

# 舞台吊杆控制系统中操作台与 PLC 之间的接口及通信系统设计

李战明 吕德旭 甘肃工业大学电信学院 (730050)  
陈若珠 甘肃工业大学机械工厂 (730050)

## Abstract

In this paper, the main information transferred between PLC and operator center in the stage boom control system is analyzed. By making use of single-chip microprocessor master-slave communication system and PLC I/O module (not the communication module), a large amount of information is exchanged with satisfaction. The method discussed is not only simple, but also save a lot of PLC I/O module, and the problem of how to transfer maximum information with minimum PLC I/O bit is answered.

Keywords: stage equipment, PLC, single-chip computer, communication

## 摘要

本文分析了舞台吊杆群控系统中操作台上的主要信息,以模块化的设计思想,利用单片机主从通信结构把操作台上的信息传到主单片机,最后利用 PLC 的 I/O 模块以并行方式将操作台与 PLC 测控系统相联。这种方式解决了如何利用最少的 PLC I/O 点接受大量开关、显示信息的问题。

关键词:舞台设备,PLC,单片机,通信

## 1 引言

在舞台机械设备中,吊杆起着重要的作用<sup>[1]</sup>。根据剧场的规模,吊杆数量在 10~60 道之间。它的运行模式可以是单根吊杆匀速、调速运行,多根吊杆编组匀速运行、多道吊杆的编组变速运行等。这许多模式的合理组合,可以构成丰富多彩的演出效果。多年来,随着技术的不断进步,吊杆的控制经历了手动控制、数控控制、吊杆计算机控制、集散控制等方式。无论那种控制方式,都必须在现场操作台上键入吊杆的运行模式、显示运动吊杆的实际位置。因此有大量的开关量信息需要在操作台与控制系统之间传输。某典型的剧场有 50 道吊杆需要用基于 PLC 的系统来控制。按模块化设计,每 5 道吊杆为一组,每组有 16 个输入键、12 个 LED,则至少共需要 160 个输入键,120 个 LED 显示。这样,若单用 PLC 的 I/O 模块输入,需要的 I/O 模块数目太多,价格昂贵。本文提出一种基于单片机的主从通信接口单元,采集操作台上的信息并传到主单片机<sup>[1][4]</sup>。主单片机与 PLC 控制系统之间进行双向并行数据传输。这样只需一块

I/O 模板就可以实现整个操作台与控制系统之间的信息交换,结构简单、通信方便,同时节省了 PLC 的通信口或无须对 PLC 通信规约进行研究,只需掌握 I/O 板的编程方法即可<sup>[4]</sup>。

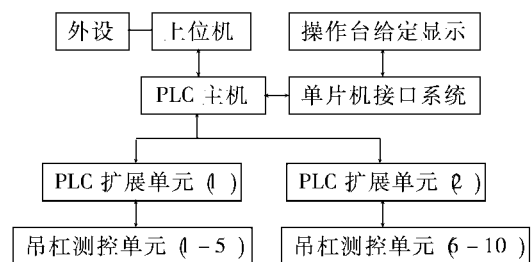


图 1 吊杆控制系统总体框图

## 2 系统总体结构及信息传输通道

某剧场 50 道吊杆的测控系统整体结构如图 1 所示。该系统以 AB 公司的 PLC 为主体框架,主 PLC 与 2 个扩展单元完成吊杆运行的测控任务。上位工控机可以实现良好的人机界面、并与打印机、显示器等

外设相连,电动操作及手动操作由操作台通过接口系统与主 PLC 进行信息交换完成。吊杆的测控及动作由 PLC 系统完成。其给定与状态显示可以由上位工控机实现,也可以由操作台上的按键及 LED 显示器实现。二者互为补充,并由一转换开关来切换。由于本文主要讨论操作台与 PLC 之间的信息交换问题,因此,对于上位工控机及 PLC 测控系统将不再讨论。

如图 2 所示,操作台上的 10 组(每组 5 道吊杆,使用 1 台变频器)的操作键入与显示分别由 10 个从单片机完成。主通信单片机除了与各从单片机进行信息交换外,还通过由 8255 扩展的并行口与主 PLC 的 I/O 模板进行信息交换。各从单片机的任务是:

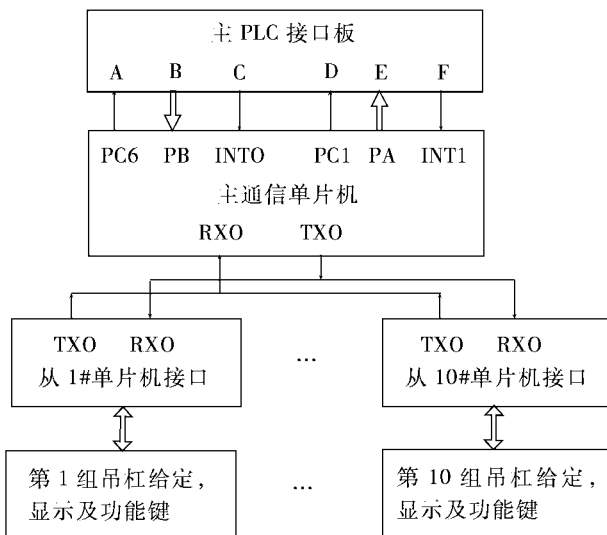


图 2 操作台与 PLC 的通信接口图

(1) 如实记录各从单片机的键入命令,将其存储在相关的 RAM 中随时接受主单片机查询。

(2) 开辟一显示缓冲区,将主单片机下送的吊杆位置信息及时传送到 LED 显示器上,或者配合该从机的输入键,修正吊杆运行状态的给定值。主单片机的功能是定时查询各从机的键入命令,并把从 PLC 接受到的位置信息及时下载到从单片机系统显示出来。

(3) PLC 与主单片机的信息交换通过并行数据进行,并设有握手应答信号。这需要 PLC 系统提供 20 位 I/O 端口,如图 2 所示,其中有 8 位输出数据信息(用 B 表示);2 位用作输出联络(输入 A,输出 B);8 位用作数据信息输入(用 E 表示);另外 2 根输入联

络线 D 和 F。主单片机只需扩展一片 8255 即可实现与 PLC 的通信。其通信原理如下:

当 PLC 向单片机回送信息时,先从 B 输出数据,再输出一触发脉冲 C,通过中断方式命令主单片机接受数据。单片机接受数据期间,将 A 拉低,接收结束时将 A 回复到高。PLC 只有查询到 A 由低变高之后才可以撤消 B 上的数据去作其它工作。其联络时序如图 3(a)所示。

当单片机需要向 PLC 传送数据时,其时序如图 3(b)所示。先通过 PA 向 PLC 的 E 端口输出一字节信息,然后把 PC7 拉低(下降沿),命令 PLC 通过 D 端口(8 位)接收信息。PLC 检测到 D 的下降沿后读入信息,并从 F 回送一负脉冲表示接受完毕。单片机可以通过中断撤消 PA 口数据并将 PC7 回复到高电平。通过重复这一握手应答过程,就可以通过并行方式实现 PLC 与主单片机之间的双向通信。

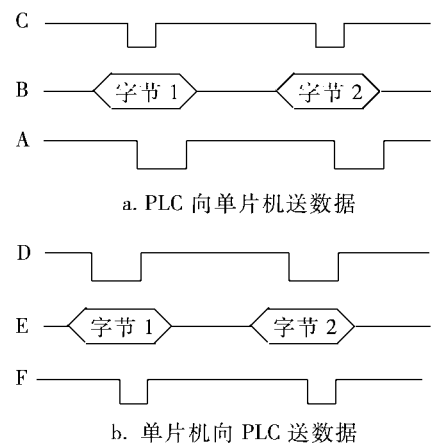


图 3 PLC 与单片机握手应答时序图

### 3 主从单片机接口电路及信息传递

#### 3.1 从单片机接口系统

根据系统要求,每个从机负责 5 道吊杆的键入与显示。所涉及的输入键有:上升、下降、停止、自动、手动、清零、吊杆选择、吊杆速度设置、吊杆速度增、减、确认、吊杆位置设置、位置增、位置减、位置确认、编组等 16 个键。要显示的信息也有给定位置、实际位置、杆号、编组等 12 个 LED。如图 4 所示。

利用一片 89C51 作核心,配合合适的外围器件就可以完成系统所要求的任务。0#~15#键可以通过 P1 口的 8 位(4 位输入、4 位输出)I/O 线,以键矩阵扫描的方式实现。12 个 LED 可以通过 12 个 74LS164 级联成串行数据流完成。由于单片机的串

口要留作与上位单片机通信,因此可以采用一位数据线(D0)与WR,P2.0配合。利用软件将并行数据转换为串行数据(模拟串口)实现。其程序清单为:

```

SENTB: MOV A, R4
        MOV R7, #8
        MOV DPTR, #7FFFH
LOOP:  MOVX @DPTR, A
        RRC A
        DJNZ R7, LOOP
        RET.
    
```

