

泗博自动化 Modbus 转 CANopen 网关在机械加工行业的应用

——实现人机界面 HMI 和机床运动控制器的通信

关键词： 机械加工行业 Modbus CANopen CAN 总线 HMI 伺服驱动系统

一、引言

随着国民经济飞速发展工业自动化，制造业向着高、精、尖方向发展，特别是汽车、船舶、纺织、电子技术、航空航天迅猛发展，对机床的精度和生产效率要求也越来越高，主轴转速 12000r/min 以上、快移速度大于 40m/min 的高效高精机床已经是机床行业流行的趋势。现在加工中心逐渐成为机械加工中主要的设备，机电、通信一体化已成为主流发展方向。本文就某机床加工中心项目，介绍 SiboTech 的 Modbus 转 CANopen 网关 MCO-421 如何实现 HMI（人机界面系统）与机床运动控制器的通信。在实现 HMI 和运动控制器的通信中，泗博自动化的 Modbus 转 CANopen 网关 MCO-421 表现出了其稳定、可靠的优点。

二、系统概述

1、系统结构及功能

数控系统是加工中心的重要组成部分，能控制机床按不同工序，自动选择和更换刀具，自动改变机床主轴转速、进给量和刀具相对工件的运动轨迹，以及其他辅助功能。HMI 是操作人员与数控装置进行信息交流的工具，主要用来实现系统各个参数的状态值等监视、设置加工初始值信息等。本加工中心的主要控制部分即运动控制器是德国伦茨的伺服驱动系统。该伺服驱动系统采用分布式供电结构，由供电模块和轴模块两部分组成，内置两个独立 CAN 总线接口，可以完成高速大容量现场通信。HMI 与伺服驱动系统之间进行通信，实时采集机床实际运行中的各项参数并给定相关参数值调整控制器相关动作。HMI 提供 RS485 串口作为通信接口，能够作为 Modbus 从站与 Modbus 主站设备实现现场总线通信。伺服驱动系统作为 CANopen 主站，能实时将控制器参数上传到人机界面 HMI，并且根据人机界面 HMI 的给定量参数值进行相关动作调整。为实现这两种不同总线协议之间的通信，SiboTech 的 Modbus 转 CANopen 网关 MCO-421 发挥了非常重要的作用。

系统结构如下图 1 所示。其中，网关 MCO-421 在 CANopen 侧做 CANopen 从站，在 Modbus 侧做 Modbus 主站。用户在泗博公司提供的产品配置软件 CM-123 中设置相关的现场总线参数及命令，进行不同总线间的数据地址映射，并将配置下载到网关中使其生效，即可实现不同现场总线间数据的双向传输。



图 1 系统结构

2、通信网络组成

2.1 通信网络组成

Modbus 协议是一种适用于工业控制领域的主从式串口通信协议，它采用查询通信方式进行主从设备的信息传输，可寻址 1-247 个设备地址范围。协议包括广播查询和单独设备查询两种方式，二者区别就是广播查询不需要从设备回应信息，主、从设备查询通信过程见图 2：

