

柴达木盆地大盐滩矿区深层晶间卤水的成因

李玉文^{1,2,3}, 李建森^{1,2}, 樊启顺^{1,2}, 王明祥^{1,2}, 山发寿^{1,2}

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 中国科学院盐湖资源综合高效利用重点实验室, 青海 西宁 810008;
2. 青海省盐湖地质与环境重点实验室, 青海 西宁 810008; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:柴达木盆地西部昆特依盐湖大盐滩矿区地下卤水资源丰富, 具有很好的开发利用前景。野外采取了大盐滩矿区不同深度(9.8~133 m)晶间卤水样品和冷湖构造油田水样品, 分析了卤水的水化学组成和氧同位素值。结果显示, 晶间卤水矿化度较高(平均为363.94 g/L)且富 K^+ , 水化学类型为硫酸镁亚型; 油田水矿化度较低(平均为39.02 g/L), 富 Ca^{2+} 和 Sr^{2+} , 水化学类型为氯化物型。离子含量及钠氯系数和溴氯系数分析显示, 大盐滩矿区晶间卤水主要为大气降水汇聚后经蒸发作用形成, 深层晶间卤水(30~133 m)具有大气降水盐岩溶滤成因及受具有深部来源性质油田水补给的特征。氧同位素组成分析表明, 卤水均发生了明显的“氧同位素正漂移”现象, 推断深层晶间卤水较高的 $\delta^{18}O$ 、 δD 值与浅层晶间卤水(9.8~11.5 m)以及大气降水溶滤盐岩沿断裂下渗补给有关。

关键词:柴达木盆地; 大盐滩矿区; 晶间卤水; 成因

中图分类号: P641.4

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2019)01-0082-07

柴达木盆地以轴向北西—南东向形成向心汇水盆地, 盆地北部昆特依盐湖大盐滩矿床是在阿尔金山走滑大断裂影响下形成的一个次级凹陷。矿区位于柴达木盆地西北部, 介于北纬 $38^{\circ}25' \sim 38^{\circ}54'$, 东经 $92^{\circ}51' \sim 93^{\circ}18'$ 之间, 南北长54 km, 东西宽24 km, 面积约1 300 km²。矿区是以固体矿、液体矿相并存的综合性盐类矿床, 区内降水稀少, 蒸发强烈, 属典型高寒内陆干旱气候, 主要接受大气降水、山区冰雪融水补给^[1-3]。

近年来的调查发现, 大盐滩矿区存在丰富的地下卤水资源, 其中浅层晶间卤水KCl资源量 417.2×10^4 t, 深层晶间卤水(18 m以下)KCl资源量 $4 349.68 \times 10^4$ t^[2]; 同时在周边背斜构造中赋存大量油田卤水^[4]。本研究中9.8~11.5 m为浅层晶间卤水, 30~133 m为深层晶间卤水。区内油田水和浅层卤水特征和成因研究表明, 浅层卤水主要是大气降水汇聚而形成的, 油田水来源于冰雪融雪或雨水补给, 具有变质卤水的特征并

有深部地热水体的掺杂作用^[4-6]。对大盐滩矿床地下卤水赋存特征的研究认为, 其主要是以晶间和层间卤水形式赋存, 基于柴西找钾研究提出卤水具有深源特征并有地表水体掺杂作用^[3,7]。关于深层晶间卤水的成因研究相对较少且不系统, 本研究采集了大盐滩矿区晶间卤水与油田水样品, 着重研究大盐滩深层晶间卤水的成因及物源联系, 为进一步开发利用深层富钾卤水资源、评价矿区资源开发潜力提供指导。

1 区域地质背景及采样点分布

柴达木盆地是一个典型的大陆成盐成钾盆地, 盆地西部昆特依盐湖大盐滩矿区有着丰富的地下卤水资源, 尤其是矿区深层晶间卤水资源富集, 更具开发利用远景。大盐滩矿区位于阿尔金山东段南麓, 东临小赛什腾山, 南为第三系构造丘陵, 矿区内海拔2 735 m左右^[2]。

