

库木库里盆地盐湖形成自然环境

郑喜玉

(中国科学院青海盐湖研究所二部, 陕西 西安 710043)

摘要: 根据野外考察和室内研究资料,总结了库木库里盆地盐湖分布,卤水化学成分,盐类矿物组成,盐湖沉积特征,盐湖地质地理背景和盐湖形成演化自然环境。

关键词: 库木库里盆地; 盐湖; 自然环境

中图分类号: P571

文献标识码: A

文章编号: 1008-858X(2001)02-0001-06

库木库里盆地,是昆仑山系与阿尔金山系之间的大型地槽式山间构造断陷盆地,隶属于青藏高原,为新疆境内海拔最高的盐湖成盐盆地。考察和研究该盆地盐湖的形成演化和成盐自然环境,对拓宽新疆盐湖研究新领域和积累盐湖基础资料,充实和完善青藏高原盐湖成盐理论体系,加速该区盐湖自然资源的开发和利用,均具有深远的理论和现实意义。

1 盐湖概论

1.1 盐湖分布

根据野外考察和有关资料^[1,2,3,4]统计,库木库里盆地 1km² 以上的盐湖有 6 个,占盆地统计湖泊总数的 54.5%;盐湖面积 1516km²,占统计湖泊总面积的 98.06%,是该盆地主要湖泊类型(图 1)。盆地盐湖数量不多,但面积并不小;盐湖平均面积 244km²,比全疆盐湖平均面积还大 116km²;阿牙克库木湖,面积 870km²,是该盆地最大的盐湖。盐湖平均海拔 4287.33m,比全疆盐湖平均海拔 1429.23m 还高 2858.10m;其中,最高的盐湖是鲸鱼湖,海拔高程 4708m,亦是新疆最高的盐湖。该盆地盐湖卤水很丰富,湖表卤水充满全湖。据统计,卤水面积 1464km²,

占盐湖总面积的 96.57%,水深达 24m(阿牙克库木湖,1999年7月实测),是我国盐湖卤水最充沛的盐湖成盐盆地。

1.2 盐湖物质成分

1.2.1 盐湖卤水成分

库木库里盆地盐湖卤水主要是湖表卤水,为无色、无嗅、透明度良好,具咸味或咸苦味,呈碱性,pH

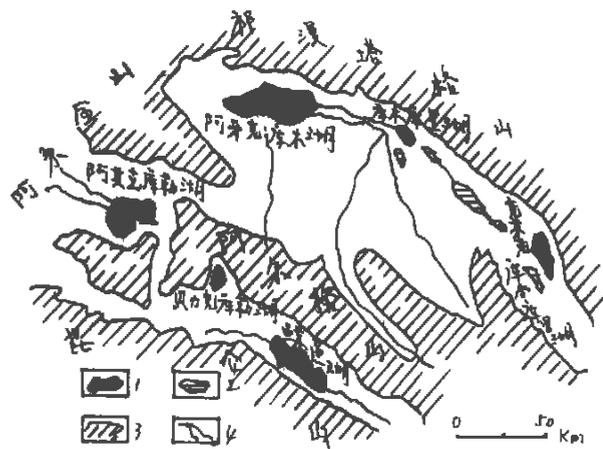


图 1 库木库里盆地盐湖分布图

Fig. 1 Salt Lakes distribution diagram in Kumukule Basin

1. 盐湖 2. 咸水湖 3. 湖盆周边基岩 4. 河流

收稿日期: 2000-12-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49872040)

作者简介: 郑喜玉(1937-),男,研究员。从事盐湖沉积地球化学研究。

* 参加野外考察工作的还有张明刚,梁青生,山发寿,高东林,杨波,盛传利,宋太宁,李田育,程维明等;杨新春、徐乃科亦参加了野外洪水围困期间的救援和撤离工作。

值 7.9~9.5, 平均 8.53, 最高 9.5(克其克库木库里湖), 最低 7.9(阿牙克库木湖), 密度 1.058~1.105, 矿化度 61.96~217.88g/L, 平均 103.97g/L; 其中, 库木库里湖矿化度最高, 为 217.88g/L, 而鲸鱼湖最低, 为 61.96g/L。

湖表卤水受自然环境影响比较明显, 尤其是干一湿气候的变化, 不仅会引起湖表卤水水量的增加或减少, 而且亦会导致湖水含盐量的提高或降低。例如, 干旱季节, 由于湖水蒸发浓缩而引起盐度增加, 甚至出现了自析蒸发盐类矿物; 相反, 潮湿季节, 因

