

中国石油大学 油层物理 实验报告

实验日期： 2010 年 11 月 22 日 成绩： _____

班级： 资源（中石化）07-1 班 学号： 07131419 姓名： 武鑫彪 教师： 张丽丽

同组者： _____ 无 _____

实验内容：岩石孔隙度测定

一、实验目的

1. 熟知岩石孔隙度的概念，掌握其测定原理(膨胀法测定孔隙度)。
2. 掌握气测孔隙度的流程与操作步骤。

二、实验原理

根据波义耳定律，在恒定温度下，岩心室体积一定，放入岩心室样品的固相(颗粒)体积越小，则岩心室中气体所占体积越大，与标准室连通后，平衡压力越低；反之，当放入岩心室内的岩样固相体积越大，平衡压力越高。

绘制标准块的体积(固相体积)与平衡压力的标准曲线，测定待测岩样平衡压力，据标准曲线反求岩样固相体积。按下式计算岩样孔隙度：

$$\phi = \frac{V_f - V_s}{V_f} \times 100\%$$

三、实验流程与设备

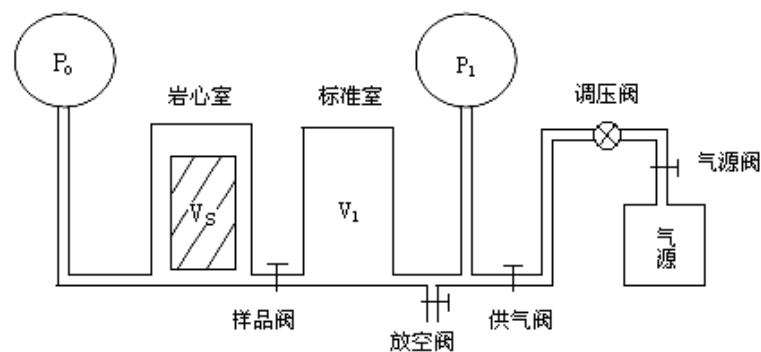


图 1. 流程图

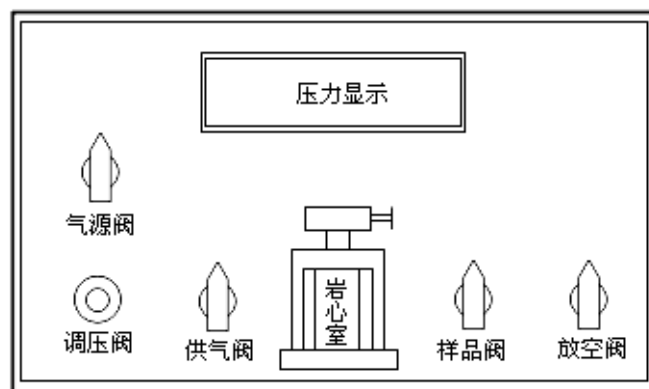


图 2. 控制面板

设备: QKY-II 型气体孔隙度仪

仪器部件组成:

- ① 气源阀: 供给孔隙度仪调节器低于 1 000 KPa 的气体。当供气阀开启时, 调节器通过常泄, 使压力保持稳定。
- ② 调节阀: 将 1 000 KPa 的气体准确地调节到指定压力 (小于 1 000 KPa)。
- ③ 供气阀: 连接经调节阀后的气体到标准室和压力传感器。
- ④ 压力传感器: 测量体系中气体压力, 用来指示准确标准室的压力, 并指示体系的平衡压力。
- ⑤ 样品阀: 能使标准室的气体连接到岩心室。
- ⑥ 放空阀: 使岩心室中的初始压力为大气压, 也可使平衡后的岩心室与标准室的气体放入大气。

四、实验步骤

1. 用游标卡尺测量各个钢圆盘和岩样的直径与长度 (为了便于区分, 将钢圆盘从小到大编号为 1、2、3、4), 并记录在数据表中。
2. 将 2 号钢圆盘装入岩心杯, 并把岩心杯放入夹持器中, 顺时针转动 T 形转柄, 使之密封。打开样品阀及放空阀, 确保岩心室气体为大气压。
3. 关样品阀及放空阀, 开气源阀和供气阀。调节调压阀, 将标准室气体压力调至某一值 (如 560 KPa)。待压力稳定后, 关闭供气阀, 并记录标准室气体压力。
4. 开样品阀, 气体膨胀到岩心室, 待压力稳定后, 记录平衡压力。
5. 打开放空阀, 逆时针转动 T 形转柄, 将岩心杯向外推出, 取出钢圆盘。
6. 用同样的方法将 3 号、4 号及全部 (1-4) 钢圆盘装入岩心杯中, 重复步骤 2~5, 记录平衡压力。
7. 将待测岩样装入岩心杯, 按上述方法测定装岩样后的平衡压力。
8. 将上述数据填入原始记录表。

五、数据处理与计算

1. 计算各个钢圆盘体积和岩样外表体积。
2. 绘制标准曲线: 以钢圆盘体积为横坐标, 相应的平衡压力为纵坐标绘制标准曲线。
3. 据待测岩样测得的平衡压力, 在标准曲线上反查出岩样固相体积。
4. 计算岩样外表体积 $V_f = \frac{1}{4} \pi d^2 L$, 岩石孔隙度的测定。
5. 符号说明:
 - P ——平衡压力, KPa;
 - V_s ——岩样固相体积, cm^3 ;
 - V_f ——岩样外表体积, cm^3 ;
 - d ——岩样直径, cm;
 - L ——岩样长度, cm;
 - Φ ——孔隙度, %。

