

# 成飞公司实验室数字化 管理系统的开发及应用

Development and Application of TDM in Cheng Du Aircraft Corporation

成都飞机公司制造工程部 姜文盛 成金涛 李 康



姜文盛

成都飞机工业(集团)有限责任公司首席工艺师,中国航空学会测试技术专业理事,电子科技大学兼职教授,长期从事航空试验与测试技术研究。

成都飞机公司作为我国重要的歼击机科研生产基地,为实现精益制造,巩固在国内航空制造业的地位,提升自身在国际航空制造业的竞争力,从2004年开始采取了流程再造、建立“数字成飞”等一系列举措。

成飞公司采用价值链分析法对原有业务流程进行了分析,找出存在的问题,设计新流程。在成飞公司实施总部职能部门、技术业务部门、专

根据2006年试运转的经验和教训,配合APMDIS和ERP的升级,成飞公司对生产过程中的瓶颈——试验提出了进一步实施流程优化的要求。按照总体安排,为进一步优化试验流程,完善数字化建设,更好地提高成飞公司的设计、科研、生产能力,成飞公司于2007年开展了“实验室数字化管理(TDM)系统的开发及应用”课题研究。

业厂等自上而下全面的组织机构调整的过程中,流程的梳理与重塑是保证成飞从职能导向型管理模式向流程导向型管理模式转变的关键环节。

在数字化建设方面,成飞公司作为国家863/CIMS应用工厂,现已实现了基于APMDIS(航空产品制造数字化集成系统)的ERP/PDM CAPP/MES/CAQ/CAD信息集成,基于知识的快速工艺设计以及数控加工集成质量管理;在我国航空制造业中首次建立了基于APMDIS的ERP/CAD/CAPP/CAM/IQS/PDM集成应用平台,实现了工程数据由分散向集中管理方式的转变,正逐步实现数字化制造。

根据2006年试运转的经验和教训,配合APMDIS和ERP的升级,成飞公司对生产过程中的瓶颈——

试验提出了进一步实施流程优化的要求。按照总体安排,为进一步优化试验流程,完善数字化建设,更好地提高成飞公司的设计、科研、生产能力,成飞公司于2007年开展了“实验室数字化管理(TDM)系统的开发及应用”课题研究。

## 项目整体介绍

### 1 研究内容及目标

在信息化的今天,各类现代高技术产品发展快速,种类日益增多,结构日趋复杂,技术更加密集,对试验要求越来越高。美国从20世纪70年代末开始发展实验室信息管理系统(LIMS),经过近30年的不断改进,LIMS系统从早期的终端/服务器(T/S)结构发展到基于Internet/Intranet平台的第4代产品,并成为

了目前各国实验室的重要组成部分。但因为 LIMS 系统仅局限于实验室内部自身的信息管理,已不能适应目前高科技制造业(特别像航空、航天等行业)发展的需求,20 世纪 90 年代末开始有了建立试验数据管理系统(TDM)的需求。根据成飞公司自身的特点,TDM 系统研制主要涉及两个大的方面。

### (1) 流程优化和再造。

在对现有流程调研分析的基础上,研究并提出流程优化和再造的方案,通过方案实施使成飞公司的实验室能够有效地融入到整个科研制造过程中,有效地减少实验环节中的无用时间,加快产品的设计生产周期,成为数字化成飞的有机组成部分。

### (2) 系统软件开发。

建立试验数据管理平台,实现试验数据有效地管理,以达到试验分析的数字化,试验数据采集和任务管理监控的网络化,提高试验管理的效率。平台具有与成飞公司其他数字化系统的接口。

## 2 研究分工

“实验室数字化管理系统的开发及应用”课题采用对外合作的研究方式,由成飞公司相关人员与深圳脉山龙信息技术股份有限公司共同组成课题组,成飞公司相关人员主要负责流程优化和系统相关硬件的建设,深圳脉山龙信息技术股份有限公司进行系统的软件开发设计。

