

西藏盐湖成分及其成因探讨*

郑喜玉 杨绍修

(中国科学院盐湖研究所) (桂林冶金地质学院)

盐湖成分,是研究和利用盐湖的基础。西藏盐湖星罗棋布,成分复杂,尤其是锂、硼含量丰富,世界罕见^[1,3,4]。考察这些盐湖成分,研究其成因,对认识我国盐湖基本规律和资源的形成、开发利用,探索高原隆起和自然环境的变迁都是有意义的。本文拟从卤水和矿物两方面,讨论西藏盐湖成分及其形成机理。

一、盐湖分布

西藏盐湖,约位于 $78^{\circ}-92^{\circ}\text{E}$ 、 $30^{\circ}-36^{\circ}\text{N}$ 之间的藏北高原(昆仑山以南,岗底斯山—念青唐古拉山以北的地区),藏南盐湖极少²⁾(图1)。据统计²⁾,全区约有盐湖170多个,面积大于 6000km^2 ,占全区湖泊总面积22.22%;其中面积大于 50km^2 的盐湖有39个,占盐湖总数22%,面积 4100km^2 ,占盐湖总面积68%。这些盐湖湖面海拔多在4500m以上,有些超过5000m。最大的盐湖是昂拉仁错(面积大于 560km^2 ,海拔5104m);最高的为清澈湖(海拔5104m,面积 57km^2);目前实测湖水最深的盐湖是错尼东湖(水深 58.7m ³⁾,面积 66.5km^2 ,海拔4902m)。

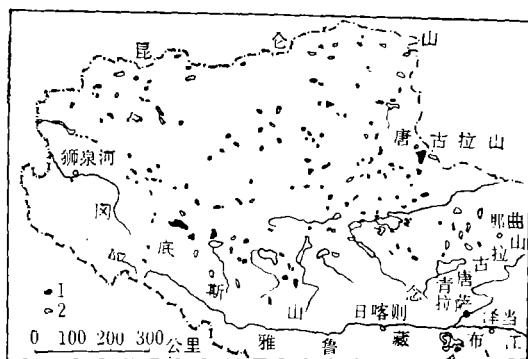


图1 西藏盐湖分布图

1. 盐湖; 2. 淡水湖。

* 本文系青藏高原综合科学考察成果之一。文中数据除注明者外,均引自中国科学院盐湖研究所的“西藏盐湖物质成分初步研究”和“西藏扎仓茶卡盐湖研究”。图件由胡金泉同志协助清绘,在此表示谢意。

收稿日期: 1981年12月14日。

1) 据中国科学院南京地理研究所资料,藏南错龙湖为盐湖,矿化度达 154.099g/l 。

2) 参见中国科学院盐湖研究所, 1980. 西藏高原湖泊类型一览表。

3) 据中国科学院南京地理所 1976 年实测资料。

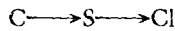
表 1 西藏盐湖表卤水成分 (mg/l)

