

# 应用手册

**FT8132**  
V1.3

峰昭科技(深圳)股份有限公司

## 目 录

<b>1 系统介绍</b> .....	<b>4</b>
1.1 概述.....	4
1.2 应用场景.....	4
1.3 特性.....	4
1.4 应用电路.....	5
1.5 功能框图.....	11
<b>2 调试说明</b> .....	<b>13</b>
2.1 调试上位机界面.....	14
2.2 芯片建立通讯与 Debug .....	15
2.3 调速方式及转速指示.....	16
2.4 调试步骤简介.....	16
<b>3 电机性能调试</b> .....	<b>17</b>
3.1 电机参数及硬件参数配置.....	17
3.1.1 电机参数测量方法 .....	17
3.1.2 采样电阻、放大倍数、ADC 参考电压.....	18
3.2 配置 FOC 的参数.....	19
3.3 启动参数.....	21
3.4 运行参数.....	23
3.5 转子位置检测&预定位 .....	24
3.6 顺逆风.....	25
3.7 FG&RD .....	27
3.8 SpeedCtrl.....	28
3.9 调速曲线参数 CurveCfg .....	29
3.9.1 CurveCfg1.....	29
3.9.2 CurveCfg2.....	30
3.10 有感参数配置 HallParamCfg .....	31
3.11 有感提前角设置 HallLeadAngleCfg.....	33
3.12 保护功能配置 Protection.....	34
3.13 Other Cfg 其他参数设置 .....	37
<b>4 状态监测</b> .....	<b>39</b>
4.1 电机状态.....	39
4.2 故障状态.....	40

4.3 状态寄存器.....	41
<b>5 烧录及校验.....</b>	<b>43</b>
5.1 芯片 ID 配置.....	43
5.2 参数配置及保存.....	43
5.3 烧录及校验.....	44
<b>6 修改记录.....</b>	<b>45</b>

## 1 系统介绍

### 1.1 概述

FT8132 是一款三相内置 Pre-driver 直流无刷马达驱动 IC。芯片高度集成，外围元器件少，电机噪声低，转矩脉动小。GUI 可配置客户电机参数、启动和调速方式，并储存在内置的 EEPROM。调速接口可选择模拟电压、PWM、I<sup>2</sup>C、CLOCK 调节电机转速。集成转速指示功能，可通过 FG 引脚或 I<sup>2</sup>C 接口实时读取电机转速。控制方式可选择恒转速、恒电流、恒功率和电压环控制。集成过流、欠压、过压、外部过温、堵转、缺相、Hall 异常等多种保护模式，睡眠电流约 60 $\mu$ A。

### 1.2 应用场景

落地扇、空气净化器、随手吸、吊扇、扫地宝、散热风扇等。

### 1.3 特性

- 支持无传感器 FOC
- 支持有感(Hall-IC 或 Hall-Sensor)SVPWM 或 FOC
- 3P3N Pre-driver 输出，死区时间可选择
- 恒转速、恒电流、恒功率、电压环控制模式
- 模拟电压、PWM、I<sup>2</sup>C、CLOCK 调速
- I<sup>2</sup>C 接口用于电机控制和状态回读
- 支持初始位置检测
- 支持顺逆风检测
- Soft-On、Soft-Off
- 内置 EEPROM
- 可配置多段调速曲线
- 集成过流、欠压、过压、外部过温、堵转、缺相、Hall 异常等多种保护模式。
- 正、反转自由切换
- 支持 FG、RD 输出

