

柴达木盆地盐湖类型和水化学特征

柳大纲 陈敬清 张长美

(中国科学院青海盐湖研究所, 西宁 810008)

摘要 本文详细地介绍了柴达木盆地的地理位置和周围环境, 以及该盆地内盐湖的分布和分类, 系统地阐述了主要盐湖卤水中硼、锂和钾的水化学特征及其关系。

关键词 柴达木盆地 盐湖 水化学特征

一、前言

柴达木盆地位于东经 $90^{\circ}00'$ ~ $98^{\circ}20'$, 北纬 $35^{\circ}55'$ ~ $39^{\circ}10'$ 之间, 居青海省的西北部。北面为祁连山, 南面为昆仑山, 西面为阿尔金山, 构成一个不规则菱形向心的汇水盆地。地势南北高, 中部及东南方向低, 察尔汉盐湖区为最低洼地区。盆地总面积为 12.1 万平方公里。海拔 4000~5000 米, 最低地区为 2680 米。在大盆地中还有小山间盆地, 为茶卡、大柴旦、尕斯库勒等山间盆地。

盆地中有青藏公路经格尔木通西藏; 茶茫公路经青新公路通新疆; 敦格公路通南北并由敦煌经柳园接兰新铁路。以后还要修青藏铁路经格尔木通西藏, 东头经西宁接兰青铁路。此外还有航线从西宁经格尔木到拉萨。交通方便, 但人口不多, 为人烟稀少地区。

柴达木盆地素有聚宝盆之称。除丰富的无机盐资源外, 尚有冷湖、尕斯库勒石油资源, 塞北、马海天然气资源, 锡铁山铅锌矿, 茫崖石棉矿, 冷湖云母矿, 木里及大柴旦周围的煤矿, 都兰的铁矿, 绿梁山的铬矿, 达肯大板山的石灰岩, 大风山的天青石等。