卤水类型	离子含量	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	B ³⁺	Li ⁺	Br ⁻	I ⁻
海洋水*		10500	380	400	1350	19000	2967	140	140	4.6	0.17	65	0.06
	最大值	124387	21210	1156	20095	188887	90610	4267	6653	1439	2900	242	0.6
	最小值	16985	760	0	5.1	3219	2332	0	0	31.7	0	0.3	0.0007
盐湖卤水	平均值	61607	6646	158.7	4658	92290	27950	948	1192	541.8	320.4	62.51	0.159
	为海洋水的倍数	5.9	17.5	0.4	3.5	4.9	9.4	6.8	8.5	117.8	1885	0.96	2.65
卤水类型	离子含量	Rb ⁺	Cs ⁺	Hg ⁺⁺	U ⁺⁺	Th ⁺⁺	F ⁻	Sr ⁺⁺	Y ⁺⁺	Si ⁺⁺	As ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Cu ⁺⁺
海洋水*		0.12	0.0005	0.00003	0.003	0.00005	1.3	8	0.07	3	0.003	0.01	0.0008
	最大值	23.13	18.3	0.4	1.5	0.072	441.8	42	12.9	11.6	13.2	0.85	0.13
	最小值	0.2	0	0	0	0	10.67	0	0	0	0	0.039	0
盐湖卤水	平均值	5.42	1.94	0.029	0.162	0.0068	112.9	6.67	2.03	3.6	1.72	0.188	0.0242
	为海洋水的倍数	4.5	3876	950	54	136	87	0.8	29	1.2	573	19	5.5
卤水类型	离子含量	Pb ⁺⁺	Ag ⁺	Mn ⁺⁺	V ⁺⁺	Ti ⁺⁺	Cr ⁺⁺	Mo ⁺⁺	Ni ⁺⁺	Al ⁺⁺	Zn ⁺⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
海洋水*		0.00003	0.00004	0.002	0.002	0.001	0.00025	0.01	0.002	0.01	0.01	—	—
	最大值	0.22	0.067	0.153	0.018	0.02	0.034	0.16	0.07	0.12	0.73	1.94	13
	最小值	0.001	0.0002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.005	0.003	0.009	0.0003	0.024	0.1
盐湖卤水	平均值	0.031	0.0085	0.0382	0.006	0.006	0.0166	0.0389	0.0101	0.0549	0.15	0.3	3.31
	为海洋水的倍数	1033	212	16	3	6	332	4	5	5.5	15	—	—

* 据日本海洋学会志《理科年表》，1977。

二、卤水成分

西藏盐湖卤水按赋存形态,分为湖表卤水和晶间卤水两大类。它们在各盐湖中的储量很不一致,如噶尔昆沙湖,无湖表卤水,晶间卤水也不多;而错尼湖(东湖和西湖)湖表卤水却十分充沛,是西藏已知卤水最深的盐湖;但多数盐湖湖表卤水浅,水深 1m 左右,甚至有些盐湖常处于半干涸状态。上述卤水无色、无嗅,透明度良好,具咸味或咸苦味,呈碱性, pH 值 7—9.3, 比重 1.030—1.329, 矿化度 50—350g/l, 最高 365g/l。据分析^[1,4], 卤水中除氢和氧外, 赋含 37 种化学成分(表 1)。这些成分在卤水中含量相差悬殊, 如钠含量为 61607mg/l, 而锡含量只有 0.0044mg/l, 相差 14×10^6 倍。表 1 中, 阳离子 Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} 和阴离子 Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- 及 CO_3^{2-} 含量最高, 占卤水离子成分的 98%, 为盐湖卤水基本离子成分, 也是划分盐湖类型和决定成盐作用的主要因素。据 *Валышко* 分析^[7], 这些基本离子成分在不同含盐量的天然水中所起的作用是有差别的, 随着湖水矿化度的增加, CO_3^{2-} (包括 HCO_3^-) 最早起主要作用, 然后是 SO_4^{2-} ; 当矿化度很高时, Cl^- 才起主要作用。并得出结论, 主要阴离子在天然水中呈溶解状态的稳定性顺序为:



主要阳离子在天然水中首先起作用的是 Ca^{2+} , 随矿化度的增高, 相继占主导地位的为 Na^+ 和 K^+ , 而 Mg^{2+} 随着矿化度的增加, 其相对含量几乎不发生变化。

表 1 中除主要成分外, 还有近 30 种稀有和分散元素, 但仅占卤水离子组成的 2%。其中, 有些元素在地壳中本来就稀少, 或含量虽然不少, 但因该元素地球化学性质易于分散, 如 K^+ , Rb^+ 等元素(表 2)。可是, 这些元素在反映盐湖特征方面是有重要意义的。盐湖卤水和海水对比可知, 除 Ca^{2+} 和 Br^- 含量低于海水外, 其余元素均比海水含量高数十倍, 甚至高千倍。例如 Li^+ , B^{3+} , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , U^{6+} , Th^{4+} ……, 这些元素在盐湖卤水中, 形成了地球化学集中。 Ca^{2+} 含量低, 是因为盐湖在演化过程中, 相继同饱和的 CO_3^{2-} (HCO_3^-) 及 SO_4^{2-} 卤水作用, 生成最易沉淀的 CaCO_3 或 CaSO_4 等盐类所致; 而 Br^- 含量低于海水, 则是盐湖陆源成因的标志。

