

高等职业教育“十五五”系列教材 机电类专业

PLC应用技术 项目化教程

主编 杨阿弟 余明辉 望 超



移动终端

互动教学

即扫即看



微课资源



南京大学出版社

内容摘要

本书共有八个项目,主要内容包括系统组态及参数设置、交通灯模拟模块、天塔之光模拟模块、自动送料装车模拟模块、电机正反转模拟模块、七段码模拟模块、水塔水位多种液体混合模拟模块、自动售货机模拟模块。

为了便于教学,本书配套有电子教案、助教课件、教学视频、微课、课后练习与思考以及参考答案等教学资源,索取资料的方法为扫码或登录提供的网址。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 应用技术项目化教程 / 杨阿弟, 余明辉, 望超主
编. --南京: 南京大学出版社, 2025. 9. -- ISBN 978 -
7 - 305 - 29424 - 2

I. TM571.61

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025A8L540 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093

书 名 PLC 应用技术项目化教程

PLC YINGYONG JISHU XIANGMUHUA JIAOCHENG

主 编 杨阿弟 余明辉 望 超

责任编辑 吕家慧 编辑热线 025 - 83592655

照 排 南京开卷文化传媒有限公司

印 刷 丹阳兴华印务有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/16 开 印张 9 字数 219 千

版 次 2025 年 9 月第 1 版

印 次 2025 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 305 - 29424 - 2

定 价 35.00 元

网 址: <http://www.njupco.com>

官方微博: <http://weibo.com/njupco>

微信服务号: NJUYUNSHU

销售咨询热线: (025)83594756

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

本书是作为高等职业院校电子、机械、化工、建筑、计算机、通信及自动化类等工科专业中的“可编程控制器原理及应用”“PLC 应用技术”“PLC 控制系统编程与实现”“PLC 技术及应用实训”“PLC 技术及应用”等课程的理实一体化教材,也可作为技能鉴定考核的培训教材。

全书围绕“以能力的培养为核心,以实践教学为主线,以理论教学为支撑”的教学思路,以实训项目为载体,按照技能学习规律编排。书中的每个项目兼具独立性和实用性,帮助学生实现从学校到企业的无缝衔接。

本书立足高等职业教育的特点,以职业岗位需求为导向,强调综合应用技术能力的培养,采用实际应用案例实施项目化教学,强化实践操作能力,力求内容阐述准确清晰,注重学用结合。全书以与实际应用紧密结合为出发点,注意循序渐进,注重实用性,结构合理,重点突出,便于教学。

本书由杨阿弟、余明辉、望超担任主编,陈辉煌担任副主编,欧海宁、林航、邱兴阳、陈建洪、杨爱民、刘志斌参编。具体编写分工:杨阿弟编写项目一、项目二、项目三、项目四;余明辉、杨爱民编写项目五;欧海宁、邱兴阳、陈建洪编写项目六;陈辉煌、刘志斌编写项目七;望超、林航编写项目八。本教材在编写过程中,得到了天津职业技术师范大学邓三鹏教授的指导、莆田市诺斯顿电子发展有限公司总经理林志东高级工程师的参与以及湄洲湾职业技术学院、湖南高速铁路职业技术学院即编者院系领导和诸多教师的帮助,并参考了许多相关论著、教材、期刊等,在此一并致以谢意。

本书共有八个项目,每一个项目均由项目目标、项目任务、项目实施、项目

拓展、知识库、练习与思考六部分内容组成。其中,项目二至八中的项目实施均提供两种解决方案,可供师生教学选择使用,书中配套有练习与思考题的参考答案,以便教学。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请使用本书的读者批评指正。

编 者

2025 年 6 月

目 录

项目一 系统组态及参数设置	1
一、项目目标	1
二、项目任务	1
三、项目实施	2
四、项目拓展	15
五、知识库	16
六、练习与思考	20
项目二 交通灯模拟模块	22
一、项目目标	22
二、项目任务	22
三、项目实施	24
四、项目拓展	31
五、知识库	32
六、练习与思考	34
项目三 天塔之光模拟模块	36
一、项目目标	36
二、项目任务	36
三、项目实施	37
四、项目拓展	42
五、知识库	43
六、练习与思考	45
项目四 自动送料装车模拟模块	47
一、项目目标	47
二、项目任务	47
三、项目实施	49

四、项目拓展	59
五、知识库	60
六、练习与思考	62
项目五 电机正反转模拟模块	64
一、项目目标	64
二、项目任务	64
三、项目实施	65
四、项目拓展	72
五、知识库	73
六、练习与思考	74
项目六 七段码模拟模块	77
一、项目目标	77
二、项目任务	77
三、项目实施	78
四、项目拓展	88
五、知识库	91
六、练习与思考	92
项目七 水塔水位多种液体混合模拟模块	94
一、项目目标	94
二、项目任务	94
三、项目实施	95
四、项目拓展	113
五、知识库	114
六、练习与思考	115
项目八 自动售货机模拟模块	117
一、项目目标	117
二、项目任务	117
三、项目实施	118
四、项目拓展	134
五、知识库	135
六、练习与思考	136
参考文献	138

一、项目目标

1. 了解系统的基本构成。
2. 能够对系统进行独立完成组态。
3. 组态完成下载无报错。



【微信扫码】
系统组态及参数设置

二、项目任务

1. 项目任务背景

PLC 技术作为现代工业自动化三大支柱的核心技术之一,已综合了计算机控制技术、自动控制技术和网络通信技术,其应用于系统过程控制、运动控制、网络通信、人机交互等各个领域。我国正处于全面建设社会主义现代化强国的新时代,基于对更高自动化程度和更高能效的需要,尤其是制造业会越来越多地应用 PLC,在制造过程中,以最低生产设备生命周期成本来实现适应性和灵活性的日益增加的需求,给 PLC 技术应用提供了不竭的动力。PLC 现在广泛应用于纺织、冶金、汽车生产、食品饮料、电子制造、化工、电厂、造纸、石油开采及机械设计、国防等领域。

TIA 集 SIMATIC S7-1500/1200/400/300 站于一身的 PLC 编程软件,具有其他编程软件所具有的编程语言。它是 SIEMENS SIMATIC 工业软件的组成部分,一般来说,它具有可扩展性;可赋值给通信处理器和功能模板;强制和多处理器模式;全局数据通信;可进行组态连接等功能特性。因此,TIA 博图将以其功能多而强大、编程方式便捷而灵活等特点在工业控制系统得到广泛的应用。



思政小课堂

工匠精神

工匠精神是对职业劳动的奉献精神。千百年来工匠以业维生,并以技艺为立身之本,无私地奉献自己的全部心血,提高和完善自己的技艺,创造了灿烂的工匠文化。工匠精神就是干一行爱一行,在干中增长技艺与才能。发扬工匠精神,就要提高我们的爱岗敬业精神,正如习近平总书记所说:“劳动没有高低贵贱之分,任何一份职业都很光荣。”本项目通过系统组态的教学,让学生更好地了解工匠精神,劳动最崇高,劳动最光荣,在平凡的岗位

千出不平凡的业绩,就是工匠精神的体现。

2. 项目任务所需设备

本项目所需设备包括 PLC1200、PLC1500、G120 变频器、TP700 触摸屏,组态环境是西门子博图软件,项目所需部分设备如图 1-1 所示。



图 1-1 项目所需部分设备

3. 项目任务描述

本项目主要任务是在西门子博图软件上完成系统组态及参数设置。

三、项目实施

1. 软件安装

- (1) 关闭电脑防火墙及电脑所有杀毒软件。
- (2) 右击“避免重启”文件,如图 1-2 所示,单击“以管理员身份运行”。

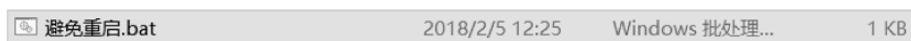


图 1-2 “避免重启”文件

- (3) 打开“TIA Portal STEP 7 Professional WinCC Professional V15.0”文件夹,双击 Start.exe 文件,如图 1-3 所示,开始安装流程。

名称	修改日期	类型	大小
Documents	2018/7/22 16:39	文件夹	
InstData	2018/7/22 16:44	文件夹	
Licenses	2018/7/22 16:44	文件夹	
TIA Portal STEP 7 Professional WinCC...	2018/7/22 16:50	文件夹	
Autorun.inf	2017/12/7 1:11	安装信息	1 KB
Leame.htm	2017/12/7 0:23	HTM 文件	1 KB
Leggimi.htm	2017/12/7 0:23	HTM 文件	1 KB
Liesmich.htm	2017/12/7 0:23	HTM 文件	1 KB
Lisezmoi.htm	2017/12/7 0:23	HTM 文件	1 KB
Readme.htm	2017/12/7 0:23	HTM 文件	1 KB
Readme_OSS.htm	2017/12/7 0:26	HTM 文件	33 KB
ReadmeChinese.htm	2017/12/7 0:23	HTM 文件	1 KB
Start.exe	2017/12/7 0:28	应用程序	716 KB

图 1-3 Start.exe 文件

(4) 选择“安装语言:中文”,如图 1-4 所示,选择“下一步”。



图 1-4 安装语言为中文

(5) 单击“浏览”按钮,如图 1-5 所示,可以更改安装的目标目录,安装路径的长度不能超过 89 个字符。

(6) 单击“下一步”按钮,将打开许可证条款对话框,要继续安装,则需要阅读并接受所有许可协议,单击“下一步”按钮,将打开安全控制对话框,要继续安装,则需要接受对安全和权限设置的更改,然后点击“安装”。

