

第46期：IMEX聚合物驱模型转成STARS的方法及结果对比

编译人：王建国 李罡

本期讲义介绍如何将 IMEX 聚合物驱模型转成 STARS 模型，并比较两种模拟器的结果。

一、IMEX 聚合物驱模型转换到 STARS

1.1 步骤 1：Builder 转换模拟器类型

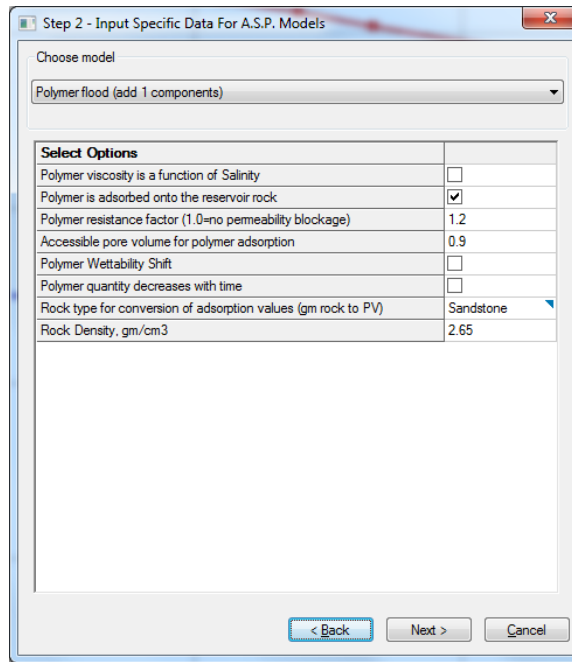
用 Builder 打开 IMEX 数据文件，选择菜单栏 **File | Convert Simulator Type For Data Set | To STARS**，输入新的名字，选择流体模型选项“Convert from Black oil model”。将 PVT 数据转换成 STARS 流体模型时，输入油藏温度和泡点压力。关于 PVT 转换更多的解释见 Builder 手册“Using the STARS Import Black Oil PVT Wizard”。

1.2 步骤 2：过程向导

用 Builder 打开 STARS 数据，选择菜单栏 **Components|Process Wizard**。顺着往下，选择 **Alkaline, surfactant, foam and/or polymer model**，点击 Next。选择 **Polymer flood (add 1 component)**。

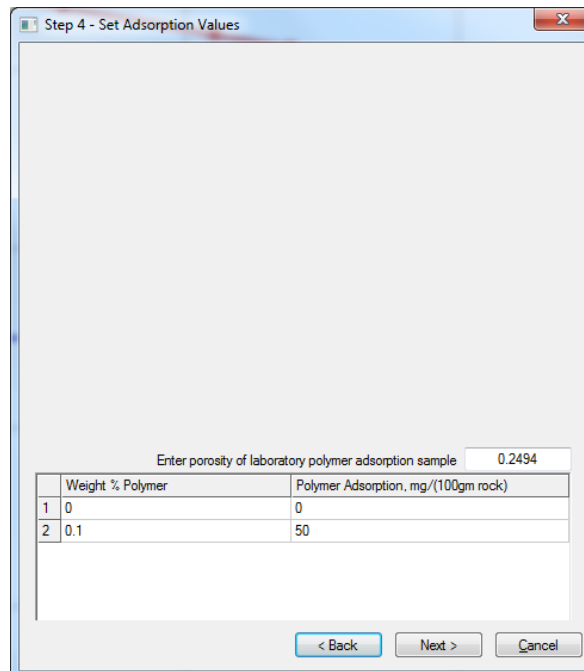
1.2.1 输入聚合物数据

从 IMEX 关键字*PPERM 第五列得到聚合物阻力因子，将这个值输入到过程向导中。同样，将关键字*PPERM 第四列的可及孔隙体积输入到过程向导中。取消 **Polymer quantity decreases with time** 选项，输入油藏的岩石密度（如果这个文件是从 Eclipse 中转换来的，输入的岩石密度是 Eclipse 关键字 PLYROCK 中的第三个参数）。在 **Component Selection** 对话框点击 **Next**，再次点击 **Next**。



1.2.2 输入吸附数据

对吸附而言，输入用于测量吸附大小的实验样品的孔隙度，或者，如果这个文件是从 Eclipse 转换而来的，输入的孔隙度就是用来从 Eclipse (PLYADS) 到 IMEX (PADSORP) 转换吸附量时用的孔隙度。找到 IMEX 数据文件中吸附表 (*PADSORP) 的位置，数一下表格中使用的行数。在过程向导中，右键点击吸附表格，插入行直到等于 *PADSORP 中的行数。



