矿 床 地 质
1982年 MINERAL DEPOSITS 第2期

叙永式高岭土矿床地质特征及其成因的探讨

关 铁 麟
（黑龙江省非金属地质公司）

川南东起古蔺以东，西至长宁以西一线广泛分布的叙永式高岭土矿（图1），早在三十年代末就载入地质文献中[1~4]。前人在矿物学方面做过研究。近年来随着地质工作的进展，对该矿床也相应做了不少工作。但是有关矿床成因的说法极为不一。

由于现代工业对高岭土矿物原料的需求，探讨这一问题不仅在理论方面，而且在实用方面均具重要意义。

笔者曾在叙永一带进行过有关调查研究，现根据以往资料并参考部分新资料提出一些粗浅看法供讨论。

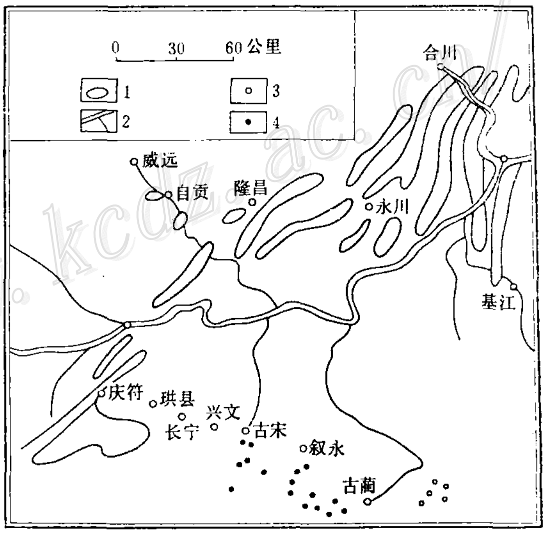

图 1 叙永式高岭土矿点分布图
1—构造线；2—河流；3—城市；4矿点

一、地质概况

叙永式高岭土矿床分布在四川台向斜南缘叙永台凹内，矿体产于古生代下二迭统之沉积间断面上。

1. 二迭纪地层特征

二迭纪相关地层，层序及特征自上而下为：

上二迭乐平统

①长兴灰岩：

Pl_2^4 深灰色生物灰岩，灰岩及泥灰岩夹层，富含化石（限华蓥山）。3.4～26.11米。

Pl_2^3 灰白色灰岩，白云石化灰岩夹燧石结核。5.4～33.6米。

Pl_2^2 灰、深灰色灰岩，生物灰岩、泥灰岩，含化石。14.6～46.6米。

Pl_2^1 深灰色、黑灰色灰岩、富含化石。4.3～49.1米。

②乐平含煤层：

Pl_1^3 黄绿色至杂色页岩及粘土岩夹煤层。22.4～83.7米。

Pl_1^2 黄绿色页岩，凝灰岩及砂岩横向变为深灰色灰岩及生物灰岩。21.5～64.5米。

Pl_1^1 灰黑色页岩及凝灰岩夹可采煤层及铁矿，底部有叙永石。5.4～44.9米。

Pb 峨嵋山玄武岩，黑绿色，顶部为凝灰岩（仅限于珙县）。50～500米。

……假整合……

下二迭阳新统

①茅口灰岩：

Py_3^4 灰黑色不纯灰色，生物灰岩，薄至中厚层夹泥灰岩及黑色钙质页岩和燧石，空间分布变化大，局部缺失，顶部岩溶发育，深10余米。0～154.5米。

Py_3^3 灰白色灰岩，生物灰岩，含化石多，部分地层出现岩溶。20～30米。

Py_3^2 黑灰色灰岩，泥灰岩、生物灰岩及白云岩化灰岩。88.9～117.9米。

Py_3^1 深灰色灰岩，泥灰岩、生物灰岩及白云岩化灰岩夹黑色页岩。66.5～127.5米。

②栖霞灰岩：

Py_2^2 灰白色灰岩，中细粒结构，厚层状，重结晶显著。18.2～45.3米。

Py_2^1 灰至深灰黑色灰岩及生物灰岩，微一细粒，厚层状，夹页岩及燧石结核。37.7～129.8米。

Py_1 黄褐色铝质岩、黑色炭质页岩（珙县一带），向东为铁质页岩。1.1～7.2米。

2．二迭系上下统之接触关系

区内二迭系上下统之沉积岩相和岩性截然不同，下统主要为浅海灰岩，而上统则主要为海陆交互—滨海沼泽相的含煤沉积，且两者间穿插有基性喷发岩，有古侵蚀面、古岩溶、玄武岩质底砾岩[5][6]和残留粘土堆积[7]，有确凿的间断存在，故当时地壳曾发生和缓之升降运动使之上下两套地层为侵蚀间断所隔，两者为假整合接触无疑。

