

文章编号:0258-7106(2003)04-0386-07

# 新疆罗布泊第四纪盐湖上升卤水流体 及其成钾意义\*

刘成林<sup>1,2</sup> 焦鹏程<sup>2</sup> 王弭力<sup>2</sup> 李树德<sup>1</sup> 陈永志<sup>2</sup>

(1 北京大学环境学院,北京 100087; 2 中国地质科学院矿产资源研究所,北京 100037)

**摘要** 野外调查发现,新疆罗布泊罗北凹地等干盐湖地表分布有众多的流体上升或上涌通道,其形状特征呈“垂直的孔洞”、“泥火山口”、“枣状小坑”及“粘附沙丘”等。研究认为,地下卤水流体过去和现在正是通过这些通道上升,至地表排泄或进入盐湖水体及沉积物中;这些地下流体主要源于深部地层水和大气循环水等;上升流体补给罗布泊的罗北凹地等次级盐湖,为钾盐成矿提供重要的物质基础,并导致钙芒硝的大量沉积,促进了盐类沉积物的成岩过程。同时,上升流体的补给还在罗布泊盐湖区近地表处产生了固体钾盐矿的沉积。

**关键词** 地质学 盐湖 卤水流体 上升通道 罗布泊

**中图分类号**:P611.4<sup>+</sup>2

**文献标识码**:A

罗布泊第四纪盐湖位于新疆塔里木盆地东部,其次级干盐湖区主要有罗北凹地、铁南凹地、铁矿湾、大耳朵湖区和新湖区等(图1)。1995年调查时发现,在罗北凹地第四纪盐类沉积地层中储存较大规模的卤水钾矿(王弭力等,1996),进一步工作后确定其钾盐资源量达大型规模(王弭力等,1998)。该钾盐矿床为一种新类型卤水钾盐矿床,氯化钾平均品位1.4%,属硫酸镁亚型,钾矿主要赋存于钙芒硝晶间孔隙中。关于罗北凹地卤水钾矿的成因已有一些探讨(刘成林等,1999a;1999b)。最近,笔者在罗布泊盐湖区发现很多流体上升通道或遗迹,说明上升卤水曾对罗布泊盐湖的沉积产生过影响。

上升卤水流体是一种特殊的上升泉水。在我国内陆干旱地区的盐湖沉积区中,常常出现一些卤水泉。例如,柴达木盆地马海凹陷西北部的牛郎-织女湖(干盐湖),内部小泉眼众多,卤水不断缓慢上涌,附近沉积的盐类矿物以光卤石和水氯镁石为主。柴达木昆特依北部的钾湖也受到上升卤水的补给(王弭力等,1997)。柴达木盆地察尔汗大型钾盐矿床受到深部水或油田水的补给(段振豪等,1988),补给方式可能也是上升泉。最近,笔者在已干涸的新疆马纳斯湖考察时发现,干盐湖底部出现大量小泉眼,上

升卤水正在补给干盐湖(图版1、2)。国外一些盐湖沉积区也有上升卤水出露(Peter,1984)或产生烟囱或管道(Anderson et al.,1980)的现象。通过研究,笔者认为上升卤水流体对罗布泊盐湖沉积演化及钾盐沉积产生重要的影响。

## 1 卤水流体上升通道的形貌特征

在罗布泊罗北凹地、铁南凹地(图1)等发现一些卤水流体上升补给盐湖的现象或遗迹,这些遗迹大体上分3类,它们的特征如下:

(1) 盐壳中的“泥火山口”或“直立管道” 在罗北凹地钾矿区边部,特别是与雅丹台地交界处,出现分布较密集、孔径较大的“直立管道或孔洞”或“泥火山口”群(图版3、4)。

大孔径孔洞的形态大致呈圆柱状,孔口多为圆形,部分鼓起呈泥火山口状;孔洞直径从十厘米至几十厘米,深度最大可达2m,部分孔洞测量结果见表1。由表可见,这些“管道”孔壁笔直,少数略为倾斜,或呈“螺旋状”。孔洞内基本干净,沉积物充填较少。在大多数孔洞的底部出现一个小洞,向下斜插,未见到底。

