南宁球粘土地质特征及矿床成因

刘长龄[1], 李生才[2], 刘钦甫[3]
(1. 天津地质研究院, 天津 300061; 2. 广西扶绥昌平建材原料厂, 广西 扶绥 532100;
3. 中国矿业大学(北京校区) 资源开发工程系, 北京 100083)

摘 要: 广西南宁市郊区维罗矿区的球粘土产于新生代第四纪的更新统(Q_3), 曾由广西第四地质队详查证实为一大型矿床(探明储量数千万吨), 被定为高岭土矿床或耐火粘土矿床, 或为其变种。认为其质量好而规模大且便于露天开采。球粘土主要由无序高岭石组成, 其矿床成因系由火山岩经风化残积及部分热液而成的原生高岭土再经受水流冲刷剥蚀长距离搬运磨蚀而沉积于维罗等湖沼中。其中相当一部分高岭石在透射电镜下呈六角片状外形, 系自生的胶体化学沉积, 属于生物成矿的结果; 而整体成因应属于碎屑-胶体混合沉积的球粘土矿床。

关键词: 南宁球粘土; 地质特征; 矿床成因; 广西
中图分类号: P611; P619. 231 **文献标识码**: A **文章编号**: 1001-1412(2002)04-0246-06

1 矿区位置

广西南宁市郊区西南方向 35 km 处以维罗矿区为主的球粘土矿, 分布面积约 40 km^2。铁路公路交通很方便, 往南百余公里为防城港, 海上运输便捷。

2 矿床地质特征

2.1 含矿岩系

2.1.1 石炭系下统(C_1)

主要由灰、深灰色薄层状硅质岩及泥质硅质岩组成, 厚达 29～283 m, 其中单层厚度 1～10 cm。局部地段夹透镜状含生物碎屑灰岩。分布于江西—维罗一带, 此层为含矿层的底部, 位于不整合面的下盘。

2.1.2 第四系上更新统(Q_3)

分下段和上段。

(1) 下段(Q_3^1): 由高岭石粘土(即球粘土)与风化、半风化硅质岩碎块组成。层位较为稳定, 层厚 0.13～28.81 m, 但自下而上风化程度加强。其上部一般为浅灰、灰白色, 局部夹 1～4 层、厚 0.3～4 m 的透镜状球粘土矿。而硅质岩碎块中常见含有海百合茎等化石的生物碎屑。

(2) 上段(Q_3^2): 又可分为 6 个分层, 由下而上为:

第一分层(Q_3^{2-1}): 为铁质粘土。呈褐红、砖红色, 局部夹浅紫灰色球粘土, 遇水浸散、湿时具粘性及可塑性。此分层一般呈透镜状分布, 厚度 0.37～30.51 m。

第二分层(Q_3^{2-2}): 为含铁高岭石粘土或球粘土。呈土黄、褐黄、灰黄色的泥质结构, 致密块状构造, 湿时具粘性及可塑性, 呈似层状产出, 层厚 0.05～28.53 m。

第三分层(Q_3^{2-3}): 为浅灰、灰白色的球粘土(工业矿体, 即Ⅰ矿层)。一般呈浅灰、灰白色, 局部夹浅蓝灰色, 泥质结构, 块状构造, 见水易于浸散、湿时具较大的粘性及可塑性, 未经人工捶打, 其柔软类似“麻糖”的性状, 在粘土中实属罕见。干时具致密细腻之贝壳状断口, 有滑感, 显然属胶体沉积。本层受铁质浸染及其他杂质含量较少, 呈层状产出, 其工业价值较大, 为主要矿层, 其与第二分层(Q_3^{2-2})或更新统下段(Q_3^1)基本呈渐变关系, 层厚 0.36～36.74 m。矿层长 690～2 300 m。

收稿日期: 2002-06-28; **修订日期**: 2002-08-26
基金项目: 国家自然科学基金项目(批准号: 49802010)和教育部高等学校优秀青年教师教学科研奖励基金联合资助。
作者简介: 刘长龄(1926-), 男, 湖南华容人, 教授级高级工程师, 英国皇家联盟科学院荣誉院士, 五十多年来主要从事粘土铝土矿的地质找矿及应用开发研究。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

