

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2019.03.020

民机照明成品件关键测试技术研究

范志成* 刘鹏寅

(上海飞机制造有限公司, 上海 201324)

摘 要:

照明成品件为现代民机提供照明,是照明系统最为重要的组成部分,它的质量和状态关乎民机产品质量和可靠性。从保障现代民机照明成品件部件级测试的角度出发,重点介绍了照明成品件关键测试技术的主要技术特点、测试项目、关键技术及其在民机生产测试领域的应用,强调其对民机成品件质量控制、系统装配质量和效率等方面的重要应用价值。

关键词: 照明成品件;入厂验收;地面功能试验;质量控制

中图分类号: V242.6

文献标识码: A

OSID:



0 引言

照明成品件作为民机照明系统的重要组成部分,在飞行安全、性能充分发挥、机组工作效能、乘坐舒适性等方面都起着至关重要的作用。随着民机照明系统功能复杂化、设备多元化,必然对照明成品件的质量和可靠性提出更高的测试需求。目前针对民机照明成品件,仅能依靠供应商所提供的相关材料和外观检查作为质量保障依据,在总装阶段之前,缺乏对照明成品件暴露质量问题的能力。而国外诸如波音、空客等国际主流航空制造企业在民机照明成品件测试方面都具有成熟的技术,其测试效率高、功能全、准确性好,可对各类成品件进行测试。因此从民机照明成品件质量控制、照明系统装配效率及保障飞行安全的角度出发,开展民机照明成品件关键测试技术研究,对于民机成品件的质量控制和系统装配质量具有重要意义。

的差错都可能对民机安全、运行、维护、舒适等方面造成重大影响,其按类别可划分为照明灯具、照明控制板及照明电源等成品件,如图 1 所示。

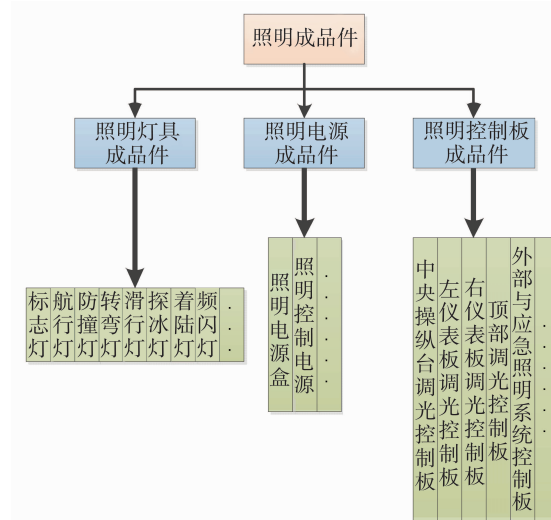


图 1 某型民机照明成品件构成图

1 民机照明成品件

照明成品件主要为各照明子系统(按照功能可分成驾驶舱照明、客舱照明、货舱与服务区照明、外部照明和应急照明五个子系统)提供照明,确保照明系统发挥其各项功能。照明成品件出现任何微小

1) 照明灯具成品件,包括航行灯、着陆灯、频闪灯、滑行灯、防撞灯、转弯灯、探冰灯等,各成品件发挥各自独特作用,并相互搭配实现各种功能。

2) 照明电源成品件,用于为机上各类灯具提供能源,依据功能不同主要可分为照明控制电源和照

* 通信作者。E-mail: jayfan886@163.com

引用格式: 范志成,刘鹏寅.民机照明成品件关键测试技术研究[J].民用飞机设计与研究,2019(3):103-106. FAN Z C, LIU P Y. Research on Key Testing Technology of Lighting Finished Products for Civil Aircraft[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2019(3):103-106(in Chinese).

