

岩溶型铝土矿

(碳酸盐岩石上的铝土矿矿床)

[匈] G. 巴多西 著

项仁杰 吴振寰 史业新 译



冶金工业出版社

岩溶型铝土矿

(碳酸盐岩石上的铝土矿矿床)

[匈] G. 巴多西 著

项仁杰 吴振寰 史业新 译

冶金工业出版社

内 容 简 介

本书根据1982年荷兰的埃尔塞维尔科学出版公司和匈牙利科学出版公司1982年联合出版的《Karst Bauxites》一书译出。

本书广泛汇集了世界各个铝土矿区资料,系统地介绍了岩溶型铝土矿床的主要特征、分类及其成因、时空分布及其控制因素、矿产勘查及矿石加工处理等有关内容。对大量的地质资料进行数学统计处理,作出定量的评价,为本书一大特点。

本书适用于有色金属系统和地质系统铝土矿地质人员、矿山地质、地质勘探和地质科研技术人员,也可供高等院校有关专业的师生参考。

岩 溶 型 铝 土 矿 (碳酸盐岩石上的铝土矿矿床)

[匈] G. 巴多西 著

项仁杰 吴振寰 史业新 译

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 $23\frac{3}{4}$ 插页2 字数 566 千字

1990年8月第一版 1990年8月第一次印刷

印数00,001~50,000册

ISBN 7-5024-0369-8

TD·63 定价15.80元

译者的话

近十多年来，岩溶在矿床形成中的作用已受到美国、苏联、法国、南斯拉夫、意大利等许多国家的注意。岩溶成因的观点，在矿床成因研究中占有越来越重要的地位。以本书作者巴多西为代表的一些专家认为，岩溶在铝土矿、铁矿、硅酸镍矿、铅锌矿，以及金矿、锑矿、汞矿，甚至萤石矿等矿床的形成过程中起了决定性的作用。其中，尤以铝土矿最为突出，岩溶成因已为许多无可辩驳的事实所确证。巴多西在广泛收集世界各个铝土矿区资料的基础上，通过本书全面地介绍了岩溶型铝土矿的各种证据及典型特征，系统地论述了岩溶型铝土矿的形成条件，以及地理和地层位置上分布的各种控制因素。本书最突出的特点是，作者对所收集的大量资料进行了数学统计处理，从而能够作出定量评价。作者丰富的实践经验和详尽的室内研究使本书成为一本内容充实、观点明确、极有说服力的岩溶型铝土矿专著。值得指出的是，作者除了从科研角度进行论述外，还特别注意收集对铝土矿勘查和加工处理有实际意义的材料，从而对指导铝土矿的普查勘探和开发利用具有很大的价值。

铝是工业现代化必不可少的原材料，优先发展铝是我国有色金属工业的一条重要发展方针。目前，铝土矿是我国发展铝工业唯一的矿物原料，尽管我国拥有丰富的铝土矿资源，已查明的250多个铝土矿产地遍布全国19个省（区），但是，建设条件好、可供规划利用的铝土矿产地还是不很多。为了加快铝土矿的地质找矿工作，在成矿有利地区寻找铝硅比高、具露采条件的矿床，我们需要采用一些新的成矿理论来指导铝土矿的勘查，这就是我们翻译本书的基本目的。

由于我们水平有限，翻译中必然会有不少错误，敬请读者批评指正。

译者

一九八七年十月

引 言

要论述世界所有的岩溶型铝土矿区将需要一部多卷本的专著，然而专著的庞杂却会影响其最精彩的部分。为此，著者力求依靠数学统计方法首先尽可能在定量的基础上比较各个铝土矿区。所得资料的这种定量处理和评价是本书最突出的一个特点。

本书第一部分介绍的是有关岩溶型铝土矿的观测和分析的证据。从各个方面分析了铝土矿的典型特征，并对不同铝土矿区的分析结果作了对比。注意力主要放在匈牙利的铝土矿矿床上，在进行比较评价时这些矿床的资料最为详细。这里对略有变质的岩溶型铝土矿也作了考虑，因为在变质和未变质的铝土矿之间并没有截然的界限，过渡是逐渐的，任何界限都是人为主观划定的。

第二部分描述的是有关岩溶型铝土矿的形成条件及其地理和地层分布的控制因素。这种论述是综合性的，为的是说明所有已知因素之间在时间和空间上的相互关系。

近年来，著者有机会参观了奥地利、保加利亚、法国、希腊、伊朗、意大利、牙买加、罗马尼亚、西班牙、美国、苏联、越南、南斯拉夫等国主要的岩溶型铝土矿区，这就大大地加快了本书的写作。承蒙国内和国外的许多铝土矿专家为著者提供了全世界所有其他岩溶型铝土矿区的铝土矿标本。由于参观了巴西、几内亚及印度的主要铝土矿带，从而能够将岩溶型铝土矿与红土型铝土矿进行对比。

