

[文章编号] 1671-9727(2008)02-0121-06

楚雄盆地北部 T_3 -J 地层 天然裂缝形成期次确定

周文 张银德 王洪辉 祁华忠 牛会玲

(成都理工大学“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室, 成都 610059)

[摘要] 楚雄盆地 T_3 -J 地层经历了多期复杂的构造运动, 裂缝形成期次多、特征复杂。通过野外地面裂缝调查和样品的实验室分析测定, 采用4种方法研究和确定了 T_3 -J 地层裂缝的形成期次。野外地面裂缝调查见4组裂缝发育; 裂缝样品的声发射实验表明地层至少存在4个构造应力破裂期, 应力作用历史复杂。燕山期构造应力场方向以 NE 向为主, 喜马拉雅构造应力场变为 SE 向。晚期构造应力(喜马拉雅期)强度大, 为主要的破裂期。ESR 测试分析表明该层存在5个破裂期; 碳氧同位素测定表明研究区地层天然裂缝存在3期以上成因序列; 包裹体测定结果按均一温度大小分布可划分出5个破裂期。综合研究区天然裂缝特征、地质构造演化历史, 确定出该区地层中天然裂缝为构造裂缝, 且组系清楚。裂缝有5~6个破裂期, 与构造活动期对应较好, 主要破裂期为燕山期、喜马拉雅期。

[关键词] 同位素; 包裹体; 电子自旋共振测定年龄; 声发射实验; 构造裂缝

[分类号] TE371 [文献标识码] A

楚雄盆地位于扬子板块的西南缘, 盆地四周主要为深大断裂所限(图1)。西界为程海断裂, 东界为普渡河断裂, 西南以 NW-SE 走向的红河断裂与哀牢山变质带相隔。楚雄盆地从三叠统干海子组沉积以来, T_3 -J 层经历了多期复杂的构造运动^[1]。

印支-燕山运动, 是成盆期后的第一次构造活动, 盆地内以整体抬升为主, 形成了盆地内中一下侏罗统之间的假整合接触。燕山运动早幕, 构造运动造成侏罗系与白垩系之间的不整合接触。燕山运动晚幕, 区内大部分背斜在这一时期初步定型, 造成了上、下白垩统之间的不整合。喜马拉雅期构造运动, 是盆地构造活动最为强烈的时期。喜马拉雅期早幕, 盆地盖层全面褶皱、断裂, 奠定了现今楚雄盆地的构造格局; 喜马拉雅期构造晚

幕, 盆地构造得以形成^[1]。

盆地经历的这些构造活动都可能在地层中形成构造应力作用造成的破裂。从构造活动强度上来分析, 喜马拉雅期早、晚幕构造活动最强, 形成的破裂也可能最多; 燕山期构造(特别是晚幕)也是盆地一次构造变形期, 形成的构造裂缝也可能对储层的储、渗性能有较大影响。

1 岩石声发射实验确定破裂期次

即使像玻璃那样致密的脆性材料, 其内部都会有潜在的裂纹, 破坏是从微小裂纹开始发生的^[4]。声发射试验就是根据地下岩层中存在多期古构造应力场产生的微观格里菲斯裂纹, 只有当施加的力达到古应力强度时, 裂纹才会扩展, 形成不同的多个 Kaiser 效应点。所以, 利用声发射实

[收稿日期] 2006-12-25

[基金项目] “油气藏地质及开发工程”国家重点实验室资助项目

[作者简介] 周文(1962-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事油气田开发地质、裂缝性储层评价方法及复杂油气藏描述等方面的研究和教学工作, E-mail: zhouwen@cdut.edu.cn.

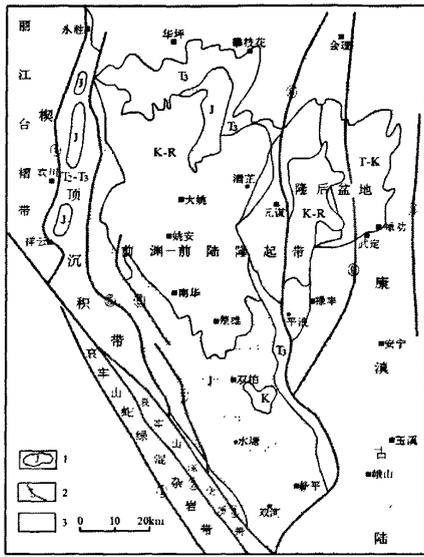


图 1 楚雄盆地构造单元划分

Fig. 1 The tectonic unit division of Chuxiong basin (据谭富文 2004 年资料修改)

1. 地层及时代; 2. 断层及编号; 3. 康滇古陆。F₁. 九甲—墨江断裂; F₂. 哀牢山断裂; F₃. 红河断裂; F₄. 程海断裂; F₅. 三街断裂; F₆. 北沙桥断裂; F₇. 南沙桥断裂; F₈. 绿汁江断裂; F₉. 安宁河—易门断裂; F₁₀. 普渡河断裂

验 AE 曲线上出现的 Kaiser 效应点个数, 可以判断岩石所受的最小应力期次^[4]。

由研究区野外 5 组 58 个样品的声发射实验成果, 对样品的地应力及方向的估算成果如表 1。

a. 样品一般有 4 个 Kaiser 效应点, 反映出研究区地层可能至少有 4 个构造应力破裂期(微裂纹)。

b. 由最大主应力方向的变化大来看, 说明研究区应力作用历史十分复杂。

c. 由最大主应力方向及 Kaiser 序次分析, 结合地质构造历史, 推测燕山期构造应力场方向以 NE 向为主, 喜马拉雅期构造应力场变为 SE 向。

d. 晚期构造应力(喜马拉雅期)强度大, 应是主要的破裂期, 燕山期构造活动虽然不如喜马拉雅期, 但该期表现明显。

2 裂缝充填物确定破裂期次

2.1 电子自旋共振(ESR)测定年龄

ESR 测定年龄的基本原理是^[3]: 当岩石暴露地表, 经地表的风化作用(日照), 石英的一些

表 1 楚雄盆地岩石样品声发射测试三维应力解释成果
Table 1 The triaxial stress explanation results of the rock acoustic emission test on field specimens of Chuxiong basin

