

第一篇 油气藏工程基本概念

第一章 油气藏工程名词解释

第一节 开发地质基础名词

火成岩 igneous rock

由地壳、地幔中形成的岩浆在侵入或喷出的情况下冷凝而成的岩石。

变质岩 metamorphic rock

岩浆岩或沉积岩在温度、压力的影响下改变了组织结构而形成的岩石。

沉积岩 sedimentary rock

地表或接近地表的岩石遭受风化（机械或化学分解）、再经搬运沉积后经成岩作用（压实、胶结、再结晶）而形成的岩石。沉积岩在陆地表面占岩石总分布面积的 75%。沉积岩与石油的生成、储集有密切关系。它是石油地质工作的主要对象。

碎屑沉积岩 clastic sedimentary rock

在机械力（风力、水力）的破坏作用下，原来岩石破坏后的碎屑经过搬运和沉积而成的岩石。例如砂岩、黄土等。火山碎屑岩则是火山喷发的碎屑直接沉积形成的岩石。

化学沉积岩 chemical sedimentary rock

各种物质由于化学作用（溶解、沉淀化学反应）沉积形成的岩石。如岩盐、石膏等。

岩石结构 rock texture

指岩石的颗粒、杂基及胶结物之间的关系。

岩石构造 rock structure

指组成岩石的颗粒彼此相互排列的关系。

岩层 rock stratum

由成分基本一致，较大区域内分布基本稳定的岩石组成的岩体。

层理 bedding

受许多平行面限制的岩石组成的沉积岩层状构造。

水平层理 horizontal bedding

层面相互平行且水平的层理。水平层理表示沉积环境相当稳定。如深湖沉积。

波状层理 wavy bedding

层面象波浪一样起伏。海岸或湖岸地带由于水的波浪击拍形成的层面。

交错层理 cross bedding

一系列交替层的层面相交成各种角度的层理。由于沉积环境的水流或水动力方向改变形成的层理。

沉积旋回 sedimentary cycle

岩石的粒度在垂直向上重复出现的一种组合。

正旋回 normal cycle

岩石自下而上由粗变细的岩石结构。例如自下而上为砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩的组合。

反旋回 inverse cycle

岩石自下而上由细变粗的岩石结构。例如自下而上为泥岩、粉砂岩、砂岩、砾岩的组

合。

复合旋回 complex cycle

中部粗顶底部细的沉积组合。如顶底为泥岩中部为砂岩。

沉积韵律 sedimentary rhythm

岩层的成份、结构或颜色等有规律重复出现的现象。

沉积相 sedimentary facies

是指在特定的沉积环境形成的特定的岩石组合。例如河流相、湖相等。沉积单元级别划分是相对的。应从油田开发实际出发进行沉积相级别划分。比如，河流相为大相，辫状河、曲流河、网状河为亚相，曲流河的点坝、天然堤、决口扇等为微相。

沉积微相 microfacies

指在亚相带范围内具有独特岩石结构、构造、厚度、韵律性等剖面上沉积特征及一定的平面配置规律的最小单元。

开发层系 series of development strata

为一套砂、泥岩间互的含油气层组合，在沉积盆地内可以对比的层系。

油层组 oil layer group

在含油气层系的全剖面上某种测井曲线有明显的分段，这些分段上下岩性或岩性组合有明显的变化，含油级别有明显差别，可划为油层组。

砂层组 sands group

油气层组内相邻的油气层发育段划分为砂层组，有些油田油层与砂层组合为一段。

小层 single layer

砂层组内上下为非渗透层分隔开的油气层划为一个小层。

油砂体 oil sandbody

亦称单油层，一个小层内可包含几个单层，也可以是一个单层。

标准层 index bed

在沉积剖面中，岩性稳定、特征突出、分布广泛、测井曲线易于辨识的标志，如化石层、油页岩等。

辅助标准层 auxiliary key horizon

指具有标准层的特征或某些特征，分布局限的标准层。

标志层 key bed

岩性组合明显、测井曲线可以辨识的层段，可选作标志层。

地层缺失 stratum loss

在地层对比过程中相对地层标准剖面，缺失某些层段的现象。可以是地层剥蚀、地层断缺或地层尖灭等原因形成的。

地层尖灭 pinch out

岩层的厚度在沉积盆地边缘变薄以至消失的现象。

地层超覆 strata overlap

当海水或湖水覆盖面逐渐扩大，在新的淹没高地沉积了新的沉积物叫超覆现象，或称地层不整合。

构造地质 structural geology

研究由地壳运动所决定的地球构造即岩体的形状、大小及其相互关系的科学。

地层产状 formation occurrence

岩层在三维空间的位置。

地层走向 formation strike

指岩层面与水平面交线的方向。

地层倾向 dip direction

与走向线成直角相交的垂直面与岩层面的交线在水平面上的投影线的方向。

地层倾角 dip angle

岩层面与水平面所夹最大角度。

单斜层 monoclinal strata

一组岩层向单一方向倾斜且倾向大体一致，称单斜层。

地层褶曲 fold

地壳岩层在构造活动中的一种波状变形，它有各种形态和产状，如背斜、向斜等。

背斜构造 anticline

褶曲两侧岩层倾向相背，向上突起成桥形，核部地层老，两翼地层新，称背斜构造。

向斜构造 syncline

褶曲两侧岩层倾向相向，向下凹成船形，核部地层新，两翼地层老，称向斜构造。

断层 fault

在断裂变动中，沿断裂面两侧的岩体发生相对位移，称断层。

断层面 fault surface

分裂岩层为两个不连续断块的破裂面。断块沿此面发生相对位移。

断层线 fault line

断层面与地面的交线。

正断层 normal fault

倾斜断层面上边的岩块叫上盘，下边的岩块叫下盘，上盘相对下滑的断层称为正断层。

逆断层 reverse fault

倾斜断层面上边的岩块叫上盘，下边的岩块叫下盘，上盘相对上移的断层称为逆断层。

冲断层 thrust fault

逆断层断层面倾角大于 45° 时称为冲断层。

逆掩断层 thrust fault

逆断层断层面倾角在 10° 至 30° 之间时称为逆掩断层。

断距 fault throw

发生断层后，相邻两点顺断层面产生位移，此两点位移的距离称为断距。

落差 fault drop

正断层发生后，相邻两点产生的垂直距离。

地垒 horst

在一系列断层组合中，两侧断块下降，中部断块升高的组合称地垒。

地堑 graben

在一系列断层组合中，两侧断块上升，中部断块下降的组合称地堑。

正牵引 normal draw

正断层在断面附近形成的拖拽地层或挠曲构造，在上升盘形成的背斜式鼻状构造，下降盘形成向斜或与断面倾向一致的单斜。

逆牵引 inverse draw

在正断层近断层面下降盘形成的背斜或地层倾斜方向与断面倾斜方向相反的单斜称逆牵引。

断阶构造 fault bench

分布于单斜上的断裂将单斜切割为若干呈阶梯状分布的断块时，称断阶构造。

鼻状构造 nosing structure

背斜褶曲一端向下倾没，另一端抬起的构造。

裂缝 fracture

岩石受外力或内应力时，丧失结合力产生破裂但没有产生位移的叫裂缝。

储集层 reservoir

凡是能够储集和渗滤流体的岩层称储集层。

盖层 caprock

位于储集层之上能够封隔储集层，使其中的油、气免于向上逸散的岩层称盖层。

封堵层 seal rock

位于储集层侧面的能够封隔油、气侧向运移和逸散的岩层称封堵层。

储集空间 reserving space

储集层内能储集流体的空间，称储集空间。通常分为孔隙、溶洞和裂缝三类。

原生孔隙 primary pore

储集岩层内的储集空间形成于岩石形成时的时期，如砂岩颗粒之间的孔隙，是砂岩沉积时形成的，叫原生孔隙。

次生孔隙 secondary pore

储集岩层内的储集空间形成于岩石成岩以后的时期，如裂缝、溶蚀孔、洞等。

油层物性 petrophysical property

主要是指油层岩石的孔隙性和渗透性能，这两种物性决定了储层所含油气的产能。

总孔隙度 bulk porosity

岩石样品中所有孔隙空间体积与该岩样总体积的比值，称该岩样的总孔隙度或称绝对孔隙度，以百分数表示。

有效孔隙度 effective porosity

岩样中那些互相连通的且在一定压力条件下，流体在其中能够流动的孔隙体积与岩石总体积的比值，以百分数表示。

渗透率 permeability

在一定压差条件下，岩石能使流体通过的性能叫岩石的渗透性，岩石渗透性的好坏以渗透率数值表示，流体通过孔隙介质时服从达西公式。

绝对渗透率 absolute permeability

岩石中只有一种流体通过时，求得的渗透率值称绝对渗透率。

有效渗透率 effective permeability

岩石中有两种或三种流体，岩石对其中每一相的渗透率称有效渗透率或相渗透率。

相对渗透率 relative permeability

有效渗透率与绝对渗透率的比值称相对渗透率。

孔隙喉道 pore throat

砂岩颗粒堆积，粒间形成孔隙，孔隙和孔隙之间连接的窄细部分称孔隙喉道。

喉道中值 throat mid-value

喉道的大小以累积频率图表示。图上相应于 50%的喉道值称喉道中值。

喉道平均值 throat mean

孔隙喉道大小的平均量度。

喉道均质系数 throat evenness coefficient

表征一个喉道与最大喉道的偏离值。

渗透率级差 permeability max-min ratio

研究储层层内渗透率非均质程度的指针之一，即层内最大渗透率与最小渗透率的比值。

渗透率变异系数 permeability variation coefficient

反映层内渗透率非均质程度，表示围绕渗透率集中趋势的离散程度。

渗透率突进系数 permeability max-mean ratio

层内最大渗透率与平均渗透率的比值，也称非均质系数。

四性关系 four-property relationship

是指岩性、物性、含油性和电性关系。

层内非均质 innerbedded heterogeneity

指单油层内的非均质性，一般是岩石垂向组合特征，指渗透率差异程度和夹层分布。

层间非均质 interbedded heterogeneity

指油层与油层之间的非均质性。

平面非均质 areal heterogeneity

主要指油砂体在平面上的变化，主要包括油层的油层物性变化和岩性、岩相变化。

隔层 barrier layer

对流体流动能起隔挡作用的岩层，碎屑岩中储层中的隔层以泥质岩类为主，也包括少量其它岩性。

夹层 interbed

单砂层内存在一些不连续的薄层，如泥质、细粉砂质、硅质、钙质等薄层称夹层，它直接影响单砂层的垂直渗透率。

粘土矿物 clay mineral

组成粘土岩的矿物，有高岭石、蒙脱石、伊利石、绿泥石等，这些粘土矿物常充填于储层孔隙中，它的存在方式对储层的物性影响很大。

储层敏感性 formation sensitivity

所有油井的油层都受到不同程度的损害，对油层损害的程度即为储层敏感性。

砂体连通性 connectivity

各种成因的砂体在垂直向上和平面上相互连通的程度。

地震勘探 seismic exploration

采用人工方法激发地震波，通过研究地震波在地层中的传播特征，查明地下地质构造、预测储集层横向变化等，为油气田勘探开发服务的一种物探方法。

二维地震 2D-seismic

在一条观测线上激发和接收地震波，获得地下地质体在二维空间的特征。

三维地震 3D-seismic

在一个观测面上激发和接收地震波，获得地下地质体在三维空间的特征。

四维地震 4D-seismic

在同一位置隔一定时间进行重复性三维地震观测，通过研究两次三维地震观测结果的差异，进行油藏监测。

高分辨率地震 high-resolution seismic

在野外采用宽频带观测，室内采用高保真处理的地震勘探方法。

开发地震 development seismic

利用地震技术，结合钻井、测井、分析化验等多学科资料，在油气田开发前期和开发过程中对油气藏进行描述和动态监测的新技术。

水平叠加剖面 stacked section

只经过水平叠加处理，未进行偏移归位处理所获得的地震剖面。

叠偏剖面 stacked-migrated section

先进行水平叠加处理，后进行偏移归位处理所获得的地震剖面。

偏移叠加剖面 migrated-stacked section

先进行偏移归位处理，后进行共深度点叠加所获得的地震剖面。

水平切片 horizontal slice

用一个水平面去切三维数据体得出某一时刻（深度）各道的信息，它反映了不同地层在同一时刻（深度）的出露情况。

波阻抗剖面 acoustic impedance section

经过反演处理，将野外的地震记录转换为波阻抗（密度乘速度）曲线而形成的剖面。

层速度剖面 layer velocity section

经过反演处理，将野外的地震记录转换为声波速度曲线而形成的剖面。

两步三维偏移 two-step 3D-migration

沿 X、Y 方向各作一次二维偏移，以达到三维偏移归位的目的。

一步三维偏移 one-step 3D-migration

通过在三维空间的一次偏移，达到三维偏移归位的目的。

信噪比 signal to noise ratio

在地震资料中有效信号与干扰信号能量的比值。

分辨率 resolution

是指地震资料区分单独地质特征的能力。垂向分辨率是指地震资料所能区分的地质体的最小厚度，横向分辨率是指地震资料所能区分的地质体的最小面积。

平均速度 average velocity

地震波垂直穿过地层总厚度与所用总传播时间之比。

层速度 layer velocity

在层状介质中（如沉积岩剖面），某一层内的平均速度为该层的层速度。

波阻抗 acoustic impedance

岩石的密度与地震波传播速度的乘积。

反射界面 reflector

具有不同波阻抗值的两个岩层的分界面。

反射系数 reflection factor

是指当波垂直入射到反射界面时，反射波能量（振幅）与入射波能量（振幅）的比值。

同相轴 event

地震剖面上相邻地震道地震波相同相位的连线。

波组 wave group

是指比较靠近的若干个反射界面所产生的反射波的组合，由 2-3 个以上的同相轴组成。

亮点 bright spot

是指在地震剖面上由于地下油气藏的存在，反射波振幅相对增强的“点”，由于在照相底片上该强反射透明的发“白”，因此称为亮点。

平点 horizontal spot

同一油藏中，气油或气水界面产生的水平状强反射。

极性反转 polarity reversal

当砂岩含气时，其波阻抗小于上覆泥岩的波阻抗，使泥岩与含气砂岩界面的反射系数为负值，含气砂岩顶面的反射波极性与两侧来自含水砂岩顶面的反射波的极性相反，称为极性反转。

地震相 seismic facies

地质体在三维空间的地震反射特征的总和。

地震反演 seismic inversion

把常规的界面型反射剖面转换成岩层型的测井剖面，将地震资料变成可与测井资料直接对比的形式，实现这种转换的处理过程叫地震反演。

地震正演 seismic normalization

给定一地质模型，从理论上计算其地震响应（地震记录或地震剖面）的过程称正演。

测井约束地震反演 logging-constrained reversion

是一种基于模型的反演技术，以地震解释层位作控制，用具有丰富高频信息和完整低频成分的测井资料作为约束条件，推算出高分辨率的地层波阻抗剖面

地震地质剖面 seismic-geologic section

地震资料结合少量钻井资料所编制的地质剖面。

地震层序地层学 seismic-sequent stratigraphy

在地震相分析的基础上，利用层序地层学的观点来解释地震资料，预测古代沉积环境、生油和储油岩相分布及可能的有利含油气地带。

地震子波 seismic wavelet

由爆炸（或其它振源）产生的尖脉冲，在爆炸点附近以冲击波形式传播，破坏介质并使介质发生非弹性形变。在此过程中脉冲本身的能量也迅速衰减，高频成分被强烈吸收。当传播到一定距离时（几百米），波形逐渐稳定，这时地震波有 2-3 个周期，延续时间 60-70 毫秒，在继续传播过程中波形不会发生太大变化，这就是所谓的地震子波。

合成地震记录 synthetic seismogram

是把声波测井资料经过人工合成而得到的地震记录。

层位标定 level calibration

利用合成地震记录确定出地震剖面上各反射波同相轴所对应的地层分界面。

AVO 技术 AVO technique

利用共深度点道集资料，分析反射波振幅随炮检距（即入射角）的变化规律，估算界面的弹性参数泊松比，推断地层的岩性和含油气情况。

三瞬剖面 three instantaneous parameter section

是指瞬时振幅、瞬时相位、瞬时频率三种瞬时参数剖面。

测井 well logging

在勘探和开采石油过程中、利用各种仪器测量井下地层的物理参数及井的技术状况，分析所记录的资料、进行地质和工程方面研究的技术。

开发测井 development well logging

在油气田开发过程中使用的测井方法、仪器设备和解释技术。

测井曲线 logs

测量的地层物理参数按一定比例随井深连续变化记录的曲线。

测井系列 well logging series

针对不同的地层剖面和不同的测井目的而确定的一套测井方法。

测井仪器标准化 logging tool standardization

利用标准物质及其装置、对同类型测井仪器按操作规范进行统一的刻度。

电阻率测井 resistivity logging

测量地层电阻率的测井方法。

微电极测井 microelectrode log

使用微电极系进行的测井。

侧向测井 laterolog

采用聚焦电极系，使供电电流向井眼径向聚焦并流入地层的电阻率测井方法。根据电极的不同组合，分为三侧向、七侧向、双侧向、微侧向、邻近侧向及微球形聚焦测井等。

感应测井 induction logging

采用一组特定的线圈系，利用电磁感应原理测量地层电导率的测井方法。

介电常数测井 dielectric log

使用特定天线测量地层介电常数的测井方法。根据测量目的不同，又分为幅度介电测井，相位介电测井。

电磁波传播测井 electromagnetic propagation log

介电常数测井的一种，它测量电磁波在地层中的传播时间和衰减率。

自然电位测井 spontaneous potential log

测量井内自然电场的测井方法。

自然伽马测井 natural gamma-ray logging

在井中连续测量地层天然放射性核素发射的伽马射线的测井方法。

API 单位 API unit

美国石油学会规定的自然伽马和中子伽马的计量单位。规定在美国休斯顿大学自然伽马测井刻度井中测得的高放射性地层和低放射性地层的读数差的 $1/200$ 为一个 API 自然伽马测井单位。对中子伽马测井、在中子测井刻度井中将仪器零线与孔隙度为 19% 的印第安纳石灰岩层的中子测井幅度差值的 $1/1000$ 为一个 API 中子测井单位。

自然伽马能谱测井 natural gamma ray spectral log

在井中测量由地层的天然放射性核素发射的伽马射线，进行能谱分析，定量测量地层铀、钍、钾含量的测井方法。

密度测井 density logging

在井中测量地层电子密度指数的测井方法。用来确定地层体积密度。

岩性密度测井 litho-density log

在井中测定地层电子密度指数 ρ_e 和光电吸收指数 ρ_{cl} 值的测井方法。

补偿中子测井 compensate neutron log

一种双探测器热中子测井。采用大强度的同位素中子源和不同源距的两个探测器，用比值法补偿井眼的影响。

声波测井 acoustic logging

测量声波在地层中传播特性的测井方法。

声波变密度测井 acoustic variable density logging

记录在井壁介质中声波的整个波列中的前 $12\sim 14$ 个波幅度的一种测井方法。

测井资料综合解释 comprehensive log interpretation

对用多种测井方法获得的资料进行综合地质解释。

储集层基本参数 reservoir fundamental parameter

指反映储集层性质的有效孔隙度、绝对渗透率、含水饱和度、含油气饱和度和储集层有效厚度。

测井解释模型 log interpretation model

测井解释中采用的简化地层模型。它是建立各种测井响应方程的基本工具。

测井响应方程 log response equation

各种测井方法测量的物理参数与地层各部分的物理参数及其相对体积的关系式。

岩石体积模型 model of bulk-volume rock

测井解释中最常用的一种简化地层模型，它按岩石各种成分在物理性质上的差异分别累积其体积、使岩石总体积等于各部分体积之和。而岩石某一物理量是各部分相应的物理量之“和”（求“和”方法要视物理量的性质而定），由后者导出测井响应方程。

物质平衡方程 material balance equation

岩石体积物理模型内各部分的相对体积之和为 1 时得到的方程。

纯砂岩模型 clean sandstone model

指地层不含泥质或泥质含量很少的砂岩模型。它认为纯岩石由骨架和有效孔隙两部分组成。

泥质砂岩模型 shaly sandstone model

考虑了泥质含量对测井参数的影响,使测井响应方程能同时适用于纯砂岩和泥质砂岩而建立的简化地层模型。泥质砂岩模型由骨架、泥质和有效孔隙三部分组成。

双水模型 dual water model

为了计算泥质砂岩的含水饱和度而采用的一种简化地层模型。它认为泥质砂岩由岩石颗粒(骨架及干粘土)和总孔隙体积两部分组成。而总孔隙体积除了含油气外,还含有两种电阻率不同的水:紧贴孔隙表面的束缚水(“近水”)和离孔隙表面较远的“远”水。