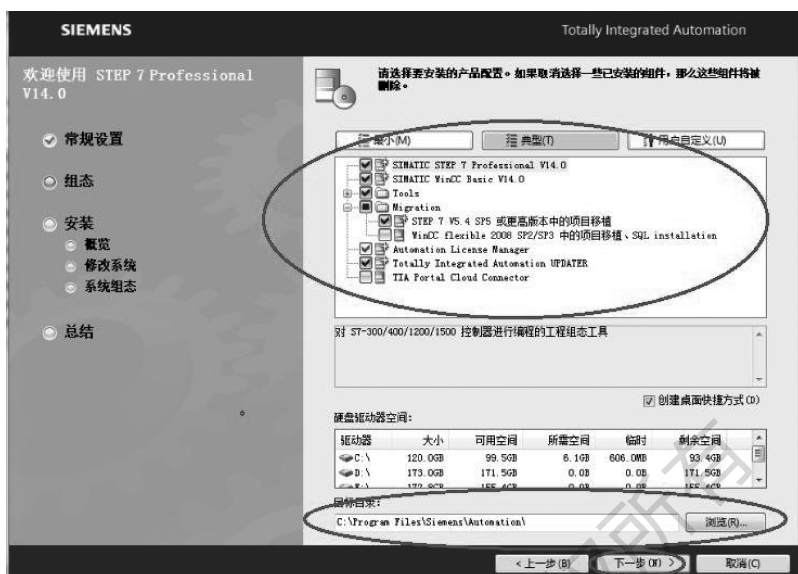


图 1-5 更改安装的目标目录

2. 软件破解

- (1) 打开破解软件文件夹“Sim_EKB_Install_2017_12_24_TIA15”。
- (2) 双击运行软件,如图 1-6 所示。



图 1-6 Sim_EKB_Install_2017_12_24_TIA15 软件

- (3) 在软件左侧找到“TIA Portal”文件夹,双击打开后,点击“TIA Portal v15(2017)”文件,如图 1-7 所示。

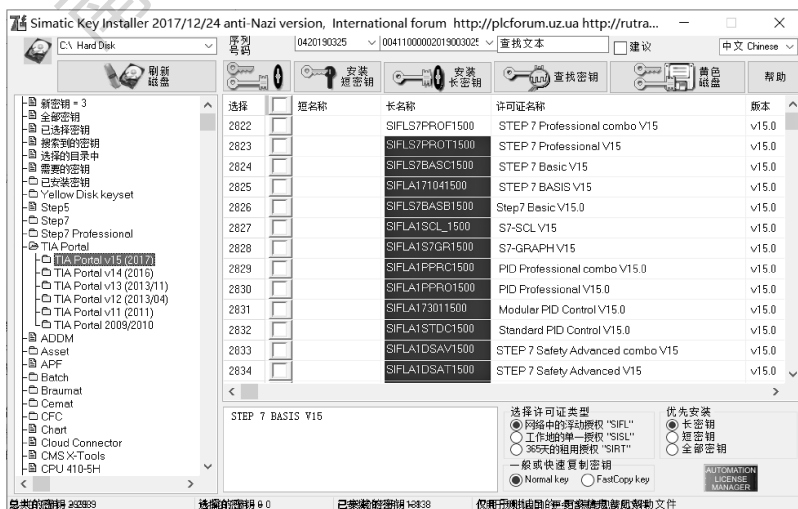


图 1-7 TIA Portal v15(2017)文件

(4) 如图 1-8 所示, 首先将右侧所有文件全选, 第二步单击安装短密钥安装, 第三步单击安装长密钥安装, 破解完成。

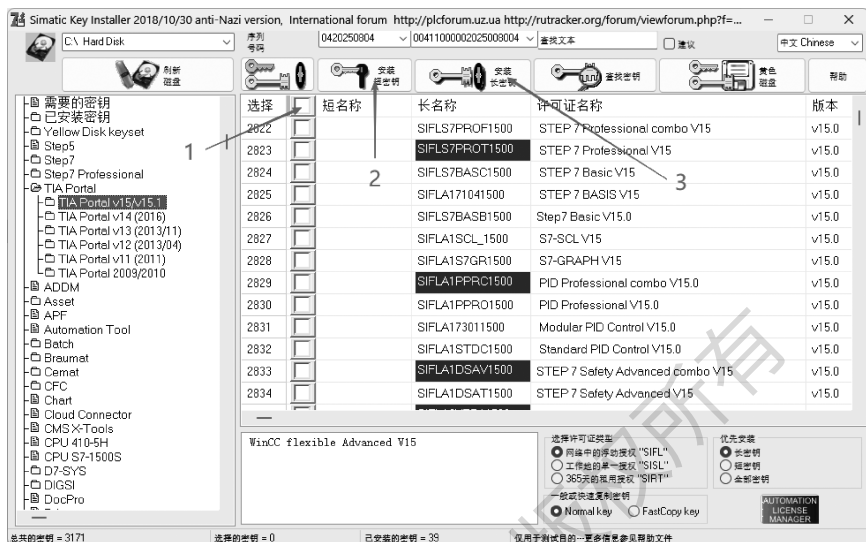


图 1-8 破解步骤

3. 添加 1200PLC

(1) 打开博图软件, 软件图标如图 1-9 所示。

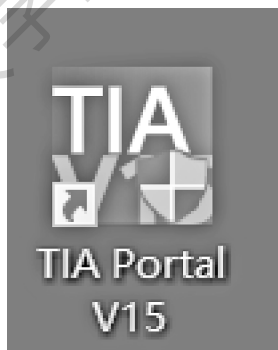


图 1-9 博图软件

(2) 按图 1-10 所示步骤, 在博图软件中创建新项目。



图 1-10 创建新项目

(3) 双击“添加新设备”,如图 1-11 所示。



图 1-11 添加新设备

(4) 添加 1214C DC/DC/DC 控制器,如图 1-12 所示。



图 1-12 添加 1214C DC/DC/DC 控制器

(5) 添加数字量扩展模块,如图 1-13 所示。

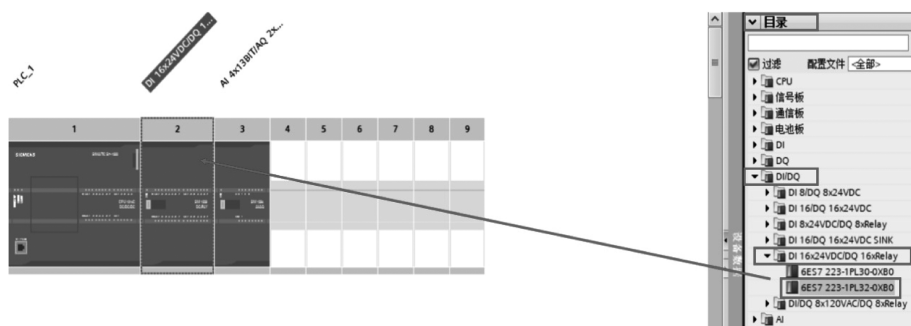


图 1-13 添加两个数字量扩展模块

(6) 添加模拟量模块,如图 1-14 所示。

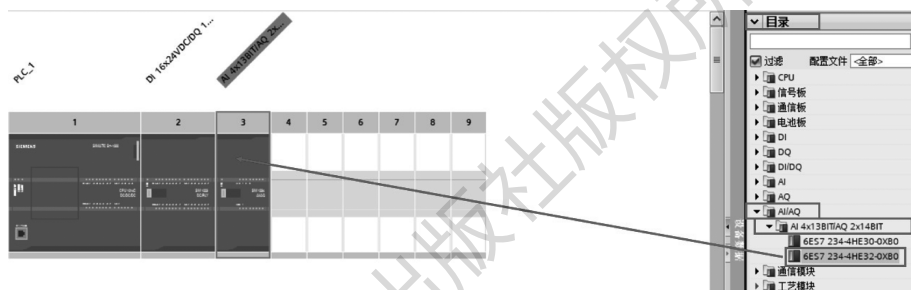


图 1-14 添加一个模拟量模块

(7) 修改扩展模块对应地址,如图 1-15 所示。

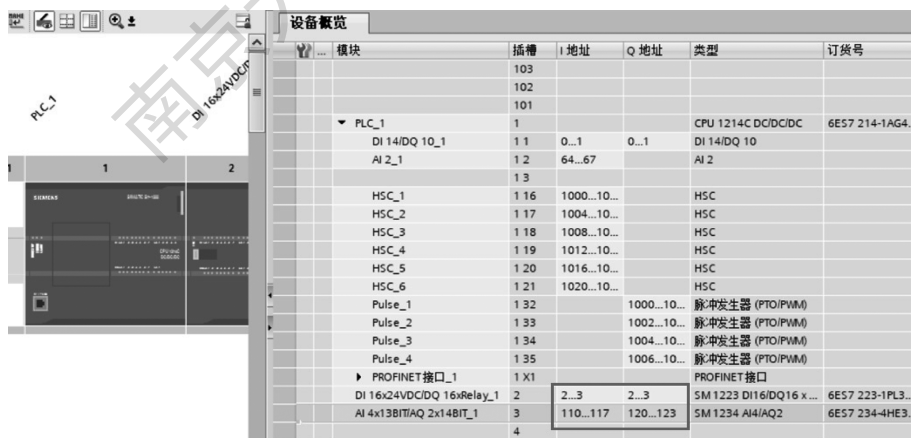


图 1-15 修改扩展模块对应地址

(8) 如图 1-16 所示,选中 CPU,拉起“属性”菜单,点击“属性”→“常规”→“以太网地址”,修改 IP 地址。



图 1-16 修改 IP 地址

(9) 点击“系统和时钟存储器”，如图 1-17 所示勾选对应内容。



图 1-17 启用系统和时钟存储器

(10) 选中模拟量扩展模块，拉起“属性”菜单，点击“属性”→“常规”→“模拟量输入”中的“通道 0”，如图 1-18 所示修改内容。

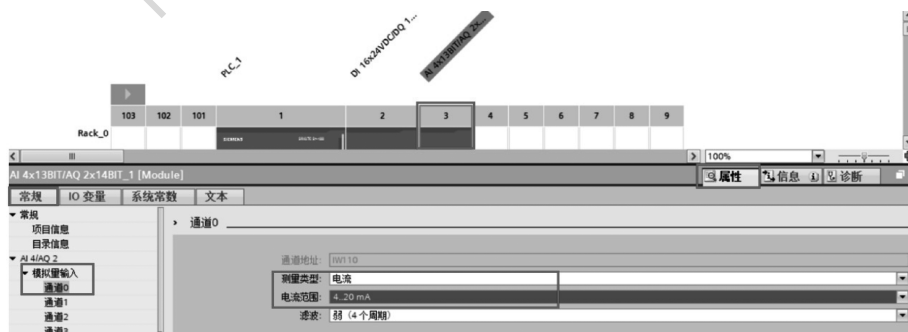


图 1-18 修改模拟量输入内容

(11) 选中模拟量扩展模块，拉起“属性”菜单，点击“属性”→“常规”→“模拟量输出”中的“通道 0”，如图 1-19 所示修改内容。

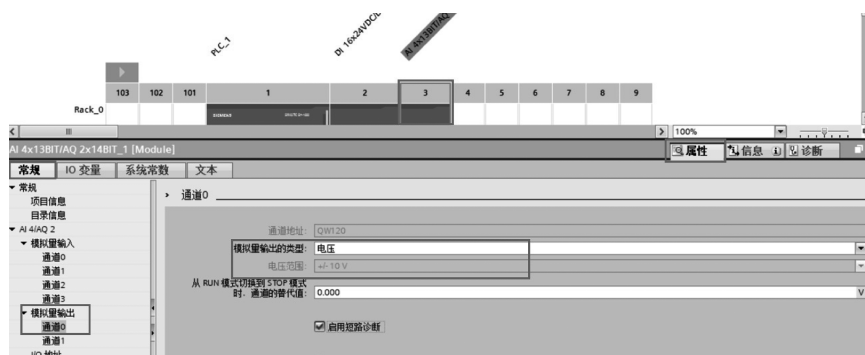


图 1-19 修改模拟量输出内容

4. 添加 TP700 触摸屏

双击“添加新设备”，添加新设备 TP700 触摸屏，如图 1-20 所示。



图 1-20 添加新设备

如图 1-21 所示，选中添加的触摸屏，拉起“属性”菜单，点击“属性”→“常规”→“以太网地址”，修改 IP 地址。



图 1-21 修改 IP 地址

5. 添加 G120 变频器

(1) 点击进入网络视图,如图 1-22 所示,在网络视图添加 G120 CU240E-2 PN(-F) V4.5。

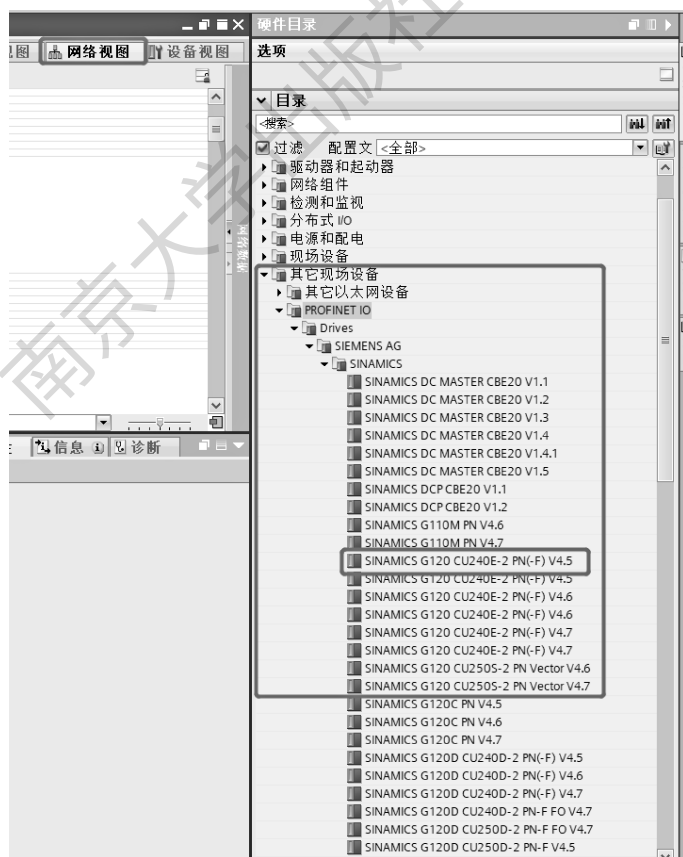


图 1-22 添加 G120 CU240E-2 PN(-F) V4.5

(2) 双击打开添加变频器,如图 1-23 所示,选中 G120,点击“设备视图”→“子模块”→双击图中的“PZD-2/2”。

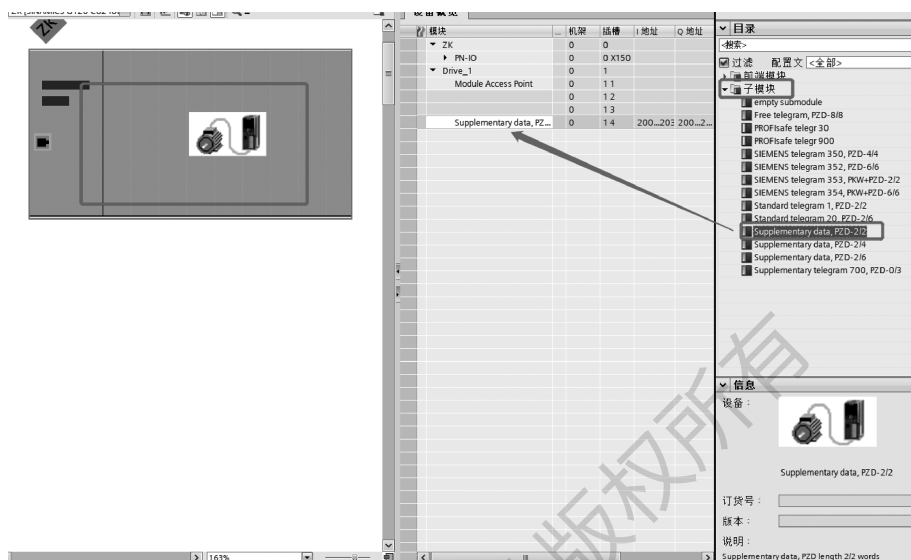


图 1-23 双击图中的“PZD-2/2”

(3) 如图 1-24 所示,将设备视图中子模块的 I 地址和 Q 地址都修改为“200...203”。

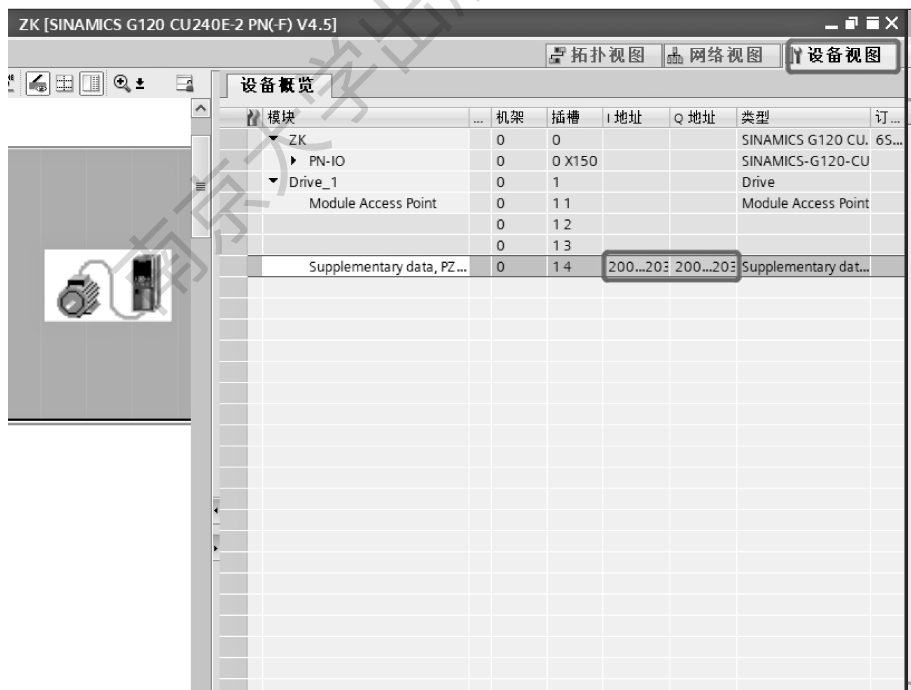


图 1-24 修改模块的 I 地址和 Q 地址

(4) 按图 1-25 所示步骤,修改 G120 变频器 IP 地址。



图 1-25 修改 G120 变频器 IP 地址



小知识

G120 变频器

G120 变频器包含 SINAMICS G120 控制单元;SINAMICS G120 智能操作面板; SINAMICS G120 0.55kW 功率单元;SINAMICS G120 安装小配件(附带塑料上挡板,防止金属掉入);三相异步电机(输入电压 220 V,功率 15 W)。

G120 变频器参数类型包括读写参数(可以修改和显示的参数,以 P 开头)和只读参数(不可修改的参数,用于显示内部的变量,以 r 开头)。

6. 添加 ET200 子模块

(1) 添加 ET200 附加子模块,分别是 DI 16×24VDC ST,DQ 16×24DC/0.5A ST,如图 1-26 和图 1-27 所示。

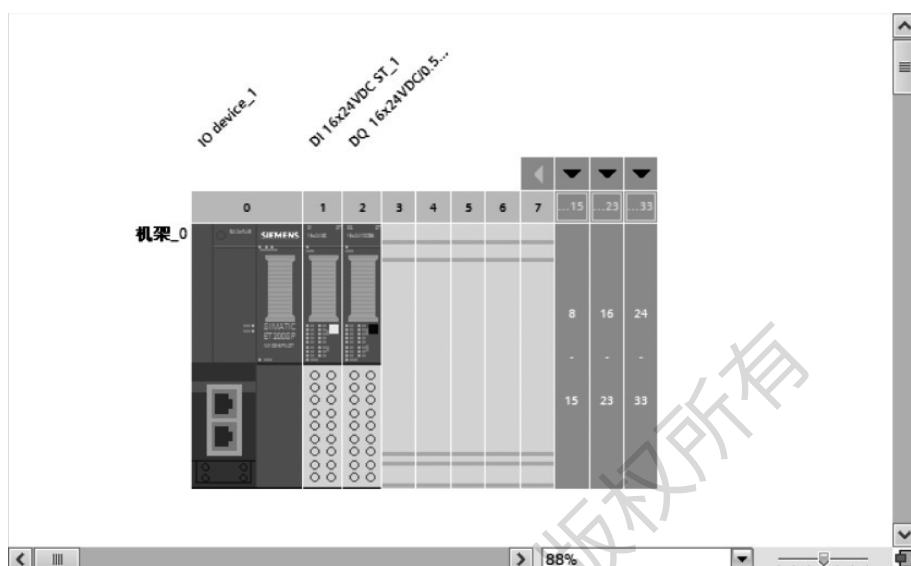


图 1-26 添加 ET200 附加子模块(1)



图 1-27 添加 ET200 附加子模块(2)

(2) 输出启动输出模块点位组,如图 1-28 所示。

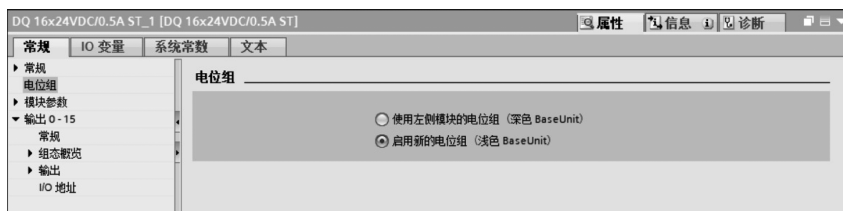


图 1-28 输出启动输出模块点位组



小知识

ET200

ET200 是西门子一个分布式 I/O 产品系列,可以提供 PROFIBUS 和 PROFINET 的分布式 I/O 解决方案,它与 S7-300 上的接口模块 IM360/IM361/IM365 并不一样, S7-300 是通过 K 总线实现本地总线的 I/O 扩展,而 ET200 则是通过 IM15x 接口模块进行 I/O 扩展,相当于其他品牌中的 RIO 或 DIO。

7. 连接组态设备

连接设备网络,如图 1-29 所示。

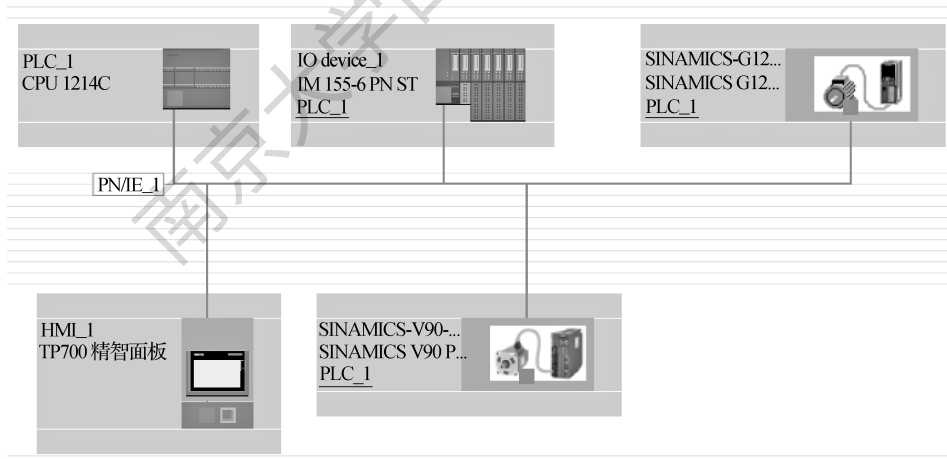


图 1-29 连接设备网络

8. 项目注意事项

西门子博图软件使用时应以下注意事项。

- (1) 安装时不能打开杀毒软件、防火墙软件、防木马软件、优化软件等。
- (2) 如果安装了其他西门子软件,需要注意他们之间的兼容性。

- (3) 解压、安装路径最好不要有中文。
- (4) 操作系统要求原版操作系统,不能是 GHOST 版本,也不能是优化后的版本。
- (5) 由于博图软件非常庞大,其中包含多种数据库文件,如电脑中含有多个第三方软件,安装过程中容易导致出现数据库文件冲突错误。

四、项目拓展



【微信扫码】
系统组态及
参数设置拓展

1. S7-1200PLC 硬件系统

(1) CPU 概述

CPU 采用了模块化和紧凑型设计,将处理器、传感器电源、数字量输入/输出、高速输入/输出和模拟量输入/输出组合到一起,形成了功能强大的控制器,适用于多种应用领域,满足不同的自动化需求。

① 丰富的通信功能

CPU 集成的 PROFINET 接口可用于编程、HMI 通信和 PLC 之间的通信。PROFINET 接口集成的 RJ-45 连接器具有自动交叉网线(auto-cross-over)功能,提供 10/100 Mbit/s 的数据传输速率,此外它还通过开放的以太网协议支持与第三方设备的通信,支持 TCP、UDP、ISO-on-TCP、Modbus TCP 和 S7 通信。

② 可靠的信息安全

CPU 提供多种安全功能,用于防范对 CPU 和控制程序未经授权的访问,实现了知识产权的保护。

③ 轨迹(trace)

CPU 支持 trace 功能,可用于跟踪和记录变量。

④ 强大诊断功能

CPU 提供了多种诊断方法,例如:读取 CPU 及模块的状态 LED,这种方法最直观;读取 CPU 及模块的诊断缓冲区,需要博图软件能够与 PLC 建立通信;通过 OB 组织块或诊断指令获得诊断信息。还可以使用 Web 服务器或 HMI 读取诊断信息。

⑤ 灵活的硬件扩展能力

CPU 最多连接 8 个信号模块(具体数量取决于 CPU 的型号),以便支持更多的数字量和模拟量 I/O。

(2) 通信接口概述

通信模块(CM)和通信处理器(CP)将扩展 CPU 的通信接口,CM 可以使 CPU 支持 PROFIBUS、RS232/RS485(适用于 PTP、Modbus、USS)以及 AS-i 主站 CP 可以提供其他通信类型的功能,例如通过 GPRS、LTE、IEC、DNP3 或 WDC 网络连接到 CPU。CPU 最多支持 3 个 CM 或 CP,各 CM 或 CP 连接在 CPU 的左侧。

2. S7-1200PLC 基本组态

在 TIA 博图项目中,系统存储了用户创建的自动化解决方案所生成的数据和程序。

构成项目的数据包括：

- (1) 硬件结构的组态数据和模块的参数分配数据。
- (2) 用于网络通信的项目工程数据。
- (3) 用于设备的项目工程数据。
- (4) 项目生命周期中重要事件的日志。

硬件组态：S7-1200 PLC 自动化系统需要对各硬件进行组态、参数配置和通信互连。项目中的组态要与实际系统一致，系统启动时，CPU 会自动监测软件的预设组态与系统的实际组态是否一致，如果不一致会报错。

网络组态：组态好 PLC 硬件后，可以在网络视图中组态 PROFIBUS、PROFINET 网络，创建以太网的 S7 连接或 HMI 连接等。

五、知识库

1. 西门子博图软件简介

博图软件可以对西门子 300、400、1200 及 1500 产品进行组态、编程和调试。TIA 博图软件将所有的自动化软件工具都统一到一个开发环境中，是业内首个采用统一工程组态和软件项目环境的自动化软件，可在同一开发环境中组态几乎所有的西门子可编程控制器、人机界面和驱动装置，如图 1-30 所示。在控制器、驱动装置和人机界面之间建立通信时的共享任务，可大大降低连接和组态成本。

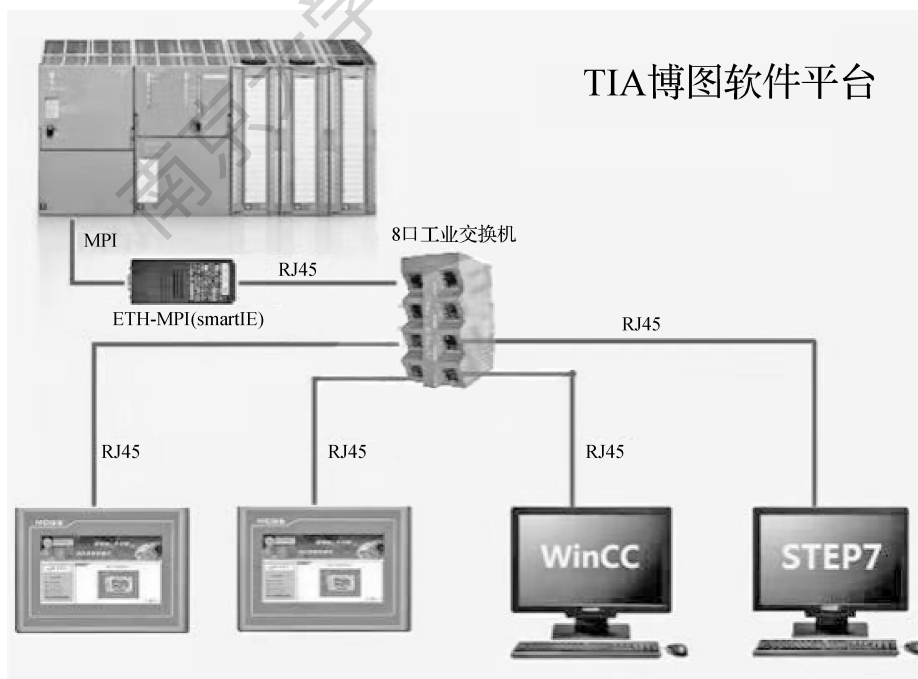
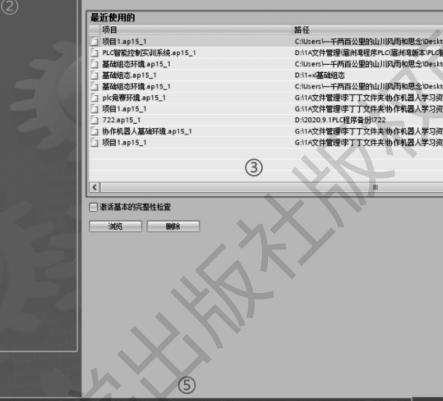


