

# Setup Motors FOC

## 1. 概述

本文档提供了使用 AESC 电机控制器的 FOC（磁场定向控制）设置向导，配置无刷直流（BLDC）电机的完整教程。FOC 是一种先进的控制技术，能实现电机平稳、安静且高效的运行，尤其在高性能应用场景中至关重要。

FOC 设置向导是配置电机与控制器协同工作的官方推荐方法。该向导通过一个自动化、引导式的流程，极大地简化了复杂的电机参数整定过程。

**重要提示：** 在进行任何其他控制模式配置前，请务必先运行并完成本 FOC 设置向导。这是确保电机能够稳定、安全运行的基础前提。未经准确的参数检测与校准，电机可能表现不佳、效率低下，甚至出现运行不稳定的情况。

## 2. 软件准备

- 下载 VESC Tool: [https://vesc-project.com/vesc\\_tool](https://vesc-project.com/vesc_tool)
- 扫描下方二维码获取下载教程:



图 1: AESC 配置教程二维码

- 运行 VESC Tool 软件

## 3. 硬件准备

### 3.1. 组件

- AESC 电机控制器 (如 AESC V4, AESC V6.7, AESC V4 Pro, AESC V6.7 Pro 等)
- 无刷直流电机 (如 5065, 6374, 63100 等)
- 锂离子电池组/锂聚合物电池组/可调直流电源(电压: 12V~50.4V)
- 电脑
- USB Type-C 线
- 可选: 蓝牙模块 (如 Autoro BT Nano), PPM/ADC 控制器

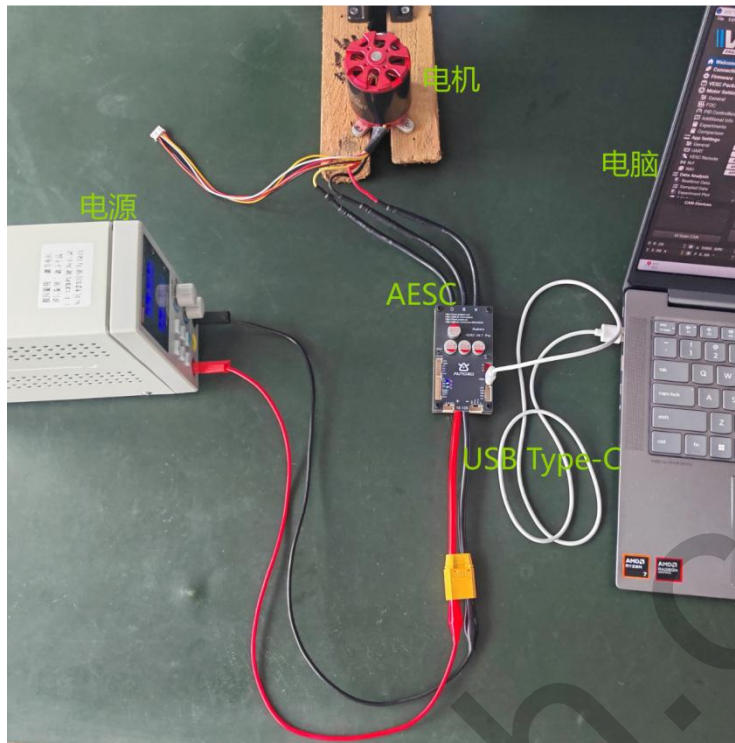


图 2: 硬件连接示意图

### 3.2.硬件连接

#### a. 关闭所有设备

- 在进行任何连接操作之前，请务必先确保所有组件均已与电源断开连接。

#### b. 将电机连接到 AESC

- 将电机的三相线（A、B、C）连接到 AESC 的电机输出端（A/B/C）。

注：电机三相线连接顺序不影响最终功能，转向错误可在 VESC Tool 软件中调整。

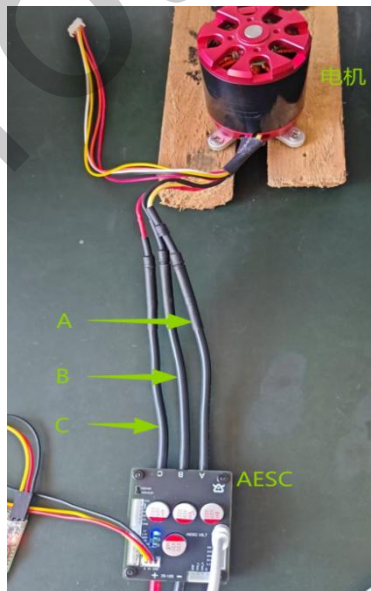


图 3: 电机三相线连接到 AESC

#### c. 将 AESC 连接到电脑

- 连接电脑：**使用 USB Type-C 数据线将 AESC 与电脑连接，以供配置或升级固件。
- 连接后，您将看到 AESC 的电源指示灯已正常点亮。

#### d. 检查电源兼容性

在连接电源之前，务必确保您的电源（电池）与您的 AESC 设备以及电机相兼容：

- **电压检查：** 确认您电池的标称电压和满电电压均在 AESC 用户手册规定的输入电压范围内。超过最大电压将导致控制器永久性损坏。
- **电流检查：** 确保您的电池能够提供足够的持续电流，以满足电机和 AESC 的运行需求。电池的电流输出（单位：安培）应大于您计划汲取的最大电流值。
- **电机兼容性：** 电源必须能够以电机所需的电压和电流驱动您指定的特定电机。

#### e. 将电源连接到 AESC

警告：请注意极性！请将电源正极（+）连接至 AESC 的极性+输入端，负极（-）连接至极性-输入端。反接将永久损坏控制器。

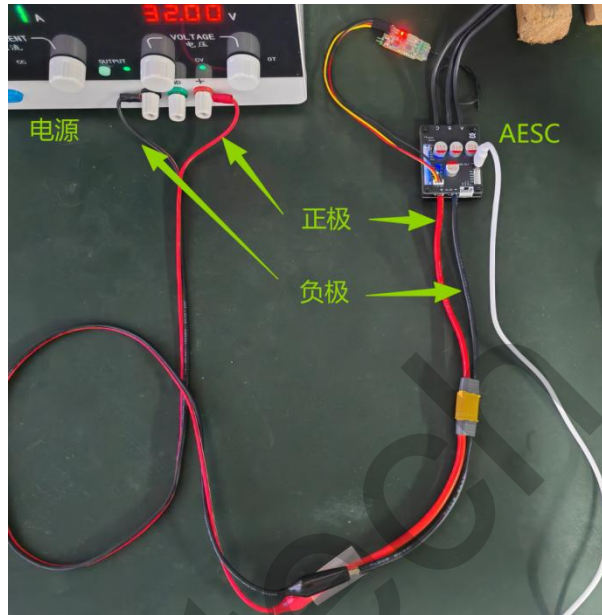


图 4: 电源接线

#### f. 连接外设 (可选)

##### • 蓝牙模块：

警告：在连接之前，务必验证蓝牙模块所需的输入电压（通常为 3.3V 或 5V）。

- 将模块的 TX 引脚连接到 AESC 的 RX 引脚。
- 将模块的 RX 引脚连接到 AESC 的 TX 引脚。
- 将模块的 VCC (或 3.3V) 引脚连接到 AESC 的 3.3V/5V 电源输出引脚。
- 将模块的 GND 引脚连接到 AESC 的 GND 引脚。

