

山西、河南高铝粘土的矿床类型

冶金部天津地质研究院

刘长龄

矿床成因类型

山西、河南产的高铝粘土绝大部分是属于中石炭统的所谓“G层”铝土矿粘土,具有重大的工业价值。从成因类型来说,此次在晋北还发现了两种新的成因类型,属于上石炭统。已知矿床规模虽不大,但有经济意义。

我国中石炭统的高铝粘土与伴生的铝土矿硬质粘土等含矿系列,属于一个统一的铁铝粘土沉积建造。它总是不与或不普遍与碎屑岩直接接触,且一般不含石英、长石碎屑颗粒。山西、河南中石炭统高铝粘土沉积区也是这样,自上寒武到中奥陶世以后和整个华北地台一样上升为陆地,遭受了长期的风化剥蚀作用。至中石炭世海侵之前,地壳又开始下降,古气候更趋湿热,植物繁茂,风化作用特别是化学风化尤为强烈。附近古陆逐步准平原化,而沉积区进一步岩溶化,造成岩溶洼地谷地和漏斗等古地形,成为海侵到达前的湖泊沉积环境(地势略高,使海水暂不能进入,笔者曾称其为“海侵的前奏”,而不同意过去不少人所说的“华北G层铝土矿床属于浅海沉积”),作为承受铁铝粘土沉积的空间场所。当附近准平原化古陆上铝硅酸盐岩石及少量碳酸盐岩石(或为较小的隆起)在强烈风化作用下,由于雨水的淋滤及地下水活动带带走从母岩析出的碱与碱土金属等阳离子,首先形成高岭土;而地下水滞水带由于水介质呈碱性,则形成蒙脱石和水云母。当这种粘土风化壳进一步风化,特别是在湿热条件下经过有机酸、碳酸、硫酸的强烈淋滤,而排水条件又好,它们就可以形成高岭石与铝凝胶物质等“残余物”。更确切地说,硅、铝、铁、钛等惰性元素溶解性相当差,这些元素在风化进程中,最后阶段生成富含水分的胶体沉积物(铝凝胶等),有的已开始晶出,而在水介质搬运条件下以细的悬浮物形式迁移;更主要的是呈胶体溶液,

在酸性介质与有机酸的护胶作用下,即主要为Al或Al, Ti, Fe, Si等的腐植络合物,一起经过准平原上的网状河流作短距离的搬运,而在湖盆中沉积。那些往往与之伴生,并一道被水流搬运,以砂及粉砂状石英为主的碎屑,由于水流的机械分异,一般先行沉积于河床及湖滨。因在湖盆中水流速度减慢以至静止,湖水中电解质的影响及溶液浓度的增加而发生铝的沉淀。在成岩阶段由于有机质的氧化,介质变为还原环境,使胶体脱水形成“泥晶状”胶体隐晶质的硬铝石(而且是逐渐缓慢地进行的)。经用电子探针多次分析,证明其中有钛、铁、硅等呈类质同象存在,说明硬铝石泥晶绝对不是经过了什么“真正化学溶液而沉积的”。

硬铝石的铝凝胶构造、豆鲕状构造等都是胶体化学沉积的反映。当然还有部分呈悬浮质点的铝、铁、钛、硅(粘土)凝胶块(有的已开始转变成三水铝石等,以后又转变为一水型铝土矿物等)、粘土矿物与重矿物等的碎屑则是呈悬浮物或机械方式搬运而来的。而且每个矿区在含量上是不相同的,因此笔者曾经把我国古生代高铝粘土铝土矿的成因称为“胶体沉积与机械沉积不同程度的兼有”(严格地说也包括内碎屑的沉积等,各个矿区在程度上可能有所不同。那种把内碎屑与外碎屑等同起来,认为高铝粘土铝土矿床的物质来源为陆源碎屑或古陆风化壳物质经机械搬运而沉积的看法,不符合实际情况)。

