

沉火山尘凝灰岩:一种赋存油气资源的重要岩类

——以新疆北部中二叠统芦草沟组为例

朱国华¹, 张杰^{1,2}, 姚根顺¹, 李玉文¹, 王鑫¹, 余朝丰¹

(1 中国石油杭州地质研究院; 2 中国石油天然气集团公司碳酸盐岩储层重点实验室)

摘要 新疆北部中二叠统芦草沟组的一套重要致密含油岩类一直被误认为是泥岩、泥晶白云岩、粉砂岩或油页岩。经过详细而系统的X衍射研究发现,在这套所谓“泥岩”的岩石中,以泥晶级别(<30 μm)的火山灰为主要组分,主要矿物成分为长石、石英和自生硅质成分,还有少量方沸石和黄铁矿,黏土的含量极低(<5%)或无,属于火山凝灰岩中最细的一级,可定性为沉火山尘凝灰岩。全岩X衍射分析还表明,随着芦草沟组中白云石含量的递变,沉火山尘凝灰岩呈现向白云岩的渐变序列。沉火山尘凝灰岩在镜下具有非常好的荧光显示,TOC含量达2%~20%,有机质具有似层状和分散状两种赋存状态。岩石中有几种重要的储集空间:泄水通道、泄气孔、构造缝、硅质岩的碎裂缝、火山灰方沸石化溶孔及藻类(?)溶孔等。与非火山成因类泥岩和页岩的岩石学特征对比表明,芦草沟组沉火山尘凝灰岩可成为重要的烃源岩,而沉火山尘凝灰岩生烃过程中,大量的黏土矿物并非是必需的。沉火山尘凝灰岩可以是一种很好的自生自储岩类。

关键词 沉火山尘凝灰岩; 烃源岩; 油气成因; 油气储集; 中二叠统; 芦草沟组; 新疆北部

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

1 问题的提出

在新疆准噶尔盆地、吐哈盆地及三塘湖盆地(图1),对中二叠统芦草沟组的致密油研究是多年来

的研究热点^[1-3]。三塘湖盆地马朗凹陷二叠系芦草沟组产油层亦是很好的烃源岩层,TOC为1.38%~11.90%,产油量为0.01~22.20 m³/d,初步估算的芦草沟组源内储量规模为17579.99 $\times 10^4$ t^[4]。

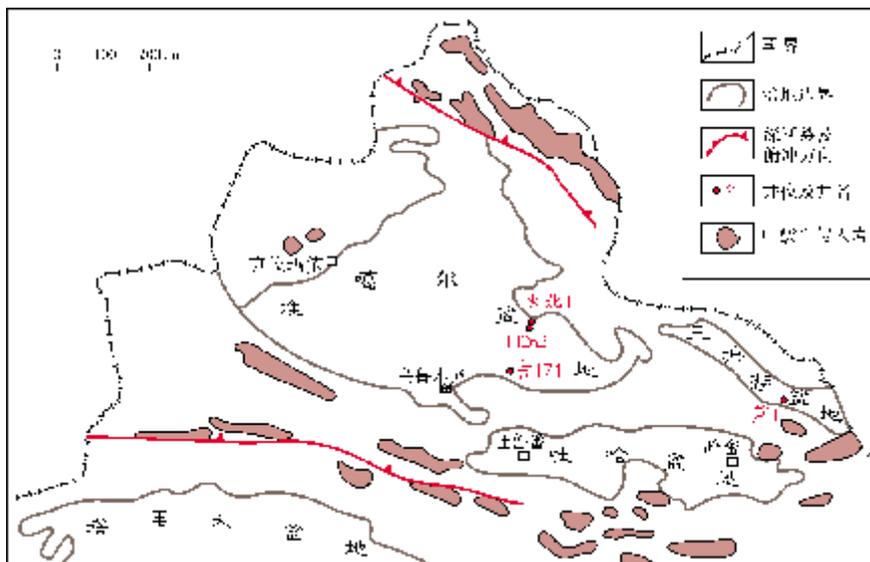


图1 新疆北部盆地与侵入岩体分布(据文献[1]修改)

收稿日期: 2013-02-23; 改回日期: 2013-10-09

基金项目: 本文受国家科技重大专项《海相碳酸盐岩沉积与有效储层大型化发育机理与分布研究》(编号: 2011ZX05004-002)资助

朱国华: 1931年生,教授级高级工程师,长期从事沉积储层研究。通讯地址: 310023 浙江省杭州市西溪路920号

芦草沟组这套岩类为非常好的烃源岩(表1)^[2], 由于粒度极细($<30\ \mu\text{m}$, 泥晶级别), 一直被描述为

“灰黑色泥岩、粉细砂岩、白云岩、白云石化岩类和油页岩”, 沉积环境为陆缘近海湖泊沉积^[2,4-5]。

表1 准噶尔盆地中二叠统芦草沟组烃源岩基本参数^[2]

