



长江大学  
YANGTZE UNIVERSITY

油气资源与勘探技术教育部

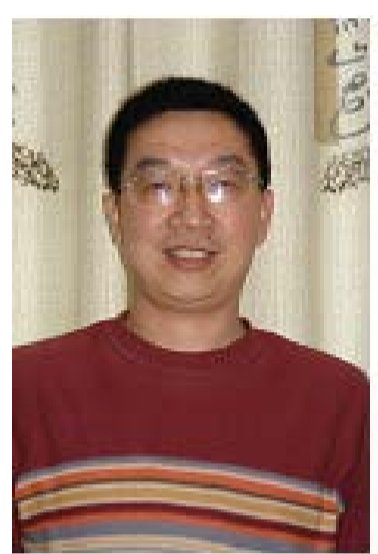
重点实验室

## 团队简介

### “复杂储层测井评价方法与技术研究”

#### 创新团队

●团队负责人为张占松教授和张超谟教授，成员由3名教授、1名副教授、1名博士后及若干博士、硕士研究生组成。近5年，相继承接国家重大科技专项子课题4项、国家自然科学基金2项、973子课题1项及中石油、中石化、中海油委托横向课题多项，研究方向集中在非常规（致密气、页岩气）储层测井岩石物理及测井评价、中东碳酸盐岩储层分类及测井评价等方面。



张占松 院长/  
教授、博导



张超谟  
教授、博导



张冲  
教授、博导

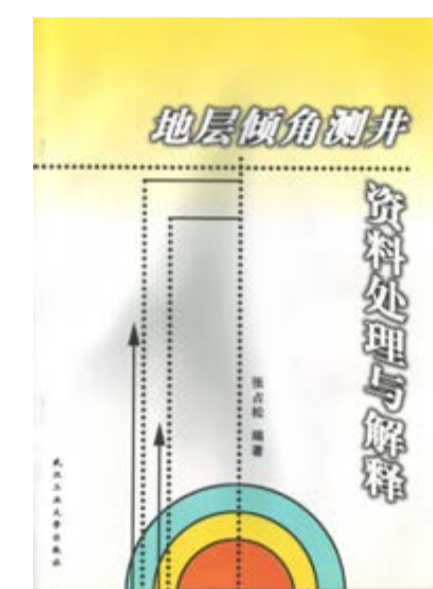
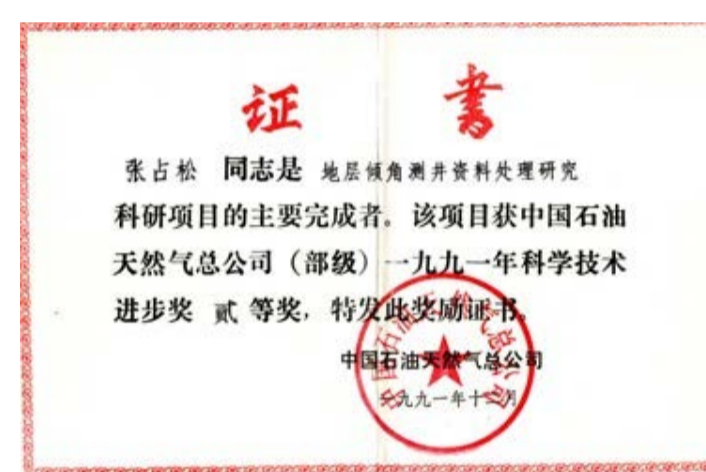
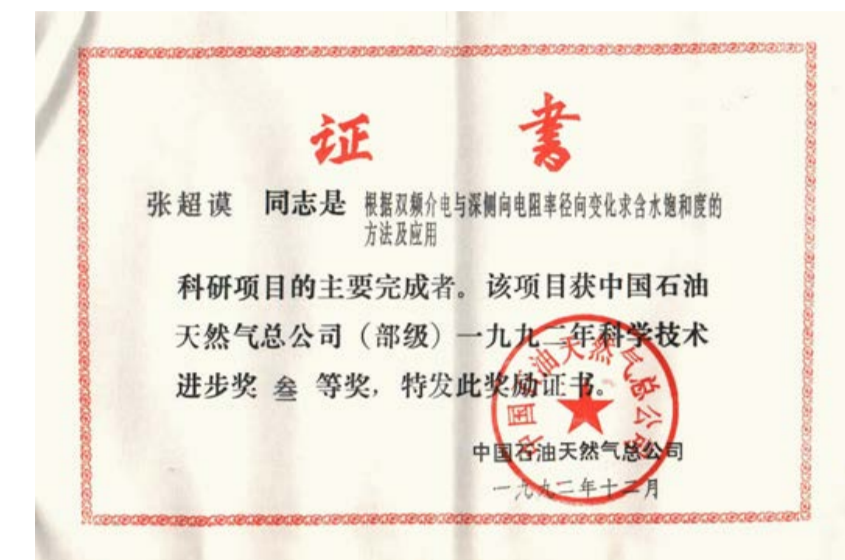
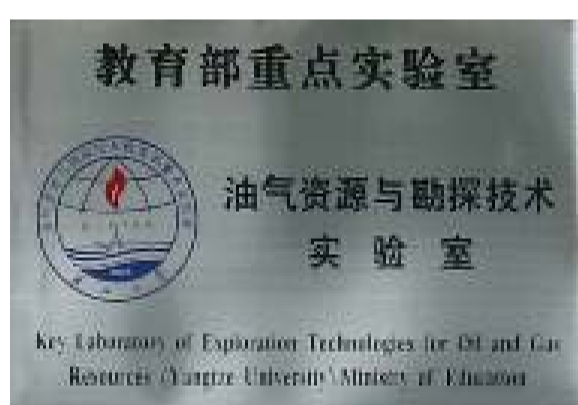


聂昕  
副教授、硕导



方思南  
博士、师资博后

●团队实验平台依托油气资源与勘探技术教育部重点实验室和中石油测井重点实验室长江大学测井分室。



#### 联系我们

联系人：张冲  
单位：长江大学地球物理与石油资源学院  
地址：湖北省武汉市蔡甸区大学路111号  
电话：15090830973  
E-mail: yzlogging@163.com  
zhangc012@yangtzeu.edu.cn



