

软 盘 编 号

密 别

阶 段  
标 记

S

CAD

KT-EX9-1

惯性测量单元

EX2. 900. 005SM

会 签

编写 \_\_\_\_\_

校对 \_\_\_\_\_

审核 \_\_\_\_\_

标审 \_\_\_\_\_

批准 \_\_\_\_\_

描 写

描 校

旧底图登记号

开拓导航控制技术股份有限公司

软盘编号	<p>本使用说明书是 KT-EX9-1 惯性测量单元使用操作的主要依据文件。</p> <p>本使用说明书主要依据《KTJT-001 惯性测量单元和三轴陀螺组合技术条件》编写。</p>																																																																																																																																																			
CAD																																																																																																																																																				
	<p>1 产品功能和相关技术参数</p> <p>1.1 组成与功能</p> <p>KT-EX9-1 惯性测量单元是一款完整的惯性系统，内置一个三轴陀螺仪、一个三轴加速度计，用于测量载体的三轴角速率，加速度，等参数，通过 SPI 按照通讯协议输出经过误差补偿（包括温度补偿、安装失准角补偿、非线性补偿等）的数据。</p> <p>1.2 主要技术参数</p>																																																																																																																																																			
	表 1 技术参数																																																																																																																																																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 20%;">参数</th> <th style="width: 20%;">测试条件</th> <th style="width: 10%;">最小值</th> <th style="width: 10%;">典型值</th> <th style="width: 10%;">最大值</th> <th style="width: 10%;">单位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="14" style="text-align: center; vertical-align: middle;">陀螺</td> <td>动态测量范围</td> <td></td> <td></td> <td>±450</td> <td></td> <td>°/s</td> </tr> <tr> <td>零偏不稳定性</td> <td>Allan 方差, 优于</td> <td></td> <td>0.3</td> <td></td> <td>°/h</td> </tr> <tr> <td>零偏稳定性</td> <td>10s 平滑, 1σ, 全温</td> <td></td> <td>3</td> <td></td> <td>°/h</td> </tr> <tr> <td>全温范围内零偏</td> <td>-40°C~85°C, 10s 平滑, rms</td> <td></td> <td>0.015</td> <td></td> <td>°/s</td> </tr> <tr> <td>随机游走</td> <td>1σ</td> <td></td> <td>0.15</td> <td></td> <td>°/√h</td> </tr> <tr> <td>零偏重复性</td> <td>1σ</td> <td></td> <td>10</td> <td></td> <td>°/h</td> </tr> <tr> <td>输出噪声</td> <td>无滤波, rms</td> <td></td> <td>0.05</td> <td></td> <td>°/s</td> </tr> <tr> <td>标度因数重复性</td> <td>1σ</td> <td></td> <td>0.01</td> <td></td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>标度因数非线性</td> <td>1σ</td> <td></td> <td>0.03</td> <td></td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>标度因数</td> <td>FS=450 °/s, 32bits</td> <td></td> <td></td> <td>2621440</td> <td></td> <td>LSB/°/sec</td> </tr> <tr> <td>带宽 (-3dB)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>250</td> <td></td> <td>Hz</td> </tr> <tr> <td>交叉耦合</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.1</td> <td></td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>加速度灵敏度</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td>°/h/g</td> </tr> <tr> <td>振动整流效应</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.5</td> <td></td> <td>°/h/g<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>谐振频率</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12k</td> <td></td> <td>Hz</td> </tr> <tr> <td rowspan="6" style="text-align: center; vertical-align: middle;">加速度计</td> <td>动态测量范围</td> <td></td> <td></td> <td>±20</td> <td></td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>零偏稳定性</td> <td>Allan 方差</td> <td></td> <td>0.07</td> <td></td> <td>μg</td> </tr> <tr> <td>全温范围内零偏</td> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td></td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>随机游走</td> <td>1σ</td> <td></td> <td>0.029</td> <td></td> <td>m/s/√h</td> </tr> <tr> <td>零偏重复性</td> <td>1σ</td> <td></td> <td>5</td> <td></td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>输出噪声</td> <td>无滤波, rms</td> <td></td> <td></td> <td>0.5</td> <td></td> <td>mg</td> </tr> </tbody> </table>							参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位	陀螺	动态测量范围			±450		°/s	零偏不稳定性	Allan 方差, 优于		0.3		°/h	零偏稳定性	10s 平滑, 1σ, 全温		3		°/h	全温范围内零偏	-40°C~85°C, 10s 平滑, rms		0.015		°/s	随机游走	1σ		0.15		°/√h	零偏重复性	1σ		10		°/h	输出噪声	无滤波, rms		0.05		°/s	标度因数重复性	1σ		0.01		%	标度因数非线性	1σ		0.03		%	标度因数	FS=450 °/s, 32bits			2621440		LSB/°/sec	带宽 (-3dB)				250		Hz	交叉耦合				0.1		%	加速度灵敏度				1		°/h/g	振动整流效应				0.5		°/h/g <sup>2</sup>	谐振频率				12k		Hz	加速度计	动态测量范围			±20		g	零偏稳定性	Allan 方差		0.07		μg	全温范围内零偏			3		mg	随机游走	1σ		0.029		m/s/√h	零偏重复性	1σ		5		mg	输出噪声	无滤波, rms			0.5		mg
	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位																																																																																																																																														
陀螺	动态测量范围			±450		°/s																																																																																																																																														
	零偏不稳定性	Allan 方差, 优于		0.3		°/h																																																																																																																																														
	零偏稳定性	10s 平滑, 1σ, 全温		3		°/h																																																																																																																																														
	全温范围内零偏	-40°C~85°C, 10s 平滑, rms		0.015		°/s																																																																																																																																														
	随机游走	1σ		0.15		°/√h																																																																																																																																														
	零偏重复性	1σ		10		°/h																																																																																																																																														
	输出噪声	无滤波, rms		0.05		°/s																																																																																																																																														
	标度因数重复性	1σ		0.01		%																																																																																																																																														
	标度因数非线性	1σ		0.03		%																																																																																																																																														
	标度因数	FS=450 °/s, 32bits			2621440		LSB/°/sec																																																																																																																																													
	带宽 (-3dB)				250		Hz																																																																																																																																													
	交叉耦合				0.1		%																																																																																																																																													
	加速度灵敏度				1		°/h/g																																																																																																																																													
	振动整流效应				0.5		°/h/g <sup>2</sup>																																																																																																																																													
谐振频率				12k		Hz																																																																																																																																														
加速度计	动态测量范围			±20		g																																																																																																																																														
	零偏稳定性	Allan 方差		0.07		μg																																																																																																																																														
	全温范围内零偏			3		mg																																																																																																																																														
	随机游走	1σ		0.029		m/s/√h																																																																																																																																														
	零偏重复性	1σ		5		mg																																																																																																																																														
	输出噪声	无滤波, rms			0.5		mg																																																																																																																																													
描图																																																																																																																																																				
描校																																																																																																																																																				
旧底图登记号																																																																																																																																																				
底图登记号				KT-EX9-1	EX2.900.005SM																																																																																																																																															
标记	更改单号	签字、日期	共 13 页 第 2 页																																																																																																																																																	

