

支线飞机综合飞行仿真平台设计

Integrated Flight Simulation Platform Design for Regional Aircraft

黄雄 / 上海飞机设计研究院

摘 要: 针对支线飞机机械操纵系统的特点, 设计了由模块化的功能单元组成的综合飞行仿真平台, 可以实现机械操纵系统数字仿真, 在支线飞机的设计与制造中有着重要的应用价值, 此平台通过改进还可用于支线飞机的试飞科目训练, 从而降低试飞风险并缩短研制周期。

关键词: 支线飞机; 机械操纵系统; 综合飞行仿真平台; 数字仿真

Keywords: regional aircraft; mechanical control system; integrated flight simulation platform; digital simulation.

0 引言

在支线飞机设计与制造过程中, 机械操纵系统的调试工作涉及面广, 技术难度比较大。因此, 采用基于模型的仿真技术^[1]设计综合飞行仿真平台来进行模拟试验是必不可少的。本文设计了一个由模块化功能单元组成的综合飞行仿真平台, 可以实现机械操纵系统数字仿真, 在支线飞机的设计与制造中有着重要的应用价值。通过进一步改进, 此平台还能够用于支线飞机的试飞科目训练, 从而降低试飞风险并缩短研制周期。

1 综合飞行仿真平台的总体结构

本文研究的支线飞机机械操纵系统为机械硬式操纵系统, 包括驾驶盘、脚蹬、传动拉杆、摇臂等, 综合飞行仿真平台的总体结构如图1所示。假定可以满足平台所需要的供电单元。

该平台主要由飞机仿真系统、座舱及虚拟仪表单元、视景显示单元组成, 三者之间通过VMIC反射内存网进行通信, 其中, 飞机仿真系统由仿真计算机及实时仿真目标计算机组成。

VMIC反射内存网具有70MB/s的数据传输速率, 读写延迟和读写操作延迟等分别只有数百纳秒和几微秒, 且可预先精确计量, 可以确保信息交互的实时性^[2]。飞机仿真系统主要模拟支线飞机本体特性; 座舱及虚拟仪表单元模拟真实的支线飞机座舱及仪表布局, 接收来自飞机仿真系统的参数, 同时在虚拟仪表上显示, 并通过专门硬件与软件模拟机械硬式操纵杆系的杆力特性、启动力特性、空行程特性、传动特性、动态特性等; 视景显示单元主要为飞行员提供身临其境的感觉。

2 综合飞行仿真平台设计

2.1 飞机仿真系统

飞机仿真系统是实时的, Math-works公司开发的MATLAB及其工具箱RTW为实时仿真提供了一体化的解决方案。本文的飞机仿真系统采用RTW-xPC, 即仿真主计算机-实时仿真目标计算机(宿主机-目标机)模式。

飞机仿真软件在MATLAB/Simulink之上进行搭建, 整体结构如图2所示, 图中每个方框代表了飞机的一个主要子系统。每个方框内都列举了此子系统需要被建模的一些特性, 图中的线条代表数据通道, 线条的旁边列举了