样品组号	层位	岩性	声发射级别	最大主应力		中间主应力		最小主应力	
				σ_1 /MPa	方位/ $^{\circ}$	σ_2 /MPa	方位/ $^{\circ}$	σ_3 /MPa	方位/ $^{\circ}$
1	蛇店组(J _{3s})	中厚层状粗粉砂岩	1	25.46	41.68	12.00	138.36	4.20	52.81
			2	39.08	49.71	26.34	152.29	0.80	71.21
			3	52.99	53.82	29.00	176.95	8.96	113.20
			4	55.76	60.7	50.13	0.27	16.27	110.92
2	冯家河组(J _{1f})	灰紫色粉砂岩	1	20.58	149.37	10.61	15.30	8.86	94.09
			2	29.86	168.83	16.09	77.39	13.88	166.48
			3	41.02	173.33	28.33	47.24	19.54	129.60
			4	51.34	25.31	43.74	61.07	24.50	150.23
3	张河组(J _{2z})	石英砂岩	1	34.25	133.72	18.05	54.28	0.73	39.07
			2	50.24	140.47	34.39	73.70	4.53	33.80
			3	52.58	132.85	38.83	57.56	30.34	29.24
			4	62.54	41.87	51.72	137.14	37.43	125.21
4	舍资组(T _{3s})	巨厚层灰白色石英砂岩	1	15.31	123.69	9.57	34.37	0.07	124.75
			2	40.47	82.31	11.36	31.07	11.04	145.54
			3	47.20	86.84	26.67	92.17	18.13	177.99
			4	68.06	96.77	36.92	38.49	23.14	2.81
5	干海子组(T _{3g})	黄褐色中一细粒石英砂岩	1	19.53	48.25	15.94	138.72	3.12	52.31
			2	30.70	65.93	27.03	143.85	9.34	5.17
			3	38.55	107.04	33.10	26.46	12.62	0.97
			4	53.25	127.04	41.94	55.38	14.94	2.16

ESR 信号会逐渐消失为零。一旦这些碎屑石英被搬运且被埋藏后, 由于受到周围放射性物质, 如铀、钍、钾等, 在衰变过程中的电离辐射, 石英晶体内部的一些 ESR 信号随着埋藏时间的增加而增大。然而, 这些信号用仪器难以检测, 因而采用人工附加剂量增强这些信号, 使其在 ESR 谱仪上可以检测得出, 根据 ESR 振幅求出石英的天然辐射总剂量。根据围岩物质中铀、钍、钾的含量求出平衡的铀当量, 利用曲线法求出 ESR 年龄。

在室温条件下, 石英经中子激化, 在 ESR 谱仪上能够检测到 3 个诱发辐射信号: OHC 心——氧的空穴心; E' 心——氧空位的电子心; Ge 心——锗离子置换硅位置的电子心^[5]。对于沉积石英而言, 由于 E' 心的 ESR 信号经风化后不但不减弱反而有增强的趋势, 所以测出的年龄不是碎屑石英沉积时的年龄, 而是石英受最后一次热作用事件的年龄, 这样就不能确定碎屑石英沉积时的年龄。然而石英的 Ge 心的 ESR 信号经风化后消失, 因此碎屑石英的 Ge 心 ESR 年龄代表其沉积时年龄。对于裂缝中充填的石英, 由于没有经过再搬运沉积, 所以无论是 Ge 心年龄还是 E' 心年龄均代表石英的结晶年龄。

根据乌龙 1 井裂缝中充填石英 10 个样品自旋共振测定结果, 按年龄大小分布, 可以划分出 5 个破裂期(图 2)。

第一期年龄为 20 Ma 左右, 为喜马拉雅中晚幕的产物; 第二期年龄为 32~45 Ma 左右, 为喜马拉雅早中幕的产物; 第三期年龄为 75 Ma 左右, 为喜马拉雅早幕的产物; 第四期年龄为 108 Ma 左右, 为燕山晚幕的产物; 第五期年龄为 127 Ma 左右, 为燕山早幕的产物。印支-燕山的裂缝记录不是十分清楚。

2.2 裂缝充填物稳定同位素分析

由于裂缝形成过程为“真空”扩容过程^[2], 因

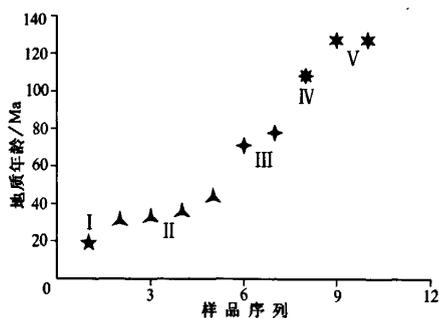


图 2 乌龙 1 井裂缝充填石英自旋共振测定年龄分布图

Fig. 2 The dating distribution of the quartz filled in fractures of Well Wulong 1 by spin resonance

此饱和的地层水进入裂缝空间瞬间, 必定或多或少地有结晶矿物析出并附于缝壁上。当然, 地层中一条裂缝由于地质历史中多期矿化水流经, 可存在多期胶结物。要讨论裂缝的形成期次, 通常情况下测量的是裂缝充填方解石或白云石的碳($\delta^{13}\text{C}$)和氧($\delta^{18}\text{O}$)稳定同位素。不同期次的裂缝充填物 $\delta^{13}\text{C}$ 及 $\delta^{18}\text{O}$ 是有变化的, 这是因为其形成时水介质条件及物化环境存在区别而造成。

研究区地面样品所测得的 4 个裂缝充填次生方解石的稳定同位素如表 2。

根据同位素分布图(图 3)可以看出, 研究区地层中按裂缝充填方解石同位素可以分出三个区, 反映出裂缝有三期以上成因序列。

第一期: 第一个充填物的 $\delta^{18}\text{O}$ (PDB) 值为 -11.415% , $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) 为 -3.786% 。根据 $\delta^{18}\text{O}$ 进行测温计算, 可以了解其形成时大致埋深和时期。采用 Fritz 和 Smith 提出的氧同位素测温方程:

$$t = 31.9 - 5.55(\delta^{18}\text{O} - \delta^{18}\text{O}_w) + 0.7(\delta^{18}\text{O} - \delta^{18}\text{O}_w)^2$$

式中: t 为方解石形成时的温度值, $\delta^{18}\text{O}_w$ 为形成矿物时水介质氧同位素, $\delta^{18}\text{O}$ 为矿物的氧同位素。

表 2 楚雄盆地野外样品裂缝充填物同位素分析数据表

Table 2 The analysed data of isotopic elements of fracture fillings in field specimens from Chuxiong basin

样号	采样层位	采样地点及描述	$\delta^{18}\text{O}$ (PDB) / ‰	$\delta^{13}\text{C}$ (PDB) / ‰	形成温度 t / °C
1	J ₁ f	永仁他普里剖面中和向斜东翼垂直裂缝中充填物	-18.239	-2.837	162.11
2	T ₃ p	元谋新华华茈剖面盆地东沿单斜东翼垂直裂缝中充填物	-16.646	-6.854	132.21
3	J ₃ s	大姚龙街侏罗系剖面元谋凸起西沿垂直裂缝中充填物	-16.126	-8.313	123.22
4	J ₂ z	禄丰一平浪剖面绿汁江断裂东侧斜交裂缝中充填物	-11.415	-3.786	59.01

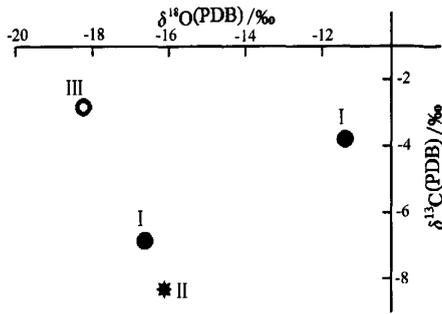


图 3 楚雄盆地永仁他普里、大姚等地面剖面
裂缝充填方解石碳氧同位素分布图

Fig. 3 The distribution of carbon and oxygen isotopic elements of the quartz filled in fractures of earth's surface sections in Yongrentapuri, Dayao, etc of Chuxiong basin