• PPM/ADC 遥控器： 将信号线连接到 AESC 上指定的 PPM 或 ADC 引脚。

### 3.3.最后的连接检查

- **目视复查所有连接：** 务必仔细检查所有连接的正确性与稳固性，特别是电池极性。
- **检查线路安全：** 确保所有线缆连接牢固，无任何松动或潜在的短路风险。

### 3.4.上电

- 确认所有连接无误后，开启电源，为 AESC 上电。

## 4. Setup Motors FOC



开始前的关键安全防护措施:

- 确保电机已牢固安装并且可以自由旋转，没有任何负载。检测过程中电机可能会旋转。固定电机可防止受伤和损坏。
- 将电机与任何负载断开（例如，从皮带轮上取下皮带，或从轴上取下齿轮）。
- 如果可能，请准备好电机的规格书，以便验证检测到的参数。

### 4.1.AESC 和 VESC Tool 建立连接

#### a. VESC Tool 自动设电机控制器。

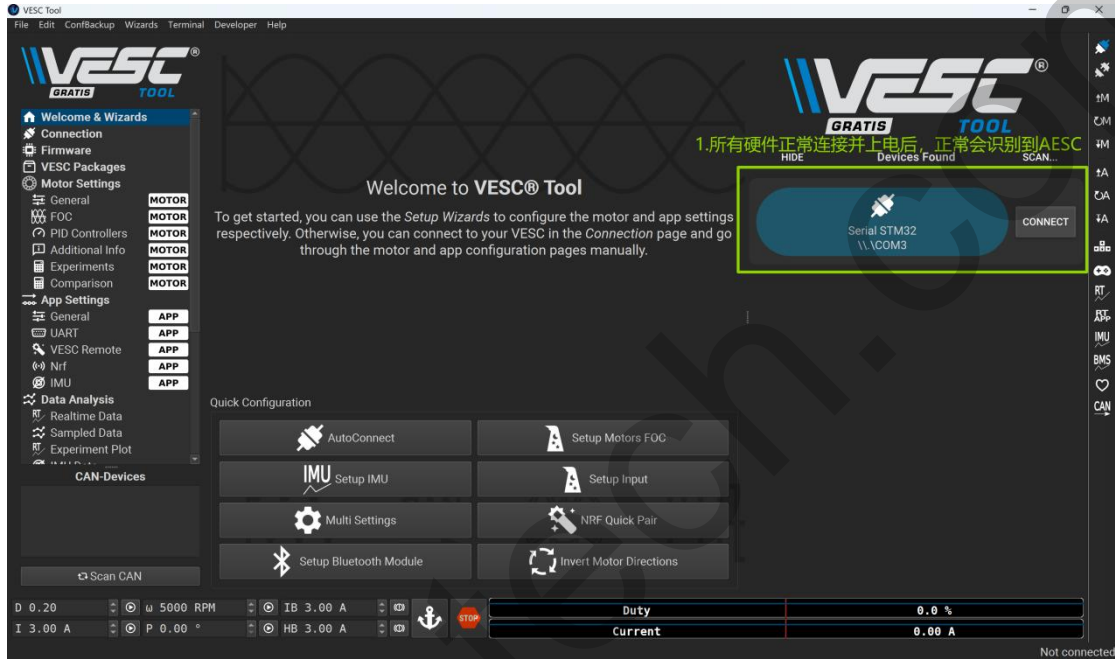


图 5: 设电机驱动器

