

黔北及邻区上二叠统底部高岭土 矿床地质特征及成因

向茂木 甘朝勋 马忠魏

(贵州省地矿局区域地质调查大队)

广泛产于黔北地区的高岭土矿在地理分布上与川南一带的叙永式高岭土矿是连续的(图1),其矿床地质特征也颇相似。该类矿床最早在四川见有报导、开采和利用。1982年关铁麟同志据该矿床地质特征认定其为古风化壳残余矿床,并命名为叙永式高岭土矿床^[1]。我队曾在黔北及川南叙永一带开展区调工作,在搜集前人有关资料的基础上,开展了部分普查找矿工作后,据其特征将矿床成因划为风化淋积矿床。

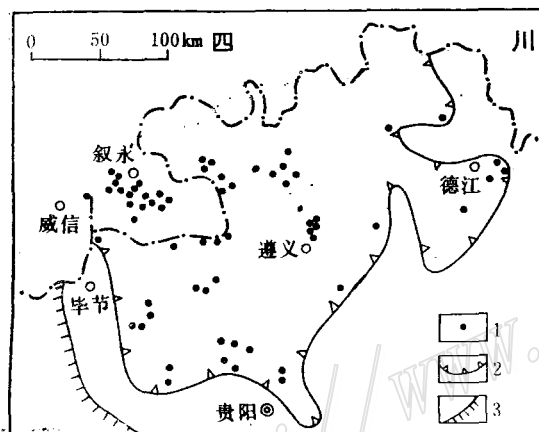


图1 黔北及邻区上二叠统底部高岭土矿分布图
1—高岭土矿产地; 2—上二叠统底部含黄铁矿粘土岩分布区; 3—晚二叠世早期隆起区及玄武岩分布区

Fig.1. Distribution of kaolin deposits on the bottom of Upper Permian in northern Guizhou and adjacent areas.

1. Kaolin occurrence. 2. Distribution of pyrite-bearing clay rocks on the bottom of Upper Permian; 3. Distribution of continent and basalt in early Late Permian.

一、矿床特征概要

(一) 含矿层剖面

黔北上二叠统底部高岭土矿产于上扬子台褶带。含矿层位于茅口组(P_1m)古侵蚀面上之龙潭组底部。其含矿剖面层序一般为(图2):

龙潭组(P_2l)

- | | |
|---|------------|
| 6. 无烟煤 | 一般厚1m |
| 5. 灰黑色含星点状黄铁矿及植物碎片化石之粘土岩, 风化后为灰褐色, 含褐铁矿团块 | 一般厚0.15—1m |
| 4. 灰、灰白色含黄铁矿粘土岩、鲕状粘土岩。偶含植物根茎碎片化石。氧化后变为含褐铁矿团块粘土岩, 有时含有不规则高岭土细小团块 | 一般厚3—4m |
| 3. 透镜状褐铁矿及水针铁矿, 时包有高岭土细小团块。不稳定 | 厚0—1.5m |
| 2. 各色多水高岭土 | 一般厚0.5—2m |
| 1. 杂色三水铝石、水铝英石、基矾石粘土岩(俗称“锅巴层”) | 厚0—0.5m |

