

江陵凹陷沙钾 3 井古近系沙市组地球化学特征及成钾指示

刘锦磊^{1,2)}, 王春连³⁾, 刘成林³⁾, 陈波^{1,2)}, 徐海明³⁾, 余小灿⁴⁾, 李皓楠¹⁾

1) 长江大学地球科学学院, 武汉, 430100;

2) 长江大学湖北省非常规油气协同创新中心, 武汉, 430100;

3) 中国地质科学院矿产资源研究所, 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京, 100037;

4) 中国地质大学地球科学与资源学院, 地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京, 100083

内容提要:在盐湖沉积演化过程中, 钾镁盐在盐类矿物沉积的中晚期才开始结晶析出。因此, 研究含盐系地层中盐类矿物的沉积地球化学特征, 不仅可以从侧面获取岩盐的沉积物物质来源和成盐期古卤水蒸发浓缩程度等地球化学信息, 而且可以直接揭示古盐湖期钾盐富集趋势及规律。目前, 除在江陵凹陷的古近系沙市组等含盐系内发现了富钾卤水外, 还在中—南部的钻孔盐矿盐岩中, 发现了微量钾石盐和钾石膏, 这些说明该凹陷古近纪具有成钾潜力。本文通过对 SK3 井蒸发岩特征研究及岩芯中 K、Mg、Cl、Br 离子含量与 $\text{Br} \times 10^3 / \text{Cl}$ 系数的垂向变化分析, 揭示古盐湖浓缩演化与钾盐富集趋势, 进一步揭示该层段沉积时期及所在凹陷古盐湖卤水钾的富集程度。

关键词: 江陵凹陷; 沙钾 3 井; 地球化学特征; 成钾指示; 古近纪

蒸发岩盆地盐类矿物学及化学组成的研究曾对找钾突破发挥过重要作用。上世纪在西伯利亚盆地的石盐中发现了钾石盐和光卤石的包体, 之后, 经过一系列的普查、预测、勘探等工作, 发现了涅帕特大型钾盐矿床(据伊尔库次克地质局); 上世纪 50 年代, A. II. 扬申在乌拉尔边缘坳陷带西南边缘的奥列勃格—阿克丘宾斯克盆地的钻孔岩芯中发现蓝色石盐, 并在相应的位置采样测得 $w(\text{K}^+)$ 高达 22.5%, 并在之后的找钾工作中发现了大型钾盐矿床(据南乌拉尔地质局)。

江陵凹陷古近系中赋存有富钾卤水, 并含有丰富的盐类矿物包括微量钾盐矿物(刘成林等, 2013; 沈立建等, 2014; 王春连等, 2015), 显示了成钾条件(刘成林, 2013)。借鉴国外找钾经验, 本文通过对古近纪沙市组地层中含盐成分及组合的研究, 揭示研究区成盐的地球化学特征, 并探讨古近系成钾前景。

1 区域地质背景

江陵凹陷位于江汉盆地的西南部, 是盆内的最

大次级构造单元, 也是江汉盆地继潜江凹陷之后的又一生烃凹陷。纪山寺断层为其北部边界与荆门、河溶凹陷相临; 问安寺断层为其西部边界与枝江凹陷、宜都鹤峰背斜带相隔; 西南与洞庭盆地澧县凹陷相通, 桑植—石门复向斜呈一向凹陷内倾伏的凸起延伸到凹陷内大路口附近; 白垩—新近系剥蚀线为其南部边界与华容隆起相接; 清水口断层及龙安断层为其东部边界, 分别与丫角—新沟低凸起及陈沱口凹陷相邻, 面积 6500 km² (见图 1)。

晚白垩世渔洋组沉积时期, 构造运动以升降为主, 沉积了 900~1500 m 的红色砂泥岩; 古近纪沙市组早期, 盆地在拉张背景下, 气候干燥, 水体蒸发使湖水不断浓缩咸化, 沉积了岩盐及膏岩; 沙市组晚期, 气候变暖, 湖水逐渐上升, 沉积范围扩大; 新沟嘴组早期发生湖侵, 沉积了一套暗色湖相泥岩, 随后构造抬升, 水体变浅, 发生化学沉积(杨长清等, 2003)。从图 2 可知(沈均均等, 2014), 研究区沙市组由底至顶可划分为四段, 分别为沙四段、沙三段、沙二段、沙一段, 两套膏盐岩分别位于沙四段和沙一段。

注: 本文为国家 973 项目(编号: 2011CB403007)、国家自然科学基金青年基金(编号: 41502089)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(编号: K1415)、中国地质大调查项目(编号: 12120114051901)和锦辉(荆州)精细化工有限公司横向项目联合资助。

