

广东化州大坡高岭土矿的物质成分和 矿物学特性及其对造纸应用的影响

周 国 平

(中国地质科学院矿床地质研究所)

主题词: 高岭土; 矿物特性; 造纸原料; 广东大坡

提 要: 广东化州大坡高岭土矿属花岗岩风化残积型矿床, 矿石矿物成分简单, 以高岭石和石英为主, 两者在粒级分布上差异明显, 很易分选。精选后的高岭土中, 高岭石含量可达91%, 石英为1%以下。高岭石有序度较高, 晶形规则, 大多以叠片状和蠕虫状产出, 但经机械处理后大部分可剥离成细小的高岭石单晶。矿石化学成分中 Fe_2O_3 , TiO_2 含量低, 使高岭土具有较高的自然白度。造纸涂布试验表明高岭土的涂布性能良好, 涂布纸具较高的平滑度, 但涂料粘度偏高, 这些性能和高岭石的矿物学特征有关。

一、概 述

广东化州大坡高岭土矿位于广东省化州县新安镇西北约12km处, 矿区靠近铁路和公路, 交通较便利。经过近几年的研究工作, 发现该矿具有某些独特的优点, 如: 自然白度相当高, 经过加工处理可以做为优质的造纸原料。高岭土矿属花岗岩风化残积型, 矿石质量优良。目前地方正在积极筹建高岭土精选厂, 准备加工精选高岭土出口创汇。笔者在近几年研究中发现, 大坡高岭土的造纸性能主要受其矿石矿物成分和矿物学特征的影响, 这些特性同时也制约了矿石进一步选矿加工的方法。因此, 深入细致地了解高岭土的矿物成分和矿物学特性, 研究矿物学特性对高岭土做为造纸原料利用的制约关系, 对提高该矿的经济利用价值和扩大高岭土矿的应用范围意义重大。

二、矿区地质概况

(一) 地层

矿区及附近出露的地层主要有泥盆系中、下统的桂头群砂砾岩沉积组合, 以角度不整合

覆于寒武系之上，分为上、下两个亚群，上亚群为粉砂岩、细砂岩、含砾砂岩组合，上部夹赤铁矿透镜体；下亚群为泥质绢云母页岩、变质泥质粉砂岩、石英砂岩、砾岩及含砾砂岩组合。上、下亚群之间局部为平行不整合接触。第四系主要为一套坡积、残积、洪积粘土层和砂砾层，直覆于高岭土矿层之上，厚度0.5-2m。

(二) 岩浆岩

矿区出露的岩浆岩包括印支期的花岗岩、燕山期的花岗岩及脉岩。印支期出露的岩体以花岗岩为主，次为二长花岗岩和花岗闪长岩。岩体侵入泥盆系中、下统桂头群地层中，岩体中含微量磁铁矿和黄铁矿。燕山期花岗岩以角闪黑云母二长花岗岩和黑云母二长花岗岩为主，侵入于矿区东面沙古岭与坝山之间，地表呈断续出露（图1）。

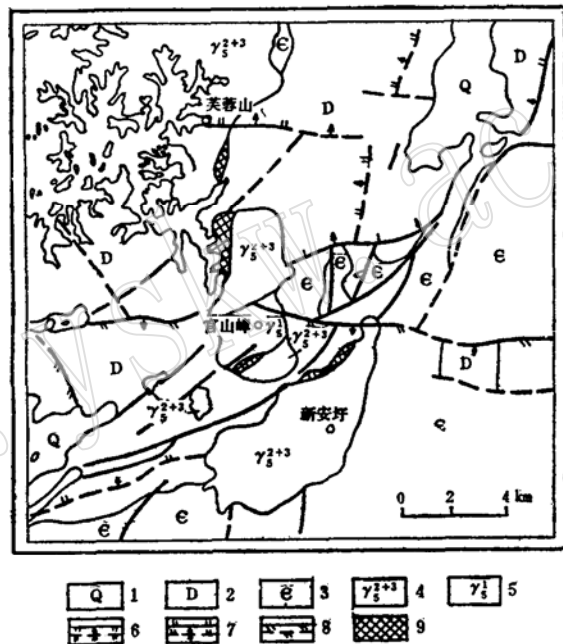


图 1 大坡高岭土矿区地质简图

Fig. 1 Sketch geological map of the Dapo kaolin district

图例说明：1—第四系亚粘土、亚砂土；2—泥盆系桂头群；3—寒武系八村群；4—燕山第三期黑云母花岗岩，角闪黑云母二长花岗岩；5—印支期黑云母花岗岩，二长花岗岩，斜长花岗岩；6—实测和推测正断层；7—实测和推测逆断层；8—实测和推测平移断层；9—高岭土矿

(三) 构造断裂

矿区中泥盆系地层总体上为—NE—SW延长的复式向斜构造，向东南方向略微凸出。在区域上形成了中垌—廉江复式向斜。复式向斜由彼此平行的狭长形次级背斜及向斜组成。复式向斜的翼部或核部均发育了小幅度的紧密倒转褶皱。

