

某装备外场交互检修设备设计与实现

王成刚 李建海 张晨亮 孙晶

(海军航空工程学院基础实验部 烟台 264001)

摘要: 某机载信息装备体积大、结构复杂,针对其外场快速维修保障需求,设计了外场交互检修设备。基于系统综合集成技术,搭建了便携式辅助维修测试硬件平台,包括便捷式维修辅助设备(PMA)平台和外场原位测试设备两部分。平台读取 BIT 数据,并利用总线控制外场原位测试设备进行参数采集;开发了交互式电子手册,实现了资料查询、代码下载、电子履历和数据同步等功能。应用表明,设备稳定可靠,性能指标满足该装备原位检测和故障诊断需求,提高了维修保障效率。

关键词: 便携式维修辅助设备; IETM; 故障诊断

中图分类号: TP207; TP277 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.8040

Design and implementation of an interactive field maintenance device for an equipment

Wang Chenggang Li Jianhai Zhang Chenliang Sun Jing

(Department of Basic Experiment, Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China)

Abstract: In order to meet the field rapid maintenance and support requirement for big and complicated airborne information equipment, an interactive maintenance device is designed. We construct an interactive maintenance aids platform based on integrated system and interactive electronic technical manual (IETM), which including portable maintenance aids (PMA) platform and the field of in situ test equipment. It reads BIT data from the equipment and drives field test equipment to acquire parameters with serial bus. It fulfills the functions, such as parameters acquisition, material lookup, code download, electronic curriculum and data synchronization. Application proves that the device is reliable and stable. Its indicators satisfy the field maintenance and fault diagnosis requirement for the equipment. It increases the maintenance and support efficiency.

Keywords: portable maintenance aids (PMA); interactive electronic technical manual (IETM); fault diagnosis

0 引言

便携式维修辅助设备(PMA)利用框架式专家系统和虚拟仪器技术,集成软硬件一体化平台。它能够实现外场原位测试、故障诊断、数据分析与处理和交互查询,是大型综合测试诊断系统的一个补充,以其便携性提高了外场测试和故障诊断的实效性。

按目前的两级维修诊断策略,PMA 主要用于解决现场维修中 BIT(BITE)能力不足的问题^[1],辅助地勤人员完成对现场可更换单元(LRU)的功能测试、故障信息采集和交互查询^[2-4]。PMA 与武器系统直接连接,还可向维修管理人员提供故障信息、维修建议和备件需求信息。

某装备外场交互检修设备依托便携式维修辅助设备 PMA,并基于 485 总线连接外场原位测试设备,扩展数据

采集功能,能够完成资料查询、代码下载、电子履历、数据同步和故障诊断等功能,具体如下。

1) 研制一体化便携式平台,用于记录维修保障信息,并能有效利用外场供电的电源系统。

2) 将某装备技术资料数字化,实现信息化和交互式查询检索,并完成维修保障数据的信息化管理。

3) 通过 RS232 串口总线下载故障代码,实现装备故障信息下载和记录存储,也可手动录入故障现象或故障代码,实现故障案例的存储和统计。

4) 利用 RS485 总线,与外场原位测试装置通信,获取性能指标,为交互式维修提供辅助数据。

5) 实现电子履历功能,实现维修过程以及主要维修参数的存储记录。

6) 实现设备相关资料与 IETM 发布管理系统的数据库

同步。

1 系统总体结构

根据某装备特点和外场维修保障需求,其系统的总体结构如图 1 所示。

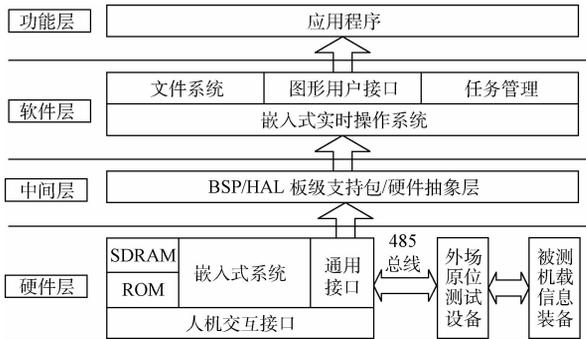


图 1 某装备外场交互检修设备结构

如图 1 所示,PMA 由以下几个部分构成^[5-6]。

- 1) 硬件层:主要由微处理器、通用接口、RS485、RS232 总线通信模块、电源模块和外设等构成。
- 2) 中间层:称为板级支持包(board support package, BSP)或者硬件抽象层(hardware abstract layer, HAL),具有硬件配置及初始化、数据输入/输出等功能。
- 3) 软件层:由操作系统、文件系统、图形用户接口、任务管理以及通用组件模块组成。
- 4) 功能层:通过开发的应用软件被控对象的通信。