软盘编号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
CAD	标度因数重复性	1 σ		0.1		%
	标度因数非线性	FS=10g		0.1		%FS
	标度因数	±20, 32bits		65536000		g/LSB
	带宽 (-3dB)			250		Hz
	交叉耦合			0.1		%
温度	刻度因数			0.0125		° C/LSB
通讯接口	1 路 SPI	输入时钟频率		8	15	MHz
电气特性	电压	直流		3.3 ± 10%		V
	功耗			1	1.5	W
	纹波	P-P		48±2	100	mV
使用环境	工作温度	可扩展	-40		85	°C
	存储温度		-55		85	°C
	振动			10~2000Hz, 6.06g		
	冲击			1000g, 0.1ms		

## 2 结构特征与电气连接

KT-EX9-1 惯性测量单元的外形图如图 1 所示。

描 图

描 校

旧底图登记号

底图登记号				KT-EX9-1	EX2.900.005SM
标记	更改单号	签字、日期	共 13 页 第 3 页		

软盘编号

CAD

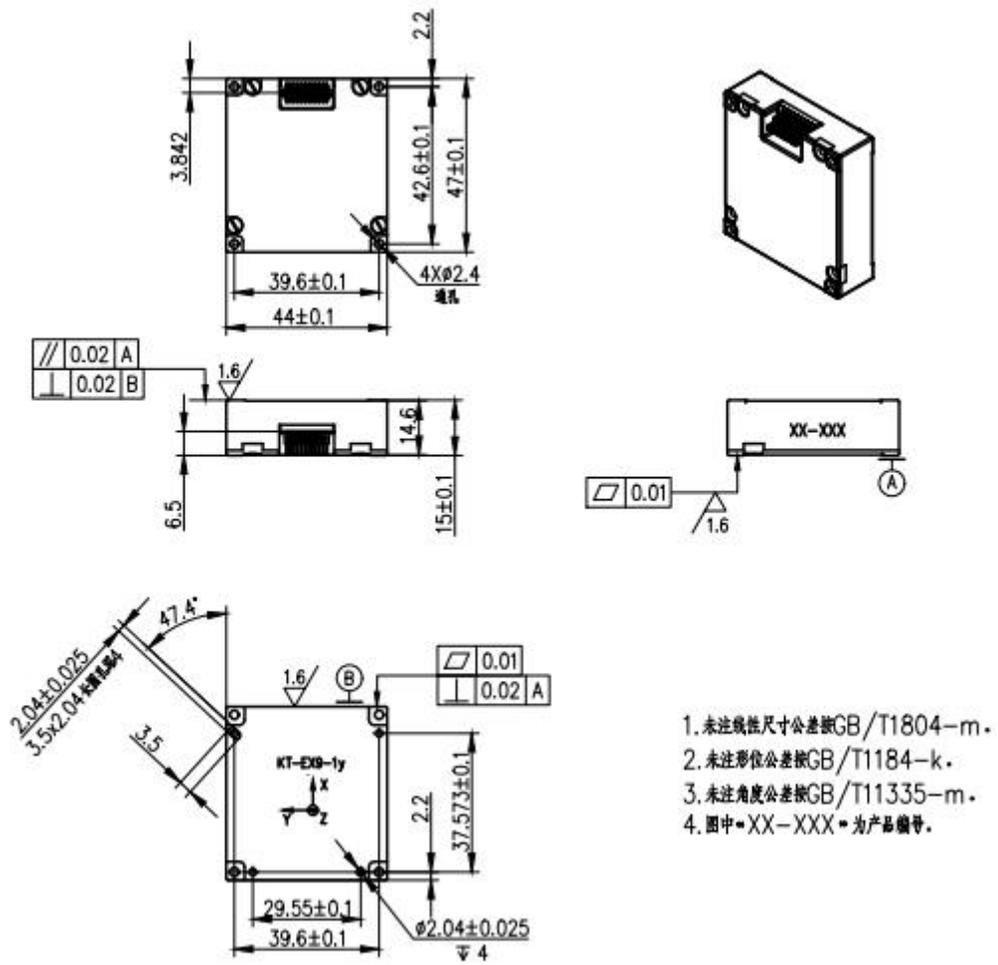


图1 外形图

产品与外部连接的接插件型号为FTMH-112-02-H-DH，接点定义见表2。对应的接插件型号是CLM-112-02-GDA。

接插件如图所示。

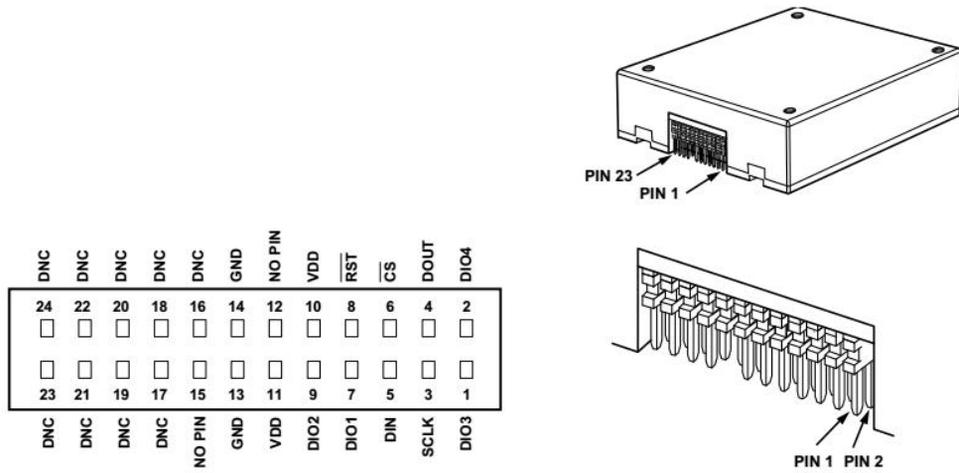


图2 接插件

描 图

描 校

旧底图登记号

底图登记号

标记

更改单号

签字、日期

KT-EX9-1

EX2.900.005SM

软盘编号

表 2 接点定义

管脚序号	名称	类型	描述
10, 11	VDD	电源	
13, 14	GND	电源	
7	DIO1	输入/输出	通用 IO, 可配置
9	DIO2	输入/输出	
1	DIO3	输入/输出	
2	DIO4	输入/输出	
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	
其它	NC	备用	厂家保留

