

基于Fluent二次开发的减震支柱流场分析

苏旭磊 金磊 马恒

中航西安飞机工业集团股份有限公司西飞设计院 陕西 西安 710089

摘要: 减震支柱稳态压缩过程流场结构及工况参数优化改进后, 利用多平台联合仿真存在计算效率低, 周期长、参数设置复杂, 对使用者软件仿真技能要求高等问题。以VC++为基础, 结合Fluent平台二次开发语言, 利用Journal命令流实现仿真分析过程的软件开发和数据交互, 完成减震支柱稳态压缩过程流场分析, 实现流场的快速分析。

关键词: 减震支柱; 联合仿真; Fluent二次开发; Journal命令流

减震支柱是飞机起落架中最复杂的结构之一。在着陆以及滑跑过程中, 起落架会产生较大的冲击载荷, 减震支柱内部油液和氮气间形成复杂的多相流, 氮气在压缩过程中将能量储存起来, 油液经过柱塞上的阻尼孔可以吸收和消散能量。在减震支柱的往复运动过程中, 完成飞机着陆和滑跑过程中的冲击。

目前, 针对起落架减震支柱的研究主要以试验和仿真为主。文献^[1,2]采用试验方法进行着陆撞击吸收能量的能力及起落架结构元件的承载能力。娄锐等^[3]用Matlab搭建缓冲器仿真模型, 分析不同着陆速度下各腔压力随时间与缓冲器行程的变化规律。刘向尧^[4]通过理论和仿真分析, 考虑飞机机体间的连接关系与结构对起落架的动力学特性影响。

在CFD软件的应用和开发方面, 王克^[5]利用Fluent对先导阀的液压油流动特性进行了CFX分析, 研究先导阀阀芯的运动特性。张功晖^[6]利用动网格及UDF技术, 进行阀门开启过程的模拟仿真分析。大连交通大学李慧等^[7]重点研究命令流文件的编写方法, 通过命令流实现CFD中的相关功能。安徽工业大学的张学锋等^[8]以燃气是弹射器为研究对象, 以C++语言为基础, 进行Fluent软件的二次开发, 提高了科研人员的工作效率。

综上所述, 本文以减震支柱为研究对象, 通过Visual Studio平台将减震支柱压缩过程的动网格程序及工况参数编写Journal命令流, 联合Fluent仿真分析软件, 建立减震支柱全伸长到全压缩状态下的流场分析模型, 降低减震支柱流场分析的复杂性, 提高使用者的仿真分析效率。

1 接口设计

1.1 开发语言

工程软件二次开发语言多种多样, 不仅涉及到目前主流编程语言C++、Java以及Python等, 而且包含各工程软件自身的开发语言。利用多种语言共同开发可以实现

跨平台的联合仿真。因此, 减震支柱稳态压缩过程流场开发过程中主要使用C++, Fluent的Scheme以及Journal脚本语言。

Visual Studio 2012是基于Window系统的多种语言开发环境, 具有良好兼容性、稳定性。C++不仅具有面向对象的特性, 同时依旧保留良好的兼容性。通过使用MFC模块可以减少编程过程的错误且提升开发效率。

当Workbench软件的GUI界面功能不能满足分析需求时, 使用Fluent开发语言可进一步扩展有限元分析的功能, 实现减震支柱的压缩时流场的分析。Fluent开发语言主要有UDF/UDS动网格语言、Scheme以及Journal脚本语言等。UDF/UDS是基于C语言编写的一系列扩展函数, Fluent允许用户通过扩展函数实现有限元分析功能的扩展。Scheme通常用于ANSYS软件操作界面的二次开发, 实现用户与软件之间的交互操作。Journal脚本语言通常包含两种, 用户可以自行根据脚本语言直接编写, 也可以根据GUI操作界面录制操作过程自动生成.jou文件。

1.2 数据交互

减震支柱稳态压缩过程流场分析主要使用UG7.5、ANSYS19.0以及Visual Studio 2012, 多平台联合仿真过程需要不同软件之间的数据交互。在UG中建立减震支柱的流场模型, 通过定义变量名DS_xx实现参数的动态设置, 当流场模型的结构参数更改时, 通过数据交互在ANSYS平台中实现修改。在Fluent中编写UDF/UDS动网格语言、Scheme以及Journal脚本语言, 通过识别关键参数, 利用C++编程语言将关键参数变量化, 实现ANSYS19.0与Visual Studio 2012之间的信息传递。