图 1-30 TIA 博图软件平台

TIA 博图软件在自动化项目中可以使用两种不同的视图:Portal 视图和项目视图。Portal 视图是面向任务的视图,项目视图是项目各组件以及相关工作区和编辑器的视图。可以使用链接在两种视图间进行切换。

Portal 视图提供了面向任务的工具视图,可以快速确定要执行的操作或任务。如有必要,该界面会针对所选任务自动切换为项目视图。双击 TIA 博图软件的快捷方式打开软件,首先看到 Portal 视图界面,如图 1-31 所示。



说明如下

① 任务选项:为各个任务区提供了基本功能,在 Portal 视图中提供的任务选项取决于所安装的软件产品。

③ 操作选择面板:所有任务选项中都提供了选择面板,该面板的内容取决于当前的选择。

⑤ 当前打开的项目的显示区域:了解当前打开的是哪个项目。

项目视图是项目所有组件的结构化视图,如图 1-32 所示。

- ① 标题栏:显示项目名称。
- ② 菜单栏:菜单栏包含工作所需的全部命令。
- ③ 工具栏:工具栏提供了常用命令的按钮,可以更快地访问这些命令。

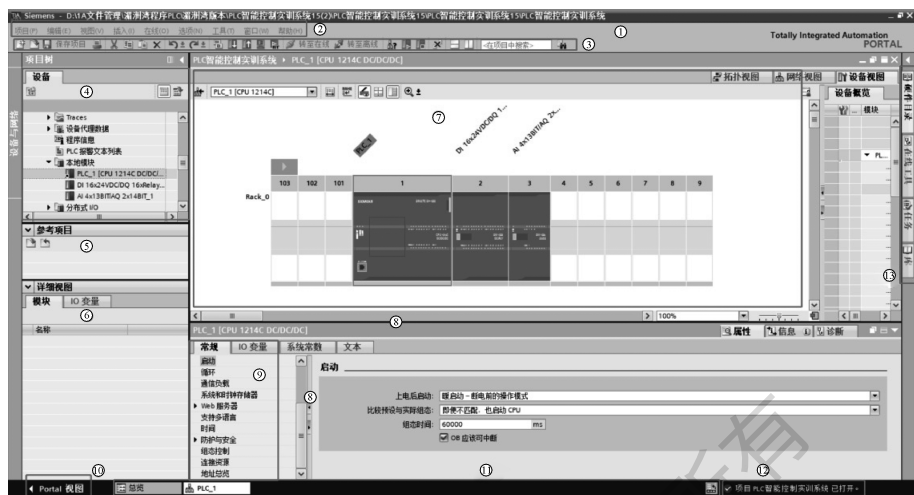


图 1-32 项目视图界面

- ④ 项目树:使用项目树功能可以访问所有组件和项目数据。
- ⑤ 参考项目:除了可以打开当前项目,还可以打开其他项目进行参考。
- ⑥ 详细视图:显示总览窗口或项目树中所选对象的特定内容,包含文本列表或变量。
- ⑦ 工作区:在工作区内显示编辑的对象,这类对象包括编辑器、视图,以及表。
- ⑧ 分隔线:分隔程序界面的各个组件,可使用分隔线上的箭头显示和隐藏用户界面的相邻部分。
- ⑨ 巡视窗口:有关所选对象或所执行操作的附加信息均显示在巡视窗口中。
- ⑩ 切换到 Portal 视图:使用“Portal 视图”链接切换到 Portal 视图。
- ⑪ 编辑器栏:将显示打开的编辑器,从而在已打开元素间进行快速切换,如果打开的编辑器数量非常多,则可对类型相同的编辑器进行分组显示。
- ⑫ 带有进度显示的状态栏:将显示当前正在后台运行的过程的进度条。
- ⑬ 任务卡:根据所编辑对象或所选对象,提供用于执行附加操作的任务卡。

(3) 项目树

使用项目树功能可以访问所有组件和项目数据,如图 1-33 所示。可在项目树中执行以下任务。

- ① 添加新组件。
- ② 编辑现有组件。
- ③ 扫描和修改现有组件的属性。

项目树界面功能说明如下。

- ① 标题栏:项目树的标题栏有一个按钮,可以自动和手动折叠项目树。
- ② 工具栏:可以在项目树的工具栏中创建新的用户文件夹,向前浏览到链接的源后再返回浏览到链接本身,在工作区中显示所选对象的总览。
- ③ 表格标题:默认情况下会显示“名称”列,也可以显示“类型名称”和“版本”列,如果显示其他列,则将看到库中类型实例所用的相应类型名称和版本。



图 1-33 项目树功能

④ 项目:可以找到与项目相关的所有对象和操作。

⑤ 设备:项目中的每个设备都有一个单独的文件夹,该文件夹具有内部的项目名称,属于该设备的对象和操作都排列在此文件夹中。

⑥ 未分组的设备:项目中的所有未分组的分布式 I/O 设备都将包含在此文件夹中。

⑦ 未分配的设备:未分配给分布式 I/O 系统的分布式 I/O 设备都将包含在此文件夹中。

⑧ 公共数据:该文件夹包含可跨多个设备使用的数据,如公共消息类、日志和脚本。

⑨ 文档设置:在该文件夹中指定项目文档的打印布局。

⑩ 语言和资源:在该文件夹中确定项目语言和文本。

⑪ 在线访问:该文件夹包含了 PG/PC 的所有接口,可以通过“在线访问”查找可访问的设备。

⑫ 读卡器/USB 存储器:该文件夹用于管理连接到 PG/PC 的所有读卡器和其他 USB 存储介质。

(4) 任务卡

可以选用的任务卡位于界面右侧的工具栏中,可以使用哪些任务卡具体取决于已经安装的产品。根据工作区被编辑或被选定对象的不同,使用任务卡可以执行附加的可用动作。这些动作包括:从某个库中选择对象、从硬件目录中选择对象、搜索和替换项目中的对象、已选定对象的诊断信息。

(5) 检查器窗口

检查器窗口显示与已选对象或者已执行动作等有关的附加信息。检查器窗口由以下

选项卡组成。

- ① 属性:该选项卡用于显示被选择对象的属性。
- ② 信息:该选项卡显示被选择对象的其他信息及与被执行动作(如编译)有关的信息。
- ③ 诊断:该选项卡提供与系统诊断事件和已组态报警事件等有关的信息。

六、练习与思考

(一) 判断题

- 1. 安装博图软件时需要关闭电脑防火墙及电脑所有杀毒软件。()
- 2. G120 变频器读写参数以 r 开头。()
- 3. ET200 可以提供 PROFIBUS 和 PROFINET 的分布式 I/O 解决方案。()
- 4. 博图软件可以对西门子 300、400、1200 及 1500 产品进行组态、编程和调试。()
- 5. Portal 视图和项目视图直接不可以切换。()
- 6. 分隔程序界面的各个组件,可使用分隔线上的箭头显示和隐藏用户界面的相邻部分。()
- 7. 任务卡窗口显示与已选对象或者已执行动作等有关的附加信息。()
- 8. RJ-45 连接器提供 10/100 Mbit/s 的数据传输速率。()
- 9. CPU 不支持 trace 功能,所以不可用于跟踪和记录变量。()
- 10. S7-1200 PLC 自动化系统需要对各硬件进行组态、参数配置和通信互连。()

(二) 选择题

- 1. 下列说法中,正确的是()。
 - A. Portal 是视图项目各组件以及相关工作区和编辑器的视图,项目视图是面向任务的视图
 - B. Portal 视图和项目视图都是面向任务的视图
 - C. Portal 视图和项目视图都是项目各组件以及相关工作区和编辑器的视图
 - D. Portal 视图是面向任务的视图,项目视图是项目各组件以及相关工作区和编辑器的视图
- 2. 使用项目树功能可以访问()。
 - A. 所有组件
 - B. 部分组件
 - C. 所有项目对象
 - D. 部分项目数据
- 3. 在工作区内显示编辑的对象,这类对象不包括()。
 - A. 编辑器
 - B. 视图
 - C. 模块
 - D. 表
- 4. 可在项目树中执行以下哪些任务?()

- A. 添加新组件
 - B. 编辑现有组件
 - C. 删除现有组件
 - D. 扫描和修改现有组件的属性
5. 使用任务卡可以执行附加的可用动作,这些动作包括()。
- A. 从某个库中选择对象
 - B. 从软件目录中选择对象
 - C. 搜索和但不能替换项目中的对象
 - D. 未选定对象的诊断信息
6. PLC 主要代替继电器进行()。
- A. 开关量逻辑控制
 - B. 运动控制
 - C. 闭环过程控制
 - D. 通信联网
7. 下列不属于 PLC 硬件系统组成的是()。
- A. 用户程序
 - B. 输入/输出接口
 - C. 中央处理单元
 - D. 通信接口
8. 下列说法中,正确的是()。
- A. S7-300 是通过 K 总线实现本地总线的 I/O 扩展
 - B. S7-300 是通过 IM15x 接口模块进行 I/O 扩展
 - C. ET200 则是通过 K 总线实现本地总线的 I/O 扩展
 - D. ET200 则不是通过 IM15x 接口模块进行 I/O 扩展
9. CPU 不支持以下哪几种通信?()
- A. TCP
 - B. UDP
 - C. Http
 - D. ISO-on-TCP
10. 构成项目的数据包括()。
- A. 硬件结构的组态对象和模块的参数分配对象
 - B. 用于数据通信的项目工程数据
 - C. 用于设备的项目工程对象
 - D. 项目生命周期中重要事件的日志

(三) 填空题

1. CPU 采用了模块化和紧凑型设计,将处理器、____、数字量输入/输出、高速输入/输出和模拟量输入/输出组合到一起。
2. 博图软件在自动化项目中可以使用两种不同的视图,分别是____和项目视图。
3. 项目视图中,有关所选对象或所执行操作的附加信息均显示在____中。
4. 可以使用哪些任务卡具体取决于_____。
5. PLC 程序中,手动程序和自动程序需要_____。

(四) 思考题

1. 在 TIA 中如何创建一个新项目? 在一个项目中,如何添加新的 I/O 控制器和 I/O 监视器?
2. 组态一个触摸屏的可视化监控画面,需要哪几个必须的操作步骤?

一、项目目标

1. 了解交通灯模拟模块的构成及信号分配。
2. 编写交通灯控制程序。



【微信扫码】
交通灯模拟模块

二、项目任务

1. 项目任务背景

近年来,在快速城市化进程和经济发展的影响下,城市交通量迅速增长,交通问题成为困扰许多大城市的通病,已成为日趋严峻的国际性问题。其中,十字路口则是造成交通堵塞的主要“瓶颈”,世界发达国家都在积极探索如何最大限度地发挥道路通行能力,尽量减少交通堵塞造成的各种损失。十字交通道路如图 2-1 所示。



图 2-1 十字交通道路

在街道的十字交叉路口,为了确保交通秩序和行人安全,一般在每条道路口安装了交通信号灯。其中,红灯亮表示该条道路禁止通行;黄灯亮表示该条道路上未过停车线的车辆禁止通行,已过停车线的车辆继续运行;绿灯亮表示该条道路允许通行。交通灯模块是由 LED 灯模拟现实中十字路口交通灯的状态,由红绿黄三种颜色组成,通过编程实现模拟现实中交通信号灯的工作状态。



思政小课堂

以人为本

以人为本的核心就是尊重生命。生命价值高于一切,珍惜并爱护自己和他人的生命,是尊重人类价值的基本要求;生命不仅属于个人,更承载着社会义务和家庭责任。面对困难与挫折时,不可采取伤害自己甚至放弃生命来作为解决问题的方法;尊重所有生命,不嘲笑任何缺陷或不健全者,并全力维护生命尊严。通过本项目可以在学习 PLC 的同时更好地督促人们维护交通秩序,提高交通安全意识。

2. 项目任务所需设备

本项目所需设备包括 S7-1200PLC、交通灯模块(由亚克力板、牛角头、指示灯、电路板等组成),项目所需部分设备如图 2-2 所示。



S7-1200PLC

交通灯模块

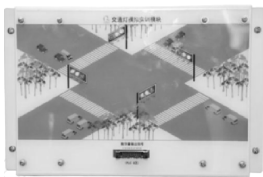


图 2-2 项目所需部分设备

3. 项目任务描述

本项目主要任务是设计一个交通灯,循环 60 s,控制波形图如图 2-3 所示。



【微信扫码】

交通灯模拟模块任务描述

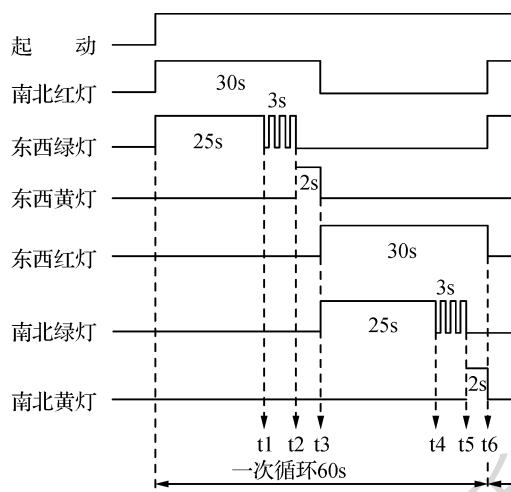


图 2-3 控制波形图

功能要求如下。

- (1) 通过触摸屏启动按钮能够实现交通灯的启动。
- (2) 通过触摸屏停止按钮能够实现交通灯的停止。

三、项目实施

(一) 解决方案一

1. 定义全局变量

定义全局变量,如图 2-4 所示,可以被本程序所有对象或函数引用,全局变量数据类型为 Bool,初始值为 false,若逻辑值为 true,则该变量执行操作。



图 2-4 定义全局变量

2. 定义 FB 块接口变量

定义交通信号灯功能块接口变量,如图 2-5 所示,所有的输入和输出及输入/输出参数均保存在数据块内,Input 接口为输入型,代表此接口的参数可以通过外部接口输入实参。Output 接口为输出型,代表此接口可以通过外部接口赋值给其他变量。

交通灯 ▸ PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] ▸ 程序块 ▸ 交通灯 [FB1]							
交通灯							
	名称	数据类型	默认值	保持	可从 HMI/...	从 H...	在 HMI ...
1	▼ Input				☐	☐	☐
2	启动	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
3	▼ Output				☐	☐	☐
4	北黄灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
5	北绿灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
6	北红灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
7	南黄灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
8	南绿灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
9	南红灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
10	西黄灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
11	西绿灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
12	西红灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
13	东黄灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
14	东绿灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
15	东红灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
16	▼ InOut				☐	☐	☐

图 2-5 定义 FB 块接口变量

3. 程序设计

(1) 程序段 1:设计启动按钮,启动 60 s 的定时循环,如图 2-6 所示。

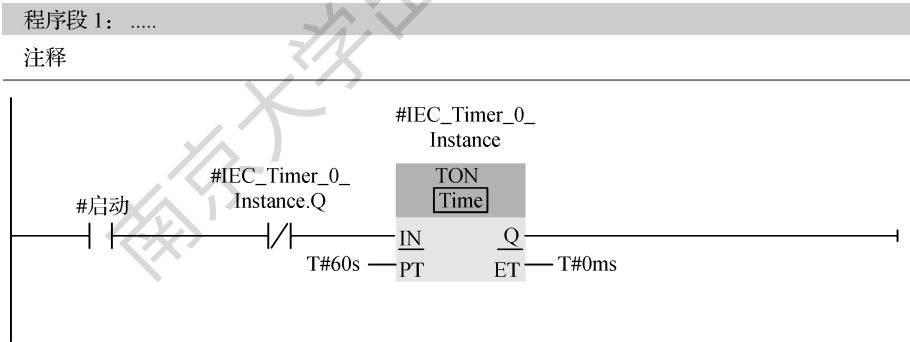


图 2-6 程序段 1

(2) 程序段 2:设置前 30 s 交通灯的控制要求,当按下启动按钮,信号灯开始工作,在 0—30 s 南北红灯常亮,0—25 s 东西绿灯常亮,25—28 s 东西绿灯以 1 Hz 频率闪烁,28—30 s 东西黄灯常亮,如图 2-7 所示。

程序段 2:

注释

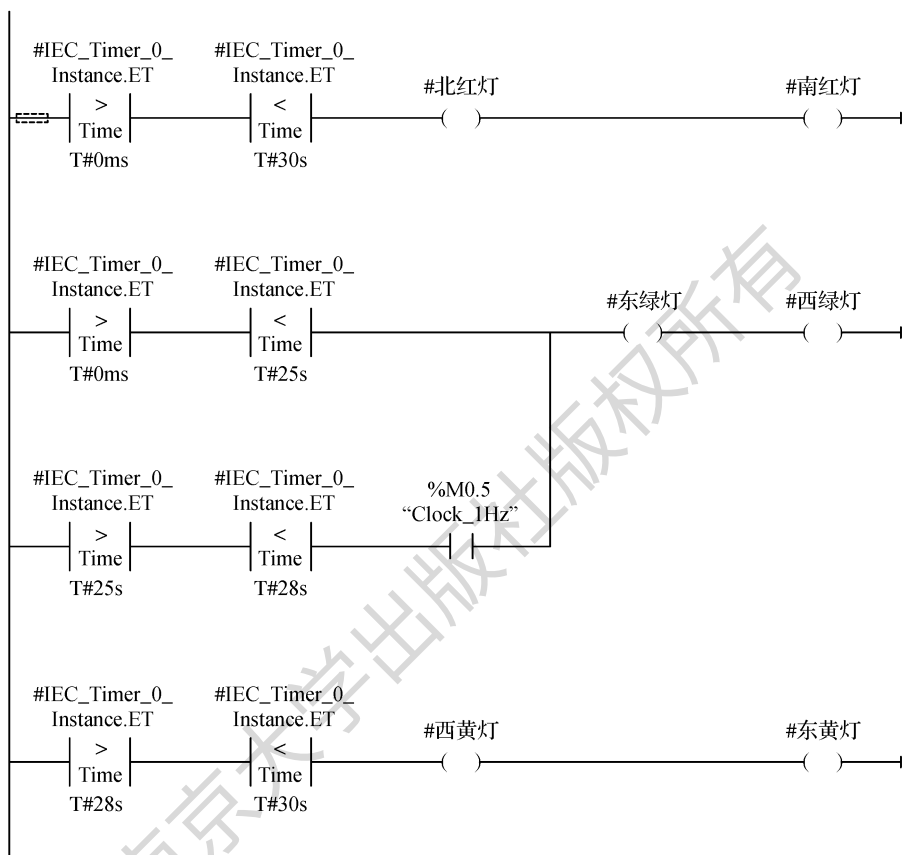


图 2-7 程序段 2

(3) 程序段 3: 设置后 30 s 交通灯的控制要求, 在 30—60 s 东西红灯常亮, 30—55 s 南北绿灯常亮, 55—58 s 南北绿灯以 1 Hz 频率闪烁, 58—60 s 南北黄灯常亮, 如图 2-8 所示。

