



阳光石油论坛资料

组分模型

PVTi模块实验数据拟合



交流提纲

❖ 组分模型适用性

❖ 与黑油模型有何不同

❖ PVT*i* 模块

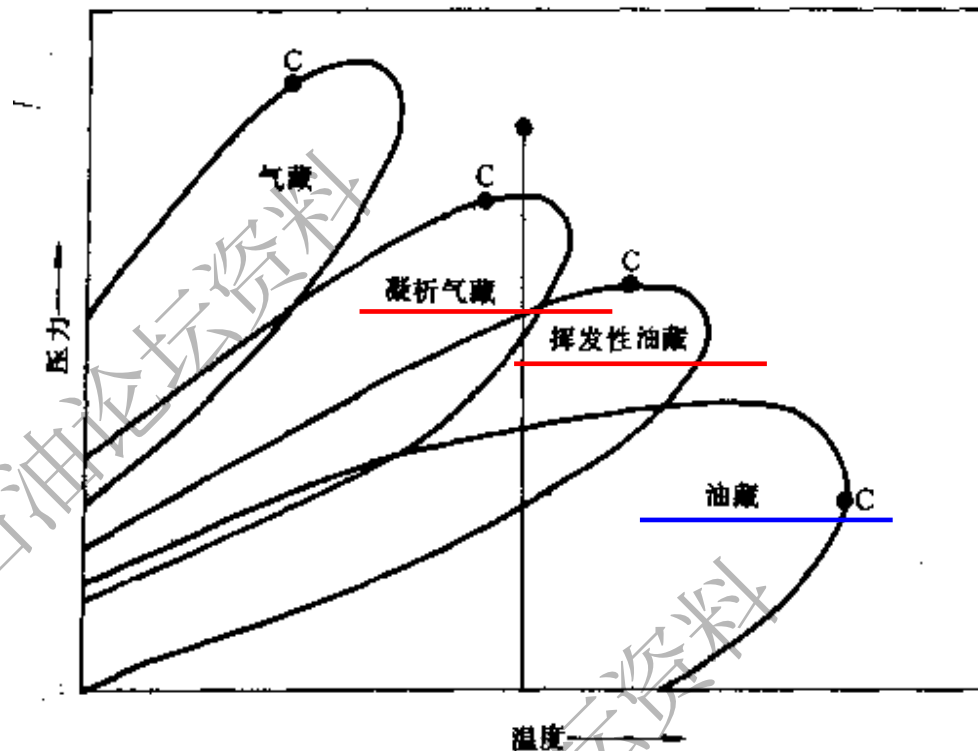
基础

核心



组分模型选用

- 凝析气藏（ T 很靠近临界温度）；
- 注气驱（混相驱）；
- 挥发性油藏的模拟；
- 组分分布变化显著的油气藏模拟；
- 地层温度有差别的油气藏（稠油）。



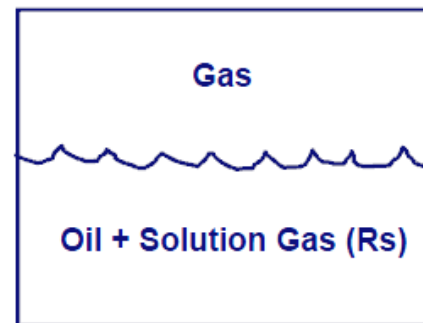


与黑油模型有何异同

组分 \ 相	O	g	W
油	1	R_s	
气		$1 - R_s$	
水			1

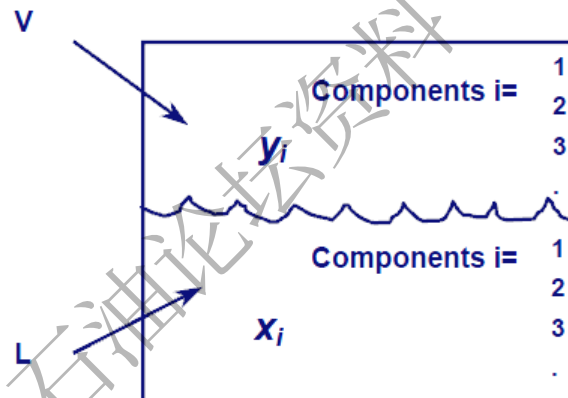
ECLIPSE 100 (& all Black-Oil Simulators)

Oil and Gas phases are represented by two components: one 'component' called oil and one 'component' called gas.