地区	层位	TOC (%)	氯仿沥青“A” (%)	S ₁ +S ₂ (mg/g)	干酪根类型	R _o (%)
博格达山前凹陷	芦草沟组	8.03	0.44	3.50	I—II ₁	0.50~0.91
吉木萨尔凹陷	芦草沟组	5.16	0.73	20.98	II ₁	0.66~1.63

我们对这套所谓“泥岩”进行了详细的岩石学研究和X衍射分析(表2), 发现其中黏土矿物含量很低(最高为11%, 大多小于5%, 平均为2.2%), 有的甚至含量太低无法测出。前人对此段岩心多根据其极细的粒级的宏观特征(图2a、2b)而定名为泥岩、粉砂质泥岩,

却并未做深入的鉴定和地球化学分析。然而, 泥岩中黏土矿物的含量应当大于50%^[6], 因此, 这套黏土矿物含量很低的岩石并不能被称为泥岩, 同时由于其页理也不发育, 因此, 亦不能称其为页岩, 它与泥岩、页岩之间在岩石学特征方面存在着明显的区别(图2c、2d)。

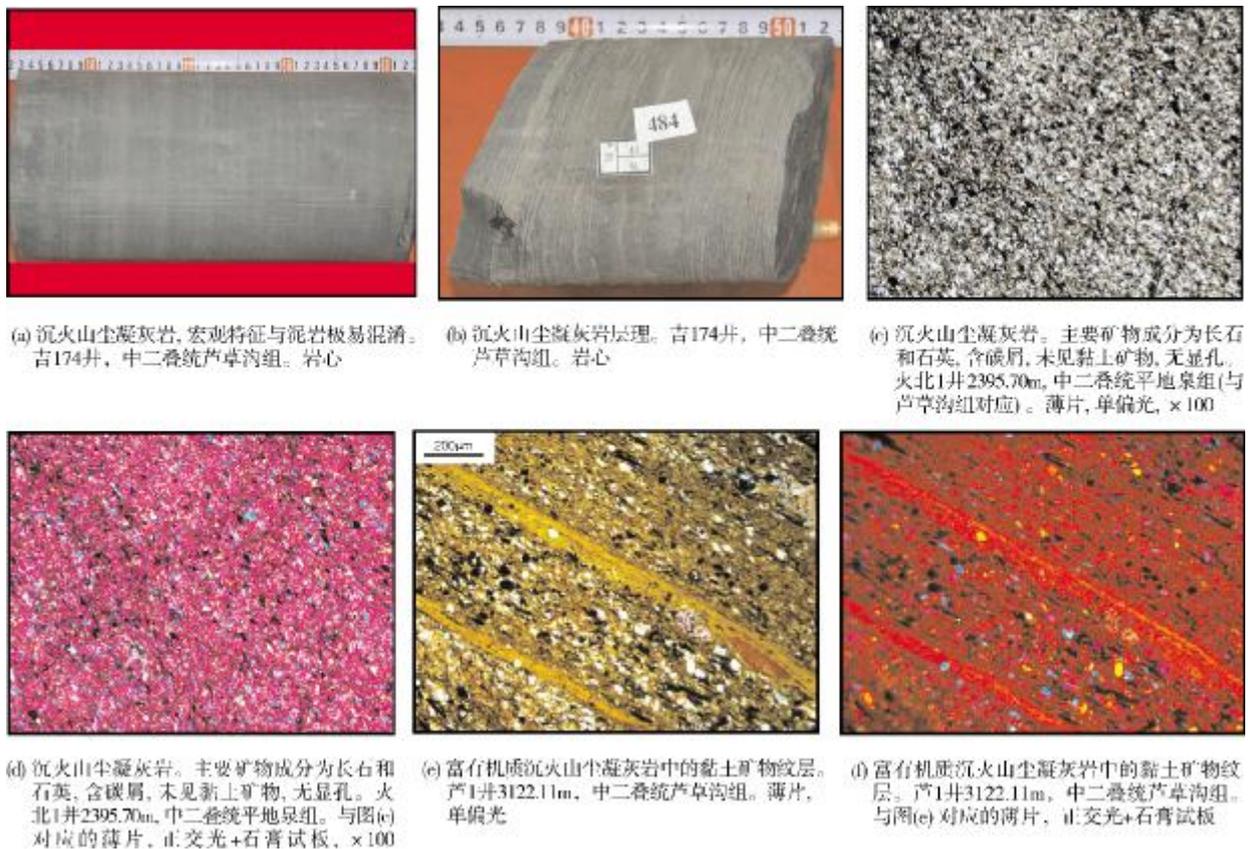


图2 新疆北部芦草沟组生油岩(沉火山尘凝灰岩)岩石学特征

2 沉火山尘凝灰岩的定义

本区及周边在中二叠世芦草沟期存在普遍的火山活动^[7], 其岩浆成分为安山质(石英含量少, 准噶尔盆地东部)和流纹质(石英含量较高, 三塘湖盆地)。火山物质喷出后, 沉积下来而形成的岩石类型,

