

DOI:10.19651/j.cnki.emt.2106086

# 一种操控设备的综合测试平台的设计实现

赵晓娜

(连云港杰瑞电子有限公司 连云港 222000)

**摘要:** 目前存在的仿真测试系统大部分是针对使用方进行的,主要仿真实际运行过程、测试界面等,缺少针对操控设备参数的仿真测试。针对目前该类情况,研制开发一款集系统仿真与设备测试仿真于一体的综合性测试平台。该仿真平台在完成测试实际应用界面的同时,同时测试各操控设备的操控参数。经过测试验证,效果良好,满足系统仿真测试和操控设备参数测试两项功能的需要,仿真测试结果更加全面完整。本文主要介绍其设计实现,包括总体设计、结构组成、工作原理、测试应用结果等几个方面。

**关键词:** 操控设备;仿真测试;操控参数

**中图分类号:** TP2    **文献标识码:** A    **国家标准学科分类代码:** 413.1020

## Design and realization of a comprehensive test platform for controlling equipment

Zhao Xiaona

(Lianyungang JARI Electronics Co., Ltd., Lianyungang 222000, China)

**Abstract:** At present, most of the existing simulation test systems are aimed at the user, mainly simulating the actual operation process, test interface, etc., lack of simulation test for the parameters of the control equipment. In view of the current situation, a comprehensive test platform integrating system simulation and equipment test simulation is developed. The simulation platform not only tests the actual application interface, but also tests the control parameters of the control equipment. After testing, the effect is good, which meets the needs of system simulation test and control equipment parameter test, and the simulation test results are more comprehensive and complete. This paper mainly introduces its design and implementation, including the overall design, structure, working principle, test and application results.

**Keywords:** controlling equipment; comprehensive test; control parameters

### 0 引言

仿真测试技术是现代各种复杂控制装备设计与测试技术研究的一个重要领域。利用仿真技术进行测试,被认为是降低成本、提升效率的最有效的方案之一。日前相关领域内已经存在各种仿真测试平台,如为了模拟飞行,给飞行员训练使用的飞行仿真模拟平台<sup>[1]</sup>,飞机相关系统测试仿真平台<sup>[2]</sup>,以及一些专业的仿真测试平台<sup>[3-4]</sup>等,此类平台主要关注点在于对于相应系统的使用仿真,如飞行员训练使用的飞行仿真平台,主要是模拟飞行员实际操控时使用的可靠性、舒适性以及用来训练飞行员操控的熟练性等,缺少对操控系统内各设备状况的测试及考核。本文介绍的一种操控设备的综合测试平台属于一种专业测试平台,既可以模拟操控系统实际操控界面,同时更重要的任务时完成对

操控系统内各设备的指标完成测试。本系统是为了提高产品测试效率,提高产品测试结果的可信度,更加真实的测试操控产品的数据输出、操控力、操控行程等指标,设计的一种模拟仿真测试平台,将被测设备放置在模拟真实使用环境中进行测试。本文设计的仿真平台的被测设备主要是各种操控手柄,包括左右手操控手柄和脚蹬控制器。本仿真测试平台本着模拟现场使用要求为目的,完成该测试平台的设计。

### 1 总体设计

该仿真测试系统,总体组成包括如下几个部分:显示部分、操控部分、座椅部分和测力部分。其中显示部分包括显示器1和显示器2,显示器1显示模拟无人机飞行或车辆行进界面,显示器2显示输出数据。操控部分包括操控台面、

