

内蒙高原的天然碱湖*

孙 大 鹏

(中国科学院青海盐湖研究所, 西宁)

提要 内蒙高原天然碱湖主要分布在鄂尔多斯盆地北部、二连盆地中部、巴丹吉林沙漠和海拉尔盆地东南部。面积一般为数平方公里至数十平方公里,多被沙丘所环绕。卤水矿化度为 200—350g/L, pH = 9.09—10.67, 主要由 $\text{Na}^+(\text{K}^+)$, Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- 组成, 属 $\text{Na}-\text{CO}_3-\text{SO}_4-\text{Cl}$ 型。一般碱湖中有两层天然碱层, 它们主要由泡碱、芒硝、石盐和天然碱组成。本区碱湖多形成于全新世早期, 其天然碱层形成于全新世中晚期。

本文主要根据 1983 年夏、秋季在内蒙盐湖进行野外考察所获得的实际资料和某些实验结果, 在论述内蒙天然碱湖的分布、沉积特征和物质成分的基础上, 着重讨论了其成因及天然碱沉积的形成问题。

一、天然碱湖的分布

本区天然碱湖主要分布在鄂尔多斯盆地北部, 其次为二连盆地中段、巴丹吉林沙漠和海拉尔盆地东南部(图 1)。这些天然碱湖处于沙漠区和半沙漠区, 四周多被沙丘所环绕。气候干燥, 风多雨少, 蒸发量为降雨量的 7—20 倍。面积一般为数平方公里至数十平方公里, 最大者为合同察汗淖, 面积为 21km^2 。湖面海拔为 900—1300m。湖盆外围地表水系不发育, 主要靠大气降水通过汇水流域而集聚于湖盆中。因而这些碱湖表面干枯被泥沙所覆或有季节性表面水体存在。

本区天然碱湖多分布在风蚀洼地中, 岸边至湖底高差为 10—20m, 其外围所出露的基岩主要由白垩纪灰绿色钙质砂岩组成; 个别出现于断陷盆地中, 如查干诺尔等, 其外围基岩也主要为白垩纪钙质砂泥岩。前者广泛发育在中朝陆台的西北部, 即阿拉善台隆和鄂尔多斯台坳北部; 后者仅见于内蒙兴安岭褶皱系的二连断陷盆地中部。

二、天然碱湖的沉积特征

从一般天然碱湖的沉积剖面来看(图 2), 具有如下沉积顺序(自上而下):

· 表层片碱

呈薄层状, 厚度为 10—30cm。

* 在此项研究工作中, 韩智明、林乐枝和单兰娣协助作了一些实验和样品的化学分析; 董继和进行了样品的矿物鉴定; 王克俊、王凤琴、陈居方、王鲁英、邵明煜和吕亚萍协助进行了水样和岩石样品的化学分析; 蔡碧琴和黄麒同志进行了有关样品的 ^{14}C 绝对年龄测定; 中国科学院兰州地质所江德昕同志协助进行了大量样品的孢粉鉴定工作; 刘建华同志清绘了图件, 在此一并致谢。

