TECHSOFT
MOTION CONTROLS

智能伺服驱动器

型　　号

IBL2403A-RS232

IBL2403A-CAN/CANopen

为无刷、有刷、直线、步进电机

技术参考手册

深圳市泰科智能伺服技术有限公司

版权说明

本手册的版权为深圳市泰科智能伺服技术有限公司所有。未经泰科智能许可，不得以任何方式复制和抄袭本手册的内容。

本文档仅供用户参考，文档中的内容力图精确和可靠，但错误和疏忽之处在所难免，泰科智能保留随时修改和完善本文档的权利。

所有引用或参考的商标为其相应的公司所有。

关于这部手册

感谢您选择购买深圳市泰科智能伺服技术有限公司研制的智能伺服驱动器，在使用前，请仔细阅读本手册，避免损坏智能伺服驱动器。

这本手册是详细描述关于IBL2403A系列智能伺服驱动器安装应用的技术参考文档，适用于下列产品：

IBL2403A-RS232 – 通用驱动器，可用于控制驱动AC/DC无刷、DC有刷、2/3相步进电机
IBL2403A-CAN – 通用驱动器，可用于控制驱动AC/DC无刷、DC有刷、2/3相步进电机 在CAN总线上执行Technosoft TMLCAN 协议

为操作使用IBL2403A智能伺服驱动器，您需要通过以下三步:

- **第一步、硬件安装**
- **第二步、使用EasySetup/EasyMotion Studio设置调整驱动器及电机参数**
- **第三步、选择下列控制器选项之一进行运动控制编程**
  - 一个**CANopen主控制器**（为IBL2403A-CANopen版本）
  - 使用**驱动器内部运动控制器**，用**EasyMotion Studio**软件编写（Technosoft Motion Language）**TML**运动程序
  - 一个**TML_LIB运动控制函数库为PC**(Windows或Linux)
  - 一个**TML_LIB运动控制函数库为PLC**
  - 一个**外部的运动控制卡（运动控制器）或PLC或其它类似的控制器**

这部手册详细描述第一步硬件安装，主要描述IBL2403A智能伺服驱动器硬件，包括技术数据、安装所需要的连接器和接线图，同时也描述了在国际标准单位和驱动器内部单位之间的比例因子，为更详细的资料请浏览下一章节，参考相关文档。

符号常规：

此文件使用以下惯例：

- **TML -**Technosoft Motion Language
- TML变量、参数或指令用特殊斜体字。举例如下：
  SETIO#4 IN;
  UPD；
- **SI 单位**-国际标准单位（如长度为米，时间为秒等）
- **IU 单位**-驱动器内部单位
- IBL2403A **CAN**-IBL2403ACAN 标准产品,TMLCAN(CAN2.0B， 29位标识)通信协议

相关文档:

EasySetup 软件帮助文件-描述如何使用 EasySetup 快速设置与调整泰科系列智能伺服驱动器参数，配置好的数据可以下载到驱动器的 EEPROM 或存做 PC 文件，在驱动器上电时，将读出 EEPROM 内的数据初始化驱动器，相反也可以从驱动器以前设置的程序读出完整的设置信息，也允许您刷新驱动器固件为最新版本，免费下载。

EasyMotion Studio软件帮助文件-EasyMotion Studio不仅包含EasySetup驱动器与电机参数设置模块，还包含了一个图形化运动控制编程模块Motion Wizard。运用Motion Winzard，能以简单、图形化的方法创建一个以TML运动控制语言所写的运动控制程序，自动生成所有的运动控制语言指令，无需学习和编写任何运动控制语言代码，演示评估软件免费下载。

TML_LIB用户手册为(C/C++,VC,VB.Delphi)-解释在C/C++,VC,VB,Delphi开发环境中如何编程调用TML_LIB运动控制库函数，控制泰科系列智能伺服驱动器，也包括一些即可在Windows或Linux(x86和x64)上执行的程序例子。

TML用户参考手册-描述配置泰科系列智能伺服驱动器参数及以在线(Master/Slave)或脱机运行(Standalone)模式执行高级运动控制的高级指令集。

TechnoCAN用户参考手册-描述TechnoCAN通信协议-一个扩充的CANopen通信协议概述用于TML命令。

目 录

1. 安全信息 6
1.1. 警告 6
1.2. 注意 7
2. 产品概述 8
2.1. 简介 8
2.2. 主要特性 8
2.3. 驱动器所支持的电机与传感器配置 10
2.4. IBL2403A尺寸 13
2.5. 电气特性 13
3. 第 1 步， 硬件安装 17
3.1. 安装 17
3.2. 连接器与连接示意图 18
3.2.1. 连接器布局 18
3.2.2. J1 连接器引脚分配 18
3.2.3. J2 连接器引脚分配 19
3.2.4. 24V数字I/O连接 20
3.2.5. 5V数字I/O连接 21
3.2.6. 模拟量输入连接 22
3.2.6.1. 模拟量输入连接 22
3.2.6.2. 接线说明 22
3.2.7. 电机连接 23
3.2.7.1. 无刷电机连接 23
3.2.7.2. 2 相步进电机连接 23
3.2.7.3 3 相步进电机连接 25
3.2.7.4 直流有刷电机连接 26
3.2.7.5. 电机接线说明 26
3.2.8. 反馈连接 27
3.2.8.1. 单端编码器连接 27
3.2.8.2. 差分编码器连接 28
3.2.8.3. 数字霍尔连接 29
3.2.8.4. 线性霍尔连接 29
3.2.8.5. 线性霍尔自动设置连接 30
3.2.8.6. 接线说明 30
3.2.9. 供电电源连接 31
3.2.9.1. 电源连接 31
3.2.9.2. 电源连接线 31
3.2.9.3. 刹车期间过压限制 31
3.2.10. 串行RS-232 连接 33
3.2.10.1. 串行RS-232 连接 33
3.2.10.2 推荐接线 33
3.2.11. CAN连接（IBL2403A-CAN 驱动器） 34
3.2.11.1. CAN连接（IBL2403A-CAN 驱动器） 34
3.2.11.2. 推荐接线 34
3.2.12. 特殊连接（禁止自动运行（Autorun）模式） 35
3.2.13. 主从编码器连接 36
3.2.14. 连接器类型与连接器匹配端子 37

4. 第 2 步,驱动器的设置 38
4.1. 安装EasySetUp 38
4.2. 开始使用EasySetUp 38
4.2.1. 建立通讯 38
4.2.2. 设置驱动器/电机 39
4.2.3. 下载设置参数到驱动器/电机 41
4.2.4 评估驱动器/电机运行性能（可选） 41
4.3 改变驱动器轴ID号 41
4.4 设置CANbus波特率 42
4.5 通过设置参数建立一个参数映射文件 42
5. 第 3 步运动编程 44
5.1. 用CANopen Master主控制器 （IBL2403A CANopen版本执行） 44
5.1.1. DS-301 通讯规范概述 44
5.1.2. TechnoCAN 扩展 (IBL2403A CAN版本可用) 45
5.1.3. DSP-402 与制造商指定设备规范概述 45
5.1.4. 核对设置参数的兼容性 45
5.2. 使用内置运动控制器与TML 45
5.2.1. TML语言概述 45
5.2.2. 安装EasyMotion Studio 46
5.2.3. 开始使用EasyMotion Studio 46
5.2.3.1. 创建新的工程项 47
5.2.3.2. 第 2 步建立通讯 48
5.2.3.3. 设置驱动器/电机 49
5.2.3.4. 运动编程 50
5.2.3.5. 评估运动应用运行性能 51
5.2.4. 用设置参数与TML程序建立一个映射文件 51
5.3 用TML组合CANopen或其他主控制器host 51
5.3.1. 使用TML函数分割主机(Master)与驱动器之间运动任务 51
5.3.2 执行TML程序 51
5.3.3 在 EasyMotion Studio中装入自动凸轮定义表 51
5.3.4.回原点过程用户化 (IBL2403A CAN版本可执行) 52
5.3.5.驱动器故障条件响应用户化(IBL2403A CAN 版本执行) 52
5.4. PC-based系统运动控制函数库应用 52
5.5. PLC-based系统运动函数库应用 53
6.比例因子 54
6.1. 位置单位 54
6.1.1.无刷/直流有刷电机上装配正交编码器 54
6.1.2. 无刷电机带线性霍尔信号 54
6.1.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上 54
6.1.4.步进电机开环控制，无反馈装置 55
6.1.5.步进电机闭环控制,增量编码器装配在电机上 55
6.2. 速度单位 55
6.2.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器 55
6.2.2. 无刷电机带线性霍尔信号 55
6.2.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上 56
6.2.4. 直流有刷电机上装配测速发电机 56
6.2.5. 步进电机开环控制，无反馈装置 56
6.2.6. 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上 57
6.3. 加速度单位 57
6.3.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器 57

6.3.2. 无刷电机带线性霍尔信号 57
6.3.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上 58
6.3.4. 步进电机开环控制，无反馈装置 58
6.3.5. 步进电机开环控制，增量编码器装配在负载上 59
6.3.6. 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上 59
6.4. 加加速度的单位 59
6.4.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器 59
6.4.2. 无刷电机带有线性霍尔信号 60
6.4.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上 60
6.4.4. 步进电机开环控制，无反馈装置 60
6.4.5. 步进电机开环控制，增量编码器装配在负载上 61
6.4.6. 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上 61
6.5. 电流单位 61
6.6. 电压命令单位 61
6.7. 电压测量单位 62
6.8. 时间单位 62
6.9. 驱动器温度单位 62
6.10. 主机（Master）位置单位 62
6.11. 主机（Master）速度单位 63
6.12. 电机位置单位 63
6.12.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器 63
6.12.2. 无刷电机上带线性霍尔信号 63
6.12.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上 63
6.12.4. 步进电机开环控制，无反馈装置 64
6.12.5. 步进电机开环控制，增量编码器装配在负载上 64
6.12.6. 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上 64
6.13. 电机速度单位 64
6.13.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器 64
6.13.2. 无刷电机上带线性霍尔信号 64
6.13.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上 65
6.13.4 直流有刷电机上装配测速发电机 65
6.13.5. 步进电机开环控制，电机无反馈或增量编码器装配在负载上 65
6.13.6 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上 66
7. 存储器映射 67

1. 安全信息

在对驱动器进行安装和设置前请先仔细阅读本章节中的信息，下面列出了驱动器必要的安全使用信息。

此信息意在当您使用产品时保护您、驱动器及相关的设备，不正确的使用驱动器会导致人生意外伤害或财产损失。

只有专业人员才可以安装、设置、操作和维护驱动器，或一个有资格认证的专业人员了解和授权其它人执行诸如运输、组装、安装、调试和操作驱动器这样的任务。

在本手册中有以下安全标志：



警告！操作引起人生安全的危险标记，也包括预防这种情况发生的使用说明。



注意！驱动器可能损坏产品或设备的危险标记，也包括避免此情形发生的使用说明。



注意！指示该区域对静电敏感，要求在静电保护环境中处理。

1.1. 警告



警告！驱动器电压可能引起电击！电源打开时，请不要直接触摸带电部分



警告！为避免电弧放电的危险，当电源打开时请不要连接或断开驱动器与电源的接线！



警告！驱动器在运行期间表面可能发热。



警告！在驱动器运行期间，被控制的电机在运动，请远离所有运动部件避免受伤害。

1.2. 注意



注意！连接驱动器的供电电源必须遵守本手册中的参数规格！



注意！故障维修与服务只有经过泰科智能授权许可的专业人员才可以执行。



注意！驱动器包含一些静电敏感元器件，如果处理不当将被损坏。因此驱动器应该在静电保护坏境中从原始包装中拿出来。

为防止静电损坏，请避免接触绝缘材料，如合成纤维或塑胶制品。为释放静电，请注意保持驱动器良好接地及人身接地。

2. 产品概述

2.1. 简介

IBL2403A 是一款基于最新 DSP 技术的全数字智能伺服驱动器，集多类电机驱动与运动控制功能一体，为客户提供一个高性能、多功能、低成本的运动控制解决方案。

IBL2403A 智能伺服驱动器适用于控制驱动直流无刷电机、交流无刷电机（也称永磁同步）、直流有刷电机、步进电机。可接受正交增量式编码器、线性霍尔信号作为位置反馈信号接口。

IBL2403A 智能伺服驱动器集运动控制、驱动和 PLC 功能于一个紧凑的单元中，无需外部运动控制器，即可实现复杂的运动控制。驱动器均可执行位置、速度、转矩控制模式，单轴、多轴或独立（Stand-alone）工作模式可选。应用高级运动控制语言（TML），下列操作均可在驱动器上直接完成：

- ☐ 设置各种运动模式（T/S 型曲线, PVT, PT, 电子齿轮、凸轮等）
- ☐ 在线改变运动模式和运动参数
- ☐ 执行回原点顺序
- ☐ 通过以下方式控制程序流程
  - 条件跳变与 TML 功能调用
  - 预定义或可编程条件产生的 TML 中断（如保护触发、限位开关变换或捕获输入等）
  - 等待可编程事件的发生
- ☐ 处理数字 I/O 或模拟量输入信号
- ☐ 执行算术和逻辑操作
- ☐ 执行多轴之间的数据传输
- ☐ 通过发送多轴运动指令从另一个轴控制其中一个轴的运动
- ☐ 发送组（Group）控制指令（多点传输），可同时启动该组所有轴已预存的运动程序
- ☐ 实现多轴同步控制（多达 256 轴）

运用 **EasyMotion Studio** 编程 **TML** 程序，您能在复杂多轴的运动控制应用中实现主机(Master)与驱动器之间的分布式智能控制，减少开发时间和通信需求。例如，您能运用 TML 编程驱动器执行复杂的运动任务且在执行过程中与主机（master）交换信息，替代一个轴的每个动作都需要输入控制指令。因此，主机（Master）将减少每轴控制的工作任务，如：通过 RS232/485/CAN 调用预存于驱动器 EEPROM 中的 TML 功能（如果需要也可以终止执行），等待 TML 触发信息执行。

除 CANopen 主机（Master）外，IBL2403A 驱动器还可以使用 TML_LIB 系列运动函数库通过 PC 或 PLC 对其进行控制。为所有的运动控制器编程，IBL2403A 试运行可运用 **EasySetUp** 来完成。

2.2. 主要特性

- 带内置运动控制器和高级 TML 运动语言，全数字化控制驱动直流有刷、直流无刷、交流无刷（永磁同步）、2/3 相步进电机
- 位置、速度、转矩控制模式
- 多种运动可编程模式
  - 带 T 型或 S 型速度位置曲线
  - 位置、速度、时间(PVT)三阶插补

  - 位置、时间(PT)一阶插补
  - 电子齿轮和凸轮
  - 外部模拟和数字参考量输入
  - 33 种回原点模式

- 单端、差分或集电极开路编码器接口
- 单端、集电极开路霍尔传感器接口
- 线性霍尔（Linear Hall）传感器接口
- 7 个专用数字 I/O（5V 和 24V 兼容）
  - 5 个数字输入
  - 2 个数字输出
- RS-232 串行通讯，速率高达 115200bps
- CAN-bus 2.0B 高达 1Mbit/s，支持的通信协议有：
  - CANopen – 兼容 CiA 标准: DS301 和 DSP402
  - TMLCAN – 兼容泰科智能所有带 CAN-bus 接口的驱动器
- 1.5K × 16 的内部 SRAM 存储器
- 8K × 16 E^2 ROM 用于存储 TML 程序和数据
- 典型 PWM 开关频率：20KHZ
- 单一电源供电：12-28V
- 驱动能力：连续电流 3A、峰值电流 6A
- 最小的负载电感：50 µH @ 12 V, 100 µH @ 24 V
- 工作环境温度：0-40℃
- 硬件保护
  - 所有 I/O 为 ESD 保护

2.3. 驱动器所支持的电机与传感器配置

IBL2403A 驱动器支持以下配置：

1. **带增量式编码器，交流无刷(永磁同步)旋转伺服电机位置、速度、转矩控制**。交流无刷电机采用矢量控制，工作时，电压与电流为正弦波。

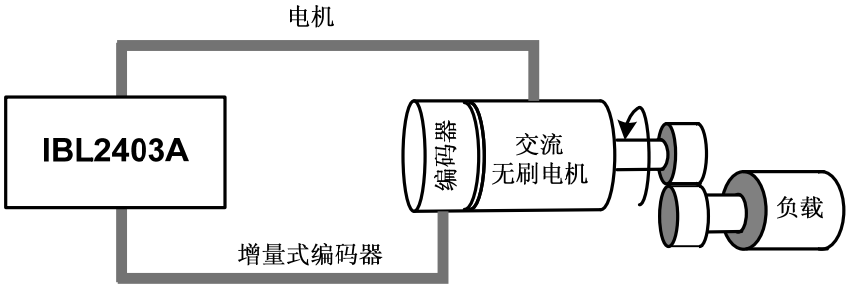


图 2.1. 交流无刷（永磁同步）旋转伺服电机，位置/速度/转矩控制，电机上带增量编码器

2. **带数字霍尔传感器和增量编码器，直流无刷旋转伺服电机位置、速度、转矩控制**。无刷电机控制时采用霍尔传感器换相，工作时，电压与电流为梯形方波。

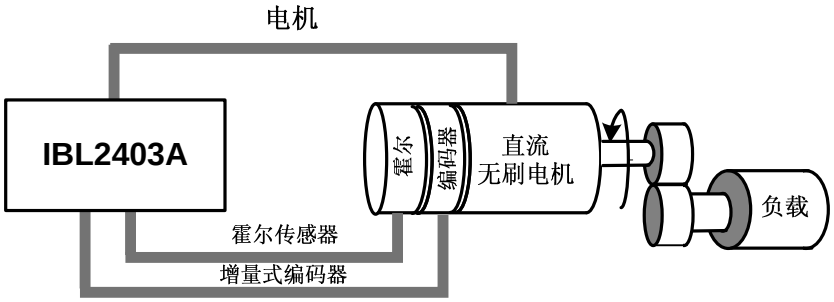


图 2.2. 直流无刷旋转伺服电机，位置/速度/转矩控制， 电机上带霍尔传感器与增量编码器

3. **带线性霍尔信号，交流无刷(永磁同步)旋转伺服电机位置、速度、转矩控制。**交流无刷电机采用矢量控制，工作时，电压与电流为正弦波。

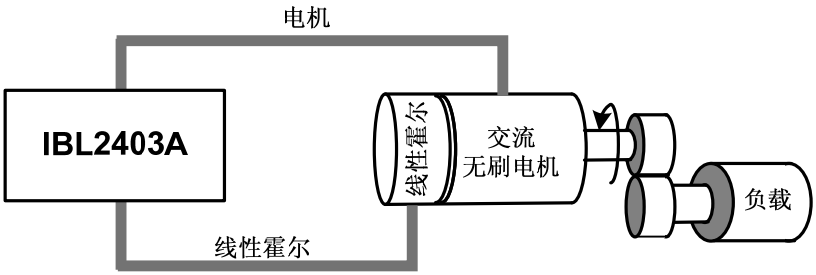


图 2.3. 交流无刷（永磁同步）旋转伺服电机，位置/速度/转矩控制，电机上带直线霍尔信号

4. **带线性霍尔信号，交流无刷直线伺服电机位置、速度、转矩控制。**交流无刷电机采用矢量控制，工作时，电压与电流为正弦波。

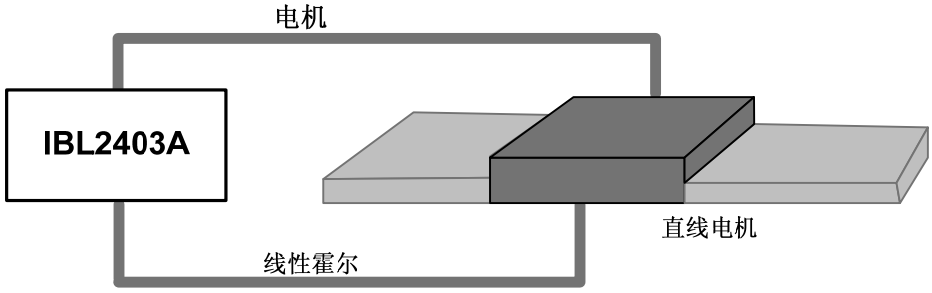


图 2.4.交流无刷（永磁同步）直线伺服电机，位置/速度/转矩控制，电机上带直线霍尔信号

5. **带增量式编码器，直流有刷旋转伺服电机位置、速度、转矩控制。**直流有刷电机采用碳刷换相，工作时，电压与电流为方波。

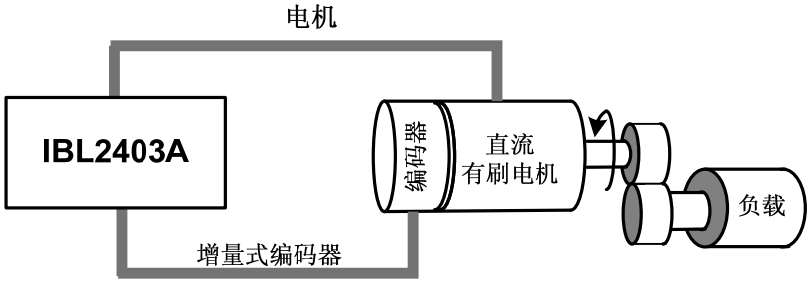


图 2.5. 直流有刷旋转伺服电机，位置/速度/转矩控制，电机上带增量编码器

6. **负载上带增量式编码器用为负载位置控制与电机轴上带测速发电机为速度、力矩控制相结合为直流有刷旋转伺服电机全闭环高精度、高响应控制。**直流有刷电机采用碳刷换相，工作时，电压与电流为方波。

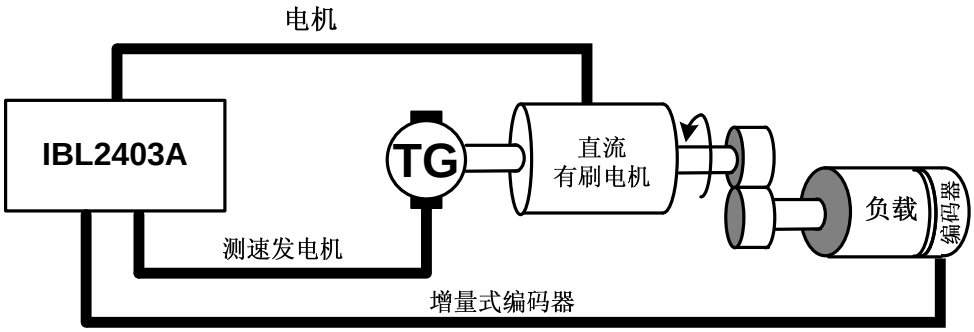


图 2.6. 直流有刷旋转伺服电机，位置/速度/转矩控制，负载上带增量编码器与电机上带测速发电机相结合

7. **带测速发电机，直流有刷旋转伺服电机速度、转矩控制。**直流有刷电机采用碳刷换相，工作时，电压与电流为方波。

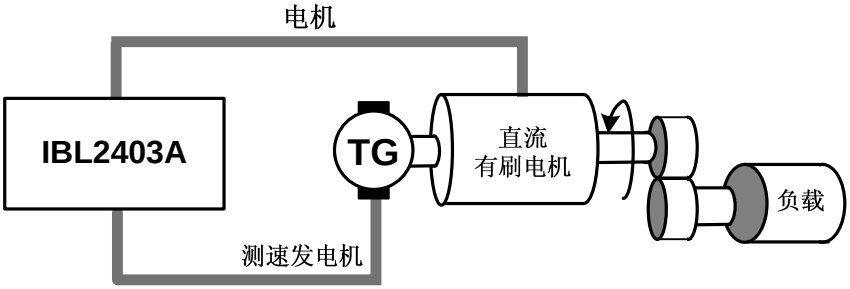


图 2.7. 直流有刷旋转伺服电机，速度/转矩控制，电机带测速发电机

8. **2/3 相步进电机位置或速度的开环控制**。2/3 相步进电机采用正弦波细分双极控制。

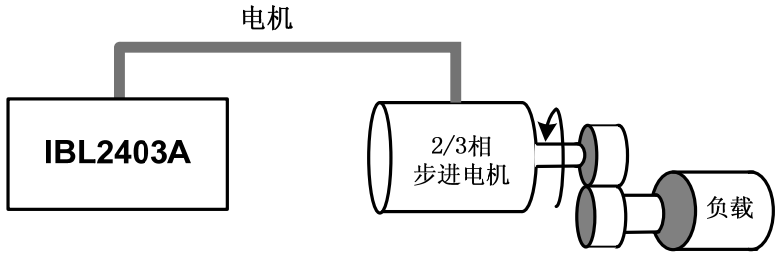


图 2.8　步进电机位置或速度开环控制，无位置或速度反馈传感器

9. **在负载上带增量编码器为负载位置闭环控制与 2 相步进电机速度开环控制（速度参考量由位置控制器提供）组成步进电机全闭环高精度、高响应位置、速度、力矩控制。**

