

鉀盐矿床成矿理論的发展与 鉀盐找矿問題

袁 見 齐

鉀盐矿床的找矿方向是运用鉀盐矿床的成矿理論、根据我国地质条件来确定的。成矿理論是从实际資料中总结出来，又反复地通过实践而充实提高的，它必然随着生产的发展而发展。二十年来欧美的鉀盐矿床有不少新的发现，提供了丰富的实际資料，鉀盐矿床的成矿理論也随着有不少修正和补充。因此，我們在考虑找矿方向的时候，也必须充分考虑这些理論发展的趋势，使我們的認識更接近于自然界的客观情况，以便更有效地指导找矿工作的进行。这里仅就鉀盐矿床成矿理論的几个問題，略述其发展趋势，并初步联系到我国鉀盐矿床的找矿問題加以討論。

一、鉀盐矿床的成矿时代問題

二十多年前根据世界上已知的少数鉀盐矿床，曾总结出二迭紀和第三紀为鉀盐矿床主要成矿时代。其后在北欧和北美先后找到了泥盆紀的巨大鉀盐矿床，又把泥盆紀列为鉀盐矿床的另一个主要成矿时代。这三个时代是地质历史上最有利于形成鉀盐矿床的时代，不仅有事实証明而且也有理論根据；因为它们分别是加里东、华里西和阿尔卑斯造山运动的末期，也是气候干旱海水后退的时

代。但是地壳各部份的运动历史并不那末一致，气候干湿在地球表面的分带又受其它因素的影响，而并不是平行于緯度的简单的环带，海水的进退則更加頻繁；因此我們承認地质历史上的三个主要形成鉀盐矿床的时代，并不因而否定在其他地质时代在某些地区找到鉀盐矿床的可能性。事实上人們已經在北美洲找到了石炭紀的鉀盐矿床，在中亚細亚找到了侏罗紀的鉀盐矿床。这两个地质时代被認為是地质历史上气候潮湿的时代，而就在这些时代的沉积中也找到了鉀盐矿床，正說明了即使在最潮湿的地质时代，在地球上也还有可以形成鉀盐矿床的干旱地区的。結合中国的情况来看，則四川的三迭系、云南的侏罗系(?)和甘宁的石炭系，虽然都不属鉀盐的主要成矿时代，只要它們的沉积环境是有利于鉀盐的形成的，就不应当怀疑其寻找鉀盐矿床的远景。

在泥盆紀鉀盐矿床被发现之前，有人曾認為二迭紀是地质历史上形成鉀盐矿床的最早的地质时代。泥盆紀鉀盐矿床的发现打破了这个观点，不得不承認泥盆紀是最早的鉀盐成矿时代。近年来，鑑于寒武紀地层中在亚洲分布着巨厚的盐层其中并有鉀盐矿物，又認為至少从寒武紀起，地球上就具有形成鉀

盐矿床的条件。根据这个观点，在苏联西伯利亚正在寻找寒武纪的钾盐矿床。二十年来，已经把钾盐矿床的最早成矿时代从二迭纪向前推到寒武纪，现在仍然不能做出完全固定的结论。就已有的资料来说，前寒武纪地层中除少量石膏外还没有找到盐类矿床，但这也不能说明寒武纪以前就没有形成过盐类矿床。

钾盐矿床的成矿时代主要决定于古地理条件、古气候条件和构造运动的特点，除此之外也还有其它的重要因素。过去有许多地质学者强调了海水的盐度在地质历史上逐渐增加的观点，和海水含钾量与生物活动有关的观点，总想找出一个形成钾盐的最早的时间界限。现在看来海水盐度的变化和成分的变化还是一个争论的问题，要根据这些来确定最古的钾盐矿床的时代界线是困难的。斯特拉霍夫就认为成盐作用不受海水成份变化的控制而是受地质构造条件的控制。根据构造观点，有人认为钾盐矿床只能在地台上（或地台边缘）形成，因而指出寒武纪以前还没有形成地台，也不能形成钾盐矿床。这个观点是从泛地槽观点出发的，泛地槽观点已经遭到反对，从这个观点推论出来的假说也就很难得到广泛的承认。当然也还可以从变质作用对钾盐矿床的破坏作用未研究这个问题，认为凡经过强烈变质的地层中就不可能保存有钾盐矿床。如果这样，则凡是未经变质的地层中，只要其他条件合适也还可以形成钾盐矿床。从这个观点来说，就不应当排斥在我国震旦纪地层中注意盐类矿床。