收稿日期: 2018-03-11; 修回日期: 2018-03-21

基金项目:国家自然科学基金项目“柴达木盆地深层地下卤水战略性资源成盐元素富集模式”(编号: U1404128)和“柴达木盆地西部油田水富矿机制及硼同位素异常成因”(编号: 41402229)资助。

作者简介:李玉文(1991-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为盐类矿物与沉积学。Email: yanhuanjiesuo@163.com。

通信作者:山发寿(1963-), 男, 研究员, 主要从事盐湖地质学研究工作。Email: shanfs@isl.ac.cn。

李建森(1987-), 男, 助理研究员, 主要从事盐湖地球化学研究工作。Email: songtaowuya@163.com。

矿区西部为俄博梁构造,南为葫芦山构造,东部及东北部为冷湖构造,受这些构造围绕而形成半封闭的干盐湖盆地。区域地下水的分布受高山深盆这一特殊地貌和地质条件的控制,其径流表现为无外泄的闭流。大气降水、山区冰雪融水的

补给是区域地下水的主要来源;山区海拔较高,降水较多,主峰常年积雪,发育有现代冰川,基岩裂隙水比较发育。区内地表水系极不发育,山前地带发育季节性冲沟,区域地下水补给条件与采样分布见图 1。

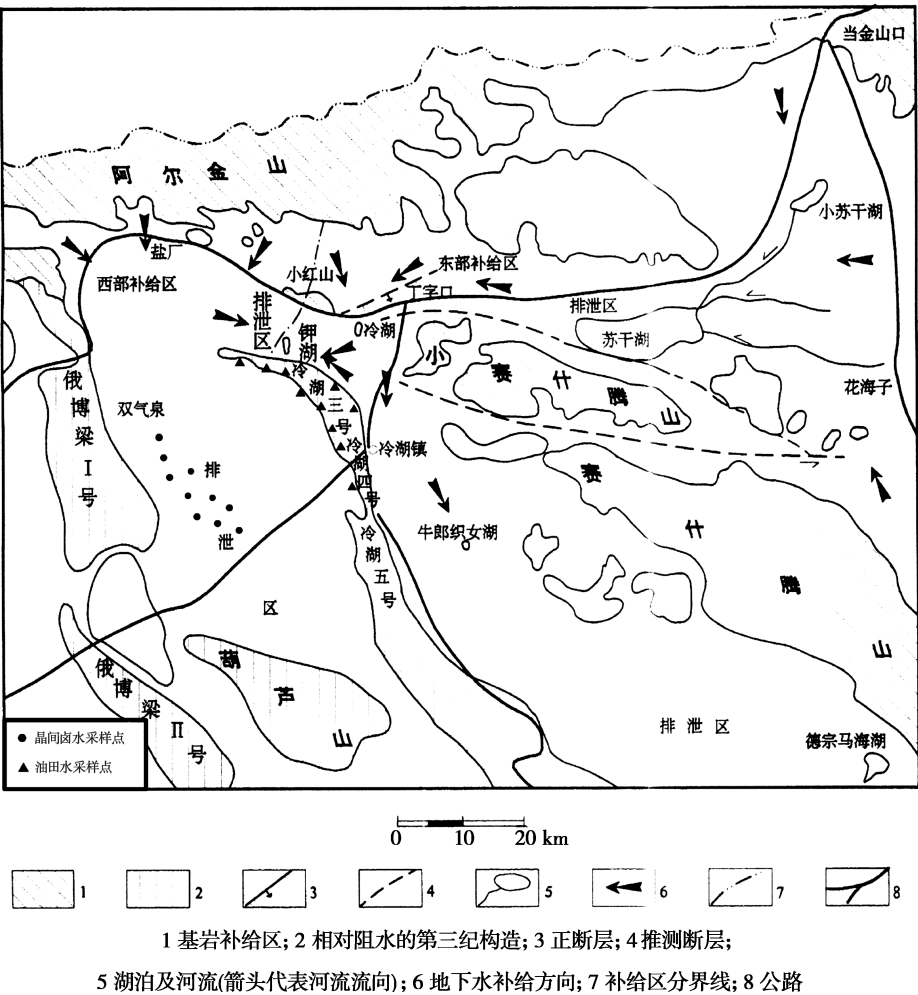


图 1 大盐滩矿区地下水补给条件与采样分布图(据文献^[2])