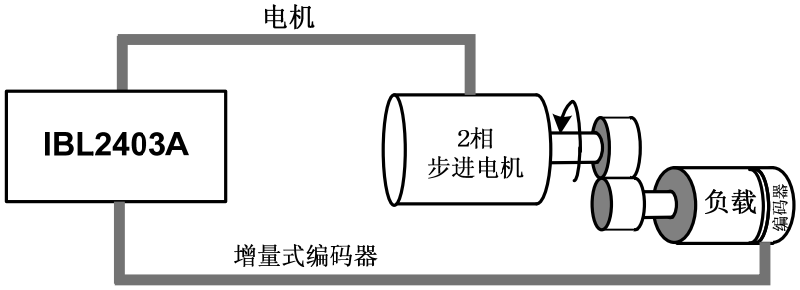


图 2.9. 负载上带增量编码器，闭环控制：负载位置，开环控制：步进电机速度

10. **2 相步进电机位置、速度、转矩闭环控制。**

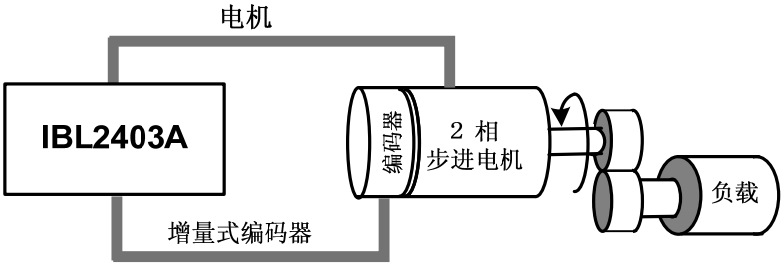


图 2.10. 电机轴上带增量编码器，闭环控制：步进电机位置、速度或转矩

2.4. IBL2403A尺寸

IBL2403A驱动器尺寸图：

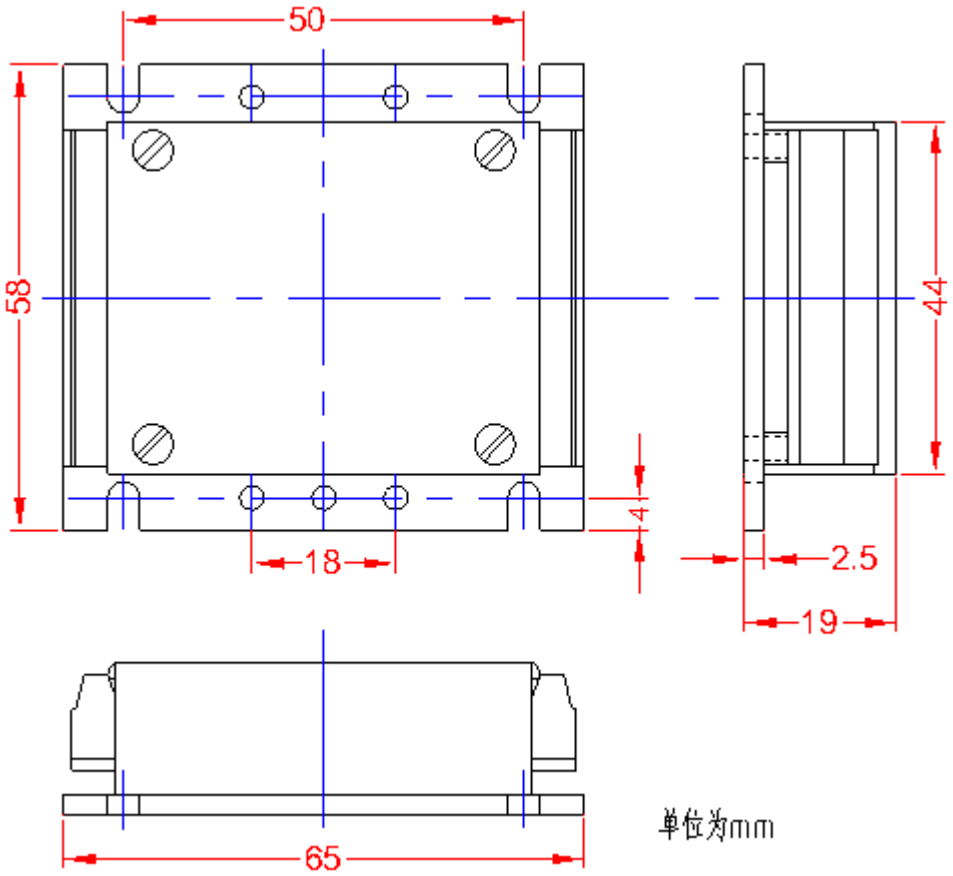


图 2.11. IBL2403A 驱动器尺寸图

2.5. 电气特性

所有参数均在以下条件下测得，除非另有说明:

- Tamb = 25°C，供电电源（V_{DC}） = 24 V_{DC};
- 电源启动或关闭次序: -任意-;
- 负载电流 3 A_{RMS}。

电源输入

	在+VDC与 GND之间测量	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	额定值	12	24	28	VDC
	最大连续绝对值	-0.5		35	VDC
供电电流	空闲		100	250	mA
	工作期间	-6.1	±3	+6.1	A

电机输出

所有电压参考地		最小值	典型值	最大值	单位
电机输出连续电流	连续运行+V_{DC}=24V F_{PWM} = 20 kHz	-3		+3	ARMS
电机输出电流峰值	热量限制<= 0.5 s	-6.1		+6.1	A
工作时压降	输出电流=±3A	-900	±250	+300	mV
静态漏电流		-1	±0.1	+1	mA
电机电感	F_{PWM}=20KHz， +V_{MOT}=12V	50			μH
	F_{PWM}=20KHz， +V_{MOT}=24V	100			μH

数字输入

所有电压参考地		最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	逻辑低电平	-0.5	0	0.8	V
	逻辑高电平	2	5-24	28	
	绝对最大浪涌值（时间≤1S）	-25		+30	
输入电流	逻辑高电平，内阻470Ω电压上拉到5V	0	0	0	mA
	逻辑低电平	8	10	13	
输入信号频率		0		250	KHZ
最小脉冲宽度		5			μS

数字输出

所有电压参考地		最小值	典型值	最大值	单位
输出电压	逻辑低电平	-0.5	0	0.2	V
	逻辑高电平；输出电流=0	2.4	4.4	+VDC	
	绝对最大浪涌值，时间≤1mS	-1		+VDC+0.5	
输出电流	逻辑高电平；负载接地			10	mA
	逻辑低电平			50	
静电保护	人体模式(100 pF, 1.5 kΩ)			±25	KV

编码器输入

		最小值	典型值	最大值	单位
标准接口		差分/TTL/CMOS/集电极开路			
低电平输入电流	内部470Ω上拉到+5 V_{DC}		10	12	mA
输入门限电压	单端模式（TTL/CMOS/集电极开路）	1.8	1.9	2	V
输入滞后		0.1	0.2	0.3	V

模拟量输入(Ref, Tacho)

所有电压参考地		最小值	典型值	最大值	单位
电压范围		0		+5	V

输入阻抗			16		KΩ
分辨率			10		bits
差分线性度				0.09	% FS
偏移误差	保证10-bits不丢失代码			±0.3	% FS
增益误差				±5	% FS
带宽(-3 dB)			250		HZ

线性霍尔输入(LH1, LH2, LH3)

所有电压参考地		最小值	典型值	最大值	单位
电压范围	最大范围	0		+5	V
	工作范围	可编程			
输入电流		-0.5		+0.5	mA
带宽(-3 dB)			1		KHZ

霍尔输入（数字）

所有电压参考地		最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	逻辑低电平	-0.5	0	0.8	V
	逻辑高电平	2	5	5.5	
	绝对浪涌最大值（时间≤1mS）	-8		+8	
低电平输入电流	内部1KΩ上拉到+5VDC		5	6	mA

RS232

		最小值	典型值	最大值	单位
标准接口		TIA/EIA-232-C			
波特率	由软件设置	9600		115200	Baud
静电保护	人体模式(100 pF, 1.5 kΩ)			±15	KV
输入电压	RX232输入	-25	-	+25	V
所承受短电流输出	TX232对GND地输出	保证			

CAN-BUS

所有电压参考地		最小值	典型值	最大值	单位
标准接口		CAN-Bus2.0B 错误激活; ISO11898-2			
推荐传输线阻抗	在1MHz下测量	90	120	150	Ω
波特率	由软件设置	125K		1M	Baud
网络节点数	波特率 = 125kbps …250kbps			64	-
	波特率= 500kbps			50	-
	波特率= 1Mbps			32	-
静电保护	人体模式			±15	KV

电源输出

		最小值	典型值	最大值	单位
+5VOUT		4.75	5	5.25	V
+5VOUT可用电流				220	mA

其他

		最小值	典型值	最大值	单位
温度	工作温度	0		40	℃
	存储温度（不接电源）	-40		85	℃
湿度（不凝固的）	工作湿度	0		90	%RH
	存储湿度	0		100	%RH
高度/压力	高度（以海平面为参考）		0-1		Km
	环境压力	0.64	0.9-1	4.0	atm
尺寸	长×宽×高	65×58×19			mm
重量			0.1		Kg
保护等级		IP20（ 依照 IEC529)			

3. 第 1 步， 硬件安装

3.1. 安装

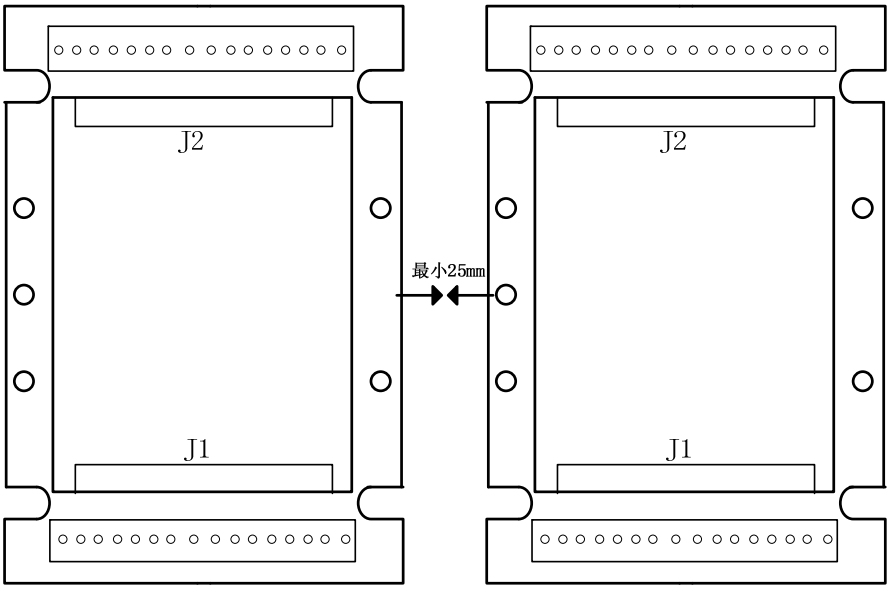


图 3.1. IBL2403A 驱动器安装

IBL2403A 驱动器设计为自然冷却，它可以水平放置（标签朝上）或垂直放置在柜子中（见图 3.2）。在两种情况下，驱动器与周围壁/驱动器之间的距离都要大于 25mm，保证空气自由循环。

注意！ 在连接电机前，必须确保 E^2 ROM 中的应用程序与电机类型正确匹配，否则将损坏电机和驱动器，在驱动器电源上电时，TML 应用程序将自动执行，请仔细阅读 3.2.12 章节如何禁止该特性。

3.2. 连接器与连接示意图

3.2.1. 连接器布局

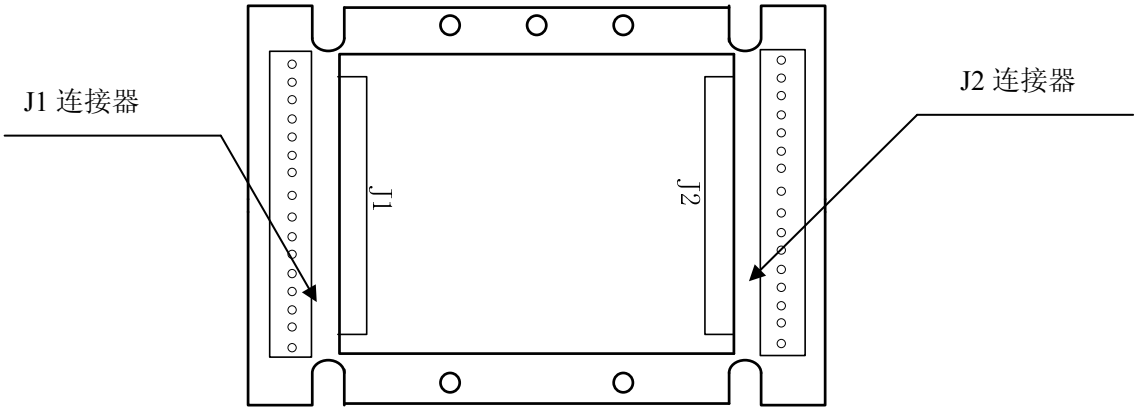


图 3.2. IBL2403A 驱动器连接器

3.2.2. J1 连接器引脚分配

引脚	引脚名称	TML 名称	类型	管脚功能/注释
1	**+VDC**	-	I	• 电源输入正：**12-28 VDC**
2	**GND**	-	-	• **地**
3	**+5VOUT**	-	O	• **5V** 输出（内部提供）
4	**Ref**	AD5	I	• 单极性 **0V…+5V** 模拟量输入，可用作模拟位置、速度或转矩参考量
5	**Pulse**	IN#38 / PULSE	I	• **5V** 或 **24V** 兼容数字输入 • 在脉冲+方向运动模式中可做脉冲输入 • 可做**第 2 编码器 A** 信号输入，在单端编码器中
6	**Dir**	IN#37 / DIR	I	• **5V** 或 **24V** 兼容数字输入 • 在脉冲+方向运动模式中可做方向输入 • 可做**第 2 编码器 B** 信号输入，在单端编码器中，
7	**Enable**	IN#16 / ENABLE	I	• **5V** 或 **24V** 兼容数字输入 • **使能**，连接到高电平禁止 PWM 输出
8	**LSP**	IN#2 / LSP	I	• **5V** 或 **24V** 兼容数字输入 • **正向限位开关**
9	**LSN**	IN#24 / LSN	I	• **5V** 或 **24V** 兼容数字输入 • **负向限位开关**
10	**/ Error**	OUT#13	O	• **5V** 或 **24V** 兼容数字输出 • **驱动器错误报警**
11	**/ Ready**	OUT#25	O	• **5V** 或 **24V** 兼容数字输出 • **伺服准备**

12	**CAN_H**	-	I/O	• **CAN 总线输入正**(在支配位期间为正) • 无 CAN 版本的 IBL2403A 不连接
13	**CAN_L**	-	I/O	• **CAN 总线输入负**(在支配位期间为负) • 无 CAN 版本的 IBL2403A 不连接
14	**GND**	-	-	• **地**
15	**232Tx**	-	O	• RS-232 数据发送
16	**232Rx**	-	I	• RS-232 数据接收

3.2.3. J2 连接器引脚分配

引脚	引脚名称	TML 名称	类型	管脚功能/注释
1	**A / A+**	-	O	• 无刷电机：**A 相** • 步进电机：**A+相** • 直流有刷电机：+（**正端**）
2	**C / B+**	-	O	• 无刷电机: **C 相** • 步进电机: **B+相**
3	**B / A-**	-	O	• 无刷电机: **B 相** • 步进电机：**A-相** • 直流有刷电机：-（**负端**）
4	**B-**	-	O	• 步进电机：**B-相**
5	**GND**	-	-	• **地**
6	**Hall 1**	-	-	• 数字霍尔传感器 **Hall 1** 信号 • **禁止自动运行**。将三个霍尔信号接地禁止驱动器上电自动运行 **Autorun**
7	**Hall 2**	-	I	• 数字霍尔传感器 **Hall 2** 信号 • **禁止自动运行**。将三个霍尔信号接地禁止驱动器上电自动运行 **Autorun**
8	**Hall 3**	-	I	• 数字霍尔传感器 **Hall 3** 信号 • **禁止自动运行**。将三个霍尔信号接地禁止驱动器上电自动运行 **Autorun**
9	**Enc A+**	-	I	• 单端编码器 A 信号 • 差分编码器 A+输入
10	**Enc B+**	-	I	• 单端编码器 B 信号 • 差分编码器 B+输入
11	**Enc Z+**	-	I	• 单端编码器 Z 信号 • 差分编码器 Z+输入
12	**A- / LH1**	-	I	• 差分编码器 A-输入 • 线性霍尔 **Linear Hall 1** 信号
13	**B- / LH2**	-	I	• 差分编码器 B-输入 • 线性霍尔 **Linear Hall 2** 信号
14	**Z- / LH3**	-	I	• 差分编码器 Z-输入 • 线性霍尔 **Linear Hall 3** 信号
15	**Tacho**	AD2		• 单极性 **0V….5V** 模拟量输入，用作模拟位置或速度反馈（测速发电机）
16	**+5 VOUT**	-	O	• **5V** 逻辑电源（内部提供）

