

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

察尔汗晶间卤水水化学分布规律及 动态变化特征的研究

鲍 永 恩

(中国科学院青海盐湖研究所)

前 言

察尔汗盐湖是内陆大型钾镁盐液体矿富集的现代盐湖。自一九五六年以来先后有青海省地质局第一地质队、中国科学院盐湖调查队、青海省地质局盐湖研究室、中国科学院青海盐湖研究所等单位对盐湖进行了大量的研究工作,积累了宝贵的经验和资料。笔者通过对晶间卤水开采研究的实践认为:盐湖地球化学是研究各种元素的迁移、分散、共生、聚集的条件和规律,它对盐湖的成因、演化具有重要的理论意义。因此,笔者以溶液相图理论为基础,分析晶间卤水比重、 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值与析盐阶段的关系,确定卤水变质指标,总结卤水水化学分布规律和动态变化特征,以便提高自然资源的利用程度。本文曾得到王秉忱、曹兆汉、李先永等同志的指导,在此表示感谢。

一、矿区地质、水文地质特征

察尔汗盐湖位于柴达木盆地中东部,海拔 2677—2685 米,岩盐层直接出露地表,分布面积

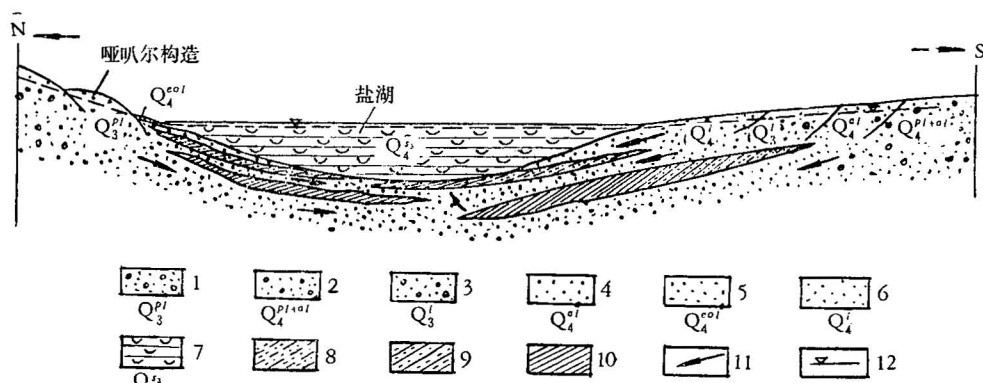


图 1 察尔汗水文地质剖面示意图

1—上更新统洪积卵石、砂砾层; 2—全新统冲积、洪积砂砾层; 3—上更新统湖积粗砂、砾石层; 4—全新统冲积砂层;
5—全新统风积砂层; 6—全新统湖积砂层; 7—全新统现代沉积岩盐层; 8—粘质砂土层; 9—砂质粘土层; 10—粘土层;
11—地下水补给方向; 12—潜水位

5800 余平方公里。整个矿区自东至西分为霍布逊（贫钾区段）、察尔汗、达布逊、别勒滩四个连续区段，后三者为富钾镁盐液体矿段。该区具典型高原大陆性气候特征，年平均降水量 25.06 毫米，年蒸发量 34.89 毫米；最高气温 35.5℃，最低气温 -28.4℃，年平均气温 5.1℃。

本文主要论述察尔汗区段。察尔汗西邻达布逊湖，有东、西格尔木河注入，西格尔木河为常年河流，平均流量 20—24 米³/秒，东格尔木河为季节性河流；盐湖北缘有协作湖，有季节性河流全吉河注入；盐湖西南部团结湖有收工河（季节性）注入。

