

基于 SLM 的起落架系统仿真试验数据管理平台建立

赵佳*, 李胜军

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘要: 为了使起落架系统设计过程可以进行流程再造, 缩短方案调整后的迭代周期, 基于仿生命周期管理 (SLM) 系统, 通过搭建项目管理模块、仿真流程管理模块、仿真试验数据库模块, 集成起落架系统常用应用软件, 建立起落架系统仿真试验数据管理平台。通过小车式多轮起落架虚拟刹车试验建模与联合仿真分析工程实例, 验证平台的基本功能, 实现了对模型、数据、仿真过程的管理。

关键词: 起落架; 仿真管理平台; 仿真试验; 仿生命周期管理系统

中图分类号: V226 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-5453 (2016) 06-0048-05

随着国内航空工业的发展, 数字化设计技术在飞机设计过程中得到了广泛的应用。通过先进的数字化仿真试验方法, 加速了飞机系统设计的开发过程, 缩短了飞机研制周期, 降低了研制成本。随着仿真工作的深入, 产生了大量的数据、模型、文件以及分析结果, 因此, 需要通过建立专门的管理平台管理这些数据资源^[1,2]。

飞机起落架系统承担飞机起飞、着陆及滑行安全, 是飞机重要的功能系统之一, 涉及结构、强度、材料、系统控制、电子电气等多个领域。起落架系统常用仿真软件有 Easy5、Hypneu、LMS Virtual.lab、Matlab 等, 在处理实际工程问题时, 往往涉及多学科、多专业、综合性的难题, 尤其面临多电、全电等机电液综合的起落架系统, 缺乏多学科联合求解、开展综合性能分析的有效措施。因此, 以系统级甚至飞机级的综合性能分析是起落架系统关注的主要方向, 而构建支持综合性能仿真的多学科协同仿真平台是基本的建设需求。

仿真生命周期管理^[3,4] (Simulation Lifecycle Management, SLM) 系统通过构建多维的立体体系, 将数据、流程、管理、知识等内容通过科学的方式融合在一起, 以提高设计者的工作效率。这里通过引入 SLM 系统, 构建起落架系统仿真试验数据管理平台, 对系统仿真过程进行严格的流程控制, 建

立模型库、仿真数据库、试验试飞数据库, 形成工程知识的积累, 便于数据挖掘和再利用。

1 组织结构与基本流程

起落架系统仿真试验数据管理平台将试验、试飞数据以及工程应用产生的仿真数据形成重要的数据资源, 在仿真项目管理平台的维护下, 能够查询、比较、数据分析, 支撑建模过程, 方便仿真评价, 进一步支持仿真试验和仿真流程管理。平台组织结构如图 1 所示。

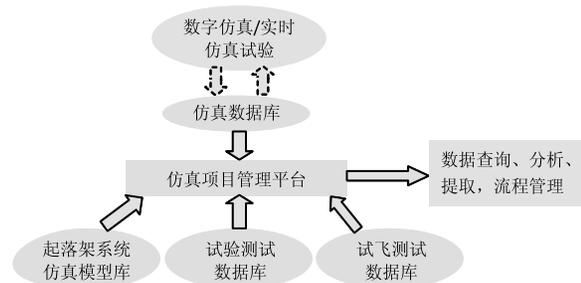


图 1 试验仿真数据管理平台组织结构

Fig.1 The structure of simulation test data management platform

仿真活动的基本流程如图 2 所示, 按照“需求 - 规划 - 实施 - 验证 - 确认”5 个阶段的 V 型控制主流程, 形成起落

收稿日期: 2016-03-07; 退修日期: 2016-05-06; 录用日期: 2016-05-12

* 通讯作者. Tel: 029-86832041 E-mail: zhaojia204@yeah.net

引用格式: ZHAO Jia, LI Shengjun. Establishment of landing gear system simulation test management platform based on SLM [J]. Aeronautical Science & Technology, 2016, 27 (06): 48-52. 赵佳, 李胜军. 基于 SLM 的起落架系统仿真试验数据管理平台的建立 [J]. 航空科学技术, 2016, 27 (06): 48-52.

