

## 引言

STM32微控制器提供工业标准Arm® Cortex®-M内核的性能，可运行矢量控制（VC）或磁场定向控制（FOC）模式，广泛应用于空调、家用电器、无人机、建筑和工业自动化、医疗和电动自行车等高性能驱动的应用领域。

STM32电机控制软件开发套件（MC SDK）是STMicroelectronics电机控制生态系统的一部分，该生态系统为电机控制应用提供广泛的硬件和软件解决方案。根据所应用的软件许可协议，它被引用为X-CUBE-MCSDK或X-CUBE-MCSDK-FUL。它包括：

- 用于永磁同步电机（PMSM）磁场定向控制的ST MC FOC固件库
- ST MC工作站软件工具是一个用于配置MC SDK固件库参数的图形用户界面，包括ST电机分析仪工具（MP）

STM32电机控制软件开发套件可用于评估STM32微控制器在驱动STM32生态系统中单个或两个三相永磁同步电机的性能。

ST MC工作站软件工具可在PC上运行。在配置STM32 MC FOC固件库时，它减少了设计时间和精力。通过其图形用户界面，它可以生成应用程序所需的所有配置文件，以及实时监视和调整一些FOC算法变量。

此外，ST MC工作站还与STM32CubeMX连接，以充分利用其生态系统并定制嵌入式应用程序。



目录

1       概述 ..... 5

2       电机控制生态系统设置 ..... 6

      2.1    软件工具设置 ..... 6

      2.2    硬件设置 ..... 7

3       入门 ..... 8

      3.1    硬件连接 ..... 8

      3.2    电机分析 ..... 8

      3.3    MC项目生成 ..... 13

      3.4    电机控制项目编译 ..... 18

      3.5    MC嵌入式应用程序下载 ..... 18

      3.6    旋转电机的控制与监控 ..... 19

4       使用须知和限制条件 ..... 22

版本历史 ..... 23



表格索引

表1. 缩略语列表 ..... 5

表2. 文档版本历史 ..... 23

表3. 中文文档版本历史 ..... 23

## 图片索引

|      |                       |    |
|------|-----------------------|----|
| 图1.  | ST MC工作站 - 图标和安装文件夹树  | 8  |
| 图2.  | ST MC工作站 - GUI展开顶视图   | 8  |
| 图3.  | ST电机分析仪 - GUI         | 9  |
| 图4.  | ST电机分析仪-硬件设置列表示例      | 10 |
| 图5.  | ST电机分析仪 - SM-PMSM参数示例 | 11 |
| 图6.  | ST电机分析仪 - I-PMSM参数示例  | 11 |
| 图7.  | ST电机分析仪 - 测量结果        | 12 |
| 图8.  | ST电机分析仪 - “保存”窗口      | 13 |
| 图9.  | ST MC工作站 - “新项目”窗口    | 14 |
| 图10. | ST MC工作站 - “新项目信息”窗口  | 14 |
| 图11. | ST MC工作站 - 项目设置       | 15 |
| 图12. | ST MC工作站 - “项目设置”窗口   | 15 |
| 图13. | ST MC工作站 - “项目生成”按钮   | 16 |
| 图14. | ST MC工作站 - 工作区选择      | 16 |
| 图15. | ST MC工作站 - “项目生成”创建信息 | 17 |
| 图16. | IDE - MC项目视图示例        | 18 |
| 图17. | ST MC工作站 - “电机监控”按钮   | 19 |
| 图18. | ST MC工作站 - “电机监控”GUI  | 20 |
| 图19. | ST MC工作站 - 使用电机控制与监控  | 21 |

# 1 概述

MCSDK用于开发基于Arm® Cortex®-M处理器的STM32 32位微控制器上运行的电机控制应用程序。

表 1给出了相关的缩略语定义，帮助您更好地理解本文档。

表1. 缩略语列表

| 缩略语   | 说明                              |
|-------|---------------------------------|
| GUI   | 图形用户界面                          |
| IDE   | 集成开发环境                          |
| FOC   | 磁场定向控制                          |
| FW    | 固件                              |
| MC    | 电机控制                            |
| MC WB | 电机控制工作站（STMicroelectronics软件工具） |
| MP    | 电机分析仪（STMicroelectronics软件工具）   |
| PMSM  | 永磁同步电机                          |
| PWM   | 脉冲宽度调制                          |
| SDK   | 软件开发套件                          |
| VC    | 矢量控制                            |

有关STMC工作站的更多信息，请登录[www.st.com](http://www.st.com)，查看STM32电机控制/SDKv5.0工具用户手册（UM2380）。



## 2 电机控制生态系统设置

ST电机控制生态系统环境包括：

- 一台运行所需MC软件工具的PC
- 第三方IDE
- 第三方ANSI C编译器
- JTAG/SWD接口，具有调试和编程能力
- STMicroelectronics应用板，支持其中一个STM32微控制器。它驱动功率板，具有以下特性：
  - PWM输出至门极驱动器
  - ADC通道，以测量电流
  - DC总线电压
- 三相PMSM电机
- 电源

有关详细信息，请登录[www.st.com](http://www.st.com)，查看STM32电机控制软件开发套件（MC SDK）数据摘要（DB3548）和版本说明。

### 2.1 软件工具设置

STMicroelectronics电机控制生态系统运行于装有Windows®7的PC。

确保已正确安装下列PC软件工具：

- ST MC工作站（v5.0.0或更高版本）
- STM32CubeMX（v4.24.0或更高版本）
- ST-LINK/V2（v4.0.0或更高版本）
- 任何支持的IDE：
  - 用于Arm®（v7.80.4）的IAR Embedded Workbench®
  - Keil® MDK工具（v5.24.2或更高版本）
  - Ac6系统工作站（v2.3.0或更高版本）<sup>(a)</sup>

请参阅对应的用户手册，以便正确安装。STMicroelectronics文档可在[www.st.com](http://www.st.com)网站上获得：

- *STM32电机控制SDK v5.0工具* 用户手册（UM2380）
- *用于STM32配置和初始化C代码生成的STM32CubeMX* 用户手册（UM1718）
- *STM32 ST-LINK实用工具软件说明* 用户手册（UM0892）

---

a. SDK v5.0不支持Ac6工具框架，但后续版本支持。

## 2.2 硬件设置

STMicroelectronics应用板与PC的连接需要USB A型连接器。有关USB连接线的详细信息，请参阅应用板的说明。

每个STMicroelectronics应用板均提供专用的说明卡，以便正确安装。有关详细信息，请参见 [www.st.com](http://www.st.com) 网站的应用板用户手册。