除了着重从科研角度论述之外，著者还特别注意对铝土矿勘查和加工等有用的一些内容。

著者衷心感谢埃利默·扎德茨基·卡多斯院士，他审阅了这项研究成果，并提出了许多宝贵的意见。在分析工作、数据处理及统计计算过程中，著者得到了玛丽亚·托思、伊洛娜·布迪及奥尔加·科莫罗朱等小姐的帮助。薄片是由拉乔斯·克林达先生制备的。感谢阿妮科·托思小姐绘制了有关图件。

卡尔曼·巴劳夫和维尔马·蔡科-福克斯博士仔细的阅读了全书，著者借此机会向他们表示感谢。

巴林特·巴尔凯、乔治·科姆罗西、彼得·奥特利克及费伦斯·泽科维克斯等人阅读了本书有关章节，并提出了宝贵的意见，作出了评论，著者对此表示感谢。最后，著者还要最衷心地感谢所有为本书编写而贡献智慧、友好相助的各位地质学家、矿物学家和工艺学家。

有关铝土矿地质学的名词术语至今在国际上还没有统一的认识。因此，著者认为有必要对本书所使用的主要名词术语的含义作些详细说明。

铝土矿：是指铝、铁、钛的氧化物和（或）氢氧化物的矿物总量超过50%，并且铝矿物比铁、钛矿物总量要丰富得多的残积或沉积而成的矿层。因此，关于什么是铝土矿的问题必须在矿物组成定量测定的基础上才能解决。作为铝矿石的铝土矿其定义并不确切，因为，矿石品级和次矿石品级的铝土矿之间界限是不断变化的，这主要取决于冶炼技术的发展和需求。广义的铝土矿类型将在§4.1节中讨论。

铝土矿矿体：它是铝土矿杂岩（见下述）的一部分，主要由具有矿石品级及潜在矿石

品级的铝土矿、粘土质铝土矿和含铝土矿粘土组成。

铝土矿成因：富铝岩层和岩石的形成是蚀变作用及沉积作用（包括风化作用、搬运作用及沉积作用）综合影响的结果。

铝土化作用：是指某些岩石在铝土矿形成期间转变成铝土矿的作用，或者是已经部分变成铝土矿的岩石在铝土矿形成期间继续变成铝土矿的作用。

红土化作用：这是一种表生风化作用，其结果使得铝、钛含量增加；还常常有铁出现，但其含量变化不定；碱和碱土以及氧化硅的含量减少。铝土化作用是红土化作用的一种特殊情况，其以铝普遍富集为特征。红土是岩石红土化产物的总称。

按照规模由小到大的顺序，可将铝土矿的地质或沉积单元划分为四级：

（1）铝土矿矿床：为同一成因并在空间上连续沉积的单元，由铝土矿和铝土质岩石组成。在一个铝土矿矿床中可以按照某些沉积类型划分出若干铝土矿矿体，这些矿体有可能被铝土质岩石，也可为粘土、砂或褐煤所分隔开，但从成因上看铝土矿的沉积一定是连续的。

（2）铝土矿矿床组：几个铝土矿矿床紧密地产在一个层位上，它们可被相对宽阔的非铝土矿矿带与不属于本矿床组的铝土矿矿床分隔开（如尼拉德铝土矿矿床组）。典型的铝土矿矿床其面积可达10~100平方公里。在以含许多矿床为特征的铝土矿矿床组中，为了更好地研究可进一步划分亚组。在个别情况下，如果在地质上是与其他矿床组分开的、在地理上与其他矿床组离得又比较远，这样即使只有一个矿床也可划作一个组。在有些地区，铝土矿的形成反复发生在不同的地质时期。据作者的经验，这些地质时期中每个时期所形成的矿床的特点及成因彼此很不相同；据此，每个时期形成的铝土矿矿床都可划分为不同的矿床组（如南斯拉夫的奥布罗瓦茨、诺维格勒、德尔尼什地区就可划分成古新世和中始新世两个不同的矿床组）。

（3）铝土矿矿区：是指与附近的铝土矿矿区分开、但在地质上彼此有关的一组铝土矿矿床组，或者是可被非铝土矿矿带或地质上的变化所分隔开的一组铝土矿矿床组（如匈牙利的外多瑙山铝土矿矿区）。铝土矿矿区的面积为几百到几千平方公里。柯帕尔（1977）在铝土矿矿区中划分出的铝土矿带是由若干铝土矿矿床组组成，它们构成一个长条形的条带。依作者看来，除非是一些特别大的铝土矿矿区，划分这种次级单元是不必要的。一个铝土矿矿区，在空间和时间上作为一个比较高层次的单元，可以包含几个不同时代的铝土矿矿床组。

