

352521

矿床学论文集

鉀磷矿床研究

袁見齊 謝家榮 叶連俊

55
060

科学出版社

內 容 簡 介

本論文集共由四篇論文組成：袁見齊在“含鉀沉積形成條件的幾個問題”一文中，提出中國成鹽時代晚於世界成鹽時代問題，並認為造鹽盆地的形成主要是由於地殼局部拗陷，也可能是由於生物礁的發育，很少是由於沙洲的堆積而形成的；認為中國大地構造的“多旋迴性”對中國的成鹽作用有有利的一面，同時也有不利的影響。最後提出了在內陸盆地形成鉀鹽礦床和找礦的論點，進而指出今后的研究方向。謝家榮在“中國找鹽問題”一文中認為現代鹽礦床應是尋找鹼、硝及鹽的主要對象，而不是尋找鉀鹽、硼的主要對象，提出我國應當以找海相鉀鹽礦床為重點並應適當地研究二迭紀地層中的含鹽性，最後指出了找鹽礦的步驟與方法。“鹽礦地質”一文，主要根據外國學者的一些資料論述了鹽礦的成因及礦床類型、鹽礦的分布以及鹽礦的層理、結構、變質、鹽田構造等問題，同時對我國今後研究鹽礦床的方向亦提出了意見。葉連俊在“中國東部含磷地層、含磷岩系的岩相建造、磷塊岩礦床的形成條件”一文中闡述了我國東部地區的磷礦床層位分布及成因問題。這些論題對當前我國為發展農業找尋磷鉀肥有一定參考作用。

礦床學論文集 鉀 磷 礦 床 研 究

袁見齊 謝家榮 葉連俊

*

科學出版社出版

北京朝陽門大街117號

北京市書刊出版業營業許可證出字第061號

中國科學院印刷廠印刷

新華書店北京發行所發行 各地新華書店經售

*

1963年10月第一版 開本：787×1092 1/16

1964年10月第二次印刷 印張：3 8/9 插頁：1

印數：1,751—3,550 字數：74,000

統一書號：13031·1844

本社書號：2846·13-7

定價：〔科七〕0.60元

目 录

含鉀沉积形成条件的几个問題.....	袁見齐 (1)
中国找盐問題.....	謝家荣 (18)
盐矿地質.....	謝家荣 (25)
中国东部的含磷地层、含磷岩系的岩相建造及磷块岩矿床的形成条件	叶連俊 (40)

含鉀沉积形成条件的几个問題

袁 見 齐

为了貫徹以农业为基础、以工业为主导的发展国民經济的总方針,地質工作为农业服务的主要内容之一,是要迅速地找到鉀肥資源基地。但是中国鉀盐沉积形成規律的研究还进行的很少,現有的知識远不能全面地具体地指导鉀盐矿床的找矿方向。

盐类矿床的成矿理論問題在“沙洲說”和“沙漠說”先后提出之后又經 F. 洛采, E. 富尔达等进行过比較詳細的討論,其后 H. M. 斯特拉霍夫和 A. A. 伊万諾夫又做了进一步的研究。最近几年 M. П. 菲維格和 M. Г. 瓦里亚什科又对鉀盐矿床的形成条件提出了若干重要的結論。所有这些理論研究的成果,都对中國找鉀工作有所帮助。但是当我们运用这些理論来解决中国境内找鉀工作的具体問題时,又遇到一系列問題。这里仅提几个比較具有普遍意义的問題进行一般的論述,而不进行找矿方向的具体討論。

一、形成鉀盐沉积的古气候、古地理条件

成盐的基本条件是干旱的气候和封閉半封閉的盆地。对鉀盐沉积來說,还要求气候持續干燥,使殘余卤水完全蒸发,同时也要有接受鉀盐沉积的面积不大的封閉盆地。各地質时代、各个地区这些条件的是否存在,决定了鉀盐矿床的成矿的可能性。就全世界范围來說,从寒武紀起,每个紀都曾有过成盐作用,除白堊紀外,还都曾有过鉀盐矿物的沉淀。其中二迭紀的鉀盐矿床分布最广,規模最大;泥盆紀和第三紀次之;其它各地質时代仅有个別矿床或含鉀的显示。这三个主要成鉀时代反映着当时气候普遍干旱和地形条件适于鉀盐的沉积, H. M. 斯特拉霍夫认为这是气候旋迴所决定的,也是和地壳运动密切联系着的沉积規律,广泛分布的鉀盐矿床总是发育于地壳运动大旋迴的末期。中国的成盐时代和全世界的成盐时代不一致;已知的最主要成盐时代为三迭紀和第三-第四紀,这个地質时代中沉积了面积广大的食盐和石膏矿床;其次为中奥陶世,早石炭世,侏罗-白堊紀,这些地質时代中形成了巨大的石膏矿床和某些岩盐矿床。中国的成盐时代,看起来要比全世界总的成盐时代晚一些。这可能是由于我們的地質資料不足,还没有发现泥盆紀和二迭紀的盐类矿床;更可能是

由于中国地质发育史的特点,使这里的古气候、古地理条件决定了这个地区自己的成盐时代。

(一) 古气候带的迁移与含钾沉积

古气候变化在时间上表现为干旱与潮湿的旋迴性变化,形成了元古代以后的三个古气候旋迴,在空间上大致依照各地质时代的地轴位置而形成各种气候带。干旱时代的干旱地带,是古气候条件最有利于成盐的地带,也是世界上主要钾盐分布地带。但是在比较潮湿的地质时代中,也还有局部地区气候干旱,沉积盐类矿床,甚至象土克曼的侏罗纪沉积物中,还形成了工业钾盐矿床。地球表面气候带的分布,也不完全决定于地轴位置,地形、洋流等因素,使气候带的分布更加复杂。因此研究成盐古气候时,首先以沉积岩相作为根据。