ECLIPSE 300 (& all Compositional Simulators)

Oil and Gas phases are represented by multicomponent mixtures.



组分 \ 相	W	1	2	3		Nc
油		x_1	x_2	x_3		x_{Nc}
气		y_1	y_2	y_3		y_{Nc}
水	1					



与黑油模型有何异同

黑油模型把组分的状态处理为一个**单相**，它的**属性仅与压力有关**。比如黑油模型中的气体一定是远离临界点的，气体的组成是固定的，性质也不复杂，在这种情况下，这种处理是合理的。

$$\left. \begin{array}{c} B_o \\ B_g \\ R_s \\ \mu \end{array} \right\} f(p) \quad \text{表值}$$

油气相组成随着压力和时间恒定



与黑油模型有何异同

组分模型把组分的状态处理为多相，油气组分之间通过汽液平衡实现相间的传质。其属性不仅取决于压力，而且与汽液两相的组成有关。

$$\left. \begin{array}{l} K_i = \frac{y_i}{x_i} \\ \mu \\ \rho \end{array} \right\} f(p, x_i, y_i) \quad EOS$$

油气相组成随着压力和时间不断变化

R_s ? 黑油模型其实是两个组分的组分模型 ?



与黑油模型有何异同

核心区别

黑油模型:

PVT高压流体物性数据

压力(bar)	溶解气油比(m^3/m^3)	体积系数	粘度($\text{mPa}\cdot\text{s}$)
350	91.8	1.283	2.36
162	91.8	1.2866	1.78
140.7	91.8	1.2878	1.68
120	91.8	1.289	1.64
116	91.8	1.29	1.62
110	88.4	1.283	1.66
100	83.3	1.272	1.71
50	55.25	1.206	2.1
1	1.7	1.045	3.18

组分模型:

闪蒸计算的大约计算步骤是这样的:

- (1) 对每一组分赋平衡常数值
- (2) 解闪蒸方程, 得到气相摩尔分数
- (3) 计算每一组分的气相和液相摩尔分数
- (4) 由状态方程计算每一组分的气液相逸度
- (5) 检查气液相逸度是否相等, 不相等的化重新设平衡常数值
- (6) 由组分的摩尔密度, 气液相摩尔分数计算油气水饱和度分布
- (7) 计算油气密度, 粘度等参数

Data -完成

Case Definition
Grid
PVT
SCAL
Initialization
Regions
Schedule
Summary
Multiple Sensitivities

-- Office Simulation File (DATA) Data Section Version 2003A Mar 29 2003

-- File: TTT_E100.
-- Created on: 18-

RUNSPEC

TITLE

GRID

GRIDFILE

2 /

INIT

INCLUDE

' TTT_GOPP. INC' /

PROPS

INCLUDE

' TTT_PVT. INC' /

INCLUDE

' TTT_SCAL. INC' /

REGIONS**SOLUTION**

INCLUDE

' TTT_INIT. INC' /

SUMMARY

INCLUDE

' TTT_SUM. INC' /

SCHEDULE

INCLUDE

' TTT_SCH. INC' /

END

主文件

***_E100.DATA**

Grid section

_gopp.inc**_ggo.inc*****_gpro.inc**

Props section

_pvt.inc**_scal.inc**

Regions section

***_reg.inc**

Solution section

***_init.inc**

Summary section

***_sum.inc**

Schedule section

***_sch.inc**

- 1 模型网格改造 完全一样。
- 2 模型网格属性 完全一样。
- 3 相渗曲线 完全一样。
- 4 毛管压力 完全一样。
- 5 岩石压缩 完全一样。
- 6 分区设置 基本一样。（多EOS分区）
- 7 流体参数
- 8 初始化设置
- 9 生产控制部分



组分模型常用状态方程

- EOS状态方程类型:

- 二参数PR3状态方程

- 三参数PR3状态方程 (最常用)

- 二参数SRK状态方程

- 三参数SRK状态方程

- RK,ZJ,SW状态方程等

- 一般常识:

对于纯组分 ($C_1, C_2, C_3, iC_4, nC_4, iC_5, nC_5, C_6$)而言, 随着组分摩尔分子量的增加, 组分的临界温度, 沸点, 临界体积, 偏心因子, 液体密度都是增加的, 而临界压力和临界Z因子随组分摩尔分子量的增加是减小的。



