

飞机无线电设备总装测试系统研制

王少轩, 陈雪峰

(西安雷光科技实业有限公司, 西安 710043)

摘要: 为提高飞机总装生产的效率和质量, 弥补飞机无线电总装测试的短板, 采用先进的计算机测试和控制技术, 利用模块化仪器设备, 通过软硬件动态配置方法, 构建飞机无线电设备测试系统; 该系统主要提供先进的飞机无线电测试设备及工装, 自动化仪器设备控制软件, 网络化的生产控制管理软件, 及电子化生产工艺单, 由工人操作便携终端和站式计算机系统, 通过专线网络实现控制与管理信息的传输与共享, 通过数据库完成生产资料的管理及生产数据的存储, 总装测试生产工作全程由计算机信息辅助工人完成, 减轻工人劳动强度, 减少了错误率, 提高了生产管理水平和保证了飞机生产的可靠性; 经过某飞机生产线的使用证明该系统能切实减少飞机无线电设备的装配测试时间。

关键词: 飞机无线电设备; 测试系统; 总装测试; 电子工艺; 飞机生产

Development of Assembly Test System for Aircraft Radio Equipment

Wang Shaoxuan, Chen Xuefeng

(Xi'an Leiguang Technology Industry Co., Ltd., Xi'an 710043, China)

Abstract: In order to improve the efficiency and quality of aircraft assembly production, make up the short board of aircraft radio assembly test, an aircraft radio equipment testing system based on advanced computer testing and control technology, modular instrument and equipment, the dynamic configuration method of hardware and software, is designed. The testing system mainly provides advanced aircraft radio test equipment and tools, automatic equipment control software, networked production control management software, and electronic production process sheet. the workers operate portable terminal and station computer system, realize the transmission and sharing of control and management information through the dedicated line network, complete the management of production data and storage of production data through the database, complete the whole production process by computer information worker, reduce labor intensity, reduce error rate, improve production management level, and ensure the reliability of aircraft production; The use of an aircraft production line shows that the system can effectively reduce the assembly test time of aircraft radio equipment.

Keywords: aircraft radio equipment; testing system; assembly test; electronic process; aircraft production

0 引言

在飞机的装配生产过程最大限度的采用自动化、电子化和信息化手段已经是国内外军民飞机生产的必然趋势, 国内飞机在总装生产阶段, 大部分还处于手动与有纸水平, 本文正是结合产业发展的大趋势, 设计无纸交互式电子飞机总装生产辅助设备, 主要论述其中的飞机无线电设备总装测试系统。

该系统采用现代信息化、网络化设备和最新自动化仪器设备构建, 组建飞机无线电系统测试专用网络, 实现飞机无线电设备总装的全工序自动化测试; 并实现通电测试过程无纸化、可视化, 电纸化操作, 全程采用电子工艺卡片指导试验员进行测试操作、测试结果判读及测试状态、结果记录; 使用本测试系统能最大程度的提高测试效率和测试可靠度, 使用电子工艺卡片, 指导生产人员利用自动化软件、工具对飞机各系统进行测试、利用软件提供的指示信息和检测结果即可进行故障检测和隔离, 可有效缩短飞机通电测试调试时间, 减少了飞机生产对人员的高要求, 利用该系统, 一般工人即可进行正确的飞机无线电系统装配测试, 并对不合格项快速判断故障点, 进行调试。

1 系统构架

飞机无线电系统包括: 机载塔康、仪表着陆系统 (ILS)、伏尔 (VOR)、指点信标、微波着陆、空管应答、空中防撞模拟设备试验器。其中, 仪表着陆系统 (ILS)、伏尔 (VOR)、短波电台和卫星导航等设备, 要完成这些成品设备的总装生产测试, 测试系统的功能设计了三大部分的内容:

- 1) 仪器设备自动控制, 完成无线电设备的测试组织及执行;
- 2) 信息化管理及网络传输, 完成测试数据流的传输、管理和保存等功能;
- 3) 提供电子工艺单, 引导工人进行飞机无线电设备装配和测试, 并提供电子的生产文件指导生产流程, 并对各生产环境的结果输出进行记录, 并形成电子报告单。

飞机无线电设备总装测试系统原理如图 1 所示, 测试系统配置高度表测试仪、空中防撞系统测试仪、无线电导航测试仪、GPS 信号源和电台外厂测试仪, 用于激励相应无线电设备工作, 模拟各种工作状态; 配置以太网接入器, 方便没有以太网接口的设备通过以太网接入; 测试控制方面配置测试控制计算机, 通过以太网完成测试配置与设备控制, 另外配置便携式控制显示终端提供电子工艺指导测试员完成测试。在无线电测试系统开始工作后, 首先模拟产生各种无线电通讯导航信号源, 模拟飞行过程地面和空中的各类通讯导航信号, 为机载被测无线电设备提供激励信号, 然后装配测试人员利用测试控制

