

几内亚共和国博凯地区红土型 铝土矿地质特征和成矿机理初探

徐红伟, 张先忠

(河南省地质矿产勘查开发局 第二地质队, 郑州 454001)

摘要:几内亚博凯地区红土型铝土矿为基性火山岩经风化淋滤形成的残积型铝土矿,其地质特征为地表形成铁铝质风化壳(铁帽),下部为松散状铁红土,其形成机理为:在植被发育,微生物滋生的炎热潮湿环境,随着富铝质岩石的分解,“SiO₂”在碱性溶液环境中形成硅酸胶体活化迁移,铁铝沉淀富集形成红土型铝土矿。

关键词:几内亚;红土化作用;红土型铝土矿;铁质壳;成矿机理

中图分类号:P571

文献标识码:

文章编号:1009-8984(2009)01-0087-05

0 引言

红土型铝土矿具有矿床规模大、氧化铝生产工艺简单、工程投资少、经济效益高的特点,因此,综合开发此类矿床具有非常重要的现实意义。几内亚铝土矿资源十分丰富,分布着世界铝土矿 1/3 的资源储量,^[1]笔者在几内亚博凯地区进行了近 4 个月的地质勘查工作,对该区的铝土矿地质特征和成矿机理进行了初步研究。

1 矿区地质

1.1 地层

本区位于几内亚西部晚古生代向斜盆地的核部西南缘,地层为泥盆系陆源碎屑建造。在向斜的两翼依次出露的地层有志留系和奥陶系。地表为厚约 20—30m 的风化残积物—硅铝铁风化壳。

1.2 构造

本区位于几内亚博凯地区,晚古生代北北西向

向斜盆地的西南翼,地层总体走向北北西—近南北向,倾向北东东—东。从区域上看,构造主要表现为断裂构造,并以北东向(45°)平行断裂为主,北西向断裂较少,通过本区的北西向大型断裂只有一条,对红土型铝土矿的赋存状态没有影响。

1.3 岩浆岩

矿区地表全部被铁矾土覆盖,没有发现岩浆岩出露,只在深切的沟谷中有小面积的基性浅层中细粒辉长岩和玄武岩。在距矿区 5—10km 的东北部和东部地区有大面积的中—新生代基性岩分布,从工作区的周边矿山开采情况看,中细粒辉长岩和玄武岩经长期红土化后形成铝土矿床。

2 矿床地质特征

2.1 矿体形态特征

矿区的铝土矿赋存于硅铝铁风化壳的中上部,矿层单一,层位稳定。地形地质对矿体的影响极大,使其平面形态变的较为复杂,呈不规则状、港湾状、锯齿状、短轴状、树枝状、弧形状、带状等,总体上呈 NS 向展布;剖面上,矿体呈稳定的层状、似层状、透镜状,产状平缓,坡度 0—12°,矿体产状受下伏的基底(成矿母岩)产状制约,随基底的起伏而变化。其倾向、倾角与坡向、坡角相近。矿体规模大小相差悬殊,一般长几百米到几千米,宽几百米到几千米;厚度一般 0—10m,最大厚度超过 20m。一般情况下,矿体所在的丘陵山坡高差越大,透水性越好,含矿率越高,在平坦开阔地段及沟河两侧地段含矿率较低,甚至不含矿。

2.2 矿石特征

矿石的矿物组分为复杂,以三水铝石(72.00%—96.00%)为主,还有少量的其它矿物,具体见表 1。

收稿日期:2008-11-10

作者简介:徐红伟(1968-),男(汉),河南焦作,工程师

主要研究铝土矿、金矿勘查。

表1 矿石矿物组分

样号	三水铝石 /%	石英 /%	赤铁矿 /%	锐钛矿 /%	针铁矿 /%	薄水铝石 /%	金红石 /%
b1	78.0	3.0	7.0	3.0		9.0	
B1	74.0	6.0	7.0	4.0	9.0		
B2	96.0	2.0	1.0	1.0			
B3	89.0	5.0		3.0			3.0
B4	72.0	12.0	11.0	5.0			

矿石主要化学成分为 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 及烧失量, 5 种化学成分质量分数之和变化很小, 一般为 97%—99%, 尚有少数其它微量组分及稀有元素, 不仅矿石, 整个含矿岩系均是如此, 反映其经红土化作用, 成熟度高。矿石组分中 Al_2O_3 含量 57.91%—35.04%。矿样中铝硅比值最高为 255, 最低为 5.02。样品中 SiO_2 含量低, 为 0.17%—11.42%。 Fe_2O_3 含量 5.77%—44%。 TiO_2 为 0.23%—4.76%。 SiO_2 、 Fe_2O_3 的含量与 Al_2O_3 的含量具有明显的负相关关系, 反映了 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 在表生条件下的地球化学行为差异。