选中的硬件可以是以下三种设置之一：

- 完整的MC套件
- 完整的逆变器板之一
- 任何STM32评估板与包含MC连接器的ST评估功率板之一相结合

### 3 入门

**警告：** 检查应用板是否正确配置，以适用于电机控制应用，并提供预期的输入电压。

**注：** 请参阅相关硬件的用户手册，以设置正确的配置、电压范围、串行通信功能和编程/调试接口。

#### 3.1 硬件连接

如果与USB线不同，请在PC和STMicroelectronics应用板以及JTAG/SWD编程线之间连接一条USB线。

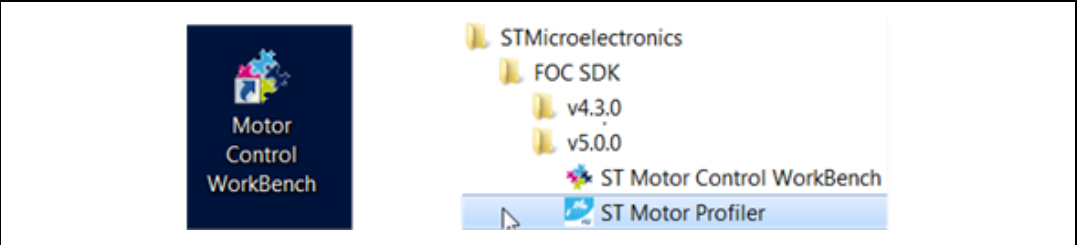
#### 3.2 电机分析

可通过以下方式启动ST MC工作站软件工具：

- 点击其图标
- 直接从安装文件夹树运行

图 1介绍了启动ST MC工作站的两种方法。

图1. ST MC工作站 - 图标和安装文件夹树



可通过以下方式打开ST电机分析仪：

- 如 图 2 所述，使用ST MC工作站GUI的专用按钮进行启用。
- 如 图 1所述，直接从安装文件夹树运行

图2. ST MC工作站 - GUI展开顶视图





点击 **选择板** 按钮，显示支持的板列表，如 [图 3](#) 所示，并选择STMicroelectronics应用板设置。[图 4 第 10页](#) 显示了本列表的示例。

**注：** ST电机分析仪工具仅可用于支持的设置列表中的ST硬件。

图3. ST电机分析仪 - GUI

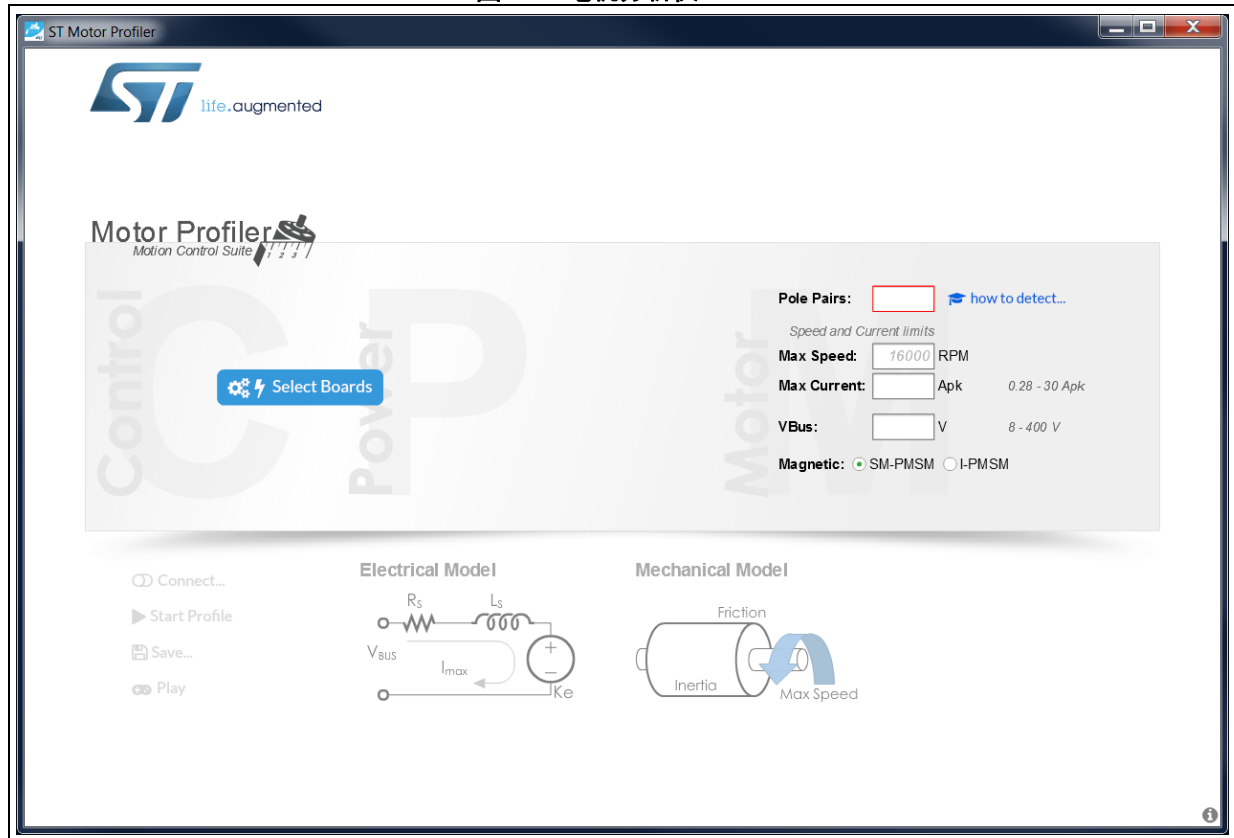
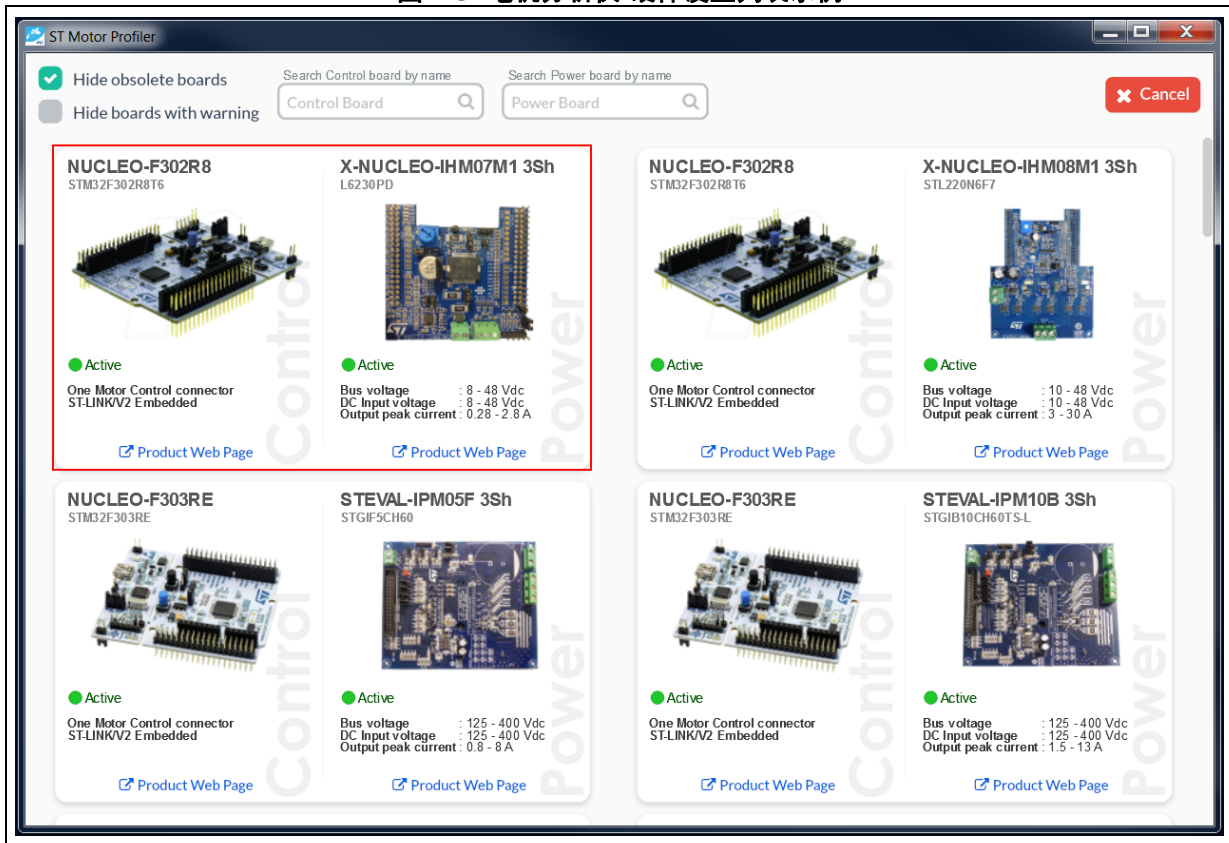