突发性降水或洪水的涌入而引起湖水淡化, 导致含盐量迅速降低。据取样分析, 湖表卤水主要化学成分, 为 Na、K、Mg、Ca 和 Cl、SO₄、CO₃、HCO₃ (表 1)。从表 1 看出, 阳离子 Na 含量最多, 其次是 Mg、K, 而 Ca 含量偏低; Na 的含量比 K、Mg、Ca 含量的总和还高; Na 的含量占阳离子总和的 1/2, 是盐湖卤水阳离子中的主要成分。湖表卤水阴离子含量中以 Cl 为最多, 其含量约占阴离子总和的 93%, 为阴离子中的主要成分; 而 SO₄、CO₃、HCO₃ 之和仅占阴离子总和的 7%, 为阴离子的次要成分。

表 1 库木库里盆地盐湖卤水化学成分

Table 1 Chemical composition of Salt Lakes brines in Kumukule Basin

盐 湖	矿化度 (g/L)	pH	密 度	化 学 成 分 w/(mg/L)								资 料 来 源
				Na	K	Mg	Ca	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	
阿牙克库木湖	157.39	7.9	1.105	47156.67	720.06	8261.67	392.38	93211.32	5511.32	666.54	684.11	1
库木库里湖	217.88	8.1		86400.0	1009.0	21905.0	360.0	189921.0	15157.0	394.9	-	2
克其克库木库里湖	2.56	9.5		744.0	9.0	116.0	19.0	1302.0	51.0	290.0	31.0	3
阿其克库勒湖	82.63	8.6	1.058	24824.0	1734.69	3214.24	65.4	39328.9	8775.31	1999.61	1998.18	1
贝力克库勒湖	2.52	8.1										4
鲸 鱼 湖	61.96			20940.0	840.0	150.6	83.8	34498.0	2926.0	776.1	387.0	3

注: 1. 中科院盐湖所 1999 年 7 月; 2. 新疆地矿局区测队 1984 年 7 月; 3. 中科院青藏高原综考队 1984 年 8 月; 4. 中科院地理所 1992 年 3 月

总之, 库木库里盆地盐湖卤水主要化学成分中, 阳离子含量顺序为 Na > Mg > K > Ca 或 Na > K > Mg > Ca; 阴离子含量顺序: Cl > SO₄ > HCO₃ > CO₃ > 或 Cl > SO₄ > CO₃ > HCO₃。应该指出, 该盆地有的盐湖卤水中, K 和 B₂O₃ 含量偏高, 具有 K 和 B 富集的地球化学环境。

1.2.2 盐湖盐类矿物组成

根据野外考察和有关资料统计, 库木库里盆地盐湖盐类沉积矿物有 19 种。其中, 碳酸盐类矿物 10 种(方解石、文石、白云石、菱镁矿、水菱镁矿、针碳钠钙石、泡碱、水碱、天然碱、纤水碳镁石), 硫酸盐类矿物 5 种(石膏、硬石膏、芒硝、无水芒硝、泻利盐), 氯化物矿物 3 种(石盐、水石盐、冰石盐) 和 1 种硝酸盐类矿物(水硝酸镁矾)。

1.3 盐湖沉积

1.3.1 盐湖沉积类型

根据盐湖地面调查和钻井剖面分析, 该盆地盐湖沉积大致分为碎屑沉积、粘土沉积和盐类化学沉积三种沉积类型。

石、粉细砂等粗碎屑物沉积, 多分布于湖底或湖漫滩, 属于湖泊早期阶段, 即大水湖时期的湖相沉积。一般是洪积、冲积作用形成的湖相沉积物, 往往构成湖底或湖堤及湖成阶地。

(2) 粘土沉积: 为盐湖或盐湖盆地在潮湿(淡化)阶段, 湖水相对平静的沉积环境, 粒径小于 0.005 μm 的细碎屑沉积物。一般分布于粗碎屑沉积之后的深水沉积环境或地表水系补给湖盆的缓流地带。

