

电气设备通信线路软切换

邓 松,张迎辉

(深圳职业技术学院 工业训练中心,广东 深圳 518055)

摘要: 主要介绍电气设备中可编程逻辑控制器(PLC)、变频器、触摸屏、RS-485 模块及个人电脑之间实现异步通信的软切换。软切换是以单片机为控制核心,通过总线驱动器实现通信线路的连接,是无触点的切换。给出了通信连接示意图、软切换连接示意图及以 AT89C51 单片机为控制核心、74HC244 为总线驱动器的切换电路,说明了其工作过程,单片机程序设计采用外部中断方式,给出了程序流程图。实际运行表明,所提方案可行,可用于实验室不同设备间的连接软切换。

关键词: 软切换; 异步通信; 单片机; RS-232; RS-422; RS-485

中图分类号: TM 73;TP 368.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-6047(2006)12-0067-04

0 引言

一般高校和职业技术类学校机电类专业实验、培训设备(简称实训)各个模块之间大都采用单点的方式实现通信,即根据实际训练需要进行硬件搭接,如电脑与可编程逻辑控制器(PLC)通信时^{①-③[1]},将 PLC 编程电缆与电脑连接,若同时还需要电脑写触摸屏程序时,则将电脑与 PLC 的编程电缆拔下,再将触摸屏的数据电缆连上。又如做变频器与扩展功能板 RS-485BD 通信实验时,需要变频器^④连接面板操作单元 PU 进行参数的设定,然后取下 PU 单元再与 RS-485BD 模块连接,如果设置不正确,则需要多次的连接切换,这些连接很烦琐、浪费实训时间,实训效率低;而且学生在对端口插拔切换时,有时忘记关闭设备电源,端口的热插拔会造成设备的损坏。据统计,2004 年 9 月到 2005 年 7 月,因热插拔造成的 PLC 端口损毁(COMMS ERROR)事件多达 20 多起,占 PLC 设备故障一半以上。

收稿日期:2006-02-22;修回日期:2006-05-17

软切换则是以单片机为控制核心^[2],通过总线驱动器实现通信线路的连接,是没有触点的切换,采用这种方式让烦琐的工作变得简单、方便,只需要用一个按钮就可以完成数据线路的切换,同时也保证了设备的安全,降低故障率。

1 系统组成及工作原理

以学校可编程控制及变频调速实训室为例,介绍软切换的基本原理。表 1 为实训室电气设备及其协议^①。

这 6 类设备 7 个通信端口的连接通信如图 1 所示。从图中可看出:与电脑通信的设备有 PLC 和触摸屏,与变频器通信的设备有 PU 单元、触摸屏及 RS-485 模块,它们之间的通信只有唯一的端口,所以正常情况下只能是点对点地进行数据传输。

在进行单点数据通信时,所使用的通信电缆的

① 三菱电机株式会社,FX 通讯用户手册,2004.
② 三菱电机株式会社,三菱 FX_{2N} 可编程控制器硬件手册,2004.
③ 三菱电机株式会社,三菱 F940 硬件手册,2004.
④ 三菱电机株式会社,三菱变频调速器使用手册,2004.

表 1 设备通信协议

Tab.1 Communication protocols of different devices			
设备名称	通信协议	设备名称	通信协议
个人电脑	RS-232	变频器	RS-485
PLC	非开放协议	变频器 PU 单元	RS-485
触摸屏	RS-232	RS-485BD	RS-485
	RS-422		RS-422

