

吸管-比重瓶法测定岩石粒度级配

霍清 袁世玉 田其娜

(地质部第二石油普查勘探指挥部)

研究岩石颗粒机械组份乃是目前石油地质普查勘探工作中一项重要的课题。通过剖析岩石级配,可以确定一定地质时代沉积环境及其渗透性能,从而为研究储集层提供科学依据。

吸管-比重瓶法的理论基础是斯托克斯原理和阿基米德原理。这种方法操作简单,耗能少,时间短,工效高,能满足成批样品生产的需要。

一、方法原理

球状微粒(粉砂以下)在液体中的沉降速度,可按斯托克斯公式计算:

$$V = \frac{2}{9} g \frac{D-d}{\eta} r^2 \quad \dots\dots (1)$$

式中: V 沉降速度 厘米/秒
 g 重力加速度 米/秒²
 D 岩石颗粒比重 克/厘米³
 d 液体比重 克/厘米³
 r 颗粒半径 厘米
 η 液体粘性系数

颗粒直径用R表示时,则重力加速度g以厘米/秒²表示,得:

$$V = \frac{1}{1800} g R^2 \frac{D-d}{\eta} \quad \dots\dots (2)$$

由(2)式可以看出,沉降速度与颗粒直径的平方成正比。

沉降速度V为单位时间颗粒移动的距离L,

$$V = \frac{L}{t} \quad \dots\dots (3)$$

(2)式可变为:

$$V = \frac{L}{t} = \frac{1}{1800} g R^2 \frac{D-d}{\eta}$$

$$R^2 = \frac{1800 L \eta}{(D-d) t g}$$

设(4)式中: L = 10 D = 2.65
 d = 1.00 g = 981

$$\text{则(4)式中 } R = 3.3347 \sqrt{\frac{\eta}{t}} \quad \dots\dots (5)$$

根据(5)式可以算出在一定温度下,不同时间内小于某直径(R)的颗粒在沉降10厘米时的粒级重量。

图1a为搅拌时各颗粒在悬液中的分布状态。图1b是经过t秒时间后,各粒级颗粒在悬液中的分布状态。由于岩石颗粒的沉降速度不同,在经过七秒时间以后,在L₁, L₂, L₃深度以上不再有d₁, d₂, d₃的

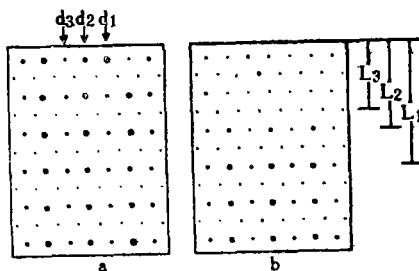


图1 颗粒在悬浮液中的分布状态图

岩石颗粒。而在这些深度以下，岩石颗粒则仍保持着它们原来搅拌时的均匀分布状态，也即保持着它们原来在悬液中所占的密度。由于这些缘故，在深度 L_2 处就不会再有大于 d_2 的岩石颗粒 d_1 ，而等于和小于 d_2 ， d_3 的岩石颗粒仍保持着它们的密度，即可吸出等于和小于 d_2 的所有岩石颗粒的重量。根据取样深度和沉降时间表，吸出小于某直径 d 的约28毫升悬液注入25毫升的比重瓶内记作M，M中有岩石颗粒和一部分水。用同样体积比重瓶在相同温度下灌满蒸馏水记作N。如果M和N的温度不相同，则依据M的温度去查 $T^\circ\text{C}-N$ 温度校正曲线，然后才能计算。

根据阿基米德原理：

$$M = \text{比重瓶重} + G_s + V_w \Delta W \dots\dots (6)$$

式中： G_s 岩石颗粒重
 ΔW 水的比重
 V_w 水所占的体积

$$N = \text{比重瓶重} + V \Delta W \dots\dots (7)$$

式中： V 水在N中的体积

$$M - N = (\text{比重瓶重} + G_s + V_w \times \Delta W) - (\text{比重瓶重} + V \Delta W) = G_s + V_w \Delta W - V \Delta W \dots\dots (8)$$

