

运用磷灰石裂变径迹分析十万山盆地的地热史*

汪新伟, 汪新文, 韩效忠

(中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘要: 通过对十万山盆地及邻区磷灰石裂变径迹样品的表观年龄特征和封闭径迹长度分布特征的分析与正演模拟, 定性-半定量地研究了该区相关岩石组合的地热演化史。结果表明: 所有样品均经历了 60~70℃ 以上的古地温; 盆地北西侧的基底地层(T_1b) 比盆地南东侧的基底岩系(γ_5) 隆升剥蚀到达浅部(低于 70℃ 的不退火温度)的时间要相对早得多; 盆地内样品的古温度史表明了多期次的构造运动致使区内古地温场经历了 6 个阶段, 即晚三叠世-晚侏罗世的快速埋藏增温阶段、晚侏罗世末-早白垩世初的短暂降温阶段、白垩纪的再次埋藏增温阶段、晚白垩世末-古新世的快速降温阶段、始新世-渐新世稳定阶段和中新世以来的快速降温阶段, 区内烃源岩演化历史比较复杂。

关键词: 十万山盆地; 磷灰石; 裂变径迹; 封闭径迹长度; 正演模拟; 地热史

第一作者简介: 汪新伟, 男, 34 岁, 博士研究生, 矿物、岩石、矿床学

中图分类号: T12.9 **文献标识码:** A

1 地质背景与取样情况

十万山盆地位于我国广西南部, 总体呈 NE-SW 走向, 面积约 18 000 km², 向南西延入越南境内。该盆地是在中三叠世末的印支运动后发展起

来的中-新生代陆相沉积盆地, 现今残留盆地的北西侧边缘大致为凭祥-东门断裂一线, 南东侧边缘大致以扶隆-小董断裂为界(图 1)。

十万山盆地是我国南方油气勘探的较有利地区, 但其勘探与研究程度较低, 特别是盆地的热史

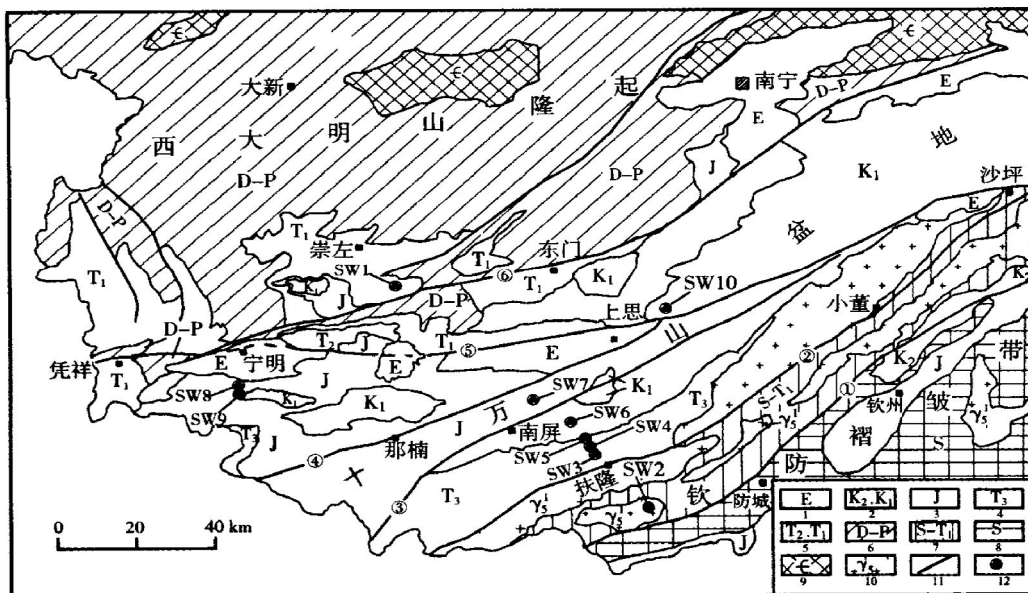


图 1 十万山盆地及邻区取样分布图

Fig. 1 Sampling positions in Shiwanshan basin and adjacent areas

- 1- 下第三系; 2- 上、下白垩统; 3- 侏罗系; 4- 上三叠统; 5- 中、下三叠统; 6- 泥盆系-二叠系; 7- 志留系-下三叠统; 8- 志留系; 9- 寒武系; 10- 印支期花岗岩; 11- 断裂; 12- 取样点, 主要断裂: ①钦州-防城断裂; ②扶隆-小董断裂; ③南屏-沙坪断裂; ④那楠-上思断裂; ⑤宁明-上思-沙坪断裂; ⑥凭祥-东门断裂

