*User's Guide*

# *MCF8329A 调优指南*

TEXAS INSTRUMENTS

**摘要**

本调优指南提供了分步指南，用于指导设置 MCF8329EVM，将 MCF8329EVM 连接到 Motor Studio 以及使用 MCF8329A 电机驱动器对三相无刷直流电机进行调优。

## 内容



## 插图清单

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 简介

MCF8329A 是一款具有无代码无传感器场定向控制 (FOC) 的 4.5V 至 60V 三相无刷直流 (BLDC) 栅极驱动器 IC，适用于电机驱动应用。该器件集成了单个分流电流检测放大器 (CSA) 以及用于检测电机电流的外部分流电阻。本文档可帮助客户设置 MCF8329A，使他们能够体验器件强大的性能和灵活的可编程性。

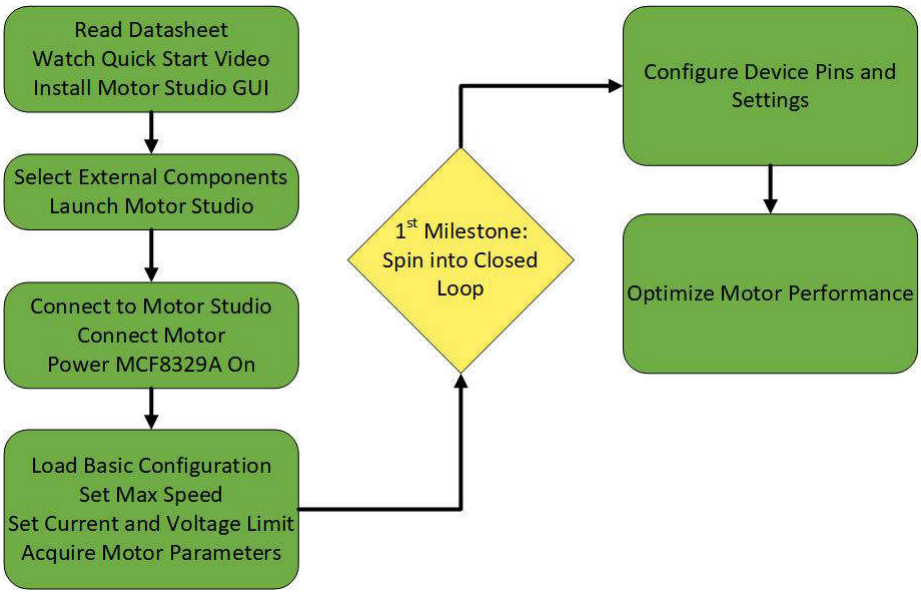



**图 1-1. 事件调优序列**

**备注**

在继续学习本调优指南之前，请务必执行以下操作：

1. 阅读 MCF8329A 无传感器场定向控制 (FOC) 三相 BLDC 栅极驱动器数据表、MCF8329EVM 用户指南，并观看快速入门视频。
2. 获取 MCF8329EVM 电路板。
3. 安装 Motor Studio 应用程序。

# 2 硬件设计和设置

本节旨在帮助用户为 MCF8329A 的外部功率级选择合适的元件，并设置 MCF8329EVM 的用户可配置设置。

## 2.1 电路板设计

以下各节提供了选择功率级元件以实现电机驱动器系统所需性能的公式和指南。

### *2.1.1 外部 MOSFET 选型*

MCF8329A 可支持的外部半桥的 MOSFET 可以通过将 MOSFET 栅极电荷、输出 PWM 开关频率和 PVDD 电压输入到 TI.com 上的 Max Qg MOSFET Calcualtor Tool 中来确定。

### *2.1.2 栅极电阻器选型*

选择合适的栅极电阻来限制栅极驱动电流，以便将漏源电压压摆率 (VDS) 设置为适合外部 MOSFET 的水平，这对于实现良好的系统性能至关重要。有关选择合适栅极电阻值的重要性和方法的更多信息，请参阅 *MCF8329A 无传感器场定向控制 (FOC) 三相 BLDC 栅极驱动器数据表* 中的*栅极驱动电流和栅极电阻器选型* 部分。为了简化栅极电阻选择过程，可以使用栅极电阻计算器来估算实现所需 VDS 上升和下降时间（精度为 ±30%）所需的栅极电阻。

### *2.1.3 自举电容器和 GVDD 电容器选型*

自举电容器和 GVDD 电容器的大小必须适当，能够在正常运行期间维持自举电压高于欠压锁定阈值。有关为自举电容器和 GVDD 电容器确定合适电容的说明，请参阅 *MCF8329A 无传感器场定向控制 (FOC) 三相 BLDC 栅极驱动器数据表* 的*自举电容器和 GVDD 电容器选型* 部分。

### *2.1.4 电流采样电阻选型*

内部 FOC 算法在计算中使用内部电流检测放大器 (CSA) 的输出。建议将内部 CSA 的最大可测量电流设置为比电机失速电流高 10%。要确定 CSA 增益和外部低侧分流电阻的合适值，请参阅 *MCF8329A 无传感器场定向控制 (FOC) 三相 BLDC 栅极驱动器数据表* 的第 7.3.5 节。

### *2.1.5 VREG MOSFET 选型*

GCTRL 引脚可用于驱动外部 MOSFET，该 MOSFET 可用作稳压器，为 VREG 引脚供电，从而降低 MCF8329A 内的功率耗散。*MCF8329A 无传感器场定向控制 (FOC) 三相 BLDC 栅极驱动器数据表* 的第 8.2.1 节提供了有关如何选择合适 MOSFET 的说明。

### *2.1.6 额外的外部功率级元件*

有关 MCF8329A 外部元件和大功率系统的其他注意事项，请参阅 *MCF8329A 无传感器磁场定向控制 (FOC) 三相 BLDC 栅极驱动器数据表* 的*大功率设计中的系统注意事项*、*电容器电压额定值* 和*外部功率级元件* 部分。

# 3 连接到 GUI

在将 MCF8329EVM 连接到计算机之前，启动 Motor Studio 应用程序并从下拉列表中选择 MCF8329A。点击 *Proceed*，然后点击 *Setup Now* 按钮，获取有关如何连接电源、连接电机以及配置 EVM 上的跳线和开关的说明。

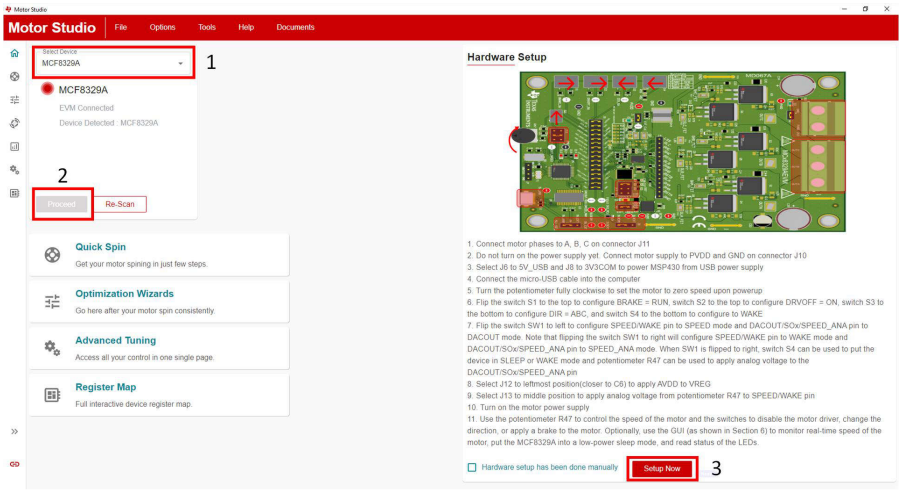



**图 3-1. EVM 硬件设置**

硬件设置完成后，打开连接到 EVM 的电源。PVDD LED D3 亮起后，在 EVM 和 PC 之间连接一条 micro-USB 转 USB 电缆。几秒钟后，Motor Studio 应连接到 EVM，图 3-2 中所示的两个图标将变为绿色。如果 EVM 未连接，请点击 *Re-Scan* 按钮。

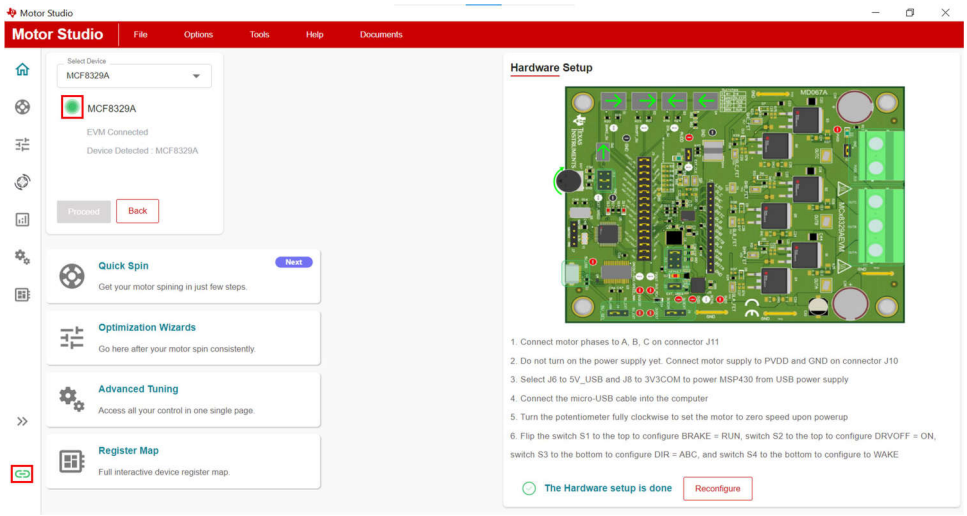



**图 3-2. EVM 连接指示器**

**备注**

如果 GUI 无法在一分钟后连接到 GUI，请断开 EVM 与 PC 的连接，重新启动 Motor Studio GUI。Motor Studio 再次启动后，将 EVM 重新连接到 PC。

# 4 旋转进入闭环

本节提供了对 MCF8329A 设置进行调优的标准化步骤，以便电机能够成功旋转并进入闭环控制。

图 4-1 中概述了对 MCF8329A 寄存器进行调优以使电机旋转并进入闭环控制的一般步骤。

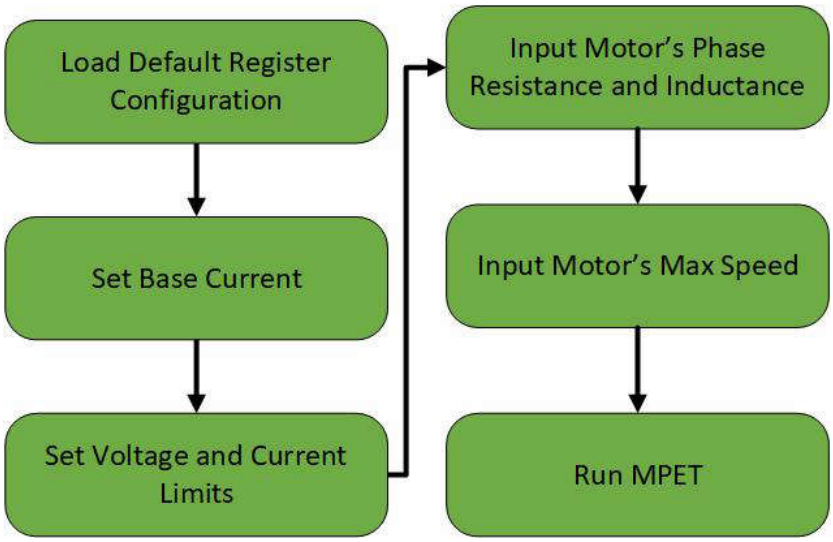



**图 4-1. 基本控制流程图**

## 4.1 基本配置

### *4.1.1 加载推荐的默认值*

在 Motor Studio 主页上或窗口左侧的菜单中选择 *Quick Spin* 选项。使用 *Load Default* 部分中的 *Select Preset* 下拉菜单，选择与应用用例或 *Default MCF8329A Registers* 选项最相似的寄存器配置。选择所需的寄存器配置后，点击 *Load Preset Values* 按钮。

