

“人工智能+智能制造”融媒体一体化教材

PLC应用案例教程 (西门子)

主编◎周锦宏 李大欢 邓 艳

PLC YINGYONG ANLI JIAOCHENG (XIMENZI)

航空工业出版社

PLC应用案例教程 (西门子)

主编◎周锦宏 李大欢 邓 艳

PLC YINGYONG ANLI JIAOCHENG (XIMENZI)



扫一扫
学习资源库

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书严格依据教育部颁布的《高等职业教育专科专业教学标准》及《“十四五”职业教育规划教材建设实施方案》要求编写，适用于职业院校装备制造大类自动化类专业课程教学。全书围绕码垛搬运系统展开，共设八个实训项目，难度由浅入深，内容循序渐进、环环相扣。本书实训项目包括：电气识图与接线、西门子 PLC 开发环境基础操作、昆仑通态触摸屏界面设计、PLC 与触摸屏联动、PLC 之间的简单通信、运动滑台的轴运动控制、码垛搬运系统手动校准、码垛搬运系统自动控制。本书通过丰富的引导栏目和翔实的操作步骤截图，系统性地呈现专业知识与技能要点，既可作为高职院校智能控制技术、工业机器人技术等专业的教学用书，也可供相关领域技术人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

PLC 应用案例教程：西门子 / 周锦宏，李大欢，邓艳主编. -- 北京：航空工业出版社，2025. 10.
ISBN 978-7-5165-4289-7

I. TM571. 61

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025VS0283 号

PLC 应用案例教程（西门子） PLC Yingyong Anli Jiaocheng (Ximenzi)

航空工业出版社出版发行

（北京市朝阳区北苑路 58 号楼 20 层 100012）

发行部电话：010-85672666 010-85672683 读者服务热线：010-85672635

中煤（北京）印务有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2025 年 10 月第 1 版

2025 年 10 月第 1 次印刷

开本：787×1092 1/16

字数：346 千字

印张：15

定价：45.00 元

前言

党的二十大报告中指出，要“推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国”。纵观工业 4.0 时代，智能制造各个领域中均会涉及诸如 PLC、触摸屏、变频器、驱动器、伺服电机及气缸、电磁阀、真空发生器等电气设备。本书主要目的是使读者通过典型案例，掌握工业领域常见 PLC+ 触摸屏的控制回路及其编程设计，提升动脑动手能力，获得系统科学分析和解决问题的能力。建议先修课程包含电工电子技术、电机与电气控制技术、计算机网络技术、传感器与智能检测技术、液压与气压传动、变频器与伺服驱动应用等。

本书针对高等职业院校自动化类专业教学需求精心开发，紧密对接工业控制领域岗位技能要求，以实践应用为主线贯穿全书教学设计。充分考虑高职院校实训资源差异，案例设计遵循设备兼容性原则，既不限定特定品牌元器件型号，也不依赖特定实训设备或生产线载体。全书除项目一外，其余项目均基于西门子 PLC 开发环境或 McgsPro 组态软件构建可视化仿真模型，读者仅需个人计算机即可完成控制系统设计、程序调试等完整实训流程，具备硬件条件的院校还可选用市场主流型号设备开展实物操作，实现虚拟仿真与实操训练的灵活衔接。

本书开篇引领读者走进一个基于码垛搬运功能的系统（含 PLC、触摸屏、变频器、伺服驱动器、电机、气缸、电磁阀、真空发生器、传感器等关键元器件），详尽展示各类元器件的功能与特性。随后以一套定制的桌柜式 PLC 实训台（以下简称实训台）为范例，通过基础接线引导，帮助读者逐步理清平台的电气脉络，建立起对系统整体的直观认知。

在此基础上，深入浅出地传授 PLC 与触摸屏的实用操作技巧，从基础操作到高级应用，逐步构建起读者的知识体系。通过这一学习过程，读者不仅能够掌握 PLC 编程与触摸屏界面设计的精髓，还能深刻理解 PLC+ 触摸屏码垛搬运系统的原理和应用，为未来的职业生涯奠定坚实的基础。

本书以党的二十大精神为指引，贯彻《高等学校课程思政建设指导纲要》精神，落实立德树人根本任务。书中包括八个项目，项目内编排如“知识拓展”“能力拓展”“拓展阅读”等小栏目引导读者，项目最后编排“思考与挑战”栏目让读者充分掀起头脑风暴，形成“学、练、思、悟、创”闭环体系，力争让读者做到举一反三、触类旁通，巩固学习成果。

项目一让读者认识工业最通用最简单的码垛系统架构，并基于此系统架构搭建一个以

西门子 PLC 为核心的实训台，并以此为范例，让读者从实物层面感性认识 PLC 的作用。项目二通过最简单的启保停梯形图设计，让读者认识和掌握“TIA Portal V16”编程软件、“S7-PLCSIM V16”仿真软件的简单应用方法，包括内置 HMI 触摸屏仿真的应用及 VB 脚本编程。项目三则从昆仑通态触摸屏硬件入门，介绍使用“McgsPro 组态软件”进行触摸屏界面设计的方法。项目四重点让读者掌握如何将昆仑通态触摸屏界面上的各类控件元素与 PLC 变量相互关联，从而实现触屏联动。项目五重点介绍 PLC 内通信类高级指令，以布局十字路口的交通信号灯为案例，传授实现两台 S7-1200 系列 PLC 相互通信的方法。项目六通过仿真演示 S7-1500 系列 PLC 工艺对象的虚拟轴组态与控制，让读者掌握 PLC 的轴工艺对象运动控制类高级指令，实现对运动滑台的控制。项目七在项目六的基础上，追加对变频器、气缸、吸盘的控制程序，综合“TIA Portal V16”+“S7-PLCSIM V16”+“McgsPro 组态软件”仿真模型，让读者掌握手动调试码垛搬运系统的方法。项目八将综合前述所有项目的精髓，展示码垛搬运系统自动抓取和摆放物料位置的思路和实现方法，让读者掌握梯形图+VB 代码混合式编程的技巧。

本书重点在于通过实训案例，引导读者从认识码垛搬运系统入门，了解 PLC 在系统中的地位，通过适当的任务实训，获得对西门子 PLC、昆仑通态触摸屏及常见电动设备、气动设备的认识，掌握其工作原理；实训的难点在于如何用所学知识进行系统化调试，排查异常从而完成实训任务。经历本书实训项目实践，读者不仅可以从编程调试中体验一名技术工程师的工作日常，还可以深切体会技术工程师工作的艰辛与成就感。在项目实训中，探索 AI+ 应用之道，融合传统控制与智能算法，与时俱进培育创新实践能力。

本书中所有项目的仿真案例，均已在以下配置的个人计算机环境中调试通过：操作系统为 Windows 10 专业版 64 位，CPU 为 Intel(R) Core(TM) i5-3317U，主频 1.70 GHz (4 核)，内存 4096 MB。

此外，本书作者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电教学助手 13810412048 或发邮件至 2393867076@qq.com 领取。

本书是广西开放大学（广西信息职业技术学院）教材建设项目成果，以素质教育为核心导向，旨在通过实训环节深化读者对基础理论知识的理解，并增强其实践能力，确保理论学习与实践应用的无缝对接。本书由拥有丰富企业一线实战经验的相关专业资深教师共同编写，广泛吸纳并借鉴多所高等职业院校优秀教材的精华与灵感。尽管编者团队力求完美，但鉴于水平所限，书中可能存在疏漏之处，诚挚邀请广大读者不吝赐教，您的宝贵意见与建议将是本书不断改进与完善的动力源泉。

编者

2025 年 5 月

目 录

项目一 电气识图与接线实训	1
一、任务简述	1
二、任务目标	1
三、设备和工具	2
四、储备知识库	3
1. 西门子 PLC	4
2. 漏电保护空开	5
3. 滤波器	5
4. 开关电源	6
5. 触摸屏	6
6. 工业交换机	7
7. 光电开关传感器	7
8. 超薄继电器	8
9. 传送带系统	9
10. 运动滑台系统	10
11. 空气压缩机	12
12. 取物器装置	12
13. 实训台概念图	15
五、任务实践	17
六、注意事项	25
七、拓展阅读	25
八、思考与挑战	26
项目二 西门子 PLC 开发环境基础操作实训	27
一、任务简述	27
二、任务目标	27
三、设备和工具	28

四、储备知识库	28
1. 西门子 PLC 本体结构	28
2. 西门子 PLC 常用存储区类型	30
3. 西门子 PLC 常用数据类型	30
4. 西门子 PLC 数据存储结构	31
5. 软件主要视图	32
6. 西门子 PLC 编程原则	33
7. 西门子 PLC 快捷选项	34
8. 内置 HMI 常用功能	34
五、任务实践	37
六、注意事项	58
七、拓展阅读	58
八、思考与挑战	58

项目三 昆仑通态触摸屏界面设计实训 59

一、任务简述	59
二、任务目标	59
三、设备和工具	60
四、储备知识库	60
1. 触摸屏电源接口	60
2. 触摸屏外部扩展接口	60
3. 触摸屏设置	61
4. 触摸屏软件	62
五、任务实践	66
六、注意事项	82
七、拓展阅读	82
八、思考与挑战	82

