

# CBM-SIM - 非常规油气藏数值模拟软件

CBM-SIM 是任何想提高非常规油气藏采收率的公司必备的油藏工程软件。它是石油工业界公认的用于裂缝性油气藏、煤层气藏、页岩气藏、砂岩及碳酸盐岩油气藏的数值模拟软件。

CBM-SIM 是研究非常规油气资源勘探和开发的关键技术之一，是研究非常规油气储集、运移和产出规律，确定非常规油气储层特征、非常规油气井作业制度与气产量之间关系的有效手段，其研究结果可为非常规油气资源开发潜力的评价和开发工程方案的优化提供科学决策依据。

为精确模拟裂缝性油气藏中的基岩孔隙度及煤层气和页岩气的解析吸附效应，CBM-SIM 具有模拟三孔隙度、双渗透率的功能。CBM-SIM 还具有模拟注二氧化碳或氮气提高煤层气或页岩气采收率的功能。CBM-SIM 使用现代的数值求解技术及全隐式井筒算法。

CBM-SIM 的基本特征是一个用于非常规油气藏及黑油油藏的三维、两相、多组份、全隐式有限差分数值模拟软件。

- **三孔隙度/双渗透率：**  
严格处理流体在双渗透率网络(基岩和裂缝) 中的解析吸附、扩散及达西流动规律。
- **两组份气体解析吸附：**  
使用扩展兰米尔等温吸附方程定义多组份自由气和吸附气之间的非线性关系为甲烷含量的函数。
- **两相流模型：**  
模拟油气藏中的任何两相流动，包括气-水、油-水和气-油。
- **复杂油藏模拟：**  
模拟含水域（边水和底水）对油气藏开发的影响。模拟煤层气开发过程中由于基岩含气量及压力的变化对裂缝渗透率及基岩收缩的影响。也可模拟水力压裂裂缝及洞穴完井。
- **全三维模型：**  
精确处理厚油气藏、层间连通及不连通的层状油气藏。

CBM-SIM 是一个用于油气藏开发规划、油气藏生产动态模拟（历史拟合及产量预测）的油气藏工程软件。其应用范围如下：

- **裂缝性油气藏：**  
模拟煤层气藏、裂缝性页岩气藏、致密砂岩气藏、碳酸盐岩油气藏。
- **提高非常规气采收率：**  
模拟注二氧化碳或氮气以提高页岩气、煤层气的采收率。
- **储气库：**  
模拟储气库中气体的采出和注入。
- **煤田瓦斯排放：**  
模拟煤田排放井及水平排放孔的气产量及瓦斯排放效率。确定浅层煤层对甲烷采收率的影响。
- **试井分析：**  
利用全隐式井筒可精确模拟单井多层合采时的压降及压力恢复数据。

CBM-SIM 的基本特点是一套方便、实用、高效、界面人性化的模拟工具。

- **数据输入：**  
提供方便、实用的数据输入界面。数据表格支持 Excel 复制、粘贴。
- **图形功能：**  
可动态显示各种生产曲线及用颜色来表示各类油气藏参数性质。
  - ◆ **PRD 生产数据曲线**  
可任意浏览指定数据和图形；  
多达 27 种生产数据曲线（如气产量、水产量等等）；  
可平均化曲线（如月平均曲线和年平均曲线）；  
可做生产曲线对比；  
可以历史拟合曲线；  
数据可以输出到 Excel；  
数据图形可以输出到文件等等。
  - ◆ **GDD 三维动画图**

各类油气藏参数三维动态显示；  
支持等值图和等值投影图；  
可灵活调整浏览角度；  
多达 20 余种参数图；  
数据图形可以输出到图片文件；  
支持录像功能，实现 flash 动画输出等等。

◆ **FLP 初始数据图**

可显示 PVT 图、相对渗透率图及气储藏量图等等。

注：附例图。

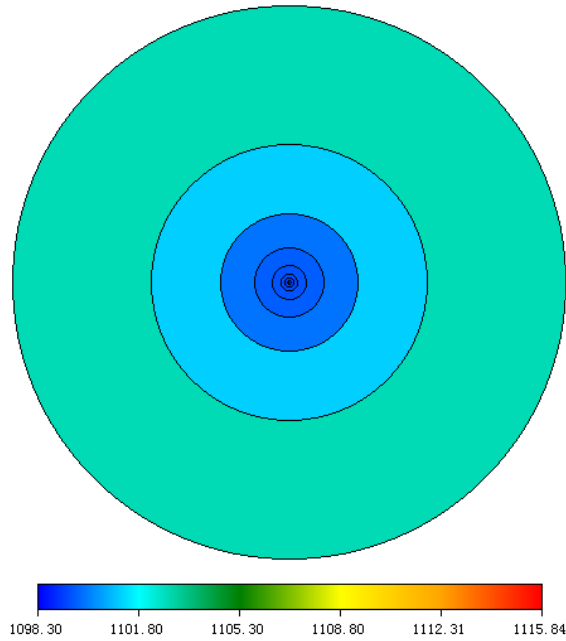
- **图形输出功能：**  
可将各种曲线或三维图输出到图形文件。
- **数据输出功能：**  
可以导出各种生产数据到 Excel 中。
- **数据转换格式：**  
可应用公制、英制和自定义单位。
- **支持多种形态井**  
可以模拟垂直井，水平井，羽状水平井及斜井。
- **其它特点：**  
自动时间步长选取以减少计算时间；气体 PVT 软件包可自动产生一系列气体性质；  
自动计算井筒生产指数；可同时运行多个作业。使用动态内存分配使该软件不受  
网格多少的限制。
- **方便快捷的计算工具包：**  
朗缪尔等温线， 计算解吸压力或含气量；  
计算表皮系数；  
计算 Corey 模型的相对渗透率，考虑束缚水饱和度，束缚气饱和度对渗透率的影响，  
计算出相对渗透率表。

**附件：试井分析实例：**

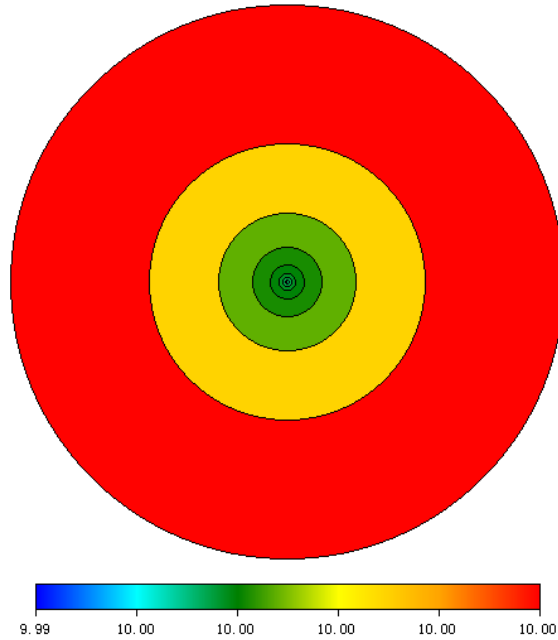
该模拟是用于关井下的压力回复测试。

系统设计为极坐标，12 x 1 x 3 的网格，采用全隐式模拟计算。该井眼半径 0.125 ft，分 3 层，每层 15 ft。储藏是均质的，各向异性。裂缝系统中水初始饱和度为 100%。在 2,500 ft 处初始储藏压力为 1,100 psia。

