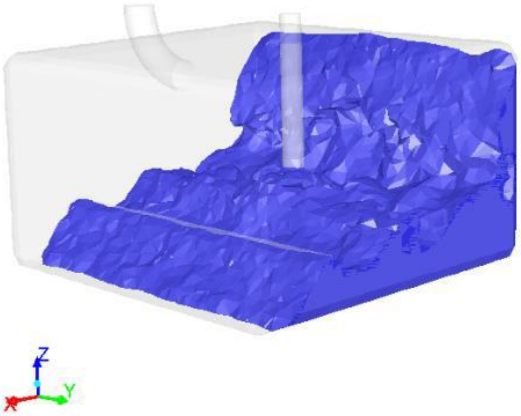
油箱晃动仿真流程



CFD-Team

所属：IDAJ

目录

- 概述
- 模型简介
- 计算设定
  - 软件启动
  - 网格处理
  - 物理模型设定
  - 求解器设定
  - 后处理设定
    - 计算输出设定
    - 瞬态计算图片输出
  - 提交计算
- 总结

概述

- 随着汽车工业的发展，乘客对汽车性能、舒适性等要求越来越高。安全性、噪音等成为汽车行业关注的要点

- 车辆在颠簸路面行驶、启停、拐弯时，其燃油箱内部的燃油发生晃动，可能出现燃油箱结构损坏、吸油泵吸油不畅和噪音等问题

- 研究燃油箱内部油液晃动，避免由于燃油箱晃动引起的问题，是一个迫在眉睫的课题

- ANSYS Fluent具有快速、高精度VOF求解器，可快速准确分析和解决燃油箱晃动带来的问题

- 本文基于ANSYS Fluent 17.0，介绍燃油箱晃动时，燃油液面位置状态变化的仿真流程

目录

- 概述
- 模型简介
- 计算设定
  - 软件启动
  - 网格处理
  - 物理模型设定
  - 求解器设定
  - 后处理设定
    - 计算输出设定
    - 瞬态计算图片输出
  - 提交计算
- 总结

模型简介-几何模型

- 几何模型：
  - 油箱包含：注油管、吸油管、油箱壳体和防浪板等部件
  - 本例针对图1有防浪板模型，车辆加速过程进行设定分析

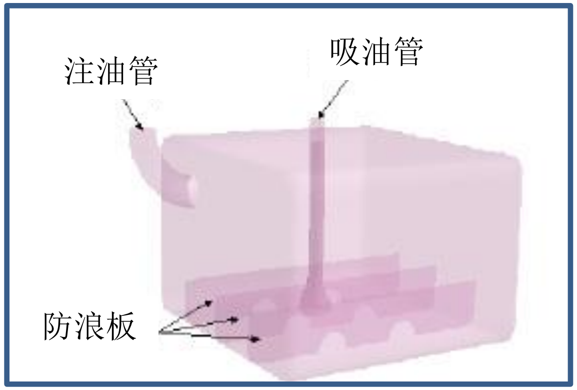


图1 有防浪板模型

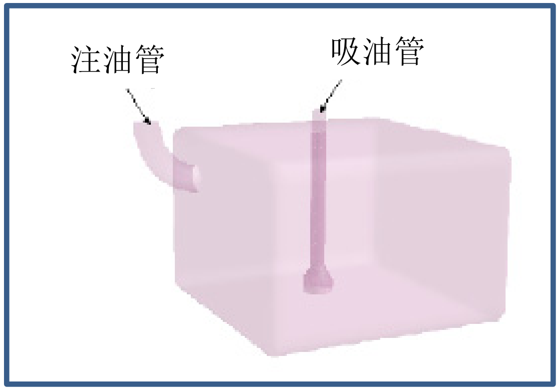
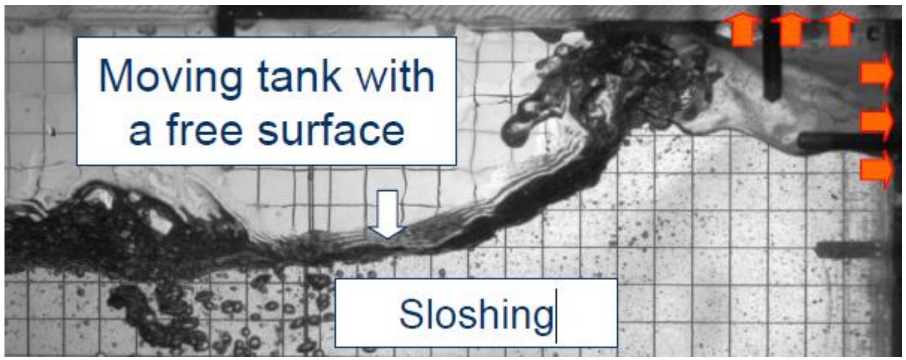


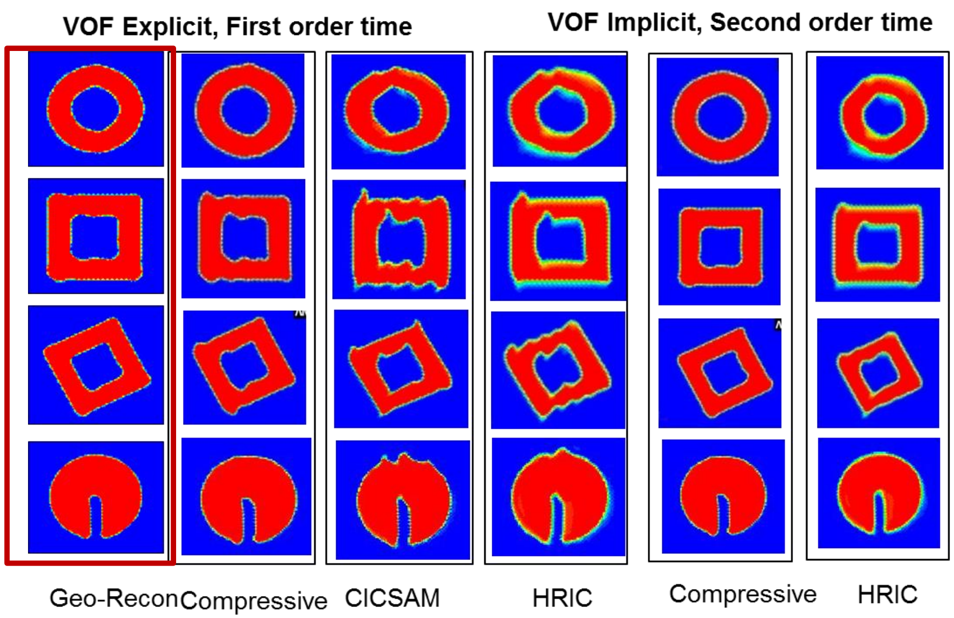
图2 无防浪板模型

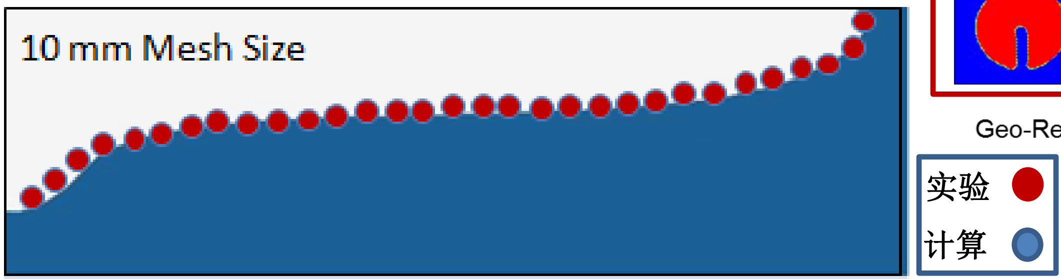
模型简介-物理模型

■ Fluent VOF模型

◆ 高精度VOF模型，可以清晰捕捉液面



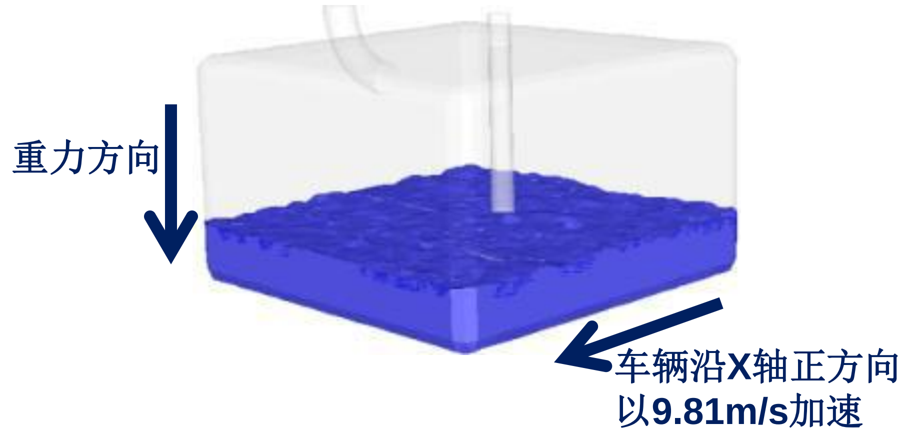


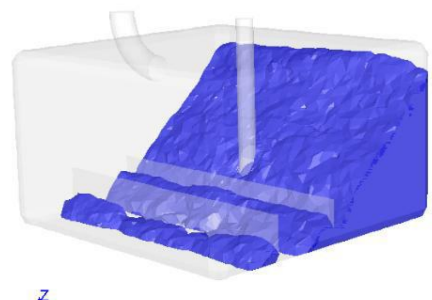


注：图片引用自《Best Practices for Sloshing/Filling Applications》

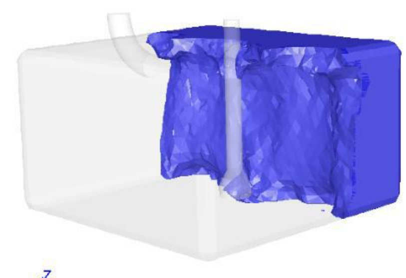
模型简介-物理模型

- 油箱晃动主要模型：
  - 瞬态求解器
  - VOF模型
- 模拟物理现象
  - 油箱沿X轴正方向加速：9.81m/s
  - 重力加速度沿Z轴负方向：9.81m/s
  - 计算物理时间：1.25s





有防浪板



无防浪板

目录

- 概述
- 模型简介
- 计算设定
  - 软件启动
  - 网格处理
  - 物理模型设定
  - 求解器设定
  - 后处理设定
    - 计算输出设定
    - 瞬态计算图片输出
  - 提交计算
- 总结