#### b. 点击 “AutoConnect”。如果连接成功，右下角的状态栏会显示 “Connected (serial) to COM\*”。

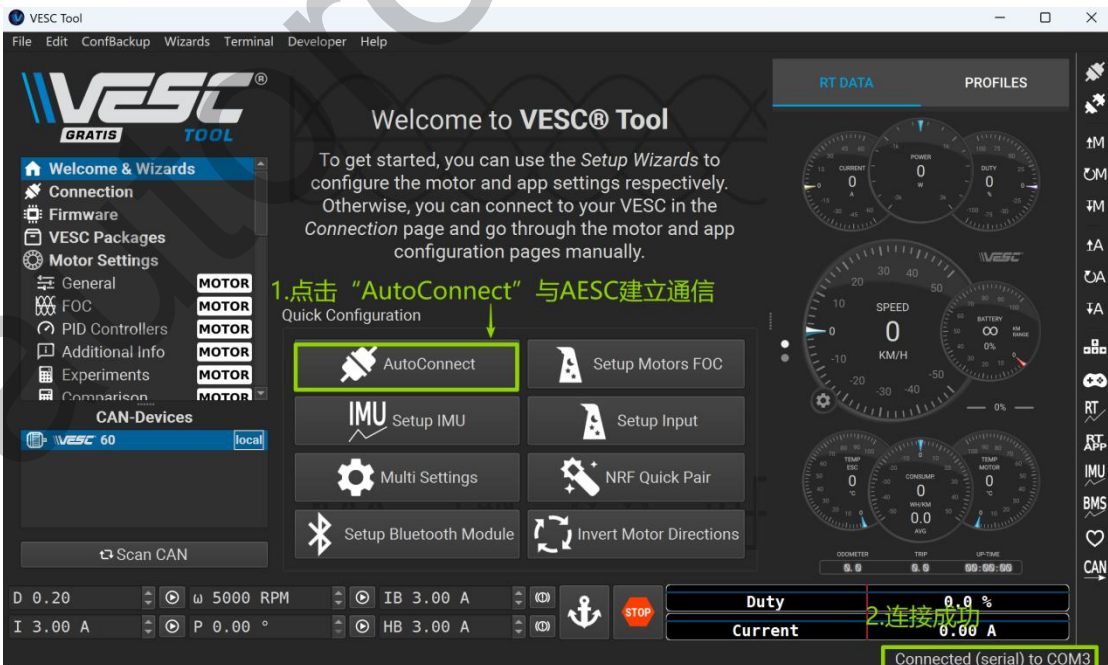


图 6: 建立通信



## 4.2.使用 FOC 向导设置电机

### a. 点击 “Setup Motors FOC”.

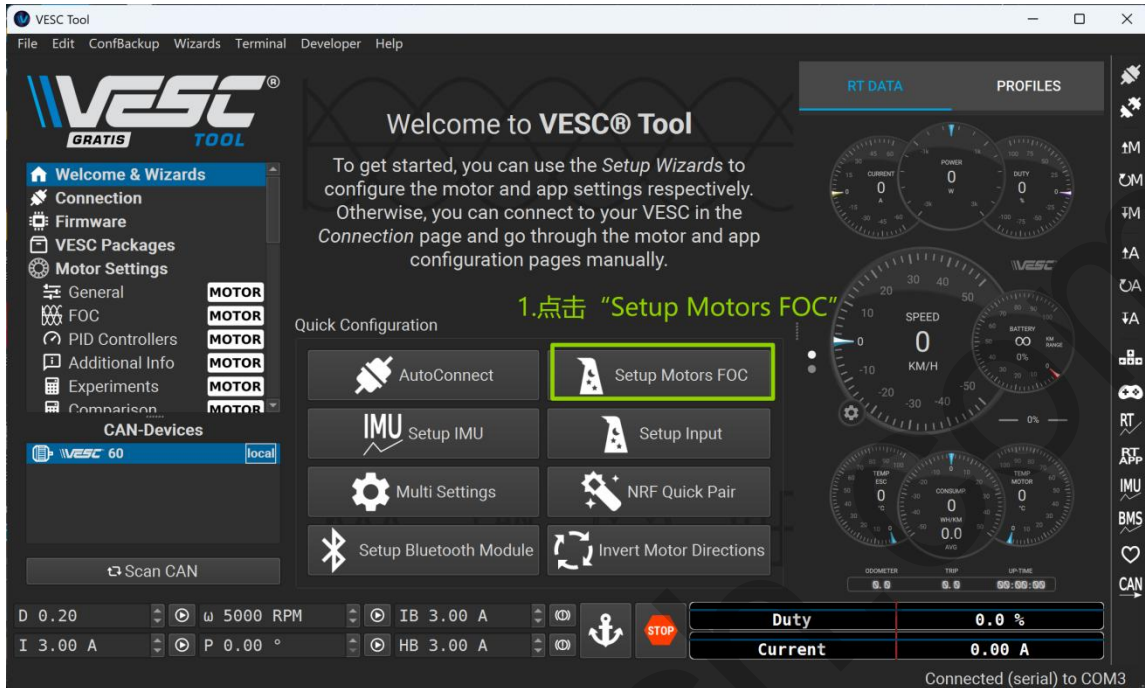


图 7: 点击 “Setup Motors FOC”

### b. 您可根据需要选择是否要恢复默认值:

- 点击 “YES” 在 FOC 检测之前将所有参数恢复为出厂默认值。
- 点击 “NO” 保留您现有的设置并继续。

重要提示: 如果您的电机控制器不支持相电压滤波, 您需要在 VESC Tool 中配置 “Motor Settings” → “FOC” → “Filters” → “Enable Phase Filters” 为 “False” 并点击  “Write Motor Configuration” 保存参数。同时这里只能点击 “NO”。

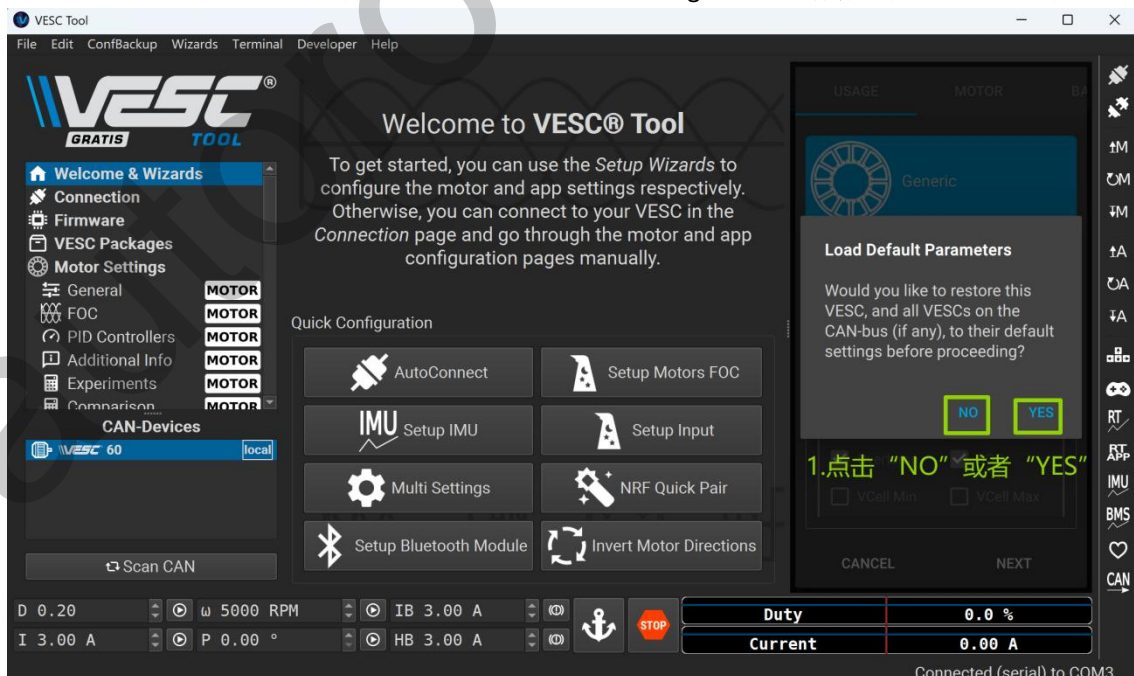


图 8: 点击 “NO” 或者 “YES”