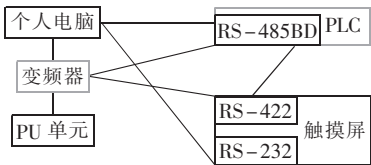


图 1 连接示意图

Fig.1 Sketch map of communication connections

线路连接及端口定义见表 2。

表 2 通信电缆接线及端口定义

Tab.2 Connection and pin definitions of communication cables

PC ↔ PLC		触摸屏 ↔ PLC		PC ↔ 触摸屏	
 2×510 Ω 2 — 4 3 — 1 5 — 2 6 — 7 7 — 5 8 — 9		 2 — 1 7 — 2 3 — 4 6 — 5 1 — 6 GOT (422) 4 — 7 5 — 9		 2 — 2 3 — 3 4 — 4 5 — 5 GOT (232) 6 — 6 8 — 8	
GOT ↔ 变频器		485 ↔ 变频器		PU ↔ 变频器	
 1 — 3 2 — 5 5 — 1 变频器 6 — 6 7 — 4		 1 — 5 2 — 4 3 — 3 变频器 4 — 6 5 — 1 (7)		 1 — 1 2 — 2 3 — 3 4 — 4 变频器 5 — 5 6 — 6 7 — 7 8 — 8	
PC	2:RXD;3:TXD;4:DTR;6:DSR;7:RTS;8:CTS				
PLC	1:RDB;2:RDA;3:GND;4:SDB;5:5 V;7:SDA				
触摸屏 (RS-232)	2:RXD;3:TXD;4:DTR;6:DSR;7:RTS;8:CTS				
触摸屏 (RS-422)	1:RXD-;2:RXD+;5:GND;6:RTS-;7:RTS+				
RS-485BD	1:SG;2:RDA;3:RDB;4:SDA;5:SDB				
变频器	1:GND;2:PS5;3:RXD+;4:TXD-;5:TXD+; 6:RXD-;7:GND;8:PS5				
PU	1:GND;3:TXD+;4:RXD-; 5:RXD+;6:TXD-;7:GND				

使用软切换后,要实现这些设备之间的通信,则必须保证在设计切换电路中保持原有的连接方式不变(或能兼容),数据的传送方向不变。

根据实训的需要,实训项目大概可以分为 6 类实验,这 6 类项目进行通信的情况见表 3。

采用软切换方式的各个设备连接示意图如图 2 所示^[3-4]。

表 3 6 类实验的模块通信

Tab.3 Communications of 6 experiment classes

实验序号	通信模块	实验序号	通信模块
1	PC ↔ PLC	4	PC ↔ 触摸屏 ↔ PLC PU ↔ 变频器
2	PU ↔ 变频器	5	PC ↔ PLC RS-485BD ↔ 变频器
3	PC ↔ PLC PU ↔ 变频器	6	PC ↔ 触摸屏 ↔ 变频器

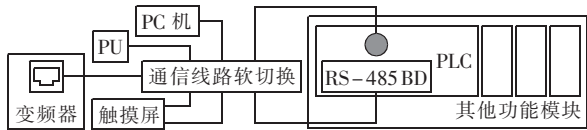


图 2 软切换连接示意图

Fig.2 Sketch map of soft switching connections

6 类设备的 7 个通信端口都以星型拓扑方式连接到切换功能板,并采用直连的方式连接,不使用原有的通信电缆,线路的交错和协议的转换或兼容处理均由功能板完成。

切换功能板使用了 7 个高速单向三态总线驱动器 74HC 244 芯片。在实际电路中,将 74HC 244 的 Enable1 和 Enable 2 连接在一起,通过单片机 AT89C 51 P0 口选择数据的通过或禁止,从而达到用程序实现通信线路选择,切换电路如图 3 所示^[1-2,5-8]。

其工作过程是:当需要电脑与 PLC 进行数据传输时,通过单片机程序将 IC1 和 IC2 的使能控制端管脚设为低电平,其他芯片的使能端均为高电平,保持线路的悬浮。电脑(PC)RS-232 口通过第 3 脚发送端口(TXD)发送数据,第 2 脚接收数据,RS-232 端口发送数据“0”时输出为 15 V,发送数据“1”时输出 -15 V,为负逻辑电平。RS-232 第 3 脚发送的数据通过 IC1 芯片的管脚 2 输入,IC1 接收到数据并将电信号转换成 TTL 电平,转换后数据“0”为 5 V,“1”为 0~0.7 V,通过 IC1 第 18 脚输出发送到 IC2 的第 2 脚,这个 TTL 信号再通过 IC2 芯片中继送到 PLC 的编程口第 1 脚数据接收负端(RDB),同样 PLC 的第 4 脚发送信号负端(SDB)将数据通过 IC2 芯片的 17 脚转换为 TTL 电平,再通过管脚 3 送至 IC1 芯片的 17 脚,IC1 中继发送到电脑 RS-232 口第 2 脚数据接收(RXD)。