根据沉积特征研究认为,上三叠统沉积为海陆交互相,侏罗系为湖相—陆相河流水系,故取水介质同位素为-8‰(PDB)^[1]。

由第一个方解石的氧同位素值,代入上式计算得到其形成温度为 59℃左右。考虑到年地面平均温度为 25℃,则按目前地温梯度 0.25℃/km 计算得到形成时埋深仅 1 360 m 左右。与研究区构造发展史对比(表 3),按样品层位分析(中侏罗

表 3 楚雄盆地北部构造发展史简表^[1]
Table 3 The cavalcade of tectonic in the north of Chuxiong basin

地层	代号	地质年龄 /Ma	地层厚度 d/m	构造运动	资料来源
第四系	Q	1.4	0		
第三系	N	65	320	喜马拉雅晚幕	大姚村剖面
	E			喜马拉雅早幕	
上白垩统	K ₂	95	1142		
下白垩统	普昌河组 K _{1p}	135	780	燕山晚幕	早谷田剖面
	高峰寺组 K _{1g}		535	燕山中幕	
上侏罗统	妥甸组 J _{3t}	152	1183		
	蛇店组 J _{3s}		1500		乌龙 1 井
中侏罗统	张河组 J _{2z}	180	900		乌龙 1 井
下侏罗统	冯家河组 J _{1f}	205	819	燕山早幕	乌龙 1 井
上三叠统	舍资组 T _{3s}	230	997	印支晚幕	乌龙 1 井
	干海子组 T _{3g}		524 (未)		乌龙 1 井
	普家村组 T _{3p}		340		不详

统张河组),应为燕山中幕的产物。另一个点是 T_{3p} 的裂缝充填物,其 δ¹⁸O(PDB)为-16.646‰,形成温度为 132.21℃,对应深度为 4 288 m 左右,按层位分析也为燕山中幕构造活动产物。

第二期:样品层位 J_{3s},其 δ¹⁸O(PDB)为-16.126‰;δ¹³C(PDB)为-8.313‰。按照上述测温公式计算得到其形成时温度为 123.22℃左右,计算出埋深约为 3 928 m,相当燕山晚幕或喜马拉雅早幕构造活动产物。

第三期:其 δ¹⁸O(PDB)为-18.239‰,δ¹³C(PDB)为-2.837‰。按照测温公式计算出形成温度为 162℃,估算出其形成时埋深为 5 884 m 左右,按样品层位分析(J_{1f})应为喜马拉雅早幕或喜马拉雅晚幕构造活动的产物。

2.3 裂缝充填物的包裹体分析

流体包裹体是指在矿物结晶生长时,被捕获在矿物晶格的缺陷或空穴内的那部分成矿液体,至今尚存在于矿物中,并与矿物有相界线的那一部分物体^[6]。为了探讨油气运移与裂缝张开的时间关系,了解裂缝的形成期次及矿物充填期次,利用岩心中裂缝充填矿物的包裹体技术,对各组系裂缝中石膏充填物中的包裹体进行了均一温度测定。

根据乌龙 1 井 10 个样品包裹体测定结果(表 4),按均一温度大小分布,可以划分出 5 个破裂期(图 4)。

第一期均一温度为 95℃左右,第二期均一温度为 110℃~130℃,第三期均一温度为 146℃左右,第四期均一温度为 173℃左右,第五期均一温

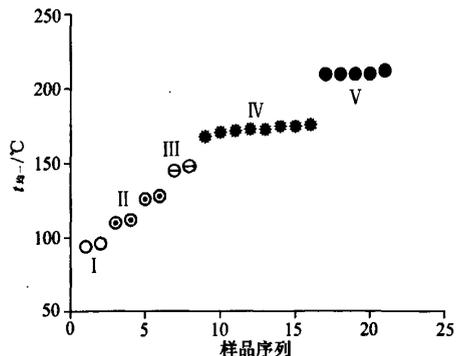


图 4 楚雄盆地乌龙口构造乌龙 1 井
裂缝充填物包裹体测温分布图

Fig. 4 The thermometric distribution of inclusions in fracture fillings of Well Wulong 1 in Wulongkou tectonic of Chuxiong basin

表 4 楚雄盆地乌龙 1 井裂缝充填物样品包裹体测定成果
Table 4 The tested results of inclusions in fracture filling specimens of Well Wulong 1 in Chuxiong basin

样品编号	层位	井深	矿物产状	矿物类型	包裹体描述	测定结果					
						类型	D/μm	颜色	测试个数	气液比	t _均 -/℃
乌 1-1	T _{3s}	3859.5	裂缝晚期充填物	石膏	见水质及沥青包体	水质	5~8	无	2	5%	110, 112
乌 1-11	T _{3s}	3118.3	裂缝充填物	石膏	见水质、沥青及多相包体	水质	15	无	1	20%~30%	>210
乌 1-11	T _{3s}	3118.3	裂缝充填物	石膏	见水质、沥青及多相包体	水质	5~8	无	2	5%	176, 175
乌 1-10	T _{3s}	3460.5	裂缝充填物	石膏	见水质、沥青及有机包体	水质	10	无	2	5%~10%	126, 128
乌 1-9	T _{3s}	3134.7	裂缝充填物	石膏	见水质、沥青及有机包体	水质	10~12	无	2	5%~10%	173, 175
乌 1-9	T _{3s}	3134.7	裂缝充填物	石膏	见水质、沥青及有机包体	水质	30	黑	1		>210
乌 1-7	T _{3s}	3462	裂缝充填物	石英	见水质、沥青及气烃包体	水质	5~8	无	2	5%	94, 96
乌 1-6	T _{3s}	3856.2	裂缝充填物	石膏	见水质、沥青及气烃包体	水质	5~10	无	2	5%~20%	172, 173
乌 1-4	T _{3s}	3858.6	裂缝晚期充填物	石膏	见水质包体	水质	8~15	无	2	5%~10%	168, 171
乌 1-3	T _{3s}	3860	裂缝充填物	石膏	见水质包体	水质	5~10	无	2	5%~10%	145, 148
乌 1-2	T _{3s}	3859.5	裂缝晚期充填物	石膏	见水质、沥青及有机包体	水质	8~10	无	3	5%~10%	210, 212
乌 1-2	T _{3s}	3859.5	裂缝晚期充填物	石膏	见水质、沥青及有机包体	水质	30	浅灰	2	15%	210

度为 210℃左右。

由于所测样品是井下的岩心样品,层位均是 T_{3s},所以反映的破裂期次应该最全。同时可以看出,包裹体数量及类型多,见有水质及有机包裹体,有气-液、液-液、液-固等相态,粒径大(5~12 μm,15 μm),说明成因多、期次多。

