

察尔汗盐湖察尔汗二级系统 S_3 盐层晶间卤水 及固相化学成分的相关性研究

徐少康

(中化地质矿山总局地质研究院, 河北 涿州 072754)

摘 要:通过对化学成分相关性的研究认为,晶间卤水中的 NaCl 是饱和的, MgCl_2 是不饱和的, KCl 饱和与不饱和两种卤水共存。随着晶间卤水密度的降低, NaCl 含量升高, MgCl_2 含量降低, KCl 含量先升后降。且存在高钾晶卤带和高钾固相带。晶间卤水浓度变化的原因是阶段性淡化。固相钾主要以光卤石形式存在, 晶卤钾与固相钾存在单向平衡。目前, S_3 盐层大部分部位的光卤石处于溶解状态, 溶解的 KCl 进入晶间卤水, MgCl_2 仍留存于固相中; 可溶性镁在盐层中可能存在另一种形式—被粘土吸附。在 S_3 盐层沉积和盐湖干涸过程, 曾出现盐滩和湖水并存的局面。

关键词:化学成分; 相关性; 地质意义; 察尔汗盐湖

中图分类号: P641.464

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2010)03-0023-07

察尔汗盐湖位于柴达木盆地东南部。据晶间卤水(简称晶卤, 后同)分异特征, 将全湖 S_3 盐层作为一级补给系统, 进一步划分为别勒滩、达布逊、察尔汗及霍布逊 4 个二级补给系统(简称二级系统)(图 1a)^[1-4]。由于研究对象和内容特征, 本文关于盐系地层的划分仍采用原青海地质一队勘探报告(1967)的方案, 但地层时代参考了杨谦等资料^[5], 即本文中的“ S_3 盐层”与上述勘探报告和文献中^[1-4]的“ S_3 盐层”是同一盐层。

盐系地层主要由 3 层石盐和 3 层粘土粉砂互层组成。出露于地表的 S_3 盐层, 厚度一般 16~30 m, 盐类矿物主要为石盐、少量光卤石、钾石盐、石膏等。光卤石, 是固相可溶性钾的主要存在形式, 多呈浸染状分布于石盐晶间空隙中, 局部呈薄层状产出。 S_3 盐层中夹有较多碎屑沉积层(以粉砂为主、少量粘土等), 并赋存有丰富的晶卤。晶卤水面距地表一般 0.1~0.9 m 左右, 密度及化学成分具复杂的变化特征(分异现象)^[1-4]。

1 S_3 盐层晶间卤水化学成分的相关性

晶卤样品 344 件, 以 $1/(4 \times 4) \text{ km}^2$ 网度系统取自 9 条勘查线(图 1b, 176 线除外)上的 63 个钻孔。

1.1 晶卤密度与 NaCl 和 MgCl_2 含量的相关性

晶卤密度与 NaCl 含量呈指数曲线负相关(图 2-1)。剔除偏离趋势线较远的两个奇异点, 拟合的函数关系为 $y = -43.46 + 55.97x$ (公式 1); 公式 1 可变形为 $y = (1.33 \times 10^{-19}) \times e^{55.97/x}$ (公式 2); $y = \ln y$, $x = 1/x$, x 分别代表 NaCl 的质量分数、晶卤密度(单位略, 下同)。说明 NaCl 处于饱和状态。

晶卤密度与 MgCl_2 含量呈正相关(图 2-3)。剔除一个奇异点后, 拟合的函数关系为 $y = -279.26 + 238.50x$ (公式 3), y , x 分别代表 MgCl_2 的质量分数、晶卤密度。说明 MgCl_2 未