3．地层变化规律及岩相古地理❶

二迭系在纵向上具旋回性。其表现在于底部Py_1为二迭海进之侵蚀洼地碎屑—粘土堆积。自Py_2^1开始广泛海侵形成具有旋回性的海相沉积灰岩，向上质纯。而至Py_3^{1-3}时海水历经波动淤浅以至到再沉降加深形成粘土质—碳酸盐岩的旋回层。下二迭世晚期已受东吴运动之影响，因而Py_3^4的沉积环境有显著的变化，岩性不稳定，碳酸盐沉积物中粘土混入物加多，出现过渡型的泥灰岩及含炭的钙质页岩等。此后东吴运动进一步发展使海侵一度终止，地层上升出露水面遭受风化剥蚀，从而造成硅、铝质风化残余堆积物。与此同时在某些地区内继续有玄武质喷发产物堆积至上二迭纪开始出现滨海平原、沼泽环境。下部常混有火山物质组成的凝灰质岩石，其上则为含煤地层，晚期再度出现浅海碳酸盐岩沉积（PL_2）。

在横向上沿东西方向有明显变化。从Py_1来看碎屑—粘土堆积分布零星，仅在珙县和南川、武陵、华蓥一带发育。Py_2^{1-3}海侵，由东向西沉陷幅度加大，陆源物减少，地层变厚，岩性变纯。Py_3^4地壳动荡不定，普遍隆起遭受侵蚀，北缘则为隆起剥蚀区，Py_3^4等厚线由南川起西经綦江以北至泸州以西始向北转折，绕过威远以东。在此以北除缺失Py_3^4外，Py_3^3亦被剥蚀而残缺不全。南沿则为相对沉陷区。珙县以西，在此短暂时间广泛发育了峨嵋山玄武岩，Py_3^4亦完整[7]。而构造相对稳定的地区是有限的（图12）。因此当时在区内剥蚀作用强度以及物质迁移的方向是因地而异。至上二迭，发展的趋向，除东部转入凹陷，为正常浅海相沉积

❶ 据四川省石油管理局资料

灰岩外，在长寿、綦江、仁怀以西，永川、重庆、华蓥山一带则为海陆交替相的含煤盆地沉积。西部峨嵋，珙县以东则为滨海平原及沼泽相泥砂沉积，很少夹有灰岩，而峨嵋、珙县之西侧，以夹火山岩相为特征，并因隆起而出现地层之尖灭。(图2、12)

二、矿床地质特征

1．矿体产状：

矿体产于阳新统茅口灰岩之表部，乐平统含煤地层之下，沿两者剥蚀间断面呈面状的若断若续状分布。矿体形态复杂，一般说顶面稍规则，底面则起伏曲折，因此矿体与底板呈缝合交织状[8]。单个矿体为巢状、窝状、钟乳状或“揉皱层状”。而矿体在大区域中呈似层状延续，层位稳定，分布甚广，单个矿体大小则一般为数平方米至数十平方米。其厚度变化范围在0～3米间，个别达 4 米以上。

