

doi: 10.7690/bgzd.2018.11.013

基于 MCGS 某弹测设备自动调平系统

范利军, 王永杰

(中国人民解放军 63981 部队, 武汉 430311)

摘要: 为解决某型弹测设备使用过程中调平时长的问题, 设计一种基于监视与控制通用系统 (monitor and control generated system, MCGS) 的自动调平系统。采用基于 MCGS 生成的控制软件对该设备倾斜角度数据进行实时采集和处理, 输出控制信号至液压系统实现自动调平功能, 并选取具有代表性的 3 种状态进行模拟仿真试验。仿真结果表明: 该系统调平时少、精度高、操作简单、实用性强, 能实现对弹测设备快速调平, 提高工作效率。

关键词: MCGS; 倾角传感器; 液压油缸; 电磁阀; 自动调平

中图分类号: TJ760.2 **文献标志码:** A

Automatic Leveling System for Certain Type Missile Test Equipment Based on MCGS

Fan Lijun, Wang Yongjie

(No. 63981 Unit of PLA, Wuhan 430311, China)

Abstract: In order to solve the problem of long leveling time during the operation of certain missile test equipment, an automatic leveling system is designed based on monitor and control generated system (MCGS). Using the control software based on MCGS, the tilt-angle data of the equipment is collected and processed in real time, the control signal is output to the hydraulic system for automatic leveling function, and 3 representative states are selected for simulation test. Simulation results show that the system has advantages of less leveling time, high precision, simple equipment operation, and strong practicability. It can achieve rapid leveling of missile test equipment and improve work efficiency.

Keywords: MCGS; tilt sensor; hydraulic ram; solenoid valve; automatic leveling

0 引言

由于某导弹在点火发射时受到巨大的振动, 可能会使弹上部分组件发生故障, 为确保其质量可靠, 在导弹发射前需利用专用测试设备对其进行振动试验和检测, 而测试过程都是在测试设备调平状态的前提下进行, 因此调平操作在试验和检测过程中非常重要。目前, 测试设备方式为人工调平, 是通过人工旋转测试台的 4 个支撑螺杆使测试台达到预定的水平度。此方法调平时间长、精度差, 不能满足当前的工作效率。

随着自动化测试技术在装备维修保障领域的广泛应用^[1], 调平手段也有了很大进步。为提高检测工作效率, 将原有的人工手动调平进行技术更新, 利用传感器技术^[2]和计算机自动控制技术, 笔者设计了基于 MCGS 某弹测设备自动调平系统。该系统操作简单、调平时间短、精度高, 完全满足使用要求。

MCGS 是为工业过程控制和实时监测领域服务的通用计算机系统软件, 具有功能完善、操作简便、可视性好和可维护性强的突出特点。普通工程人员

短时间能正确掌握、快速完成多数简单工程项目的监控程序设计和运行操作。MCGS 充分利用了 Windows 操作平台的多任务、按优先级分时操作的功能, 通过设备驱动程序与外部设备进行数据交换, 使 PC 机广泛应用于工程测控领域成为可能。

1 测试设备调平方案设计

1.1 测试设备调平系统基本设计思路

如图 1 所示, 该测试设备采用四点对称支撑方式置于地面, 具有稳定性好和抗倾覆能力强等优点^[3]。为了提高调平精度, 缩短调平时间, 笔者对其调平方式进行改造设计, 在原 4 个支撑腿上各加装一个相同型号的垂直液压油缸来支撑测试设备^[4]。同时在测试设备顶部安装 2 个夹角为 90°水平传感器, 其中一个与液压油缸 A、B 连线平行, 另一个与液压油缸 A、D 连线平行。水平传感器的好坏和安装布置直接影响到系统的调平时间和调平精度^[5]。在本系统中, 笔者采用具有 RS232 接口的 NS-15/P2 数字输出双轴倾角传感器与计算机直接相连, 将测试设备 x 方向(即左