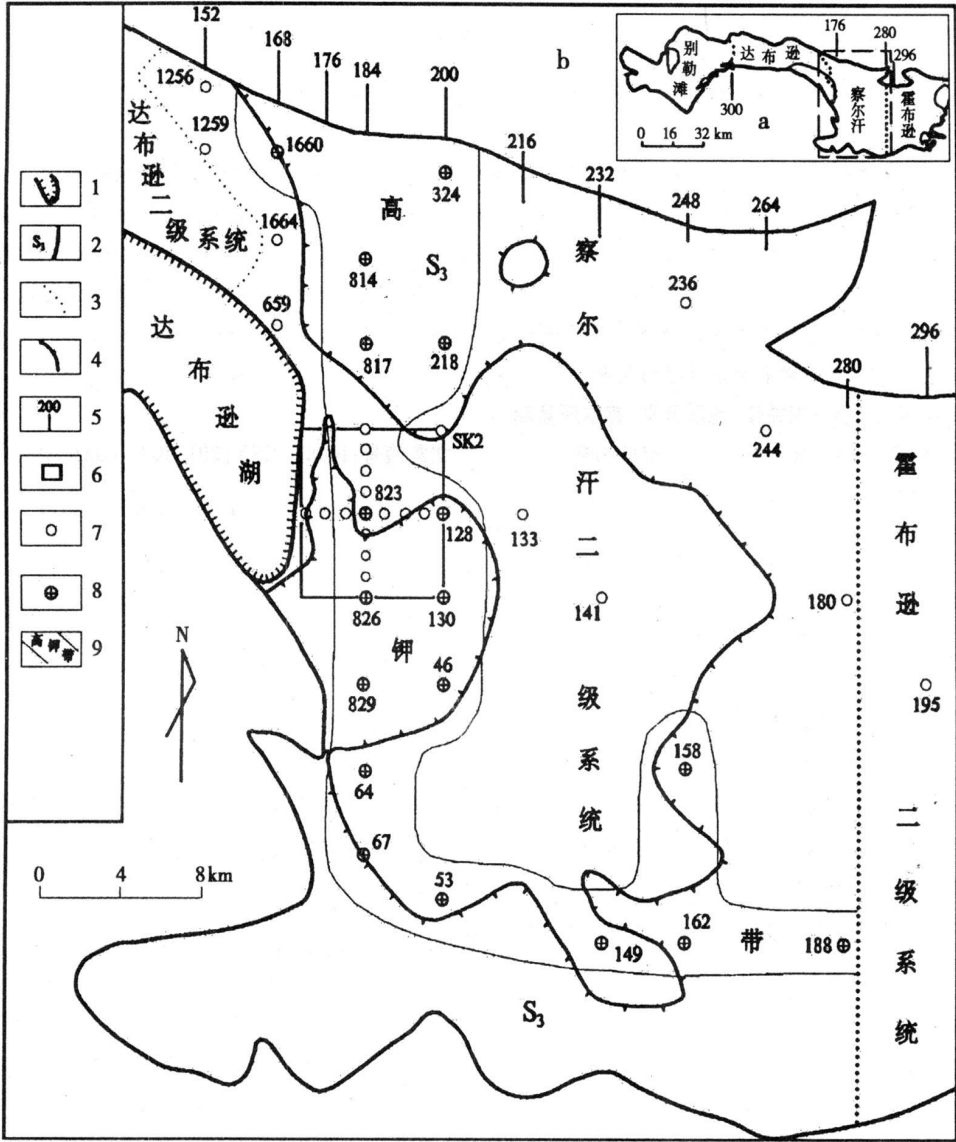
收稿日期: 2010-01-25; 修回日期: 2010-06-06

作者简介: 徐少康(1955-), 男, 高级工程师, 长期从事化工矿产地质研究和勘查。

饱和,不会有含镁矿物析出。也意味着广泛分布浸染状光卤石的部位晶卤密度曾达到光卤石析出的浓度,目前这些部位的光卤石处于溶解状态。

1.2 晶卤密度与 KCl含量的相关性

见图 2-2。密度小于 1.251 时,二者呈正相关(KCl 不饱和);密度大于 1.251 时,二者呈负相关(KCl 饱和)。KCl 饱和和晶卤分布于中部,不饱和晶卤分布于边部(图 1b)。进一步分析,图 2-2 中的点可分为 3 个点群:



图例: 1. 卤水湖泊 2. S₃ 盐层分布区; 3. 二级系统界线; 4. S₃ 盐层晶卤密度 1.251 等值线, 小短线所指一侧为密度小于 1.251 晶卤分布区, 另一侧为密度大于 1.251 晶卤分布区; 5. 勘探线及编号; 6. 化工部地质研究院勘查范围 (即首采区) (1982); 7. 钻孔位置; 8. 高钾晶卤钻孔位置; 9. 高钾晶卤带和可溶性固相钾高含量带

