

# STM32 电机开发评估套件

STM32F1/4-MC/D-IPM30

## 规格说明书



深圳市福睿智能科技有限公司

地址：深圳市宝安区西乡街道前进二 128 号宝田工业区天勤安  
盛大厦 412

联系人：李小姐 18938310957

## 1. 简介

STM32F1/4-MC/D-IPM30 电机开发评估套件采用模块化的设计，完备、强大的硬件系统配套，用户无需增加任何配置，**接上电源，即可开始电机开发！**

STM32F1/4-MC-IPM30 套件包含 6 部分：1 个 STM32 主控制板，1 个 IPM30 功率驱动板、1 个 PMSM 电机、1 个 24V 电源、1 个仿真调试器，1 根串口通讯线。主控板上自带一个 2.8 ‘TFT LCD，主控 MCU 可以选择以下两种中的一种：STM32F103ZET6、STM32F407ZET6 芯片。驱动板主要采用原装进口大功率 IPM 模块，用户可以通过 ST-LINK 或 J-LINK 下载程序并进行调试运行。

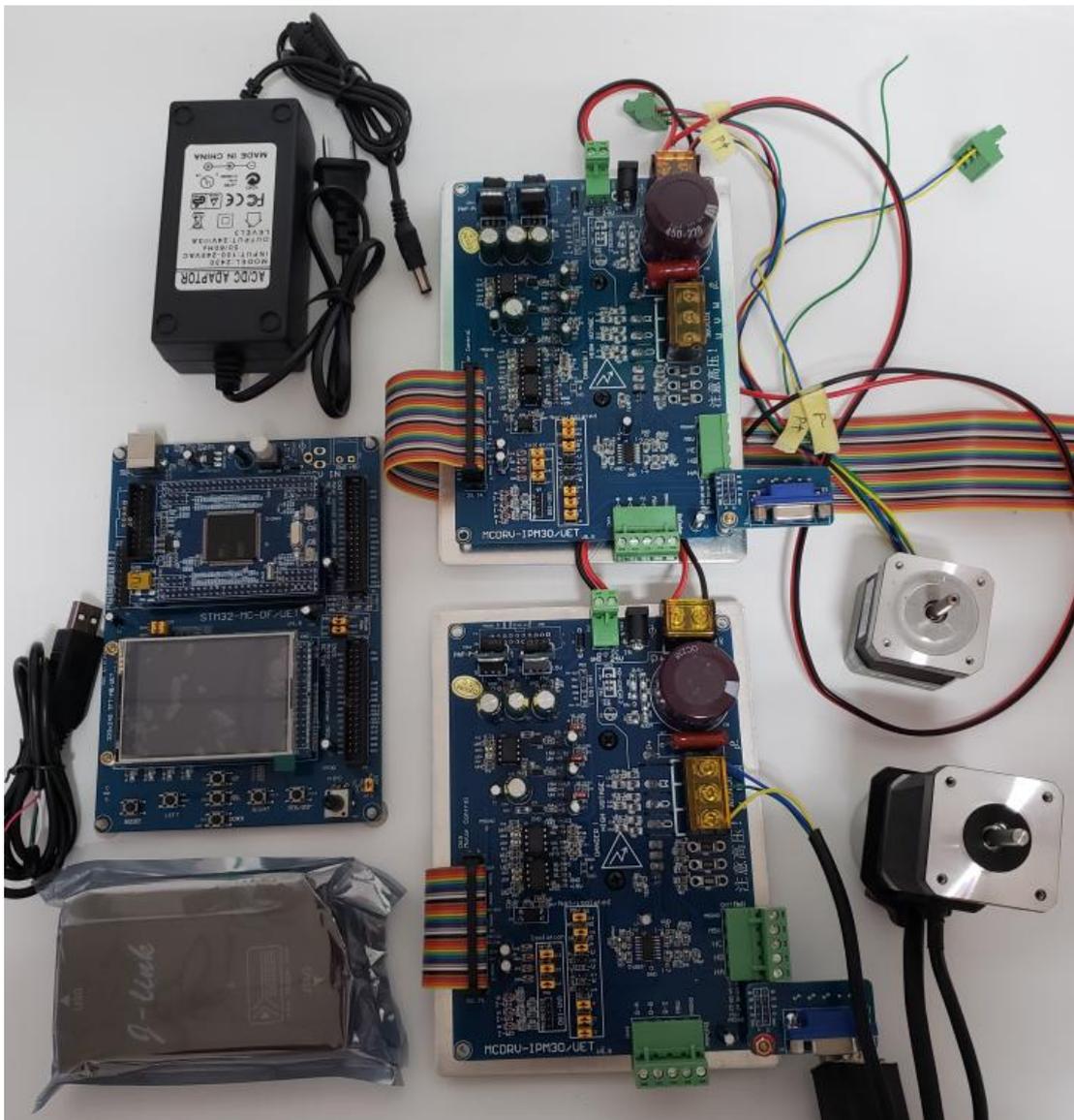
STM32F1/4-MCD-IPM30 套件包含 8 部分：1 个 STM32 主控制板，2 个 IPM30 功率驱动板、1 个 PMSM 电机、1 个 BLDC 电机，1 个 24V 电源、1 个仿真调试器，1 根串口通讯线。主控板上自带一个 2.8 ‘TFT LCD，主控 MCU 可以选择以下两种中的一种：STM32F103ZET6、STM32F407ZET6 芯片。驱动板主要采用原装进口大功率 IPM 模块，用户可以通过 ST-LINK 或 J-LINK 下载程序并进行调试运行。