收稿日期: 2018-09-05; 修回日期: 2018-09-22

作者简介: 范利军(1978—), 男, 山西人, 学士, 工程师, 从事装备维修保障工作与检测设备研究。

右方向)的倾斜角度 α 和 y 方向(即前后方向)的倾斜角度 β 反馈给调平控制计算机。

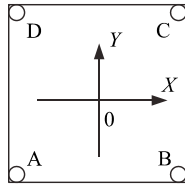


图 1 测试设备支撑结构

1.2 调平控制原理设计

调平过程是基于 MCGS 组态软件的数据采集与设备控制作用下，多个液压油缸同时运动的方式使测试设备达到快速调平的目的^[6-7]。通过对测试设备调平过程进行分析研究，得出 9 种状态见表 1。对于水平倾角， α 和 β 都不等于零，表明在 x 方向和 y 方向都处于倾斜状态，即测试设备的左右和前后方向都没有达到水平状态。在这种情况下，按照同时升高最低支撑点和降低最高支撑点的 2 个液压油缸，而另 2 个液压油缸保持静止的执行方式进行调平。由于测试设备左右和前后倾斜度不同，其 4 个支撑点构成的矩形平面的长和宽不等，导致设备在调平过程中左右和前后方向调整到水平状态时所用的时间不相同，因此该调平过程会包括表中的几种状态或其中一种，具体表现为左右方向先调平时前后方向未调平、左右方向未调平时前后方向先调平以及左右和前后 2 个方向同时调平。若是其中一个方向先调平，按照同时升高 2 个低支撑点和同时降低 2 个高支撑点的液压油缸的方式进行快速调平，直到 2 个方向都处于调平状态，即 $\alpha=\beta=0$ 时，4 个液压油缸保持静止闭锁状态。整个自动调平过程中的水平数据均通过传感器获取，由程序对水平状态判断达到控制液压油缸的执行，以实现测试设备自动调平^[8]。

表 1 测试设备水平状态及液压油缸执行状态

状态号	左右倾角	前后倾角	油缸 A	油缸 B	油缸 C	油缸 D
1	$\alpha > 0^\circ$	$\beta > 0^\circ$	升高	静止	降低	静止
2	$\alpha < 0^\circ$	$\beta < 0^\circ$	降低	静止	升高	静止
3	$\alpha > 0^\circ$	$\beta < 0^\circ$	静止	降低	静止	升高
4	$\alpha < 0^\circ$	$\beta > 0^\circ$	静止	升高	静止	降低
5	$\alpha > 0^\circ$	$\beta = 0^\circ$	升高	降低	降低	升高
6	$\alpha < 0^\circ$	$\beta = 0^\circ$	降低	升高	升高	降低
7	$\alpha = 0^\circ$	$\beta < 0^\circ$	降低	降低	升高	升高
8	$\alpha = 0^\circ$	$\beta > 0^\circ$	升高	升高	降低	降低
9	$\alpha = 0^\circ$	$\beta = 0^\circ$	静止	静止	静止	静止

2 自动调平控制电路设计

调平系统控制电路原理见图 2。根据调平系统

设计原理并结合该测试设备结构特点，闭环自动调平系统主要由数据采集输入设备、数据处理设备、控制信号输出及液压执行机构 4 部分组成^[9-10]。其中数据采集输入设备包括 2 个倾角传感器和 4 个同型号的压力传感器，其中压力传感器安装在支撑液压油缸的底座上，用来防止系统处于调平状态时某个支撑腿处于悬空状态，当处于调平状态的任一支撑腿出现悬空时，计算机通过压力传感器感知其状态，然后通过装载的控制软件输出信号，控制该油缸伸出到承受一定压力且不破坏已调平状态；数据处理设备主要由安装有基于 MCGS 组态调平软件的计算机构成，用来对获取测试设备的左右和前后水平倾斜数据以及压力传感器的压力数据，通过程序对数据进行处理，输出相应的控制信号；输出的控制信号转换为模拟信号经驱动电路进行放大，送到 4 个三位四通电磁阀，控制电磁阀的通断，使液压油缸动作，实现测试设备的自动调平。