计算设定

- 启动软件
  - 双击Fluent图标，开启Fluent

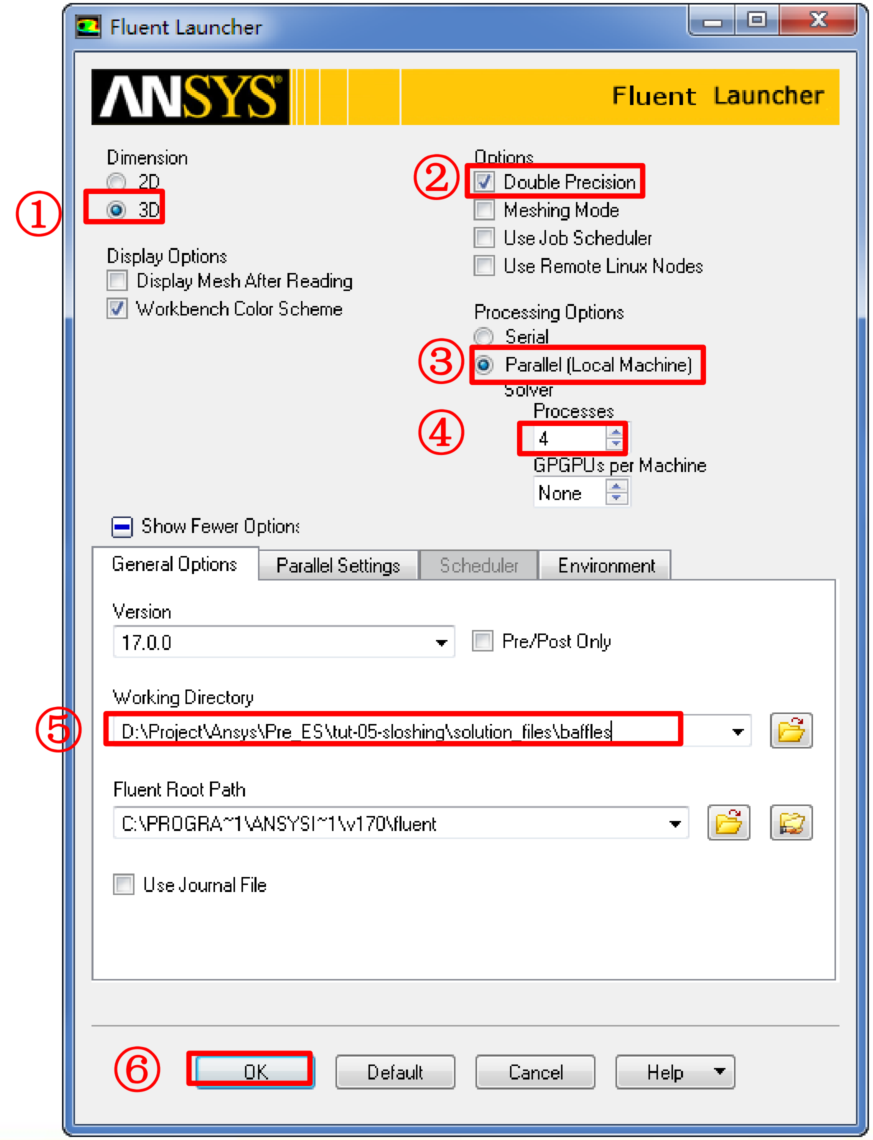
1）选择三维求解器

2）双精度求解器

3）并行计算

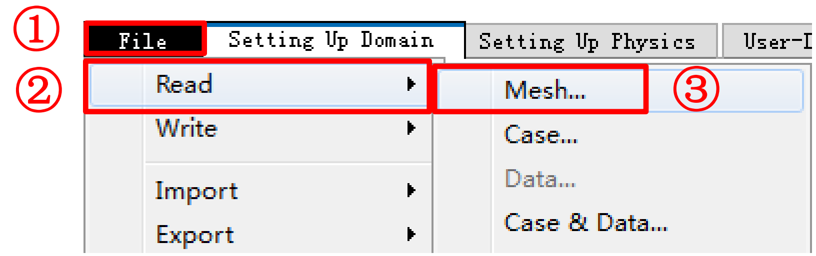
4）根据计算机性能和求解规模输入求解用CPU数量

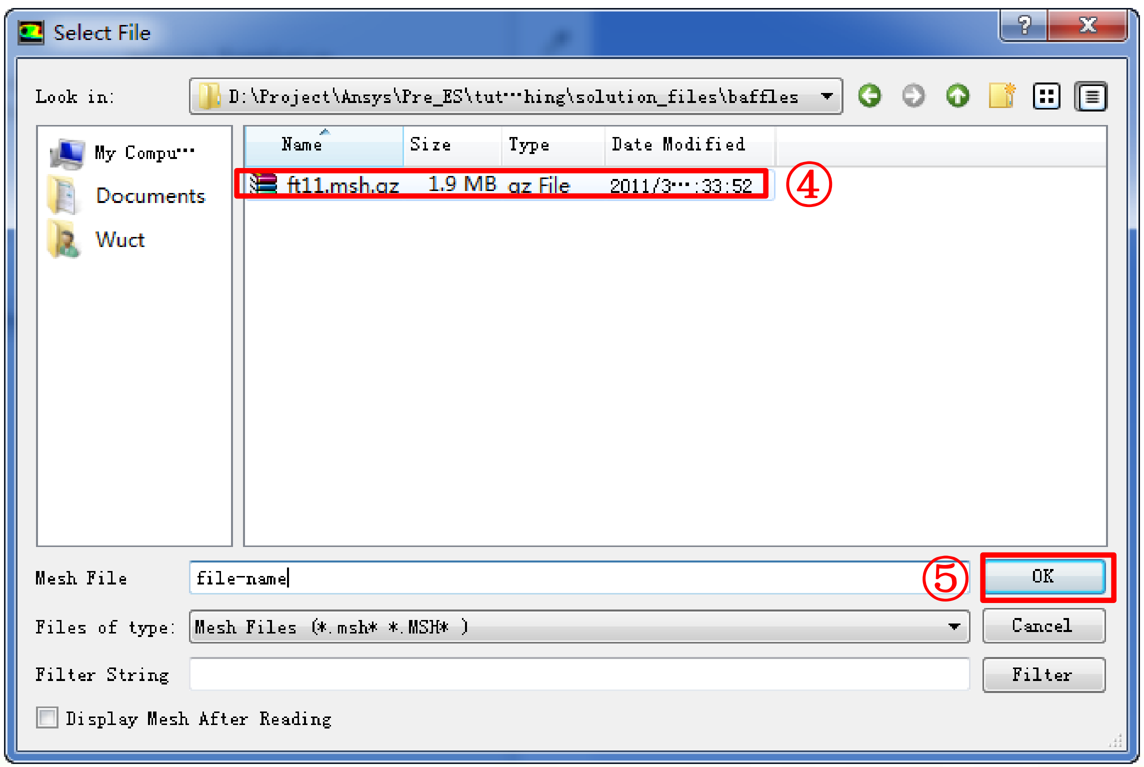
5）工作路径

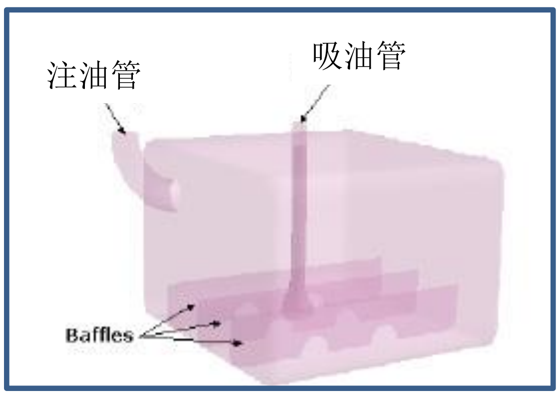


计算设定

- 网格处理
  - 读取体网格
    - 导入油箱体网格







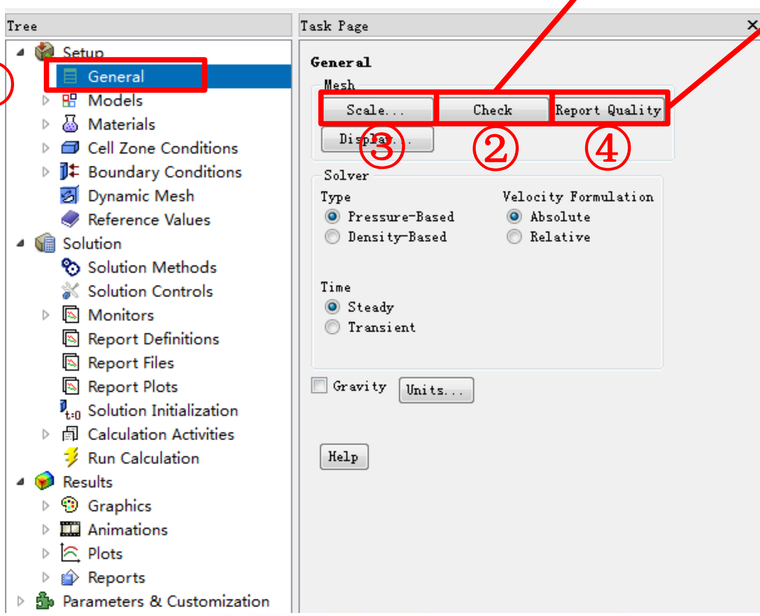
计算设定

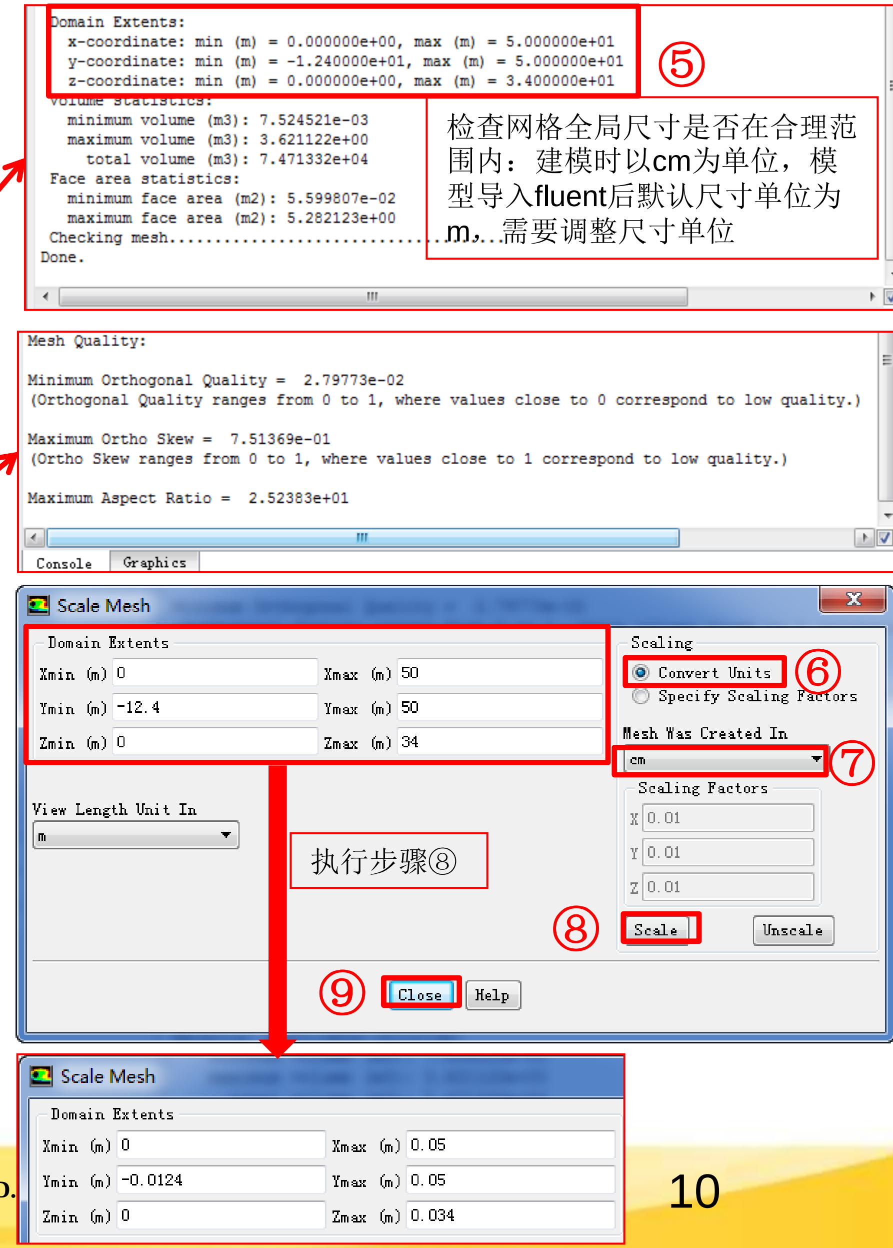
- 网格处理
  - 检查网格：

1）网格尺寸：Minimum volume>0

2）网格质量：Max Ortho Skew<0.9

- 调整网格尺寸单位

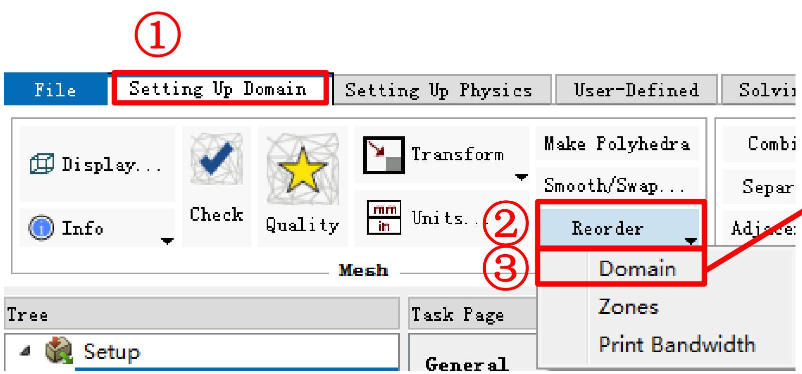


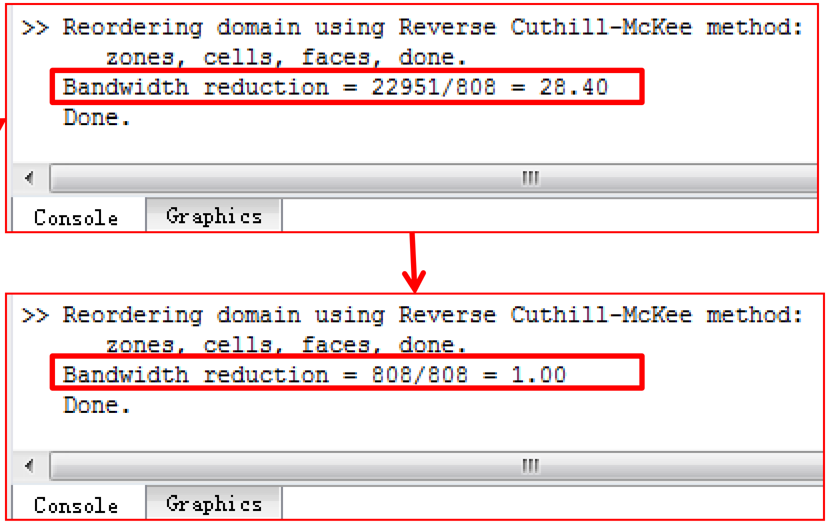


■网格处理

◆整理计算域网格

- ➢重新分配网格节点在内存中的分配，提高计算速度
- ➢重复执行至Bandwidth reduction<=1





计算设定

■ 物理模型设定

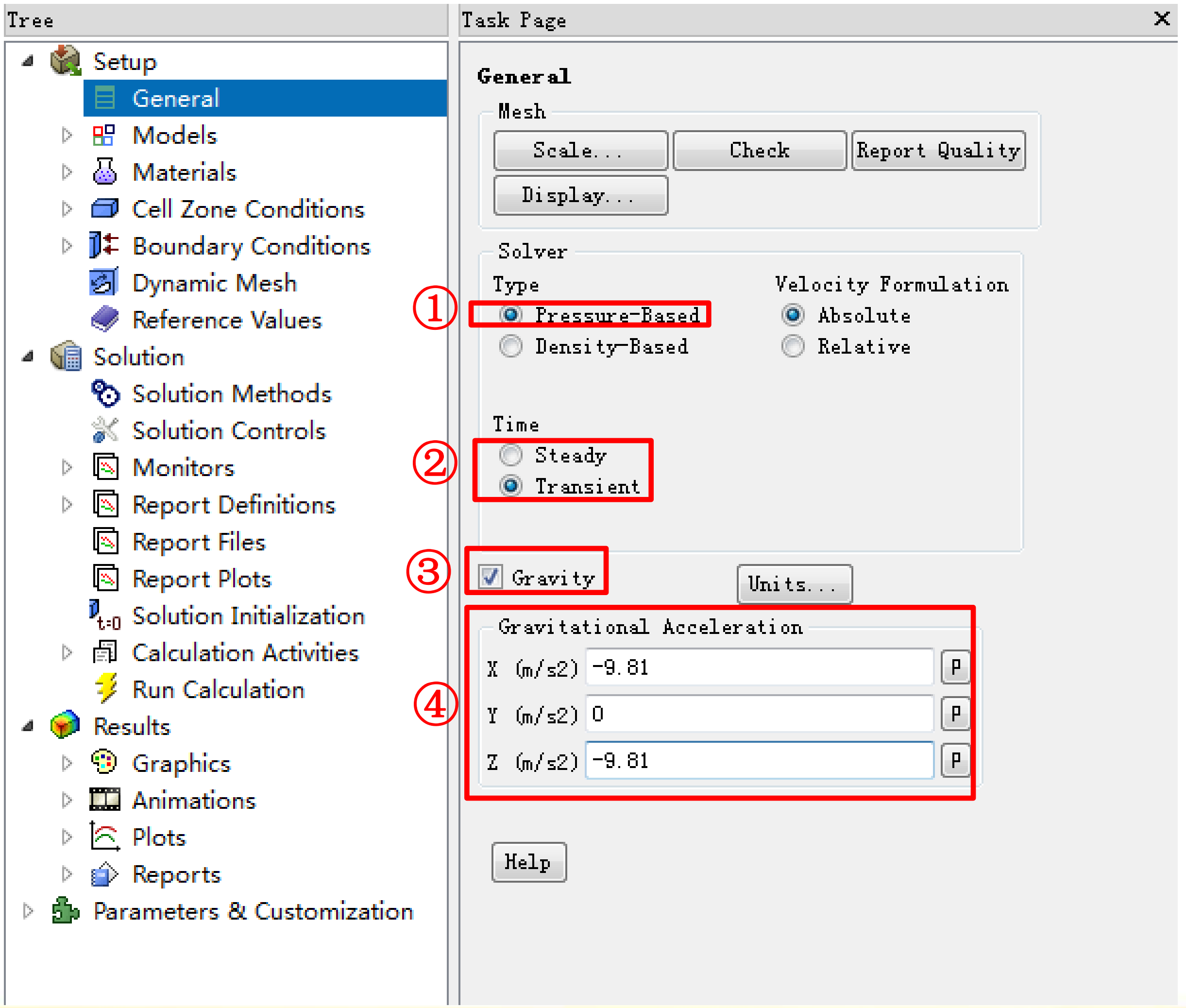
1）Pressure-Based：压力基求解器

2）Transient：瞬态求解器

3）Gravity：加速度

➢ X：车运动加速度方向

➢ Z：重力加速度方向



计算设定

■ 物理模型设定

◆VOF模型选择

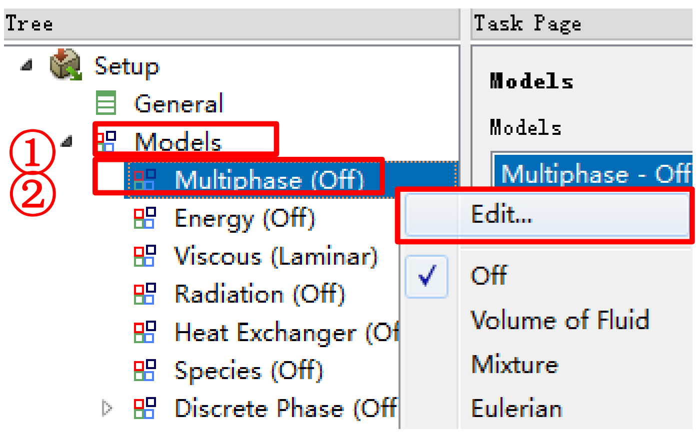
1）右键点击Multiphase->edit

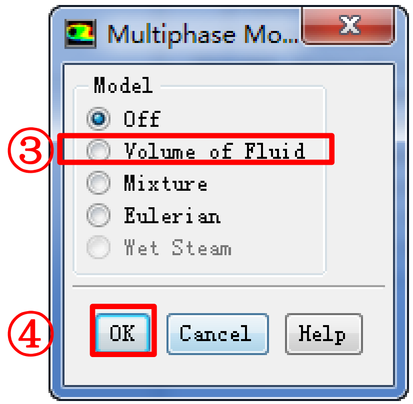
2）选择VOF模型：Volume of Fluid

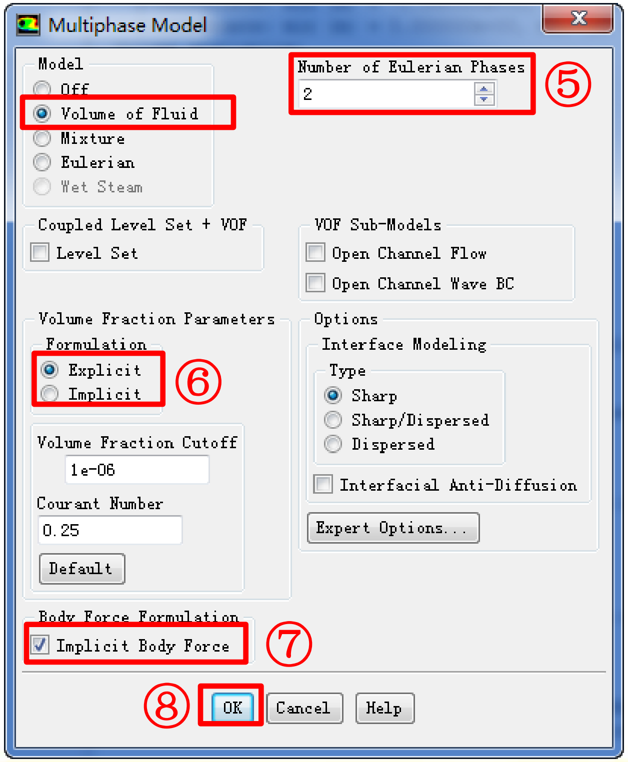
3）Number of Eulerian Phases：两相流

4）Explicit：显式求解

5）Implicit Body Force：体积力





