

中国大型三水铝土矿的找矿思路和远景^①

陈国达^②

(中南工业大学)

提 要

在中国寻找大型三水铝土矿床, 曾被认为可能性不大, 而作者从地洼学说的找矿思路出发, 认为尚有可为。这个思路主要是: 在运用地壳演化动定转化递进律分析大地构造单元成矿专属性的基础上, 分析中国已知铝土矿床绝大部分为一水型的主要原因, 从而获知在这一地区寻找三水型铝土矿床的途径。作者认为中国南方地壳发展的地洼阶段余动期具备了形成这型矿床的有利大地构造环境条件, 发育于古生代地台构造层碳酸盐岩之上的新生代地洼余动期亚构造层是找矿首要对象。根据这个思路, 中南工业大学地洼学说成矿学研究所经过多年努力, 已在广西发现了贵港式红土型三水铝土矿床。今后如循此思路引伸类推, 寻找大型富矿和扩大外围找矿, 以及寻找以其他岩石为母岩的风化型铝土矿床, 可能有远景。

关键词: 三水型铝土矿床, 地壳动定转化递进律, 递进成矿理论, 地洼学说的找矿思路

1 引 言

中国的铝土矿比较多, 但这些铝土矿中, 绝大部分为一水型, 占 97%; 且其中铝硅比 >7 的只占 17%。而选冶易、耗能少的三水型者, 一向所知只有几处小型矿床, 如福建的漳浦、龙海二县和海南的琼山、文昌、琼海、安定诸县所产者是。此外广西平果以及其他一水型铝土矿床中, 有时也有少量三水型者存在。

对于三水铝土矿床的找矿, 地质工作者曾经下过不少工夫。但经过几十年的努力, 一直未取得什么进展。后来就对之不太重视, 并逐渐形成了在中国不能找到大型三水铝土矿的结论。

著者自 1956 年发表地洼学说的第一篇论文^[1]时开始, 循着一条新的思路探索这一问

题, 并于 1960 年在文献^[2]中作出初步分析。近年来, 由于国内外地质工作者的努力, 该学说的递进成矿理论已日渐充实和提高, 促使著者进一步思考并明确了寻找大型三水铝土矿的途径。1983 年, 与中南工业大学地洼学说成矿学研究所同仁关尹文、陈世益等草拟了《我国三水铝石资源的找矿方向》一文, 向当时的冶金工业部有关部门提出重新开展寻找这型矿床的建议, 并甘冒风险, 主动请缨。因当时上述的传统看法深入人心, 久未得到支持。1984 年 8 月, 在北戴河召开的有色金属总公司“发展和经营战略研究讨论会议”上, 著者作了《在中国寻找三水型铝土矿的地质依据》的报告。后来又几经呼吁, 在有关领导的关怀下, 终于获得少量经费支持, 开始了野外调查找矿工作。

陈世益同志经过二年多的野外辛勤劳动和

①于 1991 年 5 月 8 日收到

②教授, 中国科学院学部委员

广西贵港市政府的配合下,第一次在该处找到了红土型三水铝土矿床。接着,在研究所的其他同志和广西地勘局273队的努力下,陆续在邻侧地区发现同类矿床。经273队勘探,已探明普查储量 $\times\times\times\times$ 万吨,目前还在增加中。且因其分布面广,远景储量大;同时,经过中南工业大学三水铝土矿联合攻关科研组教师的努力,在选冶及综合利用方面取得了进展。随后又作了开发利用综合流程扩大试验。该项科技成果于1991年1月在北京通过了专家评议鉴定,在鉴定证书中,该矿已被确认为一种新类型矿产资源,具有较好的工业利用价值。到此,它的经济意义和开发的可行性,已经获得肯定。

关于寻找较大型的三水型铝土矿问题,虽然已摸索出了一条途径,但这只是起步的工作,与我国社会主义四化的需要距离还很大。为了更好地发挥理论指导找矿的作用,在总结前一阶段找矿经验的同时,系统地回顾并阐述寻找这型矿床的思路及其依据,以利今后进一步工作是很有必要的。

