

# 末修姿控系统极性检测仪设计

魏京芳, 李宏安, 郑文松, 李 鹏

(陕西动力机械设计研究所, 陕西 西安 710100)

**摘 要:** 为满足末修姿控动力系统与控制系统一致性和协调性检测而研制的末修姿控系统极性检测仪, 能实时检测并显示末修姿控动力系统根据控制系统发出的控制指令按时序动作的情况, 从而为控制系统提供可靠的判断数据, 确保了末修姿控动力系统的正常工作。末修姿控系统极性检测仪使用方便, 操作界面简单, 可自动记录、保存检测数据, 并可离线浏览、打印, 自动化程度高; 同时仪器内部嵌入控制信号模拟线路, 可自动进行模拟自检测试, 从而提高工作效率, 减少设备投入, 其便携式、小型化设计更适应了机动、灵活的使用需求。

**关键词:** 末修姿控系统; 极性检测仪; 极性测试

中图分类号: V433

文献标识码: A

文章编号: (2005)03-0050-04

## Design of polarity detector for terminal velocity correction and attitude control system

Wei Jingfang, Li Hong'an, Zheng Wensong, Li Peng

(Shaanxi Power Machine Design and Research Institute, Xi'an 710100, China)

**Abstract:** The polarity detector of terminal velocity correction and attitude control system is used to detect the coherence and harmony between the engine and on board control system. The detector can test and indicate the engine real reactions to the control signals, provide reliable data for the control system and ensure the normal operation of the engine. With convenient operation and simple interface, the polarity detector can record and save the test date automatically, it can also browse and print the data off-line with a simulation circuit of controlled signal embedded in the detector. The detector can perform self test automatically, so efficiency of the test is improved, and the other equipments needed is decreased. The design of portable and miniaturization meets the demand for mobile and flexible operation..

**Key words:** terminal velocity correction and attitude control system; polarity detector; polarity test

收稿日期: 2005-03-15; 修回日期: 2005-04-15。

作者简介: 魏京芳 (1973—), 女, 工程师, 研究领域为发动机测试设计。

## 1 引言

为检查末修姿控动力系统在弹体总装车间、靶场技术阵地的的工作状况,不仅要对动力系统进行电气部件性能测试,还要对动力系统与控制系统的协调性予以检测。在弹体分系统极性测试时对动力系统进行实时监测,从而真实、准确地向控制系统提供动力系统的工作状况。

作为末修姿控动力系统与控制系统一致性和协调性检查的第三方,末修姿控系统极性检测仪(以下简称极性检测仪)能实时检测并显示末修姿控动力系统根据控制系统发出的控制指令按时序动作的情况;同时检测仪具有测试数据存储功能,可以离线浏览并选择打印极性检查结果和描绘每个电磁阀电流的动态特性曲线,从而高效、快捷地检查末修姿控动力系统动作与控制信号的一致性,为控制系统提供可靠的判断数据。

## 2 极性检测仪主要功能及技术特点

### 2.1 主要功能

极性检测仪具有极性检测、电流测量、数据存储及数据提取等功能,即通过操作按键启动极性测试程序后,极性检测仪同时对多路电磁阀按控制时序的动作情况进行检测;可自动测量、记录并保存电磁阀按控制时序的变化状态、动作时间及电磁阀通路电流的动态特性曲线;在测试完成后,可以综合汇总表的形式显示、打印极性检查结果,即电磁阀的通断电状态及动作时序;并可离线浏览、打印极性检查结果或任意电磁阀通路电流动态特性曲线。另外极性检测仪内部嵌入控制信号模拟线路,可在极性检测前进行模拟自检测试,自动进行数据判断,得出自检合格与否的结论,以确定是否可以进行下一步的极性测试。

### 2.2 技术特点

末修姿控系统的极性测试也有采用贴片式振动传感器测量技术的,即在测试前将振动传感器粘贴在未修动力系统各装置上,当控制系统发出通电或断电指令时,动力系统各路电磁阀相应吸合或关闭,此时传感器将敏感到的振动信号送至相应测试设备,通过测试设备内部电路将振动信号转化为电信号,进行数据采集、处理,最终显

示出各装置按时序动作的情况。但这种测试技术在实际应用中存在以下不足:

(1) 测试前必须将振动传感器粘贴于相应检测部位,同时对测量通路逐一进行检查,工作程序复杂,准备时间较长。

(2) 采用该测量方法仅可检查动力系统的动作时序,无法检测各路电磁阀的动作性能,当控制指令有误或产生偏差时,无法向控制系统提供真实、完整的检测数据。

极性检测仪是通过测试电缆串联到末修控制系统与动力系统之间,省去了传感器的安装、检测等前期工作,从而减少状态准备时间,提高工作效率。当控制指令发出时,极性检测仪通过内部与各路电磁阀线圈串联的取样电阻网络,获得每路电磁阀根据控制系统对动力系统通电或断电时产生的动态电流变化信号,检测仪将此信号进行相应处理后,不仅可以得到末修姿控动力系统按控制时序的工作情况,更能完整描述每个电磁阀在整个测试过程中吸合或关闭时的电流变化特性曲线,从而为控制系统提供全面、完整、可靠的检测数据,主要具有以下几个特点:

(1) 实时检测、显示并记录末修姿控动力系统根据控制系统发出的控制指令按时序动作的情况及动作性能。

(2) 在硬件设计上采用隔离技术,有效地隔离了检测仪与末修姿控系统的电气联系,提高仪器抗干扰性能,避免它们之间的相互影响。

(3) 强大的软件功能使检测仪具有离线浏览、打印极性检查结果及电磁阀电流动态特性曲线的独有功能,可为控制系统提供准确、可靠、完整的判断数据。

(4) 使用方便、操作简单、自动化程度高,其便携式、小型化设计更适于机动、灵活的使用需求。

## 3 极性检测仪系统组成及工作原理

### 3.1 系统组成及各部分功能

极性检测仪系统原理框图如图1(该图同时表示了检测仪对外的连接关系)所示。

该系统主要由处理机系统、电源系统、隔离放大线路、控制信号模拟线路、显示屏及外接打印机等组成。

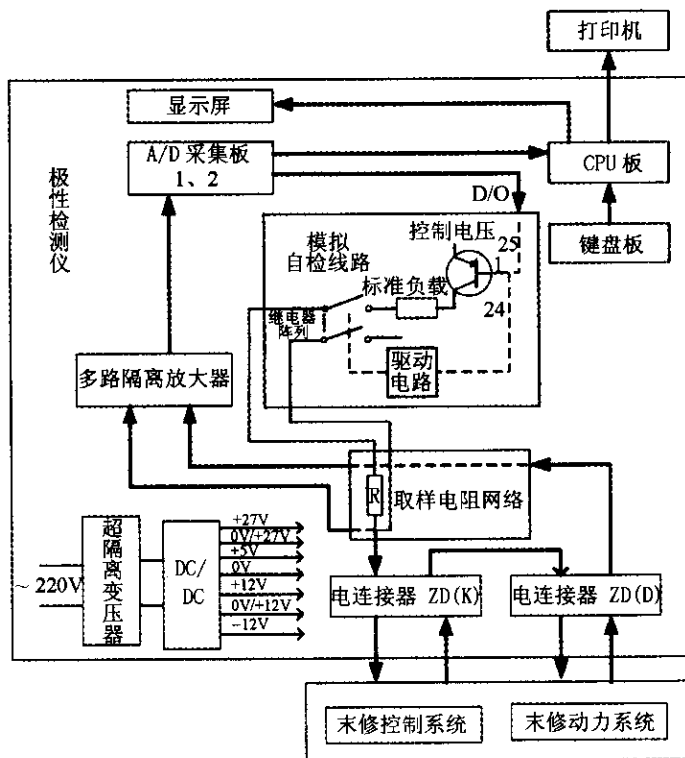


图 1 极性检测仪系统原理框图

Fig.1 Structure of the polarity detector system

处理机系统由 CPU 板、A/D 板组成，主要完成各层任务调度、测量控制，并对放大后的测量信号进行采集、模/数转换。

电源系统由超隔离变压器及多个隔离 DC/DC 模块组成，为系统提供所需的各种工作电压。

隔离放大线路由多路电流型隔离放大器及取样电阻网络组成，完成电流信号的取样、隔离、放大、滤波，同时对极性检测仪与末修姿控系统进行电气隔离。

控制信号模拟线路由可控电压源、标准负载、继电器阵列及其驱动电路组成，通过继电器阵列完成多路通道的切换，并开启可控电压源，将流经标准负载的电流接到被选中通道放大器的输入端，启动 A/D，完成电流信号的采集，并与设定判据比较，得出结论，最终完成模拟自检测试。

### 3.2 工作原理

#### 3.2.1 检测电路

极性测试的关键线路是隔离放大线路，当极性检测仪串接入末修控制系统与动力系统之间并

启动极性测试程序后，控制系统按一定的飞行时序给末修姿控动力系统中单路或多路电磁阀发出通电或断电的控制指令，检测仪通过与各路电磁阀线圈串联的取样电阻网络获得每路电磁阀动作时的动态电流变化信号，将该信号隔离放大、滤波后，输出至两块并行工作的 A/D 板进行数据采集，将数据进行相应处理后，得到末修姿控动力系统按控制时序工作的情况及电磁阀吸合或关闭时的电流变化曲线。测量通道各自独立，以有效防止通道之间的干扰和串扰。