各地质时代地球表面的气候分带情况是有变化的,具体情况如何,还在議論紛紛;特别是从不同方面来研究古气候时,往往得到完全不同的結論。在討論成盐作用时,可以采用 F. 洛采的成盐带分布图和 H. M. 斯特拉霍夫 1960 年的古气候图。在这两个图上所画的干旱成盐带的位置是随着地质时代而有移动的。如果把洛采的成盐带分布图补上东南亚部分,可以看得出石炭纪的成盐带要比泥盆纪的成盐带向南移动了很大的距离,三迭纪的成盐带也位在二迭纪成盐带之南(图 1);斯特拉霍夫

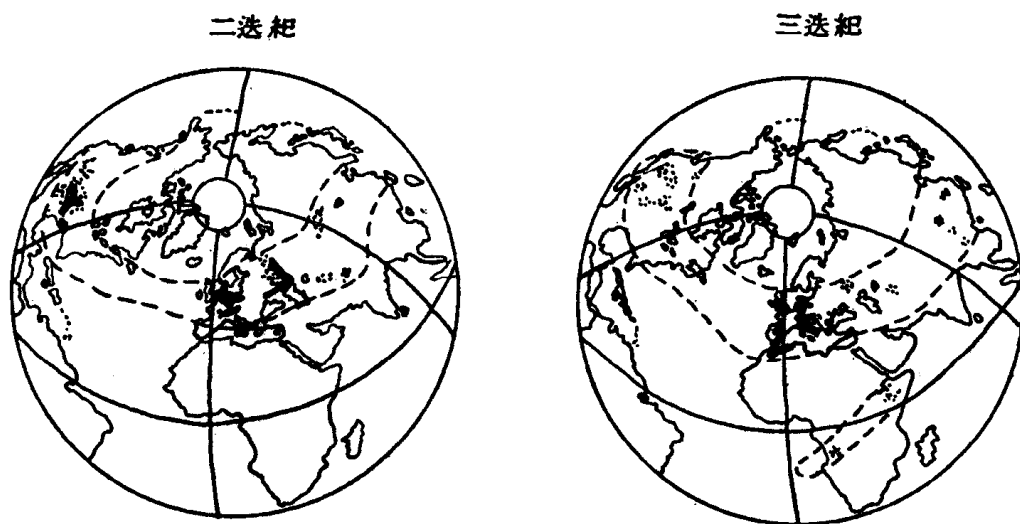


图 1 二迭紀和三迭紀成盐分布图(据 F. Lotze 原图补充)

的古气候图也着重指出了石炭纪赤道的突然南移和三迭纪赤道的再一次显著南移。这种情况基本上可以说明中国成盐时代晚于世界主要成盐时代的原因。

二迭紀和三迭紀的成盐带的移动是比较清楚的,在欧洲二迭紀钾盐矿床主要分

布在德、波、苏联，而三迭紀鉀盐矿床則分布在法、奥和西班牙，并远达地中海南岸。中国的二迭紀地层中，除中朝地台上及阿尔金山、昆仑山地区有晚二迭世(?)的陆相石膏沉积外，只有新疆北部和安徽北部有过石膏的报导，当时干旱气候的南界似乎沒有越过昆仑、祁連、秦岭一綫。三迭紀含盐地层則都分布在这一綫之南，除著名的四川岩盐层外，在湖北、貴州、云南以及长江下游，都見有这个时代的石膏沉积，干旱气候带的向南移动也是很明显的。值得进一步研究的是二迭紀的中国古气候問題。斯特拉霍夫的古气候图，表明当时中国北部正和北欧位在相同的緯度上，而这时候隆起的海西褶皱山脉对古气候发生了影响，在西起烏拉尔中經昆仑东到秦岭的海西褶皱山脉的东北，干旱成盐带就不象北欧那样发育。就已知的实际資料来看，晚二迭世在华北是有过干旱气候的，只因为当时华北許多地区都在陆相条件下，所以只沉积了陆相碎屑沉积，局部含石膏而沒有大規模的盐类沉积。中国南部則是浅海潮湿气候，是普遍成煤时代，也是不利成盐的。介乎二者之間的一系列褶皱山脉的北面 and 地台(或地块)之間的过渡地带，应该还有可能找到有利于成盐的二迭紀古气候古地理条件。新疆北部和安徽北部的石膏，正位在这个范围之内，是值得注意的。至于西南部三迭紀的干旱成盐条件，則是已經肯定了的，而且这里的干旱气候延續時間长，成盐条件好，是否有过大量鉀盐沉积，是当前正在研究的主要問題。

泥盆紀和石炭紀的古地理情况更加复杂，洛采的成盐带分布图和斯特拉霍夫的古地理图有很大的差别，按照洛采的泥盆紀成盐带分布图，中国正在这个带之外，而按斯特拉霍夫的古地理图則中国正位在两个成盐带之間。我們到現在只有过一处泥盆紀石膏矿床的記載，考虑到华北广大面积缺乏泥盆紀地层和华南泥盆紀鉄矿的广泛分布，中国泥盆紀成盐条件是不够好的。石炭紀的情况要好得多，洛采的石炭紀成盐带向东延长正好包括中国的大部分地区。斯特拉霍夫的古气候图，虽沒有在中国境内画出干旱气候带，按当时的赤道位置來說，在中国境内出現干旱气候的可能性是存在的。我們已經知道河西广大面积內分布着早石炭世的石膏矿床，貴州西北部也报导有石膏矿床，都是值得注意的。但是石炭紀的古气候条件和三迭紀是有所不同的，三迭紀繼二迭紀之后仍然是一个普遍干旱时代，曾在欧洲形成了鉀盐矿床；而石炭紀則已是由于干旱轉向潮湿的时代，潮湿气候带大大扩大，而干旱气候带相当縮小，只有在北美洲形成了巨大盐矿，并有鉀盐矿物存在。我国广大地区分布着石炭紀含煤沉积，只有个别层位在一定范围内具备了成盐条件，是否有形成鉀盐的干旱气候，还待进一步研究。即以河西走廊地区而論；早石炭世石膏层之上，很快变为含煤地层，这个地区气候干旱程度及持續時間是否达到了食盐和鉀盐的沉积还是須要研究的問題。