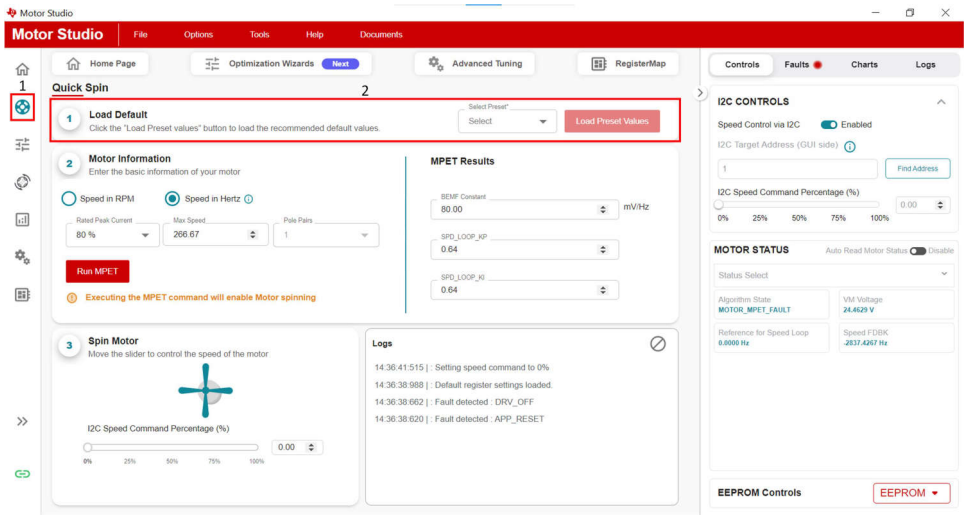



**图 4-2. 加载默认寄存器配置**

### 4.1.2 设置基极电流

根据节 2.1.4 中确定的分流电阻值和 CSA 增益值，使用方程式 1 计算内部 CSA 的最大可测量电流。

$$\frac{1.5}{RSENSE \quad \times CSA\_GAIN} \times \frac{32768}{1200} \tag{1}$$

将方程式 1 中的结果转换为十六进制值后，使用 *Register Map* 页面将结果输入寄存器 GD_CONFIG2 中的 BASE_CURRENT 位字段。

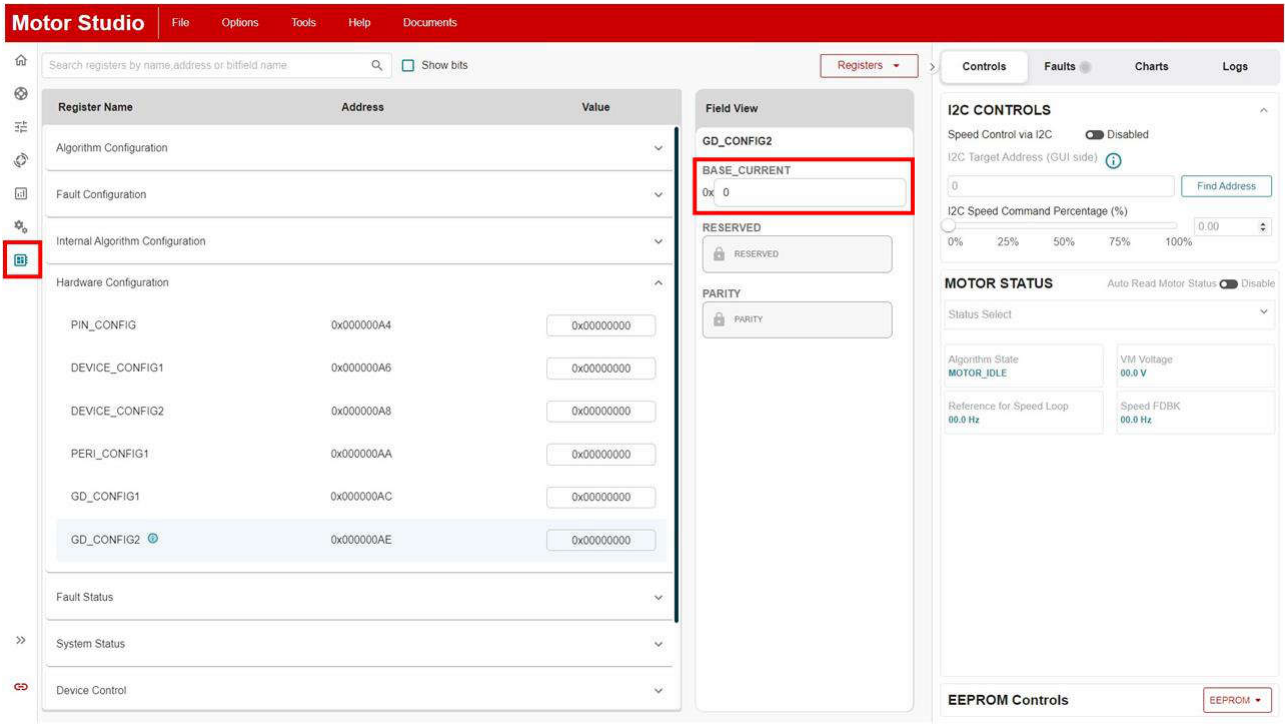



**图 4-3. BASE_CURRENT 位字段**

### 4.1.3 设置电流限值

MCF8329A 中的所有电流限值都设置为 BASE_CURRENT 位字段中编程的值的百分比。例如，如果 BASE_CURRENT 设置为 37.5A 且 ILIMIT 设置为 50%，则 ILIMIT 设置的电流限值将为 18.75A。

HW_LOCK_ILIMIT 和 LOCK_ILIMIT 是可配置的电流限值，用于保护系统免受损坏。建议将这些限值设置为电机额定峰值相电流的三倍。如果电机额定峰值相电流介于配置中的两个相邻限值设置之间，请选择两个设置中的较高者。

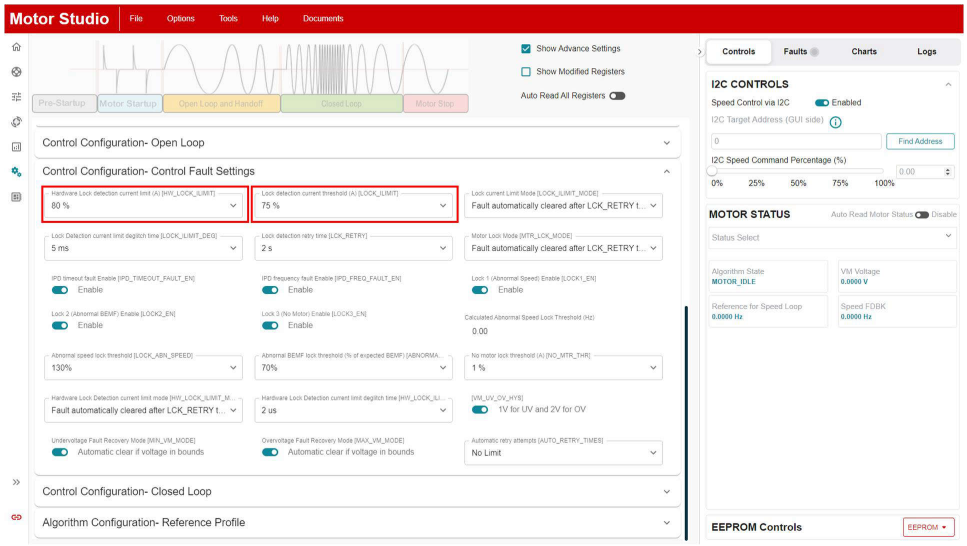



**图 4-4. 电流保护限值**

ILIMIT、OL_ILIMIT、ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_ILIMIT 和 IPD_CURR_THR 是电机驱动器在电机运行的各个阶段使用的最大电流。建议将这些值设置为小于或等于电机的额定最大相电流。

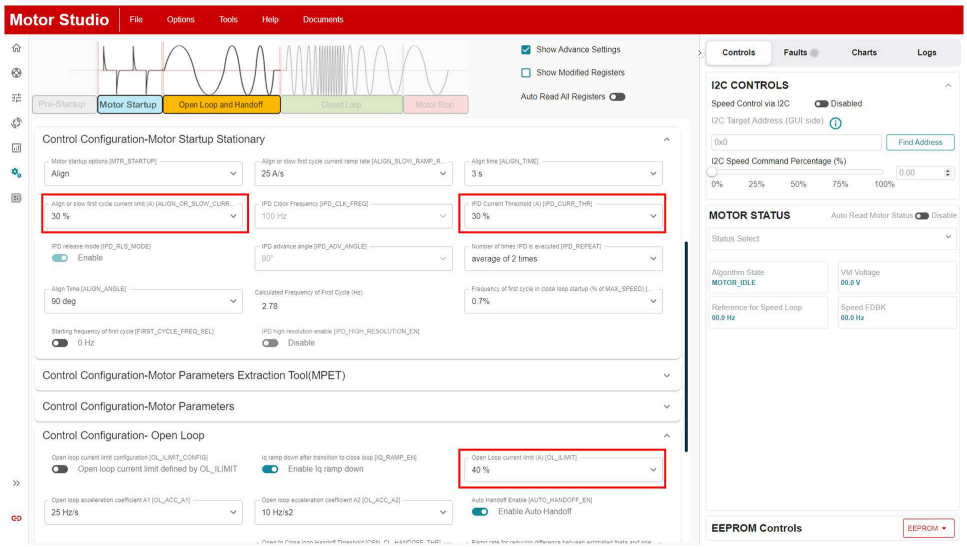



**图 4-5. OL_ILIMIT、ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_ILIMIT 和 IPD_CURR_THR 电流限值**

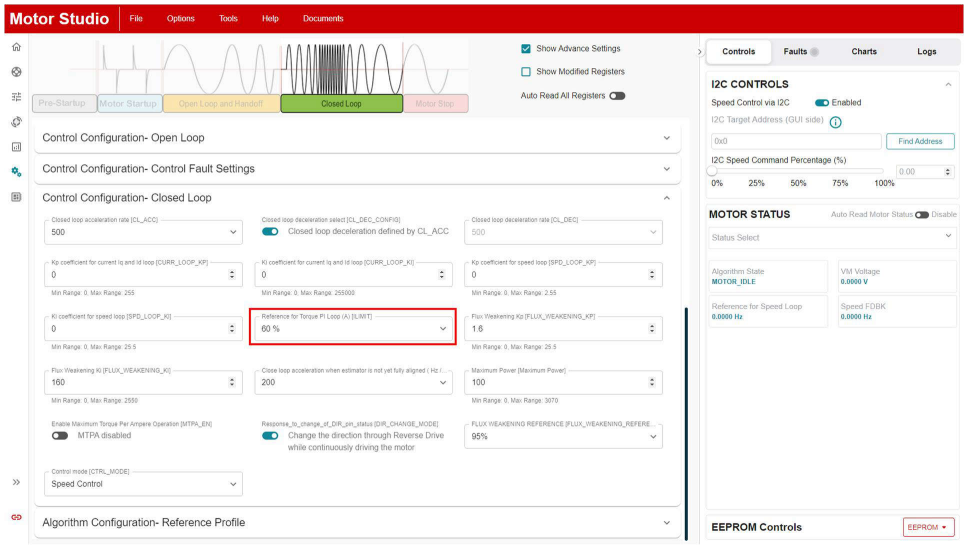



**图 4-6. ILIMIT 电流限值**

### *4.1.4 设置电压限值*

BUS_VOLT 用于对 MCF8329A 将使用的调制算法进行标准化。为了在较低电机电压下提高调制算法的分辨率，请将 BUS_VOLT 设置为最接近的值，该值仍然大于预期的直流母线电压或相电压。确定最大预期电压值时，确保考虑相位节点上的电压尖峰。