c. 选择电机的应用场景。一般没有额外的需求可以选择“Generic”。

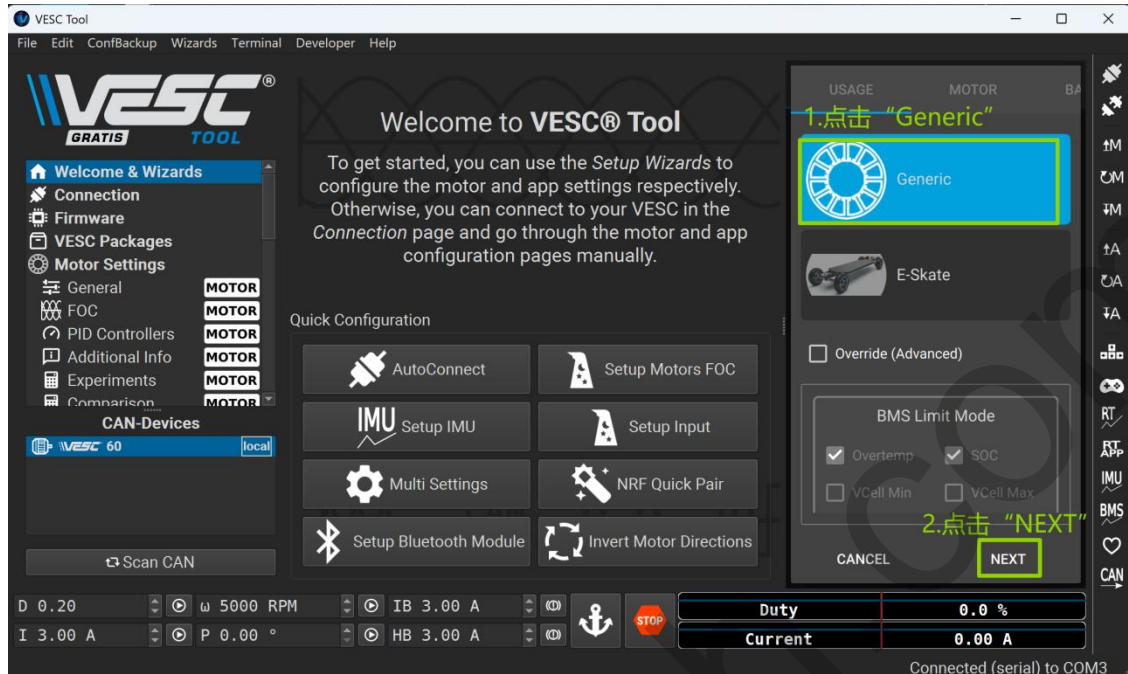


图 9: 用途

d. 根据电机参数选择对应或相似的电机类别。

- 内转子（Inrunner）或 外转子（Outrunner）
- 重量

注：如果您想将 AESC 用作电动滑板或滑板车的控制器，那么 750 克的中型外轮电机是您电机选择的绝佳之选。

无论您的电机是 6064 还是 80100 型号，其尺寸类别仍为中型外轮电机。对于其他电机类型和尺寸，请相应选择。

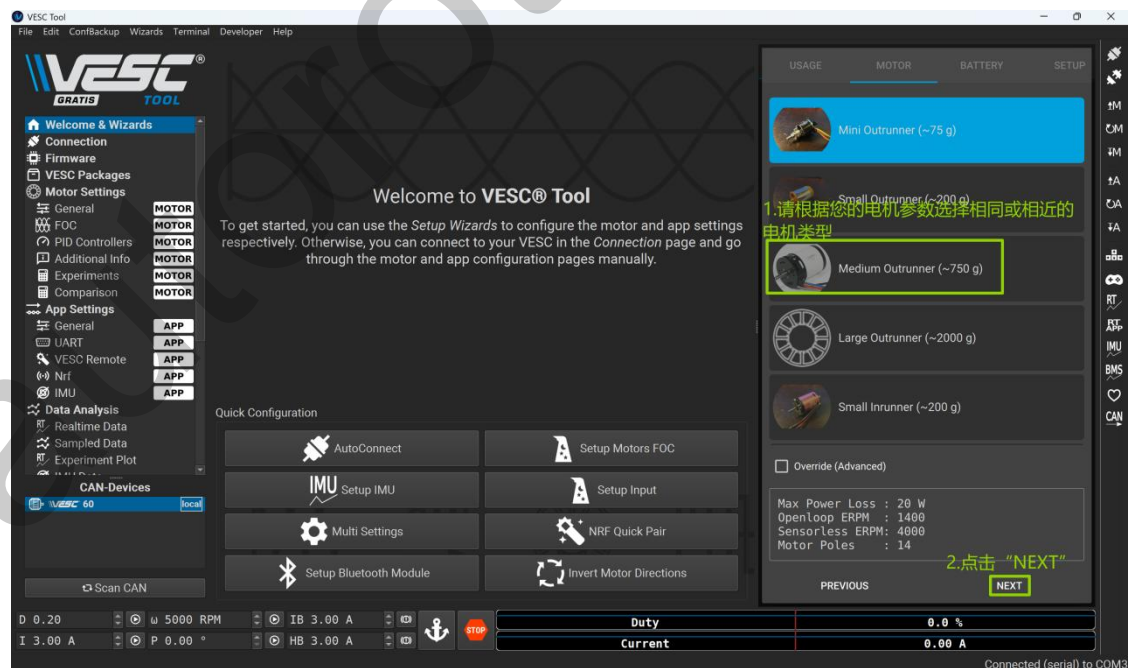


图 10: 根据电机参数选择合适的电机类别

e. 请查看警告信息。如果一切无误，请点击“YES”以继续操作。

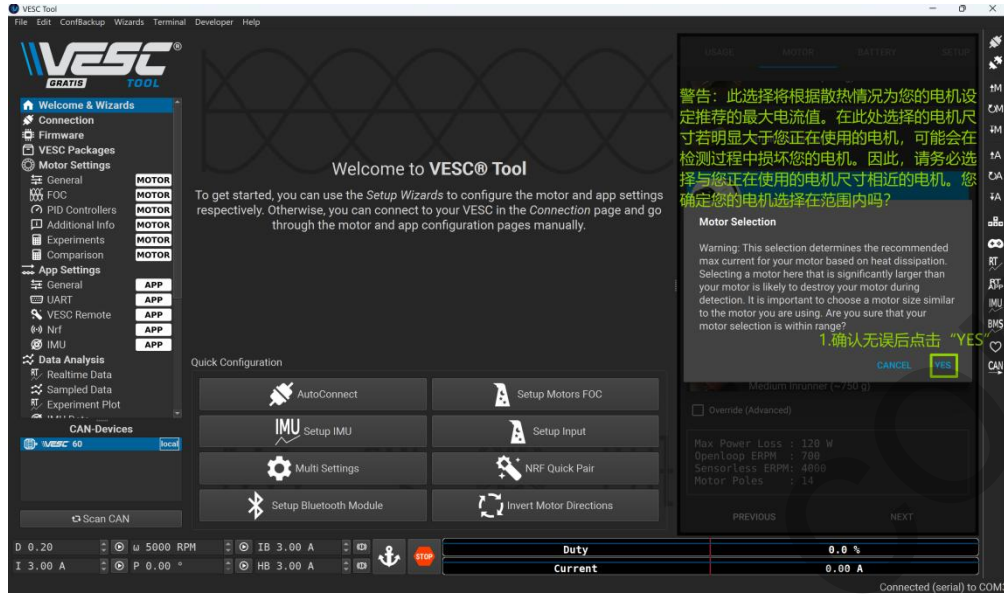


图 11: 电机选择的警告信息

f. 配置电池参数

- 从“Battery Type”下拉菜单中选择正确的电池类型。

BATTERY\_TYPE\_LIION\_3\_0\_4\_2: 锂离子电池, 电压范围 3~4.2V

BATTERY\_TYPE\_LIIRON\_2\_6\_3\_6: 磷酸铁锂电池, 电压范围 2.6~3.6V

BATTERY\_TYPE\_LEAD\_ACID: 铅酸电池, 电压范围 2.1~2.36V