本文完成后,承陈世益同志核对材料并提出宝贵意见,谨志谢意。

2 贵县式三水铝土矿床的特征及成因和成矿大地构造条件

2.1 特征及成因

根据文献^[3-8]所报导的调查研究结果,本矿床的特征和成因,以及确定矿石类型的依据如下:

2.1.1 分布特点、地貌环境及地质基础 本矿产分布地点,已知有南宁至玉林一带十余个县市,其中以贵县、横县、宾阳诸县比较集中。在地貌上,矿床主要产于从大瑶山至大明山的穹窿状中低山与其南面的岩溶平原之间的过渡地带;矿层盖覆于最低级台地(比高10~30m)的低缓斜坡之上。其地质基础为中泥盆统郁江组及东岗岭组,其下部以砂页岩为主,上部为白云岩及灰岩。东岗岭组主要为白

云岩夹灰岩。

2.1.2 矿体产状 矿体主要赋存在位于中泥盆统之上的红土风化壳中,局部也见于上泥盆统及石炭系地层之上的红土风化壳中。呈面状产出。最大厚度13m。一般2~3m。红土底部大部分为灰岩,其古剥蚀面坡度约5~15°,并以5~8°之处为品位最高地段。含矿红土层的剖面自上而下可分为四层:

1 上部红土层 暗红色疏松红土;色调较匀,湿度不大,中无任何岩屑;局部可含少量铝铁质结核。主要矿物为针铁矿、高岭石、三水铝石、石英;次要矿物有赤铁矿、伊利石等。顶部腐植质层一般不厚,植物生长不佳。

2 含铝土矿层 由红土及其中所含矿石两部分组成,胶结疏松。红土整体面貌与上部红土相似,但铁质含量较低;且往下部黄、红黄色调增多。散布于红土中的矿石呈豆状、鲕状及复合结核状;外貌呈圆形、椭圆形或不规则瘤状及蜂巢状。表面多有一层铁质外壳,呈黄褐至暗褐色;内部有白色、淡黄色斑点或斑块。一般地说,内部之浅斑多、表面光滑、色棕褐、圆形或椭圆形的矿石所含的三水铝石较多。结核的直径从小于1mm至大于2000mm不等,而以10~200mm的为常见。主要矿物为针铁矿和三水铝石,次要矿物有高岭石、赤铁矿、硬锰矿、伊利石、锐钛矿等。

3 底部红土层 上部为斑状红土,下部为紫红色粘土。斑状红土色调不匀,由褐红、橙红并杂以黄、黄白色斑纹状、斑点状、似蠕虫状粘土及少量铝铁和锰质结核组成。从上往下,结核减少。胶结较疏松。紫褐红色粘土色调均匀,粘结紧,粘性大,湿度也较大。本层主要矿物为伊利石、高岭石、针铁矿;次要矿物有三水铝石、石英、赤铁矿、锐钛矿等。厚0.1~3m;

4 半风化基岩 包括灰白和黄色粘土、风化程度不一的灰岩、白云岩、泥灰岩及页岩碎块。有时可见残余层理构造。主要矿物成分为方解石、伊利石、石英;次要矿物成分有针铁矿、白云石、高岭石等。有的地方该层缺

失,底部红土直接盖在新鲜基岩之上。厚0~10m。

上述各层除1、2层间的界面清楚外,其余均为逐渐过渡关系。

2.1.3 矿体结构及矿石特征 本矿的矿体内无层理,里面常见有残岩。矿石呈砾状,大小不一,混杂堆积;其中大者可达1~2m。砾石外部有铁质壳,内部为三水铝石与赤铁矿、针铁矿等。

2.1.4 物质组分 依贵县所见,本矿床的主要成分为三水铝石、针铁矿、赤铁矿、高岭土、石英、锐钛矿等。矿层中的含矿率为200~1400kg/m³,矿石含Al₂O₃ 24~39%, SiO₂ 4~12%, Fe₂O₃ 35~50%, TiO₂ 2~3%。经X光粉晶衍射、化学物相分析及溶出试验测定,矿石中的有效Al₂O₃含量为总Al₂O₃的50~80%,活性硅为TSiO₂的30~60%。因此,采用拜耳法工艺,其实际铝硅比达6~8以上。经中南工业大学1988~1990年间的初步试验研究,并经过扩试,确定为具有综合利用优势和较高经济价值的矿床^[9]。