伴生有益组分有 K、Na 等, K_2O 含量为 0.32%, Na_2O 含量为 0.09%; 有用组分 Ga 含量为 0.01%; 伴生有害组分有 SiO_2 、S、 CO_2 、CaO、MgO、 P_2O_5 、 TiO_2 等, 主要伴生有害组分为 SiO_2 , 含量为 0.17%—11.42%; 次要伴生有害组分为 S 含量为 0.065%、 P_2O_5 含量为 0.27%、CaO 含量为 1.50%、MgO 含量为 0.40%。其中有用组分 Ga 的含量 0.10%, 达到工业利用指标, 可综合利用。各有害组分含量除 CaO + MgO 稍高外, 其它组分均优于工业指标要求。

根据矿石化学成分, 矿床为高铁、高铝硅比、低硫的优质铝土矿床。

矿石结构主要为泥质结构、不等粒结构、豆鲕状结构和结核状结构。矿石构造主要为蜂窝状构造、皮壳状构造、块状构造、似层状土状构造及土状构造。

以类型区分, 矿石的自然类型主要为致密块状矿石和土状矿石, 矿石的工业类型为高铁低硫三水型铝土矿矿石。

2.3 成矿作用与分带性

该区分布有大面积的基性火山岩, 经过长期风化、淋滤, 地表大部分被铁铝质风化壳覆盖, 形成了独特的含矿岩系物理特征: 红土型(细分为亚红土型)^[1] 铝土矿产于具有一定相对高差的丘陵、山坡地带。堆积层一般厚 20—30m, 由上往下一般可划分为 3 带。

(铁矾土和块状铝土矿带) 铁壳带^[2]: 本层分为 2 部分: 铁矾土和块状铝土矿, 两者界线较为清楚, 铁矾土含铁质多, 颜色深; 块状铝土矿铁质含量少, 颜色浅, 构造也不尽相同。铁矾土主要分布在地表, 且砾岩型铁帽较为发育, 厚度较小, 分选性较差, 有明显的山前洪积扇或洪坡积特点, 砾岩成分以含铁较高的铝质土为主, 并具有一定的磨圆度。该层呈褐红色, 泥质结构, 蜂窝状—皮壳状构造。主要矿物成分为赤铁矿和粘土矿物, 含少量褐铁矿, 泥质—铁质胶结。厚度 1—3m, 最厚可达 10m 左右。块状铝土矿位于铁矾土之下, 或直接裸露于地表, 褐黄色, 泥质结构, 蜂窝状构造。主要矿物成分为三水铝石, 次要矿物成分为高岭石、蒙脱石等粘土类矿物, 含少量赤铁矿。矿石主要由铝土矿碎块及粘土组成, 总体上中上部块度大且多, 下部块度少而小, 其厚度、含矿率及矿石质量变化大。厚度 1—3m, 最厚可达 10m 左右。

(铁红土和土状铝土矿带) 斑点带^[2]: 本层分为铁红土和土状铝土矿。两者分布杂乱, 无分选性, 都呈松散状, 颜色、结构和构造一样, 肉眼对其矿物组成无法识别和判断, 分不清矿与非矿, 只能根据化验结果判断。铁红土为棕红色, 泥质—豆状结构, 土状构造, 主要矿物成分为粘土矿物。局部夹铁质结核和褐色铁矾土, 含大量赤铁矿和少量针铁矿, 厚 2—5m, 最厚达 10m。而土状铝土矿是棕红色—砖红色, 泥质—豆状结构, 土状构造。主要矿物成分为三水铝石, 次要矿物成分为高岭石、蒙脱石等粘土类矿物, 含少量赤铁矿、褐铁矿。矿石成分极不均匀, 由铝土矿块和粘土组成, 呈松散状, 矿石粒径大小不一, 总体上中上部块度大, 下部块度小, 其厚度、含矿率及矿石质量变化大, 厚 2—5m, 最厚达 10m。