## 2. 订单编号



STM32F1-MC-IPM30

STM32F1-MCD-IPM30



□STM32F4-MC-IPM30

□STM32F4-MCD-IPM30

### 3. 套件特点

- ◆ STM32 核心板+底板+TFT 显示板+IPM 功率板+电机+（可选配的仿真调试器），各个模块相对独立，可灵活地搭配或单独使用；
- ◆ MCU 可以选择配置 STM32F103ZET6 或 STM32F407ZET6 之一，同时在本开发套件平台上实现的程序，很容易移植到 STM32 全系列中任何一种。
- ◆ 为各种应用提供一个灵活可靠的硬件及软件调试的平台，节省大量的研发投入。如：变频空调、工业缝纫机、BLDC/PMSM 控制、电动车控制器、电动汽车、太阳能逆变电站、UPS 等产品开发；

- ◆ 能满足**大学生电子竞赛**、高校专业的课程实验、实习及毕业设计需求：嵌入式系统，电力电子实验教学应用；
  - ◆ **兼容并改进了 ST 官方电机套件**，上电即可运行，支持有、无传感运行，编码器模式运行，支持速度模式或力矩模式，支持方波，支持 FOC 控制；支持 ST FOC 各版本库，如 V4.3, V5.1 等；
  - ◆ 使用了 **IPM 模块 FSAM30SH60A**，600V、30A，2KW，内置完善保护；
  - ◆ 直接支持**高、低压电机（18V~300V DC）**，支持 HALL 及编码器输入；
  - ◆ 多个软件实例，包含 STM32 各种资源应用及电机调速应用，从入门、提高到精通
  - ◆ 包含完整源码方波电机开环控制、闭环控制实例，配送移植好的 **ST 电机 FOC 库 V5.1**；
- \*本板为热地（高低压共地）设计，接入高压时请务必使用隔离变压器，以确保人身及设备安全！**

## 4. 技术参数

### (IPM30)功率参数

1. 最大驱动额定功率为 2KW 的电机。支持功率输出范围：0~2KW。(\*为方便用户实验使用及邮寄运输，出厂时散热器配置只能支持大功率电机的短时的、空载运转。如需长期带载运行，请用户务必自行更换足够的散热器!)
2. 采用飞兆半导体公司(Fairchild Semiconductor)原装进口 IPM 模块 FSAM30SH60A: 标称参数为：600V、30A、2.4KW 等级。
3. 电机电源电压 (P+、P-) 支持：24V~310V 直流 (DC) 输入。(\*为方便用户实验使用，套件只支持直流电源输入，请用户切记！勿接入交流电!)
4. 控制电源与电机电源分开供电；由于采用了 IPM 模块，控制电源只需单路直流电压，支持 DC：24V~36V (MAX 48V ) 直接输入。
5. 标配 1 个 AC/DC 电源，输入 AC : 85V~220V；输出 DC：24V、3A；
6. 标配 1 个 PMSM 电机：24V、63W，标配 1000 线光电编码器+120 度 3 相霍尔；
7. 驱动板支持驱动 220V、2KW 以下等级的各种三相交流电机 (BLDC、PMSM、ACIM)。