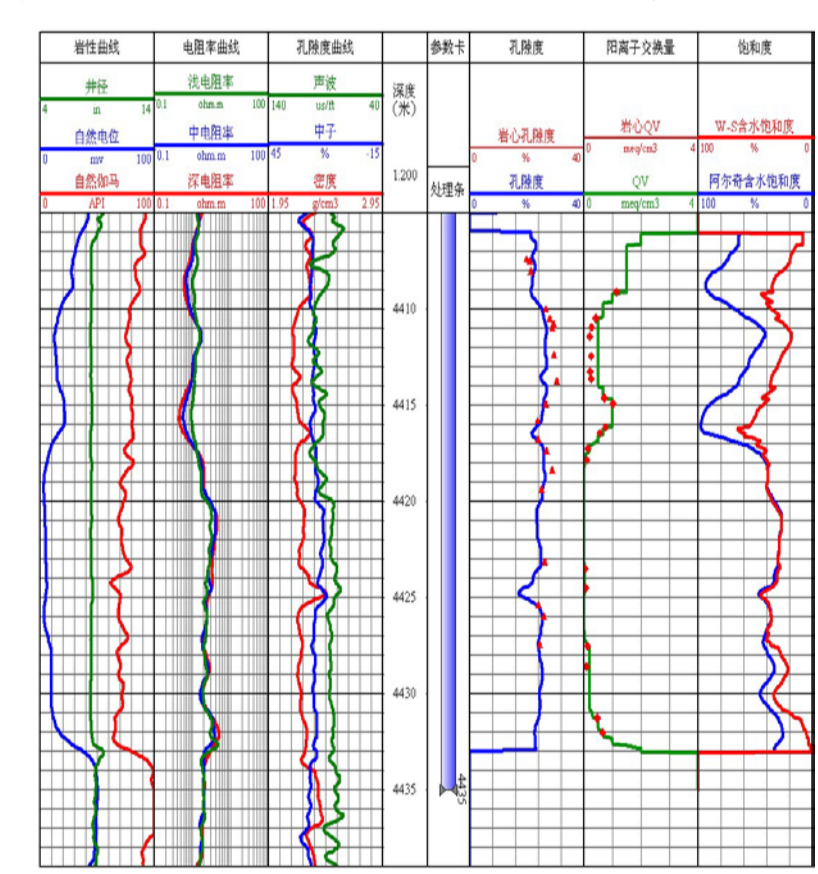
## 碎屑岩储层饱和度测井评价方法及技术研究

### ●基于粘土附加导电的低阻油气层饱和度测井评价

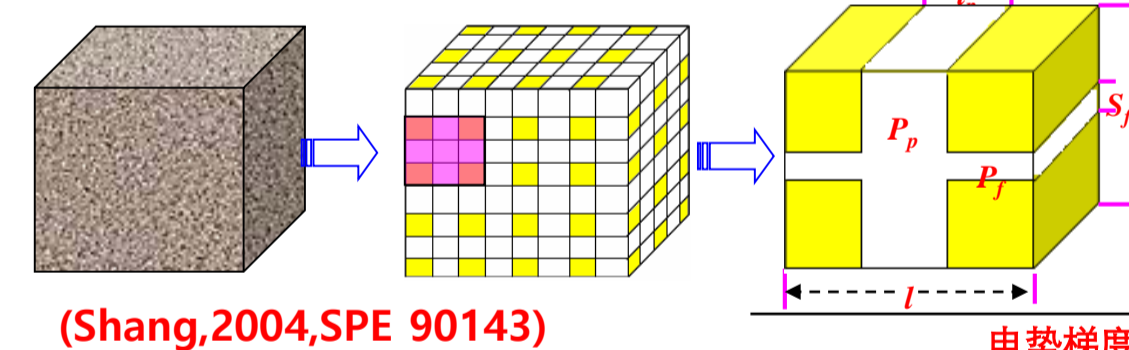
#### Waxman-smits模型电阻率形式

$$R_t = \phi^{-m} S_w^{-n} \left( \frac{R_w}{1 + R_w B \frac{Q_v}{S_w}} \right)$$

#### JFXXX井低阻层含油饱和度评价实例



### ●基于复杂孔隙结构的低渗透砂岩储层饱和度测井评价



在等效岩石元素模型中，孔隙空间被划分成两个正交的元素。元素 $P_p$ 平行于电势梯度，而元素 $P_{p'}$ 垂直于电势梯度。对于每个单元体积，元素 $P_p$ 的离子迁移效率远比元素 $P_{p'}$ 高， $P_p$ 与 $P_{p'}$ 的体积比定义为孔隙结构效率 $c$ 。

关键是参数 $c$ 、 $k$ 、 $S_{wc}$ 的取值规律及确定方法。具体做法：利用实验测量的30块岩电数据，采用遗传算法，求取每块岩样的 $c$ 、 $k$ 、 $S_{wc}$ 值，然后分析这三个参数的取值规律及确定方法，当这三个参数确定后，可用迭代法计算含水饱和度。

### EREM模型 当 $c$ 、 $k$ 和 $S_{wc}$ 确定后，依据EREM模型，采用迭代法，在已知孔隙度、深电阻率测井曲线后，即可求出目标层段的饱和度曲线。

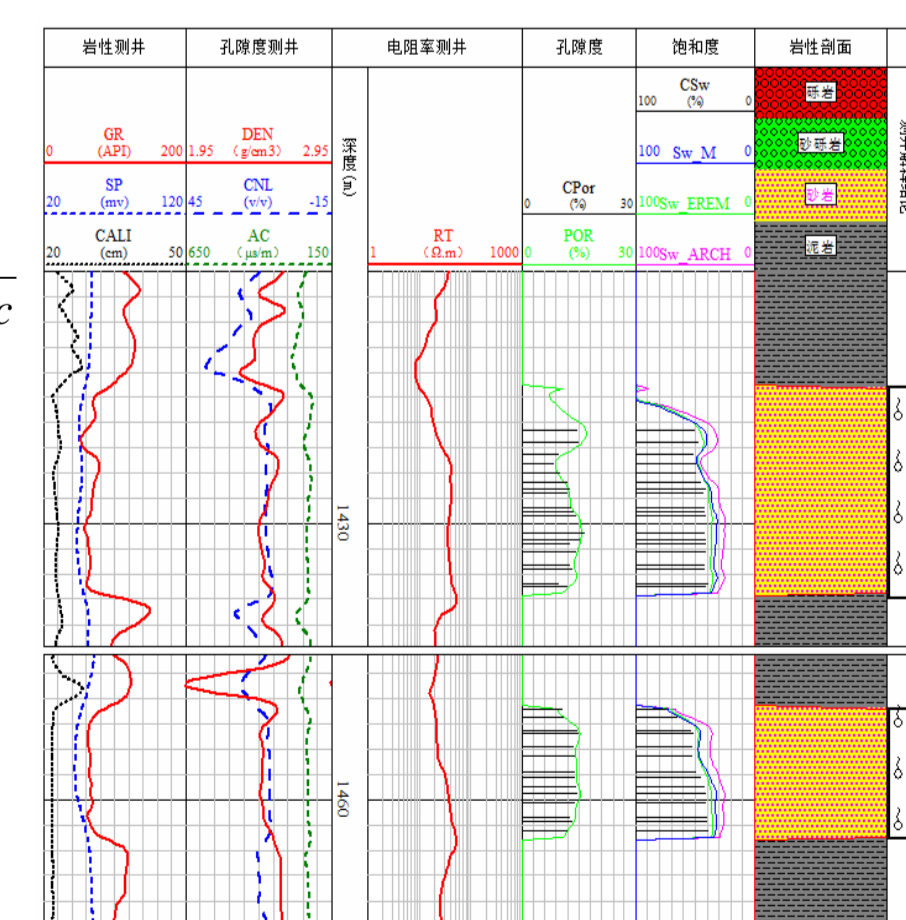
$$F = \frac{(1-\phi)^2}{c\phi} + \frac{1}{\phi}$$

$$C_w = \frac{crS_w}{[1+(1-r)c]S_w} = \frac{cr}{1+(1-r)c}$$

$$r = S_w^{-k}$$

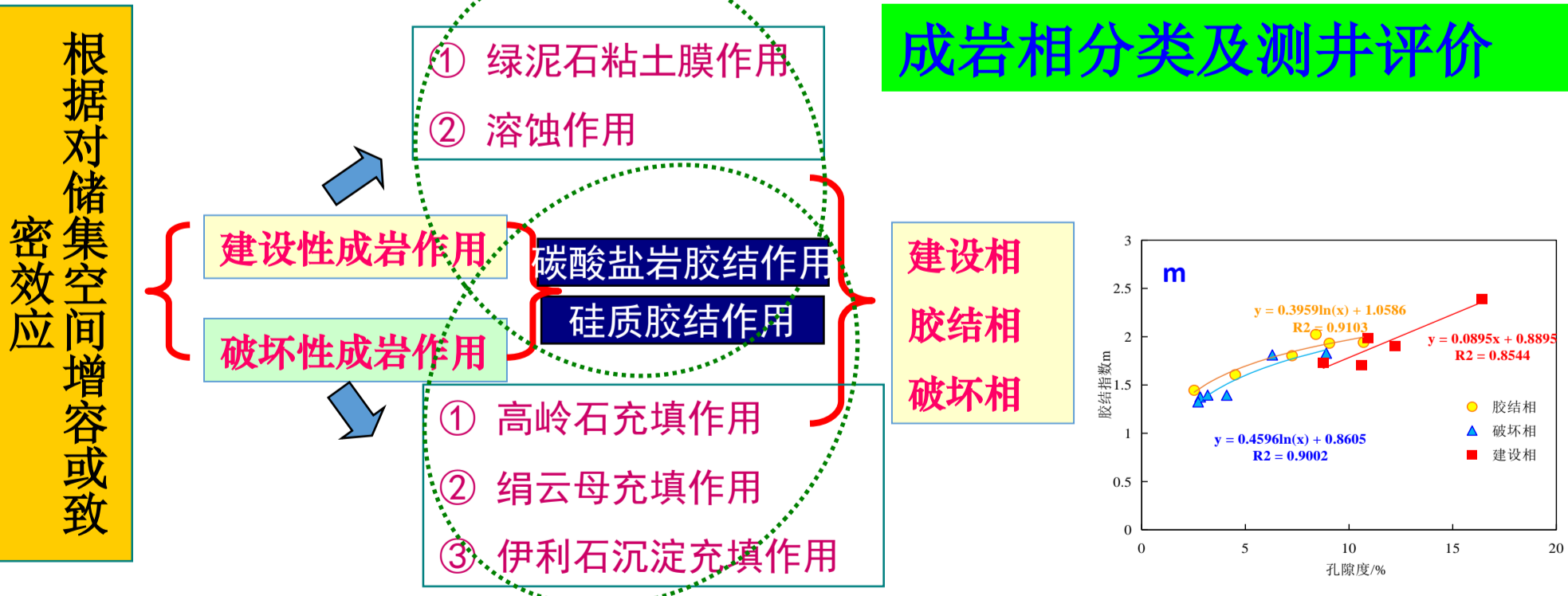
$$F_w = \frac{R_t}{R_w} = \frac{(1-S_w\phi)^2}{C_w S_w \phi} + \frac{1}{S_w \phi}$$