对于标准的锂离子电池, 通常会使用默认预设的“BATTERY\_TYPE\_LIION\_3\_0\_4\_2”这一选项。

- 在“BATTERY Cells Series”中设置正确的电池串数

如果当前自动检测到的串联电池单元数量不准确, 可以手动进行调整。

- 在“BATTERY Capacity”中设置电池容量。

- 点击“NEXT”进入下一步。

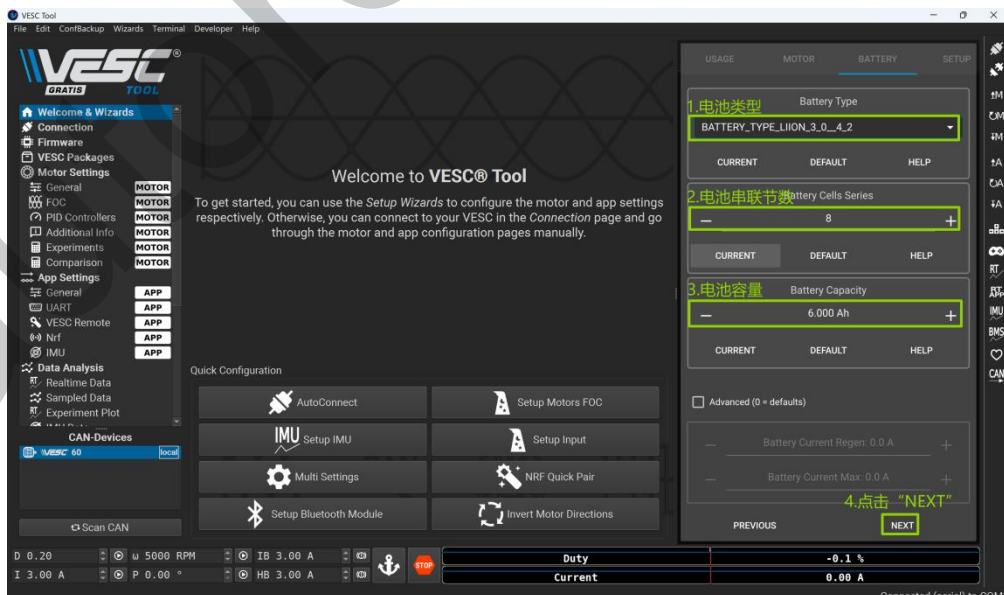


图 12: 电池参数



g. 请查看警告信息。如果一切无误，请点击“OK”以继续操作。

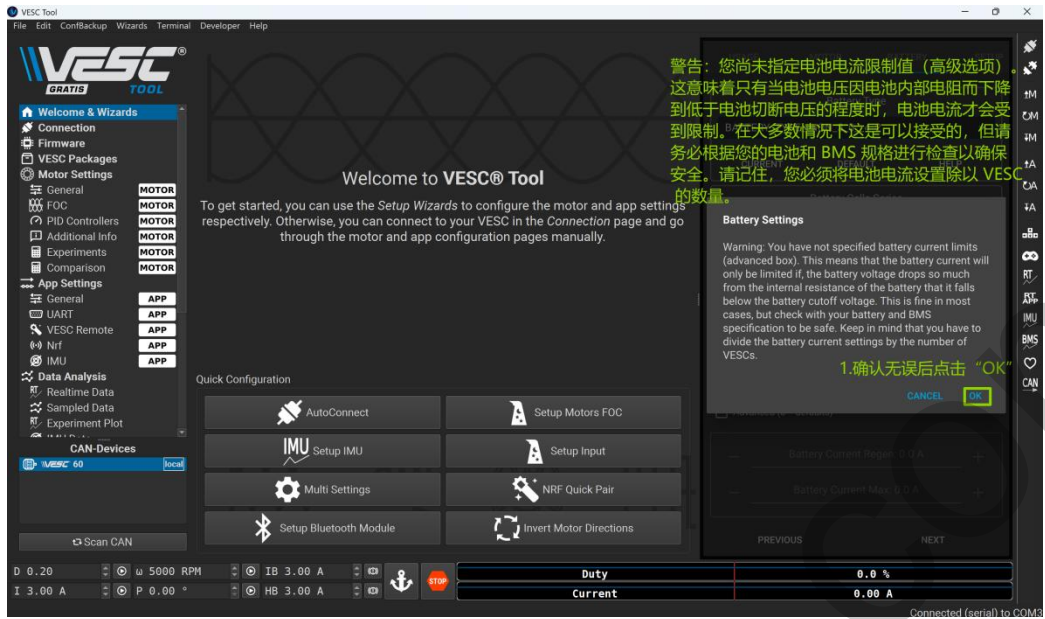


图 13: 电池电流警告信息

h. 在 VESC Tool 中输入精确的传动比和轮子直径，以获取精确的实时数据：速度、续航里程、能量消耗等等。仔细测量您的轮子以获得最佳结果。

- Gear Ratio: 齿轮传动比，如果未安装皮带则选中“Direct Drive”。
- Wheel Diameter: 轮子直径

以下参数只有在必要时才更改：

- Motor Poles: 电机极数
- Motor Temperature Sensor Type: 电机温度传感器类型
- Beta Value for Motor Thermistor: 电机热敏电阻 Beta 值

