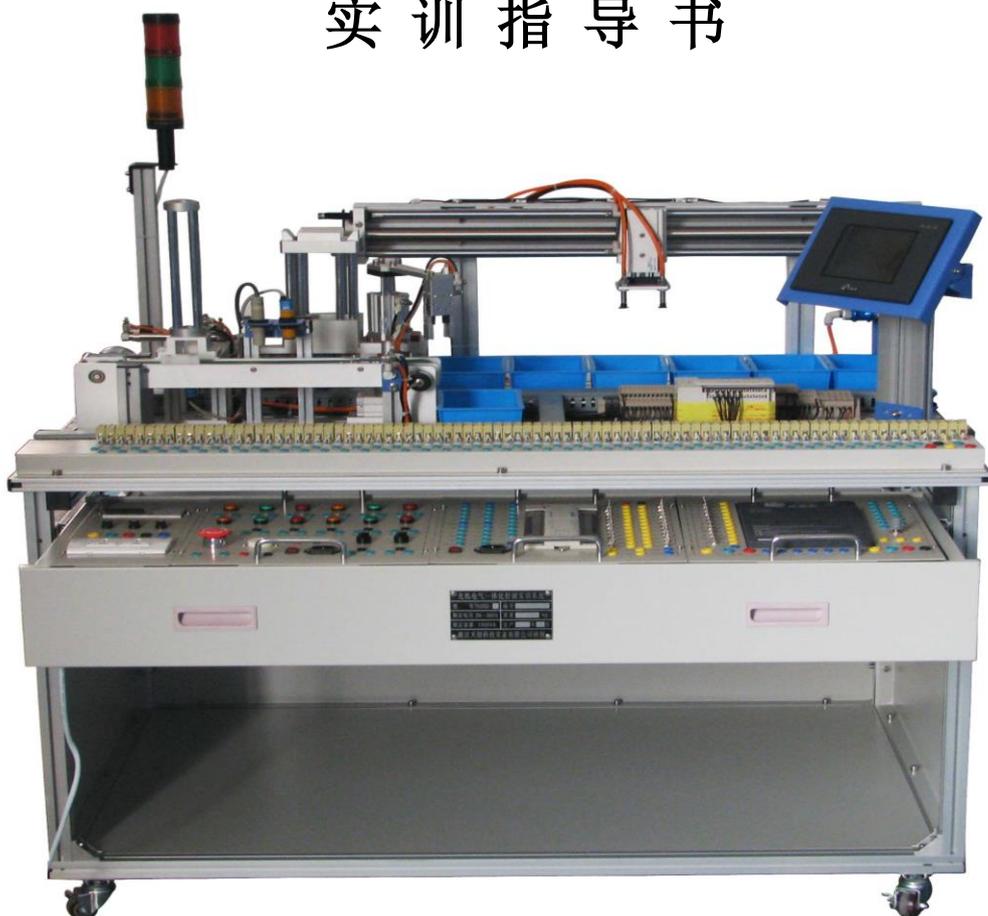


2021年9月 版本号：V5.0

机电类·实验实训类指导书

自动化生产线 安装与调试

实训指导书



广州大学市政技术学院

机电工程系 赵彩山编

课堂笔记

目 录

机电工程系实验实训安全责任书	1
实训任务书	3
第一章 自动化生产线综合实训系统产品简介	8
一、产品图片	8
二、产品概述	8
三、产品特点	8
四、技术性能	8
五、实训工作任务	9
第二章 自动化生产线综合实训系统电气、气动控制及软件操作	10
一、电气控制电路组成	10
二、气动原理	10
三、GX-WORK2 编程软件的使用	11
四、三菱变频器简介	24
五、可编程控制器简介	26
六、传感器简介	29
第三章 自动化生产线综合实训系统实训项目	35
实训一 三菱 PLC 编程软件使用实训	35
实训二 基本指令的编程练习	37
实训三 变频调速技能实训	40
实训四 自动化生产线综合实训系统 RS485 网络的组建	49
实训五 自动化生产线综合实训系统机构实训	58
附录一：触摸屏的介绍	67
附录二：设备图纸	70

广州大学市政技术学院

机电工程系实验实训安全责任书

为营造安全稳定的教学环境，保证学生实验实训的人身安全以及学校的财产安全，在实验实训前，对学生进行如下安全教育：

- 1、实训（验）期间，学生必须严格执行电工电子实验实训室相关仪器设备的安全操作规程。
- 2、认真学习实训（验）指导书及听指导教师讲解实验实训内容步骤及安全注意事项，掌握电路或设备工作原理，明确实训（验）目的、实训（验）步骤和安全注意事项。
- 3、学生分组实训（验）前应认真检查本组仪器、设备及电子元器件状况，若发现缺损或异常现象，应立即报告实验实训教师处理。
- 4、严格按实验实训工艺步骤和要求逐项逐步进行操作。不得私设实训（验）内容，扩大实训（验）范围（如乱拆元件、随意短接等）。
- 5、学生在实训（验）过程中使用的实训（验）设备，人为损坏或丢失的将追究其责任。
- 6、工作时思想要集中，任何电器设备，线路未经确认，一律视为有电，不准带电作业。
- 7、按要求操作，准确接线，认真检查，指导教师确认无误后，方可通电试车。
- 8、焊接过程中所用的烙铁等发热工具不能随意摆放，以免发生烫伤或酿成火灾。
- 9、拆焊操作时，热风枪温度不能过高，不用时立刻关闭或调低温度待用。
- 10、调节仪器旋钮时，力量要适度，严禁违规操作。
- 11、测量电路元件电阻值时，必须断开被测电路的电源。
- 12、使用万用表、毫伏表、示波器、信号源等仪器连接测量电路时，应先接上接地线端，再接上电路的被测点线端；测量完毕拆线时，则先拆下电路被测点线端，再拆下接地线端。
- 13、使用万用表、毫伏表测量未知电压，应先选最大量程档进行测试，再逐渐下降到合适的量程档。
- 14、用万用表测量电压和电流时，不能带电转动转换开关。
- 15、万用表使用完毕，应将转换开关旋至空档或交流电压最高档位。
- 16、毫伏表在通电前或测量完毕时，量程开关应转至最高档位。
- 17、给直流供电设备接电源时，应把直流电源电压旋钮调到最低处，接好

电源后再把电源开关打开，并调电压至额定值。

18、示波器显示波形时，亮度应控制在合适位置，中途暂时不用时应调低亮度。

19、示波器显示的波形幅度，超出显示范围时，应减小 V/div 档位。

20、实训（验）中途断电，应立刻关掉仪器开关，等候指导教师安排。

21、电器保险丝被熔断是电路电流过大的保护性反映，应在教师指导下更换相同规格的保险丝，不得私自更换或换用额定电流值更大的保险丝，更不能用铝、铜等其它金属丝代替。以免电器失去过流保护，损伤仪器设备甚至引发火灾。

22、实验实训中有异常情况，马上断开本组电源，检查线路，排除故障后，经实验实训老师确认，方可重新送电。

23、爱护实训（验）设备、设施和软件配置。不得动用与实训（验）内容无关的仪器设备。

24、不得私自打开实训（验）室内柜门拿取器材，不准剪下仪器引线及接线夹，不准将实训（验）器材带出室外，违者必究。

25 因电器故障造成火警应立即切断电源，用二氧化碳灭火器、干粉灭火器或黄沙灭火。

26、发生触电事故，应立即切断电源，马上进行现场抢救，并迅速告知实验实训教师、拨叫 120 和通知有关部门。

27、实训（验）结束后，应先关闭仪器电源开关，再拔下电源插头，避免仪器受损，并进行归位工作，填写仪器使用纪录。

28、下课前，必须对所使用的仪器设备进行检查，清点及交还实验设备、仪器、工具、仪表，如有问题应及时报告实验实训老师，并关闭实验实训室电源，方能离开。

29、其他未尽事宜，一切听从实验实训教师指导安排。

30、本责任书在所有实训期间均为有效，如有违反，实训（验）教师有权拒绝学生参加相关课程。

本人已经过上述安全教育及培训，且已认真阅读相关安全操作规程，若违反安全操作规程操作，责任自负，特此声明。

安全教育日期：_____

教育地点：_____

指导教师：_____

实验实训班级：_____

学生签名：_____

日期：_____



广州大学市政技术学院

实践课程任务指导书

(2021-2022 学年 第一学期)

课程名称: 自动化生产线安装与调试

系 部: 机电工程系

专 业: 机电一体化技术

授课班级: _____

班级人数: _____

授课地点: 自动控制实训室 205

授课周次: _____

指导老师: _____

实训老师: _____

2021 年 9 月 1 日

一、课程实训（设计、实习）目的

1. 实训设备硬件结构与编程软件的使用以及程序指令的编写、调试；
2. 人机界面（触摸屏）的使用方法、参数设置、画面设计、调试方法；
3. 常用传感器结构原理、用途以及调试的方法；
4. 变频器基本工作原理、操作调试方法；
5. PLC 网络协议及通信方法以及 PLC 与变频器触摸屏三方通信技术
6. 熟悉自动化生产线的整体运行，并能够对整套设备进行综合调试，完成生产线的物料分拣搬运等自动化项目。

二、实训要求：

- 1、每位同学必须参加全部的实训内容，实训期间进行考勤，每天应准时签到，除特殊原因请假外，不准缺勤，不迟到，不早退；无故缺勤者将降低实习成绩或不予及格；缺勤（含旷课、事假、病假）达到实训时间三分之一的取消考核资格。
- 2、每位同学必须服从指导教师的安排，注意安全操作，完成工作任务时要防止机器及工具伤人的事故，不乱摆放工具，不乱丢杂物，完成工作任务后应清洁工位，清点工具，以及工具不得遗留在工位上。
- 3、实训过程中要求严格遵守安全操作规程及实验室管理守则，遵循指导老师和实验室管理老师的安排，注意安全、遵守纪律；违反安全文明操作规程的每次扣 10 分，严重的不予及格。严禁违规操作，私自上电调试，实训项目完成后应报告现场老师进行登记，注意保护人身安全和现场设备安全。保持实验室的环境卫生，文明施工。

三、实训内容及要求

1、用现有 PLC 实训设备，设计一个自动分拣系统。该系统由输送带装置、机械手装置/电气控制系统、气动回路等组成。综合运用 PLC、变频器、触摸屏等技术，并结合相应的传感器技术，控制三相异步电动机的转动、机械手臂的动作，能够自动识别分拣三种颜色（黑色、白色和银色）的物料，并和方块物料组成各种设定组合，投放到指定的地方（盒子）。通过操作各种控制按钮（或点击触摸屏的相应按钮），系统通过程序控制，实现自动判断并最终完成各种功能动作。

2、实训过程要求每天课后完成一篇实训日志，主要记录当天的实训内容和心得体会等，实习结束后撰写一份实训总结，字数 1000 字以上。实习总结是评定实习成绩内容的一部分，要求认真完成，不交者不予及格。

四、参考资料

- 1、《自动化生产线安装与调试》实训指导书 第五版；赵彩山；广州大学市政技术学院；2021 年；
- 2、《自动化生产线安装与调试（三菱 FX 系列）》第二版；张同苏；中国铁道出版社；2017 年；
- 3、《变频器原理及应用》；王廷才；机械工业出版社；2015 年。

五、实训辅导计划表

周次	时间	实习（实训）内容	指导老师	地点
第_周	星期一 (1-4 节)	安全教育，介绍项目内容及课程安排；自动生产线介绍，行业前景分析。		自动控制实训室 205
	星期二 (1-4 节)	实训小组分组，工具以及器材发放，设备安装准备，各组气、电路连接。		自动控制实训室 205
	星期二 (5-6 节)	PLC 编程软件操作及程序编写应用复习强化，程序编写技巧归纳。		自动控制实训室 205
	星期三 (1-4 节)	THJDQG-5 实训台基本结构认识；传感器使用和相应的调试方法。		自动控制实训室 205
	星期三 (5-7 节)	气动系统调试方法和故障处理方法；变频器的基本知识、调试方法。		自动控制实训室 205
	星期四 (1-4 节)	硬件的调试：传感器位置及参数的整定，输出信号的调试。传感器与 PLC 的联接调试。		自动控制实训室 205
	星期四 (5-7 节)	转动机械手臂位置的调整、供料机构，推料机构，滑杆模块的调整。		自动控制实训室 205
第_周	星期一 (1-4 节)	梯形图及 SFC 等编程典型例子，程序典型应用训练，各种程序结构的分析。		自动控制实训室 205
	星期二 (1-4 节)	供料模块，传送带模块的控制以及调试，各硬件的整体安装调试。		自动控制实训室 205
	星期二 (5-6 节)	变频器的参数设定及接线，面板操作方法。		自动控制实训室 205
	星期三 (1-4 节)	三菱触摸屏的基本结构及编程软件的使用、下载、仿真的操作。		自动控制实训室 205
	星期三 (5-7 节)	触摸屏画面设计，参数调试。		自动控制实训室 205
	星期四 (1-4 节)	触摸屏与 PLC，变频器之间通信，透明模式；多层菜单设计应用。		自动控制实训室 205
	星期四 (5-7 节)	触摸屏项目整体设计与调试。		自动控制实训室 205
第_周	星期一 (1-4 节)	系统各设备的连接接线，I/O 端子的分配，线路的合理布局。		自动控制实训室 205

	星期二 (1-4 节)	三相异步电动机的正反转控制，用触摸屏、PLC、变频器实现。		自动控制实训室 205
	星期二 (5-6 节)	指令应用强化训练，包括传送、比较、四则运算、程序流程控制、循环等基本编程指令及 SFC 应用。		自动控制实训室 205
	星期三 (1-4 节)	整体硬件的调整、PLC 程序编写、触摸屏程序的编写，整个系统的结构分析。		自动控制实训室 205
	星期三 (5-7 节)	PLC 流程图，电机运动控制，机械手臂抓取物料控制；触摸屏画面设计。		自动控制实训室 205
	星期四 (1-4 节)	系统启动，复位，停止，急停，暂停，步进，一次运行和循环运行等控制。		自动控制实训室 205
	星期四 (5-7 节)	物料组合判断以及分拣方法，触摸屏监控画面和控制画面设计，变频器的多段速运行控制。		自动控制实训室 205
第_周	星期一 (1-4 节)	系统综合调试及功能完善。分拣系统的功能实现。		自动控制实训室 205
	星期二 (1-4 节)	分拣系统各功能故障点检测及故障排除方法。		自动控制实训室 205
	星期二 (5-6 节)	PLC 通信：并行联接以及 NN 网络的组网。		自动控制实训室 205
	星期三 (1-4 节)	各小组综合训练，过程中解决各种遇到问题。		自动控制实训室 205
	星期三 (5-7 节)	工件多组合模式的搬运判		自动控制实训室 205
	星期四 (1-4 节)	完成网络模式实现多种工件组合的识别分拣搬运等综合项目。		自动控制实训室 205
	星期四 (5-7 节)	项目设计的答辩、评分；实训总结。		自动控制实训室 205

六、课程设计成绩的评定

本次实训成绩是根据参加实训学生的考勤情况、实训表现、实训报告及指导老师，实验室管理老师的意见评定，成绩评定为 60 分以上合格。无故缺席三分之一课时者为不合格。

成绩评定表：

评价内容		成绩评定			
项目	基本要求	得分	学生自评	学生互评	教师评定
安全文明生产	注意安全，遵守实训室规章管理制度和安全操作规程。	10 分			
团队合作精神	小组互帮互助，相互协调，团结合作，共同讨论解决问题。	10 分			

实训技能	认真操作、积极思考，按备注技能评定标准折算。	50分			
出勤与纪律	按时上下课，遵守课堂纪律。	10分			
实习总结报告	按时完成并上交实习报告，由指导老师进行评定。	20分			
总分					

注：实训技能（自动分拣系统实操）评分（50%）：

- 1) 能够实现预期效果、满足设计要求。在基本功能完成的基础上，增加部分功能，合理化功能（如考虑节能，智能判断，应急处理能力等），以便满足今后的生产设计需要，可适当加分。
- 2) 能够按时完成项目设计书，设计书思路清晰，流程图简单明了。
- 3) 乱摆放工具，在工作场地乱丢杂物，不清洁工位有杂物，留在设备上和工具遗留在场地的将视情况扣除相应的分值。
- 4) 综合分拣项目可以自由发挥，思路合理以及由可行性并能实现相应功能的，给予加分。

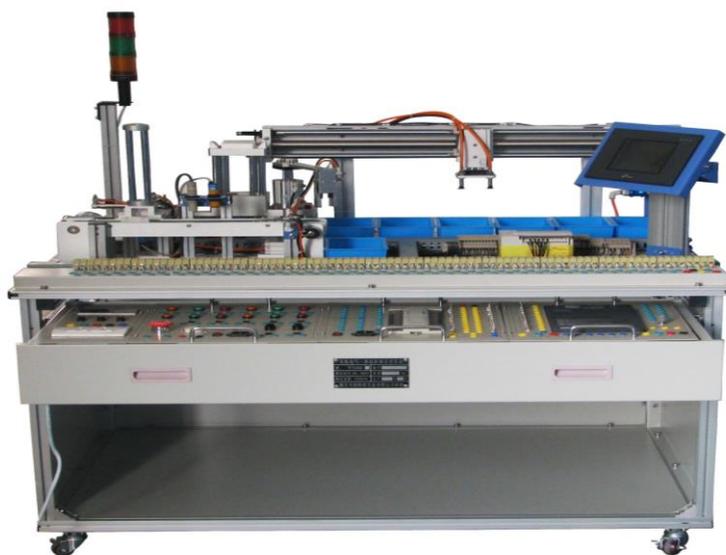
广州大学市政技术学院 机电工程系
电气教研室

教研室主任签名：

年 月 日

第一章 自动化生产线综合实训系统设备简介

一、设备图片



二、设备概述

本装置是一种最为典型的机电一体化产品，适合机电一体化、电气自动化等相关专业的教学和培训。它在接近工业生产制造现场基础上又针对教学及实训目的进行了专门设计，强化了机电一体化的安装与调试能力。本装置由导轨式型材实训台、机电一体化设备部件、电源模块、按钮模块、PLC 模块、变频器模块、交流电机模块、模拟生产设备实训单元（包含不同物料上料机构、搬运机械手、皮带输送线、物件分拣等）和各种传感器等组成。采用开放式和拆装式结构设计，可根据现有的机械部件组装生产设备，使整个装置能够灵活的按实训教学需要组装机电一体化设备。装置采用工业标准结构设计及抽屉式模块放置架，组合方便。控制对象均采用典型机电设备部件，接近工业现场环境，满足实训教学或技能竞赛需求。

涵盖了机电一体化和电气自动化专业中所涉及的 PLC 控制、变频调速、传感检测、气动、机械结构安装与系统调试等内容。为培养可持续发展的机电一体化高技能人才提供一个良好的平台。

三、设备特点

该装置融典型机电一体化设备机械部件安装、气动系统的安装与调试、电气控制电路的安装和 PLC 编程、机电设备安装与调试、自动控制系统安装与调试于一体，该实训装置 PLC 模块 I/O 端子、变频器接线端子、交流电机接线端子、各常用模块与 PLC 连接端子，均采用安全插座连接，使用带安全插头的导线进行电路连接；各光电开关、行程开关、传感器和指示元件的电路，则通过端子排进行连接。插拔线连接电路与端子排连接电路相结合，既保证学生技能的训练、形成和巩固，又保证电路连接的快速、安全和可靠。

四、技术性能

1. 输入电源：三相四线（或三相五线） $\sim 380V \pm 10\%$ 50Hz
2. 工作环境：温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 相对湿度 $\leq 85\%$ （ 25°C ）海拔 $< 4000\text{m}$
3. 装置容量： $\leq 1.0\text{kVA}$
4. 外形尺寸： $1200\text{mm} \times 800\text{mm} \times 1300\text{mm}$
5. 安全保护：具有漏电压、漏电流保护，安全符合国家标准

五、实训工作任务

1. 气动系统的安装与调试

通过配置的单杆气缸、双杆气缸、旋转气缸、气动手指、无杆气缸等气动执行元件和单控电磁换向阀、双控电磁换向阀和磁性开关等气动控制元件，可完成下列气动技术的工作任务：

- 气缸动作回路、方向控制回路的安装
- 气动速度控制的调试
- 气动机械手臂的安装
- 气动系统安装与调试

2. 电气控制电路的安装

通过配置的交流电机、编码器、指令开关和传感器等，可完成下列电气安装的工作任务：

- 交流电机正反转控制电路的连接
- 交流电机调速控制电路的连接
- 传感检测电路的连接

3. PLC 编程

- 异步电机正反转控制、调速控制程序编写
- 搬运机械手控制程序编写
- 皮带输送线控制程序编写
- 机电一体化设备控制程序编写

4. 机电设备安装与调试

通过配置的机电一体化设备部件、PLC 模块、变频器模块、指令开关和传感器等，可完成下列机电设备安装和机电一体化技术的工作任务：

- 工件库及工件推出设备的安装与调整
- 搬运机械手设备的安装和调试
- 皮带输送线设备的安装与调整
- 物件分拣设备的安装与调试
- 机电一体化设备安装与调试

5. 自动控制系统安装与调试

通过配置的机电一体化设备部件、PLC 模块、变频器模块、指令开关和传感器等，可完成下列机电设备安装和机电一体化技术的工作任务：

- 上料结构的自动控制
- 搬运机械手的自动控制
- 皮带输送线的自动控制（既有工件到皮带终端检测，又可用编码器计算工件移动的距离）
- 材料分拣的自动控制
- 机电一体化的自动控制

6. 通过培训考核或技能竞赛，可考察的职业能力

- 机械构件的装配与调整能力
- 机电设备的安装与调试能力
- 电路的设计安装与调试能力
- 气动系统的设计安装与调试能力
- 机电一体化设备控制程序编写能力
- 机电一体化设备的故障诊断和维修维护能力

第二章 自动化生产线综合实训系统电气、气动控制及软件操作

一、电气控制电路组成

本系统电气控制部分集电源控制模块、按钮模块、可编程控制器模块、变频器模块、步进电机模块等于一体。系统采用模块式设计，各个模块均为通用模块，可以互换，扩展性强，提供的 PLC 实训内容全面、丰富，锻炼学生的实际动手能力。整个实训过程简单、明了、易懂、易学。在本系统上，所有电气元件的引线均连接到接线端子排上，通过接线端子排连接到安全插孔，由安全插孔连接到各个模块，提高实训考核装置的安全性。

二、气动原理

1. 气动执行元件部分：单杆气缸、气动手爪、导杆气缸、旋转气缸、无杆气缸、真空吸盘。
2. 气动控制元件部分：单控电磁阀、双控电磁阀。
3. 气缸示意图



注：气缸的正确运动使物料到达相应的位置，只要交换进、出气的方向（由单相电控气动阀实现）就能改变气缸的伸出、缩回运动，气缸两侧的磁性开关可以识别气缸是否已经运动到位。

4. 双向电磁阀示意图



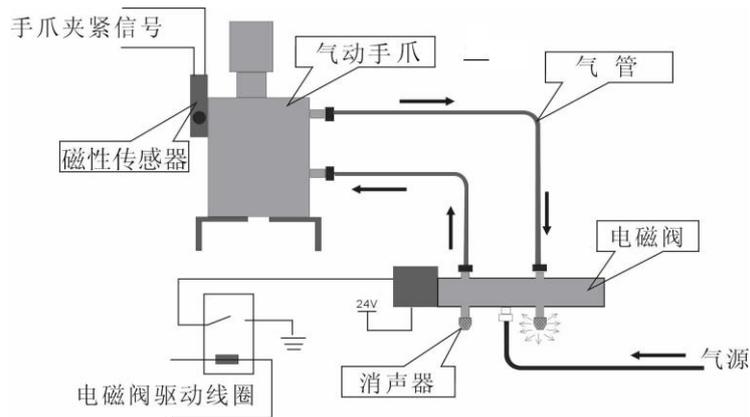
注：双向电磁阀用来控制气缸进气和出气，从而实现气缸的伸出、缩回运动。

5. 单向电磁阀示意图



注：单向电磁阀用来控制气缸单向运动，实现气缸的伸出、缩回运动。与双向电磁阀的区别在双向电磁阀初始位置是任意的，可以控制两个位置，而单向电磁阀初始位置是固定的，只能控制一个方向。

