

新疆盐湖沉积特征^①

郑喜玉 单兰娣^②

(中国科学院盐湖研究所二部, 西安 710043)

提 要 本文通过盐湖钻井剖面资料分析和研究, 重点论述了新疆盐湖的沉积类型, 沉积时代, 沉积韵律, 沉积旋回和沉积特征。

关键词 盐湖沉积 旋回 速率 盐类矿物

第一作者简介 郑喜玉 男 60岁 研究员 盐湖沉积地球化学

新疆是我国面积最大的省区, 自然环境独特, 盐湖星罗棋布, 成为我国主要盐湖区之一, 亦是世界著名的盐湖密集区^①。这些盐湖处于不同的发展阶段, 形成大规模的盐湖盐类沉积, 是该区盐湖主要的自然资源。考察和研究这些盐湖的沉积环境, 沉积类型和沉积特征, 对认识该区盐湖的形成演化和成盐作用, 是有理论和实际意义的。

1 盐湖的分布

根据多年(1958—1960, 1964—1966, 1972, 1985—1991)考察研究表明, 新疆境内有各类湖泊 220 多个, 面积在 1 km² 以上的湖泊有 200 个^③。其中, 湖水含盐量(矿化度)等于或大于 50 g/L 的盐湖有 101 个^④。按照地理位置, 自然条件和地质构造单元, 而划分为五个盐湖区(表 1)^②。

2 盐湖沉积类型

盐湖沉积, 是盐湖形成演化过程中的重要地质作用, 通常称为盐湖或湖泊的沉积作用。盐湖的形成演化过程, 一般分为未成盐阶段和成盐阶段。未成盐阶段, 主要发生在湖泊发展的早期阶段, 即淡水湖或咸水湖沉积阶段; 而成盐阶段, 则是湖泊发展的后期阶段, 即盐湖盐类沉积阶段。

盐湖沉积, 根据地质作用而分为机械沉积、化学沉积和生物沉积或生物化学沉积。其中, 盐湖机械沉积和生物沉积或生物化学沉积, 皆属于未成盐阶段的湖泊沉积, 只有盐湖化学沉

① 为国家自然科学基金资助项目(编号: 4870124, 49572110)

② 本文承蒙徐昶、许志强的帮助, 刘建华清绘图件, 在此表示感谢。

③ 中国科学院盐湖研究所, 新疆湖泊类型一览表, 1987。

④ 按湖水含盐量分淡水湖 < 1 g/L; 微咸水湖 1—34 g/L; 咸水湖 35—49 g/L; 盐湖 ≥ 50 g/L。

积,才属于成盐阶段的湖泊沉积,即盐湖盐类沉积。新疆盐湖沉积分为碎屑沉积、粘土沉积和盐类化学沉积等三种沉积类型。

表 1 新疆盐湖的分区

Table 1 Region divide of salt lakes in Xinjiang

盐湖区	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	全区合计
盐湖数(个) 面积(km ²)	$\frac{19}{106.1}$	$\frac{18}{1832.75}$	$\frac{33}{1467.14}$	$\frac{10}{5909.0}$	$\frac{21}{1341.0}$	$\frac{101}{10655.99}$
其它类型湖泊 面积(km ²)	$\frac{12}{86.4}$	$\frac{23}{1106.3}$	$\frac{11}{1513.0}$	$\frac{27}{215.0}$	$\frac{26}{616.5}$	$\frac{99}{3537.2}$
合计数(个) 面积(km ²)	$\frac{31}{192.5}$	$\frac{41}{2939.05}$	$\frac{44}{2980.14}$	$\frac{37}{6124.0}$	$\frac{47}{1957.5}$	$\frac{200}{14193.19}$

