ST MC SDK 5.x 电动机参数测量

STM32电动机控制应用系列讲座之六





- □ 为何要进行电机参数测量
- □电机参数测量的原理
- □ 如何使用电机参数测量工具







为何要进行电机参数测量

有时进行电机控制方案的评估会比较困难:

- 测量电机参数需要一定的技术和仪器 •
- 调节电流和速度调节器也需要经验 •
- 为电机启动设置合适的加速度也非易事
- 在电机运行起来之前要进行大量的试验和 错误排查





FOC为何需要电机参数

- 定义电机模型所采用的算法里需要电机的电参数和机械参数
- 调节电流调节器需要电参数
- 无传感的状态观测器算法需要电参数
- 其他诸如MTPA等算法也需要
- 调节速度调节器需要机械参数





自动测量电机参数 6





哪些量无法测量 7

以下参数需由用户输入:

- 电机极对数
- 最大转速
- 额定电流
- 直流母线电压
- 电机磁石安装方式
- Ld/Lq比率

Pole Pairs:	
Speed and Cur	rent limits
Max Speed:	16000 RPM
Max Current:	Apk
VBus:	V
Magnetic: 💿 S	M-PMSM OI-PMSM
Magnetic: OSM-	PMSM I-PMSM
Ld/Lq ratio:	1 0.001 - 10









- 无需额外硬件和仪器
- 为了进行测量需要施加电压并测量电流
- 生成PWM以施加电压
- 为了计算实际施加的电压,需要测量直流母线电压
- 采集电机相电流来测量电流







Electrical motor parameters



- 为了测量Rs,需要产生单向电流
- 由于参数未知,第一步就是决定为达到想要的 测量电流需要施加的电压大小(即PWM占空比)
- 在进行下一步测量前必须进行定位, 从而才有持续的可进行测量的电流流 过,不要再让电机偏移该初始位置, 不然会产生反电势。因而这里要考虑 定位阶段的持续时间。



稳态电流
$$I_{\infty} = \frac{U}{R_s}$$

✤ 请使用3-shunt拓扑结构,以获得更好的 电流测量和更优的MP算法性能。特别是 对于低电感的电机。





- 定子电感的测量是通过测量电气时间常数 τ_e 进行的。
- 为了消除噪音,进行了一系列的测量。



自动调节电流调节器 12

- 一旦Rs和Ls成为已知,就可以调节闭环的电流调节器了
- Iq和Id电流调节器的Kp和Ki以及相关的除数,是根据一个共同的参数 ωce (电流调节器闭环带宽)来进行计算的
- ω_{ce} 决定了闭环电气时间常数 τ_{ce}





启动的调试和Ke的测量 13

- 测量Ke(电机发电常数)时需要电机在运行状态
- 由于电流调节器已经调节好了,可以施加开环加速度(启动)
- 使用电机模型在线测量Ke

Startup and Ke measurement







电机机械参数的测量 14

• 采用一阶(转动惯量加上阻力系数)机械系统模型进行测量

Mechanical motor parameters







测量转动惯量J 15

• 转动惯量的测量是通过测量机械时间常数 τ_m 进行的。





自动调节速度调节器 16

- 一旦测量完J和F, 就可以调节闭环的速度调节器了
- 速度调节器的Kp和Ki以及相关的除数,是根据一个共同的参数 ω_{cm} (速度调节器闭环带宽)来进行计算的
- ω_{cm} 决定了闭环机械时间常数 τ_{cm}

Speed regulators tuning





在60秒内让电机转起来 17









电机参数测量工具的启动 19

Release Notes 5.2.0

可通过下列方式打开ST电机参数测量工具:

- 使用ST MC Workbench GUI上的专用按钮
- 直接从安装文件夹运行

 ✤ ST Motor Control Workben File Tools Help Doc 	ch umentation				STMicroelectronics MC SDK 5.2.0
New Proiect	Load Project	About	P Help	Motor Profiler 👟	🔛 Motor Profiler
				Mation Control Suite 77 777	🏇 MotorControl Workbench
					😵 Reference Manual 5.2.0





SM-PMSM参数示例

Pole Pairs:	🎓 ho	w to detect	- 电机极对数 (必填)
Speed and Cu	rent limits		
Max Speed:	16000 RPM	•	- 电机最大转速 (可选)
Max Current:	2.8 Apk	0.28 - 2.8 Apk	- 电机允许的最大电流 (可选)
VBus:	48 V	8 - 48 V 🗲	- 额定总线电压 (可选)
Magnetic: •	SM-PMSM ○I-PM	ISM -	- 磁体内置类型 (必填)
Magnetic Ld/Lq rat	:: OSM-PMSM • I-I tio: 1	PMSM 0.001 - 10	



从电机数据手册到MP 1

示例:





	硬	件搭酉	已列表	乏(1) 22
ST Motor Profiler		请根据需望 大峰值电?	要的母线 ^{而选择合注}	电压和最 适的板子。
点击以显示支持的板子列表	ST Motor Profiler Hide obsolete boards Hide boards with warning NUCLEO-F302R8 STM32F302R8T6	硬件搭配示 Control Board by name Control Board Q Power Board X-NUCLEO-IHM07M1 3Sh L6230PD	例列表 ard by name 。 NUCLEO-F302R8 STM02F902RBT5	Cancel
Connect. Start Profile Save Play Electrical Model Mechanical Model Friction Friction Max Speed	Active One Motor Control connector ST-LINK/V2 Embedded Product Web Page	Active Bus collarge : 8.48 Vdc Ouput peak current : 0.28 - 28 AC Ouput peak current : 0.28 - 28 AC Ouput peak current : 0.28 - 28 AC Ouput peak current : 0.28 - 28 AC	Active One Motor Connector Str-LinKV22 Embedded Create Connector Create Conn	Active Mus voltage :: 10 - 48 Vdo DC Ingut voltage :: 10 - 48 Vdo Output peak current: 3 - 30 A C Product Web Page
MP仅支持板子上芯片为cortex M4内核和带 浮点运算单元的(STM32F3xx and STM32F4xx)。	NUCLEO-F303RE STIMS2F303RE	STEVAL-IPM05F 3Sh STGIF5CH60	NUCLEO-F303RE STM22F303RE	STEVAL-IPM10B 3Sh stoib10cH00T5-L





Pole Pairs:		🖻 ho	ow to detect
Speed and Cun	ent limits	-	
Max Speed:	16000	RPM	
Max Current:	2]Apk	0.28 - 30 Apk
VBus:	36	v	8 - 400 V
Magnotic: 🕢 S			IGM

1.MP会根据输入的最大电流和母线 电压推荐所用的板子。 2.对于和输入值不匹配的板子,会 显示警告信息, 文本将变为黄色。 3.可以隐藏所有带警告信息的板子。





硬件搭配列表(3) 24

根据电机控制的需求,MP还允许用户查找如何配置板子的信息。

life.augmented





请求连接后,会显示状态窗口,窗口内容取决于硬件的设置历史。

ST-Link	Ø
ST-Link Conn	nection ()
Executes a Fi	ull chip erase operation ()
C Load binary a	nd Verifies programming operation (
Reset 6	





藝告:

life.augmented

检测不到ST-LINK:

Connection error	
Please, connected exactly one St-LINK to the PC Ok	

要连接的板子和所选的不同:





检测不到串口:



STLINK中安装的固件版本是否支持:





藝告:

在测量期间如果电机负载改变太快:

Warning
The Load has changed to quickly While profiling the Motor Profiler take care to maintain the system stable
Ok

测量阶段时间过长:

Warning	0			
	The measu	rement is tak	ing too time	
	Continue anyway		Stop Profiler	

给出测量时间过长的提示:

Warning	
The measurement is taking too time	
Tip:	
Most of the time this happens because the limit for the MaxS	speed specification is too low
Sometimes it is the opposite: the limit for the Max Speed is to	o High
Try to review the Max Speed specificatrion	
Continue anyway	Stop Profiler





如需更新固件:







连接成功后:







测量结果:







可进行如下尝试:

- 确认额定电压施加无误。
- •选择合适的电源板,满足电机的电压(电流)范围(低/高压)。
- 选择正确电流范围的功率器件。
- 检查极对数是否正确。
- 输入额定电机转速值。
- 减少额定电流值。





点击*Play*按钮可转动测量过的电机

Play with Motor	×		
► Start			
Maximum Acceleration 3000 RPM/s	Play with Motor		×
Speed [RPM]	Start Stop		Faults 0
Connected	Maximum Acceleration 3000 R	RPM/s	Over voltage O° Under voltage O° Overheat O°
	Speed [RPM]	0 14300 7460 RPM	Startup failure O° Speed feedback O° Over current O°
	Connected		× Done





可能出现的错误:

- 1. Play mode不能启动——过流错误
 - 减小电流,重新启动MP。
- 2. Play mode时发生speed feedback错误(有时仅在反向时发生)
 - 需要在Workbench中修改STO/速度调节器的参数。
- 3. 测量阶段成功了,但是速度调节器在Play mode阶段对设定转速的变化没有响应
 - 速度调节器的响应时间设定的太长了。必须等待初次稳定,之后速度调节器开始工作(对于转动惯量 Overhe 大的电机可能要几分钟)。
 - 可以在Workbench中调节速度调节器的参数。
- 4. 测量阶段不成功,重复进行了很多次
 - a) 电机转动惯量大,转起来后控制失败了,但由于惯性还在转,此时启动电机
 - 尝试不同的应用转速或者手动快速停止电机。
 - b) 电机开始转动, 但是转动不连续
 - 设定的转速太低,尝试不同的应用转速
- 5. 过热
 - 等待一会儿,再尝试用不同的参数(不同的应用转速)进行测试。
- 6. 过压/欠压
 - 检查母线电压及其与电源板的相应连接

© 2018 STMicroelectronics - 保留所有权利

Faults 🚯

- Over voltage 0° Under voltage 0°
 - Overheat O°
- Startup failure 🔘 °
- Speed feedback 🔘 °
 - Over current 0°

life.augmented

Releasing your creativity



- Thank you -



重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司("ST")保留随时对ST产品和/或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利, 恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于ST产品的最新信息。ST产品的销售依照订单确认时的相关ST销售条款。

买方自行负责对ST 产品的选择和使用, ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定,将导致ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和ST 徽标是ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

版权声明

本文档为意法半导体公司及其子公司("ST")版权所有,未经ST允许不得复制、修改、转发或应用于商业目的。