明电源盒。据现场故障拒收报告及航线运营反馈结果显示,照明灯具的疑似功能故障很大程度上源于其对应照明电源成品件的可靠性问题。

3) 照明控制板成品件,用于实现区域照明、亮度调节及对按压开关和信号器的指示功能等控制功能,如中央操纵台调光控制板可对驾驶舱控制板的亮度进行调节;外部和应急照明系统控制板通过按压开关实现对着陆灯、防撞灯、位置灯、频闪灯、应急灯、滑行灯等灯具的控制。

2 民机照明成品件关键测试技术

随着民机批产和交付运营,对照明成品件的部件级测试需求更为迫切,相应地对照明成品件测试系统也提出了更高的技术要求。而照明成品件关键测试技术是以虚拟仪器、工装适配、故障诊断等多种相关技术为核心,以覆盖多类别照明成品件 ATP (Acceptance Test Procedure) 测试需求为目标的一体化测试技术,既可满足成品件的入厂验收,又具备对总装现场照明系统功能试验中出现各类成品件故障进行快速定位的能力,以提高民机照明系统装配质量和效率。

照明成品件综合测试系统总体框架如图 2 所示,该测试系统主要由硬件平台、测试适配器、测试程序、软件平台组成,系统以成熟的测控计算机为核心,并根据测试需求选取成熟的货架产品作为硬件资源,通过加载测试设备 UUT (Unit Under Test) 对应的测试程序集 TPS (Test Program Set) 协调调用各类硬件测试资源,完成 UUT 电气测试、功能测试、故障诊断等工作,同时具备测试程序二次开发、原位校准等功能。

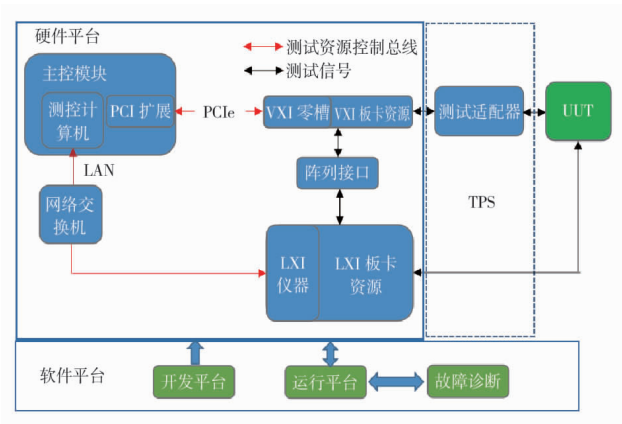


图 2 照明成品件综合测试系统总体框架图

2.1 主要技术特点

1) ATP 覆盖率高

目前国内检测以目视检查为主,ATP 覆盖率低,即以供应商提供的技术资料及目视成品件表面是否有凹陷、划痕或缺损等作为入厂验收的判断依据,而照明成品件关键测试技术在现有测试内容基础上,添加对关键参数、关键功能等的部件级测试环节,以高效、全面的暴露成品件装机前的潜在质量问题。

2) 集成度高

照明成品件关键测试技术将不同机型、不同类型、不同型号照明成品件测试资源集成到一个关键测试系统中,可完全满足对多种照明成品件部件级测试需求。相对于传统照明成品件测试、维护等过程的测试方法,照明成品件关键测试技术针对不同照明成品件无需配置相应的检测设备,具有研发成本低、无需重复建设、测试效率高等优势。

3) 可扩展性

不同的测试对象需要调用的测试资源不尽相同,因此要求照明成品件关键测试系统具备一定的可扩展性,通过增加新的测试设备、测试工装、测试程序等以满足新增成品件、新增功能、新增要求的测试需求,同时系统扩展后不会对其他已有照明成品件的部件级测试能力造成影响。

2.2 测试项目分析

尽管照明成品件种类繁多,功能各异,但从覆盖照明成品件 ATP 测试需求角度出发,通过对民机照明成品件技术资料的分析和研究,可以将照明成品件的测试项目划分为电气测试及功能测试两方面测试项目。其中,电气测试的测试需求和方法基本一致;而依据不同类照明成品件 ATP 要求,其功能测试部分存在差异。

2.2.1 电气测试

民机照明成品件作为照明系统关键部件,其性能好坏很大程度取决于其电气特性(主要指 ATP 中涉及的电搭接、绝缘性、抗电强度等特性)。

1) 电搭接测试:通过对照明成品件 ATP 规定的金属点间电阻进行测试,以确保成品件性能并抑制电磁干扰等。

2) 绝缘性测试:绝缘体可以抑制电流通过,但施加高压后,会有少许泄漏电流流经绝缘体的表面和内部。所以可通过对照明成品件 ATP 规定的金属点间施加一定时间(譬如 1min)、一定直流电压

