

· 电路与控制 ·

## 机载设备的安全防护模块设计

刘蒙, 侯宇

(中国电子科技集团公司光电研究院, 天津 300000)

**摘要:** 阐述了一种机载设备安全防护模块的设计理念和架构。介绍了模块电路设计原理、电压区域保护控制流程、串行密钥控制流程和安全防护逻辑架构。针对机载供电电源特性, 应用电压区域保护技术和串行密钥码匹配技术, 提高设备的电源兼容性, 保证设备的安全性和可靠性。

**关键词:** 电压区域保护; 密钥控制; 身份验证; 安全性

中图分类号: TN702

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2014)-02-0062-04

## Security Module Design of Airborne Equipment

LIU Meng, HOU Yu

(Academy of Opto-Electronics, China Electronics Technology Group Corporation (AOE CETC), Tianjin 300000, China)

**Abstract:** The design structures of security module in airborne equipments are described. The design principles of module circuits, the control flow of voltage regional protection and serial key code as well as the security logical architecture are introduced. According to the characteristics of airborne power supply, the power supply compatibility of the equipment is enhanced and the safety and reliability of the equipment can be ensured using the technology of voltage regional protection and serial key matching.

**Key words:** voltage regional protection; key control; identity verification; security

当前, 机载电子设备种类繁多, 工作频率、功耗等特性各不相同, 导致飞机供电环境和电磁环境日趋复杂。这就要求机载设备具备更高的供电兼容性和电磁兼容性。国外同类机载电子设备都采用了先进的电源调理设计和电磁兼容设计, 以提升机载设备的安全性和可靠性。机载安全防护模块针对机载设备供电兼容性和电磁兼容性需求, 应用电压区域保护、密钥控制、实时身份验证等技术构建多通道交叉安全控制体系, 能够极大地提高机载设备的电源兼容性和抗干扰能力。

### 1 安全防护模块方案设计

#### 1.1 飞机 28 V 电源供电特性

机载设备供电环境较为复杂, 飞机在发动机加

力、关机 etc 情况下, 会出现连续的低压、高压浪涌, 具体 28 V 直流电源供电特性如图 1 所示。连续的电压波动导致设备死机, 控制电路失效, 从而造成设备损坏等故障。为保证设备的功能稳定性和安全性, 必须提高设备的供电兼容性和抗干扰能力。

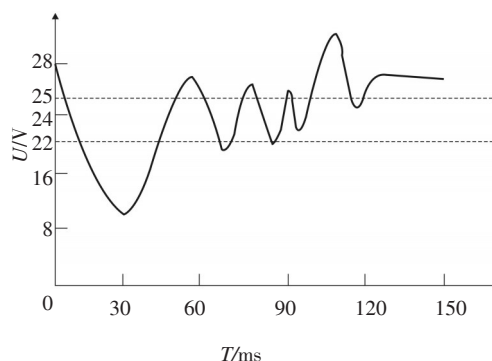


图1 飞机 28 V 电源供电特性示意图

## 1.2 安全防护模块组成及工作原理

安全防护模块以电压窗口滤波电路和密钥控制电路为主体架构。应用切比雪夫滤波、低通滤波、迟滞滤波和电压转换等技术,构建了电压窗口滤波电路;应用串行通讯、身份验证识别、密钥匹配和定时器监测等技术构建了密钥控制电路。安全防护模块组成图如图2所示,工作原理框图如图3所示。

