

怎样找铝土矿

山西省地质局
《怎样找铝土矿》编写小组

地质出版社

怎样找铝土矿

山西省地质局

《怎样找铝土矿》编写小组

地质出版社

在伟大领袖毛主席的无产阶级革命路线的指引下，我国的地质事业取得了很大的成绩。特别是经过史无前例的无产阶级文化大革命，群众性的找矿报矿、大打矿山之仗的运动正在蓬蓬勃勃地向前发展。为了“认真总结经验”，适应综合找矿的需要，多快好省地找出更多的矿产资源，我们组织编写了一套找矿丛书，供广大从事普查找矿的地质人员和工农兵群众参考。

这套丛书包括：《怎样找铁矿》、《怎样找铜矿》、《怎样找铬铁矿》、《怎样找煤》、《怎样找地下水》、《怎样找磷矿》、《怎样找水晶》、《怎样找铝土矿》等二十余种。

由于我们的水平有限，经验不足，错误之处，在所难免。欢迎读者批评指正。

一九七四年三月

怎样找铝土矿

山西省地质局《怎样找铝土矿》编写小组

地质局书刊编辑室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1974年8月北京第一版·1974年8月第一次印刷

印数1—5,650册·定价0.15元

统一书号：15038·新67

毛主席语录

开发矿业

社会主义革命和社会主义建设，必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。

客观现实世界的变化运动永远没有完结，人们在实践中对于真理的认识也就永远没有完结。

前 言

伟大领袖毛主席教导我们说：“我们中国是世界上最大国家之一，它的领土和整个欧洲的面积差不多相等。在这个广大的领土之上，有广大的肥田沃地，给我们以衣食之源；有纵横全国的大小山脉，给我们生长了广大的森林，贮藏了丰富的矿产；有很多的江河湖泽，给我们以舟楫和灌溉之利；有很长的海岸线，给我们以交通海外各民族的方便。”丰富的矿产是社会主义工农业建设和国防建设必不可少的物质基础。

在祖国辽阔广大的土地上，蕴藏着十分丰富的铝土矿资源。从长白山下到云贵高原，从西北高原到东海之滨，几乎到处都有铝土矿的发现。但是就探明储量来看，铝土矿的分布还是很不平衡的。

为了找到更多、更好、分布更为普遍的铝矿资源，让工业建设遍地开花，飞速发展，就必须坚持群众路线，放手发动群众，大搞群众运动。发动群众找矿、报矿，“开发矿业”。

本书的目的主要是介绍怎样去寻找铝土矿，以便于一般干部和非专业地质人员综合普查找矿参考之用。同时也可作为广大工农兵群众的一般读物，用以普及地质知识，推动地质工作的发展，加速社会主义的建设。

本书由我局《怎样找铝土矿》编写小组集体编写。河南省地质局对初稿提出了很多宝贵意见，在此表示谢意。

由于我们水平有限，经验不多，缺点错误，在所难免，望读者指正。

目 录

第一章	铝土矿的工业用途和工业要求	1
一	铝土矿的工业用途.....	1
二	铝土矿的工业要求.....	3
第二章	铝土矿矿石的类型及特点	5
一	概述.....	5
二	铝土矿矿石类型.....	5
第三章	铝土矿矿床成因及工业类型	9
一	铝土矿是怎样生成的.....	9
二	铝土矿矿床的工业类型.....	13
第四章	怎样找铝土矿	21
一	铝土矿的找矿方向.....	21
二	铝土矿的找矿标志.....	22
三	找铝土矿的工作方法.....	25
四	介绍一点普查评价知识.....	29
第五章	综合找矿与综合评价	32
一	伴生有益矿产.....	32
二	伴生有益元素.....	34
第六章	炼铝方法简介	35
一	烧结法炼铝流程.....	35
二	拜尔法炼铝流程.....	37
三	联合法炼铝流程.....	38