收稿日期: 2017-10-31; 修回日期: 2017-12-04。

作者简介: 王少轩 (1990-), 男, 陕西户县人, 博士, 主要从事航空自动测试及航空通讯总线方向的研究。

计算机或便携式显示控制终端，远程控制无线电测试系统中的仪器设备，让飞机无线电系统进入相应的工作状态，测试人员观察飞机综合显示界面，对照便携式控制显示终端提示的正确画面，判断工作是否正常，并在电子表格上记录数据，完成机载被测无线电设备的装配性能检查；在无线电设备的测试中，交互式电子工艺单，为整个飞机无线电设备总装及测试提供无纸化的生产指导，及无纸化的生产组织，并对生产过程中的情况记录，形成报告上传保存。

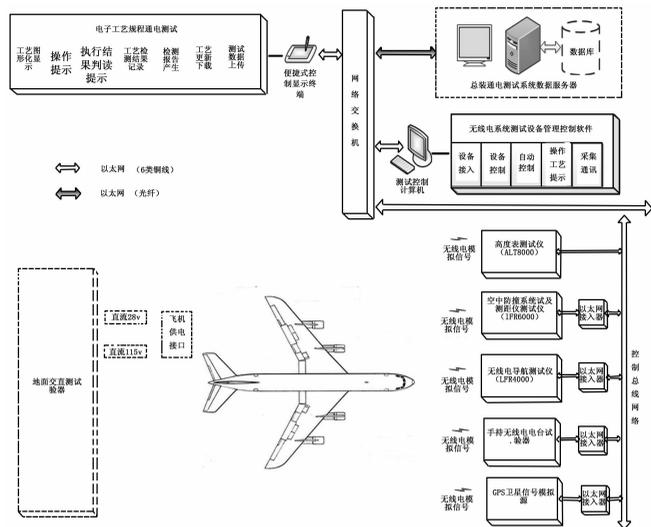


图 1 飞机无线电设备总装测试系统原理

在飞机无线电系统总装测试过程中，使用数据库管理各类机械电子设备的测试工艺、ICD 定义和测试结果，并能按机型自动调用电子工艺和 ICD 定义编码，保证了测试过程数据统一管理，并且可按权限提供给各级人员调用数据，管理和组织飞机生产，最大限度发挥飞机无线电设备总装测试系统作用。

2 硬件设计

飞机无线电设备总装测试系统硬件包括信号模拟与激励设备、信号采集与通讯设备、信号分配与调理设备，系统的硬件组成与工作原理如图 2 所示，各部分的设计原理介绍如下：

1) 信号模拟与激励设备：按照通讯体制，通过软件无线电思想，模拟地面塔台及空中飞机间的无线电信号，构成完整的通讯系统，给无线电设备工作提供信号激励；这些设备产生的信号通过切换与增益控制后以无线的形式发射出来，与飞机无线电系统通讯。信号模拟主要采用数字信号处理技术和软件无线电技术，实现各种通讯体制的基带数据产生，并调制和上变频后，通过天线发射；产生信号的工作频段：108.1 ~ 4350.0 MHz，信号强度：-10 ~ +13 dBm。

2) 信号采集与总线通讯设备：无线电设备开始工作后，在不同的激励下，会有不同的工作状态输出，这需要测试系统对不同状态输出进行采集，测试系统提供采集板卡对模拟量、离散量、ARINC429 等信号读取，并通过通讯设备建立通讯链路对采集输出信息进行传输，保证系统间的信息共享，并在各显示终端对采集到的状态数据进行显示，并模拟飞机的电子飞行仪表 (EFIS) 界面，让实验员依据工艺规程文件的提示对比真实 EFIS 界面，观察各无线电导航设备输

出的导航信息，判定测试结果是否合格，完成测试。为了保证测试系统有更长的生命周期，硬件上采用了可互换技术设计，用以 IVI-MSS 仪器驱动技术为依托的仪器可互换配置结构实现硬件灵活配置。IVI-MSS 是 IVI 联盟最新的仪器可互换标准，很好解决测试系统仪器的可互换性，使用该标准模式可在测试中灵活选择硬件资源，甚至允许在测试平台交付后硬件型号更改。

