

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—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 1km² 以上的湖泊约 200 个, 占湖泊总数的 90.9%. 在 200 个 1km² 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 1km² 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 10655.99km², 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、SO₄、CO₃ 和 HCO₃ 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. Γ. 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⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻、CO₃²⁻ 外, 还富含一定数量的 NO₃⁻、NO₂⁻ 的离子, 它在 M. Γ. 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⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻、CO₃²⁻ 等阴离子含量仍然很高外, 还含有一定数量的 NO₃⁻ 和 NO₂⁻ 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 NO₃⁻ 和 NO₂⁻ 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—石盐沉积中伴生的钠硝石矿物等; 罗布泊石盐—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.

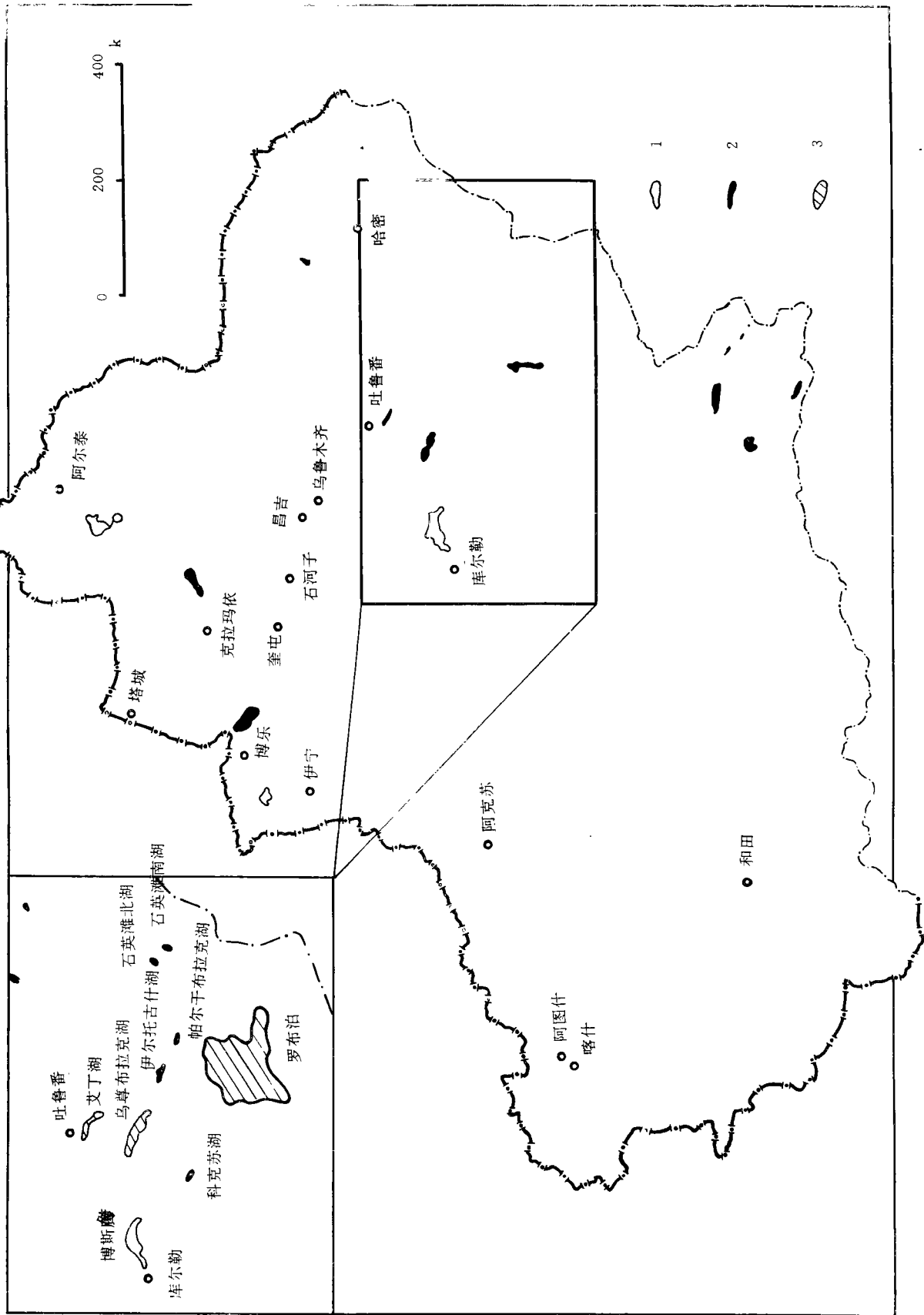


图1 新疆盐湖分布图

1. 淡水湖、咸水湖 2. 盐湖 3. 硝酸盐盐湖

表 1 新疆盐湖分区

Tabl. 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	湖泊数目比	湖泊面积	湖泊面积比	湖泊数目	湖泊数目比	湖泊面积	湖泊面积比	湖泊数目	湖泊数目比	湖泊面积	湖泊面积比	湖泊数目	湖泊数目比	湖泊面积	湖泊面积比	湖泊数目	湖泊数目比	湖泊面积	湖泊面积比	湖泊数目	湖泊数目比	湖泊面积	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	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