-----假整合-----

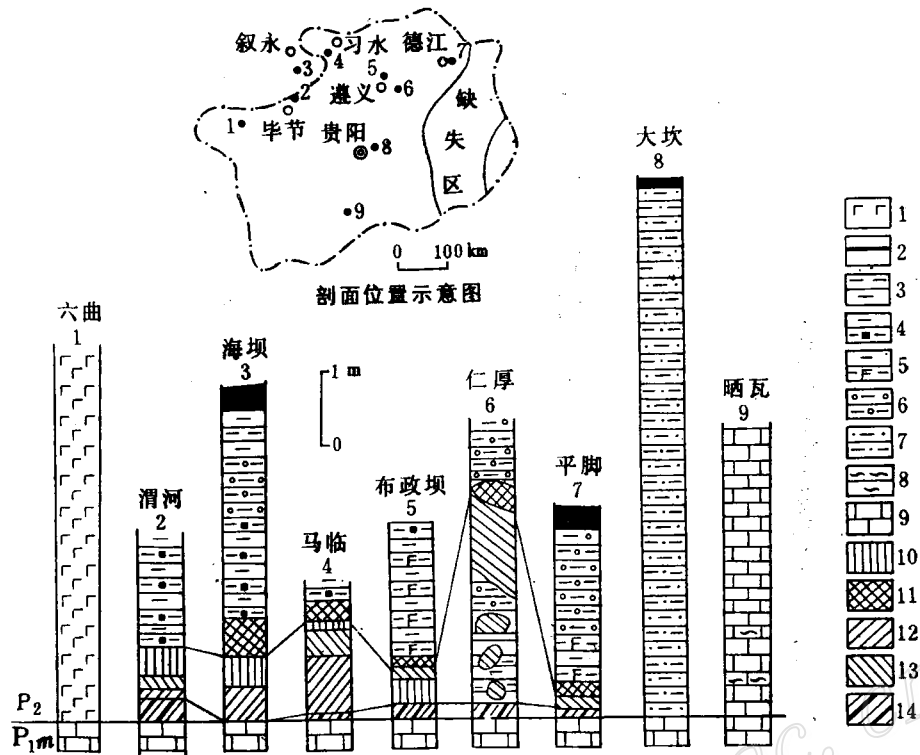


图 2 黔北上二叠统底部高岭土矿层对比图

1—玄武岩；2—煤层；3—粘土岩；4—含黄铁矿粘土岩；5—含褐铁矿粘土岩；6—鲕状粘土岩；7—砂质粘土岩；8—硅质岩；9—石灰岩；10—褐铁矿；11—白色高岭土；12—黑色高岭土；13—黑白高岭土；14—水铝英石、三水铝石层； P_{1m} —下二叠统茅口组

Fig. 2. Correlation of Kaolin beds on the bottom of Upper Permian in northern Guizhou.

1. Basalt; 2. Coal seam; 3. Clay rocks; 4. Pyrite-bearing clay rocks; 5. Clay rocks containing limonite lump; 6. Oolitic clay rocks; 7. Arenaceous clay rocks; 8. Siliceous rocks; 9. Limestone; 10. Limonite; 11. White kaolin; 12. Black kaolin; 13. White and black kaolin; 14. Allophane and clausenite layer; P_{1m} —Lower Permian Maokou Formation.

茅口组 (P_{1m})：灰、浅灰色块状灰岩或含燧石团块灰岩

(二) 矿体特征

矿体形态复杂，纵横变化大，一般呈似层状、透镜状、巢状、团块状，个别呈较大的矿囊。矿体长数十至数百米，一般50—100m，厚0—6.55m，一般0.5—2m，沿倾斜延深5—50m，一般10—20m。矿体形态及规模受下伏茅口组古岩溶面的控制，一般是凹处矿厚，凸起部位矿薄。由各色矿石组成的矿体或含矿体，按不同矿石类型分层产出，或呈团块状混杂产出。含矿体中一般除高岭土矿石块外，还夹有上覆岩块、粘土岩、硅质岩及粘土等，含矿率为20—80%，一般为30—50%。

(三) 矿石特征

矿物成分经差热分析(图3)及X射线粉晶分析(表1)，主要为10A多水高岭石($Al_4[(OH)_8/Si_4O_{10}]4H_2O$)，少至微量三水铝石、水铝英石、基砷石、方解石、石英、铁锰氧化物和有机质等。依其矿石的颜色、成分、物性及用途等的不同，可分为白矿、黑矿、黑白矿、杂矿四种类型。各类矿石插花产出，或上下分层次产出，白矿则多产于矿层的中上部。

白矿：以白色为主，包括浅蓝、浅绿及部分黄白色。一般呈致密块状，显土状、腊状光泽，具贝壳状、土状断口，质细有滑感，吸水性强，可塑性指数为14.36—30.41，干燥线收缩率为5.09—8.93%，耐火

度 $>1770^{\circ}\text{C}$ 。矿物成分主要由多水高岭石组成,混杂有少量铁锰氧化物、有机质,偶见石英及方解石微粒。化学成分 Al_2O_3 37.4—43.7%, SiO_2 41—46.8%, Fe_2O_3 0.1—0.9%, TiO_2 0—0.2%, SO_3 0.1—0.4%, K_2O 0—0.06%, Na_2O 0—0.06%, CaO 0.1—0.8%, MgO 0.01—0.18%, 灼减14.4—17.2%。

