

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2017.04.012

风洞试验数据管理平台设计与研究

Design and Research of Wind Tunnel Test Data System

陈 功 / CHEN Gong

(泛亚汽车技术研究中心, 上海 201201)

(Pan Asia Automotive Technical Center, Shanghai 201201, China)

摘 要:

针对国内民用飞机风洞试验数据体量大、种类多、高时效、更新快等特点,引入了矩阵存储模式替代了原有的分层存储模式对现有风洞试验数据进行了重新划分与归类,优化了数据文件存储结构。仔细分析该平台在存储规模、管理规范及使用功能等方面的需求后,拟选择 IBMx366 型或同等级别的工作站及配套设备作为硬件基础,同时明确了该平台的面向对象、使用规范及管理办法。该平台所含写入/查询/更新等常规功能采用 Labview8.6 软件开发平台及 SQL 语句脚本实现。该数据管理平台已具备了一定实际功能,基本满足对风洞试验数据管理的需求。

关键词: 风洞试验;数据库;SQL 语言;Labview8.6 平台

中图分类号: V211.74

文献标识码: A

[Abstract] According to the characteristics of wind tunnel test data, such as large quantity, different variety and updating frequency, matrix saving mode is used to replace traditional layer saving mode to re-classify current wind tunnel test data. Thus, such document structure of data is optimized. After analyzing the requirement of saving scale, managing criterion and function needs, it is suggested to select IBMx336 or equivalent hard-server as key hardware. Client, users' guide and managing discipline are illuminated at same time. Function such as writing, searching and updating is realized by Labview 8.6 programming and SQL language script. Practicability of such system is validated and it really can help to meet the need of wind tunnel test data management in the relevant research.

[Keywords] wind tunnel test; database; SQL language; Labview8.6 programming system

0 引言

风洞试验是民用飞机设计研发的重要手段,通过试验获得的数据是分析飞机气动性能、操稳特性的主要依据。作为重要资料及成果,风洞试验数据应采用合理的体系及高效的工具对该试验数据进行有效的管理^[1]。一些发达国家的研发机构早已启用了大型的数据库管理平台,而国内多数科研单位大多是以数据文件的形式个别存放,仅少部分引入了相对完整的管理机制。单独存放会使数据之间缺乏逻辑联系,无法反应型号研制各阶段气动设计的发展过程;缺乏统一归口管理也会导致数据的

归档、查询工作的不便;对于部分重要的涉密试验数据,还存在丢失、泄露的风险。

本项研究来源于国内民用飞机研发单位某项基础能力建设项目课题,其目的是借助高性能的硬件设备及恰当的软件程序创建一个兼具可靠性和实用性的中小型风洞试验数据管理平台(以下简称“数据平台”),用来存储具有一定规模的风洞试验数据,并对数据入库、查询进行规范的管理。

本文从该数据平台总体结构设计、需求分析、服务器硬件选型、管理机制及功能实现方法等多个方面论述了该数据平台的设计理念、过程及结果。

1 总体结构

1.1 总体定义及结构

该数据平台从结构上可分为两部分,即“集成服务器(主端)”以及“个人服务器(终端)”。

“数据平台”的总体结构及其划分如图 1 所示。集成服务器主要由一定规模的处理器和存储空间构成,其作用为存储并备份大量的数据文件。个人服务器即搭载了操作系统的个人电脑或小型工作站,技术人员可通过其实现对数据库的访问及其他相关操作。集成服务器与卫星服务器之间通过数据接口进行转接。

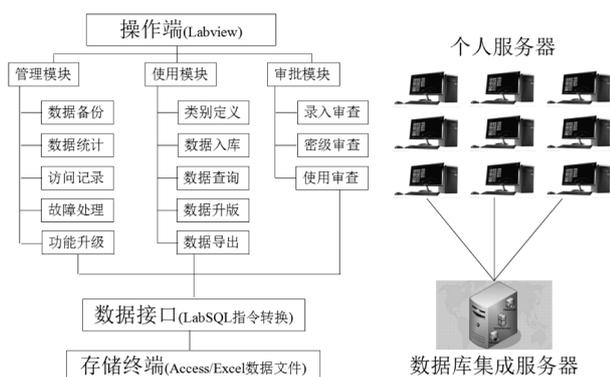


图 1 “数据平台”总体结构

1.2 数据文件的存储分类

风洞试验可按型号、阶段、方法进行类别划分,不同种类的风洞试验对应的数据文件在大小、格式、内容上也均有所不同。对数据文件进行有效地梳理和划分可增强其逻辑关系,节省存储空间,有利于“数据平台”的整体运行。