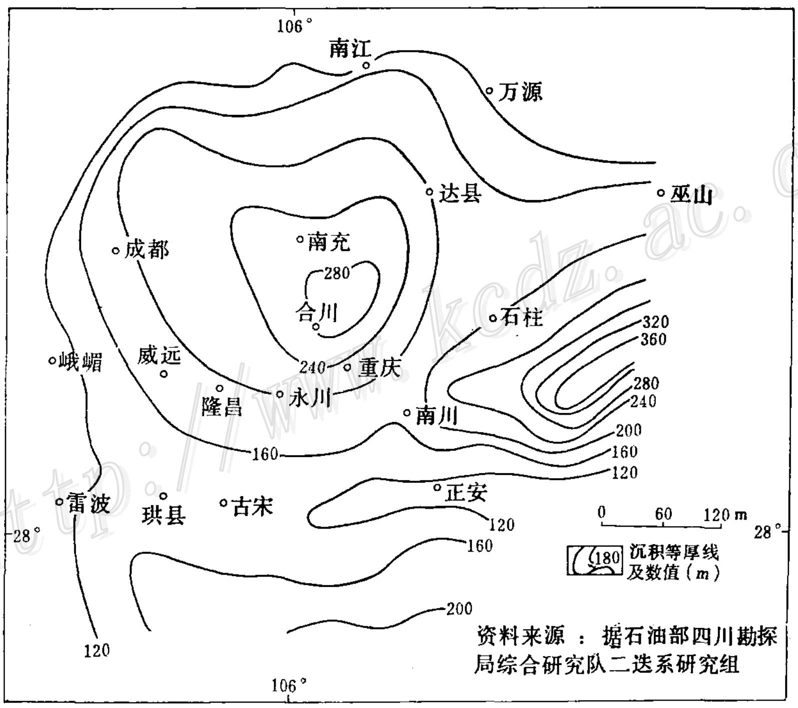

图 2　四川盆地上二迭乐平统沉积等厚图

2．矿石特征：

①矿物成分：主要矿物为多水高岭石，伴生矿物为三水铝石、水云母、水铝英石。碎屑矿物为细粒方解石、石英及金红石，以及三氧化二铁和有机质等。

多水高岭石❶　又称叙永石(Halloysite)，常见为白色、黑色、红色、淡兰色及杂色等。硬

❶ 目前矿物归属尚不一致，有称变埃洛石（Metahalloysite）与水埃洛石（Hydrohalloysite）之中间过渡物

度小，具滑感，可塑性小。镜下为无色或淡黄色，负突起，$n=1.503$，干涉色一级灰。差热曲线其特征为100℃时出现第一次吸热效应，550～580℃为第二次吸热效应，至1000℃以上开始放热（图3曲线009、010、021、056）。x光粉末法衍射分析数据见表1。

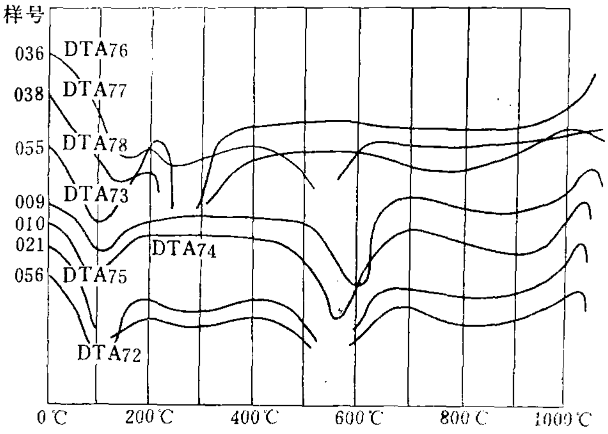

图 3　差热曲线（据四川省地质局中心实验室）

三水铝石　镜下无色，呈鳞片状或粒状集晶，干涉色低，$n>1.540$，x光粉末衍射数据见表2。

三水铝石一般作为次要矿物出现，局部集中；差热曲线表现为300℃出现吸热效应（图3曲线038，055），550～580℃第二次吸热反应不明显。如三水铝石中含多水高岭石时，曲线与多水高岭石相象，仅在550℃时有吸热反应（图3曲线036）。由三水铝石的富集可形成三水铝矿，尤以黑色带状多水高岭土中常见，可能因脱二氧化硅造成。

表 1

实验条件：CoKα射线，30千伏、10毫安，5小时，57.3mm

d	10.0	4.40	3.35	2.55	1.67	1.48	1.28	1.23
I	100	80	60^B	60^B	30^B	60	30	30

表 2

实验条件：CoKα、30千伏、10毫安、5小时，57.3mm

d	4.90	4.40	3.30	3.15	2.45	2.38	2.25	2.16	2.04	1.98	1.92
I	100	80	40	20^B	60	62	20^B	40	40	40	40
d	1.79	1.75	1.69	1.65	1.58	1.46	1.44	1.40	1.36	1.32	1.21
I	40	40	40	10^B	10^B	40	20	40^B	20	20^B	2

水云母　仅在矿层底部出现，镜下成纤维状集晶，有时受铁染，正突起低，$n>$树胶。

水铝英石　镜下无色，负突起显著，$n<$树胶。

碎屑物质　主要为石英，少量方解石，偶见金红石。粒度较细，直径0.1～0.05毫米。方解石在矿层下部增多，粒度略变粗，有机质混杂物亦增多，可见宽窄不一之黑色带或呈杂乱状。顶部常出现铁染，强烈混染时高岭土呈红色，轻时呈锈斑状。

②化学成分：矿石的化学成分如表3。一般SiO_2在40%以上，Al_2O_3在35%±，H_2O在15%以上，$Fe_2O_3<1\%$，尚有少量Ca、Mg、Ti、S等杂质。