察尔汗区域第四纪地质、地貌形态、地层岩相及水文地质结构等从山前至湖区呈现明显的水平分带现象（图1）。湖区沉积的三个含盐组的水文地质特征列于表 1。

晶间卤水矿主要分布于上部岩盐层中，岩盐层厚度从边缘向湖心增厚。岩盐孔隙发育，一般

表 1 察尔汗区段水文地质特征

系	统	组	层	岩 性	厚 度 (米)			水文地质特征
					最大	最小	一 般	
第 四 系	全 新 统	上 部 含 盐 组	上 部 盐 层 Q ₄ ^{S₃}	岩盐：含粉砂 5—15%，其主要矿物为石盐，含少量钾盐和硫酸盐矿物。岩盐为细粒至粗粒结构，胶结或半胶结状。岩盐孔隙度 10—30%。	23.5	0.30	5—18	岩盐层为含水层，晶间卤水为潜水型，水位埋深 0.2—0.8 米，水力坡度 0.01%， $q = 18—66.6$ 升/秒·米， $k = 240—414$ 米/日，矿化度 300—440 克/升，地下水的补给主要是地表水系，岩盐下部承压水在盐湖北部与晶间卤水有水力联系，排泄为垂直蒸发。
			上部湖积层 Q ₄ ^{I₃}	粘土，砂质粘土，淤泥，中、细、粉砂。	17.0	0.50	1—10	隔水层不连续，盐湖南、北部为粘质砂土，弱透水。
	上 更 新 统	中 部 含 盐 组	中 部 盐 层 Q ₃ ^{S₂}	岩盐：中粗粒状结构，胶结为块状，盐层中夹薄层粉砂，局部夹有石膏。岩盐孔隙度 5—15%。	2.25	0.15	0.5—1.5	承压含水层以岩盐为主，北部岩盐层缺失，承压含水层为中、细砂，含水层厚度 1—8 米，水头高出地面 0.2—1.87 米。矿化度 40—127 克/升，南部及中部承压晶间卤水的矿化度 >300 克/升。
			中 部 湖 积 层 Q ₃ ^{I₂}	粘质砂土，砂质粘土，淤泥质粘土，细、粉砂。	21.3	1.97	5—17	弱隔水层，厚度 5—17 米，分布不连续，于盐湖中部尖灭。
		下 部 含 盐 组	下 部 盐 层 Q ₃ ^{S₁}	岩盐：褐色，粒状结构，胶结致密，盐层中夹薄层粉砂、粘土，个别地段含石膏。岩盐孔隙度 10% 左右。	15.0	1.5	2—10	承压水以岩盐层为主，北部变为粗砂，砂砾石，埋深 10—37 米，水头高出地面 1—5.3 米。矿化度 78.9—94 克/升。晶间卤水矿化度 >300 克/升。
			下 部 湖 积 层 Q ₃ ^{I₁}	细砂，粉砂，砂质粘土，粘土，石膏。	10.0	1.0	1—7	
	中下 更新统			砂质粘土，粘土，中上部夹黑色炭质粘土。				
	Q ₁₊₂							

上部孔隙度大（20—30%），下部变小（5—10%）。大部分地段为中粗粒状结构，除岩盐中含少量粉砂之外没有碎屑夹层；仅于盐湖西南部岩盐层中夹有粉砂、淤泥、粘土等薄层。上部岩盐层中的晶间卤水为主要矿体，本文主要论述该层卤水水化学分布规律。

二、察尔汗区段晶间卤水水化学分布规律

察尔汗盐湖处于气候干旱的闭塞湖盆地环境中，随着湖水的不断蒸发浓缩有各种盐类的结晶和沉积，而在岩盐孔隙中赋存极其大量的饱和卤水。卤水中主要阴离子有： Cl^- 、 SO_4^{2-} ；主要阳离子有： Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 。盐湖卤水水化学类型的从属主要决定于卤水本身的化学平衡体系、变质系数、离子特征系数。察尔汗晶间卤水与海水水化学特征对比列于表2。从表中可知察尔汗晶间卤水和达布逊湖水 $\frac{\text{K}^+ \times 10^3}{\Sigma \text{盐}}$ ， $\frac{\text{Mg}^{2+} \times 10^2}{\Sigma \text{盐}}$ 系数远大于海水，说明它是具有工业价值的钾镁盐液相矿床。但是，它不能指导盐湖卤水的开发利用。因此，笔者从开采实践角度提出以卤水比重和 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值来研究察尔汗区段晶间卤水 K^+ ， Na^+ ， $\text{Mg}^{2+} // \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$ 四元体系的水化学分布规律。

表 2 察尔汗卤水与海水水化学对比表

地 点	水化学平衡体系	$\frac{\text{K}^+ \times 10^3}{\Sigma \text{盐}}$	$\frac{\text{Mg}^{2+} \times 10^2}{\Sigma \text{盐}}$	$\frac{\text{MgSO}_4}{\text{MgCl}_2}$	$\frac{\text{MgCl}_2}{\text{CaCl}_2}$	水化学类型
海水	$\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Mg}^{2+} // \text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-} - \text{H}_2\text{O}$	11.2	8.65	0.66		硫酸盐型、
达布逊湖水	$\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Mg}^{2+} // \text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-} - \text{H}_2\text{O}$	47.5	26.3	0.29		硫酸镁亚型
察尔汗南部	$\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Mg}^{2+} // \text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-} - \text{H}_2\text{O}$			0.183		
察尔汗北部	$\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+} // \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$				4.5—51.5	氯化物型
察尔汗大部分地段	$\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{Mg}^{2+} // \text{Cl}^- - \text{H}_2\text{O}$	21.01—77.31	14.12—33.62			