产品轴向见图 3

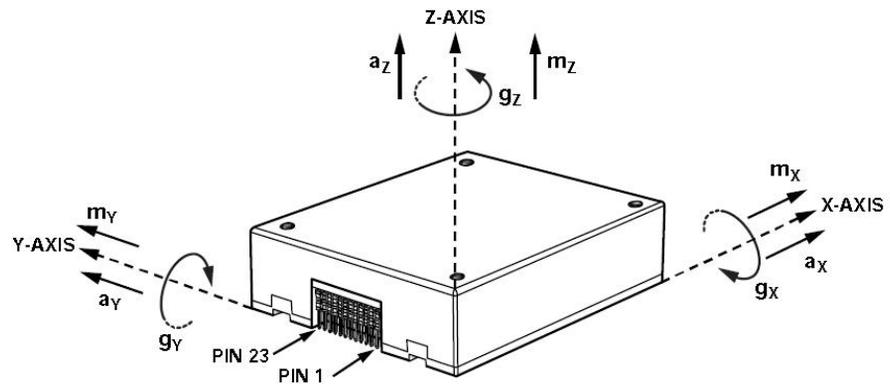


图 3

### 3 通讯接口

#### 3.1 SPI 通讯

IMU 的通信采用 4 线 SPI 标准接口, 产品内部数据刷新频率最大 2.4KHz, 通信 SPI 速率最大 15Mbps。

#### 3.1.2 时序规格

除非另有说明,  $TC = 25^{\circ}C$ ,  $VDD = 3.3 V$ 。

描 图

描 校

旧底图登记号

底图登记号

KT-EX9-1

EX2.900.005SM

标 记 更 改 单 号 签 字、日 期

共 13 页 第 5 页

软盘编号

表 3 时序规格

参数	说明	正常模式			单位
		最小值	典型值	最大值	
fSCLK	串行时钟	0.01		15	MHz
tSTALL	数据之间的停转周期	2			$\mu$ s
tCLS	串行时钟低电平周期	31			ns
tCHS	串行时钟高电平周期	31			ns
tCS	片选至时钟边沿	32			ns
tDAV	SCLK 边沿之后的 DOUT 有效时间			10	ns
tDSU	SCLK 上升沿之前的 DIN 建立时间	2			ns
tDHD	SCLK 上升沿之后的 DIN 保持时间	2			ns
tDR, tDF	DOUT 上升/下降时间, 负载 100 pF		3	8	ns
tDSOE	CS 置位至数据输出有效	0		11	ns
tHD	SCLK 边沿至数据输出无效	0			ns
tSFS	上一个 SCLK 边沿至 CS 解除置位	32			ns
tDSHI 0	CS 解除置位至数据输出高阻态	0		9	ns

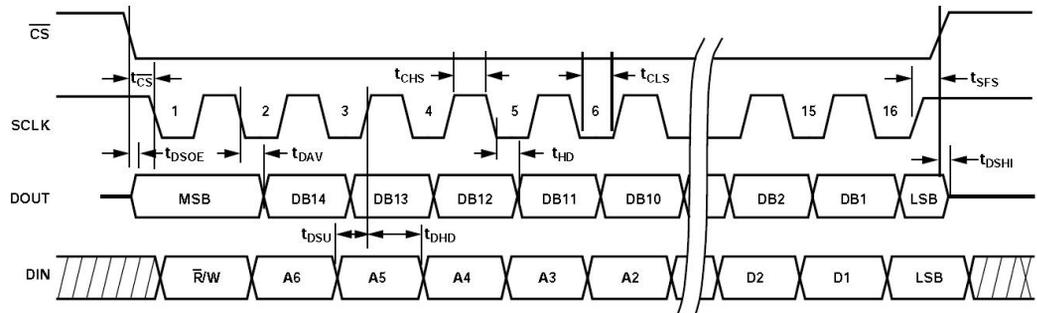


图 4 时序图

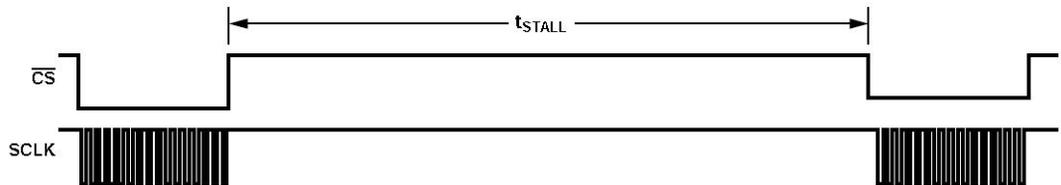


图 5 停转时间和数据速率

描 图

描 校

旧底图登记号

底图登记号				KT-EX9-1	EX2.900.005SM
标记	更改单号	签字、日期		共 13 页 第 6 页	

软盘编号

### 3.1.3 数据寄存器地址映射

CAD

用户寄存器存储器映射数据定义见表 4。

表 4 用户寄存器存储器映射数据

名称	R/W	PAGE_ID	地址	默认	寄存器描述
PAGE_ID	R/W	0x00	0x00	0x00	页面标识
TEMP_OUT	R	0x00	0x0E	N/A	温度
X_GYRO_LOW	R	0x00	0x10,0x11	N/A	x 轴陀螺仪输出, 低位字
X_GYRO_OUT	R	0x00	0x12,0x13	N/A	x 轴陀螺仪输出, 高位字
Y_GYRO_LOW	R	0x00	0x14,0x15	N/A	y 轴陀螺仪输出, 低位字
Y_GYRO_OUT	R	0x00	0x16,0x17	N/A	y 轴陀螺仪输出, 高位字
Z_GYRO_LOW	R	0x00	0x18,0x19	N/A	z 轴陀螺仪输出, 低位字
Z_GYRO_OUT	R	0x00	0x1A,0x1B	N/A	z 轴陀螺仪输出, 高位字
X_ACCL_LOW	R	0x00	0x1C,0x1D	N/A	x 轴加速度计输出, 低位字
X_ACCL_OUT	R	0x00	0x1E,0x1F	N/A	x 轴加速度计输出, 高位字
Y_ACCL_LOW	R	0x00	0x20,0x21	N/A	y 轴加速度计输出, 低位字
Y_ACCL_OUT	R	0x00	0x22,0x23	N/A	y 轴加速度计输出, 高位字
Z_ACCL_LOW	R	0x00	0x24,0x25	N/A	z 轴加速度计输出, 低位字
Z_ACCL_OUT	R	0x00	0x26,0x27	N/A	z 轴加速度计输出, 高位字