收稿日期: 2015-06-30; 改回日期: 2015-08-30; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 刘锦磊(1990—)男, 硕士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。Email: spiritwave@sina.cn。通信作者: 王春连(1983—)男, 博士, 助理研究员, 主要从事盐湖沉积与钾盐矿床研究。Email: wangchunlian312@163.com。

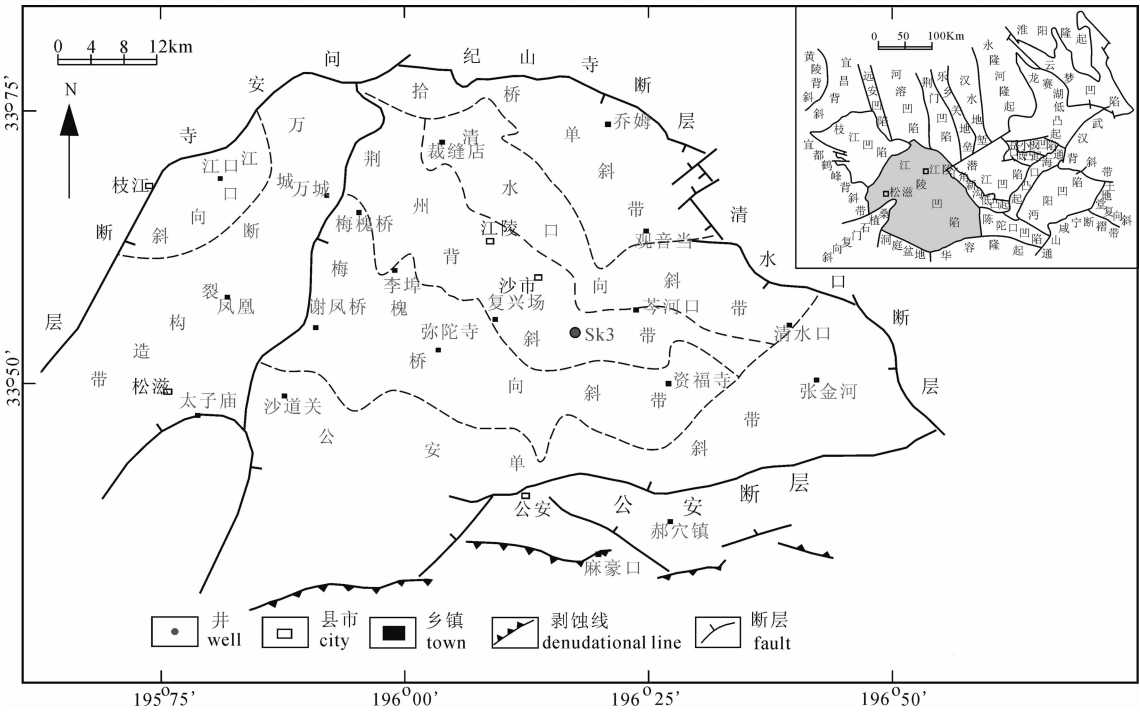


图 1 江陵凹陷构造单元图及 SK3 井位置(据江汉油田研究院)

Fig. 1 Location of Jiangling Depression and SK3(After Research Institute of Jiangnan Oil Field)

从沙四段至沙一段膏盐岩的含量逐渐降低,而砂泥岩的比重逐渐增大,从底至顶整体表现出从砂泥岩→膏岩→钙芒硝岩→盐岩这样一个由淡化一咸化的多期的变化规律(苏显烈等, 1990),研究区陆源碎屑沉积物粒度较细,主要为杂色、棕红色泥岩夹薄层的粉砂岩,未见有砾质沉积物。

图 2 中,通过对江陵凹陷古近系沙市组层序地层的划分与对比以及沉积特征的研究,认为沙市组沉积期主要经历了两次大的沉积旋回:沙下段沉积期(沙四段和沙三段)和沙上段沉积期(沙二段和沙一段),每一次旋回均代表了一次水体由淡化到咸化的变化过程,与盆地内其他凹陷相比有一个明显的区别就是在两次旋回的末期均沉积了一套膏盐岩。

2 样品采集与分析结果

本文样品采集来自湖北省荆州市公安县埠河镇沙钾 3 井,简称 SK3。

SK3 是一口探采井(由锦辉(荆州)精细化工有限公司出资,中国地质科学院矿产资源所于 2011 年 9 月实施),SK3 井主探新下段及沙市组富钾卤水层,钻至设计井深 3880.00m 按设计完钻,本井沙市组井段:2700.00 ~ 3880m,厚 1180m。取样深度 2800~3550m,对含盐矿物较多的地层挑选岩芯 132 件。