3.2.4. 24V数字I/O连接

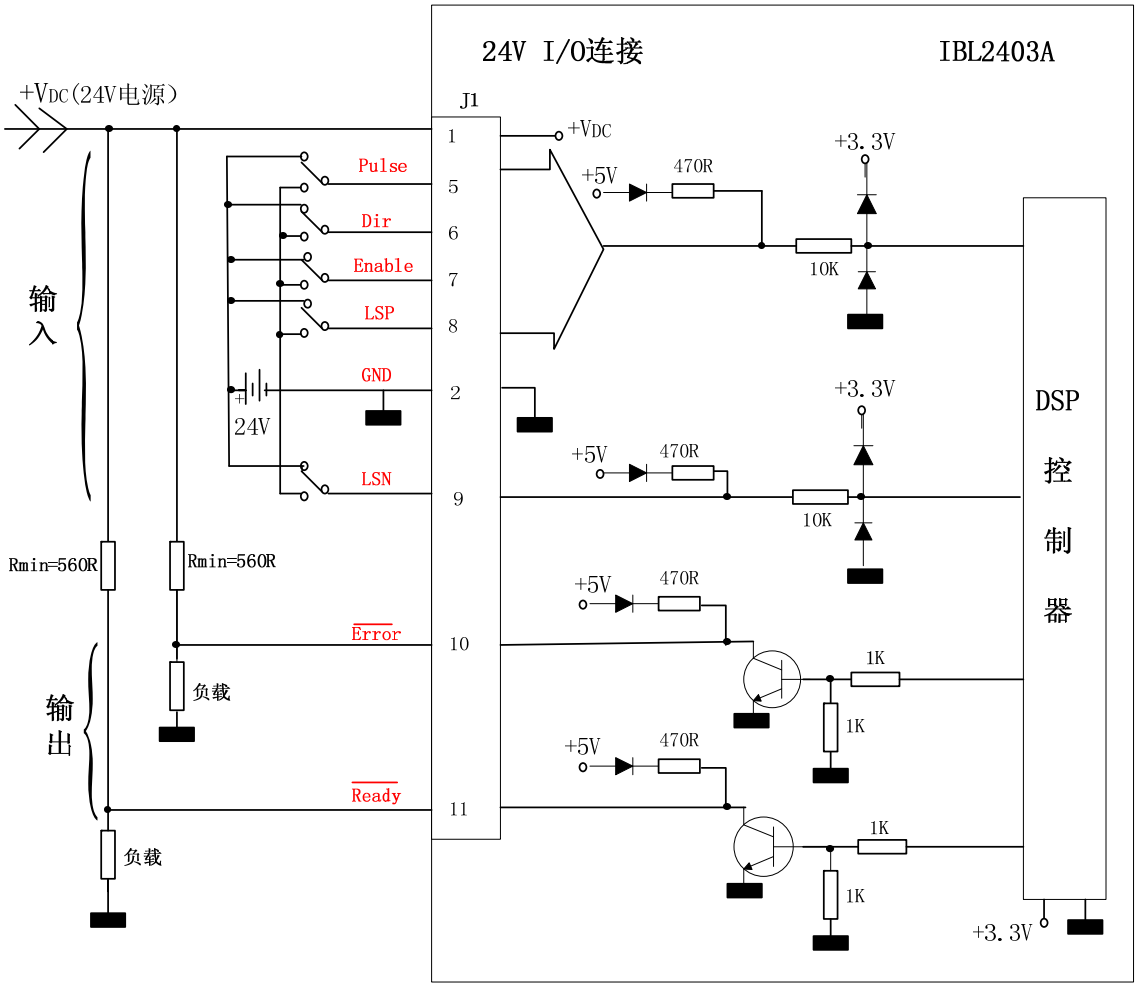


图 3.3. 24V 数字 I/O 连接

备注： *1.为了使用 24V 输出，必须外接一个电阻到电源+VDC*
2.外接电阻的最小值为 560Ω

3.2.5. 5V数字I/O连接

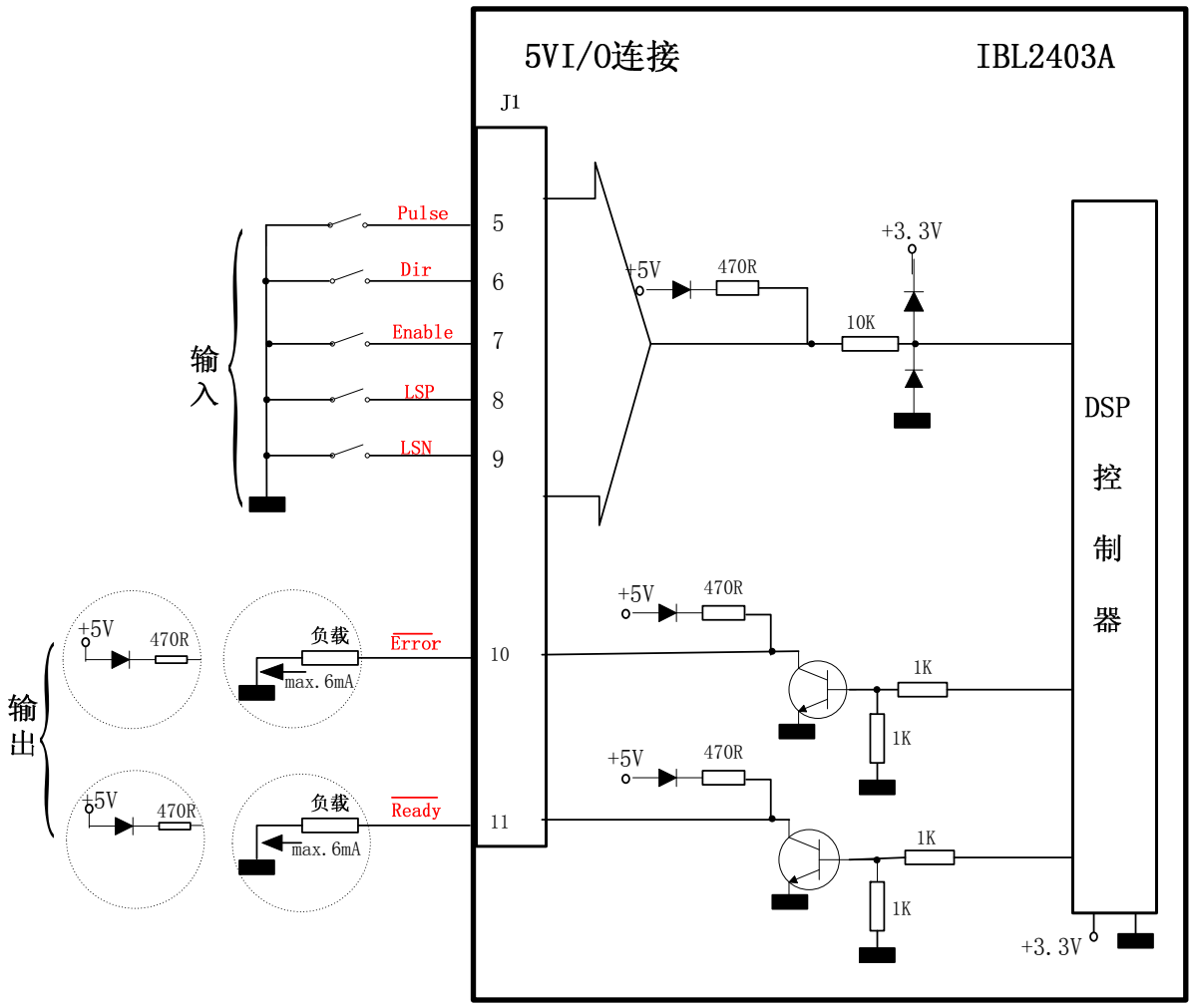


图 3.4. 5V 数字 I/O 连接

3.2.6. 模拟量输入连接

3.2.6.1. 模拟量输入连接

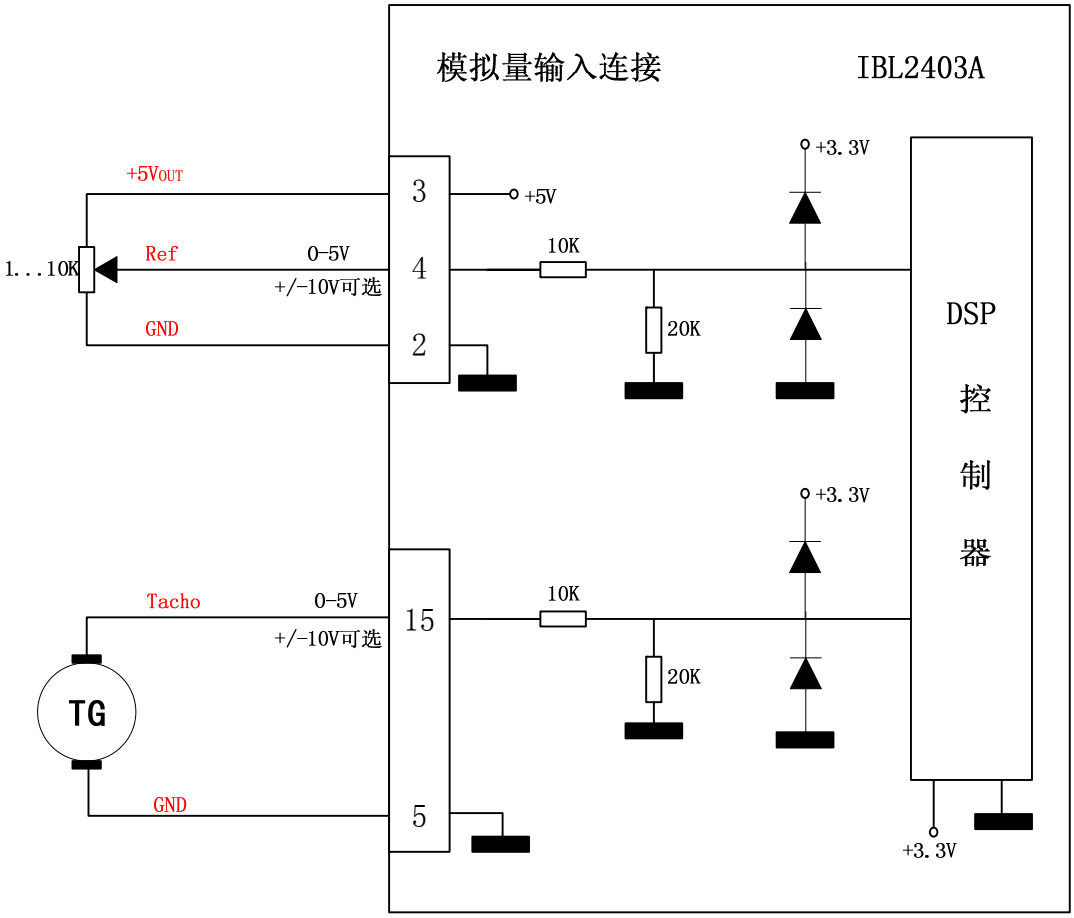


图 3.5. 模拟量输入连接

备注：*默认模拟量输入范围为 0-5V，如果为+/-10V，请联系泰科智能*

3.2.6.2. 接线说明

a) 如果模拟量信号源为单端，用 2 线屏蔽电缆进行如下连接：第一根线连接模拟信号到驱动器模拟量输入正(+)，第二根线连接信号地 GND 到驱动器的输入负(-)。

b) 如果模拟量信号源是差分且信号源地 GND 与驱动器地 GND 隔离，用 3 线屏蔽电缆进行如下连接：第一根线连接模拟信号正 plus 到驱动器模拟量输入正(+)，第二根线连接信号负 minus 到驱动器的输入负(-)，第三根线连接信号源地 GND 到驱动器地 GND。

c) 如果模拟量信号源是差分且信号地 GND 和驱动器地 GND 共用，用 2 线屏蔽电缆进行如下连接：第一根线连接模拟信号正 plus 到驱动器模拟量输入正(+)，第二根线连接信号负 minus 到驱动器的输入负(-)。

3.2.7. 电机连接

3.2.7.1. 无刷电机连接

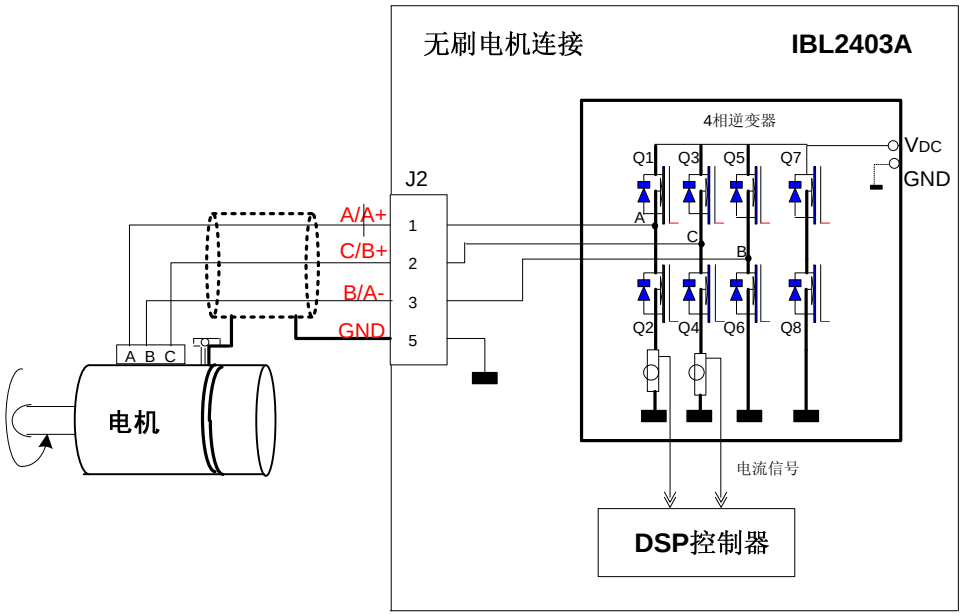


图 3.6. 无刷电机连接



注意！ 在连接电机前，必须确保 E^2 ROM 中的应用程序与电机类型正确匹配，否则将损坏电机和驱动器，在驱动器电源上电时，TML 应用程序将自动执行，请仔细阅读 3.2.12 章节如何禁止该特性。

3.2.7.2. 2 相步进电机连接

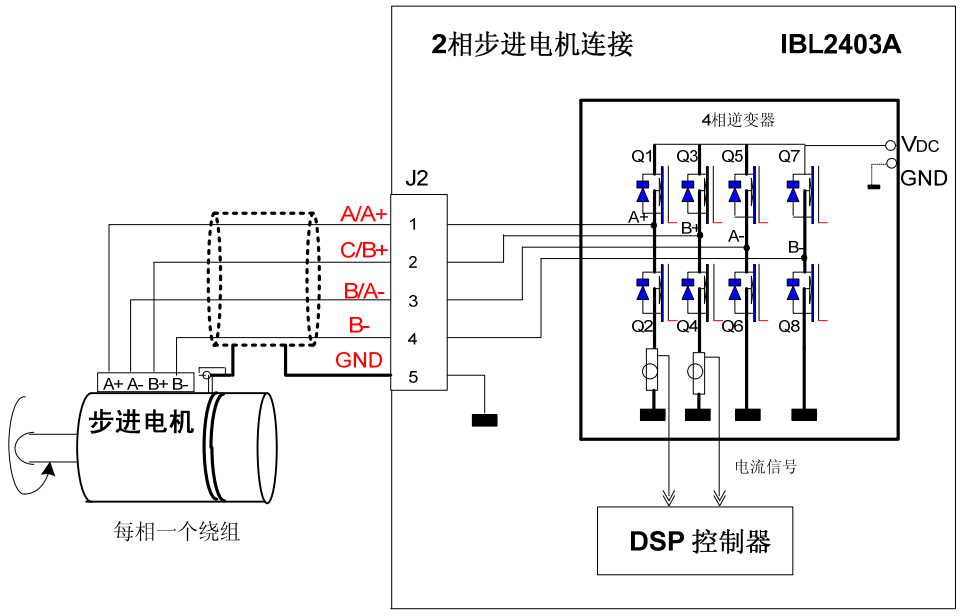


图 3.7. 步进电机连接

注意！ 在连接电机前，必须确保 E^2 ROM 中的应用程序与电机类型正确匹配，否则将损坏电机和驱动器，在驱动器电源上电时，TML 应用程序将自动执行，请仔细阅读 3.2.12 章节如何禁止该特性。

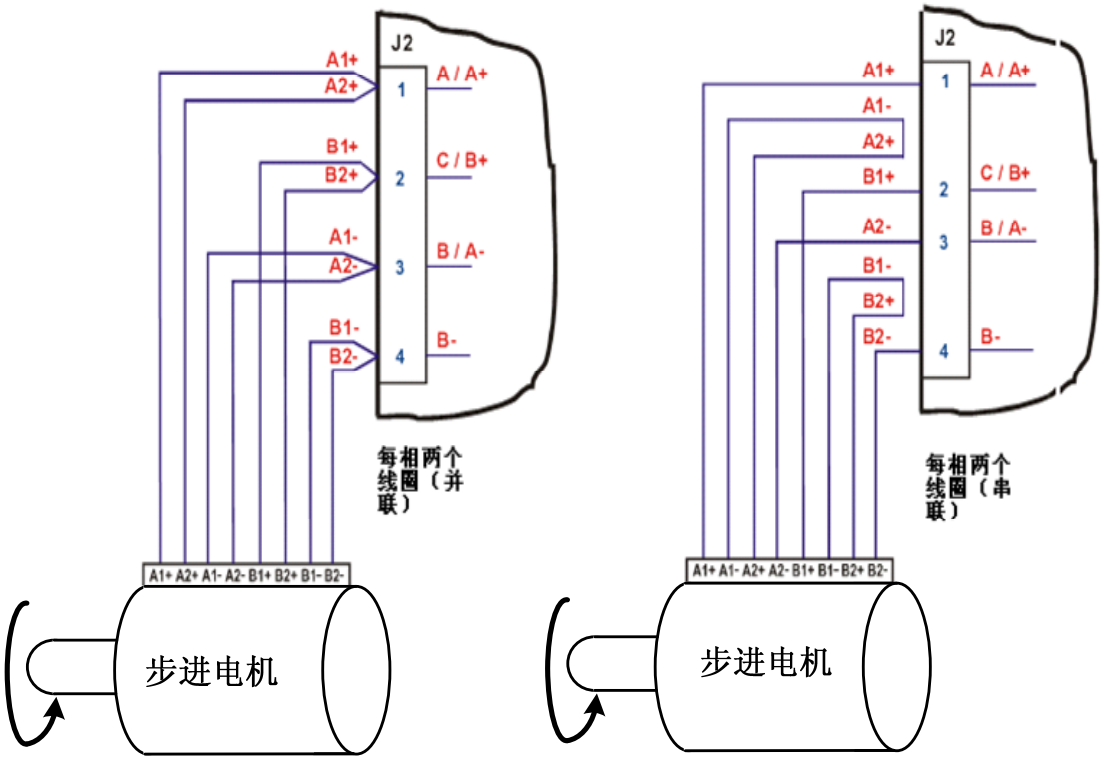


图 3.8. 步进电机连接

注意！ 在连接电机前，必须确保 E^2 ROM 中的应用程序与电机类型正确匹配，否则将损坏电机和驱动器，在驱动器电源上电时，TML 应用程序将自动执行，请仔细阅读 3.2.12 章节如何禁止该特性。

3.2.7.3 3 相步进电机连接

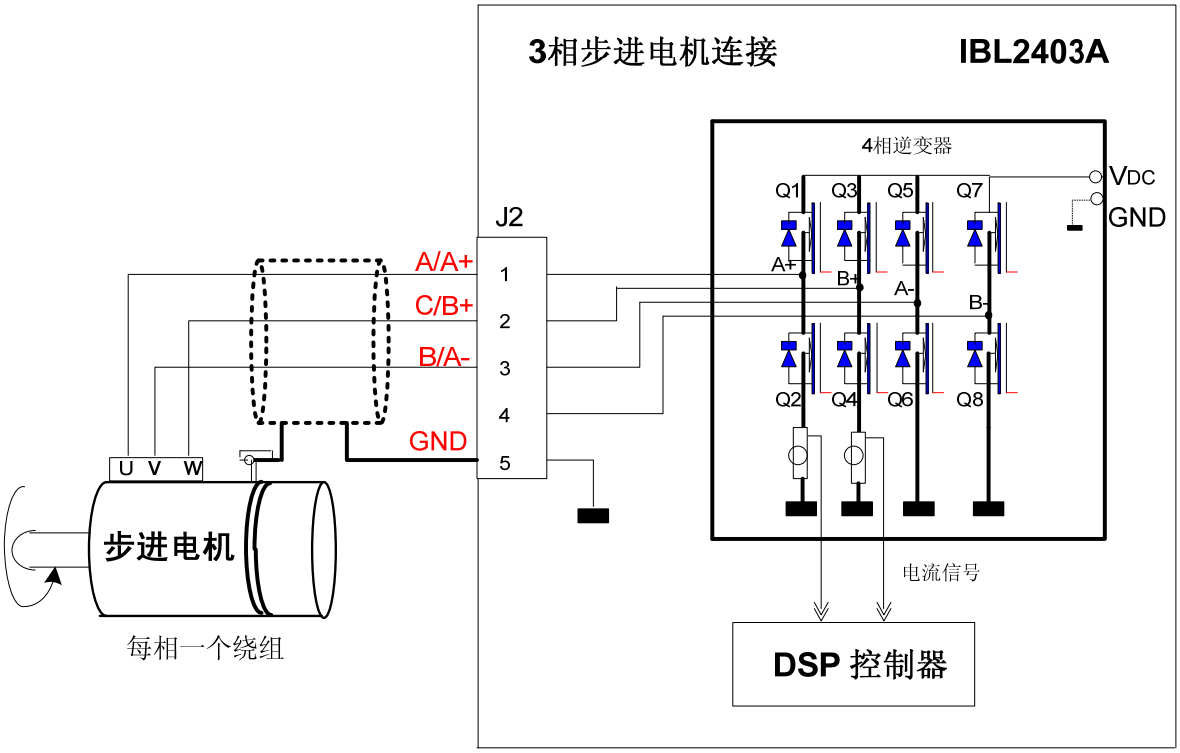


图 3.9. 3 相步进电机连接

注意！ 在连接电机前，必须确保 E^2 ROM 中的应用程序与电机类型正确匹配，否则将损坏电机和驱动器，在驱动器电源上电时，TML 应用程序将自动执行，请仔细阅读 3.2.12 章节如何禁止该特性。

3.2.7.4 直流有刷电机连接

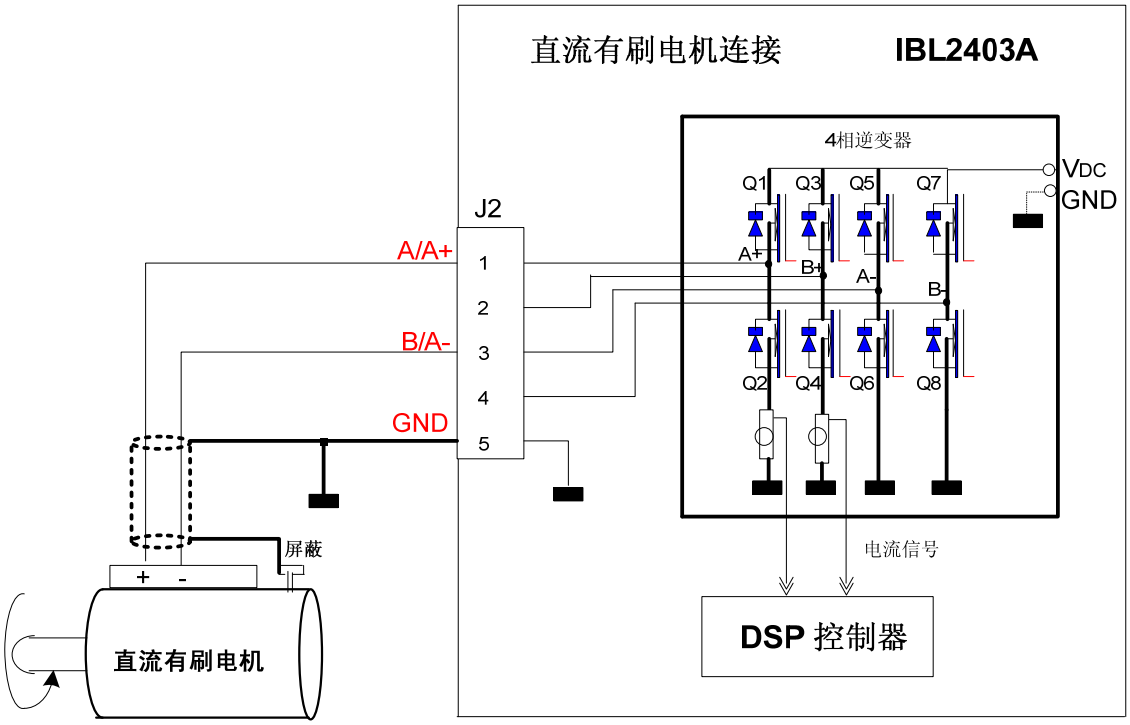


图 3.10. 直流有刷电机连接

注意！ 在连接电机前，必须确保 E^2 ROM 中的应用程序与电机类型正确匹配，否则将损坏电机和驱动器，在驱动器电源上电时，TML 应用程序将自动执行，请仔细阅读 3.2.12 章节如何禁止该特性。

3.2.7.5. 电机接线说明

a）避免电机线与其他信号线并排运行时线长超过 2 米，如果这种情况不能避免，电机必须采用屏蔽电缆线连接，将电缆屏蔽线接到 IBL2403A 的 GND 引脚上，另一端断开。

b) 电机连接线之间的寄生电容不能超过 100nF，如果使用几百米长的电缆线（这种情况很少遇到），可在 IBL2403A 电机输出和电缆之间串联一个电感。这个电感必须带有磁性防护（如圆形磁环），而且必须额定电流大于电机浪涌电流，典型电感值为 100 µH 左右。

