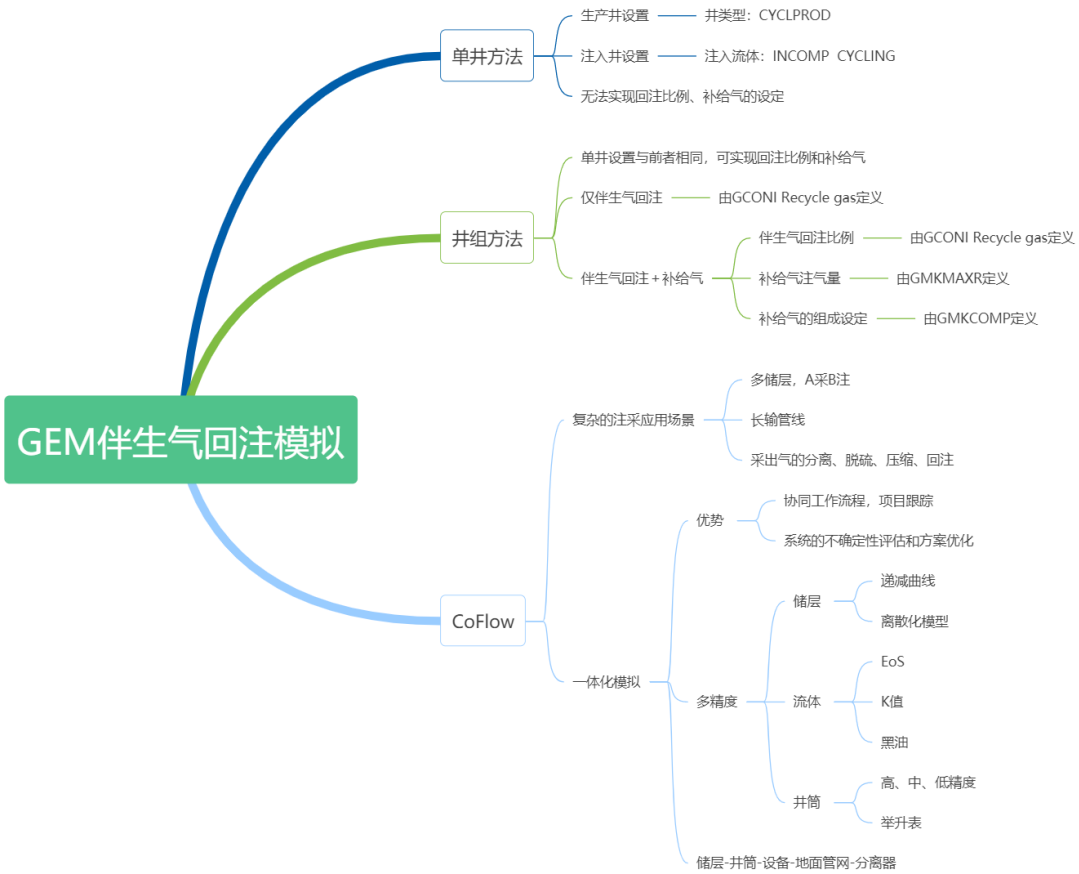
第 106 期：油田伴生气回注模拟方法及流程（GEM）

Builder/GEM/Results 2022.10

编写人：吴晓云

伴生气回注是石油天然气开采产生的酸性气体的一项处理技术，既避免了环境污染和能源浪费，又能带来一定的经济效益。CMG 模拟伴生气回注技术有三种方式实现：单井方法、井组方法、CoFlow 方法。



本期以 gmflu001.dat 为例介绍前两种方式，GEM 模拟器自带算例路径：…\CMG Templates\GEM\2022.10\TPL\flu。

该算例为凝析气藏循环注气模型，使用 9x9x4 笛卡尔网格，10 个流体组分，重力平衡初始化，一注一采，前 10 年 75%的产出气进行回注，后 5 年衰竭开采。