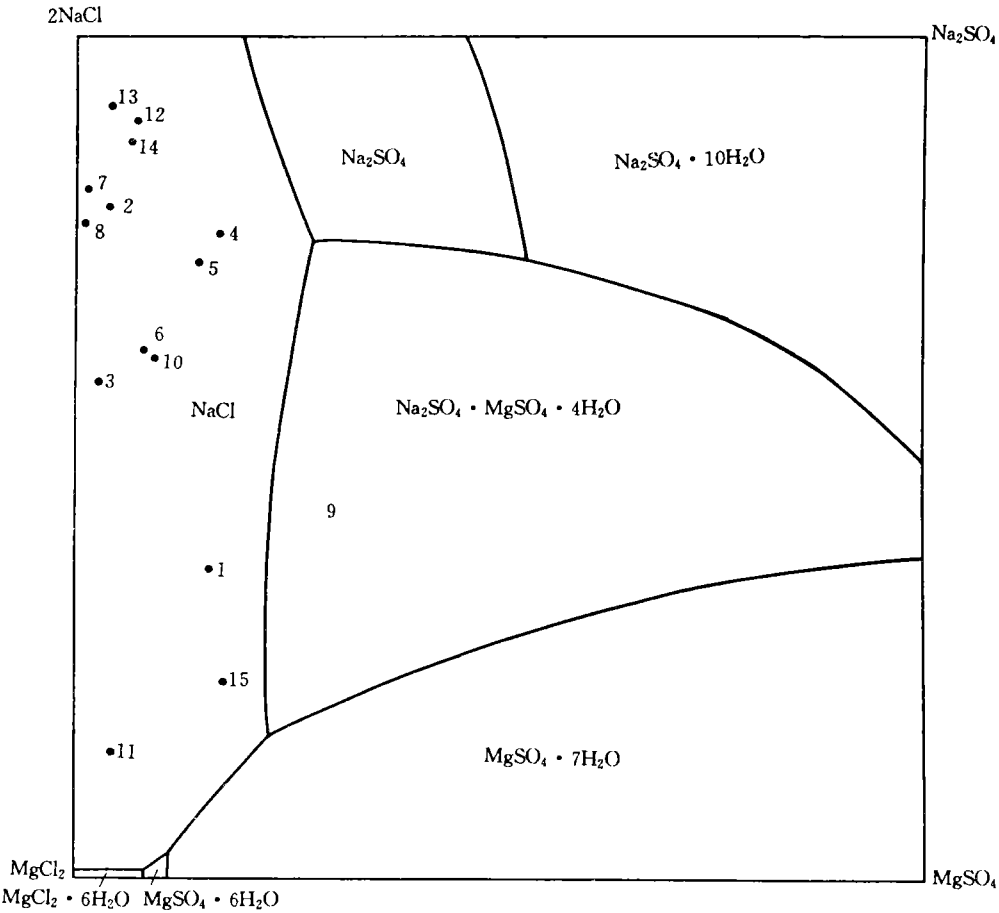
二、柴达木盆地的盐湖类型

盐湖分类有二种方法。一种是自然分类; 另一种依据工业开采价值进行分类。前者又分别按卤水浓度 ($<0.1\%$ 为淡水湖, $0.1\sim3.5\%$ 为咸水湖, $>3.5\%$ 为盐湖), 存在状态 (水湖, 干湖和砂下湖) 和变质系数 ($\frac{\text{MgSO}_4}{\text{MgCl}_2} \geq 0$, 中大于零为硫酸盐类型, 等于零为氯化物类型, 另 $\frac{\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-}{\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}} > 0$ 为碳酸盐类型)。后者工业分类是根据提取的技术水平和生产成本来考虑的, 多是以卤水蒸发过程中不同结晶阶段各元素之间的关系值作依据。例如 И. Н 列别施柯夫提出 $\frac{\text{KCl}}{\text{NaCl}}$ (重量%) > 0.1 就被认为有开发钾盐的价值, 因此凡是卤水中 $\frac{\text{KCl}}{\text{NaCl}} > 0.1$ 就可称为钾湖。但是运用一些系数寻找盐湖中稀有元素硼锂的研究未见报导。我们对有关盐湖卤水和海水各个浓缩阶段中 B_2O_3 与钾、镁和总盐量间的比值做了统计对比, 最后采用已有硼酸盐沉积的英吉尔湖石盐析出阶段的数据^[1]为标准 (此比值系海水蒸发浓缩处于光卤石析出后和共结点到达前的比例)。加上三氧化二硼的绝对含量, 由于锂硼在海水及一般盐湖卤水蒸发到共

结点前均不呈固相析出,以海水蒸发浓缩到光卤石析出阶段 $\frac{\text{Li} \times 10^3}{\text{Mg}}$ 及 $\frac{\text{Li} \times 10^3}{\text{总盐量}}$ 比值的十倍数为标准,加上锂的绝对含量,即 $\frac{\text{B}_2\text{O}_3}{\text{K}} > 0.07$ 、 $\frac{\text{B}_2\text{O}_3}{\text{Mg}} > 1.06$ 、 $\frac{\text{B}_2\text{O}_3}{\text{总盐量}} > 2.20$ 和 B_2O_3 绝对含量大于0.1%。 $\frac{\text{Li} \times 10^3}{\text{Mg}} > 1.000$, $\frac{\text{Li} \times 10^3}{\text{总盐量}} > 0.200$ 且锂的绝对含量大于50毫克/升。超过这些比值和绝对含量时我们认为有提取硼或锂的价值,分别定为硼湖和锂湖。

依据上述自然分类和工业分类标准对五十年代末和六十年代初柴达木盆地主要盐湖卤水化学组成,浓度及存在状态进行分类,其结果见表1,这些主要盐湖卤水组成所属体系及相组成点见图1、图2及图3。

从表1来看,没有一个地方卤水的化学组成是碳酸盐类型,但在盆地的东南诺木洪地区和中北部马海地区见到天然碱,天然碱含量达40~60%,其产状系与芒硝共生为窝状结晶,由此说明还是有碱湖存在过。



1、茶卡 2、柯柯 3、达布逊 4、小柴旦 5、大柴旦 6、德宗马海 7、巴龙马海 8、昆特依 9、冷湖
10、一里坪 11、涩聂湖 12、东台吉乃尔 13、西台吉乃尔 14、茫崖 15、尕斯库勒