图4. ST电机分析仪-硬件设置列表示例



点击以选中STMicroelectronics硬件设置，并配置ST电机分析仪工具。

例如，图 4显示了带有NUCLEO-F302R8和X-NUCLEO-IHM07M1的P-NUCLEO-IHM001电机控制Nucleo包。

选择硬件设置后，使用电机信息填写参数字段：

- 电机极对数（必填字段）
- 电机最大速度（可选字段）  
默认情况下，ST电机分析仪工具会搜索与电机和所用硬件设置相匹配的最大允许速度。
- 电机允许的最大电流（可选字段）  
默认情况下，它是指硬件设置可提供的最大峰值电流。
- 硬件设置使用的标称DC母线电压（可选字段）  
默认情况下，它是指电源电压，既可以是低压应用的母线电压（直流电压），也可以是高压应用的RMS值（交流电压）。
- 磁性内置型（必填字段）  
默认选择SM-PMSM。
- 如图 6 第 11页所示，仅当选择I-PMSM内置时的Ld/Lq比率（必填字段）

图 5 提供了P-NUCLEO-IHM001硬件设置随附的BR2804-1700KV-1电机的示例值。

图5. ST电机分析仪 - SM-PMSM参数示例

Pole Pairs:  [how to detect...](#)

*Speed and Current limits*

Max Speed:  RPM

Max Current:  Apk *0.28 - 2.8 Apk*

VBus:  V *8 - 48 V*

Magnetic: ☒ SM-PMSM ☐ I-PMSM

图6. ST电机分析仪 - I-PMSM参数示例

Pole Pairs:  [how to detect...](#)