(铁质粘土岩和粘土岩带) 分解带^[2]: 分为下部粘土岩和上部铁质粘土岩, 两者呈渐变关系, 泥质结构, 土状构造, 主要矿物成分都为粘土矿物, 只是铁质含量有明显差异。铁质粘土岩呈紫红、斑杂色, 铁质含量较高, 为粘土岩进一步风化、淋滤产物。厚度一般为 1—3m。粘土岩呈浅灰白色, 为辉长岩的直接风化产物, 底部具母岩残余结构, 厚度一般为 2—8m。

红土型铝土矿的原岩为玄武岩和辉长岩: 上部覆盖的玄武岩和长石砂岩经过长期风化、剥蚀后出露地表的辉长岩形成的红土型铝土矿为一种类型; 由玄武岩风化形成的红土型铝土矿为另一种类型, 其下部有一薄层(1—2m)呈灰黄色, 变余粒状结构, 层状构造, 微观呈定向构造的长石砂岩, 主要矿物为

斜长石 48%, 石英 31%, 填隙物及其蚀变矿物为: 自生长石 9%, 自生石英 6%, 黑云母 + 褐铁矿 4%, 绢云母 2%, 新鲜露头见有少量绿泥石等。

3 铝土矿的成矿机理

通过分析本区铝土矿的地质特征,认为矿区地层形成过程为:基性火山岩浅层侵入形成辉长岩—短期海侵形成成长石砂岩—基性火山岩喷出形成玄武岩—红土化作用形成铝土矿。

本区为热带亚热带红土化带^[3],属湿热气候区,由于长期的风化、剥蚀及溶蚀作用,导致隆起区逐渐准平原化,在强烈的化学风化作用下,形成了大范围的、面型的含三水铝石铝土矿的红土风化壳,这种风化壳是由三水铝石组成大小不等的铝土矿块

砾、结核等(常呈致密状、豆鲕状),混杂分布。在未固结的疏松红土中。由基性岩经过长期的风化、淋滤形成的铝土矿经历了多种成矿作用,可分为由玄武岩成矿富集过程形成铝土矿与经过长期风化、剥蚀后出露地表的辉长岩成矿富集过程形成铝土矿 2 种成矿模式。

玄武岩形成铝土矿过程为:玄武岩的喷出过程—成矿(红土化)过程。矿物成分生成次序为:玄武岩—赤(针)铁矿、白(水)云母化、高岭石化过程—三水铝石、赤铁矿富集过程。自上而下形成不同岩性体为:铁矾土(块状铝土矿)—铁红土(土状铝土矿)(铁质)粘土—粉砂质粘土—风化玄武岩,下部为长石砂岩。不同岩性层及矿物组分垂直分带如图1。

