

# 某型民机灯光告警系统地面检查设备的研制

刘亚男 岳大鹏 王佳伟 李立凯

石家庄海山实业发展总公司 河北石家庄 050200

**摘要:** 视觉告警是提高飞机的安全性最主要的方式, 本文给出了设计原则、实现方案、结构布局, 以及在实际使用时的检查试验连接及安装方式、硬件配置、测试软件系统、人机界面及输出等。

**关键词:** 灯光警告; 地面检查; 研制思路; 设计原则

## 引言

现代飞机通常采用视觉告警、听觉告警及触觉告警相结合的方式使飞行员及时了解并定位系统或部件的故障, 采取相应的措施来提高飞机的安全性。其中视觉告警是最主要的方式, 通常采用灯光告警系统。本设计方案为满足某型民机实际维修与维护需求, 给出了设计原则、实现方案、结构布局、软件系统、便于携带的便携式性能检测设备, 为飞机实际维修与维护工作提供技术支持。

## 一、研制的思路与设计原则

### (一) 研制思路

根据维修现场使用需求, 结合现有设备优点, 自行进行研制。这样可以完全满足使用需要, 准确进行灯光告警系统的检测、维修测试, 保证维修的有效性, 提高员工的技术素养。同时, 需要对外进行技术交流、技术合作, 学习利用先进的理论与技术、以及技术成果, 得到研制技术目标。研制的设备在维修现场进行使用、修改、完善, 以保证其适用性。

### (二) 技术设计原则

方案设计结合现代数字信号处理技术与最新工艺, 采用计算机软件, 实现统一的硬件平台方案, 软件可配置实现告警系统故障模拟的功能。

1. 通用性: 硬件组成完整、系统结构通用, 接口信号功齐全。
2. 数字化: 故障检测、故障模拟参数的调整、设置全数字化, 保证指标的准确性、一致性。
3. 软件化: 参数修改、配置由软件完成, 方便、灵活。
4. 升级性: 能通过更换程序或升级硬件模块来更新、升级。

## 二、系统需求与主要性能指标

### (一) 灯光告警系统

灯光告警系统能为飞机驾驶员提供地面或空中的各种异常告警信号、及时提醒驾驶员引起注意并采取必要措施进行应急处置的告警装置。

### (二) 地面检查设备功能要求

针对飞机灯光告警系统的维修、维护需要, 以及用于检测飞机灯光告警系统的工作情况。利用本设备模拟各类故障信号, 对飞机灯光告警系统进行检测。地面检查设备实现的功能包括:

1. 具备型号选择功能。
2. 具备各类故障模拟功能。
3. 可以模拟危险、告警、注意、提示、状态级故障信号。
4. 各信号可以单独进行设置。
5. 具备良好的人机界面、操作简单、结果明了。
6. 故障信号随不同待测灯光系统而有所差异, 主要故障信号有:
  - (1) 危险级故障信号;
  - (2) 警告级故障信号;
  - (3) 注意级故障信号;
  - (4) 提示级故障信号;
  - (5) 状态级故障信号;
7. 各类故障、与之相配的故障信号, 满足相应的电气指标。
8. 根据故障级别, 设置相应信号的故障级别, 由软件界面设置。

### (三) 主要技术指标

1. 模拟危险、告警、注意、提示、状态五种信号;
2. 信号有4类特性。
3. 信号类别1: 地/开或开/地输出。

4. 信号类别2: 28V 离散输出。
5. 信号类别3: +8V 离散输出。
6. 信号类别4: 逻辑电平输出。
7. 显示: LCD。
8. 基本按键: 型号选择、故障类型选择、信号选择、信号设置等。
9. 连接接口: 航空插座, 5个, 其中四个接待测件接口、1个接28V。
10. 电源: 220V/60Hz1A、28VDC 6A 输入, 可以选择。
11. 具有校准接口: 分三类提供, 28V类、5V类、OPEN、GND。
12. 具备程序下载口, 便于调试、升级。