中生代的钾盐矿床很少，这可能和西欧、北美（东部）中生代构造的特点有关，而在中国则中生代构造运动情况很复杂，大

规模的中、新生代盆地为成盐作用创造了条件，已知的中、新生代盐类矿床异常丰富。尽管我们对中国大地构造的特点有不同的理解，从实际资料出发，更多地注意在中、新生代地层中寻找钾盐矿床，也是有根据的。

二、形成钾盐的构造条件

钾盐矿床都形成于地壳的相对稳定地区，而又有一定程度的局部拗陷地段。在成盐后又不能有强烈的构造运动、变质作用及岩浆活动以利于矿体的保存。最有利的构造条件是台向斜和边缘拗陷。关于地槽褶皱带能否形成矿床是有争论的。有些人强调地槽褶皱带活动性强，不利于钾盐的沉积也不利于钾盐的保存，不应当在地槽区试图寻找钾盐矿床，但也有美国地质学家，认为冒地槽中是可以形成盐类矿床的。在大地构造名词还没有统一，特别是对中国的大地构造特点还没有一致的認識的情况下，仅从概念出发来判断一个地区的找矿远景是根据不足的。中国有许多地区属于准地槽性质或冒地槽性质的还需要加以研究，例如滇西的一些拗陷以及从此向北延伸到昌都地区的中生代沉积就是值得注意的。

费维格最近指出了地槽褶皱地区在不同时期的成盐条件问题，打开了地槽区不能形成钾盐矿床的笼统的概念。他认为在地槽活动阶段是不能形成钾盐矿床的，但是在地槽褶皱带，当地槽回返已经结束之后，如发生了后期的断裂，因而形成了盆地，这些盆地有些是和洋相通的，成盐条件好，可以形成钾盐矿床。这类盆地可能是地槽褶皱带的山间盆地，或者地槽之间的中间地块盆地，如从喀尔巴阡经高加索，米索布达米亚以至

中亚的天山一带，第三紀褶皱运动之后又因断裂而形成了一系列的盆地，其中已知有許多盐类沉积，也还有些正在考虑寻找鉀盐。我国西部以地槽褶皱带为主的广大地区，有几个規模特大的中間地块盆地如塔里木盆地、柴达木盆地等，也有一些規模巨大的山間盆地，如吐魯番盆地，更有一些山前拗陷盆地如叶尔羌拗陷和庫車拗陷。这些地区盐类矿床特別丰富，也应适当注意其中賦存鉀盐的可能性。

形成鉀盐的盆地必須是有一定程度的拗陷的，至少能容納厚达几百米或一千米的厚层沉积。但是拗陷发生的具体時間仍然是有爭論的。根据对現代盐湖沉积的觀察及古代盐沉积特点的研究，認為盐类沉积时水的深度是不大的，只有十几米或几十米。这样来推断盐盆地拗陷运动必須是和盐沉积同时的，盆地拗陷程度正好被沉积物所补偿而保持着一定的水深。在这个問題上也还有不同的意見，認為拗陷可以是早已存在的，盐沉积也可以在深水盆地中进行，而逐漸把盆地填滿，当盐类开始沉淀之时水深可以达到一千多米。从后一种观点来看，則可能形成鉀盐的盆地要容易找得多，如四川盆地中就有更多的成鉀可能性。