根据火山碎屑含量的不同可以划分为火山碎屑岩、沉积火山碎屑岩以及火山碎屑沉积岩^[8]。其中粒度小于2mm的火山碎屑岩为沉凝灰岩, 而最细的火山尘沉积下来则成了沉火山尘凝灰岩(也可简称为“沉火山尘岩”)。

沉火山尘凝灰岩在本区中二叠世芦草沟期的沉

表2 三塘湖盆地芦1井芦草沟组含沉火山尘凝灰岩段岩石全岩X衍射成分表

样品深度 (m)	矿物成分(%)							样品深度 (m)	矿物成分(%)								
	黏土 总量	石英+ 自生 硅质	方 解 石	白 云 石	钾 长 石	斜 长 石	菱 铁 矿		黄 铁 矿	黏土 总量	石英+ 自生 硅质	方 解 石	白 云 石	钾 长 石	斜 长 石	菱 铁 矿	黄 铁 矿
3040.19~3040.31	—	58	19	10	—	13	—	—	3066.22~3066.32	—	35	—	41	15	9	—	—
3040.53~3040.62	4	25	15	21	—	33	—	2	3066.65~3066.79	—	26	—	47	14	10	—	3
3040.78~3040.92	3	29	22	9	—	34	—	3	3067.19~3067.38	6	17	—	53	11	9	—	4
3041.05~3041.15	2	24	—	43	7	24	—	—	3067.65~3067.76	4	41	—	35	9	7	—	4
3041.81~3041.93	—	34	16	19	5	22	—	4	3068.28~3068.37	4	27	—	46	9	9	—	5
3042.58~3042.67	—	9	—	66	7	16	—	2	3069.02~3069.19	—	51	5	20	12	9	—	3
3042.82~3042.89	—	25	—	59	6	10	—	—	3069.32~3069.43	—	9	3	83	1	4	—	—
3043.08~3043.19	—	23	—	49	4	22	—	2	3069.73~3069.83	5	18	16	12	15	26	—	8
3043.63~3043.69	—	42	4	3	—	48	—	3	3070.04~3070.20	—	7	1	83	3	6	—	—
3043.78~3043.89	—	52	3	18	—	24	—	3	3071.47~3071.62	—	49	3	9	9	27	—	3
3044.18~3044.33	6	77	3	3	—	11	—	—	3072.07~3072.19	11	35	11	5	26	12	—	—
3044.71~3044.82	—	24	—	61	—	15	—	—	3072.86~3072.97	—	31	22	12	—	30	—	5
3045.00~3045.12	3	31	2	40	—	21	—	3	3073.07~3073.15	3	10	34	34	3	14	—	2
3045.46~3045.57	2	35	—	43	3	17	—	—	3072.57~3072.66	5	18	—	11	—	60	—	6
3045.57~3045.62	—	32	20	42	—	4	—	2	3073.48~3073.62	—	21	19	49	—	9	—	2
3045.68~3045.83	3	53	—	3	—	35	—	6	3074.44~3074.57	3	31	20	9	—	31	—	6
3047.05~3047.19	7	28	—	50	—	15	—	—	3075.37~3075.59	—	26	18	7	11	32	—	6
3047.41~3047.62	9	34	—	41	—	16	—	—	3075.74~3075.92	4	31	12	14	—	34	—	5
3048.09~3048.24	2	10	—	72	3	13	—	—	3076.12~3076.26	2	46	—	22	—	30	—	—
3049.01~3049.13	5	28	—	9	—	53	—	5	3077.05~3077.24	—	12	—	58	4	24	—	2
3049.44~3049.54	9	32	—	27	7	22	—	3	3077.40~3077.58	8	42	—	4	12	26	—	8
3050.69~3050.79	5	48	—	39	—	8	—	—	3077.66~3077.79	4	22	—	48	6	17	—	3
3051.87~3051.97	2	17	—	68	—	13	—	—	3078.60~3078.76	7	37	—	29	8	15	—	4
3052.47~3052.59	9	19	—	58	—	14	—	—	3079.09~3079.29	—	16	—	47	12	24	—	1
3053.76~3053.87	—	46	—	42	—	10	—	2	3080.69~3080.86	—	19	—	18	21	33	—	9
3054.12~3054.25	7	40	—	45	—	8	—	—	3080.86~3080.99	—	89	—	8	1	—	—	2
3054.96~3055.08	5	30	—	29	13	19	—	4	3081.31~3081.45	3	13	—	45	7	26	—	6
3055.21~3055.33	—	80	—	11	4	5	—	—	3082.49~3082.63	7	43	—	6	20	24	—	—
3055.45~3055.57	—	16	22	11	12	31	—	8	3082.99~3083.13	6	16	—	46	10	17	—	5
3055.79~3055.91	2	12	32	9	11	32	—	2	3083.31~3083.41	3	55	—	30	5	5	—	2
3056.20~3056.32	—	65	9	8	6	12	—	—	3083.49~3083.69	—	89	—	8	—	2	—	1
3057.85~3057.94	—	27	—	44	15	10	—	4	3083.98~3084.18	9	22	—	35	16	14	—	4
3058.87~3059.09	—	43	—	37	9	3	—	8	3084.37~3084.55	—	80	—	9	4	4	—	3
3059.79~3059.95	—	28	10	40	15	6	—	1	3086.24~3086.52	4	19	—	57	10	4	—	6
3060.63~3060.80	—	36	—	38	16	6	—	4	3101.25~3101.33	—	8	8	86	—	4	—	—
3060.95~3061.16	—	16	—	68	12	4	—	—	3108.32~3108.53	—	46	6	38	4	6	—	—
3062.69~3062.79	—	24	29	9	11	6	—	21	3140.95~3141.17	—	81	6	5	2	2	—	4
3063.00~3063.12	5	53	—	5	20	11	—	6	3141.42~3141.55	—	24	2	65	3	5	—	1
3063.25~3063.35	—	50	10	10	18	7	—	5	3168.87~3168.97	—	2	—	92	—	6	—	—
3064.05~3064.12	—	26	—	63	8	3	—	—	3173.64~3173.74	—	12	—	84	—	4	—	—
3064.98~3065.17	—	83	—	2	6	5	—	4									