c) 如果电机线内部为金属电缆层可以获得更好的屏蔽效果。

3.2.8. 反馈连接

3.2.8.1. 单端编码器连接

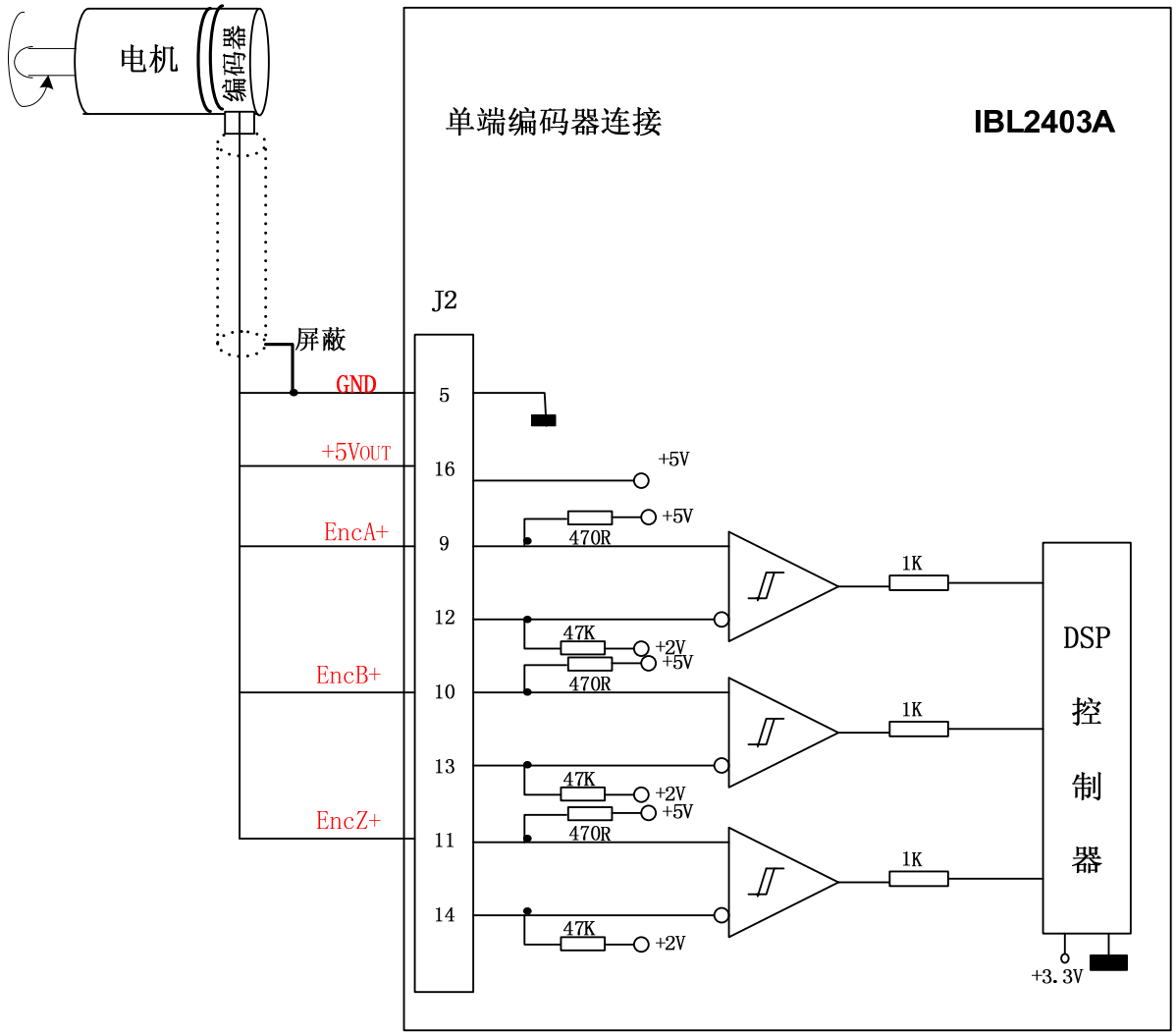


图 3.11. 单端编码器连接

3.2.8.2. 差分编码器连接

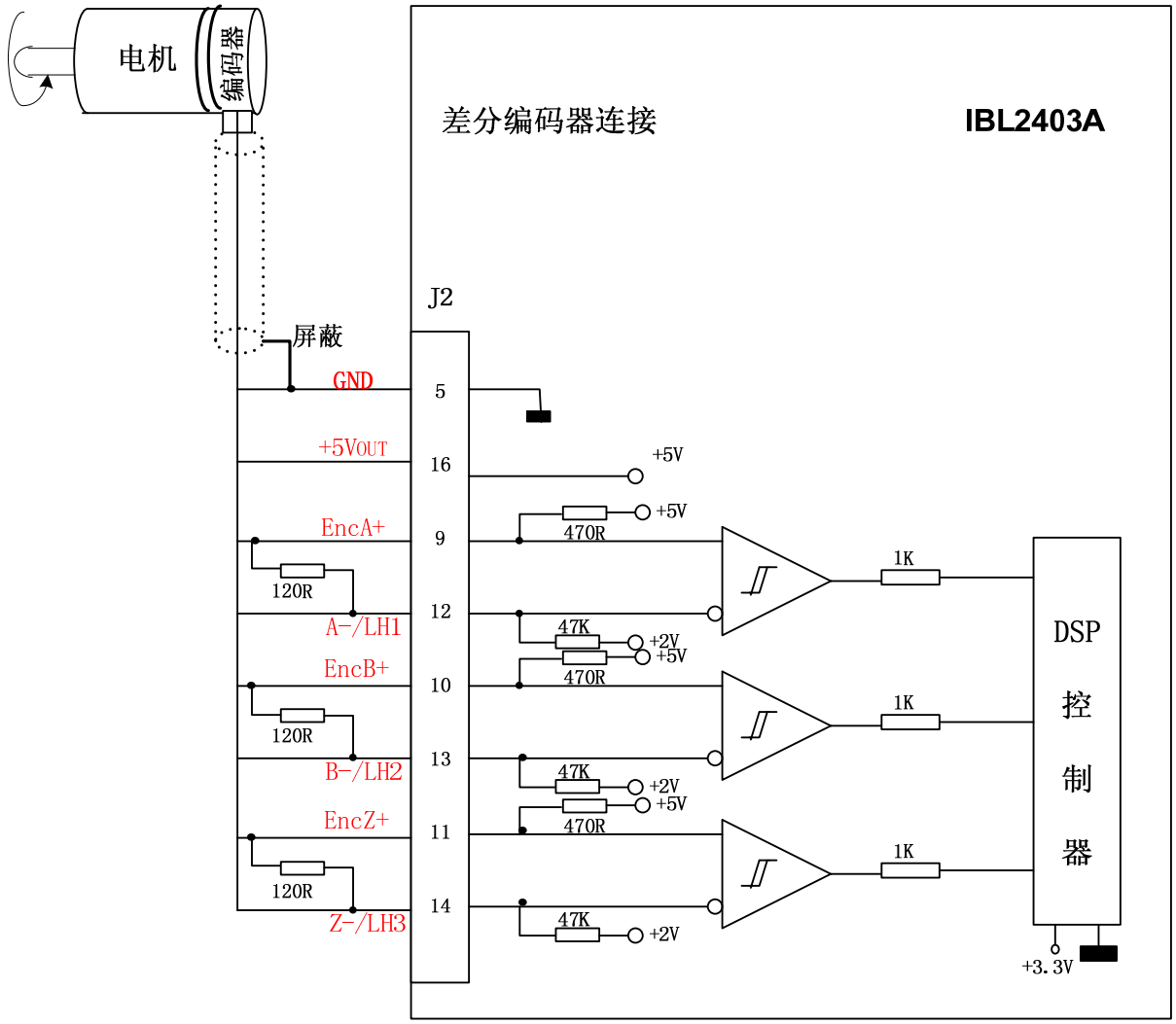


图 3.12. 差分编码器连接

备注：*为电磁噪音环境或编码器长线传输，需要 120Ω (0.25-W) 终端电阻。*

3.2.8.3. 数字霍尔连接

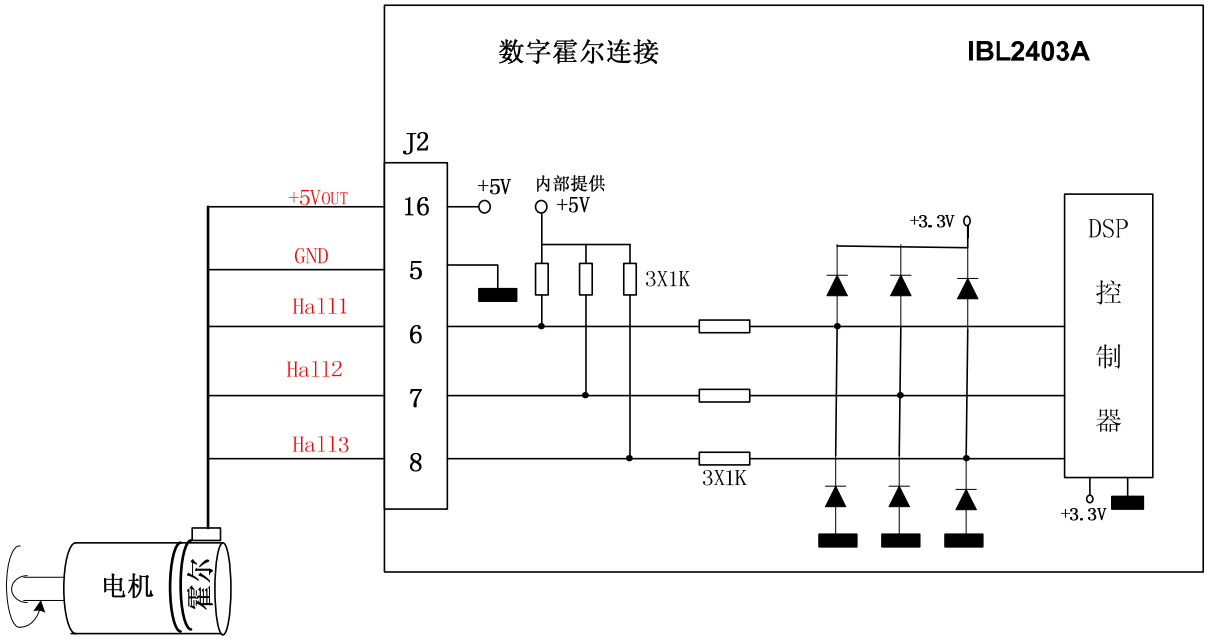


图 3.13. 数字霍尔连接

3.2.8.4. 线性霍尔连接

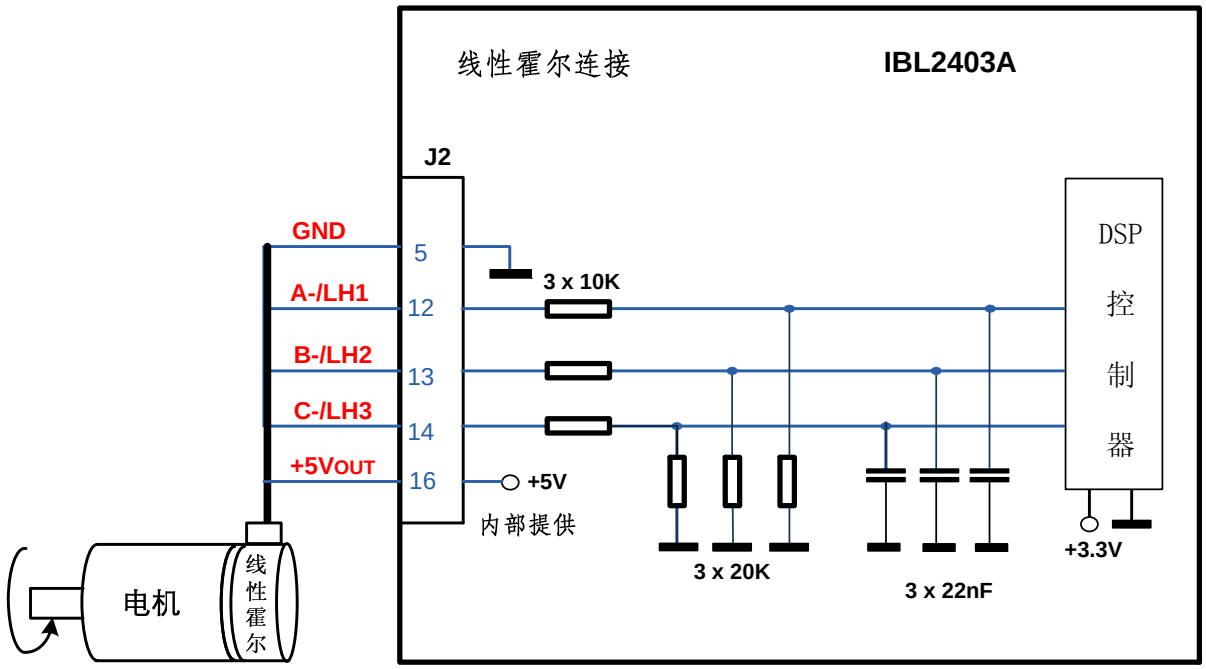


图 3.14. 线性霍尔连接

3.2.8.5. 线性霍尔自动设置连接

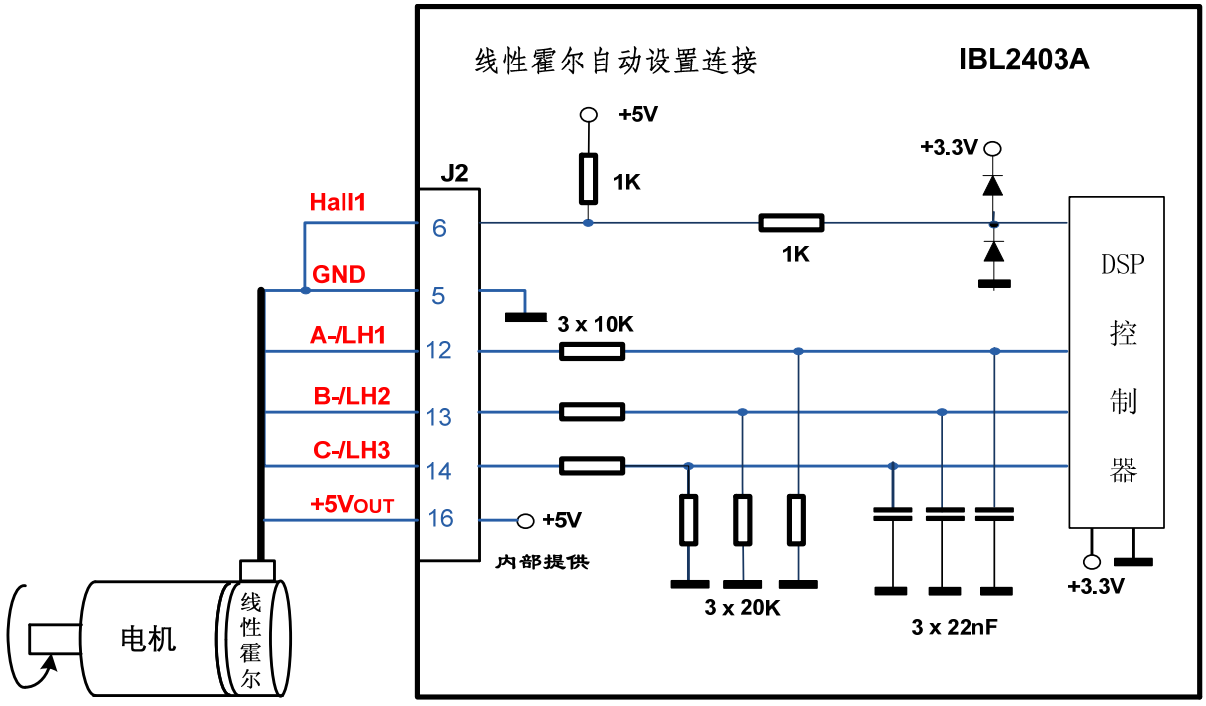


图 3.15. 线性霍尔自动设置连接

3.2.8.6. 接线说明

a) 当编码器或霍尔传感器是差分且提供了正负信号时应该把正负极信号全都连接，每个差分组信号用一对双绞线连接：Enc A+与 A-/LH1, Enc B+与 B-/LH2, Enc Z+与 Z-/LH3。用另一对双绞线接 5V 电源和地。

b) 当用单端编码器或霍尔传感器的电缆线超过 1 米时必须采用屏蔽电缆避免电容耦合噪声干扰，并只将屏蔽线的一端接地 GND，这个 GND 点可以是 IBL2403A（用接地 GND 引脚）或编码器/电机上的 GND，但不能连接屏蔽线所有的终端。

c) 如果 IBL2403A 的 5V 电源用于为其他装置供电（如编码器）且连接线长于 5 米，在+5V 和 GND 线之间并联一个去耦电容，电容值可以是 1...10 μF，额定电压为 6.3V。

3.2.9. 供电电源连接

3.2.9.1. 电源连接

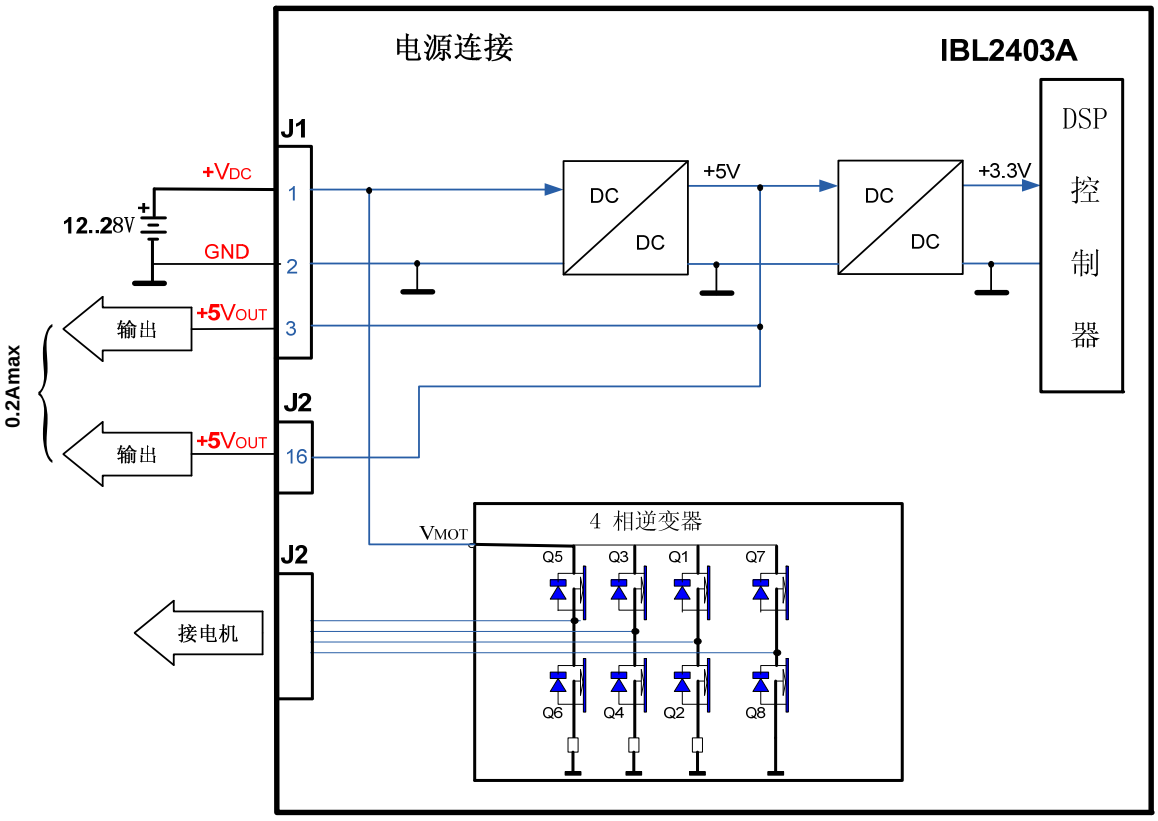


图 3.16. 电源连接

3.2.9.2. 电源连接线

尽量用短、粗线连接 IBL2403A 与电机电源。如果线的长度大于 2 米，适用双绞线连接电源和地线，如果线的长度大于 20 米，在 IBL2403A 的电源输入端增加一个至少 1000μF 的电容（接近额定电压）。

3.2.9.3. 刹车期间过压限制

当突变运动紧急刹车或正反转频繁时，反电动势注入电机供电电源，将引起供电电压升高（当然也依赖于电源本身特性）。如果电压超过 UMAX 这个最大值，如果电压超过 UMAX，驱动器过压保护被触发，驱动器逆变器被禁止。

为了避免此类情况，在电机供电电源输出端并联一个电容，足够大的电容可吸收超过的能量返回到电源中，电容的额定电压必须等于或大于过压情况的最大值，它的值可用以下公式计算：

$$C \geq \frac{2 \times E_M}{U^2_{MAX} - U^2_{NOM}} - C_{Drive}$$

其中：

U_{MAX} —用 V 表示的过压保护限。在“Drive Setup”中打开的“Drive Info”的篇章中可以读到这个值。

C_{Drive}—驱动器的内部电容(220 μF)

U_{NOM} —是用 V 表示的电机供电电压的额定值，在“Drive Setup”中打开的 “Drive Info”的篇章中可以读到这个值。

E_M —用焦耳表示的返回到电源中的总能量，在旋转电机带负载的情况下。

E_M 可以用以下公式计算:

$$E_M = \underbrace{\frac{1}{2}(J_M + J_L)\varpi_M}_{\text{动能}} + \underbrace{(m_M + m_L)g(h_{初始} - h_{最终})}_{\text{重能}} - \underbrace{3I2_M R_{Ph} t_d}_{\text{热能}} - \underbrace{\frac{t_d \varpi_M}{2} T_F}_{\text{摩擦能}}$$

其中：

J_M —电机总的转子惯量[$kg\,m^2$]

J_L —变比后电机轴端总的负载惯量[$kg\,m^2$]

ϖ_M —电机减速前的角速度[rad/s]

m_M —电机的质量[kg]—当电机非水平运动时

m_L —负载的质量[kg]—当负载非水平运动时

g—重力加速度常量[m/s^2]

$h_{初始}$–系统的初始高度[m]

$h_{最终}$–系统的最终高度 [m]

I_M —电机减速过程中的电流[A_{RMS}/相]

R_{Ph} —电机的相电阻[Ω]

t_d —电机减速时间[s]

T_F —总的摩擦转矩[Nm]–包括负载的和传输过程中的

如果是直线电机和负载，电机的惯量 JM 和负载的惯量 J_L 由用[kg]表示的电机和负载的质量代替。角速度 ϖ_M 将变成用[m/s]表示的线速度并且摩擦转矩 T_F 将变为用[N]表示的摩擦力。

备注：*如果由于缺少数据使得无法计算 EM 的值，电容的初始值可设为 10000 μF / 100V。*

3.2.10. 串行RS-232 连接

3.2.10.1. 串行RS-232 连接

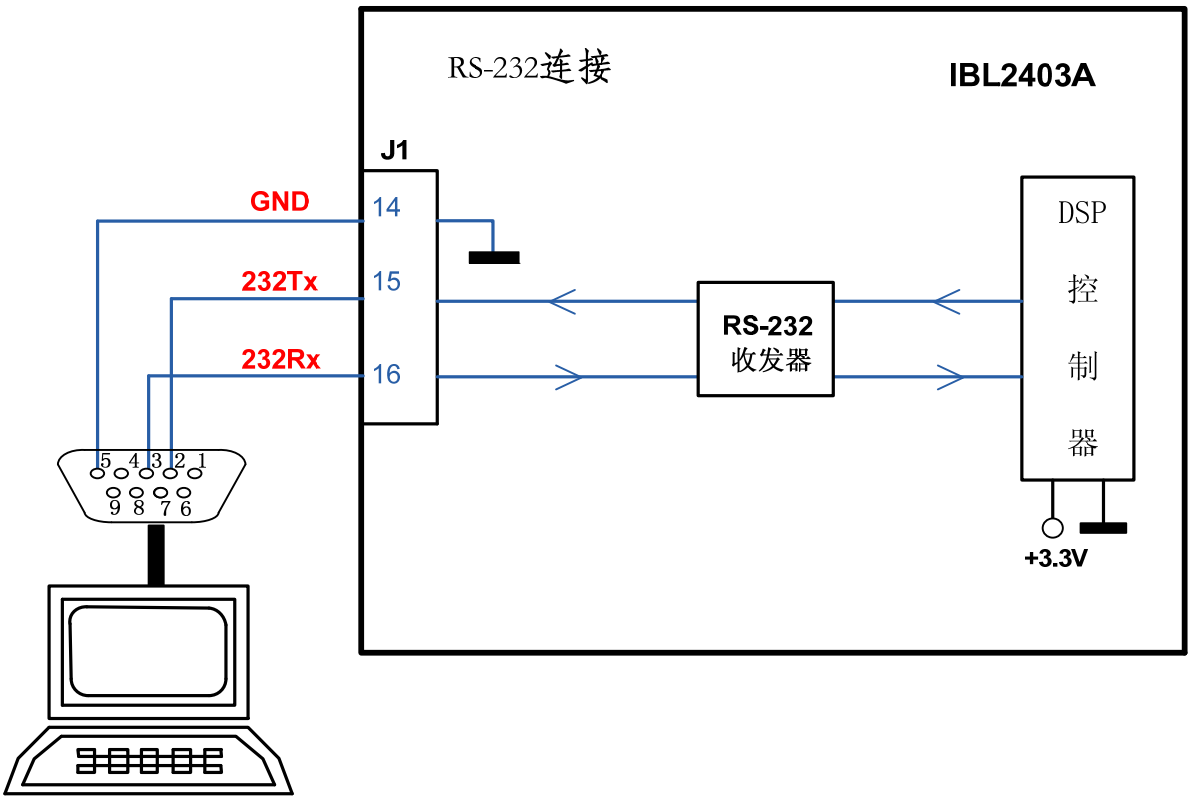


图 3.17. 串行 RS-232 连接

3.2.10.2 推荐接线

a) 如果自己焊接串行通信线，用 3 线屏蔽电缆连接相对应的管脚，**不要用屏蔽线作地线**，地线（J1 的 14 引脚）必须象 RxD 与 TxD 信号线一样包裹在屏蔽线内部。

b) 不要依赖 PC 接地(earth)为 IBL2403A 驱动器提供接地 GND 连接，驱动器必须单独接地 earth，大多数通信问题都是由于缺少这种连接所引起的。