*Speed and Current limits*

Max Speed:  RPM

Max Current:  Apk *0.28 - 2.8 Apk*

VBus:  V *8 - 48 V*

Magnetic: ☐ SM-PMSM ☒ I-PMSM

Ld/Lq ratio:  *0.001 - 10*

点击图 3: ST电机分析仪 - GUI第 9页所示的“连接”按钮。

注： 当应用板是新的或已擦除时，按下“升级固件”按钮会自动将正确的固件加载到微控制器中

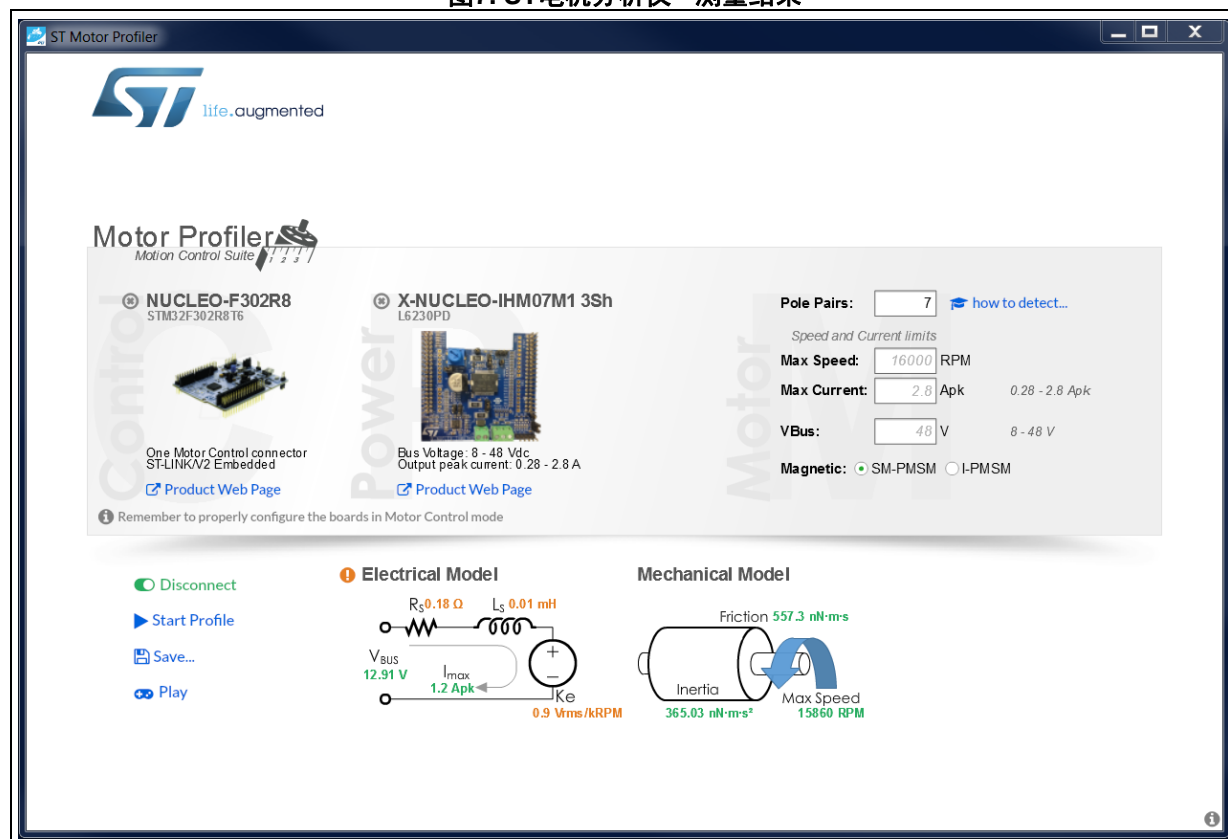
如果无法执行编程过程，请检查JTAG/SWD编程线

如果执行编程过程但电机分析仪无法与应用板通信，请检查串行通信连接。

建立连接后，按下**开始分析**按钮，启动电机分析仪，如**图 7**所示。

成功完成分析后，所有电机测量结果均以绿色或橙色显示，如**图 7**所示。显示红色时，检查硬件设置并重新启动电机分析序列。

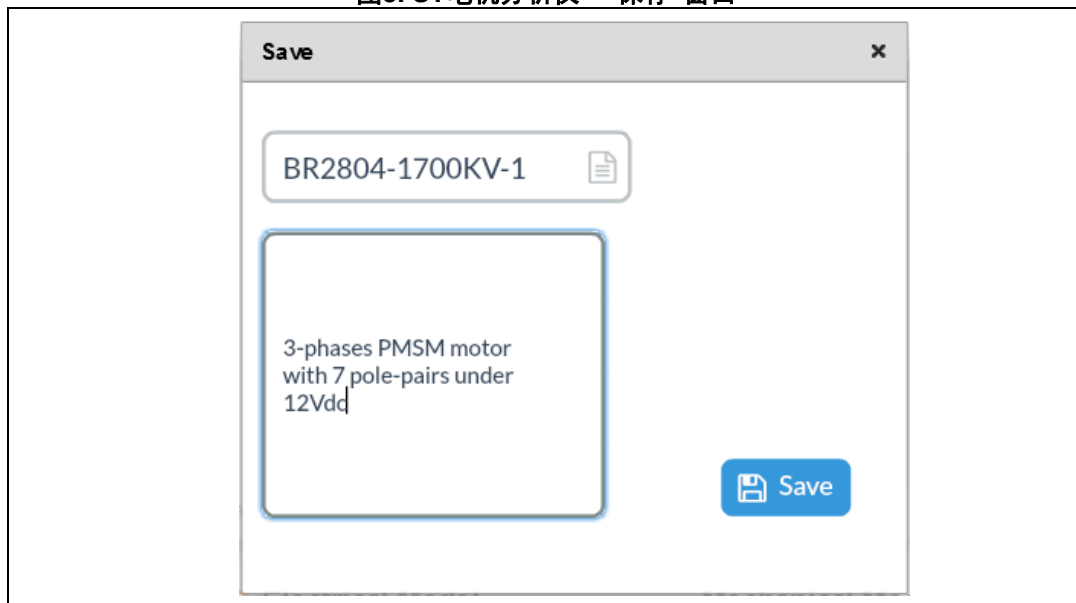
图7. ST电机分析仪 - 测量结果



单击**保存**按钮（参见**图 7**），存储电机测量值，以便以后用于ST MC工作站软件工具。**图 8 第 13页**显示此时出现的菜单：

- 输入已分析电机的名称（例如BR2804-1700KV-1）
- 提供有关已分析电机的详细信息，例如在12 Vdc下具有7对极的三相电机

图8. ST电机分析仪 - “保存”窗口



单击 **断开** 按钮，停止使用ST电机分析仪工具并关闭窗口。

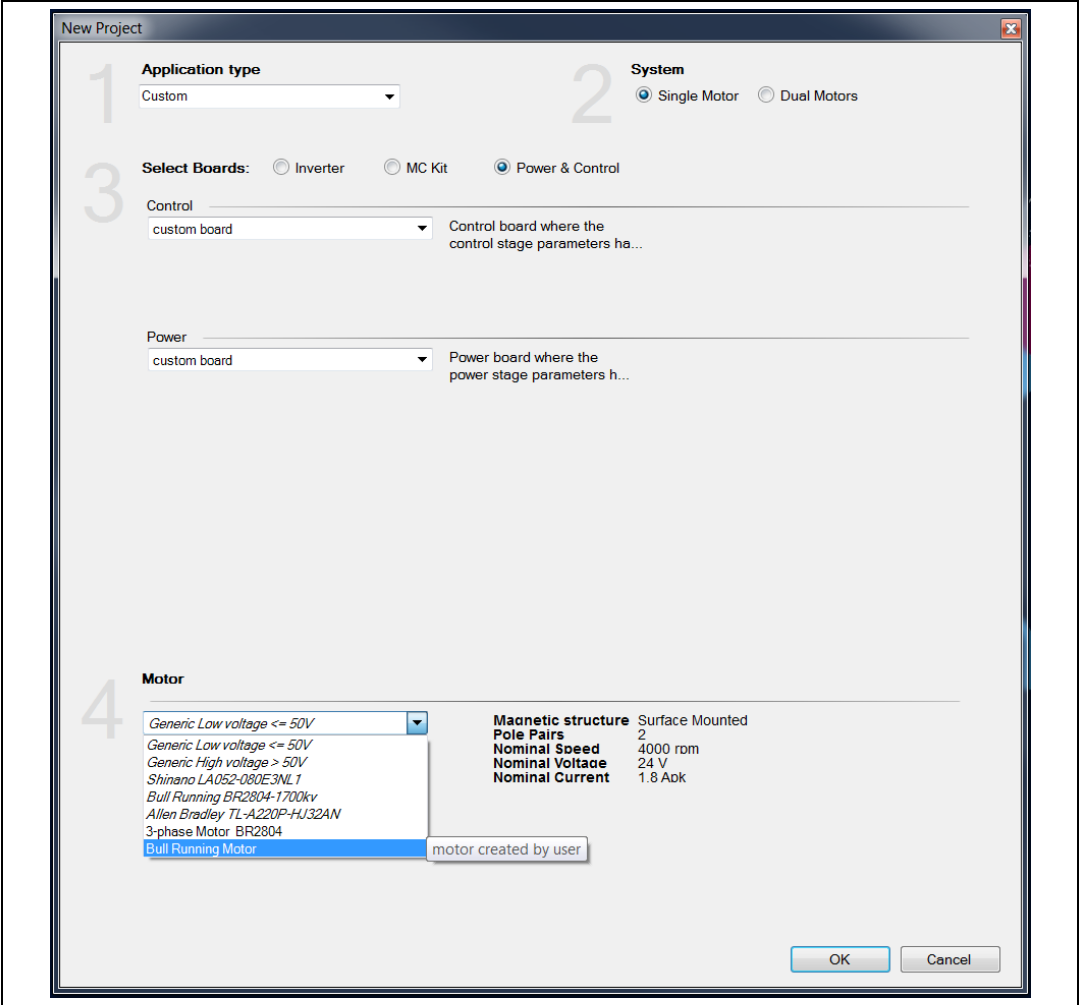
### 3.3 MC项目生成

可通过以下方式启动ST MC工作站软件工具：如 [图 1 第 8页](#) 所示，点击其图标或直接从安装文件夹树运行，或者，如 [图 2 第 8页](#) 所示，回到ST MC工作站GUI。点击 **新项目** 按钮。

显示后，在“**新项目**”窗口中提供硬件设置信息，如 [图 9 第 14页](#) 所示：

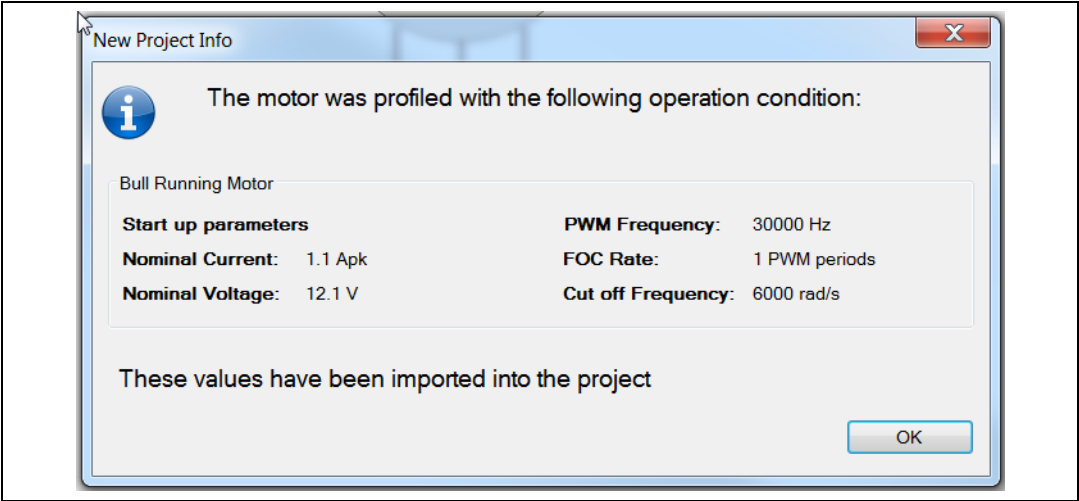
1. 选择“**应用程序类型**”
2. 勾选“**单电机**”或“**双电机**”复选框
3. 选择ST硬件设置板：
  - 如果ST板是完整的逆变器板（带功率器件和控制电子设备的单板），请选择“**逆变器**”组合框，从下拉列表中选择“**逆变器**”选项
  - 如果使用了诸如P-NUCLEO-IHM001的STM套件，请选择**MC套件**组合框，从下拉列表中选择“**套件**”选项
  - 如果系统由与功率评估板关联的控制评估板组成，请选择“**功率和控制**”组合框，从下拉列表中选择“**控制板**”和“**功率板**”
4. 从下拉列表中选择已分析的电机
5. 点击“**确定**”按钮，导入所需的所有硬件设置