数据文件的分类存储一般可采用如图 2 所示的“分层模式”与如图 3 所示的“矩阵模式”。

“分层模式”是目前较常用的分类存储办法,主

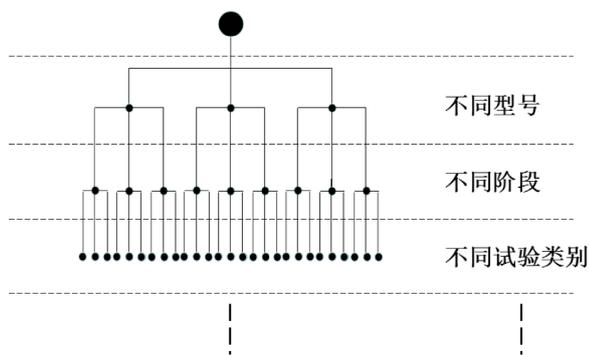


图 2 分层存储模式

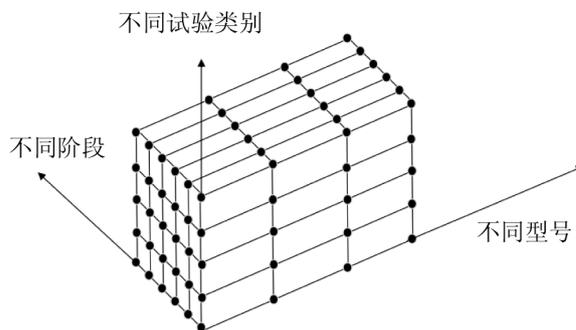


图 3 矩阵存储模式

要通过逐步分层划分存储空间,并以“路径”的形式确定文件的存储位置。该模式适用于数据文件数量较少,且数据之间逻辑关系较弱的情况,但在对体量较大的数据文件管理时效率较低。

“矩阵模式”主要通过同时定义数据文件在不同维度划分存储框架,并以“节点”的形式确定文件的存储位置,更有利于进行文件的快速定位并建立逻辑关系。

2 需求分析

2.1 存储规模需求

该“数据平台”的存储空间需完全覆盖现有数据文件存量及未来 15 年内可能出现的数据文件增量。截止 2016 年为止,风洞试验数据文件的存量已达数百“千兆”量级;通过对当前型号研发需求及后续型号发展规划分析后预计,到 2030 年,数据文件存储总量将数倍于当前。同时为了确保数据的安全,应预留数据文件热备份所需的存储空间。

综合以上因素,该“数据平台”存储规模应不小于 2 千“千兆”(约 2TB)。

2.2 面向对象需求

该“数据平台”面向对象主要分为“使用用户”与“管理用户”。前者主要为负责发布数据文件的技术人员和需要查阅分析数据的技术人员;后者主要为专业主管、部门领导、型号(副)总师等,负责对数据的有效性和权威性进行各级审核。

经统计,当前潜在使用用户人数约为 30 余人,管理用户人数约为 10 人,合计约 50 人。

2.3 功能需求

为了提高风洞试验数据的使用效率,该平台应具备数据录入、分类、查询、下载及更新等功能。同时,为了规范试验数据管理,该平台应同时兼具数

据有效性审查、使用记录留存等功能,用于相关专业对数据使用情况的跟踪及备份。

3 硬件设备选择

为了满足 2.1 中所述存储规模需求,应合理选用硬件设备作为数据平台的重要载体。数据平台的硬件设备主要包括:处理器(CPU)、电源系统、内存、硬盘、外存储器及机架等。选择硬件设备时主要应遵循以下原则。

