

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.12.029

# Profibus 总线技术在舞台电气控制系统中的应用研究\*

殷劲松<sup>1</sup>, 苏 磊<sup>1</sup>, 黄晓华<sup>2</sup>, 孙松丽<sup>1</sup>

(1. 南京理工大学 泰州科技学院, 江苏 泰州 225300;

2. 南京理工大学 机械工程学院, 江苏 南京 210094)

**摘要:** 针对现代舞台控制系统控制要求高、控制对象数目庞大的特点以及传统继电器舞台控制系统自动定位困难、系统故障率高、维护维修繁重等问题, 结合现场总线技术的发展状况及特点, 提出了以触摸屏为人机交互界面、S7-300PLC 为控制核心, 通过 Profibus 现场总线控制基于 MDX61B 变频器的交流变频调速系统实现对现代舞台关键设备的实时动态控制的控制策略和实际应用。给出了基于 Profibus 现场总线和 MDX61B 变频器的交流变频调速系统在现代舞台控制系统中的几种应用和程序控制方法。研究表明, 通过现场总线技术可实现对各分散功能单元的集中控制, 系统具有动态响应快、可靠性高和经济性优等特点。对现代舞台控制技术的研究具有一定的参考价值。

**关键词:** Profibus 总线技术; 触摸屏; PLC; 变频调速; 电气控制系统

中图分类号: TP393.03; TH39 文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2014)12-1653-04

## Study of Profibus technology in the stage electric control system

YIN Jin-song<sup>1</sup>, SU Lei<sup>1</sup>, HUANG Xiao-hua<sup>2</sup>, SUN Song-li<sup>1</sup>

(1. Taizhou Institute of Science and Technology, Nanjing University of Science and Technology,

Taizhou 225300, China;

2. School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** Aiming at the characteristics of high control requirements and a large number of control object in Modern stage control system, as well as the problems of the traditional relay stage control system such as automatic positioning difficulties, high failure rate, the heavy maintenance and etc, combining the development and characteristics of fieldbus technology, the control strategy and application of the real-time dynamic control on the modern stage equipment were presented, which is to the touch screen as man-machine interface, S7-300PLC as the control core, through the Profibus fieldbus control AC variable frequency speed regulation system based on MDX61B converter to achieve. Several applications and system control methods in modern stage control system were provided, which is based on Profibus fieldbus and AC variable frequency speed regulation system of MDX61B converter. The results indicate that the centralized control for the dispersion function unit is realized through the fieldbus technology, the system has a fast dynamic response, high reliability and economy of the superior characteristics. On the development and research of modern stage control technology has a certain reference value.

**Key words:** Profibus technology; touch screen; PLC; frequency control; electrical control systems

收稿日期: 2014-08-15

基金项目: 国家科技重大专项基金资助项目(2013ZX04002011)

作者简介: 殷劲松(1973-), 男, 江苏泰州人, 副教授, 高级工程师, 主要从事机电产品设计制造方面的研究. E-mail: yinjs7318@163.com

# 0 引 言

现代舞台艺术对舞台设备的要求越来越高,舞台设备功能和数量也变得越来越多,控制系统元器件数目很庞大,由于过去传统的继电器控制系统、接触器控制方式,电路可靠性差,控制系统故障率高,维修困难,且很难准确自动定位和管理等诸多原因,给正常演出带来不便。

目前,在工业过程控制领域出现了一种新兴技术—现场总线技术(Fieldbus Technology)。它以专用微处理器为控制器,采用屏蔽双绞线、光纤以及红外线等无线数据传输为传输介质,把多个现场控制设备连接成网络,并按公开、规范的协议,实现各设备间的数据传输。该项技术具有智能化、数字化、网络化和分散化等特点,以其高速、可靠和经济的特性在过程控制和加工自动化领域得到了广泛的应用<sup>[1-4]</sup>。

本研究将现场总线技术应用于舞台电控系统改造中,采用基于 Profibus 现场总线的西门子 S7 系列 PLC 控制系统,用 Profibus 总线系统将多个 CPU 以及各自 I/O 从站和多个控制吊杆电机的变频器连接在一起,实现对舞台各相关设备的控制。

## 1 舞台电气控制系统

舞台电气控制系统组成如图 1 所示。该系统由一台 S7-300 作为主站,通过 MPI 多点通信方式与上位机和 HMI 人机交互触摸屏系统相连;其他的 S7-300 和变频器通过 Profibus-DP 总线现场层网络通讯技术,完成现场设备控制、监测、远程参数化、报警、显示、监控优化及控管一体化的综合自动化功能。其控制原理是:根据舞台艺术的需要,系统将所需控制要求通过上位机或 HMI(触摸屏)直接传送指令给主站(S7300),主站再根据控制要求通过总线将指令和相关参数发给相应位置的执行单元,执行单元按照控制要求完成相应的任务,并将所检测的信息再通过总线和主站,在 PC 或 HMI 上显示出来,完成控制要求。