数据发送和接收的全过程如下:

a. 电脑端发送数据“0”→RS-232(3 脚)→15 V 电信号→IC1 芯片→5 V 电信号→IC2 芯片→5 V 电信号→PLC 编程口(1 脚);

b. 电脑端发送数据“1”→RS-232(3 脚)→-15 V 电信号→IC1 芯片→0 V 电信号→IC2 芯片→0 V 电信号→PLC 编程口(1 脚);

c. PLC 发送数据“0”→5 V 电信号→IC2 芯片→5 V 电信号→IC1 芯片→5 V 电信号→RS-232(2 脚);

d. PLC 发送数据“1”→0 V 电信号→IC2 芯片→0 V 电信号→IC1 芯片→0 V 电信号→RS-232(2 脚)。

通过以上流程可看出,电脑端发送数据“0”时,PLC 的反向接收端接收到 5 V 的电信号,端口可以识别到为数据“0”;发送数据“1”时,接收到电平信号为 0 V,与正向输入端电位相同,因此,PLC 并不认可这种电平信号,PLC 的通信数据信号是采用差分传输方式,即编程口 2 脚(RDA)与 1 脚(RDB)之间电压大于 200 mV 即视为“1”,小于 -200 mV 为“0”。同样,PLC 发送数据“0”时,电脑端接收到的电信号是 5 V,与

