

2018 年 10 月 31 日及 11 月 7 日在“AI 电堂”举办的《基于 STM32 电机控制攻略》直播及直播答疑均以 ST MC SDK 5.x 为基础。

ST 以一套完整的生态系统方式向用户提供电动机控制方案



SDK(Software Development Kit)包括 ST MC Workbench
和固件库两部分。

本次实战问答只讨论同步电机，不对步进电机做特别讨论，希望有助于大家进行电机开发或者是电机应用。

实战问答连载二 =====

Q26: 关于 FOC 库，电流放大的参数设计问题及马达启动问题？

A26: 在 Workbench 上，有参数的一个设计小软件，电流的配比和外围电路的配比可以在这个软件上看得见。

Q27: 无传感电机怎么来实现速度的检测?

A27: 通过无传感观测器, 观测角度从而观测出速度。

Q28: MCU 控制电机特别需要注意的要点(软件&硬件)是哪些?

A28: 首先是电路的配对、采样电路布局、电源布局、芯片位置等等。同时, 软件上去去学习原理, 再加一些实践经验, 软硬件去做一个调整, 将是比较好的方式。

Q29: 在控制直流有刷电机时, PWM 频率如果进行选择? 对于不同的直流有刷电机, PWM 频率该如何选择, 选择的依据是什么? PWM 频率过高或过低会影响那些性能?

A29: 直流电机实际上可以加一些频率, 与电机相关, 也与应用相关。PWM 频率的选择, 可以考虑模糊算法, 或者 PID 控制,

Q30: 无码码盘情况下, 如何跟踪平稳驱动正在惯性旋转的 PMSM?

A30: 可以加入外部反电势检测电路, 也可以进行一个辅助检测。

Q31: MC Workbench 生成的控制电机的代码可以修改成自己的代码吗? 修改成一个模板, 之后就用 Keil 或是 IAR 调试电机, 直接修改代码去调试电机, 而不是用 MC Workbench。

A31: MC workbench 生成的是 CubeMX 工程, 之后用户可自行修改 CubeMX 工程或者修改代码进行调试。之前, 是直接生成头文件, 现在是由 CubeMX 直接生成工程, 所以将为您带来的极大便利性。

Q32: 永磁同步电机的控制技术工程实现的思路是什么？怎么实现永磁同步电动机高速运行？比如 15000 转每分 技术难点是什么？

A32: 在高速转动的时候，如果采用 FOC 控制，PWM 波控制，比如 30K 的一个 FOC，最大电转速可以到为 200000RPM。

Q33: 当下电动车上电机主要的控制策略有哪些？

A33: 电动车上面有些使用的是交流异步电机（ACIM），这种电机比较皮实，是一种大功率电机。有些小功率电机，采用永磁同步电机（PMSM），主要以矢量控制为主。

Q34: 伺服位置环为什么要用比例控制，如果出现稳态误差怎么办？

A34: 现在有非常多的控制反馈的控制算法，如预估量等。但是 PID 实现最简便，可调整 PID 参数达到最佳效果。

Q35: 高级定时器和低级定时器控制电机的实际差别？

A35: 高级定时器有六路 PWM 输出，带死区；适合控制同步电机；其他定时器没有死区互补输出的。其他在配比上也有差别，如 ADC 采样的触发点，或者有没有 ADC 触发接口等。

Q36: 永磁电机的过流保护和电流环是什么？

A36: 永磁电机的过流保护，通过 TIM BKIN 硬件保护来进行的。

Q37: 如何对电机的电流精准采样, 电机双环 PID 算法的实现和调试的方式。

A37: 电流环的 PID 理论上是可以计算得到的, 因为它是和我们的电机的电感和电阻相关的, 速度环是可以调试的。可以把实际速度以及参考速度通过某种手段, 比如说抓到电机上, 或者是某些测试, 放在同一表格或者同一图像, 来观测 PID 的整定, 一般过程是先调 P 后调 I。

Q40: 带 HALL 的 BLDC 电机的 STM32 控制中, 定时器、ADC 两个模块的具体配置细节是怎样的?