2 开发方案

图1.1为减震支柱稳态压缩过程流场开发方案。经过对减震支柱稳态压缩过程流场分析需求进行总结, 软件开发需注意如下:

2.1 软件开发过程中需要保证结构参数、基本工况参数以及物性参数动态可调,以适应更多的分析条件。

2.2 减震支柱压缩过程内部流场变化复杂,需要考虑动网格程序及多相流的耦合影响,避免参数设置不合理,造成仿真分析中出现负体积网格。

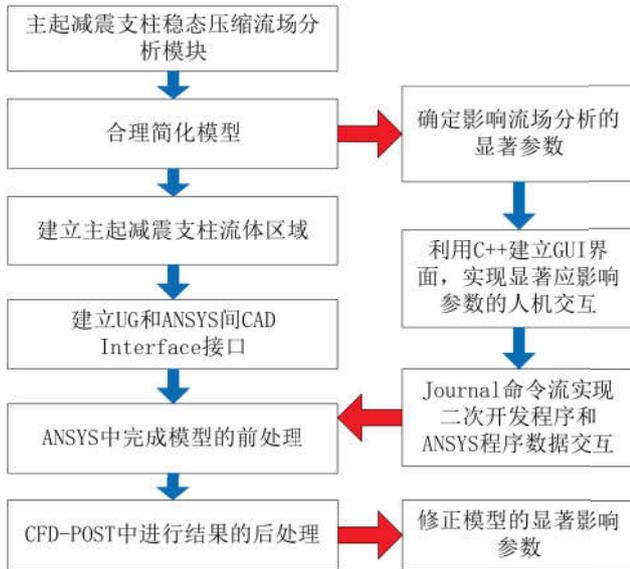


图1.1 软件开发方案

3 流场仿真开发

3.1 主界面开发

软件界面设计开发过程应该考虑用户的使用习惯,简化用户的操作步骤,具备完整的功能需求,添加适当的图片美化图形界面。主界面开发主要利用MFC创建基于对话框的应用程序。通过在New Project中使用创建对话框模板,修改对话框的属性,添加Button控件和Picture Control控件完成主界面开发。下面是实现打开帮助文档的关键代码:

```

void CNEUSERDlg::OnBnClickedButton2()
{
    ShellExecute(NULL, _T("open"), _T("D:\\project\\NEUSER2\\help.pdf"), NULL, NULL, SW_SHOW);
}
  
```

3.2 二级界面开发

当单击主界面“设置向导”选项后,利用MFC模块中CPropertyPage类和CPropertySheet类创建软件的属性页。软件主界面主要功能是完成仿真分析的环境设置,FLUENT参数设置界面主要是设置参数。

通过在Workbench中录制Fluent脚本.jou文件,利用C++语言变量替换脚本文件关键参数,实现流体参数输入以及冷却润滑油物性参数输入动态可调。输入框中参数为当前软件默认值,为了保障软件分析过程中输入参数合

理有效,输入数需在软件默认的范围中,当输入参数的范围超过默认范围后,软件会进行错误提醒,当所有参数修改完成后,单击“Export Journal”选项,弹窗界面显示输入参数的具体值,同时自动生成修改后的脚本文件,脚本文件将自动保存在软件安装包的文件夹根目录中。

Fluent界面输入框设置合理参数范围的部分关键代码如下:

```

void CSummandPage::OnEnChangeEdit2()
{
    double aa = m_birerong;
    UpdateData(true);
    if(( m_birerong<0)|| ( m_birerong>2500))
    {
        MessageBoxA (NULL,("请设置数值在0~2500之间"),("比热容输入错误"),MB_OK);
        m_birerong = aa;
        UpdateData(false);
    }
}
  