* 中国石化南方海相油气勘探项目(00-010)资助

收稿日期: 2003-06-10

研究尚有待深入。本文主要运用磷灰石裂变径迹分析的方法来定性—半定量地分析该盆地及邻区的地热史。在该盆地及邻区所选取的磷灰石样品包括10块露头标本(取样位置如图1所示),除盆地NW侧的样品SW1为下三叠统火山岩(T_1b)、盆地SE侧的样品SW2为印支期花岗岩(γ_3^1)外,其余8块均为盆地内的上三叠统—下白垩统砂岩样品,并基本上构成该盆地的一个地层柱(图2)。

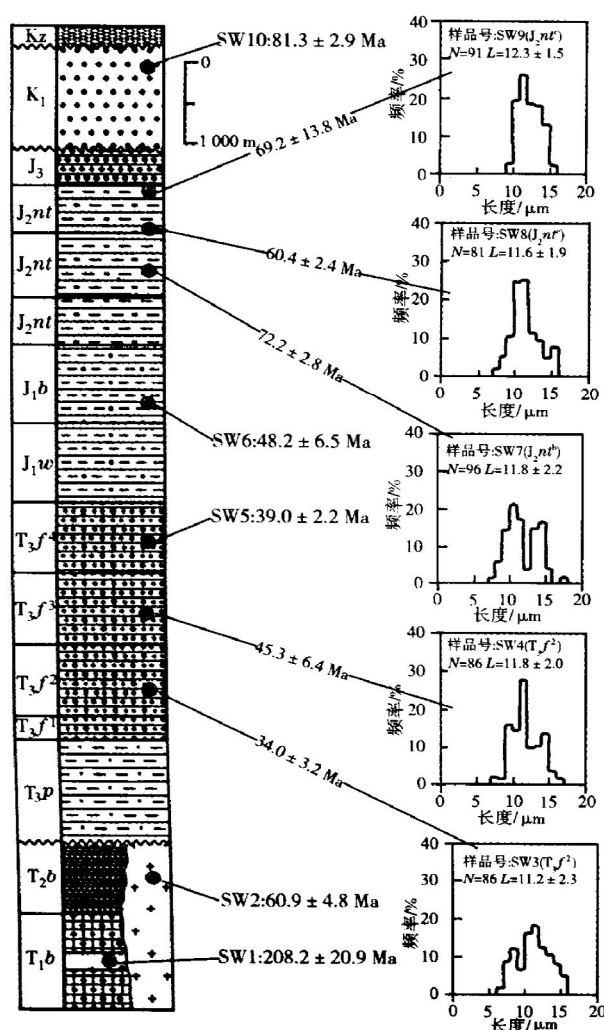


图2 取样地层柱和测试结果综合图

Fig. 2 Composite diagram showing the sampling stratigraphic column and the results of fission track analysis

2 磷灰石裂变径迹表观年龄特征

2.1 表观年龄特征

裂变径迹的表观年龄简称裂变径迹年龄,由矿物中自发裂变径迹密度确定。含有自发裂变径迹的矿物在加热到足够温度时,裂变造成的晶格

损伤带会部分甚至全部被修复,表现为裂变径迹逐渐变短,密度下降,直到全部消失,这就是退火作用。理论上讲,未经退火作用的磷灰石裂变径迹表观年龄值等于其所在地层的真实年龄,而经历了退火作用后其表观年龄将会逐渐减小,到完全退火时为零。其中,温度起主要作用,时间和温度可以互补,即高温短时间和低温长时间可导致同样的退火率^[2,3]。例如对于磷灰石100%的退火率,当受热时间从1Ma变到100Ma,即增大2个数量级,仅相当于温度改变25℃。在1Ma,10Ma,100Ma数量级地质时间加热,对应的磷灰石裂变径迹退火带分别为85~140℃,70~125℃,60~115℃。