\* 本研究由地质调查项目(编号:200010300105)和国家“十五”科技攻关305项目专题(编号:2001BA609A-07-15)资助  
第一作者简介 刘成林,男,1963年生,在读博士,研究员,主要从事第四纪盐湖环境与钾盐研究,E-mail:liuchengl@263.net。  
收稿日期:2003-01-27;改回日期:2003-06-16。张绮玲编辑。

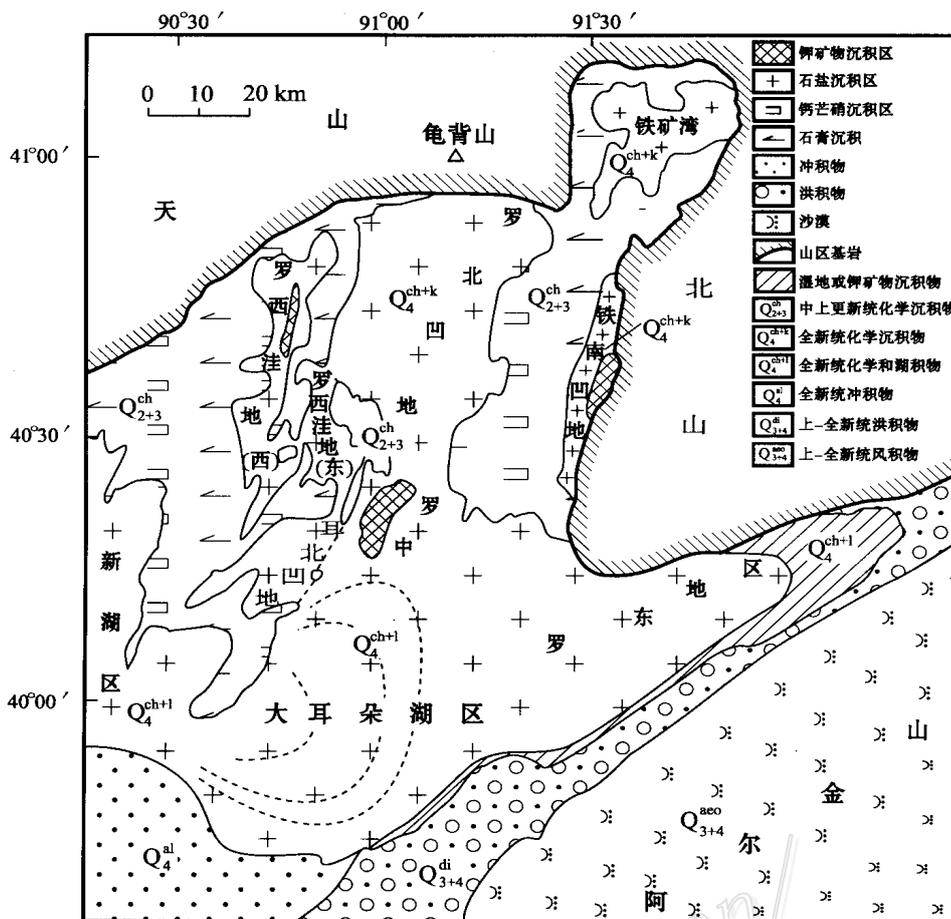


图 1 罗布泊地区地质图

Fig.1 Geological map of Lop Nur in Xinjiang

(2) “枣状”小坑 在地表还分布有“枣状”小坑(图版 3),密集分布。“枣状”小坑,孔口直径一般为 2~5 cm,通常深为 1~3 cm,很象雨点或冰雹冲击地表软泥形成的,未见向下延伸的更小孔洞。除分布于盐壳表面外,在铁南凹地东部边缘的基岩(已物理风化破碎)出露区也有分布。

(3) 盐壳中潮湿的“鼓包”地形 罗北凹地内部及边部干涸的盐壳中,常出现很多由细粉砂构成的暗色“湿鼓包”,它们一般不是单个出现,而是多个生长在一起或叠置连生,形似“菜花”状;通常高出坚硬盐壳 0.5~2 m。以前对此现象没有合理的解释,现在发现了流体上升通道后,可以肯定它们是这样形成:由地下深部沿断裂上升的流体喷出或排泄到地表,湿润地表盐壳,加之其含盐量或含钾较高,黏附力强,不断将地表滚动和跳跃迁移的风成砂粒捕获、吸附,逐渐长成潮湿的“鼓包”地貌(图 2)。

