

茶卡盐湖水文、水化学及资源开发研究

于升松¹, 刘兴起², 谭红兵¹, 高章洪¹

(1. 中国科学院青海盐湖研究所, 青海 西宁 810008;
2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008)

摘 要: 茶卡盐湖为一封闭的内陆湖泊, 无出湖的泄水口, 主要入湖水量为河水, 每年总计入湖河水量为 $0.557 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, 泉水涌水量为 $0.0259 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, 主要出湖水量为湖面上蒸发水量, 年蒸发量为 $1.146 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, 其次为人工采盐所耗水量为 $0.0185 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。茶卡盐湖卤水中主要盐类为 NaCl 、 MgCl_2 、 MgSO_4 及 KCl , 丰水季节卤水中 NaCl 含量较枯水季节的高, 是开采石盐的最佳时期, 枯水季节卤水中的钾盐和镁盐含量较丰水季节的高, 是开采钾、镁盐的最佳期, 枯水季节湖水中 KCl 含量最高值达 2.01% , 平均值为 1.15% , 已达单独开采的品位, 可修建盐田, 利用盐田日晒, 制取钾盐, 综合开发盐湖资源经济效益高。

关键词: 茶卡盐湖; 水文; 水化学; 资源开发
中图分类号: P641.464 文献标识码: A 文章编号: 1008-858X(2005)03-0010-07

1956年, 中国科学院北京化学研究所开展了“茶卡盐湖物理化学调查研究”; 1957年, 原轻工业部盐务总局勘探队对茶卡盐湖进行了勘探, 并提交了“茶卡盐矿地质详探总结报告”; 1992年, 中国科学院青海盐湖研究所与茶卡盐厂一起开展了“茶卡盐湖湖表卤水模拟动态蒸发试验研究”; 1994年, 中国科学院青海盐湖研究所与茶卡盐场一起开展了“茶卡盐湖资源分布规律”研究; 2002年刘兴起^[1]等利用 Pitzer 模型对茶卡盐湖卤水及盐类矿物形成的地球化学进行了模拟研究。

1 概 况

茶卡盐湖位于青海省乌兰县境内, 东经 $99^\circ 01' \sim 99^\circ 11'$, 北纬 $36^\circ 49' \sim 36^\circ 45'$ 。青藏、青新公路由盐湖北缘穿过, 青藏铁路专线直达盐湖, 交通方便。

茶卡盆地为新生代封闭内流断陷盆地, 南为鄂拉山, 北为青海南山, 与共和盆地的青海湖相隔, 盆地东西长 80 km , 宽 30 km , 面积 2400 km^2 , 茶卡盐湖处于盆地西部。盆地内为新生代第四系洪积——冲积砂砾、风积砂丘、湖积沙质粘土及石膏、石盐等化学沉积。

湖区属柴达木荒漠干旱、极干旱气候, 年均气温 3°C , 年降水量 200 mm , 年蒸发量 2000 mm 左右, 干旱指数 (E/P) 为 10 , 盛行西北风, 年均风速 3 m/s ^[2]。

茶卡盐湖是晚更新世晚期, 逐渐演变形成的以石盐为主, 固液相并存的综合性盐矿床, 主要盐类矿物为石盐、石膏、芒硝、白钠镁矾及泻利盐等, 固相盐类矿体出露地表, 分布面积 145 km^2 , 氯化钠储量 $4.5 \times 10^8 \text{ t}$, 液相卤水包括晶间卤水和湖表卤水, 晶间卤水埋深 $0 \sim 0.5 \text{ m}$, 晶间卤水体积 $1.97 \times 10^8 \text{ m}^3$, 氯化钠储量 $0.288 \times 10^8 \text{ t}$, 氯化钾储量 $0.285 \times 10^7 \text{ t}$, 湖表卤

