

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

察尔汗内陆盐湖钾矿层的沉积机理

杨 谦

(青海省地质局第一地质队)

内陆盐湖中的钾矿沉积,一直是国内外学者所注目的问题,欧美学者从他们所研究的对象的具体地质条件出发,得出了“陆相盐湖卤素沉积物中钾盐缺失”^[1]的结论。

我国的察尔汗盐湖钾矿床是目前世界上发现的唯一具有工业价值的大型内陆盐湖钾矿床。它的发现打破了上述结论,为在陆相盐湖中寻找钾矿床提供了一个实例。本文的主要目的在于阐明:在一个没有特殊物质补给的内陆盐湖里钾盐沉积的机理。

一、地质概况

(一) 察尔汗盐湖的现状和发展简史

察尔汗盐湖位于柴达木盆地的东南部,面积达五千多平方公里,就整体来讲,基本上是一个“干湖”,仅在东、西、南缘残存有一些水湖。其中除达布逊湖有现代光卤石沉积外,其余主要为石盐沉积。

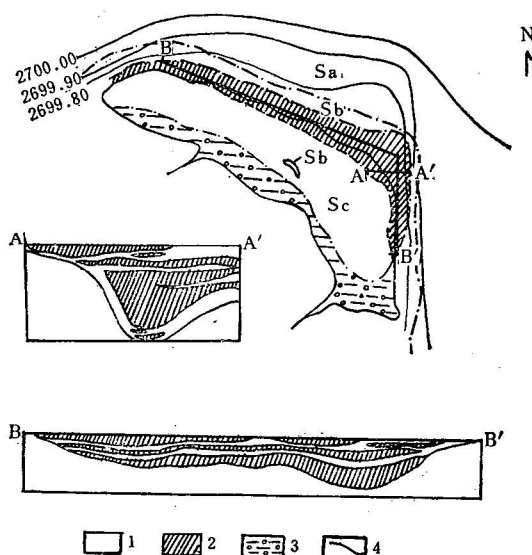


图 1 达布逊湖现代沉积分带及沉积剖面 (A-A'、B-B')。

1——石盐 (Sa——老盐; Sb——新盐; Sc——湖底石盐);
2——现在光卤石沉积; 3——石盐淤泥; 4——晶间卤水水位线

柴达木盆地自侏罗纪以来已结束了海相沉积的历史,开始了陆相沉积。第三纪晚期柴达木古湖中开始有盐类沉积。在构造运动影响下,湖盆的最大沉降中心屡经变迁。由于沉降中心的转移,水体也随之转移,从而造成液相和固相的分离,使液相中的钾相对富集了起来。当这些富钾的卤水转移到察尔汗盐湖时,已经是一种浓度很高的含钾卤水了,这就为察尔汗钾盐沉积奠定了物质基础。

(二) 察尔汗盐湖的特征

1. 卤水及盐类沉积的不均一性

达布逊湖底沉积的不均一性表现在自东北向西南依次为光卤石沉积、石盐沉积、石盐淤泥沉积(图1)。察尔汗盐湖晶间卤水的不均一性表现在北部为氯化物水,南部为低 SO_4^{2-} 的硫酸镁亚型水。在团结湖、涩聂湖及别勒湖则为硫酸镁亚型水(图2)。

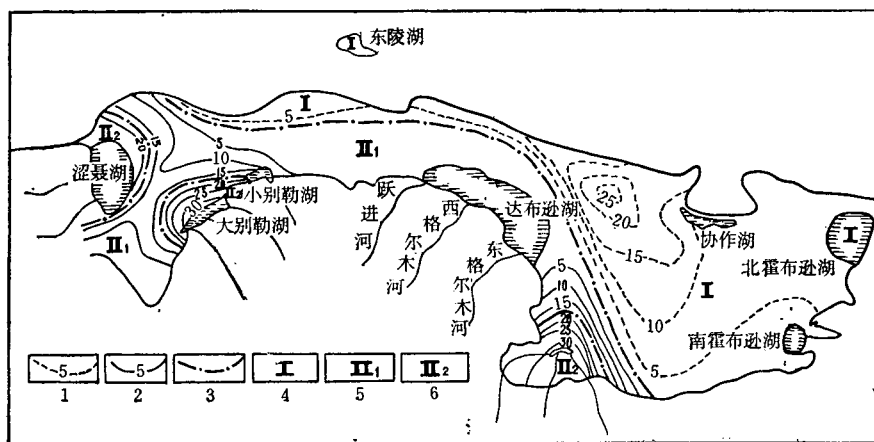


图2 察尔汗盐湖晶间卤水(S_1) Ca^{++} 、 SO_4^{2-} 含量等值线及水化学类型示意图

1—— Ca^{++} 含量等值线(克/升); 2—— SO_4^{2-} 含量等值线(克/升); 3——水化学类型界线;
4——氯化物型水; 5——低 SO_4^{2-} 的硫酸镁亚型水($\text{MgSO}_4/\text{MgCl}_2 < 0.1$); 6——硫酸镁亚型水($\text{MgSO}_4/\text{MgCl}_2 > 0.1$)

