

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2015.02.07

飞机灯光告警系统自动测试设备研制

张凯, 姜静, 刘迪

(海军航空工程学院 控制工程系, 山东 烟台 264001)

摘要: 告警控制盒是飞机灯光告警系统的核心部件, 采集来自飞机各系统的告警信号, 经分析处理后控制信号灯盒点亮、熄灭与闪烁来表达不同的告警信息。对告警控制盒进行了测试需求分析, 基于 ATE 硬件平台设计了自动测试电路, 采用了总线程控仪器和图形化测试软件等技术, 实现了告警控制盒的功能和性能自动测试。经部队使用表明, 该设备具有测试效率高、人机交互界面友好和操作简单等优点。

关键词: 灯光告警系统; 告警控制盒; 自动测试设备

中图分类号: TB971; TP302

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2015)02-0027-03

Design of Auto Test Equipment for Plane Light Alarm System

ZHANG Kai, JIANG Jing, LIU Di

(Department of Control Engineering, NAEL, Yantai 264001, China)

Abstract: The alarm control box as the key part of plane light alarm system is used to express different alarm information by controlling signal light boxes to light on, light off or flicker. The test source requirements of the alarm control box are introduced in detail and the design of test circuit for the alarm control box based on ATE hardware platform is also given. Some technologies such as bus program controlling instruments and GUI test software are applied to realize functions verification. The equipment performance is validated by the army in the following respects: greater efficiency, easy to operate and friendly graphical user interface.

Key words: light alarm system; alarm control box; auto test equipment

0 引言

告警信息是飞机飞行信息中极为重要的一类, 是在飞机系统工作异常或飞行环境出现危险时发出的警告信息, 帮助飞行员准确判断当前飞行状况, 对飞机的安全飞行起到关键作用。

告警感受方式可分为视觉告警、听觉告警和触觉告警三类, 其中视觉告警是最主要的告警方式, 通常采用灯光告警系统。故障信息可分为危险级故障、警告级故障、注意级故障和状态级故障共四级故障类型, 不同级别的故障对应不同的告警处理逻辑。

在飞机维护保障过程中需要对机载灯光告警系统关键设备的性能参数和功能进行测试校验。本文基于自动测试系统(ATS)对机载灯光告警系统关键设备—告警控制盒进行离位测试^[1], 完成功能和性能检测。

1 自动测试系统简介

某型飞机仪表电气设备自动测试系统^[2]由硬件平台和软件平台组成。硬件平台包括测控计算机、测试资源(程控电源、程控开关、数字多用表等)和阵列接口; 软件平台包括测试系统管理模块、测试程序集模块、故障诊断模块和仪器驱动程序模块等。

基于系统硬件平台设计测试适配器和测试电缆, 构建被测设备的离位测试电路。测试程序按照测试逻辑流程控制测试资源为被测设备施加电源和输入信号, 并对设备的输出信号进行测量, 完成被测设备的功能性能自动测试和故障诊断^[3]。

2 告警控制盒测试需求分析

2.1 组成和功能

灯光告警系统由告警控制盒、主告警灯、危险级灯盒、警告级灯盒、注意级灯盒和状态级灯盒组成, 用于显示发动机、燃油、液压、电气、仪表等分系统的故障状态, 完成提示警告和危险警告。

收稿日期: 2014-12-02; 修回日期: 2015-01-04

作者简介: 张凯(1974-), 女, 山东济宁人, 副教授, 主要研究方向为自动测试技术; 姜静(1970-), 男, 山东烟台人, 副教授, 主要研究方向为航空特设。

告警控制盒主要由电源部分(稳压电源电路和调压电源电路)、输入部分(采集电路)、控制部分(输入缓冲接口电路、微计算机电路、输出缓冲接口电路)和输出部分(驱动电路)组成,其原理框图如图1所示。告警控制盒采集飞机各分系统输出的故障信号,对其分析处理后将告警信息在各警告灯盒上显示出来,控制输出信号使相应信号灯和主警告灯点亮、熄灭与闪烁。