1. 以晶间卤水比重和 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值作为水质指标的依据

晶间卤水是一种水盐体系，它服从溶液相平衡基本规律。溶液相图是表现工艺化学理论的重要手段，同时它又是自然地球化学与工艺化学的桥梁。因此，本文以相图分析为基础来研究晶间卤水水化学分布规律。

（1）卤水比重与 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值在四元体系相图上的分布关系。取钻孔CK130由地表至10米4个水样分析资料和横剖面5个钻孔表层卤水分析资料列于表3。并将这些卤水组成点绘于 $\text{NaCl}-$

表 3 卤水比重与 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值关系表

点 号	CK826	CK130-1	CK117	CK130-2	CK135	CK130-3	CK154	CK141	CK130-4
比 重	1.21	1.220	1.222	1.266	1.271	1.269	1.280	1.288	1.298
$\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$	4.8	7.16	7.3	11.89	12.5	18.72	40.5	63.9	124.6

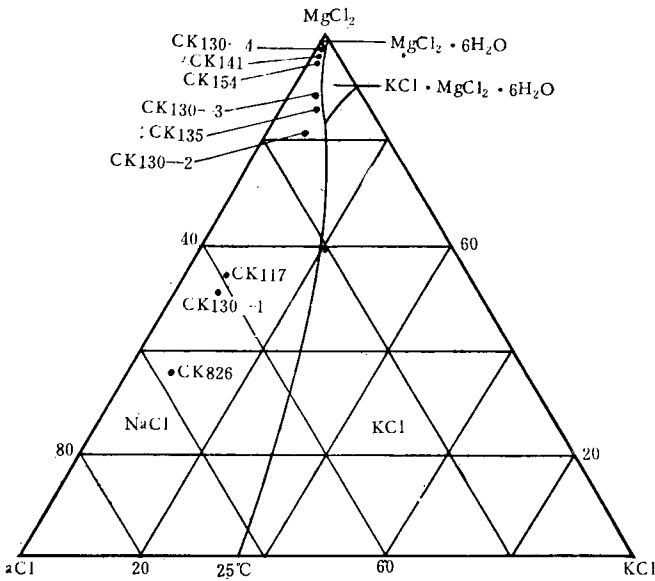


图 2 表3中各点卤水组成变化图

KCl-MgCl₂-H₂O四元体系 25℃ 等温相图(图 2)上。从表 3 和图 2 中可知:

卤水比重基本上是随 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值增高而增大; 比值和比重越大, 则在相图上的位置基本上趋向MgCl₂端。

统计察尔汗区段 36个钻孔资料¹⁾, 将卤水比重和 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值绘于图 3, 它表明了四元体系分布区的卤水比重和 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 的关系: 总的趋向是比重随比值增高而增大(以 MgCl₂·6H₂O 析出的比重为界), 而且比值越大则比重点越比较集中, 曲线的斜率越大。