（4）铝土矿矿带：在二级或三级大地构造单元中一组连续的铝土矿矿区（如地中海铝土矿矿带），它们具有相同的地质构造历史。铝土矿矿带的面积从几十万到几百万平方公里，长、宽都可达几千公里。有些铝土矿矿带只有单一时期的铝土矿，而在另一些铝土矿矿带中则可能有两个或两个以上时期的铝土矿。

铝土矿杂岩：这个术语是瓦达兹（1951）提出的，指组成铝土矿矿床的岩石，除了铝土矿以外还包括在成因上与其有关的其他岩石。

铝土矿建造：它是一种地层层序，可有一层或数层，包括有一个或多个铝土矿矿床。铝土矿建造的岩相在成因上与铝土矿沉积有关，事实上，岩相控制了铝土矿的沉积特征。

目 录

引言

1. 铝土矿矿床的分类	1
2. 地理和地层上的分布	7
2.1 地理分布	7
2.2 地层上的分布	10
3. 沉积学	16
3.1 岩溶型铝土矿矿床的分类	16
3.2 地中海型矿床	17
3.2.1 几何形状	18
3.2.2 矿床的展布	29
3.2.3 铝土矿与其基岩之间的关系	33
3.2.4 铝土矿与其盖层的关系	42
3.3 提曼型矿床	45
3.3.1 矿床的形态	46
3.3.2 铝土矿与其基岩的关系	47
3.3.3 铝土矿与其盖层的关系	48
3.4 哈萨克斯坦型矿床	50
3.4.1 矿床的形态	50
3.4.2 矿床的型式	55
3.4.3 铝土矿杂岩与其基岩的关系	58
3.4.4 铝土矿杂岩与其盖层的关系	60
3.5 阿列日型矿床	61
3.5.1 矿床的形态	62
3.5.2 铝土矿与其基岩的关系	63
3.5.3 铝土矿与其盖层的关系	63
3.6 萨伦托型矿床	64
3.7 塔尔斯克型矿床	67
3.8 矿床类型的地质历史分布	68
3.9 铝土矿建造	69
3.9.1 碳酸盐型铝土矿建造	69
3.9.2 含有煤层、粘土及碳酸盐的铝土矿建造（煤-粘土-碳酸盐建造）	76
3.9.3 粘土质-砂质铝土矿建造	78
3.9.4 小结	81
4. 岩石学	83
4.1 铝土矿的分类及常见的类型	83

4.1.1 前人的分类	83
4.1.2 一种新的分类方案	84
4.1.3 各类铝土矿的丰度	89
4.2 铝土矿颗粒的粒度	93
4.3 铝土矿的结构	97
4.3.1 铝土矿的结构元素	97
4.3.2 结构类型	113
4.3.3 结构类型的时间和空间丰度	118
4.4 铝土矿的岩石构造	122
4.4.1 层理和叶理	122
4.4.2 铝土矿中的碳酸盐卵石和砾石	127
4.4.3 其他异地岩石的夹层和岩块	131
4.4.4 节理、裂隙和擦痕面	132
4.4.5 基岩表面上的结壳和分离体	132
4.5 铝土矿的物理特性	133
4.5.1 铝土矿的断口	133
4.5.2 铝土矿的手感特征	134
4.5.3 铝土矿的硬度	135
4.5.4 铝土矿的致密度	137
4.5.5 铝土矿的颜色	145
4.6 铝土矿矿床岩石特征的排列	150
5. 矿物成分	154
5.1 原始资料	154
5.2 造岩矿物的分布和组合	154
5.2.1 造岩矿物的分布和平均丰度	154
5.2.2 主要矿物群内矿物的相对丰度	156
5.2.3 铝土矿区或矿床组中矿物组分的变化	166
5.2.4 矿床中矿物成分的变化	170
5.2.5 矿物成分与结构的关系	180
5.2.6 矿物特征的变化与颜色的关系	188
5.3 岩溶型铝土矿的矿物	192
5.3.1 氧化物和氢氧化物	192
5.3.2 硅酸盐	207
5.3.3 碳酸盐	223
5.3.4 硫化物和砷化物	229
5.3.5 硫酸盐	234
5.3.6 磷酸盐、钒酸盐和砷酸盐	240
5.3.7 自然元素矿物	244
5.3.8 有机矿物	245