地层电阻率因子 formation resistivity factor

完全含水时的岩石电阻率 R_o 与该岩石孔隙中地层水电阻率 R_w 的比值,用 F 表示。

电阻率指数 resistivity index

油气层岩石电阻率 R_t 与该岩石完全含水时电阻率 R_o 的比值,用 I 表示。

阿尔奇公式 Archie's formulas

由阿尔奇建立的纯岩石解释公式

(a) 地层因子 F 与岩石有效孔隙度 Φ 的关系式 ($F-\Phi$ 关系式):

$$F = a / \Phi^m$$

(b) 地层电阻率指数 I 与含水饱和度 S_w 的关系式 ($I-S_w$ 关系式):

$$I = b / S_w^n$$

其中: Φ —孔隙度, %;

S_w —含水饱和度, %;

a 和 b —经验常数;

m —胶结指数;

n —饱和指数。

M—N交会图(M-N crossplot) 判断岩性和选择岩性模型最常用的交会图。M值用声波和密度计算, N值用中子和密度计算。

岩石骨架识别图 matrix identification plot

用测井资料绘制岩石骨架密度和骨架时差的交会图,其作用与M—N交会图相同。

测井资料归一化 log data normalization

在岩相研究中进行主成分分析之前使常规测井数据和地层倾角合成曲线的数据都变成小于1或等于1的数。

测井相分析 electrofacies

一组表征沉积物特征并据此辨别沉积物的测井响应应用计算机自动确定岩相时,测井相是最终模式对应的一组测井资料,每个测井相都对应于一个岩相。

截止值 cut-off values

挑选出某类地层所用的地质参数下限值和上限值。

POR程序 POR program

Atlas公司只用一种孔隙度测井资料对泥质砂岩进行分析程序。

SAND 2程序 SAND 2 program

改进的泥质砂岩程序,采用多种方法计算泥质含量,用中子密度交会图计算孔隙度和泥质含量。

NEWSAND程序 NEWSAND program

德莱塞公司针对SAND 2程序改进的较成熟泥质砂岩分析程序,提供了求准泥质砂岩油气层孔隙度和泥质含量的可靠方法。

C R A 程序 CRA program

Atlas 公司复杂岩性分析程序。用于解释石英、方解石、白云石、硬石膏四种常见矿物中任两个矿物加上粘土组成的复杂岩性。

C L A S S 程序 CLASS program

Atlas 公司应用测井资料分析地层中粘土矿物和瓦克斯曼—史密茨模型评价泥质砂岩地层的分析程序。

E L A N 程序 ELAN program

斯伦贝谢公司推出的最优化解释程序，通过使用一个或多个解释模型所描述的最佳联立方程对地层进行一步步的定量求解。

第二节 油层物理名词

岩石物理性质 petrophysical properties

指岩石的力学、热学、电学、声学、放射学等各种参数和物理量，在力学特性上包括渗流特性、机械特性（硬度、弹性、压缩和拉伸性、可钻性、剪切性、塑性等）。

流体物理性质 fluid properties

油层流体是指油层中储集的油、气、水，它们的物理性质主要包括各种特性参数、相态特征、体积特征、流动特征、相互之间的作用特征及驱替特征等。

水基泥浆取心 water-base mud coring

水基泥浆钻井时所进行的取心作业。

油基泥浆取心 oil-base mud coring

油基泥浆钻井时所进行的取心作业；它保证所取岩心不受外来水侵扰，通常在需要测取油层初始油（水）饱和度时选用。

岩心 core

利用钻井取心工具获取的地下或地面岩层的岩石。

岩样 core sample

从岩心上钻取的供分析化验、实验研究用的小样（一般长 2.5cm~10.0cm、直径 2.5cm~3.8cm）。

井壁取心 sidewall coring

用井壁取心器从井壁获取地层岩石的取心方法。

岩心收获率 core recovery

指取出岩心的长度与取心时钻井进尺之比，以百分数表示。

密闭取心 sealing core drilling

用密闭技术，使取出的岩心保持地层条件下流体饱和状态的取心方法。

保压取心 pressure coring

用特殊取心工艺和器具，使取出的岩心能保持地层压力的取心方法。

定向取心 orientational coring

能知道所取岩心在地层中所处方位的取心方法。

冷冻取心 freezing core

用冷冻来防止岩石中流体损失和胶结疏松砂岩岩心破碎的岩心保护方法。

常规岩心分析 routine core analysis

常规岩心分析分为部分分析和全分析。部分分析是使用新鲜或者经过保护处理的岩样只进行孔隙度和空气渗透率的测定。

全分析是使用新鲜或者经过保护处理的岩样进行空气渗透率、孔隙度、粒度、碳酸盐含量以及油、气、水饱和度的测定。

特殊岩心分析 special core analysis

是毛细管压力、液相渗透率、两相或三相相对渗透率、敏感性、润湿性、压缩性、热物性、电性等岩心专项分析项目的总称。

全直径岩心分析 whole core analysis

利用钻井取心取出的全直径岩心，在实验室内进行的全部分析测定。

岩屑 cutting

钻井过程中产生的岩石碎屑。

砾 gravel

颗粒直径大于或等于 1mm 的石英、长石类或其它矿物颗粒。

粗砂 coarse sand

颗粒直径在 0.5~<1mm 的石英、长石类或其它矿物颗粒。

中砂 medium sand

颗粒直径在 0.25~<0.5mm 的石英、长石类或其它矿物颗粒。

细砂 fine sand

颗粒直径在 0.1~<0.25mm 的石英、长石类或其它矿物颗粒。

粉砂 silty sand

颗粒直径在 0.01~<0.1mm 的石英、长石类或其它矿物颗粒。

粘土 clay

颗粒直径小于 0.01mm 的各种矿物质。

砂岩定名标准

(1) 根据粒级分类标准, 将某粒级含量 $\geq 50\%$ 者定为主名。含量在 25%~50%者称为“质”, 含量在 10%~25%者称为“含”, “质”、“含”写在主名之前。

(2) 若其中没有一个粒级含量 $\geq 50\%$ 时, 如果细砂、中砂、粗砂之和 $\geq 50\%$ 者定为不等粒砂岩; 如果细砂、中砂、粗砂之和 $< 50\%$ 者定为混合砂岩。

岩石的粒度组成 grain size composition of rock

指构成砂(砾)岩各种不同粒径颗粒的含量, 通常用重量百分数表示。

筛析 sieve analysis

用一组已知孔径的筛网测定岩石粒度组成的分析方法。

沉速分析 analysis of setting velocity

用颗粒在液体中的下沉速度来测定岩石粒度组成的分析方法, 其理论计算公式为斯托克公式。

斯托克公式 Stoke's formula

$$v = \frac{gd^2}{18\gamma} \left(\frac{\rho_1}{\rho} - 1 \right)$$

是确定球形固体颗粒在液体中下沉速度的公式。

式中: d ——颗粒直径;

v ——颗粒的沉降速度;

ρ ——液体密度;

γ ——液体的动力粘度;

g ——重力加速度;

ρ_i ——颗粒的密度。

粒度组成分布曲线 distribution curve for grain size 指砂（砾）岩某一粒径范围的颗粒与其所占重量百分数的关系曲线，一般用直方图表示。

粒度组成累积分布曲线 cumulative distribution curve for grain size 指砂（砾）岩颗粒累积重量百分数与其对应粒径（取对数）的关系曲线。

不均匀系数 nonuniform coefficient

指砂岩粒度组成累积分布曲线上某两个累积重量百分数所对应的颗粒直径之比，是反映砂（砾）岩粒度组成不均匀程度的一个指标；不均匀系数越接近 1，表明砂（砾）岩粒度组成越均匀。如累积重量为 60% 的颗粒直径 d_{60} 与累积重量为 10% 的颗粒直径 d_{10} 之比。

岩石孔隙 porosity of reservoir rock

广义的岩石孔隙是岩石内部的孔隙（孔隙）和喉道的总称。由于颗粒大小不同，形状各异，排列复杂，加上胶结物的多样性，使岩石孔隙形状、分布、连通状况极为复杂，极不规整，是一个复杂的三维立体网络。

孔隙 pore

砂岩中由三个或三个以上的颗粒（胶结物）包围的空间称为孔隙（孔隙）。

喉道 throat

砂岩中孔隙（孔隙）之间的连接部分称为喉道，其几何尺寸要明显小于孔隙。

配位数 coordination number

孔隙与周围孔隙连通的喉道数量，砂岩的配位数一般为 2~15。

岩石的原生孔隙 primary porosity of rock

岩石在沉积和成岩后未受任何物理或化学作用而存在的孔隙称为原生孔隙。

岩石的次生孔隙 secondary porosity of rock

成岩后的岩石受到地应力、水淋滤或其他物理化学作用，或上述作用的综合影响所产生的孔隙称为次生孔隙。

孔隙体积 pore volume

指广义孔隙的总体积。

闭端孔隙 dead-end pore

在孔隙系统中，只有一个通道与其他孔隙连通的孔隙称为闭端孔隙，亦称盲孔（blind pore），此类孔隙通常只允许流体渗入，对流体在其内部运移流动贡献甚微。

连通孔隙 interconnected pore

在孔隙中相互连通并对流体在其中运移流动有贡献的孔隙。

孔隙结构 pore structure

指岩石中孔隙的大小、几何形态、分布特征、均匀程度、连通状况等特性。

孔隙大小分布曲线 pore size distribution curve

习惯上是指砂岩中一定大小的孔隙与其所占孔隙总体积百分数的关系曲线。

孔隙平均值 mean pore size

孔隙大小平均值因定义及计算方法而异，例如可按孔隙体积的加权平均而得出，但更多地按“平均水动力学直径” D_w 的含义从流体力学的意义上取平均值，通常定义为 $D_w = 4(V/S)$ ，式中 V/S 是孔隙采取算术方法求平均值。

孔隙结构模型 pore structure model

一般分为三类：第一类是球形颗粒排列的球粒模型；第二类是毛细管排列的毛细管束模型；第三类是各种结构的网络模型。球粒模型对毛管滞后，为求得水饱和度及剩余油饱和度提供了简便定性解释；毛细管束模型主要用于研究毛细特性和毛细管压力的定量计算；网络模型主要用于数模和渗流机理研究。

网络模型 network models

网络模型又分为网络物理模型和网络数学模型。网络物理模型是由人工经一定工艺过程而制成的孔隙模型，这种模型比较接近实际多孔介质的结构。网络数学模型又分为二维和三维模型，由弥渗理论研究孔隙结构参数对多孔介质中渗流过程的影响。

岩石的绝对孔隙度 absolute porosity of rock

岩石的总孔隙体积 V_{tp} （包括有效孔隙和无效孔隙）与岩石总体积 V_f 的比值称为绝对孔隙度 ϕ_a 。用小数或百分数表示，其表达式为：

$$\phi_a = \frac{V_{tp}}{V_f}$$

岩石的有效孔隙度 effective porosity of rock

岩石中有效孔隙体积 V_{ep} 与岩石总体积 V_f 的比值称为有效孔隙度 ϕ_e ，用小数或百分数表示，其表示为：

$$\phi_e = \frac{V_{ep}}{V_f}$$

迂曲度 tortuosity factor

渗流过程中流体质点实际走过的路程长度 L_e 与宏观渗流方程中所假定的流体质点通过的路程长度 L 的比值的平方 $(L_e/L)^2$ 定义为迂曲度 T 。

储层综合弹性系数 complex elastic coefficient of reservoir rock

指油层压力每降 0.1MPa，由于流体膨胀和岩石孔隙缩小，使单位体积岩石内所能驱出的流体体积 C_p ，数学表达式为：

$$C = \phi C_L + C_p$$

式中： ϕ ——岩石的孔隙度；

C_L ， C_p ——流体压缩系数和岩石压缩系数。

储层的总压缩系数 total compressibility of reservoir rock

指储层岩石的孔隙压缩系数与所含流体压缩系数之和。如果孔隙中含有油和水，则总的压缩系数为：

$$C_t = S_o C_o + S_w C_w + C_p$$

式中： C_t ——总压缩系数

S_o 、 S_w ——分别表示油、水饱和度；

C_o 、 C_w ——油、水压缩系数；

C_p ——岩石孔隙压缩系数。

岩石的压缩系数 rock compressibility

指油层压力每降低 0.1MPa，单位体积岩石内孔隙体积的变化值。表达式为：

$$C_p = \frac{\Delta V_p}{V_f \Delta p}$$

式中： ΔV ——油层压力降低时 Δp ，孔隙体积缩小值；

V_f ——岩石体积。

岩石孔隙压缩系数 pore space compressibility of rock

指地层压力改变 0.1MPa 压力时，单位孔隙体积的变化值，也称岩石有效压缩系数。

覆盖压力 overlying pressure

上部盖岩石层加在下部岩石单元上的压力。

孔隙压力 pore pressure

岩石孔隙所承受的内部流体压力，也称地层压力。

净有效覆盖压力 net effective overlying pressure

岩石覆盖压力与孔隙压力之差。

砂岩的比面 specific surface of sandstone

单位体积岩石内部孔隙的总表面积（或围成孔隙部分的颗粒总面积），单位： m^2/m^3 ，它反映砂岩的分散程度。

岩石的渗透性 rock permeability

在一定的压差下，岩石允许流体通过的性质称为渗透性。其数值大小用达西公式计算，单位是“ μm^2 ”或“ $\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ”

岩石的绝对渗透率 absolute permeability of rock

与岩石不起物化作用、一定粘度 μ 的流体，在压差 $\Delta p = p_1 - p_2$ 作用下，通过长度为 L 、截

面积为 A 的岩石，所测出的流体流量为 Q ，以达西方程 $[Q = K \frac{A(p_1 - p_2)}{\mu L}]$ 表示。对不同

的岩石，当几何尺寸、外部条件、流体恒定时，流体的通过量 Q 的大小则取决于反映岩石渗透性的比例常数 K 的大小， K 称为岩石的绝对渗透率，通常取岩样的气测渗透率值。

水平渗透率 horizontal permeability

按水平方向取样所测得的岩样渗透率，为水平渗透率 K_h 。

垂直渗透率 vertical permeability

按垂直方向取样所测得的岩样渗透率，为垂向渗透率 K_v 。

径向渗透率 radial permeability

在全直径岩心分析中，用径向流方式测取的岩心渗透率为径向渗透率。

侧向渗透率 lateral permeability

在全直径岩心分析中，用岩心对应柱面（ 90° ）测取的渗透率为侧向渗透率，一般主侧面（侧面 1）选取在渗透性好或裂缝发育对应的柱面。

有效渗透率 effective permeability of rock

当岩石中为一相流体充满时，测得的岩石渗透率。

相渗透率 phase permeability

当岩石中存在多相流体时，某相流体的有效渗透称为该相的相渗透率。岩石各相有效渗透率之和总是小于岩石的绝对渗透率。

岩石的相对渗透率 relative permeability of rock

当岩石中多相流体共存时，某相的有效渗透率与绝对渗透率（或其他定义为基准的渗透率）的比，称为岩石该相的相对渗透率，以小数或百分数表示。

相对渗透率比值 relative permeability ratio

指任何两种流体的相对渗透率的比值。

克林肯勃格渗透率 klinkenberg permeability

经滑脱效应（称克林肯勃格效应）校正后获得的岩样渗透率为岩样的克林勃格渗透率（克氏渗透率）。校正的方法是在不同压力下测岩样渗透率，然后用各压力值下的渗透率值和压力值的倒数作关系曲线，曲线与渗透率轴的交点即为该岩样的克氏渗透率值，相当与该岩样的理论绝对渗透率值。

滑脱效应 slip effect

滑脱效应亦称克林肯勃格效应 (klinkenberg effect)。系指气体在岩石孔道中渗流特性不同于液体,即靠近管壁表面的气体分子与孔道中心气体分子的流速几乎没有什么差别,这种特性称为滑脱效应。

渗透率张量 permeability tensor

各向异性的多孔介质上某一给定点处的压力梯度矢量方向,往往不同于渗透率速度矢量,因而要完整描述渗流现象,必须指定压力梯度及渗流速度矢量场。如果假定介质可以相对于坐标系任意取向,并令压力梯度指向 X,那么各向异性介质在 X、Y、Z 不同方向将有不同渗透速度,即:

$$V_i = -\frac{1}{\mu} (K_{i1} \frac{\partial p}{\partial X_1} + K_{i2} \frac{\partial p}{\partial X_2} + K_{i3} \frac{\partial p}{\partial X_3})$$

其中 1、2、3 表示 X、Y、Z 坐标, K_{ij} 是构成二阶张量的元素,通称渗透率张量。

相对渗透率的数学模型 mathematical models of relative permeability

在研究多孔介质中不混溶流体的微观渗流机理时,各相流体的相对渗透率,常需建立数学模型进行研究并与实测结果进行比较,此类数学模型主要包括有:

- a) 毛细管模型 (capillary model);
- b) 统计模型 (statistical model);
- c) 经验模型 (empirical model);
- d) 网络模型 (network model)。

流体饱和度 fluid saturation

岩石孔隙体积中流体占有孔隙体积的比例称为该流体的饱和度。单位为小数或百分数。

原始流体饱和度 initial fluid saturation

原始状态下储层的流体饱和度。

共存水饱和度 connate water saturation

油层中水的饱和度。

束缚水饱和度 irreducible water saturation

油层中不参与流动的水的饱和度,称为束缚水饱和度。

两相流动区

岩石中油水两相同时参与流动的饱和度范围。

可流动油饱和度

岩石中在一定技术和工艺水平下可以参与流动的油的饱和度。

残余油饱和度 residual oil saturation

在一定开采方式下,不能被采出而残留在油层中的油的饱和度。

剩余油饱和度 remaining oil saturation

在一定的开采方式和开采阶段,尚未被采出而剩余在油层中的油的饱和度。

润湿性 wettability

指液体在固体表面流散或粘附的特性。

亲油性 oil affinity

油层岩石对所储油相的润湿亲和能力大于对所储水相的润湿亲和能力时为亲油性。

亲水性 water affinity

油层岩石对所储水相的润湿亲和能力大于对所储油相的润湿亲和能力时为亲水性。

中性 intermediate affinity

油层岩石对所储水相的润湿亲和能力和对所储油相的润湿亲和能力大致相当时为中性。

选择性润湿 preferential wettability

固体表面为一种流体 L_1 所润湿, 而不为另外一种流体 L_2 所润湿, 则称固体表面能被 L_1 流体选择性润湿。

中间润湿 intermediate wettability

固体表面可被两种流体以同样程度润湿。

混合润湿 mixed wettability

既有亲油性表面区域又有亲水性表面区域的油层为混合润湿。

接触角 contact angle

在油-水-岩石三相周界上, 从选择性润湿流体表面做切线且与岩石表面成一夹角称为接触角, 一般用符号 θ 表示。它的大小表征了岩石表面被液体选择性润湿的程度。 θ 角一般规定从极性的液体(水)那一方面算起。在油层中, 一般当油、水、岩石的接触角 $\theta < 90^\circ$ 时为水湿, 而 $\theta > 90^\circ$ 为油湿。

恢复原始态的岩心 restored-state cores

系指采用“三步法”使改变了润湿性的岩心恢复到原始油层条件下润湿性的岩心。所谓“三步法”是指: a) 岩样根据原油和岩石的性质选择化学溶剂进行清洗; b) 将油藏流体连续地注入到岩样中; c) 在油藏温度下老化足够长的时间(一般为 40 天), 建立起吸附平衡达到油层原始润湿状态。

