

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: X2005182009

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于嵌入式系统的飞机  
娱乐系统修理台设计与实现

Design Aircraft Entertainment System Tester  
Based on Embedded System

柳伟民

指导教师姓名: 陈文芴 教授

专业名称: 仪器仪表

论文提交日期: 2009 年 7 月

论文答辩时间: 2009 年 7 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2009 年 7 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( 厦门航空有限公司机务部基地分部飞机娱乐系统部件修理)课题(组)的研究成果,获得(厦门航空机务部)课题(组)经费或实验室的资助,在( 厦门航空有限公司机务部基地分部客舱处)实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

## 摘要

随着民用航空业的发展，国内民用航空维修市场也飞速发展，航空公司以往大量故障件只能通过送国外专业厂家修理的状况，渐渐发展成国内修理为主，部分国外送修的模式。民用航空维修行业属于资本密集和技术密集行业，专业性很强，与飞行安全相关的项目受到民航管理部门的严格监管，要求民航维修企业必须满足 CCAR145R3 部规定的厂房设施、检测维修设备及工具、器材、维修管理人员、适航资料等要求，以及建立质量管理体系、工程技术体系、生产控制体系、培训体系。民航适航监管部门对这些项目进行严格的逐项审查，全部合格后才授予维修许可。同时，还会对民航维修企业整个经营期间进行监督管理，每年都要进行年审和专项审查。

本文拟在遵守 CCAR145R3 部对维修民用航空器部件的合格审定及监督检查要求的条件下，通过厦门航空有限公司经过局方批准的程序，自制飞机娱乐系统修理台替代部件维修手册 CMM 推荐的测试设备，该娱乐系统修理台能满足盒式磁带放像机、视频显示器、视频组件/PSU 面板修理在 CMM 手册中关于功能测试部分的要求；自制飞机娱乐系统修理台涉及功能分析、功能实现、配件装配、设备维护、设备评审、问题整改等环节，目标是通过局方监察员的评审验收。

通过自制娱乐系统修理台，能有效减少部件修理设备的采购成本，提高机务维修人员的科研能力；同时厦门航空有限公司机务部具备开展飞机维修娱乐系统部件的修理能力，有效地降低因娱乐部件故障产生的送修成本、减少送修周期，降低航材库存。

**关键字：**民用航空维修；适航性；音频矩阵

## Abstract

Since the repair and maintenance market in civil aviation has been expanding promptly as a result of progress of aviation industry. Most airlines have the opportunity to have their fault parts repaired in domestic MRO instead of sending to foreign MRO. And now the repair mode had been developed: Local repair in primary and foreign repair in secondary. The Civil aviation maintenance and repair is a special industry which focus the capital and technology and the repair items which related with airworthiness will be supervised by CAAC administrator. The MRO be required in compliance with CCAR145R3 from facility, equipments, tools, spare parts , personnel and documents. And consequently in building quality system, engineering system, product planning system, training system to support continuous airworthiness. CAAC administrator shall inspect and review all the above items and then issue the license to authorize the ability of maintenance. And mean while ,the CAAC also surpervise the manage of the MRO and inspect or censor Every year.

This paper introduce and study a method for designing and fabricating aircraft IFE repair facility instead of using the recommend equipment in CMM. The IFE repair facility was made by Xiamen airlines and all procedure comply with CCAR145R3. the dedicated equipment was very convenient and meet the function testing requirement in repairing video cassette player, video diplay, video/PSU panel. Making the equipment involve in all kinds aspects, such as ,function analyzing, function implementing ,assembling ,facility maintaining ,reviewing and problem correcting .the goal is successful to pass the censoring of CAAC.

With the using of our facility ,the spare parts purchase cost will decrease significantly and improve the study ability of the mechanic. Simultaneously because of the ability to repair the aircraft IFE, Ximen airlines will decrease the repair cost ,repair period and the spare parts.

**Key words:** MRO ,Airworthiness, Audio Matrix

## 目录

第一章 民用航空维修行业综述.....	1
1.1 课题的选题背景.....	1
1.2 民用航空维修业的特点.....	2
1.3 部件修理市场现状.....	4
1.4 本课题的设计内容及达到的功能.....	6
第二章 设备描述和原理.....	12
2.1 自制工具体设备基本原则.....	12
2.2 设备的描述.....	12
2.3 设备原理框图.....	13
第三章 设备功能的实现.....	15
3.1 嵌入式系统介绍.....	15
3.2 系统总体设计.....	16
3.3 AT89S51系列单片机介绍.....	17
3.4 系统控制接口单元.....	19
3.5 视频组件/PSU面板控制单元.....	20
3.6 音频功放单元.....	21
3.7 键盘/显示接口设计.....	26
3.8 系统电源参数检测.....	29
3.9 系统复位电路.....	30
3.10 其他选装部件.....	31
第四章 设备制作及安装.....	33
4.1 设备制作.....	33
4.2 设备的装配.....	36
第五章 设备维护与评估.....	39
5.1 设备维护.....	39
5.2 设备评估.....	39
第六章 设备问题整改与存档.....	49
6.1 设备问题整改.....	49

