

# 民用飞机试飞规划与管理软件 和飞行试验协同平台的 接口研究与实现

## Interface Research and Realization Between Flight Test Control System and Flight Test Cooperation Platform for Civil Aircraft

秦 淋 刘 程 / Qin Lin Liu Cheng

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

### 摘 要:

针对试飞资源复杂多样的特点,阐述了在民用飞机试飞规划与管理软件和飞行试验协同平台间建立接口交互的必要。飞行试验协同平台接口应用计算机技术,借助民用飞机试飞规划与管理软件前端试验信息处理和管理功能,依托试飞任务单和试飞试验点,实现民用飞机试飞规划与管理软件对飞行试验协同平台试飞数据的读取和调用。经应用分析,通过开发接口能便捷地获取完整、准确的试飞数据,降低试飞成本,减少试飞工作量,提高试飞效率,有助于型号试飞工作的更顺利进行。

**关键词:**试飞规划与管理软件;飞行试验协同平台;接口;试飞数据;调用

**中图分类号:**V223+.3

**文献标识码:**A

[Abstract] The paper proposes the necessary that establishing interface between Commercial Aircraft Flight Test Control System (FTCS) and Flight Test Cooperation Platform (FTCP), considering the complex and variety of the flight test resource. With the help of FTCS's capability of processing and managing flight test information and through computer technology, FTCP interface realizes reading and downloading flight test data from FTCP when available test cards and test points exist. By means of the method referred in the paper, test data can be got completely and accurately. It is proved that flight test cost can be reduced, the workload can be decreased and the efficiency can be improved. Ultimately, all the advantages will lead to make flight test go more smoothly for civil aircraft.

[Key words] flight test control system (FTCS); flight test cooperation platform (FTCP); interface; flight test data; downloading

## 0 引言

飞行试验是技术和管理水平高、投入高、风险高和周期长的一项复杂系统工程。民用飞机适航条款内容多、涉及的专业面广、要求高,使得条款验证难度加大,对设计人员、试飞工程师、试飞员、试飞管理者和审查员都提出了更高的要求<sup>[1]</sup>。

民用飞机试飞工作任务繁重、时间紧迫、综合

程度高,单靠人工处理无法满足试飞效率性与准确性的要求。而且,民用飞机试飞工作种类复杂、试飞数据庞大,在计算机技术发展的当今,单独某一项技术的应用也难以覆盖并高效地解决所有的试飞规划与试飞数据的调用问题。通过计算机技术,在现有的成果间建立联系,不仅能大大降低试飞成本,而且能避免大量的重复工作,提高试飞效率,加快试飞取证工作步伐。

## 1 现状

鉴于民机试飞的实际工作需要,飞行试验协同平台(Flight Test Cooperation Platform,简称 FTCP)和民用飞机试飞规划与管理软件(Commercial Aircraft Flight Test Control System,简称 FTCS)是先后开发的两套系统,各系统都在指定的工作领域中发挥着重要作用。FTCP 储存了大量试飞数据;FTCS 具有强大的试飞规划、任务编制等多项功能,而前期未考虑试飞数据的存储。如从 FTCS 查看前期试飞数据,就需将已经上传至 FTCP 中的数据再录入 FTCS,这将会增加相当大的重复工作量,费时费力,实不可取。

为了解决上述矛盾,充分利用现有资源,如何在两套系统间建立联系,以高效地实现 FTCS 对 FTCP 数据库针对性地读取和调用,使其更大地服务于型号试飞工作,成为亟需解决的问题。

## 2 需求分析

由于试飞数据庞大、数据存储方式复杂和系统内存限制等客观因素的存在,给试飞数据的使用带来了诸多不便。若 FTCS 具备查看试飞数据的功能,将会在试飞规划中发挥更大的作用。从 FTCS 和 FTCP 各自的特点分析,可以归纳出所要建立接口的需求。

### 2.1 FTCS 特点

民用飞机试飞规划与管理软件统筹规划整个飞行试验,是一套包括试飞任务单组合与优化,动态管理、试飞报告、任务检查、总体与详细试飞计划、计划延迟预警等功能的软件,在民用飞机飞行试验中已经逐步展开应用。试飞规划与管理软件能够动态管理试飞计划,增强试飞规划性与科学性,减少试飞工作量,缩短试飞周期,提高试飞效率。