第四分层(Q_3^{2-4}): 为灰褐色粘土、泥岩或褐煤及含有机质球粘土(即地质队所称 C 矿层)。由 1～4 层、厚 0.57～16.84 m 的灰褐色为主, 偶夹灰白、浅灰色球粘土以及 1～3 层、厚 0.35～5.3 m 的透镜状泥炭或褐煤组成。泥炭近于褐煤, 棕褐色, 呈木质纤维状, 木屑状结构, 质软, 干后质轻、性脆, 能浮于水面, 易染手。球粘土与泥炭或褐煤及含有机质球粘土密切伴生, 均呈透镜状或似层状产出, 厚度 0.17～30.29 m。

第五分层(Q_3^{2-5}): 为杂色球粘土及较纯球粘土。以浅紫红色为主夹灰白、灰黄色球粘土, 泥质结构, 条纹状构造。见水易浸散, 湿时粘性及可塑性较强, 干时致密块状、贝壳状断口, 具滑感。主要分布于矿床北部 26 线以北, 其他地段局部分布。矿层厚度 0.3～10.74 m。常夹 1～3 层、厚 0.22～6.5 m 含有机质球粘土, 分层总厚度 0.22～18.78 m。呈似层状或透镜状产出。地质队称为Ⅱ下矿层。

第六分层(Q_3^{2-6}): 为灰白与浅灰色球粘土, 夹杂浅黄、灰黄色条带状或条纹状构造的球粘土, 层厚 0.53～8.5 m。其中可夹有 1～3 层、厚 0.47～10.41 m 含有机质的杂色球粘土。本矿层为可开采工业矿体, 呈似层状产出, 局部为透镜状。层厚 0.53～25.96 m。此为地质队所称的Ⅱ上矿层。

2.1.3　全新统(Q_4)

为冲坡积层由土黄、灰黄、褐黄、紫红色粘土、粉砂质粘土及硅质岩碎块组成。硅质岩碎块的块径多为 0.5～6 cm, 多呈棱角或次棱角状, 少量为次滚圆状, 分选性差、胶结不紧而成岩固结作用差。此层为球粘土含矿层的顶盖层。厚度 1.08～143.13 m。

2.2　构造

南宁球粘土矿床所处大地构造位置为华南褶皱系南西段, 右江再生地槽西大明山隆起南东侧。矿区内地质构造简单, 含矿层呈舒缓向斜构造, 向斜轴近 SN 向, 倾向 E 或 W, 矿层倾角 5°～20°, 局部变陡, 45°左右。矿层未受到断裂破坏, 却遭受过多次水流冲刷剥蚀而再沉积。

含矿层基底为石炭系下统(C_1), 由一系列波状起伏的褶皱组成, 地层走向以 NE 为主, 总的倾向 NW 或 SE, 岩层倾角 15°～65°。

矿区内未见有火成岩分布。

2.3　球粘土的物质成分

2.3.1　矿物组成

经透射及扫描电子显微镜鉴定、差热及脱水曲线分析、X 射线衍射仪分析的结果, 证明其主要的有益矿物为无序高岭石, 据郊区矿产局提供的资料指出"矿区高岭石平均含量: Ⅰ矿层 91% 左右; C 矿层 89%; Ⅱ下矿层 91%; Ⅱ上层 94%", 看来以Ⅱ上矿层较为富集。再从其差热分析曲线(图 1)看, 89℃脱吸附