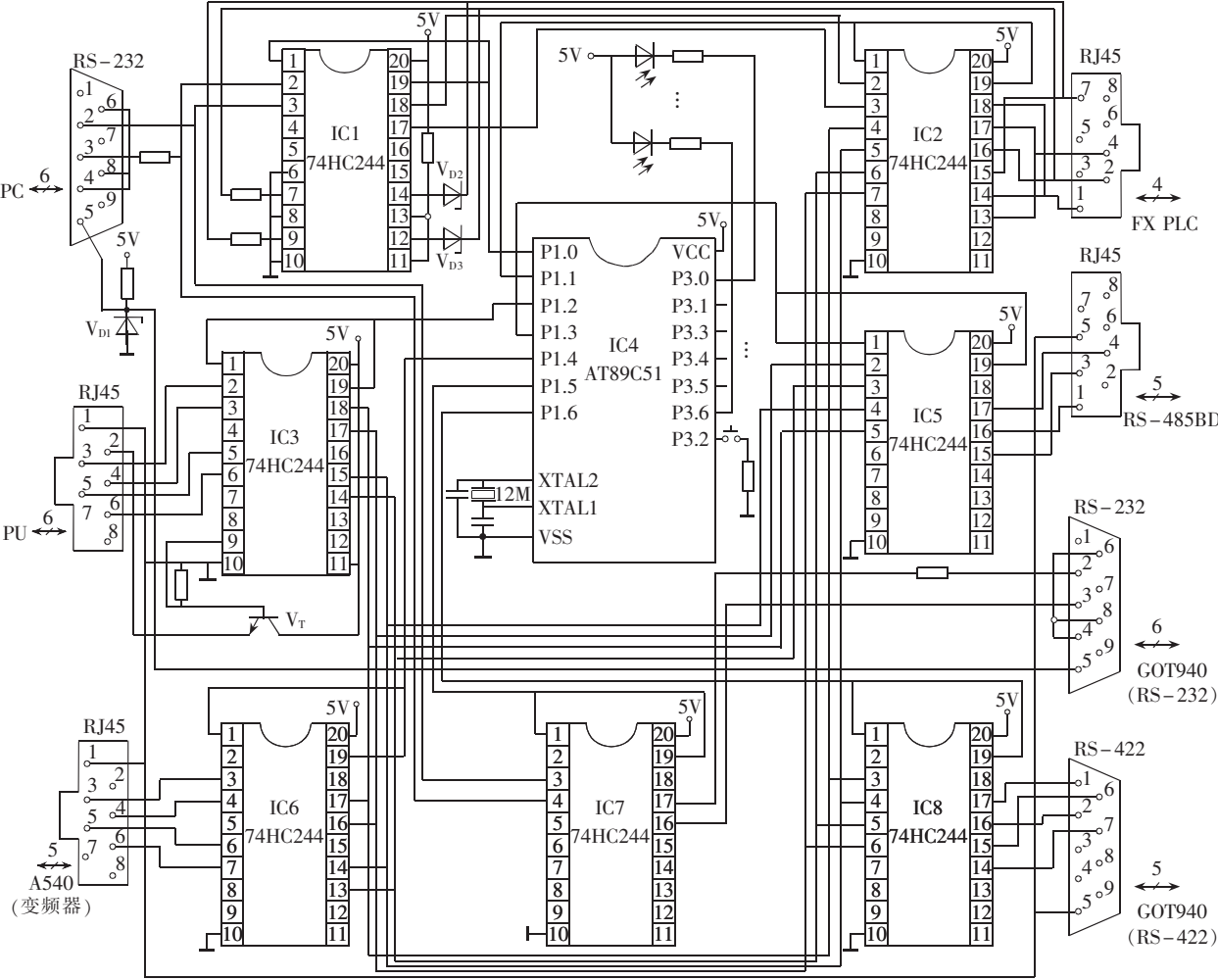


图 3 切换电路

Fig.3 The switching circuit

RS-232 协议兼容,端口可以识别,但当发送数据“1”时,电脑接收到的电平信号为 0 V,端口同样无法识别此电平信号,要解决此问题的最好办法是将 RS-232 端口第 5 脚(GND)和 PLC 编程端口的 2 脚(RDA)、7 脚(SDA)的电压升高到 2.5 V,即电源电压的一半,功能板将 RS-232 的第 5 脚通过 V_{D1} 稳压二极管接地,使参考点电压保持约 2.5 V,PLC 的编程口 2 脚和 7 脚由于还要和其他设备通信,所以不能直接将它接入 2.5 V 电压,而是通过 IC1 芯片输出 2 个 5 V 的电压,和 2 个 0 V 电压,再通过 V_{D2}、V_{D3} 稳压二极上取得 2.5 V 电压,目的是 PLC 在和其他设备通信时,保证 2 脚和 7 脚在 IC1 芯片上是悬浮的,而不会影响到它本身的输入、输出功能。

通过处理后:

- a. 电脑端发送数据“0”→PLC 端 RDA、RDB(2 脚和 1 脚)之间电压为-2.5 V→PLC 接收到“0”;
- b. 电脑端发送数据“1”→PLC 端 RDA、RDB(7 脚和 4 脚)之间电压为+2.5 V→PLC 接收到“1”;
- c. PLC 端发送数据“0”→RS-232 RXD、GND(2 脚和 5 脚)之间电压为+2.5 V→电脑接收到“0”;
- d. PLC 端发送数据“1”→RS-232 RXD、GND

- (2 脚和 5 脚)之间电压为-2.5 V→电脑接收到“1”。
- 当电脑与触摸屏通信时,通过单片机程序使 IC7 芯片使能端为低电平,使 IC7 总线驱动器工作有效,其他驱动器截止,数据的过程如下:
 - a. 电脑 RS-232 发送“0”→15 V 电信号→IC7 芯片→5 V 电信号→触摸屏 RS-232 第 3、5 脚有 2.5 V→接收到“0”;
 - b. 电脑 RS-232 发送“1”→-15 V 电信号→IC7 号芯片→0 V 电信号→触摸屏 RS-232 第 3、5 脚有-2.5 V→接收到“1”;
 - c. 触摸屏 RS-232 发送“0”→15 V 电信号→IC7 号芯片→5 V 电信号→电脑 RS-232 第 2、5 脚有 2.5 V→接收到“0”;
 - d. 触摸屏 RS-232 发送“1”→-15 V 电信号→IC7 号芯片→0 V 电信号→电脑 RS-232 第 2、5 脚有-2.5 V→接收到“1”。

在使用三菱 F900 系列触摸屏及 FX 系列 PLC 时,电脑不仅可以与触摸屏通信,同时也可以通过触摸屏中读写 PLC 的数据,触摸屏本身也可以与 PLC 通信,这时需要使 IC2、IC7、IC8 芯片导通即可。

PU 单元本身没有电源,因此需要功能板提供(正常情况由变频器提供),当 IC3 驱动芯片工作时,

IC3 的第 9 脚将输出高电平,使三极管 V_T 导通,提供给 PU 单元 5 V 电源;当不使用 PU 时,IC3 截止, V_T 基极被下拉为低电平, V_T 截止,PU 停止工作。

不同设备之间通信需要驱动导通的芯片号如表 4 所示。

表 4 6 类实验驱动芯片号
Tab.4 Chip IDs of 6 experiment classes

序号	需要通信的模块	导通芯片号	序号	需要通信的模块	导通芯片号
1	PC ↔ PLC	IC1 IC2	4	PC ↔ 触摸屏 ↔ PLC PU ↔ 变频器	IC2 IC7 IC8 IC3 IC6
2	PU ↔ 变频器	IC3 IC6	5	PC ↔ PLC RS-485 ↔ 变频器	IC1 IC2 IC5 IC6
3	PC ↔ PLC PU ↔ 变频器	IC1 IC2 IC3 IC6	6	PC ↔ 触摸屏 ↔ 变频器	IC6 IC7 IC8