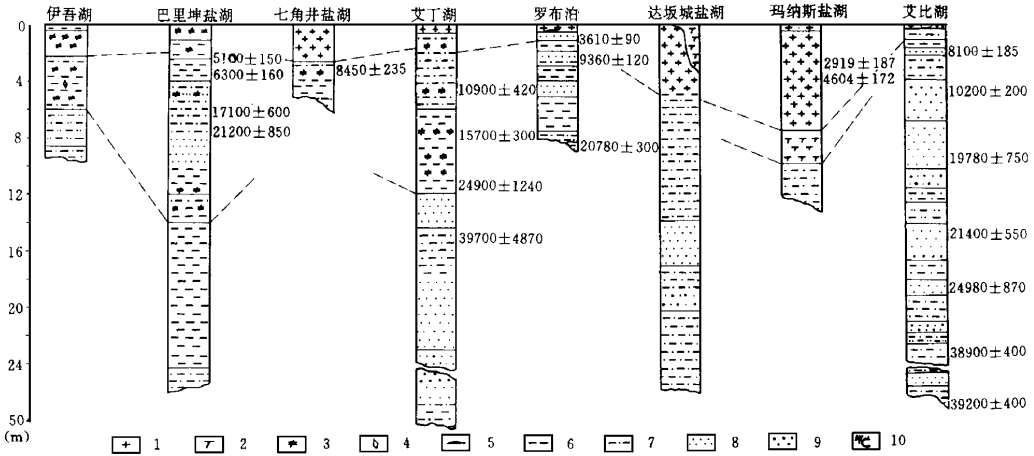
1) 盐湖碎屑沉积,形成于机械风化作用,也称为机械沉积。属于盐湖或盐湖盆地早期形成演化阶段出现的粗碎屑沉积,未成盐发展阶段的沉积。这种沉积,颗粒比较粗,粒径大于 5 μm ,岩性由粉细砂、砂、砾石等组成。根据分布位置,大致分为湖滨碎屑沉积和湖区或湖底碎屑沉积两部分。湖滨碎屑沉积,分布于湖盆边缘,构成湖岸或湖成阶地。岩性与湖盆边缘出露的岩石和岩层基本一致,沉积物的颗粒大小决定于基岩的风化程度和搬运距离,通常由湖区到湖边,沉积物由粗到细,形成明显的水平分带现象。例如,吐鲁番盆地从博格达山至艾丁湖,形成由粗到细的洪积、冲积、湖积等组成的碎屑沉积。

湖区碎屑沉积或称为湖底碎屑沉积,分布于盐湖内部或湖底,是盐湖形成演化早期阶段—淡水湖或咸水湖发展阶段的沉积。湖区碎屑沉积物质来源,与湖滨碎屑沉积一样,同盐湖或盐湖盆地边缘山区、丘陵地带出露的岩石或岩层,包括沉积岩、岩浆岩和变质岩的岩性有密切的成因联系。因此,湖区碎屑沉积的岩性,各湖区不尽相同,具有明显的多样性和复杂性的特点。

2) 盐湖粘土沉积,是盐湖或盐湖盆地形成演化过程中,相对潮湿(或淡化)阶段出现的湖相沉积。粒度小于 5 μm ,矿物成分单一,属于细碎屑沉积。淤泥亦属于颜色深,富含 H_2S 或有机质的粘土沉积。这类沉积矿物组成,主要是铝硅酸岩类矿物。例如,高岭石、水云母类矿物。新疆盐湖粘土矿物沉积,分布较为普遍,尤其是大型山间盆地中的盐湖,如吐鲁番盆地、库木库里盆地、巴里坤盆地的盐湖均有粘土沉积分布。据艾丁湖 86-CK₁ 孔资料表明,在 51 m 的湖相沉积剖面中,粘土沉积就有 8.87 m,加上粉砂粘土沉积,总厚度 29.07 m(图 1)。根据新疆巴里坤湖、伊吾湖、玛纳斯湖、艾比湖、七角井湖、达坂城湖、艾丁湖等剖面资料分析,其粘土矿物主要有伊利石、绿泥石、高岭石和蒙脱石等^[3]。其中,伊利石、绿泥石为主要粘土矿物,而高岭石和蒙脱石则属于次要粘土矿物。粘土沉积,在新疆盐湖中的分布虽然较普遍,但沉积厚度不大。尤其是纯粘土沉积更为少见,多为粉砂粘土或粘土质粉砂等混合型的盐湖细碎屑粘土沉积^[4]。

3) 盐湖盐类化学沉积,是湖泊形成演化后期,由未成盐阶段演化到成盐阶段—盐湖发

展阶段所出现的湖相沉积。盐类沉积,是湖泊演化到盐湖发展阶段,所形成的必然产物。盐湖受地质条件、物质来源和干-湿气候等自然环境的影响和控制,而形成不同类型的盐类化学沉积,如碳酸盐、硫酸盐和氯化物等盐类化学沉积^[5]。新疆自然环境独特,成盐作用强烈,蒸发盐类沉积发育。据考察,该区盐湖盐类化学沉积,有碳酸盐、硫酸盐、硼酸盐、氯化物和硝酸盐等五大类型,38种蒸发盐类矿物(表2)^[6]。应该指出,硝酸盐类矿物沉积,是新疆盐湖所特有的盐类矿物沉积,在我国其他盐湖区还没有发现这种盐湖盐类矿物沉积。