项目四 PLC 与触摸屏联动实训 83

一、任务简述	83
二、任务目标	83
三、设备和工具	84
四、储备知识库	84
1. 昆仑通态触摸屏通信协议	84

2. 昆仑通态触摸屏通信接口与参数设置·····	84
3. 子网 / 网段的基础知识·····	85
4. 定时器指令·····	86
五、任务实践·····	88
六、注意事项·····	98
七、拓展阅读·····	98
八、思考与挑战·····	98

项目五 PLC 之间的简单通信实训 99

一、任务简述·····	99
二、任务目标·····	99
三、设备和工具·····	100
四、储备知识库·····	100
1. 典型工厂自动化系统网络拓扑·····	100
2. 置位 / 复位指令·····	101
3. 比较指令·····	101
4. 开放式通信指令·····	102
5. S7 通信指令·····	106
五、任务实践·····	110
六、注意事项·····	119
七、拓展阅读·····	120
八、思考与挑战·····	120

项目六 运动滑台的轴运动控制实训 121

一、任务简述·····	121
二、任务目标·····	121
三、设备和工具·····	122
四、储备知识库·····	122
1. 伺服系统·····	122
2. 沿指令·····	127
3. 运动控制指令·····	128
4. 移动值指令·····	132
五、任务实践·····	133
六、注意事项·····	157

七、拓展阅读·····	157
八、思考与挑战·····	158

项目七 码垛搬运系统手动校准实训 159

一、任务简述·····	159
二、任务目标·····	159
三、设备和工具·····	160
四、储备知识库·····	160
1. 设备手动调试原则·····	160
2. 西门子 V20 变频器 ·····	161
3. 自增减指令·····	165
五、任务实践·····	167
六、注意事项·····	196
七、拓展阅读·····	196
八、思考与挑战·····	196

项目八 码垛搬运系统自动控制实训 197

一、任务简述·····	197
二、任务目标·····	197
三、设备和工具·····	198
四、储备知识库·····	198
1. 函数 FC ·····	198
2. 数据块 DB ·····	200
3. 设备自动控制流程·····	201
五、任务实践·····	202
六、注意事项·····	226
七、拓展阅读·····	226
八、思考与挑战·····	227

附录 228

参考文献 230

项目五

PLC 之间的简单 通信实训

一、任务简述

西门子典型工厂自动化系统网络拓扑采用分层架构，自下而上依次为现场设备层、车间层及管理层。其中，通信网络作为核心枢纽贯穿各层级：既承担现场设备层（传感器 / 执行器）与车间层的实时数据交互，又负责车间层与管理层（SCADA/MES）间的信息同步，是实现系统功能集成与性能优化的关键支撑。

在码垛搬运系统中，多台设备需协同作业。例如，PLC-A 通过 PROFINET IRT 周期性通信控制机械臂 A 完成物料搬运至指定仓位，PLC-B 同步接收仓位状态并控制机械臂 B 执行分拣任务，二者通过等时同步通信（Isochronous Mode）实现动作时序的毫秒级对齐，确保搬运路径无冲突且仓位分配高效。为了更好地理解通信指令的使用方法，本项目将设计一套基于 PLC+ 触摸屏的交通灯控制系统。使用两台 PLC 搭建 PROFINET 网络，PLC_1 主站编写交通控制子程序，利用通信指令将各交通灯开关量信号 M6.0-M6.5 发送至 PLC_2 从站的变量 M16.0-M16.5；PLC_2 从站根据纵向干道绿灯信号 M16.0 或横向干道绿灯信号 M16.4，判断当前通行方向，将反馈标志信号 Q2.3、Q2.7 给回 PLC_1 主站的变量 M16.3、M16.7。触摸屏直接与 PLC_1 主站的 PLC 变量关联，展现最终效果。

二、任务目标

1. 知识目标

- (1) 了解典型工厂自动化系统网络拓扑的基本结构。
- (2) 了解置位 / 复位指令、比较指令的相关知识。
- (3) 熟悉西门子 PLC 主流通信手段，如开放式通信、S7 通信的相关知识。

2. 技能目标

- (1) 能够正确配置两台西门子 PLC 之间的通信参数。
- (2) 会编写实现两台西门子 PLC 通信的程序。
- (3) 能够熟练应用开放式通信指令和 S7 通信指令进行编程。

3. 素质目标

- (1) 培养一丝不苟的职业素养。
- (2) 树立责任意识和职业使命感。

三、设备和工具

- (1) 西门子 S7-1200 系列 PLC 两台、昆仑通态触摸屏一台。
- (2) 已安装“TIA Portal V16”编程软件、“S7-PLCSIM V16”仿真软件、“McgsPro 组态软件”(McgsPro 3.3.6.6353 SP1.3 组态软件安装包)的计算机一台。
- (3) 超五类网线（直连互联法）若干条。

四、储备知识库

1. 典型工厂自动化系统网络拓扑

根据西门子公司提出的典型工厂自动化系统网络拓扑，该网络拓扑的基本结构从下至上包括现场设备层、车间层和管理层。

1) 现场设备层

现场设备层主要负责连接现场设备，如传感器、执行器、分布式 I/O 等，完成数据的采集和初步处理。这些设备通过工业总线或工业以太网与主控制器（如 PLC）进行通信。

PLC 作为主控制器，负责接收来自现场设备的信号，并根据预设的逻辑程序进行处理，然后向执行器发送控制信号。

传感器将现场的物理信号（如温度、压力、位置等）转换为电信号，通过 I/O 模块传递给 PLC。

执行器（如伺服系统、变频系统等）接收 PLC 的控制信号，执行相应的动作。

触摸屏通过工业以太网或串行通信与 PLC 相连，实时获取 PLC 的数据并显示给用户。在某些情况下，触摸屏可能被用作现场操作界面，用于显示现场设备的状态、参数，并允许操作员进行简单的控制操作。

现场设备层通常不直接与网页后台通信，而是通过 PLC 或其他中间件将数据上传至管理层，再由管理层通过网页后台展示给远程用户。

2) 车间层

车间层用于完成车间主生产设备之间的连接，实现车间级设备的监控和管理。这一层通常包括车间监控室、操作员工作站、打印设备等。

车间层通过工业总线（如 PROFIBUS-FMS、工业以太网等）将多个 PLC 连接起来，形成一个车间级的控制系统。PLC 之间可以相互通信，共享数据，实现更复杂的控制逻辑和协同作业。

操作员工作站通常配备触摸屏或其他人机界面设备，用于显示车间设备的实时状态、

报警信息、生产统计等数据。操作员可以通过触摸屏对车间设备进行监控和控制，如启动/停止设备、调整工艺参数等。

车间层的数据可以通过网络上传至管理层，再由管理层通过网页后台展示给远程用户。这样，远程用户就可以实时监控车间设备的运行状态和生产情况。

3) 管理层

管理层是整个工厂自动化系统的中枢，负责整个工厂的生产管理、设备监控、数据分析和决策支持。这一层通常包括服务器、工作站、网页后台等。

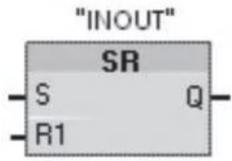
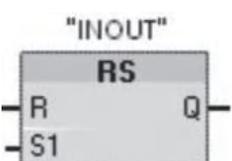
管理层通过网络与 PLC 进行通信，实时获取生产数据和设备状态信息。管理层还可以向 PLC 发送控制指令，调整生产计划和工艺参数。管理层的工作站或服务器可能配备触摸屏或其他人机界面设备，用于显示工厂的整体运行状态和生产数据。

远程用户可以通过网页后台访问这些数据，并进行远程监控和管理。网页后台提供了一个基于 Web 的用户界面，允许远程用户通过浏览器访问工厂的生产数据和设备状态信息。还可进行实时监控、数据分析、报警处理等操作，提高工厂的生产效率和管理水平。

2. 置位 / 复位指令

常用置位 / 复位指令如表 5-1 所示。

表 5-1 常用置位 / 复位指令

指令符号	指令名称	指令说明
-(R)-	复位指令	当左边输入状态为 1，则该指令对应变量的地址复位且保持为 FALSE
-(S)-	置位指令	当左边输入状态为 1，则该指令对应变量的地址置位且保持为 TRUE
-(RESET_BF)-	复位位域指令	可将从某个特定地址开始的连续多个位复位为 FALSE
-(SET_BF)-	置位位域指令	可将从某个特定地址开始的连续多个位置位为 TRUE
	置位复位指令 (复位优先)	若 S=0, R1=0, 则 INOUT 地址对应变量的值不变; 若 S=0, R1=1, 则 INOUT 地址对应变量的值清 0; 若 S=1, R1=0, 则 INOUT 地址对应变量的值置 1; 若 S=1, R1=1, 则 INOUT 地址对应变量的值清 0; 注意: 可选输出 Q 遵循“INOUT”地址的信号状态
	复位置位指令 (置位优先)	若 R=0, S1=0, 则 INOUT 地址对应变量的值不变; 若 R=0, S1=1, 则 INOUT 地址对应变量的值置 1; 若 R=1, S1=0, 则 INOUT 地址对应变量的值清 0; 若 R=1, S1=1, 则 INOUT 地址对应变量的值置 1; 注意: 可选输出 Q 遵循“INOUT”地址的信号状态