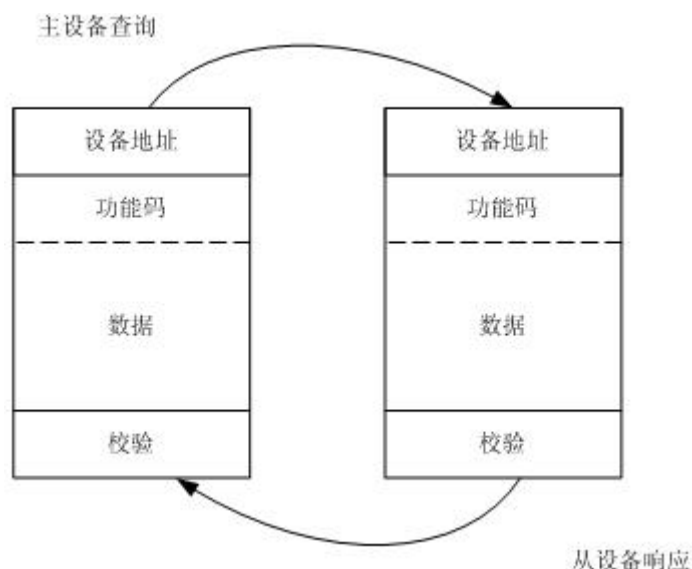


图 2 Modbus 主、从设备查询响应

Modbus 协议常用功能码如图 3 所示：

功能码	名称	作用
01	读线圈状态	读取一组逻辑线圈的当前状态：ON or OFF
02	读输入状态	读取一组输入线圈的当前状态：ON or OFF
03	读保持寄存器	读取一个或多个保持寄存器中的值
04	读输入寄存器	读取一个或多个输入寄存器中的值
05	写单个线圈	强制一个逻辑线圈的状态
06	写单个寄存器	把一个具体的值装入一个保持寄存器
15	写多个线圈	强制多个逻辑线圈的状态
16	写多个寄存器	将一组具体的值装入多个保持寄存器

图 3 Modbus 协议常用功能码

Modbus 协议有两种传输模式：ASCII 模式和 RTU 模式。同波特率下，RTU 模式较 ASCII 模式能传输更多的数据，所以工业网络大都采用 RTU 模式。RTU 模式下的信息传输报文格式如图 4

起始符	设备地址	功能码	数据	校验	结束符
TI-T2-T3-T4	1 byte	1 byte	N byte	2 byte	TI-T2-T3-T4

图 4 Modbus RTU 信息报文格式

它没有起始位和停止位，而是由至少 3.5 个字符间隔时间作为信息的起始和结束标志。信息帧所有字符位由 16 进制字符 0-9、A-F 组成。

Modbus RTU 通信协议帧结构：

类型	Bit数	备注
起始位	1	
数据位	8	最小的有效位先发送
奇偶校验位	1	无校验则无
停止位	有校验时停止位1Bit，无校验位时停止位1Bit或者2Bit	

图 5 RTU 通信协议帧格式

Modbus RTU 方式主站读取从站寄存器数据示例：主设备查询。

地址	功能码	第一个寄存器的高字节地址	第一个寄存器的低字节地址	寄存器的数量的高字节	寄存器的数量的低字节	校验
01	03	00	10	00	01	XX (2Bytes)

图 6 主设备查询格式

Modbus RTU 方式主站读取从站寄存器数据示例：从设备响应。

地址	功能码	字节数	数据高字节	数据低字节	校验
01	03	02	25	20	XX (2Bytes)

图 7 主设备查询格式

2.2 CANopen 协议简介

在 CANopen 网络中的通信信息以对象来进行描述的。CANopen 通信模型定义了 4 种报文（通信对象）：网络管理报文（NMT）、服务数据对象（SDO）、过程数据对象（PDO）和特殊功能对象。

SDO 通过使用索引和子索引（在 CAN 报文的前几个字节），SDO 采用客户机服务器模式。SDO 客户机能够访问设备（服务器）对象字典中的条目或项（对象）。SDO 通过 CAL 中多元域的 CMS（CAN-based Message Specification）对象来实现，允许传送任何长度的数据（当数据超过 4 个字节时分拆成几个报文）。SDO 协议是确认服务类型。服务器为每个消息生成一个应答（一个 SDO 需要两个 ID）。SDO 请求和应答报文总是包含 8 个字节（没有意义的数据长度在第一个字节中表示，第一个字节携带协议信息）。

PDO 对象用来传输实时数据，PDO 对象采用生产者消费者模式。数据从一个生产者传到一个或多个消费者。数据传送限制在 1 到 8 个字节（例如，一个 PDO 可以传输最多 64 个数字 I/O 值，或者 4 个 16 位的 AD 值）。PDO 通信没有额外的协议规定。PDO 有两种类型的使用：数据发送和数据接收。它们以 TPDO 和 RPDO 区分。