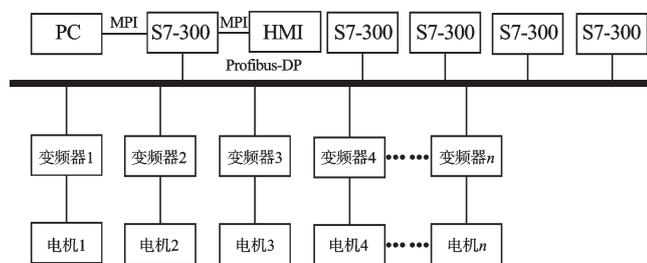


图 1 舞台电气控制系统图

## 2 Profibus 现场总线控制策略与实际应用研究

现场总线控制系统(Fieldbus Control Systems, FCS)是用数字信号代替模拟信号实现数字通信,克服了传统自动化控制系统变送、传输和执行等工作中模拟信号信息交换较少问题,有利于上层控制功能的发挥。同时现场设备同上层控制器进行的数字通信能充分发挥现场设备对量程和零点远程设定及故障自诊断等功能<sup>[5-8]</sup>。

Profibus 现场总线网络各层规范是公开的,按这些规范设计设备网络接口,不同的设备可以实现网络互联,用户可以根据需要选择不同厂家的设备,只要要求提供有关设备的 GSD 文件,就可以相互构成系统,这样就为用户构成分布式系统提供了更大的灵活性。Profibus 的主从结构可以方便地构成集散式和分布式的控制系统。本研究综合 PLC 和变频器各方面性能指标,选用 SIEMENS 公司的 S7-300 PLC 和 SEW 公司的 MDX61B 变频器作为控制单元,它们之间通过 Profibus 总线进行数据连接,为保证主站和各个控制单元信息通讯,总线的通信速度统一为 187.5 kpbs, Profibus-DP 允许构成单主站或多主站系统。在同一总线上最多可连接 126 个站点,本研究根据设计要求仅需要 17 台电机进行控制,故占用 18 个站点。其舞台 Profibus 网络配置图如图 2 所示。

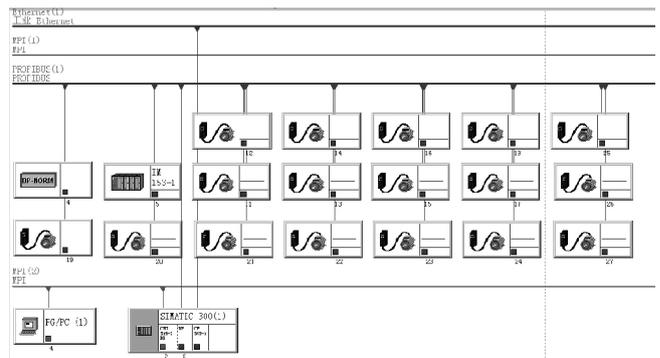


图 2 舞台 Profibus 网络配置图

整个系统采用 Profibus 现场总线控制技术,全部实现全数字化控制,通过 Profibus 现场总线通讯完成,简化了系统结构,提高系统的抗干扰能力。系统全部控制功能的实现都由现场总线通讯完成,只靠一条通讯电缆传输,系统中不再有整束电缆,也省去了成千上万个线路接点,大大提高了系统的可靠性,节约了控制电缆,同时实现了从操作到控制的全数字化,彻底杜绝了现场干扰对控制系统运行的影响<sup>[9-10]</sup>。

舞台控制系统由若干个单元组成,包括触摸屏、主、从PLC、I/O设备、变频器、电机和机械控制与保护系统。主控选用S7-300系列PLC通过MPI相连与触摸屏MP277相连,主控PLC获得控制命令,将需要显示的信息由主控PLC反馈给触摸屏,实现人机交互。另外舞台控制系统被控对象较多,达到控制要求需要使用较多的高速计数器。异步电动机主轴上安装有光电编码器,电动机作为动力装置,利用光电编码器作为位置信号检测传感器,构成闭环控制,与变频调速器直接相连构成速度控制环节。变频器选用德国SEW公司MOVIDRIVE\_MDX61B变频器,辅助配件DFP21B配有现场总线接口,其控制由总线受主PLC控制。

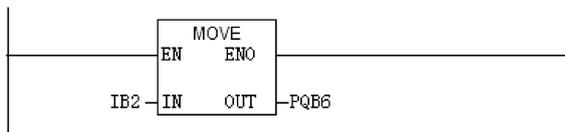
软件设计由触摸屏显示控制程序、PLC控制程序和变频器控制程序3部分组成。触摸屏控制分为:①Wincc flexible进行画面组态创建项目;②HMI与PLC之间进行数据交换,建立通信连接;③变量组态将变量与S7-300中地址一一对应;④画面组态建立画面组态功能图,使画面状态与变量函数对应。

