

三塘湖盆地地下白垩统剥蚀量恢复 及其对油气生成的影响

谢志清, 闫小雄, 周立发

(西北大学 地质系, 陕西 西安 710069)

摘要: 文中利用泥岩声波时差和镜质体反射率法计算了三塘湖盆地地下白垩统的剥蚀量, 两种方法得出的结果吻合较好。计算结果表明, 下白垩统剥蚀量介于 300~700m 之间, 自西向东剥蚀量呈递增的趋势。新生界沉积厚度小于下白垩统剥蚀量, 未能弥补剥蚀造成的热损失。因此, 晚燕山运动对油气的生成起着破坏作用。

关键词: 声波时差; 镜质体反射率; 剥蚀量; 下白垩统; 破坏作用; 三塘湖盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

1 地质概况

三塘湖盆地位于新疆维吾尔自治区东北部, 北邻中蒙边界的阿尔泰山, 南抵天山东段的白衣山, 与蒙古接壤^[1]。盆地呈北西-南东向延伸, 东西长

500km, 南北宽约 46km, 面积约 $2.3 \times 10^4 \text{km}^2$ 。盆地总体呈两隆一坳格局, 自北向南分为东北冲断褶皱系、中央坳陷区和西南冲断褶皱系 3 个一级构造单元(图 1)。盆地基底主要由前早石炭世地层组成, 盖层为上石炭统-第四系地层, 沉积岩厚度在 3 000m 以上。

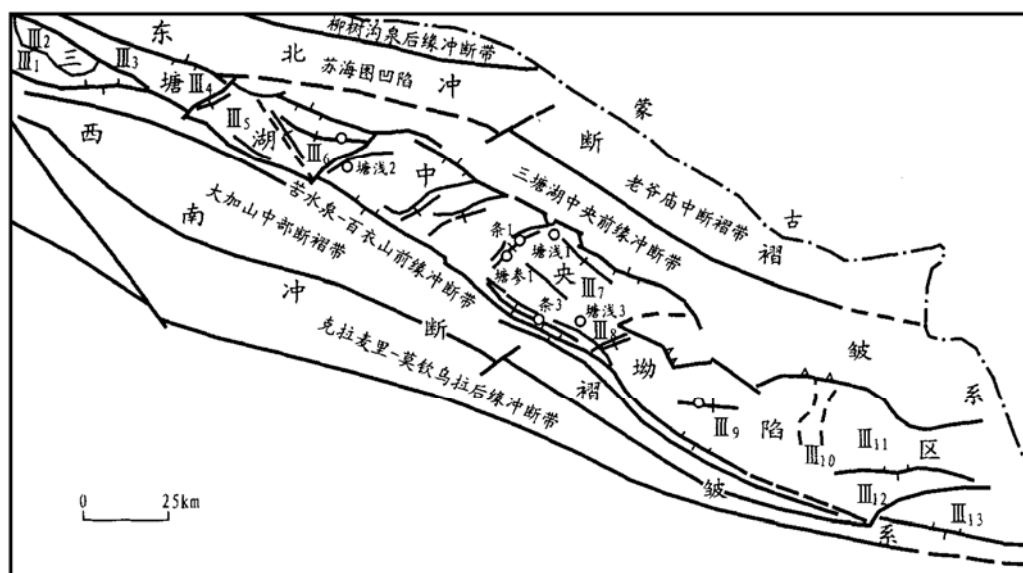


图 1 三塘湖盆地及周缘构造区划图

④₁. 乌通凹陷; ④₂. 小青山凸起; ④₃. 库木苏凹陷; ④₄. 咸水泉凸起; ④₅. 汉水泉凹陷; ④₆. 沙河坝凸起;
④₇. 条湖凹陷; ④₈. 岔哈泉凸起; ④₉. 马朗凹陷; ④₁₀. 方方梁凸起; ④₁₁. 淖毛湖凹陷; ④₁₂. 苇北凸起; ④₁₃. 苏鲁克凹陷

Fig. 1 Map of tectonic regionalism for the Santanghu basin and its periphery

收稿日期: 2000-05-08.

作者简介: 谢志清(1971-), 男(汉族), 湖南双峰人, 博士生, 主要从事盆地构造方面的研究工作.