接触角滞后 contact angle hysteresis

前进接触角比后退接触角大得多的现象称为接触角滞后。

平衡接触角 equilibrium contact angle

在测定油-水-岩石体系的接触角时发现, 水的前进角经常随着油与固体表面接触时间的延长而变化, 最后趋于平衡的接触角称为平衡接触角。

润湿反转 wetting reciprocal

指岩石表面在一定条件下亲水性和亲油性相互转化的现象。

毛细管压力 capillary pressure

毛细管中弯液面两侧非润湿相压力 p_a 和润湿相压力 p_w 之差, 或为平衡弯液面两侧的附加压力, $p_o = p_a - p_w$ 。

贾敏效应 Jamin effect

当液-液、气-液不相混溶的两相在岩石孔隙中渗流, 当相界面移动到毛细管孔喉窄口处欲通过时, 需要克服毛细管阻力, 这种阻力效应称为贾敏效应。

毛细管压力曲线 capillary pressure curve

岩石的毛细管压力与流体饱和度的关系曲线称为毛细管压力曲线。

饱和历程 saturation history

饱和历程也称饱和顺序, 流体在渗流过程中可分为驱排过程或吸吮过程。

驱排过程 drainage process

在多孔介质中饱和润湿相液体, 非润湿相在外力的作用下驱替润湿相的过程称为驱排过程。

吸吮过程 imbibition process

在多孔介质中饱和非润湿相流体, 润湿相自发或在外力作用下驱替非润湿相的过程称为吸吮过程。如亲水岩石中水驱油过程称为吸吮过程。

初始驱排毛细管压力曲线 initial drainage capillary pressure curve

在毛细管压力曲线测定中, 在外压作用下非润湿相驱排岩心中润湿相属于驱排替过程, 所测得的毛细管压力与饱和度的关系曲线称为初始驱排毛细管压力曲线。

吸吮毛细管压力曲线 imbibition capillary pressure curve

在毛细管压力曲线测定中, 用润湿相排驱非润湿相, 所得到的毛细管压力与饱和度的关

系曲线称为吸吮型毛细管压力曲线。

次级驱排替毛细管压力曲线 secondary drainage capillary pressure curve

次级使润湿相从非润湿剩余饱和度降至束缚饱和度的驱排过程所得到的毛细管压力曲线。

润湿相 wetting phase

岩石中存在两种以上流体时，能优先润湿岩石的流体称为润湿相。在亲水岩石中，水为润湿相。

非润湿相 non-wetting phase

岩石中存在两种或多种流体时，不能优先润湿岩石的流体称为非润湿相。

自由水面 free water surface

毛细管压力等于零的水面称为自由水面。

杨氏方程 Young's equation

表示接触角与三相界面力之间达到平衡时的关系，此方程称为杨氏方程。

$$\sigma_{lg} \cos \theta = \sigma_{sg} - \sigma_{sl}$$

式中： θ ——接触角；

σ_{lg} ——气液界面张力；

σ_{sl} ——固液界面张力；

σ_{sg} ——气固界面张力；

阀压（门槛压力） threshold pressure

非润湿相开始进岩石孔隙的最小启动压力，即非润湿相在岩石孔隙中建立起连续流动所需的最小压力值。

最大连通孔喉半径 max throat radius

在定义范围里（某岩样、某油层、某油田），岩石孔喉半径的最大值。在岩样的毛细管压力曲线上，它与阀压相对应。

中值压力 pressure at 50% mercury saturation

在毛细管压力曲线图中，饱和度为 50% 时对应的毛细管压力值为中值压力。

中值孔喉半径 throat radius

在毛细管压力曲线图中，中值压力对应的孔喉半径为中值孔喉半径，它比较接近平均孔喉半径。

平均孔喉半径 average throat radius

孔喉半径的平均值。可选用不同的方法求取，一般采用对非润湿相饱和度加权平均的方法计算。

渗透率贡献值 permeability contribution

岩样某一区间孔喉对岩样整体允许流体通过能力的贡献，一般用百分数表示。

主要流动孔喉 main flow throat

岩样中渗透率贡献值为 95% 对应的孔喉到最大孔喉为主要流动孔喉。

难流动孔喉 difficult flow throat

岩样中渗透率贡献值低于 1% 时对应的孔喉为难流动孔喉半径的上限。

分选系数 sorting coefficient

反映岩样孔喉大小分布集中程度的系数，按下式计算：

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum (r_i - \bar{r})^2 \cdot \Delta S_i}{\sum \Delta S_i}}$$

式中： S_p ——分选系数；

r_i ——孔喉半径， μm ；

\bar{r} ——平均孔喉半径， μm ；

ΔS_i —— r_i 对应的区间饱和度值，%。

均质系数 coefficient of Homogeneity

岩样平均孔喉半径与最大孔喉半径之比，数值 ≤ 1 ；它表征了岩样微观均质状况。

结构系数 coefficient of structure

真实岩样的孔隙特性与平行毛细管束模型之间的差异程度。按下式计算：

$$D_r = \frac{\phi (\bar{r})^2}{8 K}$$

式中： D_r ——岩样结构系数；

\bar{r} ——岩样平均孔喉半径， μm ；

ϕ ——岩样孔隙度，小数；

K ——岩样渗透率， μm^2 。

岩性系数 rock property coefficient 岩样实测渗透率与理论渗透率之比。按下式计算：

$$\lambda = \frac{K}{1.11 \times 10^{-5} \phi \int_0^{(S_{Hg})_{\max}} r(s) ds}$$

式中： λ ——岩性系数；

K ——岩样渗透率， μm^2 ；

ϕ ——岩样孔隙度，%；

$(S_{Hg})_{\max}$ ——压汞法毛管压力曲线中的最大汞饱和度，%；

$r(s)$ ——孔喉半径， m ；

S_{Hg} ——汞饱和度，%。

莱维特 J 函数 Leverett's j-function

一种确立毛细管压力资料相关关系的对比函数，即毛细管压力的无因次化函数：

$$J(S_w) = (p_e \sigma \cos \theta) \sqrt{\frac{K}{\phi}}$$

式中： p_e ——毛细管压力；

σ ——两相流体的界面张力；

θ ——接触角；

K ——试样的渗透率；

ϕ ——孔隙度；

S_w ——润湿相的饱和度。J 函数对同一地层的特定类型岩石的毛细管压力和岩性常有一定的相关关系，但这一关系对其他类型岩石并无普遍性。

压汞毛细管压力曲线 mercury injection curve

非润湿相流体汞，必须在施加压力之后才能进入岩样孔隙中，随着注入压力增大逐渐从大到小依次占据孔隙空间。根据不同注入压力及在相应压力下进入孔隙系统中汞体积占孔隙体积的百分数所作出的毛细管压力-饱和度关系曲线称之为压汞毛细管压力曲线。

退汞毛细管压力曲线 mercury ejection curve

在压汞毛细管压力曲线测定之后，将测定压力逐级降低，压入岩心孔隙中的汞也会逐级

退出的过程为退汞过程，用退汞过程的各级压力（毛细管压力）与相应退出的汞饱和度所作的毛细管压力曲线为退汞毛细管压力曲线。

退汞效率 efficiency of mercury ejection

测定压力由最大值降低到最小值时，从岩样中退出汞的总体积与在同一压力范围内压入岩样的汞总体积的比值为退汞效率，用%表示：

$$\text{退出效率} = \frac{\text{退出汞总体积}}{\text{注入汞总体积}} \times 100\%$$

毛细管准数 capillary number

是一个无量纲数组，其数值是粘滞力与毛细管力之比，称为毛细管准数或临界驱替比。

原始吸吮曲线簇 primary imbibition scanning curves

在毛细管压力与饱和度关系的研究中，若沿二次排替曲线，在某些中间的饱和度值，即中途改换压力变化方向，形成了一些新的吸吮曲线，这组曲线合称原始吸吮曲线簇。

原始驱排曲线簇 primary drainage scanning curves

在毛细管压力与饱和度关系的研究中，若沿吸吮曲线，在某些中间的饱和度值，即中途改换压力变化方向，形成了一些新的驱排曲线，这组曲线合称原始驱排曲线簇。

储层流体 reservoir fluid

泛指烃类储集层在所处的压力和温度下所含的储集流体。如天然气、凝析油、石油及地层水。

注入流体 injected fluid

泛指为各种目的从地面经井注入储层的流体。

产出流体 produced fluid

指生产井中采出的各种流体。

示踪流体 tracing fluid

加入化学或同位素示踪剂的注入流体。

牛顿流体 Newtonian fluid

是指流体运动时剪切应力与剪切速率之间的关系遵循牛顿内摩擦定律的流体。其粘度值为定值。

非牛顿流体 non-Newtonian fluid

是指流体运动时剪切应力与剪切速率之间的关系不遵循牛顿内摩擦定律的流体。其粘度值为变量。

塑性流体 plastic fluid

非牛顿流体中的一种，其特征是必须施加一定的外力才能使其从静态开始流动，在剪切应力达到一定数值后，剪切应力才与剪切速率成正比。

拟塑性流体 pseudo-plastic fluid

非牛顿流体中的一种，其特征是一旦施加外力就立即开始流动，流动曲线通过坐标系原点并凸向剪切应力轴，其粘度值不仅与温度及流体性质有关，而且当剪切速率增加时，其粘度值下降。

溶胀流体 dilatant fluid

非牛顿流体中的一种，流变曲线凹向剪切应力轴，粘度值除与流体性质及温度有关外，且随剪切速率增大而增大。聚合物溶液在注入井井底附近高剪切作用下，失去其拟塑性流体特性会出现这种溶胀流体特性。

混相流体 miscible fluid

是指两种可以相互溶解，两相间界面张力等于零而不存在明显界面的流体。

地层油 reservoir oil

处在油层条件下的原油称作地层油。

脱气油 degassed oil

通常指的是地下原油采至地面后,由于压力降低,溶解于油中的气体分离出以后的原油,亦称地面原油。如油罐条件下所储存的原油。未加说明时一般均指常温条件。

油层流体物性 fluids property at reservoir condition

是指地层油、气、水在油藏压力和温度条件下的物理特性。

天然气 natural gas

地下采出的可燃气体称为天然气,天然气是以石蜡族低分子饱和烃气体和少量非烃气体组成的混合物。

气藏气 gas of gas reservoir

产自天然气藏的天然气的。

伴生气 associated gas

溶解在地下原油中的天然气称为伴生气。

凝析气 condensate gas

含有大量甲烷,并尚含有大量戊烷以上的轻质烃类的天然气,称为凝析气。一般都产于较深的气藏中。

干气 dry gas

甲烷含量高于 90%的天然气称为干气,又称贫气 (lean gas)。

湿气 wet gas

凝析油含量大于 100g/m³的天然气称为湿气。划分的含量标准与工艺发展水平有关。

净气 sweet gas

天然气中含硫在 1g/m³ 以下称为净气或甜气。

酸气 acid gas

当 1m³天然气中含硫在 1g 以上或含相当数量的二氧化碳时统称为酸性气体。

天然气相对密度 relative density of natural gas

在相同温度、压力下天然气密度与空气密度之比,称为天然气相对密度。

天然气的状态方程 state equation of natural gas

表征天然气的体积、压力和温度关系的方程称为天然气的状态方程,

$$pV = ZNRT$$

式中: p ——气体的压力;

V ——在压力 p 下的气体体积;

T ——热力学温度, K;

N ——气体的摩尔数;

R ——通用气体常数;

Z ——气体压缩因子。

天然气密度 density of natural gas

指单位体积天然气的质量, 单位为 g/cm³。

气体偏差系数 gas deviation factor

是在一定压力和温度下, 实际气体占有体积与相同压力、温度下理想气体所占体积之比, 一般利用有关图版求出。

天然气的拟临界压力 gas pseudo-critical pressure

天然气的拟临界压力 p_{pc} 为天然气各组分的摩尔分数 Y_i 与各组分气体临界压力 p_{ci} 的加权

值，可写为：

$$p_{pc} = \sum_{i=1}^n Y_i p_{ci}$$

天然气的拟临界温度 gas pseudo-critical temperature

天然气的拟临界温度 T_{pc} 为天然气各组分的摩尔分数 Y_i 与各组分气体临界温度 T_{ci} 的加权值，可写为：

$$T_{pc} = \sum_{i=1}^n Y_i T_{ci}$$

气体的对比压力 gas correspondence pressure

气体的对比压力 p_{cor} 是指该气体所处压力 p 与该气体的临界压力 p_c 之比，可写为：

$$p_{cor} = \frac{p}{p_c}$$

气体的对比温度 gas correspondence temperature

气体的对比温度 T_{cor} 是指该气体所处温度 T 与该气体的临界温度 T_c 之比，可写为：

$$T_{cor} = \frac{T}{T_c}$$

气体的地层体积系数 formation volume factor of gas

气体地层体积系数 B_g 表示天然气在地层（或油层）条件下的体积 V_f 与同样数量的气体在标准状态下所占的体积 V_{sg} 的比值，其数值永远小于 1。可写为：

$$B_g = V_f / V_{sg}$$

天然气的压缩率 gas compressibility

天然气的压缩率 C_g 是指在一定温度下，当压力每改变 0.1MPa 时，天然气体积的变化率，其数学表达式为：

$$C_g = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dp}$$

式中： C_g ——天然气的压缩率；

V ——天然气体积；

$\frac{dV}{dp}$ ——天然气体积随压力的变化率，负号表示气体压缩率与压力变化的方向相反。

真实气体势函数 potential function of real gas

指研究气体渗流时，反映气体压缩因子和粘度随压力变化的一个综合量，其数学定义为：

$$m(p) = \int \frac{p}{\mu \cdot Z} \cdot dp$$

式中： p ——压力；

μ ——粘度；

Z ——压缩因子。

天然气的粘度 gas viscosity

天然气的粘度是天然气内摩擦阻力的量度,与压力、温度和相对分子质量有关。天然气的粘度可分为动力粘度和运动粘度,单位分别为帕[斯卡]秒(1厘泊= 10^{-3} Pa·s)和二次方米每秒(1厘托= 10^{-6} m²/s)。

溶解系数 solubility factor

气体溶解系数指在一定温度下,每增大0.1MPa时,单位体积液体(石油)中所溶解的气体量(标准条件),单位为m³/m³·MPa,表示气体在液体(石油)中的溶解能力。

天然气的溶解度 gas solubility

天然气在石油中的溶解度 R_g ,系指在压力为 p 时,在单位体积石油(地面原油)中所溶解的气量(标准条件下的),单位为m³/m³。

气油比 gas-oil ratio

气油比通常指生产气油比。它是天然气产量(标准条件)与原油产量的比值,一般以m³/t为单位。

地层油的溶解气油比 solution gas-oil ratio of reservoir oil

地层油的溶解气油比 R 系指在油藏温度和压力下,单位体积地层油中所溶解的气量(标准条件下的),单位为m³/m³(地面原油)。

原始溶解气油比 initial solution gas-oil ratio

在油藏原始压力和温度下的溶解气油比称为原始溶解气油比,单位为m³/m³(地面原油)。

闪蒸平衡 flash vaporization equilibrium

指油藏烃类系统中,压力与温度变化可导致油、气两相之间发生传质和相间转移。如果这种传质和相间转移是在瞬间完成并达到平衡,则称这种平衡为闪蒸平衡。

接触分离 contacting liberation

在油气分离过程中所分离出的气体与油始终保持接触,系统组成不变,这种油、气分离方式称为接触分离或一次脱气。

差异分离 differential liberation

在油气分离过程中,在保持恒温下,不断将由于降低压力所分出的气体排出,系统组成逐级变化,这种油、气分离方式称为差异分离或多级脱气分离。

烃类系统的相态 phase state of hydrocarbons system

单一烃类或其混合物,由于温度和压力变化所产生的三种(气、液、固)存在状态。

油藏烃类相态图 phase diagram of reservoir hydrocarbons

用来研究油藏烃类随地层压力、温度而发生的相态变化的图。

相态方程 phase state equation

对于一个已知组成的烃类系统,可以用来计算不同压力和温度下液相数量和各组分在液相中浓度的变化,以及各组分在气相中的浓度和气相数量的公式。

反凝析压力 retrograde condensate pressure

当烃类系统温度处于临界温度及两相共存最高温度之间,压力在临界压力以上时,如系统压力降至某值,气相中出现液滴,该压力即称为反凝析压力。

露点压力 dew-point pressure

露点压力是指开始从气相中凝结出第一批液滴的压力。

反凝析气 retrograde condensate gas

某些烃类混合物在高于临界温度下以气体凝析物形式存在,而当压力下降时,将产生气体的膨胀或液体的蒸发趋向凝析。相反,当压力增大时,它们蒸发而取代凝析。

反凝析现象 retrograde condensate phenomenon

在原始条件下凝析气藏的烃类系统以气态存在,投产后,当压力降到某一数值前,相态

一直发生变化，而降到某一压力数据，气相有液相析出，通常将这种现象称为反凝析现象。

地层油体积系数 volume factor of reservoir oil

地层油的体积系数 B_o 为原油在地下的体积 V_f （即地层油体积）与其在地面脱气后体积 V_s 的比值，即 $B_o = V_f / V_s$ 。

地层油的两相体积系数 two-phase volume factor of reservoir oil

地层油的两相体积系数 U ，是指油藏压力低于饱和压力时，在给定压力下地层油和其析出气体总体积（即两相体积）与地面脱气原油体积的比值，即：

$$U = \frac{V_f + (R_{si} - R_{sf})V_s B_g}{V_s}$$

式中： U ——两相石油体积系数，小数；

R_{si} 、 R_{sf} ——分别为原始和目前地层压力下的溶解气油比， m^3/m^3 ；

B_g ——目前地层压力下天然气体积系数；

V_f 、 V_s ——分别为地层油的体积和在地面脱气后的体积。

油藏流体的压缩率 reservoir fluid compressibility

油藏流体（油、气、水）的压缩率系指压力每改变 0.1MPa 压力时，流体体积的变化率，其数学表达式为：

$$C = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dp}$$

式中： C ——地层流体的压缩率；

V ——流体的体积；

$\frac{dV}{dp}$ ——流体体积随压力的变化率。

饱和压力 saturation pressure

地层原油饱和压力，是在油层温度下全部天然气溶解于石油中的最小压力，也可以说是地层温度下，从液相中分离出第一批气体气泡时的压力。亦称泡点压力。

平衡常数 equilibrium constant

系指一定温度压力下，油、气两相达到热力学平衡时，某一组分在气、液两相中的分配比例，亦即该组分在气相和液相中的克分子分数比值。对理想溶液，当温度和压力一定时，上述分配比例是一常数，故称平衡常数；但对油、气系统，特别是当其处于高压下时，上述分配比例并非常数，它除与温度、压力有关外，还和油、气系统的组成有关，故称平衡常数不是确切的，近来多将其改称为平衡比。