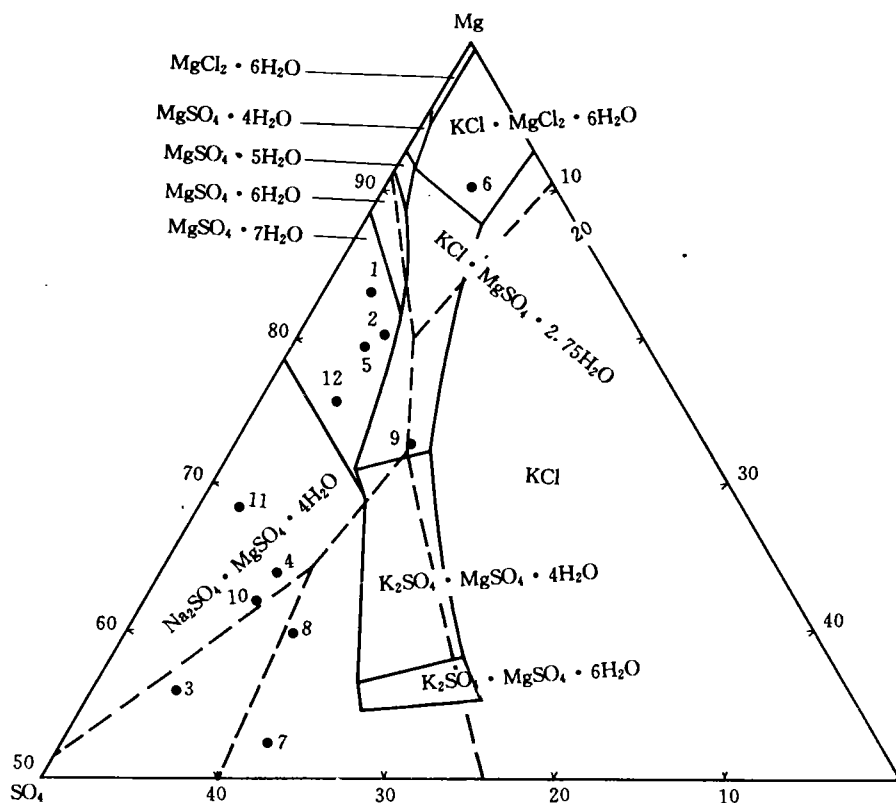
图1 Na,Mg//SO₄,Cl-H₂O 四元交互体系相点图

表 1 柴达木盆地主要盐湖卤

盐湖名称	状 态	面 积 km ²	卤水 一般 比重	分析 样品 比重	采样 日期	pH	化 学 分 析 结 果 (重量%)								
							CaCO ₃	CaSO ₄	MgSO ₄	MgCl ₂	KCl	NaCl	Na ₂ B ₄ O ₇	NaBr	LiCl
茶 卡 湖	干湖	104	1.23~ 1.25	1.240	1956.10		0.067	0.28	4.60	11.30	1.07	10.34	0.0188	0.0056	0.025
柯 柯 湖	干湖	约 90	1.23~ 1.25	1.240	1956.8		0.019	0.042	1.02	3.60	0.42	21.20			
霍 布 逊 湖	水湖	172	1.20~ 1.28	1.270	1958.10	7.7	0.034	0.18		27.45	1.72	1.40			
察 尔 汉 湖	干湖	1650	1.20	1.282	1957.10	7.7				24.10	1.95	2.78	0.0318	0.0047	0.035
达 布 逊 湖	水湖	365	1.20	1.207	1959.10		0.019	0.052	0.39	8.62	0.86	15.60	0.0275	0.0015	0.019
小 柴 旦 湖	部分干湖 部分水湖	29	1.20~ 1.24	1.235	1959.10	7.8			4.90	1.61	0.71	20.92	0.52		0.055
大 柴 旦 湖	部分干湖 部分水湖	140	1.20	1.227	1959.10				4.11	3.81	1.13	18.70	0.318	0.011	0.11
德尊马海湖	部分干湖 部分水湖	17	1.20	1.183	1958.8	7.6	0.04	0.11	1.83	5.74	0.59	14.24	0.074	0.0042	
巴龙马海湖	水湖	4.5	1.20	1.192	1959.8		0.079	0.36		3.68	0.44	20.56	0.036	0.0047	0.0038
涩 聂 湖	水湖	80	1.20		1960.10	7.8	0.045		1.43	20.35	1.87	4.43	0.056	0.0021	0.24
东 台 尔 吉 湖	部分干湖 部分水湖	750	1.22~ 1.30	1.185	1959.8				1.77	0.51	0.63	21.90	0.071	0.0026	0.12
西 台 尔 吉 湖	部分干湖 部分水湖	94	1.20~ 1.27	1.207	1959.8				1.09	0.79	0.42	23.85	0.048	0.0024	0.051
一 里 坪 湖	干湖	265	1.20~ 1.22	1.226	1959.8	7.9			2.56	6.35	1.87	16.45	0.129	0.0062	0.31
冷 湖	水湖		1.24	1.248	1959.8	7.8			8.85	6.65	2.21	12.96	0.005	0.0024	0.0085
昆 特 衣 湖	部分干湖 部分水湖	100	1.20	1.207	1959.8	7.4		0.35	0.011	4.65	0.84	20.22	0.012	0.0034	0.0072
茫 崖 湖	部分干湖 部分水湖	135	1.10	1.102	1959.8	7.6		0.34	0.61	0.96	0.073	11.98	0.009	0.0003	0.0030
南翼山向斜	干湖		1.22	1.214	1957.10		0.045	0.34	0.006	4.51	1.56	19.88	0.361	0.0063	0.0041
尕斯库勒湖	部分干湖 部分水湖	117	1.15~ 1.38	1.249	1959.8	7.9			5.26	14.04	1.49	6.46	0.088	0.0083	0.012