三、成盐的古地理条件：

从沙洲說提出以来直到現在，对成盐的古地理条件的認識，虽經不断的充实和发展，直到現在还没有一个完整而令人滿意的全面解释。特別是現代成盐盆地的具体情况很难和古代相比，更增加了对这个問題进一步研究的困难。奥克生尼烏斯的沙洲說和勃兰生的修正沙洲說都不能令人滿意。葛利普

及洛采从現代海滨成盐盆地的实际情况，指出了①残留海、②盐盆（盐盘）、③泻湖、④潛流湖等各种形式，但所有这些現代成盐盆地中都沒有鉀盐沉积，而且从它們的发育条件来看，也不可能在其中形成厚层鉀盐矿床。博舍特根据欧洲北部上二迭紀盐层分布情况提出的分級海盆說，也只能解释一个規模巨大的盐盆地中各种盐类沉积分布的一种可能原因，还不足以解释另外一些鉀盐矿床的实际情况。

奥克生尼烏斯只提出了地形封閉，勃兰生从地形封閉來說明多級盆地的观点，經近年来的研究，已有了根本改变。构造封閉已經証明是造成盆地封閉的主要原因，生物礁封閉的重要性，看来也比地形封閉更应引起注意。这样也就使成盐“泻湖”从單純的地理概念，推广到沉积物的岩相概念。成盐泻湖不一定是紧靠海岸的陆棚浅处形成的，也可以在距海岸相当距离的地方，由于构造运动或生物礁的隔离而形成的。过去認為要沿着古海岸綫来寻找成盐泻湖的观点，过于簡單化了，而且也不是一个必須遵循的找矿方向。特别是水下隆起对成盐盆地隔离作用的問題，近年来已更被重視，水下隆起可以起隔离作用，已为多数地质学者所同意，甚至还認為沒有隆起的平緩浅海，也可以对海水濃縮起隔离作用，这个观点在一定程度上支持了西伯利亚寻找寒武紀鉀盐的方向。

費維格認為成盐盆地并不是地理上的泻湖，他根据古代盐类矿床的实际地质資料，把形成鉀盐矿床的盆地分为：①海湾如苏联的白俄罗斯泥盆紀海湾；②大咸水海如北日耳曼的鎂灰世盆地；③以海水为来源的盐湖如上卡姆。H. M. 斯特拉霍夫則把成盐盆地

分为五大类：①内陆盐湖；②泻湖（沒有构造运动影响的）；③封閉的大海湾（有构造运动影响的），如北美密西根的晚志留世盆地及喀尔巴阡中新世盆地；④浅海边缘部分，如莫斯科晚泥盆世盆地和西伯利亚早寒武世盆地；⑤内陆盐海，如烏拉尔西坡的早二迭世盆地及北日耳曼晚二迭世盆地。費維格和斯特拉霍夫的观点是基本相同的，他們都把海湾和大咸水海看作是形成鉀盐的主要古地理条件，并強調了构造运动的影响。但是他們对矿床的具体古地理条件的理解也并不是一致的，从他們各自所举的例子就可以看出这一点。从上述的各家之說和矿床的具体資料来看，可以認為形成鉀盐矿床的古地理条件是各式各样的；無論它們的形状、大小、深度以及与大洋的关系，都各有特点，沒有一个是和沙洲說当时所描述的泻湖是一致的。只从沙洲說所指出的成盐泻湖的概念为寻找鉀盐矿床的根据，显然是不合适的。

中国已知成盐盆地的古地理条件，现在还了解得不清楚，它們和地理上的泻湖是有区别的，这并不能作为判断它們成盐条件的主要根据。从另一方面来看，則四川的三迭紀盆地接近于一个大咸水海，云南的侏罗紀盆地則接近于有构造运动的封閉海湾或内陆盐湖，都对成盐具有利的条件，需进一步了解其古地理发展的特征，不能就因為它們和某些观点不符或和某些已知鉀盐矿床不完全一致而怀疑在其中找到鉀盐的可能性。