(如 500VDC),测试流经金属点的泄漏电流对应的电阻(即绝缘电阻),以保证成品件的用电安全。

3)抗电强度测试:按照照明成品件 ATP 要求,将成品件两个金属点连接的引出端与成品件外壳施加一定的交流电压(如 1 500V/50Hz),检测其电压承受能力,有时也把抗电强度称为绝缘耐压。

2.2.2 功能测试

照明成品件电气特性测试完成后,需进行后续的功能测试,以覆盖 ATP 要求。成品件的类别不同,需完成的功能测试也不尽相同,某型飞机部分照明成品件主要功能测试项目如表 1 所示。

1)对于照明灯具成品件,主要涉及输入电流、输出电压、频闪、LED 功能、点亮等功能测试;

2)对于照明电源成品件,主要涉及输入电流、输出电压、频闪、亮度、点亮、控制逻辑、充放电等功能测试;

3)对于照明控制板成品件,主要涉及开关、按键、旋钮、亮度等功能测试。

表 1 部分照明成品件功能测试项目分析表

序号	类别	名称	主要功能测试项目
1	灯具成品件	泛光灯	输出电压、点亮、LED 功能
		货舱灯	输入电流、点亮
		频闪灯	输入电流、频闪
		航行灯	输入电流、LED 功能
		着陆灯	输入电流、输出电压
		滑行灯	输入电流、输出电压
		防撞灯	输入电流、点亮、频闪
2	电源成品件	探冰灯	输入电流、点亮
		频闪灯电源盒	输入电流、频闪
		着陆灯电源盒	输入电流、点亮
		防撞灯电源盒	输入电流、频闪、亮度
		标志灯电源盒	输入电流、点亮
3	控制板成品件	应急照明电源	控制逻辑、低电量关断、放电、充电
		中央操纵台调光控制板	亮度、按键、旋钮
		左、右仪表控制板	亮度、旋钮
		顶部调光控制板	亮度、按键、旋钮
		呼叫及旅客信息控制板	亮度、开关、按键
		外部和应急照明系统控制板	亮度、开关、按键、旋钮

2.3 关键技术

通过测试项目分析,为覆盖上述照明成品件测试需求,照明成品件综合测试系统应具备以下关键测试技术。

1)虚拟仪器的测试资源调度管理技术

针对民机照明成品件 ATP 测试需求,利用虚拟仪器的测试资源调度管理技术,开发面向照明成品

件电气测试、功能测试的测试程序集 TPS(含接口适配器、测试软件、测试流程规范等)。通过加载相应的 TPS,可以方便测试系统高效调用各类硬件资源,实现对 UUT 的自动测试,完成 ATP 测试流程,以满足照明成品件的可测试性、可兼容性的应用需求。目前国外此类技术已经成熟,且普遍应用于航空电子、电气设备保障中。

2)原位校准技术

测试系统配置有大量的仪器、板卡等硬件资源,为保证测试系统性能,必须对相关设备进行周期校准。利用原位校准技术,不拆卸设备即可实现设备的校准,不仅可以降低因设备拆卸对整个测试系统使用的影响、消除信号导线不同带来的微小误差,同时也大大减小因设备拆装、送检等消耗的时间、人力成本。

3)故障自诊断技术

基于人工智能的设备故障自诊断技术,可实现测试系统在线实时故障诊断和报警,离线形成故障报表等。在测试过程中,系统会实时监控测试数据,通过对正常、故障和可疑数据进行辨识和分析,完成故障定位,并通过人机界面内置的参数、经验、故障案例等信息,为相关测试人员提供应对排故措施。

4)通用工装适配技术

通用工装适配技术包含硬件工装适配技术和软件工装适配技术两部分。从照明成品件的结构特点及接口特性的角度出发,应用硬件工装适配技术,形成一套通用硬件适配工装;针对各类照明成品件的功能特点并结合软件工装适配技术,编制相应适配测试软件,最终实现一个台体适配多类照明成品件的测试需求。

