

基于 VB 调用 ANSYS 和 FLUENT 及其 在搅拌器参数化中的应用

贾海洋¹, 唐克伦¹, 颜馨²

(四川理工学院机械工程学院, 四川 自贡 643000; 2. 成都市道路桥梁管理处, 成都 610017)

摘要:介绍了一种运用 VB、ANSYS 和 FLUENT 等软件解决搅拌器参数化问题的方法。借助 VB 实现可视化参数输入界面, 自动生成 APDL 语言与 JOURNAL 代码, 驱动 ANSYS/FLUENT 实现搅拌器的建模与流场数值模拟。该方法在很大程度上降低了 ANSYS/FLUENT 的应用难度。最后, 以圆盘涡轮式搅拌器的流场模拟为例, 证明该方法的优越性。

关键词:VB; ANSYS; FLUENT; 搅拌器参数化

中图分类号:TQ051.7

文献标识码:A

引言

随着搅拌设备的不断发展, 有限元在搅拌器的流场分析中得到了广泛的应用。ANSYS 软件目前是工程分析中应用较多的有限元分析软件之一, 该软件具有强大的前、后处理功能^[1]。ANSYS 的一般分析过程: (建模、网格划分、施加边界条件)、求解计算以及后处理等过程。若模型变化后, 仍需要进行建模(重建或修改)等一系列过程, 从而加大了工程人员的难度。而 ANSYS/FLUENT 自带的 APDL 参数化语言可以非常方便地修改模型, 避免了重复操作的麻烦。但是 ANSYS/FLUENT 语言的可视化功能较弱, 对于不熟悉 ANSYS/FLUENT 的工程人员操作起来并非件易事。

VB6.0 则是当前运用较为广泛的可视化开发语言, 在图形用户界面开发等方面具有很大的优势^[2]。本文利用 VB 程序语言, 以圆盘涡轮式搅拌器为例, 阐述了 VB、ANSYS 和 FLUENT 三者之间数据、程序的相互调用, 开发出一套无缝集成软件, 进而提高了程序开发的效率。

本软件融合 ANSYS、FLUENT 及 VB 等多个软件, ANSYS 作为 FLUENT 的前处理工具, 包括网格的划分

和边界条件的确定, FLUENT 进行流体动力学分析并输出指定的结果(图形和数据)。VB 进行软件的开发, 并获取用户数据的信息(几何尺寸, 流体性质)生成 ANSYS 和 FLUENT 能识别的 JOURNAL 文件, 最后 VB 后台调用 ANSYS 和 FLUENT 完成搅拌器的参数化建模和数值模拟。根据输出的结果进行搅拌器参数优化, 包括转速、叶片类型和叶片位置。

1 VB、ANSYS 和 FLUENT 之间的无缝连接

运用 ANSYS 的 APDL 语言实现搅拌器参数化建模, 可以较为方便地修改相关参数^[3-4]。利用 VB 可视化的界面, 实现相关参数的输入或修改, 然后自动生成 APDL 语言代码^[3], 驱动 ANSYS 实现搅拌釜(容器、叶片及相关附件)的几何建模与网格划分, 并生成 CDB 格式的数据文件。通过 VB 自动生成 JOURNAL 脚本语言文件, 驱动 FLUENT 完成 CDB 格式的数据文件读入, 实现了 VB 对 ANSYS 与 FLUENT 之间相互衔接与封装。

1.1 VB 对 ANSYS 的封装

VB 对 ANSYS 的封装包括三部分: 一是将从 VB 界面获取的数据传至 ANSYS, 实现 ANSYS 参数的输入与修改; 二是实现在 VB 中预览 ANSYS 图像功能, 以直观

收稿日期: 2011-10-28

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划(2008BAD4B15); 四川省教育厅青年基金项目(10ZB097); 四川理工学院人才引进项目(2009XJKR1002); 过程装备与控制工程四川省高校重点实验室项目(GK201006)

