

一种基于 RS - 485 网络的集散型控制系统

王红才

(中国科学院力学研究所激光毛化中心, 北京 100080)

摘要: 从系统构成和通信软件两方面介绍了一种基于 RS - 485 网络的集散型控制系统。该系统的 RS - 485 网络由 1 台工控机和 10 台可编程控制器构成。工控机通过 RS - 485 网络控制 10 台独立的 3 自由度数控液压小车。本文提出了一种 RS - 485 网络通信协议。

关键词: RS - 485 网络; 集散型控制系统; 工控机; 可编程控制器

中图分类号: TP273⁺.5 **文献标识码:** A

A Total Distributed Control System Based on RS - 485 Network

WANG Hong-cai

(Center for Laser - texturing Technology, Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: A total distributed control system based on RS - 485 network is presented from system composition and communication software in the paper. RS - 485 network in the system is composed of one industrial control computer and ten programmed logical controllers. The industrial control computer controls ten independent numerical controlled hydraulic vehicles in three degrees of freedom. A RS - 485 network communication protocol is designed in the paper.

Key words: RS - 485 network; TDCS; IPC; PLC

1 概述

立体分段合拢找正设备框图如图 1 所示, 该设备是为适应舰船立体分段与基准总段拼装焊接工艺的要求而开发的一种专用设备。系统由左右两个相同的行走梁(纵梁)组成一个调整平台, 每个行走梁下有 5 台独立的 3 自由度的数控液压小车, 行走梁与小车之间用球铰联接。每台小车由两台变频调速电机驱动; 顶举、平移分别由主缸(垂直布置)、副缸(水平布置)电液伺服驱动。每台小车都各由一个控制分系统实现 3 自由度的位移。两个行走梁及各自的小车受上位机控制, 实现立体分段 6 自由度的位姿(位置和姿态)调整。

整个设备的控制系统是一种基于 RS - 485 网络的集散型控制系统。RS - 485 网络由一台工控机(研华 AWS - 825)和 10 台可编程控制器(研华 ADAM - 5510)构成。控制软件由上位机(工控机)软件和下位机(可编程控制器)软件两部分组成。上位机软件包括监控软件和通信软件。监控软件根据基准段和分段的位姿, 由数学模型解算出各个液压缸的位移量, 并根据现有的舰船合拢的规范规划分段运动轨迹, 实现各个液压缸的联动和所有小车行走的联动,

完成分段位姿调整。下位机软件包括通信软件、电液伺服控制软件及其他外围控制软件。

2 系统构成

系统框图如图 2 所示。下面介绍系统主要组成部分及功能。

2.1 上位机及控制卡

(1) 工控机。研华 AWS - 825, 这是基于 PC 的工业用工作站。运行上位机软件。

(2) RS - 485 卡。研华 PCL - 745B, 通用隔离型双 RS - 422/RS - 485 接口卡。两路 RS - 485 分别控制 5 台可编程控制器。