区内断裂构造以NE向为主，次为NNE向和EW向断裂。较大的断裂有鸭母窝断层和山内断层，后者切割了印支期的花岗岩体。近EW向的官山嶂断层发育较完善，位于中垌—廉江复式向斜的弧形转折处，构造破碎处出现较多角砾岩和硅化岩。该断层切断了燕山第三期花岗岩侵入后形成的鸭母窝断层，但未切穿燕山第四期花岗岩。

(四) 矿床地质特征

高岭土矿体位于中垌—廉江复式向斜的东南翼部,高岭土矿产于燕山第三期二长花岗岩体边缘相的风化壳内。矿体走向和中垌—廉江复式向斜的走向基本一致,呈NE—SW向展布。高岭土矿的分布范围西起芙蓉山,东至沙古岭,南至红阳村,北至新长垌,分布面积约数千平方公里,高岭土矿主矿体长2000m,宽约1000m,延深达20—30m。目前正在开采的矿体南北长约800m,东西宽约300m,厚达十几米。矿体厚度常与风化强度有关,一般在风化强烈处矿体较厚,可达20m以上,风化较弱处矿体变薄,厚度仅5m左右。矿区内地形以丘陵为主,相对高差20m,开采条件较好。

高岭土矿以致密状、土状矿石为主,次为砂状矿石。根据矿石矿物成分及固结程度可分为:(1)白色致密状矿石;(2)含蒙脱石—伊利石土状矿石;(3)含石英砂状矿石。白色致密状矿石是矿体中的主要开采对象,约占90%以上。在矿体中分布较均匀,靠近矿体下部,致密状矿石含有较多长石碎屑残斑,靠近矿体上部,矿石的致密程度降低,白度增加,矿石质量变好。含蒙脱石—伊利石土状矿石在矿体中呈绿色团块产出,团块大小不一,大者直径可达0.5m。在矿体上下都有,但分布不均匀。据30个钻孔的岩心观察和采场剖面观察,绿色团块主要呈斑点状分布,局部有时集中产出。含石英砂状矿石为富含细粒石英的砂状高岭土,在矿体中夹于白色致密状矿石之间,该矿石在矿体中所占比例较少,主要是局部产出,矿石一般呈松散状。后两者矿石在矿体中所占比例虽小,但对高岭土的造纸性能影响较大,在开采中应予以剔除。

三、高岭土的物质成分

(一) 矿石的矿物成分

高岭土原矿石的矿物成分主要是高岭石和石英,含少量伊利石和埃洛石,一部分原矿石含少量长石。表1是三种矿石类型的主要矿物成分。白色致密状矿石主要由高岭石和石英组成。含蒙脱石—伊利石土状矿石主要成分为蒙脱石、伊利石和石英。含石英砂状矿石的石英含量可高达80%以上,为进一步了解矿石不同粒级中的矿物成分特征,对高岭土矿石按原矿、180目粗精矿、320目精矿和小于2 μ m精矿分别进行测试,并根据X光衍射资料和化学分

表1 大坡高岭土矿各类型矿石的矿物成分

Table 1 Mineral composition of various types of ores from the Dapo kaolin deposit

矿石类型	矿物	K	H	I	M	Q	F	产 状
1		+++	-	+		+++	+	分布于整个矿体,分布均匀,作为主要开采层
2		+		++	++	+++		呈绿色团块斑点状分布于矿体中,分布不均匀
3		++	-	+		+++		夹于白色致密状矿石之间,仅局部分布

注:1—白色致密状矿石;2—含蒙脱石—伊利石土状矿石;3—含石英砂状矿石;
K—高岭石;H—埃洛石;I—伊利石;M—蒙脱石;Q—石英;F—长石

析资料计算矿物的百分含量,结果见表2,并将茂名高岭土矿各粒级矿石的矿物成分一并列上,以便对比。从表中可见,矿石从粗粒级到细粒级主要矿物成分发生有规律的变化。原矿中高岭石的含量在43%左右,石英含量为47%,这两种成分已占矿石全部矿物含量的90%。随粒级变细,高岭石含量逐渐增加。在小于180目矿石中达66.92%,在小于320目矿石中达73.44%,在小于2 μm 粒级矿石中增至91%左右。石英含量则依次降低,在小于2 μm 粒级矿石中基本消失。石英和高岭石在粒级上有明显差异,石英主要集中在45 μm (320目)粒级以上。伊利石和蒙脱石的含量从原矿到小于320目的矿石中变化不大,在小于2 μm 粒级矿石中伊利石含量降低至1%以下。这两种矿物分布不均匀,主要集中在矿体的含蒙脱石-伊利石土状矿石中。根据扫描电镜分析,粒度较细(照片1、2)。此外,矿石中还含有少量埃洛石,集中在细粒级部分。

表2 大坡高岭土矿各粒级矿石矿物百分含量(wt%)
Table 2 Mineral composition of ores of different grain sizes
from the Dapo kaolin deposit (in weight percentage)

