新疆的硝酸盐盐湖*

郑喜玉 刘建华①
(中国科学院盐湖研究所，西宁 810008)

摘 要 本文重点介绍了新疆盐湖的硝酸盐和硝酸盐盐湖，并对其成因进行了探讨.

关键词 新疆盐湖 硝酸盐 水化学类型

新疆地域辽阔，盐湖星罗棋布，是我国分布范围最大的现代化成盐区(图1)，亦是世界最著名的盐湖密集区[1]. 该盐湖成盐区，受阿尔泰山、天山、昆仑山一阿尔金山和准葛尔盆地、塔里木盆地等"三山夹两盆"的地形地貌影响和控制，具有典型的高山深盆特点.

根据多年野外考察和室内研究表明，新疆境内有湖泊220多个，大于1km^{2}以上的湖泊约200个，占湖泊总数量的90.9%. 在200个1km^{2}以上的湖泊中，湖水含盐量达到50g/L以上或出现盐类沉积，已经或接近演化到盐湖阶段的湖泊100多个，占新疆1km^{2}以上湖泊总量的50.5%，为新疆湖泊的主要类型[2]. 盐湖成盐面积10655.99km^2，占新疆湖泊总面积的75.08%(表1). 新疆盐湖，平均海拔1429.43m；海拔最低的盐湖为艾丁湖，湖泊海拔－154m(最新资料为－161m[3])，是我国海拔最低的湖.

新疆盐湖的分布，明显受"三山夹两盆"控制和影响，而构成五个盐湖区(表1)[4]. 该区盐湖物质成分，包括盐类矿物和卤水成分两部分. 盐类矿物分为碳酸盐、硫酸盐、硼酸盐、氯化物和硝酸盐等五大类38种矿物(表2)[5-8]. 盐湖卤水中含有Na、K、Mg、Ca、Cl、SO_4、CO_3和HCO_3等主要成分和B、Li、U、Th等次要成分(表3). 根据盐湖卤水主要成分，并按照M.Г·瓦里亚什科关于盐湖水化学的分类原则，新疆盐湖分为碳酸盐型、硫酸盐型和氯化物型三种水化学类型[9]. 除此而外，该区还有一种盐湖卤水，除主要阴离子Cl^-、SO_4^{2-}、HCO_3^-、CO_3^{2-}外，还富含一定数量的NO_3^-、NO_2^{2-}的离子，它在M.Г·瓦里亚什科的分类方法中就难以反映出来了，我们将这种盐湖称为硝酸盐类盐湖. 硝酸盐类盐湖，是新疆特有的盐湖化学类型，在我国其他盐湖区还没有发现，就是在世界盐湖水化学类型中亦属罕见.

硝酸盐类盐湖卤水中，除Cl^-、SO_4^{2-}、HCO_3^-、CO_3^{2-}等阴离子含量仍然很高外，还含有一定数量的NO_3^-和NO_2^-离子，甚至达到形成硝酸盐类沉积的程度，成为这类盐湖的显著特点. 根据研究表明，盐湖卤水中NO_3^-和NO_2^-含量达到一定浓度时，就会出现硝酸盐类的成矿作用，在硫酸盐或氯化物盐类沉积中，形成伴生状态的硝酸盐类沉积. 例如，艾丁湖芒硝一石盐沉积中伴生的钠硝石矿物等；罗布泊石盐一钾镁盐沉积中，伴生的钠硝矾、钾硝矾、水硝碱镁矾矿物等；乌尊布拉克湖石盐沉积中，所伴生的钠硝矾、钾硝矾、水硝碱镁矾、钾硝石等.

* 国家自然科学基金资助项目.
① 参加野外考察研究的还有李秉孝、徐昶、张明刚、韩智明、魏乐军、唐渊、孙大鹏、王克俊、胡金泉、山发寿等；感谢王中山的帮助.