2 系统硬件平台设计

系统硬件平台包括 PMA 平台和外场原位测试设备两部分。

2.1 核心处理单元

核心处理单元将显示驱动、内部存储、外部存储以及外部接口集成一体。考虑到 PMA 外场的恶劣工作环境和低功耗要求,采用 CF 卡存储数据。

2.2 显示驱动模块设计

考虑到 PMA 的环境光线适应性,显示单元选用高亮式液晶屏模块,在光线较强的情况下也能做到清晰、高辨识度。因为驱动电路所需信号较多,时序和供电也较复杂,故采用时序发生器控制模块时序^[7]。并选择 LT1942 作为 LCD 电源及背光供电电源。显示驱动单元组成如图 2 所示。

2.3 触摸屏及键盘设计

触摸屏屏幕坐标数据通过 RS232 接口与核心处理模块通信,选用单片机 C8051F320 实现触摸屏及键盘信号的处理和传输。键盘开关量信号直接接入单片机的 I/O 引脚,单片机判断键盘的按钮动作然后将相应的键盘区代码

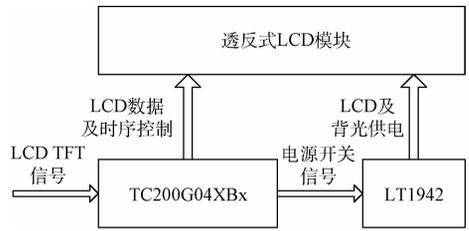


图 2 显示驱动单元组成

通过 USB 总线传输到核心处理模块,USB 数据传输协议满足 USB 键盘 HID 协议。选用四线电阻式触摸屏,通过 A/D 转换得到点击处的坐标数据^[8]。触摸屏及键盘模块构成如图 3 所示。

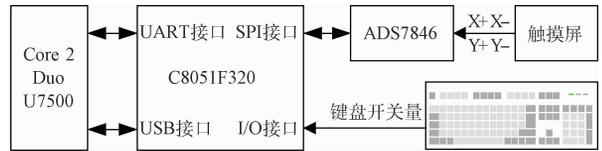


图 3 触摸屏及键盘模块组成

选用功耗低、转换速率高的触摸屏控制器 ADS7846 实现坐标数据的 A/D 转换^[8-9],其模拟信号输入端可以直接和触摸屏连接,转换后的数据通过 SPI 接口与 MCU 实现数据的读写操作。

2.4 电源模块设计

电源管理模块分为正常工作状态、待机状态和休眠状态,可利用手动操作或者定时实现 3 种状态的转换。PMA 的供电电源主要采用锂电池和交流适配器两种方式。锂电池常温下供电时间不低于 2 h,支持热插拔。交流适配器用于将 220 V 的市电转化为 19 V 直流电,对 PMA 进行供电和充电。研制了外场专用携行箱,可对 PMA 和锂电池直接进行充电。为延长电池工作时间,并防止进入深度放电状态,在供电系统和负载间加上负载开关,由功耗管理软件负责打开和关闭,以实现在系统低功耗的睡眠等待模式时,将负载与系统“剥离”。

2.5 数据采集与接口模块设计

用户可以通过 LAN 远程接口对仪器进行程控设置,可以完成整机的功能控制。程控命令符合 SCPI-99 (standard commands for programmable instruments)规范,利用程控消息、仪器响应和数据格式,实现标准化程控命令^[10-12]。

利用 RS485 总线,控制外置测试设备,完成测试控制及数据采集,实现参数的实时获取。利用设备的故障诊断子系统,通过人机对话,工作人员在向导提示下实现装备外场交互检修。

2.6 外场原位测试设备设计

外场原位测试设备完成某信息装备的接口及性能参数测试,其结构如图 4 所示。

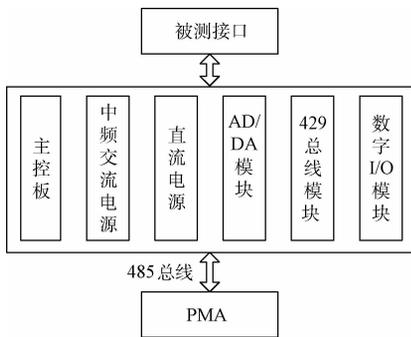


图 4 原位测试设备组成

3 系统软件平台设计

外场交互检修设备以交互式电子数据和某装备状态信息为核心,构建了保障信息管理系统,对某装备系统、分机、组件模块的维修、更换和工作状态等履历信息进行管理。PMA 软件架构如图 5 所示。