3) 信号分配与调理设备：该设备是测试系统与被测对象间的桥梁，完成信号的接口匹配、信号的调理、信号的转接与分配、电源接入，保证被测对象的信号能正确的接入到测试系统。具体有下面 5 个方面的作用：1) 将测试仪表切换连接到被测信号线上；2) 将激励源输出的仿真信号切换并连接到被测设备的输入端口上；3) 完成自动和手动测试功能的切换；4) 完成电源加电控制和监测切换；5) 完成信号电平及阻抗的匹配；另外信号检测孔安装在适配箱面板上，用于测试过程中对关键信号的监测；为了保证测试系统的扩展性，该部分硬件还具备适配不同机型接口的功能，适应同类多型被测航电设备的匹配，包括已知的和未知的设备型号变化导致的连接器型号及插针定义的变化。当接口定义发生变化时，可以在测试软件接口配置界面中修改接口定义配置表改变接口定义，然后测试软件选择不同型号设备的接口适配板完成测试连接，保证接口定义的正确性；采用加装备用航空连接器，解决被测航电设备连接器型号变化的问题。

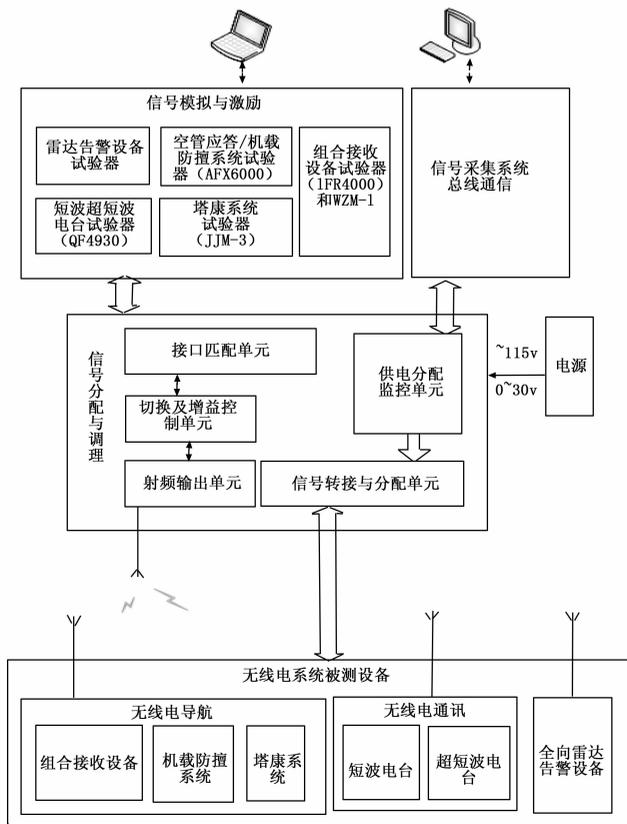


图 2 硬件组成与原理图

3 软件设计

对软件的需求进行分析，充分考虑软件的可扩展性、可裁

剪性、可靠性、可实现性,采用层次化、模块化和分布式架构设计实现测试系统软件,通过规划,系统软件分为三大块:无线电设备控制软件、电子工艺卡及检测记录软件、设备管理软件。

3.1 无线电设备控制软件

其中无线电设备控制软件需要对无线电系统的激励信号源进行控制,才能完成无线电系统的测试;该部分的设计重点是保障软件互操作性,适应各种类型和型号的硬件更换;在设计上采用了严格的层次化结构,将硬件访问、测试控制、人机交互完全独立分层,降低了软件开发、测试和维护的难度。各个层次独立开发设计测试,大大缩短了系统开发时间,便于系统扩展。硬件资源的独立封装。该架构将硬件访问控制完整封装,并提供统一的访问接口,并通过 XML 文件对封装的硬件资源进行描述,便于上层软件模块的操作访问的归一化设计。便于硬件测试资源的升级、更换和调整。用户交互界面的硬件与平台无关,用户交互模块软件,可以在系统中任意计算机上运行,可以多用户同时登录进行测试、管理、维护、数据监控、数据浏览等工作。该软件架构的优点主要体现在扩展性和开放性上,无论是想提升系统的测试能力还是想减小测试的规模,都可以很容易的通过添加或者删减测试资源实现,而且各个分系统计算机测试资源变动对整个分布式测试系统的软件并无影响,系统的升级维护都很方便。具体一点,每一个信号源对应一个动态链接库,这样实现软件控制的模块化,测试人员通过控制界面调度动态库,驱动相应的仪器设备,从而达到控制产生信号的目的。对每个信号源进行独立封装,就能方便以后系统升级和扩展,新的变化,只需改变一下动态库,就能够直接被应用程序调用。所以这样多层化、模块化的管理不仅使软件结构清晰,还能够减少日后维护的复杂程度和工作量,降低了维护成本。