2. 盐层的矿物成分及沉积剖面

盐层的矿物成分比较简单,主要矿物是石盐、光卤石,次要矿物有钾石盐、软钾镁矾、杂卤石、石膏及少量芒硝、泻利盐和钾石膏。

盐层最厚可达70米左右,一般30—50米,最薄十多米。整个盐沉积自下而上可划分为四层(图3),各盐层之间为碎屑粘土沉积物所隔。钾矿层主要赋存在上部盐层(S_4)中,下部盐层局部亦含钾,但不具经济意义。

3. 钾盐沉积的环境——浅水沉积

现在的达布逊湖水深一般50—60厘米,最深96厘米,明显属于浅水沉积;盐层中含大量碎屑物、具薄层状构造、矿物成分变化大亦说明属浅水沉积的。

4. 钾矿层的产状类型

钾矿层按其产状可以分为两种类型:一种为层状矿,具有明显的层状构造,与石盐互

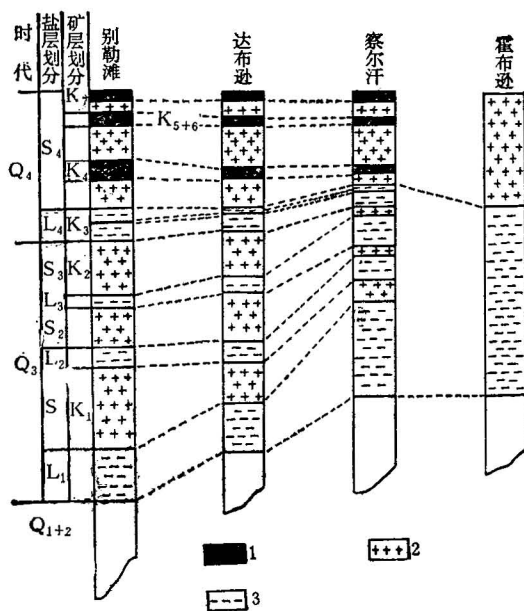


图3 各区段钾矿层及盐层对比示意图

1——钾盐层； 2——石盐层； 3——粘土粉砂(有时含石盐)

层产出;另一种是浸染状,钾矿物呈浸染状分散于石盐晶间裂隙中。

二、层状钾矿的形成机理

(一) 层状钾矿的分布特点

层状钾矿分布在现代达布逊湖东北岸,在下部盐层中则分布于别勒滩洼陷和达布逊

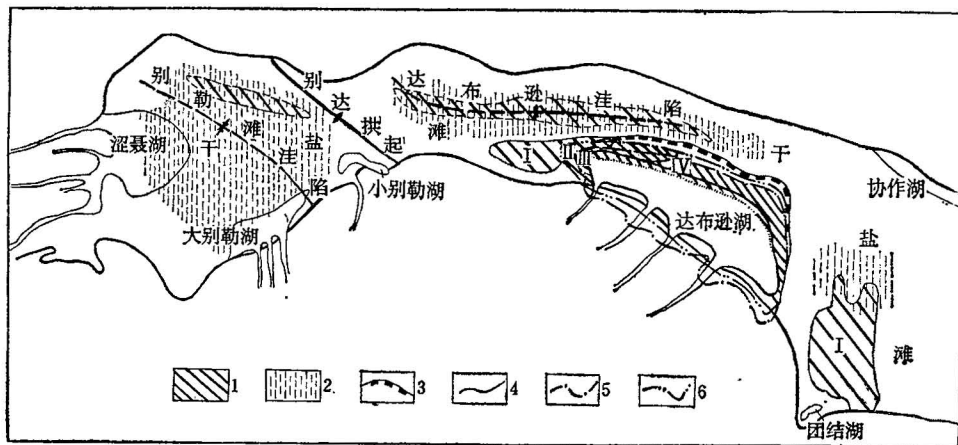


图 4 层状钾矿及浸染状钾矿分布示意图

1——层状光卤石钾矿(I、II、III、IV代表矿带编号); 2——浸染状光卤石钾矿; 3——湖岸阶地;
4——1965年湖水界线; 5——1958年湖水界线; 6——1956年湖水界线

