

AS5047P磁编码器：ABZ输出技术指导



硬件连接原理

差分信号与单端输出接线规范



寄存器配置

ABZ脉冲数与旋转方向设定



调试与排障

信号抖动处理与零位校准方案

编码器技术实战目录 CONTENTS



01 核心概念解析

深度解析A/B/Z信号功能、相位关系及Z信号在定位中的关键作用



02 硬件连接方案

详解标准连接电路设计，包含滤波电路与抗干扰关键设计要点



03 软件配置指南

STM32定时器编码器模式的寄存器配置与HAL库函数代码实现



04 应用开发实践

实战演示：实时角度计算、转速测量及多圈位置数据处理实现



05 常见问题排查

解决连接错误、计数不准、电机反转及信号抖动等典型现场问题



06 高级应用与拓展

进阶话题：SPI接口数据冗余设计与多电机协同控制系统架构

01

核心概念解析

深入解析 AS5047P 输出的 A、B、Z 信号定义
厘清信号间的相位关系与实际应用逻辑



A/B/Z信号功能与相位关系



A/B相 (正交信号)

功能: 测量电机旋转角度与方向

相位: 互差 90° , 支持4倍频计数提升精度

核心: 通过电平变化顺序判断正反转状态



Z相 (索引/零位信号)

功能: 每转一圈输出一个窄脉冲, 提供零点

校准: 上电/复位时清零, 消除累计误差

扩展: 累计圈数, 实现多圈位置闭环控制



Channel A

基准方波信号



Channel B

滞后 90° 正交方波



Channel Z

单圈零位脉冲信号



02

硬件连接方案

Hardware Connection Scheme & Circuit Design

稳定可靠 · 精准连接 · 高效集成

标准连接电路与设计要点

AS5047P × STM32 硬件连接拓扑

AS5047P

VDD (3.3V)
GND (地)
A_OUT (信号)
B_OUT (信号)
Z_OUT (零位)

STM32 MCU

3.3V Power
GND
TIMx_CH1
TIMx_CH2
TIMx_CH3

注：利用定时器编码器接口模式实现硬件解码



电平匹配与共地

AS5047P为3.3V开漏输出，与STM32IO口兼容。关键是系统必须单点共地，防止地弹噪声。



上拉电阻配置

A/B/Z信号线必须外接10kΩ上拉电阻至3.3V，确保信号电平能正确被MCU识别，防止逻辑错误。



工业级抗干扰措施

- RC滤波：330Ω电阻+100nF电容靠近引脚放置
- 物理防护：使用屏蔽双绞线并单端接地，可选TVS管

03

软件配置指南

STM32 HAL库实战 · 编码器模式配置 · 硬件清零实现



STM32定时器编码器模式配置

01 / CubeMX 配置流程



选择定时器资源

选定TIM3等支持编码器接口的定时器外设



配置GPIO复用功能

A/B相引脚设为AF模式，绑定对应定时器通道



编码器模式与参数

选择TI1+TI2模式(4倍频)，配置滤波与极性



计数值与ARR设置

预分频0，周期设为单圈脉冲数*4-1

02 / HAL 库关键代码实现

```
// 1. 初始化结构体配置
TIM_Encoder_InitTypeDefsConfig = {0};
sConfig.EncoderMode = TIM_ENCODERMODE_TI12; // 4倍频模式
sConfig.IC1Filter = 4; sConfig.IC2Filter = 4;
// 2. 初始化定时器编码器接口
HAL_TIM_Encoder_Init(&htim3, &sConfig);
// 3. 启动编码器计数
HAL_TIM_Encoder_Start(&htim3, TIM_CHANNEL_ALL);
```



核心优势：硬件自动处理AB相脉冲计数与方向判断，减轻CPU负担，测速精准高效

配置Z信号进行硬件清零 (STM32定时器从模式)



功能原理：硬件级零延迟清零

利用定时器从模式 (Slave Mode)，检测Z信号有效边沿时自动清零计数器，消除软件中断响应延迟。

配置步骤 (STM32CubeMX)