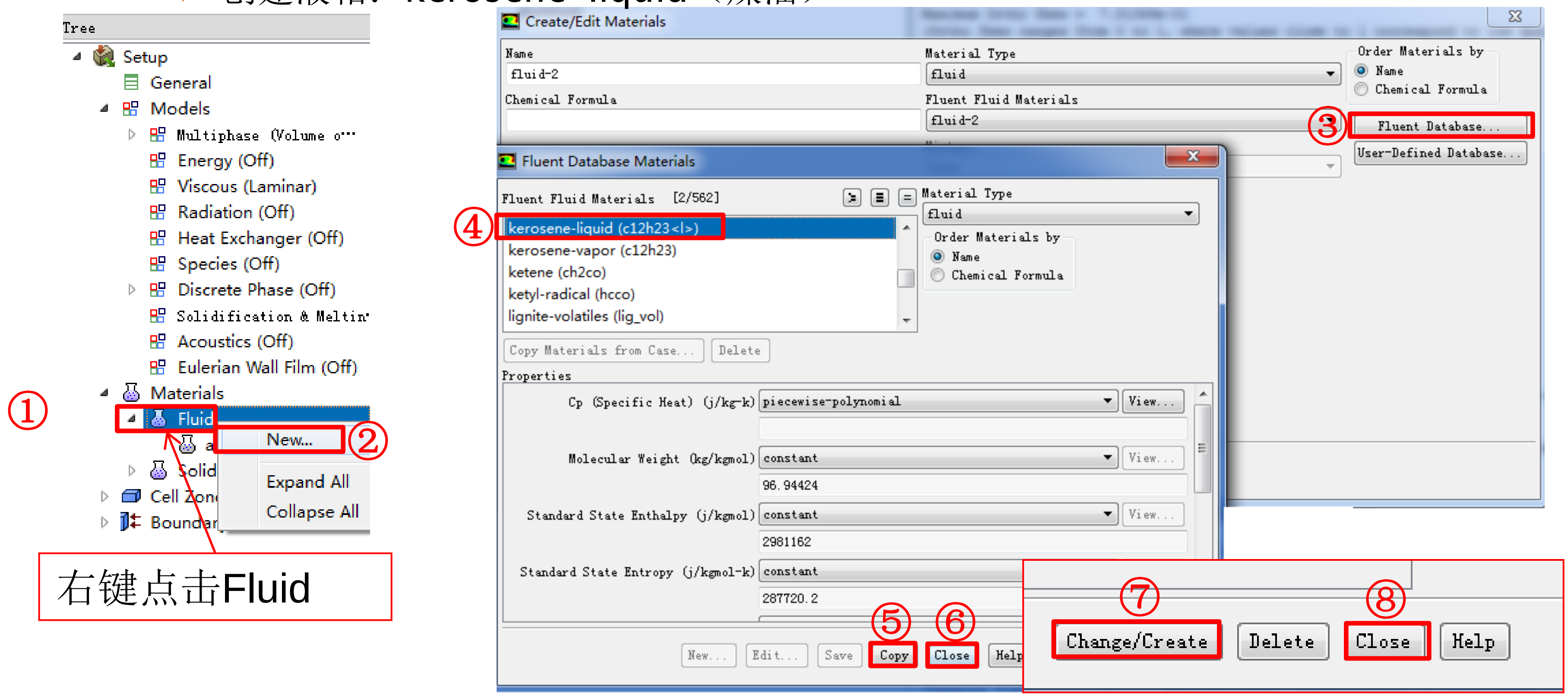


计算设定

■ 物理模型设定

◆物性设定

➢ 创建液相：kerosene-liquid（煤油）

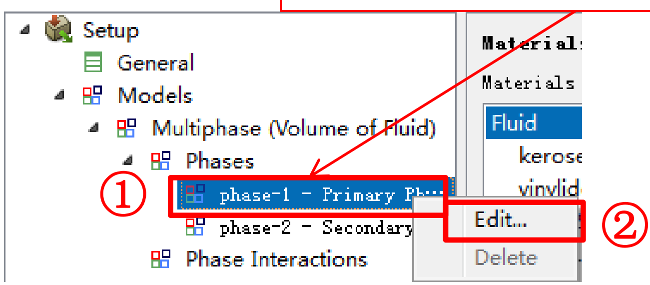


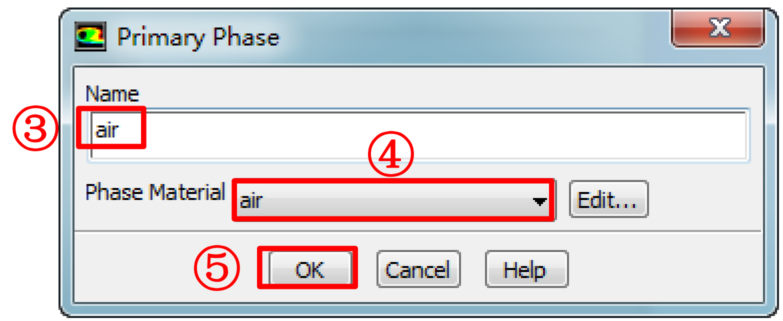
计算设定

■ 物理模型设定

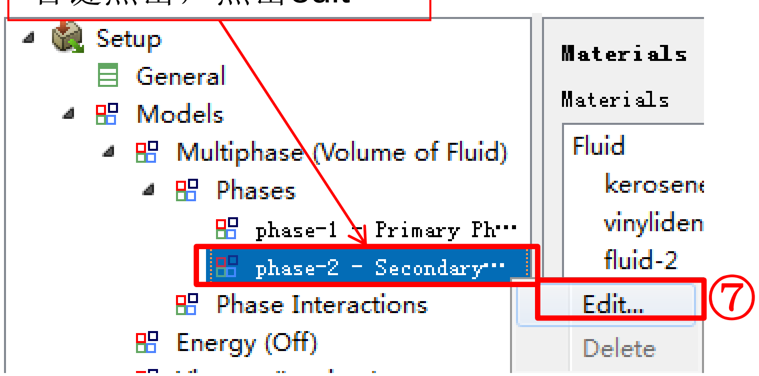
◆ 气液相设定

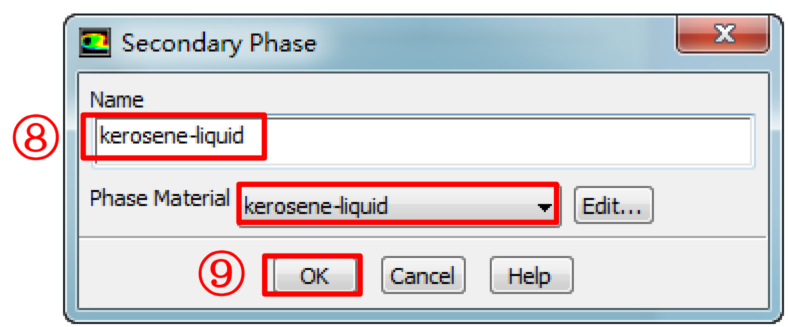
右键点击Phase-1-Primary Phase





⑥ 右键点击，点击edit

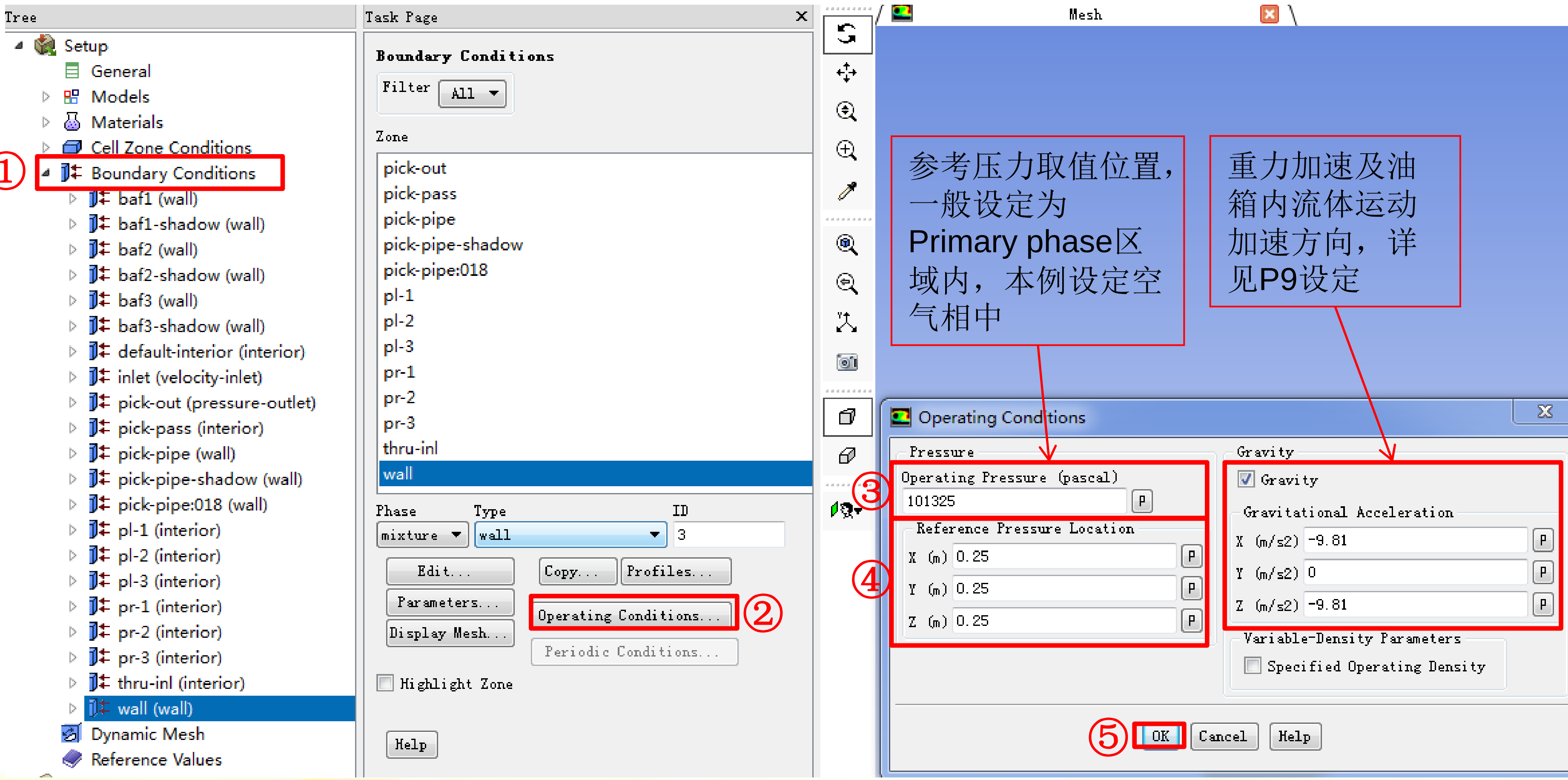




计算设定

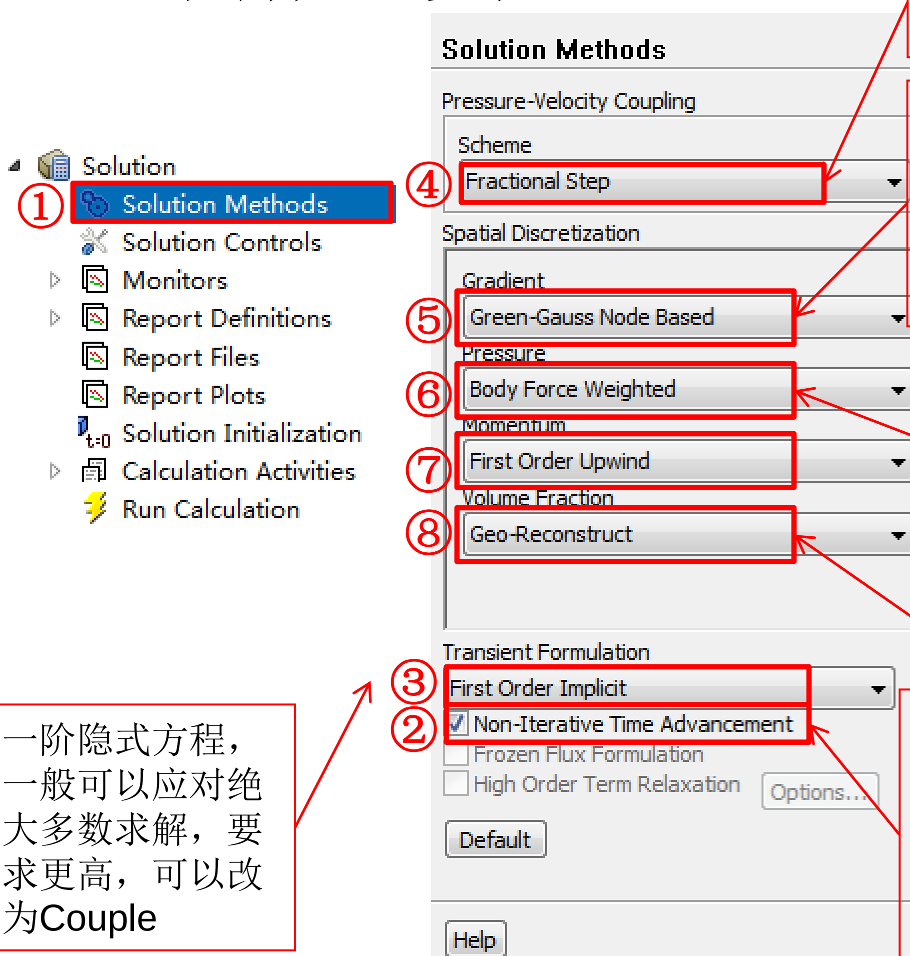
■ 物理模型设定

◆ 求解参考值设定



计算设定

■求解器设定



Fractional Step求解精度和稳定性不如PISO好，但是求解速度快，调整Pressure Release为0.7~0.8甚至更小

Green-Gause Cell based可能出现伪扩散； Green-Gause Node based最小化的伪扩散推荐用于三角形的网格上；Least squares cell based基于单元体的最小二乘法差值，推荐用于多面体网格上与Green-Gause Node based精度相同

PRESTO：适用于高雷诺数自然对流、强涡流、高速转动和转弯弧度很大的计算域；
Body Force Weighted：适用于体积力较大的问题，如油箱晃动

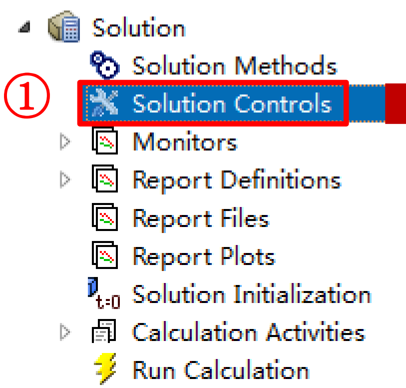
基于几何信息追踪交界面的一种算法，精度最高，但硬件资源消耗最大，当求解问题网格质量不高时推荐使用

一阶隐式方程，一般可以应对绝大多数求解，要求更高，可以改为Couple

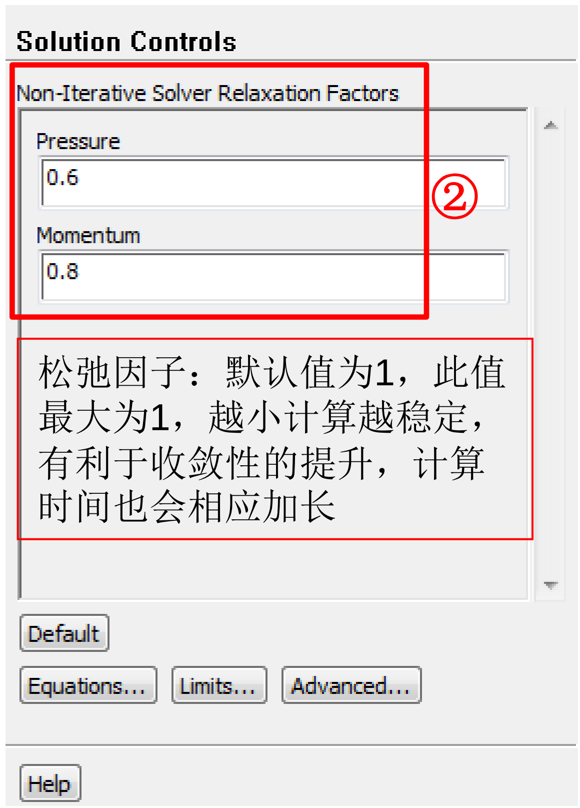
非迭代时间推进法。是专门针对非稳态问题的一种算法，一般与PISO算法联合使用，称为瞬态PISO算法。与稳态问题的区别，在瞬态计算的每个时间步内，利用PISO算法计算时，不需要迭代，PISO算法的精度取决于时间步长，使用越小的时间步长，可取得越高的计算精度，当时间步长比较小时，不进行迭代，也可以保证计算有足够的精度