洼陷的北缘(图4)。现以达布逊湖现代光卤石沉积为例描述如下:在达布逊湖北岸,层

层号	柱状图	矿物成份* %			浓缩曲线	时间 (年)	备注
		石盐	光卤石	石膏			
1	光 光 光	6	73	0.11		1966	平水年
2	光 光 光	48	43	1.79			
3	光 光 光	72	22	1.40			
4	光 光 光	22	74	0.54			
5	光 光 光	38	52	1.25		1965	干旱年
6	光 光 光	20	67	2.89			
7	光 光 光	47	44	3.08			
8	光 光 光	77	14	0.77			
9	光 光 光	54	43	1.45			
10	光 光 光	83	4	3.47			
11	光 光 光	60	36	1.20			
12	光 光 光	56	33	4.48		1964	中等丰水年
13	光 光 光	17	66	3.56			
14	光 光 光	34	45	4.48		1963	平水年
15	光 光 光	20	68	4.52			
16	光 光 光	15	69	5.87		1962	平水年
17	光 光 光	12	78	4.28			
18	光 光 光	50	41	4.86			
19	光 光 光	84	3	6.30			
20	光 光 光	87.4	5.1	5.87		1960	平水年

* 矿物含量系根据化学分析结果换算的假定盐,余为不溶物。

光 光 光 光卤石

光 光 光 石盐

图5 达布逊湖滨层状光卤石1960—1966年沉积剖面图
(据刘训健资料编)

状钾矿可以大致分出四个带。第一带位于湖岸阶地之上,包括团结湖北面的察尔汗富矿区在内,系沉积在湖岸石盐阶地形成之前。其余三个带均在湖岸石盐阶地以下,显然沉积于石盐阶地形成之后。

I 光卤石带:大部分已被破坏,现存两块,一块分布于察尔汗的团结湖北部,另一块在达布逊湖西北部,主要由含砂光卤石的石盐、含粉砂的光卤石石盐、石盐光卤石和含石盐的光卤石组成。沉积韵律十分明显。

II 光卤石带:分布于达布逊湖西北端。由图4可知,该带位于1956年湖水界线附近,推测应在1956—1957年沉积的。主要由含光卤石的石盐组成,光卤石含量5—10%,厚一至数厘米。

III 光卤石带:分布于达布逊湖北岸西段,在东段已被第IV带所覆盖。宽40—80米,最宽900米,厚1—4厘米,由含光卤石的石盐组成。分布于1958年湖水界线附近,推测为1958年所沉积。

IV 光卤石带:分布于达布逊湖东北岸,长32公里,宽一般1—2公里,最宽3.2公里。光卤石沉积厚4—45厘米,一般西薄东厚。其沉积剖面详见图5。

(二) 层状钾矿的形成机理

1. 层状钾矿形成的地质前提

在一个盐湖中能否有钾盐沉积主要取决于两个条件:一是要有饱和钾盐卤水的存在,二是要有充足的钾的补给。因为如果只有前者而无后者,必然只能形成一些薄而贫的钾矿层。察尔汗盐湖干盐滩中饱和钾盐卤水的存在,就是达布逊湖之所以有层状钾矿出现的决定性的条件。这种饱和钾盐的晶间卤水与达布逊湖水之间存在着一定的水力坡度

(见图 1)，使晶间卤水得以长期的缓慢地补给湖水，为湖水提供了源源不断的钾的来源，并能调节湖水浓度，使湖水具备了沉积光卤石并使之得以保存下来的条件。

1966 年 8 月至 1968 年 8 月，青海省地质局盐湖研究室曾对该湖进行了水盐均衡的观测，其结果见表 1。从表 1 明显看出：从水量来说，主要由格尔木河补给；从盐分来说，则主要由晶间卤水补给。

表 1 达布逊湖盐分聚集量计算表

补 给 源	1966 年 8 月 1 日至 1968 年 8 月 21 日 (平均)				1968 年 5 月 1 日至 1968 年 8 月 21 日 (丰水期)			
	水量%	K+%	Mg++%	总盐%	水量%	K+%	Mg++%	总盐%
格尔木河 (包括东、西河)	97.2	16.6	17.4	41	96.09	21.85	39.9	62.4
湖面降水	2.6	—	—	—	3.81	—	—	0.3
南岸地下水	—				—	0.03	0.09	0.16
晶间卤水	0.20	83.4	82.6	59	0.10	78.12	60.01	37.14

资料来源：原青海省地质局盐湖研究室。

2. 淡水补给的意义

淡水补给，一方面能提供少量的钾，另一方面是使湖水能够保持水体状态，使湖水能在强烈蒸发的气候条件下不致于干涸，使其沿岸湖水不致因光卤石的析出而“老化”(即变成高镁卤水)，从而保持光卤石不断析出的条件。

