

采油物理原理

Ⅱ 册

〔美〕 M·麦斯盖特 著

俞志汉 李奉孝 翻译

王 橄 秦同洛 校订

石油工业出版社

采 油 物 理 原 理

上 册

〔美〕 M·麦斯盖特 著

俞志汉

李奉孝 翻译

王 徽

秦同洛 校订

石 油 工 业 出 版 社

采 油 物 理 原 理

下 册

〔美〕 M·麦斯盖特

俞志汉 李奉孝 翻译

王 橄

秦同洛 校订

石 油 工 业 出 版 社

本书下册包括 8—11 章, 介绍了水压驱动油层、凝析气田开发的物理原理和注水、注气保持油层压力及二次采油的物理原理, 还介绍了各种驱动方式油田的布井理论。

本书适用于从事油、气田开发开采的工程师及地下流体力学方面的专家、石油研究机关的科学工作者。

本书系根据俄译本 (1953 年) 翻译, 俄译本对原版本 (1949 年) 作了某些删减、概括。本书译文经北京石油学院王橄教授和钻采系主任秦同洛同志根据原著作了详细的校核, 校核时个别地方对俄译本略有修正。

By MORRIS Muskat, Ph. D
PHYSICAL PRINCIPLES OF
OIL PRODUCTION

First Edition

NEW YORK TORONTO LONDON
McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC

1 9 4 9

采 油 物 理 原 理
下 册

俞志汉 李奉孝 翻译

王 橄 秦同洛 校订

(根据中国工业出版社纸型重印)

石油工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

物探局印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $850 \times 1168^{1/8}$, 印张 $8^{1/8}$, 字数 215 千字 印数 1—8050

1979 年 3 月北京新 1 版 1979 年 3 月北京第 1 次印刷

书号 15037 · 2051 定价 1.00 元

27-30/06

目 录

第一章 緒論	1
§ 1-1 本书討論的主要內容	1
§ 1-2 油瀝	2
§ 1-3 含油岩石的特性	4
§ 1-4 油瀝的边界	7
§ 1-5 油瀝的构造分类	11
§ 1-6 油瀝采油工艺	12
第二章 油层流体的物理性質和动态	14
§ 2-1 单組分系統	15
§ 2-2 天然气純碳氢化合物的压缩系数	18
§ 2-3 压缩系数的物理性质和范德瓦方程式	21
§ 2-4 双組分系統	24
§ 2-5 临界区域附近双組分系統的动态和衰退現象	27
§ 2-6 双組分系統的組成对相变化的影响	33
§ 2-7 多組分系統及其总的特性	40
§ 2-8 油气混合物的体积变化	47
§ 2-9 复杂碳氢化合物的相变化和平衡常数	57
§ 2-10 平衡常数的应用	67
§ 2-11 石油和天然气的粘度	71
§ 2-12 油层中液体的表面张力	77
§ 2-13 油田水	81
§ 2-14 結束語	82
第三章 含油岩石的性質及其与石油	
采收率的关系, 岩心分析	88
§ 3-1 地下岩石中液体的含量	88
§ 3-2 含盐性	91
§ 3-3 “泥质”砂层的渗透率	91
§ 3-4 油、水饱和率資料解释	94
§ 3-5 岩石的束縛水饱和率	102