6. 气动手爪控制示意图



注：上图中手爪夹紧由单向电控气阀控制。当电控气阀得电，手爪夹紧；当电控气阀断电后，手爪张开。

三、GX-WORK2 的使用：

用 SFC 编程实现自动闪烁信号生成，PLC 上电后 Y0、Y1 以一秒钟为周期交替闪烁。以下为编程过程讲解。

启动 GX-WORK2 编程软件，单击“工程”菜单，点击创建新工程菜单项或点击新建工程按钮  (如图 3-1)。

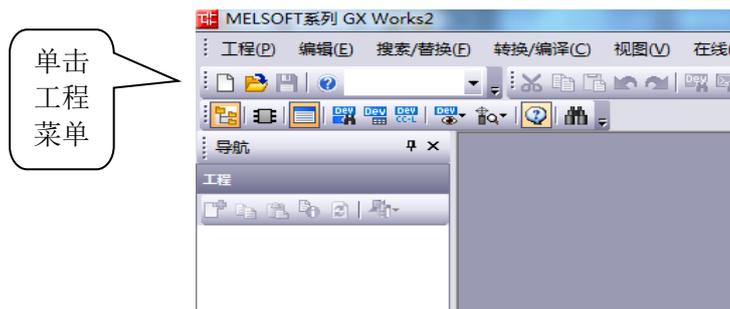


图 3-1 GX work2 编程软件窗口

弹出创建新工程对话框如图 5-24。工程类型下拉列表中选择简单工程 PLC 系列下拉列表框中选择 FXCPU，PLC 类型下拉列表框中选择 FX3U，在程序类型项中选择 SFC，点击确定按钮。

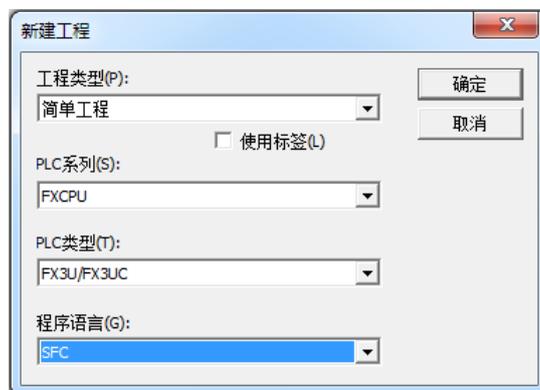


图 3-2 新工程对话框

弹出如图 3-2 块信息设置窗口，0 号块一般作为初始程序块，所以选择梯形图块。点击执行。

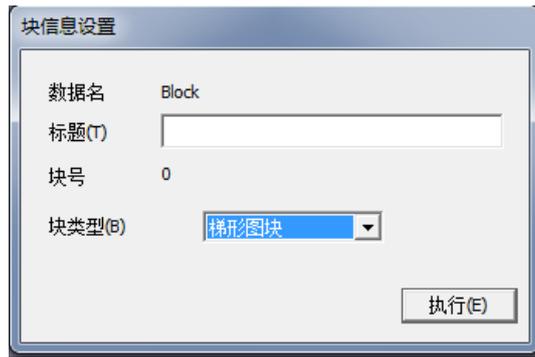
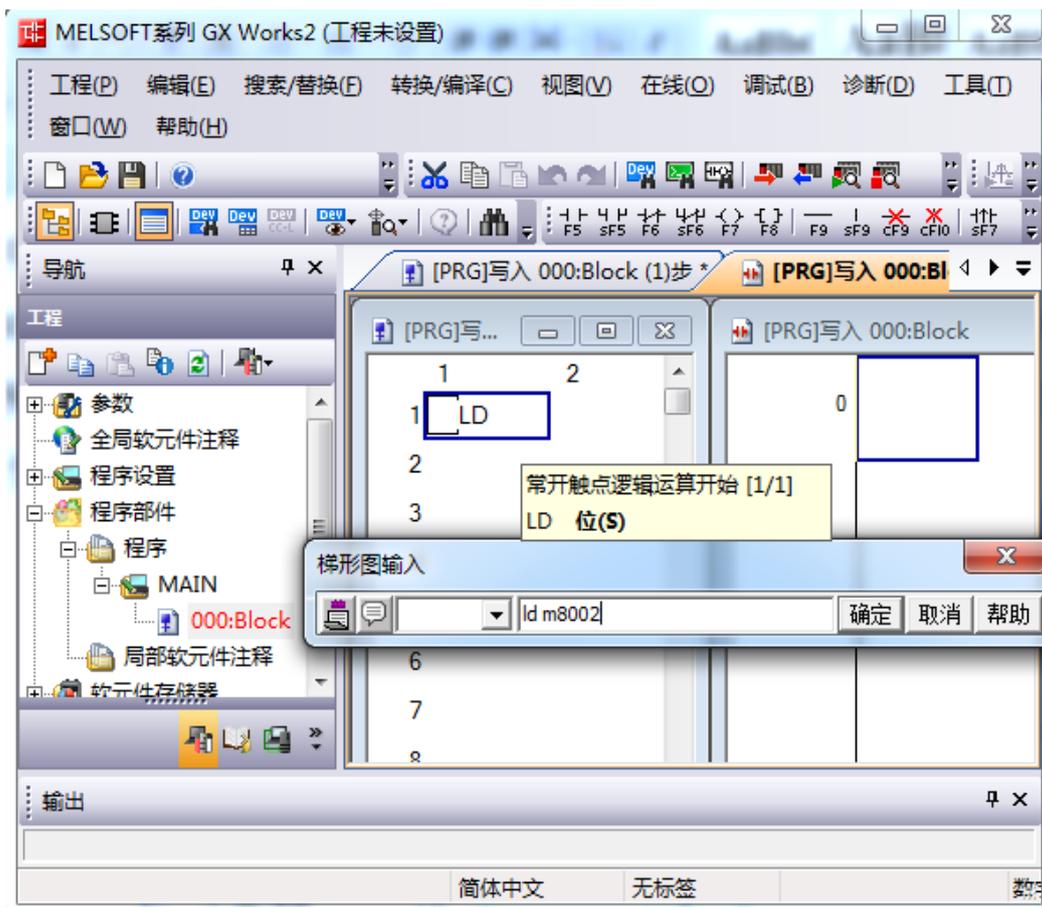


图 3-3 块信息设置窗口

在块标题文本框中可以填入相应的块标题（也可以不填），在块类型中选择梯形图块，为什么选择梯形图块，我们不是在编辑 SFC 程序吗？原因是在 SFC 程序中初始状态必须是激活的，而我们激活的方法是利用一段梯形图程序，而且这一段梯形图程序必须是放在 SFC 程序的开头部分，点击执行按钮弹出梯形图编辑窗口如图 5-26，在右边梯形图编辑窗口中输入启动初始状态的梯形图，本例中我们利用 PLC 的一个辅助继电器 M8002 的上电脉冲使初始状态生效。初始化梯形图如图 5-27 所示，输入完成单击“变换”菜单选择“变换”项或按 F4 快捷键，完成梯形图的变换。



3-4 梯形图编辑窗口

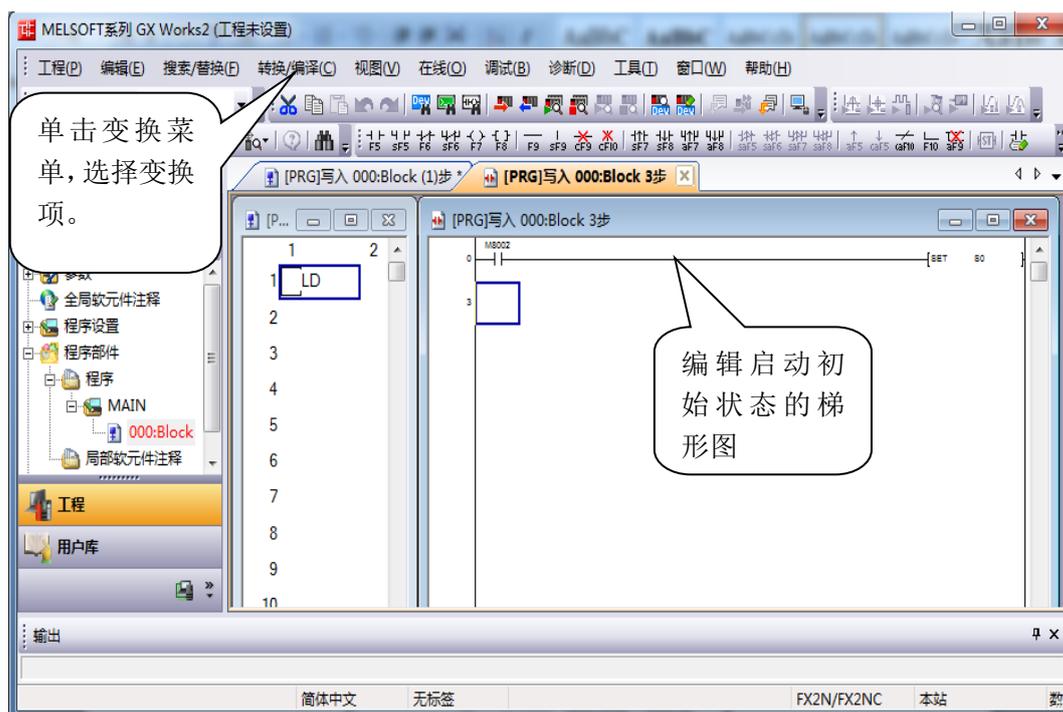


图 3-5 启动初始状态梯形图编程界面

如果想使用其他方式启动初始状态，只需要改动上图中的启动脉冲 M8002 即可，如果有多种方式启动初始化进行触点的并联即可。需要说明的是在每一个 SFC 程序中至少有一个初始状态，且初始状态必须在 SFC 程序的最前面。在 SFC 程序的编制过程中每一个状态中的梯形图编制完成后必须进行变换，才能进行下一步工作，否则弹出出错信息如图 3-5 所示。



图 3-6 出错信息窗口

编辑好 0 号块的初始梯形图程序后，编辑 1 号块 SFC 程序，右击工程数据列表窗口中的“程序”\“MAIN”选择“新建数据”，弹出新建数据设置。如图 3-6 所示。



图 3-7 新建数据设置对话框

点击确定按钮。弹出 1 号块信息设置对话框。如图 3-7。在块类型选择 SFC 块。

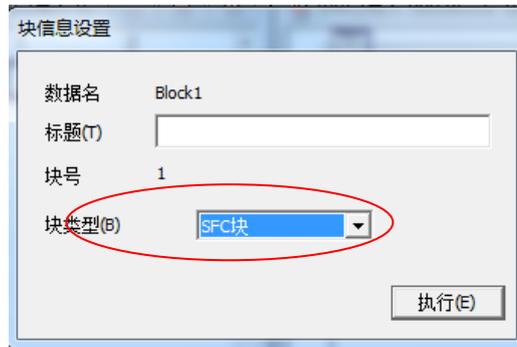


图 3-8 块信息设置对话框

点击执行按钮，进入 1 号块 SFC 编程界面如图 3-8 所示。

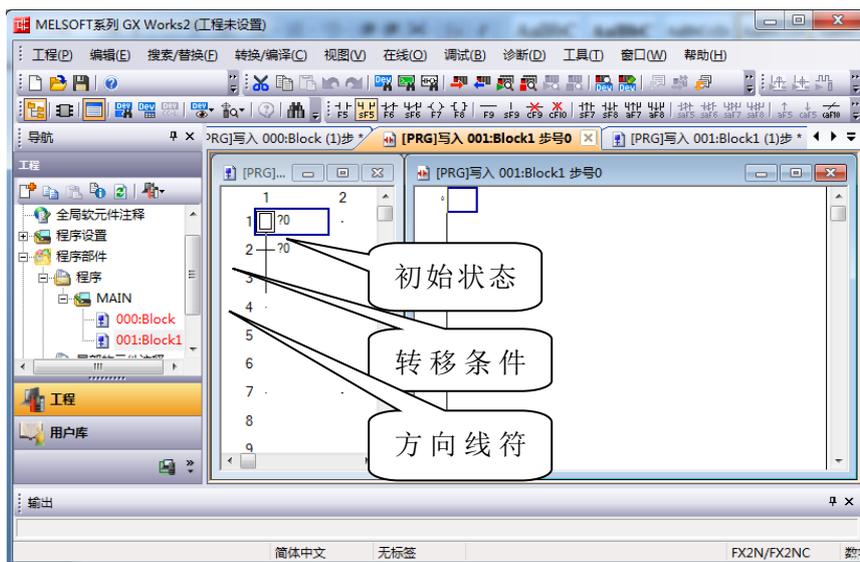


图 3-9 SFC 编程编写内部程序界面



图 3-10 SFC 编程编写状态转移条件界面

光标在对于状态或转移条件处停留,即可在右边的编写状态梯形图。如图 5-31 与图 5-32 所示。在 SFC 程序中每一个状态或转移条件都是以 SFC 符号的形式出现在程序中,每一种 SFC 符号都对应图标和图标号。下面我们输入使状态发生转移的条件,在 SFC 程序编辑窗口将光标移到第一个转移条件符号处(如上图标注)。在右侧梯形图编辑窗口输入使状态转移的梯形图。T0 触点驱动的不是线圈,而是 TRAN 符号,意思是表示转移(Transfer),在 SFC 程序中所有的转移用 TRAN 表示,不可以用 SET + S□ 语句表示,这一点请注意。编辑完一个条件后按 F4 快捷键转换,转换后梯形图由原来的灰色变成亮白色,再看 SFC 程序编辑窗口中 1 前面的问号(?)不见了。下面我们输入下一个工步,在左侧的 SFC 程序编辑窗口中把光标下移到方向线底端,按工具栏中的工具按钮  或单击 F5 快捷键弹出步输入设置对话框,如图 5-33 所示。再按工具栏中的工具按钮  或单击 F5 快捷键弹出转移条件输入设置对话框,如图 5-34 所示。

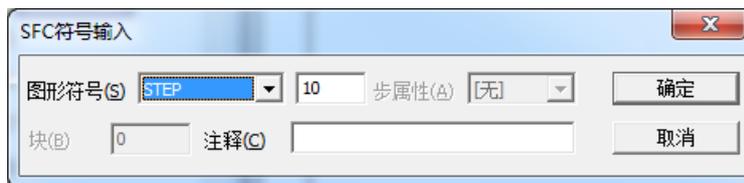


图 3-11 步输入设置对话框



图 3-12 转移条件输入对话框

输入图标号后点击确定,这时光标将自动向下移动,此时我们看到步图标号前面有一个问号(?) ,

这表示对此步我们还没有进行梯形图编辑同样右边的梯形图编辑窗口是灰色的不可编辑状态,如图 3-12 所示。

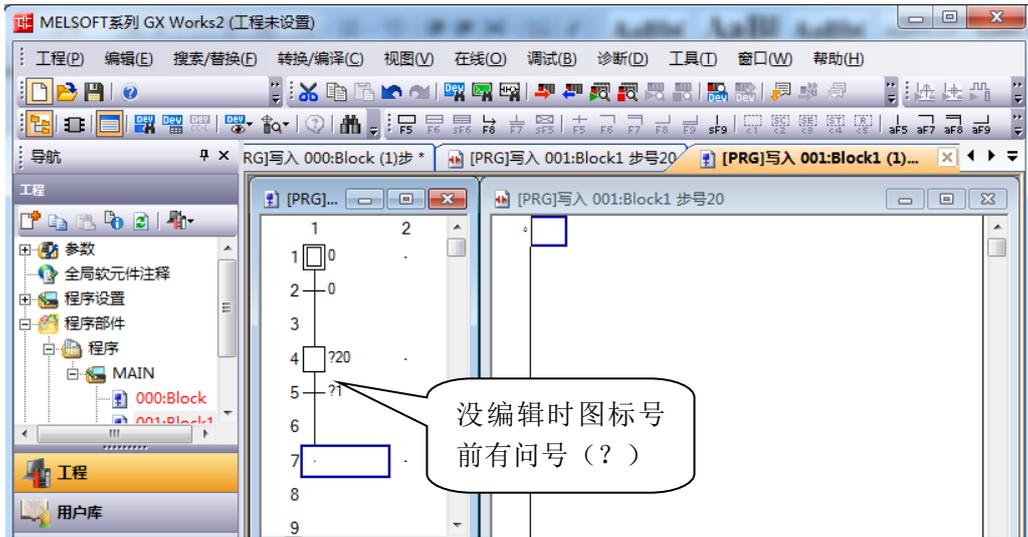


图 3-13 有?表示没编辑

下面对工步进行梯形图编程,将光标移到步符号处(在步符号处单击),此时再看右边的窗口边场合可编辑状态,在右侧的梯形图编辑窗口中输入梯形图,此处的梯形图是指程序运行到此工步时要驱动哪些输出线圈,本例中我们要求工步 20 驱动输出线圈 Y0 以及 T0 线圈,用相同的方法把控制系统的一个周期编辑完后,最后要求系统能周期性的工作,所以在 SFC 程序中要有返回原点的符号。在 SFC 程序中用 **F8** (JUMP) 加目标号进行返回操作,如图 5-36 所示。输入方法是把光标移到方向线的最下端按 **F8** 快捷键或者点击 **F8** 按钮,在弹出的对话框中填入跳转的目的步号单击确定按钮。

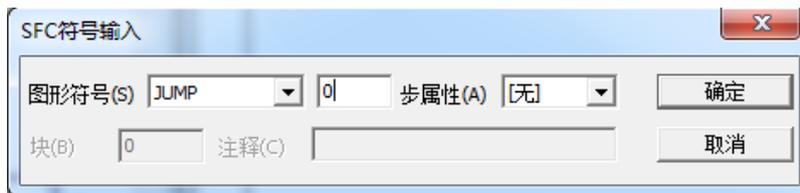


图 3-14 跳转符号输入

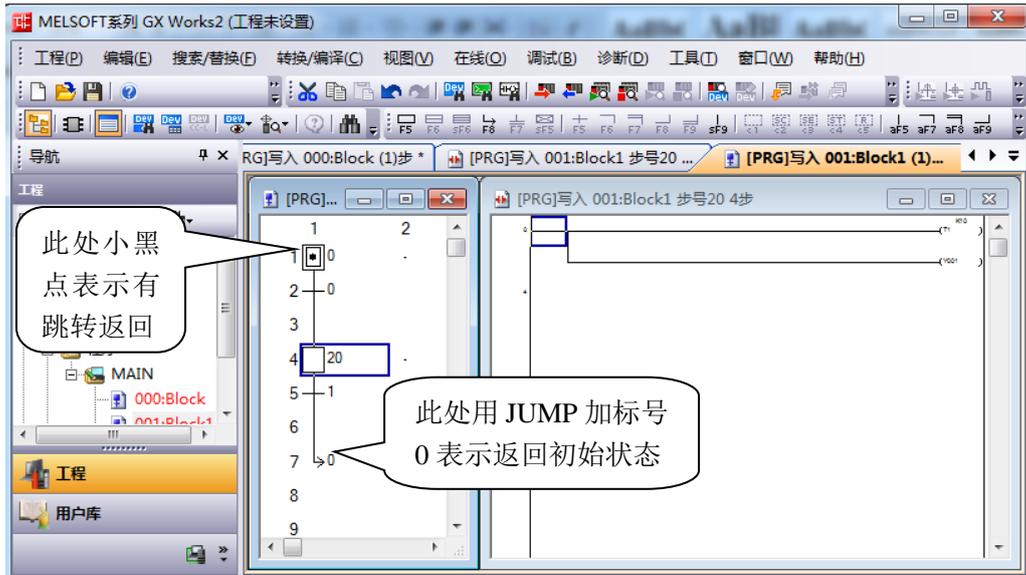


图 3-15 编辑完的 SFC 程序

当输入完跳转符号后,在 SFC 编辑窗口中我们可以看到有跳转返回的步符号的方框中多了一个小黑点儿,这说明此工步是跳转返回的目标步,这为我们阅读 SFC 程序也提供了方便。如图 5-37 所示为编辑完的 SFC 程序。编好完整的 SFC 程序,先进行全部程序的转换,可以用菜单选择或热键 Shift+Alt+F4,只有全部转换程序后才可下载调试程序。如图 5-38 所示。

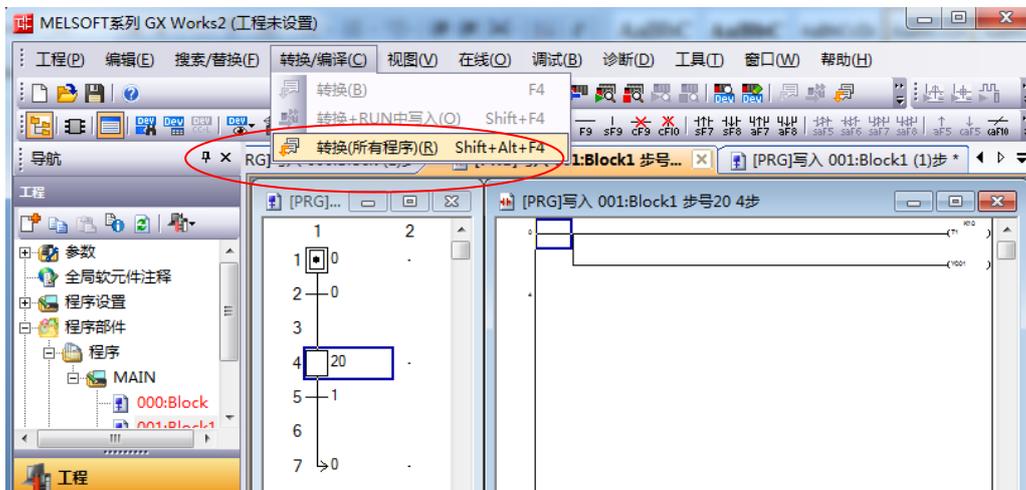


图 3-16 程序转换

编写好的程序可以在线调试也可以离线仿真调试,单击菜单“调试”可以选择。观察编程功能是否实现。如图 3-16 所示。

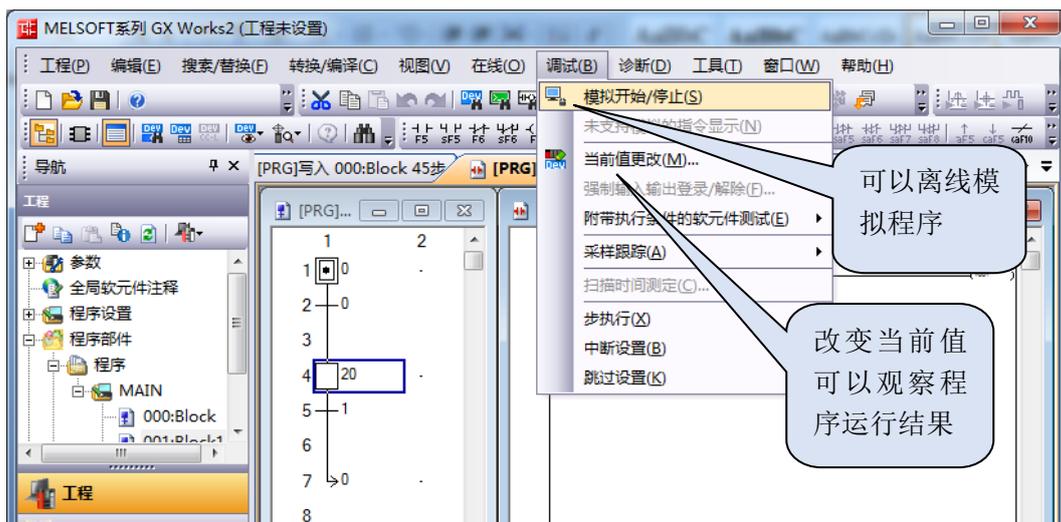
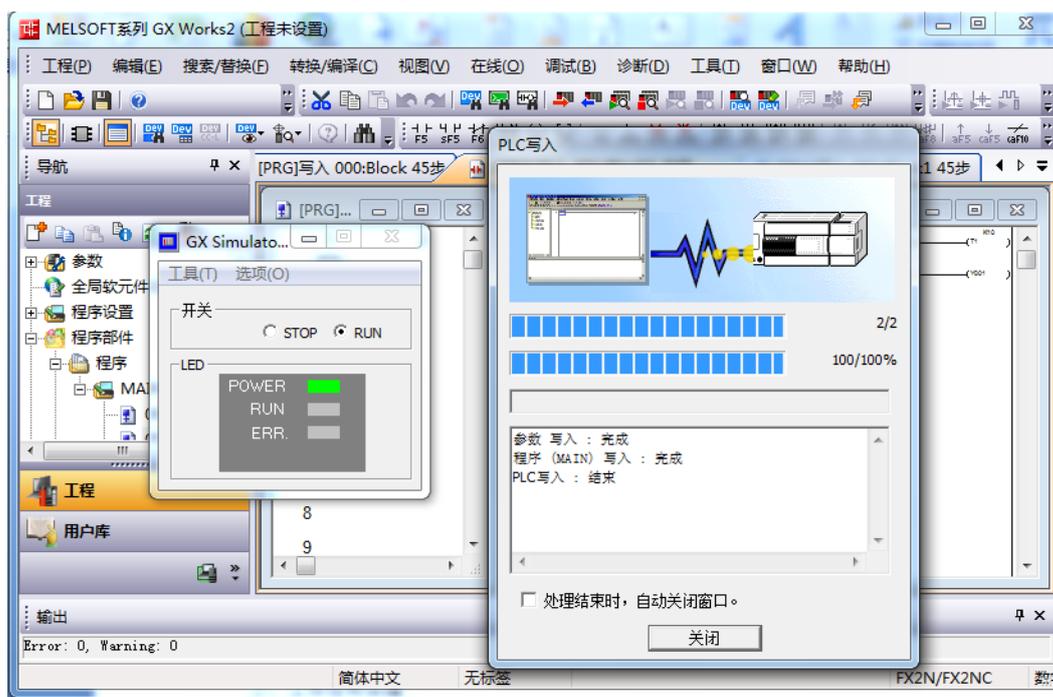


