

# 利用砂岩孔隙度演化趋势估计古地层剥蚀量的简易方法

马立祥 万静萍

(中国地质大学, 武汉)

地下油气储层中砂岩孔隙度随深度呈指数减小的趋势可以看作是地层埋藏史的函数。利用这种演化趋势可以估计古地层的剥蚀量。

地层剥蚀厚度的恢复, 在沉积相及油气生成、运移和聚集的动态演变史的研究中具有十分重要的意义。因此, 近几年来, 国内外的石油地质工作者对古地层剥蚀量恢复方面的研究十分重视, 并且就此提出了一些有关的技术方法, 如不连续镜质体反射率剖面法、沉积速率比值法、沉积速率趋势法、沉积速率与年龄差积法、剥蚀速率法、区域地质法及声波时差法和古地温法等。这些技术方法为沉积相及盆地内的油气演化及运聚、保存的动态研究提供了手段和依据。本文根据酒西盆地白垩系砂岩的孔隙度资料, 对利用孔隙度演变趋势估计地层剥蚀量的方法作了探讨。

众所周知, 地下砂岩孔隙度的变化主要受成岩作用的控制, 而成岩作用又是在地史中受多种地质、物理和化学因素控制的复杂反应过程, 如沉积物的成分、结构、沉积环境、埋藏速度、孔隙流体的成分、水动力条件、地热梯度、化学反应速度及构造演化等因素。因此, 也可以说, 砂岩孔隙度是其沉积和埋藏史的函数, 它的演变必然包含许多在油气勘探中所需要的有用信息。国内外的油气勘探证实, 砂岩储层在其沉积期后的埋藏史中, 原生孔隙的演化随埋藏深度的增加呈指数减少的趋势, 该趋势在半对数坐标纸上为一条斜线, 即, 与深度存在着线性关系(图1)。在这个前提下, 假设该储层所在的地层剖面在地史上未曾因构造变动被抬升遭受剥蚀, 那么外推到地表的孔隙度值应当近似地相当于其沉积时的原生孔隙度值。与此相反, 假设在地史上曾被抬升遭受过剥蚀, 那么, 外推到今地表的孔隙度值应当小于沉积时的原生孔隙度值。在这种情况下, 将今

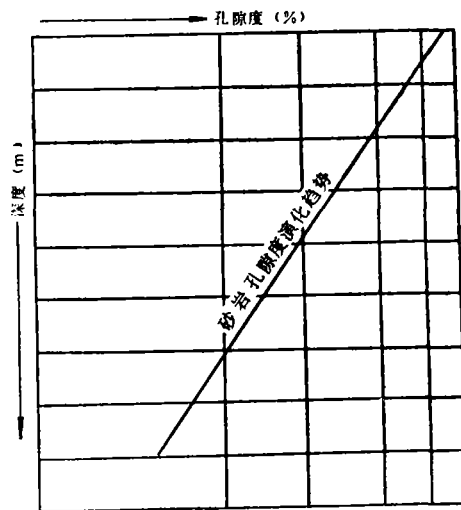


图1 砂岩孔隙度随深度变化的经验关系

地表的孔隙度值外推到其沉积时的孔隙度值，这时二者之间的垂直距离即为估计的地层剥蚀量。

酒西盆地是一个在古生界基底上发育起来的断陷湖盆，早白垩世时沉积了一套以粗碎屑岩为主的含油层系。晚白垩世至始新世曾被抬升遭受过剥蚀。在地层剖面中，下白垩统中沟组与上覆第三系渐新统呈角度不整合接触。我们所研究的白垩系储层在地下剖面中大体是连续的，其埋藏深度范围从600m—4500m。砂岩平均孔隙度随深度的变化范围为23—4%。我们利用了30口钻井的岩心孔隙度资料在半对数坐标纸上作图，结果表明砂岩孔隙度的变化与深度呈线性关系（图2）。将图2中的直线外推到今地表的孔隙度值为27%。根据薄片样品的资料，白垩系砂岩沉积时的原生孔隙度为35%。这二者之间的差值表明该套地层在地史上曾被抬升遭受剥蚀，这与地层学提供的证据相符。将图2中的直线外推到孔隙度等于35%时，其垂直距离为450m（图3）。这个数值即为估计的白垩系地层的平均剥蚀量。我们利用19口钻井资料和T.M.盖迪什等人的剥蚀厚度恢复公式（沉积速率与年龄差积）计算的平均剥蚀厚度为400m（表1），与该数值接近，这表明利用孔隙度资料估计地层的剥蚀量是有效的。

值得注意的是，孔隙度和镜质体反射率资料在应用于古地层剥蚀量的恢复时有所不同。镜质体反射率在地史演化中是个不可逆过程，而孔隙度的演变是可逆的。当地层抬升暴露地表时，因剥蚀和淋滤作用，会产生许多次生孔隙（如溶蚀孔），从而使孔隙度减小的趋势有一暂时的中断，使孔隙增加。深部地层被抬升至建设性成岩作用（如溶解作用）较为活跃的地段时，也会产生次生孔隙，使原来的低孔隙度变高。因此，利用孔隙度资料恢复地层剥蚀厚度时，应尽量避开次生孔隙的影响，选择原生孔隙度值作图。但事实上，无论是来自岩心、声波测井、视电阻率测井或地震等资料的孔隙度数据都或多

