

换热器系数（B3 - Heat Exchanger）

Flow Simulation 可用于研究各种工程设备的流体流动和传热。在本例，我们使用 Flow Simulation 来确定 **逆流换热器** 的效率，并观察其内部的温度和流动模式。使用 Flow Simulation 可以直接确定换热器效率，并且通过研究流动和温度模式，设计工程师可以深入了解所涉及的物理过程，从而为改进设计提供指导。

衡量换热器性能的一个方便方法是将给定量的热量从高温流体传递到低温的另一种流体的“效率”。如果知道所有流动开口处温度，则可以确定效率。在 Flow Simulation 中，流体入口温度是指定的，并且出口温度可以很容易地确定。换热器效率定义如下：

$$\varepsilon = \frac{\text{actual heat transfer}}{\text{maximum possible heat transfer}}$$

实际传热量可以计算为热流体损失的能量或冷流体获得的能量。如果其中一种流体的温度变化等于换热器中存在的最大温差（这就是热流体入口和冷流体入口温度之差：

$(T_{hot}^{inlet} - T_{cold}^{inlet})$ ），则获得最大可能的传热。因此，**逆流换热器** 的效率定义如下表：

$\varepsilon = \frac{T_{hot}^{inlet} - T_{hot}^{outlet}}{T_{hot}^{inlet} - T_{cold}^{inlet}}$	当热流体热容流率 <冷流体热容流率	或者	$\varepsilon = \frac{T_{cold}^{outlet} - T_{cold}^{inlet}}{T_{hot}^{inlet} - T_{cold}^{inlet}}$	当热流体热容流率 >冷流体热容流率
---	----------------------	----	---	----------------------

其中，“热容流率”是质量流量和比热容的乘积： $C = \dot{m}c$ （详见最后一小节：“[计算换热效率](#)”）

该项目的目标是计算“逆流换热器”的效率。此外，我们也将确定换热器中心管壁的平均温度。得到的壁面温度值可以进一步用于结构和疲劳分析。

打开模型	215
创建 Flow Simulation 项目	216
指定对称条件	222
指定流体子域	224
指定边界条件	227
指定固体材料	235
指定表面目标	236
指定体积目标	237
指定网格设置	238

运行计算	239
查看目标	239
查看切面图	241
调整参数显示范围	244
显示流动迹线	245
查看表面参数	253
计算换热器效率	256

打开模型

将 *B3 - Heat Exchanger* 文件夹复制到您的工作目录中，并确保文件不是只读的，因为 Flow Simulation 会将输入数据保存到这些文件中。

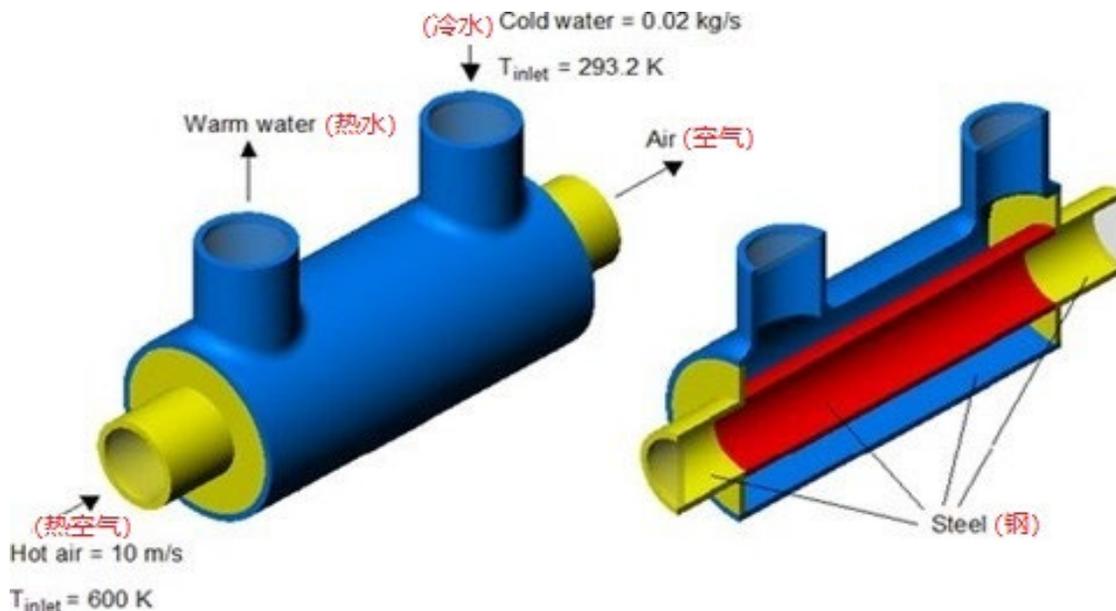
步骤

1. 单击 **文件 > 打开** 。
2. 在 **打开** 对话框，浏览到位于“*B3 - Heat Exchanger*”文件夹中的 *task.sldasm* 装配文件，然后单击 **打开**（或双击该装配文件）。

