

苏州阳西高嶺土的工艺性質及其礦物类型

祝炳和 殷之文

(中国科学院冶金陶瓷研究所)

摘 要

本工作研究了我国著名制瓷原料苏州阳西高嶺土(简称苏州土)的工艺性質和它的礦物类型。研究結果說明,苏州阳西高嶺土床在外貌上虽比較复杂,但本質上可以用具有不同結構外形的两种高嶺石层(中白层、紫白层)来代表。紫白层的主要組成礦物是具有桿狀或管狀結構外形的高嶺石,中白层則主要包含片狀結構外形的高嶺石。目前采矿公司的分級样品實質上是这两种高嶺礦物的混合組成。这两种礦物在不同土样中比量的变化相应地影响着它們的性質变化。

苏州阳西高嶺土中包含有相当量的桿狀結構外形的高嶺石和缺少薄片結構外形的粘土礦物說明了它的低可塑性。正由于桿狀結構外形的高嶺石在性質上酷似多水高嶺石,这对于苏州阳西高嶺土所具的一些特殊性質例如大的泥漿含水量、高的干燥后气孔率与燒成收縮、低的干燥强度等都获得了部分解釋。

一 引 言

苏州土是我国著名制瓷粘土原料之一。質量純粹,礦藏丰富,应用的范围极广,且远销国外。在苏州土的化学成分中,仅含极少量的杂质,燒后色純白(白度达91.5%),可与国外的著名高嶺土相比拟(表1)。

过去国内外对这样一个原料应用虽多,但迄未做过比較系統的研究,而对于苏州土具有的一些与其他高嶺迥然不同的性質(例如很高的泥漿含水量,容易触变,极大的干燥气孔率与燒成收縮等)也一直未能得到适当的解釋。

本工作研究了苏州土的一些主要性質,进行了礦物鑑定。从得到的結果可以初步肯定,在它的組成中除了包含片狀結構的高嶺石以外,尚包含有相当量的呈桿狀外形的“高嶺石”。关于桿狀結構的高嶺石,文献中記載較少,仅在最近几年中有过报导⁽¹⁾,我們这一工作对于这种桿狀結構的“高嶺石”的存在又多一例証,同时說明这类“高嶺石”在某些性質上十分接近于管狀結構的多水高嶺石的性質。

二 苏州土的產狀、取样及初步試驗

苏州土产于苏州游墅关鎮的阳山,矿区分为阳山东部及西部兩区,本工作主要以阳西区为对象。

阳西矿主要为原生高嶺,由火成岩风化而成分佈于阳山西南;經初步估計,藏量在250万吨以上⁽²⁾。其平面及剖面示意图見图1及图2。矿区的开采部位从东北到西南分为八段(图1),我們的样品取自当时主要开采的一段部分。在阳西一段分层尚明显(图3),矿层厚达数米至十数米。复蓋层不厚,多为露天开采。三、五、七各段則矿层比較混乱,无法明显区分层次。

我們在一段按分层取了样品,又委託采矿公司代取以他們銷售規格按色澤分的分級样品。色

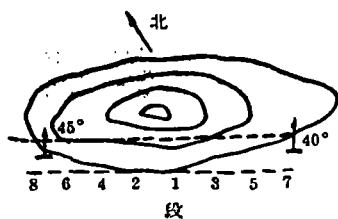


图1 矿床平面示意图



图2 矿床剖面示意图



复盖层
紫白层
中白层
紫白层
下青层
青灰—灰黑

白者作为一、二号，色淡青灰及淡紫者为二、三号，色泽较深（深紫，褐，黄）及杂质较多位于矿层边缘者为四号土。为了结合使用

图3 一段矿床剖面示意图

情况，我们的试验工作大多按分级样品进行，但在矿物鉴定方面则补充了分层样品的试验工作。所有的分级样品，除外貌观察外，全部粉碎通过40号筛（1600孔/cm²）供作各项试验。初步试验中包括外貌观察、化学分析和颗粒分析等三项。

表1. 世界著名高岭的化学分析成分

粘土名称	化学分析成分 %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	烧失
苏州土阳西一段二号 原生,未洗选	47.69	37.60	0.31	—	0.19	0.06	0.03	—	14.06
泽特莱兹 Zettlitz(捷克) ⁽¹⁾ 原生	46.90	37.40	0.65	0.18	0.29	0.27	0.44	0.84	12.95
英国爱士 ⁽²⁾ 原生	48.30	37.60	0.50	—	0.10	—	1.60		12.00
普罗夏诺夫高岭 ⁽³⁾ 原生,洗选	45.9~ 46.6	38.9~ 39.0	1.31~ 0.47	0.31~ 0.33	0.1~ 0.3	0~ 0.14	0.25~ 0.35	0.47~ 0.64	13.35~ 13.46
格罗霍维茨高岭 ⁽³⁾ 原生,洗选	45.2~ 46.6	38.8~ 39.0	0.32~ 0.51	0.3~ 0.69	0.25~ 0.3	0.08~ 0.14	0.25~ 0.26	0.63~ 0.95	13.4~ 13.5
法 ST. Yriex 高岭 ⁽⁴⁾	48.37	34.95	1.26			痕 迹	2.40		12.62
德 Köln Meissen 高岭 ⁽⁵⁾	51.39	35.44	0.72			0.75		0.80	11.23
日本 ⁽⁵⁾	47.03	36.45	1.35		0.78	0.25	0.5		13.30
美 North Carolina ⁽²⁾ 原生,选过	46.18	38.38	0.57		0.37	0.42	0.1	0.58	13.28
美 Georgia ⁽²⁾ 次生	45.80	38.50	0.70	1.4	痕 迹		痕 迹	痕 迹	18.60
美 Florida ⁽⁶⁾ 次生,选过	46.3~ 46.9	37.6~ 38.5	0.4~ 0.8	0.2~ 0.5	痕迹~ 0.7	0~ 痕迹	0	0.5~ 0.2	18.60~ 18.80

(1) R. E. Grim, *Clay Mineralogy*, p.429 (1953).

(2) F. H. Norton, *Elements of Ceramics*, p.32 (1952).

(3) П. П. Будников等, *Технология керамики и огнеупоров* (1955).

(4) A. Crossley, *Tables of Analysis of Clays*, p.38 (1947).

(5) A. B. Searle, *Encyclopedia of the Ceramic Industries* (1930).

(6) T. A. Klinefelter等, *J. Am. Cer. Soc.*, 18, p. 164 (1935).