3. 晶间卤水与湖水的互补关系及其意义

表 2 湖水与晶间卤水化学组分动态变化

观测日期		矿化度 (克/升)		化学组分(克/升)				K ⁺ /Mg ⁺⁺		湖水与晶间卤 水的互补关系
				K ⁺		Mg ⁺⁺				
年	月	湖水	晶间卤水	湖水	晶间卤水	湖水	晶间卤水	湖水	晶间卤水	
1966	9	301.04	353.08	13.26	23.10	50.14	60.23	0.26	0.38	晶间卤水补给湖水
1966	10	338.46	358.34	13.50	26.88	59.51	58.17	0.23	0.46	晶间卤水补给湖水
1966	11	289.25	357.25	11.05	21.20	41.77	64.72	0.26	0.33	晶间卤水补给湖水
1966	12	280.40	348.70	9.75	19.68	37.50	—	0.26	—	晶间卤水补给湖水
1967	1	331.90	367.80	11.69	17.12	—	—	—	—	晶间卤水补给湖水
1967	2	306.39	352.23	11.60	15.60	41.15	68.05	0.28	0.23	晶间卤水补给湖水
1967	11	282.20	347.40	8.30	13.42	24.52	66.29	0.34	0.20	湖水补给晶间卤水
1967	12	276.30	—	7.93	—	26.11	—	0.30	—	湖水补给晶间卤水
1968	3	287.25	338.55	8.85	11.90	24.48	59.82	0.36	0.20	湖水补给晶间卤水
1968	5	280.00	—	7.55	—	22.08	—	0.34	—	湖水补给晶间卤水

资料来源：根据青海省地质局盐湖研究室资料编。

晶间卤水和湖水之间存在互补关系。即使在干旱年,在晶间卤水水位高于湖水的情况下,由于西风劲吹,使达布逊东岸湖水水位升高,也会造成暂时性的反补给。湖水和晶间卤水的这种动态变化,使湖水和晶间卤水发生了组分的交替。这种交替作用,由于选择性溶解作用,总的影响是有利于钾向湖水集中,它使分散在盐层中的光卤石通过溶解而带到湖岸,为湖岸沉积光卤石提供丰富的钾的来源。

由表 2 可以看出:在 1967 年 11 月以前,主要是晶间卤水补给湖水,因此湖水的 K/Mg 比值都在 0.26 左右,晶间卤水的 K/Mg 比值在 0.38 左右。到 1967 年 11 月以后,则湖水补给晶间卤水,湖水的 K/Mg 比明显增高,而晶间卤水则明显降低。

此外,风的作用也可以使湖水和湖滨地带的表面卤水发生联系,从而将湖滨的光卤石

表 3 达布逊湖北岸湖滨地带表面卤水与湖水在风力作用下所引起的化学组分的变化

取 样 位 置	湖滨地带表面卤水				湖 水	
	No. 1		No. 2		No. 3	
时间 组分 (重量%)	大风前	大风后	大风前	大风后	大风前	大风后
NaCl	2.01	1.52	1.50	2.03	9.18	7.02
KCl	1.90	0.96	0.56	1.63	2.34	3.79
MgCl ₂	28.24	30.31	31.41	27.77	16.37	24.04
比重	1.286	1.298	1.307	1.284	1.228	1.252

资料来源:据孙大鹏资料。

溶解带入湖水中。如表 3 所示:在大风以后,湖水和湖滨地带的表面卤水组分均发生了变化。对 No.1 点来说,由于 No.2 点的卤水与其发生兑卤作用,比重增大, MgCl₂ 增加, KCl 减少;对 No.2 点来说却是一个稀释和溶解的过程,比重减小, MgCl₂ 降低,而 KCl 增加;No.3 点的湖水,比重、KCl 均大幅度增加。可见,在风的作用下,可以把湖水吹到湖岸,溶解了湖滨地带的光卤石,当水浪退回时,就把溶解的钾带入湖水,从而提高了湖水的钾镁含量。

4. 气候变化对钾盐沉积的影响——韵律的形成

光卤石主要是在蒸发季节沉积的。在非主要蒸发季节或多雨季节,格尔木河水和周边淡水的大量汇入,湖水淡化,则只有石盐沉积。由于气候的交替变化,造成光卤石和石盐呈互层产出,形成了韵律层。

察尔汗地区属典型的大陆性气候,气候变化很大,不仅有多年性的周期变化,而且有季节性的变化。更为特殊的是日温差很大。在溶雪季节里,格尔木河的流量日变化是非常大的。每当下午两点以后,高山融雪水形成山洪灌入达布逊湖,而到夜间十二点以后,河流量则大大减少,水量日变化之大,可直接影响到光卤石的沉积。

察尔汗的盐类沉积,可以划分出五级至六级韵律:

1 级韵律:指自上更新统开始到现在的整个含盐系沉积。

II 级韵律: 指在含盐系中各个盐层沉积。本区共可分出四大盐层, 故划分为四个 II 级韵律。

III 级韵律: 指在盐层中出现的厚度在 4—6 米之间的石盐层和粘土石盐层之间的互层沉积。较纯的石盐层代表一个较干燥的气候期, 而含粘土石盐层或粘土石盐层则代表一个较潮湿的气候期, 反映了区域性的气候周期性变化。

