

AS-i/PROFIBUS-DP 总线技术研究

一. 相关知识

现场总线技术是 20 世纪 90 年代发展起来的一种工业自动化控制技术，由于现场总线技术将计算机网络技术和数据通信技术用于工业自动化控制中，因此，现场总线技术具有其它控制技术无法比拟的优势，现场总线技术已逐渐成为工业自动化控制领域的发展方向。

1. AS-i 总线技术

AS-i 是“执行器-传感器-接口”的英文缩写（Actuator Sensor- interface）。它是一种用来在控制器（主站）和传感器/执行器（从站）之间双向交换信息、主从结构的总线网络，它属于现场总线下面底层的监控网络系统。

AS-i 主站是 AS-i 总线系统的核心，它由 AS-i 主机和控制器（如 PC 和 PLC 等）组成。向上通过主站中的网关可以和多种现场总线（如 PROFIBUS, FF, CANBUS 等）进行连接，向下可以挂接一批 AS-i 从站，主站将按照 AS-i 通信协议与各个从站之间进行数据交换。

AS-i 从站一般可分为两种类型，一种是智能型开关装置，它本身就带有从机专用芯片和配套电路，形成一体化从站，这种智能型传感器/执行器可以直接和 AS-i 总线连接。第二种是专门设计的 AS-i 连接模块，在这种模块中带有从机专用芯片和配套电路，它除了具有通信接口外还带有 I/O 接口，这些 I/O 接口可以和普通的传感器/执行器相连接构成分离型从站。

AS-i 系统主站和从站之间的通信采用非屏蔽、非绞接的两芯电缆。其中一种是普通的圆柱形电缆，另一种是专用的扁平电缆，由于扁平电缆采用一种特殊的穿刺安装方式把线压在连接件上，所以安装拆卸即简单又可靠。在两芯电缆上除传输信号外还通过网络向主站和从站提供电源。

1) AS-i 技术规范 V2.0 基本技术指标：

- (1) 网络结构：总线型、树型和环型。
- (2) 传输介质：非屏蔽、非绞接的两芯电缆既传输数据又提供电源。
- (3) 电缆长度：≤100 米，使用中继器可增加长度，最多增加 2 个中继器。
- (4) 从站数量：每个 AS-i 网络最多可连接 31 个从站。
- (5) 从站可接元件数：每个从站最多有 4 个输入/ 输出口，一个 AS-i 网络最多可连接 124 个传感器/执行器。
- (6) 地址分配：通过主站或手持编程器可以给每个从站下载一个地址。
- (7) 通信信息：包括来自主站的请求信息和来自从站的应答信息。
- (8) 数据位数：主站送往从站 4 位数据，从站返回主站 4 位数据。
- (9) 周期时间：主站对 31 个从站访问，一个周期为 5ms，如果从站数量减少，周期时间缩短。
- (10) 错误检测：数据校验，出现错误会重发信息。
- (11) 设备接口：每个从站有 4 个可配置的数据输入/ 输出口，4 个参数输出口。
- (12) 主站任务：对所有从站进行周期循环访问，并接收从站的应答，与控制器（PC、PLC）进行数据交换。
- (13) 主站管理功能：网络初始化，从站地址分配和识别，非周期参数设置，与控制器进行数据交换，

对从站进行诊断，向控制器报告错误和故障。

AS-i 总线技术由于具有系统完整，应用简便，传输快捷，功能可靠，系统开放，以及费用较低等特点，它的应用越来越广泛，已成为国际标准和国家标准。

AS-i 总线系统结构如图 1.1 所示。

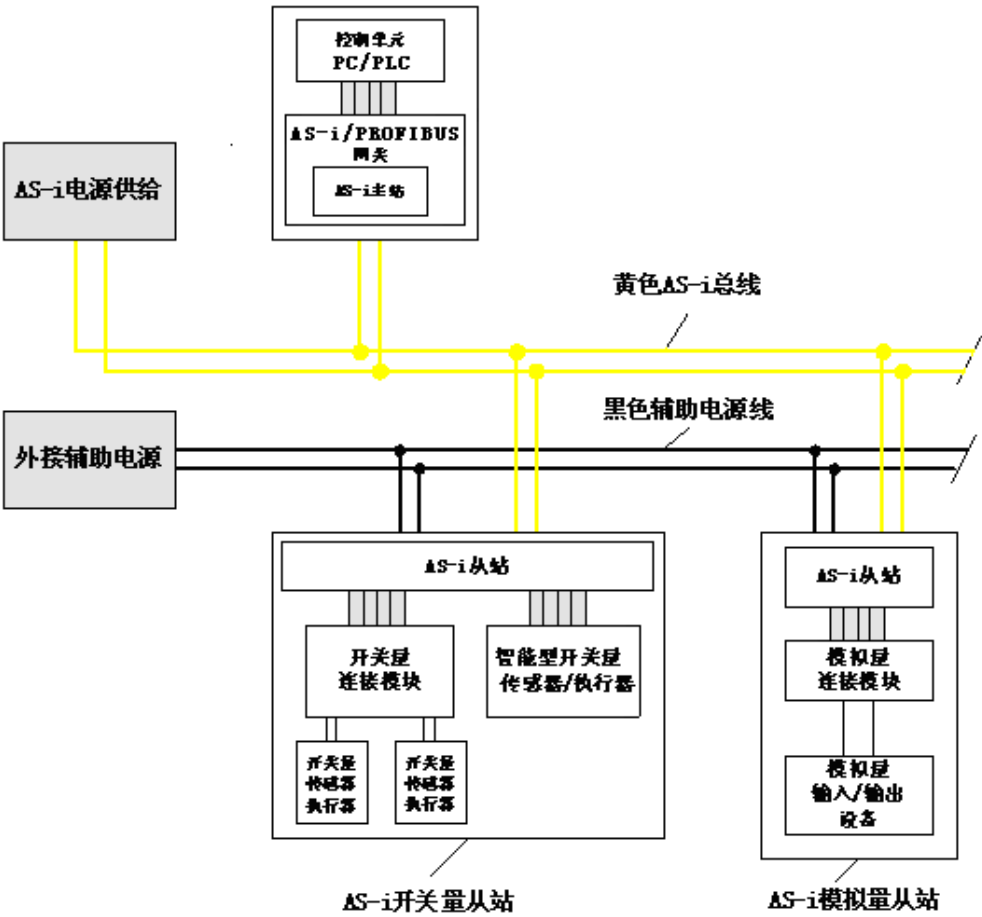


图 1.1 AS-i 总线系统结构

2) AS-i 技术规范 V2.1

随着技术的发展和市场的需要,2002 年在原 AS-i 技术规范 V2.0 的基础上推出了新的 AS-i 技术规范 V2.1，新的 AS-i 技术规范对原有的技术规范做出了很多改进，而且完全兼容原来的版本，AS-i 技术规范 V2.0 和 V2.1 的比较可见表 1.1 所示。

AS-i 技术规范 V2.1 中最主要的改进体现在以下三个方面：

- (1) AS-i 总线上一个主站所能控制的最多从站数量由 31 个增加到 62 个。
- (2) 更加详细的错误诊断功能（如外部错误诊断）。
- (3) 更加简单的实现模拟量信号的传送。

表 1.1 AS-i 技术规范 V2.0 和 V2.1 的比较

V2.0 和 V2.1 技术规范比较	V2.0 技术规范	V2.1 技术规范
节点总数	31 个从站和 1 个主站	62 个从站和 1 个主站
输入/输出比特	4/4	4/3
模拟量传送能力	可以，但不标准，很复杂	可以，标准定义，很方便

网络中总的输入/输出端口数	124 输入/124 输出	248 输入/186 输出
最大周期	5ms	10ms
网络中最多可以传送的模拟量数目		124 路模拟量

目前根据 AS-i 技术规范 V2.1 生产的 AS-i 总线产品已经成为工业应用的主流，正在逐步取代原来根据 AS-i 技术规范 V2.0 生产的 AS-i 总线产品。

3) AS-i 技术规范 V3.0

2006 年 AS-i 国际协会发布了最新的 AS-i 技术规范 V3.0，它比原有的 V2.1 版本有了更大的改进，并完全兼容以前版本的技术内容，最大的改进有以下两点：

- (1) 增加了 AS-i 安全系统元件的规范。
- (2) 增加了新的 AS-i 主站和从站规范以及组合处理类型（CTT, Combined Transaction Type）的定义。

在自动化生产现场，不同的客户有不同的需求，特别是对于从站的性能、连接、安装都有不同的要求。在新的 V3.0 规范中，增加了很多新的从站规范，这也使生产商可以给客户提供更加多样化的产品。随着自动化产品在监控系统中的广泛应用，安全概念的不断变革和安全技术的不断更新，作为现场最底层的 AS-i 总线系统也在新的 V3.0 规范中增加了相关安全系统产品的规范。组合处理类型（CTT）的定义为 AS-i 系统的通讯增加了新的功能，包括对模拟量模块和安全输入/输出模块的通讯支持。AS-i 技术规范 V2.1 和 V3.0 的比较可见表 1.2 所示。

表 1.2 AS-i 技术规范 V2.1 和 V3.0 的比较

V2.1 和 V3.0 技术规范比较	V2.1 技术规范	V3.0 技术规范
输入/输出比特	4 入/3 出	4 入/4 出 (8 入/8 出)
网络中总的输入/输出端口数	248 入/186 出	248 入/248 出 (496 入/496 出)
网络中最多可以传送的模拟量数目	124 路模拟量 标准编址模式	248 路模拟量 扩展编址模式

