

論我国沉积型鋁土矿床生成的主要規律性

林 耀 庭

我国鋁土矿床分布极为广泛，遍及东北、华北、中南、西南及东南沿海各省。从1958年以来，各地又不断发现许多新的矿区，如在湘西、冀南、陕北、贵州、四川乃至西北祁连山等地都找到了规模较大的鋁土矿床。我国鋁土矿分布之广，矿源之富，为我国目前大力开展炼鋁工业提供了有力的物质保证。

但如何从我国已知分布的鋁土矿床中根据矿床地质条件，寻找和总结出它们的成矿规律和特征，并从理论上加以论证，从而把这些规律特征运用到生产实践中去以指导找矿，这是有很大的实际意义的。

笔者因工作关系，最近参阅了一些有关论述我国鋁土矿床的地质文献，特别是近期各类地质刊物上所发表的文章，给笔者以很大的启发，从而使笔者有可能对我国沉积型鋁土矿成矿的某些规律和特征做一初步的总结。但是这总结只是自己在实际工作和阅读文献中的一些粗浅体会，错误之处所在难免，将它写出来加以发表，只不过是抛砖引玉，不妥之处尚希地质界的同志，多多指正。

根据我国已知鋁土矿床的地质条件，我国鋁土矿床大体上有以下这些主要规律和特征。

一、成矿区域——即鋁土矿成矿的 大地构造与古地理位置控制

我国主要鋁土矿床皆分布在陆台区，且多紧邻古大陆或长期侵蚀区的边缘，例如山东鋁土矿位于胶辽古大陆西缘；昆明鋁土矿位于康滇古陆东缘；贵州中部鋁土矿位于黔中隆起南北二侧；河南鋁土矿位于淮阳古陆之北和秦岭古陆之东缘。从古地理位置来看，它们都分布在台前凹陷和边缘盆地之中，如山东鋁土矿分布在被几个古老地层所包围的箕形盆地中，即淄博盆地湖田向斜中；而辽宁胶东为四个舟底式盆地构造；复州湾位于五湖盆地内；贵州位于扬子古陆南部浅海地带的海湾中；在湖南泸溪等地发现鋁土矿的地区亦多呈孤立的小盆地出现。

显然这种成矿区域的规律性绝不是一种偶然的巧合。

鋁土矿的形成和其他沉积矿产一样，是各种复杂

的外生地质作用与内生地质作用的综合结果。如构造运动、物质来源及古地理环境气候等；其中构造运动，特别是地壳的垂直运动（振盪运动）最为重要，它是鋁土矿形成的根本因素。事实很明显，地壳的振盪运动常使某地区缓慢或急速地隆起，而其相邻地区必定又要相对拗陷，但是正是这种相对运动，使它们的分布范围只局限在古陆或沉积盆地的边缘，因而在古陆的边缘拗陷地区就有可能发生沉积物的堆积，这就给成矿作用提供了前提。

当隆起的古陆，因长期遭受风化侵蚀，其中的古老杂岩系——鋁矽酸盐岩类得到充分分解时，鋁的富集成矿就有了良好的先决条件。

由于我国鋁土矿层的下伏岩系多为石灰岩，因此有人认为鋁的物质供应系来自灰岩。笔者认为这种看法不一定很全面。从克拉克岩石平均化学成分统计分析结果看， Al_2O_3 的含量在頁岩中为 15.40%；在砂岩中为 4.77%；在灰岩为 0.81%；而在岩浆岩中则为 15.34%。由此可以看出， Al_2O_3 的含量在岩浆岩中远远超过石灰岩，差不多为后者的 20 倍。这样就很难理解在灰岩中会分解出那么多的鋁。但是作为侵蚀基底的石灰岩，对于鋁的富集沉淀当然是极为有利的，这一点我们将在下面加以讨论。所以笔者认为鋁物质主要来源于附近古陆或长期侵蚀区的由鋁矽酸盐构成的岩石中，古陆是鋁土成矿物质的主要供应地。这证实了我国鋁土矿之所以多半分布在古陆或长期侵蚀区边缘的这一规律。而在隆起或凹陷区内则往往不会有好矿存在。对于这一点，贵州修文队的找矿经验已经予以证实。