PLC控制程序分为:①主站PLC与触摸屏通信的实现;要实现触摸屏与S7-300的通信,不仅要组态好的WINCC画面通过RS-422/485接口传送至触摸屏中,300PLC中的程序也需要相应调整,从而使得触摸屏中按钮之间实现相应的互锁以及吊杆状态显示信号的传送,最后再通过MPI口使触摸屏与S7-300完成通信。将PLC中的数据传送到将过程映像区输出区(PQB)送到模块输出通道程序如图3所示。②主站与变频器通信程序如图4所示。需要通过SFC14和SFC15来实现数据的传送。

变频器控制程序有3种方式:

**程序段 1: 标题:**

将缓冲区中的数据发送至PQB6中



**程序段 6: 标题:**

当启动按钮M30.0得电时,将输入信号“3”传至QWO中

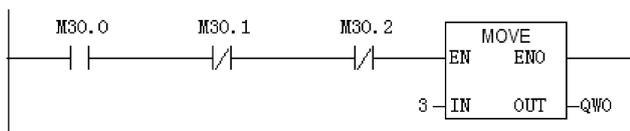


图3 S7-300与触摸屏通信程序

(1) 通过MOVITOOLS对变频器参数进行设定,示意图如图5所示。

**程序段 2: 标题:**

pi数据从变频器复制到DB3中

```
CALL "DPRD_DAT" SFC14
LADDR :=W#16#8
RET_VAL:=MW30
RECORD :=P#DB3.DBX 0.0 BYTE 6
```

数据从地址576口写入6字节

```
CALL "DPWR_DAT" SFC15
LADDR :=W#16#240
RECORD :=P#DB3.DBX 20.0 BYTE 6
RET_VAL:=MW32
```

图4 S7-300对变频器进行数据读写

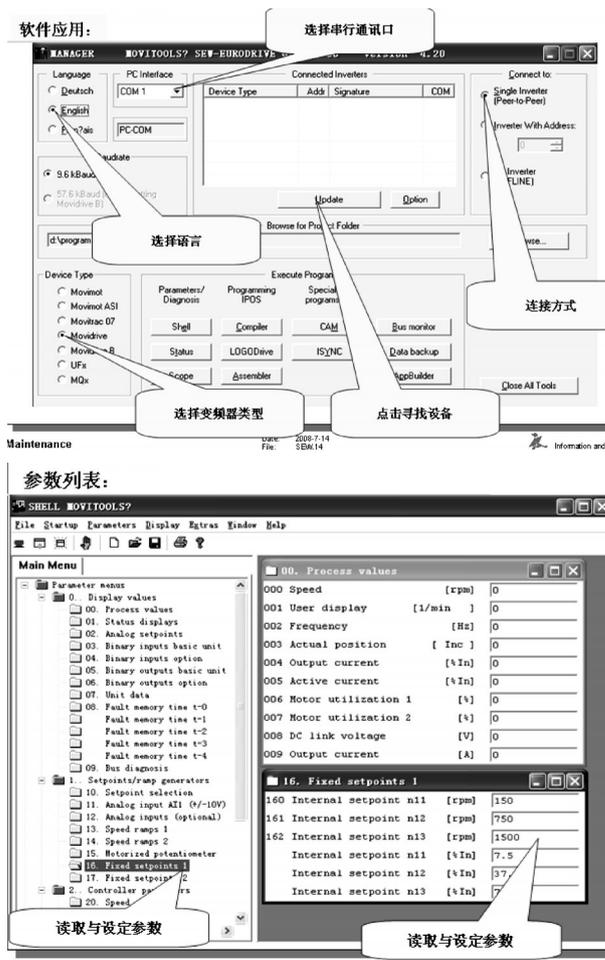


图5 MOVITOOLS软件应用

(2) 通过高一级的自动化设备对变频器进行数据传输、参数设定。变频器的参数通道由管理字节、保留字节(无用)、参数代码(2个字节)和参数设定值(4

个字节)组成;参数通道共8个字节,需要在S7-300硬件组态中定义如图6所示。

插... DP ID ...	订货号/标识	I 地址	Q 地址	注释
1	4AX Param + 3 PD (4*3 words)	256...263	256...263	
2	3AF --> Param + 3 PD (4*3 words)	264...269	264...269	

图6 300硬件组态参数通道8个字节定义地址256~263

管理字节由1个字节组成,用于定义写操作或读操作、激活参数通道等;参数代码由2个字节组成,每个参数都有自己单独的代码,曲线0点~曲线512点的代码为20000~20513;参数的设定值由4个字节组成;参数通道为非周期性的传递,由管理字节的握手位来触发参数通道,当读参数时管理字节由W#16#4100与W#16#0100状态发生变化,当写参数时管理字节由W#16#3200与W#16#7200状态发生变化,即握手位发生高低电平变化时读写参数才有效。参数字节说明如图7所示。