2. PROFIBUS 总线技术

PROFIBUS 是欧洲首屈一指的开放式现场总线系统，其行业规范为 EN 50 170 欧洲标准。PROFIBUS 系列包括三个版本，即 FMS、DP 和 PA。FMS 称为“现场总线信息规范”，它主要为总线数据通信提供了一套完整的规范，以便更好地为车间级大范围 and 复杂的通信系统服务。DP 称为“分散外围设备”，主要用于现场级，它可以使用高速率（12Mbps）完成分散设备之间的通信。PA 称为“过程自动化”，主要用于过程工业场合。由于在以开关量为主的控制系统中主要解决的是“分散”和“快速”的问题，所以这里特别介绍 PROFIBUS-DP 技术。

PROFIBUS-DP 为主从结构，允许构成单主站或多主站系统，在同一总线段上最多可连接 126 个站点。这些站点包括以下三种类型：（1）一类 DP 主站是中央控制器（PLC 或 PC），它在规定的信息周期内与分散的 DP 从站交换信息。（2）二类 DP 主站是编程器、组态设备，完成系统的各种功能组态，以及对系统运行

进行监测和故障诊断。(3) DP 从站主要是各种传感器/执行器和开关电器,可完成信息信号采集和控制信号发送等功能。

在多主站系统中主站之间的信息交换采用令牌传递方式,而主站和它的下属从站之间采用主从传递方式。只有得到令牌的主站才能与它下属的从站交换信息,这种令牌加主从的总线存取方式称之为混合方式。PROFIBUS-DP 除进行点对点的数据传输外,还提供广播式或有选择的广播式数据传输,后者实现了一点到全体或一点到多点的通信。PROFIBUS-DP 除周期性地主站和从站之间的数据交换外,还非周期地传递设备和状态信息,以进行参数设置、故障诊断和报警处理。

为了将不同厂家生产的 PROFIBUS 产品集成在一起,生产厂家必须以 GSD 文件(电子设备数据文件)方式提供自身产品的功能参数,如 I/O 点数、波特率、诊断信息、时间监视等,PROFIBUS 用户组织对这些 GSD 文件进行标准试验,合格者将予以公布,工程项目工程师使用这些数据进行组态和检查。

PROFIBUS-DP 的主要技术指标如下:

(1) 传输技术: RS-485 双绞线,双线电缆或光缆;波特率从 9.6Kbps 到 12Mbps。

(2) 总线存取:支持单主站或多主站系统;各主站间为令牌传送方式、主站与从站间为主一从传送方式;同一总线段上最多站点数为 126。

(3) 通信:点对点(用户数据传送),广播或有限广播(控制指令);循环的主一从数据传输和非循环的主一主数据传输。

(4) 运行模式:“运行”是输入和输出数据循环传送;“清除”是输入被读数,输出被保持为故障—安全状态;“停止”是只能进行主一主数据传送。

(5) 同步:控制指令允许输入和输出同步,同步模式是输出同步,锁定模式是输入同步。

(6) 功能:DP 主站和 DP 从站间循环的数据传输;各 DP 从站的动态激活;DP 从站的组态检查;三级诊断信息;通过总线对 DP 从站赋予地址并对 DP 主站(DPM1)进行配置,每个 DP 从站的输入和输出数据最大为 246 字节。

(7) 可靠性:所有信息在海明距离 HD=4 条件下传输,DP 从站带看门狗定时器,DP 从站带输入/输出存取保护,DP 主站带可变量定时器用于数据传输监视。

(8) 设备类型:第一类 DP 主站(DPM1)是中央控制器,如 PLC、PC 等;第二类 DP 主站(DPM2)是可进行组态、编程、诊断的设备;DP 从站是各种开关量和模拟量的输入/输出设备。

3. AS-i 网关

AS-i/PROFIBUS 网关(VBG-PB-K20-D)用于将 AS-i 系统连接到上层 PROFIBUS 网络。该网关对于 AS-i 系统是主站,对于 PROFIBUS-DP 则是从站,它支持 PROFIBUS 的所有传输速率,最高可达 12 Mbps。

该网关支持新的 AS-i 技术规范 V3.0,同时也支持以前的技术规范(V2.1 和 V2.0)。可以通过 PROFIBUS DP V1 周期性或非周期性地实现所有 AS-i 功能。进行周期性数据传送时,一个 AS-i 网络可设定传送 32 字节二进制 I/O 数据。此外,可以在管理通道中通过 PROFIBUS 传送新的 AS-i 技术规范的模拟信号和所有其它命令。

通过 AS-i Control Tool 软件和 PROFIBUS-DP 主站仿真器,可以对 AS-i/PROFIBUS 网关进行调试和在线监视 AS-i 数据。该网关的 GDS 文件(电子数据文件)包括在产品包装内。

直接使用网关的按钮、LED 指示灯和 LCD 显示器,可以在不使用软件条件下调试和设置 AS-i 参数,并进行试运行。

AS-i/PROFIBUS 网关前面板如图 1.2 所示。

1) AS-i/PROFIBUS 网关前面板包括下列部件

- (1) RS-232 诊断接口（只连接 AS-i Control Tool 软件）
- (2) 7 个 LED 指示灯代表系统的状态和故障
- (3) PROFIBUS 连接口
- (4) LCD 显示器
- (5) 4 个按钮用于设备组态和模式转换
- (6) 端子用于连接电源和 AS-i 网络

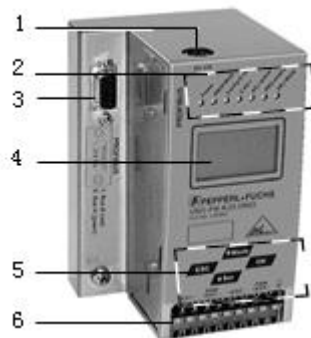


图 1.2 AS-i/PROFIBUS 网关前面板

2) 网关前面板上有 7 个 LED 指示灯其功能分别为

- (1) Power 绿灯亮，主站电源正常
- (2) Profibus 绿灯亮，网关已连接至 PROFIBUS 主站。
- (3) Config err 红灯亮，组态出错。

至少 1 个已组态从站丢失，至少 1 个已检测从站被更改或至少 1 个已更改和已检测从站其实际组态数据与标称组态数据不匹配。

如果 AS-i 网络中的 1 个 AS-i 从站上至少有 1 个外设故障，则 LED 闪烁。
同时出现组态出错和外设故障时，只显示组态出错。

- (4) U AS-I 绿灯亮，AS-i 网络电源正常。
- (5) AS-I active 绿灯亮，正常工作激活（如果显示 B 从站，则闪烁）。
- (6) prg enable 绿灯亮，自动编址功能启动。

在运行模式中如系统中丢失 1 个从站，可用一个型号相同且地址为 0 的新从站代替，网关可自动为这个新从站赋为原地址。

- (7) prj mode 黄灯亮，系统处于配置模式，否则系统处于运行模式。

3) 网关前面板上各按钮功能如下

- (1) ↑Mode 用于在配置模式和运行模式之间切换并存储当前的 AS-i 配置。
- (2) ↓Set 和↑Mode 配合用于上、下行选择。
- (3) OK, ESC 更改为高级显示模式。

4. AS-i 控制工具

AS-i 控制工具是一个应用在 Windows 环境下的用户应用软件，它的基本功能包括：AS-i 配置编辑器、AS-i 指令编辑器、AS-i 指令调试器和 AS-i 指令仿真器等。运行 AS-i 控制工具软件，可显示 AS-i 网络的实际配置，可对从站的地址进行设置和修改，可用 AS-i 主站和从站的图标来图像化地显示 AS-i 网络，可对 AS-i 网络的实际配置进行设计，完成对每个从站的读输入、写输出、写参数等功能；可以产生 AS-i 控制程序的编辑器、调试器和仿真器，可对 AS-i 控制程序进行语法检查，完成 AS-i 控制程序下载/上传、启动/停止等功能；还可以进行 AS-i 高级诊断；可针对 AS-i 网络生成不同模式的 GSD 文件。

5. 可编程控制器（PLC）

可编程控制器是一种以微处理器为核心的处理单元，具有逻辑控制、数字运算、模拟量处理和通信联网等功能的电子装置。

西门子公司的 S7-300 系列的 CPU 315-2DP 是一种小型模块化可编程控制器，有两个通信接口，分别为 PROFIBUS-DP 接口和 MPI 接口。

PROFIBUS-DP 接口，主要用于连接分布式 I/O，使用 PROFIBUS-DP 接口，可以创建扩展子网，可以组态主站和从站，最大传输速率为 12Mbps。通过专用转接器和紫色屏蔽电缆与 AS-i 网关连接。

MPI 为多点通信接口，传输速率为 187.5Kbps。每个 S7-300 CPU 都集成了 MPI 通信协议，通过 MPI，PLC 可以同时与多个设备建立通信连接，这些设备包括编程器（PG）或运行 STEP7 的计算机（PC）等。

USB 接口编程适配器（MPI Link-USB）通过 USB 接口提供串行连接、RS485 信号转换和 MPI 协议转换，通过它可以直接将 PC 机与 PLC 连接起来，完成组态和编程的下载。

“STEP7”是用于 SIMATIC 可编程序控制器组态和编程的标准软件包，软件包中包括 SIMATIC Manager 编程软件、NCM S7 及 PG/PC 接口设置等十余种组件。软件包中还包含了整个项目流程的各种功能要求，如 CAD/CAE 支持、硬件组态、网络组态、仿真、过程诊断等。具体的应用程序为 SIMATIC 管理器、符号编辑器、编程语言、硬件配置和网络组态等。

CPU 315-2DP 钥匙开关的三种操作模式是：STOP（停止）、RUN（运行）、MRES（存储器复位）。CPU 315-2DP 面板上的 LED 灯代表了系统的状态和故障。

