乌尊布拉克湖硝酸钾盐沉积特征

郑喜玉*
(中国科学院青海盐湖研究所二部, 西安 710043)

摘要: 根据野外考察和室内分析资料, 全面总结了该湖硝酸钾盐的形成环境、物质成分和沉积特征; 探讨了硝酸钾盐的形成演化机理。

关键词: 乌尊布拉克湖; 硝酸钾盐; 沉积特征
中图分类号: P619. 21105 **文献标识码**: A **文章编号**: 1008- 858X (2000) 01—0041—05

硝酸盐是乌尊布拉克湖具有特色的盐湖盐类沉积资源, 尤其是硝酸钾盐类沉积为新疆盐湖所特有的盐类沉积, 在我国其他省区盐湖尚未发现, 就是在世界现代内陆盐湖盐类沉积中亦属罕见。考察和研究该湖硝酸盐, 重点是硝酸钾盐的赋存情况、物质成分, 成钾环境和沉积背景, 对认识和拓宽我国盐湖研究新领域、完善我国盐湖成盐理论体系, 具有明显的理论意义和应用价值。

1 自然地理概况

乌尊布拉克湖, 又名乌宗布拉克湖、乌勇布拉克湖、乌尔喀什布拉克湖。隶属于吐鲁番市和托克逊县境内; 地理坐标: E89 °15 ′40 ″—89 °36 ′09 ″, N 41 °44 ′56 ″—41 °52 ′04 ″。由湖区有便道向西 90km 可达南疆 314 国道库米什镇, 往东 150km 到达鄯善县城, 向北 120km 抵达吐鲁番市区, 路况较差, 交通不太方便(图 1)。

该湖地处南天山山间盆地—库米什盆地低洼处, 湖盆边缘为低山丘陵地带, 海拔高程 750—800m; 盆内地势平坦, 海拔高程 700—706m。盆地相对高差 90m, 湖盆相对高差 5—6m。湖盆呈 NWW —SEE 向延伸, 周围为荒漠戈壁, 附近无常年性地表河流, 但季节性冲沟发育。植被稀少且单一, 仅见有红柳、骆驼刺、纬草等耐旱植物分布。

湖区位居吐鲁番盆地南部, 罗布泊洼地西北部, 气候干旱, 多风沙少降水; 冬季寒冷, 夏季炎热, 年平均气温 10. 48 ℃, 6—8 月最热, 平均气温 27. 7 ℃, 最高气温 47 ℃, 每年 12 月—翌年 2 月最冷, 平均气温- 8. 6 ℃, 最低气温- 27. 7 ℃; 年降水量 53. 4mm, 多集中于 4—7 月份, 年蒸发

收稿日期: 1999-10-23
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(49572110)。
作者简介: 郑喜玉, 男, 1935 年生, 研究员。从事沉积地球化学研究。
* 参加野外考察研究工作的还有张明刚, 梁青生, 山发寿, 高东林, 吕亚平, 陈继元, 盛传利, 杨新春等。感谢刘建华清绘图件。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

量 2184.65mm, 为降水量的 40 多倍。多刮西北风, 其次是东北风和东南风, 风力 3—4 级, 最大 11 级, 6—8 月常见龙卷风, 风柱达百米以上; 年均风速 1.78m/s, 最大达 30m/s。霜冻期为每年 11 月—翌年 2 月份, 冻深 1.5m, 常年无积雪。区内为多风沙, 少降水, 冬冷夏热的干旱大陆性气候。

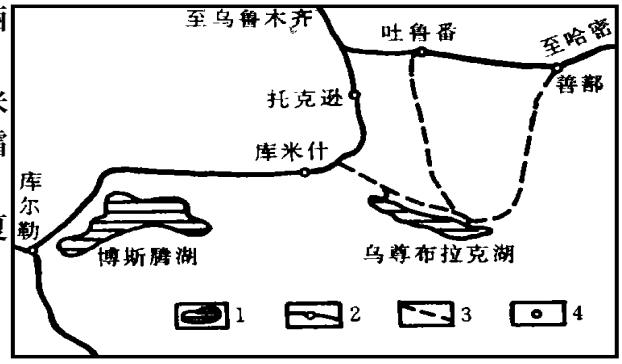


图 1 乌尊布拉克湖交通位置图

Fig. 1 Trensportation diagram of Wuzunbulake Lake
1. 盐湖及湖泊(lake) 2. 公路(road) 3. 便道(shortcut) 4. 城镇(fown)