压力图



### Y 方向裂缝渗透率图



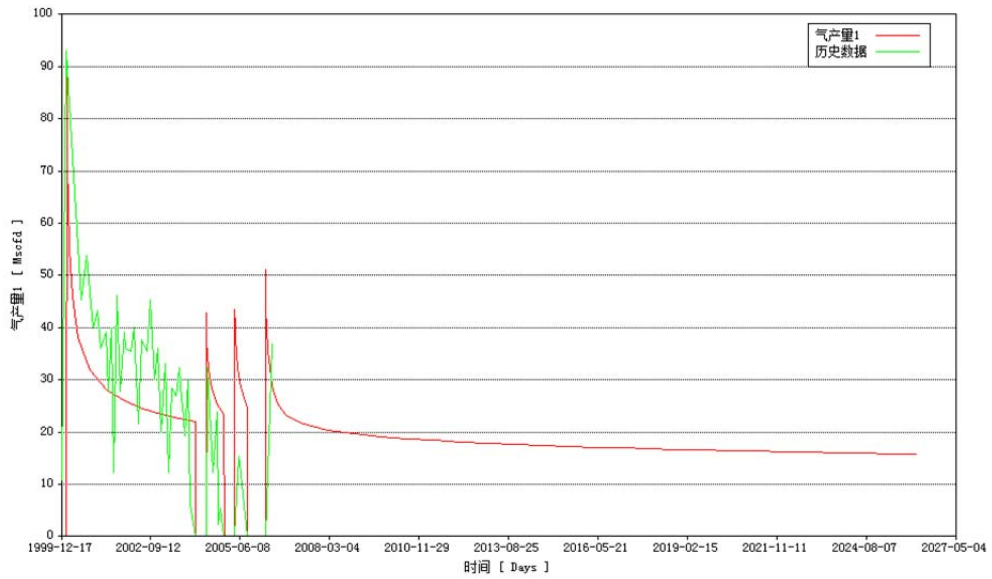
**附件：页岩气实例：**

在肯塔基的泥盆纪俄亥俄页岩注 CO<sub>2</sub> 气可行研究。

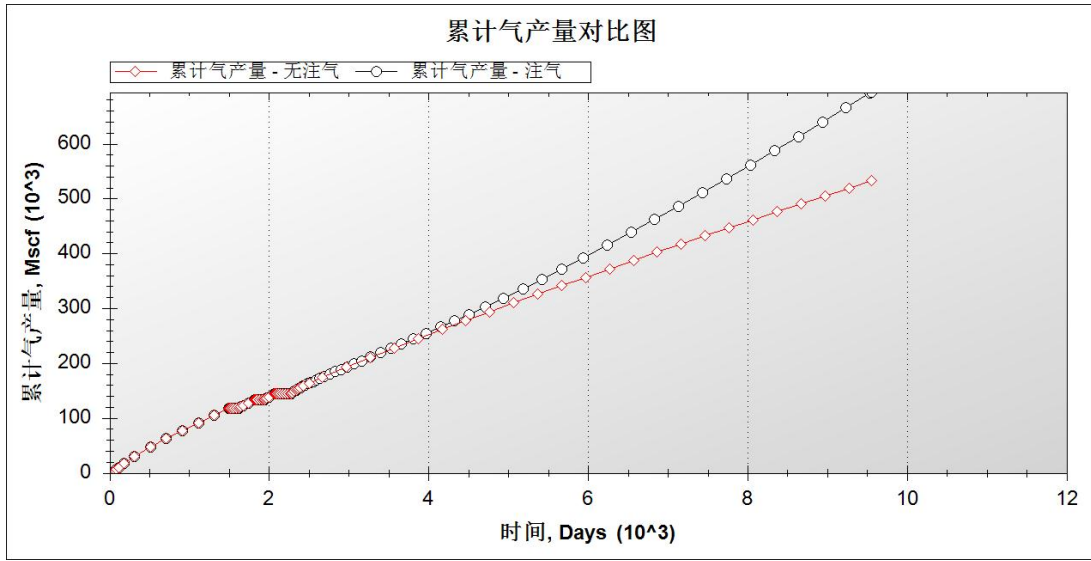
**模型设置：**

在目标注气井的周围选取 3 个生产邻井；利用 2 层模拟泥盆纪俄亥俄页岩层：下部的休伦部分做为主要的注气目标；双孔隙单渗透率模型。