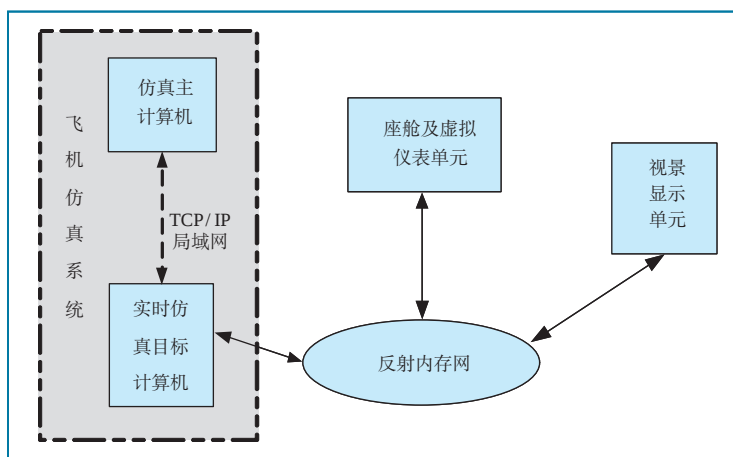


图1 综合飞行仿真平台总体结构

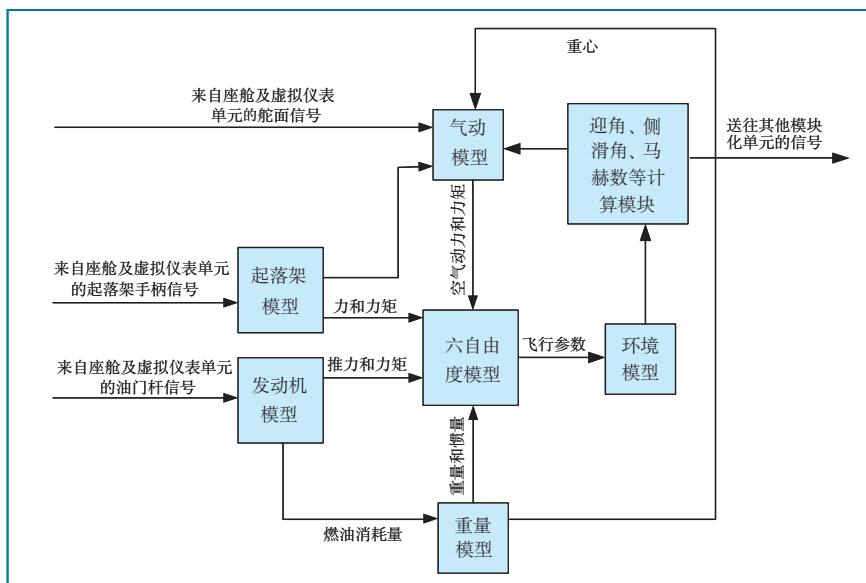


图2 飞机仿真软件结构图

每个数据通道中的部分信号。

飞机仿真软件主要包括7个模型：起落架模型，包括前起落架和两个主起落架模型，用于解算与地面作用力等参数；发动机模型，用于计算发动机推力、力矩、燃油消耗量等参数；重量模型，用于计算飞机实时重心、重量、惯量等参数；气动模型，依据风洞试验数据建立，用于计算飞机的气动系数、气动力和力矩；六自由度模型，用于解算飞机六自由度非线性全量运动方程；环境模型，用于计算当前飞机位置的大气密度、声速和风速等；迎角、侧滑角、马赫数等计算模块，用于计算气动模型所需要的一些相关参数，同时模拟大气数据计算机(ADC)和航姿系统(AHC)等。

2.2 座舱及虚拟仪表单元

座舱及虚拟仪表单元的布局必须模拟支线飞机的真实情况，包括虚拟仪表计算机及显示屏、驾驶盘、脚踏、模拟机械硬式操纵杆系的子系统、配套传感器等。

虚拟仪表计算机通过VMIC反射内存网接收来自飞机仿真系统的参数，

并通过显示屏上的虚拟仪表显示各种信息。当驾驶员操纵驾驶盘、脚踏时，角位移传感器将机械信号转成电信号发给模拟机械硬式操纵杆系子系统的控制计算机，控制计算机同时通过VMIC反射内存网接收来自飞机仿真系统的参数，然后计算杆力特性、启动力特性、空行程特性、传动特性、动态特性等，其中杆力特性、启动力特性、空行程特性等通过控制系统、执行机构反馈至驾驶盘、脚踏，传动特性、动态特性信号通过控制计算机反馈至飞机仿真系统。

2.3 视景显示单元

视景显示单元由视景生成计算机、视景显示系统、音响系统组成，视景生成和音响生成计算机从VMIC反射内存网上读取来自飞机仿真系统的参数，实时生成视景图像、声音，使飞行员获得实际飞行的感觉。

3 试验验证示例

试验人员在座舱及虚拟仪表单元操纵驾驶盘、脚踏、起落架手柄、油门杆进行完整的包线飞行，测试这些操纵

器件的位移和试验人员所施加的力，记录送往飞机仿真系统的舵面信号、起落架手柄信号、油门杆信号，然后与真实的支线飞机在相同的包线飞行过程中操纵器件的位移和驾驶员所施加的力、舵面信号、起落架手柄信号、油门杆信号进行对比。结果表明，综合飞行仿真平台能够真实模拟支线飞机机械硬式操纵杆系的杆力特性、传动特性。

4 结论

基于支线飞机机械操纵系统的特点，设计了由模块化功能单元组成的综合飞行仿真平台，介绍了每个模块化功能单元的设计方案，然后以某支线飞行为例，对综合飞行仿真平台进行了试验验证。

试验的结果表明：此平台可实现机械操纵系统数字仿真，对于支线飞机的设计与制造有着重要的应用价值。

依据真实的支线飞机机械操纵系统对模拟机械硬式操纵杆系的子系统改进，依据飞行数据对飞机仿真软件进行改进，此平台还能够用于支线飞机的试飞科目训练，由此降低试飞风险并缩短研制周期。

AST

参考文献

- [1] Christian Dufour, Simon Abourida, Jean Belanger. Hardware -In -the -Loop Simulation of Power Drives with RT-LAB [J].IEEE PEDS 2005: 1646-1651.
- [2] 沈迎春, 范启富, 赵京洲. 基于RT-LAB的飞行仿真试验平台[J]. 民用飞机与设计, 2009(1): 18-19.

作者简介

黄雄, 工程师, 主要从事飞控、液压及起落架控制系统设计、适航等方面的研究工作。