

应用实验 C：AS-i/PROFIBUS-DP 总线技术研究

实验一 AS-i 总线技术(V3.0) 特性研究

杨小诺 2018011495 自 83

1. 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。

2、实验原理

1) AS-i 总线的原理

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。

2) AS-i 总线的性能特点

(1) 系统完整

AS-i 总线省去了各种 I/O 卡，分配器的控制柜，节省了大量的连接电缆。由于采用了 2 芯扁平电缆和特别的穿刺安装技术，可以方便地把传感器/执行器连接到 AS-i 网络上。

(2) 应用简便

AS-i 总线是一个主从系统，主站和所有从站可以双向交换信息，主站又可以和上层现场总线进行通信，这时主站充当了 AS-i 和上层网络信息交换的出入口。由于 AS-i 主要传送的是开关量，因此它的数据结构比较简单，用户仅需要关心数据格式、传输率和参数配置等。主站的软件和从站 E2PROM 中的程序都是生产厂商在系统出厂的时候已经写好的，用户只需要进行一些必要的参数设置和系统连接就可以直接运行。用户主要工作就是配置地址，而且在某些场景下还具有自动赋值功能。

(3) 传输快捷

AS-i 总线系统，主从站之间采用串行双向数字通信方式，由于报文比较短，在有 1 个主站和 31 个从站的系统中，AS-i 的通信周期大约为 5ms，是非常短的。

(4) 功能可靠

通信数据的可靠性方面，为了抵抗电磁干扰，AS-i 在许多方面都采取了抗干扰措施。在接受数据时，会进行错误校验，信息出错后进行重发。其次，在运行的过程中，主站会很快检测到故障信息，若是部件产生故障，会自动切断与发生故障的从站的通信，通知地址，以便维修；若是电缆产生故障，可以借助于内存中参考配置信息和实际连接状况进行比较找出故障点。最后，主站具有网络运行监视功能，在任何时刻用户都能够得到系统中所有从站当前状态的完整资料。

(5) 节省资金

AS-i 总线系统与传统的 I/O 并行方式的树形结构相比，可以节省大量的连接导线和安装费用。另外，如果用户需要扩展系统、改变控制动作，或者运行中出现故障时，AS-i 总线所具有的快速安装、故障诊断、自动测试、预防性维护、程序参数化等功能可以大大缩短系统重新配置和排除故障的时间，提高效率、节省资金。

(6) 系统开放

AS-i 不同的部件在 AS-i 规范和 AS-i 行规中有详细的定义和技术要求，规范特别描述了主站和从站之间的通信协议以及主站和周围设备同整个系统的连接方式。所有厂商的产品都必须经过 AS-i 协会指定机构的标准测试和程序认证，这样就可以保证 AS-i 产品的兼容性和互操作性。

3) AS-i 专用电源有哪些特点

电源的电压范围为：29.5V~31.6V，符合 IEC 的“保护过低电压”的标准。因为定义了指定的电压范围，所以当从机专用芯片 IC 和 AS-i 电线上产生电压降后（最高 3V），外围设备仍然可以得到 24V 的电源供应。这符合传统执行器通常的允许范围。

在通常的操作情况下单元提供的额定电流由制造厂家设定。可以提供额定电流 2.2A~8A 的供电单元。电源还必须能够提供较大的起动电流，必须有持久的短路和过载保护，以及限流器。

电源还应该可以承受 AS-i 网络中所有元件都应该经受的 1KV 和 2KV 的尖峰电压冲击的考验。在 AS-i 完全规范和 EN50295 中都有规定。

数据解耦也是电源单元的重要部分。它通过电感将主机和从之生成的电流脉冲转换成电压脉冲，同时，还确保高频信号不会被电源短路或者阻挡。与此相反，低频区（小于 10kHz）的波动会被拉平，电压尖峰会消失，这有可能会影响通信。应该做到在一个 AS-i 环中可以开关 31 个带有 4 个线圈（170mA 尖峰电流）的阀门岛，而不会发生通信错误。