### 3.1.4 SPI 通讯及配置

#### 读取传感器数据

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 6 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。图 5 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。

描 图

描 校

旧底图登记号

底图登记号				KT-EX9-1	EX2.900.005SM
标记	更改单号	签字、日期	共 13 页 第 7 页		

软盘编号

CAD

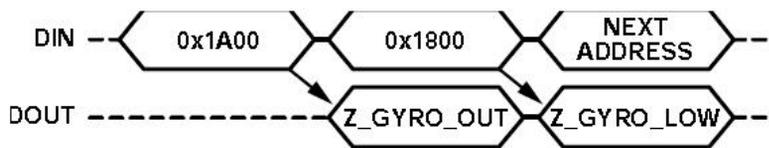


图 6 SPI 读操作示例

## 4 SPI 数据寄存器

KT-EX9-1 启动过程后，PAGE\_ID 寄存器值为 0x0000，将第 0 页设置为 SPI 访问的有效页面。第 0 页包括输出数据、产品标识寄存器。

### 4.1 惯性传感器数据格式

陀螺仪、加速度计的输出数据寄存器使用 32 位二进制补码格式。每个输出使用两个寄存器来支持这一分辨率。图 7 通过示例说明各寄存器在各种惯性测量中的作用。本例中，X\_GYRO\_OUT 是最高有效字(高 16 位)，X\_GYRO\_LOW 是最低有效字(低 16 位)。许多情况下，仅使用最高有效字寄存器就能提供足够的分辨率来反映关键性能指标。

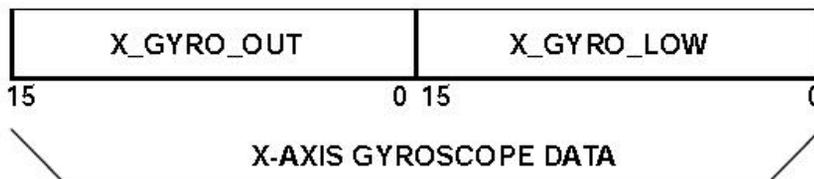


图 7 陀螺数据输出示例

#### 4.1.1 陀螺仪

用于陀螺仪测量的主寄存器使用 X\_GYRO\_OUT 格式(参见表 5、表 6 和表 7)。处理这些寄存器的数据时，使用 16 位二进制补码数据格式。表 8 给出了 X\_GYRO\_OUT 数字编码示例。

表 5 X\_GYRO\_OUT (第 0 页，基地址 = 0x12)

位	说明
[15:0]	X 轴陀螺仪数据；二进制补码，±450° /秒范围，0° /秒 = 0x0000，1 LSB = 0.025° /秒

表 6 Y\_GYRO\_OUT (第 0 页，基地址 = 0x16)