1.外貌观察 原块样品在烧前及烧后（1350°C）的外貌观察列出如表2。

三、四号土中所有有色物质（紫红或灰黑）未能用过氧化氢除去。各级土以5% HCl 处理无明显气泡发生。二号土及三号土切片在偏光显微镜下检查发现有少量不规则形状的石英颗粒（含量小于5%），四号土中石英量极微。

2.化学分析 表3列出各级土的化学成分。为了了解粘土的细颗粒部分的成分变化，将粘土泥浆（高度：20cm，温度：22°C）沉72小时除去粗颗粒后的悬浮体用离心法沉积、干燥制

表2 各级苏州土的外貌观察

	烧 前	烧 后
二 号 土	白色块状为主 有浅灰黑色云状混合层 部分破裂面很光滑有滑腻感 在水中部分水化	雪白 有裂纹, 吸水强
三 号 土	多数为浅灰黑色及灰白色块 部分为淡紫红块及夹层 水化微弱	白—雪白, 淡紫红部分呈白—微黄 多裂纹, 吸水强
重碱三号	灰黑—炭黑色, 易研碎, 有层理, 缺乏滑腻感; 有 闪闪发光的金黄色晶体 (类似黄铁矿) 分布在內	灰白色、有裂纹、吸水强、有大量小黑斑点及可见 的融熔小空洞
四 号 土	紫红及浅紫红块, 部分有少量赭黄色夹层 部分水化	白—浅黄, 深紫部分烧后呈深黄, 赭黄夹层则呈 锈铁状融化物 有大裂纹, 吸水

表3 苏州土的化学分析

粘 土 品 级	化 学 分 析 成 分 %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	烧 失	SO ₃
二 号 土	47.69	37.6	0.31	痕跡	0.19	0.06	0.08	痕跡	14.06	—
三 号 土	44.89	39.54	0.28	0.18	0.15	0.06	0.16	0.21	14.86	
四 号 土	37.40	39.58	1.10	0.58	0.57	0.31	未定		20.09	5.37
二号土沉72小时后的細 顆粒部分	45.03	40.30	0.18	痕跡	0.27	痕跡	0.01	0.00	14.56	
三号土沉72小时后的細 顆粒部分	45.09	40.08	0.26	痕跡	0.47	0.08	0.11	痕跡	14.54	

得的細顆粒部分也进行了分析。

3. 颗粒分析 将通过40号筛的粉末样品, 用焦磷酸钠为分散剂制得充分分散的泥漿, 用比重計⁽³⁾法測定顆粒分佈曲綫 (图4)。

三 苏州土的工艺性质

针对苏州土的特点测定了它的下列各项性质。

1. 可塑性 用华氏平衡錐法⁽⁴⁾测定液限和根据华西里也夫法测定最大分子吸水量⁽⁵⁾以代替手搓法测定塑限, 并按齐米耶欽斯基法⁽⁶⁾测定可塑指标。試驗結果示于表4。

2. 渗透性能 按照茹可夫⁽⁷⁾的方法, 試驗了泥漿的渗透性能, 結果如表5。

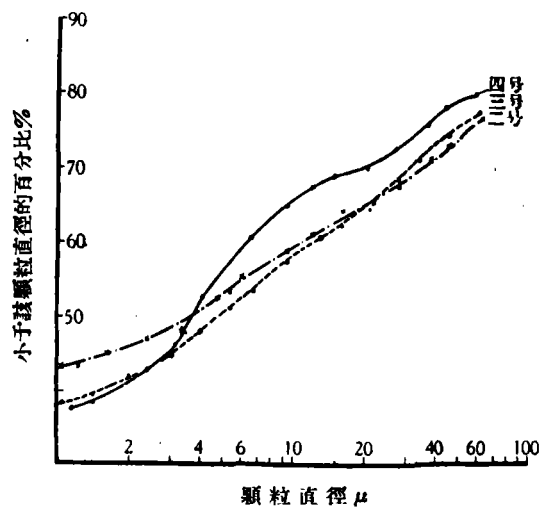


图4 各级苏州土的颗粒分佈曲线

表4 苏州土的可塑性能

	液 限 %	最大分子吸水量%	可 塑 指 数 %	可 塑 指 标	可塑指标的相应 含水%
二 号 土	70.6	29.3	41.3	2.0	43~47
三 号 土	69.6	24.1	45.5	1.8	36~38
四 号 土	53.2	24.6	28.6	2.0	36~37

表5 苏州土的渗透性能

	微量流动含水量%	渗 透 时 间, 分	最初五分鐘过濾百分比	泥餅含水百分比
二 号 土	163	15	97.9	62.7
三 号 土	184	10	98.8	43.3

3. 干燥性能 以小方块 ($50 \times 50 \times 8 \text{ mm}$) 試片測定干燥收縮及显气孔率, 以圓柱試条 ($25^\phi \times 150 \text{ mm}$) 測定干燥強度, 結果示于表6。

表6 苏州土的干燥性能

	可 塑 水 分 %	体 积 收 縮 %	綫 收 縮 %	显 气 孔 率 %	抗 折 强 度 仟克/厘米 ²
二 号 土	45.7	19.4	7.2	45.1	~ 10
三 号 土	35.9	14.3	5.2	40.5	~ 10
四 号 土	37.6	14.4	5.4	42.9	—

4. 离子互換量及泥漿粘度 苏州土具有高的泥漿含水量。为了判明这是由于电解質的影响还是由于其他原因, 用电渗析法制备了除去可溶性鹽及电解質的純淨粘土, 測定离子互換总量, 同时比較原样品苏州土及电渗析后苏州土的泥漿粘度。

將用二号土制备的泥漿(濃度: 土: 水 = 1 : 8) 放入素瓷坯的容器中, 素瓷用作半透膜可以通过水分子及离子, 但不能通过粘土顆粒。电渗析的裝置如图5所示, 兩极上通入电压为 300~400 伏的直流电。电渗时间在48小时以上。聚集在电极周圍由泥漿渗析出的电解質离子被流动的蒸餾水所帶走。泥漿經常攪动。在电渗开始时电流为 140 毫安, 最后下降至40毫安左右。当維持一天电流不变, 渗析就終止。这样获得的泥漿就認為已屬純淨粘土(或称氫粘土)。