3 民机生产测试领域中的应用

随着民机照明系统及相关系统数字化、集成化、智能化的程度越来越高,民机性能在得到极大提升的同时,为保障照明系统装配及地面功能试验等,对成品件测试提出了更为严峻的挑战。目前国内民机照明成品件主要依赖国外进口,国外成品件供应商通过技术封锁(如不提供成品件测试维修授权、以远超行业标准价格出售成品件集成测试设备、故障件国外返修、不提供相关技术文件或文件中涉及的关键测试步骤模糊化等)遏制民机发展,尤其是成品件测试技术的发展,目前国内民机制造企业尚未形成照明成品件关键测试能力。为解决上述问题,亟需对照明成品件关键测试技术开展深入研究并建立相应的关键测试

能力。结合国内民机研制和生产的实际情况,照明成品件关键测试技术主要应用于以下场合:

1)在成品件入厂接收验收阶段:针对功能问题频发的照明成品件的外观符合性、电气特性、功能特性、准确度等级等进行检查和测试,验证其是否满足供应商提供的被设计确认的功能及性能参数要求,对于测试结果不满足关键测试要求的故障件,第一时间反馈质量问题,牢牢掌握成品件入厂验收的主动权。

2)在民机总装地面功能试验阶段:针对民机照明系统主要成品件安装调试过程中的不可预估损坏进行评估和故障隔离,并对疑似出现问题的照明成品件进行部件级快速检测和故障确认,以提升照明系统及相关系统的调试和排故效率,确保照明系统的装配质量。

3)在民机运营维护阶段:在航线维护、内厂维护过程中,对照明成品件进行故障定位诊断及维修后成品件功能及性能的验证工作,辅助一线人员高效排故作业,并为各类照明成品件提供部件级定检、排故、维护的解决方案,同时所获取的测试信息也可作为照明成品件测试装备优化和照明成品件国产化提供重要技术参考。

4 结论

民机制造业一直都是一个高门槛、高技术含量、高产值的产业。为满足民机批产及运营维护等对成

品件测试的迫切需要,民机照明成品件关键测试技术的应用前景和潜力必然更为突出。本文希望能够引起更多民机产业工作者关注照明成品件关键测试技术及相关系统成品件测试技术,推动其健康、高速发展,为民机制造业的发展保驾护航。

参考文献:

- [1] 刘洪涛,杨文,赵健. LED 照明技术在飞机外部照明系统中的应用分析[J]. 民用飞机设计与研究,2010(4):22-27.
- [2] 林志昆,王宏霞. 飞机照明技术及标准现状分析[J]. 航空标准化与质量,2018(2):6-9.
- [3] 吴春泽,夏海波. 飞机外部照明检测技术研究[J]. 创新与实践,2015,22(9):28-29.
- [4] 杨文. 基于静暗驾驶舱的商用飞机控制板研究[D]. 上海:复旦大学,2013.
- [5] 周洁敏,陶思钰. 飞机电气系统[M]. 第二版. 北京:科学出版社,2017:294-301.

作者简介

范志成 硕士,工程师。主要研究方向:飞机电源系统、照明系统机载成品件测试技术及航空专用设备的校准技术。E-mail:Jayfan886@163.com

刘鹏寅 博士,工程师。主要研究方向:飞机航电系统机载成品件测试技术和航空专用设备的校准技术。E-mail:pengyinliu@163.com

Research on Key Testing Technology of Lighting Finished Products for Civil Aircraft

FAN Zhicheng * LIU Pengyin

(Shanghai Aircraft Manufacturing Co., Ltd, Shanghai 201324, China)

Abstract: As the most important part of lighting system, lighting finished products provide lighting for modern civil aircraft, whose quality and control status related to quality and reliability of the product for civil aircraft. From the angle of protection for component level test of modern civil aircraft, this article focuses on main technical features, test items, key technology and application in the field of production and test for key testing technology of lighting finished products, and it emphasizes its important application value in the quality control of finished products, system assembly quality and effectiveness.

Keywords: lighting finished products; factory acceptance; ground function test; quality control

* Corresponding author. E-mail: jayfan886@163.com