

doi:10.19509/j.cnki.dzkq.2018.0124

朱永红,翁申富,李沛刚,等.贵州遵义铝土矿(带)成矿条件及成因分析[J].地质科技情报,2018,37(1):177-183.

贵州遵义铝土矿(带)成矿条件及成因分析

朱永红,翁申富,李沛刚,赵 爽,韩忠华,陈 强,杨时强

(贵州省地质矿产勘查开发局一〇六地质大队,贵州 遵义 563000)

摘 要:根据已取得的地质成果,应用现代沉积学的理论与方法,对贵州遵义铝土矿(带)成矿条件及成因进行了分析。认为铝土矿的形成,是在古生代碳酸盐岩所形成的古岩溶基底上,于有利的古构造、古地理、古气候等先决条件下,以白云岩和页岩为成矿原岩风化剥蚀的残坡积物,经钙红土化、红土化的成矿作用,脱硅去铁、脱钙去镁、脱钾富铝后,成为红土型铝土矿;随着早石炭世海侵的到来,不断发生水解作用,同时经水体短距离搬运再沉积在古岩溶坑洼内,形成三水型铝土矿;尔后盖层加厚,增温脱水,进而形成一水硬铝石型铝土矿床。矿床成因类型属古风化壳岩溶坑洼异地沉积一水硬铝石铝土矿床;其成矿时代归属早石炭世大塘期旧司时。

关键词:铝土矿;成矿条件;成因;遵义;贵州

中图分类号:P618.45

文献标志码:A

文章编号:1000-7849(2018)01-0177-07

遵义铝土矿(带)分布于贵州乌江南北两岸的遵义、息烽、开阳和瓮安4县境内。历经多年地质找矿勘查,累计探明铝土矿石工业储量 $5\,347\times 10^4\text{ t}^{[1]}$,铝土矿资源总量预测为 $1.2\times 10^8\text{ t}^{[2]}$,为遵义尚稽年产 $80\times 10^4\text{ t}$ 氧化铝厂提供了可靠的矿产资源保障。1990年11月,王庆生等^[3]编撰了《遵义县苟江铝土矿区水井坎矿段矿床地质特征及成矿规律》研究报告,认为矿床属“红土一再积一改造型矿床”;1990年11月,刘文凯等^[4]同时编撰了《遵义铝土矿后槽矿床成矿地质特征》研究报告,认为矿床为“风化—沉积的喀斯特型矿床”;1991年11月朱成林等^[5]编撰了《遵义铝土矿仙人岩矿床成矿地质特征研究》报告,将矿床划属“古风化壳岩溶洼(坑)沉积型矿床”。以上3种认识大同小异,均属“陆相”成因观点,认为成矿物源都来自单一的“基底页岩”。

笔者研究表明,遵义铝土矿(带)成矿物源不是单一的基底页岩,而是多源的基底白云岩和页岩两种。含铝岩系下段主要为黏土岩,属海相沉积;上段铝质岩(含铝土矿)属海陆过渡相沉积;顶部炭质页岩或劣质煤为大陆湖沼相沉积。需要说明的是,本文中的新观点和新认识,也是在前人研究成果的基础上脱颖而出的,以飨读者。

1 区域地质背景

区域内出露地层由老至新依次为寒武系(ϵ)、下奥陶统(O_1)、下石炭统(C_1)、二叠系(P)、三叠系(T)、中下侏罗统(J_{1+2})和第四系(Q)。下石炭统九架炉组^[6](C_{1j})是铝土矿赋存层位,习称“含铝岩系”,由南往北呈假整合分别超覆于由中上寒武统娄山关群($\epsilon_{2-3}LS$)白云岩,下奥陶统桐梓组(O_{1t})白云岩和页岩、红花园组(O_{1h})灰岩以及湄潭组(O_{1m})页岩所构成的基底地层之上,或呈岩溶假整合与娄山关群($\epsilon_{2-3}LS$)或桐梓组(O_{1t})白云岩直接接触。九架炉组与其上部中二叠统梁山组(P_2l)或栖霞组(P_2q)均呈假整合接触。含铝岩系的发育程度受基底古岩溶坑洼及沉积环境的制约,其厚度为0~110 m。根据岩(矿)石组合特征,含铝岩系在本区可细分为上、下2个彼此连续过渡的岩性段,下段主要为黏土岩,有时含赤铁矿或黄铁矿等;上段为铝质岩,包括铝土质黏土岩和铝土矿等,顶部时有炭质页岩或劣质煤。含铝岩系这套铝土质铁质建造是早石炭世大塘期旧司时^[6-7]的沉积产物。

遵义铝土矿(带)位于扬子准地台黔中早古拱断褶皱束的NE隅,近EW向的黔中深大断裂紧临其南侧。乌江以南的息烽—开阳地区属黔中古陆北坡,

收稿日期:2017-05-14

编辑:杨 勇

基金项目:贵州省地矿局地勘基金项目“遵义市南部铝土矿成矿作用和成矿规律研究”