寒武紀和奧陶紀的古氣候，也是研究中國鹽類礦床的一個重要問題。在中國東部奧陶紀曾經是一個普遍干旱的時代，在山西形成了幾個豐富的石膏礦床，在陝北鉆孔中還曾遇到過岩鹽。華南雖沒有見到鹽類沉澱，但也廣泛分布着白雲岩。寒武紀沉澱也普遍顯示出曾經有過干旱氣候。河北、山西、四川的寒武系中都有食鹽假晶，四川的寒武系還有石膏沉澱，川黔兩省寒武系白雲岩也相當普遍，而川黔滇三省交界處，寒武系及奧陶系中還有幾處流出了可以制鹽的鹵水。考慮到西伯利亞和巴基斯坦的巨大寒武紀岩鹽沉澱，其中并有鉀鹽礦物，以及中國早古生代普遍干旱氣候的存在，對寒武紀及奧陶紀古氣候的進一步研究也是有意義的。

第三紀時中國曾有過普遍的干旱氣候，可以從分布廣泛的含鹽沉澱得到證明，只是這些沉澱除新疆西部外都是陸相的，其中是否有鉀鹽已不是古氣候問題而是陸相成鹽的可能性問題，在本文中後面還要討論。據現有資料可以肯定新疆西部的第三紀海相含鹽沉澱，應當是比較可能的第三紀含鉀地層。

(二) 形成含鉀沉澱的古地理條件

海水蒸發到鹽類沉澱有一個比較長的过程，首先要在廣大的範圍內蒸發濃縮直到白雲岩和石膏（硬石膏）的沉澱，這樣的盆地可以叫預備盆地。然後鹵水集中在較小的範圍內繼續蒸發而有大量食鹽的沉澱，這可以叫做成鹽盆地，最後殘余母液在更小範圍內積聚起來沉澱鉀鹽層，這叫做鉀鹽盆地。這裡只討論預備盆地和成鹽盆地的古地理條件。

海水含鉀只有1.2%左右，必須蒸發到海水原體積的1—1.5%時才開始沉澱鉀鹽，因此形成鉀鹽礦床之前，必須有一個面積廣大的半封閉盆地，使海水大量蒸發，直到石膏開始沉澱。這樣的預備盆地面積常達幾十萬平方公里，就其面積來說，已經不同於一般的瀉湖，而是一個海，而其沉澱物則是典型的石膏—白雲岩相。這種預備盆地總是和大洋相通的，因為這裡蒸發較強，故海水大量流入而很少流出。世界上著名鉀鹽礦床，都有這樣的預備盆地。如北日耳曼盆地和俄羅斯地台東部盆地，都是一個二迭紀的袋形淺海，在北面和大洋相通；北美的德拉韋爾盆地，則在南面和大洋相溝通。中國川滇黔三省的三迭紀盆地，情況也是如此而面積更要大些，是一個很好的預備盆地。華北地台上的中奧陶世預備盆地和河西地區的早石炭世預備盆地肯定是存在的，它們的範圍還不很清楚。由於我們對白雲岩和石膏（硬石膏）注意得不够，加上石膏容易溶解在地表露頭上不易保存，我們現有的資料還不足以說明我國預備盆地的全面情況，今後進一步進行岩相研究有可能找到一些其它的預備盆地。

預備盆地不需要完全封閉，與大洋完全隔絕了的盆地物質來源受到限制，反而不

利于成盐。L. L. 施洛斯认为盆地发展的早期往往只有一条水下降起把它和大洋隔离。但是对成盐盆地来说,其封闭情况就要更完全些。它或者是预备盆地的低洼部分,海退时与大洋隔离而集中了海水;如苏联里海低地和北日耳曼汉诺威地区都是当时预备盆地的低洼部分。也或者是预备盆地边缘的海湾,因海水退出而形成了封闭盆地。如德国的维拉-富尔达及下莱因盆地都是这样的。中国的成盐盆地,还了解得很少,四川的川中地区,可能是预备盆地中的低洼而形成的成盐盆地。湖北的云应盆地可能是第三纪江汉平原大盆地边缘的一个湖湾后因湖面缩小而成为一个成盐盆地(也可能一直是一个独立盆地)。

预备盆地的存在时间往往长达一个纪的时间,而成盐盆地的时间则要短些,往往不到一个世的时间。在一个预备盆地中,成盐盆地的位置往往随时间而转移,北日耳曼的二迭纪预备盆地中分布着几个成盐盆地。在苦灰统沉积的第一旋回时在盆地南侧出现了维拉-富尔达和下莱因等成盐盆地,到第二旋回则以斯塔斯孚特一带为中心的成盐盆地,第三、第四旋回时的成盐盆地又转移到预备盆地中部的汉诺威一带。北美洲西南部德拉韦尔二迭纪成盐盆地,从东北向西南转移的情况也是十分明显的(图2)。四川盆地的中三迭世成盐盆地也有转移的情况。自贡的岩盐层位在嘉陵江统的

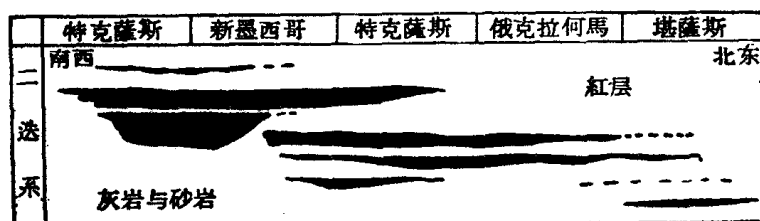


图2 堪萨斯至西特克斯间二迭纪盐类沉积层位变化图(据 Lang, 1937)