或者，您可以将 *task.sldasm* 文件拖放到 SOLIDWORKS 窗口的空白区域。

注意

 要跳过项目定义并运行根据教程定义的 Flow Simulation 项目，您需要打开位于 *B3 - Heat Exchanger\Ready* 文件夹中的 *task.sldasm* 装配文件并运行项目。

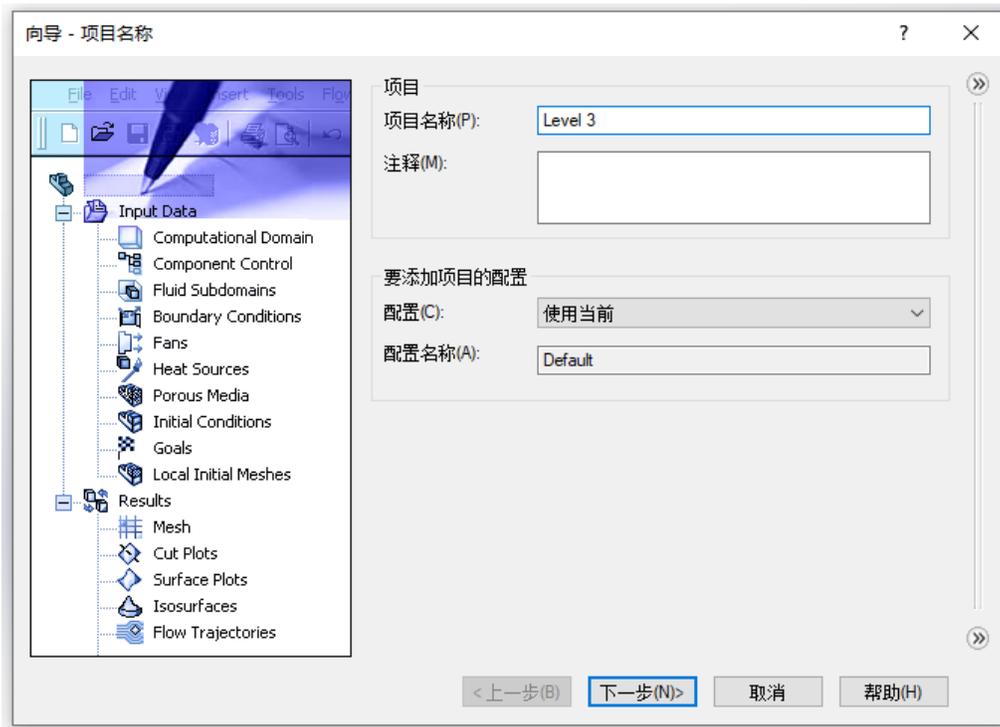


创建 Flow Simulation 项目

您可以创建 Flow Simulation 项目。

步骤

1. 单击 **工具 > Flow Simulation > 项目 > 向导** 。



2. 键入 **“Level 3”** 作为 **项目名称** 。之所以选择 **“Level 3”** 名称，是因为将使用 **“结果精度等级 3”** 来计算此问题。

(老版本在向导中设置结果和几何精度等级，最近几个新版本取消此步骤，改为在网格设置里设置网格级别)