```

3.3 Journal命令流

Journal命令流作为C++语言与Fluent软件的数据交互接口,利用命令流需完成减震支柱压缩过程中的流场参数设置。Journal命令流主要功能包含减震支柱内部气体压力工况;充填气体和液压油的初始分布状态;充填气体及润滑油的物性参数;减震支柱结构网格的划分;动网格的运动规律及负体积的影响;计算步长及迭代步数的设置^[9]。

减震支柱稳态压缩过程流场分析的部分Journal命令流代码如下:

```

fprintf(fp,"(cx-gui-do cx-set-real-entry-list \"Create/Edit Materials*RealEntry10\" '( %f))\n",m_yhmidu);//定义液压油的密度
fprintf(fp,"(cx-gui-do cx-set-real-entry-list \"Create/Edit Materials*RealEntry12\" '( %f))\n", m_viscosity);//定义液压油的粘度
fprintf(fp,"(cx-gui-do cx-set-real-entry-list \"Create/Edit Materials*RealEntry14\" '( %f))\n",m_birerong);//定义液压油的比热容
fprintf(fp,"(cx-gui-do cx-set-real-entry-list \"Create/Edit Materials*RealEntry16\" '( %f))\n",m_rechuandao);//定义液压油的热传导系数
fprintf(fp,"(cx-gui-do cx-set-real-entry-list \"Dynamic Mesh Zones*Frame3*Frame3(Meshing Options)*Table1*Tab
  
```

```
le5*RealEntry3(Cell Height)" '( %f)\n",m_cellheight);//网格的高度
```

```
fprintf(fp,"((cx-gui-do cx-set-real-entry-list \"Patch*Frame2*RealEntry1(Value)\" '( %f)\n",m_danqibili); //氮气比例
```

3.4 动网格程序

减震支柱运动过程中，流场的形状随着压缩的过程不断变化，需要使用动网格技术。通过给流场区域定义初始网格、边界运动的方式并指定参与运动的区域，可以实现流体区域的运动变化。

动网格的主要程序如下：

```
DEFINE_CG_MOTION(moving_wall,dt,vel,omega,time, dtime)
{
NV_S(vel,=,0.0);
NV_S(omega,=,0.0);
{
Domain *domain=Get_Domain(1);
Thread *p=Lookup_Thread(domain,id);
begin_f_loop(f,p)
{
F_AREA(A,f,p);
b=F_P(f,p);
force+=c*F_P(f,p)*A[2];
Message("time=%f,S=%f,initialForce=%f,totalforce=%f\n",time,A[2],b,force);
}
end_f_loop(f,p)
```

4 结论

本文以减震支柱内部流场为研究对象，以C++语言为基础建立分析软件的框架，通过分析影响物理场的关键参数，依靠Fluent脚本语言及C++语言进行关键参数的数据交互，利用Fluent平台中Journal加载命令实现程序调用。该方法简化了减震支柱流场仿真分析Fluent的参数设置，降低软件联合仿真分析要求，提高了工作效率，保证了减震支柱压缩状态下多相流计算结果的准确性。

参考文献

- [1]梅荣.某无人机起落架着陆缓冲性能优化及试验验证[D].南京航空航天大学.2019
- [2]安红辉.飞机起落架落震试验技术研究[D].南京航空航天大学.2010
- [3]娄锐,折世强,鲁德发,黄立新.起落架着陆油气混合缓冲器压力分析[J].航空工程进展.2020(03)
- [4]刘向尧.大型客机起落架缓冲性能设计技术研究[D].南京航空航天大学.2018
- [5]王克,龚烈航,张梅军,姜玉颖.基于fluent分析的先导阀内的油液流动特性研究[J].液压气动与密封.2013(05)
- [6]张功晖,胡锡胜,周志鸿,袁野.基于Fluent的阀门开启过程阀芯气动力仿真研究[J].液压气动与密封.2011(03)
- [7]李慧,王广明,王东屏,谭宝来.基于Fluent二次开发地铁通风系统日志文件[J].计算机系统应用.2015(04)
- [8]张学锋,管仕敏,储岳中.燃气弹射内弹道二维数值仿真软件开发[J].计算机系统应用.2018(03)
- [9]宋先知,石宇,李根生,胡晓东,吕泽昊,王天宇.基于FLUENT的热力射流调制与流场计算分析软件[J].计算机应用.2016(S1)