### 1.4 应用电路

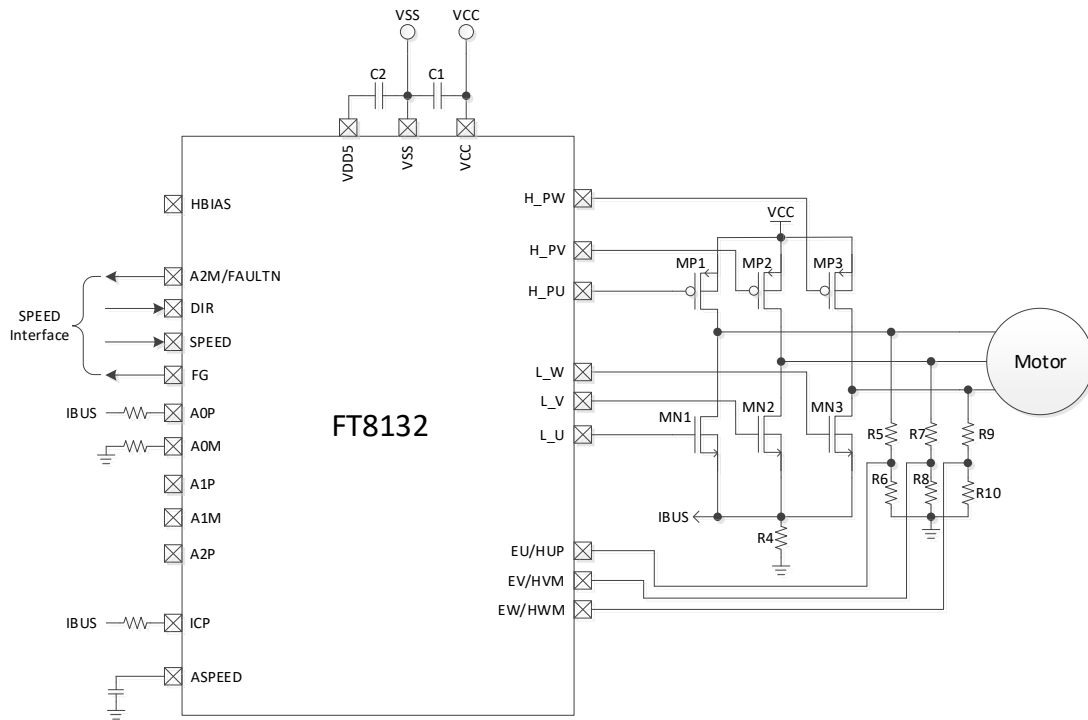


图 1-1 单电阻 FOC + UVW + ASPEED 应用

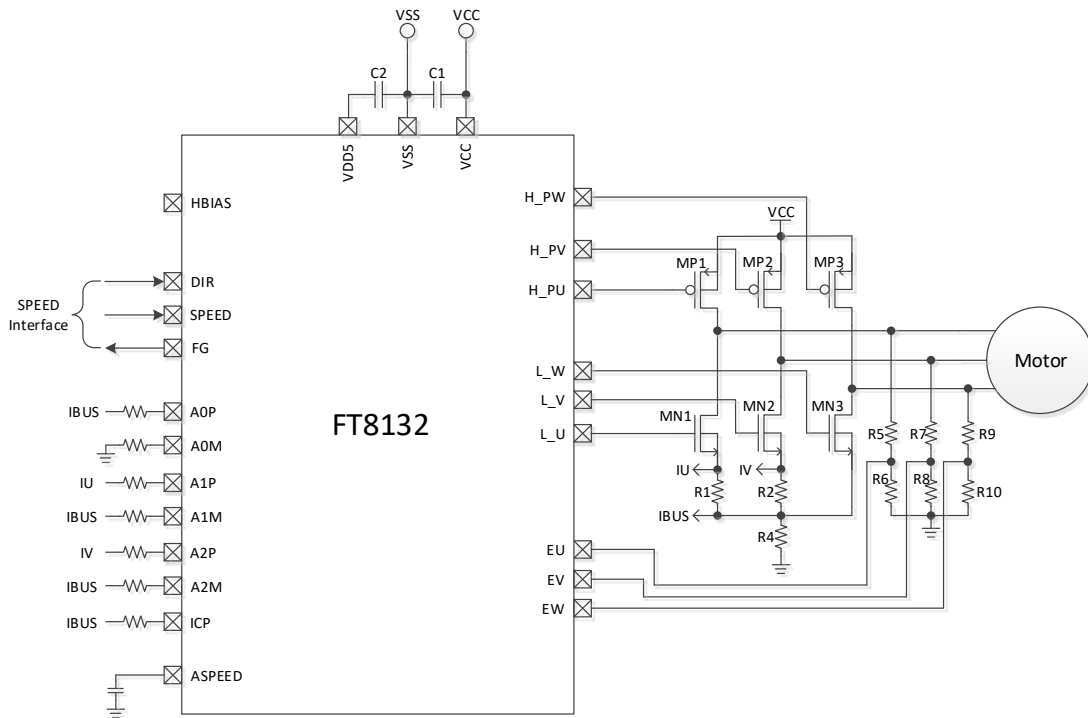


图 1-2 双电阻 FOC + UVW + ASPEED 应用

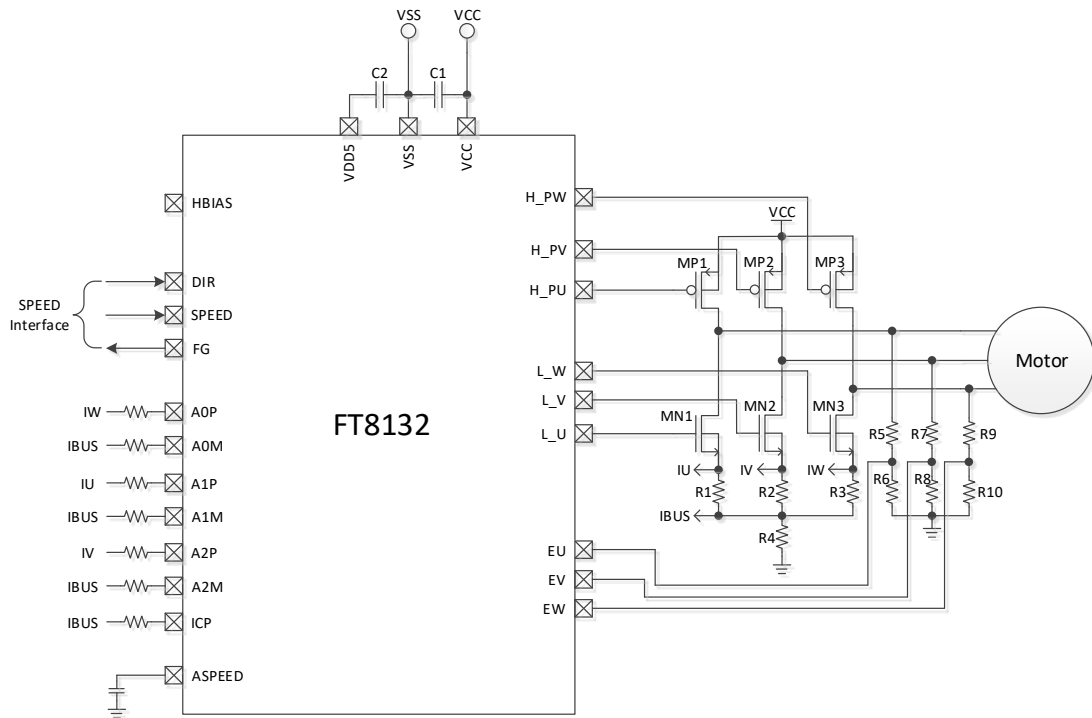


图 1-3 三电阻 FOC + UVW + ASPPED 应用

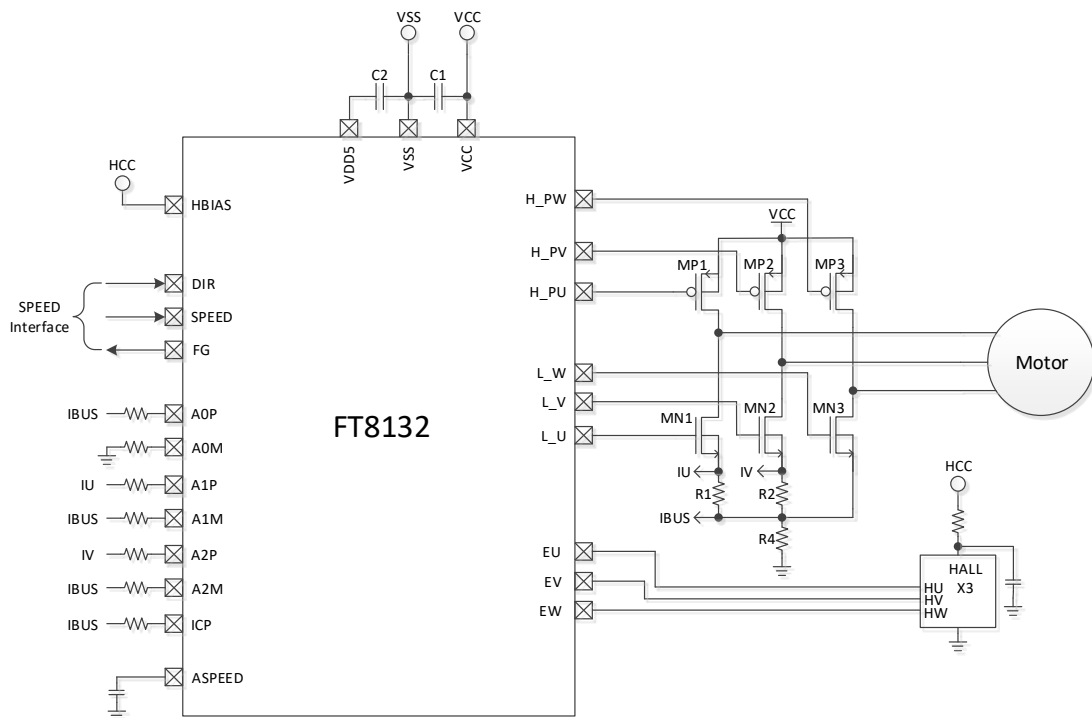


图 1-4 3 Hall IC + 双电阻 FOC + ASPEED 应用

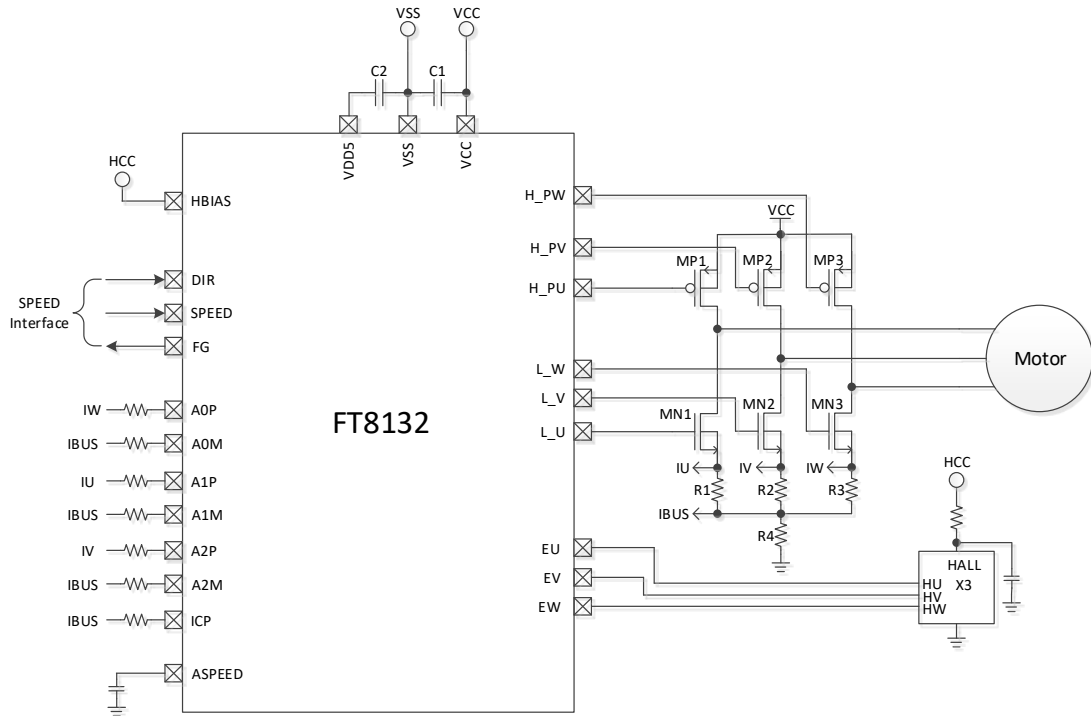


图 1-5 3 Hall IC + 双/三电阻 FOC + ASPEED 应用

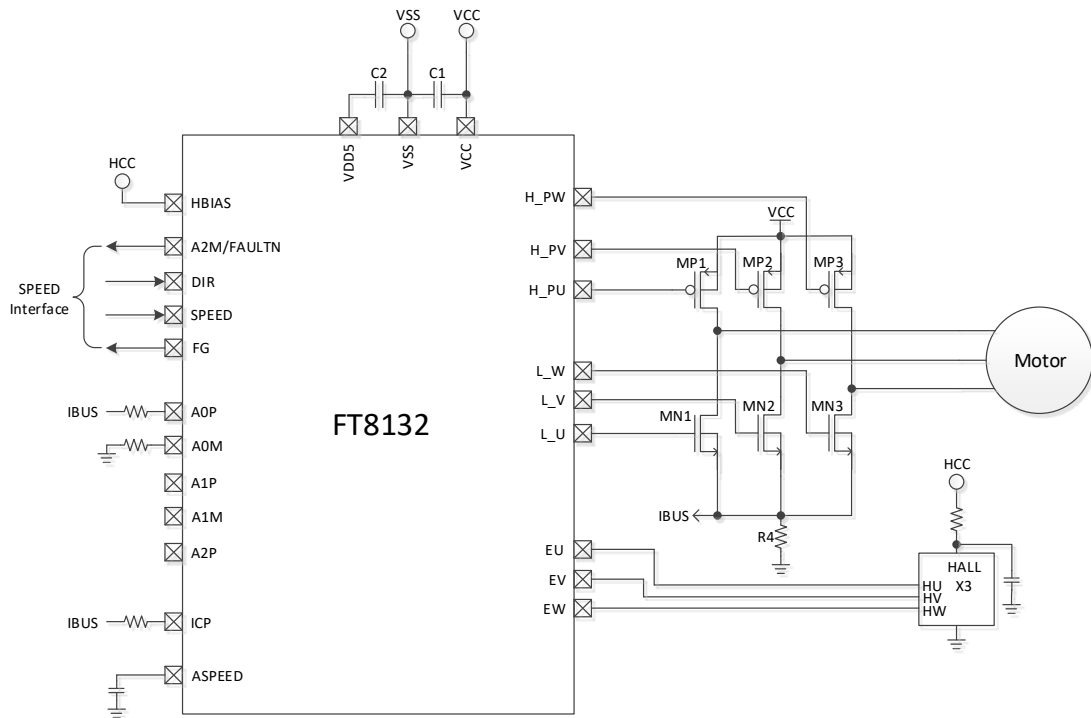


图 1-6 3/2 Hall IC + SVPWM/单电阻 FOC + ASPEED 应用

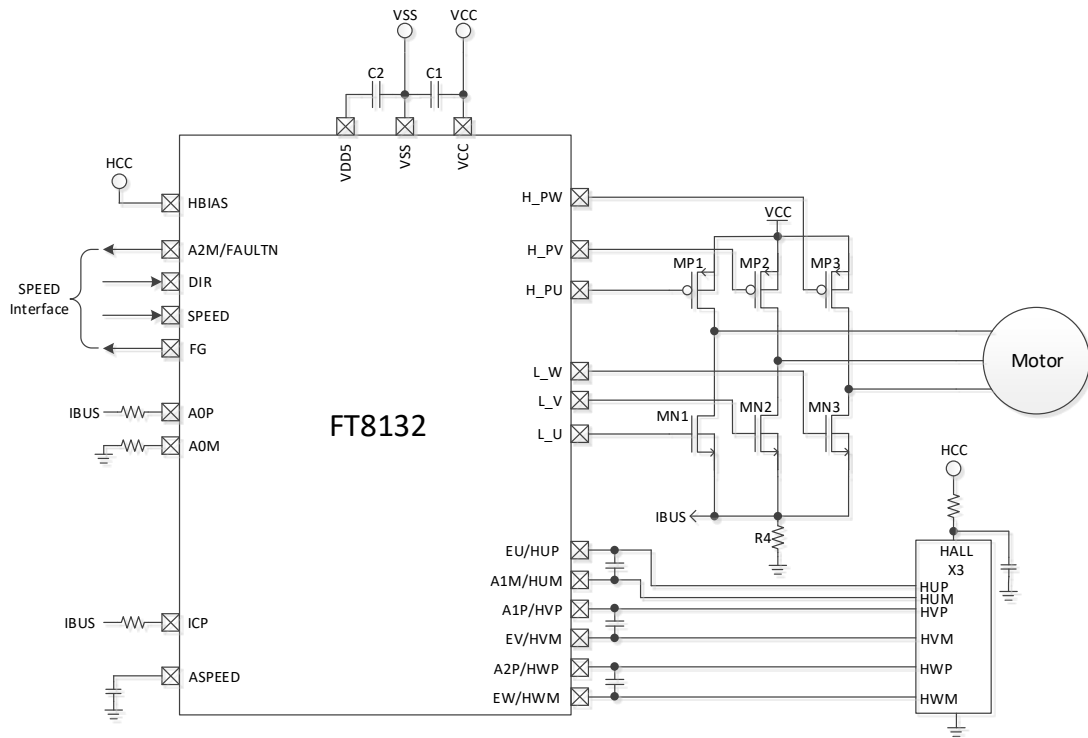


图 1-7 3 差分 Hall + 单电阻 FOC/SVPWM + ASPEED 应用

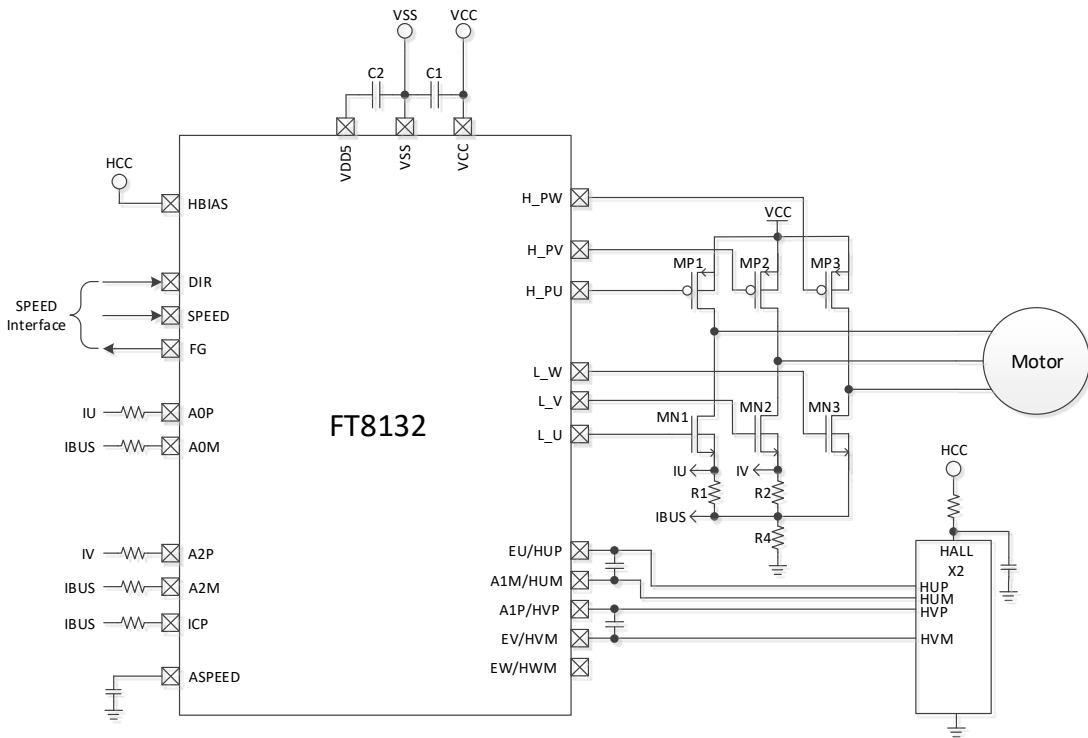


图 1-8 2 差分 Hall + 双电阻 FOC + ASPEED 应用



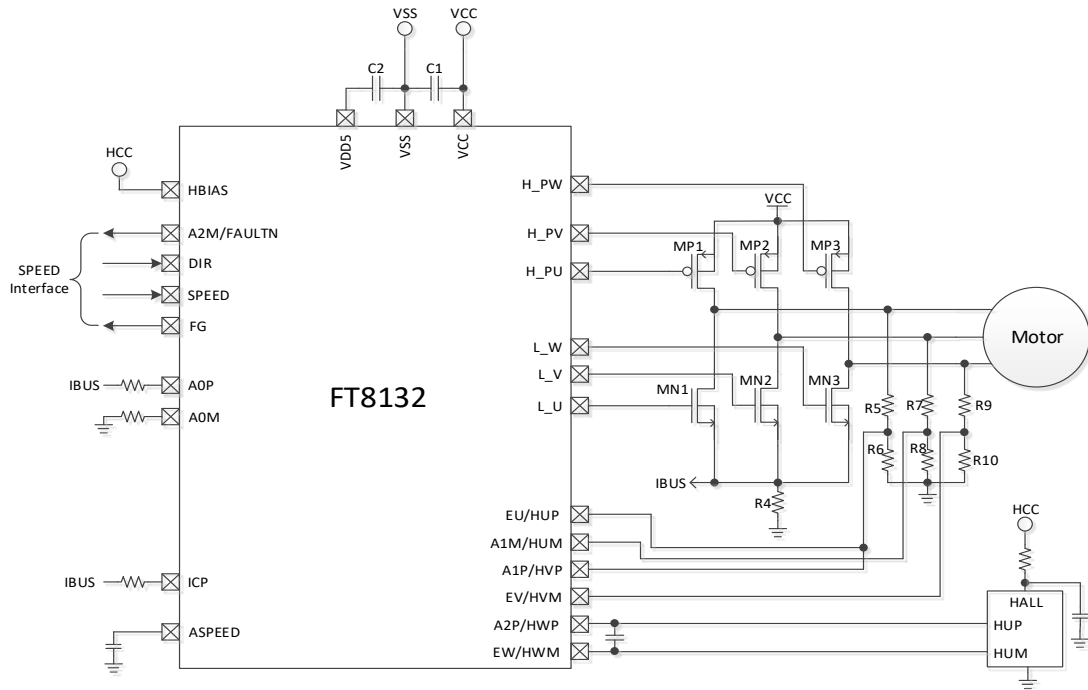


图 1-9 单差分 Hall + UV/UW + SVPWM/单电阻 FOC + ASPEED 应用

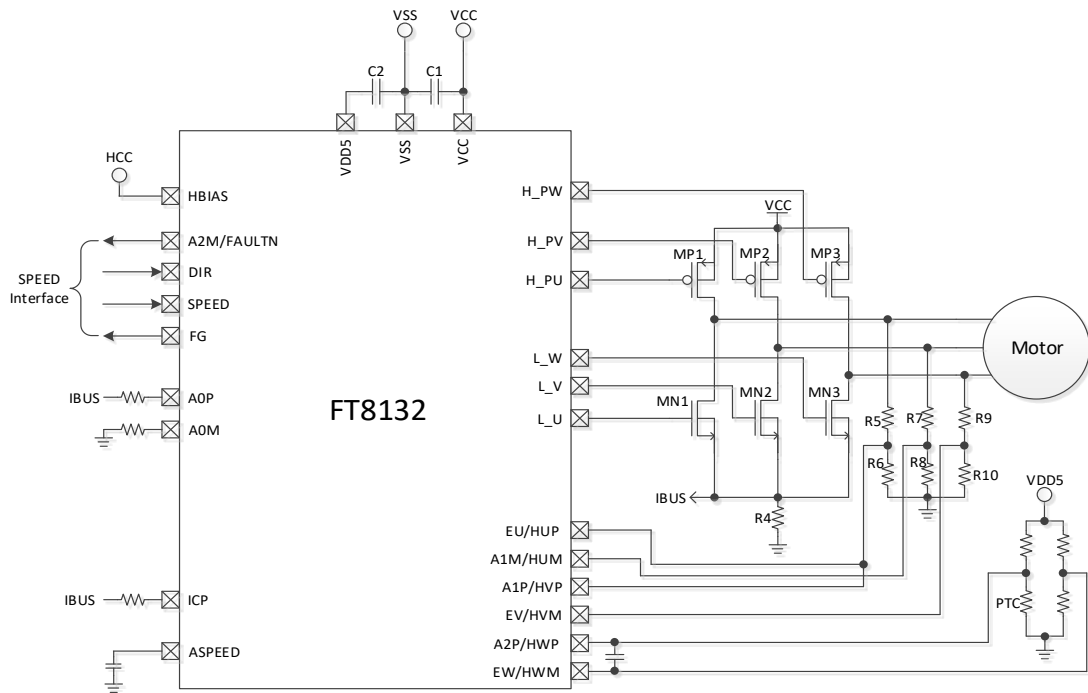


图 1-10 单电阻 FOC + UV/UW + ASPEED 应用

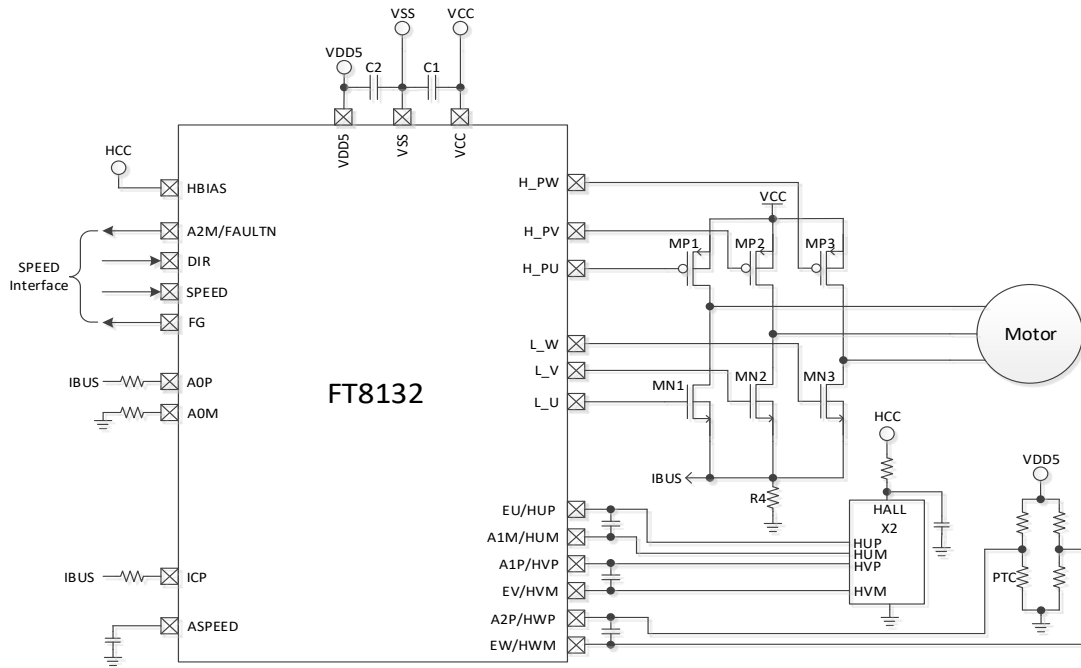


图 1-11 2 差分 Hall + SVPWM/单电阻 FOC + 外部温度保护应用

1.5 功能框图

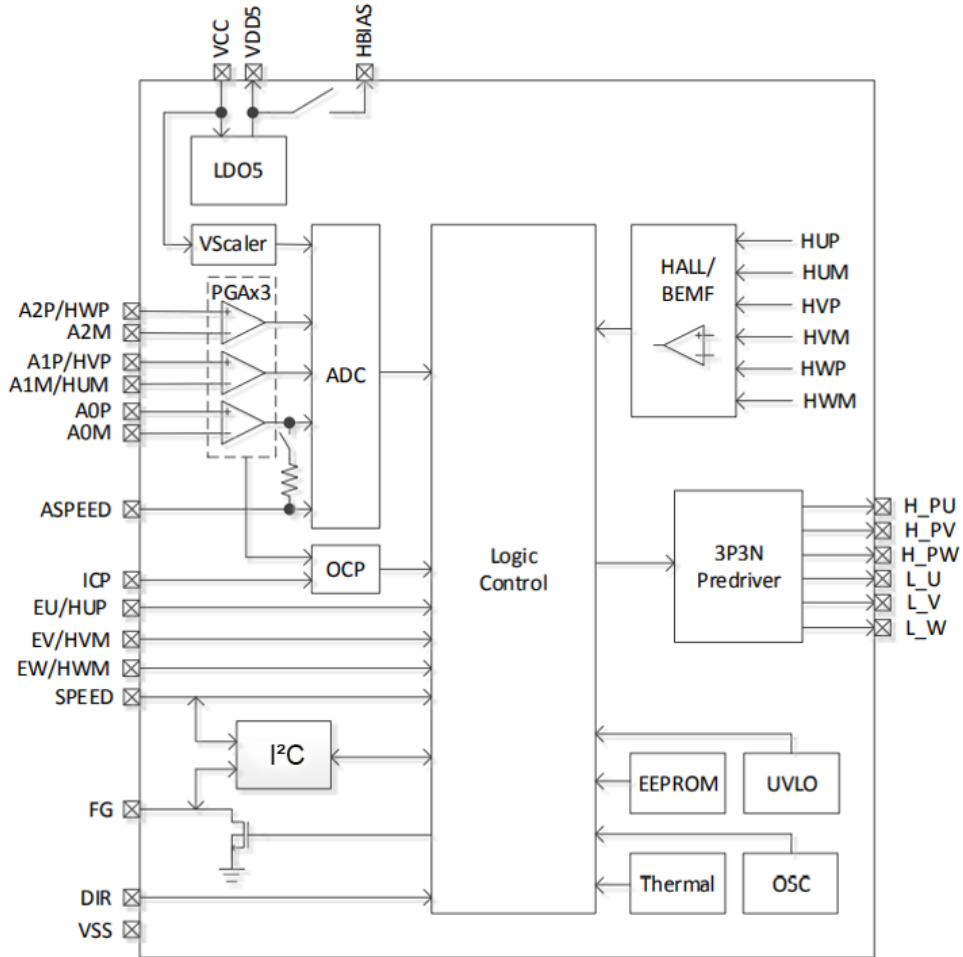


图 1-12 FT8132 无感功能框图

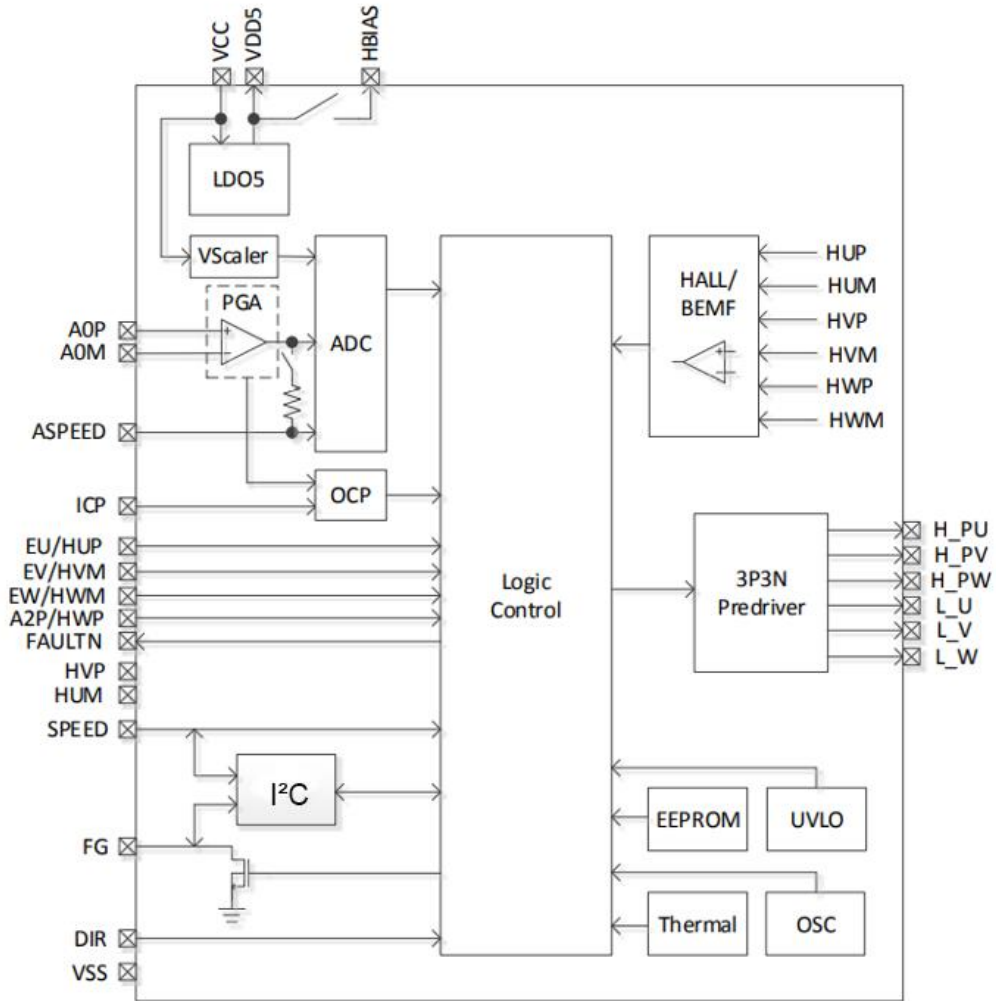


图 1-13 FT8132 有感功能框图

## 2 调试说明

FT8132 采用标准 I<sup>2</sup>C 通讯协议。用户可通过 I<sup>2</sup>C 接口对电机控制参数进行改写，实现应用所需功能，参数可写入 EEPROM。

- SPEED/FG 管脚复用为 I<sup>2</sup>C 通讯接口时，用作调试和烧录，也可用于 I<sup>2</sup>C 模式调速
- SPEED 管脚为数字调速接口
- ASPEED 管脚为模拟调速接口
- DIR 管脚为正反转方向控制接口
- FG 管脚为电机转速或堵转指示接口

仿真器(丝印如图 2-1 所示)与目标板连线说明:



图 2-1 仿真器丝印

仿真器<-->目标板
VDD<-->VDD5
FCK<-->SPEED
FDA<-->FG
GND<-->GND

图 2-2 仿真器接线图

## 2.1 调试上位机界面

FT8132 调试采用上位机界面进行操作，**Sensor** 为有感模式，**Sensorless** 为无感模式，**Full** 为全功能界面。上位机按照电路的类型将界面分为多种模式，具体如表 2-1 所示。在不同的模式中，界面会根据选择的电路类型固化特定参数，简化调试步骤，缩短开发时间。

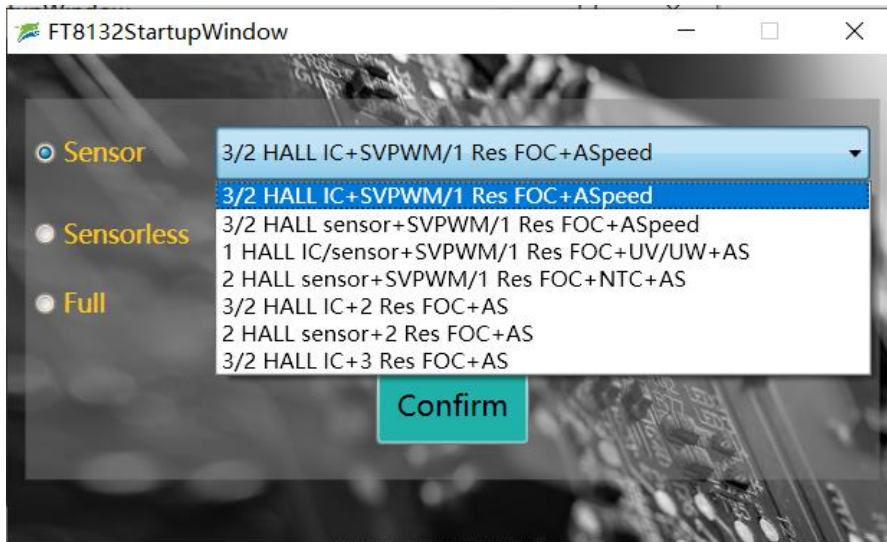


图 2-3 上位机界面

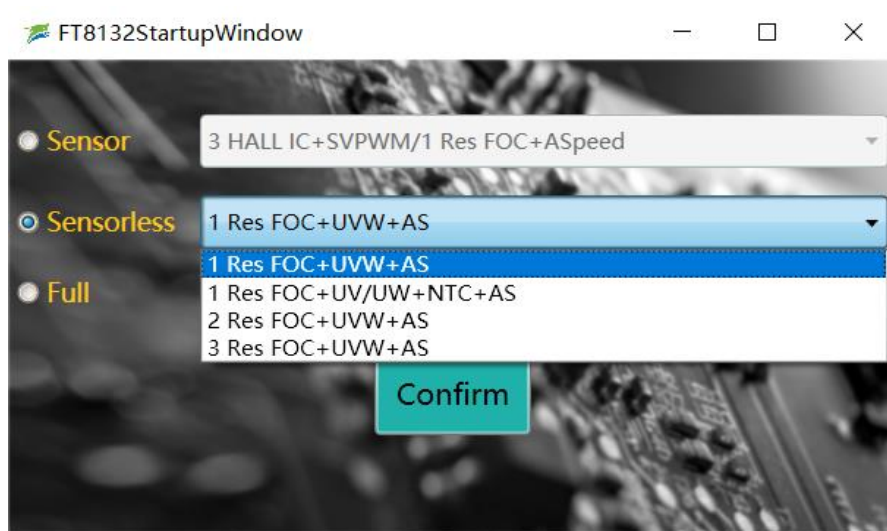


图 2-4 上位机界面

表 2-1 界面对应电路图

上位机登入选项	典型应用电路图
3 Hall IC + SVPWM/1Res FOC + ASPEED	图 1-6 3/2 Hall IC + SVPWM/单电阻 FOC + ASPEED 应用
3 Hall sensor + SVPWM/1Res + ASPEED	图 1-7 3 差分 Hall + 单电阻 FOC/SVPWM + ASPEED 应用
