Mar.

Vol. 22 No. 1

2014

## 察尔汗盐湖别勒滩西北边缘浅层晶间卤水 Li 含量分布特征的研究

#### 梁青生 韩凤清

(中国科学院青海盐湖研究所,青海 西宁 810008)

摘 要: 别勒滩位于察尔汗盐湖西部边缘地区,与东台吉乃尔盐湖接壤,同处柴达木盆地拗陷中心,在整个柴达木盆地盐湖中也是 Li 元素相对富集的地段之一。该地段在距北岸  $10~\rm km$  的范围内,Li 平均含量为  $0.594~\rm g/L$  最高可达  $1.225~\rm g/L$  与东台吉乃尔盐湖晶间卤水中 Li 含量很接近,但 Mg/Li 比值高出东台吉乃尔盐湖  $2~\rm a$  倍。该地段 Li 的水平分布大致可划分为  $3~\rm b$  个区域:  $1~\rm b$  Li 含量为  $1.0~\rm a$   $1.2~\rm g/L$ ;  $11~\rm b$  Li 含量为  $1.0~\rm a$   $1.2~\rm g/L$ ;  $11~\rm b$  Li 含量为  $1.0~\rm a$   $1.2~\rm g/L$ ;  $11~\rm b$  Li 含量 为  $1.0~\rm a$   $1.2~\rm g/L$ ;  $11~\rm b$  Li 含量 为  $1.0~\rm a$   $1.2~\rm g/L$ ;  $11~\rm b$  Li 含量 为  $1.0~\rm a$   $1.0~\rm$ 

关键词: 别勒滩; Li 含量; 成盐期; 晶间卤水

中图分类号: P641. 464

文献标识码: A

文章编号: 1008 - 858X(2014) 01 - 0001 - 05

### 1 基本概况

察尔汗盐湖别勒滩西北部与其接壤的台吉 乃尔盐湖同处干柴达木盆地凹陷中心,盐湖沉 积以石盐为主 其中夹有芒硝、石膏等硫酸盐沉 积 B、Li 元素赋存于石盐层的晶间卤水中,这 里成为柴达木盆地盐湖中 B、Li 元素相对富集 的地区之一。此外 ,钾、镁等元素在该地区的卤 水中也较富集。西部第三纪含盐岩系重溶作用 和蚀源区的淋滤风化作用 是该地区盐湖卤水 矿床 B、Li 元素富集的主要物质来源 这种析盐 过程贯穿于整个地区盐湖的发展和演化过程 中[1-4]。处于别勒滩西端的涩聂湖,湖水面积 约68 km² 常年由来自昆仑山系的乌图美仁河 补给,是这一地区晶间卤水主要的地表补给河 流和提供 B、Li 元素的主要途径。据我们 1998 年4月27日测定,乌图美仁河流速为 0.57 m/s ,河宽为 8.0 m ,平均水深为 1.3 m ,日

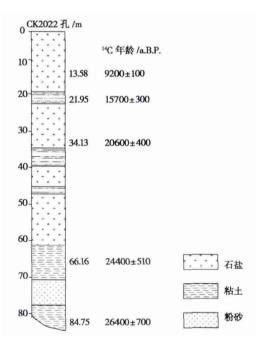


图 1 别勒滩 CK2022 钻孔剖面图

Fig. 1 CK2022 Drilling hole profile in Bieletan

收稿日期: 2013 - 11 - 29

基金项目: 国家 973 项目(2012CB426501) 和国家自然科学基金(40772079) 支持作者简介: 梁青生(1956 -) 男 研究员 主要从事盐湖地质、矿产开发研究工作。

径流量约为  $5.0 \times 10^5$  m³ 加上中间的小河和北部的人工河引水量 估计乌图美仁河日径流总量约为  $7.0 \times 10^5$  m³ [5]。

#### 2 沉积特征

据已有的资料显示,自晚更新世以来,察尔汗别勒滩区段干盐湖经历了4个沉积旋回,每个旋回从碎屑物沉积开始,直至出现较厚的盐类沉积而结束(图1)<sup>[6]</sup>。

别勒滩北部边缘与东台吉乃尔湖相距约60 km ,涩格公路途经此地段 ,公路西侧约3 km 为涩聂湖 ,北侧湖岸为风成沙丘 ,湖岸至湖内约10 km 范围内为地表潜层卤水富锂区。该区域1.5 m 以上的沉积物主要以含粉砂石盐和含盐

