

关于陀螺仪水平校准

2026年2月8日 17:24

x轴加速度708 x轴角速度-152

y轴加速度-332 y轴角速度-751

z轴加速度19244 z轴角速度-90

转化后x轴加速度0.043213 g 转化后x轴角速度-1.160305 度/s

转化后y轴加速度-0.020264 g 转化后y轴角速度-5.732824 度/s

转化后z轴加速度1.002292 g 转化后z轴角速度-0.687023 度/s

然后目的是校准后在水平平面上静止的这些值变成非常接近

x轴加速度0 x轴角速度0

y轴加速度0 y轴角速度0

z轴加速度16384 z轴角速度0

转化后x轴加速度0g 转化后x轴角速度0 度/s

转化后y轴加速度0g 转化后y轴角速度0 度/s

转化后z轴加速度1 g 转化后z轴角速度0 度/s

就表示校准成功

所以我需要定义6个常数，然后用原始数据减去对应常数来手动校准

// 这些数值是通过在水平地面静止测量得到的

```
#define ACCEL_X_OFFSET 520
```

```
#define ACCEL_Y_OFFSET -280
```

```
#define ACCEL_Z_OFFSET 3024 // 19408 - 16384
```

```
#define GYRO_X_OFFSET -155
```

```
#define GYRO_Y_OFFSET -700
```

```
#define GYRO_Z_OFFSET -85
```

- **加速度计校准（一次性）：** 找一个绝对水平面校准一次，把这 3 个 Accel Offset 永久存入 Flash 内存。除非你摔了飞机或者传感器松动了，否则不需要再改。这保证了飞机的“水平基准”。
- **陀螺仪校准（每次开机）：** 因为陀螺仪受温度影响很大，每次开机的偏移量都可能变。所以无人机在每次上电后的 1-2 秒内，会自动测量当时的 Gyro 平均值并作为 Offset。
- **这就是为什么无人机上电时必须放在地上保持不动。** 如果你在手拿晃动时上电，陀螺仪校准就会出错，飞机起飞后会疯狂自旋或翻滚。

如果没有实验室环境，应该如何得到一个绝对水平状态呢

方法一：旋转平摊法（最科学，不需要水平面）

这是专业飞控校准最核心的逻辑。如果你能把传感器在桌面上旋转180度，桌面不平带来的误差就会被正负抵消。

1. 步骤：

- 把无人机放在桌面上（即使桌面是斜的），记下 X 轴原始值 X_1
- 保持在原地，将无人机水平旋转 180 度，记下 X 轴原始值 X_2

2. 计算：

- 真正的偏移量 (Offset) = $(X_1 + X_2)/2$

3. 原理：

- 假设桌面斜了 2 度，顺着放时传感器读到 +2 度，反着放时传感器就会读到 -2 度。把这两个数相加除以 2，得到的中间值就是传感器真正的“零点”。
- 同理可得 Y 轴偏移量。

方法二：利用“连通器”或“水面”（物理基准）

水面在静止时，永远是垂直于重力线（绝对水平）的。

1. 操作：

- 找一个平底的大盘子，装入一半水，放在桌上。
- 找一块能漂浮且平整的泡沫板（或塑料板）放在水面上。
- 把你的 MPU6050 或无人机放在泡沫板正中央。

2. 优点：

- 不管你的桌子、地板有多斜，水面给出的永远是相对于地球的绝对水平。

3. 注意：

- 注意防水！另外要等水完全静止后再读数。

不要纠结于 100% 的绝对水平。

在无人机领域，我们通常遵循这个原则：

1. **陀螺仪 (Gyro)：** 必须校准！只要静止，不管斜不斜，都要把读数归零。
2. **加速度计 (Accel)：** 只要能校准到 **0.5度以内** 的误差，卡尔曼滤波和 PID 控制算法就能让飞机飞得很稳。
3. **最终校准 (Trim)：** 飞机第一次试飞时，如果它总是自动往左飘，你就手动给 Accel_X_Offset 加减一点点值，直到它不飘为止。这种“实战微调”比任何实验室校准都管用。