表 3

取样地点	矿石型型	烧失量	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	SO_3
叙永六间坝	白色高岭土	15.02	45.60	38.72	0.39	0.44	0.12		
叙永六间坝	黑色高岭土	23.64	25.00	46.62	1.90	0.89	0.12		
新矿山	杂色高岭土	18.41	36.66	41.24	1.50	1.11	0.03		
六拐河	白色高岭土	15.06	44.34	37.97	1.28	0.60	0.37		
六拐河	白色高岭土	15.05	44.57	37.74	1.69	1.03	0.24		
冷家山	黑色高岭土	17.42	43.58	37.20	1.52				
冷家山	杂色高岭土	30.50	8.70	57.68	0.27	0.20	痕迹		
民主村	黑色高岭土	19.42	36.80	43.10	1.03	0.20	0.10		
后山①	白色高岭土	20.66	39.39	36.79	2.19	0.82	0.20	0.40	
后山②	黑色高岭土	20.60	41.92	36.11	0.62	0.38	0.04	0.14	
叙永③	（缺）	16—28	42—45	33—38	<1	微量	微量		
放马坝	（缺）	8.23	39.42	42.75	0.13	2.32	0.06		
放马坝	（缺）	8.45	44.62	40.29	0.25	1.92	0.36		
放马坝	（缺）	8.52	45.35	38.78	0.17	2.08	0.05		
古蔺复陶	（缺）	16.2—16.96	43.16—44.28	35 50—39.03	0.32—6.73				
石宝田	（缺）	25.58	39.04	32.81	0.94	0.73	0.01	0.04	0.19
古宋二东山	（缺）	10.5—17.80	12—50		0.2—5.7	0.11—0.60	0.08	0.12—0.10	0.12

①、②、③为引用资料

③矿石颜色与结构构造：矿石的颜色常见为白色、淡黄色、淡兰色，红色、黑色或黑白相间等不同色调。其中以白色质纯。此外，则因Fe_2O_3、有机质及部分TiO_2混入而出现各种色调。黑白相间者之黑色部分，经H_2O_2处理或灼烧后颜色消失，说明为有机质。

矿石结构类型：有泥质结构，砂及粉砂泥质结构，贝壳结构。

泥质结构 土状，呈小于0.001毫米之微晶集合体，少量为星散的鳞片状集晶团块，含少量碎屑石英。

砂及粉砂泥质结构 见于矿层底部靠近Py_1^1灰岩处。外表呈粉砂泥状或土状，镜下可见残留方解石碎屑（直径0.05～0.01毫米）。愈向下残留方解石碎屑增多，粒度亦变粗并逐渐过渡为粉砂—砂状结构。

被壳结构 多水高岭土中具不规则状孔洞，孔壁有薄膜状胶体物质沉淀，形成被壳结构（图4）。

矿石构造类型：

致密块状构造 在正常矿体之中部可由单色矿石组成，间或为杂色。易干裂成不规状则碎块。而在下部与灰岩接触处为劣质松散状多水高岭土，状如白垩，极易捻成粉末。

条带状构造 黑白两色矿石相间排列组成条带状构造。条带常揉皱折曲，在矿体底部最为明显。由于淋溶作用而发育孔洞，构成多孔构造，孔洞多集中于黑色部分并见有胶体敷于孔壁（图5）。

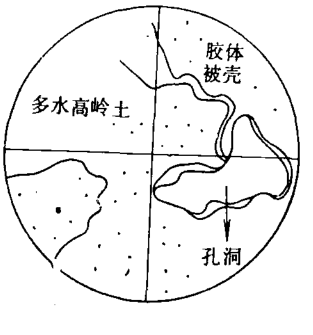

图 4 被壳结构
单偏光下 10×8

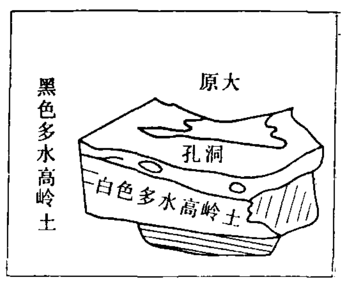

图 5 带状构造及多孔构造素描

角砾状构造　不同色调之多水高岭土呈大小不等之棱角状碎屑，并为黄色粘土胶结形成角砾状构造。靠底部角砾变粗大，此特点与正常沉积不同[9]，是矿床在成矿过程中遭受破环而形成的。

④矿石类型：

a）红色角砾状多水高岭土：红色，角砾状构造。随铁染强度不同而呈深浅不同的红色，在大型角砾中其颜色可见由表及里的变浅现象。洁白度差，常与黄色粘土混杂。向矿层底部碎屑逐渐增加，粒度也变粗。碎屑成分主要为多水高岭土，部分为次生赤铁矿一褐铁矿一水针铁矿。

b）白色致密块状多水高岭土：白色，有时带浅兰色调，少数具褐色铁染锈斑。洁白度高，矿物成分简单，以多水高岭石为主，泥质结构，块状构造。

c）黑色带状多水高岭土：黑白二色呈带状相间或混杂状出现，经H_2O_2处理或灼烧后洁白度提高。矿物成分复杂，以多水高岭石为主，含多量水云母，三水铝石。局部三水铝石集中（＞30％）形成三水铝矿，或与多水高岭石成混合类型出现。可做高级耐火材料。此外，SiO_2常成环状之髓石结核。由于SiO_2与Al_2O_3比值的变化；常出现无可塑性的硬度粘土。矿石具贝壳状断口，带状及多孔状构造（图5）。

