

高等学校教学用书

油矿水文地质学

苏联 Г.М. 苏哈列夫著

石油工业出版社

內 容 提 要

本書是苏联出版的高等學校教材。書中分析了油田水的特性、化學成分，研究了油田水動力學和油田水試井工作方法。對於地下水在油、氣藏的形成的形成；開采方面的作用，以及油、氣田開采過程中油田水文地質工作和礦藏保護工作等方面，均敘述得比較詳細。書中也敘述了根據水化學特征進行含油遠景評價。

本書可作為我國高等院校石油地質專業教學用書，也可供石油地質人員參考。

本書俄文版原書共 21 章，中文譯本將前 5 章普通水文地質部分刪去。讀者可參考其它普通水文地質書籍。

Г. М. СУХАРЕВ

ОСНОВЫ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЙ

ГИДРОГЕОЛОГИИ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1956 年莫斯科版翻譯

統一書號 13037·32

油矿水文地質学

刘芳槐 于志鈞譯

*

石油工業出版社出版(地址：北京大柵欄石油工業部內)

北京市書刊出版業營業登記證出字第0133号

石油工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{16}$ 開本 * 印張7 $\frac{3}{4}$ * 157千字 * 印1—3,000册

1959年2月北京第1版第1次印刷

定價(10)1.15元

目 录

第一章 油田水起源.....	1
第二章 油田水的特性.....	9
1. 前言	9
2. 油田水分类	10
3. 油、气藏内的边水推进	13
油-水及气-水接触特性	13
4. 油藏水侵状况图的编制	18
第三章 苏联油田水的化学成份	20
1. 前言	20
2. 油田地下水的类型	21
3. 古水文地质略图	22
4. 油田水分带	23
5. 鉴别地下水成份起源的 A. П. 维罗格拉道夫比例系数	28
第四章 地下水动力学概论	30
1. 前言, 渗滤速度及其与平均运动速度的关系	30
2. 达西定律及其应用范围。非线性渗滤定律	31
3. 渗滤流的连续方程式	35
4. 地层水运动的微分方程式	37
5. 水向排液道及井的稳定流	39
6. 非均质渗透层	44
7. 地下水的推挤作用。非均质液体	47
8. 水及地层的弹性现象	51
第五章 试水井	54
1. 前言, 试井目的	54
2. 试井方法	55
3. 稳定工作方式试井	55

4. 稳定工作方式試井資料的整理	56
5. 根据試井資料确定渗透率及导压系数	57
第 六 章 石油与天然气藏的驱动方式及地層压力	
的观测方法	59
1. 前言	59
2. 根据属于不同地質水动力帶的油藏驱动分类	59
3. 观测地層压力的方法。系統研究地層压力的意义	64
4. 地層压力与構造上井位分佈的关系	65
5. 生产層的压力	68
6. 折算地層压力	70
7. 等压圖的編制	72
8. 外緣井(测压井)水面的观测	74
第 七 章 井温測量	76
1. 前言, 地热研究对合理开发石油与天然气田的意义	76
2. 地热研究的簡史	77
3. 油、气田井温測量方法	81
4. 溫度測量結果的实际利用	86
5. 在油田范围內进行地热研究的解釋及綜合工作	94
第 八 章 油田范围內及其邻近区域的矿水泉和淡水泉的研究	99
1. 前言	99
2. 在含油、气区中研究泉水动态的意义	101
3. 矿水泉和淡水泉的研究	102
第 九 章 泉水流量測定以及在勘探、开采和开发油田时井中采出水量的計算	109
1. 前言, 泉水流量測定以及在油矿上計算采出水量的意义	109
2. 泉水流量的測定	110
3. 在勘探和开发油矿时井中湧水量的測定	113
第 十 章 取水样	121

1. 前言	121
2. 从井中取水样	122
A 从地層試驗井中取水样	122
B 从正在开采的油井中取水样	122
B 試驗井或开采井中深部水样的选取	123
3. 从泉、小溪和河流中取水样	124
4. 專門样品的采取	124
第十一章 油田水的气体成份	127
1. 前言	127
2. 天然气的分类	127
3. 天然气的化学成份	128
4. 自由析出的气体取样	133
5. 溶解在水中的气样的采取	138
第十二章 水化学剖面圖、水化学平面圖以及表示油 田地下水化学成份变化的各种曲綫的編制	143
1. 前言, 各种水化学剖面圖及水化学平面圖在研究油田水 文地质时的意义	143
2. 正常(标准)的油、气田水化学柱狀剖面圖的編制	144
3. 水化学横剖面圖的編制	148
4. 水化学平面圖的編制	154
5. 表示油田地下水化学成份变化的各种曲綫的編制	163
第十三章 地下水在油、气藏形成、保存和破坏过程 中的作用	167
1. 前言, 这个問題的理論和实际意义	167
2. 油、气藏形成时地下水的作用	168
3. 引起油、气藏破坏和保存的水文地质条件	173
第十四章 根据水化学标誌和温度标誌进行含油性 远景的估价	180
1. 前言	180
2. 硫酸鹽还原是預測含油性的标誌	182