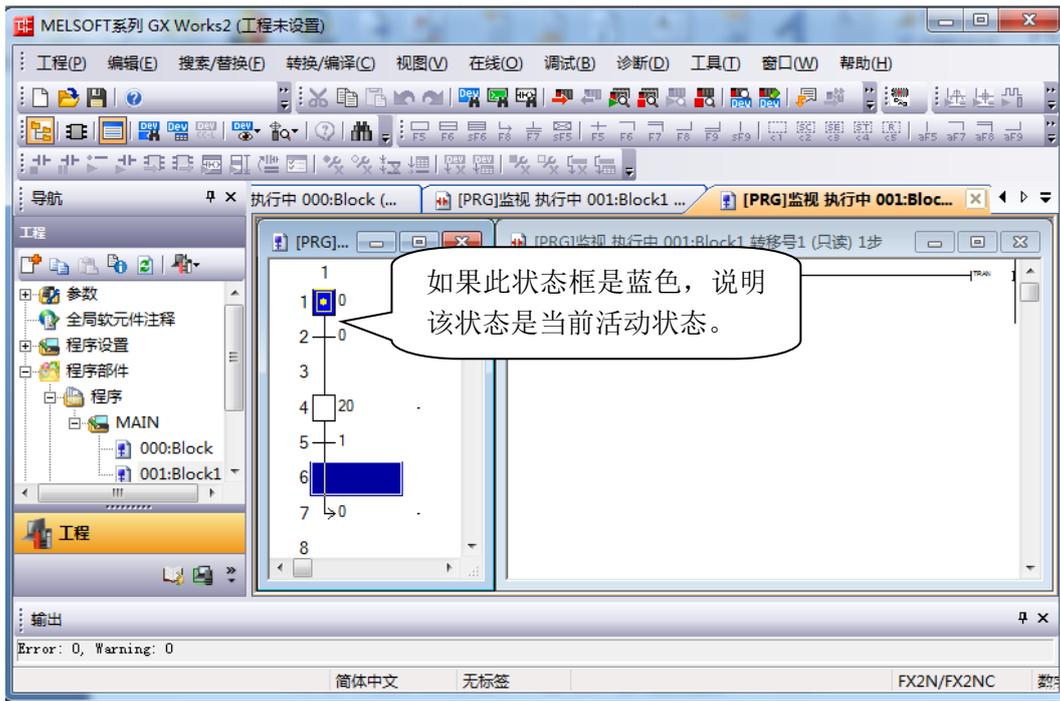
图 3-17 程序调试选择菜单

选择“模拟开始/停止”菜单后，会弹出图 模拟写入对话框，并显示程序写入进程。如图 5-40 所示。



四、

图 3-18 模拟写入对话框



五、

图 3-19 调试监控界面

以上介绍了单序列的 SFC 程序的编制方法，通过学习我们基本了解了 SFC 程序中状态符号的输入方法。在 SFC 程序中仍然需要进行梯形图的设计，SFC 程序中所有的状态转移用 TRAN 表示。调试监控界面如图 3-19 所示。

SFC 并行流程图编程

当转换条件满足时会导致几个序列同时激活，这些序列称为并行序列。为了强调转换的同步实现，连线用双水平线表示。如图 5-42 所示为并行序列功能表图及其梯形图程序，并行序列的开始也称为分支，如图中 X1。当 S30 处于活动步时，若 X1 条件满足，同时激活 S31 步及 S33 步。并行序列的结束称为合并（汇合），当直接连在双线上的所有前级步 S32、S34 都处于活动状态，并且转换条件 X4 满足时，才会发生转移，激活 S35 步。

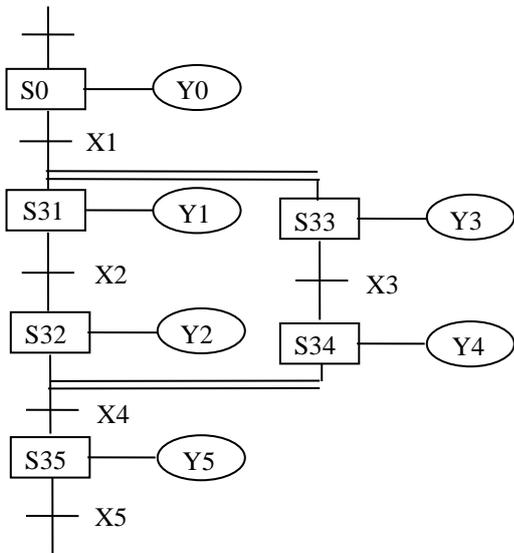


图 3-20 并行序列功能表图

在 GX Works2 软件中，输入并行分支有两种方法。

方法一：控制要求 X1 触点接通状态发生转移，将光标移到条件 0 方向线的下方，单击工具栏中的并行分支写入按钮  或者按 ALT+F8 快捷键，使并行分支写入按钮处于按下状态，在光标处按住鼠标左键横向拖动，直到出现一条细蓝线，放开鼠标，这样一条并行分支线就被输入。如图 5-43 所示。注意：在用鼠标操作进行划线写入时，只有出现蓝色细线时才可以放开鼠标，否则输入失败。

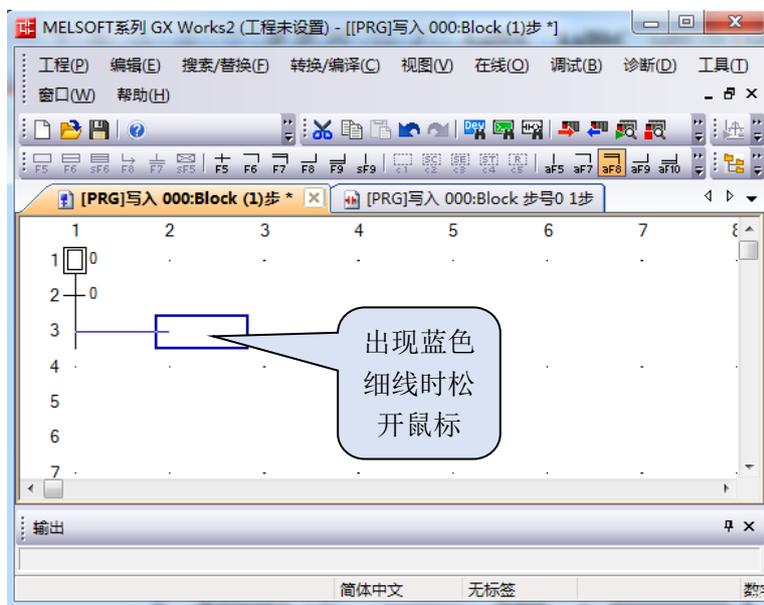


图 5-43 并行分支线方法一

方法二：并行分支线的输入也可以采用另一中中发法输入，双击转移条件 1 弹出 SFC 符号输入对话框（如图 5-44）。在图标号下拉列表框中选择第三行“==D”项，单击确定按钮返回，一条并行分支线被输入。并行分支线输入以后，如图 5-45 所示。

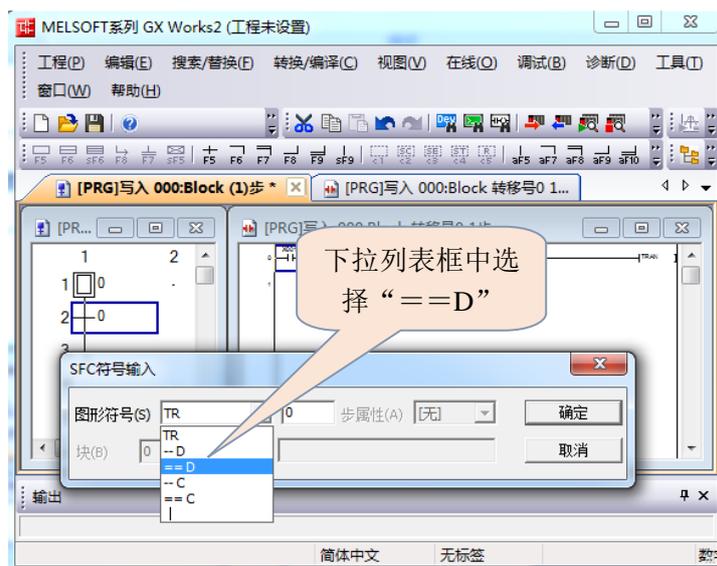


图 5-44 并行分支线的输入方法二

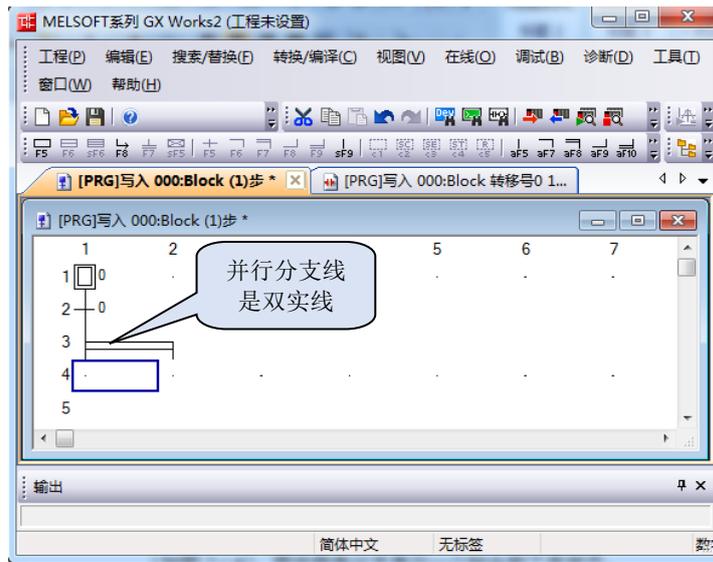


图5-45 并行分支线输入后

5.3.4 SFC 选择流程图编程

当满足对应转换条件激活对应的序列，这些序列称为选择序列。如下图 5-46 所示为选择分支。

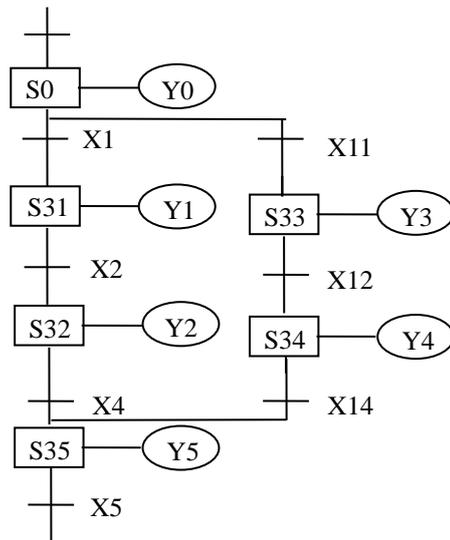


图5-46 选择序列功能表图

在 GX Works2 软件中，输入选择分支有两种方法。

方法一：控制要求 X1 触点接通状态发生转移，将光标移到条件 0 方向线的上方，单击工具栏中的选择分支写入按钮  或者按 ALT+F7 快捷键，使选择分支写入按钮处于按下状态，在光标处按住鼠标左键横向拖动，直到出现一条细蓝线，放开鼠标，这样一条选择分支线就被输入。注意：在用鼠标操作进行划线写入时，只有出现蓝色细线时才可以放开鼠标，否则输入失败。

方法二：双击转移条件 0 弹出 SFC 符号输入对话框。在图标号下拉列表框中选择第三行 "--D" 项，单击确定按钮返回，一条选择分支线被输入。

7) FX 系列 PLC 指令集:

序号	助记符	功 能
1	LD	常开触点逻辑运算开始
2	LDI	常闭触点逻辑运算开始
3	OUT	线圈驱动
4	AND	常开触点串联连接
5	ANI	常闭触点串联连接
6	OR	常开触点并联连接
7	ORI	常闭触点并联连接
8	ORB	串联回路块的并联连接
9	ANB	并联回路块的串联连接
10	MC	公共串联接点的连接
11	MCR	MC 的复位
12	SET	动作保持
13	RST	清除动作保持, 当前值及寄存器清零
14	PLS	上升沿微分输出
15	PLF	下降沿微分输出
16	NOP	无动作
17	END	输入输出处理以及返回到 0 步
18	CJ	条件跳转
19	CALL	调用子程序
20	SREI	子程序返回
21	CMP	比较
22	ZCP	区域比较
23	MOV	传送
24	CML	反向
25	BMOV	成批传送
26	FMOV	多点传送
27	XCH	交换
28	BCD	BCD 交换
29	BIN	BIN 交换
30	ADD	BIN 加法运算
31	SUB	BIN 减法运算
32	MUL	BIN 乘法运算

33	DIV	BIN 除法运算
34	INC	BIN 增加
35	AND	逻辑与
36	OR	逻辑或
37	XOR	逻辑异或
38	NEG	求补
39	ROR	循环右移
40	ROL	循环左移
41	RCR	带进位循环右移
42	RCL	带进位循环左移
43	SFTR	位右移
44	SFTL	位左移
45	WSFR	字右移
46	WSFL	字左移
47	SFWR	移位写入
48	SFRD	移位读出
49	ZRST	全部复位
50	DECO	译码
51	ENCO	编码
52	PLSY	脉冲输出
53	PWM	脉宽调制
54	EBCD	二进制浮点→十进制浮点
55	EBIN	十进制浮点→二进制浮点
56	EADD	二进制浮点数加法
57	ESUB	二进制浮点数减法
58	EMUL	二进制浮点数乘法
59	EDIV	二进制浮点数除法
60	ESOR	二进制浮点数除法
61	INT	二进制浮点数→BIN 整数变换
62	SIN	浮点数 SIN 运算
63	COS	浮点数 COS 运算
64	TAN	浮点数 TAN 运算
65	SWAP	高位低位字节

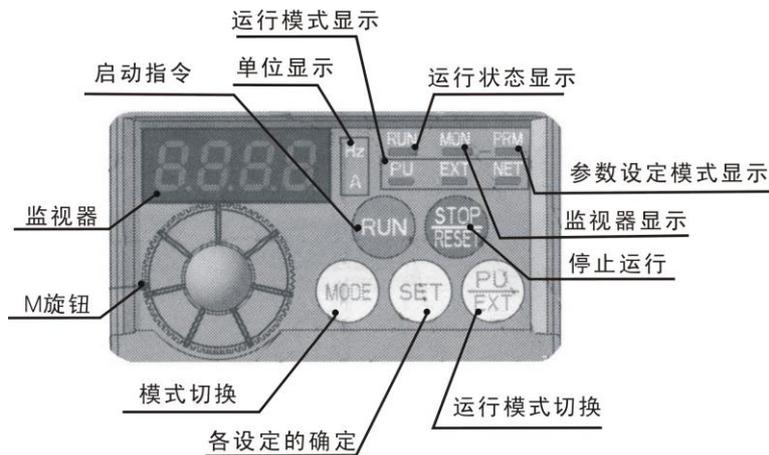
四、三菱变频器简介

三菱通用变频器 FR-A700 变频器，该变频器具有以下特点：

1. 最高水准的驱动性能：发挥普通电机的最高性能、驱动带编码器的电机实现高精度控制。
2. 长寿命设计和寿命诊断功能：使用长寿命元器件、最先进的寿命诊断方式、维护时间设定。
3. 丰富的网络功能：RS-485 通讯、支持各种主要网络（CC-Link、SSCNETIII、PROFIBUS-DP、等）。
4. 对环境的友好性：电磁噪声低、带有浪涌电流吸收回路。
5. 简单操作，维护方便：带旋钮的操作面板。
6. 多种先进功能：先进的电机自整定、停电减速功能、再生制动回避功能、脉冲串 I/O 功能、增强 I/O 端子的功能等。
7. 方便进行直流母线连接。
8. 对应全球各种标准：漏、源型逻辑可以切换，宽电压范围。
9. 适应风机、泵类负载：V/F 曲线 5 点可调整、反转时直接启动功能等。
10. 节能专用功能。

三菱变频器参数设置及操作

1. 变频器操作面板说明



2. 基本操作面板功能说明

运行模式显示	PU: PU 运行模式时亮灯; EXT: 外部运行模式时亮灯; NET: 网络运行模式时亮灯。
单位显示	Hz: 显示频率时亮灯; A: 显示电流时亮灯; (显示电压时熄灯, 显示设定频率监视时闪烁。)
监视器 (4 位 LED)	显示频率、参数编号等。
M 旋钮	用于变更频率设定、参数的设定值。按该按钮可显示以下内容: 监视模式时的设定频率; 校正时的当前设定值; 错误历史模式时的顺序。
模式切换	用于切换各设定模式。和 $\frac{PU}{EXT}$ 键同时按下也可以用来切换运行模式。长按此键 (2 秒) 可以锁定操作。
各设定的确定	运行中按此键则监视器出现以下显示: 运行频率→输出电流→输出电压
运行状态显示	变频器动作中亮灯/闪烁。亮灯: 正转运行中, 缓慢闪烁 (1.4 秒循环); 反转运行中, 快速闪烁 (0.2 秒循环) (按 RUN 键或输入启动指令都无法运行时; 有启动指令, 频率指令在启动频率以下时; 输入了 MRS 信号时)。
参数设定模式显示	参数设定模式时亮灯。
监视器显示	监视模式时亮灯。

停止运行	也可以进行报警复位。
运行模式切换	用于切换 PU/外部运行模式。使用外部运行模式（通过另接的频率设定旋钮和启动信号启动的运行）时请按此键，使表示运行模式的 EXT 处于亮灯状态。（切换至组合模式时，可同时按 MODE 键（0.5 秒）或者变更参数 Pr. 79。） PU：PU 运行模式；EXT：外部运行模式；也可以解除 PU 停止。
启动指令	通过 Pr. 40 的设定，可以选择旋转方向。

3. 参数设置方法

(1) 恢复参数为出厂值

设置步骤	操作	显示
1	电源接通时显示的监视器画面	0.00
2	按 PU 键，进入 PU 运行模式	PU 显示灯亮
3	按 EXT MODE 键，进入参数设定模式	P0
4	旋转旋钮，将参数编号设定为 ALLC	ALLC
5	按 SET 键，读取当前的设定值。	0
6	旋转旋钮，将值设定为 1	1
7	按 SET 键确定	闪烁

(2) 变更参数的设定值

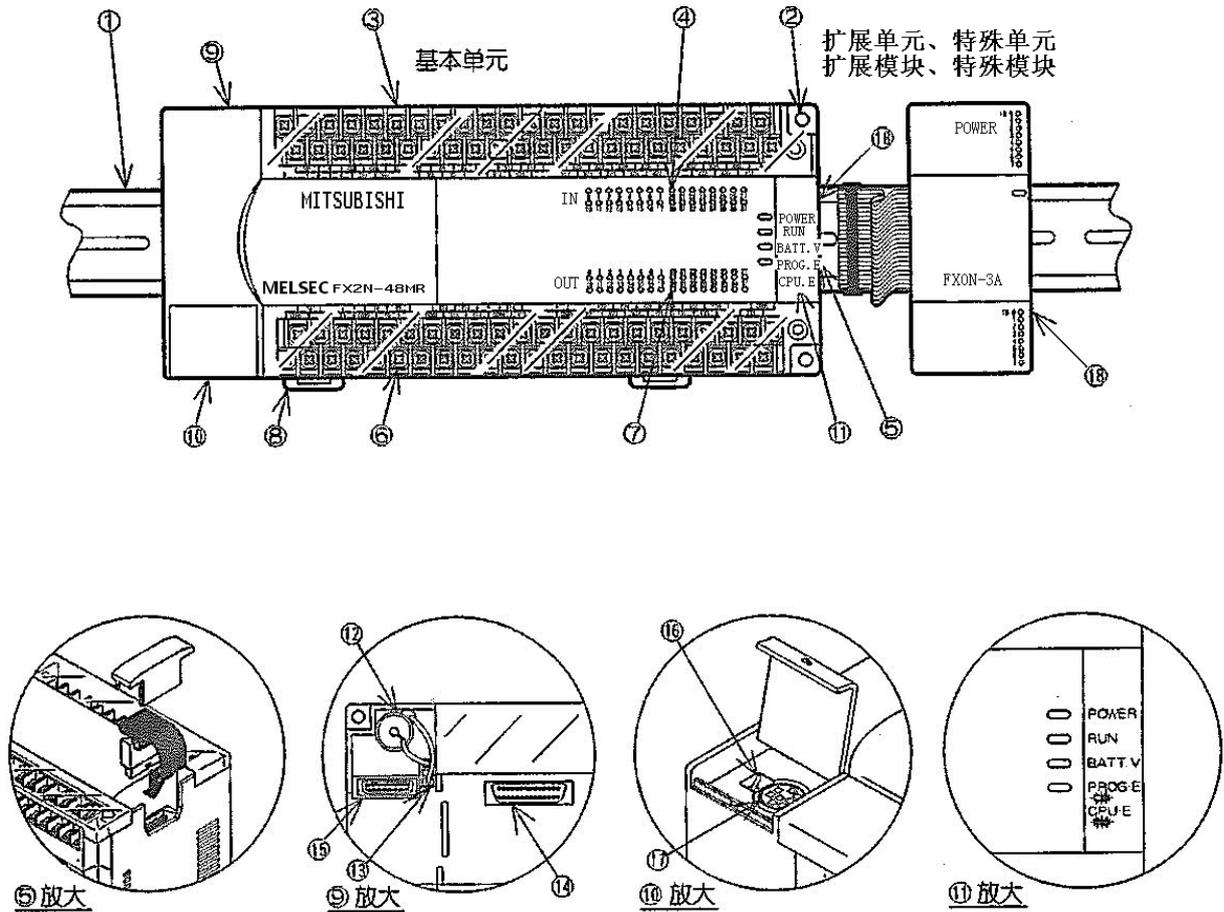
设置步骤	操作	显示
1	电源接通时显示的监视器画面	0.00
2	按 PU 键，进入 PU 运行模式	PU 显示灯亮
3	按 EXT MODE 键，进入参数设定模式	P0
4	旋转旋钮，将参数编号设定为 P1	P1
5	按 SET 键，读取当前的设定值。	120.0
6	旋转旋钮，将参数编号设定为 50.00Hz	50.00
7	按 SET 键确定	闪烁

使用注意事项：

1. 防止触电：当通电或正在运行时，请不要打开前盖板；不要用湿手操作变频器。
2. 防止火灾：变频器不要靠近易燃物品；在直流端子 P/+、N/- 上请勿直接连接电阻器。
3. 防止损坏：各端子上的电压只能是使用手册上规定的电压；确定外部导线与正确的端子相连接。
4. 电源一定不能接到变频器输出端子（U、V、W）上，否则将损坏变频器。
5. 运行一次后想改变接线时，应切断电源 10 分钟以上，用万用表等测试电压后再进行接线工作。
断电后一段时间内电容上仍然有危险的高压电。
6. 变频器输出端的短路或接地会引起变频器模块的损坏。
7. 请不要使用变频器输入侧的电磁接触器启动、停止变频器。
8. 在停电后电源恢复时，如果需要防止机械再启动，在设计变频器一次侧的电磁接触器的同时，还应设计将控制的启动信号断开。（停电后若启动信号原样保持，电源恢复后变频器会自动再启动。）
9. 过负载运行时注意：变频器反复进行高频率的运行，停止时，有大量的电流反复通过，使得变频器的晶体管元件因温度反复上升、下降造成热疲劳而导致使用寿命缩短。因热疲劳受电流的大小影响，因此通过限制电流或降低启动电流等时可以延长其使用寿命，但如果电流本身降低则会引起旋转动力不足，无法启动等。因此，可以采取扩大变频器容量，以增加电流富余空间的措施。

五、可编程控制器简介

1. PLC 部件的名称



① 35mm宽DIN导轨

② 安装孔4个(Ø4.5)

(32点以下者2个)

③ 电源、辅助电源、输入信号用的装卸式端子台(带盖板, FX2N-16M除外)

④ 输入指示灯

⑤ 扩展单元、扩展模块、特殊单元、特殊模块、接线插座盖板

⑥ 输出用的装卸式端子台(带盖板, FX2N-16M除外)

⑦ 输出动作指示灯

⑧ DIN导轨装卸用卡子

⑨ 面板盖

⑩ 外围设备接线插座、盖板

⑪ 动作指示灯

POWER: 电源指示

RUN: 运行指示灯

BATT.V: 电池电压下降指示

PROG-E: 出错指示闪烁(程序出错)

CPU-E: 出错指示亮灯(CPU出错)