收稿日期: 2005-03-14
基金项目: 中国科学院基础研究支持项目(ZKHZ-04)
作者简介: 于升松(1941-), 男, 研究员, 主要从事盐湖水文、水化学研究。
参加本项目工作的还有中国科学院青海盐湖研究所: 徐昶、高东林、山发寿、林乐枝、吕亚萍等。

水呈季节性存在, 丰水季节, 湖表卤水体积 $1.16 \times 10^7 \text{ m}^3$, 氯化钠储量 $0.255 \times 10^7 \text{ t}$, 氯化钾储量 $0.804 \times 10^5 \text{ t}$, 固相及液相氯化钠总储量 $4.814 \times 10^8 \text{ t}$, 液相氯化钾总储量 $0.293 \times 10^7 \text{ t}$ 。

2 水文及水均衡

茶卡盐湖为一封闭的内陆湖泊, 无出湖的泄水口, 盐湖每年 10 月至翌年 4 月枯水季节无湖表卤水, 每年 5~9 月为丰水季节, 丰水季节期

间, 湖水面积 116.1 km^2 , 湖水平均深 10 cm , 湖面海拔 $3\,060.0 \text{ m}$, 湖区集水面积 $2\,550.0 \text{ km}^2$, 补给系数 21.9。盐湖外围入湖水系主要有河流水、泉水及溶洞水, 主要河流有从湖东岸入湖的黑河和从湖西岸入湖的莫河; 集水域内有泉眼 80 余个; 盐类沉积分布区上的盐喀斯特溶洞每 5 m^2 面积就有 1 个, 对盐湖丰水和枯水季节入湖河水的流量和泉水涌水量在采样的同时进行了野外现场测定, 对很难测定的溶洞水的平均上渗涌水量刘兴起采用了箱状模型进行了计算(表 1)。

表 1 茶卡盐湖水量均衡
Table 1 Water balance in Salt Lake of Caka

	丰水季节	枯水季节	平均	年均入湖水量/ 10^8 m^3
河水流量/ (m^3/s)	3 2920	0 2396	1 7658	0 557
泉水涌水量/ (m^3/s)	0 1187	0 0450	0 0819	0 0259
溶洞上渗涌水量/ (m^3/s)			0 4671	0 147
湖面年均降水量/ m			0 2	0 232
侧面地下水年补给量				0 1712
总入湖水量				1 1331
湖面上年均蒸发量/ m			2 0	1 1146
年产盐耗卤水量				0 0185
总出湖水量				1 1331

茶卡盐湖(闭流湖泊)水量均衡方程式:

$R + S + K + G + P = E_L + A \cdots \cdots (1)$

式中 R 为年入湖的地表河流量, ($10^8 \times \text{m}^3/\text{a}$), S 为年入湖的泉水水量, ($10^8 \times \text{m}^3/\text{a}$), K 为年入湖的盐喀斯特溶洞水水量, ($10^8 \times \text{m}^3/\text{a}$), P_L 为湖面上的年降水总量, ($10^8 \times \text{m}^3/\text{a}$), G 为盐湖侧面地下水年补给总量, ($10^8 \times \text{m}^3/\text{a}$), E_L 为湖面上的年蒸发水总量, $10^8 \times \text{m}^3/\text{a}$ (湖卤水比重 1.21, 蒸发系数按 0.48 计算), A 为茶卡盐厂年产盐所耗的卤水总量, 按年产 $\text{NaCl } 50 \times 10^4 \text{ t}$, 每吨 NaCl 耗 3.7 m^3 卤水计, ($10^8 \times \text{m}^3/\text{a}$)。

其中 $R = 0.557 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ (平均值), $S = 0.0259 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, $K = 0.147 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, $P_L = 0.232 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, $E_L = 2.322 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a} \times 0.48 = 1.1146 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$, $A = 3.7 \times 50 \times 10^4 = 0.0185 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ (除 S 值为箱状模型计算值外, 余者均为测定值), 将上述测定数值代入方程(1)后, 求出 G 值,