达西粘度 Darcy viscosity

应用增溶活性剂、无机电解质、助活性剂及水配成稳定胶束溶液，在岩层孔隙中流动粘度随着流动速度增加而增大的粘度，称为达西粘度。

聚合物的结构粘度 structural viscosity of polymer

结构粘度系指由于聚合物中原子内旋转形成的卷曲结构，在溶液中互相交联而形成网状结构而导致急剧增大的粘度。

视粘度 apparent viscosity

指在恒定温度时，某一剪切速率下，剪切应力与剪切速率的比值。视粘度不仅决定于温度，也决定于流动的压力梯度。

触变性 thixotropy

复配的结构性溶液，在受剪切时切力自行降低（变稀），而静置后切力能自行恢复（变稠）的流体动力特性。

流变性 rheology

流体的剪切应力与剪切率之间的各种变异特性，主要是指流体的非牛顿流动特性。

粘-弹效应 visco-elastic effect

粘-弹效应系指其随剪切速度的高低不同而呈现粘性流体和弹性固体性质。

油层伤害 formation damage

各种因素影响造成油层岩石结构破坏、渗流能力下降或者丧失的现象为油层伤害。

油层敏感性评价 formation sensitivity evaluation

它包括速敏、水敏、盐敏、酸敏、碱敏等五种基本评价实验，评价的目的在于找出油气层发生敏感的条件和由敏感引起的油气层伤害程度。

速敏 velocity sensitivity

流体在油气层中流动，引起油气层中微粒运移并堵塞喉道造成油气层渗透率下降的现象。

临界流速 critical velocity

流体在油气层中流动，引起微粒运移发生伤害（渗透率大幅度下降）的流速下限。

水敏 water sensitivity

油气层在遇到与地层不配伍的外来流体后渗透率下降的现象为水敏，通常它是由粘土矿物遇淡水后膨胀、分散、运移所造成的。

水敏指数 water sensitivity index

岩样渗透率伤害前后之差与伤害前岩样渗透率之比。

盐敏 salinity sensitivity

不同矿化度等级的地层水在油气层中流动时造成油气层渗透率下降的现象。

临界矿化度 critical salinity

因流体矿化度下降（上升），引起油气层渗透率大幅度下降所对应的流体矿化度为临界矿化度。

碱敏 alkali sensitivity

碱性流体在油气层中流动与碱敏感性矿物反应造成油气层渗透率下降的现象。

碱敏指数 alkali sensitivity index

岩样注碱液前后的渗透率之差与注碱前的渗透率之比。

酸敏 acid sensitivity

酸液进入油气层，与油气层中的酸敏性矿物反应引起油气层渗透率下降的现象。

酸敏指数 acid sensitivity index

岩样酸化前后的渗透率之差与酸化前的渗透率之比。

溶失率 corrosion ratio

岩样与酸反应前后的质量差与反应前的质量之比。

静态损害评价 static damage evaluation

利用各种静滤失实验装置（流程）测定各种钻井工程用液滤入岩心前后的渗透率变化。

动态损害评价 dynamic damage evaluation

尽量模拟钻井工程实际状况的条件下，评价钻井工程用液对油气层的综合损害程度。

正反向流动评价 forward/backward flow evaluation

改变流体流动方向，评价油气层中微粒运移损害油气层渗透率的程度即对流动方向的敏感程度。

体积流量评价 volume flow rate evaluation

在低于临界流速的条件下，评价注入流体总量对油气层的损害程度。

系列流体评价 series fluid evaluation

模拟实际工程施工程序（顺序）及各种外来入井工程用液了解它们对油气层造成的总的损害程度。

岩石力学性质 mechanical property of rock

岩石在受力作用时的形变特性及强度性质。

岩石的形变特性 deformation behavior of rock

岩石在应力作用下的应变特性，一般由岩石的“应力~应变”曲线或“应变~时间”关系曲线来表示。

应力 stress

物体单位面积上所受的力，如压应力、拉张应力、剪切应力等。

应变 strain

物体变形长度与原长度之比。

全应力~应变曲线 full stress~strain curve

物体轴向加载直至破坏的完整应力~应变曲线。

岩石杨氏模量 Young's modulus

岩石“刚度”的度量，是岩石应力与应变之比，一般在岩石应力~应变曲线上取线性弹性段计算。其值为应力~应变曲线的斜率。

泊松比 Poisson's ratio

岩石横向应变（膨胀）与纵向应变（收缩）之比。

体积模量 bulk modulus

岩石在静水压力条件下（各向压力相等）压应力与体应变（三轴向应变之和）之比。

抗压强度 compression strength

岩石能承受的临界破坏压应力，即岩石所能承受的最大压应力，超过该值时则发生塑性变化。

抗拉强度 tensile strength

岩石能承受的临界破坏拉张应力，即岩石所能承受的最大拉张应力，超过该值时则发生塑性变化。

抗剪切强度 shearing strength

岩石能承受的临界破坏剪切应力，即岩石所能承受的最大剪切应力，超过该值时则发生塑性变化。

蠕变 creep deformation

岩石受应力不变，岩石的应变是时间的函数，岩石这种应变特征为蠕变，如受力状况下的塑泥、塑性盐岩、泥岩均有蠕变性。

断裂韧性 fracture toughness

岩石内裂缝（或新产生）开始扩展延伸的特性。

第三节 渗流机理名词

多孔介质 porous media 以固相介质为骨架、含有大量孔隙、裂隙或洞穴的介质叫多孔介质。若多孔介质对流体是可渗的，称为可渗多孔介质。

双重孔隙介质 dual-porosity media; double porosity media

这类介质由两个系统组合而成，孔隙性介质构成岩块系统；裂缝性介质构成裂缝系统。

两个系统按照一定规律发生彼此间的传质交换。

不可压缩流体 incompressible fluid

随压力变化，体积不发生弹性变化的流体。亦称刚性流体。

可压缩流体 compressible fluid

随压力改变，体积发生弹性变化的流体。亦称弹性流体。

渗流速度 flow velocity

流体流量与多孔介质横截面积之比称为渗流速度。流体在多孔介质中流动的渗流速度不是流体质点的真实速度。流体真实速度应等于流量除以孔隙面积，所以渗流速度小于真实速度。

流体的流度 mobility of fluid

流度即流体在多孔介质中的有效渗透率 K 与其粘度 μ 的比值。如水和油的流度 λ_w 和 λ_o 可分别表示为：

$$\lambda_w = \frac{K_w}{\mu_w}, \lambda_o = \frac{K_o}{\mu_o}$$

流度比 mobility ratio

驱动相的流度与被驱动相流度的比值。如水驱油的流度比 M 表达为：

$$M = \frac{\lambda_w}{\lambda_o}$$

稳定渗流 steady state flow

流体在多孔介质中渗流时，密度和速度等物理量仅为空间函数而不随时间变化的渗流。亦称定常流动、稳态流动。

不稳定渗流 unsteady-state flow

流体在多孔介质中渗流时，各物理量不仅是空间的函数，而且是时间的函数。亦称非定常流动；非稳定流动。

拟稳定渗流 pseudo-steady-state flow

油藏中各点的压力随时间的变化率 $(\partial P_c / \partial t)$ 为常量时的不稳定流动。

非线性渗流 non-linear flow

渗流速度与压力梯度之间不成线性关系的渗流状态。

单相渗流 single-phase flow through porous medium

在多孔介质中只有一种流体参与的流动。

两相渗流 two-phase flow through porous medium

多孔介质中有两种互不混溶的流体同时参与的流动。

多相渗流 multiple-phase flow through porous medium

多孔介质中同时有两种以上互不混溶流体参与流动。

多组分渗流 multi-component flow through porous medium

含有多种组分的烃质和非烃质混合的流体在多孔介质中的流动。在多组分渗流过程中，往往伴随着发生各相之间的物质传递或相变。

交互渗流 countercurrent flow through porous medium

不混溶的两相流体以相反方向在同一系统中发生的渗流。例如一个被非润湿相饱和的系统当与润湿相流体接触时，润湿相将被吸吮入孔隙中并以交互渗流方式排替出一些非润湿相流体，这是一种不稳定渗流，体系中空间各点的饱和度随时间而变化。

气体滑渗 slip flow of gas

气渗流时, 在固体孔壁上的速度不为零的现象, 在气体分子的平衡自由行程与孔隙大小的数量级大致相当时, 它对气渗流有明显影响。

点源 point source

在渗流场中, 向四周发散流线的点叫做点源。例如注入井可作为点源处理。

点汇 point sink

在渗流场中从四周汇集流线的点叫做点汇。例如生产井可作为点汇处理。

渗流的初始条件 initial condition of flow

渗流过程开始瞬间的条件。

渗流的边界条件 boundary condition of flow

求解油气层建立的微分方程必须给出一些条件来确定待定系数和函数、如果所给出的条件是对所研究区或空间物理位置而言的, 那么这些条件称为边界条件。

边界效应 boundary effect

在井的附近往往存在着各种边界(例如等势边界和不渗透边界), 这些边界的存在对渗流场的等势线分布、流线分布和井的产量等都会产生影响, 这种影响称为边界效应。

压降漏斗 pressure drop funnel

在平面径向流时, 由于井的投产造成地层压力下降(从井壁到供给边缘)。压降形状从整个地层来看像一个漏斗状的曲面, 该曲面称为压降漏斗。

压力叠加原理 Duhamels principle

油层中任何一点的压力变化等于各井在该点上引起的压力变化的总和。

供给边缘 supply edge

油藏内(外)能量供给前缘, 称为油藏的供给边缘。如在油藏开采过程中许多口井同时生产, 在一口井的周围都可以划分出一定的、大小相同或不同的供油面积, 这个面积的边缘称为油井的供给边缘。

二维渗流 two-dimensional flow

所有质点运动轨迹和物理量都与空间二维坐标有关的渗流。

三维渗流 three-dimensional flow

所有质点运动轨迹和物理量与空间三维坐标有关的渗流。

二维两相渗流 two-dimensional two-phase flow

如果在一个地层单元中, 有两相流体参加, 并且是二维流动, 则流体在该地层单元的渗流称为二维两相渗流。

多维多相多组分渗流 multiphase multi-dimensional flow

当地下孔隙介质中流动的是一种含有多种组分的烃混合物(也可包含一部分非烃组分), 这些组分可能以液体状态存在, 也可能以气体状态存在, 它们在地层空间运动时称为多维多相多组分渗流。在数模中, 形成具有多种分接口的相。。

达西定律 Darcy's law

描述一定流体通过多孔介质单位截面积渗流, 其速度与沿渗流方向上的压力梯度成正比的定律。该定律是由“达西”通过统计实验结果所定义的。

达西渗流 Darcy flow

流体在多孔介质中的流动服从达西定律, 流速与压力梯度成直线关系的渗流。

非达西渗流 non-Darcy flow

流体在多孔介质中的流动不服从达西定律, 流速与压力梯度偏离直线关系的其它渗流方式均称为非达西渗流。

径向流 radial flow

流体在平面上从四周向中心井点汇集或从中心井点向四周发散的流动方式。

单向流 linear flow

流线为平行直线的渗流方式。

球形流 spherical flow

流线呈直线向井点汇集，其渗流面呈半球形，这时的渗流方式称为球形径向流，简称球形流。

粘性指进 viscous fingering

两相不混溶流体驱替过程中，由于两相粘度的差异造成前沿驱替相呈分散液束形式(即象“手指”一样)向前推进，这种现象称为粘性指进。

水(气)锥 water(gas) cone

如果在油(气)水接触面很大的油(气)藏的含油(含气)部分钻井，在开采过程中，使油(气)水接触面变形成一“锥状”或“丘状”的底水(气体)推进形式称做水(气)锥。

底水锥进 bottom water coning

以水压驱动方式开采底水油藏时，油井投产后，井底附近的油水接触面呈锥形上升的过程，称为底水锥进。

交互窜流 interporosity flow

对重介质岩层中，裂缝系统和岩块系统之间的流体交换流动。

流动势 potential of flow

在渗流理论中为了便于分析问题，引用一个新的参数 $\Phi = Kp/\mu$ ，参数 Φ 称为“势”。其中 P 为流体压力； K 为地层渗透率； μ 为流体粘度。引入势这一概念后，达西渗滤定律可写成： $v = -d\Phi/dL$ ，即地层任一点上渗滤速度值等于该点上势对距离的一阶导数的负值。由于势与渗滤速度之间存在这样的关系，因而势亦称为流动势或速度势。

导压系数 pressure transmission coefficient

表示弹性液体在弹性多孔介质中不稳定渗流时，压力变化传递快慢的一个参数，单位是 cm^2/s ，导压系数用希腊字母 χ 表示，它是地层有效渗透率 K 除以流体粘度 μ 与综合压缩系数 C_t 乘积 μC_t 所得的商。即 $\chi = K/(\mu C_t)$ 。

分流线 dividual flow line

流体流向两个点汇(生产井)时，在两个点汇之间存在有一条渗流左右分开的流线，这条流线称为分流线。

主流线 main stream line

连接两口注采井中心的流线，称为主流线。主流线上流体质点流速比其它流线上的流速要快。

舌进 tonguing

在注采进网中注入流体先期突进，在二维平面流线上类似于舌形的现象，称为舌进。

平衡点 equilibrium point

两口生产井的分流线上渗流速度等于零的点称为平衡点。例如在均质地层中两口等产量的生产井，并且以两井连线中点为坐标原点，则由于流体流向两口等产量生产井是互相对称的，所以坐标原点渗流速度为零，是平衡点。如果两口生产井产量不相等，平衡点的位置偏向产量小的井一方。平衡点处渗流速度为零，所以在平衡点附近形成死油区。改变两口井各自产量的比例，可使平衡点位置移动，从而缩小死油区的面积。

汇源反映法 source-sing image method

用来解决直线供给边缘这种类型的边界对渗滤规律的影响问题的一种方法。油井靠近直线供给边缘时，在这种边界影响下，流体向油井渗滤的规律与流体向无限大地层中单独一个点汇渗滤时的规律不一样，但与无限大地层中存在等产量的一源一汇(一口注入井和一口生产井)时的渗滤时的规律相同。因此，在均质地层中可以想象以直线供给边缘为镜面，

在镜面的另一侧反映出一口油井的镜像，即一个与点汇产量相等的假想点源。这样，可以把井靠近直线供给边缘的渗流问题化成无限大地层中存在等产量的一源一汇的问题，从而求出油井的产量和地层中压力分布公式，这种方法叫汇源反映法。

地层系数 productivity coefficient

表示油井产能大小的参数。它是地层有效渗透率 K 与有效厚度 h 的乘积，即 Kh 。

流动系数 flowability coefficient

表示流体在地层中流动难易程度的参数。它是地层有效渗透率 K 与有效厚度 h 的乘积除以流体粘度 μ 所得的商，即 kh/μ 。

渗流雷诺数 Reynolds number of flow

用来判别渗流是否服从达西渗流定律的准数。较常用的是卡佳可夫公式，即

$$N_{po} = \frac{v\sqrt{K\rho}}{1750\mu\phi}$$

式中： v ——渗流速度，cm/s；

K ——渗透率， μm^2 ；

μ ——粘度，0.1mPa·s；

ρ ——密度，g/cm³；

ϕ ——孔隙度，小数。

临界雷诺数值是 0.20~0.30，当 $N_{po} \leq (0.20 \sim 0.30)$ 时，渗流服从达西律； $N_{po} \geq 0.20 \sim 0.30$ 时，不服从达西定律。

渗流指数 flow index

表示渗流流量与压力梯度关系的指数方程 $Q=C(dp/dL)^n$ ，式中的指数 n 称为渗流指数。

实验证明， n 变化在 1~1/2 之间。当 $n=1$ 时，渗流量与压力梯度成线性关系，流体渗流是线性渗流；当 $1/2 \leq n < 1$ 时，流量与压力梯度间的线性关系被破坏，流体渗流是非线性渗流。 C 为比例系数，它的大小取决于岩层和流体的性质。

等压线 isobar

地层中折算压力相等的点构成等压面，它在平面上的投影称为等压线。

混相驱替 miscible displacement

在多孔介质中发生混相现象的驱替过程称为混相驱替，在数摸时，两种流体间不存在分接口。

非混相驱替 immiscible displacement

多孔介质中一种流体驱替另一种流体时，两种流体之间不发生混相现象的驱替过程称为非混相驱替，在数摸时，存在一个明显的分接口。

非活塞式驱替 non-piston displacement

实际储集层中由于存在岩层的微观非均质性，并且由于流体性质差异及毛细管现象的影响，当一种流体驱替另一种流体时，出现两种流体混合流动的两相渗流区，这种驱替方式称为非活塞式驱替。

渗流状态方程 state equation of flow

在渗流过程中，状态不断发生变化。由于与渗流有关的物质(岩石、流体)都具有弹性，因而随着状态变化，物质的力学性质发生变化。描述这种由于弹性而引起力学性质随状态而变化的方程式称为状态方程。

分流量方程 fractional flow equation

莱弗里特(Leverett)于 1941 年推导出的方程。它表示产水量在总液量中的分量 f_w 与流体的粘度 μ 、相对渗透率 K 、总流速 V_t 、毛细管压力梯度以及重力有关。方程的完整形式为：

$$f_w = \frac{1 + \frac{K_{nw}}{V_t \mu_{nw}} \left(\frac{\partial P_c}{\partial L} - g \Delta \rho \sin \alpha \right)}{1 + \frac{\mu_w K_{nw}}{\mu_{nw} K_w}}$$

忽略重力和毛细管力后的分流量方程为：

$$f_w = \frac{1}{1 + \frac{\mu_w K_{nw}}{\mu_{nw} K_w}}$$

式中： g ——重力加速度；

$\Delta \rho$ ——密度差；

α ——地层倾角；

下标 w ——润湿相；

下标 n ——非润湿相；

f_w ——水分流量；

K ——相对渗透率；

V_t ——总流速；

μ ——粘度。

$\frac{\partial P_c}{\partial L}$ ——毛管压力梯度

前沿推进方程 frontal advance equation

贝克莱和莱弗里特(Buckley and Leverett)于 1949 年提出的一个方程。它表示，某一固定不变的驱替液饱和度 S_w 面的推进速度，方程的形式为：

$$\frac{\partial x}{\partial t} S_w = \frac{q_t}{A \phi} \left(\frac{\partial f_w}{\partial S_w} \right) / t$$

式中： q_t ——流量；

A ——地层截面积；

ϕ ——孔隙度；

x ——接口推进距离；

t ——时间；

f_w ——分流量；

S_w ——饱和度；

下标 w ——润湿(驱替)相。

威尔杰方程 Welge's equation

威尔杰(Welge)于 1982 年推导出了一个方程，它反映了系统中驱替流体的平均饱和度 S_w 与该系统采出端饱和度 S_{w2} 的关系。方程的形式为： $S_w = S_{w2} + Q i f_{nw2}$

式中： $Q i$ ——流量；

f_{nw2} ——被驱替相在出口端的分流量。

前沿不稳定性 front instability

多孔介质中两相非混相驱替中，驱替前沿出现粘性指进现象，因而使得驱替前沿不能形成平滑的分接口，这种情况称为前沿不稳定性。

流管分析法 conduit flow approach

是研究渗流的一种模拟方法，此法将多孔介质中流体运移作为在流管束中的流动来处理。

第四节 试井分析名词

试井 well test

为了确定井的生产能力和研究储层参数及储层动态而对井进行的专门测试工作。按测试时流体在储层中的流动性质及所依据的基本理论，试井分为产能试井和不稳定试井。由于试井是通过井进行的流动试验来完成的，测试资料的处理依据是地下渗流力学理论，所以试井研究采用水动力学方法。

产能试井 well productivity testing

指稳定试井和等时试井等，是改变若干次油井、气井或水井的工作制度，测量在各个不同的工作制度下的稳定产量和对应的井底压力，从而确定测试井的（测试层）的产能方程或无阻流量的一种试井方法。

稳定试井 steady-state well testing

又称系统试井。指系统地、逐步地改变油井的工作制度（自喷井改变油嘴直径；抽油井改变冲程和冲数），然后测量出每一工作制度下的井底流压、产油量、产气量、产水量、含砂量和气油比等。根据这些试井资料为油井制定出产油量高、气油比低、出砂量和出水量小的合理工作制度，并通过水动力学计算出油层的有效渗透率。由于每次改变工作制度后，必须待产量和压力稳定后才能测量有关数据，因此称为稳定试井。所谓稳定是指产量和压力基本不随时间变化。稳定试井操作时间长、工作量大。由于稳定试井需要系统的改变工作制度，因此又称为系统试井。注水井系统试井时，一般通过改变注入压力来改变工作制度，并测试各个注入压力下的稳定注水量。

系统试井曲线 curve of systematic well test

根据系统试井资料绘制的反映油、气、水产量、含砂量、井底压力和压差随工作制度变化的曲线图。如自喷井可绘制随油嘴直径变化的曲线图。抽油井也可绘制相应的曲线图。可根据该曲线确定合理的工作制度。

流入动态关系曲线 inflow performance relationship

又称流入动态曲线或 IPR 曲线，是表示在一定的油藏压力下，油井产量与井底流动压力的关系曲线。它反映油藏向油井供油的特性和能力，是进行油井设计和分析的基础。可根据系统试井资料绘制，也可利用某一工作制度下测得的产量和流压，根据驱动方式选取相应的公式来计算。其形状为直线或曲线，或两者的组合。直线说明油藏中的流动为单相液体流动，且符合达西流动定律，为线性渗流；曲线则说明油藏中是油气两相渗流（溶解气驱）或在井底附近发生非达西流动。

采油指数 oil productivity index

单位生产压差 Δp 下的油井日产油量 q_o ，即

$$J_o = q_o / \Delta p$$

或井底流压 p_{wf} 改变 1MPa 时的油井日产油量 q_o 的变化值，即

$$J_o = (q_{o2} - q_{o1}) / (p_{wf1} - p_{wf2})$$

常用单位为 $\text{m}^3/\text{d}/\text{MPa}$ 。

是表示油井产能大小的重要参数，其值根据流入动态曲线（IPR）的形状，可以是常数，也可能随着流动压力而变化。

采液指数 liquid productivity index

单位生产压差 Δp 下的井日产液量 q_l ，即

$$J_l = q_l / \Delta p;$$

或井底流压 p_{wf} 改变 1MPa 时的油井日产液量 q_l 的变化值，即

$$J_l = (q_{l2} - q_{l1}) / (p_{wf1} - p_{wf2})$$

常用单位为 $\text{m}^3/\text{d}/\text{MPa}$ 。它是表示油井产能大小的重要参数，其值根据流入动态曲线 (IPR) 的形状，可以是常数，也可能随着流动压力而变化。