积是非常普遍的,这套被称为“泥岩”的岩石实应为沉火山尘凝灰岩。

基于此,我们提出了“沉火山尘凝灰岩”的定义(简称为沉火山尘岩),以火山尘(镜下难以辨认个体形态,粒径小于 $1/32\text{ mm}$ ^[6,8])为主要成分的一类沉积火山碎屑岩,属于沉凝灰岩中粒度最细的一级。沉火山尘凝灰岩的主要矿物成分为长石、石英和自生矿物,含有少量黄铁矿(2%~3%),其它为有机质,黏土矿物含量极低(大多小于5%)或不含。

沉火山尘凝灰岩与泥岩、页岩从矿物成分上的区别主要在于黏土矿物的含量,这可以通过全岩X衍射(如表2)测得,也可以通过薄片观察估算得出。关于镜下黏土矿物的识别方法,前人曾有报道^[9],

此处不再赘述。

在剖面上,局部层段沉火山尘凝灰岩具有与泥岩类似的纹层状结构(图2b),纹层的厚度多为毫米级,局部含有微米级的沉火山尘凝灰质泥岩—泥岩薄层(图2e, 2f)。

由于火山尘粒度细,在火山喷发后,火山尘可以飘到几千千米以外^[6]。沉火山尘凝灰岩的分布范围可以很广泛,它也可以与沉积地区的其他类型岩石互层而成为过渡岩类,或者与其他沉积岩矿物共同沉积而成为沉火山尘凝灰质沉积岩。

沉火山尘凝灰岩与泥岩(泥质岩)、页岩一样,均可以成为非常重要的烃源岩,它们的异同点见表3。

表3 泥岩(泥质岩)、页岩和沉火山尘凝灰岩岩石学特征对比表

岩石类型	大类归属	物理性质	粒度	矿物组成	沉积环境
泥岩(泥质岩)	陆源碎屑岩	硬度<小刀(莫氏硬度 2~3),敲击后沿断面断开	泥晶级别	泥晶级别质点(主要指黏土矿物)体积分数超过 50%的沉积岩(超过 2/3 时称黏土岩)。成分复杂多样,常见云母矿物。少见硅硼钠石、方沸石化、硅化。长石/石英<3	大多与火山活动关系不大
页岩				发育有水平纹理(页理)的泥质岩	
沉火山尘凝灰岩	火山碎屑沉积岩	硬度>小刀(莫氏硬度 6~7),敲击后呈不规则块状	<30 μm	长石,石英,泥晶白云石,少量方沸石、黄铁矿等,黏土矿物含量少(<5%)。成分单一,云母矿物罕见。硅硼钠石常见,方沸石化较强烈。硅化较普遍。长石/石英=5~10	与火山活动有关

在有的地区,沉火山尘凝灰岩中可以含有含量不等的白云石。全岩 X 衍射分析结果表明,本区芦草沟组的白云石含量从 3%~92%不等(表 2),呈白云岩与沉火山尘凝灰岩渐变的变化序列,依白云石的量(从少到多)可以称为含白云质沉火山尘凝灰岩、白云质沉火山尘凝灰岩、沉火山尘凝灰质白云岩、含沉火山尘白云岩、泥晶白云岩等。