⑫ 锂电池(F2-40BL, 标准装备)

⑬ 锂电池连接插座

⑭ 另选存储器滤波器安装插座

⑮ 功能扩展板安装插座

⑯ 内置RUN/STOP开关

⑰ 编程设备、数据存储单元接线插座

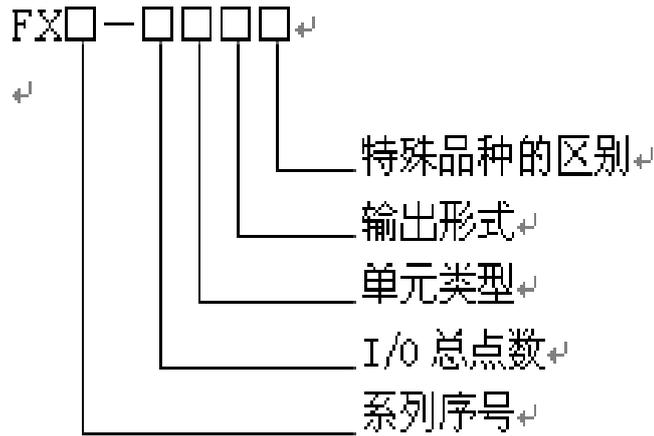
⑱ 产品型号指示

2. 型号名称体系及其种类

FX 系列是三菱 PLC 产品中的最大家族成员。基本单元(主机)有 FX0、FX0S、FX0N、FX1、FX2、FX2C、FX1S、FX2N、FX2NC 等 9 个系列。每个系列又有 14、16、32、48、64、80、128 点等不同输入输出点数的机型，每个系列还有继电器输出、晶体管输出、晶闸管输出三种输出形式。

1、FX 系列 PLC 型号的含义

FX 系列可编程控制器型号命名的基本格式如下图所示：



说明：

系列序号：0, 0S, 0N, 1, 2, 2C, 1S, 2N, 2NC。

I/O 总点数：14~256。

单元类型：M--基本单元；

E--输入输出混合扩展模块；

EX--输入专用扩展模块；

EY--输出专用扩展模块；

输出形式：R--继电器输出；

T--晶体管输出；

S--晶闸管输出

特殊品种区别：

001--AC100/200V 电源、DC24V 输入（内部供电）

D--DC 电源，DC 输入；

AI--AC 电源，AC 输入；

H--大电流输出扩展模块(1A/1 点) V--立式端子排的扩展模块；

C--接插口输入输出方式；

F--输入滤波器 1ms 的扩展模块；

L--TTL 输入型扩展模块；

S--独立端子(无公共端)扩展模块。

例如：FX2N---48MR-001 含义是：FX2N 系列，输入输出总点数为 48 点，继电器输出、AC100/200V 电源、DC24V 输入（内部供电）

2、FX 系列 PLC 的基本性能指标规格

FX 系列 PLC 的一般技术指标包括基本性能指标、输入技术指标及输出技术指标分别如下表所示：

表： FX2N 系列 PLC 的性能规格

辅助继电器 (M 线圈)	一般	500 点	M0~M499
	锁定	2572 点	M500~M3071
	特殊	256 点	M8000~M8255
状态继电器 (S 线圈)	一般	490 点	S0~S499
	锁定	400 点	S500~S899(490 点)
	初始	10 点	S0~S9
定时器 (T)	信号报警	100 点	S900~S999
	100ms	0~3276.7s 200 点	T0~T199
	10ms	0~327.67s 46 点	T200~T245
	1ms 保持型	0~32.767s 4 点	T246~T249
计数器 (C)	100ms 保持型	0~3276.7s 6 点	T250~255
	一般 16 位	0~32767 数 200 点	C0~C199 类型: 16 位上计数器
	锁定 16 位	100 点 (子系统)	C100 至 C199 类型: 16 位上计数器
	一般 32 位	-2147483648~ +2147483647 35 点	C200~C219 类型: 32 位上/下计数器
高速计数器 (C)	锁定 32 位	15 点	C220~C234 类型: 16 位上/下计数器
	单相	-2147483648~ +2147483647 数	C235~C240, 6 点
	单相 C/W 起始 停止输入		C241~C245, 5 点
	双相		C246~C250, 5 点
A/B 相	C251~C255, 5 点		
数据寄存器(D)	一般	200 点	D0~D199 类型: 32 位元件的 16 位数据存储寄存器对
	锁定	7800 点	类型: 32 位元件的 16 位数据存储寄存器对
	文件寄存器	7000 点	D1000~D7999 通过 14 块 500 程式步 的参数设置 类型: 16 位数据存储寄存器
	特殊	256 点	从 D8000~D8255 类型: 16 位数据存储寄存器
	变址	16 点	V0~V7 以及 Z0~Z7 类型: 16 位数据存储寄存器
指针 (P)	用于 CALL	128 点	P0~P127
	用于中断	6 输入点中断 3 定时器中断 6 计数器中断	100*~150*和 16**~18** (上升触发*=1, 下降触发*=0, **= 时间 (单位: ms)
嵌套层次		用于 MC 和 MRC 时 8 点	N0~N7
常数	十进制 K		16 位: -32768~+32768 32 位: -2147483648~+2147483647
	十六进制 H		16 位: 0000~FFFF 32 位: 0000~FFFFFFFF
	浮点		32 位: $\pm 1.175 \times 10^{-38}$, $\pm 3.403 \times 10^{38}$ (不能直接输入)

六、传感器简介

1. 色标传感器，型号：KT3W-N1116



参数：

检测距离：12.5±2mm；

工作电压：10-30VDC±20%；

使用方法：先将标记物放在测量光点位置，按住“Teach”按键至少1秒，第一次自学习完成；再将标记物移开，按住“Teach”按键至少1秒，第二次自学习完成。

自学习指示灯（状态指示灯）：若闪烁，说明前后两次光对比度不够，需重复上面步骤。若不闪烁，自学习完成。

2. 数字光纤传感器 E3X-ZD



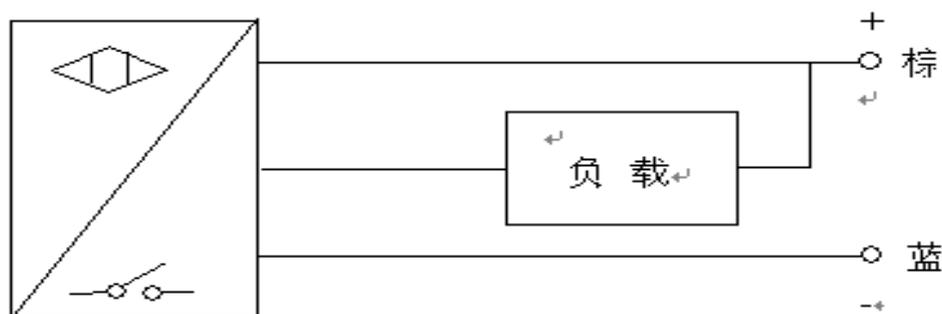
参数:

使用环境照度: 白炽灯: 10000LX 以下, 太阳光: 20000LX 以下;

工作电压: $12-24 \pm 10\%VDC$;

使用方法: 在有无被测物的情况下, 分别按下“Teach”键即可完成阈值设定。“L/D”键, 切换“L-ON”或“D-ON”状态, 即有光时或无光时动作。“+”或“-”阈值调整。

3. 接近开关 LE4-1K (电感传感器)



参数:

(1) 电源 U: $10-30VDC$;

I: $\leq 200mA$;

NPN 三线常开 ;

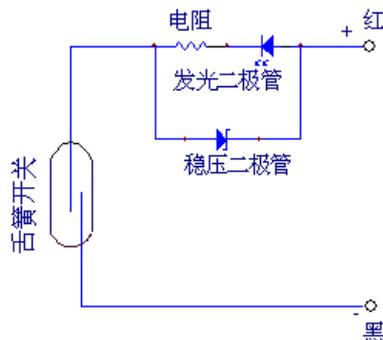
(2) 检测距离 (Sn) : $4mm \pm 20\%$;

(3) 静态电流: $\leq 2.5mA$;

(4) 检测介质: 金属物体 ;

(5) 指示灯: 动作显示 (红色 LED)

4. 磁性开关 D-C73



名称	D—C73	
用途	继电器、程序控制器	
负载电压	24 V DC	100 V AC
负载电流	5 mA~40 mA	5 mA ~0 mA
泄漏电流	0 mA	
内部电压降	≤2.4V	
指示灯	接通时发光二极管亮	
安装形式	轨道安装	
响应时间	≤1.2ms	
绝缘电阻	500 V DC 时, ≥50MΩ	
绝缘耐压	1500 V AC, 1min 不击穿	
环境温度	-10 °C~+60 °C	
保护构造	IEC 规格 IP67, 防浸 (JISC0920) 以及防油构造	

5. 距离设定型光电开关 E3Z-LS61



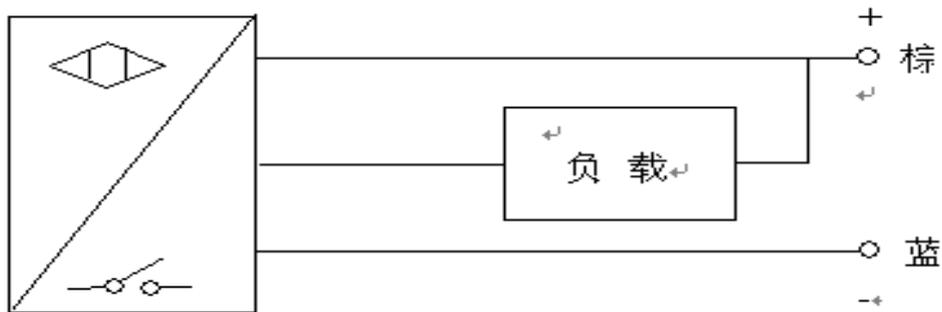
参数:

工作电压: 12-24VDC±10%, 30mA 以下

输出形式: NPN 输出

设定范围: 40-200mm 以上 (白底纸); 40-160mm 以上 (黑纸)

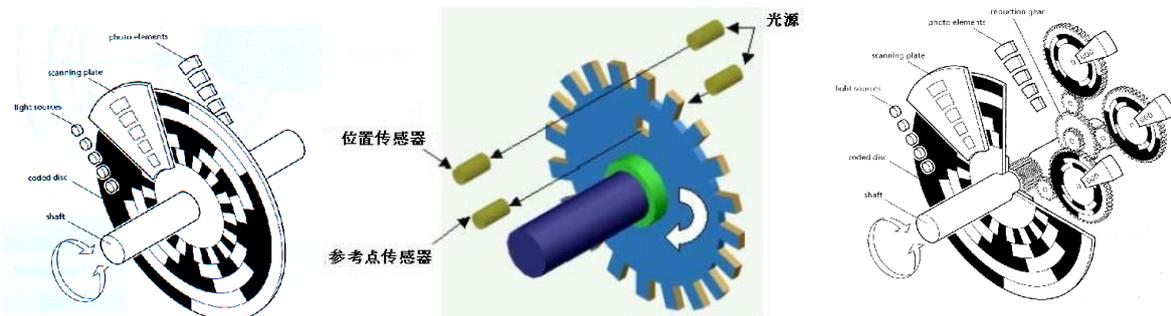
6. 光电开关（红外线反射型）SB03-1K



参数:

- (1) 电源 U: 10-30VDC;
I: $\leq 200\text{mA}$;
NPN 三线常开 ;
- (2) 检测距离 (Sn) : 300mm, 尾部小旋钮可调;
- (3) 静态电流: $\leq 2.5\text{mA}$;
- (4) 指示灯: 动作显示 (红色 LED)

7. 编码器



旋转增量值编码器以转动时输出脉冲，通过计数设备来计算其位置，当编码器不动或停电时，依靠计数设备的内部记忆来记住位置。这样，当停电后，编码器不能有任何的移动，当来电工作时，编码器输出脉冲过程中，也不能有干扰而丢失脉冲，不然，计数设备计算并记忆的零点就会偏移，而且这种偏移的量是无从知道的，只有错误的生产结果出现后才能知道。

解决的方法是增加参考点，编码器每经过参考点，将参考位置修正进计数设备的记忆位置。在

参考点以前，是不能保证位置的准确性的。为此，在工控中就有每次操作先找参考点，开机找零等方法。这样的方法对有些工控项目比较麻烦，甚至不允许开机找零（开机后就要知道准确位置），于是就有了绝对编码器的出现。

绝对编码器光码盘上有许多道光通道刻线，每道刻线依次以 2 线、4 线、8 线、16 线等编排，这样，在编码器的每一个位置，通过读取每道刻线的通、暗，获得一组从 2 的零次方到 2 的 n-1 次方的唯一的 2 进制编码（格雷码），这就称为 n 位绝对编码器。这样的编码器是由光电码盘的机械位置决定的，它不受停电、干扰的影响。

绝对编码器由机械位置决定的每个位置是唯一的，它无需记忆，无需找参考点，而且不用一直计数，什么时候需要知道位置，什么时候就去读取它的位置。这样，编码器的抗干扰特性、数据的可靠性大大提高了。

从单圈绝对值编码器到多圈绝对值编码器

旋转单圈绝对值编码器，以转动中测量光电码盘各道刻线，以获取唯一的编码，当转动超过 360 度时，编码又回到原点，这样就不符合绝对编码唯一的原则，这样的编码只能用于旋转范围 360 度以内的测量，称为单圈绝对值编码器。如果要测量旋转超过 360 度范围，就要用到多圈绝对值编码器。

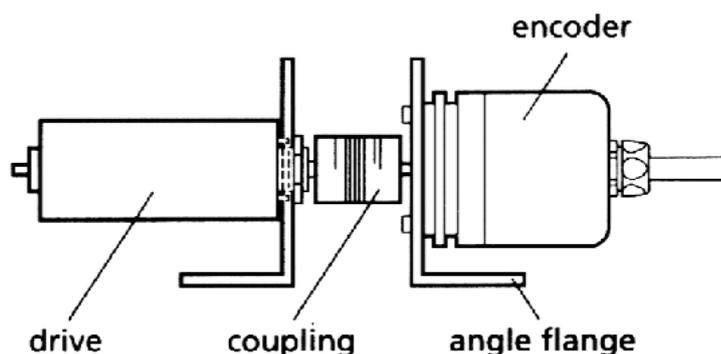
编码器生产厂家运用钟表齿轮机械的原理，当中心码盘旋转时，通过齿轮传动另一组码盘（或多组齿轮，多组码盘），在单圈编码的基础上再增加圈数的编码，以扩大编码器的测量范围，这样的绝对编码器就称为多圈式绝对编码器，它同样是由机械位置确定编码，每个位置编码唯一不重复，而无需记忆。

多圈编码器另一个优点是由于测量范围大，实际使用往往富裕较多，这样在安装时不必要费劲找零点，将某一中间位置作为起始点就可以了，而大大简化了安装调试难度。

绝对值编码器长度测量的应用

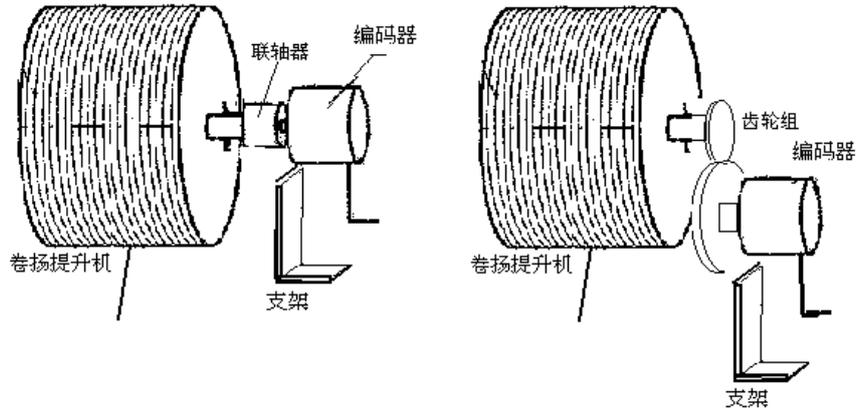
一. 绝对值旋转编码器的机械安装:

绝对值旋转编码器的机械安装有高速端安装、低速端安装、辅助机械装置安装等多种形式。



高速端安装：安装于动力马达转轴端（或齿轮连接），此方法优点是分辨率高，由于多圈编码器有 4 0 9 6 圈，马达转动圈数在此量程范围内，可充分用足量程而提高分辨率，缺点是运动物体通过减速齿轮后，来回程有齿轮间隙误差，一般用于单向控制定位。另外编码器直接安装于高速端，马达抖动须较小，不然易损坏编码器。

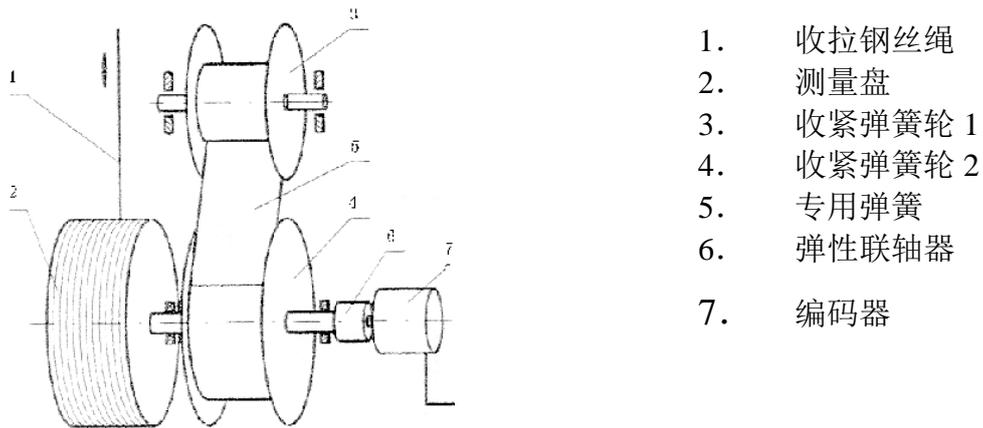
低速端安装:



安装于减速齿轮后，如卷扬钢丝绳卷筒的轴端或最后一节减速齿轮轴端，此方法已无齿轮来回程间隙，测量较直接，精度较高。

另外，GPMV0814 机械转数为 90 圈，用此方法较合理，如果卷筒转数超过 90 圈，可用 1: 3 或 1: 4 齿轮组调整至转数测量范围内。

辅助机械安装，收绳机械安装:



钢丝绳弹簧收紧器原理图

用钢丝绳收绳器测量
油缸行程示意图



收绳机械有弹簧自收绳位移传感器——柔性钢丝绳连接运动物体，钢丝绳盘紧在一个测量轮上，依靠恒力弹簧回收钢丝绳。编码器连接于盘紧测量轮轴端，测量钢丝绳来回运动的旋转角度。

第三章 自动化生产线综合实训系统实训项目

实训一 三菱 PLC 编程软件使用实训

一、实训目的

1. 通过编程软件的学习掌握三菱 GX 软件的使用

二、实训设备

1. 三菱 plc 实训挂箱 1 只
2. 按钮挂箱 1 只
3. 安装有 GX 软件的 PC 机 1 台

三、实训步骤

启动 GX 软件，用鼠标单击工具栏上的“工程”→“创建新工程”按钮，选择所使用的 PLC 系列（FXCPU）、PLC 类型（FX2N），再单击“确认”按钮。

1. 按“F2”进入“写入模式”，将光标移动到第一行母线右侧，选择功能图上的常开按钮（F5），在弹出的对话框中输入该常开触点的编号 X0，按“确定”；接着再选择功能图上的常闭按钮（F6），输入该触点的编号 X1 按“确定”；最后选择功能图上的线圈按钮（F7），输入该线圈的编号 M0 按“确定”；然后将光标移至下一行起始处，选择功能图上的常开按钮（F5），在弹出的对话框中输入自保触点 M0，按“确定”；将光标垂直上移一行，选择功能图上的竖线按钮（shift+F9），与 X0 并联，完成第一段的输入。

2. 将光标定位在下一行母线右侧，根据步骤 2 操作方法输入常开触点 M0 和线圈 Y0。

3. 若要删除一行，可将光标移至要删除行的起始处，选择“编辑”菜单中的“行删除”命令即可；若要插入一行，可将光标移至要插入处，选择“编辑”菜单中的“行插入”命令；若删除后留有一些竖线，可将光标移至该竖线的右上侧，然后按功能图上的删除竖线按钮即。完成程序的输入后，按 F4，进行程序变换/编译。

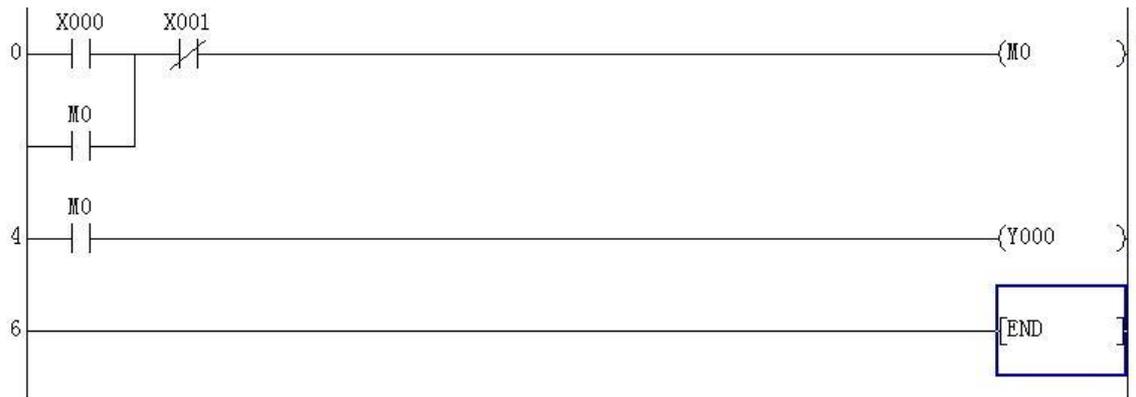
4. 将编辑好的程序存盘，选择“工程”菜单中的“保存工程”或工具栏中的保存按钮，即可弹出保存对话框，在保存对话框中选择所保存的驱动器/路径、工程名、索引等。

5. 将编辑好的程序传入 PLC，先用 SC-09 连接 PC 机与 PLC。在软件中选择“在线”菜单中的“传输设置”，在“串行”选项中选择 COM 端口和传送速度并确认。然后选择“在线”菜单中的“PLC 写入”，先勾选“程序”下的“MAIN”，在“程序”分选项下选择“步范围”，输入该程序的步数，点击“执行”将程序下载到 PLC 中。在下载时，若 PLC 处于运行状态，会弹出对话框将 PLC 停止，下载完成后重新启动 PLC。

6. 上电后，用 3 号线从接线板上的“48 号端子（PLC 输入 COM）引出一根线，触碰 49 号端子（PLC 输入 X0）后，PLC 输出点 Y0 接通；触碰 50 号端子（PLC 输入 X1）后，Y0 断开指示灯熄灭。

7. 选择“在线”菜单中的“监视”→“监视模式”，可在屏幕中看到运行过程中各触点的接通与断开状态，从而可检查程序中的错误。

四、参考程序



五、结论及思考题

1. 在使用软件的过程中，有哪些快捷键进行快速输入？

实训二 基本指令的编程练习

(一) 与或非逻辑功能实验

一、实训目的

1. 熟悉 PLC 装置
2. 熟悉 PLC 及实验系统的操作
3. 掌握与、或、非逻辑功能的编程方法

二、实训设备

1. 三菱 plc 实训挂箱 1 只
2. 按钮挂箱 1 只
3. 安装有 GX 软件的 PC 机 1 台

三、实训原理

调用 PLC 基本指令，可以实现“与”“或”“非”逻辑功能

四、输入/输出接线列表

输入	X10	X11	输出	Y1	Y2	Y3	Y4
接线	X10	X11	接线	Y01	Y02	Y03	Y04

五、实训步骤

通过专用电缆连接 PC 与 PLC 主机。打开编程软件，逐条输入程序，检查无误并把其下载到 PLC 主机后，将主机上的 STOP/RUN 按钮拨到 RUN 位置，运行指示灯点亮，表明程序开始运行，有关的指示灯将显示运行结果。

拨动输入开关 X10、X11，观察输出指示灯 Y1、Y2、Y3、Y4 是否符合与、或、非逻辑的正确结果。

六、梯形图参考程序

参考图 1-1

(二) 定时器/计数器功能实训

一、定时器的认识实训

(1) 实训目的

认识定时器，掌握针对定时器的正确编程方法

(2) 实训原理

定时器的控制逻辑是经过时间继电器的延时动作，然后产生控制作用。其控制作用同一般继电器。

(3) 梯形图参考程序

参考图 2-1

二、定时器扩展实训

(1) 实训目的

掌握定时器的扩展及其编程方法

(2) 实训原理

由于 PLC 的定时器都有一定的定时范围。如果需要的设定值超过机器范围，我们可以通过几个定时器的串联组合来扩充设定值的范围。

(3) 梯形图参考程序

参考图 2-2

三、计数器认识实训

(1) 实训目的

认识计数器，掌握针对计数器的正确编程方法

(2) 实训原理

三菱 FX2N 系列的内部计数器分为 16 位二进制加法计数器和 32 位增计数 / 减计数器两种。其中的 16 位二进制加法计数器，其设定值在 K1~K32767 范围内有效。