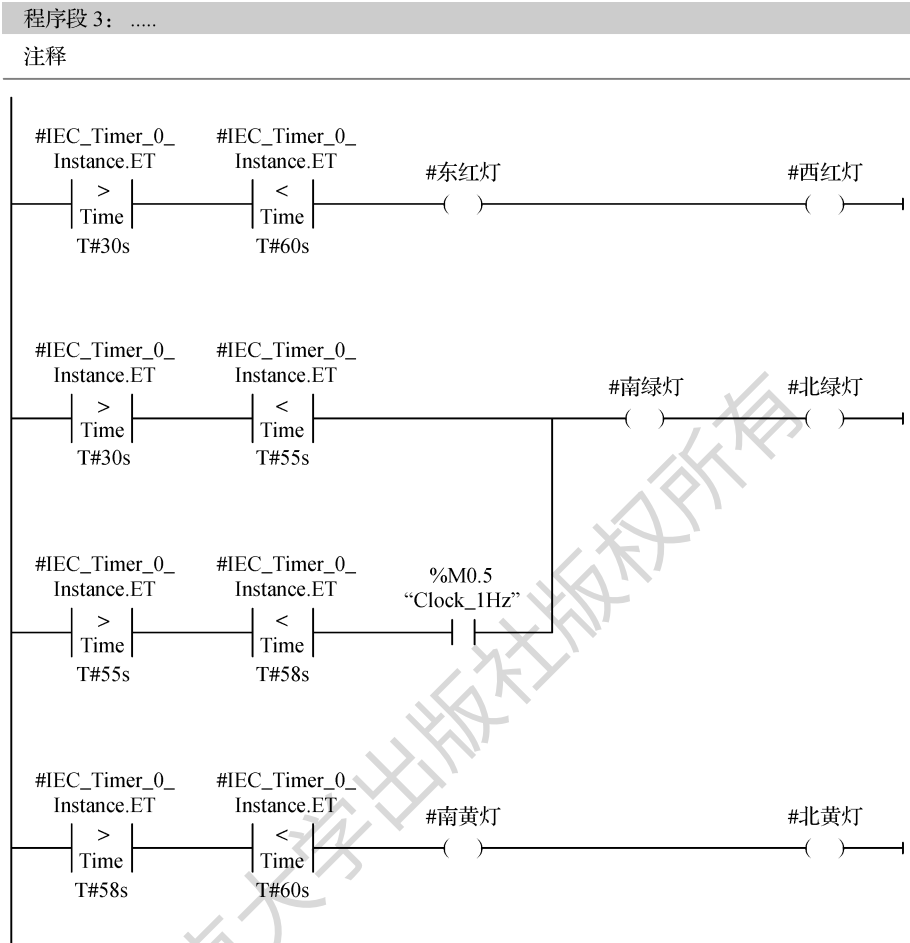


图 2-8 程序段 3



小知识

梯形图

梯形图是 PLC 使用得最多的图形编程语言,被称为 PLC 的第一编程语言。梯形图语言沿袭了继电器控制电路的形式,梯形图是在常用的继电器与接触器逻辑控制基础上简化了符号演变而来的,具有形象、直观、实用等特点,电气技术人员容易接受。

4. 在主程序调用交通灯

在主程序调用交通灯,执行过程如图 2-9 所示。

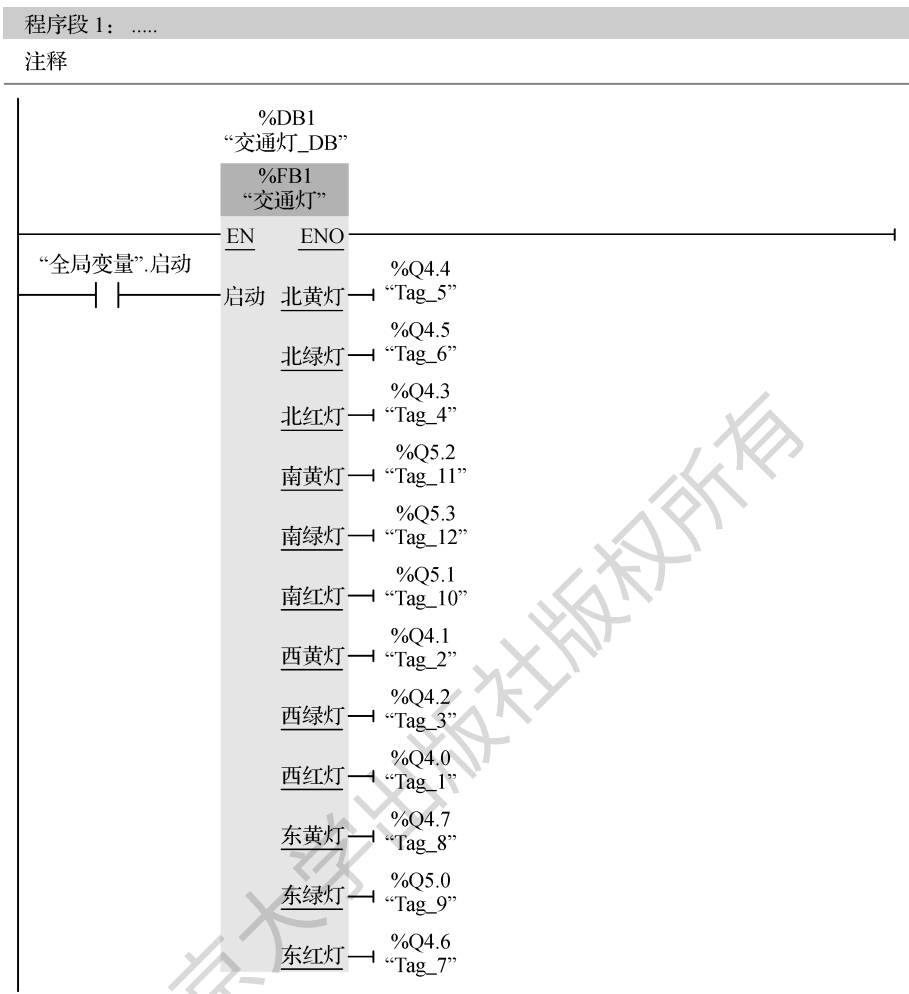


图 2-9 主程序中调用交通灯

5. 项目注意事项

- (1) 对照电路图检查电路是否有掉线、错线,接线是否牢固,学生自行检查和互检,确认安装的电路正确,无安全隐患,经老师检查后方可通电实验。
- (2) 编写的程序必须经过模拟调试,经过反复调试和修改,使程序满足控制要求。
- (3) 接通总电源,将上述程序输入 PLC 中并运行,分别按下启动按钮和停止按钮,观察交通灯模块的运行情况。在调试前要制定周密的调试计划,以免由于工作的盲目性而隐蔽了故障隐患,从而保证 PLC 程序的完整性和可靠性。
- (4) 程序调试完毕,必须实际运行一段时间,以确认程序是否真正达到控制要求。

(二) 解决方案二

1. 新建 PLC 变量表

在项目树的 PLC 变量中添加新变量表——交通灯,并将变量分配给相应的 I/O 地址,如图 2-10 所示。

交通灯模块 ▸ PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] ▸ PLC 变量 ▸ 交通灯 [14]							
交通灯							
	名称	数据类型	地址	保持	从 H...	从 H...	在 H...
1	西红灯	Bool	%Q0.0	☐	☒	☒	☒
2	西黄灯	Bool	%Q0.1	☐	☒	☒	☒
3	西绿灯	Bool	%Q0.2	☐	☒	☒	☒
4	北红灯	Bool	%Q0.3	☐	☒	☒	☒
5	北黄灯	Bool	%Q0.4	☐	☒	☒	☒
6	北绿灯	Bool	%Q0.5	☐	☒	☒	☒
7	东红灯	Bool	%Q0.6	☐	☒	☒	☒
8	东黄灯	Bool	%Q0.7	☐	☒	☒	☒
9	东绿灯	Bool	%Q1.0	☐	☒	☒	☒
10	南红灯	Bool	%Q1.1	☐	☒	☒	☒
11	南黄灯	Bool	%Q2.0	☐	☒	☒	☒
12	南绿灯	Bool	%Q2.1	☐	☒	☒	☒
13	启动	Bool	%I1.3	☐	☒	☒	☒
14	停止	Bool	%I1.4	☐	☒	☒	☒

图 2-10 交通灯变量表

2. 程序设计

(1) 程序段 1:将地址 I1.3 分配给启动按钮,启动 60 s 的定时循环,I1.4 分配给停止按钮,如图 2-11 所示。

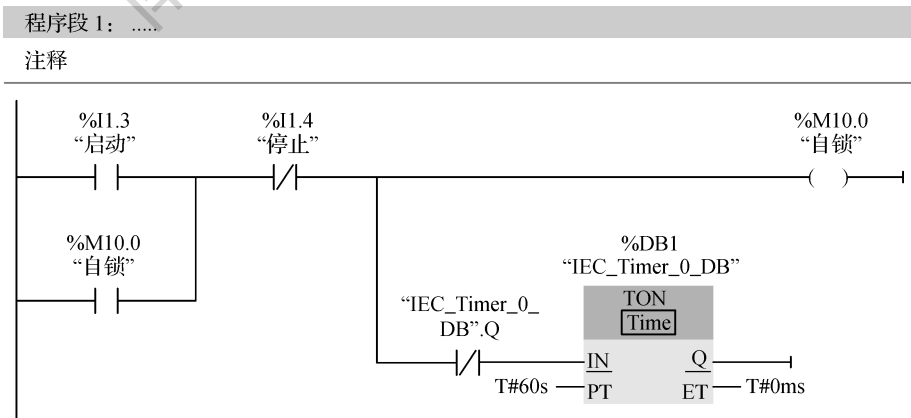


图 2-11 程序段 1

(2) 程序段 2: 设置前 30 s 交通灯的控制要求, 当按下启动按钮, 信号灯开始工作, 在 0—30 s 南北红灯常亮, 0—25 s 东西绿灯常亮, 25—28 s 东西绿灯以 1 Hz 频率闪烁, 28—30 s 东西黄灯常亮, 并分配相应的 I/O 地址, 如图 2-12 所示。

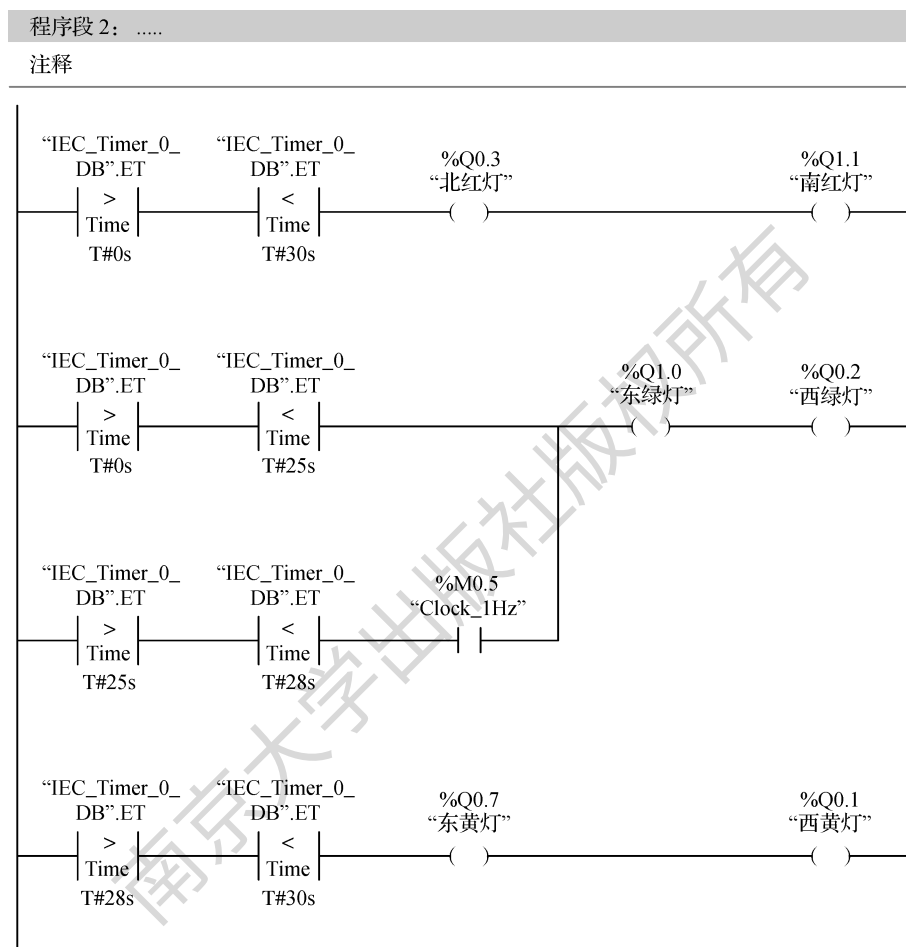


图 2-12 程序段 2

(3) 程序段 3: 设置后 30 s 交通灯的控制要求, 在 30—60 s 东西红灯常亮, 30—55 s 南北绿灯常亮, 55—58 s 南北绿灯以 1 Hz 频率闪烁, 58—60 s 南北黄灯常亮, 如图 2-13 所示。

程序段 3:

注释

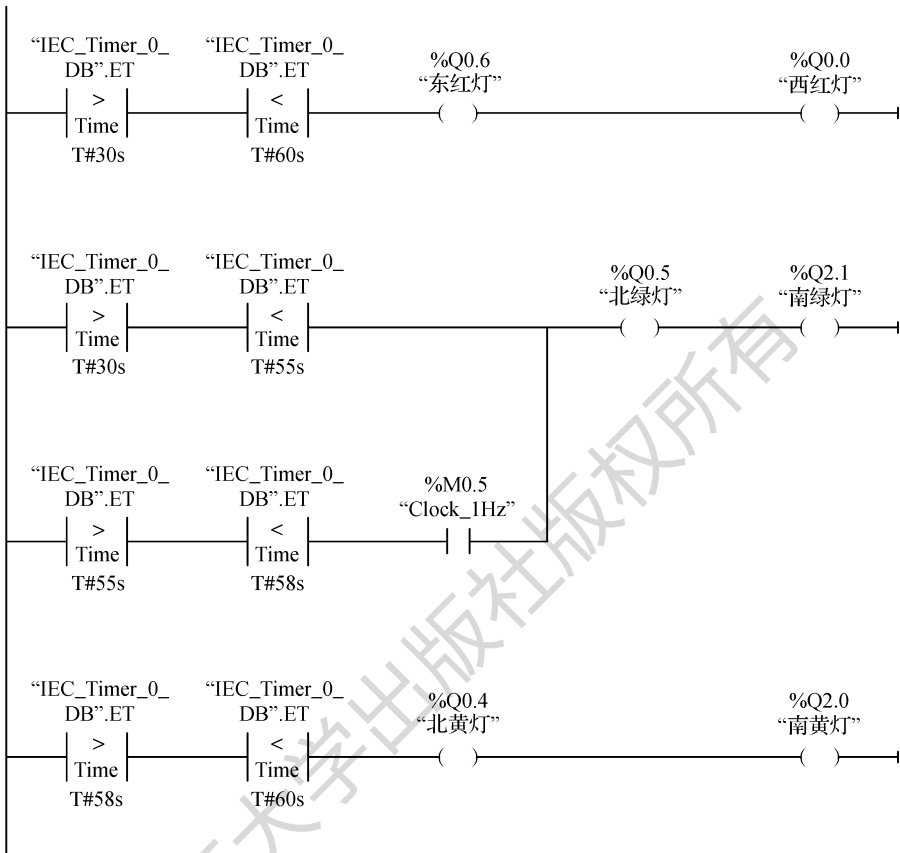


图 2-13 程序段 3

四、项目拓展

1. 时序图设计法



【微信扫码】

交通灯模拟模块拓展

若 PLC 各输出信号的状态变化有时间顺序,可选择时序图设计法来设计程序,因为根据时序图容易理顺各状态转换的时刻和转换的条件,从而建立清晰的设计思路,时序图设计法归纳如下。

- (1) 详细分析控制要求,明确各输入、输出信号的个数和类型,合理选择机型。
- (2) 明确各输入、输出信号之间的时序关系,并画出输入、输出信号的工作时序图。
- (3) 把时序图划分成若干个时序区间,确定各区间的时间长短,找出各区间的分界点,弄清分界点处各输出信号状态的转换关系和转换条件。
- (4) 确定所需定时器数量和定时器的设定值,根据每个时间区间各输出信号的状态,

列出状态转换明细表。

(5) 对 PLC 进行 I/O 分配。

(6) 根据定时器的功能明细表、时序图和 I/O 分配表编写梯形图程序。

(7) 做模拟实验,检查程序是否符合控制要求,进一步修改、完善程序。

一般来说,对于复杂的控制系统,若某些环节属于该控制系统,就可以应用时序图的方法来进行处理。

2. 用户程序结构

(1) 线性程序:按顺序逐条执行用于自动化任务中的所有指令,通常将所有程序指令都放入用于循环执行程序 OB 中。

(2) 模块化程序:调用可执行特定任务的特定代码块(功能或功能块),需要将复杂的自动化任务划分为与过程的工艺功能相对应的更小的次级任务。每个代码块都为每个次级任务提供程序段,通过从另一个块中调用其中一个代码块来构建程序。

创建可在用户程序中重复使用的通用代码块主要有以下优点。

① 可为标准任务创建能够重复使用的代码块,模块化组件有助于标准化程序设计,也使得更新或修改程序代码更加快速和容易。

② 创建模块化组件可简化程序的调试,通过将整个程序构建为一组模块化程序段,可在开发每个代码块时测试其功能。

③ 创建与特定工艺功能相关的模块化组件,简化对已完成应用程序的调试,减少调试过程中所用的时间。

五、知识库

1. 块的类型

S7-1200 PLC 的块包括组织块、功能、功能块和数据块。

(1) 组织块(OB):组织块是操作系统与用户程序之间的接口,由操作系统调用,控制用户程序的执行,CPU 中的特定事件可触发组织块的执行,组织块包括全局数据块,组织块可以调用功能块和功能,其他组织块、功能块或功能不能调用组织块。以下为三大类型组织块。

① 启动组织块:启动组织块只执行一次,一般用于初始化项目中的变量。一个项目的程序块可以添加多个启动组织块,默认启动组织块为 OB100。

② 循环组织块:是每个扫描周期都会被执行的组织块,默认的循环组织块为 OB1,一个项目中可以添加多个循环组织块,CPU 会按数字顺序从主程序循环组织块开始执行。

③ 中断组织块:中断组织块包括延时中断组织块、循环中断组织块、硬件中断组织块、时间错误中断组织块和诊断错误中断组织块。用来对内部或外部事件做出快速响应。操作系统执行完当前指令后,立即响应中断,中断执行结束后,返回到断点处继续执行循环组织块。

