

深圳市游名科技有限公司 技术交流群:171897584

STEVAL-05FM1 (基于 030C8T6) 单电阻三电阻 FOC 电机控制

开源板调试文档详细说明

(主芯片: **STM32F030C8T6**)

公众号: 游名科技

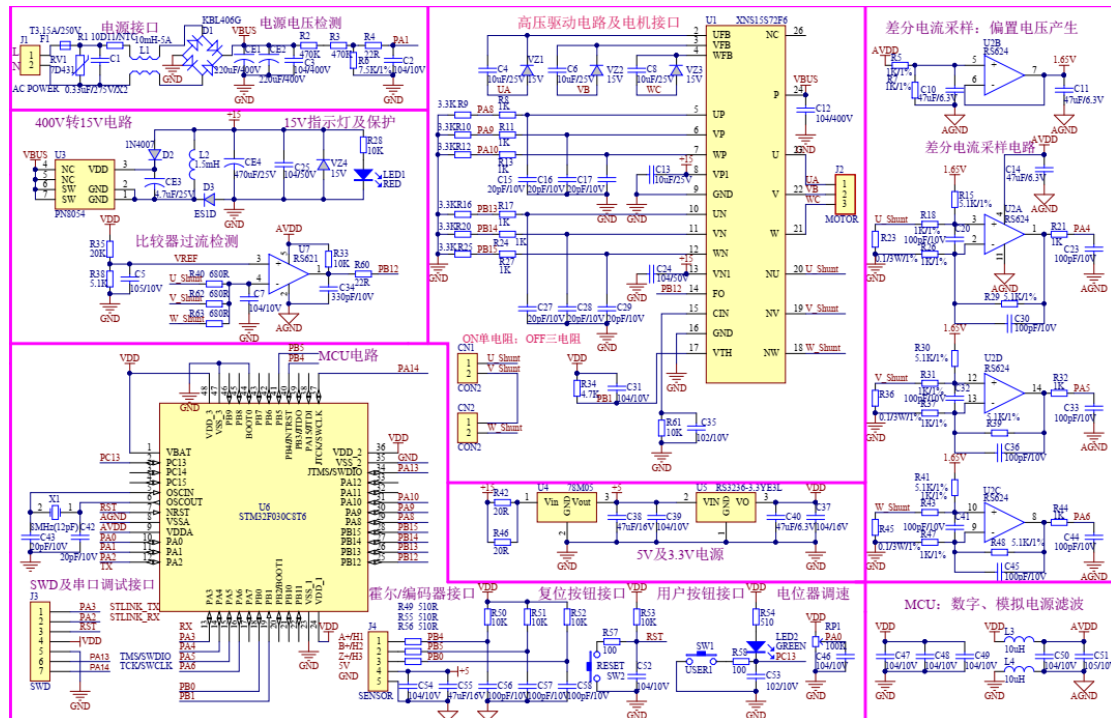
淘宝店铺: 游名科技

技术交流 QQ 群: 171897584



一、硬件说明

1.1 图纸说明



5V 稳压电路：就给霍尔传感器或编码器供电用，如果是无感启动不用；

尽量选择高频率 DCDC 的转换芯片，频率越低更容易引入一些噪声；

IPM 模块：选的是国产 600V/15A，国产 IPM 模块最好留至少 5 倍余量，也就是尽量不要超过 3A，如果是进口 IPM 模块至少 3 倍余量；

1.2 硬件布线

电流采样一定要采用差分走线；特别是地线（电流采样电路适当的加滤波电容）；

PWM 输出线和电流采样线尽量不要交叉；

1.3 安全说明

***电源输入供电：**采用隔离变压器或隔离的交流电源或隔离的高压开关电源供电；

***电脑供电：**尽量用笔记本电脑，且电脑电源不用接（用电池供电，避免电源的地都通在一起，烧坏笔记本或端口）；

***仿真器或调试器：**最好使用隔离 DAP 仿真器或 USB 隔离；

***示波器调试说明：**尽量用电池供电示波器或示波器的电源线接地线不要接（三芯插头中间的接地线）；

***板子及带电端口：不要用手触摸，以免被电到。**

1.4 接线说明



板子

V+:接电源正+

V-:接电源正-

U:接电机 U 或 A

V:接电机 V 或 B

W:接电机 W 或 C

HA:接电机霍尔传感器 U 或编码器 A（对应 550W 伺服电机编码器：4 脚）

HB:接电机霍尔传感器 V 或编码器 B（对应 550W 伺服电机编码器：3 脚）

HC:接电机霍尔传感器 W（对应 550W 伺服电机编码器：2 脚）

GND 或 0V: 接电机传感器接口 GND（对应 550W 伺服电机编码器：5 脚）

+5: 接电机传感器接口 5V（对应 550W 伺服电机编码器：14 脚）

隔离 DAP 仿真器的 SWD 及串口接线说明：

按上图所示一对一接线即可（隔离 DAP 背面朝向）。

二、软件说明

新建工程板子选择

底板选择:

New Project

1 **Application type**
Custom

2 **System**
☒ Single Motor ☐ Dual Motors

3 **Select Boards:** ☐ Inverter ☐ MC Kit ☒ Power & Control

Control
NUCLEO-F030R8
based on
STM32F030R8

ST-LINK/V2 Embedded

Active

驱动板选择:

Power
STEVAL-IPM05F 3Sh
based on
STGIF5CH60

DC Input voltage 125 - 400 Vdc
Output pk current up to 5 Apk
Nominal Power up to 500 W

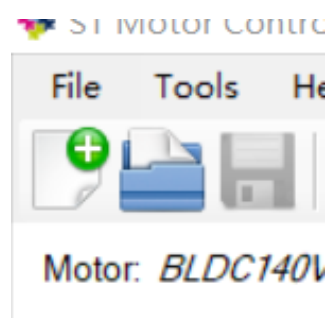
Active

选择对应的电机参数

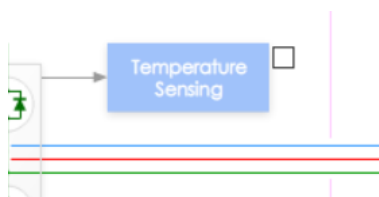
4 **Motor**
BLDC310V550W

Magnetic structure Surface Mounted
Pole Pairs 4
Nominal Speed 3294 rpm
Nominal Voltage 276 V
Nominal Current 2.8 Apk

保存工程到需要的文件夹:



关闭温度检测接口（如硬件有用到则加上）：



电机设置（双击打开电机图标）



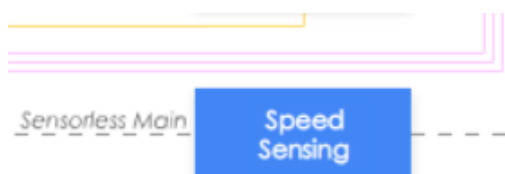
如果是 HALL 接口打钩霍尔接口并输入霍尔角度；

如果是编码器接口打钩编码器接口并线数；

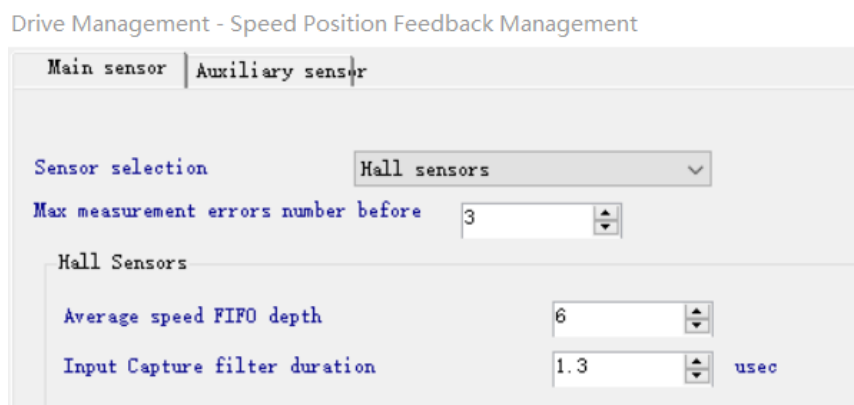
如果是无感可跳过；



速度反馈接口设置（默认无感，无感可跳过）



比如设置 HALL 接口



数字 IO 口设置点开下面图片：



根据硬件图纸设计端口进行设置：

PWM 输出端口设置：

刹车输入端口设置：

HALL 或编码器接口设置（无感启动则无法设置）：

串口波特率及波特率设置：波特率改为 9600

串口端口引脚设置：

按键启动/停止端口设置：

设置参考如下图所示：

The image shows a software configuration window for an inverter. It is divided into several sections:

- Inverter driving signal selection:** Includes a 'Timer' dropdown set to 'TIM1', a 'Remap' dropdown set to 'No remap', and a 'Pin Map' section with three channels (CH1, CH2, CH3) each having a 'Port' and 'Pin' dropdown.
- Signal Enabler:** A section for enabling signals for three channels (CH1, CH2, CH3), each with 'Port' and 'Pin' dropdowns.
- Speed/position feedback:** Includes an 'Encoder interface' section with 'Timer' and 'Remap' dropdowns, and a 'Hall sensors interface' section with 'Timer' and 'Remap' dropdowns.
- PFC drive signal and feedback:** Includes a 'Timer' dropdown, a 'Pin Map' section, and a 'PFC drive signal and feedback' section with 'PWM', 'AC Mains', and 'OCS' dropdowns.
- Serial communication:** Includes a 'Channel' dropdown set to 'USART2', a 'Baudrat' dropdown set to '9600', a 'Remap' dropdown set to 'No remap', and a 'Pin Map' section with 'TX' and 'RX' pins.
- Start/Stop Button GPIO:** Includes a 'Port' dropdown set to 'GPIOC', a 'Pin' dropdown set to 'C13', a 'Trigger' dropdown set to 'Falling E', and an 'Internal Pull' dropdown set to 'No Pull u'.

比较器过流设置

Power Stage - Over Current Protection

The image shows a configuration window for 'Over Current Protection'. It contains the following settings:

- Comparator threshold:** 1.13 V
- Over current network gain:** 0.1000 V/A
- Expected over-current:** 11.3000 A
- Over-current feedback signal polarity:** Active low

A 'More >>' button is located at the bottom right of the window.