在电机电压不能高于特定电平的应用中，可使用 MAX_VM_MOTOR 来设置所需的电压限值。

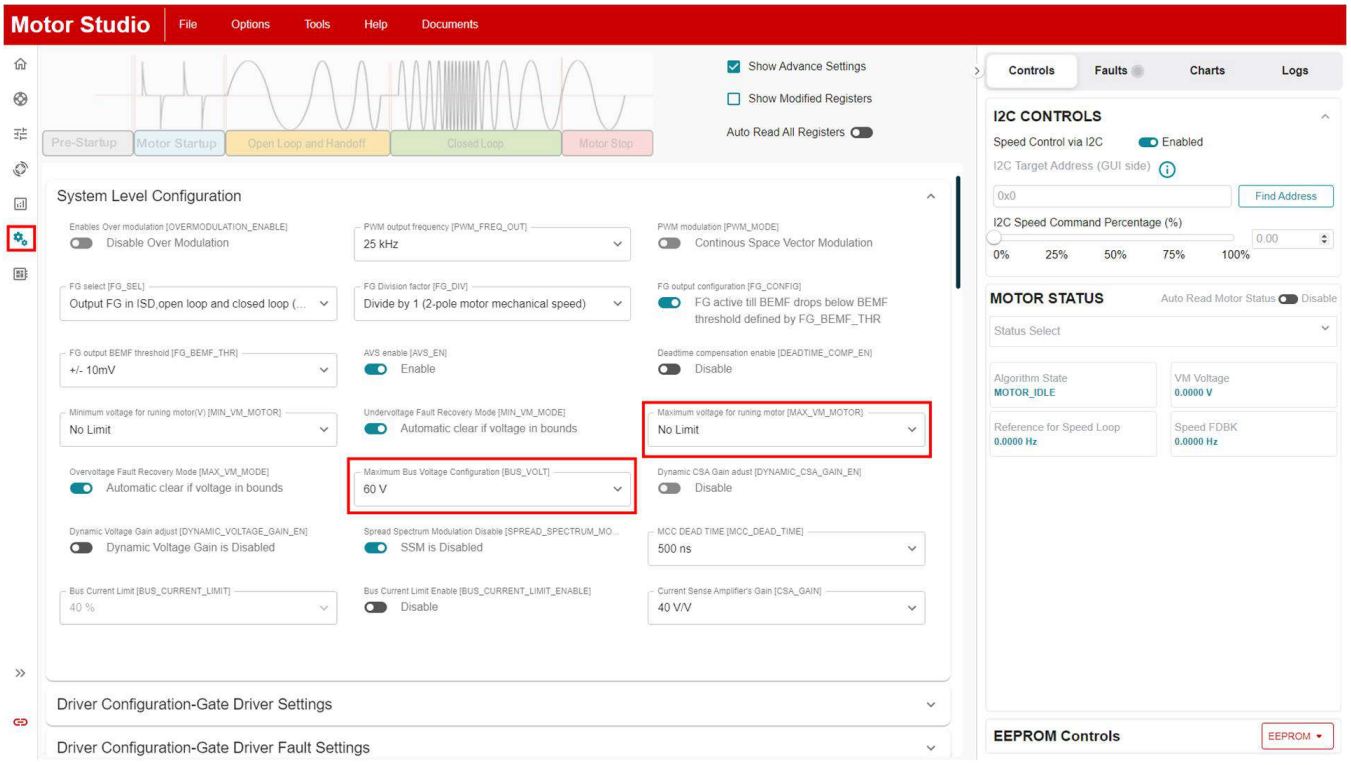



**图 4-7. 电压限值**

### 4.1.5 输入电机的相电阻和电感

根据电机参数常见问题解答中的说明，找出电机相电阻和电感。找到这些值后，在 *Advanced Tuning* 页面上的 *Motor Parameters* 选项卡中将相电阻输入到 *Motor Phase Resistance* 框中，并将相电感输入到 *Lq* 和 *Ld* 框中。

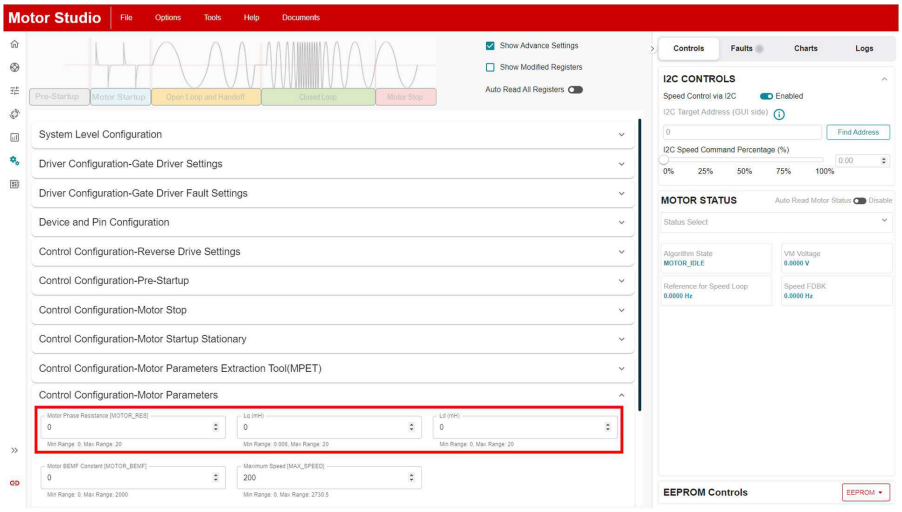



**图 4-8. 电机电阻和电感**

### 4.1.6 最大电气速度 (Hz)

转至 GUI 中 *Quick Spin* 选项卡上的 *Motor Information* 部分，并使用以下步骤设置电机的最大速度：

1. 选择 *Speed in RPM* 或 *Speed in Hz*，具体取决于电机数据表提供的速度单位。
2. 在“Max Speed”框中输入速度。如果输入以 RPM 为单位的速度，则还要使用 *Pole Pairs* 框输入电机具有的极对数。

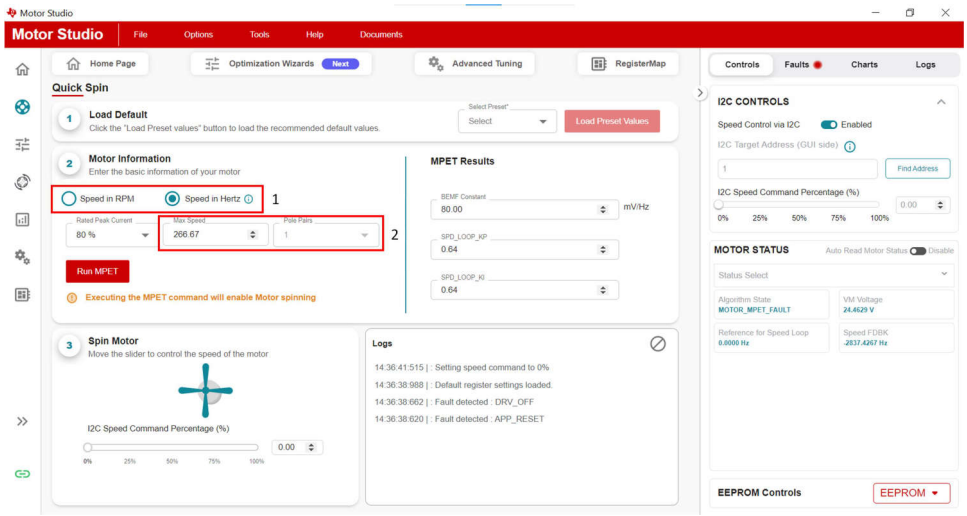



**图 4-9. 电机最大速度**

**备注**

在没有电机数据表的情况下确定电机极数：

1. 使用实验室电源，并确保电流限制设置为低于电机额定电流。请勿打开电源。
2. 将电源的 V+ 连接到电机的 A 相，将电源的 V- 连接到 B 相。如果没有标记，则可以随机选择三相中的任意两相。
3. 打开电源。转子应在注入电流后稳定在一个位置。
4. 手动旋转转子，直到转子对齐到另一个稳定位置。一次机械循环将有多个稳定位置。
5. 对一次完整机械循环的稳定位置数进行计数，该数字即为极对数。乘以 2 后便可计算出极数。

注意电机内的传动系统。传动比将确定多少转子转数与轴的机械旋转相关联。

### *4.1.7 运行 MPET 以识别电机参数*

一旦设置了节 4.1 部分中介绍的所有其他设置，就可以使用 MCF8329A 中的 MPET 算法来测量使电机在闭环中旋转所需的 BEMF 常数和速度环路增益。在运行 MPET 之前，请转至 *MPET* 页面，并检查是否按照节 4.1.3 中的说明设置了 IPD 和开环电流限制。接下来，启用 *Measure Motor BEMF Constant* 和 *Measure Motor Mechanical Parameter* 开关，然后点击 *Run MPET* 按钮。电机应开始旋转。电机停止旋转后，MPET 已完成测量。点击 *Write MPET Results To Shadow Registers* 按钮，以使用由 MPET 测得的结果。

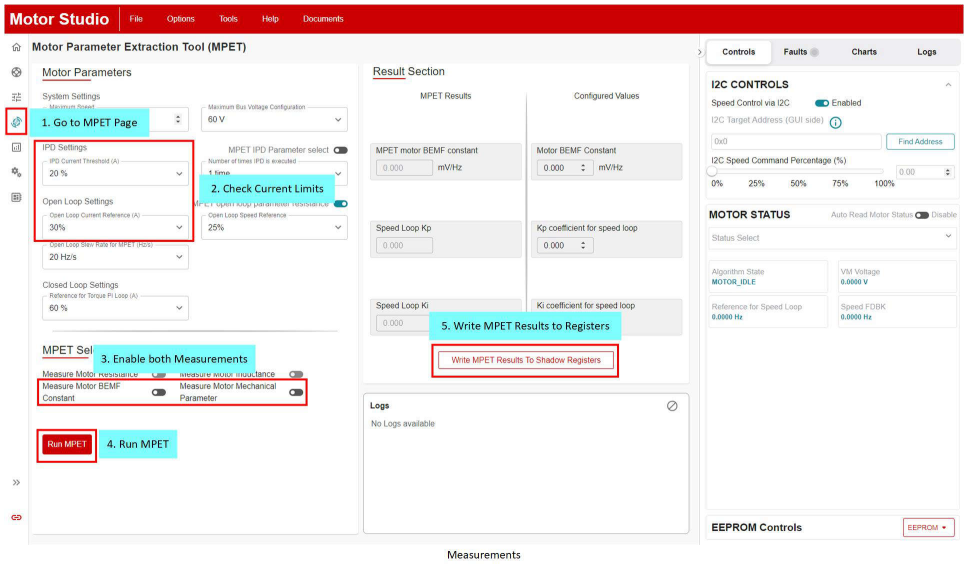



**图 4-10. 如何运行 MPET**

**备注**

如果报告了故障或 MPET 无法测量 BEMF 常数，请转至节 6 以寻求帮助。

#### 4.1.7.1 跳过 MPET 测量

通过确保参数寄存器中填充非零值，并且禁用测量开关，可以跳过 BEMF 常数或速度环路增益的 MPET 测量。

使用以下步骤禁用 BEMF 常数测量：

1. 用非零值填充电机 BEMF 常量，最好使用电机数据表中的值或手测量值。
2. 禁用 Measure Motor BEMF Constant 开关。

执行以下步骤来禁用速度环路增益的测量：

1. 使用非零值填充速度环路的 Kp 和 Ki 系数。
2. 禁用“Measure Motor Mechanical Parameter”。

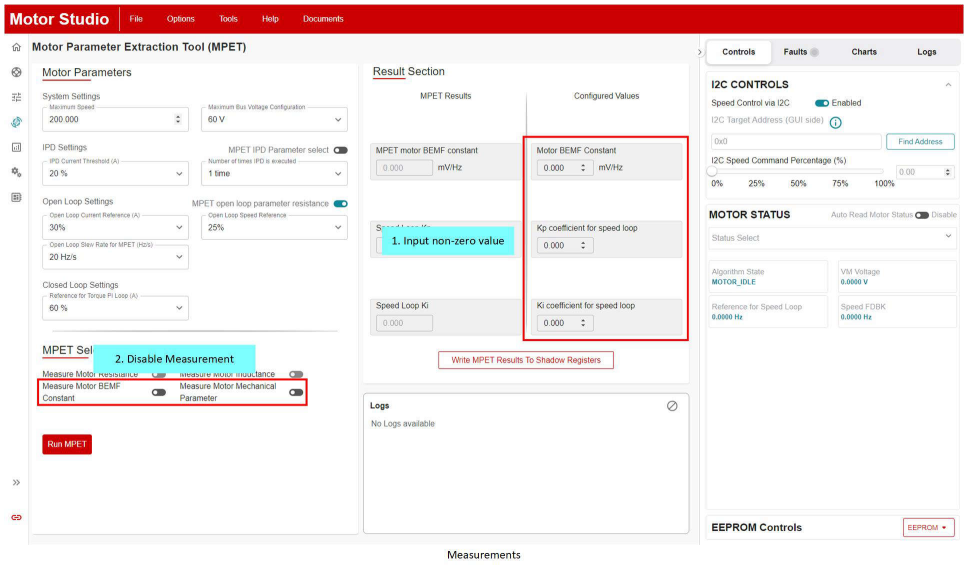



**图 4-11. 如何跳过 MPET**

## 4.2 测试是否成功启动至闭环

1. 使用 Quick Spin 页面的 *Spin Motor* 部分中的滑块或文本框应用非零速命令。提供速度命令后，电机应开始旋转并加速，直到电机达到目标速度。
2. 电机停止加速后，检查 *Motor Status* 部分下 *Reference for Speed Loop* 和 *Speed FDBK* 中的值是否接近同一值。
3. 如果 *Faults* 选项卡显示红色圆圈，则检查是否存在任何故障。如果已报告故障，请转至节 6 并按照调试步骤更正故障。
4. 一旦电机能够旋转进入闭环而不触发任何故障，请停止电机并通过依次点击 *File -> Save Registers* 将寄存器配置保存到 json 文件中。在弹出的窗口中，选择 *Json File* 并点击 *Save* 按钮。
5. 为了在器件上电时对 MCF8329A 数据表第 7.7 节中介绍的寄存器进行配置，这些寄存器值可加载到 EEPROM 中。要将所配置的寄存器值写入 EEPROM，请点击位于 Motor Studio 右下角的 *EEPROM* 下拉菜单，然后选择 *Write to EEPROM* 选项。在弹出的窗口中点击 *Yes* 按钮。