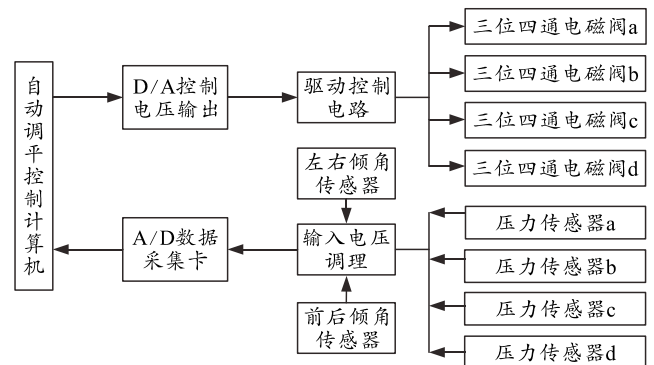


图 2 系统控制电路原理

3 系统液压回路的设计

系统的液压回路设计如图 3，主要由电动机、增压泵、液压油箱、蓄压器、减压阀、三位四通电磁阀和液压油缸等部件组成。按照测试相关条件要求，考虑到测试设备在载弹时的质量，为保证测试过程的安全可靠和系统满载质量时的自动调平能力满足技术指标，本系统采用型号为 3HV30W1/60 的液压油泵，其电机电源 3 相 380 V、功率 2.2 kW、输出压力 7 MPa、额定流量 24 L/min，液压油缸选用型号是 MOB63*1000，借助蓄压器储存的高压油量，通过计算油泵流量和油缸承受压力可知，油泵足以满足测试设备从倾斜状态调整到水平状态时的最大油量需求。系统启动工作时，首先是电动机在基于 MCGS 的调平软件控制下启动运行，带动增压泵工作，将高压液压油输送到蓄压器，当压力超过限定值时，减压阀开始泄压；然后用户通过使用调

平软件选择“自动调平”或者“手动调平”，计算机给出对应的指令并输出控制信号，分别控制安装于测试设备上的 4 个三位四通电磁阀，使液压油流入液压油缸对应的腔体，推动油缸运动，进行测试设备的调平。

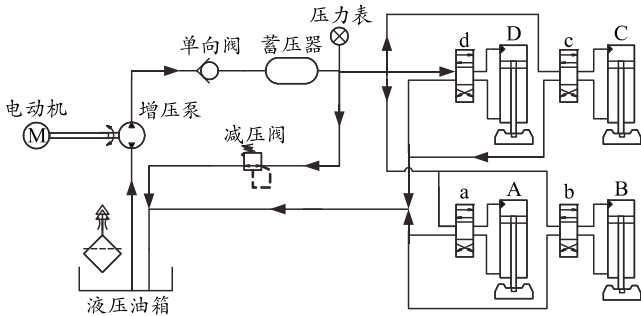


图 3 系统液压回路

4 系统软件设计

4.1 软件界面和模块设计

基于 MCGS 的调平软件界面见图 4，位于界面左边是具有双重控制功能的“系统启动”和“自动调平”按钮。在进行调平时，先点击一次“系统启动”按钮，该按钮变成绿色，控制液压系统的油泵启动，再次点击“系统启动”按钮，按钮变成红色，油泵停止工作。在系统启动后，即该按钮呈现绿色时，点击“自动调平”按钮，该按钮变成绿色，测试设备在系统软件控制下执行自动调平动作，直到满足水平要求时，调平过程结束，按钮自动变回红色。如果在自动调平过程中点击“自动调平”按钮，则停止自动调平操作。界面中间设置有 8 个自复位按钮，用于测试设备的手动调平操作，根据右边水平状态指示，按下手动调平的某个按钮，则对应的液压油缸执行升高和降低动作，按键抬起时相应的液压油缸执行动作停止。界面右边是测试设备水平倾角实时显示区，当左右方向和前后方向同时显示为零时，表明设备处于水平状态。