1. 引脚复用配置

将Z信号接入的GPIO引脚复用为定时器通道 (如CH3)，配置为输入模式。



2. 从模式参数设定

触发源: TI3FP3 | 模式: Reset | 极性: Rising/Falling

关键代码实现 (HAL库)

```
// 定义从模式配置结构体
TIM_SlaveConfigTypeDef sSlaveConfig = {0};
sSlaveConfig.SlaveMode = TIM_SLAVEMODE_RESET;
sSlaveConfig.InputTrigger = TIM_TS_TI3FP3;
sSlaveConfig.TriggerPolarity = TIM_TRIGGERPOLARITY_RISING;
sSlaveConfig.TriggerFilter = 4;
// 应用配置
HAL_TIM_SlaveConfigSynchro(&htim3, &sSlaveConfig);
```



核心优势：硬件触发无软件延迟，是实现最高精度零位校准的最佳方案。

04

应用开发实践



从理论到落地：计数值转换 / 物理量映射 / 多圈位置跟踪

计算实时角度与多圈位置



01. 单圈实时角度计算

```
#define CPR 4096.0f
int32_t cnt =
    __HAL_TIM_GET_COUNTER(&htim3);
float deg = (cnt % CPR) * (360.0f / CPR);
```

通过计数值取模与比例换算，精准计算电机当前单圈旋转角度(0~360°)



02. Z信号中断计圈数

```
volatile int32_t rev = 0;
void HAL_GPIO_EXTI_Callback(...){
    if(Pin == Z_PIN) rev++;
}
```

利用外部中断检测Z信号跳变，根据旋转方向对圈数变量进行累加或累减



03. 多圈绝对位置合成

```
// 整合圈数与单圈角度
float abs_deg = 0.0f;
abs_deg = rev * 360.0f + deg;
```

将总圈数换算为度数后，叠加当前单圈角度，得到电机运行的多圈绝对位置

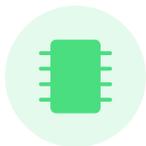
05



常见问题与故障排查

针对计数不准、方向反向等核心故障的系统排查思路与解决方案

常见问题排查指南 | AS5047P编码器调试速查



计数值始终为0或随机跳动

1. 检查AS5047P电源(VDD/GND)是否正常
2. 确认A/B/Z信号线连接到正确的STM32引脚
3. 检查上拉电阻是否正确焊接或配置



计数不准或丢步

1. 检查是否添加RC滤波，尝试增大参数
2. 确保屏蔽线接地良好；检查磁体气隙
3. 确认定时器工作在4倍频模式



方向反向

1. 硬件：交换A相和B相的接线
2. 软件：使用ARR-count替代原始值，或在CubeMX中反转IC极性



Z相不触发清零

1. 检查Z信号引脚是否配置为正确的定时器通道或外部中断
2. 确认触发极性（上升沿/下降沿）匹配；用示波器测量波形

06

高级应用与拓展



挖掘 AS5047P 极致性能，探索系统可靠性边界

结合SPI接口实现冗余设计

ABZ接口 + SPI接口 = 更高可靠性的位置检测方案



01. 实时数据校验机制

原理：定期通过SPI读取绝对位置，与ABZ积分结果比对。
价值：差异超阈值即刻报警，有效规避丢步与干扰风险。



02. 系统快速初始化

原理：上电即通过SPI读取当前绝对位置，无需等待Z信号。
价值：秒级完成系统定位，大幅缩短设备启动时间。

硬件连接与数据流向示意



双路数据融合与校正逻辑

确保每一次运动控制的精准与安全

多电机系统中的应用策略



资源分配策略

独立定时器资源分配，避免多轴信号冲突



中断优先级管理

合理配置Z信号中断，确保关键运动轴优先响应



全局同步控制

利用RTOS或主定时器周期读取，实现多轴运动同步



高速数据融合

结合SPI接口实现绝对位置快照，辅助复杂运动学解算

核心参数规格 (AS5047P ABZ接口)

关键指标	数值与说明
编码器类型	磁编码器 (Magnetic Encoder)
信号类型	增量式正交信号 (A/B/Z)
典型分辨率	14位 (16384步/转)
ABZ接口精度	1024线/转 (可配置)
输出电平	3.3V 开漏输出
推荐上拉	10kΩ 外部上拉电阻
MCU接口	STM32 定时器编码器接口模式

#

Q & A

感谢您的观看与聆听

欢迎提出宝贵建议与问题 · 期待与您深入交流