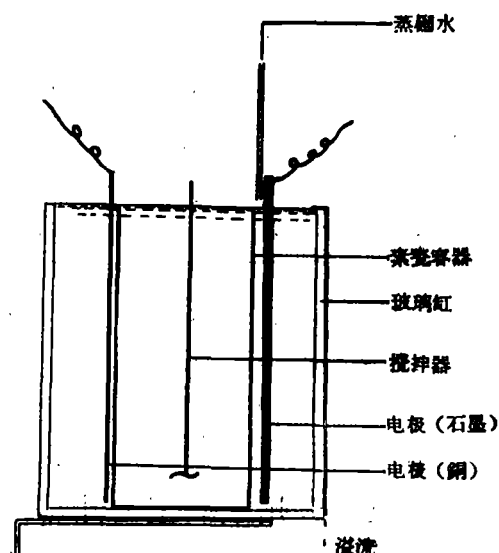


图5 电渗析設備示意图

以氫氧化鈉溶液測得此純淨粘土的离子互換量为 2.97 毫克当量/100 g 粘土。同时并測得此純淨粘土泥漿的流动度、液限及最大分子吸水量, 測定結果示于表7。

5. 燒結性能及耐火度 測定了各級苏州土在連續升温下的收縮曲綫及燒后样品的吸水率。結果示于图6a, 同时示出了标准高嶺石及多水高嶺石的收縮曲綫(图6b)。燒后样品大多呈現微裂紋, 无法測定燒后性能。

另外按 ГОСТ⁽⁸⁾ 的方法測定各級土的耐火度, 所有二、三、四号土的耐火度皆大于 ПК177。

表7 电渗析前后粘土性质的比较

	流出100 c.c. 泥漿所需 時間(秒)	泥漿含水量%	液 限 %	最大分子吸水量%
原样粘土	7.5	633	70.6	29.3
純淨粘土	7.6	660	70	31.5

6. 碳素燃燒試驗 在攪拌苏州土的泥漿时,常有很多黑色碳素物質飄浮在泥漿表面,特別像重硫三号土更常为所含的有机物染成灰黑色。这些有机物不能被过氧化氢所氧化,本試驗就是要確定这类有机碳素物質迅速燃燒除去温度范围。

图7示出重硫三号土的差热分析綫,另外附上一種色白而与重硫三号有相似矿物成分的粘土的差热曲綫。比較这两曲綫可以观察到重硫三号中因有机物燃燒而产生的放热效应。此外在与差热分析相似的条件,于不同温度(625, 725, 825°C)取出試条,从試条的断面图也可見到碳素除去的情况(图8)。

7. 燒成开裂試驗 苏州土在高温燒成后的試条上呈現大量微裂紋(图9)。为了了解产生此等开裂的原因而进行本試驗。用注漿法將三号土制成厚为2mm及10mm的两种試条,在各种不同温度下(到1350°C)燒成。升温速率各不相同(由18°/小时到400°/小时)。燒后試条用洋紅水浸漬然后以流水冲洗并观察开裂情况。試驗結果发现不論升温快慢,厚片总在脱水温度范围(500~600°C)内发生开裂,薄片試样則不产生开裂。

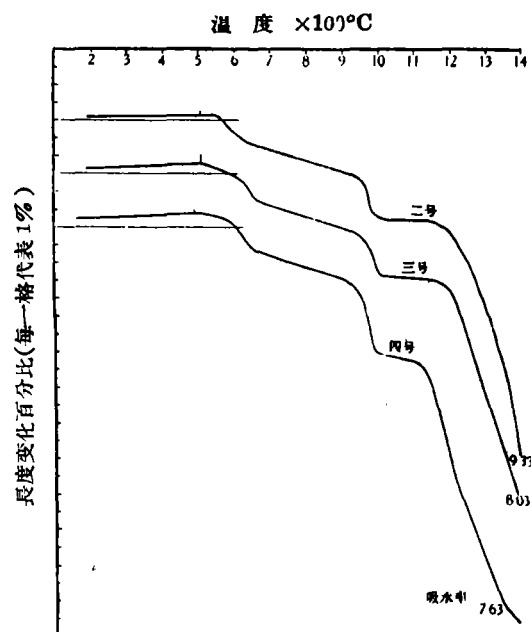


图6a 各級苏州土的燒成收縮曲綫

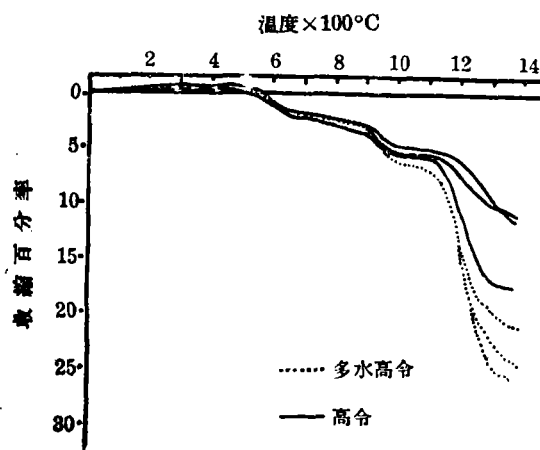


图6b 高岭及多水高岭的收縮曲綫*

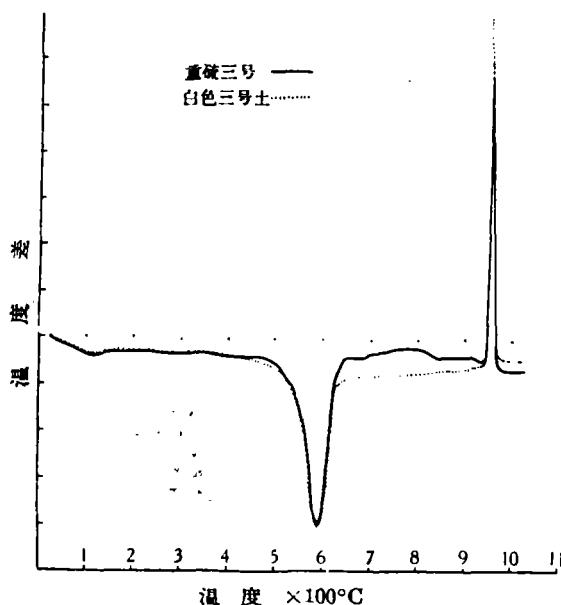


图7 重硫三号及白色三号土的差热曲綫

*摘自 Bull. Soc. Franç. Céram., 35, p. 95 (1957).

