

机载计算机电源测试性设计策略

黄素平

长城电源技术(广西)有限公司

[摘要]机载计算机为飞机系统中核心控制模块,其运行的稳定性直接关乎飞机安全与性能,而计算机系统下电源模块,则直接决定着计算机系统化运行的安全性与稳定性。本文从事机载计算机电源测试性设计策略研究,在对机载计算机发展情况加以概述后,分析机载计算机发展特点,并提出前级→中级→后级三级模式的机载计算机电源测试性设计策略,继而在提升机载计算机稳定性同时,共我国相关单位、设计人员加以参考。

[关键词]机载计算机;检测逻辑电路;测试性设计;Boost电路

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.02.598

1 机载计算机发展概述

机载计算机系统的发展,同航空电子系统的进步、演变、技术更新有着密切关联。结合世界范围机载计算机发展、演进,具体可将机载计算机发展划分为如下三个时期:

1.1 模拟式机载计算机时期

该时期下,世界航空电子系统具有分散且功能单一的特点,因此此刻机载计算机功能、性能亦为初步发展阶段,即可满足飞机飞行期间基本数据获取、管理。

1.2 数字式机载计算机时期

数字式机载计算机诞生于美国空军所启动的数字是航空电设备信息计划,该计划下,美国空军站在系统工程视角下开展航空电子系统统筹设计,运用多路传输总线,将飞机上的多个计算机系统加以连接,形成相对完整的计算机联机分布式网络。在这一背景下,机载计算机实现了面向飞机座舱的综合控制、可视化显示,加之对计算机采用模块化与标准化设计,对总线系统的应用实现了信息共享。因此。相比前一阶段的模拟式机载计算机系统,数字式机载计算机有着更高的容错性能,且形成了航空电子综合化系统。

1.3 分布式机载计算机时期

该时期下,航空专家基于分布式技术,融合了航空电子系统,打破了总系统-子系统的设计概念,将整个分布式机载计算机划分为任务管理、传感器管理、飞机管理三个区域,三个区域之间相互资源共享,以高速多路总线实现数据互联。

1.4 高度综合机载计算机时期

该时期下,随科技发展,机载计算机融合人工智能、神经网络算法,实现了机载计算机的智能化、模拟化、通用化、综合化电子系统开发。高度综合机载计算机整个结构下包含ICP核心处理机、IRF射频部分,其中ICP下包含12个多芯片,其处理能力可达到160百万条指令/秒。综合分析,该时期下,机载计算机已升级为航空电子综合系统的核心控制部分。

2 机载计算机发展特点

当下的机载计算机已被广泛应用至作战飞机、民用航运飞机之上,一些飞机上设置的机载计算机高达上百台,如世界闻名的美国B52轰炸机,该飞机上机载计算机数量多达200多台。同时,一些飞机上的机载计算机已达到计算机领域最尖端水平,例如美国F-111攻击机,其机体内配备的AN//AYK-18机载计算机系统,运算速度均可达到3MIPS,且其存储量高达256KW。与此同时,一些飞机上的机载计算机已经发展为多核CPU形式,例如美国空军的F-16战斗机,其安装的M372火控计算机室包含4个CPU。综合分析,当下新一代机载计算机,主要特点集中在实现了并行处理技术,采用高速CPI、等速数据总线以及广泛运用通用模块。

综合分析,即当下机载计算机发展特点,集中于多台集中部署、高运算速度、多核、采用总线数据通讯。

1 机载计算机电源测试性设计

1.1 常见机载计算机结构分析

本文以常见机载计算机电源直流模块为例,懂事机载计算机电源测试性设计研究。图1为目前机载计算机中广泛运用的电源直流模块结构图:

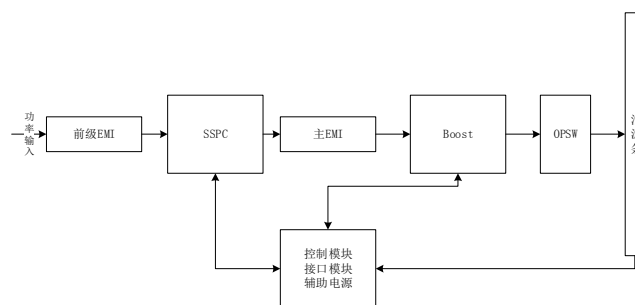


图1 常见机载计算机电源直流模块结构

如图1所示,常见机载计算机电源直流模块下包含前级EMI、SSPC、主EMI、Boost、OPSW以及五个主要模块。

1.1.1 前级EMI滤波器模块

前级EMI滤波器模块,负责将面向28V汇流条上电压进行滤波处理,以有效减少输入电流干扰、纹波,提升输入电能质量,同时一并兼顾电磁兼容。

1.1.2 SSPC输入开关模块

SSPC输入开关模块,负责利用模块下的固态功率控制器来对电源模块输入端提供开关控制功能,同时一并提供反向防反灌关断功能,正向过流保护功能。

1.1.3 主EMI滤波器模块

主EMI滤波器模块又可称为主滤波电路,负责对Boost前级输入电能质量进行滤波处理,提升电能质量,降低干扰与纹波。

1.1.4 Boost功率变换器模块

Boost功率变换器模块,负责在即在计算机运行阶段电压的升压变换功能、稳压功能、过电压保护功能以及控制峰值电流。同时,Boost功率变换器模块一并负责过电压的故障注入,负责对过电压保护电路工作状态进行实时检测。

1.1.5 POSW功率输出开关模块

POSW功率输出开关模块,负责防止计算机运行阶段出现电流反灌。

1.2 主功率方案

上述图1内的典型机载计算机直流电源模块,其DC-DC变换主要运用Boost电路,Boost电路不仅控制逻辑简单易懂、具备高可靠性,同时具有拓扑成熟特点,以式1作为传递函

数:

$$U_o = \frac{1}{1-D} \cdot U_{IN}$$

该传递函数基础上, Boost电路设有直通工作模式、升压工作模式。基于Boost电路的特性, 任何故障之下Boost电路都不会出现断电问题。然而, 尽管Boost电路具备上述诸多优点, 但其仅具备单一的升压功能, 一旦遇到电压环故障, 则理论层面输出电压会遭到无限放大, 对后级设备的工作将造成影响, 故Boost电路过压保护电路对于电源模块而言至关重要。目前, 过压保护电路设计已经相对成熟, 但多数店员均未设置过压保护电路BIT测试功能, 因此对于产品的可靠性与测试性均会带来不利影响, 故为提升机载计算机电源的测试性, 促进其运行阶段稳定性, 需面对机载计算机电源从事过压保护测试电路设计。

1.3 测试电路

面向机载计算机直流电源模块从事过压保护测试电路设计, 采取前级→中级→后级的三级测试电力模式, 以提升电源模块测试性能要求。

1.3.1 前级测试电路设计

前级测试电路主要负责输入开关控制, 负责对切换供电开展测试。及在计算机BIT测试阶段, 利用逻辑电路对测试信号加以处理, 将POWER_ENABLE信号强行拉高或是强行拉低, 随后上报电源工作信息上报, 从而对前级输入开关是否能够正常工作进行有效测试。图2为测试逻辑电路示意图:

如图2, 将该测试逻辑电路应用于摄入开关的功能性测试, 机载计算机系统上电BIT测试阶段实现开关性能检测。当系统判断TEST_OFF处于高电平状态, 刺客会自强制将POWER_ENABLE拉低, 从而有效测试输入开关关断性能。当系统判断TEST_ON处于高电平状态, 则强制拉升POWER_ENABL, 实现面向输入开关的开通性能测试, 继而利用对电压UN切换性测试促进电源模块安全性、稳定性的提升。

1.3.2 中级测试电路设计

中级测试电路主要面向辅助电源提供测试功能, 在机载计算机系统运行阶段检测辅助电源的过电压保护功能。机载计算机上电进行BIT测试时, 会进行TRST_BIAS测试信号发送操作, 电源会通过逻辑处理电路来激励辅助电源的过压保护电路, 并给予辅助电源的过压信号, 判断保护电力当下的工作状态, 并将过压保护电路是否可以正常工作的信号上报至