黑矿:黑色,显土状光泽,致密,具平坦状、土状断口,有油腻感,吸水性较弱。可塑性指数为21.85—30.70,干燥线收缩率为8.43—14.88%,耐火度 $>1770^{\circ}\text{C}$ 。矿物成分以多水高岭石为主,含有机质及锰质氧化物,偶见石英颗粒。化学组分 Al_2O_3 33.4—46%, SiO_2 38.1—45.6%, Fe_2O_3 0.2—1.3%, TiO_2 0—0.24%, CaO 0.07—0.45%, MgO 0—0.7%, K_2O 0.03—0.1%, SO_3 0.12—0.17%, 灼减 14.5—17.9%。

黑白矿:黑白相混杂呈花斑状,具有黑矿的特性。

杂矿:包括褐色、黄色、紫色等带红色色彩之多水高岭石。一般含 Al_2O_3 29.9—36.7%, SiO_2 32.8—49.9%, Fe_2O_3 0.3—4.7%, TiO_2 0.01—0.8%, SO_3 0.06—0.3%, 灼减12.7—15.7%。

各种类型矿石微量元素含量大体相似(表2)。

白矿质较优,主要有益组分 Al_2O_3 含量较稳定,主要有害组分 Fe_2O_3 含量皆低于1%,可供无线电陶瓷、建筑卫生陶瓷用以及造纸、橡胶等工业的填料;黑矿因含有机质和锰质, Fe_2O_3 含量变化幅度较大,一般可作日用陶瓷原料和耐火材料;杂矿仅可作民用粗瓷原料。

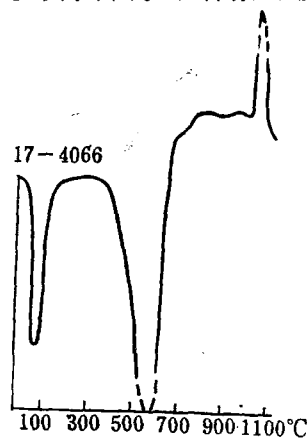


图3 高岭土矿石差热曲线图
Fig.3. Differential thermal curve of kaolin ores.

表1 高岭土矿石X射线粉晶分析数据

I	3	3	10	4	4	1	2	5	5
d	7.57	(4.92)	4.44	3.62	3.63	2.99	2.846	2.586	2.489
I	2	3	4	4	9	1	4	4	2
d	2.242	1.867	1.685	(1.640)	1.484	(1.363)	1.287	1.234	1.112

由贵州省地矿局实验室分析

表2 矿石微量元素含量表

组 分	Ba	Be	Pb	Sn	Mn	Ga	Cr
含量(ppm)	<0.001	<0.001	$<0.001-0.005$	<0.001	0.005—0.2	<0.001	$<0.001-0.03$
组 分	Ni	Mo	V	Cu	Zr	Zn	Co
含量(ppm)	$<0.001-0.01$	<0.001	$<0.001-0.002$	$<0.001-0.003$	≤ 0.005	<0.01	$<0.001-0.004$

(本队分析)

二、成矿地质条件

大量资料表明,高岭土的生成和富集主要受下述条件控制。

1. 岩石条件

高岭土矿产于茅口组石灰岩侵蚀面上的龙潭组底部含黄铁矿粘土岩层之下。这层含矿粘土岩经化学分析,一般含 Al_2O_3 22—30%, SiO_2 25—32%, TiO_2 2—6%。用重砂法剔去黄铁矿后围岩作化学分析,含 Al_2O_3 31—37%, SiO_2 43—46%, TiO_2 3—6%, 差热分析粘土成分主要为高岭石族矿物(图4)。黄铁矿

经氧化溶蚀形成硫酸,上述富含硅铝的岩石在酸的作用下,析出碱金属和碱土金属,硅、铝、铁形成胶体溶液下渗,首先形成褐铁矿,在底板石灰岩碱性条件下,酸碱中和,使硅铝胶体物质凝聚生成高岭土。由此可见高岭土矿的生成与龙潭组底部含黄铁矿粘土岩的依存关系。