AD 采样电流放大倍数设置（如果是单电阻则改为单电阻，并修改电流采样电阻值，单电阻还要除 3，并把板子上 CN1 和 CN2 用短路帽短接）

Power Stage - Current Sensing

Current sensor and signal conditioning

Current reading topology

One Shunt Resistor

ICS gain

1.000

V/A

Shunt resistor(s) value

0.033

ohm

Amplification on board

☒

Amplifying network gain

5.10

Calculate

T-rise

1500

ns

T-noise

2000

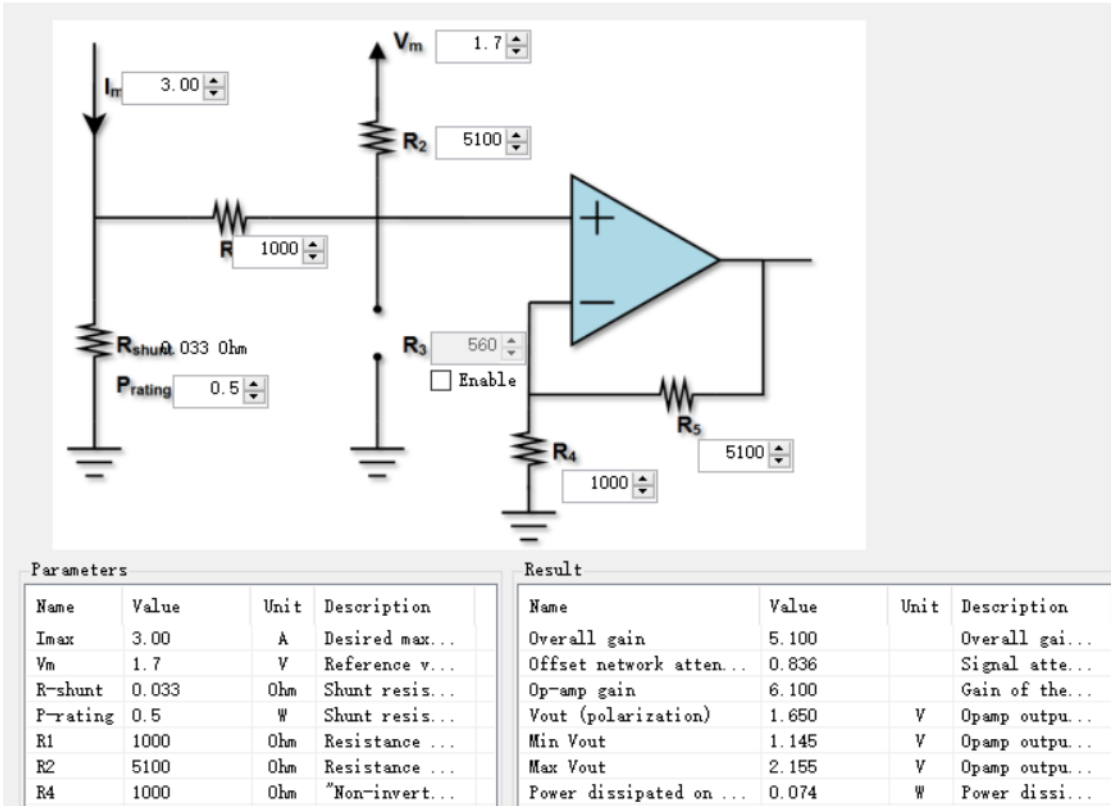
ns

Max Readble Current:

9.804 A

AD 采样电流放大倍数设置界面值修改

Amplifying Network Gain Calculator



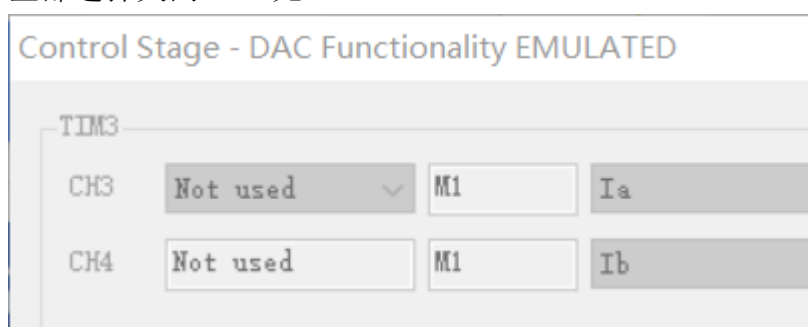
AD 采样电流放大倍数设置好保存



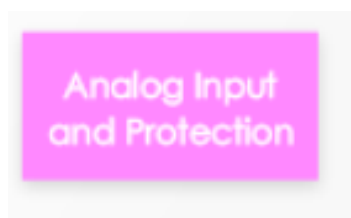
DAC 功能设置打开图标:



全部选择关闭 (F0 无 DA)