表 2 地壳中部分元素平均含量 (据 A. П. 维诺格拉多夫, 1962)

元素	Li^+	K^+	Rb^+	Cs^+	B^{3+}	As^{3+}	Si^{4+}	F^-	Br^-
重量 %	0.0032	2.5	0.015	3.7×10^{-4}	0.0012	1.7×10^{-4}	29	0.066	2.1×10^{-3}

由于湖区地质和地理环境的不同, 各湖湖表卤水元素含量也不一致。例如硼含量最高的盐湖为扎布耶茶卡, 每公升卤水含硼 2g, 其次是茶拉卡湖、聂耳错, 含硼均在 1g/l 以上; 扎仓茶卡、扎布耶茶卡、聂耳错含锂高, 平均 500mg/l 以上, 最高 1200mg/l; 含钾高的盐湖为扎布耶茶卡、聂耳错、朋彦错和扎仓茶卡, 均在 16g/l 以上, 推断有含钾矿物析出; 聂耳错的铷和铯含量较高, 分别为 22.96mg/l 和 22.72mg/l; 茶拉卡湖和扎东茶卡含碘高, 分别为 0.6mg/l 和 0.54mg/l; 班戈错的铀 (1.5mg/l)、查那错的钍 (0.072mg/l)、聂耳错的砷 (13mg/l)、龙木错的氟 (403mg/l), ……., 含量均较高。就同一盐湖而

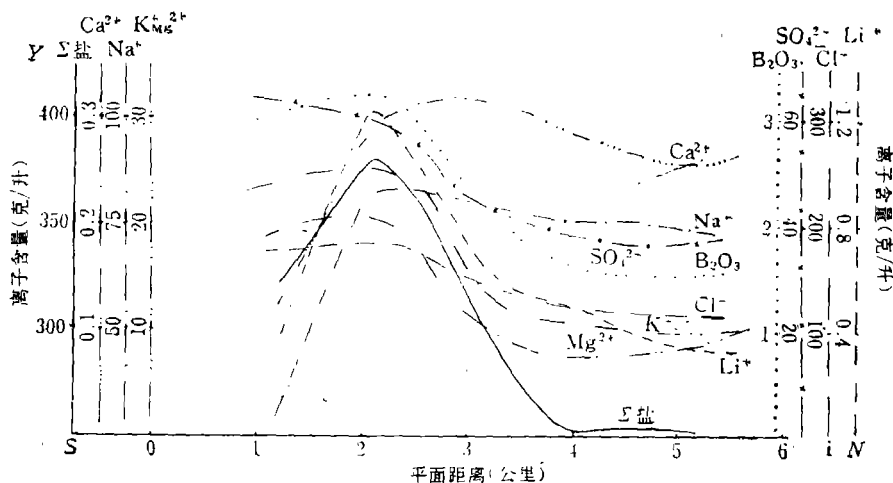


图2 扎仓茶卡湖表卤水离子含量(克/升)剖面

表3 西藏盐湖晶间卤水化学成分 (mg/l)

卤水类型	离子含量	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻	
海洋水*		10500	380	400	1350	19000	2967	140	140	
晶间卤水	最大值	118529.3	39634	656	13957.5	194046	50698.9	25961	33534.7	
	最小值	11700	550	1	9.4	2804.8	3343.2	250	—	
	平均值	57464	15892	153.8	3252.5	90434.3	17336.7	7282.8	652.1	
为海洋水的倍数		5.47	41.82	0.38	2.41	4.75	5.84	52.02	4.65	
卤水类型	离子含量	B ³⁺	Li ⁺	Br ⁻	I ⁻	Rb ⁺	Cs ⁺	U ⁶⁺	Si ²⁺	Sr ²⁺
海洋水*		4.6	0.17	65	0.06	0.12	0.0005	0.003	3	8
晶间卤水	最大值	1610.7	1207	259.4	0.27	16.97	6.83	2.29	11.4	<2
	最小值	328.3	61.5	38.4	0.008	2.89	<0.05	0.016	—	—
	平均值	652.1	424.4	119	0.128	10.69	2.612	0.74	5.16	—
为海洋水的倍数		141.76	2496.47	1.83	2.13	89.98	5224	246.66	1.72	—