2 地质构造背景

乌尊布拉克湖盆位居南天山地向斜褶皱带库米什山间坳陷中的柯尔克孜坦木凹陷。据新疆地矿局十一大队资料表明, 湖区构造简单, 岩浆活动不发育。盆内为第四系现代河湖相沉积覆盖; 边缘见有古生代岩层出露。其中, 志留系灰绿色绢云母绿泥石石英片岩等浅海相变质碎屑岩系, 分布于湖盆北部中低山区; 而泥盆系阿尔塔格组和克孜勒塔格组分别出露在北部和东南部低山丘陵地带; 石炭系小草湖组在湖盆南部和北部低山丘陵区均有分布。第四系冲积、洪积和湖相砂砾石、粉细砂、粉砂粘土和盐类化学沉积, 广泛分布于整个湖盆。

库米什山间坳陷, 系南天山地向斜褶皱带中的大型坳陷盆地, 呈NW—SE 向延伸, 乌尊布拉克湖位于盆地低洼处, 分布方向同盆地走向一致, 长 120km, 宽 10～25km, 面积 276km^2。湖盆由东部乌勇布拉克和西部乌尔喀什布拉克两个成盐洼地组成。基底为泥盆系结晶灰岩和浅变质砂岩; 盖层系第四系河湖相含砾粉细砂、粉砂粘土和含盐岩系沉积。其中, 早更新统为洪积、冲积砂砾石和湖相粉砂粘土等淡水环境的粗碎屑沉积; 中更新统以河湖相碎屑岩沉积为主, 局部出现了干冷环境形成的钙钠硫酸岩系沉积; 晚更新统为洪积、冲积砂砾石、粉细砂和湖相粉砂粘土、含泥石膏、芒硝、石盐等盐类化学沉积; 全新统为洪积、冲积砂砾石、风积粉细砂, 及湖相干旱环境形成的粉细砂、粉砂粘土和含泥砂细粒石盐、含钾硝酸盐等构成

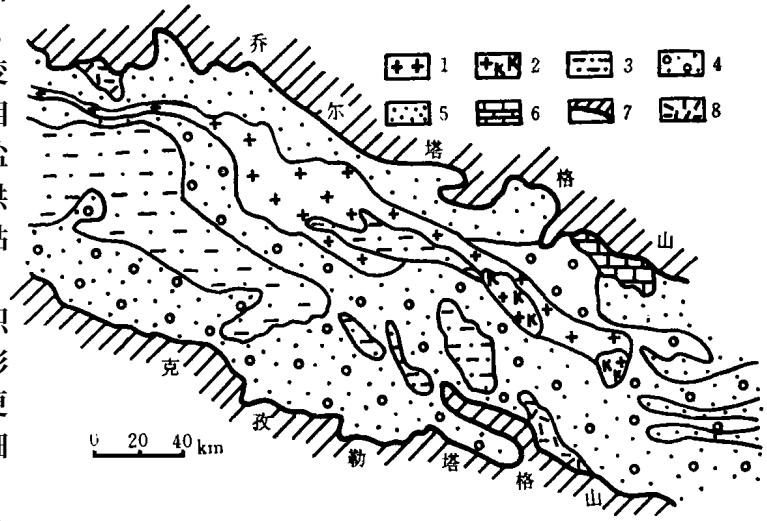


图 2 乌尊布拉克湖岩相分布图

Fig. 2 Rocky distribution diagram of Wuzunbalake Lake
1. 石盐沉积 2. 硝酸钾—石盐沉积 3. 粉砂粘土沉积 4. 砂砾石沉积 5. 粉细砂沉积 6. 浅变质结晶灰岩 7. 湖盆边缘基岩 8. 红色钾长石花岗岩

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的盐类化学沉积(图 2)。

3　盐湖物质成分

3.1　卤水成分

该湖为盐层和含泥砂盐壳覆盖干盐湖, 晶间卤水赋存于盐层晶隙中, 卤水密度 1.2553kg/L, pH 值 5.66, 矿化度 353.44g/L, 水化学类型为硫酸盐型硫酸钠亚型, 水化学成分见表 1。