- (1) SF 红灯亮，说明系统硬件或软件出现错误。
- (2) BF 红灯亮，说明与 PROFIBUS 总线通信出现错误。
- (3) DC 5V 绿灯亮，说明 CPU 和 S7-300 总线的 5V 电源正常。
- (4) FPCE 黄灯亮，说明强制作业有效。
- (5) RUN 绿灯亮，说明钥匙开关搬到“RUN”状态。
- (6) STOP 黄灯亮，说明钥匙开关搬到“STOP”状态。

如果 CPU 要求存储器复位，可把钥匙开关搬到 MRES 位置（存储器复位），按住不动，当 STOP 的黄灯以 2Hz 频率闪烁时，将钥匙开关搬回 STOP 位置 1 秒后再搬回到 MRES，如 STOP 的黄灯能以 0.5Hz 频率闪烁说明复位成功。

二. 实验项目

实验一 AS-i 总线技术(V3.0) 特性研究

1. 实验系统概述

AS-i 总线实验系统（V3.0），每套由 1 个 AS-i 主站、5 个 AS-i 从站、6 个传感器、1 个 AS-i 专用电源、1 个辅助电源、1 个手持编程器、1 台计算机以及 1 个 PROFIBUS/RS232 转换器组成。

(1) AS-i 主站是一个 AS-i/PROFIBUS 网关（型号为 VBG-PB-K20-D），该网关作为 AS-i 主站与多种不同类型的 AS-i 从站连接，完成 AS-i 主站和从站之间的数据交换；同时作为 PROFIBUS-DP 的从站与上层 PROFIBUS-DP 主站进行数据交换。

(2) AS-i 从站包括五种不同类型的 I/O 模块以及下面分别连接的 6 个不同类型的传感器，从站设备明细见表 2.1 所示。

(3) AS-i 总线供电单元，一个是 AS-i 专用电源（30VDC），为 AS-i 网络中主站、从站提供电源。另一个是辅助电源（24VDC），可向 I/O 模块中的输出提供功率电流。

(4) AS-i 传输系统，使用专用扁平电缆（黄色和黑色），黄色扁平电缆连接 AS-i 主站和各个从站，它即传输数据又提供 AS-i 电源，黑色扁平电缆用于输出模块与辅助电源的连接。

(5) AS-i 手持编程器可用于 AS-i 从站地址的现场设定。

(6) PROFIBUS/RS232 转换器可用于连接 AS-i 网关与计算机。

(7) 在计算机上运行 AS-i 控制工具软件，可完成 AS-i 系统的地址配置、参数设定和信息检测等功能。

AS-i 总线技术（V3.0）实验装置如图 2.1 所示。

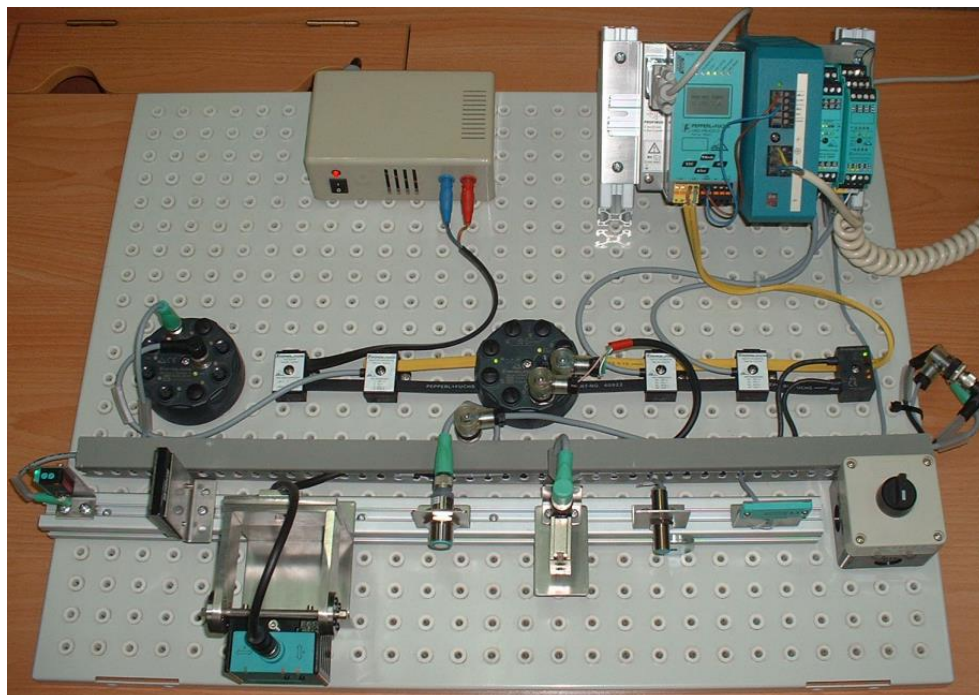


图 2.1 AS-i 总线技术（V3.0）实验装置

表 2.1 实验装置从站设备明细表（符合技术规范 V3.0）

从站编号	从站类型	从站名称与型号	连接传感器类型和型号
1	开关量	控制箱型 4 入/4 出模块 VBA-4E4A-KE-ZEJQ/E2L	电容式传感器 (CBN10-F46-E2)
2	开关量	现场型 4 入/4 出模块 VBA-4E4A-G11-ZAJ/EA2L-V1	反射板型光电传感器 (ML100-55/95/103)
3	开关量	现场紧凑型 2 输入模块 VBA-2E-G10-ZEJ-1M-2V1-W	紧凑型色标对比传感器 (DK12-11/124/136) 电磁式传感器 (MB80-12GM50-E2-V1)
4	模拟量	现场型 2 输入模块 VBA-2E-G11-I/U/PT100-V1	超声波传感器 (UB300-18GM40-I-V1)

			倾角传感器 (INY360D-F99-2I2E2-V17)
5	模拟量	控制箱型 2 输出模块 VBA-2A-KE2-I/U	暂未接

2. 实验目的

- (1) 学习 AS-i 总线系统的编址方法。
- (2) 掌握 AS-i 总线系统配置错误的诊断。
- (3) 熟悉 AS-i 总线中的数据表示方法。
- (4) 研究 AS-i 输出模块看门狗的功能。

3. 实验内容

1) 熟悉 AS-i 总线 (V3.0) 实验系统的构成和硬件设备

(1) 参照图 2.1 AS-i 总线技术 (V3.0) 实验装置和表 2.1 实验装置从站设备明细表 (V3.0)，对系统的主站即 VBG-PB-K20-D 网关、5 个不同类型的从站和分别连接的 6 个传感器，以及电源、连接电缆和分线盒等硬件设备一一了解和认识。

(2) 参照图 1.2 和图 2.1.1 对 AS-i/PROFIBUS 网关前面板对网关的 7 个 LED 灯和 4 个按钮的功能进行了解和认识。

(3) 本 AS-i 总线系统符合新技术规范，一个系统中可带有开关量模块 62 个，编址时分 A/B，即 1-31A 和 1-31B；而模拟量模块编址时不分 A/B，必须占用 1-31 中的一个独立地址。



图 2.1.1 AS-i/PROFIBUS 网关前面板

2) 利用手持编程器编址

利用手持编程器为 5 个 AS-i 从站编写地址, 并与 AS-i/PROFIBUS 网关建立连接, 网关处于配置模式时, 观察网关的 LCD 显示器是否循环显示所编写的地址。

手持编程器使用方法: 按压编程器上的“ADR”按钮使编程器上电, 利用“↑”或“↓”选择所要求的地址, 按压“PRG”按钮确认和保存该地址的编写, 在编程器 LCD 显示所选地址及“WR”标志。

(1) 利用手持编程器并选择编程电缆 1 号线 (黑色), 为其中 3 个 AS-i 从站编址, 这 3 个从站分别是控制箱型 4 入/4 出开关量模块、控制箱型 2 输出模拟量模块和现场型 2 输入模拟量模块。

方法: 将 1 号电缆线带有 4 插针的一头插入手持编程器前面板的相应座上, 而另一头分别插入 3 个从站面板上的相应座上, 操作手持编程器编址。

(2) 利用手持编程器并选择编程电缆 2 号线 (灰色), 为其中 1 个 AS-i 从站编址, 即现场型 4 入/4 出开关量模块。

方法: 将 2 号电缆线带有弯头的插头插入手持编程器前面板的相应座上, 然后将现场型 4 入/4 出开关量模块上的电源插头 (黑色) 拧下, 再将 2 号电缆线的绿色插头插入, 操作手持编程器编址。最后将电源插头 (黑色) 按原样接回。

(3) 利用手持编程器并选择编程电缆 3 号线 (黄色), 为其中 1 个 AS-i 从站编址, 即现场紧凑型 2 输入开关量模块。

方法: 将 3 号电缆线带有弯头的插头插入手持编程器前面板的相应座上, 然后将现场紧凑型 2 输入开关量模块上的十字螺钉拧开, 将原有黄色电缆线轻轻拿开, 再将 3 号黄色电缆线按原方向压入拧紧, 操作手持编程器编址。最后将原有黄色电缆线按原样接回压紧。

(4) 按压网关前面板的“Mode”按钮, 直到网关的 PRJ Mode 黄灯亮, 网关进入配置模式, 此时网关 LCD 显示器将循环显示所编写的 5 个从站地址。按压网关的“Mode”按钮, 直至网关 PRJ Mode 黄灯灭, 网关保存当前配置并进入运行模式。



图 2.1.2 三种不同的编程电缆及手持编程器

左上: 1 号电缆 中上: 2 号电缆 右上: 3 号电缆 下: 手持编程器

3) 利用网关编址

(1) 网关处于配置模式

① 按压网关“Mode”按钮，直到网关的 PRJ Mode 黄灯亮，网关进入配置模式，网关 LCD 显示器循环显示系统中已编从站地址。

② 按压网关“OK”按钮，进入高级显示模式，按压↓Set 或↑Mode 按钮，选中 SLAVE ADR TOOL，按压“OK”，再选中 CONNECT NEW SLV，按压“OK”，在 OLD ADDRESS xx 下（xx 是地址），按压“OK”可寻找到已编从站地址。