3.1 高性能原则

高性能原则是指所选择的服务器硬件设备不仅能高速高效地处理数据上传、下载、更新等要求,而且能够满足持续的存量增长及新功能开发。服务器设备的性能一般以 T_{pmc} 值进行衡量^[2],即:

$$T_{pmc} = \frac{v \cdot a \cdot k \cdot e}{l - \eta} \quad (1)$$

式中: v 为峰值处理能力(次/分); a 为对应数据库事物数; k 为基准 TPC 对应指标; e 为偏差经验值; η 为处理能力冗余系数。

在充分考虑对存储规模及多线程操作的要求,该服务器的 T_{pmc} 值范围约为 10 000,属基础水平。

3.2 可靠性原则

服务器的可靠性主要包括内部报错系统、安全系统、打印系统等。在必要时应具备冗余技术,同时像硬盘、网卡、内存、电源此类设备要以稳定耐用为止,防止重要数据因上述设备故障导致损失。

3.3 可扩展性原则

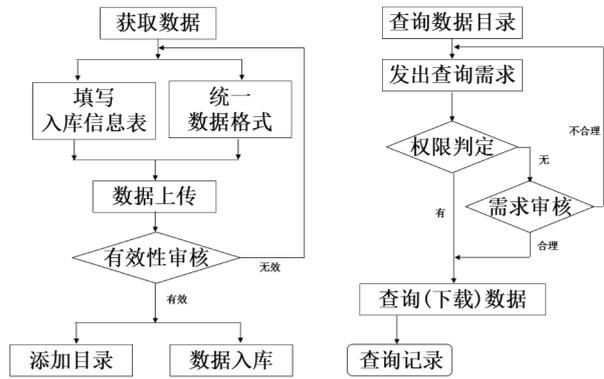
服务器的可扩展性即确保其应能够在相应时间内对其自身的各项指标进行相应的升级,如:CPU 型号升级、内存扩大、硬盘扩大、更换网卡、增加终端数目、挂接硬盘阵列都需要服务器在整体上具有一个良好的可扩充余地。采用 DAS、NAS 或 SAN 等实现技术可显著提高可扩展性。

4 数据入库/查询流程

为确保试验数据的真实性和权威性,并保证试验数据添加和使用符合科研单位的规定,应制定合理的管理机制,作为该数据系统运行的准则。

图 4(a),4(b) 分别规划了数据入库和数据下载的规范流程。

数据入库流程由主要试验负责人发起。上传



(a) 数据入库流程 (b) 数据查询流程

图 4 数据入库和下载规范流程

数据前应保证试验单位提供的试验数据准确完整,格式统一,并填写“入库信息表”中时间、地点、参与人员、有效车次等主要内容。经专业主管审核后存储于数据库中,并在目录中予以添加。

数据查询流程主要由专业技术人员发起。在数据库中检索到试验名称,提交查询需求并通过专业主管后可访问数据库对数据进行详细查询。

5 系统主要程序

5.1 数据接口创建

根据该系统的总体结构,使用者通过终端与数据库连接时应先建立稳定的数据接口,才能进一步进行数据写入、数据查询及数据更新等操作^[4]。

在 WINDOWS 环境下,操作端与数据库终端的接口一般采用控件 ActiveX 创建。本数据平台的接口将采用 Labview8.6 软件自带的 ADO (ActiveX Data Objects) 接口模块进行创建。

建立该数据接口如图 5 所示,其具体步骤为:①建立连接节点;②打开连接节点并定义数据(组)名称;③读取 SQL 语句执行脚本;④关闭连接节点;⑤注销连接节点。

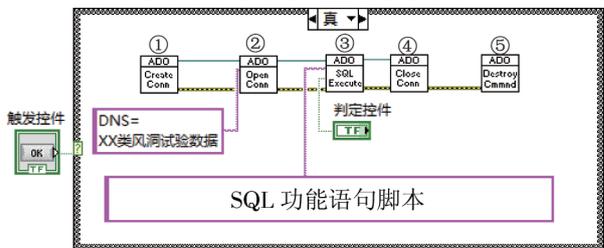


图 5 接口建立

5.2 主要执行脚本

5.2.1 数据上传

当需要上传一定数量的风洞试验数据文件时,可通过以下 SQL 脚本在数据库中新建对应存储位置,并将这些数据文件依次存储。

Go

```
CREATE TABLE WindtunnelTest1(
PolarCode char(4) NOT NULL Primary KEY,
mach          nvarchar(5) NULL,
re            nvarchar(20) NULL,
alpha         nvarchar(20) null,
beta          nvarchar(20) null Default('0'),
deltaa        nvarchar(20) null,
delate        nvarchar(20) null,
CL            nvarchar(20) null,
...          ...          )
insert *into from
OPENROWSET('MICROSOFT.JET.OLEDB.4.0',
'Excel 8.0;HDR=YES;Table=c:\test.xls',sheet1$)
```