6.2 设备资料存档 .....	52
第七章 总结与展望 .....	53
7.1 娱乐系统修理台制作总结 .....	53
7.2 展望 .....	53
参考文献 .....	55
致 谢 .....	57
附件一：系统原理图 .....	58
附件二：XH-PES-MULT旅客娱乐系统维修台电气连接 .....	59

厦门大学博硕士学位论文摘要

## Table Of Contents

<b>Chapter 1 Introduce About Civil Aviation Maintenance.....</b>	<b>1</b>
1.1 Background Of The Project Research .....	1
1.2 Characteristic Of Civil Aviation Maintenance ...	2
1.3 Present Situation Of Component Maintenance Market .....	4
1.4 Project Content And Function .....	6
<b>Chapter 2 Description And Principle Of Equipment.....</b>	<b>12</b>
2.1 Fundamental Principle For Fabrication Equipment .....	12
2.2 Description For Equipment .....	12
2.3 Functional Block Diagram For Equipment .....	13
<b>Chapter 3 Function Realization.....</b>	<b>15</b>
3.1 Concept Of The Embedded System .....	15
3.2 General Design Of The System.....	15
3.3 Introduce About At89s51 Single Chip Microcomputer .....	17
3.4 System Control Interface Unit.....	19
3.5 Video Component /Psu Control Panel Unit .....	20
3.6 Audio-Frequency Power Amplifier Unit.....	21
3.7 Design Of Keyboard And Display Interface .....	26
3.8 Parameter Detection For Power .....	29
3.9 System Reset Circuit .....	30
3.10 Other Components .....	31
<b>Chapter 4 Equipment Fabrication And Assembly.....</b>	<b>33</b>
4.1 Equipment Fabrication .....	33
4.2 Equipment Assembly .....	36
<b>Chapter 5 Equipment Maintenance Requirement And Evaluation....</b>	<b>39</b>
5.1 Equipment Maintenance Requirement .....	39
5.2 Equipment And Evaluation .....	39
<b>Chapter 6 Equipments Problem Rectification And Archiving.....</b>	<b>49</b>
6.1 Equipments Problem Rectification .....	49

6.2 Document Archive .....	52
Chapter 7 Summary And Expectation.....	53
7.1 Development Summary .....	53
7.2 Expectation .....	53
Reference .....	56
Acknowledgements .....	57
Appendix 1: System Schematic Diagram.....	58
Appendix 2: Electric Connection Of Entertainment System Tester ..	59

厦门大学博硕士学位论文摘要

## 第一章 民用航空维修行业综述

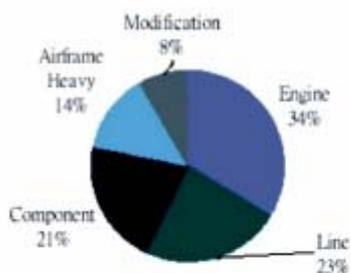
### 1.1 课题的选题背景

民用航空维修 (MRO) 即飞机维修与翻修 (Maintenance、Repair and Overhaul), 中国民航总局于 2005 年颁布实施的《民用航空的维修单位合格审定规定》CCAR-145R3 部第 3 条将民用航空维修解释为: 对民用航空器或者民用航空部件所进行的任何检测、修理、排故、定期检修、翻修和改装工作。民航维修部门是民航正常运作的重要保障单位, 负责保持飞机处于适航和可用状态并保证航空器能够安全运行。

