

## FLUENT 中表达式的应用

### 1 表达式功能简介

在 CFD 仿真中，难免会涉及到各类变量，例如随温度变化的流体粘度、随时间变化的入口流量等。这类变量很多时候都需要使用函数关系式表示。

在 FLUENT 中，有三种方式处理变量：

- 1) 表达式 (Expression)。表达式是 FLUENT 内置的功能，相对直观简单，更加易学易用。于此同时，表达式存储在 FLUENT 的 CAS 文件中，不需要其他文件
- 2) UDF (User-Defined Function, 用户自定义函数)。UDF 是 C 语言代码，可应用于所有需要指定的参数，也支持所有 C 语言支持的数学运算，但其编写和读取较表达式方法更复杂。UDF 代码保存在 C 语言代码文件中，独立于 FLUENT 的 CAS 文件。
- 3) Profile (目前无公认翻译，根据其内容和作用，可译为数据表)。数据表中存储着物理量随空间坐标和时间的变化关系，功能上仅适用于定义边界条件和计算域参数，不能处理其他问题 (材料属性、时间步长、物理机理等)。数据表保存在独立的表格文件中，可使用 Excel 等软件读取和编辑。

相较而言，采用表达式的主要优点在于：

- 定义方式简单明了，且可视化
- 不引入额外文件，方便管理
- 兼容性强，FLUENT 版本升级和操作系统环境改变后无需额外处理

表达式是一个显函数，显式地表示了自变量和对应的因变量之间的关系。其基本定义方式为： $A=f(B, C, D\cdots)$ ，其中 A 为自变量，B、C、D 等为对 A 的数值有影响的因变量。在 FLUENT 中，因变量可以为空间坐标、物理时间、几何参数、流场物理量等多种类型，具体请参考 FLUENT 帮助文档。

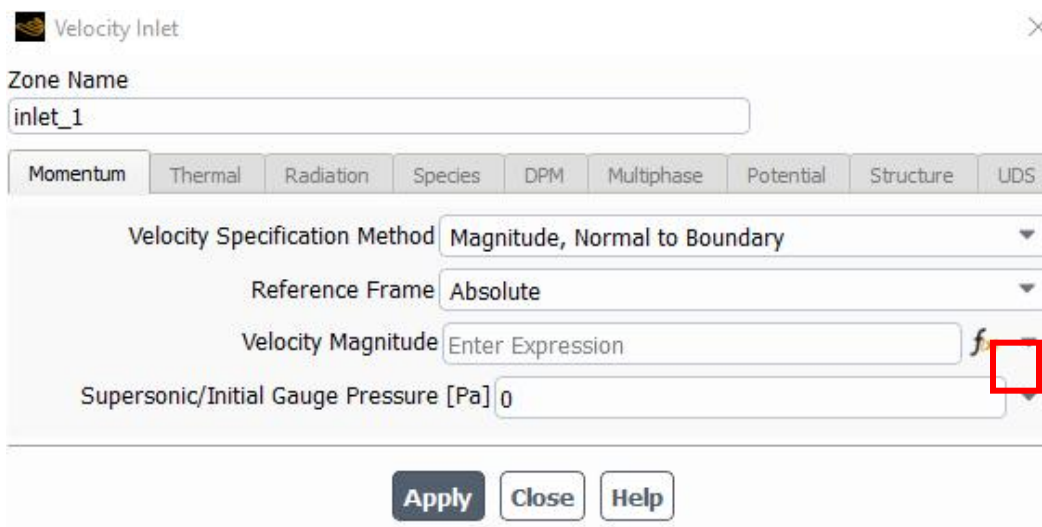
表达式的函数计算，包括数学计算（四则运算、指数运算、三角函数、数理统计等）和逻辑运算（IF、AND、OR 等逻辑条件）。

