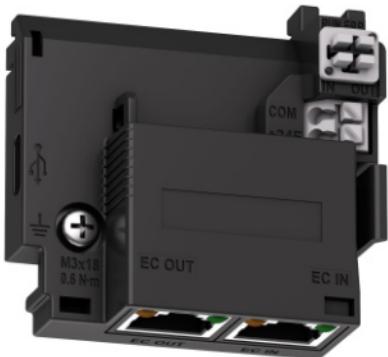


invt

EC-TX149

工业以太网通讯卡

用户手册



深圳市英威腾电气股份有限公司
SHENZHEN INVt ELECTRIC CO., LTD.

前言

概述

感谢选用英威腾 EC-TX149 工业以太网通讯卡。

本手册系统阐述了产品的功能特性、电气接口配置、通讯参数设置及 PLC 端通讯应用案例。为保障设备安全运行，操作前请完整阅读本手册及变频器用户手册的通讯协议内容。

本手册仅作为通讯卡操作指南及相关指令说明，PROFINET、EtherCAT、EtherNet IP、Modbus TCP、EtherNet UDP 协议的详细内容这里不作介绍。如果读者想要了解更多关于协议的内容，请参阅相关专业文章或书籍资料。

注意事项

安装和操作 EC-TX149 工业以太网通讯卡的工作人员必须经过专业的电气培训和安全知识培训并且考试合格，已经熟悉产品的安装、调试、投入运行以及维护保养的步骤和要求，并能避免产生各种紧急情况。

- 在安装、拆除和操作扩展卡前，请仔细阅读本手册和变频器用户手册的安全注意事项章节，确保在安全下操作。
- 如因用户未遵守本手册和变频器用户手册的安全注意事项而造成的伤害和设备损坏，本公司将不承担责任。
- 安装或拆除本扩展卡时需要拆开变频器的机壳，因此必须要完全断开变频器所有的电源输入，并确保设备内部电压已安全，方法请见变频器说明书。如果不遵守该项要求，可能会造成严重的人身伤害，甚至死亡。
- 存放扩展卡时，必须将之放于具防尘、防潮、不受电击以及没有机械压力的地方。
- 扩展卡对静电敏感，在相关操作时，必须做好防静电措施，以免损坏元器件。
- 在安装本扩展卡时，一定要拧紧螺钉，确保不松动及接地正常。

修改记录

由于产品版本升级或其他原因，本文档会不定期更新，恕不另行通知。

| 编号 | 修改内容摘要 | 版本 | 日期 |
|----|--------|------|---------|
| 1 | 创建 | V1.0 | 2025.06 |

本说明书使用的术语和缩略语

| | |
|----------|--|
| CAN | 控制器局域网。 |
| COB | 通讯对象，在 CAN 网络上的一个传输单元。 数据在 COB 内部沿着整个网络传输。 COB 本身是 CAN 消息帧的一部分。 |
| EDS | 电子数据表，在配置 CANopen 网络时需要使用的一个节点专用 ASCII 格式文件。 EDS 文件包含关于节点及其字典对象（参数）的常规信息。 |
| NMT | 网络管理，CAN 给定模型中的 CAN 应用层服务元素之一。 它负责 CAN 网络上的初始化、配置和故障处理。 |
| 对象词典 | 在本地存储某个设备所识别的所有通讯对象（COB）。 |
| PDO | 过程数据对象，一种 COB。 用来传输过程数据，比如控制命令、设定值、状态值和实际值。 |
| PDOOn Tx | 从站发送给主站的 PDO 指令，n 代表 1, 2, 3, 4。 |
| PDOOn Rx | 从站接收到主站发来的 PDO 指令，n 代表 1, 2, 3, 4。 |
| SDO | 服务数据对象，一种 COB。 用来传输非时间关键数据，比如参数值。 |
| RO | 表示只读访问。 |
| RW | 表示可读/写访问。 |
| SYNC | 同步传输类型。 |
| Node-ID | 节点号，即通讯卡地址。 |
| 0x | 0x 表示十六进制，例如 0x10 对应十进制的 16。 |

目录

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 1 产品确认 | 1 |
| 1.1 产品特点 | 1 |
| 2 PROFINET 协议 | 5 |
| 2.1 概述 | 5 |
| 2.2 产品特性 | 5 |
| 2.2.1 支持的功能 | 5 |
| 2.2.2 支持的通讯类别 | 5 |
| 2.2.3 状态指示灯 | 5 |
| 2.3 电气连接 | 6 |
| 2.4 通讯 | 7 |
| 2.4.1 报文格式 | 7 |
| 2.4.2 通讯 | 7 |
| 2.5 PLC 端通讯示例（S7-1200） | 15 |
| 2.5.1 参数配置 | 15 |
| 2.5.2 新建工程 | 17 |
| 2.5.3 添加 GSD 文件 | 18 |
| 2.5.4 配置工程的基本信息 | 19 |
| 2.5.5 分配 IO 设备（INVT 通讯卡）的设备名 | 23 |
| 2.5.6 保存、编译、下载 | 24 |
| 2.5.7 变频器参数监控 | 25 |
| 3 EtherNet IP 协议 | 27 |
| 3.1 概述 | 27 |
| 3.2 产品特性 | 27 |
| 3.2.1 支持的功能 | 27 |
| 3.2.2 支持的通讯类别 | 27 |
| 3.2.3 状态指示灯 | 27 |
| 3.3 电气连接 | 28 |
| 3.4 通讯 | 29 |
| 3.4.1 通讯设置 | 29 |
| 3.4.2 报文格式 | 29 |
| 3.4.3 通讯 | 30 |
| 3.5 PLC 端通讯示例 1（1769_L36ERMS） | 38 |
| 3.5.1 新建工程 | 38 |
| 3.5.2 导入 EDS 文件 | 39 |
| 3.5.3 新建设备对象 | 41 |
| 3.5.4 RsLinx Classic 使用 | 44 |
| 3.5.5 编写 PLC 程序 | 46 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.6 上位机连接与程序下载 | 48 |
| 3.5.7 利用 Studio 5000 V31 配置 PLC IP 地址..... | 50 |
| 3.5.8 DLR 环形组网配置 | 50 |
| 3.6 PLC 端通讯示例 2 (NJ501-1400) | 52 |
| 3.6.1 硬件连接 | 52 |
| 3.6.2 Network Configurator 软件设置 | 52 |
| 3.6.3 Sysmac Studio 软件设置 | 58 |
| 3.6.4 数据标签导入导出 | 63 |
| 3.6.5 PLC 程序下载和在线监控 | 66 |
| 4 EtherCAT 协议 | 74 |
| 4.1 概述 | 74 |
| 4.2 产品特性 | 74 |
| 4.2.1 支持的功能 | 74 |
| 4.2.2 支持的服务 | 74 |
| 4.2.3 状态指示灯 | 74 |
| 4.3 电气连接 | 75 |
| 4.4 通讯 | 76 |
| 4.4.1 CANopen over EtherCAT 参考模型 | 76 |
| 4.4.2 EtherCAT 从站信息 | 77 |
| 4.4.3 EtherCAT 状态机 | 77 |
| 4.4.4 PDO 过程数据映射 | 78 |
| 4.4.5 基于分布时钟的网络同步 | 79 |
| 4.5 CiA402 设备规约 | 80 |
| 4.5.1 CANopen over EtherCAT 状态机 | 80 |
| 4.5.2 设备运行模式 | 83 |
| 4.6 PLC 通讯示例 1 (TwinCAT2) | 85 |
| 4.7 PLC 通讯示例 2 (TM753) | 92 |
| 5 Modbus TCP 协议 | 98 |
| 5.1 概述 | 98 |
| 5.2 产品特性 | 98 |
| 5.2.1 支持的功能 | 98 |
| 5.2.2 支持的通讯类别 | 98 |
| 5.2.3 状态指示灯 | 98 |
| 5.3 电气连接 | 99 |
| 5.4 通讯 | 100 |
| 5.4.1 通讯设置 | 100 |
| 5.4.2 报文格式 | 100 |
| 5.4.3 Modbus TCP 通讯 | 100 |
| 5.4.4 数据地址的定义 | 102 |
| 5.4.5 现场总线比例值 | 105 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 5.4.6 错误消息回应 | 106 |
| 5.5 PLC 通讯示例 1 (S7-1200) | 107 |
| 5.6 PLC 通讯示例 2 (TM753) | 115 |
| 附录 A EtherCAT 对象字典 | 123 |
| 附录 B 通讯扩展卡相关功能码说明..... | 128 |

1 产品确认

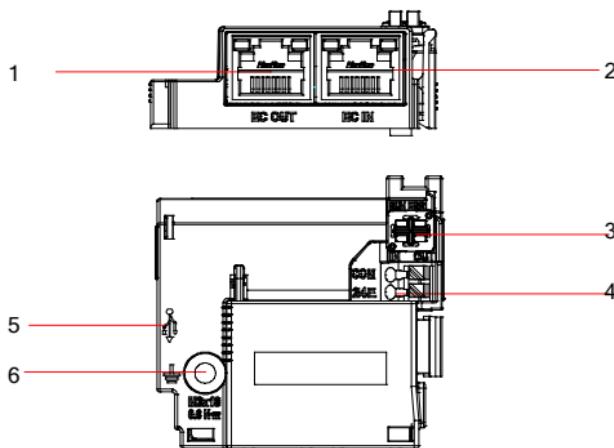
在收到 EC-TX149 工业以太网通讯卡产品时请确认以下内容：

- 检查通讯卡是否有损坏。
- 通过 PCB 上的条码标签来确认收到的通讯卡是否正确。
- 确认包装内容是否正确。
- 包装内含有一张通讯卡、一个扎线扣、一根扎带、一颗 M3 螺钉和一本说明书。
- 如果通讯卡有损坏、型号不对，或包装内容有缺少，请立即与供应商联系。
- 请向英威腾公司索要本卡的 EDS 文件或 xml 等文件。

1.1 产品特点

- 支持通过功能码选择协议。
- 支持选择 5 种协议：PROFINET、EtherCAT、EtherNet IP、EtherNet UDP、Modbus TCP 通讯协议。
- 部分协议支持同时运行监控功能，满足现场监控示波需求。
- 具备 2 个 RJ45 端口。
- 通讯速率可达 100Mbit/s，通讯周期短。
- 支持线型和星型网络拓扑，部分协议支持环形网络拓扑。
- 推荐使用双绞屏蔽超五类网线，水晶头需带铁壳满足接地屏蔽保护。

图 1-1 产品部件示意图



| 序号 | 名称 | 说明 |
|----|------------------|---|
| 1 | 通讯网口 (EC OUT) | 支持 5 种总线类型：PROFINET、EtherCAT、EtherNet IP、EtherNet UDP、Modbus TCP EtherCAT 为 OUT 端口，其它协议不区分方向 |
| 2 | 通讯网口 (EC IN) | 支持 5 种总线类型：PROFINET、EtherCAT、EtherNet IP、EtherNet UDP、Modbus TCP EtherCAT 为 IN 端口，其它协议不区分方向 |
| 3 | 指示灯 | 见各协议章节的指示灯内容 |
| 4 | +24E COM | 外部接入 24V，可用于通讯调试 |
| 5 | Type-C | 厂家保留 |
| 6 | 固定孔 | 用于扩展卡和控制板安装及固定 |

表 1-1 环境规格

| 项目 | 规格 |
|--------|---|
| 工作温度 | -10~50°C |
| 储存温度 | -20~60°C |
| 相对湿度 | 5%~95%(无凝结) |
| 其他气候条件 | 无凝露、结冰、雨、雪、雹等，太阳辐射低于 700W/m ² |
| 气压 | 70~106kPa |
| 振动和冲击 | 正弦振动 9~200Hz 时，5.8m/s ² (0.6g) |

图 1-2 RJ45 接口

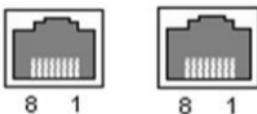


表 1-2 RJ45 接口功能

| Pin | Name | Description |
|-----|------|-----------------------|
| 1 | TX+ | Transmit Data+ (发信号+) |
| 2 | TX- | Transmit Data- (发信号-) |
| 3 | RX+ | Receive Data+ (收信号+) |
| 4 | n/c | Not connected (空脚) |
| 5 | n/c | Not connected (空脚) |
| 6 | RX- | Receive Data- (收信号-) |
| 7 | n/c | Not connected (空脚) |
| 8 | n/c | Not connected (空脚) |

表 1-3 协议选择(以 Goodrive28 系列为例)

| 功能码 | 协议 | 说明 |
|--------|-------------------------|----------|
| P24.00 | PROFINET | 0 (出厂默认) |
| | EtherCAT | 1 |
| | 保留 | 2 |
| | EtherNet IP | 3 |
| | Modbus TCP | 4 |
| | EtherNet UDP | 5 |
| | PROFINET + EtherNet UDP | 6 |
| | EtherCAT + EtherNet UDP | 7 |
| | 保留 | 8~14 |
| | 无通讯扩展卡 | 15 |

表 1-4 协议参数

| 协议 | 说明 |
|-------------|--|
| PROFINET | <ol style="list-style-type: none"> 支持 PROFINET 协议，支持 PROFINET IO 设备，支持介质冗余协议 MRP，搭配从站 GSDML 配置文件，可与西门子 PLC 等主站进行通讯。 实现读写变频器的过程量，读取变频器状态量，读写变频器功能码等对变频器的基本操作，本通讯卡支持 32 个 IO。 支持线型、星型和环型网络拓扑。 |
| EtherCAT | <ol style="list-style-type: none"> 支持 CiA301、CiA402 CoE 协议，搭配从站 XML 配置文件，可与倍福 PLC、英威腾控制器等主站进行通讯。 支持 PDO 服务，支持 SDO 服务，支持制造商定义的对象字典，支持 SDO 读写变频器功能码，满足厂内 EtherCAT 一致性测试认证要求。 支持线型、星型和环型网络拓扑。 具备 2 个 RJ45 端口，区分方向 IN 和 OUT。 |
| EtherNet IP | <ol style="list-style-type: none"> 支持 ODVA 行规，支持 DLR 环网协议，搭配从站 EDS 配置文件，可与罗克韦尔 PLC 等主站进行通讯。 实现读写变频器的过程量，读取变频器状态量，读写变频器功能码等对变频器的基本操作，本通讯卡支持 32 个 IO。 支持线型、星型和环型网络拓扑。 |
| Modbus TCP | <ol style="list-style-type: none"> 支持 Modbus TCP 协议，支持 Modbus TCP 从站，支持与多个主站同时通讯，可与施耐德 PLC、英威腾控制器等主站进行通讯。 实现读写变频器的过程量，读取变频器状态量，读写变频器功能码等对变频器的基本操作。 支持线型和星型网络拓扑。 |

| 协议 | 说明 |
|-------------------------|--|
| EtherNet UDP | <ol style="list-style-type: none">支持英威腾 Ethernet 协议，支持连接英威腾上位机 INVT Workshop, 进行监控和示波，允许多卡组网监控。支持线型和星型网络拓扑。 |
| PROFINET + EtherNet UDP | 支持同一网络同时运行PROFINET和EtherNet UDP。 |
| EtherCAT + EtherNet UDP | 支持同一网络同时运行EtherCAT和EtherNet UDP，且EtherCAT处于在线状态。 |

2 PROFINET 协议

2.1 概述

本协议卡定义为 PROFINET 从站，可用在支持 PROFINET 通讯的变频器上。

2.2 产品特性

2.2.1 支持的功能

- 支持 PROFINET 协议，支持 PROFINET IO 设备。
- 支持介质冗余协议 MRP，搭配从站 GSDML 配置文件，可与西门子 PLC 等主站进行通讯。
- 具备 2 个 PROFINET IO 端口支持 100M 全双工操作。
- 支持线型、星型和环型网络拓扑。
- 为了实现读写变频器的过程量，读取变频器状态量，读写变频器功能码等对变频器的基本操作，本通讯卡支持 32 个 IO。

2.2.2 支持的通讯类别

标准以太网通道：标准化通道是使用 TCP/IP 协议的非实时通讯通道，主要用于设备参数化、组态以及读取诊断数据。

实时通讯通道（RT）：RT 通道使用优化的通讯机制进行实时数据传输，优先级高于 TCP (UDP) /IP 协议，从而确保网络中不同站点能够在严格的时间要求下进行数据交换，满足毫秒级的总线周期。RT 通道通常用于传输过程数据、报警数据等实时信息。

不支持等时实时通讯通道（IRT）。

2.2.3 状态指示灯

PROFINET 通讯卡设置 4 个 LED 灯，用来指示通讯卡的不同状态，具体定义如表 2-1 所示。

表 2-1 状态灯定义

| 指示灯位号 | 颜色 | 定义 | 功能 |
|------------------|----|---------------------|--------------------------------------|
| RUN | 绿 | 常亮 | 通讯建立成功，且 IO 数据正常交互 |
| | | 闪烁（亮 500ms，灭 500ms） | 通讯建立成功，但是无有效的 IO 数据交互 |
| | | 闪烁（亮 100ms，灭 100ms） | 处于通讯配置阶段，如 DCP 配置指令时触发等，会与 ERR 灯同时闪烁 |
| | | 常灭 | 通讯卡和 PLC 通讯不在“在线”状态 |
| L/A IN (HOST) | 绿 | 常亮 | 通讯卡正在和变频器握手 |
| | | 闪烁（亮 500ms，灭 500ms） | 通讯卡和变频器处于正常通讯阶段 |

| 指示灯位号 | 颜色 | 定义 | 功能 |
|-------------------|----|---------------------|-------------------------------------|
| | | | 注意：握手完成后的阶段，不管通讯卡和主控板间是否有数据传输，都应闪烁。 |
| | | 常灭 | 通讯卡处于初始化或参数配置阶段 |
| L/A OUT (DATA) | 绿 | 常灭 | 通讯卡与主控板间无数据更新或更新异常 |
| | | 闪烁（亮 500ms，灭 500ms） | 通讯卡与主控板间数据更新正常 |
| ERR | 红 | 常灭 | 无故障 |
| | | 闪烁（亮 100ms，灭 100ms） | 通讯建立异常 |

2.3 电气连接

PROFINET 通讯卡采用标准的 RJ45 接口，其电气接线图如图 2-1、图 2-2 和图 2-3 所示。

请使用 CAT5, CAT5e, CAT6 网线进行电气连接，尤其当通讯距离超过 50m 时，请使用满足国家标准的高质量网线。

图 2-1 线型网络拓扑电气连接图

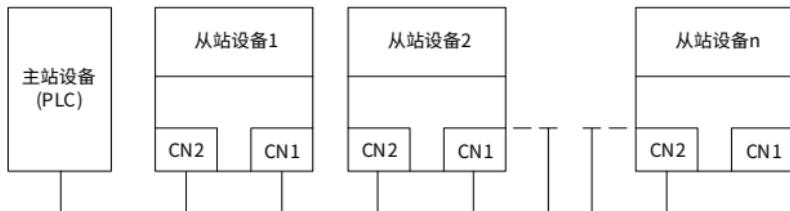
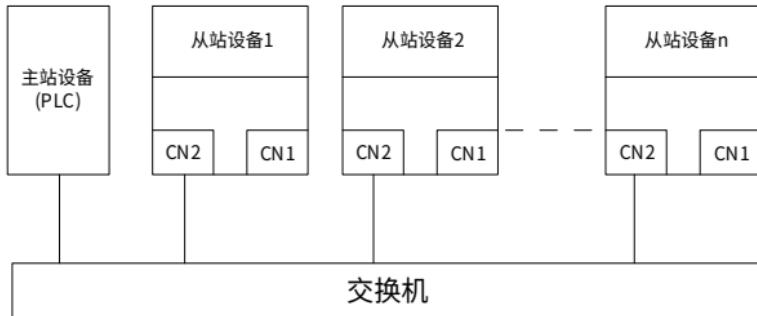
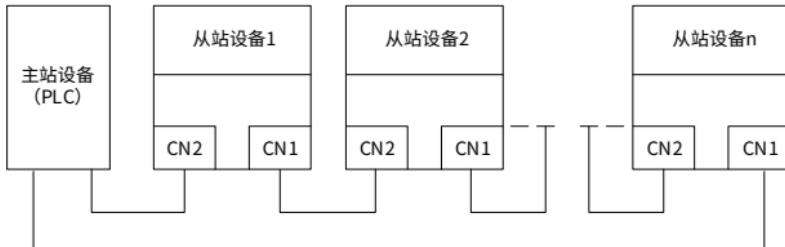


图 2-2 星型网络拓扑电气连接图



注意：对于星型网络拓扑，用户需准备交换机。

图 2-3 环型网络拓扑电气连接图



2.4 通讯

2.4.1 报文格式

RT 帧（非同步）的结构如表 2-2 所示。

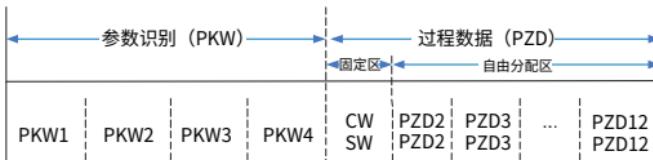
表 2-2 RT 帧结构

| 数据头 | 以太网类型 | VLAN | 以太网类型 | 帧标识符 | RT 用户数据 | 周期计数器 | 数据状态 | 传输状态 | FCS |
|----------|---------|---------|--------|---------------|---------------|---------|----------------|------|------|
| - | 2 字节 | 2 字节 | 2 字节 | 2 字节 | 36~1440 字节 | 2 字节 | 1 字节 | 1 字节 | 4 字节 |
| | 0x8100 | - | 0x8892 | - | - | - | - | - | - |
| | VLAN 标志 | | - | - | - | APDU 状态 | | | - |
| 数据头 | | | | | | | | | |
| 前导码 7 字节 | | 同步 1 字节 | | 源 MAC 地址 6 字节 | | | 目标 MAC 地址 6 字节 | | |

2.4.2 通讯

PROFINET 通讯卡支持 16 个字输入/输出，与变频器进行数据传输的报文格式如图 2-4 所示。

图 2-4 报文结构



通过以上的 32 个 IO 可对变频器设定给定参数、监测状态值、发送控制命令和监测运行状态以及读写变频器功能码参数，其具体操作见后续。

参数区：

PKW1–参数识别

PKW2–数组索引号

PKW3–参数值 1

PKW4–参数值 2

过程数据：

CW–控制字(从主机到从机, 见表 2-3、

表 2-4)

SW–状态字(从机到主机, 见表 2-6、表 2-7)

PZD–过程数据(由用户指定)

(从主机到从机的输出【给定值】，从从机到主机的输入【实际值】)

PZD 区 (过程数据区)：通讯报文的 PZD 区是为控制和监测变频器而设计的。在主站和从站中收到的 PZD 总是以最高的优先级加以处理，处理 PZD 的优先级高于处理 PKW 的优先级，而且总是传送接口上当前最新的有效数据。

控制字 (CW) 和状态字(SW)

控制字 (CW) 是现场总线系统控制变频器设备的基本方法。它由现场总线主机站发送给变频器设备，适配器模块充当一个网关的作用。变频器设备根据控制字的位码信息作出反应，并且通过状态字 (SW) 将状态信息反馈给主机。

给定值：变频器设备可以从多种方式接收控制信息，这些渠道有：模拟和数字输入端、变频器控制盘和某通讯模块（如 RS485、CH-PA01 适配模块）。为使 PROFINET 控制变频器设备，必须把通讯模块设置为变频器设备的控制器。

实际值：实际值是一个 16 位字，它包含变频器设备操作方面的信息。由变频器参数来定义监视功能。作为实际值发送给主机的整数的比例换算取决于所选择的功能，请参考相关的变频器手册。

说明：变频器设备总是检查控制字 (CW) 和给定值的字节。

任务报文 (主站->变频器)

控制字 (CW)：PZD 任务报文的第一个字是变频器控制字 (CW)。可根据功能码 P14.71 选择表示方式。表 2-3 和表 2-4 对以 Goodrive28 系列为为例的控制字(CW)进行了说明。

表 2-3 以 Goodrive28 系列为为例的控制字(CW) “十进制” 表示

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|-----|--------|---|------|
| 0~7 | 通讯控制命令 | 1 | 正转运行 |
| | | 2 | 反转运行 |
| | | 3 | 正转点动 |
| | | 4 | 反转点动 |

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|------|----------|---|------------------|
| | | 5 | 停机 |
| | | 6 | 自由停机 |
| | | 7 | 故障复位 |
| | | 8 | 点动停止 |
| | | 9 | 紧急停机 |
| 8 | 读写使能 | 1 | 读写使能 (PKW1~PKW4) |
| 9~10 | 选择电机组别 | 0 | 选择电机 1 |
| | | 1 | 选择电机 2 |
| 11 | 控制模式切换选择 | 0 | 不切换 |
| | | 1 | 转矩控制/速度控制切换使能 |
| 12 | 用电量清零 | 0 | 用电量清零禁止 |
| | | 1 | 用电量清零使能 |
| 13 | 预励磁 | 0 | 预励磁禁止 |
| | | 1 | 预励磁使能 |
| 14 | 直流制动 | 0 | 直流制动禁止 |
| | | 1 | 直流制动使能 |
| 15 | 心跳给定 | 0 | 心跳禁止 |
| | | 1 | 心跳使能 |

表 2-4 以 Goodrive28 系列为例的控制字(CW)“二进制”表示

| 位 | 名称 | 说明 | | 优先级 |
|-------|---------------|---------|---------|--------|
| 0 | 正向运行 | 0: 减速停机 | 1: 正向运行 | 1 |
| 1 | 反向运行 | 0: 减速停机 | 1: 反向运行 | 2 |
| 2 | 故障复位 | 0: 无 | 1: 故障复位 | 3 |
| 3 | 自由停机 | 0: 无 | 1: 自由停机 | 4 |
| 4 | 正向点动 | 0: 无 | 1: 正向点动 | 5 |
| 5 | 反向点动 | 0: 无 | 1: 反向点动 | 6 |
| 6 | 点动停止 | 0: 无 | 1: 点动停止 | 7 |
| 7 | - | 保留 | | - |
| 8 | 读写使能 (PKW1~4) | 0: 无 | 1: 读写使能 | - |
| 9 | - | 保留 | | - |
| 10 | 紧急停机 | 0: 无 | 1: 紧急停机 | 0: 最优先 |
| 11~15 | - | 保留 | | - |

设定值 (REF): PZD 报文的第 2 个字至第 12 个字是主设定值 REF，主频率设定值由主设定信号源提供。表 2-5 列出了以 Goodrive28 系列为例的设定值。

表 2-5 以 Goodrive28 系列为为例设定值

| 功能码 | 字 | 取值范围 | 默认值 |
|--------|----------|---|-----|
| P23.02 | PZD2 接收 | 0~31 | 0 |
| P23.03 | PZD3 接收 | 0: 无效 | 0 |
| P23.04 | PZD4 接收 | 1: 设定频率 (0~Fmax, 单位 0.01Hz) | 0 |
| P23.05 | PZD5 接收 | 2: PID 给定 (-1000~1000, 1000 对应 100.0%) | 0 |
| P23.06 | PZD6 接收 | 3: PID 反馈 (-1000~1000, 1000 对应 100.0%) | 0 |
| P23.07 | PZD7 接收 | 4: 转矩设定值 (-3000~3000, 1000 对应 100.0% 电机额定电流) | 0 |
| P23.08 | PZD8 接收 | 5: 正转上限频率设定值 (0~Fmax, 单位 0.01Hz) | 0 |
| P23.09 | PZD9 接收 | 6: 反转上限频率设定值 (0~Fmax, 单位 0.01Hz) | 0 |
| P23.10 | PZD10 接收 | 7: 电动转矩上限转矩 (0~3000, 1000 对应 100.0% 电机额定电流) | 0 |
| P23.11 | PZD11 接收 | 8: 制动转矩上限转矩 (0~3000, 1000 对应 100.0% 电机额定电流) | |
| P23.12 | PZD12 接收 | 9: 虚拟输入端子命令 (0x000~0x7FF) | |
| | | 10: 虚拟输出端子命令 (0x000~0x01F) | |
| | | 11: V/F 分离电压设定值 (0~1000, 1000 对应 100.0% 电机额定电压) | |
| | | 12: AO 输出设定值 1 (0~1000, 1000 对应 100.0%) | |
| | | 13: AO 输出设定值 2 (-1000~1000, 1000 对应 100.0%) | |
| | | 14~18: 保留 | |
| | | 19: 功能码映射 (PZD2~PZD12 分别对应 P14.49~P14.59) | |
| | | 20~31: 保留 | |
| | | | 0 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

应答报文 (变频器->主站)

状态字 (SW) : PZD 应答报文的第一个字是变频器的状态字 (SW) , 可根据功能码 P14.71 选择表示方式。表 2-6 和表 2-7 对以 Goodrive28 系列为为例的状态字 (SW) 进行了说明。

表 2-6 以 Goodrive28 系列为为例状态字(SW) “十进制” 表示

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|------|--------|---|-------------|
| 0~7 | 运行状态字节 | 1 | 正转运行中 |
| | | 2 | 反转运行中 |
| | | 3 | 变频器停机中 |
| | | 4 | 变频器故障中 |
| | | 5 | 变频器 POFF 状态 |
| 8 | 母线电压建立 | 0 | 运行准备未就绪 |
| | | 1 | 运行准备就绪 |
| 9~10 | 电机组别反馈 | 0 | 电机 1 反馈 |

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|-------|--------|---|---------|
| | | 1 | 电机 2 反馈 |
| 11 | 电机类型反馈 | 0 | 异步电机 |
| | | 1 | 同步电机 |
| 12 | 过载预警反馈 | 0 | 未过载预报警 |
| | | 1 | 过载预报警 |
| 13~14 | 运行模式选择 | 0 | 键盘控制 |
| | | 1 | 端子控制 |
| | | 2 | 通讯控制 |
| | | 3 | 保留 |
| 15 | 心跳反馈 | 0 | 无心跳反馈 |
| | | 1 | 心跳反馈 |

表 2-7 以 Goodrive28 系列为例的状态字(SW)“二进制”表示

| 位 | 名称 | 说明 | | 优先级 |
|------|-------|------|-----------------|-----|
| 0 | 正向运行 | 0: 无 | 1: 正向运行中 | 1 |
| 1 | 反向运行 | 0: 无 | 1: 反向运行中 | 2 |
| 2 | 停机 | 0: 无 | 1: 变频器停机中 | 3 |
| 3 | 故障 | 0: 无 | 1: 变频器故障中 | 4 |
| 4 | P OFF | 0: 无 | 1: 变频器 P OFF 状态 | 5 |
| 5 | 预励磁 | 0: 无 | 1: 变频器预励磁状态 | 6 |
| 6~15 | - | 保留 | | - |

实际值 (ACT)：PZD任务报文的第2个字至第12个字是主实际值ACT，主频率实际值是由主实际值信号源提供。表2-8列出了以Goodrive28系列为例的实际状态值。

表 2-8 以 Goodrive28 系列为例实际状态值

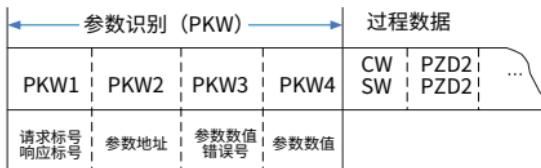
| 功能码 | 字 | 取值范围 | 默认值 |
|--------|----------|---------------------|-----|
| P23.13 | PZD2 发送 | 0~32 | 0 |
| P23.14 | PZD3 发送 | 0: 无效 | 0 |
| P23.15 | PZD4 发送 | 1: 运行频率 (*100, Hz) | 0 |
| P23.16 | PZD5 发送 | 2: 设定频率 (*100, Hz) | 0 |
| P23.17 | PZD6 发送 | 3: 母线电压 (*10, V) | 0 |
| P23.18 | PZD7 发送 | 4: 输出电压 (*1, V) | 0 |
| P23.19 | PZD8 发送 | 5: 输出电流 (*100, A) | 0 |
| P23.20 | PZD9 发送 | 6: 输出转矩实际值 (*10, %) | 0 |
| P23.21 | PZD10 发送 | 7: 输出功率实际值 (*10, %) | 0 |
| P23.22 | PZD11 发送 | 8: 运行转速 (*1, RPM) | 0 |
| P23.23 | PZD12 发送 | 9: 运行线速度 (*1, m/s) | 0 |

| 功能码 | 字 | 取值范围 | 默认值 |
|-----|---|---|-----|
| | | 10: 斜坡给定频率 (*100, Hz) 11: 故障代码 12: AI1 值 (*100, V) 13: AI2 值 (*100, V) 14: AI3 值 (*100, V) 15: 保留 16: HDI1 频率值 (*100, kHz) 17: 保留 18: 端子输入状态 19: 端子输出状态 20: PID 给定 (*100, %) 21: PID 反馈 (*100, %) 22~26: 保留 27: 变频器状态字 2 28~31: 保留 32: 功能码映射 (PZD2~PZD12 分别对应 P14.60~P14.70) | |

PKW区

PKW区（参数识别标记PKW1—数值区）：PKW区说明参数识别接口的处理方式，PKW接口并非物理意义上的接口，而是一种机理，这一机理确定了参数在两个通讯伙伴之间的传输方式，如参数的数值读和写。

图 2-5 参数识别区



在周期性通讯中，PKW区由4个字（16位）组成，每个字的定义如下表：

| 第1个字PKW1（16位） | | |
|---------------|---------------------|---------|
| 位15~00 | 任务或应答识别标记 | 0~7 |
| 第2个字PKW2（16位） | | |
| 位15~00 | 基本参数地址 | 0~247 |
| 第3个字PKW3（16位） | | |
| 位15~00 | 参数的数值（高位字）或返回值的错误代码 | 00 |
| 第4个字PKW4（16位） | | |
| 位15~00 | 参数的数值（低位字） | 0~65535 |

注意：如果主站请求一个参数的数值，主站传送到变频器的报文PKW3和PKW4中的数值即不再有效。

任务请求和应答：当向从机传递数据时，主机使用请求标号，而从机使用响应标号作为其整的或负的确认。

表 2-9 任务标识标记 PKW1 定义

| 请求（从主机到从机） | | 响应信号 | |
|------------|-----------------------------|------|------|
| 请求 | 功能 | 正的确认 | 负的确认 |
| 0 | 无任务 | 0 | - |
| 1 | 请求参数值 | 1, 2 | 3 |
| 2 | 修改参数值（单字）[只是修改 RAM] | 1 | 3, 4 |
| 3 | 修改参数值（双字）[只是修改 RAM] | 2 | 3, 4 |
| 4 | 修改参数值（单字）[RAM 和 EEPROM 都修改] | 1 | 3, 4 |
| 5 | 修改参数值（双字）[RAM 和 EEPROM 都修改] | 2 | 3, 4 |

注意：请求标号“3”--修改参数值（双字）[只是修改RAM]和“5”--修改参数值（双字）[RAM和EEPROM都修改]暂不支持。

表 2-10 应答标识标记 PKW1 定义

| 响应标号（从机到主机） | |
|-------------|--|
| 确认号 | 功能 |
| 0 | 无响应 |
| 1 | 传送参数值（单字） |
| 2 | 传送参数值（双字） |
| 3 | 任务不能被执行，并返回如下错误号： 1: 非法命令 2: 非法数据地址 3: 非法数据值 4: 操作失败 5: 密码错误 6: 数据帧错误 7: 参数为只读 8: 参数运行中不可改 9: 密码保护 10: 映射功能码操作失败 |
| 4 | 保留 |

PKW举例：

例1：读参数值；读取键盘设定频率的值（键盘设定频率的地址为10），通过将PKW1字设置为1，PKW2设置为0A，可以实现该操作，返回值在PKW4中。以下数据为十六进制。

请求（主站→变频器）

| | PKW1 | | PKW2 | | PKW3 | | PKW4 | | CW | | PZD2 | | PZD3 | | ... | PZD12 | |
|----|------|----|------|----|------|----|------|----|----|----|------|----|------|----|-----|-------|----|
| 请求 | 00 | 01 | 00 | 0A | 00 | 00 | 00 | 00 | xx | xx | xx | xx | xx | xx | ... | xx | xx |

000A：参数地址

0001：请求读参数值

响应（变频器→主站）

| | PKW1 | | PKW2 | | PKW3 | | PKW4 | | CW | | PZD2 | | PZD3 | | ... | PZD12 | |
|----|------|----|------|----|------|----|------|----|----|----|------|----|------|----|-----|-------|----|
| 响应 | 00 | 01 | 00 | 0A | 00 | 00 | 13 | 88 | xx | xx | xx | xx | xx | xx | ... | xx | xx |

1388：地址10的参数值

0001：响应（参数值被刷新）

例2：修改参数值（RAM和EEPROM都修改）；修改键盘设定的频率的值（键盘设定频率的地址为10），通过将PKW1字设置为4，PKW2设置为0A，可以实现该操作，需要修改的值1388H（50.00）在PKW4中。

请求（主站→变频器）

| | PKW1 | | PKW2 | | PKW3 | | PKW4 | | CW | | PZD2 | | PZD3 | | ... | PZD12 | |
|----|------|----|------|----|------|----|------|----|----|----|------|----|------|----|-----|-------|----|
| 请求 | 00 | 04 | 00 | 0A | 00 | 00 | 13 | 88 | xx | xx | xx | xx | xx | xx | ... | xx | xx |

1388：地址10的参数值

0004：修改参数值

响应（变频器→主站）

| | PKW1 | | PKW2 | | PKW3 | | PKW4 | | CW | | PZD2 | | PZD3 | | ... | PZD12 | |
|----|------|----|------|----|------|----|------|----|----|----|------|----|------|----|-----|-------|----|
| 响应 | 00 | 01 | 00 | 0A | 00 | 00 | 13 | 88 | xx | xx | xx | xx | xx | xx | ... | xx | xx |

0001：响应（参数值被刷新）

PZD举例：PZD区的传输是通过变频器功能码设置来实现的，相关功能码见相关INVT变频器相关用户手册。

例1：读取变频器的过程数据

本例中，变频器参数选择实际值数组中的“8：运行转速”作为PZD3来传输，通过设置P23.14为8来可以实现该操作，这种操作具有强制性，直到该参数被其他选项代替。

响应（变频器→主站）

| | PKW1 | | PKW2 | | PKW3 | | PKW4 | | CW | | PZD2 | | PZD3 | | ... | PZD12 | | | |
|----|------|----|------|----|------|----|------|----|----|----|------|----|------|----|-----|-------|-----|----|----|
| 响应 | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | 00 | 0A | ... | xx | xx |