### 三、实现方案

#### (一) 设备组成及原理

设备硬件实现结构。UUT为待测单元。整个设备主要包括: 电源单元、显示LCD、信号处理单元、CPU板、接口适配、操作面板6大部分组成。各单元功能如下:

1. 电源单元: 为设备提供电源输出。
2. CPU板: 设备系统流程、参数控制, 实现人机信息交互、显示。
3. 信号处理单元: 为设备硬件的核心, 合成上述4类信号, 并输出到相应的接口上。
4. 操作面板: 包括按钮、旋钮、开关、指示灯、检测孔等, 实现设备模拟输入、提供程序下载口、检测校准点。
5. 接口适配: 连接灯光告警计算机相关接口、根据不同型号进适配, 并对应不同的电缆。

#### (二) 控制流程

地面检查设备受外部操作控制, 控制流程内容包括接口命令、信号参数的设置等, 系统控制流程如图4-1所示。

控制处理软件主要由CPU软件实现:

##### 1. 初始化

上电后初始化参数, 初始配置硬件状态、中断等各种寄存器的初始化, 然后进入主循环。

##### 2. 控制通信接口处理程序

对板间通信、状态上报、图4-1 设备控制流程命令接收与解析。并对命令进行分解, 以便控制相应电路。

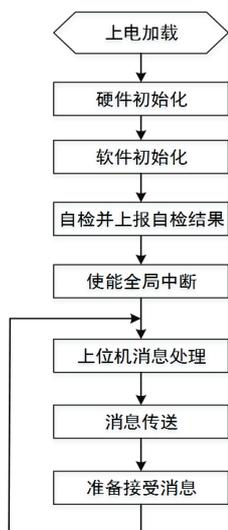


图4-1 设备控制流程

#### 3. 系统工作流程

外部操作通过串口发送指令时, 按照数据协议的规定, 利用校验模块判断指令的正确性: 如果指令错误, 则将该指令丢掉; 如果指令正确, 则对其进行解析和处理, 并返回处理结果。

#### (三) 信号处理软件设计

信号处理软件由FPGA完成, 是软件设计的核心部分, 系统的大多数任务都是由FPGA来完成, 通过GPIO/INT与MCU间进行的数据交互, 对外围电路进行控制。其中检测接口主要便于调试。各部分关键软件说明如下:

##### 1. 时钟分配与定时

用于给系统其他模块提供特定频率的时钟、特定相位的时钟。

##### 2. RS422控制

负责与外部通信、板间通信。

##### 3. 检测接口

输出检测信号、调试信号、校准信号等。

##### 4. 危险级信号控制

包括: 停车、火警、飞控等。

##### 5. 警告级故障信号

包括: 电池、主交流、供油泵、发动机、飞控、液压低等等。

##### 6. 注意级故障信号

包括: 故障、输油泵、飞控、前轮故障等等。

##### 7. 提示级故障信号

包括: 航空电子、直连模态、飞控等。

##### 8. 状态级故障信号

包括: 空中加、运行、人工复位、迎角过大、迎角过小、迎角正常等等。

### 四、结构设计

#### (一) 整机结构

选用PELICAN及类似的防水、防震、防尘、抗摔、抗冲击、防腐蚀、耐高温塑料箱。前部两个锁扣、1个带防滑抓垫的可折叠把手, 侧部1个带防滑抓垫的可折叠把手。箱底两只以不锈钢为轴的尼龙聚氨酯滑轮, 侧部配有可伸缩拉杆。配套电缆应有配套的专门的工具箱, 方便携带、存放。