四 苏州土的礦物組成

采矿公司供給的分級样品,由于已經混亂了层次,使得矿物鑑定工作复杂化,因此我們先进行分层样品的矿物鑑定。在此基础上再鑑定分层样品的混合物——分級样品的矿物組成,这样較有利于实验結果的分析。

1. 分层样品試驗 按不同层次共取了三种样品,即:

紫白上层(紫白)——淺紫色或白色,具蠟狀光澤。

白色中間层(中白)——白或淺灰,略具蠟狀光澤,硬度較大于紫白层。

青灰色下层(下青)——呈淺鵝青色,土块断面有粗糙感。

將具有代表性的样品,除去杂质后,先进行电子显微鏡研究。試驗結果示于图10。从图10可見紫白层样品主要由桿狀外形(从以后的混合样的图中可見有些桿实为中空管)的顆粒所組成,中白层主要由片狀顆粒所組成,下青层则为兩者之混合物。由于此一結果,因此对下青层的其他性質,就不再詳細測定,而重点地对紫白、中白兩层进行了試驗,对于紫白层样品更比較詳細地做了研究。試驗項目包括差热分析、脱水試驗、X射綫衍射分析、及电子衍射分析等工作。試驗結果示于图 11、12、13、14及15。

2. 分級样品試驗 对各級土的混合試样及沉72小时所取的細顆粒部分进行了差热分析、脱水試驗及电子显微鏡檢查等試驗,結果分別示于图16及17。

五 討 論

(1) 中白层样品在电子显微鏡下大多呈輪廓鮮明的片狀顆粒,热分析图上 600°C 附近呈現大吸热谷及接近 980°C 呈現放热峯;脱水曲綫上低温脱水极少而在 500°C 附近呈現劇烈脱水;所有这些現象都說明中白层主要包含高嶺石粘土矿物,这与它的X射綫圖案也相符合。

(2) 紫白层样品在电子显微鏡下可以見到它主要包含桿狀与空心管狀的矿物(见图10,图17),这种桿狀結構很易使我們把它認作是多水高嶺石⁽⁹⁾。但从其X射綫衍射圖案(图13, 14)以及在飽吸乙二醇后所得的差热曲綫上未曾增加一个在 500° 左右的吸热谷(图11)等象徵,都說明紫白层的矿物不是多水高嶺而近似于高嶺石的結構。它的电子衍射譜綫也完全和片狀高嶺石的譜綫一一相应。然而由于紫白层的高嶺石矿物呈桿狀結構存在,因此它在某些性質方面例如吸热谷的 β 角較小⁽¹⁰⁾,放热峯的温度略低等又都近似于管狀多水高嶺的性質。

从我們的現有試驗結果尚不能区别桿狀“高嶺”和片狀高嶺在結構上的不同。同时也缺乏依据說明其发生或发展上的联系。但是有人認為“管狀多水高嶺是原生高嶺的經常伴生物”⁽¹¹⁾,“管狀高嶺可以轉变为片狀高嶺且多数原生高嶺中常發現管狀高嶺”^(1-a)。因此我們怀疑管狀高嶺和片狀高嶺可能存在着時間上的前后发展联系,而过去人們在原生高嶺中發現的桿狀物可能是管狀高嶺的殘余。它們間关系的正確理解尚留待更深入之探討。

(3) 从电子显微鏡觀察及热分析等数据都說明

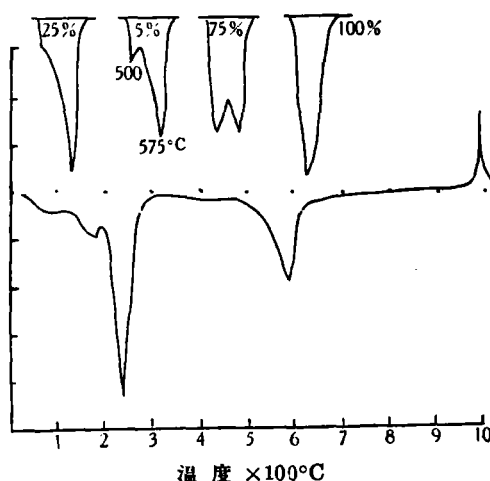


图 11 不同百分比的多水高嶺(所註百分率)与高嶺的混合物加乙二醇的差热分析*(上)及紫白层加乙二醇的差热分析(下)

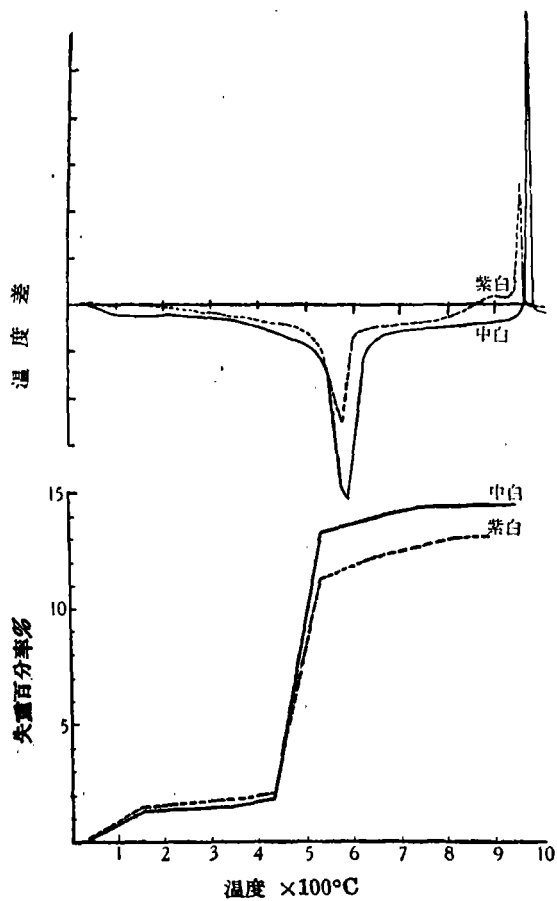


图 12 苏州土的差热曲线(上)及脱水曲线(下)