A40: 见具体程序, 程序完全开源, 可以看到完全配比。有时候 HALL 信号, 我们采用定时器的一个霍尔模块。ADC 是需要用定时器来做硬件触发的, 是配置好的。

Q41: ST 的 FOC 算法对于 40 极 (20 对极) 以上的电机有测试过吗, 对于极对数比较高的电机使用算法库应该注意什么? FOC 算法能处理电机转速上限都有哪些限制因素? 极对数较多的电机是否需要 PWM 载波频率更高? 是极对数和 PWM 频率怎样的一个比例关系?

A41: 极数比较高的电机, 先看电转速, 最大速度能够达到多少, 是否在 200000RPM。还与采样与控制频率, 死区, 振铃等相关, 需要进一步一个测试。

Q42: STM32 如何控制大功率伺服电机? 用 STM32 控制大功率伺服电机需要掌握哪些知识?(大致范围) 。

A42: 伺服电机有非常多的具体要求。要考虑具体要求是什么,有些大功率要求很精密的一些控制,有些可能需要用到更高级的如 FPGA 辅助硬件直接实现算法。功率是和硬件相关,对于控制器只是是否能够有足够的速度资源。

Q43: BLDC 电机无感启动,如何能做到满载,甚至过载启动?

A43: BLDC 的无感启动非常困难,满载和过载启动比较困难。因为如果是开环转闭环驱动,一开始,尤其开环的过程,是比较麻烦的,转矩不太好控制,且输出功率有限。

Q44: 利用编码器进行闭环控制的控制策略;如何提高低速时的稳定性;如何提高过载能力?

A44: 如果编码器的细分足够到位,角度细分足够到位,效果会比较好,也就是说闭环控制可能很精确。如果你想要加入更快,需要加入微分项。

Q45: 伺服中零位对齐控制实现过程和原理怎样的? 电机控制开发中,哪些是电机的必须参数,有哪些意义?

A45: 伺服中零位对齐控制是给定定子磁场角度将转子拉到固定位置。电机的关键参数包括电机的电阻,电感,反充电常数,极对数,最大电流,最大速度等。

Q46: 我的无人机之前是用 BLDC 电调驱动电机,现在想用 FOC 驱动。飞控给电调的控制信号频率是多少,怎么去确定?

A46: 飞控或接收机与电调之前是通过 50~400Hz 的 PWM 来控制通信的, 电机调速以 900us~2100us 的高电平宽度来调节, 因此一般把 ST 单片机配置为中断模式就可以得到速度控制信号, 值得提的是 FOC 只是高端机器上使用。

Q47: 霍尔有感模式下电角度不平滑, 如何对霍尔电角度修正与电角度补偿有什么好的方式?

A47: 可以尝试在低速条件下使用的霍尔有感模式, 高速条件下使用无传感的方式, 根据你的速度可以做一些集成动作。因为有时候霍尔装的角度参差不齐, 可能偏差一定角度, 在低速上反应不出来, 高速上非常明显, 可以采用两种控制方式来调整。

Q48: 能否提供一套完整的开发用的软件包? STVD 编辑软件, 有没有更高版本的?

A48: STVD 实际上只支持 STM8S, 只支持 8 位单片机。如果是 32 位单片机, 您可以使用 IAR 或 Keil, 或者 TureSTUDIO 这个免费版本, 都可以进行开发, 都可以直接在网上下载的。

Q49: 使用 stm32f303rct6, 设计双电机控制, 计划使用内置的 4 个运放加 2 个外置运放的方式, 实现两个电机三电阻采样的方案, 请问, 方案是否可行? 若可行, 则 adc 通道该如何分配? 是否能够实现对一个电机三个通道同步采样?

A49: 可以直接参考 Workbench 的双电机的控制配置, Workbench 的参考视频上有双电机的 FOC 配比的参考事例。一般情况下, ADC 采样使用两个 ADC 模块进行采样

即可，就是同时采集两相电流，根据基尔霍夫定律， $I_A + I_B + I_C = 0$ ，直接推出第三相电流。所以对于三电阻采样，直接采两相电流即可。

Q50：如何快速学习电机知识，应用电机软件？

A50：只能一步一步来，电机或者研发项目实际都是苦差事，一定要扎下心去做才会有收获。理论加实践，逐步深入，要有心理预期，急不得。

《电机控制实战问答合辑 | 连载二》

--- END ---