

苏北闵桥地区含油玄武岩中 皂石的矿物学特征^①

杨献忠^②

(南京地质矿产研究所, 南京 210016)

摘要 作为储油层的沉积岩中蒙皂石矿物学特征报道较多, 而作为储油层的火山岩中蒙皂石矿物学特征报道则较少。本文较详细地阐述了苏北闵桥地区含油玄武岩中主要蚀变矿物—皂石的形态、成分及X射线衍射、差热、红外特征, 总结了鲍林皂石的形态特征, 并对皂石的分布和成因作了探讨。认为加强皂石在油气地质, 尤其是火山岩作为储油层中的应用研究十分必要。

关键词 含油玄武岩 皂石 鲍林皂石 矿物学特征 苏北闵桥地区

皂石是2:1型蒙皂石矿物族中三八面体膨胀性粘土矿物, 八面体组成变化较大。我国学者对皂石的形态、结构、成分及其变化甚至成因作了一些描述和探讨, 但总体而言, 皂石矿物学的报道还是较少。林鸿福^[1](1985)报道了新疆榆树沟的皂石矿物学特征; 对河南内乡、湖北京山的皂石矿物学特征有过报道^[2]; 后来在新疆托克逊发现了我国唯一的皂石矿, 是花岗岩与镁质岩石接触带的蚀变产物^[1,2]。上述皂石与本文所要讨论的皂石在产状上明显不一致。中国含油气盆地的粘土矿物特征及其演变规律, 我国学者研究较多, 报道甚至专著也不少, 但多为二八面体蒙脱石、伊利石等矿物, 且大多以砂岩等沉积岩为储油层。虽在准噶尔、内蒙二连等地发现了以火山岩为储油层的油田^[3], 但少见对其中的蚀变矿物尤其是皂石进行详细论述。为此, 本文拟对苏北金湖凹陷闵桥地区早第三纪阜宁组(埋藏)玄武岩(储油层)的主要蚀变矿物—皂石作较为详细的矿物学及其成因讨论。

1 基本地质概况

苏北闵桥地区阜宁组玄武岩位于苏北盆地西部的金湖凹陷内。经江苏石油勘探局勘探试采, 金湖凹陷闵桥第三系古新统阜宁组玄武岩富集了有良好开发前景的油藏。

本区玄武岩主要为陆上喷溢岩流, 局部地段有玄武岩流进入地表水体发生淬碎与次生爆发, 从而形成玄武质淬碎角砾岩。如果考虑到早期的成岩蚀变、后期叠加热液作用以及玄

① 收稿日期: 1998-02-18

本文是江苏石油勘探局横向基础地质研究项目“金湖凹陷闵桥地区阜宁组火山岩及其储油性研究”及地质行业基金项目(9512)的一部分, 参加工作的尚有陶奎元、杨祝良、王力波。

② 作者简介: 杨献忠, 男, 1962年生, 大学本科, 助理研究员, 粘土矿物学, 主要论著有“伊利石的结晶度及其地质意义综述”(沉积学报, 1993(4): 92-98)等10余篇。

玄武岩出露地表的风化改造、埋藏后的水解淋滤等地质作用,则本区广泛分布着致密玄武岩、杏仁(气孔)玄武岩、淬碎玄武岩、碎裂玄武岩及蚀变玄武岩。皂石是大多数玄武岩中分布最为广泛的蚀变矿物,其中全岩中分布最广,其次充填于杏仁体内,部分在裂隙或岩脉中产出;在蚀变玄武岩中则随着蚀变强度增加而逐渐减少,但在不同相、带、层中发育是不均匀的,即使是同一相带抑或层中,其分布也有很大差异。

2 镜下特征

2.1 偏光显微镜下的特征

在偏光显微镜下,皂石呈褐色基调,主要有褐色、黄褐色、浅褐色、褐灰色等,有时也见呈绿褐色皂石,可能已向绿泥石或绿泥石-皂石混层转变;形态多呈片状、板状、放射状、纤维状等;也可见球粒状,在球粒内部可见板状特征;基本上具均一光性,干涉色较醒目,近于平行消光。本区皂石常与伊丁石、绿泥石、碳酸盐矿物伴生。

2.2 扫描电镜下的特征

在扫描电镜下,皂石的形态特征随其产出状态不同而有明显差异。

在全岩中,皂石多呈面式分布,片状、石棉状,形态多不规则;边缘有时光滑但略有卷曲,有时不光滑而呈多刺状;表面基本平整。由于全岩中没有良好空间,皂石颗粒集合体均较细小,片-片间多以面-面、边-面接触、重叠,因而不利于介质流通。但是这些颗粒细小的皂石在适当的条件或环境下可生长发育成颗粒比原来大数倍至数十倍的大颗粒皂石,由此表面积减少,颗粒间产生一定的空间通道一粒间孔隙,有利于介质的运移和流通^[4]。