3. 比较指令

常用比较指令如表 5-2 所示。

表 5-2 常用比较指令

指令符号	指令名称	指令说明
#IN1 - = - #IN2	等于指令	比较数据类型相同的两个值 IN1 和 IN2, 若发现两个值相等, 则该触点导通为“1”; 否则不导通
#IN1 - < #IN2	不等于指令	比较数据类型相同的两个值 IN1 和 IN2, 若发现两个值不相等, 则该触点导通为“1”; 否则不导通
#IN1 - > - #IN2	大于指令	比较数据类型相同的两个值 IN1 和 IN2, 若发现 $IN1 > IN2$, 则该触点导通为“1”; 否则不导通
#IN1 - < - #IN2	小于指令	比较数据类型相同的两个值 IN1 和 IN2, 若发现 $IN1 < IN2$, 则该触点导通为“1”; 否则不导通
#IN1 - >= - #IN2	大于等于指令	比较数据类型相同的两个值 IN1 和 IN2, 若发现 $IN1 >= IN2$, 则该触点导通为“1”; 否则不导通
#IN1 - <= - #IN2	小于等于指令	比较数据类型相同的两个值 IN1 和 IN2, 若发现 $IN1 <= IN2$, 则该触点导通为“1”; 否则不导通
	在范围内指令	如果输入 VAL 的值满足 $MIN \leq VAL \leq MAX$, 则该功能框触点状态导通为“1”; 否则不导通
	在范围外指令	如果输入 VAL 的值满足 $VAL \leq MIN$ 或 $VAL \geq MAX$, 则该功能框触点状态导通为“1”; 否则不导通

4. 开放式通信指令

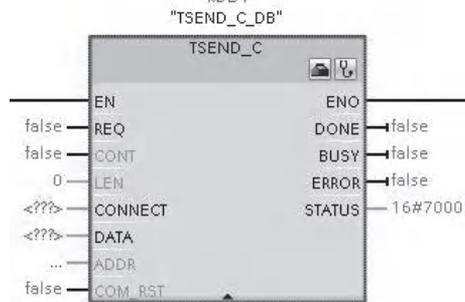
OUC 通信即为开放式通信, 采用开放式标准, 适合与第三方设备或 PC 进行通信, 也适用于 S7-300/400、S7-1500/1200 及 S7-200SMART 之间的通信。S7-1200 的开放式通信支持 TCP/IP 通信、ISO_on_TCP 通信和 UDP 通信, TCP/IP 通信是面向“数据流”的通信, 而 ISO_on_TCP 通信和 UDP 通信是面向“消息流”的通信。

使用开放式通信指令, 可将其编译下载入 PLC, 并可搭配计算机联机, 使用专业 TCP 调试工具进行收发测试验证效果。

1) TSEND_C 指令

TSEND_C 指令参数说明如表 5-3 所示。

表 5-3 TSEND_C 指令参数说明

符号	引脚	说明
	REQ	在上升沿启动发送作业
	CONT	控制通信连接, 设置为 TRUE 时建立连接
	CONNECT	指向连接描述结构的指针
	DATA	指向发送区的指针, 该发送区包含要发送数据的地址和长度
	DONE	状态参数, 可表示发送作业已成功
	BUSY	状态参数, 可表示发送作业正在进行
	ERROR	状态参数, 表示出现错误
	STATUS	指令的状态

指令配置范例如下。

(1) 定位至项目视图→项目树→PLC_1[CPU 1214C DC/DC/DC]→程序块→Main (OB1)→程序段 4: 测试 TSEND_C, 如图 5-1 所示。引脚 REQ 设置为 M0.3 (Clock_2Hz), CONT 设置为 1, 接下来单击开始组态  进入组态对话框。

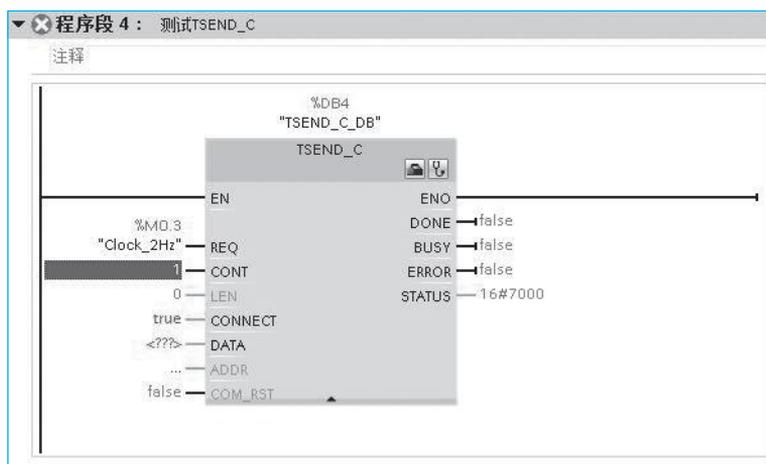


图 5-1 调用 TSEND_C 指令

(2) 找到“组态”属性页→右半边“伙伴”→端点: 若下拉选择“PLC_2 从站”, 则“PLC_2 从站”的接口、子网、地址等参数会自动配置。这里下拉选择未指定。

(3) 找到“组态”属性页→左半边“本地”→连接数据: 下拉选择“新建”→“PLC_1 主站”的连接类型、连接 ID (十进制)、连接数据等参数会自动配置。此时, PLC_1 主站默认设置为主动建立连接。此时, 伙伴为监听模式, 对外呈现端口为 2000。

(4) 若“PLC_1 主站”为服务器 (监听模式), 则设定伙伴: 主动建立连接。此时, 本地端口自动更新为 2000, 如图 5-2 所示。

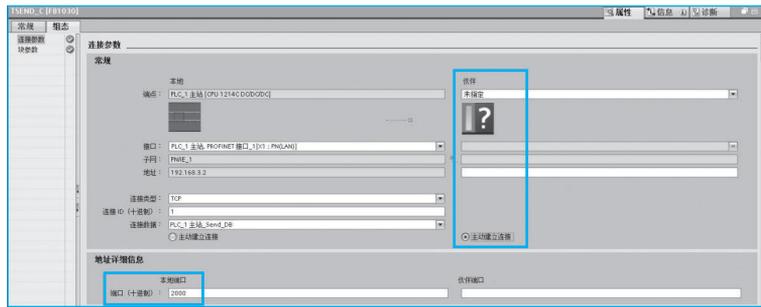


图 5-2 TSEND_C 指令的组态 - 连接参数配置

(5)“组态”属性页→块参数→“发送区域 (DATA)”参考图 5-3 进行配置。

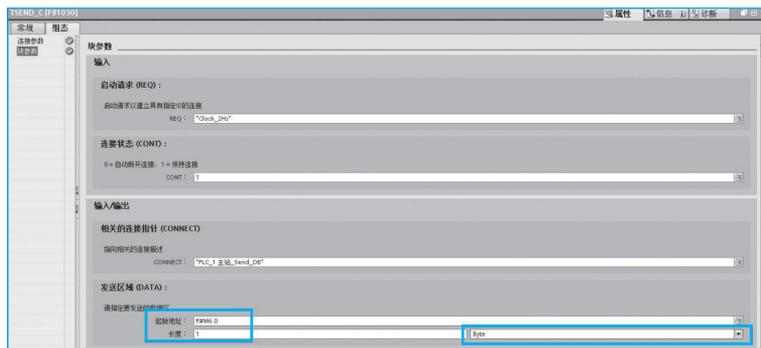


图 5-3 TSEND_C 指令的组态 - 块参数配置

2) TRCV_C 指令

TRCV_C 指令参数说明如表 5-4 所示。

表 5-4 TRCV_C 指令参数说明

符号	引脚	说明
	EN_R	启用接收功能，一般设置为 1
	CONT	控制通信连接，设置为 TRUE 时建立连接
	CONNECT	指向连接描述结构的指针
	DATA	指向接收区的指针
	DONE	状态参数，可表示是否接收到数据
	BUSY	状态参数，可表示作业正在进行
	ERROR	状态参数，表示出现错误
	STATUS	指令的状态
	RCVD_LEN	实际接收到的数据量

指令配置范例如下。

(1) 定位至项目视图→项目树→PLC_1[CPU 1214C DC/DC/DC]→程序块→Main(OB1)→程序段 3：测试 TRCV_C，如图 5-4 所示。引脚 EN_R 设置为 M0.3 (Clock_2Hz)，CONT 设置为 1，接下来单击开始组态  进入“组态”对话框。