$$S_w = \frac{S_w - S_{wc}}{1 - S_{wc}}$$

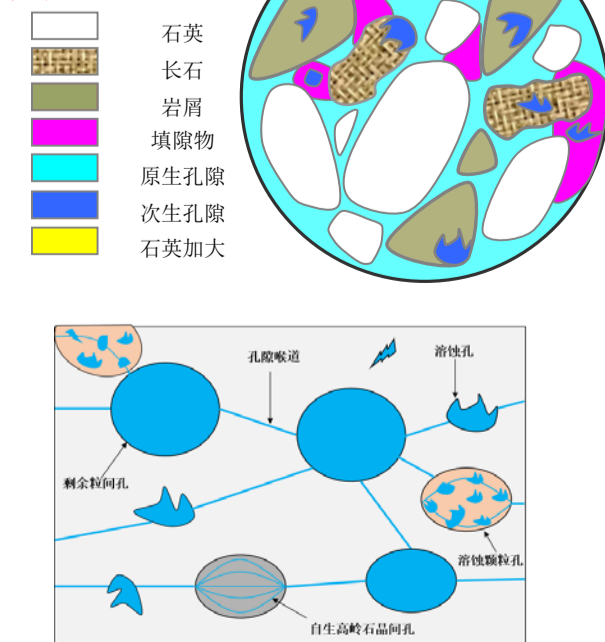


吉林小城子区块某井饱和度评价实例

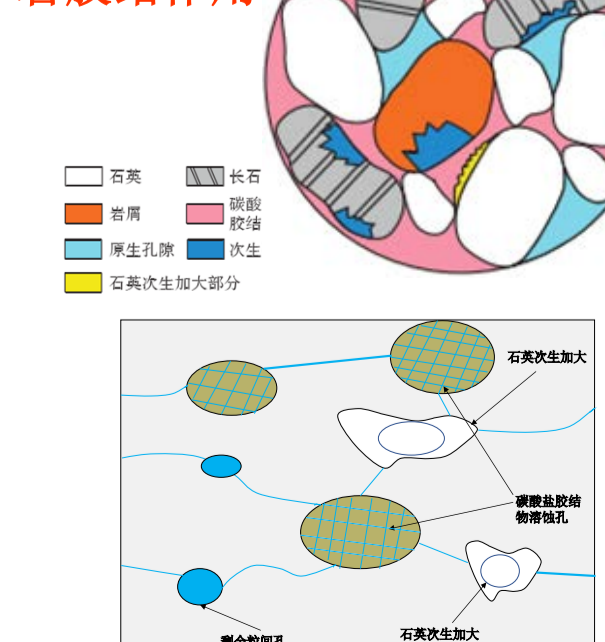
### ●基于成岩相相控的致密砂岩饱和度评价



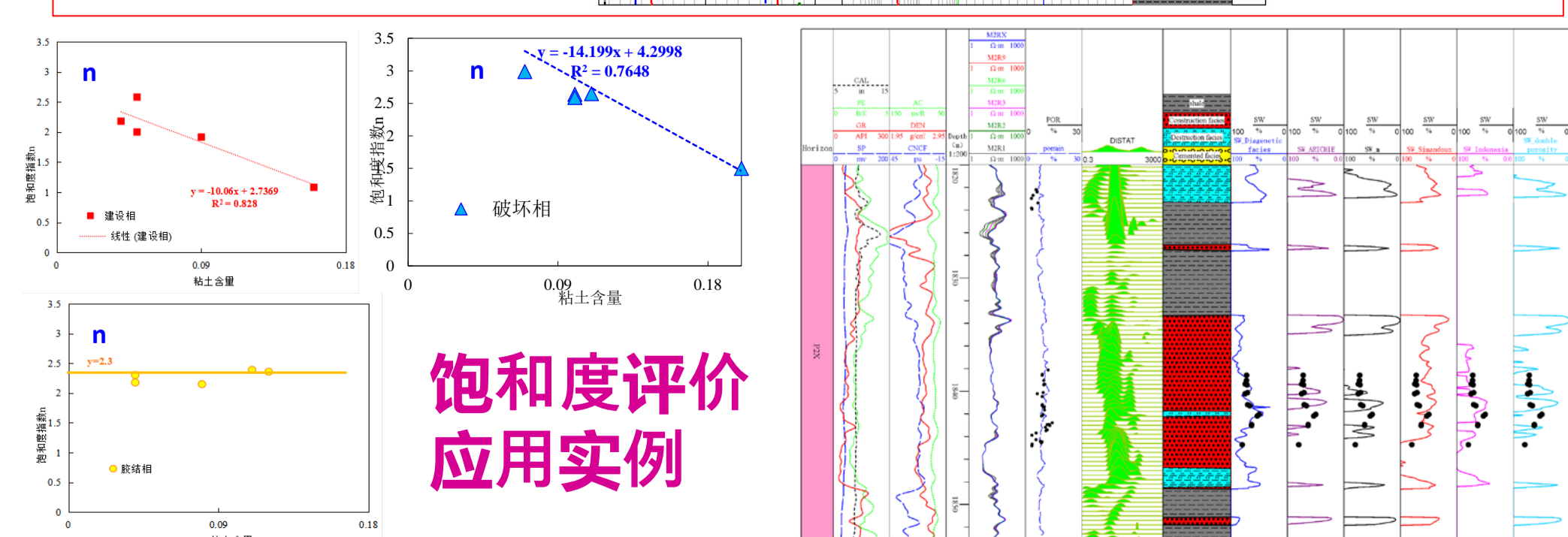
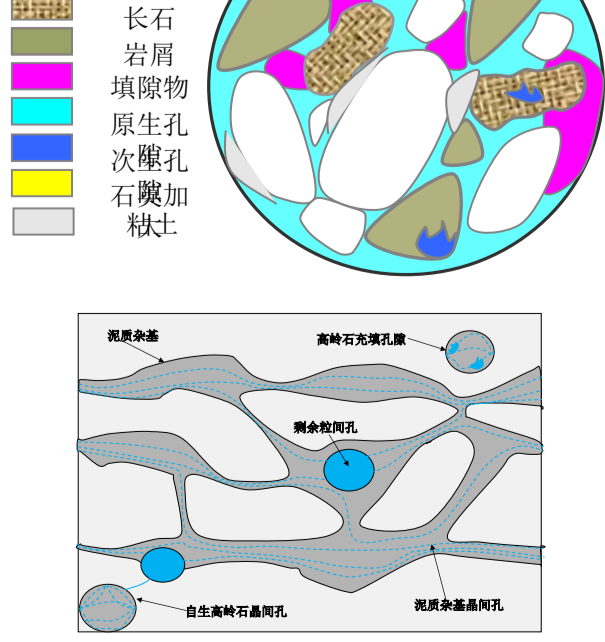
#### 建设相——溶蚀作用及绿泥石粘土膜作用