上部,合川一带的岩盐层位在雷口坡统的下部,而川中的岩盐层则主要在雷口坡统的中上部,这些成盐盆地的位置,是逐渐向东北方向转移的。成盐盆地的转移方向有两种趋势:(1)从预备盆地的边缘向其中心转移,北日耳曼基本上属于这种情况;(2)随着海退的方向而转移,北美二迭纪盆地中明显地具有这种特点。我国四川盆地中成盐盆地的分布情况,了解得不完全,就已知情况,可能是向盆地中心转移的,还需要进一步研究。

沙洲说认为成盐泻湖与大海之间是以沙洲相隔离的,最近资料证明并不都是这样的。L. L. 施洛斯认为构造运动和生物礁的堆积是主要隔离条件。他研究了北美洲的22个成盐盆地,其中除一个还不明了的以外,有17个主要是由于构造运动而和大海隔离的,4个主要是由于生物礁的发育而成的;地形隔离只在某些造盐盆地中起着局部的影响。我国的几个主要预备盆地,主要是由于构造运动而形成的,如西南的

三迭紀盆地,河西的早石炭世盆地,山西的沁水盆地都是比較明显的。但成盐盆地的构造控制条件还不了解,即如自貢岩盐沉积还是一个爭論的問題,对这里的古地理条件还没有进行研究。生物礁的发育情况看来也是重要的,殷洪福指出貴州、云南之間,在中三迭世曾經发育生物礁沉积,它正橫穿了当时盆地的出口,使这个預备盆地和大洋之間不能暢通,对預备盆地的发展起了重要作用。其它地区的生物礁堆积研究得很少,它对成盐盆地的影响如何,現在还不了解。

二、大地构造与含鉀沉积

大地构造的性質,不仅表現为构造活动的特点,也表現在沉积建造的特点上。因此,它是判断含鉀沉积发育条件的基本根据。就总的來說,地壳运动旋迴的末期总是构造运动趋向于微弱,气候干旱,普遍海退的时代,对成盐是有利的,因此世界各地含鉀沉积形成的大地构造条件有明显的一致性。我們可以利用欧美的丰富資料来研究中国的情况。就各地区的具体情况來說,則地壳运动在時間上是有差异的,运动的性質也是不一致的,它們对含鉀沉积形成的影响也就不能一概而論。特別是在当前情况下,对我国大地构造問題尚有許多爭論,更需要从实际資料着手,来研究各种大地构造单位中含鉀沉积形成的条件。

世界上巨大的鉀盐沉积都在地台內部拗陷或边緣拗陷地区。A. A. 伊凡諾夫統計了苏联的 102 个盐类矿床,其中属于边緣拗陷的 35 个,属于地台內部拗陷的 25 个,属于山間盆地的也是 25 个;属于其他大地构造单位者占少数。但在已知的 7 个鉀盐矿床中則属于边緣拗陷的 4 个,属于地台內部拗陷的 3 个,山間盆地中的盐类矿床,只有个别的含有鉀盐矿物,但不能成矿。苏联以外的鉀盐矿床則大多数属于地台內部拗陷,如北日耳曼和波兰的鉀矿床,北美的新墨西哥鉀矿床和加拿大的薩斯卡契温矿床都是这样。中国已知的盐类矿床也大多数位在这两种大地构造单位,但中国的大地构造的某些特点对成盐作用的影响,还需要进一步具体研究。

(一) 地台含鉀沉积

地台是地壳的相对稳定地区,其內部拗陷又提供了沉积的空間,这样的大地构造单位是有利于盐类沉积的。但含鉀沉积发育程度,还要看拗陷范围,拗陷幅度和拗陷時間。中国地台的特点之一是它比另一些地台的活动性大些,其一个表現就是比較強烈的大面积沉降,形成了巨厚的沉积盖层,总的說来这是对成盐有利的。另一方面中国地台具体活动情况也帶來了一些不利因素:例如中朝地台在中奥陶世以后即开始隆起,在这里缺乏志留紀、泥盆紀及早石炭世沉积,而且从二迭紀起又全部成为陆

地,这个地台上就没有晚古生代的海相成盐条件。中国的地台上在三迭紀末以后就没有海相沉积,也就没有中新代海相成盐的条件。

中国地台区的大地构造性质,各家现在还持有不同的观点。我们只就地台上沉积物的发育情况来说,可以举出两个主要事实。(1)在中国地台上,在下部古生界和上部古生界(直到三迭紀)都曾经在广大面积上形成了巨厚的沉积盖层,这些沉积盖层又受以后的地壳运动的影响而发生了褶皱和断裂;(2)中国地台上,曾发生了中、新生界的大型拗陷地区,这里形成了巨厚的沉积。这两个主要特点,都对盐类物质的沉积创造了有利的条件,但是对钾盐矿床的形成就并不都是有利的。

地台上大面积沉降地区,在干旱气候时代成为巨大的预备盆地。华北的中奥陶世预备盆地,占山西、陕西两省的大面积地区,其边界还不清楚;西南上的三迭紀预备盆地占川、黔、滇、鄂四省的广大面积。这些预备盆地面积之大,已经远远超过了世界著名的北日耳曼盆地,而和西伯利亚地台晚寒武世预备盆地相近似。西伯利亚地台上已经发现了面积广大、厚达几百米的岩盐层;虽然在中国的几个预备盆地中,现在还只是在深钻孔中见到岩盐,可以希望在这些预备盆地的范围内找到更多的岩盐的。因此,可以肯定:中国地台上大面积沉降(某些大地构造学者所指出的准地台的特征),对预备盆地的形成是极为有利的。这样的沉降地区其面积超过了一个台向斜的范围;或者占据了相邻的台向斜(如西南的三迭紀预备盆地);或者甚至伸到台背斜上去(如山西的中奥陶世预备盆地)。