作者简介:朱永红(1968—),男,研究员,主要从事地质矿产勘查及计算机应用工作。E-mail:z_yh106@163.com

通信作者:翁申富(1972—),男,研究员,现正攻读古生物学与地层学专业博士学位,主要从事地质矿产勘查研究工作。E-mail:1845168187@qq.com

乌江以北的遵义县境内则属黔中古陆的北缘。在地层控矿的背景下,一系列成矿后燕山期 NNE 向新华夏式和 NE 向华夏式褶皱构造切割了早石炭世大塘期形成的近 EW 向红土化铁铝质风化壳带,既控制了遵义铝土矿(带)各矿床的分布,同时也控制了含铝岩系的展布方向和铝土矿赋存的空间位置。现已查明产于不同背(向)斜褶皱内的铝土矿床,基本上呈 EW 向排列分布^[1]。

遵义铝土矿(带)中的各个矿床均由大小不等、疏密不均的若干个矿体所构成。矿体形态以似层状为主,单个矿体长度为 760~2 400 m、宽度为 360~1 350 m,矿体厚度为 0.80~17.99 m,最厚达 29.14 m,矿体一般由单层铝土矿所组成,少数 2~3 层。其次有顶面平直、底部下凹的透镜状或漏斗状矿体,矿体长度为 100~170 m,宽度为 65~100 m,矿体厚度为 1.44~36.66 m,最厚达 96.45 m^[3],系由 2~

14 层铝土矿所组成。矿体厚度变化很大,严格受基底古岩溶坑洼起伏制约。基底古地形地貌即坑洼形态、大小、深度控制了铝土矿体的展布范围、产出形态、贫富变化及其形成规模^[8]。统计资料表明,矿体厚度与含铝岩系的发育程度呈正相关。与黔中铝土矿类似,受基底古侵蚀面形态的控制,在凹陷地段矿体厚度大,在凸起地段厚度小,甚至尖灭^[9]。按其结构构造,矿石自然类型划分为碎屑状、半土状、豆鲕状和致密状铝土矿 4 种;矿石工业类型有高铁低硫型、高铁低硫型、高铁高硫型及炭质高铁型铝土矿 4 种。矿石矿物主要为一水硬铝石,其次有高岭石、水云母、绿泥石、赤铁矿、褐铁矿、针铁矿、黄铁矿、金红石及锐钛矿等 34 种(表 1);据统计,矿石中一水硬铝石的占比为 53%~93%^[5],因此遵义铝土矿(带)矿石为一水硬铝石型铝土矿。

表 1 遵义铝土矿(带)矿石矿物成分一览

Table 1 The mineral composition of bauxite in Zunyi bauxite belt

铝矿物	黏土矿物	铁矿物	硫化矿物	钛矿物	碳酸盐矿物	其他矿物
一水硬铝石	水云母、高岭石、绿泥石、铁绿泥石、鲕绿泥石、鳞绿泥石、白云母、蒙脱石、地开石	褐铁矿、水针铁矿、针铁矿、赤铁矿、磁铁矿、菱铁矿	黄铁矿、辰砂	锐钛矿、金红石、榍石、白钛矿、板钛矿	方解石、白云石	锆石、电气石、石英、炭质、有机质、自然铅、石膏、绿帘石、磷灰石

鉴定单位:贵州省地质矿产勘查开发局 106 队实验室

2 铝土矿的成矿条件

铝土矿的形成是一个复杂的过程,不但要有合适的古构造条件、地层条件、岩相条件、古气候条件、地球化学条件、古地貌条件和充足的物质来源,而且在成矿之后还要有一个后生变化——次生富集的演变过程。

2.1 构造条件

形成铝土矿有利的构造条件是升降运动,志留期末—泥盆纪初,广西运动的发生致使黔中、黔北上升为陆,遭受长期风化剥蚀,基底已夷为准平原化。这种地区,既是铝土矿形成的物源区,也是铝土矿的沉积区。研究表明,铝土矿含矿岩系始终赋存在古岩溶假整合侵蚀面之上,说明二者有着“唇齿相依”的密切关系。

遵义铝土矿(带)的形成,在构造上除受黔中古陆控制外,同时还与古断裂的展布方向有关^[10]。区内铝土矿在平面上呈 EW 向分布,恰好与黔中地区早石炭世含铝岩系等厚线和基底沉积洼地的 EW 走向一致。铝土矿的这种分布特征与加里东期又开始复活的 2 条 EW 向古断裂有关;这 2 条古断裂是昭通—毕节—镇远断裂和安顺—都匀—黎平断裂^[11],它们都是北盘下降,南盘上升。遵义—金沙

EW 向铝土矿带和黔中清镇—修文铝土矿带正好都分布在 2 条断裂带上,即发育于因断裂而形成的古岩溶洼地内。质量欠佳的息烽—开阳铝土矿(亚带)则位于 2 条古断裂之间。

2.2 地层条件

对于沉积矿床来说,地层控制条件具有头等重要的意义。地层条件实际代表了控矿的时间条件。我国铝土矿和世界铝土矿的成矿时期基本一致,主要是石炭纪、二叠纪。

地层假整合所代表的古侵蚀面是沉积型铝土矿聚集的主要部位。遵义铝土矿(带)主要产于中上寒武统娄山关群和下奥陶统桐梓组白云岩的古侵蚀面之上。含铝岩系经孢粉测定属早石炭世大塘期,这一成矿期已被含铝岩系黏土岩 Rb-Sr 法同位素年龄的测定值(352.6 Ma)所证实。