### 控制参数

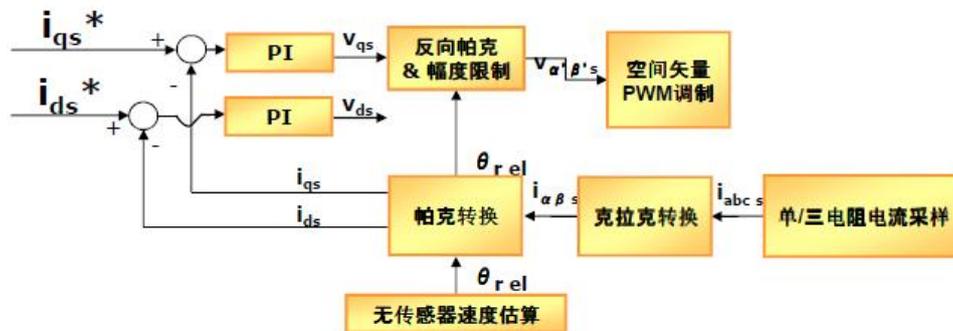
8. 为方便实验，默认采用三电阻法进行电流采样。电阻值 0.05 欧姆，放大倍数 16.5，直流偏置电压 1.65V。最大采样范围约 2A；(用户需根据自己实际情况进行调整)
9. 板载霍尔 (HALL) 及光电编码器 (encode) 输入接口；
10. 板载兼容 ST 官方电机接口，IDC34 PIN。支持本公司或 ST 官方的各种电机 STM32、STM8 主控板。也可以外接各种 DSP 或其他 MCU 主控制板；
11. 接口的信号包含有：6 路 PWM、3 路电流、总线电压、IPM 模块温度、IPM 模块报警、3 路 HALL、3 路 encode、制动信号、NTC 继电器控制信号、PFC 控制信号等，6 路 PWM 控制信号兼容 3.3V 或 5V 电压。电流反馈信号 0~3.3V；
12. MCU 使用最小系统核心板形式，用户可以根据评估需要，更换各种 MCU；
13. 支持 120° 方波、180° 正弦波控制方式，FOC 矢量控制方式；
14. 方便的人机界面：TFT 液晶显示、6 按键、电位器、4 个 LED 灯、串行通信接口；

标配 STM32 仿真调试器及评估软件，方便用户使用。

## 5. ST FOC电机库简介

### FOC单电机驱动 性能指标

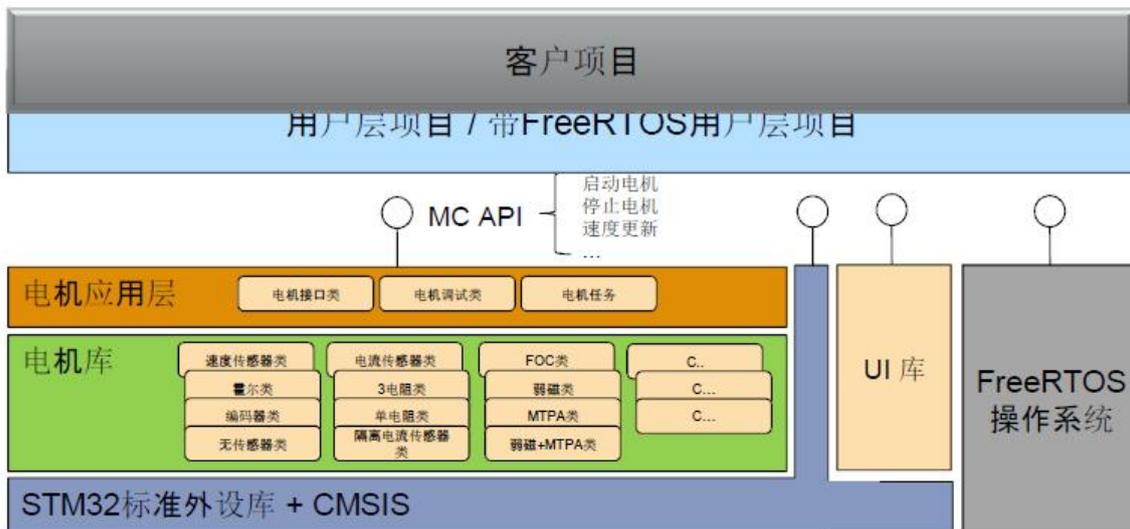
- 由于采用了高性能的计算强劲的 Cortex™-M3 CPU核，总体的无传感器控制性能如下：
  - 3电阻电流采样：20.9usec (14.5kB flash; <2.5kB RAM)
  - 单电阻电流采样：26.1usec(16.2kB flash; <2.5kB RAM)



- 3-电阻: CPU 负荷 @ 10kHz 采样率  $\approx$  25%
- 1-电阻: CPU 负荷 @ 10kHz 采样率  $\approx$  30%