矿物	粒级	大坡			茂名				
		原矿	<180目	<320目	<2 μm ⁽¹⁾	<2 μm ⁽²⁾	<180目	<320目	<2 μm
石英		46.95	27.48	17.10	0.00	0.00	28.74	9.62	0.75
钠长石		0.34	0.34	2.71	2.74	4.32	0.25	0.59	0.92
钙长石		0.05	0.05	0.00	0.15	0.00	—	0.37	—
高岭石		43.70	66.92	73.44	91.52	91.00	64.90	80.51	91.67
伊利石		4.31	4.57	5.67	0.59	0.59	3.86	5.41	3.13
蒙脱石		0.00	0.00	0.00	2.00	0.71	0.02	0.00	0.00
针铁矿		0.29	0.17	0.14	0.50	0.43	0.29	0.61	0.31
金红石		0.20	0.20	0.14	0.02	0.02	0.42	0.44	0.26
其它矿物		3.93	0.70	0.50	2.15	1.45	1.18	0.67	1.25
总和		99.77	100.41	99.69	99.68	98.51	99.66	98.23	100.32
矿床		大坡			茂名				

注: (1)一上矿层; (2)一下层矿

从以上分析研究可以看出,化州大坡高岭土矿的物质成分较纯,除了石英外,主要就是高岭石,而且两者在粒级上的差异较明显,这对矿石的分选是很有利的。和茂名高岭土矿相比,两者在矿物成分上有较大的相似之处。从矿石矿物成分特征可以看出,高岭土矿的形成经历了较强烈的风化作用^[1]。表3是高岭土矿石的粒度组成,矿石中小于2 μm 粒级含量一般不超过15%,小于5 μm 含量一般不超过40%,小于10 μm 含量一般不超过80%。从粒度分布频率直方图中可以直观地看出,频度峰值主要集中在5—10 μm 之间,所占比例为36.2—46.4%(图2)。这种粒度分布特征是风化残积型高岭土矿床所共有的^[2],说明高岭石大多数以集合体形式存在,主要呈叠片状和蠕虫状产出(照片3)。但原矿石经一定时间的机械搅拌后,大部分叠片状或蠕虫状集合体可以剥离成小于2 μm 的细小晶体(照片4)。在粒度组成上小于2 μm 的含量可达54%,<5 μm 的含量可达86%(表3)。

值得注意的是,在高岭土矿体中有少量由含石英砂状矿石组成的细砂矿层,矿石中80%以上是细粒石英,高岭石含量很少,在矿物成分上和大部分白色致密状矿石有明显的差异。在选矿过程中很难将其和高岭石分开,夹杂在矿体中是个不利的因素^[3]。此外,高岭土中混

有的蒙脱石-伊利石土状矿石对高岭土的造纸应用特性也有较大影响。由于伊利石、蒙脱石矿物的粒度很细，一般很易混入精选的高岭土原料中。这两种矿物属于2:1型粘土矿物，层间含有阳离子，不同程度地带有电荷。当其混入高岭土原料中时，在制浆过程中由于电荷的不平衡，常会使泥浆产生絮凝作用，使高岭土粘度增加⁽⁴⁾。

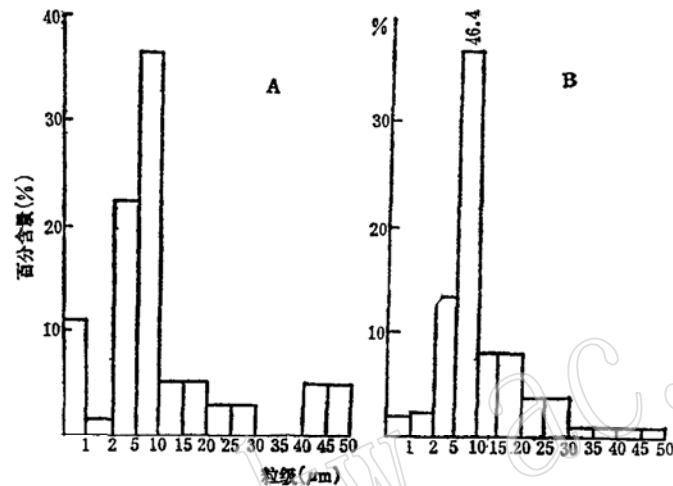


图 2 大坡高岭土原矿石粒度分布直方图

Fig. 2 Histograms showing grain size distribution of crude ores in Dapo kaolin district

A—上矿层样品，B—下矿层样品

表 3 大坡高岭土原矿和处理后的粒度分布

Table 3 Grain size distribution of crude ores and treated ores in Dapo kaolin deposit

样号	重 量 累 积 (%)								平均粒径 (wt50%) μm	比表面积 (cm ² /g)
	<1μm	1—2μm	2—5μm	5—10μm	10—20μm	20—30μm	30—40μm	40—50μm		
1	3.56	7.79	24.6	71.0	86.8	94.5	97.4	100	7.73	5081.9
2	11.3	13.4	37.5	73.7	83.1	89.6	89.6	100	6.72	8571.8
3	—	54	86	89	—	—	—	—		
4	—	79	99	100	—	—	—	—		