3 地面裂缝的分期配套

地面裂缝观察结果表明,按分期配套可以划分出 4~5 期裂缝,说明应该有 4 到 5 个破裂期次。

野外观察中,在大姚龙街三叠系剖面可以看到,该剖面主体发育有四组裂缝(图 5,图 6),其大致的走向范围分别为:第一组(以下简称 I 组)介于 280°~295°,第二组(简称 II 组)位于 325°~345°,第三组(简称 III 组)在 20°~35°左右,第四组(简称 IV 组)在 60°~75°之间。该剖面裂缝均未见充填物,野外观察可见 IV 组较晚形成,该剖面的显著特点是有裂缝切穿砾石现象。同时,在观察点上可见明显的断层破碎带,断裂走向 140°。

I 组裂缝,裂缝宽度为 1~3 mm,裂缝密度为 2~14 条/m,裂缝间距介于 4~50 cm 之间,裂缝面整体较平直,偶尔出现缝面不稳定现象。

II 组裂缝,其宽度为 1~2 mm,密度为 4~14 条/m,裂缝间距在 8~50 cm 之间,裂缝面平直,

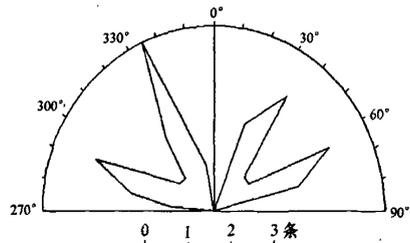


图 5 大姚龙街三叠系剖面节理走向玫瑰花图
Fig. 5 The rose diagram of joint alignment in Triassic sections in Longjie of Dayao

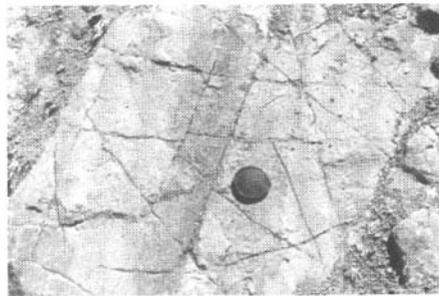


图 6 大姚龙街三叠系剖面四组裂缝照片
Fig. 6 The four group pictures of fractures in Triassic sections in Longjie of Dayao

该裂缝有切穿砾石的现象。

III 组裂缝,其宽度为 1~2 mm,密度为 2~8 条/m,间距为 12~40 cm,裂缝面较平直,该裂缝

也有切穿砾石现象。

IV 组裂缝, 裂缝宽度约为 1 mm, 裂缝密度为 4~6 条/m, 裂缝间距介于 3~60 cm 之间, 裂缝面平直, 有反倾向现象, 但不明显。

根据地面裂缝调查、岩心裂缝观察、测井裂缝研究成果, 结合形成期次研究, 可见楚雄盆地 T₃-J 地层中天然裂缝具有如下几点特征:

a. 裂缝以构造裂缝占主导地位, 按力学性质属张性破裂和剪破裂。

b. 裂缝成组出现, 组系多, 有构造纵张裂缝和横张裂缝, 也有剪切裂缝。

c. 裂缝受局部构造控制明显。

由上述特征来看, 研究区的裂缝主要是与局部构造变形有关的构造缝, 也有区域性裂缝。

4 结论

a. 裂缝充填矿物的稳定同位素、包裹体、电子自旋共振等研究, 对于确定裂缝的形成期次及其古物化环境的判断是非常重要的, 通过这样的工作有利于确定许多特征相近(同)但形成期次及成

因不同的裂缝。

b. 归纳上述成果, 多方面资料表明, 研究区地质历史中 T₃-J 地层经历了 5~6 个破裂期, 与构造活动期有很好的对应性。

[参 考 文 献]

[1] 赵霞飞, 周文, 王洪辉, 等. 楚雄盆地北部 T₃-J 致密储层评价[R]. 成都: 成都理工大学档案馆, 2002.

[2] 周文. 裂缝性油气储集层评价方法[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1998.

[3] 张哨楠, 李德敏, 邓礼正, 等. ESR 测定年龄技术在裂缝型储层研究中的应用[J]. 成都理工学院学报, 1995, 22(1): 7-11.

[4] 秦四清, 李造鼎, 张倬元, 等. 岩石声发射技术概论[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 1993.

[5] 业渝光, 和杰, 刁少波, 等. 冲积物中石英 ESR 测年的研究[J]. 地质科技情报, 1991, 10(2): 175-183.

[6] 刘文斌, 姚素平, 胡文瑛, 等. 流体包裹体的研究方法及应用[J]. 新疆石油地质, 2003, 24(3): 264-267.

[7] 王允诚. 裂缝性致密油气储集层[M]. 北京: 地质出版社, 1992.

Determination of fracture's development periods of T₃-J formation in the north of Chuxiong basin of Yunnan, China

ZHOU Wen, ZHANG Yin-de, WANG Hong-hui, QI Hua-zhong, NIU Hui-ling
State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation,
Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China

Abstract: The T₃-J formation of Chuxiong basin have gone through many complex tectonic movements, and the fracture's development periods are complex. According to ground fracture's investigation and samples' test, the authors use four methods to determine the fracture's development periods. Four pairs of natural fractures are watched by field ground facture investigation. Acoustic emission experiment proves that there are at least four structure stress breakup phases in the researched area and the complex course of tectonic stress is NE, but the stress field changes to SE in the the Himalaya period. And later the Himalaya period movement becomes the main breakup period with strengthened stress. Five breakup stages are tested by ESR. There, more than three stages of genetic series of natural fractures are tested by C-O isotope analysis. Five breakup stages can be divided by inclusion test according to distribution of homogenization temperatures. Combined with the features of the natural fractures and the evolution history of tectonics, it is certain that the fractures in the region are mainly structural fractures with distinct battery and series. The fracture has five or six breakup phases, matching the tectonic movements well. And the main breakup phases are Yanshan and Himalaya periods.

Key words: isotope; fluid inclusion; ESR dating; acoustic emission experiment; structural fracture

英雄盆地北部T3-J地层天然裂缝形成期次确定

作者: [周文](#), [张银德](#), [王洪辉](#), [祁华忠](#), [牛会玲](#), [ZHOU Wen](#), [ZHANG Yin-de](#), [WANG Hong-hui](#), [QI Hua-zhong](#), [NIU Hui-ling](#)

作者单位: [成都理工大学“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室, 成都, 610059](#)

刊名: [成都理工大学学报\(自然科学版\)](#) **ISTIC** **PKU**

英文刊名: [JOURNAL OF CHENGDU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY \(SCIENCE & TECHNOLOGY EDITION\)](#)

年, 卷(期): 2008, 35(2)

引用次数: 0次

参考文献(7条)