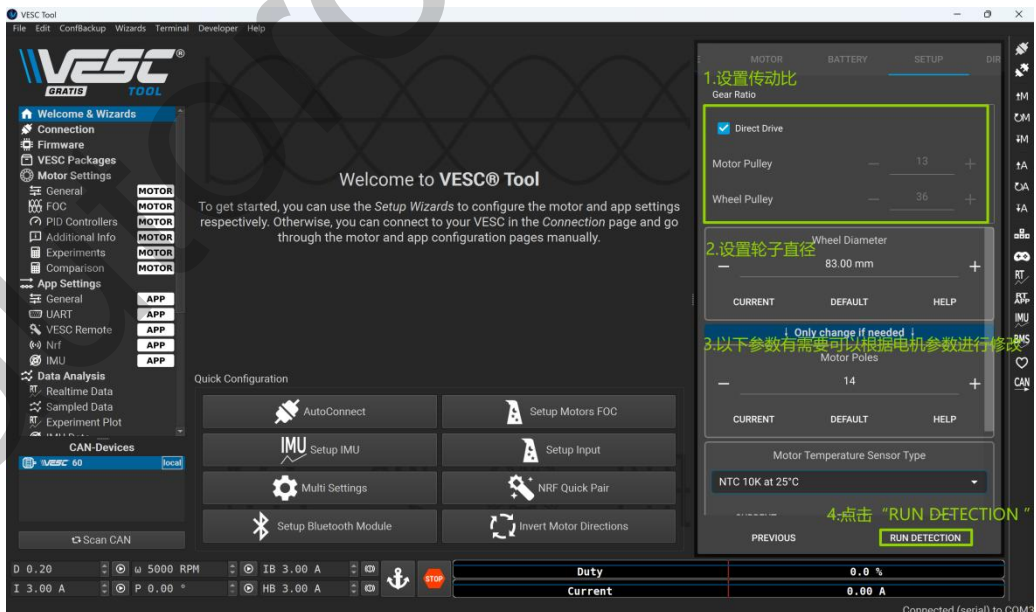


图 14: 电机参数



i. 请查看警告信息。如果一切无误，请点击“OK”以继续操作。

**警告：**点击“OK”前确保电机已固定安装并可以自由转动。

- 电机将会发出可听见的哔哔声，并开始缓慢转动。
- 检测通常在 30 到 60 秒内完成。

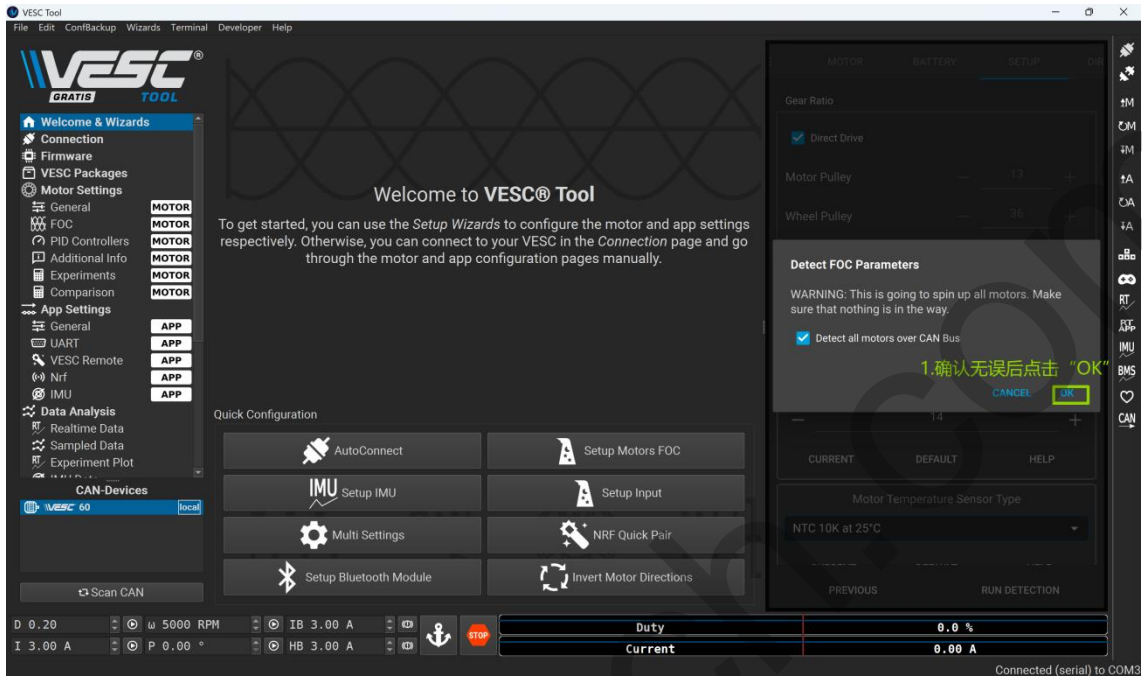


图 15: 开始检测电机参数

j. 电机检测完成，以下参数将会被显示出来：

- 电阻(R) • 电感(L) • 磁链 ( $\lambda$ ) • 位置传感器类型
- 点击“OK”。

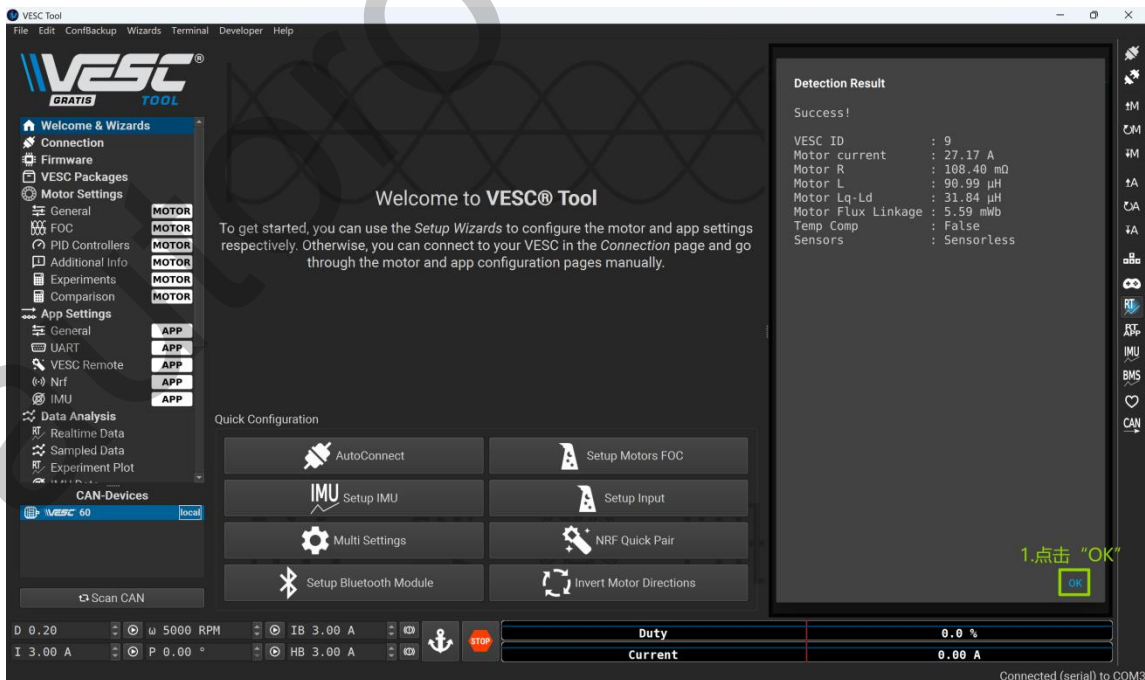


图 16: 检测完成

#### k. 旋转方向检测:

- 电机旋转方向正确: 点击 "FWD" (正转) 和 "REV" (反转) 以检查电机旋转方向 → 如果电机旋转方向与预期一致则点击 "FINISH" 完成配置。
- 电机旋转方向不正确: 点击 "Inverted" 翻转电机旋转方向 → 点击 "FWD" (正转) 和 "REV" (反转) 以校验电机旋转方向 → 如果电机旋转方向与预期一致则点击 "FINISH" 完成配置。

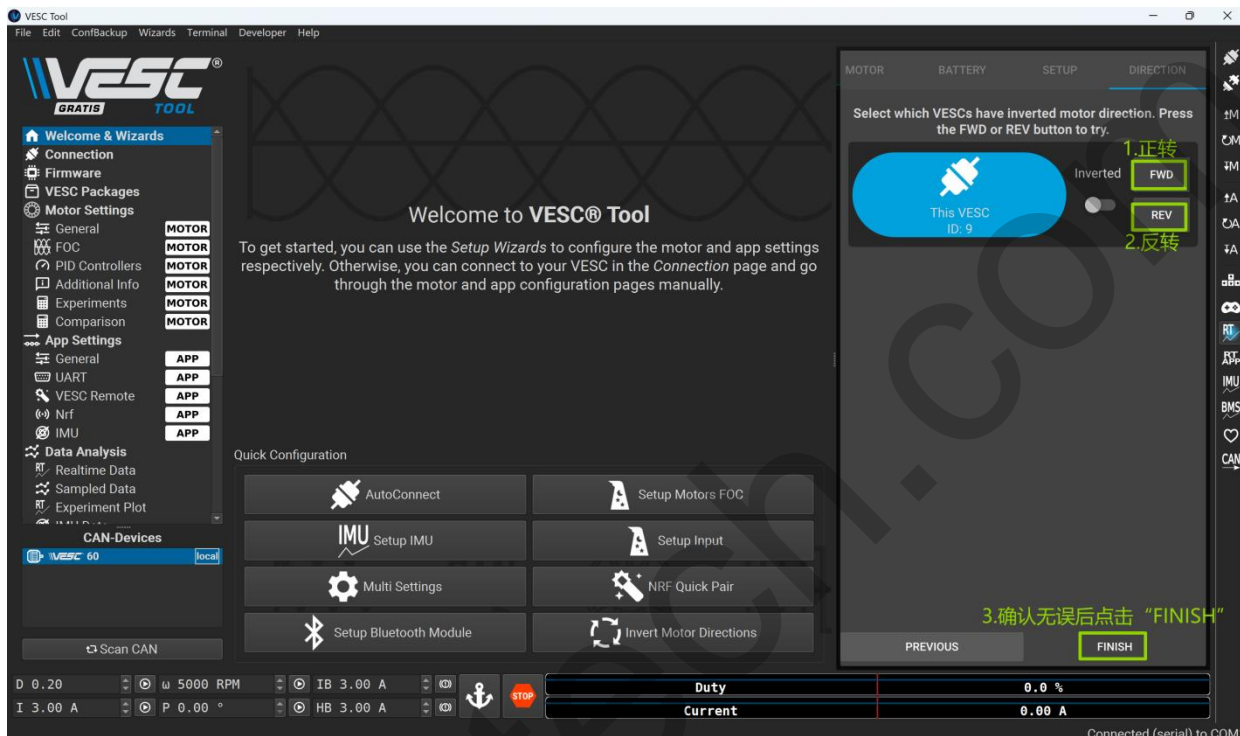


图 17: 点击“FINISH”

### 4.3. 重要配置

#### a. 电流配置。

**警告:** 每次完成电机参数校准后, 必须修改成合适的参数值, 否则可能导致电子调速器损坏!

VESC Tool: “Motor Settings” → “General” → “Current”。