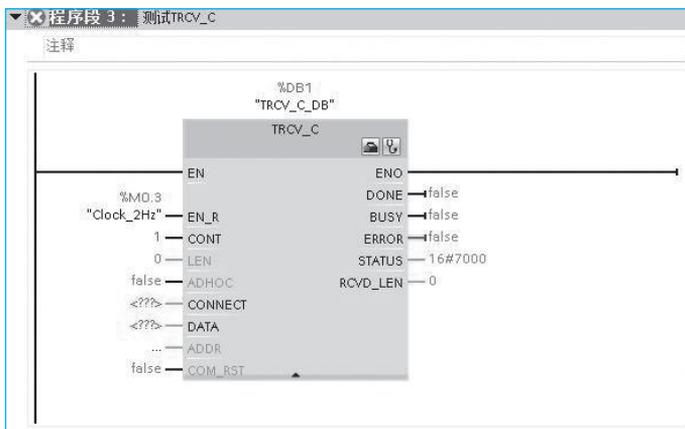


图 5-4 调用 TRCV_C 指令

(2) 找到“组态”属性页→右边“伙伴”→端点：若下拉选择“PLC_2 从站”→则“PLC_2 从站”的接口、子网、地址等参数会自动配置。若下拉选择“未指定”，则可以与计算机等设备联调测试。

(3) 找到“组态”属性页→左边“本地”→连接数据：下拉选择“新建”→“PLC_1 主站”的连接类型、连接 ID (十进制)、连接数据等参数会自动配置。此时，PLC_1 主站为主动建立连接。此时，伙伴为监听模式 (相当于服务器)，伙伴端口：2000，可设置其地址为：192.168.3.53，如图 5-5。

(4)“组态”属性页→块参数→“接收区域 (DATA)”参考图 5-6 进行配置。

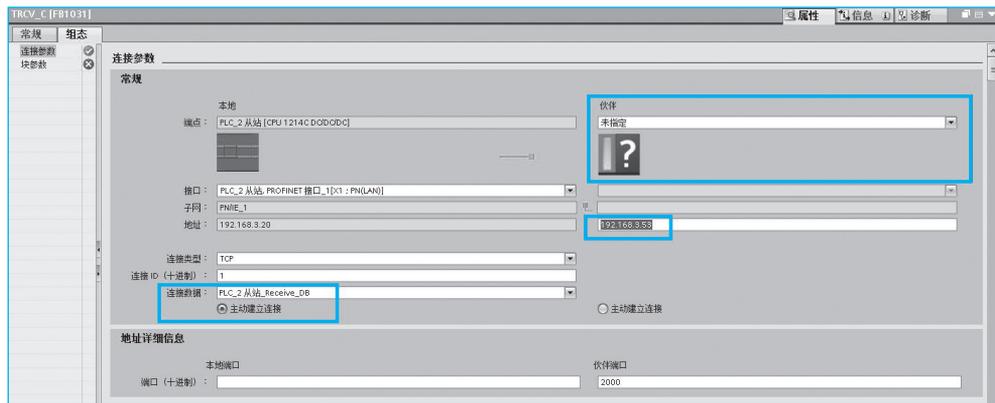


图 5-5 TRCV_C 指令的组态 - 连接参数配置

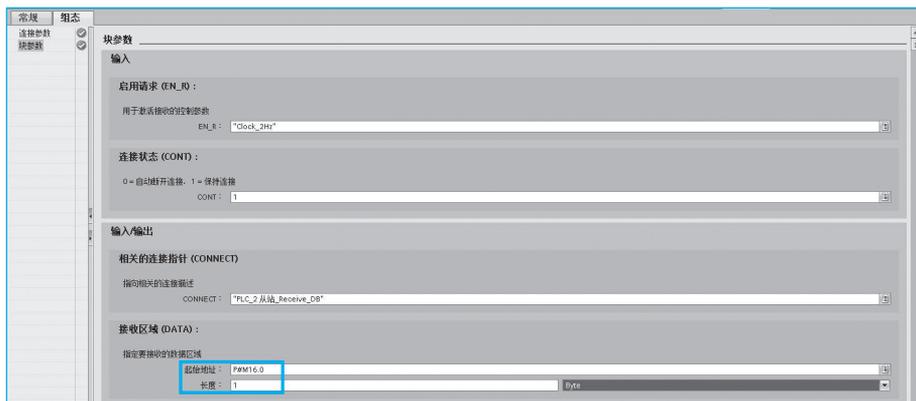


图 5-6 TRVC_C 指令的组态 - 块参数配置

知识拓展

温馨提示:

- (1) TSEND_C 和 TRCV_C 必须成对同时出现以完成通信任务，属于双边通信协议。
- (2) TSEND_C 和 TRCV_C 是异步指令，设置并建立通信连接后，CPU 会自动保持和监视该连接。如果 CPU 转到 STOP 模式，将终止现有连接并删除所设置的相应连接。必须再次执行指令，才能重新设置并建立该连接。

5. S7 通信指令

西门子 S7 通信协议是以太网通信的一种方式，也是西门子 S7 系列 PLC 的专用通信协议，主要用于多个西门子 S7 系列 PLC 之间的通信，不能用于与第三方的设备通信，适用于西门子 S7 系列所有型号 PLC 的通信。需要注意的是，它是一种单边通信，只需要在本地站编写通信程序，远程站无须编写任何通信程序。

使用 PUT、GET 指令对伙伴 CPU 进行读写时，不管伙伴 CPU 是处于运行模式下还是停止模式下，S7 通信都可以正常进行。S7 通信原理如图 5-7 所示。

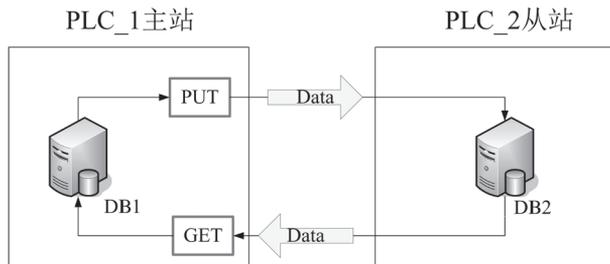
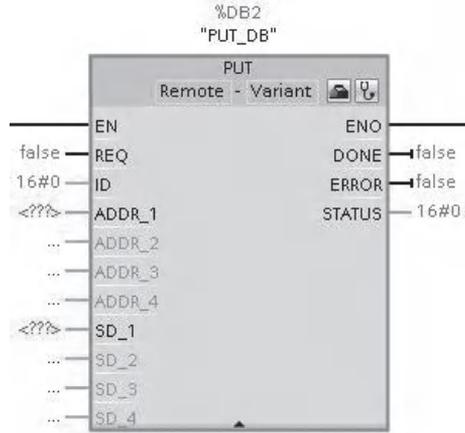


图 5-7 S7 通信原理

1) PUT 指令

PUT 指令参数说明如表 5-5 所示。

表 5-5 PUT 指令参数说明

符号	引脚	说明
	REQ	触发 PUT 指令执行，遇到上升沿时触发
	ID	S7 通信连接 ID，该连接 ID 在组态 S7 连接时生效（自动分配）
	ADDR_1	指向伙伴 CPU 的地址，即接收数据的区域地址
	SD_1	指向本地 CPU 的地址，即发送数据的区域地址（源数据）
	DONE	状态参数，为 TRUE 时可表示发送作业已成功
	BUSY	状态参数，为 TRUE 时可表示发送作业正在进行
	ERROR	状态参数，为 TRUE 时表示出现错误
	STATUS	指令的状态，存储错误代码

指令配置范例如下。

(1) 定位至项目视图→项目树→PLC_1[CPU 1214C DC/DC/DC]→程序块→程序段 1：发送主站 MB6 一个字节区域的信息到从站 MB16 一个字节的区域→双击“添加新块”→FC 函数→程序段内加入 PUT 指令，如图 5-8 所示。引脚 REQ 设置为 M0.3(Clock_2Hz)，接下来单击开始组态  进入组态对话框。

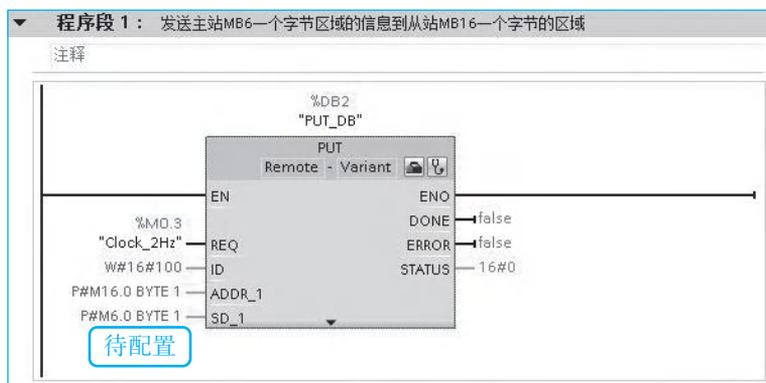


图 5-8 调用 PUT 指令

(2) “组态”属性页→连接参数→常规→伙伴端点：下拉选择“PLC_2 从站 [CPU 1214C DC/DC/DC]”，则“PLC_2 从站”的接口、子网、子网名称、地址等参数会自动配置，如图 5-9 所示。本地→修改左下角连接名称为“S7_连接主从”。