图9. ST MC工作站 - “新项目”窗口



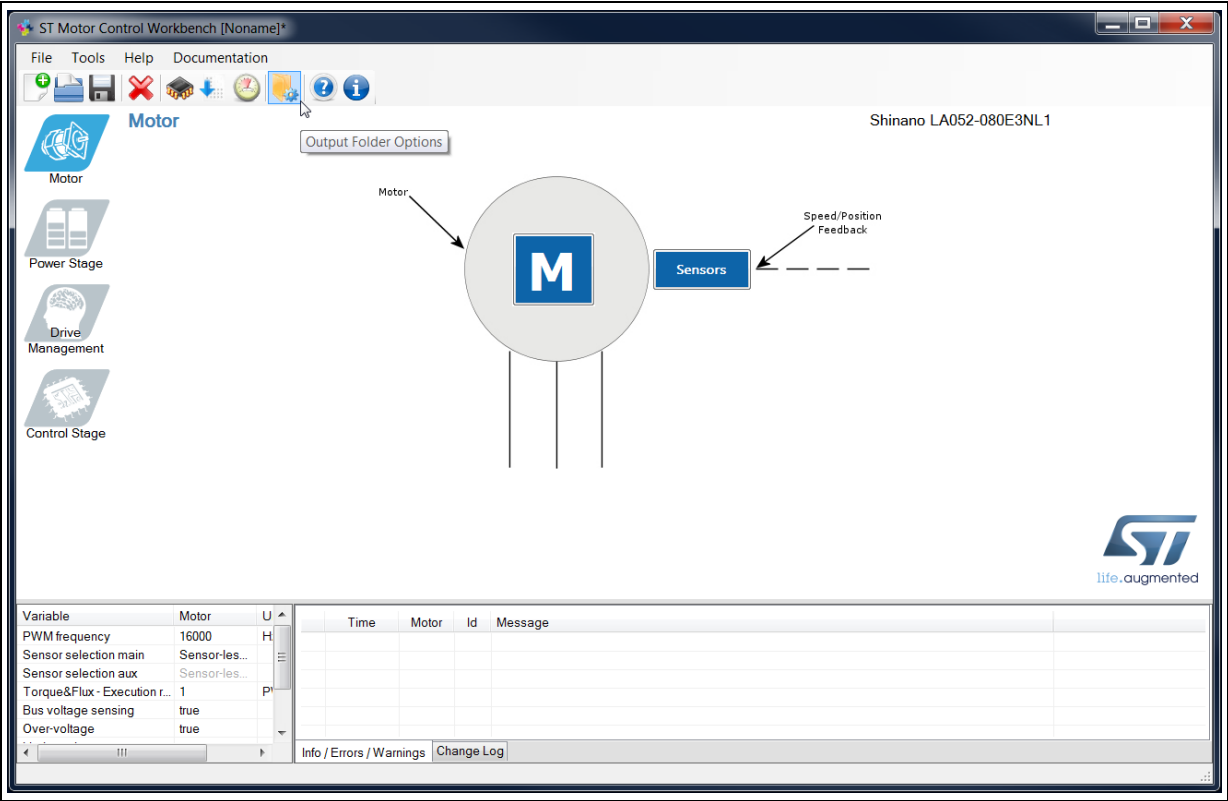
几秒钟后，将显示新项目信息窗口，可以在该窗口中检查电机工作条件，如图 10所示。