四、鉀盐盆地的位置

鉀盐是从浓度很高的卤水中沉积出来的，它必須在海水蒸发末期大量岩盐沉积之后才能沉积，因此鉀盐层总是位在厚层岩盐

之上，其面积亦小于岩盐层。但是鉀盐盆地的位置和岩盐盆地的关系，实际情况是很复杂的：有些鉀盐盆地完全和岩盐盆地相重合，有些鉀盐盆地大致位在岩盐盆地的中心，有的鉀盐盆地位在岩盐盆地的一側，甚至还有鉀盐盆地位在岩盐盆地范围之外的。按照沙洲說的最初概念，鉀盐既是在最后残留的卤水中沉积的，其位置应当在岩盐盆地之中。在地壳运动显著，盐盆地向一方傾側的情况下，鉀盐盆地可以位在岩盐盆地的一側。費維格則根据水动力学条件而指出泻湖海湾中鉀盐盆地总是位在远离大洋的一側。我們根据柴达木盆地盐湖的实际情況指出这里的鉀盐沉积是发生在周边水补給最丰富的一边。东喀尔巴阡的情况則更复杂，有人認為含鉀卤水曾經远距离搬运，达几百公里。上述各种观点，虽各有其一定的根据，都不能看作是普遍規律。从大范围來說，根据鉀盐和岩盐成因上的密切关系，先从寻找岩盐着手，仍不失为寻找鉀盐的有效方法。但当已經找到了岩盐层之后，就不一定都要象某些地区那样只在岩盐层厚达 100 米的范围内找鉀盐，而需要考虑到鉀盐盆地位置的实际可能性。

就区域范围來說，地壳运动的特点对鉀盐盆地的位置起了重大影响。在稳定性較显著的地区，鉀盐盆地可能都位在盆地中部盐层較厚地带，如北日耳曼和白俄罗斯。在地壳运动向一方傾側的情况下，鉀盐盆地应当位在岩盐盆地的一側或只在某些区段产生鉀盐沉积如烏拉尔西坡。至于地壳运动复杂頻繁的地区，則鉀盐盆地可能与岩盐盆地很不一致如东喀尔巴阡。近年来苏联地质学者更多地強調地壳运动的作用是正确的，当然也

不是唯一的。中国的情况，也可以参考上面的基本特点来考虑。四川的三迭纪和华北的奥陶纪沉积情况比较接近于上述第一种情况，河西走廊和叶尔羌拗陷可能接近于乌拉尔西坡的情况，而云南西南部则更近似东喀尔巴阡。当然在进行比较的同时也要注意它们之间仍然是有差别的，四川的三迭纪盆地，其地壳运动要比白俄罗斯的泥盆纪盆地复杂得多，甚至比北日耳曼的晚二迭世盆地复杂些；云南的侏罗纪(?)盆地两侧都是隆起地带，也和东喀尔巴阡的山前拗陷不一样。还必须考虑地壳运动的具体特点及与之有关的其他条件。

一般认为钾盐盆地是盐盆地蒸发缩小的残留部分，几十年来一直是这样理解的。瓦利亚什科计算了海水蒸发过程中液相和固相体积比之后，认为卤水蒸发至钾盐沉积时已达到干湖状态，不可能有残余卤水盆地产生，他认为只有在地壳局部拗陷的情况下才能形成钾盐盆地。这个意见引起了争论，有些人不同意其计算结果，有人虽同意发生拗陷之说，而对拗陷的形成持有不同观点。就现在讨论的情况来说，瓦利亚什科的观点只能看作是形成钾盐盆地的一种可能原因，仍不能认为是一个普遍的自然法则。就中国某些地区来说，则局部拗陷对钾盐盆地形成的影响是应当注意的，如华蓥山断裂可能引起的局部拗陷，应当引起我们对川中的注意。而滇南的地壳运动，则可能不是直接形成钾盐盆地，而是通过碎屑物的沉积而间接影响钾盐盆地的形成。