计算设定

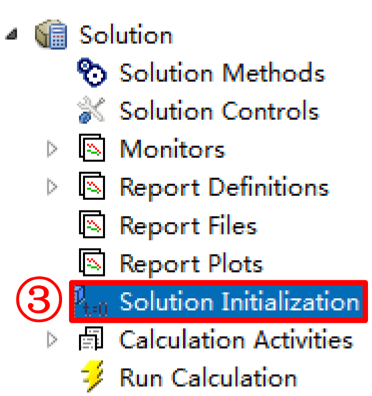
■ 求解器设定



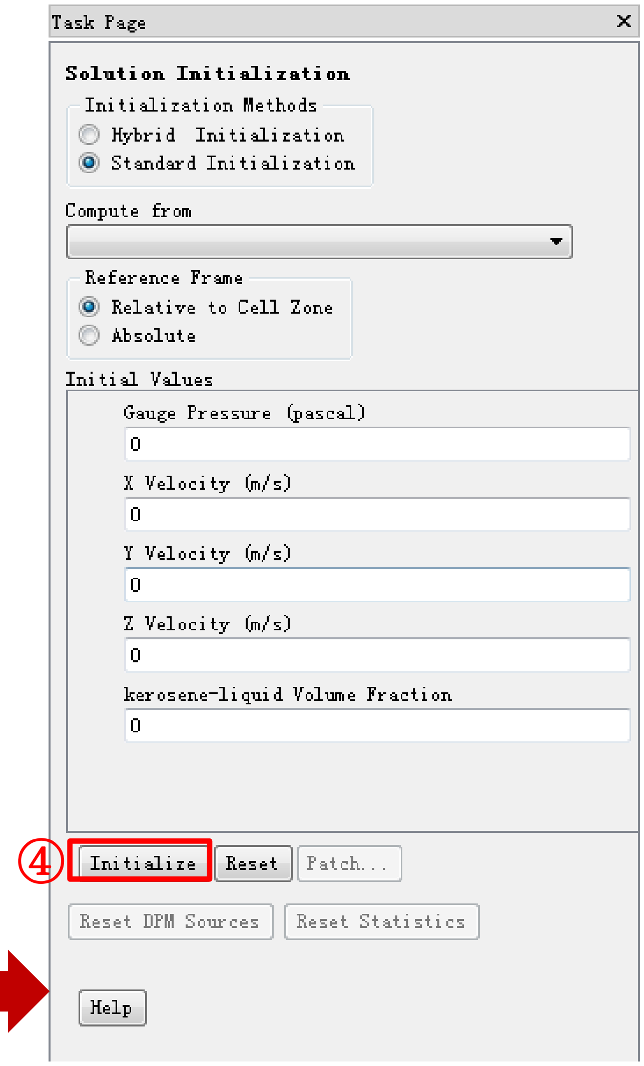
Solution
Solution Methods
①
Solution Controls
Monitors
Report Definitions
Report Files
Report Plots
Solution Initialization
Calculation Activities
Run Calculation



Solution Controls
Non-Iterative Solver Relaxation Factors
Pressure
0.6
Momentum
0.8
②
松弛因子：默认值为1，此值最大为1，越小计算越稳定，有利于收敛性的提升，计算时间也会相应加长
Default
Equations...
Limits...
Advanced...
Help



Solution
Solution Methods
Solution Controls
Monitors
Report Definitions
Report Files
Report Plots
③
Solution Initialization
Calculation Activities
Run Calculation



Task Page
Solution Initialization
Initialization Methods
Hybrid Initialization
Standard Initialization
Compute from
Reference Frame
Relative to Cell Zone
Absolute
Initial Values
Gauge Pressure (pascal)
0
X Velocity (m/s)
0
Y Velocity (m/s)
0
Z Velocity (m/s)
0
kerosene-liquid Volume Fraction
0
④
Initialize
Reset
Patch...
Reset DPM Sources
Reset Statistics
Help

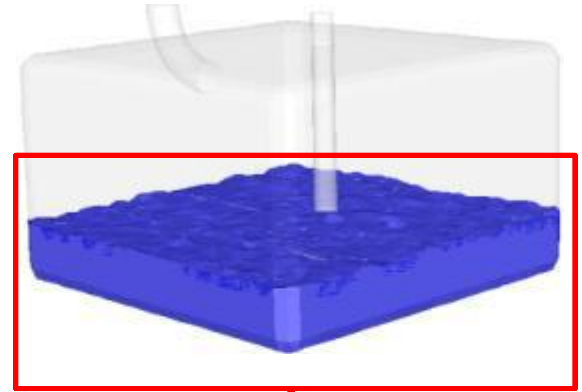
计算设定

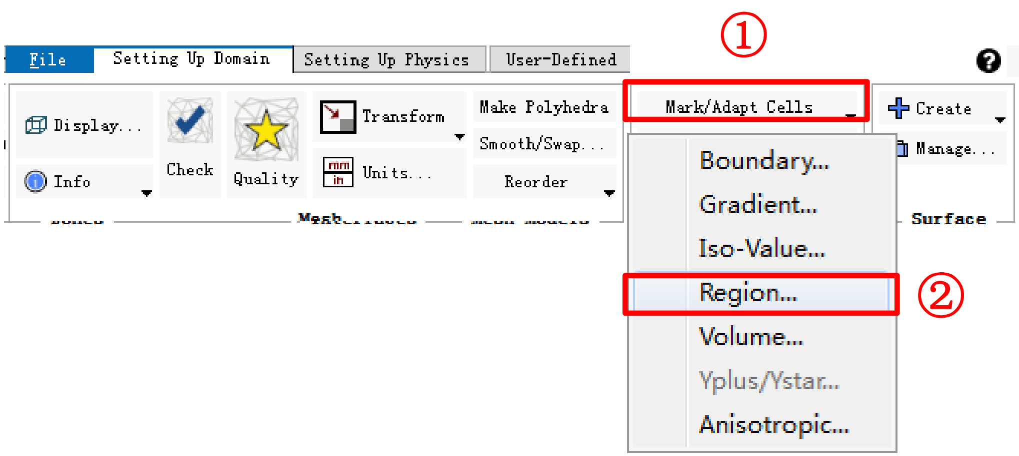
■ 求解器设定

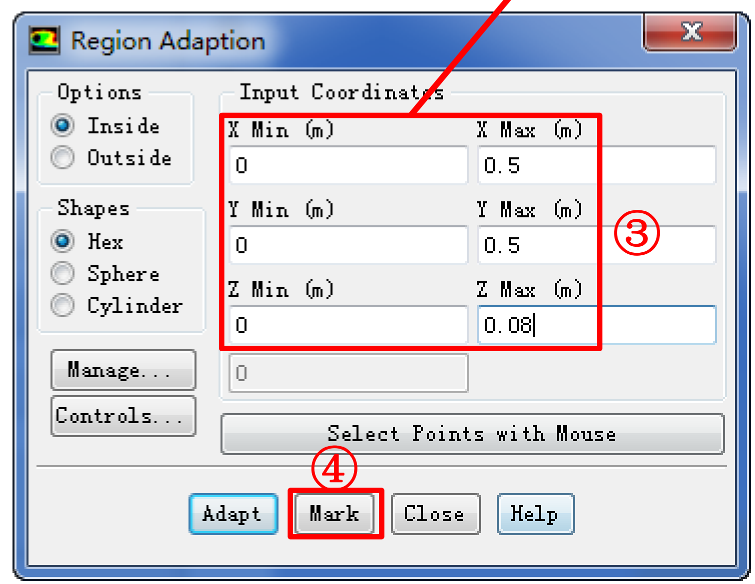
◆标记需要初始化液体区域

- ➢ 标记区域可以用于液相（油）的初始化

注意：Adapt进行网格细化操作，此处不需要点击此按钮







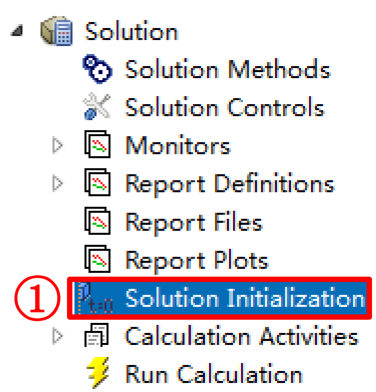
计算设定

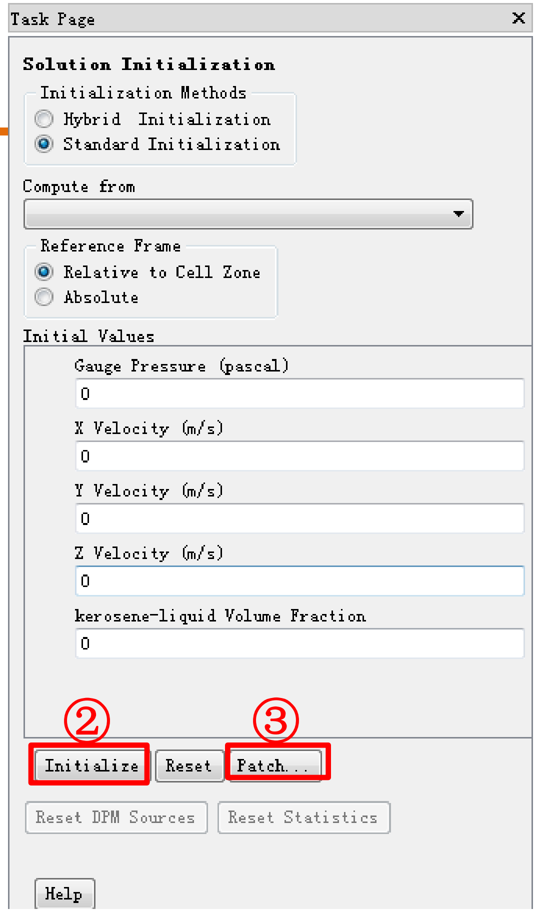
■ 求解器设定

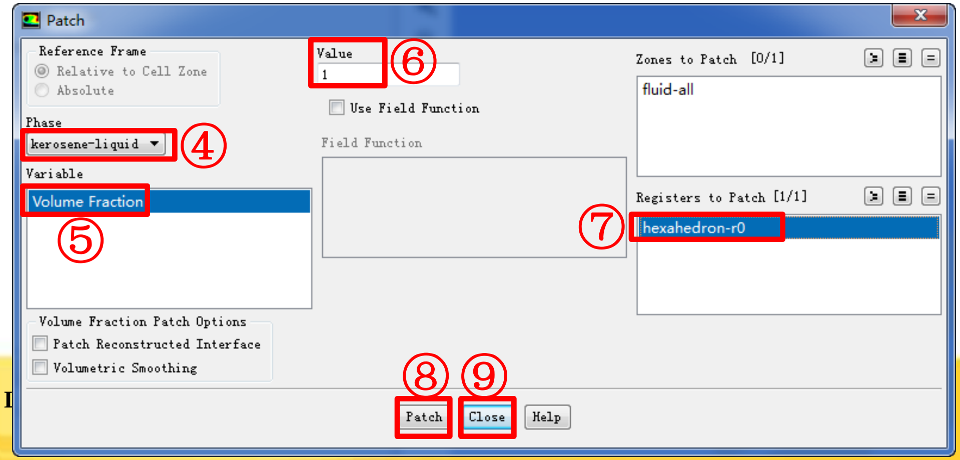
◆初始化液面区域

1）对P16页Mark的hexahedron-r0区域进行初始化

2）初始化区域内为Kerosene-liquid（油相）体积分数为值1

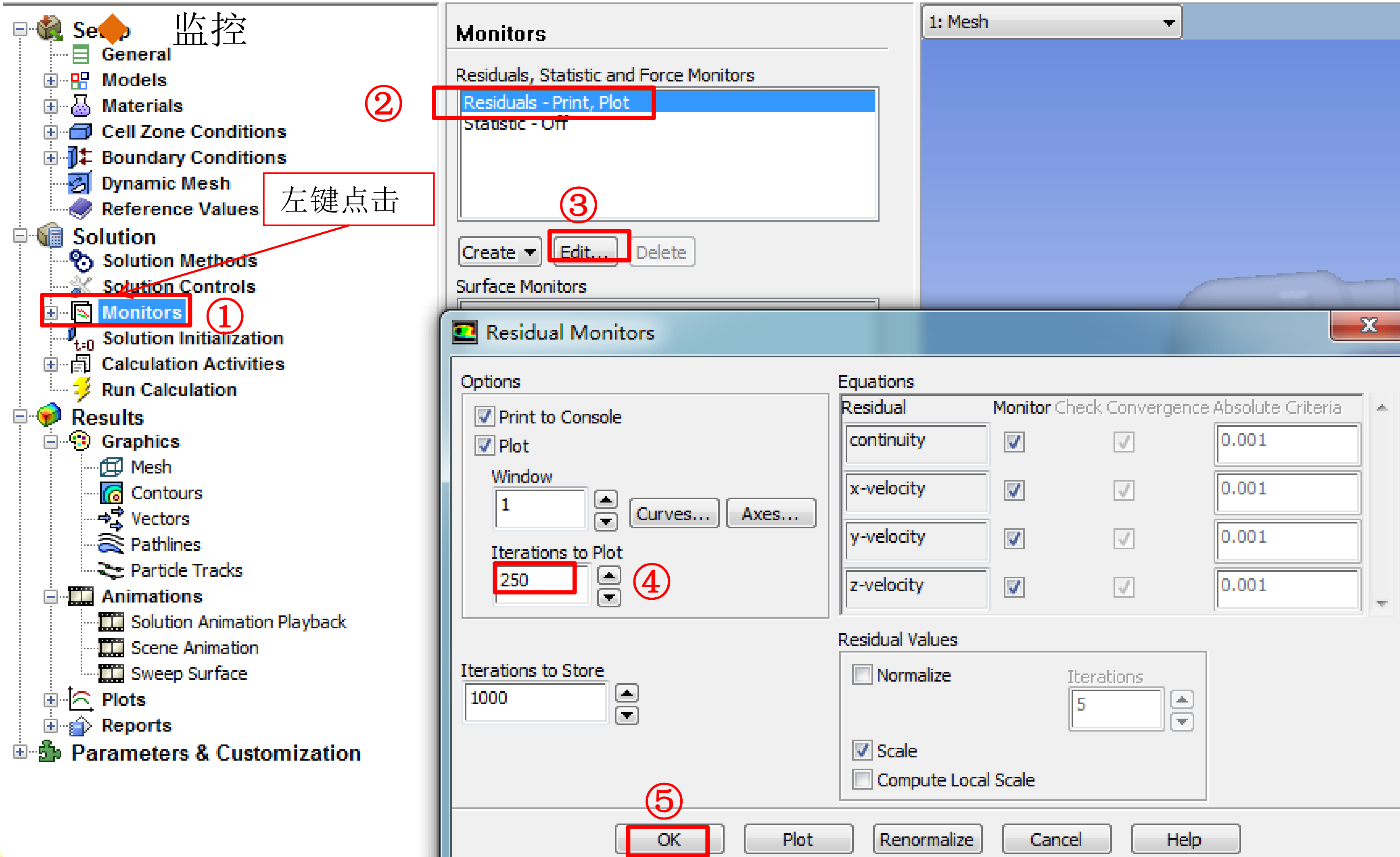






计算设定

后处理



Setup
监控
General
Models
Materials
Cell Zone Conditions
Boundary Conditions
Dynamic Mesh
Reference Values
左键点击
Solution
Solution Methods
Solution Controls
Monitors
①
Solution Initialization
Calculation Activities
Run Calculation
Results
Graphics
Mesh
Contours
Vectors
Pathlines
Particle Tracks
Animations
Solution Animation Playback
Scene Animation
Sweep Surface
Plots
Reports
Parameters & Customization
Monitors
Residuals, Statistic and Force Monitors
②
Residuals - Print, Plot
Statistic - Off
③
Create
Edit...
Delete
Surface Monitors
1: Mesh
Residual Monitors
Options
Print to Console
Plot
Window
1
Curves...
Axes...
Iterations to Plot
250
④
Iterations to Store
1000
Equations
Residual
Monitor
Check Convergence
Absolute Criteria
continuity
0.001
x-velocity
0.001
y-velocity
0.001
z-velocity
0.001
Residual Values
Normalize
Iterations
5
Scale
Compute Local Scale
⑤
OK
Plot
Renormalize
Cancel
Help