架系统数字仿真项目活动的顶层架构。围绕项目研制活动的具体实施,提出项目组织机构形式,对组织角色进行定义。

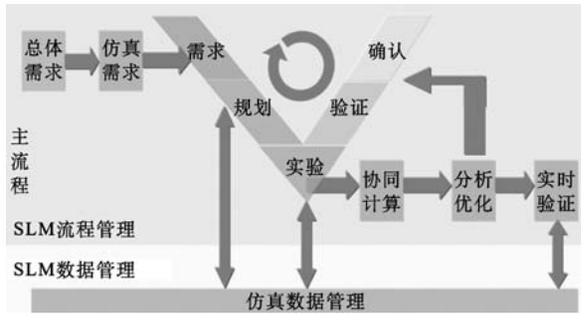


图2 仿真试验实施基本流程
Fig.2 The basic process of simulation test

2 平台实现

2.1 方法概述

为实现平台预期的各项功能,选择成熟的仿真数据管理平台框架为基础。在此基础上,搭建起落架系统仿真试验数据管理平台,方法如下:

(1) 搭建项目管理子模块:建立用户角色,并确定相应的职责(权限),对多层次元素增加“生命周期”标签,实施项目管理系统。

(2) 搭建仿真流程管理子模块:为管理者增加任务分配功能、针对起落架系统设计建立仿真流程和仿真模板,方便仿真活动实施。

(3) 集成起落架系统常用应用软件:实现常用软件的部件级集成,实现数据在仿真过程的交互,开发平台本身不具有的软件接口。

(4) 搭建试验仿真数据库:定义仿真数据基本框架、组织形式、存储方式,增加数据的版本管理以及数据查询功能。

2.2 平台功能实现

起落架系统仿真试验数据管理平台的基本功能包括项目管理、仿真流程管理及数据管理。

(1) 项目管理功能实现

定义组织结构与人员,实现对仿真活动的有序管理。初步建立用户角色及对应权限,如表1所示。

建立项目计划和任务管理功能,用户可根据需要创建项目计划并将其存储在资料库中,将分析流程中的任务作为项目任务分派给指定人员,并定义任务时间阶段,如图3所示。增加任务提醒功能,方便用户查看自己的任务,如图4所示。用户可通过任务链接执行任务。项目进行过程中,用户可通过项目看板查看项目及其关联信息的进展程度。

表1 平台用户角色及权限表

Table 1 Roles and limits

角色	职责(权限)
所领导	查看项目及人员统计信息、项目任务进展,拥有所有仿真流程和仿真数据的“读”权限,根据设计需求指定项目指标,分发任务到各室等。
室主任	查看项目及人员统计信息、项目任务进展,拥有本室所有仿真流程和仿真数据的任意权限,对其他室的仿真流程拥有读权限(可配置),对其他室的仿真数据不可读、不可写(可配置),接受所领导派发的任务,分发任务到指定工程师等。
高级工程师	拥有本室所有仿真流程和仿真数据的任意权限,对其他室的仿真流程具有读权限(可配置),对其他室的仿真数据不可读、不可写(可配置),接受室主任派发的任务,定制仿真流程(交互式流程和自动化流程)等。
普通工程师	拥有本室所有仿真流程和仿真数据的任意权限,对其他室的仿真流程有读权限(可配置),对其他室的仿真数据不可读、不可写(可配置),接受室主任派发的任务。
系统管理员	系统调整、维护,查看系统统计报告(系统运行日志),系统管理,业务流程维护,如组织结构和业务流程变更,需重新配置。



图3 定义任务时间阶段
Fig.3 Definition of task schedule



图4 用户可通过任务提醒功能查看任务
Fig.4 User can find their mission by task reminding function

(2) 仿真流程管理功能的实现

对仿真业务进行调研,了解仿真过程中数据传递流程及数据处理要求,建立标准化的仿真流程,实现仿真流程自动化,可进行快速迭代。

对 Matlab、Abaqus、Amesim、LMS、CATIA 等常用软件

的输入输出接口及参数、调用文件格式进行研究,通过 SLM 软件接口定义,实现平台上仿真工具集成,用户可通过软件连接器直接在仿真流程中定义程序调用和运算行为。

平台中还定义仿真流程模板,通过模板可快速生成仿真流程,定义仿真输入输出规则,增加仿真检查功能以及仿真报告输出。

(3) 数据管理功能的实现

针对仿真分析的需求设计仿真数据管理框架,采用开放式架构,核心思想是通过仿真流程将仿真数据统一存储和管理。在一个具体的仿真流程和仿真活动中,为仿真数据提供了 6 个分类:产品、背景、规格、内部数据、结果、经过验证的数据。用户可以将仿真数据有效地组织起来,每个分类下面还可以根据需要添加不同的文件夹。

平台中基本数据的存储结合数据库、文件服务器进行,采用分布式资源管理技术设计,提供文档、文件夹功能,支持版本修改和数据引用机制。用户实际操作时,可根据自身需要建立存储库,进行文件的上传、下载和检索。

此外,在平台中建立起落架系统仿真试验数据库,包括系统文档、系统仿真模型库、试验数据库、试飞测试数据库,将起落架系统的试验试飞数据及工程应用产生的仿真数据形成重要的数据资源,在平台的管理下,能够进行查询、比较和数据分析。

