

DETA10T使用手册

RTK倾斜测量版本

版本: V23.1014

安徽飞迪航空科技有限公司

FDILink - User guide

目录

1. 技术规格参数	2
1.1 传感器参数	2
1.2 性能规格	2
2. 硬件使用说明	3
2.1 引脚描述	3
2.2 电路设计	4
2.3 外形尺寸	4
3. 数据协议与串口指令说明	5
3.1 NAVI 惯性定位数据协议	5
3.2 状态字STATUS说明	6
3.3 配置指令集	7
3.4 配置指令集概览	7
3.5 指令详细说明	7
4. 安装角校准说明	10
4.1 校准目的	10
4.2 报文协议	10
4.3 校准前提条件	10
4.4具体示例	11
5. 倾斜测量使用流程	12

1. 技术规格参数

1.1 传感器参数

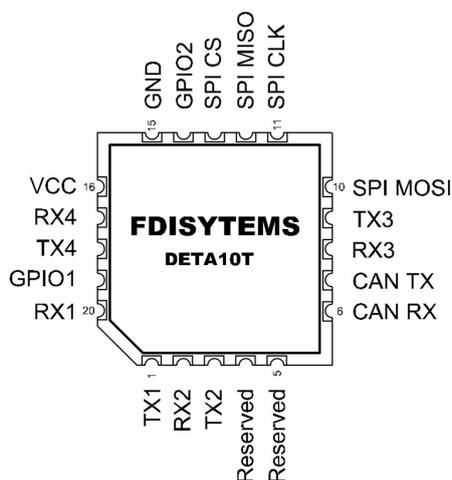
参数	加速度计	陀螺仪	磁力计
量程	±16 g	±2000 °/s , ±400 °/s	±1000uT
刻度因子误差	300ppm	1,000 ppm	-
零偏不稳定性	40ug	< 10 °/hr	-
线性度	< 0.1 % FS	< 0.1 % FS	0.1 % FS
噪声密度	75µg/√Hz	0.0028°/s /√Hz	140 µGauss/√Hz
带宽	500 Hz	500 Hz	400 Hz
正交性误差	±0.05 °	±0.05 °	±0.1 °

1.2 性能规格

参数	典型值
俯仰/横滚精度	0.1 °
航向精度	0.5 °
俯仰/横滚精度(RTK组合导航)	0.05 °
航向精度 (RTK组合导航)	0.2 °
倾斜测量精度	2cm (倾角<30°)
初始化方法	摇一摇、走直线
倾斜测量初始化时间	1-3s
传感器原始数据输出速率	最高 400 Hz
导航数据输出速率	最高 200 Hz
安装角误差估计	支持

2. 硬件使用说明

2.1 引脚描述



管脚号	I/O	名称	描述
1	O	TX1	UART1发送, TTL电平, 默认921600bps
2	I	RX2	UART2接收, TTL电平, 暂时不用
3	O	TX2	UART2发送, TTL电平, 暂时不用
4,5	/	Reserved	保留无需连接
6	I	CAN RX	CAN 总线接收
7	O	CAN TX	CAN 总线发送
8	I	RX3	UART3 接收, TTL电平, 外部设备数据
9	O	TX3	UART3 发送, TTL电平, 外部设备数据
10	I	SPI MOSI	SPI 总线输入, 主机模式/从机模式待开放
11	I	SPI SCK	SPI 时钟, 主机模式/从机模式待开放
12	O	SPI MISO	SPI 总线输出, 主机模式/从机模式待开放
13	I	SPI CS	SPI 使能, 主机模式/从机模式待开放
14	IO	GPIO2	可编程通用输入输出 PPS/IO
15	/	GND	电源地
16	/	VCC	3.3v直流电源
17	I	RX4	UART4接收, TTL电平, 默认921600bps
18	O	TX4	UART4发送, TTL电平, 默认921600bps
19	IO	GPIO1	可编程通用输入输出 PPS/IO