这是一个由定时器 T0 和计数器 C0 组成的组合电路。T0 形成一个设定值为 1 秒的自复位定时器，当 X10 接通，T0 线圈得电，经延时 1 秒，T0 的常闭接点断开，T0 定时器断开复位，待下一次扫描时，T0 的常闭接点才闭合，T0 线圈又重新得电。即 T0 接点每接通一次，每次接通时间为一个扫描周期。计数器对这个脉冲信号进行计数，计数到 10 次，C0 常开接点闭合，使 Y0 线圈接通。从 X10 接通到 Y0 有输出，延时时间为定时器和计数器设定值的乘积： $T_{总}=T0 \times C0=1 \times 10=10S$ 。

(3) 梯形图参考程序

参考图 2-3。

1) 计数器的扩展实训

(1) 实训目的

掌握计数器的扩展及其编程方法

(2) 实训原理

由于 PLC 的计数器都有一定的定时范围。如果需要的设定值超过机器范围，我们可以通过几个计数器的串联组合来扩充设定值的范围。

此实训中，总的计数值 $C_{总}=C0 \times C1=20 \times 3 \times 1=60S$

(3) 梯形图参考程序

参考 2-4。

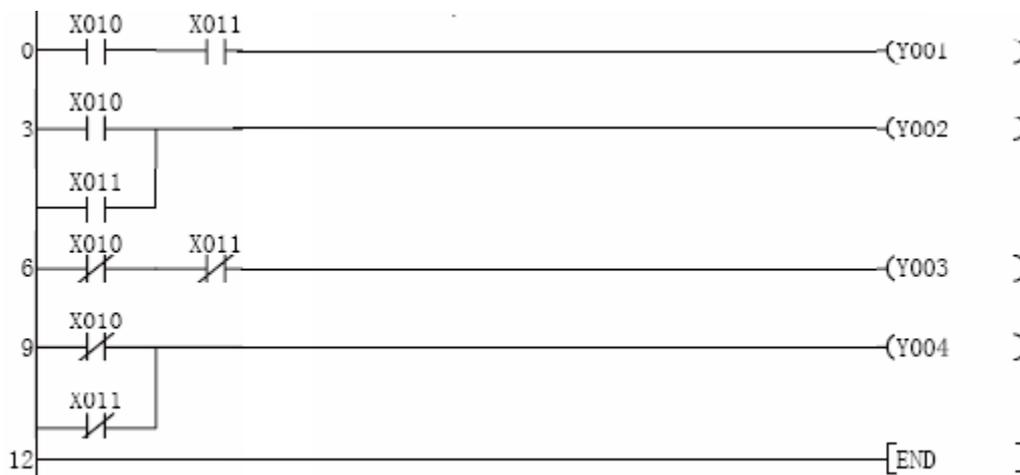


图1—1

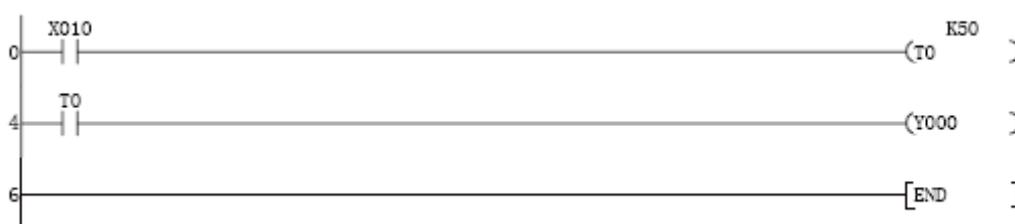


图 2-1

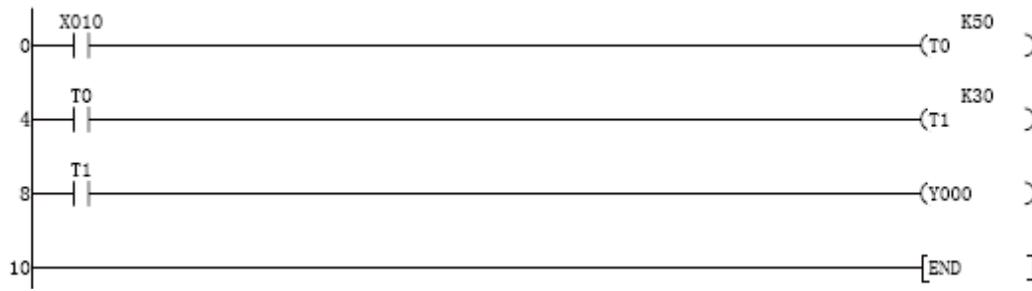


图 2-2



图 2-3

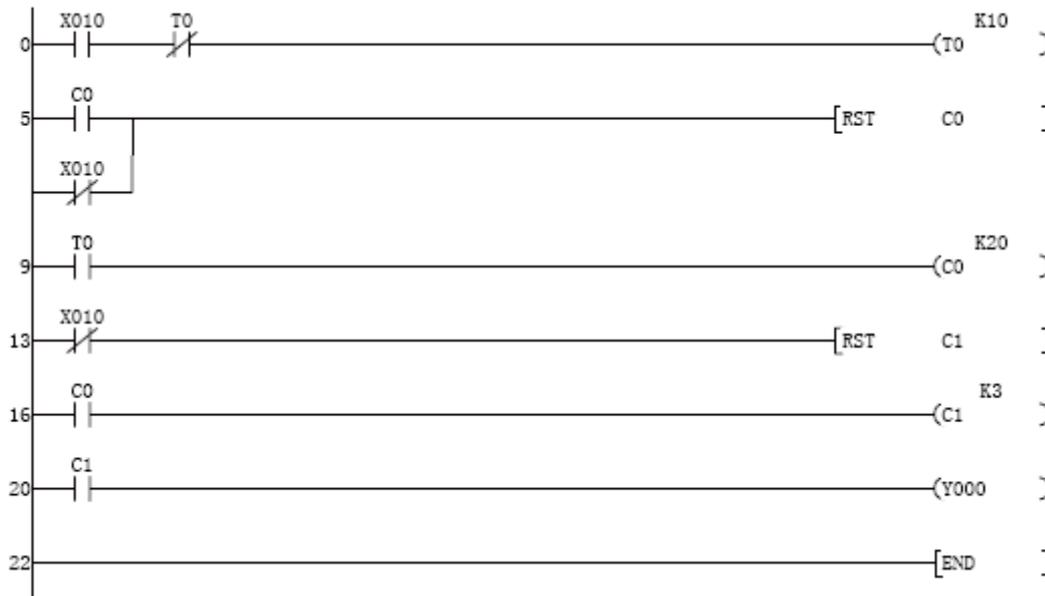


图 2-4

实训三 变频调速技能实训

(一) 变频器功能参数设置与操作

一、实训目的

了解并掌握变频器操作面板操作方法及变频器参数的设置。

二、实训设备

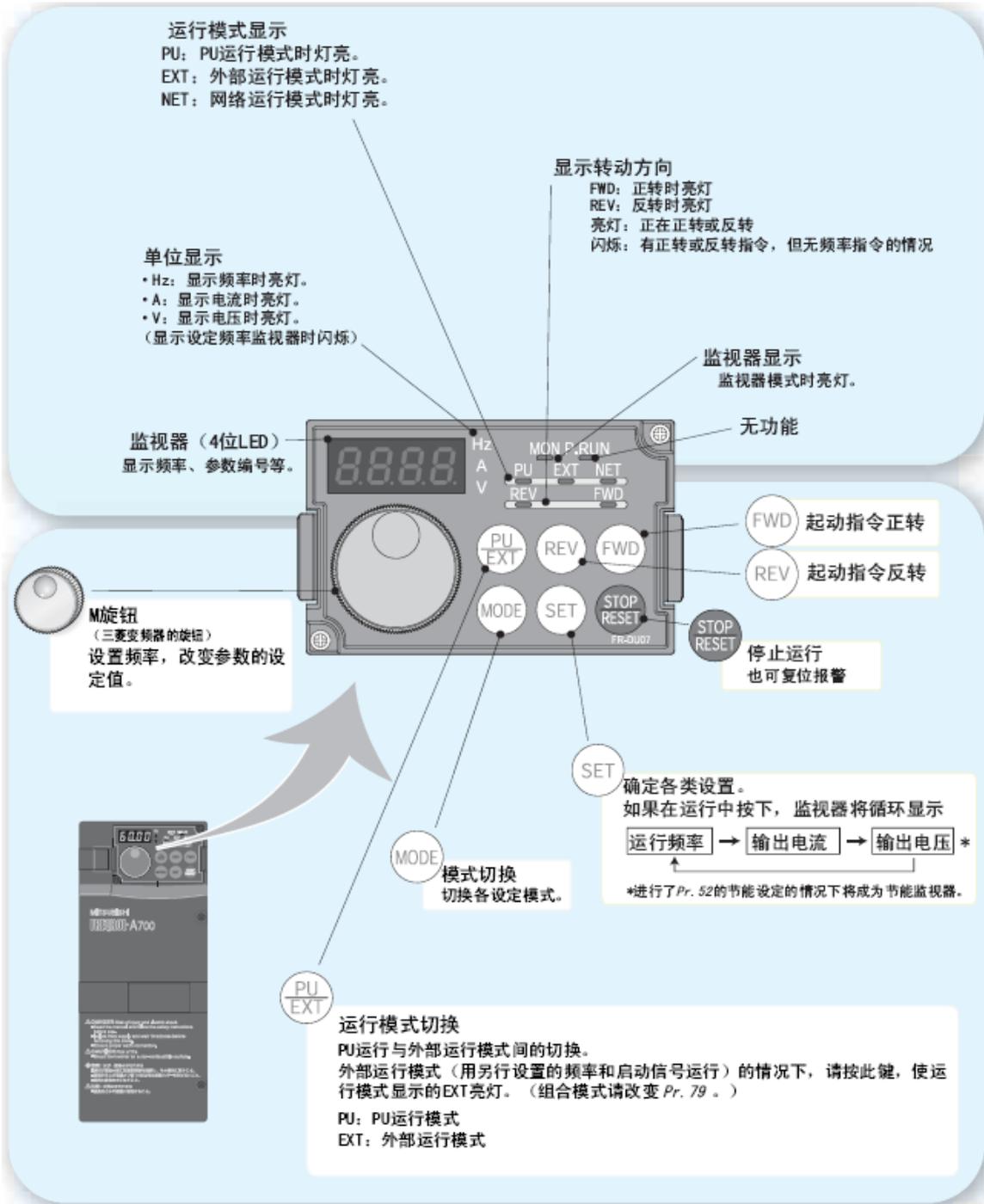
序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	变频器挂箱		1	
2	实训导线	三号、四号	若干	
3	三相减速电机		1	
4	万用表	(用户自备)	1	

三、控制要求

通过变频器操作面板设置参数，控制变频器启、停等，变频器的输出最高频率不要超过电机的额定运转频率。

四、PU 操作面板各部分说明

序号	名称	功能	备注
1	PU EXT	运行模式切换：PU 运行与外部运行模式间的切换。 外部运行模式的情况下，请按此键，使运行模式显示的 EXT 亮灯。(组合模式请改变 P 79)	
2	REV	启动指令反转	
3	FWD	启动指令正转	
4	MODE	模式切换：切换各设定模式	
5	SET	确定各类设置。如果在运行中按下，监视器将循环显示： 运行频率——输出电流——输出电压——运行频率	
6	STOP RESET	停止运行，也可复位报警	
7	M 旋钮	设置频率，改变参数的设定值	
8	监视器	4 位 LED，显示频率，参数编号等	
9	Hz/A/V	单位显示：HZ 显示频率时亮灯；A 显示电流时亮灯；V 显示电压时亮灯	
10	MON P	监视器显示，监视器模式时亮灯	
11	PU/EXT/N ET	运行模式显示：PU PU 运行模式时亮灯； EXT 外部运行模式时亮灯；NET 网络运行模式时亮灯	
12	REV/FWD	显示转动方向：REV 反转时亮灯；FWD 正转时亮灯	



五、参数更改操作及报错

变更示例 变更 Pr. 1 上限频率。

操作	显示
1. 电源接通时画面变为显示监视器。	
2. 按下 ，切换到PU运行模式。	PU显示灯亮。
3. 按下 ，切换到参数设定模式。	
4. 按下 ，拧到 P. 1 (Pr. 1)。	
5. 按下 ，读取目前设定的值。 显示“1200”（初始值）。	
6. 按下 设定值变更为“6000”。	
7. 按下 ，进行设定。	

闪烁…参数设定完毕!!

- 旋转 ，能够读取其他的参数。
- 按下 ，再次显示设定值。
- 按两次 ，显示下一个参数。
- 按两次 ，返回频率监视器。

出错信息:

Er1	
名称	禁止写入错误
内容	1. Pr. 77 参数写入选择中设定为禁止写入，这样的情况下采取写入动作时 2. 频率跳变的设定范围重复时。 3. V/F5 点可调整的设定值重复的情况下。 4. 参数单元和变频器不能正常通信时。
检查要点	1. 请确认 Pr. 77 参数写入选择的设定值。 2. 请确认 Pr. 31~Pr. 36 的设定值。 3. 请确认 Pr. 100~Pr. 109 的设定值。 4. 请确认参数单元与变频器的连接。
Er2	
名称	运行中写入错误
内容	在 Pr. 77 不等于 2(任何运行模式下都可写入)的情况下,在运行中或 STF(STR)置为 ON 时采取参数写入动作时。
检查要点	. 请确认 Pr. 77 的设定值。

	. 是否是运行中?
措施	. 请设置为 Pr. 77=2。 . 停止运行后进行参数的写入动作。
Er3	
名称	校正错误
内容	模拟输入的偏置、增益的校正值过于接近时。
检查要点	请确认校正参数 C3、C4、C6、C7（校正功能）的设定值。
Er4	
名称	模式指定错误。
内容	在 Pr. 77 不等于 2 的情况下，在外部或网络运行模式下进行参数设定时。
检查要点	1. 运行模式是否为“PU 运行模式”？ 2. 请确认 Pr. 77 的设定值。
措施	1. 把运行模式切换为“PU 运行模式”后进行参数设定。 2. 请设置为 Pr. 77=2 后进行参数设定。

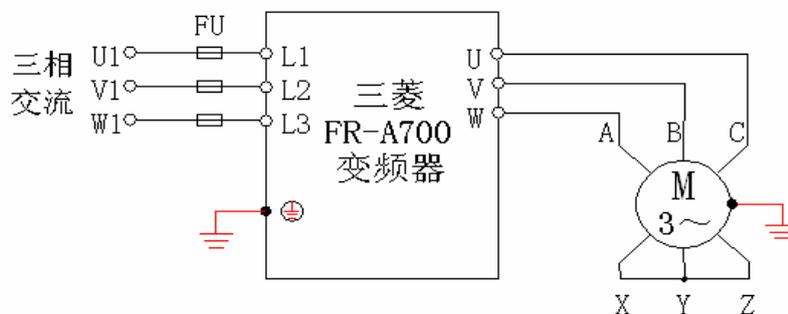
六、参数清除及全部清除操作

1. 供给电源后，按“PU/EXT”键切换到 PU 运行模式。
2. 按“MODE”键进行参数设定，使显示 P. N（例如：P. 0，N 为任意数）。
3. 旋转“M 旋钮”，找到 Pr. CL 参数清除（ALLC 参数全部清除）。
4. 按 SET 键读取当前设定值，显示 0，用旋钮改变为 1，按 SET 键进行设定。
5. 参数设定：

序号	变频器参数	出厂值	设定值	功能说明
1	P 1	120	50	上限频率(50Hz)
2	P 2	0	0	下限频率(0Hz)

七、实训步骤

1. 按下图连接变频器、异步电动机。



2. 按下装置启动按钮，给变频器供电，按 PU 键，旋转 M 旋钮直接设定频率，在数值闪烁时按 SET 键。

3. 按下 FWD/REV 使变频器运行，按 STOP/RESET 键停止。

4. 实训完毕，切断三相交流电源。

5. 实训总结

参考变频器使用手册，完成不同的实训项目，充分了解变频器的功能。

(二) 多段速度选择变频调速

一、实训目的

掌握变频器外部控制端子的功能，以及外部运行模式下变频器的操作方法。

二、实训设备

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	变频器挂箱		1	
2	实训导线	3号	若干	
3	实训导线	4号	若干	
4	三相减速电机		1	
5	万用表	(用户自备)	1	

三、实训要求

1. 变频器的输出最高频率不要超过电机的额定频率。电机为星形连接，通过外部接线端子的控制可以运行在不同的速度上。

2. 通过 RH、RM、RL 的不同组合，进行 7 段速度调速选择。

3. 通过 RH、RM、RL、REX 的不同组合，进行 15 段速度调速选择。通过改变不同的参数，可以自由设定每一段的速度。

四、参数功能表及接线图

1. 参数功能表：设置变频器多段速功能

序号	变频器参数	出厂值	设定值	功能说明
1	P 1	120	50	上限频率(50Hz)
2	P 2	0	0	下限频率(0Hz)
3	P 79	0	3	外部/PU 组合运行模式 1 运行频率：用 PU 设定或外部信号输入 启动信号：外部信号输入(端子 STF, STR)
4	P 178	60	60	STF (正转指令)
5	P179	61	61	STR (反转指令)
6	P 180	0	0	RL (低速运行指令)
7	P 181	1	1	RM (中速运行指令)
8	P182	2	2	RH (高速运行指令)
9	P 187	24	8	15 速选择 (同 RL、RM、RH 的 3 速组合) 信号名：REX
10	P 189	62	8	15 速选择 (同 RL、RM、RH 的 3 速组合) 信号名：REX

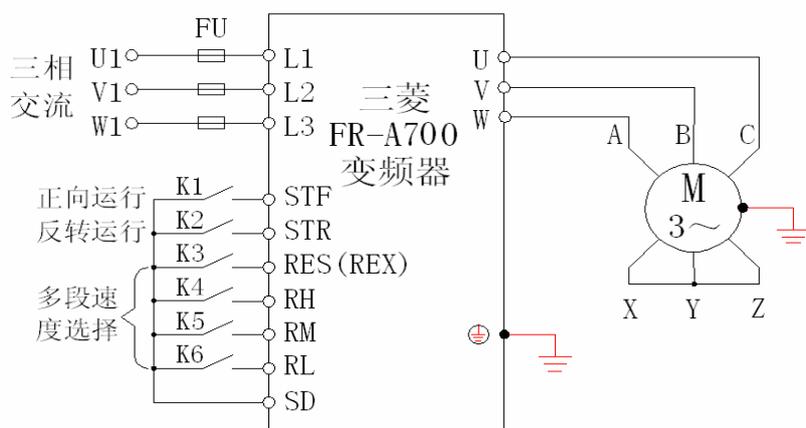
2. 速度参数设置如下表:

参数号	名称	设定值 (HZ)	设定范围	内容
P 4	多段速度设定 (高速)	50	0~400Hz	设定仅RH为ON时的频率
5	多段速度设定 (中速)	30	0~400Hz	设定仅RM为ON时的频率
6	多段速度设定 (低速)	10	0~400Hz	设定仅RL为ON时的频率
24	多段速度设定 (速度4)	4	0~400Hz, 9999	通过RH, RM, RL和REX信号的组合可以进行速度4~速度15的频率设定 9999: 未选择
25	多段速度设定 (速度5)	8	0~400Hz, 9999	
26	多段速度设定 (速度6)	12	0~400Hz, 9999	
27	多段速度设定 (速度7)	16	0~400Hz, 9999	
232	多段速度设定 (速度8)	20	0~400Hz, 9999	
233	多段速度设定 (速度9)	24	0~400Hz, 9999	
234	多段速度设定 (速度10)	28	0~400Hz, 9999	
235	多段速度设定 (速度11)	32	0~400Hz, 9999	
236	多段速度设定 (速度12)	36	0~400Hz, 9999	
237	多段速度设定 (速度13)	40	0~400Hz, 9999	
238	多段速度设定 (速度14)	44	0~400Hz, 9999	
239	多段速度设定 (速度15)	48	0~400Hz, 9999	

注: 设置参数前先将变频器参数复位为工厂的缺省设定值。

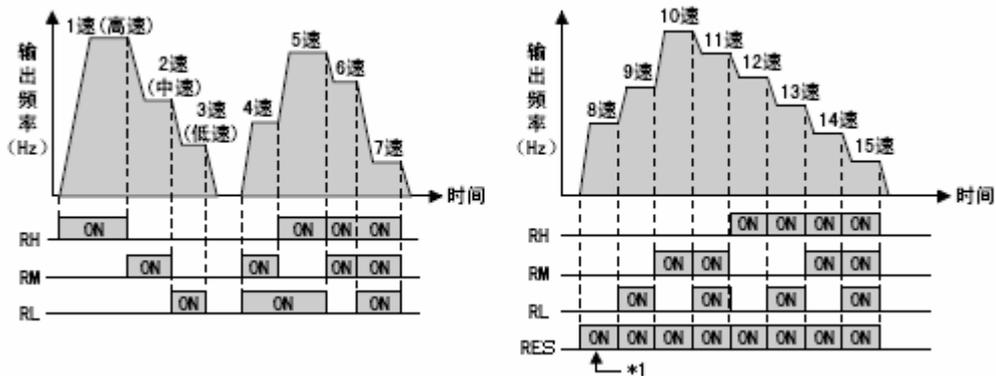
如果遇到不能清除参数的情况, 请将 Pr79=3、Pr77=2 设到变频器内。

1. 变频器外部接线图



五、实训步骤

- 按照实训线路连接开关、变频器与异步电动机。电机为星形连接。
- 按下装置启动按钮, 给变频器供电, 按PU键, 预先通过参数设定选择运行速度, 并通过接点端子来切换速度。
- 启动信号: 正向运行闭合K1, 断开K2; 反向运行断开K1, 闭合K2。
- 通过接点信号 (RH、RM、RL、REX 信号) 的 ON, OFF 操作即可以选择各个速度。即切换钮子开关 (K3、K4、K5、K6) 的通断, 观察变频器的输出频率, 对应组合开关的通断为所选的速度。切换方式如下图:



5. 实训现象有延时，请对变频器复位后，重新上述操作。

6. 实训完毕，切断三相交流电源。

六、实训总结

1. 通过设定不同的参数，观察输出频率的变化。也可通过设定参数，设定7段速调速等实训。
2. 通过上述实训，观察变频器输出频率，填写表格，总结频率输出与参数设定的关系。

序号	RH	RM	RL	RES	频率
1	1	0	0	0	
2	0	1	0	0	
3	0	0	1	0	
4	0	1	1	0	
5	1	0	1	0	
6	1	1	0	0	
7	1	1	1	0	
8	0	0	0	1	
9	0	0	1	1	
10	0	1	0	1	
11	0	1	1	1	
12	1	0	0	1	
13	1	0	1	1	
14	1	1	0	1	
15	1	1	1	1	

(三) 控制电机正反转运动控制

一、实训目的

掌握外部端子正反转运行的操作方法及加减速时间的设置。

二、实训设备

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	变频器挂箱		1	
2	实训导线	3号	若干	
3	实训导线	4号	若干	
4	三相减速电机		1	
5	万用表	(用户自备)	1	

三、实训要求

变频器的输出最高频率不要超过电机的额定运转频率。电机为星形连接，电机运行方向通过外部开关进行控制。

四、参数功能表及接线图

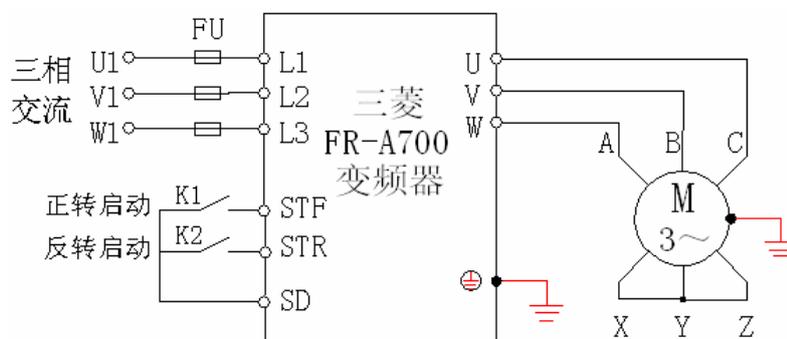
1. 参数功能表：设置变频器正反转运动

序号	变频器参数	出厂值	设定值	功能说明
1	P 1	120	50	上限频率(50Hz)
2	P 2	0	0	下限频率(0Hz)
3	P 79	0	3	外部/PU 组合运行模式 1 运行频率：用 PU 设定或外部信号输入 启动信号：外部信号输入（端子 STF, STR）
4	P 7	5	10	加速时间（10S）
5	P 8	5	10	减速时间（10S）
6	P 161	0	1	M 旋钮电位器设定模式（键盘锁定模式无效）