状态方程

波尔定律

$$PV = \text{常数}$$

一定温度下，一定质量气体，压力和体积乘积为常数

查理定律

一定压力下，一定质量气体，体积与温度呈线性关系

假如气体在 0° 时体积为 V_0 。温度为 T 时： $V = V_0 (1 + \alpha T)$

当 $T = -273^\circ$ ，体积为0。 $V = V_0 T / 273$

$$P V = n R T$$



状态方程

$$\underline{P V = n Z R T}$$

假设条件：没有相互分子力

VDW方程

$$\left(p + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = RT$$

a: 引力 b: 斥力

$$a = \frac{27R^2T_c^2}{64p_c}$$

$$b = \frac{1RT_c}{8p_c}$$

(与临界点有关)



状态方程

SRK方程

$w = -\lg(p_{rs})_{T_r=0.7} - 1$ 引入偏心因子（非球形不对称分子）

p_{rs} 是不同分子体系在 $T_r=0.7$ 时的对比蒸汽压（ p_s/p_c ）

$$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a\alpha(T)}{V(V-b)}$$

引入温度函数来拟合不同纯组分的实测蒸汽压数据

$$\alpha_i(T) = \left[1 + m_i (1 - T_{ri}^{0.5}) \right]^2$$

$$m_i = 0.480 + 1.574w_i - 0.176w_i^2$$



状态方程

混合规则

引入混合规则，将状态方程运用到多组分系统中；
二元交互作用系数用来计算分子间的极性力。

$$p = \frac{RT}{V - b_m} - \frac{a_m(T)}{V(V - b_m)}$$

$$a_m(T) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j (a_i a_j \alpha_i \alpha_j)^{0.5} (1 - k_{ij})$$

$$b_m = \sum_{i=1}^n x_i b_i$$



状态方程

Z三次方程

$$Z_m^3 - Z_m^2 + (A_m - B_m - B_m^2) - A_m B_m = 0$$

$$A_m = a_m(T) p / (RT) \quad B_m = b_m p / (RT)$$

逸度方程

$$\ln\left(\frac{f_i}{x_i p}\right) = \frac{b_i}{b_m} (Z_m - 1) - \ln(Z_m - B_m) - \frac{A_m}{B_m} \left(\frac{2\phi_j}{a_m} - \frac{b_i}{b_m} \right) \ln\left(1 + \frac{B_m}{Z_m}\right)$$

$$\phi_j = \sum_{j=1}^n x_i (a_i a_j \alpha_i \alpha_j)^{0.5} (1 - k_{ij})$$



流体高压物性实验

- 通常对不同的流体类型采用不同的PVT实验：

- 黑油：

差异分离实验 (DL)

等组分膨胀实验 (CCE)

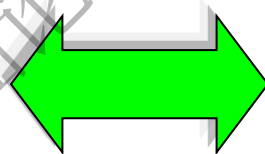
- 凝析气：

等容衰竭实验 (CVD)

等组分膨胀实验 (CCE)

分离器实验

一次接触混相实验，多次接触混相实验（注气）



状态方程=?

闪蒸方程=?



PVT实验数据拟合—PVT*i*模块

PVT拟合



输出拟合好的EOS
状态方程参数

实际上就是用PVT软件，调整EOS状态方程参数，使PVT软件用EOS计算的结果与实验室测量结果匹配。

重点：知道调整哪些参数，如何调整各个参数，各个参数是如何影响结果的。

- PVT实验报告质量检查：

- 1、确认取样压力在饱和压力以上，样品可以代表油藏流体；
- 2、报告中所有组分摩尔百分数之和为100；
- 3、检查实验结果的变化趋势是否正确；
- 4、检查实验报告中各项实验结果的定义与软件是否一致。