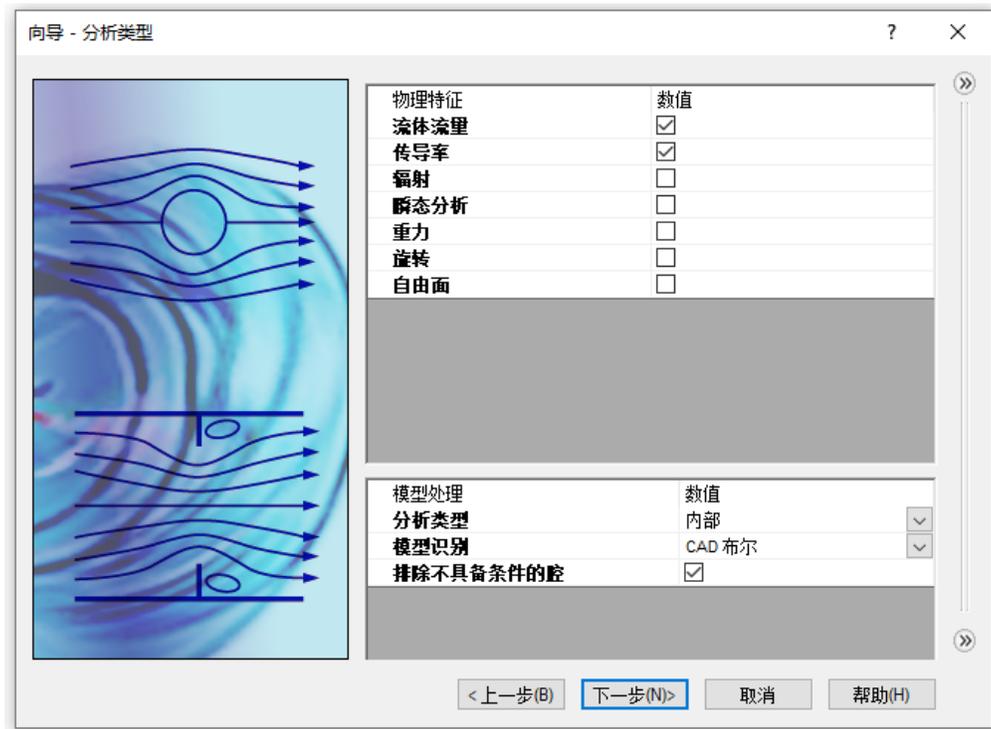
3. 单击 **下一步** 。

- 在 **单位系统** 对话框中，为输入和输出（结果）选择所需的单位制。本项目中，我们将使用默认国际单位制 **SI**。



- 单击 **下一步**。

6. 在 **分析类型** 对话框的 **物理特征** 中，除了默认预选的 **流体流量** 外，还要选择 **传导率** 。

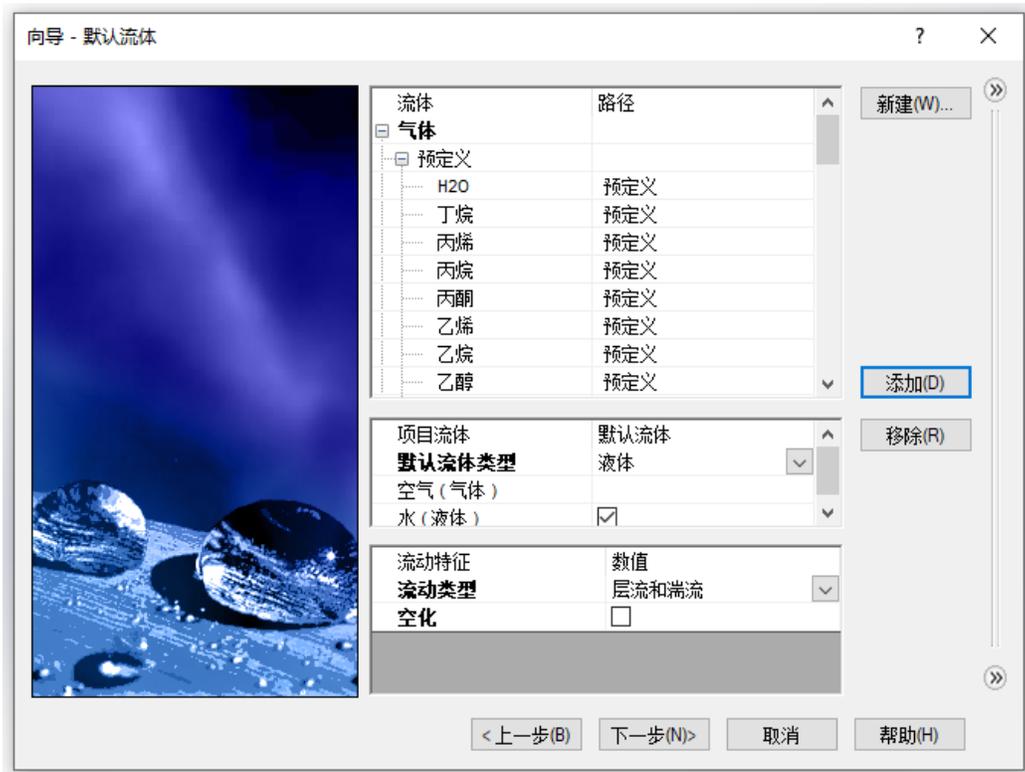


注意

默认情况下，Flow Simulation 将不考虑固体中的热传导，而只考虑流体内部以及壁面和流体之间的热传导（即对流）。选择 **传导率** 选项，将允许进行对流和传导的传热组合，称为共轭传热。在本项目，我们将分析流体之间通过模型壁面以及固体内部的传热。

