

```
> !rm junk.* > !vi script.rp
```

别名 `ls` 和 `pwd` 在工作目录中调用 UNIX `ls` 和 `pwd` 命令, 别名 `chdir` 改变程序目前的工作目录。

`!ls` 和 `!pwd` 将会在 shell 启动的目录中执行 UNIX 命令。屏幕输出会在启动 Fluent 的窗口中, 除非使用远程启动, 在远程启动中会在启动 shell 的窗口中输出。(注意: `!chdir` 或者 `!cd` 在 subshell 中执行, 所以它不会改变 Fluent 或者 Cortex 的工作目录, 因此它并不是很有用)。不带任何声明的输入 `chdir` 会将你移到控制台的父目录。

### 2.2.3 图形控制及鼠标使用

(1) 图形控制主要是通过菜单 `display` 和 `plot` 进行显示内容选择和显示属性设置。例如, 要显示计算结果的各类云图(或等值线), 可以通过 `display/contours` 进行压力、速度等物理量的云图(或等值线)显示。通过 `display/options` 进行图形窗口的显示属性的修改。单击图形窗口左上角(或右击图形窗口的上框), 弹出一对话框, 便于用户复制或打印图形, 及改变图形窗口的背景或网格颜色。在命令行直接输入 `display/set/color` 命令, 然后输入要改变的颜色对象名称(直接按 `Enter` 键显示所有的对象名称)也可以达到修改图形窗口的背景或网格颜色的目的。

(2) 鼠标在图形窗口的功能为: 按住左键拖动, 移动图形; 按住中键拖动, 缩放图形; 按住右键拖动, 执行用户预定义的操作。鼠标按键的调整是通过 `display/mouse buttons` 命令完成的。

## 2.3 Fluent 简单操作实例

### 2.3.1 Fluent 计算流程

- (1) 创建网格。
- (2) 运行合适的解算器: 2D、3D、2DDP、3DDP。
- (3) 输入网格。
- (4) 检查网格。
- (5) 选择解的格式。
- (6) 选择需要解的基本方程: 层流还是湍流(无粘)、化学组分还是化学反应、热传导模型等。
- (7) 确定所需要的附加模型: 风扇、热交换、多孔介质等。
- (8) 指定材料物理性质。
- (9) 指定边界条件。
- (10) 调节解的控制参数。
- (11) 初始化流场。
- (12) 计算解。
- (13) 检查结果。
- (14) 保存结果。

(15) 必要的话，细化网格，改变数值和物理模型。

### 2.3.2 简单流动与传热的计算

下面以射流冷热水混合器内部流场温度场模拟为例说明 Fluent 的基本操作过程，射流冷热水混合器结构如图 2-4 所示。启动 Fluent 的 2D 求解器后顺序进行如下操作。

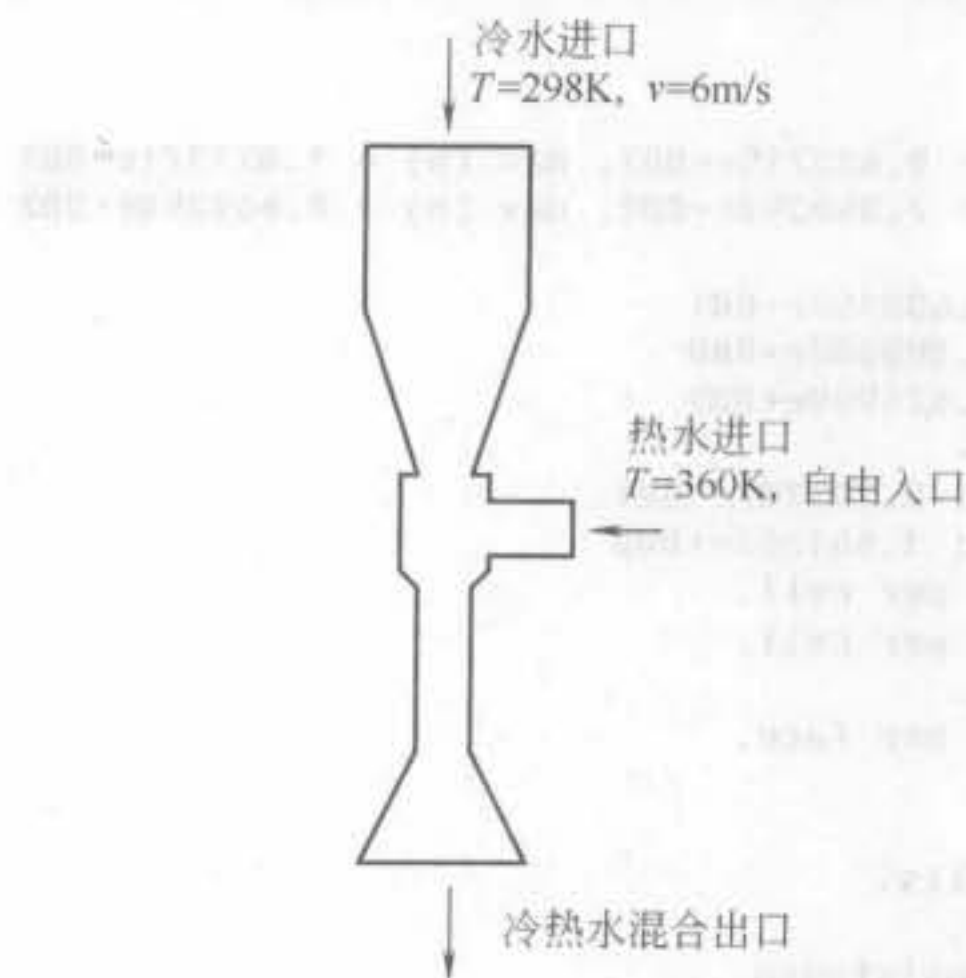


图 2-4 射流冷热水混合器结构

1. 读入网格文件 jet-reactor.msh(见网站下载资源中的 jet-reactor.msh)

操作：选择 File→Read→Case 命令。

找到网格文件，单击 OK 按钮打开，其窗口反馈信息如图 2-5 所示，其中包括节点、网格数目等信息。



图 2-5 读入网格文件的信息反馈



## 2. 检查网格

操作：选择 Grid→Check 命令。

其信息反馈窗口如图 2-6 所示。

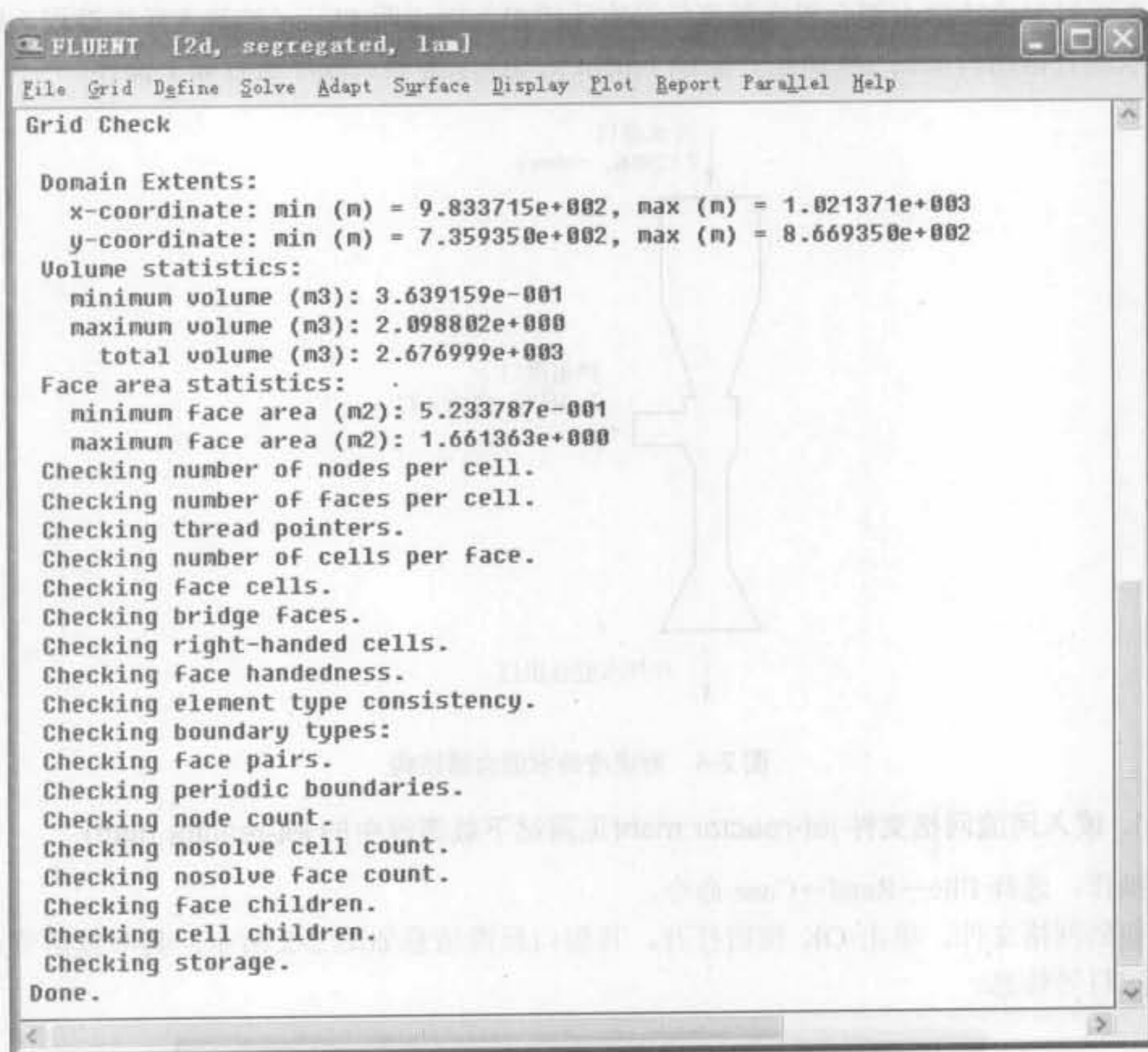


图 2-6 检查网络的信息反馈

网格检查时主要反馈了以下信息：①列出了  $x$ 、 $y$  的最小和最大值；②列出了网格的其他特性，如单元的最大体积和最小体积、最大面积和最小面积等；③报告网格的任何错误。网格检查时要特别注意最小体积的数值，要确保其不能为负。

## 3. 平滑(和交换)网格

操作：选择 Grid→Smooth/Swap 命令。

打开 Smooth/Swap Grid(平滑与交换网格)对话框，如图 2-7 所示。单击 Smooth 按钮，单击 Swap 按钮，重复上述操作，直到 Fluent 报告没有需要交换的面为止，如图 2-8 所示，这一功能对三角形网格尤为重要。

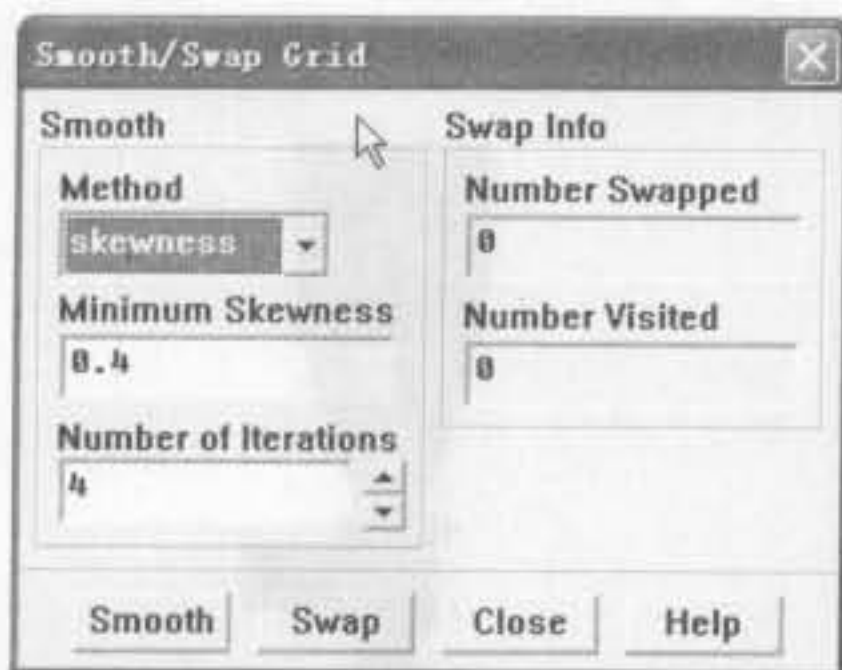


图 2-7 Smooth/Swap Grid 对话框

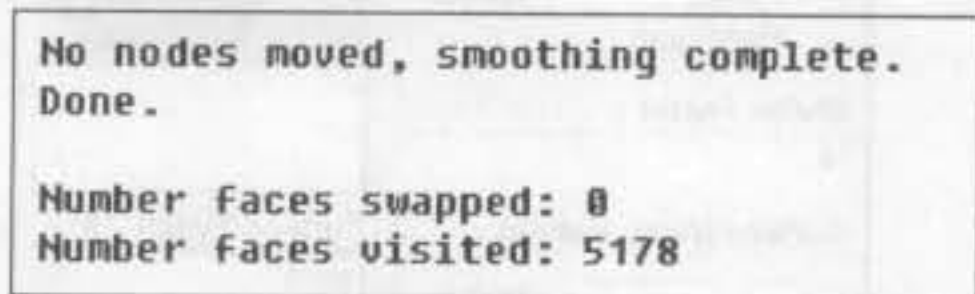


图 2-8 平滑与交换网格信息反馈

#### 4. 确定长度的单位

操作：选择 Grid→Scale 命令。

打开 Scale Grid(标定网格)对话框，如图 2-9 所示。在 Unit Conversion(单位转换)选项组中的 Grid Was Created In 下拉列表框中选择 mm；单击 Change Length Units 按钮，此时，在 Domain Extents 选项组中给出了区域的范围和度量的单位；单击 Scale 按钮，完成单位转换。