描 图

描 校

旧底图登记号

底图登记号

KT-EX9-1

EX2.900.005SM

标记 更改单号 签字、日期

共 13 页 第 8 页

软盘编号																																				
CAD																																				
	<table border="1"> <tr> <th>位</th> <th>说明</th> </tr> <tr> <td>[15:0]</td> <td>Y 轴陀螺仪数据; 二进制补码, <math>\pm 450^\circ / \text{秒}</math> 范围, <math>0^\circ / \text{秒} = 0x0000</math>, 1 LSB = <math>0.025^\circ / \text{秒}</math></td> </tr> </table>				位	说明	[15:0]	Y 轴陀螺仪数据; 二进制补码, $\pm 450^\circ / \text{秒}$ 范围, $0^\circ / \text{秒} = 0x0000$ , 1 LSB = $0.025^\circ / \text{秒}$																												
位	说明																																			
[15:0]	Y 轴陀螺仪数据; 二进制补码, $\pm 450^\circ / \text{秒}$ 范围, $0^\circ / \text{秒} = 0x0000$ , 1 LSB = $0.025^\circ / \text{秒}$																																			
	表 7 Z_GYRO_OUT (第 0 页, 基地址 = $0x1A$ )																																			
	<table border="1"> <tr> <th>位</th> <th>说明</th> </tr> <tr> <td>[15:0]</td> <td>Z 轴陀螺仪数据; 二进制补码, <math>\pm 450^\circ / \text{秒}</math> 范围, <math>0^\circ / \text{秒} = 0x0000</math>, 1 LSB = <math>0.025^\circ / \text{秒}</math></td> </tr> </table>				位	说明	[15:0]	Z 轴陀螺仪数据; 二进制补码, $\pm 450^\circ / \text{秒}$ 范围, $0^\circ / \text{秒} = 0x0000$ , 1 LSB = $0.025^\circ / \text{秒}$																												
位	说明																																			
[15:0]	Z 轴陀螺仪数据; 二进制补码, $\pm 450^\circ / \text{秒}$ 范围, $0^\circ / \text{秒} = 0x0000$ , 1 LSB = $0.025^\circ / \text{秒}$																																			
	表 8 X_GYRO_OUT 数据格式示例																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>旋转速率</th> <th>十进制</th> <th>十六进制</th> <th>二进制</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>+450^\circ / \text{sec}</math></td> <td>+18,000</td> <td>0x4650</td> <td>0100 0110 0101 0000</td> </tr> <tr> <td><math>+0.04^\circ / \text{sec}</math></td> <td>+2</td> <td>0x0002</td> <td>0000 0000 0000 0010</td> </tr> <tr> <td><math>+0.02^\circ / \text{sec}</math></td> <td>+1</td> <td>0x0001</td> <td>0000 0000 0000 0001</td> </tr> <tr> <td><math>0^\circ / \text{sec}</math></td> <td>0</td> <td>0x0000</td> <td>0000 0000 0000 0000</td> </tr> <tr> <td><math>-0.02^\circ / \text{sec}</math></td> <td>-1</td> <td>0xFFFF</td> <td>1111 1111 1111 1111</td> </tr> <tr> <td><math>-0.04^\circ / \text{sec}</math></td> <td>-2</td> <td>0xFFFE</td> <td>1111 1111 1111 1110</td> </tr> <tr> <td><math>-450^\circ / \text{sec}</math></td> <td>-18,000</td> <td>0xB9B0</td> <td>1011 1001 1011 0000</td> </tr> </tbody> </table>				旋转速率	十进制	十六进制	二进制	$+450^\circ / \text{sec}$	+18,000	0x4650	0100 0110 0101 0000	$+0.04^\circ / \text{sec}$	+2	0x0002	0000 0000 0000 0010	$+0.02^\circ / \text{sec}$	+1	0x0001	0000 0000 0000 0001	$0^\circ / \text{sec}$	0	0x0000	0000 0000 0000 0000	$-0.02^\circ / \text{sec}$	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111	$-0.04^\circ / \text{sec}$	-2	0xFFFE	1111 1111 1111 1110	$-450^\circ / \text{sec}$	-18,000	0xB9B0	1011 1001 1011 0000