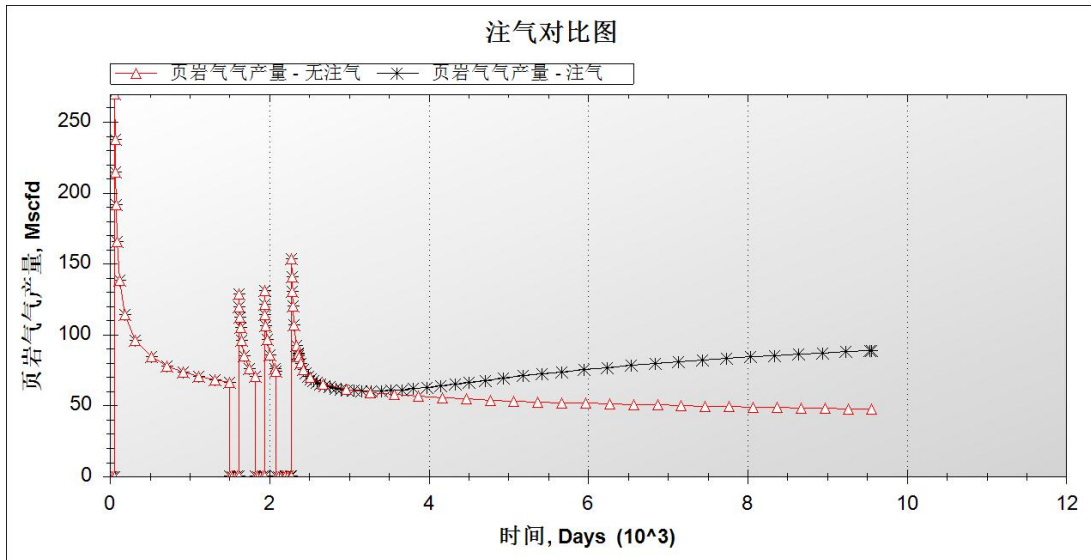
图一：气产量及历史拟合



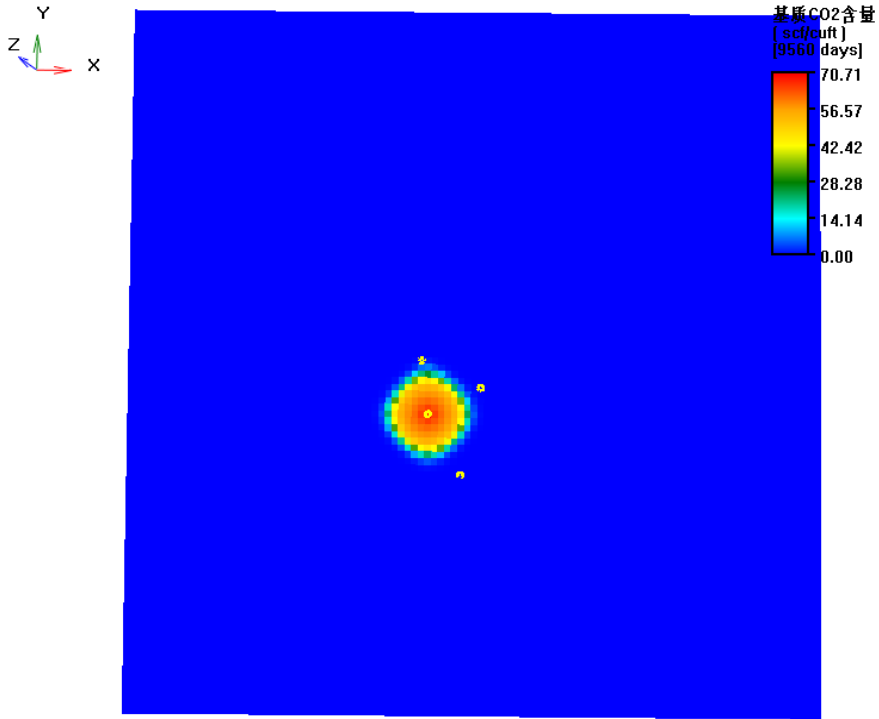
图二：累计气产量图



图三：气产量对比图



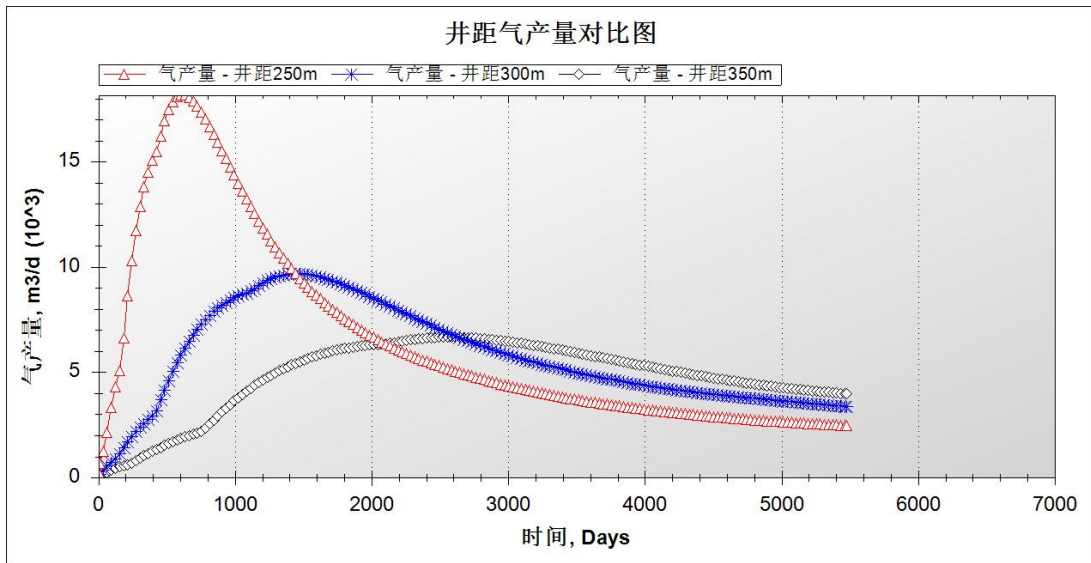
图三：基质 CO2 气含量