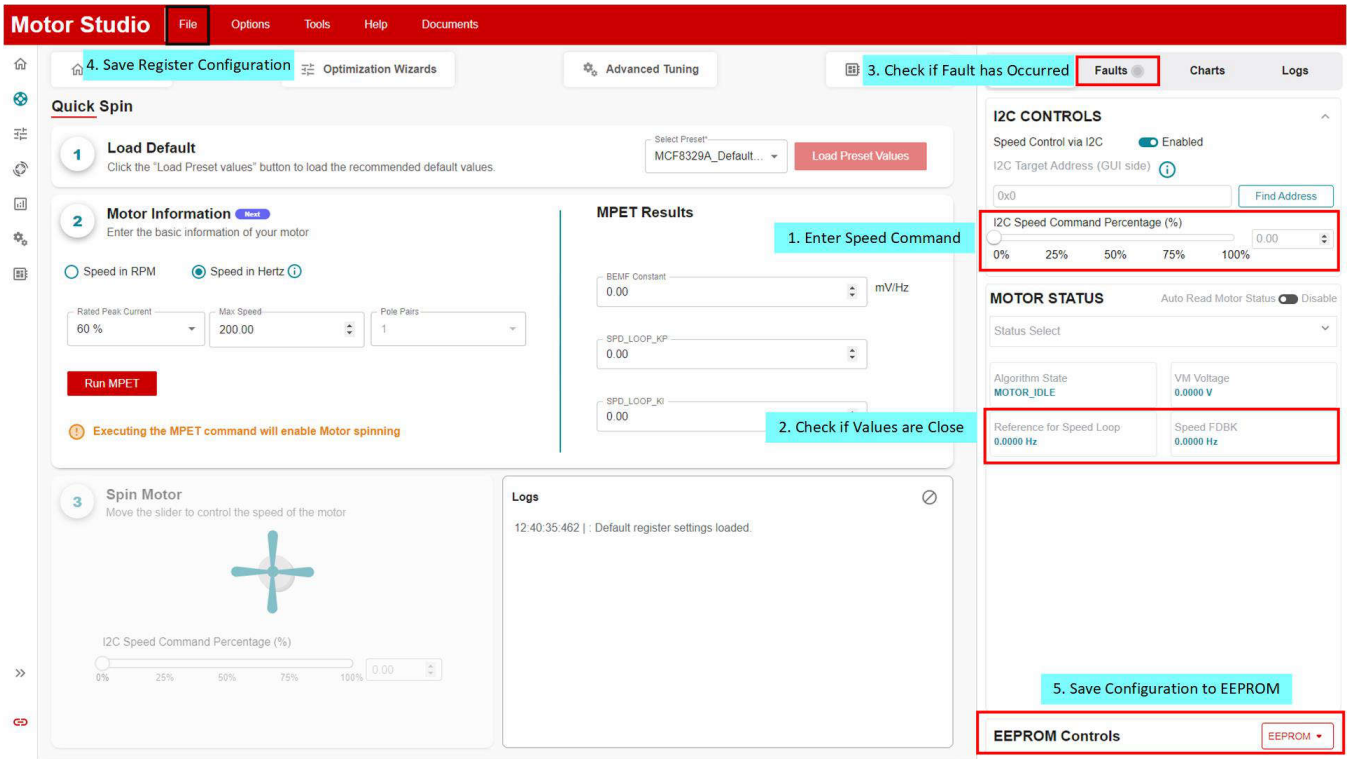



**图 4-12. 闭环旋转测试步骤**

# 5 基本控制

本节提供了针对多种用例需求优化电机性能的调优指导。

**备注**

用户应跳过不适用于系统或终端设备的小节用例和情形。

## 5.1 速度输入模式

MCF8329A 提供四个用于控制电机转速的选项：PWM、频率、模拟和 I2C。可以通过更改 *Advanced Tuning* 页面上 SPEED_MODE 寄存器的值来设置所需的速度模式。*MCF8329A 无传感器场定向控制 (FOC) 三相 BLDC 栅极驱动器数据表* 的 *电机控制输入选项* 一节中提供了有关如何配置这些控制方法的说明。

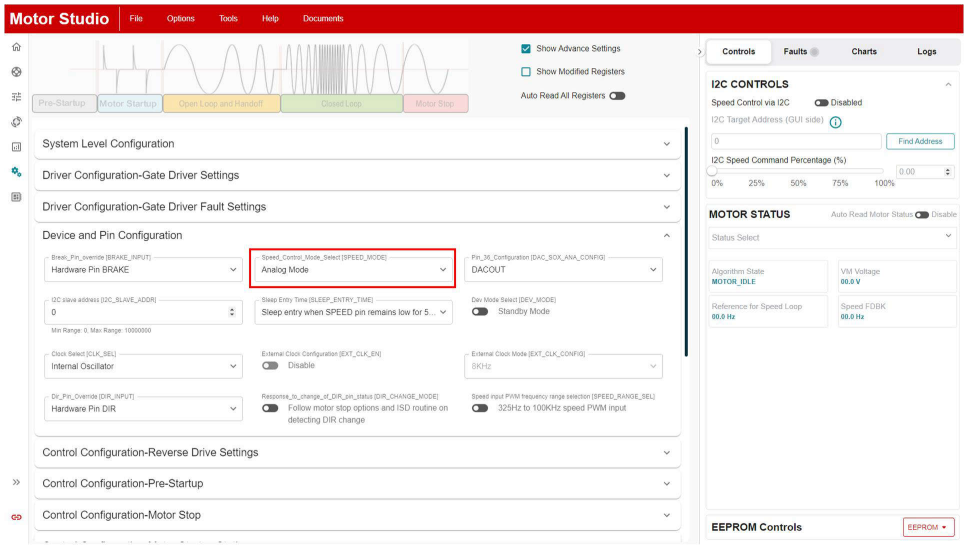



**图 5-1. 速度模式选择**

如果选择了 I2C 速度输入，请将 SW1 切换到远离其他开关的位置（请参阅图 5-2），这将向 SPEED/WAKE 引脚提供 WAKE 开关信号，以使 MCF8329A 退出休眠/待机模式。如果使用 I2C 以外的速度模式，请将开关反向切换（如图 5-2 中所示），以将速度引脚连接到 J13。有关如何设置 J13 的信息，请参阅 *MCF8329EVM 用户指南* 中的 *MCF8329EVM 上用户可选设置（默认为粗体）的说明* 表。

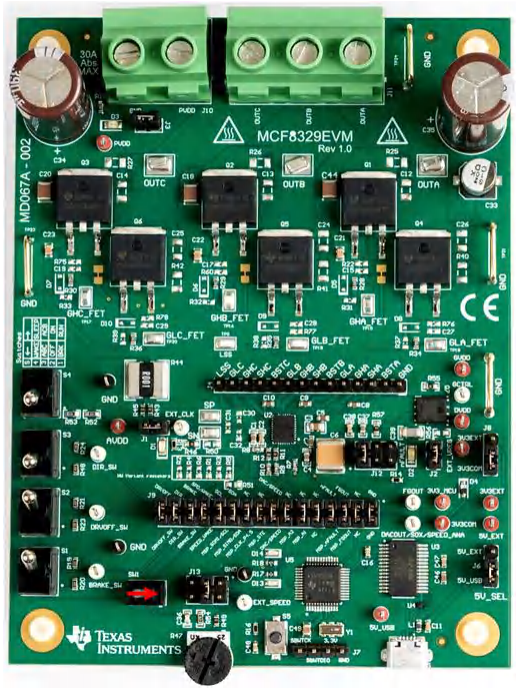



**图 5-2. I2C 速度模式的 SW1 位置**

## 5.2 在启动期间防止转子回旋

**选项 1：初始位置检测 (IPD)：**

1. 转至 *Optimization Wizards* 页面中的 *Optimal Startup*，选择“IPD”，然后点击 *Next* 按钮以获取设置 IPD 启动方法的说明。
2. 将 IPD 超前角度 [IPD_ADV_ANGLE] 设置为 90º，以获得最大启动扭矩。如果在启动过程中观察到急冲，则建议将该角度减小到 60º 或 30º，以实现更平稳的启动。

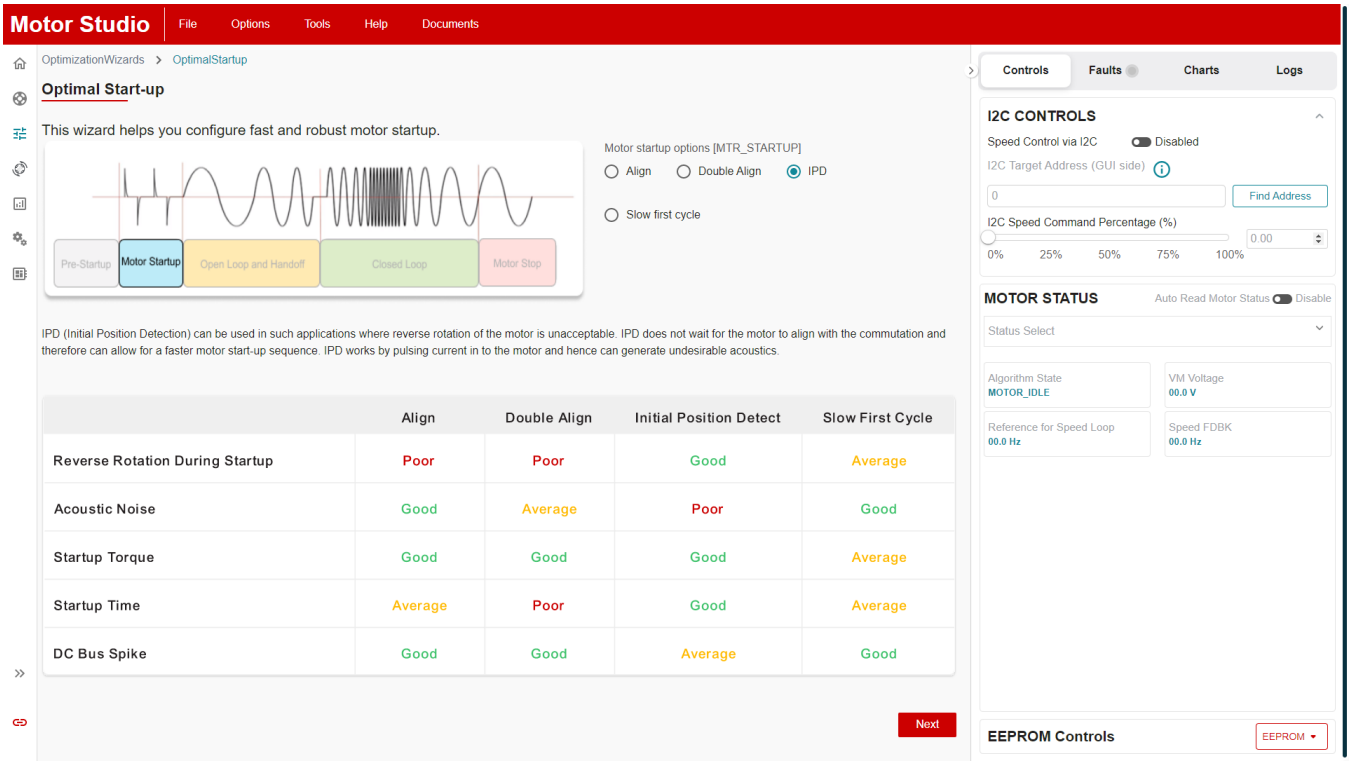
**备注**

如果电机具有非常高的电感，或者未连接电机，器件将会触发 IPD 超时故障 [IPD_T1_FAULT]。如果触发了此故障，建议检查电机是否连接到了器件。

如果 IPD 时钟频率设置得过高，器件会触发 IPD 频率故障 [IPD_FREQ_FAULT]。如果触发了此故障，建议减小 IPD 时钟值 [IPD_CLK_FREQ]。