在杏仁体中的皂石则不同,虽也可见细小的相互叠置的片状集合体,但在多数情况下呈垂直杏仁壁生长的板状、束状、放射状、纤维状特征。由于生长速率的差异,中心部位形成片薄、边缘卷曲、片的平面垂直板状体生长的皂石。

裂隙中的皂石,颗粒较大,但形态极不规则,多呈石棉状、棉絮状,它可能是在充足胶体供给下生长发育而成^[5]。

2.3 透射电镜下的特征

在透射电镜下,皂石的形态趋于不规则,多呈毡状结构,个别显示六方片状,大小不等,一般为 $3 \times 4 \mu\text{m}$;厚薄不匀;边缘极不光滑,或呈撕裂状、或呈锯齿状,但表面较平整。长条状皂石的宽度约 $1 \mu\text{m}$,视域内长达 $10 \mu\text{m}$ 。这些细长条大多由宽板条分裂而成,可能由不连续的2:1型硅酸盐条所组成,并构成弯曲的长约 $3-5 \mu\text{m}$ 的条带^[4]。与皂石共生的绿泥石垂直脉壁生长,呈极薄的叶片状,叶片宽约 $0.5 \mu\text{m}$,长约 $2-6 \mu\text{m}$ 。

与绿泥石共生的皂石呈片状,而未与绿泥石共生的皂石则呈板条状。

2.4 对比及讨论

新疆榆树沟皂石的透射电镜形态呈现出“颗粒厚薄不均匀,为不规则状及板条状,边界清晰,有淡化边,突刺状,片体多卷曲,与钙蒙脱石相似^[1](林鸿福,1985);辽宁杨家杖子锌皂石在电镜下呈“延长的鳞片,鳞片边界模糊,表面光滑”^[6](杨敏之等,1964);湖南某地锂皂石则呈现“板条状,许多窄板条聚合为粗大的宽板条,也可见到边界较模糊的细而薄的板条”^[7](顾雄飞,1964)。前两者与本文在全岩及裂隙中所见皂石的形态较相似,而后者则与本文在杏仁体中所见皂石几乎一致。束秀琴等^[8](1982)报道了柯绿泥石(绿泥石与皂石1:1规则混层)在透射电镜下“呈不规则薄片状,边界清楚圆滑,厚薄不一,透明度中等,特点介

于绿泥石与蒙皂石之间”;王行信^[9](1986)认为,产于火山角砾岩中的高电荷柯绿泥石,“充填于粒间孔隙的结晶较好,扫描电镜下观察,多呈较规则的蜂窝状;贴附于颗粒表面的柯绿泥石结晶差,多呈揉皱状和山峦状”。

表1 皂石的化学组成(电子探针结果)及其结构式[O₂₀(OH)₄]

Table 1		Chemical compositions (by electron probe analysis) and structural formulas of saponites								
样品号	M13-10 (1)	M13-10 (2)	M13-10 (3)	M15-8	M16-8	M22-4	M15-I-7	M21-1(1)	M21-1(2)	
成分 (%)	SiO ₂	42.28	46.16	45.60	32.32	51.88	34.61	48.63	37.90	35.85
	TiO ₂	0.01		0.11			0.79	0.07	2.35	2.65
	Al ₂ O ₃	6.42	7.89	6.73	12.01	7.26	11.43	15.48	10.57	10.32
	Cr ₂ O ₃	0.37	0.18	0.29		0.43	0.19	1.78	0.50	0.41
	FeO*	9.18	9.75	8.92	28.77	12.12	5.21	6.87	13.32	12.35
	MnO	0.01	0.01	0.03	0.94	0.01	0.15	0.06	0.02	0.04
	NiO	0.06				0.06			0.05	0.05
	CuO					0.04			0.02	
	ZnO		0.01			0.05		0.03	0.02	0.05
	MgO	18.85	21.49	22.19	8.28	21.29	12.16	15.22	15.99	14.94
	CaO	0.13	0.16	0.16	2.58	0.47	4.06	0.33	0.48	0.38
	Na ₂ O	1.52	1.74	1.17		0.98	2.86	0.83	1.53	0.43
	K ₂ O	0.04	0.02	0.03	0.10	0.15	0.29	0.21	0.46	0.47
	P ₂ O ₅	0.03				0.01		0.05	0.01	0.06
	Σ	78.91	87.41	85.23	84.99	94.78	71.76	89.56	83.22	76.04
结构式	四面体									
	Si	6.95	6.84	6.90	5.64	7.10	6.44a	6.57b	6.41c	6.50d
	Al	1.05	1.16	1.10	2.36	0.90	1.56	1.43	1.59	1.50
	八面体									
	Al	0.20	0.22	0.09	0.12	0.27	0.90	1.04	0.43	0.59
	Cr	0.05	0.02	0.03		0.05	0.03	0.19	0.06	0.05
	Fe	1.26	1.21	1.13	4.20	1.42e	0.80	0.78	1.81f	1.78
	Mn				0.14		0.02	0.01		0.03g
	Mg	4.49	4.55	4.75	1.54	4.26	3.31	3.06	3.70	3.55
	层间									
	Mg	0.13	0.20	0.25	0.62	0.08			0.14	0.27
	Ca	0.02	0.02	0.02	0.48	0.07	0.80	0.99	0.08	0.07
	Na	0.48	0.50	0.34		0.27	0.85	0.10	0.49	0.14
	K	0.02			0.02	0.03	0.06	0.03	0.10	0.10
	层电荷									
八面体层	+0.25	+0.24	+0.12	+0.12	+0.32	-0.95	-0.61	+0.49	+0.64	
总层电荷	-0.80	-0.92	-0.98	-2.24	-0.58	-2.51	-2.04	-1.10	-0.86	
产状	全岩中橄榄石斑晶蚀变						杏仁体			