X 射线粉末衍射测试,在北达燕园微构分析测试中心实验室完成。仪器型号为日本理学 G/max/RA12KW 旋转阳极 X 射线衍射仪,测试条件:电压为 40kV,电流为 100mA, Cu 靶,扫描速度为 8°/min,采样步宽 0.02°,测量范围介于 3°~70°,扫描方式为连续扫描。选取已完成水化学分析,显示钾离子含量较高的石盐岩样品进行 X 射线粉末衍射测试,粉末磨至粒度 200 目。

扫描电镜(SEM)和能谱(EDS)实验在中国地质科学院国土资源部大陆动力学重点实验室进行。扫描电镜为日本电子公司(JEOL)JSM-5610LV 型,电子束电压 20KV,焦距 20mm,束斑大小 41nm;EDS 能谱采用的是英国牛津公司(OXFORD)INCA 软件包版本 4.4。

化学分析是在中国地质科学院矿产资源研究所地球化学分析实验室完成,所有样品均研磨成粉末,约 200 目,采用稀酸溶法和水溶法两种,稀酸溶法(仅溶解碳酸盐和石膏),称取 1g 样品放入烧杯,加入 5% 稀盐酸 10ml 加热至沸腾,再在加热板上 120℃ 保温 2h,最后定容至 100mL;水溶法,称取 1g 样品放入烧杯,再定容至 100ml。最后用电感耦合等离子体原子发射光谱仪(简称 ICP-AES)分析测试,分析项目有 K、Mg、Cl、Br 离子。由于数据较多,列出统计化学分析数据(见表 1)。

表 1 SK3 井岩心化学成分特征

Table 1 Core chemical characteristics of mud in SK4				
分析结果	W(B) %			
	K	Mg	Cl	Br×10 ³
最小值	0.003	0.002	4.05	1.39
最大值	1.01	19.8	64.5	38.57
平均值	0.065	0.552	48.271	222

注:样品数量为 121;测试单位:中国地质科学院矿产资源研究所。

3 蒸发岩沉积特征

3.1 岩石学特征分析

通过 SK3 井钻孔岩芯手标本及 X 射线衍射分析,江陵凹陷盐类矿物组成较为简单,主要为石盐、钙芒硝和硬石膏,含有少量的钾石盐。

江陵凹陷盐层异常发育,陵 2 井含盐系厚度达 1351m,岩盐、膏盐等蒸发岩地层总厚度达 796m(高楠安, 2013)。通过 SK3 井岩石学特征的研究,可以看出在剖面上石盐岩与泥岩频繁互层,组成明显的韵律特征。石盐岩单层厚度 0.2~5m,膏盐岩累计厚度达 418m。泥岩中发育大量菱形或透镜状的钙芒硝岩,硬石膏岩在泥岩中呈团块状分布。对岩芯精细的观察,可以识别出明显的石盐、钙芒硝、硬石膏与泥岩组成的四级韵律特征(图 3)。反映了古新世盐湖气候频繁波动以及水体盐度的不断变化。

3.2 主要盐类矿物学特征分析

SK3 井钻孔岩芯盐类矿物有白云石、方解石、天青石、重晶石、硬石膏、钙芒硝、石盐和以及少量的钾石盐等。以下主要介绍石盐、钙芒硝和硬石膏三种盐类矿物。

3.2.1 石盐

石盐主要为无色透明的,由于泥质含量的增多而呈现灰黑色(图 2a),厚层的石盐岩晶体为颗粒状,粒度以中—粗晶为主,这种石盐是从原始湖水中直接沉淀形成,并有不同程度的重结晶,在扫描电镜中发现了立方形石盐(图 2e);还有部分石盐晶体主要为纤维状,产出于泥岩裂缝中。脉状石盐岩因为含有一定量的 Fe³⁺ 而呈现粉红色,形成于氧化环境,为次生石盐脉,其原因可能是由于构造运动的塑性变形产生断裂以及由含矿卤水在裂缝中迁移并析出富集石盐脉(Woods, 1979)。

3.2.2 钙芒硝(图 2f)