关于白云岩的成因,柳益群等^[10]认为,这套白云岩为地幔热液喷流型原生白云岩。这与本区岩浆活动密切相关,但由于火山口数量的有限以及影响范围的有限,横向和纵向普遍发育的大套白云岩不应该仅仅是由热液喷流所形成,故而大多数研究者认为这套白云岩主要为湖相沉积的产物^[11],笔者基本认同这种观点,关于这一白云岩的成因,进一步的认识还需要做更多的工作来证实。

在本区,沉火山尘凝灰岩段普遍存在着硅质岩薄层,局部自生硅质成分富集,可称为硅质岩(如表 2,样品深度 3 080.86~3 080.99 m,石英+自生硅质成分含量达 89%)。这些硅质岩的成因还有待进一步研究。硅质岩薄层虽然含量不到 2%,但它却成了非

常重要的油气储集岩,这在后文中将进行详细叙述。

3 沉火山尘凝灰岩中有机质的赋存状态

在前人的研究中,凝灰质岩、沉凝灰岩曾被作为生油岩进行过比较详细的研究。

周中毅等^[12]对于准噶尔盆地中二叠统凝灰质岩产烃能力进行了详细的有机地球化学研究,认为它是一种新型的生油岩。

王鹏等^[13]曾对沉凝灰岩作为一种新型烃源岩进行了详细的研究,但沉凝灰岩所涵盖的范围很广,它包括了沉火山尘凝灰岩,文中并未对沉火山尘凝灰岩的岩石学特征进行详细的研究。

在其他关于火山碎屑岩生油性的研究中,沉火山尘凝灰岩从未被提及。

冯乔等^[5]则认为,这是一套所谓“泥岩”的主力烃源岩,他们肯定了其作为烃源岩的重要性及意义,但并未对其岩性进行深入的研究。

作为一种赋存致密油气的岩类,沉火山尘凝灰岩对于油气的赋存很少被提及。我们对新疆准噶尔盆地东部地区和三塘湖盆地这种含油气性非

常好的新型烃源岩——火山凝灰岩中最细的沉火山尘凝灰岩中有机质的赋存状态进行了详细研究,发现其有着非常好的荧光显示,其有机质赋存状态主要有以下两种(图3):1)似层状,厚度约几十微米(图3a岩心右侧455标签处和图3f的暗色纹层);2)分散状,与沉火山尘凝灰岩、泥晶铁白云