## 流程优化及再造简介

### 1 流程再造

企业流程再造(Business Process Re-engineering, BPR)将在 80 年代出现的各种 Reconstruction、Restructuring 等思路和方法,与信息技术结合起来,并在迈克尔·哈默和詹姆斯·钱皮于 1993 年出版的经典著作《企业再造》中,得到了系统性地整合与发展。该书明确提出了企业流程及再造的定

义:“针对企业业务流程的基本问题进行反思,并对它进行彻底的重新设计,以便在成本、质量、服务和速度等当前衡量企业业绩的这些重要的尺度上取得显著的进展”。该书强调,企业流程再造应包括 4 个要素:基本(Fundamental)、彻底(Radical)、显著(Dramatic)和流程(Process)。

### 2 流程优化及再造的作用

- 实现从职能管理到面向业务流程管理的转变;
- 注重整体流程最优的系统思想;
- 建立扁平化组织;
- 充分发挥每个人在整个业务流程中的作用;
- 面向客户和供应商整合企业

redesign):分析理解现有流程,系统地 在现有流程基础上创建新流程;

- 全新设计法(clean sheet approach):从根本上重新考虑产品或服务的提供方式,在一张白纸上重新设计流程。

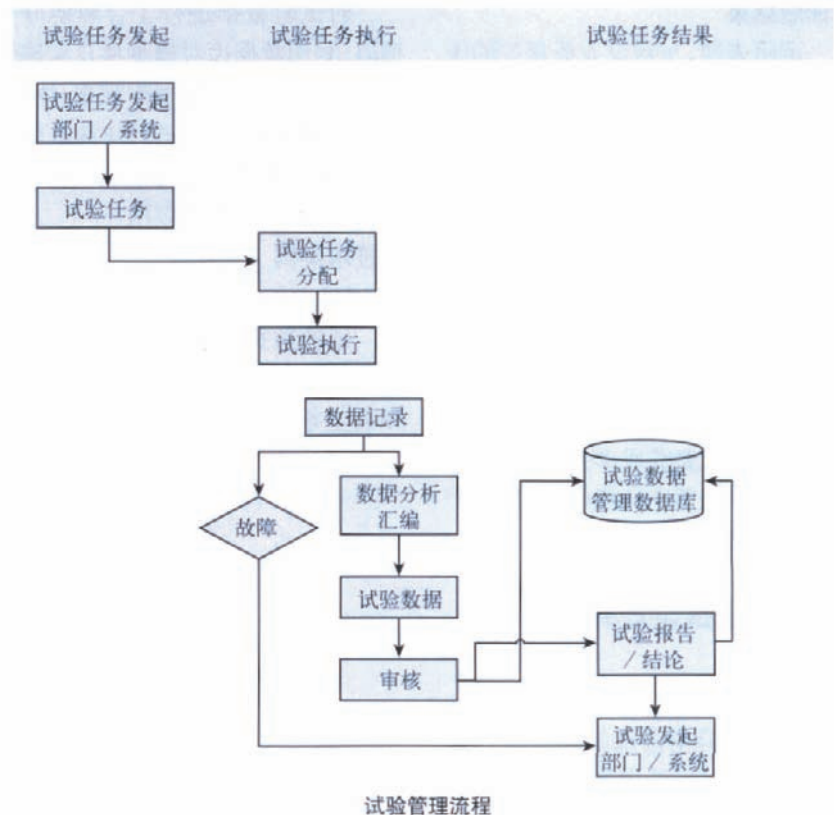
## 成飞公司实验室的调研和诊断

### 1 成飞公司实验部门的职能

成飞公司通过改革,根据各部门的职能进行了机构重组合并后,运行良好,未出现大的问题。

本期 TDM 项目涉及 4 个实验室:

- 特设实验室:完成机载成品/系统装机前、后的试验和排故,配合



业务流程;