$G = E_L + A - R - S - K - P_L = 1.1146 \times 10^8$

$- 0.557 \times 10^8 - 0.0259 \times 10^8 - 0.147 \times 10^8 - 0.232 \times 10^8 = 0.1712 \times 10^8 (\text{m}^3)$ 。由此看出该湖卤水补给水按大小依次为: 河水→湖面上的大气降水→湖侧面地下水→盐喀斯特溶洞水→泉水。

3 水化学及盐均衡

3.1 茶卡盐湖卤水

茶卡盐湖丰水季节湖表卤水水量很大, 枯水季节湖表几乎没有了卤水而以晶间卤水的形式埋藏在地下。1994 年 6 月和 1994 年 10 月, 我们采集了丰水季节和枯水季节卤水样品 86 个(其中丰水季节 48 个, 枯水季节 38 个)。

(1) 水化学组成^[3]

丰水季节和枯水季节卤水水化学组成、假定盐含量及水化学类型如表 2 所示。从表中看出, 1) 无论丰水季节还是枯水季节卤水中 K^+ 的

含量还是比较高的; 2) 枯水季节卤水中 Na^+ 和 Ca^{+} 的含量比丰水季节卤水的低, 其它组分均比丰水季节卤水的高; 3) 茶卡盐湖卤水中, 主要盐类组成为 NaCl 、 MgCl_2 、 MgSO_4 和 KCl , 枯水季节同丰水季节相比, NaCl 含量明显降低, 而 Mg-

Cl_2 、 MgSO_4 和 KCl 含量明显增高; 4) 丰水季节和枯水季节卤水的水化学类型按 M. T 瓦良什科分类法, 没有改变, 均为硫酸镁亚型; 而按阿列金分类法, 丰水季节为 ClIII^{Na} 型, 枯水季节为 ClIII^{Mg} 型。

表 2 茶卡盐湖卤水化学组成^{*}

Table 2 Hydrochemical composition of Caka Salt Lake

采样 日期	测定 项目	比重	矿化度 /(g/L)	离子含量/(g/L)							盐类组成/(g/L)							水化学类型	
				Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	CaSO_4	MgSO_4	MgCl_2	KCl	NaCl	M. T 瓦 良什科	阿列金
1994 6	丰水季	最大值	1.27 336 54	105.52	6.37	38.14	0.39	192.10	41.16	1.06									
		最小值	1.13 208 91	57.24	0.90	4.28	0.10	123.88	5.31	0.20									
		平均值	1.213 317.04	86.48	3.62	21.10	0.21	182.71	22.32	0.60	0.81	0	0.068	27.92	61.61	6.93	219.73	MgSO_4	ClIII^{Na}
1994 10	枯水季	最大值	1.53 383 23	71.19	13.50	81.51	0.16	245.80	56.80	2.59									
		最小值	1.23 338 10	11.64	5.76	35.05	0.08	184.17	28.15	0.93									
		平均值	1.251 350.07	57.50	7.56	46.17	0.12	192.02	45.39	1.31	0.49	1.132		67.04	129.52	14.47	146.10	MgSO_4	ClIII^{Mg}

^{*} 据青海省地质调查院《青海省柴达木盆地西部钾、硼、锂、碘、油田水大含水层研究》报告, 2004, 12。

(2) 某些离子及盐类组分平面分布
为了了解有关离子和盐类组分在茶卡盐湖

卤水平面上的分布规律, 做丰水季节和枯水季节
卤水中 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 含量等值线图(图 1)。