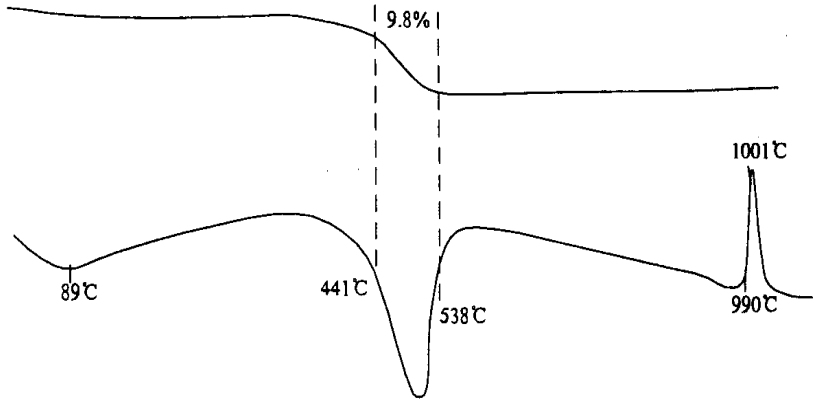


图 1　广西南宁地区球粘土的综合热分析曲线

Fig. 1　Integrated curves of differential thermal analysis for ball clay in Nanning area

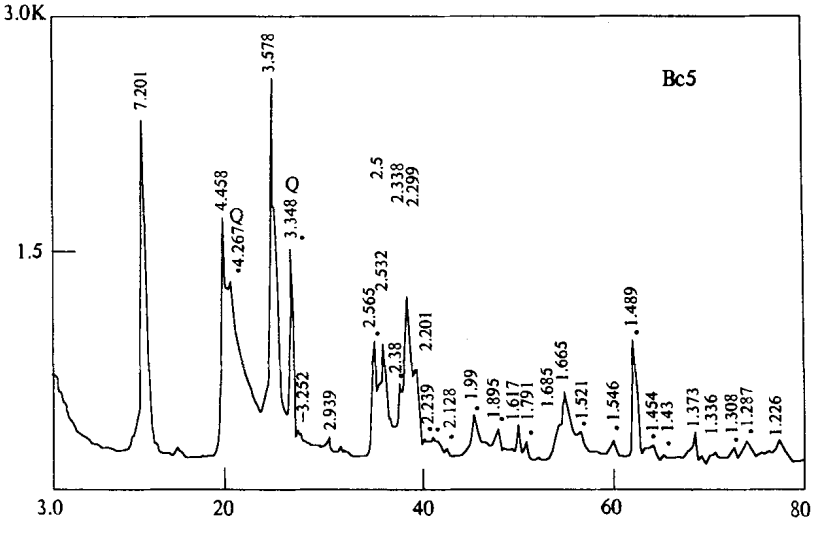


图 2　广西南宁地区球粘土的 X 射线衍射仪分析曲线

Fig. 2　X-ray diffraction curves of ball clay in Nanning area

(主要为无序高岭石, 次为少量石英(Q))

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

水的吸热谷明显,这是球粘土无序高岭石粒度细小、表面能较大、含吸附水较多的表现。491～538℃脱结构水的温度较低,说明无序高岭石的结构能较低。990～1 001℃的放热峰主要形成硅铝尖晶石及非晶质 SiO_2。其 X 射线衍射仪分析曲线(图 2)最为特征是 001 与 002 之间的 6 条衍射峰,仅见 020 峰加强外,其余 5 峰条已变弱小而合并成不对称的宽峰。少量石英的 4.267Å 与 3.348Å 峰虽含量不多但因对称性强而仍很清晰。其透射电镜(TEM)中无序高岭石大多数为假六方片状(图 3,图 4);在扫描电镜下(SEM),无数他形与自形片状集合体呈不规则颗粒外形(图 5)。



图 3 广西球粘土透射电镜(TEM)图像

Fig. 3 TEM image of ball clay consisting of disordered pseudohexagonal kaolinite

无序高岭石呈假六方片状(×36 000)

