

飞机试验数据管理系统的实现

郑颖*

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘要: 针对飞机试验数据种类多数量大等特点, 设计一个飞机试验数据管理系统。通过分析飞机各类试验的业务流程, 给出了该系统的总体架构, 实现了各模块的功能。利用该系统实现了某型号试验规划、试验项目、试验准备、试验执行、试验结果分析、试验数据管理、试验流程等的统一管理, 提高了试验效率和试验数据的利用率。

关键词: 试验数据管理; 试验规划; 试验项目管理

中图分类号: V21 文献标识码: A 文章编号: 1007-5453 (2014) 03-0049-5

在飞机研制全生命周期的各个阶段, 需要经过大量的试验来验证飞机系统各方面的功能、性能和特性, 以确认研制产品的性能和质量。这些试验具有结构复杂、流程复杂、数据量大且格式多样、试验数据共享困难等特点^[1]。目前, 针对飞机各研制阶段的试验数据、试验任务和试验规划, 仅限于各专业分散管理。随着科研任务日益繁重和系统工程的推进, 对型号各阶段各专业试验提出了统一管理的要求, 现有的试验管理手段和技术手段, 已经明显不能满足需求。突出表现为: 数据的分散管理, 使得在飞机的不同研制阶段、不同专业和不同工程人员之间均存在“数据孤岛”, 各种试验数据信息不能充分共享给技术人员, 带来大量的重复工作; 项目管理者不能全面了解试验进展和试验成员负荷的实际情况, 很难及时协调工作, 给试验管理带来巨大压力; 试验任务和试验数据分散管理, 使得完整型号的试验管理缺乏一个完整的视图, 与全机试验规划之间缺乏关联, 完整型号的试验符合性统计困难。

因此, 原有分散管理的飞机试验管理机制已经不能满足当前的业务需求, 通过建立成熟、专业的管理平台, 实现对飞机全生命周期各阶段试验规划、试验项目、试验流程、试验数据、试验验证等的统一管理。提升试验规划的能力和效率, 确保试验任务执行过程可控、可追溯, 确保试验数据的准确性、完整性、共享性、有效性, 提高试验数据的使用价值和利用率, 降低试验成本和缩短整体研制周期^[2]。

1 总体设计

通过对飞机试验管理现状和存在问题的分析, 从技术和管理角度建立一个数字化飞机试验数据管理系统, 在更为统一、有序的背景下开展试验业务, 对型号全生命周期内所有试验进行合理规划, 建立一套型号研制的试验规划体系, 提升试验规划的能力和效率。对试验流程进行有效控制, 实现对试验状态及过程的监控, 同时提供流程管理和查询功能。对试验数据、试验知识进行管理, 建立合理的数据存储结构和组织方式, 方便数据的查找和应用, 并为后续型号提供宝贵经验。提供与专业数据分析软件的接口, 满足不同专业对试验数据的分析处理要求, 从而达到对试验的完整业务过程进行闭环管理。

1.1 飞机试验业务流程

飞机试验贯穿飞机的论证阶段、方案阶段、工程研制阶段、设计定型和生产定型阶段。在论证阶段主要进行试验的规划, 在方案阶段和工程研制阶段, 主要开展设计分析、仿真和各种地面试验, 在设计定型阶段, 要完成全尺寸部件、系统试验验证, 在生产定型阶段进行试验的总结、评审等工作。

通过对飞机试验业务流程的分析, 基于试验数据管理系统实现对试验过程的有效控制和管理, 确保过程受控下试验任务的执行。飞机试验业务流程为: 首先由试验主管部门对型号整体的试验任务进行规划, 试验任务规划完成后向各专业的试验任务负责人下发试验任务书。试验任务负责人根

收稿日期: 2013-05-10; 退修日期: 2013-12-25; 录用日期: 2014-02-28

*通讯作者. Tel.: 029-86832681 E-mail: zhengying1130@163.com

引用格式: ZHENG Yin. Realization of aircraft experiment data management system[J]. Aeronautical Science & Technology, 2014, 25(03): 49-53. 郑颖. 飞机试验数据管理系统的实现[J]. 航空科学技术, 2014, 25(03): 49-53.