第四章 非均質液体流动理論的动力学基础.....	109
§ 4-1 渗透率的概括概念	199
§ 4-2 两相系統的“渗透率-饱和度”关系; 气-液混合物	113
§ 4-3 两相系統的“渗透率-饱和度”关系; 不可混的液体	120
§ 4-4 三相系統的“渗透率-饱和度”关系	122
§ 4-5 “渗透率-饱和度”曲线的物理解释	124
§ 4-6 “渗透率-饱和度”关系曲线的意义; 平衡饱和度	133
§ 4-7 流动方程式	138
§ 4-8 毛細管現象; 毛細管压力; 排挤压力和运移压力	140
§ 4-9 天然气和液体在地层中的分布	147
§ 4-10 毛細管現象的动力学效应	155
§ 4-11 結束語	159
第五章 非均質液体恒定流动系統; 采油指数(产油率).....	163
§ 5-1 线性系統(单向流动系統)	167
§ 5-2 径向流动; 不流动的水相	169
§ 5-3 两相液体的径向流动; 沒有游离气的流动	174
§ 5-4 三相径向流动	177
§ 5-5 产油率(采油指数), 理論探討	180
§ 5-6 产油率的矿場量測	183
§ 5-7 产油率測定值的应用	189
§ 5-8 結束語	191
第六章 普通油藏力学	194
§ 6-1 油层能量的分类和采油机理	194
§ 6-2 油层驅動方式的一般特性	199
§ 6-3 水能驅動	202
§ 6-4 气能驅動	205
§ 6-5 物质平衡原理和基本方程式	207
§ 6-6 物质平衡方程式的应用——在无边水进入时	213
§ 6-7 物质平衡方程式的应用——水部分驅油时	218
§ 6-8 結束語	224
第七章 气驅油层	228
§ 7-1 引言	228
§ 7-2 溶解气驅地层中发生的各种过程的主要方程式	229

§ 7-3	溶解气驅油滯采油的理論过程	235
§ 7-4	溶解气驅油滯中地层流体和岩石的性质对 采油过程的影响	239
§ 7-5	有气頂但无重力排洩的油滯	251
§ 7-6	溶解气驅油田中生产指数和产量的遞降	254
§ 7-7	气驅地层注气和維持地层压力	261
§ 7-8	起始条件对注气效率的影响	267
§ 7-9	計算气驅油滯中采油过程的物质平衡方法	274
§ 7-10	气驅地层中产量遞降的矿場实际数据	276
§ 7-11	气驅地层驱动方式的現場观察	279
§ 7-12	矿場注气經驗	284
§ 7-13	注气概述	289
§ 7-14	重力排洩的一般概念	293
§ 7-15	重力排洩和气頂膨胀下的采油过程	297
§ 7-16	重力排洩时油滯驱动方式的矿場实际观察	303
§ 7-17	部分水驅的油滯	308
§ 7-18	結束語	320

目 录

第八章 水压驱动油滞	333
§ 8-1 引言	333
§ 8-2 水压驱动地层中水移动作为简单稳定流来处理	335
§ 8-3 供水系统中液体的弹性概念	341
§ 8-4 由无限大水滞供水的水压驱动系统中的压力变化	346
§ 8-5 在油水环形接触面上压力已定且径向对称的无限大含水层	354
§ 8-6 具有环形油水边界和径向对称的有限大的水滞	362
§ 8-7 非径向对称的水压驱动系统	370
§ 8-8 电分析仪	372
§ 8-9 东得克萨斯油田	378
§ 8-10 司馬考伟尔碳酸盐油田	382
§ 8-11 用注水法维持地层压力。米德維油田	386
§ 8-12 水压驱动方式的补充例子	388
§ 8-13 具有底水压头的油滞；物理概念	390
§ 8-14 具有底水压头的油滞；解析表示式和井的生产率	394
§ 8-15 具有底水压头的油滞；驱油效率；油水比	398
§ 8-16 底水压头驱动储油层中各向异性介质的渗透率和布井的作用	407
§ 8-17 某些水压驱动的实际问题	411
§ 8-18 結束語	418
第九章 二次采油法	427
§ 9-1 引言	427
§ 9-2 分析法和模拟法研究二次采油系统的局限性	432
§ 9-3 注水井的不稳定时期	433
§ 9-4 注水井的干扰	438
§ 9-5 油层注水的矿場經驗	446
§ 9-6 注水实践和采用注水的条件	450
§ 9-7 地层注气二次采油法及一些理論見解	457