铁南凹地局部地区出现大面积、细砂质的“湿

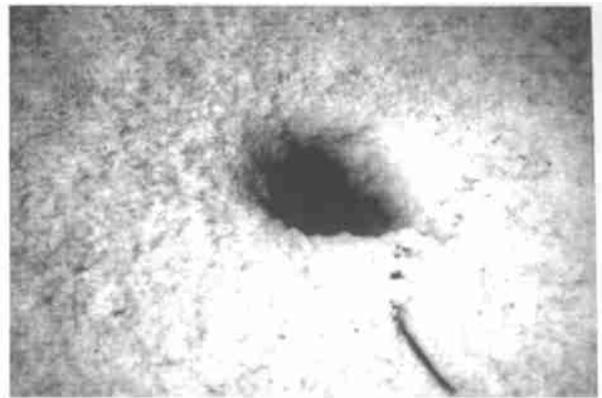
地”(图版 5.6),地形上呈“鼓包”状,其成因与罗北凹地内的“湿鼓包”相似。用光释光法测得铁南凹地“湿地”深 0.5 m 和 1 m 处细砂年龄分别为(2180 ± 200) a 和(3320 ± 110) a(测试单位:中国地质科学院水文与环境地质研究所光释光实验室),这证实“湿鼓包”的形成年代很新,为全新世晚期。同时,这些“湿地”上还出现新生的光卤石沉积(图版 5.6),它们都是上升卤水形成的产物。

由此推断,地下卤水流体对钾盐矿的形成起到重要作用。罗北凹地盐壳中出现的湿地鼓包,形成时代很新,可能现在还会继续生长,这种情况反映上升卤水流体还在补给钾盐矿区。

罗布泊区域应力场分析(王弭力等,2001),显示该区主要的压性与张性构造带的方向分别为 280°和 10°,它们的基本方向相互垂直;这些线性构造带在地表上反映为压、张和扭性断裂,且比较发育,地表上很明显的正断层就是罗北凹地东、西两边的陡岸。