注：1和2—原矿过320目筛；3—原矿搅拌处理40分钟过320目筛；4—原矿搅拌后沉降分级精土

(二) 矿石化学成分

化学成分对于高岭土的工业应用影响很大，杂质含量尤其是铁、钛的含量对高岭土原料的自然白度影响很大，甚至会改变高岭土原料的性能⁽⁵⁾。同时，化学成分也会影响高岭土原料的加工性能⁽⁵⁾⁽⁶⁾。表4是大坡高岭土原矿、小于180目、小于320目、小于2μm精矿样和成矿原岩的化学成分，为了对比也列出了茂名高岭土矿相应粒级矿石的化学成分。大坡高岭土矿的化学成分具两个特点：(1) 铁、钛含量低，TiO₂一般均低于0.2%，Fe₂O₃含量也不超过0.7%；(2) 矿石不同粒级的化学成分都以SiO₂和Al₂O₃为主，其它杂质成分较低。这种化学成分特点使矿石具有较高的自然白度，白度一般变化在82—85%之间。

从表4可以看出，高岭土的上述化学成分特点是其原矿石固有的。表4列出的是平均化学

成分, 实际上的变化范围为 SiO_2 67-72%, Al_2O_3 16-22%, Fe_2O_3 0.3-0.5%。可见, 正是由于矿石化学成分简单, 从而决定了矿石的矿物成分也简单。从原矿和成矿原岩的化学成分的比较中可以看出, 大坡高岭土矿所经历的风化作用是较强烈的, 长石绝大部分都转变成了高岭石, 碱和碱土金属离子的流失量很大, 尤其是 K_2O , 在整个风化过程中基本上全部被淋滤出, 而不象其它风化残积型矿床那样, 常有部分 K_2O 被保留, 形成较多的伊利石矿物^{[7][8]}。风化作用中, Al_2O_3 和 H_2O 是不断增加的成分, TiO_2 作为残留成分也在高岭土中相对富集, 主要以金红石矿物存在。和茂各高岭土矿各粒级的化学成分相比, 大坡高岭土的化学成分也是较纯的。

表4 大坡高岭土原岩和各粒级矿石化学成分(%)

Table 4 Chemical composition of parent rocks and ores of different sizes from the Dapo kaolin deposit

氧化物 粒级	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	烧失量	Σ	矿床
原岩 ⁽¹⁾	75.37	0.09	12.58	0.77	1.31	0.08	0.22	0.72	3.68	4.45	0.03	0.73	100.03	大坡
原矿 ⁽²⁾	69.50	0.20	19.00	0.40	0.04	—	0.00	0.01	0.04	0.51	—	10.26	99.96	
<180目	60.95	0.20	28.27	0.23	0.04	—	0.00	0.10	0.04	0.54	—	10.26	100.54	
<320目	55.71	0.14	31.71	0.19	0.09	—	0.00	0.00	0.32	0.67	—	11.02	99.85	
<2 μm ⁽³⁾	45.12	0.03	37.79	0.68	0.11	—	0.17	0.03	0.41	0.07	—	15.54	99.95	
<2 μm ⁽⁴⁾	44.87	0.01	37.76	0.58	0.11	—	0.06	0.00	0.54	0.07	—	14.72	98.72	
<180目	61.37	0.42	27.20	0.40	0.04	0.003	0.08	0.04	0.02	0.46	—	9.51	99.54	茂名
<320目	50.36	0.44	34.13	0.83	—	0.03	0.16	0.20	0.07	0.64	0.095	11.62	98.58	
<2 μm	44.70	0.21	37.93	0.47	—	—	0.07	0.047	0.013	0.31	—	14.45	98.32	

(1)根据广东省区域地质调查报告, 1965; (2)为原矿石的平均值; (3)上矿层; (4)下矿层; 测试单位: 地矿部岩矿测试所

四、高岭土的矿物学特征

(一) X光衍射特征

以上矿物成分研究表明, 大坡高岭土矿的粘土矿物主要是高岭石, 在X射线衍射图中(图3), 高岭石的反射分解完全, 尤其是 2θ 为 $20^\circ-22^\circ$ 的020, 110, 111和111四个反射比较清晰, 在 2θ 为 $35^\circ-40^\circ$ 的 $k=3n$ 的两组反射也尖锐对称, 分解完全, 按照欣克利^[9](Hinckley, D. N., 1963)的结晶度指数计算方法测定大坡高岭土中高岭石的结晶度, 变化范围在1.04—1.12。属于较有序的高岭石^[10]。根据X射线衍射图分析, 样品中基本不含或仅含微量埃洛石, 使高岭石的各级反射不受其它矿物反射的干扰。因此, X射线衍射特征基本上代表了高岭石的晶体结构特征。

伊利石在X射线衍射图中主要出现 9.98 \AA (001)和 4.98 \AA (002)的两个反射(图4)。(02)反射和高岭石及蒙脱石的(02)反射重叠, 3.33 \AA (003)反射则常被石英的强反射掩盖。伊利石的001反射常宽化不对称, 向低角度一侧出现拖尾, 说明其结晶度很差。

蒙脱石主要在 15.2 \AA 附近出现一不对称的宽化反射, 5 \AA 附近的反射和伊利石的(002)反射重叠(图4)。经乙二醇饱和处理后, 15.2 \AA 反射膨胀至 17.8 \AA 左右。蒙脱石和伊利石在矿体中只是少量存在。