1 Hall IC/sensor + SVPWM/1Res + UV/UW + AS	图 1-9 单差分 Hall + UV/UW + SVPWM/单电阻 FOC + ASPEED 应用
2 Hall sensor + SVPWM/1Res + UV/UW + AS	图 1-11 2 差分 Hall + SVPWM/单电阻 FOC + 外部温度保护应用
3 Hall IC + 2Res FOC + AS	图 1-4 3 Hall IC + 双电阻 FOC + ASPEED 应用
2 Hall sensor + 2Res FOC + AS	图 1-8 2 差分 Hall + 双电阻 FOC + ASPEED 应用
3 Hall IC + 3Res FOC + AS	图 1-5 3 Hall IC + 双/三电阻 FOC + ASPEED 应用
1 Res FOC + UVW + AS	图 1-1 单电阻 FOC + UVW + ASPEED 应用
1 Res FOC + UV/UW + NTC + AS	图 1-10 单电阻 FOC + UV/UW + ASPEED 应用
2 Res FOC + UVW + AS	图 1-2 双电阻 FOC + UVW + ASPEED 应用
3 Res FOC + UVW + AS	图 1-3 三电阻 FOC + UVW + ASPPED 应用

## 2.2 芯片建立通讯与 Debug

调试板供电且连接仿真器，此时 ID Setting 中的 Find 按键高亮。点击 Find 按键，与芯片建立通讯。通讯成功后 Debug 按键高亮，点击 Debug，上位机会将界面的配置参数发送到芯片。



图 2-5 芯片建立通讯

## 2.3 调速方式及转速指示

芯片建立通讯后，先选择 P C 调速方式，在 Display 页面中的 SpdCtrl 中选择占空比后，点击 Debug 进行调试，转速通过上位机显示。

当选择 PWM/CLOCK 调速方式时，因 SPEED 脚与 FG 脚复用为芯片通讯脚，进行调速及 FG 信号输出按如下步骤操作：

1. 点击 Debug(注: Display 页面的 PwmShift 选项需选择 Disable);
2. 保持 VCC 不断电;
3. 点击 ID Setting 中的 Exit I2C 按键退出通讯;
4. 将仿真器与板子断开连接;
5. 输入 PWM/CLOCK 信号进行调速。

当选择模拟电压调速方式时，使用 ASPEED 端口进行调速，仿真器和板子无需断开。如需 FG 输出，操作如上步骤。

## 2.4 调试步骤简介

1. 关闭堵转、缺相保护，配置电机参数，调试启动参数，将电机转动起来;
2. 选择是否加顺逆风检测、初始位置检测、预定位等功能，优化启动;
3. 添加外环，调试效率，加入保护并验证稳定性;
4. 设置调速方式、FG/RD 等;
5. 验证整体方案的可靠性;
6. 生成烧录 Bin 文件，烧录 EEPROM。



### 3 电机性能调试

#### 3.1 电机参数及硬件参数配置

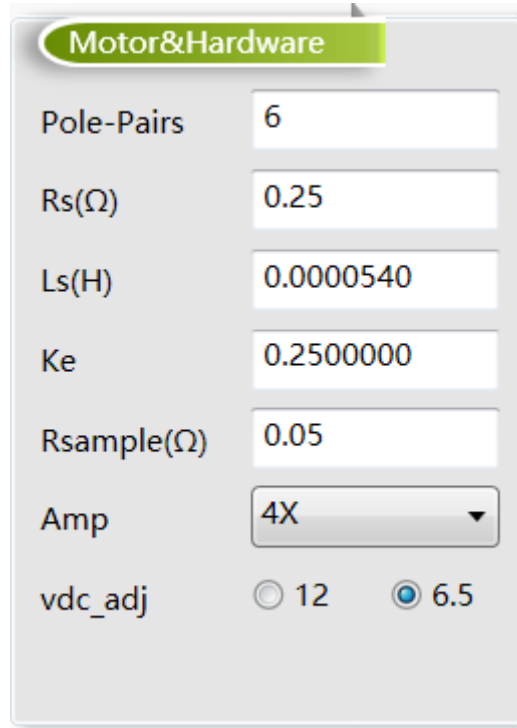


图 3-1 电机参数及硬件

##### 3.1.1 电机参数测量方法

- Pole-Pairs: 电机极对数，一般由电机厂商提供
- Rs: 电机相电阻，是线电阻的一半，测量频率为 100Hz
- Ls: 电机相电感，是线电感的一半，测量频率为 1kHz
- Ke: 电机反电动势，用示波器的探头接电机的一相，地接电机另外两相中的某一相，转动负载，测出反电动势波形。取一个正弦波，测量其峰峰值  $V_{pp}$  和频率  $f$ 。对应公式为：

$$Ke = 1000 \times P \times \frac{V_{pp}}{2 \times 1.732 \times 60 \times f}$$

例: 测量某电机的反电动势波形如图 3-2 所示:

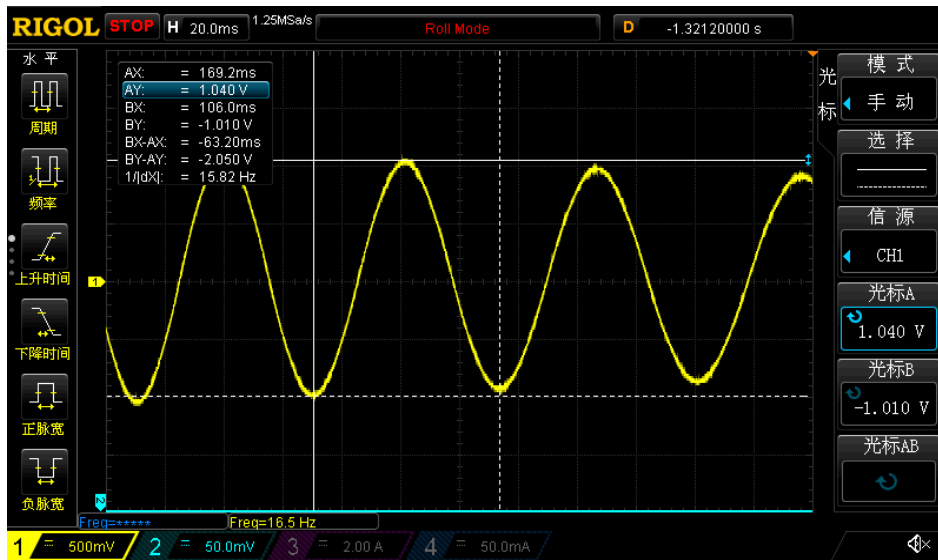


图 3-2 反电动势波形

测量其中一个正弦波的峰峰值  $V_{pp}$  为 2.05V，频率  $f$  为 15.82Hz，极对数为 4，则：

$$\text{反电动势 } Ke = 1000 \times 4 \times \frac{2.06}{2 \times 1.732 \times 60 \times f} = 2.4939$$