粘土为主 石盐厚度约为 0.5 m 左右 ,含盐粘土厚度不等 ,约在 0.2 ~ 0.7 m 左右 ,分布不均匀(图 2)。据资料和现场实地调查分析 ,湖岸以北相当范围内地表 1.5 m 以下还沉积有较厚的盐类沉积 ,该盐层的形成可能主要源于盆地内构造运动造成的西部第三纪古盐湖残余卤水迁移沉积 ,盐层上部被盐湖后期风积砂和含盐粉砂所覆盖(图 3)。该沉积物自上而下沉积序列(以 BS21 孔为例)如下。

- 1) 石盐层 厚度 0.0 ~ 0.75 m
- 2) 红色含盐粘土层 厚度 0.75~1.25 m
- 3) 黑色淤泥夹层 ,1.25~1.30 m
- 4) 土黄色粘土层 ,1.30~1.40 m
- 5) 土黄色粉砂粘土层 ,1.40~1.60 m
- 6) 石盐层 未见底



图 2 别勒滩北部边缘钻孔剖面图

Fig. 2 Drilling hole profile in northern Bieletan section

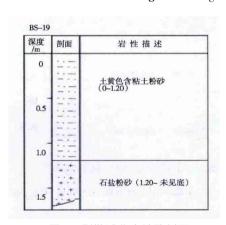


图 3 别勒滩北岸钻孔剖面

**Fig.** 3 Drilling hole profile in northern bank of Bieletan section

有关文献资料显示,柴达木盆地新生代成盐期有两次。第一次发生在新近纪末期上新世,第二次发生在第四纪晚更新世末期,该成盐期也是盐湖中钾、镁、锂、硼等元素的重要成矿期<sup>[1-46]</sup>。察尔汗盐湖别勒滩段与东台吉乃尔盐湖同处盆地构造运动所形成的拗陷中心,西部古近系和新近系成盐的残余卤水向中东部迁移,导致盆地中东部盐湖形成了以氯化物为主的盐类沉积,二者在成盐演化、成矿规律以及成盐年代上均有相近之处,在地质历史时期,应隶属柴达木盆地第二次成盐期(图4)。

已有文献报道的<sup>14</sup> C 数据显示 ,别勒滩干 盐湖底部盐层形成于距今 25 000 a ,上部盐层 成盐期大约距今 15 000 a。别勒滩西北边缘的 涩聂湖是在大约距今 10 000 a 左右形成的新的 具有表面卤水的全新世盐湖[4]。

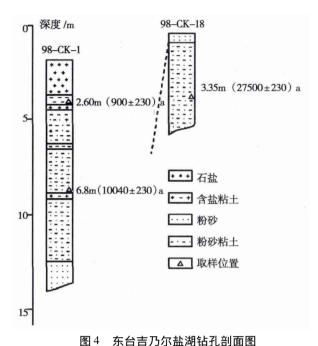


Fig. 4 Drilling hole profile of East Taijinar Salt Lake

#### 3 表层晶间卤水 Li 的分布

别勒滩区段盐湖卤水分为湖表卤水和晶间 卤水两大类。涩聂湖是该区段主要的盐湖物质 来源的汇集区和补给区 其湖表卤水的矿化度 为 300 g/L; 该区段干盐滩地表下 0.5 m 以上的 晶间卤水矿化度为300~480 g/L。卤水中阳离 子 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>和阴离子 Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>成 为该区段的主要化学组分 ,B、Li 元素赋存晶间 卤水中。埋深 0.5 m 以上化学组分的变化主要 受到湖水变化的影响。

根据以往资料和研究工作,我们于1999 年 5 月对别勒滩西部边缘涩聂湖附近部分地段 地表晶间卤水中 Li 的含量进行了一次调查, 调查范围是在别勒滩西部边缘涩聂湖与涩格公 路之间约  $48 \text{ km}^2$  的区域内 ,以  $2 \text{ km} \times 2 \text{ km}$  的 密度采集埋深 0.3 m 左右的地表晶间卤水进行 化学组分分析。采样位置及分析结果见图 5、 表 1。实地调查与化学分析结果显示,该地区地