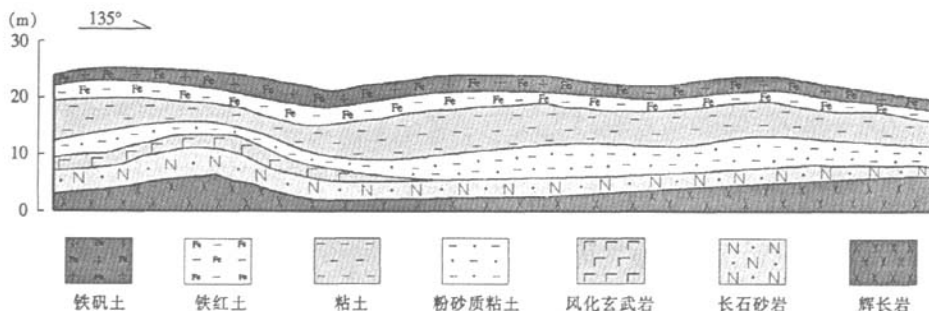


图1 博凯地区PM1剖面示意图

辉长岩形成铝土矿过程为:辉长岩侵入一赤(针)铁矿化、白(水)云母化、高岭石(珍珠)陶土—三水铝石赤铁矿富集过程。自上而下形成不同岩性

体为:铁矾土(块状铝土矿)—铁红土(土状铝土矿)(铁质)粘土岩—风化、半风化辉长岩—辉长岩。不同岩性层及矿物组分垂直分带如图2。

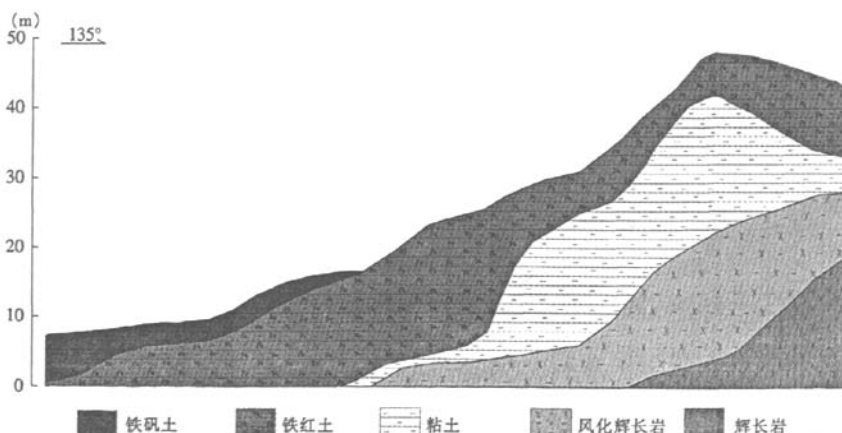


图2 博凯地区 PM2.5 剖面示意图

成矿过程具体可分为3个阶段:

造岩硅酸盐矿物分解阶段:几内亚纬度为12度左右,属热带季风气候,位于赤道低气压带附近,受大洋信风和暖流的作用,所含水汽容易上升成云致雨,加上日照时间长,这里总处于一种炎热潮湿的环境。在旱季,岩石主要发生物理风化,产生裂隙和破碎;在雨季,植被发育,微生物滋生,微生物分解腐烂的植被放出大量的CO₂进入地下水,对硅酸盐岩的溶蚀大大增强,一些藻类直接腐蚀岩石,所产生的有机酸直接进入地下水,所形成的极为丰富的腐植质和有机酸促进化学风化作用的强烈进行。由于玄武岩、辉长岩强烈发育的裂隙和孔隙充满了水,不断分解着岩石,从硅酸盐岩中分解出来的易溶的碱金属和碱土金属Na、K、Mg、Ca等首先进入溶液,则溶液具有碱性反应。而岩石分解形成的SiO₂在水溶液中主要呈分散的分子状态,这种分散分子在过饱和溶液中含有胶质氧化硅,溶胶在碱性介质中不凝集^[4],形成硅酸胶体活化迁移(尤其在pH值≥10的溶液中溶解度显著增加)^[1],和碱金属、碱土金属一起被水向下携带,一部分SiO₂被地下水带走,一部分由于淋滤深度的增加伴随着水温的降低而溶解度减小^[1],就沉淀在较深的地方。

继续去硅作用阶段:由于Al₂O₃几乎沉淀在中性介质中(pH4.5—8.2)^[1],在pH小于4(或pH>13)的情况下溶解度较大^[4],而Fe₂O₃在pH值小于3、TiO₂在pH值近于2时溶解^[4]。在热带发育的风化壳内的地下水中,由于有大量的碱金属的存在,水溶液呈碱性,因此,在残余粘土进一步分解、淋滤过程中,Al₂O₃、Fe₂O₃发生水化形成三水铝石Al₂O₃·3H₂O(少量一水铝石Al₂O₃·H₂O)、铁的氢氧化物(褐铁矿、针铁矿、水赤铁矿),在原地凝聚并堆积在风化壳中,而SiO₂在碱性介质中则继续被带出,直至绝大部分被淋滤。

碳酸盐和硫酸盐阶段:由于在前期的红土化过程中,易溶的碱及碱土金属大量流失,在成矿后期,溶液中含有大量的Cl⁻、HCO₃⁻、SO₄⁻²,在风化作用下,极易产生硫酸、有机酸等酸性水溶液(据水分析资料:pH=2.5—3.0),与矿物中的Mg⁺²、Ca⁺²、Fe⁺²、Na⁺、K⁺等阳离子发生反应,形成碳酸盐和硫酸盐,而在此酸性环境中,少部分Al₂O₃、Fe₂O₃溶解

并和粘土矿物使铝土矿成分更加复杂。

4 控矿条件

原岩条件:对矿区的矿石进行x衍射分析、差热分析、和电子显微镜观察,结果表明矿石的矿物组成比较简单,主要为三水铝石。该区普遍有辉长岩和玄武岩地层,据化学全分析:玄武岩和辉长岩Al₂O₃含量14.51%—15.88%,平均为15.16%;SiO₂含量为49.32%—51.54%,平均为50.08%;K₂O+Na₂O的含量为0.23%—3.62%,平均含量2.49%,与基性岩地球化学平均含量的一般化学组成比较见表2。为钙碱性系列高铝硅酸盐岩石,有利于铝质红土的形成。

