

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

科技述评

钾盐矿床成矿理论研究的若干问题

袁见齐

(武汉地质学院)

二十年来,我们在从事钾盐地质工作过程中,发现了许多问题。有些在国外认为是规律性的东西,与我国的实际资料不完全相符;有些在国外认为是行之有效的方法,在我国不完全适用;还有许多国外未被重视的现象,在我国则成为关键性的问题。这些情况都说明需要从中国的实际情况出发,参考国外的资料,对钾盐矿床的形成条件进行深入研究,提高我们对客观规律的认识,来指导找矿实践。

本文就实际工作中遇到的若干问题,提出一些初步看法,以供讨论。

一、沉积岩相问题

世界上大型钾盐矿床一般都被认为是海相的。一百多年来作为海相盐类沉积理论的“沙洲说”一直占着统治地位。而作为陆相成因理论的“沙漠说”则没有引起重视。我国察尔汗盐湖钾盐矿床的实际资料指出了内陆盆地中形成钾盐矿床的可能性,云南钾盐矿床的发现,又证实了这种可能性的现实意义。近年来,又在一些盐盆地中发现了钾盐层和钾盐矿物,同时也在这些盆地中找到了一些海相化石和海成矿物(海绿石),于是海相和陆相之争又提出来了。

人们在讨论盐类矿床的海相和陆相问题时,往往着重于物质来源。陆相盐类沉积中钾的来源不如海相盐类沉积那样稳定和丰富,这乃是不重视陆相钾盐矿床的一个重要论据。但是,就在这种思想占统治地位的情况下,仍有不少地质工作者^[1]指出:在特定地质条件下陆相盐类沉积中也有丰富的钾的来源,如含钾较高的结晶岩和火山岩的风化产物,以及较古钾盐层的淋滤产物等都是含钾很高的。近年来,海洋地质、地下热卤水和盐类沉积的地层和构造环境的实际资料,提出了盐类物质深部来源的事实和理论推断^[2,3],充分证明了盐类物质深部来源的重要意义。我国的一些中、新生代红层盆地和现代盐湖中也有许多资料证

明盐类物质深部来源的直接和间接的证据。这样就为陆相盐类沉积中寻找钾盐矿床提供了一个重要的理论根据。

海水中含钾量丰富而稳定,海相钾盐矿床规模巨大质量优良,这是无可怀疑的。然而海相钾盐矿床之所以如此优越,还必须要有其它条件。沙洲说的一个基本观点,就是盐盆地和大洋之间必须是半封闭状态,保证大洋水能周期性地进入盐盆地。这是海相盐盆地中盐量巨大,含钾丰富的重要条件。我国的几个红层盆地中近年来找到一些海相化石,它们只是少量地和淡水化石混杂地出现于含盐地层中,只能证明这个盆地在成盐期前后(个别在成盐期间)曾经有过海水的进入,这和沙洲说所设想的周期性的海水进入是不同的。这种情况,并不能证明盆地中的盐类物质主要来自海水,也不能说明这样的钾盐矿床是海相的。因此,也不能完全运用沙洲说的理论来指导这些地区的钾盐找矿工作。

在我们寻找钾盐矿床的工作过程中,曾按照海陆并举的方针,在当时还认为是陆相的红层盆地中找到了钾盐矿床和钾芒硝层。这些事实说明:在钾盐找矿过程中,过分强调海陆相的差别,把它作为远景评价的主要根据,是对找矿工作不利的。这对我国基础地质工作程度较差的地区更是这样。因此,我们认为在当前的情况下,不应当过分地把注意力放在海相或陆相的争论上,而要深入地研究含盐岩系的沉积岩相,从而了解这些盐盆地中钾盐的富集条件,作为钾盐找矿的依据。

沉积相是指沉积物的面貌和它所反映的沉积环境的总和。物质来源只是成矿的物质基础,它是成矿的重要条件,但不是唯一的条件。察尔汗盐湖钾盐矿床的资料表明,即使在钾的克拉克值并不特别高的地区,只要具备钾元素分异富集的优良条件,也可以形成钾盐矿床。在这种情况下,这个地区的古构造、古地理、古气候、古水文等条件,就成为钾盐评价的