* 据日本海洋学会志〈理科年表〉, 1977。

言, 元素分布也不均匀。元素分布高值区多位在盐分补给(物源)方向的对岸, 接近蒸发岩堆积而经常受晶间卤水影响的湖表卤水附近。例如扎仓茶卡(图2), 横坐标(S—N)为晶间卤水到湖表卤水的平面位置, 纵坐标(S—Y)为离子含量, 可见, 在2km处的晶间卤水与湖表卤水交替带附近, 是离子含量的高值区。由此向北随着湖水的加深, 离子含量却相对降低, 说明离子含量(Ca²⁺除外)与矿化度成正比。

晶间卤水受自然因素影响小, 矿化度比湖表卤水高, 二者在一定季节有互补关系。晶间卤水某些微量稀散元素的含量比湖表卤水高, 例如扎布耶茶卡的晶间卤水含硼 2.4g/l, 含钾 24g/l; 扎仓茶卡含锂和钾分别为 1.2g/l 和 1.7g/l, 铷和铯含量也比湖表卤水高(表3)。

盐湖卤水离子含量多少, 是许多因素决定的, 诸如物质来源、迁移能力、富集条件等。

表 4 西藏高原主要

盐湖类型及名称				水					
				碳酸盐型					
				恰 茶 卡	茶 拉 卡	札 布 耶 茶 卡	朋 彦 错	郭 加 林	班 戈 湖
氯化物	石 盐	Halite	NaCl	●	●	●	●	●	●
碳酸盐	方 介 石	Calcite	CaCO ₃		●			●	●
	文 石	Aragonite	CaCO ₃					●	●
	水 菱 镁 矿	Hydromagnesite	3MgCO ₃ · Mg(OH) ₂ · 3H ₂ O					●	●
	菱 镁 矿	Magnesite	MgCO ₃		●			●	●
	天 然 碱	Trona	Na ₃ H(CO ₃) ₂ · 2H ₂ O						●
	苏 打	Soda, Natron	Na ₂ CO ₃ · 10H ₂ O					●	●
	水 碱	Thermonatrite	Na ₂ CO ₃ · H ₂ O					●	●
	水 碳 镁 石	Nesquehonite	MgCO ₃ · 3H ₂ O						○
	氯 碳 酸 钠 石	Northupite	MgCO ₃ · NaCO ₃ · NaCl					●	●
	重 碳 酸 钠 石	Nahecolite	HNaCO ₃					●	●
单 斜 钠 钙 石	Caylussite	CaCO ₃ · Na ₂ CO ₃ · 5H ₂ O	●	●		●			
硫酸盐	石 膏	Gypsum	CaSO ₄ · 2H ₂ O						●
	钾 石 膏	Syngenite	K ₂ SO ₄ · CaSO ₄ · H ₂ O						
	钾 芒 硝	Glaserite	K ₃ Na(SO ₄) ₂					●	
	杂 芒 硝	Tychite	2MgCO ₃ · 2NaCO ₃ · Na ₂ SO ₄						○
	水 钙 芒 硝	Hydroglauberite	5Na ₂ SO ₄ · 3CaSO ₄ · 6H ₂ O						
	泻 利 盐	Epsomite	MgSO ₄ · 7H ₂ O						
	无 水 芒 硝	Thenardite	Na ₂ SO ₄		●			●	●
芒 硝	Mirabilite	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O	●	●	●	●	●	●	
硼酸盐	钠 硼 介 石	Ulexite	NaCaB ₃ O ₉ · 8H ₂ O		●				
	板 硼 石	Inyoite	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ · 13H ₂ O						
	三 方 硼 砂	Tincalconite	Na ₂ B ₄ O ₇ · 5H ₂ O		○			○	○
	硼 砂	Borax	Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O	●	●	●	●	●	●
	柱 硼 镁 石	Pinnoite	MgB ₂ O ₄ · 3H ₂ O						
	多 水 硼 镁 石	Inderite	Mg ₂ B ₆ O ₁₁ · 15H ₂ O						
库 水 硼 镁 石	Kurnakovite	Mg ₂ B ₂ O ₁₁ · 15H ₂ O		●					
粘土	绿 泥 石	Chlorite			●			●	●
	伊 利 石	Illite			●			●	●
	蒙 脱 石	montmorillonite			●				