(3) 数字 I/O 卡。研华 PCL - 730, 32 路隔离型数字 I/O 卡。在系统总控与上位机之间传递联机、脱机、急停和故障输出等信息。

2.2 可编程控制器及功能模块

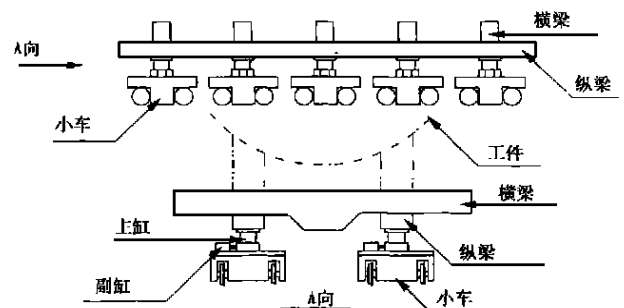


图 1 立体分段合拢找正设备框图

收稿日期: 2000-08-01

作者简介: 王红才(1965 -), 男, 浙江省东阳市人, 工程师, 工学硕士, 主要从事光机电一体化成套装备及其自动化技术的研究。

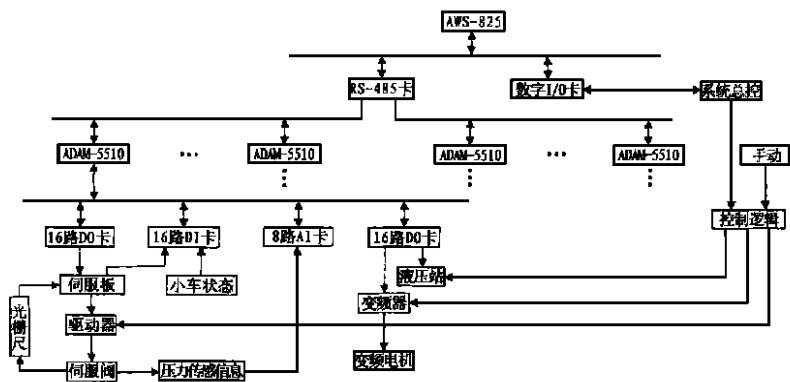


图 2 系统框图

共有 10 台可编程控制器，每台含 4 个功能模块。

(1) 可编程控制器。采用研华 ADAM - 5510。这是基于 PC 的可独立完成数据采集与控制的可编程控制器。坚固的工业级塑料外壳可确保系统在恶劣的工业环境中可靠运行；ADAM - 5510 具备通用编程功能，可用于信号的程控放大、模拟 I/O、数字 I/O 及通信参数的设定；内置 RS - 485 串口，便于构成 RS - 485 网络；提供输入/输出 (3000V)、通信 (2500V) 和电源 (3000V) 隔离功能，可减少噪声干扰，保护系统不受高压和放电所引起的浪涌电流冲击；提供完整的 I/O 模块及库函数支持。

系统中 ADAM - 5510 用于与上位机通信及控制各功能模块。

(2) 功能模块。采用两块 ADAM - 5056 (16 路数字输出卡)，一块用于电液伺服控制，另一块用于行走及泵的控制；一块 ADAM - 5051 (16 路数字输入卡)，用于伺服系统及小车状态的返回；一块 ADAM - 5017 (8 路模拟量输入卡)，用于压力传感器的信号返回。

2.3 电液伺服

由一块基于 LM - 628 伺服控制专用芯片的数字伺服板、两台驱动器、两套伺服阀和两把光栅尺组成两路电液伺服系统，分别控制主缸和副缸的位移。

2.4 行走

由一台变频器控制两台变频电机行走。

2.5 液压站

包括一台液压泵和两个电磁阀 (用于控制卸荷和开锁)，控制液压泵的启停、液压站的加载、卸荷和开关锁。

2.6 小车状态

包括联机、开泵等控制信息及变频器过载、通信错误等故障信息。

2.7 液压传感信息

包括液压站的出口压力、主缸的下腔压力及液压站的堵油信号。

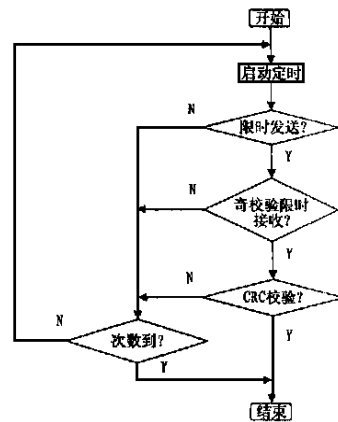


图 3 上位机通信软件框图

2.8 手动、控制逻辑及系统总控

控制逻辑切换伺服、行走和液压站的控制信号；手动通过控制逻辑直接控制电液伺服、小车行走和液压站；系统总控除了与上位机交换信息外，还可通过控制逻辑封锁电液伺服、行走和液压站的动作。

3 通信软件

通信软件由上位机通信软件及下位机通信软件两部分组成。通信格式如下：

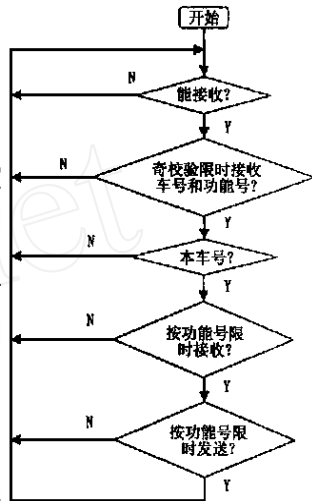


图 4 下位机通信软件框图

上位机到下位机：小车号 + 功能号 + 命令数据 + 校验码。

下位机到上位机：小车号 + 返回数据 + 校验码。

为了保证通信的可靠性，采用奇偶校验和循环冗余码 (CRC) 校验。奇偶校验由串行接口硬件提供；CRC 校验采用 CRC - 16，由通信软件实现。为了防止因多个下位机同时应答引起的冲突，采取指定小车应答，其他小车不应答的方法。为了保证上位机与下位机通信的实时性和可控性，采取上位机限时发送，下位机限时接收的方法。由于突发性干扰 (电气干扰、天电干扰等) 很难避免，为了消除错码，采用了检错重发的方法。下面给出上位机通信软件框图 (如图 3 所示) 和下位机通信软件框图 (如图 4 所示)。