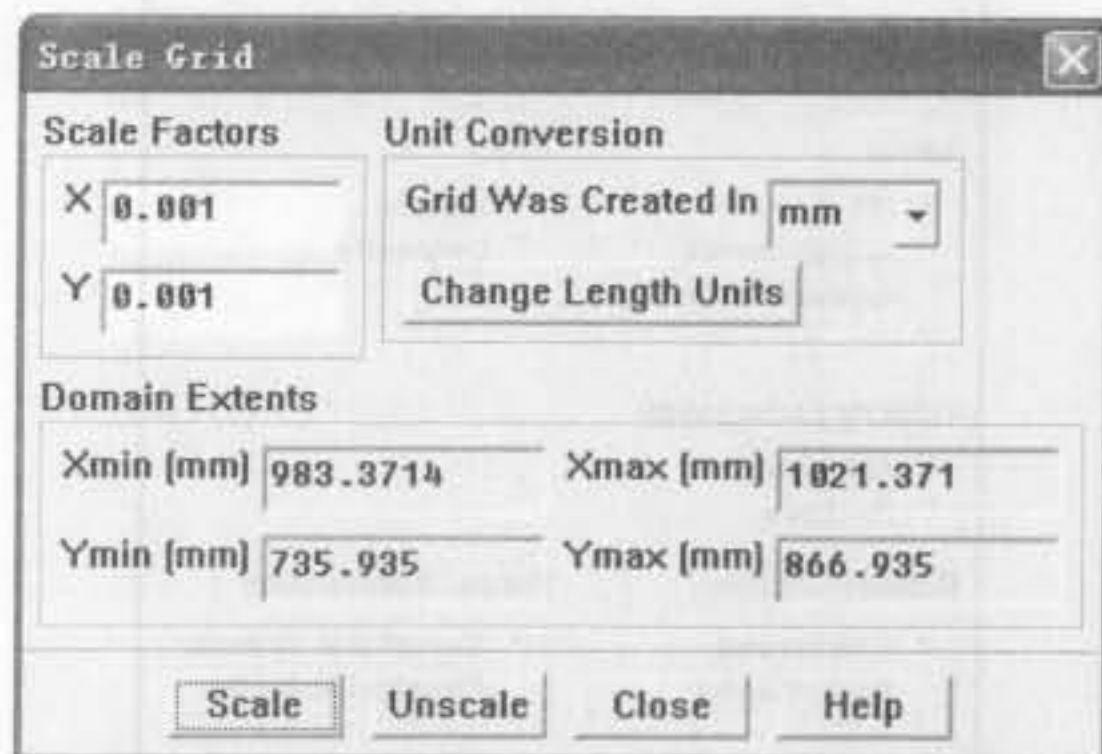


图 2-9 Scale Grid 对话框

在 Fluent 中，除了长度单位外，其他单位均采用 SI 制。一般不需要改动，若要对单位进行改动，应启动 Set Units(设置单位)对话框进行修改，命令在 Define→Units 中。

#### 5. 显示网格

操作：选择 Display→Grid 命令。

打开 Grid Display(网格显示)对话框，如图 2-10 所示。在 Surfaces 选项组中选择所有的表面；单击 Display 按钮，显示本例的网格图，如图 2-11 所示。

在图形窗口，右击边界线，在信息反馈窗口内将显示此边界的类型等信息。也可用此方法检查内部任意节点和网格线的信息，便于边界条件的设置。

#### 6. 设置求解器

操作：选择 Define→Models→Solver 命令。



打开 Solver 对话框，如图 2-12 所示。

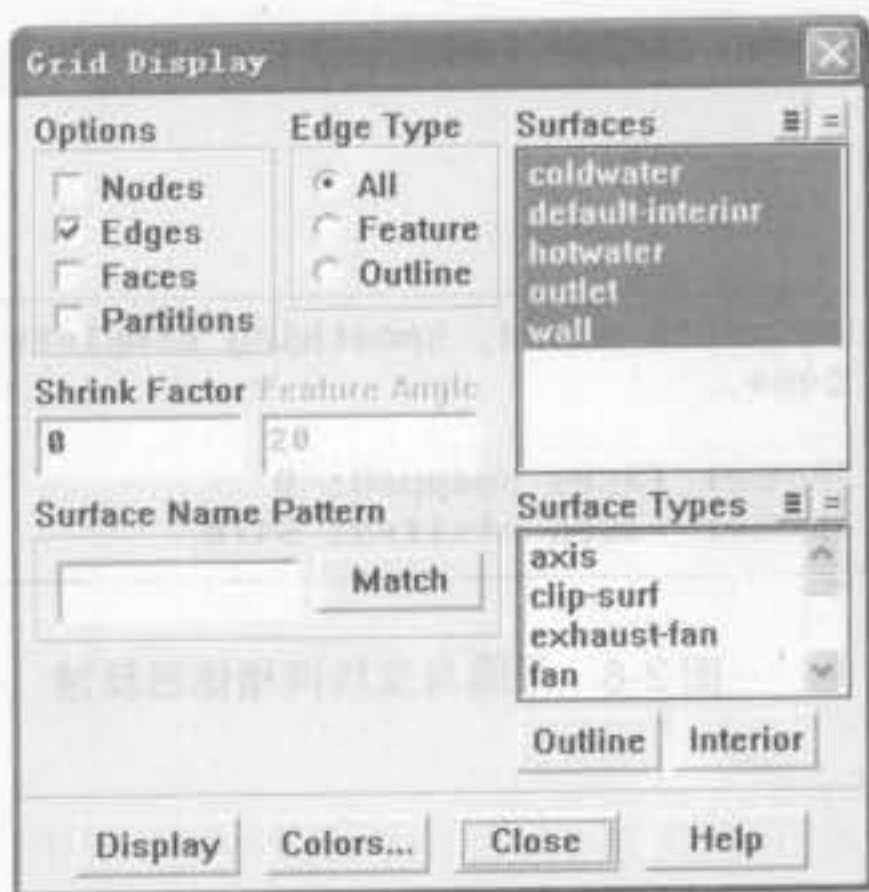


图 2-10 Grid Display 对话框

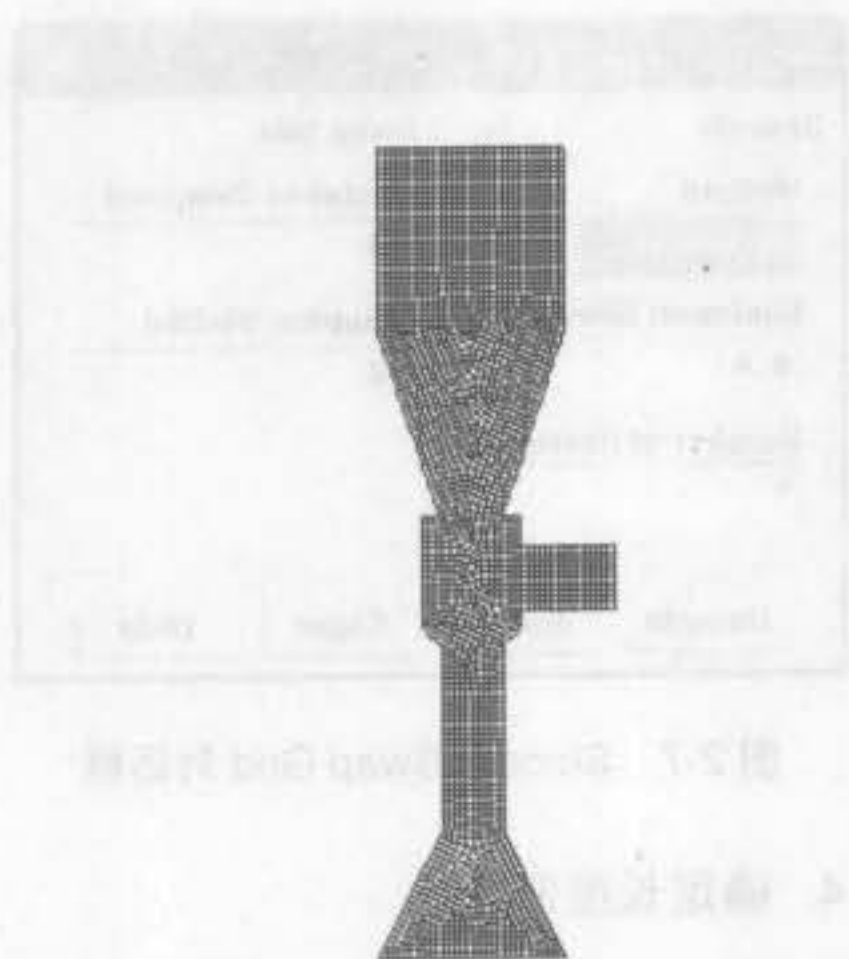


图 2-11 网格图

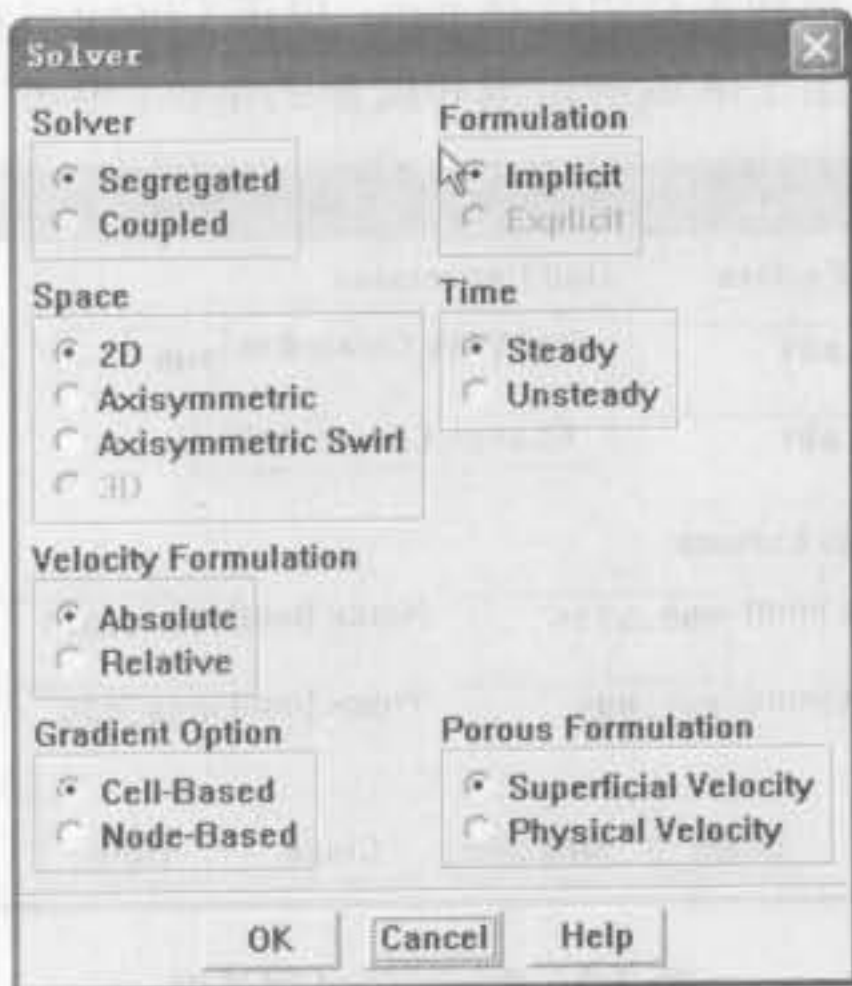


图 2-12 Solver 对话框

图 2-12 中：①Solver 选项组用于选择求解器：Segregated 的含义是非耦合求解法；Coupled 的含义是耦合求解法。②Formulation 选项组用于选择算法：Implicit 的含义是隐式算法；Explicit 的含义是显式算法。③Space 选项组用于选择空间属性：2D 的含义是二维空间；Axisymmetric 的含义是轴对称空间；Axisymmetric Swirl 的含义是轴对称旋转空间；3D 的含义是三维空间。④Time 选项组用于选择时间属性：Steady 的含义是定常流动；Unsteady 的含义是非定常流动。⑤Velocity Formulation 选项组用于选择速度属性：Absolute 的含义是绝对速度；Relative 的含义是相对速度。⑥Gradient Option 选项组用于选择梯度选项：Cell-Based 的含义是基于单元梯度；Node-Based 的含义是基于节点梯度。⑦Porous Formulation 选项组用于选择多孔算法：Superficial Velocity 的含义是表面速度算法；Physical Velocity 的含义是物理速度算法。这里保持默认设置。

## 7. 设置标准 $k$ -湍流模型

操作：选择 Define→Models→Viscous 命令。

打开 Viscous Model(粘度模型)对话框的选择界面，如图 2-13 所示，Inviscid 表示无粘(理想)流体；Laminar 表示层流模型；另外 4 个为常见的湍流模型。选中 k-epsilon 单选按钮，则打开 Viscous Model 对话框的设置界面，如图 2-14 所示，保持默认设置。