设：岩石颗粒比重为 d_s ，颗粒体积为 V_s ：

$$\text{则： } V_s = \frac{G_s}{d_s}$$

$$\text{又： } V_w = V - V_s = V - \frac{G_s}{d_s} \dots\dots (9)$$

将(9)式代入(8)式得：

$$M - N = G_s + (V - \frac{G_s}{d_s}) \times$$

$$\begin{aligned} & \times \Delta W - V \Delta W = \\ & = G_s + V \Delta W - \frac{G_s}{d_s} \Delta W - \\ & \quad - V \Delta W = \\ & = G_s - \frac{G_s}{d_s} \Delta W = \\ & = G_s (1 - \frac{\Delta W}{d_s}) = \\ & = G_s (\frac{d_s - \Delta W}{d_s}) \dots\dots (10) \end{aligned}$$

将(10)式移项可得25毫升比重瓶中岩石颗粒的干重：

$$G_s = \frac{d_s}{d_s - \Delta W} (M - N)$$

当 $d_s = 2.65$ $\Delta W = 1.00$ 时：

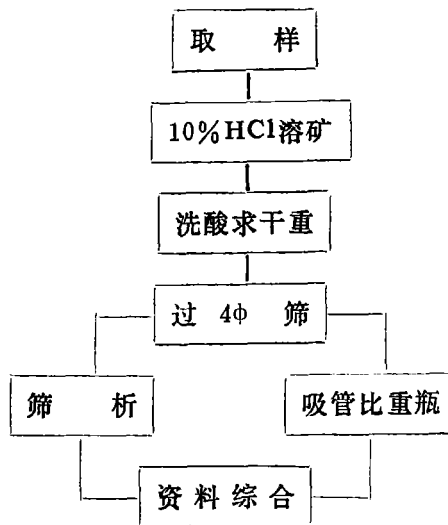
$$G_s = 1.60606 (M - N)$$

1000毫升悬液中小于某粒径的岩石颗粒重为：

$$\begin{aligned} G_s &= 1.60606 \times 1000/25 (M - N) \\ &= 64.2424(M - N) \dots\dots (11) \end{aligned}$$

二、流程及其操作方法

(1) 流程方块图解：



(2) 仪器设备:

同吸管烘干法设备一样,增加25毫升比重瓶若干。

(3) 操作方法:

1) 将处理后的样品过 4ϕ 筛子,小于 4ϕ 的岩石颗粒全部移至沉降筒中,并注入蒸馏水1000毫升。

2) 充分搅拌悬液,使其岩石颗粒全部均匀分布于筒内。

3) 按取样深度和沉降时间表吸取大于0.063mm、大于0.05mm、大于0.02mm、大于0.01mm、大于0.005mm的悬液约28毫升,注入25毫升比重瓶内,将塞子盖好,使其毛细管充满悬液,擦干称重得M值。

4) 在相同温度下,将蒸馏水注入同体积比重瓶内,盖上塞子,使蒸馏水充满毛细管,擦干称重得N值。

5) 计算小于某粒径的干样重:将M、

N值代入公式(11)即得之。

三、吸管烘干法与吸管比重瓶法比较

吸管烘干法是传统的实验方法,它的特点是精度高,资料准确,一般研究单位多采用。不足之处是需要 105°C 的温度下烘干称重,既消耗能源,流程时间又长。吸管比重瓶法则弥补了这些缺陷。现以我室80年分析的1431个样品为例,用吸管比重瓶法节约了工业用电57元,该方法还适用于野外现场分析。

对6个样品的吸管烘干法和比重瓶法进行资料对比,所得数值之误差都在5%之内,仅个别误差达9%。误差偏大的原因是分析过程太长、室温变化大而引起。从两种方法的概率曲线图看,曲线基本重合,仅有上下变化幅度,变化幅度趋势仍然一致,不影响解释沉积环境特征。

(收稿日期 1981年3月2日)

征 订 启 事

《石油实验地质》是反映我国石油地质、石油实验方面的新成果、新技术、新方法的学术性、技术性刊物,是广大石油地质工作者、石油实验测试工作者和有关科研、院校科技工作者技术业务再提高的参考读物。

本刊为季刊,每季季末月20日出版,由江苏省南京市邮局发行,全国县以上邮局均可订阅,可就近向当地邮局办理订阅手续,如读者所在地区订阅有困难或漏订、脱订,可直接向编辑部办理补订手续。

《石油实验地质》编辑部