③ 要求把从站地址 xx 改为 yy，即在 OLD ADDRESS xx 下，选中 NEW ADDRESS 0A，按压“OK”，直到显示 yy，然后选中 PRG，按压“OK”，此时网关的红灯亮，按压“ESC”按钮 2 次退出，可见网关 LCD 显示器循环显示改过的从站地址。按压网关“Mode”按钮，退出配置模式进入运行模式，网关的红灯灭，地址修改完成并保存。

(2) 网关处于运行模式

① 确认网关处于运行模式即网关的 PRJ Mode 黄灯灭。

② 按压网关“OK”按钮，进入高级显示模式，按压↓Set 或↑Mode 按钮，选中 SLAVE ADR TOOL，按压“OK”，再选中 CONNECT NEW SLV，按压“OK”，在 OLD ADDRESS xx 下（xx 是地址），按压“OK”可寻找到已编从站地址。

③ 要求把从站地址 xx 改为 yy，即在 OLD ADDRESS xx 下，选中 NEW ADDRESS 0A，按压“OK”，直到显示 yy，然后选中 PRG，按压“OK”，此时网关的红灯亮，按压“ESC”按钮 2 次退出，可见网关 LCD 显示器循环显示 MISSING xx, UNKNOWN yy。

④ 通过按压网关“Mode”按钮，先使网关进入配置模式，网关 LCD 显示器循环显示改过的从站地址，再将网关进入运行模式，网关的红灯灭，地址修改完成并保存。

思考题：利用网关给从站编址，网关处于配置模式和运行模式方法一样吗？为什么？

4) AS-i 总线系统配置错误的诊断

(1) 一个 AS-i 从站丢失（一个 AS-i 从站失效时 AS-i 系统将如何反应）

① 确保 AS-i 系统配置正确，网关处于正常运行模式。

② 将现场型 4 入/4 出模块的电源插头（黑色）拧下，此时网关的 Config err 红灯亮，网关 LCD 显示器将显示丢失从站的地址。如将现场型 4 入/4 出模块重新接入系统，观察网关的红灯灭了吗？AS-i 系统恢复正常了吗？为什么？

③ 将现场型 2 输入模拟量模块的紧固螺钉拧松，可将其上盖拿起（只要断电即可），此时网关的 Config err 红灯亮，网关 LCD 显示器将显示丢失从站的地址。用手持编程器给这个现场型 2 入模拟量模块重新编址为 0，再将此上盖压入拧紧，观察网关的红灯灭了吗？AS-i 系统恢复正常了吗？用手持编程器再看一下这个从站的地址，解释为什么？

思考题：0 地址的作用？自动赋值功能需满足那些条件？

(2) 一个 AS-i 从站未配置（一个未配置的从站接入 AS-i 系统将如何反应）

① 将现场型 4 入/4 出模块的电源插头（黑色）拧下，即卸掉 1 个从站。

② 将网关置于配置模式，网关 LCD 显示器将循环显示系统中的 4 个从站地址。然后，保存当前配置并将网关置于运行模式，AS-i 系统运行正常。

③ 将现场型 4 入/4 出模块重新接入系统，观察网关的 Config err 红灯亮了吗？，网关 LCD 显示器将显示什么？这个模块上的 FAULT 指示灯有什么变化？为什么？

④ 重新置网关于配置模式，网关 LCD 显示器将循环显示系统中的 5 个从站地址，保存当前配置并将网关置于运行模式，AS-i 系统恢复正常了吗？为什么？

(3) 两个 AS-i 从站地址相同（确定 AS-i 系统对双重编址如何反应）

① 将网关置于配置模式，用手持编程器为控制箱型 2 输出模拟量模块和现场型 2 输入模拟量模块的地址配置为相同地址，保存当前配置并将网关置于运行模式，网关的 Config err 红灯亮，观察网关 LCD 显示器将显示什么？两个模块上的 FAULT 指示灯有什么变化？为什么？

② 重新置网关于配置模式，用手持编程器为控制箱型 2 输出模拟量模块和现场型 2 输入模拟量模块的地址重新配置为不同的地址，网关 LCD 显示器将循环显示系统中的 5 个从站地址，保存当前配置并将网关置于运行模式，AS-i 系统恢复正常了吗？

5) AS-i 从站的数据表示方法

AS-i 系统投入运行后，主站将循环访问每一个从站，那么知道 AS-i 从站数据结构的每一位代表什么信息是很重要的。下面分别对 5 个 AS-i 从站（即 5 种不同的 I/O 模块），以及它们各自接入的传感器或执行器的种类和占用的数据位做进一步的认识和了解。

(1) 通过每个 I/O 模块面板指示灯确认下接传感器所占用的数据位

① 首先应确保 AS-i 系统配置正确，网关处于正常运行模式。

② 控制箱型 4 入/4 出开关量模块下面只接了 1 个电容式开关量传感器（扁平型），用手接触电容式传感器的感应面，观察控制箱型 4 入/4 出模块面板上 IN 1,2,3,4 的哪个黄灯亮了，说明这个模块的第几位代表的是电容式传感器的信息？

③ 现场型 4 入/4 出开关量模块下面只接了 1 个反射板型光电传感器，它的黄灯常亮，说明这个传感器设定为常开型。用手介入到光电传感器与反射板之间，观察现场型 4 入/4 出模块面板上 IN 1,2,3,4 的哪个黄灯灭了，说明这个模块的第几位代表的是光电传感器的信息？

④ 现场紧凑型 2 输入开关量模块下面接了 2 个传感器，一个是电磁式传感器，另一个是色标传感器。用小磁铁接近电磁式传感器的感应面，观察现场紧凑型 2 输入模块面板上 IN 1,2 的哪个黄灯亮了。用手接触色标传感器的感应面，观察现场紧凑型 2 输入模块面板上 IN 1,2 的哪个黄灯亮了。说明这个模块的第几位代表的是哪个传感器的信息？

(2) 通过网关高级显示模式确认每个模块下面所接传感器占用的具体数据位

① 首先应确保 AS-i 系统配置正确，网关处于正常运行模式。

② 按压网关“OK”按钮，进入高级显示模式，按压↓Set 或↑Mode 按钮，选中 SLAVE TEST TOOL，按压“OK”，选中 WARNING：按压“OK”，再选 SLAVE ADDR xx（xx是地址），按压“OK”，可寻找到已编从站地址；确定当前要测试的从站，选中 TEST，按压“OK”，选中 BINARY INPUTS 下面 0000，可以对相应传感器激活即检测到物体，确认“0000”哪一位在变化，观察相应模块指示灯的变化，确定哪个传感器接在哪个模块的哪一位。

③ 使用上述方法，分别激活 4 个开关量传感器，确定其哪个传感器接在哪个模块的哪一位？

④ 倾角传感器的 x/y 轴分别接在模拟量输入模块的两个输入通道上，选中要测试的模拟量输入模块地址，再选中 TEST，按压“OK”，在 ANALOG INPUTS 下面显示 0“0000”和 1“0000”两个输入通道的数据，将倾角传感器沿着 x 轴、y 轴转动，观察其数据是否跟踪变化？

⑤ 超声波传感器的接入，将倾角传感器的其中 1 个输入从模拟量模块上拧下，把超声波传感器接入；

在 ANALOG INPUTS 下面显示 0“0000”和 1“0000”的数据，（注意超声波传感器占用的是哪个输入通道），用手对准超声波传感器的感应面做远近移动，观察其数据是否跟踪变化？

6) 通过 AS-i 控制工具软件完成 AS-i 系统配置和数据表示

用 AS-i 控制工具软件和 PROFIBUS/RS232 转换器完成主站仿真器的功能，将 PROFIBUS/RS232 转换器连接 AS-i 网关与计算机。

(1) 了解 AS-i 总线系统原有配置

启动 AS-Interface Control Tools 软件，调用菜单项 Master /New，选中 Proctocot 中的 Prefibus:-----协议、PC 机接口 COM1、网关地址 3，进入 AS-Interface Configuration 界面，将显示系统中所有已编从站地址共 5 个，2 个 Slave typ 3 4in/4out 分别为控制箱型和现场型开关量输入/输出模块，1 个 Remote I/O 为现场紧凑型开关量输入模块，1 个 Analog-slave (7.3) 2in 为现场型模拟量输入模块，1 个 Analog-slave (7.3) 2out 为控制箱型模拟量输出模块。

(2) 在线修改系统中从站的地址

在 AS-Interface Configuration 界面，点击任意一个地址位，进入 Slave Configurion Address 界面，可对原地址进行修改，然后确定；观察网关 LED 灯的变化，屏幕中原地址位显示？新地址位显示？右下方显示？按压屏幕右下方 Store Configuration 保存当前修改，观察网关 LED 灯的变化，屏幕显示是否恢复正常？

(3) 在线观察 AS-i 从站的数据表示方法

① 点击其中一个 slave typ3 4in/4out 开关量模块的地址位，进入 Slave Configurion Address 界面，选择菜单项 Data and parameter，将这个模块连接的传感器激活，观察这个模块面板上 IN 1,2,3,4 哪个灯变化？屏幕上 Inputs 0,1,2,3 哪一位变化？一致吗？

② 发送输出指令，用鼠标分别点中这个模块输出 Outputs 0,1,2,3（即从空白变为 √），观察这个模块面板上 OUT 1,2,3,4 的黄灯亮了吗？

7) AS-i 输出模块的看门狗功能

具有输出功能的 AS-i 模块，许多都具有集成的看门狗功能，看门狗的作用是当 I/O 模块输出工作时（即输出灯亮），若 AS-i 通信中断，输出应立即停止工作，I/O 模块中 3 个参数的 P0 位专门负责这项功能。