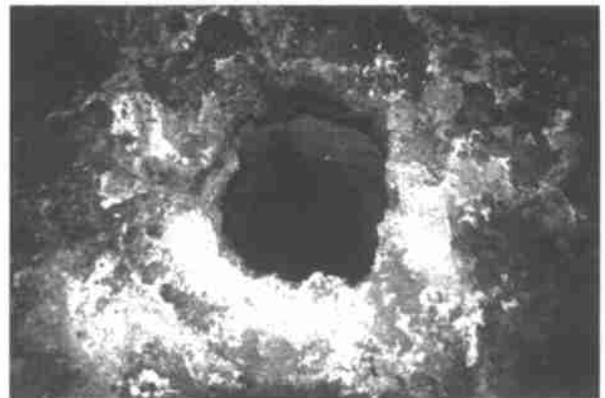
图版 1 玛纳斯干盐湖底部的上升泉眼,直径一般10~40 cm



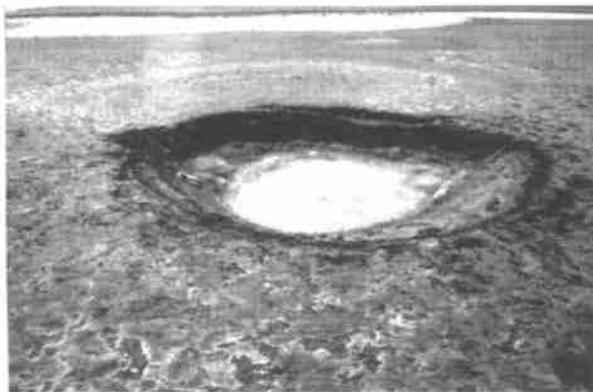
图版 2 玛纳斯干盐湖底部的上升泉眼,直径约10 cm



图版 3 罗北凹地干盐滩中的流体上升通道,顶部略呈锥状突起,周边还有一些“枣状”小坑



图版 4 罗北凹地干盐滩中的流体上升通道,其内壁陡直,洞内干净



图版 5 铁南凹地“潮湿”细砂中圆形的“落陷坑”,其上出现光卤石沉积;该“落陷坑”正下方可能就是流体上升通道,由于流体减少或上覆沉积物压力过大,而产生塌陷



图版 6 铁南凹地中的细砂质“潮湿地”,课题组工作人员挖探坑,至2 m深处沉积物还是细砂;远处白色条带为富光卤石带,产于细砂质“潮湿地”上

表 1 罗布泊盐湖部分流体上升通道特征描述

Table 1 Characteristics of fluids ascending passages in Lop Nur

序号	位置	口径/ m	洞深/ m	洞口形态	其他特征
1	罗北凹地东岸中段	0.23	1.34	突起,泥火山状	孔洞内干净,洞壁平直,底部见小洞
2	罗北凹地东岸中段	0.40	1.10	突起,泥火山状	孔洞内干净,洞壁平直,底部见小洞
3	罗北凹地东岸中段	0.30	1.36	平圆	孔洞内干净,洞壁平直,底部见小洞
4	罗北凹地东岸中段	0.31	1.43	突起高约 0.10 m,泥火山状	孔洞内干净,洞体形似螺旋状,向下略变小,底部见小洞
5	罗北凹地东岸中段	0.35	1.75	泥火山状	孔洞内干净,洞体呈 80° 倾斜
6	罗北凹地东岸中段	0.39	1.80	突起高约 0.10 m,泥火山状	孔壁直立
7	罗北凹地东岸中段	0.13	1.30	突起高约 0.10 m,泥火山状	孔壁直立
8	罗北凹地东岸中段	0.35	1.75	平圆	孔壁直立

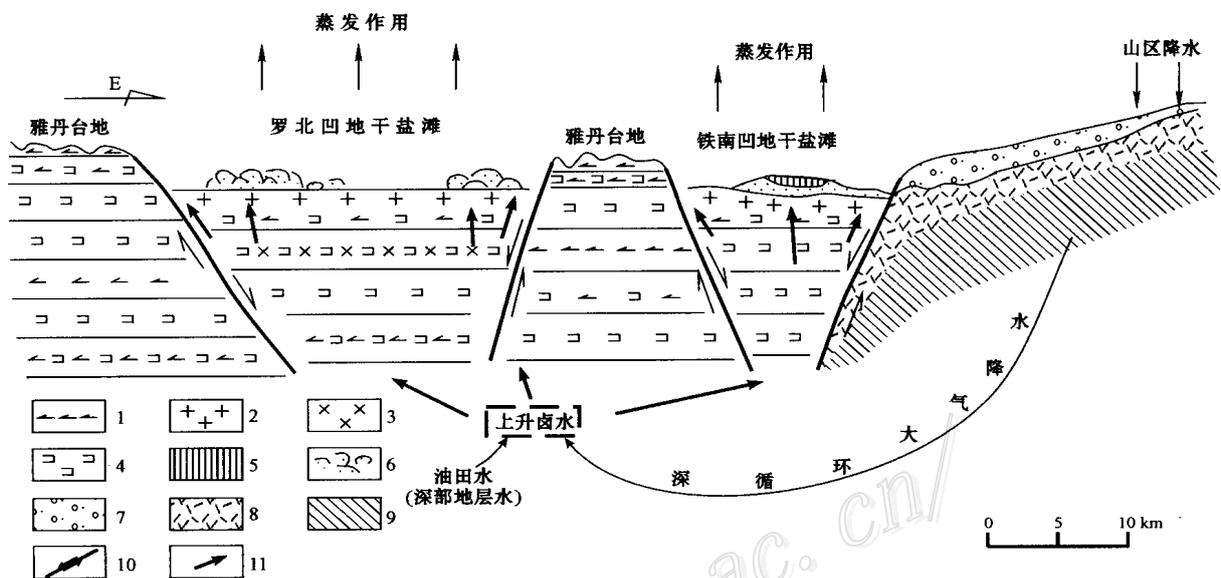


图 2 罗布泊盐湖卤水流体起源、上升及排泄示意图

1—粘土石膏;2—石盐;3—杂卤石;4—钙芒硝;5—固体钾盐沉积;6—地表粘附沙丘;7—冲洪积;8—基岩风化破碎带;9—基岩;  
10—正断层;11—上升卤水补给方向

Fig.2 The origin, ascending and discharge of brine fluids in Lop Nur

1—Clay gypsum; 2—Halite; 3—Polyhalite; 4—Glauberite; 5—Solid potash; 6—Adhering dune at the playa surface; 7—Alluvial and pluvial sediments; 8—Weathering shatter zone of bedrock; 9—Bedrock; 10—Normal fault; 11—Directions of brine ascending