收稿日期: 1985 年 6 月 30 日。

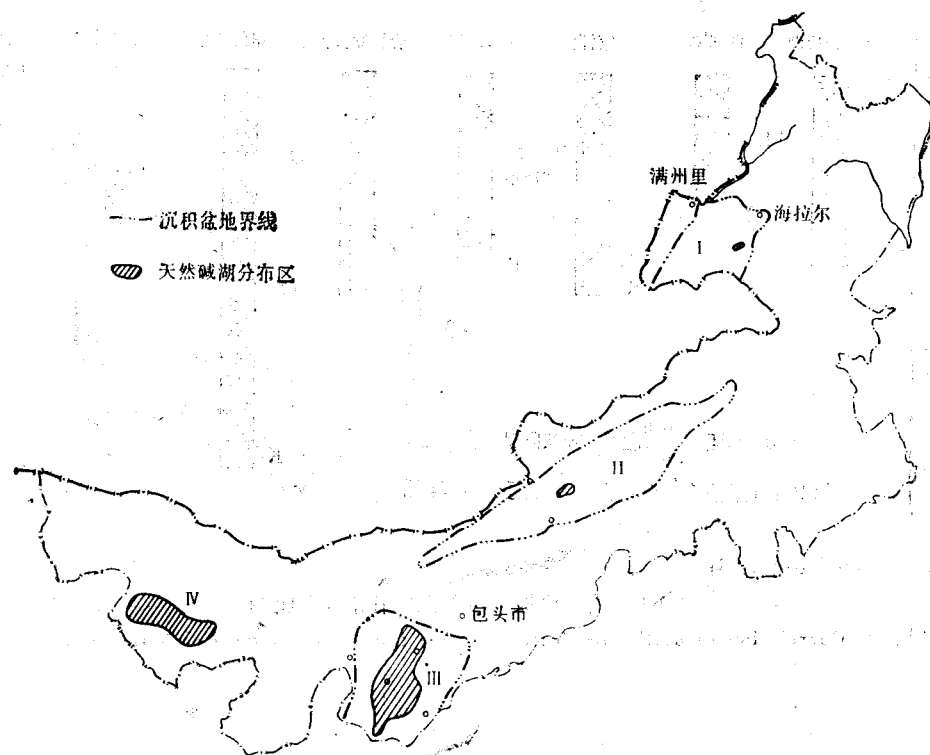


图1 内蒙高原天然碱湖分布略图

Fig.1 Schematic map of soda lake distribution on the Nei Monggol Plateau, China

1. 海拉尔盆地； II. 二连盆地； III. 鄂尔多斯盆地； IV. 巴丹吉林沙漠。

2. 黑色淤泥层

富含有机质，具 H_2S 味。含天然碱、单斜钠钙石、方解石和白云石。厚度为 0.6—1.5m。

3. 二层碱

二层碱即底层碱，含泥砂，有时具有较纯的马牙碱。厚度一般为 0.2—2m。

4. 黑色砂质淤泥层

含单斜钠钙石、方解石和白云石。厚度为 3—5m。

5. 灰绿色流砂层

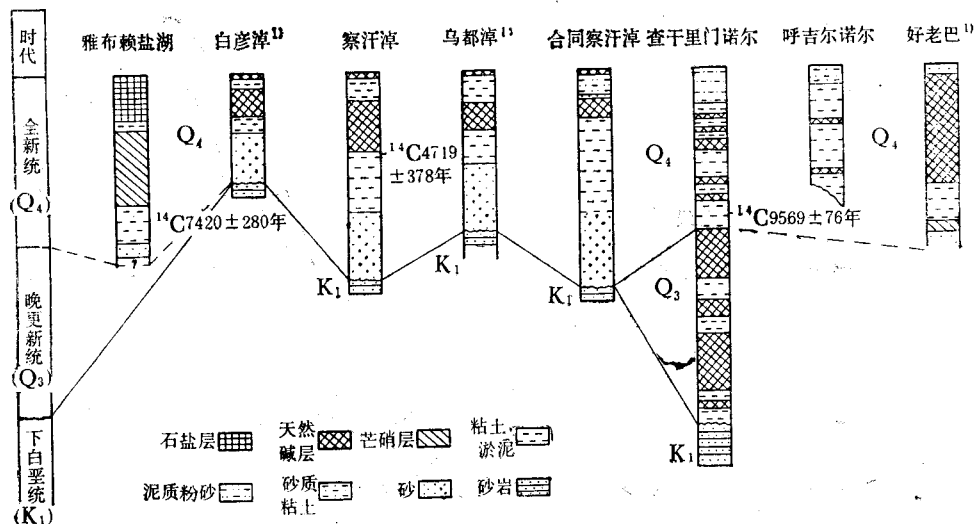
疏松、分选好。厚度为 6—8m。不整合。

6. 白垩纪砂岩

未见底。

在沉积剖面中，一般有两层碱，而查干诺尔则有 9 层，最厚可达 3m 以上。它们与黑色淤泥互层，构成明显的韵律。这种情况和肯尼亚马加迪湖相似^[5]，也和美国绿河盆地和我国东部吴城第三纪含碱盆地天然碱层与油页岩互层的情况相似。

天然碱层一般呈层状或透镜状，从湖盆中部向边部逐渐变薄而尖灭，并被黑色粉砂淤泥或泥质粉砂所代替。所以，它们常以“牛眼式”蒸发岩分布形式存在(图 3)。



1) 据内蒙古地质局资料。

图 2 内蒙高原天然碱湖钻孔剖面对比图

Fig. 2 Correlation of drill hole Sections in the soda lakes of the Nei Monggol Plateau