1. 石盐 2. 芒硝 3. 无水芒硝 4. 石膏 5. 钾盐
6. 粘土 7. 粉砂粘土 8. 细砂 9. 砾石 10. C¹⁴年龄

图1 新疆盐湖沉积剖面

Fig.1 Sediments section of salt lakes in Xinjiang

3 盐湖成盐期

根据第四纪地质和古地理环境分析,新疆盐湖盆地,虽然始于中-新生代的古湖盆地,但演化到盐湖发展阶段,尤其是出现强烈的成盐作用阶段,却发生在晚更新世末期-全新世时期。据湖相沉积剖面资料分析,从早更新世(Q₁)—晚更新世(Q₃)中期,虽然出现三次湿-干交替的波动气候,但因湖盆水域宽,湖水含盐量偏低,属于淡水湖或咸水湖发展阶段,不具备形成盐类沉积的自然环境^[7]。如罗布泊、艾丁湖、艾比湖沉积资料,证实¹⁴C年龄4×10⁴—3×10⁴ aB. P. 期间,均属于未成盐发展阶段的湖相沉积。晚更新世(Q₃)末期,罗布泊、艾丁湖沉积中相继出现石盐、石膏和钙芒硝等盐类矿物,成盐时代为2.49×10⁴±1240 aB. P.,这是新疆盐湖最早出现的盐类沉积^[8]。这次成盐作用,一直延续到全新世(Q₄)中期,¹⁴C年龄5000 a左右。就是说,自晚更新世末期—全新世中期,¹⁴C年龄2.5×10⁴—5000 aB. P. 为新疆盐湖第一成盐期。该成盐期的盐类沉积,分布不广泛,仅见于天山和塔里木盆地的某些盐湖盆地,例如吐鲁番盆地、罗布泊湖盆等,具有明显的局限性。同浅盆浅水或深盆浅水沉积环境和干燥炎热的小气候影响有关。

表 2 新疆盐湖盐类沉积矿物

Table 2 Saline sedimentary minerals of salt lakes in Xinjiang

类型	盐类矿物名称		化学组成
氧 化 物	石盐	Halite	NaCl
	水石盐	Hydrohalite	NaCl · 2H ₂ O
	钾石盐	Sylrite	KCl
	光卤石	Carnallite	KCl · MgCl ₂ · 6H ₂ O
	八水氯镁石	octobischofite	MgCl ₂ · 8H ₂ O
	水氯镁石	Bischofite	MgCl ₂ · 6H ₂ O
硫 酸 盐	石膏	Gypsum	CaSO ₄ · 2H ₂ O
	硬石膏	Anhydrite	CaSO ₄
	烧石膏	Bassanite	CaSO ₄ · $\frac{1}{2}$ H ₂ O
	钾石膏	Syngenite	K ₂ Ca ₂ (SO ₄) ₂ · H ₂ O
	杂卤石	Polyhalite	K ₂ Ca ₂ Mg(SO ₄) ₄ · 2H ₂ O
	钙芒硝	Glauberite	Na ₂ SO ₄ · CaSO ₄
	白钠镁矾	Bloedite	Na ₂ Mg(SO ₄) ₂ · 4H ₂ O
	无水芒硝	Thenardite	Na ₂ SO ₄
	芒硝	Mirabilite	Na ₂ SO ₄ · 10H ₂ O
	钾盐镁矾	Kainite	KCl · MgSO ₄ · 3H ₂ O
盐	无水钾镁矾	Langbeinite	K ₂ Mg(SO ₄) ₃
	软钾镁矾	Picramerte	K ₂ Mg(SO ₄) ₂ · 6H ₂ O
	钠镁矾	Loeweite	Na ₁₂ Mg ₇ (SO ₄) ₁₃ · 15H ₂ O
	钾镁矾	Loenite	K ₂ Mg(SO ₄) ₂ · 4H ₂ O
	泻利盐	Epsomite	MgSO ₄ · 7H ₂ O
	六水泻盐	Hexahydrite	MgSO ₄ · 6H ₂ O
	硼 酸 盐	钠硼解石	Ulexite
柱硼镁石		Pinnoite	MgB ₂ O ₄ · 3H ₂ O
硼砂		Borax	Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O
碳 酸 盐	天然碱	Trona	Na ₂ CO ₃ · NaHCO ₃ · 2H ₂ O
	水碱	Thermonatrite	Na ₂ CO ₃ · H ₂ O
	泡碱	Natron	Na ₂ CO ₃ · 10H ₂ O
	针碳钠钙石	Gaylussite	Na ₂ CO ₃ · CaCO ₃ · 5H ₂ O
	纤水碳镁石	Artinite	Mg(OH) ₂ CO ₃ · 3H ₂ O
	白云石	Dolomite	CaCO ₃ · MgCO ₃
	方解石	Calcite	CaCO ₃
	文石	Aragonite	CaCO ₃