**选项 2：慢速首循环：**

1. 进入 *Optimization Wizards* 页面中的 *Optimal Startup*，选择“slow first cycle”，然后点击 *Next* 按钮以获取设置慢速首循环启动方法的说明。




| | Align | Double Align | Initial Position Detect | Slow First Cycle |
|---|---|---|---|---|
| Reverse Rotation During Startup | Poor | Poor | Good | Average |
| Acoustic Noise | Good | Average | Poor | Good |
| Startup Torque | Good | Good | Good | Average |
| Startup Time | Average | Poor | Good | Average |
| DC Bus Spike | Good | Good | Average | Good |

**图 5-3. “Optimal Startup”页面**

## 5.3 缩短启动时间

**选项 1：初始位置检测 (IPD)：**

1. 转至 *Optimization Wizards* 页面中的 *Optimal Startup*，选择 IPD，然后点击 *Next* 按钮。
2. 将 IPD 电流阈值 (A) [IPD_CURR_THR] 提高到电机的额定电流。
3. 将 IPD 时钟值 [IPD_CLK_FREQ] 提高到更高的频率，在此值条件下，器件不会触发 IPD 频率故障。
4. 将 IPD 重复次数 [IPD_REPEAT] 设为 1 次。
5. 将开环电流限制配置 [OL_ILIMIT_CONFIG] 设置为由 ILIMIT 定义的开环电流限制。
6. 增加开环加速系数 A1 [OL_ACC_A1] 和开环加速系数 A2 [OL_ACC_A2]。

**备注**

可以增加 A1 和 A2，直到开环电流达到锁定检测电流阈值 [LOCK_ILIMIT]。可以使用示波器来测量开环电流。

增加开环加速系数 A1 [OL_ACC_A1] 和开环加速系数 A2 [OL_ACC_A2] 可能触发 LOCK_LIMIT 故障。如果发生这种情况，请减小 A1 和 A2，直到不再触发 LOCK_LIMIT 故障。

7. 对于超短启动时间（小于 100ms），建议按照以下步骤进行操作。
   a. 禁用自动切换 [AUTO_HANDOFF]。
   b. 将开闭环切换阈值 [OPN_CL_HANDOFF_THR] 配置为小于或等于 20Hz 的值。
8. 对于 100ms 以上的启动时间，建议按照以下步骤操作：
   a. 启用自动切换 [AUTO_HANDOFF]。

**备注**

如果触发异常速度故障 [ABN_SPEED]，建议减小开环加速常量 [OL_ACC_A1] 和 [OL_ACC_A2]，并通过增加 IPD 电流阈值 [IPD_CURR_THR] 和 IPD 重复次数 [IPD_REPEAT] 来重新调整 IPD。

9. 增加闭环加速率 [CL_ACC]。

**备注**

LOCK_LIMIT 故障处理：

可以增加闭环加速率 [CL_ACC]，直到闭环电流达到锁定检测电流阈值 [LOCK_ILIMIT]。可以使用示波器来测量闭环电流。增加闭环加速率 [CL_ACC] 可能触发 LOCK_LIMIT。如果发生这种情况，请减小闭环加速率 [CL_ACC]，直到不再触发。

**选项 2：对齐**

1. 进入 *Optimization Wizards* 页面中的 *Optimal Startup*，选择“Align”，然后点击 *Next* 按钮以获取设置对齐启动方法的说明。
2. 将对齐时间 [ALIGN_TIME] 配置为 10ms。
3. 按选项 1 中的第 6 步至第 9 步操作。

图 5-4 展示了 FG、相电流和电机电气速度波形。电机需要 50ms 才能从零达到目标速度。

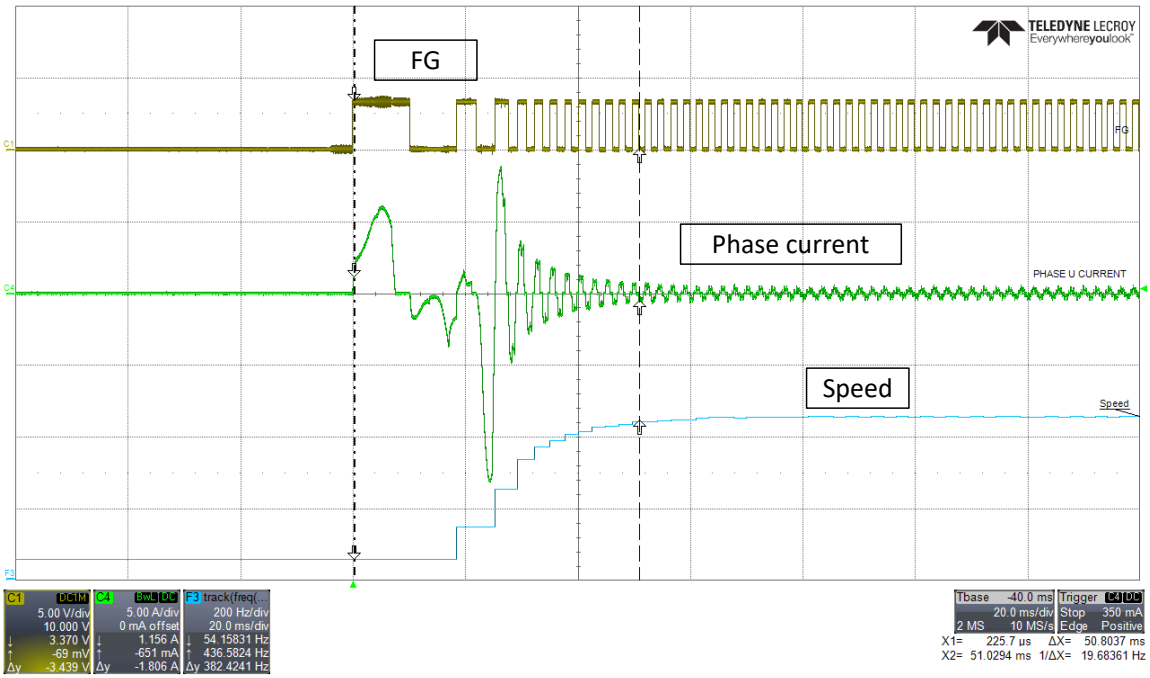



**图 5-4. 相电流、FG 和电机速度 – 更快的启动速度**

**备注**

如果触发异常速度故障 [ABN_SPEED] 或不同步 [LOSS_OF_SYNC] 故障，建议按照以下调试步骤进行操作：

1. 在 [MTR_STARTUP] 中选择“Double align”作为电机启动方法。
2. 增加对齐时间 [ALIGN_TIME]。
3. 将对齐电流阈值 [ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_ILIMIT] 配置为 ILIMIT 的 50%。
4. 将第一周期频率选择 [FIRST_CYCLE_FREQ_SEL] 配置为 0。

## 5.4 改进速度调节

对于需要更好速度调节的应用，建议调优转速环路 PI 控制器 [SPD_LOOP_KP] 和 [SPD_LOOP_KI]。速度环路的 Kp 系数 [SPD_LOOP_KP] 控制稳定时间和速度过冲。速度环路的 Ki 系数 [SPD_LOOP_KI] 控制速度过冲，确保将速度调节为设定值，并促使误差为零。速度环路 PI 控制器增益可以由 MCF8329A 自动调优，也可以手动调优。

**自动调优：**当 [SPD_LOOP_KP] 和 [SPD_LOOP_KI] 设置为零时，MCF8329A 会自动计算速度环路 PI 控制器增益。

**手动调优：**按照下面的步骤手动调优速度环路 PI 控制器增益：

1. 将控制模式 [CTRL_MODE] 设置为调制指数控制 (11b)。
2. 发出非零速命令，以启动电机（请参阅节 4.2 的第 1 步，了解如何发出非零速命令）。电机将在开环中旋转。
3. 让开环电流稳定，然后测量峰值开环电流。
4. 停止电机并将控制模式 [CTRL_MODE] 设置为电流控制。
5. 缓慢增加速度命令，直到电机转速达到最大速度。记下 *IQ_REF_CLOSED_LOOP* 寄存器中报告的 Iq_ref 值。
6. 使用方程式 2 计算速度环路 Kp [SPD_LOOP_KP]。

$$Speed\ loop\ Kp\ =\ \frac{Iq\ reference\ at\ maximum\ speed}{Maximum\ Electrical\ Speed\ in\ Hz} \tag{2}$$

7. 使用方程式 3 计算速度环路 Ki [SPD_LOOP_KI]。

$$Speed\ loop\ Ki = 0.1\ \times Speed\ loop\ Kp \tag{3}$$

8. 停止电机并将控制模式 [CTRL_MODE] 设置为速度控制。

**备注**

速度环路 Kp 和 Ki 的调优是试验性的。如果上述建议不起作用，则建议手动调优速度环路 Kp 和 Ki，直到实现所需的结果。

## 5.5 限制和调节电源

MCF8329A 提供了限制和调节电源的选项。此功能可用于电池供电的电机驱动器应用，例如无绳吸尘器、电动工具等。

请按照以下步骤限制电源。在此模式下，电源仅限于参考功率，不主动调节。

1. 将 CTRL_MODE 配置为功率控制 (1b)。
2. 配置 MAX_POWER。这将设置 MCF8329A 在 100% 占空比命令下可以从直流输入电源获取的最大功率。例如，如果 MAX_POWER 配置为 25W，MCF8329A 将在 50% 占空比命令下从电源消耗 12.5W。
3. 电源控制环路使用与速度环路模式相同的 PI 控制器参数。Kp 和 Ki 系数通过 SPD_POWER_KP 和 SPD_POWER_KI 进行配置。调优 SPD_POWER_KP and SPD_POWER_KI 是试验性的。建议手动调优这两个参数，直到获得所需的结果。