Fig. 1 Groundwater recharge conditions and sampling locations of Dayantan Mine Area in Qaidam Basin

2 样品采取与分析测试

通过野外实地考察,采取晶间卤水资源较为丰富的大盐滩矿区中部、不同深度的晶间卤水样品 10 件;同时,采集矿区毗邻的冷湖三号、冷湖四号背斜构造的油田水样品 10 件。样品采样量均为 500 mL,现场封口后送实验室分析。卤水样品先过滤除去杂质,然后根据不同离子的化学特征

采用不同的分析方法^[8]。 Cl^- 、 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 采用常规滴定分析方法,误差 $\pm 0.2\%$ 以内; K^+ 、 SO_4^{2-} 采用重量分析方法,误差 $\pm 0.5\%$ 以内; Na^+ 通过阴阳离子平衡差减计算求得; Br^- 采用酚红分光光度法测定; B_2O_3 (B^{3+}) 采用甘露醇法测定; Li^+ 、 Sr^{2+} 采用原子吸收分光光谱法测定。以上各测试项目均在中国科学院青海盐湖研究所分析测试中心完成,误差均小于 $\pm 5\%$,测试分析结果见表 1。氢氧同位素样品在中国地质科学院水

表 1 柴达木盆地大盐滩矿区卤水水化学组成

Table 1 Chemical compositions of brines from Dayantan Mine Area in Qaidam Basin

序号	样品编号	采样类型	TDS (g·L ⁻¹)	K ⁺ (g·L ⁻¹)	Na ⁺ (g·L ⁻¹)	Ca ²⁺ (g·L ⁻¹)	Mg ²⁺ (g·L ⁻¹)	SO ₄ ²⁻ (g·L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (g·L ⁻¹)	Cl ⁻ (g·L ⁻¹)	Br ⁻ (mg·L ⁻¹)	Li ⁺ (mg·L ⁻¹)	Si ²⁺ (mg·L ⁻¹)	B ₂ O ₃ (mg·L ⁻¹)	水化学类型*
1	J-01(133m)	晶间卤水	386.54	19.38	81.41	0.16	31.24	74.00	0.44	179.37	365.8	16.03	2.58	143.13	硫酸镁亚型
2	J-02(133m)	晶间卤水	394.80	17.37	82.63	0.15	32.63	88.16	0.40	173.02	279.0	18.80	2.15	138.86	硫酸镁亚型
3	J-03(133m)	晶间卤水	379.34	6.43	85.32	0.14	32.86	80.74	0.20	173.41	4.72	31.70	0.88	206.64	硫酸镁亚型
4	J-04(30m)	晶间卤水	367.37	14.27	92.21	0.22	23.18	54.03	0.38	182.75	175.8	13.40	9.43	142.00	硫酸镁亚型
5	J-05(30m)	晶间卤水	340.35	4.57	120.33	0.39	4.71	23.28	0.44	186.51	38.7	7.88	15.83	61.26	硫酸镁亚型
6	J-06(11.5m)	晶间卤水	332.29	1.71	121.37	0.42	3.64	19.12	0.32	185.60	18.64	4.55	18.35	68.51	硫酸镁亚型
7	J-07(9.8m)	晶间卤水	365.74	18.06	84.88	0.19	25.66	53.47	0.32	182.49	462.0	16.45	3.40	182.98	硫酸镁亚型
8	J-08(11.5m)	晶间卤水	356.68	13.27	89.45	0.23	23.13	48.17	0.31	181.84	145.0	-	4.25	138.38	硫酸镁亚型
9	J-09(10.5m)	晶间卤水	360.03	12.30	107.50	0.39	13.82	60.23	0.21	165.50	17.11	6.11	-	61.58	硫酸镁亚型
10	J-10(11.0m)	晶间卤水	356.29	10.69	105.90	0.31	12.98	46.96	0.18	179.20	15.9	5.56	-	45.31	硫酸镁亚型
11	Y-01	油田水	43.34	0.25	12.53	3.61	0.62	0.46	0.69	25.12	4.52	1.12	-	55.82	氯化物型
12	Y-02	油田水	49.18	0.09	13.18	3.29	1.38	0.28	0.08	30.85	4.77	0.86	-	20.13	氯化物型
13	Y-03	油田水	31.89	0.05	8.66	1.92	0.96	0.06	0.21	20.01	4.75	0.43	-	12.96	氯化物型
14	Y-04	油田水	33.79	0.07	8.95	1.88	1.41	0.02	0.09	21.35	5.92	0.31	-	11.02	氯化物型
15	Y-05	油田水	40.59	0.09	11.95	3.23	1.16	0.32	-	23.61	-	1.23	221.3	5.86	氯化物型
16	Y-06	油田水	47.87	0.12	17.61	2.86	1.36	0.03	-	25.68	-	1.75	203.8	4.51	氯化物型
17	Y-07	油田水	34.82	0.13	9.35	2.67	0.79	0.35	0.51	20.85	13.2	0.81	97.1	55.06	氯化物型
18	Y-08	油田水	42.43	0.08	11.56	2.58	1.09	0.06	0.15	26.61	19.01	1.13	165.3	119.50	氯化物型
19	Y-09	油田水	34.30	0.11	9.56	3.01	1.58	0.34	0.08	19.52	5.66	0.93	-	97.51	氯化物型
20	Y-10	油田水	31.96	0.09	9.55	3.21	1.45	0.32	0.12	17.15	11.31	1.18	-	58.33	氯化物型