#### 胶结相——硅质胶结作用及碳酸盐岩胶结作用



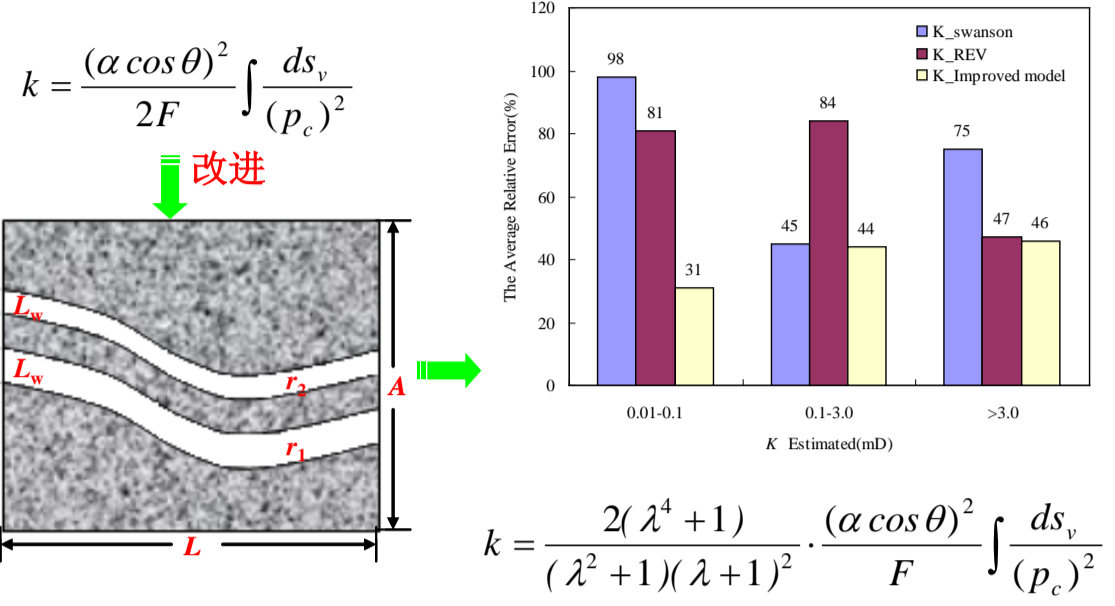
#### 破坏相——高岭石、伊利石、绢云母沉淀作用



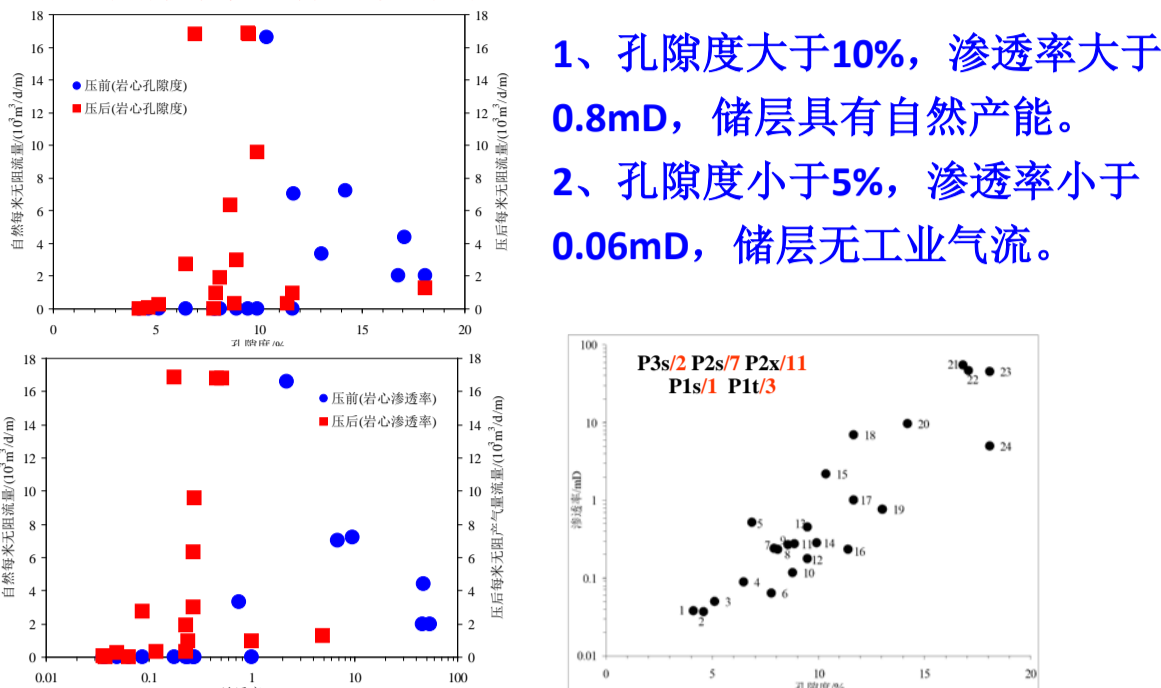


低渗透-致密砂岩储层渗透率评价及测井产能预测

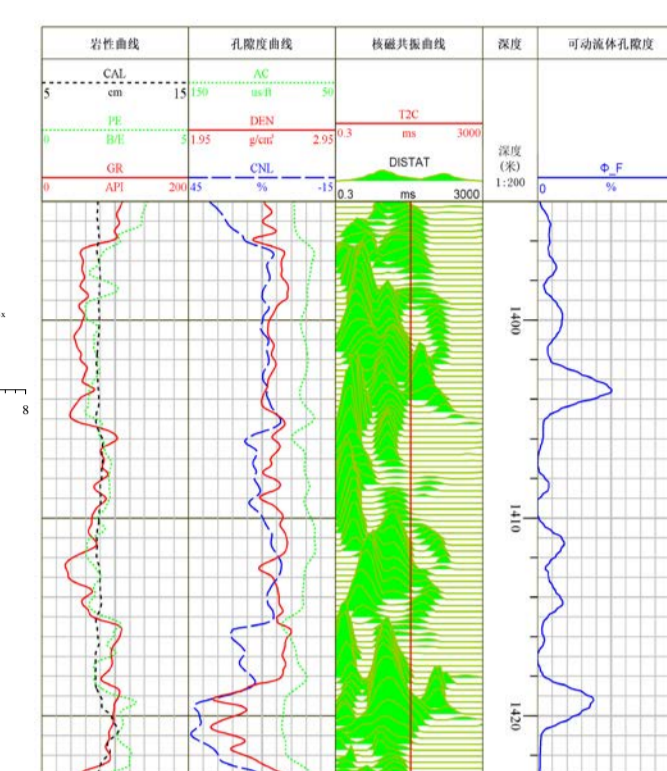
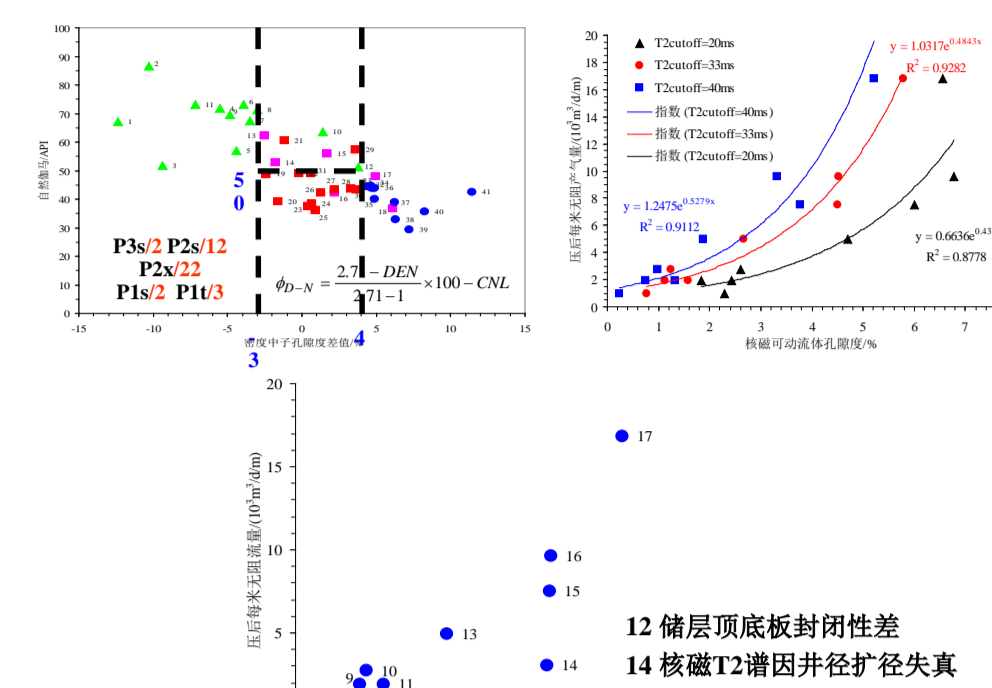
改进的渗透率评价模型