5.4 铝土矿矿物的特性和不均匀性	245
5.5 矿物成因问题	247
5.5.1 造岩铝土矿矿物的实验室合成条件	247
5.5.2 关于造岩铝土矿矿物成因的早期假说	252
5.5.3 造岩铝土矿矿物的成因系统	259
6. 岩溶型铝土矿与钙红土	268
6.1 钙红土的成分	268
6.2 钙红土的成因	274
7. 构造位置	276
7.1 铝土矿区的大地构造位置	276
7.1.1 空间位置	276
7.1.2 时间位置	279
7.1.3 岩溶型铝土矿矿床类型与大地构造位置的关系	280
7.2 铝土矿矿床与局部构造的关系	281
8. 成因研究	284
8.1 铝土矿成因理论评价	284
8.1.1 红土成因论	284
8.1.2 钙红土论	284
8.1.3 化学成因论	285
8.1.4 热液论	286
8.1.5 火山成因论	286
8.1.6 植物成因论	286
8.1.7 铝土矿各种成因论的评价	287
8.2 母岩问题	287
8.2.1 红土型母岩	287
8.2.2 粘土质、泥灰质母岩	289
8.2.3 碳酸盐母岩	289
8.2.4 碳酸盐岩层中的粘土岩、泥灰岩或凝灰岩的夹层	291
8.2.5 A.D. 阿尔汉格尔斯基化学成因论	292
8.2.6 硫酸成因论	292
8.2.7 热液成因说	292
8.2.8 火山灰作为母岩物质	293
8.2.9 浮岩作为母岩物质	294
8.2.10 几种母岩物质的结合	294
8.3 搬运问题	295
8.3.1 原地形成论	295
8.3.2 准原地形成论	295
8.3.3 异地形成论	296
8.3.4 搬运方式	296

8.4 沉积场所和沉积相	298
8.5 铝土化问题	301
8.5.1 空间条件	301
8.5.2 气候条件	301
8.5.3 植被的作用	302
8.5.4 地貌因素	303
8.5.5 水文地质因素	303
8.5.6 地球化学和物理-化学因素	304
8.5.7 胶体化学因素	305
8.5.8 遭受铝土化岩石的成分	305
8.5.9 时间因素	306
8.5.10 铝土化的演化模式	306
8.5.11 不同类型矿床之间铝土化的差别	307
8.5.12 岩溶在铝土矿形成中的作用	308
8.5.13 铝土矿生成与成壤作用的关系	308
8.6 铝土矿的演化与地史	309
8.6.1 铝土矿分布的板块构造解释	309
8.6.2 造山带中铝土矿形成的解释	320
8.6.3 铝土矿形成的地史规律问题	325
附表 1 世界岩溶型铝土矿矿床组的主要地质特征和沉积特征	328
附表 2 世界岩溶型铝土矿矿床组的矿物学资料	346
附表 3 岩溶型铝土矿中铝矿物的丰度百分比 (按矿床组)	364

1. 铝土矿矿床的分类

关于铝土矿矿床的分类，争论很大，至今仍无统一的意见。这是由于铝土矿矿床有多种多样的特征，因而可以从不同的角度对其进行分类。当前专家们对铝土矿矿床特征的相对重要性没有取得一致意见。

本世纪初，人们所认识到的铝土矿矿床之间最显著的差别是，有的矿床产出在硅酸盐岩层之上，而另一些矿床则产在碳酸盐岩层之上。哈拉索威茨（1926）以此为基础把铝土矿矿床划分为硅酸盐铝土矿和钙质铝土矿。此后，这种分类得到相当广泛地承认，在用德文写的有关著作中特别流行（Petrascheck and Petrascheck 1950, Schneiderhöhn 1962, Cisar 1965）。

福克斯（1932）以成因为基础进一步划分铝土矿矿床。按他的意见，红土型铝土矿（“铝质红土”）是硅酸盐岩石红土风化的产物，而钙红土铝土矿则由钙红土派生而来，它是石灰岩和白云岩风化的残余物。他的分类在戴维斯1948年的专著中受到采纳。

瓦达兹（1951）否定了“硅酸盐”和“钙质”铝土矿的术语，他认为这样的术语会带来误解，从而提出了替代术语：“红土型铝土矿”和“岩溶型铝土矿”。后来他认识到有些矿床在演化过程中，碳酸盐基岩的岩溶化也起了一定作用。这种简洁而适用的分类在有关文献中得到广泛的承认（如Zans 1959, De Weisse 1964）。

大致在同一时期，还提出了一些其他的分类，但没有得到更多的响应。例如，哈德（1952）以母岩成分为基础提出如下分类：

- （1）由碱性和富铝硅酸盐岩石而来的矿床。
- （2）与石灰岩有关的矿床。
- （3）与沉积粘土有关的矿床。
- （4）与中性和基性喷发岩有关的矿床。
- （5）由中等铝含量岩石强烈风化而成的矿床。