图 1 察尔汗盐湖二级系统划分 (a) 和察尔汗二级系统地质平面略图 (b)
Fig 1 Qarhan second grade systems division (a) and geological sketch (b)

图 a: 1) 竖线为勘探线, 数字为勘探线编号; 2) 别勒滩、达布逊、察尔汗、霍布逊 4 个区段分别以 300、176、296 勘探线为界; 3) 三条点线分别为别勒滩、达布逊、察尔汗、霍布逊 4 个二级系统的界线, 察尔汗二级系统东界位于 280 线东侧 667m 处; 4) 断线框为图 b 范围

图 b: 1) 图中钻孔旁边字符为钻孔代号; 2) 首采区中的“823”为中心位置钻孔代号; 3) 首采区 SK2、823、128、826 及 130 孔为青海地质一队 1966 年施工钻孔, 化工部地研院 1982 年在相同位置又施工了钻孔; 4) 首采区以外的钻孔为青海地质一队 1966 年施工; 5) 盐湖外围主要为粉砂沉积; 6) 察尔汗与达布逊二级系统的界线, 在达布逊湖区的部分 (见图 b), 实际位于湖底隔水层以下晶卤水面上, 本图反映的是地表的内容, 予以省略

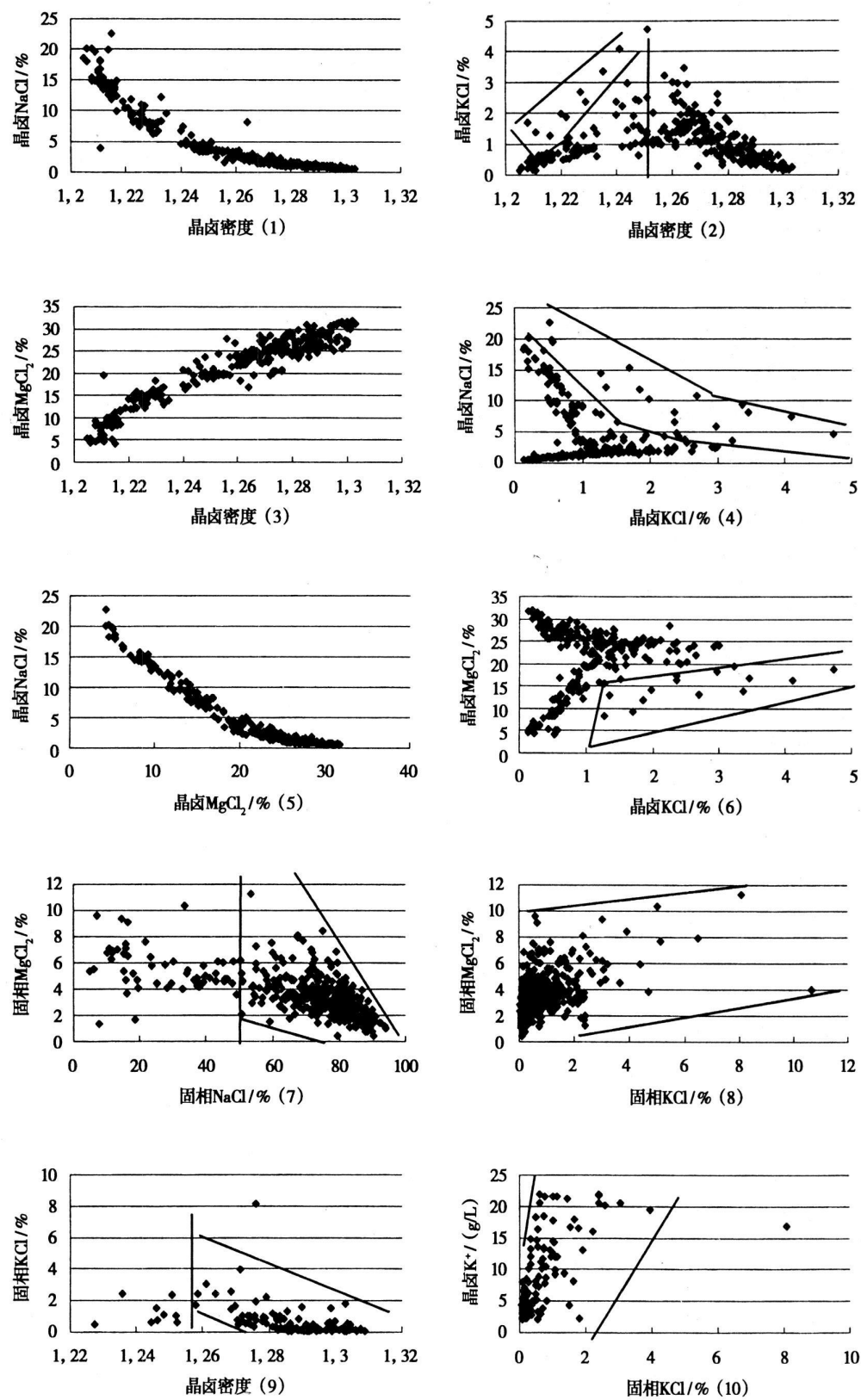


图 2 察尔汗盐湖察尔汗二级系统 S₃ 盐层晶间卤水及固相化学成分相关性图

Fig 2 Chemical compositions correlations of the intercrystalline brine and salt bed S₃ of Qarhan second grade systems

①号点群为垂直线(密度值为 1.251)左侧上部折线框内的 10 个点,平均密度 1.226, KCl 的质量分数平均 2.54%,二者呈正相关,函数关系为 $y = -99.51 + 83.24x$ (公式 4)。样品分布 1660、826、829、814、128 及 130 孔(9 个样),顶界为水面,底界深度 1.88~4.42 m; 324 孔水面以下 1.7~4 m(1 个样)。