钙芒硝主要为灰白色,自形一半自形晶粒状结构,晶形为菱形板状,大小为 0.1cm×0.2cm 至 0.3cm×1cm 不等。呈菱板状分散产出于泥岩当中

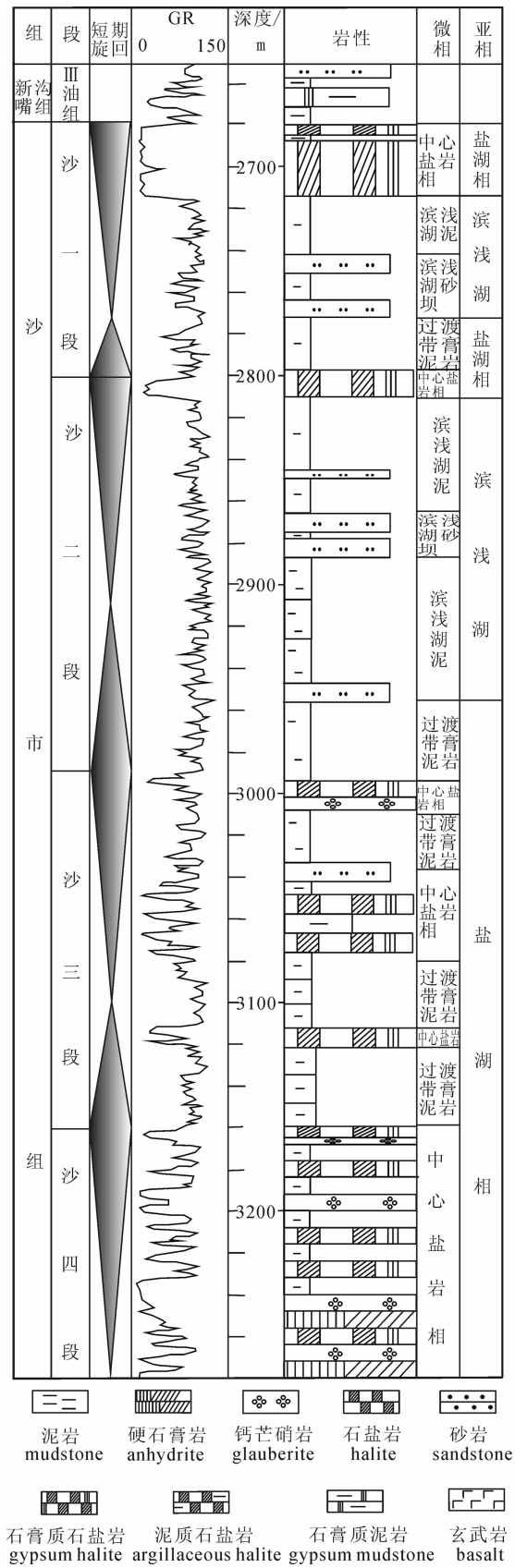


图 2 江陵凹陷沙市组综合柱状图(据沈均均等修改,2014)
Fig. 2 Composite stratigraphic columnar section of Shashi Formation in Jiangling Depression(After Shen junjun et al. 2014)

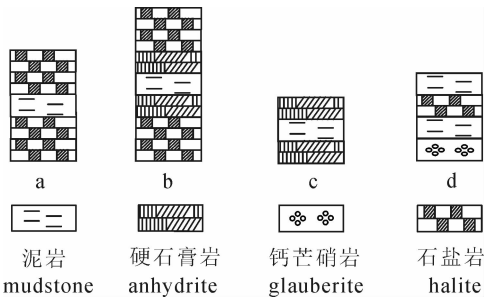


图 3 SK3 井四级韵律特征图

Fig. 3 Four level prosodic features of SK3 well

或与泥岩互层产出,主要呈薄层分布,也可以组成斑状分布,(图 2b),部分钙芒硝晶间充填有石盐,因为石盐极易溶解而在钙芒硝晶间出现孔洞(图 2c)。

3.2.3 硬石膏(图 2g)

硬石膏主要以层状和团块状产出于泥岩中(图 2d)。团块状硬石膏主要为白色、灰白色,硬石膏团块分散,也可以紧密排列呈层状,团块大小 2mm×2mm 至 20mm×20mm。

4 沙市组地球化学特征(以岩芯分析结果)

SK3 沙市组剖面由下至上发育有大量的石膏和石盐等盐类矿物,下部主要是红棕色泥岩,石膏,和泥质盐岩为主,中下部还发育有少量薄层玄武岩,中部主要为石膏质盐岩和泥质盐岩为主,上部主要为红棕色泥岩或粉砂质泥岩,最顶部为一套灰绿色粉砂质泥岩。

4.1 钾离子

通过观察各离子含量在纵向上的变化(图 5),大致可以分为四个层段。其中层段 I、II 钾离子具有明显富集趋势,而含盐系地层中钾的聚集和分散程度是盆地找钾最直接的标志,也是判断成钾有利层段重要的依据(陈开远等, 2002)。并能分析和判断成钾的有利条件,预测钾盐的有利层位。地层中钾的富集与亏损反应了盐湖间歇性的咸化—淡化—咸化的蒸发浓缩过程,分析测试显示钾百分比最小值为 0.003,最大值 1.01,平均值 0.065;层段 I、II 钾离子浓度达到了钾盐析出条件,已经到了盐湖沉积期;层段 III、IV 的钾含量明显比 I、II 层段的钾含量要低得多,盐湖处于淡化期,可以得知层段 I、II 为盐湖演化的沉积时期,而层段 III、IV 为盐湖演化的淡化期,总体上经历了咸化—淡化—再淡化的过程。