吸水指数 water injectivity index

水井单位生产压差 Δp 下的井日注水量 q_w ，即 $J_w = q_w / \Delta p$

式中 J_w ——吸水指数， $\text{m}^3/\text{d} \cdot \text{MPa}$ ；

q_w ——日注水量， m^3/d ；

Δp ——生产压差，MPa。

凝析气井试井 condensate well testing

指为证实是否为凝析气藏，并了解井的产能和生产特征而在凝析气井上进行的专门的生产测试工作。其方法一般是先按气井回压法，测取 4-5 个点的压力、产量等资料，并做出产气指数方程式或二项式。在上述各测试点进行测试的同时，准确地取得气样（井口取样或井底取样），利用高压物性实验装置，测定露点及不同条件下凝析气油比和气体及凝析油的相对密度。测试报告中除一般试井项目外，还应分析该井是否属凝析气井，如为凝析气井，则注明气层温度下各种不同压力下的凝析气油比，并给出露点压力。

气井试井 gas well testing

为了解气井的储层参数、无阻流量、含砂量、含水量、井底流动压力、井口压力与产量的关系，以及气层的压力的变化和井温等资料，而对气井进行的不同工作制度下的生产测试及研究工作。新井投入生产之前和生产井生产一段时间后都要进行试井，以便确定气井的合理工作方式。确定气井参数常用气体不稳定试井理论为基础的气井压力恢复试井，确定气井产能通常通过以稳定流动理论为基础的气井产能试井方法来确定。

气井产能试井 gas well potential testing

取得不同井底压力下，气井可能提供的稳定产气量、气井的绝对无阻流量 (AOF)。气井产能试井方法主要分为：1、常规回压法试井；2、等时试井；3、改进等时试井。上述方法均可得出气井稳定流动的产能方程、气井井底压力与产气量的产能曲线、气井的无阻流量等资料。

无阻流量 absolute open flow potential

指理论上井底流压为 0.1MPa 绝对压力时的气井产量。它是衡量气井产能的指标。

回压试井 conventional testing

又称逐次变流量试井。是气井从关井状态开井后逐次更换节流孔板或调节节流嘴以改变流量，并测量每次改变流量后的稳定产气量、压力、含砂、含水等资料。产量可用正态序列从小到大和反向序列从大到小两种方式改变。完整的常规回压试井需改变 4-5 次产量。利用回压试井测得的稳定产气量 q 、井底流压 p_{wf} 和实测或计算的气藏平均压力 P_r 在方格纸上绘制 $(p_r - p_{wf}) \sim q$ 关系曲线，则可得到气井的指数式流动方程。

等时试井 isochronal testing

气井以某一稳定产量 q_l 生产一段时间 t_l ，然后关井直到压力恢复至稳定状态；再开井以流量 q_2 生产相同的时间，然后在关井直到压力恢复至稳定状态，如此循环进行四次以上流量的测试；最后一个生产时间应延长至达到稳定流状态。除最后一个流动期外，每个流动期的时间相等，关井期间井底压力逐渐上升至近似等于平均地层压力，因此关井时间不相等。

改进等时试井 modified isochronal testing

关井压力恢复时间与开井时间相等的等时试井。

真实气体势函数 real gas potential function
又称真实气体拟压力，由下式定义：

$$\phi(p) = 2 \int_{p_0}^p \frac{p}{\mu(p)Z(p)} dp$$

式中： $\phi(p)$ —势函数；

p_0 —任意一个基准压力

$\mu(p)$ —气体粘度函数

$Z(p)$ —气体偏差系数函数

探测液面法试井 well testing by surveying liquid level

利用回声仪等仪器探测液面高度随时间降低或上升规律，将液面高度换算成井底压力，获得压力降落或压力恢复资料的一种试井方法。

不稳定试井 transient well testing

通过改变井的工作制度，使地层压力发生变化，并测量地层压力随时间的变化，根据压力变化资料来研究确定地层和井筒有关参数的一种技术。利用该项技术可确定测试井控制范围内的地层参数和井底完善程度，推算地层压力，分析判断测试井附近的外边界等。由于本法是根据井底压力变化规律来研究问题的，而井底压力变化过程是一个不稳定的过程，所以称为不稳定试井。

压力恢复试井 pressure buildup testing

一种不稳定试井方法。测试时，将原来以某一工作制度稳定生产的油（气）井关闭，井底压力即随关井后的时间不断上升。利用井下压力计记录井底压力随时间恢复的资料。分析该资料确定油藏、油井参数。

降压试井 pressure drawdown testing

一种不稳定试井方法。进行试井时，需将关闭较长时间的测试井以某一稳定产量开井生产，使测试井井底压力随时间连续下降。通过井下压力计记录井底压力随时间下降的数据。利用压力降落试井可确定有关地层和测试井数据。

探边测试 reservoir limit testing

通过井的压力降落（或压力恢复）试井方法，测试时间足够长，达到拟稳态流动，分析压力降落（或压力恢复）数据，计算井到边界的距离和确定测试井控制面积，进而计算单井控制储量。

井间干扰试井 interference testing

选择包括一口激动井和一口（或若干口）与激动井相邻的观测井组成测试井组，通过改变激动井的工作制度，使地层中压力发生变化，利用高精度和高灵敏度压力计记录观察井中的压力变化，根据记录的压力变化资料确定地层的连通情况，并求出井间地层的流动系数、导压系数和储能系数等地层参数。这种试井方法称为井间干扰试井。

脉冲试井 pulse testing

选择包括一口激动井和一口（或若干口）与激动井相邻的观测井组成测试井组，通过周期性地改变激动井的工作制度，使地层中压力发生变化，利用高精度和高灵敏度压力计记录观察井中的压力变化，根据记录的压力变化资料确定地层的连通情况，并求出井间地层的流动系数、导压系数和储能系数等地层参数。这种试井方法称为脉冲试井。

激动井 active well

进行干扰试井和脉冲试井时，人为地改变工作制度，在地层中造成压力变化的井。

观察井 observation well

进行干扰试井和脉冲试井时，在激动井周围下入压力计记录压力变化的井。

多级流量试井 multiple-rate testing

试井前测试井已多次改变流量，或试井过程中通过多次改变流量造成地层压力变化的试井方法。

地层测试器试井 drill-stem testing: 又称 DST 试井，在钻井过程或完井后，利用地层测试器取得地层产能、压力和流体性质等资料的一种测试方法。

稳定时间 stabilized time

压力不稳定过程达到测试井周围非流动边界所需要的时间。

探测半径 radius of investigation

探测半径是当井的产量改变后，造成的不稳定压力过程向地层内部推移的距离。

续流 after flow

指关井后，由于与地层连通的井筒中的流体是可压缩的，故地层中的流体会继续流入井筒，这种现象称为续流。续流随关井时间的延长而逐渐减小，对压力恢复的早期资料有影响。

井筒储存效应与井筒储存系数 wellbore storage effect and wellbore storage factor

在测试过程中，由于井筒中的流体的可压缩性，关井后地层流体继续向井内聚集，开井后地层流体不能立刻流入井筒，这种现象称为井筒储存效应。描述这种现象大小的物理量为井筒储存系数，定义为与地层相通的井筒内流体体积的改变量与井底压力改变量的比值。

表皮效应与表皮系数 skin effect and skin factor

由于钻井、完井、作业或采取增产措施，使井底附近地层的渗透率变差或变好，从而引起附加流动压力的效应，这种现象称为表皮效应。表示表皮效应大小的无因次参数称为表皮系数，表皮系数与附加压降的关系由下式表示：

$$S = \frac{Kh}{1.842 \times 10^{-3} q \mu B} \Delta p_s$$

Δp_s ——近井区的附加压降

由下式定义：

$$S = \left(\frac{K}{K_d} - 1 \right) \ln \left(\frac{r_d}{r_w} \right)$$

上式中下标 d 表示污染区。

流动效率 flow efficiency

油井的实际采油指数与无表皮效应时的采油指数之比，即：

$$F_E = \frac{p_r - p_{wf} - \Delta p_s}{p_r - p_{wf}}$$

堵塞比 damage ratio

流动效率的倒数，即 $D_R = \frac{1}{F_E}$ 。

井壁附加压降 additional pressure drop due to skin

产量相等的理想完善井工作压差与实际油井的工作压差的差值，表示由于实际油井的不完善性在井壁附近产生的附加阻力的大小。

油井折算半径 wellbore effective radius

又称油井有效半径。是将表皮系数转化为具有物理意义的油井特征的一种表示方法。油井折算半径可根据表皮系数和油井半径来计算：即 $r_e = r_w e^{-S}$ 。物理意义为用产量相同的假想完善井代替表皮系数为 S ，半径为 r_w 的实际不完善井后，假想完善井的半径。

试井解释模型 well test interpretation model

试井解释中对各种测试井和油藏的理论描述及其解，由三部分组成：反映油藏基本特征的基本油藏模型；反映井筒及井筒附近情况的内边界条件；反映油藏外边界条件的外边界条件。三部分的任意组合都可构成一个试井解释模型。

试井解释图版 type curves of well test interpretation

由各种试井解释模型计算得出的理论压力反映曲线所构成的图件。一般横坐标为无因次时间或时间，纵坐标为无因次压力或压力，曲线一般由控制参数控制。

计算机辅助试井分析方法 computer aided well test interpretation

一种人工-计算机交互试井解释方法，由计算机完成模型计算、参数计算、结果检验计算和绘图等，由解释人员选择解释模型和判断解释质量等。

常规试井分析方法 conventional well test interpretation methods

指七十年代中期以前发展成熟的以特征曲线分析为主的试井分析方法。

MBH 分析方法 MBH's method

由 Mathews、Brons 和 Hazebroke 于 1954 年提出的一种试井分析方法，主要利用有界供油区中压力恢复资料计算平均地层压力。

霍纳分析方法 Horner's method

由 Horner 于 1951 年提出的一种试井分析方法，主要利用压力恢复资料的径向流阶段分析计算地层渗透率和井表皮系数。

MDH 分析方法 MDH's method

由 Miller、Dyes 和 Hutchinson 于 1950 年提出的一种试井分析方法，主要用于分析压力恢复资料的径向流动段，分析得到地层渗透率和表皮系数等数据。适用于关井时间比测试时间长得多的情形。

无因次量 dimensionless quantity

一般来说被度量的物理量与测量单位制无关的物理量称为无因次量，试井解释中通过引进无因次量使数学表达式简洁清晰，更利于对压力反映进行分析、对比等。

无因次压力 dimensionless pressure

无因次压力的一般定义为：

$$P_D = \frac{Kh}{1.842 \times 10^{-3} qB\mu} p$$

无因次时间 dimensionless time

无因次时间的一般定义为：

$$t_D = \frac{3.6 K}{\phi\mu C_i r_w^2} t$$

无因次距离 dimensionless distance

无因次距离的一般定义为：

$$r_D = \frac{r}{r_w}$$

无因次压力导数 dimensionless pressure derivative

无因次压力导数的一般定义为：

$$\frac{dp_D}{d \ln(t_D)} = t_D \frac{dp_D}{dt_D} = t_D p'_D$$

窜流系数 interporosity flow parameter

反映双重介质地层中低渗透系统中流体向高渗透系统中窜流能力大小的系数，用 λ 表示，定义为：

$$\lambda = \alpha \frac{k_2}{k_1} r_w^2$$

储能比 storativity ratio

反映双重介质地层中高渗透系统弹性储能和总渗透系统弹性储能比大小的系数，用 ω 表示，定义为：

$$\omega = \frac{(\phi V C_t)_1}{(\phi V C_t)_{1+2}}$$

地层系数比 ratio of permeability-thickness product

反映双重渗透介质地层中高渗透系统地层系数和总系统地层系数比大小的系数，用 κ 表示，定义为：

$$\kappa = \frac{(Kh)_1}{(Kh)_1 + (Kh)_2}$$

无限导流裂缝 infinite conductivity fracture

指裂缝具有无限大的渗透率，因此裂缝中的各点压力处处相等，也就是说沿着裂缝没有压力降落。

有限导流裂缝 finite conductivity fracture

指压裂裂缝具有一定的渗透能力，即沿裂缝存在压力降落。

裂缝导流能力 fracture conductivity

定义为裂缝渗透率与裂缝宽度的乘积，反应裂缝传导能力的大小。

第五节 数值模拟名词

数学模型 mathematical model

对实际物理的、化学的、力学的、工程的或经济的问题，按其性质使用适当的数学原理与方法建立的数学问题的总称。

数值模型 numerical model

应用离散数学方法将数学模型(通常是连续模型)转换为离散形式，再用适当的数值方法求解。这种离散化模型称数值模型。

油藏数值模型 numerical reservoir model

用来描述和研究油气藏中流体运动规律的数值模型称油藏数值模型。

油藏数值模拟 numerical reservoir simulation

用适当的数值方法求解描述油气藏中流体流动问题，并以此方法研究油气藏中流体运动规律的一门技术，称油藏数值模拟。

计算机模型 computer model

用于求解数值模型的一个或一组程序称为计算机模型。

油藏数值模拟器 reservoir simulator

求解油藏数值模型的计算机模型通常称为“油藏数值模拟器”。

气藏模型 gas reservoir model

用于模拟气田开采动态特征的油藏数值模型，按其有无边底水的存在分为单相气藏模型和两相气藏模型。气藏按其组分的贫富可以用黑油模型进行模拟，也可以使用组分模型进行计算。

黑油模型 black oil model

在这种模型中烃类系统可用两组分描述：(1)非挥发组分(黑油)；(2)挥发组分，即溶于油中的气。黑油模型也称低挥发油双组分模型。

油水两相模型 water-oil model

油水两相模型是黑油模型的特殊情况，即气相饱和度 $S_g=0$ 的情况。

组分模型 compositional model

在这种模型中，烃类物质按其组分研究相变化和组分转移，主要用于高挥发性烃类系统。

热采模型 thermal recovery model

类比热载体(热蒸汽、热水或燃烧油等)在油藏中驱油，热能的转移和交换的数值模型。一般用于蒸汽吞吐、蒸汽驱、热水和火烧过程的模拟。

化学驱模型 chemical-flooding model

模拟有化学添加剂(聚合物、表面活性剂或碱等)的流体在油藏中驱油，液、固相间质量转移和交换的数值模型。一般用于聚合物驱、表面活性剂驱、碱水驱等驱油过程的模拟。

混相驱模型 miscible-flooding model

模拟能与原油在油藏条件下完全或部分混相的流体驱替过程的数值模型。一般用于烃类混相驱油法、高压干气驱油法、富气驱油法及 CO₂ 驱油过程的模拟。

单相模型 single phase model

模拟油、气、水三相其中之一相流体在多孔介质中渗流的数值模型。

两相模型 double phase model

用于模拟油、气、水三相中任意两相流体在多孔介质中渗流的数值模型。

多相模型 multi-phase model

用于模拟油、气、水三相以上的流体在多孔介质中渗流的数值模型。

零维模型 material balance equations

视油藏为一个岩石和流动性质均匀的储容器，研究这一储容器物质守恒关系的模型，即物质守恒(方程)模型。

一维模型 one-dimensional model

模拟流体只在一个方向运动的模型。

二维平面模型 two-dimensional areal model

模拟流体在 x-y 平面运动的模型。

剖面模型 cross-sectional model

模拟流体在 x-z 或 R-Z 平面内流动模型。

三维模型 three-dimensional model

模拟流体在三维空间中流动模型。

径向流模型 radial flow model

模拟流体在 $r-\theta$ 方向运动的模型。

锥进模型 coning model

模拟流体在 $r-z$ 平面内或 $r-z-\theta$ 空间运动及流体在井附近锥进性质的模型。

双重介质模型 dual porosity system model

模拟双重介质中流体运动的数值模型。

双孔双渗模型 dual porosity and dual permeability model

为双重介质模型的一种，即双孔隙度双渗透率模型；模型不仅裂缝具有渗透性，而且基质也具有渗透性。

运动方程 flow equation

用达西定律描述多相流体通过多孔介质时流体与介质相互关系的方程。

连续性方程 equation of continuity

研究油藏中某个单元质量变化的质量守恒微分方程。

状态方程 equation of state

描述储层及流体物性参数随压力及饱和度变化的一组方程。

定产条件 specified rate condition

生产井以一定产量生产，是一种工作制度。

定压条件 Specified BHP condition

生产井以一定流动压力生产，是生产井的另一种工作制度。

水侵数据 influx data

描述水侵入油藏能力的参数称水侵数据。如水体的分布参数、厚度、渗透率、水体的压力参数等。

有限元方法 finite element method

一种重要的离散数学方法。其思想是先将一个连续划分为若干具有某种形态的单元，未知函数在单元内变化，用其在单元顶点处值的某种函数关系给出，然后将这些函数代入与原问题等价的泛函中去，寻求泛函的极值，把问题化为求解以未知函数在单元顶点值为未知量的线性代数方程组。有限元方法得到的是半解析解。

有限差分法 finite difference method

一种重要的离散数学方法。其思想是用差商代替偏导数(或导数)，将偏微分(或微分)方程(组)离散化为差分方程(组)求解。有限差分法是油藏数值模拟中常用的方法。

差分格式 finite difference approximation

指用差分方法离散时得到的差分方程组。用不同方法得到的差分格式进行兼容性、稳定性和收敛性研究是有限差分法研究的重要内容。

五点差分 five-spot finite difference approximation

在求解区域的网格节点上用差商近似地代替偏导数，把偏微分方程化为差分方程，其中任一节点上的解等于其相邻四个节点上解的平均值的方法称为五点差分。

九点差分 nine-spot finite difference approximation

在求解区域的网格节点上用差商近似地代替偏导数，把偏微分方程化为差分方程，其中任一节点上的解等于其相邻八个节点上解的平均值的方法称为九点差分。

显式 explicit pattern

在用差分方程做微分方程的近似时，除了对时间差分中的一项取 $n+1$ 时间之值以外，其它都取 n 时间之值。

隐式 implicit pattern

在用差分方程做微分方程的近似时，除了对时间差分中的一项取 n 时间步之值外，其它都取 $n+1$ 时间步之值。

网格 grid block

离散后的几何空间的最小单元。

规则网格系统 regular grid block system

几何空间离散化时，采用的正交网格系统称为规则网格系统。当 $D_x=\text{constant}$ ， $D_y=\text{constant}$ ，及 $D_z=\text{constant}$ 时，称为均匀网格系统，当 $D_x \neq \text{constant}$ 或 $D_y \neq \text{constant}$ 或 $D_z \neq \text{constant}$ 时，称离散化的几何空间为不均匀网格系统。

不规则网格系统 irregular grid block system

几何空间离散化时，采用非正交网格形成的任意四边形而非矩形或正方形的网格系统。

径向网格系统 radial grid system

离散化的几何空间由以某点(一般为井点)为中心的环组成。

曲线网格系统 curvilinear grid system

离散化的几何空间由曲面六面体(网格)组成。

矩形网格系统 rectangular grid system

离散化的几何空间由平行六面体组成。

点中心网格系统 point center grid or point-distributed-grid system

取剖分线的交点为网格中心的网格系统。

块中心网格系统 block center grid system

以平行六面体或曲线六面体之中心为网格中心的系统。

角点网格系统 corner-point grid system

通过给出每个网格块角点的几何参数可以精确表示复杂油藏的几何形状，这种方法形成的网格系统称为角点网格系统。

非正常连接网格 non-normal connecting grid

断层面两侧不同层之间通过传导率计算实现流动，这样的网格连接称非正常连接网格，它可精确描述断层面两侧不同层之间的渗流规律。

局部网格加密 local grid refinement

对于大型油藏模拟问题，仅仅在油藏中饱和度或压力变化剧烈的区域及重点研究部分使用细网格，而其它部位使用粗网格，这种网格的细化称局部网格加密。

隐压显饱法 Implicit Pressure Explicit Saturation difference scheme, IMPES

这种方法基于下列假定：油藏中流体饱和度在一个时间阶段内变化不大。方法分两步。第一步隐式联立求解压力(差分)方程，第二步利用已求得的压力值显式求解流体饱和度(或浓度)。