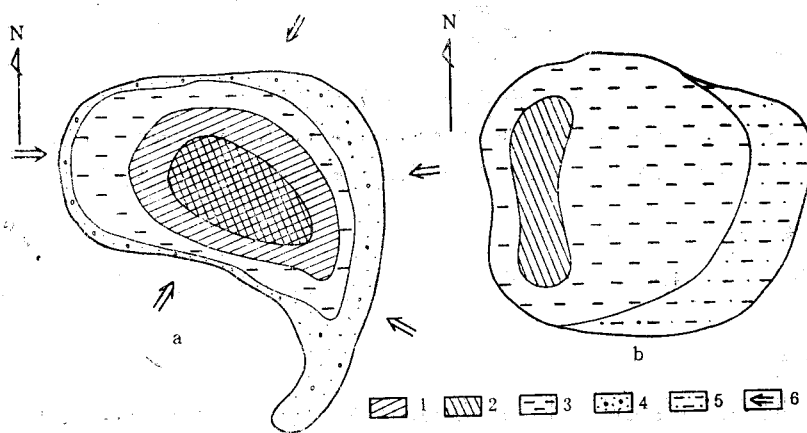


图 3 内蒙高原天然碱湖天然碱沉积的分布形式

Fig. 3 Distribution type of trona deposits in the soda lakes of the Nei Monggol Plateau

a. 查干里门诺尔碱湖; b. 达拉图鲁碱湖。

1. 下部碱层沉积范围; 2. 上部碱层沉积范围; 3. 湖相沉积; 4. 湖滨洪积相沉积; 5. 滨湖沼泽相沉积。

三、天然碱湖的物质成分

1. 卤水的化学组成

碱湖湖表卤水和晶间卤水的比重一般为 1.13—1.26, pH 值为 9.09—10.67, 总矿化度为 200—350g/L 以上。阳离子以 Na^+ 为主, 其次为 K^+ , Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 含量都很低; 阴离子为 Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- 和 SO_4^{2-} (表 1)。其中 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ 占总盐量的 14—

表 1 内蒙高原天然碱湖卤水的化学组成 (单位: g/L)

Tab. 1 Chemical composition of brines in the soda lakes of the Nei Monggol Plateau

地区	样品	比重	pH	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	B ₂ O ₃	总矿化度	Na ₂ CO ₃ +NaHCO ₃ ×100 总盐
二连盆地	查干诺尔晶间卤水	1.1383	9.98	67.59	0.49	0.09	—	34.22	21.98	10.93	37.96	0.23	290.23	28.17
	呼吉尔诺尔晶间卤水	1.1195	10.67	55.31	0.27	0.04	—	5.01	6.16	4.69	60.44	0.03	131.95	86.51
鄂尔多斯盆地北部	盐海子晶间卤水	1.2300	9.48	127.20	2.49	0.01	—	131.10	43.30	1.39	26.34	1.19	329.60	14.70
	昌汉淖尔晶间卤水	1.2530	9.09	134.58	1.09	0.07	—	89.67	54.74	11.12	56.82	1.11	344.82	33.62
	白彦淖尔湖表卤水	1.2532	9.90	131.63	1.75	0.15	—	79.70	46.26	7.47	33.54	0.69	269.90	25.51
	哈达图淖尔湖表卤水	1.1723	10.00	85.31	3.21	0.13	—	49.74	19.51	14.44	51.15	0.39	222.28	49.32
	大克泊淖尔湖表卤水	1.1652	9.90	80.83	1.13	0.08	—	40.04	29.66	15.03	44.59	0.37	209.71	47.25
	乌杜淖尔湖表卤水	1.2470	9.96	127.89	3.48	0.13	—	78.04	35.97	17.61	70.15	0.25	331.29	44.53
	达拉图淖尔湖表卤水	1.0860	10.09	42.03	0.45	0.03	—	26.52	25.75	5.82	12.90	0.07	112.74	27.18
	纳林淖尔湖表卤水	1.2240	9.86	123.85	2.15	0.02	—	125.10	29.32	3.97	35.05	1.07	317.82	21.18
	哈马台淖尔湖表卤水	1.1369	10.36	70.16	1.22	0.02	—	59.93	19.58	2.49	28.65	0.41	181.79	29.66
	讨好图淖尔湖表卤水	1.2798	10.21	153.10	5.51	—	—	146.97	46.18	3.79	46.95	1.08	400.98	21.98
巴丹吉林沙漠	合同察开淖尔残余湖水	1.3037	10.82	161.36	12.78	0.01	—	124.85	44.70	—	44.70	0.68	423.94	34.61
	速贝淖尔湖表卤水①			86.40		—	—	83.20	12.67	16.20	26.75	未测	225.46	30.75
	车日格湖表卤水			57.29		0.14	—	54.83	11.65	3.59	19.22	未测	146.72	26.14
	准吉格湖表卤水			63.64		0.10	—	50.89	14.47	7.27	27.64	未测	164.01	35.20
	阿勒坦特湖表卤水			142.10		0.01	—	73.28	47.72	3.05	87.61	未测	457.08	34.70
	音德尔图湖表卤水			97.00		0.08	—	80.04	32.33	13.72	36.20	未测	269.18	30.66
	巴润伊泥日湖表卤水			65.20		0.02	0.18	60.90	14.28	8.39	27.16	未测	181.59	32.65