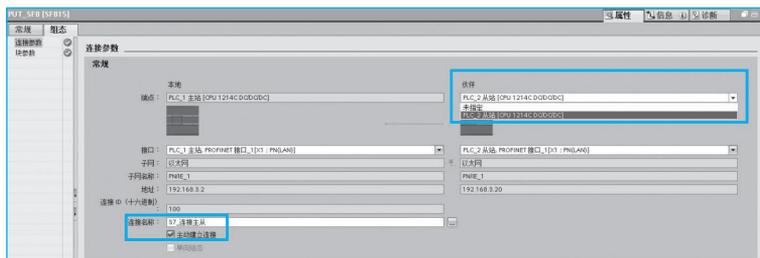


图 5-9 PUT 指令的组态 - 连接参数配置

(3)“组态”属性页→块参数，其中各个项目一般可参考图 5-10 进行配置。

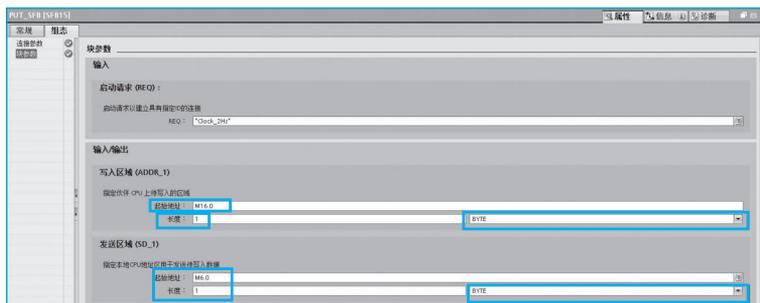


图 5-10 PUT 指令的组态 - 块参数配置

2) GET 指令

GET 指令参数说明如表 5-6 所示。

表 5-6 GET 指令参数说明

符号	引脚	说明
	REQ	触发 GET 指令执行，遇到上升沿时触发
	ID	S7 通信连接 ID，该连接 ID 在组态 S7 连接时生效（自动分配）
	ADDR_1	指向伙伴 CPU 的地址，即数据待读取发送的区域地址（源数据）
	RD_1	指向本地 CPU 的地址，即数据读回待接收的区域地址
	NDR	伙伴 CPU 的数据被成功读取时为 TRUE
	BUSY	状态参数，为 TRUE 时可表示发送作业正在进行
	ERROR	状态参数，为 TRUE 时表示出现错误
	STATUS	指令的状态，存储错误代码

指令配置范例如下。

(1) 定位至项目视图→项目树→PLC_1[CPU 1214C DC/DC/DC]→双击“添加新块”→FC 函数→程序段内加入 GET 指令，如图 5-11 所示。引脚 REQ 设置为 M0.3 (Clock_2Hz)，接下来单击开始组态  进入“组态”对话框。

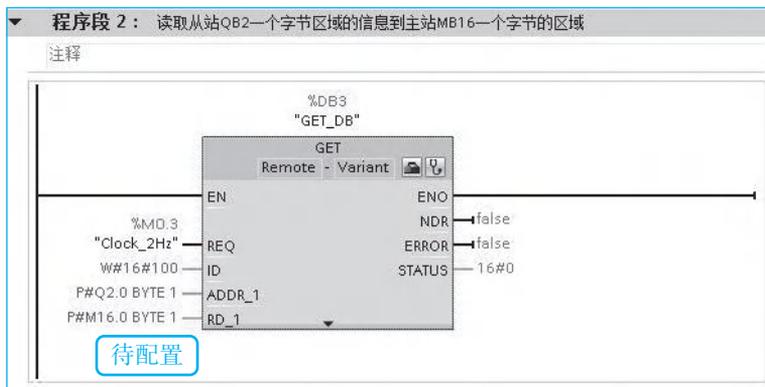


图 5-11 调用 GET 指令

(2) “组态”属性页→伙伴端点：下拉选择“PLC_2 从站 [CPU 1214C DC/DC/DC]”→则“PLC_2 从站”的接口、子网、子网名称、地址等参数会自动配置，如图 5-12 所示。“连接名称”自动更新为：S7_连接主从。

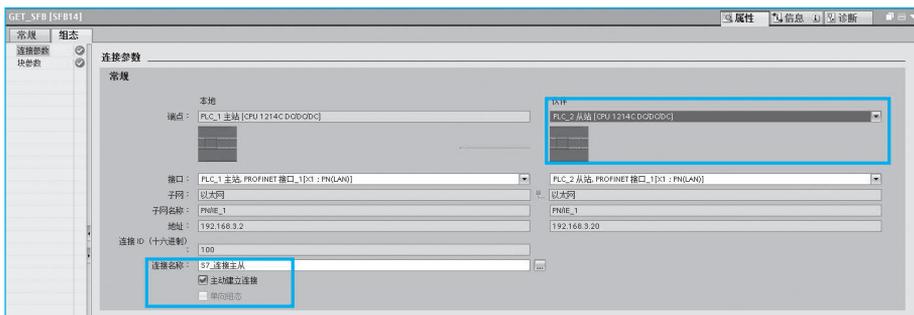


图 5-12 GET 指令的组态 - 连接参数配置

(3)“组态”属性页→块参数，其中各个项目一般可参考图 5-13 进行配置。



图 5-13 GET 指令的组态 - 块参数配置

知识拓展

温馨提示：

（1）指令上使用的数据读写区域需要使用指针的方式进行给定，对应使用的数据块需要使用非优化访问的块。

（2）使用时需要确保参数 ADDR 与 SD/RD 定义的数据区域在数量、长度和数据类型方面都匹配。允许的数据类型为 BOOL、Byte、Char、Word、Int、DWord、DInt 或 Real。

（3）PUT/GET 指令的最大可传送数据长度为 212/222 字节，通信数据区域数量的增加并不能增加通信数据长度；反之，增大通信的数据区域量，通信最大的数据长度会减少。

五、任务实践

1. 虚拟训练

从仿真入门角度出发，尝试搭建一套基于十字路口交通信号灯的虚拟系统，以验证通信指令配置及程序控制逻辑的准确性。

1) 创建 PLC 项目

打开“TIA Portal V16”编程软件，参考项目二的任务实践，创建新项目并做好命名（如 XM5- 仿真.ap16）。

（1）规划 PLC 变量。

PLC_1 主站变量定义如表 5-7 所示，PLC_2 从站变量定义如表 5-8 所示。

表 5-7 PLC_1 主站变量定义

序号	名称	数据类型	地址	备注
1	纵向干道绿灯	Bool	%M6.0	设为发送区
2	纵向干道黄灯	Bool	%M6.1	设为发送区
3	纵向干道红灯	Bool	%M6.2	设为发送区
4	横向干道绿灯	Bool	%M6.3	设为发送区
5	横向干道黄灯	Bool	%M6.4	设为发送区
6	横向干道红灯	Bool	%M6.5	设为发送区
7	纵向干道接通标志	Bool	%M16.3	设为接收区
8	横向干道接通标志	Bool	% M16.7	设为接收区
9	当前定时	Time	%MD8	—

表 5-8 PLC_2 从站变量定义

序号	名称	数据类型	地址	备注
1	纵向干道绿灯	Bool	%M26.0	设为接收区
2	纵向干道黄灯	Bool	%M26.1	设为接收区
3	纵向干道红灯	Bool	%M26.2	设为接收区
4	横向干道绿灯	Bool	%M26.3	设为接收区
5	横向干道黄灯	Bool	%M26.4	设为接收区
6	横向干道红灯	Bool	%M26.5	设为接收区
7	纵向干道放行标志	Bool	%Q2.3	设为发送区
8	横向干道放行标志	Bool	%Q2.7	设为发送区

(2) 设备组态。

“PLC_1 主站”选用 CPU 1214C DC/DC/DC，IP 为 192.168.3.2，子网掩码为 255.255.255.0。

“PLC_2 从站”选用 CPU 1214C DC/DC/DC，IP 为 192.168.3.20，子网掩码为 255.255.255.0。

启动“TIA Portal V16 编程”软件，参考项目二的任务实践→先创建“PLC_1”→更名为“PLC_1 主站”→完成公共设置后（如以太网网址、防护与安全、系统和时钟存储器等）→再复制粘贴创建“PLC_2”→更名为“PLC_2 从站”。

在工作区设备视图模式下，给 PLC_2 从站添加 SM 1223 DC/RLY 的扩展模块，如图 5-14 所示。

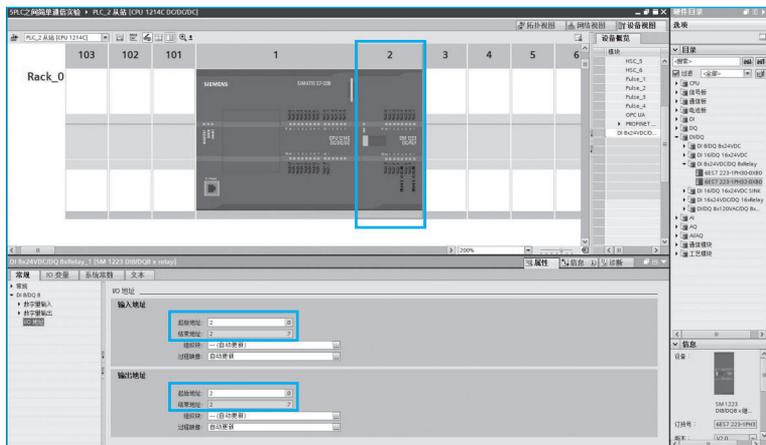


图 5-14 “PLC_2 从站”的 SM 1223 DC/RLY 扩展模块组态图

(3) 梯形图编程。

根据需要，构思纵、横干道交通灯信号交替时序图，如图 5-15 所示。

①定位至“项目视图”→“项目树”→“PLC_1 主站 [CPU 1214C DC/DC/DC]”→“程序块”→双击“Main(OB1)”→添加纵、横干道交通灯信号主程序，如图 5-16 至图 5-18 所示。