(2) 卤水比重和 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值与析

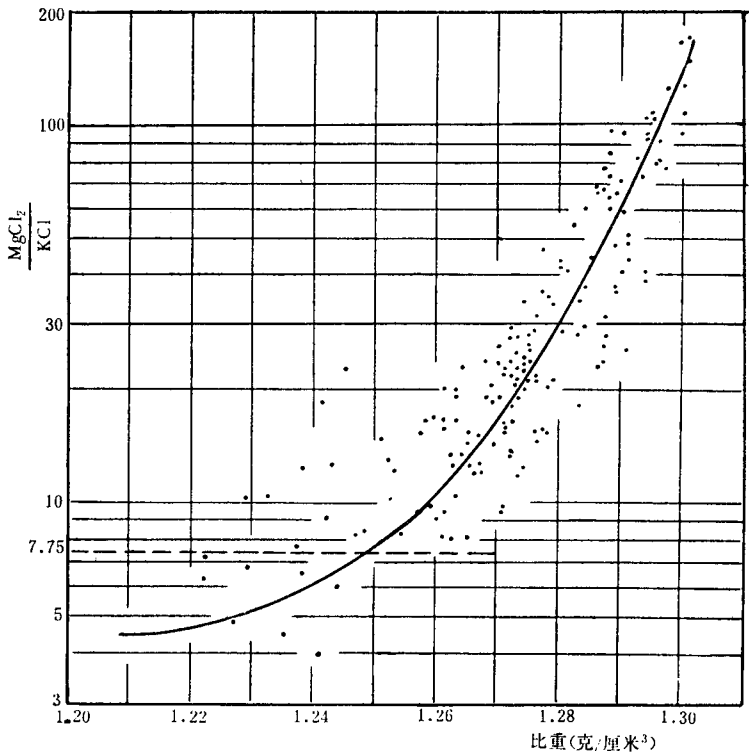


图 3 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 与卤水比重关系图

1) 青海省地质局第一地质队, 1972, 察尔汗盐湖钾镁盐矿锂布逊—达布逊储量勘探报告。

盐阶段关系。从图 2 分析可知，在 25℃ 等温蒸发时，CK826、CK130-1、CK117 点卤水析盐阶段为 NaCl—NaCl + KCl；CK130-2、CK130-3、CK135、CK154 点卤水析盐阶段为 NaCl—NaCl + KCl·MgCl₂·6H₂O；CK141 和 CK130-4 点卤水析盐阶段为 NaCl—NaCl + MgCl₂·6H₂O。图 4¹⁾ 是取卤水组成为：KCl 1.85%，NaCl 11.8%，MgCl₂ 11.98%；比重 1.222， $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 为 6.475 的卤水在 25℃ 介稳条件下的蒸发试验。它反映了卤水比重， $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 与析盐顺序和析盐阶段的关系。

(3) 通过卤水比重和 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值确定水质分区指标。统计察尔汗区段晶间卤水分析资料，将四元体系卤水组成绘于相图 (图 5) 上，所有的卤水组成点均位于 NaCl 相区。NaCl—NaCl + KCl 阶段和 NaCl—NaCl + MgCl₂·6H₂O 阶段的卤水占少数，而 NaCl—NaCl + KCl·MgCl₂·6H₂O 阶段的卤水占大多数。图 5 中 EF 曲线为石盐与光卤石共同结晶线，愈靠近 E 点对光卤石的晒制愈有利，KCl 的产量和品位也愈高；而愈近 F 点对晒制光卤石愈不利。将全区段的卤水进行兑卤 (图 5 b 点)， $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值为 26.3，KCl 小于 0.8%；如果将全区段 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值小于 30 (图