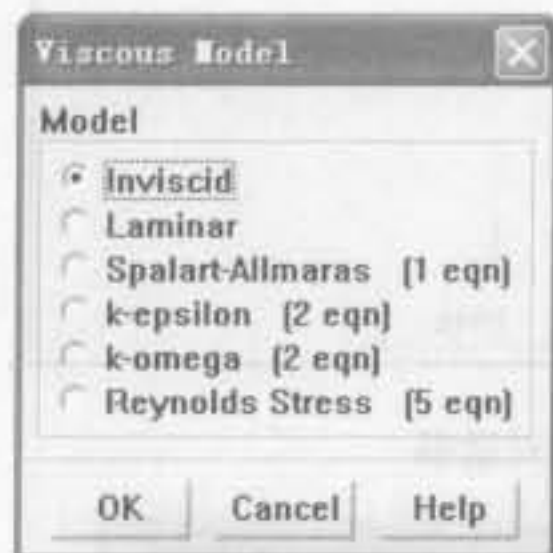


图 2-13 Viscous Model 对话框的选择界面

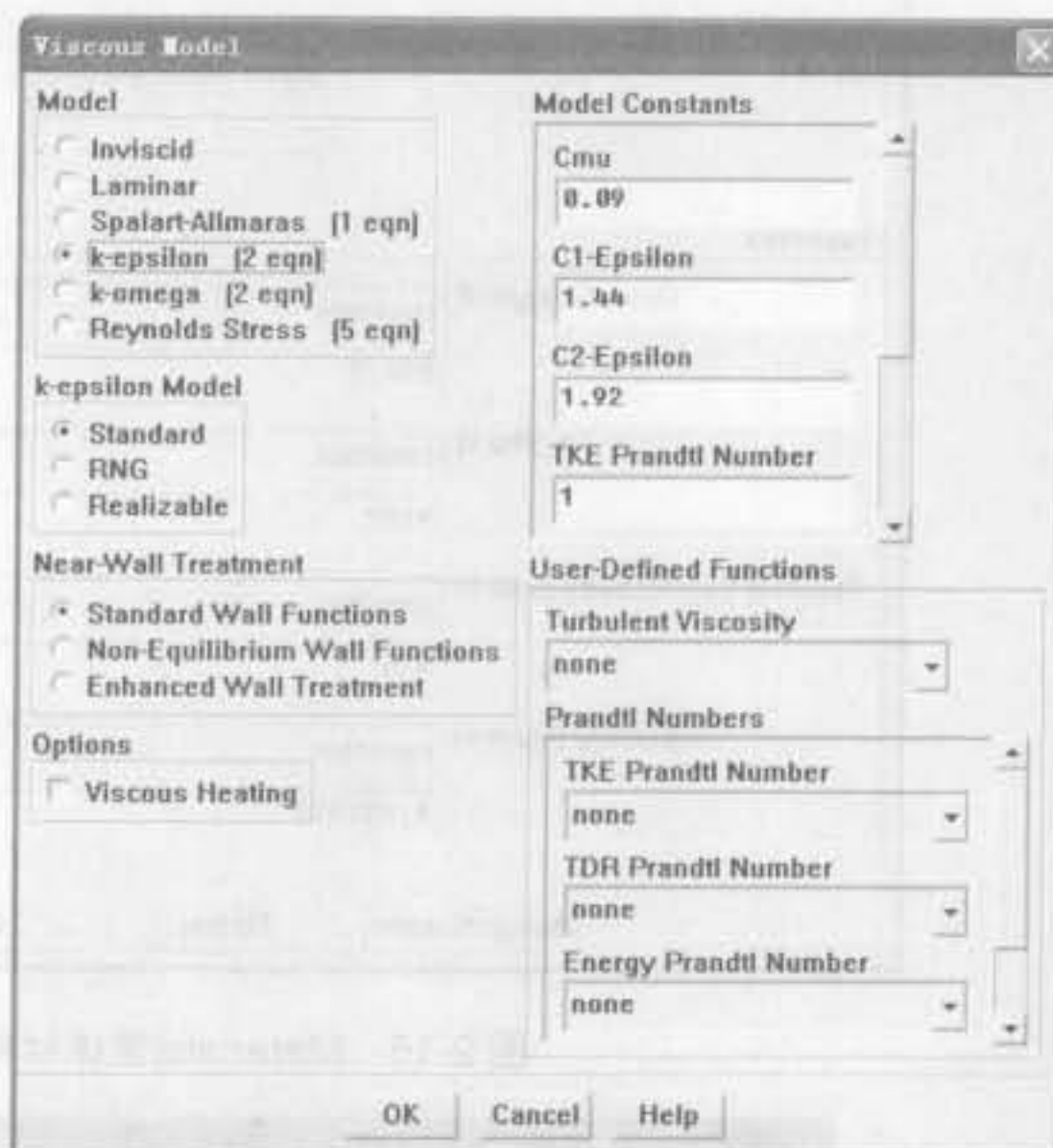


图 2-14 Viscous Model 对话框的设置界面

## 8. 选择能量方程

操作：选择 Define→Models→Energy 命令。

打开如图 2-15 所示的 Energy 对话框，选中 Energy Equation(能量方程)复选框。

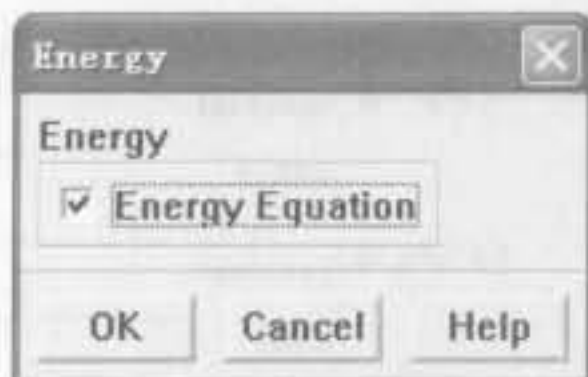


图 2-15 Energy 对话框

## 9. 设置流体的物理属性

从 Fluent 材料库中选择 water 流体。

操作：选择 Define→Materials 命令。

打开 Materials(流体材料设置)对话框，如图 2-16 所示，单击 Fluent Database 按钮，打开 Fluent Database Materials(Fluent 材料库选择)对话框；选择 water-liquid(h2o<1>)流体，如

图 2-17 所示,保持默认设置,单击 Copy 按钮,单击 Close 按钮关闭 Fluent Database Materials 对话框。在 Materials 对话框中单击 Change/Create 按钮,单击 Close 按钮关闭 Materials 对话框。

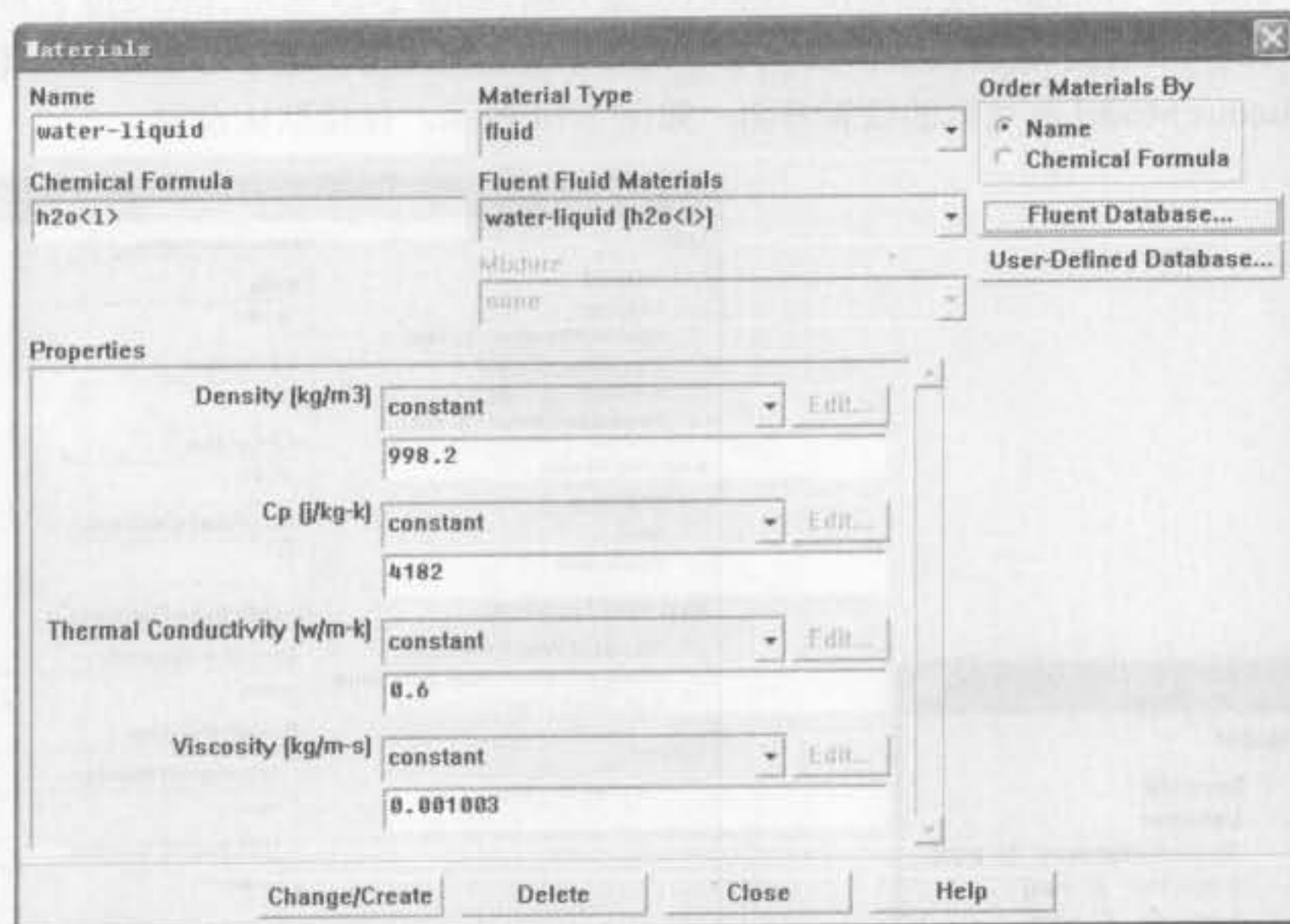


图 2-16 Materials(流体材料参数设置)对话框

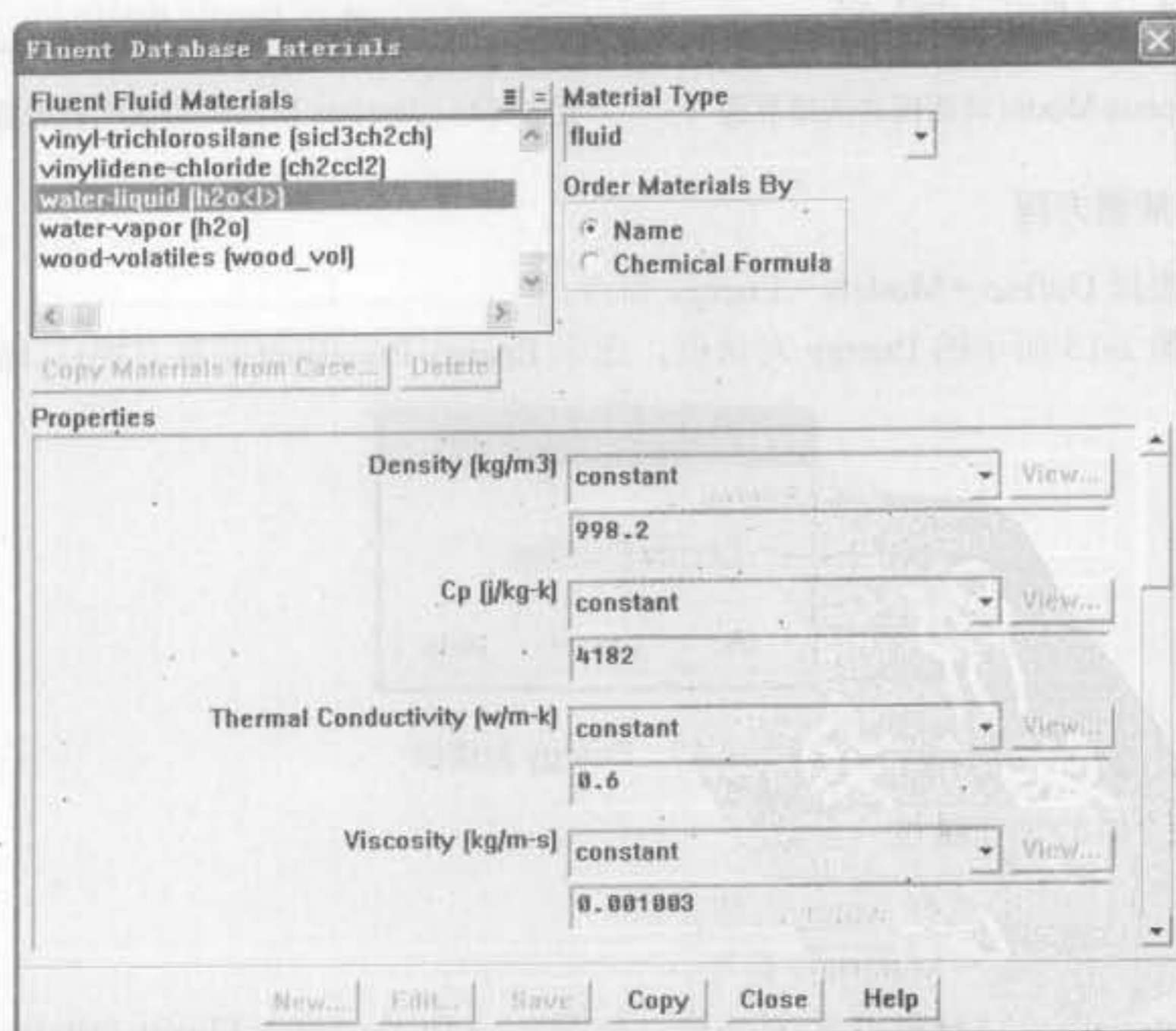


图 2-17 Fluent Database Materials(材料库选择)对话框



## 10. 设置边界条件

操作：选择 Define→Boundary Conditions 命令。

打开 Boundary Conditions(边界条件选择)对话框，如图 2-18 所示，图中，Zone 列表框内为区域标识，Type 列表框内为相应的属性。

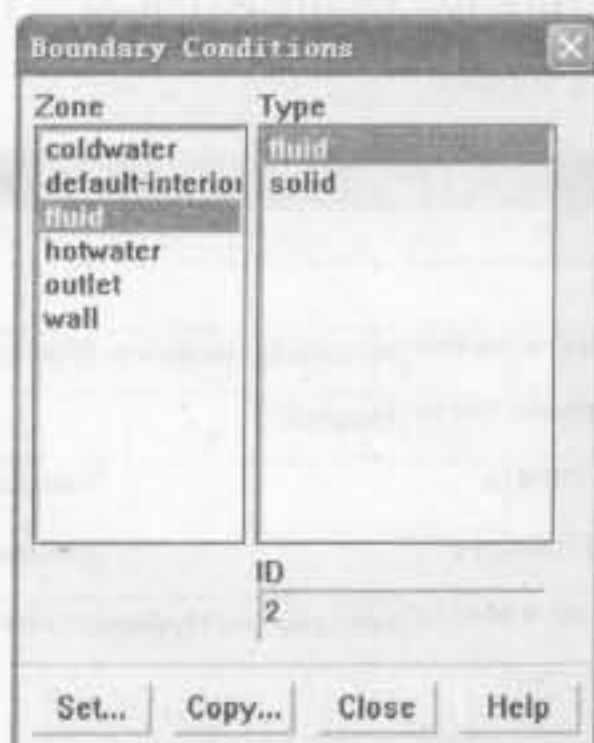


图 2-18 Boundary Conditions(边界条件选择)对话框

### 1) 设置流体

在 Zone(区域)列表框中选择 fluid，在 Type 列表框内显示其类型为 fluid；单击 Set 按钮，打开 Fluid(流体设置)对话框，如图 2-19 所示；在 Material Name(材料名称)下拉列表框中选择 water-liquid，单击 OK 按钮关闭 Fluid 对话框。