§ 9-8	地层注气的矿場經驗	462
§ 9-9	地层注气实践	465
第十章	凝析气藏	472
§ 10-1	引言	472
§ 10-2	凝析气藏中碳氢化合物的特性	472
§ 10-3	凝析气藏的枯竭过程	476
§ 10-4	地层中气体的循环——概論	485
§ 10-5	分析性地求气体循环时的清扫效率	486
§ 10-6	电位测量模型的原理	495
§ 10-7	气体循环系統中渗透率不均匀的影响	499
§ 10-8	凝析气藏的矿場实际观察	511
§ 10-9	凝析气藏的实际开发情况	516
§ 10-10	結束語	526
第十一章	井的布置、石油采收率和可采儲量	535
§ 11-1	引言	535
§ 11-2	井的布置	536
§ 11-3	布井的物理观点和水压驱动系統	540
§ 11-4	气驱油田的布井和物理可能总采收率	543
§ 11-5	气驱油田中的經濟可能总采收率和布井	545
§ 11-6	布井与石油采收率关系的矿場观察	551
§ 11-7	井的干扰現象	555
§ 11-8	石油采收率与可采儲量	563
§ 11-9	气驱地层的石油采收率	565
§ 11-10	水压驱动地层的石油采收率	568
§ 11-11	重力排洩时的石油采收率	572
§ 11-12	可采儲油量	574
§ 11-13	采油物理的几个主要任务	578
§ 11-14	結束語	581

第一章 緒 論

§ 1-1 本書討論的主要內容

石油工业有史以来到 1950 年 1 月 1 日为止，全世界总共开采了約九十亿吨石油。根据过去統計，全世界已知油田的可采儲量，目前約为已采量的 1.3 倍。最近十年来，由于发现了新油田，世界石油总儲量有所增加，但是石油产品需要量的增长却更快。因此，怎样把埋藏在地下的石油全部开采出来，这一問題已經成为采油工艺的主要任务。为了查明因达到經濟开采极限而报废的油田中所遺留下的平均石油量，各国的研究工作者曾經做过統計，根据最保守的估計，残余石油量至少等于全部已經采出的石油量。假如已知的油田将来仍是这样开发，那么当全世界所有油田全部开发和报废以后，在这些油田中大約将有 200 亿吨石油分散遺留在所有的油层中。而这一数字还不包括那些在勘探时仅发现含油“跡象”而作为沒有工业价值不予开发的油层中的千百万吨石油。

目前，还不能詳細地解释上述現象。但是，要是就此作出“現有的采油方法基本上都是浪費的和效率低的”这样的結論，那也是錯誤的。对現代采油工艺所依据的物理原理进行調查研究，将帮助我們理解和解释油田在开发过程中所产生的那些典型的自然現象。在将来，残留在地下的石油量与可采石油量之比，是否仍然同目前一样这么高，这一点現在还不知道。分析影响这一比值的物理規律和因素，至少能够指出将来这一比值如何往好的方面变化的途径。是否應該认为残留在地下的几十亿吨石油，已經白白丢掉无法挽回了呢？目前，对于这一問題既不能得出肯定的答复，也不能作出否定的回答。

仔細研究液体在含油岩层中的流动机理，在一定程度上可以保证得到足够确切的关于从矿藏中开采残余石油时所能获得的采

油量，以及影响这一采油量变化的因素。

应该说明，要是油田不进行开发，在某一油藏(油藏)中所发生的现象是没有任何实际意义的。因此，地质师和地球物理学家应该预先确定未来油田的可能位置，司钻和泥浆专家应该成功地钻井和打开油层，采油工程师应该克服采油过程中所发生的无数困难，石油炼制专家应该把原油炼成工业产品，运输工程师应该保证有效地把石油产品分配到消费地点，等等。

§ 1-2 油 藏

石油①是用钻穿油层的油井开采出来的。排洩同一处地下集聚的石油或油藏并分布在某一面积内形成一个井网的一组井，组成一个油矿。集聚着石油井从中将石油采到地面上来的那部分岩层，称为“油藏”。