生产井以最大产气量 STG 和最小井底流压作为约束条件，注入井以最大注气量 STG 和最大井底流压作为约束条件。回注模拟需要注意的有两点：

- 生产井的类型为 CYCLPROD
- 注入井的流体定义为 CYCLING

这样就将两口井进行了关联。生产井的产气组成随时间变化，更新频率为每个时间步，即当前时间步注入流体组成为前一个时间步产出流体组成。

本期流程虽然篇幅较长，但流程并不复杂，熟悉之后，三分钟内即可完成。

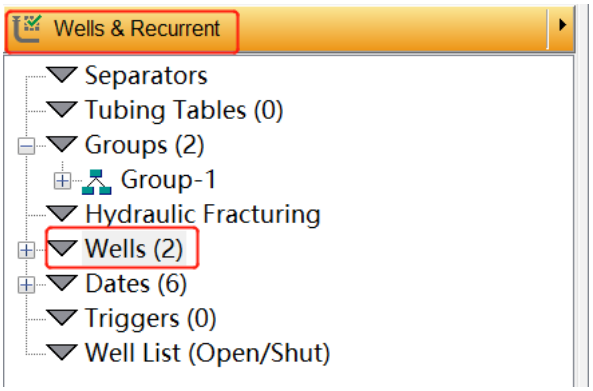
一、井组方法

原模型中并未进行井组定义，因而，本节需要设置井组。在油气田开采过程中，当伴生气量无法满足注气需求时，需注入一定量的补气，井组方法也可以进行相应的表征。

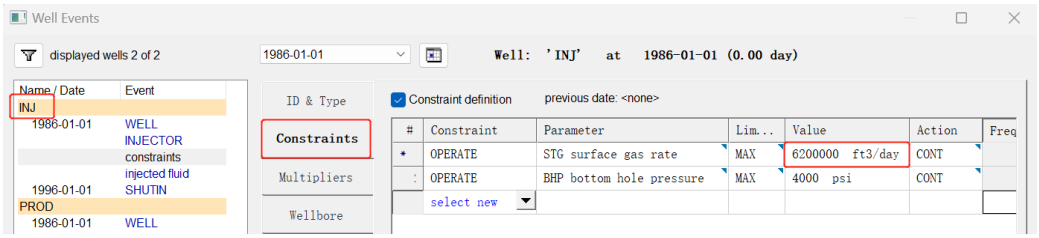
1. 将**gmflu001.dat**拖入Builder图标，**File→Save As**，另存为**gmflu001_1.dat**。

井组可实现回注比例的控制，需注意的是，井组控制和单井控制同时起作用，执行最严格的控制条件。

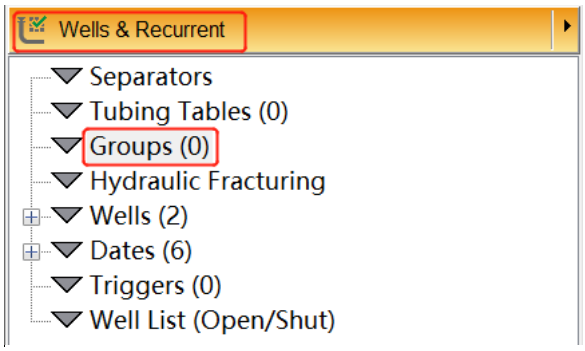
2. 注入井的最大注气量STG可以不进行设定，或者设定为生产井的最大产气量。以后者为例，点击左侧树视图**Wells & Recurrent**，双击**Wells**。



3. 在弹出的对话框中，点击**INJ-Constraints**，将其STG改为6200000 ft3/day。修改数值时，单击数据框直接输入或粘贴数值，单位自动填充。**OK**退出。