3.2　盐类矿物组成

该湖盐类沉积矿物已知有 20 种, 其中碳酸盐类矿物 4 种(方解石、文石、白云石、针碳钠钙石), 硫酸盐类矿物 8 种(石膏、烧石膏、硬石膏、钙芒硝、钾石膏、芒硝、无水芒硝、白钠镁矾), 氯化物矿物 3 种(石盐、水石盐、水氯镁石)和硝酸盐类矿物 5 种(钾硝矾、钾硝石、钠硝矾、钠硝石、水硝碱镁矾)。

表 1　乌尊布拉克湖晶间卤水化学成分　[ρ/(mg/L)]

Table 1　Chemical composition of intercrystalline brines in Wuzunbulake Lake

位置	Na	K	Mg	Ca	Cl	SO_4	HCO_3	B_2O_3	Li	Br
A	13688.50	21143.20	69802.0	1082.0	247930.0	8034.0	846.7	33.75	5.53	930.0
B	17292.32	13658.0	74276.0	2553.0	238790.0	1258.0	243.6	19.74	8.75	253.3

位置	I	P	NO_3	NO_2	As	Zn	Sr	Al	Ni	Ti
A	307.5	6.44	3400.0	440.0	0.04	0.057	8.57	6.46	0.242	-
B	80.0	5.47	1633.0	200.0	0.05	0.054	10.17	1.49	0.31	0.004

位置	Fe	Mn	Si	Cr	Hg	U	CO_3	密度	pH	矿化度
A	0.40	0.122	3.78	1.03	0.27	0.72	-	1.2550	5.74	353647.0
B	0.41	0.121	4.66	1.04	-	0.31	-	1.2556	5.57	35324.0

注: A- 乌勇布拉克洼地; B- 乌尔喀什布拉克洼地

4　盐湖沉积

4.1　盐湖沉积类型

根据野外考察和钻孔剖面岩性分析, 盐湖沉积分为机械沉积、生物沉积或生物化学沉积和化

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

学沉积[1]。其中,机械沉积和生物沉积或生物化学沉积属于未成盐阶段的湖泊沉积,化学沉积方属于成盐阶段的湖泊沉积,即盐湖盐类沉积。乌尊布拉克盐湖沉积按岩性分为碎屑沉积、粘土沉积和盐类化学沉积三种盐湖沉积类型(图 3)。

1) 盐湖碎屑沉积,是乌尊布拉克湖早期阶段形成的淡水湖相沉积物,多分布在湖盆底部和湖盆边缘阶地或湖漫滩。岩性颗粒粗,一般大于 5μm,属于水域宽,湖水充沛的大水湖期的沉积产物。

2) 粘土沉积,是湖盆相对潮湿(淡化)环境和湖水平静稳定时期的湖相沉积;颗粒较细,一般小于 5μm,多由伊利石、绿泥石、蒙脱石、高岭石等粘土矿物组成[2];在盐湖沉积中往往形成夹层,有时含有机质呈黑色而具 H_2S 气味,反映了盐系沉积中的淡化形成环境。

3) 盐类化学沉积,属于湖泊形成演化晚期阶段—盐湖发展阶段的沉积物;受地质事件和气候事件的控制或影响,主要是物质来源,介质环境和干—湿气候的影响,而形成不同的盐类矿物沉积盐层,如碳酸盐类、硫酸盐类、氯化物和硝酸盐类沉积等;其中,硝酸盐类沉积,特别是硝酸钾盐类沉积,是该区盐湖特定的成盐环境所出现的钾盐沉积。