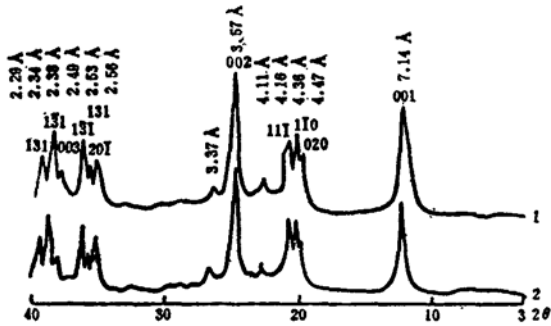


图3 大坡高岭土矿中高岭石(<2μm)的X射线衍射图

Fig. 3 X-ray diffraction patterns of kaolinite (<2μm) from the Dapo kaolin deposit

1—上矿层样品; 2—下矿层样品
测试条件: 50kV, 40mA, Cuka辐射,
测试者: 黄家山, 周国平

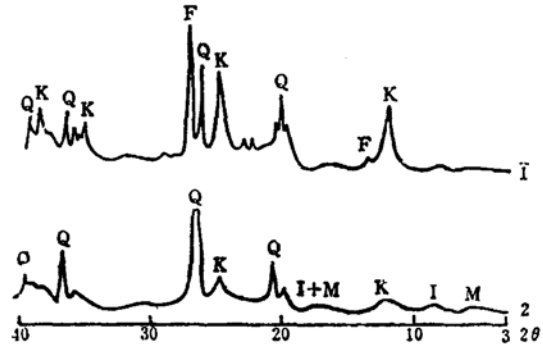


图4 大坡高岭土矿中部分原矿石的X射线衍射图

Fig. 4 X-ray diffraction patterns of some crude ores from the Dapo kaolin deposit

K—高岭石; Q—石英; F—长石; I—伊利石;
M—蒙脱石; 1—白色致密状矿石;
2—含蒙脱石-伊利石土状矿石
测试条件: 50kV, 40mA, Cuka辐射,
测试者: 黄家山, 周国平

(二) 红外光谱特征

对小于2μm粒级的样品用红外光谱仪进行测定, 采用KBr压片法。图5是大坡高岭石的红外光谱图, 其红外吸收带主要分布在高频区(3700—3000cm⁻¹)和中低频区(1200—250cm⁻¹)。高频区是羟基的伸缩振动区, 高岭石在高频区出现三个吸收带, 反映了高岭石层间结构的底面羟基基团结构比较完善。中低频区为晶格振动区, 反映了Si—O键的伸缩振动和羟基弯曲振动(934cm⁻¹)。它们的分解程度高也说明高岭石具有较完善的结构。从吸收谱总体看, 无论高频区还是中、低频区谱带数目完全, 吸收锐而强, 分解清晰, 说明高岭石的有序度较高。

(三) 高岭石的形态特征

根据扫描电镜和透射电镜的综合观察, 大坡高岭土矿的矿物形态组成有以下特点:(1)大多数高岭石都集合成较厚的叠片状或蠕虫状晶体, 粒径可达5-7μm(照片3); (2)叠片状或蠕虫状高岭石集合体经机械处理后, 大多数便分散形成细小的高岭石单晶体, 照片4是经处理后的高岭土涂布原料的透射电镜照片, 高岭石一般呈完整的假六方外形, 晶片薄, 晶体大小比较均匀; (3)伊利石含量很少, 在扫描电镜中观察呈不规则的片状, 片状体边缘常发生卷曲, 粒度细(照片1); (4)蒙脱石以细小的云雾状集合体产于最细粒级中, 含量很少。扫描电镜下蒙脱石聚集成大小不规则的片状体(照片2)。

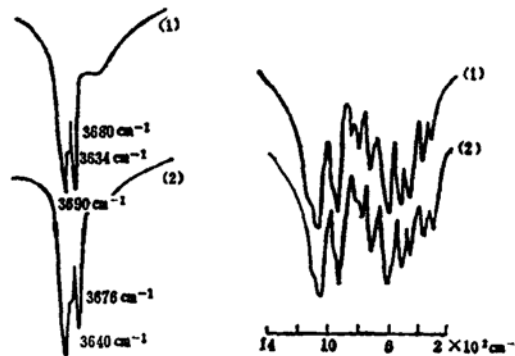


图5 大坡高岭土矿中高岭石(<2μm)的红外光谱曲线

Fig. 5 Infrared spectra of kaolinite (<2μm) from the Dapo kaolin deposit

(1)—上矿层样品; (2)—下矿层样品;
测试者: 郭立鹤, 陈燕知

从以上高岭石的形态分析中可知,高岭石一般都是以较大的叠片状或蠕虫状集合体产出,这种高岭石集合体只要经过一定时间的机械处理,就能将其解体成细小的高岭石单晶。

综上所述,大坡高岭土主要矿物成分是高岭石,含有石英、少量伊利石、蒙脱石和埃洛石。伊利石和蒙脱石主要集中在含蒙脱石-伊利石的土状矿石中。矿石的化学成分简单,杂质成分少,铁、钛含量低,保证了矿石的纯度和具有较高的自然白度,使大坡高岭土成为优质的矿物原料。