2.3 岩相条件

众所周知,就沉积矿床而言,岩相条件尤为重要。与地层条件相比,岩相对成矿有着更为直接的控制作用。

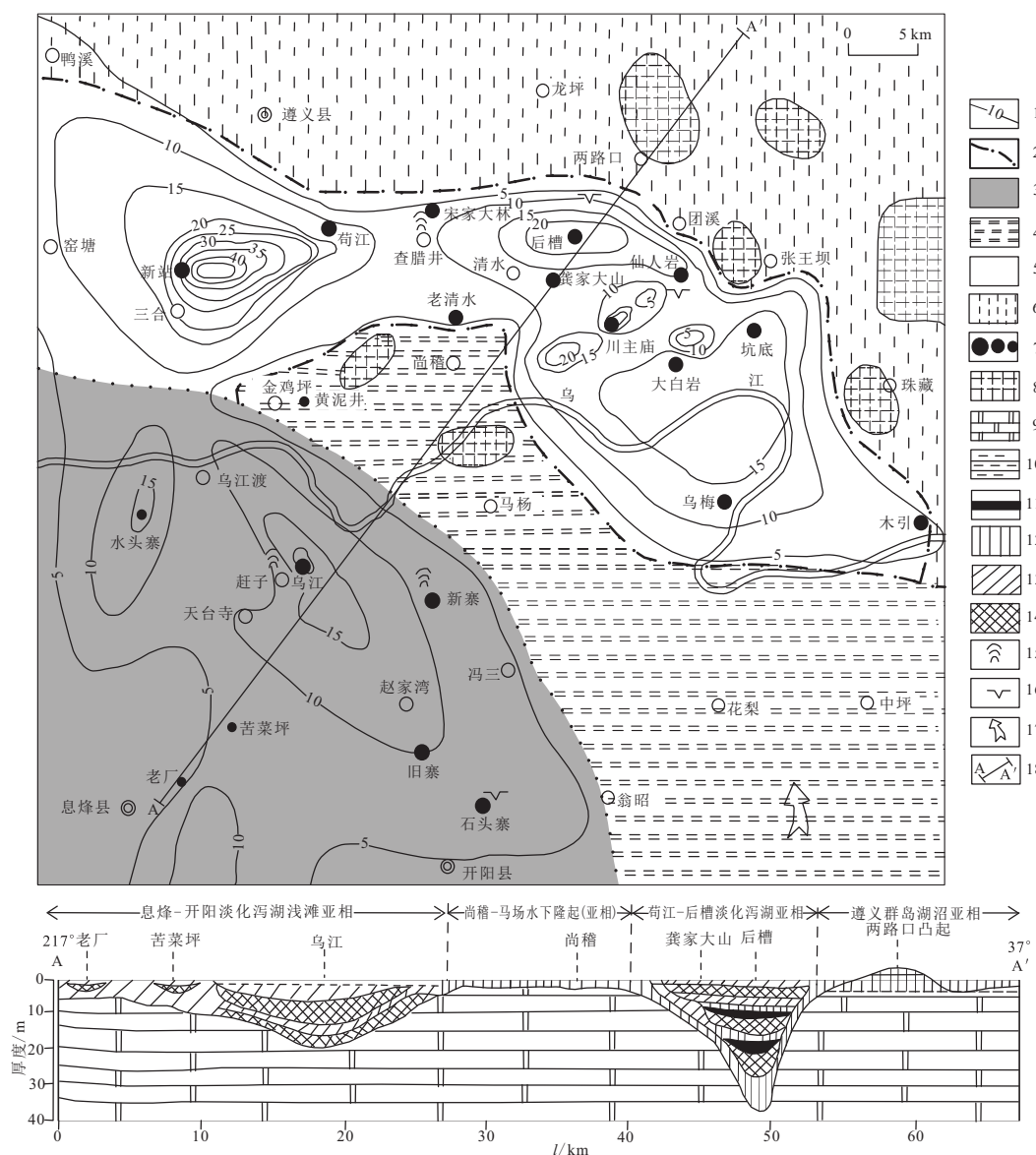
就大地构造而言,遵义铝土矿(带)处于稳定的扬子准地台内,黔中—黔北加里东隆起区之上的次一级相对坳陷中。扬子准地台构造稳定,成矿时期较长,有利于铝土矿的富集。成矿古地理条件是影响成矿环境的重要因素^[12],从古地理位置上看,该

区主要分布于长期隆起遭受剥蚀地区边缘的淡化泻湖相中(图1),这里有利于成矿物质聚集。从时间上看,铝土矿是在海退序列中期,由海相向陆相过渡发展阶段的沉积产物。

2.4 古气候条件

纵观全球,石炭纪具有温湿的气候环境。据贵州石炭纪古纬度与铝土矿研究,古地磁测量结果表明,贵州地区在石炭纪时位于南纬 $8^{\circ}\sim 14^{\circ}$ 之间,属于热带地区,处于高温潮湿的热带气候。古生物化石、岩相古地理研究也表明该时期气候炎热和潮湿,这为贵州石炭纪铝土矿的形提供了极有利的古气候条件^[13]。遵义铝土矿(带)正是在石炭纪时期这一