(1) 看门狗功能开启

① 首先应确保 AS-i 系统配置正确，网关处于正常运行模式。

② 启动 AS-Interface Control Tools 软件，进入 AS-Interface Configuration 界面，点击其中一个 slave typ3 4in/4out 模块的地址位，进入 Slave Configurion Address 界面，选择菜单项 Data and parameter，若 Current parameters 右边的第 0 位框中为“√”即“看门狗”起作用。

③ 用鼠标分别点中这个模块输出 Outputs 0,1,2,3（即从空白变为 √）发送输出指令，观察这个模块面板上 OUT 1,2,3,4 黄灯是否点亮，即输出都处于工作状态。

④ 在菜单项 Master 下点击 Indentity，进入 Master identity 界面，将 data exchange active 左边框中清为空白即 AS-i 通信中断，然后再将 AS-i 通信重新置于正常，观察这两种情况下这个模块 FAULT 指示灯和输出黄灯的变化？网关 LED 灯有变化吗？为什么？

(2) 看门狗功能取消

① 在菜单项 Data and parameter 下，将 Current parameters 右边的第 0 位框中置为“空白”即“看门狗”不起作用。

② 用鼠标分别点中这个模块输出 Outputs 0,1,2,3（即从空白变为 √）发送输出指令，这个模块面板

上 OUT 1,2,3,4 黄灯点亮，即输出都处于工作状态。

③ 在菜单项 Master 下点击 Identity，进入 Master identity 界面，将 data exchange active 左边框中清为空白即 AS-i 通信中断，然后再将 AS-i 通信重新置于正常，观察这两种情况下这个模块 FAULT 指示灯和输出黄灯的变化？网关 LED 灯有变化吗？为什么？

思考题：输出模块“看门狗”功能的作用是什么？

8) 学习色标传感器、超声波传感器和倾角传感器的调节方法

(1) 紧凑型色标对比传感器调节方法

色标传感器电位器置于“S”即工作模式、“TB”即背景位置、“TD”即动态位置、“TM”即标记点位置。机械调节模式有静态和动态两种，这里我们采用机械式动态调节模式。

① 用一小张白纸做背景或标记点，用贴在白纸上的绿色或红色胶带做标记点或背景都可以。

② 确定色标传感器和目标物距离正好为 11mm，将光斑对准背景并保持 1 秒以上。

③ 将电位器旋钮旋至“TD”位置并保持 1 秒以上，黄色和绿色的 LED 灯将会同时闪烁（1Hz），将光斑对准标记点并保持 1 秒以上。然后将电位器旋钮旋至“S”位置。

如果成功，色标传感器进入工作状态。如果失败，黄色和绿色 LED 灯将会交替快闪，可能因为对比度不够。

(2) 超声波传感器的工作范围可根据需要设定

① 此超声波传感器的感应范围是 30-300mm，输出为 4000-20000（4-20mA），其中下限为 A1 工作点，上限为 A2 工作点，可根据需要自行设定（如传感器感应范围 50-250mm，输出为 4000-20000）。

② 当被检测物体距传感器感应面 50mm 时，搬动超声波传感器开关箱上的开关，将它搬向 A1 处，传感器的黄色和红色 LED 灯闪烁，再将开关箱上的开关，搬向空挡处。

③ 当被检测物体距传感器感应面 250mm 时，搬动超声波传感器开关箱上的开关，将它搬向 A2 处，传感器的黄色和红色 LED 灯闪烁，再将开关箱上的开关，搬向空挡处。

④ 在 AS-Interface Configuration 界面，点击 Analog-slave (7.3) 2in，进入 Analog Input，将被测物体在距传感器感应面 50-250mm 之间移动时，观察其输入通道的数据是否线性跟踪，并在 4000-20000 之间变化，测一组“距离—输出”的完整数据。

(3) 倾角传感器 x/y 轴的旋转角度可根据需要设定

① 此倾角传感器 x/y 轴的旋转角度都可以是 360° ，由于安装支架的限制，x 轴设定在 180° 内，y 轴设定 90° 内。

② 首先设置 x 轴的输出模式，同时按下传感器上的 T1 和 T2 按钮且保持 2 秒以上，直到 OUT1 和 OUT2 黄色灯闪烁；按下 T1 且保持 2 秒以上，直到只有 OUT1 黄色灯闪烁；沿 x 轴移动传感器确定其初始位置，短按 T1，等待 OUT1 黄色灯闪烁 2 秒后，顺时针移动传感器确定其终止位置，短按 T1，等待 OUT1 黄色灯闪烁 2 秒以上，传感器 x 轴设置成功。

③ 再设置 y 轴的输出模式，同时按下传感器上的 T1 和 T2 按钮且保持 2 秒以上，直到 OUT1 和 OUT2 黄色灯闪烁；按下 T2 且保持 2 秒以上，直到只有 OUT2 黄色灯闪烁；沿 y 轴移动传感器确定其初始位置，短按 T2，等待 OUT2 黄色灯闪烁 2 秒后，顺时针移动传感器确定其终止位置，短按 T2，等待 OUT2 黄色灯闪烁 2 秒以上，传感器 y 轴设置成功。

④ 在 AS-Interface Configuration 界面，点击 Analog-slave (7.3) 2in，进入 Analog Input，按照刚刚设定的 x/y 轴角度变化范围转动，观察其 ch0、ch1 两个输入通道的数据变化，当旋转角度超出设定范围时，观察 T1 和 T2 将有何变化？对 x 轴和 y 轴的角度变化范围测一组“角度—输出”的完整数据。

4. 实验报告要求

- (1) 简述 AS-i 总线的原理和性能特点。
- (2) AS-i 专用电源有哪些特点？
- (3) 记录实验中出现的现象并分析其工作原理。
- (4) 回答思考题。

实验二 实现 PLC 控制器对其外围 I/O 设备的控制

1. 实验系统概述

AS-i 总线实验系统 (V2.1)，每套由 1 个 AS-i 主站、6 个 AS-i 从站、1 个 AS-i 专用电源，1 个辅助电源、1 个手持编程器、1 台计算机以及 1 个 PROFIBUS/RS232 转换器组成。

本实验还增加有 1 个可编程序控制器 PLC (CPU315-2DP)，1 个 PLC 专用电源 (型号 PS 307 2A)，1 个编程适配器 MPI Link-BUS，2 个转接器。

以 PLC 为控制器的 AS-i 总线实验装置如图 2.2 所示。

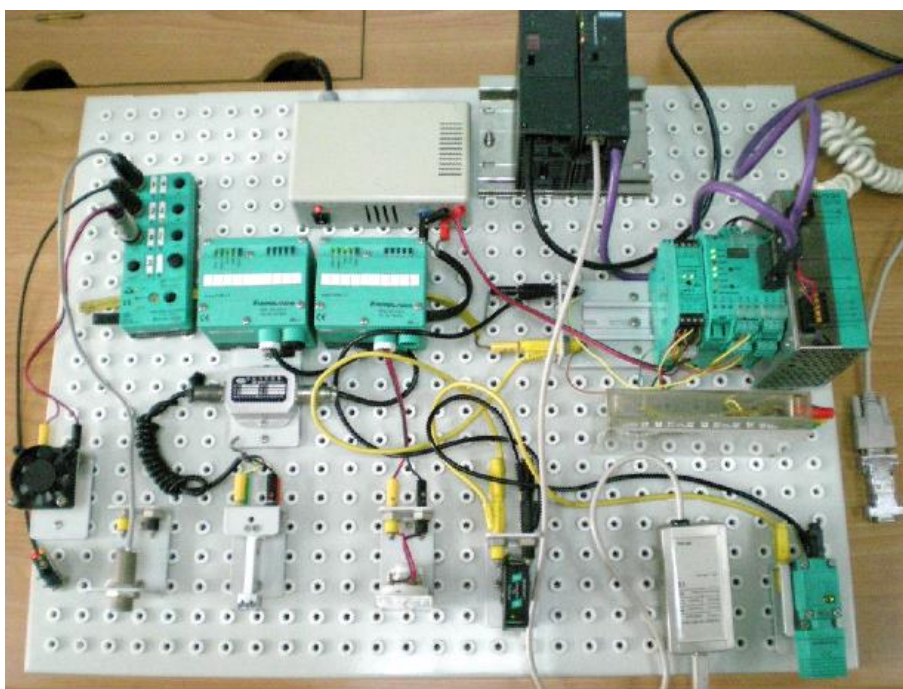


图2.2 以PLC为控制器的AS-i总线实验装置

(1) AS-i 总线实验装置 (V2.1) 中的主站是一个 AS-i/PROFIBUS 网关 (型号为 VBG-PB-KF-R4)，最多带 62 个从站。AS-i 从站可分为开关量从站和模拟量从站，开关量从站又有原技术规范 V2.0 和 V2.1 的，从站设备明细见表 2.2。

表 2.2 实验装置从站设备明细表

从站编号	从站名称与型号	从站说明	从站类型
1	G2 扁平模块 (4 入 3 出) (VBA-4E3A-G2-ZA/EA2)	输入接有一个电感式传感器和 一个漫反射型光电传感器 输出接有一个小风扇	V2.1 开关量型
2	KE 控制箱型模块 (4 入 3 出) (VEA-4E3A-KE-ZE/E2)	输出接有一个 LED 彩灯板, 该彩灯 板由三个不同颜色的彩灯圈组成, 每个圈占用一个输出通道, 所以共 占用该模块的三个输出通道	V2.1 开关量型
3	智能型光电传感器 (MLV11-8-500)	该传感器直接作为 AS-i 总线系统中的一个从站	V2.0 开关量型
4	智能型电感式传感器 (NCN15-MIA-B3)	该传感器直接作为 AS-i 总线系统中的一个从站	V2.0 开关量型
5	模拟量输入模块 (2 入) (VBA-2E-G4-U)	输入通道 0 接有一个应变式称重传感器 (量程 0-500g, 输出 0-5V DC)	V2.1 模拟量型
6	模拟量输出模块 (2 出) (VBA-2A-G4-I)	输出通道 0 接有一个 0-20mA DC 的指针式电流表	V2.1 模拟量型