②号点群为垂直线左侧下部的 113 个点,平均密度 1.224, KCl 的质量分数平均 0.82%,二者呈正相关,函数关系为 $y = -34.11 + 28.54x$ (公式 5)。

③号点群为垂直线右侧的 197 个点,平均密度 1.277, KCl 的质量分数平均 1.09%,呈负相关,函数关系为 $y = 43.06 - 32.79x$ (公式 6)。

公式 4~6 中, y 、 x 分别代表 KCl 的质量分数、晶卤密度。①号点群 KCl 平均值最高,称为高钾点群。

1.3 晶卤 NaCl 与 KCl 含量的相关性

见图 2-4。NaCl 的质量分数大于 2.50% 时,二者呈负相关; NaCl 的质量分数小于 2.50% 时,二者呈正相关。进一步分析,图 2-4 中的点可分为 3 个点群:

①号点群(图 2-4 中框线内的 26 个点), KCl 的质量分数平均 2.39%, NaCl 的质量分数平均 8.54%,二者呈负相关,函数关系为 $y = 18.55 - 4.20x$ (公式 7)。样品分布 162、46、53、188、149、823 及 64 孔,顶界为水面,底界深度 1.17~5.30 m; 829、814 及 817 孔,顶界深度 1.88~2.74 m,底界深度 3.98~4.71 m; 67 及 158 孔,顶界深度 4.34~4.48 m,底界深度 8.27~10.09 m。此外,还包括图 2-2①号点群的前 9 个样。

②号点群(图 2-4 中 NaCl 的质量分数大于 2.50%,线框外的 126 个点), KCl 的质量分数平均 0.82%, NaCl 的质量分数平均 9.37%,二者呈负相关,函数关系为 $y = 18.33 - 10.94x$ (公式 8)。

③号点群(图 2-4 中 NaCl 的质量分数小于 2.50% 的 192 个点), KCl 的质量分数平均 0.97%, NaCl 的质量分数平均 1.36%,二者呈正相关,函数关系为 $y = 0.55 + 0.83x$ (公式 9)。