1. 赵霞飞, 周文, 王洪辉, 楚雄盆地北部T3-J致密储层评价 2002
2. 周文 裂缝性油气储集层评价方法 1998
3. 张哨楠, 李德敏, 邓礼正 ESR测定年龄技术在裂缝型储层研究中的应用 1995(01)
4. 秦四清, 李造鼎, 张倬元 岩石声发射技术概论 1993
5. 业渝光, 和杰, 刁少波 冲积物中石英ESR测年的研究 1991(02)
6. 刘文斌, 姚素平, 胡文璋 流体包裹体的研究方法及应用[期刊论文]-新疆石油地质 2003(03)
7. 王允诚 裂缝性致密油气储集层 1992

相似文献(10条)

1. 期刊论文 王林森, 张利 黄铜矿中液态包裹体Rb-Sr同位素测定方法研究 -地质科技情报2002, 21(4)
选取了碧口群铜矿床中筏子坝、坝阳和太坪三个矿区黄铜矿矿脉中的黄铜矿单矿物样品, 通过大量的条件实验及方法研究, 用溶解法获取了黄铜矿中的液态包裹体中流体并得出了与实际地质背景一致的Rb-Sr等时线年龄, 建立了黄铜矿中液态包裹体Rb-Sr同位素定年的分析方法。
2. 学位论文 徐莉 中国大陆科学钻探(CCS-D) HP-UHP变质岩中石英脉的地质地球化学及成因 2006
中国大陆科学钻探工程(CCS-D-Chinese Continental Scientific Drilling Project)是利用现代深部钻探高新技术, 在具有全球地学意义、世界上规模最大的超高压变质带—大别—苏鲁超高压变质带实施的中国第一口5158米深的科学深钻, 具有深远的科学意义。建立“超高压变质岩形成与折返机制”的模式及研究“超高压变质作用过程中流体和岩石相互作用”, 是CCSD的主要目标。
CCSD中的高压超高压(HP-UHP)变质岩主要由各类榴辉岩、正片麻岩、副片麻岩、角闪岩, 以及少量的石英岩和片岩组成。在钻孔岩芯榴辉岩、角闪岩和片麻岩中还普遍出现呈透镜状、团块状、囊状和条带状产出的石英脉或长英质脉。而且, 东海境内还出现大量出露地表的石英脉和水晶矿。这些石英脉成因是什么?它们与东海境内广泛分布而成因未明的水晶巨晶矿床间有无成因上的联系?其中是否包含与变质流体演化有关的超高压变质岩折返的地球化学信息?是许多学者关心的重要问题。
本文主要选取CCSD中各类石英脉、地表石英脉及水晶矿为研究对象, 采取一系列现代分析测试方法, 对其矿物学和元素地球化学、流体包裹体和流体地球化学(主要包括流体包裹体显微测温、流体包裹体的成分、氢氧同位素组成和稀有气体同位素地球化学)和地质年代学进行了较为系统的研究, 并在上述工作基础上对石英脉和水晶矿的成因和成因模式进行了探讨。
本文取得了如下主要成果和认识:
1. 在CCSD石英脉、地表石英脉及水晶矿中发现了石墨、磷灰石、金红石、绿辉石、白云母、方解石、钾长石和黄铁矿等矿物包体, 其中磷灰石包体中存在四类出溶物: 不规则状的磁铁矿和赤铁矿的连生体(A)、针状赤铁矿(B)、板状到菱形的独居石(C)和针状锆水晶(D)。其中A、B和D类出溶物是在磷灰石中首次发现。四类出溶物的长轴和生长方向均基本平行于磷灰石之C轴, 显示它们可能是基本同时出溶的; CCSDUHP岩石中氟磷灰石脉体的存在及其铁氧化物、磷酸盐和硫酸盐出溶物的发现, 显示UHP岩石在折返的过程中, 快速减压曾造成矿物的分解和大量出溶物的形成, 伴随脱水及SiO₂等硅酸盐熔体的出溶, 还存在少量的磷酸盐熔体, 同时可能曾经有铁氧化物的熔浆的加入;
2. 较系统的镜下观察并结合流体包裹体显微测温及激光拉曼分析, 发现石英脉和水晶矿中存在5类流体包裹体: (I)盐水溶液包裹体, 并进一步分为中盐度盐水溶液包裹体(Ia)、中等盐度盐水溶液包裹体(Ib)和低盐度盐水溶液包裹体(Ic); (II)NaCl-CaCl₂-H₂O体系包裹体; (III)N₂-CH₄体系包裹体; (IV)含方解石晶的包裹体; (V)含烃类的有机包裹体。其中III类和V类包裹体是CCSD钻孔中榴辉岩石英脉中首次发现; 初步的岩相学和显微测温研究显示: Ia、Ib和II型流体包裹体主要以原生或假次生的形式赋存在榴辉岩的石英脉或石英颗粒中, 它们在角闪岩相的片麻岩及其石英脉中均未观察到, 显示它们可能主要被捕获于榴辉岩的减压重结晶或退变质阶段, 而Ic型包裹体分布广泛, 表明其主体可能是在超高压变质岩折返过程的最晚阶段捕获的; 榴辉岩和片麻岩中石英脉流体包裹体的组成和地球化学特征存在明显区别, 但它们各自相似于其寄主岩石中的石英颗粒中包裹体, 说明CCSD中HP-UHP岩石在板块折返过程中释放出的变质流体没有经过大规模的迁移; CCSD榴辉岩中石英脉的主体形成于板块折返有关的减压重结晶和退变质, 而片麻岩中石英脉则主要来源于角闪岩相及其后期退变质作用; N₂-CH₄纯气相包裹体主要呈孤立和小群状与Ia和Ib类包裹体分布于榴辉岩中条带状石英脉中, 可能主要是在高压—超高压榴辉岩相变质条件下被捕获的, 说明了部分石英脉曾经经历过超高压变质作用; 在CCSD石英脉及地表水晶矿中发现含烃类有机包裹体, 而且成熟度较低, 表明有机质沉积物埋藏沉积成岩过程中, 随着板块发生俯冲, 带入地下深部, 又随板块折返带回地表, 板块发生了快速的俯冲和折返, 有机质还未来得及成熟演化;
3. 石英脉和水晶矿中微量元素的Rb/Sr、Nb/Ta和Zr/Hf变化较大, 有的高于有的低于原始地幔相应值, 说明Rb和Sr、Nb和Ta、Zr和Hf之间发生了不同程度的分异, 但并未发生过广泛而强烈的水/岩反应, 进一步说明石英脉及水晶矿形成过程中, CCSD中HP-UHP岩石在板块折返及其以后退变质过程中释放出的变质流体活动范围有限, 没有经历大规模的流动或迁移, 也没有发生大规模的透入性流体流动。石英脉和水晶矿中稀土元素(REE)具轻稀土富集的特征, 反映了其壳源的成因。包裹体成分显示所有样品Na⁺>K⁺; 所有样品Cl⁻>F⁻; 说明成矿流体与岩浆水无关, 属于典型的地壳变质流体;
4. 流体包裹体 δD - δ 180同位素测定显示CCSD石英脉具有较稳定的氢同位素(δD =97%~69%)和相对较低且变化较大的氧同位素组成, 其矿物 δ 180为-1.9%~9.6%, 相应流体的 δ 180为-11.66%~0.93%, 说明其变质岩围岩在板块俯冲前曾在地表与大气降水发生过程度不同的水/岩反应, 而石英脉继承了其各自寄主变质岩的 δ 180组成; 在CCSD纵向上, 石英脉的 δ 180同位素组成出现“ Σ ”型变化, 分别在900m~1500m和2700m出现极低值, 而在1770m和4000m出现高正值, 说明CCSD变质岩原岩在俯冲前与大气降水间的水/岩反应受到局部侵入的岩浆岩带来的高温和构造空间的控制;
5. CCSD中石英脉 δ 180在纵向上的变化基本同步于其寄主围岩变质矿物的 δ 180组成变化, 说明石英脉与其他变质矿物一样, 也经历了HP, 甚至UHP变质, 但其主体形成于板块折返过程中HP-UHP岩石的减压重结晶及退变质; CCSD石英脉、东海地表石英脉或水晶矿的 δD - δ 180同位素值分布的不均匀性, 说明HP-UHP岩石在板块折返及其后退变质中释放出的流体活动范围有限, 没有经历大规模的流动或迁移。东海水晶的流体包裹体 δD - δ 180组成与