- 利用信息技术手段协调分散与集中的矛盾。

### 3 流程优化及再造的模式

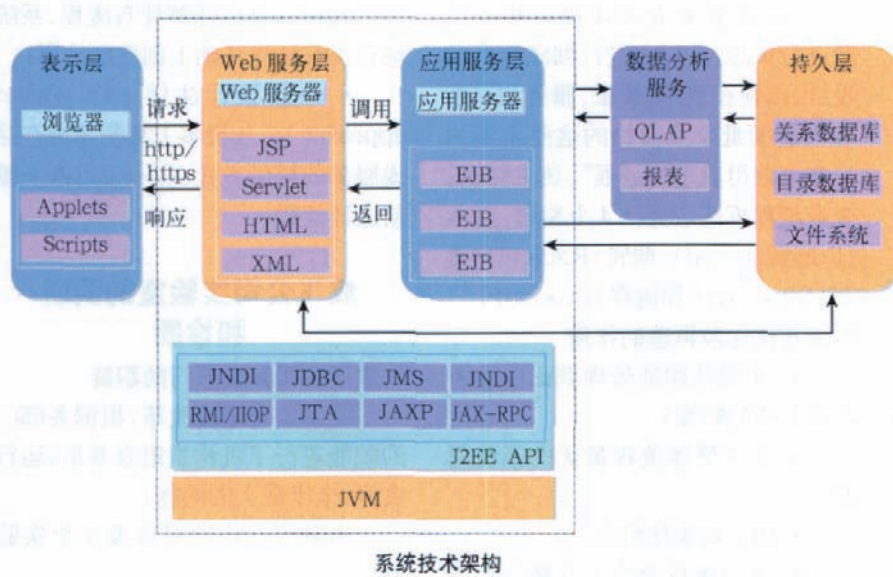
流程优化及再造一般分为 2 种基本模式:

- 系统化改造法(systematic

设计部门完成科研验证试验。

- 理化实验室:完成各类材料的入厂复试,生产过程中零部件的抽检,并配合设计部门完成科研验证试验。

- 无损实验室:完成生产过程中零部件的无损检测。



现最终系统的总体性、完整性为目标。它从需求的整体角度出发,采用自下而上、层层分解的设计策略。

针对试验数据管理平台建设的架构设计,设计的思想以多层的架构体系为基础,遵循系统组件化的技术路线;依据各个部分在整个系统中的角色定位确定系统架构中的各个层次,重点考虑层内的高内聚性,层间的低耦合性;每层只关心本身的问题域,并向上一层提供资源或者功能,向下一层次调用功能和检索数据。这样,单个层的变化只影响到其本身,而不会影响其他的层,充分体现了系统隔离的需要,保证了系统的灵活性和扩展性。

在架构的设计中,基于系统可维护性和扩展性的考虑以及与其他系统或软件数据交换的需要,引入了基于服务的组件的应用,通过 Web Service 实现服务化的组件,并通过搭建基础服务总线(ESB)构建一个集成的环境来支撑服务的管理和运行,形成一个面向服务的系统架构(SOA)体系,为系统以后的扩展或

- 微波实验室: 配合设计部门完成科研验证试验。

## 2 诊断结果

调研表明,与特设业务相关的流程共计 15 个,与理化业务相关的流程共计 16 个,与无损业务相关的流程共计 1 个,与微波业务相关的流程共计 5 个。通过对比分析发现目前各实验室流程存在以下问题: 各实验室内部的流程,尽管种类繁多但实际上大体相同,主要差别存在于业务发起和报告提交; 各实验室间的流程也比较相近; 试验数据主要是以 WORD 文档或纸质形式保存,不利于试验数据在整个飞机的研制、生产过程的应用。

## 系统设计开发

### 1 优化

#### (1) 流程优化。

将各实验室凌乱的任务发起部门统一成了单独的调度部门,由它完成内外间的接口事宜。依据调研和诊断结果共合并各试验室总计 18 个相似流程,并将流程划分为三大类:

