

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.10.024

## 2.4 m 跨声速风洞双转轴控制系统

饶正周, 郁文山, 马永一

(中国空气动力研究与发展中心高速所, 四川 绵阳 622661)

**摘要:** 由于原双转轴控制系统无法满足风洞试验使用要求, 重新研制出采用“工控机+手操器+运动控制卡”控制方案的双转轴机构控制系统。新系统由独立型运动控制卡、伺服驱动器、上位计算机、智能远程手操器构成。分别介绍了控制系统硬件总体方案和双转轴控制系统软件设计。新研制系统可分别在控制间通过上位 PC 机和在风洞试验段现场通过智能手操器进行精确控制, 并已投入风洞型号试验近 2 年。实际应用结果表明: 新系统达到了控制精度要求, 在操作便利性及可靠性方面有较大的提升。

**关键词:** 风洞; 双转轴机构; 交流伺服电机; 伺服驱动器; 智能手操器

**中图分类号:** TP273<sup>+</sup>.5 **文献标志码:** A

## Control System of Double-Roll Mechanism of 2.4m Transonic Wind Tunnel

Rao Zhengzhou, Yu Wenshan, Ma Yongyi

(The High Speed Aerodynamics Institute, China Aerodynamic Research & Development Center, Mianyang 622661, China)

**Abstract:** As the previous control system of the double-roll mechanism could not meet the requirement of wind tunnel testing, a new control system which consists of standalone motion control card, servo amplifier, epistatic computer and intelligent remote operating panel was developed. The overall hardware scheme and the software design are described respectively. The new system can be operated through PC in the control room and through the intelligent remote operating panel in the test section respectively and has been put into operation for about 2 years. Its application in the wind tunnel testing shows that the control precision can meet the system requirement. The operating convenience and system reliability has been evidently enhanced.

**Keywords:** wind tunnel; double-roll mechanism; AC servo motor; servo amplifier; intelligent remote operating panel

### 0 引言

2.4 m 跨声速风洞大型地面模拟试验设备, 是我国自行研制的亚洲最大跨声速风洞, 其双转轴机构是调节和控制模型姿态的重要装置, 可对模型侧滑角和滚转角进行精确控制。原双转轴控制系统为 20 世纪 90 年代研制, 系统老化, 故障频发。因此, 笔者重新研制了双转轴机构控制系统。

### 1 控制系统硬件总体方案

新研制的双转轴控制系统采用“工控机+手操器+运动控制卡”控制方案, 以 GALIL 公司的 DMC2132 独立型运动控制卡为核心, 通过以太网实现与上位 PC 机和现场智能手操器相连, 并实时与运动控制卡通讯。总体结构如图 1。

作为运动控制的核心部件, 运动控制卡负责完成交流伺服电机的运动控制功能。作为信息处理平台, 上位机负责人机交互界面的管理和控制系统的实时监控工作, 通过手操器完成现场点动控制及微调。上位机和手操器通过 TCP/IP 与运动控制卡通

讯, DMC2132 独立型运动控制卡接收到上位机和手操器的角度指令后, 向交流伺服驱动器发出脉冲控制信号, 经驱动器放大后驱动电机, 使电机按给定的方向和角度运行, 采用增量式编码器作为转动角度的检测装置<sup>[1]</sup>, 此脉冲信号经处理后得到两轴转动角度。

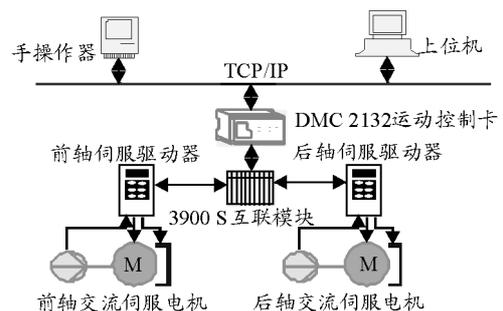


图 1 控制系统总体结构图

远程手操器采用美国 Z-World 公司的基于 Rabbit 2000 CPU 的 OP6700 智能终端。该终端支持 TCP/IP 等通讯协议, 带背光液晶显示。采用 DYNAMIC C 开发编程, 其最大优点是系统透明度