区域构造研究表明,受晚燕山运动的影响,晚白垩世三塘湖盆地全面抬升,缺失上白垩统的沉积,且下白垩统遭受了较强烈的剥蚀^①。

2 利用声波时差法求取剥蚀量

2.1 原理

真柄钦次^[2]认为,泥质岩的压实过程不受时间因素的影响,而且压实作用是不可逆的。据此他提出,对于未经剥蚀的地层,其泥岩正常压实趋势线向上推至地表,声波时差(或孔隙度值)应该等于 Δt_0 (或 Φ_0) (Δt_0 为地表声波时差, Φ_0 为地表孔隙度)。如果发生剥蚀,且剥蚀后有新的沉积,并且再沉积的厚度小于剥蚀厚度,那么推至现在地表的声波时差 $\Delta t'_0$ (或孔隙度 Φ'_0) 均小于 Δt_0 (或 Φ_0) (图2)。这时将趋势线继续上延到 Δt_0 (或 Φ_0) 处,则剥蚀面与外推值为 Δt_0 (或 Φ_0) 的水平面间的铅直距离就是被剥蚀掉的地层厚度(图2)。

上述利用压实曲线求取剥蚀量的方法只适用于再沉积厚度小于剥蚀厚度的情况,对于再沉积厚度大于剥蚀厚度的情况却不适用,因为此时下伏沉积物遭受了比剥蚀前更大的负荷压力,从而继续压实,不能再反映以前的压实状况^[3]。

2.2 计算结果

三塘湖盆地的钻探资料表明,下白垩统残余厚度变化较大,从缺失(塘浅1、塘浅2等)到1113m(条4井),推测其剥蚀厚度可达几百米,大于上覆新生界厚度(条2井最厚为235m),即再沉积厚度小于

剥蚀厚度,表明剥蚀前泥岩压实作用记录被完全保留下来。因此,可考虑用泥岩声波时差求取剥蚀量。

泥浆水混合物的声波时差约为 $620\mu\text{s}/\text{m}$,可将此值作为地层最初沉积时的声波时差 Δt_0 ^②。利用获得的声波时差-深度曲线(图3),就可求得相应的地层剥蚀厚度:塘参2井为312m,条1井为479m,塘参3井为636m。自西往东,剥蚀量增大,这可能是由于北东向断裂活动所致。

3 利用镜质体反射率估算剥蚀量

利用镜质体反射率-深度关系曲线与 $R_o = 0.2\%$ 的交点位置,可判断地层的剥蚀和补偿情况^[4-6](地表 R_o 约为 0.2%)。若交点位置超出横坐标上 $R_o = 0.2\%$ 的位置,表明地层曾被剥蚀,现在仍处在欠补偿状态下。因此,从横坐标到上述交点之间的距离即为地层最小剥蚀厚度。

为了便于与声波时差法的计算结果相对比,本文通过对塘参2、塘参3、塘参1(紧邻条1井)的实测镜质体反射率(样品主要采自侏罗系)与深度做图(图4),在此基础上再根据上述原理求取剥蚀量,这个剥蚀量就是下白垩统的剥蚀量(下白垩统与侏罗系为连续沉积)。计算结果为:塘参2井229m、塘参1井360m、塘参3井598m,自西往东增大。该结果与通过声波时差法计算出来的剥蚀量吻合较好(表1),表明关于下白垩统剥蚀厚度的计算结果应该是可信的。

4 晚燕山运动对油气生成的影响

一套地层抬升遭受剥蚀,对下伏烃源岩生烃会产生不同程度的影响。这种影响可分为两种情况:其一是长期处于剥蚀状态,则烃源岩不生烃或生烃停滞;其二是遭受剥蚀后又予以补偿。这种补偿又可分为3种情况:一是地层、温度均欠补偿;二是地层补偿,温度欠补偿;三是地层、温度一起补偿。前面两种补偿情况对烃源岩生烃并不起积极作用,生烃将会处于停滞状态;只有最后一种补偿情况,才能促使烃源岩生烃或再次生烃。

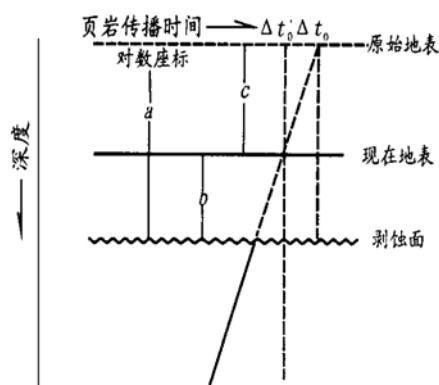


图2 利用泥岩压实曲线求取剥蚀厚度示意图^[3]

a. 剥蚀厚度; b. 再沉积厚度; c. 补偿厚度

Fig. 2 Schematic diagram showing to obtain denuded thickness with the compaction curve of mudstone

① 张或丹. 三塘湖盆地构造特征. 内部资料, 1995.