收稿日期:2021-03-22

键盘鼠标放置面和脚控放置轨道。座椅部分设计为一把可以上下前后调整位置的座椅。组成图如图 1 所示。其中显控部分和操控部分均设置在仿真测试平台上。

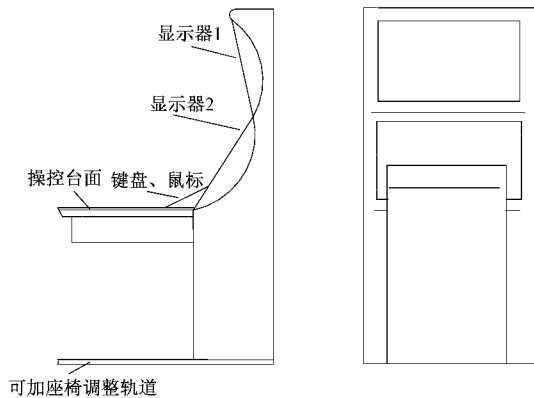


图 1 测试平台侧视图

测试台面要求满足无人机操控系统设备安装要求,左面上分别可安装左右手两支操控手柄、台面下可安装脚控控制器,高度满足一般操作要求。

座椅要求高度适合一般成年人使用,高度、前后位置可调。

测力部分作为独立的部件设计,脚控力的测试设计如图 2 所示,使用时将两个测力踏板放置在被测脚踏脚控板上,接口接入计算机的串口读取数据。

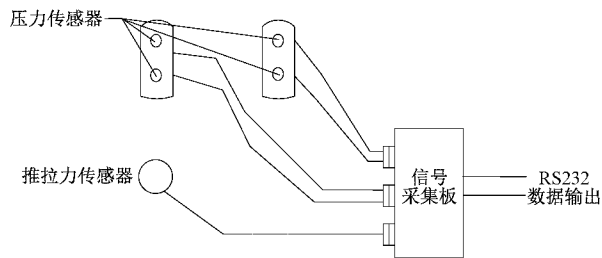


图 2 脚控力及推拉力测力器

台面设计如图 3 所示,台面上设置两个操控手柄安装位置,分别测试左手操控手柄和右操控手柄,中间位置放置键盘,台面的前端预留安装孔可以附加 L 型面板测试其他操控手柄、操控台。

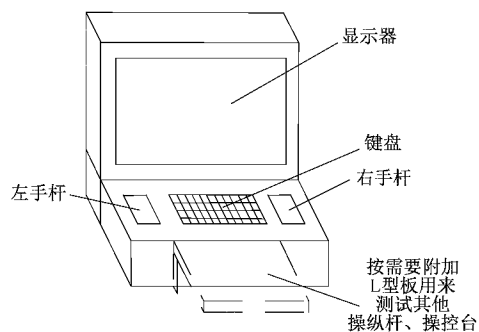


图 3 显控台控制台面设计

显控台体主体下面需要设计支架将台体固定抬高,具体方案如图 4 所示。台体框架下方设置脚控控制器的安装支架和座椅的安装轨道。

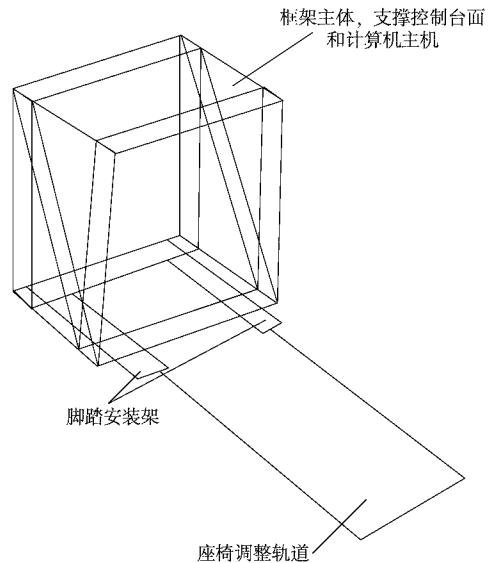


图 4 显控台支架设计

## 2 电气设计

该产品测试对象脚控控制器、操控手柄的供电一般采用直流电源供电、交流 220 VAC 供电或 USB 接口供电,故测试设备的电源要设计要与被测对象的供电电源相匹配,电源设计要包括 3 种电源模式,并且直流电源供电,电压电流范围可调。可测试数据接口包括 RS422、USB2.0、模拟输出 3 种接口的测试功能<sup>[3-7]</sup>。

电源设计上,交流电源选用通用市电供电,直流电源选用可调的双路直流电源。计算机配置,500 G 硬盘,Windows10 或以上操作系统,自带 RS232 接口不少于 2 个、RS422 接口至少 1 个、USB2.0 接口不少于 4 个、可插 RS422 接口板,显示器为 22 寸,鼠标键盘。

主要测量功能是测试无人机操控设备包括脚控控制器、左手杆、右手杆、天线杆,可测量 USB DirectX 即插即用接口数据、RS422 接口数据,并能读取以上两种接口信号数据仿真模拟控制飞机飞行操控和飞机上的天线控制操控。可定性测量无人机操控系统的人机功效,定量测量无人机操控设备的辅助功能包括可以测试 RS232 接口、CAN 接口数据功能。