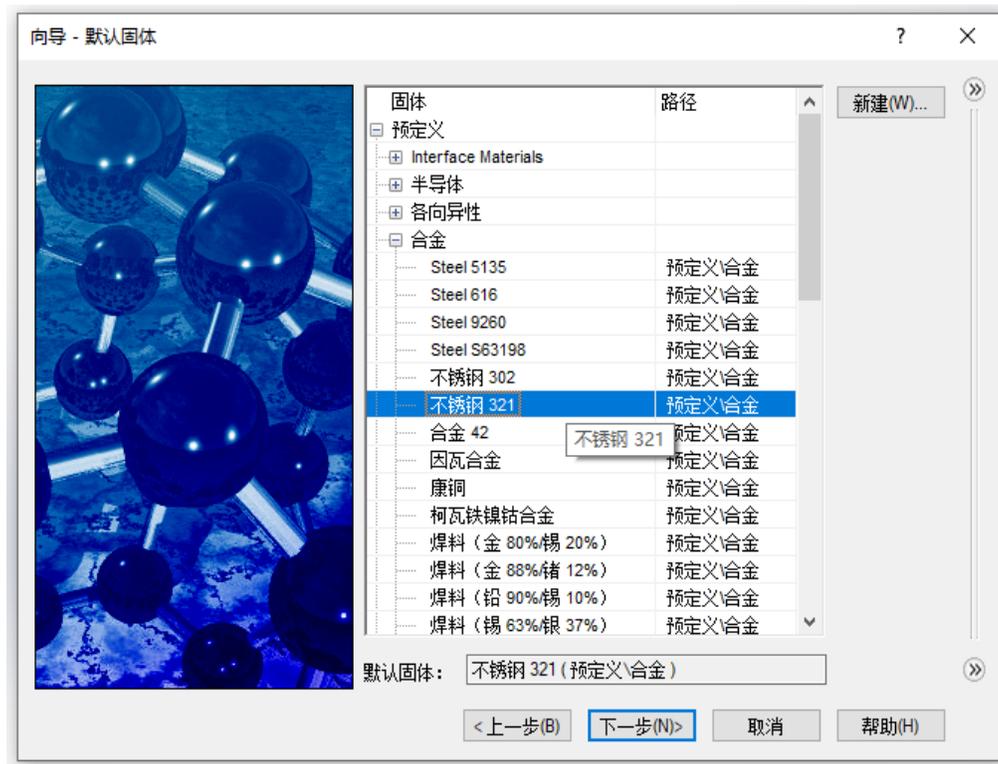
7. 单击 **下一步** 。

8. 由于该项目使用了两种流体（水和空气），展开 **液体** 文件夹并添加 **水**，然后展开 **气体** 文件夹并将 **空气** 添加到 **项目流体** 列表中。检查 **默认流体类型** 是否为 **液体**。



9. 单击 **下一步**。
10. 由于我们在向导的 **分析类型** 步骤中选择了 **传导率** 选项，因此将出现 **默认固体** 对话框。在此对话框中，您可以指定应用于所有实体部件的默认固体材料。

要为特定组件指定不同的材料，需要为此组件创建 **固体材料** 条件。



如果您想指定为缺省的固体材料不在 **固体** 表中，您可以单击 **新建**，然后在 **工程数据库** 中定义新物质。该项目的管和冷却器由不锈钢制成。

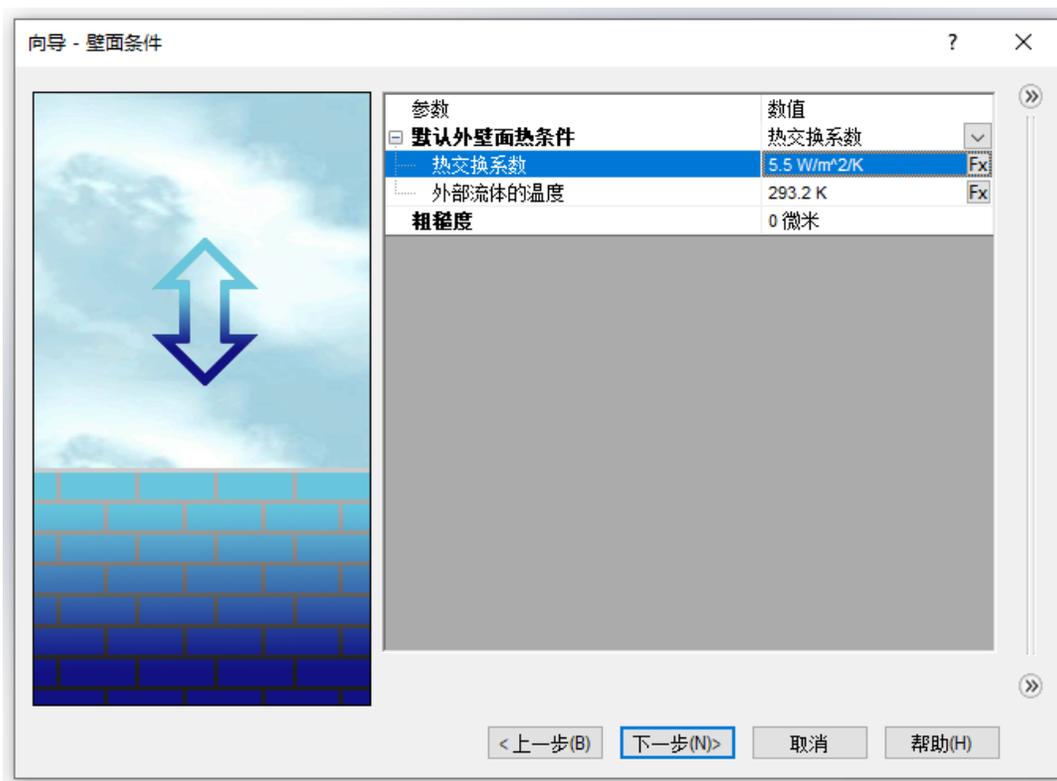
展开 **合金** 文件夹，然后单击“**不锈钢 321**”，使其成为默认固体材料。

11. 单击 **下一步**。

注意

如果先前在 SOLIDWORKS 中已为零部件用材料编辑器指定了固体材料，则您可以将此材料导入 Flow Simulation，并将此固体材料应用于 Flow Simulation 项目中的组件：使用 **工具 > Flow Simulation > 工具** 下激活的 **从模型导入数据** 选项。
(只有项目启用了 **传导率** 物理特征，**从模型导入数据** 命令才激活)