PDO 可以有多种传输方式，其中，同步传输是指为了使设备同步，由一个同步应用程序周期性地发送一个同步对象（SYNC 对象）。异步传输是由远程帧触发传送或由设备子协议中规定的对象特定事件触发传送。

三、Modbus 转 CANopen 网关 MCO-421 功能及接口特性

MCO-421 是实现 CANopen 主站和 Modbus 从站通信的协议转换网关，在网关内存中有输入、输出数据缓存区（分别为 512 字节，输入、输出针对网关 Modbus 端而言）。凡支持 Modbus 从站接口的设备都可以通过 MCO-421 与 CANopen 主站设备互联并实现数据双向交换。其中 MCO-421 在与 CANopen 主站设备通信时

作为 CANopen 从站，MCO-421 在与 Modbus 从站设备通信时，作为 Modbus 主站。泗博自动化也提供 CANopen 从站设备（如变频器等）与 Modbus 主站设备（如 DCS 等）通信的网关 MCO-422。

1、CANopen 从站接口特性

- CAN 接口和电源端口共用五针端子，支持 CAN2.0A 协议
- CANopen 支持 CANopen DS301V4.02；支持 NMT、PDO、SDO；波特率支持 5Kbit/s~1Mbps
- 支持 CANopen 协议的最多 8 个字节的 TPDO、最多 8 个字节的 RPDO、最多 4 个字节快速 Download SDO 和最多 4 个字节快速 Upload SDO
- TPDO 和 RPDO 可以采用默认的 COB-ID，也可以采用用户自定义的 COB-ID，默认的 COB-ID：TPDO 的 COB-ID 只能为：384+节点地址（0x180+节点地址）或 640+节点地址（0x280+节点地址）或 896+节点地址（0x380+节点地址）或 1152+节点地址（0x480+节点地址）；RPDO 的 COB-ID 只能为：512+节点地址（0x200+节点地址）或 768+节点地址（0x300+节点地址）或 1024+节点地址（0x400+节点地址）或 1280+节点地址（0x500+节点地址）
- 可支持多达 64 条 TPDO、64 条 RPDO 命令

2、Modbus 主站接口特性

- 串口采用 DB9（针）端子，支持 RS485 接口或 RS232 接口（用户订货时指明），半双工，波特率：1200~115200bps（支持波特率：1200、2400、4800、9600、19200、38400、56700、115200bps）；数据位：8bit；校验位：无、奇、偶可选；停止位：1 位、2 位可选
- 支持的功能码：01H、02H、03H、04H、05H、06H、0FH、10H；
- 支持的通信格式：RTU、ASCII 格式

3、其它特性

- 工作电源：直流 24V（11V~30V），消耗电流最大为 60mA（24V）
- 周围空气温度：-20℃ ~ 60℃，且 24 小时的平均值不超过 45℃（特殊定货除外）
- 机械尺寸：100mm（长）×700mm（宽）×25mm（深）
- 安装：35mm 导轨

四、Modbus 转 CANopen 网关 MCO-421 的配置

1、Modbus 转 CANopen 网关 MCO-421 的硬件配置

通过双击网关面板上的配置按钮可使 MCO-421 处于配置状态或者正常运行状态。

当 MCO-421 处于配置状态（数码管显示“CF”）时，用户可以通过配套配置软件 CM-123 设置相关 Modbus 读写命令、CANopen 相关 PDO 命令等参数。在配置模式下，双击配置按钮，则网关能保留当前配置并等待

一段时间后会复位系统，并进入运行状态。用户需使用 RS232 串口交叉线连接网关和电脑串口进行配置。当网关提供的串口（DB9 针）为 RS485 接口时，用户还需要 RS485/232 转换器。