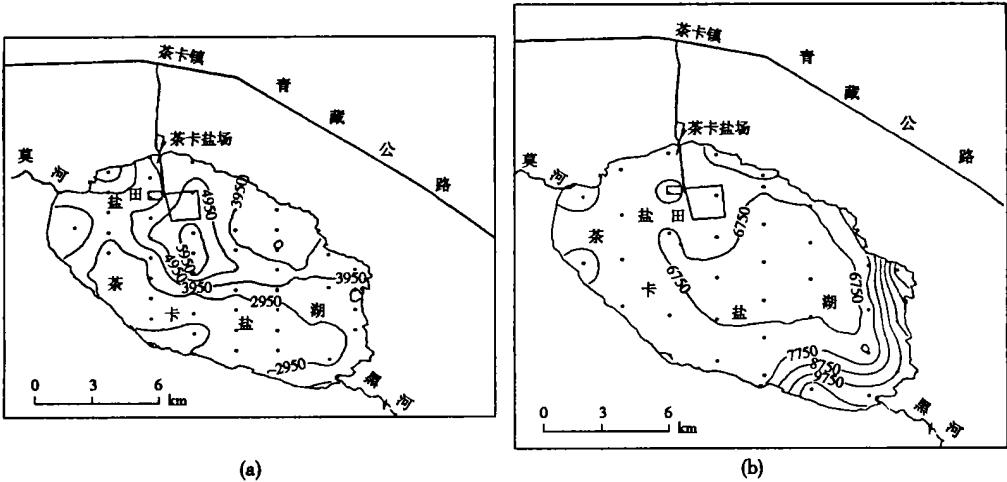


图 1 茶卡盐湖卤水 K^+ 平面分布图(mg/L)

(a) 丰水季节; (b) 枯水季节

Fig. 1 Ichnography of K^+ content (mg/L) in brine of Caka Salt Lake

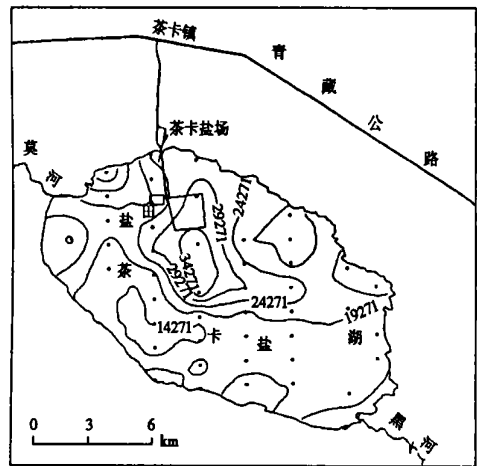
(a) High water season; (b) Low water season

丰水季节: 丰水季节卤水中 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 和 KCl 、 MgCl_2 、 MgSO_4 含量在茶卡盐厂采盐场附近出现高值区, 而在有河水流入处的东部和西部

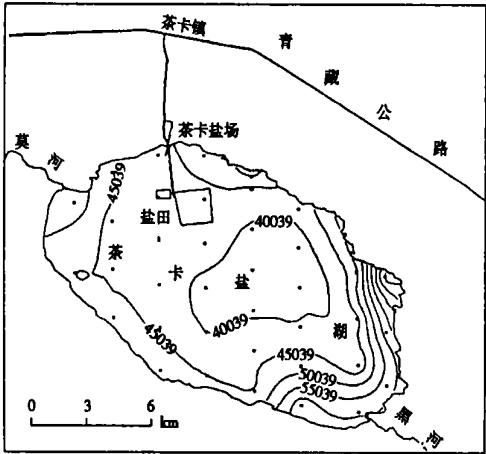
以及有泉水流入的北部和南部则出现相对的低值区, 这是由于有淡水流入的地带, K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 和 KCl 、 MgCl_2 、 MgSO_4 等组分随卤水的充淡

其含量相对较低;在采盐厂附近不仅受淡水的影响小,而且卤水中的 Na^+ 和 NaCl 在开采固体 NaCl 的同时并在不断地蒸发浓缩情况下结晶为固体 NaCl ,卤水中其他组分如 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 和 KCl 、 MgCl_2 、 MgSO_4 不以固体的形式被带走而保留在卤水中,其含量相对增高。