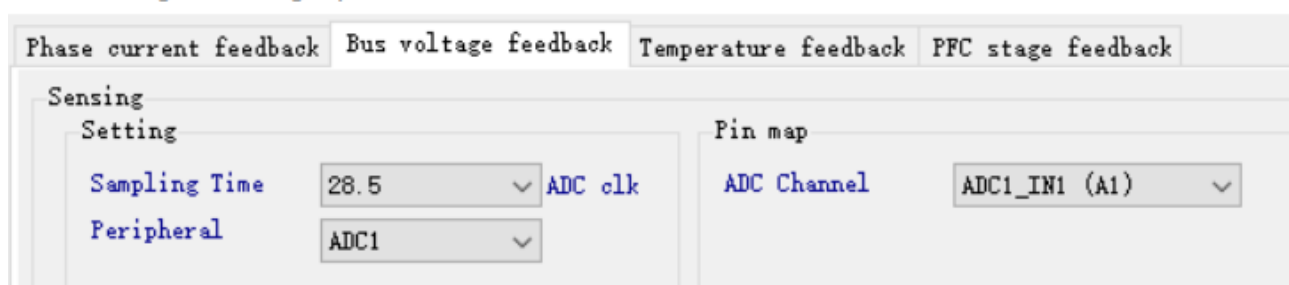


模拟输入及保护设置:



母线电压采样根据图纸进行设置 (PA1) :

Control Stage - Analog Input and Protection



AD 采样时钟及 UVW 相电流采样端口设置:

根据硬件图纸:

U 对应 PA4:

V 对应 PA5:

W 对应 PA6:

三电阻则根据 UVW 顺序设置为 PA4、PA5、PA6

单电阻则设置为 PA5;

Control Stage - Analog Input and Protection

Phase current feedback	Bus voltage feedback	Temperature feedback	PFC stage feedback
Current Sensing Topology <input type="radio"/> Embedded PGA <input checked="" type="radio"/> External OPAMP		Over Current Protection Topol <input type="radio"/> Embedded HW OCP <input checked="" type="radio"/> External Protection <input type="radio"/> No protection	
Sensing Setting Sampling Time: 13.5 <input type="text"/> ADC clk Sampling Time: 964 <input type="text"/> ns Maximum modulation: 96 <input type="text"/> % Peripheral Selection: ADC1 <input type="text"/>		Pin Map Channel: ADC1_IN5 (A5) <input type="text"/>	

驱动界面设置（F0 内核计算能力有限）：

降低 PMW 频率：设置为 16K 以下

死区时间：默认为 800ns，用的国产芯片可改为 1200ns

目标速度：设置为 1183，可设置为额定速度的 15%到 85%左右，太低会无法启动；太高启动电流太大；

PWM 计算周期：改为 2，F0 计算太慢

截止频率：改为 3000 左右，由于单电阻和 F0 计算慢取 2000 或 1000；

Drive Management - Drive Settings

PWM generation and current reading PWM frequency: 15000 <input type="text"/> Hz High sides PWM idle state: Turn-off <input type="text"/> Low side signals and dead-time SW inserted dead-time: 800 <input type="text"/> ns Low sides PWM idle state: Turn-off <input type="text"/>	Default settings Control mode: Speed control <input type="text"/> Target speed: 1183 <input type="text"/> rpm Target stator current flux: 0.00 <input type="text"/> A Target stator current torque: 0.00 <input type="text"/> A												
Speed regulator Execution rate: 1.0 <input type="text"/> ms 2845 <input type="text"/> / 128 <input type="text"/> P 187 <input type="text"/> / 16384 <input type="text"/> I <input type="checkbox"/> Manual editing	Torque and flux regulators Execution rate: 2 <input type="text"/> PWM periods Cut-off frequency: 3000 <input type="text"/> rad/s <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Torque</th> <th colspan="2">Flux</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3420 <input type="text"/></td> <td>16384 <input type="text"/> P</td> <td>3420 <input type="text"/></td> <td>16384 <input type="text"/> P</td> </tr> <tr> <td>132 <input type="text"/></td> <td>16384 <input type="text"/> I</td> <td>132 <input type="text"/></td> <td>16384 <input type="text"/> I</td> </tr> </tbody> </table> <input type="checkbox"/> Manual editing enabled	Torque		Flux		3420 <input type="text"/>	16384 <input type="text"/> P	3420 <input type="text"/>	16384 <input type="text"/> P	132 <input type="text"/>	16384 <input type="text"/> I	132 <input type="text"/>	16384 <input type="text"/> I
Torque		Flux											
3420 <input type="text"/>	16384 <input type="text"/> P	3420 <input type="text"/>	16384 <input type="text"/> P										
132 <input type="text"/>	16384 <input type="text"/> I	132 <input type="text"/>	16384 <input type="text"/> I										

Please, set the friction and inertia values in the Motor

无感启动界面设置

Drive Management - Start-up parameters

Sensor-less rev-up settings

☐ On-the-fly startup

Profile

☐ Basic

☒ Advanced customized

Initial electrical angle 0 deg

	Duration (ms)	Final speed	Final current
1)	1000	0	0.80
2)	1500	300	0.90
3)	500	400	1.00
4)	500	500	1.10
5)	500	550	1.20