CCSD石石英脉相似,显示它们的成因基本一致,主要形成于晚三叠世板块折返过程;

6. 利用高真空气相质谱系统分析了CCSD石石英脉和东海水晶流体包裹体中惰性气体同位素组成,其He-Ar、Xe和Ne同位素体系均清楚显示它们主要由地壳变质流体和大气饱和水组成,而基本不含深源地幔流体;在CCSD900~1500m深度的石英脉流体包裹体出现40Ar/36Ar和 δ 180同步下降,且与前人对CCSD中HP-UHP岩石的矿物原位 δ 180测定结果变化趋势相似,说明该段原岩在板块俯冲前曾与大气降水发生较为充分的水/岩反应,石英脉继承了围岩的同位素组成特征。流体包裹体惰性气体同位素组成显示CCSD中石英脉和东海水晶可能具有相似的成因,它们均主要形成于HP-UHP岩石在板块折返到地壳的压力降低和流体释放过程。CCSDHP-UHP岩石及其石英脉中基本不含地幔流体的原因在于本区印支期快速的俯冲和折返过程,被俯冲地壳物质无法与地幔进行充分的同位素交换。此外,退变质作用及其伴生的地壳流体也进一步减弱了HP-UHP岩石中的地幔流体信息;

7. 对与石英脉共生的微斜长石样品进行Ar-Ar定年,得到微斜长石样品的坪年龄为179.27 \pm 5.78Ma,等时线年龄为182.21 \pm 15.63Ma。运用CHIME化学定年方法对CCSD中与石英脉共生的磷灰石团块中的独居石出溶物进行了年代学研究,获得其Th-Pb等时线年龄为202 \pm 28.3Ma,表明磷灰石团块形成于榴辉岩在折返过程中的重结晶和退变质,时代为晚三叠世。因此,CCSD石英脉的主要形成时代应大致为180~202Ma;

8. CCSD石英脉、地表石英脉及水晶的成因类似,均主要形成于HP-UHP岩石在板块折返到地壳中的压力降低和流体释放过程。在板块折返过程中,随着压力的降低,榴辉岩中石榴石、绿辉石、金红石等名义上无水矿物中的羟基溶解度会快速降低,从而释放出大量H₂O,这些流体与寄主矿物间的水岩反应会形成盐度不等的变质流体,同时,榴辉岩中的硬柱石由于压力的降低会分解成蓝晶石+黝帘石/斜黝帘石+石英/柯石英,或者硬柱石+钠长石/硬玉分解为钠云母+黝帘石/斜黝帘石+石英/柯石英,此过程一方面可释放出大量H₂O,同时可释放出大量SiO₂,在高温高压下,退变质反应释放出的SiO₂主要以胶体状态溶解于H₂O中,这些变质流体活动范围有限,没有经历大规模的流动或迁移,也没有发生大规模的透入性流体流动,继承了围岩和UHP变质原岩的地球化学特征,主要由地壳变质流体和少量大气饱和水组成,而地幔流体比例很低,具LREE富集,低且 δ D- δ 180同位素不均一特征。这些溶解了大量SiO₂胶体的变质流体向构造薄弱部位流动,在裂隙等部位因流体温压降低等原因而导致SiO₂胶体的沉淀,且SiO₂胶体可在很短时间内重结晶而形成石英/水晶脉或集合体。

3. 期刊论文 [石来生, 饶玉学, 宋瑞先, 温建华, SHI Lai-sheng, RAO Yu-xue, SONG Rui-xian, WEN Jian-hua](#) [河北省张家口金矿集区同位素及包裹体地质特征 - 矿产与地质2007, 21 \(3\)](#)

张家口地区是我国重要的金矿集中区之一。自上世纪80年代以来,在崇礼县-赤城县毗邻地段的大型偏碱性二长岩杂岩体及其太古界中深变质岩系中,相继发现金矿田三个,探明金矿储量近100t。通过对该金矿集中区各类型矿床的大量同位素以及包裹体地质特征的研究,对该区金矿的成矿物质来源、矿床成因进行了探讨,这对于该区今后的金矿找矿工作具有实质性的指导意义。

4. 会议论文 [石来生, 饶玉学, 宋瑞先, 温建华](#) [河北省张家口金矿集区同位素及包裹体地质特征 2007](#)

张家口地区是我国重要的金矿集中区之一。自上世纪80年代以来,在崇礼县-赤城县毗邻地段的大型偏碱性二长岩杂岩体及其太古界中深变质岩系中,相继发现金矿田三个,探明金矿储量近100t。通过对该金矿集中区各类型矿床的大量同位素以及包裹体地质特征的研究,对该区金矿的成矿物质来源、矿床成因进行了探讨,这对于该区今后的金矿找矿工作具有实质性的指导意义。

5. 学位论文 [凌亚玲](#) [黄骅拗陷古油层包裹体中稀有气体来源及其油气地质意义 2006](#)

本文系统地采集了黄骅拗陷、鄂尔多斯盆地、塔里木盆地等不同构造单元奥陶系碳酸盐岩样品,在对样品元素、包裹体测温 and 热失重等分析基础上,采用分段加热法测试了碳酸盐岩包裹体中不同赋存状态稀有气体同位素丰度和比值,结合研究区构造背景和幔源岩中稀有气体同位素特征分析了黄骅拗陷稀有气体的成因和来源,并探讨了碳酸盐岩包裹体中稀有气体同位素的大地构造和石油地质意义。本文主要取得了以下认识:

1. 不同构造背景、不同温度段碳酸盐岩包裹体中4He、20Ne、40Ar、84Kr和132Xe丰度均表现为随着温度的升高而增加的趋势,在160~350°C和350~650°C温度段,样品中稀有气体同位素的丰度均较80~120°C和120~160°C温度段的相应值高。900~1200°C温度段所释放的稀有气体代表了碳酸盐岩残渣中的稀有气体,其丰度值变化较大。