五、钾盐的矿石类型

把钾盐矿石划分为硫酸盐型和氯化物型

两大类是有重大意义的；不仅这两种矿石的加工工艺有区别，而它们的成因问题也需要分别研究。钾盐矿石中某些矿物的成因是历来有争论的，一方面是范特—霍夫学派和库尔纳科夫学派在物理化学理论上的争论，同时也各自得到了其本国钾盐矿床实际资料的证实。范特—霍夫学派已有丰富的实验室材料为依据，近年来通过钾盐中微量元素的研究，证明钾盐矿石经过变质作用后，溴等活动元素显著减少而铜、铅、锌、锰等相对增加。库尔纳科夫学派曾经以卤水质变学说解释苏联的许多钾盐矿床的成分特点是与实验结果相符合的，近年来又提出了象东喀尔巴阡那样的逆向质变(从氯化物型向硫酸盐型发展)现象。两个学派的进一步发展，证明了它们都反映了自然界中客观实际的某一方面，在一定范围内都是可以引用的。

另一方面，近年来研究的一些结果，冲破了各国的传统观点。德意志民主共和国的地质学者通过南哈兹和马克登堡附近钾盐矿床的研究，指出了原生沉积分异(虽然并不从卤水质变学说出发，而是从沉积的物理化学条件出发来解释分异作用的)是形成不同矿石相的原因，不受他们的传统观点的束缚。在苏联白俄罗斯的钾盐矿床的研究中，也提出了钾石盐因后生交代而贫化及光卤石的次生成因的观点，也突破了他们原生沉积观点的限制。这些又说明了他们的传统观点还不能反映客观规律的全部内容，完全有可能而且也必须加以补充。

在原生沉积分异观点和变质观点都不能完善地解释全部客观事实的情况下，近年来对成岩作用对钾盐矿床物质成分的影响引起了更多的注意。成岩作用发生于沉积作用之

后，后生变质作用之前，其物理化学环境又有其自己的特点；从这方面去研究，有可能解决长期争论不决的某些问题，当然也不可能希望从这里解决一切问题。

把钾盐矿床按矿石类型来分类可以反映客观事实的一部分特点，但在一个大的成盐盆地范围内，钾盐的矿石类型还是多样的。也有些钾盐矿床矿石类型很复杂，在一个矿床中不同的矿体是由不同的矿石类型所组成的；喀尔巴阡就有硫酸盐型矿石和氯化物型矿石同时存在，维拉地区也有光卤石矿层就在硬盐矿层之上。至于同一类型的矿床中出现不同种类的矿石则更常见；斯塔斯孚特过去采硬盐而新斯塔斯孚特则采光卤石，在马克登堡原来打算采光卤石，经勘探证明将来主要矿石是钾石盐。在我国还不很了解各矿区的物质成分分布规律的情况下，在一个矿区里，或一个矿床里，出现不同的矿石类型是可能的，过早地确定一个矿床的矿石类型，将会导致考虑问题的局限性，对找矿工作的进行是不利的。

六、盐类物质的来源

根据世界上已知的钾盐矿床资料，它们都是以海水为物质来源的，在矿床形成过程中陆地水起了什么作用，是一个需要继续研究的问题。范特一霍夫没有讨论这个问题，他的研究工作中没有考虑陆地水的影响。库尔纳柯夫研究了陆地水在海水蒸发成盐过程中的影响，提出了质变学说。近年来费维格进一步强调了陆地水的影响，按照他的说法：世界上没有单纯的海源盐类沉积，要么是纯陆相的，要么是海陆混合相的。瓦利亚什科所指出的逆向质变，实际上也就是更大

的陆地水的影响。在德意民主共和国近年来也有人指出了周边水对盐层的影响，这也是陆地水的影响。从上述情况，可以认为陆地水对钾盐矿床的影响现在越来越多地引起人们的注意，只从海水成分来研究钾盐矿床显然是不够的了。

