

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

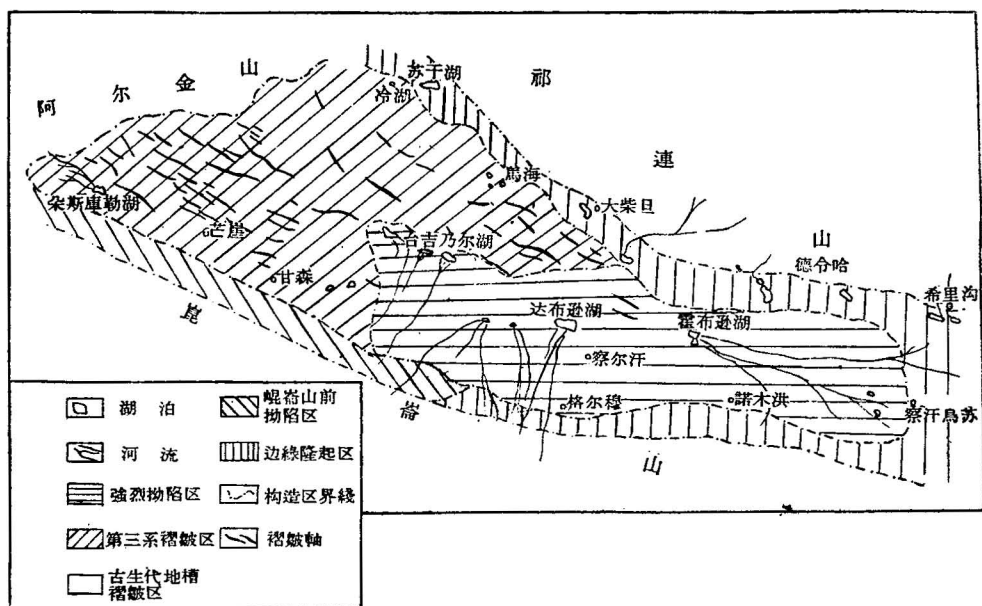
柴达木盆地中盐湖的类型

袁 見 齊

(北京地質學院)

在柴达木盆地中,盐湖分布很广。其中除食盐、芒硝、石膏等常見的盐类外,还有具有工业意义的硼、鉀、鋰等元素,也还可能有一些可以利用的其他稀有元素。这些盐湖正处在各种不同的发展阶段,大多数湖中正在进行着盐类沉积作用。因此对这些盐湖的研究不仅对提供社会主义建設所需要的矿物資源有重大意义,也将为內陆盆地中成盐作用和陆相生油的理論研究提供有价值的科学資料。

柴达木盆地的盐湖研究工作,現在还刚刚开始,就盐湖本身来进行总结,为时尚早。但是在初步工作中,我們已經可以看到盐湖的分布与其物质成分的特点都和地質构造有密切关系。本文只就这一方面提出一些初步意見。



柴达木盆地大地構造輪廓及盐湖分布示意图

一、柴達木盆地大地構造的基本特点

柴达木盆地是拔海 3,000 米左右的巨大內陆盆地。包围着盆地的山脉——昆崙山、祁連山、阿尔金山——都是加里东晚期和华力西早期的褶皱山脉。盆地本身則是一个以前寒武紀变質岩系为基底的地块。

柴达木地块的各部分,按其大地构造性質又各有显著的差别:

盆地东部和西部有显著的差别。在盆地东部,地块边缘有一个隆起带,这里出露着前寒武紀变質岩系和花崗岩体,形成了盆地边缘的高山。盆地西部完全没有这样的隆起带,

与此相反，在祁連山北麓是一個強烈的沉降地區。因此在祁連山西部和阿爾金山靠盆地的部分都出露着古生代沉積岩系。盆地內部也表現出東西兩部分在地質構造上的不同。盆地東部是一個強烈沉降區域，這裡堆積了厚達幾千米的新第三紀和第四紀沉積物，而且直到現代，在地形上還是盆地最低洼的地帶。盆地西部的情况恰恰與此相反。一系列的第三紀地層所組成的背斜褶皺，為石油的儲集提供了有利條件。

盆地南北兩側，在地質構造上也表現出的顯著的差別。盆地南北的山嶺曾經而且現在還在繼續上升，但是上升的速度不同，因而使整個盆地向南傾側。更值得注意的是在盆地北側的邊緣隆起帶中有一系列的坳陷地帶，既有古生代的坳陷地帶，也有中、新生代的坳陷地帶，在地形上則表現為從東到西一系列的大小不等的小盆地。而盆地南側則是一個簡單的隆起地帶，古老變質岩系組成了盆地南側的高山。