在中石炭统高铝粘土铝土矿床中,软铝石很少见到。软铝石的形成主要与成岩阶段的弱酸性至半氧化至弱还原的介质环境有关,其在沼泽环境形成的可能性似乎较大。但是它们不一定都经过了三水铝石阶段而转变(过去有人主张自然界的硬铝石的生成都是:三水铝石→软铝石→硬铝石。也就是说,都是转变于不同的温度和压力下,而不考虑Eh值、pH值及溶液浓度等因素,这显

然是不全面的)。而铝氧凝胶物在成岩阶段发生陈化脱水及重结晶是明显的。在一定的压力、温度和介质环境下,二者似可以互相转变;也可以分别由高岭石或偏岭石直接脱硅而成。

现今所见隐晶质硬铝石常因仍然微受有机质浸染而呈浅棕色,说明它不仅曾受有机质的护胶作用,而且又有湖盆内新增加的自生有机质(特别是在湖的深处)。笔者曾采集平陆地区4个硬铝石的矿样进行了有机碳的化学分析,其结果分别为:0.31%,0.38%,0.19%,0.24%。有机质在成岩作用初期形成干酪根的同时,就部分生成水、二氧化碳、硫化氢、烃类和杂原子化合物。由于介质成为还原环境,沉积物中三价铁变为亚铁,即形成易溶的氧化亚铁而往下或侧向迁移,并与上述二氧化碳、硫化氢等结合向下迁移,故含矿岩系下部的黄铁矿与菱铁矿较多。如果再在后期风化作用下变为针铁矿与赤铁矿,即成为所谓的山西式铁矿(当然早期沉积的铁质往往还是主要的)。而钛元素较为惰性,常与铝氧关系密切,既可成为较为稳定的细粒金红石、钛铁矿或白钛石等独立矿物,也能在硬铝石中呈类质同象存在(含钛达百分之几,有时还含铁、硅等元素)。在后生阶段生成透明、自形、粒度较大的亮晶状硬铝石,其附近可见自生双锥状锐钛矿,它就是原生硬铝石中呈类质同象的钛析出所致。因亮晶状硬铝石已变为无钛(铁)的硬铝石,而且证明其在后生作用中经过了真化学溶液阶段,继而在不同的pH值中进行了铝、铁、钛、硅(粘土)等的化学分异而沉淀。

整个山西、河南中石炭统的Fe—Al—Si(粘土)沉淀,是在海侵前奏的进程中,在岩溶洼地里实现的。但其间又有多次振荡运动,内碎屑很发育就是证明。有时当矿体刚沉积于湖盆斜坡上,如果沉积厚度超过一定限度,或者坡度角大于摩擦系数则会沿着斜坡往下滑。如再由于振荡运动与次生岩溶作用,又加上潮流与波浪的冲击,使之破碎甚至可造成所谓悬浮流(浊流),形成小规模的“浊流沉积”(高铝粘土铝土矿的碎屑大小相差悬殊,见照片7)。还可见豆鲕状铝土矿碎屑块砾被波浪与潮流从滨湖区(或为暂时露出水面

的水下降起)搬运到浅湖区的硬质粘土沉积中去,并已因磨蚀而成较小的滚圆状或次滚圆状。又其豆鲕状构造常较多,说明当时沉积的水体较浅,多为浅湖区波基面以上形成。当然豆鲕状构造也有成岩后生作用中形成的,甚至表生阶段交代形成的有假豆鲕构造(见照片8)。

至于湖水中有有机酸增多,介质呈酸性,可使陆源风化壳物质,主要是粘土矿物与Al, Ti, Fe, Si凝胶悬浮体在湖水中遭受分解,形成含 Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 等的化学溶液。笔者认为这样的可能性不大,为量不多,虽说局部或个别情况为量较多。因为高岭石等粘土矿物被溶解,需要强酸性介质($pH < 4.1$),这在大量的酸性湖沼水中是很难达到的。还有大量脱出的硅在很短时间内以何种方式排走?也是很难解释的。再者,时效作用也太有限,是难以实现的。实际上,我们可以在镜下观察到高岭石等粘土质碎块边缘似棱角状或较整齐,较难见到溶蚀边(多数溶蚀和变化是在漫长的成岩、后生、表生作用中产生的)。而且这种高岭石碎块呈土状或未定向,显然是陆源碎屑被水流机械搬运来的。至于“黑砂石”(粗蠕状高岭石)中因有机酸溶解而形成高铝粘土,其在成岩阶段反应缓慢而时效作用很长。且一般形成数量不多的软铝石(pH 约为5.5~6,弱氧化到弱还原环境),而不形成硬铝石。这与短暂的所谓“水中成矿”是很不相同的。再者中石炭统高铝粘土中微量元素含量一般为Ga 30~60 ppm, Ni 20~30ppm, Sr 300~500ppm,看来与陆相淡水水泥岩沉积是相类似的。