主要依据。而这些条件则具体地反映在含盐岩系的岩相岩性上。含盐岩系主要是碎屑岩系和碳酸盐岩系两大类型,它们反映着物质来源、沉积作用和沉积环境的明显差异(刘群把钾盐矿床分为陆源碎屑-化学岩型和化学岩型两大类)。根据我国钾盐找矿工作的需要,我们应当对这两大类型钾盐矿床的形成条件,分别进行细致的研究。除了从地质构造和古地质推断其物质来源外,要着重了解沉积物的相带分布、剖面结构、微相的划分及其标志,并据以推断盐盆地的地形变迁、湖盆迁移、古气候和植被、水文条件等,从而了解卤水的演化,盐类物质的迁移富集和沉积条件。国外对海相碳酸盐岩系中盐类沉积的岩相研究颇有成效,我国四川三叠纪盆地的岩相研究已做了不少工作,说明这个盐盆地和大洋是多通道的,盆地地形是多级起伏的,盐类沉积主要是在浅水中形成的,情况比欧美的一些钾盐矿床要复杂得多,需要进行微相的研究,具体了解有利于钾盐沉积的岩相特征。碎屑岩系中的盐盆地是我国东部地区寻找钾盐的对象,其地质条件和含盐情况具有明显的特点。这里的岩相研究,必须考虑到碎屑沉积与盐类沉积的根本区别,又要探索它们的相互联系。如各地盐层中复杂的韵律结构,云南盐层中常见的泥砾和粉砂岩中的石蚕晶粒等,都反映当时的沉积环境,需要加以研究。

在寻找钾盐工作中,研究盐类沉积的岩相是非常重要的。我国找钾工作的实践证明:通常把盐类沉积分成石膏相、石盐相和钾镁盐相的办法常常不能有效地指出钾盐矿体的位置。碎屑岩系盐盆地中碳酸盐相常常很不明显,有的盐盆地中缺少石膏相,有的钾盐盆地中甚至石盐相也不明显。在这种相带不完全的盆地中,按照一般的相带划分制成的岩相图,对找钾指导意义就不大。我国的盐类沉积中韵律多而薄,按照三、四级韵律分别制成岩相图是困难的,而按照一、二级韵律制成的岩相图又不能具体反映盐类沉积条件来指导钾盐找矿。另一方面,由于我国盐盆地的古地理条件比较复杂,根据复杂的岩相图推断钾盐的分布也还有困难。上述情况都要求我们加深盐类沉积岩相的研究,在理论上和方法上有所改进,以适应钾盐找矿的需要。

二、盐类沉积的水深问题

盐类沉积中广泛存在的浅水标志和现代盐沉积都是浅水沉积这个现象,与古代盐沉积厚度常达几百米甚至超过千米这个事实之间的矛盾,引起了盐类沉积水深问题的长期争论。同期沉降的假说曾经缓和了这

种争论,实际上则是浅水沉积论者占了优势。近年来西亚、北非的“萨布哈”的研究为浅水沉积说提供了现代实例,但也不能令人信服地解释那些著名巨型盐盆地(也是最重要的钾盐矿床)的具体情况。同时,深水论者也根据深盆地中卤水分层和底部盐沉积的发现,拟定了深水沉积的模式。盐类沉积水深问题的争论又进入了一个新的阶段。钾盐是盐沉积过程中的后期产物,比较普遍地认为它是浅水沉积的,在施马尔茨(R. F. Schmalz)的深水沉积模式中也把钾盐看作是浅水沉积。但也还有深水沉积说者对钾盐深水沉积的机理进行了探讨。