卡盐湖表层晶间卤水,由于受外界影响因素小,各离子和盐类组分在平面上的变化相对不大,尤其是湖的中心地带。但在莫河盐厂附近往东卤水中 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 和 KCl 、 MgCl_2 、 MgSO_4 的含量出现很高的高值区。



(a)

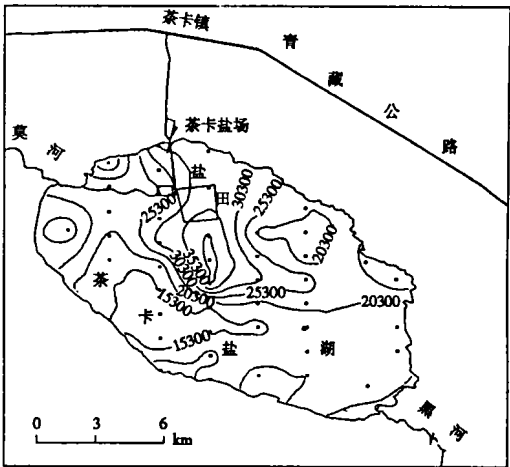


(b)

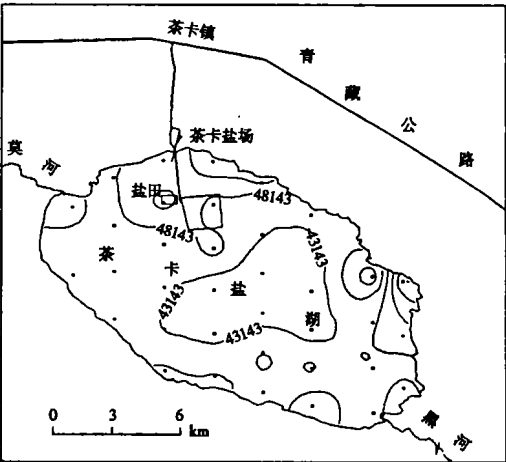
图 2 茶卡盐湖卤水 Mg^{2+} 平面分布图(mg/L)
(a) 丰水季节; (b) 枯水季节

Fig. 2 Ichnography of Mg^{2+} content (mg/L) in brine of Caka Salt Lake
(a) High water season; (b) Low water season

枯水季节: 枯水季节卤水基本上代表着茶



(a)



(b)

图 3 茶卡盐湖卤水 SO_4^{2-} 平面分布图(mg/L)
(a) 丰水季节; (b) 枯水季节

Fig. 3 Ichnography of SO_4^{2-} content (mg/L) in brine of Caka Salt Lake
(a) High water season; (b) Low water season

(3) 茶卡盐湖卤水同马海盐湖卤水水化学组成对比

表 3 茶卡盐湖卤水同马海盐湖卤水化学组成对比

Table 3 Contrast of brine hydrochemistry between Caka and Mahai salt lakes

项 目		茶卡盐湖		马 海	
		湖表卤水	晶间卤水	德尊马海湖水	巴尤马海湖水
密 度		1. 213	1. 251	1. 236	1. 199
矿化度/(g/L)		317. 04	350. 07	354. 64	313. 56
离 子 含 量 /(mg/ L)	Na ⁺	86480	57500	106960	102773
	K ⁺	3620	7560	3164	2422
	Mg ²⁺	21100	46170	15689	9260
	Ca ²⁺	210	120	175. 1	3668
	Cl ⁻	182710	192020	175420	193266
	SO ₄ ²⁻	22320	45390	52849	2099
	CO ₃ ²⁻	0	0	0	0
	HCO ₃ ²⁻	600	1310	386. 9	84. 81
盐 类 含 量 /(g/ L)	Ca(HCO ₃) ₂	0. 811	0. 486	0. 511	0. 113
	Mg(HCO ₃) ₂	0	1. 132	0	0
	CaSO ₄	0. 681	0	0. 168	3. 00
	MgSO ₄	27. 92	70. 05	66. 11	0
	CaCl ₂	0	0	0	7. 64
	MgCl ₂	61. 61	127. 88	9. 93	36. 76
	KCl	6. 93	14. 47	6. 05	4. 62
	NaCl	219. 73	146. 10	271. 75	261. 11
水化学类型		硫酸镁亚型	硫酸镁亚型	硫酸镁亚型	氯化物型