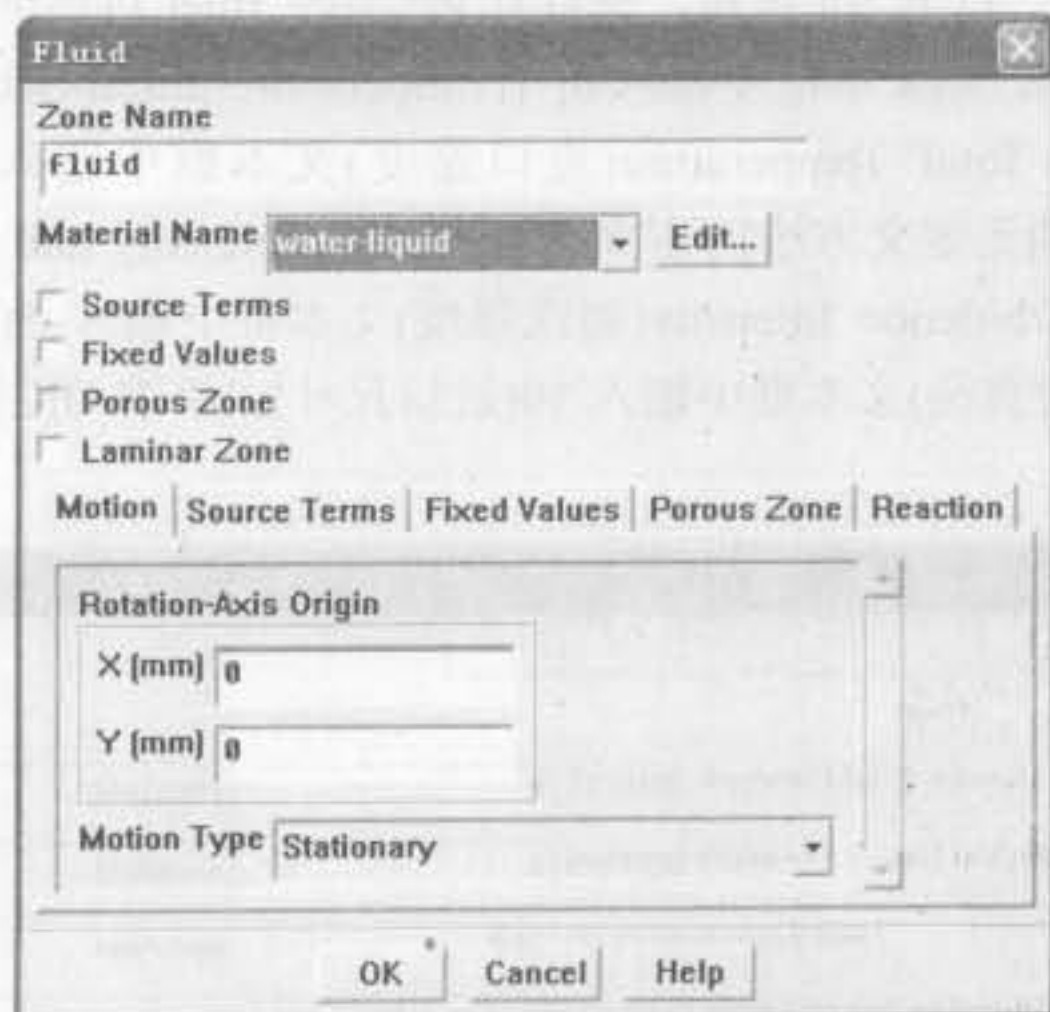


图 2-19 Fluid(流体设置)对话框

### 2) 设置冷水进口速度边界条件

在如图 2-18 所示的对话框中的 Zone 列表框中选择 coldwater，则在 Type 列表框内显示其类型为 velocity\_inlet；单击 Set 按钮，则打开 Velocity Inlet(速度边界设置)对话框，如图 2-20 所示；在 Velocity Specification Method(速度给定方式)下拉列表框中选择 Magnitude，



Normal to Boundary(给定速度大小,速度方向垂直于边界);在 Velocity Magnitude(进口速度)文本框中输入 6,在其右侧的下拉列表框中选择 constant(常值);在 Temperature(进口温度)文本框中输入 298;在 Turbulence Specification Method (湍流定义方法)下拉列表框中选择 Intensity and Hydraulic Diameter(强度与水力直径);在 Turbulence Intensity(湍流强度)文本框中输入 5(来流的湍流强度);在 Hydraulic Diameter(水力直径)文本框中输入 30(进口尺寸);单击 OK 按钮关闭 Velocity Inlet 对话框。

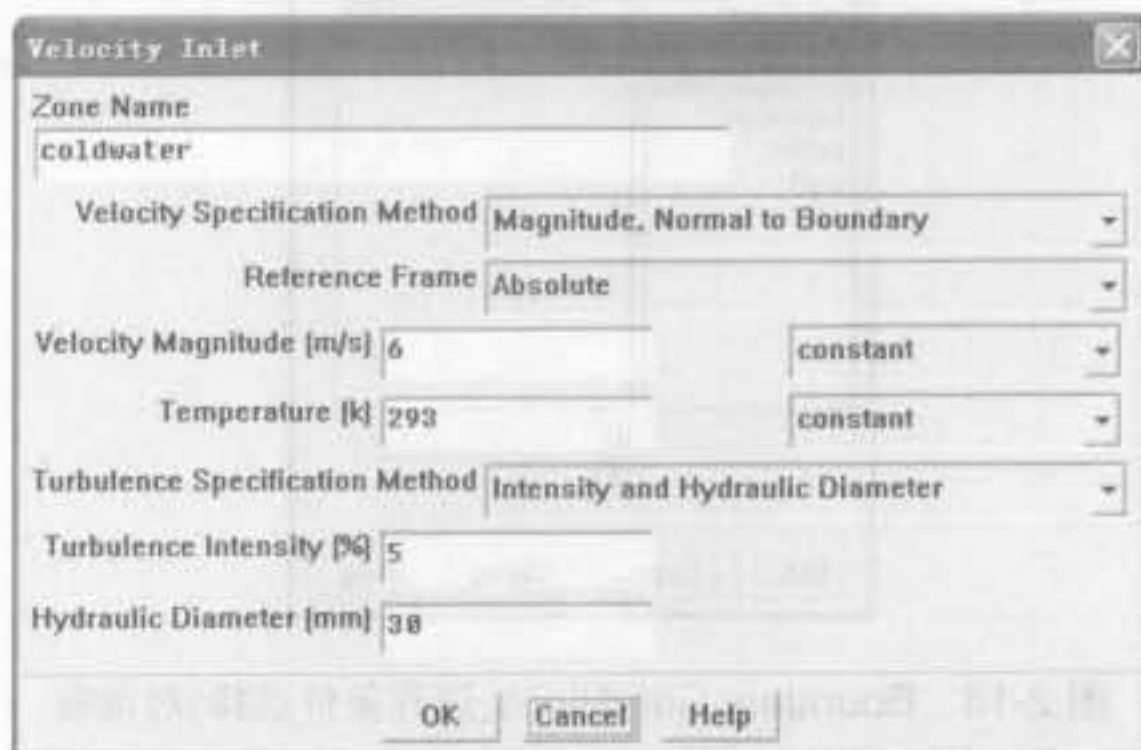


图 2-20 Velocity Inlet(速度边界设置)对话框

### 3) 设置热水进口压力边界条件

在如图 2-18 所示的对话框中的 Zone 列表框中选择 hotwater,则在 Type 列表框内显示其类型为 pressure\_inlet;单击 Set 按钮,则打开 Pressure Inlet 对话框,如图 2-21 所示;在 Gauge Total Pressure(总表压)文本框中输入 0;在 Supersonic/Initial Gauge Pressure(初始表压)文本框中输入 0;在 Total Temperature(进口温度)文本框中输入 360;在 Turbulence Specification Method (湍流定义方法)下拉列表框中选择 Intensity and Hydraulic Diameter(强度与水力直径);在 Turbulence Intensity(湍流强度)文本框中输入 5(来流的湍流强度);在 Hydraulic Diameter(水力直径)文本框中输入 10(进口尺寸);单击 OK 按钮关闭 Pressure Inlet 对话框。

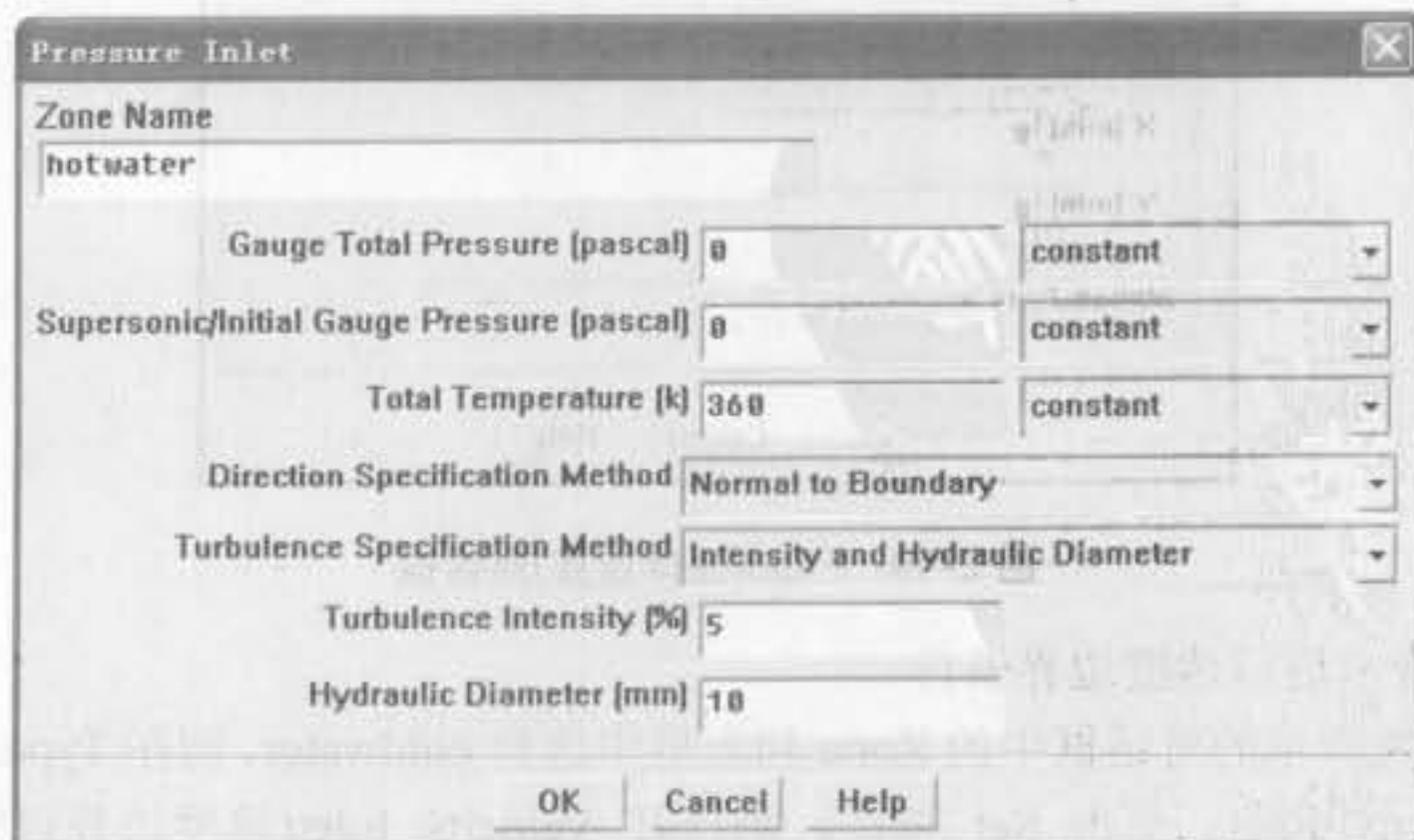


图 2-21 Pressure Inlet(压力进口边界设置)对话框

#### 4) 设置出口压力边界条件

在如图 2-18 所示的对话框中的 Zone 列表框中选择 outlet, 则在 Type 列表框内显示其类型为 pressure-outlet; 单击 Set 按钮, 则打开 Pressure Outlet(压力出口边界设置)对话框, 如图 2-22 所示; 在 Gauge Total Pressure(总表压)文本框中输入 0; 在 Supersonic/Initial Gauge Pressure(初始表压)文本框中输入 0; Temperature(进口温度)文本框保持默认值; 在 Turbulence Specification Method (湍流定义方法)下拉列表框中选择 Intensity and Hydraulic Diameter(强度与水力直径); 在 Turbulence Intensity(湍流强度)文本框中输入 5(来流的湍流强度); 在 Hydraulic Diameter(水力直径)文本框中输入 30(出口尺寸); 单击 OK 按钮关闭 Pressure Outlet 对话框。