高铝粘土矿床沉积固结成岩以后,还要遭受后生作用、表生作用(或退后生作用)及后期的风化淋滤作用。

1. 后生作用 高铝粘土沉积物经成岩作用,变为坚硬的岩石。在后生阶段由于岩石埋深,上覆沉积层的静压力加大,使固结的高铝粘土岩石产生裂隙或压溶的溶解缝,为深部地下水或排出的孔隙水打开通道。这种矿化度较高的水,可沿岩石裂隙产生粗大的交代填充矿物。当这种水呈酸性并含 SiO_2 时,常交代硬铝石而为透明,有序度很好或最好的后生高岭石,也往往是粒度均

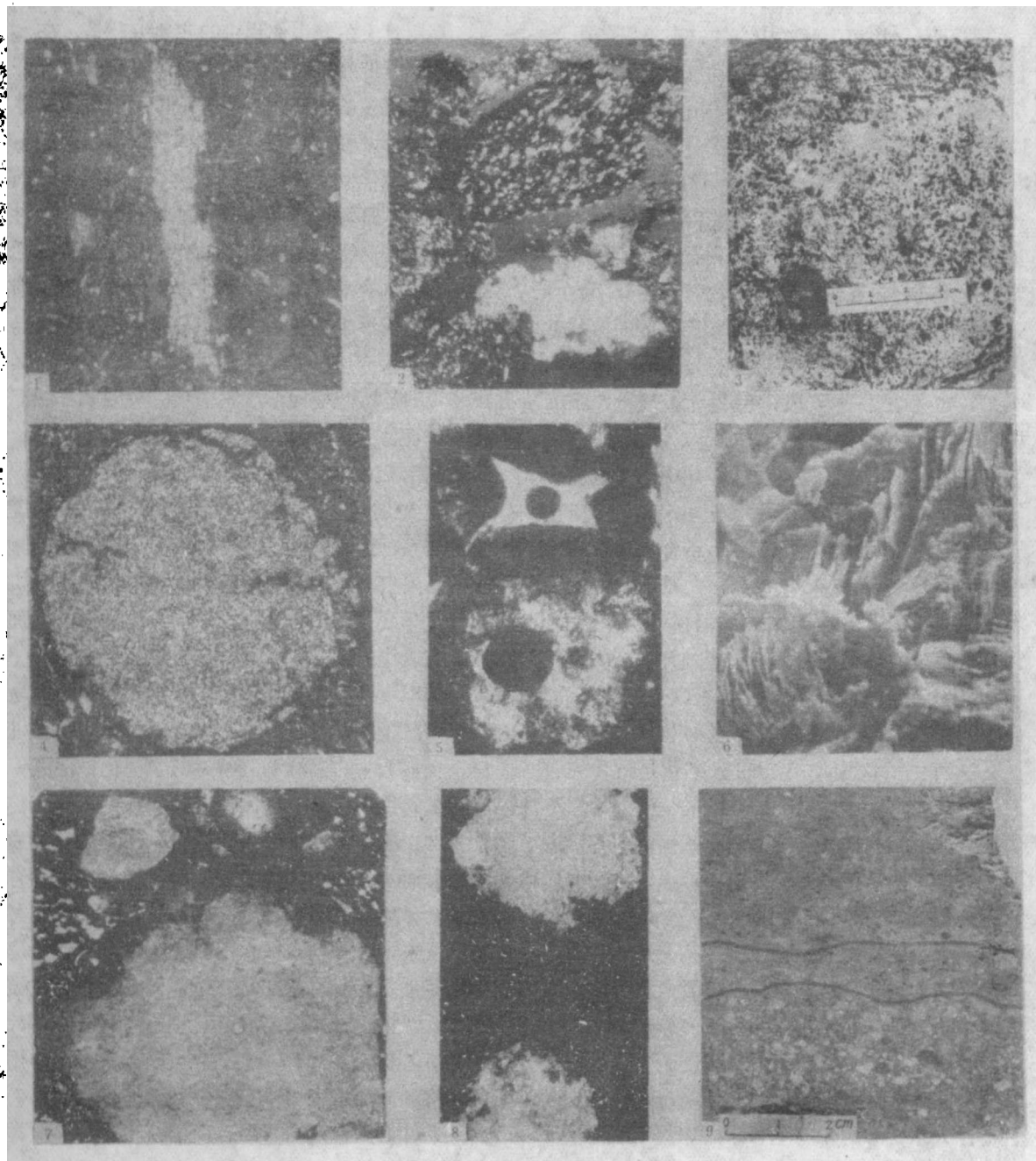
一的迪开石（常见于鲕粒中心，这现象一般由于封闭孔隙水溶液的影响，见照片4），很少能成为珍珠陶土（在粗蠕状高岭石内，由于压力增大可以形成少量）。又如温度压力进一步增加，而且 SiO_2 在水介质中含量多，则可形成后生叶腊石（见照片8）。当孔隙水呈碱性并含K离子时，可见高岭石等粘土矿物转变为伊利石（水云母），沿劈理逐渐进行，还进一步向水白云母甚至绢（白）云母转化。如碱性孔隙水含Mg离子等时，往往形成绿泥石等。在后生裂隙中有硬铝石与天青石填充，也是在后生阶段，碱性水介质条件下沉积的。