c) 当连接或拆除 RS-232 串行连接器时请关闭 IBL2403A 的所有电源。

3.2.11. CAN连接（IBL2403A-CAN 驱动器）

3.2.11.1. CAN连接（IBL2403A-CAN 驱动器）

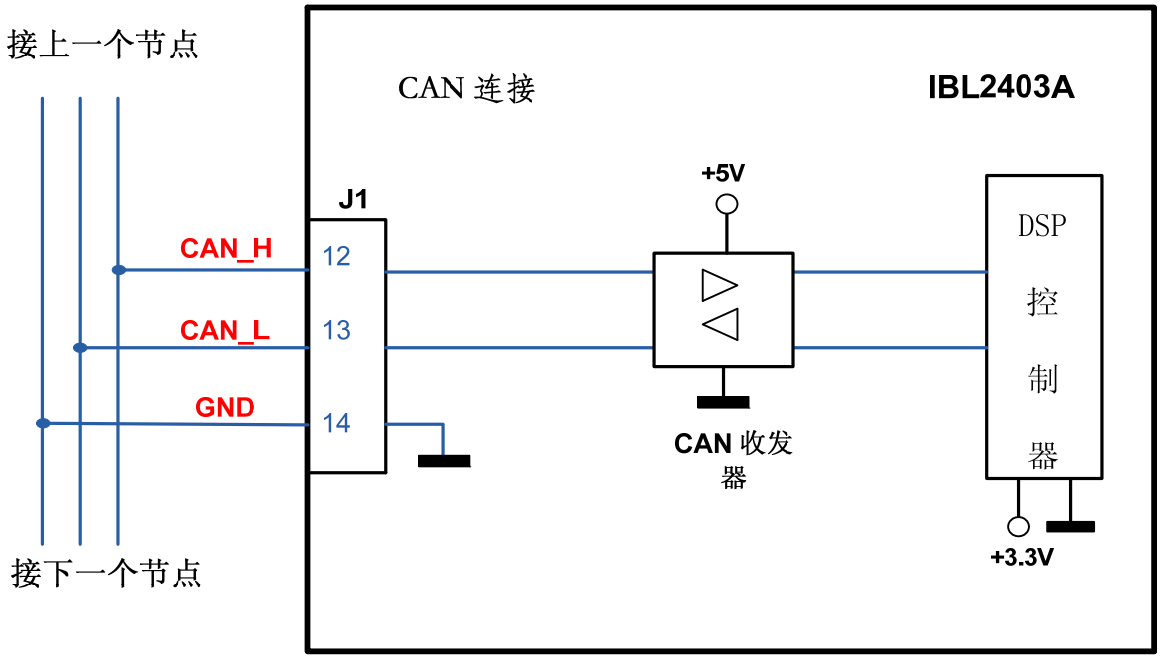


图 3.18. CAN 连接

备注：

1.CAN 网络要求一个 120-Ohm 终端电阻，该电阻不包含在驱动器内部。

2.CAN 信号与 IBL2403A 其他电路无隔离。

3.在 IBL2403A-RS232 驱动器版本中，CAN 信号（CAN_H 和 CAN_L 引脚）不用连接。

3.2.11.2. 推荐接线

a）用有两对双绞线的电缆连接 CAN 网络如下：一对连 CAN_H 与 CAN_L，另一对连接 CAN_GND，电缆阻抗必须是 105…135 之间（典型值为 120 ohms），并且电容低于 30pF/meter。

b) 当整个 CAN 总线长度低于 5 米，可用标准的电话听筒线（并行接线）。

c) 无论何时，最好用菊花链连接 CAN 节点，避免用 T 状连接。如果 T 状不能避免就尽量要短，对 1 Mbit/s（最糟的情况）的传输速率，T 状的最大长度要短于 0.3 米。

d) 120Ω的终端电阻最小功率大于 0.2W，不要用带电感的电阻。

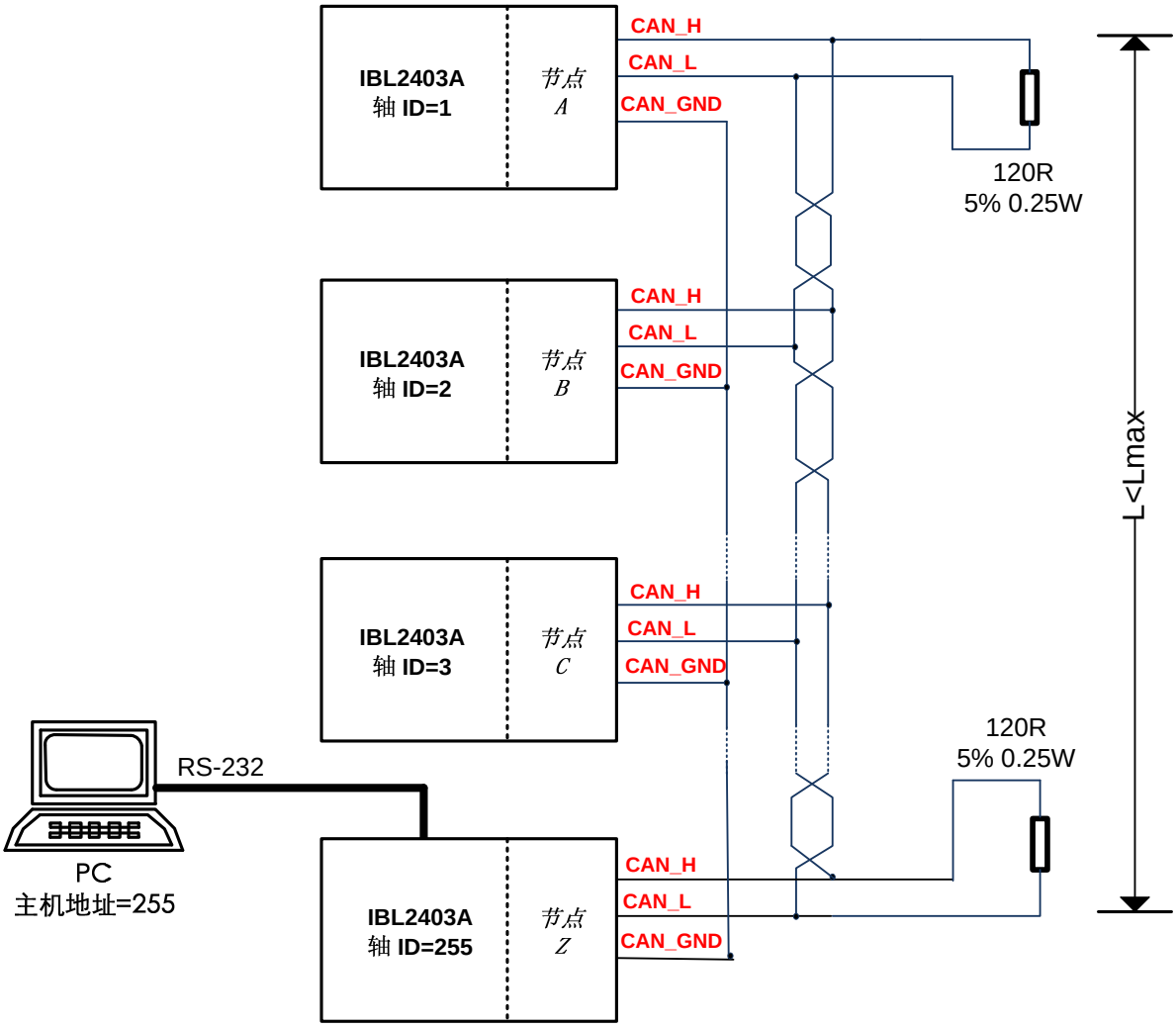


图 3.19. 多轴 CAN 网络

***备注：**轴的 ID 号必须由软件设置，用 AXISID 指令。*

3.2.12. 特殊连接（禁止自动运行（Autorun）模式）

如果驱动器 E2ROM 中包含一个有效的 TML 应用程序，在驱动器上电时，将自动执行 E2ROM 中的 TML 应用程序（**驱动器默认为 Autorun 自动运行模式**）
行模式）。

为了在 E2ROM 中 TML 程序损坏无效或 RS-232 不能通信的情况下禁止自动运行（**Autorun**）模式，采用如下连接：

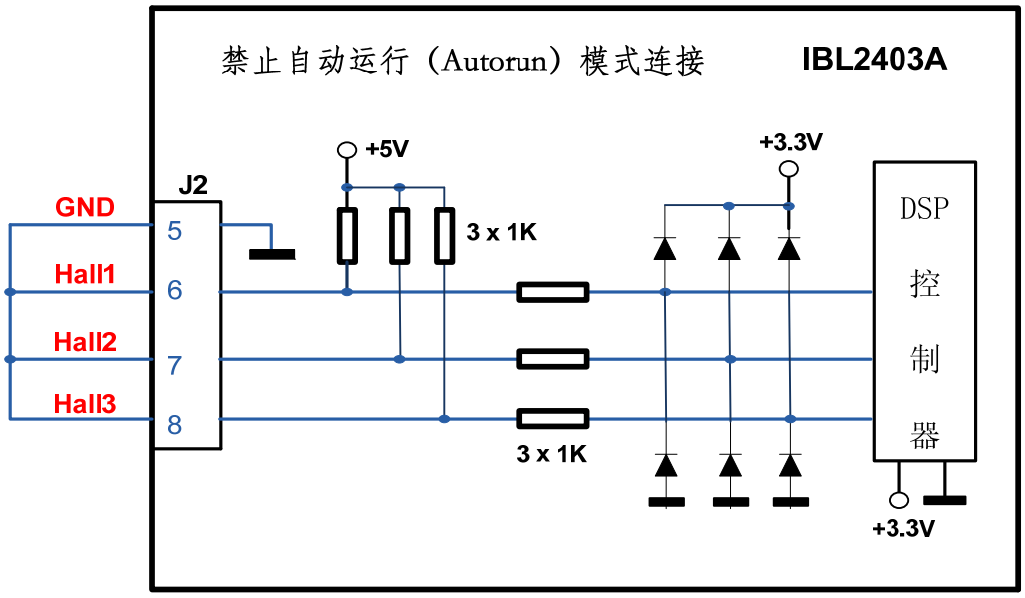


图 3.20. 禁止自动运行（Autorun）模式连接

3.2.13. 主从编码器连接

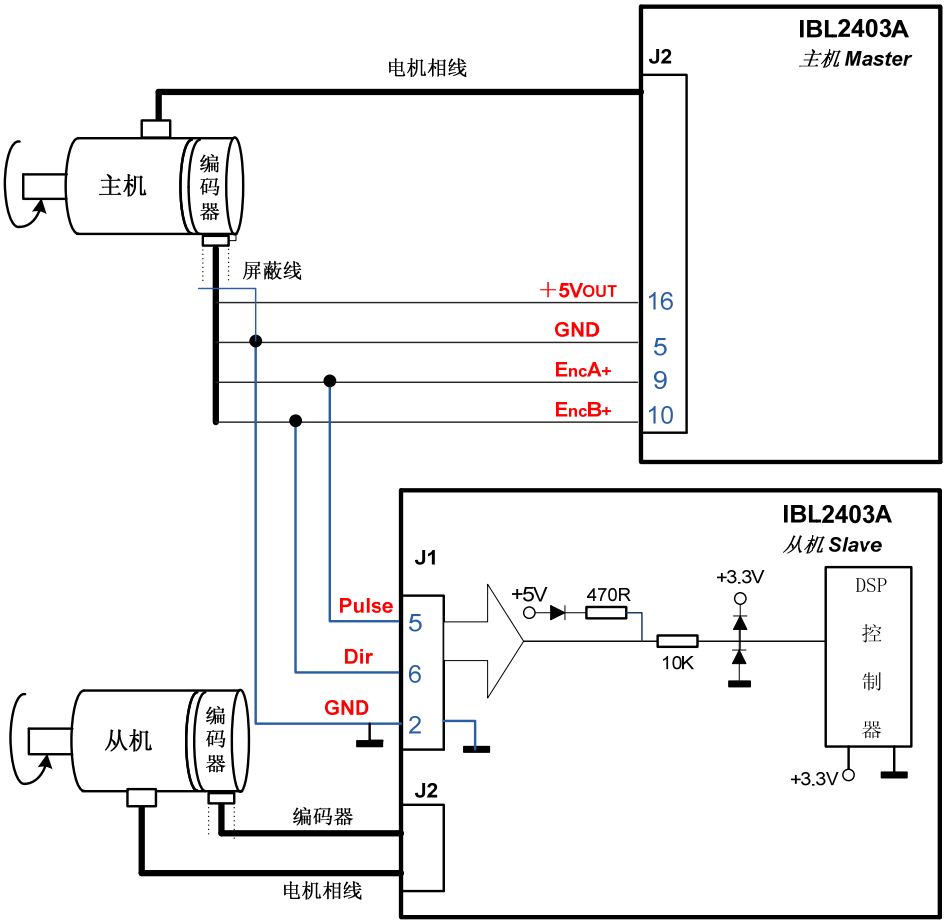


图 3.21.主从编码器连接－通过脉冲＋方向接口输入

3.2.14. 连接器类型与连接器匹配端子

连接器	功能	厂商	PCB 板连接器
J1	电机和反馈	联系 Phoenix	MPT 0,5/8 – 2.54[17]
J2	电源、I/O 和串行接口	联系 Phoenix	MPT 0,5/8 – 2,54

4. 第 2 步,驱动器的设置

4.1. 安装EasySetUp

EasySetUp是设置泰科智能伺服驱动器的PC软件平台，您可以从www.techsoftmotion.com上免费下载该软件，**EasySetUp**能通过互联网检查您的软件是否为最新版本，如果必要请下载并安装最新版本。**EasySetUp**包含一个驱动器固件编程器工具，使用该工具能不断刷新驱动器固件为最新版本。

EasySetUp 可以单独安装或者与用 TML 进行运动编程的 **EasyMotion Studio** 平台同时安装。只有当您计划使用 5.3 节中将 TML 结合 CANopen 或其他主机 Host 等先进特性时您才需要 **EasyMotion Studio**，包含全功能版本 **EasySetUp** 的演示版 **EasyMotion Studio** 软件也可以在网站上免费下载。

如果需要，**EasySetUp** 也可由一张 CD 提供，当安装后通过网络工具刷新为最新的版本，一旦开始安装，请按照它提示进行安装。

4.2. 开始使用EasySetUp

用 **EasySetUp** 您可以快速地设置您用的驱动器，驱动器可以是：

- 直接通过串行 RS232 与 PC 连接
- PC 可与 CANbus 网络中任意驱动器通过 RS232 串行联结

EasySetUp 输出一系列设置数据，这些数据可以被下载到驱动器的 EEPROM 中或保存在 PC 中供以后使用。

EasySetUp 中包括一套评估工具如数据记录、控制板和命令解释器，可以帮助您快速测量、检查和分析驱动器试运行情况。

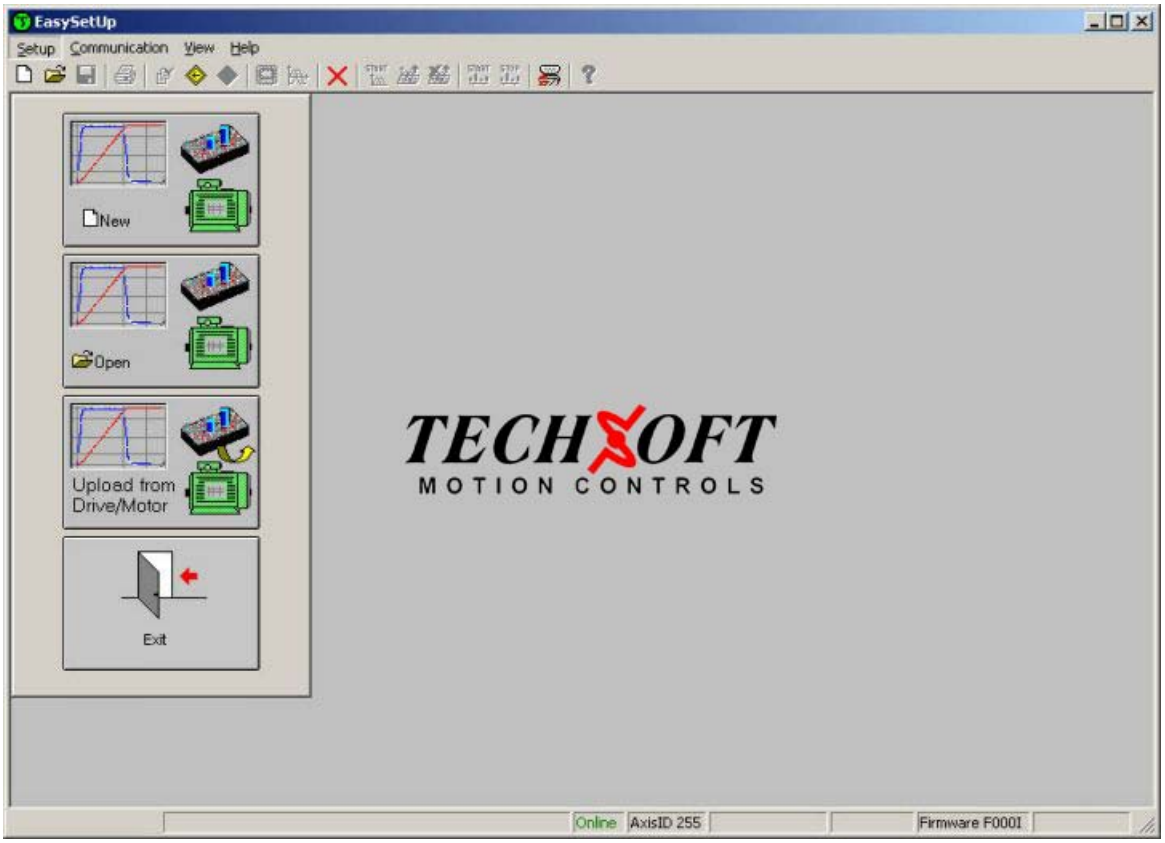
EasySetUp 用设置数据来工作，一个设置数据中包含了所有配置和参数化泰科智能伺服驱动器的所有信息，这些信息以设置表格式预存于驱动器的 EEPROM 中，当驱动器上电时该设置表被复制到驱动器 RAM 存储器中并在运行期间使用。使用 **EasySetUp** 您还可以将驱动器以前预存在 EEPROM 中的设置参数读回到 PC 中，恢复为完整的参数设置表。

注意：使用 **EasySetUp**，只能对驱动器/电机设置参数和试运行，为运动控制编程，有以下几种选择：

- 用 CANopen 主控制器（IBL2403A CANopen 可用）
- 用 **EasyMotion Studio** 建立并且下载 TML 程序到驱动器/电机的存储器中
- 用 TML_LIB 运动库中的一个库去控制您 host/ master 中的驱动器/电机。如果您的主机为 PC， TML_LIB 提供了高级运动函数库，您可以在 C/C++, Visual Basic, Delphi Pascal 或 LabVIEW 开发环境中调用，如果您的主机是 PLC ，TML_LIB 为运动编程提供了一系列功能模块，兼容 IEC61131-3 协议且可以被集成到 PLC 程序中
- 用支持的通讯通道将您需要的 TML 程序发送到驱动器/电机中。这些需要根据我们的通讯协议完成。
- 用户化主控制器如单片机、触摸屏等，需要在驱动器级编程 TML 参数和命令(见 5.3)

4.2.1. 建立通讯

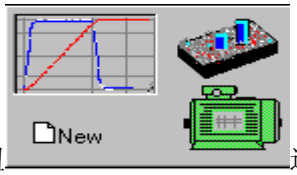
当打开 **EasySetUp** 时出现一个空的窗口，在这您可以建立一个新的设置信息文件、打开保存在 PC 中以前建立的设置信息文件或从驱动器/电机上传设置信息。



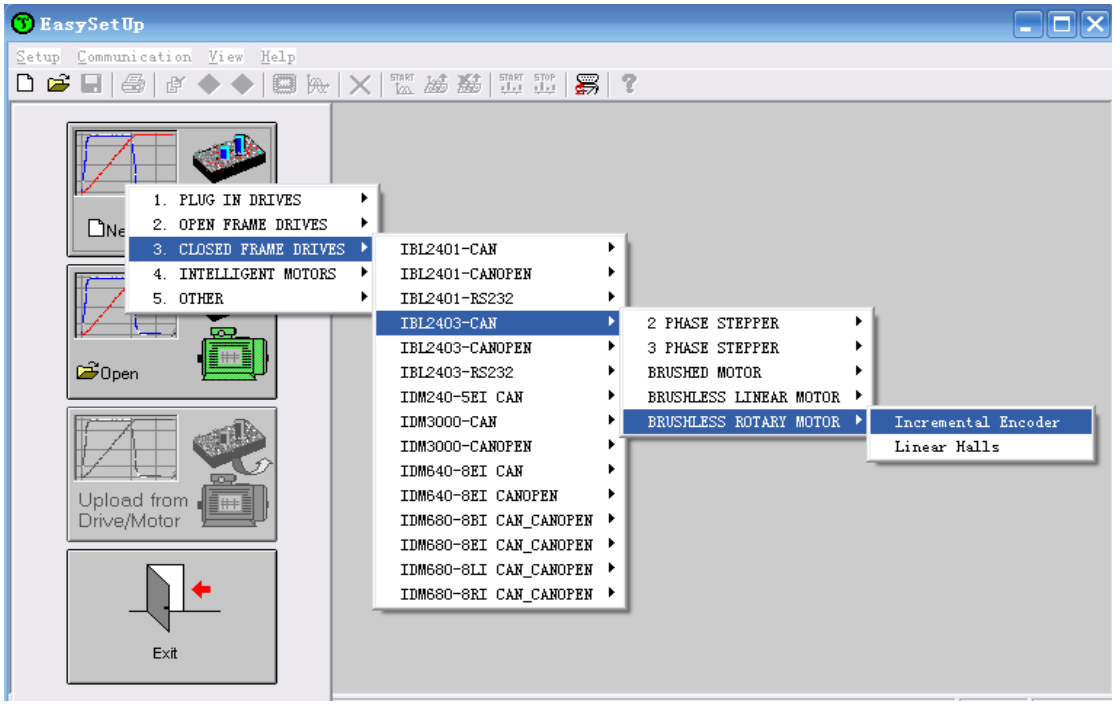
在选择上述任何一个操作前，您必须与您想试运行的驱动器建立通讯，用菜单 **Communication | Setup** 去检查/改变您的 PC 通讯设置，按下对话框中的 **Help** 按钮，这里您能找到关于如何去设置您的驱动器和如何去连接的详细信息，给驱动器上电，然后点击 **OK** 关闭 Communication | Setup 对话框，如果建立了通信，在 **EasySetUp** 的状态栏中（底线）显示“**Online**”加上驱动器/电机轴的 ID 号和固件版本，否则将显示“**Offline**”及告诉您错误类型的通讯错误信息，在这种情况下返回 Communication | Setup 对话框，按下 Help 按钮并且检查故障。

备注：*第一次操作时，EasySetUp 试图通过* ***RS232*** *和* ***COM1*** *与驱动器轴* ***ID=255*** *进行通讯（默认通讯设置），如果您的驱动器是在所有 DIP 拨码开关处于* ***OFF*** *状态上电的并通过 RS-232 电缆连接您 PC 的 COM1 口，通讯将自动建立，如果驱动器有不同的轴 ID 且您不知道是多少，在 Communication | Setup 对话框中的“Axis ID of drive/motor connected to PC”选择* ***Autodetected****。*