- Motor Current Max:** 此数值必须同时低于电机本身与电调 (VESC) 所允许的最大电流。为保障安全, 请查阅您的电机与电调规格书, 并将其设置为二者额定电流中的较低值。
- Motor Current Max Brake:** 最大刹车电流。此参数设定电机制动时的最大反向电流, 通常以负值表示。
  - 当系统使用开关电源或无动能回收 (刹车能量吸收) 装置时, 此值设置为 0。
  - 使用电池时, 其绝对值不可超过电调与电池的承受能力, 否则可能造成损坏。这里建议使用一个较小的值, 比如-10A。
- Absolute Maximum Current:** 过流保护阈值。此参数设定硬件保护的电流上限。
  - 一旦检测到电流超过此阈值, 系统将立即关闭输出并生成故障代码, 以防硬件损坏。
  - 尽管电流控制回路会管理日常运行电流, 但仍可能出现短暂的瞬时峰值。因此, 此阈值应设置得比 “Motor Current Max” 等其他限值更高, 避免不必要的保护性关机。这里可以使用一个比较大的值, 基础版最大值 150A, Pro 版最大值 200A。
- Battery Current Max:** 电池最大输出电流。此参数用于限制从电池端输出的最大电流。
  - 该值一般应设定为小于或等于您已设置的 “Motor Current Max” 与电调本身的最大持续电流。
- Battery Current Max Regen:** 电池最大吸收电流。此参数设定刹车时能回充到电池的最大电流, 通常以负值表示。

- 当系统使用开关电源或不具备动能回收功能时，此值设置为 0。
- 其绝对值不可超过电机最大电流，确保回充能量在系统可控范围内。这里建议使用一个较小的值，比如-10A。