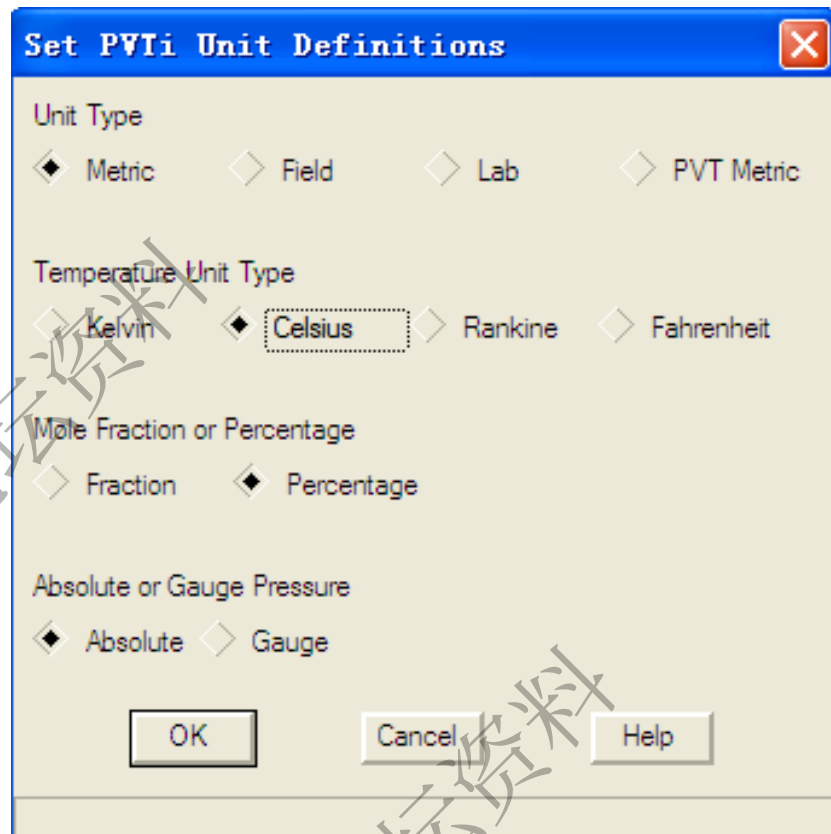


PVT实验数据拟合—PVTi 模块

- 1、启动PVTi
- 2、PVTi: File | Open...
- 3、打开上面过程中保存的文件

设置单位

- 1、Utilites | Units;
- 2、设置单位，一般选公制;
- 3、设置温度单位，一般选℃;
- 4、设置输入的摩尔体积为百分数或小数;
- 5、设置绝对压力或表压;
- 6、点击Ok;





PVT实验数据拟合—PVT i 模块

凝析气组分输入

1、PVTi: Edit I
Experiments...

2、在“Fundamentals窗
口”中的“Components”
中依次输入

C1,C2,C3,iC4,nC4,iC5,n
C5,C6...C7+名称各组分
的摩尔分数或者质量百分
比，加组分的摩尔质量

Fundamentals

Row	Components	Zi (percent)	Weight fraction (percent)	Mol Weight	Spec Gravity
1	CO2	0.046001	0.0091134		
2	N2	0.47301	0.059648		
3	C1	13.539	0.97779		
4	C2	1.524	0.2063		
5	C3	1.409	0.2797		
6	C4	2.09	0.54686		
7	C5	2.256	0.73275		
8	C6	2.8421	1.0747		
9	C7+	75.821	96.118	281.6	0.86406
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					

Mole fraction total: 100 percent ☐ Enter weight fractions

OK Apply Cancel



PVT实验数据拟合—PVT i 模块

输入露点压力

3、 PVTi: Edit I Experiments...

Add I Single Point I Bubble Point...

- 在Observations夹设置第一列表头为Sat. Pressure
- 点Next
- 在General夹，输入实验温度
- 选择Observations夹
- 输入饱和压力值
- 点Next创建实验

4、 点击Close

Experiment Entry

Add

Dew point calculation at the given temperature

General Observations Components

Select column headings for observations.

Observations	Observations	Observations	Observations	Observations
Sat. pressure	{None}	{None}	{None}	{None}

< Back Next > Close Help

Observations



PVT实验数据拟合—PVTi 模块

输入CCE实验数据

1、PVTi: Edit I Experiments...

2、点Add菜单进行实验输入: Add I Pressure Depletion I Constant Composition Expansion(等组分膨胀)

- 选择Observations夹
- 点左侧单元顶部并选择Pressure
- 在第二列的下拉菜单中选择Relative Vol., Liquid visc.
- 在General夹, 输入实验温度
- 选择Observations夹, 分别输入压力, 相对体积, 液相粘度
- Next

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/958111057065006053>