当 MCO-421 处于正常运行状态，数码管显示当前配置的 CANopen 从站地址。如果 CAN 发送异常，数码管则显示“Eo”。

MCO-421 的电源接口和 CAN 接口共用五针端子。其中，CAN 接口 1KV 光电隔离。

2、Modbus 转 CANopen 网关 MCO-421 的软件配置

网关串口与电脑串口正确连接，给网关上电。双击配置按钮使 MCO-421 处于配置状态，打开安装的配置软件（产品光盘或者访问 <http://www.sibotech.net/Download01.asp>）。

配置软件界面如下图 8 所示：

在配置软件主界面，点击“CANopen”，设置 MCO-421 作为 CANopen 从站的通信波特率、节点地址等参数。用户在软件中设置的“CANopen 波特率”需和 CANopen 总线波特率参数一致（CANopen 主站设备即伺服驱动系统通信波特率）。

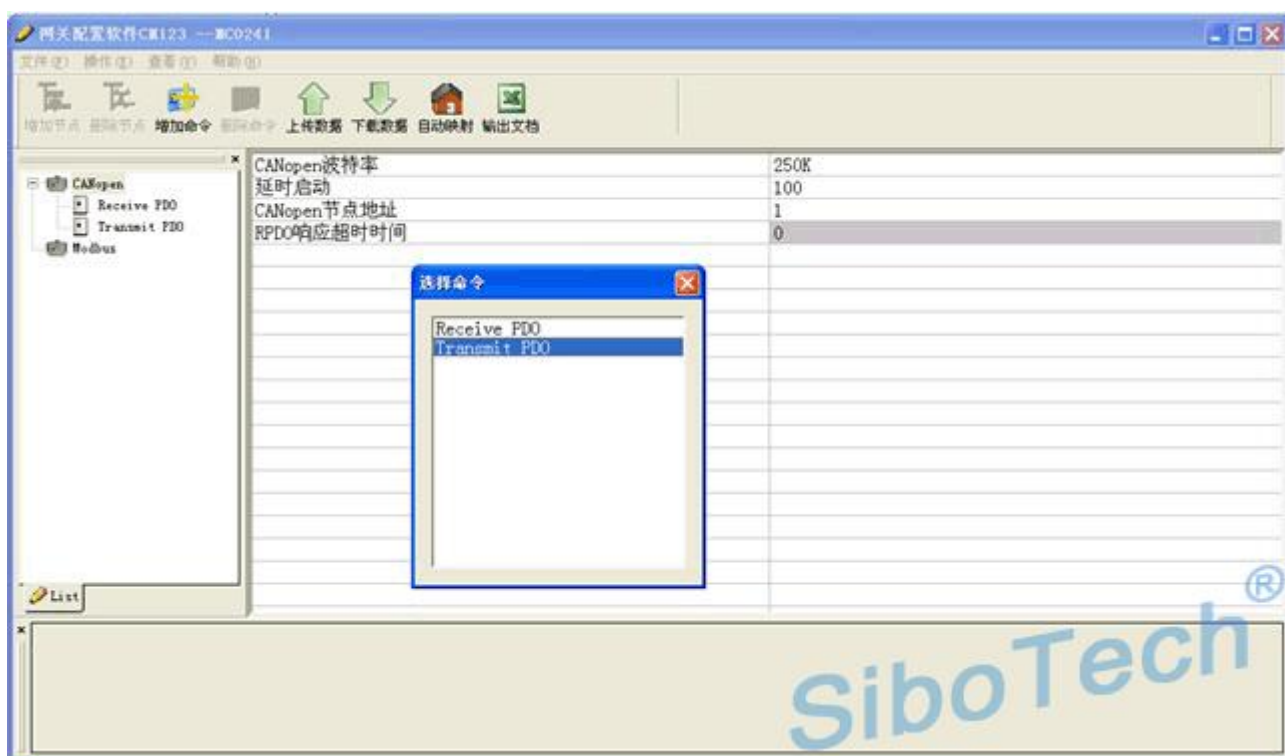


图 8 MCO-421 的软件配置界面

在 CANopen 从站下配置实际应用中需要的 TPDO 以及 RPDO 命令，并设置命令的 COB-ID、字节数，通过软件“自动映射”功能自动计算“映射地址”。RPDO 的“映射地址”为接收到 CANopen 主站发送过来的数据在网关内存输出缓存区中的存储地址。TPDO 的“映射地址”为发送给 CANopen 主站的数据在网关输入缓存区中的存储地址。