旋转速率	十进制	十六进制	二进制																																	
$+450^\circ / \text{sec}$	+18,000	0x4650	0100 0110 0101 0000																																	
$+0.04^\circ / \text{sec}$	+2	0x0002	0000 0000 0000 0010																																	
$+0.02^\circ / \text{sec}$	+1	0x0001	0000 0000 0000 0001																																	
$0^\circ / \text{sec}$	0	0x0000	0000 0000 0000 0000																																	
$-0.02^\circ / \text{sec}$	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111																																	
$-0.04^\circ / \text{sec}$	-2	0xFFFE	1111 1111 1111 1110																																	
$-450^\circ / \text{sec}$	-18,000	0xB9B0	1011 1001 1011 0000																																	
	<p>使用 X_GYRO_LOW 命名格式的寄存器用于提高陀螺仪测量的分辨率 (参见表 9、表 10 和表 11。MSB 的权重为 <math>0.0125^\circ / \text{秒}</math>, 后续各位的权重为前一位的 <math>\frac{1}{2}</math>。</p>																																			
	表 9 X_GYRO_LOW (第 0 页, 基地址 = $0x10$ )																																			
	<table border="1"> <tr> <th>位</th> <th>说明</th> </tr> <tr> <td>[15:0]</td> <td>X 轴陀螺仪数据; 附加分辨率位</td> </tr> </table>				位	说明	[15:0]	X 轴陀螺仪数据; 附加分辨率位																												
位	说明																																			
[15:0]	X 轴陀螺仪数据; 附加分辨率位																																			
	表 10 Y_GYRO_LOW (第 0 页, 基地址 = $0x14$ )																																			
	<table border="1"> <tr> <th>位</th> <th>说明</th> </tr> <tr> <td>[15:0]</td> <td>Y 轴陀螺仪数据; 附加分辨率位</td> </tr> </table>				位	说明	[15:0]	Y 轴陀螺仪数据; 附加分辨率位																												
位	说明																																			
[15:0]	Y 轴陀螺仪数据; 附加分辨率位																																			
	表 11 Z_GYRO_LOW (第 0 页, 基地址 = $0x18$ )																																			
	<table border="1"> <tr> <th>位</th> <th>说明</th> </tr> <tr> <td>[15:0]</td> <td>Z 轴陀螺仪数据; 附加分辨率位</td> </tr> </table>				位	说明	[15:0]	Z 轴陀螺仪数据; 附加分辨率位																												
位	说明																																			
[15:0]	Z 轴陀螺仪数据; 附加分辨率位																																			
描 图	<h3>4.1.2 加速度计</h3> <p>用于加速度计测量的主寄存器使用 X_ACCL_OUT 格式 (参见表 12、</p>																																			
描 校																																				
旧底图登记号																																				
底图登记号																																				
				KT-EX9-1	EX2.900.005SM																															
	标 记	更 改 单 号	签 字、日 期	共 13 页 第 9 页																																

软盘编号

CAD

表 13 和表 14)。处理这些寄存器的数据时，使用 16 位二进制补码数据格式。表 15 给出了 X\_ACCL\_OUT 数字编码示例。

表 12 X\_ACCL\_OUT(第 0 页，基地址 = 0x1E)