(2) 功能(FC):是一种可以快速执行的子程序块,包含特定任务的代码和参数,使用

临时堆栈保存数据,功能退出后,临时堆栈中的变量丢失。

(3) 功能块(FB):是一种使用参数进行调用的程序块,可以多次调用,其参数存储在局部数据块,功能块退出后,保存在背景数据块内的数据不会丢失,所有的输入和输出及输入/输出参数均保存在背景数据块内。

(4) 数据块(DB):数据块包括全局数据块和背景数据块。数据块用于保存用户数据,数据块的最大存储空间大小由 CPU 的工作存储器容量决定。全局数据块可以被所有的程序块访问,结构也可以自由选用,背景数据块用于分配给特定的功能块,结构与相应的功能块接口相一致。

2. 数据指令

(1) 比较指令

① 关系比较指令:用于比较两个相同类型数据的大小,比较指令实质是关系运算。比较结果是一个逻辑值,若 LAD 触点比较结果为 true,则该触点会被激活,有“能流”流过;若 LAD 触点比较结果为 false,该触点不能被激活,则没有“能流”流过。

② 范围内和范围外指令:范围内指令 IN_RANGE 和范围外指令 OUT_RANGE 可以等效为一个触点,测试输入值是在指定的值范围之内还是之外。如果比较结果为 true,则功能框输出为 true,输入参数 MIN、VAL 和 MAX 的数据类型必须相同。

(2) 数据传送指令

① 移动和块移动指令:使用移动指令将数据元素复制到新的存储器地址中,并从一种数据类型转换为另一种数据类型,移动过程不会更改源数据。

② SWAP 指令:SWAP 指令用于交换 2 字节和 4 字节数据元素的字节顺序,但不改变每个字节中的位顺序,执行 SWAP 指令之后,ENO 始终为 true。

SWAP 指令交换的数据类型为 Word,则 SWAP 执行时,高低字节交换;若数据类型为 Dword,则交换 4 个字节中数据的顺序,交换后保存到 OUT 指定的地址。

(3) 填充指令

(3) 数据转换指令

① CONV 指令:CONV 指令用于将数据元素从一种数据类型转换为另一种数据类型,在功能框名称下方单击,然后从下拉列表中选择 IN 数据类型和 OUT 数据类型,选择(转换源)数据类型之后,(转换目标)下拉列表中将显示可能的转换项列表。

② 取整和截取指令:ROUND 用于将实数转换为整数,实数的小数部分舍入为最接近的整数值。如果 Real 数刚好是两个连续整数的一半,则 Real 数舍入为偶数。

③ 标定和标准化指令:线性标定运算会生成一些小于 MIN 参数值或大于 MAX 参数值的 OUT 值,作为 OUT 值,这些数值在 OUT 数据类型值范围内。还可能会生成一些不在 OUT 数据类型值范围内的标定数值。此时 OUT 参数值会被设置为一个中间值,该中间值等于被标定实数在最终转换为 OUT 数据类型之前的最低有效部分。

(4) 移位指令

移位指令包括左移指令和右移指令,将输入单元 IN 的值左移或者右移 N 位,移位的结果保存到 OUT 单元中,对于无符号数,移位后空出位填 0,对于有符号数,左移后空出

位为 0,右移空出位用符号位填空,正数的符号位为 0,负数的符号位为 1。

(5) 循环移位指令

循环移位指令包括循环左移指令 ROL 和循环右移指令 ROR,循环指令用于将参数 IN 的位序列循环左移或右移,结果分配给参数 OUT。参数 N 定义循环移位的位数。

六、练习与思考

(一) 判断题

1. 模块化程序是执行用于自动化任务的所有指令。()
2. 如果同时到达多个中断事件,则组织块的优先级确定它们的执行顺序,具备较高优先级的组织块会先执行。()
3. 一旦出现中断事件,操作系统会立即响应中断,中断执行结束后,返回到断点处继续执行循环组织块。()
4. 组织块是操作系统与用户程序之间的接口,组织块由操作系统调用。()
5. 功能程序块使用时,会将变量和数据存储在背景数据块中。()
6. 使用移动指令将数据元素复制到新的存储器地址中,并从一种数据类型转换为另一种数据类型,移动过程不会更改源数据。()
7. SWAP 指令用于交换 2 字节和 4 字节数据元素的字节顺序,也改变每个字节中的位顺序。()
8. 全局数据块可以被所有的程序块访问,任何 OB、FB 或 FC 都可访问 DB 中的数据。()
9. 在移位指令中,对于有符号数,左移后空出位为 0,右移后空出位用符号位填空。()
10. 循环移位指令用于将参数 IN 的位序列循环左移或右移,结果分配给参数 OUT。()

(二) 选择题

1. 下列说法中,正确的是()。
A. 组织块是操作系统与用户程序之间的接口
B. 每个组织块都需要多个编号
C. 功能块、启动事件,如诊断中断(OB82)或延时中断($\geq$ OB123),可以启动组织块执行
D. 组织块包括全局组织块和背景组织块
2. 组织块类型不包括()。
A. 启动组织块 B. 中断组织块 C. 全局组织块 D. 循环组织块
3. ()能调用组织块的执行。
A. 其他组织块 B. 功能 C. 功能块 D. 数据块

4. 如果同时到达多个中断事件,按照()确定它们的执行顺序。
- A. 组织块顺序 B. 组织块优先级
- C. 组织块执行时间 D. 中断组织块类型
5. 组织块与 FB 和 FC 区别不包括以下哪点? ()
- A. 出现事件或故障时,由操作系统调用对应的组织块
- B. FB 和 FC 不是用户程序在代码块中调用的
- C. 组织块中的输入参数是操作系统提供的启动信息
- D. 组织块没有输出参数
6. 下列说法中,不正确的是()。
- A. 函数块中有背景数据块,函数没有背景数据块
- B. 只能在函数内部访问它的局部变量
- C. 函数和函数块都有静态变量
- D. 函数块的输出参数值与外部的输入参数有关
7. 用于将数据元素从一种数据类型转换成另一种数据类型的指令是()。
- A. CONV 指令 B. 取整和截取指令
- C. 标定和标准化指令 D. 移位指令
8. 如果程序块执行完后需要保存数据,应使用()。
- A. 组织块 B. 功能 C. 功能块 D. 数据块
9. ()指令可以将数据元素块复制到新地址的不中断移动。
- A. MOVE B. MOVE_BLK
- C. UMOVE_BLK D. COUNT
10. Word 变量类型的 SHL 指令,输入 MW0 为 1110001010101101,第三次执行指令,输出 MW2 的值为()。
- A. 1100010101011010 B. 1000101010110100
- C. 0001010101101000 D. 0010101011010000

(三) 填空题

(四) 思考题

一、项目目标

1. 学习 PLC 简单逻辑控制。
2. 具备对天塔之光控制系统的设计能力。
3. 具备对天塔之光控制系统的调试能力。



【微信扫码】
天塔之光模拟模块

二、项目任务

1. 项目任务背景

近年来,随着时代的发展与科学水平的进步,加强对 PLC 技术的研究具有重要意义。原来的艺术灯饰控制系统常采用继电器逻辑控制或电子逻辑控制装置,这种控制方式存在着硬件布线复杂,安装和维护也不方便,灵活性差,可靠性不高的缺点,尤其是在实现多层次的大中型艺术灯饰的控制上工作量很大。本项目采用 PLC 来实现艺术照明灯的自动控制,具有工作量少,接线简单,工作可靠,易于修改闪动次数和亮灭持续时间的优点,减少扫描时间,这是 PLC 编程必须遵循的原则,这种设计可以满足各种造型要求,收到良好的视觉效果。PLC 是目前工业控制中使用最为普通的一种,近年来在工业自动控制、机电一体化以及改造传统产业等方面得到广泛的应用,被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之首。



思政小课堂

耐 心

耐心,具有很大的能量,是一种不惧风雨、不畏艰险的勇气,更是一种莫问前程凶吉、但求落幕无悔的坚定,是对自己和未来充满信心。耐心,是不急躁,不厌烦,不逾矩,不强求,默默耕耘,踽踽独行,虽有风雨,却满怀希望静候佳音。本项目在设计和调试天塔之光控制系统时需要有耐心,耐心不仅能帮助你解决棘手的问题,还能帮你获得感激、信任等美好的心意。因此,我们做事一定要有恒心和耐心。只有这样,才能获得成功。

2. 项目任务所需设备

本项目所需设备包括 S7-1200PLC 和天塔之光模块(由亚克力板、指示灯、电路板等组成),天塔之光模拟模块如图 3-1 所示。



图 3-1 天塔之光模拟模块

3. 项目任务描述

本项目主要任务是设计一个天塔之光,天塔之光是由 9 个指示灯组成,控制指示灯的点亮及熄灭,呈现灯光从外圈向内圈闪烁。功能要求如下。



【微信扫码】

天塔之光模拟模块任务描述

- (1) 开始最外圈 4 个灯亮,然后内圈 4 个灯亮,最后最里面 1 个灯亮,如此循环。
- (2) 通过触摸屏启动按钮能够实现天塔之光的启动。
- (3) 通过触摸屏停止按钮能够实现天塔之光的停止。

三、项目实施

(一) 解决方案一

1. 建立全局变量 DB 块

定义全局变量,如图 3-2 所示,可以被本程序所有对象或函数引用,全局变量分别为:启动状态,数据类型为 Boolean,初始值为 false;转换值,数据类型为 Word。



图 3-2 建立全局变量

2. 程序设计

(1) 程序段 1: 设计启动按钮, 按下启动按钮后, 启动 5 s 的定时循环, 如图 3-3 所示。

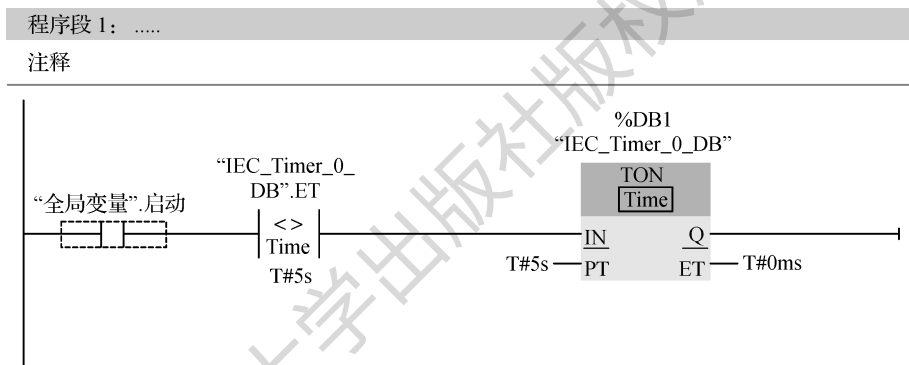


图 3-3 程序段 1

(2) 程序段 2: 设置在每个时间段内将二进制的数值赋值给转换值, 如图 3-4 所示。

(3) 程序段 3: 转换值转换之后, 将数值输送到连接天塔之光的输入/输出端, 如图 3-5 所示。

3. 系统调试

- (1) 按照天塔之光控制系统外部接线图接好线, 将程序输入 PLC 中并运行。
- (2) 将模式选择开关断开, 按下启动按钮, 观察 PLC 运行情况。

4. 项目注意事项

- (1) 检查计算机与硬件调试系统的网络电缆是否接好。
- (2) 编写的程序必须经过模拟调试, 经过反复调试和修改, 使程序满足控制要求。
- (3) 接通总电源, 将上述程序输入 PLC 中并运行, 分别按下启动按钮和停止按钮, 观察天塔之光的运行情况。在调试前要制定周密的调试计划, 以免由于工作的盲目性而隐蔽了故障隐患, 从而保证 PLC 程序的完整性和可靠性。

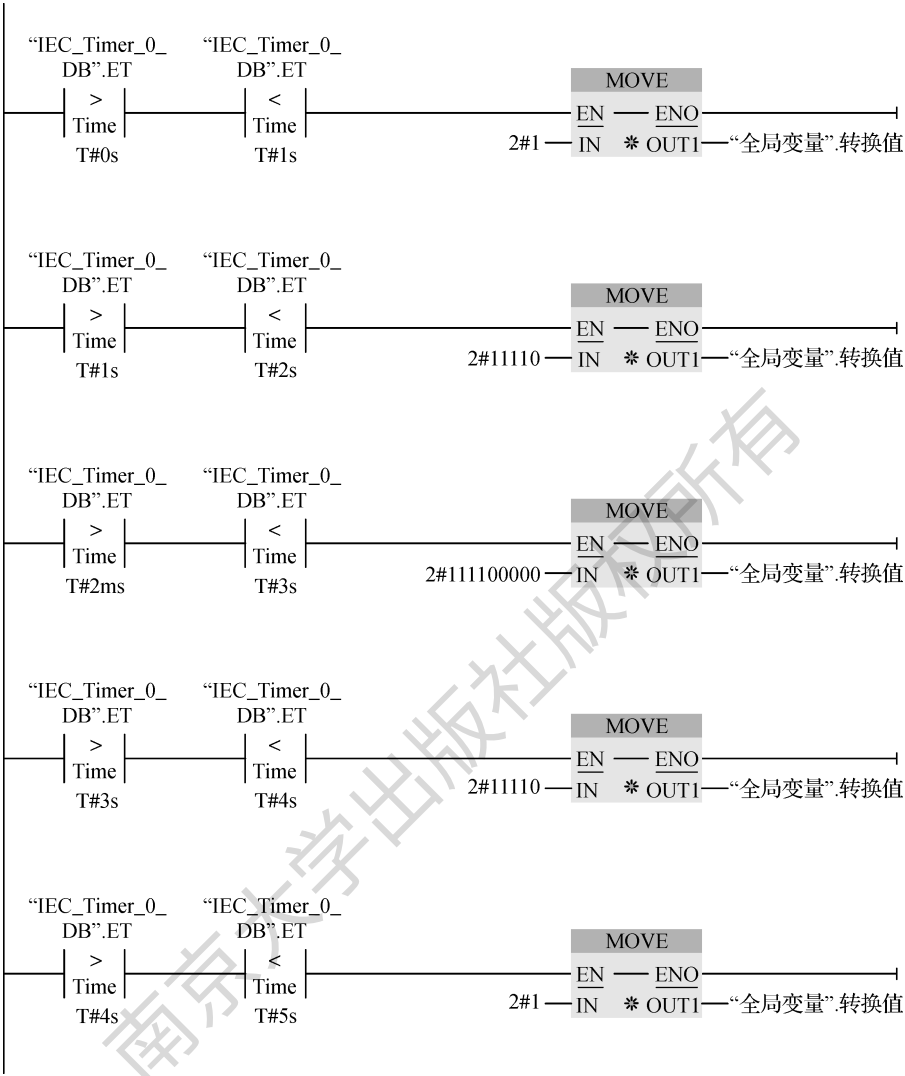


图 3-4 程序段 2

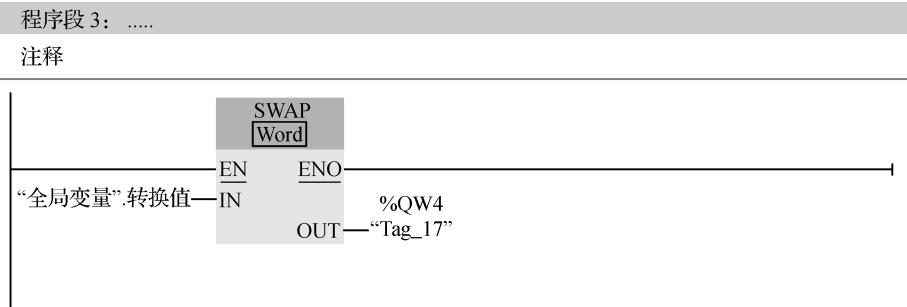


图 3-5 程序段 3

(4) 程序调试完毕,必须实际运行一段时间,以确认程序是否真正达到控制要求。

(二) 解决方案二

1. 新建 PLC 变量表

在项目树的 PLC 变量中添加新量表——天塔之光,并将变量分配给相应的 I/O 地址,如图 3-6 所示。

天塔之光模块、 ▸ PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] ▸ PLC 变量 ▸ 天塔之光 [11]							
天塔之光							
	名称 ▲	数据类型	地址	保持	从 H...	从 H...	在 H...
1	L1	Bool	%Q0.0	☐	☒	☒	☒
2	L2	Bool	%Q0.1	☐	☒	☒	☒
3	L3	Bool	%Q0.2	☐	☒	☒	☒
4	L4	Bool	%Q0.3	☐	☒	☒	☒
5	L5	Bool	%Q0.4	☐	☒	☒	☒
6	L6	Bool	%Q0.5	☐	☒	☒	☒
7	L7	Bool	%Q0.6	☐	☒	☒	☒
8	L8	Bool	%Q0.7	☐	☒	☒	☒
9	L9	Bool	%Q1.0	☐	☒	☒	☒
10	启动	Bool	%I1.3	☐	☒	☒	☒
11	停止	Bool	%I1.4	☐	☒	☒	☒

图 3-6 天塔之光变量表

2. 程序设计

(1) 程序段 1:将地址 I1.3 分配给启动按钮,启动 5 s 的定时循环,I1.4 分配给停止按钮,如图 3-7 所示。

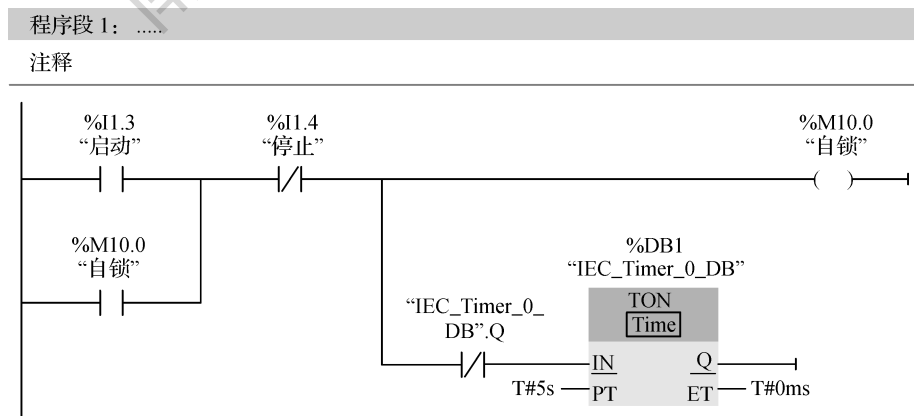


图 3-7 程序段 1

(2) 程序段 2: 设置 0—1 s 和 4—5 s 天塔之光模块的控制要求, 当按下启动按钮, 信号灯开始工作, 在 0—1 s 和 4—5 s 时, 信号灯 L6、L7、L8、L9 常亮, 如图 3-8 所示。

