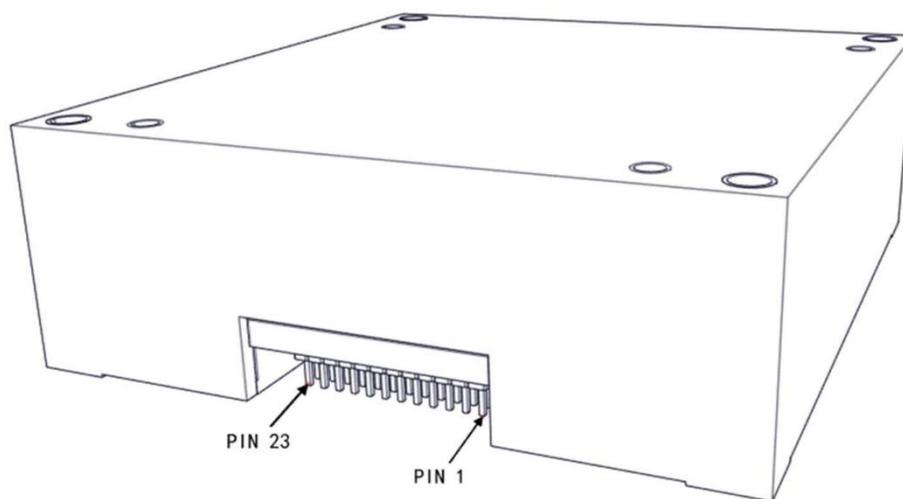
## 4. 产品指标

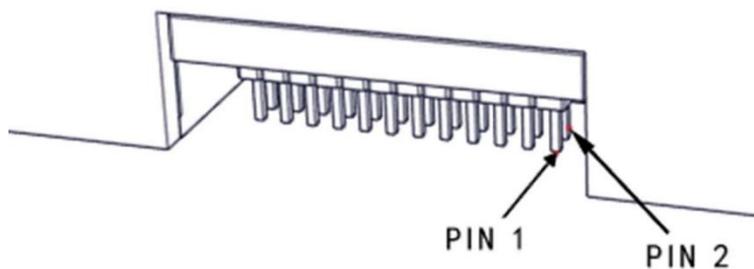
参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	
动态测量范围				500	$^\circ/\text{s}$	
陀螺	零偏稳定性	Allan 方差 10s 平均 ( $-40^\circ\text{C}\sim +80^\circ\text{C}$ , 定温)	1.0		$^\circ/\text{h}$	
	零偏	零偏范围 全温范围内零偏变化①	5 $\pm 0.2$ $\pm 0.06$		$^\circ/\text{h}$ $^\circ/\text{s}$	
	标度因数	标度因数精度 标度因数非线性	$\pm 0.2$ 0.3 0.02		% %FS	
	分辨率		$3.052 \times 10^{-7}$		$^\circ/\text{s}/\text{LSB}$	
	带宽		200		Hz	
	动态测量范围			16		g
	加速度计	零偏稳定性	Allan 方差 10s 平均 ( $-40^\circ\text{C}\sim +80^\circ\text{C}$ , 定温)	0.1		mg
零偏		零偏范围 全温范围内零偏变化, 峰峰值①	0.5 2 2		mg mg	
标度因数		标度因数精度 标度因数非线性	0.3 0.02		% %FS	
分辨率			$1.221 \times 10^{-8}$		g/LSB	
带宽			200		Hz	
通讯接口		1 路 SPI	波特率		15	MHz

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
1路UART	波特率		230.4		Kbps
1路CAN	波特率			1	MHz
采样频率	SPI		200	1000	Hz
	UART		200		Hz
	CAN		200		Hz
电气特性	电压	3.0	3.3	3.6	V
	功耗			1.5	W
	纹波			100	mV
结构特性	尺寸		47×44×14		mm
	重量		50		g
使用环境	工作温度	-40		80	°C
	存储温度	-45		85	°C
	振动		20~2000Hz, 6.06g		
	冲击		1000g, 0.5ms		
可靠性	MTBF		20000		h
	连续工作时间		120		h

①：计算整个温变过程的零偏，温变率 $\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，温度范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$ ；