FTCS 具有生成试飞任务单、动态管理试飞任务单、编制试飞总体计划、计划检查和预警分析、生成快速报告、试飞报告、编写试飞大纲等多项功能。

### 2.2 FTCP 特点

试飞数据作为研制、验证和适航取证的重要依据,其存储、管理及分析均关系到飞机的试飞工作和适航取证的顺利进行。在民机试飞中,会获取大量宝贵的试飞数据,对试飞数据的妥善保存和整理是试飞过程中的一项重要工作,但由于相关专业对试飞数据需要的紧迫性和海量的试飞数据整理、上传到系统所占用存储之间以及其他试飞工作开展的矛盾,需要借助专门的试飞数据处理软件来解决。

飞行试验协同平台集试飞数据管理、分发和分

析于一体,实现对试飞数据的有效管理、存档并实现数据的专业化分析,实现了试飞数据的异地同步获取和分析。

通过飞行试验协同平台,能够对试飞数据进行全面、及时和有序地归档,避免数据在分发和归档过程中的丢失和损坏;能够按需查找、搜索和输出数据;实现试飞数据数字化管理;提高试飞数据综合分析能力。

### 2.3 接口需求

根据以上特点分析,借助 FTCS 强大的前端试验信息处理和管理功能,以试飞任务单和试飞试验点为依托,调用和读取 FTCS 的试飞计划相关数据,实现基于试飞任务单的试飞数据的快速检索与获取。

#### 2.3.1 试飞数据查询需求

FTCP 所提供的 Web 服务须满足按指定的试飞架次、时间段、参数名称以及采样率对试飞数据进行查询的要求。

#### 2.3.2 数据文件格式需求

FTCP 根据 FTCS 系统试飞数据查询要求,所打包制作的数据文件格式应与上传至 FTCP 的数据格式一致。

#### 2.3.3 安全保密需求

在 Web 服务开发的过程中,充分考虑数据的安全性,包括数据在网络中传输的安全性等。

#### 2.3.4 网络流量控制需求

在 FTCP 与 FTCS 服务器分处异地的情况下,两者通过专线连接。由于专线带宽有限,Web 服务开发过程中,充分考虑网络数据流量的因素,避免对网络专线造成过大的带宽压力。

## 3 接口技术分析

借助计算机技术,实现 FTCS 与 FTCP 之间的数据交联,为 FTCS 访问 FTCP 提供 Web Service 接口(简称 FtcpAPI),以满足 FTCS 根据不同需求从协同平台数据库中快速有效地调用试飞数据。

### 3.1 接口技术要求

在 FTCS 中,根据试飞任务单查找对应试飞数据,同时,任务单的编制需要有相关试飞试验点的支持。

接口服务以 Web Service 形式提供,在不改变 FTCP 系统原有数据库结构和安全认证方案的前提下,确保 FTCS 能够访问 FTCP 系统的全部项目数据。另外,由 FTCP 提供一个具有相应访问权限的账户,专供 FTCS 获取飞行试验数据所用。