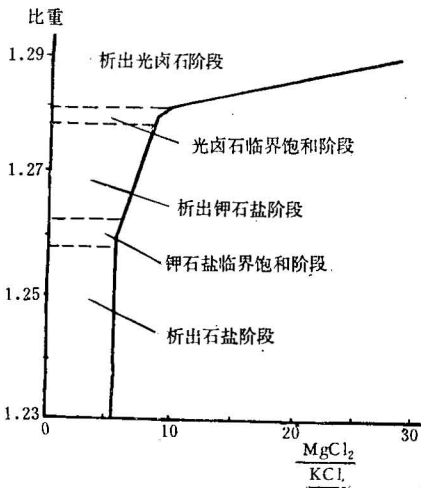


图 4 卤水蒸发过程的 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 与比重关系图

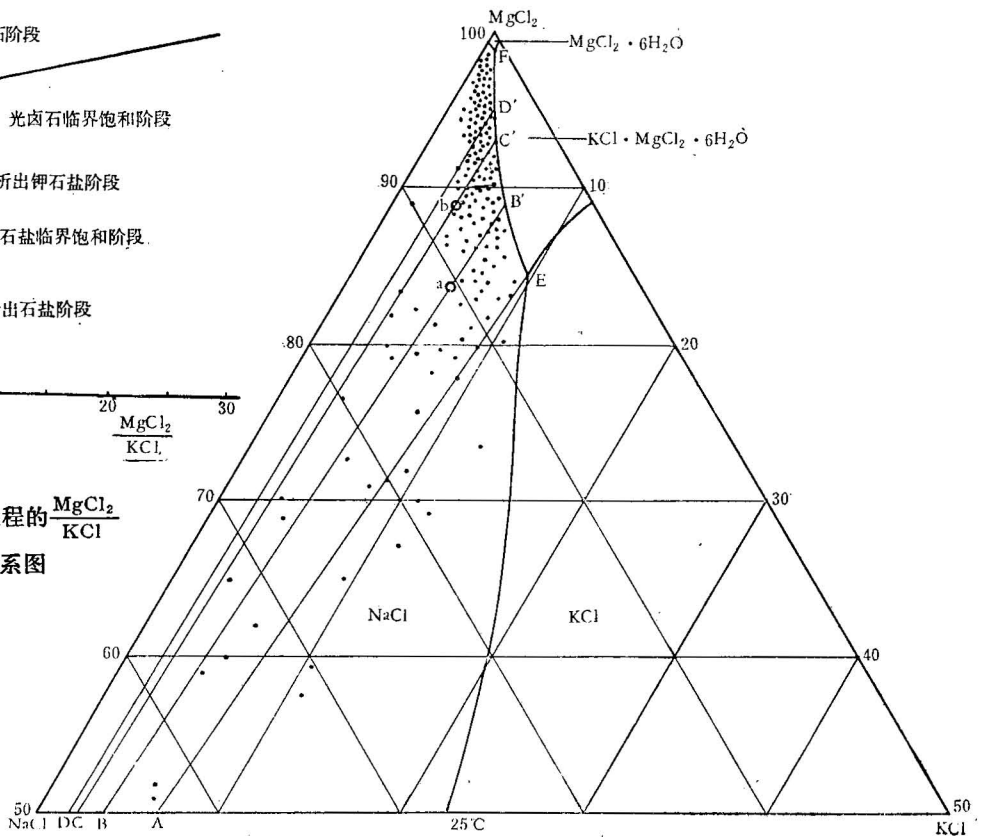


图 5 察尔汗区段晶间卤水组成分布图

1) 中国科学院青海盐湖研究所，1974，盐湖科技资料，第 1、2 辑。

5 中 DD' 为 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 等于 30 线) 的卤水兑卤(图 5 a 点), 则 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 为 17.12, KCl 为 1.3%。显然 a 点比 b 点的卤水对晒制光卤石来说是合理的。从各级 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值卤水体积分配表(表 4)来看, $\frac{MgCl_2}{KCl} < 30$ 的卤水占总卤水体积 69.44%, 而且大部分位于含水层三分之二以上的部位, 从开采角度来说合适的。因此, 可将 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 等于 30 作为水质分区指标界线。

结合图 3、图 5 将察尔汗区段四元体系卤水分三个析盐阶段, 如表 5 所列。

表 4 各级 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值卤水体积分配表

$\frac{MgCl_2}{KCl}$	<5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30	>30
卤水体积%	0.37	9.25	15.43	7.88	16.96	19.54	30.56

表 5 析盐阶段划分表

比 重	$\frac{MgCl_2}{KCl}$	析 盐 阶 段
1.21—1.245	≤ 7.75 (E 点)	石盐-钾石盐
1.249—1.29	7.75—30	石盐-光卤石
>1.275	>30	石盐-光卤石(少量)-水氯镁石

2. 晶间卤水水化学分布规律

(1) 卤水比重分布规律。在平面上的分布(图 6), 以 CK141 孔为最高呈环带状分布; 以 CK826 孔为最低向 CK141 孔逐渐增大, 如 CK826 孔为 $24.6^\circ Be'$, CK130 孔为 $26.7^\circ Be'$, CK135 孔为 $30^\circ Be'$, CK141 孔为最高 $32.3^\circ Be'$ 。垂直方向除 CK51 孔和 CK167 孔之外, 其余钻孔卤水比重从上至下由低变高(图 8)。

(2) $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值分布规律。平面上的分布(图 7)以 CK141 孔为最高, 向外围呈环带状降低; CK826 孔一带为比值最低中心。最低点(4.25)与最高点(63.9)相差 15 倍。在平面上, 卤水比重和 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值的分布规律基本上是相吻合的。

垂直剖面上卤水比重和 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值分布规律, 从图 8 纵剖面来看, CK141 孔一带卤水比重和比重上下较为均匀且高, 呈倒漏斗状向四周扩展。CK135 孔西段卤水 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值和比重垂向变化明显, 随深度而增高且有突变现象, 如 CK130 孔 8—10 米, 比值从 18.7 突变为 126。I—I' 剖面卤水 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值和比重分布规律, CK219 孔之北从上至下 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值和比重是缓慢递增; CK128 孔至 CK46 孔在垂向上比值有突变现象, 如 CK46 孔 6—10 米, 比值从 15.2 突变为 58.6。