至于鋁土矿沉积的古地理环境，我们拟从 Al 、 Fe 、 Mn 元素在风化壳中的迁移性能的地球化学能量观点来加以解释。由于晶能系数* $\varrho_{\text{KAl}} < \varrho_{\text{KFe}} < \varrho_{\text{KMn}}$

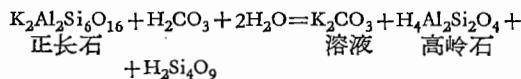
* 费尔斯曼晶格能可理解为当一克分子结晶物质使其分离成完全离子状态所需要的能量。因此晶格能可衡量其风化所需要的能量值大小，当然也就能量度在给予同样大小能量后，某些元素达到使其本身转移（在新的能量情况下它变得不稳定）时，它就先于比它能量大的元素而转移。

(分別等於 4.95, 5.15, 9.10)，这就說明鐵錳較鋁難風化、難遷移，所以它們分離遷移的順序應是 $\text{Al} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Mn}$ ，因此鐵錳在空間上的分布就位於鋁之後，成較深的沉積環境。沉積礦產分布的規律性是：近岸是鋁，依次遠離岸邊的為鐵、錳、磷。

二、地質分布——即鋁土矿床在沉積岩系中的分布規律

在我國華北陸台上，不論本溪統存在與否，任何地方的石炭系底部多有 G 層鋁土矿（在魯中、遼南、冀北、晉中北為中石炭本溪統砂頁岩底部；豫西為上石炭紀太原系底部）復于奧陶系石灰岩的侵蝕面上。在黔中一帶（包括貴筑、修文、息烽諸縣）的華南陸台上，分別位於石炭紀黃龍灰岩下部及下二迭紀栖霞灰岩底部的時代不同的兩種鋁土矿層均直接復在寒武紀灰岩的侵蝕面上；滇中（包括昆明附近安寧、富民一帶）的石炭系鋁土矿層復在泥盆紀或石炭紀侵蝕面上；此外，在鄂西、湘西、黔北及四川東南等地發現的栖霞底部鋁土矿均分別復于寒武紀、奧陶紀、志留或泥盆紀地層的侵蝕面上。二迭紀平煤系與茅口灰岩的侵蝕面上時也有鋁土矿。

鋁土矿之所以多產生於較長時期沉積間斷的風化侵蝕面上，主要可從鋁物質的供應條件來加以考慮，而地殼的振盪運動就為這個條件提供了前提。顯而易見，我國鋁土矿床的形成不論是在華北或華南陸台上都是與加里東運動的活動歷史分不開的，這個運動使中國陸台廣大地區的地殼上升為陸，經受長期的風化侵蝕作用，形成風化源地。而鋁物質的富集只有經過原生鋁矽酸鹽岩的長期風化和分解才有可能，所以長期沉積間歇是對鋁土矿的成礦有利的。鋁物質從原生鋁矽酸（如長石等一类矿物）分解出來，在地表因限於能量（ Al 代 Si 能量效應是一種補償作用）*，所以較石英等一类更容易遭受風化破壞，並且破壞長石等一类矿物的主要因素是化學風化，即



因 $\text{H}_2\text{Si}_4\text{O}_9$ 很不穩定，所以很快就分解成石英砂，即：
$$\text{H}_2\text{Si}_4\text{O}_9 \longrightarrow 4\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

石英砂

但高嶺土只是鋁矽酸鹽風化作用的第一階段；要使鋁元素分離出來，還要經過進一步的化學風化或生物化學風化作用。這樣一個複雜而多階段的風化過程，就是鋁土矿之所以在一個沉積間斷之後形成的最基本最本質的原因。同時這一點也進一步補充說明了鋁土矿為什麼多分布在古陸邊緣的道理，因為這是保