(3) 盐类化学沉积: 为湖泊形成演化到成盐阶段的湖相沉积物, 即盐湖发展阶段的盐类化学沉积物。包括碳酸盐类矿物、硫酸盐类矿物和氯化物盐类矿物等。

1.3.2 盐湖成盐期

根据第四纪盐湖成盐期研究^[2,5,6,7]表明, 青藏高原盐湖最早出现蒸发盐类沉积, 始于晚更新世末期, 距今 2.5 × 10⁴ a 以来才陆续进入盐湖成盐发展阶段, 即盐湖卤水相继演化到自析盐阶段。总观青藏高原全境, 北部盐湖成盐时间早于高原南部。其中, 柴达木盆地盐湖成盐作用, 发生在 2.4 × 10⁴ aB.P. 以后, 以出现石盐沉积为标志, 表明盐湖进入自析盐发展

阶段。 2.4×10^4 a 以前则属于盐湖成盐作用的预备阶段,沉积物为碳酸盐粉砂,粘土等碎屑岩, 2.6×10^4 a 左右时才形成以石膏为标志的钙质硫酸盐沉积^[6]。西藏盐湖的成盐作用期晚于柴达木盆地盐湖,而且成盐作用强度比柴达木盆地盐湖弱的多。据¹⁴C 年龄测试表明,西藏盐湖主要是羌塘盆地盐湖成盐作用,最早始于 1.5×10^4 aB.P. 以后,较柴达木盆地盐湖成盐时间晚 9000a 左右^[7]。

库木库里盆地是青藏高原自成体系的成盐盆地,山盆构造、物源背景、内流地表水系和干寒气候等成盐环境,有别于柴达木盆地和羌塘盆地,尤其是充足的地表水系和寒旱气候的直接影响,导致湖盆成盐时间晚于上述两大盆地,成盐强度普遍较弱。据阿其克库勒湖、克其克库木库里湖和贝力克库勒湖等湖相剖面年龄测试表明,6000aB.P. 期间皆为高湖面的大水湖时期,5000aB.P. 以来湖面总体呈现收缩下降的趋势^[3],但湖泊未成盐发展阶段至少延续到距今 2000a 或更晚。推测 2000aB.P. 以来至本世纪初期,库木库里盆地盐湖逐步进入成盐作用预备阶段——淡卤水阶段;进入以石盐沉积为标志的盐湖自析盐阶段,则是 20 世纪 50 年代以来的成盐作用,称为全新世末期——现代盐湖成盐期。

1.3.3 盐湖沉积特征

(1) 盐湖沉积层序

盐湖沉积层序,亦称为盐湖沉积结构。根据阿牙克库木湖、阿其克库勒湖和克其克库勒湖沉积剖面岩性分析表明,库木库里盆地盐湖沉积,分为碎屑沉积、粘土沉积或淤泥沉积和盐类化学沉积三大沉积层序。其中,碎屑沉积和粘土沉积,属于未成盐阶段的湖相沉积;只有盐类化学沉积,才属于成盐阶段的湖相沉积物。

(2) 盐湖沉积速率

盐湖沉积速率,是反映盐湖沉积环境和物源背景的重要标志。库木库里盆地盐湖为构造湖盆,其山盆环境和物源条件大同小异;湖盆的演化历史和演化过程不尽相同,而决定了湖相沉积幅度也是不一样的。根据盐湖沉积剖面分析,盐湖未成盐阶段(含淡水湖和咸水湖发展阶段)沉积时间长,幅度大;而在盐湖成盐阶段(含盐湖预备阶段——淡卤水阶段和盐湖自析盐阶段)沉积时间短,沉积幅度较小。而盐湖沉积速率,亦具有未成盐阶段大于成盐阶段的显著特征。例如,盐湖未成盐阶段的沉积速率:阿其克库勒湖 0.55mm/a ,贝力克库勒湖 0.42mm/a ,克其克库木库里湖 1.21mm/a ;而发展到盐湖成盐阶

段的沉积速率分别为:阿其克库勒湖 0.12mm/a ,贝力克库勒湖 0.31mm/a ,克其克库木库里湖 0.14mm/a ,阿牙克库木湖则是 0.16mm/a 。

(3) 盐湖沉积旋回

盐湖沉积旋回,亦称盐湖沉积韵律,是反映盐湖沉积环境、振荡运动和分异作用的重要依据。根据盐湖沉积剖面(图 2)分析,从碎屑沉积开始,经粘土沉积或淤泥沉积,最后终止于盐类化学沉积的层序,作为划分盐湖沉积旋回(或韵律)的准则^[8],而库木库里盆地盐湖仅有一个不太发育的沉积盐层,所以只能构成一个沉积旋回,成为青藏高原仅有单旋回沉积的盐湖成盐区,也是新疆独具单旋回沉积的盐湖盆地。