从表 3 可看出, 1) 茶卡盐湖湖表卤水和晶间卤水中 K⁺和 KCl 的含量均比马海湖水和晶间卤水中 K⁺和 KCl 的含量高; 2) 茶卡盐湖湖表卤水的水化学组成同德尊马海湖水的水化学组成极其相似; 3) 茶卡盐湖湖表卤水和晶间卤水中 Mg²⁺和 SO₄²⁻的含量要比巴龙马海湖水的含量高的多; 4) 茶卡盐湖湖表及晶间卤水水化学类型均为硫酸镁亚型, 而德尊马海湖水水化学类型为硫酸镁亚型, 巴龙马海湖水水化学类型

为氯化物型^[4]。

3. 2 外围水系化学特征

对茶卡盐湖外围水系, 我们也进行了丰水季节和枯水季节两次采样, 共获得样品 41 个, 其中泉水 24 个 (丰水季节 13 个, 枯水季节 11 个), 河水 4 个 (丰水季节、枯水季节分别 2 个), 溶洞水 13 个 (丰水季节), 其化学组成如表 4。

表 4 茶卡盐湖外围入湖水系化学组成 *

Table 4 Hydrochemical compositions of water inflows into Caka Salt Lake

水 体		密度	矿化度 /(mg/ L)	离子含量/(mg/L)								水型 (阿列金)
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	
泉水	丰水季节	1. 00	784. 28	154. 63	3. 80	29. 07	51. 53	193. 18	109. 46	7. 49	235. 12	Cl _{II} ^{Na}
	枯水季节	0. 99	742. 20	151. 27	2. 85	23. 83	52. 32	183. 34	116. 16	11. 5	200. 94	Cl _{II} ^{Na}
莫河	丰水季节	1. 00	1694. 77	381. 11	4. 24	84. 24	70. 68	517. 06	445. 21	13. 50	178. 73	Cl _{II} ^{Na}
河水	枯水季节	1. 00	2076. 78	391. 00	6. 19	115. 92	132. 41	670. 70	450. 29	5. 09	305. 18	Cl _{II} ^{Na}
黑河	丰水季节	1. 00	1229. 68	145. 36	14. 9	104. 43	58. 14	113. 11	384. 33	23. 50	385. 91	Cl _{II} ^{Na}
河水	枯水季节	1. 00	1235. 22	266. 64	9. 49	72. 74	34. 56	392. 27	200. 86	8. 48	250. 18	Cl _{III} ^{Na}
溶洞水		1. 24	339060. 63	61102. 03	6598	369866	274. 7	184119	45768	0	1332. 9	Cl _{III} ^{Na}

* 取样日期: 丰水季节 1994 年 6 月; 枯水季节 1994 年 10 月。

从表 4 中看出, 1) 溶洞水中化学组分含量及矿化度远高于入湖河水及泉水, 而与湖水相似; 2) 泉水及河水矿化度枯水季节略高于丰水季节; 3) 莫河水中的各离子含量在枯水季节均高于丰水季节, 而黑河水中各离子含量在丰水季节(除水中 Na^+ 、 Cl^- 离子外) 均高于枯水季节; 泉水中各离子含量枯水季节与丰水季节比较, 变化不大; 4) 湖表卤水、溶洞水及枯水季节