位	说明
[15:0]	X 轴加速度计数据；二进制补码，±20 g 范围，0 g = 0x0000，1 LSB = 1 mg

表 13 Y\_ACCL\_OUT(第 0 页，基地址 = 0x22)

位	说明
[15:0]	Y 轴加速度计数据；二进制补码，±20 g 范围，0 g = 0x0000，1 LSB = 1 mg

表 14 Z\_ACCL\_OUT(第 0 页，基地址 = 0x26)

位	说明
[15:0]	Z 轴加速度计数据；二进制补码，±20 g 范围，0 g = 0x0000，1 LSB = 1 mg

表 15 X\_ACCL\_OUT 数据格式示例

加速度	十进制	十六进制	二进制
+20g	+20,000	0x4E20	0100 1110 0010 0000
+2mg	+2	0x0002	0000 0000 0000 0010
+1mg	+1	0x0001	0000 0000 0000 0001
0 mg	0	0x0000	0000 0000 0000 0000
-1mg	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111
-2mg	-2	0xFFFFE	1111 1111 1111 1110
-20g	-20,000	0xB1E0	1011 0001 1110 0000

使用 X\_ACCL\_LOW 命名格式的寄存器用于提高加速度计测量的分辨率(参见表 16、表 17 和表 18)。MSB 的权重为 0.5 mg，后续各位的权重为前一位的 1/2。

表 16 X\_ACCL\_LOW(第 0 页，基地址 = 0x1C)

位	说明
[15:0]	X 轴加速度计数据；附加分辨率位

表 17 Y\_ACCL\_LOW(第 0 页，基地址 = 0x20)

位	说明
[15:0]	X 轴加速度计数据；附加分辨率位

表 18 Z\_ACCL\_LOW(第 0 页，基地址 = 0x24)

描 图

描 校

旧底图登记号

底图登记号				KT-EX9-1	EX2.900.005SM
标记	更改单号	签字、日期	共 13 页 第 10 页		

软盘编号	<table border="1" data-bbox="426 141 1476 254"> <tr> <td data-bbox="426 141 591 188">位</td> <td colspan="3" data-bbox="591 141 1476 188">说明</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 188 591 254">[15:0]</td> <td colspan="3" data-bbox="591 188 1476 254">X 轴加速度计数据；附加分辨率位</td> </tr> </table>				位	说明			[15:0]	X 轴加速度计数据；附加分辨率位																																		
位	说明																																											
[15:0]	X 轴加速度计数据；附加分辨率位																																											
CAD																																												
	<h3 data-bbox="346 315 601 352">4.1.5 内部温度</h3> <p data-bbox="346 437 1463 644">TEMP_OUT 寄存器提供内部温度测量结果，用于观察产品内部的相对温度变化(见表 19)。表 20 给出了 TEMP_OUT 数字编码示例。注意，由于自热效应，此温度高于环境温度。</p> <p data-bbox="759 677 1308 715">表 19 TEMP_OUT (第 0 页，基地址 = 0x0E) 位</p> <table border="1" data-bbox="426 729 1476 842"> <tr> <td data-bbox="426 729 591 776">位</td> <td colspan="3" data-bbox="591 729 1476 776">说明</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 776 591 842">[15:0]</td> <td colspan="3" data-bbox="591 776 1476 842">温度数据；二进制补码，0.0125° C/LSB，25° C = 0x0000</td> </tr> </table> <p data-bbox="759 856 1136 893">表 20 TEMP_OUT 数据格式示例</p> <table border="1" data-bbox="426 907 1447 1255"> <thead> <tr> <th data-bbox="426 907 693 954">温度</th> <th data-bbox="693 907 849 954">十进制</th> <th data-bbox="849 907 1030 954">十六进制</th> <th data-bbox="1030 907 1447 954">二进制</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="426 954 693 1001">+85</td> <td data-bbox="693 954 849 1001">+4800</td> <td data-bbox="849 954 1030 1001">0x12C0</td> <td data-bbox="1030 954 1447 1001">0001 0010 1100 0000</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 1001 693 1048">+25 + 0.0113</td> <td data-bbox="693 1001 849 1048">+2</td> <td data-bbox="849 1001 1030 1048">0x0002</td> <td data-bbox="1030 1001 1447 1048">0000 0000 0000 0010</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 1048 693 1096">+25 + 0.00565</td> <td data-bbox="693 1048 849 1096">+1</td> <td data-bbox="849 1048 1030 1096">0x0001</td> <td data-bbox="1030 1048 1447 1096">0000 0000 0000 0001</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 1096 693 1143">+25</td> <td data-bbox="693 1096 849 1143">0</td> <td data-bbox="849 1096 1030 1143">0x0000</td> <td data-bbox="1030 1096 1447 1143">0000 0000 0000 0000</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 1143 693 1190">+25 - 0.00565</td> <td data-bbox="693 1143 849 1190">-1</td> <td data-bbox="849 1143 1030 1190">0xFFFF</td> <td data-bbox="1030 1143 1447 1190">1111 1111 1111 1111</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 1190 693 1237">+25 - 0.0113</td> <td data-bbox="693 1190 849 1237">-2</td> <td data-bbox="849 1190 1030 1237">0xFFFE</td> <td data-bbox="1030 1190 1447 1237">1111 1111 1111 1110</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 1237 693 1255">-40</td> <td data-bbox="693 1237 849 1255">-5200</td> <td data-bbox="849 1237 1030 1255">0xE800</td> <td data-bbox="1030 1237 1447 1255">1110 1011 1011 0000</td> </tr> </tbody> </table> <h2 data-bbox="346 1270 637 1317">5 功能性测试</h2> <h3 data-bbox="346 1392 564 1430">5.1 接线方法</h3> <p data-bbox="346 1477 1199 1514">若用户通过SPI端口可访问该数据，连接图参见图 8。</p>				位	说明			[15:0]	温度数据；二进制补码，0.0125° C/LSB，25° C = 0x0000			温度	十进制	十六进制	二进制	+85	+4800	0x12C0	0001 0010 1100 0000	+25 + 0.0113	+2	0x0002	0000 0000 0000 0010	+25 + 0.00565	+1	0x0001	0000 0000 0000 0001	+25	0	0x0000	0000 0000 0000 0000	+25 - 0.00565	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111	+25 - 0.0113	-2	0xFFFE	1111 1111 1111 1110	-40	-5200	0xE800	1110 1011 1011 0000
位	说明																																											
[15:0]	温度数据；二进制补码，0.0125° C/LSB，25° C = 0x0000																																											
温度	十进制	十六进制	二进制																																									
+85	+4800	0x12C0	0001 0010 1100 0000																																									
+25 + 0.0113	+2	0x0002	0000 0000 0000 0010																																									
+25 + 0.00565	+1	0x0001	0000 0000 0000 0001																																									
+25	0	0x0000	0000 0000 0000 0000																																									
+25 - 0.00565	-1	0xFFFF	1111 1111 1111 1111																																									
+25 - 0.0113	-2	0xFFFE	1111 1111 1111 1110																																									
-40	-5200	0xE800	1110 1011 1011 0000																																									
描 图																																												
描 校																																												
旧底图登记号																																												
底图登记号																																												
标记	更改单号	签字、日期	共 13 页 第 11 页	KT-EX9-1 EX2.900.005SM																																								