例2：将过程数据写入变频器设备

本例中，变频器参数选择给定数组中的“2：PID给定”的值从PZD3中取出，通过设置P23.03为2来可以实现该操作，在每一个请求帧内参数都会使用PZD3的内容来进行更新，直到重新选择一个参数。

请求（主站→变频器）

| | PKW1 | | PKW2 | | PKW3 | | PKW4 | | CW | | PZD2 | | PZD3 | | ... | PZD12 | | | |
|----|------|----|------|----|------|----|------|----|----|----|------|----|------|----|-----|-------|-----|----|----|
| 请求 | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | xx | 00 | 00 | ... | xx | xx |

随后，在每一个请求帧内PZD3的内容为牵引力给定，直到重新选择一个参数。

2.5 PLC 端通讯示例（S7-1200）

以下是使用PROFINET适配器模块与西门子S7-1200系列PLC通讯的配置步骤示例（基于TIA PORTAL V13上位机软件）。

2.5.1 参数配置

用标准网线将PLC和PC相连，在PC网络设置中设置好电脑IP（例如192.168.0.100）。设置PLC的IP与名称。

打开“TIA PORTAL V13”软件，①单击左边的“在线与诊断”，②再单击“可访问设备”，③在弹出的可访问设备菜单栏中“PG/PC接口的类型”选择为“PN/IE”，④“PG/PC接口”选择以太网口，⑤最后单击“开始搜索”扫描连接的PLC设备，如下图所示。



若PLC与PC连接正常，扫描完成后，PLC设备会出现在设备栏里，如下图的红色框所示，设备栏显示设备、设备类型及设备MAC地址。再单击右下角的“显示”按钮，进入设备设置。



①在设备树中单击“在线和诊断”，②在右边的菜单栏中单击功能下的“分配 IP 地址”，再在③所标红框中设置 PLC 的 IP 地址及子网掩码，确保 PC 的 IP 和 PLC 的 IP 地址在同一网段即可，如下图所示。

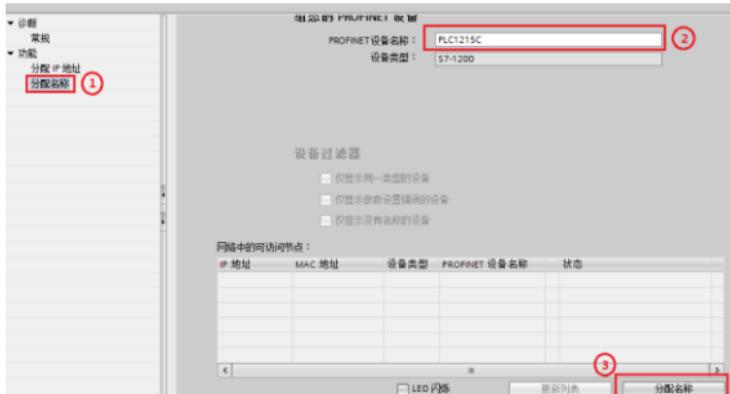


①设置 PLC 的 IP 地址为“192.168.0.1，子网掩码为 255.255.255.0”(IP 地址也可勾选“使用路由器”，即路由器分配 IP)，②设置完成后单击“分配 IP 地址”按钮，如下图所示。



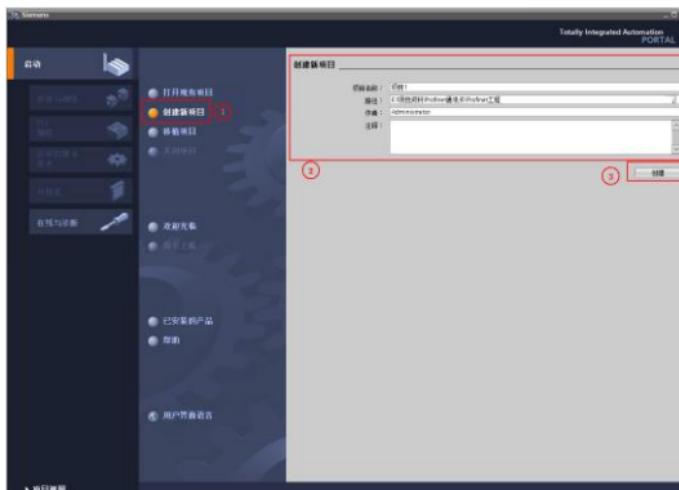
①单击“分配名称”，在右边菜单栏②所示位置标注所设置 PLC 的名称，如名称为

“PLC1215C”，③单击“分配名称”按钮，如下图所示。

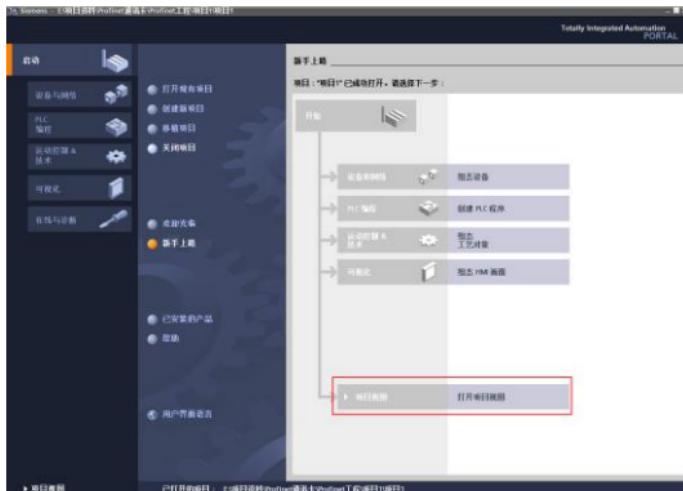


2.5.2 新建工程

双击“TIA PORTAL V13”图标，打开 TIA PORTAL V13 工程工具。①单击“创建新项目”按钮，创建一个新的工程，在下图②红色方框中添加“项目名称、路径、作者、注释”等相关信息。③点击“创建”按钮，创建一个新的工程。

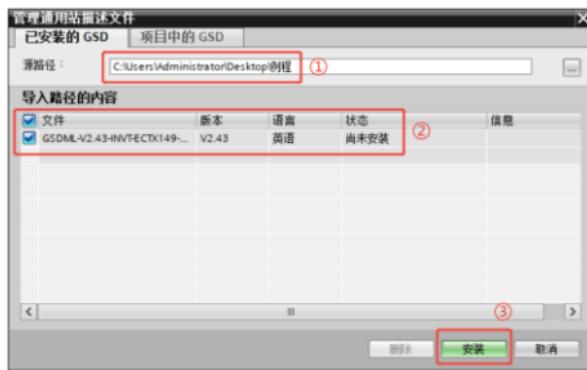


创建后，双击“打开项目视图”，如下图所示。

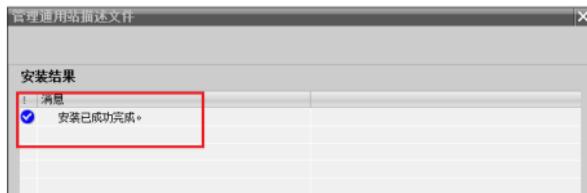


2.5.3 添加 GSD 文件

在工程视图中，单击工具栏“选项 (N)”选项。然后，在下拉列表中选择“管理通用站描述文件(GSD)”选项，弹出框如下。①在源路径输入 INVT GSD 文件所在的文件目录，②选择“GSD”文件，③点击“安装”按钮开始安装。



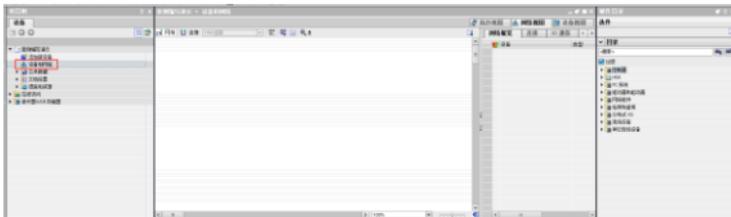
安装成功之后，会弹出安装成功提示，表示 GSDML 文件安装成功。



2.5.4 配置工程的基本信息

1. 进入设备与网络视图界面。

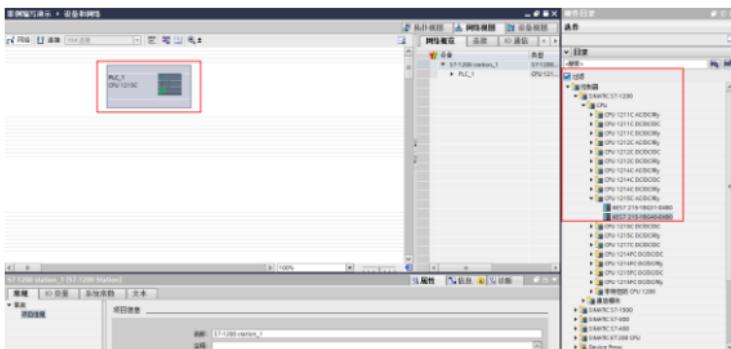
在工程视图中，选中在左边项目树中的“设备和网络”，并双击“设备和网络”按钮，进入网络概览视图界面。



2. 添加工程设备与 PROFINET 网络。

A. 添加 PLC S7-1215C 至“设备和网络”视图中。

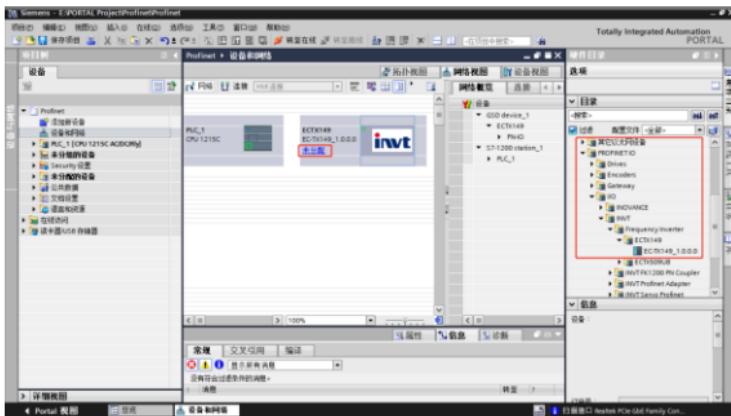
在上图所示的右侧栏“硬件目录”中依次选择，“控制器” → “SIMATIC S7-1200” → “CPU” → “CPU 1215C AC/DC/RLY” → “6ES7 215-1BG40-0XB0”，双击或者拖动“6ES7 215-1BG40-0XB0”图标到工程中。



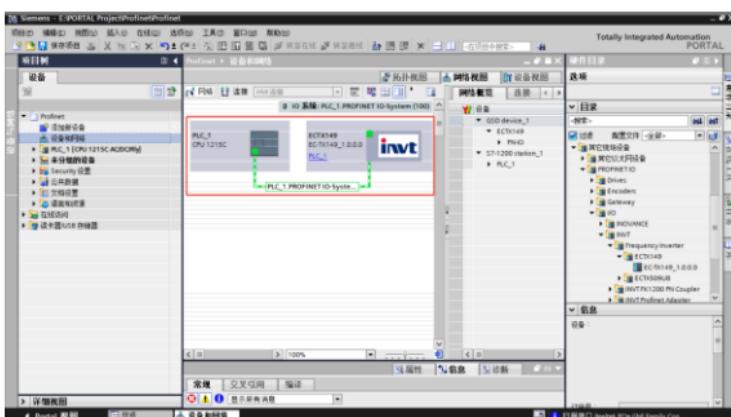
B. 添加 INVT 通讯卡至“设备和网络”视图中。

在“硬件目录”中，单击“其他现场设备” → “PROFINET IO” → “I/O” → “INVT” → “Frequency Inverter” → “ECTX149”。最后，双击“ECTX149_1.0.0.0”图标，

将其拖至“硬件和网络”视图中，此时通讯卡显示为未分配。

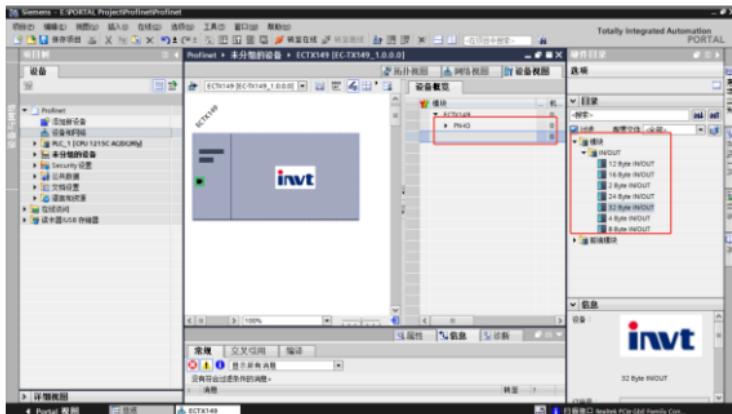


单击“EC-TX149_1.0.0.0”的“未分配”选项，选择IO控制器“PLC_1.PROFINET 接口_1”，即可发现网络视图中CPU与INVT PROFINET连接到同一个PROFINET子网中。

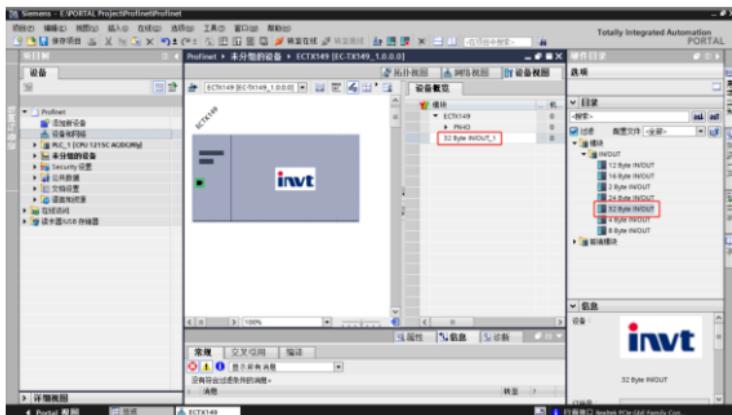


C. 添加 INVT I/O 子模块到工程中。

双击“设备和网络”视图中的“EC-TX149_1.0.0.0”图标，进入INVT设备视图界面。



单击右侧“硬件目录”→“模块”，双击或者拖动“32 Byte IN/OUT”模块到“设备视图”中的空白处，“32 Byte IN/OUT”模块被添加到工程之中。



D. 简单配置 S7-1215C 和 INVT PROFINET 参数。

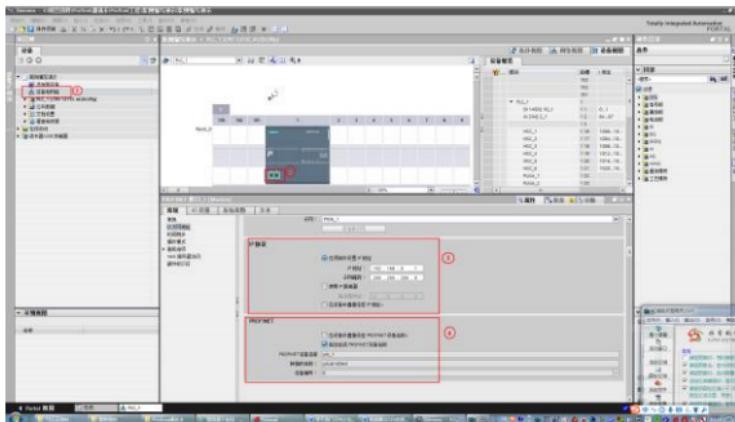
a) 配置 PLC S7-1215C 参数。

- 双击“设备和网络”选项，进入“设备和网络”视图界面。
- 双击“设备和网络”视图界面内的 PLC S7-1215C 的图标，进入“PLC 设备视图”界面。
- 双击 PLC 图标中的网络接口位置，进入 PLC 设备 PROFINET 接口_1 属性编辑

界面栏。

- 单击“常规”列表内“以太网地址”选项，设置 PLC 的地址与名称（本案以 PLC 的 IP 地址为 192.168.0.1，名称为 PLC1215C 为例）。

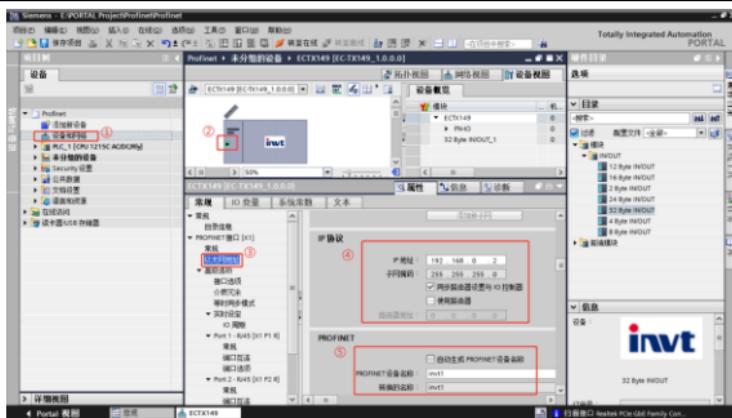
操作步骤如下图所示。



b) 配置 INVT PROFINET 通讯卡参数。

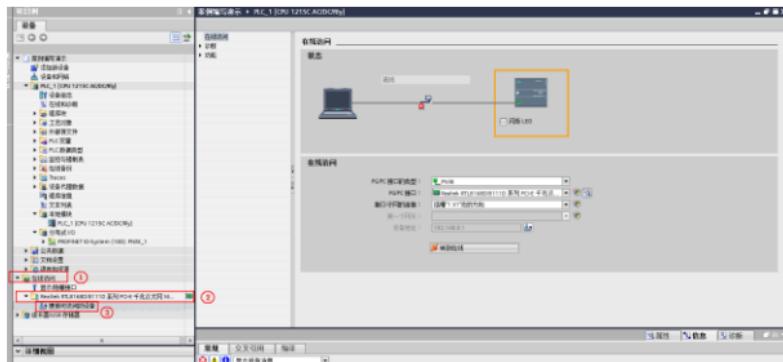
- 双击“设备和网络”选项，进入“设备和网络”视图界面。
- 双击界面内 EC-TX149_1.0.0.0 图标，进入通讯卡设备视图界面。
- 双击 INVT PROFINET 通讯卡图标中网络接口位置，进入 PROFINET 接口编辑界面。
- 单击“常规”列表内“PROFINET 接口【X1】”选项，然后单击下拉列表中的“以太网地址”选项。根据下图所示参数配置 INVT PROFINET 通讯卡参数，即通讯卡的 IP 的地址及设备名称（以 IP 为 192.168.0.2，名称为 INVT1 为例）。

操作步骤如下图所示。



2.5.5 分配 IO 设备（INVT 通讯卡）的设备名

在 CPU 和 INVT PROFINET 通讯卡通过网线与电脑连接成功的基础上，①单击左侧下拉列表中的“在线访问”，②找到与 PLC 及通讯卡相连的电脑所对应的网卡。③双击“更新可访问的设备”，待 TIA PORTAL 响应。



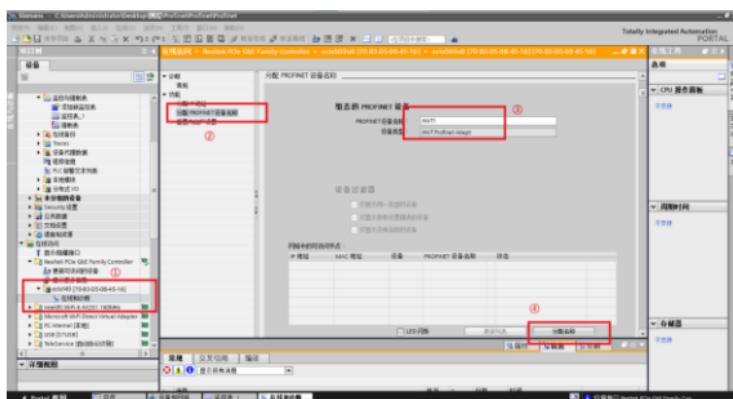
TIA PORTAL 响应完成后，可访问设备 PLC 与 INVT 通讯卡将会显示在可访问设备下，如下图所示。

在显示的所有设备中，找到INVT通讯卡设备并单击它，如下图中的ectx149设备。

注意：首次使用通讯卡时，设备只能扫到默认名称。

- ①双击“在线和诊断”，进入在线诊断状态；单击“功能”→②“分配PROFINET设备名称”；
- ③进入“分配PROFINET设备名称”界面。在PROFINET设备名称中输入通讯卡所需要设置的名字,点击右下角的④“分配名称”确定。

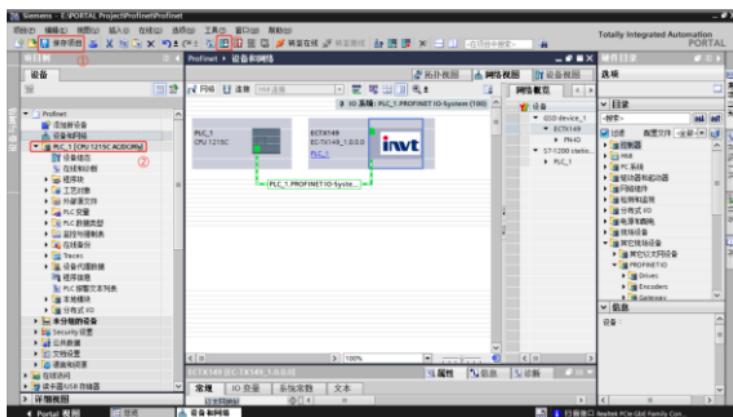
▲注意：通过在线设置到PROFINET通讯卡的名字，必须与组态工程里面设置PROFINET通讯卡的名字保持一致，不然设备之间不能进行PROFINET通讯。



2.5.6 保存、编译、下载

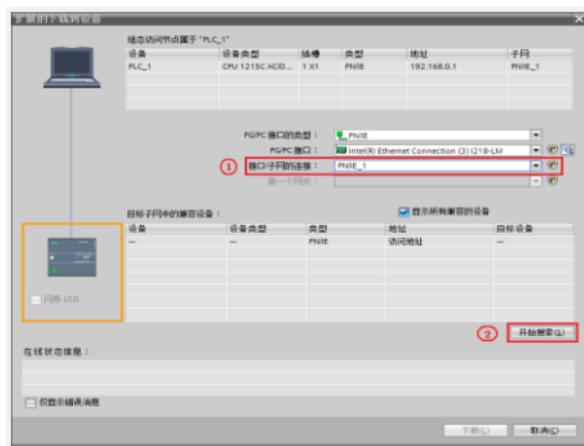
完成整个工程配置后，将工程配置信息下载至PLC S7-1215C中。

①点击“保存项目”保存整个工程；②右键单击“PLC_1【CPU 1215C AC/DC/RLY】”→指针选择“编译”→“硬件和软件(仅更改)”编译整个工程；③单击“下载到设备”图标，将工程组态下载到PLC控制器中。



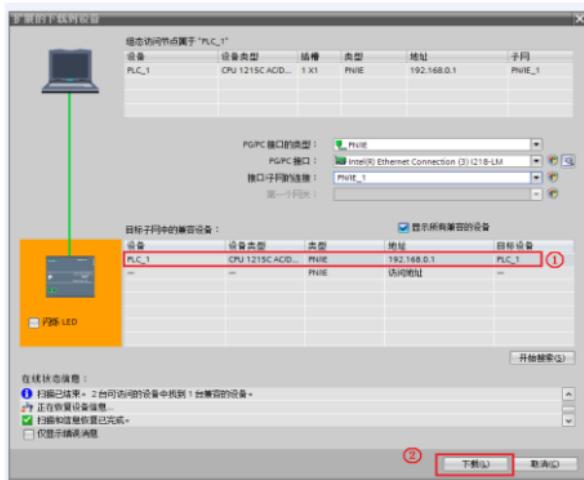
在下载对话框中，搜索已连接的PLC设备，如下图所示。

①在“接口/子网的连接”选项的下拉列表中，选择“PN/IE_1”选项。②单击右下角“开始搜索”按钮，开始扫描侦测网络中的PLC设备。



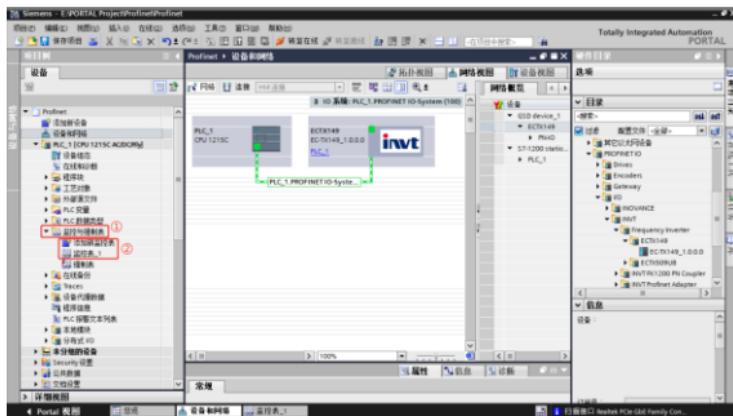
搜索完成后，连接电脑的PLC S7-1215C将会显示在“目标子网的兼容设备”列表中，如下图所示。

①在下图中选择需要下载的PLC，②点击“下载”按钮将组态信息和PLC程序下载到所选择的PLC中。

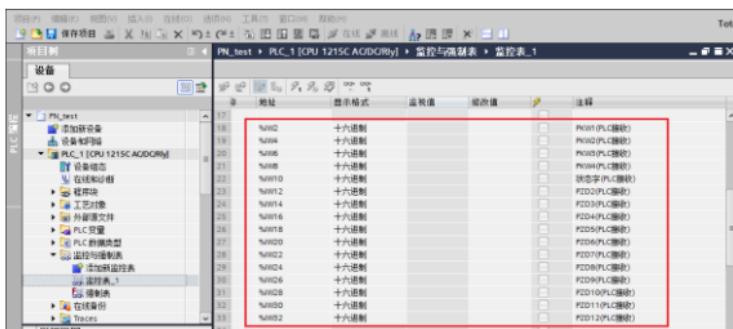
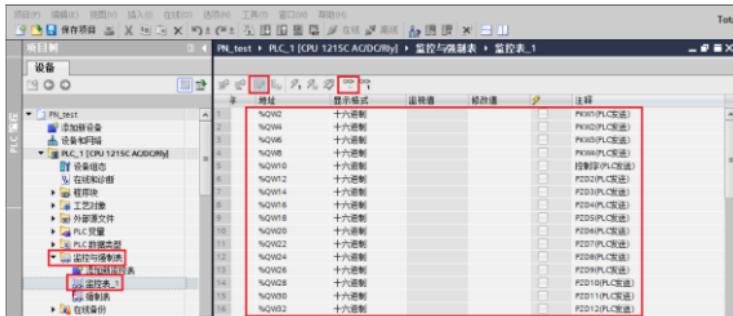


2.5.7 变频器参数监控

单击左侧菜单栏“监控与强制表”，在下拉菜单中双击“添加新监控表”。



在新建的监控表中创建目标监控变量—变频器的PZD、PKW、控制字及状态字变量。



监控变量创建完成后，点击监控表中的“全部监视”按钮，即可监视所有变量的值，点击监控表中“修改参数”按钮，修改目标变量参数，从而达到通过PLC监控变频器的参数目标。

3 EtherNet IP 协议

3.1 概述

本协议卡定义为 EtherNet IP 从站，可用在支持 EtherNet IP 通讯的变频器上。

3.2 产品特性

3.2.1 支持的功能

- 支持 EtherNet IP 协议，支持 EtherNet IP 从站。
- 支持 ODVA 行规，支持 DLR 环网协议，搭配从站 EDS 配置文件，可与罗克韦尔 PLC 等主站进行通讯。
- 具备 2 个 EtherNet IP 端口，支持 10/100M 全/半双工操作。
- 支持线型、星型和环型网络拓扑。
- 为了实现读写变频器的过程量，读取变频器状态量，读写变频器功能码等对变频器的基本操作，本通讯卡支持 32 个 IO。

3.2.2 支持的通讯类别

EtherNet IP采用和DeviceNet以及ControlNet相同的应用层协议CIP，因此，它们使用相同的对象库和一致的行业规范，具有较好的一致性。

CIP采用基于非连接的用户数据报文协议/网际协议(UDP/IP)和基于连接的传输控制协议/网际协议(TCP/IP)作为以太网上控制和信息的传输协议,允许发送显式和隐式报文，其中隐式报文是对时间有苛刻要求的控制信息，通过UDP/IP完成；显式报文是对时间无苛刻要求的点对点信息，由TCP/IP完成。显式报文用于配置、下载和故障诊断；隐式报文用于实时IO数据传输。

3.2.3 状态指示灯

EtherNet IP通讯卡设置4个指示灯，用来指示通讯卡的不同状态，具体定义如表3-1所示。

表 3-1 状态灯定义

| 指示灯位号 | 颜色 | 定义 | 功能 |
|------------------|----|-----------------------|---|
| RUN | 绿 | 常亮 | 通讯卡和 PLC 通讯在线，且可进行数据交互 |
| | | 闪烁 (亮 500ms, 灭 500ms) | 通讯卡和 PLC 的 IP 地址配置异常 |
| | | 常灭 | 通讯卡和 PLC 通讯不在“在线”状态 |
| L/A IN (HOST) | 绿 | 常亮 | 通讯卡正在和变频器握手 |
| | | 闪烁 (亮 500ms, 灭 500ms) | 通讯卡和变频器处于正常通讯阶段  注意：握手完成后的阶段，不管通讯 |

| 指示灯位号 | 颜色 | 定义 | 功能 |
|-------------------|----|-----------------------|---------------------|
| | | | 卡和主控板间是否有数据传输，都应闪烁。 |
| | | 常灭 | 通讯卡处于初始化或参数配置阶段 |
| L/A OUT (DATA) | 绿 | 闪烁 (亮 500ms, 灭 500ms) | 通讯卡与主控板间数据更新正常 |
| | | 常灭 | 通讯卡与主控板间无数据更新或更新异常 |
| ERR | 红 | 常亮 | 通讯卡和 PLC 通讯数据建立失败 |
| | | 闪烁 (亮 500ms, 灭 500ms) | PLC 配置错误 |
| | | 闪烁 (亮 250ms, 灭 250ms) | 通讯卡向 PLC 发送数据失败 |
| | | 闪烁 (亮 125ms, 灭 125ms) | 通讯卡和 PLC 连接超时 |
| | | 常灭 | 无故障 |

3.3 电气连接

EtherNet IP 通讯卡采用标准的 RJ45 接口，可采用线型网络拓扑、星型网络拓扑和环型网络拓扑连接，其电气接线图分别如图 3-1、图 3-2 和图 3-3 所示。

请使用 CAT5, CAT5e, CAT6 网线进行电气连接，尤其当通讯距离超过 50m 时，请使用满足国家标准的高质量网线。

图 3-1 线型网络拓扑电气连接图

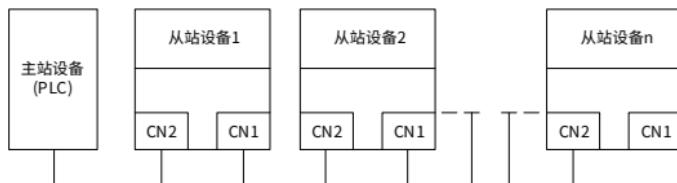
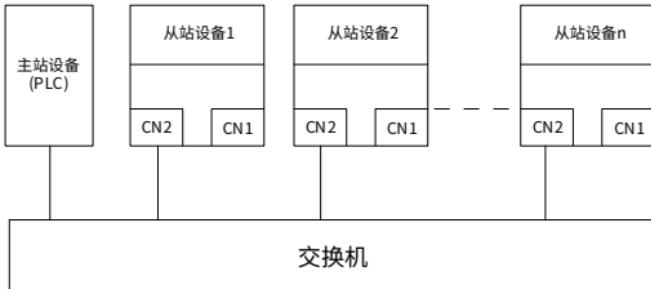
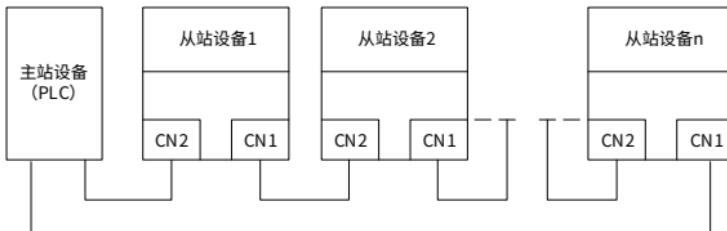


图 3-2 星型网络拓扑电气连接图



注意：对于星型网络拓扑，用户需准备交换机。

图 3-3 环型网络拓扑电气连接图



3.4 通讯

3.4.1 通讯设置

本通讯卡只能作为EtherNet IP从站，在通讯前需设置Gooddrive28系列变频器的功能码。其步骤如下所示。

步骤1 设置通讯卡通讯 IP 地址和子网掩码。

每张通讯卡的出厂IP地址为192.168.0.20，子网掩码为255.255.255.0，用户可根据需求设置为各网段地址。

步骤2 设置控制方式。

若需对变频器进行控制则需设置控制方式为EtherNet IP通讯控制，如设置运行指令通道P00.01=2为通讯运行指令通道，P00.02=3为EtherNet IP通讯通道，即可控制变频器起停。简而言之，若需要通过EtherNet IP通讯设置某个值，则应修改相应功能码为EtherNet IP通讯控制，其相关功能码参见附录B通讯扩展卡相关功能码说明。

注意：设置好1、2则通讯卡可正常通讯，但若要对变频器进行控制则应设置相应功能码，将其控制方式设置为EtherNet IP通讯控制。

3.4.2 报文格式

TCP 通讯报文如表 3-2 所示。

表 3-2 TCP 通讯报文

| MAC 层包头 | IP层包头 | TCP层包头 | 有效数据 | 报文尾部 |
|---------|-------|--------|----------|------|
| 14字节 | 20字节 | 20字节 | 0~1488字节 | 4字节 |

UDP通讯报文如表3-3所示。

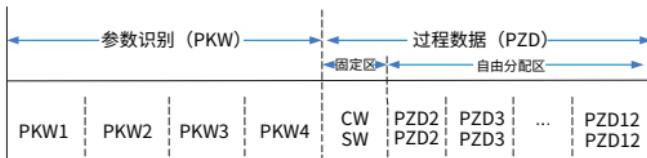
表 3-3 UDP 通讯报文

| MAC层包头 | IP层包头 | UDP层包头 | 有效数据 | 报文尾部 |
|--------|-------|--------|----------|------|
| 14字节 | 20字节 | 20字节 | 0~1488字节 | 4字节 |

3.4.3 通讯

EtherNet IP 通讯卡支持 16 个字输入/输出，与变频器进行数据传输的报文格式如图 3-4 所示。

图 3-4 报文结构



通过以上的32个IO可对变频器设定给定参数、监测状态值、发送控制命令和监测运行状态以及读写变频器功能码参数，其具体操作见后续。

参数区：

PKW1-参数识别

PKW2-数组索引号

PKW3-参数值1

PKW4-参数值2

过程数据：

CW-控制字(从主机到从机，见表3-4)

SW-状态字(从机到主机，见表3-7)

PZD-过程数据(由用户指定)

(从主机到从机的输出【给定值】，从从机到主机的输入【实际值】)

PZD区（过程数据区）：通讯报文的PZD区是为控制和监测变频器而设计的。在主站和从站中收到的PZD总是以最高的优先级加以处理，处理PZD的优先级高于处理PKW的优先级，而且总是传送接口上当前最新的有效数据。

控制字 (CW) 和状态字(SW)

控制字 (CW) 是现场总线系统控制变频器设备的基本方法。它由现场总线主机站发送给变频器设备，适配器模块充当一个网关的作用。变频器设备根据控制字的位码信息作出反应，并且通过状态字 (SW) 将状态信息反馈给主机。

给定值：变频器设备可以从多种方式接收控制信息，这些渠道有：模拟和数字输入端、变频器控制盘和某通讯模块（如RS485、CH-PA01适配模块）。为使EtherNet IP控制变频器设备，必须把通讯模块设置为变频器设备的控制器。

实际值：实际值是一个16位字，它包含变频器设备操作方面的信息。由变频器参数来定义

监视功能。作为实际值发送给主机的整数的比例换算取决于所选择的功能，请参考相关的变频器手册。

说明：变频器设备总是检查控制字（CW）和给定值的字节。

任务报文（主站->变频器）

控制字（CW）：PZD任务报文的第一个字是变频器控制字（CW）。

当P14.71=0(控制字按十进制定义)，表3-4对Goodrive28系列的控制字(CW)按十进制定义进行了说明。

表 3-4 以 Goodrive28 系列为为例的控制字(CW)“十进制”表示

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|------|----------|---|--------------------|
| 0~7 | 通讯控制命令 | 1 | 正转运行 |
| | | 2 | 反转运行 |
| | | 3 | 正转点动 |
| | | 4 | 反转点动 |
| | | 5 | 停机 |
| | | 6 | 自由停机 |
| | | 7 | 故障复位 |
| | | 8 | 点动停止 |
| | | 9 | 紧急停机 |
| 8 | 读写使能 | 1 | 读写使能（主要是PKW1~PKW4） |
| 9~10 | 选择电机组别 | 0 | 选择电机1 |
| | | 1 | 选择电机2 |
| 11 | 控制模式切换选择 | 0 | 不切换 |
| | | 1 | 转矩控制/速度控制切换使能 |
| 12 | 用电量清零 | 0 | 用电量清零禁止 |
| | | 1 | 用电量清零使能 |
| 13 | 预励磁 | 0 | 预励磁禁止 |
| | | 1 | 预励磁使能 |
| 14 | 直流制动 | 0 | 直流制动禁止 |
| | | 1 | 直流制动使能 |
| 15 | 心跳给定 | 0 | 心跳禁止 |
| | | 1 | 心跳使能 |