测井产能预测

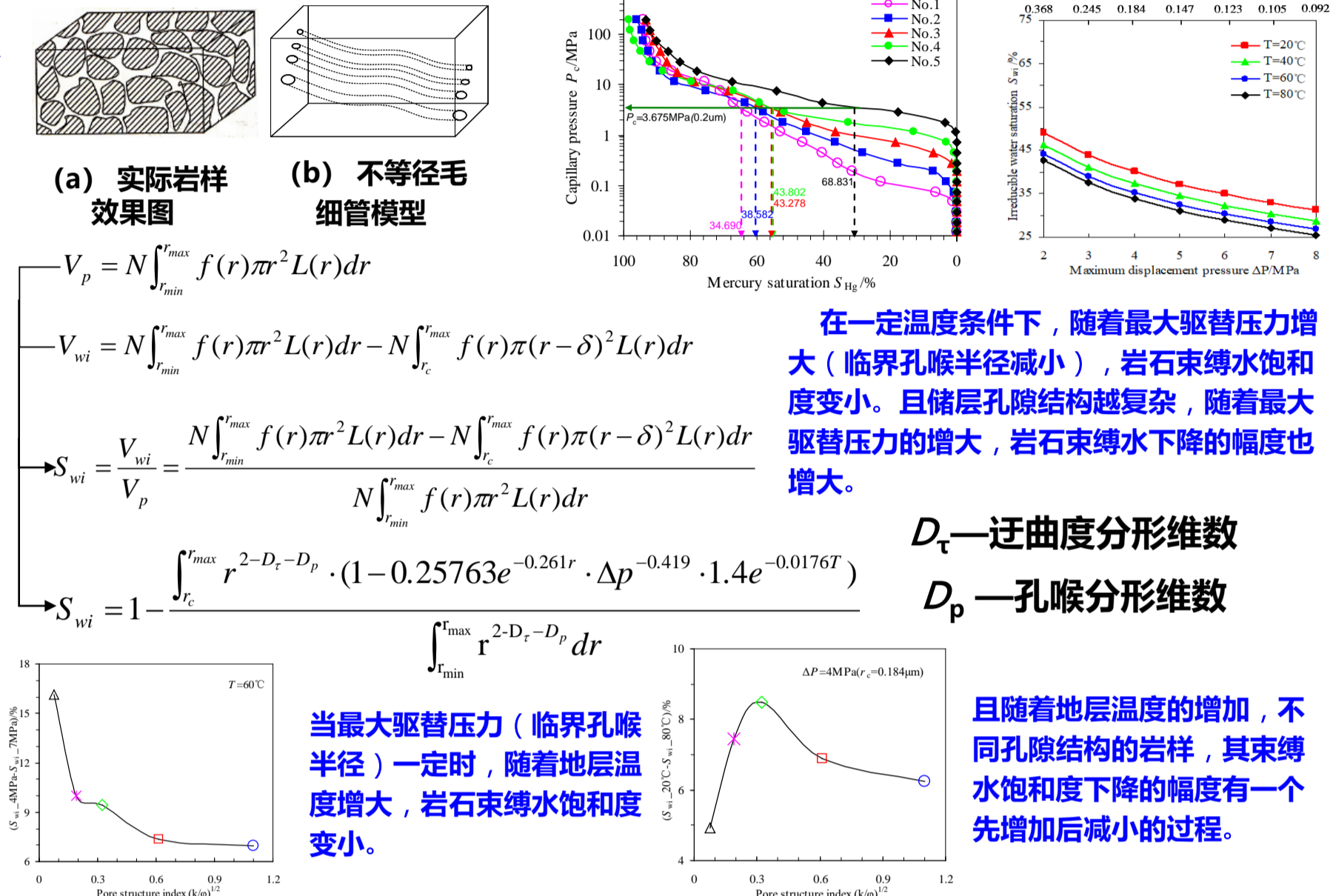


物性下限

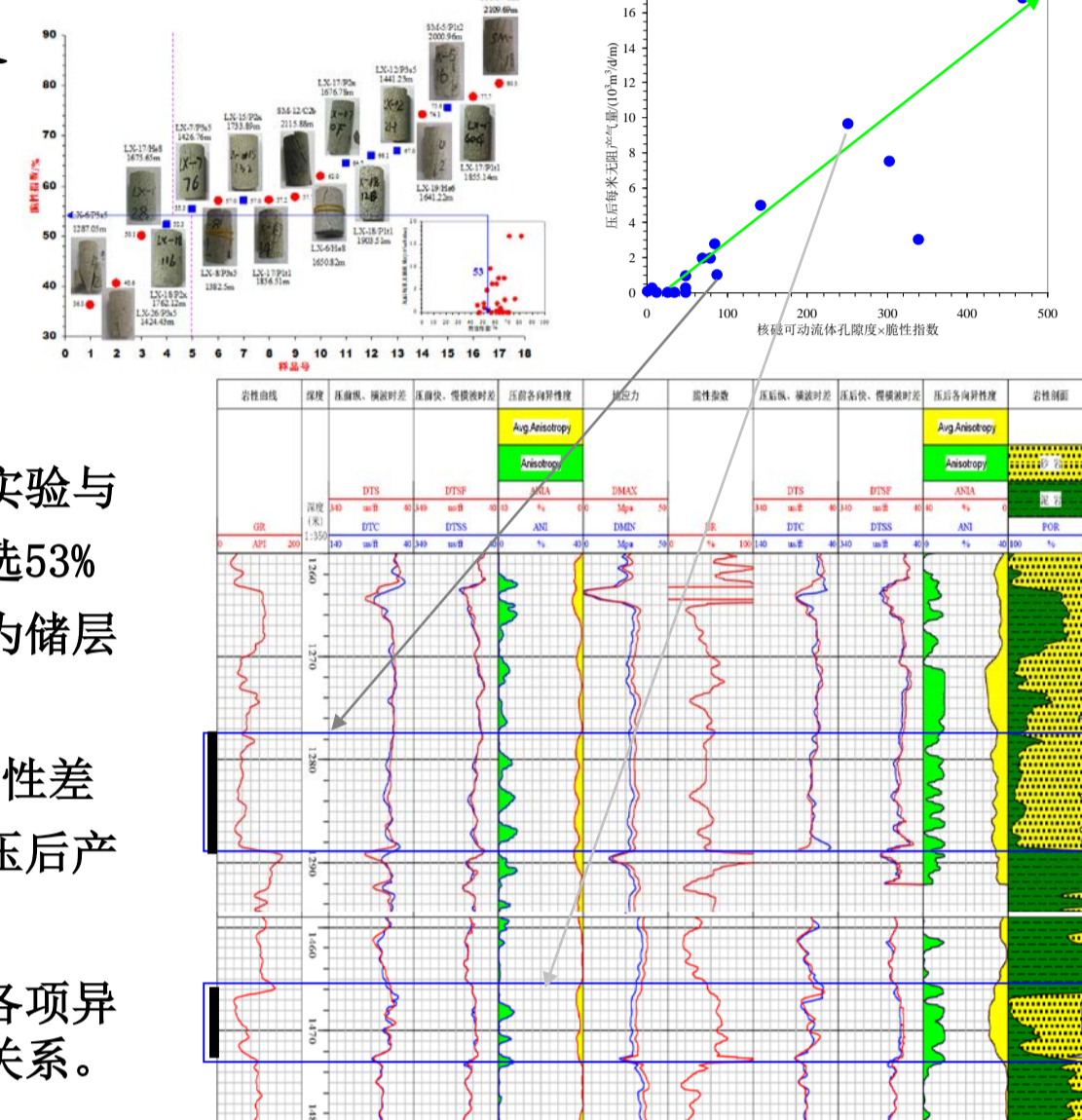


束缚水饱和度评价模型

采用毛管模型，结合分形理论来构建岩石束缚水饱和度模型。假设... ①岩石孔隙空间由不等径毛细管组成... ②岩样和毛细管迂曲度分布不规则... ③存在临界毛细管半径rc... ④忽略界面张力及岩石润湿性的变化... ⑤液体粘度主要受温度影响。