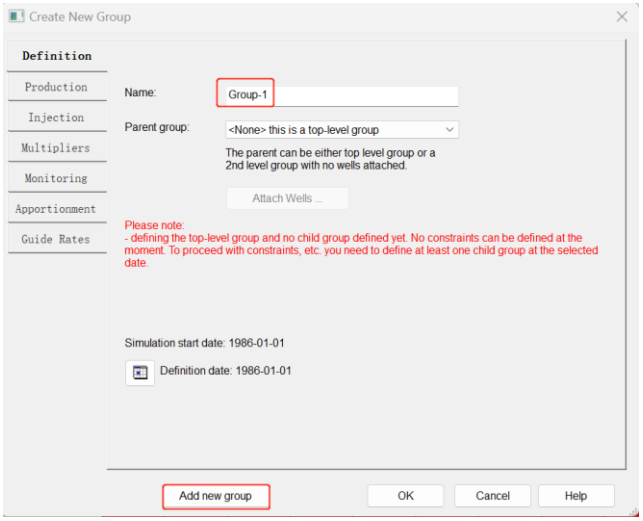


4. **双击Groups（0）**创建井组。

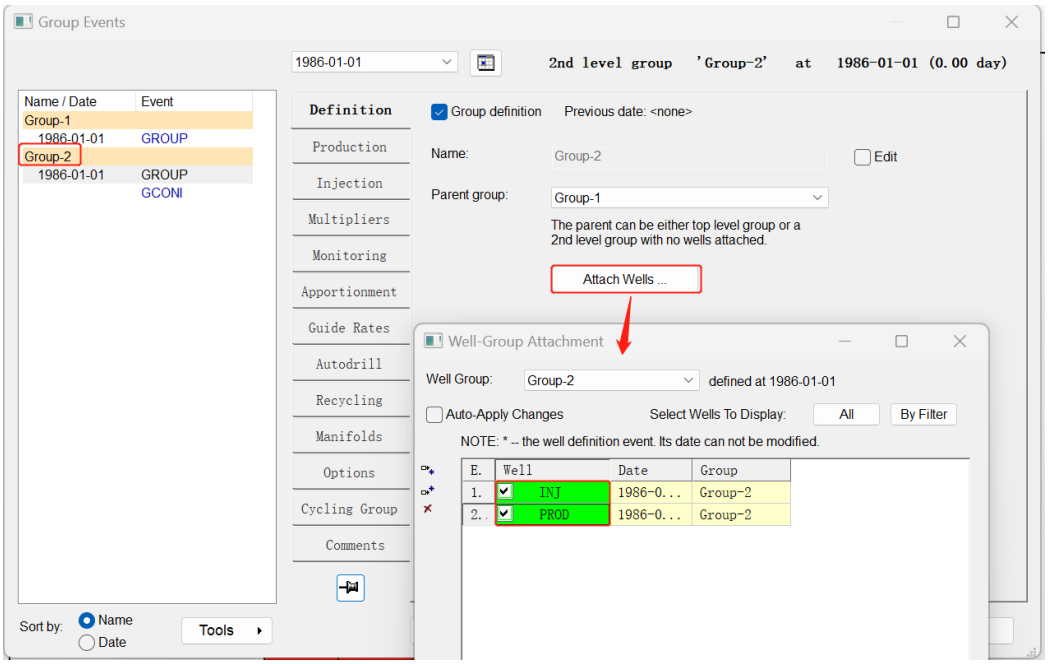


5. 弹出的创建井组对话框中，可对井组名进行编辑。CMG中，可定义多级

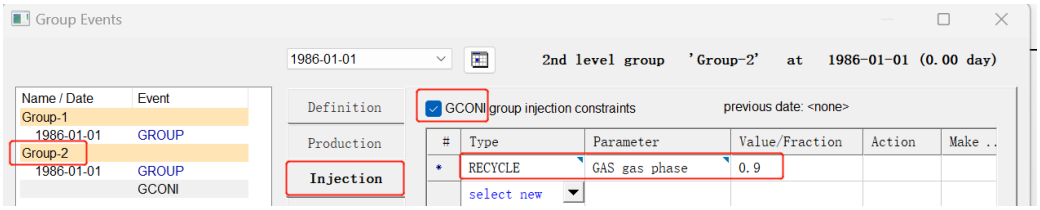
井组，其中一级井组不能直接关联井，需点击左下角**Add new group**，继续创建二级井组**Group-2**，并在第二个弹出对话框中点击**OK**，退出。