### 3.1.2 采样电阻、放大倍数、ADC 参考电压

电流基准  $I_{base}$  的计算与采样电阻  $R_{sample}$ 、运放放大倍数  $Amp$ 、ADC 参考电压  $V_{ref}$  相关。采样电流的范围是 ( $I_{smin} \sim I_{smax}$ )。  $I_{base}$ 、 $I_{smax}$ 、 $I_{smin}$  的计算公式为：

$$I_{base} = \frac{V_{ref}}{R_{sample} \times Amp}$$

$$I_{smax} = I_{base} / 2$$

$$I_{smin} = -I_{base} / 2$$

例： $R_{sample} = 0.5\Omega$ ， $Amp = 4$ ， $V_{ref} = 5V$ ，则  $I_{base} = 2.5A$ ， $I_{smax} = 1.25A$ ， $I_{smin} = -1.25A$ 。

在调节过程中，电机运行电流不能超过最大采样电流  $I_{smax}$ ，也不能小于采样电流  $I_{smin}$ ，应留有一定余量。一般来说，最大采样电流是电机运行最大电流的 1.5 ~ 2.5 倍。

采样电阻根据电机运行最大电流进行设计。采样电阻值越大，采样精度越高；但值越大，消耗在采样电阻上的功率就越高，采样电阻升温就越高。在采样电阻的功率选择上，电流平方乘以电阻不能超过采样电阻的额定功率。

采样电阻确定后，根据设计的最大采样电流来选择放大倍数。放大倍数由硬件实现，有四个选项可选，分别为 4 倍、8 倍、12 倍、16 倍。

ADC 参考电压默认为 5V

- vdc\_adj

内置 VCC 采样分压比设置

### 3.2 配置 FOC 的参数

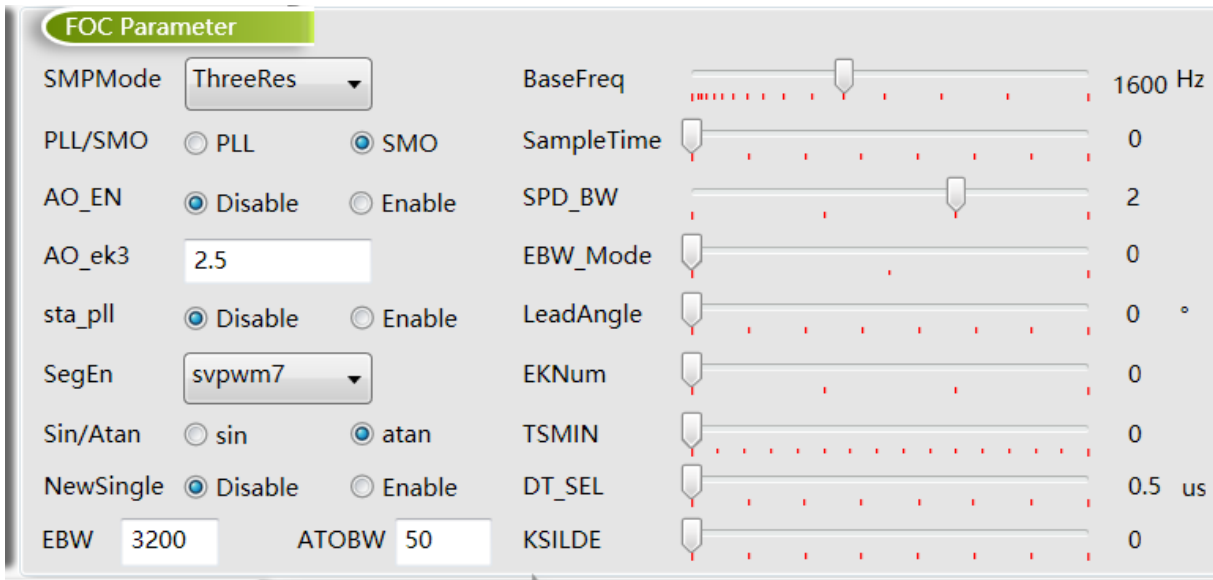


图 3-3 FOC 参数

#### ■ SMPMode

采样电阻模式，根据实际应用电路选择单电阻采样 **SingleRes**，双电阻采样 **DoubleRes**，三电阻采样 **ThreeRes**，具体电路见应用电路。

#### ■ BaseFreq

基准频率，根据电机运行最大转速、极对数、确定基准频率。原则是最大转速\*2\*极对数/60，在基准频率选项里选择一个最接近的基准频率。

#### ■ PLL/SMO

选择 **PLL** 以 **PLL** 模式运行，选择 **SMO** 以 **SMO** 模式运行。

#### ■ SampleTime

采样时间，选择 **SingleRes** 时采样点后移，可选择 0~7，数字越大采样点越后移；选择 **DoubleRes/ThreeRes** 采样点前移，可选择 0~7，数字越大采样点越前移。

#### ■ AO\_EN

在 **SMO** 模式下，选择 **AO** 估算器估算角度，**Sin/Atan** 需选择 **atan** 模式。

#### ■ AO\_ek3

只作用于 **AO** 估算器，**ek3** 为补偿的角度周期，该系数可选择补偿指定采样周期数的角度，一般情况下设置为 2.5，高速电机可以给小。

#### ■ SPD\_BW

速度滤波参数，估算速度由瞬时估算速度低通滤波得到，**SPD\_BW** 设置滤波系数，共分为 4 档。

#### ■ sta\_pll

PLL 启动，只在选择 SMO 模式下起作用。选择 **disable** 正常启动，选择 **enable** 以 PLL 启动。

#### ■ EBW\_Mode&EBW

PLL 估算模式反电动势带宽 EBW、反电动势带宽模式 EBW\_Mode。EBW 一般是基准频率的 1 ~ 4 倍，其影响电机的启动和最高转速。EBW 太小，容易导致无法达到最高转速；EBW 太大，估算器参数容易振荡。EBW 常与 EBW\_Mode 配合调节启动和运行。

- EBW\_Mode 设 0: 启动和运行调用 EBW 作为输入参数
- EBW\_Mode 设 1: 启动时前 0.8s 调用 EBW/2 作为输入参数，0.8s 后为 EBW
- EBW\_Mode 设 2: 启动时前 0.8s 调用 EBW/4 作为输入参数，0.8s ~ 1.6s 的输入参数为 EBW/2，1.6s 后为 EBW

启动和运行的 EBW 可能不同，建议客户先设置 EBW\_Mode 为 0，分别调试并记录启动时 EBW 和运行时 EBW。调试最高转速时，若没有达到目标转速，可适当加大 EBW。启动时 EBW 太大，易导致部分启动点难启动。根据调试出的启动 EBW 和运行 EBW 设置 EBW\_Mode。

#### ■ SegEn

SegEn 可选五段式、七段式或者混合模式。选择 SVPWM5 为五段式，开关次数少，开关损耗小，转矩脉动大；选择 SVPWM7 为七段式，开关次数多，转矩脉动小；选择 SegEn 为 S7->5 30%时，为 7 段式启动，输出 duty 高于 30%切换为 5 段式；选择 SegEn 为 S7->5 40%时，为 7 段式启动，输出 duty 高于 40%切换为 5 段式。新单电阻模式下 S7->5 30%、S7->5 40%为复用功能，当切换到 5 段式时自动切换为单电阻模式采样。

#### ■ LeadAngle

超前角，可选以下 8 个值(0° /2.82° /5.64° /8.47° /11.3° /14.1° /16.9° /19.7° )。

#### ■ EKNum&ATOBW

ATOBW 为瞬时速度估算中 PI 的参数，经典值为 8.0 ~ 200.0。影响电机的启动和最高转速，常与 EKNum 配合调节启动和运行的 ATOBW。

- EKNum 设 0: 启动和运行都是一个 ATOBW
- EKNum 设 1: 启动时前 0.8s 调用 ATOBW/2 作为输入参数，0.8s 后为正常的 ATOBW
- EKNum 设 2: 启动时前 0.8s 调用 ATOBW/4 作为输入参数，0.8s ~ 1.6s 的输入参数为 ATOBW/2，1.6s 后为正常的 ATOBW
- EKNum 设 3: 启动时前 0.8s 调用 ATOBW/8 作为输入参数，0.8s ~ 1.6s 的输入参数为 ATOBW/4，1.6s ~ 2.4s 的输入参数为 ATOBW/2，2.4s 后为正常的 ATOBW。

调试时，可分别调试启动和最高转速运行的 ATOBW。大部分电机启动和运行的 ATOBW 可兼容。只有部分电机才需选择不同的 ATOBW。

#### ■ Sin/Atan

选择 **sin**，角度估算模式以 **sin** 模式运行。选择 **atan**，角度估算以 **atan** 模式运行。

■ Newsingle

在单电阻模式下 Newsingle 可以控制单电阻采样模式改变，优化单电阻模式的噪音。

■ DT\_SEL

死区时间设置(0.5 $\mu$ s ~ 1.6 $\mu$ s)可选。

■ TSMIN

单电阻采样时最小采样窗口，双电阻或三阻采样时死区补偿时间。

■ KSILDE

SMO 系数，建议一般情况给 7。

### 3.3 启动参数

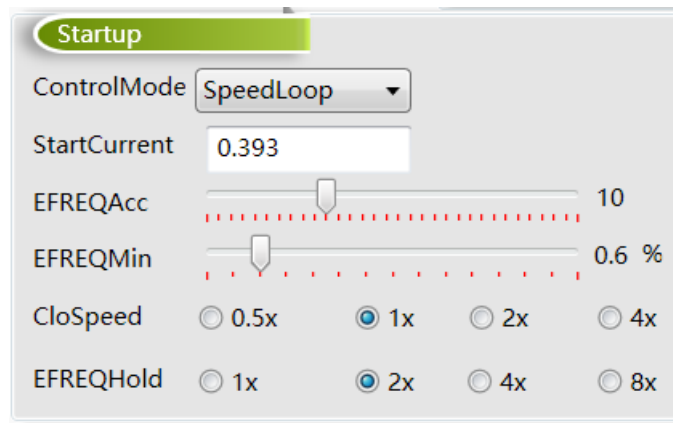


图 3-4 启动参数

FT8132 芯片启动方式的原理是给定启动电流，估算器估算当前速度，当估算器的瞬时估算速度  $\omega$  小于启动最小切换转速 EFREQMin，使用强制速度计算角度。强制速度从 0 开始，每个运算周期与启动增量 EFREQAcc 相加，同时以 EFREQHold 进行最大值限幅。当估算器的瞬时估算速度大于或等于 EFREQMin 时，使用瞬时估算速度计算角度。

启动过程如图 3-5 所示：

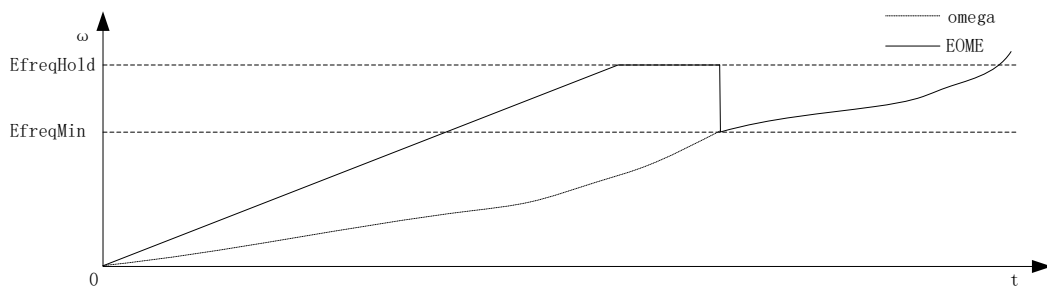


图 3-5 启动过程图

### ■ ControlMode

用户根据实际应用需求，选择不同的控制模式。有四种控制模式可选，分别为恒速度控制 SpeedLoop、恒电压控制 VoltageLoop、恒电流控制 CurrentLoop、恒功率控制 PowerLoop。

### ■ StartCurrent

FT8132 采用软启动方式启动，FOC 模式 StartCurrent 的值设置启动的电流，值的大小取决于负载大小。SVPWM 模式 StartCurrent 设置启动的占空比，值越大占空比越大。

### ■ EFREQAcc

启动增量 EFREQAcc 是影响启动可靠性的一个重要参数，其设置范围为 0-31，初始参考值为 10。电机负载越轻，EFREQAcc 就越大。电机从静止状态启动时，出现电机抖动一下后停止，同时有持续电流或电机反偏角度大时，此时可适当加大 EFREQAcc。因为 EFREQAcc 太小，启动转速增加较慢，易产生停顿感或难启动。EFREQAcc 设置太大时存在如下现象：启动后电机持续的抖动或估算速度瞬间跳变非常高。此时启动速度增加过快使电机失步。

### ■ EFREQMin

启动最小切换转速，EFREQMin 为启动的最小切换速度，当估算器的瞬时估算速度大于或等于 EFREQMin 时，使用瞬时估算速度计算角度。以极对数 Pole-Pairs = 2，基准频率 BaseFreq = 320，最小切换转速 EFREQMin = 0.2%为例： $EFREQMin = 0.002 * 60 * 320 / 2 = 19.2rpm$ 。

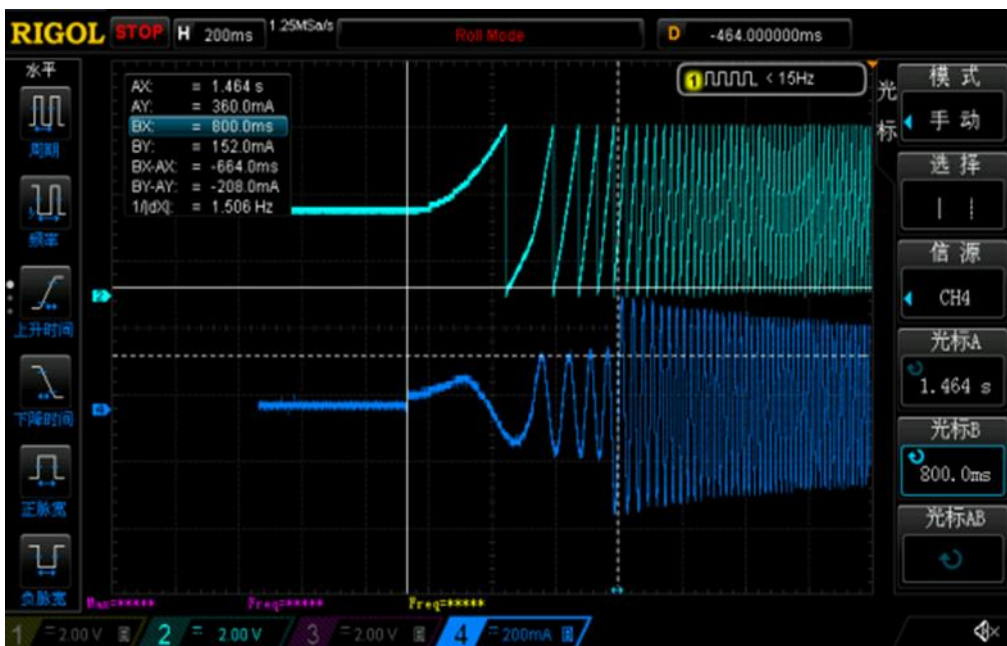


图 3-6 EFREQMin 设置为 2%，蓝色表示电流，绿色为角度

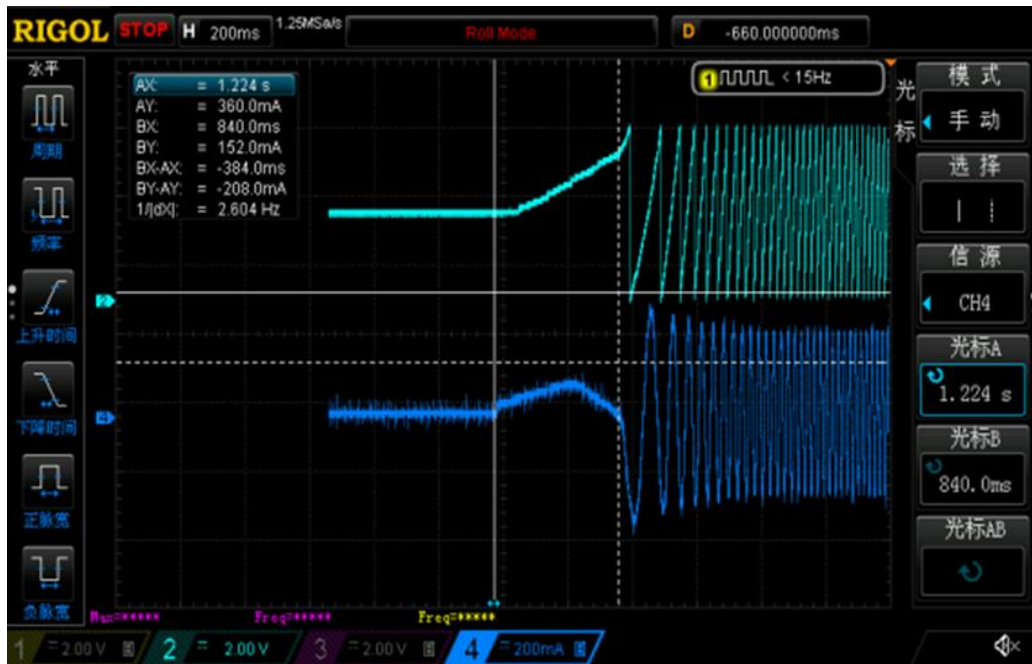


图 3-7 EFREQMin 设置为 0.2%，蓝色表示电流，绿色为角度

如上图所示，可以看出 EFREQMin 设置为 2% 时比 EFREQMin 设置为 0.2% 时更慢进入角度闭环，启动时间变长。在调试过程中，EFREQMin 可从小往大调，为使启动比较顺滑，不需太大 EFREQMin。