IV 级韵律: 大致相当于年韵律(见图 5)。1960 年该处未见光卤石沉积, 光卤石沉积是 1961 年才开始有的。1961 年为干旱年, 沉积了一层厚约 10 厘米的白色中粗粒光卤石层; 1962 年为平水年, 沉积了一层厚 5 厘米的灰黄色中-粗粒光卤石, 较 1961 年不仅厚度减小, 而且光卤石含量也减少了; 1963 年仍为平水年, 沉积了厚 6 厘米的土黄色细-中粒光卤石, 矿物成分与 1962 年基本一致; 1964 年为中等丰水年, 沉积了厚度为 10 厘米的盐类沉积。该层中 V 级韵律十分明显, 可以划分出六层, 其中出现过两次明显的淡化, 沉积了以石盐为主的盐层。1965 年为干旱年, 又沉积了厚 7.5 厘米的以光卤石为主的沉积, 但在上部亦出现过三次小的淡化, 使光卤石层中夹有薄层石盐; 1966 年为平水年, 沉积了厚 5.3 厘米的石盐和光卤石; 1967 年为丰水年, 达布逊湖的光卤石沉积中断, 表层光卤石全部被溶解。

V 级韵律: 这种韵律是在一年内由于季节性气候变化形成的。以 1964 年为例, 该年出现了六层盐, 自下而上依次为土黄色细-中粒石盐光卤石、白色细-中粒光卤石、微黄色中粒光卤石石盐、白色中粒光卤石石盐、微黄色中细粒石盐、白色中细粒光卤石石盐。主要表现在石盐和光卤石相对含量的变化, 单层厚数毫米至数厘米。

VI 级韵律: 这是最小的一级韵律, 其厚度仅 1—3 毫米, 表现在石盐和光卤石呈互层产出。这种韵律代表数天内的气候变化沉积的。如在一次大风过后, 在湖滨低洼地带留下了一部分卤水, 经日晒而沉积了一层石盐和光卤石。再一次大风, 则又沉积了一层石盐和光卤石, 形成了这种韵律。

上述 V 级以上的韵律是普遍存在的, VI 级韵律不常见, 只在局部见到。此外, 值得注意的是: 由于本区日温差大, 特别是融雪季节, 白天山洪大量注入, 夜间又断流。这种特殊的气候条件很可能出现日韵律沉积。根据野外观察, 在夏季早晨, 湖底曾见到一薄层石盐, 但到下午又不复存在, 说明这种日韵律也确是存在的, 只不过不易保存下来罢了。

三、浸染状钾矿的形成机理

(一) 浸染状钾矿的分布特点

浸染状钾矿分布范围广泛, 几乎遍及于整个盐类沉积区(见图 4)。它赋存于整个 S_4 盐层中, 实际上可以说“盐层本身就是矿层”。按 KCl 含量大于 2% 来划分, 则可大致划出四个含钾矿层来, 但从岩性上则无法区分。浸染状钾矿从产状、厚度、矿物成分、结构构造、KCl 含量变化特点均与层状钾矿有显著不同。在产状上, 浸染状钾矿呈大的似层状或透镜状产出, 厚度在纵向上变化不大, 而横向变化则较大; 矿物成分比较复杂, 除石盐和光卤石外, 还见有软钾镁矾、杂卤石和钾石盐, 偶而出现钾石膏。所有钾矿物均呈浸染状散布于石盐晶间裂隙中, 并见有光卤石包裹石盐的现象。KCl 含量低, 矿层和非矿层之间

没有明显的界线。

(二) 浸染状钾矿的形成机理

1. 卤水的垂直分异作用及其意义

垂直分异作用在察尔汗盐湖晶间卤水中也是很明显的(图 6)。从图 6 可以看出, 卤水的比重、矿化度以及 Cl^- 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} 等离子是从上向下逐渐增高的, 而 Na^+ 则呈现相反的情况。 K^+ 的变化是先逐渐增加, 到一定程度则逐渐减少。根据天然蒸发浓缩过程中析出盐类矿物的不同, 按 Mg/Na 比值可自上而下划分为三个水化学段: 钾石盐水、高钾光卤石水和低钾光卤石水。

卤水的这种垂直分异作用, 在盐湖发展的全过程中都是起作用的, 特别是当卤水转入晶间以后, 由于外界影响减弱, 晶间卤水在长期的缓慢蒸发作用影响下这种分异作用可以得到充分的进行。它对形成浸染状钾矿有极为重要的意义。