第一章 铝土矿的工业用途 和工业要求

铝土矿是由几种铝的含水氧化物所组成，此外还含有不等量的杂质如二氧化硅 (SiO_2)、三氧化二铁 (Fe_2O_3)、二氧化钛 (TiO_2) 等，有时还含有镓 (Ga)、锗 (Ge)、铀 (U) 等稀有分散元素。

铝土矿中的含铝主要矿物有一水铝石 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 和三水铝矿 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)。一水铝石按结构的不同又可分为硬水铝石 (或叫一水硬铝石)、勃姆石 (或叫一水软铝石) 两种。

铝土矿的主要化学成分为三氧化二铝 (Al_2O_3)，简称铝氧，一般含量为40—80%。

铝土矿是炼铝的主要矿石。铝是一种银白色的轻金属，比重2.7，耐酸碱，不生锈。铝有良好的导电性，假定铜的导电性为100，铝则为64，而铁只有16。但铝只有铜重量的三分之一，所以按重量计算，铝的导电率实际上超过铜约一倍。铝的结构性能好，易于锻压、切割、拉丝、轧片等。铝合金强度较大，例如耐铝 (俗称钢精，近似组成为94%的铝 (Al)、4%的铜 (Cu)，其他镁 (Mg)、锰 (Mn)、铁 (Fe)、硅 (Si) 共占0.5%) 是一种最重要的铝合金，因为它的牢固性几乎和钢相似，而重量只有钢的三分之一。

一 铝土矿的工业用途

1. 炼铝 是铝土矿的主要用途。炼出来的金属铝，可

以拉丝、轧片、制棒、造管，做电缆；代替钢材建筑房屋，装配车厢和轮船；还可制作厨房用具及日常生活用品；但更重要的是利用铝和其它金属的合金，制造飞机、导弹和坦克。现代工业上以铝代铜、以铝代锡的使用范围日益扩大。二十多年来资本主义国家铝的产量成倍增长，1945年到1955年增长2.5倍，而同时期的铜只增长0.5倍，铅锌只增长0.8倍（图1）。1960年到1970年间，铝的产销量直线上升，翻了一番。

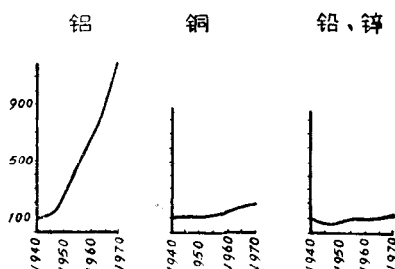


图1 资本主义世界20年来铝、铜、铅、锌增长情况

2. 高铝耐火材料 主要是用含铁较低的铝土矿矿石焙烧而成。它的耐火度可以高达1770℃以上，化学稳定性强。用于冶金、化学和水泥工业的高温炉的内壁耐火砖，其次还可做高压绝缘电瓷。

3. 高铝水泥 是用铝土矿和石灰石在一起焙烧而成。这种水泥具有快干的特点及抵抗海水高度腐蚀的性能。可用于港口、码头、桥墩等水底建筑物上。

4. 人造刚玉（金刚砂） 是由铝土矿、焦炭及铁屑等混合物置于电弧炉中（2200—2300℃）熔炼而成。用于制造研磨材料，如砂轮等。

5. 其它用途 铝土矿还可用以制取化学原料,如硫酸铝 [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 用做净化水的凝结剂], 氯化铝 (AlCl_3 , 用于石油加工的裂化过程中等)。经过煅烧的铝土矿可做吸着剂, 清除石油产品中的杂质。在缺少萤石的地方, 炼钢炉中可用铝土矿做熔剂。含铁较高的 (Fe_2O_3 30%) 铝土矿还可以用来提取红色颜料。其次铝土矿还应用于医药、制糖、化工等方面。铝的主要工业用途如图2所示。