作者简介: 贾海洋(1985-), 男, 河南扶沟人, 硕士生, 主要从事计算流体力学方向的研究。(E-mail) jiahaiyang888@yahoo.com.cn

方式观测实体建模结果;三是在 VB 中调用 ANSYS 自动执行 APDL 语言代码,实现实体建模功能。

将 VB 界面获取的参数传递至 ANSYS 软件中,实现其搅拌器容器、叶片的实体建模,其中最为复杂的是搅拌器叶片的操作。一则因为搅拌器叶片形状众多,各种形状对应的参数是不一样的,且各参数的重要程度也是不一样的;二者因为搅拌器叶片安装位置也涉及众多尺寸参数,总共起来输入相当复杂。在软件设计中,首先将叶片的参数区分为形状参数与位置参数,形状参数数目不固定,需根据不同叶片而变化,因而在 VB 输入界面参数输入个数是变化的,处理起来也较为复杂;而位置参数数目固定,不会随着叶片的不同而发生变化,处理起来相对容易。其次再将形状参数中众多参数区分为重要参数与次要参数。重要参数与次要参数的区分主要依据对搅拌效果的影响程度,例如叶片的内外径、叶片高度是影响搅拌效果的重要因素,而叶片厚度、圆盘厚度(如圆盘涡轮式)在通常情况下对搅拌效果影响不大。重要参数与次要参数的区分对使用者来说有两大好处。好处之一是次要参数在输入时可取为缺省值,在输入界面可以不出现(可选择出现或不出现),因而输入仅为主要参数的输入,输入界面相对简单;好处之二是使得使用者将主要精力放在主要参数的考虑上,以选择出更为高效的搅拌器。以圆盘涡轮式为例,圆盘涡轮式叶片的部分形状参数(存放在“圆盘涡轮式-折叶.dat”的文件里)为:

```
叶片直径 d
D_blade
* 0.5
叶片高度 b
H_blade
* 0.1
...
Cof_Th_Disc
* 叶片厚度
Th_blade
Cof_Th_blade
* 叶片中心高度
Th_center
Cof_Th_center
```

其中,每三行为一个叶片参数的输入。第一行“叶片直径 d”为 VB 界面中提示输入参数值的内容,设计为

VB 中得标签(Label);第二行“D_blade”为变量名(Var-Name);第三行为变量名的缺省取值(VarValue),设计为文本输入框(TextBox),其内容可以更改,其值前加了符号“*”表示缺省取值为该数值乘以简体直径。而在提示参数输入内容(中文标签)中,若标签(Label)中有“*”号表示为次要参数(如“* 叶片厚度”、“* 叶片中心高度”),可以在输入界面不出现。完成了参数的输入后,要完成 VB 向 ANSYS 参数的传递便非常简单了,在循环语句中利用简单的输入语句(假设 ANSYS 的 APDL 代码文件号为 1):

```
Print #1, VarName = VarValue
```

逐个写进 APDL 代码文件中取就完成了。

VB 中预览 ANSYS 生成的实体图形也是通过生成 APDL 代码,然后后台运行 ANSYS 实现的。首先需将 ANSYS 的数据文件调入内存,然后在 ANSYS 中完成图片的截取,其部分语句为:

```
Print #1, "resume ,ANSYS.DB" '调入 ANSYS 数据文件
```

```
Print #1, "/show jpeg" '截图开始
```

```
... '图形显示控制语句
```

```
Print #1, "/show ,close" '截图结束
```

图形截取后,在 VB 中实现图形的显示就完成了 ANSYS 实体图形的预览功能了。

ANSYS 提供了批处理功能,这为 VB 实现后台控制 ANSYS 运行 APDL 代码提供了可能。通过 VB 的 Shell 语句,可以方便地实现 ANSYS 的后台调用,其语句为:

```
result = Shell("ansys_path\ansys120.exe -g -b -i file1 -o file2")。其中 file1 为 APDL 代码文件, file2 为任意指定的输出文件, ansys_path 为 ANSYS 执行文件路径。为了判断 ANSYS 是否运行完成,程序设计了在 APDL 文件末尾添加语句:
```

```
* create ,end_of_file ,mac
* end
```