石、硅质等伴生,具有很高的TOC值,其生成的油气可直接充注于孔洞内(图3a岩心中部及左侧),荧光显示非常好。

沉火山尘凝灰岩所夹的薄层硅质岩内也具有非常好的油气富集现象(图3c,3d),有些为疑似藻类,呈分散状分布。

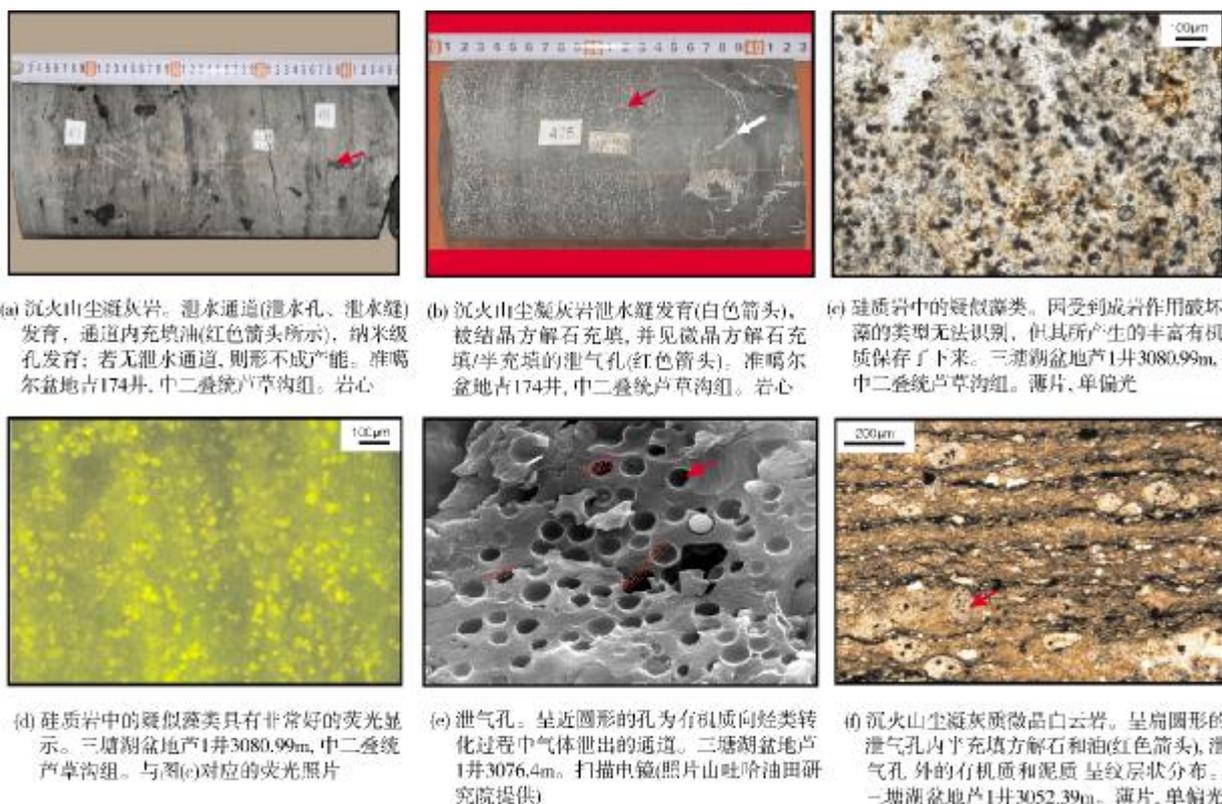


图3 沉火山尘凝灰岩油气显示特征

4 储集空间类型

沉火山尘凝灰岩作为一种自生自储油气的岩类,其储集空间类型主要有如下几种。

泄水通道 在成岩期,由压实和流体排出不平衡以及生烃作用产生的异常高的孔隙流体压力作用,油气、水等流体沿着与层理平行/近平行或斜交的方向运移而形成(图3b白色箭头所指)。泄水通道包括泄水孔、泄水缝等,梁世君等^[4]将其描述为排经缝似乎不太全面。这些泄水通道虽然部分被细粒沉积物充填,残余空间仍然可以成为主要的储渗空间。如图3a中黑色石油斑块沿泄水通道分布,图3b的泄水通道被方解石部分充填而降低了其储集空间的有效性。裂缝对于泄水通道的作用在于不仅连通了本来

一个个较为孤立的泄水通道,而且沟通了油气,使泄水通道成为有效的油气储集空间^[14]。

泄气孔 烃源岩中有机质向干酪根转化,进而向烃类转化的过程中会排出大量二氧化碳、烃类等气体,这些气体外泄后,在沉积物中会形成很多泄气孔(如图3b红色箭头所指的白色斑点,图3e和3f红色箭头所指),虽然在成岩作用过程中,这些气孔不同程度地被充填(图4f),其未被充填的残余孔(图4f红色箭头所指)也是一种很好的储集空间。

硅质岩碎裂缝、构造缝 沉火山尘凝灰岩中一种非常重要的储集空间为脆性的硅质岩受压碎裂形成的碎裂缝(图4a—4d),硅质碎裂缝中的硅质角砾内孔隙也富含油气(图4b)。此外,硅质岩中的非晶质矿物为蛋白石($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$),其中含5%~10%的水,在成

岩过程中,蛋白石发生脱水而形成一种中间产物——隐晶质石英的集合体玉髓,最后转化为石英。蛋白石转化为石英的这个过程在国外文献中早有记载^[15]。在脱水过程中也产生了一些储集空间。笔者对含硅质的样品进行荧光观察发现,硅质本身无荧光显示,而硅质周围的一圈矿物荧光显示很强,含油性特别好(图3c,3d),这对于以往认为的硅质岩由于太致密而不能成为很好的油气储集空间而言是一种新的发现。

方沸石化后的溶孔 火山尘在沉积后发生方沸

石化,而方沸石在成岩过程中易溶蚀,从而形成溶孔(图4e)。

藻类(?)形成的孔 目前对于藻类这种低等生物类型,我们尚无法确定,但这类物质产生了丰富的有机质(图3c,图3d),它对油气的富集及与油气密切的关系应当引起足够的重视。