① 根据内蒙地质局和甘肃地质局资料。

表 2 内蒙高原天然碱湖表层片碱的化学组成①(重量%)

Tab. 2 Chemical composition of Surface trona layers in the soda lakes of the Nei Monggol Plateau

地 区	Na_2CO_3	NaHCO_3	Na_2SO_4	NaCl	水不溶物
呼吉尔诺尔	28.35		<0.2	30.62	26.61
白彦淖	38.33	3.90	11.37	3.89	0.50
察汗淖	34.42	23.78	7.63	4.09	1.04
哈马台淖	31.44	28.65	0.89	0.87	—
乌杜淖	23.98	5.25	7.63	19.01	2.30
哈达图淖	54.13	—	27.06	—	—
纳林淖	12.57	0.42	35.35	21.56	0.23
小湖	46.16	1.11	6.10	1.08	0.40
呼勒斯淖	21.37	0.21	1.49	0.33	0.09
讨好图淖	34.62	5.74	50.79	2.28	5.65
昌汉淖	39.74	4.14	16.80	0.46	32.97
古尔乃湖	9.22—41		15—40	20—35	10—17.29
速贝淖	13—18.19	0—5.36	11.14—24.97	0.54—2.28	0.07—12.78

① 主要由内蒙地质局和盐湖所分析。

表 3 内蒙高原天然碱湖底层碱的化学组成(重量%)

Tab. 3 Chemical composition of bottom trona layers in the soda lakes of the Nei Monggol plateau (wt. %)

地 区	Na_2CO_3	NaHCO_3	Na_2SO_4	NaCl	水不溶物
好老巴	3.70—25.78	0—3.34	0.74—29	1.15—3.95	5—53.29
查干诺尔 I 层	20.49—43.54		1.16—12.58	0.69—4.77	1.51—3.85
II 层	24.57—30.97		8.03—12.07	0.79—3.14	0.99—6.97
III 层	23.47—30.80		0.61—12.15	0.35—2.02	2.15—14.72
呼吉尔诺尔	54.85	(未测)	(未测)	0.15	6.28
白彦淖	34.13	1.11	6.14	2.70	5—40
察汗淖	18.59	1.56—5.14	12.39	3.03	3.6—20
哈马台淖	26.89	2.77	5.00	3.29	11.19
合同察汗淖	9.31	0.98	0.41	0.61	90.53
乌杜淖	31.95	1.27	9.23	3.86	13.52
哈达图淖	27.32	—	3.18	—	0.87
纳林淖	18.93	2.06	15.85	1.98	40.02
小湖	37.12	1.27	0.31	0.79	0.97
达拉图鲁	12.14	9.21	22.58	2.75	9.91

47%。根据 M. Г. 瓦里亚什科的天然水分类,本区天然碱湖卤水均应属碳酸盐型^[1]。若以 Eugster 的分类则应属 $\text{Na}-\text{CO}_3-\text{SO}_4-\text{Cl}$ 型^[6]。在正常温度条件下,随着卤水的浓缩,其 pH 值、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 和 B_2O_3 含量也随之增高。