利用*PADSORP (p_con) 第一列的数据，用下面的公式，计算过程向导中所需的第一列的数据：

$$\text{poly_wt\%} = \text{p_con} * 100 / \text{water_density}$$

其中 p_con 和 water_density 的单位都是 kg/m³。

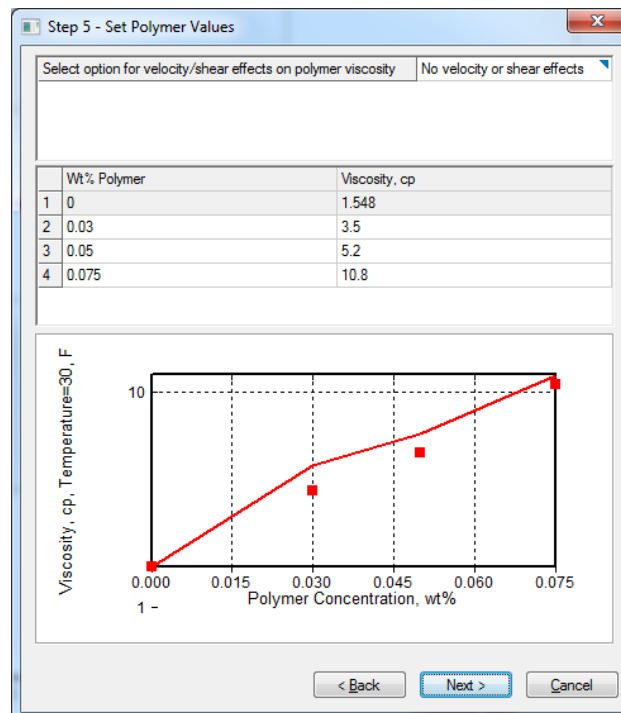
利用*PADSORP (ads_level) 第二列的数据，结合下面的方程来计算过程向导中所需的第二列数据，然后点击 Next:

$$\text{poly_ads} = \text{ads_level} / \text{rock_density} * \text{porosity} / (1 - \text{porosity}) * 1.0e5$$

其中 poly_ads 的单位是 mg/100g rock, ads_level 和 rock_density 的单位都是 kg/m³。

1.2.3 输入聚合物粘度

找到 IMEX 数据文件中关键字*PMIX 下的聚合物粘度数据。数一下该关键字下数据的行数（如果使用 PMIX VELTABLE, 第一个表格对应的 velocity=0）。使得在过程向导中的行数等于右键粘度 VS 聚合物质量百分比表格的行数。



使用 PMIX 的第一列数据 poly_conc(相对浓度)和 IMEX 关键字*PREFCONC (参考浓度) 的值来计算过程向导中的第一列数据 (poly_weight%):

$$\text{Poly_weight\%} = \text{poly_conc} * \text{prefconc} * 100 / \text{water_density}$$

其中 `prefconc` 和 `water_density` 的单位都是 kg/m^3 。

利用 PMIX 第二列的数据 (`vis_mult`)，使用下面的公式来计算过程向导中第二列数据 (`poly_visc`) (注意过程向导中粘度表的第一行表示的是没有聚合物时水相粘度)。完成以后，保存最后点击 **Finish**。

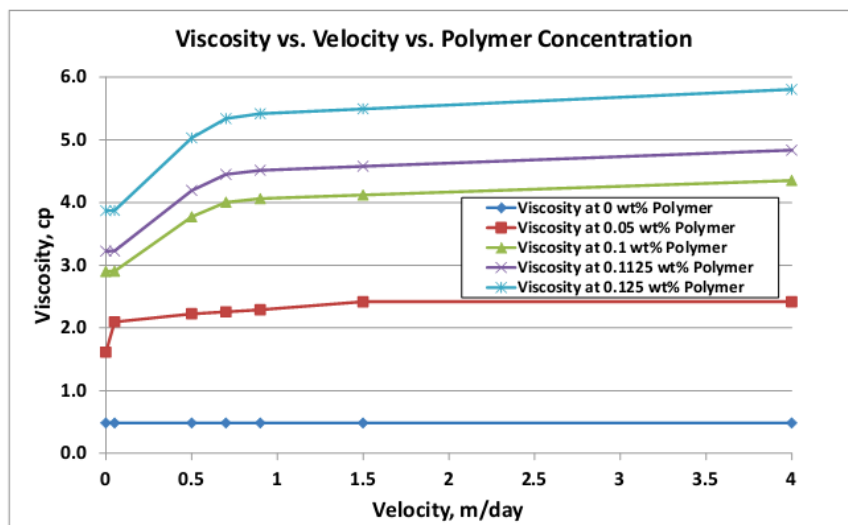
$$\text{Poly_visc} = \text{visc_mult} * \text{water_viscosity}(\text{no polymer})$$