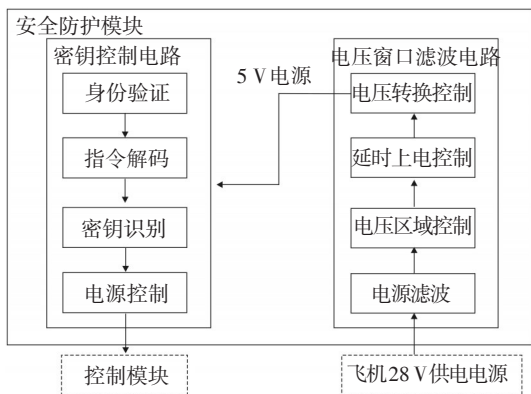


图2 安全防护模块组成框图

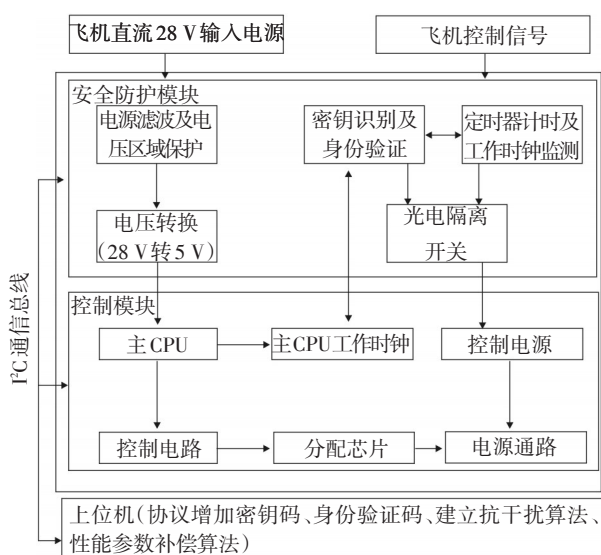


图3 安全防护模块的工作原理框图

安全防护模块实时监控设备供电电源和通信总线,具体功能如下。

(1)当输入电压降到22V以下时,安全防护模块切断设备供电;当输入电压恢复到25V以上时,安全防护模块恢复设备供电。

(2)当接收到符合身份的正确的密钥码时,安全防护模块开启设备控制电源,允许设备与上位机进行正常通信、执行相应功能,如果密钥码不匹配,则

停止设备工作,不接收任何指令。

## 1.3 安全防护模块硬件设计

### 1.3.1 电压窗口滤波电路设计

电压窗口滤波电路设计如图4所示。电路首先通过C1和C2对28V电源进行低通滤波,滤除供电电源尖峰等杂波的干扰;当输入电压降到22V时,R1和R2将三极管V1的输入电压控制在6.39V,稳压管D2保证V1基极电压为1.39V,V1的开启电压为1.4V,所以三极管V1关断,V2关断,V3关断,继电器K1关断,同时三极管V4导通,R3和R2构成并联电路,导致三极管V1的输入电压进一步下降到5.65V。当输入电压恢复到22V时,由于V1输入电压为5V,电路依然保持关断状态,直到输入电压恢复到25V,V1基极电压为1.41V,V1导通,V2导通,V3导通,继电器K1导通,V4关断,电路恢复供电。

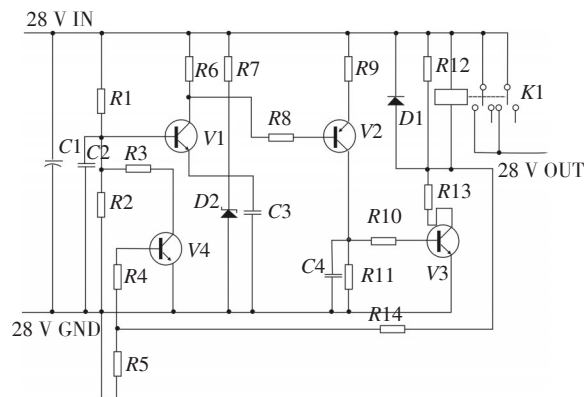


图4 电压窗口滤波电路原理图

### 1.3.2 密钥控制电路设计

密钥控制电路设计如图5所示。电路通过SN54HCT595(U1)将串行通信数据转换为并行数据,由SN54HCT160(U2)提供SN54HCT595的RCK,CD54HCT688(U6)判定转换数据与设定密钥码是否匹配,当密码匹配时,CD54HCT688输出低电平信号控制HSSR-7110(K1)导通,同时开启CD4020BC计数器,关断SN54HCT160。计数器CD4020BC计时满足设定值时,Q12管脚送出信号对SN54HCT595清零,使CD54HCT688比较端状态不匹配,从而输出高电平信号,关断HSSR-7110,同时开启SN54HCT160,使整个电路恢复待命状态。