有利的古气候条件下形成的。据 Kohenkul^[14] 研究,铝土矿红土化的形成温度不低于 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。本区含铝岩系有时夹劣质煤,铝土矿中也偶含植物碎屑;镜下鉴定发现豆鲕状铝土矿中的豆鲕粒外壳系由褐铁矿、针铁矿环带组成,并发育呈放射状的干裂纹,这些充分说明,炎热干旱和多雨潮湿的古气候是形成铝土矿含矿岩系的先决条件,促使成矿母岩(原岩)——白云岩、页岩脱硅富铝钙红土化、红土化风化作用的发生及铝铁质古红土壳的形成,为尔后的再风化剥蚀、短距离搬运、异地沉积奠定了物源基础。



1. 沉积等厚线; 2. 岩相界线; 3. 息烽-开阳淡化泻湖浅滩亚相; 4. 尚稽-马场水下隆起(亚相); 5. 苟江-后槽淡化泻湖亚相; 6. 遵义群岛一湖沼亚相; 7. 中型矿床、小型矿床、矿点; 8. 无沉积区; 9. 白云岩; 10. 炭质页岩; 11. 劣质煤; 12. 黏土岩; 13. 铝土质黏土岩; 14. 铝土矿; 15. 藻铝叠层石; 16. 干裂纹; 17. 海侵方向; 18. 剖面线

图1 遵义铝土矿(带)早石炭世大塘期沉积岩相图(据文献[15-16]改编)

Fig.1 Lithofacies map of Early Carboniferous Datangian Age sedimentary rock in Zunyi bauxite belt

2.5 地球化学条件

含铝岩系的层序特征反映了不同部位的氧化—还原条件的不同^[12]。遵义铝土矿含矿岩系内的不同岩矿石的沉积层序,反映了铝、硅、铁及有机质在湖盆水体中沉积时进行分异的成矿地球化学环境。含铝岩系沉积早期,水位浅的沉积湖盆 pH 值低, $\Delta Eh > 0$, 因此出现氧化环境, 水体中的 Fe^{3+} 首先发生凝胶沉淀, 形成铁质黏土岩及赤铁矿; 随后水位升高, 水体加深, pH 值相应升高, 这时 Fe^{2+} 产生凝胶沉淀, 形成绿泥石黏土岩; 到沉积的中晚期, 水介质 pH 值为 6.75~8.00^[17], 发生了中—弱碱性的变化, 富铝成矿物质经成岩作用形成了铝土矿; 随着沉积湖盆水位降低, 面积缩小, 形成沼泽环境, 以富含有机质的炭质页岩或劣质煤的沉积而告终, 从此结束了含铝岩系在马平期的沉积。

测试数据显示, 遵义铝土矿(带)的 pH 值为

6.355~6.85, ΔEh 值为 40.505~57.33 mV^[17], 表明铝土矿含矿岩系是在弱酸性、弱氧化—弱还原的地球化学条件下形成的^[18]。

遵义铝土矿(带)含铝岩系及顶底板硫同位素组成是以富含 $\delta^{34}S$ 为其特征, 除含铝岩系顶部外, 余者全部 $\delta^{34}S$ 均为正值, 偏离零点较远, 分布比较集中(图 2)。底板白云岩中黄铁矿 $\delta^{34}S$ 平均值为 +15.4‰, 含铝岩系下段黏土岩中黄铁矿 $\delta^{34}S$ 为 16.63‰; 上段铝土矿中黄铁矿 $\delta^{34}S$ 为 25.3‰; 顶部炭质页岩—劣质煤 $\delta^{34}S$ 为 -32.8‰; 顶板石灰岩中黄铁矿 $\delta^{34}S$ 回升为 +22.22‰。下段黏土岩由于重硫富集, 属于海水硫源特征; 顶部炭质页岩、劣质煤硫同位素组成为负值, 说明是内陆湖沼环境下的沉积产物, 系生物硫成因; 而上段铝土矿则显示为过渡相, 详见图 2。

