

APPLICATION NOTE

应用说明

加速度传感器在AHRS中的应用

30N.AHRS.C.10.13



特点

- 量程从±5g 至 ±15g
- 优异的零偏置稳定性 (小于满量程的0.05%)
- 低温度系数而不需温度校准
- 超小型20引脚 LCC，密封性陶瓷封装 (8.9mm x 8.9mm)
- 低电压供电
- 欠压保护
- 符合RoHS标准的无铅焊接

MS9010, AHRS应用的理想产品

简介

惯性导航是通过自带的加速度传感器和陀螺仪来计算物体（例如飞机）自身位置和速度的过程。姿态和航向参考系统，即称为AHRS，是一种可以为飞机或其它在空间中自由移动的物体提供方向，姿态和偏航信息的多轴传感器。



AHRS 是设计来取代传统的机械陀螺飞行仪表，并能提供卓越的可靠性和准确性。它由三个轴向上的固态或 MEMS（微机电系统）陀螺仪，加速度传感器和磁强计组成。一些 AHRS 使用 GPS 接收机，以改善陀螺仪的长期稳定性。人们通常使用卡尔曼滤波器来计算这些多个来源的结果。

图 1: AHRS

各组成部分的功能

捷联式惯性导航系统需要一个初始化过程来建立飞机机身框架与当地地理参照系统之间的关系。这个被称为对准的过程通常需要设备保持稳定一段时间，以建立该初始状态。初始化时，惯性参考系统通过自校准过程来使地面坐标系的纵轴与检测到的加速度一致（调平），并且测量水平地球速率从而初步判断方位角（陀螺仪）。如果已知该飞行器的初始姿态，并且如果陀螺仪能提供精确的数据，那么姿态处理器就足够了。然而，初始姿态很少能够知道，而陀螺仪也会由于零点漂移、开机稳定性等问题而提供错误的的数据。

陀螺仪和加速度传感器都会受到零偏和零点漂移、对准偏差、加速度误差（加速度敏感性），非线性效应（二阶项或 VRE）、标度因数误差的影响。磁力计也容易受到磁干扰，而影响对地球磁场的测量。当系统被安装在其最终放置姿态时，这些误差都将被校正。

AHRS 最大的误差与陀螺仪零点漂移方面有关。如果没有滤波结构来独立地分开加速度传感器、陀螺仪和磁强计的测量，姿态处理器可能会偏离真实的轨迹。

卡尔曼（Kalman）滤波姿态校正元件，通过校正姿势处理器轨迹和提供陀螺漂移状态特征，为陀螺仪提供即时校准。加速度传感器可利用地球重力来提供姿态参考，而磁力计则利用地球的磁场矢量提供航向参考。



APPLICATION NOTE 应用说明

加速度传感器在 AHRS 中的功能

一般情况下，在 AHRS 应用程序中，加速度传感器的作用是提供初始姿态基准（调平），并在飞行过程中，通过纠正陀螺仪的漂移，提供飞行姿态的校正。

当今市场上各类 AHRS 解决方案

- 高精度系统利用环形激光陀螺（RLG）和光纤陀螺（FOG）。由于是在自动飞行模式下使用，它们需要非常的准确，以防止大型飞机机翼在起飞和着陆时碰撞到地面，特别是在大雾和极端天气条件下。这种类型的应用对加速度计有着更高的要求，其所有的零偏稳定性，包括温度范围、线性、二阶效应和轴偏等，都必须优于 2mg。
- 低端的AHRS可以用作飞行员视线的辅助工具，或作为备份系统，通常不需要太高的性能。这种类型的AHRS经常使用在小型民用飞机和一些无人机中。在这些情况下，常常使用低端的MEMS加速度传感器和MEMS陀螺仪。



航姿系统举例（SAGEM 防务安全系统提供资料）

- 加速度传感器的量程取决于所面向的应用。对于高中端航姿系统AHRS通常所需的性能为10g到15g，至于低端解决方案常使用5g的传感器。

COLIBRYS 加速度传感器用于航姿系统

对于最佳航姿系统 AHRS 性能至关重要的主要参数是零偏稳定性(1)、标度因数稳定性、轴偏、稳定性和二阶非线性效应或振动整流误差（VRE）。这些参数的初始偏差，大多数可通过他们的预期值很容易地校准。然而，随着时间的推移、温度、冲击和振动的影响，它们的重复性和稳定性成为主要的问题。这些影响可能会导致不可预知的漂移，这将反过来决定加速度传感器的级别。