- 核心流程: 试验流程,例如装前试验、理化试验等。

- 支持流程: 提供核心流程直接服务的作业流程,例如消耗品领用流程。

- 管理流程: 例如质量管理。

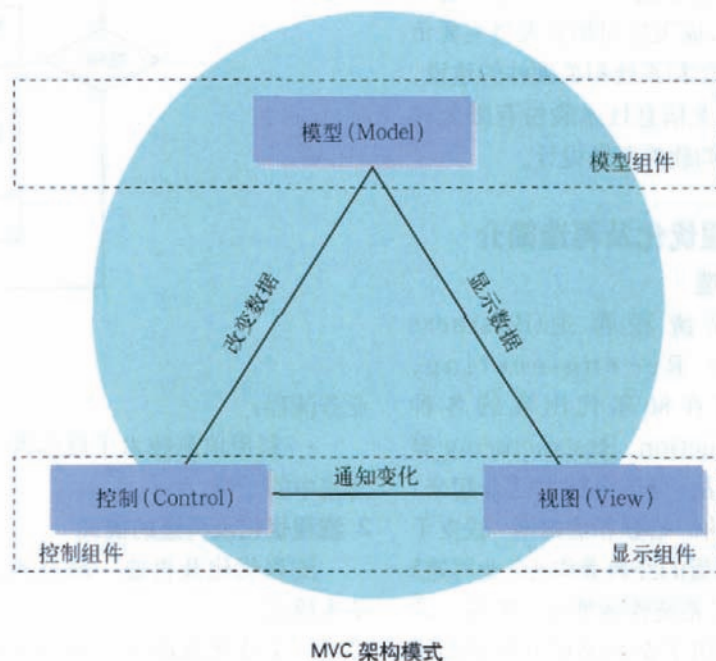
#### (2) 数据管理。

对试验数据进行了合理地分类抽取,利用数据库对检测项目实施管理,这样有利于对数据的观察、挖掘,加强数据安全性,以进行快速数据查询,使试验数据可以方便地在整个飞机研制、生产过程中应用。

### 2 技术架构

#### (1) 总体架构。

试验数据管理平台的总体技术架构设计,首先是建立在对成飞试验相关业务需求分析的基础上的,以表



者与其他系统的集成奠定基础。

### (2) 系统开发框架。

在对试验数据管理平台的总体技术设计中,采用 J2EE 平台作为系统实现的基础。为了提供数据分析应用的支持,引入了数据仓库以及业务智能相关的技术。

在 J2EE 技术体系的基础上,设计的试验数据管理平台为 B/S、C/S 混合模式,以 B/S 为主。试验数据的采集采用 C/S 模式;试验数据管理、浏览采用 B/S 的多层开发框架,主要包括表示层、Web 服务层、应用服务层、数据持久层 4 个层次,对于数据分析以及报表的服务,在应用服务层后面加一个子层实现。

据的显示,即用户交互的界面。它从模型获得显示信息,把表示模型数据及逻辑关系和状态的信息以特定的形式展示给用户,对相同信息可以有多个不同的显示形式或者视图;控制封装外界作用于模型的操作和数据流向,处理用户与系统的交互操作,它接受用户的输入,将输入反馈给模型,进而实现对模型的计算控制,是使模型和视图协调工作的组件。

MVC 架构建立了一个松耦合的架构体系,MVC 模式实现了架构上将表现层(即 View)和数据处理层(即 Model)分离的解耦合,然而,MVC 中的 Model 包含了复杂的业

上,引入了总线处理的模式,按照系统层次的划分,将系统中的各个部分用不同的组件通过对应的总线关联起来,实现总体架构的有序构建。在系统架构中总线主要包括数据总线、服务总线以及应用总线。

数据总线通过信息集成技术,在逻辑上实现系统相关数据的集成,为应用提供统一的数据视图,将具体的数据存储位置、组织形式屏蔽起来;数据总线实现数据的透明性;服务总线负责对系统数据和功能进行封装,以服务的形式进行发布,提供服务组件,通过服务总线的搭建,在总体技术架构中引入对服务的支持,实现一个支持面向服务架构(SOA)的