* 水化学类型按瓦良亚什科 M. T. 的水化学分类方法计算^[9]；“-”表示没有检测

文地质环境地质研究所检测中心采用 MAT251 气体同位素质谱仪测定,分析误差 $\leq 0.3\text{‰}$,分析结果见表 2。

表 2 柴达木盆地大盐滩矿区卤水的氢氧同位素组成
Table 2 Hydrogen and oxygen isotopic compositions of brines from Dayantan Mine Area in Qaidam Basin

样品编号	水 型	$\delta D/\text{‰}$	$\delta^{18}O/\text{‰}$
J-01(133m)	晶间卤水	-36.0	-0.9
J-02(133m)	晶间卤水	-32.0	-0.2
J-03(133m)	晶间卤水	-6.1	4.6
J-04(30m)	晶间卤水	-26.2	0.6
J-05(30m)	晶间卤水	-15.0	2.1
J-06(11.5m)	晶间卤水	-24.0	0.9
J-07(9.8m)	晶间卤水	-37.3	-2
J-08(11.5m)	晶间卤水	-52.1	-2.1
J-09(10.5m)	晶间卤水	-47.0	-4.2
J-10(11.0m)	晶间卤水	-53.5	-2.1
Y-01	油田水	-56.4	-6.5
Y-02	油田水	-48.0	0.1
Y-03	油田水	-75.6	-3.7
Y-04	油田水	-44.0	3.5
Y-05	油田水	-39.5	3.9
Y-06	油田水	-37.6	3.0
Y-07	油田水	-35.2	3.4
Y-08	油田水	-39.7	3.0
Y-09	油田水	-32.5	6.1
Y-10	油田水	-43.3	2.3

3 卤水地球化学特征

3.1 常量元素地球化学特征

从水化学分析结果看,大盐滩矿区内不同深度的晶间卤水矿化度(TDS)普遍较高,均大于 330 g/L。常量离子中 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 占绝对优