图10. ST MC工作站 - “新项目信息”窗口



点击图 11所示的“输出文件夹选项”按钮，打开“项目设置”窗口。

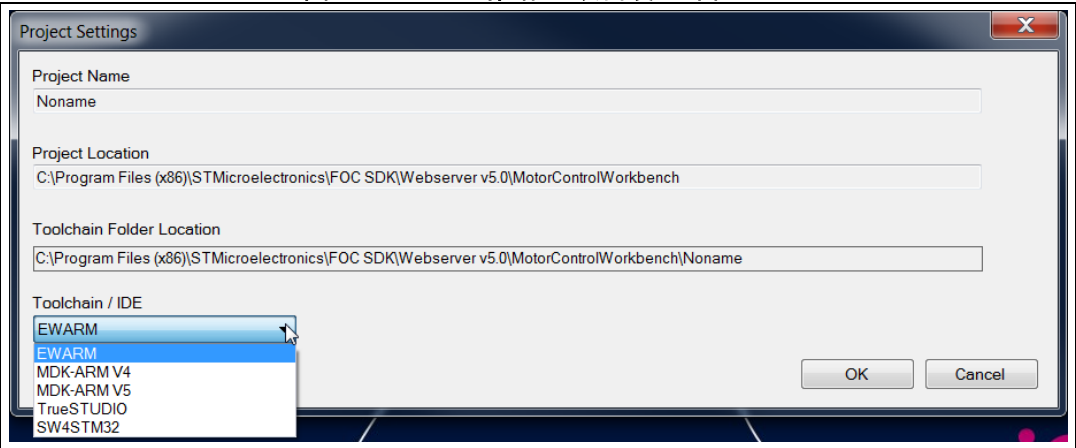
图11. ST MC工作站 - 项目设置



选择常用的工具链/IDE，如图 12所示（默认EWARM）。点击“确定”按钮。

注： 仅可修改工具链/IDE

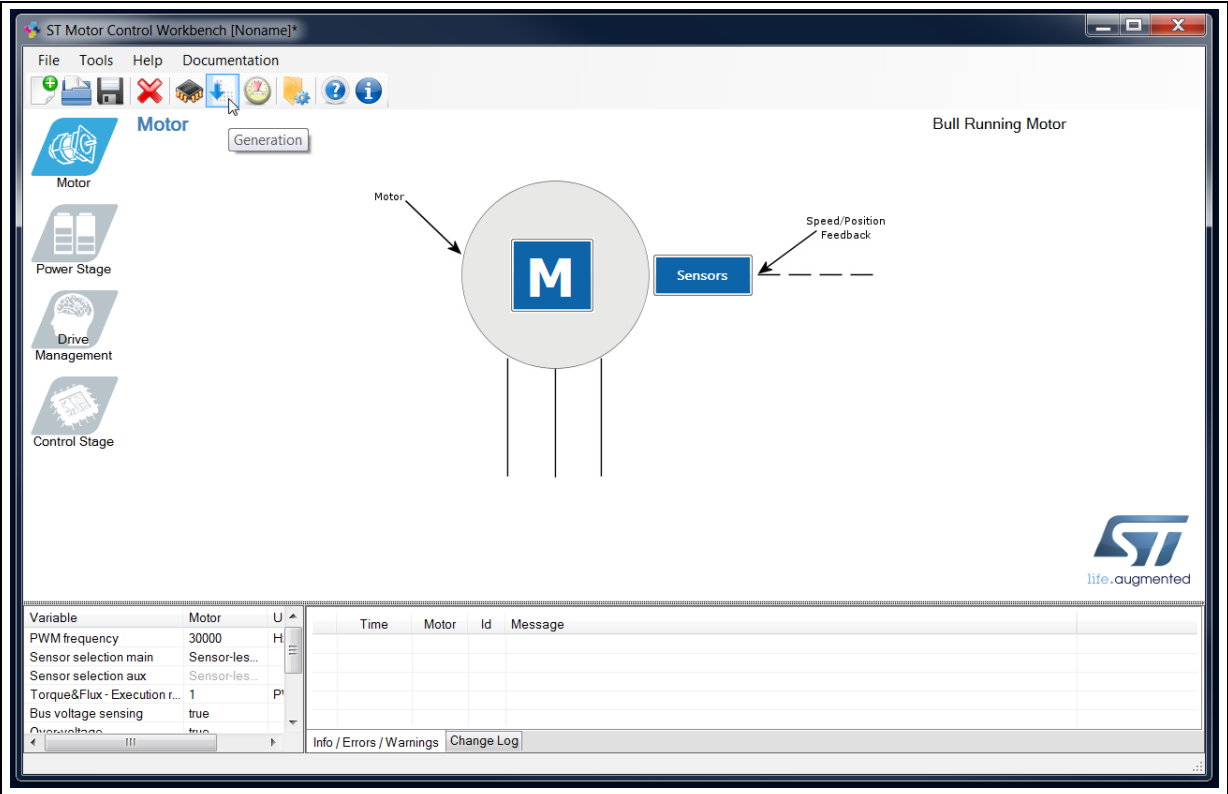
图12. ST MC工作站 - “项目设置”窗口(a)