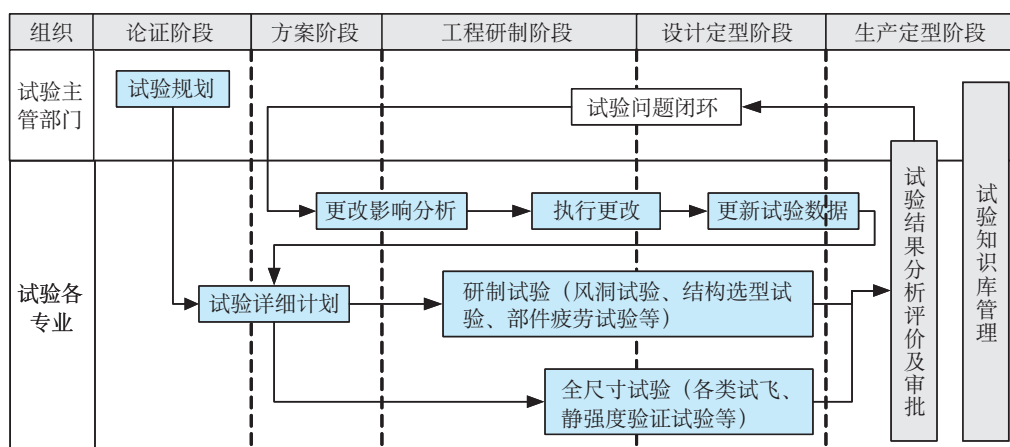


图1 试验数据业务架构

Fig.1 The business architecture of experiment data

据试验任务书创建试验大纲并启动试验项目。试验完成后对试验产生的数据进行分析处理,辅助试验报告的产生,逐步实现试验经验知识的统一管理,同时记录试验状态。之后,试验责任人根据试验报告进行分析,判断是否符合试验任务的要求,满足试验需求,则此次试验任务结束。不满足试验需求的,则根据试验问题修改设计数据,执行更改,判断是否需要重新试验,如需要重新试验,则重新启动试验任务,对试验问题进行闭环处理。试验完成后,对试验任务书、试验大纲、试验报告、试验项目信息、试验过程中产生的试验数据以及试验经验知识进行统一管理,供各级试验人员和管理人员进行查询浏览。各级领导还可以对试验项目的执行状态、试验问题的处理状态、整体试验任务的完成状态等进行动态实时的监控。主要业务架构如图1所示。

1.2 系统架构

试验数据管理平台是一个大型的数据管理平台,要求功能多、业务复杂。因此,在原型产品数据管理软件的基础上进行二次开发和进一步规划,建立满足实际型号试验的试验数据管理系统,实现试验、验证、改进的流程一体化,逐步建立并形成完善的试验管理知识库。

根据对试验业务流程的分析,设计了该系统的总体架构,如图2所示。该系统主要功能模块分为:试验规划管理、试验项目管理、试验验证过程管理、试验数据及结果管理、试验资源管理和系统管理。试验规划是核心,在试验规划的基础上划分试验项目,试验任务基于试验项目进行,以试验流程驱动试验任务进行,并最终产生试验数据,试验数据管理模块负责管理试验的过程文档、试验原始数据、试验结果数据。通过系统管理,对使用者授予不同的权限,满足不同用户的访

问需求,同时保证数据的安全性。

系统物理体系结构采用B/S和C/S相结合的三层体系结构。三层结构分为数据库层、服务器层和客户端层。由于Oracle数据库具有强大的数据存储和查询能力,适用于海量数据管理,并具有良好的稳定性和扩充性,因此数据库层采用Oracle关系数据库^[3]。服务器层由多个模块组成,包括Newtera TDM服务器,Newtera工作流引擎,Microsoft ASP. Net 服务和Microsoft IIS服务器,还包括Newtera TDM的集成接口,用于与第三方的应用集成。由于主要的业务逻辑和业务流程都在服务器端进行,服务器需要能支持大量用户的并发访问,因此,通过服务器集群和负载均衡技术来解决多用户并发访问的问题。客户端提供与用户交互的可视化工具和操作界面,其中系统管理工具、流程设计工具和数据