② 冯乔. 吐哈南带前侏罗纪原盆地恢复与多期次油气成藏. 西北大学博士论文, 1999.

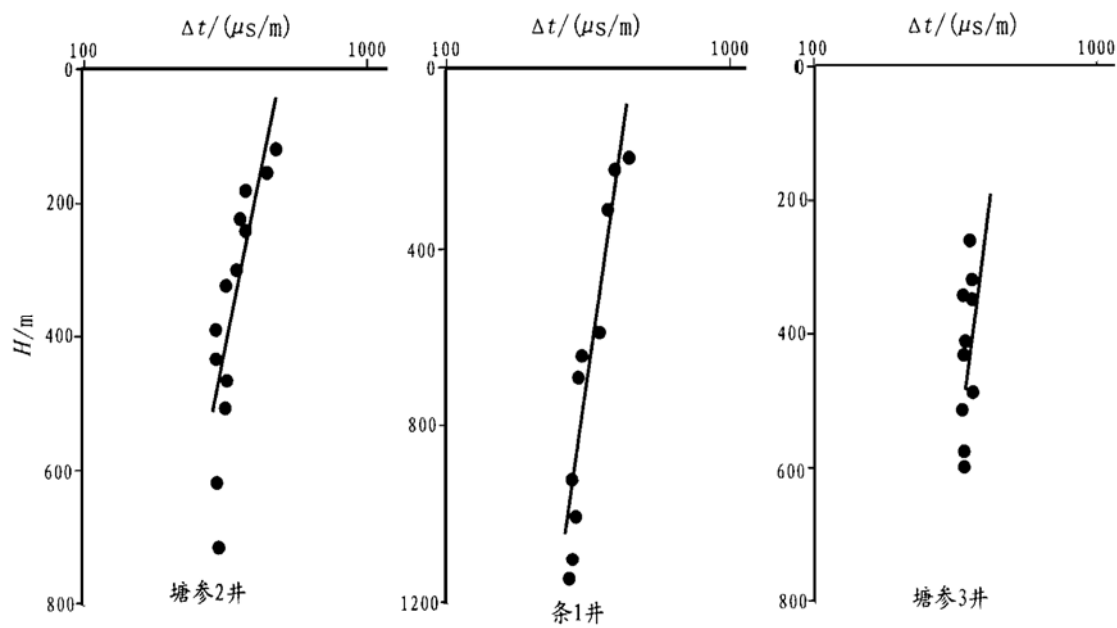


图 3 三塘湖盆地泥岩声波时差-深度关系图

Fig. 3 Relationship between acoustic time difference and depth for mudstone in the Santanghu basin

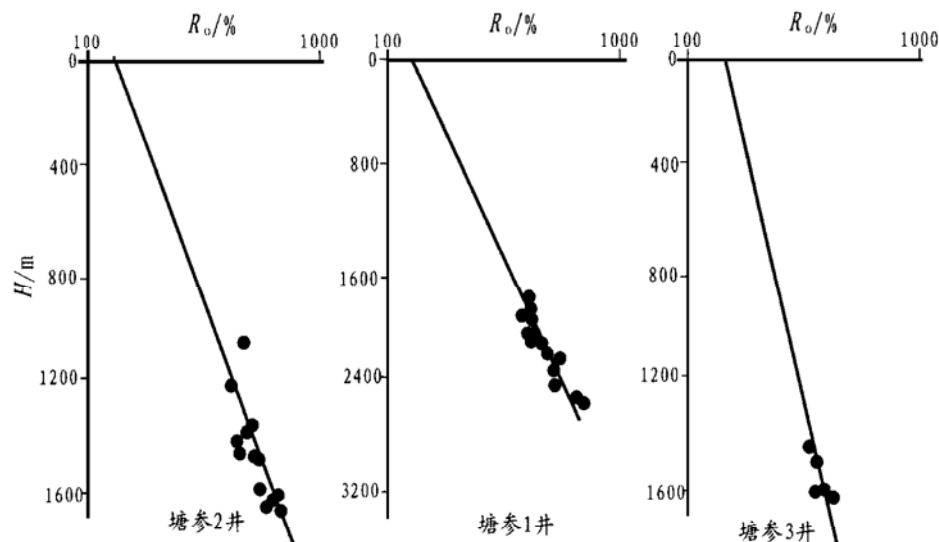


图 4 三塘湖盆地镜质体反射率与深度关系曲线

Fig. 4 Relationship between vitrinite reflectance and depth in the Santanghu basin