1.3 步骤 3：剪切与粘度的关系

如果在 IMEX 文件中使用了关键字 *PMIX *VELTABLE，那么在 STARS 中必须有剪切与粘度的关系的选项。STARS2012.10 版及其以前的版本中，*VISCTABLE 不能与 SHEARTAB 一起使用，因此 STARS 的这些版本中 *VISCTABLE 数据必须转化成 *AVSIC 和 *BVSIC 格式。对等温模拟来说这个转换比较简单，将油藏温度下 *VISCTABLE 这些值输入到 *AVISC，同时设置所有的 *BVISC 为 0。

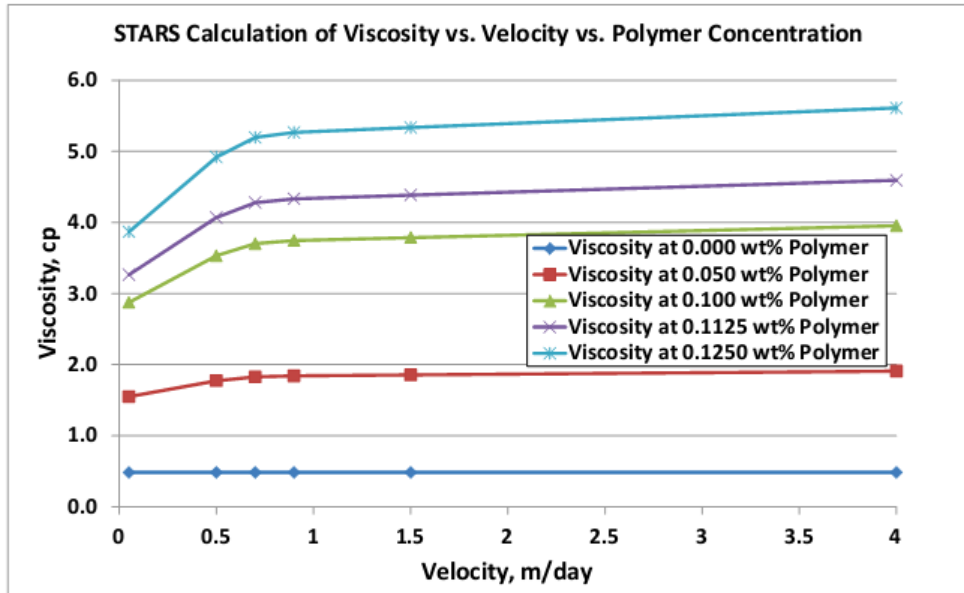
为了能够输入流速与粘度（而不是剪切速度与粘度）的关系，用文本编辑器打开 STARS 数据文件，在 I/O 部分添加关键字 *SHEAREFFEC *SHV（也就是在顶部添加）。

从 IMEX 关键字 PMIX 中得到不同聚合物溶液浓度下聚合物粘度随流速变化的曲线。如下图所示：



从这张图中，选择最能代表聚合物粘度随流速变化关系的浓度曲线，可以看

出模拟过程中流速起了主要的作用。做这个选择是因为 STARS 将利用粘度混合准则来计算不同聚合物浓度下粘度和流速的对应关系。对于上面的粘度随流速变化的关系曲线，STARS 计算后的曲线如下图所示。可以看到有一些小的区别。



用文本编辑器将 STARS 文件打开，在“Polymer”对应的关键字*VSMIXFUNC后面插入*SHEARTAB。然后，利用上面选择的粘度与流速数据表，将流速值直接输入到*SHEARTAB 表的第一列。找到 STARS 关键字*AVISC 中组分“聚合物”对应的数值 (avisc_poly)。利用这个值结合前面选择的粘度与流速表格中的粘度，使用下面的公式来计算第二列的数据。

$$SHEARTAB(2^{nd} \text{ col}) = \text{visc_selected} * \text{avisc_poly} / \text{visc_selected}(\text{first_row})$$

下面是第 45 期的 Eclipse 中剪切变稀的数据：

```

- PLYSHEAR -
- 0.0  1.000 -
- 0.05 1.001 -
- 0.5  1.300 -
- 0.7  1.380 -
- 0.9  1.400 -
- 1.5  1.420 -
- 4.0  1.500 /
    
```