2. 地质构造及地貌条件

地质构造对高岭土的形成有很大的影响。紧密的线状褶皱,多不利于高岭土的生成,而宽缓的箱状、波状构造最利于地下水的循环和风化作用的进行,易形成高岭土矿。缓倾斜地层(倾角小于30度),含矿母岩暴露面积大,易风化剥蚀,利于地下水的渗流和停滞,加速氧化作用的进行,氧化带发育,宜于高岭土的生成(图5),反之陡倾角地层则不利于成矿。

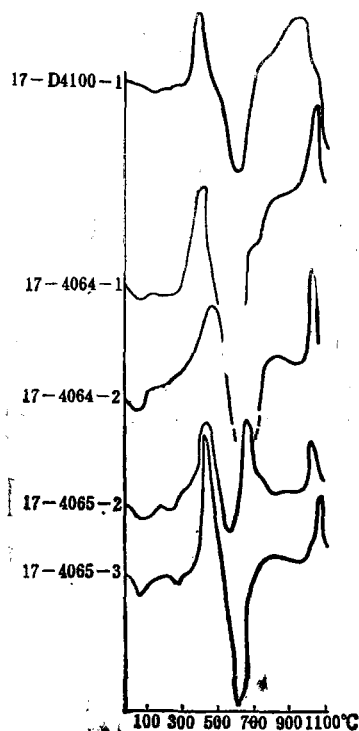


图4 含黄铁矿粘土岩差热曲线图

Fig.4. Differential thermal curve of pyrite-bearing clay rocks.

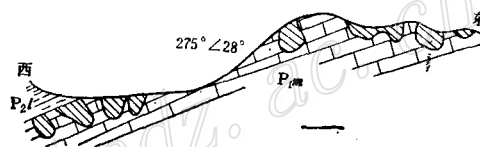


图5 高岭土矿受地貌及古岩溶控制

Fig.5. Diagram showing kaolin deposits controlled by geomorphology and paleokarsts.

高岭土矿往往分布于地形起伏不大的低山丘陵地带,尤以岩层倾向与地形坡向一致的缓坡更利于高岭土的富集。因其上覆盖层薄,或剥蚀殆尽,含矿母岩暴露面积大,宜于氧化作用进行,因此容易形成厚度大质量佳的高岭土。

3. 古岩溶面形态的控制

高岭土矿体的产出形态受茅口组灰岩古岩溶起伏面的控制。由于岩溶面形态复杂,矿体产状、规模及矿石质量的变化极大。一般情况是岩溶面下凹处矿体厚,且各层矿发育齐全,矿石以白矿为主,质量较好,岩溶面凸起处矿体薄,变化大,乃至尖灭。古岩溶面的形态往往决定着一个矿床的矿体规模和工业价值。

三、矿床成因剖析

1. 产于上二叠统底部的高岭土矿床,在地理分布上,北起四川叙永,南达贵阳,西自云南威信,东界贵州德江。其分布地区与上覆上二叠统含黄铁矿粘土岩相一致。从地域分布上看,高岭土与上覆层位密切相关(图1)。

2. 高岭土矿产出部位,一般在茅口灰岩的古风化面上,这自然引起人们对它是属茅口灰岩的古风化残积物,还是上覆新的沉积的争论。我们在全区不少高岭土产地都见到高岭土的主矿体虽在茅口灰岩古岩溶

面上, 它的上部还有不少团块状矿石产于上覆的粘土岩层之中, 有时主矿体也产于粘土岩层内。上覆粘土经化学分析, 含 Al_2O_3 31—37%, SiO_2 43—46%, 与高岭土矿成分相一致, 差热分析主要成分为高岭石。这些说明粘土岩就是高岭土矿的母岩。

3. 由含矿剖面可知, 高岭土矿与茅口灰岩界面间, 常间隔着一层厚0—0.5米的含铁锰氧化物杂色三水铝石、水铝英石、基矾石的粘土岩, 俗称“锅巴层”的壳层, 若茅口灰岩是高岭土矿的母岩, 一般它将先形成水铝英石类矿物再向高岭石转化, 而一般认为这是不容易的。

据1:20万桐梓幅区调资料, 一些矿区“锅巴层”含Nb、Ta元素及轻稀土较高, 光谱分析Ta约达3000ppm, Ce约达10000ppm, 化学分析 CeO_2 为0.6%, 而其上的高岭土矿含以上元素是微量的。由此分析高岭土矿与“锅巴层”好似不同出一物转化而来。我们认为“锅巴层”像古风化壳层。