Execute sensor-less algorithm 2

Consecutive succesful start-up output 2

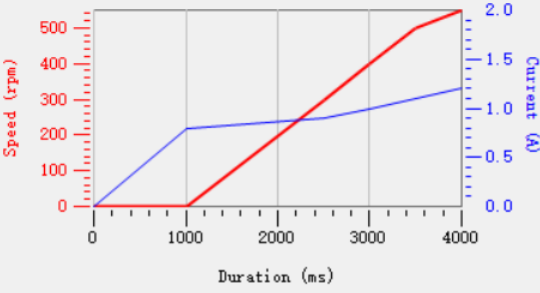
Minimum start-up output speed 500 rpm

Estimated speed Band tolerance upper 106.25 %

Rev-up to FOC switch-over

Enable ☒

Duration 25 ms



有感编码器启动设置（电流可以根据实际需要设置大些）

Drive Management - Start-up parameters

Encoder alignment settings

Duration 700 ms

Alignment electrical angle 90 deg

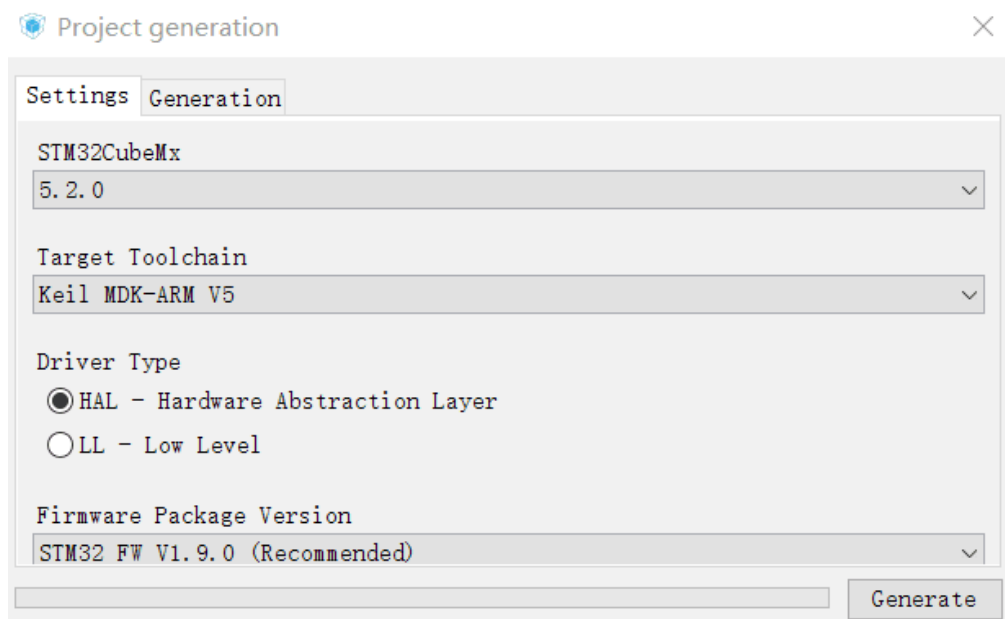
Final current ramp value 1.95 A

Done