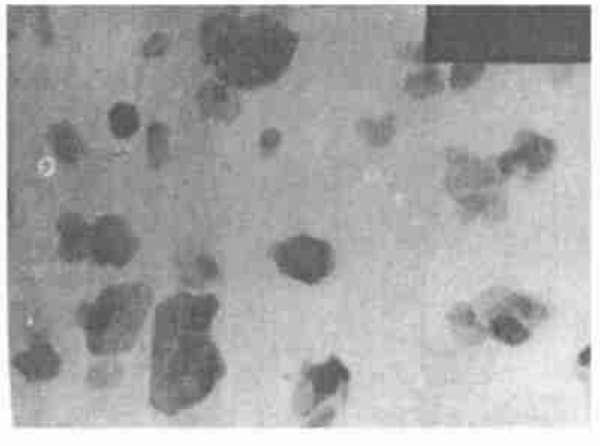


图 4 广西球粘土透射电镜(TEM)图像

Fig. 4 TEM image of ball clay consisting of autogenic disordered hexagonal kaolinite

自生(无序)高岭石呈假六方片状(×36 000)

此外,X 射线衍射分析中有时可见少量伊利石或 I/S 间层矿物、埃洛石(含量很少,电镜下呈管状,

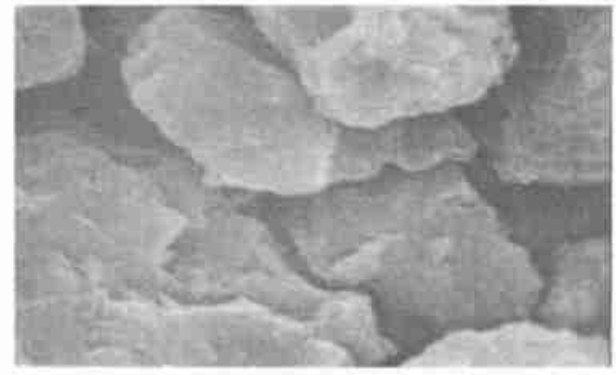


图 5 广西球粘土扫描电镜(SEM)图像

Fig. 5 TEM image of ball clay consisting of disordered kaolinite assemblages

无序高岭石集合体(鳞片平行层理方向)为不规则颗粒状(×36 000)

棒状、簇状)、叶蜡石(偶见少量,其 X 射线衍射分析有时可见 9.15Å,4.56Å,3.05Å 及 2.41Å,1.63Å,1.49Å 等)、软铝石(6.23Å,2.34Å,1.85Å 等)。另外,偶见微量长石、含铁矿物(针铁矿、水赤铁矿、磁铁矿、黄铁矿、钛铁矿等)。在-2 μm 级高岭石中铁常交换铝离子而存在于结构中(由于是无序高岭石,大约 80% 以上的铁都以结构铁方式而存在)。含钛矿物主要为锐钛矿及金红石等。而钛矿物的单矿物粒径有一半于+2 μm 级中。这为开采应用提供了依据。

2.3.2 矿石结构构造

(1)结构:

①显微鳞片泥质结构:主要为细小鳞片状的高岭石及少量伊利石或 I/S 间层矿物等组成。

②隐晶质及胶体结构:主要由隐晶质及胶体状的无序高岭石与少量的埃洛石等组成。

③粉砂泥质结构:多为灰白或浅灰色较粗糙的矿石,主要为高岭石与粉砂状石英等组成。

(2)构造:

①致密块状构造:多为白色及浅灰色矿石,略经压实固结成岩作用,而且主要是隐晶质及胶体状的无序高岭石构成。

②条带状构造:主要由不同颜色的条带组成。浅蓝、浅红、紫红色等条带或显灰色条带分别分布于灰白色、灰色或褐色矿石之中,条带宽 6～12 mm,是由于有机质、铁质等浸染于无序高岭石矿石中所形成的。其中灰蓝色条带含黄铁矿稍多一些(其表面为一种深灰黑色的氧化铁薄膜所包围)。又黑色条带常含一些针铁矿与少许碳质的缘故。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

