

同，是一个问题。我们考虑三方面影响（假岩屑、层理不清、分析误差）但由于我们工作尚未得到进一步的证实，有待今后研究解决。

5. 虽然我们初步摸索了一下参数应用价

值，但只是初步的。数据，是否真正能应用于石油地质，有待今后进一步地证实解决。

(注：有关测定方法、试验结果与生产成果从略。)

## 岩屑有效孔隙率的测定

中心实验室 李汉忠

用岩屑来代替岩样取心，有着提高工作效率、节约成本和可以连续取心的优点，在以岩屑取代岩心的形势下，向我们油层物性实验工作提出了新的任务，即用岩屑进行孔隙率和渗透率的测定。为此，我们利用人造岩屑进行了初步尝试。经过试验，我们认为岩屑孔隙率是可以测定的。当然，由于岩屑小及其影响因素多，数据还不够稳定，有待在今后测定中加以改进和提高。

### 岩屑有效孔隙率的测定方法

测定方法及原理基本上和岩心有效孔隙率相似。首先，样品的选择与测定数据有着密切的关系，若是含油岩屑，应事先在脂肪抽提器中用酒精-苯混合物抽洗净。一般来样应事先剔除不均匀带有泥浆和较小的岩屑，选取比较均匀和大的岩屑、在砂皮上将表面略磨一下、去其表面被泥浆沾污部分后、放在烘箱内 $105^{\circ} \pm 2C$ 温度下烘4个小时。然后放入干燥器内冷却，选取4~6块岩屑，样重一般在1.5~3克之间。称重后放入10ml坩埚内，在真空干燥器中抽空饱和。为了避免上浮，事先应在坩埚上压放重物，待饱和液体后，利用特制的铜丝网分别在空气中和饱和液体中称重，求得岩样的孔隙体积和岩样总体积，即可计算出有效孔隙率。在岩屑测定中，视岩屑孔隙大小决定其擦油程度，一般以迅速的动作略微吸去表面的煤油。若擦油速度过慢，岩屑孔隙中煤油会流出并被吸掉，从而影响孔隙率的测定成果。

### 岩心和岩屑有效孔隙率的比较

在正式投入生产之前、我们利用“人造”岩屑进行试验、把大岩心砸取若干小块，体积约在 $5 \times 5 \times 1$ mm左右，通过某孔实验数据的对比，大部分岩屑和岩心的有效孔隙率的数据在误差范围之内，部分超出较大。表1是岩心和岩屑有效孔隙率的比较。从表中可知孔隙率在10%以上一般容易测准，大都在误差允许范围之内。而孔隙率在10%以下尤其是小于5%的岩样，岩屑有效孔隙率一般都有偏大的现象。

表1 岩心和岩屑有效孔隙率的比较

编号	岩性	有效孔隙 %			
		岩心	岩屑	误差	允许误差
A 67	棕红色粉细砂岩	19	19.6	$\pm 0.6$	1.2
A 85	浅棕红色砂岩	11	12.9	1.9	1.2
A 36	棕红色细砂岩	31.4	28.1	3.3	2.5
A239	灰六色细砂岩	24.4	23.8	0.6	1.5
A210	细砂岩	25.5	24.1	1.4	1.5
B 37	棕红色含泥细砂岩	23.4	22	1.4	1.5
B 51	棕红色细一中砂岩	24	25	1	1.5
B <sub>2</sub> 158	粉砂岩	1.4	2.8	1.4	0.6
B <sub>2</sub> 198	砂岩	1.4	3.8	2.4	0.6

### 测定中的几个问题

#### 擦油对孔隙率的影响

擦油是岩屑测定中的一个重要因素。普通的岩心由于体积大，擦油过程中的误差就不太明显，一般擦油误差在 $\pm 0.02$ 克左右，孔隙率绝对误差在0.4~0.8左右。岩屑体积较小、

在  $0.3\text{cm}^3$  左右, 当孔隙率在 20% 时, 样重 2 克, 若擦油误差 0.01 克、有效孔隙率绝对误差可达 2% 以上, 即超出其允许误差。若样重 1 克、孔隙率在 10% 以下, 擦油误差 0.01 克、其测出的孔隙率可相差一倍。然而在分析测定中, 产生 0.01 克误差是经常发生的。

在目前岩屑测定中, 有效孔隙率大的岩屑容易测准、平行检查合格率高。孔隙率  $< 5$  的岩屑常比岩心偏大, 这可能是由于擦油不净的影响。表 2 是岩屑平行测定数据的比较。