公式 7~9 中, y 、 x 分别代表 NaCl、KCl 的质量分数。①号点群, KCl 平均值最高,称为高钾点群。由于晶卤密度与晶卤 NaCl 呈单一的相关关系(图 2-1),所以,图 2-4 实质上也是反映了晶卤浓度与晶卤 KCl 含量的关系,并且与图 2-2 所反映的内容是一致的。据公式 2 计算,与 NaCl 的质量分数为 2.50% 对应的晶卤密度值为 1.261,该值与由图 2-2 确定的晶卤密度临界值 1.251 接近。

1.4 晶卤 NaCl 与 MgCl 含量的相关性

二者呈负相关(图 2-5),函数关系为 $y = 19.31 - 0.69x$ (公式 10),其中, y 、 x 分别代表 NaCl、MgCl 的质量分数。由于晶卤密度与 NaCl、MgCl 均呈单一相关性(图 2-1、图 2-3),所以,晶卤 NaCl 与 MgCl 也必成单一的相关关系。

1.5 晶卤 KCl 与 MgCl 含量的相关性

见图 2-6。MgCl 的质量分数大于 21.00% 时,呈负相关; MgCl 的质量分数小于 21.00% 时,呈正相关。进一步分析,图 2-6 中的点可分为 3 个点群:

①号点群(图 2-6 框线内的 16 个点), KCl 的质量分数平均 2.51%, MgCl 的质量分数平均 14.90%,二者呈正相关,函数关系为 $y = 10.29 + 1.84x$ (公式 11)。样品分布 817、218、162、46、53 孔,顶界为水面,底界深度 1.17~4.81 m(162、46、53 孔 3 个样与图 2-4①号点群重合); 829、814 孔水面以下,顶界深度 1.88~2.62 m,底界深度 3.98~4.64 m(与图 2-4①号点群重合);此外还包括图 2-2①号点群前 9 个样。

②号点群(图 2-6 中 MgCl 的质量分数小于 21.00%、框线以外 112 个点), KCl 的质量分数平均 0.7%, MgCl 的质量分数平均 12.60%,二者呈正相关,函数关系为 $y = 0.82 + 16.67x$ (公式 12)。

③号点群(图 2-6 中 MgCl 的质量分数大于 21.00% 的 216 个点), KCl 的质量分数平均 1.07%, MgCl 的质量分数平均 25.79%,二者呈负相关,函数关系为 $y = 29.14 - 3.13x$ (公式 13)。

公式 11~13 中, y 、 x 分别代表 MgCl、KCl

的质量分数。①号点群, KCl 平均值最高, 称为高钾点群。

由于晶卤 $MgCl_2$ 与晶卤密度呈单一的相关性(图 2-3), 所以, 图 3-6 实质上也是反映了晶卤密度与 KCl 含量的关系, 并且与图 2-2 所反映的内容是一致的。据公式 6 计算, $MgCl_2$ 的质量分数为 21.00% 所对应的晶卤密度值为 1.259, 与图 2-2 所确定的晶卤密度分界值 1.251 接近。

由此可知, 图 2-6、图 2-2 及图 2-4 中的①、②、③号点群具有 1-1 对应关系, 对应点群样品总体上一致, 略有差异(这种差异由变量的不完全相同引起, 是合理的)。3 幅图中的①号点群, 实质上是同一个高钾点群, 该点群在空间分布上形成一个高钾晶卤带(图 1b)。

进一步分析, 高钾晶卤样品分布于 3 个深度: 1) 顶界为晶卤水面, 底界深度 1.17 ~ 5.30 m, 包括 1660、826、829、814、128、130、817、218、162、46、53、188、149、823 及 64 孔; 2) 晶卤水面以下, 深度 1.7 ~ 4 m, 包括 324 孔; 3) 晶卤水面以下, 深度 4.34 ~ 10.09 m, 包括 67 及 158 孔。从深度看, ②与①应属同一层。324 孔 1.7 m 以上晶卤 KCl 含量较低, 主要原因为“补给水浓度较低, 导致晶卤淡化”所致^[1-2]。因此, 实质上高钾晶卤分布于 2 个深度层次: 晶卤水面 ~ 5.30 m, 4.34 ~ 10.09 m。