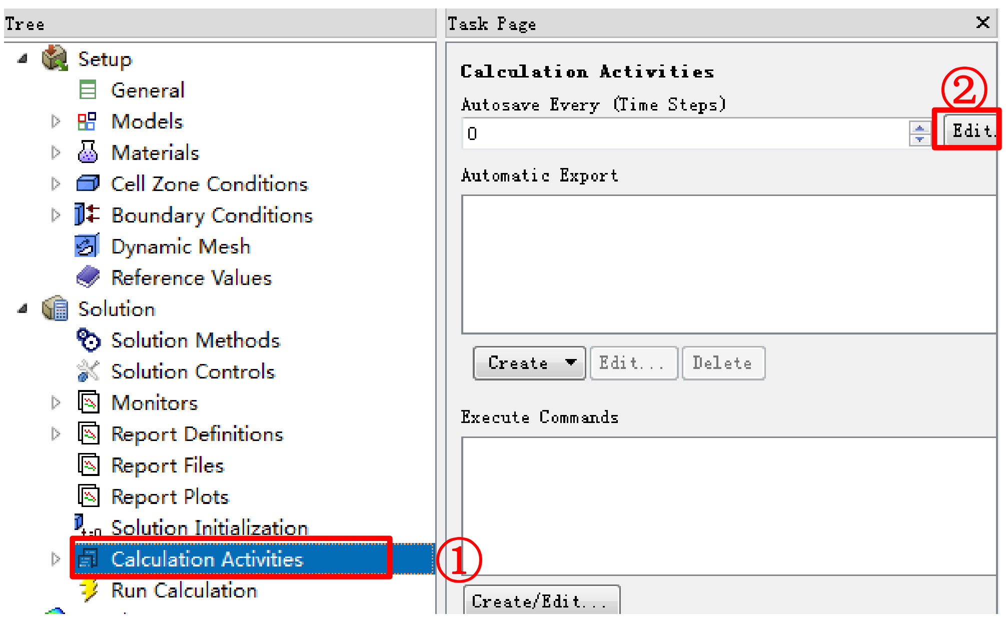
计算设定

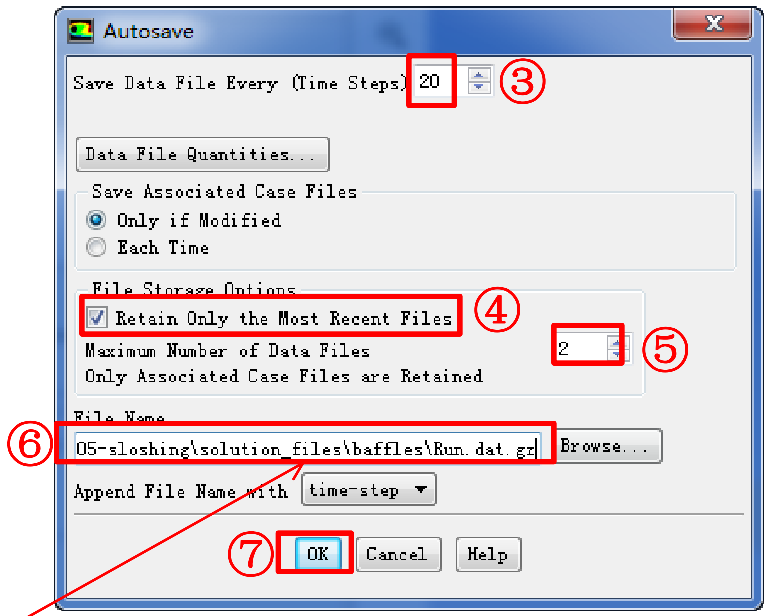
■ 后处理设定

◆自动存储计算结果文件

1）Save Data File Every（Time Steps）：20个时间步存储一次结果文件

2）Retain Olly the Most Recent Files：覆盖式存储，设定保留文件个数





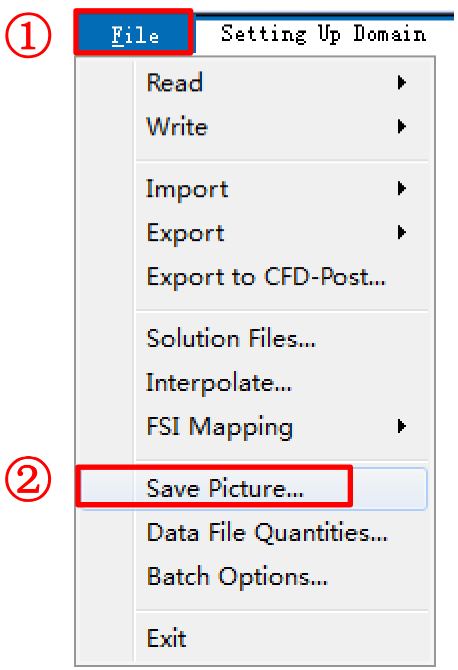
存储工程文件名称，文件后缀.dat.gz

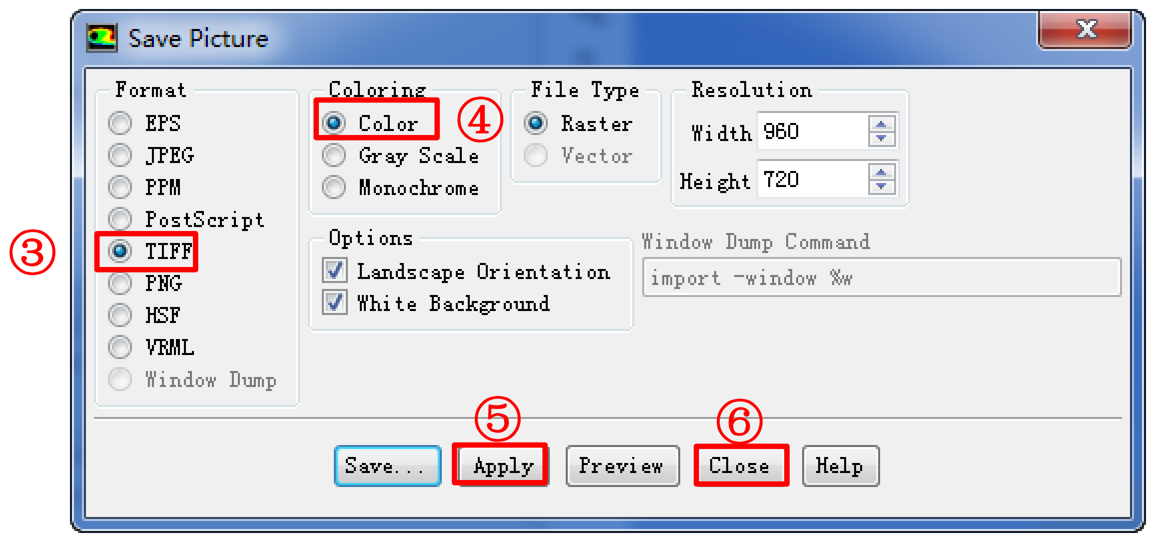
计算设定

■ 后处理设定

◆动画设定

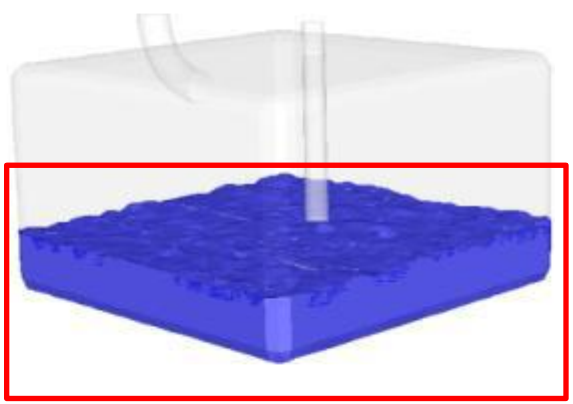
➢ 存储图片格式

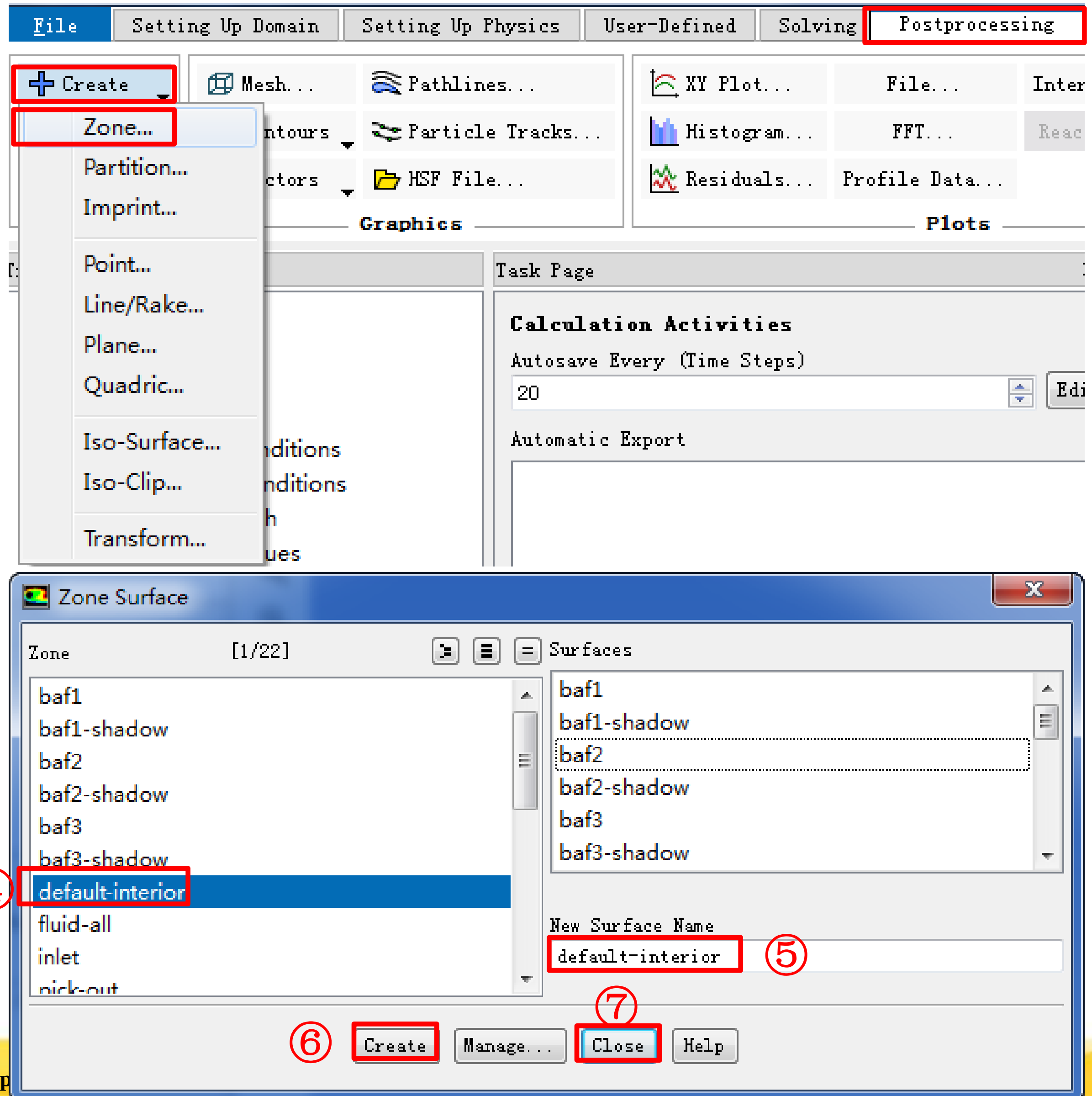




计算设定

- 后处理设定
  - 创建一个基于流体区域的表面



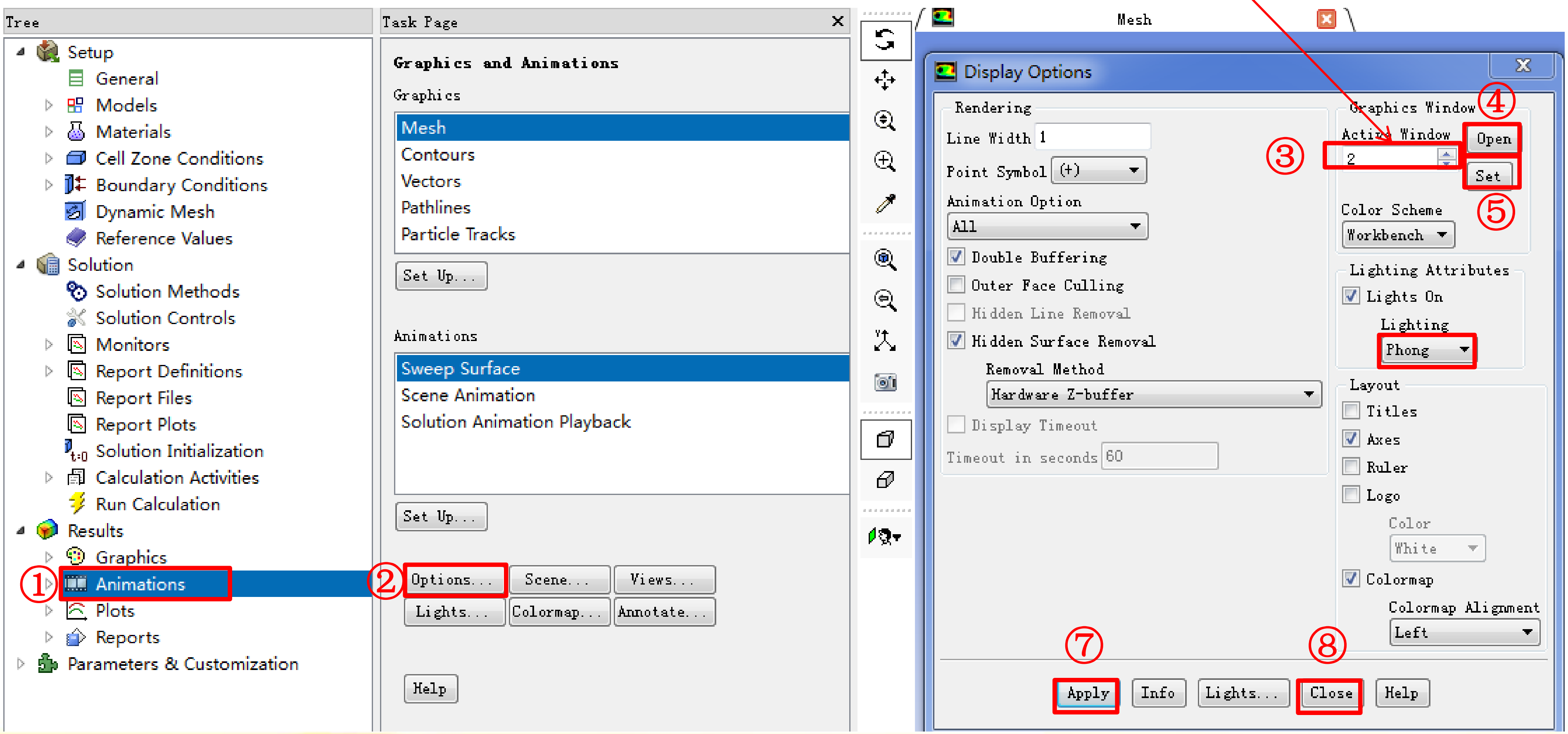


计算设定

■ 后处理设定

◆活动窗口设定

点击上下箭头，调整活动窗口序号，Open打开窗口2，Set将窗口2激活为当前活动窗口

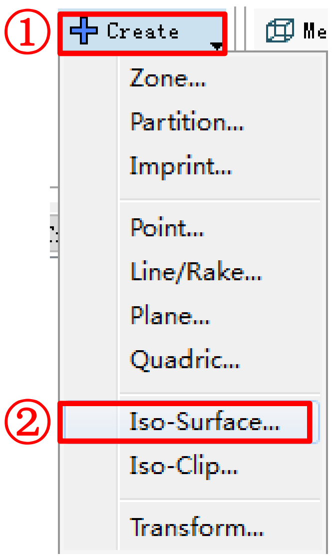


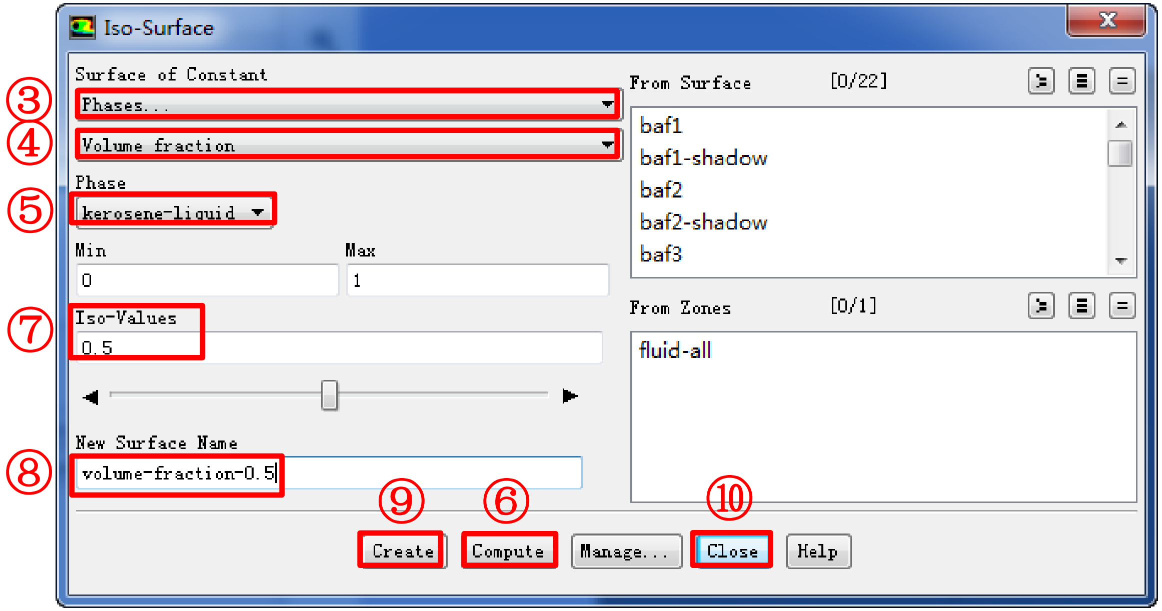
计算设定

后处理设定

创建等值面

- 通过Compute获取流体域域中油相体积分数范围
- 油相体积分数0.5，作为油气两相液面的分界线



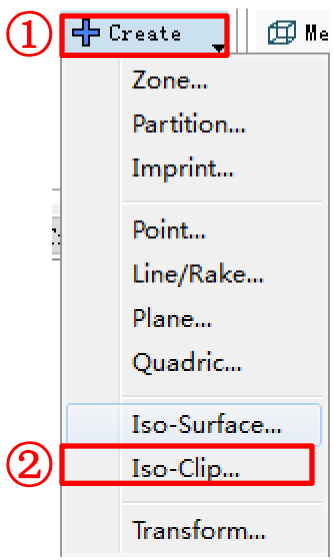


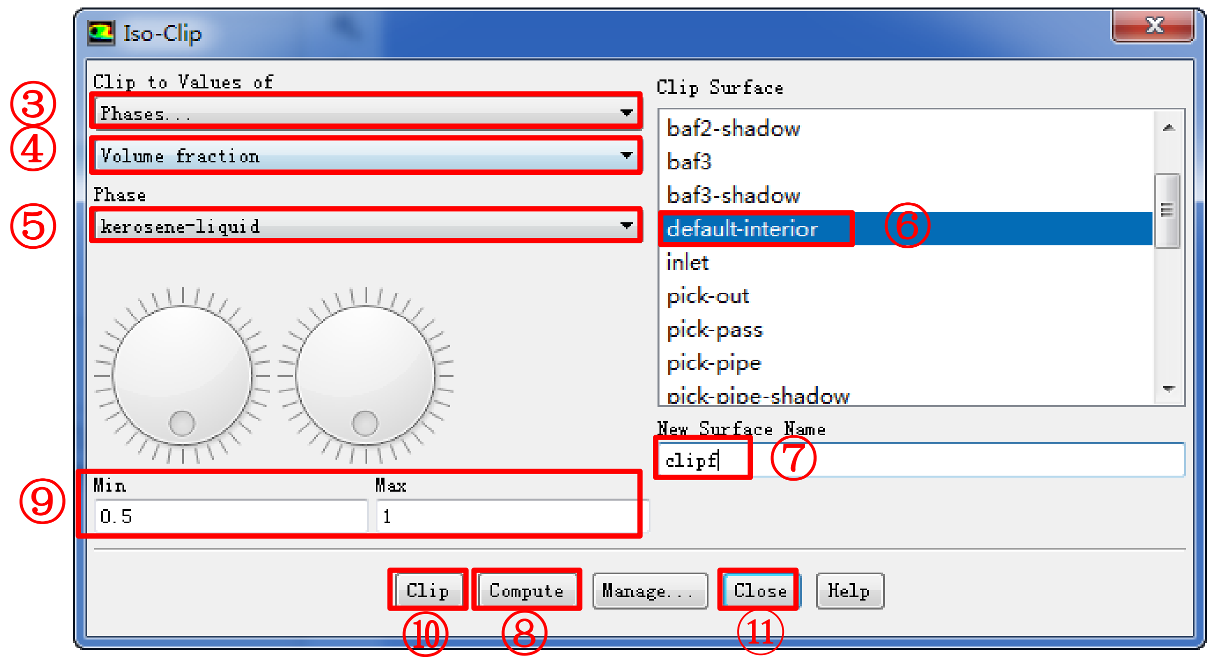
计算设定

■ 后处理设定

◆创建等值油相表面

➢ 油相体积分数为0.5~1之间的网格外表面创建一个面

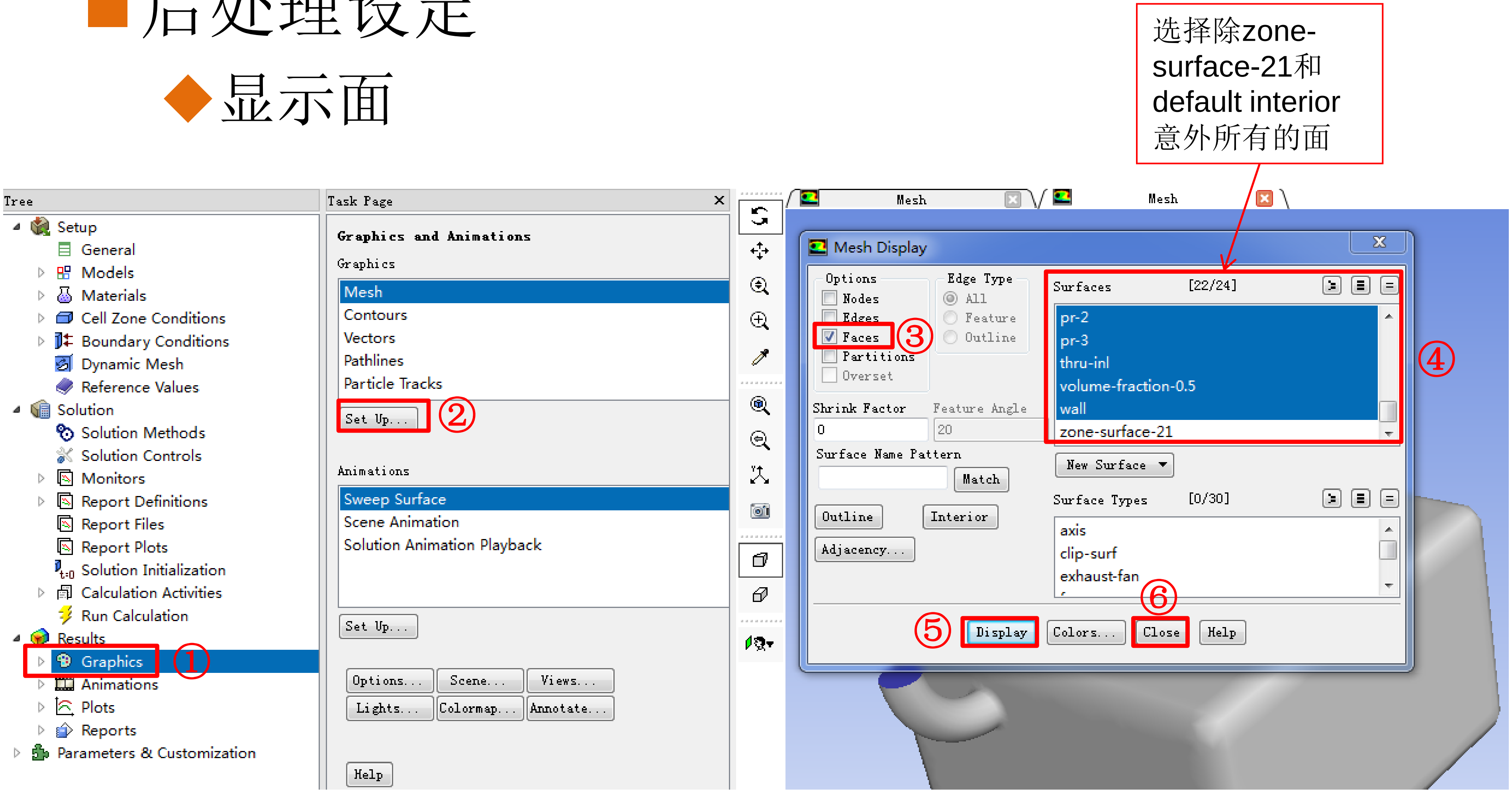




计算设定

■后处理设定

◆显示面



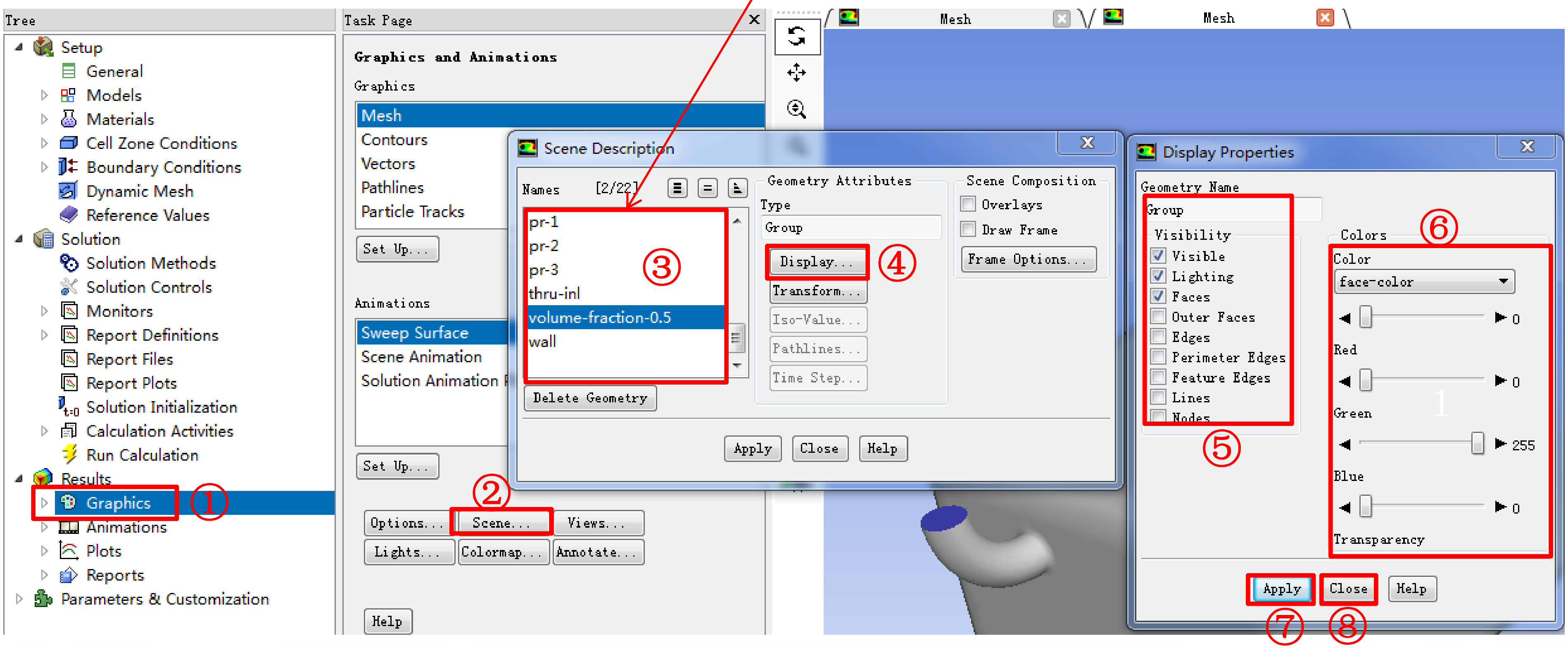
计算设定

■ 后处理设定

◆调色

➢ 油相颜色调整

选择clipf（体等值面）和volume-fraction-0.5（等值面）



接下页

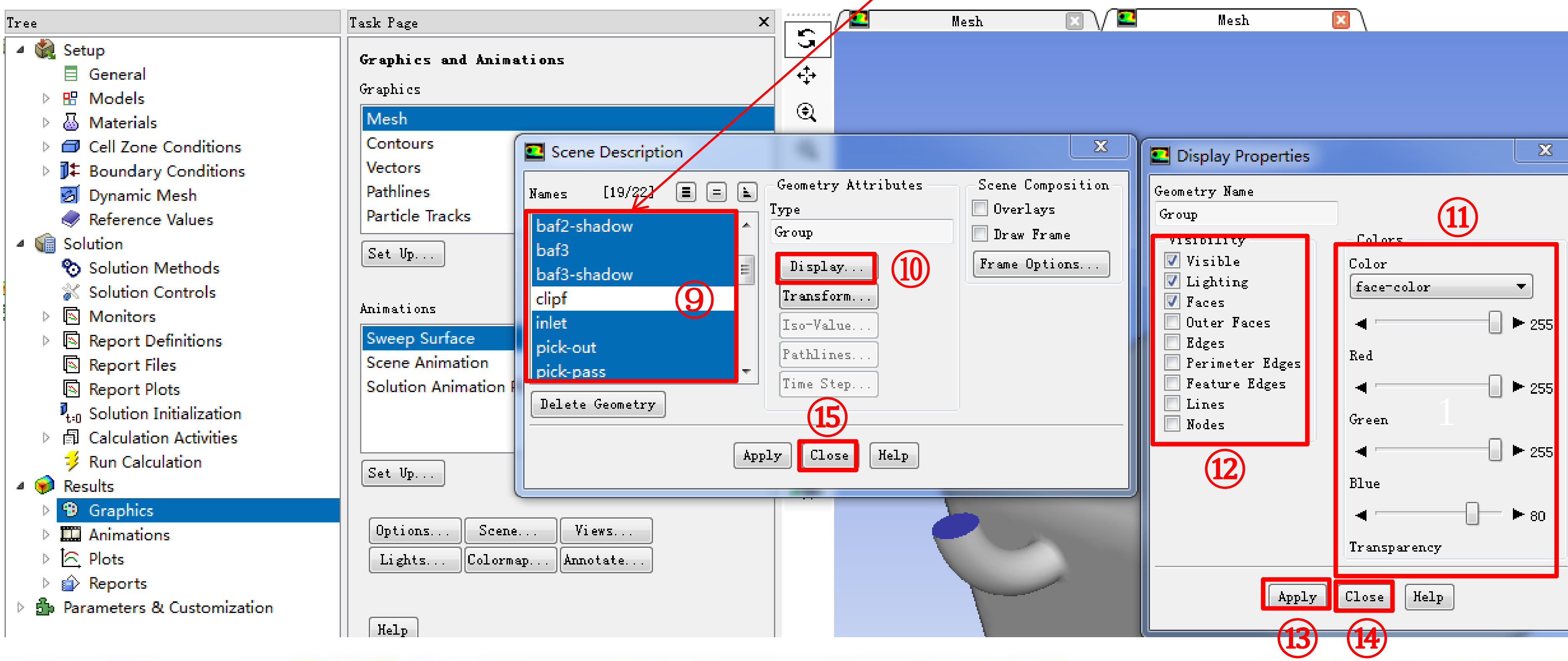
计算设定

■ 后处理设定

◆调色

➢ 油箱外表面颜色调整

选择除clipf和volume-fraction-0.5意外的所有表面

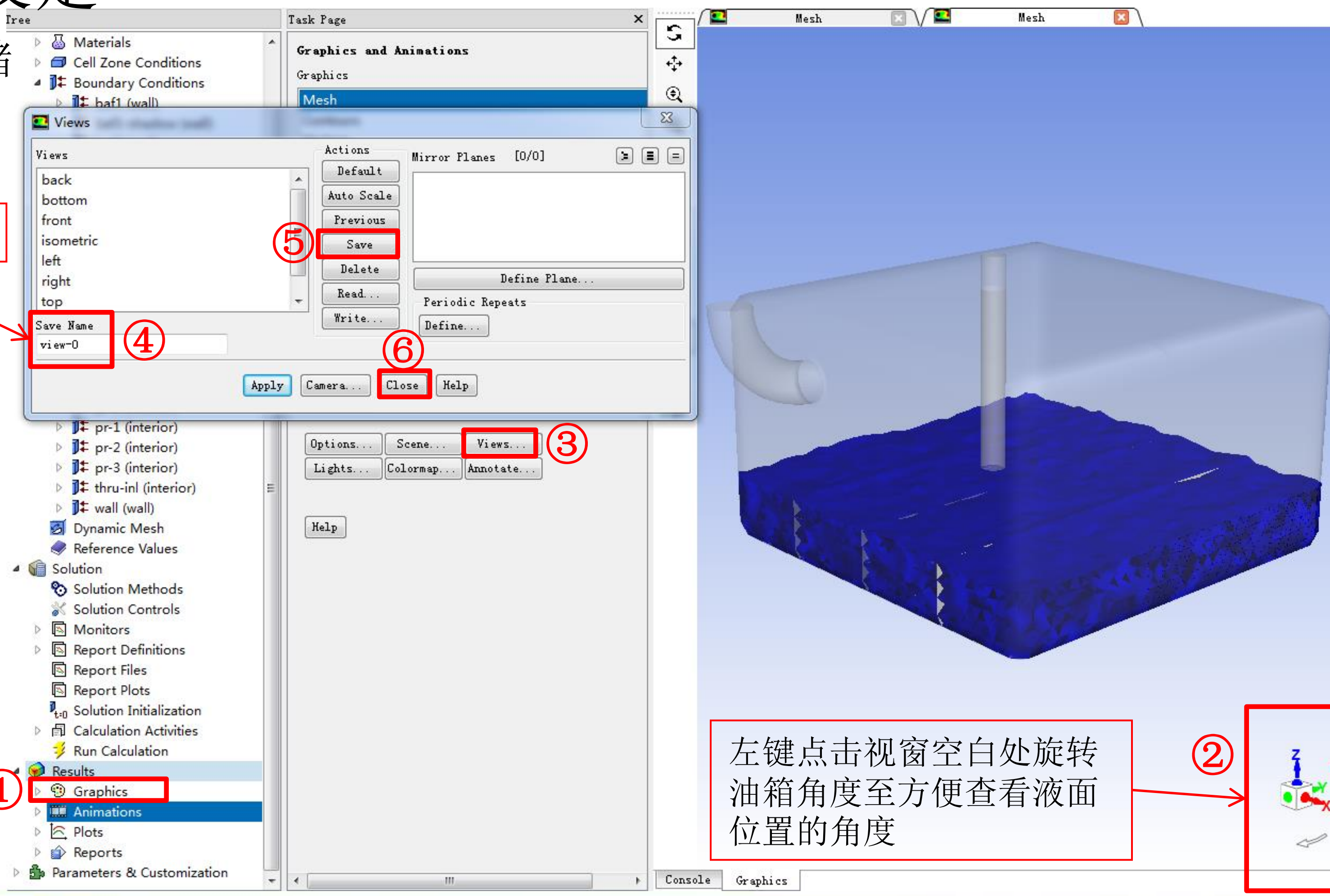


计算设定

后处理设定

- 视角存储

自定义视角名称



左键点击视窗空白处旋转油箱角度至方便查看液面位置的角度

计算设定

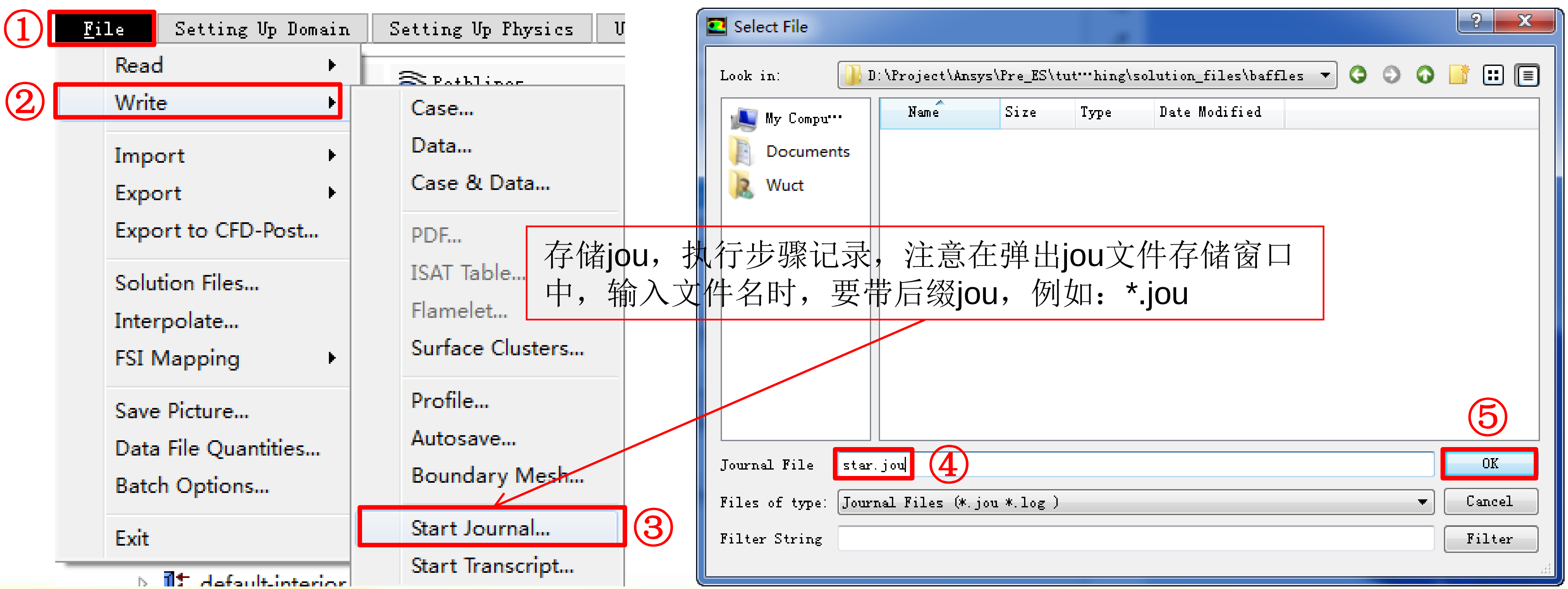