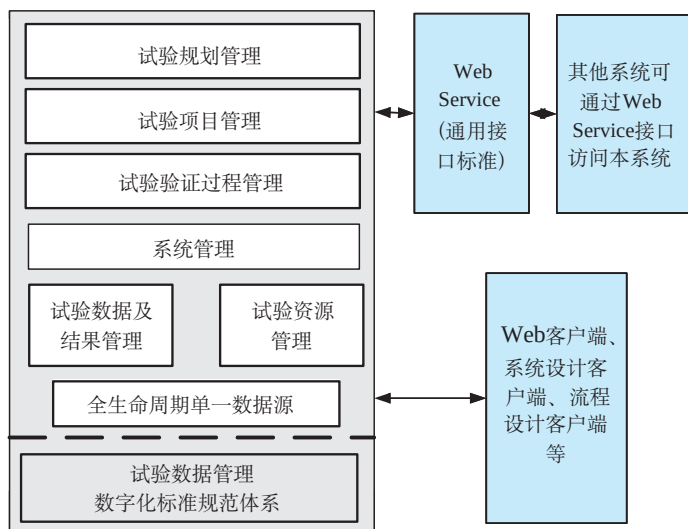


图2 试验数据管理系统架构

Fig.2 System architecture of experiment data management

导入工具采用C/S结构的Windows客户端,数据查询编辑和后置出来界面采用B/S架构的Web客户端。飞机试验数据管理系统通过为用户提供访问接口,实现对试验数据及相关过程文档的查询、下载以及与其他系统的集成。通过Newtera TDM的Web Service接口实现交互,被集成的系统只需要调用Newtera TDM系统提供的Web Service服务,并提供界面显示Web Service服务返回的数据结果。

2 系统功能设计

通过建立满足实际型号试验的试验验证管理系统,以试验项目和试验数据为基本对象,实现对试验规划、试验项目、试验流程、试验数据等的统一管理,逐步建立并形成完善的试验管理知识库。保证试验数据的安全性,有效地共享试验数据,以便指导飞机设计,为提升飞机产品性能提供依据。

2.1 试验规划管理

从型号研制试验管理的全局出发,建立一套完整的飞机型号研制试验规划体系,统一各专业试验管理模式,提升试验规划的能力和效率。

试验规划按照研制阶段、专业、试验类型三级的形式组织,对型号完整的试验任务需求进行结构化管理,实现试验任务的在线规划或者离线导入,实现试验任务的结构化管理。试验任务规划完成后,将试验任务分派给具体的专业室,各专业室可以对试验任务进行细化分解,并指派给责任人负责相应的试验任务,每一个试验任务对应未来的一个试验项目。

试验规划树由两类节点组成,一类是试验组织节点,包括代表型号类型的节点和代表系统、分系统、子系统的节点,其作用是清晰的组织型号研制过程中的试验项目,为试验规划树的中间节点;另一类是试验项目,即具体需要完成的试验项目,是试验规划树的叶子节点。在飞机研制阶段,有分别针对系统、分系统、子系统的验证试验。试验任务规划组织方式如图3所示。

2.2 试验项目管理

试验项目管理的复杂程度很高,任何一个试验都会涉及到人员、仪器设备、原料、试验方法、试验环境等多方面的内容。通过有效的组织、规划试验项目,使试验项目管理者根据获得的信息合理安排试验进度、分配试验资源、配备试验人员、协调各部门工作。

各专业试验责任人基于试验规划树中的试验任务,启动试验项目,在试验项目信息中,可以明确试验任务的来源,编号、名称、具体要求、责任人、预计开始/完成时间、实际开始/完成时间、项目状态、项目进度等。通过试验项目管理,可

以实时获取项目状态及各种统计报表。

试验主管部门可以查看和更改项目中所有任务,各专业负责人只能查看和更改本专业的任务。

2.3 试验流程管理

由于试验流程种类多且非常灵活,通过对型号所有试验的业务流程进行梳理和优化,对优化后的流程进行电子化管理。对试验准备、试验执行、试验总结的过程进行流程驱动,实现对试验过程的有效控制和管理,确保试验过程受控下试验任务的执行,同时试验过程历史信息将在该流程执行过程中自动记录在试验数据管理服务器中,包括节点名称、执行人、节点开始/结束时间等信息。

该系统采用Newtera TDM提供的流程设计器(WorkflowStudio)定义流程模型,包括流程节点,节点流转路径、创建任务、指派任务责任人、任务表单等。将飞机试验业务流程固化在系统中,使用系统的工作流驱动流程的执