因为油藏的储油层埋于地下深处，圈闭在这些储油层中的石油，就处在与地层埋藏深度相应的高压和高温下。

油藏未打开时的地层压力和地层温度②，是影响地层液体的状态和性质的重要物理指标。地层温度与地温梯度和油田的地理位置有关。地温梯度的平均值，是从地面算起每加深33米约增加 1°C （相对于该地平均年温度）。曾经多次发现地层温度比根据平均地温梯度预先求得的高温或低温的情况③。

原始地层压力通常与油藏的埋藏深度成直线变化，与相应高水柱的静水压头成平衡状态。地层压力随油藏深度而变化，大致成这样一个梯度：因该地层的相当水柱的含盐量和密度不同，每

① “石油”这一名词的定义是：通常在地面是液相和呈暗绿色或褐色的较重的碳氢化合物之总称。实际上应该把下列两种石油加以区别，即所谓“原油”或“黑油”——它在油藏中也是液体，“凝析油”——在原始地层压力和温度下在地下为蒸汽相，在地面则成草黄色或甚至于无色液体。凝析油通常从所谓凝析气田或凝析油藏中采得。

② 通常认为油藏的温度在整个油田开采期内是常数。而地层压力是随油层原始含有物的枯竭程度而变化的变数。地层中的压力与液体含量的较精确的比例，对于每一个油藏有其自己的特点，它决定于油藏中各种作用力的性质。

③ 地层温度特别高的情况很少遇见，但是异常低的温度却遇见得较多。

100 米深度增加 9.7—12.4 大气压不等。但是，自然界中往往有与这一規則不一致的情况。某些地方会碰到比預期靜水压头值異常高或低的原始地层压力^①。現在已經一致公認：原始地层压力和溫度必須根据每一个油瀝的实际測量单独求定，而不是根据計算和經驗修正系数来确定。甚至于根据实际量測所得的地层参数的值要是有意誤差，对以后油瀝动态的研究也会产生重大的影响。

“油瀝”^②这一概念要求这样一个条件：即所討論的地质构造肯定是一个儲油层，并且能够从該儲油层把石油采到地面上来。而“油相”^③本身，在一般情况下并不規定儲油层的孔隙空間仅只充滿碳氢化合物液体。

在油田开发之前取到地面上来的儲油层的全部岩样，經過分析后都証明从岩心取出的液体中含有一定量的水，显然这水是儲油层岩石所固有的。这种水通常称为“潛水”或“束縛水”，其量为儲油层总孔隙空間的 2—50%。潛水可以看作是與油束縛在一起的水^④。此外，所有儲油层的石油中都含有溶解状态的天然气。在許多儲油层中，天然气的总含量超过在原始地层压力和溫度下成平衡时所能保持溶解状态的数量；过多的天然气量通常埋藏在地层的含油飽和地带，形成“气頂”^⑤。这样，儲油层內所含的东西，最初至少是两相綜合，而往往可能是三相——油、水和气——綜合。

① 在墨西哥灣沿岸的油井中，曾經碰到地层压力异常高的情况。

在加利福尼亞州的維都拉-愛渾紐油田 D-7 地区，曾經发现过高的地层压力，該地区在 2760 米深处的原始地层压力为 564.6 大气压。在堪薩斯州和西得克薩斯州的某些油田中，曾經在地下油瀝中碰到过非常低的压力。

② 在凝析油瀝中，孔隙空間中的碳氢化合物通常成气相，該气相在开采时取到地面上后成天然气或液态凝析油。

③ 如果石油集聚圈閉在天然裂縫或孔穴中，就可能碰到与此不同的例外情况。

④ 在分析、研究儲油层中的物理現象时，都認為，除地层中含油飽和区域与气頂間的过渡地带以外，最初分布在油瀝正在开发部分的石油主体內的游离天然气相并不存在。在热力学充分平衡的条件下，應該預先估計到游离天然气会成連續相而分离和集聚起来。似乎沒有能够推翻上述假設的証据。但这一假設充分正确的正面証据是否存在，目前仍是問題。