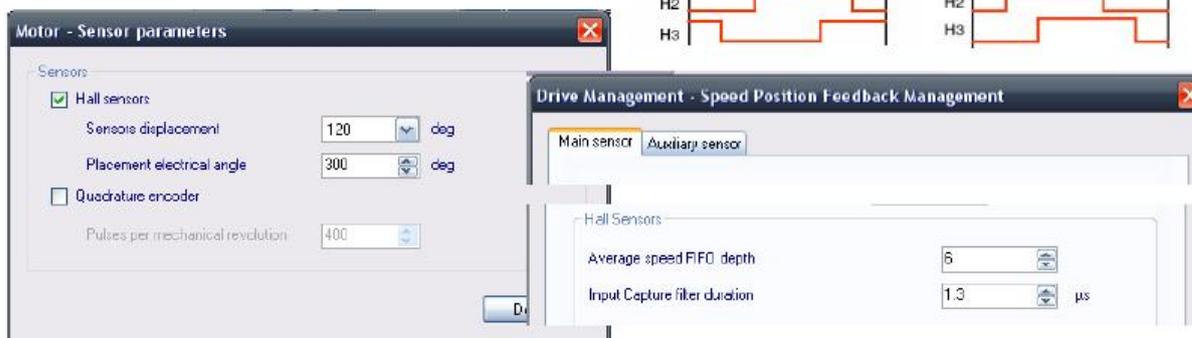
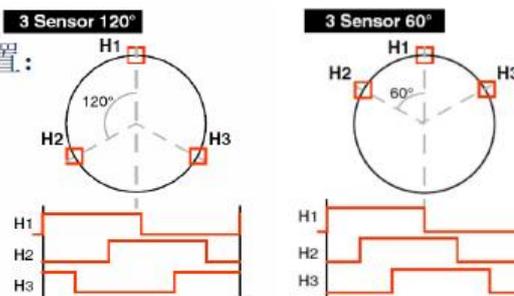
## 软件架构: 分层

- 软件开发套件 ( SDK ) 的软件架构可以分为如下几层:



## 霍尔传感器

- 霍尔传感器可以感知电机转子磁场的极性。因此它能反馈转子的绝对位置。
- 一般用3个霍尔传感器来测量速度/位置:
  - 霍尔元件按照  $120^\circ$  或  $60^\circ$  分布(电角度)
  - 相移由最大  $bemf-A$  和霍尔信号  $H1$  信号的偏移决定



## 编码器 6

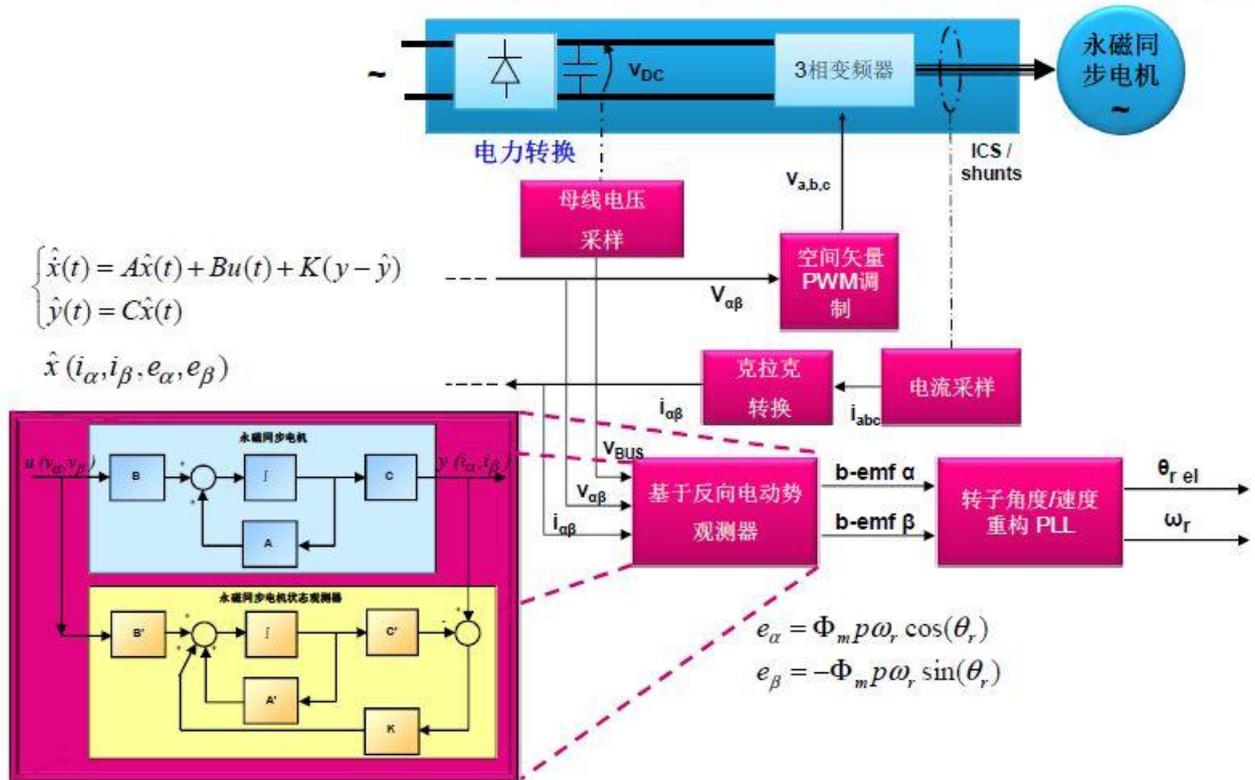
- 编码器可以产生两个相位偏移 $\pm 90^\circ$ 的方波信号。
- 转子的位置信息非常准确但为相对位置：所以在电机启动前需要对编码器进行校准。