该部分的软件操作,软件提供手动测试界面,测试人员可以根据需求操作相应的界面,对测试仪器的参数进行配置和保存,也可以直接对其过往参数配置进行调用,实现测试人员的快速参数配置。同时软件可以提供,测试人员单次或者循环对某一测试项进行测试,方便在测试中出现问题时,对故障进行排查。

3.2 电子工艺卡与检测记录软件设计

为了实现数字化飞机制造,工艺卡电子化是重要一步,避免了纸质工艺在车间中流传带来的各种管理问题,不再单靠人为管理实现工艺指令的执行,飞机无线电设备总装测试系统中重点设计了电子工艺软件,主要调用和显示电子工艺指示单,提示操作,并记录结果;具体在特设系统加电测试中电子工艺完成如下功能:工艺图形化显示;操作提示;判读提示;测试结果记录;测试现象图形及视频记录;测试报告生产;数据下载与上传。

在测试过程中,软件将测试流程中的操作方法和操作步骤以图形和文字的形式给出,提示测试人员进行测试。将正在进行的测试步骤高亮显示,并且利用仿真的界面闪烁提示测试现象和测试结果。测试步骤完成后进行下一步骤的测试。一个测试流程完成后,进行相应的测试结果的记录。每一份通电文件中的操作过程、结果及记录数据均有操作确认,及检验确认的署名功能。在一个完整的通电文件进行过程中,可对文件中任意一个工步进行驳回,但一份完整文件确认完成后,自动

锁定。

操作过程如遇故障,可在故障工步中进行故障记录及故障排除原因编辑。同时亦可调用历次工步下发生的故障原因及排除方法。测试结果处理将测试项目的测试结果进行显示,向测试人员提供整个测试项目的测试结果和测试时间。可以生成测试报告,方便测试人员查阅。提供测试数据的上传和下载,以减少不必要的重复性工作。

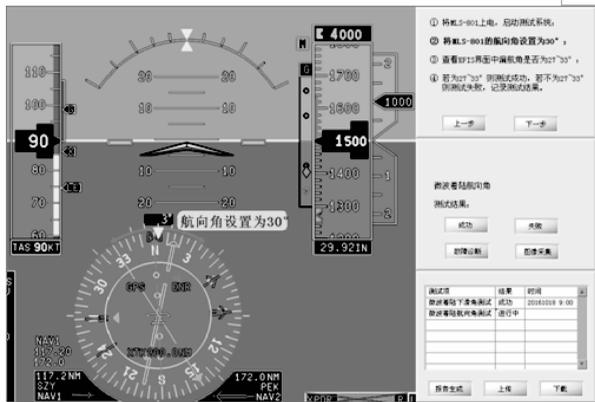


图 3 电子工艺软件界面示例

3.3 便携式设备登记管理软件

该部分主要实现对设备的登记管理,对人员的身份进行识别登记,借出和归还时间进行登记、校准时间提醒管理、以及借还状态的管理。

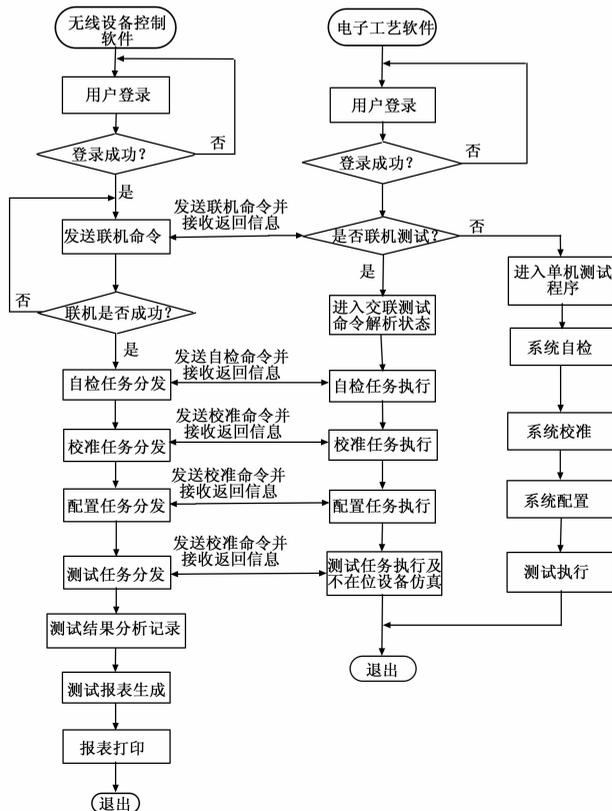


图 4 软件工作流程图