当P14.71=1(控制字按二进制定义)，表 3-5对Goodrive28系列的控制字(CW)按二进制定义进行了说明。

表 3-5 以 Goodrive28 系列为例的控制字(CW)“二进制”表示

| 位 | 名称 | 说明 | | 优先级 |
|-------|---------------|---------|---------|--------|
| 0 | 正向运行 | 0: 减速停机 | 1: 正向运行 | 1 |
| 1 | 反向运行 | 0: 减速停机 | 1: 反向运行 | 2 |
| 2 | 故障复位 | 0: 无 | 1: 故障复位 | 3 |
| 3 | 自由停机 | 0: 无 | 1: 自由停机 | 4 |
| 4 | 正向点动 | 0: 无 | 1: 正向点动 | 5 |
| 5 | 反向点动 | 0: 无 | 1: 反向点动 | 6 |
| 6 | 点动停止 | 0: 无 | 1: 点动停止 | 7 |
| 7 | - | 保留 | | - |
| 8 | 读写使能 (PKW1~4) | 0: 无 | 1: 读写使能 | - |
| 9 | - | 保留 | | - |
| 10 | 紧急停机 | 0: 无 | 1: 紧急停机 | 0: 最优先 |
| 11~15 | - | 保留 | | - |

设定值 (REF)：PZD报文的第2个字至第12个字是主设定值REF，主频率设定值由主设定信号源提供。表3-6列出了以Goodrive28系列为例的设定值。

表 3-6 以 Goodrive28 系列为例设定值

| 功能码 | 字 | 取值范围 | 默认值 |
|--------|----------|--|-----|
| P23.02 | PZD2 接收 | 0~31 | 0 |
| P23.03 | PZD3 接收 | 0: 无效 | 0 |
| P23.04 | PZD4 接收 | 1: 设定频率 (0~Fmax, 单位 0.01Hz) | 0 |
| P23.05 | PZD5 接收 | 2: PID 给定 (-1000~1000, 1000 对应 100.0%) | 0 |
| P23.06 | PZD6 接收 | 3: PID 反馈 (-1000~1000, 1000 对应 100.0%) | 0 |
| P23.07 | PZD7 接收 | 4: 转矩设定值 (-3000~3000, 1000 对应 100.0%电机额定电流) | 0 |
| P23.08 | PZD8 接收 | 5: 正转上限频率设定值 (0~Fmax, 单位 0.01Hz) | 0 |
| P23.09 | PZD9 接收 | 6: 反转上限频率设定值 (0~Fmax, 单位 0.01Hz) | 0 |
| P23.10 | PZD10 接收 | 7: 电动转矩上限转矩 (0~3000, 1000 对应 100.0%电机额定电流) | 0 |
| P23.11 | PZD11 接收 | 8: 制动转矩上限转矩 (0~3000, 1000 对应 100.0%电机额定电流) | 0 |
| P23.12 | PZD12 接收 | 9: 虚拟输入端子命令 (0x000~0x7FF) | 0 |
| | | 10: 虚拟输出端子命令 (0x000~0x01F) | |
| | | 11: V/F 分离电压设定值 (0~1000, 1000 对应 100.0%电机额定电压) | |
| | | 12: AO 输出设定值 1 (0~1000, 1000 对应 100.0%) | |
| | | 13: AO 输出设定值 2 (-1000~1000, 1000 对应 100.0%) | |

| 功能码 | 字 | 取值范围 | 默认值 |
|-----|---|---|-----|
| | | 14~18: 保留 19: 功能码映射 (PZD2~PZD12 分别对应 P14.49~P14.59) 20~31: 保留 | |

应答报文 (变频器->主站)

状态字 (SW) : PZD 应答报文的第一个字是变频器的状态字 (SW)。P14.71=0(状态字按十进制定义), 变频器状态字定义如下。

表 3-7 以 Gooddrive28 系列为为例状态字(SW) “十进制” 表示

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|-------|--------|---|-------------|
| 0~7 | 运行状态字节 | 1 | 正转运行中 |
| | | 2 | 反转运行中 |
| | | 3 | 变频器停机中 |
| | | 4 | 变频器故障中 |
| | | 5 | 变频器 POFF 状态 |
| 8 | 母线电压建立 | 0 | 运行准备未就绪 |
| | | 1 | 运行准备就绪 |
| 9~10 | 电机组别反馈 | 0 | 电机 1 反馈 |
| | | 1 | 电机 2 反馈 |
| 11 | 电机类型反馈 | 0 | 异步电机 |
| | | 1 | 同步电机 |
| 12 | 过载预警反馈 | 0 | 未过载预报警 |
| | | 1 | 过载预报警 |
| 13~14 | 运行模式选择 | 0 | 键盘控制 |
| | | 1 | 端子控制 |
| | | 2 | 通讯控制 |
| | | 3 | 保留 |
| 15 | 心跳反馈 | 0 | 无心跳反馈 |
| | | 1 | 心跳反馈 |

P14.71=1(状态字按二进制定义), 变频器状态字定义如下。

表 3-8 以 Gooddrive28 系列为为例状态字(SW) “二进制” 表示

| 位 | 名称 | 说明 | | 优先级 |
|---|------|----|---|-----------|
| 0 | 正向运行 | 0: | 无 | 1: 正向运行中 |
| 1 | 反向运行 | 0: | 无 | 1: 反向运行中 |
| 2 | 停机 | 0: | 无 | 1: 变频器停机中 |
| 3 | 故障 | 0: | 无 | 1: 变频器故障中 |

| 位 | 名称 | 说明 | 优先级 |
|------|------|---------------------|-----|
| 4 | P0FF | 0: 无 1: 变频器 POFF 状态 | 5 |
| 5 | 预励磁 | 0: 无 1: 变频器预励磁状态 | 6 |
| 6~15 | - | 保留 | - |

实际值 (ACT) : PZD任务报文的第2个字至第12个字是主设定值ACT, 主频率实际值是由主实际值信号源提供。

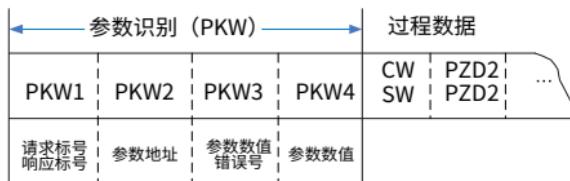
表 3-9 以 Goodrive28 系列为例实际状态值

| 字 | 取值范围 | 默认值 |
|-----------------|---|-----|
| P23.13 PZD2 发送 | 0~32 | 0 |
| P23.14 PZD3 发送 | 0: 无效 | 0 |
| P23.15 PZD4 发送 | 1: 运行频率 (*100, Hz) | 0 |
| P23.16 PZD5 发送 | 2: 设定频率 (*100, Hz) | 0 |
| P23.17 PZD6 发送 | 3: 母线电压 (*10, V) | 0 |
| P23.18 PZD7 发送 | 4: 输出电压 (*1, V) | 0 |
| P23.19 PZD8 发送 | 5: 输出电流 (*100, A) | 0 |
| P23.20 PZD9 发送 | 6: 输出转矩实际值 (*10, %) | 0 |
| P23.21 PZD10 发送 | 7: 输出功率实际值 (*10, %) | 0 |
| P23.22 PZD11 发送 | 8: 运行转速 (*1, RPM) 9: 运行线速度 (*1, m/s) 10: 斜坡给定频率 (*100, Hz) 11: 故障代码 12: AI1 值 (*100, V) 13: AI2 值 (*100, V) 14: AI3 值 (*100, V) 15: 保留 16: HDI1 频率值 (*100, kHz) 17: 保留 | 0 |
| P23.23 PZD12 发送 | 18: 端子输入状态 19: 端子输出状态 20: PID 给定 (*100, %) 21: PID 反馈 (*100, %) 22~26: 保留 27: 变频器状态字 2 28~31: 保留 32: 功能码映射 (PZD2~PZD12 分别对应 P14.60~P14.70) | 0 |

PKW区

PKW区（参数识别标记PKW1—数值区）：PKW区说明参数识别接口的处理方式，PKW接口并非物理意义上的接口，而是一种机理，这一机理确定了参数在两个通讯伙伴之间的传输方式，如参数的数值读和写。

图 3-5 参数识别区



在周期性通讯中，PKW区由4个字（16位）组成，每个字的定义如下表。

| 第1个字PKW1（16位） | | |
|---------------|---------------------|---------|
| 位15~00 | 任务或应答识别标记 | 0~7 |
| 第2个字PKW2（16位） | | |
| 位15~00 | 基本参数地址 | 0~247 |
| 第3个字PKW3（16位） | | |
| 位15~00 | 参数的数值（高位字）或返回值的错误代码 | 00 |
| 第4个字PKW4（16位） | | |
| 位15~00 | 参数的数值（低位字） | 0~65535 |

注意：如果主站请求一个参数的数值，主站传送到变频器的报文PKW3和PKW4中的数值即不再有效。

任务请求和应答：当向从机传递数据时，主机使用请求标号，而从机使用响应标号作为其整的或负的确认。

表 3-10 任务标识标记 PKW1 定义

| 请求（从主机到从机） | | 响应信号 | |
|------------|-----------------------------|------|------|
| 请求 | 功能 | 正的确认 | 负的确认 |
| 0 | 无任务 | 0 | - |
| 1 | 请求参数值 | 1, 2 | 3 |
| 2 | 修改参数值（单字）[只是修改 RAM] | 1 | 3, 4 |
| 3 | 修改参数值（双字）[只是修改 RAM] | 2 | 3, 4 |
| 4 | 修改参数值（单字）[RAM 和 EEPROM 都修改] | 1 | 3, 4 |
| 5 | 修改参数值（双字）[RAM 和 EEPROM 都修改] | 2 | 3, 4 |

注意：请求标号“3”--修改参数值（双字）[只是修改RAM]和“5”--修改参数值（双字）[RAM和EEPROM都修改]暂不支持。

表 3-11 应答标识标记 PKW1 定义

| 响应标号（从机到主机） | |
|-------------|--|
| 确认号 | 功能 |
| 0 | 无响应 |
| 1 | 传送参数值（单字） |
| 2 | 传送参数值（双字） |
| 3 | 任务不能被执行，并返回如下错误号： 1: 非法命令 2: 非法数据地址 3: 非法数据值 4: 操作失败 5: 密码错误 6: 数据帧错误 7: 参数为只读 8: 参数运行中不可改 9: 密码保护 10: 映射功能码操作失败 |
| 4 | 保留 |

标准 ODVA 协议规定的模式

标准ODVA协议规定了数据传输格式和控制字/状态字定义，与变频器进行数据传输的报文格式如表3-12所示。

表3-12 标准ODVA协议规定传输模式

| 序号 | 输入/输出 | 数据长度（字节） | 格式（字） |
|----|-------|----------|--------------------------------------|
| 2 | 70/20 | 4 | CW1/SW1+Speed_ref/act |
| 3 | 71/21 | 4 | CW2/SW2+Speed_ref/act |
| 4 | 72/22 | 6 | CW1/SW1+Speed_ref/act+Torque_ref/act |
| 5 | 73/23 | 6 | CW2/SW2+Speed_ref/act+Torque_ref/act |

其中CW1/SW1、CW2/SW2定义如表3-13、表3-14、表3-15、表3-16所示。

 注意：ODVA协议报文不支持P14.71=1(二进制定义)。

表3-13 标准ODVA协议规定控制字CW1

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|------|------|---|------|
| 0 | 正转运行 | 0 | 正转关闭 |
| | | 1 | 正转运行 |
| 1 | 保留 | - | - |
| 2 | 故障复位 | 0 | 无功能 |
| | | 1 | 故障复位 |
| 3~15 | 保留 | - | - |

表3-14 标准ODVA协议规定状态字SW1

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|------|------|---|-----|
| 0 | 故障状态 | 0 | 无故障 |
| | | 1 | 有故障 |
| 1 | 保留 | - | - |
| 2 | 运行状态 | 0 | 非正转 |
| | | 1 | 正转 |
| 3~15 | 保留 | - | - |

表3-15 标准ODVA协议规定扩展控制字CW2

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|------|-------|---|----------------------|
| 0 | 正转运行 | 0 | 正转关闭 |
| | | 1 | 正转运行 |
| 1 | 反转运行 | 0 | 反转关闭 |
| | | 1 | 反转运行 |
| 2 | 故障复位 | 0 | 无功能 |
| | | 1 | 故障复位 |
| 3~4 | 保留 | - | - |
| 5 | 控制给定源 | 0 | 本地控制（键盘） |
| | | 1 | 远程控制（EtherNet IP 通讯） |
| 6 | 频率给定源 | 0 | 本地控制（键盘） |
| | | 1 | 远程控制（EtherNet IP 通讯） |
| 7~15 | 保留 | - | - |

表 3-16 标准 ODVA 协议规定扩展状态字 SW2

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|---|----------|---|-----------|
| 0 | 故障 | 0 | 无故障 |
| | | 1 | 有故障 |
| 1 | 过载预警反馈 | 0 | 未过载 |
| | | 1 | 过载预报警 |
| 2 | 运行状态 1 | 0 | 停机 |
| | | 1 | 正转 |
| 3 | 运行状态 2 | 0 | 停机 |
| | | 1 | 反转 |
| 4 | 母线电压建立 | 0 | 运行准备就绪 |
| | | 1 | 运行准备未就绪 |
| 5 | 控制给定源 | 0 | 本地控制（键盘） |
| | | 1 | 远程控制（非键盘） |
| 6 | 频率/转矩给定源 | 0 | 本地控制（键盘） |

| 位 | 名称 | 值 | 说明 |
|------|------|---|-----------|
| | | 1 | 远程控制（非键盘） |
| 7 | 到达给定 | 0 | 未到达 |
| | | 1 | 已到达 |
| 8~15 | 保留 | - | - |

基于 ODVA 协议的 INVT 扩展数据模式

此四种模式在ODVA协议规定的基础上，结合INVT所定义的PZD过程数据，与变频器进行数据传输的报文格式如表3-17所示。

表 3-17 基于 ODVA 协议的 INVT 扩展数据模式

| 序号 | 输入/输出 | 数据长度(字节) | 格式(字) |
|----|-------|----------|--|
| 6 | 74/24 | 24 | CW1/SW1+Speed_ref/act+空字+PZD4~12 |
| 7 | 75/25 | 24 | CW2/SW2+Speed_ref/act+空字+PZD4~12 |
| 8 | 76/26 | 24 | CW1/SW1+Speed_ref/act+Torque_ref/act+PZD4~12 |
| 9 | 77/27 | 24 | CW2/SW2+Speed_ref/act+Torque_ref/act+PZD4~12 |

此四种模式中，控制字和状态字定义与“标准ODVA协议规定的模式”定义一致，PZD4~12与“INVT自定义模式”一致，这里不多赘述。

3.5 PLC 端通讯示例 1 (1769_L36ERMS)

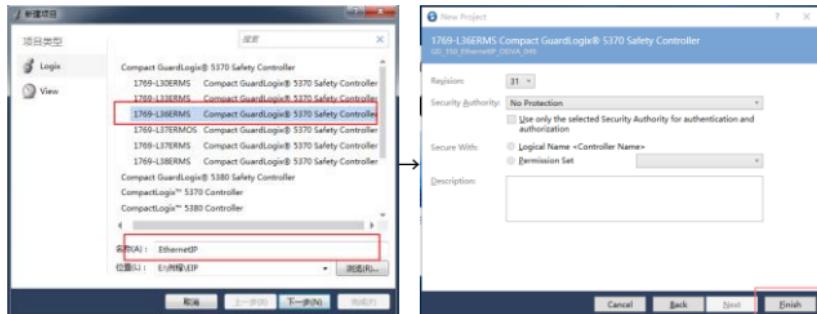
以下是使用 EtherNet IP 适配器模块与 Allen-Bradley PLC（型号：1769_L36ERMS）通讯的配置步骤示例（基于 Studio 5000 软件）。

3.5.1 新建工程

使用打印机线或者网线将电脑和 PLC 连接起来，打开  软件，点击“New Project”。



选择正确的 PLC 型号，填写工程名称，点击“Next”，点击“Finish”。



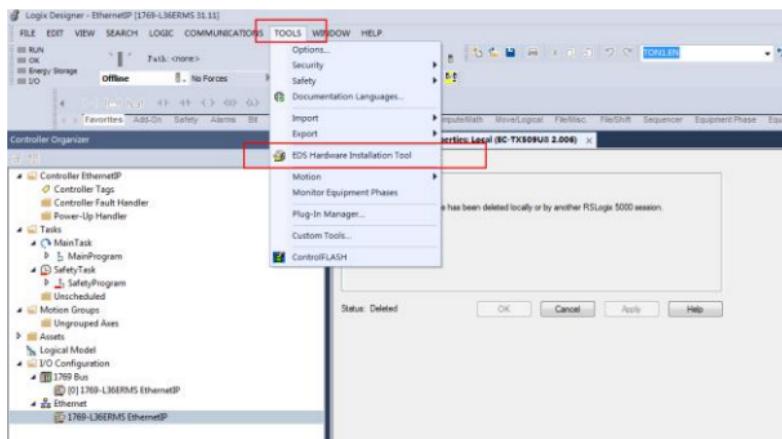
3.5.2 导入 EDS 文件

电子数据表（EDS）文件用于指定 EtherNet IP 客户端的设备属性。客户端通过产品代码、设备类型和主要版本属性来标识设备。

可以向请向供应商索要本卡的 EDS 文件，或到英威腾公司网站上下载。

网址：www.invt.com.cn，文件名为：EC-TX149_1.0.0.0.eds。

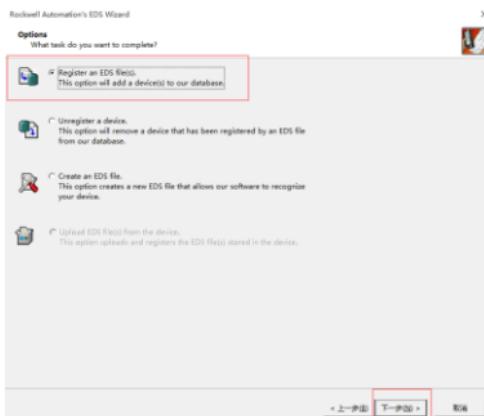
右击“TOOLS”选择“EDS Hardware Installation Tool”。



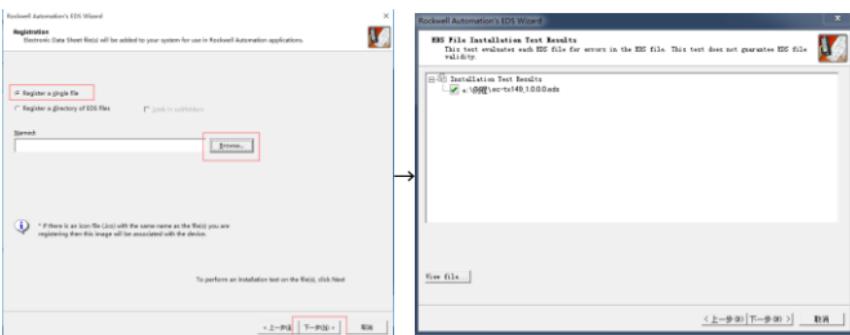
点击“下一步(N)”。



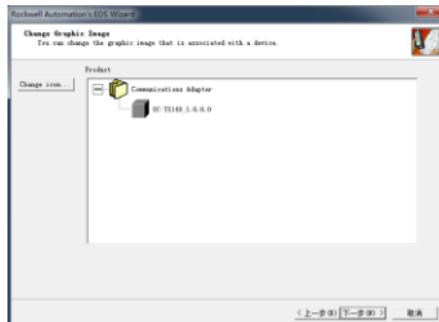
按下图方法选择并点击“下一步(N)”。



点击“Browse”选择自己需要下载的 EDS 文件，再点击“下一步(N)”。

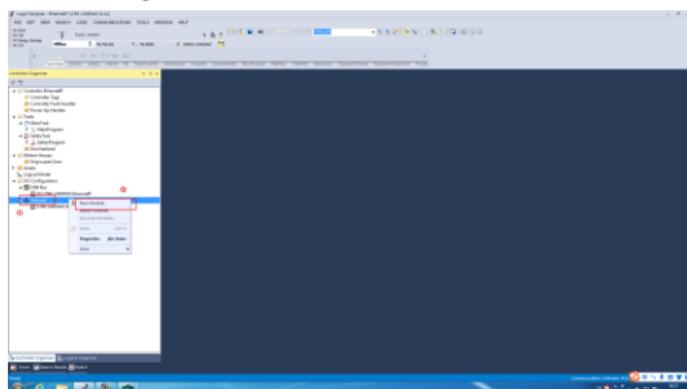


再点击“下一步 (N)”即可安装成功。



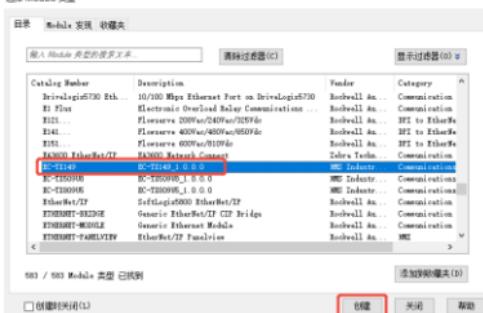
3.5.3 新建设备对象

选择左侧“*I/O Configuration*”下的 Ethernet 项，右键选择“New Module”。

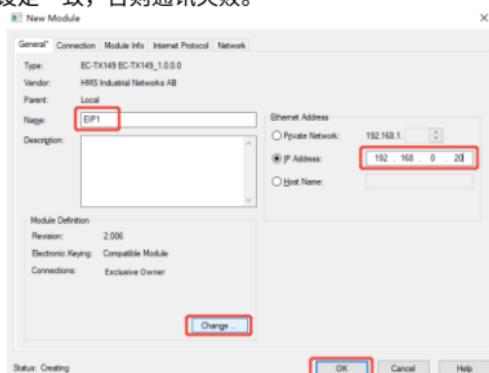


选择“EC-TX149”，点击“创建”。

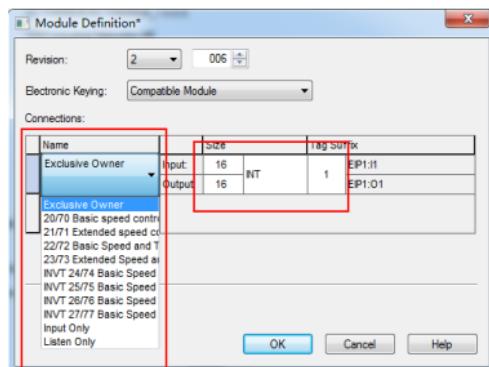
选择 Module 类型



填写模块名称，设置模块 IP 地址，这里此处 IP 地址需与 Goodrive28 系列变频器的功能码 P24.37~P24.40 设定一致，否则通讯失败。

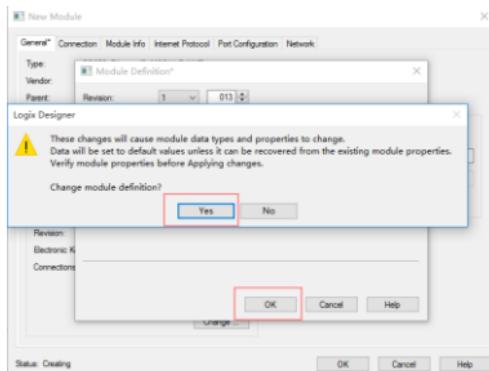


点击上图“Change”选项，选择模块采用的协议类型；每个类型的 IO 格式不一样，需对应选择，如下表所示，这里以“Exclusive Owner”为例进行说明。

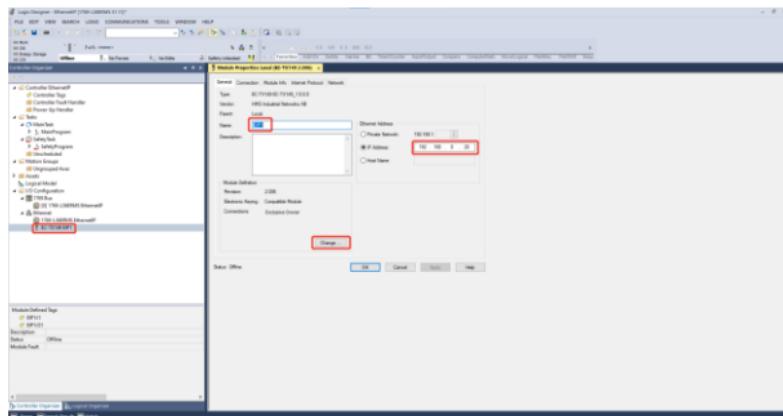


| Name | Size | Format |
|--|------|--------|
| Exclusive Owner | 16 | INT |
| 20/70 Basic speed control | 2 | INT |
| 21/71 Extended speed control | 2 | INT |
| 22/72 Basic Speed and Torque control | 3 | INT |
| 23/73 Extended Speed and Torque control | 3 | INT |
| INVT 24/74 Basic Speed Control plus Drive Parameters | 12 | INT |
| INVT 25/75 Basic Speed Control plus Drive Parameters | 12 | INT |
| INVT 26/76 Basic Speed Control plus Drive Parameters | 12 | INT |
| INVT 27/77 Basic Speed Control plus Drive Parameters | 12 | INT |

依次点击“OK”→“Yes”→“OK”→“OK”→“OK”。

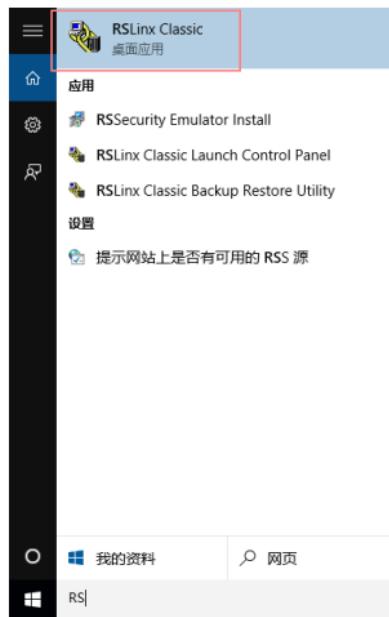


模块创建成功后，可在左侧“I/O Configuration”下的“Ethernet”项中看到，核对设备信息。

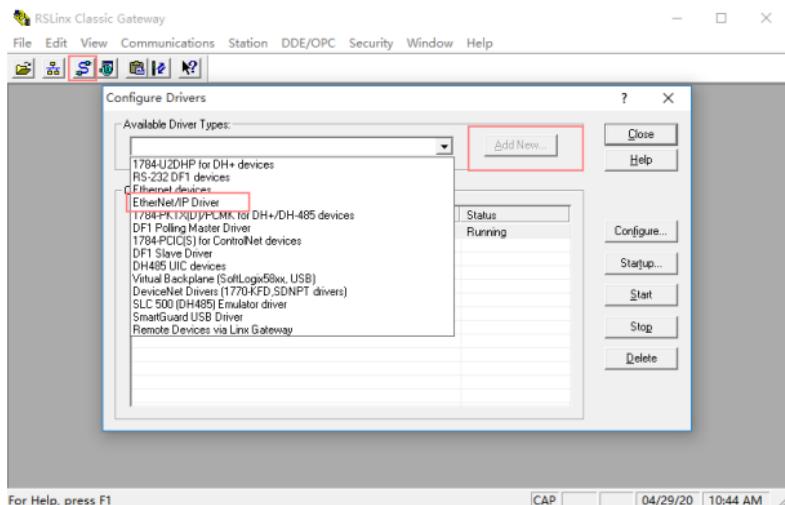


3.5.4 RsLinx Classic 使用

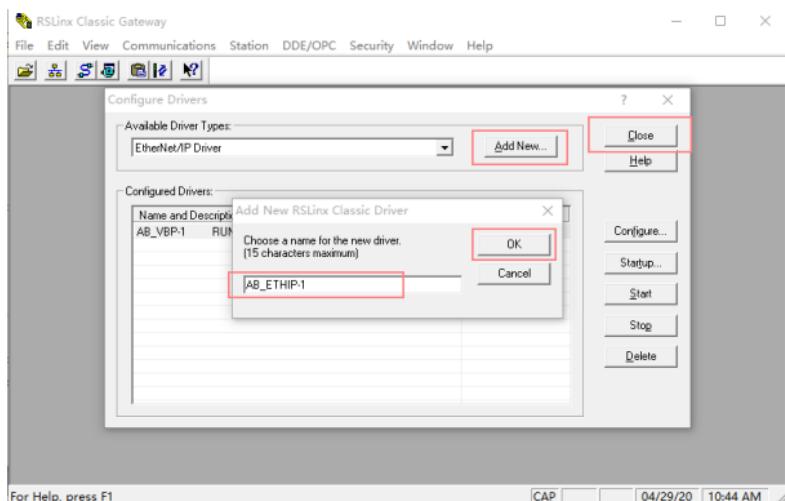
此软件用于 PC 端与 PLC 之间的连接，打开“RsLinx Classic”软件。



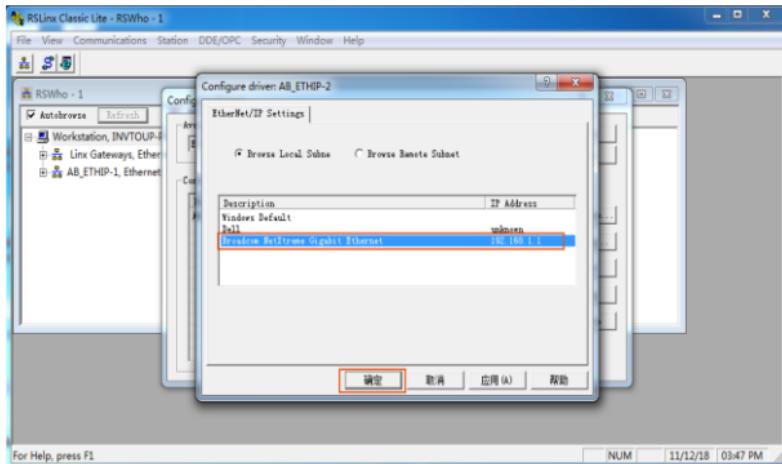
点击图标 → 选择“EtherNet/IP Driver”→点击“Add New…”，在弹出的“Configure Drivers”窗口中的“Available Driver Types”下拉菜单中选择“Ethernet/IP Driver”。



单击“Add New”→弹出“Add New RSLinx Classic Driver”窗口→单击“OK”。

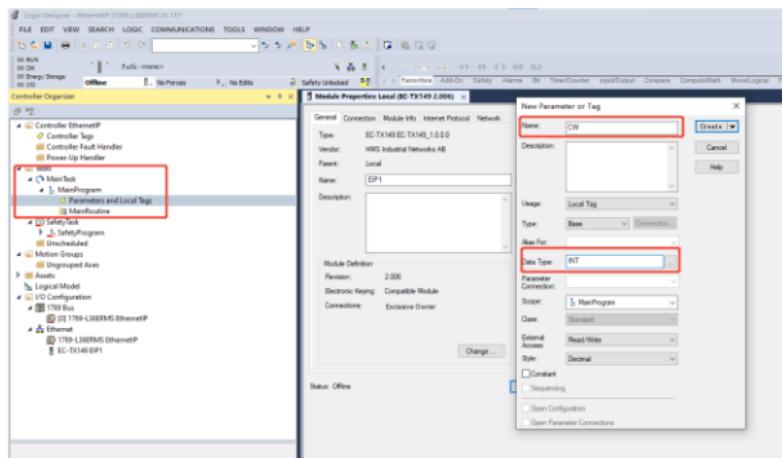


在弹出的“Configure driver”窗口中，选择电脑网卡，点击“确定”。

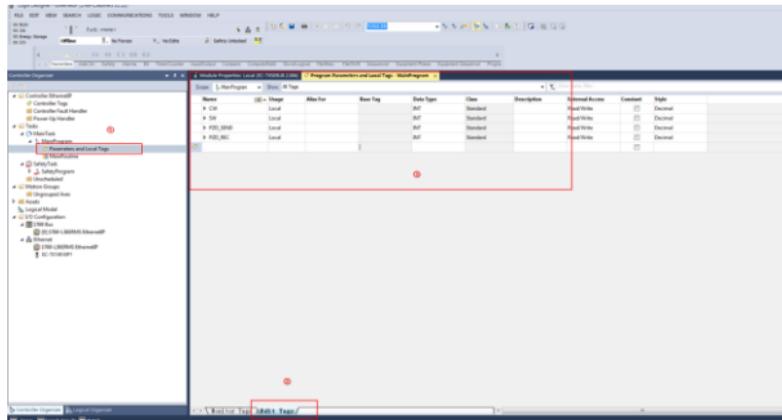


3.5.5 编写 PLC 程序

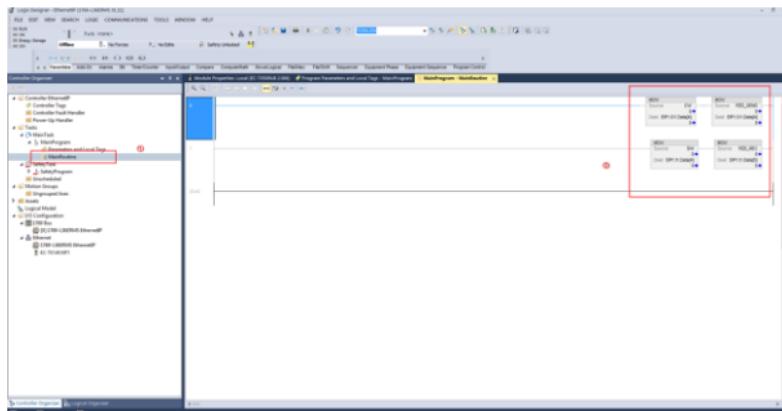
点击左侧“Tasks”→“MainTask”→“MainProgram”→“MainRoutine”进入程序编写界面。右键“Parameters and Local Tag”可创建全局变量。



示例：创建以下 4 个变量



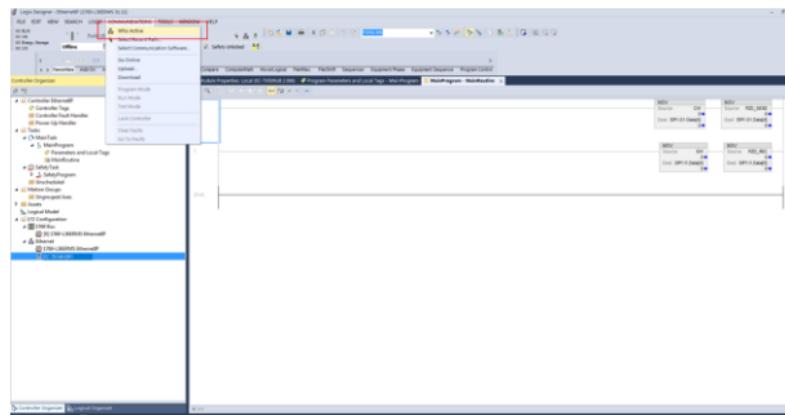
双击“MainRoutine”，在程序界面编写以下程序。



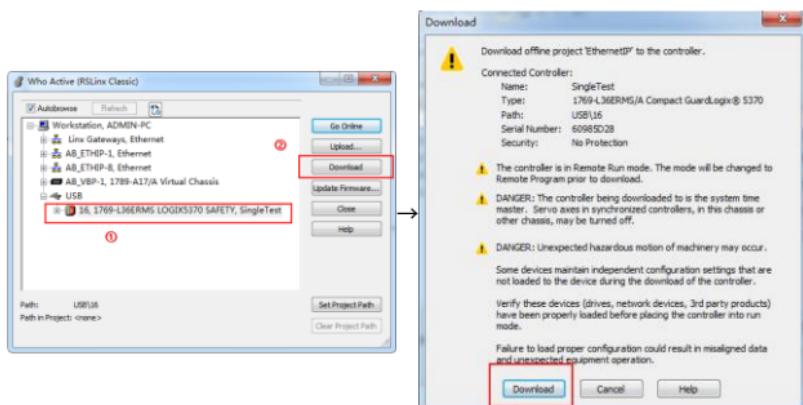
3.5.6 上位机连接与程序下载

点击“COMMUNICATIONS”的“Who Active”，在弹出的界面中点击“USB”选项下的PLC工程，点击“Download”。

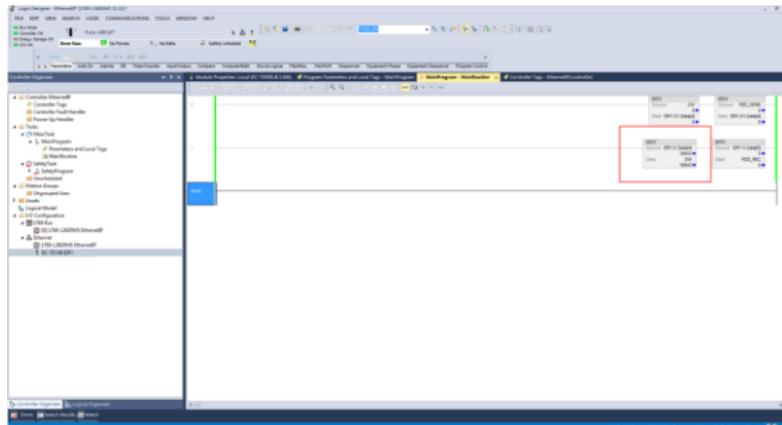
注意：此时 PLC 拨码不能为“RUN”。



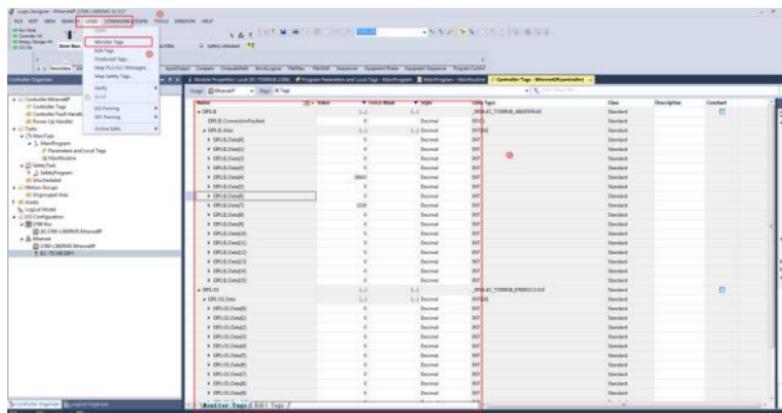
在弹出的对话框中，选中连接的 PLC，点击“Download”；等待下载完成。



下载完成后，上位机进入 online 状态，可以看到程序界面的已反馈变频器的参数

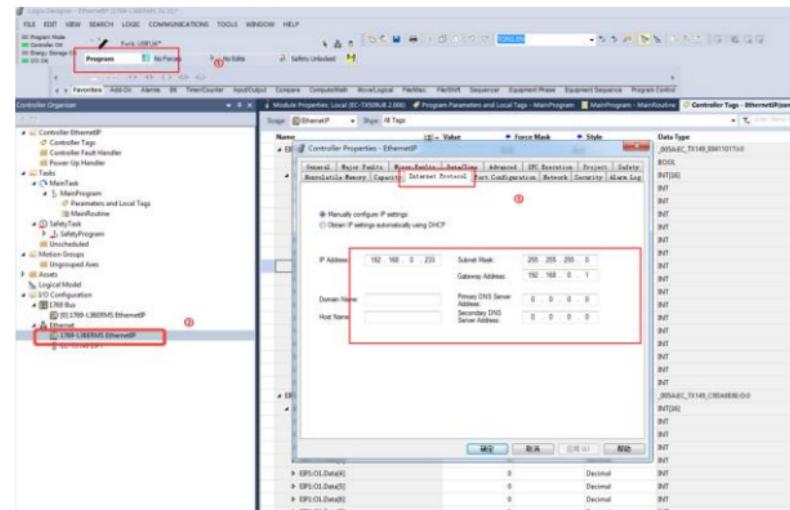


点击菜单栏“Logic”选项下的“Monitor Tags”，可以实时监测到PLC下发的数据和变频器上传的数据。



3.5.7 利用 Studio 5000 V31 配置 PLC IP 地址

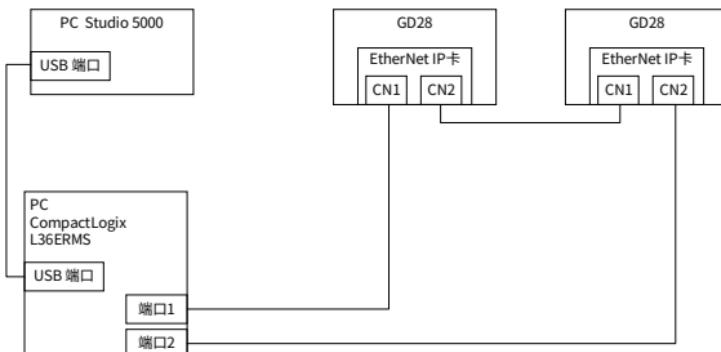
确保 PLC 处于 REM 或 PROG 模式下,先点击左下方的“1769-L36ERMS”,进入“Controller Properties”界面,再点击“Internet Protocol”,即可改变 PLC 的 IP 地址。