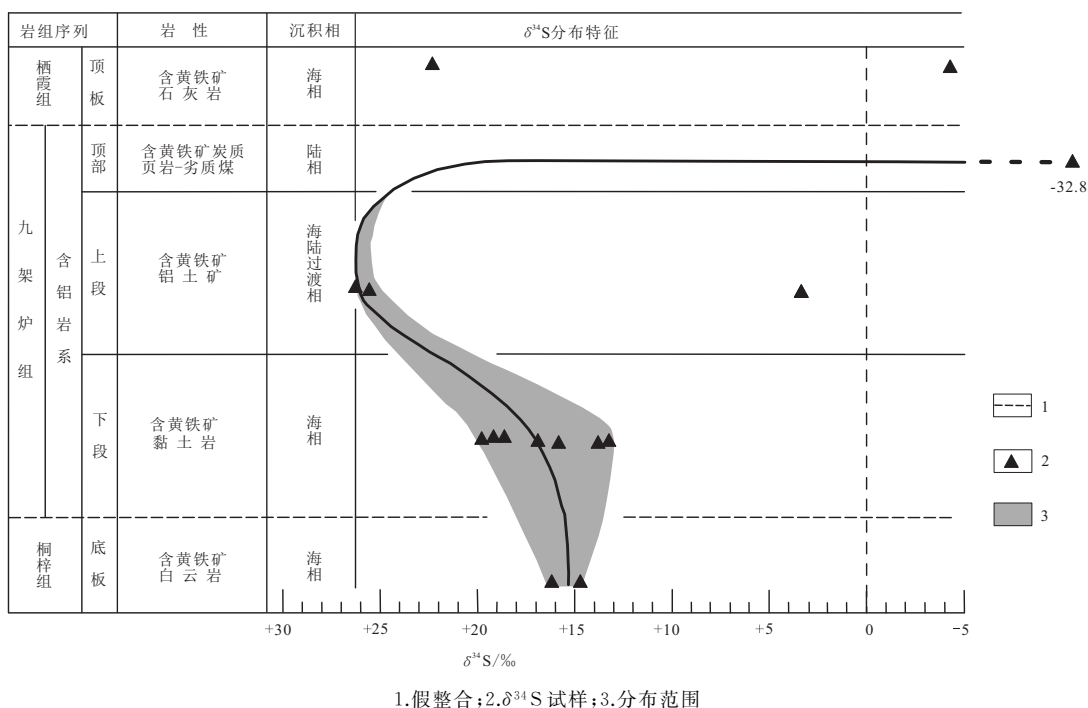


图 2 遵义铝土矿含矿岩系及顶底板中黄铁矿硫同位素组成分布图(注:据 15 件黄铁矿试样(测试单位:中国有色金属工业总公司矿产地质研究院))

Fig.2 Scattergram of sulfur isotope in the pyrite of bauxite-bearing series and the roof and floor in Zunyi

2.6 古地貌条件

研究表明, 铝土矿含矿岩系下伏基底假整合侵蚀面古岩溶坑洼地貌的形成机理是: 在雨热同季的古气候条件下, 桐梓组第二段海相页岩遭受强烈的古风化剥蚀, 致使下伏桐梓组第一段白云岩或娄山关群顶部白云岩裸露于地表。原来赋存在基底页岩中的黄铁矿在雨水、地表水和氧的作用下, 分解为 H_2SO_4 及 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 。基底白云岩中颇为发育

的古裂隙构造在酸性和富含 CO_2 的地下水作用下, 首先被溶解成小空洞, 密集相邻的小空洞侧向溶蚀扩大并相互串通, 从而形成了古岩溶坑洼。当冲刷进入坑洼的不溶黏土碎屑物质积累到一定程度时, 堵塞了坑洼底部, 这时富含 CO_2 的酸性地下水, 对碳酸盐岩的溶解作用无能为力。古岩溶坑洼发育阶段的终止即标志着接受沉积阶段的到来。

基底形成的假整合侵蚀面古岩溶坑洼地貌是铝

土矿的有利沉积形成场所,即负地形地貌是铝土矿的保存条件。黔北含铝岩系赋存于基底碳酸盐岩或页岩古准平原化地貌之上,其铝土矿的品质受准平原化地貌制约,在基底古地貌溶蚀溶坑、凹陷、漏斗等低洼处 Al_2O_3 含量较高、 Al/Si 比值较大,反之基底古地貌凸起处 Al_2O_3 含量较低、 Al/Si 比值较小。从已勘查出的铝土矿矿床可看出,平面上铝土矿体分布规律、展布范围、产出形态、贫富变化及其形成规模等,均受基底古地形地貌即坑洼形态、大小、深度和沉积环境的双重控制^[8],同时与含矿岩系的发育程度呈正相关。

3 铝土矿的成因分析

根据遵义铝土矿(带)的成矿地质特征和就位机制,对其成因分析如下。

遵义铝土矿(带)是在黔中—黔北广大地区,经过长期风化剥蚀的早古生代碳酸盐岩古侵蚀面上发育起来的,即在有利的古构造、古地理和古气候条件下,经历了从成矿母岩钙红土化、红土化,原始铝土矿的堆积、搬运、再沉积以及成矿后表生富集作用的全过程。这一成因观点,已为前述含铝岩系的地层剖面特征和铝土矿矿石结构、构造和矿体分布规律所证实。

3.1 成矿物质的来源

关于成矿物质来源,黔北务正道地区铝土矿整

装勘查的新成果^[7-8,19-20]表明成矿母岩具多源性^[21]。不同矿带中铝土矿的物质来源均来自基底^[22],由于不同矿带的基底岩石种类不同,成矿母岩就有所差异或具有多源性。根据成矿地质特征,笔者认为遵义铝土矿(带)的物质来源,一是基底的 $\epsilon_{2-3}LS$ 和 O_1t 白云岩,二是 O_1t 和 O_{1m} 页岩。根据黔中—遵义区域内 10 件 $\epsilon_{2-3}LS$ 白云岩及其 2 件白云岩风化形成的黏土,以及 36 件 O_1t 白云岩、生物碎屑白云岩、3 件 O_1t 白云岩风化形成的黏土分析, Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、 CaO 、 MgO 的质量分数平均值见表 2。白云岩中 Al 、 Si 、 Fe 、 Ti 的氧化物总和为 4.58%~19.71%。不难看出,首先,碳酸盐岩在适宜的古构造、古气候条件下,经长期古风化作用后,可以形成富铝的钙红土,因而是形成铝土矿的重要物质来源之一;再有,基底页岩中的矿物成分以黏土矿物水云母为主,其质量分数高达 75%~96%,化学成分 Al_2O_3 质量分数为 21.91%~25.07%^[1],也是形成铁铝质风化壳的原岩。据此判断,该区铝土矿的成矿物质来源应该是基底白云岩和页岩。