(1) 根据 IEEE528-2001 标准一年稳定的定义为：切换上/开关，放置于-55°C 和 85°C 时，-40°C 至 125°C 的 T 循环，-55°C 至 85°C 的无动力干扰、振动和冲击。



图 2: MS8010 和 MS9005 Colibrys 加速度传感器

Colibrys是致力于军用、航空航天市场的 MEMS 加速度传感器供应商之一，并规定大量参数。MS9000.D系列是目前最新一代产品，是对 Colibrys加速度传感器旗舰产品 MS8000的进一步改进。

MS9000提供一个更小的LCC20封装，具有与MS8000基本性能相同，但外形尺寸更小。MS9010.D 拥有4.5mg (1σ) 的长期偏置稳定性和优于 400ppm 的标度因数。在 AHRS 应用方面，此产品可根据需求选择的加速度量程有 2g, 5g, 10g 和 15g

应用说明

产品规格

Colibrys MS 产品是电容式 MEMS 加速度传感器，它基于一个专供高稳定性而设计的体硅微机械元件，一个低功耗信号处理器 ASIC，一个存储补偿值的微控制器，和一个温度传感器组成（如图 1 所示）。该产品是低功耗，全标定，坚固和稳定的。

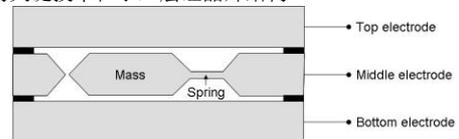


它采用单电源电压（在 2.5V~5.5V 之间），与低电流消耗（在 5V 电压时，小于 0.5mA）。在输入 5V 电压条件下，其输出是一个成比例的模拟电压，在全量程范围内，输出值在 0.5V~4.5V 之间变化。该传感器是一个独立的，采用 20 引脚 LCC 陶瓷封装，以确保产品的全密封性。产品在 -55°C~125°C 温度范围内工作，并能承受高达 6000g 的冲击。其零偏长期稳定性和标度因数通常小于全测量范围的 0.1 %。

工作原理

加速度传感器的核心器件是电容式硅微机械传感器。COLIBRYS 制造加速度传感器的关键技术在于三层硅晶片结构。

- 中间层硅晶片形成一个由弹簧支撑的质量块
- 这个惯性质量块同时也是电容式传感器的中心电极
- 上下两层硅晶片组成传感器的外部固定电极



三层硅晶片通过“硅片高温融接键合” (SFB: Silicon Fusion Bonding) 粘合在一起。该粘合工艺不仅保证了系统的各硅晶片之间完美平衡，还能构建“弹性悬臂-质量块系统”的密闭腔体（见图 3）。粘合工艺是在高温(>1000°C) 和低气压条件下进行的，以保证最佳空气阻尼和带宽控制。这也使得可以避免任何表面污染，特别是像水分子污染，并且放松材料粘合之前的所有表面应力。

这种“弹性悬臂—质量块”系统的测量范围是可调的。通过改变弹性悬臂的厚度可以改变开环测量范围。在加速或倾斜的情况下，惯性作用使质量块在上下电极板之间移动而改变电容值。这个感应电容的差值变化可通过接口电路来测量。测量电路采用了一个自平衡电容桥将信号转换成使用了补偿参数校准的输出电压，而补偿参数（零位修正，增益，和非线性等）则存储在微处理器中。

总结

Colibrys 为 AHRS 提供最好的 MEMS 电容式加速度传感器。Colibrys 将不断地致力于研发新产品和新的解决方案。由于制造技术的发展，MEMS 传感器元件以及装配工艺，相关电子产品也得到不断地改进，特别是优化的零偏稳定性(“运行中”和“运行到运行”的稳定性)在众多的 AHRS 供应商中的需求也不断提高。

关键词

- AHRS: 姿态和航向参考系统
- Stability: 10g 传感器小到几 mg 的年零偏稳定性
- VRE: 影响总零偏稳定性的振动整流误差
- T range: 宽广的工作温度范围：从 -55°C 到 125°C
- Low power: 在 5V 电压时，电流功耗 400µA