4.2 镁离子

钾盐形成于盐湖卤水蒸发的晚期阶段,盐湖蒸

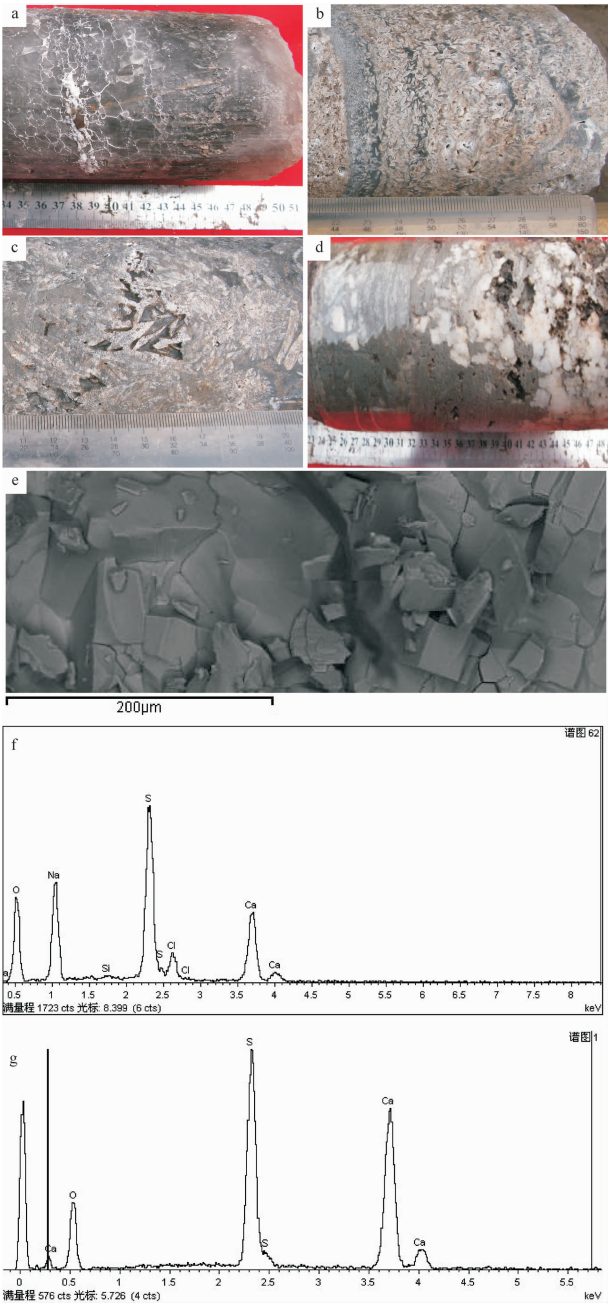


图 4 SK3 井盐类矿物特征

Fig. 4 Saline mineralsfeature of SK3 well

(a)—石盐岩,3650.5m;(b)—菱形钙芒硝,3680m;(c)—菱形钙芒硝岩晶间充填石盐岩,3664m;(d)—泥岩中发育团块状硬石膏岩,3712m;(e)—能谱下立方石盐,3647m;(f)—硬石膏点分析图谱,3690m;(g)—钙芒硝点分析图谱 3688m
(a)—Halite rock, 3650.5m; (b)—rhombic glauberite, 3680m; (c)—halite rock filled in Rhombic glauberite, 3664m; (d)—lumpy anhydrite developed in mudstone, 3712m; (e)—cubic halite in EDS, 3647m; (f)—point analytical spectrum of halite, 3690m; (g)—point analytical spectrum of glauberite, 3688m