稳定氧同位素一般较低,遵义含铝岩系铝土矿一水硬铝石 $\delta^{18}\text{O}$ 平均值为 +12.41‰(7 件样品,测试单位:中国科学院地球化学研究所,1986 年),与修文小山坝一水硬铝石的 $\delta^{18}\text{O}$ 值 +5‰~+8.9‰、河南巩县铝土矿 $\delta^{18}\text{O}$ 值 +10.1‰ 十分接近^[23],说明区内原始铝土矿主要是由钙红土化和红土化物质在有利的古气候条件下形成的。

表 2 黔中—遵义不同岩石、黏土主要化学成分

Table 2 Leading chemical composition of different rock and clay in central Guizhou and Zunyi

岩石或黏土名称	时代	地点	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	样品/件
现代钙红土 ^[20]	Q	黔中	21.07	26.44	32.96	1.15	0.07	1.66	
红黏土 ^[21]	Q	林歹、修文	23.20	29.94	22.10	1.16	3.44	1.92	
O_1t 白云岩古风化黏土	C_1	遵义	12.32	40.88	29.24	0.60	0.23	1.11	3
$\epsilon_{2-3}LS$ 白云岩古风化黏土	C_1	息烽	31.25	39.36	10.13	1.06	0.28	1.06	2
白云岩、生物碎屑白云岩	O_1t^3	遵义	3.86	11.38	4.34	0.13	未分析	未分析	12
白云岩、生物碎屑白云岩	O_1t^1	遵义	3.29	10.05	2.79	0.12	未分析	未分析	24
白云岩	$\epsilon_{2-3}LS$	遵义、息烽	0.98	2.45	1.10	0.05	未分析	未分析	10

测试单位:贵州省地质矿产勘查开发局 106 队实验室

3.2 成矿物质的搬运

成矿物质搬运过程本身,可进一步使物质产生分异作用。由于机械碰撞可使之不断破碎,由粗到细直至成为细悬浮物状态,同时在水体搬运过程中不断分解,成为真溶液和胶体溶液状态^[24]。

在热带、亚热带炎热湿润的古气候条件下,基底母岩经风化作用形成的黏土矿物还要进一步发生红土化作用,这种作用主要使黏土矿物再分解,使其中的铝和硅分离,硅被地下水带走,而铝则在 pH 值约 5~9,即弱酸性到弱碱性的溶液中产生氢氧化铝沉

淀,形成所谓红土或红土型的铝土矿床^[25]。

遵义铝土矿(带)含铝岩系产于早古生代碳酸盐岩侵蚀面之上,属一水硬铝石型沉积铝土矿床。含铝岩系厚度变化大,铝土矿产于含铝岩系的中上部,矿体形态呈似层状、透镜状、漏斗状。矿石多具碎屑结构,碎屑中有砾、砂、鲕粒、豆粒,以及由它们共同组成的复碎屑。它们多由一水硬铝石及少量水云母、高岭石等黏土矿物组成。砾石形态多样,常呈棱角状、次棱角状、椭圆状以及不规则状,碎屑大小不等,分选极差,杂乱堆积,排列无规律,表明区内铝土

矿形成过程中,铝不是以化学溶液形式,也不是以胶体溶液形式迁移,而是以粗细不等的碎屑质点形式搬运。

铝土矿在形成中和形成后均伴随着淋滤作用,在黔北表现为多期性^[26]。从铝土矿形成阶段的角度来看,淋滤作用既可以发生在风化作用阶段、铝土矿化阶段,也可以发生在后生或表生富集阶段^[6,10]。多期次的淋滤作用控制了铝土矿的品质和厚度^[27]。

因此,遵义铝土矿(带)的形成,是早石炭世大塘期旧司时沉积基底的早古生代碳酸盐岩和页岩,在有利的古构造和古气候条件下,经长期强烈的风化剥蚀作用,首先是溶解易溶的碱金属、碱土金属并发生去硅作用,形成较厚的钙红土,然后再进一步去铁、硅、钙和镁,从而形成具原始碎屑结构、纯度还不理想的铝土矿。尔后,被暴雨、山洪或大的潮汐流的浸泡、冲刷,以类似浊流、重力流形式,经短距离的搬运,从岩溶凹陷的四周多次向溶盆、溶槽、溶沟、岩溶

漏斗中再沉积。随着地史发展,又被新的沉积物覆盖,由于地温升高,促使原来的三水铝石脱水演变成一水硬铝石。之后的历次构造运动,使铝土矿暴露地表或埋藏于浅部,进一步遭受地表风化淋滤,在潜水面之上的地下水作用下,再次脱硫排铁和去硅,进入表生富集阶段,从而形成今天所见的各种类型的铝土矿。现将简要的成矿模式拟定如下:

成矿母岩(基底白云岩和页岩),经风化剥蚀→钙红土化(红土化),经脱 Si、Fe、Ca、Mg→红土型铝土矿,经水体搬运→古岩溶坑洼中沉积保存→三水铝石铝土矿,经盖层增温、脱水→一水硬铝石铝土矿,经构造抬升地表,风化淋滤,再次脱 Si、Fe、S→今天的铝土矿。此外,淋滤作用在各阶段均有发生,呈现多期性。

遵义铝土矿(带)与黔北务正道铝土矿^[26-33](带)对比表明,二者的成矿时代等诸多成矿地质特征各具特色,详见表 3,叙述从略。

表 3 遵义铝土矿(带)与黔北务正道铝土矿(带)对比

Table 3 Correlation of bauxite belt in Zunyi and in Wuchuan-Zheng'an-Daozhen of northern Guizhou Province

矿床(带)名称	铝土矿产出层位	铝土矿含矿岩系顶板	铝土矿含矿岩系底板	沉积岩相	成矿时代	矿床类型
遵义铝土矿(带)	下石炭统九架	中二叠统梁山组炭质页岩	下奥陶统桐梓组白云岩或中上	海陆过渡相	早石炭世	一水硬铝石型
	炉组中上部	(泥)岩或栖霞组石灰岩	寒武统娄山关群白云岩	淡化泻湖相	大塘期旧司时	铝土矿床
黔北务正道铝土矿(带)	下二叠统大	中二叠统梁山组炭质页岩	上石炭统黄龙组石灰岩或中下	半封闭海湾	早二叠世隆	一水硬铝石型
	竹园组中上部	(泥)岩或栖霞组石灰岩	志留统韩家店组页岩(泥)岩	或海泛湖相	林期—紫松期 ^[27]	铝土矿床

4 结 语

综上所述,发生在志留纪末—泥盆纪初的广西运动所形成的古侵蚀面以及基底古断裂构造控制了遵义铝土矿(带)的展布方向和分布规律,燕山运动以向斜为主、背斜为次的褶皱构造控制了铝土矿床的分布。铝土矿体的赋存形态、厚度大小、质量变化以及资源储量规模等严格受古岩溶坑洼和沉积环境的双重控制。根据不同含矿岩系剖面类型、硫同位素组成和沉积相标志,认为含铝岩系下段黏土岩属海相沉积,上段铝质岩属海陆过渡相沉积,顶部炭质页岩或劣质煤为大陆湖沼相沉积;就整个含铝岩系的沉积序列而言,当属海退过程中的沉积产物^[13]。铝土矿沉积于长期古隆起边缘的淡化泻湖相中,其成矿时代归属早石炭世大塘期旧司时。古地磁测试数据显示,铝土矿是在热带炎热潮湿的古气候环境中形成的。由于介质地球化学特征的变化及其环境的改变,促进水体中的成岩、成矿元素——铝、硅、铁、硫及有机质等产生分异沉积,从而形成含铝岩系下部黏土岩、上部铝质岩—铝土矿、顶部炭质页岩或劣质煤的剖面结构。高铁低硫型铝土矿是在弱氧化—弱还原条件下形成的;高铁低硫型铝土矿是在

氧化条件下形成的;而高铁高硫型及炭质高铁型铝土矿则是在还原条件下形成的。根据矿床就位机制以及矿体产出形态特征、基底岩石类型,将矿床成因类型划属古风化壳型岩溶坑洼异地沉积—一水硬铝石铝土矿床^[1,18,34-35]。

论文撰写过程中,承蒙陈有能和朱成林提出宝贵意见,在此一并致谢。

参考文献:

- [1] 朱永红,朱成林.遵义铝土矿(带)找矿模式及远景预测[J].地质与勘探,2007,43(5):23-28.
- [2] 李克庆,朱成林.遵义铝土矿的分布及对基底的依存关系[J].贵州地质,2007,24(4):278-281.
- [3] 王庆生,时中越,戴文坤.贵州省遵义县苟江铝土矿区水井坎矿段矿床地质特征及成矿规律[R].贵州遵义:贵州省地矿局 102 地质大队,1990.
- [4] 刘文凯,刘平,陈有能,等.遵义铝土矿床后槽矿床成矿地质特征[R].遵义:贵州省地矿局 106 地质大队,1990.
- [5] 朱成林,刘文凯,刘平,等.贵州省遵义铝土矿仙人岩矿床成矿地质特征研究[R].遵义:贵州省地矿局 106 地质大队,1991.
- [6] 刘翼峰,王庆生,陈有能,等.黔北铝土矿成矿地质特征及成矿规律[M].贵阳:贵州人民出版社,1990:12-115.
- [7] 刘平.黔北务—正一道地区铝土矿地质概要[J].地质与勘探,2007,43(5):29-33.
- [8] 翁申富,雷志远,陈海,等.务正道铝土矿基底古地貌与矿石品质的关系:以务川大竹园铝土矿床为例[J].地质与勘探,2013,