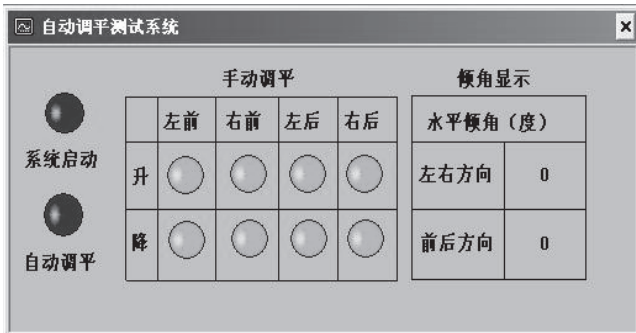


图 4 软件界面

根据系统设计需求，基于 MCGS 的调平软件包

括用户管理、自检校准、自动调平和手动调平 4 个模块，其中前 2 个模块通过菜单调出相应的窗口界面进行操作，后 2 个模块位于同一个界面窗口，可以分别进行调用执行。用户管理模块主要完成软件系统使用用户的登陆、退出、密码修改以及用户的增加和注销等操作功能；自检校准模块包括控制功能检查和传感器输入数据校准 2 个功能：控制功能检查包括控制信号输出的正确性和电磁阀受控动作的有效性，校准主要是对输入计算机的传感器数据进行校准；自动调平模块可以在程序控制下，测试设备能够达到一键自动快速调平的结果；手动调平模块允许用户对 4 个液压支撑油缸进行单独升高或降低操作。

4.2 软件程序设计

自动调平系统软件是基于 MCGS 组态软件在 WindowsXP 操作系统下快速地构建，实现对外部传感器数据的采集输入和计算处理，同时形成控制信号输出至电磁阀，控制液压系统的工作。为确保系统操作的安全性，设置了软件使用权限，系统软件程序启动运行后，对外围硬件端口进行初始化自检，当初始化自检结果正常时，需提供用户名和对应的登录口令，经验证正确后进入主界面。在主界面可以通过菜单选择对系统进行自检校准，判断数据采集、处理、显示以及信号输出控制功能的正确性^[9-10]，若直接对测试设备进行调平，可以通过选择软件主界面的“自动调平”和“手动调平”按键操作。自动调平程序的运行流程如图 5 所示，其调平过程为闭环控制，按照表 1 预定规则，程序输出相应的控制信号，使液压油缸进行升降动作，最终将测试设备调整到水平状态。

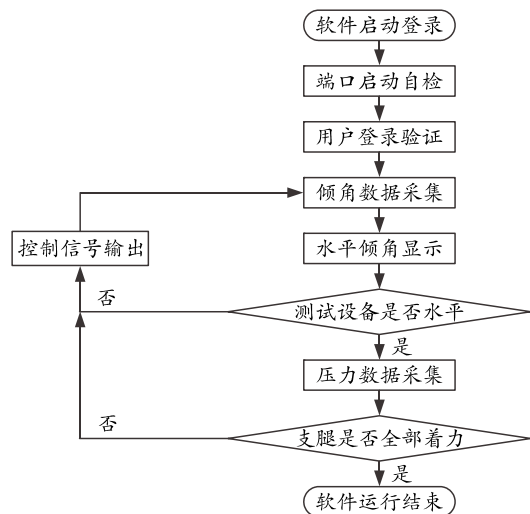
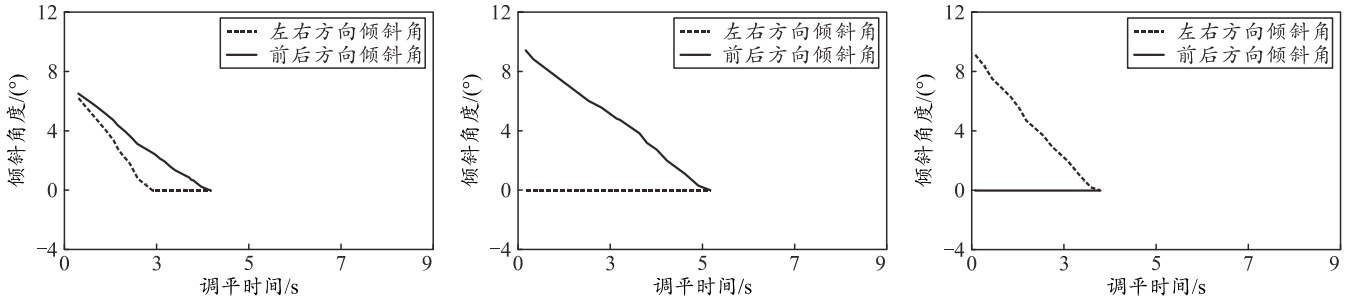


