

应用牙形刺色变指标探讨 鄂尔多斯西缘北段奥陶系有机质成熟度

于芬玲

(华北石油地质局第三普查勘探大队, 咸阳 712000)

作者应用牙形刺色变指标(CAI)对鄂尔多斯西缘北段两个构造单元的奥陶系有机质成熟度进行了研究, 结果表明: 盆地部位的 CAI=3~3.5, 古地温约 115~140℃, 有机质演化阶段为成熟至高成熟, 逆冲推覆构造带通喀拉高断块的 CAI=1.5, 古地温约 43℃, 有机质演化阶段尚处于未成熟。另据古生物和 CAI 资料, 对通喀拉高断块形成于燕山运动的认识提出质疑。

关键词 牙形刺色变指标 鄂尔多斯 有机质成熟度 奥陶系

作者简介 于芬玲 女 39岁 工程师 石油地质

0 前言

自 A. G. Epstein 等(1977)提出将牙形刺色变指标(CAI)用于判断有机质变质作用后 (Anita G. 等, 1977), 国内即进行了介绍^①及方法实验(王成源, 1977), 且多有研究成果面世(周希云等, 1980), 现已成为一种成熟而行之有效的办法, 得到广泛应用。

鄂尔多斯地区下古生界源岩的成熟度研究, 尚未见有应用 CAI 确定有机质热演化程度的报道, 前人多是应用地化分析、TTI 法或根据上古生界成熟度资料进行推断等方法予以确定。由于受样品采集及分析手段的影响, 加之下古生界沉积厚度大, 上、下古生界之间存在着由加里东运动造成的长达 170Ma 左右的侵蚀面等因素的影响, 使下古生界源岩成熟度的研究, 尤其是高演化区的研究受到了限制。本文就是应用 CAI 方法判断有机质变质程度, 探讨鄂尔多斯西缘北段奥陶系有机质成熟度的。

1 牙形刺标本的 CAI 值测定

鄂尔多斯西缘北段横跨鄂尔多斯盆地和西缘逆冲推覆构造带两大构造单元, 在位于盆地天环向斜北段及逆冲推覆构造带通喀拉高断块的三口钻达下古生界的钻井中, 分别从岩心或岩屑样品中获取了牙形刺(图 1), 并对所获标本进行了 CAI 测定(表 1)。测定时将标本置于双目立体镜下, 光源为显微镜反射光, 要相同鉴定条件下, 按照 A. G. Epstein 的 CAI 原始标准确定。上述标本基本分为两个色级:

① 周希云译, 牙形刺的颜色变化——一种有机变质作用的指标, 《贵州石油地质》, 1980年第1期

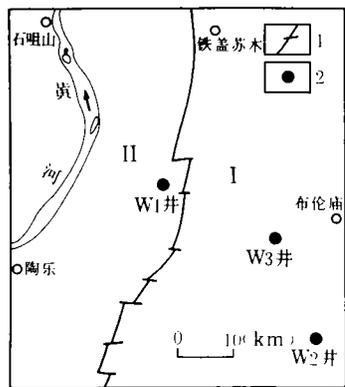


图1 研究区及钻井位置图

- 1. 断裂 2. 井位
- I 鄂尔多斯盆地
- II 西缘逆冲推覆构造带

(1) CAI=1.5, 标本呈浅黄色或褐黄色, 近于透明状, 油脂光泽, 仅见于 W₁ 井。

(2) CAI=3~3.5, 标本呈深褐、黑褐、深褐灰色, 微透明状, 油脂光泽弱, W₂ 井和 W₃ 井所获标本以此为主。

测定结果表明, 3口井所获标本的 CAI 分别为 1.5 和 3~3.5 两种类型, 它们同属下奥陶统的标本, 但显示出较大的差异。在排除研究区存在异常地热的前提下, 造成上述 CAI 差异的根本原因在于它们曾分别经历了不同的有效持续受热时间和最大埋藏深度。

2 成熟度分析

已有资料表明, 研究区的牙形刺产出层位沉积时基本处于同一地质条件下, 加里东运动发生前, 它们遭受或经历了共同的地质作用, CAI 的差异反映出它们的后期演化历程是不同的。