纳米孔 沉火山尘凝灰岩面孔率虽然低,但研究表明沉火山尘凝灰岩中具有大量的纳米级微孔,这对于提升沉火山尘凝灰岩的物性无疑具有意义。

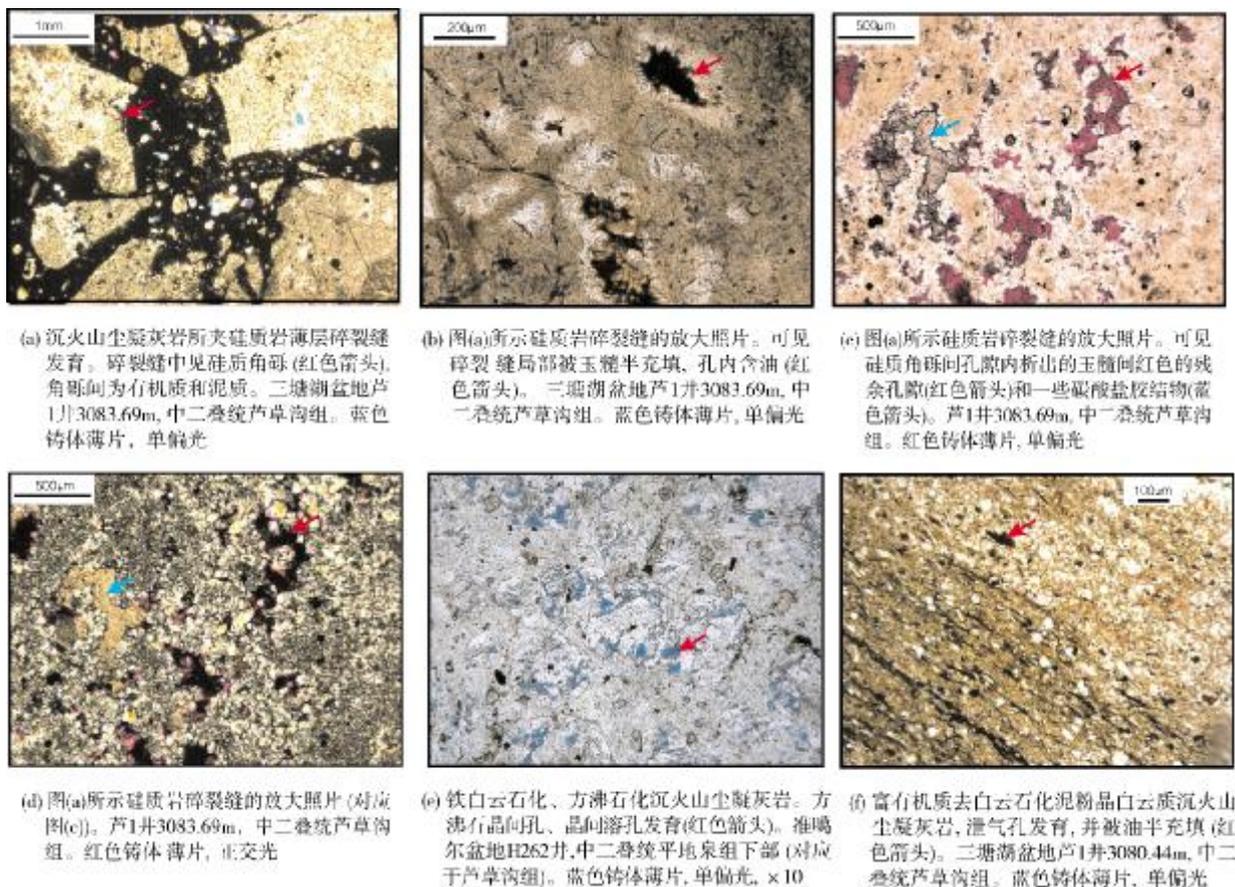


图4 沉火山尘凝灰岩储集空间特征

5 地质意义与展望

(1)黏土矿物在生油过程中的重要作用已经被许多地质学家进行了深入的研究^[16]。陆琦等^[17]研究了广西百色盆地干酪根与黏土矿物的关系后,认为黏土矿物是有机质向烃类转化的载体和催化剂。在黏土矿物含量高的泥岩和页岩中,这种作用是毋庸置疑的,但新疆北部中二叠统芦草沟组沉火山尘凝灰岩中黏土

矿物极低(大多<5%)或无;按照黏土矿物催化生油理论,如此低含量的黏土矿物在本区似乎不足以产生生油作用,但这里仍获中低产油流。本区中二叠统芦草沟组沉火山尘凝灰岩有机质丰度高、类型好,是盆地主力烃源岩;其丰富的油气显示表明,在没有或少有黏土参与的情况下,经过长期的有机质演化,仍然可以成功地生烃。这对于油气生成研究具有一定的启迪意义,关于沉火山尘凝灰岩中油气具体生成过程的研

究,还有待进一步的工作证实。

(2)以往被认为是泥岩的沉火山尘凝灰岩一直不被认为是好的烃源岩和储集岩,通过本区芦草沟组的研究发现,沉火山尘凝灰岩是赋存油气资源的重要岩类,这对于今后扩大勘探领域具有重要的意义。