由于所定义各组铝土矿不能明显区分开，某个矿床究竟是放入这一组还是放入那一组常有争议。

霍斯（1960）以地貌特征为基础作出了如下分类：

- （1）发育在准平原上的矿床。
- （2）在火山穹窿和高原上形成的矿床。
- （3）岩溶化石灰岩高原上的矿床。
- （4）沉积再造的矿床。

由于上述分类中第一、二组之间的划分不明确，因而这个分类没有得到广泛地承认。

维莱顿（1972）指出，有些铝土矿矿床既不属于红土型铝土矿组，也不属于岩溶型铝土矿组。根据这一事实，她以基岩岩性为基础提出如下分类：

- （1）上覆在火成岩和变质岩之上的铝土矿矿床。
 - （A）斜坡型。
 - （B）基岩火成岩之上的高原型。

(C) 各种不同岩石类型之上的高原型。

(2) 上覆在沉积岩之上的铝土矿矿床。

(A) 碎屑沉积岩之上的铝土矿。

(B) 碳酸盐岩石之上的铝土矿。

(C) 磷酸盐岩石之上的铝土矿。

维莱顿的这种分类虽然和协一致，但是是片面的。她既没有考虑铝土矿矿床的丰度，也没有考虑铝土矿矿床的沉积特征。

帕特森 (1967) 根据沉积特征在他的论文中提出如下分类：

(1) 平伏矿床：不同厚度的平伏矿层。

(2) 层间矿床：断续的铝土矿层和透镜体，夹在沉积岩层和（或）火山岩层之间。有些是残积的，有些是再沉积的。

(3) 囊状矿床：矿床充填在凹陷之中，通常大都是产在白云岩和石灰岩中，但是有些也产出在其他岩石中。这组矿床包括层内的囊状矿床（夹在沉积层中的囊状矿床）。

帕特森的各个组无论是在沉积学上还是在成因上都没有明显的差别。因而，使用他的分类将导致多种解释。

格拉布 (1973) 根据铝土化发生的海拔高度提出如下分类：

(1) 高海拔或山地型矿床。

(2) 低海拔或准平原型矿床。

格拉布所划分出的第一组是在地下水面之上、排水条件比较好的环境中形成的残积型矿床，圭亚那、加纳、印度及夏威夷等地区的红土型铝土矿就属于这类矿床。

他所划分出的第二组铝土矿矿床是残积的、重新沉积的及异地沉积的矿床，按照格拉布的意见，它们以地下水面反复波动为特征，最典型的实例是澳大利亚的戈维和韦帕矿床以及圭亚那和苏里南的矿床。他反对把岩溶型铝土矿作为另外一组单独划分出来。他把牙买加和伊斯帕尼奥拉的铝土矿矿床划入高海拔矿床组，而把所有其他的岩溶型铝土矿划入低海拔矿床组。

在红土型铝土矿中高海拔和低海拔矿床之间的区别是明确无疑的，并且都不是新的概念。显然，立即废弃岩溶型矿床组是不合理的，牙买加的铝土矿与欧洲岩溶型铝土矿之间差异比它与高海拔红土型矿床之间差异要大得多。如果是隐伏铝土矿的话，要确定它是在地势比较高的部位发生铝土化还是在地势比较低的部位发生铝土化是相当困难的。最后也很重要的一点是，有些铝土矿矿床在其长期演化过程中，由于所在地区垂直运动的结果，矿床所处的高、低位置是交替变化的。格拉布自己列举了一些这种矿床，其中包括马来西亚的和澳大利亚达令山区的这类矿床。总的说来，这种分类不可能很明确。本书著者就没有见到有人采用过，特别是用于岩溶型铝土矿。

在苏联，所采用的铝土矿矿床的分类与上述各种分类在很多方面是有所不同的。早期，有纯粹以成因为基础的分类。例如，马利亚夫金 (1937) 就曾划分出红土型、交代型、有机成因型和变质型铝土矿。同样，A.Д. 阿尔汉格尔斯基 (1937) 的分类也是以成因为基础的。他否认存在有红土化和红土型铝土矿矿床，而将铝土矿矿床分为：(1) 海成的；(2) 湖成和（或）沼泽成的。他推测地中海地区所有的铝土矿矿床均是海成的。

维科洛娃 (1946) 按照铝土矿矿床堆积的环境划分出五种类型：(1) 高原分水岭上

的矿床；（2）谷底的矿床；（3）充填在岩溶凹陷中的矿床；（4）湖成矿床；（5）泻湖和滨海型矿床。

裴伟（1947）首先确认大地构造位置在铝土矿分类中的意义，并以此为基础划分出两类铝土矿矿床：（1）地槽带的矿床；（2）地台区的矿床。按照他的观点，前者都是海成的，并都产在碳酸盐岩石之上；后者则都是残积的，或是湖成和沼泽沉积的。他把乌拉尔和地中海地区的所有矿床都划为第一组。裴伟的分类被戈列茨基等人（1949）、鲁欣（1958）以及其他许多作者所采纳。萨波兹尼科夫（1970、1971）把岩溶型铝土矿视为地槽带的矿床。