3.5.8 DLR 环形组网配置

1. 使用 Logix Designer 进行设置

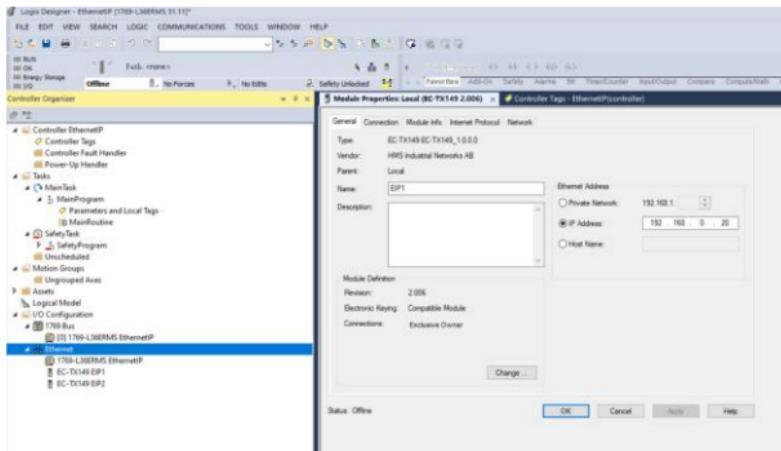
打开 Studio 5000 软件,使用具有环形组网能力的 Allen-Bradley CompactLogix PLC,至少需要两张 GD28 EtherNet IP 通讯卡。可以增加更多的 GD28 EtherNet IP 通讯卡,但建议 DLR 环网上使用的最大节点数不要超过 32 个,连接方法如下图所示。



注意: 必须要添加 EDS 文件。

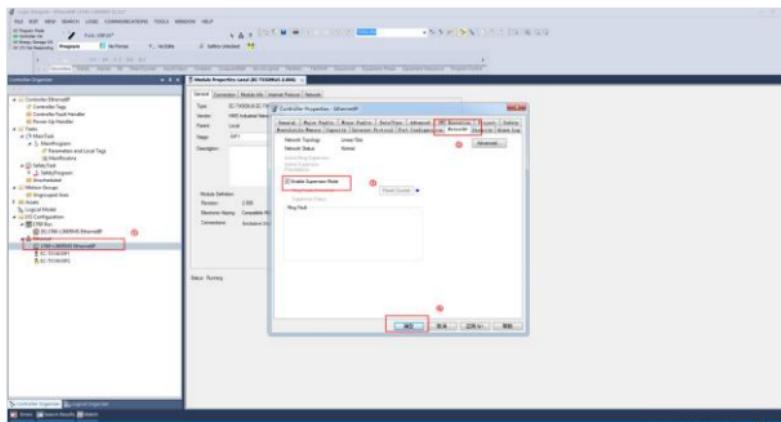
2. 在 Studio 5000 软件添加 EtherNet IP 通讯卡

添加方法和线型星型连接方法一样。



3. 使能 PLC 环网监控器功能

双击“I/O Configuration”文件夹下的“1769-L36ERMS EtherNet IP”，如下图所示。
进入“Controller Properties”选项下的“Network*”，勾选“Enable Supervisor Mode”，
点击“确定”。



注意：只有 PLC 处于编程模式下才可以使能环网监控器功能。

4. 返回 Logix Designer，确保没有任何一张通讯卡出现如下所示故障。



5. 将项目下载到 PLC，使 PLC 联机，并处于编程模式下。

3.6 PLC 端通讯示例 2 (NJ501-1400)

以下是使用 EtherNet IP 适配器模块与 ORMON PLC (型号：NJ501-1400) 通讯的配置步骤示例（基于 Sysmac Studio 软件）。

3.6.1 硬件连接

NJ501-1400 自带 USB 接口和 EtherNet IP 接口；上位机与 PLC 连接通过 USB，EtherNet IP 端口用作通讯连接方式如下。



3.6.2 Network Configurator 软件设置

3.6.2.1 启动 Network Configurator 软件

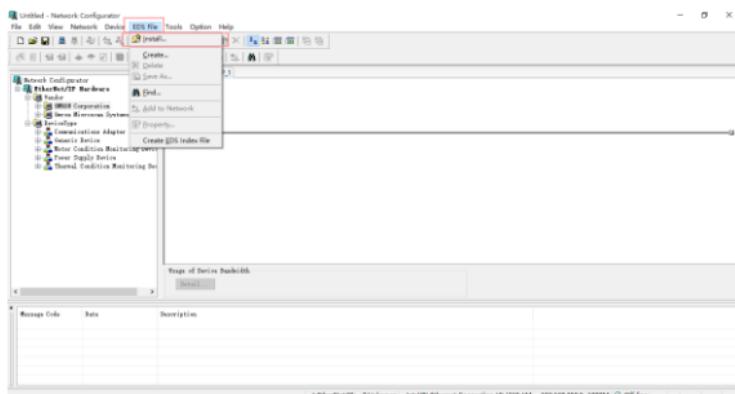
在以下目录中并以管理员方式启动 Network Configurator 软件：



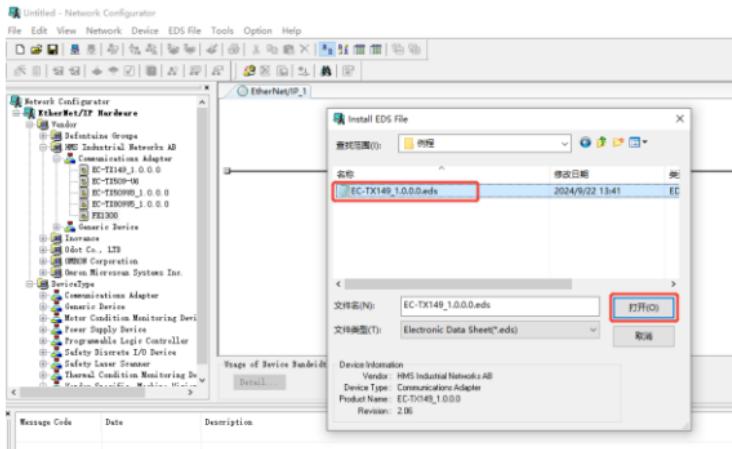
C:\Program Files (x86)\OMRON\CX-One\Network Configurator\Program\NetConfigurator.exe

3.6.2.2 加载 EDS 文件

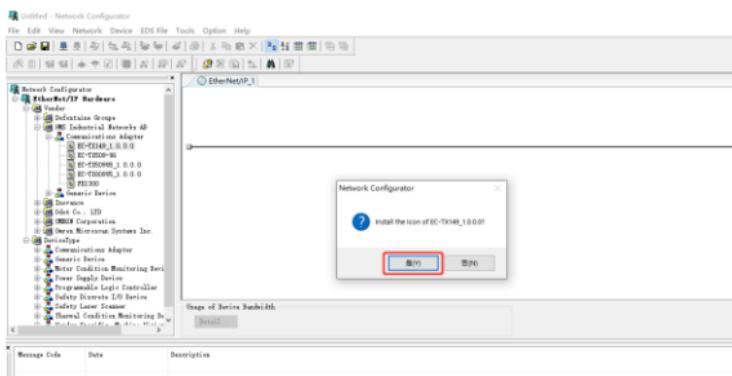
选择“EDS File”→“Install”。



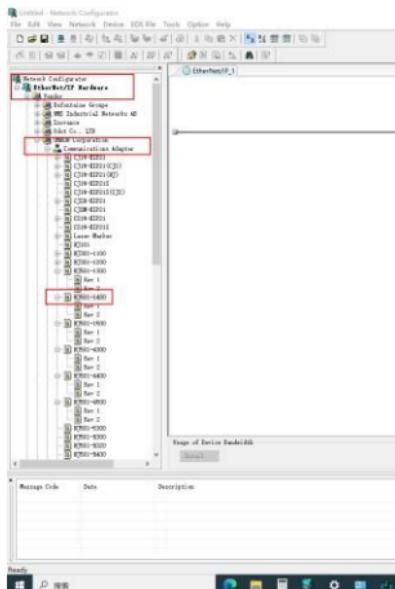
添加 EDS 文件：EC-TX149_1.0.0.0.eds，点击“打开”。



点击“是”。

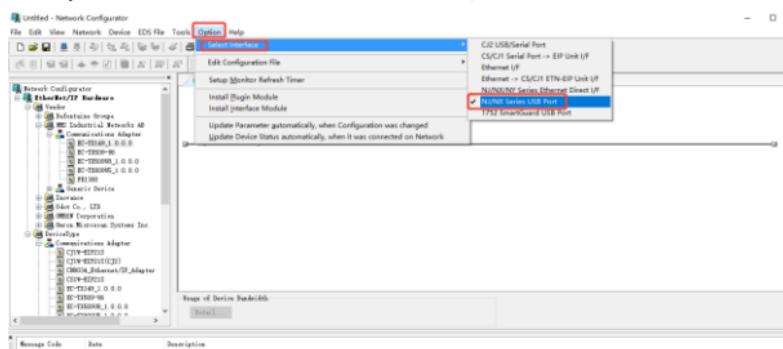


在如下位置添加设备“NJ501-1400”和“EC-TX149_1.0.0.0”至 EtherNet IP 总线上，完成后，总线上显示两台设备；默认 IP 地址为“192.168.250.1”和“192.168.250.2”；修改 Goodrive28 系列变频器的功能码 P24.37~P24.40 为 192.168.250.2。

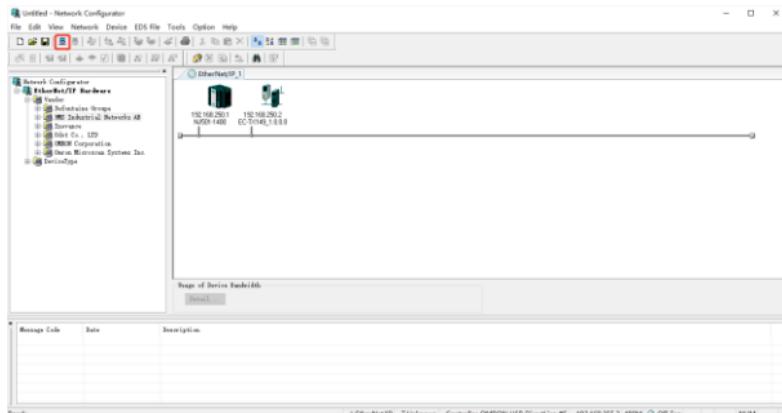


3.6.2.3 连接设置

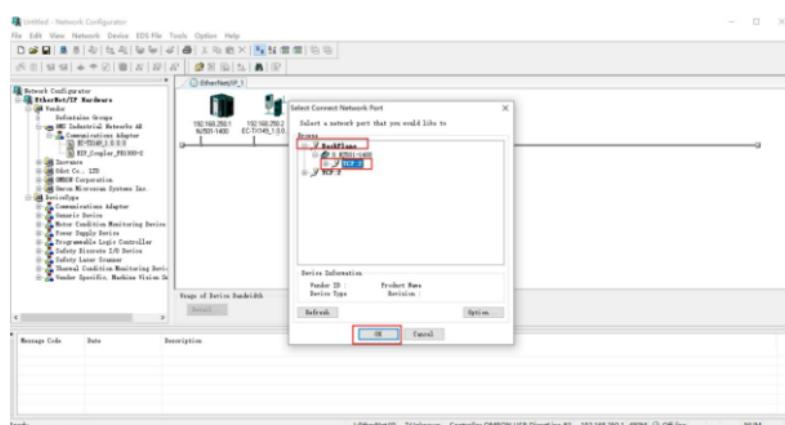
点击“Option”→“Select Interface”选择“NJ/NX Series USB Port”。



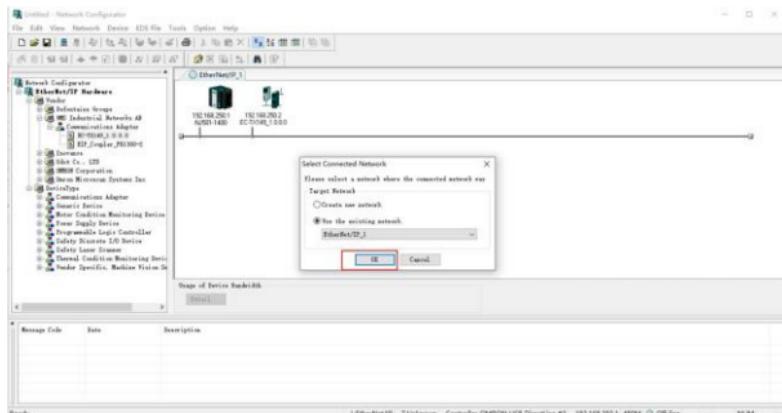
点击“Connect”图标。



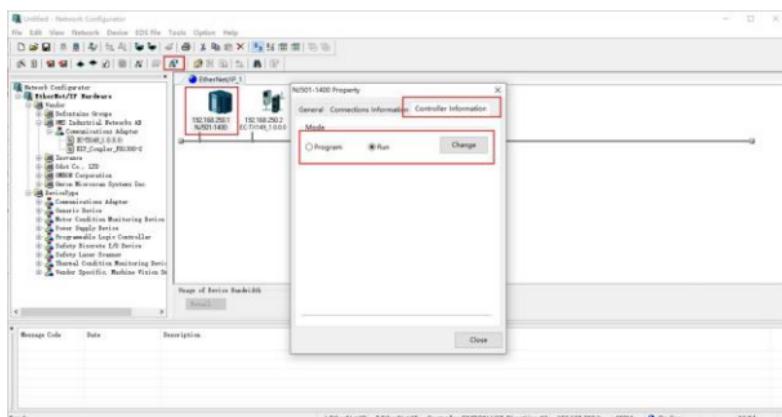
选择“BackPlane”→“0 NJ501-1400”→“TCP:2”→点击“OK”。



选择 “Use the existing network” → “EtherNet/IP_1” →点击 “OK”，PLC 连接成功。

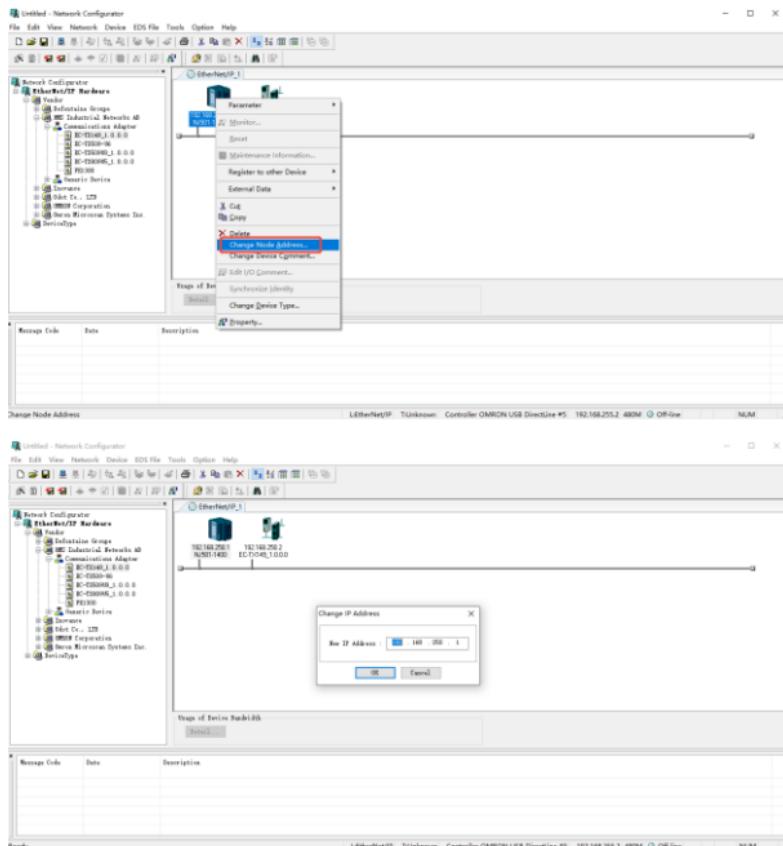


连接成功后，PLC 设备图标上方蓝色指示灯会亮。选中 PLC，点击“Device Property”图标，在弹出框的“Controller Information”选项卡下可切换 PLC 的“Program”和“Run”状态。



3.6.2.4 修改 IP 地址

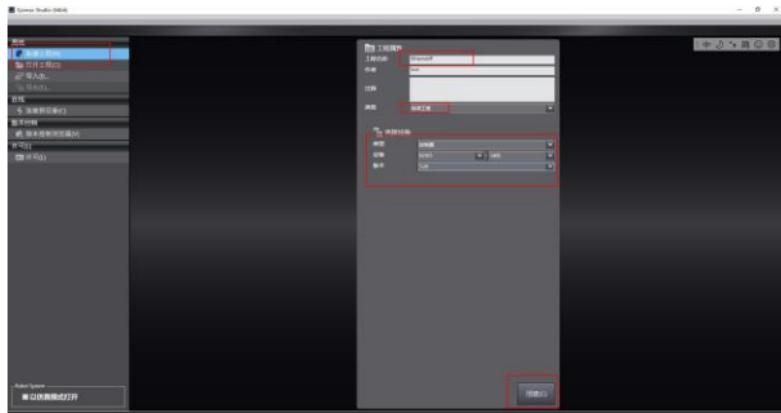
右键点击设备图标，选择“Change Node Address”可更改 PLC IP 地址。



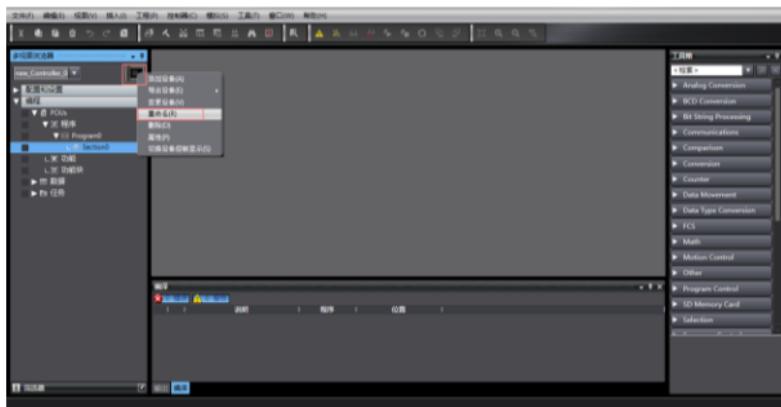
3.6.3 Sysmac Studio 软件设置

3.6.3.1 新建工程

双击图标  打开软件；选择“新建工程”→输入“工程名称”→选择设备类型→点击“创建”。

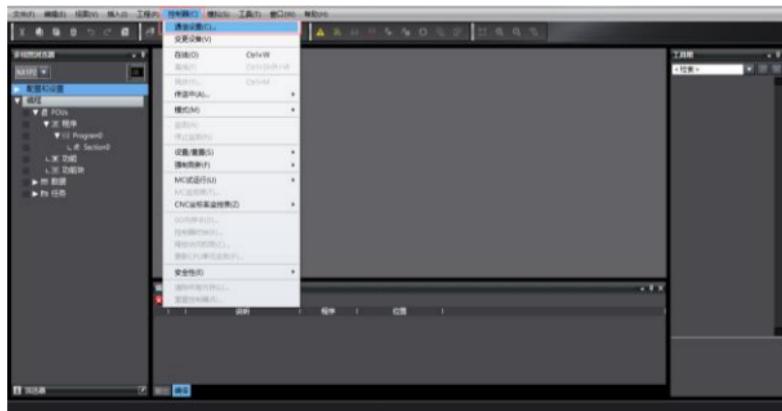


创建完进入如下界面，右键设备图标→选择“重命名”→更改设备名称（也可不修改）。

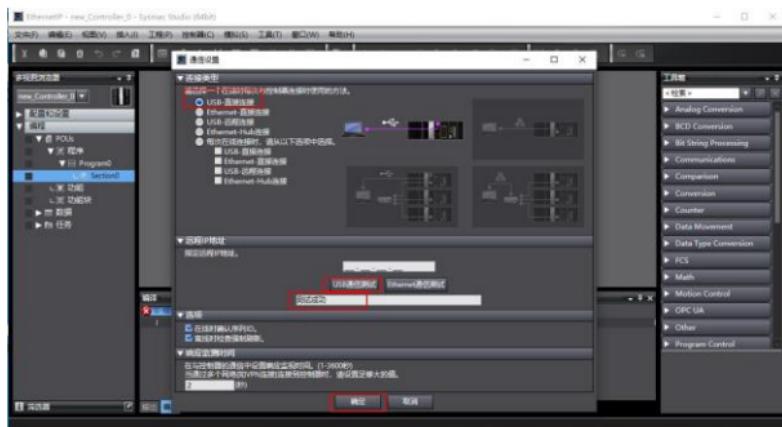


3.6.3.2 连接设置

点击菜单栏的“控制器”→选择“通讯设置”。



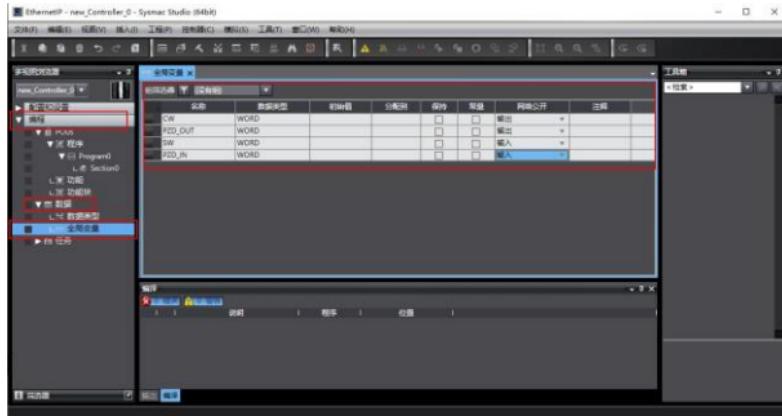
选择连接方式为“USB-直接连接”→点击“USB 通讯测试”→状态栏里显示“测试成功”→点击“确定”。



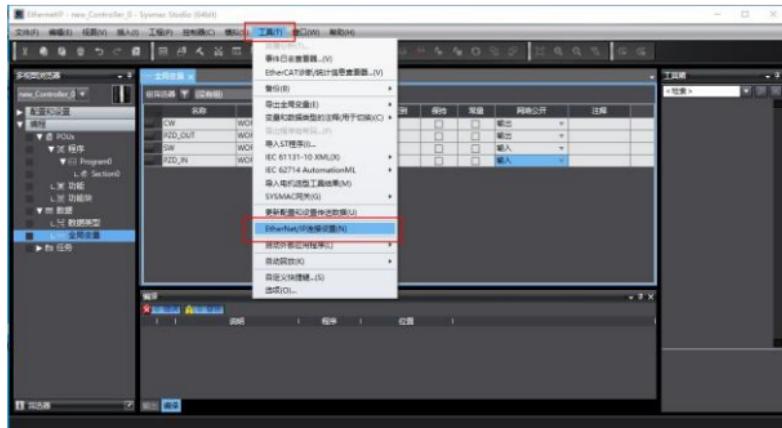
3.6.3.3 设置数据标签

左侧菜单栏中选择“编程”→“数据”→“全局变量”，根据实际需求添加全局变量。注意数据类型“WORD”、网络公开选择“输入/输出”。

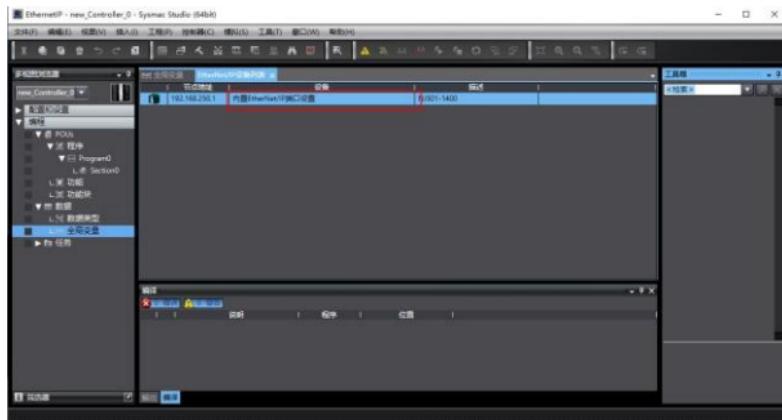
本例以“ODVA Basic speed control assembly”传输模式为例，新建 4 个全局变量。



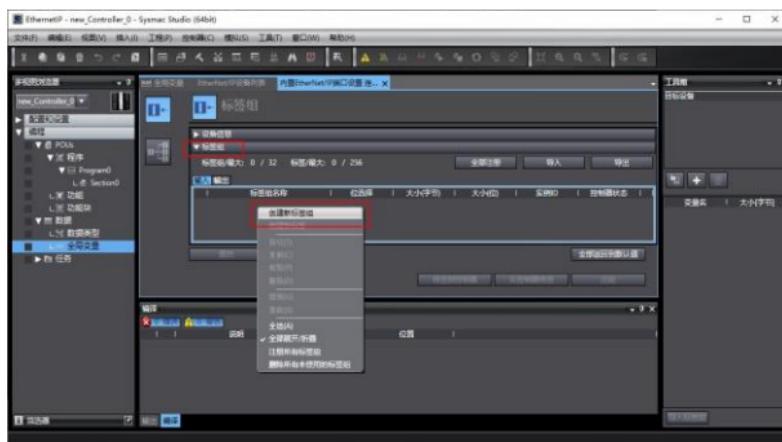
点击顶部菜单栏“工具”，选择“EtherNet/IP 连接设置”。



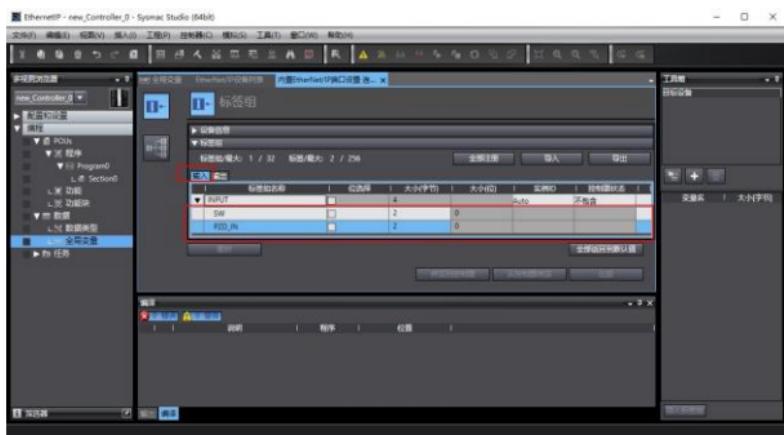
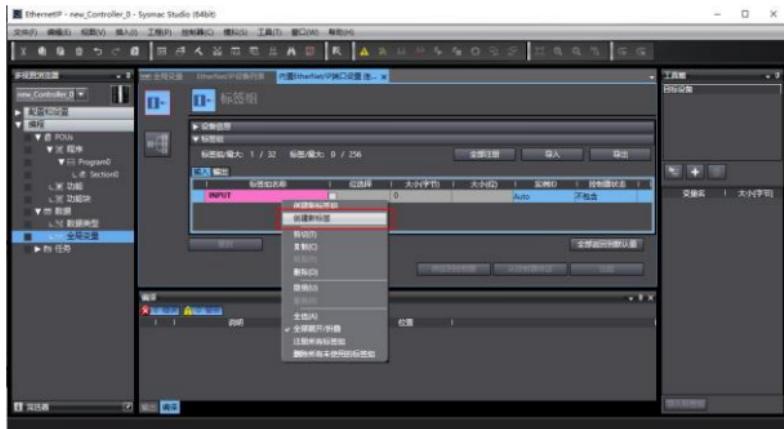
双击设备“内置 EtherNet/IP 端口设置”。



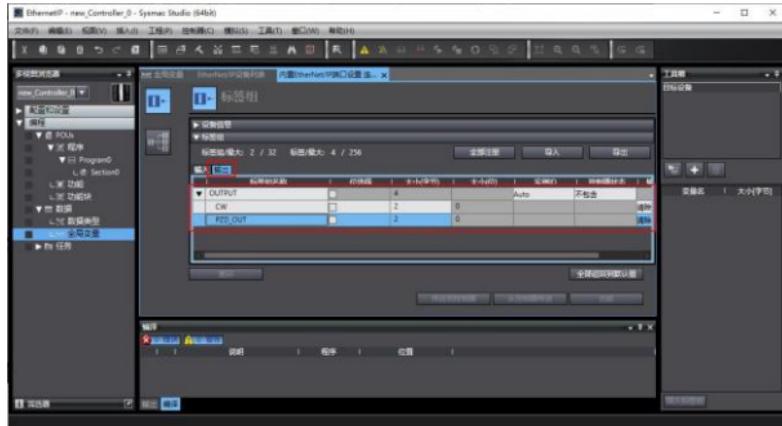
右键“标签组”下空白区域，选择“创建新标签组”。



输入标签组名称为“INPUT”，右键标签组选择“创建新标签”，将输入全局变量添加至标签组“INPUT”下，注意数据排列顺序。



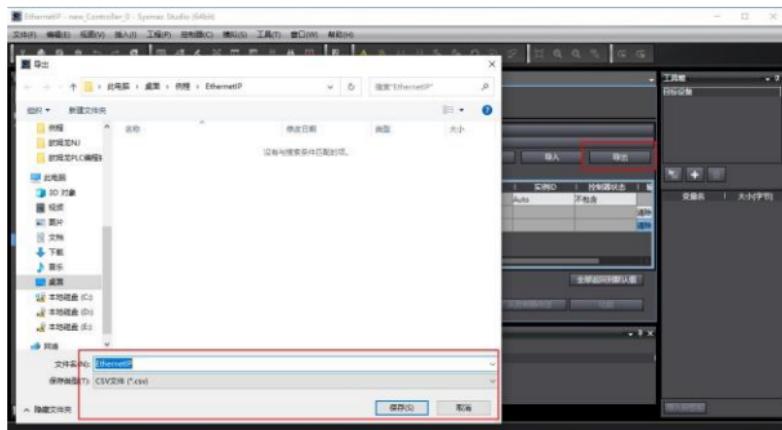
同上，输出标签组“OUTPUT”及输出标签。



3.6.4 数据标签导入导出

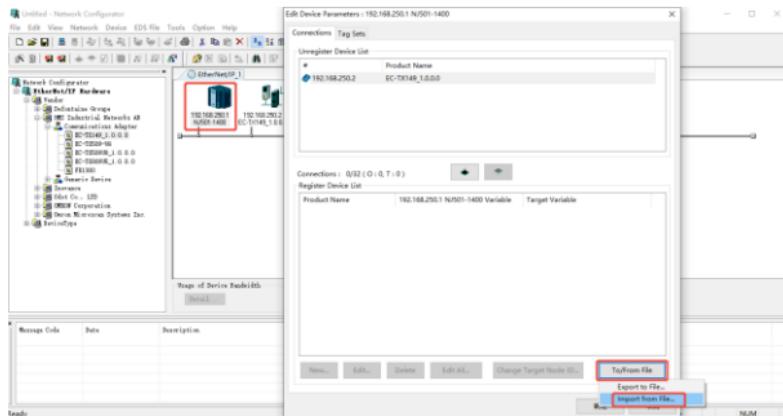
3.6.4.1 从 Sysmac Studio 导出数据标签

上面设置完数据标签后，点击“导出”，将数据标签导出到本地，保存为“EtherNet IP.csv”格式。

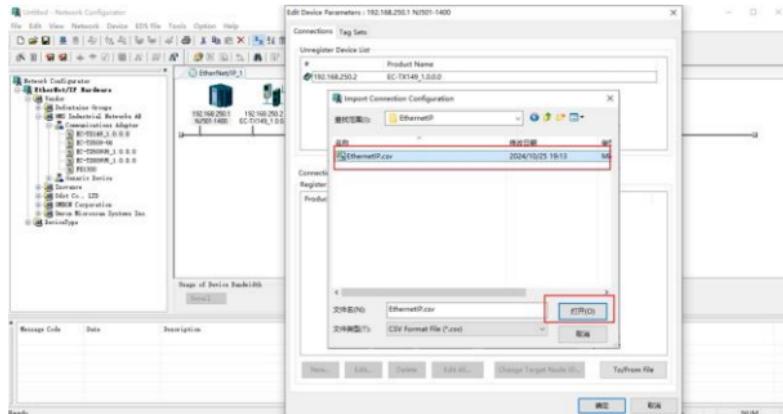


3.6.4.2 将数据标签导入到 Network Configurator

在“Network Configurator”软件中，双击PLC设备图标，点击右下角“To/From File”，选择“Import from File...”。

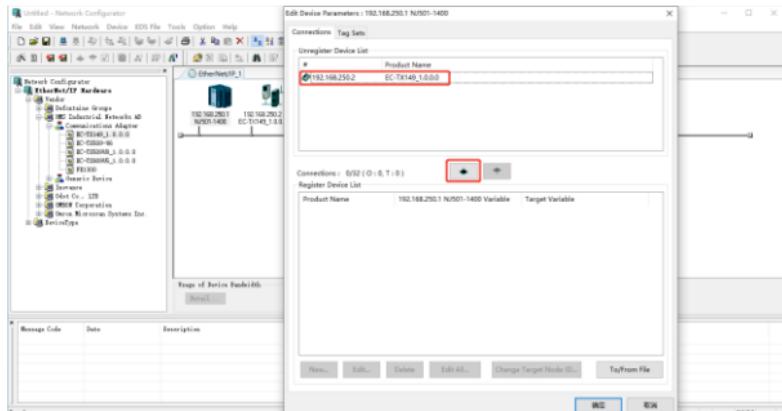


选择上面从Sysmac Studio里导出的“EtherNet IP.csv”文件，点击“打开”。

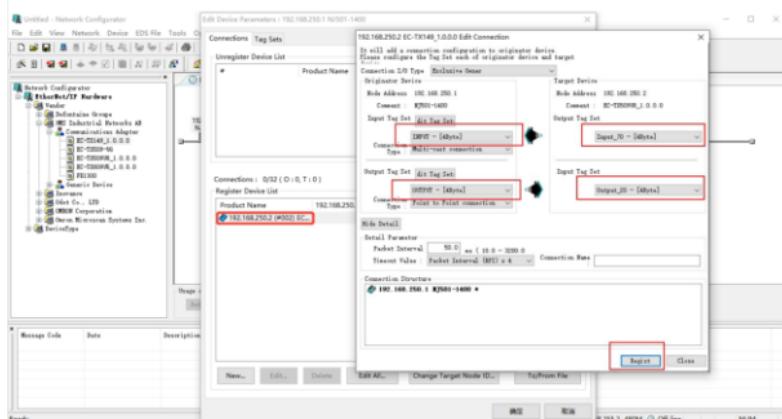


3.6.4.3 数据标签对应连接

在“Connections”选项卡下选择设备“192.168.250.2”，点击下移按钮。



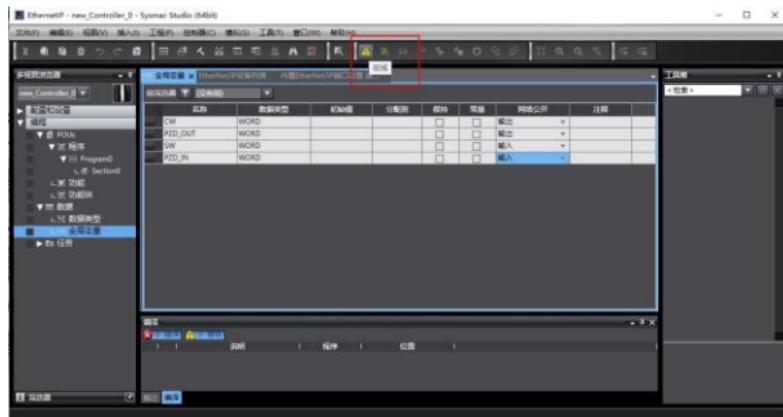
双击设备“192.168.250.2”，设置数据输入输出标签，点击“Regist”。



