

文章编号: 1006-1088(2001)05-0044-05

单片机与 FX 系列 PLC 通信协议应用研究

李 众, 高 键

(华东船舶工业学院 电子与信息系 江苏 镇江 212003)

摘 要: 分析了 M68HC11 单片机和 FX 系列 PLC 串行通信接口的工作特性, 介绍了 FX 系列 PLC 的通信协议及其与单片机通讯的设计方法, 该技术已经成功应用于实际工程项目中, 实际应用表明该设计结构简单, 成本低, 可靠性高, 具有很好的推广价值。

关键词: 可编程序控制器; 单片机; 通信协议

中图分类号: TP271.5; TP873.22

文献标识码: A

0 引 言

可编程序控制器(简称 PLC)以其可靠性高、抗干扰强、开发周期短, 已经成为一种较为普及的、适应多种应用环境的工业控制器。FX 系列 PLC 是日本 MITSUBISHI 公司推出的超小型可编程控制器, 采用模块化结构, 配有丰富的功能模块, 具有体积小、配置灵活、应用广泛、性能价格比高等优点, 在我国已大量应用于工业控制领域。M68HC11 系列单片机是 MOTOROLA 公司推出的一种八位单片机, 有丰富的 I/O 功能, 带有 RAM、EPPROM 和 A/D 转换等, 适合工业环境使用, 具有控制方式灵活、可靠性高、功耗低等特点。本文主要介绍 M68HC11 系列单片机与 FX 系列 PLC 通信协议的实现方法, 并将该设计方法应用于“海口”号调距桨控制系统、塑料薄膜生产线控制系统中。

1 系统硬件构成

FX 系列 PLC 基本单元模块提供了一个 RS-422 异步串行通讯口, 该通讯口具有双重功能, 较常用的基本功能是采用简易编程器、MEDOC 软件包等编程软件对 PLC 的软件进行下载、内部状态和数据的监控; 另一功能是与上位机进行数据通讯。由于 M68HC11 单片机系统的 SCI 口电平为 TTL 电平, 与 RS-422 标准不兼容, 因此单片机的 SCI 口与 PLC 的串行口连接时需要增加一个电平转换电路, 用于实现 RS-232C 与 RS-422 之间的相互转换, 如图 1 所示。

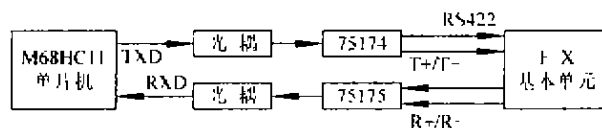


图 1 系统硬件结构图

Fig. 1 Systematic hardware structure

收稿日期: 2001-03-13

基金项目: 企业协作技术攻关项目(DW961020)

作者简介: 李众(1964-), 男, 河北丰润人, 华东船舶工业学院副教授。

2 系统通信协议

FX系列PLC串行通信采用ASCII码传输模式,通讯波特率9600 bps,起始位1位、数据位7位、偶校验位1位、停止位1位。该通信协议序列的数据结构分为起始码、命令码、元件首址、字节数、数据块、结束码和校验码部分。根据命令码含义的不同,组成通信数据的各部分亦不一样^[1]。

起始码:固定为符号STX,其ASCII码为02H,表示主机与PLC开始发送数据,为通讯数据流的第一个字符。

命令码:表示主机对PLC的各种操作方式,参见表1。

表1 PLC指令码含义
Tab.1 PLC instruction code

指令码	目标元件	指令含义
30H	X, Y, M, S, T, C, D	读取目标元件状态或数据
31H	X, Y, M, S, T, C, D	修改目标元件状态或数据
37H	Y, M, S, T, C	强制单个目标元件状态为ON
38H	Y, M, S, T, C	强制单个目标元件状态为OFF

元件首址:表示PLC内部各元件类型及起始元件号。例如:Y0的首址为02A0H, M200的首址为0319H, DI57的首址为113AH等。

字节数:从元件首址起,读取或写入PLC元件的数据个数。

数据块:待写入或读取的PLC元件的状态(或数据)。

结束码:固定为符号ETX,其ASCII码为03H,表示主机与PLC之间传送数据正文结束。

校验码:通讯数据的校验和,从指令码开始连续累加至结束码为止,仅取累加和的低八位。

系统采用M68HC11单片机作为通信主站,FX系列PLC作为从站,其通讯代码应答过程如下:

① 指令码30H—读取PLC元件X、Y、M、S、T、C状态和T、C、D数据

通信格式:

主机→PLC:

起始码	指令码	元件首址	字节数	结束码	校验码
STX	0			ETX	
02H	30H			03H	

主机←PLC:

起始码	数据1	数据2	数据3	数据32	结束码	校验码
STX					ETX	
02H					03H	

例1:读取PLC的Y0—Y7, Y10—Y17状态,2字节。

主机→PLC:

起始码	指令码	元件首址	字节数	结束码	校验码
STX	0	0 0 A 0	0 2	ETX	6 6
02H	30H	30H 30H 41H 30H	30H 32H	03H	36H 36H

主机←PLC:

起始码	数据1	数据2	数据3	数据32	结束码	校验码
STX	I	A	C	9	ETX	F I
02H	31H	41H	43H	39H	03H	46H 31H

其中:校验码66H=30H+30H+30H+41H+30H+30H+32H+03H

校验码F1H=31H+41H+43H+39H+03H

数据1=1AH,对应状态Y7—Y0;数据2=C9H,对应Y17—Y10

因此可知PLC中的Y1、Y3、Y4、Y10、Y13、Y16、Y17状态为ON,其余为OFF。

例2:读取PLC的DI23、DI24数据,4字节。

主机→PLC:

起始码	指令码	元件首址	字节数	结束码	校验码
STX	0	1 0 F 6	0 4	ETX	7 4
02H	30H	31H 30H 46H 36H	30H 34H	03H	37H 34H

主机 ← PLC:

起始码	数据 1		数据 2		数据 3		数据 4		结束码	校验码
STX	1	A	C	9	2	5	8	C	ETX	D 3
02H	31H	41H	43H	39H	32H	35H	38H	43H	03H	44H 33H

其中: 校验码 74H = 30H + 31H + 30H + 46H + 36H + 30H + 34H + 03H

校验码 D3H = 31H + 41H + 43H + 39H + 32H + 35H + 38H + 43H + 03H

数据 1 = 1AH, 数据 2 = C9H, 分别对应 D123 的低八位和高八位。

数据 3 = 25H, 数据 4 = 8CH, 分别对应 D124 的低八位和高八位。

因此可知 PLC 的数据寄存器 D123 = C91AH, D124 = 8C25H。

② 指令码 31H - 修改 PLC 元件 X、Y、M、S、T、C 状态和 T、C、D 数据

通信格式:

主机 → PLC:

起始码	指令码	元件首址	字节数
STX	1		
02H	31H		

数据 1	数据 2	---	数据 32	结束码	校验码
		--		ETX	
				03H	

主机 ← PLC:

ACK
06H

举例: 将数据 B23CH、1AD4H 分别写入 PLC 中的 D123、D124 元件, 4 字节。

主机 → PLC:

起始码	指令码	元件首址	字节数
STX	1	1 0 F 6	0 4
02H	31H	31H 30H 46H 36H	30H 34H

数据 1		数据 2		数据 3		数据 4		结束码	校验码
3	C	B	2	D	4	1	A	ETX	4 9
33H	43H	42H	32H	44H	34H	31H	41H	03H	34H 39H

主机 ← PLC:

ACK
06H

其中: 校验码 49H = 31H + 31H + 30H + 46H + 36H + 30H + 34H + 33H + 43H + 42H + 32H + 44H + 34H + 31H + 41H + 03H

上述通信过程中, 若 PLC 接收到不正确的数据, 则向上位机发出 NAK 信息, 其 ASCII 码为 15H。

3 M68HC11 单片机通信编程

3.1 通信方式设置

为了保证单片机与 PLC 的正常通信, 除了要了解清楚通信协议外, 还必须正确设定其通信方式, 即采用统一的波特率、起始位、数据位、停止位和偶校验位, 据此建立双方通信的应答信号。M68HC11 系列单片机的 SCI 工作方式由波特率控制寄存器 (BAUD)、控制寄存器 1 (SCCR1) 和控制寄存器 2 (SCCR2) 设置决定的^[2]。波特率控制寄存器一般只在复位后初始化时写入一次, 以建立 SCI 通信波特率。M68HC11 使用两级分频器来从 MCU 晶振频率中得到用户波特率, 因而不一定要使用特殊的晶振频率。BAUD、SCCR1、SCRR2 中的各控制位定义如下:

BAUD:	TCLR	0	SCP1	SCP0	RCKB	SCR2	SCR1	SCR0
-------	------	---	------	------	------	------	------	------

SCP1, SCP2 - 波特率预分频选择位, 分频因子分别为 1, 3, 4, 13

SCR2, SCR1, SCR0 - 波特率分频率选择位

TCLR, RCKB - 仅用于测试方式

SCCR1:	R8	T8	0	M	WAKE	0	0	0
--------	----	----	---	---	------	---	---	---

R8, T8 分别为第九位接收数据位和发送数据位, M 选择通讯数据位是 8 位或 9 位, WAKE 用于唤醒方式选择。

SCCR2:	TIE	TCIE	RIE	ILIE	TE	RE	RWU	SBK
--------	-----	------	-----	------	----	----	-----	-----

SCCR2 主要控制 SCI 的中断请求被允许还是被禁止。另外, SCI 还有两个寄存器, 状态寄存器 SCSR 主要用于表示接收、发送数据状态等; 数据寄存器 SCDR 实际上是两个独立的寄存器, 读出时为接收到的数据, 写入时是待发送数据。