铝土矿的大地构造分类事实上是以认识客观存在的重要关系为基础的。但是，所列的这种分类形式有些过于简单化，除了地槽带和地台以外，还有其他类型的大地构造单元，这些大地构造单元也分布有铝土矿矿床。而且裴伟所提出的那种关系也并不总是正确的，产出在碳酸盐岩石之上的铝土矿也可以分布在地台上，地槽带中也有红土型铝土矿（例如，在美国俄勒冈州）。

为了消除这些矛盾，戈列茨基（1960）为铝土矿矿床提出了如下的大地构造分类，这个分类比上面所列的分类详细：

- （1）地台稳定带的矿床。
 - （A）台背斜上的矿床。
 - （B）台向斜上的矿床。
- （2）地台活动区的矿床。
 - （A）向斜边界上的矿床。
 - （B）山间和陆前凹陷的矿床。
- （3）地槽带的矿床。
 - （A）地台和地槽过渡带的矿床。
 - （B）地槽带外缘的矿床。
 - （C）中间地块的矿床。

戈列茨基以基岩地貌特征为基础将每一组又进一步细分为二或三个亚组，由此总共有16个亚组。戈列茨基的分类几乎考虑了每一种地质构造类型，分类本身是和协一致没有矛盾的，但是在实际应用中却有许多不定因素。不同的作者对这个地区或那个地区的构造位置持有不同的观点，特别是象地台的有些部分究竟是稳定还是活动的问题，不同作者的观点更不一致。例如，戈列茨基把南费尔干纳铝土矿区看作是地槽带，然而在1962年发表的大地构造图上则显示那里为和缓的褶皱地台。继A.Д.阿尔汉格爾斯基之后，戈列茨基分类的另一个缺点是，对红土型铝土矿几乎没给予任何注意。他把红土型铝土矿划入异地湖成和沼泽成铝土矿矿床组，并将其限定在稳定的地台区。

柯帕尔（1972a）划分出残积铝土矿和沉积铝土矿。他以大地构造位置为基础将其所划分出的两个组分别按地槽带和地台进行详细划分，在这些组内他以矿床和基岩的地貌为基础一共划分了14个亚组。但是，他的主要分类标准模糊不清，因为除纯异地和纯原地铝土矿之外还存在着混合型（异地-原地的）矿床，有关这些矿床在他的分类系统中的位置不能明确地划定。而在其以大地构造为基础而划分的亚组中，所有在裴伟分类中所存在的矛盾现象又重新出现了。

为了摆脱这些困难,柯帕尔(1977)把有关大地构造位置问题放在一边而提出了一个新的分类,共4个组和16个亚组。

- (1) 红土型(残积型)铝土矿矿床。
 - (A) 线状矿床。
 - (B) 透镜状矿床。
 - (C) 弧形矿床。
- (2) 多成因的铝土矿矿床(局部重新改造)。
 - (A) 透镜状岩溶型矿床。
 - (B) 透镜状矿床。
 - (C) 层状矿床。
- (3) 在陆源地层中的沉积铝土矿矿床。
 - (A) 谷底矿床。
 - (B) 层状矿床。
 - (C) 岩溶型矿床。
 - (D) 岩溶接触带矿床。
 - (E) 锅穴状岩溶型矿床。
 - (F) 岩溶接触带锅穴状矿床(追随接触带)。
- (4) 碳酸盐岩层中的沉积铝土矿矿床。
 - (A) 层状岩溶型矿床。
 - (B) 锅穴状岩溶型矿床。
 - (C) 透镜状岩溶型矿床。
 - (D) 漏斗状岩溶型矿床。

这个分类比前述分类更加明确,但是亚组,特别是第3组内各亚组之间的划分仍很模糊。

布欣斯基(1971)不考虑大地构造位置而以成因和沉积要素为基础提出如下分类:

- (1) 红土型铝土矿矿床(残积在硅铝酸盐岩石之上)。
 - (A) 外侧铝土矿矿床(上覆在未风化岩石之上)。
 - (B) 内侧矿床(在铝土矿和基岩之间有一层粘土质的“密高岭土”)。
- (2) 复杂矿床(红土型和沉积型铝土矿在同一矿床或同一矿床组内)。
- (3) 沉积型(碎屑成因的)铝土矿矿床。
 - (A) 上覆于硅酸盐岩石之上的矿床。
 - (B) 上覆于碳酸盐岩石之上(岩溶型)的矿床。
- (4) 沉积-化学成因的铝土矿矿床。
 - (A) 火山-沉积的铝土矿矿床。
 - (B) 含硫化物岩石风化而成的铝土矿矿床。
- (5) 变质矿床。