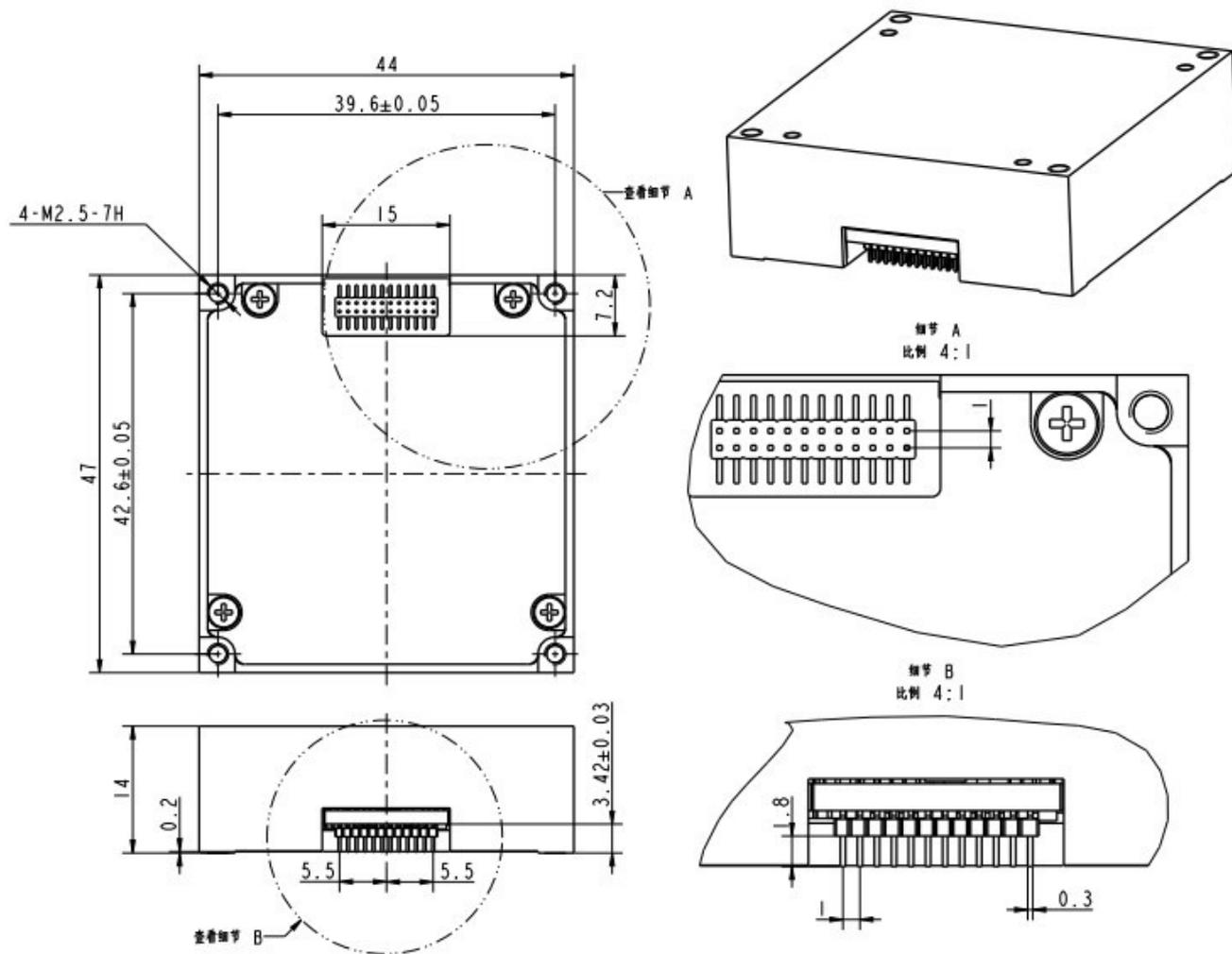
## 5. 电气接口





管脚序号	名称	类型	描述
10, 11, 12	VDD	电源	
13, 14, 15	GND	电源	
9	DIO2	输出	就绪信号，表征数据更新
3	SPI-CLK	输入/输出	SPI，从模式
4	SPI-MISO	输入/输出	
5	SPI-MOSI	输入/输出	
6	SPI-/CS	输入/输出	
19	UART-TXD	输出	UART，波特率可配置，默认为 230400bps
21	UART-RXD	输入	
18	CAN-T	输出	
20	CAN-R	输入	
8	RST	输入	复位
23	VDDRTC	电源	
其它	NC	备用	厂家保留