2 S_2 盐层固相化学成分的相关性

固相样品 416 件, 系统取自首采区十字剖面上的 16 个钻孔(图 1b, 原化工部地质研究院 1982 年施工)。

固相 NaCl 与 KCl 无相关性, 说明盐层中光卤石(主要呈浸染状产出)与石盐含量无关, 即浸染状光卤石并非从盐盆地表湖水中析出的; 否则, 形成的光卤石应主要以薄层状产出, 盐层中的泥砂含量应很少(或几乎没有), 由于光卤石的增多使石盐的含量相对减小, 固相 NaCl 与 KCl 应呈负相关关系, 而事实并非如此。结合盐湖演化过程分析认为, 浸染状光卤石主要是地表湖水干涸后从晶间卤水中析出的^[1-4]。

固相 NaCl 与 $MgCl_2$ 的相关性(图 2-7)。

NaCl 的质量分数小于 50% 时(框线以外的 61 个点), 二者无相关性。NaCl 的质量分数大于 50% 时(框线以内的 355 个点), 二者呈负相关, 函数关系为: $y = 9.81 - 0.09x$ (公式 14), 其中, y 、 x 分别代表 $MgCl_2$ 、NaCl 的质量分数。上述关系说明, 固相 Mg 在盐层中可能以另一种形式存在—被粘土吸附。当 NaCl 的质量分数小于 50% 时, 盐层中粉砂和粘土较高, 石盐与粘土含量无直接关系, 导致 NaCl 与 $MgCl_2$ 无相关性; 当 NaCl 的质量分数大于 50% 时, 盐层中碎屑成分较低, 且以粘土为主, 石盐与粘土含量呈负相关性, 导致 NaCl 与 $MgCl_2$ 呈负相关关系。

固相 KCl 与 $MgCl_2$ 呈正相关(图 2-8), 函数关系为 $y = 3.01 + 0.73x$ (公式 15), 其中, y 、 x 分别代表 $MgCl_2$ 、KCl 的质量分数。说明盐层中的可溶性钾主要以光卤石($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$)形式存在^[6], 与实际观察的一致。

3 S_2 盐层晶卤与固相化学成分的相关性

据“时空一致性(固相与晶卤样品取样位置和时间相同或基本相同)”和“代表性”的原则, 选取首采区十字线上的 16 个钻孔(图 1b)中的样品。由于固相与晶卤样品的取样位置常不完全重合, 晶卤中的离子相对有较大活性, 所以, 以固相样品为准, 用内插法计算出同一位置处晶卤的密度和化学成分。共计算出 16 个钻孔、117 处固相和晶卤的化学成分数据和晶卤密度。

3.1 晶卤密度与固相 NaCl 和 $MgCl_2$ 的相关性

晶卤密度与固相 NaCl 无相关性(图略), 而与晶卤 NaCl 呈负相关性(图 2-1)。两种关系说明晶卤浓度的变化并非由蒸发作用形成, 否则, 随着晶卤浓度的升高, 必有 NaCl 的析出。由此, “晶卤密度与固相 NaCl 应呈正相关关系”是一种推断而事实是呈不相关性。

晶卤密度与固相 $MgCl_2$ 无相关性(图略), 而与晶卤 $MgCl_2$ 呈正相关性(图 2-3)。这两种关系并不矛盾, 因为晶卤中的 $MgCl_2$ 不饱和, 晶卤浓度的变化不会导致 $MgCl_2$ 的析出。这意

味着广泛分布浸染状光卤石的部位,晶卤密度曾超过 1.31,达到光卤石析出时的浓度。同时也说明,目前这些部位的光卤石处于溶解状态,与 1.1 节的结论一致。

3.2 晶卤密度与固相 KCl 的相关性

见图 2-9。不考虑 1 个奇异点,其它点可分为 2 个点群。①号点群(框线内晶卤密度大于 1.255 的 107 个点),二者呈负相关性,函数关系为 $y=47.319-36.262x$ (公式 16), y 、 x 分别代表 KCl 的质量分数、晶卤密度。②号点群(竖线左侧,晶卤密度小于 1.255 的 9 个点),二者呈不相关性。