中国中生代(包括三叠纪)以后的盐类都是浅水沉积,这是可以肯定的。面积宽广的浅水水体中,必然还有水的深度的差异和水动力条件及盐度的变化。萨布哈的研究指出了蒸发岩沉积的地理条件和水文条件是多样的,有大陆萨布哈和海岸萨布哈的区别,又是否有受海的制约的差别,从海岸萨布哈到大海之间又有一系列的分带。在不同的条件下盐类沉积显然是不同的。能否用现代的萨布哈的实例来说明古代巨型盐类沉积,还是一个争论的问题,特别是对晚期沉积的钾盐问题更不清楚。四川三叠纪大面积多通道的浅水含盐沉积中,盐类沉积的岩相模式显然不同于沙洲说所假定的半封闭盆地,它与萨布哈近似而又不完全相同。这里钾盐的分布规律,还有待进一步探索。

瓦利亚什科(М. Г. Валишко^[1,2])提出了“干盐湖是含盐盆地发育的必经阶段”,这是浅水沉积说的新的发展。我国现代盐湖和一些中、新生代盐矿床中,可以说明干盐滩是确实存在的,而且还常常出现干盐滩和卤水湖并存的局面。在这种情况下浅水沉积和地下水中的沉积(晶间卤水的沉积,这是一种特殊的地下水)在不同条件下同时进行并互相影响,其情况和萨布哈颇有相似之处。由于这种情况总是出现在卤水浓度很高的阶段,对钾盐沉积的影响很大。此时,盐类的迁移和沉积,要比瓦利亚什科所设想的模式更为复杂。这正是我国当前钾盐找矿工作中的重要问题。

我国东部的中、新生代盐盆地,都是长期继承性沉降的,同沉积沉降在这里是确实无疑的。由于沉降速度在时间上和空间上的不一致,使各盆地系中形成了若干次盆地,它们时而统一,时而分割,各次盆地之间彼升此降,变化极为复杂,而这些地形上的变化,又导致各次盆地中盐类成分的差异。因此,研究我国东部盐盆地的同沉积沉降问题,不仅能推断盐盆地的水深,作为厚层浅水盐类沉积的一个根据,而且可以了解盆地地形的差异和变迁、探索不同盐类的富

集、评价钾盐远景的重要途径。

三、盐盆地的地形

现代盐湖的地形显然有两种：一种是平缓宽广的盆地，如内蒙沙漠地带的一些盐湖；另一种是高山之间的深盆地，如柴达木盆地。实际上这两种不同的地形，在古代盐类沉积中也是普遍存在的。稳定地台上的拗陷盆地是宽广而平缓的，如四川的三叠纪盆地和江汉的白垩—第三纪盆地。裂谷、地堑中的盆地一般是高山深盆，如云南的思茅拗陷和江西的周田。过去的研究工作没有对高山深盆的地形影响给予足够的注意，这又是我国钾盐找矿工作中一个需要研究的问题。

高山深盆的气候和植被的垂直分带比较明显，盆周高山的湿冷气候和盆内的干热气候显然不同，这可能是一些盐层中出现比较潮湿气候下生长的植物遗迹的原因。高山地区降水量大，植被发育，影响了岩石风化产物，这可能使盆地中的硫酸盐减少。山区水的补给量大，汇成河流进入盆地，决定了盆地水文条件，必然影响盆内湖水的演化。盆地地形陡峻，如果还有不断的升降差异，又可能是一些粗碎屑物（包括泥砾等）和石盐、钾盐共生的原因。我国中、新生代盐盆地中，盐类沉积的岩相、岩性、矿体形状和内部构造，以及盐类物质成分都可以区分出这两大类型。这充分反映出高山深盆和平缓宽广的盐盆地地形对盐类沉积的控制作用。

另一方面，盐盆地地形是受构造运动制约的。国外地质工作者也已注意到古生代和中、新生代盐盆地的差异⁽⁶⁾。我国的中、新生代盆地主要是受断裂控制的，延长几百公里的深断裂控制了盆地系；次一级的断裂又把一个盆地系分割成若干次盆地。次盆地之间的差异运动，不仅改变它们的地形，也不断改变着它们之间的相互关系，也就影响了卤水演化的过程。碎屑物质的沉积受地形的控制，同时它又反过来改变着地形。单纯从碎屑物沉积的厚度来推断盆地地形，就不能正确反映出当时的实际情况。柴达木盆地中第四纪以来的盐类沉积，表明了这种地形变化的影响，类似的情况也出现于江汉平原及新华夏第二沉降带中其它盆地系中。