电源在市场上形成了不同的功能型号：有为一个网络供电（最高到 8A）的标准电源单元，有为两个临近的相互隔离的网络供电的双电源单元，也有可以为一个网络供电外还可以为执行器提供 24V DC 辅助电源的组合电源设备。这些电源均具有输入电压为 24V DC 和 110/230V AC，保护级别符合 IP20 和 IP65 的特性。

3、实验现象与分析

1) 熟悉 AS-i 总线 (V3.0) 实验系统的构成和硬件设备

根据实验指导书的说明，完成实验设备与名称的一一对应。

2) 利用手持编程器编址

利用手持编程器为 AS-i 从站编写地址，需要注意开关量和模拟量的区别。在此过程中，将各从站地址依次编写为 1A（控制箱型 4 入/4 出模块），2（现场型 2 输入模块），3（控制箱型 2 输出模块），4A（现场型 4 入/4 出模块），5A（现场紧凑型 2 输入模块）。

3) 利用网关编址

根据实验指导书，利用网关进行编制。在这一步中，将 1 号从站的地址 1A 重新编址为 11A，4 号从站的地址 2 编址为 12。

【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？

不一样。网关处于配置模式时，按两次 Esc 退出，网关 LCD 显示器循环显示新的从站地址。网关出于运行模式时，按两次 Esc 退出，网关 LCD 显示器循环显示“MISSING”“UNKNOWN”。

这是因为，网关只有在配置模式才可以更改从站地址，如果在运行模式中修改，就会显示原来的地址丢失，存在一个新的未知地址，解决办法为先进入配置模式，让网关 LCD 显示器循环显示新的从站地址，再进入运行模式。

4) AS-i 总线系统配置错误的诊断

(1) 一个 AS-i 从站丢失

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 Configerr 红灯亮，网关 LCD 显示器将显示丢失从站的地址。将现场型 4 入/4 出模块重新接入系统，观察到网关的红灯灭，AS-i 系统恢复正常。

这是因为网关地址是有记忆性的，从站重新连接并且地址与网关存储的地址一致时，网关判断丢失的从站重新连接，系统恢复正常、红灯灭。

③ 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，AS-i 系统恢复正常。用手持编程器再看一下这个从站的地址，发现为 4A，与上方步骤中的编址结果一致。

这是因为刚刚丢失的从站如果以 0 地址接入，就会根据 0 地址的自动恢复意义，将从站地址恢复成丢失之前的地址。

【思考】0 地址的作用？自动赋值功能需满足哪些条件？

0 地址作为从网关丢失的从站的临时地址，可以使其重新连接后自动恢复以前的地址。

自动赋值功能要求这个从站之前是连接在网关上的，丢失后必须地址为 0，重新接入原网关时才会被自动赋值。

且没有冲突地址

(2) 一个 AS-i 从站未配置

② 将现场型 4 入/4 出模块的电源插头（黑色）拧下，将网关处于配置模式，网关 LCD 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，系统运行正常。

③ 将现场型 4 入/4 出模块重新接入系统，网关的 Configerr 红灯亮，网关 LCD 显示器显示 **unknown slave**，这个模块上的 **FAULT** 指示灯亮。

这是因为重新进入配置模式并退出后，网关中就只有 4 个从站地址了，此时再将刚刚断开的从站重新接入，就相当于出现了新的未知从站，故而系统报错。

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。

这是因为网关处于配置模式时，可以识别接受新的从站地址。

(3) 两个 AS-i 从站地址相同

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（8），保存当前配置并将网关置于运行模式，网关的 Configerr 红灯亮，观察网关 LCD 显示器显示 **duplicate address**，两个模块上的 **FAULT** 指示灯亮。

这是因为两个从站被设置为了相同的地址，这是不允许的操作，网关报错。

② 重新置网关于配置模式，将上述两个从站重新配置为不同的地址（3 和 12），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。