2 单片机程序设计^[2,9-11]

根据各类设备的使用特点,单片机的控制思路为在系统上电后,功能板保持最常用的连接,即表 4 中序号 1 的连接,如果需要其他的连接,则通过按钮选择,每按 1 次则依次切换到序号 2、序号 3、…的连接,直到序号 6 的连接,再按选择按钮则又回到序号 1 的连接,如此循环,在切换的同时有 6 个指示灯指示所选择的线路。

程序设计的思路是采用外部中断的方式,当检测到 INT 0(P 3.2)为低电平脉冲时,则执行中断程序,通过 P 0.0~P 0.6 输出控制信号使对应的 74HC244 导通,通过 P 3.0、P 3.1 及 P 3.3、P 3.4、P 3.5、P 3.6 显示连接,流程图如图 4 所示。

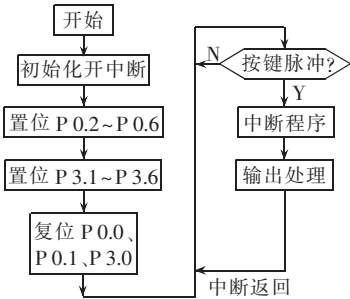


图 4 单片机程序流程图
Fig.4 The program flowchart

3 结语

经过长时间的实验运行,该方案技术合理、性能稳定、通信可靠性较高、抗干扰能力强,由于实际操作中都是短距离通信(一般不超过 3 m),RS-232 能正确识别 ± 2.5 V 的电平信号,经过多次的实验没有任何问题,实际运行是可行的。如果 RS-232 需要较长距离(EAT/TAI-232 标准,最大 60 m,一般不超过 15 m)通信,可以在 RS-232 接口端加 MAX 232 芯片作电平转化并实现驱动,使通信的可靠性提高。该方案稍加改造后,可以作为教师机的实验程序分发系统。

参考文献:

[1] 赵负图. 数字逻辑集成电路手册[M]. 北京:化学工业出版社, 2005.
[2] 何立民. 单片机应用技术汇编 9[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
[3] 李朝青. PC 机及单片机数据通讯技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
[4] NELSON M. 串行通讯开发指南[M]. 2 版. 北京:中国水利水电出版社,2000.
[5] 王新贤. 通用集成电路速查手册[M]. 济南:山东科学技术出版社,2002.
[6] AXELSON J. 串行端口大全[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
[7] 谢瑞和. 串行技术大全[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
[8] 科林,孙人杰. TTL、高速 CMOS 手册[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
[9] 何立民. 单片机应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1996.
[10] 欧青立,彭华林,黄丹. PC 机适用总线隔离与驱动技术[J]. 现代电子技术,1999(4):9-11.
OU Qing-li,PENG Hua-lin,HUANG Dan. The practical isolation and drive technology of person computer bus[J]. Modern Electronics Technique,1999(4),9-11.
[11] 丁元杰. 单片微机原理及应用[M]. 北京:机械工业出版社,1996.
(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

邓 松(1973-),男,四川蓬溪人,研究方向为电器控制与 PLC 应用(E-mail:ds1210@sina.com);
张迎辉(1963-),男,湖南长沙人,硕士研究生,研究方向为电气自动化(E-mail:YHZhang@oa.szpt.net)。

Soft switching of communication lines among electrical devices

DENG Song,ZHANG Ying-hui

(Shenzhen Polytechnic,Shenzhen 518055,China)

Abstract: The soft switching of asynchronous communication among PLC(Programmable Logic Controller),transducer,touch screen,RS-485 module and PC is introduced. Taking a singlechip as the core,the soft switching realizes connections of communication lines via bus driver. Communication connections and soft switching connections are illustrated. The switching circuit,using AT89C51 as the control core and 74HC244 as the bus driver,is provided and its working process is explained. The external interruption is adopted in the program design and the flowchart is presented. Practices show that the proposed scheme is feasible and can be applied to the soft switching of connection among lab devices.

Key words: soft switching; asynchronous communication; singlechip; RS-232; RS-422; RS-485