顺序求解法 sequential method

这种方法的每迭代步分为压力插值和牛顿修正两步。在油藏模拟中，第一步是计算压力方程，第二步利用第一步求得的压力联立求解未知量(包括压力在内)。

全隐式方法 fully implicit method

方程的所有未知量联立求解。例如黑油模拟中压力、水饱和度和气饱和度(或溶解气油比)作为隐式项。

自适应隐式 adaptive implicit method

是一种为了节约计算时间而采用的一种方法，其隐式度随求解问题的难度可以变化，当问题的难度较小时，自动采用隐压显饱法求解，而当问题的难度较大时，自动采用全隐式求解。

三对角矩阵 tridiagonal matrix

油藏模拟形成的系数矩阵大多为稀疏矩阵，大部分元素为零元素，而一维正规排列的渗流方程形成的线性代数方程组的系数矩阵为三对角矩阵。

五对角矩阵 pentadiagonal matrix

二维正规排列的渗流方程形成的线性代数方程组的系数矩阵为五对角矩阵。

七对角矩阵 seven diagonal matrix

三维正规排列的渗流方程形成的线性代数方程组的系数矩阵为七对角矩阵。

矩阵解法 matrix solver

线性代数方程组求解方法的总称。

直接解法 direct solution method

一类重要的矩阵解法，就是经有限次数的运算即可求得(如果没有舍入误差)方程组准确解的方法。这种方法一般需占用较大的存储空间，计算量也大。

迭代法 iterative solution method

一类重要的矩阵解法。迭代法的基本思想是构造一个向量序列 $\{U^{(k)}\}$ ，使其收敛至某个极限向量 U^* ， U^* 是要求解的方程组 $AU=b$ 的准确解。

标准排列 standard ordering

指网格节点排列顺序是先X方向增加，然后Y方向增加，即当j=1时，i=1, 2, ..., n, ..., 当j=m时，i=1, 2, ..., n。

D4排列 D4 ordering

指网格节点排列顺序是交错对角线排列，假如标准排列的节点号为M，那么D4排列的节点是一个数组INO，且为INO(M)。

点松驰 Point Successive Over Relaxation method, SOR

一类重要的线性代数方程组迭代解法。方法计算公式为：

$$U_{ij}^{(r+1)} = (1 - \omega)U_{ij}^{(r)} + \omega U_{ij}^{*(r+1)}$$

这里r为迭代序号， $U_{ij}^{*(r+1)}$ 是用Gauss-Seidel法得到的解。 $\omega < 1$ 称为低松驰法， $\omega > 1$ 称为超松驰法。

线松驰法 Line Successive Over Relaxation method, LSOR

一种重要的迭代方法。视每一个迭代步为若干子步，每一子迭代步是将系数矩阵的某行（或列）对应的未知量联立求解，这种方法称线松驰法，在油藏模拟中广泛应用。在多维多节点问题模拟中LSOR方法常被采用。

块松驰法 Block Successive Over Relation method, BSOR

一种迭代方法，视每一个迭代步为若干子步，每一子迭代步是将系数矩阵的某一行（或列）及平行各行（或列）对应的未知量联立求解，这种方法称块松驰法。

预处理共轭梯度法 pre-conditional conjugation gradient method

应用不完全分解对矩阵进行预处理降低其条件数，然后使用共轭梯度或正交极小化进行加速达到快速收敛的矩阵解法。这是一类解法，不同的预处理方法形成不同的解法，是80年代到目前流行的一类解法。

数值弥散 numerical diffusion

由于数值计算引入误差引起两相流动的真解的饱和度陡峭前遭到某种破坏的现象称为数值弥散。

饱和度蔓延 saturation diffusion

当管压力曲线陡峭时，由于舍入误差或未完成的迭代，引起饱和度空间上的小波动，产生毛管压力在空间上的大波动，反过来又引起饱和度在下一时步的物理异常变化，这种现象称为饱和度蔓延现象。

截断误差 truncation error

用差商代替导数产生的误差称截断误差或局部离散误差。

解误差 error of solution

指差分方程的解与微分方程解之间的差别。解误差也称总离散误差。

兼容性 consistency

兼容性是差分操作数的一种属性。一差分操作数 L 与微分操作数 A 是兼容的，指当空间步长 $h \rightarrow 0$ 时， $\|R\| \rightarrow 0$ ，这里 $\|R\|$ 是截断误差向量 R 的某种意义的模。

收敛性 convergence

差分操作数 L 是收敛到微分操作数 A 的，指当空间步长 $h \rightarrow 0$ 时，解误差向量 e 的模 $\|e\| \rightarrow 0$ 。

稳定性 stability

一个数值算法是稳定的，是指任何一计算步产生的误差在以后的计算中不被放大。稳定性的概念在油藏模拟中是极其重要的。

单点上游权 single-point upstream weighting

一种重要的计算两节点中间接口处相对渗透率的方法。其计算公式为：

$$k_{rLi} + \frac{1}{2} = \begin{cases} k_{rL} (S_{wi}) & \vdots \text{ (流动从 } i \text{ 到 } i+1) \\ k_{rL} (S_{wi+1}) & \vdots \text{ (流动从 } i+1 \text{ 到 } i) \end{cases}$$

这里 k_{rL} 为 L 相的相对渗透率， S_w 为流体饱和度。因为方法只涉及上游方向一个节点，故称单点上游权。

两点上游权 two-point upstream weighting

一种重要的计算两节点中间接口处相对渗透率的方法。其计算公式为：

$$k_{rL \frac{i+1}{2}} = \begin{cases} \frac{3 k_{rL} (S_{wi}) - k_{rL} (S_{wi-1})}{2} & \text{(流动从 } i \text{ 到 } i+1) \\ \frac{3 k_{rL} (S_{wi+1}) - k_{rL} (S_{wi+2})}{2} & \text{(流动从 } i+1 \text{ 到 } i) \end{cases}$$

拟函数 pseudo Function

指油藏体积内某个参数的加权平均值，这个参数是指“岩石相对渗透率”及“岩石的毛管力”，旨在描述实验室测定的相对渗透率和毛管力的校正，经校正后，可用二维模拟器处理三维问题。

牛顿迭代 newton-raphson iteration

将非线性方程组变为线性方程组的方法，通过给定初值及求偏导得出需求解的线性方程组，迭代求解直到要求的精度，是全隐式方法求解油藏模拟问题的有效方法。

方向渗透率 directional permeability

由于油藏储层的各向异性使得储层的渗透率成为在不同方向具有不同性质的矢量，因此，渗透率在 X、Y、Z 三个方向的值分别称为储层在这三个方向的方向渗透率。

边界条件 boundary condition

描述发生在油藏与其环境边界处，流体运动和交换的条件称边界条件。

PVT 数据 PVT data

PVT 资料是描述油藏流体性质的资料，例如油的溶解油气比、原油粘度、体积系数等随压力变化的资料。是油藏模拟不可缺少的资料。

初始化 initialization

在油藏模拟中，根据地质、油层物理和力学原理求得初始($t=0$)条件下压力和流体的分布。

初始化数据 initialization data

给出问题在 $t=0$ 时刻的全部参数。例如油层深度、初始油层接口、油水相对密度、原始地层压力、原始饱和压力和溶解油气比等。

油藏动态历史拟合 history match for reservoir performance

油藏动态历史拟合是综合油田地质、油藏工程和油藏模拟的一门边缘技术。动态历史拟合的目的是使模拟计算的油藏动态与实际观测值达到某种逼近(逼近程度由实际问题而定)。动态历史拟合的基本思想是修改不确定性的参数，最先被修改的是难以确定的参数，如水体参数。

虚拟井 pseudo-well

在模拟模型边界处有流量，因而在拟合地层压力及含水时遇到困难，经地质或工程查明原因，可在边界附近假设生产井或注入井来反映这种影响，这种井称为虚拟井。

前处理 pre-processor

对数值模拟的输入资料进行自动插值、形成网格资料的过程叫前处理，前处理提高了资料准备的工作效率。

后处理 post-processor

对油藏模拟结果进行对比曲线、等值图等图形输出的过程叫后处理，该技术简化了结果分析的劳动强度，方便了用户。

三维可视化 three dimensional visualization

借助于工作站三维图形软件工具，实现三维地质模型的空间图像及随时间变化的油藏动态流动模型的过程称三维可视化。

并行算法 parallel technology

油藏数值模拟并行算法是在适合于在各种并行计算机上求解油藏数值模拟问题的计算方法。形式上，它是一些可同时在各个处理器上执行的所有指令的集合，这些指令相互作用和协调动作从而达成对油藏数值模拟问题的正确求解。

粗化技术 upscaling technology

将地质家用来描述复杂地质现象的几十万到几百万节点细网格模型转换为油藏数值模拟软件在存储量和计算速度方面可以接受的几千到几万节点的粗网格模型，而不失其渗流特征的技术，称粗化技术。

动态预测 performance prediction

在完成历史拟合后，使用已完成的历史拟合基础，对规定的开发政策计算油田未来的开发部署、开发动态及开发方案进行预测的过程称动态预测。

第六节 开发工程名词

地质储量 original oil in place

在地层原始状态下，油(气)藏中油(气)的总储藏量。地质储量按开采价值划分为表内储量和表外储量。表内储量是指在现有技术经济条件下具有工业开采价值并能获得经济效

益的地质储量。表外储量是在现有技术经济条件下开采不能获得经济效益的地质储量，但当原油(气)价格提高、工艺技术改进后，某些表外储量可以转为表内储量。

探明储量 proved reserve

探明储量是在油(气)田评价钻探阶段完成或基本完成后计算的地质储量，在现代技术和经济条件下可提供开采并能获得经济效益的可靠储量。探明储量是编制油田开发方案、进行油(气)田开发建设投资决策和油(气)田开发分析的依据。

单储系数 reserves per unit volume

油(气)藏内单位体积油(气)层所含的地质储量。通常采用每米油层每平方千米面积内所含的地质储量来表示 ($10^4\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{m}$)。

地质储量丰度 abundance of OOIP

是指油(气)藏单位含油(气)面积范围内的地质储量(单位：油 $10^4\text{t}/\text{km}^2$ ，气 $10^8\text{t}/\text{km}^2$)，它是储量综合评价的指标之一。油田储量丰度分为：高丰度 (>300)、中丰度 ($100\sim300$)、低丰度 (<100)、特低丰度 (<50)；气田储量丰度分为：高丰度 (>10)、中丰度 ($2\sim10$)、低丰度 (<2)。

动用储量 draw up on reserves

已钻采油井投入开采的地质储量。

水驱储量 water flooding reserves

能受到天然边底水或人工注入水驱动效果的地质储量。

损失储量 loss reserves

在目前确定的注采系统条件下，只存在注水井或采油井暂未射孔的那部分地质储量。

单井控制储量 controllable reserves per well

采油井单井控制面积内的地质储量。

可采储量 recoverable reserves

在现有技术和经济条件下能从储油(气)层中采出的那一部分油(气)储量。

剩余可采储量 remaining recoverable reserves

油(气)田投入开发后，可采储量与累积采油(气)量之差。

经济可采储量 economically recoverable reserves

是指在一定技术经济条件下，出现经营亏损前的累积产油量。经济可采储量可以定义为油田的累计现金流达到最大、年现金流为零时的油田全部累积产油量；在数值上，应等于目前的累积产油量和剩余经济可采储量之和。

油藏驱动类型 flooding type

是指油藏开采时，驱使油(气)流向井底的主要动力来源和方式。

弹性驱动 elastic drive

当油藏主要靠含油(气)岩石和流体由于压力降低而产生的弹性膨胀能量来驱油时称弹性驱动。又称封闭弹性驱。

刚性水压驱动 rigid water drive

当油藏主要靠边水、底水或人工注水的压头来驱油时，地层压力基本保持不变，称刚性水压驱动。其特点是，能量供给充足。

弹性水压驱动 expansion drive

在边水或底水供应不足时，在开发过程中油区和水区地层压力不断下降，流体和岩石发生弹性膨胀，使油被驱替出来，这种过程称弹性水压驱动。

气压驱动 gas drive

气顶中的压缩气的膨胀成为驱油的主要能量时称为气压驱动。又称气顶驱动。人工注气也会形成气压驱动。在气藏中底水能量不足，靠自身气膨胀产生的驱动方式。

溶解气驱动 solution gas drive

油藏地层压力低于原油的饱和压力后，原油中所溶解的气不断分离出来，主要靠这种不断分离出来的溶解气的弹性作用来驱油的开采方式称为溶解气驱动。这种方式也称为衰竭式驱动。

重力驱动 gravity drive

靠原油自身的重力将油排向井底的一种驱动形式。

综合驱动 combination drive

油(气)藏有两种或两种以上驱动力同时起作用时称为综合驱动。

油(气)藏经营管理 reservoir management

油(气)藏经营者合理地应用各种手段从其所经营的油藏中获取最高经济效益的过程。

油(气)田开发 development of oil/gas field

是指在认识和掌握油(气)田地质及其变化规律的基础上，采用一定数量的井，在油(气)藏上以一定的布井方式的投产顺序，在某种驱动方式下，通过调整井的工作制度和它技术措施，把地下石油(气)资源采到地面的全部过程。

开发层系 series of development strata

把特征相近的油(气)层组合在一起并用一套开发系统进行单独开发的一组油(气)层称为开发层系。

开发方式 development method

是指主要利用什么驱油能量进行油(气)田开发。开发方式有利用天然能量开发、人工注水或注气开发、先利用天然能量后进行注水或注气开发。开发方式的选择主要决定于油田的地质条件和技术经济评价。

油(气)田开发方案 oil/gas field development plan

是指在深入认识油(气)田地下情况的基础上，正确制订油(气)田开发方针与原则，科学地进行油藏工程、钻井工程、采油工程、地面建设工程及投资的设计，有计划地将油(气)田投入开发的全面部署和工作安排。它是指导油(气)田开发工作的重要技术文件。

开发程序 development sequence

是指油(气)田从详探评价到全面投入开发的工作顺序和步骤。各油(气)田的情况不同，开发程序亦不相同。一般来说，要经过详探、试采、编制初步开发方案、编制正式开发方案等程序。

油田开发指标概算 estimates of oil field development indices

是指在编制油田开发方案时，用水动力学方法对开发过程中的产量、压力变化及开发年限、最终采收率等指标进行的预测。

油田开发阶段 oil field development stage

是指整个油田开发过程按产量、含水、开采特点等变化情况划分的不同开发时期。按含水变化可分为无水采油阶段、低含水采油阶段、中含水采油阶段、高含水采油阶段；按产量变化可分为全面投产阶段、高产稳产阶段、产量递减阶段、低产阶段；按开发方式可分为一次采油、二次采油、三次采油。

开发试验区 pilot

为了提前认识油田在正式投入开发后的生产规律，对准备开发的新油田，在探明程度较高和地面建设条件比较有利的地区划出一块面积，用方案设计井网和开发方式正式开发，进行生产试验，此区块称为开发试验区。

开发井网 well pattern

开发方式确定以后，用于开发某一层系所采用的井网，包括井别、布井方式和井距。

井网密度 well density

每平方千米含油面积内所钻的开发井数。

基础井网 basic well pattern

一个开发区（油气田）采用多套井网开发时，对具有独立开发条件的主力含油层先部署一套较稀的井网，这套井网叫基础井网。它既能开发主力油层，又能探明其它油层。

泄油面积 drainage area

向每口油井供油的面积称为泄油面积。

泄油半径 drainage radius

与泄油面积相等的圆的半径称为油井的泄油半径或供油半径。

地层压力 reservoir pressure

地层中流体承受的压力称为地层压力。又称油藏压力。

原始地层压力 initial reservoir pressure

油、气在未开采前的地层压力称为原始地层压力。

目前地层压力 current reservoir pressure

是采油过程中某一时期的地层压力。

一次采油 primary oil recovery

利用油藏天然能量（弹性能量驱、溶解气驱、天然水驱、气顶能量驱、重力驱）开采石油。

二次采油 secondary oil recovery

在一次采油过程中，油藏能量不断消耗，到依靠天然能量采油已不经济或无法保持一定的采油速度时，可由人工向油藏中注水或注气补充能量以增加采油量的方法。

注水 water injection

为了保持油层能量，通过注水井把水注入油层的工艺措施称为注水。按注水井分布位置不同可分为边外注水、边缘注水、边内注水。

注水方式 waterflood pattern

指注水井在油田上的分布位置及注水井与采油井的比例关系和排列形式。又称注采系统。

边缘注水 edge waterflood

将注水井布在油藏的边水区内，或油水过渡带内，或含油边界以内不远的地方，均称为边缘注水。

边外注水 outer edge waterflood

又称缘外注水。注水井按一定方式分布在外油水边界处，向边水中注水。

边内注水 inner edge waterflood

注水井部署在含油边界以内向油层中注水。

面积注水 areal pattern waterflooding

是指将注水井和采油井按一定的几何形状和密度均匀地布置在整个开发区内进行注水和采油的注水方式。

注采井组 injection-production well group

一口注水井和几口生产井构成一单元称注采井组。又称注采单元。

三点法注水 three-spot water flooding

按正三角形井网布置的相邻两排采油井之间为一排采油井与注水井相间的井排，这种注水方式叫三点法注水。每口注水井与周围六口采油井相关，每口采油井受两口注水井影响。其注采井数比为 1: 3。

四点法注水 four-spot water flooding

按正三角形井网布置的每个井排上相邻两口注水井之间夹两口采油井，由三口注水井

组成的正三角形的中心为一口采油井，这种注水方式叫四点法注水。每口注水井与周围六口采油井相关，每口采油井受三口注水井影响。其注采井数比为 1: 2。

五点法注水 five-spot water flooding

采油井排与注水井排相间排列，由相邻四口注水井构成的正方形的中心为一口采油井，或由相邻四口采油井构成的正方形的中心为一口注水井，这种注水方式叫五点法注水。每口注水井与周围四口采油井相关，每口采油井受四口注水井影响。其注采井数比为 1: 1。

七点法注水 seven-spot water flooding

按正三角形井网布置的每个井排上相邻两口采油井之间夹两口注水井，由三口采油井组成的正三角形的中心为一口注水井，这种注水方式叫七点法注水。每口注水井与周围三口采油井相关，每口采油井受六口注水井影响。其注采井数比为 2: 1。

九点法注水 nine-spot water flooding

按正方形井网布置的相邻两排注水井排之间为一排采油井与注水井相间的井排。这种注水方式叫九点法注水。每口注水井与两口采油井相关，每口采油井受八口注水井影响。其注采井数比为 3: 1。

反九点法注水 invert nine-spot water flooding

按正方形井网布置的相邻两排采油井排之间为一排采油井与注水井相间的井排。这种注水方式叫反九点法注水。每口注水井与八口采油井相关，每口采油井受两口注水井影响。其注采井数比为 1: 3。

线状注水 line flooding

注、采井的排列关系为一排生产井和一排注水井，相互间隔，生产井与注水井可以对应也可交叉排列。

顶部注水 crestal water injection

是一种油藏顶部布置注水井的注水方式。又称中心注水。

点状注水 spot type water flooding; isolated waterflood

指注水井与采油井分布无一定的几何形态，而是根据需要布置注水井的一种不规则的注水方式。这种注水方式适合于断层多、地质条件复杂的地区或油田。

配产与配注 allocation of production and injection rates

根据方案要求或生产需要，对注水井和油井按层段确定注水量和产油量的工作。

油田动态分析 field performance analysis

通过油田生产资料和专门的测试资料来分析研究油田开采过程中地下油、气、水的运动规律，检验开发方案及有关措施的实施效果，预测油田生产情况，并为方案调整及采取新措施提供依据的全部工作统称油田动态分析。独立开发区块动态分析的定义同上。

单井动态分析 well performance analysis

通过单井生产资料和地质资料，分析该井工作状况及其变化情况、原因，进行单井动态预测，并为改善单井生产情况提供新的措施依据的全部工作统称单井动态分析。

油田动态指标 oilfield performance indices

指在油田动态分析中用来说明油田生产情况和地下油、气、水运动规律的各项指标。

滞油区 bypassed oil area

在注水开发过程中，在现有井网条件下，油层中无法被水波及、残留着大量的油的地方，称之为滞油区或称死油区。

水线推进速度 front advance velocity

指单位时间水线的推进距离。单位为 m/d。

层间干扰 interference between layers

在多层生产和注水的情况下，由于各小层的渗透率和原油性质有差异，在生产过程中

造成压力差异，影响一部分油层发挥作用的现象。

单层突进 breakthrough along monolayer

对于多油层注水开发的油田，由于层间差异引起注入水沿某层迅速推进的现象。

物质平衡方程 material balance equation

任何驱动类型的油藏，流体渗流过程中都必须遵守物质守恒原理，即当油田开发到某一时刻，采出的流体量加上地下剩余的储存量等于流体的原始储量。根据这一原理所建立的方程称物质平衡方程。