### 3.2 系统设计

#### 3.2.1 系统结构设计

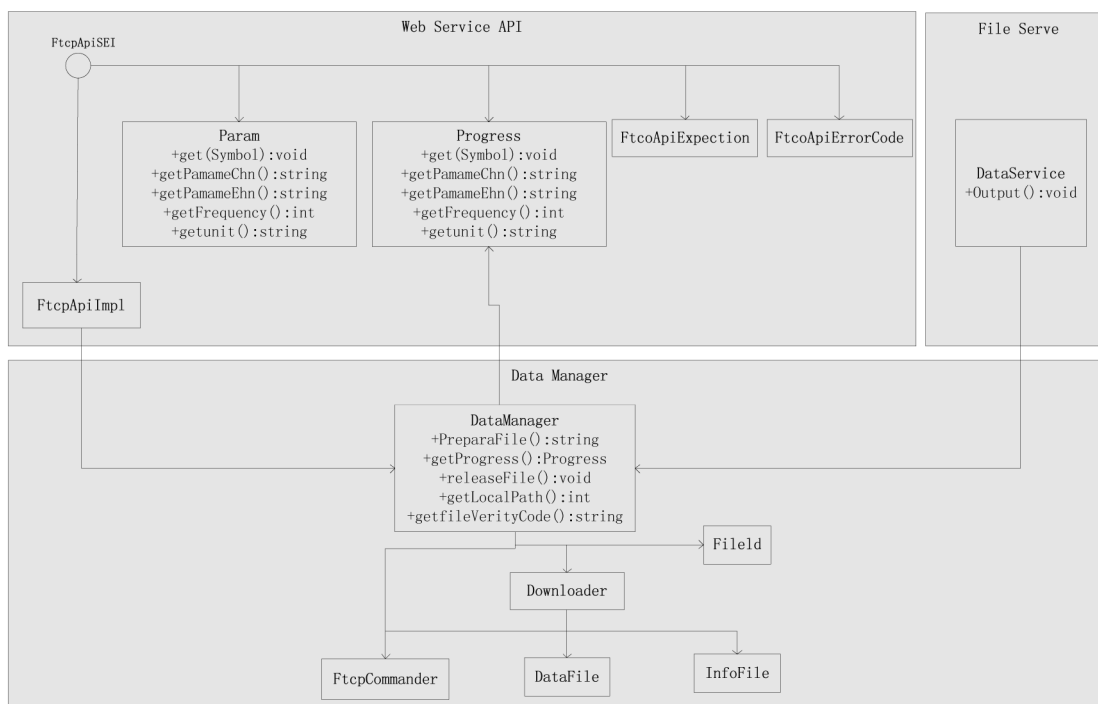


图1 系统结构图

FtcpAPI 以静态结构方式来实现,如图1所示。其中,Web Service API 和 File Server 是与 FTCS 的接口。

Web Service API 子系统、File Server 子系统通过调用 DataManager 子系统的 DataManager 来实现其主要功能。DataManager 通过 FtcpCommander 来实现与 FTCP 服务器之间的通信和数据交换,通过 Downloader 来进行数据的转存工作,被转存的文件由 DataFile 来保存,保存的数据(包括转存过程中的数据)可以通过 InfoFile 来取得其概要信息(包括转存过程中的进度和用于保持数据完整性的校验信息等)。

### 3.2.2 系统接口设计

#### 3.2.2.1 Web Service API 接口设计

Web Service API 和 File Server 作为与 FTCS 的接口,Web Service API 子系统架设在 Web Server 上,向 FTCS 提供对 FTCP 数据的查询服务和数据文件的转存服务,以及对转存过程控制服务。Web Service API 提供接口,包括返回试飞参数列表、指定机型在指定起飞日期、指定起落架次的飞行数据记录 ID、指定的采样频率在指定时间段内的数据文件以及取得指定数据文件的大小、工作的进度等。

#### 3.2.2.2 File Server 接口设计

File Server 子系统架设在 Web Server 上,向 FTCS 提供文件下载服务。File Server 子系统对 Web Service API 公开的唯一接口,即文件的下载地址。对于指定编号的文件,其下载地址需要通过 Web

Service API 子系统的接口调用来取得。

当文件不存在时,由 Web Server 返回 HTTP 代码 404;当下载过程中服务器发生错误时,下载过程有可能被直接结束。用户应该对文件内容进行校验以判断下载是否正确完成。文件的校验码也可以通过 Web Service API 子系统的接口调用来取得。

#### 3.2.2.3 Data Manager 接口设计

Data Manager 子系统在某一根目录下,建立文件仓库。该根目录的位置可以通过文件进行配置和修改。文件仓库中有所有数据文件的索引文件,Data Manager 子系统通过对索引文件的查询向 Web Service API 子系统提供文件信息。Data Manager 子系统和 Web Service API 通过文件编号来识别文件的唯一性。

从 Web Service API 子系统访问数据文件,判断文件状态为转存完成时,即可要求下载。未下载完成时可以根据索引文件取得下载进度信息。

#### 3.2.3 数据库文件设计

在文件仓库中,从 FTCP 下载的文件按照特定的目录结构直接保存在硬盘上。对于 FTCS,每个文件有唯一确定的标识符,FTCS 不保存此类文件标识符。文件标识符为长度 96 的 ASCII 字符串。

系统配置文件以 UTF-8 格式保存,如表 1 所示。

### 3.3 接口配置要求

接口的配置需满足以下要求:

