

广东大坡风化壳型高岭土矿石 物性特征研究

杜金龄

(地质学系)

摘 要

大坡高岭土矿床是由花岗岩风化形成,具有一定的规模,埋藏浅,易开采,物性特征利于造纸、陶瓷等。对该矿床进行了系统调研和采样,作了扫描电镜、x光衍射、红外光谱、粒度、白度、粘度以及可选性试验等,提出注意以物性研究为基础,将矿石按不同类型和品级进行开采,以形成不同挡次的产品,既可满足不同工业用途的需要,又能充分利用资源。

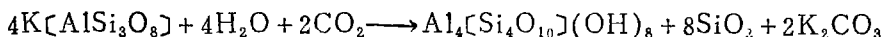
关键词 高岭土, 粒度, 白度, 粘度, 可选性

大坡高岭土矿床,位于广东化州县西部,矿区处于丘陵平缓坡地。燕山第三期细粒、中—细粒角闪黑云二长花岗岩[$\eta_{r_2}^{2(3)}$]侵入体出露地表,经强烈风化作用,形成近代风化壳型残积高岭土矿床。表部植被坡残积和淋滤污染粘土盖层仅1~3m。矿体为全风化高岭土带,厚度2.7~10.1m以上。矿石呈白色、灰白色,砂质属质量较好的工业矿石。下部间夹半风化团块至半风化带,过渡到花岗岩原岩。矿床埋藏浅、易开采、具有一定的规模。

1 大坡高岭土的矿物组成和化学成分

1.1 矿物组成

作者对矿区数十个钻孔,进行了系统的大量取样,经x光衍射分析(用乙二醇饱和处理)、红外光谱分析、扫描电镜及偏光显微镜等鉴定,其主要矿物有:高岭石、石英、伊利石、蒙脱石、埃洛石,尚有钾长石、斜长石、方解石、白云石、以及少量的石膏、角闪石、针铁矿等。其主要矿物见图1、2。以上矿物组合在不同的钻孔与不同的钻进深度有所差异。这种差异反映了在高岭土化过程中,原岩的成分和受环境地球化学特征的控制和影响。即随着风化作用的增强,低温地球化学条件的改变,会不断的促使原生矿物的分解和新矿物的建立,逐渐形成一些在新的地质环境条件下稳定的矿物相。大坡高岭土中高岭石的形成主要是由原岩中的长石类矿物,经长期风化,在 CO_2 和 H_2O 的作用下,并稳定于酸性环境中演变形成。由长石转化为高岭石基本反应如下:



本文1989年12月29日收到

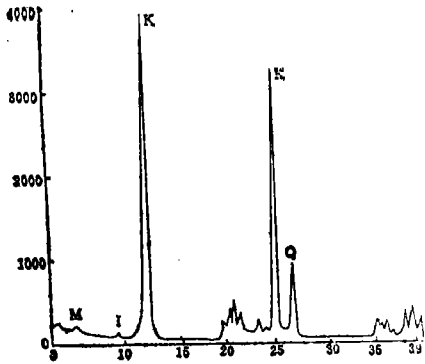


图 1 <45 μm (<320目)高岭土的 x-射线衍射图(Cu-K α 辐射)CZ₁₋₂样 CZ₁ 钻孔上部样品
K—高岭石 I—伊利石
Q—石英 M—蒙脱石

Fig. 1 X-ray diffraction of Kaolin (<45 μm , <320item) (Cu-K α radiation) Sample of CZ1-2, it is on the top of the CZ₁ drilling

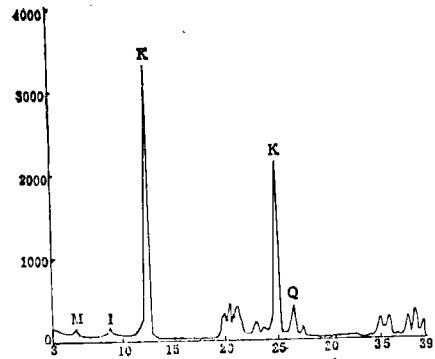


图 2 <45 μm (<320目)高岭土的 x-射线衍射图(Cu-K α)CZ₁₋₇样 CZ₁ 钻孔下部样品 K—高岭石 I—伊利石 Q—石英 M—蒙脱石

Fig.2 X-ray diffraction of Kaolin (<45 μm , <320item) (Cu-K α radiation) Sample of CZ₁₋₇, it is on the lower part of the CZ₁ drilling