四、卤水的演化

按照库尔纳柯夫 (H. C. Курнаков) 和瓦利亚什科⁽⁷⁾提出的卤水变质作用 (metamorphization) 的

概念，在内陆盆地中随着卤水的浓缩而形成了碳酸盐型、硫酸盐型和氯化物型的演化顺序和有规律的分布。海水则由于去硫酸根作用而从硫酸镁亚型变成氯化物型。我国中、新生代盐沉积和现代盐湖的资料说明卤水演化过程要复杂得多。掺杂作用和析盐分异，对盐沉积的物质成分的影响，要比卤水变质作用更为明显。

我国中、新生代盐盆地和现代盐湖中物质来源的多样性，必然引起不同成分不同水型的卤水互相掺杂，卤水中各种盐类物质成分和水型随着发生了变化，并决定了盐类沉积成分上的差异。特别是卤水浓度较高时，掺杂作用的影响更加明显。察尔汗盐湖硫酸盐型和氯化物型两种卤水的掺杂，导致石盐层中广泛分布着石膏（在石盐层下则缺乏石膏沉积），同时也形成了同一湖体中两种卤水长期共存的局面。当盐湖发展至干盐湖阶段，由于晶间卤水运动缓慢，不同成分卤水的掺杂导致钾、钠、镁的氯化物沉积中局部形成了钾、钠、镁的硫酸盐矿物。这个事实不仅证明掺杂作用可以使不同的次盆地盐沉积中具有千差万别的物质成分，而且还可以在同一盐盆地的不同部位出现不同的盐类沉积。

盆地地形变化引起水文条件的变化，甚至发生了河流的迁移和改道，也使掺杂作用有明显的改变。柴达木盆地中各盐湖硼、锂含量的差异显然也与河流改道有关的。在我国白垩—第三系盐盆地中，盐类物质的多源性和地形改变而引起的水文条件变化是普遍存在的。在这些盐沉积中，掺杂作用的影响如何，正是需要研究的问题。

各种盐类按照它们的溶解度先后沉积形成了平面上的岩相分带和剖面上的上下层序，这是盐湖长期稳定，水体逐渐缩小的情况下的一般规律。我国现代盐湖和白垩—第三纪盐盆地都曾发生过水体的迁移和解体，对各次盆地中盐类物质成分起了重要影响。特别在干旱的成盐阶段，湖体往往缩小，而迁移和解体也更强烈，这时在各个次盆地中盐类成分差异就更明显。柴达木盆地第四纪盐湖向东迁移，盐类沉积自西向东明显地有从石膏、芒硝、石盐、以至钾镁盐的依次分布。江陵和潜江两个拗陷间盐类沉积的差异以及云南钾盐沉积剖面中缺乏石膏和厚层石盐都可能与卤水的迁移有关。这个问题对我国白垩—第三纪盐盆地中寻找钾矿床是很重要的，需要加以研究。

人们习惯于按照单一成分的卤水，只经过变质作用的缓慢的水型变化，长期地在宽广稳定的盆地中，根据蒸发沉积的模式进行找矿。这与我国白垩—第三纪盐盆地中多源的盐类物质来源（而且各种来源也将

随时间的推移而有消长),和多变的盆地地形是不同的。需要深入研究这些盆地的演化历史,研究卤水在浓缩过程中的迁移对盐沉积分异的影响,总结出规律性的东西,才能更有效地指导找矿工作。

五、盐层的保存和变化

盐类易溶、易变,难于保存。钾盐溶解度大于食盐,它的保存和变化更是一个必须研究的问题。

在浅水条件下,盐类沉积过程中,由于卤水的淡化,可以使已沉积的盐层遭到破坏。当盐湖中出现局部干盐滩时,已沉积的钾镁盐类可经再溶解而富集在残存的卤水盆地中,这些情况在察尔汗盐湖可以直接观察到,一些白垩—第三系中的钾盐层的构造也反映了这种情况。但是,另一方面破坏和建设总是互相联系的,一部分钾盐沉积的破坏又为另一地区的钾盐沉积提供了物质条件。当我们在浅水沉积的盐类矿床中寻找钾盐时,就需要研究它在沉积过程中的破坏,从而提出在适宜条件下钾盐富集的可能性。瓦利亚什科的干盐湖模式,就提出了这个问题,但我国的地质资料说明在干盐湖形成过程中钾盐层的破坏和形成作用更要复杂得多。