表1 测试简况表

地区	井深 (m)	层位	上覆地层	岩样类别	测试数 (枚)	牙形刺色变指标 (CAI)										
						1	1.5	2	3	3.5	4	4.5	5			
天环向斜北段	W ₂ 井	4172.11 / 4172.79	桌子山组 (O _{1z})	O ₂ 、C ₃ 、P、T、J ₁₋₂ 、K ₁ 、Q ₄	岩心	6				4	2					
	W ₃ 井	4254.0 / 4415.4	克里摩里组 (O _{1k})	O ₂ 、C ₃ 、P、T、J ₁₋₂ 、K ₁ 、Q ₄	岩心 岩屑	12				12						
通高喀断拉块	W ₁ 井	610.07 / 617.71	克里摩里组 (O _{1k})	O ₂ 、K ₁ 、E ₃ 、Q ₄	岩心	41		37	4							

W₁ 井的牙形刺 CAI=1.5, 标本产出层位的上覆地层厚度为 1050m 左右 (包括已被逆掩在标本产出层位之下的中奥陶统约 450m)。有效埋藏持续受热时间约 90Ma (表 2), 在阿伦尼厄斯坐标上算出其古地温约 43℃ (图 2), 有机质演化尚处于未成熟阶段, 该井未发现有任何直接的油气显示。另外, CAI 也反映出该井所在的通喀拉高断块是加里东运动形成的证据。

表2 有效埋藏持续受热时间(Ma)简表

井号	O ₂	C ₃	P	T	J ₁₋₂	K ₁	E ₃	Q ₄	总计 (Ma)
W ₂ 井	28	8	38	35	50	46		忽略	205
W ₃ 井	28	8	38	35	50	46		略不	205
W ₁ 井	28					46	14	计	88≈90

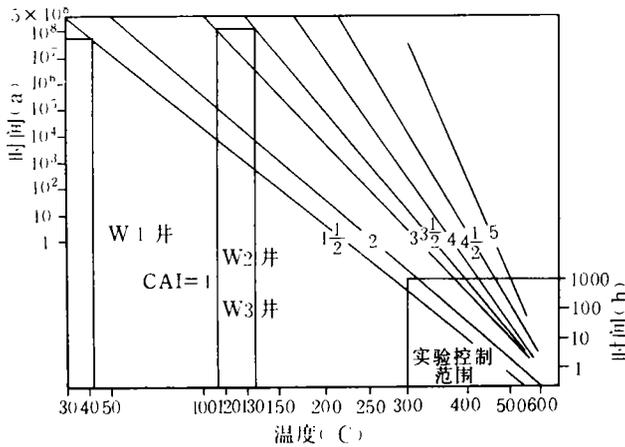


图2 阿伦尼厄斯坐标(据 A. G. Epstein, 1977)

W₂、W₃ 井的牙形刺 CAI=3~3.5, 标本产出层位上覆地层的厚度约 4200~4400m, 有效埋藏持续受热时间约为 200Ma, 明显比 W₁ 井标本产出层位经历了更长的受热时间和更多的上覆载荷, 造成了 CAI=3~3.5 的结果, 在阿伦尼厄斯坐标上算出古地温约 115~140℃(图 2), 有机质演化已进入成熟到高成熟阶段。在西缘北段前述标本产出层位有机质类型和丰度大致相似的情况下, 造成 W₁ 井未见任何直接油气显示与 W₂ 井油气显示丰富(岩心冒气泡、见油迹、气测异常等)的主要原因之一是有机质的成熟度不同。

3 问题讨论

前述牙形刺 CAI 的差异表明标本产出层位曾经历了不同的有效持续埋藏受热时间, 因而反映了它们遭受过不同的地质作用。

前人认为, 加里东运动在研究区主要表现为抬升, 西缘逆冲推覆构造带形成于中侏罗世发生的燕山运动, 但根据 W₁ 井奥陶系牙形刺与笔石化石产出层位的时代倒置, 曾提出奥陶系中至少发育有一条以上的逆断层^①。结合该井的 CAI 资料, 笔者认为通喀拉高断块形成于