近几年, 我国民用航空业随着国民经济的增长, 每年以 10% 以上的高增长率发展, 航空运输业的繁荣也促进了民航维修业的发展<sup>[1]</sup>。航空维修行业的市场容量与国内的飞机数量存在正相关, 截止 2006 年 12 月 31 日, 中国民航全行业运输型飞机在册数量已由 2000 年底的 527 架增至 1039 架。短短五年时间, 净增民机 512 架。据波音公司预测: 未来 20 年内中国市场将需要近 2900 架新飞机, 成为世界第二的航空运输大国。我国机队的快速增长, 带动了我国民用航空维修 (MRO) 市场迅速发展。来自民航总局的行业分析数据显示, 目前国内航空公司每年用于飞机维修的费用已超过 20 亿美元。现在, 国际原油价格飞速上涨, 这给我国的民用航空公司带来了巨大的经营压力, 降低运营成本成为各航空公司竞争的关键。航空维修是影响航空飞行正点和安全的重要因素<sup>[2]</sup>, 也是航空公司运营成本的重要组成部分, 飞机的维修成本占航空公司总成本的 10%-20%, 维修的费用则达到了购机费用的 2/3, 因此航空维修市场的容量很大。

国际上一般按维修飞机的部位和维修工作把民用航空维修市场分为航线维修 (Line Maintenance)、飞机定检和大修 (Heavy Maintenance)、发动机维修 (Engine Maintenance)、零部件维修 (Component Maintenance)、改装 (Modification)。

根据 Aviation Week 统计, 2004 年全球民航飞机 MRO 支出为 361 亿美元。其中: 发动机引擎维修 (Engine) 占 34%、航线维修 (Line) 占 23%、部附件维修 (Component) 占 21%、不包括发动机的飞机大修 (Airframe Heavy) 占 14%、改装 (Modification) (包括结构修改、达到 FAA 等飞行标准的改装等) 占 8%。若以区域划分, 北美占 40%、欧洲占 28%、亚太占 21%、其它占 11%。



资料来源: Aviation Week MRO Forecast 2004

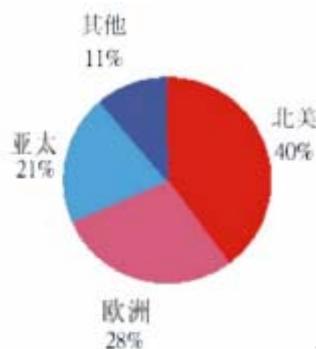


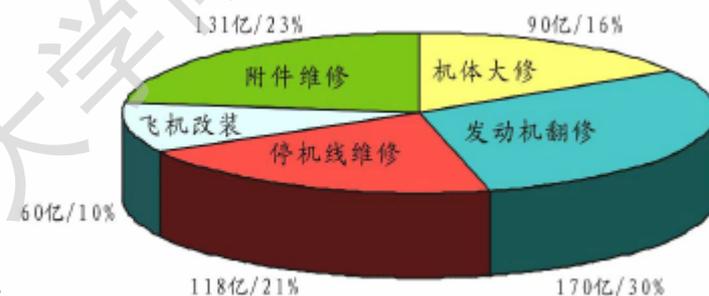
图 1-2 2004 全球 MRO 市场分布

图 1-1 2004 全球 MRO 维修类别

资料来源: Aviation Week MRO Forecast 2004

航空维修市场 2004 年的产值为 361 亿美元, 2005 年为 383 亿美元, 预计 2013 年可增至 569 亿美元<sup>[4]</sup>, 与 2004 年相比, 增长额为 208 亿美元, 增长率为 58%。维修范围分为: 机体大修、发动机翻修、航线修理或设备附件维修、飞机改装 5 类。

以产值而言, 到 2013 年, 发动机翻修 170 亿美元 (约占 30%)、机载设备部附件维修 131 亿美元 (约占 23%)、机体大修 90 亿美元 (约占 21%)、飞机改装 60 亿美元 (约占 10%)、航线维修 118 亿美元 (约占 21%)。



资料来源: Avi

图 1-3 全球 MRO 市场专业领域分布

航空器的维修业发展, 对航空器维修设备的需求量也会大大增加。同时, 我国拥有完全自主知识产权的 ARJ-21 支线飞机已经开始制造, 将于 2009 年底投入运营; 2007 年 2 月, 国务院原则批准了大型飞机研制重大科技专项正式立项, 对于航空制造业设备的生产提供了更广泛的需求。

## 1.2 民用航空维修业的特点

民用航空维修行业是资本密集和技术密集型行业<sup>[3]</sup>。航空维修具有极强的专业性，与民航飞机的飞行安全直接相关受各国民航管理部门监管，采取了较为严格的许可证管理制度。因此，民航维修行业具有以下特性<sup>[4]</sup>：