12. 在 **壁面条件** 对话框中，选择 **热交换系数** 作为 **默认外壁面热条件** 。

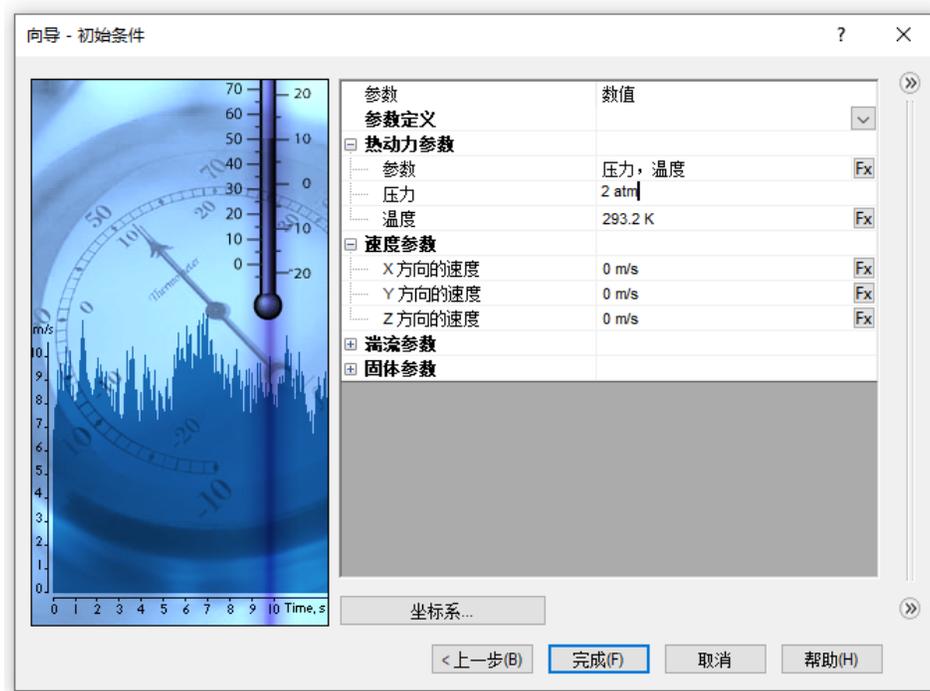


注意

 此条件允许您通过指定（**外部环境**）参考流体的温度和热交换系数，来定义从“外模型壁面”到“未建模的外部流体”的传热。

13. 将 **热交换系数** 值设置为 **5 W/m²/K** 。
14. 保持默认（0）壁面粗糙度。
15. 单击 **下一步** 。

16. 在 **初始条件** 对话框的 **热动力参数** 下，在 **压力** 参数的 **数值** 单元格中输入“**2 atm**”。Flow Simulation 自动会将输入的值转换为选定的单位制。



17. 单击 **完成**，接受初始条件里其他参数的默认值。

结果

完成 **向导** 后，您将使用 Flow Simulation 分析树完成项目定义。首先，您可以利用换热器的对称性来减少计算所需的 CPU 时间和内存。由于该模型是对称的，因此可以将模型“切割”为两半，并在对称平面上使用对称边界条件。此过程不是必需的，但推荐用于提高分析效率。

指定对称条件

您可以指定对称条件。

步骤

1. 在 Flow Simulation 分析树 中，展开 **输入数据** 项。
2. 右击 **计算域** 图标并选择 **编辑定义**。

3. 在 **大小和条件** 下，选择“**X轴正方向边界**”的边界条件为 **对称** 条件，然后在 **X轴正方向边界** 框中输入 **0**。

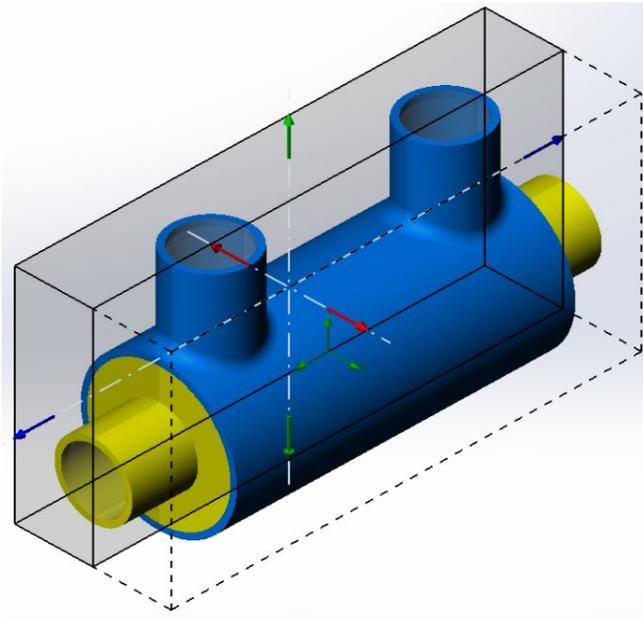
(英文版为“ X_{max} ”，中文界面中译为“**X轴正方向边界**”)



注意

要手动调整域大小，请在 Flow Simulation 分析树中选择 **计算域** 项，在图形区域中，点住计算域框架两侧的“箭头手柄”，并将其拖动到所需位置，然后在弹出的“标注框”中调整为精确坐标值。