3. 在高加索东北部油田中硫酸鹽还原的某些例子184
4. 水中的硫化氫可作为預測含油性的標誌188
5. 环烷酸、碘、溴、硼和其它稀有元素可作为預測
含油性的標誌189
6. 地下水的气体成份可作为含油性的標誌190
7. 地壳可能含油的溫度標誌190
8. 根据水文化学標誌編繪含油、气性預測圖的方法191

第十五章 油、气田水在苏联国民經济上作为矿物原料方

面的意义(油田水的利用)196

第十六章 石油与天然气田的矿藏保护199

1. 前言, 矿藏保护的意義与任务199
2. 在勘探油田及气田时的矿藏保护202
3. 开发石油与天然气田时的矿藏保护204
4. 修复-封固工作205
5. 当勘探、开发及开采油、气田中所埋藏的水时的
矿藏保护207
6. 固井及其試驗程序207

結束語209

附录 苏联某些油田不同地層地下水的化学組成211

参考文献212

第一章 油田水起源

天然水起源的問題，在很久以前，就引起了人們的注意。还在石油工業發生和發展的初期，就出現了各种各样的油田水起源的假說。

随着石油工業鑽井事業以及石油地質的發展，油田水起源的許多假說，被一些新的重要觀察及实际資料所充实，这种实际資料是在勘探和开发油气藏的时候，在鑽进深井和浅井的过程中所获得的。

流傳最广的油田水起源假說为 下面 这些：1) 滲入說，2) “化石水”或埋藏水，3) 有机說，4) 初生說。

目前关于油田水的文献甚多，虽然如此，但是对油田水起源問題进行确切而清楚的叙述，一直到最近还没有。

П. П. 克里門托夫(1953年)公正地指出：在油田地下水起源的問題中，还存在着許多不清楚和爭論的問題。П. П. 克里門托夫已經得到的結論是 完全正确的，該結論指出，“不能^①离开了水文地質和水文化学的总的成就，而仅从狹隘的实用观点，如水淹油井的来源，来探討油田水的問題。

在研究与油田地下水有关的問題时，無疑地应联系到一般天然水起源的問題，因为油田水不过是天然水的变种。

由这样的观点出發，苏联水文地質学家們正确地解决了油田地下水起源的問題。

根据起源，地下水可分为：1) 滲入水，由于大气降水和地表水——河、小溪、湖泊等滲入透水的或者帶裂隙的岩石中而形

① 原書在这里是“离开了”，可能因原書排版有誤。——譯者

成；2)由于水蒸汽在岩石的孔隙和空洞中凝結而成的水；3)当沉积物在有水的环境中形成时，由沉积物带来的沉积水；4)沉积物中有机質分解結果而形成的水；5)岩漿冷凝时以及岩石和矿物變質时而形成的水。

各国的研究家們，曾經仔細地研究过很多油田中的水，但都沒有能証实油田水起源于初生說。但是，在某些情況下，主要在火山活动的地区，可以想像初生水乃是其它起源的油田水的混合物。

大家都知道，很多矿物和岩石中，都含有化学結合的結晶水或水合作用而形成的水。含有化学結合水的矿物和岩石，当温度条件和压力改变的时候，即可分泌出一部分水。这种水也可能在某种情況下，参与油田水的形成。

談到油田水起源的有机說，應該指出，当有机質分解的时候，在沉积物中会有水的分泌产生，無疑地这种水与沉积水，有时与其它成因的水一起構成了封閉構造中油田水的儲量。

根据起源，油田水在絕大多数情況下，都屬於沉积水和滲入水。在后者的成份中，也包含了某些由水蒸汽在岩石的孔隙和空洞中凝結而成的水。

沿着岩石流动的滲入水和由水蒸气凝結而成的水，溶解了岩石中的氯化物、硫酸鹽、碳酸鹽等等，結果改变了水的化学成份及其成因型。在运动的过程中，滲入水的化学成份，不仅由于水与岩石相互作用，而且同样也由于和以前較古老的沉积水相混合的結果，有时还由于温度显著增高，發生水濃縮的結果而变化。由于生物活动也能引起滲入水的变化。在某些情況下，在油气藏分佈的地区，生物化学作用进行得非常强烈。在这里，水成份的变化，在很大程度上决定于脫硫酸作用。