水化学组成、浓度及存在状态

卤 水 所属体系	特 征 系 数				工业 分类	体 系 投 影 指 数						湖中存在固相
	$\frac{\text{MgSO}_4}{\text{MgCl}_2}$	$\frac{\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10^3}{\Sigma \text{盐}}$	$\frac{\text{Li} \cdot 10^3}{\Sigma \text{盐}}$	$\frac{\text{KCl}}{\text{NaCl}}$		2NaCl	2KCl	MgCl ₂	K ₂	Mg	SO ₄	
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	0.407	0.469	0.144	0.103	K				2.62	83.2	14.35	NaCl, MgSO ₄ · 7H ₂ O, CaSO ₄ · 2H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · MgSO ₄ · 4H ₂ O
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	0.283			0.0198	一般				4.90	80.25	14.88	NaCl, MgSO ₄ · 7H ₂ O, CaSO ₄ · 2H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · MgSO ₄ · 4H ₂ O
Na, K, Mg//Cl, -H ₂ O	0			1.229	K	3.93	3.68	92.3				NaCl, KCl · MgCl ₂ · 6H ₂ O
Na, K, Mg//Cl, -H ₂ O	0	0.725	0.125	0.701	K	9.40	4.45	86.1				NaCl, KCl, KCl · MgCl ₂ · 6H ₂ O, CaSO ₄ · 2H ₂ O, MgCl ₂ · 6H ₂ O
Na, K, Mg//Cl, -H ₂ O	0.045	0.741	0.086	0.0551	一般	57.25	2.47	40.28				NaCl
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	3.04	12.52	0.316	0.0339	硼锂				4.60	56.00	39.55	NaCl, Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O, CaSO ₄ · 2H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · MgSO ₄ · 4H ₂ O 柱硼酸石, 钠硼解石, 水方硼石, 硬硼钙石等
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	1.079	7.78	0.627	0.0604	硼锂				6.52	64.0	29.52	NaCl, Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O, CaSO ₄ · 2H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · MgSO ₄ · 4H ₂ O 柱硼酸石, 钠硼解石, 水方硼石, 硬硼钙石等
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	0.319	2.22	0	0.0414	硼				4.17	79.08	16.75	NaCl, Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O, CaSO ₄ · 2H ₂ O, KCl · MgCl ₂ · 6H ₂ O, 钠硼解石
Na, K, Mg//Cl, -H ₂ O	0	0.975	0.024	0.0214		81.0	1.34	17.70				NaCl
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	0.070	1.38	1.42	0.422	钾锂				5.02	90.23	4.75	NaCl
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	3.417	1.956	0.719	0.0288	硼锂				11.88	52.3	35.85	NaCl, KCl · MgCl ₂ · 6H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	1.380	1.253	0.315	0.0176	硼锂				9.52	59.9	30.6	NaCl, KCl · MgCl ₂ · 6H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	0.403	3.193	1.830	0.114	硼锂				10.16	72.6	17.28	NaCl, KCl
Na, K, Mg//Cl, SO ₄ -H ₂ O	1.331	0.117	0.050	0.171	K				6.36	62.0	31.50	
Na, K, Mg//Cl, -H ₂ O	0.002	0.321	0.046	0.0415	一般	74.1	2.68	23.3				NaCl, CaSO ₄ · 2H ₂ O, CaCO ₃
Na, K, Mg// SO ₄ , Cl-H ₂ O	0.635	0.434	0.019	0.0061	一般				2.14	68.5	29.5	NaCl, CaSO ₄ · 2H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O
Na, K, Mg//Cl, -H ₂ O	0	9.645	0.030	0.0785	硼	74.63	4.59	20.78				
Na, K, Mg// SO ₄ , Cl-H ₂ O	0.375	2.221	0.069	0.231	K				4.40	75.6	20.2	NaCl, CaSO ₄ · 2H ₂ O, Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O, MgSO ₄ · 7H ₂ O, KCl · MgCl ₂ · 6H ₂ O, MgSO ₄ · H ₂ O



1、茶卡 2、柯柯 3、小柴旦 4、大柴旦 5、德宗马海 6、涩聂 7、东台吉乃尔
8、西台吉乃尔 9、一里坪 10、冷湖 11、茫崖 12、尕斯库勒

图2 Na, K, Mg//SO₄, Cl-H₂O 五元体系相点图

此外按存在状态中分类是以产地已干涸无任何晶间卤水存在为沙下湖标志,这里也不能以盐湖卤水组成来说明。但是在盆地西部存在许多结晶盐即可说明有沙下湖,而且分布区域很大,但单个面积不大。