(也可以参考拖动后的大概值，在计算域编辑对话框中输入精确坐标值)



4. 单击 **确定** 。

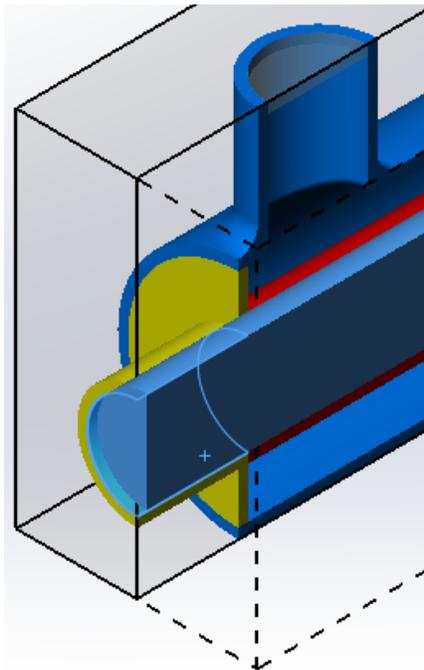
指定流体子域

由于我们在向导中选择了 **液体** 作为 **默认流体类型**，选择了 **水** 作为 **默认流体**，我们需要指定另一种流体类型，并为热空气流过的管内的流体区域选择另一种流体（空气）。我们可以通过创建一个 **流体子域** 来做到这一点。在定义 **流体子域** 参数时，我们指定 **气体** 作为所选区域流体类型，**空气** 作为流体，600 K 的初始温度和 10 m/s 的流速作为选定流体区域的初始条件。

步骤

1. 点击 **工具 > Flow Simulation > 插入 > 流体子域**。
2. 选择 **“Flange 1”** 零件的内表面（与流体接触）。您要创建的流体子域立即在图形区域中显示为蓝色实体。

（也可在剖面视图下选择该区域任意内表面）



注意

 要指定流体区域内的流体子域，我们必须在位于该区域边界上的一个面上指定此条件，即固体和流体物质之间的边界。在区域边界上指定的流体子域将应用于整个流体区域。您可以通过查看图形区域中的流体子域可视化，来检查是否正确选择了应用流体子域的区域。

（通过模型半透明、剖视图等方法，右击流体子域下的条目，选择“显示”即可看到流体子域，若要隐藏流体子域，可再次右击选择“隐藏”）

3. 在 **选择** 下，接受默认 **坐标系** 和 **参考轴** 。



4. 在 **流体** 下，**流体类型** 列表中，选择 **气体/真实气体/蒸汽** 。由于 **空气** 在向导中被定义为 **项目流体** 之一，并且您选择了适当的流体类型，它将显示为赋予给流体子域的流体。

(因为当前项目流体的气体类型下只有空气被定义，所以自动选择了空气作为流体子域的流体)

注意

在 **流体** 分组框中，Flow Simulation 允许您指定流体类型，和/或为流体子域分配流体，以及相应的流动特性（这取决于所选的流体类型）。

（本段主要是说流体子域的定义中，可以类似在项目向导或常规设置中那样，为子域的流体设置初始条件）

- 在 **流动参数** 下，**Z**方向的速度 V_z 框中输入 **-10**。

注意

Flow Simulation 允许您指定初始流动参数、初始热动力参数、和初始湍流参数（在选择了应用于流体子域的面之后）。这些设置应用于指定的流体子域。

- 在 **热动力参数** 下，将 **静压 P** 和 **温度 T** 分别更改为 **1 atm** 和 **600 K**。Flow Simulation 会自动将输入的值转换为选定的单位制。

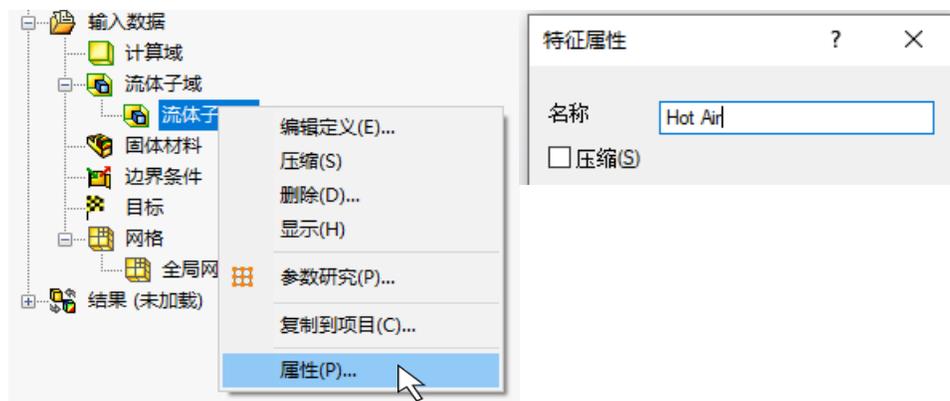
这些初始条件不是必需的，热空气入口流量的参数由边界条件定义，但是我们指定它们是为了提高计算收敛性。