■ 后处理设定

◆ 录制设定

1）Start Journal：开始录制

2）Stop Journal：停止录制，保存录制文件

3）调用*.jou文件，执行录制过程

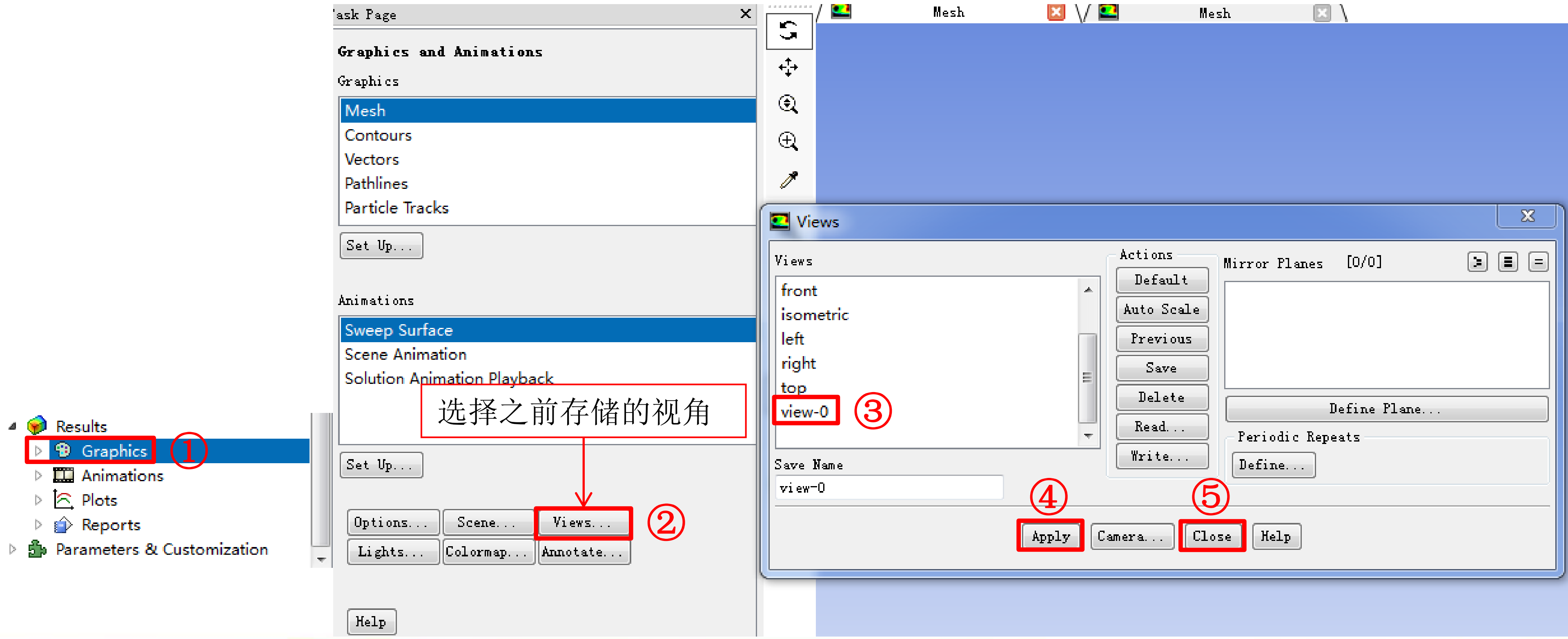


计算设定

后处理设定

录制设定

- 视角调整

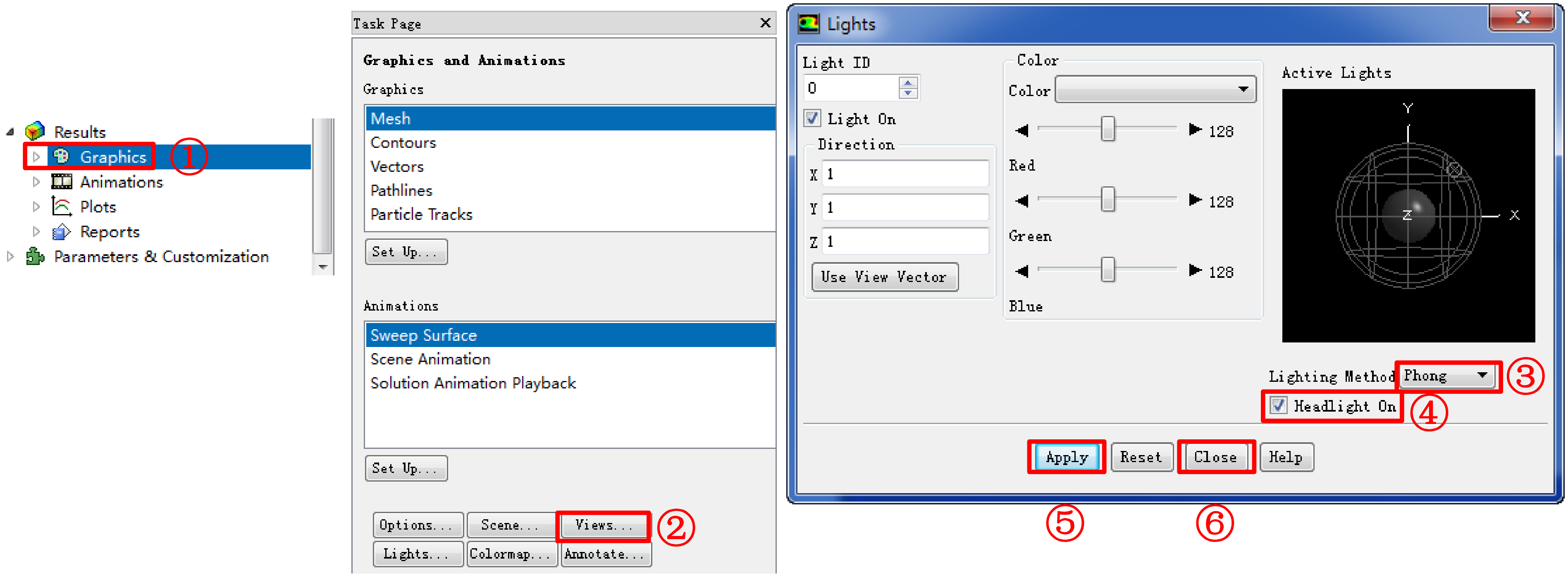


计算设定

■ 后处理设定

◆录制设定

➢ 灯光调整

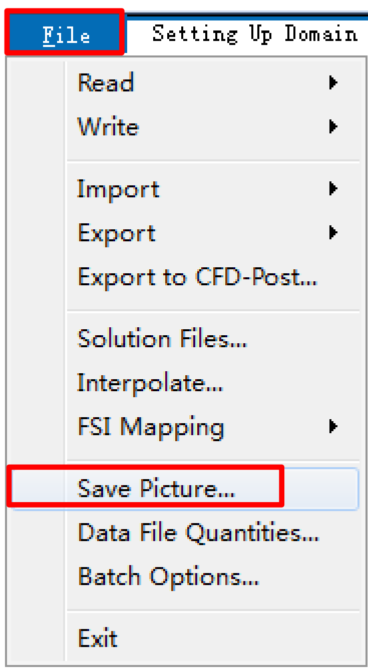


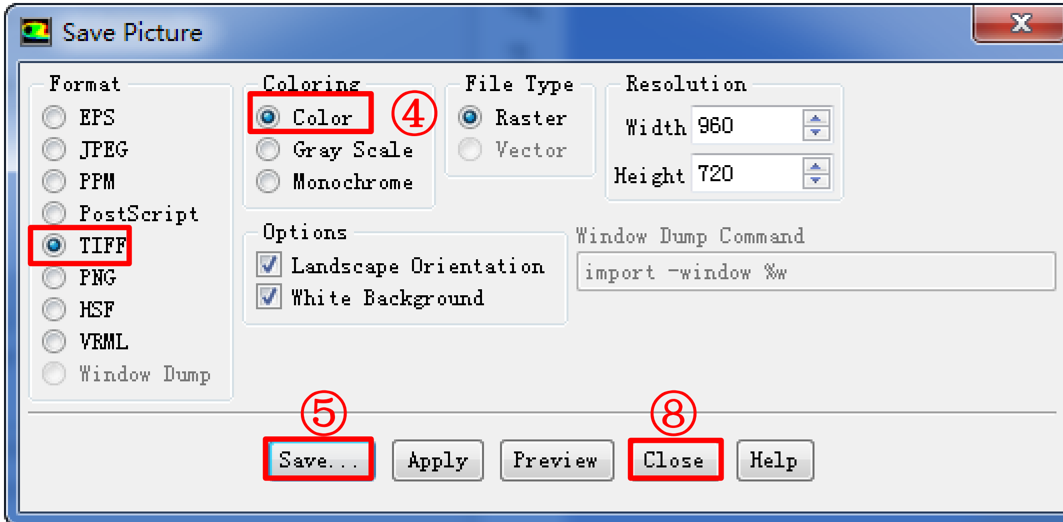
计算设定

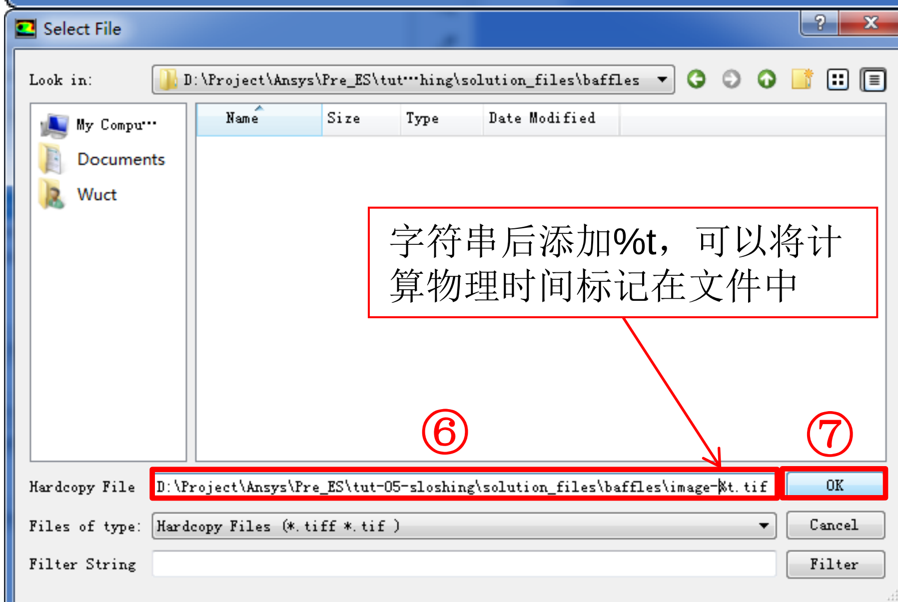
后处理设定

◆录制设定

➢ 随时间步存储图片



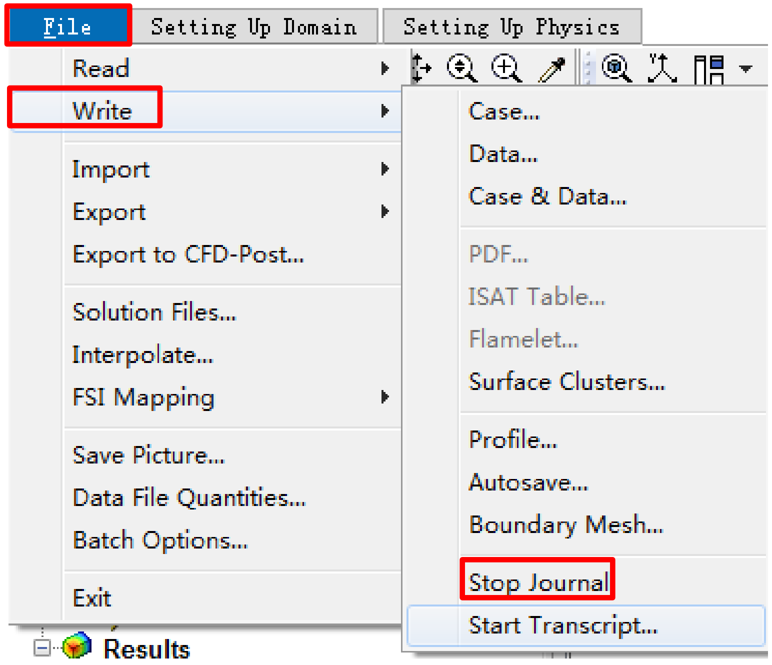




计算设定

■ 后处理设定

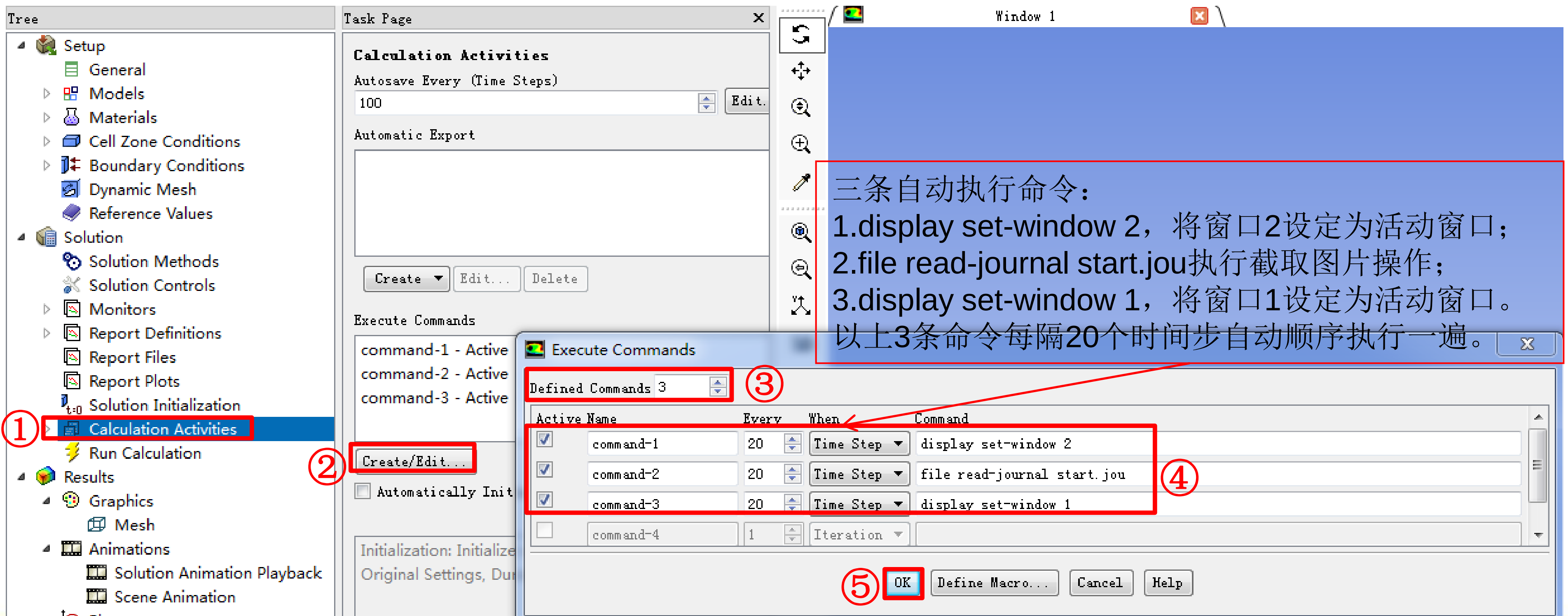
◆Stop Journal：结束设置录制



计算设定

■ 后处理设定

◆通过执行命令循环截取图片



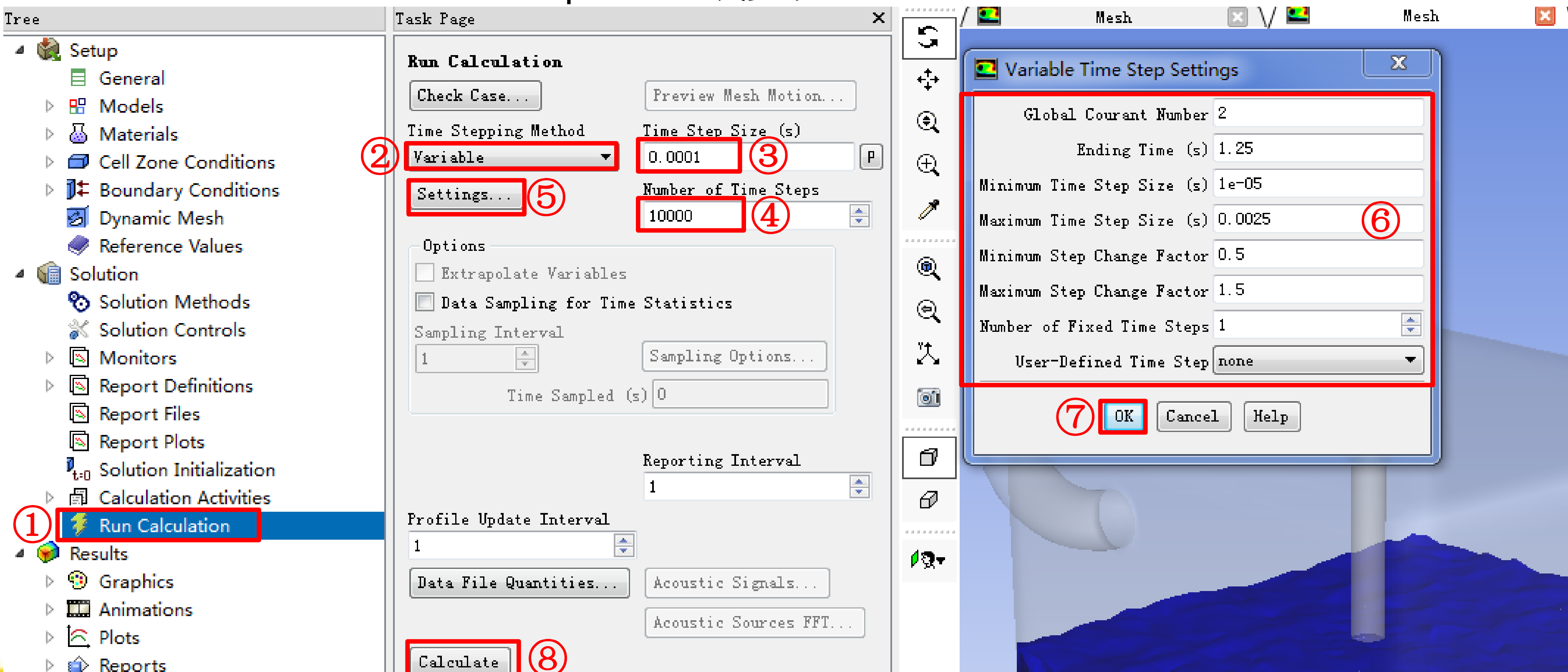
计算设定

■ 执行计算

1）Variable Time Step：自适应可变时间步长

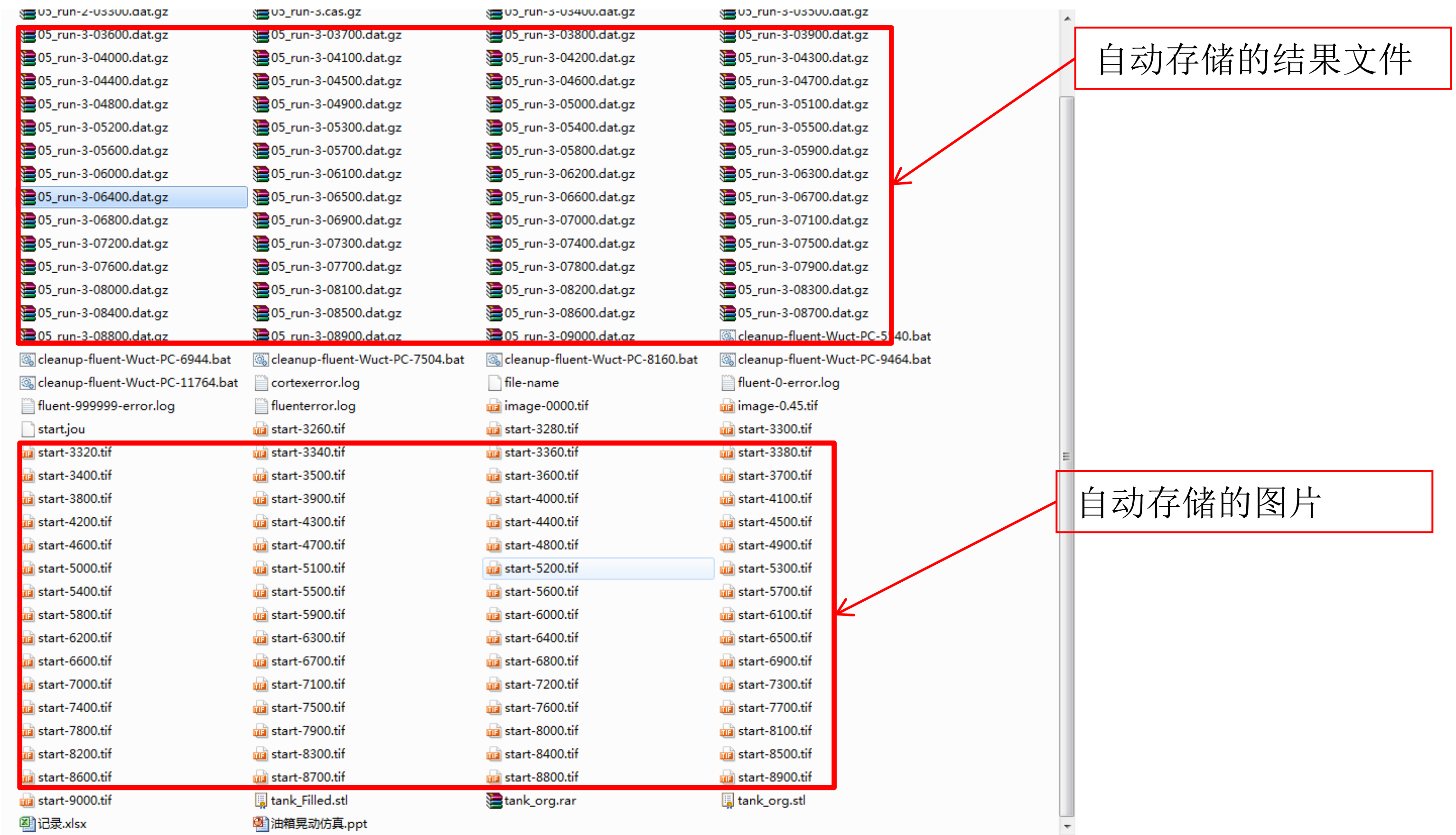
2）Time Step Size（s）：时间步长

3）Number of Time Steps：总迭代步数



计算结果输出

■ 计算输出

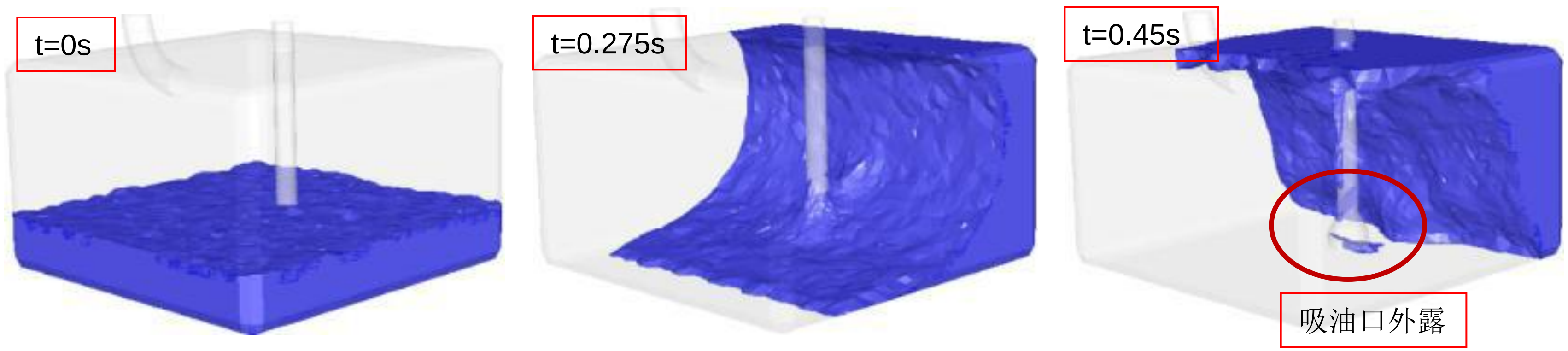


05_run-3-03600.dat.gz
05_run-3-03700.dat.gz
05_run-3-03800.dat.gz
05_run-3-03900.dat.gz
05_run-3-04000.dat.gz
05_run-3-04100.dat.gz
05_run-3-04200.dat.gz
05_run-3-04300.dat.gz
05_run-3-04400.dat.gz
05_run-3-04500.dat.gz
05_run-3-04600.dat.gz
05_run-3-04700.dat.gz
05_run-3-04800.dat.gz
05_run-3-04900.dat.gz
05_run-3-05000.dat.gz
05_run-3-05100.dat.gz
05_run-3-05200.dat.gz
05_run-3-05300.dat.gz
05_run-3-05400.dat.gz
05_run-3-05500.dat.gz
05_run-3-05600.dat.gz
05_run-3-05700.dat.gz
05_run-3-05800.dat.gz
05_run-3-05900.dat.gz