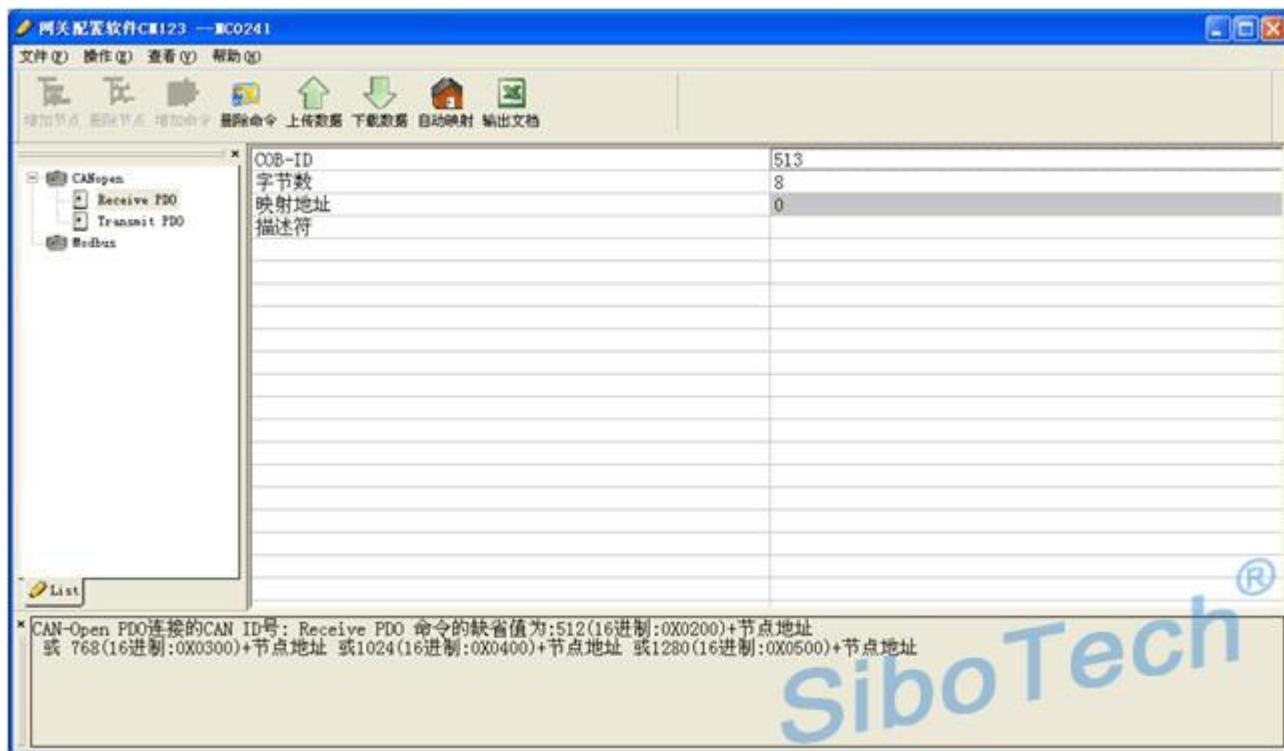


图 9 RPD0 命令的配置界面

在配置软件主界面，点击“Modbus”，设置串口通信参数：波特率、数据位、校验类型、停止位、传输格式等。注意：串口通信参数需与要连接的 Modbus 从站设备（即 HMI）的串口通信参数一致。