脚控控制器踩踏力范围:0~700 N。

操控手柄的推拉力范围:0~700 N。

操控手柄旋转扭矩测量范围:0~700 N·m。

脚控控制器航向位移测量范围:0~200 mm。

脚控控制器踏板角度位移测量范围:0~20°。

使用时人坐在座椅上,被测设备脚控固定在操纵控台的下方,左手杆、右手杆固定在操作台面上。计算机安装有

测试软件和仿真界面,使用时将被测设备连接在控制台上,人操作设备,在显示器上读取测试数据或观看仿真效果。

座椅的选择,研究和对比多款多种用途座椅<sup>[8-10]</sup>,最终锁定在两种形式可调座椅上,如图 5、6 所示。

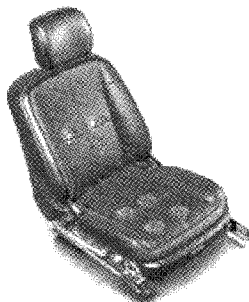


图 5 座椅 a

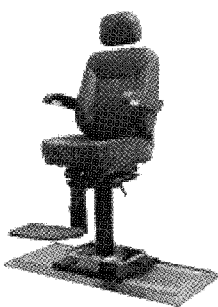


图 6 座椅 b

对比实际坐席,图 5 座椅比较符合要求,因此优选图 5 所示座椅方案。

脚控测力器设计,对比及研究力传感器性能<sup>[11-15]</sup>,根据需要选定设计脚控测力器选用片式压力传感器,如图 7 所示。

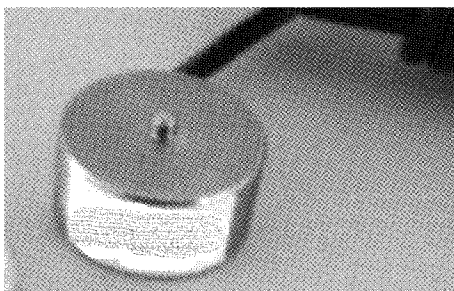


图 7 压力传感器

设计方案如图 8 所示,在脚踏板的顶端和底端分别设置传感器 1 和传感器 2,测试不同位置的操控力。

### 3 设计结果分析及验证

#### 3.1 设计结果分析

电源:电压为 165~265 V;频率为 45~65 Hz。市电供电,满足要求。

计算机:500 G 硬盘,Windows10 或以上操作系统,自

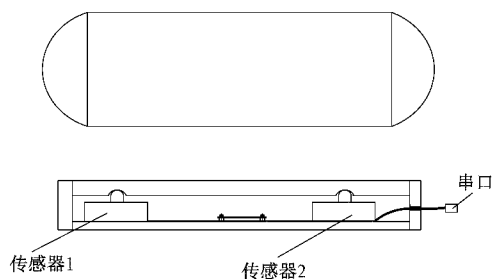


图 8 脚控测力器设计

带 RS232 接口不少于 2 个、RS422 接口至少 1 个、USB2.0 接口不少于 4 个、可插 RS422 接口板,显示器为 22 寸,鼠标键盘,满足要求。

测试台:要求满足操控系统设备安装要求,桌面上分别可安装左右手两支操控手柄、台面下可安装脚控控制器,高度满足一般成年人操作要求,满足要求。

座椅:要求高度适合一般成年人使用,高度、前后位置可调,满足要求。

测量能力:主要测量功能是测试无人机操控设备包括脚控控制器、左手杆、右手杆、天线杆,可测量 USB DirectX 即插即用接口数据、RS422 接口数据,并能读取以上两种接口信号数据仿真模拟控制飞机飞行操控和飞机上的天线控制操控。可定性测量无人机操控系统的人机功效,定量测量无人机操控设备的,辅助功能包括可以测试 RS232 接口、CAN 接口数据功能,满足要求。

#### 3.2 验证情况

产品设计完成后,首先由测试人员按照预先的测试要求,对涉及到的产品进行测试,测试结果表明,界面设计比较合理,可以完整测试整套操控设备的相关指标,包括操控力、数据输出等。

测试过程中发现,模拟飞行界面能较好的显示实际操控与飞行的对应关系,另外在操控系统中安装对应接口的数据读取窗口,两者可进行对比分析,基本满足设计要求,完成飞行模拟。

操控力的测试,脚踏底端和顶端传感器分别进行读取数据,读取的数据结果可协助使用者对加力的操控,区别操控旋转和前后,满足要求。20 次的测量数据如表 1 所示。

按照误差计算方法计算,测量值的算术平均值:

$$\bar{\theta} = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_{20}}{20} \approx \theta_0 \quad (1)$$

随机误差  $\delta_i = \theta_i - \theta_0 \approx v\theta$ ,  $v\theta$  为残差。

根据以上计算方法,计算各数据的测试结果,如表 2 所示。

由表 2 可知,X 零位误差要求小于  $1^\circ$ ,  $0.8^\circ$  满足要求; X 极值误差  $+15^\circ \pm 2^\circ$ ,  $14.9^\circ$  满足要求; Y 零位误差要求小于  $1^\circ$ ,  $0.8^\circ$  满足要求; Y 极值误差  $+15^\circ \pm 2^\circ$ ,  $14.9^\circ$  满足要求; Z 零位误差要求小于  $1^\circ$ ,  $0.8^\circ$  满足要求; Z 极值误差  $21^\circ \pm 2^\circ$ ,  $21.3^\circ$  满足要求。

表1 测试数据 (°)