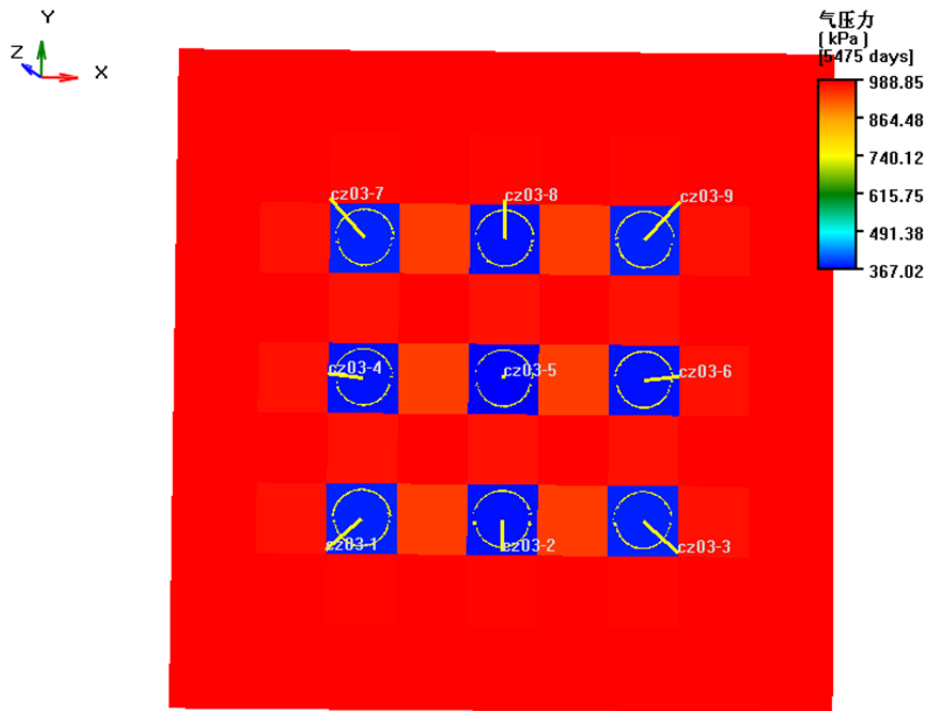


## 附二、井距优化实例

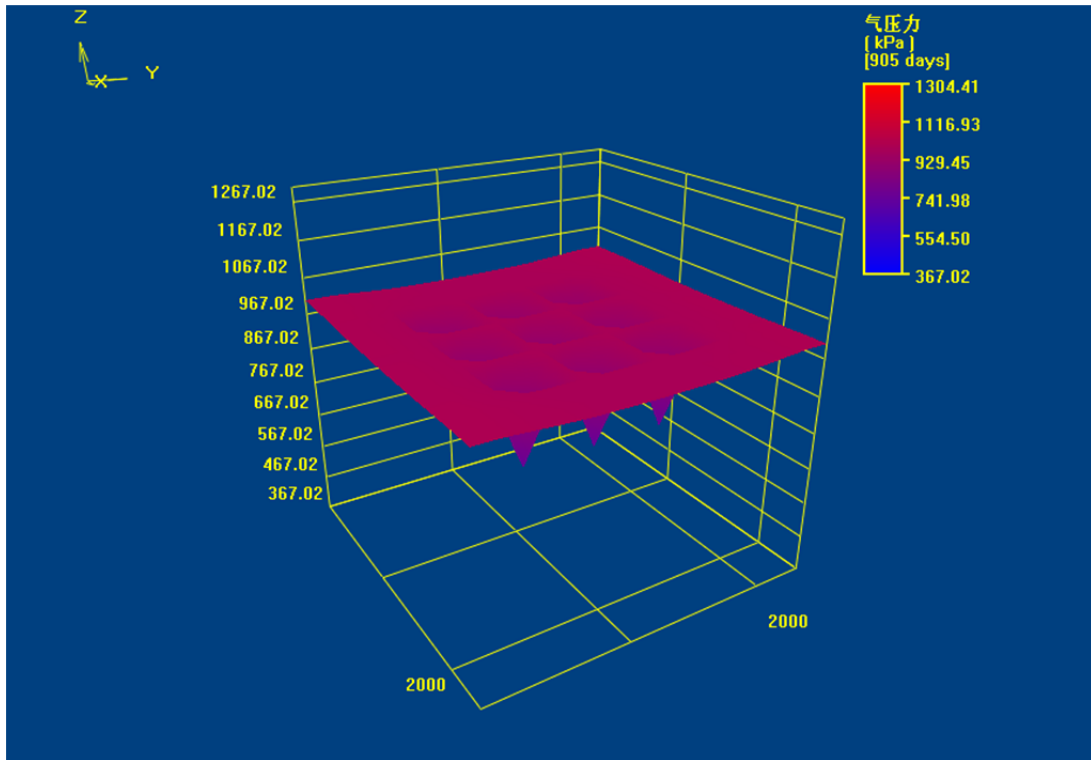
图一：井距气产量对比图



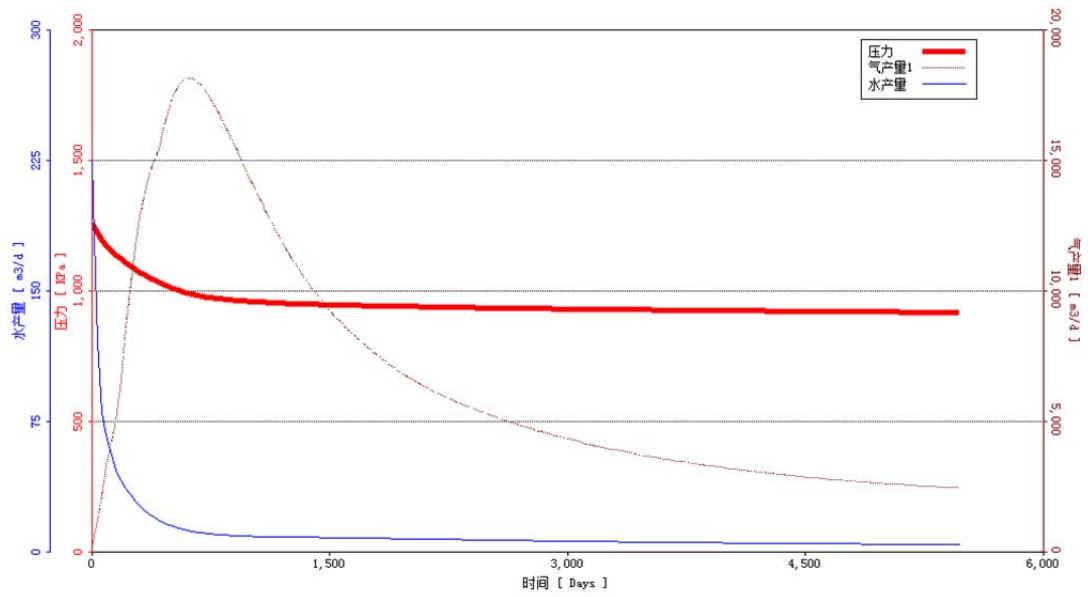
图二：气压力分布图



图三：压力漏斗图



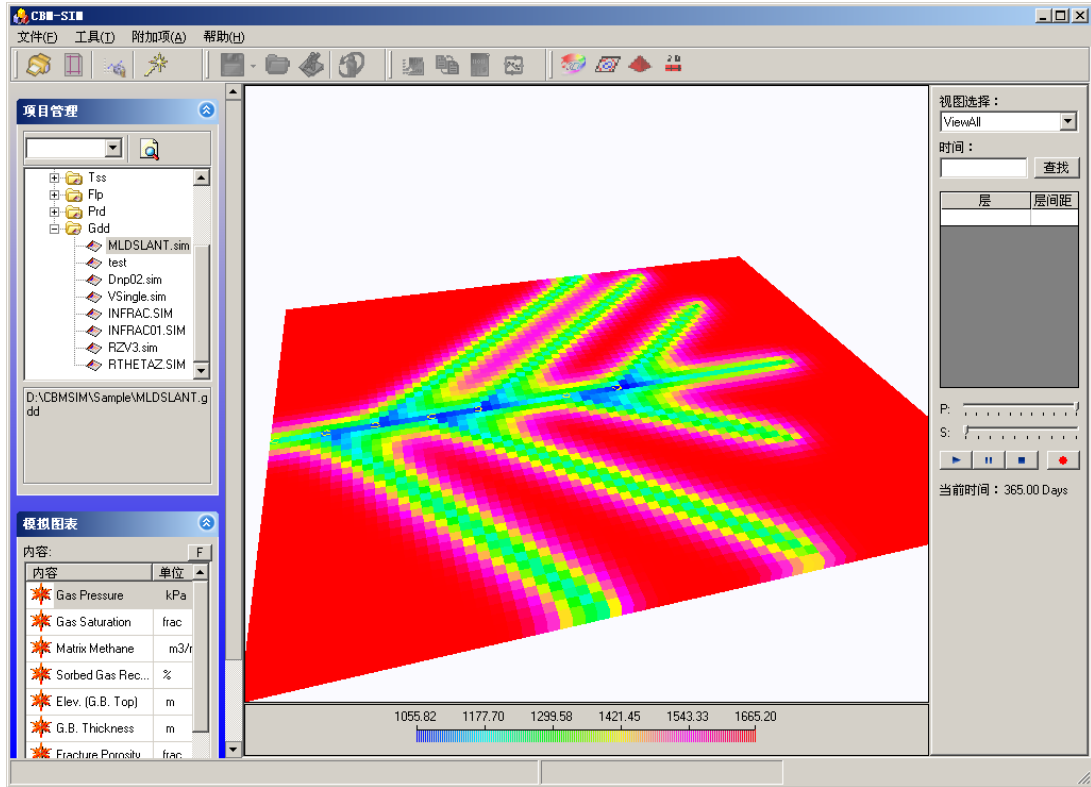
图四：曲线图（压力、气产量、水产量）