在预备盆地之中,只有局部的强烈拗陷地区才有利于形成盐盆地。如維拉-富尔达盆地、下萊因盆地和斯塔斯孚特盆地,都是北日耳曼大盆地的拗陷部分。其面积最大不过几万平方公里,而盐类沉积的厚度总是达到几百米;維拉-富尔达盆地含钾的苦灰統第一旋迴盐类沉积厚约300余米,斯塔斯孚特地区第二旋迴盐类沉积厚达700米;说明这些地区在盐类沉积的短暂时间内有过强烈的拗陷。中国地台上已知的古生代预备盆地中还没有见到类似的情况,山西的中奥陶世石膏沉积只有几十米,四川的岩盐层最厚处也不过一百米,我们还没有找到象欧美钾盐矿区那样的巨厚的岩盐沉积。

和钾盐有关的成盐盆地可以发育在大盆地(一般的是台向斜)的中心,也可以发育在它的边缘,现在已知的巨大钾盐矿床则都是位在大盆地的边缘的。如北日耳曼盆地各矿床都在盆地南侧或东南部,斯塔罗宾钾矿床位在德聶伯-頓涅茨盆地的西北延伸部分,北美新墨西哥矿床也在德拉韦尔盆地的西侧。盆地中心部分往往是长期继承性拗陷的地区,含钾地层深埋地下,只是从钻孔资料中有所记载,直到现在还不很了解。大盆地边缘的成盐盆地的发展是一种普遍现象,在盆地发育的早期阶段,负

向运动占优势,盆地边缘部分也有显著的沉降,特别是由于对其附近相对隆起的补偿,在边缘部分常常发生了局部的强烈拗陷,形成了沉积盆地。到盆地发育的后期,正向运动占优势时,这些边缘盆地受了相邻隆起地区的影响而处于比较稳定状态。这样形成的盆地中保存着煤(潮湿气候)或盐类沉积(干旱气候)。中国的几个巨大预备盆地的边缘情况还不了解,甚至还没有弄清其边缘的界线,有没有这种成盐盆地的发育也还无从论断。特别是由于沉积盖层遭受到构造变形,而掩盖了当时的地壳运动特点。

中、新生代盆地的发育是中国地台活动性或“活化”的主要特征之一。这些盆地面积广大,常达几十万平方公里,拗陷幅度大,常达几千米。这种拗陷或断陷盆地,在干旱气候下形成了预备盆地。从三迭纪这种盆地就已开始发育,到第三纪而盛极一时,一直延续到现在。在这些预备盆地中,由于升降运动的强烈和变化频繁,为成盐盆地的发育创造了有利条件。在有些盆地中,由于盆底向某一方向倾斜而形成了局部的强烈拗陷,如衡阳盆地的盐类沉积水平方向延长只十公里,而盐类沉积厚度达300米以上。另外有些中新生代拗陷中由于断裂的发育而把盆地分割成块段,块段之间相对升降使盆地内形成了某一时代的局部强烈拗陷,或边缘盆地,如江汉平原的云应盆地含盐岩系也厚达数百米。中国中新生代盐类沉积特别发育,显然也是和地台的“活化”有密切关系的。只是这个时代,海水已从中国东部大陆上退出,中新生代拗陷盆地中(除个别地区外)只能形成陆相盐类沉积,对钾盐矿床的形成是不利的。

(二) 边缘拗陷的含钾沉积

边缘拗陷的面积不如地台内部拗陷那么广大,而拗陷程度比较显著;而且常常伴有干旱气候和海退条件,因此更有利形成钾盐矿床。乌拉尔西坡的上卡姆钾盐矿床和喀尔巴阡的苏联和罗马尼亚的矿床都是著名于世界的。中国的几个褶皱山脉发育历史比较复杂,邻近地槽的地台边缘部分不只一次地拗陷和隆起。如果把地槽活动过程中主旋回很突出,而形成了典型的边缘拗陷看作是正地槽的特点之一,那末正地槽侧的边缘拗陷有利于形成钾盐是可以肯定的,世界上许多实例已经证明了这一点。而中国的几个地槽,它们活动比较复杂,没有形成典型的边缘拗陷,对形成钾盐的影响,还是一个急待研究的问题。

边缘拗陷之所以有利于形成钾盐,除干旱气候和拗陷情况两个条件之外,还要考虑到碎屑物沉积的速度,海水是否侵入,以及晚期运动对早期沉积的变形和破坏。上卡姆钾矿床形成时,曾经有海水侵入保证了物质来源;碎屑物沉积不多、为化学沉积留下了空间;而且以后地壳运动很微弱,保持了钾盐沉积的完整。喀尔巴阡的钾盐矿

床,虽然也有相同的古气候古地理条件,而这里的碎屑物沉积很多,地形多变,鉀盐就成为分散的小凸鏡体。这两个地区都是比較典型的边緣拗陷,它們都为鉀盐沉积創造了有利条件,而鉀盐矿床的具体情况还是不一致的。

中国的情况就复杂得多,天山南側的过渡带中曾有过晚古生代沉积,其中沒有发现盐类沉积,这可能是古气候的問題。中生代也曾有过拗陷,沉积了陆相的碎屑物和煤、鉄矿床,气候条件是不利于成盐的。第三紀的庫車拗陷,古气候条件是好的,但海水早已退去,只形成了陆相盐矿。只在塔里木盆地西端,在同时代的地层中已发现有海相的石膏、岩盐沉积,成为目前所知的新疆境內最有希望找鉀盐矿地区。祁連山北的河西地区,則是另一种情况:这里在泥盆-石炭紀时是一个拗陷地区,古气候古地理条件都有利于成盐,在这里有石膏矿床,但厚度不大,說明当时拗陷程度較差,而气候也很快轉为潮湿,盐类沉积条件还不够好。在这个地区发育的中生代沉积是厚的,也是潮湿气候产物不利于成盐;第三紀时这里再度拗陷形成了紅层石膏堆积,是陆相的,規模也不大。