a 含 0.11Ti, b 含 0.01Ti, c 含 0.28Ti, d 含 0.35Ti, e 含 Cu, Ni, Zn 各 0.01, f 含 Ni 0.01, g 含 Ni, Zn 各 0.01

* FeO = ΣFe

本文虽未对柯绿泥石作专门的镜下研究,但从前面的讨论与对比,并结合 X 射线衍射研究,笔者认为,本文所描述皂石的镜下特征可能包含柯绿泥石在内。

部分教材或有关资料中谈到^[4,10],由橄榄石会向鲍林皂石转变,但其形态特征均未描述。据有关资料及笔者的研究,认为本区皂石应为鲍林皂石,在透射电镜下,其形态为板状、

束状。这种成束的板条是沿 a 轴延长,可达 $30\mu\text{m}$ 以上,长宽比至少达 5:1,有时这种板条可因某种原因而分裂,其间由不连续的 2:1 型硅酸盐条组成。N. Güven^[4](1988)还规定了鲍林皂林八面体组成中镁与铁比必须在 3:1-10:1 之间。

3 化学成分

皂石的净负电荷主要来源于四面体 Al \rightarrow Si,少量来源于八面体。表 1 列出九个皂石样品的化学成分(电子探针分析)及其结构式。从成分看,本区皂石四面体铝略少,但总体显示在富铝环境下形成。Sudo 等^[11](1978)描述过日本的铁皂石,其结构组成为:(Ca 0.46)(Si 7.15 Al 0.85)(Ti 0.05 Fe²⁺ 2.86 Mn 0.03 Mg 3.01)。与之相比,M15-8 样品皂石八面体中铁量较高($\Sigma\text{Fe}^{\text{VI}} = 4.20$),属(高)铁皂石。

部分样品中,皂石八面体内还发现较多的 Zn、Cr、Ni、Cu、Mn 等阳离子,反映了热液成分及蚀变环境的复杂性。

4 X 射线衍射

4.1 自然样品

本区玄武岩遭受后期蚀变,同时皂石的结构缺陷破坏了原来的有序特征。因此大多数皂石 X 射线衍射(XRD)图上仅有少数几条特征衍射线,其中以(001)为主,其次为(hk)二维衍射带,常见(02,11)等,缺乏三维有序特征。表 2 列出 5 个衍射线比较完整的皂石 XRD 特征线 d 值,其中以采自未经蚀变的灰黑色致密玄武岩杏仁体内的 M15-4 样品的 XRD 特征线最为完整。三八面体皂石的另外一个最显著的特征是 $d_{060} = 1.53 - 1.554 \text{ \AA} > 1.50 \text{ \AA}$ (表 2,图 1)。

4.2 乙二醇(EG)饱和样品

表 2 皂石的 X 射线衍射数据(Å)
Table 2 X-ray diffraction data of saponites

样品号	001	002	003	02,11	004	03,005	13,20	006	007	15,24, 31,009	03,060, 0010	产状
M22-4	15.104	7.577		4.633		3.095				1.752	1.535	全岩
M15-4	15.159	7.604	5.068	4.596	3.760	3.101	2.641,2.584	2.538	2.177	1.739	1.535	杏仁
M17-1	15.196	7.595	5.058	4.604	3.773		2.570		2.157	1.739	1.534	裂隙
M23-3	15.213	7.581	5.037	4.604	3.771						1.536	裂隙