势, K^+ 较为富集, HCO_3^- 含量较低,其水化学类型属于硫酸镁亚型。油田水矿化度普遍较低,常量离子中 Na^+ 、 Cl^- 占绝对优势, SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 含量较低,其水化学类型属于氯化物型。在高矿化度的晶间卤水中, K^+ 含量普遍较高,为富钾卤水,具有潜在的资源意义;高矿化度可能和卤水的重力分异作用有关。卤水化学类型反映了其形成演化阶段的特点,在无地表水系补给的条件下,可能指示其受环境或物源补给的影响。晶间卤水含有更高的 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} , 较低的 Ca^{2+} 。氯化物型油田水含有更高的 Ca^{2+} , 且其 Cl^- 含量相对较高,具有深部 CaCl_2 型卤水的特征。区内油田水在漫长的地质年代中经历过复杂的构造运动;由于其深部来源特点^[4-5], 油田水在其形成过程中可能发生了白云岩化作用,使 Mg^{2+} 含量减少而 Ca^{2+} 含量增加,同时 SO_4^{2-} 的减少可能是由于硫酸盐的还原作用所造成。

3.2 微量元素地球化学特征

晶间卤水与油田水微量元素 B、Li、Br 等的含量均较高(表 1)。晶间卤水、油田水 Li^+ 含量远高于海水(0.17 mg/L),White 等认为深层水中锂含量的增加应该与岩浆水和火山射气有关^[10]。基于深层晶间卤水(30~133 m) Li^+ 含量异常高的特点,可以推测其可能与深部来源水体间存在物源补给关系,这种具有深源特征的水体可能为油田水。B 为易溶元素,且在柴达木西部卤水中含量较高,具有与锂相似的变化规律,说明可能为相同的物源^[6]。本研究中 B_2O_3 与锂的含量关系如图 2 所示,油田水的 Li 含量基本保持不变,而 B 含量变化较大;晶间卤水中 B、Li 含量偏高且呈正相关关系,可推断晶间卤水受油田水补给的同时,经过了强烈的蒸发浓缩作用,进而导致 B、Li 含量增加并富集。

Br 元素易和金属、碱土金属元素形成易溶于水的化合物,大盐滩矿区晶间卤水样品中 Br 含量较高,深层晶间卤水(30~133 m) Br 含量偏高,但存在异常低值。由于我国内陆湖泊湖水蒸发序列与海水相同,且溴含量很低^[11], 与本研究中高溴晶间卤水相悖,因此仅凭 Br 含量不能说明晶间卤水的成因。Sr 是典型的分散元素,在自然界中主要以类质同象的形式存在于造岩矿物中。盐湖中

Sr 的分布比较普遍,且古卤水的 Sr 含量明显高于现代盐湖^[6]。本研究中油田水 Sr 含量明显富集且高于晶间卤水,油田水中 Ca 含量也相对富集,说明其与以酸性斜长石溶解为特征,造成 Sr 与 Ca 交换的类质同象过程密切相关。综合分析表明,晶间卤水中普遍富集 B、Li、Br、Sr 等元素,可能与具有深源特征油田水的补给有关。

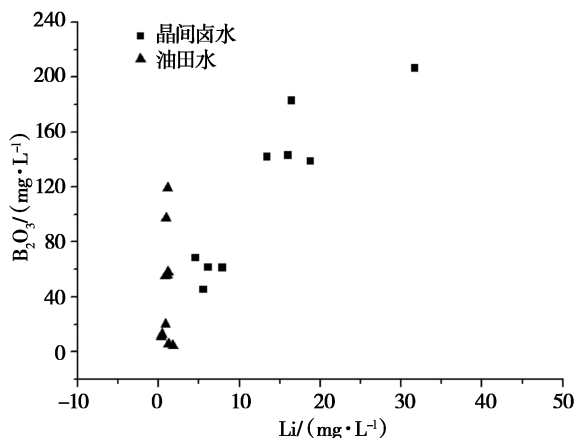


图2 大盐滩矿区晶间卤水与油田水中锂与硼含量的关系

Fig. 2 Relations between Li and B_2O_3 of intercrystalline brines and oilfield brines from Dayantan Mine Area in Qaidam Basin