别勒滩西部边缘地表晶间卤水化学成分

Table 1	Chemical	composition	of surface	intercrystal	brine in	Bieletan section	1

g/L 离子浓度 样品编号 矿化度 Na +  $Mg^{2+}$ Ca<sup>2 +</sup>  $SO_4^2$  $K^+$ Cl В Li + BS - 00196.79 11.63 87.18 273.4 8.78 0.413 470. 1 0.285 0.6050.293 BS - 00275.35 27.01 193.0 12.45 0.576 25.68 0.298 334.7 BS - 00375.39 11.87 26.95 193.3 24.43 0.304 0.300 333.2 0.666 BS - 004112.3 3.92 9.76 0.306 189. 7 11.40 0.145 0.090 327.7 BS - 00544.83 8.46 21.49 0.254 188.1 25.32 0.308 0.233 289.0 27.26 BS - 00684.80 8.92 22.10 0.272 188.1 0.329 0.240 332.0 BS - 00769.21 13.83 30, 08 0.293 196.3 21.18 0.283 0.333 331.5 BS - 00866.25 244.4 9.67 0.397 0.500 19.53 23, 62 0.214 364.6 BS - 0096.90 19.44 81.53 0.205 268.0 6.70 0.398 0.530 383.7 BS - 0106.41 18.39 81.66 0.113 267.2 6.43 0.412 0.593 381.2 BS - 01126.61 23.33 58.33 0.254 229.0 14.39 0.421 0.543 352.9 BS - 01252.99 15.36 38.93 0.260 202.6 16.97 0.357 0.395 327.9 21.21 BS - 01331.02 14. 15 55.44 0.256 214.4 0.399 0.660 337.5 BS - 0151.04 7.05 95.16 0.126 281.1 16.32 0.530 1.025 405.4 BS - 0161.61 8.08 91.23 0.277 278.0 10.68 0.469 0.973 391.3 BS - 01771.83 0.251 249.1 9.84 0.4250.610 367.0 11.82 23.09 BS - 0185.82 18.01 82.15 0.214 267.4 6.50 0.395 0.635 381.1 BS - 0200.02 3.10 99.89 0.124 300.1 5.38 0.432 1.075 410.1 BS - 021109.7 1.225 1.65 0.138 324.0 6.40 0.444 443.6 48.51 199.2 29.62 BS - 006 +14. 13 43.16 0.349 0.433 0.520 336.0

表晶间卤水中 Li 的平均含量为 0.594~g/L ,最高可达 1.225~g/L ,涩聂湖湖水为 0.240~g/L 整个地段 Mg/Li 比值约为 100~120~a Li 的分布大致如下。

- 1) 靠近北岸风成沙漠荒滩的边缘地段 ,宽约 2 km 左右范围内为最高 ,Li 含量  $1.0\sim1.2~{\rm g/L}$ ;
- 2) 距北岸 2.5~5 km 的区间 Li 含量约为 0.5~0.6 g/L;
- 3) 距北岸约 5 km 以远 Li 含量为 0.2 ~ 0.3 g/L。

由此可见,该地区 Li 含量北高南低,其变化趋势是由北向南逐渐降低,东西方向变化不明显(图 5)。

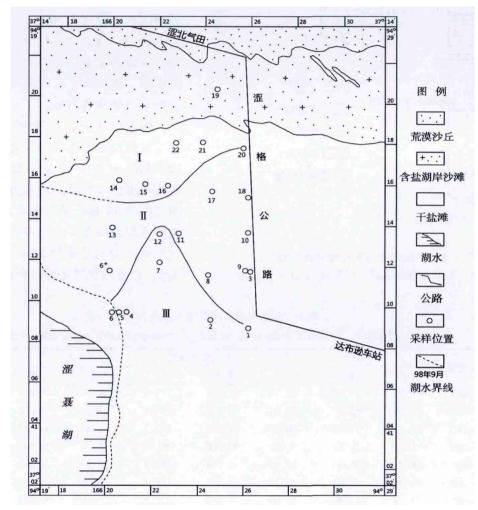


图 5 别勒滩潜层卤水 Li 的分布

Fig. 5 Distribution of Li content in surface intercrystal brine of Bieletan section

## 4 小 结

1) 别勒滩与东、西台吉乃尔盐湖、一里坪同处柴达木盆地新生代沉积中心。上新世富集硼、锂的残余卤水和西部裸露地表的盐类沉积及其富含硼、锂的晶间卤水 在盆地内的构造运动中向东部迁移汇聚于此,形成了柴达木盆地

最大的现代盐湖锂矿床分布带。该区域面积广泛,西部地区部分地段被盐湖区西北方向风蚀地貌强风吹扬的粉砂沉积所覆盖,形成了巨大的沙垄和大面积的沙丘,其下很可能有沙下盐湖存在。

2) 昆仑山山脉发源的水系和外围岩层风化 淋滤作用为该湖的卤水组分提供了丰富的物质 来源。该区域盐湖沉积以石盐为主,其中夹芒 硝、石膏等硫酸盐沉积。在盐类沉积赋存的晶间 卤水中,钾、镁、锂、硼等有用元素高度富集,且浓 度相对稳定。各自都构成了独立的液体矿床。

