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 km 的范围内,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。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; III 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。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。别勒滩西部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,该湖也是别勒滩区段主要物质来源的汇集区和补给区。 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

基本概况

察尔汗盐湖别勒滩西北部与其接壤的台吉 乃尔盐湖同处于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





基金项目: 国家 973 项目(2012CB426501) 和国家自然科学基金(40772079) 支持

收稿日期:2013-11-29

作者简介:梁青生(1956-), 用、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 × 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 × 10^5 m^{3[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)^[6]。

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^[1-4,6]。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¹⁴C 数据显示,别勒滩干 盐湖底部盐层形成于距今25000 a,上部盐层 成盐期大约距今15000 a。别勒滩西北边缘的 涩聂湖是在大约距今10000 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 $Na^+ \ K^+ \ Mg^{2+} \ Ca^{2+}$ 和阴离子 $Cl^- \ \SO_4^{2-}$ 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 km² 的区域内,以2 km × 2 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

g/L

表1	别勒滩西部边缘地表晶间卤水化学成分

样品编号 -									
	Na ⁺	K *	Mg ^{2 +}	Ca ²⁺	Cl -	SO_4^2	В	Li ⁺	⁻₩112度
BS - 001	96. 79	11.63	87.18	0. 285	273.4	8.78	0.413	0.605	470.1
BS - 002	75.35	12.45	27.01	0.576	193.0	25.68	0. 298	0.293	334.7
BS - 003	75.39	11.87	26.95	0.666	193.3	24.43	0.304	0.300	333.2
BS - 004	112.3	3.92	9.76	0.306	189. 7	11.40	0.145	0.090	327.7
BS - 005	44. 83	8.46	21.49	0.254	188.1	25.32	0.308	0.233	289.0
BS - 006	84.80	8.92	22.10	0.272	188.1	27.26	0.329	0.240	332.0
BS - 007	69.21	13.83	30.08	0. 293	196. 3	21.18	0. 283	0.333	331.5
BS - 008	19.53	23.62	66.25	0.214	244.4	9.67	0.397	0.500	364.6
BS - 009	6.90	19.44	81.53	0.205	268.0	6.70	0.398	0.530	383.7
BS - 010	6.41	18.39	81.66	0.113	267.2	6.43	0.412	0. 593	381.2
BS - 011	26.61	23.33	58.33	0.254	229.0	14. 39	0. 421	0.543	352.9
BS - 012	52.99	15.36	38.93	0.260	202.6	16.97	0.357	0.395	327.9
BS – 013	31.02	14.15	55.44	0.256	214.4	21.21	0.399	0.660	337.5
BS - 015	1.04	7.05	95.16	0.126	281.1	16.32	0.530	1.025	405.4
BS - 016	1.61	8.08	91.23	0.277	278.0	10.68	0.469	0.973	391.3
BS - 017	11.82	23.09	71.83	0.251	249.1	9.84	0.425	0.610	367.0
BS - 018	5.82	18.01	82.15	0.214	267.4	6.50	0.395	0.635	381.1
BS - 020	0.02	3.10	99.89	0.124	300. 1	5.38	0.432	1.075	410.1
BS - 021	—	1.65	109.7	0.138	324.0	6.40	0.444	1.225	443.6
BS – 006 +	48.51	14. 13	43.16	0.349	199. 2	29.62	0. 433	0.520	336.0

 Table 1
 Chemical composition of surface intercrystal brine in Bieletan section

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。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 ~
 1.2 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^[7-11]。

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,余俊清,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¹⁴C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 等.中国盐湖志[M].北京:科学出版 社 2002.
- [10] 田润 韩凤清,马海州,等.察尔汗盐湖别勒滩区段晶间 卤水的主要离子分布特征[J].盐湖研究,2007,15 (3):7-13.
- [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 $0.4 \sim 0.6$ g/L; III. Li content is $0.2 \sim 0.3$ 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