火山-沉积矿床的存在是理论上推断出来的,至今没有发现这样的矿床。但是,布欣斯基认为这种矿床有可能在什么地方存在着。

本书著者认为布欣斯基的分类比前述的分类要好,在他的分类中实际上包括了已存在

的所有类型的铝土矿矿床。然而选择以成因为主要分类标准有一定程度的不确定性。并且，评定成因时专家们的意见一定分歧很大。

在苏联铝土矿地质图（1973）的说明书中，16位作者一起把铝土矿矿床进一步划分为与三种铝土矿建造相对应的三种基本类型，在每一种类型中又根据地貌成因进一步划分为组：

- （1）红土型建造的铝土矿矿床。
 - （A）“弧型”，具有残积铝土矿。
 - （B）“斜坡型”，具有再造的碎屑铝土矿。
- （2）碳酸盐建造中的铝土矿矿床。
 - （A）岩溶型。
 - （B）渗滤岩溶型。
- （3）在陆源建造中的铝土矿矿床。
 - （A）岩溶型。
 - （B）层型。

铝土矿矿床分类的这种三分法的优点是考虑了整个地区的地质演化情况。在纯碳酸盐建造和纯陆源建造之间实际上是逐渐过渡的。但是，有几个矿床的位置还遗留着问题。从铝土矿地质观点看，在碳酸盐建造和陆源建造亚组之间划分出岩溶型铝土矿并不是很理想的，因为所有的岩溶型铝土矿最好位于同一大类下。岩溶型、渗滤岩溶型和层状铝土矿矿床彼此之间的差别也并不是很明显的。

萨波兹尼科夫（1975）在一个强调成因的分类中划分出残积（红土型）的、沉积的、多成因的、渗滤的和变质的铝土矿，并进一步将这些类型划为15个亚组。岩溶型铝土矿在沉积组中单独构成一类，但是有些渗滤型和变质型铝土矿矿床事实上是岩溶型铝土矿矿床。

在本书所采用的分类中，著者力图消除上述分类中的不确定性。因此，重点在于认识矿床中明确而能直接观测到的分类标志。当然，本著者认为基岩的岩性是最重要的。但与维莱顿不同的是著者并没有搞成一个单一的岩石学的分类，而只是把矿床下伏的岩石作为分类的基础。相反，根据自己积累的沉积学方面的经验，特别强调了碳酸盐岩石的重要性。

- （1）上覆在铝硅酸盐岩石之上的铝土矿矿床。
- （2）上覆在碳酸盐岩石之上的铝土矿矿床。

为保持通常的习惯，把第二组铝土矿矿床称为“岩溶型铝土矿矿床”，而不考虑基岩表面岩溶化强烈与否。本书有关岩溶型铝土矿的更详细的分类见本书的3.1节。

上覆在铝硅酸盐岩石之上的矿床根据残积、再沉积和搬运等不同作用还可进一步细分：

（A）红土型铝土矿矿床。这种铝土矿矿床上覆在铝硅酸盐岩石之上，通过就地的红土化作用而形成。它还包括了再沉积作用并没有使其超出铝土矿矿床组之外的那些矿床（这种矿床在苏联1973年的分类中列为“斜坡型”，而在萨波兹尼科夫（1975）和柯帕尔（1977）的分类中则列为“多成因型”）。

- （a）残积矿床。
- （b）小范围（局部）再沉积矿床。

(B) 季赫温型矿床。从残积的红土型剖面中经过搬运(异地)分离出来而上覆在铝硅酸盐岩石之上的矿床。

(a) 层状矿床。

(b) 谷底型矿床。

虽然本书著者认为大地构造位置很重要,但他并没有把它作为分类的标准。今天,构造地质学家倾向于把一个地区划分开,分别进行大地构造评价,在过去的十年中,板块构造理论的追随者使大地构造真正发生革命,并提出了一个全新的构造分类之后情况更是如此。但是,传统学派还保留着其已经建立起的分类。这种情况下,以构造为基础的铝土矿分类必然会具有很多不确定性。因此,几乎年年都要进行重新评价。本书著者感到以构造为基础的分类,在大地构造认识取得某些进展并且有关的大地构造争论取得比较一致的意见之前是不合适的。

因此,在最后分析中所采用的分类反映了瓦达兹、维莱顿、戴维斯、柯帕尔和布欣斯基等人的分类以及1973年苏联的分类的某些特点。本书著者从这每一个分类中都吸取了被认为是最现实的因素。主要的差别是把所有上覆在碳酸盐岩石上的铝土矿矿床合并成一个大组,因为依本书著者看来,碳酸盐基岩在铝土矿的形成过程中具有决定性的作用,它同时还多少影响着矿床的物质成分。但是,主要的沉积组彼此不能截然地分开。在岩溶型铝土矿和红土型铝土矿之间以及在岩溶型铝土矿和季赫温型铝土矿之间还存在着过渡型矿床。这在沉积学一章中将单独讨论。