2.2 矿床成因

根据上列本矿的各方面特征,可以看出:这型铝土矿床,是属于红土型,是由露出地表的富含成矿物质成分的岩石,在适宜的气候条件下,例如热带、亚热带地区于足够的降雨量和适度的气温范围内,经红土化作用形成的。上述母岩在物理化学的风化作用下,从其中淋滤出碱金属、碱土金属及绝大部分的硅,便遗下主要由铝、铁、钛等氧化物、氢氧化物及硅酸盐组成的残留物,在有利于保存的地貌环境中,残积形成了今天所见的矿床。

2.3 构造层位

贵县式三水铝土矿产于所在地区的地洼构造层(中新世)余动期亚构造(新生界)的后期小构造层(新第三系及第四系)中。

2.4 成矿大地构造环境及历史背景

本式矿床形成于东南地洼区赣桂地洼系南段的南宁-玉林弧形地洼型盆地中。其北面为雪峰地穹系南段的大瑶山-大明山地穹型山

脉,东南面则为浙粤地穹系南段。成矿时代根据矿层是以渐变关系位于第四纪更新世中晚期所成的斑状红土层之上的事实推断,属于更新世晚期至全新世,即在地壳发展史上的地洼阶段余动期后期,其地壳运动已经转为和缓的构造环境中。

贵县式铝土矿床形成的物质基础和历史背景是这样:在南宁-玉林地洼盆地北缘,与大瑶山-大明山地穹山脉的过渡地带,出露的构造层主要为晚古生界组成的、以灰岩、白云岩发育为特色的地台构造层。这是所在地区地壳发展于中生代中期以前的地台阶段形成的。本式矿床即以之为发育基础,它提供了风化成矿的物质来源。

3 贵县式三水铝土矿的找矿思路

贵县式三水型铝土矿的发现,主要是按照地洼学说的成矿学的学术思想和研究方法,沿着一个新的思路去探索的结果。这个思路先从地壳演化的动定转化递进律的角度看大地构造单元成矿专属性,然后在此基础上分析中国已知铝土矿床绝大部分为一水型的主要原因,从而获知在这一地区寻找三水型铝土矿床尚有可为,以及找矿的途径。其具体内容包括下列几点:

3.1 铝土矿的矿石类型与大地构造环境

要寻找三水铝土矿,必先弄清产生这型矿床的有利大地构造环境。因为从地洼学说的成矿学角度来看,不同大地构造单元有其成矿专属性,对于铝土矿床的矿石类型来说,也不例外。该学说对于矿床大地构造类型的划分,摆脱了传统的“非槽即台”思想的束缚,根据中国的实际情况和特征区别,把它们划分为三种大地构造类型,即除前此已经熟知的地槽型及地台型外,还增添了地洼型。

三水型铝土矿床主要为红土型,是成于红土化的风化作用。此外还可有沉积成因的,它们大部分是从风化成因矿床通过流水的搬运作用而成的。形成红土型铝土矿床所必需的大地

构造条件主要为相对稳定的大地构造体制，或其他大地构造体制中有较长的相对稳定时期。其原因是在于：(1)就矿床的产生条件来说，这种大地构造环境中，地壳运动微弱或比较微弱，地面升降速度缓慢或比较缓慢，同时地貌反差较小，地面起伏和缓，有利于风化作用的长期持续进行和深入彻底，易于在地面坡度小的地段形成宽厚的风化壳。(2)就矿床保存上说，由于地面起伏和缓，在坡度小之处所成的风化壳较易保存，不致受流水等外营力所剥蚀破坏。同时又由于这种大地构造环境中其大地热流通常较低，岩浆活动微弱，已形成的三水铝石不致因受到高地温的影响而脱水变质，转变为一水硬铝石。