我们早就指出过^[9]西南中三叠统和华北中奥陶统上面的侵蚀面对盐层的影响。关于这个问题虽已有了一些了解,但也只能标明它被侵蚀的范围。国外一些资料说明在盐层完全保存着原始沉积状态到它全部被溶蚀的地区之间,存在着相当宽广的过渡地带,这里盐层受到不同程度的改造,特别对钾盐具有重要意义,我国还没有对这种情况加以研究。

地下水对深埋地下的盐类沉积的溶蚀(潜蚀)和改造是十分重要的,而地质构造、岩性和气候等因素又控制着这种作用的进行。四川和云南的情况大不相同是人所共知的,但对盐层溶蚀和改造的具体内容则知道得还很少。对钾盐层来说,水变质作用(hydrometamorphism)可能是破坏性的也可能是建设性的。四川三叠系盐层受地下水的影响是很强烈的,现在见到的含钾情况究竟是破坏后的残余还是改造的结果,还不能作出肯定的结论。至于和岩浆活动有关的水的活动,在我国某些盐层中也是存在的,其影响如何,也还不了解。

最后,还需要提到我国许多盐体的变形,它的外形既不同于阿尔卑斯山区的盐体,也不同于穿刺到上覆地层中的盐丘,许多盐体仍在原来的层位中而明显地局部变厚,在边缘部分地切穿了围岩。这些变形盐

体的内部构造还没有了解,其中钾盐层的分布规律也不清楚。这些构造的形成显然决定于构造应力的特点,同时也与盐层中含有大量碎屑物质而降低了它的可塑性有关。这又是含盐构造的一个特殊情况。

上述问题的研究将能提高我们对钾盐矿床形成条件的认识,在这个基础上就可以进一步明确找矿方向,创造找矿方法;然而这些研究工作要比过去所进行的工作更加深入和细致,在进行这些工作时,要注意下列几点:

1. 成盐时期的古地理、古气候、古构造条件以及物质来源、盆地地貌、水文条件、水化学特点等都只能从区域地质资料来间接了解。因此对已知盐类矿床的地质资料必须全面地加以研究,特别是地层、构造和沉积岩石的研究必须结合成盐条件加以分析。同时还要进行盐类矿物的成因、地球化学和物理化学的理论探讨和必要的科学试验。

2. 现代盐类沉积和古代盐类矿床的形成具有共同的基本规律,可资借鉴。研究现代盐湖对了解中新生代盐类沉积是很有帮助的,但是必须注意它们之间的差异。

3. 要正确运用已有的成矿理论,肯定其基本规律,加以运用。实践是检验真理的唯一标准,我国二十年来钾盐找矿实践,说明我国的盐类矿床有自己的特点,国外现有的钾盐成矿理论和找矿方法,不能适应我们进一步找矿的需要,我们有必要也有可能根据我国的实际资料总结出成矿理论来指导我们的工作。

参考文献

- [1] Валяшко, М. Г., 1962, Закономерности Формирования месторождений солей. изд. МГУ.
- [2] Геология и полезные ископаемые соляных толщ. 1974, Инс. Геол. и Геох. Голючих. иск., АН. УССР.
- [3] Wardlaw, H. C. & Nicholls, G. D., 1972, Cretaceous evaporites of Brazil and West Africa and their bearing on the theory of Continental separation. 24th Geol. Cong. Sect. 6.
- [4] Geology of saline deposits. 1972, Unesco, Paris.
- [5] World survey of potash resources, 1975, and. ed. The Bih'sh-sulph. Corp. Ltd
- [6] 袁见齐, 1961, 略谈我国钾盐找矿方向和找矿方法。中国地质, 6期。