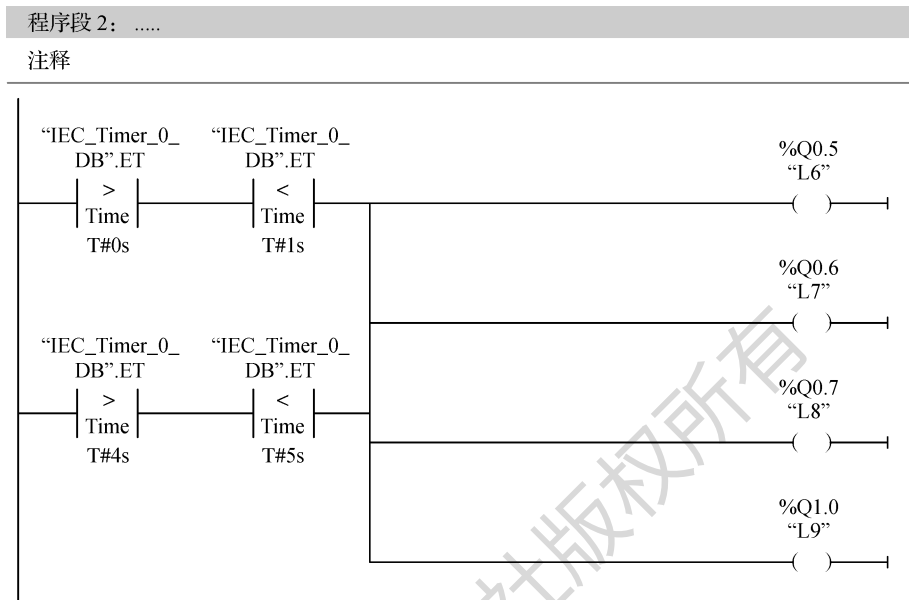


图 3-8 程序段 2

(3) 程序段 3: 设置 1—2 s 和 3—4 s 天塔之光模块的控制要求, 在 1—2 s 和 3—4 s 时, 信号灯 L2、L3、L4、L5 常亮, 如图 3-9 所示。

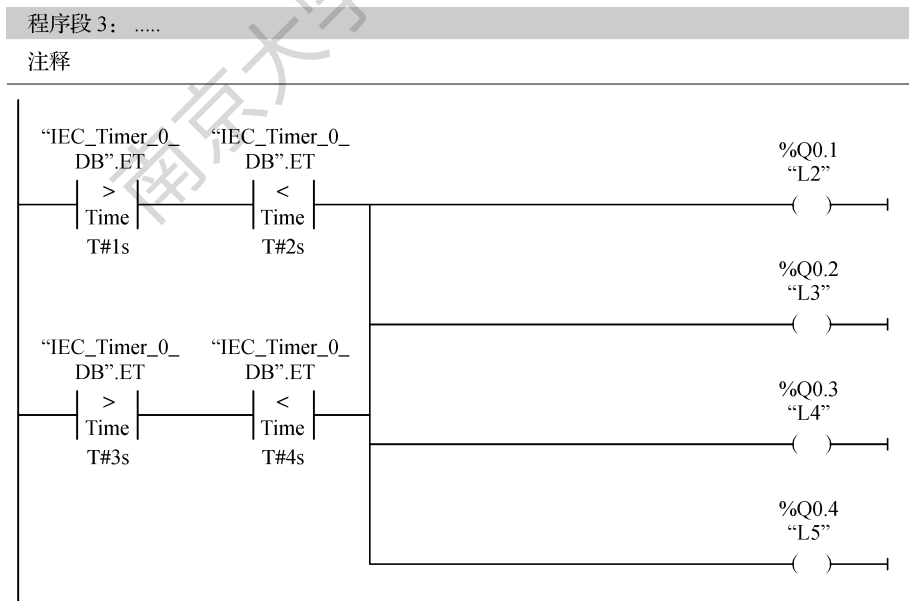


图 3-9 程序段 3

(4) 程序段 4: 设置 2—3 s 天塔之光模块的控制要求, 在 2—3 s 时, 信号灯 L1 常亮, 如图 3-10 所示。

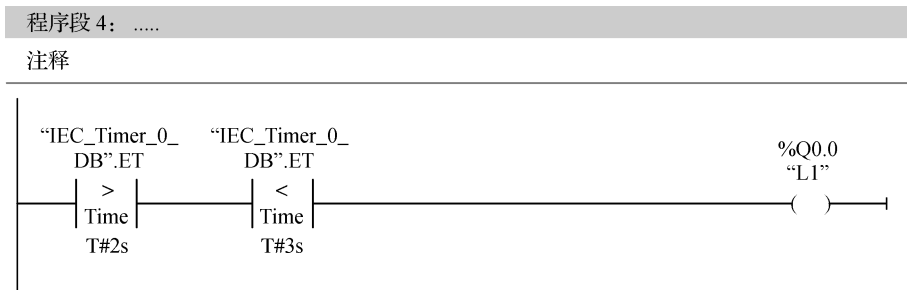


图 3-10 程序段 4

四、项目拓展



【微信扫码】

天塔之光模拟模块拓展

1. PLC 控制系统设计的基本步骤

(1) 对控制任务做深入的调查研究。弄清哪些是 PLC 的输入信号, 是模拟量还是开关量信号; 用什么方式来获取信号; 弄清哪些是 PLC 的输出信号; 通过什么执行元件去驱动负载; 弄清整个工艺过程和欲完成的控制内容; 了解运动部件的驱动方式, 是液压、气动还是电动; 了解系统是否有周期运行、单周期运行、手动调整等控制要求等; 了解哪些量需要监控、报警、显示; 是否需要故障诊断, 需要哪些保护措施等; 了解是否有通信联网要求等。

(2) 确定系统总体设计方案。在深入了解控制要求的基础上, 确定电气控制总体方案。

(3) 确定系统的硬件构成。确定主回路所需的各电器, 确定输入、输出元件的种类和数量; 确定保护、报警、显示元件的种类和数量; 计算所需 PLC 的输入/输出点数, 并参照其他要求选择合适的 PLC 机型。

(4) 确定 PLC 的 I/O 分配。确定各输入/输出元件并进行 PLC 的 I/O 端口分配。

(5) 设计应用程序。根据控制要求, 拟订几个设计方案, 经比较后选择出最佳编程方案; 当控制系统较复杂时, 可分成多个相对独立的子任务, 分别对各子任务进行编程, 最后将各子任务的程序合理地连接起来。

(6) 程序调试。编写的程序必须先进行模拟调试, 经过反复调试和修改, 使程序满足控制要求。

(7) 制作控制柜。在开始制作控制柜及控制盘之前, 要画出电气控制主回路电路图; 要全面地考虑各种保护、连锁措施等问题; 在控制柜布置和敷线时, 要采取有效的措施抑制各种干扰信号; 要注意解决防尘、防静电、防雷电等问题。

(8) 现场调试。调试前要制定周密的调试计划, 以免由于工作的盲目性而隐藏了故

障隐患,从而保证 PLC 程序的完整性和可靠性;程序调试完毕,必须实际运行一段时间,以确认程序是否真正达到控制要求。

(9) 编制技术文件。整理程序清单并保存程序,编写元件明细表,整理电气原理图及主回路电路图,整理相关的技术参数,编写控制系统说明书等。

2. PLC 主要技术指标

可编程控制器的种类很多,用户可以根据控制系统的具体要求选择不同技术性能指标的 PLC。可编程控制器的技术性能指标主要有以下几个方面。

(1) 输入/输出点数:可编程控制器的 I/O 点数指外部输入、输出端子数量的总和。它是描述的 PLC 大小的一个重要的参数。

(2) 存储容量:PLC 的存储器由系统程序存储器、用户程序存储器和数据存储器三部分组成。PLC 存储容量通常指用户程序存储器和数据存储器容量之和,表示系统提供给用户的可用资源,是系统性能的一项重要技术指标。

(3) 扫描速度:可编程控制器采用循环扫描方式工作,完成 1 次扫描所需的时间叫作扫描周期。影响扫描速度的主要因素有用户程序的长度和 PLC 产品的类型。PLC 中 CUP 的类型、机器字长等直接影响 PLC 运算精度和运行速度。

(4) 指令系统:是指 PLC 所有指令的总和。可编程控制器的编程指令越多,软件功能就越强,但掌握应用也相对较复杂。用户应根据实际控制要求选择合适指令功能的可编程控制器。

(5) 通信功能:通信有 PLC 之间的通信和 PLC 与其他设备之间的通信。通信主要涉及通信模块、通信接口、通信协议和通信指令等内容。PLC 的组网和通信能力也已成为 PLC 产品水平的重要衡量指标之一。厂家的产品手册还提供 PLC 的负载能力、外形尺寸、重量、保护等级、适用的安装和使用环境如温度、湿度等性能指标参数,供用户参考。

五、知识库

1. PLC 按 I/O 点数容量分类

一般来说,PLC 处理的 I/O 点数比较多,反映控制关系比较复杂,用户要求的程序存储器容量比较大,要求 PLC 的指令及其他功能比较多,指令执行的过程比较快等。按 PLC 的输入输出点数可将 PLC 分为三大类。

(1) 小型机:小型 PLC 的功能一般以开关量控制为主,其输入、输出总数在 256 点以下,用户程序存储器容量在 4 KB 以下。现在的高性能小型机还具有一定的通信能力和少量的模拟量处理能力。这类 PLC 价格低廉,体积小,适合于控制单台设备,开发机电一体化产品。典型的小型机有 OMRON 公司的 CPM2A 系列、SIEMENS 公司的 S7-200 系列、MITSUBISHI 公司的 FX 系列和 AB 公司的 SL500 系列等整体式 PLC 等产品。

(2) 中型机:中型 PLC 的输入、输出总点数在 256—2 048 点之间,用户程序存储器容

量达到 2—8 KB。中型 PLC 不仅具有开关量和模拟量的控制功能,还具有更强的数字计算能力,它的通信功能和模拟量处理能力更强大。中型机的指令比小型机更丰富,适用于更复杂的逻辑控制系统以及连续生产过程控制场合。典型的中型机有 SIEMENS 公司的 S-300 系列、OMRON 公司的 C200H 系列、AB 公司的 SLC500 系列模块式 PLC 等产品。

(3) 大型机:大型 PLC 的输入、输出总点数在 2 048 点以上,用户程序存储其容量通常在数 KB 到数 MB 之间,不同型号会有所不同。大型 PLC 的性能已经与工业控制计算机相当,它具有计算、控制和调节的功能,还具有很强的网络结构和通信联网能力。它的监视采用 CRT 显示,能够表示过程动态流程,记录各种曲线,PID 调节参数选择图;它配备多种智能板,构成一个多功能系统。这种系统还可以和其他型号的 PLC 互联,和上位机相连,组成一个集中分布的生产过程和产品质量控制系统。大型机适用于设备自动化控制、过程自动化控制和过程监控系统。典型的大型 PLC 有 SIEMENS 公司的 S7-400 系列、OMRON 公司的 CVM1 和 CS1 系列、AB 公司的 SLC5/05 系列等产品。上述划分没有严格的界限,随着 PLC 技术的飞速发展,某些小型 PLC 也具备中型机和大型机的功能,这也是 PLC 的发展趋势。

2. PLC 按结构形式分类

按 PLC 物理结构形式的不同,可分为整体式(也称单元式)和组合式(也称模块式)两类。

(1) 整体式结构:整体式结构的 PLC 是将中央处理器(CPU)、存储器、输入单元、电源、通信端口、I/O 扩展端口等组装在一个箱体内构成主机。另外还有独立的 I/O 扩展单元等通过扩展电缆与主机上的扩展端口相连,以构成 PLC 不同配置与主机配合使用。整体式结构的 PLC 结构紧凑、体积小、成本低、安装方便。小型机常用这种结构。

(2) 组合式结构:这种结构的 PLC 是将 CPU、输入单元、输出单元、电源、智能 I/O 单元、通信单元等分别做成相应的电路板和扩展模块。组合式的特点是配置灵活,输入接点、输出接点的数量可以自由选择,各种功能模块可以依需要灵活配置。大中型 PLC 常用组合式结构。

3. PLC 的控制

PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置,它采用可编程存储器,在其内部执行逻辑运算、计时、计数和算术运算等操作指令,并能控制各种类型的机械或生产过程,PLC 可便捷扩展功能,其控制系统可连接步进电动机或伺服电动机,实现对各种机械的位置和运行控制。



小知识

PLC 的特点

编程方法简单易学;功能强、性价比高;硬件配套齐全、用户使用方便、适应性强;可靠性高、抗干扰能力强;系统设计、安装、调试工作量少;维修工作量大、维修方便;体积小、能

耗低。但是 PLC 的体系结构是封闭的,当用户选择了一种 PLC 产品后,必须选择与之配套的硬件模块,并且学习特定的编程语言。

六、练习与思考

(一) 判断题

1. PLC 使用了大量的中间继电器、时间继电器。()
2. 按照输入/输出点数分类,I/O 点数为 244 属于中型 PLC。()
3. 大型 PLC 能进行数学计算,PID 调节,整数、浮点运算和二进制、十进制转换运算。()
4. 指令的种类和数量决定了用户编制程序的方式和 PLC 的处理能力和控制能力。()
5. 为了扩展方便,大中型 PLC 和部分小型 PLC 常采用整体式结构。()
6. 计算机数据通信分为串行通信和并行通信,串行通信又分为同步通信和异步通信。()
7. PLC 的三种输出方式为继电器、晶体管、晶闸管。()
8. PLC 支持的编程语言包括梯形图、功能块图、语句表。()
9. 在 PLC 的工作过程中,用户程序的执行在出错处理中完成。()
10. PLC 的输出信号相对输入信号滞后的现象,称为输入/输出信号的延迟。()

(二) 选择题

1. 下列说法中,正确的是()。
 - A. PLC 的工作过程可以分为输入采样阶段和程序执行阶段 2 个基本阶段
 - B. 可编程控制器主要由存储单元、接口单元和电源单元组成
 - C. 梯形图必须符合顺序执行原则,自左而右执行
 - D. PLC 的软件由系统程序和用户程序两大部分组成
2. 以下哪些选项不属于 PLC 的主要特点?()
 - A. 功能强、性价比低
 - B. 用户适应性强
 - C. 抗干扰能力强
 - D. 体积小、能耗低
3. 以下哪些选项不属于 PLC 支持的程序语言?()
 - A. 梯形图
 - B. 指令表
 - C. 格式文本
 - D. 功能图
4. PLC 在输出扫描阶段,将()寄存器中的内容复制到输出接线端。
 - A. 输入映像
 - B. 输出映像
 - C. 变量存储器
 - D. 内部存储器

一、项目目标

1. 学习 PLC 逻辑控制。
2. 掌握自动送料装车模拟模块编程、调试、操作。



【微信扫码】
自动送料装车模拟模块

二、项目任务

1. 项目任务背景

随着科学技术的日新月异,自动化程度要求越来越高,原有的生产装料装置远远不能满足当前高度自动化的需要。传统的运料小车大都是由继电器控制,而继电器控制有着接线繁多、故障率高且维护维修不易等缺点。作为目前国内控制市场上的主流控制器,PLC 在市场、技术、行业影响等方面有重要作用,利用 PLC 控制来代替继电器控制已是大势所趋。自动送料装车模块是集成自动控制技术、计量技术、新传感器技术、计算机管理技术于一体的机电一体化产品。自动送料车是一种自动化的材料输送设备,相比于传统送料机操作更加简便、自动化程度更高,广泛应用于轻、重工业零件的冲压。冲床自动送料机操作简单方便,精度高,操作时只要在触摸屏上设置好进给量,伺服系统自动按照提前设定好的数值确定每次的进给长度,而无需每次调整,采用该机器可以大大减轻操作者的劳动强度,提供生产效率。



思政小课堂

科学精神

在面向《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035 年)》、面向 2035 年国家发展目标、面向《中国制造 2025》及新一轮科技革命和工业革命的大背景下,着眼于科学精神与工匠精神的“知”——“化”——“用”——“传”等环节,弘扬科学精神与工匠精神的必要性,探究科学精神与工匠精神融合的理论基础、实践创生与拓展机制,以及整体提升我国文化软实力和创造力。通过本项目,在学生掌握 PLC 控制技术的同时,使课程教学成为引导学生学习知识,锤炼心智的工具。

2. 项目任务所需设备

本项目自动送料装车模块是由 10 个状态指示灯、5 个状态按钮、亚克力板、牛角头、电路板等组成,控制指示灯的点亮及熄灭,通过实验模拟真实的自动送料装车流程,模拟完成由 3 条传送带组成模拟在物流矿车等行业中的自动送料、自动传输、自动装车的功能,自动送料装车模拟模块如图 4-1 所示。



图 4-1 自动送料装车模拟模块

3. 项目任务描述

本项目主要任务是设计一个自动送料装车系统,自动送料装车模块是由 10 个状态指示灯、5 个状态按钮组成,控制指示灯的点亮及熄灭,完成实验模拟真实的自动送料装车流程。功能要求如下。

(1) 初始状态料斗停止、L1 停止、L2 停止、L3 停止、满载灯不亮、限位灯不亮。

(2) 当料车触发限位开关后,限位灯点亮、料斗运行,L1 感应开关感应到物料后 L1 运行、L2 和 L3 同 L1。

(3) 料车满载后满载灯亮,料斗停止 L1、L2、L3 停止、限位灯灭。



【微信扫码】
自动送料装车模拟
模块任务描述

三、项目实施

(一) 解决方案一

1. 建立 FB 块

建立自动送料装车系统功能块,如图 4-2 所示,将特定的功能打包成一个块,可以在程序中重复调用,提高了程序开发效率。

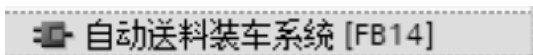


图 4-2 建立 FB 块

2. 定义变量

根据设计要求,定义 PLC 变量,如图 4-3 所示。

自动送料装车系统							
	名称	数据类型	默认值	保持	可从 HMI...	从 H...	在 HMI ...
1	▼ Input				☐	☐	☐
2	启动	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
3	停止	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
4	L1感应开关	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
5	L2感应开关	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
6	L3感应开关	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
7	满载开关	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
8	限位开关	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
9	▼ Output				☐	☐	☐
10	<新增>				☐	☐	☐
11	▼ InOut				☐	☐	☐
12	三色灯_绿	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
13	三色灯_黄	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
14	料斗停止	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
15	料斗运行	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
16	L1停止	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
17	L1运行	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
18	L2停止	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
19	L2运行	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
20	L3停止	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
21	L3运行	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
22	满载灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
23	限位灯	Bool	false	非保持	☒	☒	☒
24	▼ Static				☐	☐	☐
25	流程	Int	0	非保持	☒	☒	☒
26	1	Array[0..9] of Bool		非保持	☒	☒	☒
27	IEC_Timer_0_Instance	TON_TIME		非保持	☒	☒	☒