从地壳运动转化递进率看来，一般地说，在任何性质和类型的大地构造体制下，都可以具备或有时出现有利于形成三水型铝土矿床的条件。如同上述的大地构造环境，其时只要具备了物质来源，以及适宜的气候和地貌条件，都可以形成该型铝土矿床。在地槽区，所成铝土矿床以蕴藏在其发展的早期产生的海相沉积中者为较重要。但由于这种构造单元是活动区，大地热流一般较高，又常有地槽迴反时期（地槽区发展中期即激烈期）造山型地壳运动所产生的强烈褶皱作用、岩浆活动及变质作用的影响，已成矿石多已被变质改造，转变为一水硬铝石。

其次，在地台区，由于它是稳定区，在其形成和发展的全过程中，通常大地热流低，地壳运动和缓，以大面积的缓慢升降运动为主，缺乏强烈的褶皱、岩浆及变质作用。因此，在一般情况下，所成的铝土矿为三水型，少受变质改造。特别是由于地台区的地貌反差强度一般较小，是以平坦开阔、起伏和缓的平原或准平原面为特征的，所成铝土矿往往以展布面广、厚度稳定、储量多著称。

至于地洼区，它和地槽区相似，也属活动区。因此，它的发展早期（即初动期）所成的铝土矿床经过中期较高的地温，以及强烈的造山运动所致的褶皱断裂、岩浆侵入喷出和变质

作用影响后，也会被改造。但在其晚期（余动期）所成的铝土矿床，仍可保存原貌，故也可以蕴藏有三水型矿床。再从气候及地貌条件来分析，地洼区发展的余动期前期，由于激烈期结束未久，构造—地貌反差尚很大。这时一方面因地穹高山的屏障，地洼盆地中虽然气温高，但雨量不足，只能以形成红色岩层为特征，仍不利于三水型铝土矿的产出。另一方面地面陡峻，也是不利条件。及至余动期的后期，地温已更进一步降低，地壳运动已更进一步和缓，地貌反差更小，在地洼盆地中可能有适合的地貌环境；只要有适宜的气候条件，便易产生三水型铝土矿床。

综上所述，可以看出：在已知的三种大地构造单元中，地台区是寻找三水型铝土矿床的最优先对象。其次为地洼区的余动期。

3.2 地壳演化史对铝土矿床类型的影响

按照地槽—地台学说，中国的大部分，特别是其东部，在现阶段处于地台体制。在这个“中国地台”辽阔范围内的铝土矿，按理说，应该主要属于三水型。但事实上却不是这样，有如上述，其原因何在？

运用地洼学说重新研究中国的地壳演化史，人们便可发现，这一地区，以东部地区为例，古生代时确曾先后从地槽阶段转入地台阶段，逐步扩展形成了广大的“中国地台”。但“中国地台”只是一个历史名称，因为至中生代中期，它的各部分已先后不一地发生了活化，转变为活化区^[1]，或称地洼区^[2,9]。根据诞生时间先后和历史背景的差异，计有东北地洼区、华北地洼区、华中地洼区、云贵地洼区、滇西地洼区及东南地洼区等。

中国地壳演化史上的这一转变，对于原来“中国地台”上所成的铝土矿床，无疑发生了重要的影响。因为作为活动区的地洼区，其大地热流高，地壳运动属于造山型，古生代时所成的地台型铝土矿床虽然可为三水铝石，但因后来遭受了中生代地洼激烈期的高地温以及强烈的褶皱、岩浆及变质作用的侵袭，就难免大部分甚至全部被改造，转变为一水硬铝石了。中

国已知铝土矿大部分属于一水型的原因, 显然与此有密切的关系。

3.3 铝矿石类型转变的模拟实验

关于中国现知地台型铝土矿已转变为一水型的原因主要在于如同上述的大地构造环境的变化, 著者在文献^[2]中, 已经从成矿学的角度作过详细分析。追索一些前人已作过的有关实验^[10-11], 三水铝石在加热作用下确可发生相转变, 脱水变为一水铝石。贵县三水铝土矿发现后, 范法明^[12]又专为此问题有目的地在该处采样再作类似的模拟试验。他的实验结果使上述的看法又一次获得了有力的证明。