所有这三相都应该看成是同一系统的组成部分。由于水、油和氣在油儲系統中經常彼此相互作用，並且在任何同样流体从外部进入时产生反应，这样就造成正在开发的儲油层所特有的复杂系統。研究这一复杂系統及其規律，就是采油工艺这一科学的目的。

§ 1-3 含油岩石的特性

本节不討論关于石油生成的地球化学問題，也不研究目前仍未統一的石油运移和集聚問題。要討論的只是构成儲油层、即油儲的砂岩、石灰岩层和白云岩层。

这几种岩石都是沉积岩^①。它們由机械或化学沉积的固体物质組成，或者就是由动物或植物的残骸組成。沉积岩要能成为儲油层，必須在其顆粒之間有石油能集聚的間隙或孔穴。岩石中能够容納液体的那一部分孔隙的体积，称为岩石的孔隙率。

孔隙沉积岩是整个沉积形成的历史循环过程——沉积、岩化、变质、风化或破坏——的中間阶段。除了美国墨西哥湾沿岸、加利福尼亚州和委內瑞拉西部瑪拉开波湖区域等地某些油儲是由非胶結砂岩形成以外，所有其余的儲油层都是在岩化过程中形成的各种胶結岩层。假如这些岩层不曾过早发生风化，那它們最終都要經過完全变质阶段，而不能再把它們看成是沉积形成，因为它们会完全結晶，从而丧失掉孔隙率。尤其是，頁岩变成片岩，石灰岩变成大理岩，純砂岩变成石英岩，而泥灰岩和泥质砂岩变成层狀的結晶頁岩和片麻岩。

由于机械沉积而形成的岩层，是由碎屑沉积物組成，包含有砾石、砂岩、泥灰岩、粘土等。这些岩层是由較老的和較厚的岩层剝蝕下来的碎屑、顆粒集聚而成的。泥岩和泥灰岩是由非常細小的碎屑物质組成的沉积物，虽然它們往往含有石油并占地壳全部沉积岩的80%左右，但是作为儲油层来看，它們并不是特別重

① 应该指出，所有含油的岩石实际上全是沉积岩，但并不是所有沉积岩都含有石油。此外，整个岩圈只有5%是沉积岩。

要的。其原因为：虽然新生成的淤泥和粘土沉积的孔隙率可能达到 85%，而表面泥层的孔隙率往往在 40—45% 之間，但是它們对于上部岩层的压缩作用非常灵敏。压缩的结果，位于很深处的这些物质就失掉其大部分的孔隙，从而也就失掉保持碳氢化合物液体的有效容积。根据实验得出：泥层的孔隙率近似地随埋藏深度成指数倍数而降低。并且，由于形成泥层或泥灰岩层的原始颗粒的尺寸非常小，所以因压缩而收缩后所剩余的孔隙就非常小，即使液体还留在孔隙中，它的流动能力也是非常之小。因此，液体几乎不会以相当于工业生产的速度从泥层流到井眼中去。

与泥层和泥灰层相反，在水下沉积形成的砂层、砂岩和砂质泥层，通常由较大的碎屑或颗粒组成。并且，这些岩层只稍微地为上部水所压缩和略为压紧。因此，在水下沉积的典型含油砂岩保持约 35—40% 的孔隙率。只要压紧岩层的压力不超过砂粒或胶结物质的破坏应力，施加这种压力后孔隙率的降低是极为微小的，大约只是百分之几。很深处的砂岩的孔隙率与取到地面上来组成该砂岩的砂粒任意排列后的孔隙率之間所以有差别，完全是由于胶结物的存在——例如石膏、方解石、褐铁矿、赤铁矿或石英石，它们是由于循环水的作用而在介质的原始孔隙中沉积的。胶结物的数量及其引起孔隙率降低的原因，基本上取决于沉积的地质史。