### 附三、软件例图：

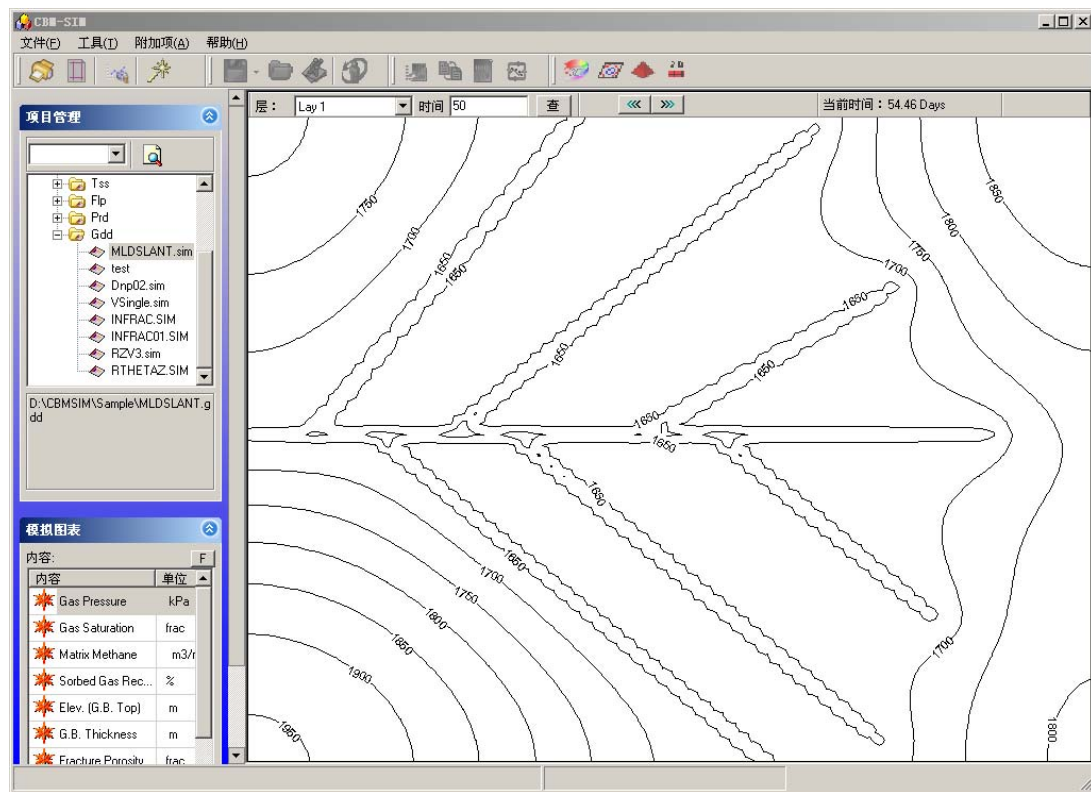
#### 一、三维煤气藏参数变化图

图一：三维数值变化图



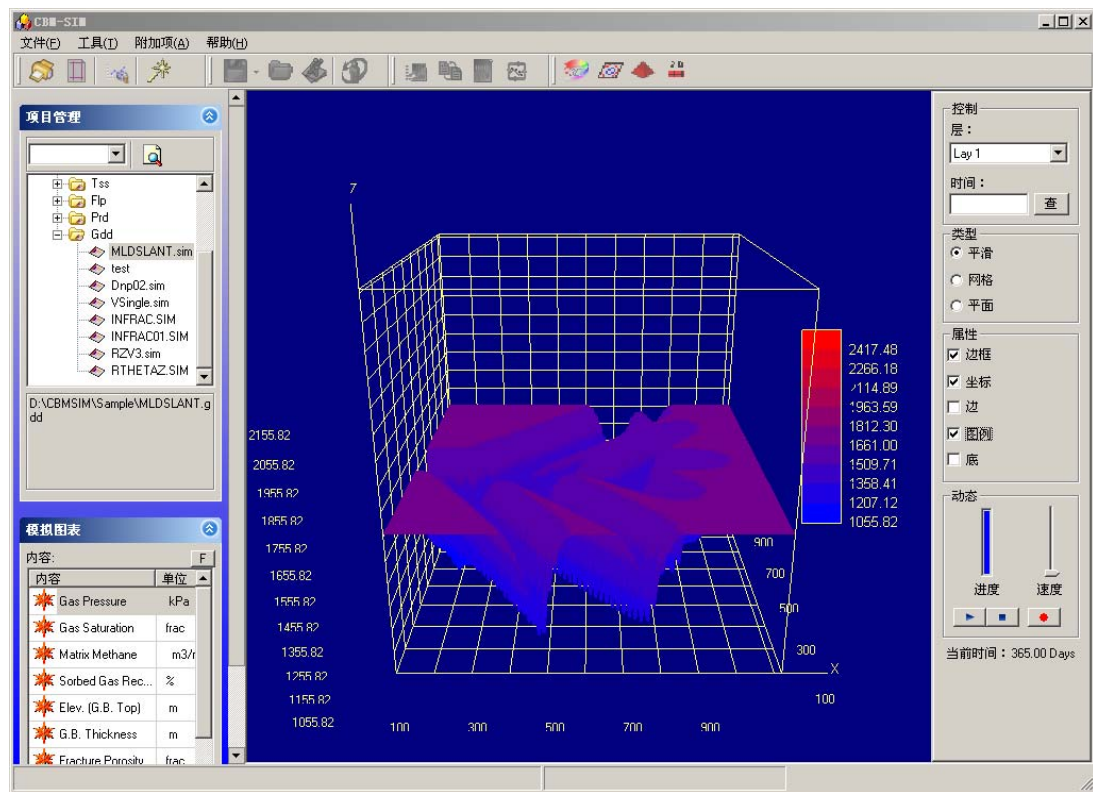
多分支水平井-气体压力图

图二：气体等压图



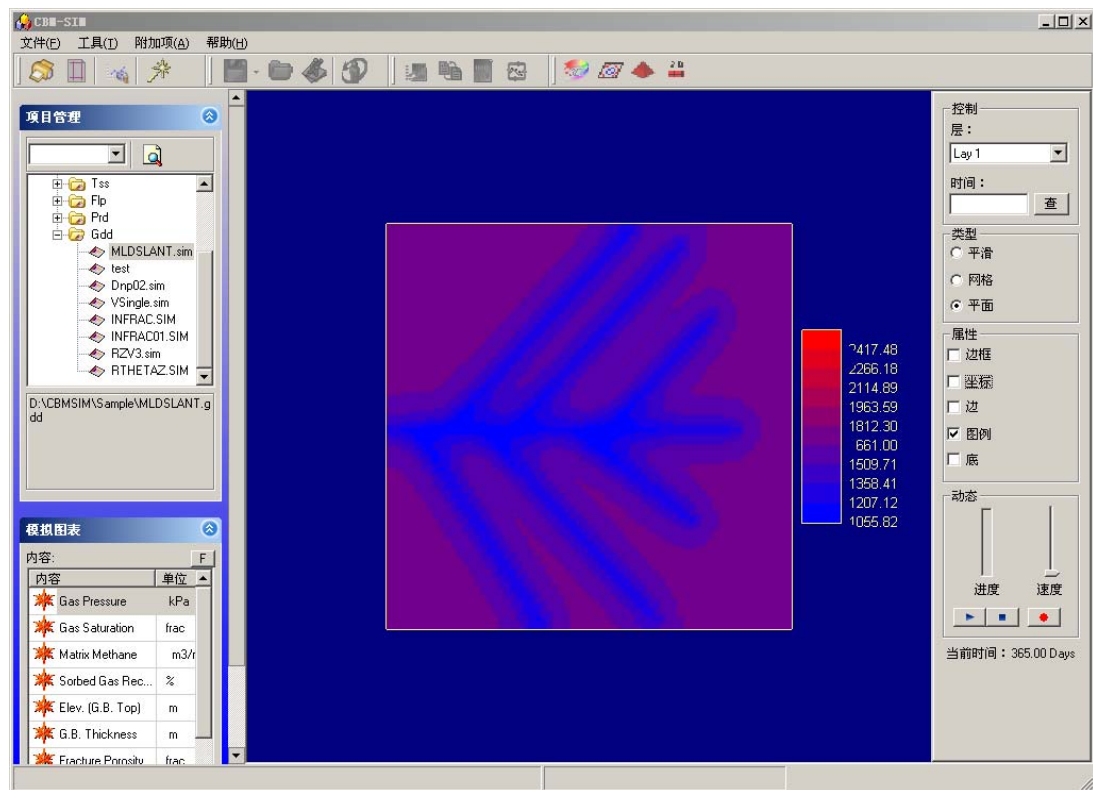
多分支水平井-气体等压线图