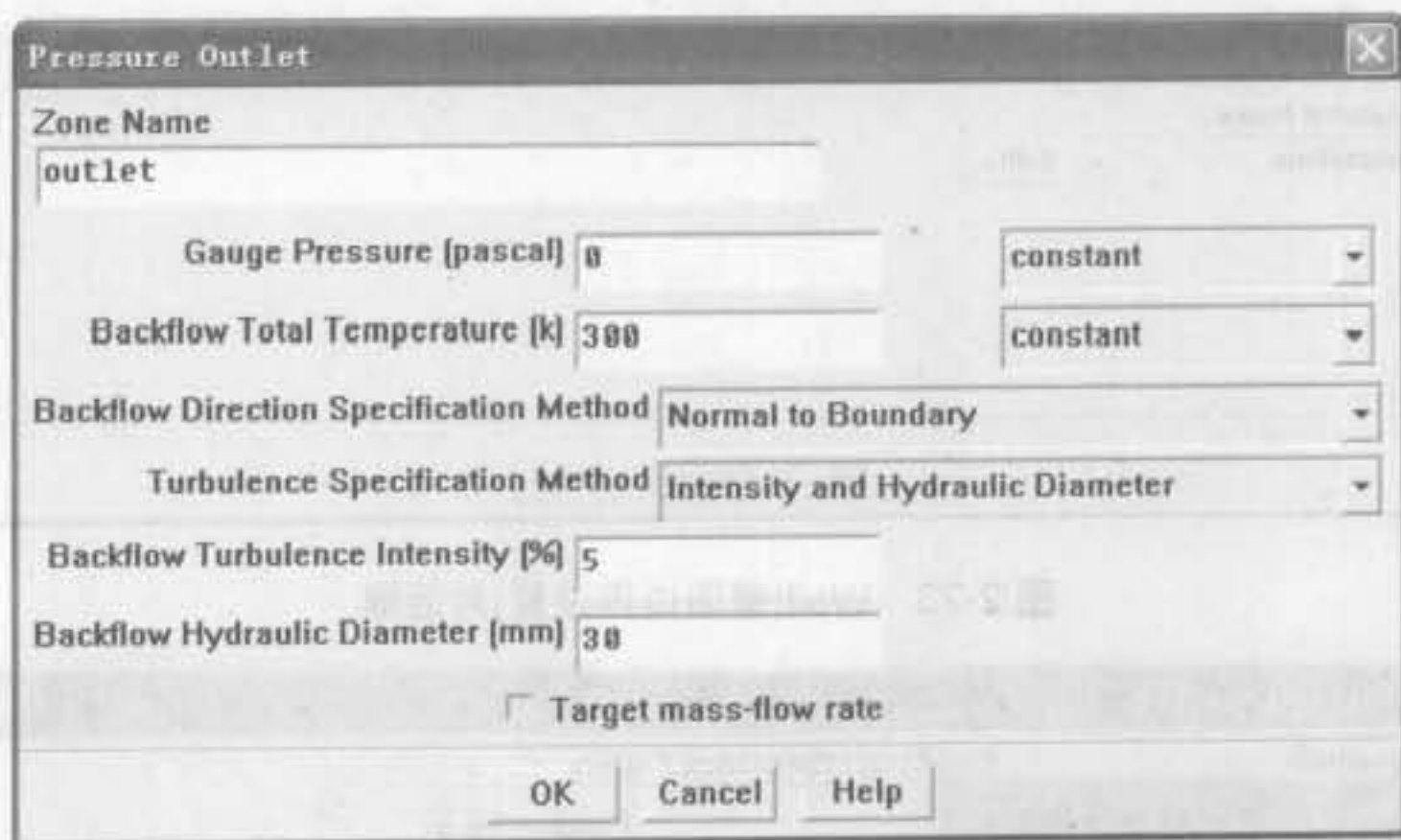


图 2-22 Pressure Outlet(压力出口边界设置)对话框

**注意：** 对于出口未知的情况，常设为 Outflow 边界类型，因本例中有压力进口，不能采用 Outflow 边界，所以只能采用 Pressure-outlet 边界。

#### 5) 壁面设置

对于壁面边界条件，可以设置热力学、运动、组分、自定义源项等，本例保持默认设置，如图 2-23 所示。

### 11. 求解设置

操作：选择 Solve→Controls→Solution 命令。

打开 Solution Controls(求解控制设置)对话框，如图 2-24 所示，Equations 选项组中显示需要求解的方程；Under-Relaxation Factors 选项组中为各项的松弛因子的设定；Pressure-Velocity Coupling 选项组中为压力速度耦合算法的设定，有 SIMPLE、SIMPLEC、PISO 三种算法供选择；Discretization 选项组中为各项的离散格式选项。保持默认设置，单击 OK 按钮关闭对话框。

### 12. 求解监视设置

操作：选择 Solve→Monitors→Residual 命令。

打开 Residual Monitors(残差监视器设置)对话框，如图 2-25 所示，监视器输出方式在



Options 选项组中选择, Print 表示在 Fluent 控制台窗口中打印输出, Plot 表示在图形窗口以残差曲线的形式输出; 修改收敛判据, 保持默认设置, 单击 OK 按钮关闭对话框。

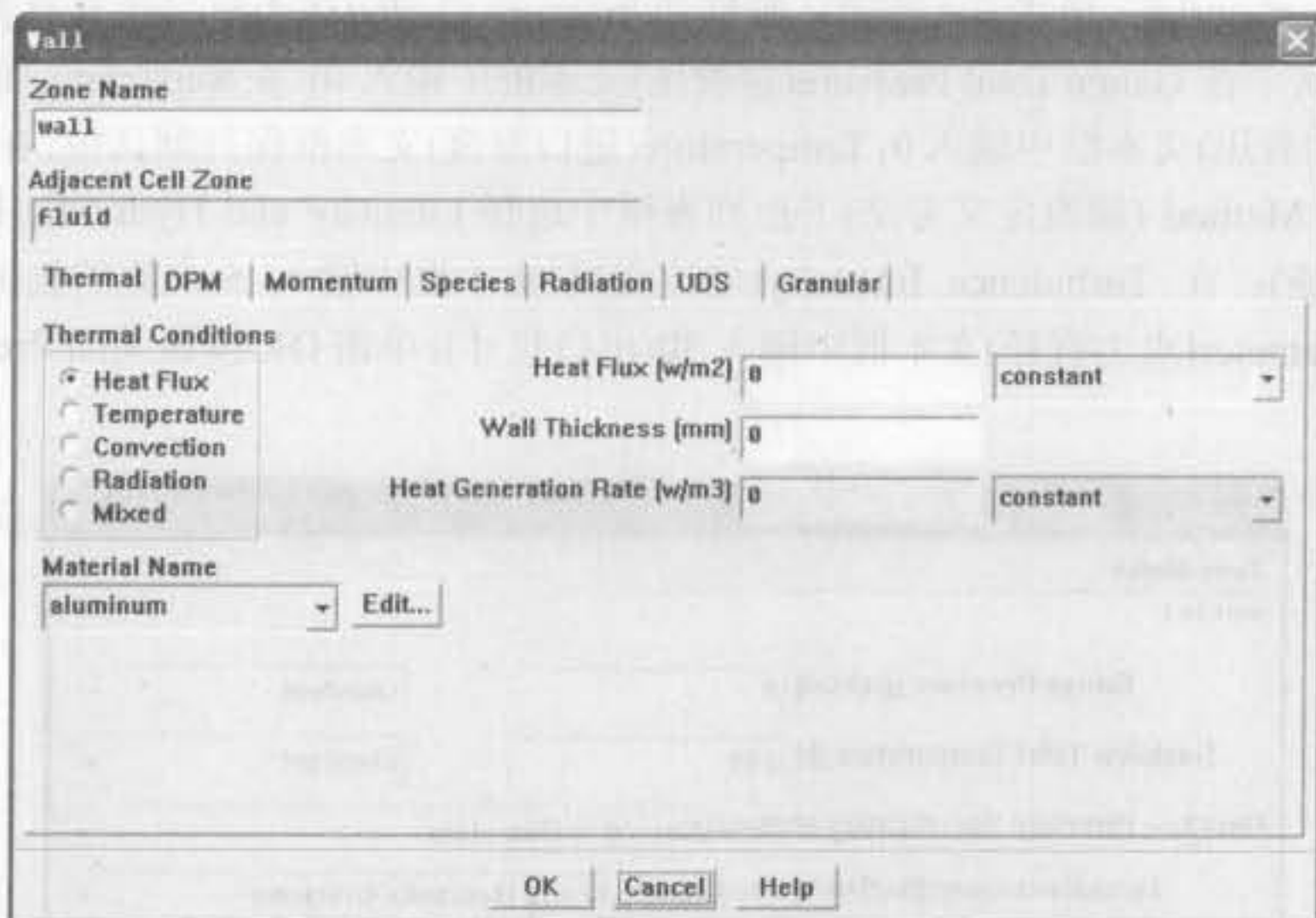


图 2-23 Wall(壁面边界设置)对话框

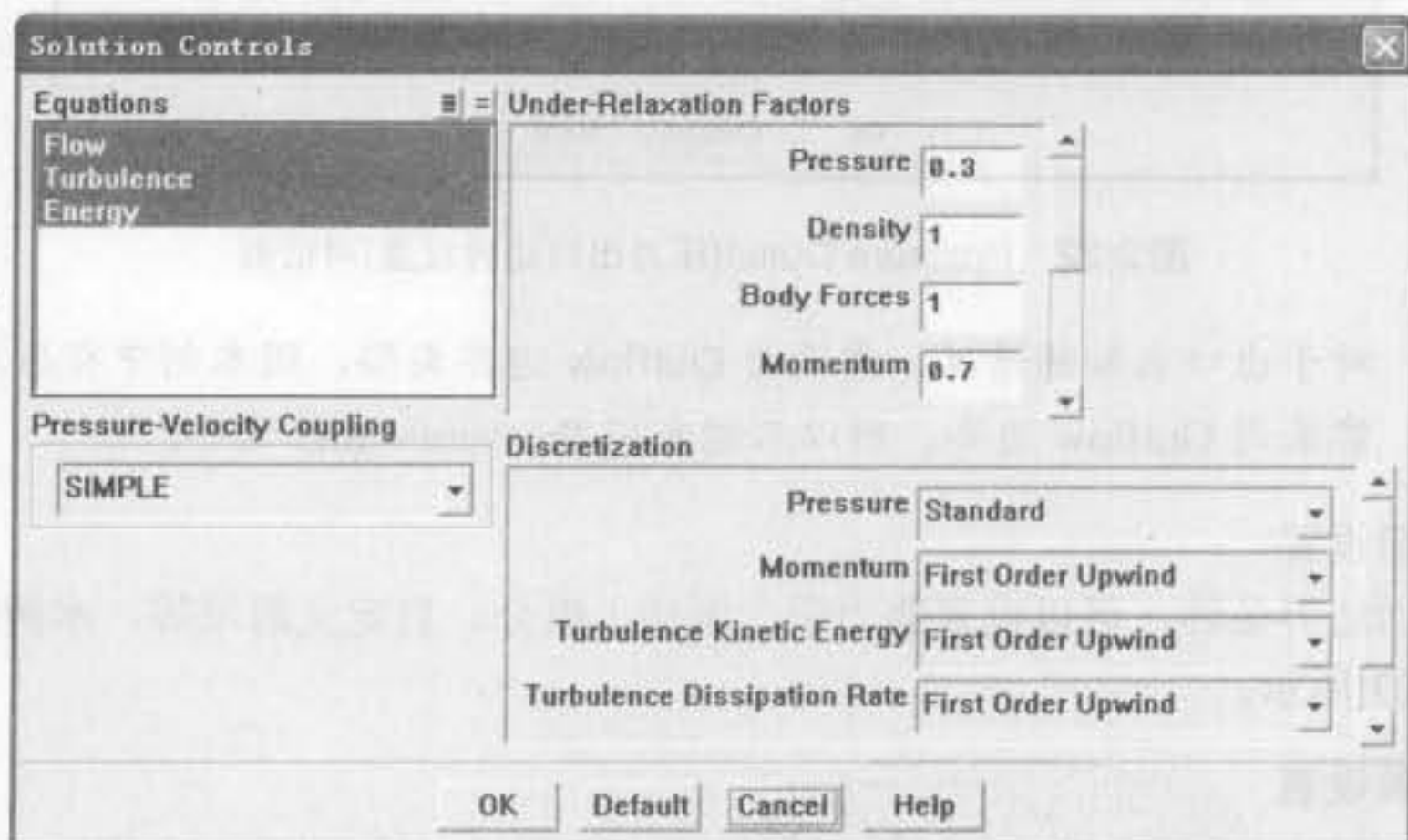


图 2-24 Solution Controls(求解控制设置)对话框

为了更好地判断计算收敛, 需对所关心的截面上的物理量进行监测。本例对出口的面积平均温度进行监测, 图 2-26 是 Surface Monitors(表面监视器)对话框, 在该对话框中, 将 Surface Monitors 微调框中的数目增加到 1; 选中 Plot(若同时选中 Write, 还可将结果写入文件); 单击 monitor-1 最右边的 Define 按钮, 则出现 Define Surface Monitor(表面监视器定义)对话框, 如图 2-27 所示; 在 Report of 选项组中选择 Temperature 和 Static Temperature; 在 Surface 选项组中选择监测表面为 outlet; 在 Report Type 下拉列表框中选择 Area-Weighted Average(面积平均); 单击 OK 按钮; 单击 Surface Monitors 对话框中的 OK 按钮。