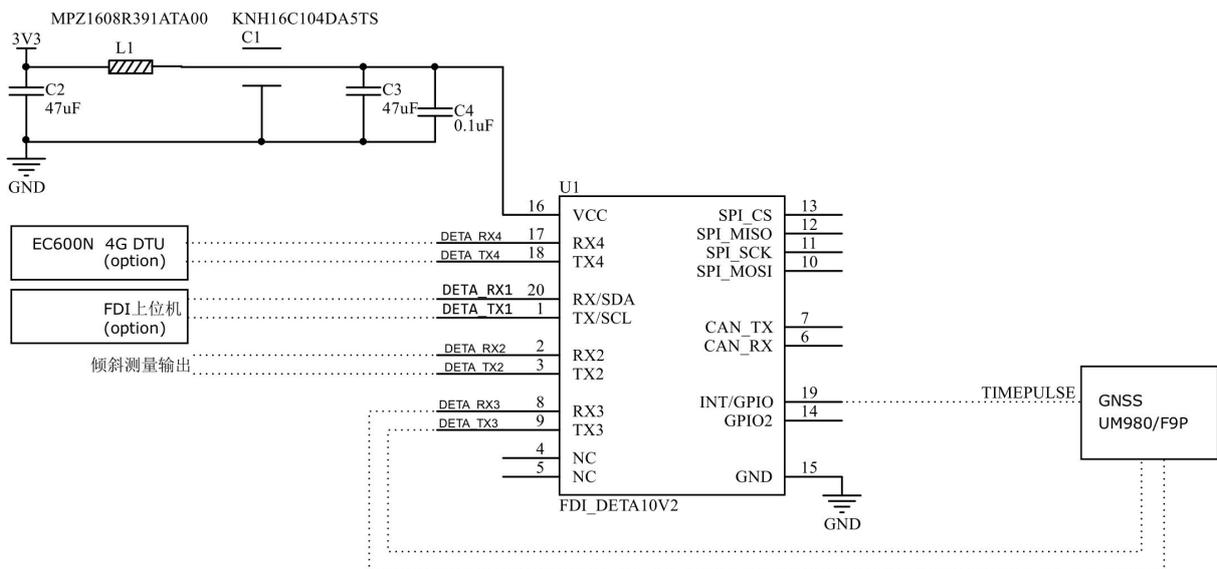
20	I	RX1	UART1接收, TTL电平, 默认921600bps
----	---	-----	-----------------------------

2.2 电路设计

DETA10T模组（不含EVB底板）能够容忍的电压是 $\pm 3.6V$ ，工作电压范围是 $1.8V-3.6V$ ，一般使用 $3.3V$ $200mA$ （或更大）的LD0电源供电，设计滤波电路保证良好的电源质量，所有对外接口请尽量设计ESD防护，以免设备损坏。

电源 EMI设计：

传感器电路需要电源具有更低的噪声, 建议通过低噪声LD0提供 $3V3$ 的电源，后续可以采用如下的EMI 静噪滤波器电路设计。C1是三端滤波器和L1以及G2、C3（不小于 $22\mu F$ ）组成滤波组合，layout时尽量将这几个元件靠近放置，去耦电容C4尽量靠近DETA10放置，减小环路面积。



GNSS应用电路参考设计

2.3 外形尺寸

DETA10T模组标准PLCC20 封装支持SMT工艺， $9.5mm \times 9.5mm \times 2.5mm$ ，重量约为 $1g$ 。

3. 数据协议与串口指令说明

3.1 NAVI 惯性定位数据协议

DETA10T模组输出的 NAVI 惯性定位数据是 MEMS 数据和 GNSS 数据的融合定位结果。数据包括了：经纬高（°和m）、NED 速度（m/s）、欧拉角(rad)、安装角校准相关参数。安装角校准相关参数的具体说明见第4部分。其中，经纬高可以根据欧拉角和指定的臂杆坐标进行映射，完成如倾斜测量等类似的功能。协议采用小端模式（高位在前低位在后）。

描述	内容	类型	偏移
包头1	f	char	1
包头2	m	char	2
包头3	i	char	3
包头4	n	char	4
字段1	时间	double	5
字段2	纬度	double	13
字段3	经度	double	21
字段4	高度	double	29
字段5	北向速度	float	37
字段6	东向速度	float	41
字段7	向下速度	float	45
字段8	横滚角	float	49
字段9	俯仰角	float	53
字段10	偏航角	float	57
字段11	RTKTiltBufferCount	float	61
字段12	FixRlsStage1	float	65
字段13	FixRlsStage2	float	69
字段14	FixRlsStage3	float	73
字段15	FixRlsStage4	float	77
字段16	state	float	81
字段17	first_yaw	float	85
字段18	传感器温度	float	89
字段19	状态字 STATUS	uint32_t	93

校验和	1-96Byte求和	Uint16_t	97
包尾1	e	char	99
包尾2	d	char	100

3.2 状态字STATUS说明

在NAVI 惯性定位数据协议中定义了状态字，具体如下所示，用户可以根据该数据判断模组是否初始化完成。

NAVI 数据 STATUS 状态字			
序号	名称	字符位	含义
1	Finit	0X00000001	滤波器未初始化标志
2	Ready	0X00000002	滤波器收敛完成标志
3	Inaccurate	0X00000004	滤波器收敛过程中
4	GnssReject	0X00000010	GNSS 定位数据差
5	FixRlsStage1	0X00000040	安装角估计阶段 1
6	FixRlsStage2	0X00000080	安装角估计阶段 2
7	FixRlsStage3	0X00000100	安装角估计阶段 3
8	FixRlsStage4	0X00000200	安装角估计阶段 4
9	FixRlsOK	0X00000400	安装角估计完成