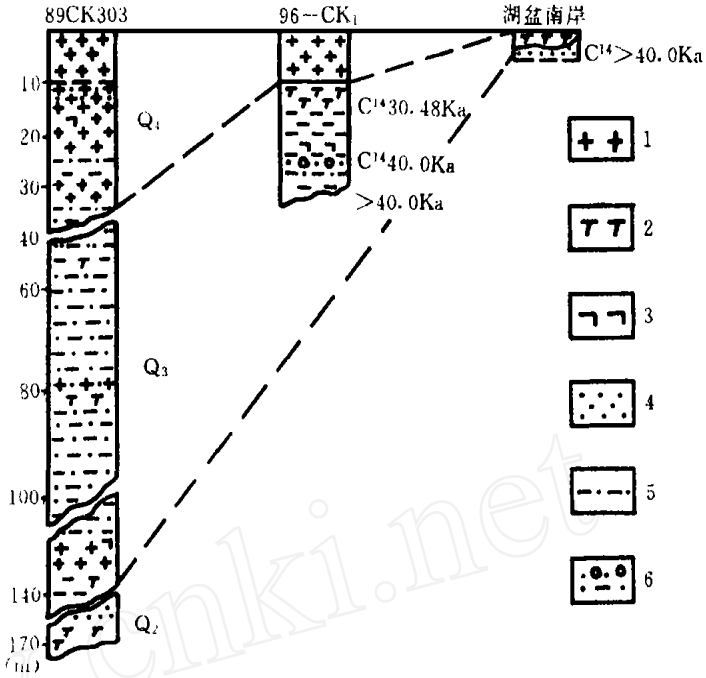


图 3 乌尊布拉克湖钻孔沉积剖面

Fig 3 Section Plane diagram of deposited drilled holes in Wuzunbolake Lake

1. 粒状石盐沉积(表层盐壳局部含硝酸钾盐) 2. 芒硝沉积 3. 含泥钙芒硝石膏沉积 4. 粉细砂沉积 5. 粉砂粘土沉积 6. 含砾石细砂粘土沉积

4.2 成盐期

乌尊布拉克湖古湖盆地雏形,虽然始于中—新生代时期,但演化到独立的盐湖盆地发展阶段,尤其是出现强烈的成盐作用发展阶段,却发生在第四纪中—晚期,也就是中更新世—全新世时期。据乌尊布拉克盐湖沉积剖面分析,从早更新世(Q_1)—中更新世(Q_2)早期,湖盆虽然出现过干—湿交替的气候波动,但因湖盆水域宽,降水充沛,湖水含盐量偏低,属于淡水湖或咸水湖演化阶段,不具备成盐作用环境,而未能出现盐类化学沉积。中更新世(Q_2^2)中期—晚更新世(Q_3^1)早期,大水湖期的湖面轮廓虽然没有明显改观,但受突发性地质事件和气候事件的影响,湖盆部分地段有所收缩,湖水咸化,局部湖面浅水部位开始出现了以钠钙硫酸盐类沉积为特征,标志该湖盆演化到了成盐盆地发展阶段,形成了该湖最早的成盐作用期——第一成盐期。这个成盐期分布不广泛,仅局限于个别湖盆的局部地段,同南天山地区的构造运动和干燥炎热的小气候影响有密

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

切的成因联系, 盐类矿物仅见有石膏、钙芒硝等为主的岩系沉积。晚更新世(Q_3)末期—全新世(Q_4)中期, 气候渐趋干旱, 湖盆开始收缩, 湖水咸化, 粉细砂、粉砂粘土等碎屑岩沉积后, 出现了石膏为主, 间有钙芒硝、芒硝、无水芒硝和少量石盐等化学岩系沉积, ^{14}C 年龄 40.0 或 35.0—5.0ka[2], 这是该湖晚更新世(Q_3)末期出现的成盐期, 亦称第二成盐期。这个成盐期基本上是以硫酸盐类沉积为主, 后期出现了石盐沉积。全新世(Q_4)中后期—现代, 成盐时代相当于 5.0Ka 至今, 冷湿(冰期)和暖干(间冰期)交替出现, 但暖干气候的总趋势没有改变, 甚至形成持续的干燥气候。引起湖水频繁波动和咸化, 导致了强烈的成盐作用, 堆积了大量的芒硝、无水芒硝和石盐, 标志该湖进入了全新世(Q_4)成盐湖, 即第三成盐期。该成盐期分布广泛又强烈, 以致到近代气候持续干旱, 断绝了地表水源的补给, 湖表水蒸干而演化到了干盐湖发展阶段, 湖面形成厚层粒状石盐沉积。干盐湖演化阶段, 是近代强烈的干化地理环境和持续的干燥气候所决定的, 湖面分布有广泛的坚硬石盐壳, 局部地段还形成了硝酸盐, 尤其是硝酸钾盐沉积, 是本成盐阶段盐类沉积的明显特点。