高铝粘土铝土矿层在后生作用中不仅温度、压力增加，还由于强烈的压实作用，进一步排出岩石孔隙水及矿物水（层间水、结合水及结构水等），促使硬铝石与高岭石的压溶及重结晶或交代转变。例如在后生迪开石中，短柱状或半自形硬铝石是粘土矿物脱硅形成的。而迪开石交代硬铝石、后生高岭石强烈交代硬铝石等则表现为复硅。硬铝石 $\rightarrow$ 微刚玉则表示脱除了结构水（见照片5）。在后生阶段中高岭石的有序化是逐步完善的。黄铁矿由球状变为立方体结晶是典型的后生特征。他形粒状重结晶的“泥晶状硬铝石”，可能主要是呈固体扩散而进行的。

2. 表生作用（退后生作用） 是指深埋地下的高铝粘土含矿岩系，因地壳构造运动，而逐步上升到达地表附近的大气水渗流带及潜流带内所发生的变化。此时不仅温度压力影响较小，而介质条件有了明显的变化。常常由还原变为氧化至弱还原环境，pH值由弱碱性变为酸性或弱酸性。在水、渗滤水与上升水的作用下，产生矿物的溶蚀、交代及重结晶等现象。尤其值得注意的是在中石炭统底部不整合面以下的中奥陶—上寒武统碳酸盐岩数米至数十米内，可以发生不同程度和规模的次生岩溶现象，既可沿构造裂隙产生次生溶蚀孔洞以至崩塌碳酸盐岩角砾，又可加深古岩溶地形漏斗与洼地的发展。即有利于高铝粘土含矿岩系的进一步改造。例如有些矿区，靠近地表的矿层往往破碎而变厚，即因次生岩溶作用而成。