В. И. 維尔納德斯基詳細地闡述了地下水(通常其中也包括了油田水)的起源問題。他認為地層水主要是靠大气降水中的雨

水，从供水区离开地表渗透到某个深度上而形成的。

談到地層水化学成份的規律变化时，B. И. 維尔納德斯基写道：“随着在地壳中的深度加大，地層水的濃度增高”。他还写道，地層水可以是淡的，鹹的和滴水狀的，而且还具有特殊的气体成份。

因此，在有利的地質条件下(如在圖1的貯水盆地中，其中的水可以从供水区向洩水区进行运动)，滲入水从供水区通常可一直达到油藏(如北高加索的許多油田)。

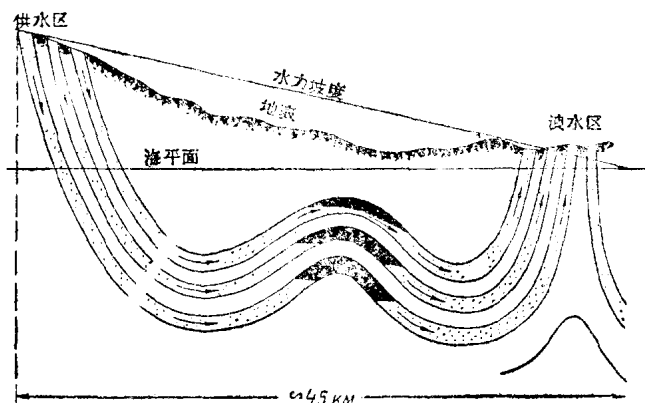


圖 1 敞开型油藏剖面略圖

在生物化学作用以及液态和气态烴类相互作用的影响下，使得在油田範圍內的滲入水具有特殊的性質。

在油田的深部地層中和位于离供水区距离很大的油田中(封閉構造，圖2)，广泛分佈着高矿化水和氯化鈣型的鹽水。

根据矿化特征，这种水通常属于氯化物的，但是，它們与現代海盆中的水有很大的区别。油田深部地層水中，在具有氯化鈉和氯化鎂的同时还具有氯化鈣。众所周知，氯化鈣在海水中是沒有的。这种水形成和保存在与地表沒有水交替的地帶中，該区处于水文地質隔离的环境(封閉構造)。高矿化水和深部地層中的鹽

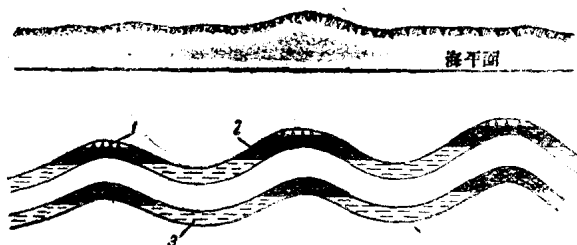


圖 2 封閉型油藏剖面
1—天然氣；2—石油；3—高礦化水。

水，按照起源來說可以歸併為古代沉积水。

簡短地敘述一下沉积水的形成条件，正如以前已經提到的，沉积水是包含在下沉很深的沉积層中。在这样的沉积岩層中，由于構造方面的原因(被断裂变动隔开的个别構造地塊)沒有被滲入起源的現代水所冲刷。堆积在含水环境中的沉积物，經常被海水或發生沉积作用的其它盆地中的水所浸潤。

因此，發生沉积作用的这种盆地中的水，構成了原始的沉积水。根据肯克的資料，淤泥中水的含量从 40—50 到 90% 或更多一些(体积比)。在現代沉积盆地的砂中，其水的含量达到 15—30%(体积比)，这个数字可以說明在沉积过程中，被埋藏下来的水量。固然，在沉积物沉积以后的开始阶段，在淤泥固結过程中，会使淤泥水遭到損失；这种水又从新由淤泥質沉积物中，进入海洋的底部。多少数量的水被埋藏下来，这个問題一直到現在仍然是不清楚的。可以这样認為，沉积物中的埋藏水，其数量完全足以充滿岩石的孔隙。