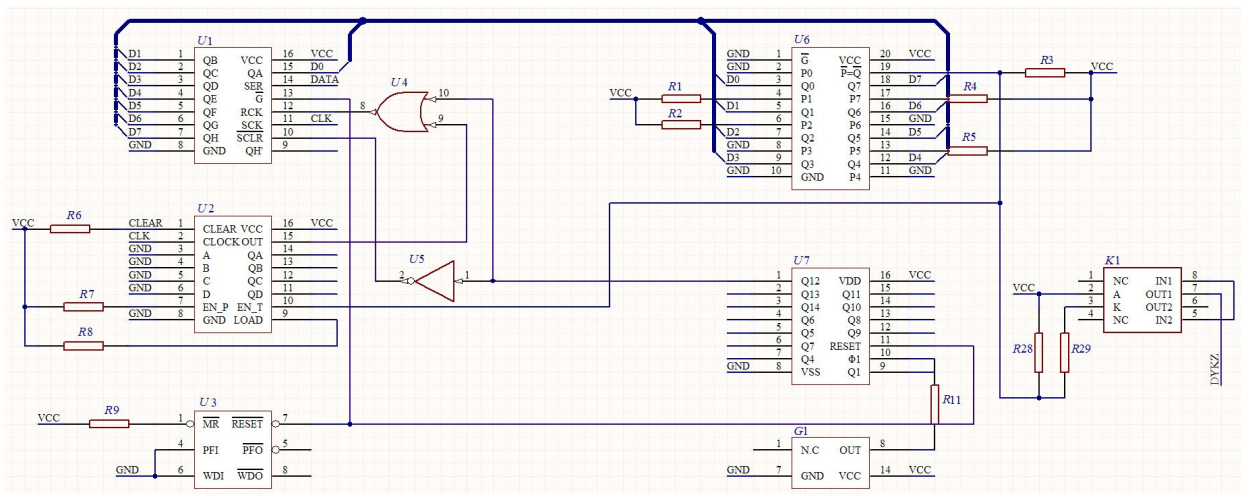


图5 密钥控制电路原理图

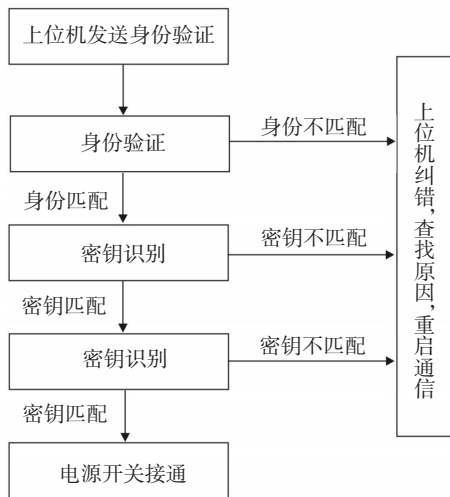


图6 密钥控制和身份验证逻辑关系图

### 1.4 安全防护模块软件设计

安全防护模块软件设计主要是在通信协议中增加串行密钥控制码、身份验证码,构建双通道交叉安全防护体系。软件控制逻辑流程如图6所示。

## 2 功能验证

安全防护模块主要用于提升设备的电源兼容性和安全性,需要在复杂、严酷的环境下,保证自身和设备的功能和性能的稳定。由此搭建了安全防护模块功能验证测试环境(测试环境如图7所示),对安全防护模块进行了复杂条件下的高压浪涌、低压浪涌、电压尖峰和串行通信干扰注入等测试,经

过100次的抗疲劳度测试,安全防护模块功能、性能稳定,受保护设备未出现死机和功能紊乱现象。测试结果表明,安全防护模块极大地提升了设备电源兼容性和安全性,增强了设备的抗干扰能力。

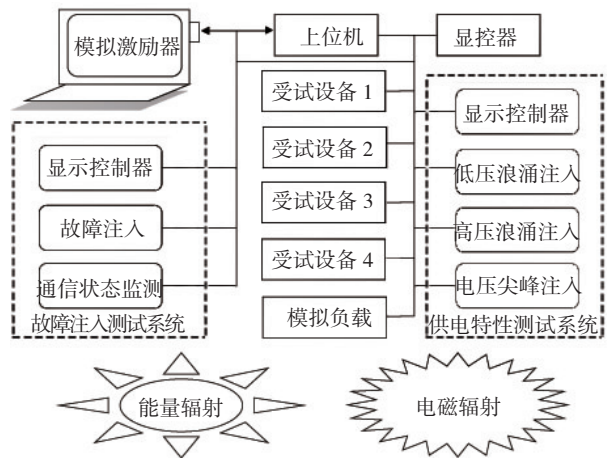


图7 安全防护模块功能验证环境组成图

## 3 结束语

安全防护模块运用电源滤波、电压区域控制、密钥识别等技术,构建主体架构,设计了电压窗口滤波电路和密钥控制电路,有效解决了输入电源低压浪涌和区域波动导致的CPU死机问题,提升了设备供电品质和安全性。电压窗口滤波技术和密钥控制技术的使用,建立了完善的安全控制闭环体