2. 碱层的物质成分

碱层的矿物成分主要为泡碱 ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), 其次为芒硝 ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)、石盐和天然碱 ($\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。个别碱湖的碱层中含有较多的天然碱, 如查

干诺尔等。

从碱层化学分析结果来看,其化学组成与矿物成分是一致的(表 2, 3)。其中 Na_2CO_3 含量最高,为 12—54%, NaHCO_3 含量比较低,一般为 1—5%,高者可达 20% 以上。 Na_2SO_4 含量较高,为 5—35%。 NaCl 含量一般为 2—21%,高者达 35%。

该区天然碱湖碱层的物质成分与我国东部吴城盆地第三纪天然碱层有着明显的区别。后者主要由天然碱组成,不含硫酸盐^[2]。看来这主要是由于它们原始卤水化学组成不同和生成的温度条件不一所致。

四、天然碱湖的形成与演化

1. 天然碱湖的形成

与其他盐湖一样,应包括湖盆地形和湖盆水体形成两个方面。本区天然碱湖的湖盆地形一般是由风力剥蚀作用而形成的。这与晚更新世晚期干旱荒漠环境相适应。然而其湖盆水体的形成则一般开始于全新世早期。此时期正处于大理冰期向冰后期转变的阶段,气候比较潮湿,雨量充沛,不仅使温凉湿润的草甸草原和温暖湿润的灌丛草原广泛发育^[4],同时大量的大气降水汇集在这些风蚀洼地中,从而导致了这些碱湖原始水体的形成。

2. 天然碱湖的演化

根据其成盐作用程度,一般可划分为两个阶段:成碱前的预备盆地阶段和成碱盆地阶段。

预备盆地阶段:即湖盆形成的早期阶段。相当于全新世中早期(约距今 10 000 年至 5 000 年左右)。此时气候比较潮湿,因而在其沉积物所含的孢粉组合中,除了旱生草本植物(如蒿科、藜科和麻黄等)外,尚有喜温湿的阔叶植物,如桦、胡桃等,也有喜暖的罗汉松属花粉出现。从湖区的地形地貌和湖底沉积物(砂、淤泥)来看,湖盆水体广布,水深约 10—20m。从淤泥沉积所含的方解石、白云石和单斜钠钙石矿物成分来看,其水体性质属碳酸盐型,处于淡水-咸水阶段。从碱湖外围的泉水、河水和白垩纪砂岩溶滤水的化学分析结果同样证明当时水体是属碳酸盐型(表 4, 5)。其黑色淤泥所含的有机质(有机碳含量为 0.14—0.44%) 在脱硫细菌影响下遭受分解,也可促使此种性质水体的形成。

成碱盆地阶段:即湖盆发展的后期阶段。相当于全新世晚期(约距今 5 000 年左右至现在)。开始由于受着北半球新冰期的影响,气候变为干冷。这与其沉积物中所出现的孢粉组合是一致的:旱生草本植物花粉(如蒿科、藜科和麻黄等)占绝对优势(90% 以上),耐寒针叶植物(如松和云杉等)也占一定的地位(5—8%)。此时湖盆水体大大收缩,其面积仅占早期水体的 1/3—1/8。水体变浅而浓度大大增加,总矿化度可达 180g/L 以上。在本区硫酸盐型盐湖大量析出芒硝的同时,天然碱湖开始沉积了底层碱。后来(约距今 3 000—4 000 年以后),气温有所升高,在本区硫酸盐型盐湖沉积了大量石盐,而在碱湖中由于 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 在水中的溶解度随温度升高而加大,除了查干诺尔尚有天然碱沉积外,一般碱湖卤水均未达到天然碱析出的浓度,因而被以含天然碱和单斜钠钙石的黑色淤泥沉积所代替。近期,由于这些碱湖中有季节性的表面水体存在,气候干燥,而形成了表层片碱沉积。

表 4 内蒙古高原天然碱湖外围泉水、潜水、河水和大气温降水的化学组成 (mg/L)

Tab. 4 Chemical composition of spring, river, phreatic and atmospheric water around the soda lakes of the Nei Monggol Plateau (mg/L)