証鋁土矿中的鋁質得以形成和集中的客觀條件，如果沒有一個較長時期的風化時間（沉積間斷），那末鋁從鋁矽酸鹽中分解出來而富集成礦是不可能的。

當然沉積間斷時間越長，鋁矽酸鹽的分解也就進行得越充分，從而也就更有利于鋁質的富集，這一點同樣也已經由貴州修文隊的找礦經驗得到証實。

三、成礦基底——即鋁土矿生成的基底岩石控制

我國主要的鋁土矿，不論是華南的，還是華北的，多半都產於石灰岩的侵蝕面上，如華北鋁土矿都產於中奧陶紀灰岩的侵蝕面上；貴州鋁土矿產於寒武紀白雲質灰岩的侵蝕面上。此外根據最近各野外找礦經驗，當鋁土矿的基底岩石是白雲質灰岩或普通灰岩時，礦石質量就比較好，尤以基底是白雲質灰岩者最好；以頁岩和砂岩為基底者，礦石質量就比較差，尤以基底是砂岩者最劣。例如瀘溪式鋁土矿層賦存於溪霞灰岩底部，復於震旦紀陡山層之上，而當溪霞灰岩與陡山層的砂岩接觸時，則未發現礦層，與泥質頁岩相接觸時，礦層的厚度雖大，而品位較差，但是當它與薄層灰岩相接觸時，不但礦層厚度大，且品位亦高。我隊最近在四川南川武隆一帶所發現的鋁土矿，其情況也是如此。含礦層位亦系二迭紀底部之銅礦溪層，復於志留紀韓家店砂質頁岩之上，但是當其中有透鏡體狀灰岩存在時，礦石質量往往要好一些。

由此可知鋁土矿的成礦受基底岩石的控制，即當基底為碳酸鹽類岩石時，礦石質量較好，基底為頁岩砂岩時，質量較差。

如果從鋁物質搬運沉淀的化學條件來考慮，那末由於鋁是在酸性介質中被搬運的，但是其沉淀富集，即所謂脫矽作用，則需要有鹼性介質，因此如果長期風化侵蝕面是以碳酸鹽類作為界面的話，換言之當時的沉積盆地如果是以碳酸鹽作為基底的話，那末這個盆地中的溶液就必然會因為溶解了大量碳酸鹽類而顯鹼性，這樣就有利於由陸地帶來的鋁的酸性溶液的中和，從而使 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 發生沉淀，但這時 SiO_2 將繼續從溶液中被帶走。這表明碳酸鹽基底能使含鋁溶液的酸性迅速降低，砂岩或頁岩則根本不能使含鋁溶液的酸性降低或者只能使其酸性略微降低。白雲質灰岩的溶解度大於普通灰岩，因此其降低含鋁溶液酸性的能力要大

* 其含义的主要方面是談 Al-Si 酸鹽比較容易風化，特別是斜長石類中的基性斜長石較酸性斜長石易風化，因 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 中二個 Al 代 Si ，而 $\text{NaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 中一個 Al 代 Si ， Al 代 Si 愈多，能量損耗愈大，亦就愈容易風化破壞。

一些，故对成矿最有意义。因此好的铝土矿层所以常与碳酸盐基底有关，正是因为以碳酸盐类岩石为基底的，海水容易脱砂成矿。贵州修文队的经验总结就为这一论据提供了有力的佐证。

四、矿层构成——即含矿层及与其沉积相关的各种沉积物在垂直空间上的关系和规律

为了阐明和论述这一规律特征，先将我国各已知主要铝土矿床含矿层剖面罗列于下：

(一) 河南巩县剖面

6. 黑灰色薄层叶片状铝土矿，顶部为不纯的煤层或有时形成可采的无烟煤。
5. 暗灰色致密坚硬厚层状优质铝土矿，略具鳞片状结构。
4. 砖灰色豆状鳞片状及块状铝土矿层。
3. 杂色铝土页岩，含大量铁质斑点。
2. 白色优质粘土，呈透镜体，时有无。
1. 红黄色粘土及粘土页岩，中夹有褐铁矿及赤铁矿团块。

(二) 山东淄博剖面

4. 紫色杂色页岩，局部为粘土质物质。
3. 灰白色粗糙状铝土矿层。
2. 暗绿色致密坚硬铝土矿层，与上面灰白色者为渐变关系。
1. 紫色页岩，含铁质甚富，局部夹有铝土矿团块。

(三) 贵州遵义剖面

5. 炭质页岩及时有无的不规则的劣质煤炭。
4. 象牙黄色致密均质之土状铝土矿。
3. 灰色浅红色及浅黄色鳞片状铝土矿。
2. 杂色粘土，富含铁质。
1. 含铁砂岩及粘土，时夹赤铁矿之透镜体。