表 2 岩屑孔隙率平行测定数据的比较

编号	岩性	有效孔隙率 %			
		岩心	岩屑	岩屑	岩屑
A 69	棕红色细砂岩	30.6	27.8	30.2	
A 219	钙质砂岩	20.3	20	21	22.2
加 -5	粉灰色砂岩	23.6	19.2	24.1	
B <sub>3</sub> 25	砂岩	2.4	2	2.9	3
B <sub>3</sub> 39	紫红色砂岩	2	3	3.3	
B <sub>3</sub> 24	灰色砂岩	1.2	1.9	2.7	
B <sub>2</sub> 184	灰岩	0.9	1.1	3.1	
4F -2	白云岩	7.3	8.5	6.1	6

岩屑的大小和重量

岩屑的大小, 直接影响到测定数据的准确。它随着岩屑的体积增大, 精确度相应的提高。我们二次测定中, 惠 4 孔岩屑比较大, 每块岩屑重量一般在 0.4~0.7 克之间: 平均在 0.5 克左右, 个别小于 0.3 克, 岩性一般为灰

色, 灰白色的细砂岩和油浸砂岩, 有效孔隙率在 15~25% 之间。在 31 只平行测定中, 有 21 只符合部颁操作规程中的误差标准, 占 67.7%; 超差的有 10 只, 占 32.2%; 其中有 6 只是取样在 2 克以下的。黄 8 孔的岩屑孔隙率测定, 孔隙率一般在 10~20%, 岩性为砂岩、个别较致密, 每块岩屑一般都在 0.3 克以下。由于岩屑小, 取样重量大多在 1.5 克以下。在 14 只平行测定中, 符合误差标准的只有 6 只, 占 42.8%, 有 8 只超差, 占 57.2% 相形之下合格率显著降低。

其次, 岩屑取样的多少, 也是一个影响因素, 一般在 1.5~3 克之间, 特别指出的是不能小于 1 克, 在 1 克以下者, 往往由于擦油等影响, 而导致极大的误差。试举表 3 中 2 号为例, 取样在 1 克以下, 若由于擦油和天平精度等影响, 饱和后岩屑在空气中重量误差  $\pm 0.01$  克, 则有效孔隙率从 9.4 分别变为 12.1 或 6.5, 这已远远超出了孔隙率允许误差范围。

天平的精度

岩屑孔隙率测定精度应提高, 在试验时, 我们采用了百分之一的天平, 只精确到 0.01 克。对于普通的岩心来说, 是可以了, 但对于岩屑孔隙率测定来说, 未免不够精确。由于重量少、体积小和天平精度及四舍五入的关系, 产生 0.01 克误差是经常出现的。这些系统上的误差、往往是影响孔隙率的主要因素。试举表 3 中 3 号为例、浸油后岩屑称重即发生 0.01

表 3 由擦油和天平精度所引起的岩屑孔隙率的变化

样号	岩性	岩心在空气中重 $G_1$	岩心浸油之后重 $G_3$	浸油后的岩心在油中重 $G_2$	有效孔隙率 %	$G_3$ 变化后的孔隙率	
						+0.01	-0.01
1	灰色钙质粉砂岩	0.61	0.63	0.44	10.5	15	5.6
2	黄白色细中砂岩	0.95	0.98	0.66	9.4	12.1	6.5
3	灰白色细砂岩	1.10	1.15	0.79	13.9	16.2	11.4
4	灰色细砂岩	1.87	2.06	1.34	26.4	27.4	25.4
5	灰白色钙质细砂岩	2.53	2.65	1.75	13.3	14.3	12.3
6	紫红色砂岩	3.09	3.12	2.13	3	4	2
7	粉砂岩	3.51	3.54	2.49	2.8	3.8	1.9

克的误差, 孔隙率从原来的 13.9 分别为 16.2 和 11.4, 远远超出了允许误差范围。为此要提高岩屑孔隙率的测定精度, 必须把天平的称重应精确到 1/1000, 这是行之有效的。

### 岩屑不均匀的影响

岩屑本身不均匀, 在一般岩屑中, 由于野外取样问题, 往往夹杂着各种不同岩性的岩屑。部份岩屑表面被泥浆沾污, 从而影响孔隙率的正确成果。因此, 在取样时、野外队应选取岩性比较均匀, 具有代表性的岩屑送实验室分析, 我们取 4~6 块岩屑测定孔隙率, 在一定程度上减少了岩性不均匀的影响。

### 岩屑孔隙率的测定

一般都适合低孔隙率的岩样, 因胶结较差的在地层、在钻井过程中, 即遭到破坏, 只有致密结构的岩样作为岩屑保存下来。因此岩屑孔隙率测定数据, 考虑到目前地质条件和测定精度, 只能起参考作用。

必须指出的是, 本文所采用的是岩心孔隙率误差标准, 这是不合理的, 因为岩屑在测定过程中影响因素较多, 其误差标准也应相应的扩大和修改。

岩屑孔隙率测定, 还是一个新的项目, 有待在今后工作中继续加于提高和完善。

本文不妥之处, 望批评和指教。