正是由于在凹地与雅丹台地之间分布有正断层,为地下流体上升提供通道,促使流体由地下上升至地表,产生了这些“直立管道或孔洞”。同时,类似的泥火山现象在新疆其他地区也有出现,如笔者于 2002 年在天山北坡的乌苏地区考察泥火山群时,发现它们仍然在喷涌,这表明泥火山活动是一种较常见的地质现象,在新构造较活动的地区出现是正常的。

## 2 罗布泊上升卤水流体来源

研究认为,罗布泊地区上升卤水流体可能有 3

种基本来源(图 2):大气循环水、地层水(或油田水)及地壳深部-地幔流体。实际上,三者之间可能存在混合情况。

### 2.1 深部地层水

从罗北凹地的盐类矿物组合分析,钙芒硝是该区沉积量最大的盐类矿物,同时,地层中杂卤石的分布也较广泛,这被认为与“富钙水”或油田水的补给有关<sup>①</sup>,即该区受到过地层水或油田水的补给。

该地区钙芒硝包裹体特征研究(表 2)可见,钙芒硝包裹体流体以液相为主,部分为气液相。5 个薄片

① 中国地质科学院矿产资源研究所. 2001. 罗布泊含盐系成岩作用及卤水钾矿储集性评价(内部报告). 24~32.

表2 罗布泊盐湖钙芒硝矿物包裹体共结点温度

Table 2 Eutectic temperatures of inclusions in glauberite of Lop Nur

样品号	包裹体		共结点温度/℃
	类型	大小/ $\mu\text{m}$	
ZKD0004B7	L	12×7	-30.3
	L	25×12	-33.3
	L	25×11	-29.6
	L	21×15	-26.7
	L	20×15	-30.2
	L	18×13	-32.0
ZKI 200B118	L	29×11	-26.8
	L	20×8	-26.0
	L	26×9	-23.0
	L	12×7	-19.8
ZKI 200B42	L	32×18	-29.6
	L	29×3	-27.2
	L	9×6	-29.0
	L	10×7	-34.2
ZKI 200B99	V-L	83×50	-30.0
	V-L	32×23	-32.0
	V-L	87×37	-31.0
	V-L	87×37	-31.0
	L	15×13	-35.0
	L	8×6	-33.6
	V-L	23×18	-30.2
	V-L	79×21	-31.2
	V-L	74×48	-31.2
	V-L	64×52	-36.1
L	61×22	-31.0	
ZKD0020B22	V-L	32×14	-30.0

分析者:中国地质科学院矿产资源研究所陈伟十、李荫清。L—液相包裹体;V-L—气液两相包裹体。样品为冷杉胶制片。测试仪器:法国产 CHAIXMECA 显微冷热台;温度范围:-180~+600℃;精度:±0.1℃。

中钙芒硝单个包裹体的共结点温度从-36.1~-19.8℃,4个薄片具有共结点温度小于-33℃的包裹体,显然,它们已经达到并低于 $\text{MgCl}_2$ (氯镁石)和 $\text{MgCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (水氯镁石)在 $\text{H}_2\text{O}-\text{MgCl}_2$ 体系中的共结点温度-33.6℃(表3),趋向 $\text{H}_2\text{O}-\text{CaCl}_2$ 体系中 $\text{CaCl}_2$ (氯钙石)和 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (南极石)的共结点温度-49.8℃(表3)。因此,推测包裹体流体中应含有较高含量的 $\text{MgCl}_2$ 或 $\text{CaCl}_2$ ,鉴于钙芒硝析出时尚无石盐和芒硝沉淀,更缺乏含镁矿物,当时卤水浓缩的程度不很高,因此,推测流体共结点温度低主要是由于卤水中 $\text{CaCl}_2$ 含量较高而引起的,同时,推测流体中 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 的含量相应较低。

表3 一些 $\text{H}_2\text{O}$ 卤化物、硫酸盐二元体系的部分相平衡参数

Table 3 Equilibrium parameters of two-member systems of water-haloids and water-sulfate