主要矿物: ● 原生 ○ 次生
次要矿物: ● 原生 ○ 次生

盐湖矿物成分表

化 学 类 型														
硫 酸 钠 型						硫 酸 镁 型							干 盐 湖	
噶尔昆沙湖	拉果错	依布茶卡	孔孔茶卡	戈木错	洞错	札仓茶卡	聂尔错	查波错	玛尔盖茶卡	玛尔果茶卡	肖茶卡	康如茶卡	噶尔雅沙	巴南湖
●			●	●	●	●		●	●	●	●	●		
						○ ● ● ●								
●		●			●	● ● ● ● ●	●			●				●
● ●	●					○ ○ ○ ○ ●	●						●	
		● ● ●	● ● ●		●	● ● ●				● ●	● ● ●	●		● ● ●

● 原生、次生兼有 ○ 生成情况不明
● 原生、次生兼有 ○ 生成情况不明

其中元素特性和水介质条件是经常起作用的因素。卤水中的元素多是迁移能力强的卤化物与碱金属元素。影响元素迁移能力的内在因素是离子电位值(电价/离子半径)。Goldschmidt 认为,离子电位值小(0.61—2.56)的能进入水溶液中,其中 Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ 和 Cs^+ 离子半径大,不受水介质 pH 值影响就能向湖中迁移;而 Ca^{2+} , Mg^{2+} 等离子在酸性和中性介质条件中,才易于搬运。离子电位值 9.7—45 的离子,如 B^{3+} , As^{3+} 等,以氧的络离子形式进入水溶液中迁移¹⁷⁾。当然,影响元素迁移、富集的因素很多,Ферсман 把这些因素归纳为内因(元素特性、内部结构)和外因(自然环境等)的综合作用。内因属于地球化学问题;外因包括温度、压力、离子浓度、pH 值等。值得强调的是离子浓度对元素迁移、富集影响显著,浓度大则迁移能力强。Коржинский 用公式:

$$M = DC$$

表示元素迁移能力¹⁸⁾(D 值为扩散系数¹⁾, C 值为离子浓度)。如果知道离子浓度,根据公式就能计算该元素的迁移强度。

pH 值对离子浓度低于 0.1—0.001mg/l 的元素影响小,甚至无影响¹⁵⁾,所以具有不同 pH 值的湖水,都可能含有微量稀散元素。只有离子浓度大时,特别是形成盐类沉积时,pH 值才起作用。

西藏盐湖卤水成分,同青藏高原特殊的地质构造、地理环境有关^{13,14)}。赋含 Li^+ , B^{3+} , Rb^+ , Cs^+ 等元素的盐湖,多位于岩浆岩、火山岩和水热活动强烈的深大断裂附近。温泉或林立壮观的碳酸岩泉华在盐湖周围极为常见,目前仍有一些温泉水直接流入盐湖区,如依布茶卡、才多茶卡、班戈错、扎仓茶卡和洞错。据考察,错尼东湖^{2,3)}和强玛错³⁾垂直剖面中,都有明显的水温异常(图 3),说明湖底或湖岸存在着强烈地热液活动。由此看来,强烈的天然热液循环,是西藏盐湖 Li^+ , B^{3+} 等聚集的根本原因。这一结论,已被地热考察所证实⁴⁾。