4. 高岭土矿随其母岩——含黄铁矿粘土岩, 沿晚二叠世峨眉山玄武岩边缘分布于威信—毕节—织金一线以东地区; 该含黄铁矿粘土岩层向贵阳以南变为不含矿的砂质粘土岩、灰岩、硅质岩、粘土岩等; 向东至德江以东变作水云母粘土岩(可能示进入咸水区)也不含矿。故此高岭石矿床的分布区一般局限于含黄铁矿的粘土岩区域。

含矿母岩中的黄铁矿, 其生成与西部峨眉山玄武岩密切相关, 属火山—沉积成因^{[2]①}。产于晚二叠世煤层中的高岭石夹矸, 由于其大面积的稳定性分布及其中见有 β 石英, 有人也提出物源于火山岩^[3]。我们对各矿床(点)的高岭土矿石的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 值进行了比较, 东部区为1.13—1.16, 西部区为1.11—1.34。其比值跳动虽大, 但仍有近源增高之势, 显示高岭石物质与西部火山岩有关, 也即是与上覆岩层有关。

5. 我们对全区各点矿石里的CaO作了分析统计, 其量甚微, 一般为0.03—0.24%, 个别高达2.3%。镜下偶见方解石溶蚀残晶。作者认为, 高岭土矿在酸性水中的成矿过程, 作为矿体底部出露的部分灰岩, 有方解石被溶蚀携入也是不足为奇的。

6. 临近高岭土矿体处的上覆一段岩层中, 黄铁矿多被氧化淋蚀, 且高岭土矿体上多伴有褐铁矿层, 该矿床矿体分布总限于表部, 这些均显示了风化淋积特征。

综上所述, 晚二叠世早期西部峨眉山玄武岩浆广泛喷溢, 部分物质经喷溢或风化进入东部水域, 沉积了含黄铁矿高岭石质粘土岩, 在风化作用中茅口灰岩与粘土岩两者界面有利积水, 粘土岩中黄铁矿转化形成褐铁矿与硫酸, 酸性水使粘土岩中的高岭石转化为多水高岭石。故我们认为矿床成因应属近代风化淋积矿床。

参 考 文 献

- [1] 关铁麟 1982 叙永式高岭土矿床地质特征及其成因探讨 矿床地质 第2期
- [2] 阎俊峰 1982 我国主要硫矿床类型及成矿若干规律 矿床地质 第2期
- [3] Zhou Yiping, Ren You liang and Bruce, F. Bohor, 1982, Origin and distribution of tonsteins in Late Permian coal seams of Southwestern China. International Journal of Coal Geology(2).

① 甘朝勋, 张国新1984年资料。

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ORIGIN OF KAOLIN DEPOSITS AT THE BOTTOM OF UPPER PERMIAN IN NORTHERN GUIZHOU AND ITS ADJACENT AREAS

Xiang Maomu, Gan Chaoxun and Ma Zhongwei

*(Regional Geological Survey Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of
Guizhou Province)*

Abstract

The kaolin ores occurring extensively in northern Guizhou are connected with Xuyong type kaolin ores of southern Sichuan in geographical distribution, with very similar geological characteristics. These ore deposits can therefore be studied and discussed as a whole. While describing the characteristics of the kaolin deposits at the bottom of Upper Permian in northern Guizhou, this paper presents an opinion different from the theories established by previous researchers for the origin of Xuyong type kaolin ore deposits.

The previous researchers thought that Xuyong type of kaolin has been the product of Early Permian fossil weathering crust and that the materials came from the limestone of upper Maokou Formation of lower Permian. They also named such type of deposits. Nevertheless, based on the facts that the kaolin deposits are identical with the overlying pyrite-bearing clay rocks in distribution, that quite a lot of lump and massive ores occur in overlying kaolin-clay rocks although the main orebodies are in fossil karst surface of Maokou limestone, and that these orebodies exist in near-surface part, the authors consider that, instead of being the product of Early Permian fossil weathering crust, this sort of deposits seem to be recent weathering and leaching type kaolin deposits formed through transformation of kaolin minerals deposited simultaneously with Late Permian coal bed into glauconite minerals.