表 1 下白垩统剥蚀量/m 对比表

Table1 Comparison of the Lower Cretaceous denuded thickness (m)

方 法	汉水泉凹陷	条湖凹陷		马朗凹陷
	塘参 2	条 1	塘参 1	塘参 3
声波时差法	312	479		636
镜质体反射率 法*	299		360	598

* 最小剥蚀厚度

从前面的剥蚀量恢复可以知道, 三塘湖盆地地下白垩统的剥蚀厚度介于 300m(盆地西部)至 700m

(盆地东部)之间, 大于上覆新生界的沉积厚度。考虑到三塘湖盆地从晚古生代开始至新生代一直处于

降温状态(以塘参 1 井为例, 古地温梯度早二叠世末为 $6.28^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 、晚三叠世为 $3.50^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 、早白垩世为 $3.04^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 、晚白垩世为 $2.77^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, 现今地温梯度为 $2.31^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) , 对于下伏的二叠系、三叠系、侏罗系烃源岩而言, 属于地层、温度均欠补偿的情况, 生烃处于停滞状态。所以, 早白垩世末的晚燕山运动对三塘湖盆地的油气生成起着破坏作用。

5 结论

利用泥岩声波时差法、镜质体反射率法计算了三塘湖盆地地下白垩统的剥蚀量, 两种方法计算的结果吻合较好。计算结果表明, 下白垩统剥蚀量介于 300~ 700m 之间, 盆地自西往东剥蚀量呈递增的趋势。

下白垩统的剥蚀量大于上覆新生界的厚度, 加之三塘湖盆地从晚古生代至新生代一直处于降温状态, 对下伏烃源岩而言, 属于地层、温度欠补偿情况。

因此, 晚燕山运动在三塘湖盆地对油气的生成起着破坏作用。

致谢: 本文在写作过程中得到了吐哈油田勘探开发研究院的资助与帮助, 在此谨致谢意!

参考文献:

- [1] 张枝强, 关强. 新疆三塘湖盆地二叠系油源分析[J]. 石油实验地质, 1998, 20(2): 174- 181.
- [2] 真柄钦次著, 陈荷立译. 压实与流体运移[M]. 北京: 石油工业出版社, 1981.
- [3] 罗晓容, 陈荷立. 江汉盆地地层埋藏史研究[J]. 石油实验地质, 1989, 11(4): 369- 378.
- [4] Aoyagi K. Palaeotemperature analysis by authigenic minerals and its application to petroleum exploration[J]. AAPG, 1984, 68: 903 - 913.
- [5] Katz B J, Pfeifer R N, Schunk D J. Interpretation of discontinuous vitrinite reflectance profiles[J]. AAPG, 1988, 72(8): 926- 931.
- [6] Liu Yi Qun, Zhou Ding-wu, Li Tao-hong. A discussion on the boundary between diagenesis and metamorphism with reference to zeolite facies[J]. The Island Arc, 1993, 1(4): 262- 272.

RESTORATION OF THE LOWER CRETACEOUS DENUDED THICKNESS IN THE SANTANGHU BASIN AND ITS EFFECT ON HYDROCARBON GENERATION

XIE Zhi-qing, YAN Xiao-xiong, ZHOU Li-fa

(Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China)

Abstract: In this paper, the mudstone acoustic time difference method and the vitrinite reflectance method are used to calculate the Lower Cretaceous denuded thickness in the Santanghu basin. The results from the two methods fit well. It is revealed that the Lower Cretaceous denuded thickness is between 300m to 700m, and the denuded thickness increases from west to east. The Cenozoic sedimentary thickness, which is smaller than the Lower Cretaceous denuded thickness, cannot make up heat losses caused by denudation. Therefore, the Late Yanshanian movement played a destroying role in the generation of hydrocarbon.

Key words: acoustic time difference; vitrinite reflectance; denuded thickness; the Lower Cretaceous; destroying effect; the Santanghu basin