(1) 系统采用 Apache Tomcat 7.0 作为 Web 应

表 1 配置文件说明

配置项名称	类型	说明
FTCP 服务器地址	字符串	长度 32 字符
FTCP 服务器用户名	ASCII 字符串	不支持
FTCP 服务器密码	ASCII 字符串	密文
文件仓库根目录	字符串	可以为绝对路径或相对路径
日志文件夹根目录	整数	可以为绝对路径或相对路径
下载文件超时时间	长整数	单位:s

用服务器;

(2)采用 Apache CXF 2.7.2 作为 Web Service 框架;

(3)Web Service 默认采用 SOAP1.1 协议绑定;

(4)FtcpAPI 使用可配置的账号和密码访问 FTCP 服务器;

(5)以 Windows 作为 FTCP Proxy Server 时, FTCS 服务器访问 FTCP Proxy Server 时使用集成 Windows 身份验证,由操作系统提供,应用服务器配置使用;以 Linux 作为 FTCP Proxy Server 时, FTCS 服务器访问 FTCP Proxy Server 时使用 LDAP 身份验证,由 LDAP 服务器提供,应用服务器配置使用。

## 4 接口应用分析

### 4.1 网络构架

FTCS 通过对 FtcpAPI 进行调用、访问 FTCP。通过调用, FtcpAPI 把试飞参数数据变换并缓存在 FtcpAPI 代理服务器上,供 FTCS 随时调阅。FTCS 访问 FTCP 的硬件布置及网络连接,如图 2 所示。

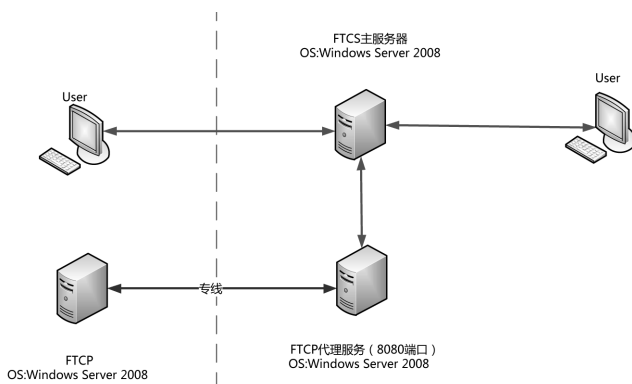


图 2 FTCS 与 FTCP 连接的网络构架

### 4.2 应用举例

登陆 FTCS,创建有效的试飞任务单,并审核通过。操作流程如图 3 所示。

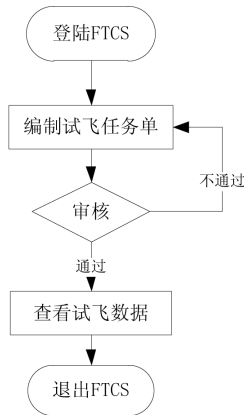


图 3 试飞数据调用流程图

其中,“编制试飞任务单”在 FTCS 的菜单“规划”->“试飞计划”中;“审核”在“航前”->“试飞任务单”中;“查看试飞数据”在“航后”->“快速报告”和“分析”中。查看试飞数据时,选择相应的“飞行编号”和“试验点”,在“试验点”对话框中编辑时间,即所需数据的起止时间,再选择具体试飞参数及相应采样率,最后下载所生成的文本文件即所需试飞数据文件。

经对比研究,从 FTCS 接口读取的试飞数据与 FTCP 中数据的参数名称、参数总量以及采样率一致,保持了数据的完整性和准确性;从 FTCS 上所下载的试飞数据格式,符合上传至 FTCP 的数据格式,实现了数据格式一致性的要求。

## 5 结论

通过 FTCS 接口技术的应用,能方便、快速地访问现有已经上传至 FTCP 的试飞数据,不仅扩展和丰富了 FTCS 的功能,完善了 FTCP,而且避免了重复工作,节省了大量的网络资源和人力物力成本,提高了数据利用效率和分析能力,使现有软硬件得到了最大程度的应用。

在通过 FTCS 调用试飞数据的同时,借助 FTCS 强大的试飞规划能力,试飞任务单也得到了信息化的记录和完善,为日后工试飞工作的追踪提供了条件。

### 参考文献:

[1] 修忠信,由立岩,等. 运输类飞机合格审定飞行试验指南[M]. 第一版. 上海:上海交通大学出版社,2013:1-2.  
[2] 周自全. 飞行试验工程[M]. 北京:航空工业出版社,2012.