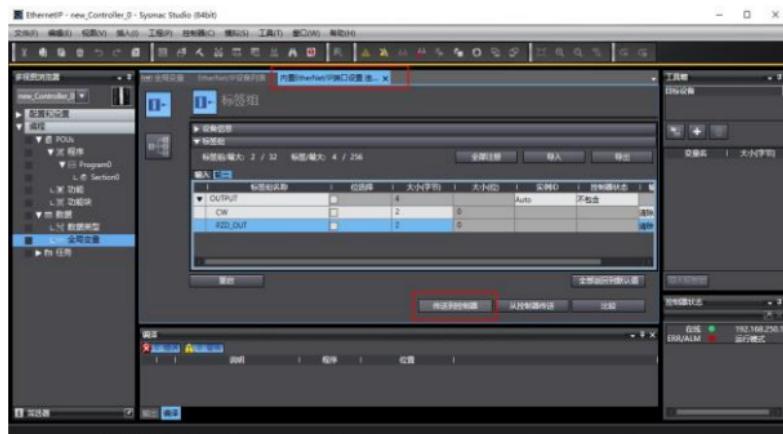
3.6.5 PLC 程序下载和在线监控

3.6.5.1 Sysmac Studio 下载

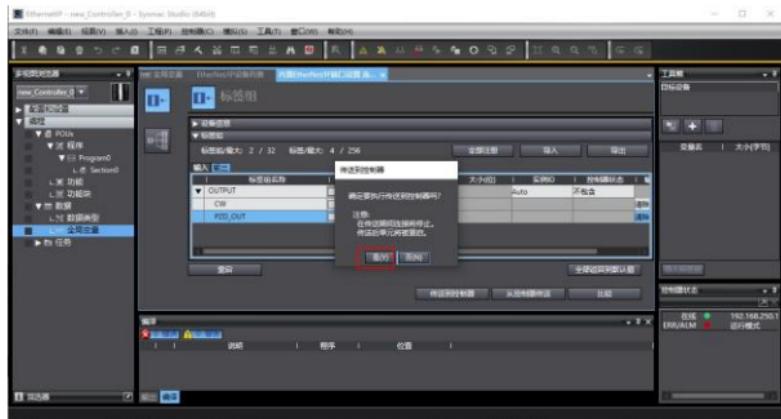
点击在线按钮。



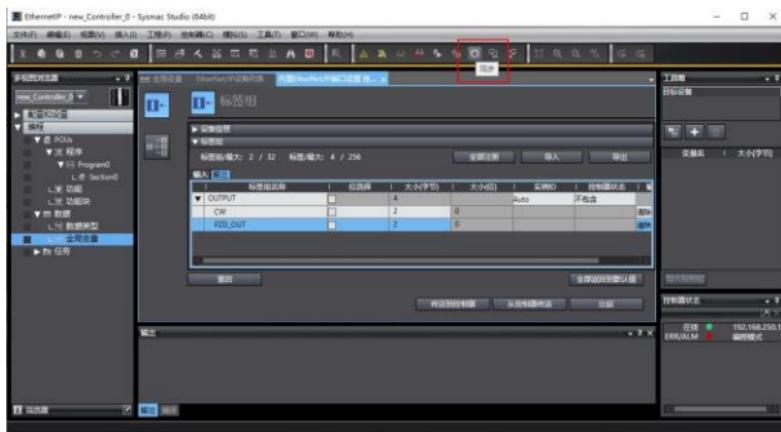
在“内置 EtherNet/IP 端口设置连接”选项卡下，点击“传送到控制器”。



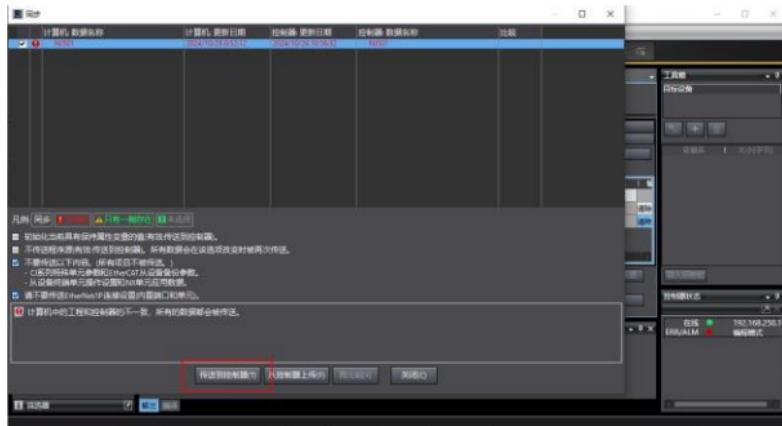
点击“是(Y)”。



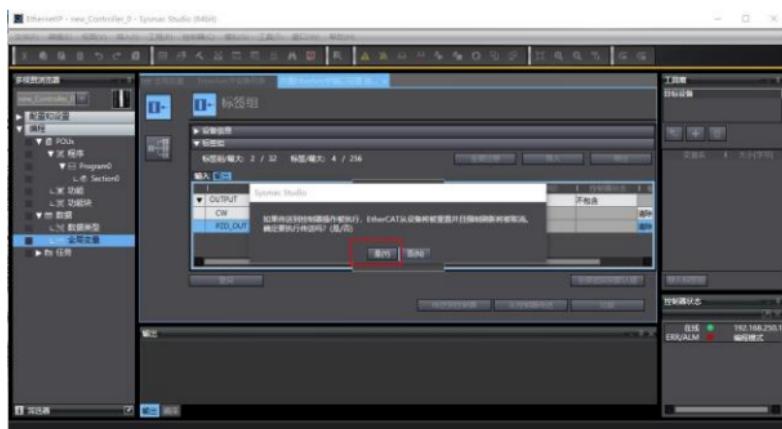
点击“同步”功能按钮。



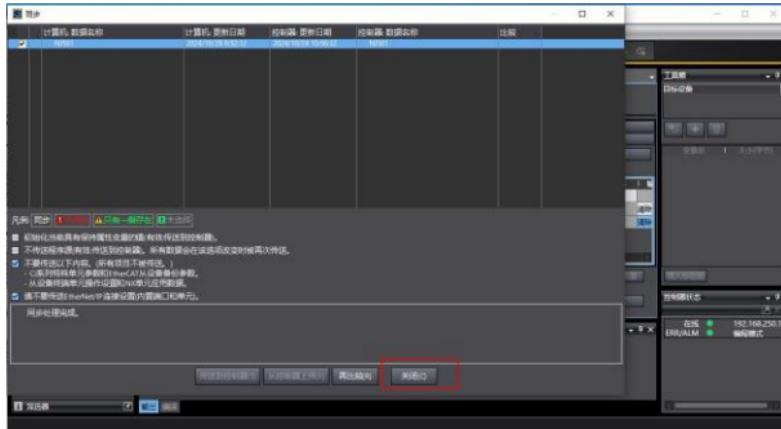
选择设备“NJ501-1400”，点击“传送到控制器”。



点击“是 (Y)”。

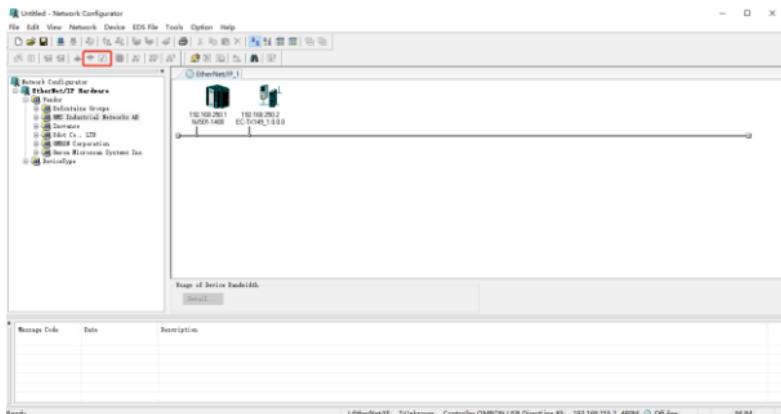


此时右下角“控制器”状态为两个绿灯，点击“关闭 (C)”。

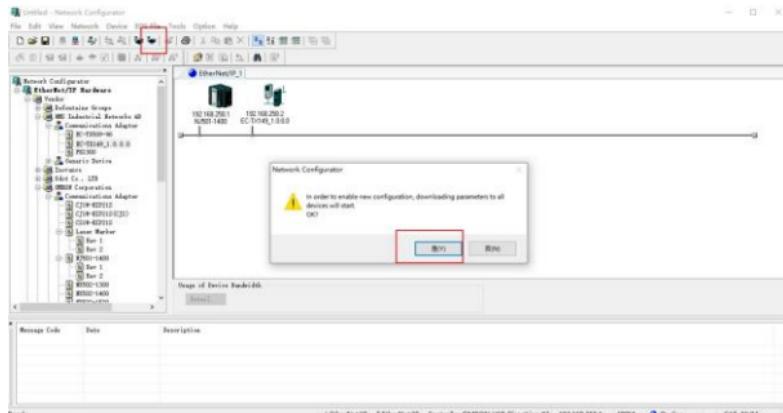


3.6.5.2 Network Configurator 下载

点击图标“Download to Device”。

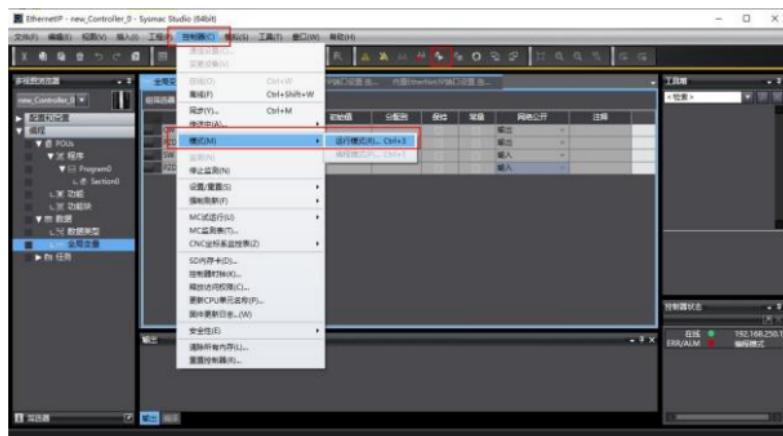


点击图标“Download to Network”，点击“是 (Y)”。

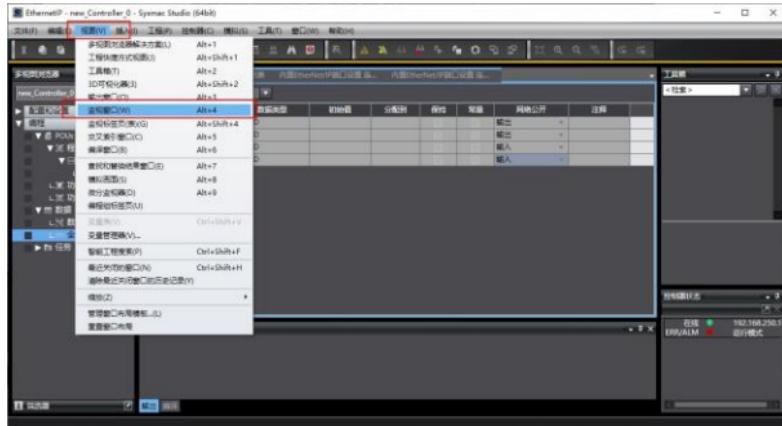


3.6.5.3 Sysmac Studio 在线监控

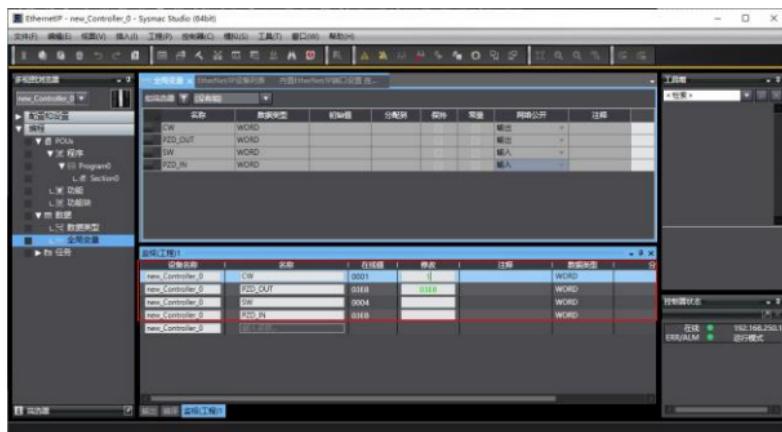
点击“控制器”选项下的“模式”（或点击“运行”按钮），将 PLC 转至“运行模式”，点击“是 (Y)”。



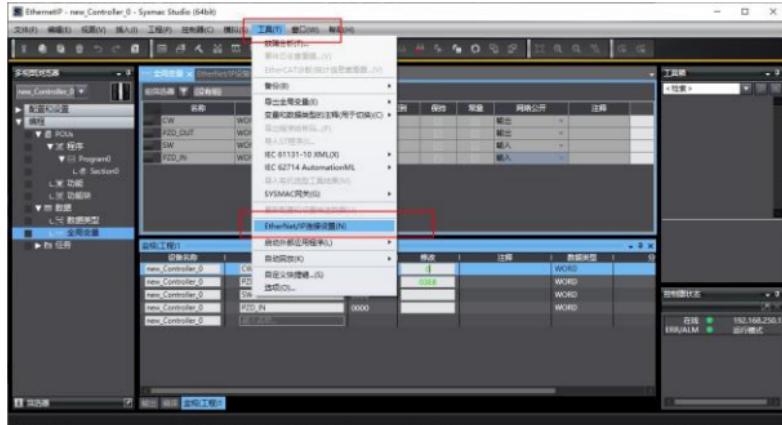
点击顶部菜单栏的“视图”，选择“监视窗口”。



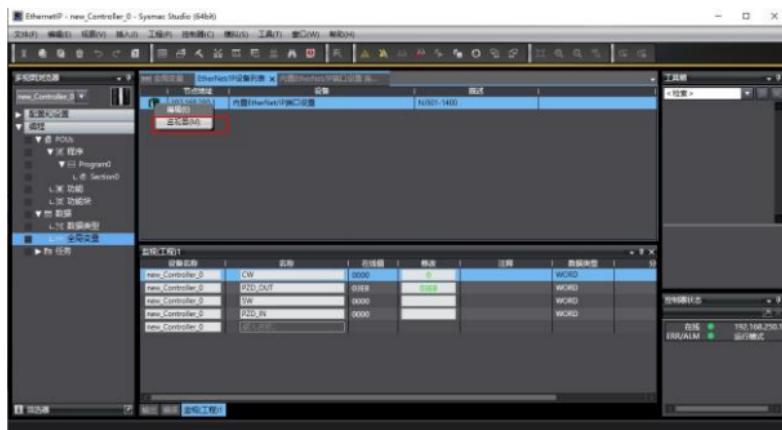
在“监控窗口”中输入变量名，即可监控变量值；在“修改”框中可实时更改变量值。



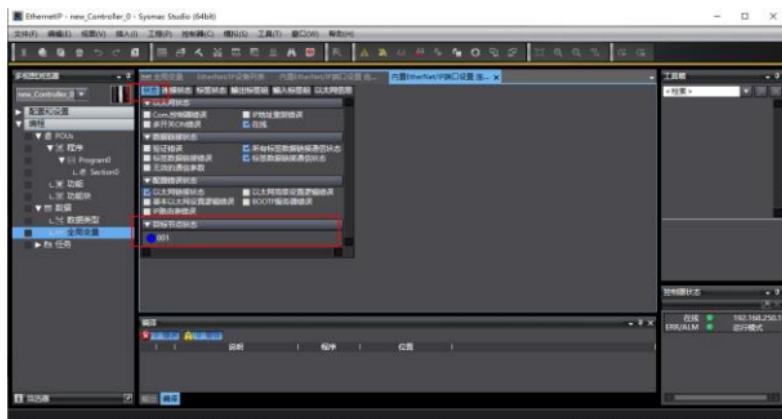
点击顶部菜单栏的“工具”，选择“Ethernet/IP 连接设置”。



右键点击 PLC，选中“监视器”



查看“状态”下的“目标节点状态”，当通讯成功时，状态显示为蓝色；通讯失败时，状态显示为红色。



4 EtherCAT 协议

4.1 概述

本协议卡定义为 EtherCAT 从站，可用在支持 EtherCAT 通讯的变频器上。

4.2 产品特性

4.2.1 支持的功能

- 支持 CiA301、CiA402 CoE 协议，搭配从站 XML 配置文件，可与倍福 PLC、英威腾控制器等主站进行通讯。
- 自动配置网络地址。
- 具备 2 个 RJ45 端口，区分方向 IN 和 OUT。
- 支持线型、星型和环型网络拓扑。

4.2.2 支持的服务

- 支持 PDO 服务。
- 支持 SDO 服务。
- 支持 SDO 读写变频器功能码。
- 支持制造商定义的对象字典。
- 支持两种读写变频器的过程量：
 - ◊ PDO：一种实时、周期性的数据传输机制，用于快速交换过程量（如速度、转矩、电流等）。数据通过预定义的映射关系传输，无需额外配置通信指令。
 - ◊ SDO：用于非周期性、点对点的参数读写，通过访问对象字典（OD）中的特定索引和子索引，可读写制造商定义的对象字典（如故障代码、高级参数）。

支持的 EtherCAT 同步周期

表 4-1 支持的同步周期

| 项目 | 支持的规格 |
|------|-------|
| 同步周期 | 1ms |
| | 2ms |

4.2.3 状态指示灯

EtherCAT 通讯卡设置 4 个指示灯，用来指示通讯卡的不同状态，位置如图 4-1 所示，具体定义如表 4-2 所示。

图 4-1 状态指示灯位置

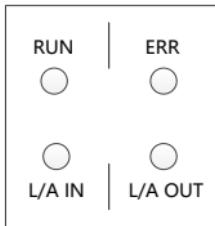


表 4-2 状态指示灯定义

| 指示灯位号 | 颜色 | 定义 | 功能 |
|---------|----|-----------------------|-----------------------|
| RUN | 绿 | 常亮 | 处于 OP 状态 |
| | | 闪烁 (亮 200ms, 灭 200ms) | 处于 PreOP 状态 |
| | | 单闪 (亮 200ms, 灭 1s) | 处于 SafeOP 状态 |
| | | 常灭 | 处于 Init 状态 |
| L/A IN | 绿 | 常亮 | 接口 IN Link 确立, 无数据收发 |
| | | 闪烁 (亮 50ms, 灭 50ms) | 接口 IN Link 确立, 有数据收发 |
| | | 常灭 | 接口 IN LINK 未确立 |
| L/A OUT | 绿 | 常亮 | 接口 OUT Link 确立, 无数据收发 |
| | | 闪烁 (亮 50ms, 灭 50ms) | 接口 OUT Link 确立, 有数据收发 |
| | | 常灭 | 接口 OUT LINK 未确立 |
| ERR | 红 | 常亮 | 出现 OP 故障 |
| | | 闪烁 (亮 200ms, 灭 200ms) | 出现 Init/Preop 故障 |
| | | 单闪 (亮 200ms, 灭 1s) | 出现 Safeop 故障 |
| | | 常灭 | 无故障 |

4.3 电气连接

EtherCAT 网络通常由一个主站(PLC)以及多个从站(驱动器或总线扩展端子)组成，每个 EtherCAT 从站都有两个标准的以太网接口，电气接线图如图 4-2、图 4-3 和图 4-4 所示。

图 4-2 线型网络拓扑电气连接图

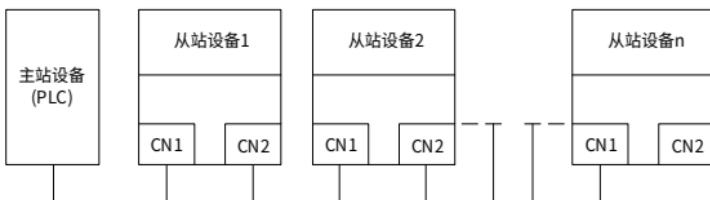
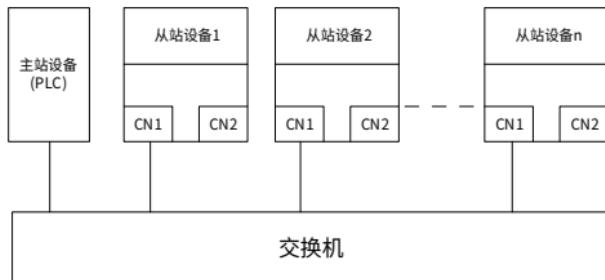
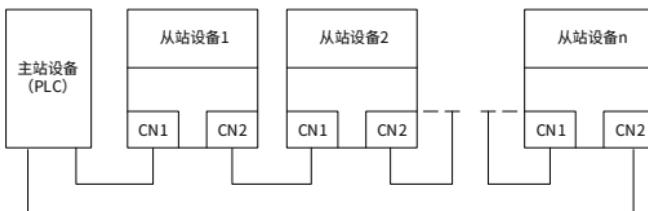


图 4-3 星型网络拓扑电气连接图



注意：对于星型网络拓扑，用户需准备 EtherCAT 交换机。

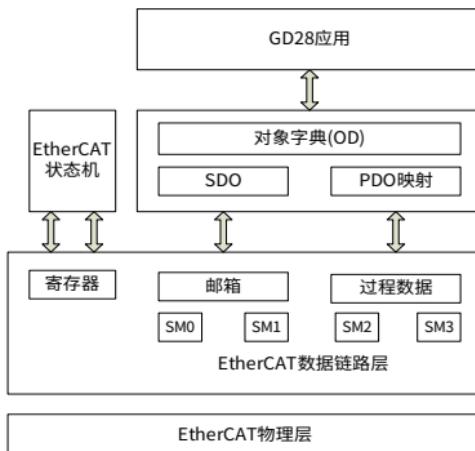
图 4-4 环型网络拓扑电气连接图



4.4 通讯

4.4.1 CANopen over EtherCAT 参考模型

图 4-5 CoE 参考模型



EtherCAT (CoE) 网络参考模型包括两部分：数据链路层和应用层。数据链路层主要负责 EtherCAT 通讯协议，应用层嵌入了 CANopen drive Profile (DS402) 通讯规约。CoE 中的对象字典包括了参数、应用数据以及 PDO 映射配置信息。

过程数据对象 (PDO) 由对象字典中能够进行 PDO 映射的对象构成，PDO 数据中的内容由 PDO 映射来定义。PDO 数据的读取与写入是周期性的，不需要查找对象字典；而邮箱通讯 (SDO) 是非周期性通讯，在读写时需要查找对象字典。

 **注意：**为了使 SDO 与 PDO 数据能在 EtherCAT 数据链路层上得到正确解析，需要对 FMMU 和 Sync Manager (同步管理器) 进行配置，如下表。

表 4-3 EtherCAT 同步管理器配置

| 同步管理 | 配置 | 大小 | 起始地址 |
|----------------|-----------|---------|--------|
| Sync Manager 0 | 分配给接收 SDO | 512byte | 0x1000 |
| Sync Manager 1 | 分配给发送 SDO | 512byte | 0x1400 |
| Sync Manager 2 | 分配给接收 PDO | 128byte | 0x1800 |
| Sync Manager 3 | 分配给发送 PDO | 128byte | 0x1C00 |

4.4.2 EtherCAT 从站信息

EtherCAT 从站信息文件 (XML 文件) 是用于主站读取，用于构建主站与从站的组态。XML 文件包含 EtherCAT 通讯设置所必须的信息。

4.4.3 EtherCAT 状态机

EtherCAT 状态机用于描述从站应用的状态和状态改变。状态改变请求通常由主站发起，从站响应。具体状态跳转方式如下图。

图 4-6 EtherCAT 状态机流程图

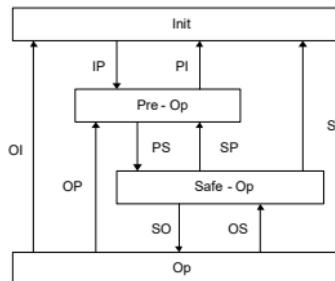


表 4-4 EtherCAT 状态机描述

| 状态 | 描述 |
|----------------|------------------------------------|
| Init | SDO 通讯不能使用； PDO 通讯不能使用。 |
| Init to Pre-Op | 主站配置 SDO 通讯的数据链路层地址和同步管理 (SM) 通道；主 |

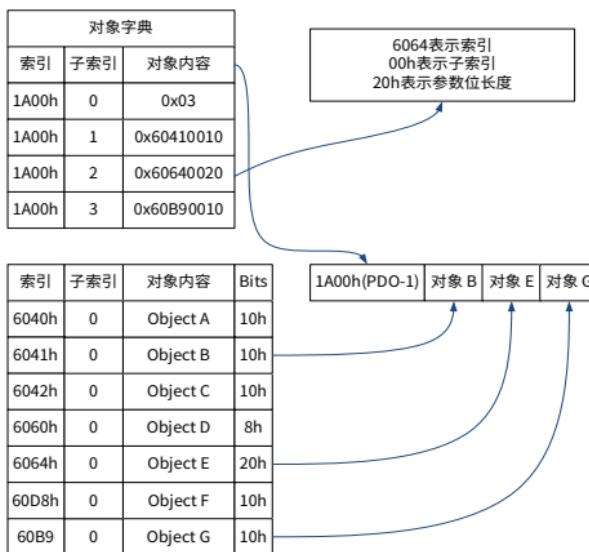
| 状态 | 描述 |
|-------------------|---|
| | 站初始化分布时钟 (DC) 同步信息；主站请求跳转至 Pre-Op 状态；主站配置应用层控制寄存器；从站检查是否已正常初始化邮箱。 |
| Pre-Op | SDO 通讯可以使用；PDO 通讯不能使用。 |
| Pre-Op to Safe-Op | 主站配置 PDO 通讯的同步管理 (SM) 通道及 FMMU 通道；主站通过 SDO 通讯配置 PDO 映射；主站请求跳转至 Safe-Op 状态；从站检查 PDO 配置和分布时钟 (DC) 是否正确配置。 |
| Safe-Op | SDO 通讯可以使用；接收 PDO 通讯可以使用，发送 PDO 通讯不能使用，处于 Safe 状态。 |
| Safe-Op to Op | 主站请求跳转至 Op 状态。 |
| Op | SDO 通讯可以使用；PDO 通讯可以使用。 |

4.4.4 PDO 过程数据映射

EtherCAT 从站的过程数据由同步管理器通道对象组成，每个同步管理器通道对象描述了 EtherCAT 过程数据的一致性区域，并且包含多个过程数据对象。具备应用控制功能的 EtherCAT 从站应该支持 PDO 映射和 SM PDOs Assign objects 的读取。

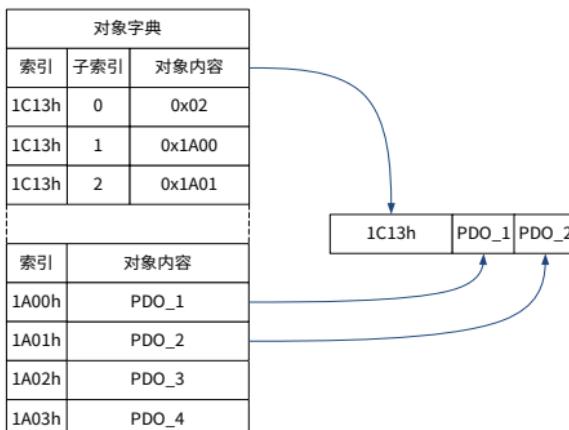
主站可从对象字典 (Object Dictionary) 中选择需要的对象进行 PDO 映射。PDO 映射配置位于对象字典的 1600h 至 1603h 区域 (RxPDOs: 接收 PDO) 和 1A00h 至 1A03h 区域 (TxPDOs: 发送 PDO)。PDO 映射方法如图 4-7 所示。

图 4-7 PDO 映射方法



除了需要对 PDO 对象进行映射外，EtherCAT 过程数据的交换还需要把 PDOs 分配到同步管理（Sync Manager）通道。通过同步管理 PDO 分配对象（1C12h 和 1C13h）建立了 PDOs 和同步管理的关系。同步管理 PDO 映射的方法如图 4-8 所示。

图 4-8 PDO 同步管理通道分配



默认 PDO 映射(Position, Velocity, Torque, Torque limit, Touch probe)：

| RxPDO (0x1600) | Control word (0x6040) | Target Position (0x607A) | Target Velocity (0x60FF) | Target Torque (0x6071) | Max. Torque (0x6072) | Mode of Operation (0x6060) | Profile velocity (0x6081) | Touch Probe Function (0x60B8) |
|-------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| TxPDO (0x1A00) | Statusword (0x6041) | Position Actual Value (0x6064) | Speed Actual Value (0x606C) | Torque Actual Value (0x6077) | Following Error Actual Value (0x60F4) | Mode of Operation Display (0x6061) | Error Code (0x603F) | Touch Probe Value (0x60BA) |

4.4.5 基于分布时钟的网络同步

分布时钟（Distributed Clock）功能确保所有 EtherCAT 设备共享统一的系统时间，从而实现设备任务的同步执行。在 EtherCAT 网络中，第一个具有分布时钟功能的从站，其时钟被选定为网络的参考时钟，其余从站及主站均以该参考时钟为基准实现同步。

Free-Run 模式：伺服驱动器的运行周期与主站的通讯周期无关，独立运行。

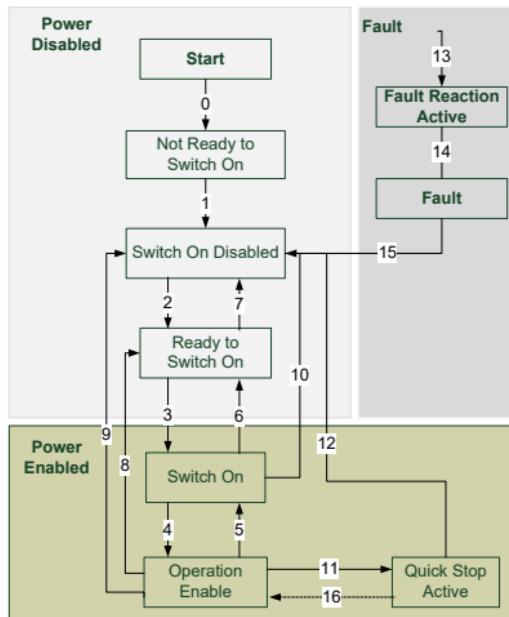
DC 模式：伺服驱动器通过主站发送的 Sync0 事件实现同步操作。

4.5 CiA402 设备规约

主站通过 Controlword (控制字, 0x6040) 来对驱动器进行控制, 通过读取 Statusword (状态字, 0x6041) 来获取驱动器当前状态, 伺服驱动器内部根据主站控制指令完成电机控制功能。

4.5.1 CANopen over EtherCAT 状态机

图 4-9 CANopen over EtherCAT 状态机



| 状态名 | 说明 |
|------------------------|------------------------------------|
| Not Ready to Switch On | 驱动器处于初始化过程中。 |
| Switch On Disabled | 驱动器初始化完成。 |
| Ready to Switch On | 驱动器等待进入 Switch On 状态, 电机没有被励磁。 |
| Switched On | 驱动器处于准备好状态, 主回路电源正常。 |
| Operation Enable | 驱动器使能, 按照控制模式控制电机。 |
| Quick Stop Active | 驱动器根据设定的方式停机。 |
| Fault Reaction Active | 驱动器检测到报警发生, 按照设定的方式停机, 电机此时仍有励磁信号。 |
| Fault | 驱动器处于故障状态, 电机无励磁信号。 |

6040h 控制字包括以下内容：

- 用于状态控制的位
- 与控制模式相关的位
- 厂家自定义的控制位

6040h 各 bit 的详细介绍如下：

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----|----|------|------|------|------|--------|--------|---|---|---|
| 15 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 厂家 自定义 | 保留 | 保留 | 故障复位 | 操作模式 | 伺服运行 | 快速停机 | 接通主回路电 | 伺服准备就绪 | | | |
| 0 | 0 | 0 | M | O | M | M | M | M | M | M | |
| MSB | | | | LSB | | | | | | | |

Bits0~3 and 7 (用于状态控制的位)：

| Command | Bit of the controlword | | | | | Transitions |
|-------------------|------------------------|---------------------|---------------|-------------------|-----------|--------------|
| | Fault reset | Enable operation | Quick stop | Enable voltage | Switch on | |
| Shutdown | 0 | X | 1 | 1 | 0 | 2, 6, 8 |
| Switch on | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3* |
| Switch on | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3** |
| Disable voltage | 0 | X | X | 0 | X | 7, 9, 10, 12 |
| Quick stop | 0 | X | 0 | 1 | X | 7, 10, 11 |
| Disable operation | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Enable operation | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4, 16 |
| Fault reset | 0~1 | X | X | X | X | 15 |

Bits 4, 5, 6 and 8 (与控制模式相关的位)：

| Bit | Operation mode | | |
|-----|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | Profile position mode | Profile velocity mode | Homing mode |
| 4 | New set-point | Reserved | Homing operation start |
| 5 | Change set immediately | Reserved | Reserved |
| 6 | Rel | Reserved | Reserved |
| 8 | Halt | Halt | Halt |

注意：Profile position mode 下，bit4=New set-point 时，可以触发新的位置。

控制字设置为 0x0F 时，使能驱动器，否则驱动器停止。出现故障时，控制字第 7 位置 1 则为复位命令。

6041h 状态字包括以下内容：

- 驱动器当前的状态位
- 与控制模式相关联的状态位
- 厂家自定义的状态位。

6041h 各 bit 的详细介绍如下：

| Bit | Description | M/O |
|-------|-----------------------|-----|
| 0 | Ready to switch on | M |
| 1 | Switched on | M |
| 2 | Operation enabled | M |
| 3 | fault | M |
| 4 | Voltage enable | M |
| 5 | Quick stop | M |
| 6 | Switch on disabled | M |
| 7 | Warning | O |
| 8 | Manufacture specific | O |
| 9 | Remote | M |
| 10 | Target reached | M |
| 11 | Internal limit active | M |
| 12~13 | - | - |
| 14~15 | Manufacturer specific | O |

Bits0~3, 5, and 6：

| Value(binary) | State |
|---------------------|------------------------|
| xxxx xxxx x0xx 0000 | Not ready to switch on |
| xxxx xxxx x1xx 0000 | Switch on disabled |
| xxxx xxxx x01x 0001 | Ready to switch on |
| xxxx xxxx x01x 0011 | Switched on |
| xxxx xxxx x01x 0111 | Operation enabled |
| xxxx xxxx x00x 0111 | Quick stop active |
| xxxx xxxx x0xx 1111 | Fault reaction active |
| xxxx xxxx x0xx 1000 | Fault |

Bit4: Voltage enable，该位为 1 时表示主回路电源正常。

Bit9: Remote，该位为 1 时表示从站处于 OP 状态，主站可通过 PDO 控制驱动器。

Bit10: 目标到达

模式 1、模式 8：当次定位完成置 1 保持，若重新开始定位清 0

模式 6：回零完成置 1 保持，回零未完成为 0

模式 2：斜坡给定频率到达设定频率且控制字的 bit4, bit5, bit6 都为 1 则置 1，否则 0

其他模式：0

Bit11：外部限制

模式 1、模式 8：正向限制/反向限制到达置 1，否则 0

模式 4、模式 10：电动状态下：到达电动转矩上限为 1（上限不为 0），否则 0；制动状态下，到达制动转矩上限为 1（上限不为 0），否则 0

模式 2、模式 3、模式 9：输出频率到达 P00.03 为 1，否则 0

其他模式：0

Bit12：厂家自定义 1

模式 1：控制字的 bit4 为 1 则为 1，否则 0

模式 8、模式 9、模式 10：变频器处于运行状态为 1，否为为 0

其他模式：0

Bit14：该位为 1 时表示电机零速状态。

Bit7~bit8, bit15：保留。

4.5.2 设备运行模式

设置变频器参数 P00.01=2 (运行指令通道), P00.02=3 (EtherCAT 通讯通道)，设置 P24.27 通讯超时时间。

4.5.2.1 VFD Mode

1. 设置【6060h: Mode of operations】为 2 (VFD mode)；
2. 设置【6046h: vl velocity min max amount】转速最大值与最小值，不设置为驱动器默认值；
3. 设置对象字典【6048h: vl velocity acceleration】、【6049: vl velocity deceleration】、【604Ah:02 Quick Stop Speed】，，不设置为驱动器默认值；
 - 加速时间为 $60 * [6048h:02 Acceleration Delta Time] * P00.04 / ([6048h:01 Acceleration Delta Speed] * 电机极对数) * 0.1$, 单位 s, 与 P00.11 对应，超过 3600.0s 时保持上一次的值。
 - 减速时间为 $60 * [6049h:02 Deceleration Delta Time] * P00.04 / ([6049h:01 Deceleration Delta Speed] * 电机极对数) * 0.1$, 单位 s, 与 P00.12 对应，超过 3600.0s 时保持上一次的值。
 - 紧急停车时间为 $60 * [604Ah:02 Quick Stop Delta Speed] * P00.04 / ([604Ah:01 Quick Stop Speed] * 电机极对数) * 0.1$, 单位 s, 与 P00.13 对应，超过 3600.0s 时保持上一次的值。

Quick Stop Delta Time】 *电机极对数) *0.1, 单位 s, 与 P01.26 对应; 超过 60.0s 时保持上一次的值。

4. 设置【604Ch: vl dimension factor】调整电子齿轮比, 默认为 1: 1;
5. 设置【6040h: Control word】使能驱动器(设置 0x0F 时使能), 启动电机运转;
6. 设置【6042h: vl target velocity】来设定目标转速;
7. 设置【6040h: Control word】运行驱动器(设置 0x7F 时运行);
8. 查询【6044h: vl velocity actual value】获取电机实际速度反馈。