a. SDK v5.0不支持TrueSTUDIO® 和SW4STM32框架工具，但后续版本支持。

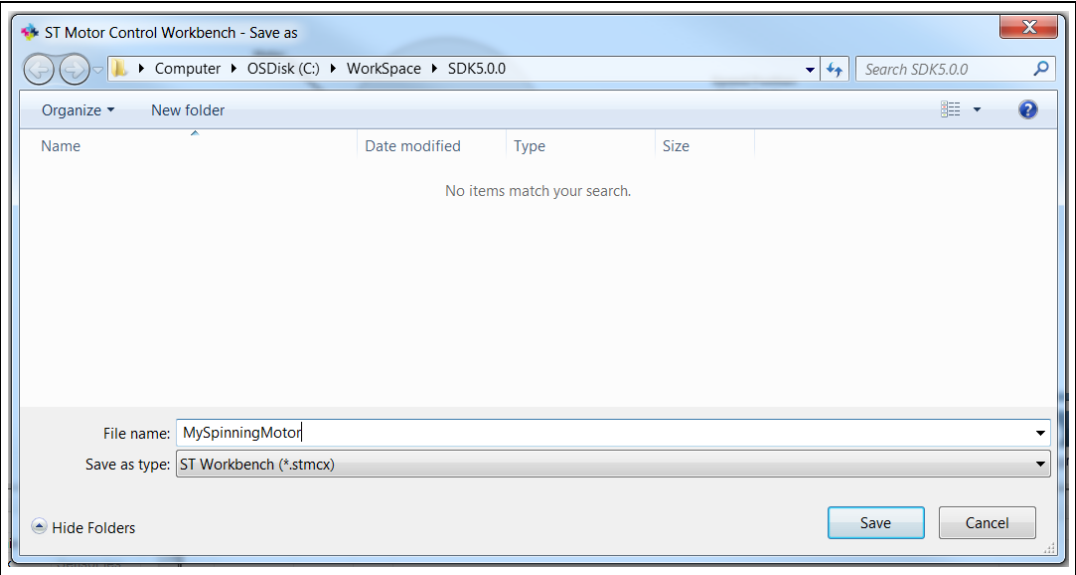
点击图 13所示的“生成”按钮，生成MC项目。生成MC项目需要数秒钟时间。

图13. ST MC工作站 - “项目生成”按钮



注：对于新项目，在生成项目之前，出现一个配置对应工作区设置的窗口，如图 14所示。选择工作区目录，点击“确定”按钮。这个步骤可能需要等待几秒钟。

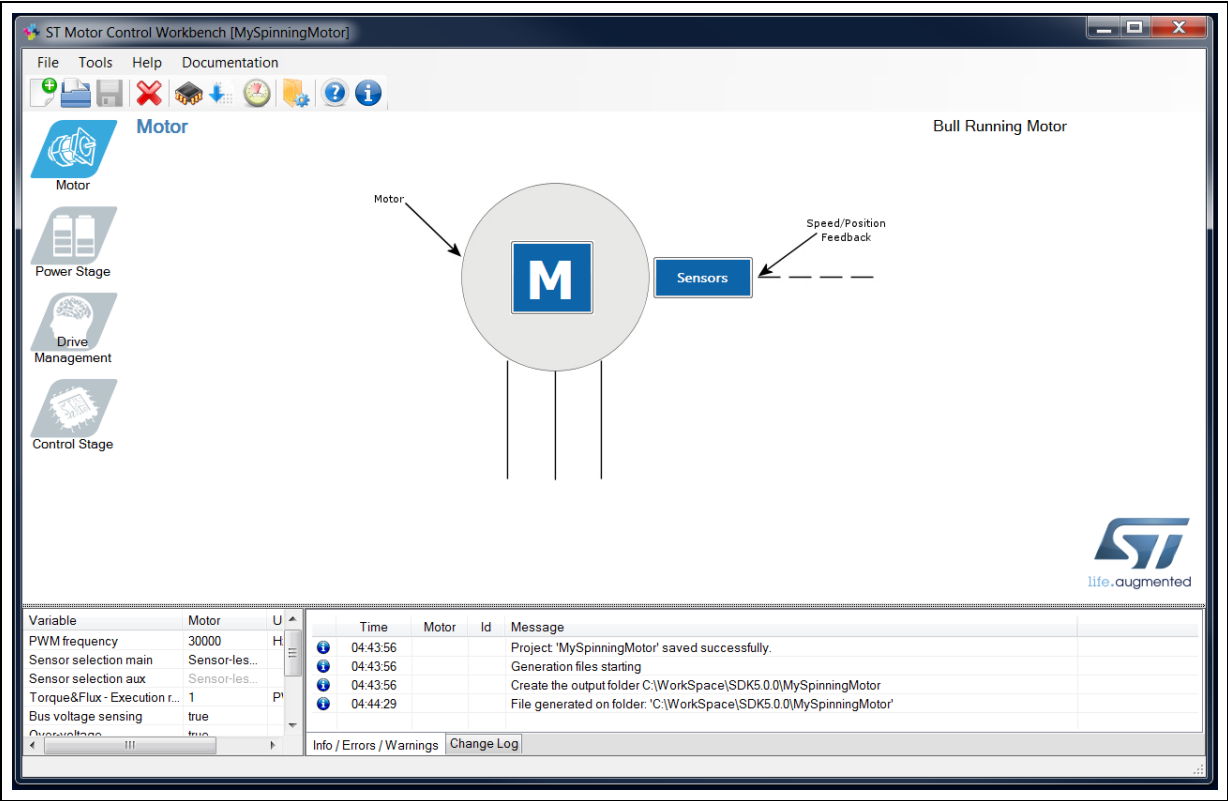
图14. ST MC工作站 - 工作区选择





信息/错误/警告 区介绍了关于项目生成进度的信息，如 图 15所示。

图15. ST MC工作站 - “项目生成”创建信息



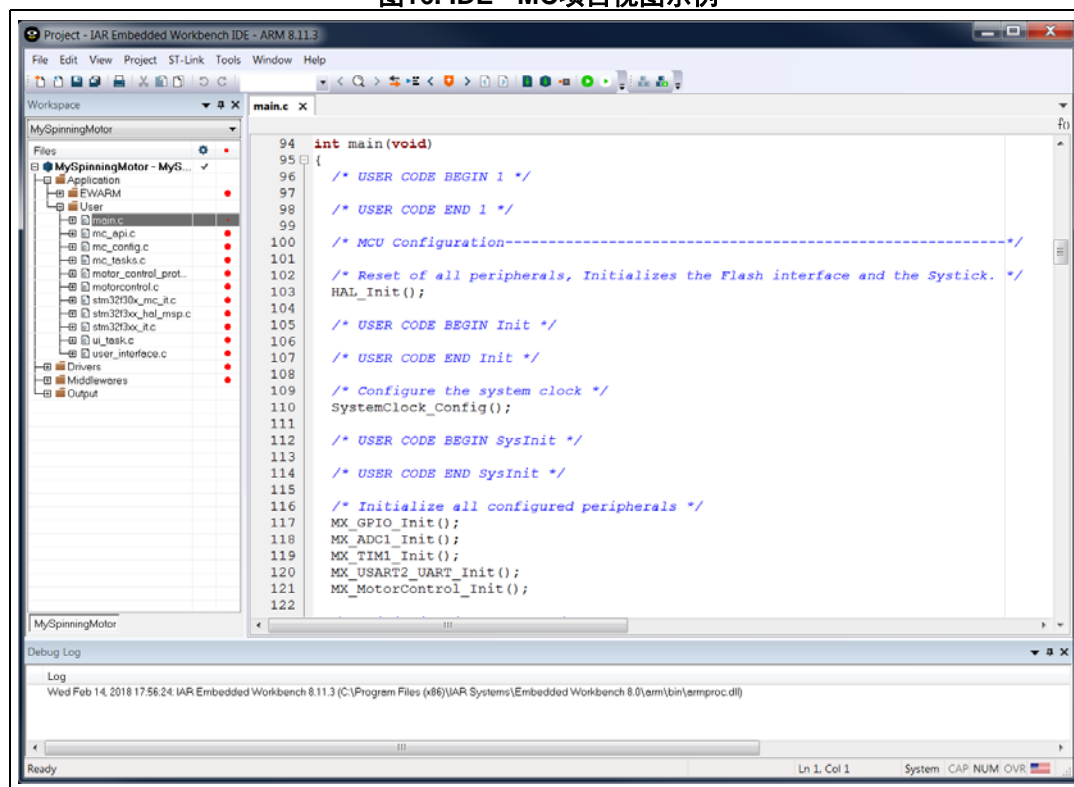
注： 请勿关闭ST MC工作站软件工具。在电机控制时还需要进一步使用该工具。

### 3.4 电机控制项目编译

可从IDE或者通过双击工作区文件，运行MC项目。显示如 图 16 所示的窗口。

**注意：**在IAR Embedded Workbench® for Arm® v7.80.4中，C编译器优化必须设置为 速度。

图16. IDE - MC项目视图示例



### 3.5 MC嵌入式应用程序下载

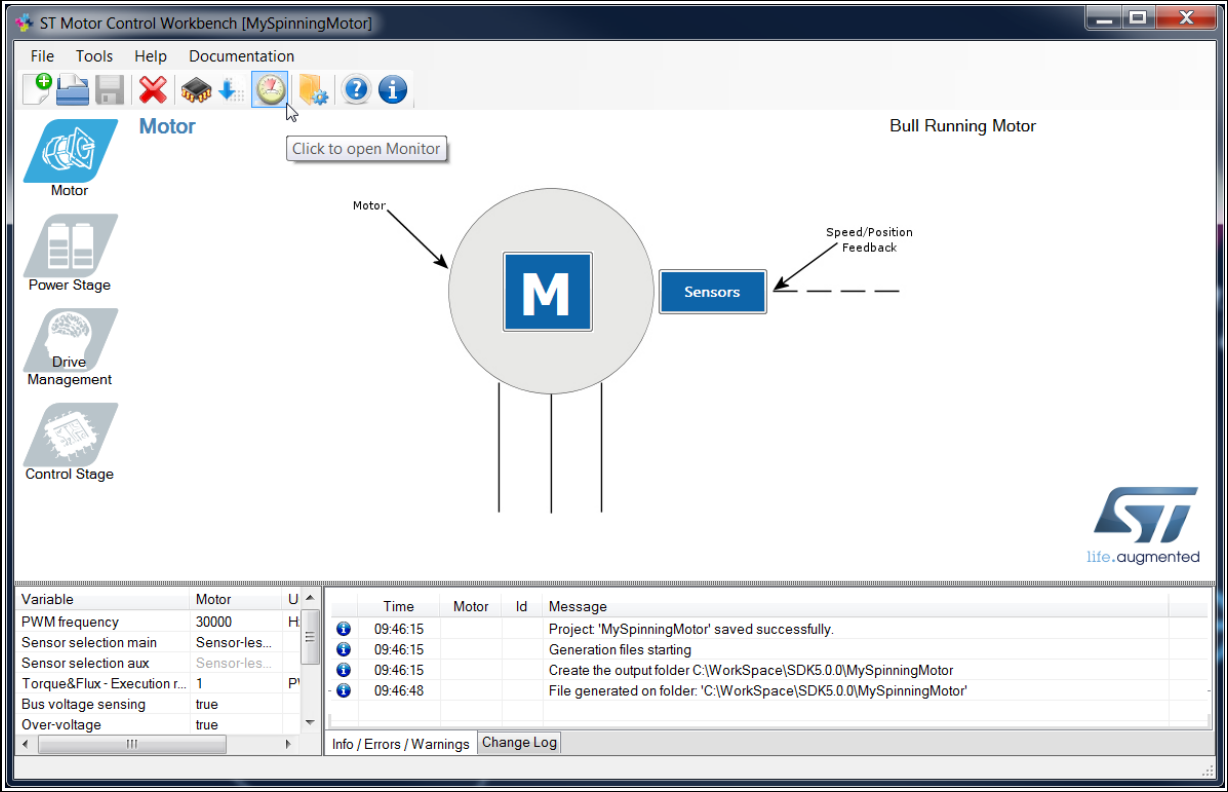
在IDE下载嵌入式应用程序至目标板中。如果已经正确安装ST/LINK，这就是最直接的操作方法。