体系	共结点温度/℃	共结点组成	固相
$\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$	-20.8	23.3% NaCl	石盐和石盐水化物
$\text{H}_2\text{O}-\text{KCl}$	-10.6	19.7% KCl	钾石盐
$\text{H}_2\text{O}-\text{CaCl}_2$	-49.8	30.2% $\text{CaCl}_2$	氯化钙和南极石
$\text{H}_2\text{O}-\text{MgCl}_2$	-33.6	21% $\text{MgCl}_2$	氯镁石和水氯镁石
$\text{H}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{SO}_4$	-1.2	3.85% $\text{Na}_2\text{SO}_4$	芒硝

据刘斌等(1999)资料总结。

结合地层中盐类矿物组合推断,钙芒硝结晶时的卤水组成比现代晶间卤水组成更富含 $\text{CaCl}_2$ ,是由深部富钙地层水补给产生的,这种补给导致罗布泊北部沉积了大量的钙芒硝。

## 2.2 大气循环水

罗布泊周边山区,分布不少苦水或卤水泉,其温度属常温。它们可能起源大气循环水。在干旱山区,大气降水通常以两种形式运动:以洪水形式快速向山谷流动;渗入地下坡积、风化壳、基岩等的孔隙、裂隙或断裂中,以地下水的形式缓慢向下运移。山区的地下水在运移过程中,溶解地表与围岩介质中的易溶组分,随着运动时间与路程的增加,地下水中溶解的盐分也逐渐增高,其溶解能力不断得到增强;同时,发生离子交换,使钾、钠等阳离子,氯、硫酸根等阴离子富集于流体中。最终,在水头压力差的作用下,地下水上升出露地表,即形成大气循环水。推测罗布泊上升卤水流体部分起源于大气循环水。

## 2.3 卤水流体上升的构造条件

根据卫星影像解译(王弭力等,2001),罗布泊地区发育大量规模不等的环型构造,其特征如下。

大型环形影像:系指区内北部的两个不完整巨大环体。其长轴达数百公里,短轴也在200 km以上,呈东西拉长的椭圆形。大环内侵入岩、火山岩类广泛发育,岩浆活动频繁,中、小型环形影像密集成群。推测这两个环体是由NW向区域性压性构造带控制的大型岩浆活动形成的。

中型环形影像:一般长、短轴均不足百公里,个别的也在150 km以下,遍布于图幅中的活动带内,有数十个之多,大都呈椭圆形,长轴多数EW向,也有些沿其他方向拉长或近等轴状的。本区中部有一个十分复杂的中型环体群,其中心是由多层近同心、接近封闭的环线构成的罗布泊古湖泊。进一步的解译发现,在其内部和周边还有大小不等的众多环形

影像密密麻麻地交叉重叠,使看似简单的这个圆形干湖不论是外形还是内涵都极大地复杂化了。初步推断,罗布泊的地质构造可能具有地壳水平运动与深部物质垂直上涌的叠加、外生与内生作用复合的特点。

小型环形影像:直径 10 km 以下的小型环体数量极多,成堆成串地遍布全区,即使在沙碱覆盖地带也有清晰的显示,在古罗布泊湖盆及沿孔雀河一带最为密集。这种环体均为圆形,通常在圆心处有明显的锥状隆起,有时隆起中心又呈环形塌陷。但绝大多数群集中于大、中型环内、外,有时沿环边或呈线状成串分布,且常是三五成群地叠套在一起,环周互相干涉,使影像异常杂乱。有的圆形岩体就由一个主要环和一些附生环构成。从影像特征与分布特点分析,这些环体应与地下流体在应力作用下垂向上喷涌有关。在深部和地面应是岩浆活动中心、破火山口、泥火山、承压盐泉等。

由以上分析可见,罗布泊地区广泛发育的环形影像构造可能与地壳深部构造活动密切相关,并导致地壳深部流体上涌。

可以肯定的是罗布泊盐湖区受到地下流体卤水的补给,流体可能以地层水(或油田水)和大气循环水为主。

### 3 上升卤水流体对钾盐成矿的意义

#### 3.1 上升流体的补给与钙芒硝沉积

罗布泊北部的罗北凹地等地区,中-上更新统沉积矿物以钙芒硝为主,其成因应与从地下深部上升的“富钙”卤水的补给密切相关:古湖水在蒸发至石膏析出阶段,接近石盐结晶时,受到大量上升的“富钙”卤水持续补给,卤水结晶路线发生变化,转而沉淀大量的钙芒硝,已析出的石膏被钙芒硝大量交代。这种补给、结晶和交代作用的状态一直持续到全新世中晚期罗北凹地干涸。钙芒硝在埋藏成岩阶段发生重结晶或继续生长,形成蜂窝状孔隙(刘成林, 2002)。由于钙芒硝从卤水中大量析出,将钠、钙、硫酸根等从卤水大量移出,也有助于卤水中的钾元素富集。由此可见,上升卤水的补给,促进了罗布泊盐湖中钾盐储层孔隙的发育和卤水中钾元素的相对富集。