4.5.2.2 Profile Velocity Mode

1. 设置【6060h: Mode of operations】为 3 (Profile Velocity Mode);
 2. 设置【6083h: Profile acceleration】和【6084h: Profile deceleration】; 相应参数写入到 P00.11/P00.12;
-  注意: 6083h 和 6084h 单位为 ms。
3. 设置 P00.01=2, P00.02=3, P00.06=14;
 4. 设置【6040h: Control word】使能驱动器 (设置为 0x0F 时使能), 启动电机运转;
 5. 设置【60FFh: Target velocity】来设定目标转速 (单位: rpm);
 6. 查询【6041h: Status word】来获取驱动器的状态反馈 (Speed zero、Max slippage error、Target reached、Internal limit active)。

4.5.2.3 Profile Torque Mode

1. 设置【6060h: Mode of operations】为 4 (Profile Torque Mode);
2. 设置【6087h】来设定转矩斜坡;
3. 设置【6040h: Control word】使能驱动器 (设置为 0x0F 时使能), 启动电机运转;
4. 设置 P03.11=14, P03.32=1(转矩控制使能);
5. 设置【6071h: Target torque】来设定目标转矩;
6. 查询【6041h: Status word】来获取驱动器的状态反馈 (Speed zero、Max slippage error、Target reached、Internal limit active)。

4.5.2.4 Cyclic Synchronous Velocity Mode

1. 设置【6060h: Mode of operations】为 9 (Cyclic synchronous velocity mode);
2. 设置【6083h: Profile acceleration】和【6084h: Profile deceleration】;
3. 设置 P00.01=2, P00.02=3, P00.06=14;
4. 设置【6040h: Control word】使能驱动器 (设置为 0x0F 时使能), 启动电机运转;

5. 设置【60FFh: Target velocity】来设定目标转速（单位：rpm）；
6. 查询【6041h: Status word】来获取驱动器的状态反馈（Speed zero、Max slippage error、Target reached、Internal limit active）。

注意：Gooddrive28 的 Cyclic Synchronous Velocity Mode 不具备同步属性。

4.5.2.5 Cyclic Synchronous Torque Mode

1. 设置【6060h: Mode of operations】为 10 (Cyclic Synchronous torque Mode)；
2. 设置 P03.11=14 (通讯设定)，P03.32=1 (转矩控制使能)；
3. 设置【6040h: Control word】使能驱动器 (设置为 0x0F 时使能)，启动电机运转；
4. 设置【6072h: Max torque】最大转矩，【6071h: Target torque】目标转矩；
5. 查询【6041h: Status word】来获取驱动器的状态反馈（Speed zero、Max slippage error、Target reached、Internal limit active）。

注意：Gooddrive28 的 Cyclic Synchronous Torque Mode 不具备同步属性。

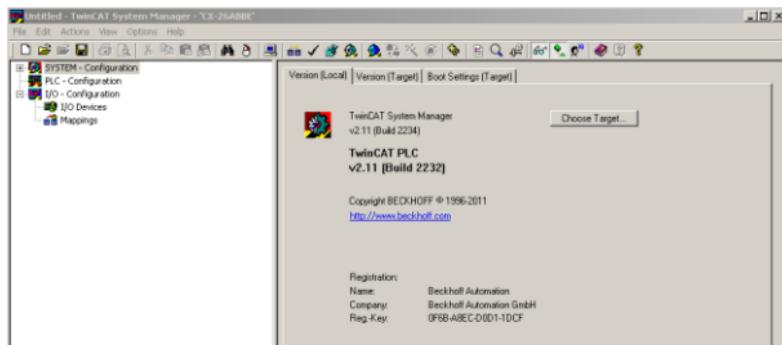
4.6 PLC 通讯示例 1 (TwinCAT2)

以下是使用 EtherCAT 适配器模块与倍福公司 TwinCAT2 (主站) 简单通讯的配置步骤示例。

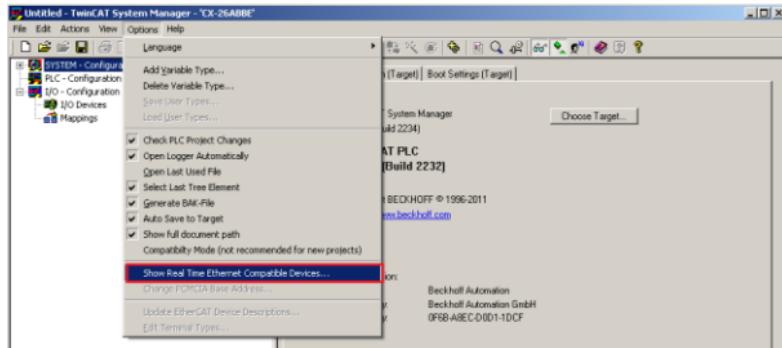
步骤1 安装 TwinCAT2 软件。

步骤2 将 Gooddrive28 的 EtherCAT 配置文件 (EC-TX149_1.0.0.0.xml) 文件拷贝到 TwinCAT2 的安装目录 “C:\TwinCAT\Io\EtherCAT”。

步骤3 打开 TwinCAT2。

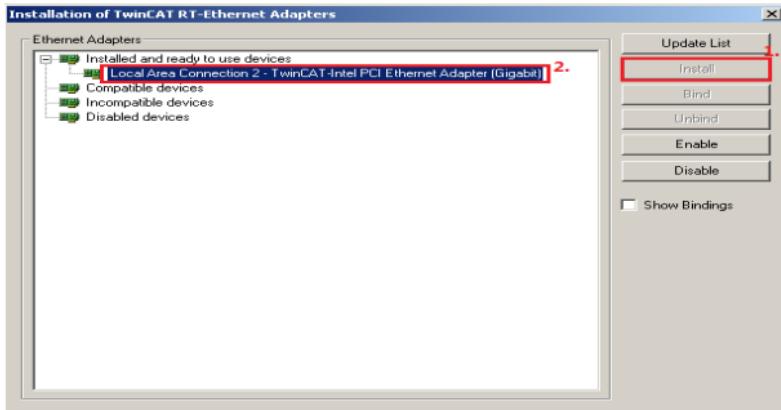


步骤4 安装网卡驱动。

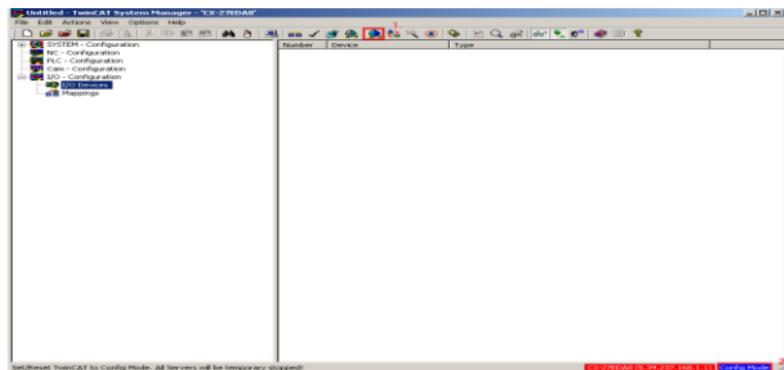


打开上图菜单，选择“Show Realtime Ethernet Compatible Devices...”弹出下图对话框，选择本地网卡，点击“Install”，网卡安装好后“Installed and ready to use devices”菜单下出现已安装的网卡。

注意：请选用 Intel 芯片的网卡。

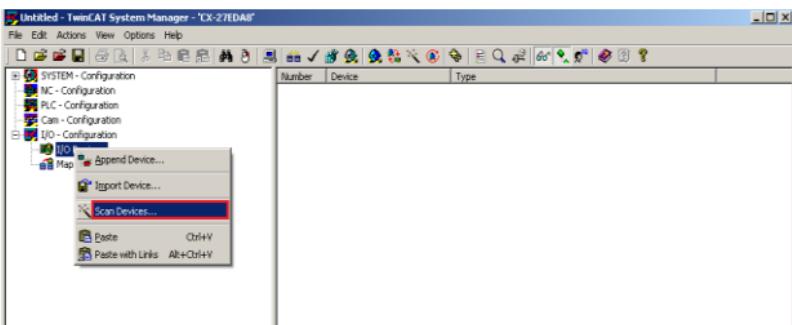


步骤5 设置 TwinCAT2 使其处于配置模式。

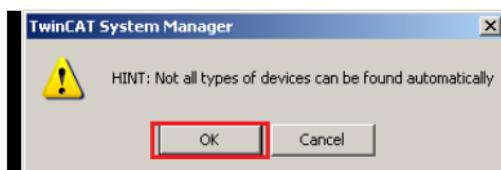


步骤6 扫描设备

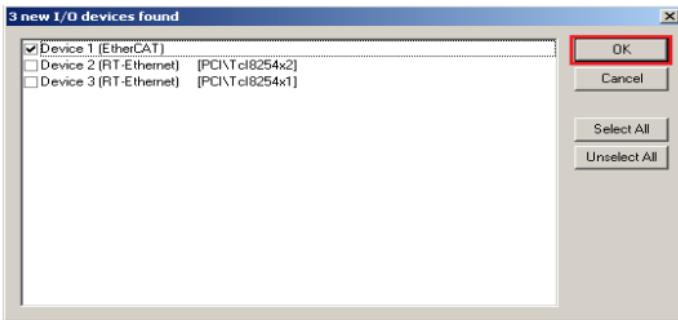
A. 选择“**I/O Devices**”菜单，右键选择“**Scan Devices...**”扫描设备。



B. 弹出下图对话框，选择“OK”。



C. 弹出下图对话框，选择“OK”。



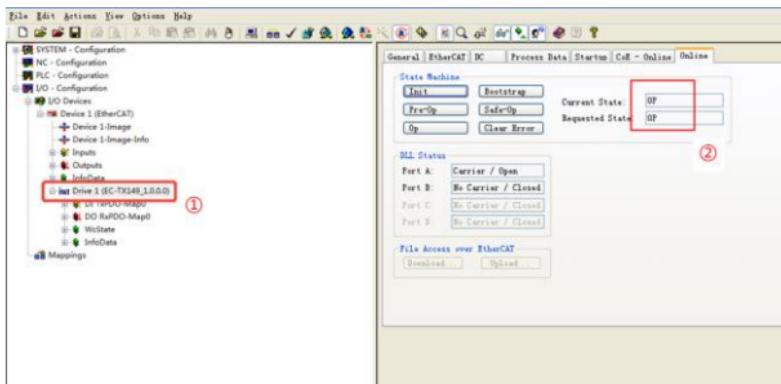
D. 弹出下图对话框，选择“Yes”。



E. 弹出下图对话框，选择“Yes”，设备进入自由运行模式。

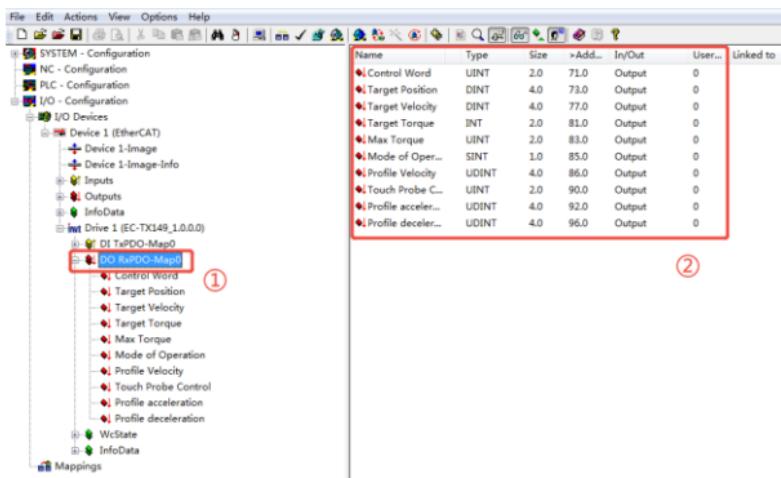


F. 如下图所示，“Drive 1 (EC-TX149_1.0.0.0)”为扫描到的从站设备，查看设备进入“OP”状态。

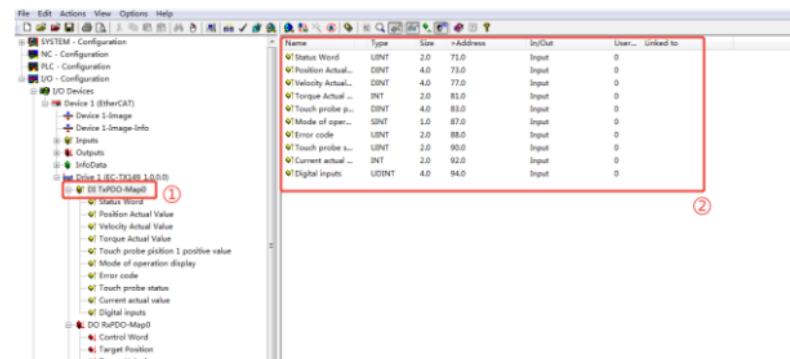


步骤7 过程数据输入与输出

A. 选择“DO RxPDO-Map0”菜单，这些是主站发给变频器的数据，可以进行命令给定，转速给定等操作。

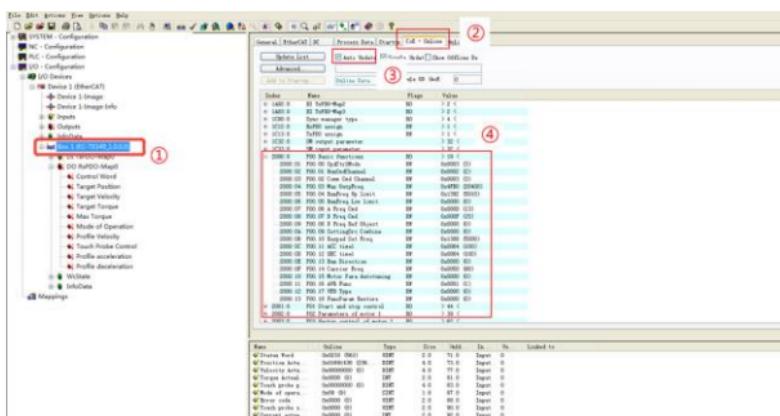


B. 选择“DI TxPDO-Map0”菜单，这些是变频器发给主站的数据，返回变频器的状态，转速等信息。

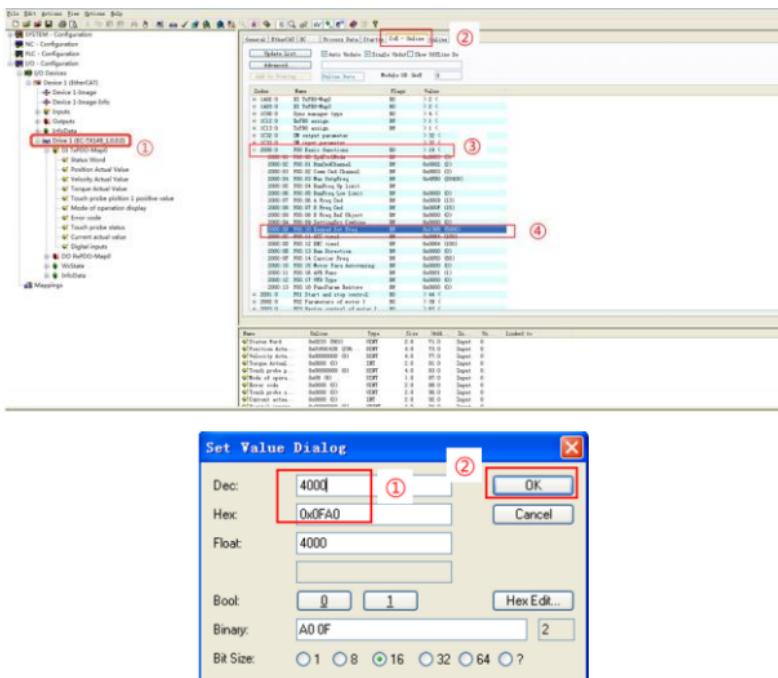


步骤8 SDO 数据读写操作

A. 选择“CoE-Online”菜单，如下图所示，通过索引 0x2000~0x2063 读变频器功能码参数，勾选“Auto Update”，选择 0x2000~0x2063，即可查看对应功能码的参数。



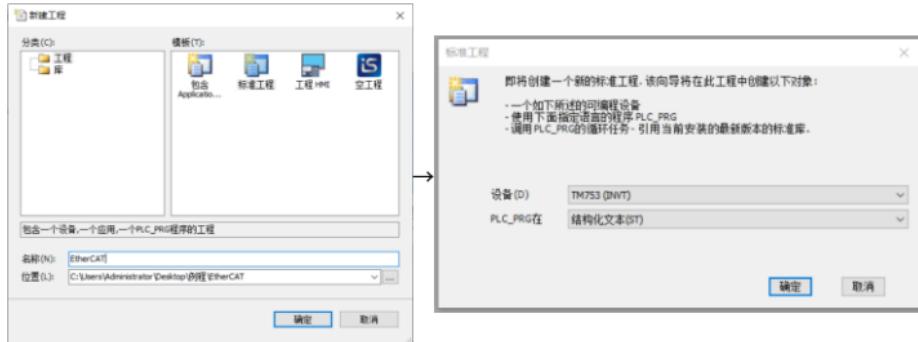
B. 同理，通过索引 0x2000~0x2063 可写变频器功能码参数；选择 0x2000，双击 2000:0B，弹出读对话框，写入参数，点击“OK”，查看键盘，可看到参数写入成功。



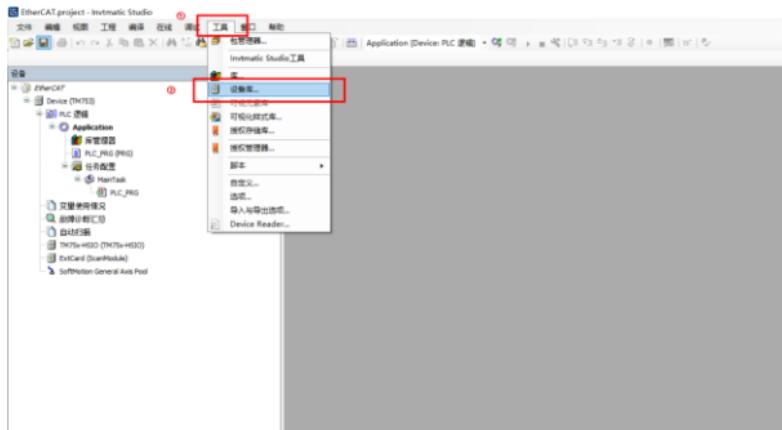
4.7 PLC 通讯示例 2 (TM753)

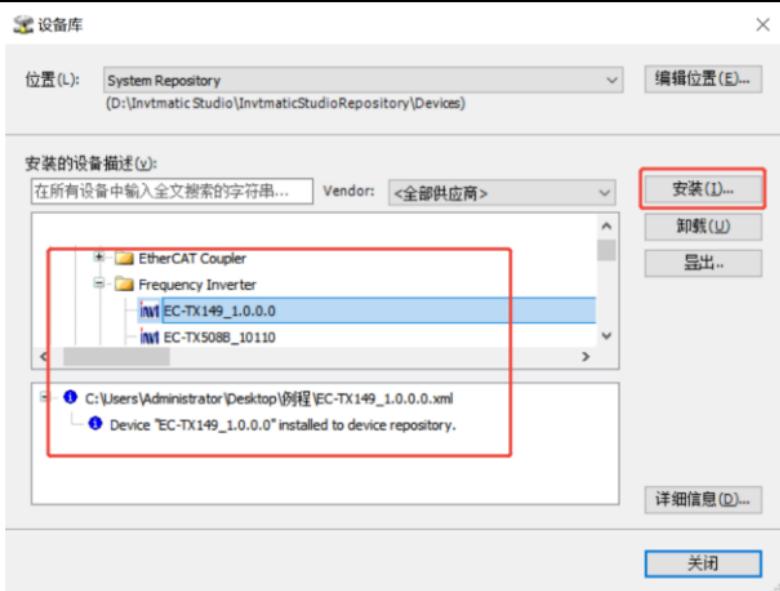
以下是使用 EtherCAT 适配器模块与 TM753（主站）简单通讯的配置步骤示例。

步骤1 打开 Invtmatic Studio 软件，新建 TM753 工程。设备选择 TM753，界面如下图所示。

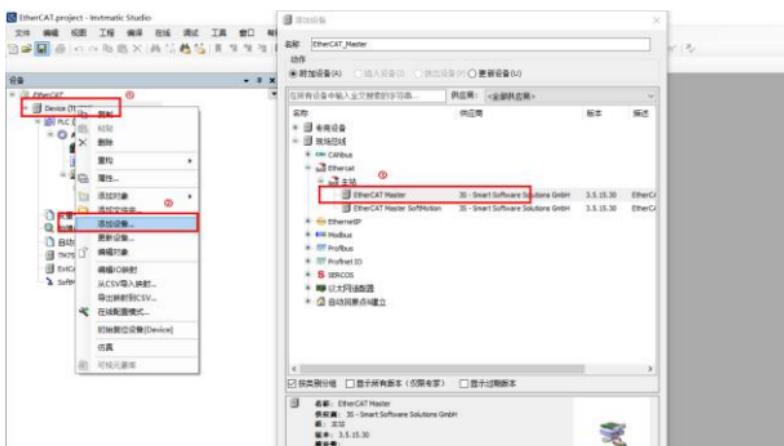


步骤2 添加 EtherCAT 设备。打开“工具”→“设备库”，导入 EC-TX149 的 EtherCAT 配置文件。

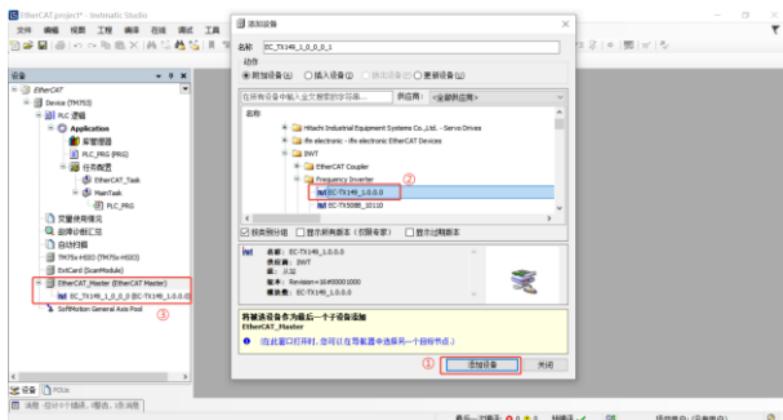




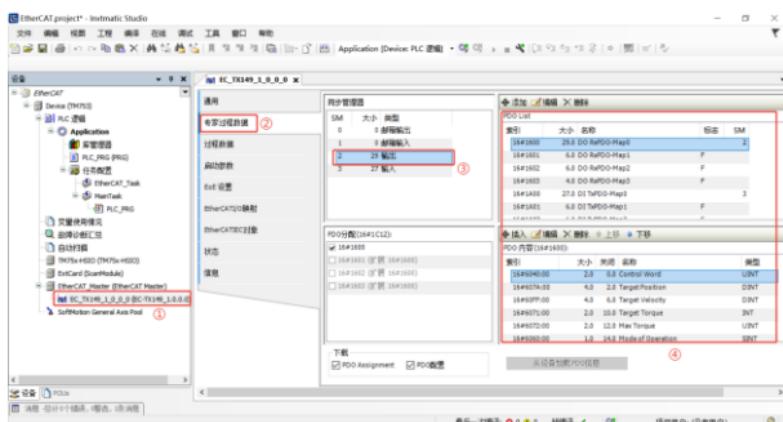
步骤3 右键选择“Device”→“添加设备”→“现场总线”→“EtherCAT”→“主站”→双击“EtherCAT Master”。



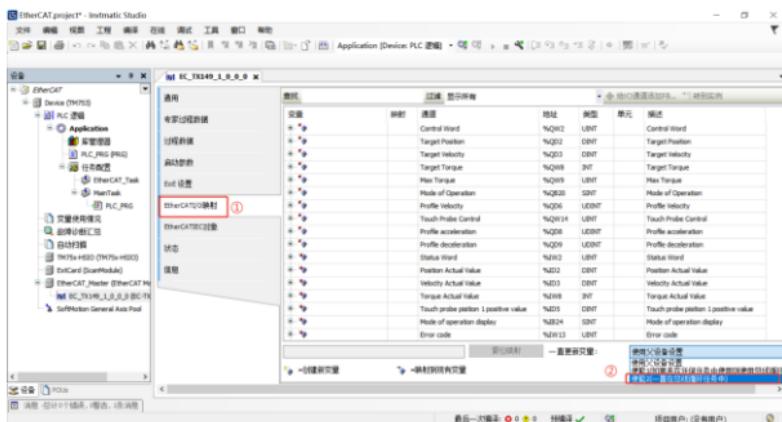
步骤4 右键选择“EtherCAT Master”→“添加设备”→“现场总线”→“EtherCAT”→“从站”→“INVT”→“Frequency Inverter”→“EC-TX149_1.0.0.0”。



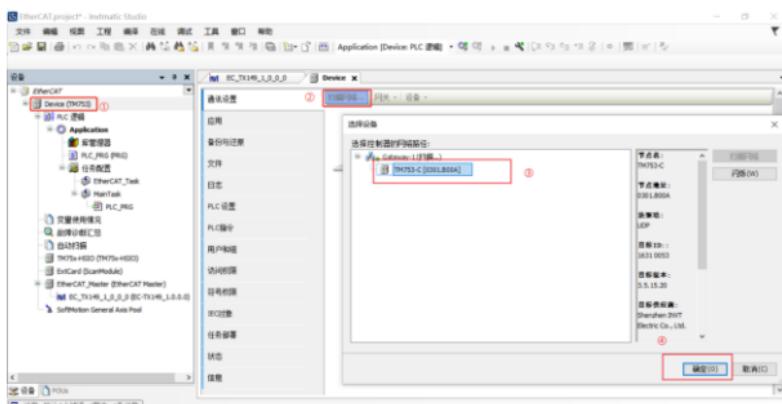
步骤5 PDO 配置。双击添加的“EC-TX149_1.0.0.0”，进入参数配置界面；进入在“专家过程数据”界面配置 PDO 参数；可根据需求进行 PDO 参数配置；本例使用默认 PDO 配置。



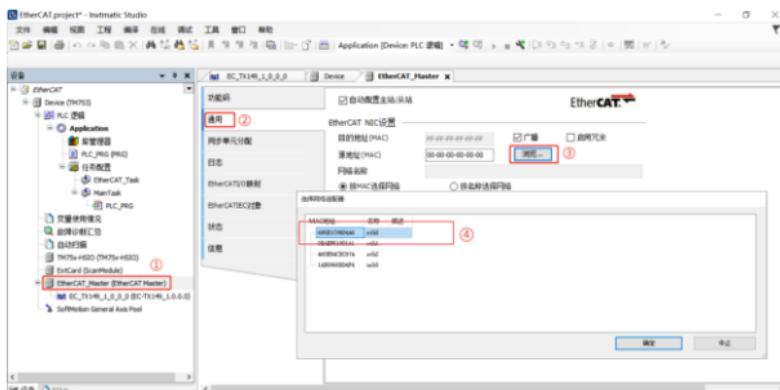
步骤6 选择“EtherCAT I/O 映射”，修改“一直更新变量”为“使能 2（一直在总线循环任务中）”。



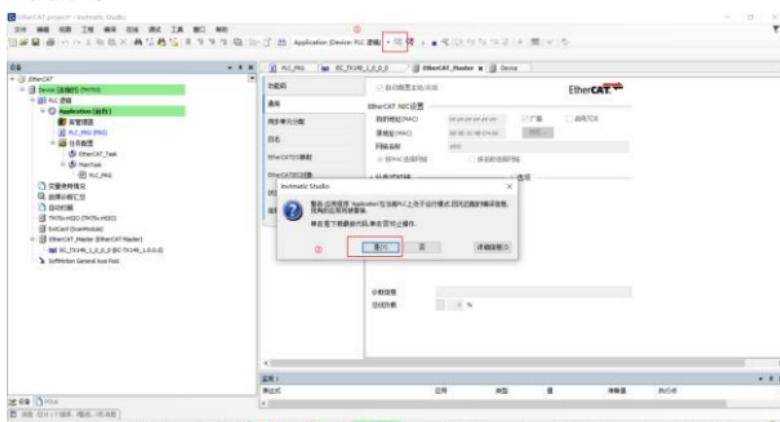
步骤7 扫描 PLC。双击“Device”，点击“扫描设备…”，选中扫描到的 PLC，点击“确定”。



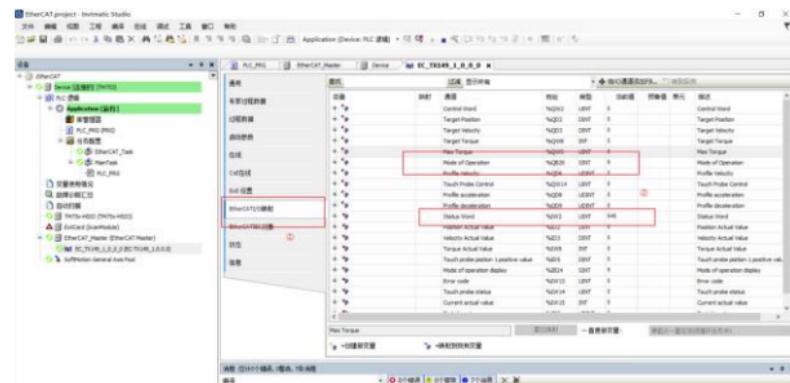
步骤8 EtherCAT 主站配置。双击“EtherCAT_Master”，进入“通用”设置，点击“浏览”，双击选择“eth0”。



步骤9 下载程序。

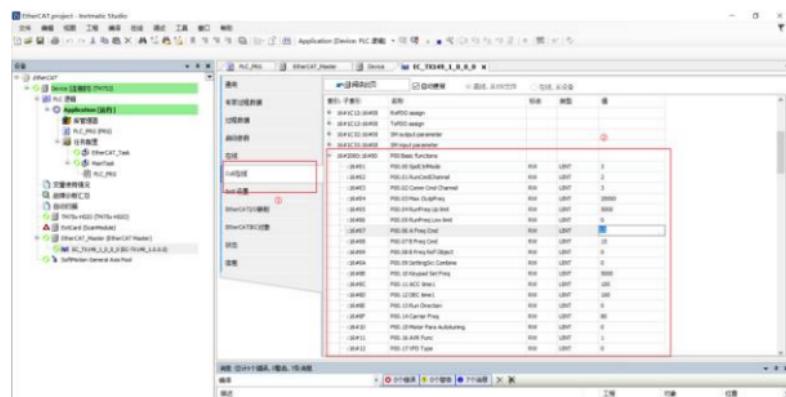


步骤10 参数监控；可以通过“EtherCAT I/O 映射”可以实时监测 PDO 数据和写入 RPDO 数据。



步骤11 在“COE 在线”界面可以监测功能码的值，也可以直接修改功能码的值。

注意：P00.00 修改无效。



5 Modbus TCP 协议

5.1 概述

本协议卡定义为 Modbus TCP 从站，可用在支持 Modbus TCP 通讯的变频器上。

5.2 产品特性

5.2.1 支持的功能

- 支持 Modbus TCP 协议，支持 Modbus TCP 从站。
- 支持与多个主站同时通讯，可与施耐德 PLC、英威腾控制器等主站进行通讯。
- 具备 2 个 RJ45 端口，支持 10/100M 全/半双工操作。
- 读写变频器的过程量，读取变频器状态量，读写变频器功能码等对变频器的基本操作。
- 支持线型、星型网络拓扑。

5.2.2 支持的通讯类别

Modbus TCP 应用层采用和 Modbus RTU 相同的 Modbus 协议，基于传输控制协议/网际协议(TCP/IP)作为以太网上控制和信息的传输协议，允许发送对时间无苛刻要求的点对点信息的显式报文。

与 Modbus RTU 相同，Modbus TCP 需要 PLC/上位机发送读取或写入命令，通讯卡进行数据转发后返回操作结果，以此完成一次数据传输。

5.2.3 状态指示灯

Modbus TCP 通讯卡设置 4 个指示灯，用来指示通讯卡的不同状态，具体定义如表 5-1 所示。

表 5-1 状态灯定义

| 指示灯位号 | 颜色 | 定义 | 功能 |
|----------------|----|---------------------|--|
| LED1 (RUN) | 绿 | 常亮 | 通讯卡和 PLC 通讯在线，且可进行数据交互 |
| | | 闪烁（亮 500ms，灭 500ms） | 通讯卡或 PLC 的 IP 地址配置异常 |
| | | 常灭 | 通讯卡与 PLC 通讯不在“在线”状态 |
| LED2 (HOST) | 绿 | 常亮 | 通讯卡正在和变频器握手 |
| | | 闪烁（亮 500ms，灭 500ms） | 通讯卡和变频器处于正常通讯阶段  注意：握手完成后的阶段，不管通讯卡和主控板间是否有数据传输，都应闪烁。 |
| | | 常灭 | 通讯卡处于初始化或参数配置阶段 |

| 指示灯位号 | 颜色 | 定义 | 功能 |
|-----------------|----|-------------------------|---------------------------|
| LED3 (DATA) | 绿 | 闪烁 (亮 500ms, 灭 500ms) | 通讯卡与主控板间数据更新正常 |
| | | 常灭 | 通讯卡与主控板间无数据更新或更新异常 |
| LED4 (POWER) | 红 | 常亮 | 3.3V 电源指示灯 |
| LED5 (ERR) | 红 | 常亮 | 通讯卡和 PLC 通讯处于掉线状态 |
| | | 闪烁 (亮 500ms, 灭 500ms) | 操作不支持的 CMD 控制字指令或 PR 功能码值 |
| | | 闪烁 (亮 62.5ms, 灭 62.5ms) | 操作不存在的节点地址 |
| | | 常灭 | 通讯卡与 PLC 通讯正常 |
| LED6 (SYS) | 绿 | 闪烁 (亮 500ms, 灭 500ms) | 通讯卡心跳灯 (通讯卡正常运行) |

5.3 电气连接

Modbus TCP 通讯卡采用标准的 RJ45 接口，可采用线型网络拓扑和星型网络拓扑，其电气接线图分别如图 5-1 和图 5-2 所示。

注意：请使用 CAT5, CAT5e, CAT6 网线进行电气连接，尤其当通讯距离超过 50 米时，请使用满足国家标准的高质量网线。

图 5-1 线型网络拓扑电气连接图

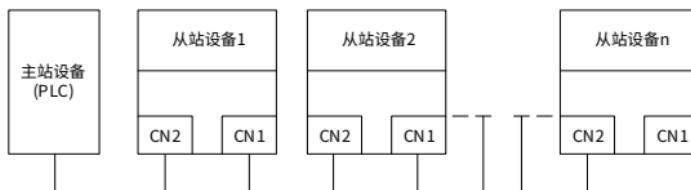
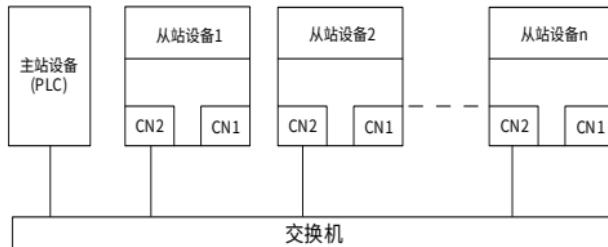


图 5-2 星型网络拓扑电气连接图



注意：对于星型网络拓扑，用户需准备交换机。

5.4 通讯

5.4.1 通讯设置

本通讯卡只能作为 Modbus TCP 从站，在通讯前需设置 Goodrive28 系列变频器的功能码。其步骤如下所示。

1. 设置通讯卡通讯站地址、IP 地址和子网掩码。

每张通讯卡的出厂站地址为 1，IP 地址为 192.168.0.20，子网掩码为 255.255.255.0，用户可根据需求设置为各网段地址。

2. 设置控制方式。

若需对变频器进行控制则需设置控制方式为 Modbus TCP 通讯控制，如设置运行指令通道 P00.01=2 为通讯运行指令通道，P00.02=0 为 Modbus 通讯通道，即可控制变频器起停。简而言之，若需要通过 Modbus TCP 通讯设置某个值，则应修改相应功能码为 Modbus TCP 通讯控制，其相关功能码参见附录 B 通讯扩展卡相关功能码说明。[通讯扩展卡相关功能码说明](#)。

 **注意：**设置好上述两部分功能码则通讯卡可正常通讯，但若要对变频器进行控制则应设置相应功能码，将其控制方式设置为 Modbus TCP 通讯控制。

5.4.2 报文格式

TCP 通讯报文如表 5-2 所示。

表 5-2 TCP 通讯报文

| MAC 层包头 | IP 层包头 | TCP 层包头 | 有效数据 | 报文尾部 |
|---------|--------|---------|----------|------|
| 14字节 | 20字节 | 20字节 | 0~1488字节 | 4字节 |

5.4.3 Modbus TCP 通讯

Modbus TCP 通讯卡应用层支持 Modbus 协议，Modbus TCP 协议报文位于 TCP 报文的有效数据区，分为两部分，第一部分为 MBAP（报文头，占 7 字节），第二部分为 PDU（协议数据单元，长度不定），如表 5-3 所示。

表 5-3 Modbus TCP 协议报文

| MBAP | | | PDU | | |
|---------------------------|--------------------|------------|---------------|-------------|-----------------|
| 事务处理标识 2 字节 | 协议标识 2 字节 | 长度 2 字节 | 单元标识符 1 字节 | 功能码 1 字节 | 数据 n 字节 |
| 报文的序列号，每次通讯后自增 1，以区别不同的报文 | 0000=Modbus TCP 协议 | 接下来的数据长度 | 设备地址 (站号) | Modbus 功能码 | 含变频器功能码及数据，长度不定 |