Return

上述 SQL 执行脚本首先在数据库中创建一个新的数据文件对象“WindtunnelTest1”,并规定了其数据文件的各个字段的大小和性质。然后在本地定位需上传的数据文件后实现批量上传。

5.2.2 数据查询

当根据一定条件对现有数据库中的某项试验数据进行查询时,可采用 select 语句。如希望查询某风洞试验数据文件中迎角 $\alpha = 10^\circ$, $\beta = 5^\circ$ 的升力系数 C_L 、阻力系数 C_d ,可采用以下 SQL 脚本执行。

Go

```
OPENROWSET('MICROSOFT.JET.OLEDB.4.0'
'Excel 8.0;HDR=YES;Table=c:\windtunneltest1.xls')
Select *from windtunneltest1 where column name operator value
Select 'CL','Cd' where 'alpha'=10 And
Select 'CL','Cd' where 'beta'=5
```

Return

上述 SQL 执行脚本首先在数据库中指定名称为“windtunneltest1”的数据文件,然后指定升力系数 C_L 与阻力系数 C_d 作为查询对象变量,并将条件值(即 $\alpha = 10$, $\beta = 5$)赋予这些变量。运行后即可获得该数据文件中与查询条件匹配的结果。

5.2.3 数据更新

当数据库中已有的数据需要被新数据替换时,可以使用 update(更新语句)。如将某数据文件中升降舵偏度 δ_e 为 5° 车次的俯仰力矩系数 C_m 修正 + 0.2,可采用以下 SQL 脚本执行。

Go

```
OPENROWSET('MICROSOFT.JET.OLEDB.4.0',
'Excel 8.0;HDR=YES;Table=c:\windtunneltest1.xls',sheet1$)
Select *from windtunneltest1 where column name operator value
update windtunneltest1 set 'Cm=Cm+0.2' where 'deltae'=5
update windtunneltest1 set 'Cm=Cm1' where 'deltae'=5
```

return

与“5.2.2 数据查询”类似,上述脚本首先指定了需要更新的文件“windtunneltest1”,再指定升降舵偏度字段作为变更依据变量,然后指定俯仰力矩系数字段“ C_m ”作为变更对象变量,并按条件(修正量 + 0.2)对变量进行重新赋值。同时,将字段名称“ C_m ”变更为“ C_{m1} ”,用于说明该列数据已经过修正。

6 结论

通过配置合适的硬件设备,制定规范的管理机制以及各种 SQL 功能语句脚本建立了一套民用飞机风洞试验数据管理平台。该平台总体上满足数据文件储存规模和操作功能的需求,可以在一定程度上规范数据管理,提高数据使用效率。

参考文献

- [1] 段丕轩,彭长英,晋荣超. 低速风洞试验数据库系统[J]. 体力学试验与测量, 2003, 17(4): 92-95.
- [2] 徐培毓. 浅谈数据库服务器的选型[J]. 科技信息, 2012, (21): 58-58.
- [3] 易伟建,何庆锋,肖岩. 工程结构试验数据库模型设计研究[J]. 湖南大学学报, 2006, 33(2): 22-25.
- [4] 杨毅秋,曾国保,李说. 轨道交通标准化设计数据库开发及研究[J]. 铁道工程学报, 2013, 30(6): 88-91.
- [5] 刘灵霞,秦蕊,彭仁强. 基于 Oracle 平台的发动机试验数据库系统构建[J]. 燃气涡轮试验与研究, 2012, (B12): 48-51.

作者简介

陈功 男,硕士,工程师。主要研究方向:空气动力学; E-mail: gong2 - chen@patac.com