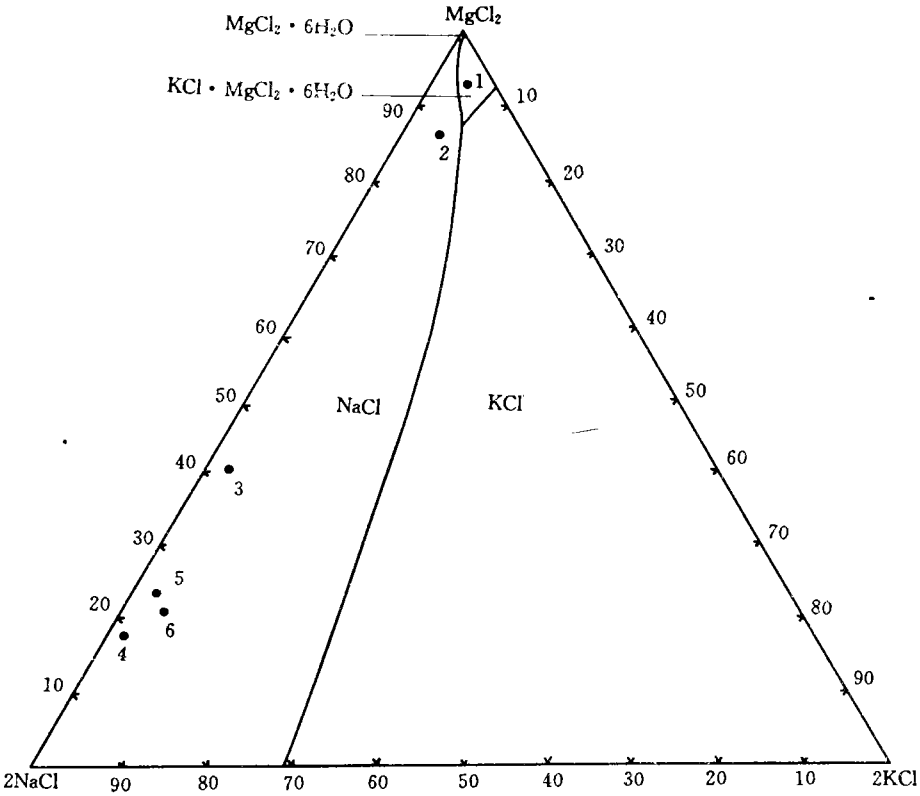
再者淡水湖和咸水湖也不能在表1中说明,可是淡水湖如可鲁克湖,面积很大而且能饲养淡水鲤鱼。水中总盐量不超过0.1%。至于咸水湖主要有与可鲁克湖相连的托素湖与盆地北部边缘的大、小苏干湖。

在硫酸盐类型盐湖 $\frac{\text{MgSO}_4}{\text{MgCl}_2}$ 比值虽然大于零,但小于0.1,与海水该系数比值0.66相差很大,且应用的体系更接近于氯化物类型,这些盐湖如达布逊湖,涩聂湖,局部察尔汉和别勒滩干滩晶间卤水。面积和储量都很大,是钾盐开采的重要资源,我们把它列为硫酸盐同氯化物转化的过渡类型。

通过上述说明后,柴达木盆地主要盐湖类型见表2。

从表2看出柴达木盆地盐沉积在自然分类上还是齐全的。不但整个盆地如此,就是一个盐湖也往往有复杂类型存在。例如察尔汉盐湖,主要是氯化物类型,但也有硫酸盐类型和硫酸盐

向氯化物转化的过渡类型^[2]。再如尕斯库勒湖在一条剖面上不同地区存在着不同沉积阶段,由石盐不饱和到石盐饱和,泻利盐、光卤石等阶段。从工业分类上硼湖是以大、小柴旦湖为中心,钾湖是以察尔汗湖为中心,而锂湖则以一里平和东、西台吉乃尔湖为中心。



1、霍布逊 2、察尔汗 3、达布逊 4、巴龙马海 5、昆特衣 6、南翼山向斜
图3 柴达木盆地主要盐湖卤水,Na,K,Mg//Cl,-H₂O 四元体系相点图

柴达木盆地盐湖的分布与盆地本身走向一致即北西西——南东东。分布在盆地边缘盐湖在大地构造上为第三纪褶皱区,为难溶盐、中溶盐和易溶盐前期析出的盐类,硫酸盐和石盐类盐湖,为尕斯库勒、茫崖等。但硼酸盐类盐湖亦占重要地位,主要是祁连山南坡的盐湖,如大、小柴旦湖和马海湖,中部最低洼地区多为易溶盐后期析出的盐类,主要为钾盐和镁盐,盐湖类型以氯化物类型为主,如察尔汗湖、霍布逊湖等,在大地构造上属于强烈拗陷带。地理位置介于上述二者之间,海拔略高的东、西台吉乃尔湖和一里平湖为锂盐集中区,以硫酸盐类型为主。海拔略低的涩聂湖、达布逊湖是钾镁盐富集地带,盐湖类型以硫酸盐向氯化物转化的过渡类型。这一地区的地层构造没有明显的分区单元。这些结果与袁见齐^[3]以大地构造分区结果(见图4)相吻合。