注：设置参数前先将变频器参数复位为工厂的缺省设定值。

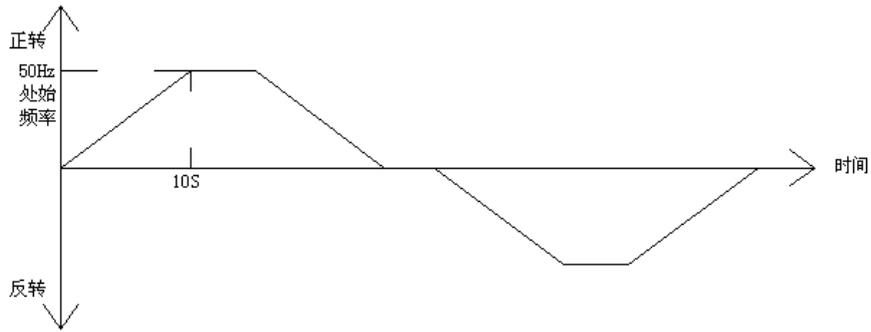
如果遇到不能清除参数的情况，请将 Pr79=3、Pr77=2 设到变频器内。

2. 实训连接线路



五、实训步骤

1. 按照实训线路连接开关、变频器与异步电动机。电机为星形连接。
2. 按下装置启动按钮，给变频器供电。按 PU 键，预先设定参数。
3. 操作变频器实现如下运行曲线



4. 将 K1 闭合, K2 断开, 电机正转。通过 M 旋钮调节变频器的输出频率, 输出最大 50HZ。K1 断开时, 电机停止运行。

5. 将 K1 断开, K2 闭合, 电机反转。通过 M 旋钮调节变频器的输出频率, 输出最大 50HZ。K2 断开时, 电机停止运行。

6. K1、K2 同时闭合时, 变频器不启动。将 K1 闭合, 电机开始运行; 再闭合 K2 时, 变频器的输出频率将慢慢降低后停止; 同理将 K2 闭合, 电机开始运行; 再闭合 K1 时, 变频器的输出频率也将慢慢降低后停止。

7. 实训现象有误时, 请对变频器复位后, 重新上述操作。

六、实训报告

1. 在启动变频器情况下, 调节变频器 M 旋钮, 观看变频器运行频率。
2. 设置变频器不同的加减速时间参数, 画运行曲线图。

实训四 自动化生产线综合实训系统网络的组建

一、实训目的

了解三菱 PLC 网络的组建及参数设置方法

二、实训设备

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1.	自动化生产线设备		1	
2.	总线电缆		若干	
3.	SC-09 通讯电缆		1	三菱
4.	计算机		1	自备

三、网络结构图



四、控制要求

1. 一号 FXPLC 作为 RS485 网络主站，能够对二号 FXPLC（RS485 网络从站）中的数据进行采集及控制。
2. 一号 FXPLC 将二号 FXPLC 中的 X0~X7 读至本站的 Y0~Y7 中，即二号站的 X0~X7 控制一号站的 Y0~Y7。
3. 一号 FXPLC 将本站中的 X0~X7 的数据写入二号 FXPLC 中的 Y0~Y7 中，即一号站的 X0~X7 控制二号站的 Y0~Y7。

五、功能指令使用及程序流程图

(一) 主站通信参数设置

1. 相关标志和数据寄存器

(1) 辅助继电器

序号	地址	名称	描述	特性	站类型
1.	M8038	网络参数设置	用来设置三菱 RS485 网络参数	只读	主/从
2.	M8183	主站通信错误	当主站点发生通信错误时，此位为 ON	只读	从
3.	M8184~M8190	从站通信错误	当从站点发生通信错误时，此位为 ON	只读	主/从
4.	M8191	数据通信标志位	数据通信时，此位为 IN	只读	主/从

(2) 数据寄存器

序号	地址	名称	描述	特性	站类型
1.	D8173	站点号	存储站点号	只读	主/从
2.	D8174	从站点数量	存储从站点的站点总数	只读	主/从

3.	D8175	刷新范围	存储刷新范围	只读	主/从
4.	D8176	站点号设置	设置站点号	只写	主/从
5.	D8177	总从站点数设置	设置总从站点数	只写	主
6.	D8178	刷新范围设置	设置刷新范围	只写	主
7.	D8179	重试次数设定	设定重试次数	读写	主
8.	D8180	通信超时设定	设定通信超时	读写	主
9.	D8201	当前网络扫描时间	存储当前网络扫描时间	只读	主/从
10.	D8202	最大网络扫描时间	存储最大网络扫描时间	只读	主/从
11.	D8203	主站点通信错误数目	存储主站点通信错误数目	只读	从
12.	D8204~D8210	从站点通信错误数目	存储从站点通信错误数目	只读	主/从
13.	D8211	主站点通信错误代码	存储主站点通信错误代码	只读	从
14.	D8212~D8218	从站点通信错误代码	存储从站点通信错误代码	只读	主/从

2. 相关参数设置程序编译



程序解读：以上程序设定从站数量为 1 个；数据刷新为“1”，具体如下表：

站点	位软元件 (M)	字软元件 (D)
主站	M1000~M1031	D0~D3
01 号从站	M1064~M1095	D10~D13

(二) 从站通信参数设置



程序解读：以上程序设定从站站地址为 1；并将输入输出点写入并读出。

六、操作步骤

1. 按网络结构图连接控制回路；
2. 将各站编译无误的控制程序下载至各站 PLC 中，并将模式选择开关拨至 RUN 状态；
3. 分别将主站及从站的输入点置位为 1，观察另外站点的输出点的状态。
4. 尝试编译新的控制程序，实现不同于示例程序的控制效果。

七、实训总结

尝试分析三菱 RS485 通信及数据读写的工作过程；

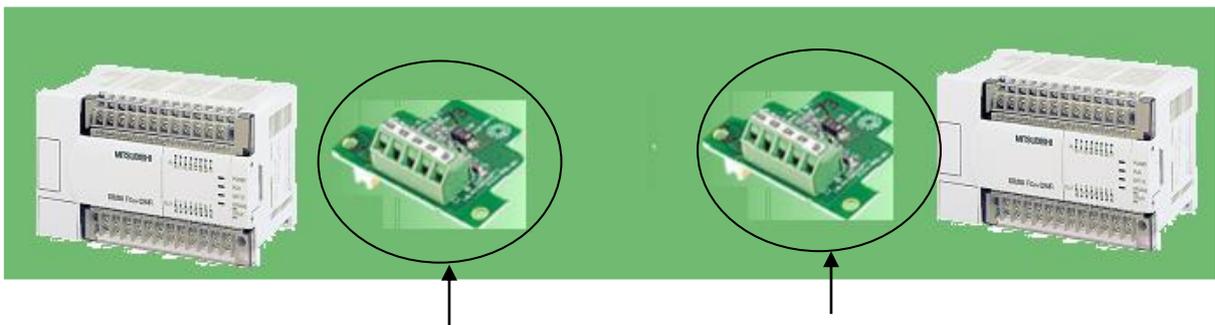
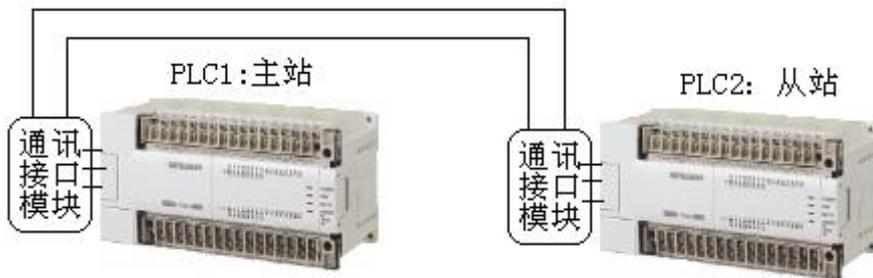
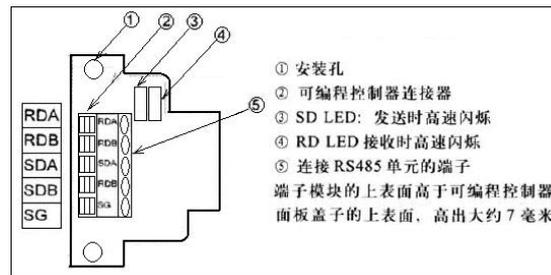
八、FX 的并联链接

概述：

1. 并联链接就是连接 2 台同一系列的 FX 系列 PLC，进行软件间相互链接，信息互换的功能。
2. 两台 FX 系列 PLC 进行并联链接，首先要确定主站及从站 PLC
3. FX0S, FX1 系列 PLC 不能进行并联链接。主从站的确定是通过如下特殊继电器来控制的。
4. 总延长距离最大可以达 500m (仅限于全部由 485ADP) 构成的情况，使用 FX2NC 可编程控制器以及 485BD 地连接的除外)

硬件接线

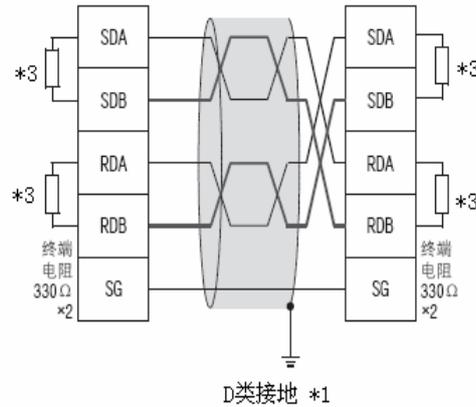
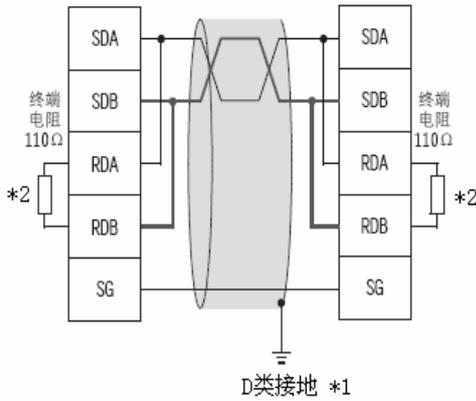
欲作并行链接通信，须现搭建硬件平台，通信接口模块 (RS485) 为网络通信接口。网络安装前，应断开电源。各站 PLC 应插上 RS485-BD 通信板。它的 LED 显示/端子排列如下图所示。



1. 对接线方式。

(接电阻的主要作用是抗干扰)

2. 对接线方式。



*1: 屏蔽双绞线采用 D 类接地

*2: RDA-RDB 间接 110 欧姆, 1/2W 终端电阻, 共两个。

*3: SDA-SDB、RDA-RDB 间接 330 欧姆, 1/4W 终端电阻, 共四个。

如果网络上各站点 PLC 已完成网络参数的设置, 则在完成网络连接后, 再接通各 PLC 工作电源, 可以看到, 各站通信板上的 SD LED 和 RD LED 指示灯两者都出现点亮/熄灭交替的闪烁状态, 说明 N: N 网络已经组建成功。如果 RD LED 指示灯处于点亮/熄灭的闪烁状态, 而 SD LED 没有 (根本不亮), 这时须检查站点编号的设置、传输速率 (波特率) 和从站的总数目。

程序设计

1. 并行链接的特殊辅助继电器及特殊数据寄存器表

元件名	名称	操作
M8070	设定为并联链接主站	为 ON 时 PLC 作为并行链接的主站
M8071	设定为并联链接从站	为 ON 时 PLC 作为并行链接的从站
M8072	并联链接运行中	PLC 运行在并行链接时为 ON
M8073	主站/从站的设定异常	主站/从站的设定出错时为 ON
M8162	数据运行模式设定	为 OFF 时为标准模式, 为 ON 时为快速模式
M8178	通道的设定	使用 FX3U, FX3UC 时设定使用的通信口 OFF: 通道 1; ON: 通道 2
D8070	判断为出错的时间 (单位: ms)	并行链接的监视时间

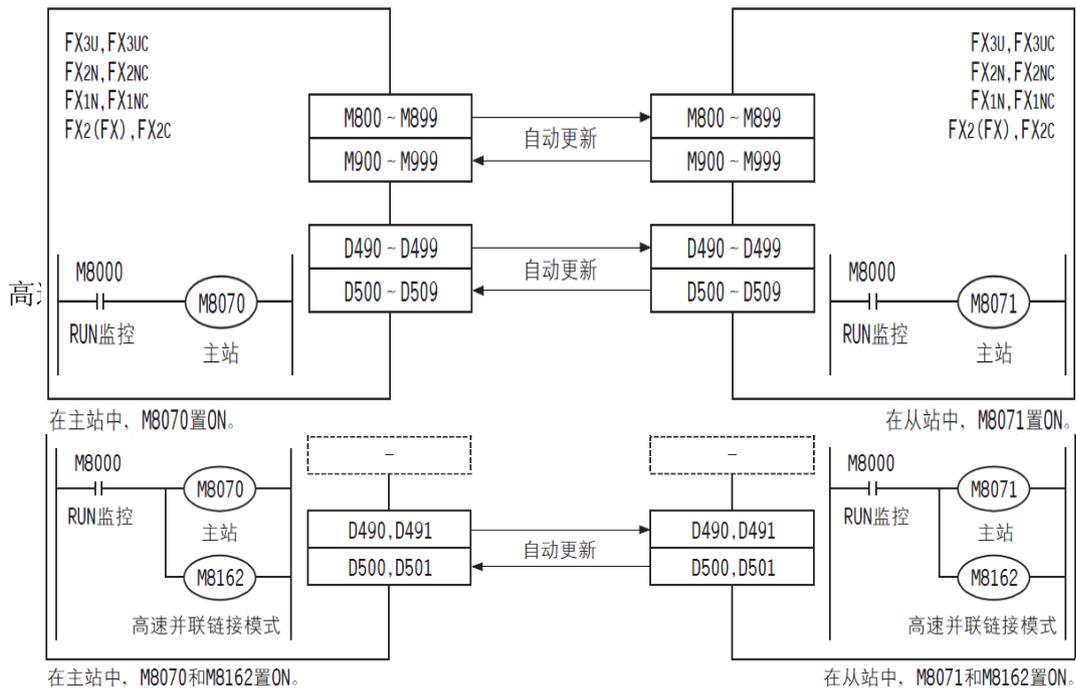
M8162=0 为普通模式。其扫描时间=70+主站运算周期+从站运算周期(单位 ms);

M8162=1 为高速模式。其扫描时间=20+主站运算周期+从站运算周期(单位 ms)。

2. 并行链接的数据共享区。

模式	通信设备	位软元件 (M)	字软元件 (D)
普通模式	主站共享区	M800~M899	D490~D499
	从站共享区	M900~M999	D500~D509
快速模式	主站共享区	无	D490,D491
	从站共享器	无	D500,D501

普通并联链接模式简图:



案例说明

2个FX2N系列PLC进行并联链接,现要实现以下控制要求:

- (I) 按下主站PLC的X0控制从站的Y0一直亮;
- (II) 按下从站的X3,控制主站的Y1闪烁;

分析: a.首先确定此案例是并联链接通信

- b.确定通信设备(本案例采用FX2N-232BD)
- c.通信接线及通信程序
- d.分别将主从站程序下载到对应的主从站中
- e.调试程序直到符合控制要求

主站程序及说明:

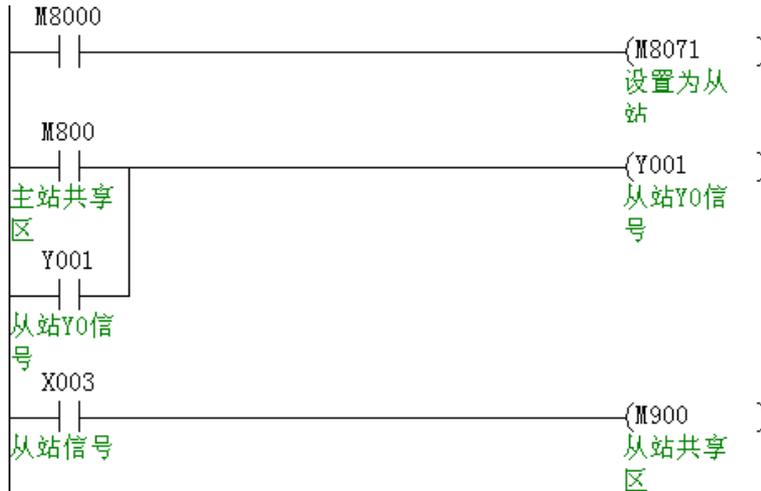


说明:

把主站的X0的状态送入主站的共享区M800内;从站中用M800,即为主站的M800,也即主站的X0的状态。

M900为从站共享区,主站中用它,也就是用了从站的数据。

从站程序及说明：



说明：

M800 是主站中的数据，用它来控制从站的 Y000。

M900 是从站的数据，主站中用它，就是从站的数据，也就是从站的 X3 信号。

九、FX 的 N:N 网络

概述

N: N 网络功能，就是在最多 8 台 FX 可编程控制器之间，通过 RS485 通信连接，进行软元件互相链接的功能。它主要有三个特点

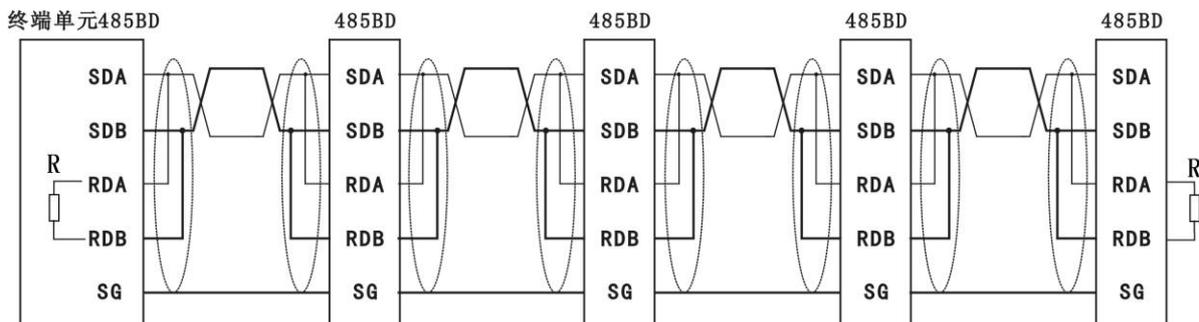
1. 根据要链接的点数，有 3 种模式可以选择。
2. 数据的链接是在最多 8 台 FX 可编程控制器之间自动更新。

3. 总延长距离最大可达 500 米。其中 RS485 通信接口板为 FX2N-485-BD 和 FX1N-485-BD 的模块，最大延伸距离 50 米。

N:N 网络的通信协议是固定的：通信方式采用半双工通信，波特率 (bps) 固定为 38400bps；数据长度、奇偶校验、停止位、标题字符、终结字符以及和校验等也都是固定的。

N:N 网络是采用广播方式进行通信的：网络中每一站点都指定一个用特殊辅助继电器和特殊数据寄存器组成的链接存储区，各个站点链接存储区地址编号都是相同的。各站点向自己站点链接存储区中规定的数据发送区写入数据。网络上任何 1 台 PLC 中的发送区的状态会反映到网络中的其他 PLC，因此，数据可供通过 PLC 链接连接起来的所有 PLC 共享，且所有单元的数据都能同时完成更新。

硬件接线



R 为 110 欧姆电阻

不是所有的 FX 系列 PLC 都具有 N:N 网络链接的功能。FX0S, FX1, FX2(C) 系列 PLC 不能进行网络链接功能

程序设计

N: N 网络通讯时, 也需要确定主站及从站。

在每台 PLC 的辅助继电器和数据寄存器中分别有一片系统制定的数据共享区, 在此网络中的每台 PLC 都被指定分配自己的一块数据区。对于某一台 PLC 来说, 分配给它的一块数据区会自动的传送到其他站的相同区域, 同样, 分配给其他 PLC 的数据区, 也会自动的传送到此 PLC。

1. N:N 网络的特殊辅助继电器的说明

属性	FX1N FX2N(C)	描述	响应类型
R	M8038	用于 N:N 网络参数设置	主\从站
R	M8183	有主站通信错误时为 ON	主站
R	M8184~M8190	有从站通信错误时为 ON	主\从站
R	M8191	有别的站通信时为 ON	主\从站

M8184~M8190 是从站点的通信错误标志, 第 1 从站用 M8184, 第 2 从站用 M8185, …第 7 从站用 M8190。

用编程方法设置网络参数, 就是在程序开始的第 0 步 (LD M8038), 向特殊数据寄存器 D8176~D8180 写入相应的参数。对于从站点, 只须在第 0 步向 D8176 写入站点号即可。

上表中, 除了 M8038, 其他的继电器是作为 N:N 网络链接时的状态信号。一般编程中用途不是太大。

2. N:N 网络的特殊数据寄存器的说明

属性	FX1N FX2N(C)	描述	响应类型
R	D8173	保存自己的站号	主\从站
R	D8174	保存从站个数	主\从站
R	D8175	保存刷新范围	主\从站
W	D8176	设置站号	主\从站
W	D8177	设置从站个数	主
W	D8178	设置刷新模式 (有 3 种模式)	主
R/W	D8179	设置重试次数	主
R/W	D8180	设置通信超时时间	主
R	D8201	网络当前扫描时间	主\从站
R	D8202	网络最大扫描时间	主\从站
R	D8203	主站通信错误条数	主\从站
R	D8210	1-7 号从站通信错误条数	从站
R	D8211	主站通信错误代码	主\从站
R	D8212~D8218	1-7 号从站通信错误代码	从站

特殊数据寄存器 D8178 用作设置刷新范围, 刷新范围指的是各站点的链接存储区。对于从站点, 此设定不需要。根据网络中信息交换的数据量不同, 可选择如表 4-24 对应的三种刷新模式。在每种模式下使用的元件被 N: N 网络所有站点所占用。

如果按上述对主站和各从站编程, 完成网络连接后, 再接通各 PLC 工作电源, 即使在 STOP 状态下, 通信也将在进行。

3. N:N 的网络设置:

N:N 网络设置通过 LD M8038 来设定, 只有在程序运行或者 PLC 启动时才有效。

①、设置工作站号 (D8176)

D8176 的取值范围为 0-7, 主站应设置为 0, 从站设置为 1-7。

如: 某 PLC 将 D8176 设为 0, 则此 PLC 即为主站 PLC;

某 PLC 将 D8176 设为 1, 则此 PLC 即为 1 号从站;

某 PLC 将 D8176 设为 2, 则此 PLC 即为 2 号从站, 以此类推。

②、设置从站个数 (D8177)

该设置只适用于主站, D8177 的设定范围为 1-7 之间的值, 默认值为 7

如: 系统有 1 个主站, 3 个从站, 则在主站 PLC 中将 D8177 设置为 3

③、设置刷新范围 (D8178)

刷新范围是指主站与从站共享的辅助继电器和数据寄存器的范围。刷新范围由主站的 D8178 来设置, 可以设为 0、1、2 值, 对应的刷新范围如下表:

共享辅助继电器及数据寄存器表:

站号	模式 0		模式 1		模式 2	
	位元件	4 点字元件	32 点位元件	4 点字元件	64 点位元件	8 点字元件
0	~	D0-D3	M1000-M1031	D0-D3	M1000-M1063	D0-D7
1	~	D10-D13	M1064-M1095	D10-D13	M1064-M1127	D10-D17
2	~	D20-D23	M1128-M1159	D20-D23	M1128-M1191	D20-D27
3	~	D30-D33	M1192-M1223	D30-D33	M1192-M1255	D30-D37
4	~	D40-D43	M1256-M1287	D40-D43	M1256-M1319	D40-D47
5	~	D50-D53	M1320-M1351	D50-D53	M1320-M1383	D50-D57
6	~	D60-D63	M1384-M1415	D60-D63	M1384-M1447	D60-D67
7	~	D70-D73	M1448-M1478	D70-D73	M1448-M1511	D70-D77

注: 在 N:N 网络链接中, 必须确定刷新模式, 否则通信的共享继电器及寄存器都无法确定。(默认情况下, 刷新内模式为“模式 0”)

案例说明

现有 3 台 FX2N 系列 PLC 通过 N:N 网络交换数据。

要求: ①. 主站的 X0-X3 来控制 1 号从站的 Y0-Y3

②. 1 号从站的 X0-X3 来控制 2 号从站的 Y14-Y17

③. 2 号从站的 X0-X3 来控制主站的 Y20-Y23

分析:

①. 首先此项目时 3 个 FX 系列 PLC 之间通信, 故可选择 N:N 网络通信模式。

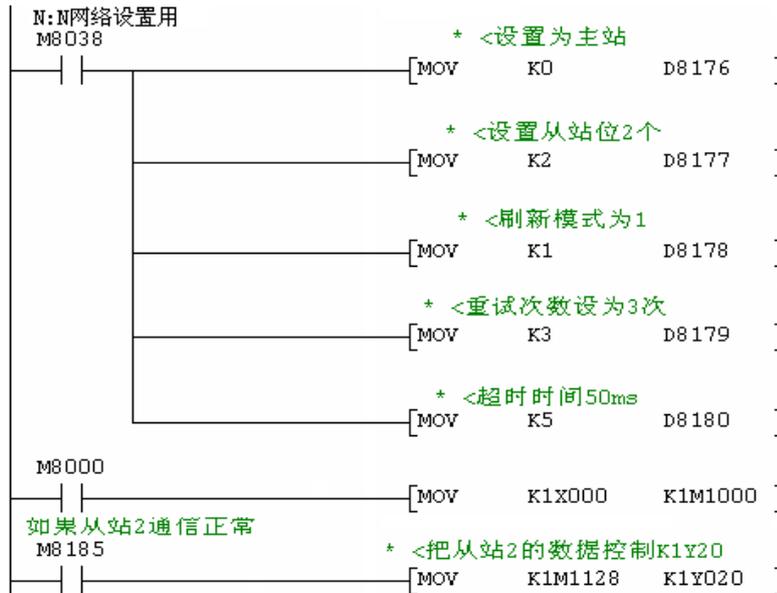
②. 要建立通信, 首先要确定通信硬件设备, 此例硬件选择 3 个 FX2N-485-BD, 每个 PLC 配备一个。

③. 通信时的接线

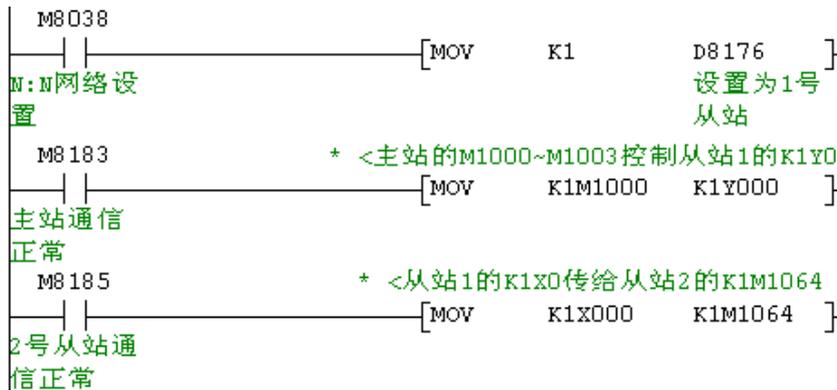
④. 编程 (根据理论基础, 确定主、从站, 然后选则模式等) 调试

下面即为此案例的程序部分:

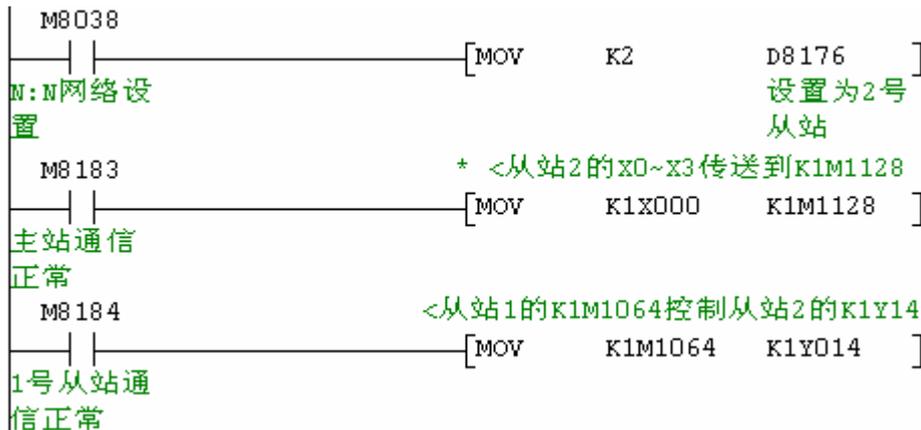
①. 主站程序



②. 从站 1 程序



③. 从站 2 程序



实训五 自动化生产线综合实训系统机构实训

(一) 机械手的控制实训

一、实训目的

学习机械手的控制实训

二、实训设备

- | | |
|------------------------|-----|
| 1. 光机电一体化实训考核设备 | 1 套 |
| 2. 电源挂箱、按钮挂箱、PLC 挂箱 | 1 只 |
| 3. 安装有三菱 GX 编程软件的 PC 机 | 1 台 |

三、实训步骤

1. 将搬运机械手的输入/输出信号进行分配并画出接线图。
2. 按照所画的接线图用三号安全导线将 PLC 与接口板连接起来（参考附图 1）。
3. 利用所学知识进行 PLC 程序的编写，完成如下功能：

按下“复位”按钮，完全复位后，按下“启动”按钮后，机械手手臂下降，手臂下限位传感器检测到位后，气动手爪抓取物料，手爪夹紧限位传感器检测到夹紧信号后，手爪气缸上升。手爪提升限位传感器检测到位后；手臂向右旋转。手臂旋转完成一定角度（180 度）后，延时 2 秒，机械手手臂下降，手臂下限位传感器检测到位后，气动手爪放开，手爪气缸上升。手爪提升限位传感器检测到位后，手臂向左旋转，再按下“启动”按钮后重复上面的过程。

4. 编写完成后编译无误下载到 PLC。
5. 观察运行状态与功能要求是否一致。

四、实训报告

完成程序编写后，思考是否还有其他的编程思路。

(二) 分拣机械手控制实训

一、实训目的

学习机械手的控制实训

二、实训设备

- | | |
|------------------------|-----|
| 1. 光机电一体化实训考核设备 | 1 套 |
| 2. 电源挂箱、按钮挂箱、PLC 挂箱 | 1 只 |
| 3. 安装有三菱 GX 编程软件的 PC 机 | 1 台 |

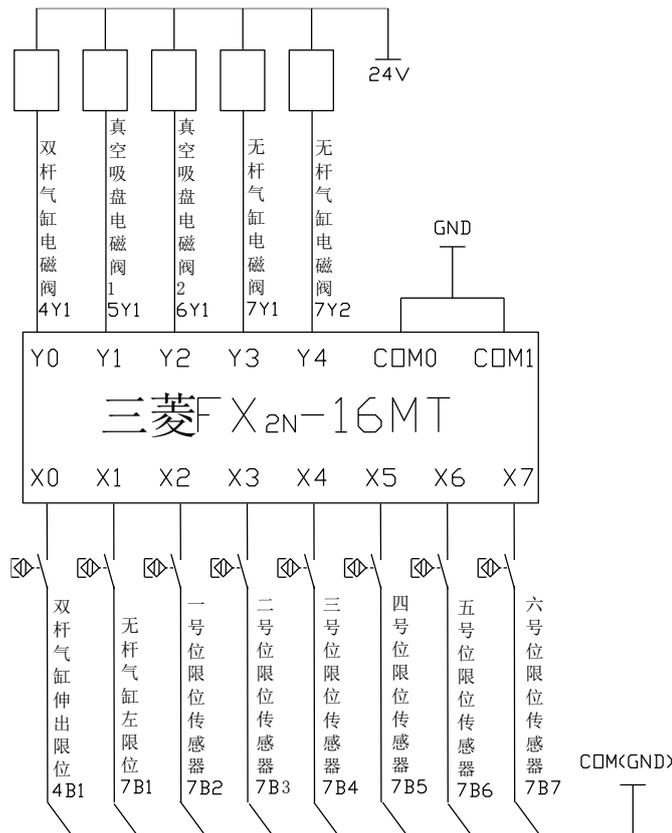
三、实训步骤

1. 将分拣机械手的输入/输出信号进行分配并画出接线图。
2. 按照所画的接线图检查接线是否正确。
3. 利用所学知识进行 PLC 程序的编写，完成如下功能：

按下“复位”按钮，搬运机械手复位，按下“启动”按钮，无杆气缸开始向左动作，到终端后，延时 2 秒，安装在无杆缸上的双导杆缸下降，真空发生器工作，吸盘开始吸住成品工件根，双导杆缸上升。根据 PLC 程序的编写，进行分类放置。当无杆缸行至 PLC 判断的位置时，双导杆缸下降到位后真空发生器停止工作，将成品工件放置在工件盒内，双导杆缸、无杆缸复位，重复上面的过程。

四、实训报告

通过气动分拣机械手的控制，分析电磁阀是怎样动作的，并画出气动原理图。



(三) 供料单元控制实训

一、实训目的

学习供料单元控制实训

二、实训设备

- | | |
|------------------------|-----|
| 1. 光机电一体化实训考核设备 | 1 套 |
| 2. 电源挂箱、按钮挂箱、PLC 挂箱 | 1 套 |
| 3. 安装有三菱 GX 编程软件的 PC 机 | 1 台 |

三、实训步骤

1. 将供料单元的输入/输出点进行分配。
2. 按照附图 1 用 3 号安全导线将 PLC 与接口板连接起来。
3. 利用所学知识进行 PLC 程序的编写，完成如下功能：

按下“复位”按钮，复位完成，点动“启动”按钮，圆形料筒光电传感器检测到有工件时，推料气缸将工件推出，若圆形料筒检测光电传感器未检测到工件，则说明料筒内无物料，这时警示红灯闪烁，放入物料后熄灭；推出物料 3S 后，推料气缸缩回，工件下落，待传再按下“启动”按钮时重复动作。在圆形物料推出的同时方形料筒光电传感器检测到有工件则方形物料也推出，若方形料筒检测光电传感器未检测到工件，则说明料筒内无物料，这时警示红灯闪烁，放入物料后熄灭。推出物料 3S 后，推料气缸缩回。按下“启动”按钮重复上面的动作。

四、实训报告

通过供料单元的学习，思考物料有无传感器在此起到什么作用，若没有此传感器，应该怎样去编写该程序。

(四) 输送带精确控制装置实训

一、实训目的

1. 了解步进电机的工作原理与控制方式
2. 学习输送带精确控制装置实训

二、实训设备

1. 输送带精确控制装置模块 1 套
2. 电源挂箱、按钮挂箱、晶体管 PLC 1 套
3. 安装有三菱 GX 编程软件的 PC 机 1 台

三、实训原理

(一) 步进电机

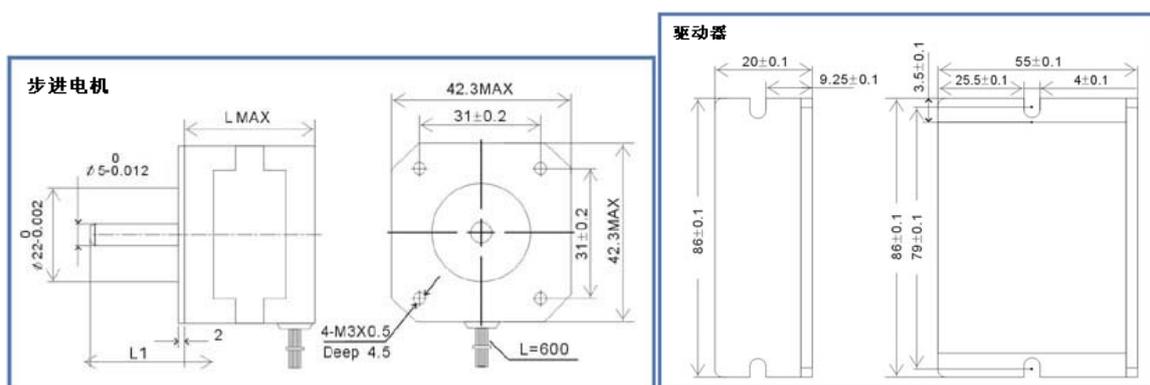
步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构。通俗一点讲：当步进驱动器接收到一个脉冲信号，它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度（步进角）。可以通过控制脉冲个数来控制角位移量，从而达到准确定位的目的；同时可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。

步进电机分三种：永磁式（PM），反应式（VR）和混合式（HB）。永磁式步进一般为两相，转矩和体积较小，步进角一般为 7.5 度 或 15 度；反应式步进一般为三相，可实现大转矩输出，步进角一般为 1.5 度，但噪声和振动都很大。混合式步进是指混合了永磁式和反应式的优点。它又分为两相和五相：两相步进角一般为 1.8 度而五相步进角一般为 0.72 度。这种步进电机的应用最为广泛。

步进电机的细分控制是由驱动器精确控制步进电机的相电流来实现的，以二相电机为例，假如电机的额定相电流为 3A，如果使用常规驱动器（如常用的恒流斩波方式）驱动该电机，电机每运行一步，其绕组内的电流将从 0 突变为 3A 或从 3A 突变到 0，相电流的巨大变化，必然会引起电机运行的振动和噪音。如果使用细分驱动器，在 10 细分的状态下驱动该电机，电机每运行一微步，其绕组内的电流变化只有 0.3A 而不是 3A，且电流是以正弦曲线规律变化，这样就大大的改善了电机的振动和噪音。

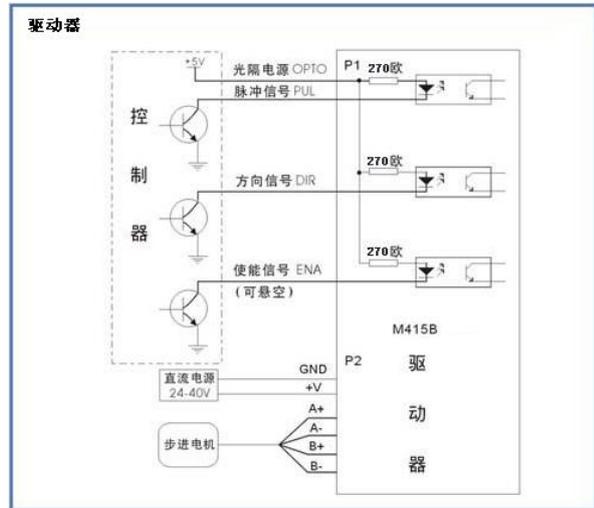
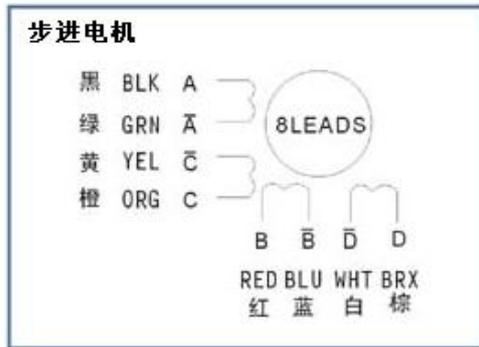
(二) 系统规格

本系统选用工业高性能步进电机及驱动器，其外型规格如下图所示：



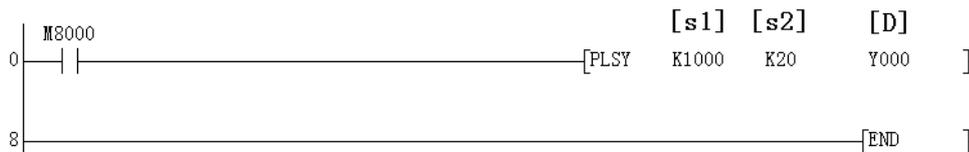
步进电机电气规格如下所示：

驱动器电气规格如下所示：



四、实训步骤

a) 在 PLC 中写入下段程序，分别将步进电机的驱动器的细分调节开关拨至不同的细分状态，观察步进电机的运行状态。以三菱为例如下：



程序解读：脉冲输出指令；是以指定的频率产生定量脉冲的指令。

[s1]：指定脉冲频率。FX2N, FX2NC：(2~20000Hz)

FX1S, FX1N：16 位指令 (1~32767Hz)

32 位指令 (1~100000Hz)

[s2]：指定脉冲数量。16 位指令 (1~32767PLS)

32 位指令 (1~2147483647PLS)

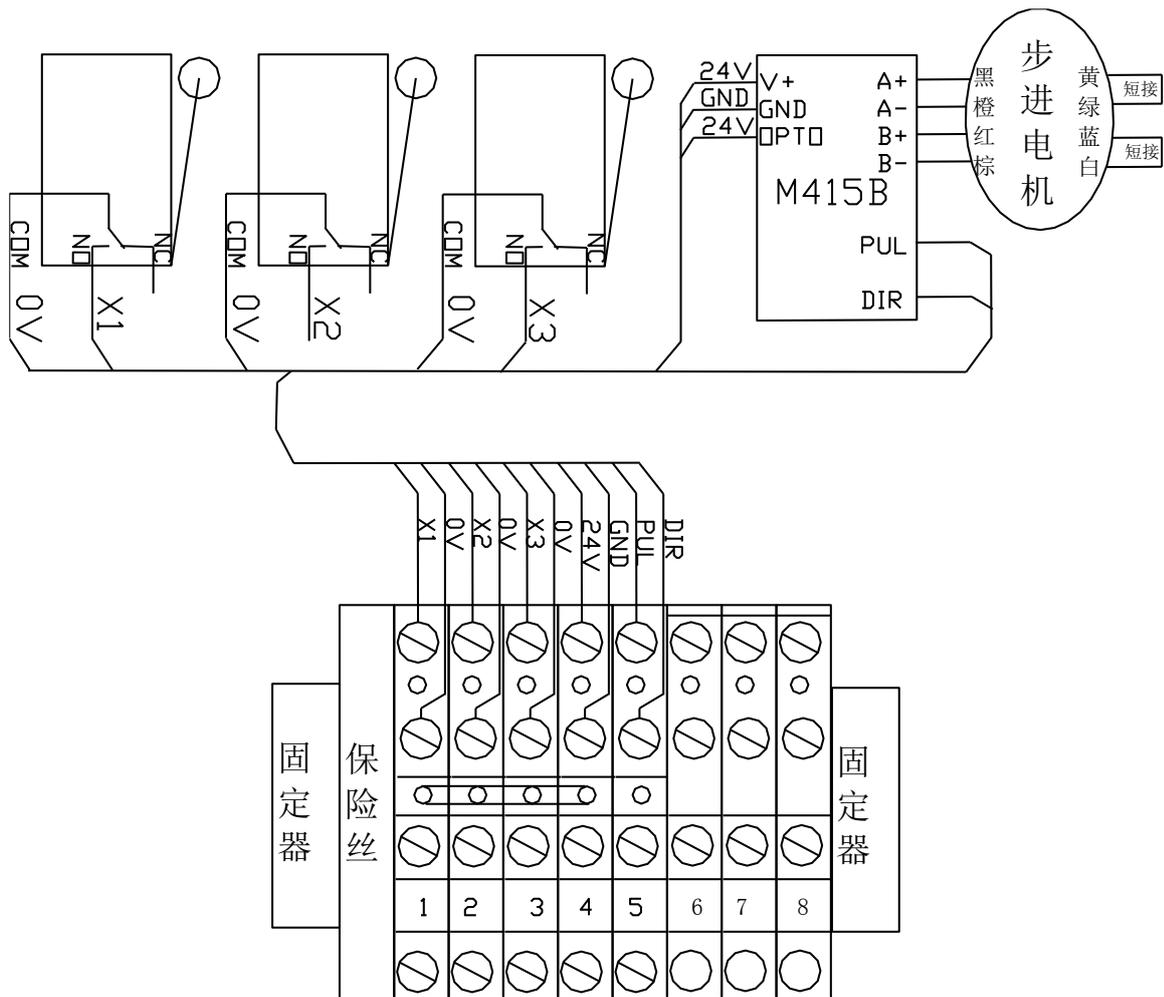
将该值设为 0 时，则对产生的脉冲不做限制。

[D]：指定脉冲输出的 Y 编号，仅限于 Y0 及 Y1 (晶体管有效)

b) 连接 PLC 的 Y0 与实物模型的 PUL 端，修改[s1]中的数据，进而观察在不同频率下的步进电机的运行状态。找出在不同的细分状态下的步进电机的启动频率及共振频率区。

c) 通过网络、书面资料及其他途经查询不同的步进电机在工业中的不同应用。

五、输送带精确控制装置设备接线图



(五) 翻转机械手实训

一、实训目的

学习翻转机械手实训

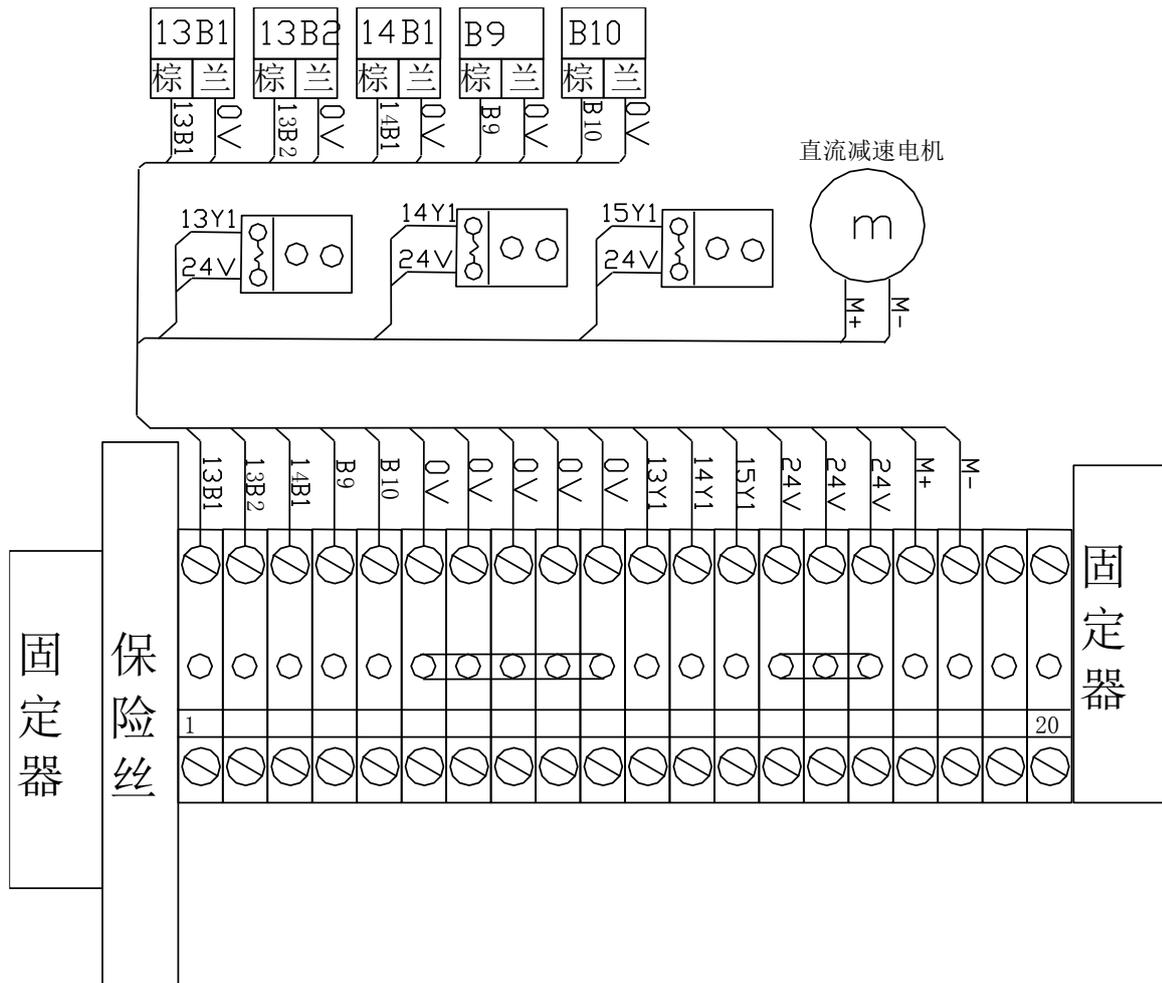
二、实训设备

- | | |
|------------------------|-----|
| 1. 翻转机械手装置 | 1 套 |
| 2. 电源挂箱、按钮挂箱、PLC 挂箱 | 1 套 |
| 3. 安装有三菱 GX 编程软件的 PC 机 | 1 台 |

三、实训步骤

1. 将的输入/输出点进行分配。
2. 按照附图 1 用 3 号安全导线将 PLC 与接口板连接起来。
3. 利用所学知识进行 PLC 程序的编写，完成如下功能：

将 PLC 切换运行状态，机械手自动运行，实训复位，夹取工件，机械手提升，机械手旋转，机械手下降，手抓松开放料，机械手返回。



(六) THJDQG-5自动化生产线综合实训系统综合实训

一、实训目的

学习 THJDQG-5自动化生产线综合实训系统实训

二、实训设备

- | | |
|--------------------------|----|
| 1. 自动化生产线实训考核设备 | 1套 |
| 2. 电源挂箱、按钮挂箱、PLC挂箱、变频器挂箱 | 1套 |
| 3. 安装有三菱 GX 编程软件的 PC 机 | 1台 |