收稿日期: 2011-06-20; 修回日期: 2011-07-28

作者简介: 饶正周(1967—), 男, 四川人, 学士, 高级工程师, 从事跨超声速风洞测控技术及应用研究。

高且编程灵活。通过编程可直接对运动控制卡进行通讯，无需依赖上位 PC 机，实现对双转轴机构的精确定位控制<sup>[2]</sup>。

### 2 双转轴控制系统软件设计

控制软件分为 2 部分：一是上位 PC 机控制软件；二是远程手操器软件。

#### 2.1 上位 PC 机控制软件

DMC2132 提供了 Win98/2000 下的设备驱动程序，同时提供 Windows 下的运动函数动态链接库，用户通过主程序调用相应的函数，发出运动控制命令。双转轴控制系统上位 PC 机软件采用高级语言 C++ Builder6 语言开发，通过以太网口与控制卡通讯，由于 GALIL 公司提供的函数库并不能直接支持 C++ Builder 编程，需借助 BCB 提供的库转换工具 implib.exe 将库文件 DMC32.dll 转换为 DMC32.lib 后方可调用。

上位人机界面具备滚转角控制、偏航角控制、两轴联动、参数修改和删除功能，可实现后轴滚转角控制、偏航角控制和两轴联动控制，且具有偏航角参数自动产生与数据管理功能。启动、停止，参数修改、添加和删除等操作方便，从键盘输入角度参数，能动态显示当前转角的变化。

#### 2.2 远程智能手操器软件设计

远程手操作器 OP6700，采用 Dynamic C 编程，由于运动控制卡自带的驱动函数库只支持 Windows 环境而不支持 Dynamic C 环境，必须自行开发驱动函数。首先要对运动控制卡命令手册进行详细分析，采用 Dynamic C 编程对运动控制卡发送 ASCII 命令，然后对返回的代码信息进行处理，以确定命令是否有效，命令是否执行完毕等<sup>[3]</sup>。驱动函数的开发及调试技术难度较大。开发的几个主要驱动函数如下：

1) int ClientConnect(void)对运动控制卡网络通讯进行初始化并连接；

2) int FastCommand(char command,char response)发送命令并获取返回的响应信息；

3) void GetEncoder(long int)获取编码器位置数据；

4) int WriteTo2132(char command)向控制卡快速写入命令而不获取返回信息。

驱动程序开发完成后，就可着手进行手操器的

功能软件设计，程序流程图见图 2。

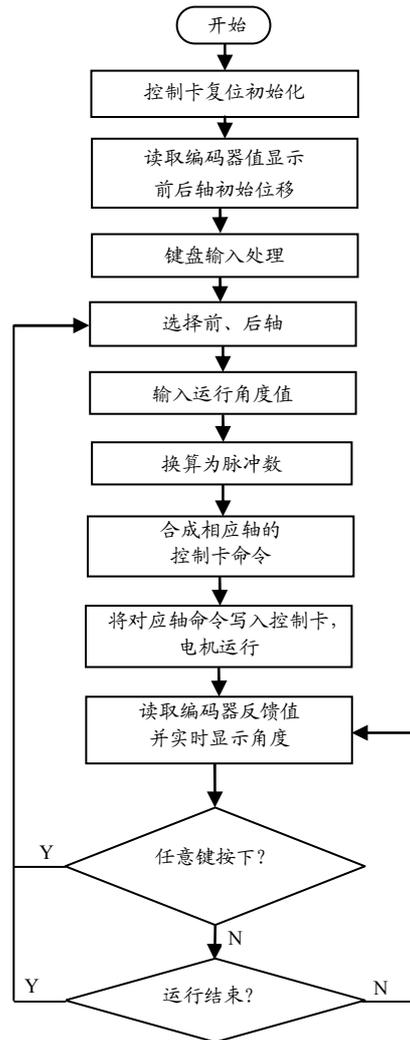


图 2 手操器软件流程图

### 3 结语

新研制的双转轴系统的控制精度仍与原系统精度相同，但在操作便利性及可靠性方面有了较大的提升，既可在试验段现场通过智能手操器进行操作，也可以在测控间通过上位工控机进行控制。新研制的双转轴控制系统投入风洞型号试验已近 2 年，实际应用表明，双转轴控制系统项目研制是成功的。

#### 参考文献：

[1] 杨凯, 石航飞, 陈志锦, 等. 一种伺服驱动系统检测平台[J]. 兵工自动化, 2010, 29(1): 89.

[2] 米玉华, 范玉德, 曹志伟, 等. 真空熔药机自动化控制技术[J]. 兵工自动化, 2010, 29(1): 85-87.

[3] DMC-2XXX Series Command Reference. Calil Motion Control[Z].2008.