

中国南方新生代主要岩类的红土化进程^①

陈世益 周 芳 何学锋

(中南工业大学地质系, 长沙 410083)

摘 要

通过对中国南方地区花岗岩、玄武岩和碳酸盐岩等风化壳的研究,总结了新第三纪以来在炎热潮湿的气候条件下各主要岩类的风化习性与风化作用进程,指出了它们迄今发展到那一阶段和可能形成的风化矿床,这将有助于确定红土型铝土矿、离子吸收型稀土矿和高岭土矿等的找矿方向。

关键词: 岩石类型 新生代 红土化进程 红土型铝土矿 中国南方

自从国家确定优先发展铝工业的方针以来,人们对于在中国南方寻找红土型铝土矿的问题提出过不同意见:一种认为找矿前景宽阔^[1, 2],一种则认为中国不具备形成大型红土型铝土矿床的条件。持第一种态度的人有的还希望在中国找到象澳大利亚韦帕铝土矿那样大而富的矿床,从根本上改变我国铝矿资源结构不合理的局面。要对此类问题作出合乎实际的、中肯的回答,必须对红土型铝土矿形成的特殊机制进行系统的研究,具体地分析风化作用的有效时间和岩石的风化习性,即各主要岩石类型自新第三纪以来的红土化作用进程。

1 风化壳类型

1.1 风化壳类型与气候的关系

判断一个地区某种岩石的风化程度及其所处的风化作用发展阶段,可以通过对风化壳的矿物组成分析得以认识。地表岩石性质虽然有千差万别,但随着化学风化作用的进行,所形成的风化壳在化学组成和矿物组成上将逐渐趋于一致,风化作用越彻底,这种一致性越显著。这是各地红土型铝土矿具有相似的垂直分带现象和物质组成的原因。人们通过系统的对

比研究发现,在热带与亚热带的过渡地带,红土风化壳剖面出现的层次最为完整,地球化学作用的分带十分明显。自上而下可分为四带:

(1) 最终水解带。代表性矿物为三水铝石和针铁矿、赤铁矿。

(2) 初步水解带。主要由高岭石等1:1型层状硅酸盐矿物组成,称密高岭土层。

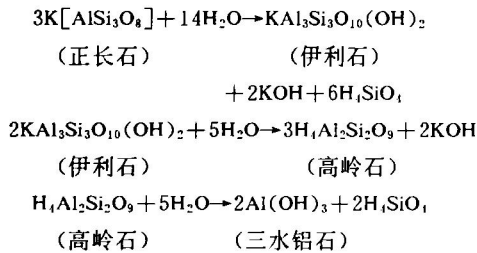
(3) 水化作用和淋漓作用带。以富集伊利石、水绿泥石等2:1型层状硅酸盐矿物为标志。

(4) 崩解作用带。以物理风化为主,保存较多的原生矿物。

风化壳的这种垂直分带现象与从极地到赤道在不同气候条件下形成的土壤主要矿物组成是一模一样的。在靠近极地的寒带,风化作用形成岩石碎块,相当于上述剖面底部的崩解带;温带的化学风化作用较弱,土壤矿物以含有较多2:1型层状硅酸盐矿物为特征,相当于剖面的水化作用和淋漓作用带;在亚热带地区化学风化作用增强,地表土壤逐渐变为以高岭石为标型矿物,相当于剖面的初步水解带;以三水铝石和针铁矿为特征的土层只在热带和降雨量大的亚热带地区才能见到。因此各地风化壳的结构类型,尤其是剖面上部的矿物类型,是受当地气候条件控制的。

^① 收稿日期: 1993年6月18日

除了可溶性的岩石之外,矿物在地表也会受到化学风化和水解作用的影响,其过程可用正长石为代表,由下列三个化学反应方程式来表示:



上述铝硅酸盐矿物的化学风化作用的三个阶段在我国南方如福建漳浦、海南蓬莱和广西贵港等红土型铝土矿中都是存在的。然而,随着风化作用的加强,尤其是降雨量的加大和排水条件的改善,上述伊利石和高岭石两个中间过程将逐渐缩短甚至消失。例如在年降雨量达2 000 mm的热带地区,风化作用强度大、速度快,从新鲜基岩变成伊利石、绿泥石等2:1型层状硅酸盐的过程很短,以至未能留下这个层位,所以在风化壳剖面上常见到长石类和云母类矿物直接变成高岭石然后再变成三水铝石。如果年降雨量更大,达3 000 mm以上,气温高,不仅伊利石阶段,甚至高岭石阶段也消失了,在风化壳剖面上新鲜的基岩直接变成三水铝石。这种剖面结构被称为超红土型,例如印度西高止山和越南西原高原那样。