序号	X 零位 误差	X 极值 误差	Y 零位 误差	Y 极值 误差	Z 零位 误差	Z 极值 误差
1	0.9	15.4	0.9	15.2	1.0	21.8
2	0.8	14.9	1.1	14.8	1.1	21.5
3	0.8	14.6	1.0	14.6	0.9	21.5
4	0.9	14.8	0.9	14.8	0.8	21.6
5	0.9	15.6	0.7	15.2	0.6	21.9
6	0.6	15.2	0.8	15.2	0.6	21.1
7	0.6	15.2	0.7	15.4	0.8	20.6
8	0.9	14.8	1.0	14.8	1.1	20.8
9	0.9	14.6	0.9	14.6	0.9	20.9
10	0.6	14.9	0.9	14.9	0.6	21.6
11	0.6	15.3	0.6	15.2	0.9	20.4
12	0.9	14.8	0.9	14.9	0.8	21.8
13	0.8	14.6	0.8	14.4	0.9	20.9
14	0.9	14.9	0.9	14.6	0.7	21.9
15	0.8	14.6	0.8	14.5	0.9	20.7
16	0.8	14.2	1.0	14.9	1.1	20.8
17	0.9	14.6	0.7	14.6	0.9	20.9
18	0.9	15.2	0.6	15.3	0.6	21.8
19	0.6	14.9	0.8	14.9	0.9	21.9
20	0.7	15.1	0.8	15.2	0.6	21.6

表2 测试结果 (°)

项目	X 零位 误差	X 极值 误差	Y 零位 误差	Y 极值 误差	Z 零位 误差	Z 极值 误差
算术平均值	0.8	14.9	0.8	14.9	0.8	21.3

另外邀请不同身高、体型的人员对系统的舒适性进行了测试,按照10分值进行打分,从评价结果看出,测试人员对舒适度的评价最高分为9分,最低分为6分,平均分为8分,表明该操控设备仿真测试平台舒适性得到认可。

#### 4 结 论

本文介绍的一种操控设备仿真测试平台,通过模拟实际操控系统的布局,适应人坐姿操控需要,对飞行界面进行模拟,达到模拟实际操控系统的需求。另外通过踏板测力系统的设计,完成脚蹬操控力的测试并传入系统进行分析处理,经测试各项指标满足设计要求,达到了优化操控设备测试的目的,降低了测试成本,避免了测试人员出差现场测试的劳顿,达到了设计目的。另外,由于脚蹬测试前脚掌测

力计和后脚掌测力计分别进行检测,未进行合成,精准度有待提高,需要进一步的完善和改进。

#### 参考文献

- [1] 王宏,林子健,王玲玲.基于模糊控制的三自由度直升机系统仿真研究[J].电子测量技术,2017(10):113-117.
- [2] 李洁,孙科峰.机载红外搜索跟踪系统仿真测试平台设计[J].电光与控制,2019,26(8):101-110.
- [3] 王聪,师国伟,赵显亮,等.飞行错觉模拟器飞行仿真系统设计[J].航天医学与医学工程,2019,32(2):128-133.
- [4] 胡长涛.塔机模拟驾驶培训系统操控仿真研究[D].山东:山东建筑大学,2011.
- [5] 林海军,赵晓娜,杜雪珍.基于C8051F041的CAN口操控器的研制[J].电子测量技术,2011,34(6):51-54.
- [6] 林海军,赵晓娜.一种多轴脚蹬控制器的研制[J].电子质量,2017(7):42-44,70.
- [7] 林海军,赵晓娜.一种无人机操控系统的设计实现[J].电子质量,2017(7):45-50.
- [8] 马广韬,田炜,孙海义.基于人体静态尺寸的座椅设计[J].沈阳建筑大学学报(自然科学版),2010,26(7):783-786.
- [9] 陶庆,孙文磊,康金胜,等.一种基于光学动作捕捉技术的座椅舒适性评价方法[J].河北科技大学学报,2015,36(5):459-466.
- [10] 刘枫.基于人机工程的民航座椅设计研究[D].西安:西安工程大学,2015.
- [11] 赵智忠,王春雷,王博文.适用于智能机械手的Galfenol悬臂梁式力传感器设计[J].仪表技术与传感器,2020(9):1-5,30.
- [12] 石荣武,白新玉,余康,等.一种测量飞机驾驶员操纵力传感器设计[J].陕西理工大学学报(自然科学版),2020,36(4):30-37.
- [13] 张伟,徐健.测力传感器的零点变化及测试分析[J].工程与试验,2019,59(3):121-123.
- [14] 毛爽,米征,张永兴,等.测力传感器的分路校准改进方法及应用[J].工程与试验,2019,59(3):111-112,123.
- [15] 杨进,孟柯好,王雪.柔性压力传感技术及发展趋势[J].自动化仪表,2021,42(1):1-9.

#### 作者简介

赵晓娜,高级工程师,主要研究方向为人机接口控制技术、轴角转换技术等。

E-mail:z-xn@163.com