类型	盐类矿物名称		化学组成
硝	钠硝石	Nitratine	NaNO_3
	钾硝石	Niter	KNO_3
酸	水硝碱镁矾	Humbeatonite	$\text{Na}_7\text{K}_3\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_6(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
盐	钠硝矾	Darapskite	$\text{Na}_3(\text{NO}_3)(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$
	钾硝矾	Nitornite	$\text{K}_3(\text{NO}_3)(\text{SO}_4) \cdot \text{H}_2\text{O}$

全新世(Q₄)中期—现代,成盐时代相当于 5000 a 至今,虽有三次湖水波动,冷湿期(冰期)和暖干期(间冰期)交替出现,但暖干气候的总趋势始终没变,湖水加速咸化,形成了强烈的盐湖成盐作用,普遍堆积有碳酸盐、硫酸盐、硼酸盐、氯化物和硝酸盐类沉积。这次成盐作用,波及到全疆各个盆地^[8,9]。成盐时间,为 5000 a,乃至目前正在进行的成盐作用,统称为新疆盐湖第二成盐期。

4 盐湖沉积特征

4.1 盐湖沉积层序(盐湖沉积结构)

根据艾丁湖、玛纳斯湖、罗布泊等盐湖沉积剖面资料分析,新疆盐湖大致分为碎屑沉积、粘土沉积和蒸发盐类沉积等三大层序。

(1)碎屑沉积,是盐湖底部早期发展阶段,形成的淡水或咸水湖相沉积。属于第四纪早更新世温湿-暖干气候环境、未成盐阶段出现的粗碎屑沉积。

(2)粘土沉积,粗碎屑沉积之后所堆积的细碎屑沉积。气候干旱,湖水平静且已咸化,甚至出现了盐类沉积。有些含有有机质而呈黑灰色,具有明显的沉积层理和 H₂S 气味。

(3)蒸发盐类沉积,是湖泊形成演化后期阶段——盐湖发展阶段,普遍出现的盐类沉积。包括碳酸盐、硫酸盐、硼酸盐、氯化物和硝酸盐等盐类沉积。

4.2 盐湖沉积速率

新疆盐湖盆地多为断陷盆地或山间盆地,形成演化时间漫长。一般来讲,盐湖未成盐阶段沉积时间长,而成盐阶段的沉积时间较短。湖相沉积厚度,一般 100 m 左右,最厚达 300—400 m。总的来看,断陷盆地和山间盆地中的盐湖盐类沉积厚,如乌尊布拉克湖盐层累积厚度 32 m,艾丁湖单盐层沉积厚度达 18 m;而大盆地,如塔里木盆地和准噶尔盆地中的盐湖盐类沉积幅度小,一般是 1—3 m,最厚为 6 m。

据盐湖沉积剖面分析,新疆盐湖盐类沉积速度,各湖不尽相同。例如,玛纳斯湖年平均沉积 0.6 mm/a;艾比湖沉积速率 0.65 mm/a;巴里坤湖 0.37 mm/a;七角井湖 0.35 mm/a;艾丁湖 0.47 mm/a;罗布泊 0.43 mm/a。由此可见,新疆盐湖沉积速率,具有从南到北,由东至西逐渐加快变厚的特点。

4.3 盐湖沉积旋回

沉积旋回或称为沉积韵律,是反映盐湖沉积节奏或振荡作用的重要标志,也是反映盐湖沉积分异作用强弱的准则。新疆盐湖盐类沉积的分异现象,很不一致,有强有弱。例如,石盐、芒硝、无水芒硝等盐类分异作用较为充分,甚至形成较纯的盐层。如达坂城湖、玛纳斯湖等盐