总之,风化壳的垂直分带以靠近南北回归线地带最为清楚,层数最多,从该带往极地和赤道,风化壳层数越来越少,结构越趋简单。往极地地方,上述剖面的上部层位逐渐消失,风化作用成熟度更趋降低;朝赤道方向,剖面下部层位逐渐减少,风化作用成熟度越来越高。

1.2 风化壳类型与时间的关系

除了气候之外,决定岩石风化程度和形成的风化壳类型的另一重要因素是时间。这个因素以往较少注意。中国南方有利于红土化作用的气候出现较晚。白垩纪至老第三纪为干燥气候环境,形成一套含膏盐的红色砂页岩建造。从新第三纪至第四纪才出现炎热潮湿的气候,

有利于化学风化作用进行。

在有利的气候环境中,并非到处处于风化状态,使风化作用深入发展。岩石的风化作用类型与其化学成分、矿物组成、结构构造、孔隙度以及所处的地貌地形条件有关。地貌和地貌发展阶段决定了风化作用的方向和风化壳的厚度。它实际上是地壳运动的一种反映。例如某一区域的上升和下降、稳定和活动、缓慢运动和快速运动等,将对风化壳形成及其类型有控制作用。在十分稳定的构造环境中,随着地面夷平面的出现,如果地壳不再上升,必将呈现沼泽化,风化作用即将停止,它的有效风化时间不长。在强烈上升的构造环境中,如形成山岳地形,剥蚀速度大于风化速度,风化壳迅速更新,虽然有利的气候环境维持很长一段时期,但每一风化壳层的有效风化时间很短,风化壳无法达到成熟程度。地壳的负向运动,不论速度如何,均不能形成成熟的风化壳。只有缓慢上升或间歇性上升的构造环境,才能使风化壳深入发展,不断加厚,趋于成熟。由此可见,有效的风化时间,除了大气环境外,还受许多因素的影响,其中主要受地壳运动的活动强度和取向的控制。

2 各岩石类型的风化习性

中国南方地表分布的岩石种类繁多。据岩石化学和风化习性,可归纳为三类。

2.1 花岗岩类的风化习性

该类岩石包括花岗岩、闪长岩、片麻岩和片岩等。它们分布广泛,在湿热气候条件下常形成富含石英、高岭石和伊利石的风化壳。其中在岩体边缘、断裂破碎带和蚀变带等部位风化程度较深。在两广地区,花岗岩风化壳较为发育,厚达10~20 m。风化壳剖面自上而下可分为三层:

(1) 表土层 为黄褐色至砖红色疏松状砂质粘土,厚度0~3 m。主要矿物为石英、高岭石、埃洛石;其次为针铁矿、金红石、钛铁矿、蒙脱石、三水铝石、电气石等。在局部地方如

广东佛岗和广西容县等地见有零星分布的铁铝质结核，其中以三水铝石、针铁矿和石英为主。

(2) 风化层 为灰白色、浅黄色、浅红色疏松状砂土，厚度为数米至十余米。与表土层呈渐变关系。主要矿物为埃洛石、高岭石、伊利石、石英，次为钠长石、钾长石、白云母、金红石、钛铁矿、蒙脱石和电气石等。该层是高岭土矿和离子吸附型稀土矿的含矿层位。

(3) 半风化层 与上层呈过渡关系。色调不均一，呈斑杂状。石英颗粒粗大，保留原岩结构构造特点。主要矿物为石英、钾长石、伊利石、高岭石，次为钠长石、埃洛石、白云母和电气石等。

江西宜春 414 矿花岗岩风化壳上部三水铝石含量较高。它的分布有一定的规律性：在强钠长石化锂云母花岗岩风化壳中，三水铝石含量为 5%~24%，高岭石为 0~7%；在钠长石化和弱钠长石化花岗岩风化壳中，三水铝石含量降为 0~3%，高岭石则剧增为 21%~67%；在粗粒黑云母花岗岩风化壳中仅出现高岭石，含量约为 5%。该处三水铝石的富集不是由于红土化作用，而是与原岩的蚀变有关。因为在钠长石化蚀变带中含有锂云母和黄玉，这两种矿物在风化条件下变成高岭石的过程中释放出的氟可以形成氢氟酸，使高岭石水解变成三水铝石^[3]。

由此可见中国南方花岗石类的化学风化作用只达到粘土型阶段。虽然个别地方出现三水铝石，有的是粘土型风化壳的次要组分，有的则是借助酸性溶液促进高岭石水解的产物，尚未达到红土化阶段。中新生代红层的风化习性 with 花岗岩相近，也未达到红土化阶段。