五、矿物成分及矿物学特性对造纸应用的影响

高岭土用于造纸工业主要是利用了其中高岭石的矿物学特性。高岭石的结晶程度、晶体形态、晶体大小等特性对高岭土作为造纸涂料利用时的粘度、涂布纸的平滑度、光泽度等起着明显的制约作用^①。纸张涂布时要求将高岭土颜料和胶粘剂配制成为一定固含量^②,流动性能又很好的涂料,经过涂刮、干燥、压光以得到高平滑度、高光泽度的铜版纸。因此,高岭石的矿物学特性对涂布工艺及涂布纸的性能影响很大。

结晶程度反映在高岭石的有序度上,高度有序的高岭石,往往晶体发育完善,大小均匀,晶形规则,使晶体层间和表面不带电荷,在制浆过程中不会产生明显的絮凝作用,从而降低了涂料的粘度。同时,大小均匀的晶体,规则的晶形使高岭土在涂布时的晶体排列平整,增加了对光的反射程度,使涂布纸获得较高的平滑度和光泽度。

此外,高岭土中除高岭石以外的其它矿物在造纸工业中则是一种有害的成分。石英、金红石和长石等非粘土矿物的存在增加纸张涂布时的磨耗,加快涂布机械的磨损程度。伊利石和脱蒙石等2:1型粘土矿物的存在会使涂料的粘度增加,影响涂布效果。

通过矿物成分和矿物学特性的研究表明,大坡高岭土矿的矿物成分特征就造纸工业利用来说是较理想的。由于矿石的矿物成分简单,通过简单的分选作用就可将大部分粗粒石英剔除,获得纯度较高的高岭土。从表2中可以得知,经320目精选的高岭土中高岭石的含量已达到73%,通过进一步精选,作为涂布原料的高岭石含量已达91%,完全符合造纸工业的要求^③。精矿中的石英含量很低,一般都在1%以下,这使涂布过程中的机械磨损相当小。

表5是大坡涂布高岭土的质量指标。和茂名高岭土和英国ECC公司SPS级涂料及美国佐治亚Huber公司二级涂料相比,大坡高岭土的亮度占较大优势,未漂白前的亮度已达86.2%,具有很大的竞争能力。不足之处是大坡高岭土的粘度较高,固含量仅为43.8%,作为造纸刮刀涂料,该指标不理想。经委托轻工业部造纸研究所进行纸张涂布试验,结果见表6。从涂布试验结果认定,大坡高岭土可以作为优质的高档造纸填料和气刀涂布原料应用,配上部分低粘度的颜料,可用于高档刮刀涂布原料。

和茂名高岭土相比,大坡高岭土具有较高的平滑度和低的磨耗值,但光泽度明显低于茂名高岭土。当用PVA作为胶粘剂时,大坡高岭土的拉毛速度占明显优势。

和国外优质造纸涂料高岭土相比,大坡高岭土的粘浓度很低(表5),从而影响了其刮刀

① 目前国际上公认的纸张涂料的粘浓度指标是在0.5pa·s的条件下,固含量在67%以上为最好。

② 造纸工业要求纸张涂布原料的高岭石含量应超过80%。

表 5 大坡涂布高岭土的质量指标

Table 5 Quality standards of Dapo kaolin for paper coating

涂布品种	亮度	-2 μ m%	+10 μ m%	300目残渣%	粘浓度 (固含量/0.5Pas)
SPS ①	85.5 \pm 0.7	80.0 \pm 3.0	<0.2	0.02	69.0 \pm 1.0%
KCS ② (No2)	85.5-87	82	—	0.008-0.010	70% (200CPS)
大坡-1	86.2 ③	79	0.00	0.00	43.8%
茂名-1	87 ③	87	0.05	0.00	67.7%
茂名-2	87.8	100	0.00	0.00	72%

①英国ECC高岭土公司涂布高岭土；②美国佐治亚Huber公司二级涂布土；③亮度为漂白前的亮度。

表 6 大坡高岭土的纸张涂布性能

Table 6 Properties of Dapo kaolin for paper coating

涂布品种	基本涂料配方 份数	pH	亮度 (%)	涂布量 (g/m ²)	平滑度 (sec)	光泽度 (75°, %)	拉毛速度 (cm/s)	磨耗 (mg)
大坡-1	大坡土 100% 淀粉/胶乳=6/12	8.5	77.4	20	2827	39.6	60	3
	大坡土 100% PVA/胶乳=4/12	8.5	90.4	20	1830	41.2	105	
	大坡土 100% 干酪素/胶乳=6/12	8.5	86.0	20	1008	42.9	54	
茂名-1	茂名土 100% 淀粉/胶乳=6/12	8.5	87.6	20	685	64	66	10
	茂名土 100% PVA/胶乳=4/12	8.5	93.2	20	1485	67	84	
	茂名土 100% 干酪素/胶乳=6/12	8.5	87.8	20	1400	65	70	
茂名-2	茂名土 100% 淀粉/胶乳=6/12	8.5	86.1	20	705	69	77	6
	茂名土 100% PVA/胶乳=4/12	8.5	92.9	20	1020	66	71	
	茂名土 100% 干酪素/胶乳=6/12	8.5	87.8	20	1118	63	80	