六、实验处理

表 1. 气体孔隙度测定数据表

钢圆盘 编号	2#	3#	4#	1、2、 3、4#	自由组合钢圆盘			岩样 编号
					2、3#	2、3、 4#	3、4#	
直径 <i>d</i> /cm	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
长度 <i>L</i> /cm	1.994	2.486	4.998	9.962	4.480	9.478	7.484	6.670
体积 <i>V_f</i> /cm ³	9.788	12.203	24.534	48.901	21.991	46.525	36.737	32.741
原始压力 <i>P</i> ₁ /Kpa	560	560	560	560	560	560	560	560
测得压力 <i>P</i> ₂ /Kpa	202	218	272	513	256	470	356	295

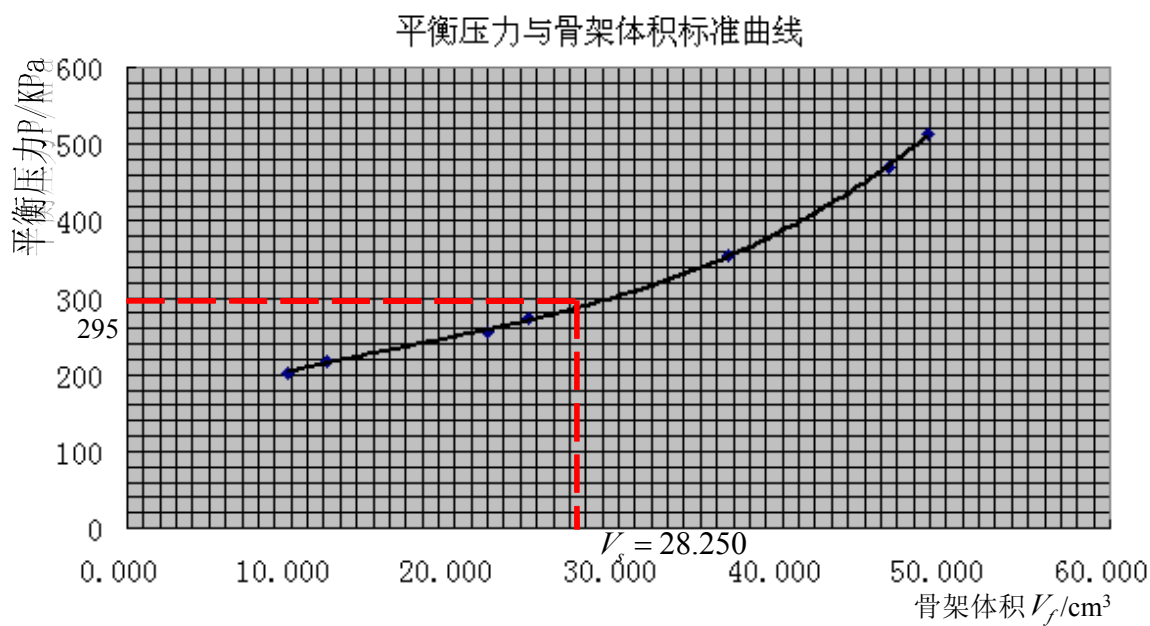


图 3. 平衡压力与骨架体积标准曲线

故而岩样体积

$$V_f = \frac{1}{4} \pi d^2 L = \frac{1}{4} \pi \times 2.500^2 \times 6.670 = 32.741 \text{ cm}^3$$

故而岩样孔隙度

$$\phi = \frac{V_f - V_s}{V_f} \times 100\% = \frac{32.741 - 28.250}{32.741} \times 100\% = 0.14$$

四、实验总结

在这个实验中,学习到了岩石孔隙度的概念及测量方法(气体膨胀法),而且实验过程中在测量标准块的平衡压力时,需要认真的调节气压为 560 kPa,并保证读数稳定时才可读取,所以需要仔细耐心的测量。

气体膨胀法:采用气体作为测量中介,既减小了粘滞系数等的干扰,又减少了浸入体积的误差。把不易测量的孔隙体积转换成了容易测量的空气气体体积。这种方法采用了我们地质工程中常用的测量介质替换法,把不容易测量的量转换成为容易测量的量。

求取孔隙体积:采用标准模型建立图版,利用图版来求解所需求的量。这个需要建立良好的数学模型图板,以减少求解误差。此种方法在石油工程中及勘查工程中极为常用。

关于测量:实验原理极其简单,但操作起来有一点儿麻烦,就是本实验中调节原始压力(560 KPa)不容易调节,可以在第一次自小到大的方向调节调压阀。在原始压力接近需求值时减缓调节速度,再接近数值时停止,最终要略微超过原始压力(不要超过 5 KPa)。关闭供气阀,打开放空阀。再关闭放空阀。打开供气阀,注意显示数值,在接近原始压力值时调整个人状态并在到达数值时迅速关闭。此过程无需再次调节调压阀,减少了实验强度,提升了实验速度,并且对实验结果无不良影响。

最后,还要感谢张丽丽老师的精心、耐心指导!