本区皂石经乙二醇(EG)饱和 24 小时后,其区间 XRD 特征曲线如图 2,其 d 值及其结晶度测定方法同 P. E. Biscaye^[12](1965)列于表 3。可以看出,EG 饱和处理后,皂石的(001)峰单一,敏锐,强度大,(002)峰则强度较弱,(003)峰则更弱,有时几乎难以准确辨认;皂石 C 轴方向的有序程度取决于皂石的产状:灰黑色致密玄武岩及其杏仁体内、裂隙中未蚀变的皂石,其 V/P 值均大于 0.9,表明 C 轴方向堆垛有序程度高,结晶良好;蚀变玄武岩及经蚀变岩脉中的皂石,其 V/P < 0.9,在 0.7-0.9 之间,表明其 C 轴方向堆垛有序程度和结晶性不及未蚀变的玄武岩中的皂石。但总体而言,本区皂石的结晶程度均较好^[12,13]。据林西生

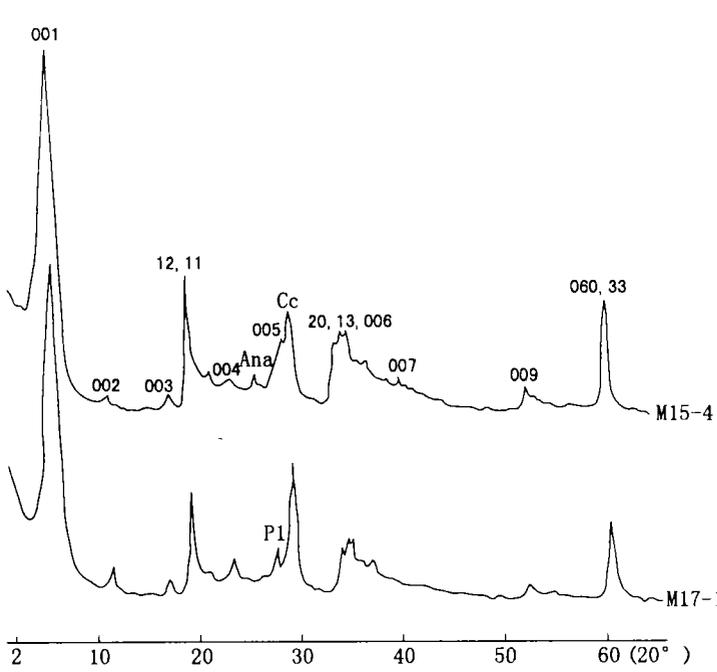


图 1 皂石的 X 衍射曲线

Fig. 1 X-ray diffraction patterns of saponites

Ana - 方沸石; Cc - 方解石; P1 - 斜长石

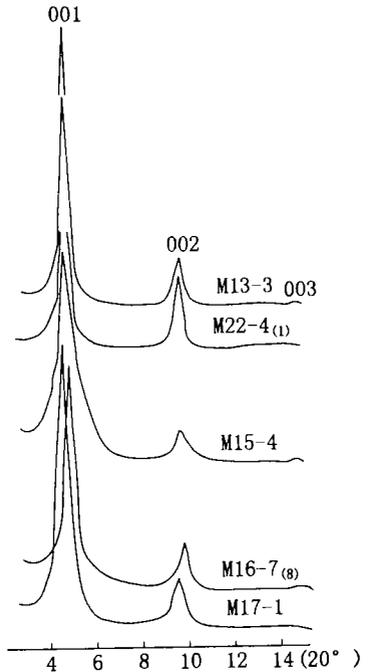


图 2 皂石经乙二醇饱和和 24 小时后的区间 X 射线衍射图

Fig. 2 X-ray diffraction patterns of saponites treated with EG after 24hrs

表 3 乙二醇饱和后皂石的 d(001) 值 (Å) 及结晶度 (v/p)

Table 3 (001) Peak data and crystallinity of saponites treated with EG after 24hrs

样品号	d(001)	d(002)	d(003)	V/P	产 状	
M13-13	18.263	9.085	6.010	0.962	灰黑色致密玄武岩	
M15-11	18.020	8.994	(6.001)	0.843	绿色杏仁橄榄蚀变玄武岩	全
M22-4	18.054	8.988		0.982	灰黑色致密玄武岩	
M22-4(1)	18.316	9.105	6.048	0.9875	灰黑色致密玄武岩	岩
M15-4	18.184	9.072	(6.025)	0.931	灰黑色杏仁玄武岩	杏仁
M11-1	18.477	9.111	(6.021)	0.778	灰黑色蚀变玄武岩	蚀变
M15-I-3	18.080	8.982	0.708			岩脉
M16-7(8)	18.184	9.053		0.935		绿色
M17-1	18.892	9.231		0.968	灰黑色玄武岩	裂隙