地址冲突的问题被解决，系统恢复正常。

5) AS-i 从站的数据表示方法

(1) 通过 I/O 模块面板指示灯确认下接传感器所占用的数据位

② 用手接触电容式传感器的感应面，控制箱型 4 入/4 出模块面板上 IN4 黄灯亮，这说明这个模块的第 4 位代表的是电容式传感器的信息。

③ 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 IN1 黄灯亮，说明这个模块第 1 位代表的是光电传感器的信息。

④ 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 IN2 黄灯亮，说明第 2 位代表电磁式传感器信息；用手接触色标传感器感应面，IN1 黄灯亮，说明第 1 位代表色标传感器的信息。

(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

③ 根据“0000”的变化位数，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。现象与结果如下：

控制箱型 4 入/4 出开关量模块连接电容式传感器，0000 变为 1000，电容式传感器连接在第 1 位。

现场型 4 入/4 出开关量模块连接光电传感器，0001 变为 0000，光电传感器是常闭的且连接在第 4 位。

现场紧凑型 2 输入开关量模块连接电磁式传感器和色标传感器。对电磁式传感器，0000 变为 0010，电磁式的传感器连接在第 3 位；对色标传感器，0000 变为 0001，色标传感器连接在第 4 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，将倾角传感器沿着 x 轴、y 轴转动，观察发现 ANALOG INPUTS 下面显示的数据随转动而跟踪变化。

⑤ 把超声波传感器接入。发现随物体和超声波传感器感应面间距离的变化，ANALOG INPUTS 下面 1 通道的数据发生了改变。

6) 通过 AS-i 控制工具软件完成 AS-i 系统配置和数据表示

(1) 了解 AS-i 总线系统原有配置

根据实验指导书上的说明熟悉系统配置。

(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 Configuration Address 界面，可对原地址进行修改，此时网关的 config err 红灯亮，屏幕中原地址位显示 p<slave>，新地址位显示 d<analog slave>，右下方显示 2:out, configuration error。

按压屏幕右下方 Store Configuration 保存当前修改，网关 LED 灯灭，屏幕显示恢复正常。

(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 Configuration 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 IN4 灯亮，屏幕上 Inputs 3 位变化，不一致，但都是最高位。

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。

7) AS-i 输出模块的看门狗功能

(1) 看门狗功能开启

确认 AS-i 系统配置正确，网关处于正常运行模式。启动“看门狗”功能。确定输出都处于工作状态。

④ 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, **FAULT** 红灯亮, 输出灯不亮; 然后再将 AS-i 通信重新置于正常, **FAULT** 红灯灭, 输出灯亮。

这说明看门狗功能起作用时, 通信中断时会输出低电平。

(2) 看门狗功能取消

关闭看门狗功能, 确认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, **FAULT** 红灯亮, 输出灯亮; 然后再将 AS-i 通信重新置于正常, **FAULT** 红灯灭, 输出灯亮。

与上一问对比, 说明看门狗功能影响的是通信中断时的输出电平。

【思考题】输出模块“看门狗”功能的作用是什么?

AS-i 通信中断的时候, “看门狗”功能使得输出全部为低电平。如果没有这个功能, 一旦 AS-i 通信中断, 输出高电平可能一直维持, 给设备人员带来损害或者危险。

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

按指导书上方法完成调节, 现象一致, 设置成功。

(2) 超声波传感器的工作范围设置为 50-250mm。当距离不在该量程范围内的时候, 示数不再发生改变。粗略测量一组数据如下:

80mm	95mm	150mm
6113	7050	12150

(3) 倾角传感器 x/y 轴的旋转角度设置为 X:0-180, y:0-90。当旋转角度超出该量程范围后, T1 和 T2 不再发生改变。粗略测量一组数据如下:

X	Y	Ch0	Ch1
0	0	4026	4010
0	90	4026	19993
90	0	11800	4010

作图分析

4、实验小结

本实验帮助我初步了解了 AS-i 总线系统的编制方法、系统配置错误的诊断、数据表示方法和模块看门狗功能。虽然刚开始时比较难以理解实验内容, 但上手后就会发现, AS-i 系统十分容易理解。