05_run-3-06000.dat.gz
05_run-3-06100.dat.gz
05_run-3-06200.dat.gz
05_run-3-06300.dat.gz
05_run-3-06400.dat.gz
05_run-3-06500.dat.gz
05_run-3-06600.dat.gz
05_run-3-06700.dat.gz
05_run-3-06800.dat.gz
05_run-3-06900.dat.gz
05_run-3-07000.dat.gz
05_run-3-07100.dat.gz
05_run-3-07200.dat.gz
05_run-3-07300.dat.gz
05_run-3-07400.dat.gz
05_run-3-07500.dat.gz
05_run-3-07600.dat.gz
05_run-3-07700.dat.gz
05_run-3-07800.dat.gz
05_run-3-07900.dat.gz
05_run-3-08000.dat.gz
05_run-3-08100.dat.gz
05_run-3-08200.dat.gz
05_run-3-08300.dat.gz
05_run-3-08400.dat.gz
05_run-3-08500.dat.gz
05_run-3-08600.dat.gz
05_run-3-08700.dat.gz
05_run-3-08800.dat.gz
05_run-3-08900.dat.gz
05_run-3-09000.dat.gz
cleanup-fluent-Wuct-PC-5 40.bat
cleanup-fluent-Wuct-PC-6944.bat
cleanup-fluent-Wuct-PC-7504.bat
cleanup-fluent-Wuct-PC-8160.bat
cleanup-fluent-Wuct-PC-9464.bat
cleanup-fluent-Wuct-PC-11764.bat
cortexerror.log
file-name
fluent-0-error.log
fluent-999999-error.log
fluenterror.log
image-0000.tif
image-0.45.tif
start.jou
start-3260.tif
start-3280.tif
start-3300.tif
start-3320.tif
start-3340.tif
start-3360.tif
start-3380.tif
start-3400.tif
start-3500.tif
start-3600.tif
start-3700.tif
start-3800.tif
start-3900.tif
start-4000.tif
start-4100.tif
start-4200.tif
start-4300.tif
start-4400.tif
start-4500.tif
start-4600.tif
start-4700.tif