驱动指数 drive index

以百分率表示的油田开发过程中各种驱动能力大小的相对指针。如岩石和流体的弹性膨胀体积占总采出液体体积的百分比为弹性驱的驱动指数。

水侵速度 water invasion rate

边水或底水单位时间的入侵量。

水侵系数 water invasion coefficient

单位时间、单位压降下，边水或底水侵入量。

定态水侵 steady state water invasion

当油藏边底水有地面水补充，供水区压力不变，且采出量与水侵量相当，油藏总压降不变时，则水侵是定态的。

准定态水侵 quasi-steady state water invasion

当油藏边底水有地面水补充，供水区压力不变，但采液速度大于或小于水侵速度时，则引起油区压力变化，水侵为准定态的。

非定态水侵 non-steady state water invasion

单位时间的水侵量是随累积采出液量的增加而减少的，而单位压降下的水侵量则为一常数，称为非定态水侵。

井组动态分析 performance analysis of well pattern

通过对井组内的注水井和生产井情况的综合分析，以掌握井组范围内的油、水运动规律，注采平衡情况及其变化，并为改善井组注采状况提供进行调整措施的依据的全部工作称井组动态分析。

注采连通率 connection factor

指现有井网条件下与注水井连通的采油井有效厚度与井组内采油井总有效厚度之比，用百分数表示。

注采对应率 injector-producer connection factor

指现有井网条件下与注水井连通的采油井射开有效厚度与井组内采油井射开总有效厚度之比，用百分数表示。也称水驱储量控制程度。有时为了统计方便，也把与注水井连通的采油井射开油层数与井组内采油井射开总油层数之比称为注采对应率或水驱储量控制程度。

油层动用程度 pay-gross thickness ratio

是指油田在开采过程中，油井中产液厚度或注水井中吸水厚度占射开总厚度之比，用百分数表示。

开采现状图 current status of exploitation

在进行油田开发动态分析时，为了了解每口井的开采现状所绘制的图件。

驱替特征曲线 displacement curve

又称水驱油藏油、水关系曲线或油藏水驱规律曲线。通常是指以油藏累积产水量的对数或水油比同累积产油量的关系所绘制的曲线。

递减率 decline rate

单位时间内(年或月)产量递减的百分数,即上下两阶段产量之差比上阶段的产量,它是衡量油田稳产程度的重要指标。

递减分类 decline type

应用数学表达式和相应关系曲线图表示的产量递减规律。常见的递减类型有:指数递减型、双曲递减型、调和递减型等。

指数递减规律 exponential decline

产油量递减与时间成指数关系,递减率为一个常数。根据 Arps 产量递减规律:

$$D = D_i \left(\frac{Q}{Q_i} \right)^{\frac{1}{n}}$$

当递减指数 $n=\infty$ 时,递减率为常数,且

$$Q = Q_i e^{-D_i t}$$

调和递减规律 harmonic decline

在生产过程中产油量的递减率不是一个常数,递减率随产量的递减而减小。为 Arps 产量递减规律中递减指数 $n=1$ 的情况。

$$Q = Q_i (1 + D_i t)^{-1}$$

双曲递减规律 hyperbolic decline

双曲递减是指产量随时间的变化规律符合于几何学中的双曲线函数。为 Arps 产量递减规律中递减指数 $1 < n < \infty$ 的情况。

$$Q = Q_i (1 + n D_i t)^{-\frac{1}{n}}$$

自然递减率 natural decline rate

指没有新井投产及各种增产措施情况下的产量递减率,即在扣除新井及各种增产措施产量之后的阶段采油量与上阶段采油量之差,再与上阶段采油量之比称为自然递减率。

综合递减率 composite decline rate

指没有新井投产情况下的产量递减率,即扣除新井产量后的阶段采油量与上阶段采油量之差,再与上阶段采油量之比称为综合递减率。

总递减率 whole decline rate

指包括老井、新井投产及各种增产措施情况下的产量递减率,即阶段总采油量与上阶段总采油量的差值,再与上阶段总采油量之比称为总递减率。它反映油田实际产量的递减状况。

流压梯度 flow pressure gradient

指油井生产时油管内每 100m 的压力变化值。

地层总压降 total formation pressure drop

油藏或开发层系原始平均地层压力与目前平均地层压力之差。

采油压差 producing pressure drop

指油井地层压力与油井生产时的井底压力(流动压力)之差。对生产井又称“生产压差”,对排液井又称“排液压差”。

地饱压差 formation saturation pressure difference

地层压力与饱和压力之差

油井流饱压差 bottomhole flowing pressure-saturation pressure difference

井底流动压力与饱和压力之差。

注水压差 water injection pressure difference

注水井注水时的井底压力(流动压力)与地层压力之差。

注采井流动压差 injector-producer borehole flowing pressure difference
注水井流动压力与油井流动压力之差，又称注采大压差。

采油速度 oil recovery rate
年产油量占油田地质储量的百分数。

剩余采油速度 remaining reserves recovery rate
年产油量占剩余可采储量的百分数

储采比 reserve to production ratio
油田年初剩余可采储量与当年产油量之比。

采液速度 fluid recovery rate
年产液量除以油田地质储量(可采储量)，用百分数来表示。

注水速度 water injection rate
年注水量除以油田地质储量，用百分数来表示。

无水采油期 water-free oil production period
油井从投产到见水时延续的时间。对整个油藏来说，无水采油期是指油藏从投产(或全面注水)直到明显见水(一般综合含水约为 2%)为止所延续的时间。

采出程度 recovery percentage of OOIP
是指一个油田开发至任一时间内累积采油量占地质储量(可采储量)的百分数。

稳产年限 years of stable production
又称稳产期。指油田达到所要求的采油速度以后，以不低于此采油速度生产的年限。

稳产期采收率 recovery at stable phase
稳产期内采出的总油量与原始地质储量之比。以百分数表示。

弹性产率 elastic oil rate
在弹性驱动开采阶段，油藏单位压降的产油量。

油井开采方式 well producing method
将油层中的液体举升到地面的方法。

自喷开采方式 natural flow
依靠油层本身的能量将油井中油层液体举升到地面的开采方式。

人工举升方式 artificial lift
油层中液体主要靠外加动力举升到地面的开采方式。

采油(液)强度 producing intensity of oil(fluid)
单位厚度油层的日采油(液)量。

综合气油比 composite producing gas-oil ratio
是指实际产气量与产油量之比。

含水率 water cut
指油井采出液体中产水量所占质量百分数。

综合含水率 average water cut
是指油田月产液量中产水量所占的百分数。

含水上升率 water cut increasing rate
指每采出 1% 的地质储量时含水率的上升值。

含水上升速度 water cut increasing rate
指某一时间内油井含水率或油田综合含水的上升值。

极限含水 limit water cut
是指由于油田含水上升而在经济上失去继续开采价值时的含水极限。

水油比 oil-water ratio

日产水量与日产油量之比,通常用立方米每吨(m^3/t)或立方米每立方米(m^3/m^3)表示。它表示每采出 1t 或 1m^3 原油的同时所采出的水量,可作为表达油田出水程度的指标。

注水强度 intensity of water injection

单位射开油层厚度的日注水量。

耗水量 cumulative water-oil ratio

指注水开发的油田在含水采油期每采出 1t 原油所附带产出的水量。

注入孔隙体积倍数 injected PV of water

累积注入量与油层孔隙体积之比。

地下亏空体积 subsurface voidage

在人工注水保持地层能量的过程中,注入水体积与油层采出流体地下体积之差,称为地下亏空体积。

注采比 injection-production ratio

指某段时间内注入剂(水或气)的地下体积和相应时间的采出物(油、水和地下自由气)的地下体积之比。

存水率 net injection percent

累积注入量减去累积产水量后占累积注水量的百分数。

注入水波及体积系数 sweep efficiency

是指累积注水量与累积产水量之差除以油层有效孔隙体积,即油层水淹部分的平均驱油效率。又称扫及体积系数。

日产能力 daily oil production capacity

指月产油与当月实际生产天数的比值。

日油水平 average daily oil production

指月产油量与当月日历天数的比值,它是衡量原油产量高低和分析产量变化的主要指标。

水驱指数 water drive index

在某一油藏压力下,纯水侵量与该压力下累积产油量和产气量在地下的体积之比。是评价水驱作用在油藏综合驱动中所起作用相对大小的指标。

采液指数 liquid productivity index

指单位生产压差下油井的日产液量。

采油指数 oil productivity index

指单位生产压差下油井的日产油量。

吸水指数 water injectivity index

指单位注水压差下注水井日注水量。

稠油 heavy oil

亦称重油,是指原油密度较大、粘度较高,且用常规开采方不能获得工业性油流的一类原油的总称。1981 年 2 月联合国训练署(UNITAR)在美国纽约召开专家会议,对稠油给予更量化的定义即:在原始油藏温度下,脱气原油粘度在 $100\sim 10000\text{mPa}\cdot\text{s}$,或在 15.6°C 和 0.1013Mpa 压力下密度为 $0.934\sim 1\text{g}/\text{cm}^3$ 的原油即为稠油。国外又进一步把重油分为轻质重油、重质油和特重油等。我国根据中国稠油油藏的特点,把稠油细分为普通稠油(原始油层温度下脱气油粘度 $<10000\text{mPa}\cdot\text{s}$),特稠油(原始油藏温度下脱气油粘度 $10000\sim 50000\text{mPa}\cdot\text{s}$)和超稠油(原始油藏温度下脱气油粘度大于 $50000\text{mPa}\cdot\text{s}$)。

沥青砂 tar sand

指用普通注蒸汽热力采油也很难获得工业油流的油藏。1981 年 2 月联合国训练署(UNITAR)在美国纽约召开的专家会议上讨论并通过的沥青砂的定义为:在原始油藏温度下,

脱气油的粘度大于 10000 mPa·s, 或在 15.6℃及在 0.101MPa 压力下脱气原油的密度大于 1 g/cm³。

粘温关系曲线 viscosity - temperature curve

反映稠油粘度与温度之间对应关系的曲线。在热力采油中, 原油粘度与温度关系十分敏感, 温度升高, 粘度降低。粘温曲线可以反映各温度段粘度对温度变化的敏感程度, 是热力采油中重要的基础资料。

流变特性曲线 rheological characteristic curve

稠油(做为一种流体)受力后产生流动或形变的性质。通过试验可以测出和绘制剪切应力与剪切速率的关系资料和曲线。牛顿液体在剪切应力与剪切速度的直角坐标系中是一条过原点的直线, 直线的斜率即流体的粘度。稠油多属宾汉型塑性流性, 即只有当剪切应力超过稠油的屈服应力时, 稠油才开始流动。且剪切应力与剪切速率成正比。所以宾汉型塑性流体在直角坐标系中是一条不过原点的直线。

油层纯总比 net-gross ratio

油层有效厚度(或称纯油层)与有效厚度所对应的油层井段总厚度之比。它反映出纯油层厚度占总厚度的比例。在热力采油中, 不希望热量散失在无生产能力的隔层和夹层中, 因此, 纯总比越大, 热利用率越高, 对热采越有利。

岩石比热 specific heat of rock

单位质量(1 kg 或 1g)岩石温度升高 1℃所需要的热量。是岩石热物理性质的一个重要参数, 用于热力采油计算。岩石比热又可分为储层岩石(砂岩、灰岩、砾岩等)比热和隔层泥岩比热, 不同岩石的比热也不同。

油层导热系数 formation thermal conductivity

热力采油计算中常用的油层热物性参数, 其值为单位油层长度上、单位时间温度每降低 1℃所通过的热量(KJ/(m·℃))。影响油层导热系数的主要因素为: 岩石、其所含流体的性质和饱和度。60年代以后, 通过多次实验研究, 得到许多计算导热系数的相关公式。

热扩散系数 thermal diffusion coefficient

是导热系数与体积热容之比, 其物理意义是温度波在某一具体物质内传递的快慢程度。

湿蒸汽 wet steam

是汽、液状态共存下的蒸汽。

蒸汽干度 steam quality

是湿蒸汽中蒸汽质量占湿蒸汽总重的百分比。

水饱和温度 saturation temperature of water

水在某一压力状态下升温开始沸腾时的温度。水在不同压力下对应的饱和温度不一样, 状态压力越高, 饱和温度越高。例如水在标准压力(0.1MPa)下的饱和温度是 100℃, 在 1 MPa 下的饱和温度是 179.04℃。

水饱和压力 saturation pressure of water

是指在降压过程中, 水处于单一液相的最低压力。在该压力下, 只要有无限小量的压力降, 气相(小泡状)即从液相中释出。水的饱和压力和饱和温度呈一一对应关系。

水的汽化潜热 latent heat of water

在恒定压力下, 单位质量水由液态转化为蒸汽时所吸收的热量, 或由汽态转化为液态所放出的热量。前者称汽化潜热, 后者称凝结潜热, 对同一物质两者数值相同。但状态压力变化时, 潜热值也变。压力升高, 水的汽化潜热变小。

水的临界压力 critical pressure of water

是指能出现水蒸汽和液态水两相共存的最高压力。换言之, 高于临界压力则不再可能出现汽液两相共存状态, 即不能被汽化。水的临界压力为 22.56Mpa。

水的临界温度 critical temperature of water

指水在临界压力下所对应的饱和温度 (374.1℃)。

热力采油 thermal oil recovery

利用热效应开采重质高粘度原油的一种方法。它包括向油层注入载热体 (热水、蒸汽) 以加热岩石和油层流体的方法及直接在油层内燃烧部分地下原油的地下燃烧法 (火烧油层)。前者主要是利用热能降低原油粘度, 增加流动性, 在热力驱动时载热体还有驱替作用; 后者主要是利用燃烧产生的热量降低原油粘度, 增加油的流动性。此外, 燃烧过程中产生的裂化气及其它产物 (水蒸汽及 CO_2 等) 均具有良好的驱油作用。其中蒸汽吞吐和汽驱已作为开采稠油及超稠油的重要开采方法。

注蒸汽采油 steam-assisted recovery

一种热力采油方法。是利用热载体 (如蒸汽或热水) 将地面产生的热量带到地下加热油层和其中的流体以提高油井产量和采收率。它是利用热力作用。改善高粘原油的流动性, 包括: 降低原油粘度和接口张力; 改善流度比; 以及原油的热膨胀和水蒸汽对原油的蒸馏作用等。注蒸汽采油有三种载热体注入形式: 1. 注热水; 2. 注蒸汽驱油; 3. 周期性注蒸汽 (蒸汽吞吐)。通常注蒸汽采油方法的热量是地面产生的, 由载热体带入地下加热油层, 所以该法热量损失较大。为了提高热效率, 国外已研究和采用井下蒸汽发生器。

蒸汽吞吐 steam huff and puff

又称周期性蒸汽激励。是一种开采重油油藏的有效方法。它的常见形式是向一口井注 2—3 个星期的蒸汽, 关井几天进行热焖降粘, 然后使井自喷, 以后再转入抽油。经蒸汽处理后, 可持续采油相当长的时间。当采油量下降到一定水平后, 再重复一个周期。它是利用注入热量使油层温度增加, 从而使原油粘度急剧下降, 大大增加原油的流度; 由于原油发生热膨胀, 增大原油的体积, 使最终残余油饱和度减小以提高原油采收率的。由于蒸汽吞吐注汽时间短、见效快, 目前国内外常作为蒸汽驱的前期开采措施。

蒸汽驱油 steam flooding

蒸汽从注入井注入, 油从生产井采出的一种驱替方式。其驱油特点是在注入井周围形成一个饱和蒸汽带, 离井较远的地方由于蒸汽与岩层及其中流体的换热而冷却, 在其前缘形成一凝析热水带。饱和蒸汽带的温度与注入蒸汽的温度几乎一样, 随着蒸汽向前推进, 温度缓慢下降。到凝析热水带处, 其温度与油层温度相近。由于蒸汽侵入地带的高温引起部分油的蒸馏, 所以有部分油是由于气驱作用采出来的。如果油层注蒸汽前已注冷水, 则在热水带前缘还将有一个冷水带。这样, 在注入井到生产井之间将经历一连串驱油过程, 前缘是冷水驱, 接着是热水驱, 最后是蒸汽 (水蒸汽和油蒸汽) 驱, 在蒸汽驱和热水驱之间实际上还有局部混相驱, 不会出现水—汽的明显界面。

蒸汽辅助重力泄油 steam assisted gravity drainage, 缩写 SAGD

这是一种新的注蒸汽热力采油机理。典型的 SAGD 技术是在油层内钻上下两口互相平行的水平井。上部水平井为注汽井, 下部水平井为采油井。上部井注入高干度蒸汽, 因蒸汽密度小, 在注入井上部形成逐渐扩张的蒸汽腔, 而被加热的稠油和凝析水因密度大则沿蒸汽腔外沿靠重力向下泄入下部生产水平井。也有把上部注汽井改为几口直井注汽的。SAGD 技术采收率很高 (50—70%), 但要求油层有足够的厚度且操作难度大, 要求注采井之间保持一定的生产压差。

油气比 oil - steam ratio

在注蒸汽热力采油过程的某个阶段中, 采油量与注汽量之比, 即每注一吨蒸汽的采油量。它是评价注蒸汽技术经济效果的主要指标之一。

经济极限油气比 economic limit ratio of oil-steam

注蒸汽热力开采中, 投入与产出相当时相对应的油气比, 低于此油气比下继续热采则无

经济效益。

能油比 thermal energy-oil ratio

在注蒸汽热力采油过程中，每采出一吨原油需要注入的热能量 (kJ)，它综合考虑注入蒸汽的干度和总数量，是评价注蒸汽效果的主要技术经济指标之一。

注汽速度 steam injection rate

指单位时间向油层注入的蒸汽量。现场常用的单位是 t/h 或 t/d。是蒸汽吞吐和蒸汽驱重要的工作参数。

注汽干度 injecting steam quality

指实际注入油层的蒸汽干度。在地面注汽管网和井筒不长时，常用蒸汽发生器出口干度代替。若地面注汽管线长，油层深，地面和井筒热损失大，上述替代则有较大误差，需通过井底蒸汽取样器测取井底干度或通过地面和井筒热力计算求取。

周期注汽量 cyclic steam injection

指在蒸汽吞吐开采方式中，一个吞吐周期的累计注汽量。

注汽强度 injected intensity of steam

指每米油层的累计注汽量。

注汽流压 flowing pressure of steam injection

向油层注汽过程中井底的压力，用井下高温压力计测取。注汽流压大小与井口注汽压力、井深、注汽速度和注汽干度有关。

注汽流温 flowing temperature of steam injection

注汽时的井底温度值，用井下高温温度计测取。注汽流温大小与井口注汽压力、注汽速度、注汽干度、及沿程热损失状态有关。

蒸汽吞吐回采水率 ratio of produced water and injected steam

吞吐阶段（周期或累计）采水量与注汽量之比。

温度场 temperature field

注蒸汽热采过程中油层被加热后的温度分布状况，是油藏动态监测的内容之一。

热前缘 thermal front

注蒸汽热采过程中，蒸汽（热水）推进方向上油层被加热的远程位置。由于油层的非均质性，热前缘的分布也不均匀。

热连通 thermal communication

指蒸汽吞吐过程中，相邻生产井热前缘的连接。

吸汽剖面 steam injection profile

在一定的注汽压力下，沿井筒各射开层段吸汽量的分布。

蒸汽超复 steam overlay

指在注蒸汽过程中，由于蒸汽密度比油小，因此它力图向油层顶部流动，从而形成的汽液接口在顶部超前的现象。在厚油层中此现象更为严重。为了控制超复现象，可根据汽液接口形状选择最佳注入速度。

蒸汽突破 steam breakthrough

注入油层的蒸汽或热水进入采油井，造成采油井出汽或出水的现象。

预应力套管完井 casing prestressed completion

热采井中为了消除套管受热而产生的压应力，在固井过程中对套管预先施加一个拉应力的完井方法。

蒸汽发生器 steam generator

注蒸汽热力采油中产生蒸汽的装置。

隔热油管 thermal insulated tubing

注蒸汽井中所采用的一种特殊油管。它由内管和外管构成，两管之间填充隔热材料，如蛭石、玻璃棉、珍珠粉等，再抽成真空状态，它们的导热系数很小。使用这种油管可减少注蒸汽过程中沿井筒的热损失。用以提高注入油层蒸汽的干度。

热采封隔器 thermal packer

热采的注入井和采油井中所采用的一种特殊封隔器。其密封部件均由耐热材料制成。耐热材料多使用耐高温橡胶、石墨或延展性较好的金属。

地面汽水分离器 steam-water separator

是一种对蒸汽发生器产出的湿蒸汽（干度 $<80\%$ ）再进行高压汽水分离的装置。通过汽水分离，出口干度可达 90% 以上，

火烧油层 in-situ combustion

又称地下燃烧采油。是一种提高油层原油采收率的热力开采方法。其基本方法是向注入井注入空气，然后在井底点火使油层内原油燃烧，在油层中形成一个狭窄的高温燃烧带。在燃烧带移动过程中，由于热效驱、凝析蒸汽驱、混相驱和气驱等的联合作用，驱使原油向生产井移动。火燃油层方法有：正燃法火烧油层、逆燃法火烧油层和湿式火烧油层三种方式。