CRC - 16 校验程序如下：

```
void crc(unsigned char *buf, char len) / **buf 至 *(buf + len - 3) 存放串行字节, *(buf + len - 2) 至 *(buf + len - 1) 存放校验码 */
{ unsigned char t1, t2, t, x, i, j;
  * (buf + len - 2) = 0;
  * (buf + len - 1) = 0;
```

```

for(i = 0 ; i < len - 2 ; i + +)
{ x = *(buf + len - 2) ^ *(buf + i) ;
  t1 = x < < 1 ;
  t = x ;
  for(j = 0 ; j < 7 ; j + +)
  { t1 = t1 ^ t ;
    > = 1 ;
  }
  t2 = x ^ x < < 1 ;
  *(buf + len - 2) = *(buf + len - 1) ^ (t2 < < 6 |
t1 > > 1 & 1) ;
  *(buf + len - 1) = t1 < < 6 | t2 > > 2 ;
}
}

```

4 结束语

该系统目前用于车位为两排、每排 5 台小车的情

况。由于 ADAM - 5510 组成的 RS - 485 网络最多能达到 256 个节点，所以该系统具有很强的扩展能力。上位机软件能扩展到车位为 4 排、每排 30 台小车的情况。

该系统为舰船合拢对中设备而研制。该设备能满足当前特定舰船合拢要求的举船能力（1500 吨）和规范规定的合拢对中精度，并能适应特定舰船总段模块化建造的合拢对举船能力和对中精度的要求，实现全部自动化操作，高精度对中。

参考文献：

- [1] 北京研华公司. 基于 PC 的可编程控制器 ADAM - 5510 [M]. 1998.
- [2] 何克忠, 等. 计算机控制系统 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.
- [3] 凌澄. PC 总线工业控制系统 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.

(上接第 9 页)

操作系统给每一个线程分配 CPU 时间片，并通过内部的抢先调度程序在活动线程之间分配 CPU 占用时间，因此这些线程在表面上是同时运行的。

在 Visual C++ 中 MFC 区分了两种不同类型的线程：用户界面线程（user interface # UI）和工作者线程（worker thread）。MFC 把这两种线程都封装在 CwinThread 类中，可以构造一个 CwinThread 对象，并调用对象的 CreateThread（）函数来创建线程，也可以使用 AfxBeginThread（）构造一个 CreateThread 对象并同时创建一个线程。同时还可以设置、更改线程的优先级。

虽然并发运行线程的并行性增加了代码的额外复杂度，但利用多线程技术可以将应用程序中不同的功能划分给不同的线程处理，这样可以提高 CPU 的利用率，减少测试系统的系统等待时间，改善人机交互的环境，极大地改善一个测试系统的响应性能。

5.2 精确的定时

液力变矩器总成测试系统要求能准确而及时地检测和分析各个参数，并能保证整个测试过程平稳运行，因此本系统对测试工作的实时性有较高的要求。

在设计实时控制系统时，理论上应选用实时操作系统或者是能支持实时操作功能的系统，在实际开发过程中，应考虑到软件的运行环境，操作系统的通用性、易操作性等各种因素。

本系统的测试软件运行平台是 Window9 操作系统，它可以充分利用 Window 图形用户界面和强大

的系统功能。由于 Window 是基于消息驱动、多线程、抢先多任务机制的非实时操作系统，保证采样数据的完整性和连续性，精确地定时机制显得尤为重要。

Win32 API 提供了两类定时器，它们分别是在系统消息队列中加入消息的 Set Timer 函数和多媒体时钟调用函数 timeSetEvent。由于 Windows 内部定时器不高于 18.2 次/秒的周期限制及消息响应机制，使它不适合于为测试系统的实时数据采集与控制进行精确定时，因此本系统采用了多媒体定时器，它能精确定时到 1ms，具有较高的定时精度。相应的时钟事件在单独的线程中完成，非常适于用作数据采集任务的同步时钟。

6 结论

经过近两个月的试运行证明了本系统设计合理，测试精度高，使用方便，稳定性很好，减少了操作人员的劳动强度，消除了人为因素对测量结果的影响。本文对实现微机自动检测系统具有普遍的借鉴作用。

参考文献：

- [1] 郑叔芳. 计算机辅助测试原理与发展 [M]. 北京: 北京科学出版社, 1993.
- [2] 马明建, 周长城. 数据采集与处理技术 [M]. 西安: 西安交大出版社, 1998.
- [3] David J. Kruglinski Scot Wingo. Visual C++ 6.0 技术内幕 [M]. 北京: 北京希望电子出版社, 1999.
- [4] Peter Norton, Rob McGregor. MFC 开发 Windows 95/NT4 应用程序 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.