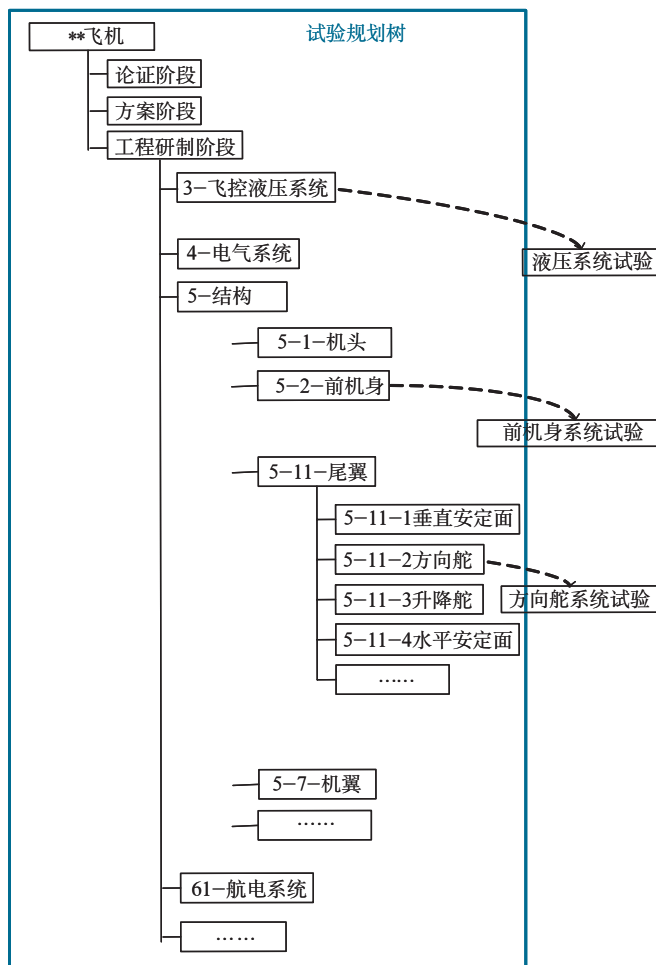


图3 试验规划图

Fig.3 Experiment planning chart

行,确保试验任务遵循规范的流程,在正确的时间将正确的工作赋予正确的角色,大大提高了试验流程的效率并确保试验的质量。同时,自动保留流程的执行日志记录,包括流程任务名称、执行人、任务开始/结束时间等信息。

该系统允许有权限用户通过Web客户端了解历史 workflow, 监控当前流程进展情况,并提供相关的流程管理、查询功能。

2.4 试验知识与试验数据管理

试验知识主要包括:试验任务及相关的试验对象、试验结果数据、试验过程中产生的大量试验数据、试验问题处理经验等。

(1) 对试验任务、试验对象及试验结果数据进行集中管理,可以根据试验任务查询试验对象及其结果;

(2) 对试验过程中产生的大量试验数据进行管理,由于是大量未解析的数据,作为跟踪和备查用;

(3) 对试验问题处理经验进行管理,可以在新型号设计中,查询试验问题及处理经验,促进研发创新。

试验数据管理是试验数据管理平台的基础,其功能管理试验产生的原始数据、分析有效数据、管理相关技术文档。原始试验数据的管理方式分结构化管理和非结构化两种形式。结构化方式是将试验数据以记录的方式进行存储,便于查询和分析处理。非结构化方式是将试验数据作为文件存放在系统的文件库中,同时提供完善的权限控制和备份机制确保数据和文件的安全性。

由于试验使用的各种计算机采集设备、测试仪器来自不同厂家,生产于不同年代,导致所生成的数据文件类型和数据格式不统一,例如:文本文件、Excel文件、xml文件、二进制

文件及其他特殊格式的文件等,此外还有一些比较大的数据文件(1~2G)。为了便于今后数据的应用,在进行数据存储时将各种格式的文件转换为统一格式集中管理,如图4所示。

按照试验类型划分,以试验任务为根源,将相关的原始数据、结果数据、过程数据、试验日志、试验大纲、试验报告等自动关联,对各种试验数据进行有效地组织,提高试验数据的相关性、重用性和可追溯性。

试验数据管理模块还可以提供数据导入/导出、增加、删除、修改、查询、浏览、下载和统计计算等功能。用户可以通过关键字查询、参数查询、表达式查询等方式查找试验数据和相关文档。还可以对试验数据进行各种分类,如按照试验类型分类、按照飞机型号分类、按照试验项目分类等,便于用户通过浏览的方式查找和对比试验数据。

2.5 试验验证过程管理

试验完成后,试验负责人根据试验总结及分析的结果,判断是否存在试验问题,确定试验问题的纠正措施,需要设计更改的,向设计发起设计反馈,由设计进行设计更改,从而实现完整的试验问题闭环。试验问题改进后,根据处理措施决定是否重新进行试验。如需要重新试验,则基于试验任务重新发起一个试验,试验数据管理系统则自动创建新的试验项目并支持新试验项目的过程管理;可以对试验问题及其处理状态进行统计查询和分析,以方便进行追溯,如下图5所示。