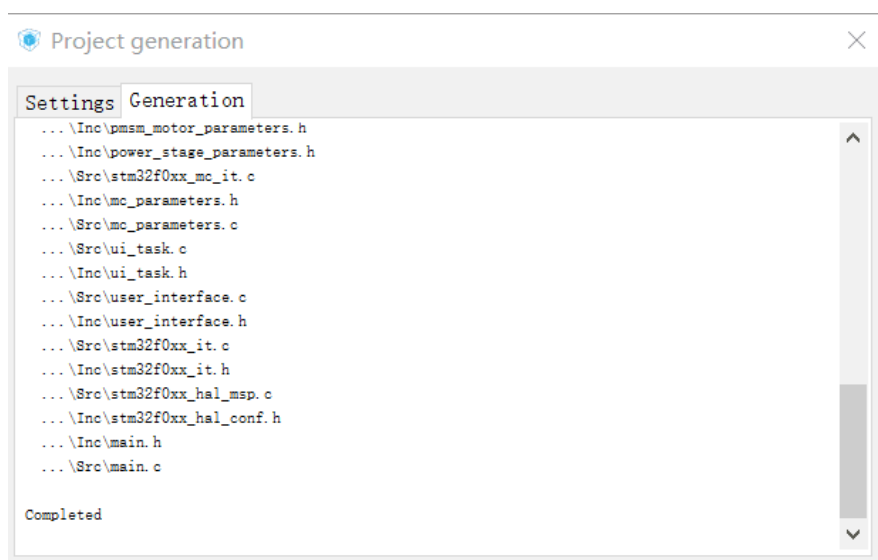
如无其它修改则生成工程（选择相应的工程文件）

生成按钮：





等待生成工程完成



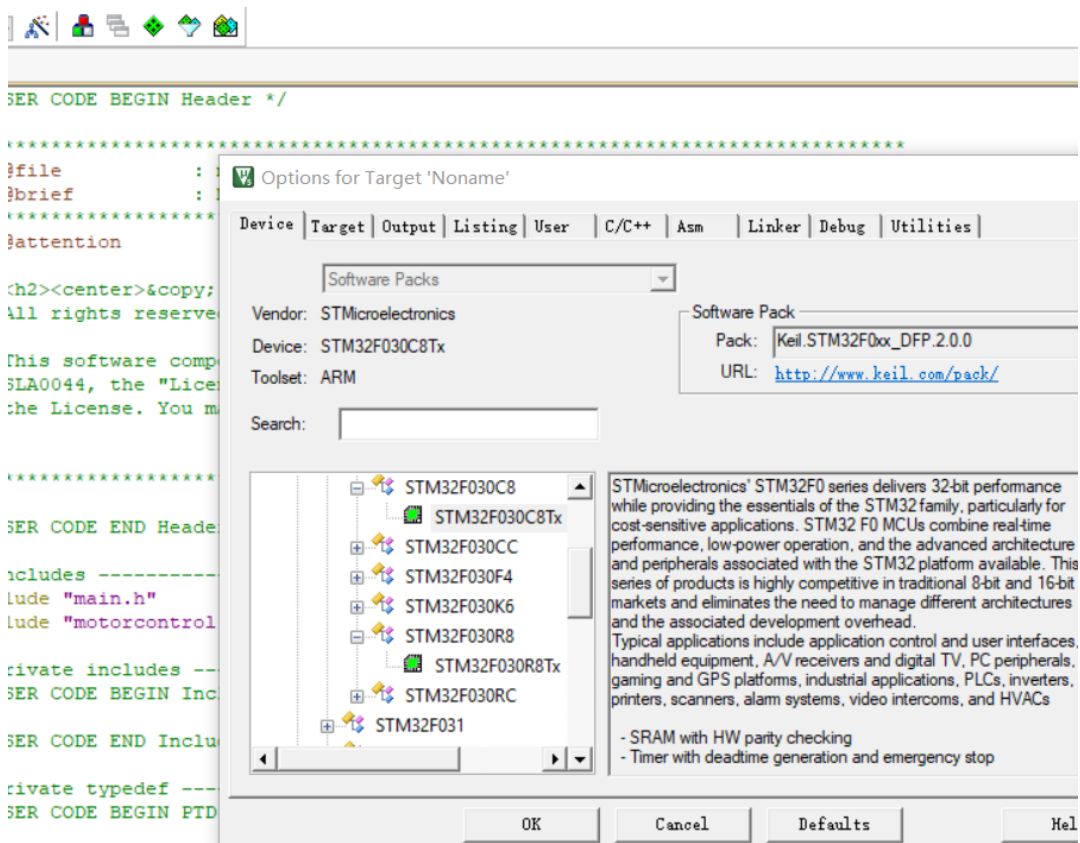
在对应的存放目录下，打开生成的 **MDK** 工程文件

IT PRO > STEVAL-05FM1 > 1SHNOSensorBLDC140V > Noname > MDK-ARM

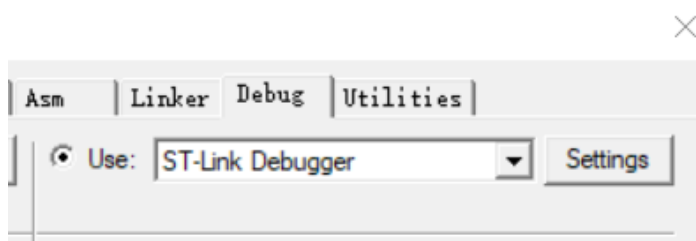
名称	修改日期	类型
 Noname.uvoptx	2019/7/20 16:30	UVOPTX 文件
 Noname	2019/7/20 16:30	Keil5 Project
 startup_stm32f030x8	2019/7/20 16:30	Assembler Source

深圳市游名科技有限公司 技术交流群:171897584

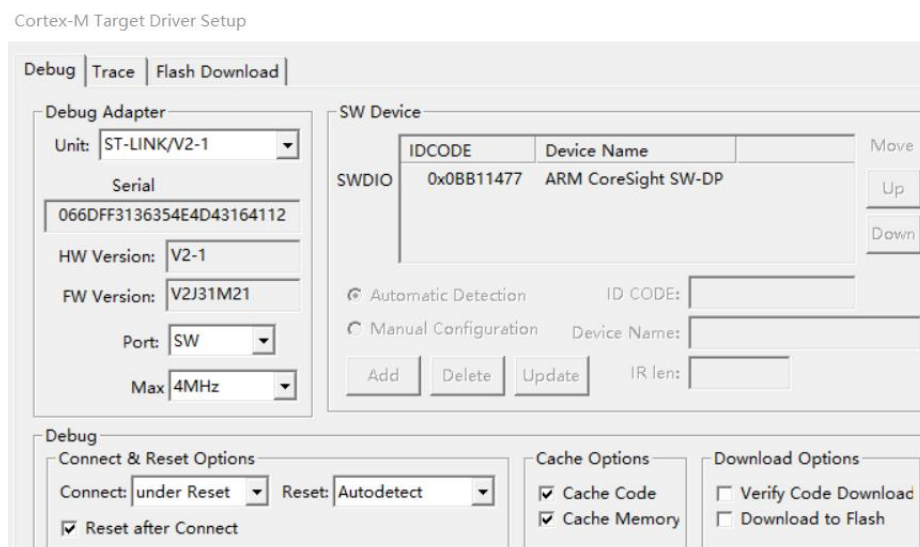
点击魔术棒，并打开 Device 界面，更改芯片为 STM32F030C8T6：