③条纹状构造: 分蓝色条纹及浅红色、紫红色条纹, 其矿物组成与上述条带相似, 而条纹宽一般为 1～2 mm。

④斑杂状构造: 主要是灰蓝色部分或白色粉末状风化硅质岩碎块在矿石中呈斑杂状分布, 矿物成分与条带状构造相似。而斑杂色质块大小一般达 3～40 mm 之间。

2.3.3　球粘土矿层的成矿期

根据地质队在 C 矿层中取两个泥炭(或褐煤)样品, 送做^{14}C 的同位素测定年龄为 30 740(±589) (B.P)及 30 822(±807) (B.P), 所以初步认为 C 矿层以上矿层成矿期应为晚更新世, 而 I 矿层则在晚更新世或在晚更新世之前形成。

2.3.4　化学成分

南宁矿区球粘土的化学成分, 按耐火粘土标准考虑, 其中特级、I 级品占多数, $w(Al_2O_3)$ 常在 35% 以上, 少数可达 38% 以上, 个别达 40% 左右。而易熔杂质较少(一般仅为 3.5%～4%, 比部颁标准少三分之一以上), $w(Fe_2O_3)$ 常少于 1%, 是一优点, $w(TiO_2)$ 一般在 0.75%～2.23%, 平均1.2%, 但分布较均匀稳定。兹将南宁与国内外主要球粘土(其中多为销售产品样)的化验结果列于表 1。从表 1 中可以看出广西南宁球粘土的 $w(Al_2O_3)$ 最高, 而其他(杂质)成分质量分数不算高, 因此可以说南宁球粘土的质量是很好的, 何况还可经过选矿深加工来继续降低其杂质含量。

表 1　国内外主要球粘土的化学成分对比

Table 1　Comparison of chemistry of ball clay at home and abroad　　(w_B/%)

产地	类型	Al_2O_3	SiO_2	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	灼减	注
广西	1	36.6	45.37	1.58	0.67	0.21	0.65	0.48	0.04	13.72	(1)
广西	特	36.61	45.60	0.96	0.39	0.21	0.25	0.82	1.18	13.16	(2)
广东	洗	32.70	47.39	0.56	0.89	0.23	0.19	0.57	0.18	16.66	(3)
吉林	特	33.31	53.08	1.04	1.31	0.48	0.29	0.40	0.25	11.64	(4)
黑龙江	下层	32.05	50.54	1.00	2.29	0.33	0.34	0.98	0.20	12.42	(5)
广东	1	30.05	54.73	0.93	1.15	0.03	0.28	1.27	0.04	11.27	(6)
江西		24.59	62.77	1.38	1.14	0.12	0.30	0.48	0.07	9.48	(7)
黑龙江	砂粘	14.78	74.65	1.08	1.78	0.45	0.37	0.92	0.21	6.04	(8)
(英)德文南	1	34	48	0.9	1.0	0.2	0.3	1.6	0.3	13.8	(9)
(英)德文北		27	59.5	1.4	1.0	0.2	0.5	2.0	0.4	7.6	(10)
(日)蛙目粘土		33.32	48.73	0.95	1.78	0.24	0.33	0.90	0.10	13.25	(11)
(美)肯德基		27.25	55.51	1.29	2.19	0.29	1.16	0.46	0.06	12.16	(12)
(英)WBB	C	24.75	60.07	1.62	0.96	0.22	0.50	2.28	0.47	8.31	(13)

注: (1)为纯白色的细泥(地表)或浅紫色(坑内, 微含有机质), 用于耐火材料。

(2)为深加工产品(降 $w(TiO_2)$ 及 $w(Fe_2O_3)$, 白度 77%～80%), 用于细瓷; 作高档耐火材料用时, 可降低其 $w(K_2O+Na_2O)$。

(3)经洗选后的黑泥, 仍含少量石英及三水铝石, 致使可塑性较差, 灼减量较高。

(4)为水曲柳产特级, 现已采完, 有时 $w(Fe_2O_3)<1\%$, 而 $w(Al_2O_3)=30\%$～33% 的矿山也划为"特级", 矿粉 1200 元/t(矿山价)。