4.2.2. 设置驱动器/电机

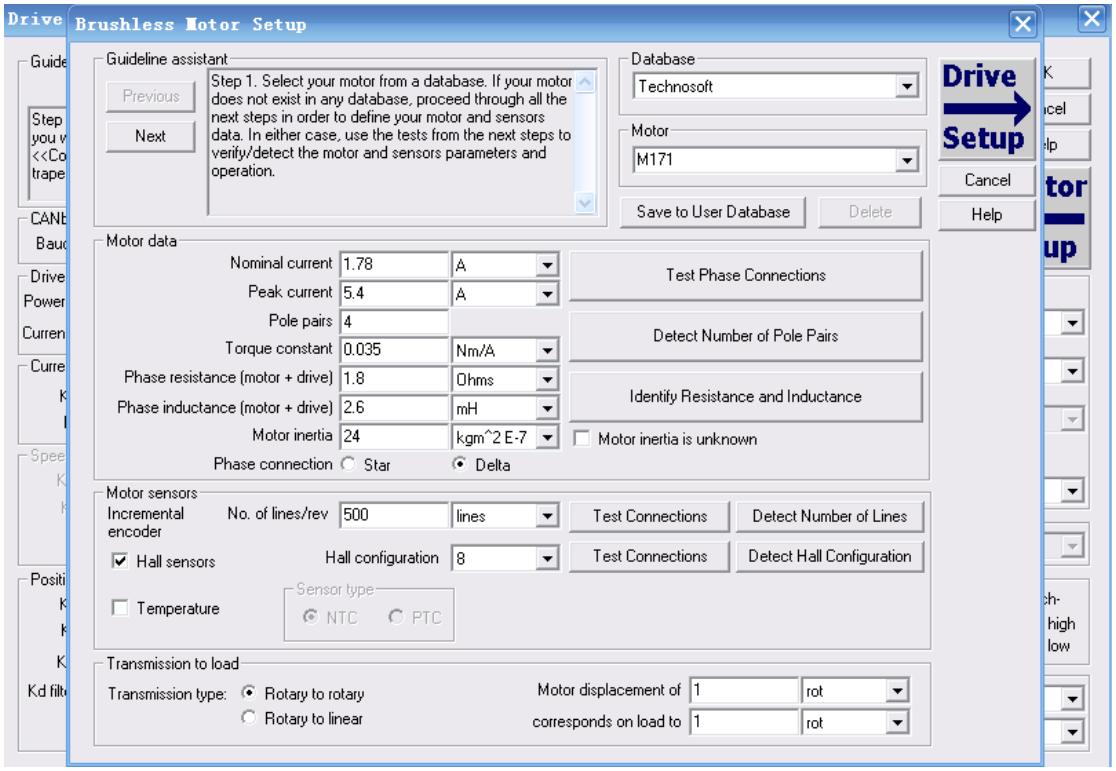
按下 NEW 按钮

选择您所使用的驱动器的型号



继续选择电机（比如无刷或有刷等）和反馈装置类型（如增量编码器，线性霍尔等）。

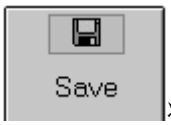
选择完毕后将弹出两个设置对话框：电机设置 **Motor Setup** 和驱动器设置 **Drive Setup** 界面，在这儿，您就可以配置和参数化泰科智能伺服驱动器，加上几个预定义的用户化控制面板为所选择的产品。



在 **Motor Setup** 对话框中您可以导入电机和传感器的数据，数据导入后将伴随一系列的测试，目的是检查驱动器的连接及检测或验证电机和传感器的部分参数。在 **Drive setup** 对话框中，您可以为您的应用配置或参数化驱动器，在每一个对话框中您将找到 **Guideline Assistant**，它将在整个导入或检查数据的过程中指导您，用 **OK** 关闭驱动器设置对话框，保存所有电机与驱动器所改变的设置参数。

4.2.3. 下载设置参数到驱动器/电机

点击 **Download to Drive/Motor** 按钮

下载设置数据到驱动器/电机 **EEPROM** 存贮器中，以设置数据表的方式存储。从现在开始，在每次上电时，该设置数据将会被复制到驱动器/电机在运行期间使用的 RAM 存储器中，也可用 **Save**

将设置数据保存在您电脑上用于其他应用。

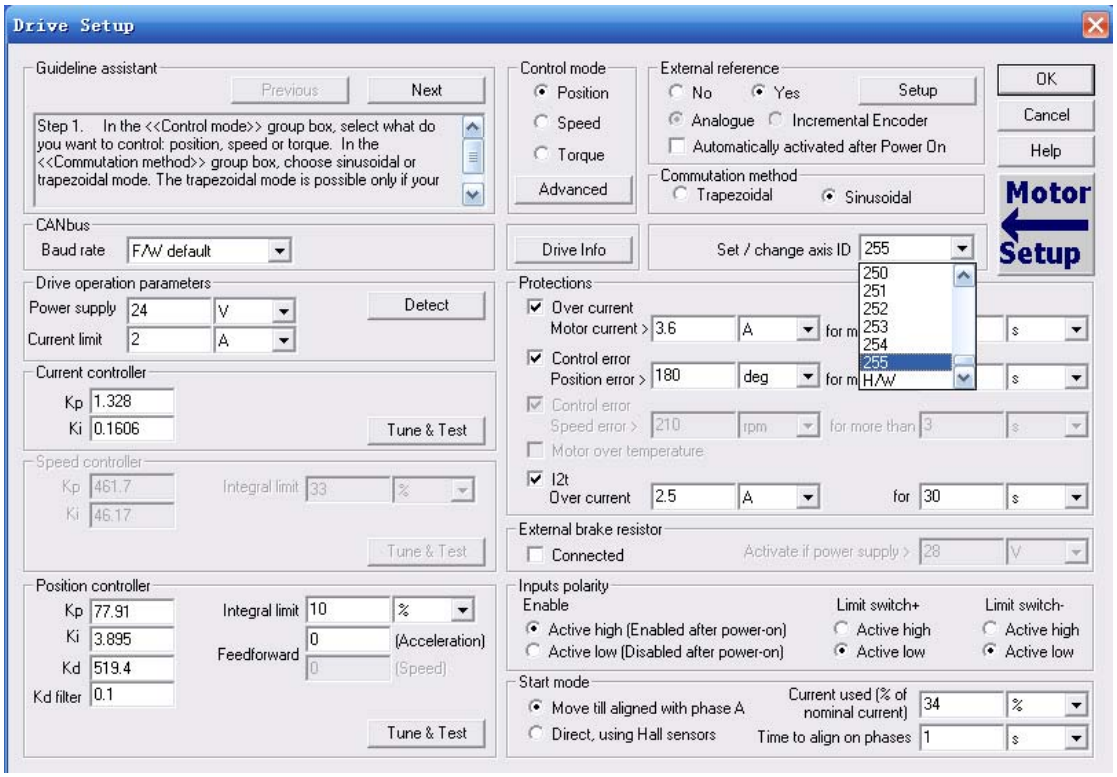
总之，您能通过以下方式定义或改变设置数据：

- 通过电机和驱动器对话框建立新的设置数据
- 使用 PC 中以前保存过设置数据
- 从驱动器/电机的 **EEPROM** 存储器中上传设置数据

4.2.4 评估驱动器/电机运行性能（可选）

您可以用 **Data Logger** 和 **Control Panel** 评估工具，快速测量、分析电机与驱动器的运行性能。驱动器的实时运行状态、保护触发错误等情况、可以在 **Drive Status** 控制面板中监视。

4.3 改变驱动器轴ID号



IBL2403A 驱动器轴的 ID 号可以被软件设置—存储在设置表中的 1 到 255 之间的任意一个值。

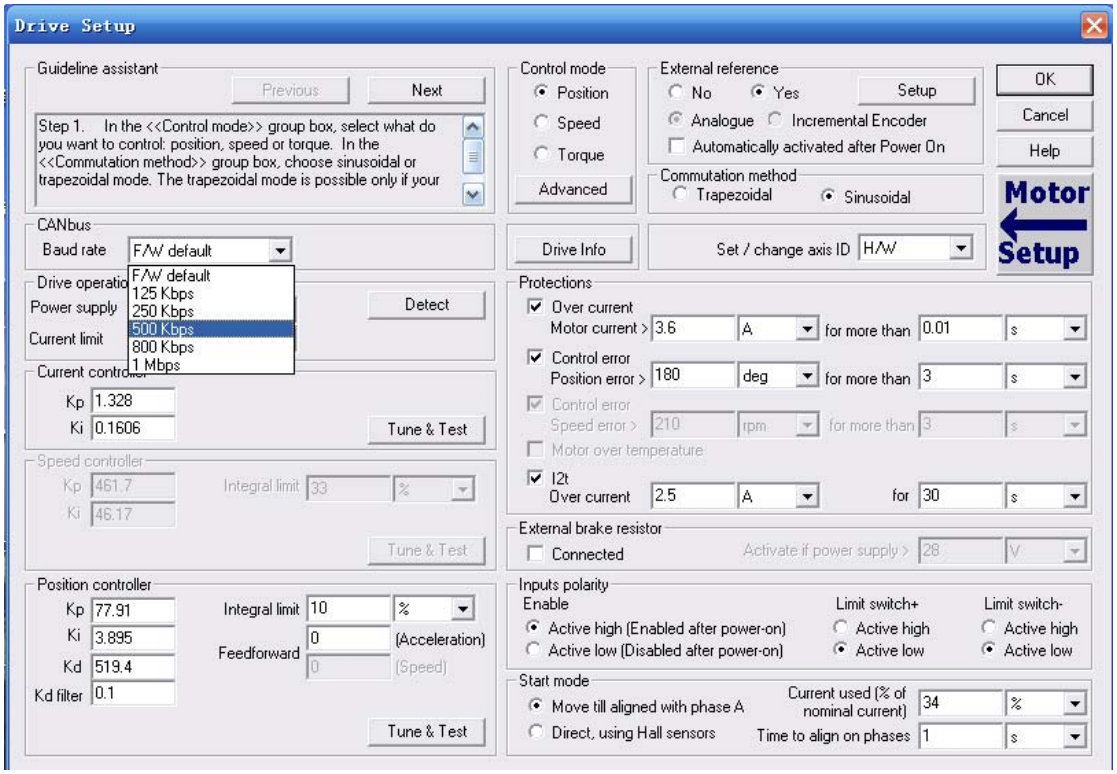
驱动器上电时，轴 ID 号被初始化，用以下算法计算：

a) 如果 EEPROM 中存在一个有效参数设置表且轴 ID 号被读出，那么这个轴 ID 号将会是 1 到 255 之间的轴数

b) 如果参数设置表无效，且用一个有效的参数设置表最后设置轴 ID 号，那么这个轴 ID 号也将会是 1 到 255 之间的轴数

备注：*如果驱动器轴 ID 号是通过软件先前设置的，而且现在不知道这个值，您可以在* ***Communication | Setup*** *对话框中的“****Axis ID of drive/motor connected to PC****”选择* ***Autodetected*** *来找到它。仅在驱动器通过 RS232 直接连在 PC 上时用这个方法解决，如果这个驱动器只是 CANbus 网络中的某个节点且 PC 与其他驱动器串行连接，用菜单命令* ***Communication | Scan Network*** *就能找到这个驱动器*的轴 ID 号。

4.4 设置CANbus波特率



IBL2403A 驱动器在 CAN 通信时能工作在以下波特率：125kHz, 250kHz, 500KHz, 1MHz.。，在驱动器设置对话框中您可选择驱动器上电后初始 CAN 波特率，这个信息将存储在驱动器参数设置表中，CAN 波特率根据以下算法来初始化：

a) 如果 EEPROM 中存在一个有效的参数设置表且 CAN 波特率的值被读出，则可以支持任何波特率或将用固件默认(F/W default)设置值 500kHz 指示。

b) 如果参数设置表为无效，且用一个有效的参数设置表最后设置 CAN 波特率的值，也可以支持任何波特率或将用固件默认(F/W default)设置值 500kHz 指示。

c) 如果没有用一个有效的参数设置表设置 CAN 波特率，它的波特率就是固件默认值 500 kHz。

4.5 通过设置参数建立一个参数映射文件

一旦您确认好设置参数，您将可以用菜单命令 **Setup | Create EEPROM Programmer File** 创建一个包含所有需要写入到您驱动器 **EEPROM** 中的参数设置表文件（扩展名 **.sw**）

这个文件是一个可以用任何文本编辑器阅读的文本文件，包含用空行分隔的数据块，每一个数据块开始都带有一个起始地址，接下来的数据被依次放在连续按升序排列的地址中：第一个数据-写在起始地址中，第二个数据写在初始地址+1 地址中，等等。所有数据都是 16 进制 16 位值（最大为 4 个 16 进制数），每一行包含一个单独的数据值，当少于 4 个 16 进制的数出现时，这个值必定是合法的，如 92 代表 0x0092.。

.sw 文件可以被下载到驱动器中：

- 从 CANopen 主机(master)，用作通讯对象将数据写入到驱动器的 **EEPROM** 中
- 从 PC 或 PLC，用 TML_LIB 函数将数据写入到驱动器的 **EEPROM** 中
- 用 **EEPROM** 编程工具，这个编程工具是专门为了更方面快捷的生产而开发的，将**.sw** 文件写入到泰科智能伺服驱动器的 **EEPROM** 中

5. 第 3 步运动编程

5.1. 用CANopen Master主控制器 （IBL2403A CANopen版本执行）

IBL2403A 支持 CiA 拟定标准 **DS-301 v4.02 CANopen** 应用层和通讯规范，也支持为驱动器与运动控制建议的 CiA 拟定标准 **DSP-402 v2.0 CANopen** 设备规范，详细资料见 CANopen 编程手册。

5.1.1. DS-301 通讯规范概述

IBL2403A 接受以下基本服务和 DS 301 v4.02 标准中的通讯对象类型：

- **服务数据对象 (SDO)**

服务数据对象 (SDOs)是用于 CANopen master 接收来自驱动器对象词典中的任何对象，支持加速与分段 SDO 传输（详见 DS301 v4.02 ）。SDO 传输被确认服务，SDOs 典型应用于驱动器上电后的参数配置、如为 PDOs 映射、CANopen master 主机与驱动器之间的低优先级通讯等。

- **过程数据对象(PDO)**

过程数据对象(PDO)用于 CANopen master 主机与驱动器间的高优先级、实时数据传送，PDOs 在无协议开销执行时不会被确认服务，传送 PDOs 用于从驱动器发送数据，接收 PDOs 用于驱动器接收数据。PDOs 的目录可根据应用需求用动态 PDO-映射设置，此操作也可以在用 SDOs 配置驱动器期间进行。

- **同步对象 (SYNC)**

SYNC 同步消息提供基本的网络时钟，作为 **SYNC** 同步产生器发播对象周期同步信号，这项服务不被确认，IBL2403A 同时支持 SYNC 用户和发生器。

- **时间贴标(Stamp)对象 (TIME)**

IBL2403A 不支持时间标贴对象

- **应急对象(EMCY)**

急停对象是驱动器发生内部错误时被触发的，每个‘错误事件’所触发的急停对象仅被传送一次，如果长时间无新错误发生，驱动器将不再进一步传送急停对象

- **网络管理对象 (NMT)**

网络管理是节点导向且跟主从(**Master-Slave**)结构，**NMT** 对象用于执行 **NMT** 服务，通过 **NMT** 服务驱动器能被初始化、开始、监控、复位和停止，**IBL2403A** 在 **CANopen** 网络中是一个 **NMT** 从 slave。

  - **模块控制服务**－通过这些不被确认的服务， NMT master 主机控制驱动器的状态，以下服务被执行：开始远程节点、停止远程节点，进入预操作、复位节点、复位通讯。
  - **错误控制服务**－通过这些服务， **NMT master** 主机检测 **CAN-based** 网络的失败，**IBL2403A** 支持 **DS301 v4.02** 定义的所有错误控制服务:节点监护(包括生命监护)和心跳。
  - **自举服务**－通过这些服务，表明驱动器已正确的初始化且准备好接收来自主机 **master** 命令。

5.1.2. TechnoCAN 扩展 (IBL2403A CAN版本可用)

为了发挥内建在 **IBL2403A** 驱动器中强大的 TML 全部优点，泰科智能开发了一个扩展的 **CANopen**-我们称它为 **TechnoCAN**,通过它 TML 命令可以与驱动器交换信息,使用 TechnoCAN,您可以通过 EastSetUp 或 EasyMotion Studio 和 RS232 联结 PC 与网络中任意驱动器，对 **CANopen** 网络中的驱动器检查和编程。

TechnoCAN 只识别 **CANopen** 预定义默认范围之外的指令（如由 **CiA DS301 v4.02** 定义的），因此，**TechnoCAN** 协议和 **CANopen** 协议可以共存而且可以在同一个 CAN 总线物理层上同时通讯而不会相互干扰。

5.1.3. DSP-402 与制造商指定设备规范概述

IBL2403A 支持以下 CiA DSP402 v2.0 操作模式：

- **位置曲线模式**
- **速度曲线模式**
- **回原点模式**
- **插补位置模式**

附加的这些模式，也是由几家厂商指定模式定义的：

- **外部参考量模式（位置、速度或转矩）**
- **电子齿轮位置模式**
- **电子凸轮位置模式**

5.1.4. 核对设置参数的兼容性

在参数配置期间,CANopen master 主机用校验和与.sw 文件(详见 4.5 和 5.2.4)能快速校验 IBL2403A 驱动器 EEPROM 存储器是否包含正确信息，如果驱动器与从.sw 文件中计算出来的和不匹配，校验和将报告错误。CANopen master 主机可以下载整个的.sw file 到驱动器的 EEPROM 中，用通信对象将数据写入到驱动器 EEPROM 中。

5.2. 使用内置运动控制器与TML

泰科智能伺服驱动器一个最关键的优点是不需要一个外部运动控制器就能执行复杂的运动控制，这是因为泰科智能供了一个集数字伺服驱动器和强大运动控制器功能于一体的紧凑单元驱动器。

5.2.1. TML语言概述

对我们的驱动器进行编程需要创建和下载一个 TML(Technosoft Motion Language)到驱动器的存储器中。TML 允许您：

- 设置多种运动模式（T/S 型曲线, PVT, PT, 电子齿轮、凸轮等）
- 改变运动模式或运动参数
- 执行回原点顺序
- 控制程序顺序：
  - 条件跳转和调用 TML 函数

- 在预定义或可编程条件上产生 TML 中断（如保护触发、限位开关变换或捕获输入等）
- 等待可编程事件的发生

- 处理数字 I/O 与模拟量输入信号
- 执行算术和逻辑操作
- 执行多轴之间数据传输
- 通过多轴之间发送的运动命令，从一个轴控制另一个轴的运动
- 发送组（Group）控制命令（多点传输），可同时启动该组所有轴已预存的运动程序
- 实现多轴同步控制（多达 256 轴）

为了用 TML 对运动进行编程，您需要安装 EasyMotion Studio 软件平台

5.2.2. 安装EasyMotion Studio

EasyMotion Studio 是一个集成开发环境，为设置和运动编程泰科智能伺服驱动器，它通过 ***Update via Internet tool*** 互联网刷新工具检查您的软件版本是不是最新的，当必要时可以下载并安装最新的版本。

包含完整功能版本 **EasySetUp** 的演示版 **EasyMotion Studio** 可以在我们的网站上免费下载。

EasyMotion Studio 一旦开始安装，请遵循它的指导安装，安装后，通过网络刷新工具核查刷新为最新的版本，也可以首先安装一个演示版进行评估后，再购买软件的授权号，在菜单 **Help | Enter registration info…**中键入授权序列号，演示版将转变为可用的全功能版。

5.2.3. 开始使用EasyMotion Studio

使用 EasyMotion Studio 您可以快速设置并根据您的应用需求进行运动编程，驱动器可以是：

- 直接通过串行 RS232 与 PC 连接
- PC 可与 CANbus 网络中任意驱动器通过 RS232 串行联结

EasyMotion Studio 设置数据与运动程序的数据输出，可以被下载到驱动器的 **EEPROM** 中或保存在 PC 中供以后使用。

EasyMotion Studio 中包含一套评估工具像 Data Logger、控制板、命令解释器，它们可以帮助您快速的开发、测试、测量和分析系统运动控制性能。

EasySetUp 以工程项目 **projects** 文件工作，一个工程中可包含一个或几个应用 **Applications**。

每一个应用描述了一个轴的运动系统，它由 2 个部分组成：设置数据 **Setup data**、运动程序 **Motion programy** 与一个相关的轴号：1 到 255 之间的整数，应用也可以这样描述为：

1. 在一个多轴系统中的一个轴
2. 为同样的轴作不同的参数配置

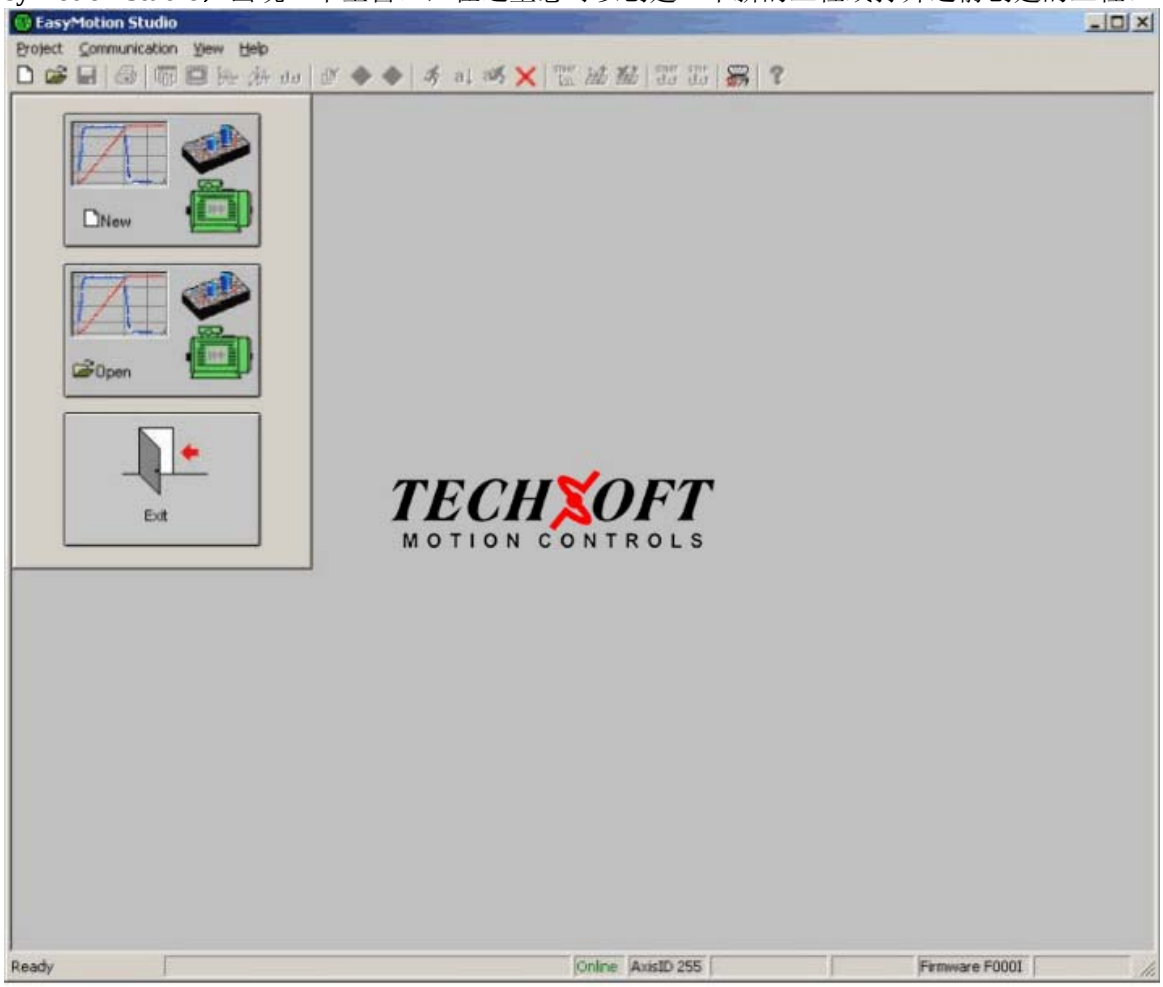
对于第一种情况，每一个应用应有不同的轴号与网络中的驱动器/电机轴 ID 号相对应，所有的数据交换是在所选择的应用与具有相同轴 ID 号驱动器/电机之间进行，对于第二种情况，所有的应用有相同的轴号。

设置部分包含了配置和参数化泰科智能驱动器的所有信息，这些信息以设置表的形式保存在驱动器/电机的 EEPROM 中，设置表在上电时被复制到驱动器/电机的 RAM 中并在运行期间使用。