样 品	比 重	pH	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	总矿化度	水 型
乌杜淖西岸泉水	0.9986	9.25	147	15.8	15.8	—	33.1	29	687.4	—	928.1	碳酸盐型
哈马台淖南岸泉水	1.0004	8.20	84.9	7.8	20.4	39.8	138.2	25	393.6	—	709.7	碳酸盐型
合同察汗淖东岸河水	1.0005	8.59	105	7.3	35.8	19.8	51.8	23	42.64	—	285.34	碳酸盐型
合同察汗淖北岸砂层孔隙水	1.0002	8.95	217	5.3	25.8	14.2	91.8	42	443.3	137.1	976.5	碳酸盐型
察汗淖大气降水	0.9980	7.35	0.86	0.2	0.23	4.6	3.4	6	15.8	—	31.09	碳酸盐型

表 5 内蒙古高原天然碱湖外围白垩纪岩石溶滤实验结果①

Tab. 5 Results of leaching experiments on Cretaceous rocks around the soda lakes of the Nei Monggol plateau

岩 性	采 样 地 点	pH	溶滤液的化学组成 (mg/L)								水 型
			Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	
灰绿色砂岩	乌杜淖西岸	9.63	163	5.24	3.97	0	19.02	5.76	314.76	47.43	碳酸盐型
灰绿色砂岩	哈马台淖东岸	10.15	675	16.75	8.88	4.71	179.77	133.36	460.72	99.86	碳酸盐型
灰色钙质泥岩	查干诺尔北岸	9.26	387.5	8.25	4.44	4.04	320.31	123.48	294.45	41.19	碳酸盐型
灰色泥灰岩②	查干诺尔南岸	9.26	62.5	6.75	34.42	34.33	13.07	136.65	176.42	18.72	硫酸盐型
浅灰色泥灰岩②	查干诺尔南岸	8.98	1000	4.50	28.87	36.48	794.9	1136.02	192.92	24.96	硫酸盐型

① 系用蒸馏水 (pH = 6.60) 浸泡粉碎的岩粉一个月时间。

② 此原岩可能受上伏第三纪含石膏红色泥岩淋滤的影响。

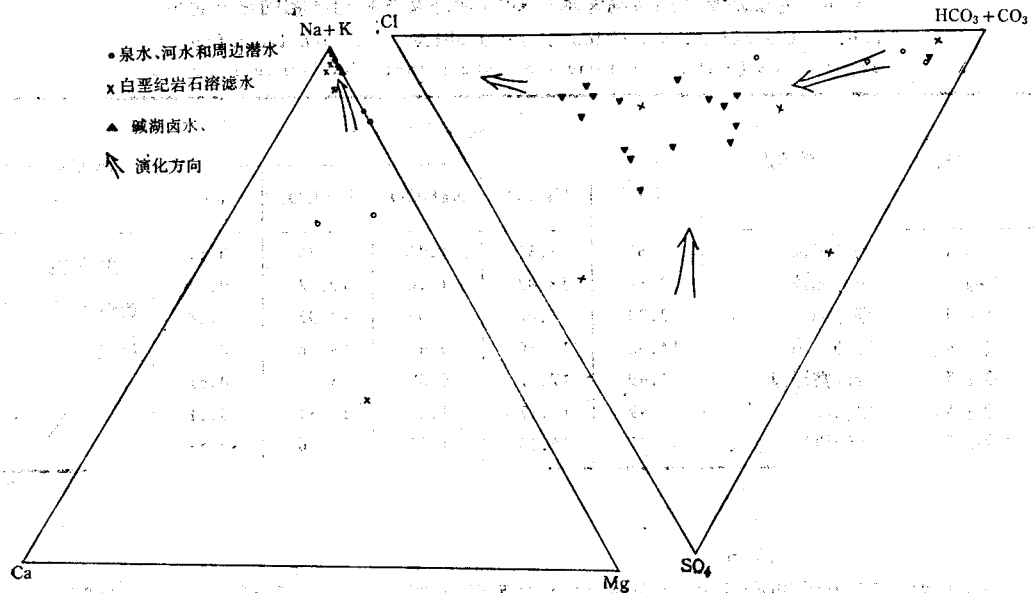


图4 内蒙高原天然碱湖水体的演化过程

Fig. 4 Diagram showing the chemical evolution process of the soda lake water-bodies of the Nei Monggol Plateau

