

主题

油藏与生产

来源

《石油和天然气》，第 24-25 页、第 26-27 页

目标

学生们将会了解到孔隙率是指岩石中孔（孔隙）所占的百分比。渗透率是流体穿过多孔岩石的能力。如果要使某一油井成功生产，油藏必须具有足够的孔隙率、渗透率和压力，以使石油和天然气移动到井身。

课程准备

1. 复印多份实验资料集、孔隙率数据表和课后问卷，每位学生一份
2. 收集所有材料
3. 仔细阅读课程计划的“说明”部分

材料

启发

云石蛋糕

透明塑料吸管

探索

（如果将学生们分为多个小组，则需要为每个小组准备以下材料）

1 袋大块砾石

1 袋小块砾石

1 袋沙子

1 个 100 毫升量筒

3 个 600 毫升烧杯

用食用色素染色的水

启发

购买或烤制一块云石蛋糕。请确保从蛋糕表面无法看到深色层，或为蛋糕覆上糖霜，以使各层的颜色不会显露在外。使用一根透明塑料吸管，从蛋糕中获取钻芯样本。让学生们猜测蛋糕内部的样子。这可能是哪种蛋糕？向学生们解释你刚刚从蛋糕中提取了钻芯样本。告诉学生们，今天大家将要了解地质学家如何观察地球的钻芯样本，并确定地表以下岩石的孔隙率和渗透率。

尝试“查看”地表以下的东西是地质学家的工作之一。寻找油田不必挖掘大片土地，而是可以提取钻芯样本进行分析，以确定地球内部的可能组成。由于油井在地表的直径只有大约 20 英寸（50.8 厘米），因此地质学家无法下到油井内部查看岩石。但是，地质学家可从钻芯样本得到答案。

可以研究钻芯样本，以查看岩石的孔隙中有多少液态物质。这就是岩石孔隙率的研究。通过测量孔隙中石油的数量，地质学家可以确定岩石的含油饱和度水平。由于石油是在岩石的孔隙而不是洞穴中找到的，因此这些测量非常重要！

探索

在教师指导下进行

1. 用大块砾石将一个烧杯填充至 350 毫升刻度。用小块砾石将另一个烧杯填充至 350 毫升刻度。用 350 毫升沙子填充第三个烧杯。
2. 将 100 毫升水注入量筒。
3. 将水缓慢倒入第一个烧杯，直到水面达到砾石顶部。准确记录向烧杯中倒入了多少水。（如果需要的水量多于 100 毫升，请将水再次注入量筒。）
4. 对其他两个烧杯重复步骤三。
5. 使用下面的公式计算三种材料的孔隙率：

$$\text{孔隙率} = \frac{\text{水的体积}}{\text{材料的体积}} \times 100 =$$

说明

教师信息

有些沉积岩是多孔的，就像海绵。沙子的微小颗粒由于岩石“水泥”而结合在一起。压力、时间和沉积物可以形成这种自然类型的“水泥”。

石油和天然气是由腐烂的动植物材料形成的。随着时间的推移，很多层沙子和沉积物会被压缩成沉积岩。颗粒之间存在微小空隙（即孔隙），使得岩石能够保留一些液态物质。石油和天然气将圈闭在孔隙内部。很多孔可能会连接在一起，形成一条孔道。包含孔和孔道的岩石将被视为多孔和可渗透的。渗透率是液体和气体穿过岩石中的孔隙移动的能力。岩石可能是多孔并且可渗透的，但即使岩石有孔，如果孔隙没有连接在一起，液态物质也无法穿过岩石。