表 2 柴达木盆地主要盐湖的盐湖类型

分 类 方 法		主 要 特 征	湖 的 名 称
依湖水 浓度区分	淡水湖	水中 $\geq$ 盐 $<0.1\%$	可鲁克湖
	咸水湖	水中 $\geq 0.1\sim 3.5\%$	苏干湖,托素湖
	盐湖	水中 $\geq$ 盐 $>3.5\%$	茶卡、柯柯、霍布逊、察尔汗、达布逊、大别勒、小别勒、涩聂、东台吉乃尔、西台吉乃尔、大柴旦、小柴旦、德宗马海、巴龙马海、冷湖、昆特衣、茫崖、尕斯库勒等。
依状态 上区分	水湖	终年积水	达布逊、霍布逊、茫崖、大别勒、小别勒
	干湖	表面已干涸(包括部分地区终年有水)	察尔汗、茶卡、柯柯、大柴旦、小柴旦、德宗马海、巴龙马海、东台吉乃尔、西台吉乃尔、一时坪、尕斯库勒等。
	沙下湖	无晶间卤水	西部茫崖地区的广大盐滩,昆特衣湖南面盐滩。
依化学 组成分类	碳酸盐湖	已有固体天然沉积	诺木洪地区、马海地区
	氯化物湖	$MgSO_4/MgCl=0$	霍布逊、察尔汗、巴龙马海、昆特衣
	硫酸盐湖	$MgSO_4/MgCl>0.1$	茶卡、柯柯、大柴旦、小柴旦、一里坪、东台吉乃尔、西台吉乃尔、尕斯库勒、茫崖、冷湖等
	硫酸盐向氯化物过渡型	$0.1>MgSO_4/MgCl>0$	达布逊、涩聂、别勒滩
工业应用 分 类	一般盐湖	有固体盐类沉积	上述全部盐湖
	钾湖	$KCl/NaCl>0.1$	察尔汗、霍布逊、涩聂、别勒滩、一里坪、尕斯库勒、冷湖、茶卡
	硼湖	$B_2O_3 \cdot 10^3/\Sigma_{盐}>220, B_2O_3/k>0.07, B_2O_3/Mg>0.06, B_2O_3 \text{ 含量}>0.1\%$	大柴旦、小柴旦
	锂湖	$Li \cdot 10^3/\Sigma_{盐}>0.20, Li \cdot 10^3/Mg>1.00, Li \text{ 含量}>50mg/L$	大柴旦、小柴旦、涩聂、东台吉乃尔、西台吉乃尔、一里坪

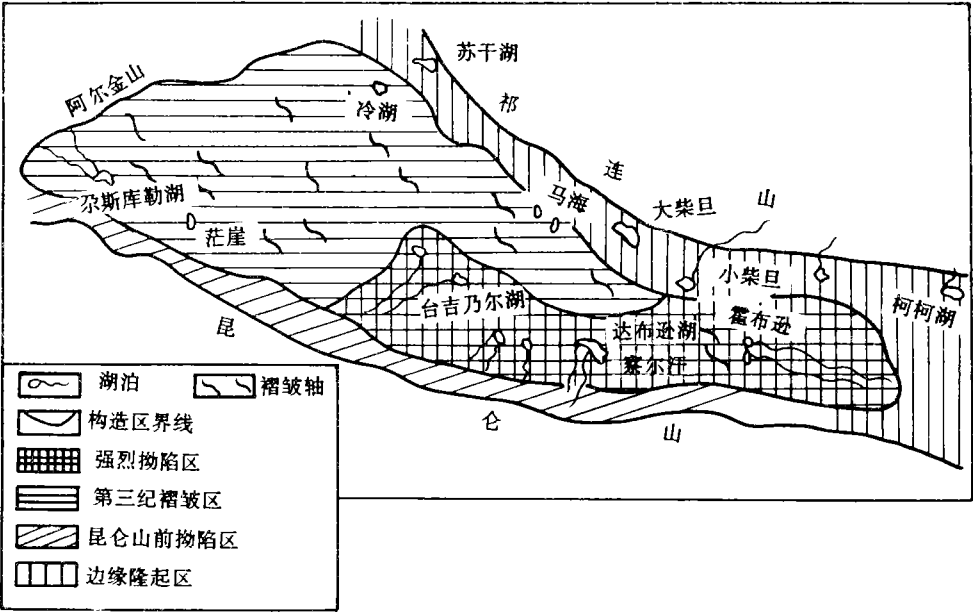


图 4 柴达木盆地大地构造轮廓及盐湖分布图

三、柴达木盆地盐湖水平化学特征

水化学特征系数是寻找易溶盐矿床重要方法之一。本文主要对柴达木盆地盐湖卤水的钾、硼、锂三个水化学特征进行探讨。

1、钾的水化学特征:钾盐由于含钾岩石风化较难,而且在搬运过程中又容易被粘土吸附和植物吸收,所以寻找钾盐矿床比较困难,但利用水化学特征系数的变化是比较成功的方法。

柴达木盆地主要盐湖卤水钾的水化学特征系数见表 3。从表 3 可以看出察尔汗、一里坪、涩聂、冷湖、尕斯库勒等盐湖都有较高的钾水化学特征系数值。特别是察尔汗、涩聂、冷湖等不但钾的水化学特征系数高,而且还发现有光卤石固相沉积。当然在寻找钾的固体矿床时还得考虑补给水的变化规律。若是补给水也有高的水化学特征数,就能获得较肯定的结果。因为有的地区因局部浓缩现象严重,单一的卤水数据容易造成假象。