的莫河水水型相同, 均为 $\text{Cl}_{\text{H11}}^{\text{Na}}$; 泉水及河水(除枯水季节的莫河水外) 均为 $\text{Cl}_{\text{H11}}^{\text{Na}}$; 晶间卤水为 $\text{Cl}_{\text{H11}}^{\text{Mg}}$; 5) 溶洞水、湖表卤水及晶间卤水中盐类组成不仅盐类种类相同而且盐类含量多少顺序亦一致, 水中主要盐类为 NaCl 、 MgCl_2 、 MgSO_4 、 KCl 等, 其含量由大而小顺序均为 $\text{NaCl} > \text{MgCl}_2 > \text{MgSO}_4 > \text{KCl}$ 。茶卡盐湖外围水系每年入湖各种盐类量(不包括大气降水及地下水) 见表 5。

表 5 茶卡盐湖外围水系入湖盐量 *
Table 5 The amount of salts discharged into Caka Salt Lake

水 体	项 目	CaCO ₃	Ca(HCO ₃) ₂	Mg(HCO ₃) ₂	CaSO ₄	MgSO ₄	K ₂ SO ₄	Na ₂ SO ₄	MgCl ₂	KCl	NaCl	合计	
泉 水	含量/(g/L)	0.0125	0.1889	0.111	0	0.0915	0.0084	0.0911	0	0	0.3179	3.74×10^6	
	丰水季节年入湖总水量/(t/a)												
	年入湖盐量/(t/a)	46.75	706.49	415.14	0	342.21	31.42	340.71	0	0	1188.95		
	年入湖合计盐量/(t/a)												
莫河水	含量/(g/L)	0.0225	0.2375	0	0.0102	0.4225	0.00948	0.1421	0	0	0.8515		
黑河水	含量/(g/L)	0.0390	0.1727	0.307	0	0.2708	0.03306	0.2222	0	0	0.1864		
平均值	含量/(g/L)	0.031	0.2051	0.153	0.0051	0.347	0.0213	0.1822	0	0	0.5189	1.082×10^8	
	丰水季节年入湖总水量/(m ³ / a)												
	年入湖盐量/(t/a)	3218.4	21293	15884.46	530.52	36025.54	2211.37	18916.0	0	0	53872.2		
	年入湖合计盐量/(t/a)												
溶洞水	含量/(g/L)	0	1.1138	0.592	0	57.376	0	0	112.393	12.614	155.217	1.47×10^7	
	年入湖总水量/(m ³ / a)												
	年入湖盐量/(t/a)	0	16370	8700	0	843400	0	0	1652200	185430	2281690		
	年入湖合计盐量/(t/a)												
年入湖总计盐量/(t/a)		3266.15	38369.49	24999.6	530.52	879767.75	2242.79	19256.71	1652200	185430	2336751.15	5142813.16	

* 不包括大气降水及地下水

4 茶卡盐湖资源开发

1. 茶卡盐湖为固液相并存的石盐盐湖矿床, 迄今为至, 一直坚持开采石盐为主的方向是正确的。石盐开采历史悠久, 但大规模的开采还是在新中国成立之后, 尤其是 50 年代, 石盐开采实现了船采、船运、洗涤、加工机械化, 年生产能力达 $100 \times 10^4 \text{ t/a}$, 产品畅销全国。

该盐湖固液相石盐资源总量的潜在经济价值达 578×10^8 元。目前, 在该湖上设立了青海省盐业股份有限公司茶卡制盐分公司(原青海省茶卡盐厂)和青海省海西莫河盐厂。近期, 两单位年产氯化钠近 $50 \times 10^4 \text{ t/a}$, 年产值约 6000×10^4 元/a, 今后, 一是在氯化钠产品上应进一步向精细化加工方向发展, 一是不断扩大产品

销售市场, 增加产品年销售量。

据前人研究, 对于石盐的开采首先应在无石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 分布区, 然后逐步扩大到基本无芒硝($\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)、无泻利盐($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 或无白钠镁矾($\text{MgSO}_4 \cdot \text{NaSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 分布区。越近湖中部偏南地区石盐纯度越高, 越近湖边缘地区石盐纯度越低。开采石盐最佳时期应在每年的 5~10 月份丰水季节, 因为冬季湖水温低, 容易有芒硝析出而夹杂于石盐中^[5-9]。