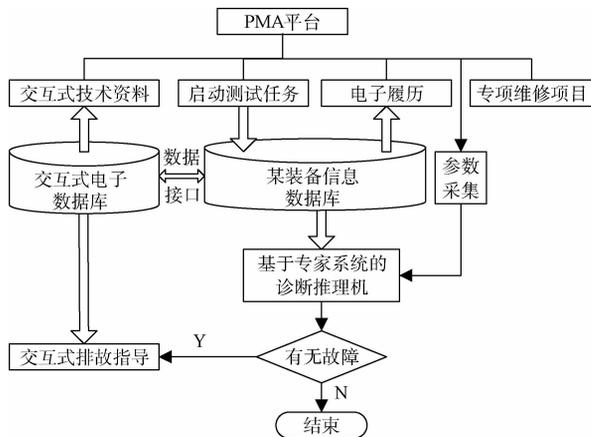


图 5 PMA 软件结构

PMA 平台故障诊断过程:通过接口(RS232 或网络接口)获取某装备 BIT 数据及内部监控数据,确定装备的状态;利用 RS485 总线控制外场原位测试设备进行装备功能测试,并回报指标参数;IETM 运行平台利用专家系统进行信息交互和检测指导;同时对装备维修保障手册进行交互式查询阅览^[13]。

某装备 PMA 平台基于 XPE 操作系统,利用 Visual Studio 2005 开发。整机软件主要由中心管理、硬件驱动、校准补偿、用户响应、状态管理以及辅助功能模块组成,在软件多任务框架和消息传递机制的协调下工作。

3.1 数据同步模块

数据同步模块完成主控 PC 上 IETM 发布管理系统数据库和 PMA 数据库之间的数据同步传输。该模块的工作基础是 PMA 的远程数据访问机制 RDA (remote data access)。该模块将 PC 上编辑好的数据库便捷地下载到基

于 XPE 的 PMA 中,主要以单表或整体形式。同理也能够将 PMA 中的数据库文件上传到 SQL Server 数据库中。

3.2 IETM 系统

该系统主要用来浏览和查询装备的技术资料,采用 XML 格式将技术手册(包括纸质、图形、电子版等)进行数字化,XSL 处理器将 XML 文档数据转化成 Html 格式,利用嵌入式浏览器显示^[14]。维护人员以滚动窗口和链接方式进行关键词查询和资料浏览。

系统的信息访问方式灵活多样,主要包括目录树导航、书签导航、多种查询、全文检索、资料更新、适用性过滤和意见反馈等功能。详细结构功能如图 6 所示。

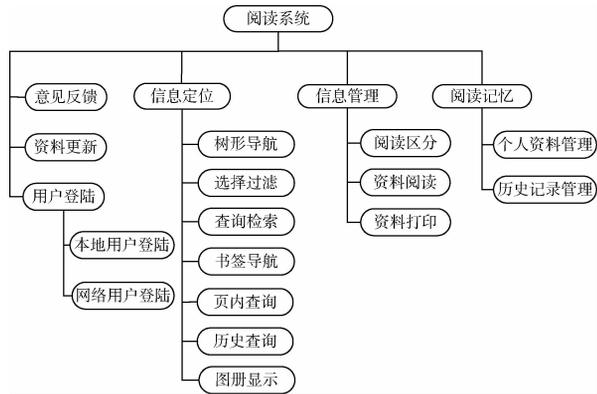


图 6 IETM 系统功能结构

3.3 故障诊断系统

该系统通过对原位测试设备采集的数据和利用 RS232 总线下载的故障代码进行分析和判断,并给出诊断结果,实现某装备的智能诊断,其功能组成如图 7 所示。该专家系统由 .Net Compact Framework 2.0 和 SQL Server 2005 Express 进行开发,采用了自动诊断和维修向导两种模式。