- 3) 察尔汗盐湖别勒滩西北部边缘是 Li 含量较高的地段,在整个柴达木盆地盐湖中也是 Li 元素相对富集的地区之一。该地区 Li 平均含量为 0.594 g/L ,最高可达 1.225 g/L ,与东台吉乃尔盐湖晶间卤水中 Li 含量很接近,但 Mg/Li比值高出东台吉乃尔盐湖 2~3 倍。
- 4) 该地段 Li 的水平分布大致可划分为 3 个区域: I区 Li 含量为 1.0 ~ 1.2 g/L; II区 Li 含量为 0.4 ~ 0.6 g/L; II区 Li 含量为 0.2 ~ 0.3 g/L 其变化趋势是由北向南逐渐降低。
- 5) 该区域水的主要补给来源于昆仑山系的那棱格勒河和乌图美仁河,这些河流源源不断流入别勒滩西北部涩聂湖,为该地区锂的富集提供了物质来源<sup>[7-11]</sup>。

致谢:本文得到了高东林、韩继龙的帮助,在此一并表示感谢。

#### 参考文献:

[1] 张彭熹 等. 柴达木盆地盐湖[M]. 北京:科学出版社,

- 1987.
- [2] 展大鹏 涂俊清 高春亮. 柴达木盆地盐湖卤水锂资源 形成的水文地球化学条件[J]. 湖泊科学 2010 22(5): 738-792.
- [3] 朱允铸 李文生 吴必豪 等. 青海柴达木盆地一里坪和东西台吉乃尔湖地质新认识[J]. 地质评论,1989,35 (60):556-565.
- [4] 于升松 ,唐渊. 青藏高原盐湖的水化学特征 [J]. 海洋与湖沼 ,1981 ,12(6):498-511.
- [5] 梁青生 韩凤清. 东台吉乃尔盐湖基本地质特征及锂的 分布规律研究[J]. 盐湖研究 2013 21(3):1-9.
- [6] 黄麒 蔡碧琴 余俊清. 盐湖年龄的测定 青藏高原几个盐湖的<sup>14</sup>C 年龄及其沉积旋回 [J]. 科学通报 ,1980 (21):990 994.
- [7] 于升松. 柴达木盆地盐湖水化学特征[J]. 海洋与湖沼,1984,15(4):341-359.
- [8] 郑喜玉. 柴达木盆地盐湖 Li、B 地球化学 [G] //中国科学院青海盐湖所. 青海柴达木盆地晚新生代地质环境演化. 北京: 科学出版社,1986:133-147.
- [9] 郑喜玉 涨明刚 筹. 中国盐湖志[M]. 北京: 科学出版 社 2002.
- [11] 田润. 察尔汗盐湖别勒滩段 S4 层晶间卤水水化学和水动态变化特征研究[D]. 西宁: 中国科学院青海盐湖研究所 2007.

# Distribution Characteristics of Li Content in Shallow Intercrystalline Brine from the Bieletan's Northwestern Edge in Qarhan Salt Lake Area

LIANG Qing-sheng HAN Feng-qing

(Qinghai Institute of Salt Lakes Chinese Academy of Sciences Xining, 810008 China)

Abstract: Qarhan salt lake is located at the eastern Qaidam basin and Bieletan is located at the west edge of Qarhan salt lake that border with East Taijilaier salt lake. Both the above two regions are in Qaidam basin topographic depression center and enrichment of lithium. The average level of Li content is 0.594 g/L ,up to 1.225 g/L in the scope of the Bieletan region 10 km away from the north ,which is close to the intercrystal brine of East Taijilaier Salt Lake. But the ratio of Mg/Li is 2 ~ 3 times higher than dongtaijilaier salt lake. The horizontal distribution of Li can be roughly divided into three regions: I . Li content is 1.0 – 1.2 g/L; II . Li content is 0.4 ~ 0.6 g/L; III . Li content is 0.2 ~ 0.3 g/L. The change tendency is gradually reduced from north to south. The bottom salt belt of the Bieletan's dry salt lake formed at 25 000 years ago ,and the upper at 15 000 years ago. The Seniehu lake ,located at northwest edge of Bieletan and formed at 10 000 years ago ,is a new holocene salt lake with the surface brine and the main source of material collection and supply area of Bieletan.

**Key words**: Bieletan; Li content; Salify time; Intercrystalline brine