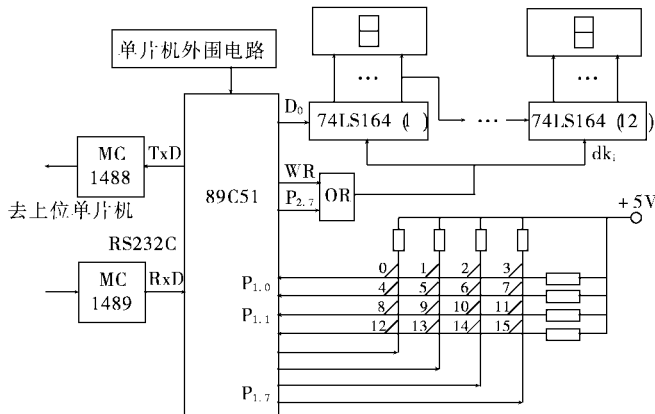


图4 从机接口电路图

重复调用该程序可以输出多个LED的7段码。

从单片机与主单片机的通信用串口实现。通过MC1488和MC1489将TTL电平转换成RS232电平,以扩展传输距离,其串行通信程序及键查询程序均比较成熟<sup>[1]</sup>,不再多述。

### 3.2 主单片机及其接口电路

如图5所示。主单片机在本系统中有举足轻重的作用,它上与PLC联系、下与各从单片机联系。主单片机通过8255与PLC之间的通信方式已经讨论过。下面重点讨论主单片机与各从单片机之间的通信方式。通信采用异步通信方式,主机向各从机下送数据为先送命令类型字节,再送2个字节的吊杆位置信息,最后是校验字。其中命令字节是主机要求从机回送的信息类型与其它命令(如复位等),吊杆位置是PLC测到的吊杆实际位置。校验采用累加和校验以确认发出信息与接受信息是否一致,否则重发。

从机回送给主机的数据格式是:①命令类型,②2个字节的键状态;③其它信息;④校验字。同样第一字节是命令类型。16个键的按键状态用两个字节,其它状态用一个字节,后跟一个校验字,校验采

用累加和校验方式。

主机轮流查询10个从机的状态。查寻要求反映在命令字节中。同时将该组吊杆的运行位置下送到从机。从机接受到主机的信息并校验无误后,按命令要求回送主机信息(含键状态等)。主机接受到从机的回送信息,校验无误后即可结束与该从机的通信而转向与其它从机查寻。如此反复可以将各从机的命令键状态采集到主机,而后由主机启动与PLC的通信程序将操作台的命令传向PLC控制系统。同时可以将PLC测到的吊杆位置信息下送到操作台显示。具体通信程序从略。

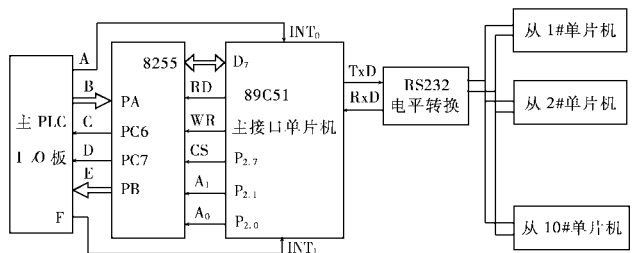


图5 主单片机通信接口图

### 4 结束语

本文提出的舞台吊杆群控系统中操作台与PLC之间开关量信息的接口系统简单、结构清楚。它不仅节省了多块昂贵的PLC模板,而且由于是模块式从机结构,使得本系统只需增减从机模块数目就可以适应于不同规模的剧场,具有较强的实用价。

### 参考文献

1. 陈若珠、龚建新、汤子龙,舞台吊杆微机群控系统的研制,甘肃工业大学学报,(舞台机械专刊),1996.22
2. 陈若珠,计算机控制直流调速吊杆系统及其精确定位,甘肃工业大学学报,1997.23
3. 毛军红、赵仲生、李黎川,基于89C51/52单片机的数控机床面板智能处理单元,组合机床与自动化加工技术,2000.2
4. 刘智慧,南平铝业万吨氧化生产线计算机控制系统,冶金自动化,2000.4
5. 王少雄,用拨码开关对定时器和计数器参数设定的新方法,自动化与信息工程,1999.2