### 2 示例

#### 2.1 直接使用表达式

对于很多参数，其数值设置页面下拉菜单都有表达式选项。这些参数的设置可以直接输入表达式进行设置。

入口速度选择如图所示的表达式选项。



Velocity Inlet

Zone Name: inlet\_1

Momentum Thermal Radiation Species DPM Multiphase Potential Structure UDS

Velocity Specification Method: Magnitude, Normal to Boundary

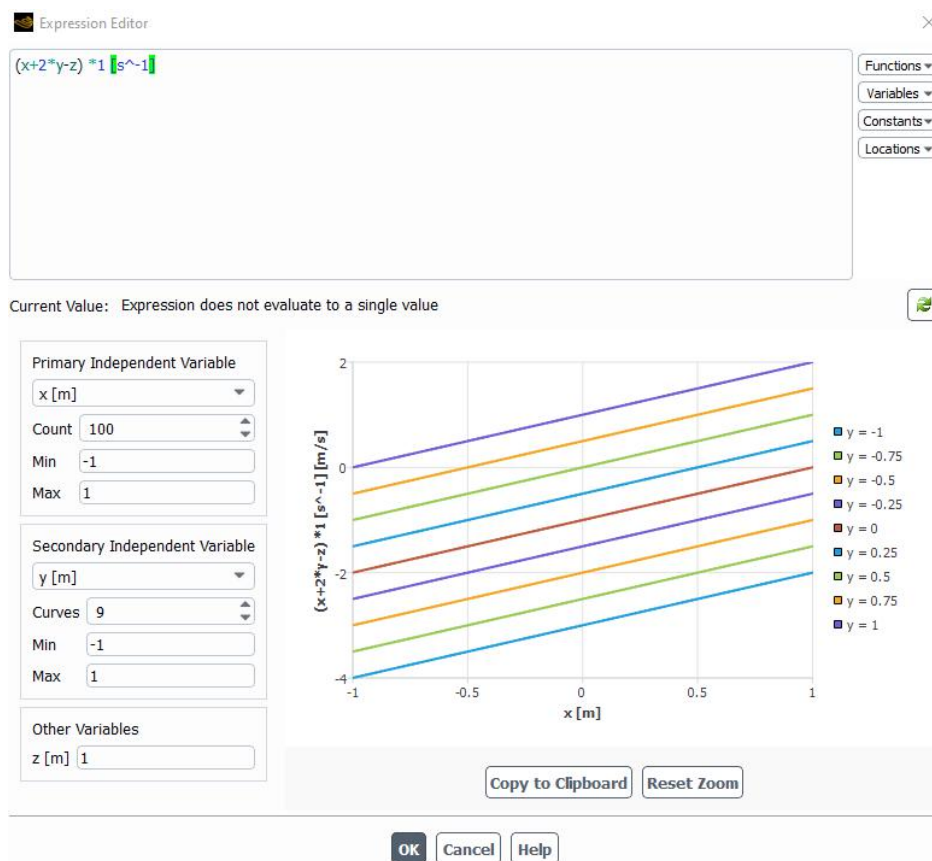
Reference Frame: Absolute

Velocity Magnitude: Enter Expression  $f$

Supersonic/Initial Gauge Pressure [Pa]: 0

Apply Close Help

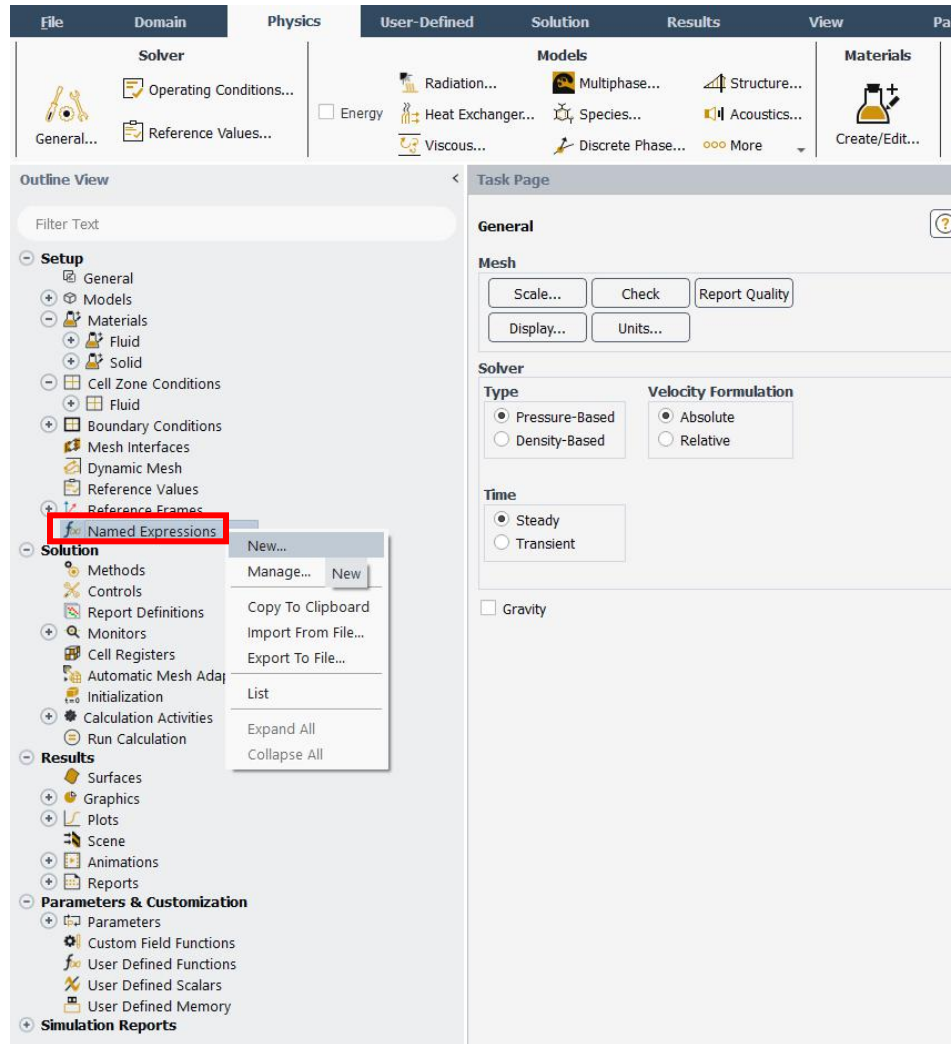
点击图中红框标记的  $f(x)$  按钮，打开表达式编辑页面输入表达式。当输入的表达式正确，软件会对数值进行计算或根据函数的计算关系进行绘图。