3．矿床特征：

①含矿剖面结构及其类型：矿体在纵剖面上有分带现象。下部为黑白带状及混杂状多水高岭土层，底部则以带状构造、多孔构造及三水铝石、髓石的大量出现为特征，其化学成分常出现Al_2O_3、SiO_2、CaO等氧化物的高值。中部为白色或稍带兰色之致密块状多水高岭土，一般质纯、洁白度高，是主要可采层。顶部为红色角砾状多水高岭土与松散黄色粘土的混积物。实际上，矿体在空间的变化是十分复杂的，常在极短的距离内（横向）即可出现剧烈的变化❶。因此含矿剖面结构是因地而异的，据已知材料的初步归纳有以下几种类型（层序自下

表 4

Ⅰ类：叙永乐郎坝×老洞 5.含黄铁矿凝灰质粘土页岩 4.含铁页岩　10—20cm 3.红色多水高岭土　30cm 2.白色多水高岭土　40cm 1.黑色带状高岭土　30cm …过渡…	Ⅱ类：六间坝×老洞 5.含黄铁矿凝灰质粘土页岩 4.角砾碎屑状多水高岭土矿与黄色软质粘土混积　10cm 3.白色多水高岭土　10—20cm 2.灰黑色高岭土化岩石（完全高岭土化）　10cm 1.部分高岭土化灰岩（厚度不定） …过渡…
Ⅲ类：六拐河×老洞 3.含黄铁矿凝灰页岩 2.角砾碎屑状高岭土与黄色软质粘土混积物，有铁染（局部夹顶板页岩碎块）与卡斯特作用有关　30cm 1.高岭土化灰岩，发育较薄　50cm …过渡… 底板　灰岩	Ⅳ类：古蔺摩尼香树沟 2.含煤地层 1.燧石角砾岩（缺多水高岭土） …间断… 底板　灰岩

❶　据建工部西南地质公司304队资料

而上为由老至新，表4)：

一般情况下矿体发育以Ⅰ类为完全，Ⅱ、Ⅲ类残缺不全，Ⅳ类则缺失。形成上述类型的原因，一方面在于矿体本身之发育不同，而另一方面亦受制于保存条件，特别是Ⅳ类。在成岩过程中，由于受再冲蚀作用的影响[10]，故矿体在完整剖面上厚度大，反之则减薄甚至缺失。

②矿体顶底板特征及其相互关系：矿体顶底板一般较为稳定（图6）。底板阳新统茅口灰岩系由灰黑色生物灰岩、黑色页岩组成，不溶粘土物质占量较多，碎屑混入物微量，如按不溶残留分析所测定之粘土量估计，可构成厚数十米之粘土层。底板表面凹凸不平，起伏变化大，具有显著的溶蚀现象和卡斯特地形，沟槽发育，最深可达10余米（图7)。矿体与底板在化学成分上以及不溶残余粘土含量上，呈递变关系。就其分布情况来看底板的成分直接影响了矿体的形状和厚度的变化[3][8]，在若干地段尚可见及底板中有矿质淋溶填充物（图8)。而顶板则为乐平统含煤层底部之含铁凝灰质页岩，间夹铁质页岩。其特点是含凝灰物质，富氧