从上述实际資料,可以看到在历史比較复杂的地槽活动过程中,一方面在它的附近創造了多次的成盐条件,往往具有多次成盐时期;另一方面每一构造旋迴末期的成盐条件,又往往不够完善与充足。現在还不能对这种地区成鉀作用做出結論,只能指出在这里最有利于形成鉀盐矿床的还应当是在构造主旋迴和最后一次旋迴有关的拗陷中。主旋迴末期所形成的边緣拗陷,应当是最接近于典型的边緣拗陷的,这里形成鉀盐沉积的条件应当比其它各旋迴要好些。只是这里形成的鉀盐矿床受后期运动的破坏的可能性比較大些。因此河西的泥盆紀、早石炭世沉积的研究是有意義的。最末一个旋迴所形成的山前拗陷虽然形成鉀盐条件差些,它保存得比較完整,如較早的旋迴曾經形成鉀矿床,也会多多少少反映在最后一个旋迴的沉积物中,因此几个地槽的山前拗陷是值得注意的,特别是具有海相沉积的地区。

地台和地槽之間的过渡地带拗陷的发生,在空間上也有所不同。有些是后期的拗陷重迭在早期的拗陷之上,在这种情况下,早期沉积物易被破坏或深埋地下,有些是拗陷位置随時間先后依次向地台方向推移,其結果使不同时期的拗陷依次并列,这两种情况也会对盐类矿床的形成和保存有不同的影响。

三、鉀盐盆地的形成条件

鉀盐盆地指沉积成层鉀盐的盆地,它的面积要比岩盐小得多。最大的鉀盐盆地,如斯塔斯孚特也不过五万平方公里,最小的喀尔巴阡的鉀盐透鏡体只有几十公頃。鉀盐盆地可能位在成盐盆地之中,或偏在其一側,甚至有时超出了岩盐分布范围之

外。关于鉀盐盆地的形成条件,近年来才开始有了全面的解释。

1951年 M. Γ. 瓦里亚什科計算了海水蒸发过程中,液相和固相体积的比例以后,对鉀盐盆地的形成条件作了系統的解释。根据他的計算:海水蒸发到鉀盐开始沉淀时,剩下的母液的体积只有原海水的 1—1.5%。这时候固体盐类沉积的体积大致和剩余的母液的体积相等。一般盐类沉积的孔隙度在 30% 以上,加上和盐类沉积一起的碎屑物质,这时候全部母液的体积不超过固体沉积物的晶間孔隙。母液将全部轉为晶間卤水,湖的表面不再見到液体而成为干盐湖。在这以后蒸发速度非常緩慢,从母液中沉淀的鉀盐矿物只能在盐层下部的晶間孔隙之中成为浸染状矿石,而不可能形成层状的鉀盐。而厚层鉀盐矿床的形成必須于干盐湖中再发生一个小盆地,其中积有一层表面卤水;在这里沉淀鉀盐而成为鉀盐盆地。

(一) 鉀盐盆地的位置

当盐湖蒸发到干盐湖阶段以前最后一个时期,在其中心最深的部分,可能有一个殘留的卤水盆地。M. Γ. 瓦里亚什科指出过这种殘留的卤水盆地也不可能成为鉀盐盆地,因为在这个阶段,湖水的补給主要来自周围,补給水进入殘留卤水盆地之前,要經過已經沉积大量食盐的地带,水中一定溶取了很多食盐并接近于飽和点而成为浓卤水。这种卤水到达殘余卤水盆地时,首先要沉淀食盐,因而这个殘余卤水盆地,終久将被食盐所填滿,而不能沉积鉀盐。瓦里亚什科的这个解释是可信的,在中国許多干盐湖中还没有見到过在中心的殘余卤水盆地。相反的,在干盐湖中心的最深部分,其盐表面总是微微隆起,而殘余卤水湖(如还可以这样称呼的話)則总是在盐湖的一側,特別在边缘水补給最丰富的一边。如茶卡盐湖的最深处在湖的中心偏南,而現在殘余卤水湖則在湖的东部;察尔汗盐湖最深处在湖的中心偏北,而現在的水湖則为湖南的达布逊湖和湖东的霍布逊湖。很明显如果盐湖发展至将干阶段还有殘留卤水湖的話,它总是位在边缘水补給最丰富的一边,而不是在湖的中部深处。

M. П. 菲維格指出过:“鉀盐沉积的时候盆地是与外隔絕的,而且位于盐堆积地区的边界附近,在供給盐盆地水侵入的对面地区”。現有資料說明在預备盆地中,位在供給盐盆地水侵入的对面地区的,最明显的还是岩盐。例如早二迭世俄罗斯地台东南边缘部分,有一个海湾,海水是从北方侵入的,而广大的岩盐分布面积則在盆地南端的里海低洼地区,晚二迭世北日耳曼地区的海水是从西北方侵入的,广大岩盐堆积則在这个盆地的南部和东南部。至于主要鉀盐矿床的位置,則不一定都在对面。如上卡姆矿床位在早二迭世海湾的东侧。北日耳曼二迭紀海湾中鉀盐矿床虽比較集中在其东南部,但下莱茵地区的鉀盐矿床位在盆地的西南边,离海水补給通道不远的地方。

泻湖海湾中盐类沉积集中于海水侵入方向的对面这一现象，可以用水动力学的规律来解释。有的学者指出泻湖海湾的补给主要依靠海水，海水侵入泻湖海湾时，水的表层是向大陆的方向运动的；泻湖海湾的下层水的含盐度比较高，向大海的方向流动。在流动过程中，下层水所受摩阻较表层水大，流动速度较慢，其结果使泻湖海湾靠近大陆的一侧含盐量逐渐增高，而在靠近大海的一侧经常被海水所冲淡。这样继续进行，直到泻湖海湾中的水浓缩到自析盐湖阶段，水动力学规律一直起着作用。其结果使大量食盐沉积在海水侵入方向的对面。钾盐盆地形成的时候，情况已完全不同，这时候整个泻湖已逐渐结束了自析盐湖阶段而进入干湖阶段，海水补给逐渐减少，陆地水补给量相对增高，水流方向已经改变，上下两层不同浓度的水向相反方向移动的情况已不存在，水流的速度也大大降低。因此盐类物质向海水侵入的方向对面集中的情况，早在钾盐盆地形成之前，就已完全停止。上面提到泻湖中水动力学规律，只能在钾盐盆地形成之前，使钾盐物质和食盐一起集中在靠近大陆的一边，而为以后形成的钾盐盆地创造了条件，而并不直接决定钾盐盆地的形成。因此钾盐盆地的分布和岩盐层的分布有一定的联系而不完全一样，它仅趋向于海水入侵方向的对面，而并不都是位在这一边。