(2) 系统网络结构

实验系统网络结构及硬件设备如图 2.3 所示。

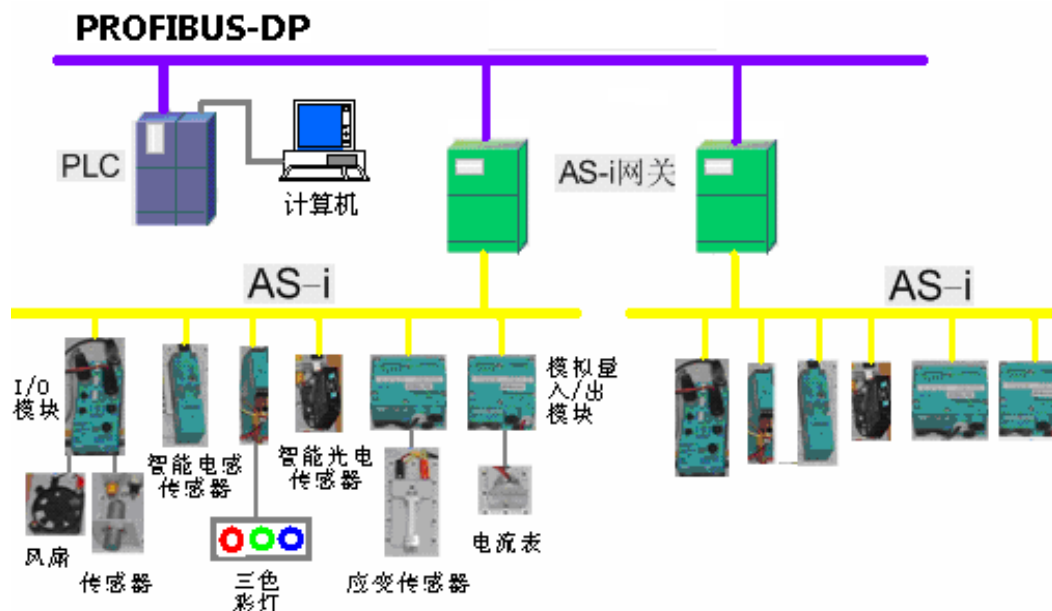


图 2.3 实验系统网络结构及硬件设备

上层: PROFIBUS-DP 总线层, 该层设备有可编程序控制器 (PLC) 及 AS-i 网关, 全部通过 PROFIBUS-DP 总线电缆连接起来。

底层：AS-i 总线层，该层设备有 AS-i 网关，网关下方挂接有 6 个从站以及相连的传感器和执行器，全部通过 AS-i 总线电缆连接起来。

本实验系统中使用的 PLC 选用西门子公司的 S7-300 系列的 CPU 315-2DP，它是一种小型模块化可编程控制器，有两个通信接口，分别为 PROFIBUS-DP 接口和 MPI 接口。使用专用转换器和紫色屏蔽电缆直接将 PLC 的 PROFIBUS-DP 接口与 AS-i 网关的 RS-485 接口连接，完成 PROFIBUS-DP 网络层的硬件连接。使用编程适配器 MPI Link-BUS 直接将 PLC 的 MPI 接口与 PC 机的 BUS 接口连接，完成 MPI 多点通信层的硬件连接。

(3) 系统软件

① AS-interface Control Tools 软件，完成 AS-i 系统的配置和网络组态。

② STEP7 是用于 SIMATIC 可编程控制器组态和编程的标准软件包，其用户接口是基于当前最新水平的人机控制工程设计，可以轻松方便地使用。软件包具体的应用程序有 SIMATIC 管理器、符号编辑器、编程语言、硬件配置和网络组态等。

2. 实验目的

- (1) 掌握 AS-i 总线技术规范（V2.1）实验系统的性能特点。
- (2) 了解 PLC 与 AS-i 总线实验平台共同组成的总线系统的体系结构。
- (3) 掌握 PLC 的相关知识以及组态和编程的方法。
- (4) 通过综合性实验锻炼学生举一反三的能力和编程设计的能力。

3. 实验内容

1) 了解 AS-i 总线实验系统（V2.1）的设备和地址

(1) 用 PROFIBUS/RS232 转换器连接 AS-i 网关和计算机。（暂不接 PLC 可编程控制器）

(2) 启动 AS-i 控制工具软件，调用菜单项 Master/New，选中 PROFIBUS 协议，PC 机接口 COM1，网关地址 3，进入 AS-i Configuration 界面，将显示系统中已编址从站共 6 个，记录 6 个不同从站的地址。

① 2 个开关量传感器，AS-i sensor 智能型电感、User defined:3in/1 智能型光电，符合技术规范 V2.0，必须独立占用一个地址。

② 2 个开关量模块 Ext. addr:4in/4o，控制箱模块（即输出接有 1 个 LED 彩灯板）、扁平模块（即输入接有 1 个电感式传感器和 1 个漫反射型光电传感器，输出接有 1 个小风扇的模块），

③ 2 个模拟量输入/输出模块符合技术规范 V2.1，但必须独立占用一个地址。Analog-slave (7.3) 2i 连接了 1 个应变式称重传感器，Analog-slave (7.3) 2o 连接了 1 块小电流表，

(3) 通过实验了解不同从站所接传感器或执行器占用的具体数据位，**做好记录**。

① 选中其中一个“Ext.addr:4in/4o”扁平模块，进入 Data and Parameter 界面，当连接在扁平模块输入端的 2 个传感器分别检测到物体时，观察输入数据（Inputs）哪几位变化？为什么？在输出数据（Outputs）处，点中相应的数据位，观察输出端的小风扇是否转动，指出哪位在控制小风扇。

② 选中其中另一个“Ext.addr:4in/4o”控制箱模块，进入 Data and Parameter 界面，在输出数据（Outputs）处，点中相应的数据位，观察小彩灯变化，说明哪位控制哪种颜色的灯。

③ 选中 Analog-slave (7.3) 2i，进入 Analog Input 界面，对应应变式传感器的重力点（↓）分别施加小砝码 1，2，3，4，5 个（每个重 20 克），观察 ch 0 通道输入变化是否线性增长。

④ 选中 Analog-slave (7.3) 2o，进入 Analog Output 界面，通过滑动 ch 0 通道的标尺（或改变 dec 处的十进制代码）改变输出电流，观察连接在模块输出端口的小电流表跟踪情况如何。

2) 以 PLC 为控制器的 AS-i 实验系统的硬件设备连接

参见图 2.2 所示，将 PLC 控制器的 PRFIBUS -DP 接口与 AS-i 网关的 RS-485 接口通过转接器和紫色屏蔽电缆线相连接，将 PLC 控制器的 MPI 接口通过编程适配器与计算机的 USB 接口相连接；开启 PLC 专用电源开关，观察 PLC 面板上的 LED 灯的显示是否正常，正常时只有 DC 5V 的绿灯亮和 STOP 的黄灯亮。参见“CPU 315-2DP 面板的状态和故障显示”。

3) 实验系统的硬件站点配置和网络组态

(1) 创建新项目

点击桌面图标“SIMATIC Manager”，自动弹出 SETP7 新建项目向导，点击“下一个”，选中 CPU 中的“CPU 315-2 DP”(请注意留出两个空格，否则编译会有问题!)，MPI 默认地址为 2 可不更改。点击“下一个”，选中块名称(默认)为“OB1”，选中块语言“LAD”即梯形图编程。点击“下一个”，修改项目名称“S7_***”，点击“完成”，项目创建完成。

(2) 硬件站点配置及网络组态

新项目建成后，自动弹出新项目 S7_***界面，如图 2.4 所示。单击左侧窗口“SIMATIC 300 站点”，双击右侧窗口的“硬件”，可弹出 SIMATIC 300 站点(配置)界面，实验系统的硬件站点配置可参见图 2.5 所示。