2 茶卡盐湖液相卤水中 NaCl 资源总量的潜在经济价值近 30×10^8 元, 目前, 该湖尚无综合开发, 建议今后对该湖的开发应走资源综合利用的道路, 在开采石盐的同时, 首先要开发卤水中的钾盐资源^[7]。

该湖西部地区尚具较好的日晒场条件, 可

考虑在该区修建盐田,通过盐田日晒卤水,夏季制取光卤石($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)等盐类,冬季冷冻出芒硝,由这两种原料制取软钾镁矾($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$),进而加工成 K_2SO_4 产品。如果在该盐湖上只需建立年产 $3 \times 10^4 \text{ t/a}$ K_2SO_4 厂,其产值就会在原只生产石盐基础上翻一翻。往盐田灌引卤水的最好季节应在每年的 10 月至翌年 5 月的枯水季节,该时期,卤水中 KCl 含量最大值可达 2.01%,平均值也在 1.15%,达工业开采品位^[8]。

参考文献:

[1] 刘兴起,蔡克勤,于升松.基于 Pitzer 模型的茶卡盐湖卤

水及盐类矿物形成的地球化学模拟[J].中国科学(D 辑),2003,33(3):247-254.
[2] 于升松.柴达木盆地盐湖化学特征[J].海洋与湖沼,1984,15(4):341-359.
[3] 刘兴起.茶卡盐湖溶洞水平均上渗速率的计算——箱状模型的应用[J].盐湖研究,1995,3(1):28-31.
[4] 王苏民,窦鸿身.中国湖泊志[M].北京:科学出版社,1998.484-485.
[5] 王长春,宋彭生.硫酸镁型盐湖卤水天然制取软钾镁矾的研究[J].盐湖研究,1990,(2):21-27.
[6] 张彭熹,等.柴达木盆地盐湖[M].北京:科学出版社,1987.180-182.
[7] 柳大纲,陈敬清,徐晓白,等.茶卡盐湖物理化学调查研究[J].盐湖研究,1996,4(3-4):20-41.
[8] 李海民,徐晓东,李纪泽.茶卡盐湖湖表卤水模拟动态蒸发试验研究[J].盐湖研究,1998,6(1):11-16.

Hydrology, Hydrochemistry and Exploitation of
Resources in Caka Salt Lake

YU Sheng-song¹, LIU Xing-qi², TAN Hong-bing¹, GAO Zhang-hong

(1. Qinghai Institute of Salt lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China;

2. Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: Caka Salt Lake is a closed inland lake with no discharge mouth. The amount of water supply is mainly occupied by rivers and about $0.557 \times 10^8 \text{ m}^3$ water flows into the lake every year. Besides, there is also a part of water from precipitation(about $0.232 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$) and from groundwater(about $0.1712 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$) around sides, from salt karst water through up—peemeating (about $0.147 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$) and from spring water($0.0259 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$). As for discharge water of the lake, the amount of evaporation is dominating, which is no less than $1.1146 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$. The second water less of the lake is attributable to be depleted by human working for collecting salts. The principal types of salt minerals are NaCl , MgCl_2 , MgSO_4 and KCl in Caka Salt Lake. The content of NaCl mineral is higher in rich water seasons than low water seasons. So the rich water time is the better season to exploit salt mineral. By contrast, the content of potassium and magnesium salts are higher in brines in low water seasons. Therefore, it is favorable to exploit potassium and magnesium salts the in low water time. According to observation, the highest content of KCl can reach 2.01% and the average is about 1.15% in low water time, which meets the absolute exploit grade. We can make use of solar energy to produce salt minerals deposit and then pick up potassium and magnesium salts through building salt brine pan.

Key words: Caka Salt Lake; Hydrology; Hydrochemisty ; Resources exploration