高铝粘土在表生作用中的主要变化是，在大气水的渗流带内，由于碳酸以及少量黄铁矿等开始风化，产生硫酸溶液，还有少量有机酸等的淋滤作用，可以使高岭石等粘土矿物脱硅，形成三水铝石（氧化酸性环境）、软铝石（弱氧化—弱还原的酸性环境）、硬铝石（还原的酸性或碱性环境），而使高铝粘土矿床质量变优；在地下水活动带由于水介质呈酸性并含适量的 SiO_2 溶液，则易填充交代形成高岭石、埃洛石等粘土矿物。反之，由于水介质呈碱性并含适量的碱或碱土金属离子，则易填充交代形成水云母、蒙脱石及绿泥石—蛭石混层、水云母—蒙脱石混层粘土矿物，而使高铝粘土质量变劣。

3. 后期风化作用 这里指的是高铝粘土等含矿岩系，经地壳构造运动进一步上升裸露于地表，在大气、水、生物等营力的影响下发生的机械和化学变化。它与在地表以下，特别是潜水面以下的表生成岩变化不同。G层铝土矿高铝粘土或含矿层下部往往含黄铁矿，在地表条件下很易风化而产生硫酸溶液，还有下降水的碳酸及有机酸，使矿石中的高岭石溶解并与氢氧化铁溶液一道流失，即表现矿石往往呈多孔状或蜂窝状（见照片3）等，或者表现褪色（浸染的少量有机质因氧化而褪色或变白）。或者矿石呈粗糙状或砂岩状及粉砂岩状或土状等。这也是黄铁矿流失与去硅的反映，还可形成三水铝石。这种风化作用是形成优质高铝粘土矿床的一个重要因素，往往被人们所忽视。要形成较大规模优质高铝粘土矿床，还应有其他许多有利因素配合，如次生岩溶作用的发育，或沿古岩溶洼地漏斗加深岩溶化（原来排水条件好），合适的地形及矿体产生次生裂隙，在排水条件好的基础上，雨水充足，使其中的矿体进一步遭受长期的淋滤，地壳缓慢上升，地下水面逐渐下降，若有碎屑状堆积矿形成则更理想。如果排水条件不好或为地下水停滞带，水介质长期保持碱性与还原环境，使含矿层及矿体的底板仍为炭质粘土、菱铁矿与黄铁矿时，则一般没有优质高铝粘土矿体形成或者其规模不大。如果有次生氧化铁大量填充矿石的裂缝孔隙中，则质量变坏。



照片说明

1—软铝石交代高岭石，还可见高岭石的劈纹残留（白色晶体），正交 $\times 75$ ；2—G层铝土矿底部砂质粘土岩中的石英（白色）、云母片岩（上部）的碎屑，粘土质胶结，正交 $\times 15$ ；3—高铝粘土的多孔状构造（去硅去铁的优质矿石）；4—豆粒中心透开石已全部交代硬铝石（深色，硬铝石很少残留），正交 $\times 30$ ；5—受有机质浸染的微刚玉及硬铝石（暗色），次生水云母及高岭石（浅色），单偏光 $\times 50$ ；6—板状高岭石的扫描电镜照相， $\times 1320$ ；7—硬铝石铝土矿角砾构造，大小相差悬殊，正交 $\times 15$ ；8—高铝粘土内的次生叶腊石（白色）假晶，单偏光 $\times 50$ ；9—白色假角砾，系表生阶段粘土质交代硬铝石（暗色）而成（地下水活动带）

下面简要地论述新发现的两个特殊成因的高铝粘土矿床：

1. 软铝石高岭石高铝粘土 产于上石炭

统，目前在晋北怀仁地区及保德地区有所发现。前者为浅灰—黑灰色致密状的高铝粘土，矿层厚2~4米，平均厚度2.25米，已知分布范围达数

上石炭统软铝石高岭石高铝粘土的化学成分 (%) (生料) 表 1

名 称	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	灼减	资料来源
软铝石隐晶质 高岭石矿	38.47	41.15	1.43	0.94	0.40	0.18	0.23	0.15	17.21	211队10个 样平均
软铝石高岭石 高铝粘土	41.85	40.12	0.44	1.52	0.15	0.13	0.19	0.18	11.58	本 文