十万山盆地及邻区磷灰石裂变径迹样品的测试结果如图2和表1所示。由表观年龄特征可得到如下初步认识:(1)所有样品的表观年龄值均小于其真实地层年龄值,说明均经历了60~70℃以上温度的退火作用。反映现今处于地表低温环境的这些样品的上方均遭受了不同程度的地层剥蚀;(2)从盆地地层柱上看,样品的表观年龄从上到下总体呈现出逐渐减小的规律,与其地层的真实年龄从小到大逆向变化,这与其先从下向上逐渐埋藏增温,然后从上向下逐渐隆升剥蚀降温过程导致的退火作用相一致,反映了下部地层经历的古地温相对较高、较长,隆升剥露相对较晚;(3)处于较浅部位的样品SW10(K_1),其表观年龄(81.3Ma)与真实年龄相差不算太大,说明其经历的高于70℃的部分退火温度的时间相对较短,较早地隆升剥蚀到达低温浅部,而处于较深部的样品SW3,SW4,SW5(T_3f)及盆地SE侧的样品SW2(γ_3^1),其表观年龄(34~60.9Ma)与真实年龄相差十分悬殊,说明其经历的高于70℃的部分退火温度,甚至125℃以上的完全退火温度的时间相对较长,较晚(约 K_2 ~ E_2)才上升到低于70℃的不退火温度的浅部;(4)盆地NW侧的基底地层样品SW1(T_1b)的表观年龄(208Ma)与真实年龄差距不大,表明其经历的高于70℃的部分退火温度的时间比较短,较早(约 J_1 ~ J_2)地到达了低于70℃的不退火温度线以上的浅部,说明盆地NW侧的基底地层比盆地SE侧的基底地层隆升剥蚀要早得多。

2.2 单颗粒年龄分布

由于矿物颗粒的来源不同,有些带有物源区

表 1 十万山盆地及邻区磷灰石裂变径迹样品分析结果表

Table 1 Results of apatite fission track analysis in Shiwanshan basin and adjacent areas

样品号	时代	颗粒数/ n	$\rho_s/10^5\text{cm}^{-1}$ (N_s)	$\rho_i/10^5\text{cm}^{-1}$ (N_i)	γ_{si}	$\rho(x^2)/\%$	T/Ma	$L/\mu\text{m}(N)$
SW10	K_1	13	10.03(365)	21.10(768)	0.97	> 50	81.3 ± 2.9	/
SW9	J_2nt^c 顶	10	2.82(337)	8.31(993)	0.92	< 0.1	69.2 ± 13.8	$12.3 \pm 1.5(91)$
SW8	J_2nt^c 底	12	7.52(297)	21.32(842)	0.97	> 20	60.4 ± 2.4	$11.6 \pm 1.9(81)$
SW7	J_2nt^b	12	4.45(331)	10.55(785)	0.94	> 5	72.2 ± 2.8	$11.8 \pm 2.2(96)$
SW6	J_1b	12	3.08(247)	12.11(970)	0.85	< 0.1	48.2 ± 6.5	/
SW5	T_3f^4	12	1.73(135)	7.63(594)	0.95	> 70	39.0 ± 2.2	/
SW4	T_3f^3	15	4.06(250)	17.86(1100)	0.81	< 0.1	45.3 ± 6.4	$11.8 \pm 2.0(86)$
SW3	T_3f^2	18	5.64(296)	24.48(1285)	0.96	> 0.1	34.0 ± 3.2	$11.2 \pm 2.3(86)$
SW2	γ_5^1	11	6.28(431)	17.73(1216)	0.91	> 2	60.9 ± 4.8	/
SW1	T_1b	12	16.41(950)	15.41(892)	0.93	< 0.1	208.2 ± 20.9	/

注: 由中国科学院高能物理研究所测定。 ρ_s 为矿物中 U^{238} 自发裂变径迹密度, N_s 为径迹数; ρ_i 为 U^{236} 诱发裂变径迹密度, N_i 为径迹数; γ_{si} 为相关系数; $\rho(x^2)$ 为检验几率; T 为表观年龄及误差; L 为平均封闭径迹长度及标准偏差, N 为所测径迹总数。