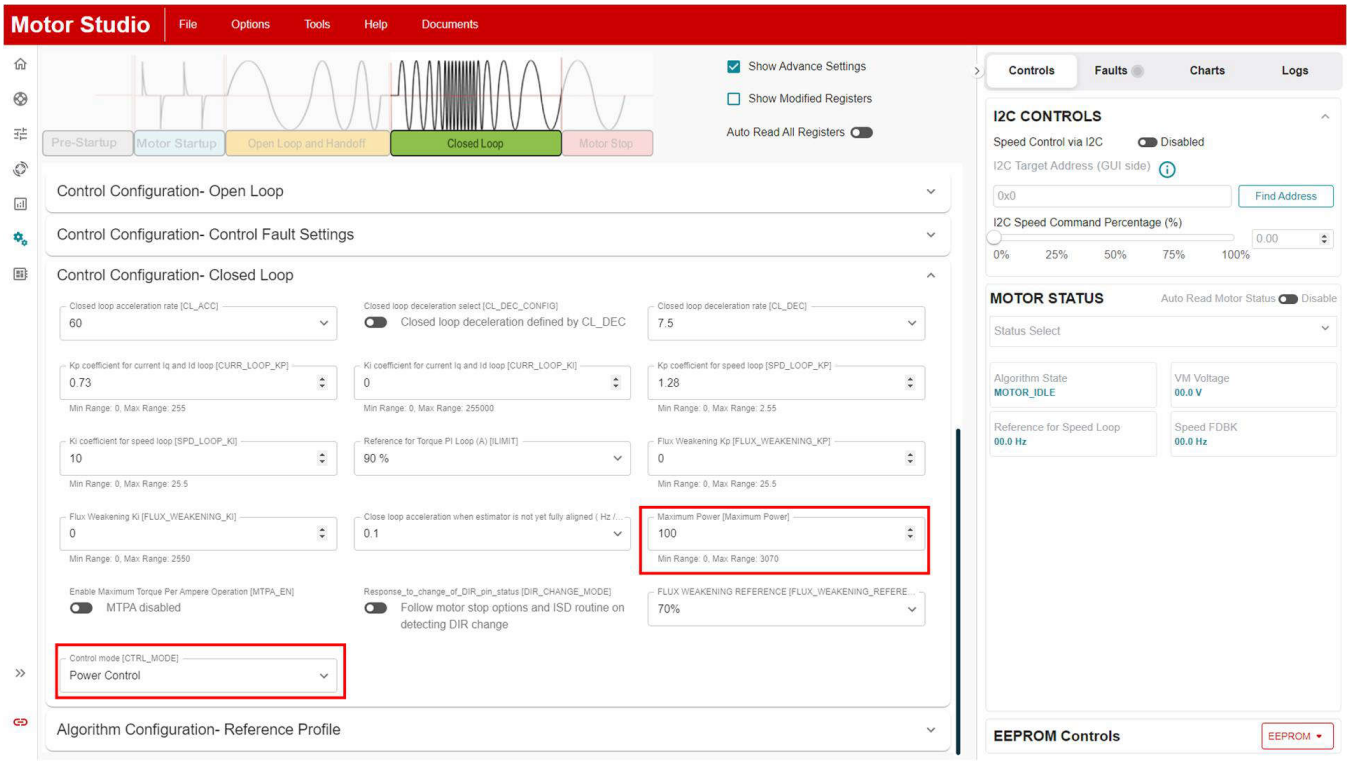



**图 5-5. 功率控制设置**

## 5.6 MTPA 调优

每安培最大扭矩 (MTPA) 是 MCF8329A 中的一项特性，用于尽可能提高凸极电机每安培电流产生的扭矩。要启用 MTPA，请将 MTPA_EN 设置为 1b，并通过设置 Lq 和 Ld 值（如果器件特定数据表中提供了这两个值）将 SALIENCY_PERCENTAGE 设置为非零值。

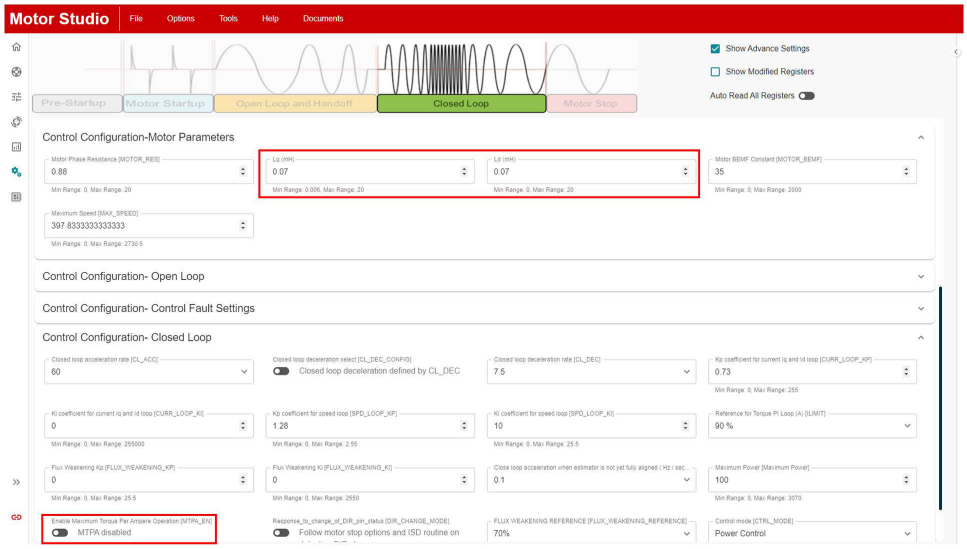



**图 5-6. MTPA 设置**

**备注**

如果电机 Ld 或凸极百分比未知，则可以按照以下步骤确定近似 SALIENCY_PERCENTAGE：

1. 将 SALIENCY_PERCENTAGE 设置为 0x1h
2. 将 CTRL_MODE 设置为电流控制模式
3. 提供速度命令。
4. 在电机旋转时，将 SALIENCY_PERCENTAGE 值增加 1h，直到电机转速开始降低。

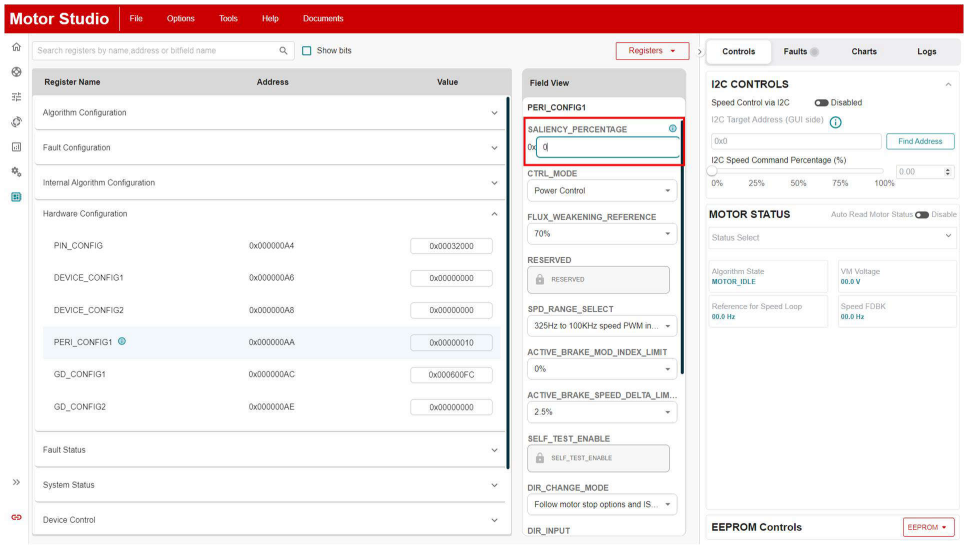



**图 5-7. 凸极寄存器**

## 5.7 Motor Studio 优化向导

有关配置 MCF8329A 以了解其他用例和优化功能的分步指导，请参阅 Motor Studio 上的 *Optimization Wizards* 页面。

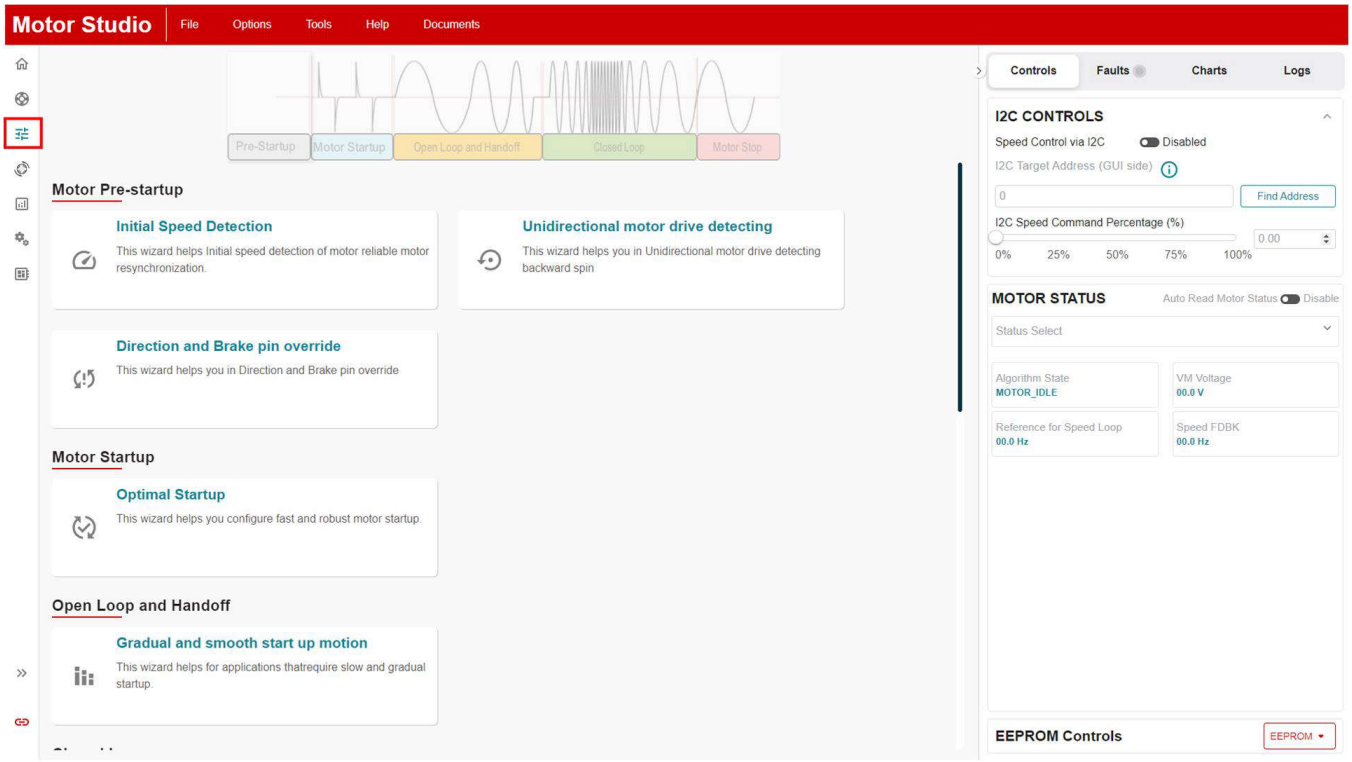



**图 5-8. “Optimization Wizards”页面**

# 6 故障处理

要查看 MCF8329A 报告了哪个故障，请转至 ***Faults*** 选项卡，并检查是否存在任何带有红色圆圈的故障。如果此选项卡中显示了故障，请参阅下面标题类似于所报告故障的部分。

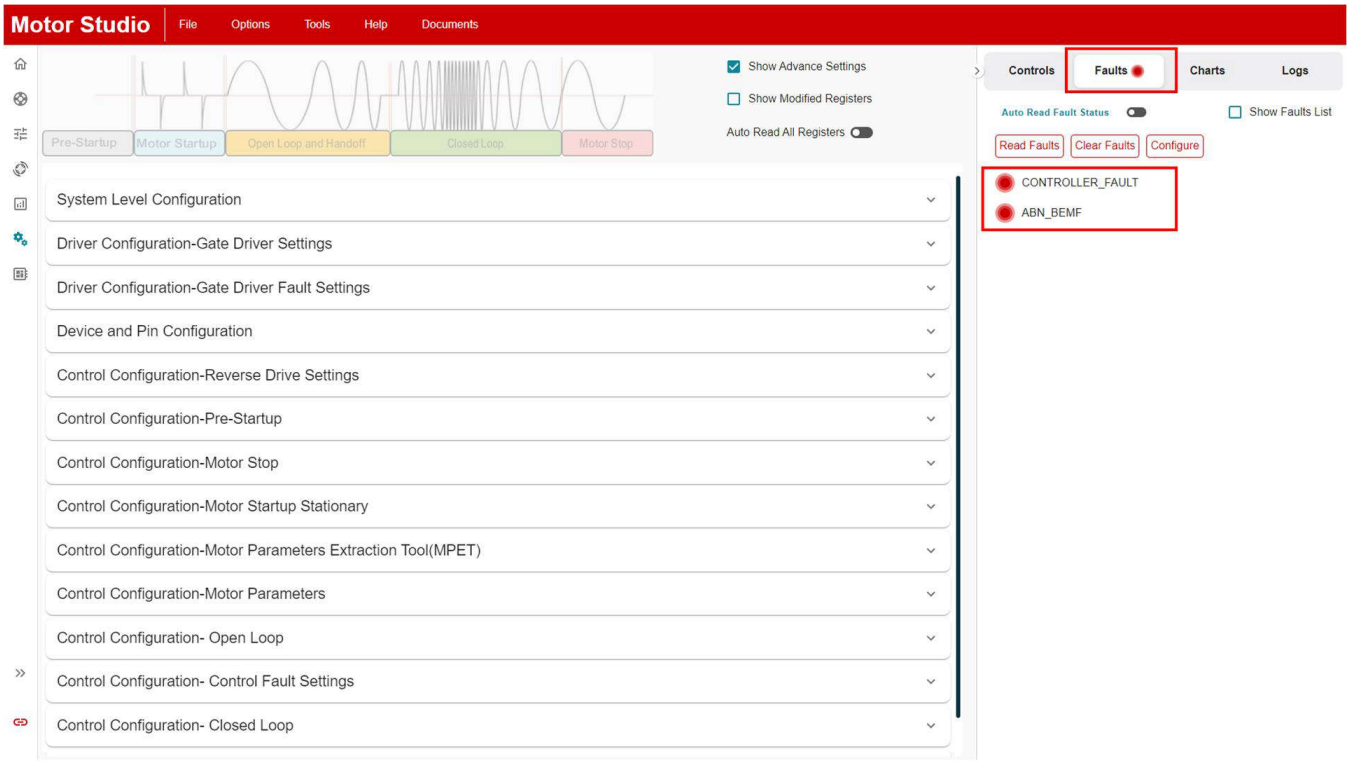



**图 6-1. “故障”选项卡**

## 6.1 MPET BEMF 故障 [MPET_BEMF_FAULT]

当测得的 BEMF 小于 STAT_DETECT_THR 中设置的阈值时，会报告 MPET_BEMF_FAULT。如果触发了此故障，请转至 Motor Studio 中的 *MPET* 页面，并遵循以下建议：