图 4-3 定义变量

3. 程序设计

自动送料装车模块的梯形图,如图 4-4 至图 4-12 所示。

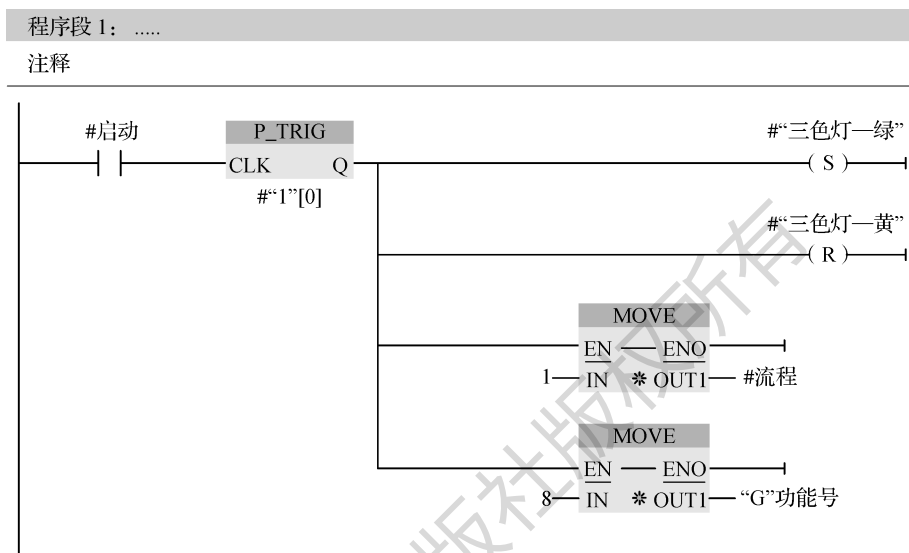


图 4-4 程序段 1

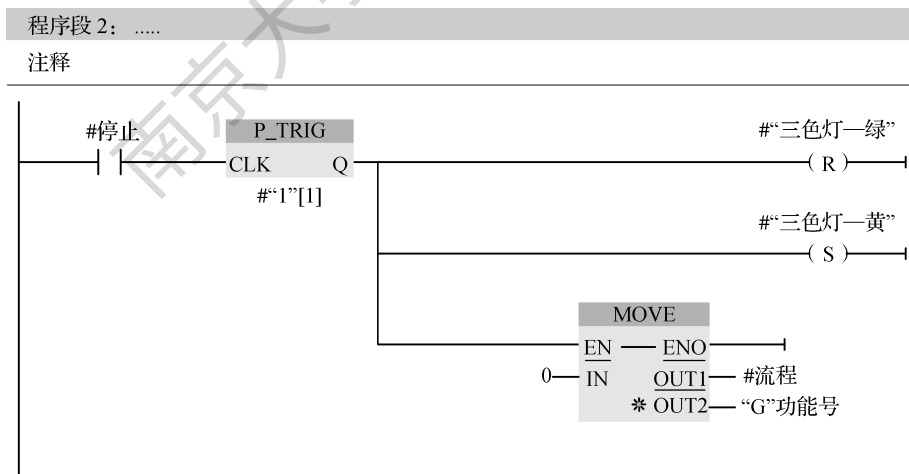


图 4-5 程序段 2

程序段 3:

注释

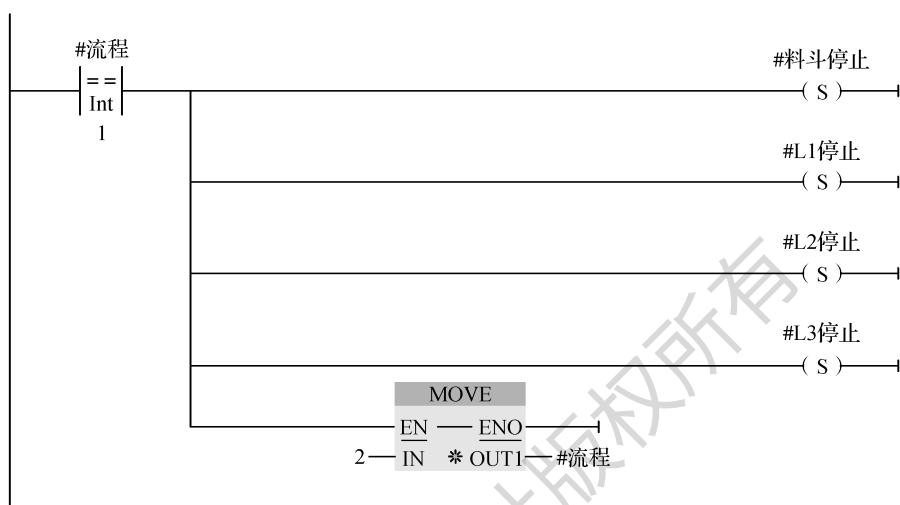


图 4-6 程序段 3

程序段 4:

注释

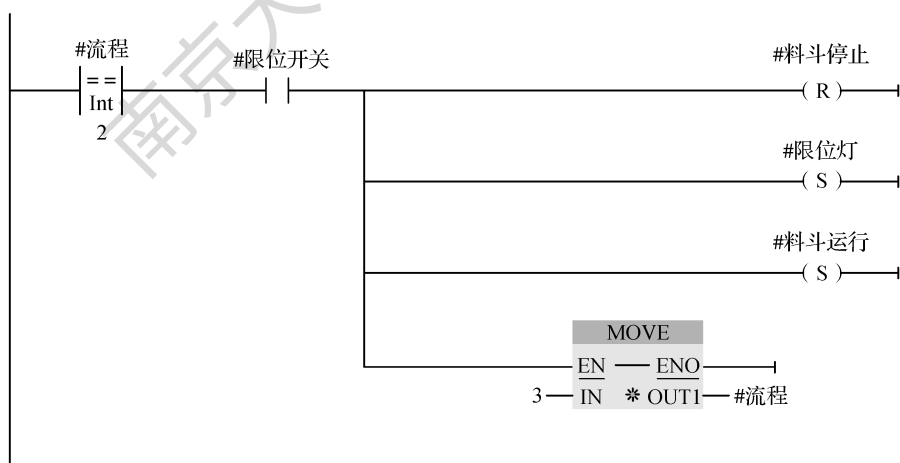


图 4-7 程序段 4

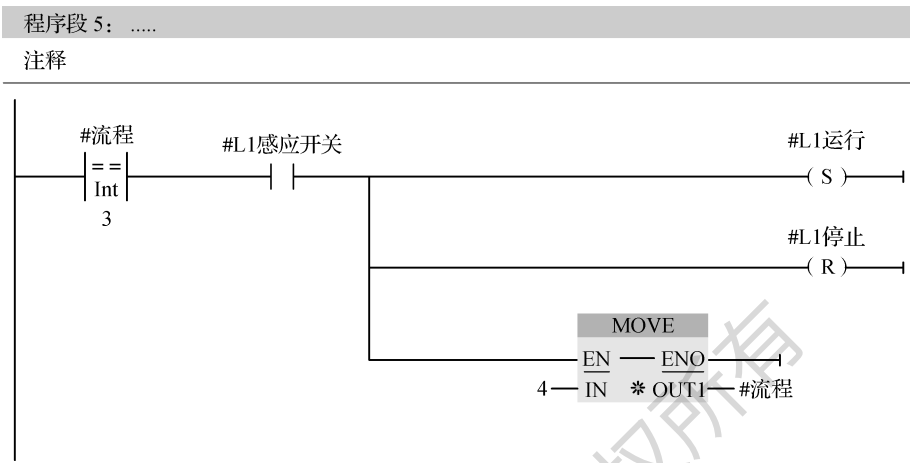


图 4-8 程序段 5

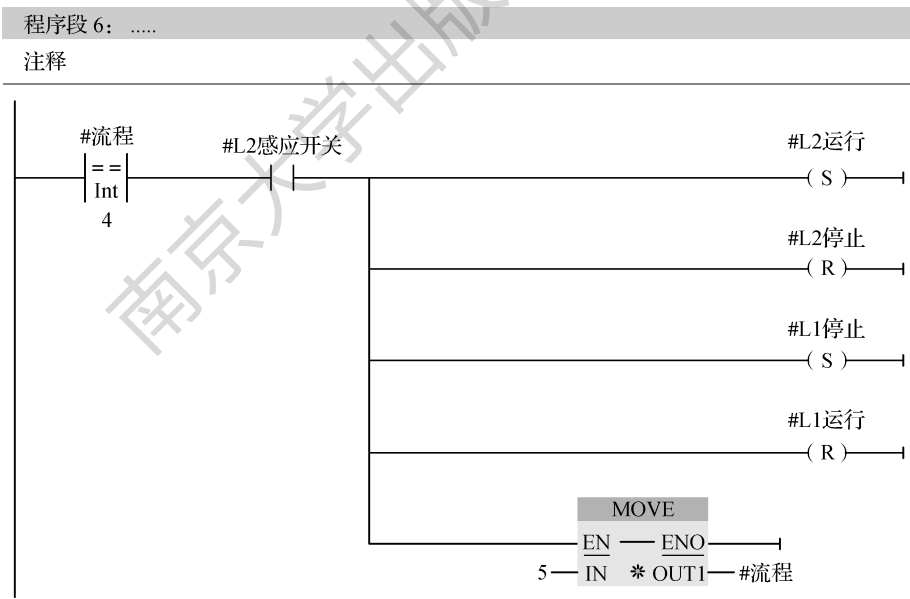


图 4-9 程序段 6

程序段 7:

注释

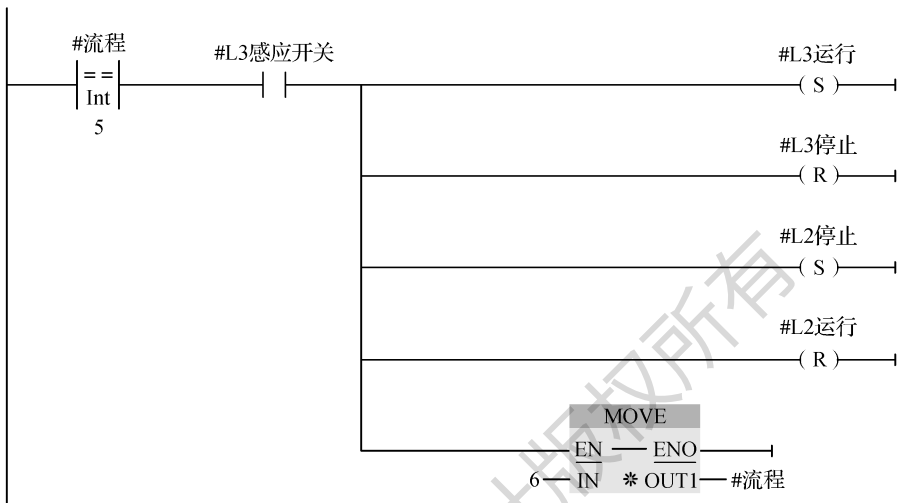


图 4-10 程序段 7

程序段 8:

注释

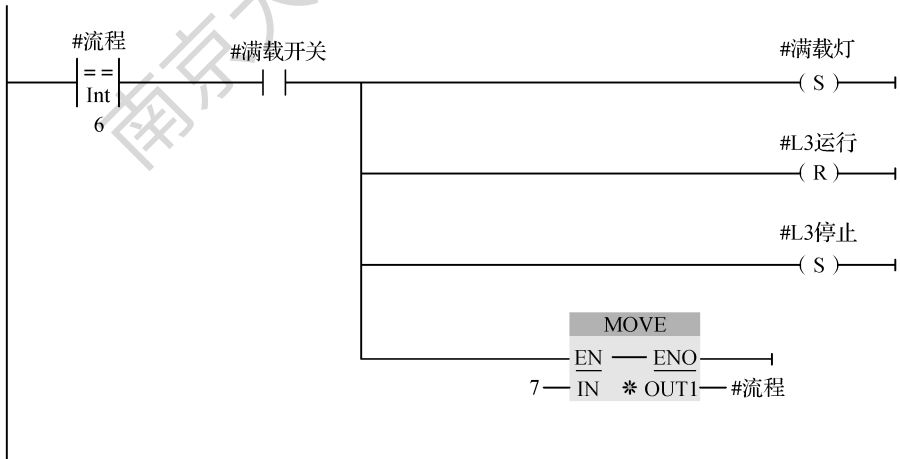


图 4-11 程序段 8

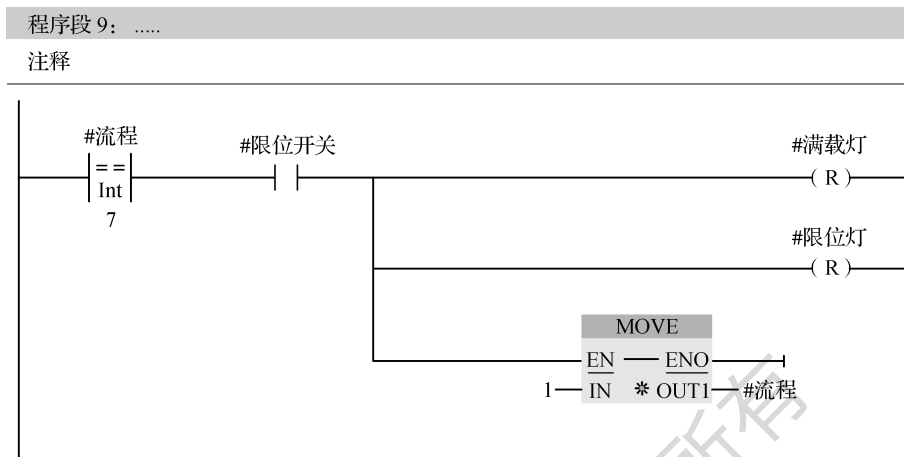


图 4-12 程序段 9

4. 项目注意事项

- (1) 选择好 PLC 的类型,根据接线图将 PLC 与实验板正确接线。
- (2) 编写的程序必须经过模拟调试,经过反复调试和修改,使程序满足控制要求。
- (3) 经检查无误后,接通总电源,将上述程序输入软件中并运行,观察程序运行过程中各个触点开合情况。在调试前要制定周密的调试计划,以免由于工作的盲目性而隐蔽了故障隐患,从而保证 PLC 程序的完整性和可靠性。
- (4) 程序调试完毕,必须实际运行一段时间,以确认程序是否真正达到控制要求。

(二) 解决方案二

1. 新建 PLC 变量表

在项目树的 PLC 变量中添加新表量表——自动送料装车,将变量分配给相应的 I/O 地址,并新建数据块 DB1 过程量,如图 4-13 所示。

2. 程序设计

- (1) 将地址 I1.3 分配给启动按钮,初始状态料斗停止、L1 停止、L2 停止、L3 停止、满载灯不亮、限位灯不亮。I1.4 分配给停止按钮,如图 4-14 程序段 1 和图 4-15 程序段 2 所示。

自动送料装车模块 ▸ PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] ▸ PLC 变量 ▸ 自动送料装车 [17]								
自动送料装车								
	名称	数据类型	地址	保持	从 H...	从 H...	在 H...	
1	料斗停止	Bool	%Q0.0	☐	☒	☒	☒	
2	料斗运行	Bool	%Q0.1	☐	☒	☒	☒	
3	L1停止	Bool	%Q0.2	☐	☒	☒	☒	
4	L1运行	Bool	%Q0.3	☐	☒	☒	☒	
5	满载灯	Bool	%Q0.4	☐	☒	☒	☒	
6	L2停止	Bool	%Q0.5	☐	☒	☒	☒	
7	L2运行	Bool	%Q0.6	☐	☒	☒	☒	
8	限位灯	Bool	%Q0.7	☐	☒	☒	☒	
9	L3停止	Bool	%Q1.0	☐	☒	☒	☒	
10	L3运行	Bool	%Q1.1	☐	☒	☒	☒	
11	L1感应开关	Bool	%I0.3	☐	☒	☒	☒	
12	满载开关	Bool	%I0.4	☐	☒	☒	☒	
13	L2感应开关	Bool	%I0.5	☐	☒	☒	☒	
14	限位开关	Bool	%I0.6	☐	☒	☒	☒	
15	L3感应开关	Bool	%I0.7	☐	☒	☒	☒	
16	启动	Bool	%I1.3	☐	☒	☒	☒	
17	停止	Bool	%I1.4	☐	☒	☒	☒	

自动送料装车模块 ▸ PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] ▸ 程序块 ▸ 过程量 [DB1]					
过程量					
	名称	数据类型	起始值	保持	从 HMI/OPC...
1	Static			☐	☐
2	流程	Int	0	☐	☒