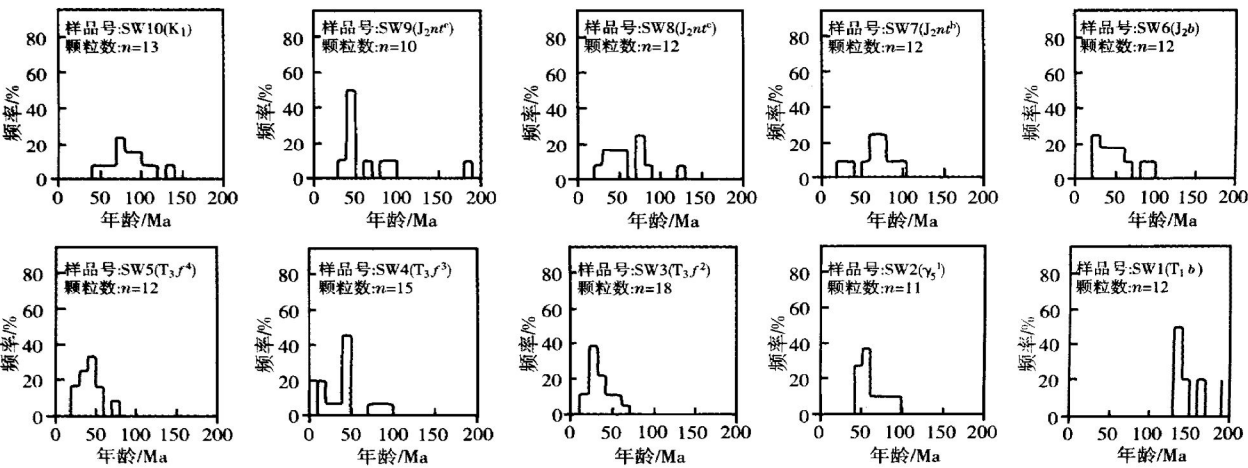


图 3 磷灰石裂变径迹样品单颗粒年龄分布直方图

Fig. 3 Histogram showing distribution of single grain age of apatite fission track samples

的裂变径迹记录,致使所测试的同一样品中各个矿物颗粒的表观年龄有较大的差别,从而形成裂变径迹的单颗粒年龄分布,可以揭示一定的物源区信息和退火程度的强弱。从本区测试所获得的 10 个样品的单颗粒年龄分布直方图来看(图 3),可分为集中性差、集中性一般、集中性好 3 种情况。(1)集中性差:包括样品 SW10(K_1) SW9 SW8(J_2nt^c)和 SW1(T_1b),有少部分的磷灰石单颗粒年龄值大于其所在地层的真实年龄值,继承有原岩或物源区的部分残余裂变径迹,表明样品经历的退火作用并不强,肯定未超过 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的完全退火古地温;(2)集中性一般:包括样品 SW7(J_2nt^b), SW6(J_1b), SW5(T_3f^4), SW4(T_3f^3),其最大的单颗粒年龄值小于该样品的真实年龄,但差距不大,说

明其退火程度比较高,但可能未超过 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的完全退火古地温或超过的量不大、延续的时间不长;(3)集中程度好:包括样品 SW3(T_3f^2)和 SW2(γ_5^1),呈单峰形式分布,且最大单颗粒年龄值也远远小于其真实年龄,说明样品退火十分强烈,肯定超过了 $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的完全退火古地温。

3 封闭径迹长度分布与正演模拟

3.1 封闭径迹长度分布特征

在一个样品的整个地质过程中,新径迹是恒定产生的,且初始长度几乎都是常数(为 $16.3 \pm 0.9\text{ }\mu\text{m}$)。由于形成的时期不同,所经历的热历史不同,径迹经受不同程度的退火而缩短,因而形成了磷灰石样品中不同长度的裂变径迹,亦即封闭

径迹长度分布。短径迹形成较早,经历的热历史较长;而长径迹形成较晚,经历的热历史较短。这样,不同的封闭径迹长度分布为重建盆地热历史提供了一种直接而有效的方法^[2~5]。

本区有5个样品测试了裂变径迹的封闭径迹长度,其分布特征(图2)可归纳为3种分布型式。(1)单峰型分布:样品SW9, SW8(J_2n^c),长度分布具有11~12 μm 的中-低等长度高峰值,反映了经历一次以100~80 $^{\circ}\text{C}$ 温度段的较高温度环境下生成和部分退火的裂变径迹为主。(2)双峰型分布:样品SW7(J_2n^b),长度分布具有10~11 μm 和14~15 μm 的中-高等长度的高峰值和明显双峰分布,反映了主要以100~80 $^{\circ}\text{C}$ 温度段的较高温度环境下生成和部分退火的裂变径迹为主,且在后期的剥蚀降温过程中遭受了后期热事件的影响。(3)双峰加台阶式分布:样品SW4, SW3(T_3f)。双峰式分布反映了两期埋藏-增温-剥蚀-降温形成的两期裂变径迹组,冷却事件处于中期阶段,推测这一受热事件与早燕山运动有关。短径迹的台阶式分布反映在冷却事件之前,存在一个较长时期的高温环境,温度也许可能持续在100~120 $^{\circ}\text{C}$ 左右或者更高,造成了早期径迹的退火严重。

3.2 正演模拟方法

澳大利亚墨尔本大学研究组^[2~5]在实验室变温退火率观察的基础上提出了退火率的等效时间原理:具有一定退火率 r 的封闭径迹,在进一步退火时其退火程度与引起当前退火率下的径迹长度缩短的退火路径无关,仅取决于已达到的退火程度和当前的温度、时间条件,即先前的退火率可以折算为当前温度下一段时间持续的结果。因此,可将一个变温过程转化为若干个有序的恒温过程的集合。实验室研究结果向地质时间外推,形成了封闭径迹长度分布的正演模型,并得到了澳大利亚Otway盆地已知地热史的验证。