对陆源盐类物质来源现在还很少具体研究。葛利普指出了陆源盐类的七种来源，其中主要的是：①囚盐；②风化盐（分解盐）；③再溶盐。他比较强调了大盆地中的囚盐作为主要来源，如塔里木盆地和北美的志留纪盆地。京斯一季托夫斯基则指出内陆盐湖的物质来源为：①风化产物；②风运海盐；③古代盐矿的淋滤；④火山喷出物。在他的描述中比较注意了火山喷出物的特点。瓦里亚什科则认为内陆盆地中钾的来源是：①曾经有过海水补给；②结晶岩及火山喷出物中的钾；③古钾盐矿床的溶解。各家之说显然是不完全一致的，特别是对囚盐与火山盐的重要性的看法不同，但也都没有进行充分的研究。

深成地下水作为盐类物质来源最近引起了较大的注意，有人认为死海的水主要是深成地下水补给的。如果这样，则古代盐盆地中也可能有这种情况。深成地下水可能是古海水残留下来的，也可能和内生作用有关的，其质变程度比海水还深，成分很特殊，其影响应当是很大的，现在还了解得很少。

古代盐类矿床物质来源的确定仍是一个困难问题。近年来利用水化学特点来说明盐类物质来源已被广泛采用，特别是溴、锶等元素被认为是海水成份的特征。但在进一步研究时又发现一些新的问题；我们见到完全陆相沉积中含有极丰富的锶，也见到陆相地

层中的地下水含有大量的鋇。鋇的来源更是爭論已久的問題，它既是海中的原素，又在某些內陆盆地中含量特高。甚至象溴这样被認為典型的海水元素，也因为它的活动性强，在古代矿床中含量变化很剧烈，要用它来判断物质来源也必須慎重。現在的情况是盐类矿床的地球化学研究已經提到重要位置，但要用它来做出結論还需要多方面考虑，才能正确反映客观情况。我国四川—云南的盐类矿床和卤水，有其复杂的发育历史，更不能只凭某一种元素来决定其物质来源。

如上所述，鉀盐矿床的成矿理論研究正在深入，对成盐过程中的細节正在展开討論；有些观点正在被充实，有些观点正在被冲破，还是一个議論紛紛莫衷一是的阶段。每一种观点都是或多或少有它的事实根据的，而同时也都不免帶有一定程度的局限性。范特—霍夫和庫尔納科两个学派虽表现为物理化学方面的不同观点，其分歧的根源还是从各自国家的盐类矿床的实际地质特点所引起的。北日耳曼盆地許多鉀盐矿床形成于同一个二迭紀的大咸水海中，原始沉积条件比較单一，而后期的构造运动、岩浆活动的影响則較大。苏联鉀盐矿床分布于广大地区，属于不同地质时代，沉积条件是多样

的，后期变化則比較少。从这两种矿床的差异必然会引起科学研究着眼点的差异，最后形成了不同的学术观点。近二十年来由于新矿床的不断发现，原有矿床的研究繼續深入，地质工作者扩大了眼界，新的观点必須要发展起来。但是新的观点往往是没有反复經過驗証的，也还是不成熟的。在这个形势下，我們既不能只以原有的观点来解决問題，也不能盲目引用某些新的观点。我們要利用各种观点来考虑找矿的各种可能性，进一步运用自己的經驗来判断这些可能性，最后通过实践来驗証各种观点并把可能性变为现实性。

我国已知的盐类矿床地质条件，沒有一个是和世界已知鉀盐矿床的地质条件完全一致的，不应当从此得出悲觀的結論。相反，鉀盐矿床成矿理論发展趋势，正在冲破某些框框，启示我們放开眼界来看寻找鉀盐矿床的可能性。当然一些最基本的理論，仍然是我們的主要依据，是不能随我們的主观愿望而改变的，但更多的理論推断是只根据少量的資料或一家之言总结和引伸出来的，就不应当受它們的束縛。我們要做知識的主人，而不做书本的奴隶，这在当前的找鉀工作中，更显得重要。