比較一下沉积水和現代海盆中的水的成份，不难看出，后者和前者之間有着很大的区别。因此，可以推想到有着某种在最后引起海水原始成份变化的作用存在。

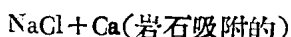
淤泥轉變成岩石的結果，使淤泥發生固結，由于孔隙縮小，

包含在淤泥質岩層中的沉积水即开始移动(迁移)。

同样促进沉积水移动的構造运动,也会使岩石發生固結。另外也不能忽視那些比較复杂的物理化学作用形式的运动如:扩散、渗透作用、热的对流作用等等。

长期进行的沉积物的成岩作用过程、水的移动、水与岩石相互作用,同样还有有机物的活动,都使得沉积水的成份發生了高度变質。因此使得水的性質与海水完全兩样。在这方面,Н.И.安德魯索夫还在十九世紀的末期和二十世紀的最初几年(1908年初)就已經提到过了。А.Д.阿尔汗格爾斯基和Э.С.查尔曼宋的研究确定了在富集有机質的海相淤泥中,在成岩作用过程的影响下水的变化規律。因此,可以認為还在淤泥中,就开始了引起水化学成份变化的过程。

正如上面已經指出的,在高矿化的油田水成份中,具有氯化鈣,而在海水中則沒有。氯化鈣在高矿化的油田水中出現,显然可以解釋为在氯化鎂型水与某些沉积岩層的鈣—鎂吸附狀組分之間,进行的陽离子交替現象。高矿化的地下水中,氯化鈉的聚集,导致水中的鈉从岩石吸附組分中排挤出鈣和鎂。陽离子交替按下式进行:



由于上述陽离子交替的結果,在水中出現了氯化鎂和氯化鈣。必須強調指出,氯化鈣在水中的聚集,常發生在水中失去了硫酸鹽的环境中。硫酸鹽的环境,对于氯化鈣型水的形成是不利的。

油田深部地層中,沉积水的特性是在它們的成份中具有大量的溴、碘和其它一些微量元素;这完全可以解釋,因为在海相淤

泥中，溴和碘的含量甚大。

在高加索、土庫曼、恩巴和費爾干等油田水中， Br^- 離子的含量達到 100—300 毫克/公升。在紅卡姆、伊中拜、杜瑪茲等油田水中為 500—800 毫克/公升，而在上丘索夫油田中為 2000 毫克/公升。在死海的底層 Br^- 離子的含量在一公升中達到幾克。碘同溴一樣，在油田水中聚集的量甚大，例如，在格羅茲內、達格斯坦和巴庫等的油田水中，達到 30—60 毫克/公升；而在上丘索夫油田中，達到 100—200 毫克/公升。

根據 А. П. 維羅格拉道夫和其它人的資料，海成淤泥中，聚集的碘量最為巨大，其含量比海水大幾千倍。

В. И. 維爾納德斯基與其他研究者們一樣，認為油田高礦化水的起源，與在漫長而複雜的地質歷史時期中，成岩作用的結果而變質的淤泥水和底部海水有關，並且把這種水叫做埋藏水和殘余水。

已經指出過，沉積水的化學成份，在很大程度上是取決於水在其中移動(運動)的岩石。根據 В. С. 米利克-帕夏依夫的資料，在下面舉出一個在垂直方向的地質剖面上沉積水化學成分變化的有趣例子，因為該剖面的岩石中，溶解鹽類的含量是不等的。這裡所指的是阿普歇倫半島油田的開採層中水的分佈。

眾所周知，阿普歇倫半島油田水的特性是礦化度很高，通常大於海水的礦化度。在開採層的下部，埋藏着礦化度比較低的重碳酸鈉型水(它的總礦化度在 100 克水中，大約為 43—112 毫克-當量)，而在開採層的上部，則分佈着氯化鈣型的水，其總礦化度在 100 克水中，大約可達 450—540 毫克-當量。

В. С. 米利克-帕夏依夫以列舉出的令人信服的實際資料為基礎，確定了開採層水的主要來源，是靠沉積過程中，埋藏在盆地底部的水而形成的。關於開採層地下水化學成份的形成問題，同一個作者列舉了以下的資料。

开采層岩石中，含有不同数量的溶解鹽类，因而在很大的程度上引起了水矿化度的差異。由 Д. А. 苏尔塔洛夫提出的阿普歇倫半島开采層系的粘土層水中鹽的研究，在这方面具有很大的意义。氯的平均含量，在下部粘土層中等于0.28%，而上部粘土層中則为0.66%，大体上符合于这些沉积的地層水中含鹽的比例。