2.6 试验资源管理

通过试验资源(包括试验人员、试验设备、仪器仪表、试验样机/样件等)管理模块实现试验资源台帐信息管理,记录试验资源的使用记录,检定记录和维修记录。设置试验资源

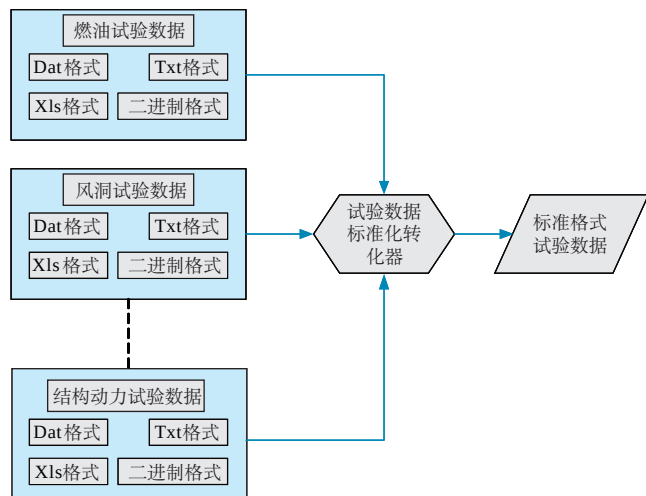


图4 数据转换图

Fig.4 Data conversion chart

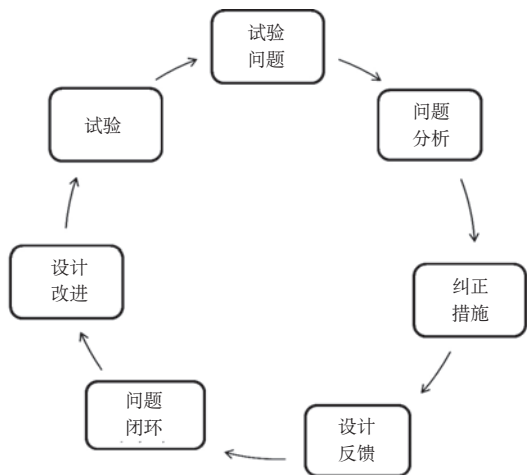


图5 试验问题闭环处理流程图

Fig.5 Closed loop processing flow of experiment questions

的维修、检定、报废节点的提醒,以保证试验资源处于正常状态。提供试验资源的预约功能。以日历的方式显示资源的预约情况以协调资源的使用。在试验资源有限的情况下,使试验主管部门能对资源和进度进行科学的统筹规划和协调,降低资源和进度的冲突,保证按时完成试验任务。

3 结论

通过建立试验数据管理系统,实现了对型号研制全生命周期相关试验的统一规划和管理,使试验规划合理、试验过程受控,提升了试验规划的能力和效率,提高了试验效率和试验数据的利用率,给技术人员带来了快速的回报。从而使试验管理规范化,降低试验成本,促进试验知识的最大化重用,提高型号研制的质量和速度。同时,该系统还可以与OA、PDM等系统实现资源共享,还可以和Origin、Tecplot、Matlab等工具集成,提高数据分析能力。

AST

参考文献

- [1] 丁力,安海军.试验数据管理系统的需求与实现[J].航空计算技术,2010,40(3):96-98.

DING Li, AN Haijun. Analysis of functional simulation of aircraft fuel system[J]. Aeronautical Computing Technique, 2010, 40(3):96-98.(in Chinese)

- [2] 李曼丽,易忠,肖琦.航天器磁环境试验数据库的建设[J].航天器环境工程,2009,26(4):343-346.

LI Manli, YI Zhong, XIAO Qi. The construction of database for magnetic environment tests for spacecraft [J]. Spacecraft Environment Engineering, 2009, 26(4):343-346.(in Chinese)

- [3] 路川,胡欣杰,何楚林.Oracle 10g DBA宝典[M].北京:电子工业出版社,2007.

LU Chuan, HU Xinjie, HE Chulin. A Valuable Book of Oracle 10g DBA[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007.(in Chinese)

作者简介

郑颖(1980—)女,工程师。主要研究方向:PDM系统设计与开发。

Tel: 029-86832681

E-mail: zhengying1130@163.com

Realization of Aircraft Experiment Data Management System

ZHENG Ying*

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

Abstract: A data management system was designed for aircraft experiments which usually involve a large amount of heterogeneous data. By analyzing the operation process of the experiments, the framework of such data management system was given and the modules of the system were then implemented. For one specific-type aircraft, we used the system to integrate the whole experiment process including planning, pilot project, preparation, implementation, results analysis, and data management. As a result, the efficiencies of experiments and data utilization are both improved.

Key Words: experiment data management; experiment planning; experiment project management

Received: 2013-05-10; Received: 2013-12-25; Accepted: 2014-02-28

* Corresponding author. Tel.: 029-86832681 E-mail: zhengying1130@163.com