4 深层晶间卤水物质来源及成因分析

4.1 水化学特征系数分析

钠氯系数(rNa/rCl)可以判断地层水的来源、浓缩变质作用程度及水动力条件等。地层水中 Na 化学稳定性相对 Cl 较差,在地层水埋藏过程中可能由于吸附、沉淀等化学反应而减少,而 Cl 变化不大,因此在埋藏过程中该系数趋于降低,钠氯系数变大反映受渗入水的影响。卤水 $rNa/rCl = 0.87$, $rBr \times 10^3/rCl = 3.33$,为海成沉积卤水;当卤水 $rNa/rCl = 0.87 \sim 0.99$ 或更高, $rBr \times 10^3/rCl = 0.83 \sim 0.083$ 或更小时,卤水为岩盐溶滤成因;当 $rNa/rCl < 0.87$, $rBr \times 10^3/rCl > 3.33$ 时,为沉积变质卤水^[4,12-13]。由图 3 可知,浅层晶间卤水(9.8~11.5 m)溴氯系数大多小于 0.83,具有大气降水岩盐溶滤成因特征,其来源和

补给主要为大气降水。油田水基本分布在钠氯系数小于 0.87 的范围或附近,整体具有沉积变质水体的特征。深层晶间卤水钠氯系数大多 < 0.87 ,具有与油田水相似的沉积变质水特征,同时溴氯系数也小于 0.83,具有盐岩溶滤成因特征。综上所述,深层晶间卤水具有变质水体的特征,推断其可能是区域断层构造导致了不同水体间存在水力联系,并受到具有深部来源特征的油田水的补给;同时,区域降水或浅层晶间卤水在重力作用下沿断裂下渗,发生盐岩溶滤作用并伴随强烈蒸发作用,向下补给深层晶间卤水,使其具有盐岩溶滤成因特征。

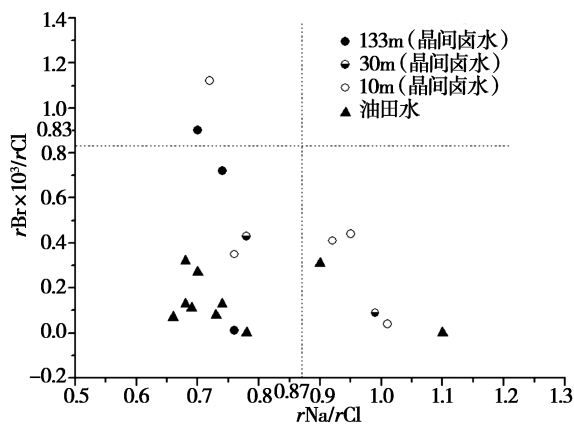


图3 钠氯系数与溴氯系数分布关系

Fig. 3 Relations between rNa/rCl and $rBr \times 10^3/rCl$ of brines from Dayantan Mine Area in Qaidam Basin

4.2 卤水氢氧同位素分析

晶间卤水和油田水埋藏于地下且深浅不一,与围岩接触属地层水,其形成和化学演化极为复杂。根据卤水来源不同,理论上可以将地下卤水分为以下三种成因类型:1) 同生沉积卤水(与沉积物一起埋藏下来的古湖水或者晶间卤水);2) 大气渗入起源卤水(大气水渗入地层并溶滤蒸发岩,特别是最易溶的岩盐);3) 混合起源的卤水(不同水体的混合)^[6,14]。由 $\delta D - \delta^{18}O$ 关系图(图 4)可知,大盐滩矿区内晶间卤水和油田水的氢氧同位素值均位于全球大气降水线^[15]右侧,发生了明显的“氧同位素正漂移”现象。根据油田水特征,其明显趋向于沉积变质水演化;深层晶间卤水(30~133 m) $\delta^{18}O$ 、 δD 值异常偏高,且高于油