() 人工测量值

等^[14](1992)资料以及本区皂石实测的(002)峰(EG)的宽度(半高宽×2),本区皂石在 C 轴方向的晶畴层数将在 10-15 层之间,晶畴厚度(EG)为 180-270 Å,再次说明了本区皂石良好的结晶性和 C 轴方向的有序性。

4.3 关于绿泥石-皂石规则混层(柯绿泥石)

柯绿泥石即绿泥石与皂石 1:1 规则间层矿物,该术语首先由 Lippmann(1954)采用。

表 4 柯绿泥石的 X 射线衍射 d 值(Å)
Table 4 X-ray diffraction data of corrensites

001	M7-I-4(1) 全岩	M15-5(1) 全岩	M23-1 杏仁体	M23-2 裂隙	新疆彩参 1#	新疆富蕴
001	29.747	29.624	29.624	29.348	30.00	31.60
002	15.086	15.232	15.050	14.979	14.49	14.73
003					9.56	9.61
004	7.478		7.559	7.568	7.18	7.25
005			5.831		5.71	
006		4.888		5.031	4.77	4.82
007						
008	3.715	3.780	3.760	3.773	3.57	3.60
009				3.104		
0010						
060	1.534	1.536	1.535	1.536	1.546	1.539
Vc	0.70	1.77	1.49	3.04	0.47	1.09

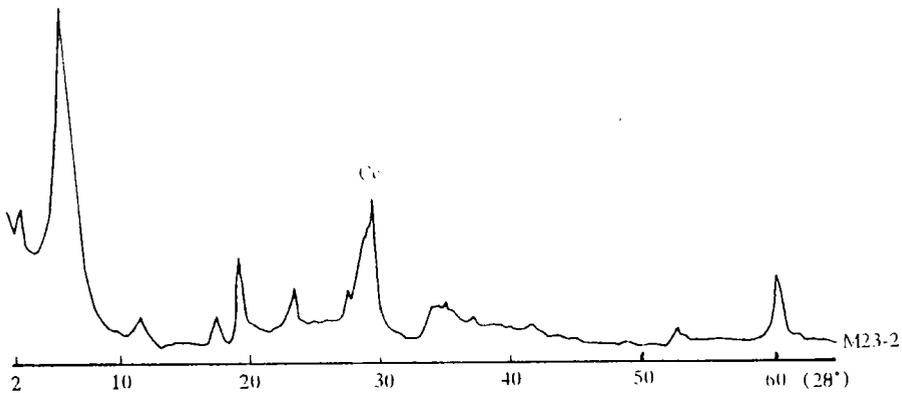


图 3 柯绿泥石(M23-2)X 射线衍射曲线

Fig. 3 X-ray diffraction pattern of corrensite

近几年,我国也有不同地质产状柯绿泥石,束秀琴^[8](1982)、林西生^①(1985)、王行信^[9](1986)、张荣英^[15](1989)等曾先后作过研究报道,但林西生(1985)报道的柯绿泥石的产状和成因一与后期热液活动有关,充填于(新疆彩参 1 井)玄武岩小气孔中绿色充填物一与本文研究的柯绿泥石基本一致,他还报道了新疆富蕴地区断层泥中的一种柯绿泥石,断层两侧的岩石是富含铁镁矿物的基性岩石,且与绿泥石、蒙皂石等矿物伴生。

表 4 列出本区四个柯绿泥石样品的 X 射线衍射 d 值,并对照列出林西生(1985)的柯绿泥石 X 射线衍射 d 值,图 3 为 M23-2 样品的 X 射线衍射图。

① 林西生. 柯绿泥石和它的 X-射线鉴定. 见:粘土矿物 X-射线衍射分析技术交流会议论文, 1985

5 差热分析

由于水分子与阳离子结合需放出离子水化热,释放温度随着离子种类、电荷与水分子的结合力(牵引力、结合能)的增加而增大。皂石吸附的离子也要放出热能,加热驱除这部分水

表5 皂石差热分析峰谷特征(℃)

Table 5 Peak valley data of differential thermal analysis for saponites

样品号	R+ - H ₂ O	(R ₂ +)-H ₂ O		OH		Al-OH	Fe-OH	其它	产状
		外	内	外	内				
M13-3	110 ↓	140 ↓	240 ↓	630 ↓				480 ↑ (Py)	全
M22-4(1)	110 ↓	140 ↓	230 ↓		900 ↓	770 ↓	280 ↑	460 ↑ (Py)	岩
M15-4	125 ↓	140 ↓	230 ↓	600 ↓	860 ↓		350 ↑		杏仁
M16-7(8)	120 ↓	140 ↓		830 ↓	880 ↓				裂
M17-1	120 ↓	140 ↓			870 ↓ 910 ↓			450(Py) ↓	隙