图三：三维等值图



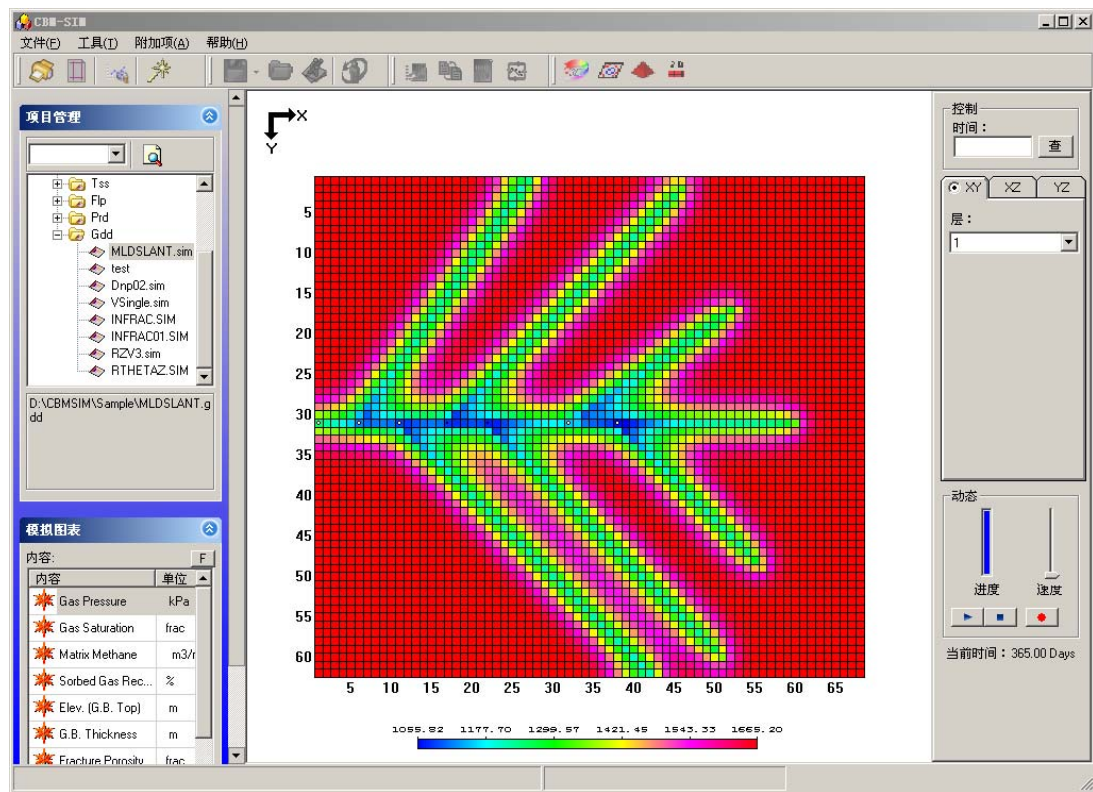
多分支水平井-气体压力等值图

图四：三维等值投影图



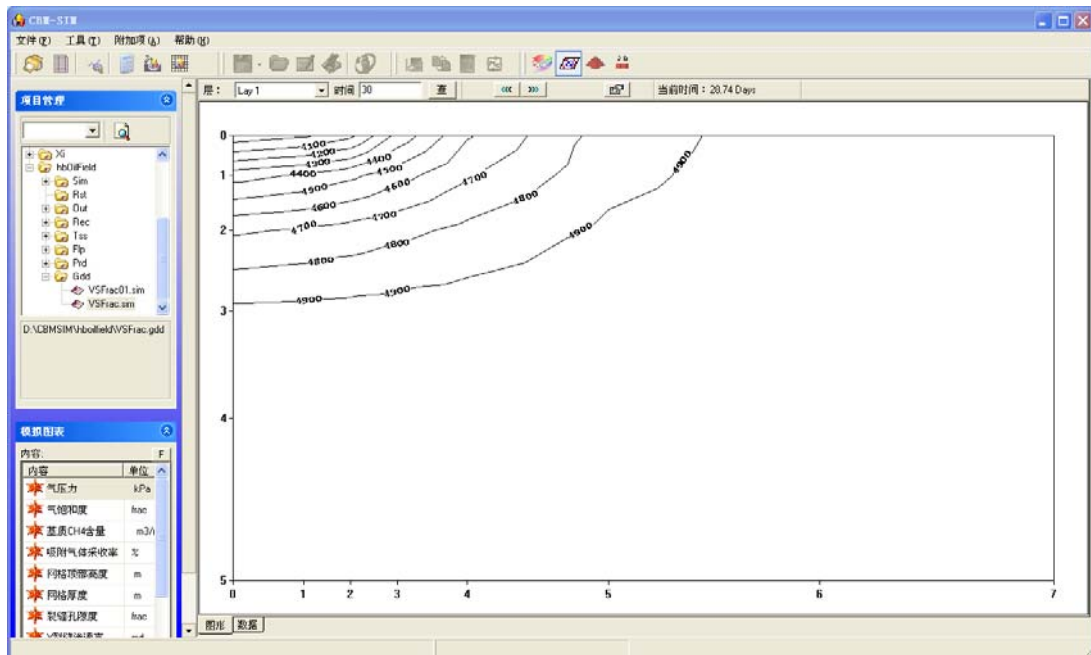
多分支水平井-气体压力等值图

图五：平面图



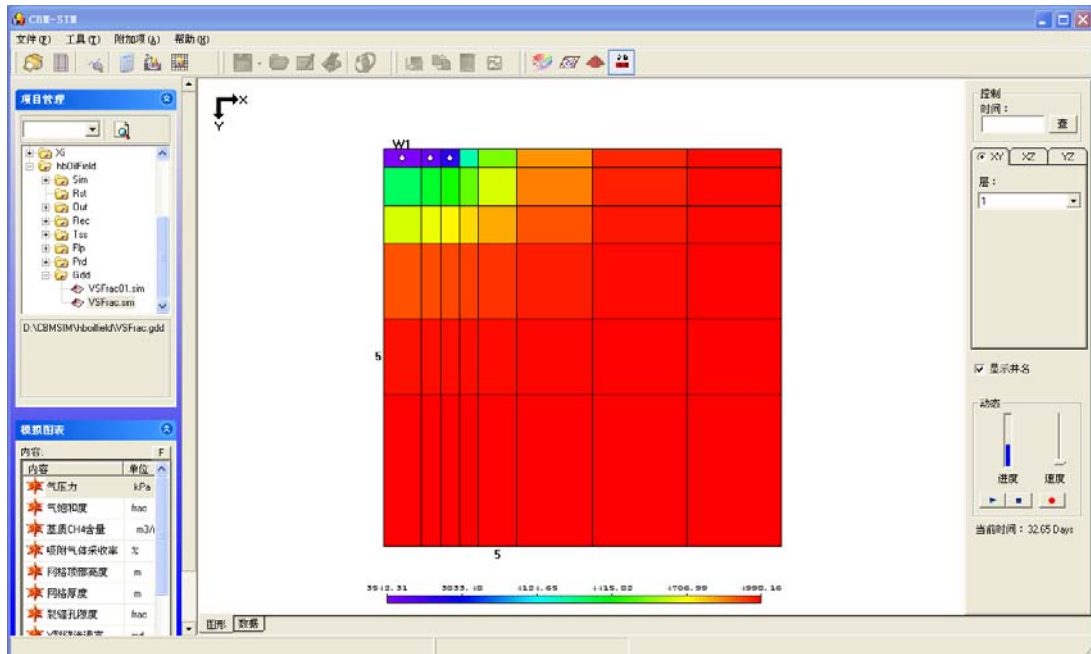
多分支水平井-气体压力平面图 (X-Y)