以生成一个空的文件名为“end_of_file.mac”的文件,VB 依据是否存在此文件来判断 ANSYS 是否运行完毕。ANSYS 实体建模、网格划分、图形截取等都是通过 VB 按需生成相应的 APDL 文件,后台调用 ANSYS 完成的。

1.2 VB 对 FLUENT 的封装

VB 向 FLUENT 传递数据与 VB 向 ANSYS 传递数据

类似,通过将 VB 获取的数据按需按格式写进 FLUENT 的日志文件(JOURNAL)中。然后通过后台调用语句:

```
result =Shell( 'fluent_path\fluent 3d -hidden -tp -i file1 -o file2')运行 FLUENT 完成参数设置(流体组分、密度、粘度等)、计算、输出结果(包括扭矩、叶片功率、组分标准差等)和输出图形(组分分布图)等工作。其中: hidden 指运行 FLUENT 时前台不显示, -tp 为并行运算参数, -p 代表了并行运算的数目[5-6], file1 为 VB 生成的 JOURNAL 文件, file2 为任意指定的输出文件, fluent_path 为 FLUENT 执行文件路径。由于计算工作量巨大,偶尔需临时中断 FLUENT 运行。虽然通过 VB 向 FLUENT 发送组合键(如“Ctrl + C”完成中断)或命令,但经常会出现发送组合键失效或命令失效的情况。通过研究,开发出 VB 语句:
```

```
cmd2 = Chr(34) & "( if( file-exists? \" & Chr(34) & \"test_file\" & Chr(34) & ")\" & Chr(34) & "
cmd3 = "( ti-menu-load-string \" & Chr(34) & \"fi rem end_Fluent. scm\" & Chr(34) & ") ( )\" & Chr(34) & "
cmd1 = "/solve/exc adde cml 1 \" & Chr(34) & \"iteration\" & Chr(34) & " "
```

Print 1, cmd1 & cmd2 & cmd3 向 JOURNAL 文件添加自动执行语句(Execute Commands):

```
( if( file-exists? \" test_file\" ) ( ti-menu-load-string \" firem end_Fluent. scm\" ) ( ) )
```

判断程序是否临时需退出。若 VB 生成一临时文件“test_file”则 Fluent 运行“end_Fluent. scm”宏文件退出,否则继续运行。“end_Fluent. scm”宏文件内容为:

```
( ti-menu-load-string \" fi wcd file yes\" )
( exit )
```

其中 file 为 FLUENT 的数据文件名。这样,下次再进入 FLUENT 中进行运算,将其数据文件读入,可以从上次中断处继续运算,非常方便。

1.3 ANSYS 与 FLUENT 之间的数据交互

许多 CAD/CAE 软件都具有与 FLUENT 的相连的接口,通过这些接口可以把 CAD/CAE 软件包所生成的面网格或者体网格读入到 FLUENT 里面进行流场分析。

ANSYS 输出网格数据文件语句(命令流)为:

```
allsel, all
cdwrite, db, filename, cdb
```

在 FLUENT 里面通过语句:

```
file/imp/mech/input/filename. cdb
```

来读取之前生成的网格数据文件。

2 圆盘涡轮式搅拌器的流场仿真模拟

以圆盘涡轮式搅拌器为例,针对圆盘涡轮式搅拌器在叶片直径不同情况下,运用该软件进行分析计算。通过使用自动生成 APDL 语言的参数化方法对不同叶片直径进行分析,比较各自在何种状态下,搅拌达到均匀混合时,消耗的功率最少,进而计算出搅拌功率消耗情况。通过大量的仿真实验表明,组分的标准差很大程度上反映了组分分布的情况。且当组分标准差小于 10% 时,组分已表现出良好的混合状态。综合考虑组分分布情况和程序计算时间,程序中设计当组分标准差小于 7.5% 时,认为组分已达到充分混合。