通过以上的报文可对变频器设定给定参数、监测状态值、发送控制命令和监测运行状态以及读写变频器功能码参数，其具体操作见后续。

参数说明：

- 单元标识符：从站站号（1~247）
- 功能码：Modbus 功能码

表 5-4 Modbus 功能码

| 功能码 | 描述 |
|------|-------------|
| 0x01 | 读线圈（不支持） |
| 0x05 | 写单个线圈（不支持） |
| 0x0F | 写多个线圈（不支持） |
| 0x02 | 读离散量输入（不支持） |
| 0x04 | 读输入寄存器（不支持） |
| 0x03 | 读保持寄存器 |
| 0x06 | 写单个保持寄存器 |
| 0x10 | 写多个保持寄存器 |

数据：第一个字的数据为变频器功能码地址，如 P00.00 对应的地址为 0000h；后续的数据为读写的值。

报文举例：

1. 命令码 03H：读取 N 个字(最多可以连续读取 16 个字)

命令码 03H 表示主机向变频器读取数据，要读取多少个数据由命令中“数据个数”而定，最多可以读取 16 个数据。读取的参数地址必须是连续的。每个数据占用的字节长度为 2 字节，也即一个字（word）。以下命令格式均以 16 进制表示（数字后跟一个“H”表示 16 进制数字），一个 16 进制占用一个字节。

该命令的作用是读取变频器的参数及工作状态等。

例如：从地址为 01H 的变频器，从数据地址为 0004H 开始，读取连续的 2 个数据内容（也就是读取数据地址为 0004H 和 0005H 的内容），则该帧的结构描述如下。

| | | | | | | | | |
|----|----|------|------|------|----|-----|------|-----------|
| 举例 | 请求 | 0001 | 0000 | 0006 | 01 | 03 | 0004 | 0004 |
| | 含义 | MBAP | | | | 功能码 | 读取地址 | 数据字节 |
| | 响应 | 0001 | 0000 | 0007 | 01 | 03 | 04 | 1388 0000 |
| | 含义 | MBAP | | | | 功能码 | 数据字节 | 数据 |

从数据可以看出，0004H 的数据为 1388H (50.00Hz)，0005H 的数据为 0000H (00.00Hz)。

2. 命令码 06H：写 1 个字

该命令表示主机向变频器写数据，一条命令只能写一个数据，不能写多个数据。它的作用是改变变频器的参数及工作方式等。

例如：将 5000 (1388H) 写到从机地址 02H 变频器的 0004H 地址处。则该帧的结构描述如下。

| | | | | | | | | |
|----|----|------|------|------|----|-----|------|------|
| 举例 | 请求 | 0001 | 0000 | 0006 | 02 | 06 | 0004 | 1388 |
| | 含义 | MBAP | | | | 功能码 | 写地址 | 数据 |
| | 响应 | 0001 | 0000 | 0006 | 02 | 06 | 0004 | 1388 |
| | 含义 | MBAP | | | | 功能码 | 写地址 | 数据 |

3. 命令码 10H：连写功能

命令码 10H 表示主机向变频器写数据，要写多少个数据由命令“数据个数”而定，最多可以连写 16 个数据。

例如：将 5000（1388H）写到从机地址 02H 变频器的 0004H、50（0032H）写到从机地址 02H 变频器的 0005H 地址处。则该帧的结构描述如下。

| | | | | | | | | | | |
|----|----|------|------|------|----|-----|------|-------|------|-----------|
| 举例 | 请求 | 0001 | 0000 | 000B | 02 | 10 | 0004 | 0002 | 04 | 1388 0032 |
| | 含义 | MBAP | | | | 功能码 | 写地址 | 寄存器个数 | 数据字节 | |
| | 响应 | 0001 | 0000 | 0006 | 02 | 10 | 0004 | 0002 | | |
| | 含义 | MBAP | | | | 功能码 | 写地址 | 寄存器个数 | | |

5.4.4 数据地址的定义

该部分是通讯数据的地址定义，用于控制变频器的运行、获取变频器状态信息及变频器相关功能参数设定等。

功能码地址占两个字节，高位在前，低位在后。高、低字节的范围分别为：高位字节—00~ffH；低位字节—00~ffH。高字节为功能码点号前的组号，低字节为功能码点号后的数字，但都要转换成十六进制。如 P14.00，功能码点号前的组号为 14，则参数地址高位为 0E，功能码点号后的数字为 00，则参数地址低位为 00，用十六进制表示该功能码地址为 0E00H。再比如功能码为 P14.03 的参数地址为 0E03H。

| 功能码 | 名称 | 参数说明 | 设定范围 | 缺省值 |
|--------|--------|---------|-------|-----|
| P14.00 | 本地通讯地址 | 1~247 | 1~247 | 1 |
| P14.03 | 通讯应答延时 | 0~200ms | 0~200 | 5ms |

P99 组为厂家设定参数，既不可读取该组参数，也不可更改该组参数；有些参数在变频器处于运行状态时，不可更改；有些参数不论变频器处于何种状态，均不可更改；更改功能码参数，还要注意参数的设定范围、单位及相关说明。

由于 EEPROM 频繁被存储，会减少 EEPROM 的使用寿命。对于用户而言，有些功能码在通讯的模式下，无需存储，只需更改片内 RAM 中的值就可以满足使用要求。要实现该功能，只要把对应的功能码地址最高位由 0 变成 1 就可以实现。如：功能码 P00.07 不存储到 EEPROM 中，只修改 RAM 中的值，可将地址设置为 8007H。该地址只能用作写片内 RAM 时使用，不能用做读的功能，如做读为无效地址。

Modbus 其他功能的地址说明

主机除了可以对变频器的参数进行操作之外，还可以控制变频器，比如运行、停机等，还可以监视变频器的工作状态。下表为其他功能的参数表。

| 功能说明 | 地址定义 | 数据意义说明 | R/W特性 |
|---------|--|---|-------|
| 通讯控制命令 | 2000H | 0001H: 正转运行 | R/W |
| | | 0002H: 反转运行 | |
| | | 0003H: 正转点动 | |
| | | 0004H: 反转点动 | |
| | | 0005H: 停机 | |
| | | 0006H: 自由停机 | |
| | | 0007H: 故障复位 | |
| | | 0008H: 点动停止 | |
| | | 0009H: 紧急停机 | |
| | | | |
| 通讯设定值地址 | 2001H 2002H 2003H 2004H 2005H 2006H 2007H 2008H | 2001H 通讯设定频率 (0~Fmax, 单位: 0.01Hz) | R/W |
| | | 2002H PID 给定, 范围 (0~1000, 1000 对应 100.0%) | R/W |
| | | 2003H PID 反馈, 范围 (0~1000, 1000 对应 100.0%) | R/W |
| | | 2004H 转矩设定值 (-3000~3000, 1000 对应 100.0% 电机额定电流) | R/W |
| | | 2005H 正转上限频率设定值 (0~Fmax, 单位: 0.01Hz) | R/W |
| | | 2006H 反转上限频率设定值 (0~Fmax, 单位: 0.01Hz) | R/W |
| | | 2007H 电动转矩上限转矩 (0~3000, 1000 对应 100.0% 变频器电机电流) | R/W |
| | | 2008H 制动转矩上限转矩 (0~3000, 1000 对应 100.0% 电机额定电流) | R/W |
| | | | |
| | | 特殊控制命令字: Bit0: =0: 电机 1 =1: 电机 2 Bit1: 保留 Bit2: =1: 转矩控制/速度控制切换使能 =0: 不切换 Bit3: =1: 用电量清零 =0: 用电量不清零 Bit4: =1: 预励磁 =0: 预励磁禁止 Bit5: =1: 直流制动 =0: 直流制动禁止 | R/W |
| | 2009H | 200AH 虚拟输入端子命令, 范围: 0x000~0x7FF | |
| | | 200BH 虚拟输出端子命令, 范围: 0x000~0x01F | |
| | | 200CH 电压设定值 (V/F分离专用) (0~1000, 1000 对应 100.0% 电机额定电压) | |
| | | 200DH AO 输出设定值 1 (-1000~1000, 1000 对应 100.0%) | |
| | | | |

| 功能说明 | 地址定义 | 数据意义说明 | R/W特性 |
|------------------------|-------|--|-------|
| | 200EH | AO 输出设定值 2 (-1000~1000, 1000 对应 100.0%) | R/W |
| 变频器状态字1 | 2100H | 0001H: 正转运行中 | R |
| | | 0002H: 反转运行中 | |
| | | 0003H: 变频器停机中 | |
| | | 0004H: 变频器故障中 | |
| | | 0005H: 变频器 POFF 状态 | |
| | | 0006H: 变频器预励磁状态 | |
| 变频器状态字2 | 2101H | Bit0: =0: 运行准备维就绪 =1: 运行准备就绪 Bit2~bit1: =00: 电机1 =01: 电机2 =10~11: 保留 Bit3: =0: 异步机 =1: 同步机 Bit4: =0: 未过载预报警 =1: 过载预报警 Bit6~bit5: =00: 键盘控制 =01: 端子控制 =10: 通讯控制 Bit7: 保留 Bit8: =0: 速度控制 =1: 转矩控制 Bit9: 保留 Bit11~bit10: =00: 矢量0 =01: 矢量1 =10: 闭环矢量 =11: 保留 | R |
| | | 见故障类型说明 | |
| | | GD28----0x1202 | |
| | | 0~Fmax (单位: 0.01Hz) | |
| | | 0~Fmax (单位: 0.01Hz) | |
| | | 0.0~2000.0V (单位: 0.1V) | |
| | | 0~1200V (单位: 1V) | |
| | | 0.0~300.0A (单位: 0.1A) | |
| | | 0~65535 (单位: 1RPM) | |
| | | -300.0~300.0% (单位: 0.1%) | |
| 兼容 CHF100A、CHV100 通讯地址 | 3006H | -250.0~250.0% (单位: 0.1%) | R |
| | | -100.0~100.0% (单位: 0.1%) | |
| | | -100.0~100.0% (单位: 0.1%) | |
| | | 0x000~0x7FF | |
| 输入IO状态 | 300AH | 对应本机端子: HDI1/保留/保留/ DI8/DI7/DI6/DI5/DI4/DI3/DI2/DI1 | R |
| | | 0x00~0x1F | |
| 输出IO状态 | 300BH | 对应本机端子: RO1/HDO1/保留/保 留/保留 | R |
| | | | |

| 功能说明 | 地址定义 | 数据意义说明 | R/W特性 |
|------------|-------|----------------------------|-------|
| 模拟量输入1 | 300CH | 0.00~10.00V (单位: 0.01V) | R |
| 模拟量输入2 | 300DH | 0.00~10.00V (单位: 0.01V) | R |
| 模拟量输入3 | 300EH | -10.00~10.00V (单位: 0.01V) | R |
| 保留 | 300FH | 保留 | R |
| HDI1高速脉冲输入 | 3010H | 0.00~50.00kHz (单位: 0.01Hz) | R |
| 保留 | 3011H | 保留 | R |
| 简易PLC当前段数 | 3012H | 0~15 | R |
| 外部长度值 | 3013H | 0~65535 | R |
| 外部计数值 | 3014H | 0~65535 | R |
| 转矩设定值 | 3015H | -300.0~300.0% (单位: 0.1%) | R |
| 变频器识别代码 | 3016H | | R |
| 故障代码 | 5000H | | R |

R/W 特性表示该功能是读/写特性，比如“通讯控制命令”为写特性，用写命令（06H）对变频器进行控制。R 特性只能读不能写，W 特性只能写不能读。

注意：利用上表对变频器进行操作时，有些参数必须使能才能起作用。比如用运行和停机操作，必须将“运行指令通道”(P00.01)设为“通讯运行指令通道”，同时还要将“通讯运行指令通道选择”(P00.02) 设为“Modbus 通讯通道”；再比如对“PID 给定”操作时，要将“PID 给定源选择”(P09.00) 设为“Modbus 通讯设定”。

5.4.5 现场总线比例值

在实际的运用中，通讯数据是用十六进制表示的，而 16 进制无法表示小数点。比如 50.12Hz，这用十六进制无法表示，我们可以将 50.12 放大 100 倍变为整数（5012），这样就可以用十六进制的 1394H（即十进制的 5012）表示 50.12 了。

将一个非整数乘以一个倍数得到一个整数，这个倍数称为现场总线比例值。

现场总线比例值是以功能参数表里“设定范围”或者“缺省值”里的数值的小数点为参考依据的。如果小数点后有 n 位小数(例如 n=1)，则现场总线比例值 m 为 10 的 n 次方(m=10ⁿ)。

| 功能码 | 名称 | 参数说明 | 设定范围 | 缺省值 |
|--------|----------|-------------------------------|-------------|------|
| P01.20 | 休眠恢复延时时间 | 0.0~3600.0s(对应 P01.15 为 2 有效) | 0.00~3600.0 | 0.0s |
| P01.21 | 停电再启动选择 | 0: 禁止再起动 1: 允许再起动 | 0~1 | 0 |

“设定范围”或者“缺省值”有一位小数，则现场总线比例值为 10。如果上位机收到的数据为 50，则变频器的“休眠恢复延时时间”为 5.0 (5.0=50/10)。

如果用 Modbus 通讯控制休眠恢复延时时间为 5.0s。首先将 5.0 按比例放大 10 倍变成整数 50，也即 32H。

变频器在收到该指令之后，按照现场总线比例值约定将 50 变成 5.0，再将休眠恢复延时时间设置为 5.0s。

5.4.6 错误消息回应

在通讯控制中难免会有操作错误，比如有些参数只能读不能写，结果发送了一条写指令，这时变频器将会发回一条错误消息回应信息。

错误消息回应是变频器发给主机的，它的代码和含义如下表。

| 代码 | 名称 | 含义 |
|-----|----------|---|
| 01H | 非法命令 | 当从上位机接收到的命令码是不允许的操作，这也许是因为功能码仅仅适用于新设备，而在此设备中没有实现；同时，也可能从机在错误状态中处理这种请求。 |
| 02H | 非法数据地址 | 对变频器来说，上位机的请求数据地址是不允许的地址；特别是，寄存器地址和传输的字节数组合是无效的。 |
| 03H | 非法数据值 | 当接收到的数据域中包含的是不允许的值。这个值指示了组合请求中剩余结构上的错误。 注意：它决不意味着寄存器中被提交存储的数据项有一个应用程序期望之外的值。 |
| 04H | 操作失败 | 参数写操作中对该参数设置为无效设置，例如功能输入端子不能重复设置等。 |
| 05H | 密码错误 | 密码效验地址写入的密码与 P07.00 用户设置的密码不同 |
| 06H | 数据帧错误 | 当上位机发送的帧信息中，数据帧的长度不正确或，RTU 格式 CRC 校验位与下位机的校验计算数不同时。 |
| 07H | 参数为只读 | 上位机写操作中更改的参数为只读参数 |
| 08H | 参数运行中不可改 | 上位机写操作中更改的参数为运行中不可更改的参数 |
| 09H | 密码保护 | 上位机进行读或写时，当设置了用户密码，又没有进行密码锁定开锁，将报系统被锁定。 |

当从设备回应时，它使用功能代码域与故障地址来指示是正常回应（无误）还是有某种错误发生（称作异议回应）。对正常回应，从设备回应相应的功能代码和数据地址或子功能码。对异议回应，从设备返回一等同于正常代码的代码，但最首的位置为逻辑 1。

例如：一主设备发往从设备的消息要求读一组变频器功能码地址数据，将产生如下功能代码：

00000011 （十六进制 03H）

对正常回应，从设备回应同样的功能码。对异议回应，它返回：

10000011 （十六进制 83H）

除功能代码因异议错误作了修改外，从设备将回应一字节异常码，这定义了产生异常的原

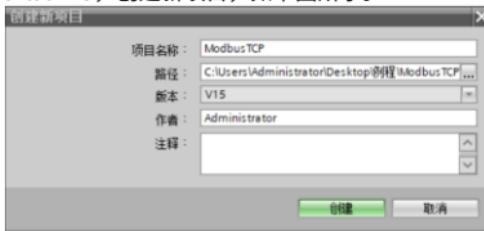
因。主设备应用程序得到异议的回应后，典型的处理过程是重发消息，或者针对相应的故障进行命令更改。

5.5 PLC 通讯示例 1（S7-1200）

以下是使用 Modbus TCP 适配器模块与 SIEMENS PLC 通讯的配置步骤示例（基于 TIA Portal V15 软件），Modbus TCP 无设备描述文件。

步骤1 使用 TIA Portal V15 软件添加一个 Modbus TCP 程序块。

步骤2 打开 TIA Portal V15，创建新项目，如下图所示。



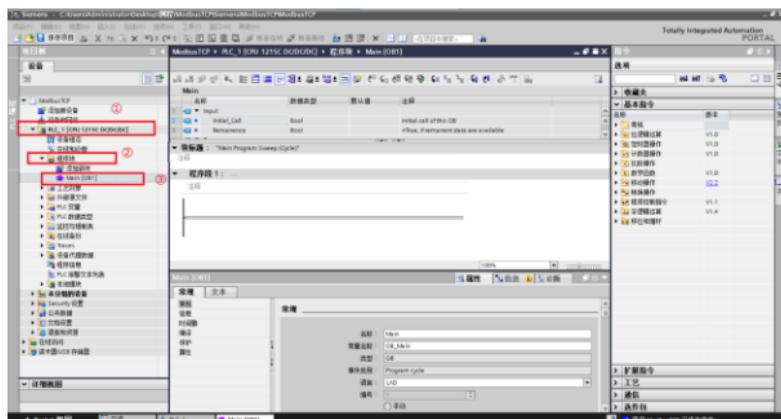
步骤3 创建完成后点击左下角“项目视图”，在打开的界面中双击选择“添加新设备”，如下图所示。



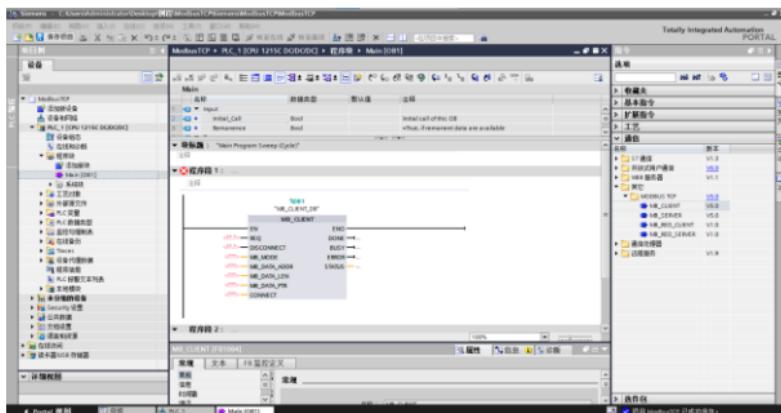
步骤4 选择相应的 PLC 型号，本例使用的 PLC 型号如下图，点击“确定”。



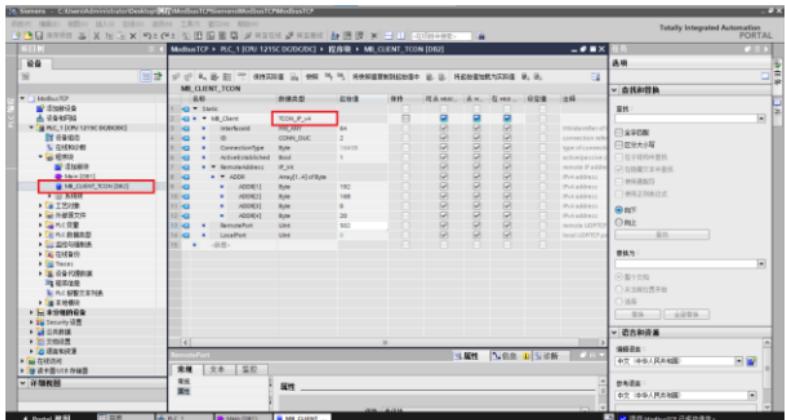
步骤5 点开“程序块”，双击“Main[OB1]”打开编程界面，如下图所示。



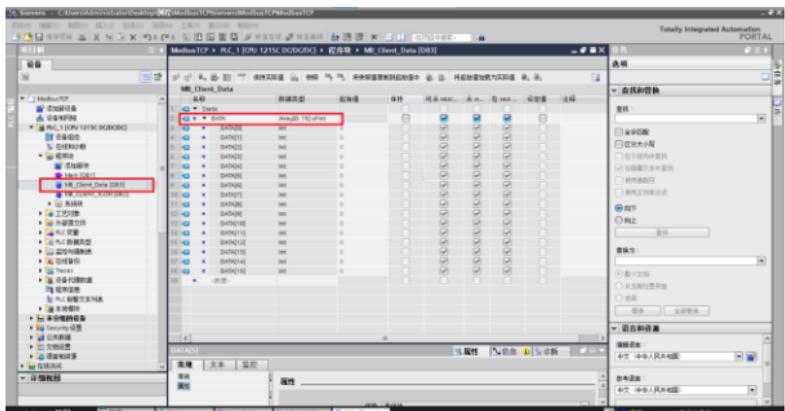
步骤6 选择右侧指令列表下“通讯”→“其它”→“MODBUS TCP”，选择“MB_CLIENT”，双击或拖动添加至“Main[OB1]”，如下图所示。



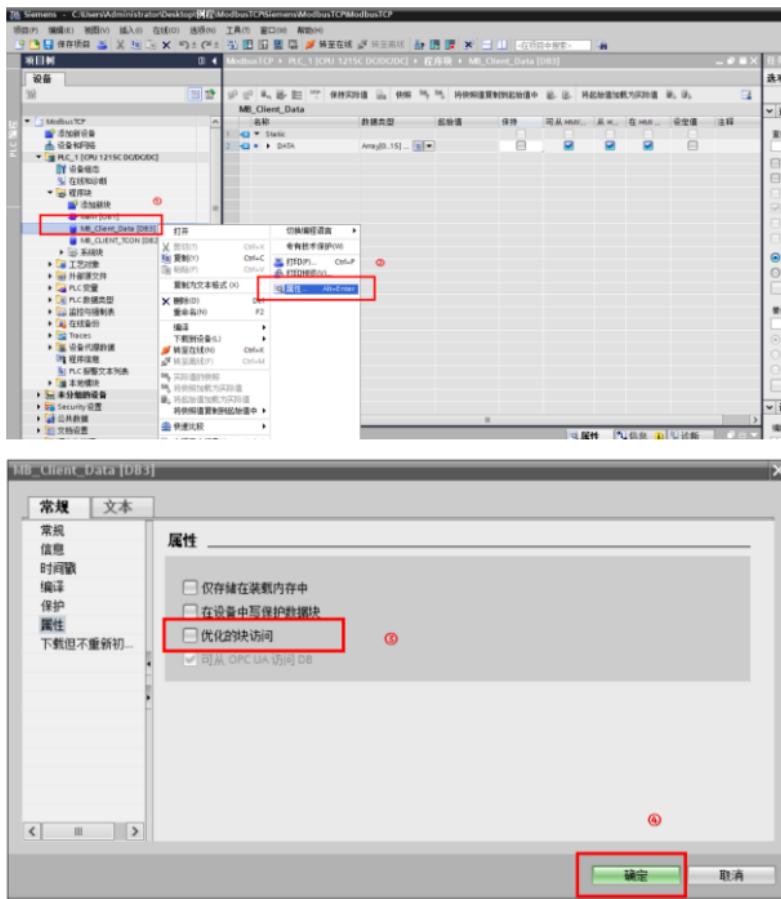
步骤7 在“程序块”下的“添加新块”中，添加全局数据块用于匹配功能块“MB_CLIENT”的管脚“CONNECT”，命名为“MB_CLIENT_TCON”；打开该数据块，创建变量“MB_Client”，手动在数据类型框中输入“TCON_IP_v4”，并对数据块的参数进行配置。



步骤8 再添加一个全局数据块用于数据存储，命名为“MB_Client_Data”；打开该数据块，创建变量“DATA”。



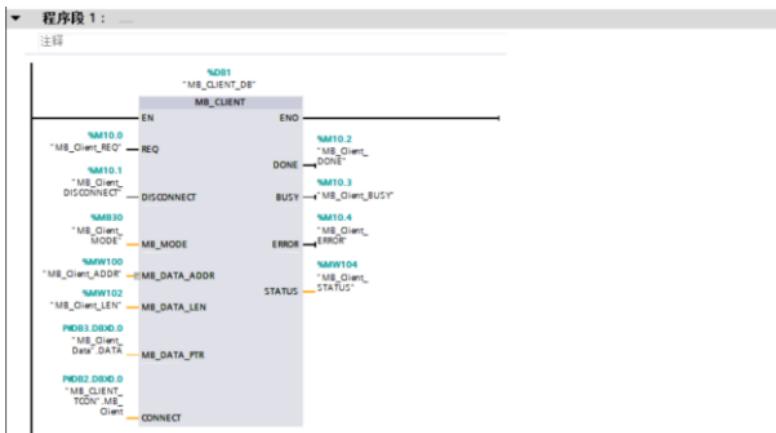
步骤9 对数据块“MB_CLIENT_TCON”和“MB_Client_Data”的属性进行更改，取消“优化的快访问”。



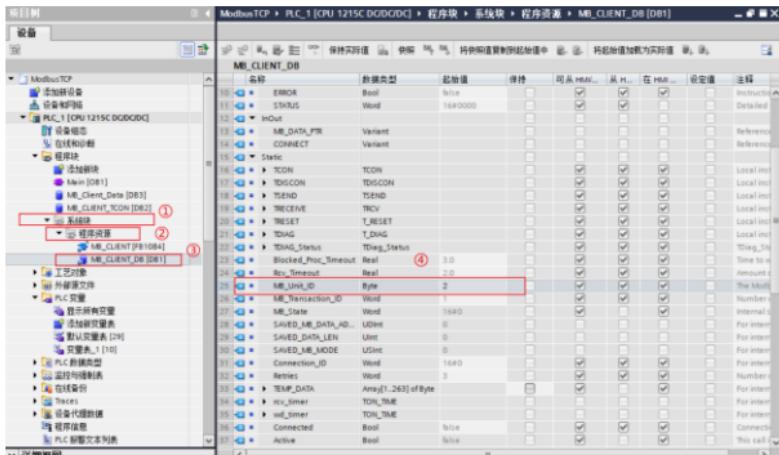
步骤10 在“PLC 变量”中，新建变量表，定义以下变量。

| 变量表_1 | | | | | | |
|-------|----------------------|------|---------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | 名称 | 数据类型 | 地址 | 保持 | 可从 | 在 H... |
| 1 | MB_Client_REQ | Bool | %M10.0 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | MB_Client_DISCONNECT | Bool | %M10.1 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3 | MB_Client_MODE | UInt | %M830 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4 | MB_Client_ADDR | Word | %MW100 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5 | MB_Client_LEN | UInt | %MW102 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6 | MB_Client_DONE | Bool | %M10.2 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 7 | MB_Client_BUSY | Bool | %M10.3 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8 | MB_Client_ERROR | Bool | %M10.4 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9 | MB_Client_STATUS | Word | %MW104 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 10 | ENABLE | Bool | %MC20.0 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 11 | RUN | Bool | %MC20.1 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 12 | <添加> | | | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

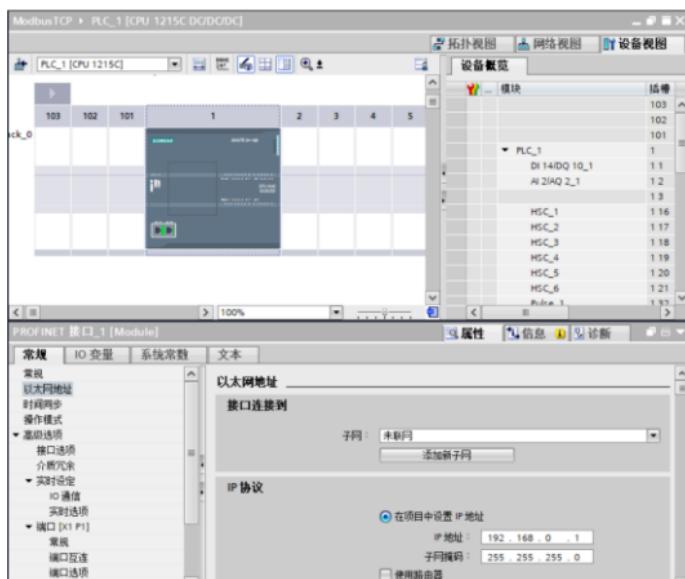
步骤11 将变量与 MB_CLIENT 块中各管脚连接。



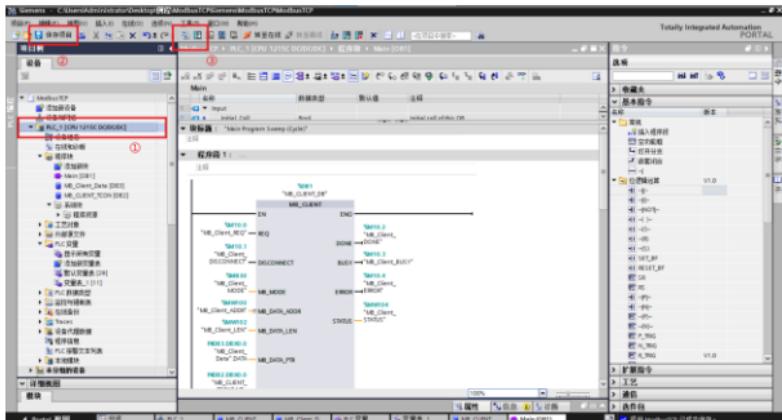
步骤12 将 MB_CLIENT 背景数据块中的 ID 更改与连接 ID 一致；可通过“程序块”→“系统块”→“程序资源”→“MB_Client_DB”修改；修改与“MB_CLIENT_TCON”中“ID”一致。



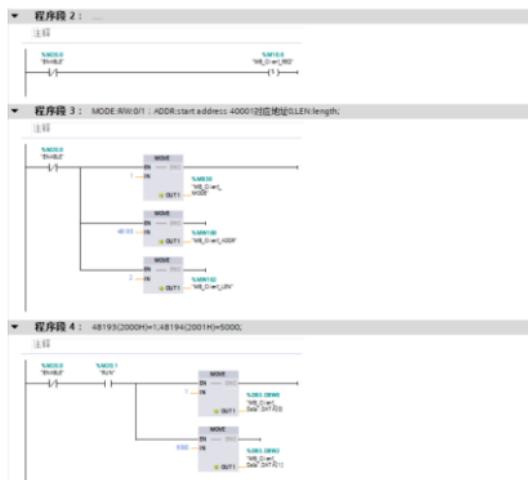
步骤13 将 PLC 的 IP 地址更改至与 Modbus TCP 从站一致；双击“设备组态”，右键单击网口处，选择“属性”，在弹出的界面设置如下。



步骤14 至此，一个 Modbus TCP 连接已创建完成；右键单击“PLC_1【CPU 1215C DC/DC/DC】”→左键单击“编译”→“硬件和软件(仅更改)”编译整个工程，点击“保存项目”保存整个工程，单击“下载到设备”图标，将工程组态下载到 PLC 控制器中。操作如下图所示。



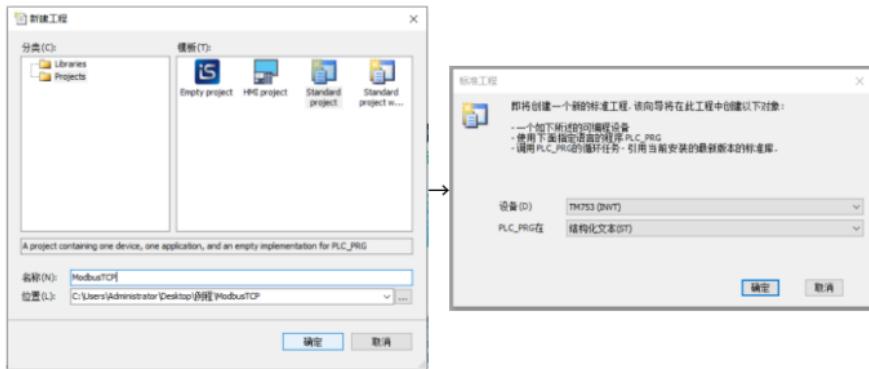
步骤15 可编写并下载以下 PLC 程序，同时设置 P00.01=2, P00.02=0, P00.06=10, P14.00=2
(与“MB_CLIENT_TCON”中 ID 一致), P24.37~P24.40=192.168.0.20 (与
“MB_CLIENT_TCON”中 IP 一致), P24.41~P24.44 保持默认, 即可实现通过
Modbus TCP 协议控制变频器以 50.00Hz 运行。



5.6 PLC 通讯示例 2 (TM753)

以下是使用 Modbus TCP 适配器模块与 TM753（主站）简单通讯的配置步骤示例。

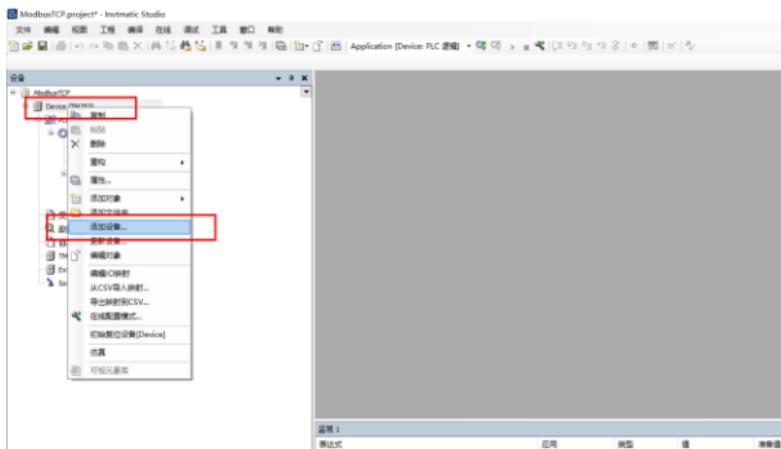
步骤1 打开 Invomatic Studio 软件，新建 TM753 工程。设备选择 TM753，界面如下图所示。



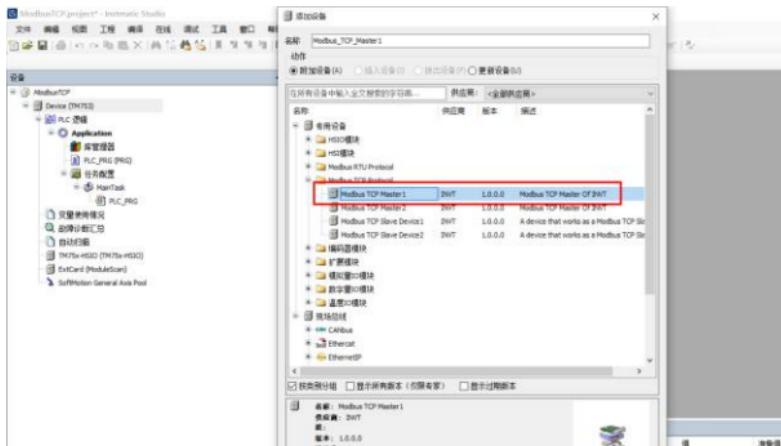
步骤2 添加 Modbus TCP 相关组态。

根据实际线缆接入 TM753 的 Ethernet 口选择“Modbus TCP Master1”或“Modbus TCP Master2”；本例实际接入 Ethernet 1 口，所以选择“Modbus TCP Master1”，添加完主站后，选择对应的“Modbus TCP Slave1”。