3.3 配置指令集

通过串口2可以对模块进行配置，指令的结构为：

AT+COMMAND[=][PARA1],[PARA2],[PARA3]\r\n

其中，所有字母均为大写，[]内部为可选参数，除模块激活指令外，任何配置如果不进行保存，则会断电重置。

默认波特率为：115200bps。对指令的基本响应为：

\r\nOK\r\n\r\n 或 \r\nError\r\n\r\n

3.4 配置指令集概览

指令概览	
AT+SYSTEM_RESET	模块复位
AT+SAVE_ALL	保存参数
AT+AUTO_FIX=ENABLE/DISABLE	倾斜测量应用中的安装角估计
AT+CLUB_VECTOR=X,Y,Z	设置位置映射向量
AT+NAVI_OUTPUT=UART1,RATE	NAVI 惯性定位输出频率配置
AT+LEVER_ARM =X,Y,Z	设置GNSS/INS杆臂
AT+ALIGN_VEL=1.0	设置初始对准速度阈值
AT+INSTALL_ANGLE=X,Y,Z	设置模块安装角

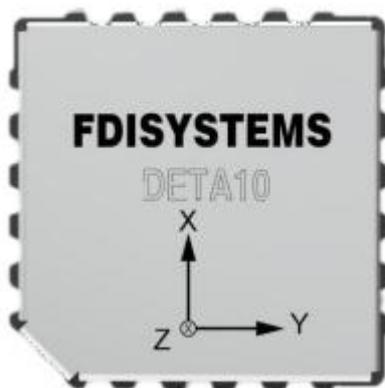
3.5 指令详细说明

(1) AT+AUTO_FIX=ENABLE

可以通过此指令来完成倾斜测量应用中的安装角估计。注意，此指令只有在滤波器收敛稳定后，处于 Ready 状态时，才会起作用。当估计完成时，自动返回 DISABLE 状态。

(2) AT+CLUB_VECTOR= X,Y,Z

DETA10T 模组支持将 GNSS 天线相位中心位置根据当前姿态映射到任意指定位置。映射时需要设置映射向量，向量坐标系原点位于天线相位中心，坐标方向为DETA10T的方向，具体可见下图。倾斜测量一般而言只需要将对中杆长的值赋予Z即可，对于对中杆长为1.85米（测量杆底到天线相位中心的距离）的倾斜测量应用，输入指令为：AT+CLUB_VECTOR= 0,0,1.85。



(3) AT+LEVER_ARM=X,Y,Z

DETA10T的安装与天线相位中心一般不重合，因此在GNSS/INS组合导航中需要通过杆臂XYZ将DETA10T计算的速度和位置转换到天线相位中心处进行滤波融合，杆臂XYZ定义的坐标方向为DETA10T的方向，如上图所示，模组方向在外壳中有标注，其中Z轴朝下，意味着当天线相位中心高于惯导安装位置时，其Z方向的值为负值。

(4) AT+NAVI_OUTPUT=UART1,RATE

NAVI惯性定位协议输入频率配置指令，可配置的频率通过RATE值改变，可配置的频率为0（不输出），1,2,5,10,20,50,100，单位为Hz。默认配置输出的频率为5Hz，如果需要配置输出频率为50Hz，输入指令为AT+NAVI_OUTPUT=UART1,50。

(5) AT+INSTALL_ANGLE=X,Y,Z

模组安装到RTK倾斜测量设备时，其Z轴应与对中杆平行，但是安装时存在安装角，该值会对倾斜量测量的定位精度产生影响，必须要将安装角计算或者测量出来并进行补偿。DETA10T模组集成了一套安装角校准的算法，具体可以参考第四章，该算法自动计算并保存安装角。如果用户能通过其它方式测量该值，则可以通过该指令手动输入，比如对于1.5°的横滚安装角和1°的俯仰安装角，输入的指令为AT+INSTALL_ANGLE=1.5,1,0。