2.2 玄武岩类的风化习性

东南地区在新生代有玄武岩和偏基性安山岩喷发，如台湾澎湖岛玄武岩，大屯山、鸡母岭、兰屿和绿岛的辉石安山岩与角闪石安山岩，福建漳浦、广东雷州半岛、琼北、广西北海的玄武岩。其中喷发规模较大的有大屯山安山岩被，澎湖、漳浦、雷州半岛和琼北的玄武

岩被，覆盖面积达数万平方公里。该类岩石还包括基性侵入岩，其矿物组成以斜长石和辉石为主，极易风化。所以，当它喷出地表后，一俟有利的气候条件即接受风化，很快进入伊利石阶段，有的甚至立即开始高岭石化和红土化阶段，它的风化速度在岩浆岩中是比较快的。风化程度主要取决于时间和构造运动两个因素。时间因素是显而易见的。上新世至早更新世的玄武岩类通常形成成熟的红土风化壳，其中赋存有红土型铝土矿和钴土矿工业矿床，如台湾大屯山、福建漳浦和海南蓬莱等。中晚更新世的玄武岩风化壳也有结核状铝土矿石，但成熟度较差，如雷州半岛所见。全新世玄武岩如广西北海市烟墩山火山口的火山灰，至今依然保持灰黑色的面貌，说明风化程度很差。构造运动主要通过地形形态和地下水位的控制，使风化作用有效时间长短不一。通常玄武岩喷发后常出现一段宁静时期，有利于风化壳的发育。玄武岩类之所以成为铝土矿成矿最有利的母岩，除岩性条件外，还与其所伴随的宁静的构造背景密切相关。个别有较强上升或下降者，于风化不利，前者如澎湖，后者如雷州半岛中部。

现以海南蓬莱玄武岩风化壳为例，说明成熟风化壳的物质组成和结构特点。剖面自上而下为：

(1) 表层红土层 为红色、红褐色松散状粘土，无岩石碎块及碎屑，有时见少量结核状和豆状矿石。主要矿物为高岭石、三水铝石和针铁矿，厚度 0~4 m。

(2) 含矿层 在红褐色疏松红土中含有大量结核状、蜂窝状三水铝矿矿石。主要矿物为三水铝石，其次为针铁矿和高岭石等。厚度 0.5~6 m。

(3) 密高岭土层 上部为棕黄色粘土，下部为瓦片状粘土。主要矿物为高岭石，次为三水铝石、绿泥石和针铁矿。厚度大于 0.5 m。

(4) 风化玄武岩 沿玄武岩柱状节理风化，形成浅黄色风化层，但仍保留着玄武岩结构。由埃洛石、水铝英石、高岭石和伊利石等

组成。

漳浦和大屯山的风化壳与蓬莱相似^[4]。此外,正长岩的风化习性与玄武岩相近,也是一经风化就较快地达到粘土化阶段,属易风化岩石。云南个旧白云山霞石正长岩虽然地处山岳地形,在山麓地带的残坡积层中也含较多的三水铝石,足可说明。

2.3 碳酸盐岩类的风化习性

该类包括石灰岩和白云岩以及其间过渡类型的岩石,是一种可溶性岩石。就其成土作用而言,白云岩及白云质灰岩比纯灰岩强些,常形成较厚的风化壳。该类岩石在不同气候和构造条件下所形成的风化壳差别较大。

2.3.1 广西中南、东南部碳酸盐岩风化壳

该区位于北回归线以南,属亚热带气候,年均气温 21.5℃,年均降雨量为 1500mm。广西岩溶盆地南缘的南宁、横县、宾阳和贵港一带,由泥盆纪和石炭纪碳酸盐岩风化壳组成红土台地分布十分广泛,海拔 70~140m,相对高差为 10~20m。风化壳厚度一般为 5~10m,最厚为 25m;具有明显的垂直分带现象。现以贵港蒙公红土风化壳剖面为例说明,自上而下可分为四层^[5]:

(1) 表层红土层 为暗红色疏松粘土,有时可见少量豆状矿石。主要矿物为高岭石、三水铝石和针铁矿,次为赤铁矿和石英、锐钛矿等。厚度 0~2.4m。

(2) 含矿层 由矿石和红土两部分组成。矿石为红褐色,呈豆状、结核状。大小悬殊,由 0.1~300cm 不等。主要矿物为三水铝石、针铁矿和赤铁矿,其次为高岭石、伊利石、锐钛矿和硬锰矿等。在颗粒状矿石之间为疏松状红色粘土。该层厚 1~4m。