#### ■ CloseSpeed

切入外环转速，CloseSpeed 为电流环控制切入到双闭环控制的转速判断条件。其配置与 EFREQMin 有关，有四个档位可选。常见选择为 EFREQMin 的一倍。

#### ■ EFREQHold

强拖限制转速，EFREQHold 为启动时强拖的限制速度，其配置与 EFREQMin 有关，有四档选择。常用选择为 EFREQMin 的 2 倍。

### 3.4 运行参数

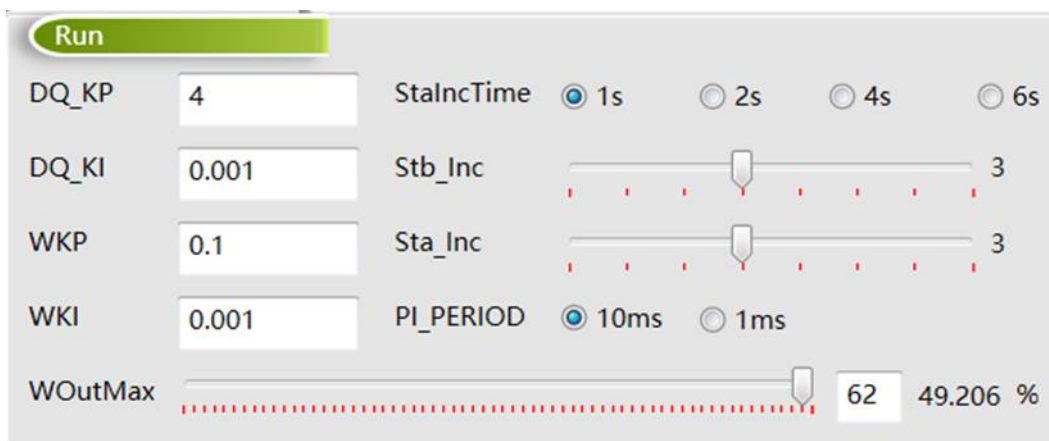


图 3-8 运行参数

■ **DQ\_KP、DQ\_KI**

电流环的 Kp、Ki 影响的是电流环的响应和稳定性。DQ\_KP 值的范围为 0.0 ~ 4.0，初始参考值为 1.0；DQ\_KI 值的范围为 0.00 ~ 0.500，初始参考值为 0.02。

■ **WKP、WKI**

外环 PI 参数影响到电机速度响应，其调节前提是电流内环已稳定。若电流内环波动较大，需先将电流内环调节稳定再调试外环。因电压响应快于速度响应，若电机控制选择电压环时，其 WKP、WKI 会比选择速度环 WKP、WKI 小很多。当电压环控制下，系统不稳定、电流波形异常，此时应降低外环的 PI 参数。WKP 值的范围为 0.0 ~ 4.0；WKI 值的范围为 0.000 ~ 0.500。

■ **Woutmax**

外环输出最大值，Woutmax 可选 0 ~ 63(0% ~ 50%)，外环输出最大值为 Vref/放大倍数/采样电阻\*Woutmax。其设置要略高于电机运行最高转速所需的最大电流。

■ **StalncTime**

无感启动时启动爬坡增量 Sta\_Inc 作用时间，可选择 1s, 2s, 4s, 6s。Sta\_Inc 作用时间结束后 Stb\_Inc 起作用。

■ **Sta\_Inc**

当电机启动时，为让系统更稳定，常采用将输入指令以爬坡的形式赋值到目标值中。Sta\_Inc 即为爬坡增量 a，其作用时间由 StalncTime 设置，档位可选 0 ~ 6 和 7。0 ~ 6 依次表示为从慢到快，爬坡越快，系统响应就越快，超调也会随之越严重。7 表示输入指令不爬坡。用户可根据响应时间需求和超调情况设置爬坡增量档位的大小。

■ **Stb\_Inc**

Stb\_Inc 即为爬坡增量 b，在 Sta\_Inc 作用时间结束后生效，档位可选 0 ~ 6 和 7。0 ~ 6 依次表示为从慢到快，爬坡越快，系统响应越快，超调越严重。7 表示输入指令不爬坡。用户可根据响应时间需求和超调情况设置爬坡增量档位的大小。此设置有感模式和无感模式都有作用。

■ **PI\_PERIOD**

外环 PI 执行周期，一般情况下 10ms，如需快速响应可选择 1ms。

### 3.5 转子位置检测&预定位

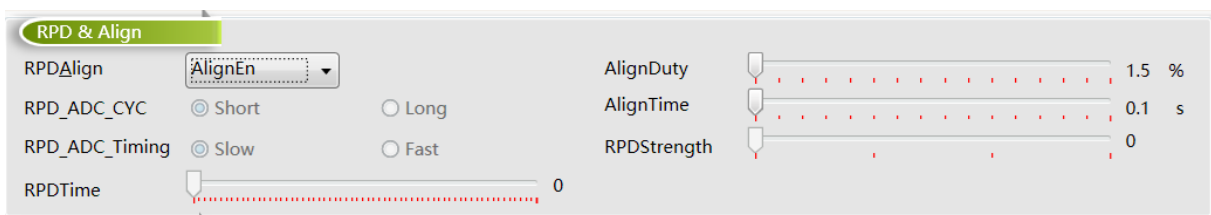


图 3-9 转子位置检测&预定位



### ■ RPDAlign

选择 RPDAlign 为 **disable**，无预定位与位置检测；选择 **AlignEn** 使能预定位；选择 **RPD1** 使能位置检测模式 1；选择 **RPD2** 使能位置检测模式 2；选择 **RPD3** 使能位置检测模式 3。

### ■ 预定位模式

预定位，将电机转子的位置固定在强制角度位置，启动时以该角度为初始角度开始计算。

RPDAlign 选择 **AlignEn** 使能预定位。

预定位力矩 **AlignDuty**：预定位力矩可以选择 1.5% ~ 24% duty 的预定位力矩。选择 **duty** 越大定位力度越大。

预定位时间 **AlignTime**：预定位时间可选择 0.1s ~ 1.6s。负载比较大时，预定位时间可设置长时间，当负载较小时，可设置为 0.1s。

### ■ 转子位置检测 RPD1 模式

该模式使用于电感较小的电机，如散热风扇。

RPDAlign 选择 RPD1 模式。RPD\_ADC\_CYC 决定 ADC 采样的 cycle 数，RPD\_ADC\_Timing 决定 ADC 采样的时间，共同作用选择采样点快慢。RPDTime 决定注入时间。

### ■ 转子位置检测 RPD2 模式

该模式使用于电感较大的电机，如落地扇。

RPDAlign 选择 RPD2 模式。RPD\_ADC\_CYC 决定 ADC 采样的 cycle 数，RPD\_ADC\_Timing 决定 ADC 采样的时间，共同作用选择采样点快慢。RPDTime 决定注入时间。

### ■ 转子位置检测 RPD3 模式

RPDAlign 选择 RPD3 模式。RPD\_ADC\_CYC 决定 ADC 采样的 cycle 数，RPD\_ADC\_Timing 决定 ADC 采样的时间，共同作用选择采样点快慢。RPDTime 决定注入时间，RPDStrength 决定注入的强度。

## 3.6 顺逆风

顺逆风功能在电机启动前检测电机的旋转状态，保证电机的可靠启动。

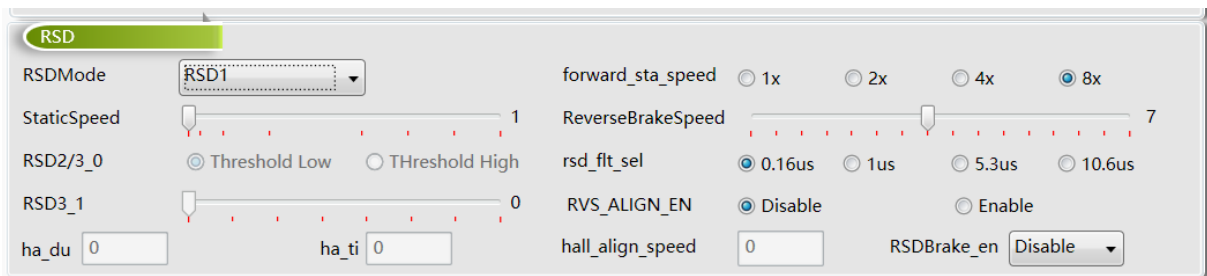


图 3-10 顺逆风处理配置

### ■ RSD1

➤ 无感模式：配置 RSD1 模式，通过 U 相反电动势、V 相反电动势、W 相反电动势与虚拟中性点电压检测顺逆风，**cmp\_modesel** 需设置为 Rsd Mode01。

➤ 有感模式：当应用电路为 2 个 Hall IC 或 3 个 Hall IC，**cmp\_modesel** 需设置为 3\_2hall IC；当应用电路为

2 个 Hall-sensor 或 3 个 Hall-sensor, cmp\_modesel 需设置为 3\_2hall sensor; 当应用电路为 1 个 Hall-IC 或 1 个 Hall-sensor, cmp\_modesel 需设置为 3\_2hall sensor。

#### ■ RSD2

无感模式: 配置 RSD2 模式, 通过 U 相反电动势、V 相反电动势和 U 相电压检测顺逆风。

#### ■ RSD3

无感模式: 配置 RSD3 模式, 通过 U 相反电动势、V 相电流  $i_v$  和 W 相电流  $i_w$  检测顺逆风。单电阻模式不能选择 RSD3。

#### ■ forward\_sta\_speed

高速顺风不启动速度设置, 当电机顺风速度高于 ReverseBrakeSpeed 乘以 forward\_sta\_speed 时, 电机不启动, 直至速度下降至低于该值时启动电机。

例: ReverseBrakeSpeed 设置 200Hz, forward\_sta\_speed 设置 2x, 电机极对数为 2 对极, 当顺风转速高于  $200\text{Hz} \times 2 \times 60 / 2 = 12000\text{rpm}$  时, 电机不启动。当转速低于 12000rpm 时直接顺风启动。

#### ■ StaticSpeed

顺逆风静止频率, 右侧数字为设置的频率。当电机正转, 转速对应的频率大于顺逆风静止频率时, 直接切入角度闭环。当电机静止或正转转速对应的频率低于顺逆风静止频率时, 电机以强拖方式启动后再切入角度闭环。

#### ■ ReverseBrakeSpeed

反向刹车频率, 右侧数字为设置的频率。检测为逆风时, 当电机转速对应的频率大于反向刹车频率时, 电机刹车至小于该频率对应的速度再启动。ReverseBrakeSpeed 设置为最大时, 直接刹车。

#### ■ RSD2/3\_0

RSD2, RSD3 模式下逆风判断灵敏度设置, 选择 Threshold Low 灵敏度高, 选择 Threshold High 灵敏度低。

#### ■ rsdflt\_sel

顺逆风检测时反电动势信号或 Hall 信号的滤波选择。

#### ■ RSD3\_1

RSD3 模式下采样时间点选择。

#### ■ RVS\_ALIGN\_EN

逆风预定位使能。选择 Enable, 当无感模式下检测出电机处于逆风状态, 电机预定位占空比为 AlignDuty 的设置值乘以 4, 预定位时间为 AlignTime 设置值乘以 4。

#### ■ ha\_du

单 Hall 模式下逆风定位占空比设置。

#### ■ ha\_ti

单 Hall 模式下逆风定位时间设置。

#### ■ hall\_align\_speed

在单 Hall 模式下, 检测为逆风时, 当电机速度对应的频率小于 StaticSpeed, 直接启动电机。当逆风速度对应的频率小于 hall\_align\_speed 大于 StaticSpeed 时, 以 ha\_du、ha\_ti 的设定值定位电机, 之后以单 Hall 正常启动

程序启动。

■ **RSDBrake\_en**

逆风固定刹车时间使能。选择 **Enable**，刹车时间固定为 3s。

### 3.7 FG&RD

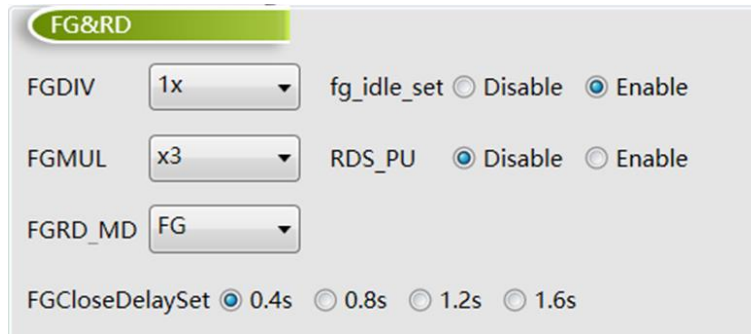


图 3-11 调速&FG/RD

■ **FGMUL、FGDIV**

➤ **FG 倍频分频设置**

当 **FGRD\_MD** 模式选择 **FG** 时，**FG** 输出频率根据倍频和分频的系数共同设定，可实现不同频率的 **FG** 输出信号，**FG** 频率系数  $k = \text{FGMUL} * \text{FGDIV}$ 。

一个机械周期显示的 **FG** 个数 = 极对数 \* **FGMUL** \* **FGDIV**。

例：四对极电机，一个机械周期显示 3 个 **FG** 信号，则设置 **FGMUL** 倍频系数为 3，设置 **FGDIV** 分频系数为 1/4，一个机械周期显示的 **FG** 个数 =  $4 * 3 * 1/4 = 3$ 。

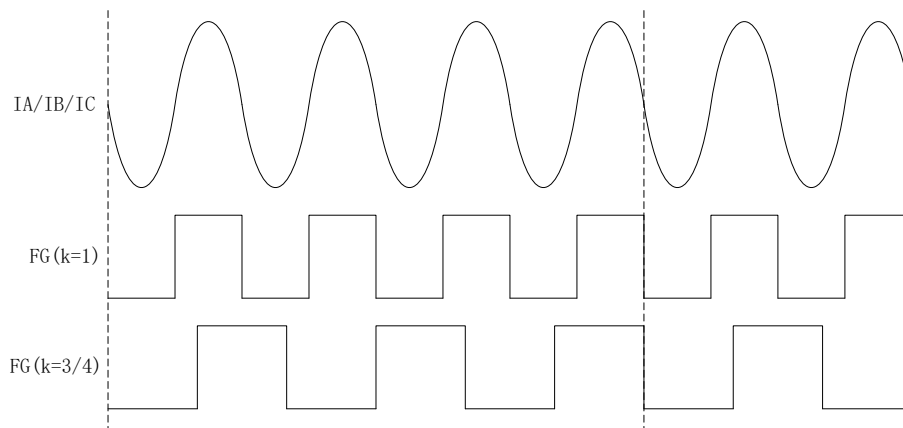


图 3-12  $k = 1$  和  $k = 3/4$  的 **FG** 输出图

➤ **CLOCK 闭环转速关系设置**

当选择 **CLOCK** 调速模式时，**FGMUL** 与 **FGDIV** 用于设置指令转速与 **CLOCK** 频率之间的关系，公式为：  
 指令转速 = (输入 PWM 频率 \* 60 / 极对数) / **FGMUL** / **FGDIV**。