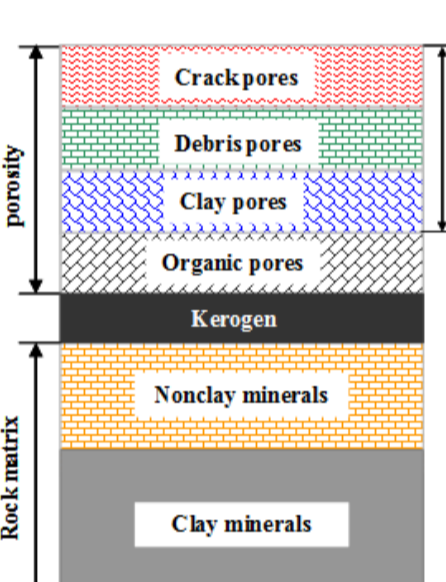


储层可压裂性与岩石脆性、各向异性、顶底板封闭性关系



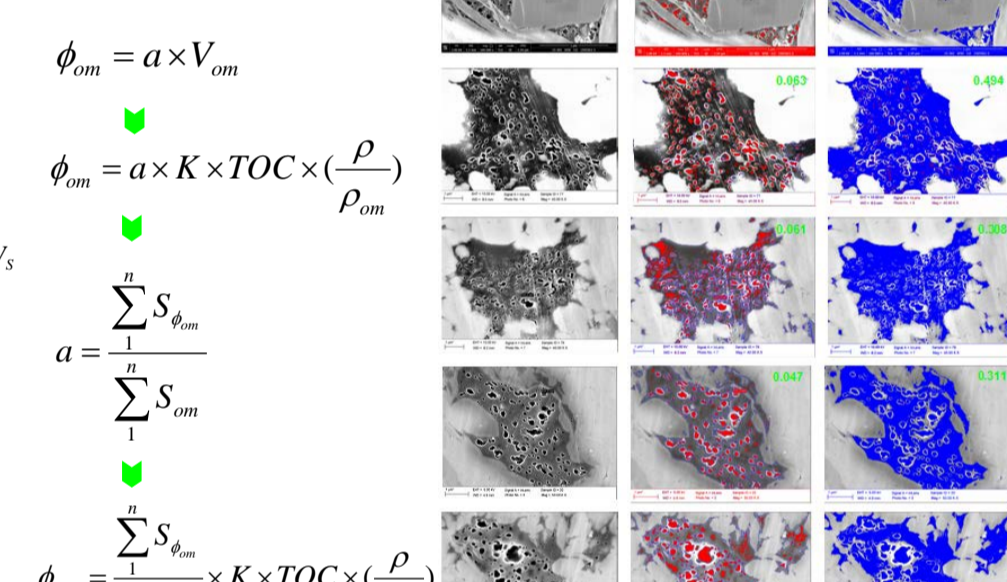
页岩气储层“四孔隙度”定量表征及测井评价

总孔隙度

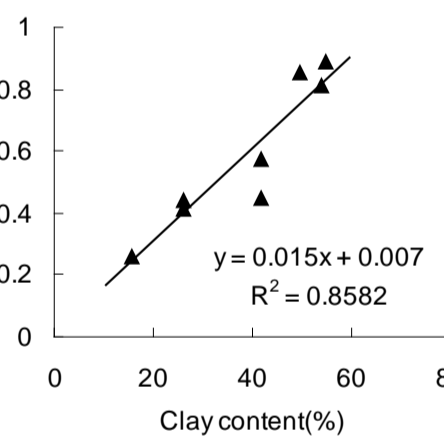


考虑到有机质和气对参数计算的影响，将页岩岩石等效为粘土矿物、骨架（石英、长石、方解石、白云石、黄铁矿等）、有机质和孔隙（充填气和液）四部分。... 方法一：结合元素分析... 方法二：结合元素分析... 式中，Rd为深侧向电阻率；Rs为浅侧向电阻率；Y为判别系数...

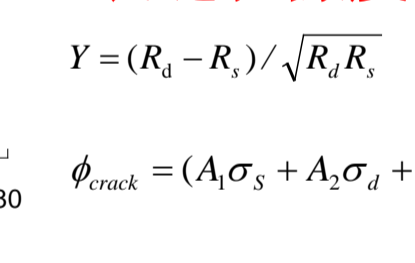
有机孔隙度



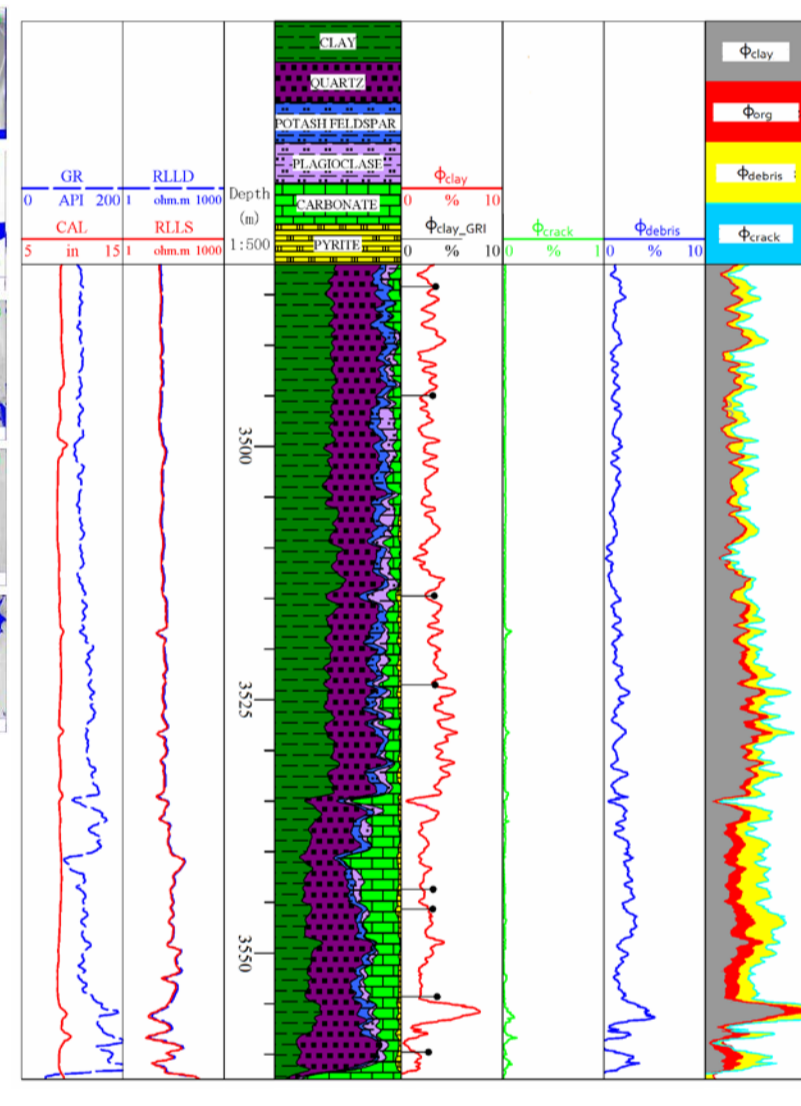
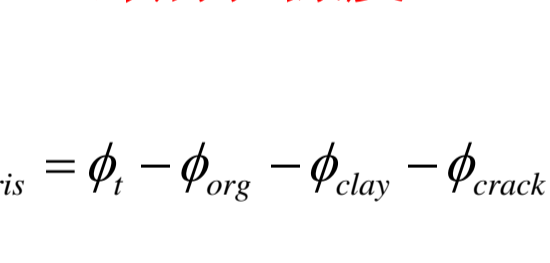
粘土孔隙度