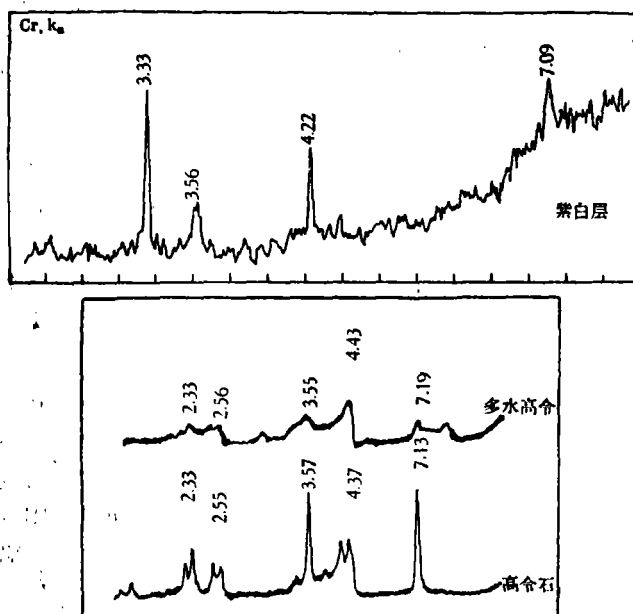


图 14 紫白层样品、多水高岭石及高岭石**的X射线衍射光度曲线

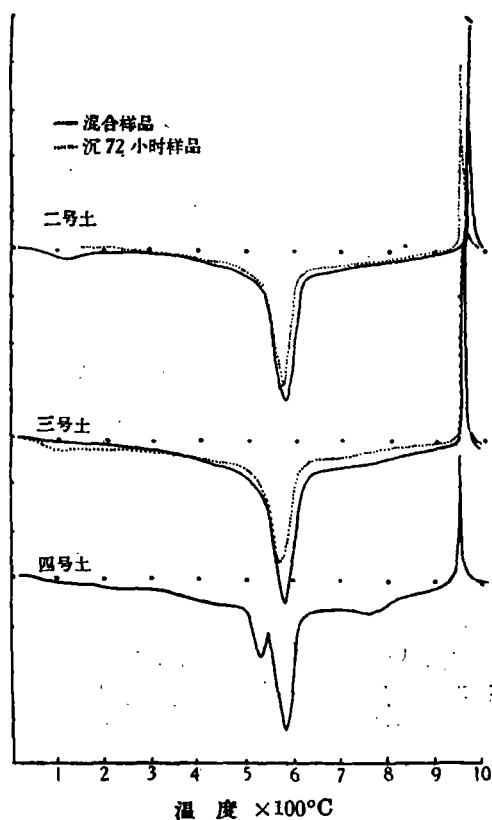


图16a 各级土的差热曲线

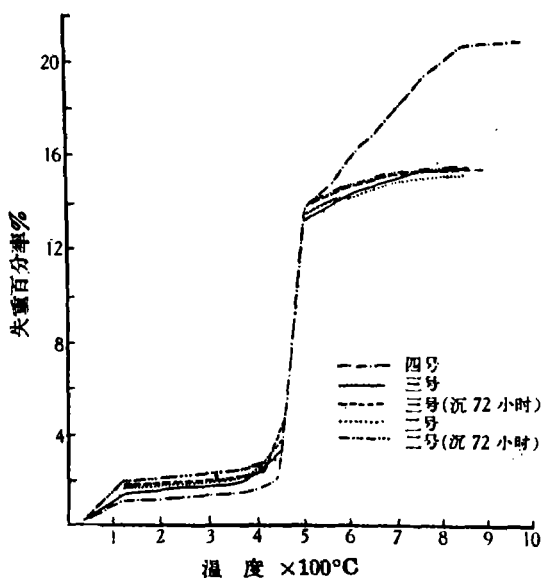


图16b 各级土的脱水曲线

* 摘自 Sand L. B., *Amer. Mineral.*, 38, p.271-278 (1953).

** 摘自 Y. Stourdze Visconti 等, *Amer. Mineral.*, 41, p.69-70(1956).

二、三、四号土都是由片狀及桿狀两种不同結構的高嶺石混合組成。这两种高嶺石在混合組成中比量的不同往往引起各級苏州土在性質上的一些变化。在电子显微照相上可以看出,为我們試驗的二号土中桿狀顆粒多于三号土,顆粒分佈曲綫說明二号土比三号土为細。这样,二号土的吸水性(水膜水)、干燥收縮、干燥气孔率也就較三号土为高。从二、三号土不同粗細部分的热分析数据看来,它們的差別并不大,說明苏州土的組成是分佈得相当均匀的。四号土中由于含有相当量的杂质,因此在性質上与二、三号土也不相同,这也反映在热分析的試驗結果上。要弄清这些杂质的类型以及它們对四号土性質的影响需要另作研究。

(4) 根据电子显微鏡的觀察,可以認為苏州土中的片狀矿物是接近于厚片狀結構(图17)的高嶺石⁽¹²⁾。高嶺石的厚片結構和桿狀結構部分說明了苏州土的低可塑性。在高可塑性的高嶺土中总是包含有大量的薄片顆粒。正由于桿狀顆粒的大量存在造成顆粒堆积不良,使苏州土具有高的干燥气孔率及低的干燥强度。

苏州土有較寬的可塑指数范围,微微流动时的含水量也极高,这些性質与一般高嶺土显然不同。电渗析后粘土的泥漿含水率与同样流动性的未渗析粘土的含水率相差不大,这說明可溶性鹽及吸附离子不像是产生上述異常性質的原因。可是具有管狀外形的多水高嶺土却也正具有高可塑指数(30~50%)、高气孔率、低干燥强度等⁽¹³⁾性質,在同一粘度的情况下多水高嶺土泥漿所含的水分就远比一般高嶺土泥漿为多⁽¹⁴⁾。这曾被解釋为多水高嶺的管狀顆粒增大了流动时的阻力,因此要获得同一粘度时管狀多水高嶺需要的水分要比高嶺为多⁽¹⁴⁾。电子显微鏡的觀察也証明管狀顆粒在水中沉降时是受到阻碍的⁽¹⁵⁾。以上这些解釋使我們对于苏州土的高泥漿含水量不难同样地获得理解。苏州土泥漿呈現強烈的“触变”性質,也与桿狀顆粒堆积容易形成保留空隙水有关。

(5) 苏州土具有优良的渗透性和高的干燥气孔率,这是有利于干燥的。然而它的强度很低,因此还不能期望它有很大的抵抗开裂的能力。

使用經驗說明苏州土在燒成中常常发生大量微裂紋,从开裂試驗中說明最易产生这种开裂的温度范围是在高嶺石的脫水阶段(即 470~600°C)。从脫水曲綫上可以見到高嶺石的晶格破坏及排出結構水是突然間产生的,这种突变性質最易引起內应力,苏州土的吸水性高,收縮特別大,当試片稍厚时,外层到达反应温度进行脫水而內层尚未达到,因此在內外层之間产生应力,而此时粘土的热机械强度往往是最小的⁽¹⁶⁾,这样在样品上形成了遍佈各处的微裂紋,相似于因受張应力而生成的裂紋釉。所以这种裂紋是温度梯度及脫水反应双重因素凑合而发生的,任何單一項因素似都不致構成开裂。