↓ 吸热谷, ↑ 放热峰

所需要的热能为 $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+$, 表5中110—125℃为 Na^+ 离子脱去吸附水的温度。由于 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 二价离子会吸附两层水分子,因此140℃为($Ca^{2+} + Mg^{2+}$)离子脱去外层(第一层)吸附水的温度,230—240℃则为其脱去内层(第二层)吸附水的温度。显而易见,皂石低温脱水吸热系统的特征受层间离子电荷源(或离子势)的影响。皂石中外羟基水脱去温度多在800—830℃,而内羟基水脱水温度在860—910℃,热稳定性相当好。之所以有一定波动,是因为八面体中不同阳离子含量不一致、阳离子对 OH^- 的键合能不一样。由于八面体内有一定量的 Al^{3+} 或 Fe^{2+} 转换 Mg^{2+} ,因此偶而也可见到一定量的Al-OH键及Fe-OH键所排出的结构水温度;至于M22-4(1)和M15-4两个样品,可能Fe有足够多的量,使加温过程中氧化形成FeO-OH键而产生FeO的放热。另外,在全岩和裂隙中的皂石,还伴生有后期充填黄铁矿(450—480℃)的放热峰(图4)。

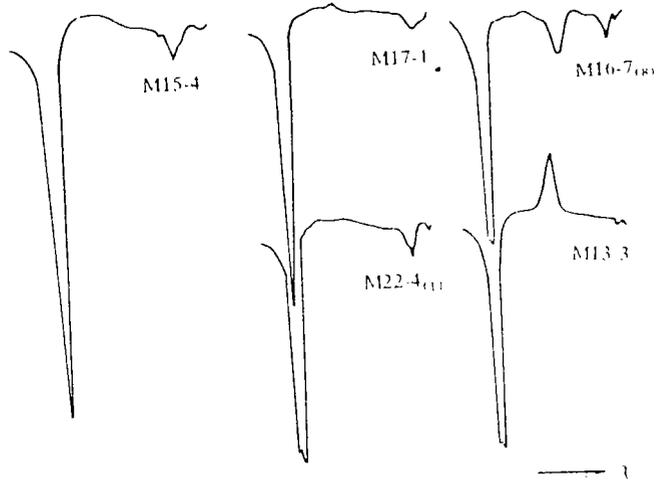


图4 皂石的差热分析曲线

Fig.4 Differential thermal analysis curves of saponites

由于结合水的密度低于游离水,因此皂石在缓慢脱水过程中,结合水释放后会造成体积缩小,从而产生一定的流体压力,这种流体压力和后来的流体运动,都会促使所含有机质运移。可见研究皂石的差热特征具有重要意义^[5,16,17]。

由于结合水的密度低于游离水,因此皂石在缓慢脱水过程中,结合水释放后会造成体积缩小,从而产生一定的流体压力,这种流体压力和后来的流体运动,都会促使所含有机质运移。可见研究皂石的差热特征具有重要意义^[5,16,17]。

6 红外光谱

图5为3个皂石红外光谱曲线,表6则为各吸收带的归属。3602—3620 cm^{-1} 较宽的吸收带属 V_{OH} ,该带吸收强度较弱,峰不敏锐,高频一侧从3700—3600 cm^{-1} 有弱的肩状吸收,反映皂石八面体中 $\text{Al} \rightarrow \text{Mg}$ 、 $\text{Fe} \rightarrow \text{Mg}$ 使八面体角顶氧 O_i 负电荷增加,吸引OH中和质子使氢键增长、键强减弱、频率向低频方向飘移,因而 Al_2OH 、 MgAlOH 、 FeAlOH 、 FeMgOH 等难以分开;层间水的伸缩振动为3460 cm^{-1} ,呈强度中等的较宽吸收带,弯曲振动为1640 cm^{-1} ,

表6 皂石红外线谱特征(cm^{-1})
Table 6 Infrared spectrum data of saponites

振动	VasSi(Al)-o VasSi-O-Vas(Al) VsSi-O		VsSi-O-Si(Al)				VSi-O-M $\delta\text{Si-O}$ VM-O OH平动				VOH	ρOH	层间水 VH_2O $\delta\text{H}_2\text{O}$		产状	
	1090	1020	780	730	680	670	460	400	324	281	3602	910	3460	1640		
M13-3	1090	1020	780	730	680	670	460	400	324	281	3602	910	3460	1640	全岩	
M15-4		1018	880	730	680	660	460	400	324	260	3620		3460	1640	杏仁	
M17-7		1018	880	740	80	670	520	460	398	324	280	3602		3460	1640	裂隙
强度	中强	强	弱	弱	弱	中	中	中	强	中	弱	中	弱	中	弱	