根据实验室得到的恒温下裂变径迹退火率 r ,退火温度 T 及时间 t 三者的关系式为^[2~5]

$$\ln t = A(r) + B(r)/T \quad (1)$$

式中 $A(r)$ 和 $B(r)$ 为含有退火率 r 的参数与常数。本文主要采用Laslett等^[3]建立的扇形模型进行正演模拟。在扇形模型中: $A(r) = -28.12$ (常数)

$$B(r) = \{ [((1 - r^b) / b)^a - 1] / a \} - c_0 / c_1 \quad (2)$$

式中 a, b, c_0, c_1 为常数; $a = 0.35, b = 2.7, c_0 = -4.87, c_1 = 1.68 \times 10^{-4}$ 。

对于地质历史上的变温过程,需根据等效时间原理来处理。假定在 t 时间内,一颗磷灰石经历的热历史为 $T(t)$,其封闭径迹长度退火率为 r 。将 t 分为 n 个时间段,使时间步长 Δt 取足够小,此时可将各时间段内的温度看成是恒温,则该磷灰石经历的热历史可表示为

$$T(t) = T_i, (i-1)\Delta < t \leq i\Delta, \\ i = 1, 2, 3, \dots, n$$

在第1个恒温时间段,根据等式(1)有

$$B(r_1) = T_1 \ln t_1 - AT_1 \quad (3)$$

第1个恒温时间段的退火效果,换算成第2个恒温时间段的等效时间 t_1^{eq} 时,根据等式(1)有

$$\ln(t_1^{\text{eq}}) = B(r_1)/T_2 + A \quad (4)$$

那么,经过了第1,2两个不同的恒温时间段后的退火效果可表示为

$$B(r_2) = T_2 \ln(t_1^{\text{eq}} + \Delta t) - AT_2 \quad (5)$$

据式(4),(5)类推有

$$\ln(t_i^{\text{eq}}) = B(r_i)/T_{i+1} + A \quad (6)$$

$$B(r_{i+1}) = T_{i+1} \ln(t_i^{\text{eq}} + \Delta t) - AT_{i+1} \quad (7)$$

令 $i = 1, 2, 3, \dots, n-1$,由(6)式至(7)式循环计算,可得到 $B(r_n)$ 值。再由等式(2)求解,可得到经历了全部热历史后的退火率 r_n

$$r_n = \{ 1 - b \times [(c_1 \times B(r_n) + c_0) \times a + 1]^{1/a} \}^{1/b} \quad (8)$$

因此,最终获得的封闭径迹长度 L_n 为

$$L_n = r_n \times L_0$$

以上各式中, T_{i+1} 为第 $i+1$ 时间段的古温度; t_i^{eq} 是在 T_i 温度下累积的退火率换算到 T_{i+1} 温度下的等效时间, s, r_i, r_n 分别为第 i 个和第 n 个时间段时封闭径迹的累积退火率; L_0 为初始径迹长度。

封闭径迹的可刻蚀长度满足正态分布函数

$$Y(L) = 1 / (SL \sqrt{2\pi} \exp[-(L - Le)^2 / (2SL^2)]) \quad (9)$$

式中 $Y(L)$ 是具有长度值 L 的径迹条数, Le 是平均封闭径迹长度, SL 是径迹长度分布的标准偏差。实验室退火数据的 Le 与 SL 关系表明, SL 随 Le 的减小而增大,其经验公式为

$$SL = 1 / (0.0986 Le - 0.22)$$

如果从样品所在地层沉积时间开始, 每间隔 Δt 时间段生成的径迹视为一组, 从其初始径迹长度演化到现今长度视为该组径迹长度分布的平均值, 则沉积开始后第 i 组径迹演化至今的长度分布为

$$f_i(L) = 1/(SL_i \sqrt{2\pi} \exp[-(L - Le_i)^2 / (2SL_i^2)]) \quad (10)$$

那么, 从样品受热开始至今共有 n 组径迹, 其现今的总分布为

$$F(L) = \sum_{i=1}^n 1/(SL_i \sqrt{2\pi} \exp[-(L - Le_i)^2 / (2SL_i^2)]) \quad (11)$$