软盘编号				
CAD				
	<div data-bbox="558 155 1314 597" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="915 606 1166 639" data-label="Caption"> <p>图 8 SPI 接线示意图</p> </div> <div data-bbox="346 667 601 710" data-label="Section-Header"> <h3>5.2 功能性测试</h3> </div> <div data-bbox="346 738 1476 926" data-label="Text"> <p>外部 MCU 通过 SPI 读取 KT-EX9-1 惯性测量单元的各寄存器数据，按照相应的方法计算出陀螺、加速度计的参数，通过各项数据对产品的功能进行验证测试。</p> </div> <div data-bbox="346 978 574 1020" data-label="Section-Header"> <h2>6 安装及调整</h2> </div> <div data-bbox="346 1058 1463 1246" data-label="Text"> <p>KT-EX9-1 三轴陀螺组合通过 4 个Φ2.5 的通孔安装，采用螺钉进行安装。接插件安装时，插头应与插座各管脚对应好，并通过螺丝固定好。</p> </div> <div data-bbox="346 1279 1463 1397" data-label="Text"> <p>建议与基准面相对的安装面平面度不大于 0.02mm，垂直度不大于 0.04mm，表面粗糙度不大于 0.8μm。</p> </div> <div data-bbox="346 1444 611 1486" data-label="Section-Header"> <h2>7 使用维护要求</h2> </div> <div data-bbox="346 1524 1463 1641" data-label="Text"> <p>使用前，必须检查系统安装位置，保证安装正确。仔细检查各信号线的连接，保证连接正确。</p> </div> <div data-bbox="346 1674 1463 1792" data-label="Text"> <p>加电前，应对电缆网接点、电源的数值进行检查，电源极性禁止反接。</p> </div> <div data-bbox="419 1820 1034 1862" data-label="Text"> <p>使用中，系统机械地应保证良好接地。</p> </div> <div data-bbox="346 1891 1463 2008" data-label="Text"> <p>本产品应存放在温度为（15~35）℃，相对湿度不大于 75%，且无酸碱无腐蚀性气体并通风良好的库房中。</p> </div>			
描 图				
描 校				
旧底图登记号				

				KT-EX9-1	EX2.900.005SM
底图登记号					
	标记	更改单号	签字、日期	共 13 页 第 12 页	

软盘编号

### 附录 A 装箱清单

CAD

#### KT-EX9-1 产品配套表

序号	名称	数量	单位	备注
1	KT-EX9-1 产品	1	台	
2	产品合格证	1	份	
3	使用说明书	1	份	
4	装箱清单	1	份	
5	产品包装箱	1	个	

描 图

描 校

旧底图登记号

底图登记号

KT-EX9-1

EX2.900.005SM

标 记

更 改 单 号

签 字、日 期

共 13 页 第 13 页