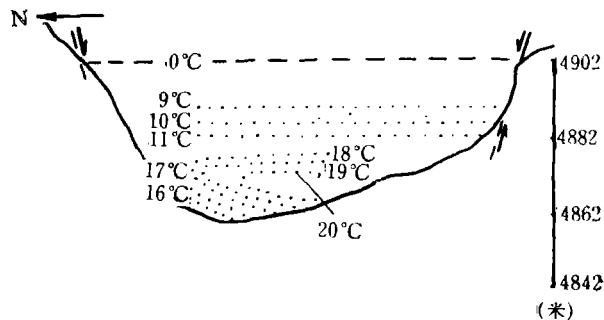


图 3 错尼东湖垂直剖面
(1978.5)

- 1) 在温度 20°C 时, D 值为 0.25—2.5 克/昼夜。
- 2) 中国科学院南京地理所 1976 年实测资料。
- 3) 中国科学院盐湖所 1978 年实测资料。
- 4) 朱梅湘、佟伟、由懋正, 1980。西藏水热区的盐华及其地质意义(未发表资料)。

三、矿物成分

(一) 盐湖矿物

根据历年(1958—1961; 1976和1978)西藏盐湖考察研究,发现蒸发岩矿物共27种(表4),其中氯化物1种(石盐);硫酸盐矿物8种(石膏、钾石膏、泻痢盐*、钾芒硝、杂芒硝、水钙芒硝*、无水芒硝和芒硝);硼酸盐矿物7种(钠硼解石、板硼石、三方硼砂、柱硼镁石、多水硼镁石、库水硼镁石和硼砂);碳酸盐矿物11种(方解石、文石、水菱镁矿、菱镁矿、天然碱、苏打、水碱、水碳镁石、氯碳酸钠石、重碳酸钠石和单斜钠钙石)。

粘土矿物以伊利石为主,绿泥石次之,蒙脱石含量很少¹⁾,个别湖中尚存在高岭石。

(二) 原生和次生硼酸盐矿物

国内外学者,通常按成因特征将盐类矿物分为原生(同生)和次生(后生)两大类。在实际工作中,区分这两类矿物对认识矿物的成因及其成矿远景是有意义的。现结合实例进行讨论。

库水硼镁石 扎仓茶卡的库水硼镁石,呈自形一半自形晶体,粒径一般0.3—0.5mm,集体呈“砂糖状”,似层状产出,具有一定层位。上下层间含有砂砾和粘土及具微细层理的碳酸岩。这些原生性标志,说明它是湖相化学沉积物,为原生矿物。

柱硼镁石 分布广泛,往往与碳酸岩粘土构成“硬壳”。在显微镜下见交代库水硼镁石现象(图4),表明它是次生的。

钠硼解石 钠硼解石的形成问题尚有争论。Иванов认为与白钠镁矾伴生的细球粒状钠硼解石,是“大气水或凝结水作用于分散状含硼泥质而形成的”。取自扎仓茶卡的样品,在镜下见到钠硼解石交代库水硼镁石和柱硼镁石现象(图4),显然是次生的。1978年,在拉果错湖滨砂层表面直接观察到呈球粒状(粒径4mm)的钠硼解石析出(该湖水深约8cm,比重1.065, pH8.5, B₂O₃含量2303mg/g)。上述虽然是原生标志,但目前还没查到富硼卤水析出钠硼解石的实验佐证。