图六：气压力等值线图



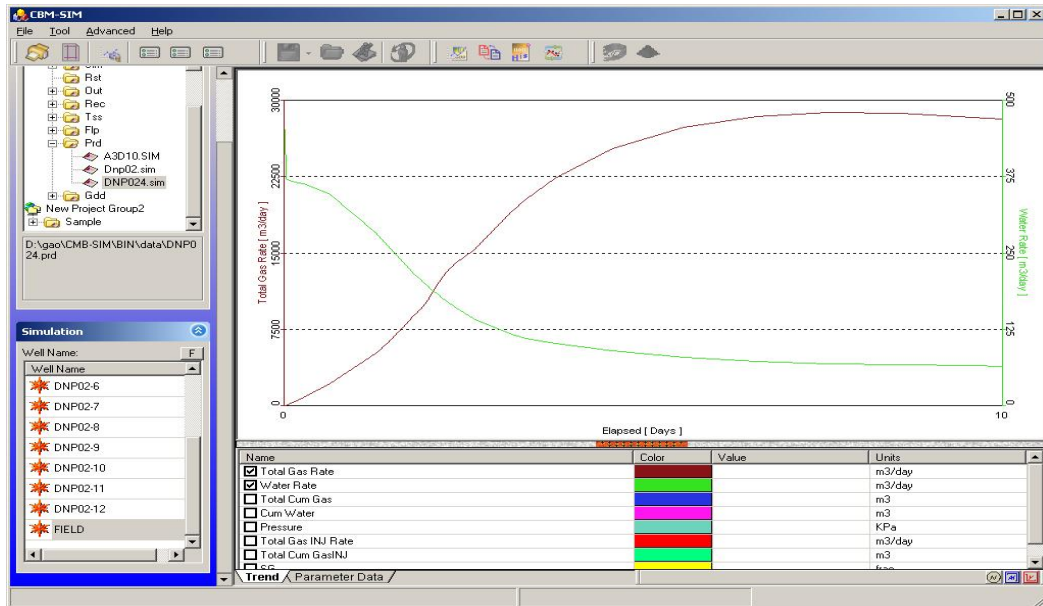


图七：气压力 2D 压力分布图

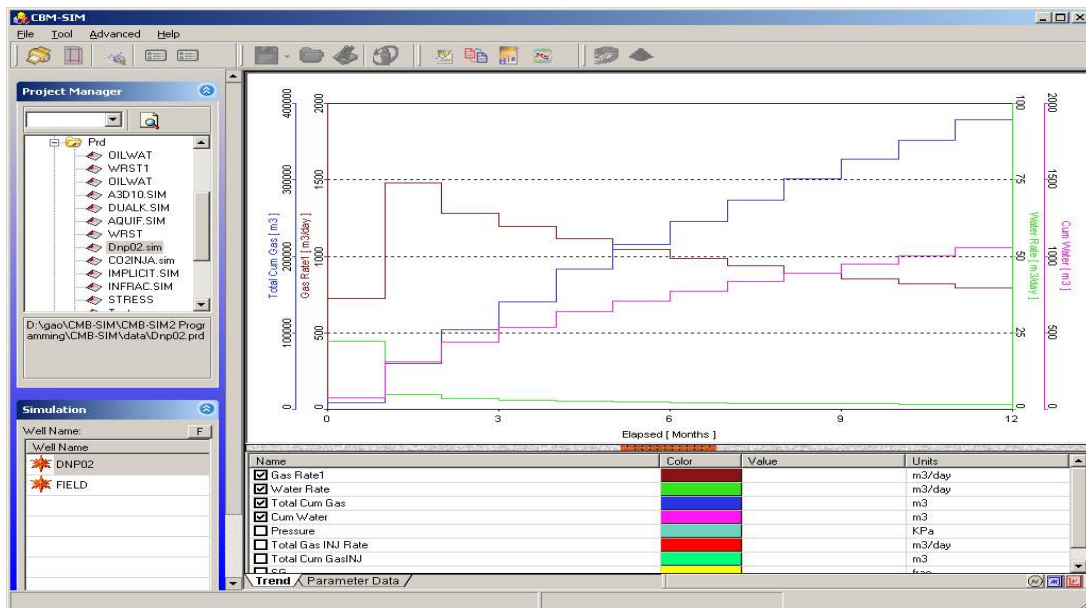


## 二、PRD 生产变化趋势图

图一：日生产图

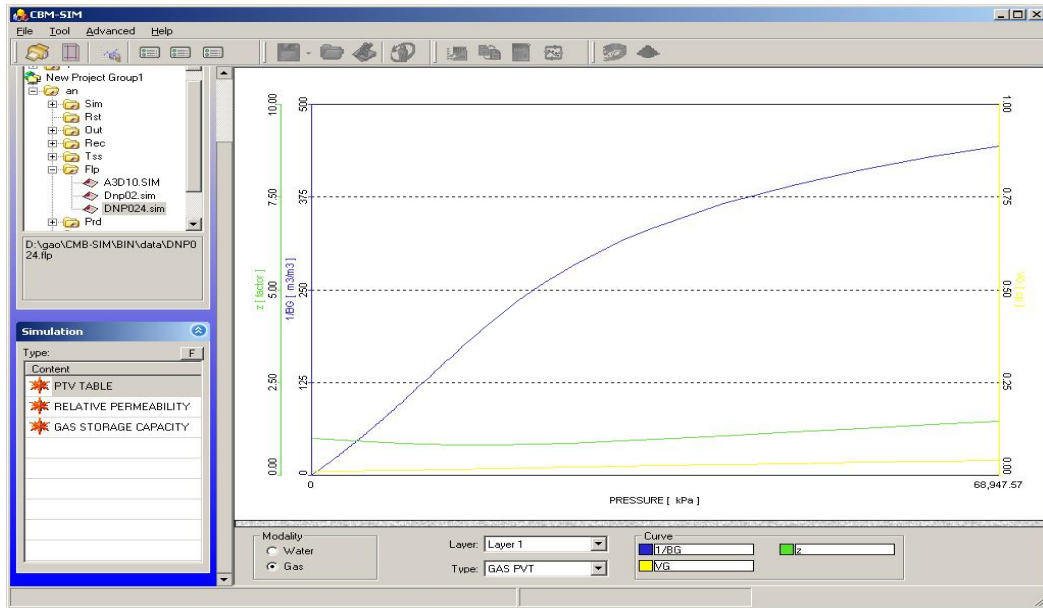