上式即为模拟的裂变径迹长度分布函数。

3.3 模拟结果分析

为了与实测裂变径迹长度分布图进行对比, 在前面表观年龄、单颗粒年龄和封闭径迹长度分布特征分析的基础上, 建立各样品埋藏- 隆升剥蚀的古温度史演化的大致轮廓曲线, 然后对其封闭径迹长度分布进行正演模拟, 取古地表平均地温为 25°C , 现今地表常年平均温度为 20°C 左右, 退火带的温度为 $70 \sim 125^\circ\text{C}$ 。通过调整样品的古温度史曲线, 并可求出总分布的平均长度 Le 和标准偏差 SL , 与实测裂变径迹长度分布对比, 若两者分布相符, 则说明给定的温度演化史正确, 否则修改热演化史重新模拟, 直至两者基本吻合。所获得的结果如图4所示。

从图4中可以看出, 5个样品模拟出的古温度史曲线可分为两种型态: “V”型和“W”型。

(1) 样品 SW9, SW8(J_2nt^c) 属“V”型, 分增温- 降温- 稳定- 降温4个阶段。这两个样品层位相对较新, 且位于盆地西南部的同一地区, 模拟所得到的古温度史路径曲线十分相似, 这与它们的地质构造演化史是吻合的。其4个古地温演化阶段为: (a) 中侏罗世- 白垩纪(J_2-K)快速增温阶段, 推测由于沉积埋藏作用而迅速增温, 样品从地表的 25°C 升高到 $85 \sim 95^\circ\text{C}$, 增高约 $60 \sim 70^\circ\text{C}$; (b) 晚白垩世末- 早第三纪古新世(K_2 末- E_1)快速降温阶段, 温度从约 $85 \sim 95^\circ\text{C}$ 降至 $55 \sim 65^\circ\text{C}$, 降幅约 30°C , 推测主要是由于该阶段燕山晚期的构造运动使地壳快速隆升、剥蚀造成; (c) 始新世- 渐新世(E_2-E_3)稳定阶段, 温度变化量不大, 约 5°C 左右, 推测可能是由于该阶段构造运动相对平静, 且

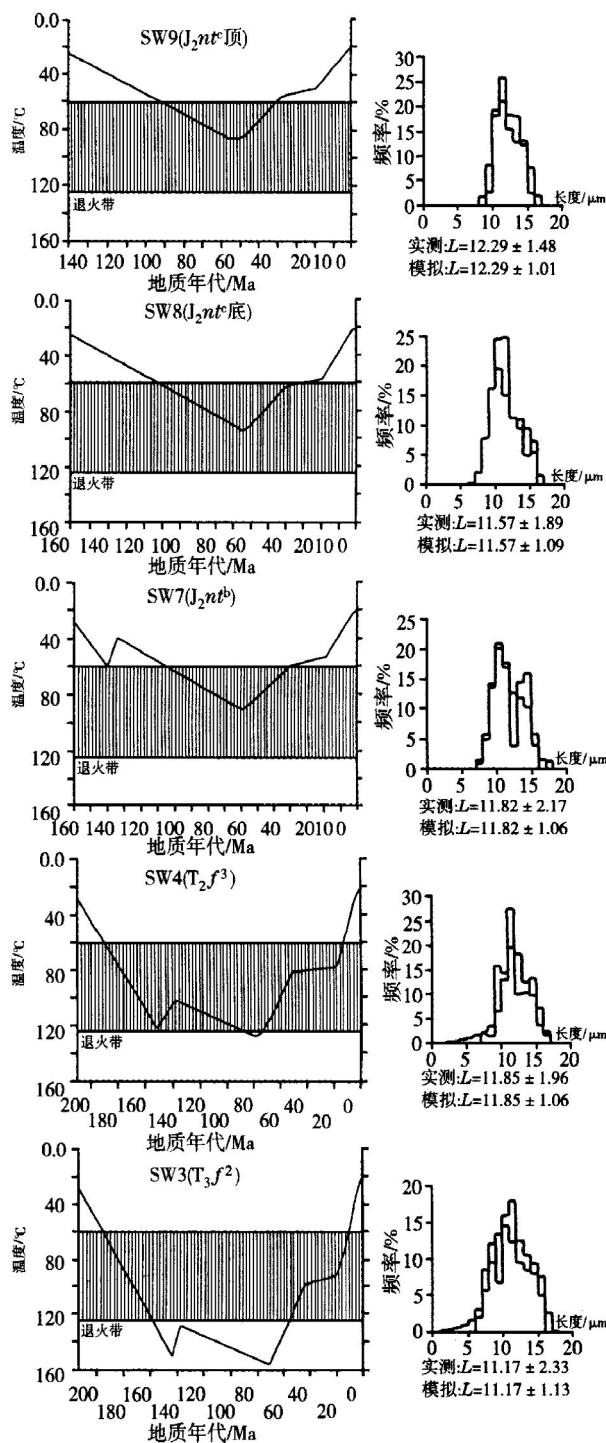


图4 磷灰石封闭径迹长度分布模拟与地层温度史

Fig. 4 Modeling of confined fission-track length distributions and geotemperature history