#### 3.2 上升流体的补给与固体钾盐矿物沉积

目前,罗布泊的罗北凹地、罗中、铁南凹地、铁矿

湾等发现多处固体钾盐矿物的沉积。钾盐矿物包括钾盐镁矾、光卤石及杂卤石,它们多呈薄层状或分散状出现,杂卤石有时呈胶结物形式出现。罗北凹地以杂卤石为主,呈薄层状,主要分布于上更新统上部(王弭力等, 2001),笔者认为杂卤石的沉积与富钙水的补给有关。罗中地区(又称南小团)主要出现钾盐镁矾层,产于全新统中,埋深 0.20 ~ 0.60 m,其下部基本上为粉砂粘土沉积物。罗中与罗北凹地紧密相连,它们之间可能存在物质交换,基于罗中地区钾盐的沉积具有事件性,推测上升卤水对其进行过直接补给。在铁南凹地地表,出现光卤石薄层,沉积于“粘附细粉砂”沉积物表面(图版 5, 6)(图 2),同时,该地区还有钾盐镁矾沉积,地层基本上为全新统。在铁矿湾一些小洼地浅部还有钾盐镁矾、杂卤石等沉积。铁南凹地和铁矿湾等地与罗北凹地不可能发生物质交换,其固体钾盐的沉积显然也不是盐湖演化晚期的产物,应与上升流体的直接补给有密切关系。可以认为,罗布泊固体钾盐矿物薄层的出现与上升卤水的补给密切相关,有的固体钾盐矿物的沉积可能是由上升卤水流体的补给排泄在近地表,后经蒸发形成的。

综合国内外上升卤水补给盐湖的事实,可以认为,无论在现代,还是在更新世时期,上升卤水流体的活动,在罗布泊盐湖可能是一种常见的地质现象。上升卤水的补给促进了罗布泊卤水中钾的富集,促进了钙芒硝储集层孔隙的生长发育,同时,直接导致一些固体钾盐矿的沉积。目前,这种卤水流体可能还继续补给罗布泊钾盐矿区。

总之,“上升卤水流体补给成钾”的认识将对罗布泊等地陆相钾盐找矿和评价有一定的指导意义。

### References

- Anderson R Y and Kirkland D W. 1980. Dissolution of halite by brine density flow[J]. *Geology*, 8(2): 66 ~ 69.
- Duan Z H and Yuan J Q. 1988. The study of substance sources of qarhan salty lake, Qinghai Province[J]. *Geoscience*, 2(4): 420 ~ 427(in Chinese).
- Liu B and Sheng K. 1999. Thermodynamics of fluid inclusion[M]. Beijing: Geol. Pub. House. 50(in Chinese).
- Liu C L and Wang M L. 1999a. Evolution of quaternary depositional environments and forming of potash deposits in Lop Lake, Xinjiang, China[J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 20(supp.): 264 ~ 270(in Chinese).
- Liu C L, Wang M L and Jiao P C. 1999b. Hydrogen, oxygen, strontium and sulfur isotopic geochemistry and potash-forming material