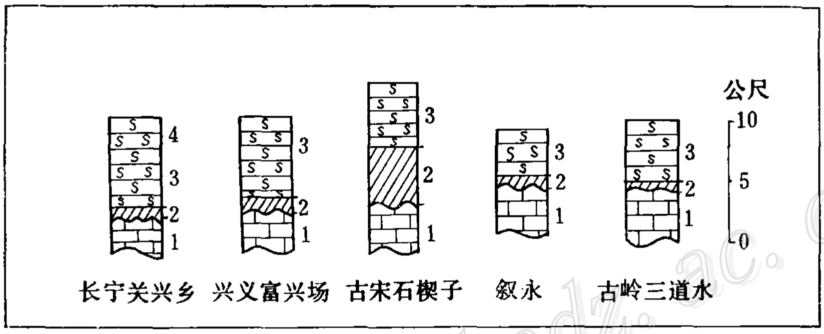

图 6　矿体层位及顶底板岩性对比柱状图

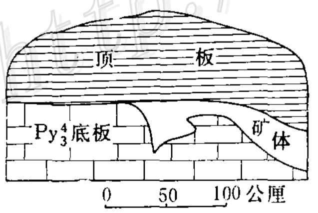

图 7　古蔺×老硐矿层顶底板素描图

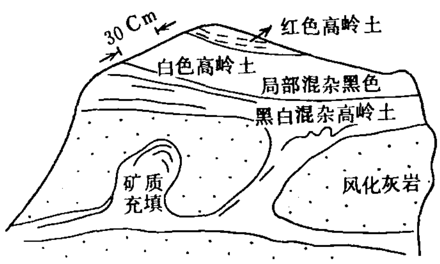

图 8　乐郎坝×老硐素描

化铁及黄铁矿，尤其富铝质并见有沉积高岭土之透镜体[11]（图9)；此外普遍具鲕状结构；与矿体之接触面较为平正，并可见有直接覆于Py_3^4灰岩之上的现象；在矿体顶部与顶板间普遍存在角砾状高岭土与黄色软质粘土（部分呈红色）的堆积物，而且两者表现为明显的突变关系。

③矿石的质量变化特征：矿石质量自下而上表现为下部呈黑白相间的条带状或混杂状构造，多孔构造。矿石富铝，向上逐渐过渡为白色稍带兰色或灰白色锈斑之块状纯质多水高岭土，至顶部为红色高岭土及角砾状混杂高岭土，以上白色块状为佳，$Al_2O_3:SiO_2:H_2O=1:2:4$，

Al_2O_3 占35%左右，SiO_2 占45%左右，烧失量20%左右，杂质极少。顶部矿石富Fe常达2%以上。而底部矿石富Al，碱质含量亦高，部分地段三水铝石>80%，构成硬质三水铝石—多水高岭石型混合矿石，或单独构成三水铝矿。局部地段在岩溶凹处矿体厚度加大，优质矿石的占量亦相应增加，相反则减少甚至缺失。此类层控矿床在大范围内矿体的分带现象，层次发育程度显然是各异的。

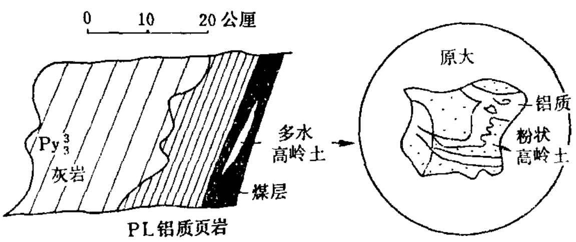

图 9 中梁山井下×石门左壁素描（局部）

三、矿床成因

1. 成矿条件：①物质来源主要为下二迭阳新统茅口灰岩顶部（Py_3^4）之泥灰岩、页岩、灰岩组[8][12]；②处于东吴运动隆起区的构造稳定地带；③气候温湿，地形和缓；④有岩溶作用参与。上述条件是直接影响风化作用强度的因素[13]。

2. 成矿过程：①在地表水（酸性）的作用下，母岩（Py_3^4）岩组遭受风化、溶解、可溶性物质被带出，原地富集$Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$及微量$Fe_2O_3$胶体。②由于碳酸盐淋溶，介质呈酸性，发生多水高岭土的凝聚。③碱性成分逐渐介入溶液并向深部渗透，使SiO_2局部转移，Al_2O_3、H_2O相对富集。而在下部出现$Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot nH_2O$的再生胶体及次生方解石（图10）[2][13][14]。④成矿后的冲蚀破坏作用，形成角砾状矿石与黄色软质粘土物混杂堆积。由于铁质带入常被染色，局部铁质富集[13][10][15]。上述过程与风化红土的形成模式颇为相似[1]。

3. 成因探讨：有关矿床成因的观点，归纳起来有：沉积成因[4]，风化淋滤成因❶，早期沉积后氧化富集成因❷，残—坡积成因等等❸，由于篇幅限制，这里不拟一一加以评述。笔者根据：①矿体产状、形状受底板岩层、岩性的控制，矿体呈“面状”分布，两者有依存关系，矿体与底板没有沉积嵌入现象；②矿体与下伏层的物质成分、结构、构造有明显的渐变过渡关系，垂直剖面显示分带现象，其中高岭土化自下而上加强，在下部清晰的保留有方解石溶蚀残余结构，方解石呈标准的港湾状外形（图11）；矿石中保留有底板灰岩中的蜓科及腕足类化石（未定种）等现象，认为矿床是下二迭间断期，由风化不溶残余堆积而成的古风化壳残余矿床。由于成矿后的作用，如被冲蚀，搬运、再沉积，以及在浅部发生表生作用及岩溶作用而使矿床复杂化，甚至使矿质转移到下部溶洞中集聚，除了对矿床的结构加以改造外，随埋藏条件、水文地质及地球化学条件的不同，矿物种属也发生过渡变化，如出现混合型粘土。总的看，从某种意义上来说，成矿（继主要成矿阶段之后）应该是多成因的。