系,使得产品的电源兼容性、安全性、电磁兼容性得到极大提高,具有广泛的应用价值。

### 参考文献

- [1] 童诗白,华成英.模拟电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2001:20-24.
- [2] 阎石.数字电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2001:62-67.
- [3] 张毅坤.单片微型计算机原理及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,1998.
- [4] 樊昌信.通信原理[M].北京:国防工业出版社,2001:34-42.
- [5] 谭浩强.C程序设计[M].北京:清华大学出版社,2003:12-34.
- [6] 周明德.微型计算机系统原理及应用[M].北京:清华大学出版社,2002:317-319.
- [7] 孙涵芳,徐爱卿.单片机原理及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002:396-397.
- [8] 李培建.基于单片机的FSK信号发生器[J].光电技术应用,2011,26(5):65-66.
- [9] 张毅坤.单片微型计算机原理及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,1998.

(上接第38页)

### 参考文献

- [1] 孙艳军,陈宇,曹子维,等.二元光学器件光刻掩模的设计与制作[J].长春理工大学学报,2007,30(4).
- [2] 孔令彬,易建新,王典洪,等.光刻胶在衍射光学元件制作工艺中的行为研究[J].中国激光,2002,29:418-420.
- [3] 张羽.被动热补偿型折衍混合红外光学系统的研制[D].W武汉:华中科技大学,2005.
- [4] 李思涛,叶嘉雄,阮玉,等.衍射光学元件的制作及其误差分析[J].光电子技术与信息,2000,13(5):24-29.
- [5] 张羽,杨坤涛,杨长城.衍射光学元件的制作技术与进展[J].光学仪器,2005,27(2):80-85.
- [6] 李红军,卢振武,廖江红,等.薄膜沉积法制作菲涅耳透镜[J].微细加工技术,2000(4):40-44.
- [7] 王多书,罗崇泰,马勉军,等.激光直写制作衍射光学元件掩模研究[J].应用激光,2004,24(4):213-216.
- [8] 陈林森,邵洁,王雪辉,等.一种二元整形元件激光直写方法的实验研究[J].光子学报,2005,34(3):343-349.
- [9] 张景和,廖江红,刘伟,等.衍射光学元件激光直写设备的研制[J].仪器仪表学报,2001,22(2):154-157.
- [10] 王鹏.衍射光学元件设计及金刚石单点车削技术研究[D].长春:长春理工大学,2005.
- [11] 巩岩,赵磊.单点金刚石车床及其在光学工程领域的应用[J].中国光学,2011,4(6):537-545.
- [12] 梁旭,王军华,徐敏,等.折衍光学镜片的单点金刚石车削与检测[J].激光与光电子学进展,1993.
- [13] 康战,聂凤明,刘劲松,等.单点金刚石精密数控车削加工技术及发展前景分析[J].光学技术,2010,36(2):163-167.
- [14] 楼祺洪,章琳.准分子激光微细加工[J].杭州师范学院学报,2002,1(1).
- [15] 朱效立.准分子激光微细加工工艺和加工机理研究[D].北京:北京工业大学,2005.
- [16] 魏仁选,姜德生.准分子激光直写二维图形加工[J].应用激光,2003,23(3):144-146.
- [17] 肖啸.用灰阶编码掩模制作折/衍混合微光学元件[J].光学与光电技术,2005,3(2):48-50.
- [18] 粟敬钦,姚军,杜惊雷,等.灰阶编码掩模制作微光学元件[J].光学学报,2001,21(1):97-100.
- [19] 辛企明.衍射光学元件[J].光学技术,1993(4):38-42.
- [20] 金国藩,严瑛白,邬敏贤.二元光学[M].北京:北京国防工业出版社,1998.
- [21] 娄迪,白剑,侯西云,等.用于可见光波段的二元光学混合光学系统的设计与应用[J].光电子·激光,2006,17(1):45-49.
- [22] 闫佩佩,樊学武,邹刚毅,等.用于可见光波段的折衍混合复消色差长焦物镜设计[J].激光与光电子学进展,2010:09220121.
- [23] 刘莉萍,王涌天,李荣刚,等.制作在非球面基底上的红外衍射光学元件[J].红外与毫米波学报,2004,23(40):308-312.
- [24] 刘琳.中波红外大相对孔径非制冷热像仪光学系统的研究[D].苏州:苏州大学,2010.
- [25] 白剑,尉志军,牛爽,等.二元球透镜可见紫外双波段光学系统[J].红外与激光工程,2009,38(6):1068-1071.
- [26] 张伟,李毅,张虎,等.紫外衍射微透镜阵列的设计与制备[J].上海理工大学学报,2011,33(2).