柴達木盆地各部分地質構造的差異，既表現為出露地層的不同，也表現為地形的差別。盆地東部的沉降帶是一個廣大平緩的復蓋着第四紀沉積的低洼地區，盆地西部地勢高些，地形也有起伏，形成了一些互相隔開的洼地，丘陵上出露着第三紀紅色地層，低洼地區則為第四紀沉積物所復蓋。盆地北側則有一系列的小盆地，它的邊緣偶爾有一些中生代或第三紀沉積物。

二、盆地中湖泊的分布和發展

柴達木盆地的地質構造，和塔里木盆地及准噶爾盆地頗有相似之處。但這個盆地中盐湖數目及鹽類沉積量都遠遠超過了其他兩個盆地。總的說來，盐湖的延長方向都是近乎東西向或者北西西—南東東向，盐湖的排列也是這個方向，和這個地區的構造綫的方向完全一致。這個現象充分說明了這裡盐湖的形成是受地質構造控制的。在有些盆地中雖然可以看到冰川遺跡和風蝕現象，但它們對盐湖的形成並不起重要影響。

在盆地東部的沉降地帶，形成了一系列東西相接的大湖，從東到西為霍布遜湖、達布遜湖、別勒湖、涩聶湖及東西台吉乃爾湖等。在盆地西部的第三紀地層褶皺地帶則形成了分布比較零亂的湖泊羣：在西南部的有芒崖湖、塔爾丁湖和那北湖，在北部的有冷湖和馬海湖，盆地西端有面積較大的朶斯庫勒湖。在盆地北側的中、新生代凹陷地區，出現了一系列的大小不等的湖泊。從西到東為蘇干湖、大小柴旦湖、克魯克湖、托素湖、朶海、柯柯盐湖。位在盆地以東的茶卡盐湖，從地質構造來說，也可以屬於這一類。

柴達木盆地中從侏儸紀起就開始有湖相沉積。但是由於第三紀地層和中生代地層之間有明顯的不整合和古新世、始新世地層的缺失，可以想象中生代湖泊和現代盐湖是沒有直接關係的。現代盐湖的發展歷史應當從漸新世開始。根據已有的地層資料，可以認為從漸新世開始到現在盆地內部氣候是由潮濕變為乾燥，湖面逐漸縮小，鹽類沉積逐漸增加。在這個相當長的時間內，盆地曾經有過變化，盐湖的發展也因而經過了複雜的過程。從漸新統到第三紀末（或者包括第四紀下統），沉積物的性質可以證明氣候變得愈來愈乾燥和鹽類沈積的增加。在第三紀末（或第四紀下統末），盆地中發生了普遍的運動，形成了一系列的褶皺，地形發生了很大變化，而廣泛的冰川作用也引起了湖水補給情況的改變。有許多原有的湖泊在這時候結束了它的生命，而有不少新的湖泊適應着當時的地形和水量補給條件而產生，因此不應當認為盆地中現有湖泊都是第三紀湖泊的殘余。

在第四紀初期,盆地中的湖泊面积要比現在大得多,而且不論它是繼承第三紀湖泊的或者是在新的地质条件下形成的,它們的含盐量都很低的。从这时候起,由于气候变为干燥,特别是第三紀地层中的盐类物质大量地被溶解而进入湖中,湖水盐度增加很快,到最近才又进入了大量盐类沉淀阶段。

现代湖泊的发展,不仅表现为湖水的减少和盐类的沉淀,同时也有相当普遍的迁移现象。朱夏同志曾指出过大柴旦湖、台吉乃尔湖和达布逊湖的迁移,并且证明这种迁移是最新构造运动所引起的。由于最新构造运动在盆地内普遍进行着,盐湖的迁移也就成为一个普遍的现象。总的说来大盆地中部的盐湖都向沉降中心(达布逊湖)迁移,盆地边缘的盐湖都向离开老山的方向迁移,盆地北侧小盆地中的盐湖则都向大盆地方向迁移。只是因为有些盐湖表面已经干涸,以致迁移现象表现得不很明显而已。