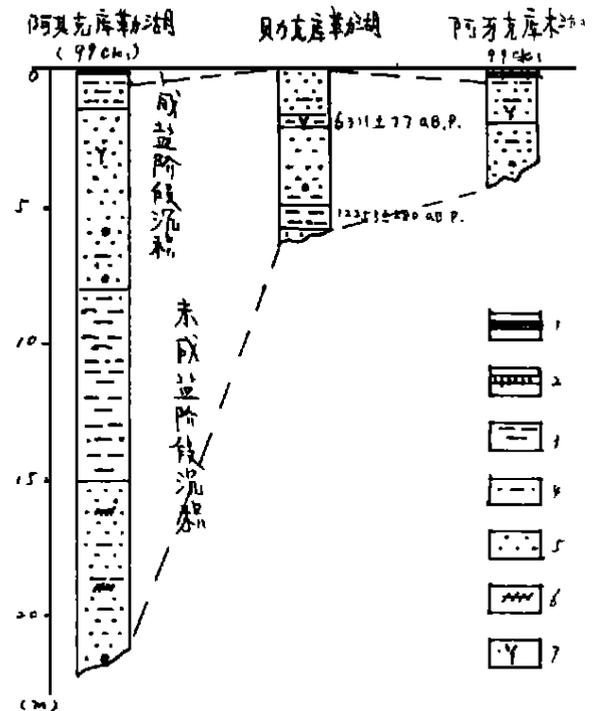


图 2 库木库里盆地盐湖沉积剖面(*据李栓科资料)

Fig. 2 Sediments Section of Salt Lakes in Kumukule Basin

1. 碳酸盐沉积
2. 含泥砂、石盐沉积
3. 粘土沉积
4. 粉砂粘土沉积
5. 细砂沉积
6. 冰层
7. 植物碎片

2 盐湖地质地理概述

2.1 盐湖自然地理环境

库木库里盆地,位于新疆巴音郭楞蒙古自治州若羌县祁曼塔格乡境内;地理坐标: $E 87^{\circ} 30' - 91^{\circ} 15'$, $N 36^{\circ} 25' - 38^{\circ} 20'$ 。周边高山环绕,南界昆仑山系与可可西里高原相依,西北为阿尔金山脉与塔里木

盆地为邻,东北隔祁曼塔格山与柴达木盆地相望,形成了西宽东窄的三角形盆地基本轮廓。盆地东西长330km,平均宽度130km,面积 $4.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。昆仑山、阿尔格(阿尔喀塔格)山和祁曼塔格山,自南而北依次排列,其间夹有两列近东西向或NW-SE向展布的次一级山间盆地,为盐湖或湖泊的形成和分布提供了良好的地形地貌环境。

该盆地隶属于青藏高原,平均海拔4000m。1月平均气温 -37°C ,7月平均气温 25°C ,5月~6月平均气温 $50\sim 60^\circ\text{C}$ 。年降水量100~200mm,蒸发量2400mm。年日照时数2900h。最大风速15m/s。主导风向为西北风,频率20%。

2.2 地形地貌

盆地地形地貌特征可概括为“三山夹两盆”。祁曼塔格山、阿尔格山、昆仑山呈北南依次排列,其间夹有祁曼塔格山、阿尔格山两个次一级山间盆地。祁曼塔格山、阿尔格山、昆仑山均呈北南依次排列,其间夹有祁曼塔格山、阿尔格山两个次一级山间盆地。祁曼塔格山、阿尔格山、昆仑山均呈北南依次排列,其间夹有祁曼塔格山、阿尔格山两个次一级山间盆地。

祁曼塔格山、阿尔格山、昆仑山均呈北南依次排列,其间夹有祁曼塔格山、阿尔格山两个次一级山间盆地。祁曼塔格山、阿尔格山、昆仑山均呈北南依次排列,其间夹有祁曼塔格山、阿尔格山两个次一级山间盆地。祁曼塔格山、阿尔格山、昆仑山均呈北南依次排列,其间夹有祁曼塔格山、阿尔格山两个次一级山间盆地。

3.2.1 蚀源区及其湖盆边缘岩石或岩层的风化淋滤作用,是古湖盆地和盐湖成盐物质最原始的补给来源
 库木库里盆地周边环山,
 ;

ケ ;
 バー
 (六) ,
 (2) ,
 ナ 4 。
 ゐ

Table 2 Chemical composition of perihery rocky in Kumukule Basin (w/%)