从上述矿物转化其晶体结构的理论分析,长石晶体结构是由 4 个硅氧四面体组成的四方环,沿 a 轴方向连成折状链,链内联结力强(共价键),链间联结力弱(弱离子键),从而形成{001}和{010}方向的解理。K⁺离子置于骨架的空隙中,当风化过程在酸性介质的水解作用中,初期水电离的H⁺离子先沿长石解理进入置换 K⁺,随着长石晶体构造破坏, Si、Al、O₂等离子从新配置,长石中 4 次配位的 Al⁺⁺⁺,转入到稳定的 6 次配位的八面体空隙中,形成层状结构硅酸盐—高度无序高岭石等矿物。野外观察见有长石转化为高岭石后,仍保留长石晶体假像,说明转化过程中,空间小,时间短,各种离子的占位来不及有序的调整,使二八面体空位无序分布,结果形成高度无序岭石。随着风化作用加强,高岭土风化壳由微风化带进入半风化带与全风化带,各种矿物在此过程中,进行了充分的交替和调整,并有大量的水合粘土矿物(如埃洛石、伊利石等)的转化、以及脱水、脱胶(去SiO₂作用),最终形成有序高岭石等矿物组合。以上风化壳的演变特征,反映在高岭土矿床的垂直分带性,即在不同位置的钻孔,不同的钻孔深度,矿物组合有规律变化(其中蒙脱石除外)。总的来看,矿床上部高岭石多且结晶度高,往下伊利石、石英、钾长石、斜长石等增多(见表 1)。可选性试验后的最终产品的矿物组合,经 x 光衍射及红外光谱等分析(见图 3、4),其主要矿物成分列于表 2。

1.2 化学成分

高岭土的化学成分,对其利用价值有很大影响、特别是杂质元素Fe、Ti 直接影响高岭土的自然白度。据40个钻孔, 144个样品的化学分析结果(见表 3)可知:① 同粒级原矿混合样和手选原矿单个样的Al₂O₃、TFe含量有较大差别, Al₂O₃的含量两者相差近一倍,说明样品混合后将质量好的高岭土贫化;②混合样的选矿后精矿样与手选

表1 钻孔垂直方向主要矿物含量(%)分布

Tab. 1 Content distribution of main minerals along the vertical direction of drilling

项 目	高岭石	蒙脱石	伊利石	石 英	钾长石	斜长石	钻孔深度 (m)
CZ 1—2	89.1		2.0	8.9	微	少量	
—4	80.6		2.5	16.9	微	少量	
—6	79.5	3.4	2.5	14.6	微	少量	
—7	77.0	2.5	3.7	10.4	4.0	2.4	12.5
CZ19—1	62.8	4.4	3.9	16.3		6.0	
—3	53.9		3.6	25.3		14.8	7.3
CZ23—2	63.1	8.8	3.4	16.7		3.3	
—4	56.9		7.2	15.6		12.2	9.4
CZ35—2	74.1	5.5	4.0	11.2		少量	
—4	69.9	3.8	5.6	17.5			
—5	63.5		8.0	17.9	2.1	2.7	10.3

表2 高岭土精矿x光衍射分析结果(%)

Tab. 2 Kaolin concentrates analysis of X-ray diffraction

样 号	高岭土	蒙脱石	伊利石	石 英	斜长石	针铁矿
30 [#]	74.32	3.91	5.73	10.91	5.11	微

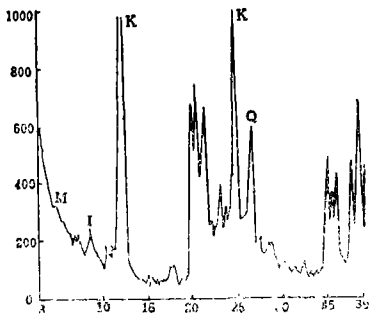


图3 <math><2\mu\text{m}</math>高岭土的 x—射线衍射图
(Cu- K_{α} 辐射)选矿后最终产品—精矿 I (混合样品)
K—高岭石 I—伊利石
Q—石英 M—蒙脱石

Fig.3 X-ray diffraction of Kaolin (<math><2\mu\text{m}</math>, Cu- K_{α} radiation)
Concentrate I (mixing sample)
--It's taken after concentrating