表 3 柴达木盆地主要盐湖的水化学特征

盐湖名称	采样日期	比重	$MgSO_4/MgCl_2$	KCl/NaCl	$K \cdot 10^3/\Sigma盐$	$K \cdot 10^3/Cl$	$K \cdot 10^3/Na$	$K \cdot 10^3/Mg$
霍布逊湖	1958.9	1.270	0	1.229	29.52	41.25	1636.4	130.81
达布逊湖	1958.8	1.207	0.045	0.055	17.54	27.54	73.41	197.37
小柴旦湖	1959.8	1.235	3.04	0.0339	12.87	25.93	43.84	264.29
大柴旦湖	1959.8	1.227	1.079	0.0604	20.87	39.81	78.25	327.78
德宗马海湖	1969.8	1.183	0.319	0.0414	13.50	23.52	53.54	169.40
巴龙马海湖	1959.8	1.192	0	0.0214	8.97	14.68	28.26	244.68
涩聂湖	1960.8	1.262	0.07	0.422	34.69	52.35	547.49	178.83
东台吉乃尔湖	1959.8	1.185	3.471	0.0288	13.17	23.54	381.06	660
西台吉乃尔湖	1959.8	1.207	1.380	0.0176	8.35	14.36	23.38	511.63
冷湖	1959.8	1.248	1.331	0.171	37.65	83.63	226.56	330.48
昆特依湖	1959.8	1.207	0.002	0.0415	16.83	27.26	55.28	369.75
茫崖湖	1959.8	1.102	0.635	0.0061	2.63	4.60	7.84	100
尕斯库勒湖	1959.8	1.253	0.375	0.231	28.40	51.83	295	167.38
茶卡湖	1956.10	1.240	0.407	0.103	20.21	36.75	134.29	146.98
柯柯湖	1956.9	1.240	0.283	0.0198	8.38	14.02	26.38	196.43
察尔汗湖	1957.10	1.282	0	0.701	33.62	47.64	803.15	166.12
德宗马海湖	1958.8	1.183	0.319	0.0414	13.50	23.52	53.54	169.40
一里坪湖	1959.8	1.226	0.403	0.114	35.16	61.91	148.04	411.61
南翼山向斜	1957.10	1.214	0	0.0785	4.63	7.43	15.33	104.35

2、硼的水化学特征:研究卤水中硼的水化学特征目前还很少。因为硼在地壳表面,属于稀散元素之一。但在柴达木盆地盐湖中,硼却比较富集,且储量较大。柴达木盆地主要盐湖卤水硼的水化学特征系数见表 4。从表 4 中可以看出由盆地的中部走向北部边缘,由盆地东部或东南部走向西部或西北部,其硼的特征系数逐渐增高。其中以祁连山南坡的大、小柴旦湖具有更

高的硼的水化学特征系数值,且在盐湖中已有大量的硼酸盐矿物沉积。此外南翼山向斜也有很高的硼水化学特征系数,值得深入探讨。

表 4 柴达木盆地主要盐湖硼的水化学特征

盐湖名称	采样日期	比重	MgSO ₄ /MgCl ₂	B ₂ O ₃ ·10 ³ /Σ盐	B ₂ O ₃ /Mg	B ₂ O ₃ ·10 ³ /K	B ₂ O ₃ ·10 ³ /SO ₄	B ₂ O ₃ ·10 ³ /Cl
霍布逊湖	1958.8	1.270	0					
达布逊湖	1958.8	1.207	0.045	0.741	8.33	29.23	54.28	1.163
小柴旦湖	1959.8	1.235	3.04	12.52	257.14	973.0	92.07	25.23
大柴旦湖	1959.8	1.227	1.079	7.782	122.22	372.9	67.28	14.84
德宗马海湖	1959.8	1.183	0.319	2.221	27.86	164.52	33.33	3.87
巴龙马海湖	1959.8	1.192	0	0.975	26.59	101.7	96.15	1.60
涩聂湖	1960.8	1.262	0.070	1.381	7.117	39.80	34.21	2.08
东台吉乃尔湖	1959.8	1.185	3.471	1.956	98.0	148.48	34.75	3.50
西台吉乃尔湖	1959.8	1.207	1.380	1.253	76.74	150.0	37.93	2.15
冷湖	1959.8	1.248	1.331	0.117	1.03	2.56	0.51	0.26
昆特衣湖	1959.8	1.207	0.042	0.321	0.117	19.09	32.31	0.52
茫崖湖	1959.8	1.102	0.635	0.434	16.49	164.9	83.56	0.76
尕斯库勒湖	1959.8	1.253	0.375	2.221	13.09	78.21	14.56	4.05
茶卡湖	1956.10	1.240	0.407	0.469	3.37	23.2	3.43	0.853
柯柯湖	1956.9	1.240	0.283					
察尔汗湖	1957.10	1.282	0	0.725	3.58	21.57	∞	1.028
德宗马海湖	1958.8	1.183	0.319	2.221	27.86	164.52	33.33	3.87
一里坪湖	1959.8	1.226	0.403	3.193	41.01	90.82	43.63	5.62
南翼山向斜	1957.10	1.214	0	9.645	217.39	2083.3	1000	15.47