1. 启用 *MPET Open Loop Parameter Resistance*。
2. 增大 *Open Loop Current Reference* 值。
3. 减小 *Open Loop Slew Rate for MPET* 值。
4. 如果故障仍然存在，请参阅电机参数常见问题解答，了解有关如何通过电机数据表或通过手动测量获取电机 BEMF 常数的说明。找到电机的 BEMF 常数值后，在 *MPET* 页面上 *Configured Values* 部分的 *Motor BEMF Constant* 框中输入 BEMF 常数值。

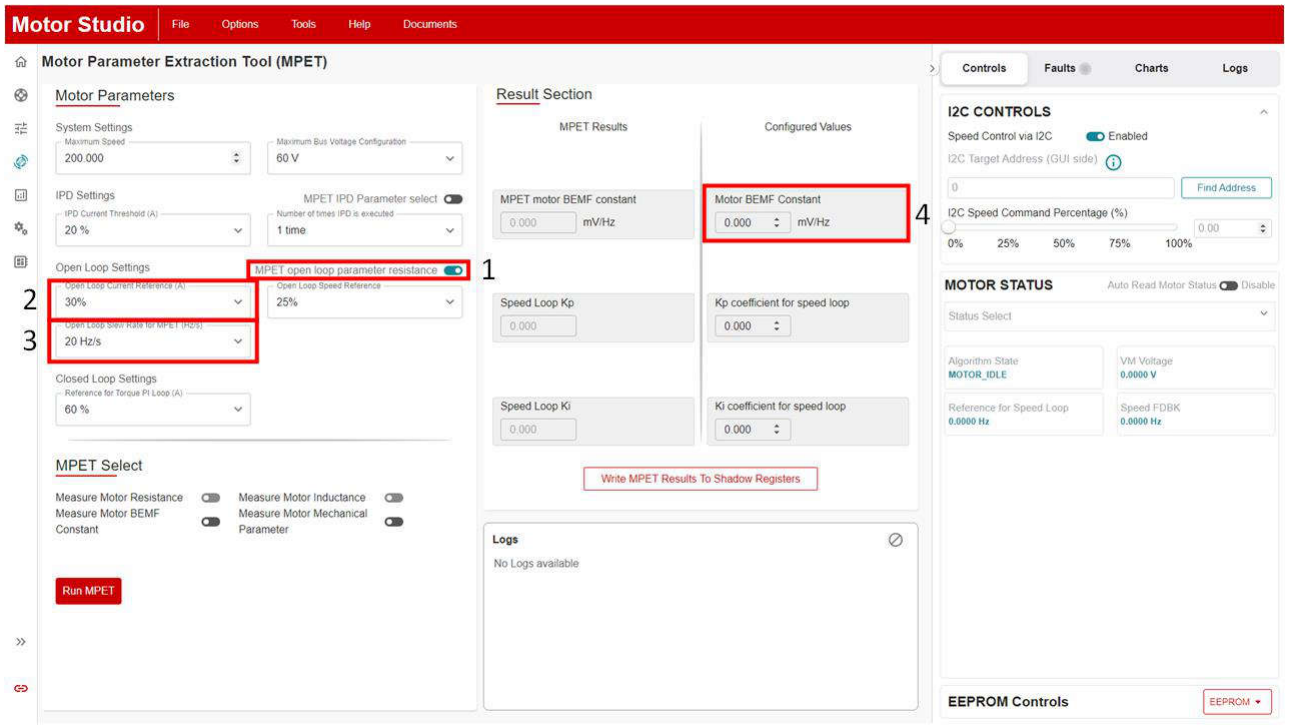



**图 6-2. MPET_BEMF_FAULT**

## 6.2 异常 BEMF 故障 [ABN_BEMF]

当估算的 BEMF 电压之间的差值超过 ABNORMAL_BEMF_THR 设置的阈值时，会触发此故障。如果触发了此故障，请转到 Motor Studio 中 *Advanced Tuning* 页面内的 *Control Fault Settings* 选项卡，并遵循以下建议：

1. 对于具有负载动态特性（负载突然变化）的应用，建议将异常 BEMF 阈值设置为 70%，以避免触发此故障。
2. 如果编程的 BEMF 常数不准确，可能会触发此故障。请按照节 6.1 第 4 步中建议的步骤操作，以获得准确的 BEMF 常数。

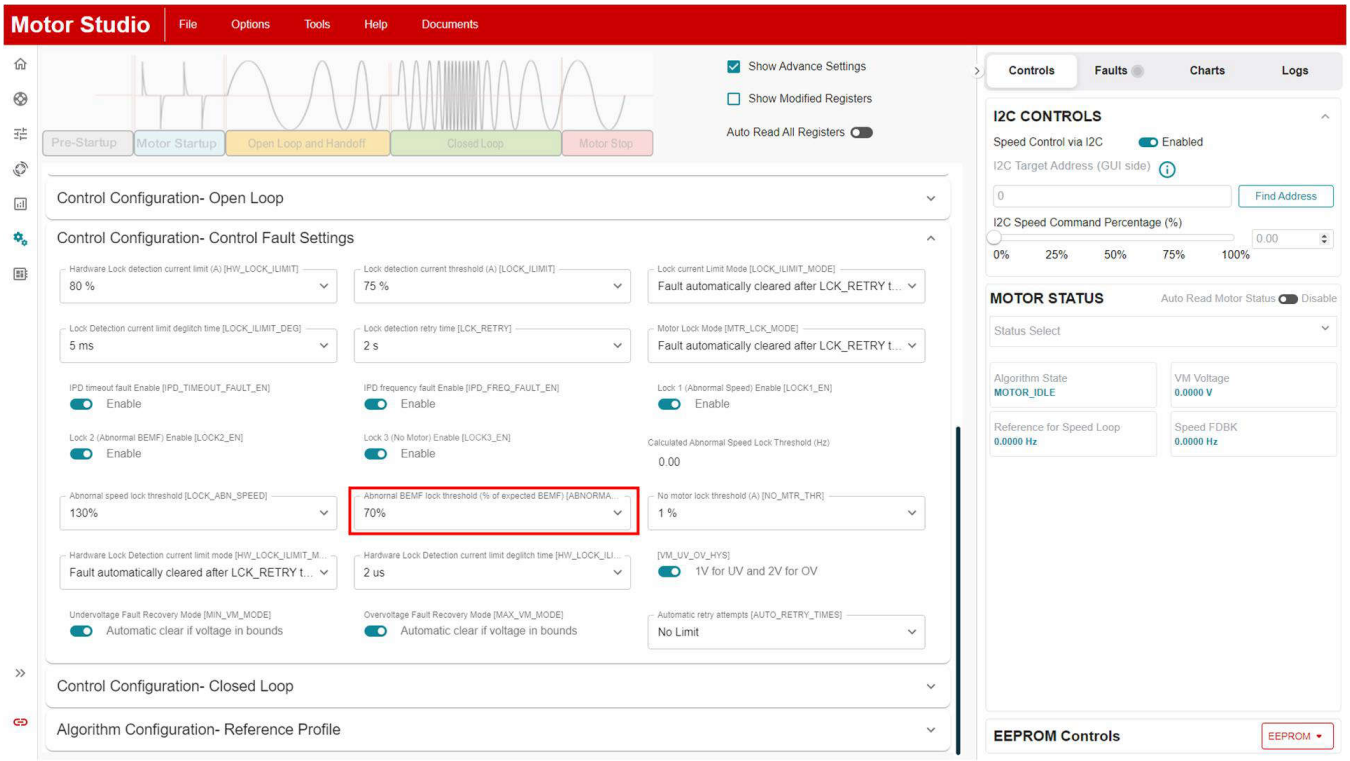



**图 6-3. ABNORMAL_BEMF_THR**

## 6.3 锁定电流限制 [LOCK_LIMIT]

当相电流超过 LOCK_ILIMIT 阈值时，会触发此故障。如果触发了此故障，请查看电机数据表中的失速扭矩，并使电机负载低于数据表中指定的失速扭矩。如果负载扭矩仍在失速扭矩范围内，请转到 *Advanced Tuning* 页面中的 *Control Fault Settings* 选项卡，并增加 LOCK_ILIMIT 的值。

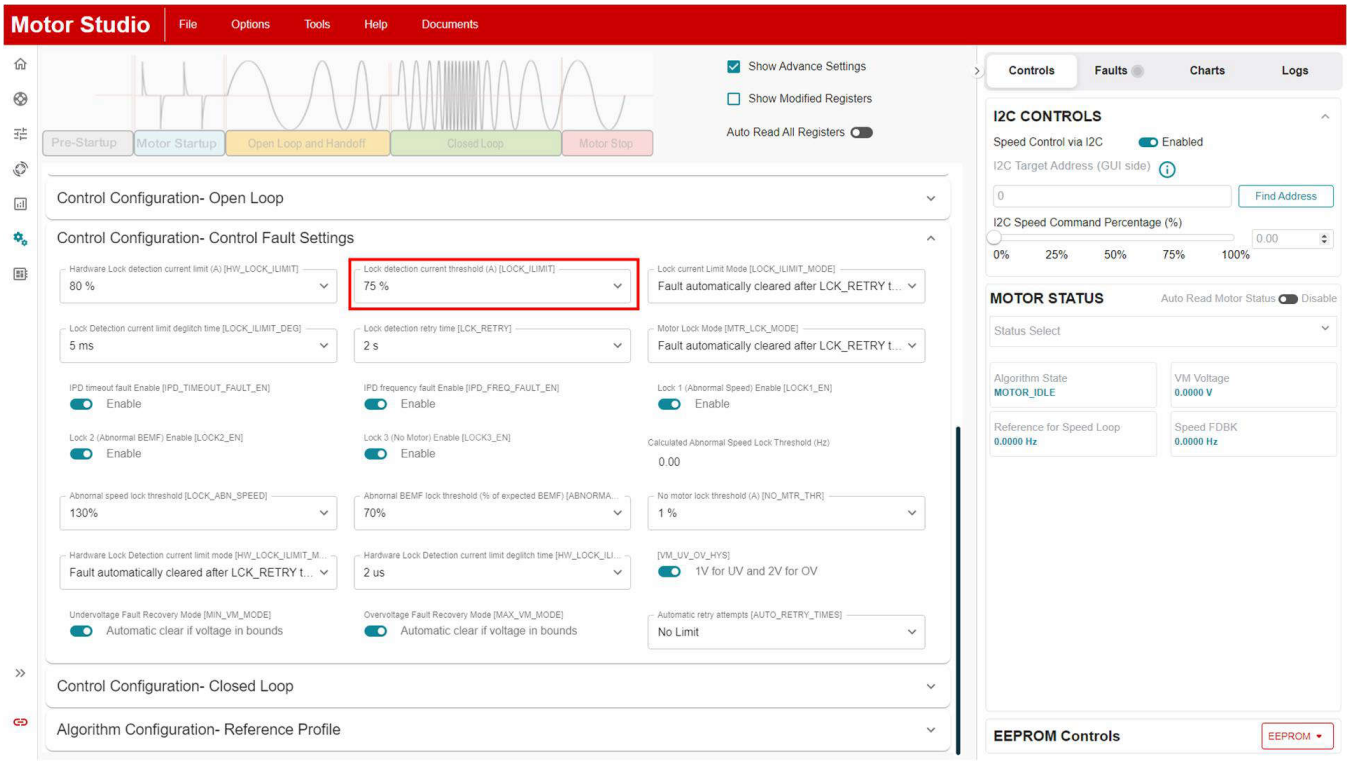



**图 6-4. LOCK_ILIMIT**

## 6.4 硬件锁定电流限制 [HW_LOCK_LIMIT]

当相电流超过 HW_LOCK_ILIMIT 阈值时，会触发此故障。如果触发了此故障，请遵循以下建议：

1. 使用图 6-5 中圈出的字段，将 SPD_LOOP_KP、SPD_LOOP_KI、CURR_LOOP_KP 和 CURR_LOOP_KI 设置为零。这使 MCF8329A 能够自动计算速度环路和电流环路 PI 控制器增益。
2. 如果故障仍然存在，请检查相间、相位与 GND 间以及 PVDD 与 GND 间的连通性，以确保这些端子之间未短接。