发析盐的一般顺序为碳酸盐→硫酸盐→氯化物,钾、镁盐是最后阶段的产物(钱自强等, 1994),也就是

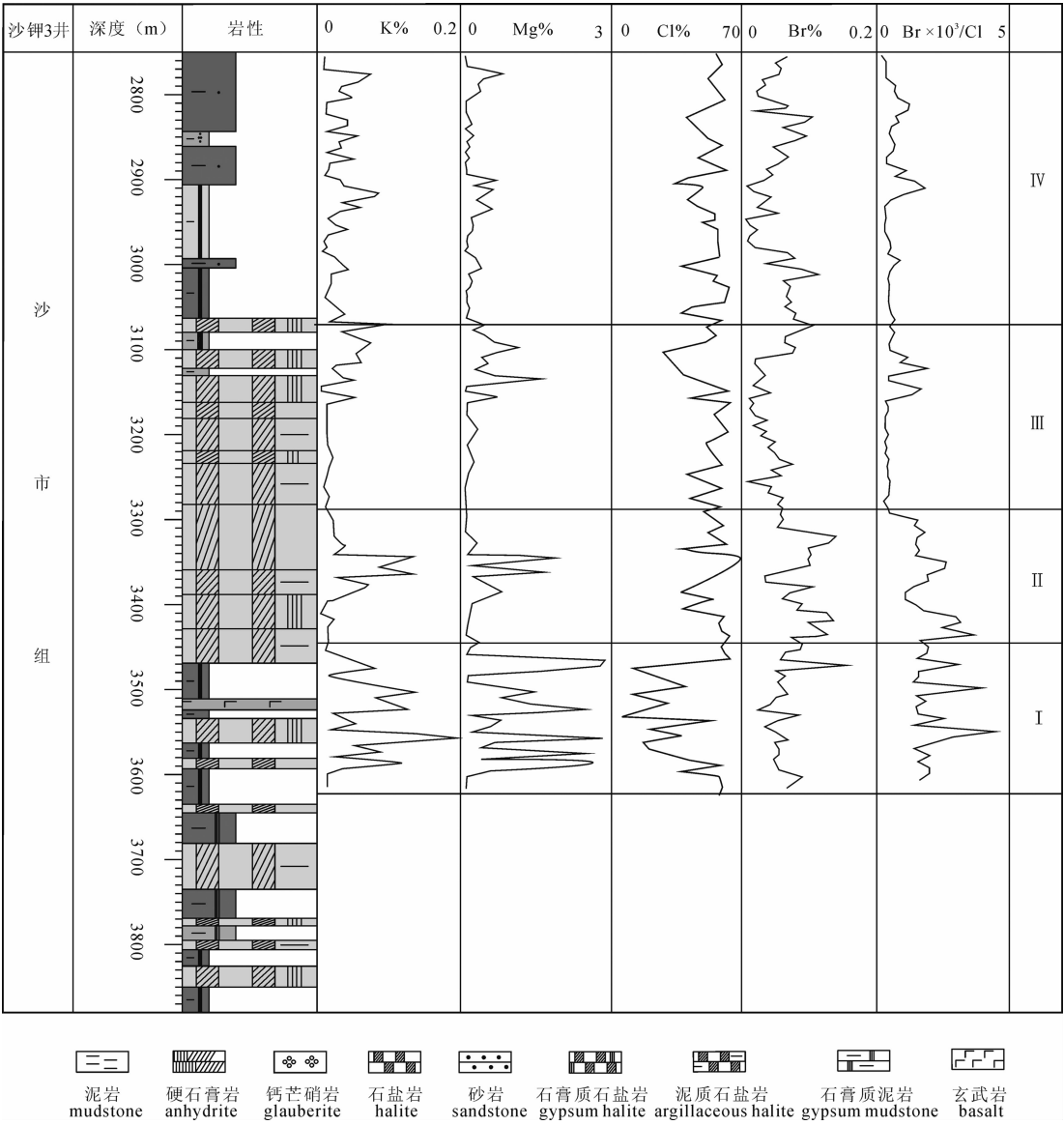


图 5 SK3 地层岩芯中 K、Mg、Cl、Br 离子含量及 $\text{Br} \times 10^3 / \text{Cl}$ 变化趋势图

Fig. 5 Variation tendency of K、Mg、Cl、Br ions concentrations and $\text{Br} \times 10^3 / \text{Cl}$ in SK3 well

说,盐湖淡化时期时候 Mg 离子一般存在于碳酸盐中,含量并不太高,到了盐湖浓缩的后期阶段,大量的 Mg 离子进入到石盐和钾石盐中,一定程度上指示了盐湖的成盐阶段和钾、镁盐的富集程度。分析测试结果显示镁百分比最小值 0.002,最大值 19.8,平均值 0.552;镁离子含量在层段 I、II 具有明显的富集趋势,层段 III、IV 则相对分散。上述证据显示,钾镁离子在层段 I、II 在持续的蒸发作用下,Mg 离子呈富集趋势,盐湖演化已经接近钾镁盐析出阶段;层段 III、IV 处在盐湖的淡化阶段。

4.3 溴离子

同层石盐沉积晚期的溴含量较早期溴含量高,溴含量高低直接反应了盐湖演化沉积的阶段(潘源

敦等, 2011)。分析测试显示溴百分比最小值 0.001,最大值为 0.222,平均值为 0.038;层段 I、II 较 III、IV 有明显富集趋势,说明随着蒸发作用的进行,石盐析出过程中,溴是逐渐富集的。层段 I、II 可能已经达到盐湖演化的中—后期阶段。