(二) 钾盐盆地的形成条件

M. П. 菲维格和 M. Г. 瓦利亚什科，都认为成盐作用过程中地表的局部拗陷是形成钾盐盆地的原因，从许多钾盐矿床的地质剖面来看，这个观点是可以接受的，特别是我们看到许多钾盐矿层总是和厚度最大的岩盐层在一起的情况证明了这点。但是也还可能有其它因素为钾盐盆地创造了条件；例如喀尔巴阡东部的钾盐矿床，往往不和岩盐层在一起，这些钾盐盆地的形成除了拗陷而外，还受沉积物所造成的地形的控制。中国的现代盐湖光卤石沉积，则又提供了另一种解释的可能性(图3)。

中国西北部有很多正在发展到干湖阶段的大型盐湖，其中已有些光卤石沉积，或者正在沉积。已知的光卤石沉积有两种情况：一种在盐层表面以下十几米深处光卤石呈不规则形状充填在食盐晶粒孔隙之间，可能是晶间卤水中沉淀产物。另一种是在盐层表面下十几厘米或几厘米处与食盐互成薄层，看起来是由表面卤水蒸发沉淀而成的。象这样的沉积作用，在盐湖某些低洼积水部分，现在还在进行着，这就很象钾盐盆地的情况。

我们所看到的这样残留卤水盆地，都在干盐湖的两侧接近湖边的地方，沿着湖岸作长条形分布。盆底低于附近的盐层表面十几厘米，在春季积水较多，夏季几乎干涸。水的补给在春夏是边缘水，在干旱季节边缘水的补给几乎停止时，盐湖中的晶间卤水

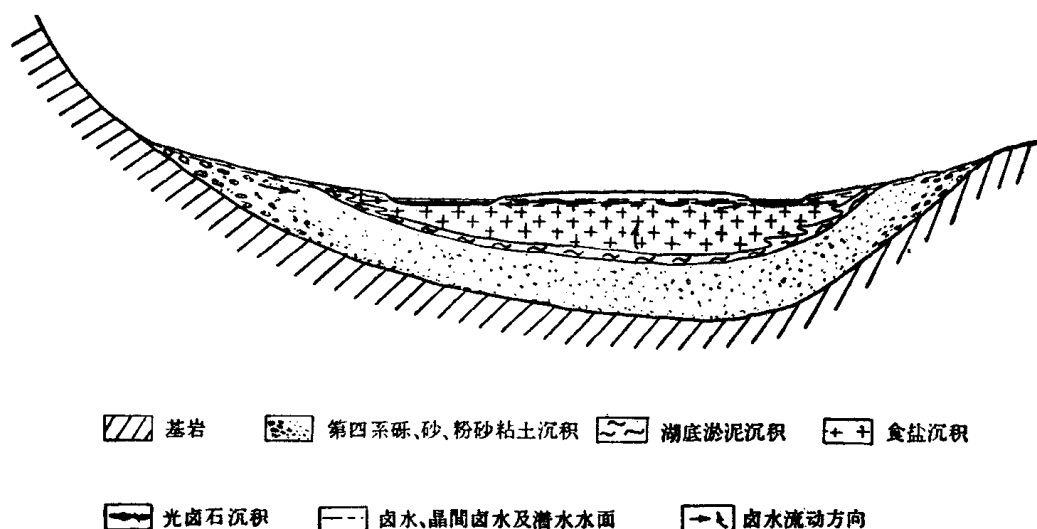


图3 内陆盐湖光卤石沉积情况示意图

可能成为补给来源。水面的升降和补给来源的交替使这个盆地交替沉积着光卤石和食盐。在现在正在沉积光卤石的盆地中沉积厚度是很小的，在它的近旁已经干涸了的地方，则有比较厚的光卤石和食盐的互层，可以达到十几厘米；这里仍然是比较低洼的，可能在不久以前刚刚结束了光卤石的沉积。如果上面所举的例子就是钾盐盆地的现代实例，则可以对钾盐盆地的形成提出下面的看法：

1. 钾盐盆地的形成是盐湖发展到干湖阶段的必然结果，即使没有局部拗陷也能形成。

2. 钾盐盆地都位在盐湖的一侧，离湖边不远处；盐湖中心总是由于晶间卤水的继续结晶而微微隆起，不能形成钾盐盆地。

3. 钾盐盆地主要是由边缘水溶解了食盐而形成的，而钾的来源则是晶间卤水带来的，因此钾盐盆地总是位在边缘水补给比较丰富的一边。

上面所说的沉积光卤石的盆地是很浅的，其中形成的钾盐层不过十几厘米，如仅仅是这样，仍然不是我们所想象的钾盐盆地。要形成厚层钾盐（或光卤石）沉积必须盆底继续下降，也必须有大量钾的补充。引起盆底下降的原因，可能是构造活动（拗陷），也可能是盆底食盐的继续溶解。后一种情况可以在盐层很厚而边缘水的补给相当充分的条件下完成。大量钾的补充则需要有大量晶间卤水的存在并源源不断地流入这个盆地。如果在盐层沉积很厚的地区，晶间卤水的总量很大，在压力的挤压和食盐继续结晶的情况下，晶间空隙不断减少，晶间卤水就会不断排出。因此可以相信，在有厚盐层沉积的盐湖中，如能发生象我们已经见到过的那种卤水盆地，其中钾盐（或光卤石）的沉积厚度是可以达到有工业意义的钾盐矿床的厚度的。我们所见到的