范氏采作模拟试验的样品为广西贵县蒙公大李岭所产的三水铝石。在实验过程中, 随着外界温度的升高, 铝矿物沿着三水铝石→勃姆石→硬水铝石→刚玉的转化顺序, 发生变化; 并得出如下结论: (1) 影响这一转化过程的因素主要为温度。在 100℃ 以下, 三水铝石未发生变化。当温度升到 150℃ 时, 大量三水铝石转变成勃姆石, 并有少量成为硬水铝石。到 300℃ 时, 三水铝石即全部消失, 勃姆石也减少, 而硬水铝石则大量增加, 并出现少量刚玉; (2) 三水铝石无论是在干燥环境下还是浸在水中; 只要达到适宜的温度就会发生脱水, 循上述的顺序依次转化; (3) 在三水铝石转变为硬水铝石的条件下, 针铁矿也脱水变为赤铁矿, 而高岭石、锐钛矿和金红石则不发生变化。

众所周知, 地台区的大地热流值远低于活动区 (例如地洼区), 前者通常 < 1HFU, 而后者通常 > 1HFU, 并常可 > 2HFU 甚至 > 2.5HFU。由于地台区的地温及其梯度变化值小; 其中所产的三水型铝土矿, 即使上面有数千米以上的覆盖地层, 也少有因深埋增温而致大部分变为一水型的。据范氏计算, 就华北豫西地区而论; 该处地台型铝土矿产于中石炭统地台构造层中, 其上覆地层厚度为 2462~4965m。该处现阶段的大地构造性质为地洼区的余动期, 其地温梯度为 3.78℃ / 100m。推测地台阶段的地温梯度当低于此值。即使以此

较高的数值计算, 该铝土矿层生成以后也只遭受过 95~189℃ 的影响, 与范氏实验对比, 其三水铝石也不致大部分变为硬水铝石, 何况实际温度应在此之下。

根据范氏的模拟试验, 可以证明下列两点事实: (1) 一水硬铝石是可以因温度增高而由三水铝石变成的, 虽然后者还可能还有其他产生途径; (2) 中国已知的地台型铝土矿, 起初本属三水型; 但由于后来该处转化为地洼区, 遂大部分受改造转变为一水型。

3.4 地洼余动期是寻找三水铝土矿的远景区

综观上述各点, 可以得出结论: 从大地构造成矿发育史上说, 地台型铝土矿本是以大型的三水型矿床著称的, 但中国的地台区大部分已经于中生代中期演化变为地洼区, 仅余伊陕、四川及松辽三个残留小地台。不独在地洼区范围内的地台型铝土矿已大部分因受后来地洼活动的影响而脱水变质, 成为一水型; 即使在几个残留小地台中, 其铝土矿也已或多或少受到波及, 不复为三水型。因此, 在中国境内寻找大型三水铝土矿床, 地台构造层不是理想的对象。

虽然如此, 中国的地洼构造层十分发育, 广布于各个地洼区内的地洼盆地中, 其中可能有远景; 特别是在华南几个地洼区, 其发展已进入余动期后期, 其成矿条件是具备而且良好的。理由如下:

3.4.1 成矿大地构造条件 从大地构造成矿条件看, 这一地带的地壳发展史表明, 当其进入地洼阶段的余动期后期 (新第三纪至第四纪), 地洼活动的激烈期 (中生代中晚期) 早已过去, 主要造山作用 (燕山运动) 结束已久, 构造变动比诸余动期前期 (老第三纪) 者更为和缓, 地壳可以出现较长的稳定时期, 因而, 可以较长期持续进行风化作用并为形成矿床提供条件。

3.4.2 气候条件 气候条件是形成三水型铝土矿的重要条件之一。如前所述, 地洼区的发展当还在激烈期时, 以形成相间的地穹高山脉及地洼深盆地为特征。在余动期前期, 高山形