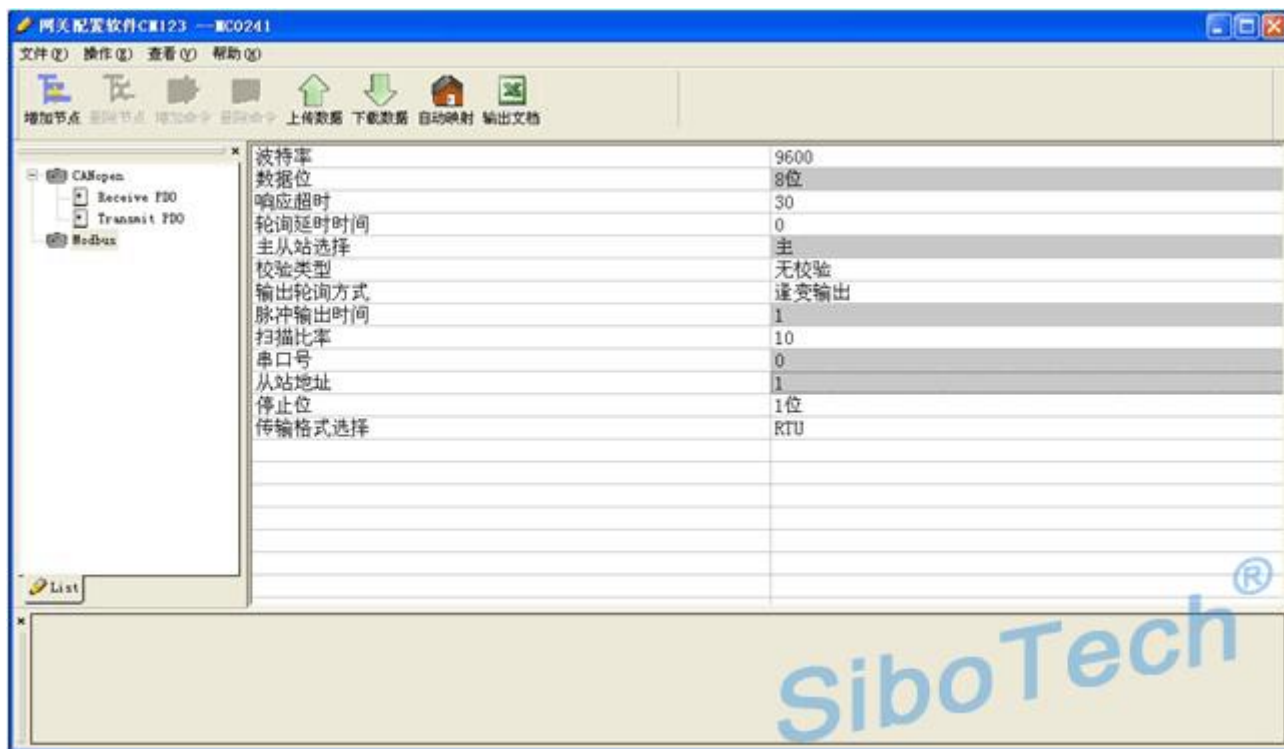


图 10 串口通信参数配置界面

右键点击“Modbus”，在软件中增加节点“Node-x”并设置节点地址（该节点地址即为所要连接的 Modbus 从站设备 HMI 的从站地址）及读写命令。

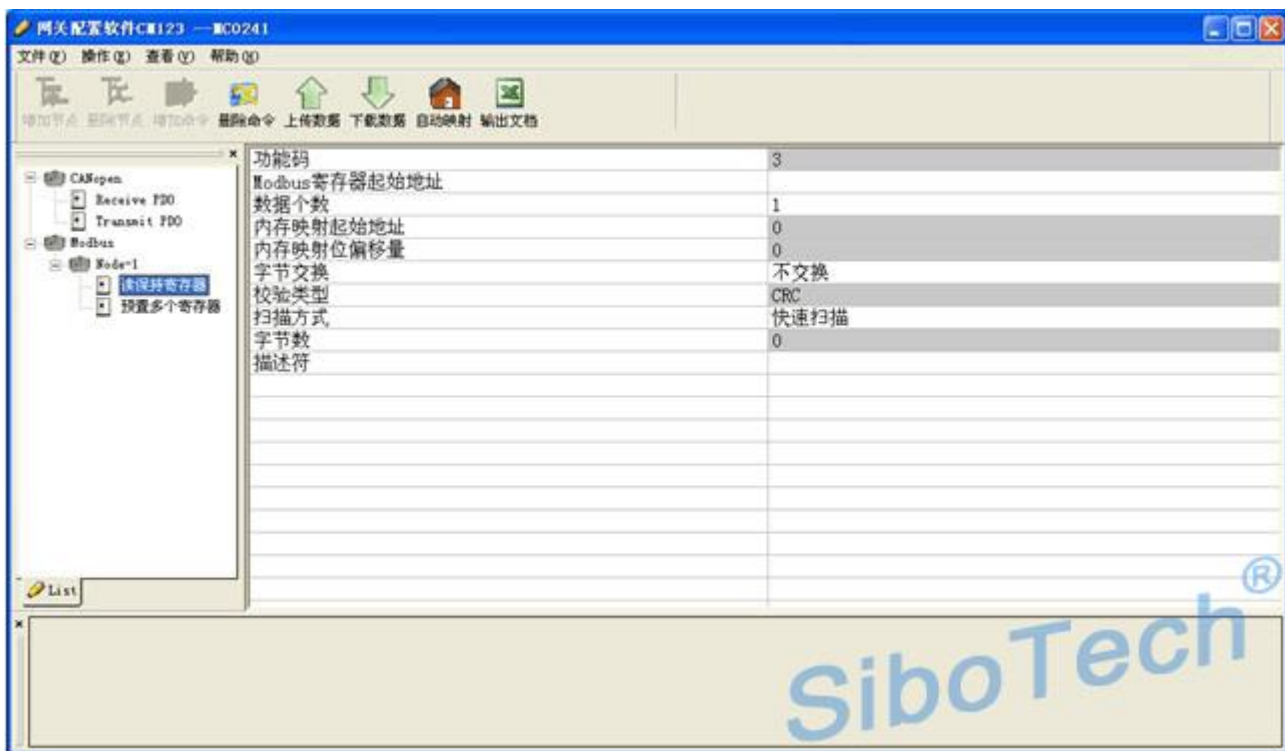


图 11 Modbus 读数据命令配置界面

在上图中，节点 1 下分别配置了 1 条读寄存器命令和 1 条写寄存器命令。其中，“读保持寄存器”命令参数界面如图 11 右侧所示，“Modbus 寄存器起始地址”指网关要读取的数据的寄存器地址。“数据个数”指该命令连续读取的寄存器（字）的个数。“内存映射起始地址”指该条命令读取的 HMI 相应的数据在网关输入缓存区的地址（通过软件的“自动映射”功能自动分配）。Modbus 写命令的“内存映射起始地址”指该条命令发送给 HMI 的数据在网关输出缓存区的地址（通过软件的“自动映射”功能自动分配）。

CANopen 命令和 Modbus 命令的映射地址可通过软件工具栏按钮“自动映射”或者“菜单栏、操作、自动映射”自动分配，CANopen 命令和 Modbus 命令映射地址之间的对应关系如下图所示：