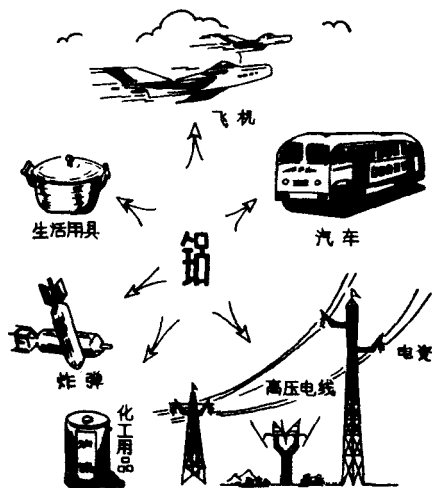


图2 铝的主要工业用途

二 铝土矿的工业要求

氧化铝的含量和铝硅比值是评价铝土矿质量的主要依据。铝硅比值, 即三氧化二铝和二氧化硅的重量比 ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$), 简称为铝硅比。其比值越大, 说明矿石中含铝越高, 质量也就越好。目前铝硅比的工业要求一般应不低于2.6,

而铝氧 (Al_2O_3) 的要求则不应低于40%。

铝土矿中的有害组份主要是 SiO_2 ，因为它在炼铝过程中最易于形成不溶解的铝硅酸钠，使碱和氧化铝大量损耗。其次是镁、钙、钛、磷、硫及铁等。

根据铝土矿中的铝氧含量和铝硅比，一般把铝土矿矿石分为若干工业品级，这主要是除了为炼铝之外还便于其他工业上的利用。如高品级的矿石可做人造刚玉和高铝耐火材料，中品级的矿石可做高铝水泥等。但是，在这里需要指出，铝土矿的工业要求绝不是一成不变的。它随着天然资源及加工技术的发展而变化。例如目前铝硅比在2.6以下的一般不当作铝土矿矿石，但过若干年以后，加工技术提高了，也可能就是炼铝的原料了。

第二章 铝土矿矿石的类型及特点

一 概 述

铝土矿的硬度约为1—3（有时也可达到5以上），比重约为2.4—2.7。由于它是由数种矿物组成的，而这些矿物又并不是按照一定的比例进行组合，所以铝土矿的外貌并不十分一致。特别在颜色方面十分复杂。有白色、灰色、灰白色、灰绿色、黄绿色、灰黑色、红褐色等；在结构方面，有粗糙状（土状）、半粗糙状、致密状、豆状、鲕状（鱼子状）等；在矿物组份方面，除一水铝石、三水铝矿及高岭石外，尚有少量的胶铝石、绿泥石、赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿、金红石、锆英石、方解石、水云母、蛋白石及石英等。虽然如此，铝土矿还是有它的共性特征的，如土状光泽及比较稳定的化学成分，即 $Al_2O_3 + SiO_2 + Fe_2O_3$ 常为81—83%（玄武岩风化壳型铝土矿三者之和为70%左右）。铝土矿外表颜色多变，是由于所含杂质不同引起的，从各地的找矿经验来看，它不能做为矿石分类的依据。一般都以铝土矿矿石的结构来划分矿石类型，并适当考虑杂质的影响。

二 铝土矿矿石类型

1. 粗糙状（土状）铝土矿 它的特点是表面粗糙，像砖头一样，具有粗糙的感觉。硬度3—5，在矿石的新鲜面上，以舌触之，吸附性较强。一般常见的颜色有灰色、灰白色、浅黄色等（图版一）。这是各地铝土矿矿区中的主要矿石类

型，位于矿层的中部，如图3所示。

2. 致密状铝土矿 它的特点是表面光滑，很脆，像玛瑙和硬玉一样致密，断口呈贝壳状。出露地表多风化成交棱角的碎块。颜色多为灰色、青灰色，局部为浅粉红色（图版二）。这种矿石含高岭石较多，质量较差。大多位于矿层的上部（图3），铝硅比多低于工业要求，一般不用它提炼金属铝，而做为硬质耐火粘土用。但在有些地区致密状铝土矿也可达到工业要求。如河南铝土矿，致密坚硬，硬度高达7度，表面稍粗糙，是当地一种较好的工业矿石。