- sources of Lop salt lake, Xinjiang, China[ J ]. *Mineral Deposits*, 18 (3) :268 ~ 275 ( in Chinese with English abstract ) .
- Liu C L, Wang M L, Jiao P C, et al. 2002. Formation of pores and brine reserving mechanism of the aquifers in quaternary potash deposits in Lop Nur Lake, Xinjiang, China[ J ]. *Geological Review*, 48(4) :437 ~ 444 ( in Chinese with English abstract ) .
- Peter S. 1984. Brines and evaporites[ M ]. Academic Press, INC: 321 .
- Wang M L, Li T Q, Liu C L, et al. 1996. The important discovery of potash deposits of Luobei depression, Lop Nur, Xinjiang, China [ A ]. Papers selection of the important geological results of " Eight-Five" plan period[ C ]. Beijing: Publishing House of Metallurgical Industry. 446 ~ 449( in Chinese ) .
- Wang M L, Yang Z C, Liu C L, et al. 1997. Potash deposits and their exploitationprospects of the salines lakes of the northern qaidamu Basin[ M ]. Beijing: Geol. Pub. House. 63 ~ 66( in Chinese ) .
- Wang M L, Liu C L, Jiao P C, et al. 1998. Characteristics and its exploitationprospects of super-large-sized potash deposits of Luobei depression, Lop Nur, Xinjiang[ A ]. *Mineral Deposits*, 17( supp. ) : 433 ~ 436 ( in Chinese ) .
- Wang M L, Liu C L, Jiao P C, et al. 2001. Saline lake potash resources in the LopNur, Xinjiang[ M ]. Beijing: Geol. Pub. House. 17 ~ 20 ( in Chinese with English abstract ) .

#### 附中文参考文献

- 段振豪, 袁见齐. 1988. 察尔汗盐湖物质来源的研究[ J ]. *现代地质*, 2(4) : 420 ~ 427 .
- 刘斌, 沈昆. 1999. 流体包裹体热力学[ M ]. 北京: 地质出版社. 50.
- 刘成林, 王弭力, 1999a. 罗布泊第四纪沉积环境演化与成钾作用 [ J ]. *地球学报*, 20( 增刊 ) : 264 ~ 270 .
- 刘成林, 王弭力, 焦鹏程, 1999b. 罗布泊盐湖氢氧、锶和硫同位素地球化学及成矿意义[ J ]. *矿床地质*, 18(3) : 268 ~ 275 .
- 刘成林, 王弭力, 焦鹏程, 等. 2002. 罗布泊第四纪卤水钾矿储层孔隙成因与储集机制研究[ J ]. *地质论评*, 48(4) : 437 ~ 444 .
- 王弭力, 李廷祺, 刘成林, 等. 1996. 新疆罗布泊罗北凹地钾矿的重大发现[ A ]. "八五"地质科技重要成果学术交流论文集[ C ]. 北京: 冶金工业出版社. 446 ~ 449 .
- 王弭力, 杨智琛, 刘成林, 等. 1997. 柴达木盆地北部盐湖钾矿床及其开发前景[ M ]. 北京: 地质出版社. 63 ~ 66 .
- 王弭力, 刘成林, 焦鹏程, 等. 1998. 罗布泊罗北凹地超大型钾盐矿床特征及其开发前景[ A ]. *矿床地质*, 17( 增刊 ) : 433 ~ 436 .
- 王弭力, 刘成林, 焦鹏程, 等. 2001. 罗布泊盐湖钾盐资源[ M ]. 北京: 地质出版社. 17 ~ 20 .

## Ascending Brine Fluids in Quaternary Salty Lake of Lop Nur in Xinjiang and Their Significance in Potash Formation

Liu Chenglin<sup>1,2</sup>, Jiao Pengcheng<sup>2</sup>, Wang Mili<sup>2</sup>, Li Shude<sup>1</sup> and Chen Yongzhi<sup>2</sup>

(1 College of Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 2 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

#### Abstract

The Lop Nur salty lake is located in eastern Tarim basin of Xinjiang. At the end of the last century, a large-size brine potash deposit was found in Luobei depression, a sub-basin of the Lop Nur Lake. Lately, it has been discovered that lots of fluid ascending conduits exist in Luobei depression and other sites. These conduits look like such bodies as vertical holes, mud craters, Chinese date-like small pits and sand-attached dunes. The authors hold that the underground brine fluids ascend just through these conduits, discharge at the surface and/or enter lake water or sediments of the Lop Nur Lake. These fluids might originate from deep oilfield water or strata water and atmospheric cycling water. They enter the sub-basins such as the Luobei depression and supply them with a great deal of potassium for the formation of the brine potash deposits. In addition, the addition of these fluids into the lake results in the deposition of enormous amounts of glauberite and stimulates the diagenetic changes of saline minerals-hosted sediments. Moreover, solid potash deposits have been formed at the surface of some sites of Lop Nur.

**Key words:** geology, salty lake, brine fluid, ascending conduit, Lop Nur