例：如电机为 5 对极，**FGMUL** 设置 2，**FGDIV** 设置 1/3，输入 PWM 频率为 100Hz，指令转速 =

$(100\text{Hz} \times 60 / 5) / 2 / (1/3) = 1800\text{rpm}$ 。

■ **FGRD\_MD**

FG 与 RD 输出设置，可选择 FG、RD、FG&RD shift 或 FG&RD。FG 与 RD 管脚复用。选 FG 时第 10 脚输出 FG 信号。选 RD 时第 10 脚输出 RD 信号。选择 FG&RD shift 时，RD 功能转移到 FAULTN。选择 FG&RD 时，电机运行的时候输出 FG，电机堵转的时候输出 RD。

■ **FGCloseDelaySet**

堵转延迟输出 FG 时间。当 FGRD\_MD 选择 FG&RD，堵转后切入闭环时 FG 可选择延迟 0.4s、0.8s、1.2s、1.6s 输出。

■ **fg\_idle\_set**

FG 默认电平设置。选择 Enable，IC 会保持 FG 的最后状态。

■ **RDS\_PU**

RD 功能转移到 FAULTN 后 RD 上拉使能。

### 3.8 SpeedCtrl

芯片支持 PWM、模拟电压、I<sup>2</sup>C、CLOCK 四种调速输入接口，同一时间只能选择一种调速方式，其中数字 PWM 支持输入反相。

选择模拟电压调速时，调速信号从第 7 脚 ASPEED 脚输入；选择 PWM 和 CLOCK 调速时，调速信号从第 8 脚 SPEED 脚输入。选择 I2C 时，调速指令直接由 GUI 设置。

注: CLOCK 调速时，电机控制模式(ControlMode)只支持 SpeedLoop 模式。

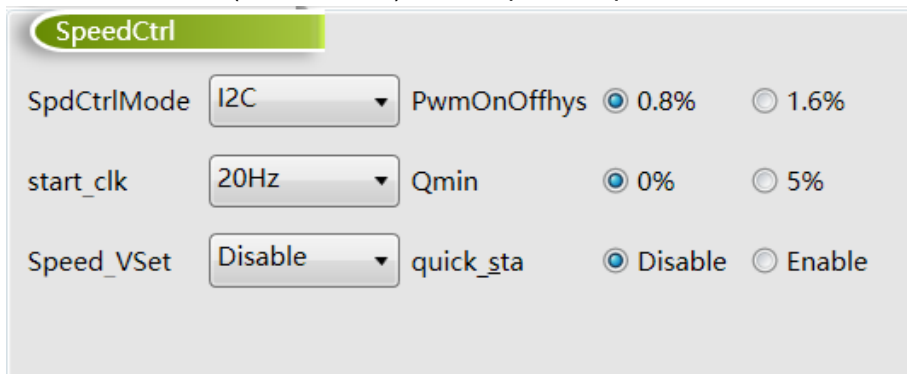


图 3-13 调速模式 SpdCtrlMD

■ **start clk**

CLOCK 调速启停频率。start clk 设置 CLOCK 调速时的电机启动/停止频率，可设置为 20Hz，40Hz，60Hz，80Hz。

■ **PwmOnOffhys**

PWM 调速模式下，电机启动/停止 PWM 占空比的滞回区间，可设置为 0.8%或 1.6%。CLOCK 调速模式下，电机启动/停止频率的滞回区间，可设置为 8Hz 或 20Hz。0.8%对应 8Hz，1.6%对应 20Hz。

■ **Qmin**

UQ 输出最小限幅值。Qmin 设置为 0%，UQ 的最小占空比为 0%。Qmin 设置为 5%，UQ 的最小占空比为 5%。

■ **quick\_sta**

快速启动功能。选择 **Disable** 时，电机启动时间变慢。选择 **Enable**，电机启动时间变快。该功能在 **CLOCK** 调速下不可选，固定为 **Disable**。

■ **Speed\_VSet**

SPEED 管脚默认电平设置。选择 **Disable** 为悬空状态；选择 **1.8V MOD** 时管脚内部上拉至 5V，2V 以上识别为高电平；选择 **Pullup** 管脚内部上拉至 5V，3V 以上识别为高电平；选择 **Pulldown** 管脚内部下拉至 GND。

### 3.9 调速曲线参数 CurveCfg

#### 3.9.1 CurveCfg1

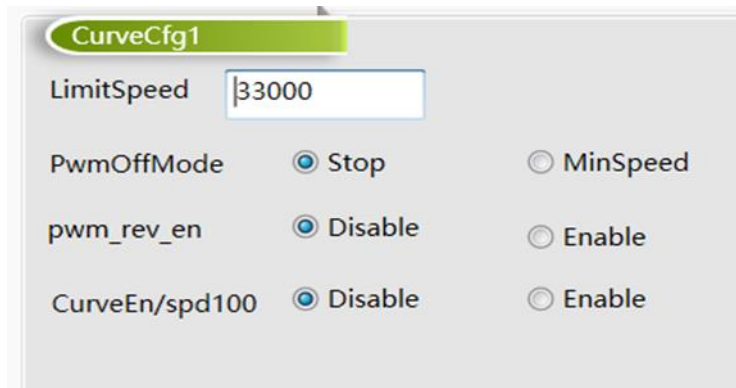


图 3-14 调速参数设置

■ **LimitSpeed**

限制转速。配置电机运行的最高速度。当超过该速度时，芯片自动对输出进行限制。

■ **PwmOffMode**

选择 **Stop**，当 PWM 占空比输入低于 X\_ON 时，关闭输出。选择 **MinSpeed**，当 PWM 占空比输入低于 X\_ON 时，以设定的最低输出转速转动。

■ **pwm\_rev\_en**

选择 **Enable**，使能 PWM 输入反向。检测输入占空比为低电平占空比。

■ **CurveEn/spd100**

➤ 在速度环、电流环和功率环下：

- ◆ 选择 **Disable** 时：全程不切入电压环。Pwm\_X98\_En 选 **Disable** 时，输入 100% 占空比输出为 MaxSpeed、MaxCurrent 或 MaxPower。Pwm\_X98\_En 选 **Enable** 时，输入 98% ~ 100% 占空比为最高转速平台，输出为 MaxSpeed、MaxCurrent 或 MaxPower。
- ◆ 选择 **Enable** 时：Pwm\_X98\_En 选 **Disable** 时，全程不会切入电压环，输入 100% 占空比输出为

MaxSpeed、MaxCurrent 或 MaxPower。Pwm\_X98\_En 选 Enable 时，输入 98%以上占空比切入电压环，输入 98% ~ 100%占空比为最高转速平台，输出 Y\_Max\_Sel 设置的占空比。

➤ 在电压环下：

- ◆ 选择 Disable 时：输入输出曲线为线性曲线，最低点由 X\_ON 和 Y\_ON 设置，最高点的输出由 Y\_Max\_Sel 设置，Y\_25, Y\_50, Y\_75 不起作用。当 Pwm\_X98\_En 选 Disable 时，Y\_Max\_Sel 决定输入 100%占空比时的输出占空比大小。当 Pwm\_X98\_En 选 Enable 时，Y\_Max\_Sel 决定输入 98% ~ 100%占空比时的输出占空比大小。
- ◆ 选择 Enable 时：输入输出曲线为多段式曲线，最低点由 X\_ON 和 Y\_ON 决定，Y\_25, Y\_50, Y\_75 分别决定输入 25%, 50%, 75%占空比时输出的大小，最高点的输出由 Y\_Max\_Sel 决定。当 Pwm\_X98\_En 选 Disable 时，Y\_Max\_Sel 决定输入 100%占空比时的输出占空比大小。当 Pwm\_X98\_En 选 Enable 时，Y\_Max\_Sel 决定输入 98% ~ 100%占空比时的输出占空比大小。

### 3.9.2 CurveCfg2

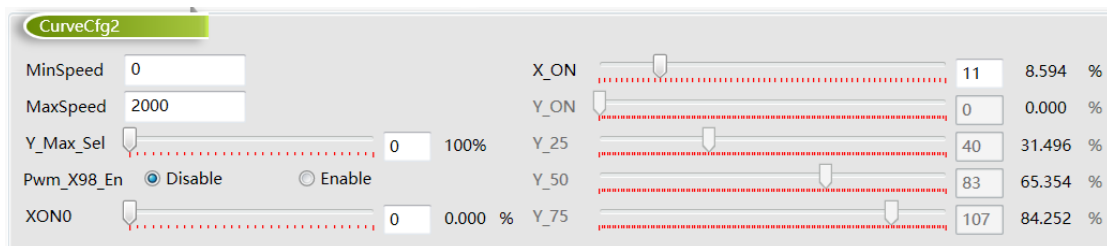


图 3-15 调速曲线

#### ■ MinSpeed&MaxSpeed

最大最小速度。速度环下，MaxSpeed 和 MinSpeed 表示电机运行的最大速度和最小速度。MaxSpeed 的设置范围为速度基准的 0 ~ 100%；MinSpeed 的设置范围为速度基准的 0 ~ 50%。速度基准由频率基准计算得到。

#### ■ MinCurrent&MaxCurrent

最大最小电流。电流环下，MaxCurrent 和 MinCurrent 表示电机运行的最大电流和最小电流。MaxCurrent 的设置范围为最大采样电流的 0 ~ 100%；MinCurrent 的设置范围为最大采样电流的 0 ~ 50%。

#### ■ Y\_Max\_Sel

设置输入 98%以上或 100%(由 Pwm\_X98\_En 设置)时输出的占空比大小。选择 0 对应输出 100%，选择 7 对应输出 87.5%，数值越大，输出的占空比越小。

#### ■ Pwm\_X98\_En

最高转速平台使能。选择 Disable 时，输入 100%占空比对应最高转速。选择 Enable 时，输入 98% ~ 100%占空比对应最高转速。

#### ■ XON0

低占空比全速运行设置。输入 pwm 低于设置值时电机以 MaxSpeed 或 MaxCurrent 运行。可设置 0%到 24%，设置 0%该功能无效。此功能在电压环模式下无效。注：该设置值不可大于 X\_ON 设置值。

- **X\_ON**  
输出关闭对应的输入 PWM 占空比，迟滞由 PwmOnOffhys 设置。
- **Y\_ON**  
仅在 ControlMode 选择 VoltageLoop 下有效，Y\_ON 设置在 X\_ON 对应输入占空比下的输出占空比大小。
- **Y\_25**  
仅在 ControlMode 选择 VoltageLoop 下有效，Y\_25 设置在 25%输入占空比下的输出占空比大小。
- **Y\_50**  
仅在 ControlMode 选择 VoltageLoop 下有效，Y\_50 设置在 50%输入占空比下的输出占空比大小。
- **Y\_75**  
仅在 ControlMode 选择 VoltageLoop 下有效，Y\_75 设置在 75%输入占空比下的输出占空比大小。

### 3.10 有感参数配置 HallParamCfg

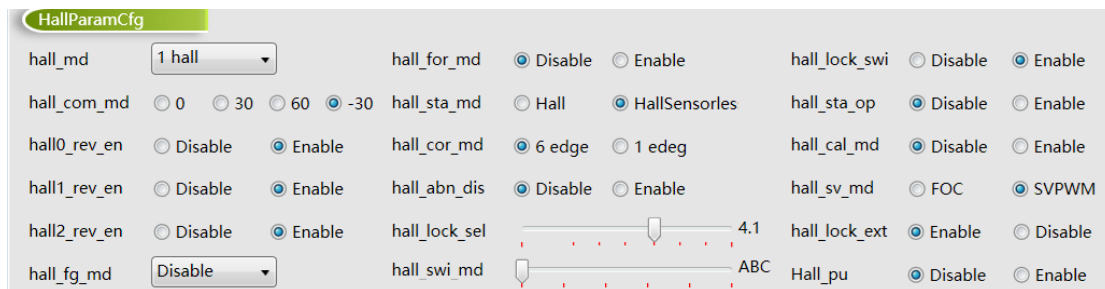


图 3-16 Hall 参数设置

- **hall\_md**  
Hall 模式选择。可配置为 Disable、3 hall 120、1 hall、2 hall 120 和 2 hall 90。
- **hall\_com\_md**  
Hall 与反电动势关系选择。当 Hall 上升沿与反电动势从负到正过零点重合，选择 0。当 Hall 上升沿超前反电动势从负到正过零点 30 度选择-30。当 Hall 上升沿滞后反电动势从负到正过零点 30 度，选择 30。
- **hall0\_rev\_en**  
Hall A 反向使能。
- **hall1\_rev\_en**  
Hall B 反向使能。
- **hall2\_rev\_en**  
Hall C 反向使能。
- **hall\_fg\_md**  
只在有感模式下起作用。选择 3XFG，FG 信号频率为电频率的 3 倍。选择 1XFG，FG 信号频率与电频率一致。此功能位优先级高于 FGDIV、FGMUL。

■ hall\_for\_md

单 Hall 模式下，逆风强制顺风启动使能。

■ hall\_sta\_mod

选择 Hall 模式时，全程以有感模式运行。选择 HallSensorless，以有感模式启动电机，后切换至无感 FOC 运行。

■ hall\_cor\_md

选择 6edge，控制器在 Hall 信号所有跳变沿更新角度。选择 1edge，控制器只在 U 相上升沿更新角度。

■ hall\_abn\_dis

选择 Enable，在 3 Hall 模式下若出现全 1 或者全 0 的情况，触发 Hall 异常保护，检测时间由 hall\_lock\_sel 决定。

■ hall\_lock\_sel

Hall 堵转检测时间设置。

■ hall\_swi\_md

Hall 交换设置。当 Hall 没有按照正确的位置顺序安装，可使用此功能调整 Hall 的顺序到正确的对应关系。

■ hall\_lock\_swi

选择 Enable，电机运行由有感模式切入无感模式后，电机堵转时切回有感模式。

■ hall\_sta\_op

有感 SVPWM 模式: 选择 Enable，以 0% 的占空比启动。选择 Disable，按照设置的占空比启动，占空比由 StartCurrent 设置。

有感 FOC 切无感 FOC 模式: 选择 Enable，以 0% 占空比的有感 SVPWM 模式启动。选择 Disable，按照设置的电流值 StartCurrent 启动。

■ hall\_cal\_md

选择 Disable，使用 1 个完整电周期的时间计算速度。选择 Enable，使用相邻两个 Hall 跳变沿的时间计算速度。

■ hall\_sv\_md

FOC/SVPWM 模式选择。

■ hall\_lock\_ext

选择 Enable，使能 Hall 角度限幅。

■ Hall\_pu

选择 Enable，使能 Hall 接口内部上拉。



### 3.11 有感提前角设置 HallLeadAngleCfg

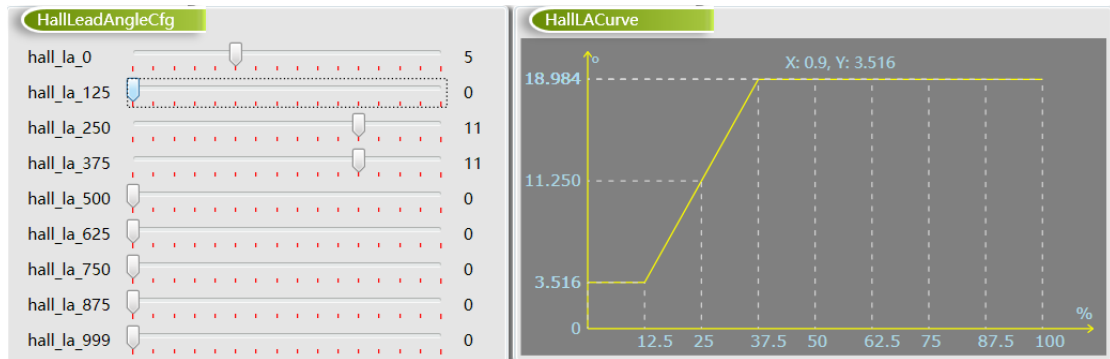


图 3-17 提前角曲线

- hall\_la\_0  
0%电压占空比对应的提前角度设置，可设置的最大角度为 10.45 度。
- hall\_la\_125  
12.5%电压占空比对应的提前角度设置。
- hall\_la\_250  
25%电压占空比对应的提前角度设置。
- hall\_la\_375  
37.5%电压占空比对应的提前角度设置。
- hall\_la\_500  
50%电压占空比对应的提前角度设置。
- hall\_la\_625  
62.5%电压占空比对应的提前角度设置。
- hall\_la\_750  
75%电压占空比对应的提前角度设置。
- hall\_la\_875  
87.5%电压占空比对应的提前角度设置。
- hall\_la\_999  
99.9%电压占空比对应的提前角度设置。