**注意：**确保将ST/LINK配置为IDE中默认的调试/编程工具。

3.6 旋转电机的控制与监控

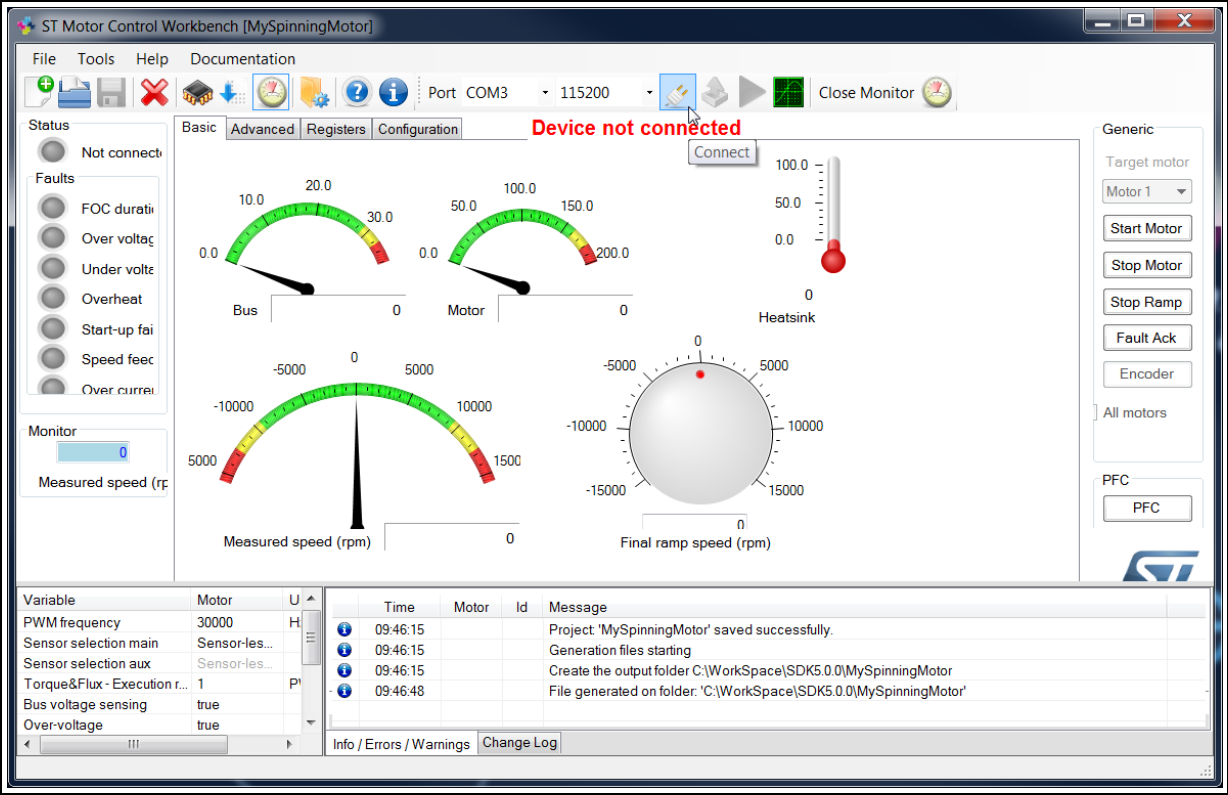
使用ST MC工作站软件工具执行旋转电机的控制和监控。点击图 17所示的 监控按钮。

图17. ST MC工作站 - “电机监控”按钮



控制和监控的GUI，如 图 18 所示。检查通信链路设置，必要时进行配置，并点击“连接”按钮。

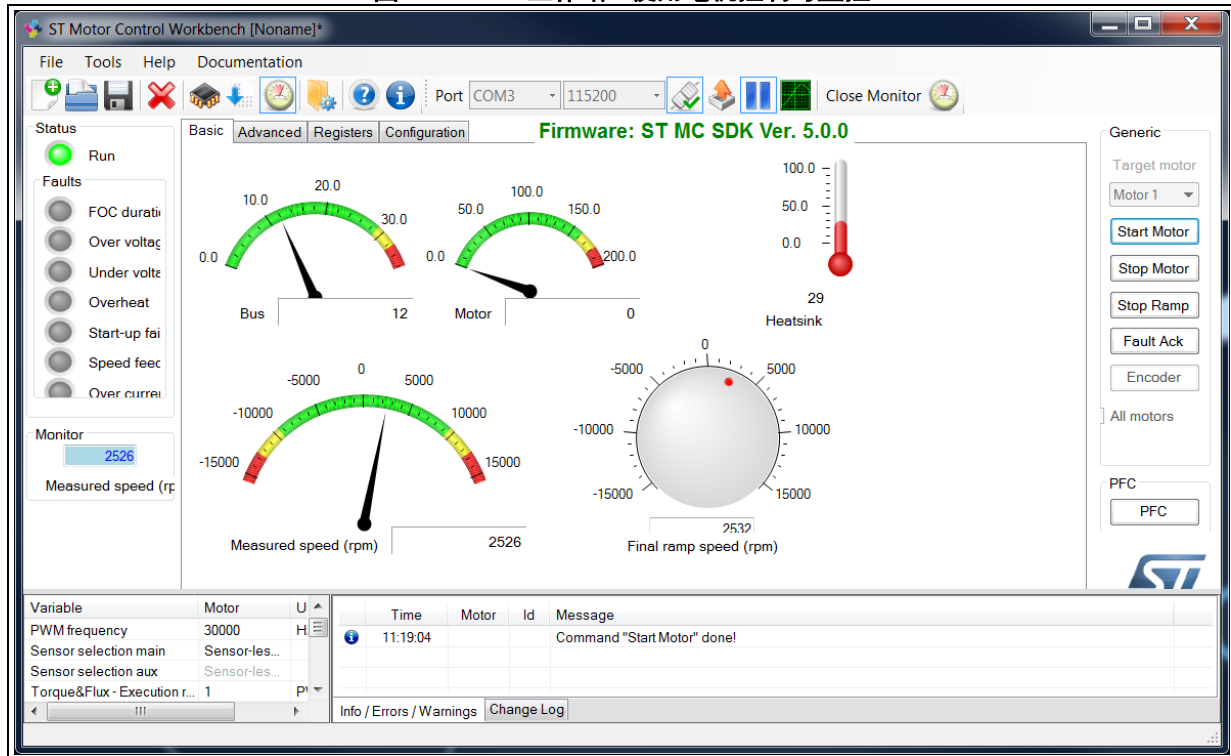
图18. ST MC工作站 - “电机监控”GUI



连接结果如图 19 中所示。一旦建立连接：

- 点击启动电机按钮，旋转电机
- 监控电机速度
- 点击停止电机按钮，停止电机

图19. ST MC工作站 - 使用电机控制与监控



注：如果出现故障：

- 检查原因
- 解决问题
- 点击“故障确认”按钮
- 点击“启动电机”按钮，再次旋转电机

## 4 使用须知和限制条件

电机分析算法旨在用于快速评估ST MC解决方案。它可以用于驱动任何三相PMSM，无需使用特定仪器或具备特殊技能。

尽管测量结果的精确性不如适当的仪器工具，ST电机分析仪测量结果在以下情况下得到优化（[图 7：ST电机分析仪 - 测量结果第 12页](#)中绿色字体）：

- 定子电阻大于 1  $\Omega$
- 定子电感大于 1 mH

此外，务必根据电机特性，选择适当的硬件。例如，电机的最大电流应当尽可能与应用板的最大电流相匹配。

ST电机分析仪仅可用于兼容的STMicroelectronics评估板。

---

**警告：** 使用ST电机分析仪工具，查看支持的系统列表。

---

版本历史

表2. 文档版本历史

| 日期             | 版本 | 变更    |
|----------------|----|-------|
| 2018 年 3 月 6 日 | 1  | 初始版本。 |

表3. 中文文档版本历史

| 日期            | 版本 | 变更      |
|---------------|----|---------|
| 2018 年10月15 日 | 1  | 中文初始版本。 |

**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。本文档的中文版本为英文版本的翻译件，仅供参考之用；若中文版本与英文版本有任何冲突或不一致，则以英文版本为准。

© 2018 STMicroelectronics - 保留所有权利