(3) 网纹红土层 在橙红色粘土中穿插有蠕虫状和网纹状浅色粘土。主要矿物为高岭石、石英,其次为针铁矿、三水铝石和伊利石。厚度 4~5m。

(4) 风化或半风化基岩层 为浅黄色粘土,主要矿物为伊利石、石英,次为绿泥石、白云石和方解石。该层厚度小于 1m,有时夹

有半风化灰岩碎块。往下为泥盆系或石炭系碳酸盐岩。

2.3.2 黔中碳酸盐岩风化壳

在北回归线以北的地区,由于气温和降雨量降低,又未形成均夷化的地形,地形起伏较大,大多属壮年期地貌。碳酸盐岩风化产物多集中在山坡和洼地地带,厚度大小不一,一般达 5~10m。未显示明显的垂直分带现象。例如在贵州省贵阳、遵义地区,剖面上的矿物分带只能从 X 射线衍射图谱上予以辨认。自上而下大致可分高岭石、伊利石和绿泥石、白云石两个矿物带。在顶部有时可见到三水铝石,但含量甚少^[6]。整个剖面的发展阶段为粘土型风化壳,属于不成熟的风化类型。

3 结 论

(1) 地表绝大多数岩石在有利的气候条件下,经过足够长时间的风化都可以形成成熟的风化壳。不论原岩性质如何,在经过红土化作用后所形成风化壳的矿物组成和垂直分层是极其相似的,至少可以说相似性多于差异性。在热带与亚热带的过渡地带,红土风化壳垂直分带层数最多,自上而下可分为以三水铝石、针铁矿为代表的最终水解带,以高岭石族矿物为主的初步水解带,以伊利石、绿泥石为代表的的水化淋漓作用带以及崩解作用带四带。如果风化作用进一步加强,水化淋漓作用带和初步水解作用将先后缩短以至消失,最终出现超红土型风化壳。

(2) 在同等外部条件下,各岩石的风化习性主要取决于本身的矿物组成。对于岩浆岩可用超基性—基性—中性—酸性的顺序来概括岩石风化的易难程度。花岗岩和片麻岩等是可能被风化形成成熟的风化壳的,但需要比基性岩长得多的风化时间。碳酸盐岩的风化习性相当于安山岩类。

(3) 构造环境对风化作用的控制主要通过地形形态和地貌发展阶段表现出来。其中地壳相对稳定并间歇性上升或断块状缓慢上升,使

地下水面徐徐下降，有效风化时间延长，有利于风化作用深入进行。其他如负向的和快速运动方式，均不利风化作用的深入。

(4) 中国南方热带、亚热带地区，玄武岩、安山岩、正长岩和碳酸盐岩，在有利的气候和构造条件下均可形成红土风化壳，可能形成红土型铝土矿、铁矿、钴矿和金矿；其他岩类在新第三纪以来的风化程度只达粘土化阶段，与之有关的有高岭土矿、离子吸附型稀土矿及风化壳型稀有矿等。

参考文献

- 1 李启津. 轻金属, 1989, (4): 1—6.
- 2 廖士范, 梁周荣等. 见: 中国铝土矿地质学. 贵阳: 贵州科技出版社, 1991. 253.
- 3 郑秀中、葛金荣. 矿床地质, 1983, (1): 78.
- 4 Chen, Changhua *et al.* Chemical Geology, 1988, 68: 41.
- 5 周 芳、梅贤功. 轻金属, 1992, (10): 1—9.
- 6 李景阳等. 中国岩溶, 1991, 10(1): 29.

• 企业简介 •

金鹏有色金属矿业开发公司

金鹏有色金属矿业开发公司(简称金鹏公司), 成立于1990年6月, 是中国有色金属工业总公司领导下的技工贸一体化国有企业, 具有独立法人资格。

公司成立以来, 在建立和发展有色金属工业的物资、技术和信息市场中, 坚持重合同、守信誉, 发展优势, 创造条件, 加速走向国际市场的步伐, 为促进有色金属工业向社会主义市场经济发展服务的宗旨, 以重有色金属(铜、镍、铅、锌、铋等)及其伴生元素(金、银等)的矿业开发为基础, 运用采选、冶炼加工的成熟技术, 生产优质产品; 应用先进科技成果投资开发相关技术, 研制高精新产品; 采取多样灵活的经销方式开展经贸业务, 发展多种经营, 兴办新兴产业。

公司设置经理部、财务部、业务一部、业务二部、业务三部、业务四部、期货部等部门; 配备了完善的现代通讯设备, 与伦敦金属交易所、上海金属交易所、深圳有色金属交易所终端联网。公司本部设在北京, 其下属和分支机构及联营厂矿除北京外, 还分布在吉林、辽宁、甘肃、江苏、浙江、广东、海南、内蒙古、贵州、山西、河北等省、自治区。

本公司决心以缜密的经营和优质的服务来赢得各界的信任, 以诚挚的态度和互惠的原则来实现精诚的合作。

地 址: 北京复兴路乙12号
传 真: (01)3261684

电 话: (01)8514427、3264713
邮 编: 100814