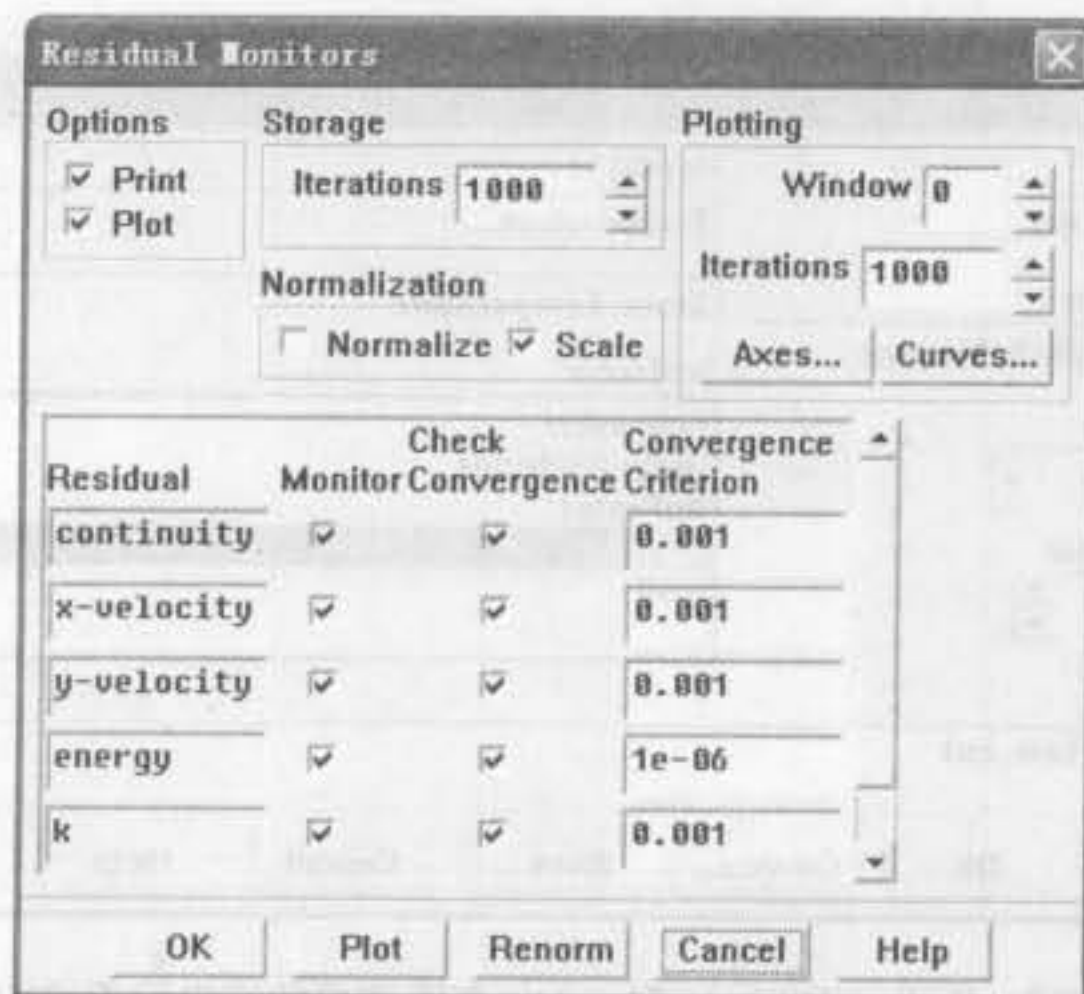


图 2-25 Residual Monitors(残差监视器设置)对话框

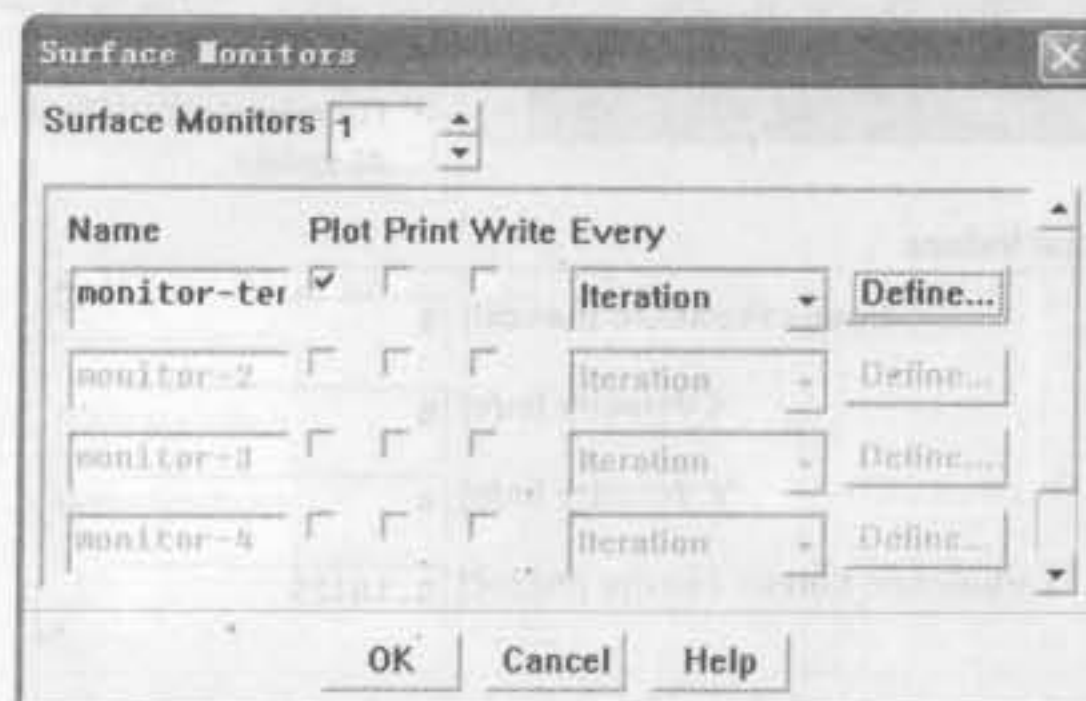


图 2-26 Surface Monitors(表面监视器设置)对话框

### 13. 流场初始化

操作: 选择 Solver→Initialize→Initialize 命令。

打开 Solution Initialization(初始化设置)对话框, 如图 2-28 所示, 在 Compute From 下拉列表框中选择 all-zones, 其余设置保持默认状态, 对所有区域进行统一初始化。

### 14. 保存 case 文件(jet-reactor.cas)

操作: 选择 File→Write→Case 命令。

在打开的对话框中输入文件名, 单击 OK 按钮。

### 15. 迭代计算

操作: 选择 Solver→Iterate 命令。

打开 Iterate(迭代参数设置)对话框, 如图 2-29 所示, 在 Number of Iterations(迭代次数)微调框中输入 500, 单击 Iterate 按钮开始计算。