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

图 1　新疆盐湖分布图

1. 淡水湖、咸水湖　2. 盐湖　3. 硝酸盐盐湖

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

表 1　新疆盐湖分区

Tab1.　Regional Division of Salt Lakes in Xinjiang

盐湖区	准噶尔界山—阿尔泰山山间盆地盐湖区				准噶尔盆地盐湖区				天山山间盆地盐湖区				塔里木盆地盐湖区				昆仑山—阿尔金山山间盆地盐湖区				全区			
项目	湖泊数目 个	湖泊数目比 %	湖泊面积 km²	湖泊面积比 %	湖泊数目 个	湖泊数目比 %	湖泊面积 km²	湖泊面积比 %	湖泊数目 个	湖泊数目比 %	湖泊面积 km²	湖泊面积比 %	湖泊数目 个	湖泊数目比 %	湖泊面积 km²	湖泊面积比 %	湖泊数目 个	湖泊数目比 %	湖泊面积 km²	湖泊面积比 %	湖泊数目 个	湖泊数目比 %	湖泊面积 km²	湖泊面积比 %
盐湖	19	61.29	106.1	55.12	18	43.9	1832.75	62.36	33	75.0	1467.14	49.23	10	27.03	5909.0	96.49	21	44.68	1341.0	68.51	101	50.25	10655.99	75.08
微咸水湖 咸水湖	7	22.58	17.0	8.83	10	24.39	828.0	28.17	6	13.64	484.0	16.24	11	29.73	61.0	1.0	21	44.68	571.5	29.2	55	27.63	1961.5	13.82
淡水湖	5	16.13	69.4	36.05	13	31.71	278.3	9.47	5	11.36	1029.0	34.53	16	43.24	154.0	2.51	5	10.64	45.0	2.3	44	22.39	1575.7	11.1
合计	31	15.5	192.5	1.36	41	20.5	2939.05	20.71	44	22.0	2980.14	21.0	37	18.5	6124.0	43.15	47	23.5	1957.5	13.79	200	100	14193.19	100

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

表 2　新疆盐湖盐类矿物

Tab. 2　Salt Minerals of Salt Lake in Xinjiang

类型	矿物名称			化学组成
氯化物	石盐	Halite	Галит	NaCl
	水石盐	Hydrohalite	Гидрогалит	$NaCl \cdot 2H_2O$
	钾石盐	Sylruite	Сильвил	KCl
	光卤石	Carnallite	Карналлит	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$
	氯镁石	Chloromagnesite	Хлормагнезит	$MgCl_2 \cdot 8H_2O$
	水氯镁石	Bisehofite	Бишофит	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$
硫酸盐	石膏	Gypsum	Гипе	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
	硬石膏	Anhydrite	Ангдрит	$CaSO_4$
	钾石膏	Syngenite	Сингенет	$K_2Ca(SO_4)_2 \cdot H_2O$
	烧石膏(半水石膏)	Bassanite	Бассанит	$CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$
	芒硝	Mirabilite	Мирабилит	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$
	无水芒硝	Thenardite	Тенардит	Na_2SO_4
	钙芒硝	Glauberite	Глауберит	$Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$
	杂卤石	Polyhaite	Лолцгалит	$K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$
	白钠镁矾	Bloedite	Блёдит	$Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$
	无水钾镁矾	Langbeinite	Лангейнит	$K_2Mg_2(SO_4)_3$
	泻利盐	Epsomite	Эпсомит	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$
	钾盐镁矾	Kainite	Каинит	$KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$
	六水泻盐	Hexahydrite	Гексагцдрит	$MgSO_4 \cdot 6H_2O$
	钾镁矾	Leonite	Леонит	$K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$
	钠镁矾	Loeweite	Лёнеит	$Na_{12}Mg_7(SO_4)_{13} \cdot H_2O$
	软钾镁矾	Picromerite	Пикромерит	$K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$
硼酸盐	钠硼解石	Ulexite	У лекеит	$NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$
	柱硼镁石	Pinncite	Пиписит	$MgB_2O_7 \cdot 3H_2O$
	硼砂	Borate	Бура	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$
碳酸盐	天然碱	Trona	Трона	$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 8H_2O$
	泡碱	Natron	Сода	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$
	针碳钠钙石	Gaylussite	Гейлюссит	$Na_2CO_3 \cdot CaCO_3 \cdot 5H_2O$
	纤水碳镁石	Artinite	Аргинит	$Mg(OH)_2CO_3 \cdot 3H_2O$
	水碱	Thermonatrte	Гермонатрит	$Na_2CO_3 \cdot H_2O$
	白云石	Dolomite	Д оломит	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$
	方解石	Calcite	Кальцит	$CaCO_3$
	文石	Aragcrite	Арагонит	$CaCO_3$
硝酸盐	钠硝石	Nitratine	Нитронатрит	$NaNO_3$
	钾硝石	Niter	селцтра	KNO_3
	水硝碱镁矾	Humberstonite	Хумберегонит	$Na_7K_3Mg_2(SO_4)(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$
	钠硝矾	Darapskite	Д арапскит	$Na_3(NO_3)(SO_4) \cdot H_2O$
	钾硝矾	Niterite		$K_3(SO_4)(NO_3) \cdot H_2O$