4.3　硝酸钾盐沉积特征

乌尊布拉克盐湖硝酸钾盐赋存于湖表盐壳石盐晶粒空隙之中, 下伏岩层为厚层粒状石盐层, 为富钾晶间卤水毛隙蒸发沉积局部富集而形成。硝酸钾盐往往同石盐、粉砂粘土等混杂在一起形成混合沉积层; 硝酸盐类矿物除钾硝石(KNO_3)外, 还有水硝碱镁矾[$NaK_3Mg_2(SO_4)_6(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$]、钾硝矾[$K_3(NO_3)(SO_4) \cdot H_2O$]、钠硝石($NaNO_3$), 其他矿物还有石膏、烧石膏、钙芒硝、芒硝、无水芒硝、白钠镁矾等。

硝酸钾盐是全新世—现代成盐期形成的沉积, 含矿层厚 0.3—0.6m, 直接出露地表, 一般呈暗灰色, 具有松散的微波状、鼓包状特征, 同下伏粒状石盐层和边缘盐壳没有明显界线, 多呈正合接触或渐变关系。

5　结论

乌尊布拉克湖是新疆著名的硝酸钾盐盐湖, 系南天山褶皱带库米什山间坳陷中的干盐湖, 受盆地构造控制而呈北西—南东向延伸; 湖盆基底及边缘为前第四系沉积岩系, 盆内为第四系以化学岩为主的沉积盖层。湖盆形成于第四纪初期, 但演化到成盐盆地发展阶段, 却发生在第四纪中—晚期, 并形成了以钠—钙硫酸盐为标志的中更新世末—晚更新世初期和以硫酸盐—石盐沉积为主的晚更新世末期—全新世中期及以硫酸盐—石盐为特征的全新世中期—现代的三个沉积旋回。特别是全新世后期—现代, 盐湖演化到干盐湖发展阶段, 而在湖表局部形成了硝酸盐, 尤其是硝酸钾盐类沉积, 标志该湖演化到了晚期湖发展阶段。

参考文献

1　郑喜玉等. 新疆盐湖沉积特征[J]. 沉积学报. 1996, 14(2): 137_143.

2　徐昶. 中国盐湖粘土矿物研究[M]. 北京: 科学出版社, 1993.

3　梁青生. 新疆乌尊布拉克东部干盐湖成盐环境和成盐年代的初步研究[J]. 盐湖研究. 1999, 7(2): 1—7.

(下转 52 页)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

参考文献

1 冯伯华等. 化学工程手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989.
2 鄢如萍, 夏树屏. 青海省自然科学优秀论文集[C]. 西宁: 1983. 200- 210.
3 中国科学院化学部. 关于发展盐湖化学化工的建议[J]. 中国科学院院刊, 1994, (1): 18- 21.
4 鄢如萍, 宋彭生. 盐湖化学化工"九五"战略设想[J]. 盐湖研究, 1994, 2(2): 76- 80.
5 宣之强. 中国盐矿资源与盐化工区研究[J]. 盐湖研究, 1996, 4(3- 4): 69- 71.

Views on Engineering Research of the Exploitation and Utilization of Salt Lake Resources

YAN Ruping
(*Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining* 810008)

Abstract: Engineering research is a stage of vital importance in the exploitation and utilization of salt lake resources. This paper begins with the meaning of engineering research. Then, based on familiar work, it gives illustrative summarization and analysis of previous engineering study. Furthermore, the author puts forward the recommendation for the establishment of national research center of salt lake resources engineering.

Keywords: Salt lake resources, Exploitation and utilization, Engineering.

(上接 45 页)

Sedimentary Features of Sylvite Nitrate in Lake Wuzunbulake

ZHENG Xiyu
(*Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining* 810008)

Abstract: Based on on- the- spot investigation and laboratory analysis, this paper makes a summarization of the formation evironment, material composition and sedimentary features of sylvite nitrate in the lake. Discussion is also made for the formation and evolution mechanism of sylvite nitrate.

Keywrods: Wuzunbulake, Sylvite nitrate, Sedimentary features.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net