6. 点击树视图中的**Groups（2）**，在弹出的对话框中选择**Group-2**，点击**Attach Wells**关联井，并在下一级的对话框中选择需要关联的两口注采井，**OK**。



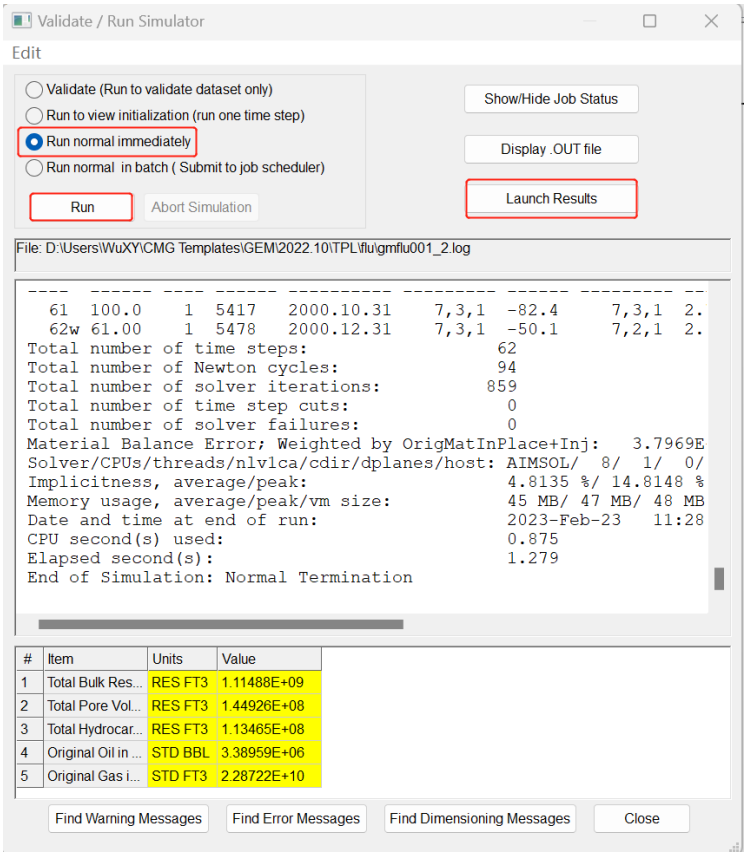
7. 设置回注比例。点击**Injection**，勾选**GCONI**复选框，依次选择**Recycle**，**GAS**，并设定回注比例**0.9**。



8. 对应的关键字段：

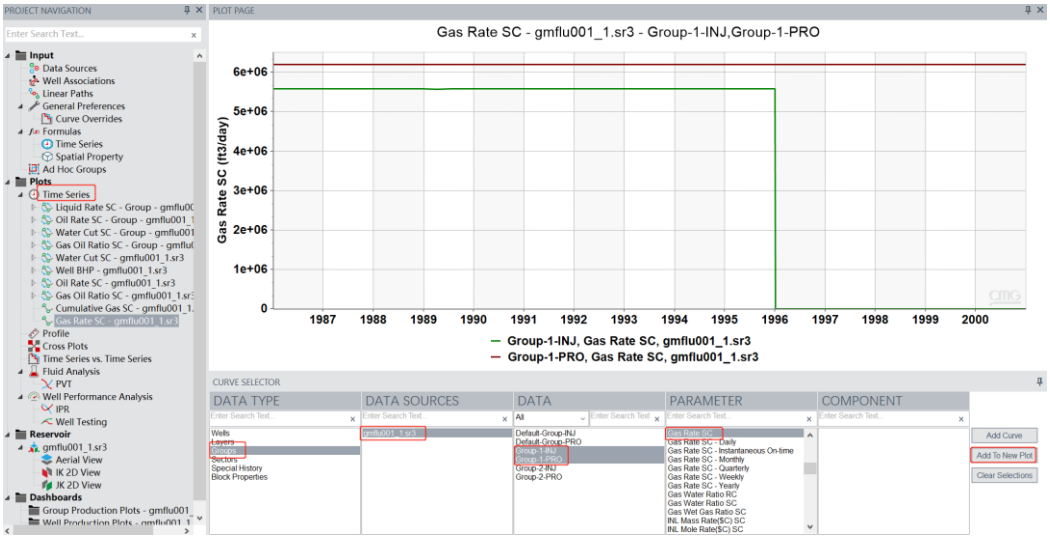
```
GCONI 'Group-2'
RECYCLE   GAS        0.9     **回注比例
```