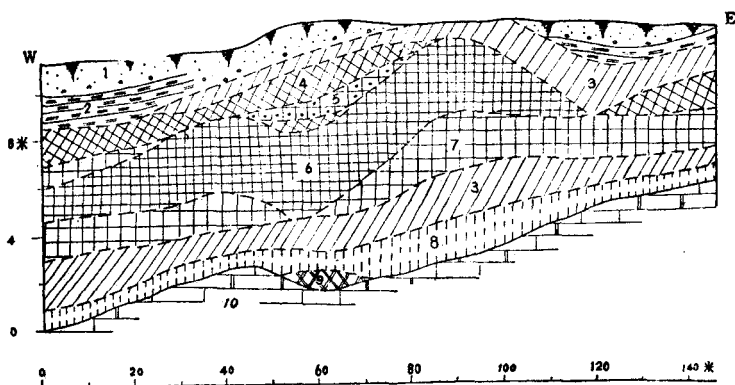


图3 铝土矿露头素描图

- ①腐植土；②铝土页岩、碳质页岩；③致密铝土岩；④致密铝土矿；
⑤鲕状、豆状铝土矿；⑥粗糙状铝土矿；⑦半粗糙状铝土矿；⑧铁
质铝土岩；⑨铁矿；⑩白云质石灰岩

3. 豆鲕状铝土矿 它的特征是表面呈鱼子状或豆状（图版三）。胶结物主要是粗糙状铝土矿，次为致密状铝土矿，硬度3—5。颜色多为灰色、深灰色、灰绿色、红褐色或灰白色。豆粒或鲕粒在矿石中所占比例各地不一，颗粒核心

成分也不相同，如河南铝土矿鲕粒中心为水云母，山西为水铝石，广西则为勃姆石。此外也有为高岭石及石英碎屑的。这类矿石一般位于矿层的中下部，或粗糙状铝土矿的上下部位（图3），质量中等。但如鲕粒中心多为高岭石及石英等，则品位降低。

根据贵州目测矿石所得的经验，凡是矿石越粗糙，铝硅比值就越高，铝氧也就越多；反之，矿石越致密，品位也就越低。豆鲕状而质地坚硬者，品位高；各矿石中有较多的半透明体星点而质地软者则品位低，多数不合工业要求。由于各地情况不同，在应用时必须结合当地具体情况考虑，最后总结出一套自己的经验。

4. 高铁铝土矿 或叫铁矾土，它是以含铁较高而得名的。其特征是颜色褐红或褐黄。比较粗糙，部分矿石具豆鲕状结构（图版四）。一般位于铝土矿层的最下部。铁铝含量不等，质量差。一般不能用于炼铝，但在炼钢时可用来造渣和清除炉壁上的结瘤，也可做为水泥配料。含铁多时往往过渡为山西式铁矿。

5. 硬质粘土或软质、半软质粘土 它的特征是厚层块状，灰色、灰黑色、黑色。表面光滑，柔而软，指甲能划动。遇水变松软者叫软质粘土，不变者为硬质粘土。矿物成分以高岭石、水云母为主。一般分布于石炭-二叠纪煤层上下。是主要的耐火材料。部分含铝高的也可做为提炼金属铝的原料。

6. 气孔状、杏仁状铝土矿 其表面特征因含三氧化二铁较多（ Fe_2O_3 12—24%）而呈暗红或黄褐色。常成大小不等的块状夹杂于红土之中。由于它是从玄武岩风化而成，所以往往保留了原岩的气孔状、杏仁状构造。有时还保存有较