3. 锂的水化学特征:基于柴达木盆地盐湖卤水富含锂的组分,故对锂的水化学特征作些探讨;又鉴于盆地含锂卤水多与镁盐共存,提取锂盐产品相对困难一些,因而特征系数选择 $\frac{Li}{Mg}$ 及 $\frac{Li}{总盐量}$ 进行了解。柴达木盆地盐湖卤水锂的水化学特征系数见表 5。从表 5 中可以看出卤水中锂主要集中于涩聂湖、东、西台吉乃尔湖和一里坪湖的三角地带,不但特征系数高,而且品位也高。此外,大、小柴旦湖卤水中锂的特征系数值也较高。

4. 硼、钾、锂水化学特征的关系:根据上述硼、钾、锂水化学特征系数选择 $\frac{K \times 10^3}{总含量}$ 、 $\frac{B_2O_3 \times 10^3}{总盐量}$ 和 $\frac{Li \times 10^3}{总盐量}$ 的特征系数见表 6。从表 6 中可以看出这三个系数基本上还是呈相应关系,说明了这三个元素有其伴生关系。当然其中也有个性,即大、小柴旦湖硼的系数更高,一里坪、涩聂和东、西台吉乃尔湖锂的系数更高;而察尔汗湖地区钾的系数更高,这与局部特殊物资来源有关。

表 5 柴达木盆地主要盐湖锂的水化学特征

盐湖名称	开采日期	比 重	MgSO ₄ /MgCl ₂	Li · 10 ³ /盐	Li · 10 ³ /Mg
霍 布 逊 湖	1958.9	1.270	0		
达 布 逊 湖	1958.8	1.207	0.045	0.086	0.965
小 柴 旦 湖	1959.8	1.235	3.04	0.316	6.50
大 柴 旦 湖	1959.8	1.227	1.079	0.637	10.0
德 宗 马 海 湖	1959.8	1.183	0.319	0	0
巴 龙 马 海 湖	1959.8	1.192	0	0.024	0.649
涩 聂 湖	1960.8	1.262	0.070	1.420	7.30
东台吉乃尔湖	1959.8	1.185	3.471	0.719	36.00
西台吉乃尔湖	1959.8	1.207	1.380	0.315	19.30
冷 湖	1959.8	1.248	1.331	0.050	0.427
昆 特 衣 湖	1959.8	1.207	0.042	0.046	1.000
茫 崖 湖	1959.8	1.102	0.635	0.019	1.297
尕 斯 库 勒 湖	1959.8	1.253	0.375	0.069	0.408
茶 卡 湖	1956.10	1.240	0.407	0.144	1.050
柯 柯 湖	1956.9	1.240	0.283		
察 尔 汗 湖	1957.10	1.282	0	0.125	0.619
德 宗 马 海 湖	1958.8	1.183	0.319		
一 里 坪 湖	1959.8	1.226	0.403	0.315	19.30
南翼山向斜	1957.10	1.214	0	0.030	0.670

表 6 柴达木盆地主要盐湖钾、硼、锂水化学特征关系

盐湖名称	K × 10 ³ /盐	B ₂ O ₃ × 10 ³ /盐	Li × 10 ³ /盐
茶 卡 湖	20.21	0.469	0.144
柯 柯 湖	8.38		
霍 布 逊 湖	29.52		
察 尔 汗 湖	33.62	0.725	0.125
达 布 逊 湖	17.54	0.741	0.086
小 柴 旦 湖	12.87	12.52	0.316
大 柴 旦 湖	20.87	7.782	0.637
德 宗 马 海 湖	13.50	2.221	0
巴 龙 马 海 湖	8.97	0.975	0.024
涩 聂 湖	34.69	1.381	1.420
东台吉乃尔湖	13.17	1.956	0.719
西台吉乃尔湖	8.35	1.253	0.315
一 里 坪 湖	35.16	3.193	1.830
冷 湖	37.65	0.117	0.050
昆 特 衣 湖	16.83	0.321	0.046
茫 崖 湖	2.63	0.434	0.019
尕 斯 库 勒 湖	28.40	2.221	0.069

参 考 文 献

- 〔1〕 ПИКОЛАЕВ, Л. В. ,天然硼酸盐物理化学研究,И,АН СССР,1947
- 〔2〕 柳大纲,陈敬清,察尔汗盐湖区物理化学调查,本章编
- 〔3〕 袁见齐,柴达木盆地的盐湖类型,地质学报,1959

The Types and Hydrochemical Characters of Salt Lakes in Chaidamud Basin

Liu Dagang ,Chen Jinqing and Zhang Changmei
(*Qinghai Institute of Salt Lakes,Chinese Academy of
Sciences,Xining,810008*)

Abstract

In this paper,the location and environment of chaidamud Basin are introduced, and the catalogue, and disperse of the salt lakes in the basin is given. The hydrochemical characters (hydrochemistry)of Boron,Lithium and Potasium in the main lakes and their relationship are also discussed.

Keywords Chardamud Basin,Salt Lakes,Hydrochemical characters (hydro—chemistry).