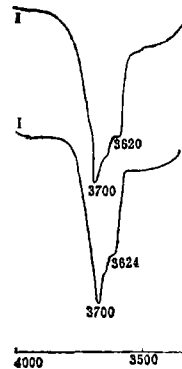


图4 <math><2\mu\text{m}</math>高岭土的红外光谱曲线图
选矿后的最终产品精矿(混合样品)
I—为精矿 I 样即一级旋流精矿
II—为精矿 II 样即二级旋流精矿

Fig.4 Infrared spectrum curves of Kaolin (<math><2\mu\text{m}</math>)
The end concentrate production after concentrating (mixed sample)

原矿单个样(未经选矿) Al_2O_3 含量相比, 精矿中 Al_2O_3 的含量比-320目手选原矿单个样约提高 4% 左右, 如用手选原矿单个样进行选矿, 所得之精矿质量则更高; ③各种样品的分析结果表明 TFe 的含量多在 0.7% 以下, 基本符合造纸、陶瓷的工业要求。

表3 大坡高岭土化学分析值

Tab. 3 Average value of chemical analysis of Dapo kaolin

粒级	原矿混合样 (%)				手选原矿单个样 (%)			
	SiO_2	Al_2O_3	TFe	TiO_2	SiO_2	Al_2O_3	TFe	TiO_2
-180目	74.65	15.41	0.44	0.33	60.95	28.27	0.27	0.2
-320目	69.96	18.90	0.55	0.53	53.38	32.24	0.53	0.19

混合样选矿最后精矿(-2 μ) (%)

SiO_2	Al_2O_3	TFe	K_2O	Na_2O	CaO	Mg	烧失量
46.39	36.68	0.66	1.18	0.08	0.34	0.59	13.28

2 高岭土矿物的形态、白度、粘度、粒度

2.1 高岭石形态

大坡高岭土中主要矿物高岭石的形态, 多为不规则的单片状或假六方片状, 边缘轮廓清晰, 结晶程度高, 有些晶片很粗大。据x光衍射曲线, 高岭石(001)反射和(002)反射之间6个峰分解清晰, 背景值低, 说明序度较好。但由于原岩的相变及风化程度的差异, 其结晶程度和序度沿走向和倾向均有不同程度的变化, 一般中上部较好, 近地表及深部较差, 有些高岭石形态为塔晶或具假像结构(长石假像)。

2.2 白度

矿石掺合有害杂质较少, 手选单个样品自然白度高, 可达85.8%, 其精土亮度也高, 磨损值较低, 完全可以满足造纸涂布要求, 但白度值亦同样受原岩成分和风化淋滤程度的制约。在矿床的水平及垂直方向有一定变化, 白度值高的层位大致在中至中上部, 表面及深部白度值可低至50%左右(见表4)。本次所采样品的白度平均值为70.9%, 如将白度在60%以下的样品排除, 白度平均值可提高到75.8%, 再经人工漂白处理, 则可达82%左右。这样便可提高其使用价值。因为白度是高岭土划分矿石品级的重要依据。

2.3 粘度

大坡高岭土矿床中, 含有较多的伊利石及一定量的蒙脱石, 由于它们的存在使涂斜膨胀增稠, 对刮刀涂布有较大影响, 其粘度分析结果见表5, 从表中数据来看, 基本上可用于刮刀涂布材料, 但粘度值偏高, 需经适当的处理。

表4 高岭土自然白度测试结果

Tab. 4 Natural white grade tests of kaolin

样品号	白度值 %	备注
CZ33-1	79.3	①全部样品均
-3	80.2	为<320目,
-5	80.6	②采用国产
CZ8-2	60.6	ZBD型白度
-4	85.8	仪按国家标准
-6	74.3	测定.
CZ1-2	61.9	
-4	81.2	
-6	54.4	

表5 粘度测定值

Tab. 5 Viscosity testing value

样号	转子	转速	粘度值	备注
综合原矿样	2#	100转/分	240CP固含量61.5%	采用B型粘度计
精矿样	3#	100转/分	500CP固含量51.66%	

2.4 粒度

11个钻孔27个-320目的样品粒度分析,其结果列于表6。

表6 不同粒级高岭土主要矿物成分含量(%)表

Tab. 6 Main minerals content of different grain size

粒级	含量(%)		高岭石	石英	蒙脱石	伊利石	斜长石	方解石	针铁矿
	一般	平均							
-2 μ	30~45	40.6	74.32	10.91	3.91	5.73	5.11	/	微(少)
+2 μ ~-5 μ	13~17	15.8	63.9	15.7	6.4	4.8	4.1	2.9	2.2
+5 μ ~-10 μ	12~17	51.1	44.6	25.6	5.9	10.4	6.8	4.9	2.1
+10 μ ~-20 μ	12~16	14.2	32.2	34.8	6.1	7.4	14.0	5.5	微
+20 μ ~-43 μ	10~21	14.3	24.6	48.1	/	9.3	13.2	3.0	1.8