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

关于硝酸盐类盐湖的划分方法，在国内外均未见报道. 根据我国新疆盐湖的实际资料统计，我们提出盐湖卤水中 NO_3^-、NO_2^- 毫克当量(me/l)之和，占卤水中 Cl^-、SO_4^{2-}、CO_3^{2-}、HCO_3^-、NO_3^-、NO_2^- 毫克当量(me/l)总量的比值，等于或大于 0.5%时，作为划分硝酸盐类盐湖的标准，其公式：

$$\frac{\sum(NO_3 + NO_2)(me/l)}{\sum(Cl + SO_4 + CO_3 + HCO_3 + NO_3 + NO_2)(me/l)} \geqslant 0.5\%$$

当然，盐湖卤水中 NO_3 和 NO_2 含量(me/l)达到或超过上述标准时，就有可能产生硝酸盐的矿化现象，甚至在盐类沉积中出现硝酸盐类的矿物.

硝酸盐类盐湖的成因问题，实际就是 NO_3^- 和 NO_2^- 离子的来源和聚集问题. 通常认为大气中的氮、氧化合形成 NO_3^- 和 NO_2^-；岩浆气体或火山气体中亦含有原始的硝酸盐组份. 使含氮的有机物与碱金属(Na 或 K)或碱土金属(Ca，Mg 等)相互作用，生成硝酸盐类矿物的沉积. 由于硝酸盐类矿物溶解度高，极易溶于水而难以保存，只有在干燥炎热的沙漠气候条件下，才有可能生成[10]. 新疆某些成盐盆地，例如吐鲁番盆地火焰山第三系地层富含淋滤次生脉状钠硝石矿物；艾丁湖、乌尊布拉克湖和罗布泊等盐湖表层盐壳中，亦富含硝酸盐类，形成皮壳状伴生状态的硝酸盐类矿物沉积. 例如，钠硝石、钾硝石、水硝碱镁矾、钠硝矾、钾硝矾等矿物.

总之，新疆盐湖类型，除碳酸盐型、硫酸盐型和氯化物型盐湖外，还有一种新的盐湖类沉积—硝酸盐类盐湖.

表 3 新疆盐湖卤水化学组成(mg/l)

Tab. 3 Chemical Compositions of Brines in Salt Lakes of Xinjiang

化学成分	Na	K	Mg	Ca	Cl	SO_4	CO_3	HCO_3	B	Li
含量	84234.83	1872.84	9848.14	722.69	133434.36	33363.35	2041.87	3871.71	113.27	0.64
化学成分	Br	I	Rb	Cs	U	As	Hg	Th	Mo	Al
含量	9.37	0.92	0.213	0.8	0.087	0.045	0.37	0.19	0.4	2.484
化学成分	Fe	Pb	F	Sn	Cr	Mn	Ni	V	Si	Cu
含量	1.28	0.04	6.03	0.04	1.724	0.778	1.315	1.047	4.625	0.538
化学成分	Ag	Zn	NO_3	NO_2	NH_4	Co	Be	Ba	Cd	Yb
含量	0.04	1.955	629.97	362.38	0.25	2.6	0.029	0.139	0.24	5.4×10^{-4}
化学成分	Y	La	Eu	Ce	Sm	Ti	Sr	P	Ga	Gd
含量	9.8×10^{-3}	0.097	0.013	0.365	0.222	0.482	17.512	3.219	0.08	0.094

注：单兰娣、吕亚平、林乐枝、邵明昱、王克俊、吕翠美、王华安等分析.

参 考 文 献

[1] 郑喜玉. 海洋与湖沼. 1984. 15(2):168～178.

[2] Zheng xiyu. Salt Lakes and Their origin in Xinjiang. CHIN. J. OCEANOL. 1987. 5(2):172

[3] 杨利普. 新疆维吾尔自治区地理. 新疆人民出版社. 1987. 245

[4] 郑喜玉. 盐湖研究. 1993. 1(1):1～10.

[5] 李秉孝. 湖泊科学. 1992,4(1):48～55.

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

[6] 李秉孝等. 科学通报. 1989,34(8):608～610.
[7] 郑绵平等. 科学通报. 1991,23(36):1810～1813.
[8] 樊自立等. 罗布泊的盐壳. 罗布泊科学考察与研究. 科学出版社,1987. 141－156.
[9] 张明刚. 盐湖研究. 1993,1(1):17～32.
[10] 何法明等. 盐类矿物鉴定工作手册. 化学工业出版社,1988. 166～172.

The Nitrate Salt Lakes in Xinjiang

Zheng Xiyu Liu Jianhua
(Institute of Salt lakes, Academia Sinica, Xining 810008)

ABSTRACT

The nitrate and the nitrate-type salt lakes in Xinjiang were introduced, and their origin were also discussed.

Keywords Salt lakes in Xinjiang, Nitrate, Types of hydrocgemistry

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