9. 点击保存，因模型较小，运算时间短，可在Builder点击菜单栏下 GEM →**Run normal immediately**提交运行，结束后点击**Launch Results**打开后处理模块。



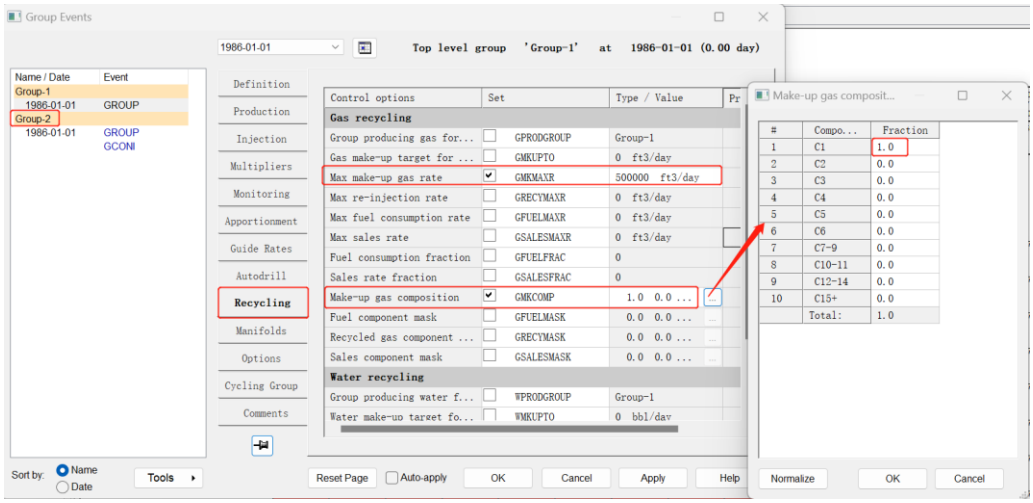
在后处理模块，可以查验一下注采量。

10. 点击Results界面左侧树视图**Plots-Time Series**，并在主窗口下方的曲线面板依次选择**Groups-*.sr3-Group-1-INJ/PRO**(使用Ctrl或Shift键)-**Gas Rate SC-Add To New Plot**。鼠标右键点击曲线，可更换颜色。



通过两条曲线对比可以看出注入量为采出量的 0.9，实现了回注比例的设置。下面介绍，伴生气回注的同时，注入补气的实现方法。

11. 在Builder中，切换**Wells & Recurrent**，双击**Groups（2）**。点击**Group-2-Recycling**，依据下图设置补气最大注气量**GMKMAXR**和补气组成**GMKCOMP**（以CH4为例）。