感谢中国石油新疆油田分公司勘探开发研究院唐勇所长、常秋生主任对本项研究的大力支持。

参考文献

- [1] 刘兴旺,郑建京,杨鑫,等. 三塘湖盆地及其周缘地区古生代构造演化及原型盆地研究[J]. 天然气地球科学,2010,21(6): 947-954.
- [2] 贾承造,邹才能,李建忠,等. 中国致密油评价标准、主要类型、基本特征及资源前景[J]. 石油学报,2012,33(3):343-350.
- [3] 王志勇,卫延召,赵长毅. 三塘湖盆地低熟油的发现及其地球化学特征[J]. 沉积学报,2001,19(4):598-604.
- [4] 梁世君,黄志龙,柳波,等. 马朗凹陷芦草沟组页岩油形成机理与富集条件[J]. 石油学报,2012,33(4):588-594.
- [5] 冯乔,柳益群,郝建荣,等. 三塘湖盆地芦草沟组烃源岩及其古环境[J]. 沉积学报,2004,22(3):513-517.
- [6] 路凤香,桑隆康. 岩石学[M].北京:地质出版社,2002.
- [7] 高岗,梁浩,沈霞,等. 三塘湖盆地二叠系火成岩分布及其对烃源岩热演化的影响[J]. 石油实验地质,2009,31(5):462-465.
- [8] 徐夕生,邱检生. 火成岩岩石学[M]. 北京:科学出版社,2010: 261-278.
- [9] 张丽霞,李培俊. 微细沉积物中黏土矿物鉴定新方法[J]. 新疆石油地质,2012,32(4):491-492.
- [10] 柳益群,焦鑫,李红,等. 新疆三塘湖跃进沟二叠系地幔热液喷流型原生白云岩[J]. 中国科学:地球科学,2011,41(12): 1862-1871.
- [11] 李红,柳益群,梁浩,等. 新疆三塘湖盆地中二叠统芦草沟组湖相白云岩成因[J]. 古地理学报,2012,14(1):45-58.
- [12] 周中毅,盛国英,闵育顺. 凝灰质岩生油岩的有机地球化学初步研究[J]. 沉积学报,1989,7(3):3-9.
- [13] 王鹏,潘建国,魏东涛,等. 新型烃源岩——沉凝灰岩[J]. 西安石油大学学报:自然科学版,2011,26(4):19-22.
- [14] 何国貌,成进湖,张李明,等. 三塘湖盆地马朗凹陷上二叠统芦草沟组裂缝研究[J]. 吐哈油气,2001,6(3):12-15.
- [15] ILLER R K. The chemistry of silica: Solubility, polymerization, colloid and surface properties, and biochemistry[M]. Canada: John Wiley and Sons, Inc, 1979.
- [16] 朗斯塔夫 F J. 粘土矿物和资源地质学[M]. 邢顺涂,王信信,辛国强,等,译. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1985.
- [17] 陆琦,刘惠芳,罗莉娟,等. 广西百色盆地干酪根的研究——兼探干酪根的演化与黏土矿物的关系[J]. 沉积学报,1994,12(4):31-39.

编辑:张跃平,金顺爱

Sedimentary Volcanic Dust Tuff, An Important Kind of Rock Storing Hydrocarbon Resources: Discussion on the Lithology of Middle Permian Lucaogou Oil-bearing Rocks in the North of Xinjiang

Zhu Guohua, Zhang Jie, Yao Genshun, Li Yuwen, Wang Xin, Yu Chaofeng

Abstract: There is a set of dense oil-bearing rock in Middle Permian Lucaogou Formation in the north of Xinjiang Province and the rock has been ever regarded as mudstone, dolomiticrite, siltstone or oil shale. Attributing to the systematic analysis of X-ray, it is known that the rock called "mudstone" can be defined as the sedimentary volcanic dust tuff (SVD tuff), in which volcanic dust (<30 μ m in grain diameter) is dominant in composition and the minerals commonly are feldspar, quartz and authigenic silicon and a small amount of analcime and pyrite with a little (<5%) or no clay. The X-ray analysis also shows that the SVD tuff presents a change gradually to dolostone with changing content of dolomite in Lucaogou Formation. The SVD tuff displays good fluorescent reflection in microscope. The TOC is ranged from 2% to 20% in and the organic materials are present in laminaroid and scattered occurrences. This tuff is of many types of significant reservoir spaces, such as water-drainage channels, gas-drainage pores, structural fractures, silicalite fissures, volcanic ash-analcitized solution pores, algae (?) solution pores, and other pores. Through petrologic correlation of the Lucaogou tuff with nonvolcanic mudstone and shale, it is shown that this tuff can be an important source rock. Not a great abundance of clay minerals are necessary during hydrocarbon generation in the SVD dust tuff, which does not accord with the clay-catalyzing theory. This SVD tuff may be a good owner-source and owner-reservoir rock.

Key words: Middle Permian; Lucaogou Fm; Sedimentary volcanic dust tuff; Source rock; Hydrocarbon origin; Hydrocarbon reservoir

Zhu Guohua; male, Research Professor. Add: PetroChina Hangzhou Institute of Geology, 920 Xixi Rd., Hangzhou, Zhejiang, 310023, China