3 测试案例

通过小车式多轮起落架虚拟刹车试验建模与联合仿真分析实例,对仿真项目管理平台进行测试。

(1) 项目管理过程定义

管理者按照“需求 - 规划 - 实施 - 验证 - 确认”5 个阶段进行任务规划,如表 2 所示。设置任务审批流程,并指定交付物存取目录。

表 2 项目管理过程定义

Table 2 Definition of project management process

阶段	过程定义
需求	小车式多轮起落架虚拟刹车试验建模与联合仿真分析 技术路线: CatiaV5 建模 -LMS 动力学分析 -Matlab 控制系统建模 - LMS 与 matlab 联合仿真分析
规划	任务安排: 在指定项目中按指定任务要求执行 计划完成: 越早越好
实施	设计者按仿真分析技术实现路线执行对应任务,提交仿真模型和分析报告
验证	审核者通过开启联合仿真模型对分析结果及报告内容确认
确认	审核者 / 批准者确认任务完成是否满足要求

(2) 动力学模型的生成

设计者在 CATIA V5 中形成装配模型,按 LMS 多体动力学建模方法建立动力学模型并测试,如图 5 所示。最后将模型存入指定文件夹。

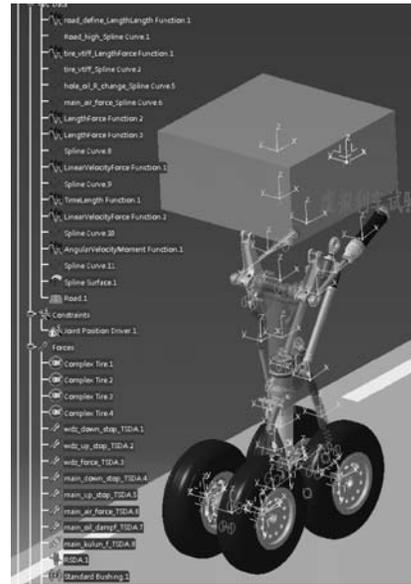


图 5 建立动力学模型

Fig.5 Build dynamic model

(3) 仿真模型的建立

按 Matlab 控制接口定义方法建立控制接口,按连接关系完成建模工作,如图 6~ 图 7 所示。

(4) 仿真模型的运行

在 simulink 中启动联合仿真,分析结果可分别在 Matlab 和 LMS 中进行查看,如图 8 所示。仿真运行结束后,分析结果并编写报告或文件。

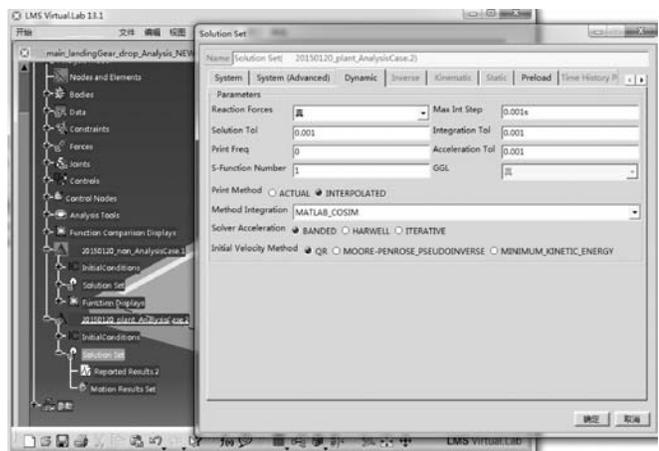


图 6 建立控制接口

Fig.6 Build control interface

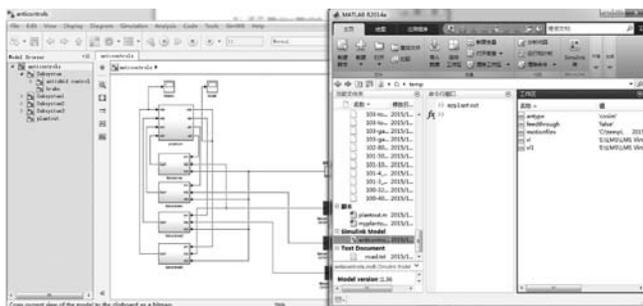


图7 建立仿真模型
Fig. 7 Build simulate model

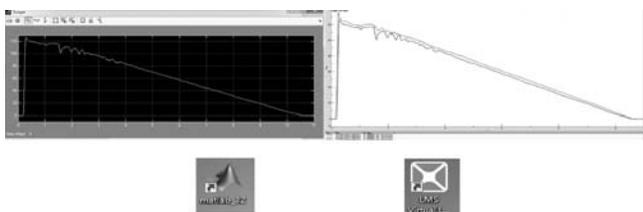


图8 启动联合仿真及查看结果
Fig. 8 Start combined simulation and see the results

(5) 交付物的上传

设计者在任务中添加交付物,将模型、仿真结果及编写的报告上传,并添加到指定的文件夹中。设计者需下载检查,仿真运行无误后,才能任务提交审批。

(6) 流程的审批

审查者通过平台菜单打开项目存储目录,对已有的分析模型进行审查,如图9所示。通过以上实例,对平台的项目管理功能、仿真流程及软件调用功能、数据存储功能进行了测试,测试结果表明,平台各项功能均达到了预期效果,可使仿真过程按照管理者最初设定有条不紊地进行。