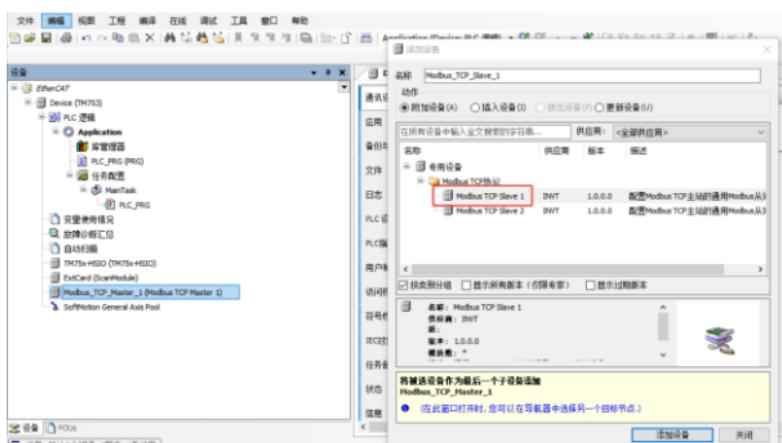
● 添加设备



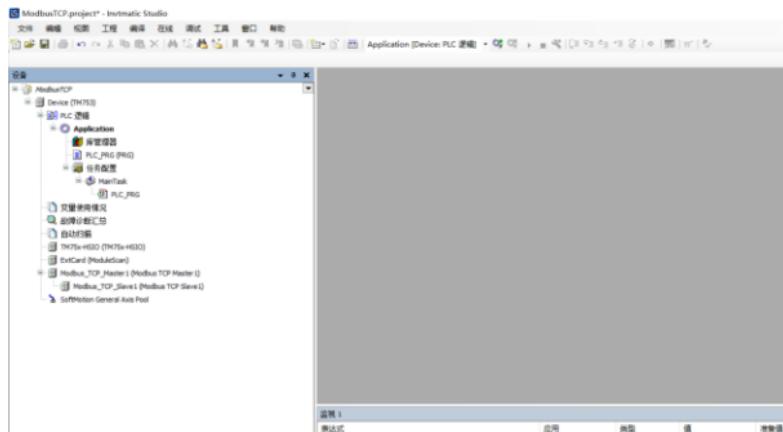
● 添加 Modbus TCP 主站



● 添加 Modbus TCP 从站



● 添加完成

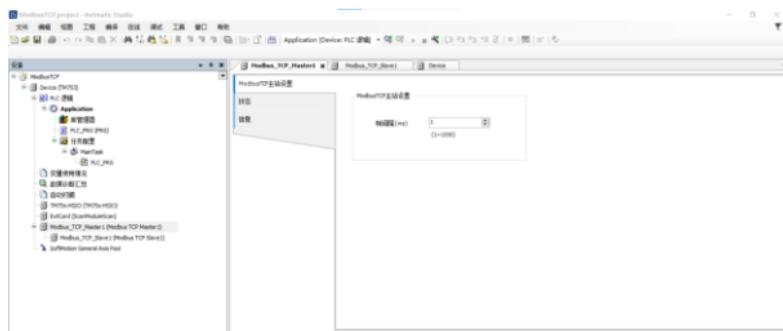


这样就完成 Modbus TCP 组态；若有两个 Modbus TCP 从站点，则添加多个“Modbus TCP Slave”。

步骤3 Modbus TCP 主站参数配置。

双击设备树中的主站设备，打开 Modbus 主站配置窗口，如下图所示双击“Modbus_TCP_Master1”进行 Modbus TCP 主站参数配置。

● Modbus TCP 主站配置



帧间隔指主站接收上一个响应数据帧到下一个请求数据帧之间等待的时间间隔。这个参数可用于调节数据交换率。

步骤4 Modbus TCP 从站参数设置。

双击设备树中的从站设备，打开 Modbus TCP 从站配置窗口，双击

“Modbus_TCP_Slave1” 进行 Modbus TCP 从站参数配置。

- Modbus TCP 从站配置

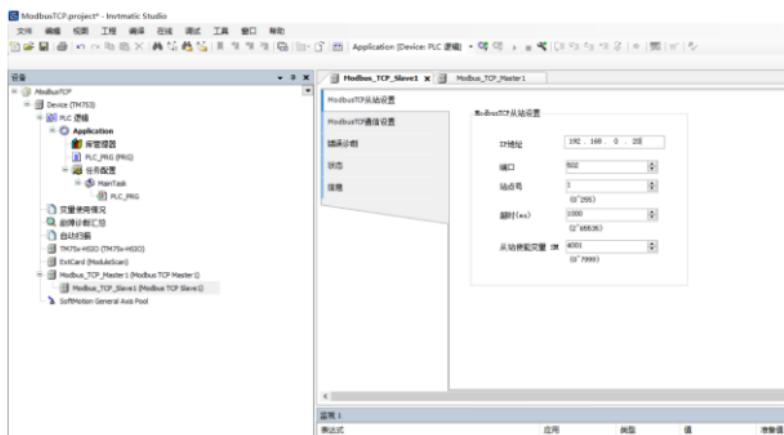


表 5-5 配置参数

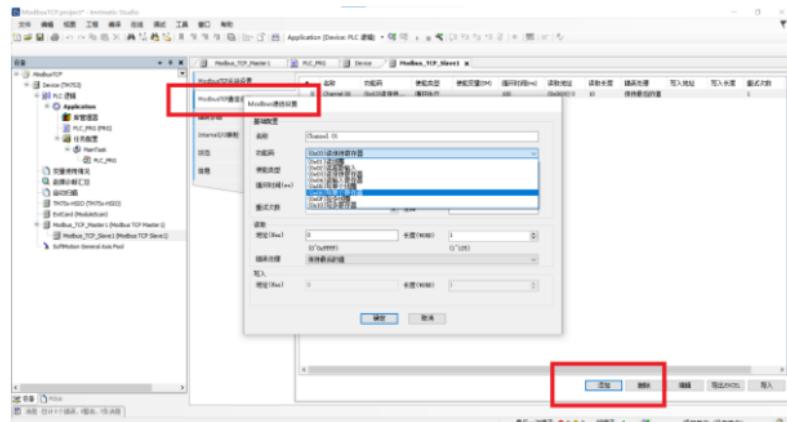
| 配置项 | 功能 |
|---------|-----------------------------|
| IP 地址 | 主站连接 Modbus TCP 从站的 IP 地址 |
| 端口 | 主站连接 Modbus TCP 从站的 TCP 端口号 |
| 站点号 | 主站连接 Modbus TCP 从站的协议站地址 |
| 超时 (ms) | 主站发帧后, 超过该时间从站未响应, 主站报接收超时 |
| 从站使能变量 | 编程使能该变量后, 主站开始向该从站发送通讯帧 |

- 示例

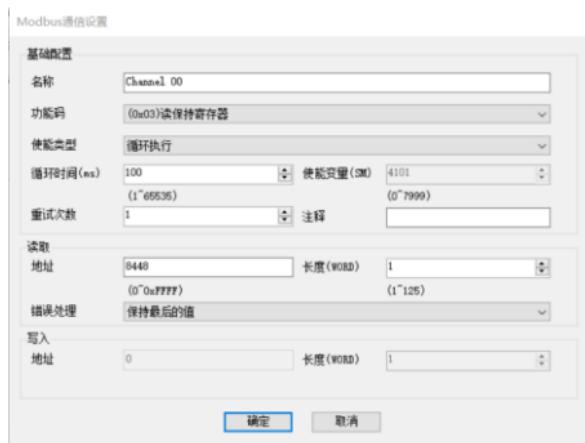
| 配置项 | 配置值 |
|---------|--------------|
| IP 地址 | 192.168.0.20 |
| 端口 | 502 |
| 站点号 | 1 |
| 超时 (ms) | 1000 |
| 从站使能变量 | 4001 |

点击 “Modbus TCP 通讯配置”, 配置 Modbus TCP 指令。点击 “添加” 后会出现一个为 Modbus TCP 从站添加新通道的对话框, 选择功能码, 设置操作地址, 长度, 点击 “确定” 按钮可新建一个通道。每一个通道代表一个独立的 Modbus TCP 请求。

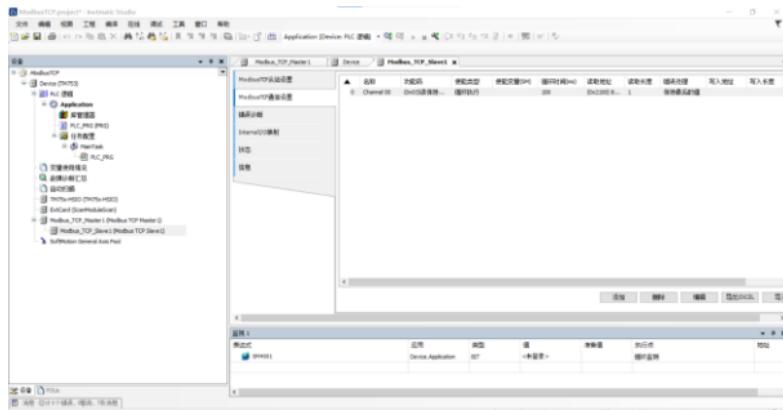
● 配置 Modbus TCP 指令



● Modbus TCP 从站通讯设置



- Modbus TCP 从站通讯设置完成

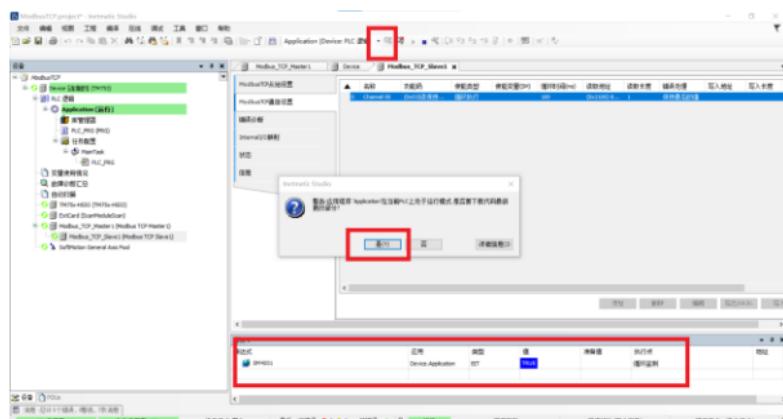


如上图所示，定义了一个以 100ms 周期循环读保持寄存器(功能码 03)，读取地址为 0x2100 (变频器状态字) 的值的 Modbus TCP 请求。

步骤5 编译下载。

至此，通讯配置完成，编译下载至 PLC。点击“登录到”进行下载，下载完成后运行 PLC。将变频器 IP 地址，P24.37~P24.40 设置为“192.168.0.20”，站地址 P14.00 设置为“1”，P24.41~P24.44 保持默认；与 Modbus TCP 从站设置一致使能 SM4001 为 True，即可成功建立 Modbus TCP 通讯。

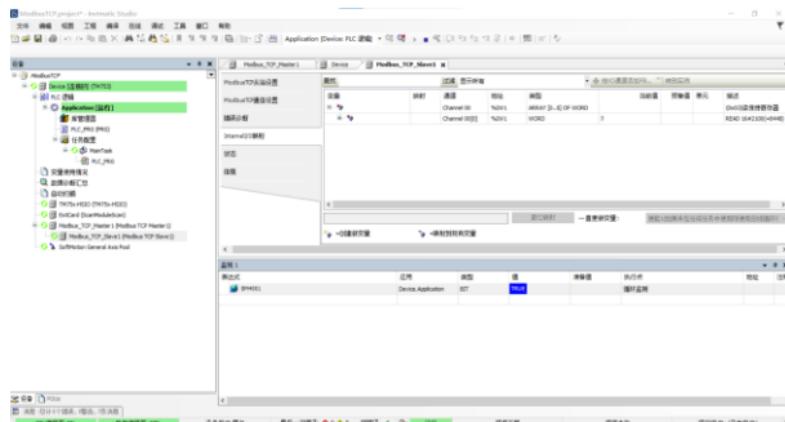
- 编译下载



在 Modbus TCP 从站通讯设置中添加主从站通讯配置后，在 Internal I/O 映射界面可查看

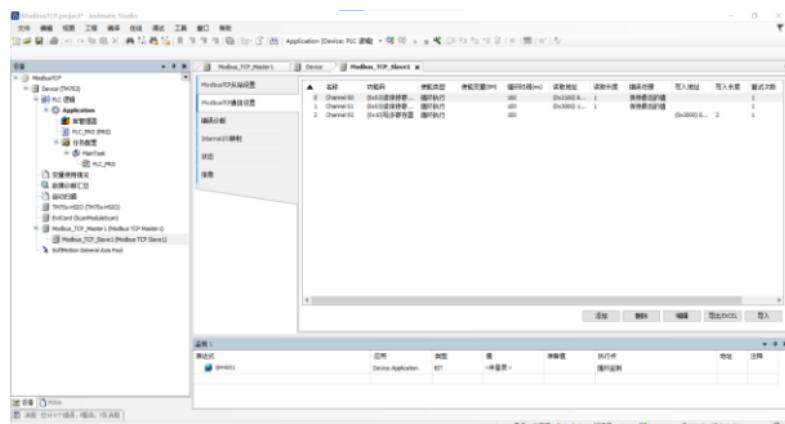
到读取的值，Internal I/O 映射中会自动分配每条配置的映射地址，如下图第一行的%IW1 表示将读取的一个寄存器数值映射到%IW1 这个地址。

● Internal I/O 映射参数查看



同样，可增加多条 Modbus TCP 指令，进行变频器控制；例如，增加控制字（地址 0x2000），设定频率（地址 0x2001）的设置，查看状态字（地址 0x2100）及运行频率（地址 0x3000）；添加指令如下图，控制字与设定频率地址连续，直接添加写多寄存器功能，长度设置为 2。

● 多条 Modbus TCP 指令设置



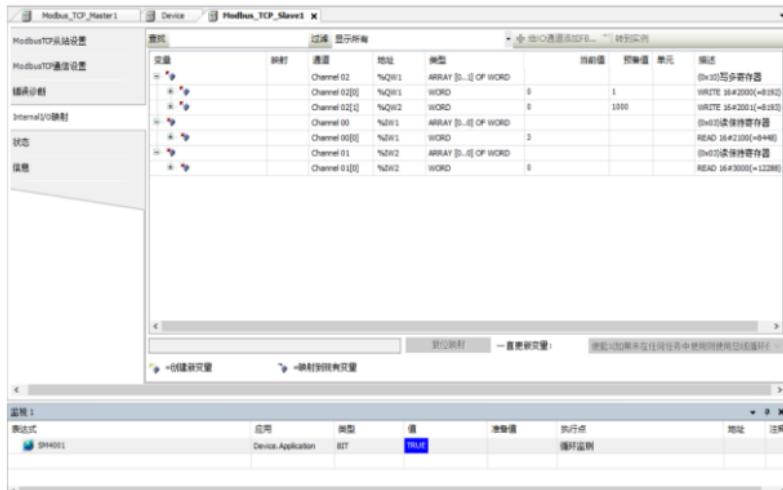
添加完成后下载至 PLC 并运行，使能 SM4001 后，查看 Internal I/O 映射界面。

设置变频器功能码 P00.01=2,P00.02=0, P00.06=10。

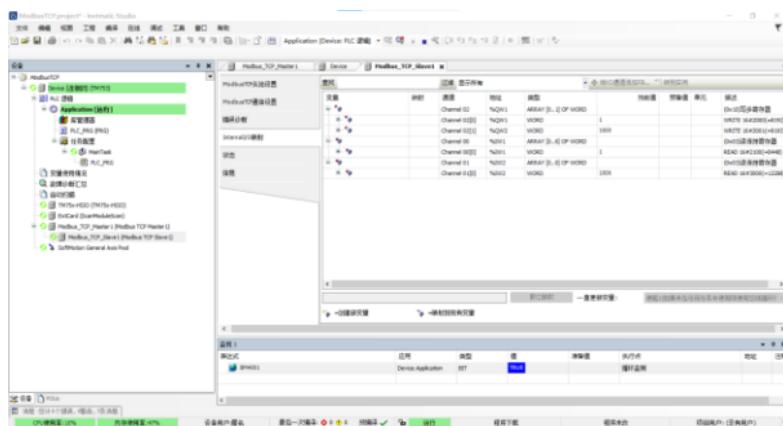
如下图 Internal I/O 映射界面给定运行命令（1：正转运行），设定频率（1000：10Hz）则

可通过 Modbus TCP 控制变频器以 10Hz 频率运行。

● 参数给定



● 参数查看



附录A EtherCAT 对象字典

| 索引 | 子索引 | 描述 | 访问权限 | 数据类型 | 默认值 |
|-------|---------------------|-----------|------|--------|------------|
| 1000h | 0 | 设备类型 | RO | UINT32 | 0x00000192 |
| 1001h | 0 | 错误寄存器 | RO | UINT8 | 0 |
| 1008h | 0 | 厂家设备名称 | RO | String | EC-TX149 |
| 1009h | 0 | 厂家硬件版本 | RO | String | 根据硬件版本决定 |
| 100Ah | 0 | 厂家软件版本 | RO | String | 根据软件版本决定 |
| 1018h | ID 对象 | | | | |
| | 0 | 包含的最大子索引 | RO | UINT8 | 4 |
| | 1 | 供应商 ID | RO | UINT32 | 0x0000072C |
| | 2 | 产品编码 | RO | UINT32 | 0x00009000 |
| | 3 | 修订号 | RO | UINT32 | 0x00000001 |
| | 4 | 序列号 | RO | UINT32 | 0x00000001 |
| 1600h | RX PDO1 映射参数 | | | | |
| | 0 | 支持的映射对象个数 | RW | UINT8 | 8 |
| | 1 | 第一个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60400010 |
| | 2 | 第二个映射对象 | RW | UINT32 | 0x607A0020 |
| | 3 | 第三个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60FF0020 |
| | 4 | 第四个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60710010 |
| | 5 | 第五个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60720010 |
| | 6 | 第六个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60600008 |
| | 7 | 第七个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60810020 |
| | 8 | 第八个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60B80010 |
| 1601h | RX PDO2 映射参数 | | | | |
| | 0 | 支持的映射对象个数 | RW | UINT8 | 2 |
| | 1 | 第一个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60400010 |
| 1602h | 2 | 第二个映射对象 | RW | UINT32 | 0x607A0020 |
| | RX PDO3 映射参数 | | | | |
| | 0 | 支持的映射对象个数 | RW | UINT8 | 2 |
| | 1 | 第一个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60400010 |
| | 2 | 第二个映射对象 | RW | UINT32 | 0x607A0020 |
| 1603h | RX PDO4 映射参数 | | | | |
| | 0 | 支持的映射对象个数 | RW | UINT8 | 2 |
| | 1 | 第一个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60400010 |
| 1A00h | 2 | 第二个映射对象 | RW | UINT32 | 0x607A0020 |
| | TX PDO1 映射参数 | | | | |
| | 0 | 支持的映射对象个数 | RW | UINT8 | 8 |
| | 1 | 第一个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60410010 |

| 索引 | 子索引 | 描述 | 访问权限 | 数据类型 | 默认值 |
|-------|---------------------|---------------|------|--------|------------|
| | 2 | 第二个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60640020 |
| | 3 | 第三个映射对象 | RW | UINT32 | 0x606C0020 |
| | 4 | 第四个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60770010 |
| | 5 | 第五个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60F40020 |
| | 6 | 第六个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60610008 |
| | 7 | 第七个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60B90010 |
| | 8 | 第八个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60BA0020 |
| | TX PDO2 映射参数 | | | | |
| 1A01h | 0 | 支持的映射对象个数 | RW | UINT8 | 8 |
| | 1 | 第一个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60410010 |
| | 2 | 第二个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60640020 |
| 1A02h | TX PDO3 映射参数 | | | | |
| | 0 | 支持的映射对象个数 | RW | UINT8 | 8 |
| | 1 | 第一个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60410010 |
| | 2 | 第二个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60640020 |
| 1A03h | TX PDO4 映射参数 | | | | |
| | 0 | 支持的映射对象个数 | RW | UINT8 | 8 |
| | 1 | 第一个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60410010 |
| | 2 | 第二个映射对象 | RW | UINT32 | 0x60640020 |
| 1C00h | 同步管理通讯类型 | | | | |
| | 0 | 最大子索引 | RO | UINT8 | 4 |
| | 1 | SM0 通讯类型 | RO | UINT8 | 0x01 |
| | 2 | SM1 通讯类型 | RO | UINT8 | 0x02 |
| | 3 | SM2 通讯类型 | RO | UINT8 | 0x03 |
| | 4 | SM3 通讯类型 | RO | UINT8 | 0x04 |
| 1C12h | RxDPO 分配 | | | | |
| | 0 | 最大子索引 | RW | UINT8 | 1 |
| | 1 | RxDPO 分配的对象索引 | RW | UINT16 | 0x1600 |
| 1C13h | TxDPO 分配 | | | | |
| | 0 | 最大子索引 | RW | UINT8 | 1 |
| | 1 | TxDPO 分配的对象索引 | RW | UINT16 | 0x1A00 |
| 1C32h | 同步管理同步输出参数 | | | | |
| | 0x00 | 最大子索引 | RO | UINT8 | 0x20 |
| | 0x01 | 同步模式 | RW | UINT16 | 0x02 |
| | 0x02 | 循环时间 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x03 | 切换时间 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x04 | 支持的同步类型 | RO | UINT16 | 0x4006 |
| | 0x05 | 最小的周期时间 | RO | UINT32 | 0x0003D090 |

| 索引 | 子索引 | 描述 | 访问权限 | 数据类型 | 默认值 |
|-------|-------------------|------------|------|--------|------------|
| | 0x06 | 计算与复制时间 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x07 | 保留 | RW | UINT32 | 0 |
| | 0x08 | 获取周期时间 | RW | UINT16 | 0 |
| | 0x09 | 延时时间 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x0A | Sync0 时间 | RW | UINT32 | - |
| | 0x0B | SM 事件丢失计数器 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x0C | 循环超时计数器 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x0D | 切换太短计数器 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x20 | 同步错误 | RO | UINT8 | 0 |
| 1C33h | 同步管理同步输入参数 | | | | |
| | 0x00 | 最大子索引 | RO | UINT8 | 0x20 |
| | 0x01 | 同步模式 | RW | UINT16 | 0x02 |
| | 0x02 | 循环时间 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x03 | 切换时间 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x04 | 支持的同步类型 | RO | UINT16 | 0x4006 |
| | 0x05 | 最小的周期时间 | RO | UINT32 | 0x0003D090 |
| | 0x06 | 计算与复制时间 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x07 | 保留 | RW | UINT32 | 0 |
| | 0x08 | 获取周期时间 | RW | UINT16 | 0 |
| | 0x09 | 延时时间 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x0A | Sync0 时间 | RW | UINT32 | - |
| | 0x0B | SM 事件丢失计数器 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x0C | 循环超时计数器 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x0D | 切换太短计数器 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0x20 | 同步错误 | RO | UINT8 | 0 |
| 2000h | 0x00~0x13 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2001h | 0x00~0x23 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2002h | 0x00~0x21 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2003h | 0x00~0x42 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2004h | 0x00~0x3C | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2005h | 0x00~0x35 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2006h | 0x00~0x23 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2007h | 0x00~0x56 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2008h | 0x00~0x84 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2009h | 0x00~0x1D | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 200Ah | 0x00~0x20 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 200Bh | 0x00~0x40 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 200Ch | 0x00~0x21 | 功能码 | RW | UINT16 | - |

| 索引 | 子索引 | 描述 | 访问权限 | 数据类型 | 默认值 |
|--------------|-----------|----------|------|--------|-----|
| 200Dh | 0x00~0x14 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 200Eh | 0x00~0x47 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 200Fh | 0x00~0x46 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2010h | 0x00~0x55 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2011h | 0x00~0x40 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2012h | 0x00~0x2D | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2013h | 0x00~0x28 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2014h | 0x00~0x28 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2015h | 0x00~0x22 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2016h | 0x00~0x19 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2017h | 0x00~0x14 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2018h | 0x00~0x28 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 2019h | 0x00~0x21 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 201Ah | 0x00~0x35 | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 201Bh | 0x00~0x1E | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 201Ch | 0x00~0x1E | 功能码 | RW | UINT16 | - |
| 603Fh | 0 | 错误代码 | RO | UINT16 | 0 |
| 6040h | 0 | 控制字 | RW | UINT16 | 0 |
| 6041h | 0 | 状态字 | RO | UINT16 | 0 |
| 6043h | 0 | 输出速度 | RO | INT16 | 0 |
| 6044h | 0 | 反馈速度 | RO | INT16 | 0 |
| 速度范围 | | | | | |
| 6046h | 1 | 最小值 | RO | UINT32 | 0 |
| | 2 | 最大值 | RO | UINT32 | 0 |
| 加速度 | | | | | |
| 6048h | 1 | 加速度增量 | RO | UINT32 | 0 |
| | 2 | 加速时间增量 | RO | UINT16 | 0 |
| 减速度 | | | | | |
| 6049h | 1 | 减速度增量 | RO | UINT32 | 0 |
| | 2 | 减速时间增量 | RO | UINT16 | 0 |
| 快速停机 | | | | | |
| 604Ah | 1 | 快速停机速度增量 | RW | UINT32 | 0 |
| | 2 | 快速停机时间增量 | RW | UINT16 | 0 |
| 速度齿轮比 | | | | | |
| 604Ch | 1 | 速度齿轮比分子 | RW | INT32 | 1 |
| | 2 | 速度齿轮比分母 | RW | INT32 | 1 |
| 6060h | 0 | 操作模式选择 | RW | UINT16 | 0 |
| 6061h | 0 | 操作模式显示 | RO | UINT16 | 0 |

| 索引 | 子索引 | 描述 | 访问权限 | 数据类型 | 默认值 |
|-------|-----|----------|------|---------|------------|
| 6062h | 0 | 位置指令 | RO | DINT32 | 0 |
| 6063h | 0 | 位置反馈 | RO | DINT32 | 0 |
| 6064h | 0 | 位置反馈 | RO | DINT32 | 0 |
| 6065h | 0 | 位置偏差范围 | RW | UDINT32 | 0 |
| 6066h | 0 | 位置偏差过大超时 | RW | UINT16 | 0 |
| 6067h | 0 | 位置脉冲范围 | RW | UDINT32 | 0 |
| 606Ch | 0 | 实际速度 | RW | DINT32 | 0 |
| 6071h | 0 | 目标转矩 | RW | INT16 | 0 |
| 6072h | 0 | 最大转矩 | RW | UINT16 | 0 |
| 6077h | 0 | 实际转矩值 | RO | INT16 | 0 |
| 6078h | 0 | 实际电流值 | RO | INT16 | 0 |
| 6079h | 0 | 电路母线电压 | RO | UDINT32 | 0 |
| 607Ah | 0 | 目标位置 | RW | INT16 | 0 |
| 6081h | 0 | 行规速度 | RW | UDINT32 | 0 |
| 6083h | 0 | 行规加速度 | RW | UDINT32 | 0 |
| 6084h | 0 | 行规减速度 | RW | UDINT32 | 0 |
| 6087h | 0 | 转矩斜坡 | RW | UDINT32 | 0 |
| 齿轮比 | | | | | |
| 6091h | 0 | 子索引个数 | RW | UINT8 | 2 |
| | 1 | 电机分辨率 | RW | UINT32 | 0x00000001 |
| | 2 | 负载轴分辨率 | RW | UINT32 | 0x00000001 |
| 6098h | 0 | 回零方式 | RW | INT16 | 0 |
| 回零速度 | | | | | |
| 6099h | 0 | 保留 | RW | UINT32 | 0 |
| | 0 | 位置偏置 | RW | INT32 | 0 |
| | 0 | 速度偏置 | RW | INT32 | 0 |
| | 0 | 转矩偏置 | RW | INT16 | 0 |
| | 0 | 探针控制 | RW | UINT16 | 0 |
| | 0 | 探针状态 | RO | UINT16 | 0 |
| | 0 | 探针位置上升沿 | RO | INT32 | 0 |
| | 0 | 探针位置下降沿 | RO | INT32 | 0 |
| | 0 | 正向转矩限制 | RW | UINT16 | 0 |
| | 0 | 反向转矩限制 | RW | UINT16 | 0 |
| | 0 | 位置偏差 | RO | INT32 | 0 |
| | 0 | 数字输入 | RO | UINT32 | 0 |
| | 0 | 数字输出 | RO | INT32 | 0 |
| | 0 | 目标速度 | RW | INT32 | 0 |
| | 0 | 支持驱动模式 | RO | UINT32 | 0x000003A5 |

附录B 通讯扩展卡相关功能码说明

| 功能码 | 名称 | 参数说明 | 设定范围 | 缺省值 |
|--------|----------------|--|------|-----|
| P00.01 | 运行指令通道 | 0: 键盘运行指令通道 1: 端子运行指令通道 2: 通讯运行指令通道 | 0~2 | 0 |
| P00.02 | 通讯运行指令通道选择 | 0: Modbus/Modbus TCP 1: 保留 2: 以太网 3: EtherCAT/PROFINET/EtherNet IP 4~6: 保留 | 0~6 | 0 |
| P00.06 | A频率指令选择 | 1~9: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 10: Modbus/Modbus TCP通讯设定 11: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 12: 以太网通讯设定 13: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 14: EtherCAT/PROFINET/EtherNet IP通讯设定 15: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 | 0~15 | 0 |
| P00.07 | B频率指令选择 | | | 1 |
| P03.11 | 电机1转矩设定方式选择 | | | 0 |
| P03.14 | 电机1转矩控制正转上限频率源 | | | 0 |
| P03.15 | 电机1转矩控制反转上限频率源 | | | 0 |
| P03.18 | 电机1电动转矩上限设定源选择 | | | 0 |
| P03.19 | 电机1制动转矩上限设定源选择 | | | 0 |
| P04.13 | 电机1电压设定通道选择 | | | 0 |
| P09.00 | PID给定源选择 | | | 0 |
| P09.02 | PID反馈源选择 | | | 0 |
| P35.11 | 电机2转矩设定方式选择 | | | 0 |
| P35.14 | 电机2转矩控制正转上限频率源 | | | 0 |
| P35.15 | 电机2转矩控制反转上限频率源 | | | 0 |
| P35.18 | 电机2电动转矩上限设定源选择 | | | 0 |
| P35.19 | 电机2制动转矩上限设定源选择 | | | 0 |
| P36.13 | 电机2电压设定通道选择 | | | 0 |

| 功能码 | 名称 | 参数说明 | 设定范围 | 缺省值 |
|--------|--------------|---|-------|-----|
| | 择 | | | |
| P06.04 | HDO1输出选择 | 0~22: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 23: Modbus/Modbus TCP通讯虚拟端子输出 24: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 25: 以太网通讯虚拟端子输出 26~33: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 34: EtherCAT/PROFINET/ EtherNet IP通讯虚拟端子输出 35~63: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 | | 0 |
| P06.05 | 继电器R01输出选择 | | 0~63 | 1 |
| P06.26 | AO1输出选择 | 0~15: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 16: Modbus/Modbus TCP通讯设定值1 17: Modbus/Modbus TCP通讯设定值2 18~19: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 20: 以太网通讯设定值1 21: 以太网通讯设定值2 22: EtherCAT/PROFINET/ EtherNet IP通讯设定值1 23: EtherCAT/PROFINET/ EtherNet IP通讯设定值2 | | 0 |
| P06.28 | HDO1高速脉冲输出选择 | | 0~63 | 0 |
| P07.27 | 最近故障类型 | 0~17: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 | | 0 |
| P07.28 | 前1次故障类型 | | | 0 |
| P07.29 | 前2次故障类型 | 18: Modbus/Modbus TCP通讯故障 (E18) | | 0 |
| P07.30 | 前3次故障类型 | | | 0 |
| P07.31 | 前4次故障类型 | 19~29: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 | | 0 |
| P07.32 | 前5次故障类型 | 30: 以太网通讯故障 (E30) 31~56: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 57: PROFINET通讯超时故障 (E57) 58~59: 参考Goodrive28系列变频器产品说明书 | 0~588 | 0 |

| 功能码 | 名称 | 参数说明 | 设定范围 | 缺省值 |
|--------|---------------|--|---------------|--------|
| | | 器产品说明书 60：通讯卡识别失败（E60） 61~62：参考Goodrive28系列变频器产品说明书 63：通讯卡通讯超时故障（E63） 64~65：参考Goodrive28系列变频器产品说明书 66：EtherCAT通讯超时故障（E66） 67~94：参考Goodrive28系列变频器产品说明书 95：EtherNet IP通讯超时故障（E95） 96~588：参考Goodrive28系列变频器产品说明书 | | |
| P08.31 | 电机切换选择 | 个位：切换通道选择 0：端子 1：Modbus/Modbus TCP通讯 2：保留 3：以太网通讯 4：EtherCAT/PROFINET/EtherNet IP通讯 十位：运行中切换使能选择 0：运行中不可切换 1：运行中可切换 | 0x00~0x14 | 0x00 |
| P14.03 | 通讯应答延时 | - | 0~200ms | 5 |
| P14.05 | 传输错误处理 | 个位： 0：写操作有回应 1：写操作无回应 十位： 0：通讯密码保护无效 1：通讯密码保护有效 百位： 0：P16组自定义地址无效 1：P16组自定义地址有效 千位： 0：CRC校验失败回应错误类型0x06 1：CRC校验失败不回复 | 0x0000~0x1111 | 0x0000 |
| P14.48 | PZD映射到功能码通道选择 | 个位：映射PZD功能组通道选择 0：保留 | 0x00~0x12 | 0x12 |

| 功能码 | 名称 | 参数说明 | 设定范围 | 缺省值 |
|---------------|-----------------------------|--|---------------|--------|
| | | 1: 保留 2: P23组 十位: 掉电是否保存 0: 掉电不保存 1: 掉电保存 | | |
| P14.49~P14.59 | PZD2~PZD12接收映射功能码 | - | 0x0000~0xFFFF | 0x0000 |
| P14.60~P14.70 | PZD2~PZD12发送映射功能码 | - | 0x0000~0xFFFF | 0x0000 |
| P14.71 | PZD通讯控制字表示方式 | 0: 按十进制表示 1: 按二进制标志 | 0~1 | 0 |
| P16.00~P16.31 | 自定义读地址1~16,自定义读地址1~16对应本机地址 | - | 0x0000~0xFFFF | 0xFFFF |
| P16.32~P16.63 | 自定义写地址1~16,自定义写地址1~16对应本机地址 | - | 0x0000~0xFFFF | 0xFFFF |
| P23.02~P23.12 | PZD2~PZD12接收 | 0: 无效 1: 设定频率 (0~Fmax, 单位0.01Hz) 2: PID给定 (-1000~1000, 1000对应100.0%) 3: PID反馈 (-1000~1000, 1000对应100.0%) 4: 转矩设定值 (-3000~3000, 1000对应100.0%电机额定电流) 5: 正转上限频率设定值 (0~Fmax, 单位0.01Hz) 6: 反转上限频率设定值 (0~Fmax, 单位0.01Hz) 7: 电动转矩上限转矩 (0~3000, 1000对应100.0%电机额定电流) 8: 制动转矩上限转矩 (0~3000, 1000对应100.0%电机额定电流) 9: 虚拟输入端子命令 (0x000~0x7FF) 10: 虚拟输出端子命令 (0x000~0x01F) 11: V/F分离电压设定值 (0~1000, 1000对应100.0%电机额定电压) | 0~31 | 0 |

| 功能码 | 名称 | 参数说明 | 设定范围 | 缺省值 |
|---------------|--------------|--|------|-----|
| | | 12: AO输出设定值1 (0~1000, 1000对应100.0%) 13: AO输出设定值2 (-1000~1000, 1000对应100.0%) 14~18: 保留 19: 功能码映射 (PZD2~PZD12分别对应P14.49~P14.59) 20~31: 保留 | | |
| P23.13~P23.23 | PZD2~PZD12发送 | 0: 无效 1: 运行频率 (*100, Hz) 2: 设定频率 (*100, Hz) 3: 母线电压 (*10, V) 4: 输出电压 (*1, V) 5: 输出电流 (*100, A) 6: 输出转矩实际值 (*10, %) 7: 输出功率实际值 (*10, %) 8: 运行转速 (*1, RPM) 9: 运行线速度 (*1, m/s) 10: 斜坡给定频率 (*100, Hz) 11: 故障代码 12: AI1值 (*100, V) 13: AI2值 (*100, V) 14: AI3值 (*100, V) 15: 保留 16: HDI1频率值 (*100, kHz) 17: 保留 18: 端子输入状态 19: 端子输出状态 20: PID给定 (*100, %) 21: PID反馈 (*100, %) 22~26: 保留 27: 变频器状态字2 28~31: 保留 32: 功能码映射 (PZD2~PZD12分别对应P14.60~P14.70) | 0~32 | 0 |
| P24.00 | 扩展卡协议选择 | 0: PROFINET 1: EtherCAT 2: 保留 3: EtherNet IP | 0~15 | 0 |

| 功能码 | 名称 | 参数说明 | 设定范围 | 缺省值 |
|--------|-------------------|--|-----------|------|
| | | 4: Modbus TCP 5: EtherNet UDP 6: PROFINET + EtherNet UDP 7: EtherCAT + EtherNet UDP 8~14: 保留 15: 无通讯扩展卡 | | |
| P24.02 | 以太网监控卡IP地址1 | - | 0~255 | 192 |
| P24.03 | 以太网监控卡IP地址2 | - | 0~255 | 168 |
| P24.04 | 以太网监控卡IP地址3 | - | 0~255 | 0 |
| P24.05 | 以太网监控卡IP地址4 | - | 0~255 | 1 |
| P24.06 | 以太网监控卡子网掩码1 | - | 0~255 | 255 |
| P24.07 | 以太网监控卡子网掩码2 | - | 0~255 | 255 |
| P24.08 | 以太网监控卡子网掩码3 | - | 0~255 | 255 |
| P24.09 | 以太网监控卡子网掩码4 | - | 0~255 | 0 |
| P24.24 | 扩展卡识别时间 | - | 0.0~600.0 | 0.0s |
| P24.27 | 扩展卡通讯超时时间 | - | 0.0~600.0 | 0.0s |
| P24.30 | EtherCAT通讯超时时间 | - | 0.0~60.0 | 5.0s |
| P24.31 | PROFINET通讯超时时间 | - | 0.0~60.0 | 5.0s |
| P24.32 | EtherNet IP通讯超时时间 | - | 0.0~60.0 | 5.0s |
| P24.34 | Modbus TCP通讯超时时间 | - | 0.0~60.0 | 5.0s |
| P24.37 | 工业以太网通讯卡IP地址1 | - | 0~255 | 192 |
| P24.38 | 工业以太网通讯卡IP地址2 | - | 0~255 | 168 |
| P24.39 | 工业以太网通讯卡IP地址3 | - | 0~255 | 0 |
| P24.40 | 工业以太网通讯卡IP地址4 | - | 0~255 | 20 |
| P24.41 | 工业以太网通讯卡子网掩码1 | - | 0~255 | 255 |
| P24.42 | 工业以太网通讯卡子 | - | 0~255 | 255 |

| 功能码 | 名称 | 参数说明 | 设定范围 | 缺省值 |
|--------|-------------------|---|---------------|--------|
| | 网掩码2 | | | |
| P24.43 | 工业以太网通讯卡子网掩码3 | - | 0~255 | 255 |
| P24.44 | 工业以太网通讯卡子网掩码4 | - | 0~255 | 0 |
| P24.49 | EtherCAT写功能码是否保存 | 0: 不保存 1: 保存 | 0~1 | 0 |
| P24.50 | EtherCAT DC同步周期选择 | 0~1: 保留 2: 1ms 3: 2ms 4: 4ms 5: 8ms | 0~5 | 0 |
| P24.51 | EtherCAT从站地址 | - | 0x0000~0xFFFF | 0xFFFF |
| P29.00 | 扩展卡类型 | 0: 无卡 1~35: 保留 36: 多合一扩展卡-PROFINET通讯卡 37~40: 保留 41: 多合一扩展卡-EtherCAT通讯卡 42: 保留 43: 多合一扩展卡-EtherNet IP通讯卡 44: 多合一扩展卡-Modbus TCP通讯卡 45: 多合一扩展卡-以太网通讯卡 46: 多合一扩展卡-PROFINET+以太网通讯卡 47: 多合一扩展卡-EtherCAT+以太网通讯卡 48~63: 保留 | 0~63 | 0 |
| P29.03 | 扩展卡软件版本 | - | 0.00~655.35 | 0.00 |
| P29.32 | EtherCAT控制字 | - | 0x0000~0xFFFF | 0x0000 |
| P29.33 | EtherCAT状态字 | - | 0x0000~0xFFFF | 0x0000 |

值得信赖的工控与能效解决方案提供者



深圳市英威腾电气股份有限公司

地址：深圳市光明区马田街道松白路英威腾光明科技大厦

苏州英威腾电力电子有限公司

地址：苏州高新区科技城昆仑山路1号

服务热线：400-700-9997 网址：www.invt.com.cn



英威腾微信公众号



英威腾电子手册



6 6 0 0 1 - 0 1 5 1 9

产品资料可能有所改动，恕不另行通知。版权所有，仿冒必究。

202506 (V1.0)