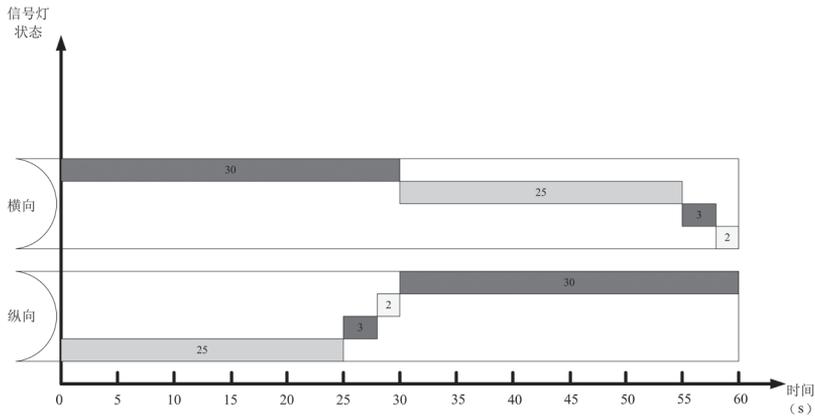


图 5-15 纵、横干道交通灯信号交替时序



图 5-16 “PLC_1 主站” 主程序 (程序段 1)

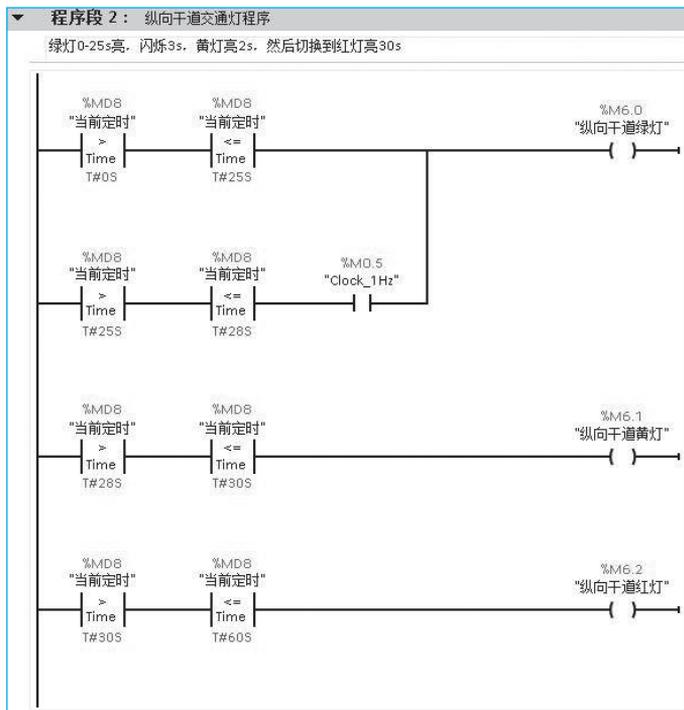


图 5-17 “PLC_1 主站” 主程序 (程序段 2)

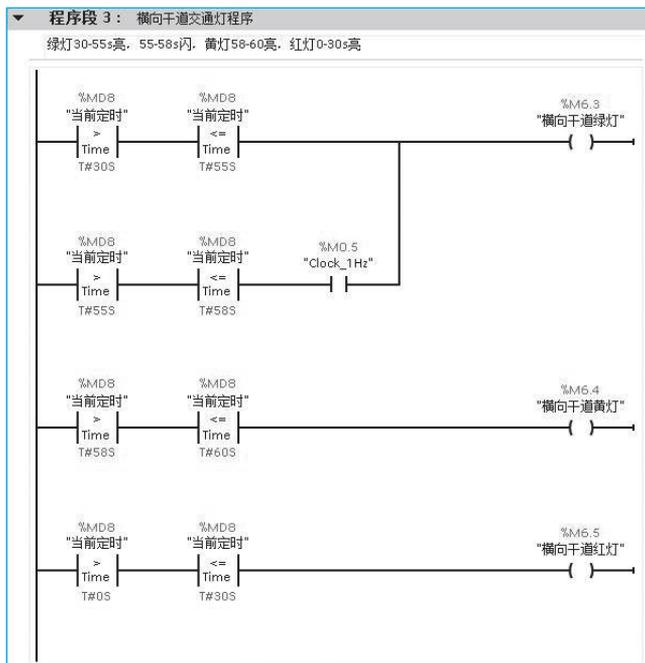


图 5-18 “PLC_1 主站”主程序 (程序段 3)

②定位至“项目视图”→“项目树”→“PLC_1 主站 [CPU 1214C DC/DC/DC]”→“程序块”→双击“Main(OB1)”→“添加新块”→“FC 函数”→新增“S7 通信子程序”→编写 PUT、GET 指令并配置组态→进行调用。

“PLC_1 主站”PUT 指令的编写和组态可参考图 5-19 进行配置，GET 指令的编写和组态可参考图 5-20 进行配置。“PLC_1 主站”的 S7 通信子程序及调用如图 5-21 所示。

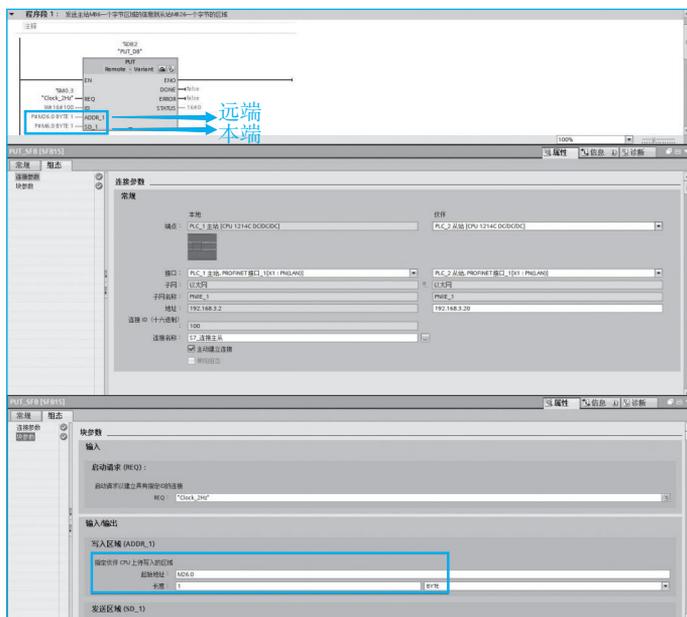


图 5-19 “PLC_1 主站”PUT 指令的编写和组态

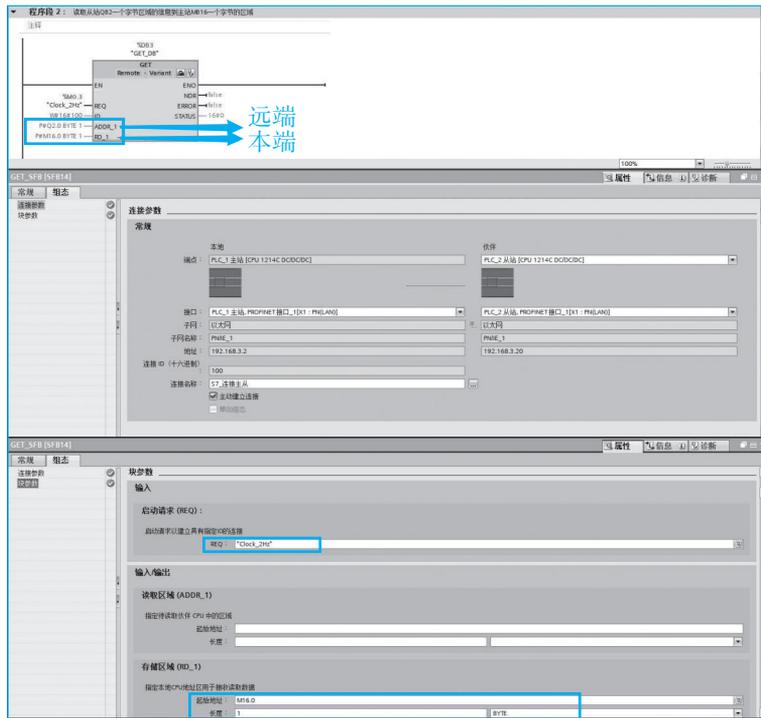
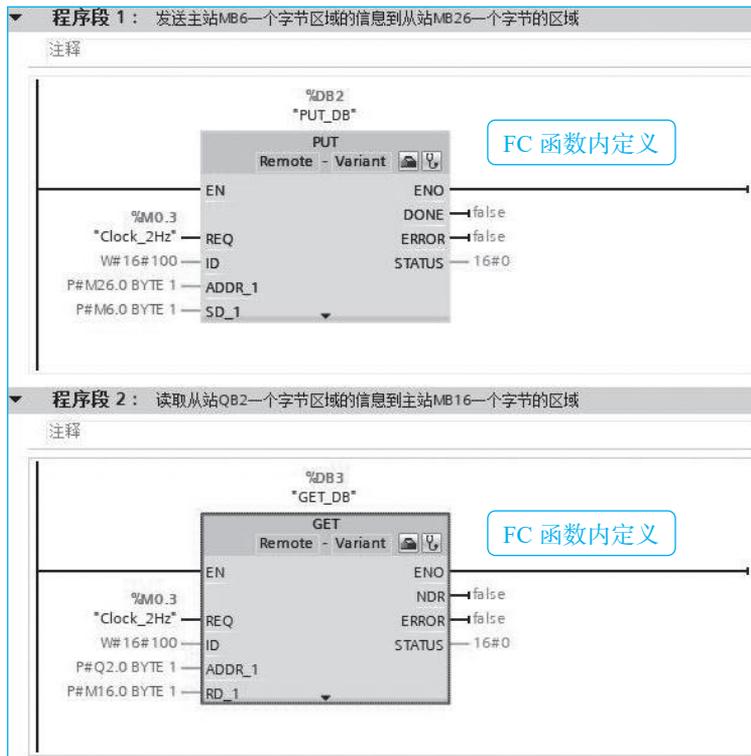