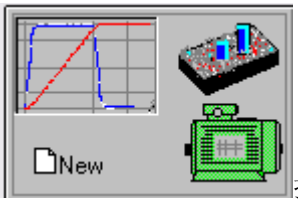
运动程序部分包含了所需动作的运动序列，这些程序通过 TML 程序进行描述，由驱动器/电机内置的运动控制器负责执行。

5.2.3.1. 创建新的工程项

当启动 **EasyMotion Studio**，出现一个空窗口，在这里您可以创建一个新的工程或打开之前创建的工程。

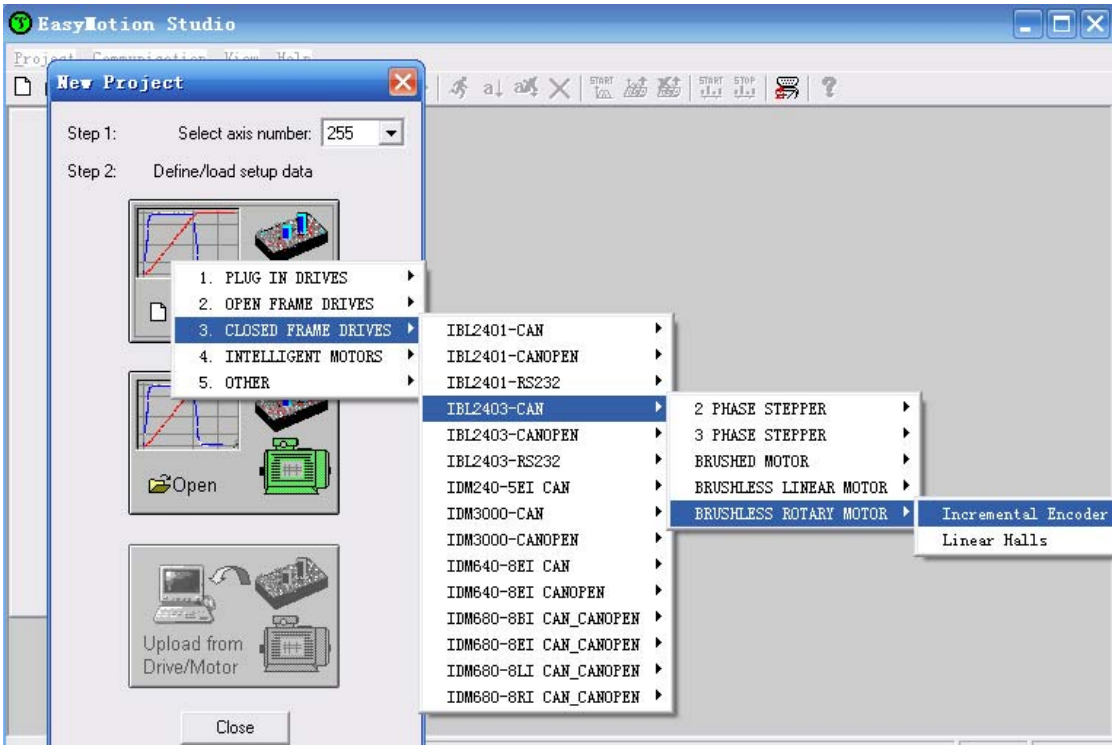


当您开始一个新的工程时，**EasyMotion Studio** 将自动创建第一个应用，增加的应用可以后续添加，您可以复制一个应用或将已定义好的应用插入到另一个工程中去。

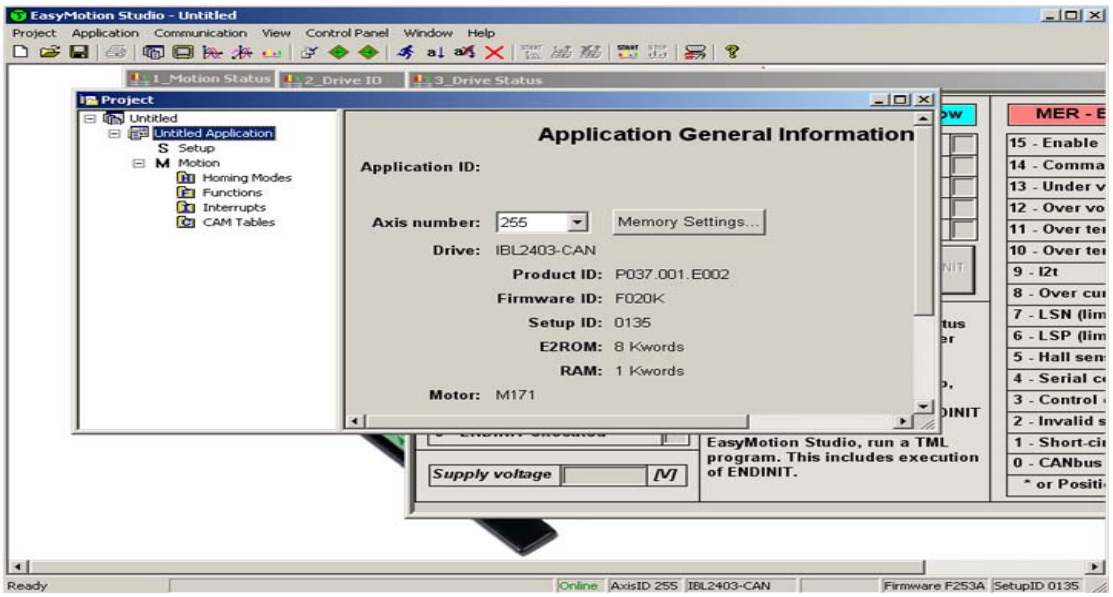
按下 **NEW** 按钮

打开“New Project”对话框，设置您的第一个应用轴号等于您的驱动器/电机轴 ID 号，初始值建议为 255，为驱动器默认轴 ID 号。

按下 **New** 按钮选择您的驱动器的类型，接下来选择电机（例如无刷或有刷）与反馈设备（如：增量编码器）的类型



点击您的选择，**EasyMotion Studio** 将打开一个工程窗口在左侧您可以看到一个工程结构，开始时新的工程和它的第一个应用都命名为“Untitled”，应用由两部分组成：**S** Setup 和 **M** Motion



5.2.3.2. 第 2 步建立通讯

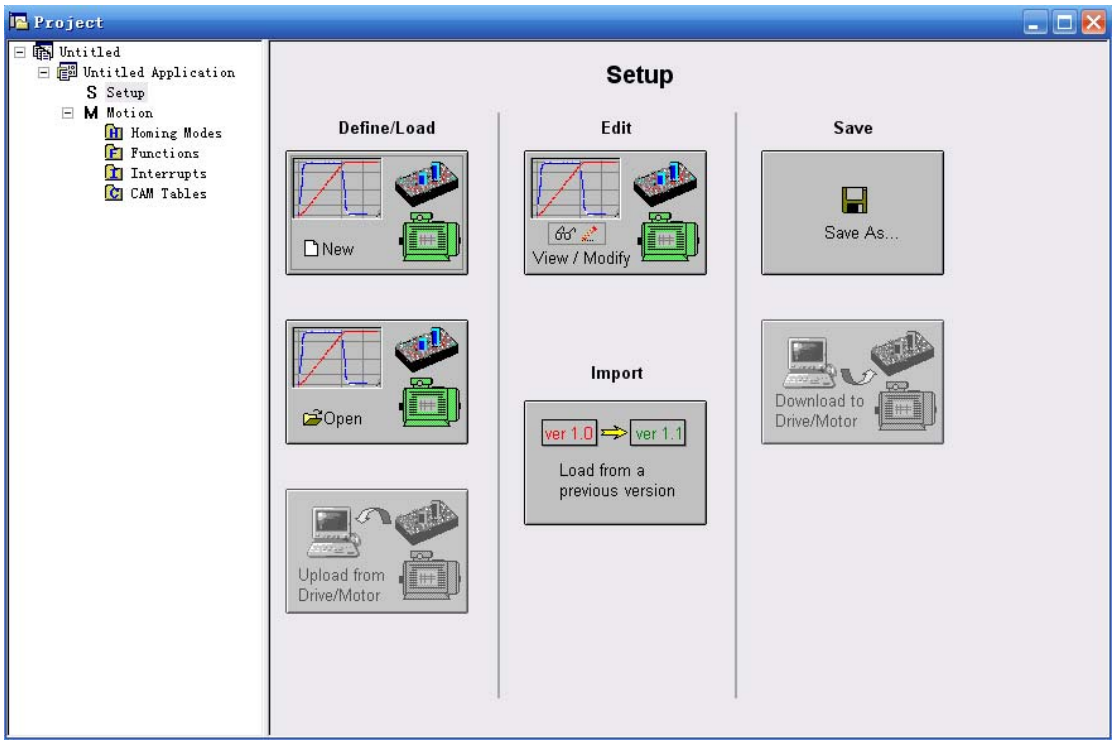
如果您已经连接您的 PC 和驱动器/电机，现在开始核对通信，用菜单 **Communication | Setup** 去检查/改变您的 PC 通讯设置，按下对话框中的 **Help** 按钮，这里您能找到关于如何去设置您的驱动器和如何去连接的详细信息，给驱动器上电，然后点击 **OK** 关闭 Communication | Setup 对话框，如果建立了通信，在 **EasyMotion Studio** 的状态栏中（底线）显示“**Online**”加上驱动器/电机轴的 ID 号和固件版本，否则将显示“**Offline**”及告诉您错误类型的通讯错误信息，在这种情况下返回 Communication | Setup 对话框，按下 Help 按钮并且检查故障。

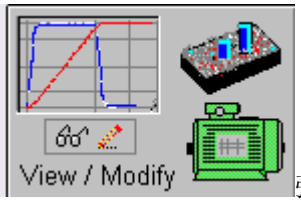
备注：*第一次操作时，EasyMotion Studio 试图通过 RS232 和 COM1 与驱动器轴 ID=255 进行通讯（默认通讯设置），*

如果您的驱动器是在所有 DIP 拨码开关处于 OFF 状态上电的并通过 RS-232 电缆连接您 PC 的 COM1 口，通讯将自动建立。

5.2.3.3. 设置驱动器/电机

在工程窗口的左侧，选择“S Setup”， 进入设置数据为您的应用。



按下 **View/Modify** 按钮 

弹出两个设置对话框：**Motor Setup** 电机设置和驱动器设置 **Drive Setup**（与 EasySetUp 一样）通过他们您可以配置和参数化泰科智能驱动器，在 **Motor setup** 对话框中您可以导入电机和传感器数据，数据导入跟随一系列的测试为检查与电机连接或验证电机和传感器部分参数，**在 Drive setup** 对话框中，您可以为您的应用配置或参数化驱动器，在每一个对话框中您将找到 **Guideline Assistant**，它可以在整个导入和检查数据的过程中指导您完成。

按下 **Download to Drive/Motor** 按钮 

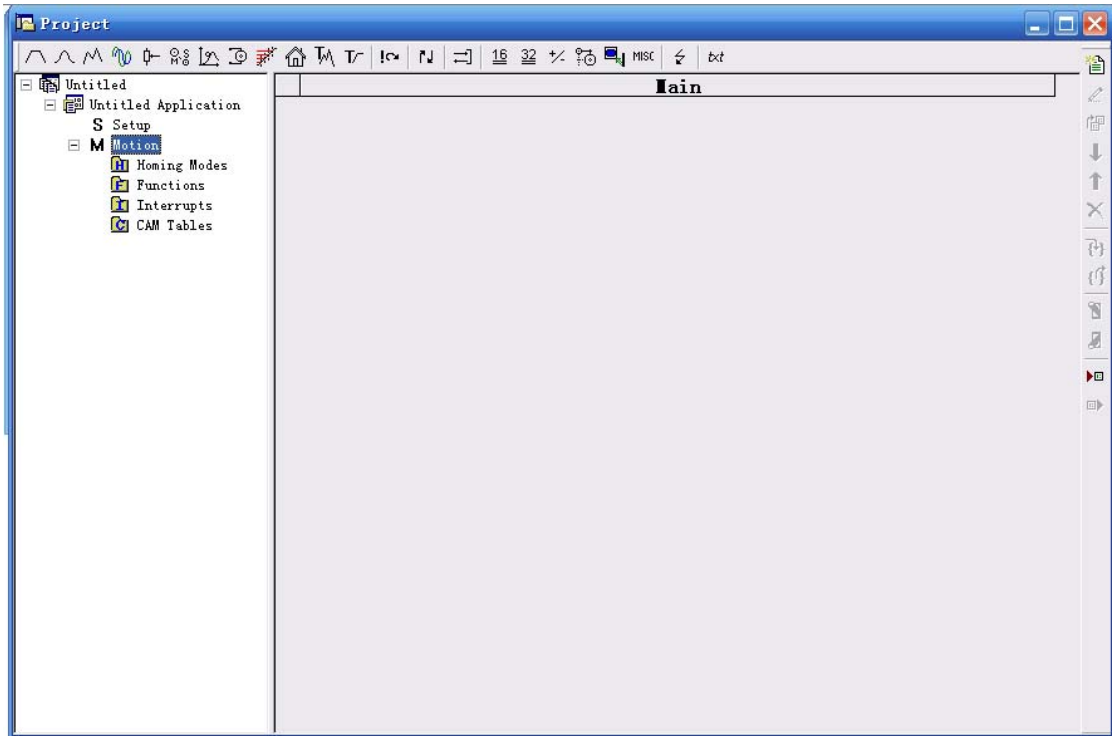
以下载您的设置数据到驱动器/电机的 EEPROM 存储器中，以设置表形式存储。从现在开始，每次上电时该设置数据将被复制到驱动器/电机的 RAM 存储器中供运行期间使用，也可用 Save 将设置数据保存在您的电脑上并用于其他应用中，您也可以从驱动器/电机中上传完整的设置数据到 PC。

总之，您能通过以下方式定义或改变设置数据：

- 通过电机和驱动器对话框建立新的设置数据
- 使用 PC 中以前保存过设置数据
- 从驱动器/电机的 **EEPROM** 存储器中上传设置数据

5.2.3.4. 运动编程

在工程窗口的左侧选择“**M** Motion”就可以进行运动编程了，它将自动激活 **Motion Wizard**。



Motion Wizard 提供了用高级图形对话框编程所有运动序列后自动生成相应的 TML 指令，因此运用 **Motion Wizard** 您无需学习 TML 语言就几乎可以用所有的 TML 指令开发运动程序，一个 TML 程序包含了一个主程序，接下来可用的子程序：函数、中断服务进程（可用户化）和回原点过程程序，TML 程序也包含一个用于电子凸轮应用的凸轮表。

当激活后，**Motion Wizard** 在工程窗口标题下方增加一系列的工具栏按钮，每一个按钮打开一个编程对话框，当编程对话框关闭时，相关的 TML 指令被自动生成，注意：生成的 TML 指令不是一个简单的文本文件，而是一个运动对象，因此用 **Motion Wizard** 定义您的运动程序就像运动对象的收集。

以运动对象编程运动指令的主要优点就是您可以非常容易的利用它们，例如，您可以：

- 保存和再利用其他应用中完整的运动程序或一部分程序
- 新增、删除、移动、复制、插入、使能或禁止一个或多个运动对象
- 将几个运动对象组成一组并与更大的运动对象一起工作以执行更复杂的功能

在开始点，按下例如最左边的 **Motion Wizard** 按钮-**Trapezoidal profiles** 梯形曲线并且设置位置和速度，然后点击 **Run** 按钮，此时以下操作将会自动运行：

- 通过将您的运动对象插入到预定义模板中建立一个 TML 程序

- TML 程序被编译并被下载到驱动器/电机中
- 开始执行 TML 程序

为学会如何从您自己的 host/master 主机发送 TML 指令，运用驱动器所支持的其中的一个通讯通道和协议，可以使用菜单命令 **Application | Binary Code Viewer…**，使用这个工具您可以获得要发送消息的精确内容与被接收期望回答消息内容。

5.2.3.5. 评估运动应用运行性能

EasyMotion Studio 中包含一系列的评估工具像 Data logger、控制面板和命令解释器帮助您快速测量和分析您的运动应用。

5.2.4. 用设置参数与TML程序建立一个映射文件

一旦您已经确定您的应用，您便能够用菜单命令 **Application | Create EEPROM Programmer File** 创建一个包含所有需要写入驱动器 EEPROM 的数据文件（扩展名为**.sw**）。它包含了所有的设置数据与运动程序，关于**.sw** 文件的格式和它如何被编程到驱动器中详见 4.5 章节。

5.3 用TML组合CANopen或其他主控制器host

由于嵌入了运动控制器，IBL2403A 提供了很多编程解决方案，可以简化 CANopen master 主机的许多任务，这章节概述了当在驱动器级用 **CANopen master** 控制与 TML 程序组合编程出现的一系列高级编程特性，更详细的高级编程特性请参考 CANopen Programming User Manual。

说明：如果您不用这些高级的特性就不需要 **EasyMotion Studio**，在这种情况下 **IBL2403A** 被当作标准的 CANopen 驱动器，用 EasySetUp 设置完成。

5.3.1. 使用TML函数分割主机(Master)与驱动器之间运动任务

用泰科智能驱动器，您可以在复杂多轴应用中的 CANopen master 主机和驱动器之间实现分布式智能，替代一个轴动作的每一步命令，您可以用 TML 对驱动器进行编程执行复杂的任务而且当完成时通知主机 master，因此对于每个轴，主机 master 的任务将被减少为：调用存储在驱动器 EEPROM 中的 TML 功能（也可以终止执行）且等待 TML 功能执行结束确认的信息。

5.3.2 执行TML程序

进一步扩展分布式控制的概念，您可以准备和下载一个完整的 TML 程序包括函数、回原点程序等到驱动器中，以一个专用的对象简单的写入一个值开始执行 TML 程序。

5.3.3 在 EasyMotion Studio中装入自动凸轮定义表

IBL2403A 也提供了其他的运动模式如：电子齿轮、电子凸轮，带模拟量和数字量参考的外部模式等，当用电子凸轮时，凸轮定义表可通过以下方式装入：

a) 当每次上电后，主机 master 下载凸轮定义点到驱动器激活的 RAM 中

b) 凸轮点被存贮在驱动器的 EEPROM 中且主机 master 发送命令，将它们复制到激活的 RAM 中

c) 凸轮点被存贮在驱动器的 EEPROM 中，在驱动器初始化期间将被自动的从 EEPROM 中复制到激活的 RAM 中。

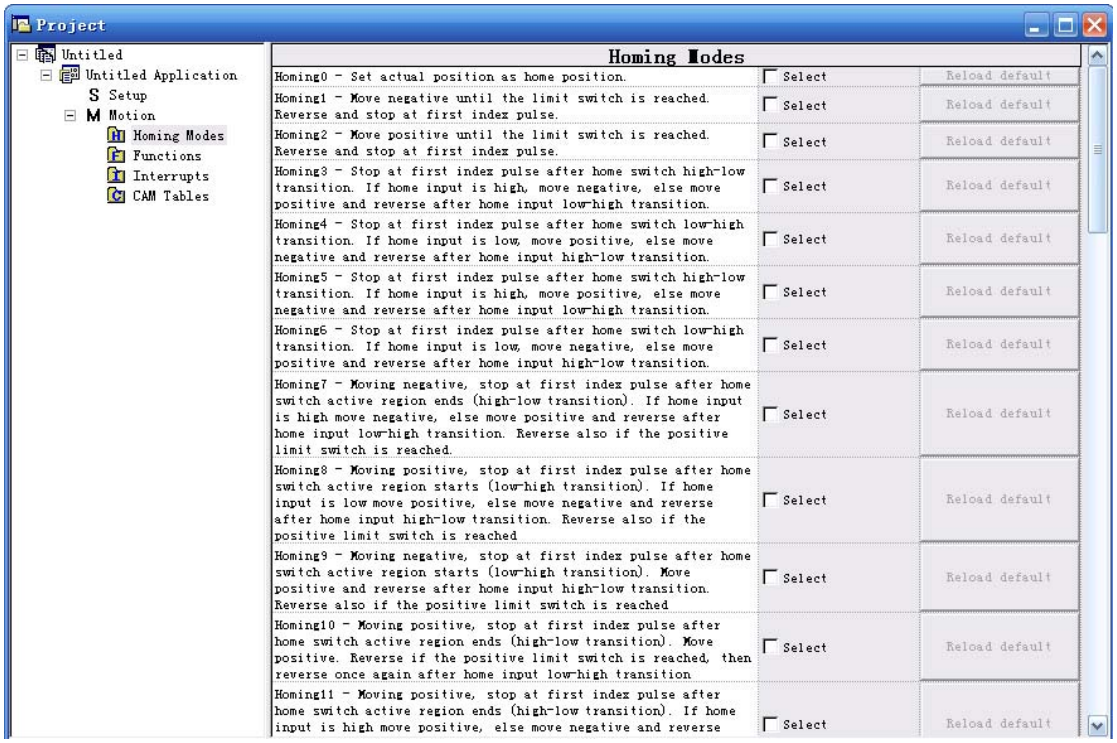
对于后两种情况，凸轮表在 **EasyMotion Studio** 中定义，且与设置数据、TML 程序/函数一起，和包含在 EEPROM

的信息一起存贮。

*备注：包含凸轮表.sw 文件由 **EasyMotion Studio** 生成，因此，驱动器可以用测试设置数据相同的程序检查驱动器 EEPROM 中的凸轮表。*

5.3.4. 回原点过程用户化 (IBL2403A CAN版本可执行)

IBL2403A 支持在 DSP-402 设备中定义的所有回原点模式，如果需要，任意一种模式都能用户化，为此，您需要从 **EasyMotion Studio** 应用选择回原点模式并且在右边把它设置为 "User defined"（用户定义的），之后所选择的程序将以子目录出现在回原点模式下，HomeX 这儿的 X 是所选择回原点
的序号。



如果您点击 HomeX 程序，在右侧您将看到执行它的 TML 函数，回原点进程可根据您应用的需求用户化，它调用的名字和方法能改变。

5.3.5. 驱动器故障条件响应用户化(IBL2403A CAN 版本执行)

类似于回原点模式，TML中断默认的服务程序也可以根据您应用的需要用户化，然而，大多数程序都是处理驱动器故障条件响应，为了保证驱动器恰当的保护水平，一般保持这些程序原有功能不变，修改TML中断的过程类似于回原点模式修改。

5.4. PC-based系统运动控制函数库应用

TML Library for PC 收集了一系列的高级运动函数，允许您用 PC 控制一个网络中的泰科智能伺服驱动器，为在 PC 上快速执行运动控制应用提供了一个理想的工具。

应用 **TML Motion Library** 函数库您可以：通过驱动器支持的任何通信通道(RS-232, CAN-bus, 等.)与驱动器/电机通讯、发送运动指令、获得自动的或请求关于驱动器/电机状态的信息、检查和修改设置参数、读输入和设置输出等。

TML Motion Library 可以在 **Windows** 或 **Linux** 操作系统下工作。像 **.dll/.so** 执行，可以在 **C/C++/C#, Visual Basic, Delphi Pascal** 或 **Labview** 开发环境中开发应用。

应用 **TML Motion Library**，运动控制编程部分被减少到只需调用适当的函数并确认函数调用是否正确完成，更多的把您的精力集中到主要 PC 应用编程。

5.5. PLC-based系统运动函数库应用

TML Motion Library for PLC 收集了一系列的高级函数和功能模块，允许您用 PLC 控制泰科智能驱动器，运动控制功能模块按照 PLC IEC61131-3 标准开发，为在 PLC 上快速执行运动控制应用提供了一个理想的工具。

应用 TML Motion Library for PLC 函数库您可以：通过驱动器支持的任何通信通道**(RS-232, CAN-bus, 等.)**与驱动器/电机通讯、发送运动指令、获得自动的或请求关于驱动器/电机状态的信息、检查和修改设置参数、读输入和设置输出等。根据 PLC 的类型，既可以与 CPU 直接通讯，也可以通过 **CANbus** 和 **RS-232** 进行通讯模块通信。