(5)牡丹江黄花矿区由上而下分为 4 层矿, 以下层为最好。

(6)为广东清远矿, $w(Fe_2O_3)$ 含量不稳定, 常达 2% 左右; 又大量运输尚有困难, 且 $w(K_2O)$ 较高不利于耐火材料。

(7)产于江西赣中的第四系, 规模不大, 矿山称为 1 级(实不够), 用于耐火材料, 而耐火度不高。

(8)在鸡东第三纪地层发现, 用于建筑陶瓷, 密山球粘土稍好, $w(Al_2O_3)=26\%$, 用于耐火材料仍需深加工。

(9)、(10)据(英)WBB 的资料。

(11)日本的蛙目粘土粉到厦门价 1600 元/t, 经笔者化验。

(12)到上海价矿粉 300 美元/t, 笔者化验。

(13)为英国WBB 提供日资陶瓷公司的球粘土, 笔者化验。

3　矿床成因

广西南宁球粘土矿层呈多层状产出, 矿体形状为层状、似层状及透镜状, 主要由无序高岭石组成, 常受有机质浸染或与褐煤伴生, 矿层底部以不整合面为界产于下石炭统(C_1)浅灰色硅质岩之上; 从区域上看整个成矿带呈线型展布, 特别是 I 矿层沿走向连续分布, 层状产出稳定呈线型展布; 还可见 I 矿层球粘土与风化硅质岩碎屑和球粘土混合层, 即上更新统下段(Q_3^1)(此为整个含矿层的底部)呈逐渐过渡关系, 而不是截然分开的突变关系; 从纵剖面及横剖面上看, C 矿层、$II_下$、$II_上$矿层均呈似层状、透镜状断续分布, 一般分布在基底平缓或低凹地段, 且可见 I 矿层露头出

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

露标高均比其他矿层高, 而且在 I 矿层底部偶见残留的生物化石碎屑。因此, 本矿床应属于新生代第四纪沉积的湖沼型球粘土矿床。其物质来源可能是分布于桂西南(包括中越边境及越南北部①) 早石炭世至中生代火山岩经过长时间的风化淋滤, 既形成了大面积的风化残积的高岭土, 也有与火山岩形成有关的热液成因的高岭土及叶蜡石等矿床(因在维罗矿区球粘土的 X 射线衍射分析中有时见有明显的叶蜡石, 较可靠)。

维罗矿区球粘土的 $w(Al)/w(Ti) = 15 \sim 31$, 这与华北地台太古代火成岩相比相当于中性—中基性火山岩。再如友谊关附近有玄山岩分布, 以及桂西晚古生代深水沉积含大量玄武岩等, 区域地质报告提到, 早石炭世有海底基性火山喷发岩为其物质来源是有一定道理的。

球粘土形成中的生物及有机质的重要作用。为什么球粘土矿层总是与褐煤或褐煤质粘土等伴生, 或者矿层本身常含有机质而呈黑或褐黑色(也称为"黑泥")、灰、蓝灰至浅灰色等现象? 说明其形成和重要的物化性能, 是与生物及有机质的参与密切相关。例如广西南宁等矿区及广东、福建等地"黑泥"经化验常含 1%～2% 的有机质, 甚至有的高达 10% 以上。也有不少的"白泥"(即白色球粘土), 是因在地表经过较长时间的强烈风化作用将所含有机质风化淋滤掉的结果。事实说明, 其亦经过有机质所产生的腐殖酸(尤其是富里酸含量较多, 且溶解铝硅酸盐物质的能力较强) 多次作用的结果。还有与球粘土矿层伴生的褐煤层长期暴露于地表, 由于风化连续地产生更多的腐殖酸, 可以使矿层物质进行溶蚀变化而在盆地内生成 Al_2O_3 与 SiO_2 的内胶体溶液, 从而新生成自形无序高岭石(假六方片状晶体), 可见其作用的重要性。