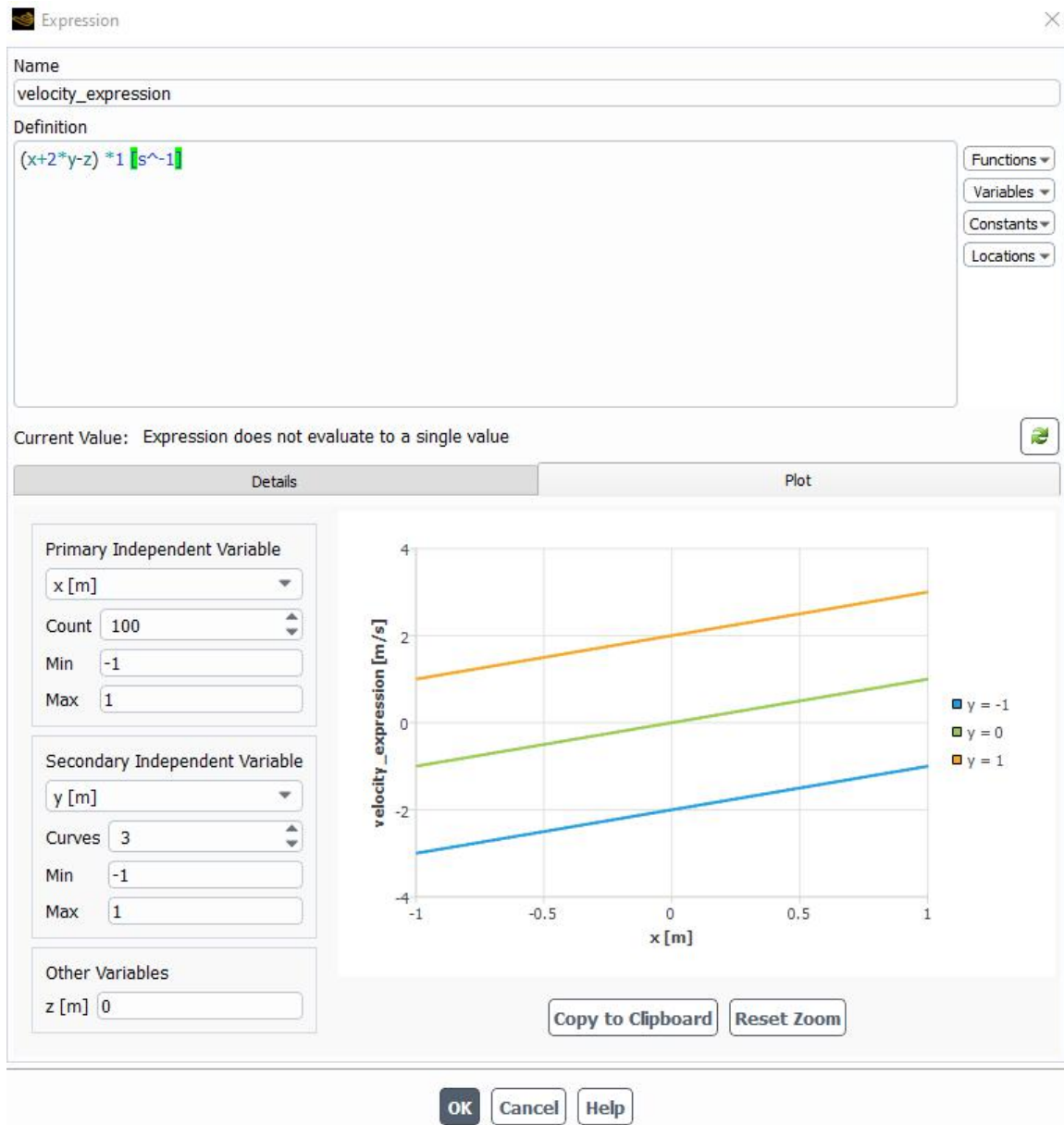
## 2.2 命名表达式 (Named Expression)

对于一些常用但是编写很复杂的表达式，FLUENT 中可以使用命名表达式的方式将其进行封装，直接进行调用即可。

如图所示，在界面上鼠标右键，点击新建一个命名表达式。



在弹出的界面上，输入待封装的函数，并对函数进行命名。其界面和表达式编写规范和直接输入表达式相同。



在需要调用的地方，可直接作为已封装函数进行调用，无需额外的编写处理。



## 2.3 表达式中单位制的处理

表达式中，所有输入和输出数据的单位制均为国际单位制（kg-m-s），所以对于数据单位制、网格尺度等信息需要进行检查，保证单位制的统一。对于非国际单位制的输入，FLUENT 表达式在运行过程中会自动且强制地转换为国际单位制。

在运用表达式的过程中，FLUENT 会自动计算所需要的量纲和表达式运算结果量纲是否相同。然而实际运用中，难免会碰到三角、指数等难以评估量纲的函数关系，量纲问题会提示错误。

图例中，使用表达式方法定义流体粘度，粘度和应变率之间满足关系  $y=x^{(-0.52)}$ ，表达式报错。原因在于，应变率单位为  $1/s$ ，如图输入的表达式运算结果的量纲不是粘度单位  $Pa \cdot s$ 。

Expression

StrainRate<sup>-0.52</sup>

Functions ▾  
Variables ▾  
Constants ▾

Incorrect expression unit. Expression Unit [s<sup>0.52</sup>], Required Unit [kg m<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>]

Current Value: 

对此，可以先对输入的物理量进行无量纲化处理，变成(StrainRate/1[s<sup>-1</sup>])，最后对无量纲的指数运算结果乘以 1 [Pa s]，以加入量纲。