例子是在盐层厚度不过十几米的盐湖发生的,規模較小是很自然的,只有食盐沉积很厚的地区才能形成鉀盐盆地,正和已知的許多鉀盐矿床实际情况相符合的。

上面所提到的形成鉀盐盆地的一种可能条件,并不排斥湖底拗陷形成鉀盐盆地的观点,只有当这两种条件同时存在时,才可能形成巨厚的鉀盐层。我們所見到的光卤石沉积比較薄,也正与两种条件不相符合有关。

四、內陆盆地的含鉀沉积

全世界已知的主要鉀盐矿床中,沒有內陆沉积形成的。埃塞俄比亚的一个第四紀鉀盐矿床,虽然沉积于內陆盆地中,它是紅海被切断的一部分,其物質来源仍然是海水。現代內陆盐湖中有些含鉀量很高,如美国西部有不少含鉀盐湖,其中西尔斯湖并曾一度为美国的主要产鉀基地,但这些盐湖規模很小,只是因为它有开采和加工的便利,才能加以利用。所有这些事实,說明了陆相沉积中是极少有工业鉀矿床的。另一方面,地球化学家早已肯定了鉀在表生作用下是一个活动元素,它趋向于分散;特别是大量粘土物質吸附鉀,生物也大量取用了鉀,使得內陆水体中的鉀大量損失,不能富集成矿。根据上述理論和实际資料,內陆盆地含鉀沉积的工业意义,趋向于否定。

根据中国某些現代盐湖的觀察結果,提供了一些引起人們注意的事实。在某些广大面积內,干盐湖的殘余母液中正在进行着光卤石的沉积。已沉积的光卤石,其含鉀品位已經达到了鉀盐矿石的工业要求,而有的大型盐湖的殘余母液中的含鉀量,也已經达到了形成工业矿床的需要。这样就在我們面前再一次提出了陆相盆地中含鉀沉积的問題,使我們有必要也有可能就這個問題进行討論。

(一) 內陆盆地盐湖中鉀的来源

內陆盆地盐类沉积的特点之一,是它的物質来源不同而成分各异;只有当物質来源中含鉀特富的情况下,才有形成鉀沉积的可能。M. Γ. 瓦里亚什科指出內陆盐湖卤水含鉀量高的可能原因是:①曾經有过海水的补給;②結晶岩中大量的鉀被溶解或火山活动提供了鉀;③古鉀盐矿床的溶解。中国的現代盐湖的地理环境,和中新世代內陆盆地的古地理条件,說明它們並沒有得到过海水的补給;而結晶岩和火山活动的影响則是普遍的。

中国西北部的許多內陆盐湖和中新世代含盐沉积,都位在地槽褶皺帶間的中間地块范围內,水的补給主要是从周围褶皺帶所构成的山区来的。已有地質資料証明这些补給区內有大量的花崗岩体出露;昆仑山、祁連山和天山都有这种情况。柴达木以南的昆仑山中出露大面积的含长石巨晶的花崗岩,朱夏同志曾指出过它們可能是

鉀的来源。中国东部的大型中新生代盆地的周围,也广泛地分布着花崗岩体,对盆地的鉀的补給也是有影响的。

火山活动的影响也是存在的,江汉平原和衡阳盆地的第三紀地层中,都見到有玄武岩噴出,衡阳盆地中还有第三紀的侵入岩体,这种岩石中鉀的含量是不多的,但当它沒有凝固的时候,是可能提供了一定量的鉀的。另外有些地区如柴达木盆地周围,虽然沒有見到直接和盐类沉积有关的火山活动,而在祁連山南坡广泛分布着温泉和温泉遺迹,也可能是內陆盆地中鉀的来源之一。

苏联的古代鉀盐矿床为現代盐湖提供鉀的来源的具体例子是很明显的(如印捷尔湖),我国較古的盐沉积也为以后內陆含盐沉积提供了丰富的物質,也是很普遍的情况。塔里木盆地和柴达木盆地边缘都有白堊紀紅色岩层分布,有些地区已經肯定其中有石膏沉积,沒有疑問这些白堊紀盐类沉积为这个地区的第三紀盐类沉积提供了物質来源。而規模宏大的第三紀盐类沉积又为現代盐湖提供了丰富的物質来源。类似的情况,在中国东部的中新生代盆地陆相沉积中也可能存在。江汉平原和衡阳盆地都有第三紀的大規模岩盐,鈣芒硝沉积;这里的白堊紀地层中也已經发现一些成盐迹象,可能为第三紀盐类沉积提供了部分物質来源。

在上面提到的再溶解的較古盐类沉积中虽然沒有鉀盐层,其中多少含有鉀的成分,如云南一地的岩盐矿石中,就含有千分之几的氯化鉀,而且曾經提取过。由于鉀的溶解度較高,經過选择性溶解,使鉀集中于較新的盐沉积中。第三紀盐类沉积的含鉀量高于白堊紀的盐类沉积,現代盐湖水的含鉀量又高于第三紀的盐类沉积,这可能是柴达木盆地某些盐湖含鉀特高的主要原因之一。在柴达木盆地西部第三系成为一系列的背斜和向斜构造,背斜部分出露着盐层正經受侵蝕溶解,向斜部分成为洼地,接受到背斜地区溶解的物質,其中含鉀量很高,甚至达到了光卤石沉积阶段。这足以証明,較古盐类沉积中即使沒有鉀盐层,也可以經過再溶解而提供鉀的来源。

在許多內陆盆地中,石油和盐类沉积往往同时存在,油田水中有时含鉀相当高,这也可能是內陆盆地鉀的来源之一。

(二) 內陆盆地中鉀的損耗

內陆盆地沉积中鉀盐所以缺乏的主要原因是由于粘土物質和生物大量取去了水中的鉀,而使鉀鈉比大幅度下降。A. П. 維諾格拉多夫的計算如下表:

	岩石圈(重量%),	土壤(重量%),	生物(重量%),	水圈(重量%)
Na	2.64	0.63	0.02	1.056
K	2.60	1.36	0.3	0.038