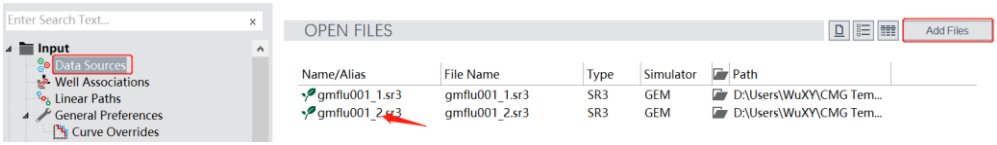


12. 对应的关键字段：

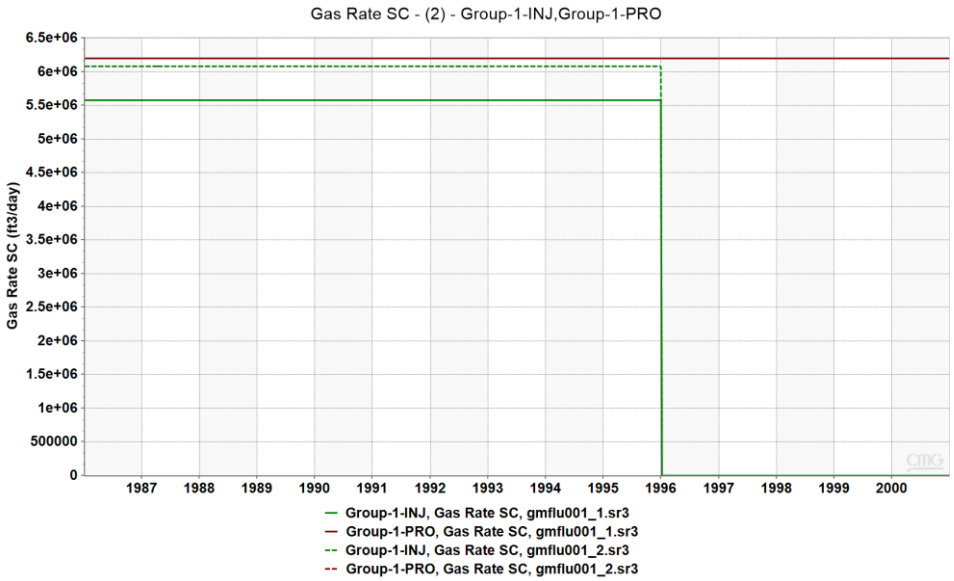
```
GCONI 'Group-2'
RECYCLE   GAS        0.9       **回注比例
GMKCOMP     'Group-2'    1.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0
**设置注入气摩尔组成
GMKMAXR      'Group-2'          5e+05     **补给气注入量
```

13. OK退出，**File→Save As**，另存为**gmflu001_2.dat**。在Builder中直接运行。

14. 打开前面创建好的Results，切换至**Input-Data Sources**，点击主窗口上方的**Add Files**，添加**gmflu001_2.sr3**。



15. 切换至**Time Series-Gas Rate SC**，Results已经为新模型自动创建曲线，鼠标右键点击曲线可更改线型。



16. 点击窗口顶部的按钮，即可保存为***.results**文件，可直接将其拖拽至Results图标。

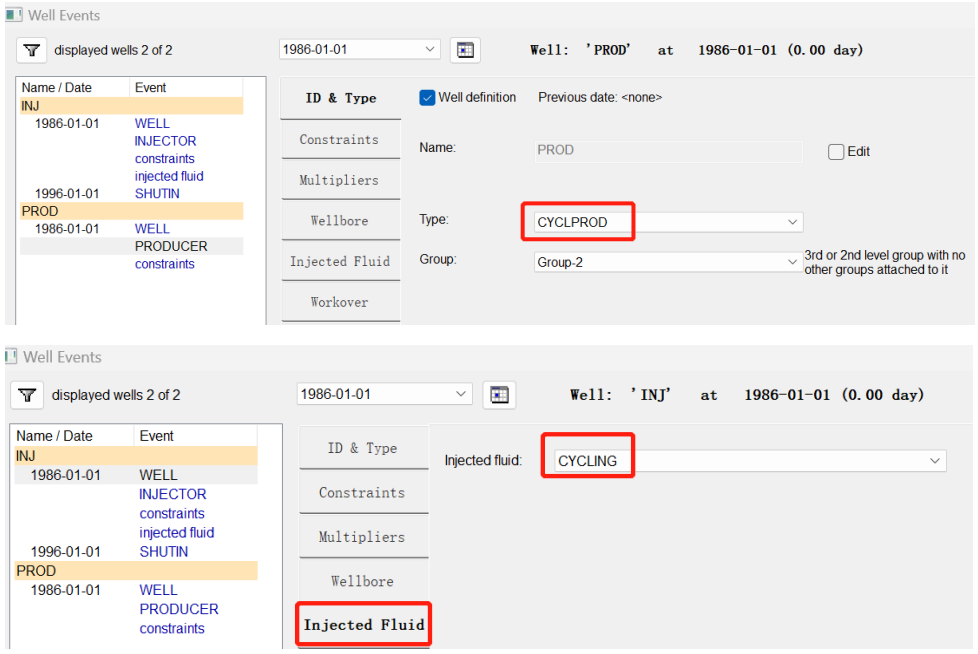
回注比例是控制伴生气回注的重要参数，原则上不能大于 1。补气是在此基础上的注入气，如果补气为 CO2，需要事先在模型中添加对应组分。