为完好的球状风化构造。含 Al_2O_3 50%左右，铝硅比2—12。主要矿物为三水铝矿，是铝土矿中质量最好的一种，容易冶炼。如我国福建铝土矿矿石即属之。

上述铝土矿的六种自然类型之间，还有一些过渡的类型，如半粗糙状、半致密状、稀疏豆鲕状等。除此之外，能炼铝的矿物还有明矾石（ Al_2O_3 37%）、霞石（ Al_2O_3 34%）、红柱石、蓝晶石及矽线石（以上三种矿物 Al_2O_3 均为63%）等，但是由于它们的冶炼成本高，故在铝土矿资源较富的国家，一般都不使用。

由于不同的铝土矿矿石，在工业上的使用方法不同，所以工业上按照含铝主要矿物的成分又可分为以下三种类型：

1. **一水型铝土矿** 主要由一水铝石组成，包括硬水铝石和勃姆石。我国绝大部分铝土矿皆属此型。如山西粗糙状铝土矿，含一水铝石在80%以上，其中硬水铝石多于勃姆石；少量为高岭石等其它矿物。致密状铝土矿含高岭石矿物60—80%，少量为一水铝石、赤铁矿、硅质物等。豆鲕状铝土矿矿物成分则介乎二者之间。贵州粗糙状铝土矿含一水铝石为80—90%。在应用拜尔法^①生产溶出时，硬水铝石铝土矿需22—26个大气压，温度为220—240℃。勃姆石铝土矿需10—15个大气压，温度为180—200℃。

2. **三水型铝土矿** 主要由三水铝矿组成。在应用拜尔法生产溶出时，只需一个大气压，温度105℃即可。前述之福建气孔状、杏仁状铝土矿即属于三水型铝土矿。

3. **混合型铝土矿** 上述两种类型的混合。我国少见。

① 炼铝方法的一种，见第六章“炼铝方法简介”。

第三章 铝土矿矿床成因及工业类型

铝土矿是怎样生成的？要弄清这个问题，必须先从铝的地球化学性质谈起。铝是地壳中分布最广的元素之一，它在地壳中的平均含量是8.8%，仅次于氧（49.13%）和硅（26%），而居第三位。如果按金属元素来说，则铝实占第一位。在地壳各种岩石中铝的含量如下：超基性岩^①2.88%，基性岩8.76%，中性岩7.75%，酸性岩8.85%，沉积岩（粘土和页岩）10.45%，石灰岩0.81%，一般土壤中也含有7.12%的铝。铝是一个典型的亲氧元素，经常与氧化合成氧化铝，或含氧的铝硅酸盐类矿物。其次，铝又是两性元素，在酸性溶液中呈阳性（ Al^{+3} ），在碱性溶液中呈阴性（ AlO_4^{-5} ）。这个特性对铝在水溶液中的搬运有重要的意义。

一 铝土矿是怎样生成的

简单地说，铝土矿就是地表岩石经过风化、破碎，分解出其中所含的铝，经过搬运、再沉积而形成的，如图4。未经搬运残留原地也可富集成矿。

露在地表或靠近地表的岩石，经过长时间的雨打、风吹、日晒、冰冻，本来很坚硬的岩石，逐渐的趋于破坏，一片一片的脱落，大块大块的崩塌，这样的破坏作用就是地质学上

① 地质学家按照火成岩中 SiO_2 的含量，由低到高把火成岩划分为超基性岩（<45%）、基性岩（45—52%）、中性岩（52—65%）、酸性岩（65—75%）。

所谓的风化作用。含铝的岩石在风化作用下，特别是由于水的作用，因为水中含有硫酸根（ SO_4 ）、碳酸根（ CO_3 ）等，对岩石有较强的腐蚀分解作用。于是岩石发生分解，其中易溶于水的元素如钾、钠、钙、镁等随水流失，而铁、铝、硅等则形成溶胶体残留原地或搬运不远，即被中和凝聚沉淀。但在气候湿热、植物茂盛、腐植酸浓度较高的情况下，或者由于含硫矿物（黄铁矿）分解而有硫酸进入溶液时，也可搬运一定距离，在适当的条件下沉积成矿。