3.2 M68HC11 单片机通信流程

M68HC11 单片机 SCI 系统可以工作在查询方式也可以工作在中断方式下, 在查询方式下, 单片机作为主站可以根据实际需要随时与 PLC 从站通信, 通过查询状态进行通信数据的相应接收或发送, 其中 TDRE 为一帧数据发送完标志, RDRF 为一帧数据接收完毕标志。但是, 当主站任务繁忙时, 则不宜采用查询方式, 以免影响主站工作效率。在中断方式下, 单片机不需要查询从站通信状态, 当引发中断时, 主站再通过查询接收和发送标志位进行相应的接收和发送控制。查询方式下的通信软件框图如图 2 所示。系统数据通信发送、接收子程序如下:

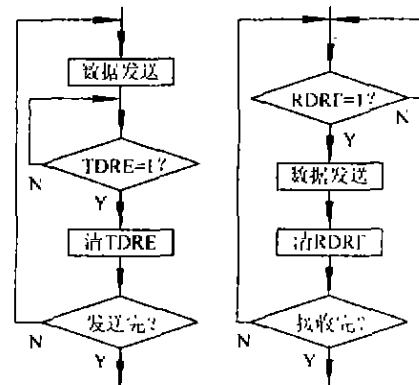


图 2 查询方式下发送、接收程序框图
Fig. 2 Sending and receiving program structure in inquiring mode

SEND: 发送子程序
入口: IY——发送字符首址
N0——发送字符个数
N1, N2——工作单元
出口: ERROR——01 发送错
——02 发送超时

```

SEND   CLR   N1
        LDAA  # $04
        STAA  N2
        LDX   # $1000
SEND0  LDAA  SCSR, X
        LDAA  0, Y
        STAA  SCDR, X
        INY
        DEC   N0
        BEQ   SEND1
SEND2  CLR   ERROR
        LDAA  SCSR, X
        BITA  # $20
        BNE  SEND3
        JSR   OVERTIME
        BEQ   ERRSEND
        BITA  # $80
        BEQ   SEND2
        JMP   SEND
    
```

RECIIVE: 接收字符子程序
入口: IY——存放接收字符首址
N0——个数
N1, N2——工作单元
出口: ERROR——03 接收超时

```

RECIIVE CLR   N1
        LDAA  # $04
        STAA  N2
        LDX   # $1000
RECIIVE0 JSR   OVERTIME
        BEQ   ERRREC
        LDAA  SCSR, X
        ANDA  # $20
        BEQ   RECIIVE0
        LDAA  SCSR, X
        LDAA  SCDR, X
        STAA  0, Y
        INY
        DEC   N0
        BEQ   RECIIVE1
        JMP   RECIIVE
ERRREC  LDAA  SCSR, X
        LDAA  SCSR, X
        LDAA  SCDR, X
    
```

```

SEND3  LDAA  SCSR,X          LDAA  # $ 03
        LDAA  SCDR,X        STAA  ERROR
        LDAA  # $ 01        JSR   ERRNUM
        STAA  ERROR        RECEIVE1 RTS
        JSR   ERRNUM

SEND1  RTS

ERRSEND LDAA  # $ 02
        STAA  ERROR
        JSR   ERRNUM
        RTS

```

4 结束语

本文利用 FX 系列 PLC 编程口实现上位机与 PLC 通信的方法已经成功应用于多个项目中,其中可调螺距螺旋桨控制系统、塑料薄膜厚度控制系统中的 FX 系列 PLC 数据通信方法即是采用本文所述通信协议实现的。实际应用表明该方法简易可行、安全可靠、成本较低,取得了良好的社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 钟肇新,彭侃. 可编程控制器原理及应用[M]. 广州:华南理工大学出版社,1991.
- [2] 张宁,代克曼 R. M68HC11 单片机开发与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1994

The Application Research of the Single Chip Microcomputer and PLC Communication Protocol

LI Zhong, GAO Jian

(Dept. of Electronics and Information, East China Shipbuilding Institute, Zhenjiang Jiangsu 212003, China)

Abstract: The features and constructions of the communication protocol are introduced by analyzing the M68HC11 single chip microcomputer and FX series PLC. The design plan of the communication is presented. This technique has been applied in the projects. The application results show that this method is simple, low cost, high reliable, and of value to spread.

Key words: PLC; single chip microcomputer; communication protocol

(责任编辑:邵仁蔚)