#### 3.2.2 检测依据

检测电磁阀在极性测试时按控制指令动作的判别依据是预先设定电流上、下门限值，当检测电流高于设定的上门限值时，判别电磁阀开启；当检测电流低于设定的下门限值时，判别电磁阀关闭。所以要准确判断电磁阀的开启和关闭，必须制定合理的判据。

电流上、下门限值的设定依据分别为：

(1) 上门限值应依据电磁阀在最低控制电压

下、线圈最大温升状态时（此时线圈阻值最大）产生的电流。

（2）下门限值的设定要比隔离放大器最大输出纹波大一个量级，且比电磁阀吸合和释放时的拐点电流值小一个量级。

## 4 关键技术

### 4.1 硬件设计

在线路设计时，贯彻通用化、模块化设计思路以减小仪器体积，满足便携式设计要求，同时提高仪器的可靠性、维修性。

测量系统应用隔离技术，即采用隔离放大器，以切断末修姿系统与极性检测仪测量通道的电路联系，避免互相串扰，提高仪器抗干扰性能。

采用超隔离变压器及多个隔离 DC/DC 模块，将处理机电源与测量通路电源、模拟驱动电源、打印机电源等分开独立供电，单独对各电源进行保护，减少电源间的相互耦合，做到系统“浮地”测量，提高了仪器可靠性。

一般电源系统的干扰源大部分为高次谐波，电源滤波器具有良好的共模和差模滤波性能，具有优良高频干扰抑制能力，能有效抑制线与线和线与地间的干扰。

采用两块 A/D 板并行工作解决了模拟输入通道切换需等待时间的瓶颈效应，从而实现对多路电磁阀的实时检测并完整记录每个电磁阀上升和下降的电流过渡曲线，提高了处理机的工作效率。

通过内置的控制信号模拟线路，实现了无需外接模拟自检设备，在仪器内部自动完成模拟自检测试及数据判读，从而提高了工作效率。

### 4.2 软件设计

全面采用结构程序设计技术和模块化程序设计技术，人一机界面简洁、明了。同时，可靠的容错设计技术更易于操作。

通过专用驱动软件同时启动两块 A/D 板进行并行采集处理，实时比较两路 A/D 采集结果与设定的电磁阀开启、关闭过程电流值的关系，从而判断电磁阀在整个测试过程的开启、关闭状态及相应动作时间。

极性检测时，当实时采集到电磁阀上升过程电流后，对超过设定的上门限电流值（电磁阀开

启）的数据进行压缩处理，以减少记录的数据量、提高采集速率；当进行数据提取时，再将压缩的数据进行解压缩，从而完整地描绘出电磁阀电流的变化过程曲线。

由于整个采集过程产生的数据文件较多，在软件运行过程中采取分时操作的方式，即对其中一个文件进行存盘操作或数据读取完毕后，再对下一个文件进行相同处理，这样可避免同时对全部数据文件进行操作的弊端。

对于数据管理，在采集过程中实时生成的数据文件建立在由内存创建的虚拟盘中，到采集过程结束后，再将虚拟盘中的数据文件备份到电子盘中，数据处理过程则是对保存在电子盘中的数据文件进行相应操作。

采集过程软件自动对检测数据进行记录、压缩处理并以文件形式保存。当需要离线浏览、打印极性检查结果或电磁阀电流动态特性曲线时，再将相应数据文件打开，以综合汇总表的形式读取电磁阀的变化（吸合或关闭）状态、动作时间；或对压缩的数据进行解压缩，从而完整地描绘出电磁阀电流的变化过程曲线。

## 5 结论

作为末修姿控动力系统与控制系统一致性和协调性检查的第三方，末修姿控系统极性检测仪已成功应用于相关领域对末修姿控系统的极性测试。经过实际使用考验，极性检测仪各项性能指标稳定、工作可靠且使用范围广泛。

### 参考文献：

- [1] 休泽尔 D K. 液体火箭发动机现代工程设计[M]. 朱宁昌，等译. 北京：中国宇航出版社，2003.
- [2] 李广军. 实用接口技术[M]. 成都：成都电子科技大学出版社，1998.
- [3] 刘鹏程，邱扬. 电磁兼容原理及技术[M]. 北京：高等教育出版社，1993.
- [4] 张松春，等. 电子控制设备抗干扰技术及其应用[M]. 北京：机械工业出版社，1989.

（编辑：陈红霞）