图二：月平均生产图

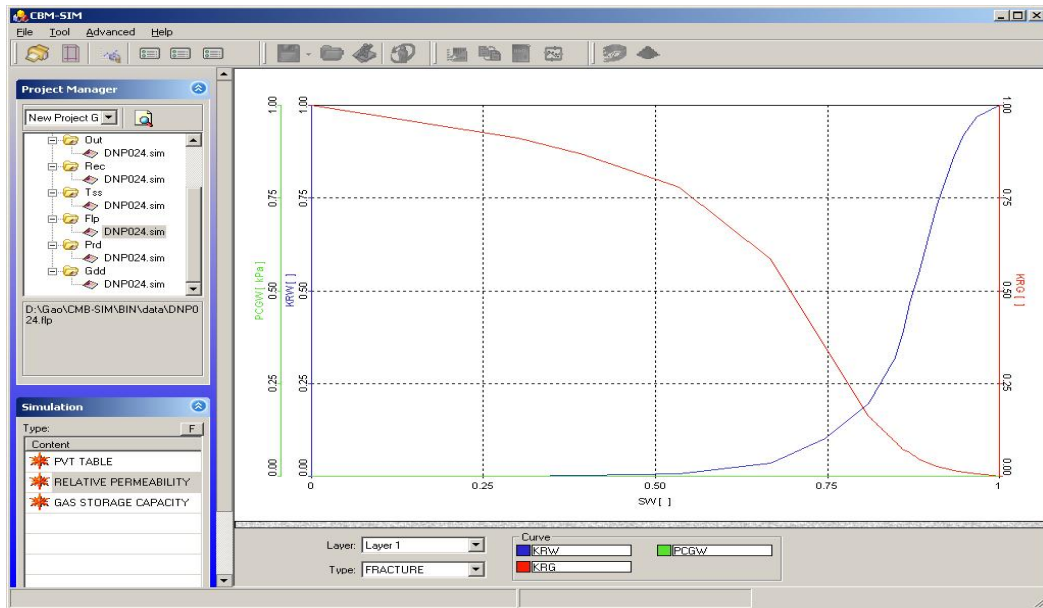


### 三、FLP 相关数据图

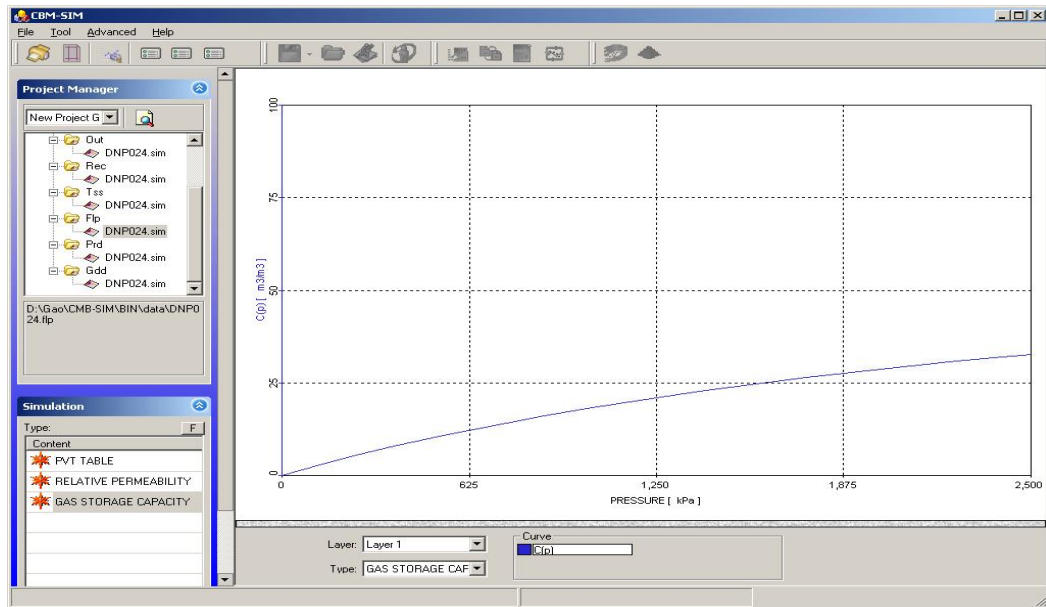
图一：PTV 关系图



图二：相对渗透率图



图三：气储藏量图



四、数据输入截图