在区内天然碱湖的形成和演化过程中,其水体的化学组分也在不断地发生变化。阳离子是向着 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 减少和 Na^{+} 增加的方向演变;而阴离子则是向着 $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ 、 SO_4^{2-} 减少和 Cl^- 增加的方向演变(图4)。碱湖水体化学组分这种演变过程是与其湖盆演化不同阶段所析出的盐类矿物紧密相联系的。在预备盆地阶段,由于方解石、白云石和单斜钠钙石的析出,其水体中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量大大减少, $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ 含量也随之减少。在成碱盆地阶段,由于大量的泡碱、芒硝和天然碱的析出,其卤水中 $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ 和 SO_4^{2-} 含量大量减少。这样,便造成了上述碱湖水体演变的过程。然而在水体这种演变过程中,其水化学类型,始终是属于碳酸盐型。

天然碱湖的形成和演化过程,不仅与本区硫酸盐型盐湖相似,同时也与西藏某些盐湖形成与演化过程相似。因为它们的成盐时期一般都发生于全新世中晚期^[2,3]。

五、天然碱湖天然碱沉积的形成

根据上述天然碱层的物质成分及其所出现的地质环境来看,其天然碱沉积应是在低温条件下形成的。我们的实验结果也充分地证明了此点。

我们曾利用天然碱湖卤水进行了冷冻(-10°C)和 25°C 等温蒸发实验。从冷冻实验结果来看(表6),固相矿物成分均以泡碱为主,其次为芒硝、水石盐和少量天然碱;化学组成主要为 Na_2CO_3 , 其次为 Na_2SO_4 、 NaCl 和少量 NaHCO_3 。这种情况与碱湖中所存在的天然碱层的物质成分是一致的(表2, 3)。然而 25°C 等温蒸发实验过程中所析出的固相均以石盐为主,这与其天然碱层的物质成分完全不同。这些均说明了本区天然碱湖的天然碱层是在低温条件下形成的。从该区天然碱湖卤水夏季析出石盐而冬季析出泡碱和

表 6 内蒙高原天然碱湖卤水—10℃ 冷冻实验析出固相的化学组成
Tab. 6 Chemical composition of solid phases separated from freezing experiments (−10℃) on some soda lake brines, Nei Monggol plateau

样品编号	采样地点	固相化学组成(重量%)					固相矿物组成
		NaCl	Na ₂ SO ₄	NaHCO ₃	Na ₂ CO ₃	KCl	
冷固-1	哈达图淖	1.62	8.32	1.42	25.79	0.11	主为泡碱,次为 芒硝、水石盐和天 然碱
冷固-2	讨好图淖	10.86	18.92	1.10	19.72	0.23	
冷固-3	察汗淖	12.23	37.07	0.33	42.92	0.04	
冷固-4	哈马台淖	14.32	16.80	3.48	19.26	0	
冷固-5	合同察汗淖	14.49	17.17	0.89	25.31	0.61	
冷固-6	白彦淖	2.49	17.27	1.21	18.83	0.11	
冷固-7	察汗淖浓缩卤水	32.37	24.06	1.02	34.76	0.84	

芒硝的事实也证明了此点。

由于本区天然碱湖卤水是富含硫酸盐的碳酸盐型卤水,因而所形成的天然碱沉积的物质成分与其他地区碱湖和某些古代沉积盆地的天然碱层是不同的。

至于本区某些碱湖中所出现的马牙碱(又名锅底碱),其物质成分与一般天然碱层不同,主要由结晶良好的天然碱组成,尚含有一些泡碱、芒硝和石盐(化学分析结果:NaHCO₃为23.1%,Na₂CO₃为39.41—45.26%,Na₂SO₄为0—0.56%,NaCl为0.13—2.75%)。因而其形成条件与一般天然碱层也不同。从当地采矿后2—3年的废矿坑黑色淤泥中所产出的马牙碱来看,它们应是在黑色淤泥的孔隙卤水中缓慢地结晶而成。这是因为黑色淤泥层中有机物质丰富(有机碳含量为0.16—0.44%),在脱硫细菌影响下继续分解,使卤水中的CO₂处于过饱和状态,加之所处的稳定结晶条件,都是有利于这种马牙碱形成的。这种作用在某些原生碱层沉积后,也会不同程度的存在着。