(1) 使原来没有钾矿物的石盐层中出现钾矿物, 形成浸染状钾矿。

(2) 使盐层下部保持高浓度的卤水, 保证光卤石不致被溶解, 造成得以保存下来的有利条件。

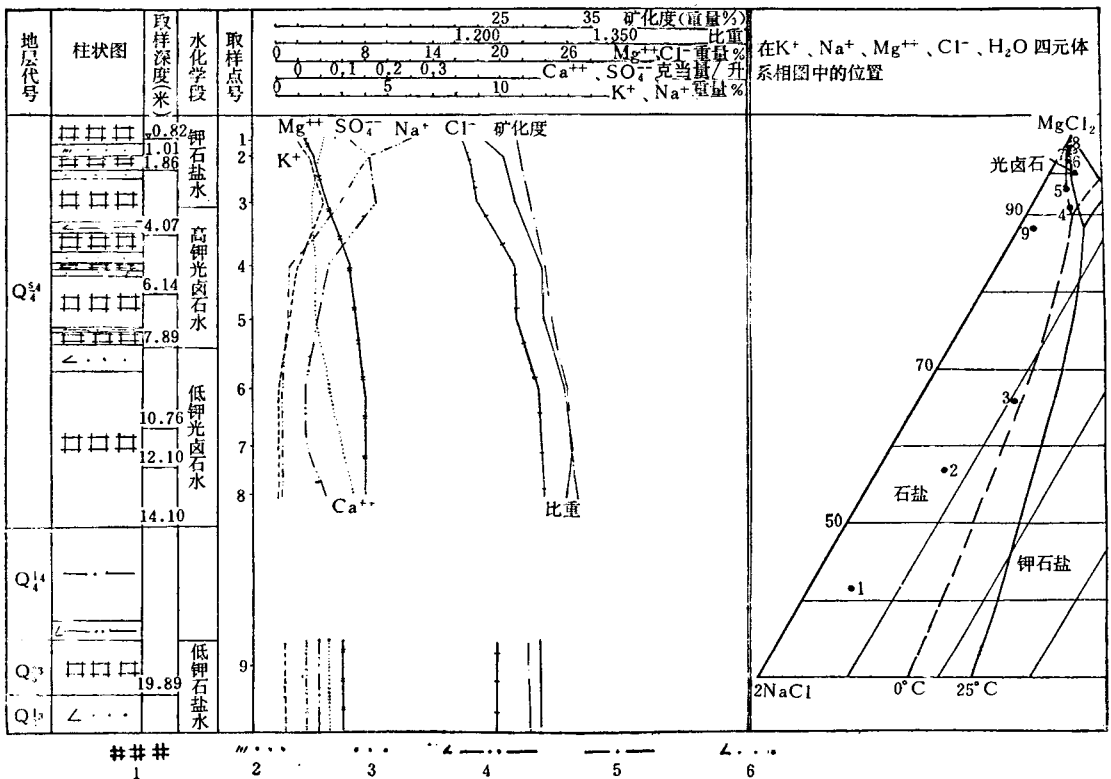


图 6 826 孔晶间卤水垂直变化图

1——石盐; 2——含淤泥粉砂; 3——粉砂; 4——含石膏的粉砂粘土; 5——含粉砂粘土; 6——含石膏的粉砂
(据青海省地质局盐湖研究室资料编制)

(3) 由于不同阶段的垂直分异作用,造成了浸染状钾矿的层状特征。

2. 浸染状钾矿形成的理想过程(图7)

浸染状钾矿的形成大致可分为三个阶段:

第 I 阶段: 盐类沉积阶段。这一阶段主要是石盐的堆积作用,直到盐类沉积的末期,盐湖的北岸开始出现干盐滩为止。这一阶段湖盆内有表面卤水存在,卤水基本上处于石盐析出阶段,虽然也有垂直分异作用,但总的来看,由于湖水经常处于浓缩和稀释交替变化的过程,因此分异不充分,上下差异也不很明显。

第 II 阶段: 干盐滩阶段。这是一个相当长的缓慢过程。干盐滩是从盐湖北侧逐渐向南扩大,湖水逐渐向南退缩而慢慢发展起来的。随着这种干盐滩的不断扩大,处于干盐滩下部盐层中的晶间卤水也逐渐进一步浓缩,其范围也随之扩大。当这些晶间卤水浓缩到出现饱和钾盐卤水的时候,在晶间就开始析出光卤石,这样就形成了浸染状钾矿。与此同时,垂直分异作用也在不断进行,造成浸染状钾矿在中部(即处于富钾光卤水的地段)相对比较富集的情况。

当干盐滩发展到晚期,湖水缩小到一定的范围(即补给水量大致等于蒸发量)的时候,就出现了干盐滩和湖泊并存的情况。由于干盐滩晶间卤水的水位高于湖水水位,晶间卤水补给湖水,使湖岸湖水含钾浓度大大增加,经蒸发而开始析出光卤石,沉积了层状钾矿层。因此,层状钾矿只能出现在浸染状钾矿开始析出之后,而不可能出现在其前。