4.4 SK3 井岩芯含盐系地球化学特征系数

化学沉积含氯矿物中,溴是十分重要的示踪元素,是找钾的直接标志。盐矿床中的溴含量可反映盐矿的沉积环境、物质来源、赋存规律等诸多信息,也可直接作为找钾标志(林耀庭, 1995)。鉴于石盐在石盐—钾石盐—光卤石各沉积阶段直至多种矿物共结点阶段皆可析出,因而根据石盐的溴氯系数比值可以判断含盐地层沉积阶段(瓦里亚什科 MF,

范立等译)。

正常海水蒸发浓缩时,石膏会最先析出,之后依次析出石盐、钾石盐、光卤石等氯化物矿物。进入固相氯化物盐和残余母卤液相中的溴离子含量均不断升高,黄海海水在不同浓缩阶段溴离子浓度升高,析出固体中溴离子浓度百分比达到 0.011%,溴氯指数达到 0.185 时开始沉积石盐;溴离子浓度百分比达到 0.033%,溴氯指数达到 0.561 时,开始沉积泻利盐;溴离子浓度达到 0.051%,溴氯指数达到 2.360 时,开始沉积钾石盐;溴离子浓度百分比达到 0.208%,溴氯指数达到 8.166 时,开始沉积光卤石;溴离子浓度百分比达到 0.417,溴氯指数达到 17.027 时,水氯镁石开始沉积(陈郁华,1983)。根据上面的认识,SK3 井岩芯含盐系地球化学特征系数及溴离子浓度数的每个点需同时满足溴离子浓度百分比和溴氯指数值,才符合盐类矿物沉积规律。剔除掉异常点后作出图 5,从图中可以看出层段 I 溴离子浓度百分比最小值为 0.047,最大值为 0.222,平均值为 0.083,溴氯指数最小值为 0.823,最大值为 4.789,平均值为 1.852,可以看出层段 I 少部分处在泻利盐沉积阶段,但总体上还是处在钾石盐沉积阶段;层段 II 溴离子浓度百分比最小值 0.017,最大值为 0.135,平均值为 0.068,溴氯指数最小值为 0.066,最大值为 2.28,平均值 1.198,可以看出层段 II 总体上处在泻利盐沉积阶段,只有很少一部分达到了钾石盐沉积阶段;层段 III、IV 溴离子浓度百分比最小值为 0.007,最大值 0.096,平均值为 0.058,溴氯指数最小值 0.024,最大值为 1.916,平均值为 0.431,可以看出层段 III、IV 总体处在石盐沉积阶段,部分处在泻利盐沉积阶段。

综上可知,层段 I 处在钾石盐沉积阶段,层段 II 处在泻利盐沉积阶段,层段 III、IV 处在石盐沉积阶段,可知层段 I 已经达到了盐湖演化的晚期阶段,层段 II 可能退化到盐湖演化的中—晚期,层段 III、IV 则进一步退化到淡化期。

5 结论

(1)SK3 沙市组主要发育有石盐,钙芒硝石膏等盐类矿物,另外沙市组上部还发育有大量的泥岩,中下部石盐、钙芒硝、硬石膏与泥岩频繁互层,组成了明显的四级韵律特征。

(2)从 SK3 沙市组样品各离子含量深度变化对比分析图中可以看出,而且层段 I、II 中钾镁等离子含量表现出富集趋势,而层段 III、IV 刚好相反。表明

层段 I、II 处在盐湖沉积期,钾相对富集,层段 III、IV 处在盐湖淡化期。

(3)通过地球化学特征系数发现,层段 I 溴离子浓度百分比最小值为 0.047,最大值为 0.222,平均值为 0.083,溴氯指数最小值为 0.823,最大值为 4.789,平均值为 1.852,可以看出层段 I 少部分处在泻利盐沉积阶段,但总体上还是处在钾石盐沉积阶段;层段 II 溴离子浓度百分比最小值 0.017,最大值为 0.135,平均值为 0.068,溴氯指数最小值为 0.066,最大值为 2.28,平均值 1.198,可以看出层段 II 总体上处在泻利盐沉积阶段,只有很少一部分达到了钾石盐沉积阶段;层段 III、IV 溴离子浓度百分比最小值为 0.007,最大值 0.096,平均值为 0.058,溴氯指数最小值 0.024,最大值为 1.916,平均值为 0.431,可以看出层段 III、IV 总体处在石盐沉积阶段,部分处在泻利盐沉积阶段。而由此可判断层段 I 处在盐湖演化的晚期阶段,而层段 II 退化到盐湖演化的中—晚期阶段,钾盐或钾石盐尚未大量出现,层段 III、IV 则进一步退化到淡化期。

致谢:样品采集过程中得到了锦辉(荆州)精细化工有限公司员工、贝肯钻井公司和克拉玛依油田录井队的帮助;样品测试分析由资源所陈永志和王英素老师完成;论文评审过程中得到了中国科学院青海盐湖所专家的指导;在此一并表示感谢!