图 5 自动调平程序运行流程

5 试验结果分析

通过对表 1 的状态分析, 状态 1、2、3、4 为左右和前后方向都倾斜, 在调平时需在 2 个方向同时进行调平; 状态 5 和 6 为前后方向处于水平状态, 左右方向倾斜, 在调平时只需进行左右方向调平;

状态 7 和 8 为左右方向处于水平状态, 前后方向倾斜, 在调平时只需前后方向调平, 因此选取具有代表性的状态 1、状态 5 和状态 8 进行模拟仿真试验, 设定测试设备在 3 种状态中处于最大倾斜约 9° 时的调平试验, 结果见图 6。



(a) 2 个方向同时进行调平 (b) 左右方向水平, 前后方向进行调平 (c) 前后方向水平, 左右方向进行调平

图 6 测试设备倾角与调平时间关系

从图 6 可以看出: 图(b)中的调平运行时间约 5.2 s, 图(a)和图(c)使用的调平时间小于 4 s, 而目前人工对测试设备调平所用的平均时间约 40 s, 由此可见, 调平时间缩短了 80% 以上。在调平精度方面, 系统采用 NS-15/P2 双轴倾角传感器测量前后和左右方向的倾角, 此传感器的精确度是 0.001°, 量程是 ±15°。在实际使用时, 调平软件程序编制时可根据指标要求设定调平精度, 因此系统可将调平精度控制在指标要求范围内。

6 结论

使用电子控制电路和液压控制回路组成的自动调平系统, 笔者在基于 MCGS 软件的程序运行仿真基础上, 验证了该系统能达到测试设备调平指标要求, 够缩短调平时间, 减少操作人员数量, 有效提高工作效率。由于该自动调平系统中未使用高度传感器测各支腿的高度, 因而降低了系统成本, 具有较高的性价比和广泛的应用前景。

参考文献:

[1] 蒋新广, 柳维旗, 姜志保, 等. 某型弹药制导系统的

LXI 总线自动测试系统[J]. 兵工自动化, 2013, 32(5): 46-49.
 [2] 那文波, 刘巍, 何宁, 等. 一种压力传感器单故障实时诊断方法研究[J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(6): 44-48.
 [3] 冯仪, 陈柏金. 车载雷达机电式自动调平控制系统[J]. 华中科技大学学报, 2004, 32(6): 66-68.
 [4] 邓江涛, 杨发虎, 石迁. 综述压降对液压系统的影响: 下[J]. 液压气动与密封, 2013, 33(10): 32-36.
 [5] 吕洁, 罗勇, 卿松, 等. 红外制导技术在空空导弹中的应用分析[J]. 兵器装备工程学报, 2017(12): 70-74.
 [6] 金玉涛, 来清民. 基于 PCI 单片机的单摆智能测量控制系统[J]. 微计算机信息, 2017, 22(2): 124-125.
 [7] 刘克福, 李晓虹. 基于单片机的液压调平系统研究[J]. 装备制造技术, 2008, 18(5): 15-17.
 [8] 韩建立, 陆巍巍, 滕克难. 一种基于贮存可靠性数据的导弹寿命预测方法[J]. 兵工自动化, 2017, 36(11): 4-7.
 [9] 李震. 基于 CPCI 的车载多通道调试系统[J]. 电子技术应用, 2014, 40(2): 71-73.
 [10] 袁清峰, 刘志远, 赵天峰, 等. 一种车辆状态通用自动监测装置设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(6): 15-17.