峰敏锐但强度不大;OH摆动 ρ_{OH} 不明显,与晶格振动及Si-O弯曲振动耦合。Si-O伸缩振动、Si-O弯曲振动、M-O振动等参见表6,其中1020 cm^{-1} 形成一个很强的吸收带,峰形尖锐,属平行层的Si-O伸缩振动;其高频一侧1090 cm^{-1} 为中强吸收,归属垂直层的Si-O伸缩振动^[18]。据有关资料^[16,18],1090 cm^{-1} 与1020 cm^{-1} 的分开程度取决于水重 n_2 /皂石重 n_1 之间的比值。假定分析时所取皂石重量一定,则皂石中水含量越高,比值越大,双峰的分开程度越好。对比本区四个皂石样的红外光谱特征,可知其中的水含量多少

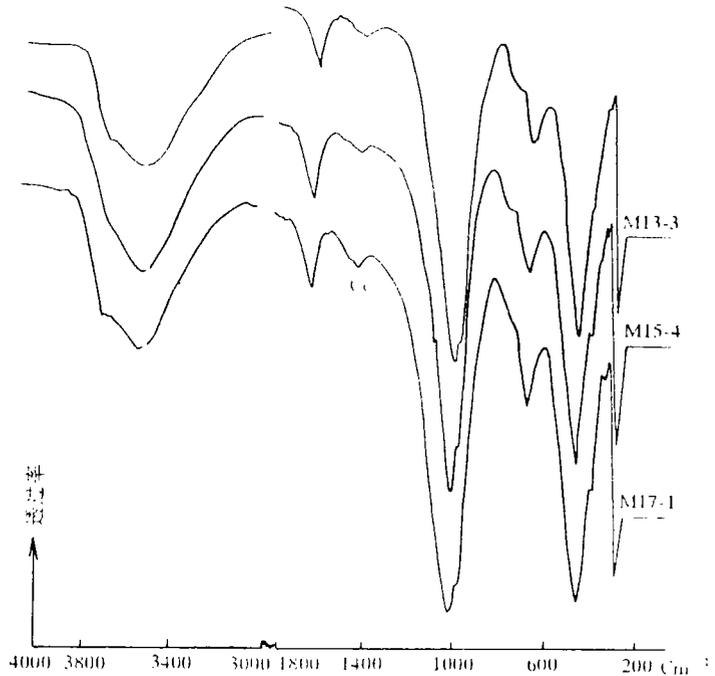


图5 皂石红外光谱图
Fig.5 Infrared spectrum curves of saponites

依次为 M13—3 > M15—4 ≈ M17—1。

图 5 中还出现 1430cm^{-1} 的吸收,为样品中极少量方解石 $[\text{CO}_3^{2-}]$ 垂直 C 轴反向不对称伸缩振动。

7 成因与分布

当玄武岩岩浆喷溢到地表后,由于表面急剧冷却而固结,致使整个岩石变成内热外冷的封闭系统,保留在内部的水蒸汽及其它气体无法逸出,热量无法释放,在玄武岩浆逐渐固结成岩阶段,其中的橄榄石、辉石、火山玻璃等基性物质开始由玄武岩引发的蚀变——自变质作用,从而形成广泛分布的皂石。其中橙玄玻璃会向皂石直接转变。这种蚀变方式似乎为本区所特有。皂石或充填于矿物颗粒之间,或薄薄地覆盖在颗粒表面,呈面式分布模式。由于皂石颗粒的组合方式多呈面一面、边一面结合,最终将组合成片状结构;而棒状、针状颗粒则形成脚手架结构;当颗粒接近球形时,则形成串珠状联接。有作者认为,皂石仅是玄武岩橄榄石斑晶的蚀变产物,它以包裹橄榄石或交代橄榄石整个颗粒的形式存在,且其化学成分直接与单个橄榄石颗粒造成的微环境的化学性质有关。这一点虽然在本区也有所见,且特征明显,但据镜下观察,橄榄石、辉石斑晶向皂石转变可能稍晚于基质向皂石的转变,肯定晚于橙玄玻璃向皂石的转变。