盐湖的迁移既应当表现在湖相沉积物的分布上,也应当表现在现在湖水所占的位置上。关于前一点是可以在一些湖的周围明显地看到的。关于后一种现象,在柴达木盆地中则常常出现相反的情况。例如大柴旦湖向南迁移,而现在湖水却占据着湖的东北部。达布逊湖向北迁移,而现代湖水却在湖的南部。这种现象是由湖水的主要补给来源所引起的。湖盆的迁移方向是新构造运动相对下降的方向,而湖水的主要补给则来自相对上升的方向,在湖水水量较小的情况下,它就只能在它入湖的地方占据了一个面积,以后只能以晶间卤水的形式渗入到盐湖的其他部分去。因此现在湖水所占的地点,并不是湖盆最低部分,而是湖盆最靠近补给来源的部分,其方向恰恰与迁移的方向相反。

前面所描述的盐湖发展情况,只是一般的概略,具体内容是很复杂的,而且各个盐湖还各有它的特点。但是湖的缩小和迁移是可以肯定的,而且这种缩小和迁移的过程曾经加速了盐类物质的沉淀,促进了盐类物质的分异,使各种盐类分区富集,提高了它的工业意义。

三、盆地中盐湖的基本特点

盆地中的盐湖都是乾干气候下的内陆不洩湖泊,这里有各种不同发展阶段的代表,从淡水湖直到完全干涸的盐地都有。除了具有一般内陆盐湖的基本特点外,盆地盐湖还有二个显著的共同特点:

1. 巨大的盐类堆积: 据青海地质局估计,盆地盐湖中的食盐储量可达一千亿吨以上。就任振亚编制的第四紀地质图来看,地表盐类沉积面积达几千平方公里。就已知若干钻孔所遇到的盐层厚度,在不少地点都超过了20米,这证明地质局估计数字并不过大。柴达木盆地的面积不足12万平方公里,而具有这样多的近代盐类沉积,这是具有特殊意义的。所以会有这样多的盐类堆积,其原因可能有以下几点:

(1) 盆地从中生代中期起可能就已经是一个闭合的内陆盆地,因为时间长,它接受四周山脉中风化盐的数量也就特别大;

(2) 盆地四周山脉不断上升,遭受侵蚀的过程很快,因而供给的盐量也就特别多;

(3) 第三系和第四系中有大量的盐类沉积,这种盐类再溶解而供给了近代盐湖,因而近代盐湖中的盐的来源特别丰富。

2. 盐湖的物质成分很特殊:大量的钾、硼、锂的存在是一般内陆盐湖中少见的。这个

特点不仅具有巨大的經濟意义,也具有科学上的意义。根据已知的地質条件,形成这个特点的可能原因有以下几項:

(1) 盆地周围(特别是祁連山中)的古老岩系和花崗岩中广泛地分布着电气石,它可能是盐湖中硼元素的最初来源。

祁連山南坡有很多含硼温泉,从广泛分布着的泉华可以推测在以前这里曾有过更多的温泉。它們显然是某些盐湖中硼的来源。

昆崙山的花崗岩中含鉀长石特别多,其中也有些含鋰矿物,它們可能是鉀和鋰的来源。

(2) 由于盆地中盐湖离山不远,植物稀少,鉀在迁移过程中被土壤和植物吸收的可能性較少。

(3) 第三系中曾經有大量的盐类沉积,经过近代的选择性溶解,把鉀和硼大量带入了現代湖水中。油田水中的鉀和硼也是現代湖水中的物質来源。

(4) 湖水的迁移,使盐类物質发生分异,从而使易溶物質就更多地进入現代湖中。

总的說来盐湖的特殊成分决定于特殊的区域地球化学条件,同时也是盆地湖泊长期演变的結果。

3. 盐类沉积物的分带性表現得很明显。总的情况是依照沉淀的先后,硼、芒硝、食盐和光鹵石成为从外到内的分带,但在各个盐湖中,它們的具体情况是很复杂的。根据已知的事实,可以认为分带性有两种規律:

(1) 在盐湖水量逐渐减少的过程中,硼、芒硝、食盐和光鹵石成为由外到内的环状分布。只因为几乎所有的盐湖都在向一个方向迁移,因而使环带的中心总是偏在一边,大柴旦湖就有这种情况。

(2) 各种物質在进入盐湖的过程中就开始沉淀,形成了从物質来源的山区到盐湖之間的分带。这样就形成了最接近山区的硼带,湖边的芒硝带,和湖内的食盐和光鹵石带。这种情况在昆崙山北麓很明显,在馬海也有同样現象。盐湖的迁移,也影响了这种分带性,因为迁移的方向总是和物質来源的方向相反,所以盐湖的迁移正好加强了这种分带性。