## 6. 结构接口

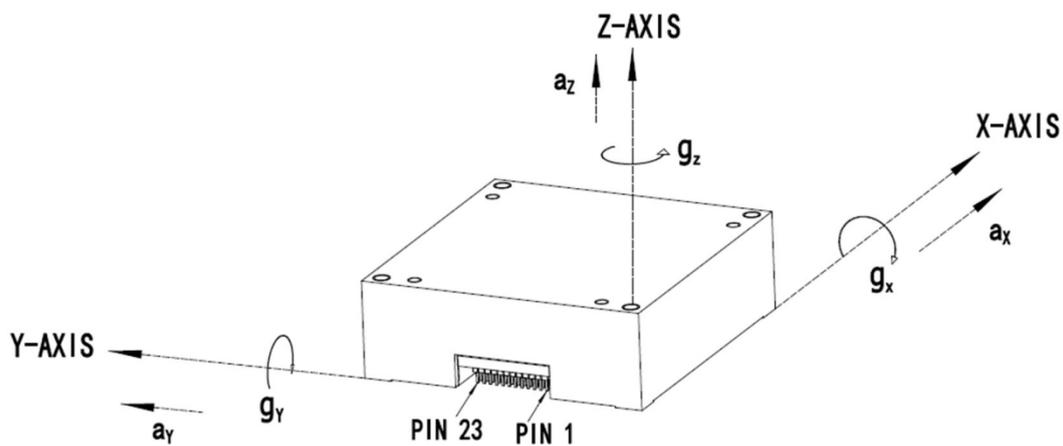


结构外形示意图

## 7. 使用说明

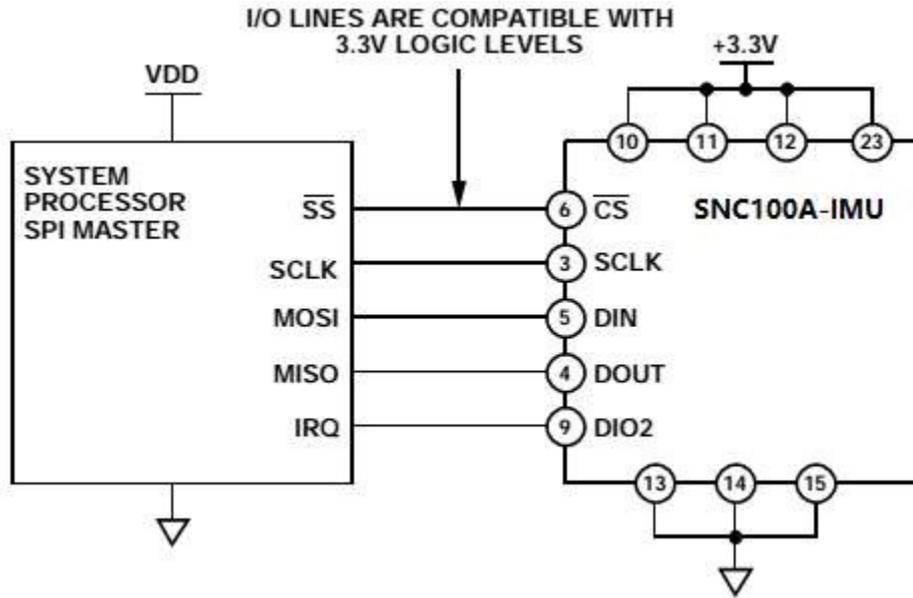
### 7.1. 坐标系定义

3个陀螺 ( $g_x$ ,  $g_y$ ,  $g_z$ ) 和 3个加速度计 ( $a_x$ ,  $a_y$ ,  $a_z$ ) 的坐标系定义如下图所示, 箭头方向为正。



## 7.2. SPI 读写数据

BS-IC97N-M-D6EC 是一款自治传感器系统，当存在有效电源时，它会自动启动。完成初始化过程后，它开始采样、处理以及将校准的传感器数据载入输出寄存器，通过 SPI 端口可访问该数据。SPI 端口通常连接到嵌入式处理器的兼容端口，连接图参见图 1。四个 SPI 信号支持同步串行数据传输。在工厂默认配置下，DIO2 引脚提供数据就绪信号；当输出数据寄存器中有新数据可用时，该引脚变为高电平。



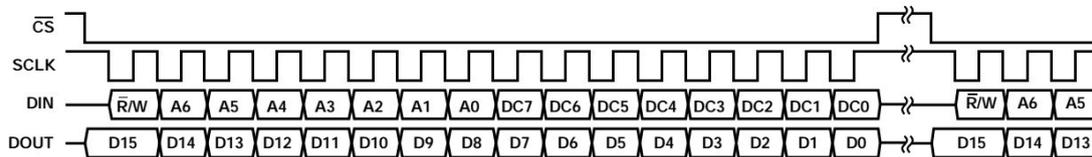
与外部设备连接示意图

### 7.2.1. 通用主机处理器 SPI 设置

处理器设置	说明
主机	BS-IC97N-M-D6EC 用作从机
SCLK ≤ 15 MHz	最大串行时钟速率
SPI 模式 3	CPOL = 1 (极性), CPHA = 1 (相位)
MSB 优先模式	位序
16 位模式	移位寄存器/数据长度