(6) 苏州土的部分层位,例如重硫三号土,为有机物質強烈染成灰黑色。这类有机物是属于“高温型”的,在氧化气氛下从750°C开始強烈燃燒,在差热曲綫上可以看到相应于此一燃燒的放热部分。它們不像“低温型”的有机物質对粘土的可塑性有明显的改善。

(7) 苏州土在燒成时有明显的几个阶段的体积变化(图6a)。在500°C以前有輕微的膨胀,此后当脫水一开始就发生收縮。500~650°C的收縮就相应于脫水阶段。950°C以后的突然收縮是和在该温度的放热效应相一致的。在1150~1400°C的再度強烈收縮又与形成新結晶相及坯体的玻化有关联。一般高嶺土在1400°C左右的收縮为11~15%⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾,而苏州土则达18~19%。在1100°C以前苏州土有与一般高嶺相似的收縮曲綫;但在1100°C以后,則和多水高嶺石相似收縮变大(图6b)。可以認為这种大的收縮是由于管狀顆粒的破坏、管狀空間受填充⁽¹⁹⁾、及桿与桿的堆积空間因桿狀顆粒之破坏而填充所引起。六角形片狀高嶺石顆粒的120°交角的边緣在1100°C左右开始破坏⁽²⁰⁾,因此有理由認為桿狀高嶺石的破坏也在此温度范围内发生。

苏州土的过大的燒成收縮是它在燒成过程中容易产生缺陷的主要原因。

(8) 苏州土既是非常純碎的高嶺石,因此它和一般純高嶺石相似,具有极高的耐火度,高达

PK177 以上相当于特級粘土耐火材料的标准。但是由于苏州土是一种少遇見的純碎高嶺土，它不易燒結且具有大的燒成收縮，若把它当作一般的耐火粘土来大量使用，是浪費和不适宜的。

六 結 論

阳西苏州土是一种在化学組成上十分純粹的高嶺土。矿床在外貌上虽比較复杂，但本質上可用具有不同結構外形的兩种高嶺石层（中白层、紫白层）来代表。紫白层的主要組成矿物是具有桿狀結構外形的高嶺石，中白层則主要包含片狀結構外形的高嶺石。目前采矿公司是按色澤分級的，因此二号、三号或四号土在實質上是这两种不同晶形的高嶺矿物的混合体。这两种矿物在不同土样中比量的变化相应的影响着它們性質的变化，但对于二、三号土若这种变化不大，除了特殊用途外，在一般应用上影响尚不严重。四号土由于在組成中含有一定量的夾杂矿物，使它的性質不同于二、三号土而隨着夾杂矿物的类型和含量而变化。

苏州高嶺土的厚片結構外形及桿狀結構外形說明了它的低可塑性。正由于桿狀結構外形的高嶺石在性質上酷似多水高嶺石，这对于苏州土所具有的一些与一般高嶺迥然不同的性質，例如大的泥漿含水量、高的干燥气孔率与燒成收縮，低的干燥強度等都获得了部分解釋。

参 考 文 献

- (1) a. Y. Stourdze Visconti 等, *Am. Mineral.*, 41, p. 67 (1956).
b. Goro Honjo, *Clay Min. Bull.*, 2, 12, p. 133 (1954).
c. W. L. De Keyser 等, *Am. Cer. Abst.*, p. 67 (1956).
- (2) 江苏省工业厅勘探队(私人交換意見)。
- (3) — (8) 祝炳和、殷之文, “上店土的研究”, “矽酸鹽”, 1卷2期, 第86頁(1957).
- (9) Н. И. 高尔布諾夫, “土壤和粘土矿物倫琴射綫繞射譜、差熱曲綫及脫水曲綫” 孙繼先譯, 第60頁 (1954).
- (10) L. Brame, *Soil Sci.*, 73, p. 273 (1952).
- (11) 什維佐夫, “沉积岩石学”, 第84頁 (1948).
- (12) N. O. Clark, *Trans. Brit. Cer. Soc.*, 49, p. 417 (1949—50).
- (13) Frank J. Zvanut, *J. Am. Cer. Soc.*, 20, p. 85 (1937).
- (14) L. W. Coughanour 等, *J. Am. Cer. Soc.*, 82, p. 128 (1949).
- (15) Ian Mc Dowall, *Nature*, 170, p. 368 (1952).
- (16) R. K. Hursh 等, *J. Am. Cer. Soc.*, 25, p. 351 (1942).
- (17) Г. Н. Дуперов, “Обжиг спекающихся керамических масс”, p. 9 (1957).
- (18) M. Ch. Kiefer, *Bull. Soc. Franç. Céram.*, 35, p. 95 (1957).
- (19) I. B. Cutler 等, *J. Am. Cer. Soc.*, 36, p. 30 (1953).
- (20) J. E. Comefero, *J. Am. Cer. Soc.*, 31, p. 258 (1948).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СВОЙСТВО КАОЛИНА ЯНСИ В ГОРОДЕ СУЧЖОУ И ВИД ЕГО МИНЕРАЛОВ

Чжу Бин-хэ, Ин Чжи-вен

(Институт металлургии и керамики АН Китая)

Р е з ю м е

Каолин Янси в городе Сучжоу (сокращенно — сучжоуская глина) является знаменитым сырьем для изготовления фарфора нашей страны. В данной работе были исследованы его технологическое свойство и вид минералов. Исследовательские результаты доказали, что хотя по внешнему виду месторождение каолина Янси в городе Сучжоу более сложное, но по существу его могут характеризовать два слоя каолинита с разной структурой (среднебелый и фиолетовобелый). Главный составной минерал фиолетовобелого слоя — каолинит с палочной или трубчатой структурой, а в среднебелом слое главным образом содержится каолинит с пластинчатой структурой. В настоящее время классификационный образец Горнорудного Общества на самом деле является смесью этих двух каолинитов, изменение количественного соотношения которых в разных образцах соответственно влияет на изменение их свойств. (下轉第80頁)

大, 早期愈有利于抗折强度的发展而后期愈有利于减缩作用的发展。

五、当减缩量相同时, 较细水泥强度较高; 当强度相同时, 则较细水泥减缩量较小。

六、当试体养护温度稍高于常温时, 无论减缩作用、抗压强度及抗折强度均较常温养护者为大, 但主要表现在早期。

七、当有同一强度时, 高温养护者减缩较大。当有同一减缩值时, 高温养护者强度较小。

八、减缩作用和前期抗压强度之间, 规律性较为简单明显, 应可通过减缩之测定来推算强度。但对于后期抗压强度以及抗折强度, 关系比较复杂, 不能利用减缩作用来预测强度发展情况。