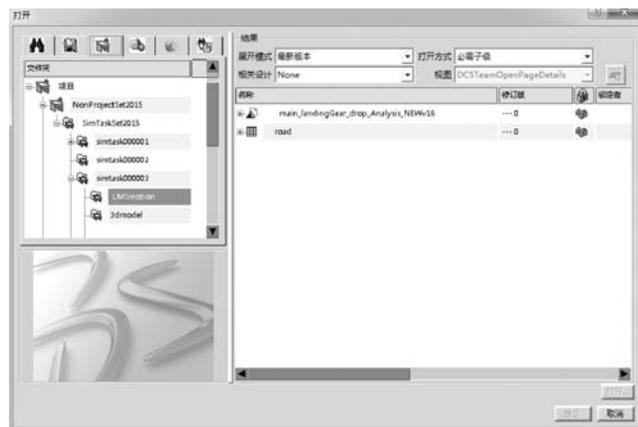


图9 图审查者打开已有的分析模型
Fig.9 Investigators open the analytic model

4 结束语

在 SLM 系统基础上搭建起落架系统仿真试验数据管理平台,形成项目管理、仿真流程管理、软件集成、数据管理等统一的综合化管理平台。通过该平台进行仿真,可提高系统工作的效率且能进行重要文件的保存及管理,对于计算资源也能很好的进行分配,其优势体现在:

- (1) 仿真流程可以分段进行及检查,提高了工作的准确性。
- (2) 团队之间的人员可随时进行仿真资料的调用查阅,有效地使用已有资源。
- (3) 所有计算资料都保存在服务器端,便于传输和管理。

AST

参考文献

[1] 万俊. 试验数据管理平台建设的研究 - 以飞机研制单位为例 [J]. 数字技术与应用, 2014 (4): 75-75.
WAN Jun.Study of test data management platform-take aircraft manufacture as example[J].Digital Technique and Application, 2014 (4): 75-75. (in Chinese)

[2] 董冬,朱成亮,胡瑛,等. 试验数据管理平台设计研究 [J]. 火箭推进, 2014, 40 (4): 67-72.
DONG Dong, ZHU Chengliang, HU Ying, et al.Design of test data management platform[J].Missile Advance, 2014, 40 (4): 67-72. (in Chinese)

[3] 张译. 仿真生命周期管理在现实仿真工作中的意义 [J]. 计算机辅助工程, 2013, 10 (22): 400-403.
ZHANG Yi.The meaning of simulation lifecycle management in real simulation process[J].Computer Assistant Engineering, 2013, 10 (22): 400-403. (in Chinese)

[4] 刘广,杨积东,张志军,等. 基于 SIMULIA.SLM 的数字仿真管理平台构建 [C]// 第九届中国 CAE 工程分析技术年会专辑. 北京, 2013.
LIU Guang, YANG Jidong, ZHANG Zhijun, et al.Build digital simulation management platform based on SIMULIA.SLM[C]// CCAC 2013.Beijing, 2013. (in Chinese)

作者简介

赵佳 (1988—) 女,助理工程师。主要研究方向:起落架控制系统。

Tel: 029-86832041

E-mail: zhaojia204@yeah.net

李胜军 (1972—) 男,研究员。主要研究方向:起落架控制系统的设计研究。

Establishment of Landing Gear System Simulation Test Management Platform Based on SLM

ZHAO Jia* , LI Shengjun

AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China

Abstract: A landing gear test simulation data management platform has been established, aimed at rebuilding and improving simulation process, accumulating design experience, and cutting down iterative cycle. Based on SLM system, the item management module, simulation process module and data-base module have been set up. The common software has been integrated in the platform. The platform is demonstrated by an example of a multiple wheel landing gear virtual brake test modeling and combined simulation analysis. It shows that the basic function of the platform is workable.

Key Words: landing gear; simulation management platform; simulation test; SLM system

Received:2016-03-07; **Revised:** 2016-05-06; **Accepted:** 2016-05-12

***Corresponding author. Tel.:** 029-86832041 **E-mail:** zhaojia204@yeah.net