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 · 2H ₂ O
	钾石盐	Sylruite	Силбвил	KCl
	光卤石	Carnallite	Карналлит	KCl · MgCl ₂ · 6H ₂ O
	氯镁石	Chloromagnesite	Хлоромagneзит	MgCl ₂ · 8H ₂ O
	水氯镁石	Bischofite	Бишофит	MgCl ₂ · 6H ₂ O
硫酸盐	石膏	Gypsum	Гипс	CaSO ₄ · 2H ₂ O
	硬石膏	Anhydrite	Ангдрит	CaSO ₄
	钾石膏	Syngenite	Сингенит	K ₂ Ca(SO ₄) ₂ · H ₂ O
	烧石膏(半水石膏)	Bassanite	Бассанит	CaSO ₄ · 1/2H ₂ O
	芒硝	Mirabilite	Мирабилит	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O
	无水芒硝	Thenardite	Генардит	Na ₂ SO ₄
	钙芒硝	Glauberite	Глауберит	Na ₂ SO ₄ · CaSO ₄
	杂卤石	Polyhaite	Лесцгалит	K ₂ Ca ₂ Mg(SO ₄) ₄ · 2H ₂ O
	白钠镁矾	Bloedite	Бледит	Na ₂ Mg(SO ₄) ₂ · 4H ₂ O
	无水钾镁矾	Langbeinite	Ланггейнит	K ₂ Mg ₂ (SO ₄) ₃
	泻利盐	Epsomite	Эпсомит	MgSO ₄ · 7H ₂ O
	钾盐镁矾	Kainite	Каннит	KCl · MgSO ₄ · 3H ₂ O
	六水泻盐	Hexahydrate	Гексагидрит	MgSO ₄ · 6H ₂ O
	钾镁矾	Leonite	Леонит	K ₂ Mg(SO ₄) ₂ · 4H ₂ O
	钠镁矾	Loewite	Левенит	Na ₁₂ Mg ₇ (SO ₄) ₁₃ · H ₂ O
	软钾镁矾	Picromerite	Пикромерит	K ₂ Mg(SO ₄) ₂ · 6H ₂ O
硼酸盐	钠硼解石	Ulexite	Улексит	NaCaB ₅ O ₉ · 8H ₂ O
	柱硼镁石	Pinncite	Пинцит	MgB ₂ O ₇ · 3H ₂ O
	硼砂	Borate	Бора	Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O
碳酸盐	天然碱	Treana	Грона	Na ₂ CO ₃ · NaHCO ₃ · 8H ₂ O
	泡碱	Natron	Сода	Na ₂ CO ₃ · 10H ₂ O
	针碳钠钙石	Gaylussite	Гейлюссит	Na ₂ CO ₃ · CaCO ₃ · 5H ₂ O
	纤水碳镁石	Artinite	Аргинит	Mg(OH) ₂ CO ₃ · 3H ₂ O
	水碱	Thermonatrite	Гермонатрит	Na ₂ CO ₃ · H ₂ O
	白云石	Dolomite	Доломит	CaCO ₃ · MgCO ₃
	方解石	Calcite	Кальцит	CaCO ₃
	文石	Aragrite	Арагонит	CaCO ₃
硝酸盐	钠硝石	Nitratine	Нитронатрит	NaNO ₃
	钾硝石	Niter	селитра	KNO ₃
	水硝碱镁矾	Humberstonite	Хумбергонит	Na ₂ K ₃ Mg ₂ (SO ₄)(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O
	钠硝矾	Darapskite	Дарапскит	Na ₃ (NO ₃)(SO ₄) · H ₂ O
	钾硝矾	Niterite		K ₃ (SO ₄)(NO ₃) · H ₂ O

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:

$$\frac{\sum (\text{NO}_3 + \text{NO}_2)(\text{me/l})}{\sum (\text{Cl} + \text{SO}_4 + \text{CO}_3 + \text{HCO}_3 + \text{NO}_3 + \text{NO}_2)(\text{me/l})} \geq 0.5\%$$

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、邵明显、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.

- [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