三、实训步骤

1. 按照接线图进行可靠接线。
2. 检查气动回路是否正确。
3. 按照附图 1 和附图 2 进行主控 PLC 接线，输入/输出点的正确对照连接。
4. 先手动的按动电磁阀的动作按钮，使气缸动作，看动作过程是否正确；若不对要进行调整。检查传感器是否都有信号给 PLC。
5. 根据控制要求进行编制程序，要求如下：

1) 上料机构（主站 PLC 控制）

在复位完成后，点动“启动”按钮，圆形料筒光电传感器检测到有工件时，推料气缸将工件推出至传送带上，若圆形料筒检测光电传感器未检测到工件，则说明料筒内无物料，这时警示红灯闪烁，放入物料后熄灭；传送带启动后，推料气缸缩回，工件下落，待传输带上没物料时重复动作。在圆形物料推出的同时方形料筒光电传感器检测到有工件则方形物料也推出到装配台上，进行检测，等待装配；若方形料筒检测光电传感器未检测到工件，则说明料筒内无物料，这时警示红灯闪烁，放入物料后熄灭。若推出方形物料到装配台时，装配台上的光电传感器没检测到信号则气缸保持伸出状态。

2) 皮带输送检测机构（主站 PLC 控制）

当圆形物料被推料气缸推出后，PLC 启动变频器，三相交流异步电机以 30Hz 的频率运行，皮带开始输送物料。物料分别经过第一色标、第二电感、第三光纤传感器时，传感器会把检测到的信号传给 PLC，由 PLC 判别物料，为分拣做好准备。若是金属、或是尼龙白色、或是尼龙黑色的物料，则皮带输送机构尾端的挡料气缸伸出挡料。物料被传送带运送挡料区时，变频器停止运行，传送带停止工作。等待机械手进行搬运。若物料是尼龙黑色废料的则挡料气缸不挡料，使其直至滚落到废料盒内，变频器停止运行，传送带停止工作。上料机构的推料气缸推出物料后，再重复上面的过程。将变频器 STF 和 RM 短接。

3) 搬运机械手机构（主站 PLC 控制）

当物料送到挡料区后，机械手臂下降，手臂下限位传感器检测到位后，气动手爪抓取物料，手爪夹紧限位传感器检测到夹紧信号后，手爪气缸上升。手爪提升限位传感器检测到位后；手臂气缸缩回，底座旋转气缸旋转，向右旋转至装配区。手臂旋转完成一定角度（180 度）后，延时 2 秒，手臂伸出、机械手臂下降进行圆形物料和方形物料的装配。手臂下限位传感器检测到位后，气动手爪放开物料，手爪气缸上升。手爪提升限位传感器检测到位后，手臂缩回，手臂向左旋转，等待下一个物料到位，重复上面的过程。

4) 分拣搬运机构（从站 PLC 控制）

成品工件装配好后，搬运机械手复位右端，无杆气缸开始由右端动作到成品物料的上方，同时安装在无杆缸上的双导杆缸下降，真空发生器工作，吸盘开始吸住成品工件，双导杆缸上升。根据控制要求 1 和控制要求 2 两部分传感器检测到的结果 PLC 进行判断，进行分类放置。当无杆缸行至 PLC 判断的位置时，双导杆缸下降到后真空发生器停止工作，将成品工件放置在工件盒内，双导杆缸、无杆缸复位至右端，重复上面的过程。

5) 启动、停止、复位、警示

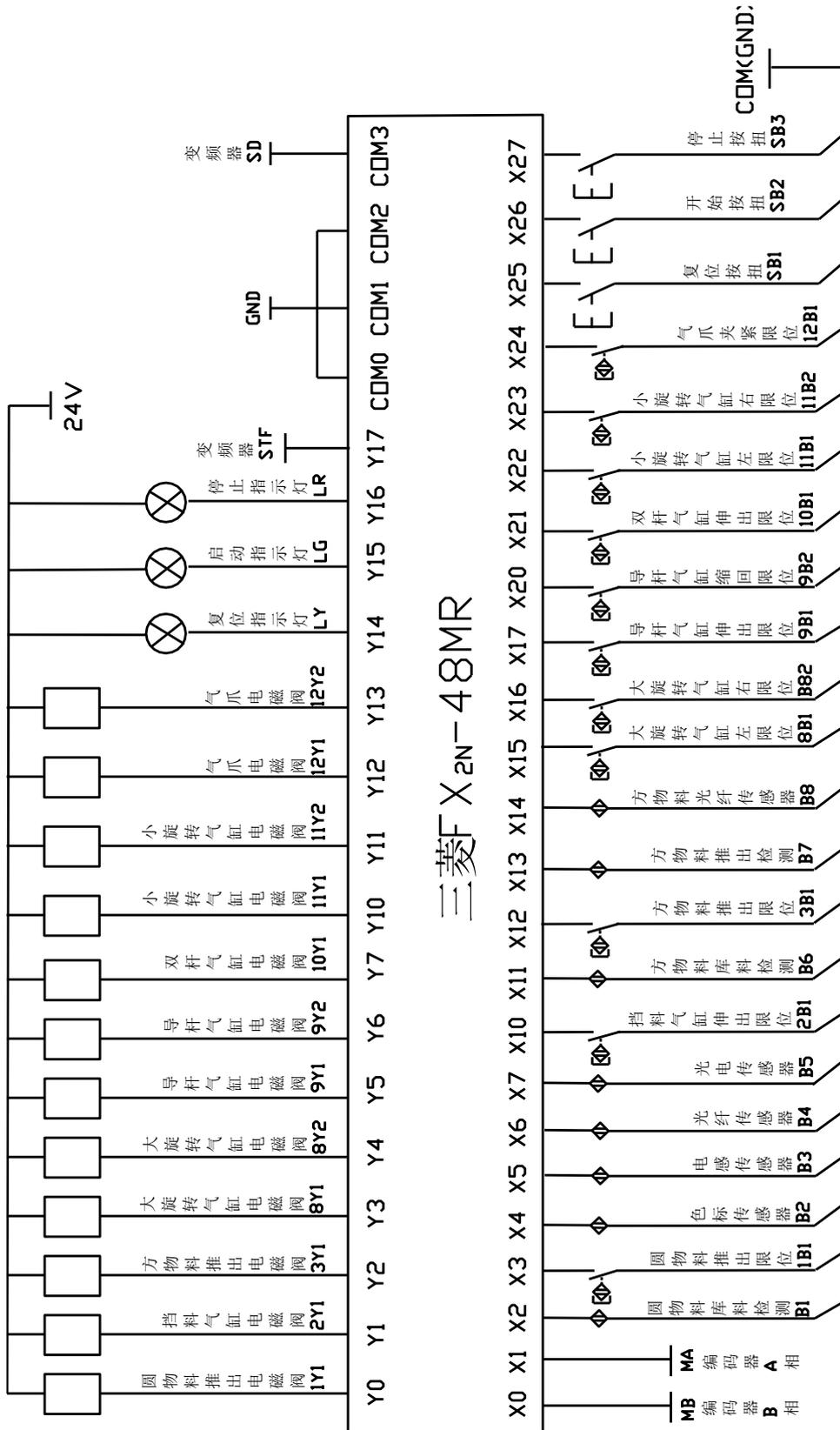
系统上电后，黄灯开始闪烁，点动“复位”按钮后系统自动复位，将皮带上工件清空后黄灯灭；，点动“启动”按钮，警示绿灯亮，缺料警示红灯闪烁；放入工件后设备开始运行，不得人为干预执行机构，以免影响设备正常运行。

按“停止”按钮，所有部件停止工作，警示红灯亮，缺料警示红灯闪烁。

6. 完成程序编制后下载至 PLC。

7. 查看动作过程是否与要求的一致。

附图 2:



附录一：触摸屏的介绍

PLC (Programmable Logical Controller) 通常称为可编程逻辑控制器，是一种以微处理器为基础，综合了现代计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种通用的工业自动控制装置，由于它拥有体积小、功能强、程序设计简单、维护方便等优点，特别是它适应恶劣工业环境的能力和它的高可靠性，使它的应用越来越广泛，已经被称为现代工业的三大支柱（即 PLC、机器人和 CAD/CAM）之一。

人机界面是在操作人员和机器设备之间做双向沟通的桥梁，用户可以自由的组合文字、按钮、图形、数字等处理或监控管理及应付随时可能变化信息的多功能显示屏幕。随着机械设备的飞速发展，以往的操作界面需由熟练的操作员才能操作，而且操作困难，无法提高工作效率。但是使用人机界面能够明确指示并告知操作员设备目前的状况，使操作变的简单生动，并且可以减少操作上的失误，即使是新手也可以轻松的操作整个机器设备。使用人机界面还可以使机器的配线标准化、简单化，同时也能减少 PLC 控制器所需的 I/O 点数，降低生产的成本。同时由于面板控制的小型化及高性能，相对的提高了整套设备的附加价值。

触摸屏作为一种新型的人机界面，从一出现就受到关注，它的简单易用，强大的功能及优异的稳定性使它非常适合用于工业环境，甚至可以用于日常生活之中，应用非常广泛，比如：自动化停车设备、自动洗车机、天车升降控制、生产线监控等，甚至可用于智能大厦管理、会议室声光控制、温度调整。

随着科技的飞速发展，越来越多的机器与现场操作都趋向于使用人机界面，PLC 控制器强大的功能及复杂的数据处理也呼唤一种功能及与之匹配而操作又简单的人机的出现，触摸屏的应运而生无疑是 21 世纪自动化领域里的一个巨大的革新。

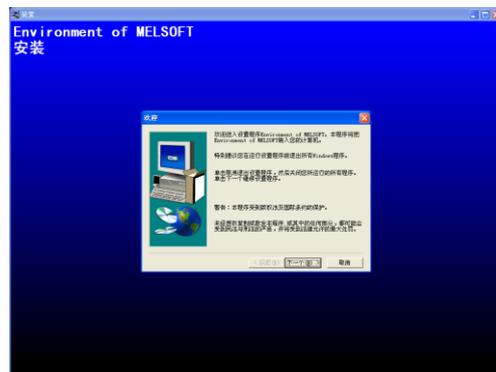
二、实训目的

了解触摸屏的使用方法，与 PLC 之间的通讯方式。

三、实训步骤

1. 触摸屏 GT Dosigner2 软件安装

A. 安装 GT Dosigner2 组态软件，在光盘中找到安装文件夹，安装 G: GTD3 文件夹下 SETUP.EXE，一路点击，下一步，完成安装。

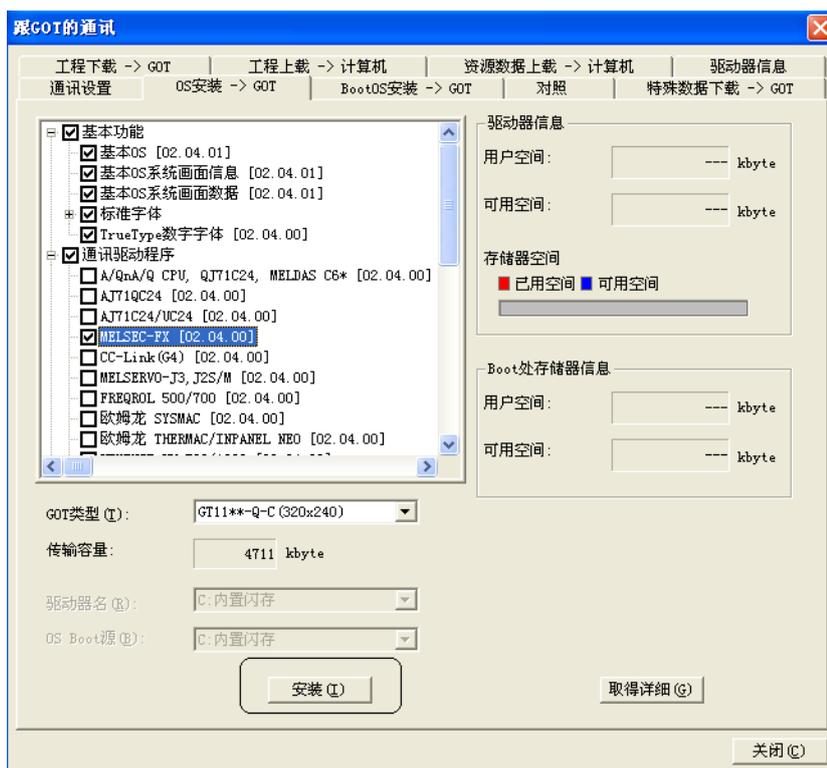


B. 重新开机，双击执行所以程序/MELSOFT 应用程序/ GT Dosigner3 图标,进入组态编辑状态。打开附带的样例工程在“通讯”菜单中选取“通讯设置”其中“通讯端口”为计算机与触摸屏通讯时用到的计算机串口号,这里设定为“COM1”速率固定为 115200,通讯测试成功,点确定回到主画面中,

连接触摸屏与计算机的连线。



C. 再“通讯”菜单中选取“跟 GOT 的通讯”第一次下载画面需安装“OS”本体及 PLC 驱动（驱动为选择安装）。扩展功能和选项功能全部安装。选择完成后点击安装，大约需 5-10 分钟。



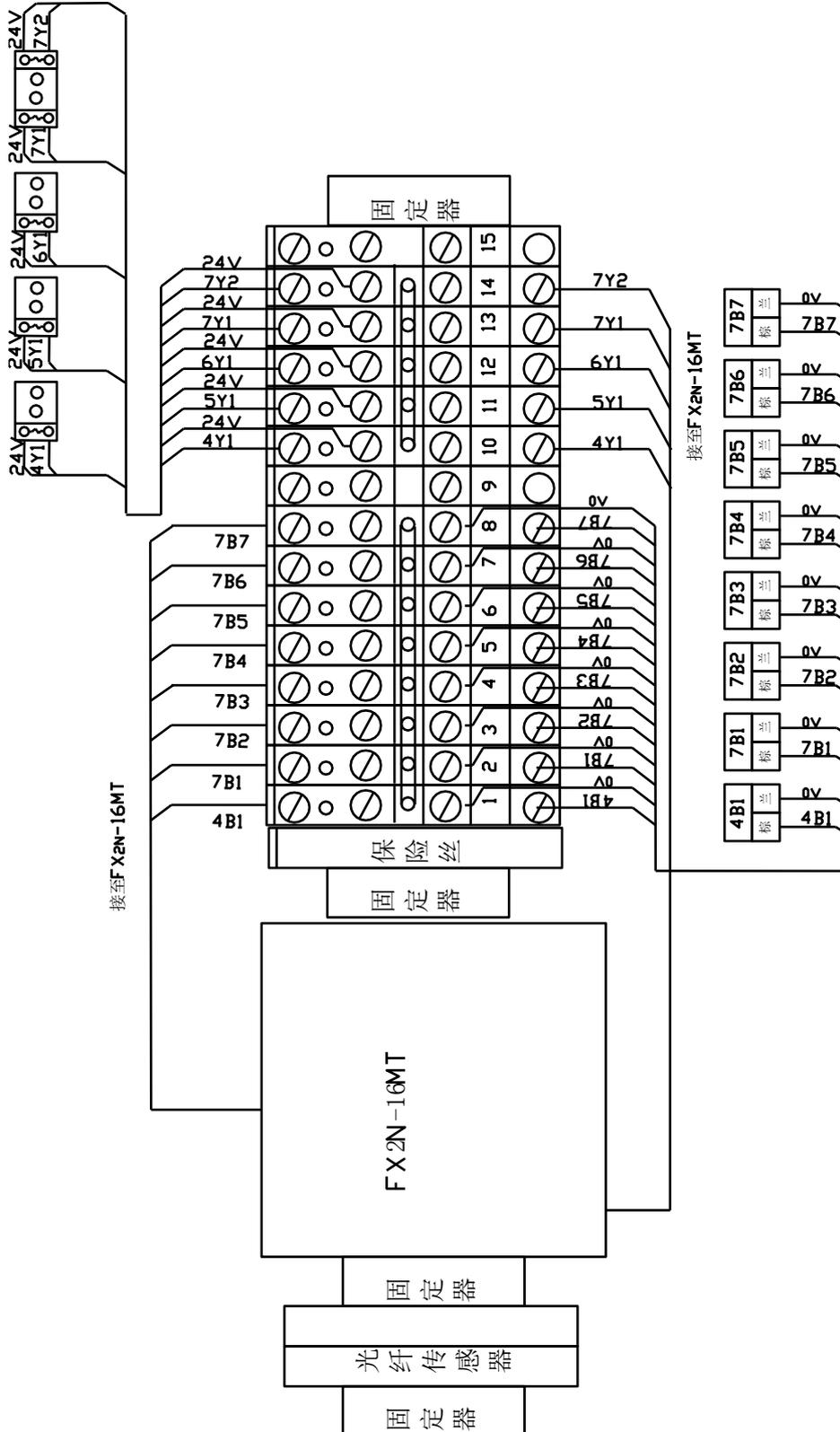
D. 在第一次“OS 安装”完成后, 选择工程下载, 相关的选项全部选择, 点击“下载”, 将画面下载到触摸屏, 重新启动触摸屏。(如出现通讯出错等提示, 可重新安装”OS”, 完成后断电一次。)



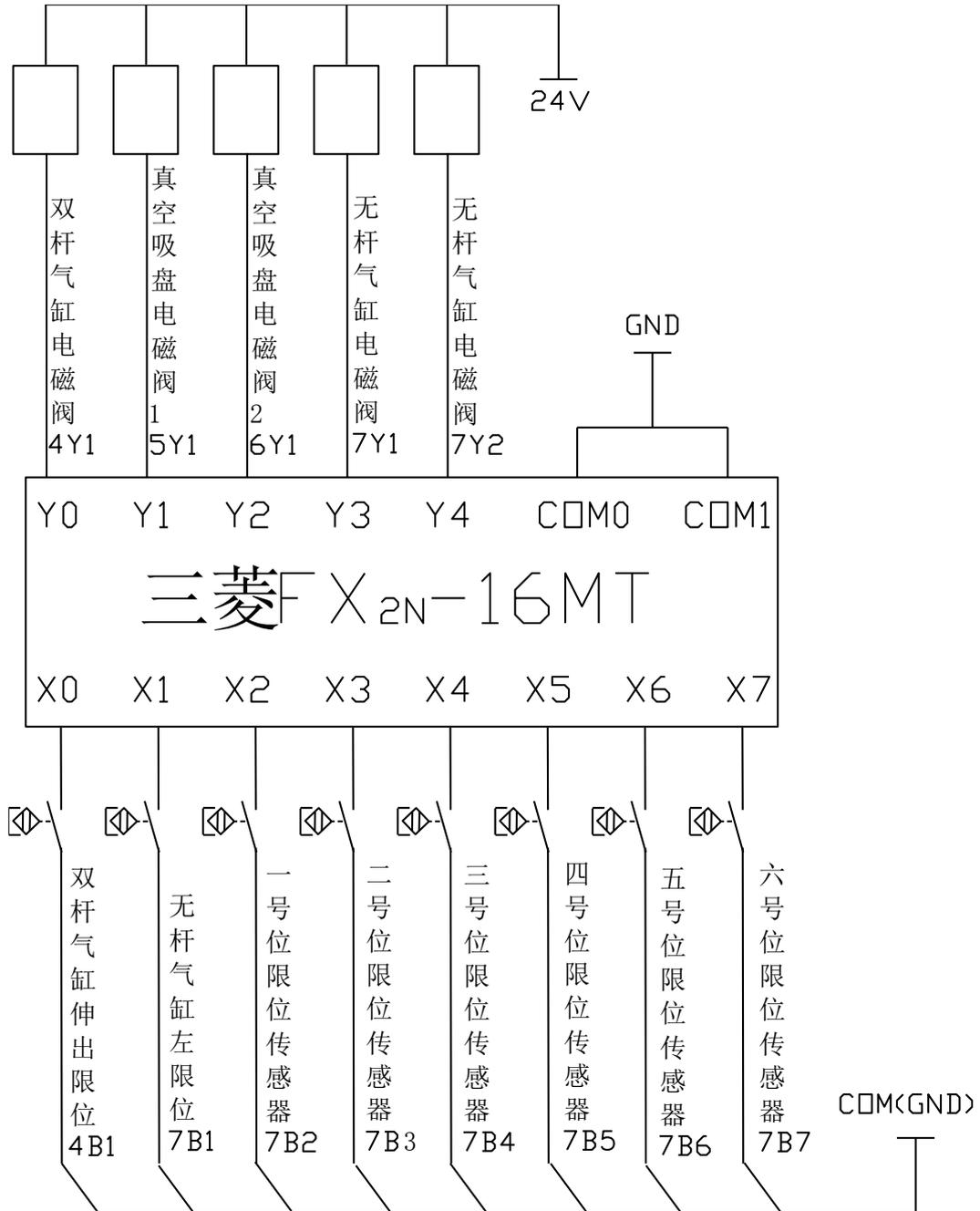
E. 同时按住触摸屏的左上角和右上角，返回触摸屏的设置菜单。可对语言和其他功能进行设置。

附录二：设备图纸

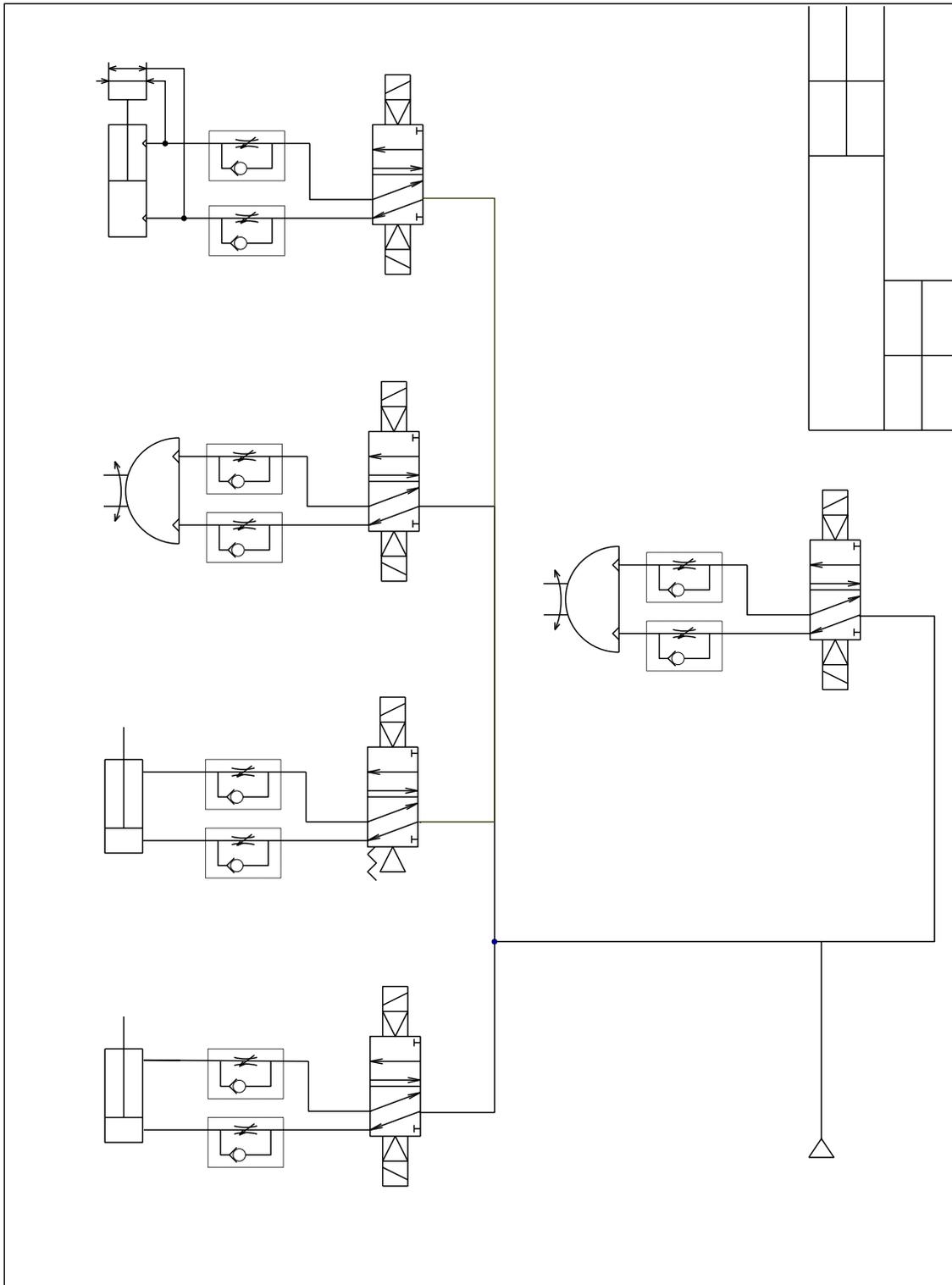
从站 PLC 接线图：



从站 PLC 电气原理图：



设备气动原理图一：五自动度气动原理图



设备气动原理图二：供料及分拣机械手气动原理图