山西热液蚀变的高铝粘土化学成分 (%) 表 2

样 号	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	Fe ₂ O ₃	灼减
小 5	42.56	45.13	1.16	0.25	0.27	0.84	0.32	0.006	0.66	8.60
小 9	42.62	42.07	0.81	0.25	0.27	0.64	0.23	0.003	0.59	12.50

十公里。其化学成分见表1。铝硅比虽不算高 ($A/S > 0.85$), 但所含易熔杂质甚低, 作为高铝粘土原料来说, 还是比较好的: 并有一定的规模, 应进行一定的找矿勘探工作, 早日交给地方开采。矿床成因, 显然是由于在成岩作用中有机酸溶解高岭石或使之脱硅形成 (软铝石见照片1)。又保德地区的高铝粘土也有属于这种成因类型的, 所不同的是软铝石 (6.049 A) 与粗蛭状高岭石伴生, 还有少量的珍珠陶土 (3.926 A 等)。

2. 热液蚀变的高铝粘土 怀仁地区高岭石粘土岩, 经燕山期中性岩脉的烘烤与热液蚀变, 可以产生部分高岭石 → 变高岭石 → 硬铝石或软铝石等。其化学成分见表2。铝硅比虽不算高 (但 $A/S > 0.85$), 而易熔物质含量甚少。目前所知规模很小, 但值得注意。

工业类型及利用问题

我国高铝粘土铝土矿都产于地台区, 说明其成因与稳定的大地构造单元关系密切。山西、河南两省高铝粘土都产于华北地台。按大地构造划分, 山西、河南高铝粘土与铝土矿一样属于地台型。进而按我国铝土矿工业分类划为第1大类第1亚类, 即产于碳酸盐岩不整合面上的间断时间长的矿床工业类型。也可以称为“岩溶高铝粘土”, 这里只限于中石炭统的。鉴于沉积间断时间长短对矿床有影响, 特再划分: ①中奥陶统碳酸盐岩不整合面上的; ②下奥陶—上寒武统碳酸盐岩不整合面上的 (见表3、4)。成矿前的古地形多为岩溶化的洼地、谷地及漏斗等, 从而控制矿体

的形状与大小。矿石构造以粗糙状及多孔状, 有时为致密状的质量较好, 且常产于漏斗中。矿石的次生变化主要表现为复硅或去硅, 也有去铁或进铁的现象。从经济效益考虑, 应多勘探和露天开采浅部矿体 (多在垂直深度一百米以上)。

我国高铝粘土熟料虽已销售欧美日本等地区, 但由于土法开采竖窑煅烧, 因而温度不够, 杂质混入较多, 与国外优质矿的差距主要是铝低铁高, 体积密度略低。因此, 今后应逐步用现代化方法开采和用迴转窑煅烧, 并且要寻找优质的高铝粘土矿床。

高铝粘土的工艺性能与矿石的物质成分有很大的关系, 其烧结温度往往因 Al_2O_3 的含量多而增高; 反之, 随易熔物质增多而降低。因此, 易熔物质 (Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O) 总量一般限制在 6% 以下, 其中 R_2O (我国实际情况就是 K_2O) 的含量危害最大, 有的矿区已限制不超过 0.5%。这是因它最易降低矿石的烧结温度, 而且使烧结温度范围也变小。倘使熟料煅烧超过烧结温度范围, 则产生粘结, 鼓胀, 瓷化, 对产品不利。再者我国河南一些矿区 (如巩县、宝丰、贾家洼西段等地) 含 K_2O 较多, 不适宜作高铝粘土使用, 它比 Fe_2O_3 的危害大得多。据有关方面试验, 每增加 1% 的氧化钾, 其中玻璃相相应增加 7%, 而 Fe_2O_3 只增加玻璃相 0.7%。由于 K_2O 在高温中阻止二次莫来石的形成, 针状莫来石相对减少, 粒状刚玉增多, 并被玻璃相呈基底式胶结, 破坏了莫来石的网脉状结构, 因而降低制品的高温性能。例如经有关方面试验, 河

山西、河南高铝粘土矿床地质工业类型 (在中奥陶统不整合面上)