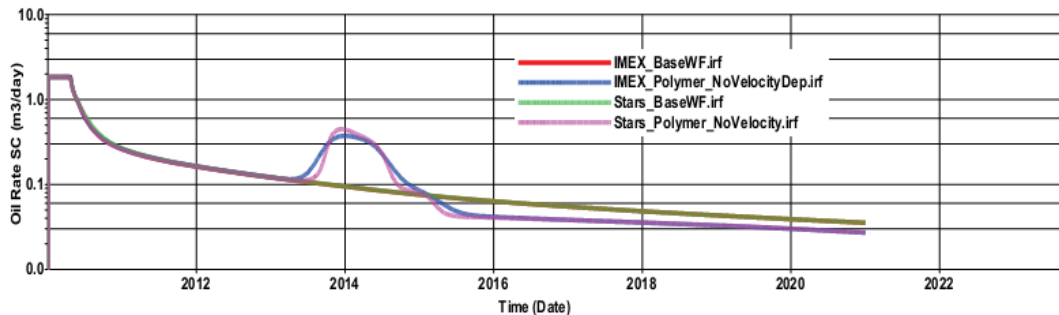
转换到 STARS 关键字，如下所示：

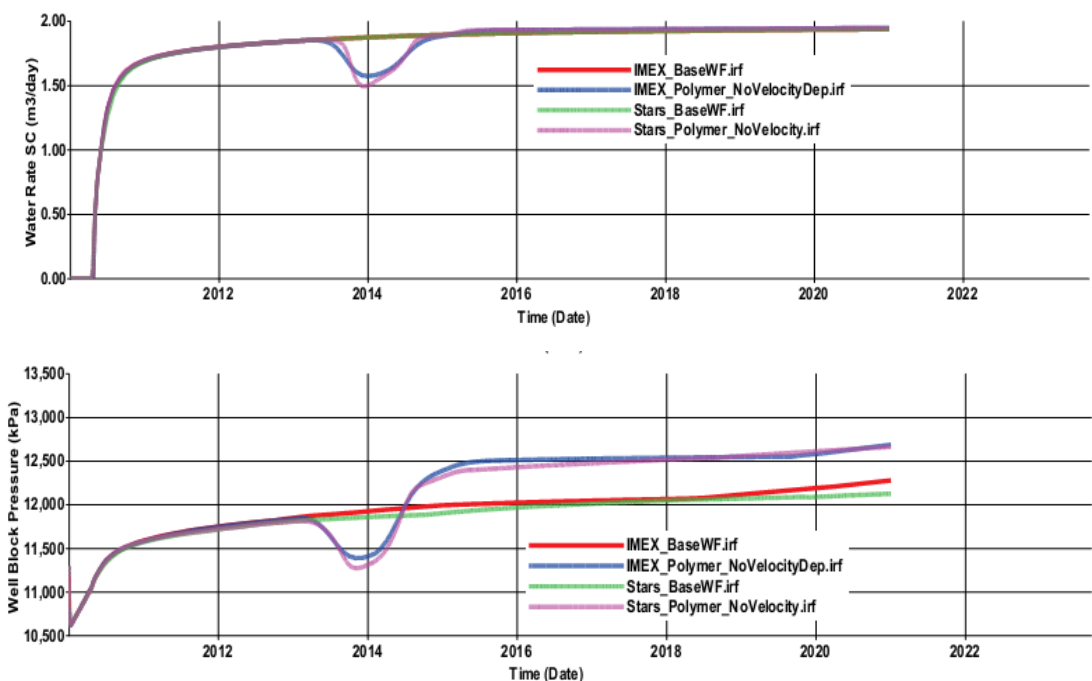
```

MODEL 4 4 4 2
COMPNAME 'Water' 'Polymer' 'Dead_Oil' 'Soln_Gas'
CMM 0 8 0.281591 0.017346
AVISC 0.4837 4.64398 52.2 1.26719
BVISC 0.0 0.0 0.0 0.0
VSMIXCOMP 'Polymer'
VSMIXENDP 0 3.10137e-006
VSMIXFUNC 0 0.1465 0.2930 0.43951 0.55849 0.6299 5 0.7014 0.77286
0.82949 0.91137 1
SHEARTAB
0.05 4.64398 **=1.001*4.64398/1.001
0.5 6.031142857 **=1.300*4.64398/1.001
0.7 6.40229011 **=1.380*4.64398/1.001
0.9 6.495076923 **=1.400*4.64398/1.001
1.5 6.587863736 **=1.420*4.64398/1.001
4 6.959010989 **=1.500*4.64398/1.001
    
```

二、IMEX 和 STARS 聚合物驱模拟结果对比

为了确保 IMEX 和 STARS 对常规水驱和不考虑剪切影响的聚合物驱预测的结果一致，做了这两种模拟运算来比较结果。下面是一个对比的例子，对比了日产油、日产水和井网格压力。





从以上对比曲线来看，二者结果基本一致。

但是对于有些机理，IMEX 难以模拟，只能用 STARS 来实现。如下图所示，使用 STARS 模拟，考虑聚合物的降解后，增油量相对较低。添加润湿性的影响后，引起岩石朝水湿方向转变，结果导致增油量的增加。