裂缝孔隙度



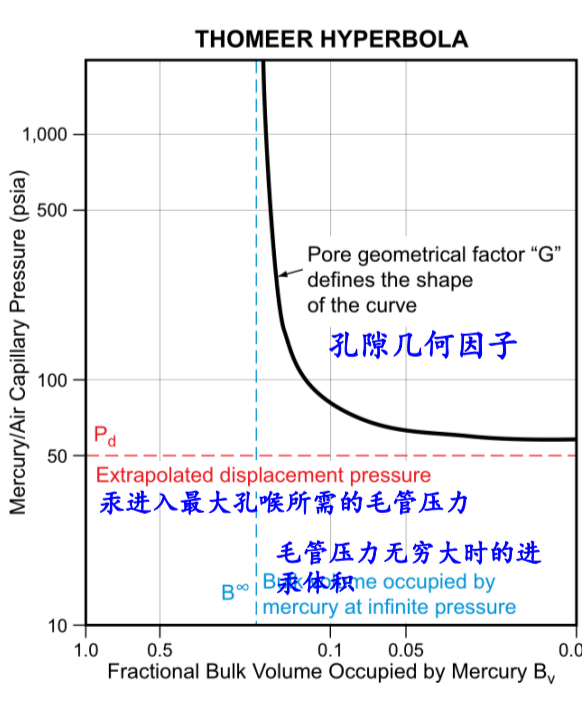
碎屑孔隙度



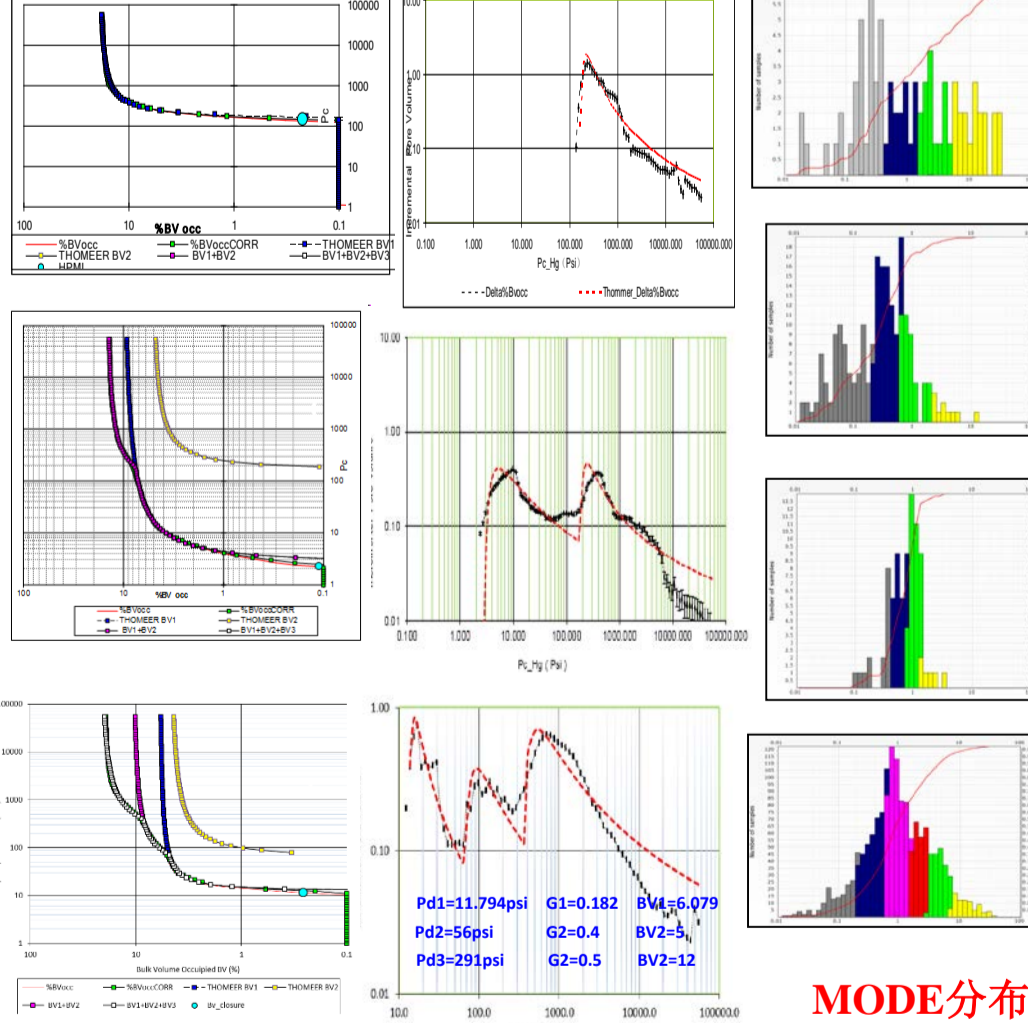
中东碳酸盐岩岩石物理分类（PRT）及测井评价

Thomeer

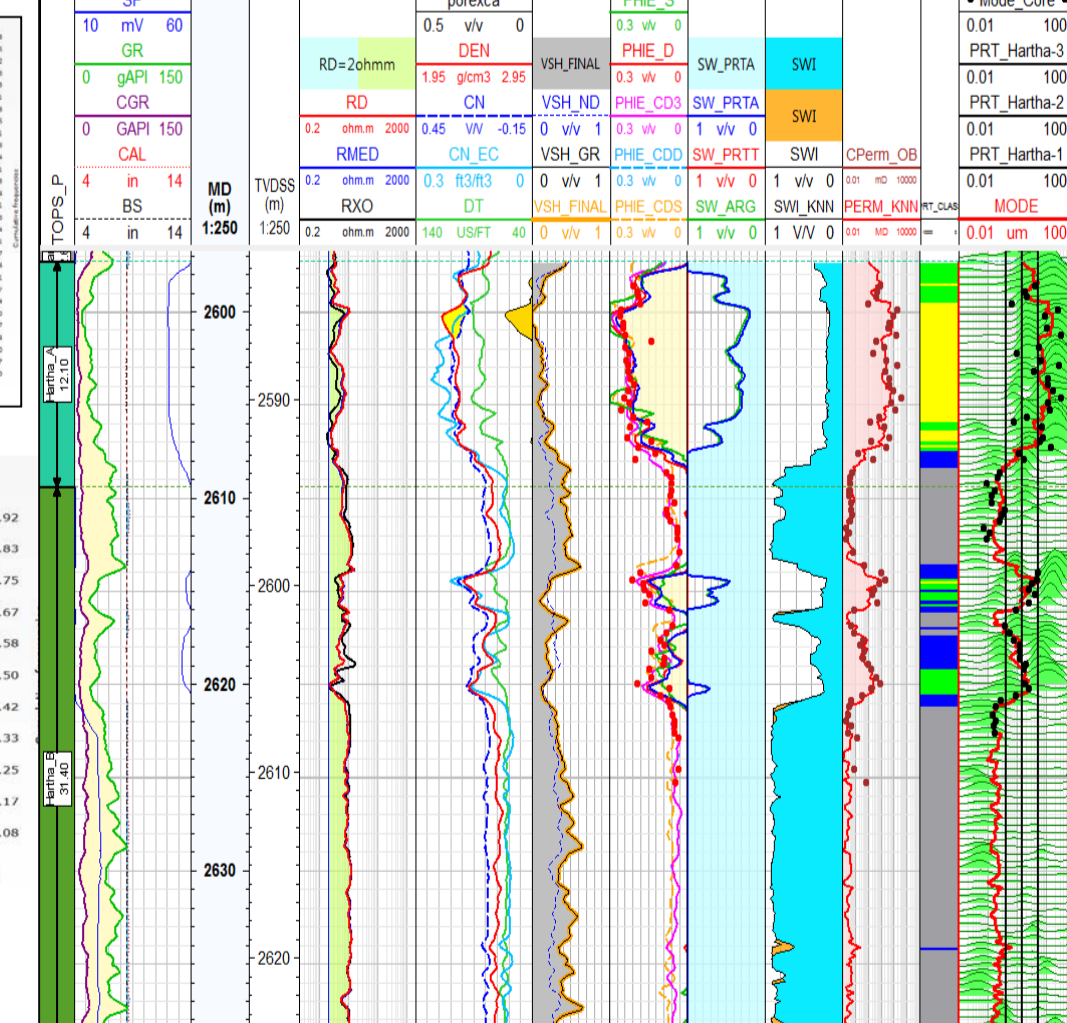
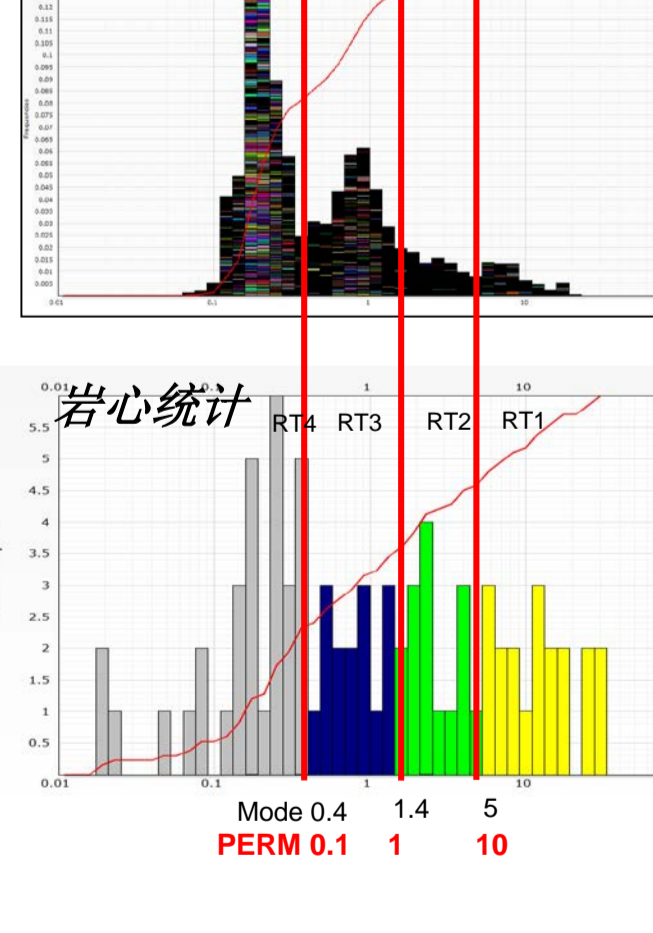
FZI/RQI, Winland