正燃法火烧油层 forward combustion process

火烧油层法具体应用时处理油层的一种方式。它是由注入井向油层注入空气并点燃油层，在油层中形成一个移向生产井的狭窄的高温燃烧前缘。当其向生产井移动时，将形成若干不同的区带，在燃烧前缘的后方是已烧净了的灼热的砂层，它可有效地用于加热注入空气。当注入空气到达燃烧前缘时，便使残留在砂粒表面上的焦炭剧裂燃烧。燃烧的热量除靠传输送外，大部份是靠由于燃烧高温产生的水蒸汽和轻质油气以及燃烧废气，在注入汽流的驱动下携带热量在燃烧带的前方并与前方冷油层换热而凝析下来形成蒸汽带、热水带和轻质油带。由此可见火烧油层是包含热效驱、凝析蒸汽驱、混相驱和气驱的联合驱动过程。其结果是地层原油粘度大大降低，流动性增大，从而使油井产量大大增加。正燃法火烧采油法是使用最普遍和最受重视的一种方法。

逆燃法火烧油层 reverse combustion process

火烧油层法具体应用时处理油层的一种方式。它适合于原油粘度特高、流动性特低以致不能流动的油藏如沥青砂层。它与正燃法相反，这一方法是火井在点燃地层以后改为生产井，而原来的生产井改为注汽井；燃烧带推进的方向与注入空气流动的方向相反。在燃烧带向注入井移动时，因加热地层降低了原油粘度，使部分加热了的原油流入生产井而采出，部分油被烧掉，还有一部分油被蒸发而随气流入生产井，并在地面装置中凝析下来，从而使油井产量提高。

湿式火驱采油 wet combustion process

一种正燃法的改进型。因为正燃法火烧油层时，地下产生的热约半数存在于燃烧前缘和注入井之间。为了更有效地利用这部分热量，并将其移至燃烧带的前方，向正在燃烧过程中的油层注入一定数量的水。注入的水与已燃带高温岩层接触，则汽化并使岩石冷却，汽化的水随注入气流携带热量，在燃烧前缘的前方凝结成热水，随之将热传到火线前方的地区，从而扩大热水带的延伸范围，并在更大的范围内降低原油的粘度，使得稠油有可能在较低的压力下流动。由于湿式火烧法热能利用效率高，因而有可能减少空气用量。

火烧气油比 air-oil ratio of in-situ combustion

指每产1吨油所消耗的注入气量（通常是可助燃的空气），是火烧油层法的一项经济指标。

第七节 提高采收率名词

三次采油 tertiary recovery (tertiary process)

指油藏经一次、二次采油后,用各种提高采收率方法,如注热介质、化学剂或气体等流体开采油藏中剩余油的方法。

EOR enhanced oil recovery

泛指除注水以外的提高采收率的方法。包括改善的二次采油方法和三次采油方法。

IOR improved oil recovery

它仅指提高采收率的三次采油方法。在一些文献和专著中已用它代替传统的 EOR 术语。

ASR advanced secondary recovery

指先进的二次采油方法。据美国新墨西哥州采收率所的研究人员估计,将来 ASR 术语会被越来越多的采油工程师接受。

平面波及系数 areal conformance

指驱油剂在平面上波及的面积 A_s 和整个含油面积 A 的比值,多以 E_a 表示。即 $E_a = A_s/A$

垂向波及系数 vertical conformance

又称厚度波及系数。指驱油剂在纵向上波及到的油藏厚度 h_s 与油藏垂直厚度 h 的比值,以 E_{vs} 表示。即 $E_{vs} = h_s/h$

体积波及系数 volumetric sweep efficiency

指驱油剂驱扫过的体积 V_s 与整个油藏含油体积 V 的比值,以 E_v 表示。即 $E_v = V_s/V$

驱油剂 oil displacement agent

从注入井注入地层,将油驱至采油井的物质。

化学驱 chemical flooding

以化学剂组成的各种体系作驱油剂的驱油法。

聚合物驱 polymer flooding

以聚合物水溶液作驱油剂的驱油法。

稠化剂 thickener

能明显提高液体粘度的化学剂。

流度控制剂 mobility control agent

通过增加液体的粘度和(或)减小孔隙介质渗透率而达到控制流度的化学剂。

聚合物 polymer

由重复单元组成的高分子化合物。

合成聚合物 synthetic polymer

由单体通过聚合反应得到的产物。

均聚物 homopolymer

由一种单体聚合形成的高聚物。

共聚物 copolymer

通常为两种或两种以上不同单体经共聚反应而得到的高聚物。

部分水解聚丙烯酰胺 partially hydrolyzed polyacrylamide

分子中含丙烯酰胺和丙烯酸盐链节的聚合物，可由聚丙烯酰胺部分水解或相应单体共聚得到。

天然聚合物 natural polymer

来自自然界的聚合物。

聚糖（多糖） polysaccharide

能水解生成单糖的聚合物。

葡聚糖 glucosan

能水解生成葡萄糖的聚糖。

葡甘露聚糖 glucomannan

能水解生成葡萄糖和甘露糖的聚糖。

生物聚合物 biopolymer

生物代谢过程中产生的聚合物。

黄胞胶 xanthan gum

在黄单胞杆菌属细菌作用下，由碳水化合物溶液发酵得到的生物聚合物。

硬葡聚糖 scleroglucan

在小核菌属真菌作用下，由葡萄糖溶液发酵得到的生物聚合物。

生物葡聚糖 dextran

在明串珠菌属作用下，由葡萄糖溶液发酵得到的生物聚合物。

水溶性聚合物 water-soluble polymer

可在水中分子分散的聚合物。

油溶性聚合物 oil soluble polymer

可在油中分子分散的聚合物。

聚合电解质 polyelectrolyte

一种能电离的导电高聚物，有天然的，也有合成的。

阴离子型聚合物 anionic polymer

能在水中产生聚阴离子的聚合物。

阳离子聚合物 cationic polymer

能在水中产生聚阳离子的聚合物。

非离子型聚合物 nonionic polymer

不能在水中解离的聚合物。

交联 crosslinking

线型聚合物通过分子间化学键的形成而产生体型聚合物。

交联剂 crosslinking agent

能将聚合物的线型结构交联成体型结构的化学剂。

Mark-Houwink 方程

表征特性粘度和相对分子质量关系的经验公式。即：

$$[\eta] = K \cdot M^{\alpha}$$

式中： $[\eta]$ ——特性粘度；

M ——为相对分子质量。

K 、 α ——是与溶剂和温度有关的常数。

相对粘度 relative viscosity

指聚合物溶液粘度与溶剂粘度之比，无因次。

增比粘度 specific viscosity

指聚合物溶液的粘度与溶剂粘度之差同溶剂的粘度之比，无因次。

比浓粘度 reduced viscosity

指聚合物溶液的增比粘度与聚合物溶液的质量浓度之比。量纲为 cm^3/g 。

固有粘度 inherent viscosity

指相对粘度的对数值与聚合物溶液的质量浓度之比，量纲为 cm^3/g 。

特性粘度 intrinsic viscosity

指用一系列聚合物溶液的质量浓度为自变量对比浓粘度和（或）固有粘度作图将直线外推至在纵轴上的截距，即为特性粘度，量纲为 cm^3/g 。

粘均相对分子质量 M_v viscosity averaged relative molecular weight

经测聚合物溶液（聚合物相对分子质量未分级）粘度，并根据 Mark-Houwink 方程计算出的参数叫粘均相对分子质量，常以 M_v 表示，它常介于数均相对分子质量与重均相对分子质量之间。

相对分子质量分布 relative molecular weight distribution

聚合物是由同一化学组成，聚合度不等（链长不同，相对分子质量不同）的同系混合物。即聚合物的相对分子质量表现为多分散性。如将其各级分一一分开，测定其重量或体积并对相对分子质量作图，就会得到聚合物相对分子质量分布情况。

构象 conformation

指分子中的取代原子绕碳-碳单键旋转时所形成的任何可能的三维的或立体图形。

离子强度 ionic strength

电介质溶液中阳、阴离子浓度与其对应电荷数平方的乘积的总和数的一半,

$$I_s = (1/2) \sum C_i Z_i^2$$

式中: C_i ——第 i 种阳、阴离子浓度, mol/L;

Z_i ——第 i 种阳、阴离子电荷数。

盐敏效应 salt sensitivity effect

此处仅指部分水解聚丙烯酰胺 (HPAM) 溶液的一种属性。即柔顺的 HPAM 分子在良性溶剂或低浓度盐水中, 由于它链节上的电荷相互排斥使分子舒张, 故粘性大, 反之在高浓度盐水中由于静电引力使分子蜷缩, 故粘性显著减小。将这种粘度发生显著变化的现象称盐敏效应。

阻力因子 resistance factor

聚合物驱过程中水的流度与聚合物溶液的流度之比。

残余阻力因子 residual resistance factor

又称渗透率下降因子, 它指油层注聚合物前水的流度与注聚合物后水的流度之比, 无量纲。

不可进入的孔隙 inaccessible Pore

指油层中部分孔隙小于聚合物分子等效直径, 致使聚合物溶液不能进入的孔隙。

胶体分散胶 colloial dispersion gel

是指体系中所用聚合物浓度 (多在 200mg/L~400mg/L) 低到不能与交联剂形成连续的三维冻胶, 而是形成多数由分子内交联极少数由分子间交联的悬浮或胶体溶液。它在高压差时自身可流动, 但在低压差时却能阻挡水的流动。

降解 degradation

在物理因素、化学因素或生物因素作用下使聚合物相对分子质量降低的过程。

热降解 thermal degradation

由温度升高引起的聚合物降解。

化学降解 chemical degradation

由化学作用引起的聚合物降解。

剪切降解 shear degradation

由剪切作用引起的聚合物降解。

生物降解 biodegradation

由生物作用引起的聚合物降解。

稳定性 stability

物质在某些因素作用下保持其原有性质的能力。

热稳定性 thermal stability

物质在热作用下保持其原有性质的能力。

剪切稳定性 shear stability

物质在剪切作用下保持其原有性质的能力。

化学稳定性 chemical stability

物质在化学因素作用下保持其原有性质的能力。

生物稳定性 biostability

物质在微生物作用下保持其原有性质的能力。

粘度半衰期 viscosity half-life

聚合物溶液粘度在一定温度条件下保持初始粘度一半时经历的时间。即，

$$t_{1/2} = -\tau \ln\{(\mu - \mu_s / \mu_i - \mu_s)\} = -\tau \ln(1/2) = -0.693 \tau$$

式中： $t_{1/2}$ —— 半衰期，d；

τ —— 粘度衰减常数，d；

μ_i 、 μ_s 、 μ —— 分别为聚合物溶液的初始粘度、溶剂的粘度和热稳定性试验期间某时刻时的聚合物溶液粘度，mPa·s。

粘度指数衰减模型 viscosity exponential decay model

在稳定性研究中，描述聚合物溶液在高温下，粘度与时间的相依关系。

$$\text{即 } \ln[(\mu - \mu_s) / (\mu_i - \mu_s)] = -t / \tau$$

式中： t —— 时间，d；

τ —— 粘度衰减常数，d

酶 enzyme

专指生物细胞内形成的一类有机催化剂。酶对所催化的物质有高度专一性，一种酶通常只能催化某一种化学反应，而对其他反应作用不大。

发酵 fermentation

一般指酶或细菌分解碳水化合物为醇和二氧化碳的厌氧放能反应。

碱驱 alkaline flooding

以碱的水溶液作驱油剂的驱油法。

碱耗 alkaline consumption

碱驱过程中碱与地层矿物和地层流体反应及吸附所引起的损耗。

表面活性剂 surfactant; surface active agent

分子由亲水的极性部分和亲油的非极性部分组成，少量存在就能大大降低表面张力的物质。

表面活性剂驱 surfactant flooding

以表面活性剂体系作驱油剂的驱油法。

阴离子型表面活性剂 anionic surfactant

解离后由阴离子部分起活性作用的表面活性剂。

羧酸盐型表面活性剂 carboxylate surfactant

通式为 RCOOM 的阴离子型表面活性剂。式中 R 为烃基，M 为金属离子。

磺酸盐型表面活性剂 sulfonate surfactant

通式为 RSO_3M 的阴离子表面活性剂。式中 R 为烃基，M 为金属离子。

石油磺酸盐 petroleum sulfonate

用磺化剂将石油或石油馏分磺化，再用碱中和制成的磺酸盐型表面活性剂。

阳离子型表面活性剂 cationic surfactant

解离后由阳离子部分起活性作用的表面活性剂。

非离子型表面活性剂 nonionic surfactant

活性作用部分不能解离的表面活性剂。

两性表面活性剂 amphoteric surfactant

活性作用部分带两种电学性质的表面活性剂。

高分子表面活性剂 macromolecular surfactant

指有表面活性剂性能的高分子化合物。

生物表面活性剂 biosurfactant

生物代谢过程中产生的表面活性剂。

亲水亲油平衡值 hydrophile-lyophile balance value

表示表面活性剂的亲水能力对亲油能力关系的数值，其值越小，表面活性剂越亲油。

胶束 micelle 其大小在胶体范围内的带电分子团或分子聚集体。

临界胶束浓度 critical micelle concentration

表面活性剂在溶液中开始明显生成胶束的浓度。

胶体 colloid

颗粒在 $10^{-4} \sim 10^{-7}$ 厘米之间的分散物质称胶体。

克拉夫特点 Krafft point

离子型表面活性剂溶解度急剧上升的温度。

浊点 cloud point

这里仅指温度升高时，某些非离子表面活性剂水溶液有一个由透明到混浊的温度，这个温度叫浊点。

协同效应 synergism

两种或两种以上化学剂复配后的使用效果优于同条件下化学剂单独效果简单加和的效应。

微乳液 microemulsion

通常由油、水、表面活性剂、助表面活性剂和电解质等组成的透明或半透明的稳定体系。

相 phase

指体系内部物理性质和化学性质完全均匀的部分。

上相微乳液 upper phase microemulsion

与过量盐水处于平衡状态的微乳液。

中相微乳液 middle phase microemulsion

与过量盐水和油处于平衡状态的微乳液。

下相微乳液 lower phase microemulsion

与过量油处于平衡状态的微乳液。

最佳含盐量 optimal salinity

产生最佳驱油效果时驱油剂的含盐量。

增溶作用 solubilization

难溶的固体或液体在表面活性剂溶液中的溶解度显著增加的作用。

增溶参数 solubilization parameter

单位体积或质量的表面活性剂在油中增溶水或在水中增溶油的体积或质量，常以 V_w/V_s (或 m_w/m_s)； V_o/V_s (或 m_o/m_s) 表示。

式中： V_s 、 m_s ——表面活性剂的体积和质量；

V_w 、 m_w ——增溶水的体积和质量；

V_o 、 m_o ——增溶油的体积和质量。

配伍性(兼容性) compatibility

体系中各成分间或体系与环境间不发生影响其使用性能的化学变化和(或)相变化的性质。

等效烷烃碳数 equivalent alkane carbon number

当原油与某一碳数的正构烷烃对表面活性剂体系的界面张力特性相同时，则该正构烷烃碳数称为该原油的等效烷烃碳数。

超低界面张力 ultralow interfacial tension

低于 $10^{-1} \text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$ 的界面张力。

泡沫特征值 foam quality

泡沫中气体体积与泡沫总体积的比值。

酸值 acid number

衡量成品油或原油中含酸量的度量，常以 $\text{mgKOH/g}_{\text{油}}$ 表示。

助表面活性剂 cosurfactant

能改变表面活性剂的亲水亲油平衡，影响体系的相态和相性质的微乳成分。

牺牲剂 sacrificial agent

以自身损耗来减少其它化学剂损耗的廉价化学剂。

微乳液驱 microemulsion flooding

以微乳液作驱油剂的驱油法。

胶束溶液驱 micellar solution flooding

通常指微乳驱，也指以浓度大于临界胶束浓度但小于 2%的表面活性剂溶液作驱油剂的驱油法。

泡沫驱 foam flooding

以泡沫作驱油剂的驱油法。

乳状液驱 emulsion flooding

以乳状液作驱油剂的驱油法。

复合驱 combination flooding

以聚合物、碱、表面活性剂、水蒸汽等两种或两种以上物质的复合体系作驱油剂的驱油法。

混溶剂 miscible agent

在一定条件下能与原油混相的物质。

混相驱 miscible flooding

以混溶剂作驱油剂的驱油法。

混相流体 miscible fluid

在一定条件下当两种流体按任何比例都能混合在一起，并且混合物保持单相时，这两种流体即为混相流体。

最小混相压力 minimum miscibility pressure

指注入的 CO₂ 流体在油层温度下与油藏中原油达到混相的最低压力。

重力分异 gravity segregation

指驱油剂与油层中原油密度或与油藏中可流动盐水密度不等而引起的超覆现象。

萃取 extraction

利用适当溶剂从固体或液体混合物中分离出可溶组分的过程。

二氧化碳“吞吐” carbon dioxide huff and puff process

指将 CO₂ 注入生产井，经关井与井筒附近原油作用后，再开井生产的增产工艺。

刺激比 stimulation ratio

CO₂ “吞吐”后最高月产油量与增油量（要校正浸泡期的产量）与“吞吐”前 13 个月内的最高月产油量之比。

利用系数 recovery factor

“吞吐”时注入的 CO₂ 量与增油量之比，单位 stdm³CO₂/m³ 油。

微生物提高采收率法 microbial enhanced oil recovery

利用微生物在油层中产生的生物化学剂，如溶剂、CO₂ 和生物表面活性剂达到提高采收率的方法。

第八节 经济评价名词解释

财务净现值 financial net present value

指项目按行业的基准收益率或设定的折现率 i_c ，将项目计算期内各年的净现金流量折现到建设期初的现值之和。它是考察项目在计算期内盈利能力的评价指针。财务净现值大于或等于零的项目是可接受的。

财务内部收益率 financial internal rate of return

指项目在计算期内各年的净现金流量现值累计等于零时的折现率，它反应项目占有资金的盈利率。财务内部收益率应与行业的基准收益率或设定的折现率比较，当它大于或等于基准收益率时，即认为该项目在财务上是可接受的。

投资回收期 investment payback time

指以项目的净收益抵偿全部投资（包括固定资产投资、投资方向调节税和流动资金）所需要的时间。它是考察项目在财务上投资回收能力的主要静态评价指标。

投资利润率 profit-investment ratio

投资利润率是达到设计生产能力后的一个正常生产年份利润总额与项目总投资的比率。它是考察项目单位投资盈利能力的静态指标。

投资利税率 profit and tax investment ratio

指项目达到生产能力后的一个正常生产年份内的利税总额或项目生产期内的年平均利税总额与项目总投资的比率。

基本建设投资 capital construction investment

指花费在企业建设上全部活劳动和物化劳动的总和。

固定资产投资 investment in fix assets

指项目按拟定建设规模、产品方案、建设内容进行建设的费用。它包括建筑工程费、设备购置费、安装工程费、工程建设其它费用和预备费用。

流动资金 circulating capital

指为维持生产所占用的全部周转资金。它是流动资产与流动负债的差额。

成本和费用 cost and expenses

指油气田企业生产经营过程中所发生的全部消耗。包括油气产品开采成本，管理费用、销售费用和财务费用。

管理费用 management expenses

指石油企业管理局一级的行政管理部门为管理和组织经营活动所发生的各项费用。包括管理局经费、工会经费、职工教育经费、劳动保险费、待业保险费、董事会费、咨询费、审计费、诉讼费、排污费、绿化费、税金、土地使用费、矿产资源补偿费、土地损失补偿费、技术开发费、无形资产摊销、存货盘亏及其它管理费用。

财务费用 financial expenses

指企业为筹集资金而发生的各项费用。包括生产经营期间发生的利息净支出、汇兑净损失、调剂外汇手续费、金融机构手续费以及筹资发生的其它财务费用等。

销售费用 selling expenses

指企业在销售产品、自制半成品和提供劳务过程中发生的各项费用，以及专设销售机构的各项费用。

财务基准收益率 financial basic return rate

是行业内项目的财务内部收益率的基准值，它代表着行业内所有投资资金应当获得的最低财务盈利水平。是判断投资方案是否可行的基本标准。