至于有机质的分解与微生物的活动有关, 有人用电镜发现高岭石粘土中与细菌活动有关的密集的微小钻孔。土壤学家指出, 在地表条件下到处都有微生物活动, 特别是土壤和淤泥中较多, 有时每克中可以达几十亿个。这些微生物可以分解腐殖质、蛋白质、脂肪、纤维素、几丁质等所有的有机质。有机质被分解后各种化学元素的表现不同。在植物残体内还含有少量的 SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3 等无机化合物可以相互作用, 形成次生粘土矿物或为球粘土的组成部分。因此, 有的野外地质人员根据其宏观经验认为"煤也可以经地表风化后部分变为粘土"。(当然, 有时这一概念, 也指从产状上看, 煤层在盆地内向边缘相可以相变为"紫矸粘土")。为何球粘土常形成于湖沼? 因为其中长期大量生长着植物, 底部堆积着植物残体并有褐煤伴生, 在水和微生物或超微生物细菌的作用下, 形成源源不绝的腐殖酸, 尤其是其中的富里酸, 能使湖沼水不断地维持酸性至强酸性。例如一些沼泽中已确定出 pH 值达 6 左右, 而沼泽水下部 pH 值接近 4, 酸性最大的沼泽水的 pH 值在 2.5 以下(可形成铝土矿)。在这种酸性沼泽水介质条件下, 物质无论是火山灰或陆源铝硅酸盐(如长石及粘土碎屑等) 完全可以溶解, 在适当的 pH 条件下还可形成自生高岭石(呈假六方片状的无序高岭石, 这在我国第四纪广西球粘土及第三纪吉林球粘土中已通过透射电镜见到)。这种作用不仅在沼泽盆地水中进行, 在陆源粘土风化壳里也是有过的, 例如前苏联学者认为风化作用很强时, 土壤和风化壳中几乎所有的固相都处于胶体状态, 或者在形成的过程中经历了胶体状态。多数粘土矿物及其他金属的氢氧化物与腐殖物质等都是如此。在湿热或温湿气候中植物繁茂, 生物积累与分解作用强烈。在雨林下表层有机质含量高达 8%～10%, 这种有机质的分解产物中有大量 CO_2 溶于天然水中, 致使天然水的活性大大提高, 从而促进风化壳中岩石的化学风化。尤其有机物质分解之主要产物有机酸(如富里酸、胡敏酸) 更是化学风化形成粘土物质或有机-粘土复合体的重要动因。这种以粘土物质为主的风化产物在水流中常以胶体及细粒状作悬浮形式迁移, 当悬浮物沉淀时全部颗粒一致呈定向排列。有机酸主要通过与粘土矿物表面的 Al 离子等组成环状结构的络合物即螯合物, 这种螯合物要比一般络合物具有较大的稳定性, 其次还有腐殖酸被吸附到粘土矿物表面可以较长距离在水中迁移。无论从陆源区搬运来(长途被水流搬运和冲刷的碎屑高岭石) 或是湖沼盆地自生的无序高岭石质点都是极小的($< 2\ \mu m$) 常悬浮在湖沼水中难以絮凝或沉积。由于(南宁维罗) 湖沼水中含有富里酸等有机酸较多, 与高岭石等粘土质点发生吸附作用, 可形成颗粒较大的有机球粘土集合体, 从而较快沉积。通过扫描电镜观察, 不少的球粘土质点是呈无序高岭石的集合体状态存在, 为边缘参差状(被波浪或搬运磨蚀的结果) 的碎片体, 颗粒多在 2～5 μm 以内平行层面; 其单晶在透射电镜下为自形的假六方片状无序高岭石(粒径很小, 常在 0.5～0.05 μm 之间)。