对比图 2-9 和图 2-2 可知,晶卤密度与固相 KCl 晶卤 KCl 的关系既有共同点也有不同点。共同点: a 分界点相近,图 2-9 中的分界点为晶卤密度等于 1.255 处,图 2-2 中的分界点为晶卤密度等于 1.251 处; b 当晶卤密度高于分界点时,密度与固相 KCl 和晶卤 KCl 均为负相关关系。不同点:当密度低于分界点时,相关性不同。

当密度高于分界点时,密度与晶卤 KCl 的负相关性说明 KCl 已饱和。如果晶卤浓度变化的直接原因为蒸发作用,那么,当浓度升高时,必导致 KCl 析出,从而推断晶卤密度与固相 KCl 应呈正相关性,而事实正好相反。这说明晶卤浓度变化原因并非蒸发作用。

当晶卤密度低于分界点时,密度与晶卤钾和固相钾的两种关系并不矛盾。密度与晶卤 KCl 呈正相关关系(图 2-2),说明 KCl 不饱和,不可能析出。所以,晶卤密度与固相 KCl 无相关性。

3.3 其它化学成分的相关性

晶卤 Na 与固相 NaCl 没有相关性(图略)。对比图 2-1 可知,晶卤浓度变化的直接原因并非蒸发作用。否则,随着浓度的升高,晶卤中 NaCl 必析出,固相 NaCl 必升高,由此可以推断晶卤浓度与固相 NaCl 应呈正相关性,而事实是无相关性。

晶卤 K 与固相 KCl 呈正相关性(图 2-10),不考虑 1 个奇异点,拟合的函数关系为 y

$=4.94+5.96x$ (公式 17), y 、 x 分别代表晶卤 K^+ 的质量分数(g/L)、固相 KCl 的质量分数。说明晶卤中钾含量受固相钾含量的明显影响,二者之间存在着平衡。

晶卤 Mg 与固相 MgCl₂ 没有相关性(图略),进一步说明晶卤 MgCl₂ 处于不饱和状态。

经相关系数法和 F 检验法检验^[7],公式 11 具显著性,其它 16 个公式均具十分显著性。

4 结论与讨论

1) S_3 盐层晶间卤水浓度变化原因并非蒸发作用,结合以往的研究成果综合分析认为是阶段性淡化作用^[1-4]。

2) S_3 盐层晶间卤水化学成分变化规律。随着晶卤浓度的降低,NaCl 升高(图 2-1),MgCl₂ 降低(图 2-3);以晶卤密度 1.251 为界,KCl 含量先升后降(图 2-2),晶卤 NaCl 与 MgCl₂ 呈负相关性。晶卤 Mg 与固相 MgCl₂ 不相关。说明 NaCl、MgCl₂ 分别处于饱和、不饱和状态;KCl 饱和与不饱和两种晶卤共存,饱和晶卤分布于中部区域,不饱和晶卤分布于边部区域(图 1b)。

3) S_3 盐层中的光卤石是固相可溶性钾的主要存在形式(图 2-8),与实际观察的一致。主要部分(浸染状光卤石)并非从盐盆地表湖水中直接析出的,而是地表湖水干涸后从晶间卤水中析出的。多组变量的相关性显示,目前的晶卤未达到光卤石析出的浓度,但曾达到光卤石析出时的浓度,光卤石现处于溶解状态。综合分析图 2-2 和图 2-3 可知,光卤石被溶后,仅 KCl 进入晶卤中,而 MgCl₂ 仍以固相形式存在于盐层中(可能又形成了新的含镁或镁矿物,或被粘土吸附)。

4) 综合分析上述第 1) 条和文中 3.3 节可知,晶卤钾与固相钾存在单向平衡,即固相可溶性钾向晶间卤水中转化。

5) 高钾晶卤带。据图 2-2、2-4 及 2-6 中的①号点群确定的高钾晶卤点群,空间分布构成一个高钾晶间卤水带,展布于察尔汗二级系统西部和南部边部地带 S_3 盐层的顶部和中上部,长度 56.66 km,宽度一般 3.43~7.63 km,最宽