GEM 井组中的 Recycling 功能较多，后续我们也将根据用户需求进行更多的分享。

二、单井方法

如果仅是简单的约束条件即可满足需求，推荐单井方法。如果注采井在整个过程中按照设置的最大气量注采，也是实现了回注比例的设置，gmflu001.dat 就是这样的方式。

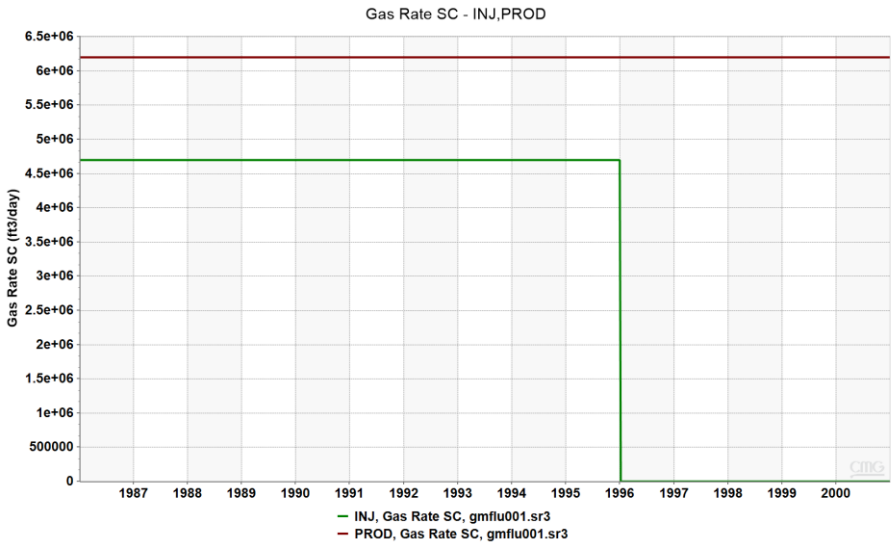
17. 回注模型中，生产井类型**CYCLPROD**，注入井注入流体类型**CYCLING**，其他与常规模型设置相同。



18. 对应的关键字段：

```
*CYCLPROD   1     **生产井类型
        *OPERATE   *MAX   *STG    6.2000E+6
        *OPERATE   *MIN   *BHP      500.000
*INJECTOR   2
        *INCOMP    *CYCLING     **注入流体设置
        *OPERATE   *MAX   *STG    4.7000E+6
        *OPERATE   *MAX   *BHP     4000.000
```

19. Results中可查看注采气量曲线图。


Gas Rate SC - INJ,PROD
Gas Rate SC (ft3/day)
6.5e+06
6e+06
5.5e+06
5e+06
4.5e+06
4e+06
3.5e+06
3e+06
2.5e+06
2e+06
1.5e+06
1e+06
500000
0
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
INJ, Gas Rate SC, gmflu001.sr3
PROD, Gas Rate SC, gmflu001.sr3