(四) 云南昆明附近的剖面

6. 顶部为高级铝土矿，上部为致密状铝土矿，中部含有煤层，下部为棕黄色砂岩夹红、灰黄等色之铝土页岩。
5. 浅灰色石灰岩。
4. 上部多孔状高级铝土矿，下部为致密状铝土页岩。
3. 灰红色泥质角砾状灰岩。
2. 暗灰色灰岩，时夹绿色页岩。
1. 浅黄、粉红色铝土页岩。

(五) 四川南川剖面

6. 极为稳定的黑色炭质页岩。
5. 浅灰色致密状豆状铝土岩铝土矿。
4. 灰白色土状碎屑状铝土矿。
3. 灰色致密状铝土岩。
2. 灰绿及蓝灰色铝土页岩。
1. 绿泥石质铁矿或铝铁页岩。

(六) 复州湾剖面

8. 砂质页岩，有时则变为细砂岩。

7. 煤线。

6. 灰色至深灰色粘土质页岩。
5. 青灰色铝土矿。
4. 灰色豆状铝土矿。
3. 浅灰色铝土矿。
2. 暗灰色粘土质页岩。
1. 紫色页岩。

(七) 中心台铝面

2. 上部青灰色铝土矿层。
1. 下部紫色页岩夹铁矿。

(八) 唐山张谷庄剖面

8. 棕黄色页岩。
7. 煤线。
6. 灰色软质粘土。
5. 灰色青灰色粘土矿。
4. 灰白色粘土。
3. 紫色粘土质页岩。
2. 淡黄色含铁矿物页岩。
1. 紫红色页岩。

(九) 山东烟台剖面

4. 暗紫色砂质页岩。
3. 青灰色泥质页岩。
2. 豆状鳞片状铝土矿。
1. 紫色页岩夹铁矿。

(十) 鞍山本溪剖面

5. 棕灰色砂质页岩。
4. 褐灰色紫色粘土页岩。
3. 灰色粘土矿。
2. 浅灰色易风化粘土层。
1. 暗紫色页岩。

(十一) 陕西渭北剖面

7. 黑色粘土质页岩。
6. 青灰色灰色含颗粒铝土矿。
5. 灰色铝土岩。
4. 灰色粘土岩。
3. 黑色炭质粘土质页岩。
2. 灰色粘土岩。
1. 黄褐色皮壳状褐铁矿层。

从上面列举的剖面中，可以看到含矿层有如下几个规律：

1. 主要铝土矿层多居含矿系的中部或中上部，与围岩（铝土或粘土页岩、铝铁质岩）多呈渐变关系。
2. 含矿系底部为紫色页岩*，杂色或含铁质之铝

* 我国华北陆台上的所有铝土矿床，其含矿层下部几乎皆有紫色页岩出露。根据甘德清在淄博和巩县矿床的矿层下伏紫色页岩采取试样分析结果，其中含 Al_2O_3 25—30%， Fe_2O_3 10—25%，从而说明该紫色页岩已不是普通的紫色页岩，而是含铝铁质的岩石。

土頁岩，或綠泥石質鐵矿及赤鐵矿菱鐵矿团块。

3. 含矿系的上部常为黑色炭質頁岩或含煤系煤綫乃或劣煤层。

鋁、鐵、煤三者彼此在空間成上下关系，在時間上成先后关系，此应視作正常現象，因为隨同鋁物质一起从地表酸性溶液带来的还有鐵質，它們一旦进入海盆地，鐵質便很快与碳酸盐发生作用而沉淀下来，由于这时溶液带有硷性反应，因此其中一定溶有 SiO_2 ，当 Al(OH)_3 刚被帶入海盆时，溶液中矽多于鋁，因之首先发生沉淀的一定是含 SiO_2 高的高嶺石粘土、鋁土頁岩或含鐵的矽酸盐等，而只有当后期 SiO_2 消耗一定数量后，溶液中鋁才多于矽，于是逐渐形成鋁矽比值較高嶺石粘土为大的鋁土矿，并形成主要鋁土矿层，即位于含矿系的中或中上部的矿层。