层次。

同时服务总线位于 MVC 架构模式的模型层,提供服务化的模型组件,通过企业级服务总线(ESB)来实现;应用层参照具体的业务流程和业务规则要求,把服务总线提供的服务与其他的组件进行编排或者封装,构建解决具体业务需求的功能,具有相同问题域的功能共同构成对应的系统。

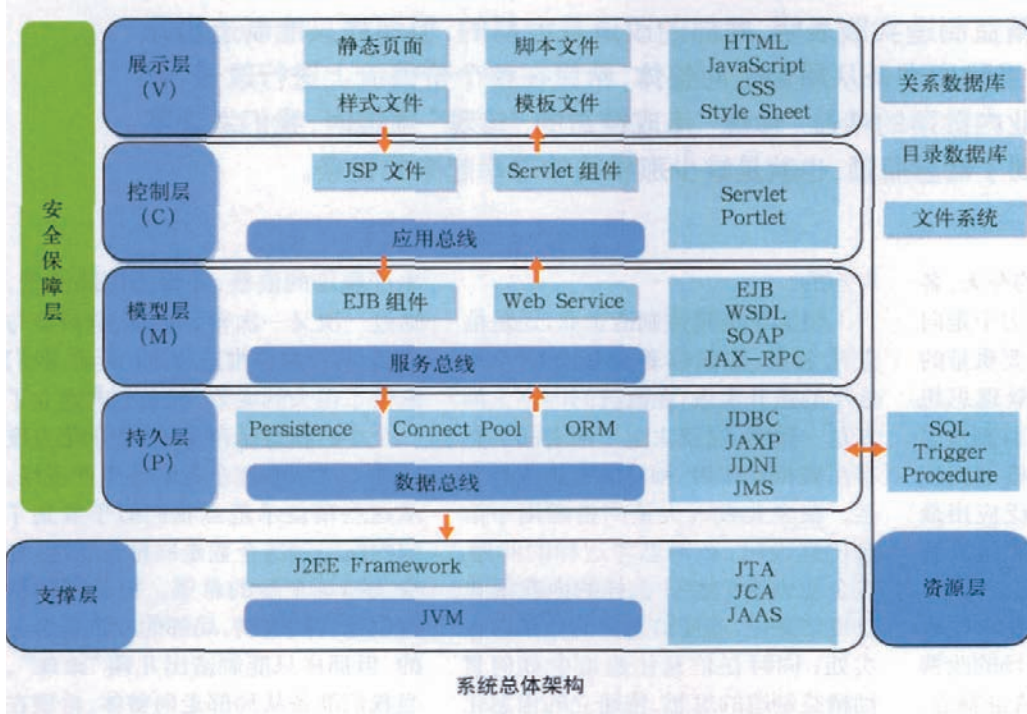
综上所述,总体技术架构是基于 MVC 的架构设计模式,是一个分层的组件化的系统

架构,并且可以通过总线实现组件之间的信息交互和调用。

### 结束语

成飞公司各相关实验室通过半年时间对 TDM 系统试用情况表明,TDM 系统能够满足实验室的各类生产需要,同时也能较好的适应成飞公司数字化生产的需求。

(责编 淡蓝)



### (3) 技术总体架构。

在试验数据管理平台总体技术架构设计中,采用分层的组件化架构体系,基于 MVC 的架构模式思想,即模型、视图、控制分离的策略。模型封装数据和所有基于对这些数据的操作,独立于外在显示内容和形式,是系统所处理的问题逻辑的内在抽象,封装了问题的核心数据、逻辑和功能的计算关系;视图封装对数

务逻辑和数据逻辑,以及数据存取机制,如 JDBC (连接)、Statement (创建)以及 ResultSet (结果集的读取)等。在 Model 层面上,还是与持久层存在紧耦合的关系,这不符合 MVC 模式所倡导的松散耦合思想。因此应将 Model 中复杂的业务逻辑和数据逻辑分离,以将系统的紧耦合关系转化为松耦合关系(即解耦合)。

在基于 MVC 架构模式的基础