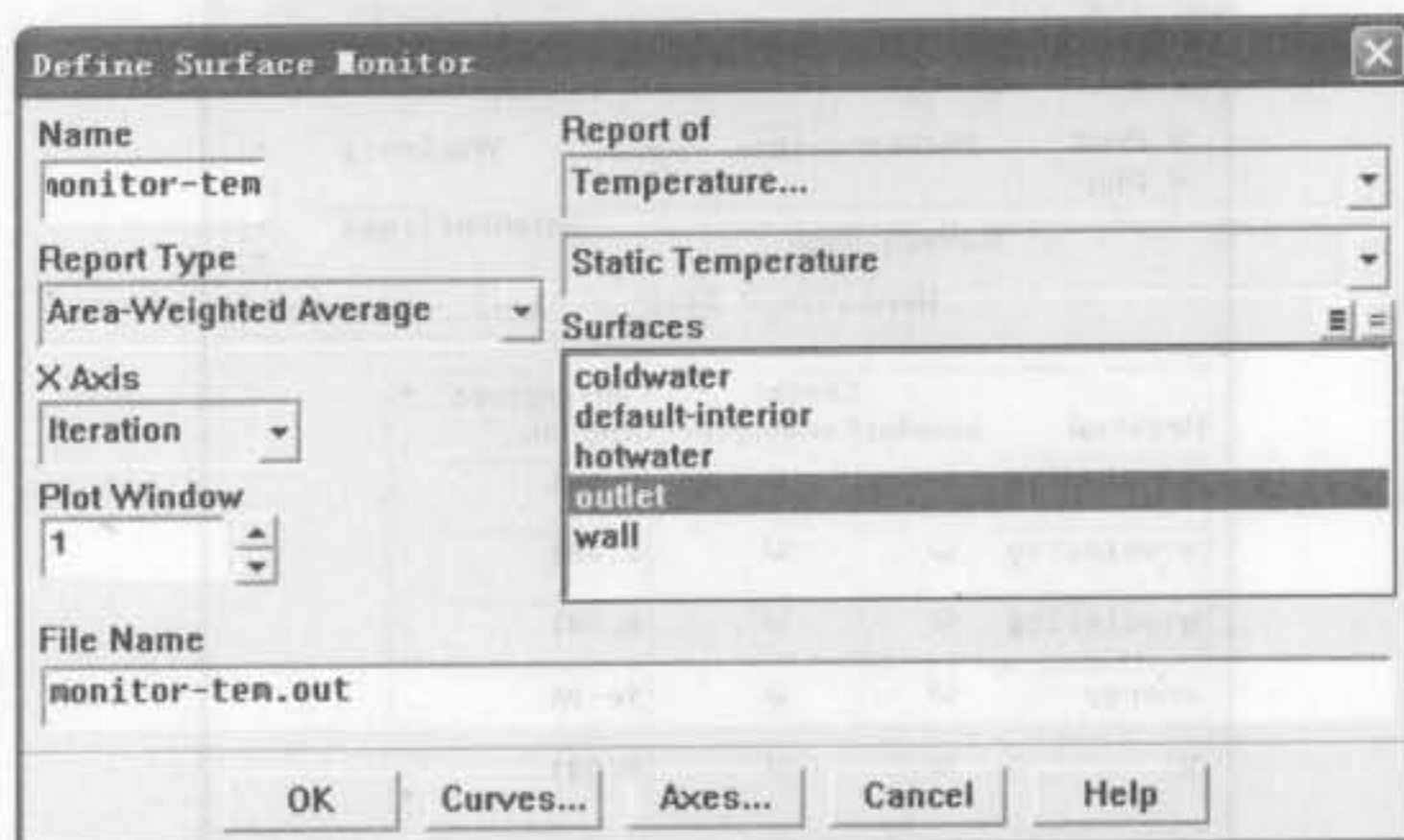


图 2-27 Define Surface Monitor(表面监视器定义设置)对话框

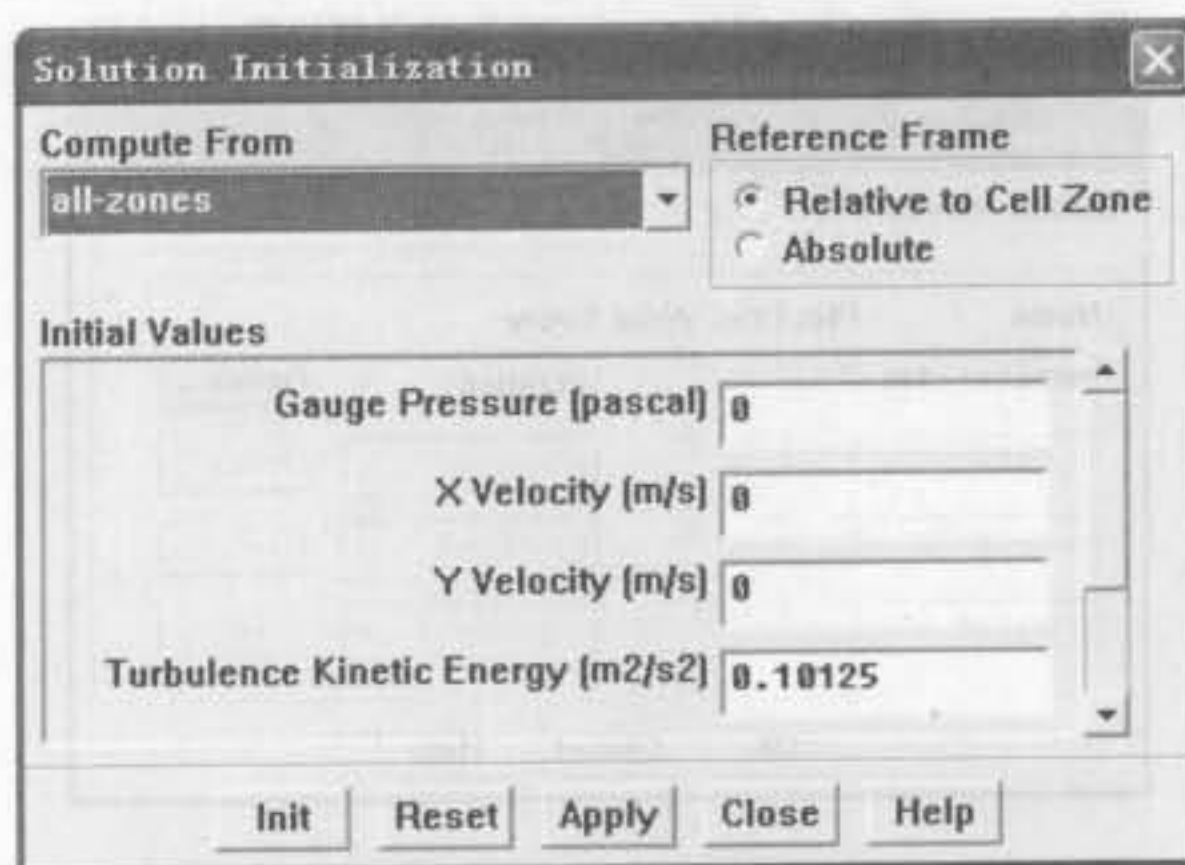


图 2-28 Solution Initialization(初始化设置)对话框

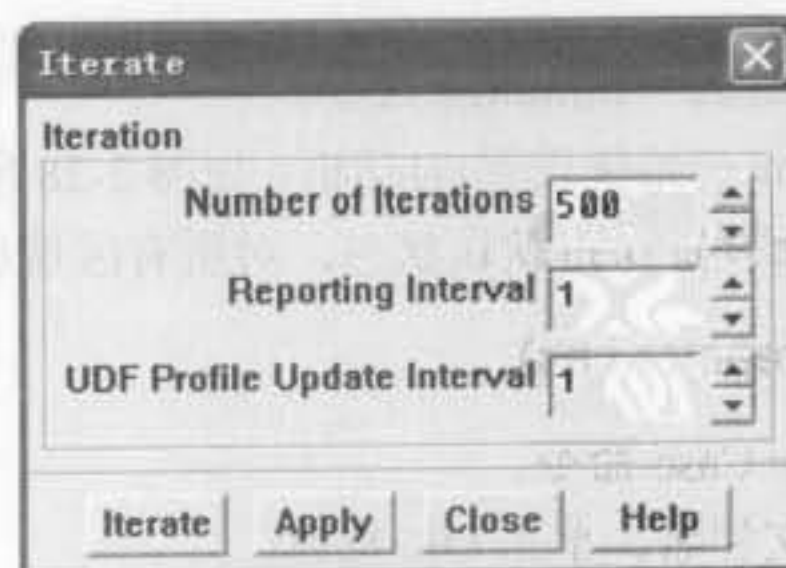


图 2-29 Iterate(迭代参数设置)对话框

进行 216 次迭代后, 残差监视器显示收敛, 如图 2-30 所示; 出口截面上的平均温度监视器窗口显示的曲线如图 2-31 所示, 形成一条水平线。

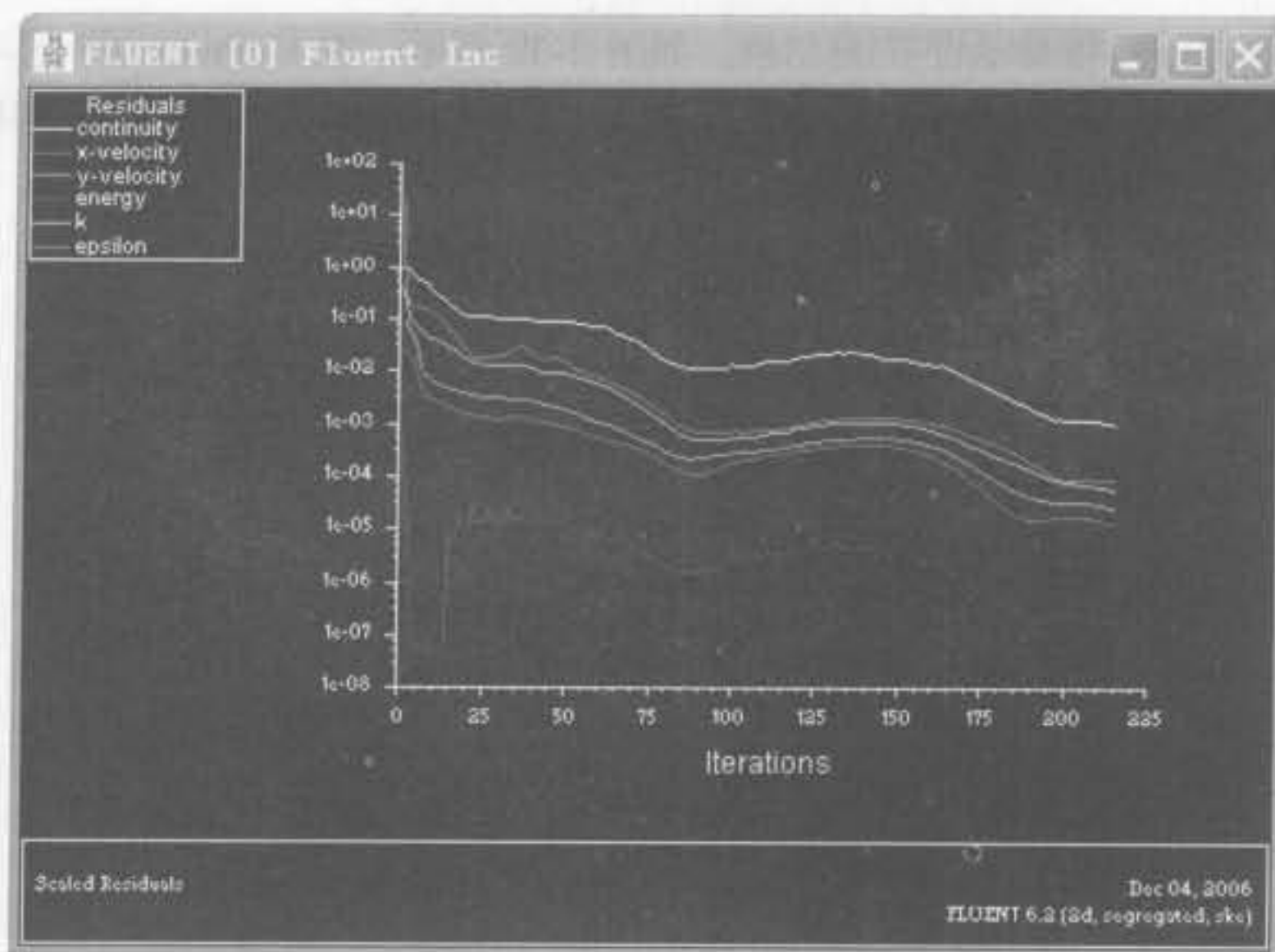


图 2-30 残差曲线图

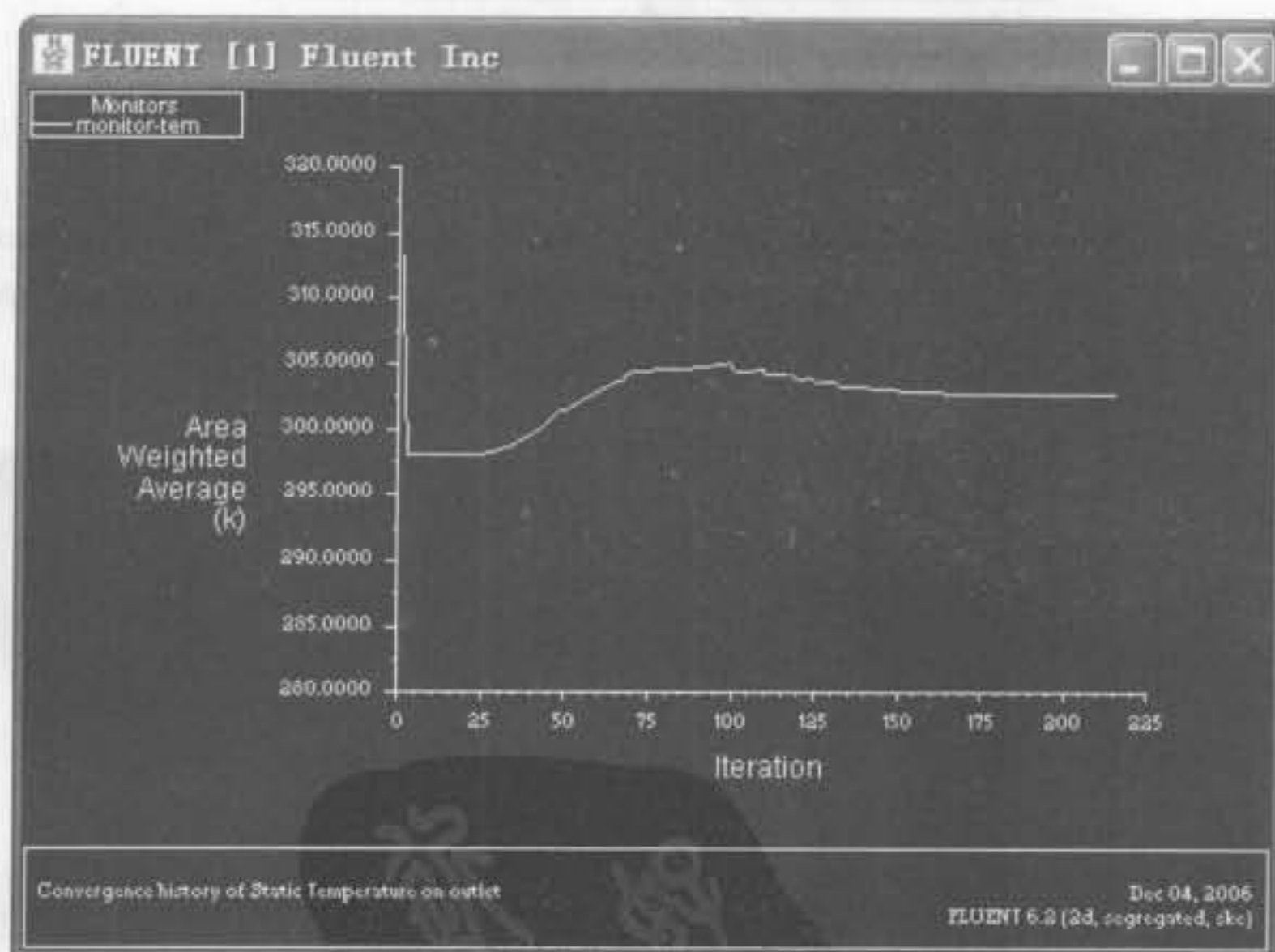


图 2-31 出口温度曲线图

#### 16. 保存 data 文件(jet-reactor.dat)

操作：选择 File→Write→Data 命令。

在打开的对话框的 Data File 文本框中输入文件名，单击 OK 按钮。

#### 17. 显示温度云图

操作：选择 Display→Contours 命令。



打开 Contours(等值显示设置)对话框, 如图 2-32 所示, 在 Contours of 选项组中选择 Temperature(温度)和 Static Temperature(静态温度); 在 Options 选项组中选中 Filled(填充方式)复选框; 单击 Display 按钮, 将显示如图 2-33 所示的计算域中温度场分布。



图 2-32 Contours(等值显示设置)对话框

18. 显示压力云图

在如图 2-32 所示的 Contours 对话框中的 Contours of 选项组中选择 Pressure (压力)和 Static Pressure(静态压力); 在 Options 选项组中选中 Filled(填充方式)复选框; 单击 Display 按钮, 将显示如图 2-34 所示的计算域中压力场分布。

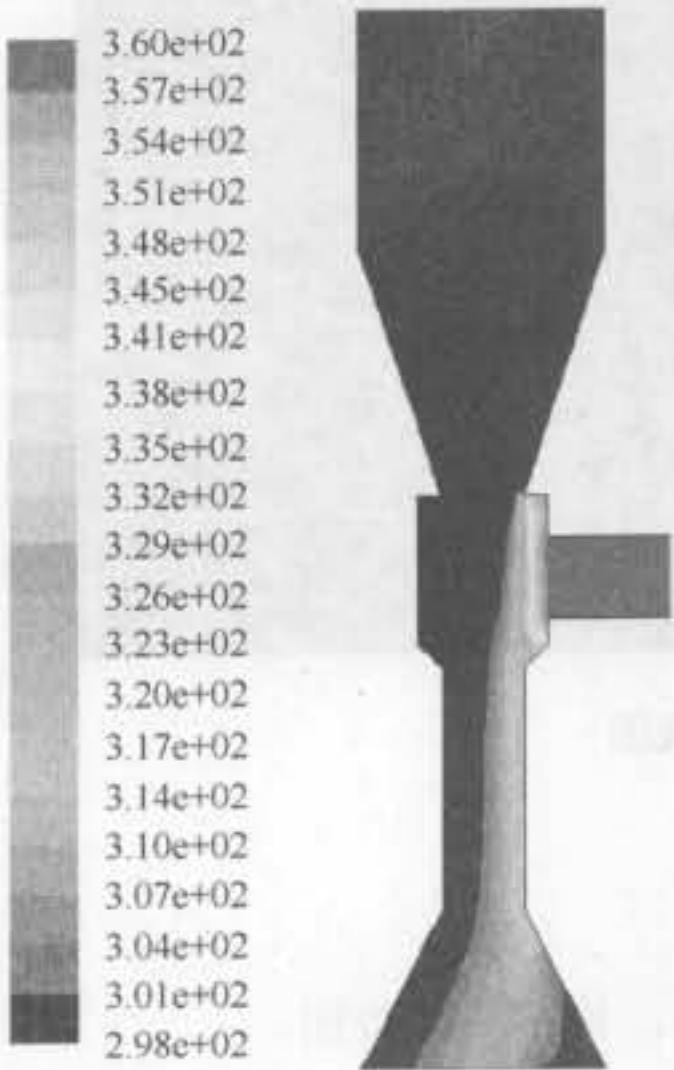


图 2-33 温度云图

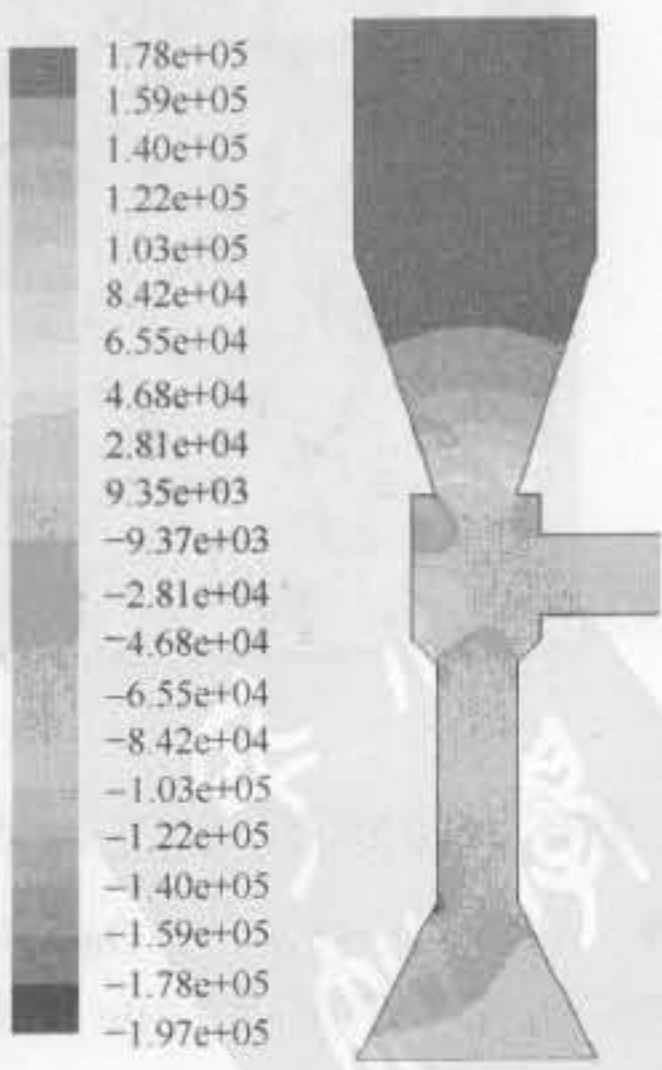


图 2-34 压力云图

### 19. 显示速度云图

在如图 2-32 所示的 Contours 对话框中的 Contours of 选项组中选择 Velocity(速度)和 Velocity Magnitude(速度大小); 在 Options 选项组中选中 Filled(填充方式)复选框; 单击 Display 按钮, 将显示如图 2-35 所示的计算域中速度场分布。

### 20. 显示速度矢量图

操作: 选择 Display→Velocity Vectors 命令。

打开 Vectors(速度矢量设置)对话框, 如图 2-36 所示, 保持默认设置, 单击 Display 按钮, 则将显示如图 2-37 所示的计算域中速度矢量图。