由表6可看出:①粒级分布中-2 μ 粒级含量不够高,说明粒度较大;②-2 μ 以下高

岭石含量未到85%; ③不同粒级中高岭石与有害物质伊利石, 蒙脱石等呈反消长关系。粒级越小, 高岭石含量愈高, 伊利石、蒙脱石、石英等含量愈低, 这对选矿极为有利。

3 高岭土涂布性能测定

用手选单个样品进行。样品的自然白度在80~85%左右, 也就是选用较优质的高岭土进行测定的。其结果如下: 原矿去砂后, -5μ 含量在85%以上; -2μ 含量为55%左右, 土样得率较高。精土亮度较高, 不需漂白处理, 磨耗值低。与苏州土比较, 其涂布纸的亮度、平滑度均较高, 但光泽度较低。总的来说, 样品的得率、亮度、磨耗值均较好, 涂布纸的性能也较好, 但粘度较大(粘浓度为48.9%), 配成涂料的固含量偏低。

概括上述矿物物性特征, 可明显看出, 大坡角闪黑云二长花岗岩, 地处丘陵平缓坡地、温湿气候, 地下水丰富, 周围溶液的成分都有利于长石的分解和高岭石的形成。 K^+ 浓度低可能是重要原因。再加之排碱、排硅作用较彻底、稳定的偏酸性环境, 持续的淋滤作用, 致使长石以较快的速率转变为高岭石, 且有条件形成完好的晶体, 较高的白度。由于结晶条件良好, 故晶粒较粗。原岩中存在团块状云母类矿物、造成局部地段蒙脱石、伊利石增加, 高岭土粘度增大。

4 大坡高岭土的开发利用

(1) 大坡高岭土是由角闪黑云二长花岗岩风化形成, 由于地形及原岩的相变、使其风化程度、物质成分、沿走向及倾向有一定变化。所以在不同的部位矿石质量有差异, 因此, 应在开采前, 做全面系统地取样, 取得各种测试结果, 根据物性特征, 分出不同品级的矿石, 划分不同矿块, 分别进行开采。以保证不同品级产品质量稳定, 同时还可根据不同的工业用途, 配制成不同挡次的矿石。

(2) 由于原岩的相变等原因, 使矿体中某些部位, 有害杂质较集中, 即野外所见较下部矿体中, 伊利石、石英、蒙脱石较集中的团块以及含石英砂较多的砂质层。伊利石、蒙脱石影响高岭土的粘度, 石英含量高会影响磨耗值增加。因此, 在开采过程中, 要求把杂质矿物集中的部位, 加以剥离或剔除。

(3) 大坡高岭土自然白度较好, 精土亮度较高, 较好高岭土矿石不需人工漂白, 磨耗值低。因此, 在划分矿块及矿石品级时, 应以白度为基础。

(4) 根据手选单个样品的粒度分析, 其原矿去砂后, -5μ 含量可达86%; -2μ 含量约占54%, 土样得率较高, 精制工艺比较容易。基本符合造纸涂布要求, 因此, 划分矿块及矿石品级时也应作为重要依据。

(5) 粘度值较高, 作为优质造纸刮刀涂布原料, 不够理想。如使用时, 将其精土与粘度低的颜料配合, 才能用于造纸涂布原料。

A Study On the Kaolin Ore Physical Characters of Weathering Crust Type in Dapo, Guangdong Province

Du Jingling

Abstract

The Kaolin deposit that was formed from weathering granite in Dapo has a certain scale, shallow buried and easily mining feature. Its physical characters are favourable for making paper and pottery. This paper makes a systematic investigation, sampling scanning electron microscope, X-ray diffraction, infrared spectrum, grain size, white grade, viscosity and separation ability, It draws a conclusion that when we explore and evaluate the kaolin deposits, we should pay attention to taking physical characters study as basis, according to the different demands of industrial utilization to divide ore blocks, to mine and to pair up the productions in the light of ore types and grade, for the purpose of producing different grade manufactures that can not only satisfy the needs of different industrial utilization, but also make full use of source.

Keywords Kaolin, grain size, white degree, viscosity, separation ability