# 单自由度AHRS倾角测量实验报告

**当前结论：**

在模块按照与转轴20cm元以内时可达到0.3°的精度，满足要求。超过50cm时转轴的计算结果超过1°，转角30S后超过3°，不满足要求。

由于项目要求安装位置离转轴超过1m,30s内转角测量精度达到0.5°内，当前结果不满足要求。

但觉得采用这个IMU应该是可以实现要求的，预估算法上需要实现以下2点关键难点的突破：  
1）现陀螺和加计的坐标轴对准误差超过0.5°，需要将这个角度标定出来。

2）由于加计的精度高，而陀螺的精度低，因此以加计为主的算法是实现高精度测角的克星方案。采用此方案需要通过特定的动作估计出模块安装位置离转轴的距离。（或者由操作者输入。）

3）更完善的但自由度约束实时优化。当前只利用了转轴与角速度垂直关系进行优化。

以上2点是较难的部分。还有以下几点不难但还未做的：

4）加计常漂的估计

5）陀螺常漂估计的优化，现在采用ADI自带的陀螺漂移校准，需要30S的静止时间，太长。陀螺常漂受温度影响太大，需要每次操作均进行标定。

### 采用的原理

#### （1）零位

零位时保持静止3S以上，根据加计计算俯仰和横滚

#### （2）转轴

1. 快速转动一个来回，利用陀螺仪积分计算得到转轴；
2. 在转动约20°、30°，-20°、-30°四处保持静止0.5 s，利用加计计算俯仰和横滚，用纯加计方法计算转轴；
3. 利用零位时的静止数据评价和两个转轴的精度，根据转角方差选择精度较高者。

#### 组合转动角度解算

1. 根据单自由度转动的力学模型，检测0加速度状态
2. 在0加速度状态，利用纯加计的转角解算方法重置组合转角解算值
3. 在非0加速度状态，采用EKF捷联解算计算转角

##### （4.1）力学模型

捷联解算力学模型：



##### （4.2）状态方程

采用世界坐标系下的捷联解算误差方程为状态方程：

定义姿态误差角为：



状态量，状态方程：



##### （4.3.1）量测模型

量测方程根据：1）角速度与转轴平行2）线速度与转轴垂直得到。

量测量：



量测方程：



#### 实验数据一

##### 转轴：

1. 快速转动一个来回，利用陀螺仪积分计算得到转轴：

（0.66966 -0.74258 0.01149）

1. 在转动约20°、30°，-20°、-30°四处保持静止0.5 s，利用加计计算俯仰和横滚，用纯加计方法计算转轴：

（0.67397 -0.73862 0.01440）

1. 利用零位时的静止数据评价和两个转轴的精度，方差分别为：0.154°和0.103°。选择为转轴。



图 1 转角解算结果



图 2 转角误差解算结果



图 3 转角与参考角度比较