R35分类方法对于碎屑岩和较均质的碳酸盐岩有一定实际意义，对于含有微孔隙、孔洞这些孔隙类型的多模式的非均质性强的碳酸盐岩来说，毛管压力曲线复杂多样，这些方法多不适用。分类优选Thomeer法。



Mode=Exp(-1.15\*G)/(107/Pd)

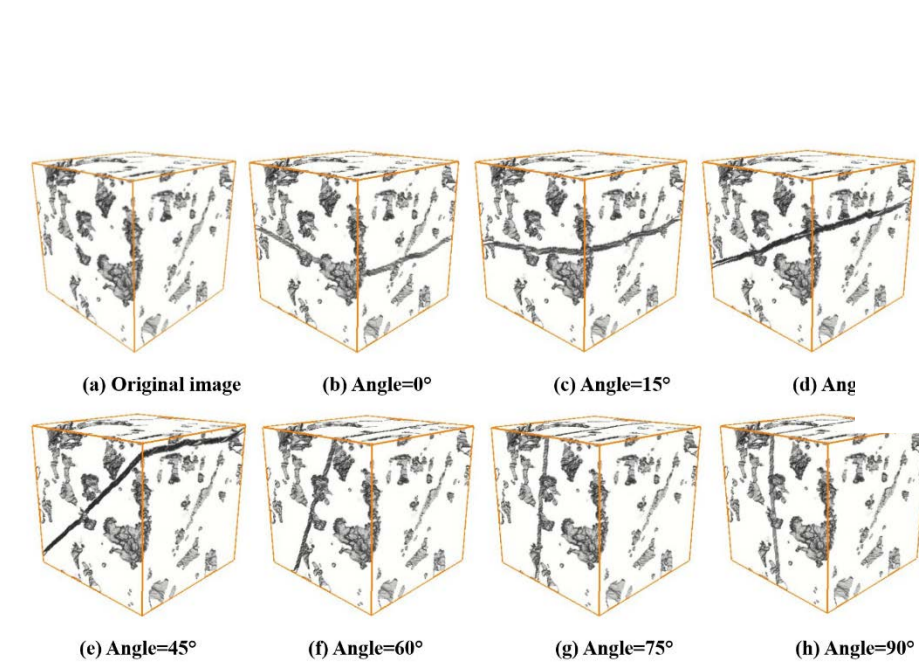


239口井统计

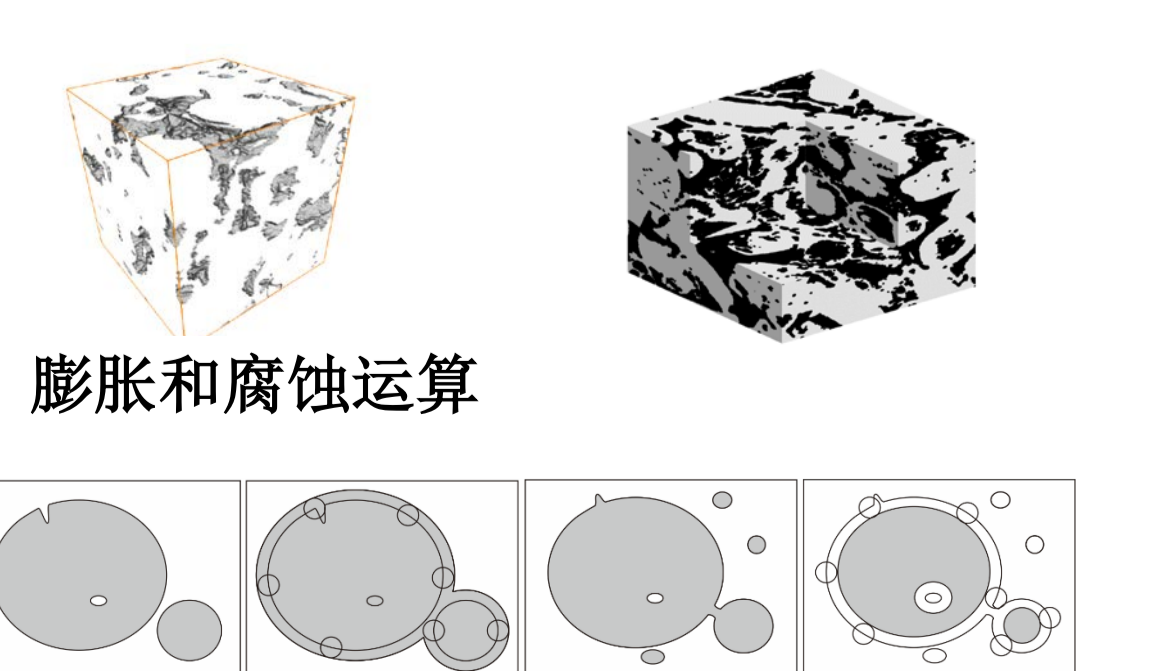


三维数字岩心重构及岩石物理模拟

碳酸盐岩变孔隙度三维数字岩心模型



页岩气储层三维数字岩心弹性模型



页岩气储层三维数字岩心弹性模型