值本文发表之际谨向协助野外调查及资料收集的原建材部西南公司周云凯、唐德纯、柳如俊同志，以及参加岩矿鉴定的廖林志、马荣法同志和帮助描图的本公司王亚军同志等一并致谢。

据 ❶ 任磊夫资料
❷ 泸州地质队资料
❸ 建材部西南地质公司304队资料

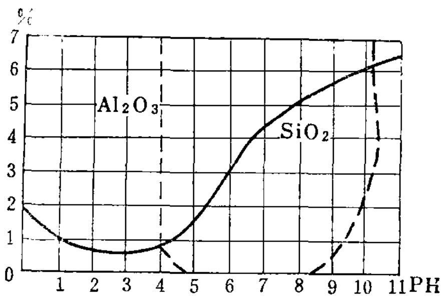

图 10　SiO_2、Al_2O_3的溶解度与溶液pH关系（南大地质系）

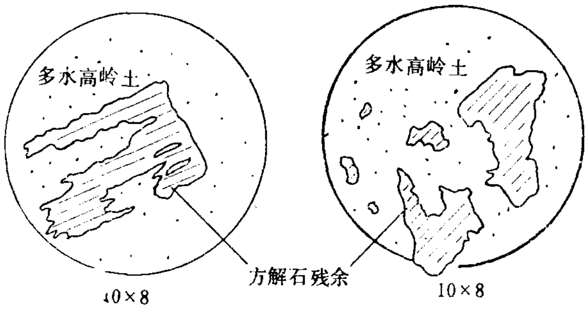

图 11　高岭土化灰岩的溶蚀现象

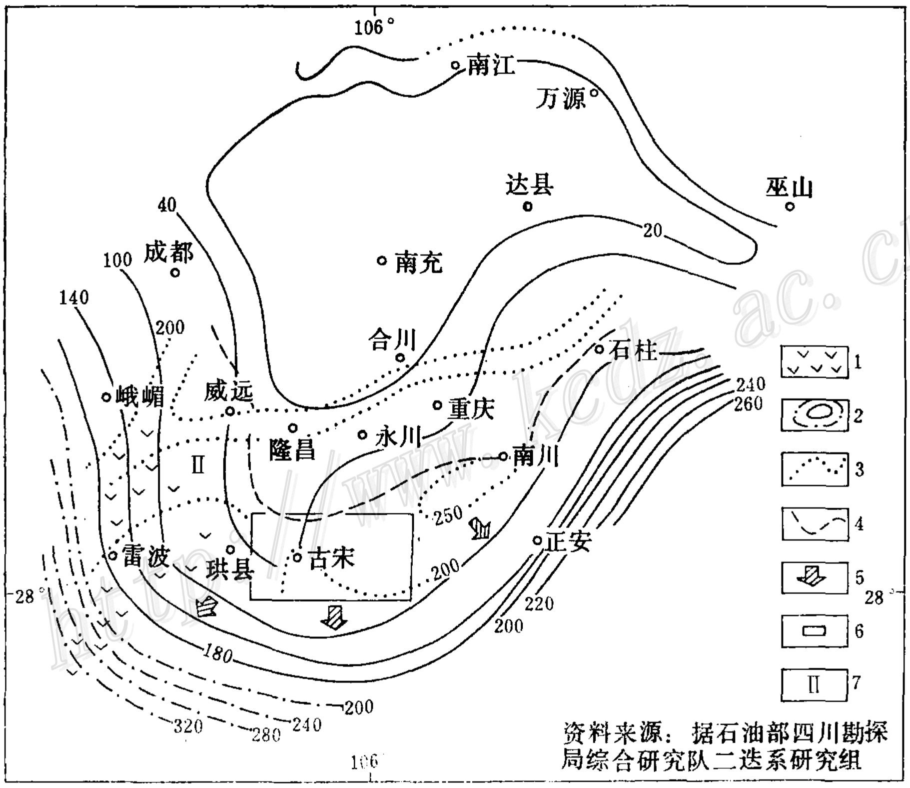

图 12　四川盆地下二迭Py_3^{1-3}沉积等厚及Py_3^{3-4}侵蚀残余等厚图

1. 玄武岩分布区；2. 沉积等厚线（米）；3. 侵蚀残余等厚线（米）；4. Py_3^4残余0点线；5. 物质转移方向；6. 已知概略成矿远景区；7. 找矿方向

参 考 文 献

〔1〕 熊永先　罗正远　1939　古岭珙县间的地质矿产　四川地质调查所地质丛刊　第二号
〔2〕 郁国城　1939　四川之滑石　地质论评　Vol.4 No.1
〔3〕 郁国城　1940　四川"滑石"为叙永质　地质论评　Vol.5　No.1—2
〔4〕 李悦言　1941　四川叙永县之含水火泥矿　地质论评　Vol.6　No.3—4