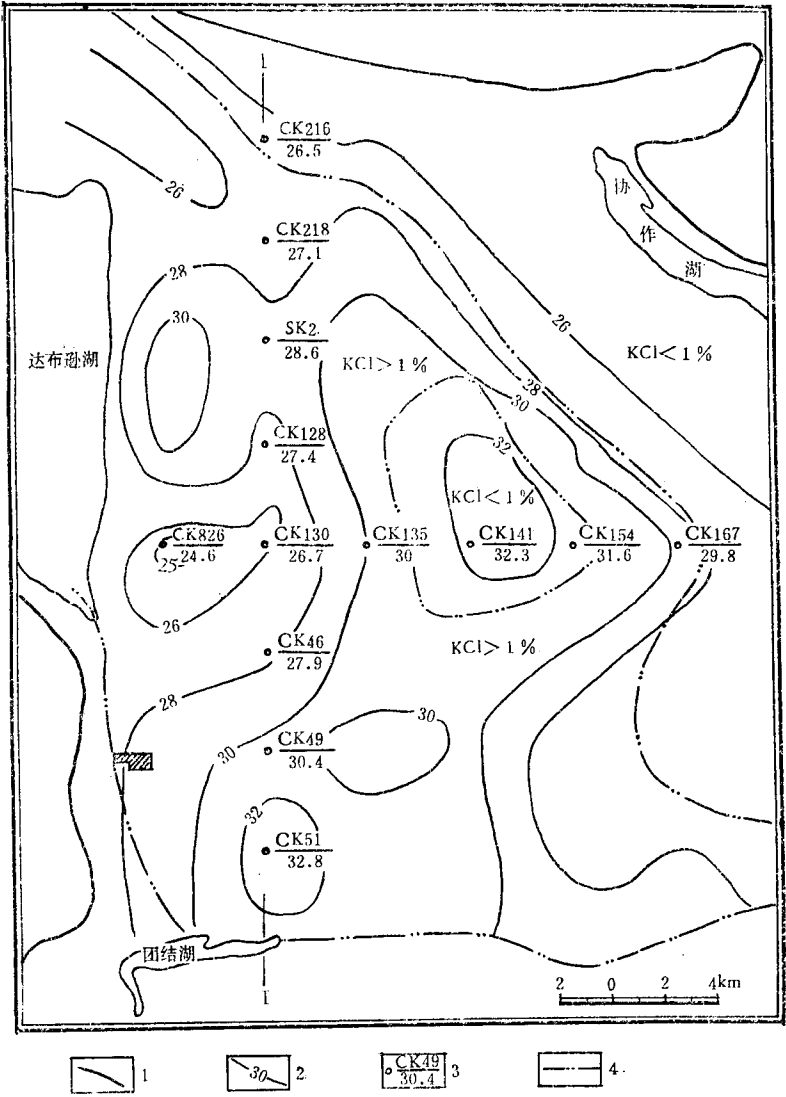


图 6 察尔汗区段卤水比重等值线图

1—盐湖界线，2—比重等值线，以Be'表示，3—分子为钻孔号，分母为比重值，4—KCl1%界线

(3) 卤水析盐变质阶段的分布规律。平面上CK826孔地段 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值和比重低，形成石盐-钾石盐析盐变质阶段；CK141孔地段为比值和比重高的浓缩中心，卤水处于石盐-光卤石-水氯镁石析盐变质阶段；其它大部分地段均为石盐-光卤石析盐变质阶段的卤水。剖面上，凡地表有石盐-钾石盐析盐阶段卤水存在的地段，则垂向上就存在三个析盐变质阶段（除CK219孔之北和东南地段垂向仅有石盐-光卤石析盐变质阶段外）；凡地表有石盐-光卤石析盐阶段分布的地段，在垂向上都存在两个析盐变质阶段。

察尔汗区段晶间卤水水化学规律的形成是与区域地史，自然地球化学作用，盐湖演化的古气候，水文地质条件等分不开的，同时也与渗流化学浓度场的各种作用——对流、扩散、盐-水固

