

PanSystem & PanMesh 试井解释软件

A. PanSystem 解析试井解释软件

PanSystem 应用油藏和边界的解析描述来分析按时间记录的压力变化，以确定油藏特性和边界范围以及油气井测试设计。

PanSystem 能同时加载五个数据文件，每个文件可以包含：

- 1) 多达十个数据通道(例如数个压力、温度和流量等等)；
- 2) 每个通道中的数据点数不限。

对每个数据通道可以进行：

- 绘图(单独或与其他通道一起绘出)
- 编辑(以图形方式或通过表格方式)
- 削减数据通道中的点数(有许多方法可用)
- 以图形方式进行转换或进行函数运算
- 比较

PanSystem 按图形方式将一个完整的测试过程划分为各个流动期，这样，便对整个测试过程的分析作好了准备，可对完整测试过程中的任一流动期或任意流动期的组合进行分析，在分析中可用的图形包括测试全貌图(笛卡尔坐标)、笛卡尔坐标图、双对数图、半对数图(叠加)、线性流、球形流、表皮 - 流量图；可通过时间函数控制(赫诺分析法或全叠加法)。

a. PanSystem 软件的井筒储存模型有：

- 1) 恒定井储
- 2) 可变井储
- 3) Hegeman 可变井储
- 4) 时步可变井储

b. PanSystem 软件的油藏模型有：

- 1) 均质径向流
- 2) 垂直裂缝 - - 无限导流
- 3) 垂直裂缝 - - 有限导流
- 4) 垂直裂缝 - - 流量均布型

- 5) 双孔隙度(瞬变)
- 6) 双孔隙度(拟稳态)
- 7) 双渗透率
- 8) 双区域径向流组合模型
- 9) 三区域径向流组合模型
- 10) 四区域径向流组合模型
- 11) 打开程度不完善模型
- 12) 斜井模型
- 13) 带气顶或底水的打开程度不完善模型

PanSystem 软件用于水平井油藏的模型有:

- 1) 均质径向流
- 2) 双孔隙度

以上两者可针对不渗透水平边界, 或一边不渗透, 另一边恒定压力的边界。

c. PanSystem 软件边界模型有:

- 1) 无限(边界)作用
- 2) 单断层(不渗透或恒定压力边界)
- 3) 平行断层(带 0、1、2 个恒定压力边界)
- 4) 交叉断层(30、45、60、90、120 度带不渗透或恒定压力边界)
- 5) U 型断层(0、1、2、3 个恒定压力边界)
- 6) 部分流通的双储存空间模型(每个储存空间的体积可调)
- 7) 封闭系统(矩形)(带 0、1、2、3 或 4 个恒定压力边界)
- 8) 封闭系统(六边形)

每个边界模型可以是不渗透和恒定压力边界的组合, 用户可以调整至边界的距离。

仅在单层中便有 1904 种解析解的井筒储存、流动和边界模型的组合, 再加上在多层的情况下以上各因素的组合, 数目更为可观。另外, PanMesh 模块中有无数多的数字边界和层位结构可选; 有适合于所有的油藏类型的样板曲线; 可以用多个样板曲线拟合一个数组的不同部分。

PanSystem 的 PDA 方法, 可分析由永久井下压力计或地面压力计采集的长

期的压力/产量数据,这是对现有的试井解释手段的一个扩展和补充。通过这种方法除了导出渗透率和表皮等参数外,还可以导出油藏面积和原始油气储量等。它包括以下三种不同的方法:

- Agarwal-Gardner 样板曲线方法
- 等效恒定流量 (ECR) 方法
- 采油指数倒数 (RPI) 方法

PanSystem 能够快速拟合模拟、自动模拟、可以对任何用户定义的、在任何产量计划范围内的油藏系统进行模拟、多层模拟 (各层间可以由不同的油藏参数、不同的压力、不同的流动模型、不同的边界)、多井模拟 (各井间可以有不同的产量计划、井间干扰); 还可以进行测试设计, 可以使测试设计方案得到检查和细化。

PanManager 是 PanSystem 的一个辅助软件, 专门用于各种解释方案及结果之间的图形对比, 比如, 针对同一口井在不同时间段所采集数据的解释结果之间的对比, 或不同井的数据解释结果之间的对比等等。

PanSystem 有多种绘图功能和多种自定义报表, 能够按照用户的需求来定义报表内容和图形格式。

PanSystem 软件能够使用早期测井获得的微量流体数据进行试井解释, 这是非常超前的一种功能。

B. PanMesh 数值试井解释软件

PanMesh 软件通过生成有限元网格来描述井和油藏, 然后计算压力响应。这个方法的采用, 使得对油井和油藏复杂多变的几何形状的模拟变得更加快捷和方便, 同时, 也使压力响应得到了计算。模拟的过程可以通过颜色的变化显示出油藏中压力场的变化; 然后将压力瞬变响应反馈到 PanSystem 与测量的压力数据比较, 或者作为模板曲线储存下来。

PanMesh 自动生成从油井到外部边界的有限元网格。程序可确省选择合适的网格“粗细度”来计算压力响应, 用户也可以选择更细的网格。在 PanMesh 中生成的无因次压力响应先传送回 PanSystem, 并在 PanSystem 中加上井筒储存和产量史便生成了“真实的”压力-时间响应。PanMesh 最终生成的压力曲线可以与

测量数据比较，或作为一个特殊的样板曲线来存储，也可以象 PanSystem 中的其他压力数据一样地被处理或被输出。

PanMesh 使用了有限元建模技术，该技术能够自如地处理非均质地层的情况，并且它用于生成网格的等参数程序块能够精确地与所有的外部边界和内部界面相吻合。

针对在解析试井方法中找不到合适的油藏模型的复杂情况，用 PanMesh 解释更为有效。针对多层的模拟，PanMesh 可以模拟多达 15 层的复杂情况。

在进行 PanMesh 数值模拟之前，所有的油藏和井筒的基本参数是在 PanSystem 中进行输入的。在设置数据模型时，针对表皮因子的建模可以定义不同的层位和围绕着井筒变化的区域。针对未完全射开的油藏的建模可以定义多个射孔段。PanSystem 允许用户设置一个多达八边的外部边界结构，用于模拟任何形状。

PanMesh 软件实现了真正三维模拟功能的数值试井解释软件，并且运算速度很快，对比较简单的油藏形状在几秒到几十秒内就可以完成运算。