成后遭受的剥蚀尚不严重，屏蔽作用尚显著；因而盆地中的气温虽高但雨量少，通常只形成红层而难于产生三水型铝土矿。但至余动期后期，则山脉已被剥蚀并大大减低，区域性的气候条件发挥了作用，可以为寻找三水型铝土矿做考虑依据。

以现在中国各地所处的气候带而论，有利于红土型铝土矿产出的地区是大致位于拉萨—重庆—岳阳—九江—杭州一线，即相当于北纬 30° 以南一条东西向延长的地带内。这一地带在气候地理上大部分是处于现在的亚热带及热带范围。除西段的西藏南部、四川西部及云南的西北部因近期隆升而致目前地势已高，气温较低，雨量较少外；其余地区的平均气温自 $16\sim 18.5^{\circ}\text{C}$ 至 $19\sim 25^{\circ}\text{C}$ （广东），最热月平均可达 $23\sim 28^{\circ}\text{C}$ （广西）以至 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ （湖南）。年平均降水量为1100mm至2800mm（广西）之间。这一地带的地洼区发展至余动期后期为新第三纪至第四纪，依现有资料看来，其时该处的经纬度及气候带可能与现在的相差不大。同时，西段的隆起高度还没有到达现在的程度，气温则比现在的高。因此可以推测，这一时期除冰期以外全区的气候条件与目前者相差也不大，或者更合适一点，因而这一地带，特别是北纬 23° 以南，有形成三水型铝土矿的可能。

3.4.3 物质来源 在华南地区可供铝土矿床成矿的物质来源，丰富多样，既有各种火成岩，又有沉积岩和变质岩。在上述的有利气候带范围内，除已知的福建漳浦式及海南蓬莱式三水型铝土矿的母岩为新生代玄武岩外，还有常见的潜在母岩是上古生界海相碳酸盐类岩石。考世界上的已知大型铝土矿床中，其物质来源自碳酸盐类岩石者不少。这是由于其中常富含铝质外还与这类岩石的渗透性一般良好，易于形成风化型矿床有关。如牙买加的三水型铝土矿床，有人认为是由该岛的白色石灰岩风化所成的。而在中国南部，其地壳演化至古生代时，正处于地台体制，地貌以准平原为特征。地面起伏和缓，所成盆地多属宽展型。当

时海水从国境西南方侵入，在云桂粤湘诸省的大部分地区出现了辽阔的古海盆，其中沉积了泥盆系至石炭二叠系中诸碳酸盐岩层。它们分布广泛，可在大范围内提供铝土矿的成矿物质，因而可被列为优先考虑的地区。

3.4.4 地貌条件 在风化型铝土矿的成矿条件中，地貌是其中的重要者之一。如上所述，地洼区为活动区，地貌通常反差强烈，特别是以激烈期为甚；流水冲刷强烈，不利于风化型矿床的形成。但进入余动期后，由于主要造山期已过，随着构造运动逐渐减弱，大部分地貌反差强度也逐渐减小。至余动期后期，坡度较小的宽阔地面出现增多，可为风化型矿床发育之所。特别是从地穹山脉的较陡地面向地洼盆地过渡的转换地段，既有一定的坡度有利于淋滤脱硅作用，又不因坡度太大而致已成矿石被流失，得以长期积累形成矿床。

3.4.5 地温条件 由于地洼区是活动区，通常以大地热流值高为特征，尤以激烈期最为明显，这不利于三水铝土矿的保存。但当其发展到了余动期前期，地热即逐渐降低；至余动期后期，就进一步减弱。同时岩浆活动也比余动期前期更为稀少，在本区内只在少数地区有新第三纪及第四纪火山活动。这为三水铝石不致因高地温而脱水变质成为一水铝石创造了条件。况且这时所成的风化型矿床却少受或不受其他地层所掩盖，其受地温改造的机会几乎等于零。

综上所述，可以得出结论：在中国境内寻找大型三水铝土矿床，其主要对象应首推南方诸地洼区中。目前位于亚热带及热带范围内，有地台构造层的晚古生界碳酸盐岩类出露地带，于小坡度的宽广地面之处，主要在这些潜在母岩之上覆盖有属于地洼余动期后期亚构造层的风化壳。