应用 **TML Motion Library for PLC**，运动控制编程部分被减少到只需调用适当的函数并确认函数调用是否正确完成，更多的把您的精力集中到主要的 PLC 应用编程。

所有这些模块，都是根据 PLC 标准描述指导设计的，所以它们可以用于与 **IEC 61136** 兼容的任何开发平台。

6. 比例因子

泰科智能伺服驱动器以驱动器内部单位 **internal units(**以下简称 **IU)**表示的参数与变量进行工作，相应的各种信号类型为：位置、速度、电流、电压等，每种信号都有自己内部表示的单位 IU 和特定的比例因子，这个章节描述了驱动器内部单位(**IU)**与国际标准单位 **internation standard units**(以下简称 **SI)**之间的关系。

为了更容易识别它们，每一个内部单位 **IU** 在它相关的信号后面都被命名，比如位置单位 **position units** 为位置的内部单位，速度单位 **speed units** 为速度的内部单位等。

6.1. 位置单位

6.1.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器

内部位置单位 IU 为编码器计数脉冲，负载位置以 SI 单位表示：

$$\text{负载位置}[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}\times Tr}\times\text{电机位置}[IU]$$

其中:

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

6.1.2. 无刷电机带线性霍尔信号

内部位置单位 IU 为计数脉冲，电机为旋转式电机，分辨率为每一转的脉冲数（可编程为 512 到 8192 之间 2 的平方数），默认设置为 2048/转，负载位置以 SI 单位表示：

对于旋转电机： $\text{负载位置}[SI]=\frac{2\times\pi}{\text{分辨率}\times Tr}\times\text{电机位置}[IU]$

对于直线电机: $\text{负载位置}[SI]=\frac{\text{极距}}{Tr}\times\text{电机位置}[IU]$

其中：

分辨率– 电机位置分辨率

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

极距 –磁极间距(**magnetic pole pitch**) (用 [m]表示)

6.1.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上

内部位置单位 IU 为编码器计数脉冲。电机为旋转式电机且为旋转到旋转变换。负载位置以 SI 单位表示：

$$\text{负载位置}[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}\times Tr}\times\text{电机位置}[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

6.1.4. 步进电机开环控制，无反馈装置

内部位置单位 IU 为电机微步数，负载位置以 SI 单位表示：

$$负载位置[SI]=\frac{2\times\pi}{微步数\times整步数\times Tr}\times电机位置[IU]$$

其中：

整步数– 电机每一转的步数

微步数– 每一步的微步数 您可以在 EasySetUp 中的“Drive Setup” 对话框中看到或改变该值

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

6.1.5. 步进电机闭环控制,增量编码器装配在电机上

内部的位置单位是编码器计数。相应的负载位置用 SI 单位表示：

$$负载位置[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times编码器线数\times Tr}\times电机位置[IU]$$

其中:

编码器线数–电机编码器编码器每一转的线数

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

6.2. 速度单位

内部速度单位是内部位置单位除以（速度环（慢环）采样周期，且位置变化超过一个慢环采样周期。

6.2.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器

内部的速度单位 IU 为编码器计数脉冲除以(慢环取样周期)，负载速度以 SI 单位表示：

$$负载速度[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times编码器线数\times Tr\times T}\times电机速度[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.2.2. 无刷电机带线性霍尔信号

内部速度单位 IU 为计数脉冲除以(慢环取样周期)，电机为旋转式电机，分辨率为每一转的脉冲数（可编程为 512 到

8192 之间 2 的平方数），默认设置为 2048 脉冲/转，负载速度以 SI 单位表示：

$$\text{对于旋转电机：}\ \text{负载速度}[SI]=\frac{2\times\pi}{\text{分辨率}\times Tr\times T}\times\text{电机速度}[IU]$$

$$\text{对于直线电机：}\ \text{负载速度}[SI]=\frac{\text{极距}}{\text{分辨率}\times Tr\times T}\times\text{电机速度}[IU]$$

其中：

分辨率– 电机位置分辨率

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

极距 –磁极间距(**magnetic pole pitch**) (用 [m]表示)

6.2.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上

内部的速度单位 IU 为编码器计数脉冲除以（慢环采样周期），旋转式电机，旋转到旋转变换，负载速度以 SI 单位表示：

$$\text{负载速度}[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}\times T}\times\text{负载速度}[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.2.4. 直流有刷电机上装配测速发电机

当电机轴上仅安装一个测速发电机时，内部速度单位 IU 为 A/D 转换器的转换位数，负载速度以 SI 单位表示：

$$\text{负载速度}[SI]=\frac{\text{模拟量输入范围}}{4096\times\text{测速发电机增益}\times Tr}\times\text{电机速度}[IU]$$

其中：

模拟量输入范围–驱动器模拟量反馈输入范围，用[V]表示，您可以在 “Drive Info”对话框中看到这个值，“Drive Info”对话框在“Drive Setup”中打开

测速发电机增益–用[V/rad/s]表示的测速发电机增益

6.2.5. 步进电机开环控制，无反馈装置

内部速度单位 IU 为步进电机微步数除以（慢环采样周期），负载速度以 SI 单位表示：

$$负载速度[SI]=\frac{2\times\pi}{微步数\times整步数\times Tr\times T}\times电机速度[IU]$$

其中：

整步数– 电机每一转的步数

微步数– 每一步的微步数 您可以在 EasySetUp 中的“Drive Setup” 对话框中看到或改变该值

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.2.6. 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上

内部速度单位 IU 为编码器计数脉冲除以（慢环采样周期），负载速度以 SI 单位表示：

$$负载速度[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times编码器线数\times Tr\times T}\times电机速度[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.3. 加速度单位

内部加速度单位 IU 为内部位置单位除以（慢环采样周期）^{2}，且速度变化超过一个慢环采样周期。

6.3.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器

内部加速度单位 IU 为编码器计数脉冲除以（慢环采样周期）^{2}，负载加速度以 SI 单位表示：

$$负载加速度[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times编码器线数\times Tr\times T^2}\times电机加速度[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.3.2. 无刷电机带线性霍尔信号

内部加速度单位 IU 为计数脉冲除以(慢环采样周期)^2，分辨率为每一转的脉冲数（可编程为 512 到 8192 之间 2 的平方数），默认设置为 2048 脉冲/转，负载加速度以 SI 单位表示：

$$\text{对旋转电机：}\ \text{负载加速度}[SI]=\frac{2\times\pi}{\text{分辨率}\times Tr\times T^2}\times\text{电机加速度}[IU]$$

$$\text{对于直线电机：}\ \text{负载加速度}[SI]=\frac{\text{极距}}{\text{分辨率}\times Tr\times T^2}\times\text{电机加速度}[IU]$$

其中：

分辨率– 电机位置分辨率

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

极距 –磁极间距(**magnetic pole pitch**) (用 [m]表示)

6.3.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上

内部加速度单位 IU 为编码器计数脉冲除以(慢环采样周期)^2，旋转式电机，旋转到旋转变换，负载加速度以 SI 单位表示：

$$\text{负载加速度}[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}\times T^2}\times\text{负载加速度}[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.3.4. 步进电机开环控制，无反馈装置

内部加速度单位为电机微步数/（慢环取样周期)^2 。相应的负载加速度用 SI 单位表示：

$$\text{负载加速度}[SI]=\frac{2\times\pi}{\text{微步数}\times\text{整步数}\times Tr\times T^2}\times\text{电机加速度}[IU]$$

其中：

整步数– 电机每一转的步数

微步数– 每一步的微步数 您可以在 EasySetUp 中的“Drive Setup” 对话框中看到或改变该值

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.3.5. 步进电机开环控制，增量编码器装配在负载上

内部加速度单位 IU 为负载编码器计数脉冲除以（慢环采样周期）^{2}，负载加速度以 SI 单位表示：

对于旋转到旋转变换： $$负载加速度[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times编码器线数\times T^2}\times 负载加速度[IU]$$

对于旋转到直线变换： $$负载加速度[SI]=\frac{编码器精度}{T^2}\times 负载加速度[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

编码器精度– 线性编码器的精度，以[m] 表示两个脉冲之间的距离

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.3.6. 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上

内部加速度单位 IU 为电机编码器计数脉冲除以（慢环采样周期）^{2}，旋转到旋转变换，负载加速度以 SI 单位表示：

$$负载加速度[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times编码器线数\times Tr\times T^2}\times 电机加速度[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.4. 加加速度的单位

内部**(jerk units)**加加速度单位 IU 为内部位置单位除以（慢环采样周期）^{3}，且加速度变化超过一个慢环采样周期。

6.4.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器

内部加加速度单位 IU 为编码器计数脉冲除以（慢环采样周期）^{3}，负载加加速度以 SI 单位表示：

$$负载加加速度[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times编码器线数\times Tr\times T^3}\times 电机加加速度[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.4.2. 无刷电机带有线性霍尔信号

内部加加速度单位 IU 为编码器计数脉冲除以(慢环采样周期)^3，旋转式电机，分辨率为每一转的脉冲数（可编程为 512 到 8192 之间 2 的平方数），默认设置为 2048 脉冲/转，负载加加速度以 SI 单位表示：

$$\text{对旋转电机：负载加加速度}[SI]=\frac{2\times\pi}{\text{分辨率}\times Tr\times T^3}\times\text{电机加加速度}[IU]$$

$$\text{对于直线电机：负载加加速度}[SI]=\frac{\text{极距}}{\text{分辨率}\times Tr\times T^3}\times\text{电机加加速度}[IU]$$

其中：

分辨率– 电机位置分辨率

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

极距 –磁极间距(**magnetic pole pitch**) (用 [m]表示)

6.4.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上

内部加加速度单位 IU 为编码器计数脉冲除以(慢环采样周期)^3，旋转式电机，旋转到旋转变换，负载加加速度以 SI 单位表示：

$$\text{负载加加速度}[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}\times T^3}\times\text{负载加加速度}[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.4.4. 步进电机开环控制，无反馈装置

内部加加速度单位 IU 为步进电机微步数除以(慢环采样周期)^3，负载加加速度以 SI 单位表示：

$$\text{负载加加速度}[SI]=\frac{2\times\pi}{\text{微步数}\times\text{整步数}\times Tr\times T^3}\times\text{电机加加速度}[IU]$$

其中：

整步数– 电机每一转的步数

微步数– 每一步的微步数，您可以在 EasySetUp 中的“Drive Setup” 对话框中看到或改变该值

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中

打开

6.4.5. 步进电机开环控制，增量编码器装配在负载上

内部加加速度单位 IU 为负载编码器计数脉冲除以（慢环采样周期）^{3}，旋转到旋转变换，负载加加速度以 SI 单位表示：

$$\text{负载加加速度}[SI] = \frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}\times T^3}\times\text{负载加加速度}[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.4.6. 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上

内部加加速度单位 IU 为电机编码器计数脉冲除以（慢环采样周期）^{3}，负载加加速度以 SI 单位表示：

$$\text{负载加加速度}[SI] = \frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}\times Tr\times T^3}\times\text{电机加加速度}[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

Tr –在以 SI 单位表示的电机位置与以 SI 表示的负载位置之间的变换比率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.5. 电流单位

内部电流单位 IU 参考为电机相电流，电机电流以[A]表示：

$$\text{电流}[A] = \frac{2\times I_{peak}}{65520}\times\text{电流}[IU]$$

其中 *Ipeak* –为驱动器峰值电流，以[A]表示。您可以在“Drive Info”对话框中读它的值，“Drive Info”对话框可以在“Drive Setup”中打开。

6.6. 电压命令单位

内部电压命令单位 IU 参考为应用到电机上的电压，电压命令的意义与比例因子一样，取决于电机的类型和所用的控制交换方法。

以 **sinusoidal** 正弦波模式驱动的交流无刷电机，采用磁场定向矢量控制， 电压命令为正弦波相电压的幅度，在这种情况下，电机相电压以 SI 单位[V]表示：

$$\text{电压命令}[V] = \frac{1.1\times V_{dc}}{65534}\times\text{电压命令}[IU]$$

Vdc –驱动器电机供电电压，单位为[V]

以 **trapezoidal** 梯形波模式驱动的直流无刷电机，电压命令为电机两相之间的电压，根据霍尔信号值，在这种情况下，电机相电压以 SI 单位[V]表示：

$$\text{电压命令}[V]=\frac{V_{dc}}{32767}\times\text{电压命令}[IU]$$

直流有刷电机电压命令内部单位与以梯形波模式驱动的无刷电机相同。

6.7. 电压测量单位

内部电压测量单位参考为驱动器的 VMOT 电机供电电压，单位以 [V]表示：

$$\text{电压测量值}[V]=\frac{V_{dcMax\text{可测量的}}}{65520}\times\text{电压测量值}[IU]$$

其中 VdcMax 可测量的–以[V]表示的可测量直流电压最大值，您可以在“Drive Info”对话框中读取它的值，“Drive Info”对话框可以在“Drive Setup”中打开

备注：*电压测量单位用于过压、欠压保护与供电电压的比例测量*

6.8. 时间单位

内部时间单位以慢环采样周期表示，单位以 [s]表示：

时间[s]=T×Time[IU]

T–为慢环采样周期，以[s]表示，您可以从“Advanced”对话框中读取它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开。例如：如果 T=1 ms,1 秒= 1000 IU。

6.9. 驱动器温度单位

驱动器中包含一个温度传感器，以[°C]表示温度为：

$$\text{驱动器温度}[°C]=\frac{3.3[V]\times\text{驱动器温度}[IU]}{65520\times\text{传感器增益}[V/°C]}-\frac{\text{传感器输出_0°C[V]}}{\text{传感器增益[V/°C]}}$$

其中：

传感器增益 – 温度传感器的增益

传感器输出_0°C–在 0°C 时温度传感器的输出。您可以从“Drive Info”对话框中读取它的值，“Drive Info”对话框可以在“Drive Setup”中打开。

6.10. 主机（Master）位置单位

当主机 master 位置通过通讯通道或脉冲＋方向信号送入时，主机 master 位置取决于主机 master 轴上位置传感器类型。

当主机 maste 位置为编码器，位置以 SI 单位表示为：

$$Master\text{位置}[rad]=\frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}}\times Master\text{位置}[IU]$$

其中：

编码器线数–主机 maste 编码器每一转的线数

6.11. 主机（Master）速度单位

主机 master 速度是以内部单位(IU)，通过主机 master 位置单位除以慢环采样周期计算得来的，主机 master 的位置变化必须超过一个位置或速度环采样周期。

当主机 maste 位置为编码器，速度以 SI 单位表示为：

$$Master速度[rad/s]=\frac{2\times\pi}{4\times编码器线数\times T}\times Master速度[IU]$$

其中：

编码器线数–主机 maste 编码器每一转的线数

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.12. 电机位置单位

6.12.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器

内部位置单位 IU 为编码器计数脉冲，电机位置以 SI 单位表示：

$$电机位置[SI]=\frac{2\times\pi}{4\times编码器线数}\times电机位置[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

6.12.2. 无刷电机上带线性霍尔信号

内部位置单位 IU 为计数脉冲，旋转式电机，分辨率为每一转的脉冲数（可编程为 512 到 8192 之间 2 的平方数），默认设置为 2048 脉冲/转，电机位置以 SI 单位表示：

$$对旋转电机：电机位置[SI]=\frac{2\times\pi}{分辨率}\times电机位置[IU]$$

$$对于直线电机：电机位置[SI]=\frac{极距}{分辨率}\times电机位置[IU]$$

其中：

分辨率 – 电机位置分辨率

极距 –磁极间距(**magnetic pole pitch**) (用 [m]表示)

6.12.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上

电机位置不可计算

6.12.4. 步进电机开环控制，无反馈装置

内部电机位置单位为电机微步数，电机位置以 SI 单位表示：

$$\text{电机位置}[SI] = \frac{2\times\pi}{\text{微步数}\times\text{整步数}}\times\text{电机位置}[IU]$$

其中：

整步数– 电机每一转的步数

微步数– 每一步的微步数， 您可以在 EasySetUp 中的“Drive Setup” 对话框中读取或改变这个值

6.12.5. 步进电机开环控制，增量编码器装配在负载上

在负载上带有增量编码器的开环控制配置情况下，电机位置不可计算

6.12.6. 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上

内部电机位置单位为电机编码器计数脉冲，电机位置以 SI 单位表示：

$$\text{电机位置}[SI] = \frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}}\times\text{电机位置}[IU]$$

其中：

编码器线数–编码器每一转的线数

6.13. 电机速度单位

6.13.1. 无刷/直流有刷电机上装配正交编码器

内部电机速度单位为编码器计数脉冲除以（慢环采样周期)，电机速度以 SI 单位表示：

$$\text{电机速度}[SI] = \frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}\times T}\times\text{电机速度}[IU]$$

其中：

编码器线数–旋转式编码器每一转的线数

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.13.2. 无刷电机上带线性霍尔信号

内部电机速度单位为计数脉冲除以（慢环采样周期)，旋转式电机，分辨率为每一转的脉冲数（可编程为 512 到 8192 之间 2 的平方数)，默认设置为 2048 脉冲/转，电机速度以 SI 单位表示：

$$\text{对于旋转电机：电机速度}[SI] = \frac{2\times\pi}{\text{分辨率}\times T}\times\text{电机速度}[IU]$$

对于直线电机：$\text{电机速度}[SI]=\frac{\text{极距}}{\text{分辨率}\times T}\times\text{电机速度}[IU]$

其中：

分辨率 –电机位置分辨率

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

极距 –磁极间距(**magnetic pole pitch**) (用 [m]表示)

6.13.3. 直流有刷电机上装配测速发电机且正交编码器装在负载上

内部电机速度单位为 A/D 转换器位数，电机速度以 SI 单位表示：

$$\text{电机速度}[SI]=\frac{\text{模拟量输入范围}}{4096\times\text{测速发电机增益}}\times\text{电机速度}[IU]$$

其中：

模拟量输入范围–驱动器模拟量反馈输入范围，用[V]表示，您可以在“Drive Info”对话框中看到这个值，“Drive Info”对话框在“Drive Setup”中打开

测速发电机增益–用[V/rad/s]表示的测速发电机增益

6.13.4 直流有刷电机上装配测速发电机

内部电机速度单位为 A/D 转换器位数，电机速度以 SI 单位表示：

$$\text{电机速度}[SI]=\frac{\text{模拟量输入范围}}{4096\times\text{测速发电机增益}}\times\text{电机速度}[IU]$$

其中：

模拟量输入范围–驱动器模拟量反馈输入范围，用[V]表示，您可以在“Drive Info”对话框中看到这个值，“Drive Info”对话框在“Drive Setup”中打开

测速发电机增益–用[V/rad/s]表示的测速发电机增益

6.13.5. 步进电机开环控制，电机无反馈或增量编码器装配在负载上

内部电机速度单位为步进电机微步数除以（慢环采样周期)，电机速度以 SI 单位表示：

$$\text{电机速度}[SI]=\frac{2\times\pi}{\text{微步数}\times\text{整步数}\times T}\times\text{电机速度}[IU]$$

其中：

整步数– 电机每一转的步数

微步数– 每一步的微步数，您可以在 EasySetUp 中的“Drive Setup” 对话框中读取/改变这个值

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

6.13.6 步进电机闭环控制，增量编码器装配在电机上

内部电机速度单位为电机编码器计数脉冲除以（慢环采样周期)，电机速度以 SI 单位表示：

$$\text{电机速度}[SI] = \frac{2\times\pi}{4\times\text{编码器线数}\times T}\times\text{电机速度}[IU]$$

其中：

编码器线数–电机编码器每一转的线数

T–以秒[s]表示的慢环采样周期，您可以在“Advanced”对话框中看到它的值，“Advanced”对话框可以在“Drive Setup”中打开

7. 存储器映射

IBL2403A 有两种类型的存储器：1.5K×16 的 SRAM（内部）存储器和 8K×16 串行 E^2 ROM(外部)存储器。

SRAM 存储器包括程序空间(8270h 到 87FFh)和数据空间(0A70h 到 0FFFh)，数据存储器可以用来采集实时数据以及在 TML 程序执行时暂存变量，程序空间可以用于下载和执行 TML 程序，用户可自己选择决定如何分割 1.5K SRAM 作为数据和程序存储器。

E^2 ROM 被看成为 8K×16 程序存储器映射在 4000h 到 5FBEh 地址范围，用于保存 TML 程序在非易失性存储器内。对 E2ROM 可进行读写访问，也下载和执行 TML 程序，操作与 SRAM 程序存储器类似，E^2 ROM SPI 串行访问完全透明给用户。

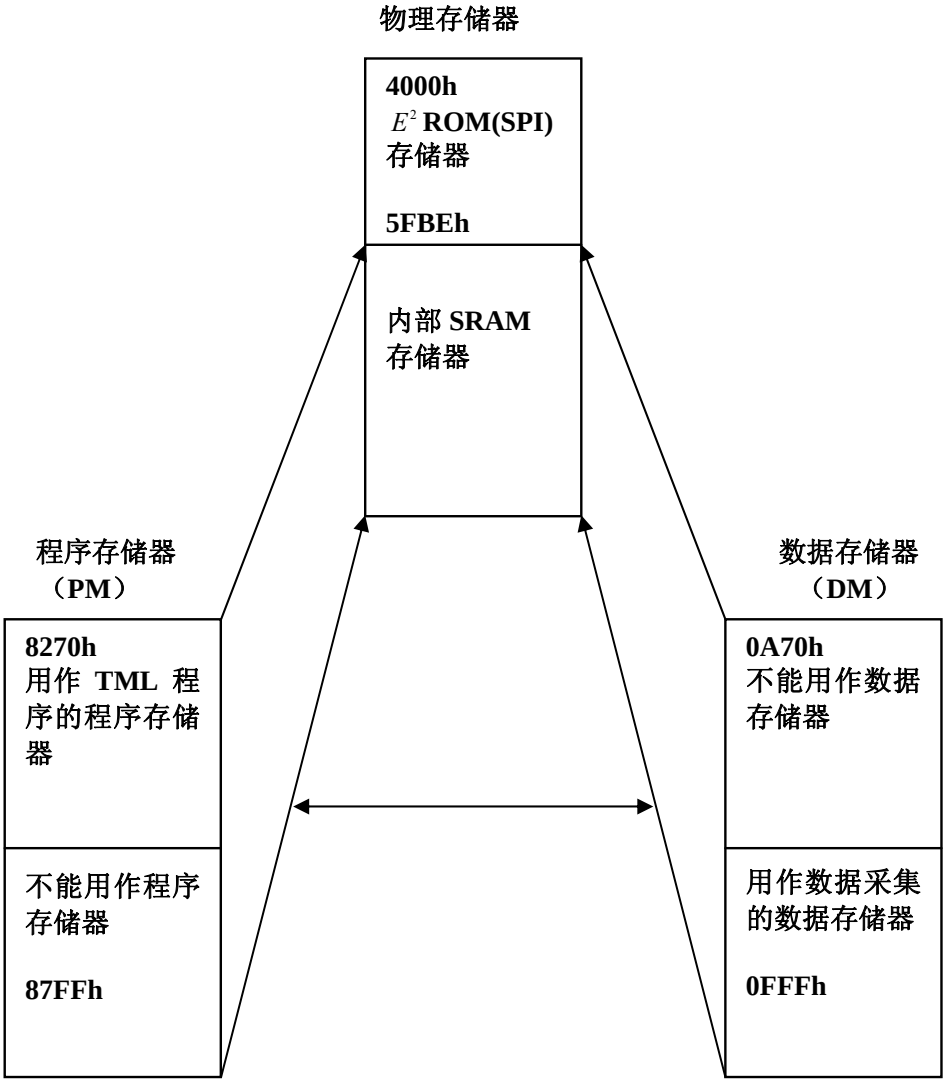


图 7.1. IBL2403A / IBL2403A-RS232/CAN 存储器映射

TECHSOFT
MOTION CONTROLS