表 3

矿床类型	控矿因素			矿床特征			矿石类型				开采方法
	地质构造	基岩成分及时代	古地理成矿前地形	矿床规模	矿体形态	矿体平均厚度	矿石构造	主要矿物成分	矿石次生变化	主要有害成分	
沁池贾家洼	沁池向斜北翼	O ₂ 灰岩	岩溶洼地、谷地	大、中	层状、似层状、局部透镜状	4.35米	粗髓状、多孔状、碎屑状、豆髓状	硬铝石、高岭石、迪开石等	迪开石化、高岭石化、硬铝石化	氧化铁	露采及地下
陕县杜家沟	黄金山凹断槽东南缘	同上	岩溶低地、洼地、谷地	中	似层状、透镜状	4~7米	豆髓状、碎屑状、粗髓状	硬铝石、高岭石	迪开石化、硬铝石化	氧化铁	露采
新安张窑院	带曜寨背斜东南翼	同上	岩溶漏斗、次为洼地	中、小	漏斗状、局部透镜状	5~13米	粗髓状及假豆髓碎屑状、局部多孔状	硬铝石、高岭石、迪开石、水云母	硬铝石化、高岭石化、迪开石化	氧化铁	露采
沁阳和湾	太行山复背斜东南翼	同上	岩溶平坦化	中	层状	1~3米	致密状、髓状及页岩状	硬铝石、叶腊石	高岭石化	氧化铁	部分露采
沁阳窑头	太行山复背斜南东翼	同上	同上	小	层状、似层状	3.15米	致密状、豆髓状及多孔状	硬铝石、高岭石、绢云母、	水云母化	氧化钾	露采
巩县茶店	嵩山复背斜北翼	同上	同上	大	层状	1.88米	髓状、豆状、致密状	硬铝石、高岭石、蒙脱石	针铁矿化、蒙脱石化、白云母化	氧化钾、氧化铁	露采
阳泉太湖石	沁水拗陷东北边缘	同上	岩溶洼地	大	层状、似层状	6米	假豆髓状、角砾状及豆髓状	硬铝石、高岭石、迪开石	迪开石化、针铁矿化	氧化铁	露采
孟县小岩沟	同上	同上	岩溶洼地、低地	中	层状	2~3米	碎屑状、髓状及页岩状	硬铝石、高岭石、迪开石、水云母	迪开石化	氧化铁	地下及露采
五台石沟	山西台背斜之东部、五台台凸之西缘	同上	岩溶洼地	中	透镜状	<5米	致密状、粗髓状	硬铝石、高岭石	针铁矿化	氧化铁	露采
宁武马邑所	宁武构造盆地之北缘	同上	同上	小	层状	1.2~6米	豆髓状及碎屑状	硬铝石、高岭石、水云母	针铁矿化	氧化铁、氧化钾	露采
原平长策沟	宁武构造盆地之东北缘	O ₂ 白云质灰岩	同上	大、中	层状	2.56米	豆髓状、致密状	硬铝石、高岭石、绿泥石	迪开石化、针铁矿化	氧化铁	地下及露采
孝义克俄	沁水台陷西山台凹	O ₂ 灰岩	岩溶洼地、谷地	大	层状、似层状及扁豆状	3~7米	粗髓状、致密状、豆髓及碎屑状	硬铝石、高岭石、水云母	针铁矿化、迪开石化	氧化铁	露采
柳林兰家山	王家会背斜西翼	同上	同上	中	似层状、透镜状	3.32米	致密状、假角砾状、多孔及交代状	硬铝石、高岭石	硬铝石化、迪开石化、高岭石化	氧化铁	露采为主
平陆郑家沟	中条凸起南缘	同上	同上	小	层状及透镜状	1.7米	豆髓碎屑状、粗髓及交代状	硬铝石、迪开石、叶腊石	迪开石化、叶腊石化、白云母化	氧化铁、氧化钾	露采

山西、河南高铝粘土矿床地质工业类型 (在下奥陶—上寒武统不整合面上)