据我国学者及笔者等通过实验证明, 铝硅酸溶胶

① 越南 Tan Mai 地区高岭土、叶腊石和明矾石矿床的形成及次石英岩. 浙江省地质矿产研究所(内部资料)。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在pH= 7 时发生聚沉, pH= 3. 5 时聚沉速度最快。pH ≤3. 0 时, 不仅已聚集的胶粒又重新分散, 而且原始胶粒也分散成小胶粒(这在维罗湖沼里明显), 溶胶稳定。影响沼泽水的pH 值大小主要是取决于富里酸等有机酸的含量, 在滞流、弱流动与流动沼泽水里是不同的; 在(湖)沼泽水体的垂向与横向上也表现得不均一或呈梯度变化。因此, 在沼泽里铝硅酸溶胶或有机-粘土复合体而产生聚沉或絮凝, 这是由于富里酸等有机酸与粘土的吸附作用所形成。例如pH= 7 时, 原先由粘土形成的铝硅酸溶胶中$Al(OH)_2^+$ 通过"桥联"作用而胶粒聚沉或絮凝; 也可表现为粘土矿物高岭石表面露出的Al 离子等通过水分子桥作用与腐殖酸相结合或吸附面发生有机-粘土集合或聚合体的沉积。当pH= 4 时, 粘土中的Al 开始溶出以Al^{3+} 形式存在, 当浓度增加, 这种离子可使溶胶或粘土胶粒较快聚集而沉淀。腐殖酸、富里酸等还明显增大球粘土的可塑性, 这也主要是通过分子桥的"桥联"作用而产生的。有机酸并能增加球粘土的结合性能, 例如在粘土中加入0. 1% 的腐殖酸, 则其干燥强度要增大一倍。球粘土及伴生的褐煤和有机质因产于时代很晚的新生代, 而南宁球粘土矿层仅为第四纪的更新统(Q_3), 其中木质素和腐殖酸或木质素-腐殖质是很强的胶态物质, 因为其功能团—OH 和—COOH 具有阳离子交换性质。耐火粘土及伴生的烟煤则不同, 因生于时代很早的古生代或中生代, 有机质已经碳化, 且烟煤中功能团非常少, 对粘土的胶体性质没有什么影响, 即不会增加耐火粘土的可塑性及粘结性了。总之, 球粘土形成于维罗湖沼中, 明显地受到生物及有机质的影响, 且其衍生腐殖酸又是球粘土的可塑性与粘结性十分有利的天然添加剂。

参考文献:

[1] 刘长龄. 南宁球粘土——我国耐火用优质结合粘土[A]. 天津地质研究院. 矿产地质研究论文集[C]. 天津: 天津科学技术出版社, 1996.

[2] 刘长龄. 论我国球粘土矿物[J]. 中国建材企业, 1998, (1, 2).

[3] 刘长龄. 评我国沉积矿床研究的重大突破性成果——《生物有机质成矿作用和成矿背景》[J]. 地质找矿论丛, 2001, (3).

[4] 《非金属矿工业手册》编委会. 非金属矿工业手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1992

[5] 邝国敦. 桂西晚古生代深水相地层[J]. 地质科学, 2002, (2).

[6] 刘长龄. 华北地台铝土矿床的物质来源[J]. 轻金属, 1985, (8).

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF BALL CLAY, NANNING, GUANGXI PROVINCE IN CHINA

LIU Chang-ling[1], **LI Sheng-chai**[2], **LIU Qin-fu**[3]

(1. *Tianjin Geological Academy, Tianjin* 300061, *China*;
2. *Fusui Changping Building Materials Factory, Guangxi, Fusui* 532100, *China*;
3. *Mineral Resources Development and Engineering Department of China Mining University, Beijing* 100083, *China*)

Abstract: Weiluo ball clay deposit at the suburbs of Nanning municipality occurs in Pleistocene Series of Quaternary (Q_3) System. Detail exploration by Guangxi No. 4 Geological team proved it a large size deposit. According to the pre-Soviet Union specification it was defined as a high quality kaolinite or refractory clay deposit, or their variant suitable to open mining. In recent years the authors carried researches on the deposit. The ore mainly consists of disordered kaolinite.

Genetically, weathering of volcanics formed residual deposit that was exposed to hydrothermal fluid and the primary kaolinte occurred. Then the residual deposit was eroded and the kaolinte was transported with water and abraded in long distance to Weiluo basin and deposited in the lake basin bogs. Under electronic transmission microscope a great deal kaolinite are in hexagonal form that is characteristic of biotic colloidal precipitation. Generally, it is a clastic-colloidal sedimentary ball clay deposit.

Key words: Nanning ball clay; geological characteristics; deposit genesis; Guangxi

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net