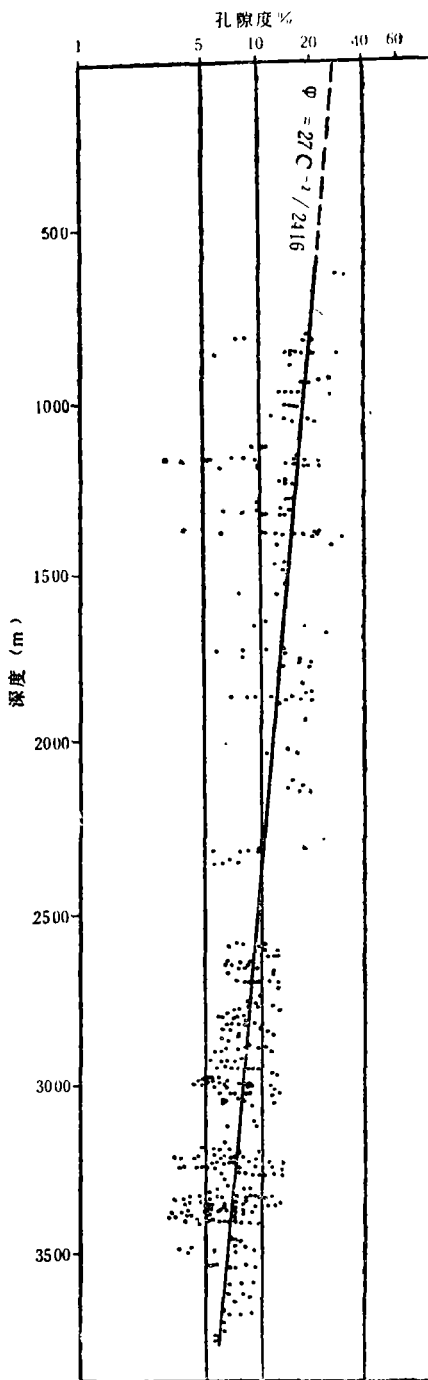


图2 酒西盆地白垩系砂岩孔隙度演化趋势

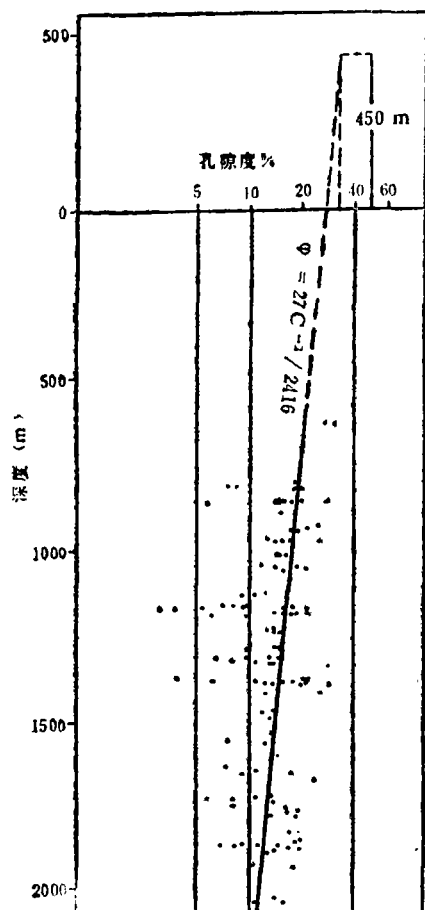


图3 酒西盆地白垩系剥蚀厚度的恢复

表1 酒西盆地白垩系中沟组剥蚀厚度数据表

井号	残留厚度 (m)	剥蚀厚度 (m)
1	131	358
2	188	401.4
3	322	338.9
4	155.5	392.3
5	449	443.65
6	169	357.99
7	129.5	336.31
8	138.5	353.73
9	128	311.81
10	150	348.47
11	151	372
12	153	389.56
13	233.5	448.97
14	160.5	453.56
15	126	167.12
16	246	282.97
17	100.5	298.73
18	237	725.7
19	277	820

(表中平均剥蚀厚度为400m)

或少掺杂着次生孔隙的效应，所以在作图时，应选取数据点的平分线为孔隙演化的趋势线，不要选取包络线，这样可以抑制次生孔隙的干扰。

综上所述，孔隙度参量不仅可以作为储层评价的依据，而且也可以将其看作是地层埋藏史的函数，利用它来估计古地层的剥蚀量。这是一种简易而又行之有效的方法，对于盆地内的不同区段，可以采取分区段估计，或视研究程度作区域估计。

笔者在工作中曾蒙玉门石油管理局研究院同志们的大力协助，在此谨致谢意。参加本项工作的还有周宗良、侯端云同志。

(收稿日期：1988年12月27日)

## 参 考 文 献

- [1] 曾道富, 1988, 关于恢复四川盆地各地质时期地层剥蚀量的初探, 石油实验地质, 第10卷第2期。  
 [2] 万静萍等, 1987, 变形盆地沉积相研究中的几个问题, 石油与天然气地质, 第8卷第4期。  
 [3] T.M.Guidish, 1985, Basin Evaluation Using Burial History Calculations, Overview AAPG, V.69, No.1.  
 [4] B.J.Katz, 1988, Interpretation of Discontinuous Vitrinite Reflectance Profiles AAPG, V.72, No.8.

SIMPLIFIED METHOD TO ESTIMATE DENUDATION  
AMOUNT IN PALAEOSTRATA WITH THE  
EVOLUTIONARY TREND OF POROSITY  
IN SANDSTONE

Ma Lixing    Wan Jingping

(China Geology University, Wuhan)

**Abstract**

The exponential decrease trend of porosity with deepness in sandstone of subsurface hydrocarbon-bearing reservoir may be regarded as a function of the burial history of the strata. The amount of denudation in palaeostrata can be estimated by the evolutionary trend mentioned above.