关于在中国寻找大型三水铝矿床仍有可为，以及它的寻找方向的确定，就是以上述几点分析为依据的。循着这个思路，本所科研人员终于发现了贵县式三水铝矿床。

4 华南三水铝土矿今后的找矿设想

4.1 贵县式铝土矿大型富矿的找矿方向

自1987年被发现以来,贵县式铝土矿已找到的还只是厚度一般为2~3m,最大不超过13m的薄层。已知储量虽较大,但不集中,而且品位尚低(Al_2O_3 仅24~39%);其中含铁量较高(Fe_2O_3 35~50%)。虽然已在综合利用的研究上取得成功,通过选冶方面的处理,它已经具备了开发价值。但我们不能满足于此。

今后的努力目标主要有二:一是厚度大、储量集中的更大型矿床;二是品位高、含杂质(如硅质、铁质)少的富矿。这样的矿床,其找矿方向主要有二:一是具有上述成矿条件的岩溶地带相对低凹地段,里面风化壳较厚、淋滤更彻底的部位;二是在风化型矿床邻侧的低洼地段,例如石灰阱、溶洞等处,由风化型矿床经过流水短距离搬运在该处沉积而成的矿床。由于经过了搬运分选,一般说硅、铁质有可能进一步减少,三水铝石品位进一步相对提高,并有可能在小范围内集中成为较厚的矿层。

依著者个人考察所及,在南斯拉夫就有这样的实例。在萨拉热窝的Jajce新生代三水型铝土矿床,其大地构造环境也是地洼区(南斯拉夫地洼区),矿床形成于地洼阶段的余动期(晚第三纪至第四纪)。其母岩为晚古生界碳酸盐岩类,经风化作用后形成了红土型矿床。但大储量、高品位的矿体却产在石灰阱中。正在开采的一处矿体,便产于一个长200m、宽150m的石灰阱内,其沉积厚度达40m,品位达40%以上;主要成矿物质是由流水从邻侧的风化型矿床搬运而来的。这一例子,可为我们今后寻找大型富矿的借鉴。

4.2 贵县式或类似式铝土矿的外围找矿方向

贵县式铝土矿的已知分布范围,仅有东南地洼区的广西南部贵港、横县、宾阳、南宁、扶绥、玉林、北流、桂平、平南、武鸣、武宣

等十余县,其中的重要地段只有贵港、横县及宾阳三县。而且,除已经勘探确定的工业储量 $\times\times\times\times$ 万吨外,预测的远景储量也仅有 $\times$ 亿吨左右。因此,进一步开展外围找矿以扩大储量,是当务之急。

根据现有资料,在华南的适宜气候带范围内,由于晚古生界地台构造层分布广泛,其中可供作贵县式铝土矿或其他三水型铝土矿床物质来源的碳酸盐岩类,包括已知的中上泥盆统如郁江组(D_1^1)、东岗岭组(D_1^2)或它们的相当地层,以及石炭系,二叠系等,尚有不少,出露也广。例如湘南的中上泥盆统至二叠系,赣南的上石炭统至下二叠统,广东的中上泥盆统至下二叠统,这些地层中的灰岩出露地段,都可以选作远景区。宜重点地查勘有这些地层分布之处的地洼盆地边缘,地穹山脉之麓,溶蚀准平原及岩溶洼地之上,坡度和缓的有利地貌条件地带的红土层,并采样分析,以供确定。当发现三水型铝土矿时,还要注意在邻侧的石灰阱、溶洞中寻找储量大、品位高的矿床。

4.3 华南其他风化型铝土矿的找矿方向

如上所述,可作红土型铝土矿床母岩的岩石种类很多,范围很广。在华南几个地洼区处于有利气候带内,由不同较老地壳演化阶段、不同体制的大地构造单元提供的许多含铝高的各种火成岩、沉积岩及变质岩,在地洼发展阶段余动期后期红土化作用下,都可以在合适的地貌条件下形成三水铝土矿床。据现有资料所知,这些岩石出露较广者主要有:

1 火成岩类(包括喷出岩及侵入岩) 一般说来,玄武岩是最常见的铝土矿母岩,世界上许多大型三水铝土矿床,即是这类岩石的风化产物。如几内亚的阿耶科耶、达博拉、图盖以及喀麦隆的米尼塔普铝土矿,其矿体即存在于基性熔岩风化产物中;印度的古吉拉特铝土矿也属之。在华南地区,除在东南地洼区已知有福建及海南一些新第三纪至第四纪玄武岩有铝土矿床形成外,其他地方如粤湘浙赣等处的新生代玄武岩,还有可能存在远景。此外,在

滇黔川的有利气候地带内，其地台阶段的二叠纪玄武岩，分布范围很广，也值得注意。

其次，花岗岩类、闪长岩、霞石正长岩，也是世界上较常见的三水铝土矿母岩，如印尼加里曼丹，美国的阿肯色州等地的例子是。在华南的诸地洼区内，花岗岩类出露很广，除地洼阶段初动激烈期的印支—燕山期花岗岩外，还有地槽阶段的加里东期（包括一小部分海西期）花岗岩（小部分已变质），都有可能在地洼余动期后期形成三水型铝土矿床。

以流纹岩、凝灰岩等中酸性火山岩作为母岩的三水型铝土矿，在国外也不乏其例。如牙买加的铝土矿，就有人认为是以火山灰为最重要的物质来源的。在华南地区，特别是沿海诸省，中新世代的流纹岩、凝灰岩也很广见，值得查勘。

2 沉积岩类 可作铝土矿物质来源的沉积岩种类也较多。在华南地区除上面已经提出的、分布广泛的碳酸盐岩类之外，含铝高的细屑岩类也颇重要，较常见的如长石砂岩、粉砂岩、泥岩等是。这类母岩在世界上已知例子有澳大利亚韦帕的铝土矿，它由第三系长石砂岩和砂质粘土岩风化物所成；戈夫铝土矿，与白垩系长石砂岩、粘土岩及粉砂岩的风化关系密切。在中国南部，这些岩石的分布也很广，值得注意。

3 变质岩类 依国外先例，变质岩也常可为风化型铝土矿的重要成矿物质来源。其中包括片麻岩、片岩、千枚岩、变质玄武岩及变质花岗岩等。如巴西的特龙贝塔斯，圭亚那的海岸平原、苏里南的巴克赫斯山、澳大利亚的

达令、印度的奥里萨及安德拉等铝土矿是。在中国南部的有利气候范围内，例如闽浙粤及海南诸省，以及雪峰山区，云开大山区等处所见到的元古宇（可能有少部分属晚太古界）前地槽构造层（结晶基底），有时还有下古生界地槽构造层（褶皱基底）中的变质岩系出露地区，均可列入注意范围。

参 考 文 献

1. 陈国达. 地质学报, 1956, 36 (3)
2. 陈国达. 地台活化说及其找矿意义. 北京: 地质出版社, 1960
3. 陈世益. 见: 第一届国际地洼构造与成矿讨论会论文摘要. 1988
4. 殷子明. 华北铝土矿的成因. 中南工业大学博士论文, 1988
5. 倪建平. 广西贵县三水铝土矿成因及其找矿方向. 中南工业大学硕士论文, 1988
6. 申少华. 广西贵县三水型铝土矿矿床地质特征及工业意义. 中南工业大学硕士论文, 1988
7. 靳占锋. 广西贵县式铝土矿的成因. 中南工业大学硕士论文, 1989
8. 周 芳. 遥感地质, 1990, (1~2): 87~80
9. 陈国达. 科学通报, 1959
10. 章元龙. 地质从刊, 1956, (1)
11. 中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所. 国外主要有色金属矿产. 北京: 冶金工业出版社, 1987, 34~81
12. 范法明. 华南三水型铝土矿成矿特征及其与豫西—水型铝土矿的对比. 中南工业大学博士论文, 1988