测试单位：轻工部造纸研究所

涂布的效果。粘浓度是造纸工业中纸张涂布原料的一项重要指标，其基本定义是高岭土泥浆在22℃、粘度为0.5pas(500cps)时最佳分散可达到的最高百分固含量，该固含量即称为高岭土的粘浓度值。高岭土的粘浓度值越高，表明高岭土粘度越低，流动性越好。影响粘浓度的主要因素有以下几个：(1)高岭石的晶体形态；(2)高岭石的结晶有序度；(3)其它粘土矿物的影响。Storr, M(1985)的研究表明^[4]，高岭石晶体的长/厚或宽/厚比愈大，粘浓度就愈小，两者呈反比关系，也即晶体大小均匀分布的高岭石颗粒是获得较高的粘浓度的基础。通过实验发现，在固含量一定的条件下，随着高岭石颗粒大小的均匀性增加，在剪切应力条件下作为颗粒旋转的球状半径就减小，粘浓度就增加^[4]。笔者对涂布用高岭土的高岭石的结晶

有序度的研究中发现,有序度和粘浓度之间存在着一定的线性关系^①,粘浓度值高,结晶有序度相应也高。茂名高岭土中高岭石的结晶度指数一般都在1.3-1.4之间^[11],相应的粘浓度值也高(表5)。相比之下,大坡高岭土中高岭石的结晶有序度低于茂名,这也是粘浓度值低的原因之一。然而,影响大坡高岭土粘浓度值的主要原因是高岭土中混入了一定量的蒙脱石和伊利石。粘浓度对这两种矿物的敏感性很强,即使是很少量的混入,也会影响高岭土的分散性能,使粘度增高。因此,在今后的精选中注意剔除含蒙脱石-伊利石的土状矿石是降低高岭土涂料粘度的关键,在开采时先期将其剔除是解决涂料粘度的有效方法。

笔者在野外调查期间曾得到广东省化州县乡镇企业局,矿产公司和新安镇有关领导的支持和协助,研究工作得到了郑直研究员的指导,汤骥和白名岗协助完成了部分粒度分析和白度测试,文中所用电镜资料由地质所杨安国和矿床所十室周梅馨拍摄,在此一并表示谢忱。

参 考 文 献

- [1] Kocsardy, E., et al, 1989. Characterization of kaolinite minerals of different origin. *Acta min. petro.* Tomus, XXIV/1980.
- [2] 郑直, 吕达人等, 1987, 中国主要高岭土矿床. 北京科学技术出版社.
- [3] Milos, Kuzvart, 1984. *Industrial minerals and rocks.* Acadamia/praba.
- [4] Storr, M., 1985. The role of clay minerals in the ceramic and paper industrials. *Clay Minerals-Modern Society, Proceeding of the Nordic Symposium*, pp.187-201.
- [5] Stanley, J. Lefond et al, 1983. *Industrial minerals and rocks.* Published by the society of mining engineers.
- [6] Brociner, R. E., 1985. China clay for paper filling and coating. *Clay Minerals-Modern Society, Proceeding of the Nordic Symposium*, pp. 31-46.
- [7] 周国平, 1990, 凤化壳高岭土矿床的初步研究, *矿床地质*, 第9卷, 第2期.
- [8] Evley, C. S., 1976. Observations on the formation of kaolinites in the ST. Austell. granite. *Clay Minerals*, vol. 11, pp.51-63.
- [9] Hinckley, D.N., 1963. Variability in "crystallinity" values among the kaolin deposits of the coastal plain of Georgia and south Carolina, *Clays and Clay Minerals proc. 11th Nat. Conf.*, pp. 229-235.
- [10] Volkmar, T., 1976. The influence of crystallite size on the apparent basal spacings of kaolinite. *Clays and Clay Minerals*, vol.24, pp.84-87.
- [11] 周国平、黄家山、汤骥、白名岗, 1988, 茂名高岭土中高岭石的矿物学特征及其涂布性能. *中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊*, 第9卷, 第2号, pp.1-10.

① 周国平、林毓川, 高岭石的结晶有序度与纸张涂布的粘浓度的关系, 待发表。

Mineral Composition and Mineralogical Characteristics of the Dapo Kaolin Deposit in Huazhou, Guangdong province and Its Application to Papermaking

Zhou Guoping

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences)

Key words: Kaolin; mineralogical characteristics; material for papermaking; Dapo of Guangdong

Abstract

The Dapo kaolin deposit in Guangdong province is of weathering residual type of granite. Kaolin ores have considerable reserves and possess good quality with, especially, very high natural whiteness; they therefore can be used as excellent materials for papermaking.