### 3.12 保护功能配置 Protection

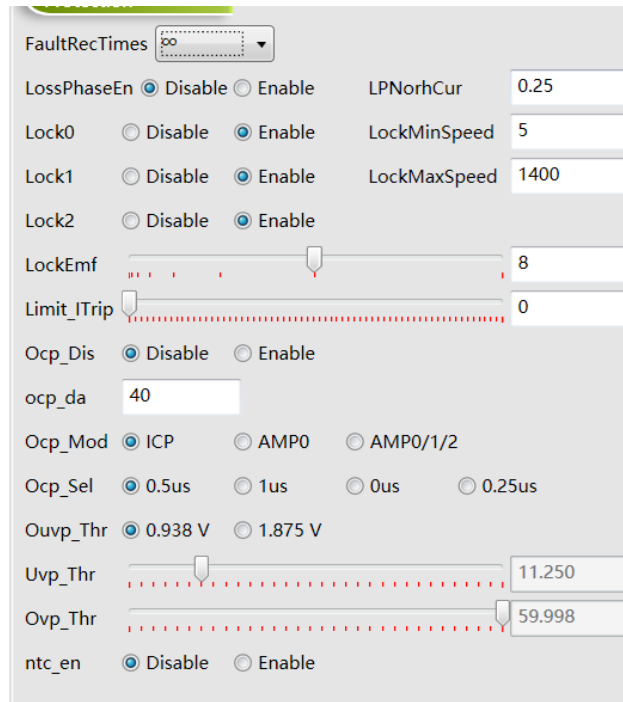


图 3-18 保护参数设置

#### ■ 堵转保护

- 堵转保护提供 3 种保护方式: Lock0、Lock1、Lock2, 每个保护都有相应的使能位。Lock0、Lock1、Lock2 在电机切入闭环后才开始工作。当检测为堵转后芯片立刻关闭输出, 6 秒后根据 FaultRecTimes 决定是否重启。
  - ◆ Lock0: 通过 Lock0 选择使能或不使能。当估算转速低于 LockMinSpeed 时关闭输出
  - ◆ Lock1: 通过 Lock1 选择使能或不使能。当估算转速高于 LockMaxSpeed 时关闭输出
  - ◆ Lock2: 通过 Lock2 选择使能或不使能。当估算速度 Speed/估算磁通 EMF > LockEmf 时关闭输出

#### ■ 缺相保护

缺相保护, 通过 LossPhaseEn 选择使能或不使能。当同时满足以下 A、B 两个条件时才会进入缺相保护。条件 A: 当电机其中一相电流峰值大于另外两相中任意一相电流峰值的 3 倍; 条件 B: 此相电流峰值大于 LPNorhCur 设置值时, LPNorhCur 相电流峰值单位为 A。

如下图 3-19 所示当使能缺相保护, LPNorhCur 值设置为 0.5, V 相断开时, 采样电流变为 0, U、W 两相大于 V 相三倍, 满足条件 A, 且此时运行电流峰值为 1A, 大于 LPNorhCur 设置值 0.5A, 满足条件 B, 当 A、B 两者同时满足时, 进入缺相保护, 电机停止无电流输出。

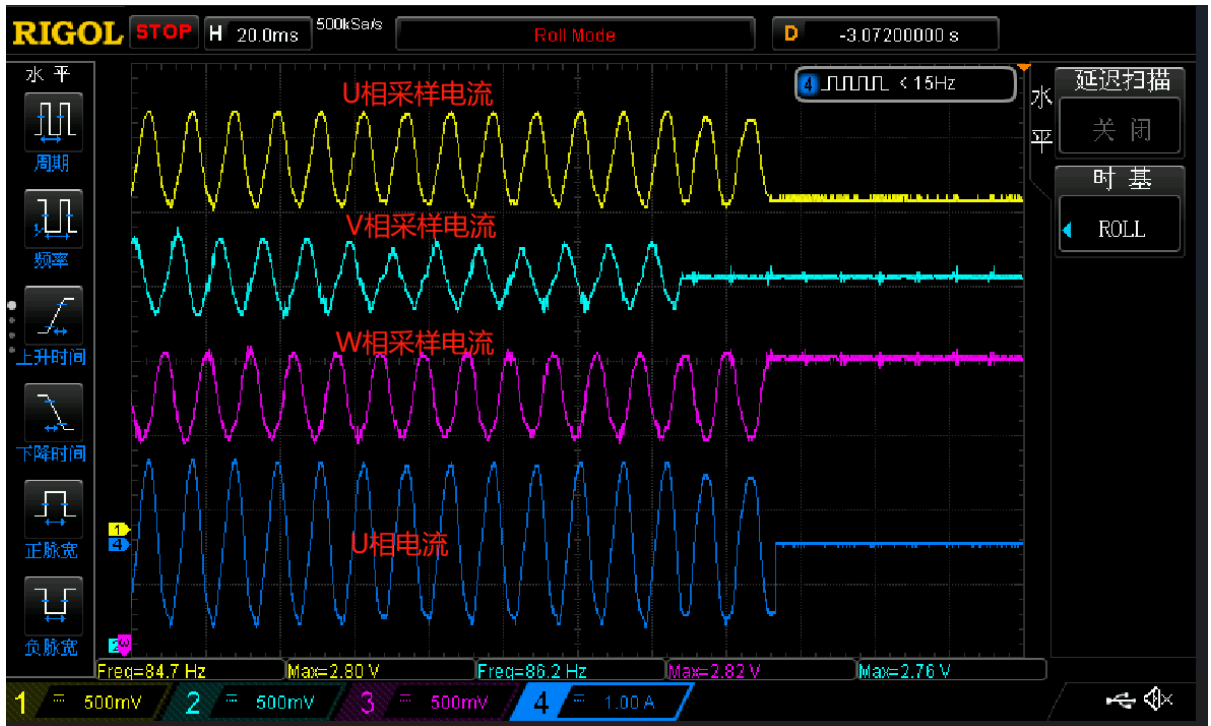


图 3-19 缺相电流波形

当条件 A 满足，将 LPNorhCur 值设置为 2A 时，运行电流 1A 小于 LPNorhCur 值，不满足条件 B，此时不会进入缺相保护，电机继续运行，如下图 3-20 所示。

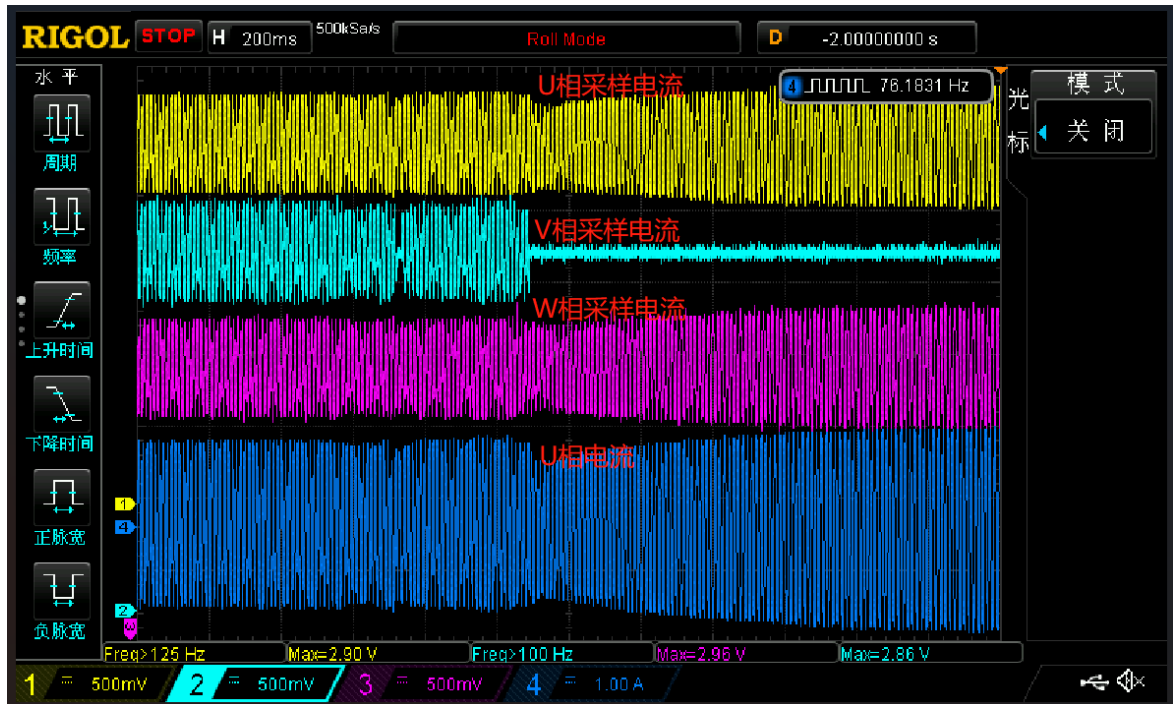


图 3-20 缺相电流波形

在使能缺相保护的时候要注意，要开启缺相保护后详细测试电机在各个正常使用条件下，是否会进入缺相保护

导致电机停机。特别是顺风启动、带载低速运行、空载等运行电流较小的情况下需要仔细测试，因在运行电流较小的情况下电流会有采样偏差导致采样电流不准，电机其中一相采样回来的电流峰值大于另外两相中任意一相电流峰值的 3 倍，容易满足条件 A。如果此时条件 B 中的 LPNorhCur 值设置过小，则会同时满足条件 A 和条件 B，就会进入缺相保护，电机停止运行。建议将 LPNorhCur 值设置比较大，该值设置过小时容易在顺风启动或者低速低电流运行时触发缺相保护。

#### ■ 限流保护

电流通过运放放大之后与内部门限比较，内部门限电压计算公式为 $(N/63)*5V$ ，N 表示 Limit\_ITrip 的值。

#### ■ 过流保护

过流保护，通过 Ocp\_Dis 选择使能或不使能，通过 Ocp\_da 设置过流保护的门限值。过流保护的门限值为 $[5*(Ocp\_da + 1)/256]V$ 。通过 Ocp\_Sel 设置过流信号的滤波深度，值越大滤波越深。

通过 Ocp\_Mod 设置过流信号的来源。

如果 Ocp\_Mod 设置为 ICP，母线采样电阻信号不经过运放，直接与过流门限比较。

如果 Ocp\_Mod 设置为 AMP0，Ocp\_da 的设置值需大于 128，母线采样电阻信号经过运放放大后与过流门限比较。

如果 Ocp\_Mod 设置为 AMP0/AMP1/AMP2，Ocp\_da 的设置值需大于 128，相上采样电阻信号经过运放放大后与过流门限比较。

#### ■ 过压/欠压保护

通过 Uvp\_Thr、Ovp\_Thr 设置过/欠压门限值。当 Uvp\_Thr、Ovp\_Thr 的值设置为 0 时，关闭软件欠压保护和过压保护功能，Ouvp\_Thr 设置过/欠压保护的恢复迟滞。

#### ■ 过温保护

ntc\_en 选择 Enable 使能外部温度保护，通过外部硬件设置比较的门限。

### 3.13 Other Cfg 其他参数设置

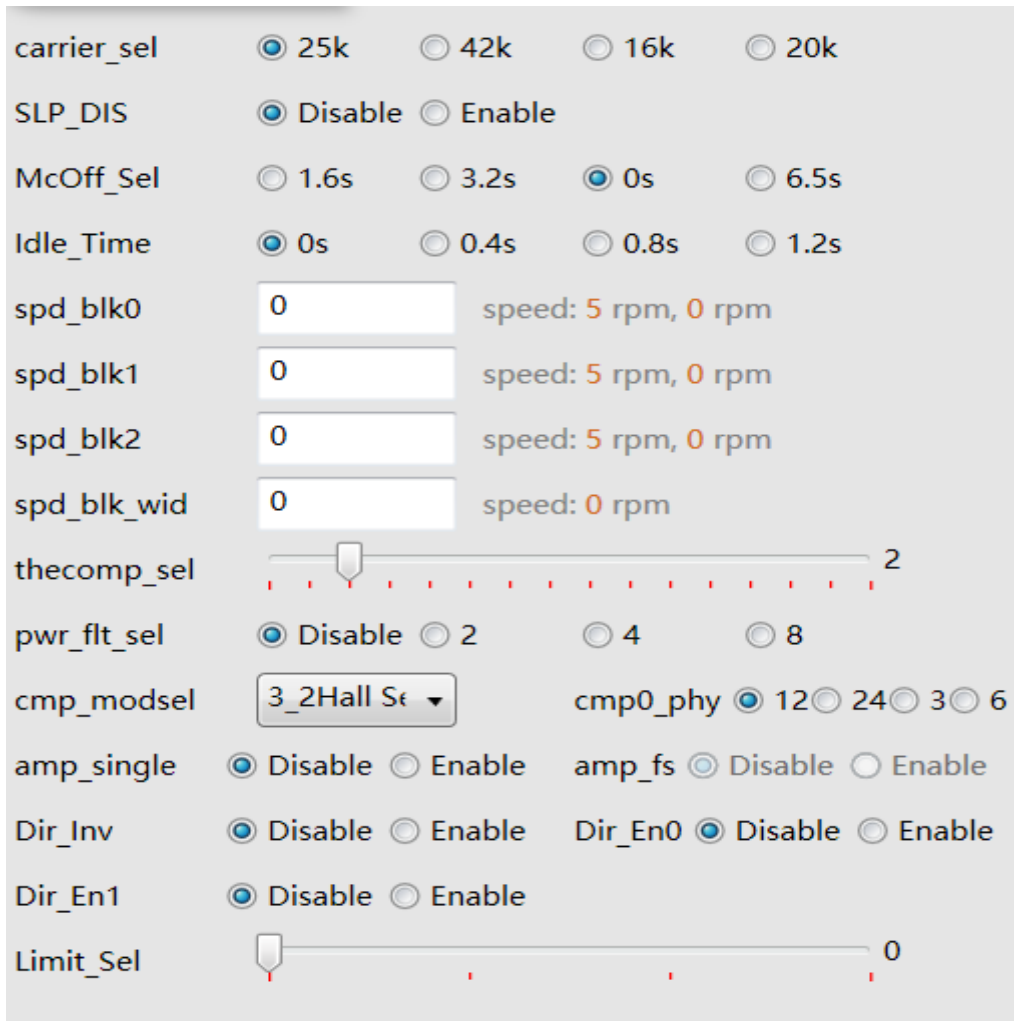


图 3-21 其他参数配置

- **carrier\_sel**  
载波频率设置，可设置为 25k，42k，16k，20k。
- **SLP\_DIS**  
低功耗模式使能。
- **McOff\_Sel**  
软关断时间设置，调速信号发送关机指令后延时关闭输出，可设置为 1.6s，3.2s，0s，6.5s。
- **Idle\_Time**  
延时启动时间设置，调速信号发送开机指令后延时开启输出，可设置为 0s，0.4s，0.8s，1.2s。
- **共振屏蔽设置**
  - **spd\_blk0**: 当输入指令转速大于  $((\text{spd\_blk0} + 1) * 64 * \text{fbase} / 32768) \text{rpm}$  且小于  $((\text{spd\_blk0} + 1) * 64 * \text{fbase} / 32768 + \text{spd\_blk\_wid} * 32 * \text{fbase} / 32768) \text{rpm}$  时，进入速度屏蔽区间，指令转速为  $((\text{spd\_blk0} + 1) * 64 * \text{fbase} / 32768) \text{rpm}$ 。