设置仿真下载接口为 st link

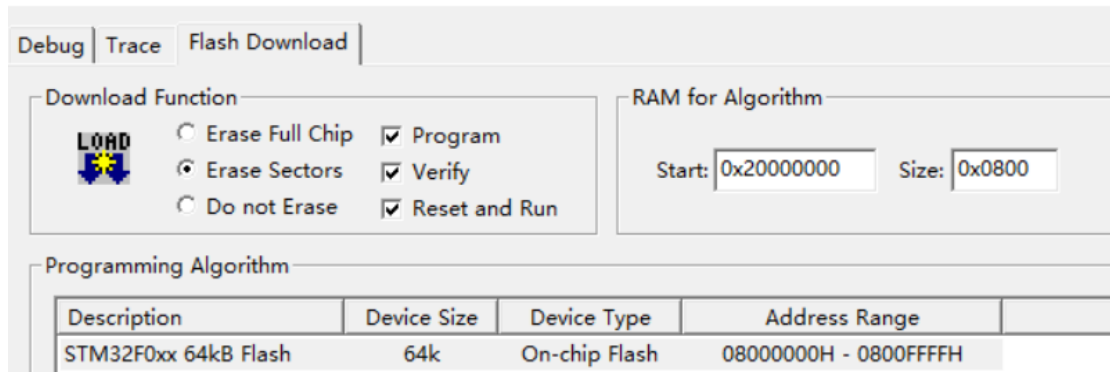


选择仿真接口为 SWD 速率为 4M



添加芯片 FLASH 的加载算法

Cortex-M Target Driver Setup



点击 KEIL MDK 的编译按钮编译程序



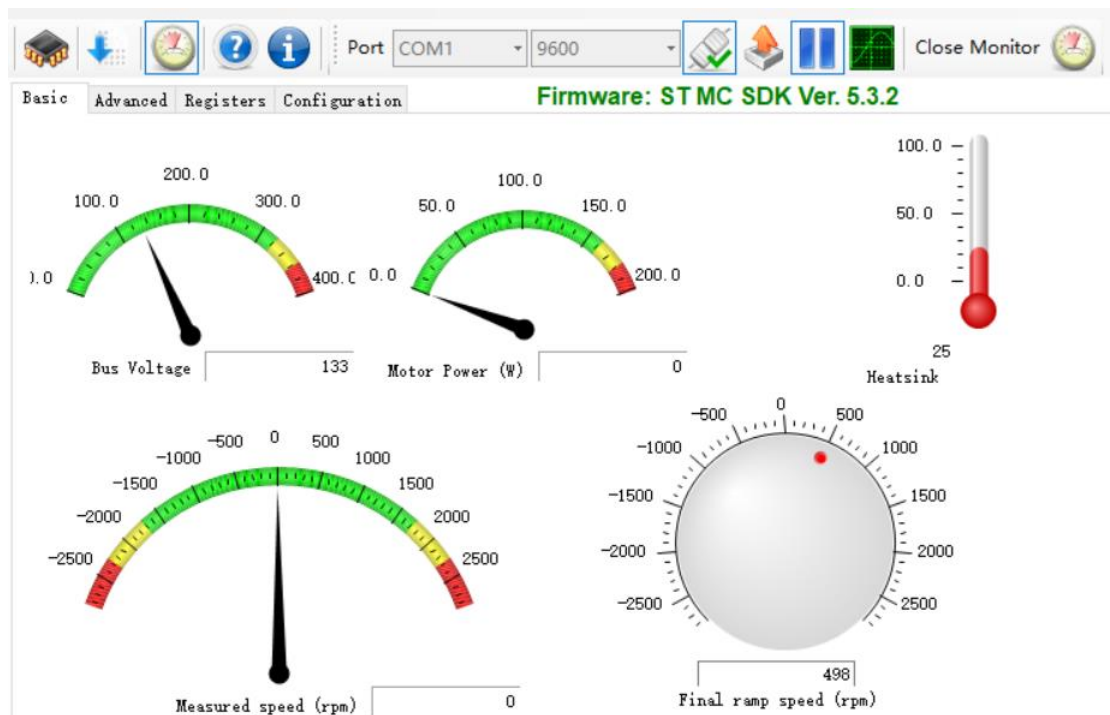
点击 load 下载程序（先连接好线和电源，再通电）。



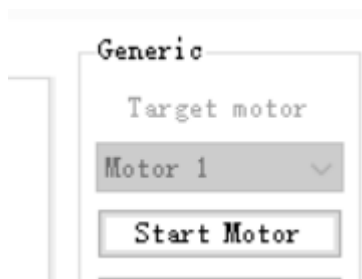
正常下载程序后，通过按板子的 USER1 按钮，即可启动电机；
点击 WORKBENCH 的 GUI 按钮进行在线串口调试