设定圆盘涡轮式搅拌器的相关参数如下。筒体直径: 1000mm; 筒高: 1200mm; 叶片数目: 6; 折叶角: 45 度; 叶片距底高度: 500mm; 黏度: 介质 1 为 0.00103pa·s, 介质 2 为 0.02pa·s; 密度: 介质 1 为 998.2 kg/m³, 介质 2 为 996 (kg/m³); 叶片直径: d = 250, 300, 350, 400 (mm)。两种介质总液高为 1200mm, 介质 1 在下层, 约占 2/3。以 5 r/min 的增量搜索, 在规定的搅拌次数内组分标准差能达到小于 7.5% 的最小转速为搅拌混合的临界转速, 结果如表 1 所示。采用编制的 VB 程序, 整个建模、网格划分以及完成 FLUENT 的边界条件设置仅需几分钟, 且操作人员无需专业的 ANSYS 与 FLUENT 软件知识。如果不采用 VB 开发的程序, 即使是熟练掌握 ANSYS 与 FLUENT 软件知识的操作人员, 也需数小时才能完成相应的工作, 且通常是重复性的工作。在本例中, 尽管只改变了叶片的直径, 对 ANSYS 与 FLUENT 软件操作人员来讲, 则完全是四个重复性工作。

表 1 叶片直径与临界转速、功率的关系

密度 (kg/m ³)	d/D	混合均匀时的收敛速度	叶片功率(w)
996	0.25	95	2.505947
	0.3	65	1.836939
	0.35	50	1.573076
	0.4	30	0.62517

3 结论

本文主要论述了 VB、ANSYS 和 FLUENT 之间的数据转换过程, 通过三者之间的集成链接, 开发出一套流体仿真软件, 以圆盘涡轮式搅拌器为例, 在 VB 界面下改变搅拌器的相关参数(转数、叶片类型和叶片位置),

可以很方便地进行模拟仿真,省去大量的建模和划分网格时间,大大提高了流体流场分析效率。

参 考 文 献:

- [1] 顿月芹,孔宇. 基于 VB 调用 ANSYS 与 MATLAB 的电机磁场计算[J]. 微特电机, 2006, 2(2): 11-13.
- [2] 高荣慧,张岩,罗辉. 基于 VB 和 ANSYS 的塔式起重臂架参数化设计[J]. 机械工程与自动化, 2008.

2(1): 12-13.

- [3] 龚曙光,谢桂兰,黄云清. ANSYS 参数化编程与命令手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [4] ANSYS 12.0 Documenttation [Z].
- [5] 唐克伦,张应迁,梁智权. 多相流搅拌器流场数值模拟软件[J]. 计算机辅助工程, 2011(2): 35-37.
- [6] 周俊杰,徐国权,张华俊. FLUENT 工程技术与实例应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010.

Parameteric Design of Stirred Tank Through Invoking ANSYS and FLUENT Based on VB

JIA Hai-yang, TANK ke-lun, YAN Xin

- (1. School of Mechanical Engineering, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China;
2. Chengdu Road and Bridge Management, Chengdu 610017, China)

Abstract: A method of applying VB, ANSYS and FLUENT to solve the stirrer parametric problems is introduced. With the application of VB, visual parameters interface is realized, which generate APDL and JOURNAL code automatically, and then run ANSYS and FLUENT software so that the modeling and numerical simulating of stirrer can be realized. This method greatly reduces the difficulty of the application of ANSYS/FLUENT, and raises the efficiency of the blender flow field. Finally, taking the disc turbine mixer as example, the superiority of the method is verified.

Key words: VB; ANSYS; FLUENT; stirrer parameterization