$1) * 64 * f_{base} / 32768 + spd\_blk\_wid * 32 * f_{base} / 32768$  rpm。当输入指令转速小于  $(spd\_blk0 * 64 * f_{base} / 32768)$  rpm 时，退出速度屏蔽区间。

- spd\_blk1: 同上。
- spd\_blk2: 同上。
- spd\_blk\_wid: 屏蔽速度范围 =  $(spd\_blk\_wid * 32 * f_{base} / 32768)$  rpm

#### ■ Thecomp\_sel

滞后角度设置，最终角度滞后  $Thecomp\_sel * 1.4^\circ$

#### ■ Pwr\_fit\_sel

功率环滤波次数选择。功率环工作模式时，设置对采样电压的滤波次数，可以设置为不滤波和前 2、4、8 次的平均值

#### ■ Cmp\_modsel

比较器模式设置，根据实际使用的情况设置比较器的配置

#### ■ Cmp0\_phy

比较器滞回电压选择，可设置为 12mV, 24mV, 3mV, 6mV

#### ■ Amp\_single

单端运放使能，运放负端悬空

#### ■ Amp\_fs

选择使能，AMP1 端口功能转移至 AMP0 端口

#### ■ Dir\_Inv

正反转管脚反向使能

#### ■ Dir\_En0

选择 Enable，正反转功能管脚为 DIR，Dir\_En0 优先级高于 Dir\_En1

#### ■ Dir\_En1

选择 Enable，正反转功能管脚为 A1P

#### ■ Limit\_Sel

限速参数设置，设置值越大环路响应越快

## 4 状态监测

### 4.1 电机状态

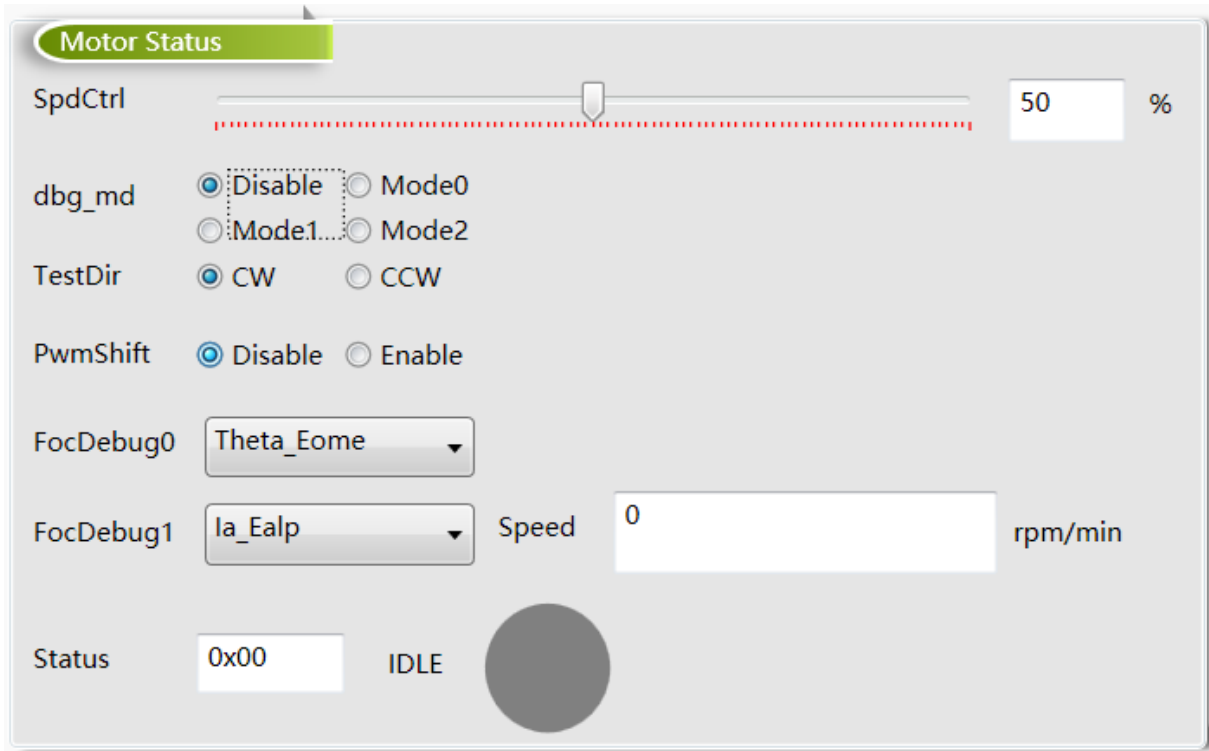


图 4-1 电机状态

#### ■ SpdCtrl

调速指令设置，当选择 I2C 调速时有效，调速的范围为 0 ~ 100%，对应 0x00 ~ 0xFF。

#### ■ dbg\_md&FocDebug0&FocDebug1

内部测试用，当 SpdCtrlMode 选择 I2C 调试，dbg\_md 选择 Mode0、Mode1、Mode2 时，可通过我司专用 SPI 调试板观测内部的一些信号。如估算角度、采集到的相电流 ia、ib、ic 等。通过 FocDebug0 和 FocDebug1 选择观测的变量。选择 dbg Mode0 时 Dir 脚为 SPI 的 MOSI。选择 dbg Mode1 时，A1P 脚为 SPI 的 MOSI。选择 dbg Mode2 时，EV 脚为 SPI 的 MOSI。

#### ■ TestDir

在 I<sup>2</sup>C 调速模式下，可通过选择 CW 与 CCW 来调节电机转向。在 PWM，模拟电压，Clock 调速模式下，该功能不起作用。

#### ■ PwmShift

PWM 功能转移，将 PWM 功能管脚转移到 ASPEED 端口，在 Clock 闭环调速模式，可启用此功能，ASPEED 端口支持调频的信号输入，方便 debug Clock 调速模式。

#### ■ 当前转速 Speed

- GUI 实时显示的电机估算转速
- 电机状态 Status
- GUI 实时显示的电机所处状态

注：此页面只支持 debug 模式，无法将此页面的参数烧录。

## 4.2 故障状态

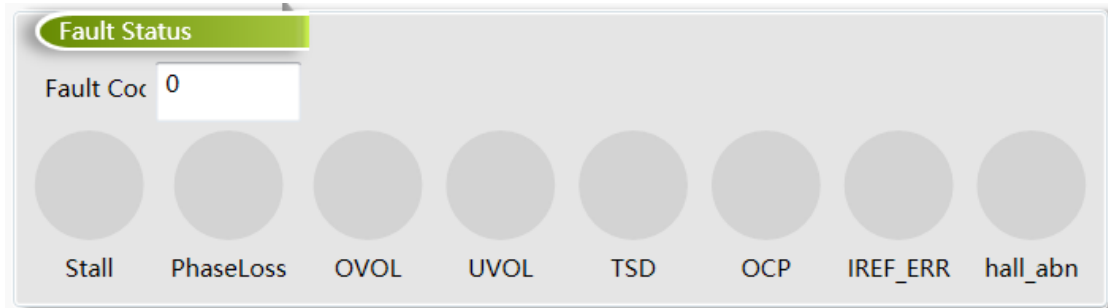


图 4-2 故障状态

当电机处于保护状态时，显示触发的保护类型。当正常运行状态时故障状态为 0。

- Stall 亮红灯为堵转保护
- PhaseLoss 亮红灯为缺相保护
- OVOL 亮红灯为软件过压保护
- UVOL 亮红灯为硬件与软件欠压保护
- TSD 亮红灯为温度保护
- OCP 亮红灯为过流保护
- IREF\_ERR 亮红灯为基准错误
- hall\_abn 亮红灯为 Hall 异常保护



### 4.3 状态寄存器

Status Register			
THETA	0xF2F1	IAAREF	0x4008
OMEGA	0x0F66	IBAREF	0x3FBF
UDC	0x338F	ICAREF	0x3F84
WOUT	0x046B	EMF	0x0791
UQ	0x1601	PwmReal	0x0200
UD	0x01C9	IQFDB	0x048D
IA_MAX	0x0444	timarr	0x0791
IB_MAX	0x045B	IC_MAX	0x0453
ITRIP	0x3F80	POWER	0x0000
HallOmega	0x0000	ITripRef	0x0000
RPDPOSITION	0x4000	SpdCtrl	0x0530

图 4-3 状态寄存器

表 4-1 状态寄存器含义及取值范围

寄存器名称	含义	值范围
THETA	当前 FOC 工作角度	0 ~ 65535
OMEGA	估算器估算速度	0 ~ 32767
UDC	母线电压, 等于实际电压/(ADCVRef*vdc_adj)*32767	0 ~ 32767
WOUT	外环输出, 对应 Q 轴参考电流 IQREF	0 ~ 32767
UQ	Q 轴电压输出	0 ~ 32767
UD	D 轴电压输出	-32768 ~ 32767
IA_MAX	A 相电流的最大值	0 ~ 32767
IB_MAX	B 相电流的最大值	0 ~ 32767
ITRIP	母线的电流值	0 ~ 32767
HallOmega	有感模式下的估算速度	0 ~ 32767
RPDPOSITION	转子位置检测得到的角度, 等于 theta/180*32767	0 ~ 65535
IAAREF	A 相的电流偏置, 正常值在 16383 附近	0 ~ 32767
IBAREF	B 相的电流偏置, 正常值在 16383 附近	0 ~ 32767
ICAREF	C 相的电流偏置, 正常值在 16383 附近	0 ~ 32767
EMF	与磁通相关的变量	0 ~ 32767
PWMREAL	给定占空比, 等于实际占空比/100%*255	0 ~ 255
IQFDB	Q 轴反馈电流	0 ~ 32767
Timarr	内部测试用寄存器, 无实际使用意义	0 ~ 32767
IC_MAX	C 相电流的最大值	0 ~ 32767

寄存器名称	含义	值范围
POWER	功率环计算的功率值	0 ~ 32767
ITripRef	母线电流偏置，正常值在 16383 附近	0 ~ 32767
SpdCtrl	输入占空比标么值	0 ~ 65520

## 5 烧录及校验

### 5.1 芯片 ID 配置

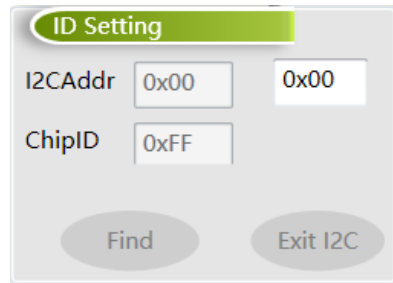


图 5-1 芯片 ID 配置

- I2CAddr  
I2CAddr 指的是 I<sup>2</sup>C 的地址，其范围为 0x00 ~ 0x7F，默认为 0x00。
- ChipID  
ChipID 用于用户针对不同项目，配置芯片型号标识，其范围为 0x00 ~ 0xFF，默认为 0x00。

### 5.2 参数配置及保存

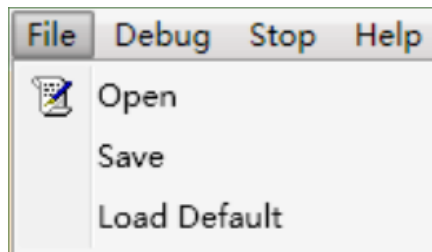


图 5-2 参数配置及保存

配置参数可通过 **Save** 保存，通过 **Open** 导入，文件路径可选择。**Load Default** 为默认参数导入，不同的电路模式参数不可以互相导入。

### 5.3 烧录及校验

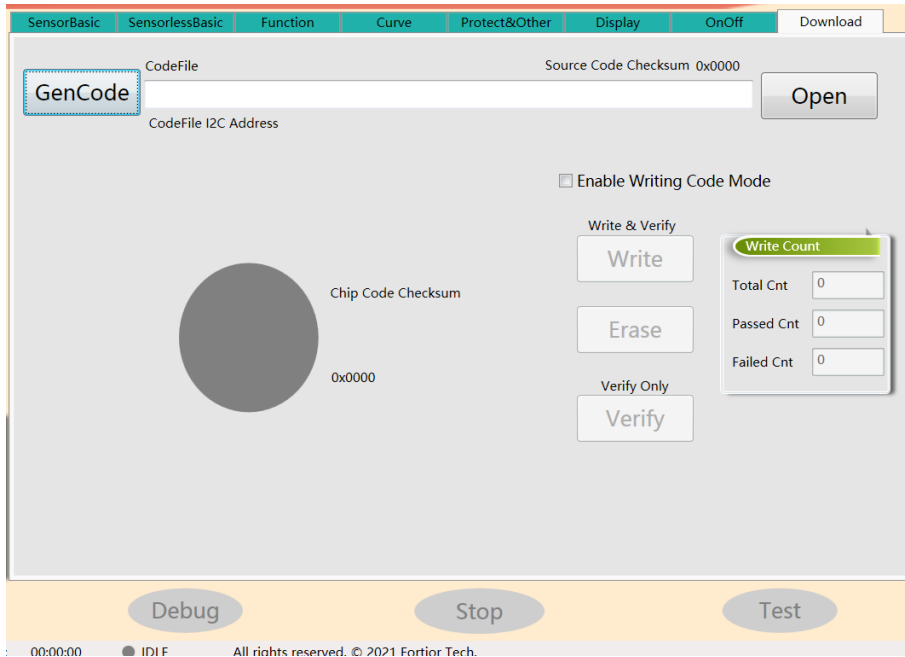


表 5-3 烧录及校验界面

参数调试完成后通过 GenCode 生成 Bin 文档，同时产生 CRC 校验码，并保存在软件默认路径下。

选中 Enable Writing Code Mode，点击 Write 进行烧录并校验。点击 Erase，擦除程序。点击 Verify，效验当前 IC 的 CRC。支持烧录次数记录(包括烧录总次数、成功次数和失败次数)，同时也可以单独校验芯片。

注：烧录前确认调速模式是否正确配置、需注意 I<sup>2</sup>C 地址是否匹配、PCBA 烧录校验时建议将电机停止。

## 6 修改记录

版本	主要修改内容	生效日期	修订人
V1.0	初稿	2021/12/8	廖旋
V1.0.01	删除 16 脚原理图，修改预定位，正反转，过流保护部分描述，修改 MFP 为 A0	2021/12/14	廖旋
V1.0.02	删除 1 Hall IC + 2ResFOC + UV/UW + AS 模式以及原理图，修改英文数字格式为 Arial	2022/01/13	廖旋
V1.0.03	格式标准化	2022/06/09	廖旋
V1.0.04	增加故障状态的注释	2022/12/7	廖旋
V1.1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 修改 3.8 部分 Pwm_X98_En 错误问题</li> <li>2. 修改部分格式并更新版权说明部分</li> </ol>	2023/03/30	李佳妮
V1.2	修改表 2-1 内容	2023/05/17	李佳妮
V1.3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 增加 3.6 顺逆风章节；</li> <li>2. 补充 3.12 章中缺相保护机制描述</li> </ol>	2023/09/06	梁耀雄

## 版权说明

版权所有©峰昭科技（深圳）股份有限公司（以下简称：峰昭科技）。

为改进设计和/或性能，峰昭科技保留对本文档所描述或包含的产品（包括电路、标准元件和/或软件）进行更改的权利。本文档中包含的信息供峰昭科技的客户进行一般性使用。峰昭科技的客户应确保采取适当行动，以使其对峰昭科技产品的使用不侵犯任何专利。峰昭科技尊重第三方的有效专利权，不侵犯或协助他人侵犯该等权利。

本文档版权归峰昭科技所有，未经峰昭科技明确书面许可，任何单位及个人不得以任何形式或方式（如电子、机械、磁性、光学、化学、手工操作或其他任何方式），对本文档任何内容进行复制、传播、抄录、存储于检索系统或翻译为任何语种，亦不得更改或删除本内容副本中的任何版权或其他声明信息。

峰昭科技（深圳）股份有限公司

深圳市南山区科技中二路深圳软件园二期 11 栋 2 楼 203

邮编：518057

电话：0755-26867710

传真：0755-26867715

网址：[www.fortiortech.com](http://www.fortiortech.com)

本文件所载内容

峰昭科技（深圳）股份有限公司版权所有，保留一切权力。