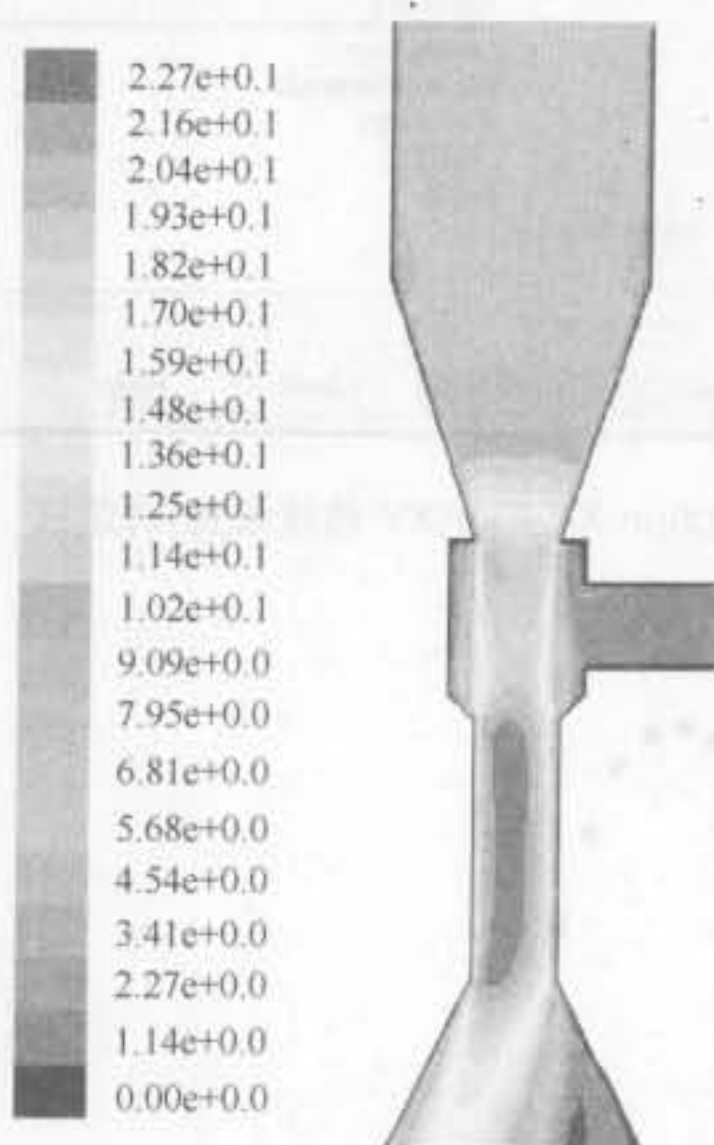


图 2-35 速度云图

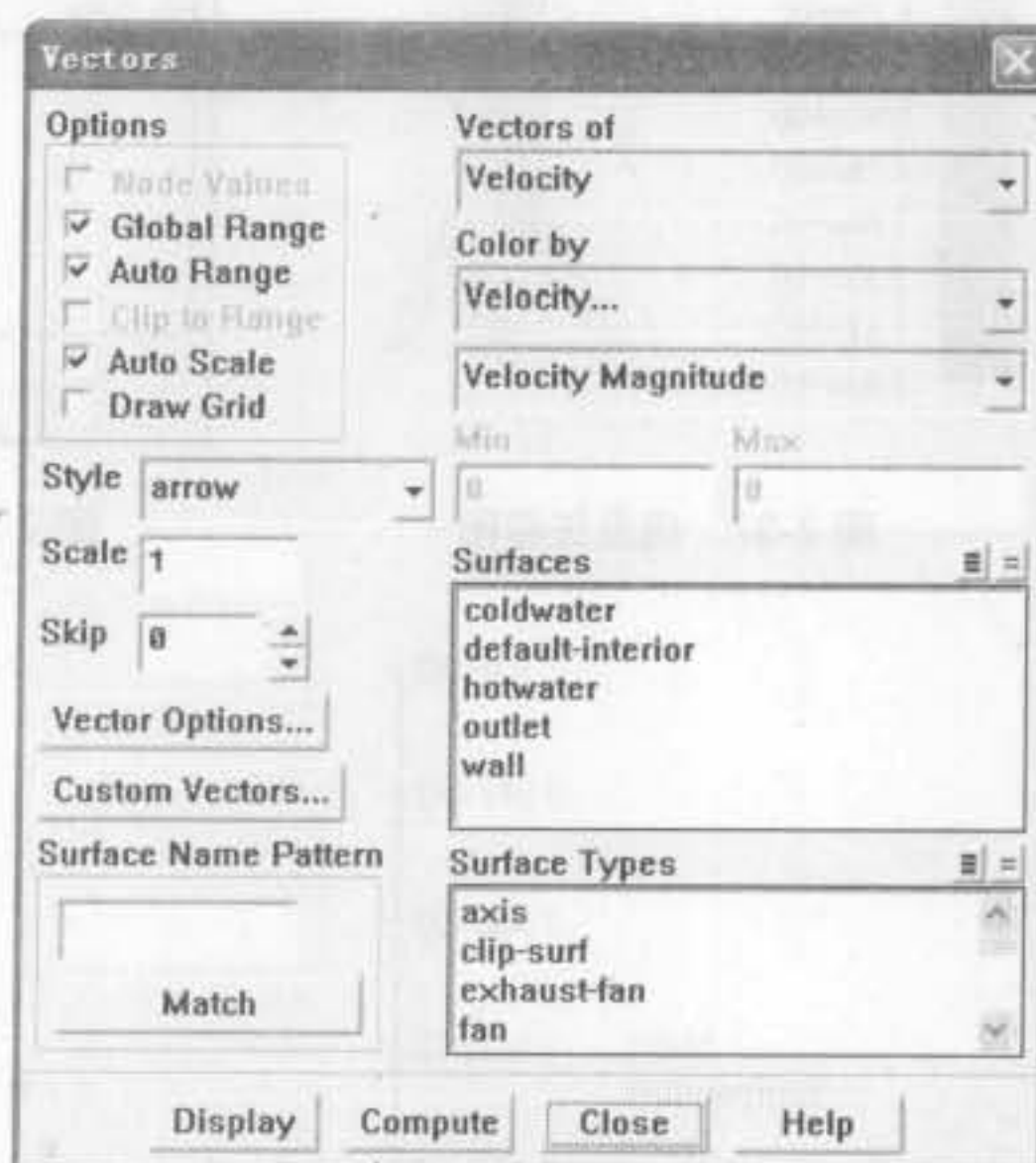


图 2-36 Vectors(速度矢量设置)对话框

### 21. 显示出口截面温度 XY 曲线图

操作: 选择 Plot→XY Plot 命令。

打开 Solution XY Plot(XY 曲线设置)对话框, 如图 2-38 所示, 在 Y Axis Function(Y 轴函数)选项组中选择 Temperature 和 Static Temperature; 在 Surfaces(表面)选项组中选择 outlet, 其他保持默认设置, 单击 Plot 按钮, 则将显示如图 2-39 所示的出口截面上的温度分布图。

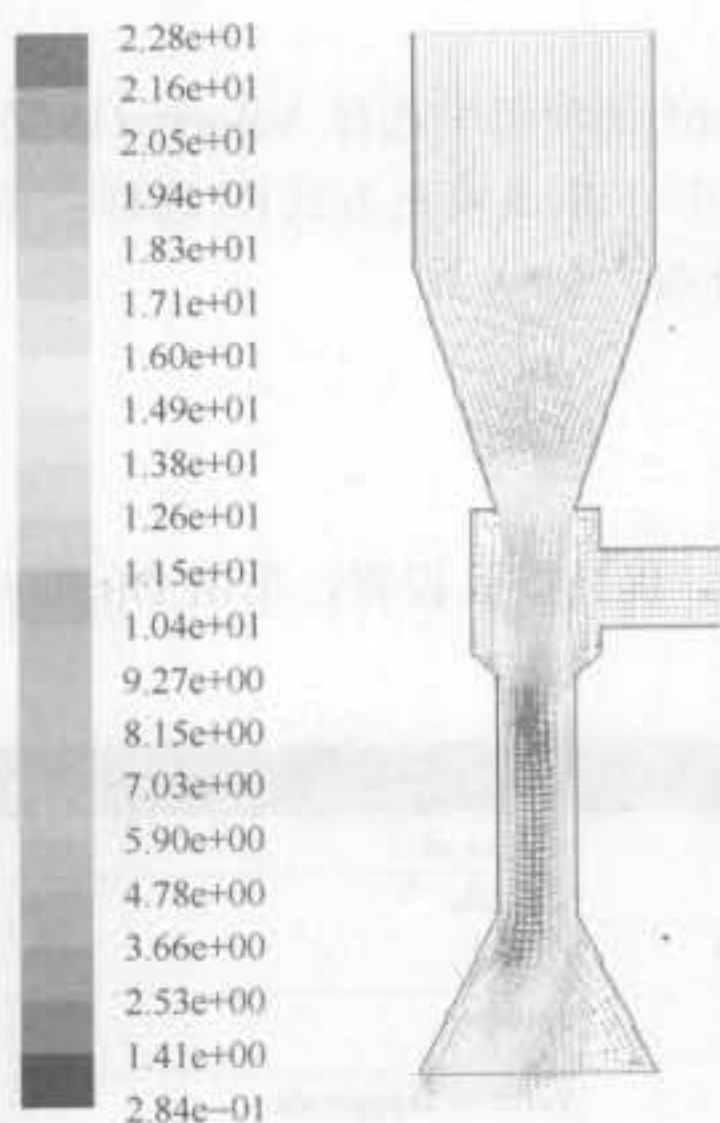


图 2-37 速度矢量图

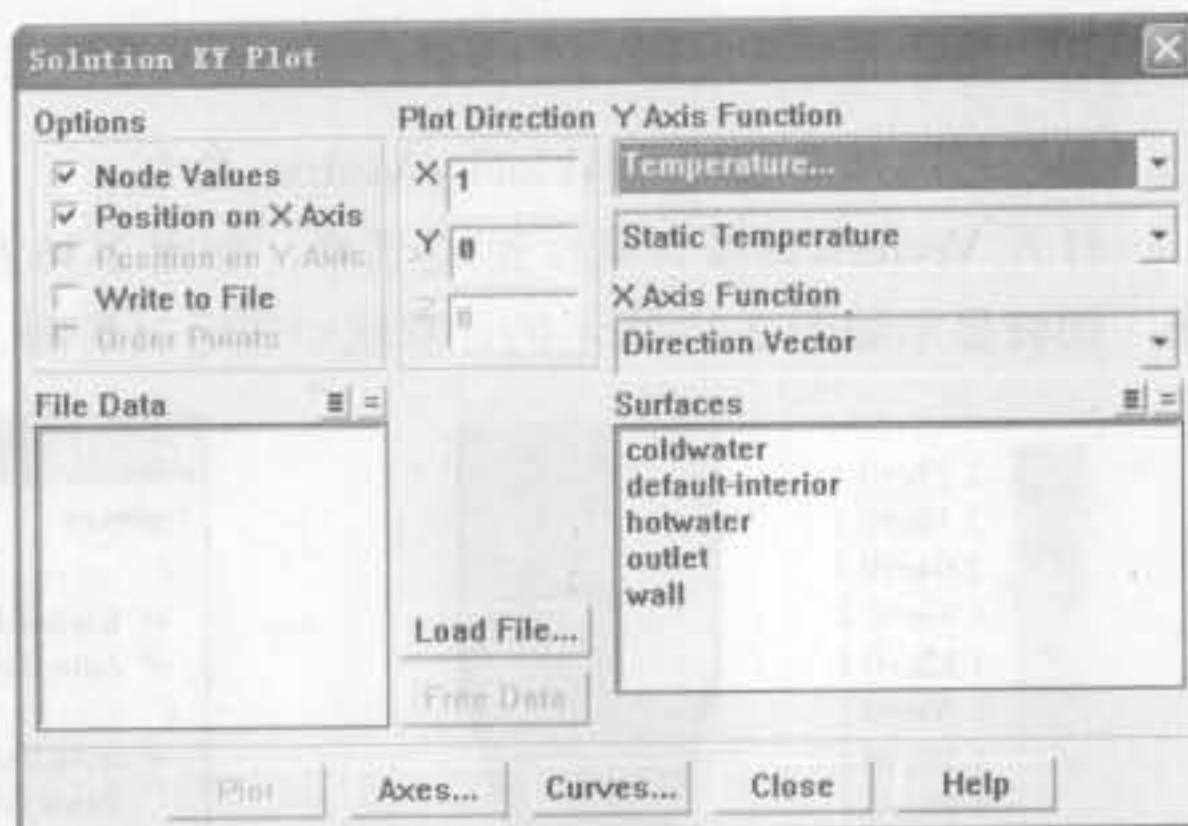


图 2-38 Solution XY Plot(XY 曲线设置)对话框

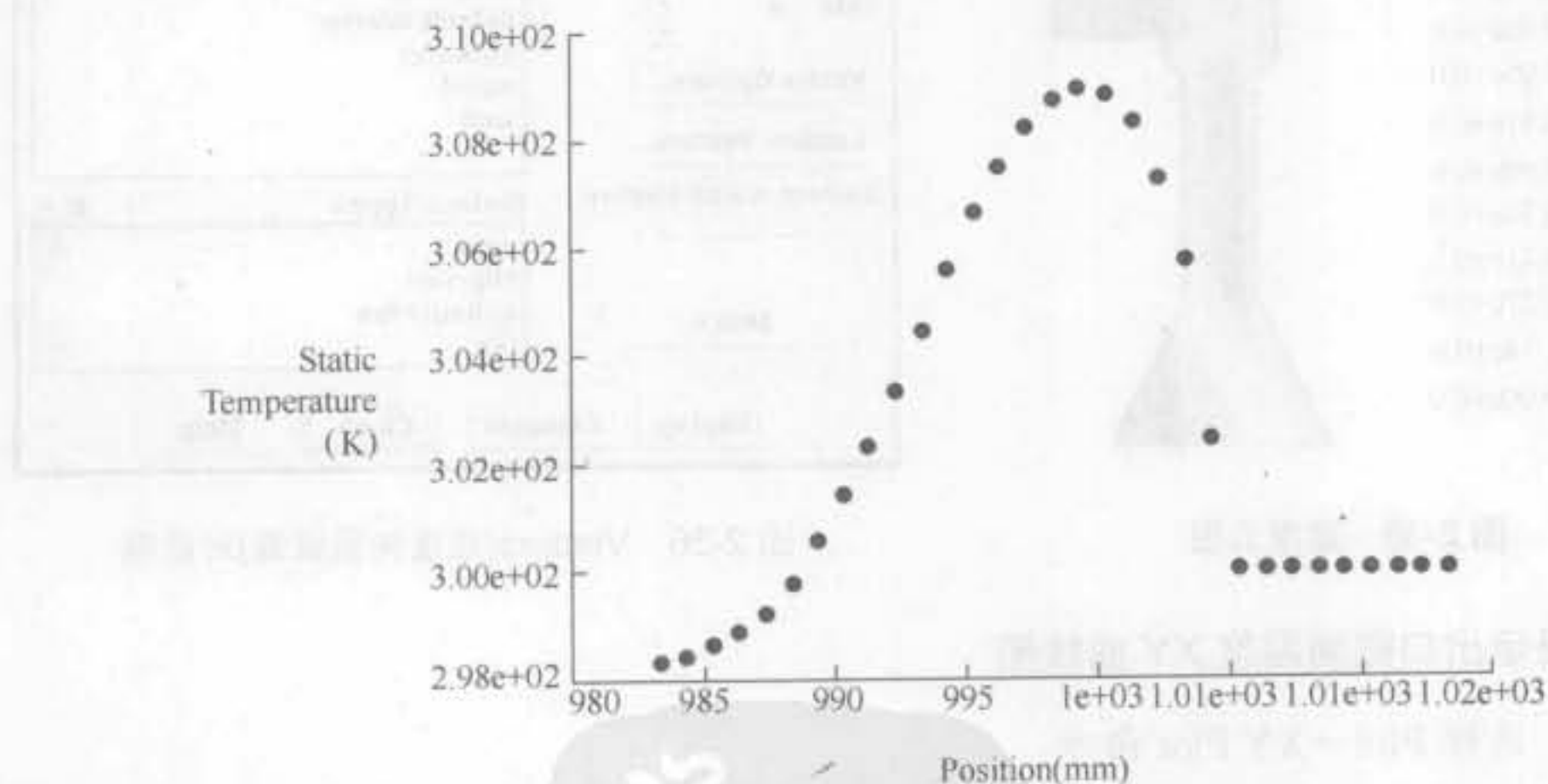


图 2-39 出口截面上温度分布图

**注意：** Fluent 中还有很多后处理方式，可根据自己的需要进行计算结果的处理。

## 2.4 Fluent 读取 Ansys 网格的操作

Fluent 除了可以读取 Gambit 的网格文件，还可以读取其他软件的网格文件，如 Ansys、Patran、TGrid、GeoMesh、preBFC、ICEMCFD、I-DEAS、Nastran 等。这里介绍读取 Ansys 网格文件的方法及实例。