砂岩约占岩圈全部沉积组分的 15%。构成具有工业价值的储油层的砂岩，通常其孔隙率在 10—35% 之間。

实际上所有的砂岩都具有层理面（成层）。层理面是颗粒物质在其搬运和沉积过程中不断分选和分类的结果。碎屑物质在沿同一方向沉积过程中，由于水的携带能力的变化，致使所运移的岩石碎屑具有非均一性。因此，交替沉积的沉积岩，通常中间夹有泥岩、泥灰岩或云母岩带。

除了胶结或束缚物质以外，砂岩还可能因其孔隙（砂结构颗粒形成的）中的固体物质之数量和性质而不同。某些厚含油砂

层，例如奥克拉荷馬州的維尔考克斯层或得克薩斯州的烏德巴印砂层，是“純砂层”——这些砂层的孔隙空間內基本上沒有固态胶結物质。但是，在某些采油地区，例如在加利福尼亚州和宾夕凡尼亚州西北部，大部分儲油层在一定程度上是淤积的。在这些砂层中，孔隙空間部分为泥板岩、淤泥、褐煤或膨潤性物质所充填。孔隙中存在固态物质，不仅会降低儲油层的开敞孔隙率和儲油容积，而且在更大的程度上会减少孔隙介质的通过能力，使液体不易在其中运移。

与通常认为是同样直径球体的堆集的虛构土壤比較，天然砂岩具有較复杂的結構。組成砂岩的大小不同的顆粒，通常被細顆粒胶結物质的附聚物固結在一起。顆粒間接合的形式往往会使总孔隙率在某些地方产生局部高值。岩石的顆粒并不是理想的同样大小的球体，通常会使孔隙率降低。从整体来看，岩石包含着不同的連續級次的孔隙尺寸和形状，而沒有很清楚的几何图形。在含油砂岩中碰到的平均顆粒直径，通常在0.005—0.05厘米之間，而孔隙的平均直径估計为上述数字的1/5左右。

所有的石灰岩基本上是由溶液沉淀出的沉积。这些溶液是由海水形成的——虽然并不一定全是。往往石灰岩是有机物质的残骸，或者是含有海洋有机体的碳酸鉀的沉积。某些石灰岩是由成圓形顆粒的“鲕石”（魚卵石）物质組成的，有时碳酸鉀盐类中含有貝壳的残骸。石灰岩占岩圈中沉积岩的5%左右。許多石灰岩的孔隙，是在溶解过程中形成的。这种“次生孔隙”通常在岩石受到风化或循环水冲洗的侵蝕面上造成。

石灰岩中造成“原生孔隙”的主要原因，是石灰岩分解、断裂和产生裂縫。这种孔隙基本上是由于在地壳地质变动过程中产生的应力而形成的，并且常常由于地下水的溶解作用而逐漸增加。当石灰岩中的鈣盐部分为鎂所代替时，就形成白云岩。离子交换的結果（假如在碳酸盐岩化过程后曾經发生离子交换），可能产生达12%的結晶收縮，这就使白云岩化的岩石出現断裂和产生收縮裂縫。

地壳运动同样会导致白云岩产生裂缝。因白云岩化而产生的局部孔隙，显然是由于地下水的溶解作用超过沉淀作用所致。

鲕石灰岩的孔隙结构往往与砂岩相似。但是，以溶解空穴、裂缝和断裂等形式出现的石灰岩的孔隙，完全属于另一种类型。因此，这种孔隙在其局部特征上可能变化很大。在某些石灰岩储层中，孔隙空间由石灰岩在水中溶解后形成的空穴组成。在另一些情况下，孔隙空间集中在断裂的裂缝中，或者集中在紧挨着裂缝的岩层中。断裂的裂缝间的石灰岩主体，可能具有3—5%的孔隙率。在这种“中间”类型的石灰岩中，在颗粒间孔隙上又加上一组独立的空穴、裂缝、断裂、溶解孔洞的孔隙系统；这种独立的系统分布很广，并决定岩石的主要物理性质——孔隙率和通过液体的能力。在解释石灰岩油藏的动态时，应该牢牢记住这一点。