四、盆地中盐湖的類型

柯尔納庫夫院士所建立的盐湖分类,无疑地是一个最好的分类,它既能反映盐湖的成因和发展阶段,也可以指出它的工业意义。柴達木盆地的盐湖当然也适用这个分类。但是柴達木盐湖中大多数已发展到比較高的阶段,湖水占的面积比較小,而晶間滲水的意义則很大。根据已有的資料,晶間滲水的成分变化很大,而我們已經掌握的資料又很少,不容易对一个盐湖做出可靠的結論。另一方面由于工作正在开展,又迫切需要一个概括的意見作为安排以后工作的参考,因此在这里就提出了一个以地質构造为基础的分类。

盆地各盐湖的特点和周围所出露地层与地貌有密切关系,地层的分布和地貌在很大程度上反映着地質构造的特点,而地質构造又是一个地区大地构造特点的具体表現。因此在柴達木的具体情况下,盐湖的特点显然是和大地构造相适应的。我們以大地构造性質作为划分盐湖类型的基础,正可以反映盐湖发展的全面的地質条件,也就必然和它的物質成分有一定的联系而反映着它的工业意义。因此这样的分类最后也必然会和柯尔納庫夫

院士的分类相一致的。从盐湖的主要物质成分和变质系数都可以说明这一点。

根据这样的考虑,我们把柴达木盆地中的盐湖分为三个类型:

1. 盆地中部盐湖 这类盐湖位于盆地中部的强烈沉降地区。霍布逊、达布逊、东西台吉乃尔都属于这一类型。湖的附近是广大的第四纪沉积物所组成的平缓地带,北侧有时有平缓的早第四纪地层所组成的背斜。湖水面积很大,达几百平方公里或几千平方公里,湖周盐壳面积广大。湖水补给主要为发源于老山的河流所带来的溶雪水;潜水和地表逕流仅占次要地位,局部有较多的泉水补给。盐类物质来源主要是岩石风化产物,有一部分从第四纪地层中再溶解而来。这类盐湖的历史最久,可能是第三纪古湖的残余。湖水成分以氯化物为主,变质系数($\text{MgSO}_4/\text{MgCl}_2$)很小,局部地区已达到光卤石或水氯镁石沉积阶段。水中镁和锂的含量高,固相中石膏、芒硝不多。湖水中有时含硼,但更大的一部分在进入湖水以前就已经沉淀,在昆仑山与湖之间形成一个硼带,总量可能不小,但比较分散。

这类盐湖规模巨大,食盐量最大,有一定数量的光卤石沉积。液相中钾、镁、锂的含量大,也可能有其他稀有元素。

2. 大盆地边缘的盐湖 这类盐湖位于盆地西部第三纪褶皱地区,一般都在老山与第三纪背斜之间。如茫崖湖、那北湖、塔尔丁湖、冷湖、马海各湖,规模都比较小。盆地西端的尕斯库勒湖是这个类型中最大的一个。湖水补给情况和第一类型相似,但第三纪地层中的泉水和油田水占了相当重要的位置。它的盐类物质来源也和第三纪地层有密切关系。

这类盐湖是第三纪以后才发育的,物质成分中以芒硝、石膏较多,湖水变质系数比第一类稍高。比较普遍地含硼、钾、镁、锂。湖水较大的则更近似第一类型,较小的湖则常含硼。

3. 盆地北侧小盆地中的盐湖 这类盐湖位于盆地北侧的一系列小盆地中。苏干湖、大小柴旦湖、克鲁克湖、托素湖、尕海、柯柯盐湖以及茶卡盐湖都属于这一类。这些盐湖各自占据了一个小盆地的中心,互不相通。湖水面积一般较小,不超过几百平方公里。湖周第四纪沉积面积不大,山中分布着前寒武纪或古生代地层,盆地边缘可能有第三系或中生代地层出露,各盆地不尽相同。湖水补给,除溶雪水外,地表逕流和潜水占相当比重。湖中物质来源受局部地质条件影响较大,它们的发展阶段和物质成分也有显著差别。有的已经干涸,有的还只是半咸水湖。有的只有食盐芒硝而不含硼和锂,有的则含有具有工业意义的硼和锂。但含钾量都很低。变质系数较高则是一般的现象。

这类盐湖的局部性较大,有的只是比较好的食盐矿床,有的则产大量芒硝,有的具有丰富的硼矿床,另外有些可能提供锂和镁的资源(参看表1)。

五、各类盐湖的找矿意义

1. 根据已经了解到的各类盐湖物质成分的特点,就有可能有目的地按照类型的特点来进行找矿。食盐是各类盐湖的共同主要组分,除此而外就有所不同了:

(1) 在大盆地中盐湖里,没有大量的石膏和芒硝(有些地方是在第四纪地层里,不是现代湖沉积),可能有光卤石存在。液相中普遍地有钾、镁和锂,有时可能有硼。

(2) 盆地小盆地中的盐湖成分最不一致,有的只含有盐和芒硝,有些成为巨大的硼矿。液相中可能有硼、锂,也可能没有。但是一般的都没有可以利用的钾。

表 1 柴達木盆地各類盐湖的主要特點

鹽湖類型	大盆地中部鹽湖	大盆地邊緣鹽湖	盆地小盆地中的鹽湖
地理位置	大盆地中部	大盆地西部邊緣	盆地北側的小鹽地
大地構造單位	盆地強烈沉降帶	盆地西部第三紀褶皺區	邊緣隆起內的中新生代拗陷帶
湖周地層	廣大的第四系，南方遠處為古老岩系和花崗岩體，北部為老第四系地層	一側為古生代及以前的地層及花崗岩體，另一側為第三系	兩側都是古生代及更老的地層及侵入岩體，盆地邊緣可能有中生代及第三紀沉積。
盆地形成作用	大面積沉降	第三系褶皺凹地	陸台中的拗陷
盆地形成時間	侏儸紀或第三紀直到現代	第四紀初期	侏儸紀或第三紀直到現代
鹽湖的遷移	向大盆地沉降中心遷移	向大盆地方向遷移	向長垣方向遷移
湖水補給	主要為昆崙山中的溶雪水、地表逕流及潛水	昆崙山、阿爾金山或祁連山中的溶雪水，地表逕流及潛水，可能有上升泉水	祁連山中的溶雪水，地表逕流，潛水及上升泉水
物質成分來源	老山岩石的風化物第四紀沉積的再溶鹽類物質	第三紀及第四紀沉積中的溶解物質，油田水及老山岩石風化產物	老山岩石風化產物第三紀及第四紀沉積中的溶解物質
湖中主要固相物質	食鹽、光鹼石、芒硝、石膏	食鹽，光鹼石，石膏，芒硝，硼酸鹽雜物	食鹽，芒硝，石膏，硼酸鹽礦物
湖水中主要鹽物質	K, Mg, Li (B)	K, Mg, Li, B	Mg, Li, B (K)
變質系數 $MgSO_4/MgCl_2$	0—0.074	0—0.58	0.49—3.89

(3) 盆地邊緣的鹽湖，其情況介乎上述二類之間。比較大的湖中一般都有硼、鉀、鋰、鎂，但富集的程度都比較差。

2. 由於各類鹽湖的分帶性有所不同，因此也可以利用它們來指示找礦方向。大盆地中鹽湖本身分帶性不明顯，但湖外有一個硼礦帶是值得注意的。昆崙山北和鹽湖之間已經發現一些硼礦床，還應當繼續尋找。盆地邊緣鹽湖的分帶性最明顯，可以按照分帶規律來尋找硼礦。

3. 鹽湖物質都有它的來源，因此鹽湖的物質成分的特點，可以作為尋找原生礦床的線索。特別象硼、鉀等不常見的組分，根據蘇聯哈薩克斯坦鹽湖的研究經驗，證明它們在鹽湖中富集時必定有它的局部來源。根據這個理由，可以希望在祁連山和昆崙山某些地段尋找原生硼礦，也可以在這兩個山脈中尋找鋰的原生礦床。根據同樣的理由，應當對第三紀地層中含鉀、硼的可能性給以適當的估計，特別是在芒硝層和鈉層附近應注意硼礦的可能性。也可以注意在條件適當的地点有產鉀的可能性。

參 考 文 獻

- [1] 張文佑，1956：柴達木盆地概況。地質知識，1956年第3期。
- [2] 朱夏，1959：關於柴達木盆地的幾個主要地質問題。地質知識，1957年第6、7期。
- [3] 關佐蜀，1957：柴達木盆地地質概要（未刊稿）。
- [4] 黃汝昌，1959：柴達木盆地西部第三紀地層對比，岩相變化及含油有利地帶。地質學報39卷1期。
- [5] Иванов, A.A., 1953: Основы Геологии и Методика, поисков, разведки и оценки месторождений Минеральных солей.
- [6] Посохов, Е. В.: Соляные Озера Казахстана.