- 单击 **确定** 。

新的 **流体子域 1** 项出现在分析树中。

- 为了容易识别指定的条件，我们为“**流体子域 1**”指定一个更具描述性的名称。右键单击“**流体子域 1**”项并选择 **属性**。

在 **名称** 框中，输入“**Hot Air**”，然后单击 **确定**。



提示

也可在项上“单击-停顿-再单击”，以直接在 Flow Simulation 分析树中对它重命名。

指定边界条件

您可以指定边界条件。

入口质量流量 (冷却水).....	227
环境压力 (冷却水).....	229
入口速度 (热空气).....	231
环境压力 (热空气).....	233

入口质量流量（冷却水）

您可以指定冷却水的边界条件。

步骤

1. 右击 **Flow Simulation** 分析树 中的 **边界条件** 图标并选择 **插入边界条件** 。
出现 **边界条件** 对话框。

2. 选择“lid3”零件。



所选零件将出现在 可应用边界条件的面  列表中。

3. 在 **选择** 下，接受默认的 **坐标系**  和 **参考轴** 。

注意

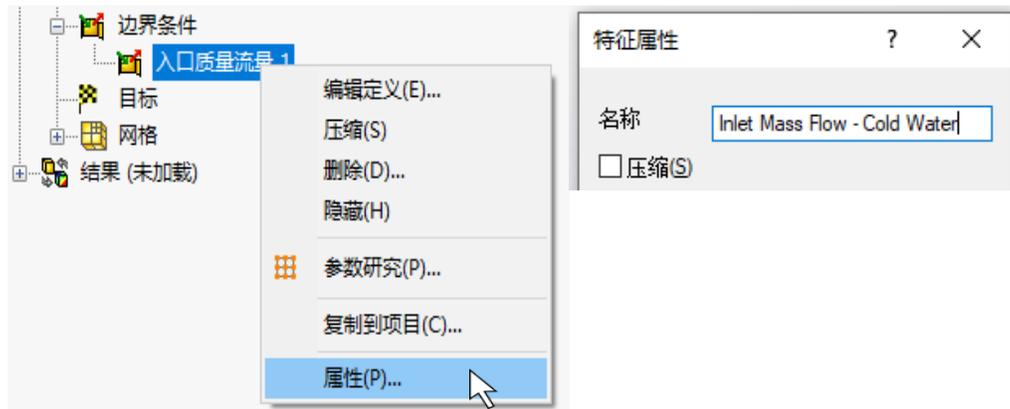
 如果您指定一个新的边界条件，将在图形区显示一个标注，标注包含了边界条件的名称和条件参数的默认值。您可以双击标注打开快速编辑对话框。

- 在 **流动参数** 下的 **质量流量** m 框中，将值设置为 **0.01 kg/s**。由于对称平面将开口减半，因此我们需要指定实际质量流量的一半。
- 单击 **确定** 。

新的“入口质量流量 1”的项出现在分析树。

该边界条件指定了：水以 **0.02 kg/s** 的质量流量和 293.2 K 的温度进入换热器的钢夹套。

- 将“入口质量流量 1”项，重命名为“**Inlet Mass Flow - Cold Water**”。



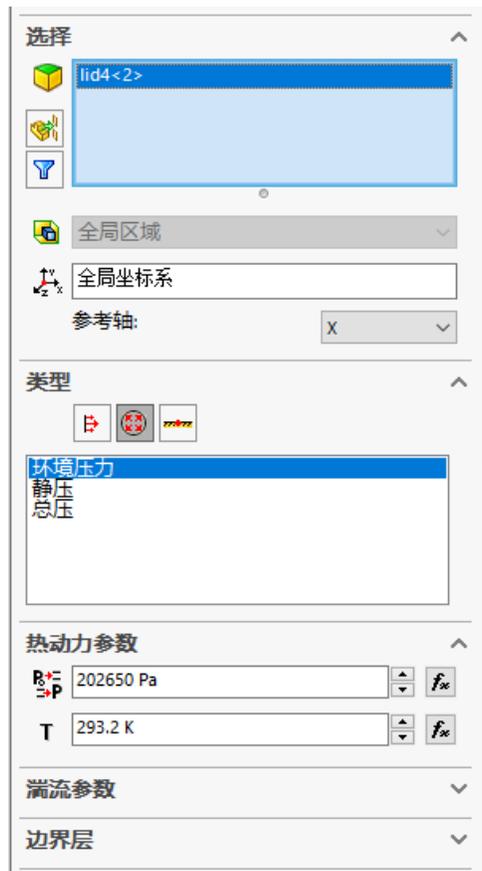
环境压力（冷却水）

您可以指定水的出口 **环境压力** 条件。

步骤

- 在 Flow Simulation 分析树 中，右击 **边界条件** 图标并选择 **插入边界条件**。
- 选择“**lid4**”零件。

所选零件将出现在 可应用边界条件的面  列表中。



3. 在 **类型** 下，点击 **压力开口** ，在 **边界条件的类型** 列表中选择 **环境压力** 项。
4. 在 **热动力参数** 下，接受 **环境压力**  的值 (202650 Pa)，它来自 **向导** 的 **初始条件** 步骤中指定的值，同时接受默认的 **温度** **T** (293.2 K) 以及其他参数。
5. 点击 **确定** 。