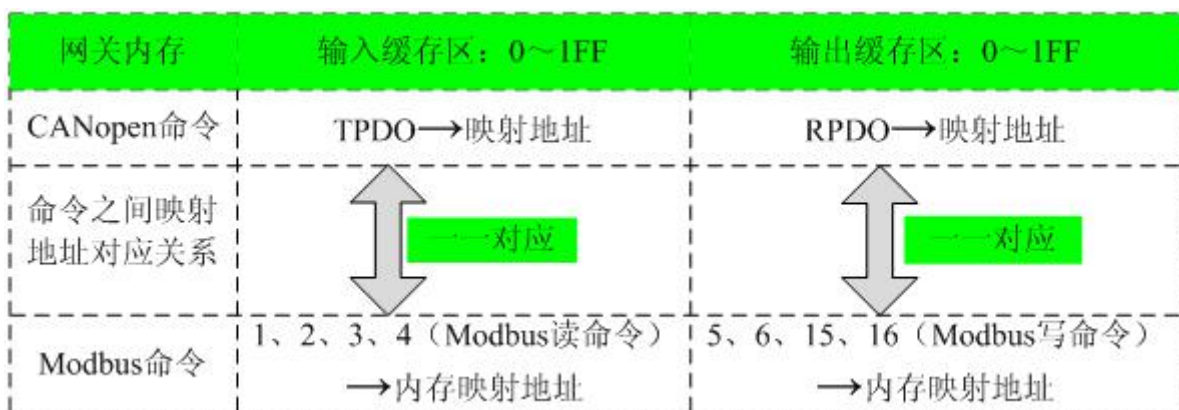


图 12 地址映射关系

“TPDO 映射地址”对应“1、2、3、4（Modbus 读命令）内存映射地址”：网关读取 Modbus 从站设备（HMI）的数据（通过 Modbus 读命令）存储在网关的输入缓存区，并通过配置的 TPDO 命令将网关输入缓存区的数据发送给 CANopen 主站设备。

“RPDO 映射地址”对应“5、6、15、16（Modbus 写命令）内存映射地址”：网关接收 CANopen 主站设备（伺服驱动系统）的数据（网关接收 RPDO 命令）存储在网关的输出缓存区，并通过配置的 Modbus 写命令将网关输出缓存区的数据发送给 Modbus 从站设备。

五、数据读写举例

假如在配置软件 CM-123 中做了如下设置：

CANopen 站地址	命令	COB-ID	字节数	映射地址（软件自动计算）
1	Transmit PDO（TPDO）	385（0181H）	8	0~7
	Receive PDO（RPDO）	513（0201H）	8	0~7
Modbus 节点地址	命令	寄存器起始地址	数据个数	映射地址（软件自动计算）
1	03 读保持寄存器	0	4	0~7
1	16 预置多个寄存器	10	4	0~7

图 13 软件配置举例

1、HMI 伺服驱动系统

网关 MCO-421 在串口侧轮询输出 03 命令读取节点地址为 1 的 HMI 的寄存器地址为 0 的连续 4 个数据（4 个寄存器），并将读取到的数据存储在网关输入缓存区的 0~7 字节位置。当输入缓存区 0~7 字节位置数据变化时，网关 MCO-421 在 CANopen 侧输出 1 条 TPDO（COB-ID=0x0181H），即将输入缓存区 0~7 中的数据发送给 CANopen 主站（伺服驱动系统）。注意，网关 CANopen 侧的 TPDO 命令为“逢变输出”，即当输入缓存区的数据发生变化时，才会输出相应映射地址的 TPDO 命令。即完成伺服驱动系统对 HMI 数据的读取。

2、伺服驱动系统 HMI

网关 CANopen 侧接收到 CANopen 主站（伺服驱动系统）发送过来的对应的 RPDO（COB-ID=0x0201H）命令，并将相应的数据存储在输出缓存区的 0~7 字节位置。当输出缓存区 0~7 字节位置数据变化时（配置软件中，输出命令方式配置为“逢变输出”，若配置为“连续输出”，则写数据命令与读数据命令类似，按照轮询周期连续输出），网关在串口侧输出 配置的 16 命令，将输出缓存区 0~7 字节数据发送到节点地址为 1 的 HMI 的寄存器地址为 10 的连续 4 个寄存器。即完成伺服驱动系统数据的输出。

六、结束语

在该加工中心的数控系统中，[MCO-421](#) 作为人机界面和伺服驱动系统之间的桥梁，能够使这两种完全不同的现场总线设备实现正常数据通信。在整个系统中，[上海泗博自动化](#)提供的 Modbus 转 CANopen 网关 [MCO-421](#) 表现了其稳定、可靠的性能，大大方便了机械加工行业各种现场总线的应用。

七、相关产品

[MCO-241](#)