处 11.94 km(图 1b)。垂直方向上,高钾晶卤带分布于 2 个深度层次。一个是晶卤水面 ~ 5.30 m, 包括 1 660、826、829、814、128、130、817、218、162、46、53、188、149、823 及 64 孔; 另一个是 4.34 $\sim$ 10.09 m, 包括 67 及 158 孔。

6) 高钾固相带综合分析上述第 4、5 条可知, 与“高钾晶卤带”对应, 在 2 个深度层次存在高钾固相带。一个是 5.30 m 以上, 包括钻孔同上。另一个是 4.34 $\sim$ 10.09 m, 包括 67 及 158 孔。

7) 固相 NaCl 与 $MgCl_2$ 的两种关系(图 2-7)显示, 可溶性镁在盐层中可能以另一种形式(被粘土吸附)存在。

8) 高钾固相带成因及有关问题简析。据展布情况, 同时结合盐湖地质条件分析, 高钾固相带(图 1b)的形成机制可能类似于达布逊湖西南岸目前正在沉积的光卤石。被风吹到岸上的高钾湖水, 经蒸发浓缩析出光卤石, 这种作用反复进行, 便形成了富钾盐层。由此, 可以得出, 在盐湖干涸过程中, 地表湖水退缩的方向为“由西南 $\rightarrow$ 东北”, 补给源在东北方向, 且出现过干盐滩与湖水并存的局面, 图 1b 所示的高钾

带及其以西南地区为干盐滩、以东北为湖水区。同理, 可进一步分析, 在 S_3 盐层沉积过程中, 在 67 及 158 孔一带, 也曾出现过干盐滩与湖水并存的局面。

致谢: 本文引用了原青海省地质一队和原化工部地质研究院的有关资料, 并承蒙宣之强高级工程师审阅, 谨此致谢。

参考文献:

- [1] 徐少康: 察尔汗盐湖 S_3 盐层晶间卤水分异特征及成因的统计研究 [J]. 盐湖研究, 1993, 1(4): 9-20.
- [2] 徐少康: 再论察尔汗盐湖察尔汗二级补给系统 S_3 盐层晶间卤水分异问题 [J]. 盐湖研究, 1994, 2(4): 1-8.
- [3] 徐少康: 再论察尔汗盐湖达布逊二级补给系统 S_3 盐层晶间卤水分异问题 [J]. 盐湖研究, 1995, 3(4): 23-33.
- [4] 徐少康: 察尔汗盐湖察尔汗二级补给系统 S_3 盐层晶间卤水中 KCl 的分异特征、富集规律及其成因 [J]. 盐湖研究, 1999, 7(1): 1-19.
- [5] 杨谦, 吴必豪, 王绳祖, 等: 察尔汗盐湖钾盐矿床地质 [M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [6] 王德滋: 光性矿物学 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1975, 122.
- [7] 方开泰, 全辉, 陈庆云: 实用回归分析 [M]. 北京: 科学出版社, 1988, 20-37.

Study on Chemical Compositions Correlation of Intercrystalline Brine and Solid of Salt Bed S_3 of Qarhan Second Grade System in Qarhan Salt Lake Area

XU Shao-kang

(Institute of Geology SINOCHEN Geology and Mine General Bureau, Zhuozhou, 072754, China)

Abstract: Several verdicts were given by the research of chemical compositions correlation. NaCl in the intercrystalline brine is in saturation state, the $MgCl_2$ is in un-saturation state, and there are saturation and un-saturation intercrystalline brine of KCl. When the density of intercrystalline brine reduces, NaCl concentration rises, $MgCl_2$ concentration reduces, while KCl concentration rises in the brine of which the density is more than 1.251, KCl concentration reduces in the brine of which the density is less than 1.251. The cause of intercrystalline brine density change is stage desalination. Solid potassium is mainly in camallite. There is single-direction balance between the intercrystalline brine's potassium and solid potassium. The existent camallite is in dissolved state. KCl is dissolved into the intercrystalline brine and $MgCl_2$ forms other magnesium mineral. One part of dissolvable Mg may be adsorbed by clay. The dry saline has been coexist with the brine lake in sedimentary process of salt bed S_3 and in drying process of the salt lake.

Key words: Chemical compositions; Correlation; Geological significance; Qarhan salt lake