#### (二) 面板布局

面板基本布局如图5-1所示。

### 五、可靠性等要求

#### (一) 职业健康安全和环境保护要求

1. 职业健康安全, 操作人员应认真按工艺规程操作, 严格遵守工艺律和各项安全措施。

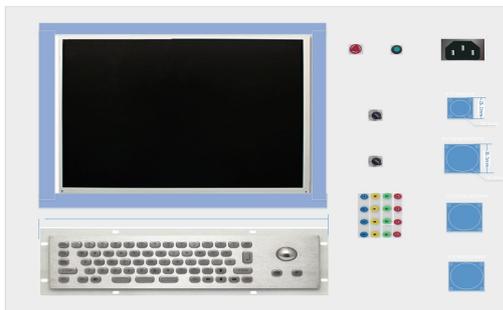


图5-1 操作面板布局

2. 各类工具使用时应严格按相关要求执行。避免使用过程中对人员造成伤害。

3. 环境保护要求，装配过程中产生的多余物应及时收集，按规定要求进行处理。

## (二) 可靠性

维护保养周期不小于12个月。可靠性保障措施：

1. 采用成熟的技术和工艺。充分继承经过考验、验证的技术设计方案，设计上留有余量，以保证可靠性。

2. 简化设计。优先选用标准件；尽可能较少元器件、零部件种类和数量；采用模块化设计。

3. 采用降额设计。元器件使用中承受的应力低于其额定值，已达到延缓其参数退化，提供使用可靠性的目的；明确进行降额设计的元器件类别、降额参数和降额等级。

4. 容错设计。通过设计，避免因单点故障导致任务中断，使设计对故障的原因不敏感，保证产品的健壮性。

5. 电路容差设计。设法使关键电路在器件退化而性能变化时，仍能在允许的公差范围之内，满足所需的最低性能要求。

6. 防止瞬态电压、电流等超过额定值，以确保电路稳定、可靠。

7. 软件设计严格按照流程进行，并进行严格测试，包括异常条件测试，保证软件的健壮性。

8. 元器件通过正规渠道采购，并优先采用大规模量产和其它产品使用过的元器件。

## (三) 使用性

设备应能由无特殊技能但经过短期培训的人员很容易的进行操作。

## (四) 维修性

设备应能简单、快速、准确、安全、经济、有效的由经过培训的人员进行维修，一般维修时间不大于12小时。为了减少维修人力及其维修保障资源要求，降低寿命周期费用，拟采用如下措施：

1. 简化功能，消除不必要的功能。

2. 减少元器件、零部件的品种和数量。

3. 最大限度采用标准零部件、元器件。

4. 设备内各单元之间的零件、紧固件与连接件、线缆等尽量标准化。

5. 减少静电产生，做好接地和静电屏蔽。

6. 产品模块化，并让每个模块本身有尽可能高的故障自检和隔离能力。

## (五) 环境适应性

贮存温度： $-10^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ ，工作温度： $0^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 、工作相对湿度： $\leq 95\%$

为了保障产品的环境适应性，采取的措施包括：

1. 芯片选型严格按照相关环境适应性要求进行；

2. 设备做好通风设计，设计有专门的通风口和风扇，保证良好的散热；

3. 对于发热严重的芯片，使用散热片；

4. 微波电路做好屏蔽；

5. 产品出厂前，做好环境试验和电磁兼容试验。

## 六、验收标准

1. 设备名称、安全等标牌或标识应清楚、醒目、齐全。

2. 各类部附件、电缆等产品应齐全。能够满足机上使用要求。

3. 各类技术资料应齐全。

4. 实现功能和性能要求。

## 结束语

本文针对现代飞机实际维修与维护需求，从设计原则、实现方案、结构布局、软件系统、便携式等方面，解决了一系列技术问题，最终设计一台操作简单、测试项目齐全、便于携带的地面检查设备，满足飞机实际维修和维护使用要求。

## 参考文献

[1] 宣晓刚，魏璐达，贾少龙，等. 失速告警系统应用异构双核处理器的安全性分析研究[J]. 计算机测量与控制，2023，31(6)：137-142.

[2] 梁晓芬，陈林，章宁，等. 浅谈某型告警自动检测设备的研制[J]. 中国设备工程，2022(3)：99-101.

[3] 季德雨，杨吉鹏，赵永鹏，某型红外告警系统自检报故及告警无显示故障分析[J]. 航空维修与工程，2022(2)：117-119.

[4] 曾垒，杨彬彬，王宏宇，某型灯光告警信号电源组件自动测试和诊断系统研究[J]. 中国设备工程，2022(10)：4.