〔5〕 王朝钧等 1957 中国西南部上二迭纪含煤沉积 地质学报 Vol.37 No.3
〔6〕 李陶 1959 川南二迭系之初步认识 中国二迭纪地层初稿
〔7〕 李陶 1954 川南玄武岩位置 中国二迭纪地层初稿
〔8〕 P.Ф.萨莫依洛夫等 1956 高岭土 地质出版社 (赵福宁等译)
〔9〕 Глаяковский, А.К., 1962 乌拉尔泥盆纪粘土矿的成因 地质文摘
〔10〕 п.н.塔塔林诺夫 1957 矿床成因论 地质出版社 (陆淼等译)
〔11〕 Бушинский, Г.Я., 1960 粘土岩与粘土矿的成因关系 地质文摘
〔12〕 А.П.列兹尼科夫 1959 沉积岩石学讲稿 地质出版社 (王达训等译)
〔13〕 南大地质系编著 1960 地球化学 科学出版社
〔14〕 А.С.霍敏多夫斯基 1960 非金属矿产地质学 地质出版社
〔15〕 Горечкий, Ю.К., 1960 粘土矿分布规律及其形成条件 地质文摘

A DISCUSSION ON THE GEOLOGICAL FEATURES AND THE ORIGIN OF THE KAOLINITE DEPOSITS OF XUYONG TYPE

Guan Telin

(Nonmetallic Geological Company of Heilongkiang Province)

Abstract

1. Kaolinite deposits of Xuyong type in Xuyong area of southern Sichuan are distributed mostly in Xuyong syneclise, lying on the top of the limestone of the Lower Permian Yangsin series or on the discontinuous surface between the Upper and Lower Permian strata. The ore bed seems to occur discontinuously but consistently at the fixed stratigraphic position and is complicated in shape. Its top is flat whereas its bottom is zigzag but closely sutured with the underlying strata. The individual ore bodies look like nests, wormwood or crumpled paper.

The ores are quite simple in mineralogic composition, consisting mainly of halloysite associated with gibbsite, hydromica, allophane and, to a much less amount, fragmental quartz, calcite, rutile, limonite, organic matter etc. Among them, calcite fragments increase in the lower part of the ore bed. The ores are also rather stable in chemical composition and are of good quality, containing generally less than 1% Fe_2O_3. They possess a variety of colours: white, black, yellow and red. Their textures range from argillaceous, andy-silty-argillaceous to encrustation-like, often fine at the top and goin‸ ›arser toward the bottom because of the presence of relict calcite. They have massive, loose, po-

rous, striped and brecciated structures, the last one appearing mostly in the upper ore bed and bearing the mark of washing out and corrosion. The ores fall into three types according to their colours, textures, structures and composition: 1) red brecciated halloysite; 2) white massive halloysite; 3) black striped halloysite. At a typical section from the top downward the three types occur as layers in sequence.

The zoning structures of the ore-bearing cross section can be roughly divided into four types on the basis of the degree of their development and the perfection of their preservation. Type I has fully-developed zoning while Type II and III have only incomplete one. As to Type IV, zoning is mostly lacking or could hardly be seen. These types have a lot to do with the thickness of the ore bed, which can reach around 1m for the best developed and preserved zoning but is only tens of centimeters or even completely missing for the incomplete one.

2. The limestone immediately beneath the deposit contains insoluble clay and organic matter. Its surface has suffered intense karst corrosion, The ore bed has a stable spatial position with its clay content and chemical composition changing progressively towards the bottom. The underlying rocks have strictly controlled the shape and thickness of the ore bed whereas the overlying rocks have often found their way into the ore bed. At the top of the ore bed, there are brecciated detritus accumulations formed by washing out and corrosion. The ore bed shows zoning and has a transitional relationship with the underlying rocks. From all this one may have the impression that it is unreasonable to ascribe the origin of the deposit to deposition, weathering plus infiltration or so-called eluviation or downhill creep.

3. In consideration of the fact that 1) the underlying Maokou limestone bears genetic connection with the deposit; 2) kaolinization develops in direct proportion to the dissolution relict of calcite; 3) there remains in the deposit the pseudomorphism of fossils pertaining to the underlying strata, the author holds the opinion that the deposit seems to be a residual deposit in a fossil crust of weathering on the interface between Upper and Lower Permian period, but it has been made complicate by the washing out, corrosion and then the hypergene action following the main ore-forming phase and displays the characters of a strata-bound deposit with multiorigins.

4. It is necessary to investigate the effect of fossil crust of weathering and the karst erosion on the distribution of the deposit.