- 49(2):195-204.
- [9] 李传班,刘幼平,武国辉,等.贵州省凯里地区铝土矿床控矿因素研究[J].地质与勘探,2012,48(1):31-37.
- [10] 廖士范,梁同荣.中国铝土矿地质学[M].贵阳:贵州科技出版社,1991:1-151.
- [11] 贵州省地矿局105地质大队.贵州省黔北震旦系灯影组钾盐普查阶段总结[R].贵阳:贵州省地矿局105地质大队.1980.
- [12] 王庆飞,邓军,刘学飞,等.铝土矿地质与成因研究进展[J].地质与勘探,2012,48(3):430-448.
- [13] 陈有能,汪生杰,杨文会.贵州北部含铝岩系地质时代及沉积相特征[J].贵州地质,1987,4(3):323-337.
- [14] Kohenkull B A.铜在红土化过程中的特征[J].刘锡文译.矿山地质,1986,7(1):33-36.
- [15] 陈有能,李加澍,汪生杰,等.贵州省遵义—息烽铝土矿沉积区含铝岩系划分对比及物质组成初步研究[R].遵义:贵州省地矿局106地质大队.1986.
- [16] 殷科华,叶德书,沈大兴,等.息烽—遵义早石炭世大塘期岩相古地理特征[J].沉积学报,2009,27(4):606-613.
- [17] 王俊达,李华梅.贵州石炭纪古纬度与铝土矿研究[J].地球化学,1998,27(6):575-578.
- [18] 潘忠华,葛辰,程悦,等.务川县岩风阡铝土矿地质特征及成矿环境研究[J].贵州地质,2013,30(3):192-197.
- [19] 武国辉,金中国,鲍森.黔北务正道铝土矿成矿规律探讨[J].地质与勘探,2008,44(6):31-35.
- [20] 金中国,向贤礼,黄智龙,等.黔北务川瓦厂坪铝土矿床元素迁移规律研究[J].地质与勘探,2011,47(6):957-966.
- [21] 周茂基.贵州石炭纪铝土矿的成矿规律[J].贵州地质,1985,2(2):147-156.
- [22] 章柏盛.黔中石炭纪铝土矿矿床成因等若干问题的初步探讨[J].地质论评,1984,30(6):553-559.
- [23] 廖士范.我国铝土矿成因及矿层沉积过程[J].沉积学报,1986,4(1):1-8.
- [24] 朱国庆,翟裕生.矿床学[M].北京:地质出版社,1979:184-253.
- [25] 刘英俊,曹励明,李兆麟,等.元素地球化学[M].北京:科学出版社,1984:16-19.
- [26] 余文超,杜远生,顾松竹,等.黔北务正道地区早二叠世铝土矿多期淋滤作用及其控矿意义[J].地质科技情报,2013,32(1):35-39.
- [27] 杜远生,周琦,金中国,等.黔北务正道地区铝土矿基础地质与成矿作用研究进展[J].地质科技情报,2013,32(1):1-6.
- [28] 黄兴,张雄华,杜远生,等.黔北地区铝土矿形成的地质时代[J].地质科技情报,2012,31(3):49-54.
- [29] 雷志远,翁申富,陈强,等.黔北务正道地区早二叠世大竹园期岩相古地理及其对铝土矿的控矿意义[J].地质科技情报,2013,32(1):8-12.
- [30] 雷志远,翁申富,凌文黎,等.黔北铝土矿矿带基底岩系组成及空间分布与成矿作用的关系探讨[J].地质科技情报,2013,32(1):13-18.
- [31] 崔滔,焦养泉,杜远生,等.黔北务正道地区铝土矿形成环境的古盐度识别[J].地质科技情报,2013,32(1):46-51.
- [32] 崔滔,焦养泉,杜远生,等.黔北务正道地区铝土矿沉积特征及分布规律[J].地质科技情报,2013,32(1):52-56.
- [33] 黄兴,张雄华,杜远生,等.黔北务正道地区及邻区石炭纪—二叠纪之交海平面变化对铝土矿的控制[J].地质科技情报,2013,32(1):80-86.
- [34] 朱永红,殷科华,李加澍,等.遵义仙人岩铝土矿矿物学特征研究[J].四川地质学报,2014,34(1):33-38.
- [35] 刘平,廖友常.黔中—渝南铝土矿含矿岩系时代探讨[J].中国地质,2012,39(3):661-682.

Metallogenic Factor and Origin in Zunyi Bauxite Belt, Guizhou

Zhu Yonghong, Weng Shenfu, Li Peigang, Zhao Shuang,
Han Zhonghua, Chen Qiang, Yang Shiqiang

(Geological Team 106, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Exploration and
Development, Zunyi Guizhou 563000, China)

Abstract: According to the geological achievements available, this paper uses the theories and ways of sedimentology and discusses the metallogenic factor and origin of Zunyi bauxite belt. The paper states that the bauxite is most probably formed on ancient karst basement from carbonate rocks in Palaeozoic Era. When paleostructure, paleogeography and paleoclimate are advantageous, the eluvial diluvium experiences lateritization of calcium, degraded silicon and iron, decalcification and degraded magnesium, thus forming laterite-type bauxite. Then, the transgression that happened in Carboniferous caused the continuous hydrolyzation, which moved deposits into the pothole of ancient karst to form the gibbsite deposit. Finally, the upper terrane became thick, calefacient and dehydrated, and consequently formed the diasporite bauxite deposit. The genetic type of ore deposit is attributed to sedimentary bauxite deposit of former weathering crust and pothole of ancient karst. Its metallogenic epoch is thus determined to be Early Carboniferous Datanian.

Key words: bauxite; metallogenic factor; origin; Zunyi; Guizhou