表 4

矿床 类型	控 矿 因 素			矿 床 特 征			矿 石 类 型				
	地质构造	基岩成分 及 时 代	古地理成 矿前地形	矿床 规模	矿体形态	矿体平 均厚度	矿石构造	主要矿物成分	矿石次 生变化	主要有 害 成 分	开采 方法
伊 川 小郭沟	箕山背斜 北 翼	O ₁ 白云 质灰岩	岩溶洼地 及 漏 斗	中	透镜状、漏斗状, 次为似层状	3.2 米	豆鲕状、致密状, 次为多孔状及粗 髓状	硬铝石、水云母	埃洛石化	氧化铁、 氧化钾	地下 开采
登封 郭沟	同上	O ₁ 灰岩 及白云岩	岩 溶 洼 地、低地	中	囊状、透镜状, 次为似层状	1.23 米	豆鲕状与碎屑 少量致密状	硬铝石、水云母	埃洛石化	氧化铁、 氧化钾	地下及 露 采
禹县 方山	白沙向斜 西 北 翼	O ₁ 冶里白 云质灰岩	岩 溶 洼 地、谷地	中	透镜状	2 ~ 5 米	豆状、砾状、多 孔状、次为鲕状、 致密状、土状	硬铝石、高岭石、 软铝石、蒙脱石	蒙脱石化、 针铁矿化	氧化铁	地下 及 露 采
宝丰 边庄	韩梁向斜 西 北 翼	E ₁ 陶山 组白云岩	岩 溶 洼 地、谷地	中	层状、透镜状, 局部为漏斗状	7.11 米	豆鲕状、碎屑状	硬铝石、高岭石、 软铝石、水云母	高岭石化、 水云母化	氧化铁、 氧化钾	露 采

南原料制的高铝砖因K₂O含量增加1%,其荷重软化温度就要降低120℃,这是应该特别注意的。

Fe₂O₃是高铝粘土中常见的含量较多的易熔杂质。因此,在勘探工程中都要正规采样化验,一般限制在3%以内。但在其烧结过程中大部分进入结晶相,即与莫来石或刚玉形成固熔体,仅

少量成为玻璃相,也有少量形成含铁的钛酸铝化合物,这些都可帮助烧结,但玻璃相与含铁钛酸铝又将降低其高温机械性能。

其他易熔杂质往往含量不多,一般不必特别注意。个别地方的钛或钙也不能不考虑。另外,为了合理利用国家资源,应注意综合利用。

内蒙东部毛登—孟恩陶勒盖地区锡成矿 地质条件及找矿方向

冶金部第一冶金地质勘探公司综合研究大队

林 克

区域地质概况

本文所述的锡多金属成矿带,位于新华夏系第三巨型隆起带大兴安岭南段。区内出露地层有志留系、石炭系、二迭系、侏罗系、白垩系、第三系和第四系,而以二迭系和侏罗系分布最广。本区以华夏系构造最发育,其次是纬向构造体系和新华夏构造体系,三者构成全区的构造格局。

区内共有中酸性岩体661个,约占总面积的17%。岩浆活动可分为华力西期、印支期和燕山期三个旋回。华力西期岩浆活动主要受东西向构造控制,构成以酸性岩浆为主的规模较大的杂岩体;印支期岩浆活动受东西向及北东与东西向断

裂联合控制,以呈带状延伸的岩基为主,由花岗岩、闪长岩、钾长花岗岩等各种过渡类型岩石组成;燕山期岩浆活动受华夏系或新华夏系构造控制,以钾长花岗岩为主,其次是黑云母花岗岩。侵入活动以早期较强烈,单个岩体规模较小,常呈岩株状;晚期有明显减弱趋势。燕山早期岩体的同位素年龄为137~197百万年。

华力西期岩浆岩SiO₂含量低而富含Fe、Mg,燕山期SiO₂增高,但贫Fe、Mg,碱质增高。华力西晚期小侵入体和燕山早期的岩浆岩,酸碱浓度增高,暗色矿物减少,挥发组分增加。燕山晚期又有向偏中性花岗岩发展的趋势。燕山期花岗岩类以铝过饱和为其特征。华力西期侵入活动由