著者的计算说明,现在地球上85%的铝土矿都是红土型的;14%是岩溶型的;1%是季赫温型的。

按照韦德帕尔(1969)的计算,以沉积岩平均厚度为1200m计,全球沉积岩总量为 $1.5 \times 10^2 \text{ t}$ ①。通过戈德施米特(1933)和罗诺夫(1967)的计算,沉积层平均厚度分别为900m和1850m。据本书著者计算,所有已知的铝土矿、粘土质铝土矿以及含铝土矿粘土的总量约为 $45 \times 10^9 \text{ t}$,如果按照韦德帕尔所计算的数字,这还不到所有沉积岩的0.001%。因此,在沉积岩层中铝土矿与沉积岩相比是很少的,它的形成和保存要求有些特定环境类型。

① 该数字有错,据后面提供的比例数字推算应为 1.5×10^{16} 。——译者注

2. 地理和地层上的分布

2.1 地理分布

根据现有资料, 本书著者划分出了88个岩溶型铝土矿区, 并对每个矿区作了地理命名和系列编号(附录1)。这些铝土矿区的地理位置见图1~4。铝土矿区中矿床组的编号从1到11, 共有191个铝土矿矿床组。

在欧洲, 所有岩溶型铝土矿区中绝大多数矿区紧靠地中海北岸, 总称为地中海铝土矿带(图1)。地中海带北界有匈牙利、奥地利、斯洛伐克、苏联的喀尔巴阡-乌克兰、罗马尼亚和克里米亚等铝土矿区。中部(希腊和南斯拉夫)出现有大量的岩溶型铝土矿矿床。另外, 在法国南部也有一些重要的铝土矿区。在地中海的南岸目前还没有发现铝土矿, 以色列南部的马克泰施·拉蒙的矿点不能看作为铝土矿。

地中海带在土耳其东部结束。再向东, 现有资料表明, 大约700 km长的地带不含铝土矿。在伊朗西北部, 铝土矿又重新出现, 从这里开始, 穿过阿富汗和巴基斯坦到克什米尔, 构成伊朗-喜马拉雅铝土矿带, 从地质上看, 可以认为这个带是地中海带的东延部分(图1)。

在西太平洋岛屿上的岩溶型铝土矿都属于太平洋铝土矿带(图2)。从柬埔寨、越南到中国东北部的一些铝土矿区构成东亚铝土矿带。乌拉尔-西伯利亚-中亚铝土矿带包括亚洲和苏联东欧部分一些重要的铝土矿区(图3)。所有岩溶型的铝土矿带中, 这是最北面的一个, 它已超出了北纬76°线。本书著者将加勒比岛、牙买加、古巴和伊斯帕尼奥拉等岩溶型铝土矿区统称之为加勒比铝土矿带。最后, 在美国东南部还有些次要的岩溶型铝土矿矿床, 构成北美铝土矿带(图4)。

从上述铝土矿带中单分出来的一组铝土矿矿床是莫斯科南面的塔尔斯克-梁赞斯克矿床组。因为这组铝土矿矿床成因上与其他岩溶型铝土矿矿床不同, 本著者认为在地理上还是将其单分出来为好。

岩溶型铝土矿带产出在全球相当有限的部分(图5)。绝大多数位于在北纬10°到70°之间。在南半球(南纬10°~25°之间)仅有一个带, 即太平洋铝土矿带。图5还展现出了季赫温型和红土型铝土矿的产出情况。最大的红土型铝土矿区(圭亚那地盾、巴西东南部、西非、印度和澳大利亚)位于岩溶型铝土矿带南侧赤道两边。

在岩溶型铝土矿带中或其附近有一些不太重要的红土型铝土矿矿床。例如, 地中海铝土矿带包括希腊的洛克里斯矿床和土耳其南部的一组铝土矿矿床。该带的北面只有相当少量不太重要的红土型铝土矿矿床组, 例如, 法国的德卡斯维尔、北爱尔兰的安特里姆、苏格兰的埃尔郡、联邦德国的福格尔斯特格、捷克斯洛伐克的北摩拉维亚、波兰的诺瓦鲁达和拉比林, 以及乌克兰的几个铝土矿矿床组。在乌克兰的几个铝土矿矿床组中仅有在库尔斯克的一个(别尔戈罗德)规模稍大。

伊朗-喜马拉雅岩溶型铝土矿带中没有红土型铝土矿矿床。在太平洋带中, 斐济有红土型铝土矿矿床, 在新喀里多尼亚还有红土型镍矿石。东亚带中也没有红土型铝土矿。