### 7.2.2. SPI 通信

如果前一命令为读取请求，则 SPI 端口支持全双工通信，外部处理器可以在读取 DOUT 的同时写入 DIN，如下图。



SPI 读写时序

### 7.2.3. 读取传感器数据

BS-IC97N-M-D6EC 自动启动并激活第 0 页，以便进行数据寄存器访问。访问任何其它页面后，应将 0x00 写入 PAGE\_ID 寄存器(DIN = 0x8000)以激活第 0 页，为后续数据访问做好准备。单个寄存器读操作需要两个 16 位 SPI 周期。在第一个周期中，利用图 1 中的位分配功能请求读取一个寄存器的内容；在第二个周期中，寄存器内容通过 DOUT 输出。DIN 命令的第一位是 0，然后是寄存器的高位或低位地址。后 8 位是无关位，但 SPI 需要完整的 16 个 SCLK 来接收请求。下图显示了两个连续的寄存器读操作，首先是 DIN = 0x1A00，请求 Z\_GYRO\_OUT 寄存器的内容，然后是

DIN = 0x1800, 请求Z\_GYRO\_LOW 寄存器的内容。



SPI 读操作示例

## 7.2.4. 用户寄存器存储器映射(N/A 表示不适用)

读取两个数据寄存器之间需插入一个不小于 5 $\mu$ s 的延时

名称	R/W	PAGE_ID	地址	默认	寄存器描述
TEMP_OUT	R	0x00	0x0E	N/A	温度
X_GYRO_LOW	R	0x00	0x10	N/A	x 轴陀螺仪输出, 低位字
X_GYRO_OUT	R	0x00	0x12	N/A	x 轴陀螺仪输出, 高位字
Y_GYRO_LOW	R	0x00	0x14	N/A	y 轴陀螺仪输出, 低位字
Y_GYRO_OUT	R	0x00	0x16	N/A	y 轴陀螺仪输出, 高位字
Z_GYRO_LOW	R	0x00	0x18	N/A	z 轴陀螺仪输出, 低位字
Z_GYRO_OUT	R	0x00	0x1A	N/A	z 轴陀螺仪输出, 高位字
X_ACCL_LOW	R	0x00	0x1C	N/A	x 轴加速度计输出, 低位字
X_ACCL_OUT	R	0x00	0x1E	N/A	x 轴加速度计输出, 高位字
Y_ACCL_LOW	R	0x00	0x20	N/A	y 轴加速度计输出, 低位字
Y_ACCL_OUT	R	0x00	0x22	N/A	y 轴加速度计输出, 高位字
Z_ACCL_LOW	R	0x00	0x24	N/A	z 轴加速度计输出, 低位字
Z_ACCL_OUT	R	0x00	0x26	N/A	z 轴加速度计输出, 高位字
PROD_ID	R	0x00	0x7E	102	产品标识(102)输出

## 7.2.5. 变换公式

当前温度 = 25 + TEMP\_OUT \* 0.00565

x 轴陀螺值 = 0.02 \* X\_GYRO\_OUT

y 轴陀螺值 = 0.02 \* Y\_GYRO\_OUT

z 轴陀螺值 = 0.02 \* Z\_GYRO\_OUT

x 轴加速度计值 = (long)(X\_ACCL\_OUT \* 65536 + X\_ACCL\_LOW) \* 0.00001220703125 \* 0.001

y 轴加速度计值 = (long)(Y\_ACCL\_OUT \* 65536 + Y\_ACCL\_LOW) \* 0.00001220703125 \* 0.001

z 轴加速度计值 = (long)(Z\_ACCL\_OUT \* 65536 + Z\_ACCL\_LOW) \* 0.00001220703125 \* 0.001

## 7.3. UART 读写数据

### 7.3.1. 接口

默认配置: 230400bps, 8 位数据位, 1 位停止位, 无奇偶校验;

### 7.3.2. 配置命令

- 1) \$GPENB  
开启 UART 上电自动输出
- 2) \$GPDIS  
关闭 UART 上电自动输出
- 3) \$GPSER

查看序列号

4) \$GPCOM1

配置波特率为 115200bps

5) \$GPCOM2

配置波特率为 230400bps

6) \$GPRATIOxx

配置输出频率命令，在采样频率为 200Hz 时，输出频率=200/xx

7) \$GPINF

查看配置信息

### 7.3.3. 协议格式

分为协议头、协议体和协议尾；200Hz；坐标轴定义为前上右

协议	字节序号	数据	单位	数据类型	备注
协议头	0	0x5a			
	1	0x5a			
协议体	2~5	X 轴陀螺	° /s	float	
	6~9	Y 轴陀螺	° /s	float	
	10~13	Z 轴陀螺	° /s	float	
	14~17	X 轴加表	g	float	
	18~21	Y 轴加表	g	float	
	22~25	Z 轴加表	g	float	
	26~29	X 轴磁力计	mgauss	float	
	30~33	Y 轴磁力计	mgauss	float	
	34~37	Z 轴磁力计	mgauss	float	
	38~41	备用			
	42~45	备用			
	46~49	温度	°C	float	
	50~53	备用			
54~57	备用				
协议尾	58	校验和			2 至 57 字节累加求和，取低字节