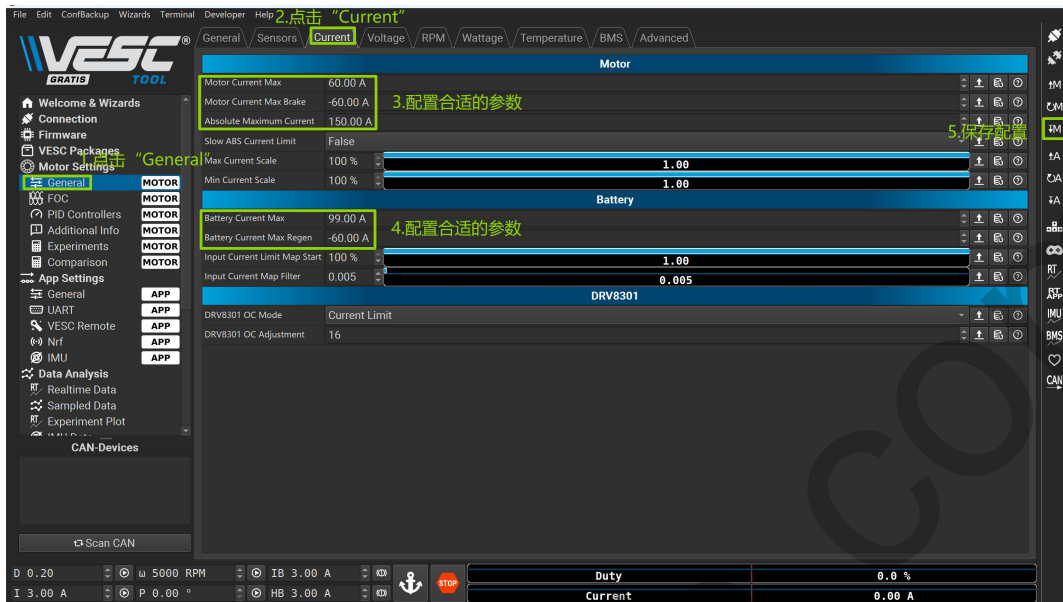


图 18: 电流配置

#### b. 速度配置。

可根据电调和电机规格参数设置合适的速度。

VESC Tool: “Motor Settings” → “General” → “RPM”。

- **Max ERPM**: 电机正转最大电子转速。最大值是 **150000**。
- **Max ERPM Reverse**: 电机反转最大电子转速。最大值是 **-150000**。

电机电子转速 = 电机物理转速 (RPM) \* 磁极对数

电机物理转速 = 电压 \* KV 值

电机磁极对数 = 磁极数 / 2

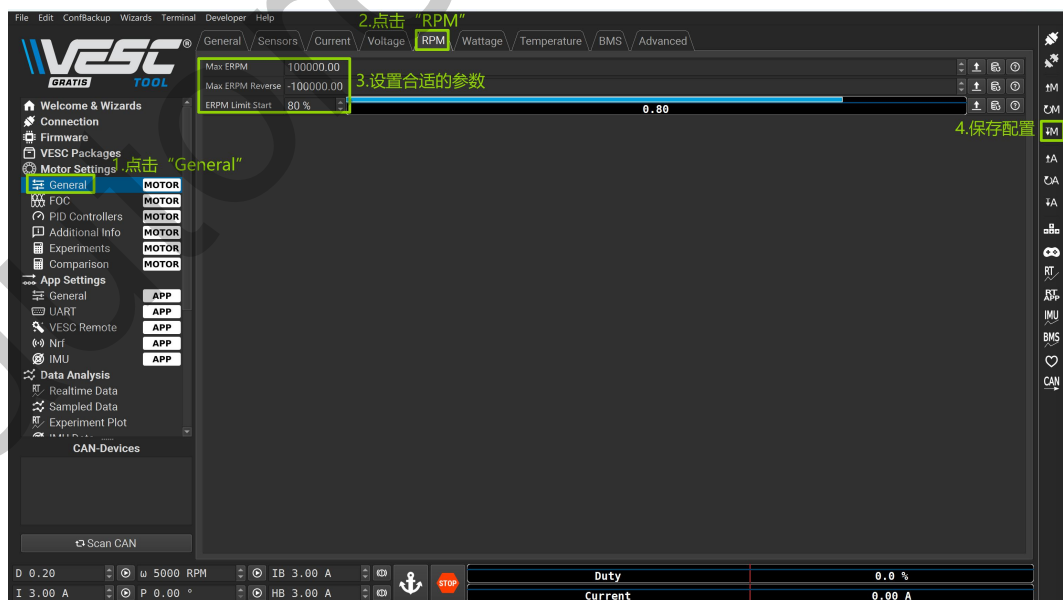


图 19: 速度配置

## 5. 故障排除

### 5.1.FOC 检测失败

FOC 检测过程有时可能会失败。如果出现这种情况，请不要继续操作，因为使用错误的参数运行电机可能会损坏电机或电机控制器（AESC）。以下是常见的原因及其解决方法。

#### a. 电机接线异常 (常见原因)

- **可能原因:** 三根电机相线（A、B、C）连接不牢固，或者磁传感器/编码器电缆松动或接线错误。
- **解决方法:**
  - 关闭所有设备的电源
  - 检查所有电机相线是否已牢固地连接。
  - 如果使用传感器，务必仔细检查霍尔/编码器接口线是否已完全固定好，并且其接线端子的排列方式要与您的 AESC 接口定义相匹配。哪怕任何一根接线松动都可能导致故障。

#### b. 电机无法自由转动

- **可能原因:** 电机与负载（齿轮、皮带、轮子）相连接，或者出现卡顿现象。该检测算法要求转子能够自由旋转。
- **解决方法:**
  - 务必确保电机与任何负载完全断开连接，并且能够完全自由地旋转。

#### c. 供电不足

- **可能原因:** 您的电池或电源无法提供检测过程所需的电流，导致电压下降过多。
- **解决方法:**
  - 使用一块健康且充满电的电池，该电池能够提供大电流。确保所有电源连接都牢固。避免使用功率较弱的实验电源。

#### d. 检测电流过低

- **可能原因:** 对于具有高电感的大型电机而言，默认的检测电流可能太弱，无法获得清晰的信号。
- **解决方法:**
  - 在 FOC 向导的设置界面中，尝试逐步增加检测电流参数（例如，从 5 安培增加到 10 安培）。切勿将此值设置得过高。

### 5.2.电机磁链参数为零或负值

- **可能原因:** 在固件中启用了相电压滤波功能（启用相电压滤波），然而硬件平台（例如 VESC4）实际上并不支持基于硬件的相电压滤波。
- **解决方法:**
  - 在进行 FOC 校准之前，您必须禁用相位滤波选项。“Motor Settings” → “FOC” → “Filters” → “Phase Enable Filters”设置成“False”，并点击  “Write Motor Configuration”保存配置。重新启动磁场控制（FOC）校准过程。

## 6. 联系与支持

如需技术支持，请联系：[Auroro.service@hotmail.com](mailto:Auroro.service@hotmail.com)

公司网址：<https://www.aurorotech.com>