由于在开采層剖面上，所有砂層都被粘土質夾層所隔开，因此，在岩石固結的时候，水仅从粘土中压出。包含在粘土質夾層中的溶解鹽类的总量，以及确定鹽在水中富集的可能性，都取决于夾層的厚度。在上部可以观察到，粘土構成的厚度，在垂直方向上有規律的加大。因此，本身含有一定砂的巴拉哈層系中，其特点是含粘土層不显著。沙布琴層系的特征，是具有將砂層分开的厚粘土層，再往下，苏拉哈層系的粘土層为最厚。

与溶解鹽类的含量增高相适应，垫在砂層下面的粘土層厚度加大了，且可观察到水的矿化程度，从巴拉哈層系的下部到包括苏拉哈在內的層系，有規律地增長着。引用文章的作者強調指出，在水成份的形成中，曾經也有过生物化学作用参加，且在开采層的水中，还有明显的微生物活动的痕跡。

某些学者認為，目前在下沉很深的沉积層中，發現的古代高矿化水，可以在某些情况下采取另外的方式而形成。例如，Г.Н. 卡門斯基指出：“……海水从古代盆地中，滲透到透水岩石的底部一帶，而同样遭受着与岩石相互作用的某些变化。一部分深部高矿化的地下水，是由于溶濾含鹽岩石而形成。海退以后，淡的滲入水，滲透到海相沉积層的含水地層中，并且逐漸地代替了以前形成的水。这种过程进行得非常緩慢，但是，在漫長的地質时期內，也会引起地下水成分的根本变化，以及地下在自流盆地中的重新分配”[27]。

在大区域范圍內，例如，在一个油区或油省中，研究地下水

的时候，通常將其划分为三个地壳水动力帶：

上部帶——自由或积极水交替帶 主要是硫酸鈉型的，往往是非常淡的滲入水。

中間帶——水交替阻滯帶 通常分佈着滲入起源的水；往往在这一帶中，这些滲入水被古代沉积水(当它們被挤压出来的时候)所混合。在这一帶中，由于滲入水的运动，而开始与岩石相互作用，从岩石中溶濾出鹽份和發生交替吸附作用，結果，按成分来講，形成了特有的重碳酸鈉型(硫酸鹽——鹼金屬氯化物的和鹼金屬氯化物的)水。本帶水通常具有高的矿化度，但是，有的地方，除高矿化水以外，还能碰見弱矿化水(格罗茲內、北奧塞加、达格斯坦、斯大弗罗波列斯基高地等等)。

水交替停止帶，通常分佈着古代高矿化的鹽質水和鹵水，且屬於氯化鎂和氯化鈣型，但有时在这一帶中也可以碰到重碳酸鈉型的水(关于油田地下水分帶可參看第三章)。

應該強調指出，按照各个地壳水动力帶研究地下水时，必須考虑到地質历史的發展。

开啓、半开啓和被冲刷的構造中，地下水是靠地表水(河水)和大气降水——通常是雨水的滲入而形成。同样，在这里也可能有水蒸气凝結而来的水。在封閉的構造中，或者在含水層的尖灭地段，地下水則来源于沉积水。在封閉的、下沉很深的構造中，在所謂水交替停止帶的範圍內，水的运动是緩慢的。

滲入起源的水，沿着地層傾斜的方向运动，在有利的地質条件下，即可逐漸地代替了沉积水。而在不利的条件下，这种运动进行得極端緩慢(甚至得用地質時間来計算)。

最后，應該指出，人們对天然地下水的影响很大。有时由于封水套管的水泥未注好，或由于該套管的破裂，以及其它原因，而使得在油田範圍內，具有不同化学成份的、各个層、層系及地層中的水發生混合。为了保持地層压力，用人工方法在地層中，

注入大量的淡水，結果，使得淡水与天然地層水發生混合，而人为地形成了另外的水型。

第二章 油田水的特性

1. 前 言

在我国石油工業国有化之前，H.H. 安德魯 索夫、K.P. 哈里齐可夫等人就从事油田地下水的研究。

在石油工業国有化以后，开始了广泛的油田水文地質研究。在这个时期 Д.В. 果魯布雅特尼可夫、M.B. 阿布拉莫 維奇、Г.А. 核里柯衛斯特等人在巴庫进行了首批最有意义的油田地下水研究工作。