再从上述天然碱沉积所处的蒸发岩分布形式(图3)和所处的天然碱湖演化阶段来看,它们应是在浅水条件下形成的。据现场观察和推算结果,其水深不过数厘米至数十厘米。然而,正因为是浅水环境,当时其表面水体仅能覆盖湖盆的局部低洼地区,这样也只有形成“牛眼式”的天然碱沉积。

上面所述的本区天然碱湖天然碱沉积形成的条件和沉积环境,不仅对讨论现代盐湖天然碱沉积的形成有着一定重要意义,而且对阐明古代沉积盆地天然碱矿床的形成也有一定参考价值。

六、结 论

1. 内蒙高原的天然碱湖主要分布在鄂尔多斯盆地北部、二连盆地中段、巴丹吉林沙漠和海拉尔盆地东南部。其碱湖周围多被沙丘所环绕。外围出露的基岩主要为下白垩统灰绿色砂岩和钙质砂泥岩。

2. 天然碱湖中的碱层一般有两层,即表层片碱和二层碱。它们与黑色淤泥互层,构成了明显的韵律。

3. 天然碱湖卤水属碳酸盐型(即 $\text{Na}-\text{CO}_3-\text{SO}_4-\text{Cl}$ 型)。其天然碱层一般由泡碱、芒硝、石盐和天然碱组成。

4. 内蒙高原的天然碱湖一般形成于全新世早期,基本上是在风蚀洼地的基础上形成的。其碱湖的演化过程划分为两个阶段:成碱前的预备盆地阶段和成碱盆地阶段。在其演化过程中,水体的化学组分不断发生变化,而水体的性质始终属碳酸盐型。

5. 内蒙高原天然碱湖中的天然碱沉积,一般是在低温条件下的浅水环境中形成的,是与全新世中晚期的干冷气候环境相适应的。

参 考 文 献

- [1] 瓦里亚什科, M. T., 1965。钾盐矿床形成的地球化学规律(范立等译)。中国工业出版社, 11—13 页。
- [2] 孙大鹏、高章洪、王克俊, 1984。青藏高原盐湖碳酸盐形成问题。沉积学报 2(4): 111—126。
- [3] 黄 麒、蔡碧琴、余俊清, 1980。盐湖年龄的测定。科学通报 21: 990—994。
- [4] 董光荣、李保生、高尚玉, 1983。由萨拉乌苏河地层看晚更新世以来毛乌素沙漠的变迁。中国沙漠 3(2): 9—14。
- [5] Baker, B. H., 1958. The Geology of Magadi Area. Report (42), Geol. Surv. Kenya.
- [6] Eugster, Hans. P., 1980. Geochemistry of Evaporitic lacustrine deposits. *Ann. Rev. Earth Planet Sci.* 8: 35—63.

THE SODA LAKES ON INNER MONGGOLIA PLATEAU, CHINA

Sun Dapeng

(*Qinghai Institute of Salt Lakes, Academia Sinica, Xining*)

ABSTRACT

Inner Mongolia plateau is one of the most important areas of salt lakes distributed in the country. Its trona deposits has long been known in the world.

The soda lakes spread mainly over the north of Eerduosi basin, the central Erlian basin, the eastsouthern Hailaer basin and the Badanjiling desert. Generally, they cover an area from several to several dozen square kilometers, and being surrounded by sanddunes.

The salinity of soda lake brines is 200—350 g/l, the pH value being 9.09—10.67. The brines mainly consist of $\text{Na}^+(\text{K})^+$, Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} and HCO_3^- , which belong to the $\text{Na-CO}_3\text{-SO}_4\text{-Cl}$ type.

There are usually two layers of trona deposits in soda lakes on the plateau. The trona layer composes mainly of natron, mirabilite, halite and trona, and moreover interbeds with black mud which contains a lot of illite clay, much less gaylussite, dolomite and calcite. The trona layers always occur in the type of "bull's eye pattern" in various lakes.

Commonly, the soda lakes on the plateau were formed on the basis of deflation depressions from the beginning of Early Holocene. However, those trona deposits were precipitated mostly under the low temperature in the Mid-Late Holocene. This was also proved by our freezing experiments and spore-pollen analysis.