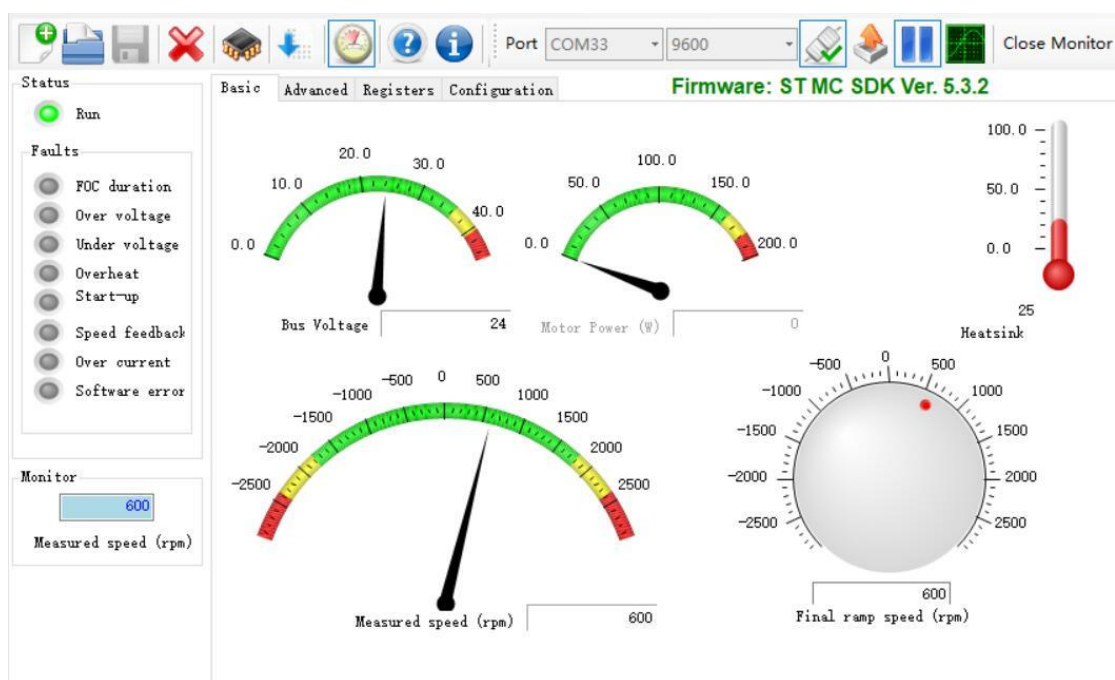
或通过 WOROBNCH 的在线调试界面调试，选择相应的串口，波特率设置为 9600



如无问题点击 **start** 按钮或板子的蓝色按钮即可正常转:



正常转如下图所示



三、调试补充说明

最好先确定下电机参数（电机找电机厂或自己测试或用我们 IPM05F+NUCLEO-F303RE 板子进行测试）。

首先，需要再次确认 ST MC Workbench 中所有设置的参数是否和实际的硬件参数一致：如电机的相关参数，驱动部分的参数，单片机 IO 设置等。

- 如果有其中任意一个参数设置错误，可能导致电机永远也无法正确启动。
- 如果有需要，可以让电机运行在开环模式，来测量 Tnoise 和 Trise 相关参数。

如果启动后立即出现硬件过流保护，可能由以下原因导致：

- 选择了错误的电流采样方式
- 选择了错误的电流采样参数：如取样电阻值，放大倍数，ICS 增益，Tnoise, Trise 等。
- 电流环的调节带宽过高：3 电阻采样建议为 2000rad/s，单电阻采样建议为 1000rad/s
- 由于布线受到干扰而导致误触发硬件过流保护，需要检查硬件设计。

如果出现电机只动一下，但是没有加速动作：

- 这种问题一般是因为开环电流不够大导致无法拖起转子加速，有时出现开环启动完成，

但报启动失败故障，这时：

- 需要减低加速率，或提高开环启动电流

如果以上方法可以解决，但是不能保证 100%有效，请尝试增加定位功能。

如果转子可以转动并且有加速动作，但是还是会停止并且报“速度反馈失败”错误，可能由以下原因导致：

- 启动成功的限制条件过于宽松导致过早切入闭环。
- 如下的方法可以解决这样的问题：
- 提高“连续成功启动输出测试”值，正常情况下请不要大于 5。
- 提高最小启动输出速度。

如果采用 以上方法导致开环的最终速度过高，或没有解决问题，可以尝试以下

方法:

- 减少观测器的增益 **G2**,它可以降低扰动对速度反馈的影响。
- 通常 **G2** 应该按照/2,/4,/6,/8 方式来减少。
- 放宽观测器的收敛条件, 这样使观测器更容易收敛:
- 使用新的电机库, 可以设置速度变化波动为 **80%(PLL)** ,或 **400%(Cordic)**。
- 这种情况下需要增加反向电动势幅度与估算速度一致性的检查。
- 更改速度/扭矩的爬升率: 根据实际负载和转子的惯性等情况, 让加速度更

加柔和, 防止突然加速导致对反向电动势估算的扰动。

无感启动 **G2** 增益修改界面:

Drive Management - Speed Position Feedback Management

Main sensor | Auxiliary sensor

Sensor selection: Sensor-less (Observer+PLL)

Max measurement errors number before: 100

Observer+PLL

Variance threshold: 10.00 %

Average speed depth for speed loop: 64

Average speed depth for observer equations: 64

B-emf consistency tolerance: 100.00 %

B-emf consistency gain: 100.00 %

☒ Manual editing enabled

Observer

G1: -24217

G2: 17101

☐ Back compatibility

PLL

213 / 16384 P

7 / 65536 I