① 于芬玲. 鄂尔多斯盆地 W₁ 井的牙形刺及其意义. 油气勘查情报, 1987 年第 2 期

加里东运动,该运动在研究区不仅表现为抬升形式,还发生过逆冲推覆活动。

如通喀拉高断块形成于燕山运动,则 W_1 井的牙形刺产出层位至少要经历类似 W_2 井和 W_3 井下奥陶统所经历过的有效持续埋藏受热时间,CAI 应与上述两井的 CAI 级别相似或稍低,决不可能因燕山期剥蚀掉该断块的上石炭统-中侏罗统而使 W_1 井的 CAI 发生从高到低的逆转。正是由于该断块自加里东运动形成后,晚石炭世到中侏罗世这段时间为测试标本的无效受热时间,只维持着标本在加里东运动时的原有色变级别,而不造成新的变化。直至早白垩世及以后开始接受沉积的各地质时代才为有效受热时间,使化石的色级提高。

综上所述,研究区自加里东运动成为出露区,这时的测试标本基本保持着相似的 CAI 级别。自中石炭世后,盆地部位为持续沉降区,接受了巨厚的沉积,经历了长时期的受热时间,使 CAI 达到了 3~3.5;而通喀拉高断块则一直保持隆起状态,到早白垩世才开始接受沉积,形成了 CAI=1.5 的状况。

4 结语

牙形刺色变指标是一项评价碳酸盐岩有机质成熟度行之有效的办法,被誉为岩石地层的地温温度计。应用该方法对鄂尔多斯西缘北段奥陶系有机质成熟度进行研究后,得出下述认识:

(1)盆地天环向斜北段奥陶系的 CAI=3~3.5,古地温约 115~140℃,有机质演化阶段为成熟到高成熟阶段。

(2)逆冲推覆构造带通喀拉高断块奥陶系的 CAI=1.5,古地温约 43℃,有机质演化阶段为未成熟阶段。

造成上述两地区奥陶系 CAI 不同的根本原因是它们经受了不同的有效持续埋藏受热时间。

(3)根据古生物和 CAI 资料,提出通喀拉高断块形成于加里东运动的认识。

(收稿日期:1992年3月25日)

参 考 文 献

- 1 Anita G, Epstein, Jack B. Epstein and Leonard D. Harris, Conodont Color Alteration—An Index to organic Metamorphism. *Geological Survey professional paper*, 1977, (995)
- 2 王成源. 牙形刺颜色——判断有机质变质作用的一种指标. 古生物学研究的新技术新方法, 北京: 科学出版社, 1987
- 3 周希云. 贵州志留系牙形刺的颜色及其石油地质意义. 石油实验地质, 1980, 2(3), 48~53
- 4 蒋武. 贵州边阳地区下、中三叠统牙形刺及其环境分析——兼论有机变质作用新指标. 石油勘探与开发, 1980, (1)
- 5 钟端, 董致中. 牙形石色变指标的研究及其对南盘江地区的找油意义. 石油勘探与开发, 1980, (10)
- 6 杜国清. 湖北二、三叠系牙形石颜色变化与有机成熟度. 石油学报, 1983, 4(4)
- 7 包德亮, 王元顺. 华北地区奥陶纪牙形石色变和有机物质成熟度分区初步研究. 石油实验地质, 1984, 6(4), 311~318
- 8 姜怀诚, 黄籍中. 四川盆地上二叠统牙形石颜色与有机质成熟度. 沉积学报, 1986, 4(3)

**ON THE ORGANIC MATURITY OF THE ORDOVICIAN
SYSTEM IN THE NORTHERN SECTION OF THE WESTERN
MARGIN OF THE ORDOS BASIN BY USING CONODONT
COLOR—ALTERED INDEX**

Yu Fenling

(No. 3 General Survey and Exploration Party, North China Bureau of Petroleum Geology, MGMR)

Abstract

In this paper, conodont color-altered index(CAI) is applied to the studies of the organic maturity in the Ordovician system of the two structural units on the northern section of the western margin of the Ordos Basin . It is suggested that the value of CAI be 3 to 3.5 in the basin with paleogeotemperature of 115 to 140℃ , and the evolutionary stage of organic matter can be attributed to mature to high-mature; while the value of CAI be 1.5 in the Tonggelagao fault block in overthrusting zone with a paleogeotemperature of 43℃ , and the evolutionary stage of organic matter remains unmaturing. Moreover, the author of this paper questions the validity of the statement that the Tonggelagao fault block is formed by Yanshanian movement according to paleobiological and CAI reference.