第 III 阶段: 盐层被溶解的过程。由于气候的周期性变化,当出现潮湿气候的情况下,补给水量超过了蒸发量,盐层遭到溶解。这种溶解作用,遵循着一定的途径,即首先把盐层全部溶掉。当溶解到一定程度,由于石盐的量而首先达到饱和,这时则对盐层中的光卤石进行选溶,留下了石盐。溶解作用进一步进行,当达到一定的相点位置,则对光卤石进行分解,溶解了 $MgCl_2$, 保留下 KCl 而呈钾石盐残存了下来。我们在一些钻孔中所见到的钾石盐分布于光卤石之上部,很可能就是这样形成的。当溶解作用进行到一定程度,湖水又一次达到饱和,溶解作用即告停止。这时,只要气候再一次转为干燥,则又开始了下一沉积旋回的盐沉积。由于主要补给水来自南侧,盐层的溶解作用也是由南向北进行,这对北侧钾盐层的保存是非常有利的。

上述过程重复了三次,因此在 S_4 盐层中出现了四层钾矿层。第四次干盐滩出现以来,一直发展到察尔汗的现貌,晶间卤水进一步浓缩,促进垂直分异作用进一步发展,因此在整个干盐滩范围内广泛分布有浸染状光卤石钾矿。

3. 晶间卤水的动态变化及其对浸染状钾矿的影响

晶间卤水并不是静止的,而是处在一种极缓慢的运动状态,总是从高水位地段向低水位地段运动,即从察尔汗盐湖的东、北、西三个方向通过干盐滩汇入达布逊湖。在运动过

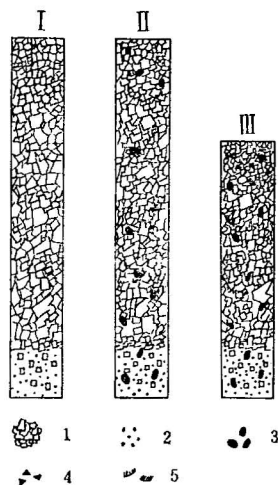


图7 浸染状钾矿形成过程示意图

1——石盐; 2——粉砂;
3——光卤石; 4——钾
石盐; 5——钾的硫酸盐

程中,对浸染状钾矿产生以下影响:

(1) 促使浓度较高的晶间卤水向低洼地段集中。从图 4 可以看出,浸染状钾矿主要分布在别勒滩洼陷和达布逊洼陷中,而其间的别达拱起则没有浸染状钾矿。

(2) 促使高镁浓卤水向洼陷中心集中。

(3) 当一种浓度较小的晶间卤水在运动过程中遇到光卤石,就会将其沿途的光卤石溶解,而使其本身更富含钾镁;如果这种卤水是钾石盐水,必将使光卤石发生分解,带走了 $MgCl_2$,留下了 KCl ,从而析出钾石盐。

(4) 当晶间卤水是富钾的光卤石水,那么当运动到适合于光卤石析出的地方,沉积了光卤石,使原来的浸染状光卤石进一步得到富集。

(5) 当晶间卤水是一种含 SO_4^{2-} 离子较高的卤水,在运动过程中就有可能与光卤石发生作用,而形成其它的硫酸盐钾矿物。当含有高钾镁的水与石膏反应,就可能生成杂卤石。

(三) 浸染状钾矿与层状钾矿的相互关系及转化条件

浸染状钾矿和层状钾矿是处在同一湖盆中的统一体,互为依存关系,而且在一定条件下可以互相转化。当内陆盐湖发展到干盐滩与卤水湖并存的阶段,卤水已部分地达到析出钾盐的浓度时,晶间卤水和表面卤水的补给关系,决定了层状钾矿或浸染状钾矿的形成。晶间卤水补给表面卤水为主时,有利于形成层状钾矿;反之则有利于形成浸染状钾矿。前者出现于气候持续干旱、卤水盆地持续凹陷的地方,而后者则出现于淡水量补给稍强、卤水盆地相对上隆的地方。比如达布逊湖的情况,目前看来是有利于层状钾矿的形成的。因为它处于全湖的汇水中心,有利于晶间卤水向这里汇集,在干燥气候条件下沉积了有一定厚度的光卤石层。反之,如果它不是汇水中心,或者这里逐渐隆起,晶间卤水就会向四周流失,不可能有光卤石沉积,甚至还会溶解光卤石,使其转入晶间。

四、掺杂作用及其对钾盐沉积的影响

(一) 掺杂作用的意义

掺杂作用系指盐湖中某种类型的水(主体),在另一种类型水(其量较小)的掺合与混杂作用影响下,引起水质类型及含盐成分的变化作用。察尔汗盐湖,根据水化学资料的研究,由于南北两侧补给水的水质类型不同,造成了沉积物和晶间卤水本身所固有的一些特点。