无论怎样,有一点是共识:化学系统为封闭性的,化学成分如 K、Si、OH 为惰性成分,即上述蚀变作用发生在中温封闭的非氧化环境,这种环境下形成的皂石,端面具有 Lewis 酸。但是,当这种环境一旦破坏而成为开放系统,化学元素则十分活泼,已形成的皂石会向其它矿物不同程度地转变,端面产生具有 Bronstedt 酸;如果出露地表即进入开放氧化环境,早期皂石中的 Fe^{2+} 会氧化成 Fe^{3+} , 逐渐随风化作用加强而向绿脱石、蒙脱石等二八面体矿物转变;如果碱性程度尤其 Mg^{2+} 含量增加,且伴随热液作用,又会向绿泥石转变^[6];进一步向蒙脱石、伊利石等矿物变化。

8 讨论

皂石与蒙脱石属蒙皂石族,分别为三八面体与二八面体两个不同的端员矿物。蒙脱石尤其是沉积岩中的蒙脱石在油气地质中的应用和作用已广为研究,但皂石在油气地质中的作用似乎还没有人加以详细研究。这里要肯定的是,它的作用不会完全雷同于蒙脱石,因为本区的皂石吸附有机分子(乙二醇)的能力远超过蒙脱石。为了更好地合理开发和综合利用本区的油气资源,加强皂石在油气地质尤其是火山岩作为储油层中的应用研究是十分必要,且意义重大。

9 主要参考文献

- 1 林鸿福. 蒙脱石族矿物结构式计算及其意义. 地质研究, 1985(2): 24 - 37
- 2 杨雅秀, 张乃娴, 苏昭冰等. 中国粘土矿物. 北京: 地质出版社, 1994
- 3 唐阶廷. 二连盆地阿北安山岩储层特征. 石油与天然气地质, 1988, 9(4)
- 4 Güven N. Smectites. Chapter 13 in Reviews Mineralogy: Bailey S W, ed. Hydrous phyllosilications, 1988(19): 497 - 559
- 5 奥尔芬 H. 范. 粘土胶体化学导论. 1976. 许冀泉等译. 北京: 农业出版社, 1979
- 6 杨敏之, 陶克捷等. 我国东北某铅锌矿床氧化带中锌蒙脱石的研究. 科学通报, 1964(7): 640 - 643
- 7 顾雄飞. 湖南产出的钙汉克脱石. 地质科学, 1964(2): 188 - 196

- 8 束秀琴,张淑苓.一种与铀矿有关的1:1绿泥石-蒙脱石规则混层矿物的发现.岩矿测试,1982,1(2):43-47
- 9 王行言.沉积火山角砾岩中的绿泥间蛭石及其形成条件.矿物学报,1986,6(3):359-365
- 10 南京大学地质学系岩矿教研室编著.结晶学与矿物学.北京:地质出版社,1978
- 11 Sudo T, Shimoda S. Clays and clay minerals of Japan, Developments in sedimentology 25. Tokyo:1978, 326p
- 12 Biscaye PE. Mineralogy and sedimentation of recent deep-sea clay in The Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. Geol. soc. Amer. Bull., 1965, 76:803-832
- 13 南京大学地质学系矿物岩石学教研室编.粉晶X-射线物相分析.北京:地质出版社,1980
- 14 林西生,科学研究风祥,郑乃宜.X射线衍射分析技术及其地质应用.北京:石油工业出版社,1990:41-55
- 15 张荣英.一种三八面体绿泥石/皂石1:1规则间层矿物(绿泥间皂石)的初步研究.岩石矿物学杂志,1989,8(3):251-259
- 16 张文昭,王鹤年,王曼云编著.配位化学及其在地质学中的应用.北京:地质出版1987
- 17 赵杏媛,张有瑜主编.粘土矿物与粘土矿物分析.北京:海洋出版社,1990
- 18 闻裕主编.矿物红外光谱学.四川:重庆大学出版社,1988

THE MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF SAPONITE FROM OIL-BEARING BASALT IN MINQIAO AREA OF NORTHERN JIANGSU PROVINCE

Yang Xianzhong
(IGMR, Nanjing 210016)

Abstract

The mineralogical characteristics of smectite in sedimentary rock (as store oil formation) were more reported, but those in volcanic rock (as store oil formation) were less known. This paper discusses the mineralogical characteristics, e. g. chemical compositions, shapes, X-ray diffraction, differential thermal and infrared spectrum, of saponites in mainly altered mineral from oil-bearing basalt in Minqiao area of northern Jiangsu. Based on the studied results, the morphological feature of bowlingites is summarized and the distribution and origin of saponite are also approached. It is considered that it is extremely necessary to strengthen the applied studies for saponite in oil and gas geology, especially in volcanic rock (as store oil formation).

Key words oil-bearing basalt saponite bowlingite mineralogical characteristics Minqiao area northern Jiangsu