地壳处于弱伸展状态, 这与局部发育小型断陷盆地沉积的构造背景相吻合; (d) 中新世(N_1)以来的快速降温阶段, 温度约从 $55 \sim 65^\circ\text{C}$ 左右降至地表的 20°C , 降幅约 $35 \sim 45^\circ\text{C}$, 可能主要是由于喜马拉雅山晚期的构造运动与地壳快速隆升、剥蚀共同造成的。

(2) 样品 SW7(J_2nt^b), SW4(T_3f^3), SW3(T_3f^2) 属“W”型, 分增温- 短暂降温- 增温- 降温- 稳定- 降温 6 个阶段(图 4 和表 2) 。这 3 个样品层位相对较老, 主要位于盆地中部东侧地区, 模拟所得到的古温度史曲线基本相似, 只是由于三者所在地质层层位 取样地点的不同, 致使样品埋藏增温、剥

蚀降温时古地温的增幅、降幅有较大差异。如样品 SW7(J_2nt^b), SW4(T_3f^3), SW3(T_3f^2) 在第 1 次埋藏增温的晚侏罗世末时, 古地温分别为接近初始退火温度、完全退火温度和超过完全退火温度; 在第 2 次埋藏增温的晚白垩世晚期时, 所达到的最高古地温分别为 95℃, 130℃和 155℃。

表 2 三个样品的模拟古地温演化阶段对比表

Table 2 Comparison of modeling paleogeotemperature evolution of three samples						
演化阶段 样品 (地层)	快速增温阶段 ($T_3-J_2-J_3$) (增温幅度)	短暂降温阶段 (J_3 末- K_1 初) (降温幅度)	快速增温阶段 (K) (增温幅度)	快速降温阶段 (K_2-E_1) (降温幅度)	稳定阶段 (E_2-E_3) (变化幅度)	快速降温阶段 (N_1 - 今) (降温幅度)
SW7(J_2nt^b)	↑ 35℃	↓ 20℃	↑ 50℃	↓ 30℃	< 5℃	↓ 35℃
SW4(T_3f^3)	↑ 100℃	↓ 20℃	↑ 25℃	↓ 40℃	< 5℃	↓ 70℃
SW3(T_3f^2)	↑ 125℃	↓ 20℃	↑ 25℃	↓ 50℃	< 5℃	↓ 85℃

(3) 对比前两个样品和后 3 个样品的古地温史曲线可知, 其共同之处为均于晚白垩世晚期达到最大古地温, 在此之后的 3 个演化阶段(降温- 稳定- 降温) 均相似, 只是起始温度和降幅有所差异, 反映了相似的地质作用与构造运动过程(如前所述) 。所不同的是, 后三个样品在晚侏罗世末- 早白垩世初(J_3 末- K_1 初) 存在一个短暂降温阶段, 可能反映了早燕山运动引起的剥蚀降温时期; 而前两个样品该构造运动的影响则不明显, 表现为一个持续的埋藏增温过程。这可能说明了后 3 个样品所在的十万山盆地中部东侧地区早燕山运动的影响相对较强; 而前两个样品所在的盆地西南部地区早燕山运动的影响则比较微弱。

4 结论

磷灰石裂变径迹样品的综合分析表明, 十万山盆地及邻区所有样品及其所代表的地质层均经历了 60~ 70℃以上的古地温, 其上方均遭受了不同程度的地质层剥蚀; 盆地内陆相地质层柱的下部地质层比上部地质层经历的古地温相对较高、较长, 隆升剥露相对较晚; 盆地 NW 侧的基底地质层(T_1b) 与盆地 SE 侧的基底岩系(γ_5^1) 相比, 其隆升剥蚀到达低于 70℃的不退火温度的浅部要相对早得多。盆地内 5 个样品的古温度史模拟曲线反映了 6 个演化阶段, 即(1) 晚三叠世- 晚侏罗世的快速埋藏增温阶段; (2) 晚侏罗世末- 早白垩世初的短暂降温阶

段, 可能是早燕山运动影响的结果, 在盆地中部东侧地区影响较强, 盆地西南部地区影响微弱; (3) 白垩纪的再次埋藏增温阶段, 且于晚白垩世晚期达到最大古地温, 上三叠统的古地温在 130~ 160℃, 侏罗系的古地温在 85~ 100℃; (4) 晚白垩世末- 古新世快速降温阶段, 推测主要是由于燕山晚期运动使地壳快速隆升、剥蚀造成; (5) 始新世- 渐新世稳定阶段, 可能与该时期构造运动相对平静、地壳处于弱伸展状态有关; (6) 中新世以来的快速降温阶段, 主要由于喜马拉雅山晚期构造运动与地壳快速隆升、剥蚀所造成。