计算机系统。中级测试电路运行期间, 过压保护电路会对辅助电源V_BIAS同基准V_REF两个输出电压进行对比, 在不从事过压电路监测工作期间, TEST_BIAS激励处于高电平状态, 并将BIAS_OV辅助电源过压检测信号强制置为高电平状态, 此刻将对辅助电源过压保护功能激活, 此刻上位机可以通过检测辅助电源状态, 对辅助电源过压保护功能工作状态进行辨别, 确认该电路是否处于异常状态。

1.3.3 后级测试电路设计

机载计算机系统电源模块下的后级测试电路, 负责检测系统运行阶段Boost模块过压检测电路。后级测试电路工作原理, 等同于辅助电源过压测试电路, 首先, 测试信号进行分压, 复试线对Boost电路过压故障进行模拟。其次, Boost同一时间会向上位机发送主开关工作状态, 上位机根据Boost发送的状态信号来判断、监测Boost的过电压保护电力是否处于正常工作状态, 这一检测机制, 可以确保Boost电路与过电压故障状态下及时关断, 避免因Boost过压损坏继而对后级用电设备造成不利影响。

1.4 测试原理

本文提出的前级→中级→后级三级测试设计方案, 其主要工作流程如下:

如图3, 在系统上电开展BIT测试阶段, 系统会基于本文提出的前级→中级→后级三级测试下逻辑电路, 从事电源模块切换、辅助电源保护、Boost电路过压保护测试, 基于面向机载计算机电源模块的功能、性能、保护三个维度测试及时发现、定位护长, 机组检修人员可基于故障判断及时开展专业化检修工作, 保证机载计算机电源模块长期处于稳定、安全运行工况之下。

结语

作为飞机系统上重要控制核心, 机载计算机直接决定着飞机运行的性能与安全性, 而机载计算机稳定、安全运行取决于电源模块。本文从事机载计算机电源测试性设计策略研究, 提出了前级→中级→后级三级测试, 可有效促进电源模块的测试性能, 以对机载计算机运行的稳定性、安全性提供保障。

参考文献

[1]王红华. 浅谈软件及方法对计算机部分硬件性能的测试应用[J]. 信息与电脑(理论版), 2015(12): 64-66.
 [2]刘卫华, 艾铁柱. 一种机载计算机平台的FMEA应用技术[J]. 无线互联科技, 2019, 16(21): 133-134.

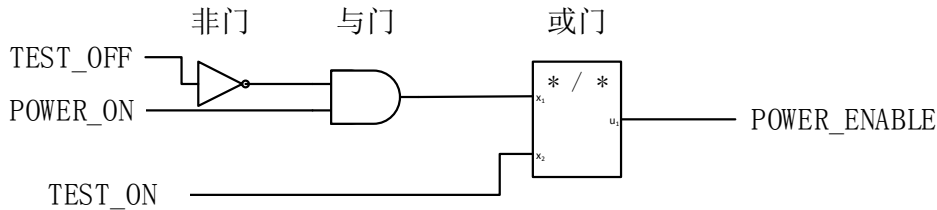


图2 测试逻辑电路示意图

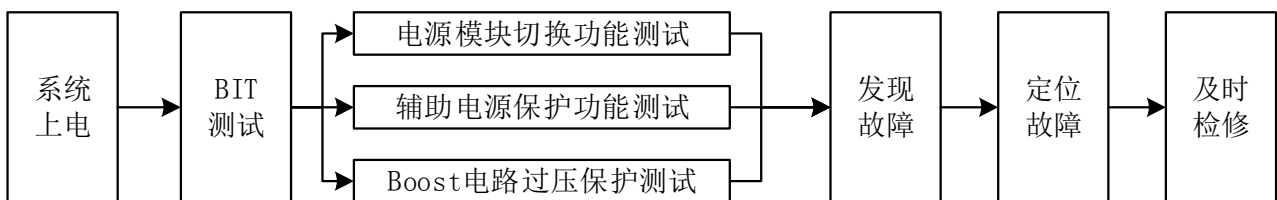


图3 前级→中级→后级三级测试工作流程