新的“环境压力 2”项出现在 Flow Simulation 分析树中。。

6. 将“环境压力 2”重命名为“Environment Pressure - Warm Water”。



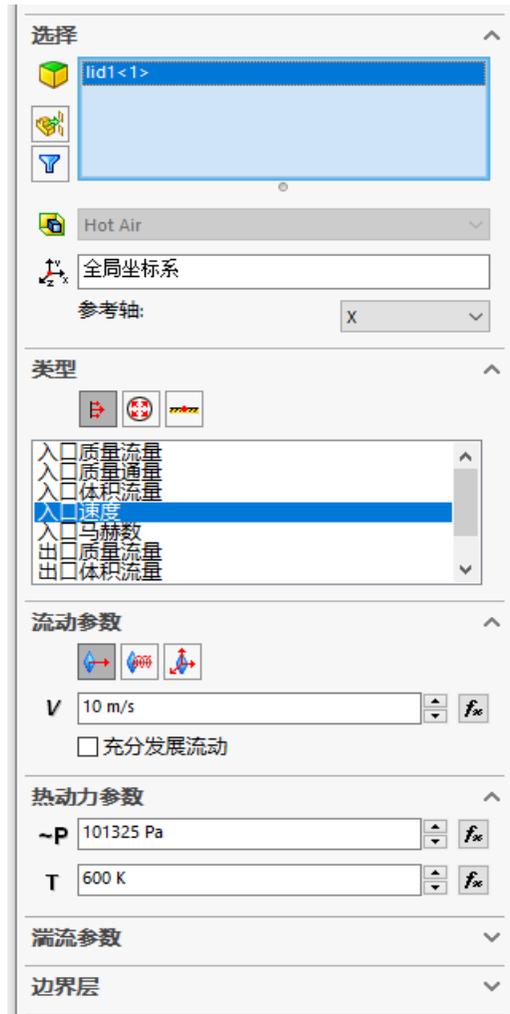
入口速度（热空气）

接下来，我们将为热空气的流动指定边界条件。

步骤

1. 在 Flow Simulation 分析树 中，右击 **边界条件** 图标并选择 **插入边界条件** 。

2. 选择“**lid1**”零件。



所选零件将出现在 可应用边界条件的面  列表中。

接受默认的 坐标系  和 参考轴 。

3. 在 类型 下，选择 入口速度 条件。
4. 在 流动参数 下，速度垂直于面  的框中，设置值为 10（键入值后，单位将自动出现）。
5. 展开 热力学参数 项。缺省温度值等于在 流体子域 对话框中指定为空气初始温度的值。我们接受此值。
6. 点击 确定  。

新的“入口速度 3”将出现在分析树中。

此边界条件指定了，空气以 10 m/s 的速度和 600 K 的温度进入管道。

7. 将“入口速度 3”项重命名为“**Inlet Velocity - Hot Air**”。



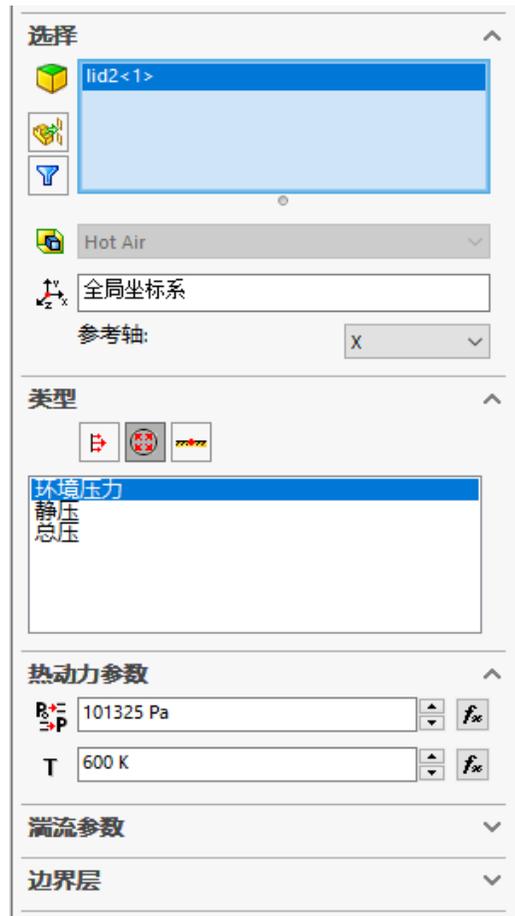
环境压力（热空气）

接下来，指定空气出口 **环境压力** 条件。

步骤

1. 在 Flow Simulation 分析树 中，右击 **边界条件** 图标并选择 **插入边界条件** 。
出现“边界条件”对话框。

2. 选择“lid2”零件。



所选零件将出现在 可应用边界条件的面  列表中。

3. 在 **类型** 下，点击 **压力开口** ，在 **边界条件的类型** 列表中选择 **环境压力** 项。
4. 在 **热动力参数** 下，确认 **环境压力**  和 **温度** **T** 分别设置为 101325 Pa 和 600 K。
接受其他参数的默认值。
5. 单击 **确定** 。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/577015054050006113>