当鋁、鐵的氢氧化物由地表酸性介质帶入海盆时，由于海水的 pH 值改变而发生中和而沉淀。鋁鐵的轉移值虽然是相同的，然而它們沉积的氢离子浓度值仍有差別， Fe(OH)_3 为 5.5， Al(OH)_3 为 4.1，因此鐵矿就比鋁矿先行沉积，若根据化学沉积观点，即关于溶解度小的先沉积，易溶物质后沉积的观点也可得到同样的証明，由于鐵較鋁难溶，因此在受同一介质搬运时，鐵就要比鋁先沉积，这也就証实了我們所总结的含矿系下部常是鐵矿或含鐵較多的岩类，而上部是鋁矿的原因，它們二者在沉积关系上无论纵橫都是非常亲近的。

至于鋁土矿經常和煤层或煤系有联系，这是与它們成矿的气候因素有关。成煤所需要的气候条件是温暖潮湿，而这恰好亦是鋁土成矿所要求的。因为在这种气候条件下，是以化学风化作用为主，同时地下水是呈酸性的（因为这时植物生长茂盛，分解大量的腐植酸而使介质呈酸性）。而鋁矽酸盐的分解必須依賴化学风化，而且只有在酸性介质作用下，鋁才会成胶体随水迁移至海盆边缘沉积下来，所以二者在空間上的关系也是相当密切的。

但是在含煤层或煤系出現的地方常常并沒有好的鋁土矿，而是高嶺石粘土或鋁土頁岩。这是因为鋁土矿在其沉积时所需的介质条件和成煤的介质条件不同。鋁土矿必須在酸性溶液受中和的情况下，或者有大量

的电解质作用下才使其溶液中所带的胶体鋁发生沉积。成煤条件之一是必須有大量植物，而植物所形成的腐植酸对于鋁土矿的沉淀是不利的，因此即使这时溶液中有鋁的胶体，也不会沉淀。所以我們在鋁矿层上面虽往往見有煤层，但皆为很薄的、煤質很差的煤层，或为炭質頁岩。相反的通常有煤层出現的地方，也就不会有鋁土矿出現，即使有也是鋁質頁岩等一类的东西。这一点湖南鋁矿队在怀化一带的找矿經驗已予以証实，即当溪霞底部煤系出露狭窄或煤質不好时，鋁土矿层质量就較好，反之則质量較差。

綜上所述可以得以下的結論，鋁土矿經常与煤系地层有联系，在煤系质量差的地方，在古陆或长期侵蝕区的边缘盆地的浅海中，在沉积間断的侵蝕面上和其侵蝕基底为碳酸盐类岩石的地方都是鋁土矿生成与分布的良好地質条件，这也就是我們今后應該注意的找矿方向。

参考文献

- [1] 周祖勛, 1956: 对“我国华北 G 层鋁土矿及其时代問題”的一文意見。地質知識, 1958年第6期。
- [2] 真元庆, 1956: G 层鋁土矿地質时代問題討論。同上。
- [3] 赵一阳, 1958: 对华北山西式鐵矿与 G 层鋁土矿成因及其时代的意見。地質論評, 18 卷 4 期。
- [4] 甘德清, 1958: 关于我国北方 G 层鋁土矿的地質时代問題的看法。地質論評, 18 卷 2 期。
- [5] 张文波, 1959: 对沉积矿产在沉积岩系中分布規律的看法。地質論評, 19 卷 4 期。
- [6] 柏兴基, 1959: 对“山西式”鐵矿的几点新認識。地質論評, 19 卷 5 期。
- [7] 矿物原料研究所地質室有色組和非金属組, 1958: 我国鋁土矿。地質月刊, 1958 年第 6 期。
- [8] 潘毅昌, 1958: 平穩的凹地型鋁土矿的勘探方法。同上。
- [9] 呂枚, 1959: 湖南省鋁土矿床特征及其找矿勘探工作。地質与勘探, 1959 年 11 期。
- [10] 104 勘探队, 1959: 本溪田师傅鋁土矿勘探工作的体会。同上。
- [11] П. М. 塔塔林諾夫: 矿床成因論。地質出版社 1957 年版。
- [12] В. А. 別列捷里也夫: 矿床学原理(上下册)。长春地质勘探学院 1957 年版。
- [13] И. К. 戈列茨基等著: 矿产普查勘探丛书——鋁土矿。地质出版社 1956 年版。