start-4800.tif
start-4900.tif
start-5000.tif
start-5100.tif
start-5200.tif
start-5300.tif
start-5400.tif
start-5500.tif
start-5600.tif
start-5700.tif
start-5800.tif
start-5900.tif
start-6000.tif
start-6100.tif
start-6200.tif
start-6300.tif
start-6400.tif
start-6500.tif
start-6600.tif
start-6700.tif
start-6800.tif
start-6900.tif
start-7000.tif
start-7100.tif
start-7200.tif
start-7300.tif
start-7400.tif
start-7500.tif
start-7600.tif
start-7700.tif
start-7800.tif
start-7900.tif
start-8000.tif
start-8100.tif
start-8200.tif
start-8300.tif
start-8400.tif
start-8500.tif
start-8600.tif
start-8700.tif
start-8800.tif
start-8900.tif
start-9000.tif
tank_Filled.stl
tank_org.rar
tank_org.stl
记录.xlsx
油箱晃动仿真.ppt
自动存储的结果文件
自动存储的图片

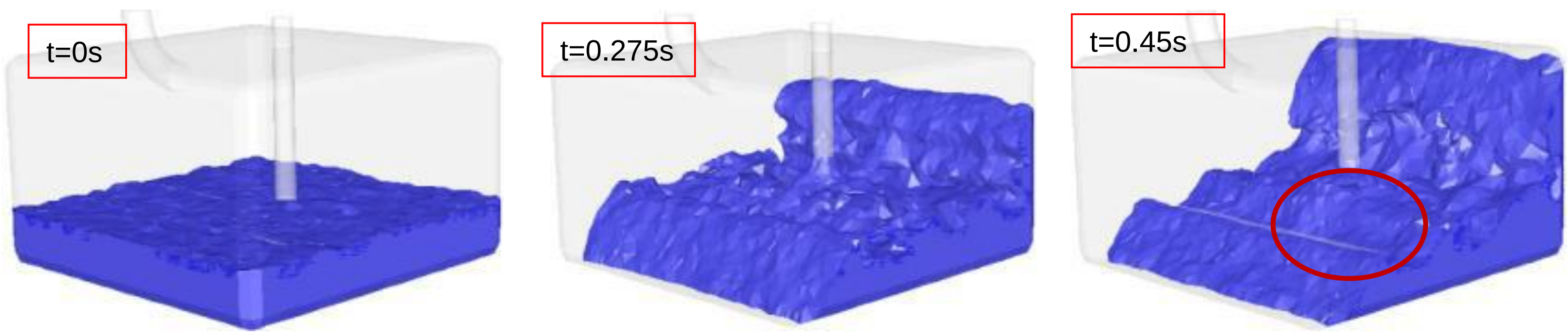
计算结果输出

■ 计算输出

无防浪板



有防浪板



注：结果引用自《CFD Analysis of a Kerosene Fuel Tank to Reduce Liquid Sloshing》

目录

- 概述
- 模型简介
- 计算设定
  - 软件启动
  - 网格处理
  - 物理模型设定
  - 求解器设定
  - 后处理设定
    - 计算输出设定
    - 瞬态计算图片输出
  - 提交计算
- 总结

总结

- ANSYS Fluent具有模型全面，设定界面清晰简单的特点
- VOF模型，具有快速准确的特点，方便实现燃油箱晃动、注油、齿轮箱搅油等物理现象
- ANSYS Fluent计算结果输出全面，方便后期分析之用
- IDAJ公司提供基于VOF模型的燃油箱晃动、注油、齿轮箱搅油等最佳实践方案

关注微信公众号“**IDAJ-China**”

获得及时的信息/培训/活动资讯

谢谢大家！

艾迪捷信息科技有限公司（北京）
北京市朝阳区光华路甲14号1幢
诺安基金大厦1601室
Email： support@idaj.cn
wu.chengtao@idaj.cn
电话：（010）65881497/65881498
传真：（010）65881499
邮编： 100020