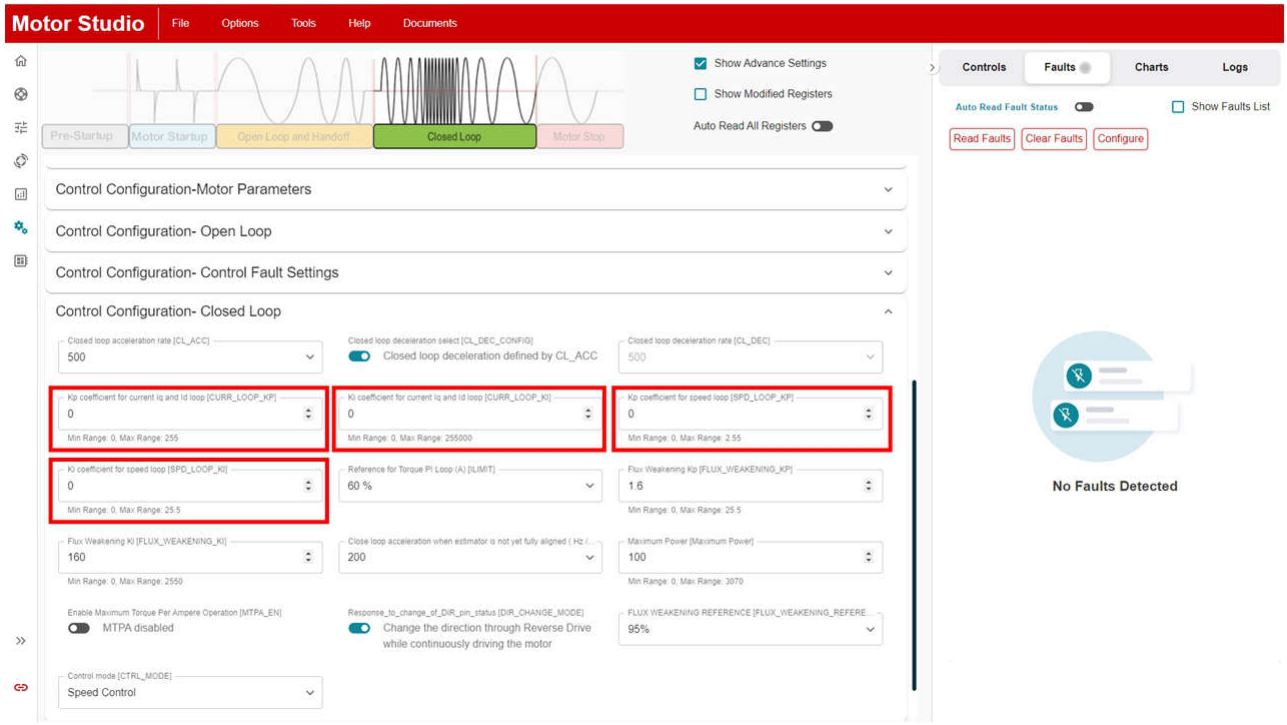



**图 6-5. HW_LOCK_LIMIT**

## 6.5 无电机故障 [NO_MTR]

当相电流在开环期间低于无电机锁定阈值的时间达到 500ms 时，会触发此故障。触发此故障时，请遵循以下建议：

1. 确保电机相位牢固地连接到 OUTA、OUTB 和 OUTC 测试点或连接器块 J11。
2. 如果故障仍然存在，请将无电机锁定电流阈值 [NO_MTR_THR] 设置为 5%。
3. 对于低电感电机，增加 PWM 开关频率 [PWM_FREQ_OUT]。

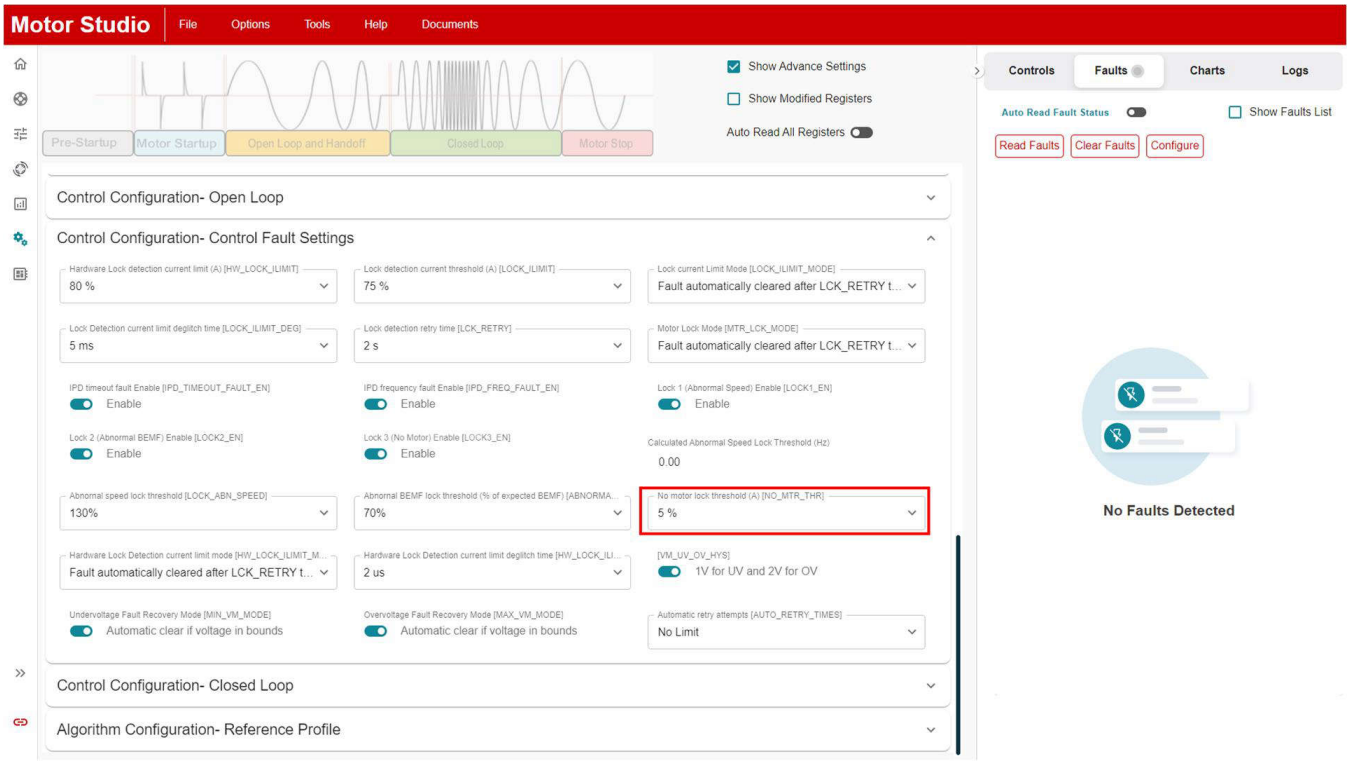



**图 6-6. NO_MTR**

**备注**

当电机旋转时，如果电机相位断开，MCF8329A 可能会触发不同步 [LOSS_OF_SYNC]。

## 6.6 异常速度 [ABN_SPEED]

当电机速度超过异常速度阈值 [LOCK_ABN_SPEED] 时，会触发此故障。触发此故障时，请遵循以下建议：

1. 根据所选的启动模式，增加对齐时间 [ALIGN_TIME]、减小慢速首循环频率 [SLOW_FIRST_CYC_FREQ] 或增加 IPD 电流阈值 [IPD_CURR_THR] 和 IPD 重复时间 [IPD_REPEAT]。
2. 减小开环加速 A1 [OL_ACC_A1] 和开环加速 A2 [OL_ACC_A2]。
3. 减小闭环加速 [CL_ACC]。

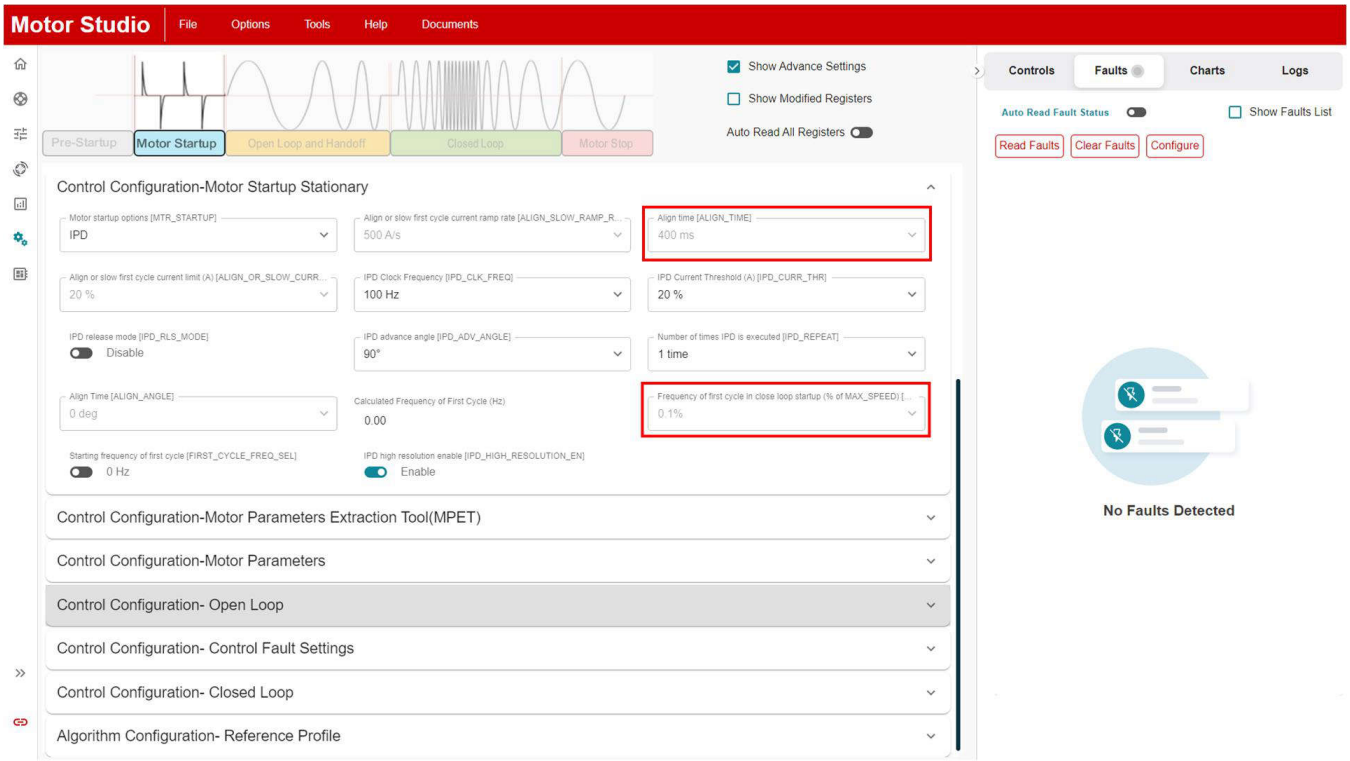



**图 6-7. ABN_SPEED**

# 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款或 ti.com 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265