2. 不同构造背景碳酸盐岩包裹体中绝大部分4He/20Ne值比大气中的4He/20Ne高2个数量级以上,因此,大气气的份额可以忽略不计。黄骅拗陷古7井3He/4He值主要分布于3.083~3.82 \times 10⁻⁶,介于地壳和地幔值之间,表现为地壳和地幔混合成因。鄂尔多斯盆地和塔里木盆地3He/4He值相对较低,主要分布于2~10.6 \times 10⁻⁸之间,表现为典型的地壳放射性成因。

3. 黄骅拗陷古7井的20Ne/22Ne值主要分布于10.46~11.5,介于大气值和地幔值之间,与中国东部幔源岩包裹体中20Ne/22Ne值分布特征相似,反映了大气、地壳和地幔的混合成因。鄂尔多斯盆地2井和塔里木盆地46井的20Ne/22Ne值高于空气值,推测可能为碳酸盐岩中的19F(α)22Ne等放射性核反应产生的22Ne相对所致造成。

4. 不同构造背景碳酸盐岩样品的38Ar/36Ar值,在误差范围内均具有与空气38Ar/36Ar值相似,说明38Ar和36Ar在流体运移过程中同位素分馏效应不明显,造成38Ar/36Ar值在地球不同圈层中变化范围较小。黄骅拗陷古7井不同温度段的40Ar/36Ar值分布在260~483之间,接近或高于大气的40Ar/36Ar值,表现为大气、地壳和地幔混合成因;在900~1200°C温度段,黄骅拗陷古7井40Ar/36Ar值较高,其值分布于528.6~735.9,可能是由于残渣中K₂O含量较高等因素造成的。塔里木盆地46井和鄂尔多斯盆地2井不同温度段的40Ar/36Ar值变化范围较小,其值分布于380~307,与大气值接近,说明其主要来源于大气。

5. 黄骅拗陷古7井碳酸盐岩样品的82Kr/84Kr分布于0.124~0.255;83Kr/84Kr分布于0.146~0.224;86Kr/84Kr分布于0.269~0.366,129Xe/130Xe分布于5.42~6.86;131Xe/130Xe分布于4.14~7.20;132Xe/130Xe分布于4.62~8.24;134Xe/130Xe分布于1.62~3.01;136Xe/130Xe分布于2.06~2.34,在实验误差范围内接近大气值,其分布特征与中国东部地区地幔岩中Kr和Xe同位素比值相似,表现为大气和地幔混合成因;鄂尔多斯盆地2井和塔里木盆地46井碳酸盐岩包裹体中Kr和Xe同位素数据较少,在误差范围内均与相应的大气值一致,主要来源于大气。

6. 综合分析认为黄骅拗陷古7井碳酸盐岩包裹体中幔源稀有气体份额为中生代太平洋板块向西北方向的俯冲,将大量大气和洋壳物质带入中国东部欧亚板块之下,与上地幔物质混合形成的地幔流体沿着深大断裂向上运移,被捕获在碳酸盐岩包裹体中。

7. 根据包裹体测温结果,结合生烃演化史分析认为包裹体中稀有气体侵入的时间为晚三叠世、早侏罗世至晚白垩世和新生代,与中国东部构造运动阶段一致。黄骅拗陷碳酸盐岩包裹体中稀有气体同位素特征可以指示区域构造活动性、壳幔相互作用、古地温和油气藏条件。

6. 期刊论文 [米敬奎, 张水昌, 王晓梅, 陶士振, Mi Jingkui, Zhang Shuichang, Wang Xiaomei, Tao Shizhen](#) [松辽盆地高含CO₂气藏储层包裹体气体的地球化学特征 - 石油与天然气地质2009, 30 \(1\)](#)

对松辽盆地高含CO₂气藏储层包裹体及其气体组成的地球化学特征研究发现,储层CO₂包裹体不发育,包裹体中CO₂的地球化学特征和气藏中气体的地球化学特征有比较大的差别,包裹体中的CO₂显示有机成因,而气藏中的CO₂显示无机成因;但包裹体中与气藏中的烃类气体的同位素特征却比较一致。造成包裹体上述特征的原因一是无机幔源CO₂的充注速度快,包裹体来不及生长;二是在CO₂充注以前,储层已经被烃类气体所饱和,在储层缺水的地质环境下不适宜包裹体的形成。最后结合地质特征认为,CO₂的充注发生在烃类气体充注以后。

7. 期刊论文 [Martin RADVANEĆ, Peter KOD\(É\)RA, Walter PROCHASKA](#) [斯洛伐克西喀尔巴阡山Kos\(š\)ice-Medvedia菱铁矿床的矿物学、流体包裹体和碳-氧-锶同位素研究 - 岩石学报2004, 20 \(4\)](#)

Kosice矿床是斯洛伐克第二大的菱铁矿床(150Mt),位于Gemeric的东部。其镁质碳酸盐矿体赋存于石炭纪石灰石和含白云石的石灰石中,同时下盘黑色片岩中也含有被铁质碳酸盐交代的薄层碳酸盐透镜体。在华北西期造山运动(M1)中,中生代岩石受到了低级变质作用(绿泥石带)。镁交代作用始于白云石1的结晶作用,其后形成菱铁矿,最终沿裂隙形成铁菱铁矿。铁质碳酸盐包括早期铁白云石-白云石,铁白云石和后期含方解石和石英的菱铁矿。根据碳酸盐矿物对地幔的指示,白云石1结晶作用发生在300~340°C。这一结果与M1的变质矿物组合(绿泥石,白云母-伊利石)吻合。铁白云石的结晶作用发生在320~370°C。少量细脉中可见白云石2,绿泥石和伊利石-多硅白云母,它们是由于阿尔卑斯期造山运动M2变质作用形成的更晚的矿物组合。菱铁矿的流体包裹体(FI)研究,显示存在不同成分的热卤水,卤水成分变化相当于NaCl含量21~42 wt%,但其它成分的盐含量高于NaCl,溶解的CO₂含量也有变化。两相包裹体均一温度(Th)的范围为164~217°C,含盐子晶包裹体均一温度的分布为217~344°C。富CO₂包裹体(盐度相当于NaCl含量1~22wt%,CO₂的密度为0.28~0.77 g·cm⁻³,均一温度为289~344°C)在菱铁矿中是次要的,但这一相包裹体在与矿伴生的石英中是主要的,并与含盐子晶流体包裹体共生。在

后期交代过程中流体中的CO₂逐渐增加,和铁质碳酸盐伴生的石英中只有两相包裹体,包裹体中CO₂含量有所变化,盐度范围为17~24 wt%的NaCl(或者34~36 wt%的MgCl₂),均一温度为152~195℃.包裹体的数据结合碳酸盐地质温度计显示交代作用的压力范围是180~320MPa(7~12km),交代作用的压力范围是280~420MPa(10~16km),说明地热梯度约为25~35℃/km.包裹体浸出液的分析表明Cl⁻/Br⁻和Na⁺/Br⁻的比值存在变化,但仍旧说明富镁的卤水来源是上二叠纪和下三叠纪的分馏蒸发岩来源.铁质碳酸盐流体的高溴和高碘含量,说明在交代过程中周围黑色片岩的明显影响.菱铁矿和铁交代作用,表明交代流体中的碳和二氧化碳,主要是海洋沉积的来源.菱铁矿的⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比值(0.71124~0.71140),说明锶的多来源,最初应是石炭纪和二叠纪的海水,但它被当地其它陆壳中的锶混染.