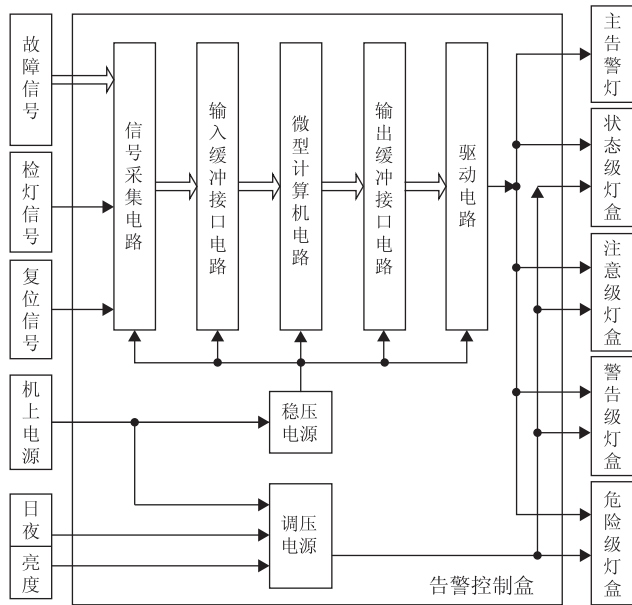


图1 机载灯光告警系统组成

2.2 工作原理

机上各系统输出的多路故障信号(正控或负控故障信号,信号特征可参见表2)通过信号采集电路送进告警控制盒,告警盒内部微处理器对信号进行分析处理,若有故障发生则根据不同级别的故障对应的告警处理逻辑控制对应的灯盒信号灯燃亮。

1)上电自检功能:上电后,所有信号灯均燃亮,维持0.5 s后全部熄灭,则表示系统自检通过,进入正常工作状态。当外部无故障信号输入时,系统处于等待工作状态,全部信号灯不亮。

2)告警功能:当机上各分系统输出故障信号有效时,告警控制盒按照输入故障信号的危险等级控制对应的灯盒信号灯燃亮或闪烁。

3)自检功能:按下检灯按钮时所有信号灯闪烁或燃亮;松开检灯按钮时所有信号灯熄灭。

4)日夜转换/亮度调节功能:可调节告警灯盒的亮度。

2.3 测试项目

告警控制盒的测试项目如表1所示。

表1 告警控制盒的测试项目

序号	测试内容
1	上电自检功能测试
2	危险级信号功能测试
3	警告级信号功能测试
4	注意级信号功能测试
5	状态级信号功能测试
6	检灯按钮功能测试
7	日夜亮度调节功能测试
8	闪烁频率测试

2.4 测试需求分析

在自动测试系统硬件平台下构建告警控制盒的工作和测试电路,需要对告警控制盒的工作电源、输入故障信号、控制信号和输出信号等进行测试需求分析,如表2所示。

表2 告警控制盒的测试需求分析

类型	特征	属性	入/出
工作电源	28VDC	模拟量	输入
正控故障信号	28V/开(28V有效, >15V)	开关量	输入
负控故障信号	地/开(地有效, <1.5V)	开关量	输入
检灯信号	28V/开(28V有效, >15V)	开关量	输入
复位信号	28V/开(28V有效, >15V)	开关量	输入
日夜转换信号	28V/地	开关量	输入
亮度调节信号	可变电阻(0~1 kΩ)	模拟量	输入
灯盒驱动信号	地/开(地有效, <1.5V)	OC门	输出
亮度控制信号	可变直流电压(12~24V)	模拟量	输出

3 告警控制盒自动测试系统设计

3.1 测试电路设计

基于表2的测试需求分析,采用自动测试系统硬件平台的测试资源设计告警控制盒的离位测试电路^[3],通过测试适配器和测试电缆完成告警控制盒和自动测试系统的阵列接口的电气连接。

系统硬件平台中程控直流电源的输出电压可设置为28 V,并可程序控制电源输出的通断,满足告警控制盒工作电源要求。

对告警控制盒进行功能测试,故障信号等开关量输入信号采用28 V或0 V来模拟产生。将程控直流电源输出28 V的高端串接多路单刀单掷继电器(SPST)控制来产生告警控制盒需要的多路正控输入信号、检灯信号和复位信号(28VDC有效)。将程控直流电源输出低端(接地)串接多路单刀单掷继电器(SPST)控制来产

生告警控制盒需要的多路接地负控输入信号(地有效)。

用一单刀双掷开关(SPDT)分别接程控电源的高端和低端(接地)为告警控制盒提供 28V/地信号的日夜转换信号。采用程控电阻来模拟产生亮度调节可变电阻,程控电阻选用 Racal 4072,阻值范围为 0~1 kΩ,调节精度为 0.1 Ω。

告警控制盒亮度控制输出控制灯盒亮度的可变直流电压信号(12~24 V)采用数字多用表来测量。

告警控制盒输出的灯盒驱动信号为 OC 门输出,外部提供小于 24 V 电压,地有效(<1.5VDC)。某路灯盒驱动信号若为“地”状态则对应灯为“燃亮”,若为“开”状态对应灯为“熄灭”,若为“地”、“开”交互周期变化状态则对应灯为“闪亮”。本文设计了多路“地/开”开关量状态测量板^[4]来测量灯盒输出的驱动信号状态,一路“地/开”开关量信号检测电路如图 2 所示。输入端的电压信号被分压后和基准电压比较放大后经光耦隔离输出 TTL 电平至数字 I/O 板,数字 I/O 板选用 Agilent E1458A。测控计算机通过数字 I/O 控制指令实时读取该路“地/开”开关量输入信号对应的逻辑状态(0/1),测试程序可根据读取的逻辑状态序列判断对应故障灯的显示状态(燃亮、熄灭或闪亮)。