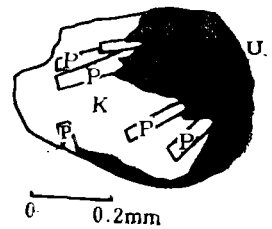


图4 显微镜下素描柱硼镁石(P)穿插交代库水硼镁石(K),两者又被钠硼解石(U)所交代

(三) 特征矿物组合

碳酸盐型盐湖,具有含钠的碳酸盐特征矿物组合:天然碱、苏打、水碱、氯碳酸钠石、重碳酸钠石以及单斜钠钙石。如果是富硼盐湖,其硼酸盐为含钠的硼酸盐——硼砂为主。

硫酸盐型盐湖,具有含钙的硫酸盐特征矿物组合:水钙芒硝、钾石膏、石膏和钙芒硝。如果是富硼盐湖,则有典型的含镁硼酸盐——库水硼镁石、多水硼镁石和柱硼镁石。

西藏盐湖矿物与温泉矿物近似。据报道^[2,4],泉析各类矿物(盐华),在西藏盐湖蒸发岩中是常见的,说明西藏盐湖与温泉两种水体组分具有共同性来源。

* 为西藏盐湖首次发现的矿物。

1) 徐昶,1980。青藏盐湖沉积物中粘土矿物初步研究。

通过水热活动区硫同位素分析^[2], 提供了温泉、火山和岩浆源之间的密切相关的证据。因此, 就矿物成分而言, 西藏盐湖(特别是富硼盐湖)与地热、火山作用有成因联系, 是地壳浅部岩浆活动在地表的不同形态的直接或间接的反映。

(四) 沉积模式(以扎仓茶卡为例)

约在两万年前的更新世, 在扎仓茶卡断块陷落基础上, 形成第四纪早期湖盆(图5)。稍后, 温泉(或热泉、沸泉)沿湖岸发育, 泉华林立壮观。泉水将锂、硼等元素带入湖中, 湖水开始咸化并出现了碳酸盐类沉积。

晚更新世末期—全新世早期, 扎仓茶卡湖盆地形起伏不平, 有深陷区和浅滩区(图6), 湖水矿化度达到盐湖阶段。此期沉积模式为以机械沉积为主的湖盆深陷区碳酸盐粘土芒硝沉积相和以化学沉积为主的湖滨浅滩区的库水硼镁石沉积相(图7)。

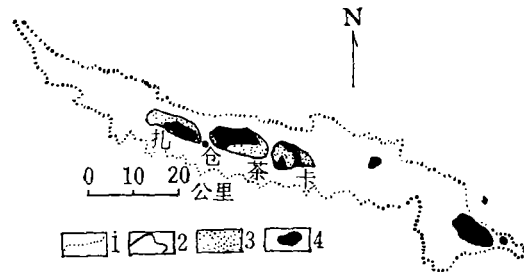


图5 扎仓茶卡湖盆变迁图

1. 第四纪早期湖盆界线; 2. 现代湖盆界线; 3. 盐沉积; 4. 湖水。

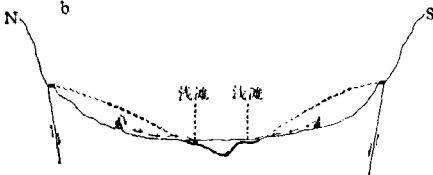
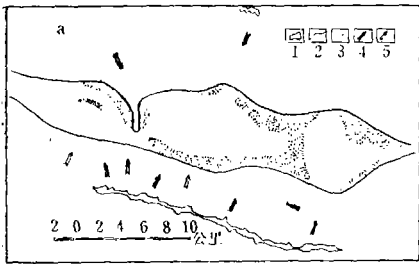


图6 扎仓茶卡晚更新世末期—全新世早期盐类沉积模式

a. 平面图 b. 剖面图

1. 温泉泉华; 2. 湖泊边界线; 3. 湖中浅滩; 4. 泉水补给方向; 5. 地表水补给方向。

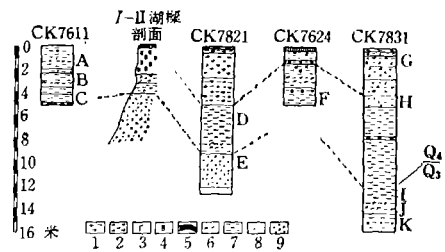


图7 扎仓茶卡盐类沉积对比图

1. 食盐; 2. 芒硝; 3. 石膏; 4. 库水硼镁石; 5. 柱硼镁石; 6. 碳酸岩; 7. 粘土沉积; 8. 砂粒; 9. 砾石。

A 5600±150年; B 8000±130年;
C 10900±200年; D 9060±120年;
E 15600±600年; F 7000±110年;
G 1400±690年; H 4780±180年;
I 13400±160年; J 15400±160年;
K 20000±350年。