图 4-13 自动送料装车变量表

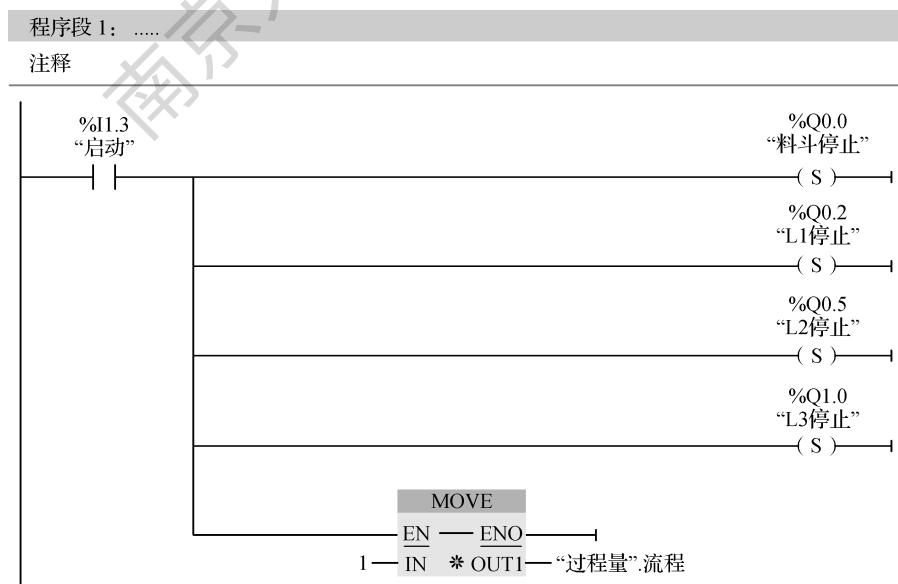


图 4-14 程序段 1

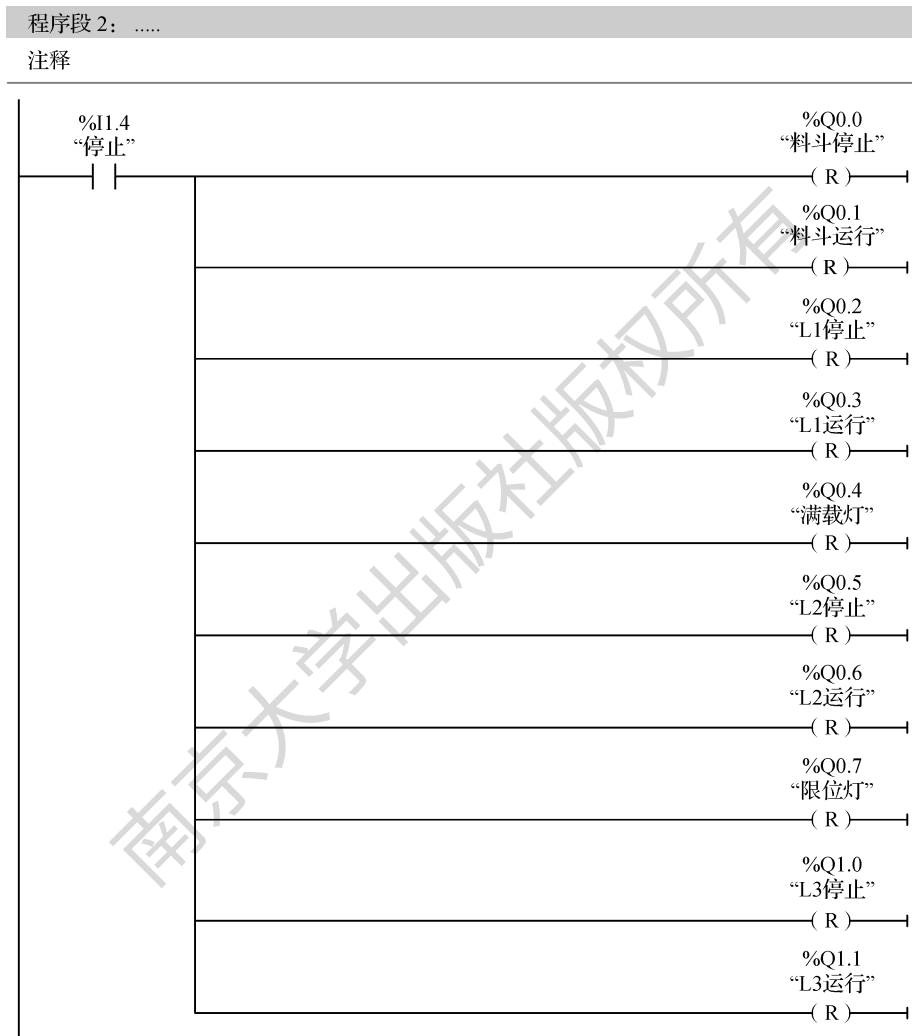


图 4-15 程序段 2

(2) 当料车触发限位开关后,限位灯亮,料斗运行,如图 4-16 程序段 3 所示。

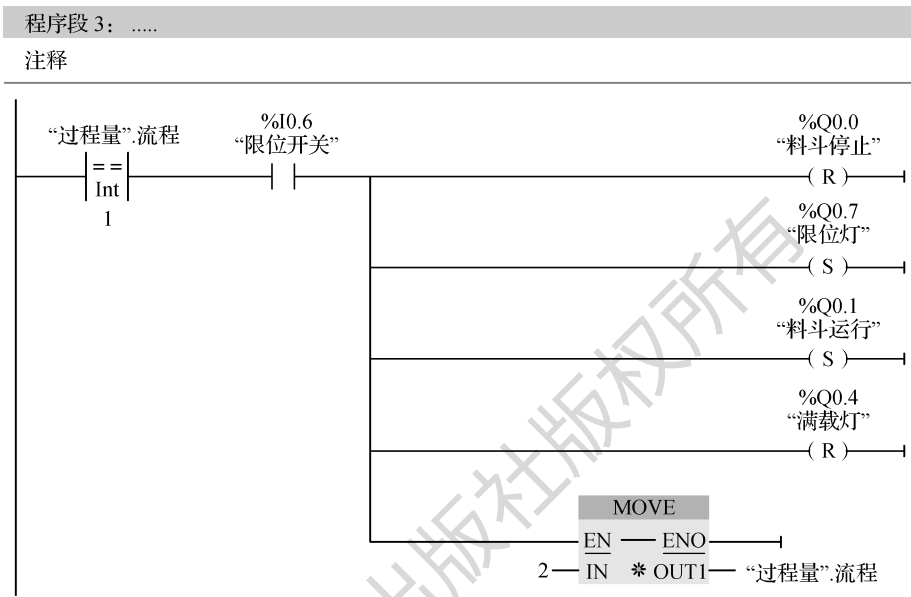


图 4-16 程序段 3

(3) L1 感应开关感应物料后 L1 运行,L2 感应开关感应物料后 L2 运行,L3 感应开关感应物料后 L3 运行,如图 4-17 程序段 4 所示。

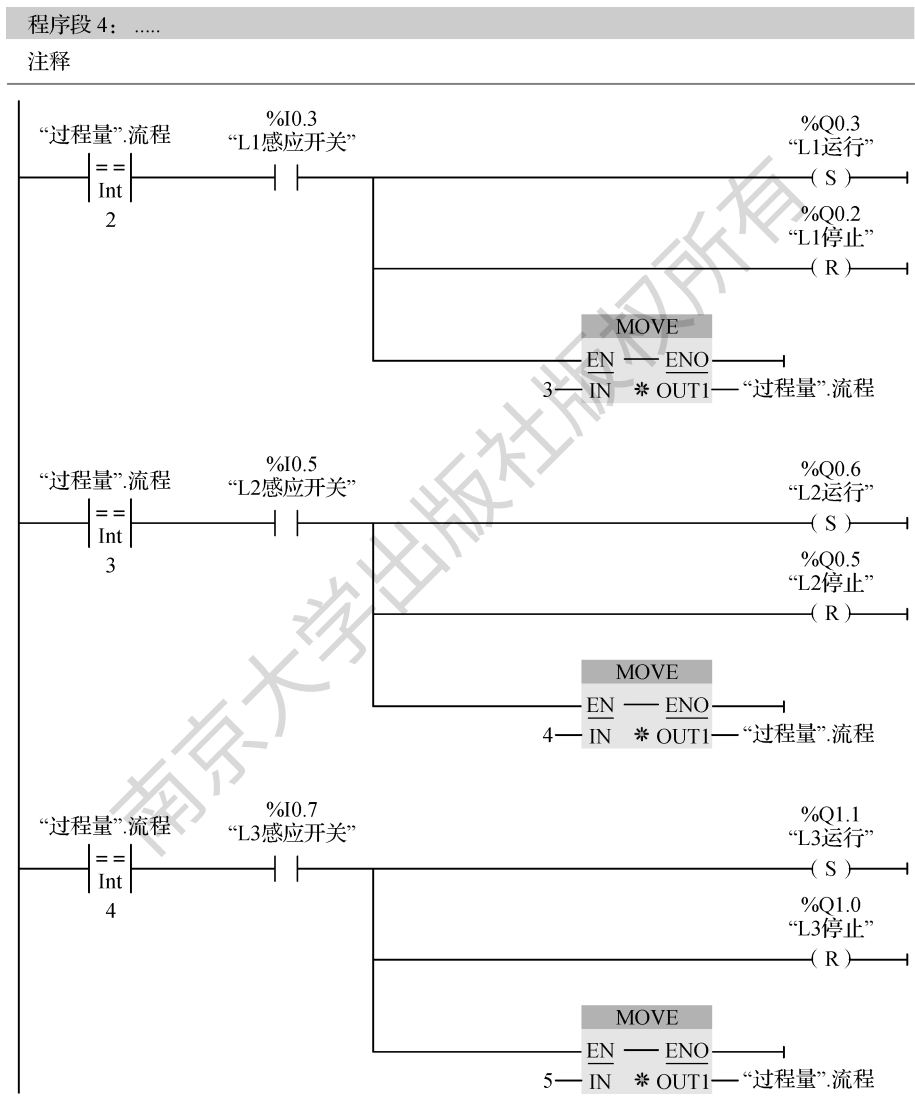


图 4-17 程序段 4

(4) 料车满载后满载灯亮,料斗停止、L1、L2、L3 停止,限位灯灭,如图 4-18 程序段 5 所示。

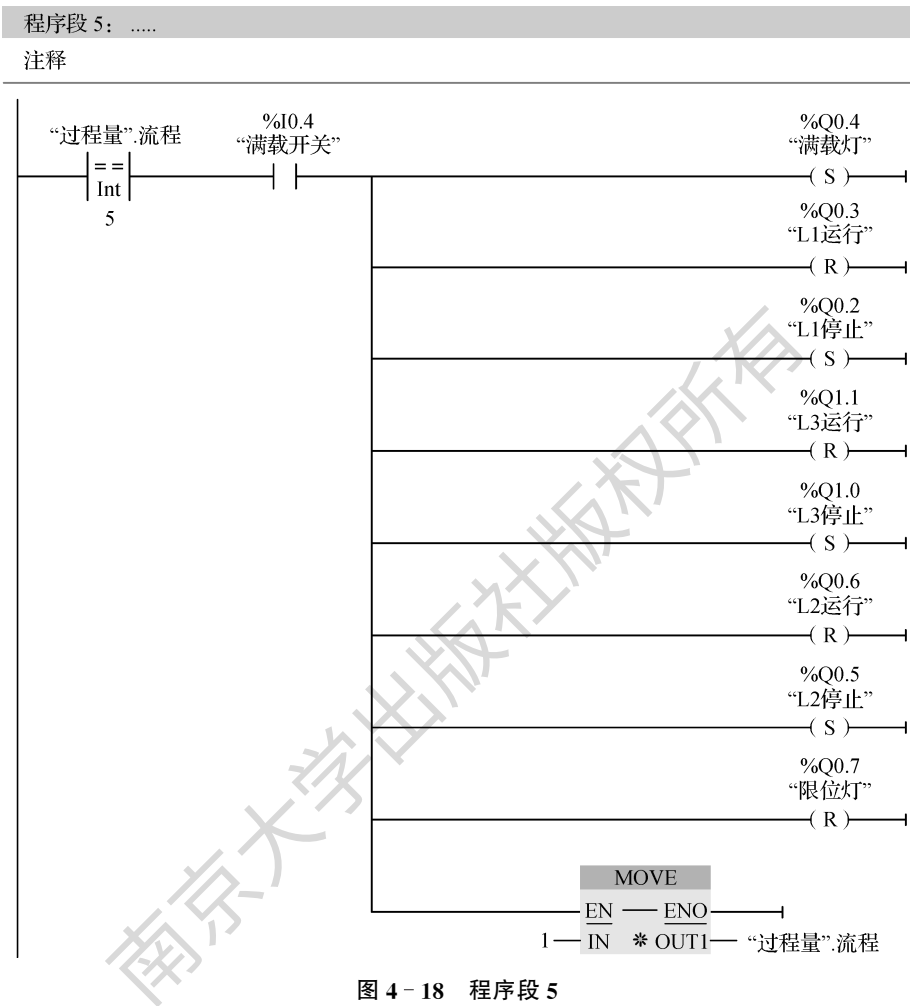


图 4-18 程序段 5

四、项目拓展

1. 传感器



【微信扫码】

自动送料装车模拟模块拓展

传感器是一种检测装备,能感受到被测量的信息,并将感受到的信息按照一定规律转换成可用输出信号的器件或装置,通常由敏感元件和转换元件组成。其中,敏感元件是指传感器中直接感受被测量的部分,转换元件是指传感器能将敏感元件的输出转换为适于传输和测量的电信号部分。

传感器输出信号有很多形式,如电压、电流、频率、脉冲等,输出信号的形式由传感器的原理确定。但是由于传感器输出信号一般都很微弱,需要有信号调节与转换电路将其

放大或变换为容易传输、处理、记录和显示的形式。随着半导体器件与集成技术在传感器中的应用,传感器的信号调节与转换可以安装在传感器的壳体里或与敏感元件一起集成在同一芯片上。因此,信号调节与转换电路以及所需电源都应作为传感器的组成部分。

2. 继电器

继电器主要用于控制与保护电路以及信号转换。继电器是一种根据特定形式的输入信号而发生动作的自动控制电器。它与接触器不同,主要用于反应控制信号,其触点一般接在控制电路中。当输入量变化到某一定值时,继电器动作,其触头接通或断开交、直流小容量的控制回路。

继电器的种类有很多,分类的方法也很多,常用的分类方法如下。

(1) 按输入量的物理性质可分为电压继电器、电流继电器、功率继电器、时间继电器和温度继电器等。

(2) 按动作原理可分为电磁式继电器、感应式继电器、电动式继电器、热继电器和电子式继电器等。

(3) 按动作时间可分为快速继电器、延时继电器和一般继电器。

(4) 按执行环节作用原理可以分为有触点继电器和无触点继电器。

继电器的主要特性是输入/输出特性、继电器的返回系数、吸合时间、释放时间。吸合时间是从线圈接收型号到衔铁完全吸合时所需要的时间,释放时间是从线圈失电到衔铁完全释放时所需要的时间。一般继电器的吸合时间与释放时间为 $0.05 \sim 0.15$ s,它的大小会影响继电器的操作频率。

五、知识库

1. 顺序功能图法

工业控制中,许多场合要应用顺序控制的方式进行控制。顺序控制是指使生产过程按生产工艺的要求预先安排的顺序自动控制生产线。

顺序功能图是描述控制系统的控制过程、功能和特性的一种图形,也是设计可编程控制器的顺序控制程序的有力工具。

顺序功能图法就是依据顺序功能图设计 PLC 顺序控制程序的方法。基本思想是将系统的一个工作周期分解成若干个顺序相连的阶段,即“步”。顺序功能图主要由步、有向连线、转换和转换条件及动作(或命令)组成。

(1) 步

顺序功能图中把系统循环工作过程分解成若干顺序相连的阶段,称为“步”。步用矩形框表示,框内的数字表示步的编号。在控制过程进展的某给定时刻,一个步可以是活动的或非活动的。当步处于活动状态,称为活动步;反之,称为非活动步。控制过程开始阶段的活动步与初始状态对应,称为起始步,用双线方框表示,每个顺序功能图至少应有一个初始步。

(2) 与步相关的动作(或命令)

控制系统的每一步都要完成某些“动作”(或命令),当该步处于活动状态时,该步内相应的动作(或命令)被执行;反之,不被执行。与该步相关的动作(或命令)用矩形框表示,框内的文字或符号表示动作(或命令)的内容,该矩形框应与相应步的矩形框相连。在顺序功能图中,动作(或命令)可分为“非存储型”或“存储型”。当相应步活动时,动作(或命令)即被执行。当相应步不活动时,如果动作(或命令)返回到该步活动前的状态,是“非存储型”;如果动作(或命令)继续保存它的状态,则是“存储型”。

(3) 有向连线

在顺序功能图中,会发生步的活动状态的进展。步之间的进展,采用有向连线表示,它将步连接到转换并将转换连接到步。步的进展按有向连线规定的线路进行,有向连线是垂直或水平的,按习惯进展的方向总是从上而下或从左到右,如果不遵守上述习惯必须加箭头,必要时为了更易于理解也可加箭头,箭头表示步进展的方向。

(4) 转换和转换条件

在顺序功能图中,步的活动状态的进展是由一个或多个状态转换来实现的,并与控制过程的发展相对应。转换的符号是一根与有向连线垂直的短划线,步与步之间由转换分割。转换条件是在转换符号短划线旁边用文字或符号说明。当两步之间的转换条件得到满足时,转换得以实现,即上一步的活动结束而下一步的活动开始,因此不会出现步的重叠,每个活动步之间取决于步之间的转换的实现。

2. 顺序功能图法的基本结构

依据步之间的进展形式,顺序功能图有以下几种基本结构。

(1) 单序列结构

单序列由一系列相继激活的步组成,每一步的后面仅有一个转换条件,每一个转换条件后面仅有一步。

(2) 选择序列结构

① 选择序列的开始称为分支。某一步的后面有几个步,当满足不同的转换条件时,转向不同的步。

② 选择序列的结束称为合并。几个选择序列合并到同一个序列上,各个序列上的步在各自转换条件满足时转换到同一个步。

(3) 并行序列结构

① 并行序列的开始称为分支。当转换的实现导致几个序列同时激活时,这些序列称为并行序列,它们被同时激活后,每个序列中的活动步的进展将是独立的。

② 并行序列的结束称为合并。在并行序列中,处于水平双线以上的各步都为活动步,且转换条件满足时,同时转换到同一个步。

3. 子步

根据需要,在顺序功能图中,某一步又可分为几个子步。这种步的详细表示方法(即子步)可以使系统的设计者在总体设计时以更加简洁的方式表达系统的总体功能和概貌,

从功能入手对整个系统简要地进行全面描述。在总体设计被确认后,再进行深入的细节设计。这样,使系统设计者在设计初期抓住系统的主要矛盾而免于陷入某些细节的纠缠,减少总体设计的错误。同时,也便于设计人员和其他相关人员设计思想的沟通,便于程序的分工设计和检查调试,从而可以缩短程序设计时间和调试时间。



小知识

经验设计法

经验设计法又可称为试凑法,对于一些比较简单的程序设计是比较奏效的,主要是依靠设计人员的经验进行设计,要求设计者有一定的实践经验,对工业控制系统和工业上常用的各种典型环节比较熟悉。经验设计法具有很大的试探性和随意性。适用于设计一些简单的梯形图程序或复杂程序的某一局部程序。

六、练习与思考

(一) 判断题

1. 特权指令可以在任意的时间中执行。()
2. 多道程序设计技术能缩短每道程序的执行时间。()
3. PLC 主要由 CPU 模块、存储器模块、电源模块和输入/输出接口模块五部分组成。()
4. PLC 由输入部分、输出部分和控制器三部分组成。()
5. PLC 的存储器分为系统存储器和用户存储器,其中系统存储器为 ROM 或 EEPROM 结构,而用户存储器主要为 RAM 结构。()
6. 在 PLC 的寻址方式中,D 表示双字,一个字占 32 位。()
7. 顺序功能图的五要素是:步、有向连线、转换、转换条件和动作。()
8. PLC 的输出方式为晶体管型时,它适用于直流负载。()
9. I/O 是 Input/Output 的缩写,即输入/输出端口,协作机器人可通过 I/O 与外部设备进行交互。()
10. 梯形图中各元件只有有限个常开触点和常闭触点。()

(二) 选择题

1. 下列关于 I/O 信号,叙述错误的是()。
 - A. I/O 信号分为输入信号和输出信号两大类
 - B. 输入信号中可划分为数字量输入信号、模拟量输入信号和组输入信号
 - C. 输出信号中包括数字量输出信号,不包括模拟量输出信号和组输出信号
 - D. I/O 信号包括模拟量信号

2. I/O 信号设置中,表示机器人输出信号的是()。
- A. DI B. DO C. DA D. DS
3. 每一个 PLC 控制系统必须有一台(),才能正常工作。
- A. CPU 模块 B. 扩展模块
C. 通信处理器 D. 编程器
4. 下列不属于 PLC 硬件系统组成的是()。
- A. 用户程序 B. 输入/输出接口
C. 中央处理单元 D. 通信接口
5. 某进程在运行过程中等待的事件已发生,例如,打印结束,此时该进程的状态将()。
- A. 从就绪变为运行 B. 从运行变为就绪
C. 从运行变为阻塞 D. 从阻塞变为就绪
6. PLC 型号选择的重要原则包括以下哪项? ()
- A. 经济性原则 B. 时效性原则
C. 随意性原则 D. 地区性原则
7. 调用()时需要指定其背景数据块。
- A. FB 和 FC B. SFC 和 FC
C. SFB 和 FB D. SFB 和 SFC
8. 顺序功能图的基本结构不包括以下哪个部分? ()
- A. 步 B. 转移方向
C. 转移条件 D. 指令
9. CPU 检测到错误时,如果没有相应的错误处理 OB,CPU 将进入()模式。
- A. 停止 B. 运行 C. 报警 D. 中断
10. 在梯形图中调用功能块时,方框内是功能块的(),方框外是对应的()。
- A. 形参,形参 B. 实参,实参
C. 形参,实参 D. 实参,形参

(三) 填空题

1. 顺序功能图主要由步、有向连接、转换和_____及动作组成。
2. 依据顺序功能图设计 PLC 顺序控制程序的方法为_____。
3. 当步处于活动状态,称为_____。
4. 顺序功能图中选择序列的开始称为_____。
5. PLC 主要代替继电器进行_____。

(四) 思考题

1. 简述顺序功能图法。
2. 简述 PLC 的结构。