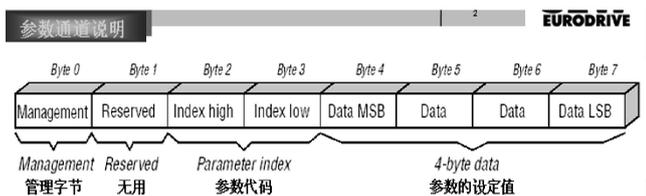


图7 SEW变频器参数通道说明

(3) 通过变频器内部位置顺序控制程序 IPOS<sup>PLUS</sup> 执行电机控制,使用 IPOS-Compiler 编辑器进行运行程序的编辑。使用现场总线接口中位置设定值的最小程序如图8所示。

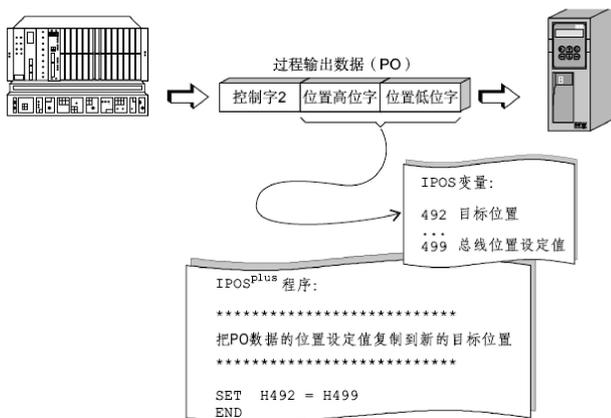


图8 位置设定值在 IPOS<sup>PLUS</sup> 程序中的使用

### 3 结束语

现场总线 Profibus 具有信息传输实时性强、信息交换频繁的特点,要求系统网络有较高的安全和容错功能。现场总线 Profibus 是一种高速廉价、安全成熟的通信模块,适用于离散型自动化控制领域,是设备级控制和分散控制的理想选择。通过在现代舞台控制技术中选用现场总路线技术,使线路连接变得简洁,控制更方便,对于功能要求相差很多的舞台控制尤为合适,通过程序修改既能实现不同的功能,缩短开发周期。

本研究综合智能控制、计算机、网络信息和现场总线技术,根据舞台控制的现状,通过对控制策略和现场总线技术的详细分析,设计并建立基于 Profibus—DP 总线的舞台控制系统。通过总线技术将触摸屏、PLC 和变频调速器有机联接起来,上述系统在投入使用后系统运行稳定可靠,实现了联网集中监控,使舞台的自动化程度、可靠性都大大提高,故障诊断和处理也更直观,便于维护和使用,同时减轻了工人的劳动强度,提高了劳动生产率,取得了良好的经济效益。

#### 参考文献 (References):

- [1] 胡 浩,闫英敏,陈永利. 基于 CAN 总线技术的车门控制系统[J]. 机电工程. 2012,29(11):1280-1285.
- [2] 梁 桐. PROFIBUS 现场总线技术在片烟线控制系统中的应用[J]. 中国高新技术企业. 2008(21):126-127.
- [3] 唐志平. PROFIBUS 现场总线技术及应用[J]. 常州工学院学报. 2000(4):26-29.
- [4] 高恒伦,刘基顺,苏 晋. PROFIBUS 现场总线技术[J]. 艺术科技. 2007(2):18-20.
- [5] 孙文涛,孙瀚文,龚进峰. 总线技术在自动变速器换挡控制中应用的试验研究[J]. 汽车工程. 2011(4):53-56,67.
- [6] 袁溪泽. 基于 PLC 的升降舞台同步模糊控制系统研究[J]. 工业仪表与自动化装置. 2012(3):98-101.
- [7] 刘 霜,李兴根. 新型三相步进电机细分驱动器设计[J]. 轻工机械,2013,31(4):60-63.
- [8] 张福强. 基于优化启动控制算法的电机驱动电路设计[J]. 科技通报,2013(6):173-175.
- [9] 张卫星. PROFIBUS 现场总线技术在 FMS 中的应用[J]. 广西轻工业,2011(12):86-88.
- [10] 周 铭,杨惠中. 多功能舞台电气控制系统的设计[J]. 自动化与仪表,1999(3):49-51.

[编辑:洪炜娜]

#### 本文引用格式:

殷劲松,苏 磊,黄晓华,等. Profibus 总线技术在舞台电气控制系统中的应用研究[J]. 机电工程,2014,31(12):1653-1656.  
 YIN Jin-song, SU Lei, HUANG Xiao-hua, et al. Study of Profibus technology in the stage electric control system[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(12): 1653-1656.  
 《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>