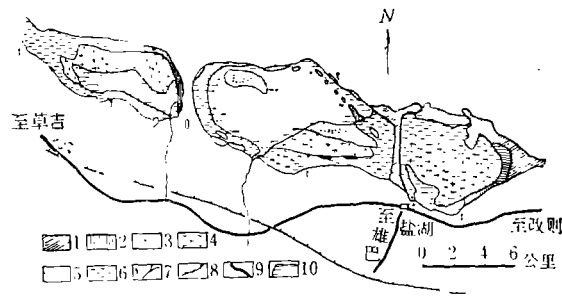


图 8 扎仓茶卡盐类沉积分布图

1. 库水硼镁石; 2. 柱硼镁石; 3. 钻孔位置; 4. 石盐; 5. 芒硝;
6. 粘土沉积; 7. 泉及河流; 8. 泉华阶地; 9. 公路; 10. 湖水。

全新世晚期至现代,湖水强烈浓缩,盐类沉积物以芒硝、石盐为主,构成现代盐湖相沉积(图8)。

四、结 论

1. 西藏盐湖卤水赋含 37 种化学成分,其含量(除 Ca^{2+} 、 Br^- 外)比海水高,形成 B^{3+} 、 Li^+ 、 Rb^+ 、 Cs^+ 等元素的地球化学富集区。

2. 该区盐湖蒸发岩(碳酸盐、硼酸盐、硫酸盐和氯化物盐)矿物共 27 种,构成两类水化学类型盐湖的特征矿物组合。

3. 富硼盐湖分布在三组区域构造带上。地热活动和火山作用为富硼盐湖 B^{3+} 、 Li^+ 、 Rb^+ 、 Cs^+ 等元素的物质来源。

4. 扎仓茶卡晚更新世末期—全新世早期沉积模式为:在以机械为主的沉积作用下,湖盆深陷区的碳酸盐粘土、芒硝沉积相和在以化学为主的沉积作用下,湖滨浅滩区的库水硼镁石沉积相。

参 考 文 献

- [1] 于昇松、唐渊,1981。青藏高原盐湖的水化学特征。海洋与湖沼 12(6): 498—511。
- [2] 中国科学院青藏高原综合科学考察队,1981。西藏地热。科学出版社,51—63页。
- [3] 陈克造、杨绍修、郑喜玉,1981。青藏高原的盐湖。地理学报 36(1): 13—21。
- [4] 郑喜玉、于昇松,1981。青藏高原的盐湖资源及其利用。地理科学 1(1): 66—76。
- [5] 南京大学,1961。地球化学。科学出版社,18,125—143页。
- [6] 瓦里亚什科, M. Г., 1961。钾盐矿床形成的地球化学规律。中国工业出版社,17—18页。
- [7] 洛谢夫 A. H., 1958。金属的水文地球化学找矿法。地质出版社,7—15页。

ON THE COMPONENTS OF THE SALINE LAKE WATER IN XIZANG

Zheng Xiyu

(Institute of Saline Lakes, Academia Sinica)

and

Yang Shaoxiu

(Guilin College of Metallurgical Geology)

ABSTRACT

Component data of the saline lakes in Xizang were obtained from field observations in recent years (1976, 1978). Laboratory studies showed that there were nearly 37 chemical components in 63 lakes' brine and 27 evaporative minerals in nearly 40 saline lakes that reached their depositional stage. Their formative conditions, distributive properties, assemblage properties of some salt minerals, and mechanism affecting the components of the saline lakes are discussed. A sedimentary model of the early Holocene Epoch saline lake is suggested. This work is an aid not only to the understanding of the formation of the saline lakes in the said area, but also to the use of their mineral resources.