参 考 文 献

1 张岳桥. 广西十万大山前陆冲断推覆构造[J]. 现代地质, 1999, 13(2): 150~ 156

2 Green P F, Duddy I K, Gleadow A J W, et al. Thermal annealing of fission tracks in apatite: 1. a quantitative description[J]. Chem Geol, 1986, 59: 237~ 253

3 Green P F, Duddy I R, Gleadow A J W, et al. Apatite fission-track analysis as a paleotemperature indicator for hydrocarbon exploration [A]. In: Naeser N D, McCulloch T H, eds. Thermal history of sedimentary basin[C]. New York: Springer- Verlag, 1989. 181~ 195

4 Duddy I R, Green P F, Laslett G M. Thermal annealing of fission tracks in apatite: 3. variable temperature behaviour[J]. Chem Geol, 1988, 73: 25~ 38

5 Laslett G M, Green P F, Duddy I R, et al. Thermal annealing of fission tracks in apatite: 2. a quantitative analysis[J]. Chem Geol, 1987, 65: 1~ 13

(Please Turn to Page 412)

- 2 李宗杰, 王勤聪. 塔北超深层碳酸盐岩储层预测方法和技
术[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(1): 35~ 40
- 3 孙渊, 李津. 地震多参数储层及油气预测应用研究[J]. 西安工
程学院学报, 1998, (10): 55~ 60
- 4 张玉芬, 凌峰, 程冰洁. 井约束地震道反演和多项式拟合的联合
应用[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(4): 388~ 390

APPLICATION OF MULTI- PARAMETERS, LOGGING DATA AND WAVE IMPEDENCE, TO OIL- GAS PREDICTION

Wu Xingwei^{1,2} Yang Yong^{1,2} Zhu Aili²

(1. China University of Geosciences, Beijing; 2. Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Beijing)

Abstract: The application of wave impedance inversion data to oil/ gas reservoir prediction would generally have multiple solutions, due to the effects of reservoir characteristics, such as the wave impedances of sandstones and mudstones in Pinghu reservoirs would often be similar, the thinly interbedded reservoirs in northern Hubei block are affected by coal seams, the reservoir water salinity in Shiwu fault depression in northeastern China is very low, and karsts and fractures are unevenly distributed in carbonates in northern Tarim basin. Considering these conditions, oil/ gas reservoir prediction has been made by using crossplot of multiple logging parameters and wave impedance data. The multiple solutions caused by using wave impedance data only can then be avoided. According to various conditions, logging parameters with relatively high sensitivity should first be carefully selected, then make the crossplots of those logging parameters and wave impedance data. The crossplots must be calibrated against the known oil/ gas distribution. The oil/ gas reservoirs in a new well can finally be predicted by using the calibrated crossplot. Practical testing has proved the prediction is feasible.

Key words: multi parameter; oil and gas prediction; cross plot; effectivity; petroleum stratigraphic horizons

(Continued from Page 390)

GEOTHERMAL HISTORY OF SHIWANSHAN BASIN AND ITS NEIGHBOURING REGION USING APATITE FISSION-TRACK ANALYSIS

Wang Xinwei Wang Xinwen Han Xiaozhong

(China University of Geosciences, Beijing)

Abstract: The geothermal history of strata or rocks has been qualitatively and semi-quantitatively in Shiwanshan basin and its neighbouring region, based on analyses of fission-track apparent age and modelling of confined track lengths distribution of apatite samples. The results show that all samples have experienced paleogeotemperatures of over 60~ 70 °C; the basement strata(T_1b) on the northwestern side of Shiwanshan basin have been uplifted and denuded to the near-surface (with a paleogeotemperature of below 70 °C) much more earlier than the basement rocks(γ_5^1) on the southeastern side of the basin and the paleogeothermal history of samples from the basin can be divided into six stages, they are the fast burial and increasing temperature(T_3 - J_3) stage, transient decreasing temperature(latest J_3 - early K_1) stage, burial and increasing temperature(K) stage, rapid decreasing temperature(last K_2 - E_1) stage, relatively stable (E_2 - E_3) stage and another rapid decreasing temperature (since N_1) stage.

Key words: Shiwanshan basin; apatite fission tracks; forward modelling of confined track-length distributions; geothermal history