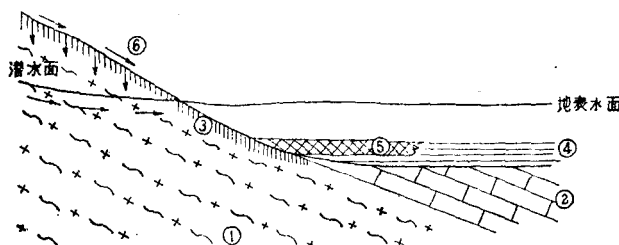


图 4 铝土矿沉积生成示意图

① 铝硅酸盐等杂岩系；② 石灰岩；③ 风化物；④ 泥质沉积物；
⑤ 氧化铝沉积物；⑥ 水的流动方向

以下谈谈我国各类型铝土矿的生成条件及成因类型：

1. 滨海沉积型铝土矿 我国北方在中奥陶世^①、南方（局部）在早寒武世以后，由于地壳运动，海水退去，奥陶纪石灰岩及其它一些片麻岩、花岗岩露出水面，经受长年的剥蚀风化，造成了准平原岩溶（喀斯特）地形，以及久经红壤化的石灰岩和古陆杂岩的充分分解，给铝土矿的形成准

① 地质学家将地球历史分为若干代，代下是纪、世、期。如古生代包括寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪。奥陶纪又分为早奥陶世、中奥陶世、晚奥陶世。与代、纪、世、期相对应的地层叫界、系、统、层。如古生界奥陶系中奥陶统。

备了良好的物质条件。

到中石炭世时，海水漫漫准平原，古风化壳上的残积物，经过海水的溶解、分离和搬运，在凹凸不平的石灰岩基底上，各种元素按着不同的化学特性^①先后沉淀。一般的顺序是铁矿→铁铝岩→铝土矿→粘土。此层铝土矿一般叫做G层铝土矿^②。而下部的铁矿在北方叫做山西式铁矿，在南方叫做清镇式铁矿。图5为黔中铝土矿沉积地层剖面示意图。

2. 陆相沉积型铝土矿 G层铝土矿沉积之后，我国北方仍为海陆交互相沉积（南方为海相沉积），海水及湖泊中所携带的三氢氧化铝 $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ 溶胶体，当条件适合时，在不同的层位上沉积了粘土及铝土矿，其层位相当于F、E、D、C等层。到二叠纪时，我国北方上升为陆地，有的是高山高地，有的是丘陵盆地，这时气候温暖、潮湿，在一些盆地及部分为沼泽的地区里，植物大量繁殖，于是生成了许多重要煤田。与此同时在一些湖盆沼泽中的三氢氧化铝溶胶体则于合适的条件下沉积成粘土或铝土矿。其典型的代表是山东的A层与辽宁的B层。

3. 玄武岩风化壳型铝土矿 福建、广东地处亚热带滨海地区，气候炎热、雨水充足。由于玄武岩很平缓的覆盖在第三纪地层上，不利于大规模的机械搬运，经过年复一年的风化分解，易溶的元素如镁、钙、钠等随水流失，年年减少；

① 化学特性包括多种因素，主要是溶液的酸碱度pH值、电位势Eh值的大小变化。如铝在pH值等于4.1时沉淀、铁(Fe³⁺)在pH值等于2时沉淀。

② 过去对北方石炭-二叠纪含煤建造中的粘土及铝土矿层自上而下分别命名为A、B、C、D、E、F、G层。由于沉积条件的不同，G层铝土矿在辽宁、山东、山西、贵州、云南地区位于中石炭统的底部，在河南地区则位于上石炭统的底部。