### 1.2.1 进入的资本要求和行业技术壁垒高

民航飞机的安全性要求决定了飞机的部件的精密性，这也决定了民航维修是专业性极强的高精尖技术。航空维修行业涉及众多技术科学门类，要运用数学、力学、热学、空气动力学、电子学、信息学、计算机学、材料学、光学、声音学等诸多科学理论，航空维修的各专业分工非常细；各国的飞机制造企业总是把最先进的技术优先应用到航空航天上，随着民用航空公司机队的更新，民用航空维修行业也集中体现了日新月异的各种现代科学新技术。所以，从事民航维修行业技术壁垒很高，要求技术更新很快。根据适航规定民用航空维修单位应具备符合要求的维修工作环境及厂房、要有固定的办公、培训、存储场所和设施；民航飞机各个部件在维修时均需要专用设备和工具进行检测维修。这些专用的航空检测设备和工具一般都很精密、复杂而且价格高昂，因此没有雄厚的资本和相当的资金实力根本无法进入航空维修市场。

### 1.2.2 行业许可制度严格

由于直接关系到民航飞机的飞行安全，我国民航总局对民航维修行业的许可证管理制度非常严格，要求民航维修企业必须根据 CCAR145R3 部和 CCAR66 部的规定，不但具备满足维修要求的厂房设施、检测维修设备及工具、器材、维修管理人员、适航资料等外，还必须根据适航规定建立质量管理体系、工程技术系统、生产控制系统和全员培训系统等，民航适航监管部门会对这些项目实行逐项审查，全部合格后才给予适航许可证。同时，民航适航监管部门还会对民航维修企业整个经营期间进行监督管理，每年都要进行年审和抽查。

### 1.2.3 民航维修企业的管理人员和维修人员的要求高<sup>[10]</sup>

根据我国民用航空总局颁布的 CCAR-66 部规定，我国民用航空维修企业的三大经理必须取得民航维修管理人员资格证书，企业的放行人员和检验人员必须取得航空器部件修理执照<sup>[12]</sup>。民航总局规定只有按《民用航空维修人员执照管理规则》规定获取执照、合格证书的人员才能从事航空维修工作。航空维修人员的培训期长，除接受基本专业培训外，还必须根据不同机型进行针对性培训，并且每年还需要定期进行复训。由于目前

我国民航机队基本由国外引进的飞机组成，其维护和维修资料也全部是外语资料，这就要求维修人员具备基本的外语阅读能力。

#### 1.2.4 民用航空维修的不定性和时效性

民用航空维修属于服务性行业，直接为航空公司的飞机服务，与航空公司互相依存。飞机发生的故障因受损部位和部件的不同而需要的维修服务各异，这就决定了民航维修业务具有不定性。航空公司的飞行必须安全、正点，因此，飞机在服役期间需要周期性重复维修作业，在远离基地时，须具备完整的后勤支援体系，飞机的基地外故障，需要及时赶赴现场执行维修作业，这也就决定了民用航空维修的时效性。

### 1.3 部件修理市场现状

#### 1.3.1 机载设备维修企业维修能力<sup>[6]</sup>

根据业内的一份国内民航维修企业及航空公司维修能力调查显示，现在国内从事机载设备维修的除一些原设备制造商，如厦门霍尼韦尔太古宇航有限公司、罗克韦尔自动化与航空电子（上海）有限公司等对本公司产品进行专项维修的企业外，还包括一些得到有关当局许可的维修商，如：四川海特高新技术股份有限公司、航新航空工程（集团）有限公司、北京华瑞飞机部件维修服务有限公司等。而在所有这些企业中，四川海特高新技术股份有限公司在雇员人数、优良资产和资源、机载设备维修市场占有率等方面处于全国机载设备维修企业的首位。目前，该公司年维修航空机载电子、电气、机械系统设备万余件，年研发自动测试设备 200 余套，获得中国民航总局（CAAC）批准的项目近 8000 项，美国联邦航空局（FAA）批准项目达 800 多项，是国内机载设备维修企业中获得资质最多的企业，公司在国内机载维修市场的占有率约 23%。航新航空工程集团公司是一家主要从事航空电子维修的企业，目前有员工 118 人，拥有 330 套/台设备，占国内航电维修市场 15% 的份额。从国内航空机载设备维修的技术发展上，我们不难发现，近 10 年来，随着航空运输业的迅猛增长，国内厂商自行研制开发了多项重大技术，与国际航空维修业的差距不断缩小，整个行业也伴随着技术进步不断发展壮大。

目前，大型航空机载设备维修企业已可将自动测试、虚拟测试等国际先进技术运用于维修的系统联检，综合环境实验及特种工艺修理方面。通过各种自动测试系统，采用通用核心硬件/软件结构，为波音、空客等多机型的机载设备提供换单元的测试检修，实现了飞机的各种机载设备系统，如自动飞行控制系统、空中交通警告和防撞系统、自

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库