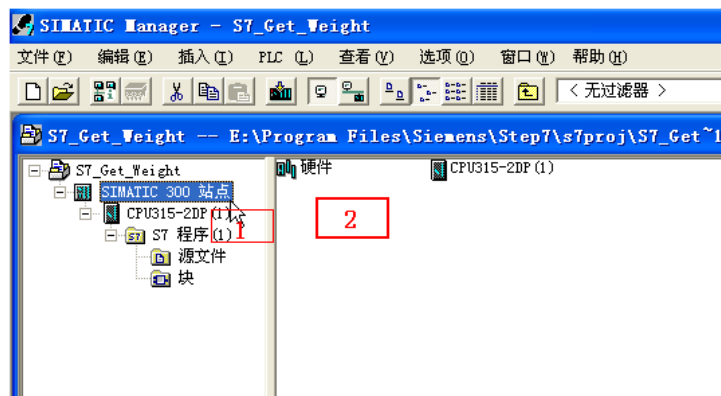


图2.4 新项目界面

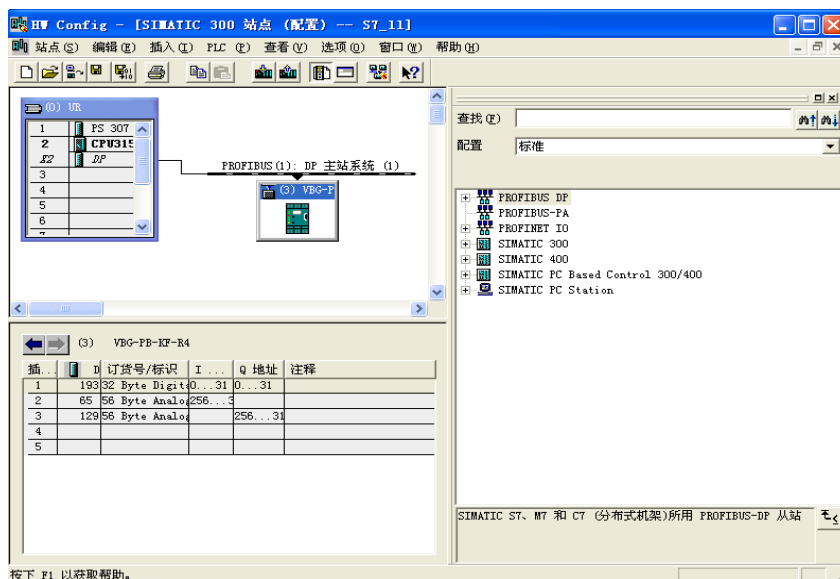


图2.5 实验系统硬件站点配置




- ① 插入电源模块：点击机架插槽中地址“1”，在右侧窗口的标准配置下，点击 SIMATIC 300 前的“+”号，在 PS-300 中找到“PS 307 2A”，双击插入。
- ② 添加主站系统：鼠标右键点击机架中“DP”，选择“添加主站系统”，弹出属性 PROFIBUS 接口界面。
- ③ 新建子网：在“参数”选项下默认 DP 地址为 2 可不更改（或其它），点击“新建”，弹出新建子网 PROFIBUS 界面，在“网络设置”选项下，选中传输率为“187.5Kbps”，配置文件为“DP”，点击“确定”，PROFIBUS(1)-----187.5Kbps 子网已建立。
- ④ CPU315-2DP 联网：双击机架中的“CPU315-2DP”，弹出属性 CPU315-2DP 界面，单击“属性”，弹出属性-MPI 接口界面，“参数”选项下的地址可选“3”（或其它），选中子网下的“MPI(1)-----187.5Kbps”，点击“确定”，MPI(1) -----187.5Kbps 子网已联网。
- ④ 安装 AS-i 网关的 GSD 文件：在 SIMATIC 300 站点（配置）界面中，选择菜单栏“选项”下面的“安装 GSD 文件”，选中相应的 GSD 文件（路径 E:\PROGRAM FILES\SIEMENS\STEP7\S7TMP）即“PFK1745.GSD”，点击“安装”、“Y”，安装成功后“关闭”退出。
- ⑤ 在网络中添加 AS-i 网关：在右侧窗口的标准配置下，双击列表中“PROFIBUS-DP”\“Additional ---”\“Gateway”\“Pepperl-Fuchs”\“AS-Interface”，将“VBG-PB-KF-R4”（网关型号）拖入 DP 主站系统的黑线上。选择参数地址为“3”，因 AS-i 网关实际地址是 3，“确定”后可见 VBG-PB-KF-R4 图标已挂接在网络上。
- ⑦ 给网关外围设备分配地址：在界面下方 VBG-PB-KF-R4 下，与配置机架类似，应在相应位置插入输入/输出模块。点开右侧列表中 VBG-PB-KF-R4 前门的“+”号，可以看到数字量和模拟量的输入/输出设备列表。根据本实验系统的设备情况，可选择插入 3 项，分别双击“32 Byte Digital In/Out (0-31B)”（数字量输入/输出）、“56 Byte Analog Input (25-31)”（模拟量输入）、“56 Byte Analog Output (25-31)”（模拟量输出），插入到机架的 1，2，3。至此，SIMATIC 300 站点的硬件配置和网络组态已完成，截图并做说明。
- ⑧ 保存网络配置与组态：点击菜单栏的  快捷键，进行组态的保存和编译。
- ⑨ 下载网络配置与组态：点击菜单栏的  快捷键，进行组态的下载，**确定**选择目标模块，点“视图”选择节点，点**确定**选择节点地址，**确定**下载给模块，如不出错则下载成功，**此时需将主站和从站用紫色电缆连接上**，观察 PLC 设备上只有一个绿灯和黄灯亮，而没有红灯亮起。
- ⑩ 查看网络组态图：点击菜单栏的  查看网络组态图，可见图 2.6 所示，图中模块下方数字代表相应的地址信息，截图并做说明。



图2.6 实验系统网络组态

3) PLC 编程和在线监控

(1) 定义 S7 程序符号表

在定义符号表前，首先需将紫色的电缆拔掉，而插上 P+F 下载线，利用 ASI—Control Tool 观察和确定各传感器和执行器地址，并定义传感器和执行器的地址和符号，在 AS-i 总线系统中，0 地址作为保留地址，不参与 AS-i 从站的地址分配，而在 STEP7 中，地址的排列是从 0.0 开始的。数字量 AS-i 从站的地址与其在 STEP7 中对应的地址关系如表 2.3 所示。模拟量 AS-i 从站的地址与其在 STEP7 中对应的地址关系如表 2.4 所示。

表 2.3 数字量从站地址与其在 STEP7 中对应地址对照表



(I 代表数字量输入，Q 代表数字量输出，数字量数据类型是 BOOL。)

AS-i 地址	S7 I 或 Q 地址
1	0.0 - 0.3
2	1.4 - 1.7
3	1.0 - 1.3
4	2.4 - 2.7
5	2.0 - 2.3
6	3.4 - 3.7
7	3.0 - 3.3
:	:
30	15.4-15.7
31	15.0-15.3
1B	16.0-16.3
2B	17.4-17.7
3B	17.0-17.3
4B	18.4-18.7
5B	18.0-18.3
:	:

表 2.4 模拟量从站的地址与其在 STEP7 中对应地址对照表

(PIW 代表模拟量输入，PQW 代表模拟量输出，模拟量数据类型是 INT。)

AS-i 地址	S7 PIW 或 PQW 地址
25	256 (256-262)
26	264 (264-270)
27	272 (272-278)
28	280 (280-286)
29	288 (288-294)
30	296 (296-302)
31	304 (304-310)

定义符号: 在 SIMATIC Manager 界面中，单击左侧窗口下的“S7 程序(1)”，双击右侧窗口的“符号”，打开符号编辑器。符号对应的地址应该与之前的系统配置一一对应，所有符号表均采用统一的定义，以方便调试。符号表定义完成后，点击菜单栏的“”保存。图 2.7 可作为参考。

S7 程序(1) (符号) -- S7_Pro1xx\SIMATIC 300...					
	状态	符号	地址	数据类型	注释
1		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
2		橙色LED灯	Q 3.5	BOOL	
3		电感式传感器	I 0.1	BOOL	
4		电流表	PQW 256	INT	
5		风扇	Q 0.1	BOOL	
6		光电式传感器	I 0.3	BOOL	
7		红色LED灯	Q 3.4	BOOL	
8		蓝色LED灯	Q 3.6	BOOL	
9		应变式传感器	PIW 264	INT	
10		智能型电感式传感器	I 1.0	BOOL	
11		智能型光电式传感器	I 2.4	BOOL	
12					

图2.7 符号定义表

(2) 简单编程

① 编辑程序：在 SIMATIC Manager 界面的“S7 程序(1)”下，单击“块”，双击右侧窗口的“OB1”打开程序编辑窗口。

例如：用一个最简单的开关控制线圈动作，即用电感式传感器控制执行机构（小风扇）动作，用于检验符号表定义是否正确，通讯是否正常。





首先应该点击并选中要编辑的程序段上希望插入指令的位置，然后在窗口上方的快捷键中（或者在左侧的指令列表中）找到希望插入的指令符号，单击即可插入（或将需要使用的命令拖拽到相应位置即可）。在此插入一个开关  代表输入，插入一个线圈  代表输出。可以看到，图 2.8 中的两个指令符号上方均有三个问号，这说明此指令尚未分配符号（地址），点中间号处按鼠标右键，选插入符号，在符号列表中选择相应的符号双击插入。



图2.8 开关控制线圈

② 保存和下载程序：点击菜单栏的  保存，点击  下载到 PLC 中。如果保存和下载过程无错误（查看 PLC 面板上的 LED 灯是否正常），即可进行在线监视。

(3) 在线监控

点击菜单栏的“”，并将 PLC 面板上的开关置于“RUN”状态，可以在线监视，在线修改和调试程序。

在监控状态下，程序段电流通路不导通时显示为绿色虚线，导通时显示为绿色粗实线，用金属物体接近电感式传感器，程序段如能全变为绿色粗实线，说明程序已通，风扇应该开始转动，如图 2.9 所示。如有问题可以在 PLC 处于“RUN”状态下直接修改程序，在线下载调试。

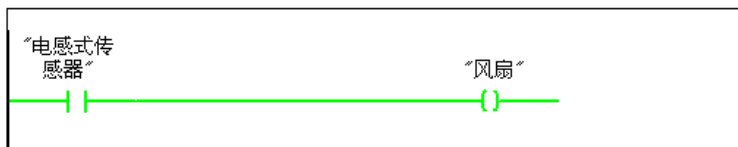


图2.9 电感式传感器控制风扇动作

要求：分别使用三个不同的传感器来控制三个不同的执行器，进行在线监控，从而判断通讯是否正常，定义的符号和连接的地址是否正确。

截图并做说明：每个程序设计所用的设备名称和地址以及实现的功能。

4) PLC 控制器对其外围 I/O 设备控制的程序设计

编程规则

梯形图编程首先需要满足控制要求，还需要遵循以下几个基本规则：

- ① 梯形图按“自上而下，从左到右”的顺序绘制。
- ② 在每一个逻辑行上，当几条支路并联时，串联触点多的应安排在上面。
- ③ 梯形图中的触点应该画在水平支路上，不含触点的支路应该在垂直方向上。
- ④ 梯形图的一个触点上不能有双向电流通过。
- ⑤ 梯形图两个逻辑行之间逻辑关系应该清晰，互相不能有牵连。
- ⑥ 梯形图中任一支路上的串并联触点及内部并联线圈的个数一般不受限制，中小型 PLC 中最好不要超过 8 层。