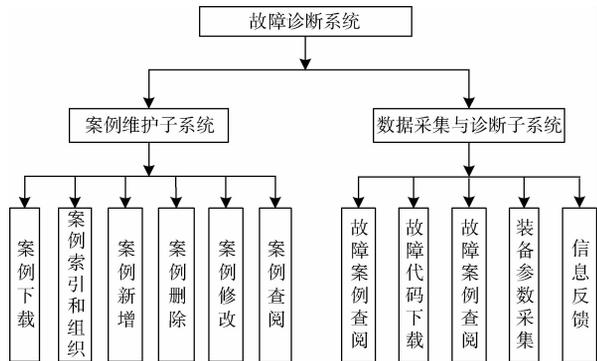


图 7 故障诊断系统功能

自动诊断模式是直接通过 RS232 数据总线读取故障代码,利用 RS485 总线读取外置数据采集模块的测试数据,由 PMA 自动诊断和决策。维修向导模式是地勤保障分队人员在向导提示下通过进行维修测试,利用触摸屏录入外部测试信息,由 PMA 引导完成测试诊断。

3.4 电子履历系统

该系统帮助地勤保障分队维修人员在外场实时地将测试诊断信息输入PMA中,便于监控装备健康状态,并记录维修活动。电子履历系统能够管理装备的质量状态信息,对其进行实时监控。利用该系统还可以开展故障预测和健康管理(PHM)^[15],结合预测模型帮助装备保障人员制定科学合理的维修计划。

4 结 论

针对充分利用某装备BIT信息、并解决其外场诊断能力不足问题,设计了外场交互检修设备。利用系统综合集成技术,搭建了便携式维修测试辅助硬件平台,读取BIT数据,并利用RS485总线控制外场原位测试设备进行测试和数据获取;开发了交互式电子手册,实现了装备资料的更新、查询和电子履历等功能。应用表明,设备稳定可靠,携带方便,性能指标满足该装备原位检测和现场故障诊断需求,缩短了机务准备时间,提高了维修保障效率。

参考文献

- [1] 张波,姜震,孟上. 某型导航雷达便携式维修辅助装置(PMA)设计[J]. 计算机测量与控制, 2013, 21(7): 1855-1857.
- [2] 刘福军,蔡德咏,薛兰柱,等. 基于PXI总线的便携式维修辅助设备设计[J]. 电子测量技术, 2010, 38(3): 82-85.
- [3] 朱来辉,曹炜,张珏. PMA及其国内外研究现状综述[J]. 装备制造技术, 2012(6):270-272.
- [4] 包江奇,黄炜. 便携式国产大飞机维修辅助设备的设计与实现[J]. 电子技术应用, 2011, 37(1): 28-39.
- [5] 赵玉婷,左洪福,潘绍松. 便携式维修设备终端PMA的研究[J]. 飞机设计, 2010, 30(3):72-74.
- [6] 段道聚,谢荣岳,廖小健,等. 基于ARM9的基层级PMA设计与实现[J]. 微计算机信息, 2010, 26(6-2): 111-113.
- [7] 林志琦,王岩,郎永辉. ARM微控制器与液晶屏接口的研究[J]. 长春大学学报, 2010, 20(2): 71-74.
- [8] 王选民,李明利,张利川,等. 基于ADS7846的电阻式触摸屏接口设计[J]. 现代电子技术, 2010(11): 88-90.
- [9] 吴爽,赵永滨. 基于ADS7846的四线电阻式触摸屏接口设计[J]. 兵工自动化, 2010, 29(8): 43-45.
- [10] 韦荣昌,赖小红. SCPI命令解释器的实现[J]. 信息与电子工程, 2012, 10(3): 377-381.
- [11] 杨晓东,马闯,刘成国,等. 通用电子测量仪器自动测量系统的实现[J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(5): 42-43,48.
- [12] 邱畅,李龙,郑艳梅. 基于LXI总线PCI接口的软件设计[J]. 国外电子测量技术, 2016, 36(5): 100-103.
- [13] 苏建军,朱红,刘继伟,等. 便携式维修检测组合(PMA-PIP)系统的设计[J]. 计算机测量与控制, 2009, 17(12): 2394-2396.
- [14] 段道聚,袁华,张鹏,等. 一种手持式雷达维修辅助设备的设计与实现[J]. 兵工自动化, 2015, 34(12): 49-51,55.
- [15] 徐小力. 机电系统状态监测及故障预警的信息化技术综述[J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(3): 325-332.

作者简介

王成刚,1976年出生,副教授,博士,硕士研究生导师,主要研究方向为智能仪器设计、测试性分析与评价。
E-mail:topwgc@163.com