田水氢氧同位素值,这可能与经过强烈盐岩溶滤和蒸发作用的浅层卤水沿断裂补给深层晶间卤水有关,这也支持了深层晶间卤水受深部来源特征油田水补给的同时,又有大气降水盐岩淋滤成因这一推断^[4]。

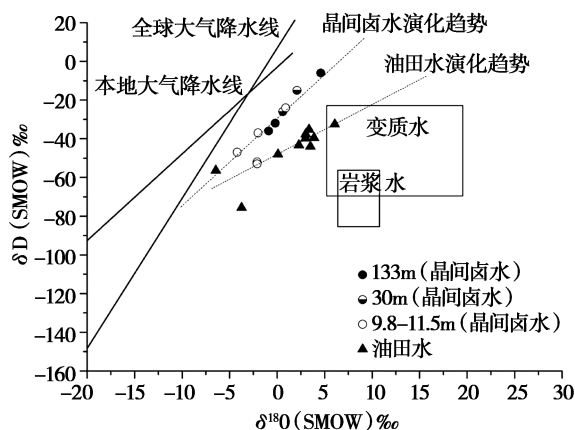


图4 晶间卤水与油田水氢氧同位素分布特征

Fig. 4 Comparison of hydrogen and oxygen isotopic compositions between intercrystalline brines and oilfield brines from Dayantan Mine Area in Qaidam Basin

5 结 论

1) 离子含量和水化学特征分析显示,晶间卤水水化学类型为硫酸镁亚型,油田水化学类型为氯化物型,晶间卤水富 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} , 贫 Ca^{2+} ; 而油田水富 Ca^{2+} , 贫 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} ; 反应了油田水具有深部 $CaCl_2$ 型特征,这种富 Ca^{2+} 的卤水可能与白云岩化作用使卤水中的 Ca^{2+} 增加而 Mg^{2+} 减少,以及硫酸盐的还原作用使 SO_4^{2-} 减少有关。晶间卤水具有大气降水岩盐溶滤成因特征,推断其来源和补给主要为大气降水汇聚后经蒸发作用形成。

2) 晶间卤水普遍含有较高的 Na^+ 、 Cl^- 含量,说明其在形成演化过程中发生了盐岩溶滤以及蒸发作用。基于钠氯系数和溴氯系数以及微量元素含量分析表明,浅层晶间卤水(9.8 ~ 11.5 m)具有大气降水岩盐溶滤成因特征,其来源和补给主要为大气降水;深层晶间卤水(30 ~ 133 m)可能是由浅层晶间卤水或大气降水溶滤盐岩后并伴随强烈蒸发作用后形成。晶间卤水中 B、Li、Br、Sr 等元素普遍富集,深层晶间卤水趋向于变质水演

化,其可能受到具有深部来源特征油田水的补给。

3) 晶间卤水和油田水氢氧同位素值均明显偏离与全球大气降水线,发生了明显的“氧同位素正漂移”现象,这与大气降水或浅层晶间卤水溶滤盐岩并经强烈蒸发后,卤水沿断裂补给深层晶间卤水和油田水密切相关。深层晶间卤水(30 ~ 133 m)的 $\delta^{18}O$ 、 δD 值异常偏高,与经过强烈浓缩和蒸发作用的浅层晶间卤水(9.8 ~ 11.5 m)以及大气降水溶滤盐岩并强烈蒸发后沿断裂下渗补给有关。

参考文献:

- [1] 张彭熹. 柴达木盆地盐湖[M]. 北京:科学出版社,1987:1-3.
- [2] 青海省地质矿产开发院. 大盐滩钾矿详查报告(内部资料)[R] 西宁:青海省地质矿产开发院,2006.
- [3] 李宝兰,高东林,袁小龙,等. 昆特依大盐滩矿床晶间卤水的赋存特征研究[J]. 盐湖研究,2014,22(2):26-32.
- [4] 李建森,李廷伟,马海州,等. 柴达木盆地西部新近系和古近系油田卤水水化学特征及其地质意义[J]. 水文地质工程地质,2013,40(6):28-36.
- [5] 李廷伟,谭红兵,樊启顺. 柴达木盆地西部地下卤水水化学特征及成因分析[J]. 盐湖研究,2006,14(4):26-32.
- [6] 樊启顺,马海州,谭红兵,等. 柴达木盆地西部卤水特征及成因探讨[J]. 地球化学,2007,36(6):601-611.
- [7] 樊启顺,马海州,谭红兵,等. 柴达木盆地西部卤水水化学特征与找钾研究[J]. 地球学报,2007,28(5):446-455.
- [8] 中国科学院青海盐湖研究所. 卤水和盐的分析方法[M]. 北京:科学出版社,1988:29-237.
- [9] 瓦良亚什科 M T. 钾盐矿床形成的地球化学规律[M]. 范立,译. 北京:中国工业出版社,1965:30-57.
- [10] White D E, Hem J D, Waring G A. Data of geochemistry—chemical composition of surface waters[M]. Washington: United States Government Printing Office,1963:1-67.
- [11] Kharaka Y K, Law D M, et al. Role of organic species dissolved in formation water from sedimentary basins in mineral diagenesis[J]. Role of organic Matter in Sediment Diagenesis, 1986, 38:111-122.
- [12] 林晓英,曾溅辉,杨海军,等. 塔里木盆地哈得逊油田石炭系地层水化学特征及成因[J]. 现代地质,2012,26(2):377-383.
- [13] 汪蕴璞. 深层卤水形成问题及研究方法[M]. 北京:地质出版社,1982:68-69.
- [14] 汪蕴璞. 深层卤水形成问题及其研究方法[M]. 北京:地质出版社,1982:67-74.
- [15] Craig H. Isotopic variations in meteoric waters [J]. Science, 1961,133(3465):1702-1703.

Origin of Deep Intercrystalline Brines from Dayantan Mine Area in Qaidam Basin

LI Yu-wen^{1,2,3}, LI Jian-sen^{1,2}, FAN Qi-shun^{1,2}, WANG Ming-xiang^{1,2}, SHAN Fa-shou^{1,2}

(1. Key Laboratory of Comprehensive and Highly Efficient Utilization of Salt Lake Resources, Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining, 810008, China; 2. Qinghai Provincial Key Laboratory of Salt Lake Geology and Environment, Xining, 810008, China; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China)

Abstract: Dayantan Mine Area, which is located in the west of Kuntay Playa in Qaidam Basin, has rich underground brine resources and has a prospect of exploitation and utilization. 10 oilfield brine samples in Dayantan Playa were taken and 10 samples of intercrystalline brine were taken from different depths (9.8 ~ 133 m) of the Dayantan Mine Area in this study. The chemical compositions, hydrogen and oxygen isotopic characteristics of brine were analyzed. The results show that the salinity of intercrystalline brines is high (with an average of 363.94 g/L), and these brines have a high content of K^+ and are enriched in Mg^{2+} , SO_4^{2-} . The chemical type of intercrystalline brines is magnesium sulfate subtype. According to the ion contents and water chemistry characteristic coefficient ($r Na/r Cl$ and $r Br \times 10^3/r Cl$), the result shows the intercrystalline brines are mainly formed by atmospheric precipitation which has been converged and evaporated, and the deep intercrystalline brines (30 – 133 m) are derived from atmospheric precipitation dissolving rock salt and supplied by oilfield brines which have properties of deep origins. The hydrogen and oxygen isotopic compositions show that there is an obvious phenomenon of “oxygen isotopic positive deviation” in deep brine, which can be inferred that it is related to the infiltration supply of the shallow brines (9.8 – 11.5 m) and the atmospheric precipitation dissolved rock salt along the fractures.

Key words: Qaidam Basin; Dayantan Mine Area; Intercrystalline Brines; Origin