【 — *→	Na	K	Ca	Mg	Li	Cl	SO ₄	CO ₃	B
	1.56	1.70	4.96	2.90	0.018	0.005	1.37	7.78	0.0044
	1.86	1.78	7.53	2.75	0.0104	0.0314	2.02	11.63	0.0022

3.2.2 古盐或含盐岩系的淋蚀和再溶解,是盐湖或盐湖盆地成盐元素主要补给来源
 库木库里盆地古盐或含盐岩系,
 -バ
 、
 < 30km,
 2000m, (12) 6 , 0.7~2m,
 ⑧ 。 :① , 0.7~1m;②
 , 30m, Y ビ Y ;③-
 Y , NaCl 65~70%, K 0.1~1.1%。
 4 [9,10]。

, バ (12)
 ナ (12)へ— · 19。
 3.3 · 19。
 へ—
 , !!! , , ゲ XIII,
 ⑨。
 4000m ≡ | , ボ) , フ
 , 0℃, — -37℃, —
 28℃, 25℃, 55℃; 100~
 200mm, !!! 2300~2500mm, 4~
 8 ; , ふ < 2900h;
 , 10~15m/s, ②
 ,(12) ② · 19。

3.2.3 地下水或潜水的补给,主要是泉水和承压水的补给
 库木库里盆地四周环山, 5
 \$,
 4 , (12) · 19。
 - , 、 、
 バギ』。
 ,
 T X、 ; (12)
 、 、 、 、 、 、
 (12) , (12) 100 \$
 ≡, バ [(12) 22 ; (12)
 20 ≡, \$ ケ 20
 * * , 2m , ケ
 14℃(* ⑩ 8℃) , pH 8.7,
 (12) , (12)

チ : · Zバ :
 エ す ,(4) "
 ;
 ,
 ⑪、 U τ
 ;
 』 。
 [1] イ I · [J]. (七) ひ, 1984, 15(2) : 168-178.
 [2] イ , · [M]. : , 1989.
 [3] . バ " [J].

[4] [J]. ,1992,4(1):19-30. [7] イ | , . [M]. : ,1988.

[5] / , . [C].バ - [8] イ | , . ⊕[J]. ,1996,14(2): 137-143.

[6] づ , . [M]. : ,1987. [9] イ | , . [M]. : ,1995.

[10] イ | .] [J]. ,1993,1(1): 1-10.

The Natural Environment of The Salt Lakes Formation of Kumukule Basin

ZHENG Xi-yu

(Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xian 710043, China)

Abstract: According to filed survey and laboratory study, the quthor summarized the Salt lakes distribution of Kumukule Basin, the chemical composition brines, the salt mineral composition, sedimentary features of salt lakes, the geological and geograraphical background of salt Lakes, and the natural environment of the salt lakes formation and evolution.

Key words: Kumukule Basin; Salt lake; Natural environment

青海省对重大科技攻关项目实行公开招标

西部开发

す、 — 。 > す、

す(12)へ — " , 10 へ ̄̄̄̄ , へ ,

ば , ⊕, 1 κ 4 , テ< > す [— 。

Z ば 10 ̄̄̄̄ ば, (12) 6 る ※// κ 4 ` 19. κ 4 ` 19. =。 ば"

3000 ̄̄̄̄ ⊕κ 4 ` 19. = " [— ̄̄̄̄ κ 4

[, ` 19. ` κ 4 , 3000 ̄̄̄̄ = , ` 19. ,

κ 4 ` 19. " テ 7 ! " " [— 19. -

! , (1) 7 テ , 7 " ! " " [

— 、 、 ` 19. , - , ,

! " " κ 4 " [— 19. 、

κ 4 , κ 4 ` 19. , 10 ̄̄̄̄ ̄̄̄̄

: =。" テ " - , , ̄̄̄̄

— , 19. κ 4 " ̄̄̄̄ " 19.

, (1) , ㄟク、 、 ̄̄̄̄ ̄̄̄̄

, ㄟフ ̄̄̄̄、 τ —

Z 10 へ ̄̄̄̄ ̄̄̄̄ ̄̄̄̄ ば ば、 《バ ば 》 《 ば

] 》、 — 、 ⊕、 q (1) 19. - r。 , 10 へ ̄̄̄̄ ば , ⊕ , ! q

、 ̄̄̄̄ ば , 19. , ば(12) エ へ = ,

⊕ κ , > [, κ . , κ (七) , vi 19.

> テ。 』 , XIII 』 (12) ⊕ ,

(12) > v , す。

《盐湖研究》编辑部