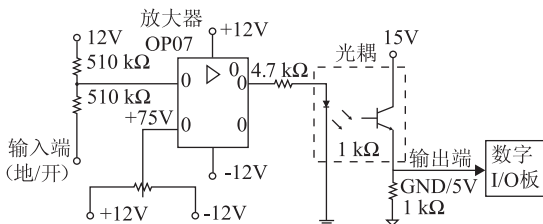


图 2 “地/开”开关量信号检测电路

限于篇幅,综合上述设计得到告警控制盒的简化测试原理电路,如图 3 所示。

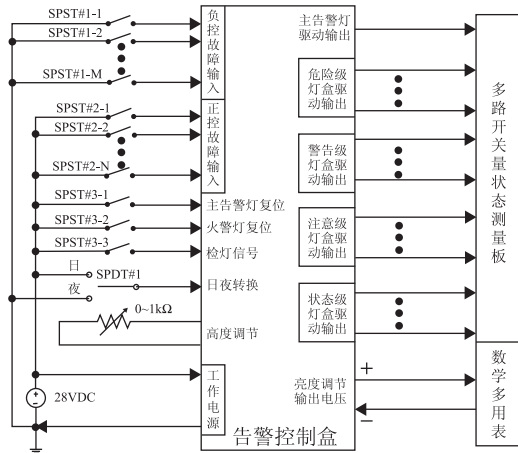


图 3 告警控制盒测试原理电路

3.2 测试流程设计

在测试程序设计时需要详细设计测试流程,按照告警控制盒的测试项目(表 1),结合告警控制盒的测试电路(图 3)的程控资源(如程控电源、程控继电器、程控电阻、程控开关量测量板和数字多用表等)和测控逻辑,进行分项目的测试流程设计。以危险级告警—火警告警功能测试为例说明告警控制盒的项目测试流程设计,如图 4 所示。当发生火警时,红色火警告警灯闪亮,按压该灯复位后,火警告警灯停止闪烁变燃亮,直到火警告警信号排除或消失后熄灭。

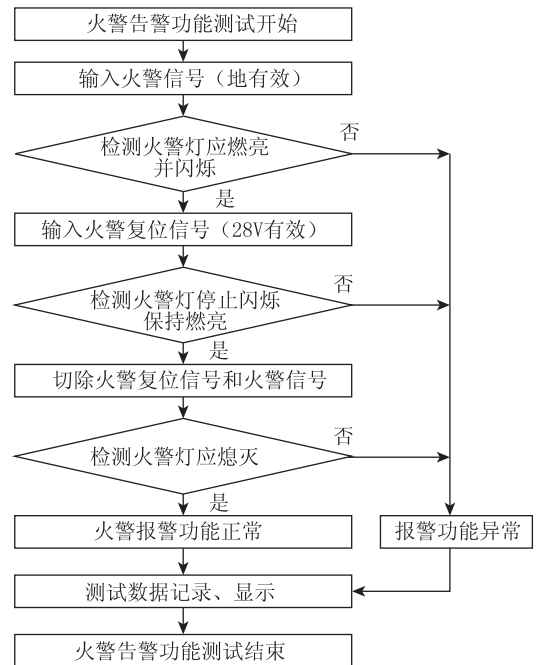


图 4 火警告警功能测试流程

3.3 测试程序设计

测试程序采用 LabWindows/CVI^[5] 编制,基于动态链接库技术分别设计了测试程序框架和测试程序^[6],测试程序运行主界面如图 5 所示。



图 5 告警控制盒测试程序运行主界面

4 结语

本文对以 373 型精密露点仪为主标准器的湿度标准装置进行了性能研究。结果表明温度重复性实验的标准偏差为 0.00℃，相对湿度重复性实验的标准偏差为 0.07% RH，露点温度重复性实验的标准偏差为 0.01℃。温度稳定性实验的标准偏差为 0.02℃，相对湿度稳定性实验的标准偏差为 0.33% RH，露点温度稳定性实验的标准偏差为 0.066℃。并基于美国 NI 公司的 Labview 软件开发平台，结合日常湿度计量需求，开发了湿度仪器仪表计量软件依托程序框架和其中较通用的模块，可以较方便扩展到其他计量专业的自动化检定/校准中。

参考文献

[1] 易洪. 湿度测量的新进展及发展趋势[J]. 中国计量, 2007(2): 9-11.