大部分油藏是由砂岩、石灰岩和白云岩形成的，其它类型的岩石，只是偶然的情况下才成为具有工业价值的储油层。例如，得克萨斯州的里顿-斯泼林兹油田，从具有孔隙和裂缝的蛇纹岩开采石油。在得克萨斯州潘罕特儿油田，曾经在冲刷过的化岗岩，由下部的花冈基层被风化而形成的玄武砾石层中找到石油。在柯罗拉多州佛罗林斯油田，在怀峨明州的索尔特-克利克、在加利福尼亚州的加斯玛利亚油田，从裂缝性泥页岩得到少量的石油。墨西哥州佛尔勃罗油田的一部分油藏，是由基性火成岩形成的。在堪萨斯州和奥克拉荷马州的某些油田中，从有孔隙性的硅化角砾岩开采石油。

§ 1-4 油藏的边界

上节中讨论了组成储油层并使储油层具有局部储油能力的各种岩层结构的类型。讨论时，显然假设上述沉积岩层至少在一定程度上具有通过液体的能力，也即是具有渗透率。十分明显，形成或者能够形成油藏的岩层，必须具有两个指标：孔隙率和渗透率。但是，油藏的概念比岩层更广，油藏不只是具有集聚和生产

石油的性质的岩层。

油儲必須是由有孔隙性和渗透性且含有石油的岩石組成的。油儲要具有工业价值，显然必須含有足够的可采石油儲量，保証至少在钻一口井来把石油采到地面上是合算的。但是在作为物理系统来描述时，油儲的大小却并不是直接有关的一个指标。

油儲必須曾經在某一时期容納过从原生油源集聚起来的石油，必須具有保持住和通过液体的能力。油儲还必须具有“圈閉”性质，以便能够防止已进入儲油层或就在儲油层內形成的碳氢化合物液体消失或逃逸。否則，它們就不能繼續成为油儲。石油的逃逸傾向本身，通常是由于与靜水压力有关的作用在石油上的浮力^①。对任何游离天然气相也都是这样，它可能与石油一起存在于油儲中，也可能与石油分离而集聚在含油饱和区域上部。重力分离总的作用，使油儲中的油、水和气按其密度分布。为了防止碳氢化合物液体从儲油层往上渗濾，儲油层必須有由有效的不渗透物质組成的保护頂部，該頂部构成油儲的頂部边界。

原則上，任何与儲油层直接相連的岩层，只要是液体不能通过的完全不渗透层，或者由于沉积物高度胶結或由顆粒間內部沉积而成为完全不渗透层，都可以成为儲油层的保护盖层。例如高度胶結的砂岩或完全变质的砂岩类似物——石英岩，在某些油田中成为保护盖层。也曾經发现純石英岩、白堊层和砂质石灰岩成为儲油层的保护盖层。泥层、泥頁岩和泥质岩层（例如砂质泥頁岩或泥质砂岩和泥灰岩），形成最普遍熟悉的封閉层。泥层具有塑性，能够随地壳运动而运动，但只产生极少量的断裂和裂縫。即使在泥頁岩中，断裂裂縫也相当少見，虽然在特殊情况下泥頁岩可能被很多裂縫所分开而成为儲油层。

应该着重指出，油儲的保护盖层，通常并不是也不需要是完

① 在油儲中，石油和天然气往往有一种逃逸傾向，即使油和气保持压缩状态并阻止溶解气从溶液中分离出的平均地层压力下，力图超出地层压力所限制的体积向外膨胀。但这一力均匀地施加于油藏的外边缘，显然不能成为向上渗濾的原因。