(二) 掺杂作用对盐类沉积的影响

察尔汗盐湖属于氯化物类型的盐湖,从沉积物来看,盐湖发展的起点也是氯化物型水。而现在的晶间卤水却出现了南侧为硫酸镁亚型水,北侧为氯化物型水这种不同水型共存的局面。这不是变质作用而是掺杂作用的结果。它是由于北、东方向来的主要是氯化物型水,而西南方向以及团结湖一带进来的水却属于硫酸盐型水,两者长期互相掺杂所造成。在初期,补给水主要来自北侧,南侧是次要的,因此氯化物型水控制了整个盐湖,

决定了盐湖的类型。然而,当盐层沉积以后,特别是干盐滩出现以后,由于北侧的补给水相对减少,南侧则相对增多,加之由于晶间卤水流动受到阻碍,这种硫酸盐型水的掺杂作用就表现得十分明显。掺杂作用的影响从南向北逐渐扩大,从上向下逐渐发展,因此造成晶间卤水在北侧为氯化物型水,南侧为硫酸镁亚型水;在南侧,上部为硫酸镁亚型水的地方,下部仍为氯化物型水的特殊现象。

由于水质类型的改变,在硫酸镁亚型水分布的地方也就相应的析出了一些硫酸盐矿物(如杂卤石、软钾镁矾、泻利盐、芒硝等)和矿物的倒置(如钾石盐置于光卤石之上)的现象。

察尔汗盐湖钾矿床的资料说明:内陆盐湖中如没有特殊的钾的来源,卤水中钾的含量一般较海水为低,同样可以形成具有工业价值的钾矿床,但必须具备有使钾富集的有利条件。因此,在寻找内陆盐湖钾矿时,必须研究盐湖发展过程中的各种有利的和不利的因素,达到正确认识客观规律的目的。

本文是在袁见齐教授、霍承禹副教授的指导下完成的,他们审阅了全稿,并提出了宝贵意见;此外,韩蔚田、蔡克勤、孙大鹏、刘训健、王文达等同志均给予不少帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 列别杰夫, B. И., 1963, 陆相盐湖卤素沉积物中钾盐缺失的原因。钾盐专辑, 第 1 辑, 中国工业出版社。
- [2] 袁见齐, 1959, 柴达木盆地中盐湖的类型。地质学报, 第 2 期。
- [3] 瓦良什科, M. Г., 1965, 钾盐矿床形成的地球化学规律。中国工业出版社。
- [4] 孙大鹏, 1978, 我国某盐湖现代钾盐沉积的形成。地球化学, 第 4 期。
- [5] 伊凡诺夫, A. A., 1963, 钾盐矿床的分布和类型。钾盐专辑, 第 1 辑, 中国工业出版社。
- [6] Jones, C. L., 1972, *Geology of Saline Deposits*. Unesco Paris.

THE SEDIMENTATION MECHANISM OF POTASH DEPOSITS IN THE QARHAN INLAND SALT LAKE

Yang Qian

(The First Geological Brigade, Geological Bureau of Qinghai)

Abstract

Potash salt sediments in inland salt lakes have long been a subject attracting the interest of scholars both at home and abroad. On the basis of the concrete geological conditions of the objects of their respective study, the conclusion has been drawn that potash salts are absent in halogen sediments of a continental salt lake.

The Qarhan Salt Lake potash deposit of China is the sole large-sized inland salt lake potash deposit with industrial value discovered so far in the world. It provides an example for finding potash deposits in continental salt lakes. Therefore the study of its depositional mechanism is not only of practical significance but also of major theoretical significance.

Two different types of potash deposits may be recognized in the Qarhan Salt Lake: stratified and disseminated. The former forms by precipitation from surficial brines. It shows a distinct stratified structure, with carnallite layers alternating with halite layers to form a distinct rhythmic unit. The latter settles out of interstitial brines. It exhibits a disseminated structure, with carnallite disseminated in the interstices of halite crystals, no well-defined boundaries being observed between industrial potash and barren layers.

Hybridization is of common occurrence in a salt basin. Under the influence of this process, complicated situations occur in a salt basin, such as the change in type of water quality, inversion of the sedimentary sequence of salts and mixing of potassium sulfates and sodium chlorides.

On account of frequent changes of climatic conditions, the rhythm in salt beds is not necessarily annual, and under certain conditions a seasonal rhythmic unit or that of lesser order may be present.

From the study of the Qarhan Inland Salt Lake potash deposit, one may come to the conclusion that potash deposits with industrial value may come into existence in an inland salt lake even in the case of the absence of a special source of potash supply.