[2] 李玉忠, 王淑英. 我国湿度测量技术的新进展[J]. 中国仪器仪表, 1994(3): 34-38.
 [3] 廖理. 热学计量[M]. 北京: 原子能出版社, 2002: 447.
 [4] 巩娟, 何萌, 吕国义. Swsy-F 分流法湿度发生器的研制[J]. 计测技术, 2010, 30(1): 47-49.
 [5] 武建红, 陈勇. Swsy-A 型双压法湿度发生器的研制[J]. 计测技术, 2005, 25(2): 29-31.
 [6] 乔晓军, 张云辉, 杜小鸿, 等. 连续型饱和盐法湿度发生器[J]. 农业工程学报, 2006(5): 95-99.
 [7] 李占元, 易洪, 任长青. 渗透管标准湿度发生器[J]. 计量技术, 2007(2): 56-59.
 [8] 秦展田, 王斌武, 孙晓燕, 等. LabVIEW 及其在测试技术中的应用[J]. 装备制造技术, 2006(5): 23-26.
 [9] 胡仁喜, 王恒海, 齐东明, 等. Labview 8.2.1 虚拟仪器实例指导教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008: 56.
 [10] Report Generation Toolkit for Microsoft Office User Manual[Z].

(上接第 29 页)

告警控制盒的故障告警功能测试按照告警信息的危急程度分为危险级、警告级、注意级和状态级四类，各级故障又包含多路故障信号，测试程序需要对每一路故障信号进行功能测试。测试程序按照测试流程时序逻辑要求控制程控直流电源、程控继电器和程控电阻等测试资源为告警控制盒施加各种激励信号，同时利用程控开关量状态测量板自动测量并自动判断灯盒驱动输出信号状态(燃亮、熄灭或闪亮)，自动完成逻辑判断，给出测试结果和数据，实现告警控制盒告警功能的自动测试，极大地提高了测试效率。测试程序运行方式多样：既可实现所有测试项目的连续测试，也可对某一项进行单独测试。若某项测试超差可以对该项重新测试以确认发生超差。既可通过自动测试提高测试效率，也可通过虚拟仪器面板子界面(图 6)来实现人机交互测试，方便维修调试。

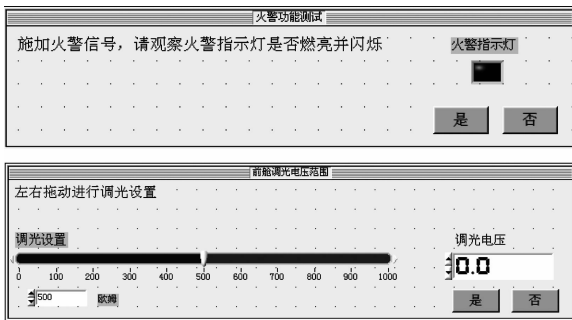


图 6 告警控制盒测试交互子界面示例

测试数据以 Access 数据库形式存储，便于查看和打印，测试数据示例如表 3 所示。

表 3 测试数据示例

测试项目	分项目名	标称值	测量值	单位
上电自检功能测试		正确	正确	
危险级告警功能测试	火警	正确	正确	
警告级告警功能测试	主电源故障	正确	正确	
警告级告警功能测试	防滑故障	正确	正确	
注意级告警功能测试	引气超温故障	正确	正确	
注意级告警功能测试	应急液泵故障	正确	正确	
状态级告警功能测试	防滑检查故障	正确	正确	
状态级告警功能测试	防冰故障	正确	正确	
检灯按钮功能测试	语音告警	正确	正确	
亮度调节功能测试	“日”显示	16~24	16.1~23.9	VDC
亮度调节功能测试	“夜”显示	12~16	12.1~15.9	VDC
复位功能测试	主告警灯复位	正确	正确	
闪烁频率		2~4	2.5	Hz

4 结论

基于自动测试系统平台，采用图形化测试界面和虚拟仪器控制技术实现了飞机灯光告警系统关键设备告警控制盒的功能和性能测试，测试界面简捷直观，操作简单，具有测试效率高、测试方式多样、人机交互好、工作稳定可靠等特点。

参考文献

[1] 航天工业总公司. GJB3385-98 测试与诊断术语[S].
 [2] 张毅刚. 自动测试系统[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2001.
 [3] 李行善, 左毅, 孙杰. 自动测试系统集成技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
 [4] 张凯, 姜静, 张树团. 飞机起动机自动测试设备研制[J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(7): 2011-2013.
 [5] Labwindows/CVI9.0 用户手册[Z]. National Instrument Corp, 2008.
 [6] 任献彬, 张凯. 基于动态链接库技术的测试程序实现方法[J]. 计算机测量与控制, 2009, 17(6): 1084-1089.