图 5-20 “PLC_1 主站” GET 指令的编写和组态



(a)



(b)

图 5-21 “PLC_1 主站”的 S7 通信子程序及调用

③ 定位至“项目视图”→“项目树”→“PLC_2 从站”→“程序块”→双击“Main(OB1)”→添加纵、横干道交通放行标志主程序，如图 5-22 所示。

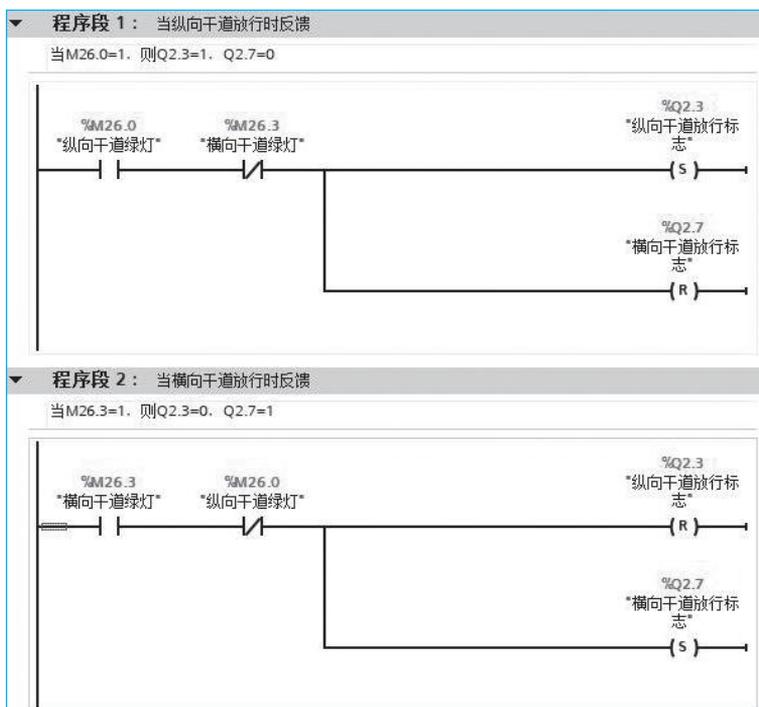


图 5-22 “PLC_2 从站”主程序

这里使用基于 S7 的通信方式，在运算能力强的“PLC_1 主站”内编写交通灯循环程序和“S7 通信子程序”；“PLC_2 从站”则根据接收到的信号，反馈当前满足放行条件的干道标志信号给回“PLC_1 主站”。

(4) 导出 PLC 变量。

参考项目四任务实践的方法，定位至项目视图→项目树→PLC_1[CPU 1214C DC/DC/DC]→找到“PLC 变量”→“显示所有变量”→单击“导出”→从新弹出的“导出”对话框找到“建议用法”→选择“导出所有元素”选项。

定位至“导出”对话框→单击选择“导出文件的路径”（保存路径）→设置与 PLC 项目同个文件夹→“保存类型”选择“Xml files(*.xml)”→“文件名”修改为“XM5”→

单击“保存”按钮→返回“导出”对话框→单击“确定”按钮。

能力拓展

以往都是选择“仅导出已使用的元素”，这次为何不一样？聪明的读者，你是否知道原因？

2) 创建 McgsPro 触摸屏工程

参考项目三的任务实践，选用 TPC2022Nt/Ni (800×480)，IP 为 192.168.3.1，子网掩码为 255.255.255.0。接下来，再按照如下步骤操作。

(1) 触摸屏组态设计。

参考项目三的任务实践，设计 1 个如图 5-23 所示的用户窗口，组态工程命名为“XM5”。

上下标题栏：使用“矩形”工具绘制，其内文字用“标签”制作。

交通路口粗实线：使用“直线”绘制。

2 对干道接通标志：使用“常用标志”绘制。

12 个指示灯：使用“动画按钮”或“标签”制作。

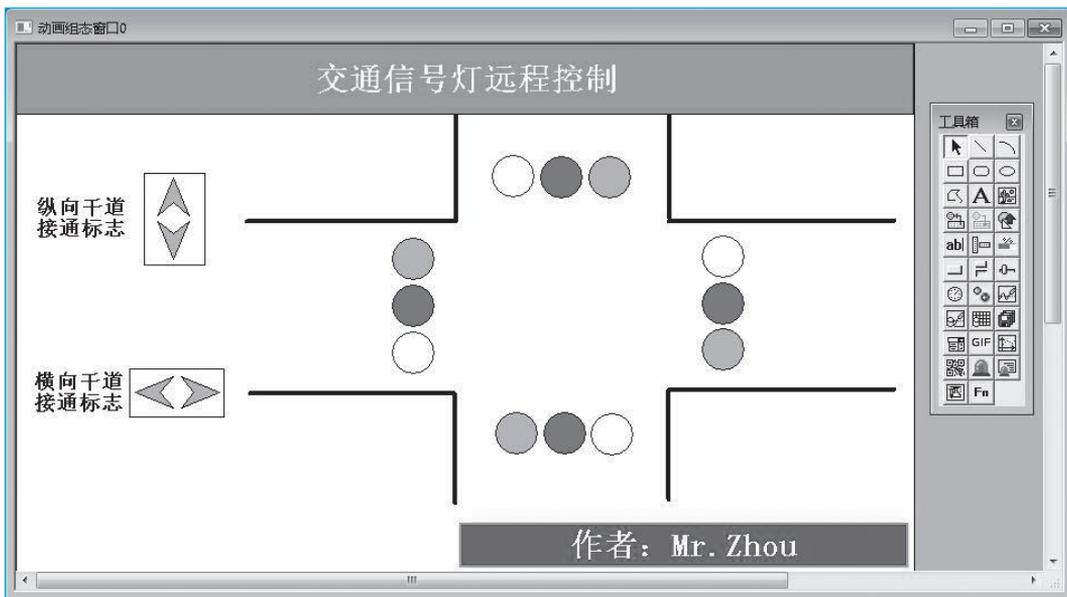


图 5-23 触摸屏界面设计

(2) 关联 PLC 变量。

参考项目四的任务实践，将“XM5.xml”文件导入“McgsPro 组态软件”，首先做好实时数据库连接，然后建立全部变量通道的快速连接，最后与用户窗口各个控件进行关联，如图 5-24 所示。