类沉积,均具充分的分异作用。当然,钾镁盐、硝酸盐类的沉积分异现象就不明显,如罗布泊、乌尊布拉克湖的硝酸盐类,往往混合在石盐层中,形成皮壳状的表层盐壳。根据盐湖沉积剖面分析,依据由碎屑沉积开始,经粘土沉积,最后终止于蒸发盐类沉积的层序,作为划分盐湖沉积旋回的原则,新疆盐湖沉积,分为单旋回沉积和多旋回沉积两种沉积类型。例如,罗布泊、巴里坤湖等只有一个盐层,属于单旋回沉积的盐湖;乌尊布拉克湖、七角井湖等,有两个以上盐层出现,则属于多旋回沉积的盐湖^[10]。

收稿日期:1995年6月18日

参 考 文 献

- [1] 郑喜玉,新疆卤湖及其成因。海洋与湖沼,1984,15(2):168—178。
- [2] Zheng Xiyu, Salt Lakes and their origin in Xinjiang, Chin. J. Oceanol. Ltmmol. 1987,5. (2):172—185.
- [3] 徐 昶,中国盐湖粘土矿物研究。北京:科学出版社,1993,115—132。
- [4] 徐 昶,我国盐湖粘土矿物及其意义的初步研究。中国科学(B辑),1990,(3):303—312。
- [5] 李秉孝,新疆现代盐湖盐类矿物及有关成盐机制。湖泊科学,1992,4(1):48—55。
- [6] 李秉孝等,吐鲁番盆地艾丁湖沉积特征。科学通报,1989,34(8):608—610。
- [7] 郑绵平,晚更新世以来罗布泊盐类的沉积环境和找钾前景分析。科学通报,1991,23(36):1810—1813。
- [8] 郑喜玉,新疆盐湖的形成演化环境。盐湖研究,1993,1(1):1—10。
- [9] 李涛,艾比湖水化学演化的初步研究。湖泊科学,1993,5(3):234—243。
- [10] 郑喜玉等,新疆盐湖,北京:科学出版社,1995,115—117。

Sedimentary Features of Salt Lakes in Xinjiang

Zheng Xiyu and Shan Landi

(Institute of Salt Lakes, Academia Sinica, Xian 710043)

Abstract

Xinjiang is the largest arid—semiarid saltforming region in China, its natural environment has a geographic character of “two basins surrounded by three mountains”. Many fresh lakes and salt lakes are distributed in this region. It is one of the four large salt lake distribution regions in China. There are more than 100 salt lakes in the region with a area of about 10, 655. 99 Km². According to the geological structure condition and natural geographic environment, five salt lake zones can be divided, i. e. Altay innermountain basin, Jungar Basin, Tianshan innermountain basins, Tarim Basin and Kunlun -Artun innermountain basins. There are Whale Lake with the altitude of 5,000 m a. s. l., and aydingkol Lake whose altitude is 155 m below the sea level and the famous salt lake playa—Lop Nur.

The formation and evolution of salt lakes in Xinjiang have undergone two stages non salt—forming stage and salt—forming stage. There are three sedimentary types in the lacustrine

deposits — clastic sediments, clay sediments and evaporite sediments. The clastic sediments represent the lacustrine sediments in the early non salt-forming stage of the salt lake formation. Evaporite sediments is the lacustrine sediment in salt forming stage of salt lake formation. In the evaporite sediments, there are about 38 kinds of salt minerals including carbonates, sulphates, borates, chlorides such as potash and magnesium salts and nitrates. The nitrates salt deposits is the characteristic salt deposits in salt lakes in Xinjiang.

The salt-forming stage of salt lakes in Xinjiang began in late pleistocene — middle Holocene, ^{14}C 2.5×10^4 —5,000 a B.P., it can be taken as the first salt-forming stage, salt deposits can only been found in Turpan Basin and Lop Nur. The second salt-forming stage starts from middle Holocene to present with the vast salt deposits formed in the region. The depth of the salt deposits varies from 10 to 30 m; the sedimentary speed increased from east to west, from north to south. The sedimentary differentiation of potash magnesium salt and nitrate salt is not obvious, sedimentary sequence is very clear, and is characterised by simple and multi sedimentation sequences.

Key Words: Sedimentary of salt lakes Cycles Speed Salime minerals