参 考 文 献

- 陈开远,何胡军,柳保军,史忠生,史军. 2002. 潜江凹陷潜江组古盐湖沉积层序的地球化学特征. 盐湖研究, 10(4).
- 陈郁华. 1983. 黄海水 25℃恒温蒸发时的析盐序列及某些微量元素的分布规律. 地质学报, (4): 379~390.
- 高楠安. 2013. 江汉盆地江陵凹陷盐构造类型及成因机制探讨. 石油地质与工程, 27(2): 9~12.
- 刘成林. 2013. 大陆裂谷盆地钾盐矿床特征与成矿作用. 地球学报, 34(5): 515~527.
- 刘成林. 2013. 江陵凹陷古近系蒸发岩中钾盐矿物研究进展. 矿床地质, 32(1): 221.
- 刘成林,焦鹏程,王弭力. 2010. 盆地钾盐找矿模型探讨. 矿床地质, 4(4).
- 林耀庭. 1995. 溴的地球化学学习性及其在四川找钾工作中的应用. 化工矿产地质, 17(3): 175~181.
- 潘源敦,刘成林,徐海明. 2011. 湖北江陵凹陷深层高温富钾卤水特征及其成因探讨. 化工矿产地质, 33(2).
- 钱自强,曲懿华,刘群. 1994. 钾盐矿床. 北京:地质出版社. 1~273.
- 苏显烈,薛培华. 1990. 试论盐湖盆地的盐岩沉积特征. 石油勘探与开发, (4): 8~12.
- 沈立建,刘成林,徐海明,王春连,王立成,刘宝坤,张林兵. 2014.

江陵凹陷古新统盐类矿物沉积特征及其成钾指示意义. 矿床地质, 33(5): 1020~1030.

沈均均, 陈波, 王春连, 宋焕新, 周晓峰, 周林. 2014. 江陵凹陷古近系沙市组含膏盐岩系沉积特征研究. 地球学报, 35(4): 425~433.

王春连, 刘成林, 刘宝坤, 沈立建, 蔡晓琳. 2015. 江陵凹陷古新统光卤石的发现及其钾盐找矿意义. 地质学报(1).

王春连, 刘成林, 胡海兵, 毛劲松, 沈立建, 赵海彤. 2012. 江汉盆

地江陵凹陷南缘古新统沙市组四段含盐岩系沉积特征及其沉积环境意义. 古地理学报, 14(2).

瓦里亚什科 M Г. 1965. 钾盐矿床形成的地球化学规律. 范立等译. 北京: 中国工业出版社.

杨长清, 陈孔全, 程志强, 詹海军. 2003. 江陵凹陷形成演化与勘探潜力. 天然气工业, 23(6): 51~54.

Woods P J E. 1979. The Geology of Boulby Mine Economic Geology, Vol. 74: 409~418.

Geochemical Characteristic of the Shashi Formation in Sha 3 well of the Jiangling Depression and Its Indication for Potasch Formation

LIU Jinlei^{1,2)}, WANG Chunlian³⁾, LIU Chenglin³⁾, CHEN Bo^{1,2)}, XU Haiming³⁾,
YU Xiaocan⁴⁾, LI Haonan¹⁾

- 1) *Geoscience School of Yangtze University, Wuhan, 430100;*
2) *Hubei Cooperative Innovation Center of Uncoventional Oil and Gas, Wuhan, 430100;*
3) *MLR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037;*
4) *State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing, 100083*

Abstract

During the deposition of salt lake, potassium and magnesium salt began to crystallize out at the middle-late stage of salt mineral deposition. Therefore, studying the geochemical characteristic of halite obtains not only the source information of salt minerals but also ancient brine concentration and the trends of potassium enrichment regularity of the ancient salt lake. In the Paleogene Shashi Formation of Jiangling depression and other salt system, potassium-rich brines were found. The trace amount of sylvite and syngenite were found in salt rock of the formation of the Paleogene Shashi in salt mine and potash exploratory drill well. It shows that the area may have potential to exploit sylvite. Based on research of evaporite rocks features of SK3 well and vertical variation regularity of such coefficients of K, Mg, Cl, Br ions and $Br \times 10^3 / Cl$, it reveals the evolution of salt lake and the trend of potassium enrichment, and furtherly reveals potassium enrichment degrees of salt lake.

Key words: Jiangling depression; potash of potassium Shashi; No.3 well of Sha; geochemical characteristics; prospect of potash formation; Paleogene