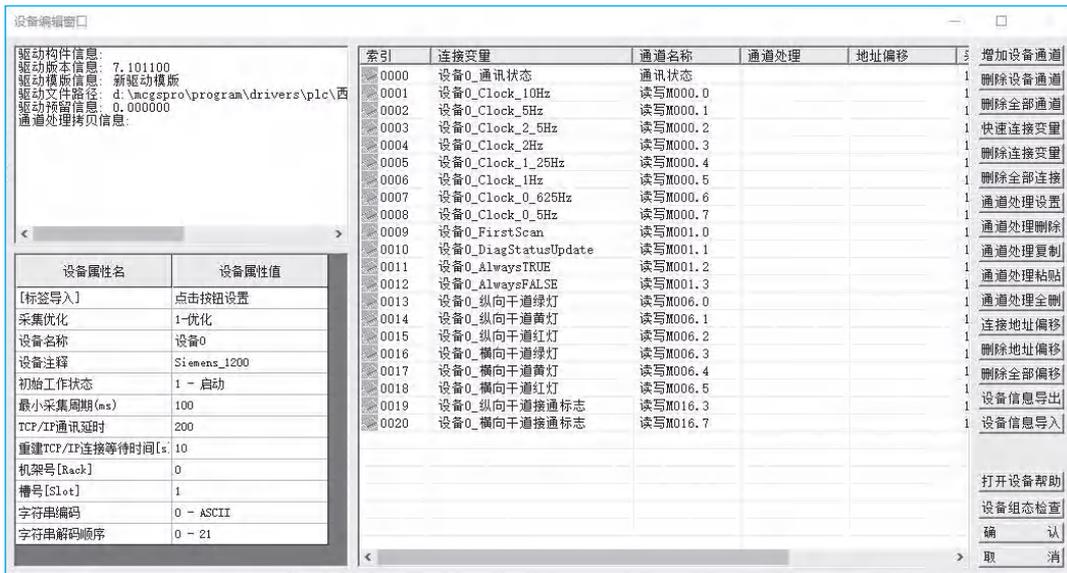


图 5-24 完成 PLC 变量关联后的设备编辑窗口

知识拓展

有时候，反复来往导入 .xml 格式的 PLC 变量，可能会导致实时数据库出现冗余错乱，触摸屏与 PLC 联动失败。建议在每次导入前，先做一次实时数据库的数据清理，然后在设备窗口内删除全部通道变量，如图 5-25 所示。

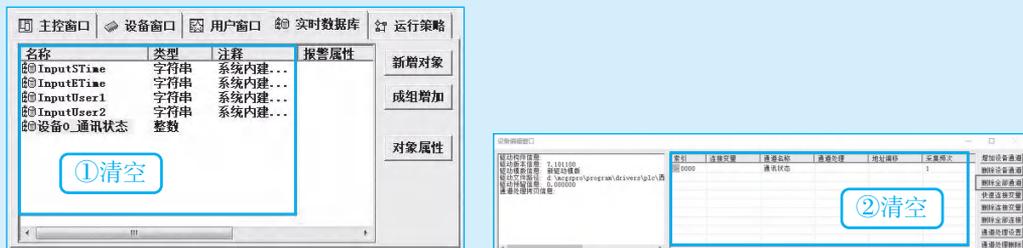


图 5-25 清空实时数据库的数据和全部通道变量

3) 程序仿真与效果验证

本次项目，将脱离触摸屏设备，采用仿真的方法展现通信效果。由于涉及 2 台 PLC，故个人计算机配置建议至少满足以下条件：操作系统为 Windows 7 旗舰版 64 位，CPU 为 Intel(R) Core(TM) i5-3317U，主频 1.70 GHz（4 核），内存 4096 MB。

(1) 个人计算机网络参数配置。

参考项目二的任务实践，进入个人计算机的“控制面板”，设置本机 IP 地址为 192.168.3.53，子网掩码为 255.255.255.0，如图 5-26 所示。



图 5-26 个人计算机网络参数配置

(2) 触摸屏的网络参数配置。

首先，在设备窗口里双击“通用 TCP/IP 父设备 0—[通用 TCP/IP 父设备]”，在弹出的“通用 TCP/IP 设备属性编辑”对话框中将“本地 IP 地址”改为 192.168.3.1 →“远程 IP 地址”改为 192.168.3.53 (个人计算机网卡 IP) →单击“确认”按钮，如图 5-27 所示。

(3) 主站与从站的仿真与变量观察。

参考项目二的任务实践，先编译“PLC_1 主站”和“PLC_2 从站”的梯形图程序，编译无误后，分别启动“PLC_1 主站”和“PLC_2 从站”的仿真，在虚拟 PLC 内运行 CPU，这时电源指示灯由黄色变绿色。定位至“默认变量表”，单击“在线监视” 可看到此时变量变化效果。使用“垂直拆分编辑器空间”，分栏观察 PLC 的变量数据交互是否符合预期，如图 5-28 所示。

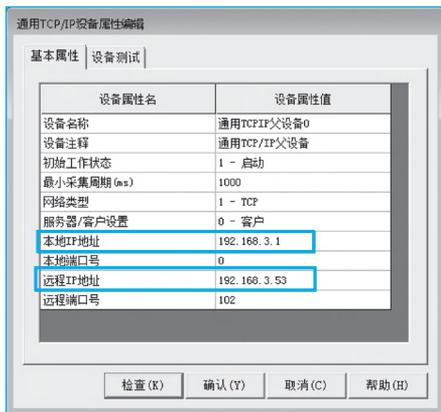


图 5-27 通用 TCP/IP 设备属性编辑

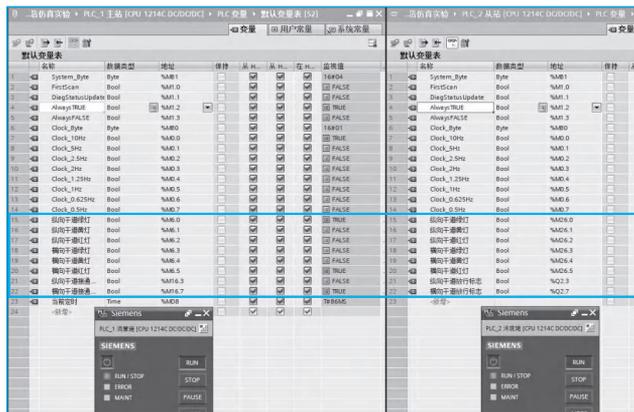


图 5-28 分栏观察 PLC 变量数据交互

(4) “NetToPLCsim” 软件配置与启用。

为实现西门子“TIA PortalV16”编程软件与“McgsPro 组态软件”的仿真网络连接，需提前下载“NetToPLCsim”。详细请参考项目四的任务实践步骤开展，注意：Plcsim IP Address 应选择“PLC_1 主站”的 IP，即 192.168.3.2，如图 5-29 所示。

(5) 效果验证。

参考项目三的任务实践，“运行模式”选择“模拟”，将组态工程下载至“McgsPro 模拟器”，此时无须设置 IP。正常启动后，可看到动态展示的红绿灯效果画面，如图 5-30 所示。

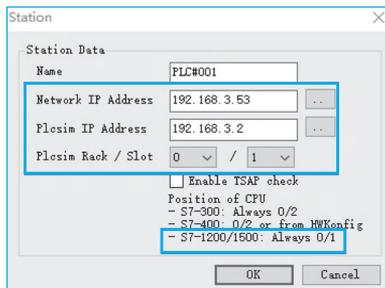


图 5-29 “NetToPLCsim” 软件服务配置示例

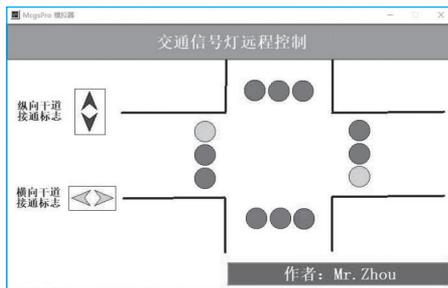


图 5-30 “McgsPro 模拟器” 效果展示

2. 实境操练

为进一步锻炼读者对知识点的掌握，接下来将利用个人计算机，通过交换机对接两台西门子 S7-1200 系列 PLC (如 CPU 1214C DC/DC/DC)、一台昆仑通态触摸屏 (如 TPC7022Ni) 等实物设备进行操练，请注意与虚拟仿真的差异。实训内容如下：

- (1) 触摸屏联机下载工程；
- (2) 验证效果。

请扫描二维码，参考具体步骤进行练习。



项目五实境操练

六、注意事项

(1) “TIA Portal V16”编程软件创建项目添加 CPU 和 DI/DQ 控制设备时，选择的型号要和实际硬件型号一致，不然下载程序时将出现错误。

(2) 注意严格区分“PLC_1 主站”和“PLC_2 从站”的数据发送区和接收区，否则可能出现通信数据传输错误。

（3）“McgsPro 组态软件”中，在“模拟”和“联机”的运行方式下，“通用 TCP/IP 设备属性编辑”对话框里的“本地 IP 地址”和“远程 IP 地址”的配置是不同的。

七、拓展阅读

请扫描下方二维码学习。



系统管理与协作
共赢

八、思考与挑战

读者们，本项目我们学习了使用 S7 通信指令编程实现两台 S7-1200 系列 PLC 之间通信的方法。请尝试改造程序，在现有局域网中新增一台 S7-1500 系列 PLC 从站（型号 CPU 1511T-1 PN，命名为 PLC_3），要求通过开放式用户通信指令（OUC）中的 TSEND_C（发送）与 TRCV_C（接收）指令，实现三台 PLC 间双向数据交互，并满足以下控制逻辑。

（1）通信配置：PLC_3 需通过 PROFINET 接口接入网络，并在 TIA Portal 中配置与 PLC_1/PLC_2 的通信伙伴关系。

（2）信号同步：PLC_3 需接收 PLC_2 某方向干道放行信号（如纵向 / 横向干道标志位），并在该信号触发后 10 秒启动自身的纵向 / 横向干道放行标志。

提示：注意收发指令要成对，不要混淆数据发送区和接收区。