(2) 简要介绍本实验中涉及到的梯形图编程中的部分指令

- ① 常用的位逻辑指令有如下几种：

——| |—— 常开触点
---|/|--- 常闭触点
—() 输出线圈
---(#)--- 中间输出
---| NOT |--- （能流取反）取反 RLO 位。

- ② 定时器指令

本实验中使用的是 S_PULSE 脉冲定时器，指令符号如图 2.10a 所示。如果启动定时器必须在输入端 S 有一个上升沿，定时器是在 S 输入端信号状态为“1”时运行，但运行时间是由输入端 TV 指定的。只要定时器运行，输出端 Q 的信号状态就为“1”。如果在时间间隔结束前，S 输入端从“1”变为“0”，则定时器将停止。这种情况下，输出端 Q 的信号状态为“0”。“Tno”填写定时器的编号（T1，T2----），“TV”写为“S5T#2S”意思是设定时间为 2 秒。

如果在定时器运行期间定时器复位 R 输入从“0”变为“1”时，则定时器将被复位。当前时间和时间基准也被设置为零。如果定时器不是正在运行，则定时器 R 输入端的逻辑“1”没有任何作用。可在输出端 BI 和 BCD 上扫描当前时间值。时间值在 BI 端是二进制编码，在 BCD 端是 BCD 编码。当前时间值为初始 TV 值减去定时器启动后经过的时间。

- ③ 整数运算器指令

使用整数运算器，可以对两个整数（16 和 32 位）执行数学运算，这里只列举 16 位整数运算。可启用（EN）输入端通过一个逻辑“1”来激活，对 IN1 和 IN2 进行相应的运算，结果通过 OUT 查看。如果该结果超出了整数（16 位）允许的范围，OV 位和 OS 位将为“1”并且 ENO 为逻辑“0”，这样便不执行此运算框后由 ENO 连接的其它函数（层叠排列），指令符号如图 2.10b 所示。

- ④ 整数比较器指令

此指令可根据用户选择的比较类型比较 IN1 和 IN2，如果比较结果为“真”，则函数的 RLO 为“1”，指令符号见图 2.10c 所示。

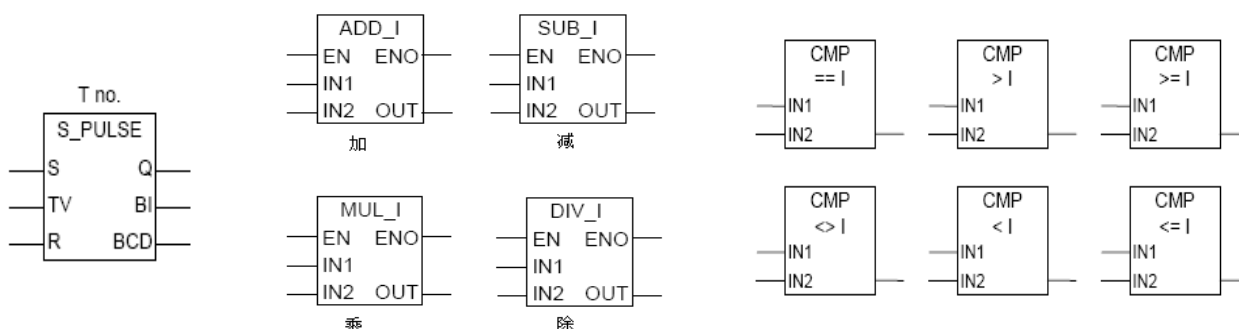


图 2.10a 定时器符号

图 2.10b 16 位整数运算器符号

图 2.10c 整数比较器指令

⑤ 位存储器 (M)

在实验中经常用到位存储器（存储位 M0.0, M0.1---, 存储字 MW0, MW1---），它与 PLC 外部对象没有任何关系，其功能类似于继电器控制电路中的中间继电器，主要用来存储运算过程中的临时结果，可为编程提供无数量限制的触点，可以被驱动，但不能驱动任何负载。

(3) PLC 程序设计题目

3 个环状 LED 彩灯循环点亮实验

实验要求及预期：

要求能够实现电感式传感器给出启动信号后，3 个不同颜色的 LED 灯能依次循环点亮，每个灯圈点亮的时间为 2 秒钟。当智能型电感式传感器给出停止信号后，3 个 LED 彩灯无论处于何种状态，均能立刻熄灭。

提示：开关设置，急停设置，中间输出，取反 RLO 位；参见位逻辑指令，定时器指令，位存储器（M0.0, M0.1---）。

4. 实验报告要求

- (1) 简述西门子 PLC 控制器 CPU315-2DP 的功能。
- (2) 给出本实验系统的硬件站点配置、网络组态图，以及要求截图并做说明的内容。
- (3) 给出 PLC 程序设计实验中两个题目的程序设计思路、截图及说明。
- (4) 简述 PLC 的编程方法和技巧。
- (5) 总结通过实验你对工业现场总线控制技术有了哪些了解。

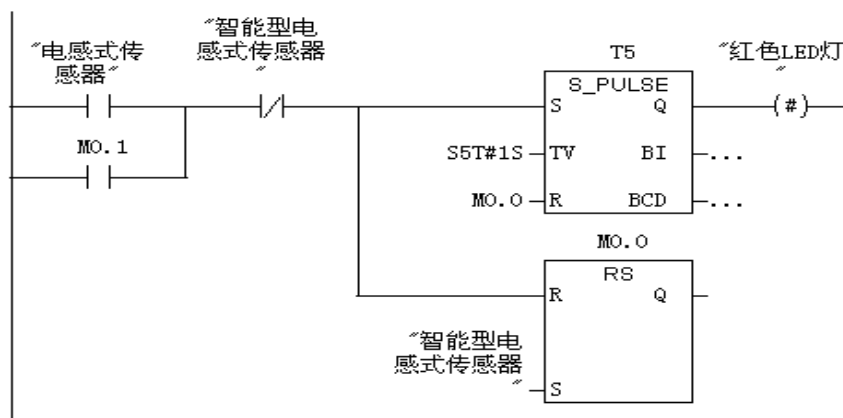
实验二附录

1. LED 灯循环点亮实验

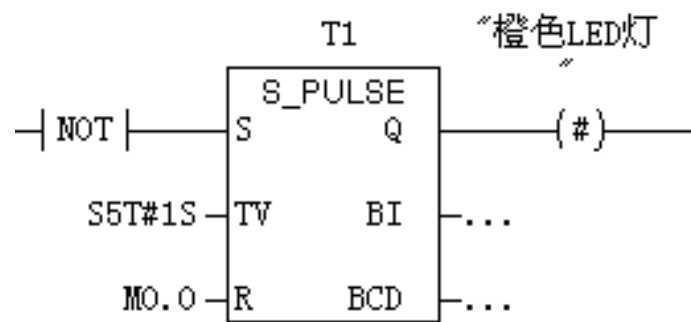
LED 灯循环点亮需要一定的时延，因此此处需要使用计时器，另外需要注意，各个 LED 灯的输出不能中断电流通路，所以应该选择中线输出指令。图 5.14 至图 5.16 分三部分给出了本实验的程序图，实际程序应该是由三个图是拼接在一起组成的。程序使用电感式传感器作为开始和结束的开关。这里需要详细解释一下开关的设计。

整个系统的开启开关设为电感式传感器，持续给开启信号 1 秒钟，由于智能型电感式传感器没有施加信号，故取反后与电感式传感器相与为 1，此时 M0.0 复位为 0，各个计时器处于选中工作状态，T5 开始计时，同时红色 LED 灯点亮，1 秒钟后，红色 LED 灯灭，T1 开始计时，同时橙色 LED 灯点亮，1 秒钟后，橙色 LED 灯灭，T2 开始计时，同时蓝色 LED 灯点亮，1 秒钟后，蓝色 LED 灯灭，T3 开始计时，同时 M0.1 被置为 1，即使得 T5 开始计时，程序实现了循环。系统的关闭开关为智能型电感式传感器，由于其取反后接到一 RS 复位置为触发器 R 端，而其未取反值直接接到此触发器的 S 端，故当给智能型电感式传感器信号 1 时，RS 触发器进行置位，使得 M0.0 值为 1，从而所有的计时器被同时复位，循环中断。

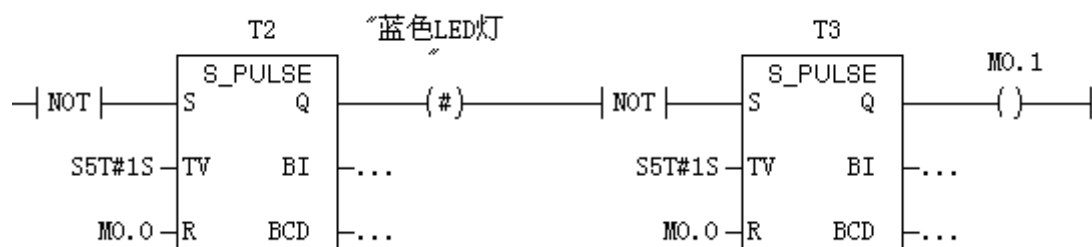
至此，此实验设计完成。需注意，开始的开启信号需要给定 1 秒种，否则红色 LED 灯首次点亮将不足 1 秒。



LED灯循环点亮第一部分



LED灯循环点亮第二部分



LED灯循环点亮第三部分