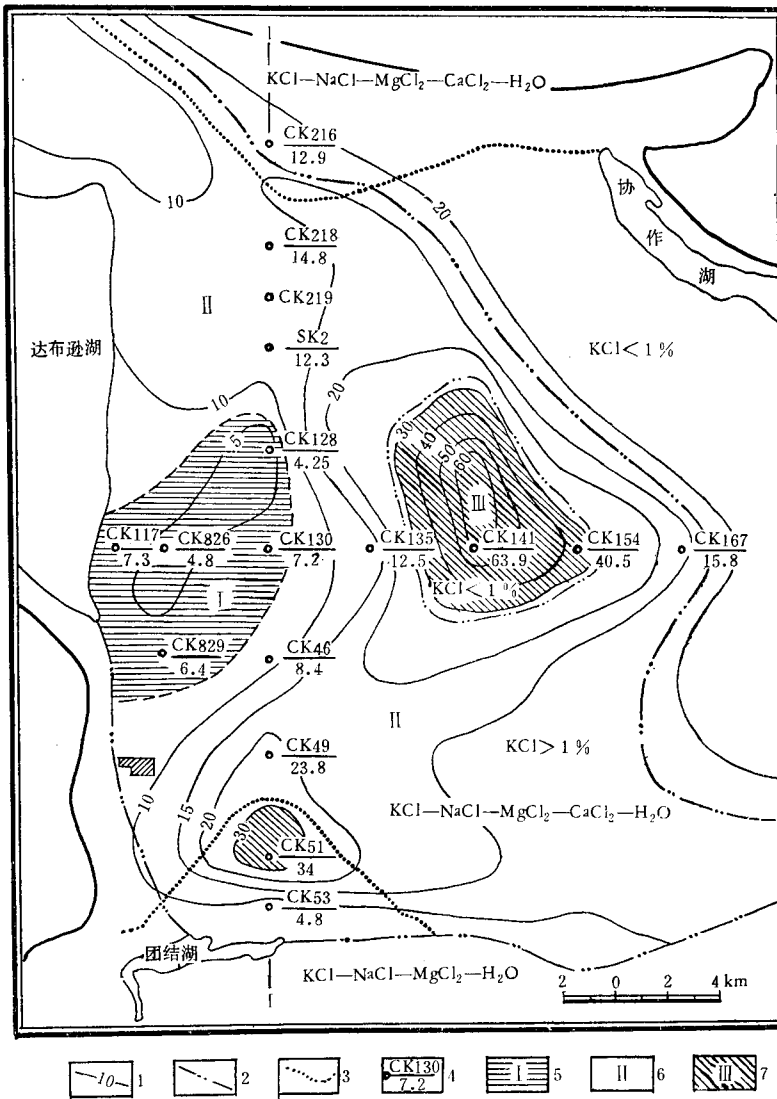


图 7 察尔汗区段卤水 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值等值线图

1— $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 等值线, 2— KCl 1% 界线, 3—水化学体系界线, 4—分子为钻孔号, 分母为 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 值, 5—石盐-钾盐析盐阶段, 6—石盐-光卤石析盐阶段, 7—石盐-光卤石-水氯镁盐析盐阶段

液转化等物理化学过程密切相关的。CK141孔浓缩中心是位于盐湖中部, 它不受周边低矿化地下水的影响, 有利于高度浓缩; 盐下承压水为高含 $MgCl_2$ (Mg^{2+} 达 100 克/升) 的饱和卤水, 它越流补给盐层, 在压力梯度作用下垂向对流、扩散作用较水平方向强, 因此形成倒漏斗状的高比重、高 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值浓缩中心。CK51孔上部 $\frac{MgCl_2}{KCl}$ 比值、比重高是受收工河和团结湖季节性影响以及不均匀天然蒸发而造成的。CK826孔地段, 低比值和比重的淡化中心是受湖水互补的影响, 对应

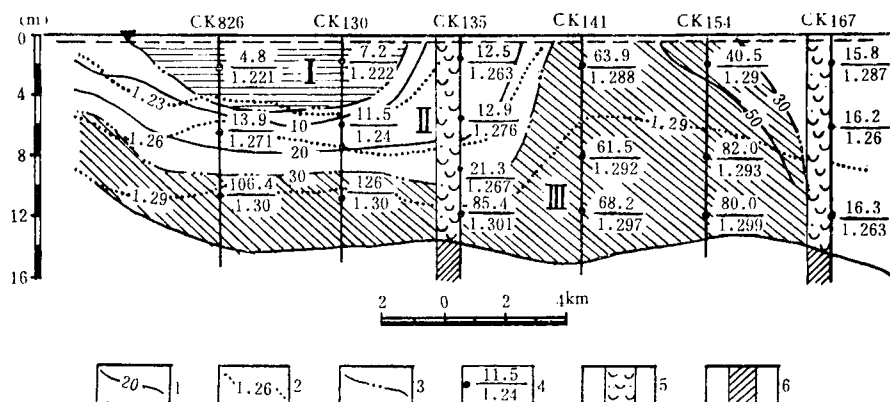


图 8 横剖面卤水的 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 和比分布图

1— $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 等值线；2—比重等值线；3—析盐阶段界线；4—分子为 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 值，分母为比重值；5—岩盐；6—粘土

CK826 孔一带的湖水 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值为 3.38。在垂直分带明显的地段往往与岩盐层中夹有碎屑岩薄层有关系，碎屑沉积层渗透系数 0.1—0.001 米/日，岩盐层渗透系数 300—400 米/日，水平方向上的对流扩散作用远大于垂直方向，因此在垂向上形成的水质差异大。没有碎屑夹层的岩盐层中卤水的比重和比值受重力分异作用的影响，从上向下递增。

三、晶间卤水水化学动态变化特征

上述晶间卤水在自然状态下的水化学分布规律是动态变化研究的基础。本文根据抽水试验观测资料对水化学动态变化特征论述如下。

1. 抽水过程中卤水组成变化

抽水以沟渠作为取水构筑物，沟渠卤水组成的变化随抽水时间的延长和抽水降深的增大， MgCl_2 增高， NaCl 对应的降低， KCl 在抽水 20 天以前增高，而后开始降低。

观测孔卤水组成变化（500 米孔）， KCl 为波状升降，最大变幅 0.21—0.65%， MgCl_2 最大变幅 1—2%， NaCl 最大变幅 0.7—1.2%， $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值为波状升降，最大变幅 1.79，经百天抽水