通过钻井和泵吸，将从多孔岩石的内部开采出石油和天然气。这与石油是在地下的坑洼或池潭中形成的观点相反。

为学生们朗读《石油和天然气》，第 24 页

当石油公司进行石油钻探时，他们是在寻找石油圈闭。这些圈闭是石油通过周围的岩石渗入并在地下聚积的场所。这种缓慢的渗透（称为运移）会在液态石油最初在“油源”岩中形成后立即开始。富含固态有机物的页岩称为油母岩，是最常见的油源岩类型。当油母岩在地下深处热量和压力的作用下发生改变时，就会形成石油。由于油源岩随着时间的推移越埋越深，石油和天然气将被挤出，就像从海绵中挤出水一样，然后穿过可渗透的岩石发生运移。这些岩石带有流体可以渗透的微小裂缝。石油与水发生频繁混合，由于石油漂浮在水的上面，因此石油趋向于向上运移。不过有时，石油也会遇到无法穿过的不可渗透岩石。那么石油将被圈闭，并缓慢聚积，形成油藏。

为学生们朗读《石油和天然气》，第 26 页

全世界所使用的石油大多是从地下岩层抽取出来的黑色液态原油。然而这只是地下石油中的一小部分。更多数量庞大的固态石油以油砂或油页岩的形式存在于地下。油砂（其中一种称为焦油砂）是沉积下来的沙子和粘土，其中每个颗粒都被粘性的沥青油所覆盖。油页岩是浸在油母岩中的岩石 — 有机物质在压力条件下受到烘烤转变为液态石油。从油页岩和油砂中开采石油需要对它们进行加热，以使石油流出。目前，这种方法还是经济的，但很多专家确信，当原油储备开始耗尽时，油页岩和油砂就可能成为石油的主要来源。

评估

学生们应该填写课后问卷。

详细阐述

人们寻找海上石油已有多长时间了？在 19 世纪末，加利福尼亚州萨默兰 (Summerland) 的居民已开始通过其土地上星罗棋布的大量油井生产原油和天然气。在钻探大量油井后，这些早期石油商注意到距离海洋最近的油井产量最佳。最终，他们直接在海滩上钻探了几口油井。

让学生们在大地图上找到德克萨斯州的博蒙特 (Beaumont)。使用与 1897 年加利福尼亚州萨默兰 (Summerland) 的居民相同的推理方法，你能对墨西哥湾的石油存在情况得出什么结论？让学生们研究斯平德尔托普 (Spindletop)，然后分享他们的发现。

课后问卷答案

1. 孔隙率一词是什么意思？

答案：岩石的孔隙率是其保留液态物质的能力的一种度量。

2. 石油和天然气是在岩石的孔隙中形成的。这种类型的岩石称为：

答案：D. 油源岩

3. 为什么岩层中的孔隙率（孔隙）对于石油和天然气的聚积非常重要？

答案：D (B 和 C) — 孔隙使得石油和天然气能够运移，并且允许石油和天然气在储油岩中聚积。

4. 地质学家在以下什么地方寻找石油和天然气？

答案：C. 沉积岩盆地



油藏与生产 实验资料集

孔隙率数据表

材料类型	倒入水的体积 (毫升)	材料的体积 (毫升)	材料中孔隙所占的百分比
大块砾石			
小块砾石			
沙子			

$$\text{孔隙} = \frac{\text{瓶中倒入的水的体积 (毫升)}}{\text{瓶中物质的体积 (毫升)}} \times 100$$

1. 哪种物质保留的水最多?
2. 哪种物质保留的水最少?
3. 绘制一幅图画，描述如果将石油倒入已经填充一半水的大块砾石瓶中会发生什么情况。请确保在图画中标注石油层和水层。
4. 绘制一幅直方图，比较各种材料的孔隙百分比。

姓名：_____

问题

1. 孔隙率一词是什么意思？

2. 石油和天然气是在岩石的孔隙中形成的。这种类型的岩石称为：

- a. 圈闭岩
- b. 储油岩
- c. 盖保岩
- d. 油源岩

3. 为什么岩层中的孔隙率（孔隙）对于石油和天然气的聚积非常重要？

- a. 它可阻止石油和天然气向地表运移。
- b. 它可使石油和天然气运移。
- c. 它可使石油和天然气在储油岩中聚积。
- d. B 和 C

4. 地质学家在以下什么地方寻找石油和天然气？

- a. 火成岩盆地
- b. 变质岩盆地
- c. 沉积岩盆地
- d. 火山岩盆地