Mineral composition of kaolin is simple and consists mainly of kaolinite and quartz with small amounts of illite and montmorillonite as well as negligible halloysite. Kaolinite makes up 43% and quartz 47% in samples less than 320 mesh and to 91% in the coating kaolin less than $2\mu\text{m}$ in size in which quartz content decreases to $<1\%$ or so. There is an evident difference in grain-size distribution between kaolinite and quartz, and the latter is mainly concentrated in grain size over $45\mu\text{m}$, which is very favorable for ore dressing. Chemical analyses of kaolin are Al_2O_3 31.71%, SiO_2 55.71%, TiO_2 0.14%, Fe_2O_3 0.19%, K_2O 0.06% and Ig. loss 11.02% for samples below 320 mesh, and Al_2O_3 37.76%, SiO_2 44.87%, TiO_2 0.01%, Fe_2O_3 0.58%, K_2O 0.07% and Ig. loss 14.22% for coating kaolin below $2\mu\text{m}$ in size. The simple chemical composition and very low content of impurities such as Fe_2O_3 and TiO_2 account for the purity of ores and high whiteness of kaolin.

Studies show that mineral composition of the Dapo kaolin deposit is quite fit for papermaking. Kaolinite has high degree of order and regular crystal form, causing kaolin to have good quality of coating. The papermaking coating experiment of Dapo kaolin samples indicates that the coating paper has rather high smoothness, suggesting that the Dapo kaolin is a good-quality raw material for papermaking.

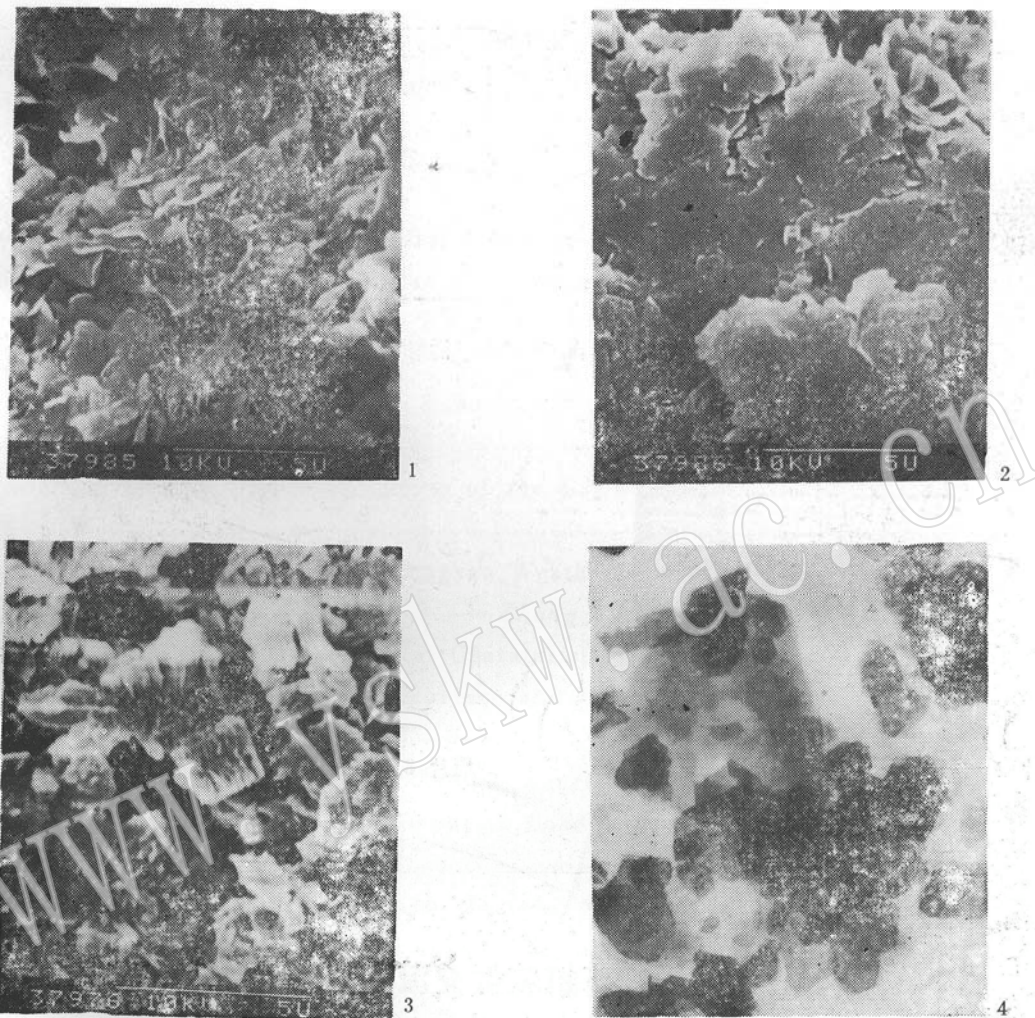


图 版 说 明

1. 高岭土绿色团块中的伊利石矿物。扫描电镜 $\times 5000$
2. 高岭土绿色团块中的蒙脱石矿物。扫描电镜 $\times 5000$
3. 白色致密状矿石中的高岭石矿物，主要呈叠片状、蠕虫状集合体产出。扫描电镜 $\times 7000$
4. 经机械处理后的高岭石集合体解体形成规则的单晶，具有明显的假六方片状外形。透射电镜 $\times 17000$