$\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值增加了 0.71，总的来说变化不大。

2. 抽水过程中的溶-析固液转化

在岩盐层中含有 2—5% 的光卤石矿物，在抽水过程中有光卤石溶解和石盐析出的固液转化作用，这种作用过程使卤水中 KCl 和 MgCl_2 增高， NaCl 降低。从固液转化模拟试验¹⁾证明了这一点。模拟试验得出溶-析速率关系为指数函数关系：

$$V_{\text{Na}} = 4.25e^{0.265V_K} \quad (1)$$

式中： V_{Na} 、 V_K —— NaCl 析盐速率和 KCl 溶解速率。

1) 中国科学院青海盐湖研究所，1979，青藏铁路察尔汗盐湖地区路基基底稳定性预测的研究。科学技术成果报告。

四、结论和建议

1. 察尔汗区段晶间卤水具有独特的水化学分布规律,表现在卤水比重和 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值的空间分布的分异作用,并且在平面上和垂向上具有明显的规律性,两者在空间上的变化特征基本上是吻合的。在这个条件下对四元体系卤水采用物理化学分析方法(水盐体系相图)确定析盐阶段,并将卤水比重和 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值与相图联系起来。这样就使采用卤水比重、 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 指标来研究卤水水化学分布规律有了科学依据。

2. 本文采用卤水比重和 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值来研究察尔汗区段四元体系卤水的水化学规律具有实践的意义,它使自然地球化学规律与工艺化学规律结合起来,使卤水资源能够充分合理的开发利用。

(1) 以卤水比重大于1.21, $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}=30$ 为矿床的储量界限,可采卤水体积可达总体积的70%,扩大了卤水矿床开采储量,有相当一部分 $\text{KCl}<1\%$ 的卤水能被开采利用。(2) 便于水质动态的预测预报,只要分析了 K^+ 、 Mg^{2+} 离子含量和比重就能掌握水质的变化情况;在水质预测数学模型中可以简化删掉固液转化项,因为 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值不受 NaCl 析盐的影响,而光卤石溶解,在卤水中是等当量的增加 KCl 和 MgCl_2 ,所以 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值不变;(3) 根据晶间卤水析盐变质阶段的分布规律能够合理的选择开采区和取卤构筑物群的布置,掌握动态变化特征,经必要的兑卤计算可以合理的确定抽水降深;(4) 盐湖盐类地层的沉积不是化学反应的结果,而是与溶液中盐类的结晶作用有关,溶析固液转化是决定于盐类在卤水中的溶解度。在卤水水化学动态变化的研究中,溶析固液转化规律是很重要的,它对回收岩盐中固体钾盐有着重要的意义。

3. 建议采用卤水比重和 $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值作为矿床储量圈定和开采指标。笔者初步认为卤水比重大于1.21, $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值等于30作为矿床储量圈定指标;卤水比重1.255—1.285, $\frac{\text{MgCl}_2}{\text{KCl}}$ 比值16—18作为开采指标。在开采设计前应设想多个开采方案进行水位、水质动态预测,择优方案选用,在取卤构筑物布局上及开采强度方面考虑水质指标的相对稳定性,合理配比,避免吃富弃贫造成资源的破坏和浪费。

STUDIES ON THE REGULARITY OF HYDROCHEMICAL DISTRIBUTION AND DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE INTERCRYSTALLINE BRINES IN QARHAN SALT LAKE

Bao Yongen

(Qinghai Institute of Saline Lakes, Academia Sinica)

Abstract

This paper consists of four parts. Part 1 summarizes the geological and hydro- in geological characteristics of the liquid-phase potash and magnesian salt deposit and the hydrochemical types and equilibrium system of the intercrystalline brines Qarhan Salt Lake. Part 2 treats the hydrochemical regularity of distribution of the inter crystal brines in the area. In this part, first, by theoretically analysing the phase diagram of the system $K^+, Na^+, Mg^{2+} // Cl^- - H_2O$ with four independent components in brines, the author proves that the specific gravity of brines and the ratio of $MgCl_2/KCl$ can be taken as water quality indices; then he discusses the regularity of spa tial distribution of the specific gravity of the intercrystalline brines and the ratio of $MgCl_2/KCl$ in the area and their origin. On the basis of the salt precipitation stages of brines, three characteristic hydrochemical fields are distinguished, i. e. the fields of halite-sylvite, halite-carnallite and halite-carnallite-bischofite precipitation. Part 3 deals with the hydrochemical dynamic characteristics of intercrystalline brines. Through large-scale pumping tests, it is found that the chemical composition of brines varies regularly with the duration and drawdown of pumping. In the last part, the author discuss the practical significance of the use of the specific gravity of brines and the ratio of $MgCl_2/KCl$ in the hydrochemical study of this area, and suggests that the specific gravity of brines and the ratio of $MgCl_2/KCl$ can be taken as indices for the determination of reserves of a mineral deposit and justification of mining. It is preliminarily established that the indices for defining KCl reserves are the specific gravity of brines >1.21 and $MgCl_2/KCl \leq 30$; the mining indices are the specific gravity of brines $=1.255-1.285$ and $MgCl_2/KCl = 16-18$.