九、通过减缩-强度对比测定所得的知识, 对水泥 (特别是水工水泥) 耐久性的研究有一定指导意义。

参 考 文 献

- (1) T. C. Powers, *Ind. Eng. Chem.*, 27, 790 (1935).
- (2) В. В. Некрасов, *Изв. А. Н. СССР, ОТН*, 6, 592 (1945).
- (3) В. В. Некрасов, *ЖПХ*, XXI, 3, 204 (1948).
- (4) В. В. Некрасов, *ЖПХ*, XXI, 3, 212 (1948).
- (5) С. В. Шестоперов, *Долговечность бетона*, стр. 69-88 (1955).
- (6) W. Czernin, *Zement-Kalk-Gips*, 12, 525 (1956).
- (7) 張指銘, “砂酸鹽”, 第一卷, 第二期, 100頁 (1957).
- (8) Ю. М. Бутт, *Практикум по технологии вяжущих веществ* (1953).
- (9) Ю. М. Бутт, Е. М. Колобов, *ЖПХ*, XXIX, 3, 468 (1956).

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ КОНТРАКЦИЕЙ И ПРОЧНОСТЬЮ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Чжан Чжи-мин, Тан Цзю-хэ

(Химико-технологический факультет в Нанкинском политехническом институте)

Р е з ю м е

В данной работе проведено исследование зависимости между контракцией, прочностью на сжатие и прочностью на изгиб портландцемента при разных условиях, в том числе и разность в сортаменте цемента и его марках, разность в тонкости помола или режиме хранения образцов при одной и той же сорте портландцемента.

Экспериментальные результаты доказали, что, судя по скорости нарастания, в первоначальный период прочность цементных образцов на изгиб выше, чем на сжатие, в последующий период — ниже, чем на сжатие, а скорость контракции всегда находилась между ними; судя по величине контракции при одинаковых значениях прочности, чем тоньше цемента, тем меньше контракции, а чем выше температуры хранения, тем больше контракции.

(上接第69頁)

Низкая пластичность каолина Янси в городе Сучжоу объясняется тем, что в нем содержится значительное количество каолинита с палочной структурой и малое количество глинистого минерала с пластинчатой структурой. Именно благодаря тому, что по свойствам каолинит с палочной структурой похож на галлуазит, особые свойства каолина Янси в городе Сучжоу получили частичное объяснение, например большое водосодержание глинистого шликера, большая пористость после сушки, огневая усадка, низкая прочность сушки и т. д.

图8 重硫三号在不同温度
→ 下烧后的断面情况
I—625°C
II—725°C
III—825°C

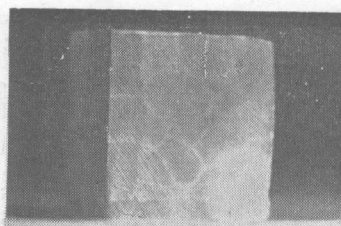
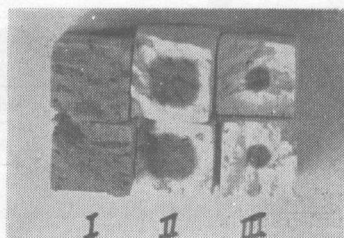
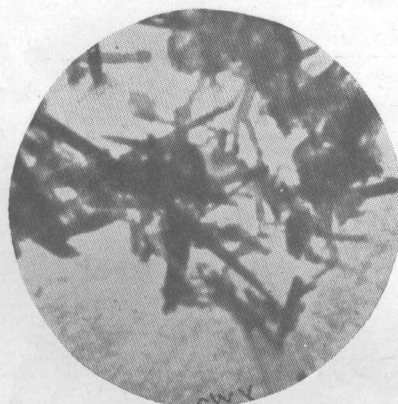
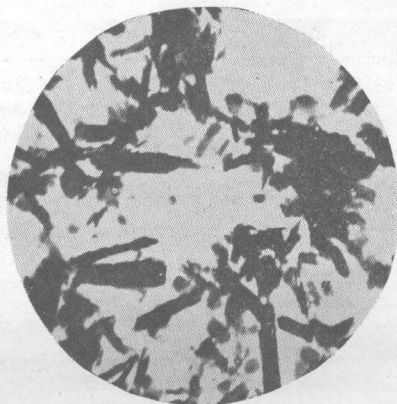