The image displays three overlapping software windows from a motor control development environment:

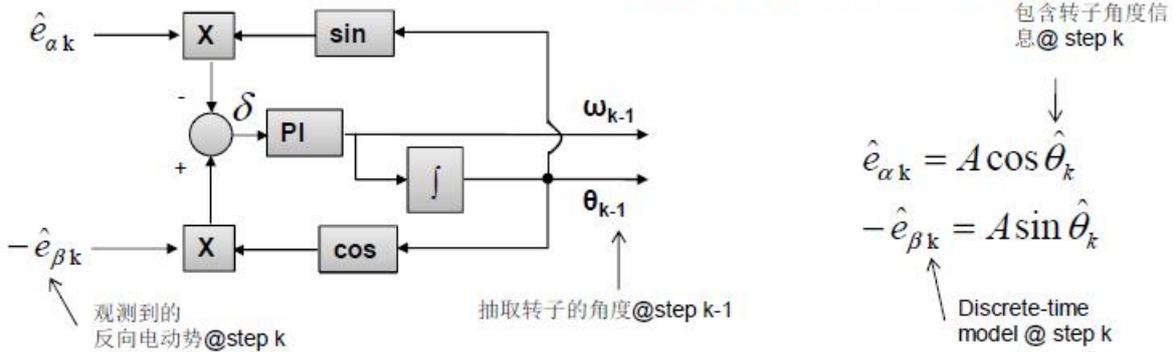
- Drive Management - Start-up parameters:** Shows encoder alignment settings with the following values:
  - Duration: 700 ms
  - Alignment electrical angle: 90 deg
  - Final current ramp value: 1.95 A
- Motor - Sensor parameters:** Shows sensor configuration:
  - Hall sensors
  - Sensors displacement: 120 deg
  - Placement electrical angle: 300 deg
  - Quadrature encoder
  - Pulses per mechanical revolution: 400
- Drive Management - Speed Position Feedback Management:** Shows feedback settings for a Quadrature Encoder:
  - Average speed FIFO depth: 16
  - Input Capture filter duration: 0.7  $\mu$ s
  - Reverse counting direction:

Additionally, a timing diagram is shown in the upper right, illustrating the relationship between the T11 and T12 PWM signals and the Counter value. The Counter ramps up during 'forward' and 'backward' periods and ramps down during 'jitter' periods.

# 无传感器算法 - 状态观测器



## 无传感器算法, PLL



- 如何工作？：

$$\delta = -\hat{e}_{\alpha k} \cdot \sin \theta_{k-1} - \hat{e}_{\beta k} \cdot \cos \theta_{k-1} =$$

$$= -A \cos \hat{\theta}_k \cdot \sin \theta_{k-1} + A \sin \hat{\theta}_k \cdot \cos \theta_{k-1} = A \sin(\hat{\theta}_k - \theta_{k-1}) \cong A(\hat{\theta}_k - \theta_{k-1})$$

- By keeping  $\delta = 0$ , it will happen that  $\theta_{k-1} = \hat{\theta}_k$  (prediction);

- PI 增益通过GUI工具计算得到：  $(\omega_n = \omega_{\max} ; \xi = 0.707)$