表2 矿区内成矿母岩与辉长岩平均化学组分对比表

化学成分	矿区辉长岩含量/%	辉长岩平均含量/%
Fe ₂ O ₃	2.55	4.17
FeO	8.63	7.61
TiO ₂	1.08	2.08
Al ₂ O ₃	15.16	14.99
S	0.06	
P ₂ O ₅	0.21	0.56
SiO ₂	50.08	48.25
K ₂ O	1.00	1.72
Na ₂ O	2.33	3.30
CaO	9.87	8.27
MgO	6.53	6.93
MnO	0.17	0.21

气候条件:几内亚位于赤道附近,气温高(年均27.3℃),雨量充足(年均降雨量2142mm),炎热潮湿的气候为铝质红土的形成提供了极为有利的条件。

地形、地貌条件:从矿区矿体的分布情况初步判断,地形、地貌对成矿有较大的影响,主要矿体一般分布在海拔150m标高以上低缓丘陵处,矿体品位高低及厚度大小与相对高差关系密切,有一定高差的低缓山丘较有利于成矿,相对高差较小的平坦山丘成矿较差,冲沟、河流两侧相对高差较大者不利于成矿。

水文地质条件:矿区钻孔的注水试验所得的各处渗透系数与铝土矿化验结果印证,发现矿体厚度大、品位高的钻孔渗透系数也相应的大,说明只有具有适当的渗透系数,则易于吸收地表水,并能稳定而缓慢地往下渗透,以利于对各种元素的淋滤,才能形成一定规模的矿体。

5 结语

几内亚博凯地区,红土型铝土矿赋存于低山和丘陵区的缓坡上,具有矿床规模大、矿石质量好等特点。矿石的空间分布宏观上受风化母岩玄武岩和中细粒辉长岩的控制。矿石质量受地形地貌、气候等因素控制。成矿作用主要为红土化作用,成熟度高。矿石以高铁、高铝硅比、低硫为特点。属风化残余型矿床。该地区具有良好的找矿前景。

参考文献

- [1] 布申斯基. 铝土矿地质学[M]. 北京:地质出版社, 1984.
- [2] 曾允孚,夏文杰. 沉积岩石学[M]. 北京:地质出版社,1986.
- [3] 中国有色金属工业总公司. 国外金属有色矿产[M]. 北京:北京矿产地质研究所,1998.
- [4] 袁见齐,朱上庆,翟裕生. 矿床学[M]. 北京:地质出版

(上接第 73 页)

注意:如使用 2 台 PC 机通信,则在连接串口线时一定要用反接的形式,即主机串口的 2 脚连接从机串口的 3 脚,主机串口的 3 脚连接从机串口的 2 脚。若没有试验条件,只有一台计算机的话,自己做一根串口线。不过只要一个串口头子,而且只接串口的 2,3 脚即可。在线的另一头把这 2 根线短接在一起,这样就可以模拟 2 台计算机间串口通信。成功的进行串口数据的收发。

4 结语

本文给出了常用的串口实现的几种方式,重点介绍了串口通信中基于 VC++ + MSComm 控件的简单串口程序设计。用实例的形式给出了 2 台 PC 间的串口通信。对初学者入门有一定的实践指导意义。

参考文献

- [1] 张筠莉. Visual C++ 实践与提高. 串口通信与工程应用

社,1985.

Geological character and ore mechanism of lateritic bauxite deposits in Boke, Guinea

XV Hong - wei, et al.

(The Second Geology Company,

Henan Province Bureau of Geology and

Mineral Resources, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In Boke, Guinea, the lateritic bauxite is residual bauxite formed from basic lava with weathering and leaching. The geologic feature is that the surface is Fe - Al weathering crust (iron cap), and the bottom is loose ferruginous laterite, whose formation mechanism is: in hot humid environment that vegetation developing and microbes breeding, along with Al - enriching rock's breaking down, SiO₂ forms silicic acid colloid activating migration in alkaline solution, and Fe - Al deposits and enriches, then forming lateritic bauxite.

Key words: Guinea; laterization; lateritic bauxite; ferricrete; ore forming mechanism

篇[M]. 北京:中国铁道出版社,2005.

- [2] 李现勇. Visual C++ + 串口通信与工程实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2005.

The application of MSComm in VC++ 6.0 port communication

WANG Hua, et al.

(Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: Serial port communication is a usually way in the departments of computer control system. It is also the key problem of industry control. This thesis analyzes several ways of serial port communication and discusses a realization based on Mscomm widget in VC++ 6.0 and gives an example to implement it.

Key words: serial port communication; VC++ 6.0; MSComm widget