8. 学位论文 [罗小平 陆相盆地油气充注史的油藏地球化学研究——以东濮凹陷桥口-白庙构造为例](#) 2004

该文通过东濮凹陷桥口-白庙地区烃源岩及油气地球化学特征研究,系统分析了该区天然气与原油的成因;通过含油砂岩中孔隙中自由态烃、颗粒吸附态烃、油气包裹体烃及粘土矿物吸附烃的地球化学特征分析,研究了油气不同注入期次的流体性质;对储层原生矿物K/Ar同位素测年、油气包裹体均一化温度研究了各区块的油气注入的期次与时间;探讨了该区油气成藏机理,指出了油气富集的基本规律.论文主要在以下几方面取得了较大的进展:(1)白庙与桥口地区天然气虽同属湿气,但成分有一定差异,桥口地区天然气甲烷含量均小于80%,甲烷/重烃为5左右;而白庙地区天然气甲烷含量相近,普遍高于88%,甲烷/重烃>10.产生桥口、白庙天然气组份差异的主要原因除成熟度影响外,天然气的母源类型起决定作用.(2)天然气氩同位素分析表明桥口地区深层天然气为壳源气,白庙地区气藏主要为煤型油型复合气藏,并有少量幔源氢的混入.(3)油源对比结果表明,桥口地区浅层ES<1>、ES<2><1>油源主要来源于东部前梨园洼陷与西部海通集洼陷孟居-南湖地区ES<3>段烃源岩早期生成的成熟度较低的原油,东翼葛岗集洼陷一侧的桥14、20、23、25、60井深层与葛岗集洼陷烃源岩有关,桥口垒桥38井原油与前梨园洼陷烃源岩有关;白庙构造北翼前8、白12井原油主要与前梨园洼陷ES<3>段烃源岩有关,构造中部白54、17、9等井的凝析油与前梨园洼陷中心的ES<3><2>段烃源岩有关,白庙构造南翼白16、白18井原油来源于葛岗集深部ES<3>段生油岩,杜寨断层下降盘白55井原油与该井附近ES<3>段烃源岩相关.(4)桥口-白庙地区原油及油砂抽提物饱和烃含量高,一般都在80%以上,并且油砂抽提物中含有大量蜡,非烃及沥青质含量低,表明该地区原油含蜡量高为高蜡原油.通过含油砂岩自由态组分、颗粒吸附态组分、油气包裹体分析可以获得油气藏在充注过程中有机流体的地球化学性质的变化,了解油气藏在地质历史时期曾经发生过的油气成藏与再分配,比较可靠分析油气藏的成藏过程.油气包裹体与颗粒吸附态主要反映早期储层流体的相态,空隙自由态反映现今流体特性.对于多次不同性质的流体充注后期发生改造的油气藏,储层中的三种流体性质有明显区别,如李屯气藏和;对于油气来源稳定单一的油气藏三种相态的流体没有明显的差异.(5)应用伊利石测年法、包裹体测温法分析了桥口-白庙地区油气藏的成藏时期.桥口构造顶部浅层主要成藏期为24Ma~20Ma相当于东营组沉积未到剥蚀早期,构造中南部与构造西翼及东翼地垒区的成藏时期为比较相近为33.5Ma~20Ma相当于东营组沉积期到抬升剥蚀初期,构造东翼李屯区成藏期较早为37.8Ma~20Ma相当于ES<2><1>段沉积时期到抬升剥蚀早期,该区在第四纪以来可能有天然气再次注入.白庙构造顶部浅层气藏成藏时期为28Ma~19.5Ma,相当于东营组沉积未到抬升剥蚀初期,构造中部成藏时期为26Ma~19.5Ma,略晚于顶部浅层的成藏时期,南北两翼与杜寨断层的下降盘成藏时期相当,南翼略早于北翼,南翼成藏时期为34.5Ma~20.5Ma,北翼为34.5Ma~19Ma,杜寨断层下降盘成藏时间为35Ma~22Ma为白庙地区成藏最早的区带.(6)兰聊断层是C-P煤成气运移通道,杜寨断层是前梨园洼陷与葛岗集洼陷深部ES<3>泥岩生成的油气向白庙构造运移的主通道,白庙地区次级断裂是天然气运移的次级通道.(7)根据油气藏相态、油气来源、成藏时间等因数,桥口构造平面上可划分4个油气充注系统:①桥口构造顶部浅层(ES<1>、ES<2><1>)油藏充注系统、②中南部深层(ES<3><2>、ES<3><4>)油气充注系统、③东翼地垒带油气充注系统、④东翼南部李屯天然气充注系统;白庙构造可划分5个油气充注系统:①构造顶部浅层(ES<2><1>、ES<3><1>)天然气充注系统、②构造中部凝析气充注系统、③构造北翼油气充注系统、④构造南翼油气充注系统、⑤杜寨断层下降盘油气充注系统.

9. 期刊论文 [侯路. 丁魏伟. 杨池银. 戴金星. 陶士振. 米敬奎. Hou Lu. Ding Weiwei. Yang Chi Yin. Dai Jin Xing. Tao](#)

[Shizhen. Mi Jingkui 港西断裂带包裹体中硫化氢的成因探讨 -天然气工业2006, 26\(3\)](#)

对黄骅坳陷港西断裂带奥陶系和第三系包裹体样品的氩同位素分析以及对单个包裹体激光拉曼组分测试表明,包裹体普遍具有地幔成因,且局部十分富集,同时发现包裹体中的硫化氢含量较高,范围分布在5.5%~15.2%(摩尔分数)之间.文章探讨了其硫化氢的来源,认为工区硫化氢的来源可能为幔源、岩浆-火山岩和硫酸盐热化学还原形成,生物成因和裂解成因的可能性较小,并指出富含硫气藏的有利区带位于断裂带附近和火山活动频繁区带.

10. 会议论文 [庄龙池 钾长石包裹体水和蚀变矿物的H同位素之间关系的探讨](#) 1997

钾长石的6个H同位素组成表明,钾长石包裹体水的 δD 值与其蚀变矿物绢云母的 δD 计算出的 $\delta D(H, 2)O$ 不可能相等,因为它们是两个不同阶段的产物,二者没有必然的联系,所以由钾长石热液蚀变矿物 $\delta D(H, 2)O$ 值就不能代表成矿流体(矿物包裹体水)的 δD 值。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_cdlgxyxb200802002.aspx

下载时间: 2010年5月27日