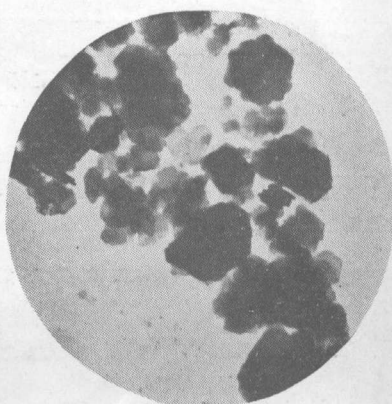
图9 苏州土的烧成开裂外
← 貌



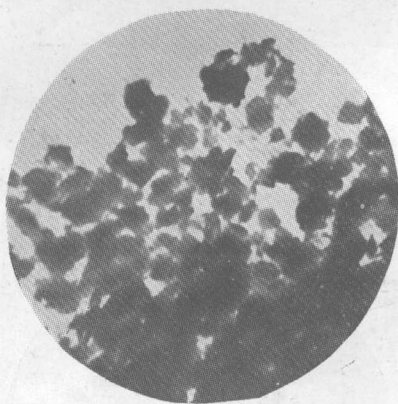
紫白之一 ×3200



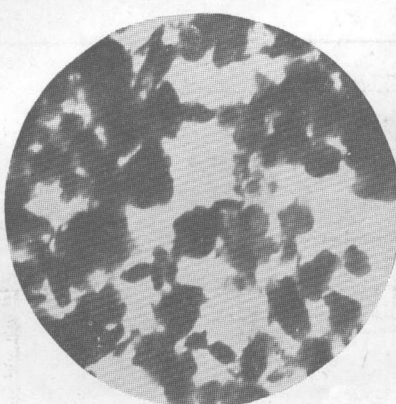
紫白之二 ×4200



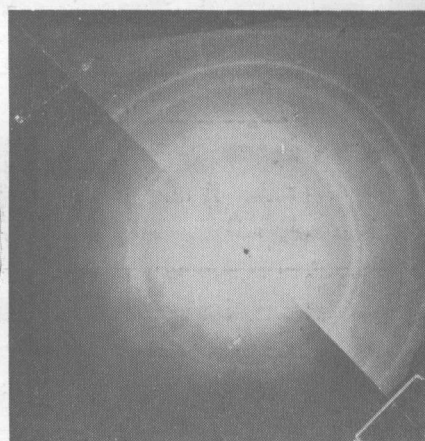
乔其亚高嶺 ×4200



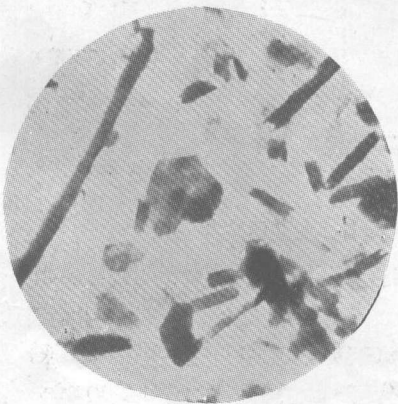
中白之一 ×3200



中白之二 ×4200



乔其亚高嶺



下青之一 ×3200



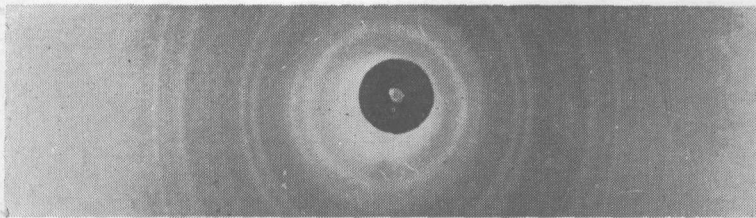
下青之二 ×4200



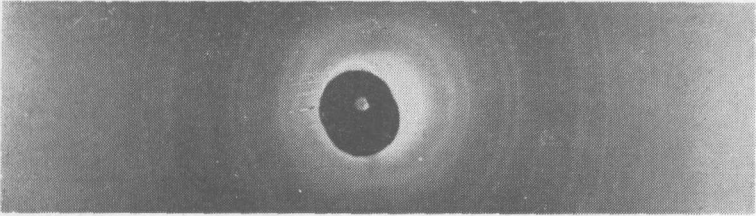
紫白层苏州土×4200

图10 各层苏州土的电子显微照相

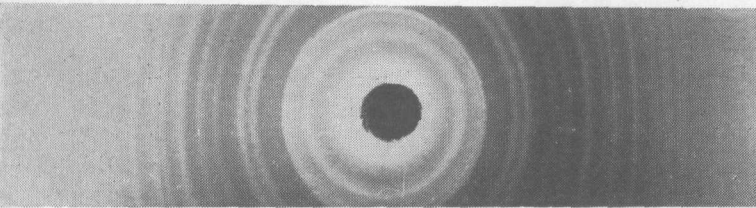
图15 苏州土紫白层及乔其亚高嶺的电子显微照相及电子衍射图案



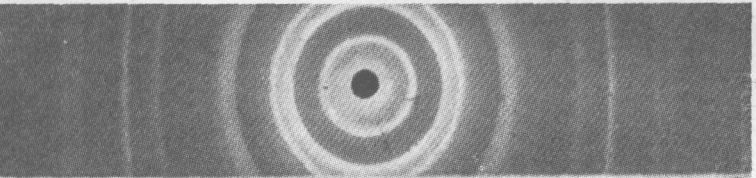
中白层



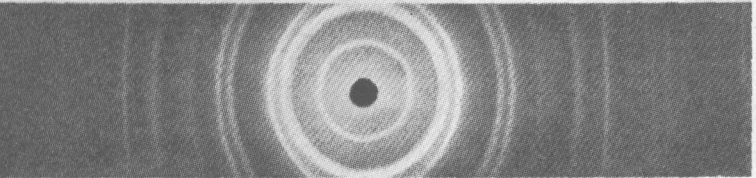
乔其亞
高嶺



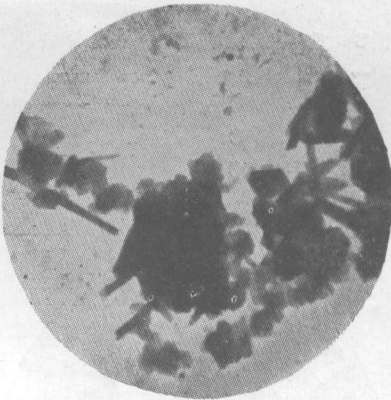
紫白层



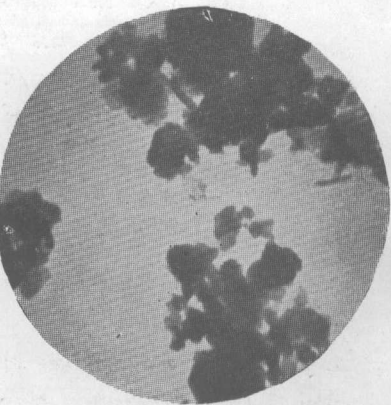
多水高
嶺*



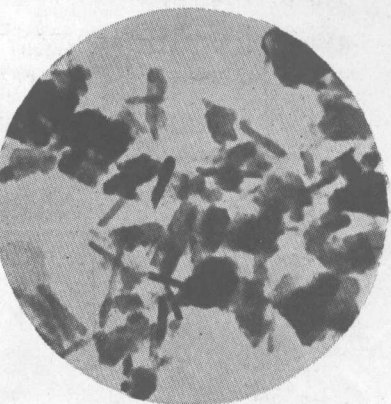
高嶺
土*



二号土 ×3200



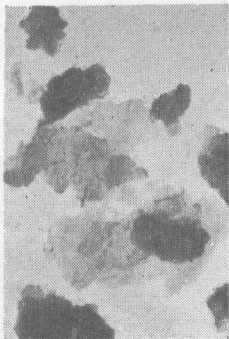
三号土 ×3200



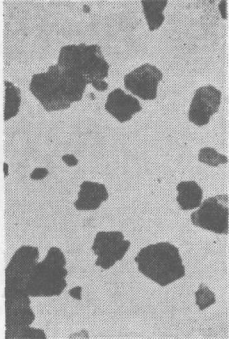
四号土 ×3200

* 摘自H. W. Van der Marel, *Amer. Mineral.*, 41, p.228(1956)

图13 苏州土各层样品, 标准高嶺, 多水高嶺的X射线衍射图案



薄片型**



厚片型**

图17 各級苏州土及两种不同片狀的高嶺石

** 摘自 N. O. Clark, *Trans. Brit. Ceram. Soc.*, 49, p.417 (1950)