(6) AT+SAVE_ALL

如果在进行指令配置后没有输入AT+SAVE_ALL进行参数保存，则断电重启后配置的参数均丢失。

4. 安装角校准说明

4.1 校准目的

安装角校正的用于估计安装角和对中杆形变。校正流程如下：发送AT+AUTO_FIX=ENABLE 指令开始安装角校正模式后，算法自动选定目标航向，晃动对中杆以达到不同的倾角进行采集，每个航向采集 50 个点，采集完成后目标航向在当前基础上+90度，用户必须根据提示顺时针旋转对中杆90°后重复采集50个点，直到4个方向共200个数据点采集完成后模组自动计算安装角并退出校正模式。

4.2 报文协议

部分变量用于实时表示安装角校准过程的状态，其名称与定义如下表所示：

RTKTiltBufferCount	当前航向采集的数据点数量，范围 0-50
FixRlsStage1	第一个航向角数据采集完成标志，1 表示采集完成，0 表示采集未完成。
FixRlsStage2	第二个航向角数据采集完成标志，1 表示采集完成，0 表示采集未完成。
FixRlsStage3	第三个航向角数据采集完成标志，1 表示采集完成，0 表示采集未完成。
FixRlsStage4	第四个航向角数据采集完成标志，1 表示采集完成，0 表示采集未完成。
state	当前校准状态，当该值从 0 开始累加，当值变为 3 时表示 4 个方向航向数据均采集完成
first_yaw	当前采集数据源的基准航向，每次采集完成后该值+90°，若值超过 360° 则减去 360°

4.3 校准前提条件

进入安装角校正模式的前提是①模组姿态初始化完成②GPS处于固定解状态，这两个条件不满足则自动退出安装角校正模式；如果一开始满足条件，但是在校准过程中条件不满足则同样自动退出安装角校正模式。

4.4具体示例

1. 当发送AT+AUTO_FIX=ENABLE 指令开始安装角校正模式, 模组自动记录当前的航向角数据first_yaw = 300°。同时相关状态RTKTiltBufferCount、FixRlsStage1-4以及state全部初始化为0;
2. 用户摇晃对中杆开始第一阶段的数据采集, 在当前first_yaw的正负30°区间内数据采集有效, 同时RTKTiltBufferCount开始累加, 当RTKTiltBufferCount变为50时当前航向数据采集完成, FixRlsStage1变为1, state仍然是0, first_yaw自动加90°, 此时first_yaw变为390°, 由于超过了360°, 因此自动减去360°变为30°, 最后RTKTiltBufferCount自动置0。
3. 用户根据当前航向first_yaw = 30°顺时针旋转90°进行第二阶段的数据采集, 在当前first_yaw的正负30°区间内数据采集有效, 同时RTKTiltBufferCount开始累加, 当RTKTiltBufferCount变为50时当前航向数据采集完成, FixRlsStage2变为1, state变为1, first_yaw自动加90°, 此时first_yaw变为120°, 最后RTKTiltBufferCount自动置0。
4. 用户根据当前航向first_yaw = 120°顺时针旋转90°进行第三阶段的数据采集, 在当前first_yaw的正负30°区间内数据采集有效, 同时RTKTiltBufferCount开始累加, 当RTKTiltBufferCount变为50时当前航向数据采集完成, FixRlsStage3变为1, state变为2, first_yaw自动加90°, 此时first_yaw变为210°, 最后RTKTiltBufferCount自动置0。
5. 用户根据当前航向first_yaw = 210°顺时针旋转90°进行第三阶段的数据采集, 在当前first_yaw的正负30°区间内数据采集有效, 同时RTKTiltBufferCount开始累加, 当RTKTiltBufferCount变为50时当前航向数据采集完成, FixRlsStage4变为1, state变为3。
6. 当state的值变为3时, 模组判断安装角校正的数据采集工作完成, 自动开始计算安装角, 安装角计算完成后自动退出安装角校正模式。

5. 倾斜测量使用流程

- 1) 用户在测量设备内安装好DETA10T模组后，测量DETA10T到天线相位中心的距离XYZ以及天线相位中心到对中杆底端的距离L，每次上电工作后发送AT+LEVER_ARM=X,Y,Z以及AT+CLUB_VECTOR= 0,0,L指令。
- 2) 在上电工作后，用户需要摇晃对中杆或者拿着设备进行走动，同时实时读取NAVI数据包中的状态字段，当滤波器收敛完成标志为1时姿态初始化完成，同时GPS处于RTK固定解状态，即可开始进行RTK倾斜测量，上述运动过程一般3s内即可实现姿态初始化。
- 3) 如果用户无法手动测量安装角并通过指令输入到模组内，则建议通过AT+AUTO_FIX=ENABLE指令进行安装角校准。除非在长时间使用过程中对中杆发生弯曲变形，或者测试环境温度发生大的改变，否则一台设备只需要通过指令校准一次安装角即可。