H.T. 林德路波从事过与研究格罗茲內的一些油田水文地質和驅动方式有关的大量工作，不久以后又有 Г.А. 馬克西莫 維奇、Г.М. 苏哈列夫、B.M. 尼古拉也夫、B.H. 塞尔卡切夫、Г.Б. 佩哈切夫等人在这方面进行了大量的研究工作。苏联油田水的綜合研究工作由 E.A. 苏林实现了。

H.K. 依格納多維奇第一个仔細地觀測并确定了很有意义的油田所特有的地下水分佈規律性。

但是，虽然进行了大量的綜合水文地質工作，仍然有个別对这些問題估計不足之处。对油、气田水文地質研究的不足常造成巨大的失算和錯誤的投入大量的国家資金。

應該規定，在任何油田及石油与天然气探区从勘探工作开始至油田充分開發都要进行詳細的水文地質研究。

由于油井深度增加及在不同深度的地質、水文地質、物理条件的变化，必須仔細地研究有关在深度很大的地方如何进行固井

工作，以及在这些深处如何把高压水与含油、气層封隔的問題。

目前在苏联广泛地采用邊緣注水及面积注入的方法来保持地層压力，这时要用人工的办法向地下油、气瀝注入大量的水。在进行邊緣注水之前應該預先仔細地研究該層的天然水的化学成份，以及它們的水文地質和地热特点。在整个邊緣注水的过程中都应繼續进行这种研究。

对所謂儲油層的“結合水”研究的还是很不够的，这必須展开远比現在規模更大的广泛的研究工作。

2. 油田水分类

在油田中遇到的地下水分为潛水、地層承压水及構造裂隙水。

潛水 埋藏在距地表面不太深的第一个不透水層上面，它們的动态依水文气象条件而定。它們的化学組成是極不一致的。降落地表水非常容易浸入潛水綫造成潛水化学組成的季节性变化。潛水的化学成份决定于它所沿着滲濾的岩石的成份及組成潛水的水的成份。因当地气候及地形而定的蒸發过程对潛水的形成有很大的影响。依油田的地質結構情况潛水可能包含在不同时代的沉积中。

例如达格斯坦的許多油田的潛水是与古里海沉积相連，它的供水来源，一方面为降落地表水(里海及河水)，另一方面在达格斯坦的某些地区深部的高矿化水沿着構造裂隙到上述沿积之中。

在阿普歇倫半島的油田，在現代及古里海阶地沉积、坡积層、阿普塞倫統的石灰層中等等都遇到潛水。

地層水 油田地下水是指以液滴狀充滿在油田及相毗連的地壳結構中的孔隙和滲透性岩石里的水。油田地層水的特点是各个含水層之間为油、水不滲透層或滲濾作用極其微弱的層所隔离。同

样的一些不渗透水層使得相隔很近的含水層完全不相連通或只有微弱的水交替現象。

就油田地下水化学成份的性質来講，它的埋藏深度、油田的開啓程度及在很長的一段地質时期里和石油埋藏在一起都有很大的意义。供水区和洩水区之間(如果其間的距离不大时)的油田地下水的化学成份与埋藏很深、封閉很好的構造油田水区别相当大。油田地下水的化学成份在很大的程度上决定于这点。油田地層水是各种各样極不相同的。它們为淡的(很少)、微鹹的、鹹的和滷水。油田水含有某些使水具有一些特殊性質的离子和气体的組份。这些組份包括碘、溴、鋇、硼、鋁、环烷酸、气态烴类，其中也有重烴类、 H_2S 、 N_2 、稀有气体 $Ne+He$ 、 Ar 、 Xe 、 Cr 以及 CO_2 。

油田水通常和油一塊埋藏在地層(滯)中，然而也常常包含在沒有油的地層(滯)中，有时这些地層称之为含水層。

根据与油層的关系(在每个单独的情况下)分为：1)地層水，即和石油埋藏在同一油層中的水；2)外来水，即从其他的上边或下边的地層进到該油層的水，与这些水是否屬於純水層或油層無關。

油田水一般分类如下。

I. 地層水：1)邊緣水(边水)、2)上部邊緣水(上边水)、3)底水及4)層間水。

II. 外来水：1)上部外来水及2)下部外来水。

III. 構造水。

在油層低下的部分埋藏的水称之为邊緣水或边水。这些水在大多数情况下都是从含油邊緣的各方面支承着油藏。

当地層的含油部分露出地表时(單斜、被破坏的背斜褶皺頂部)可以遇到上部邊緣水或上部边水。油層露到地表的部分时常为降落水及地表水所充滿。这些水也称之为上部邊緣水或上边水。