

内部资料

赴日钻井泥浆考察 报 告

地质部赴日本钻井泥浆考察组

一九八三年二月

前 言

我部泥浆考察组一行五人，于一九七九年十月三日至二十七日，对日本钻井泥浆化学产品及现场泥浆工艺进行了为期二十五天的考察。在日方主接待单位——新泻贸易公司及利根钻机公司的协助下，我们参观并访问了山形县的国峰矿化工业公司和特尔奈特公司，东京的日东化学公司等三个泥浆及灌浆材料的制造公司，同时参观了两个岩心钻探现场（福岛县桧枝岐村利根工事的温泉钻进现场和秋田县大馆市奥田钻进公司的铅锌的钻探现场）、一个陆上油气田（新泻县长冈油田的帝国石油与日本石油开发株式会社矿钻探现场）及一个高温湿蒸汽地热田（九州大分县的八丁原与大阪地热调查井与生产井现场）。这些公司和现场，有一定的代表性。它们的现状与技术水平基本上能够代表日本当前的泥浆技术水平。

本报告打算按八个方面叙述此行考察结果：

一、概况。重点叙述日本泥浆工作的组织体制、规模及现状。

二、造浆用黏土的选择与应用。主要介绍造浆用黏土的开采、加工、性能测试标准与性能提高的材料。

三、泥浆化学材料。按类别介绍日本现有泥浆及堵漏用化学材料、性能测试标准及使用方法，并加以评述。

四、特殊泥浆问题及对策。扼要介绍日本在矿山钻探、石油钻探、地热井、水井和温泉井钻进，以及工程建筑等特种钻进中的泥浆问题，并加以评述。

五、研究与试验。简单介绍日本泥浆研究试验条件，专题评述。

六、动向及问题。评述日本泥浆技术动向及当前存在的问题。

七、关于土壤稳定剂的应用。重点介绍在工程地质钻探中应用土壤稳定剂来稳定松散地层。

八、建议。结合日本经验及我国泥浆工作现状，提出一些建议。

地质部赴日本泥浆考察组人员：

黎国弼（团长），地质部成都探矿工艺研究所

徐筱如，地质部探矿工程研究所

汪仲英，地质部勘探技术研究所

梅世昕，地质部第二石油普查队

鲁平（翻译），地质部外事局

目 录

第一节 概况	(1)
第二节 造浆用膨土的选择与应用	(3)
一、膨土(膨润土)的开采	(3)
二、膨土加工制造流程与设备	(4)
三、膨土的分类	(10)
四、膨土的特性与理化标准	(11)
五、粘土性能的标准测定方法	(13)
六、钻井用泥浆品质的评价方法	(20)
七、用各种粘度计来测定固相 3 V、V ₁ 及新膨土	(23)
第三节 泥浆化学材料	(31)
一、加重剂(重晶石)	(31)
二、基本剂	(31)
三、增粘剂	(40)
四、分散剂	(42)
五、失水降低剂	(48)
六、井内润滑剂	(50)
七、井壁强化剂	(53)
八、发泡剂	(54)
九、钾聚合物泥浆材料	(55)
十、水井钻进处理剂	(56)
十一、含水层钻进保护剂	(58)
第四节 现场泥浆问题及对策	(60)
一、固体矿山钻探	(60)
二、水井与温泉井钻进	(61)
三、高温地热钻进	(61)
四、石油与天然气钻进	(62)
五、土木建筑施工钻进	(63)
第五节 研究与实验	(64)
一、实验室装备	(64)
二、水泥浆及添加剂试验仪器和设备	(65)
三、基本分析仪器	(67)
四、模拟及放大试制设备	(68)
五、研究实验方法	(68)
第六节 动向和问题	(77)

第七节 关于土壤稳定剂的应用	(78)
一、概况.....	(78)
二、灌浆目的与使用范围.....	(78)
三、灌浆方法的分类.....	(78)
四、灌注工艺.....	(78)
五、几种常用的灌浆方法.....	(80)
第八节 建议	(86)
附 录.....	(86)
附录 1 特尔奈特公司重晶石粉加工的流程图.....	(86)
附录 2 日本搬土工业协会标准试验方法 JBAS—108—77	(86)
附录 3 搬土（粉状）的亚甲基兰吸附量测定方法的说明.....	(94)
参考资料.....	(96)

第一节 概 况

日本是钻探业比较发达的国家之一。回转钻进作为一种手段,不但广泛应用于石油、天然气及地热流体的勘探和开发、固体矿产材料的勘探、以及供水井和温泉的开采中,而且在地铁、隧道、涵洞、地下油库,地下街道以及其他土木建筑中,也得到广泛应用。为了适应不同钻井条件下的特殊需要,日本的泥浆及相应的化学材料也有较完全的品种系列。

日本的泥浆及堵漏用化学材料,主要由三家公司生产:国峰矿化工业公司、特尔奈特公司和日东化学公司。三家公司的产品各有特点:国峰以搬土开采、加工和改性为主;特尔奈特以综合性泥浆化学产品为主;日东则以地下灌浆固结材料为主。

国峰公司成立于1933年,具有三个矿山(山形县月布矿业所、宫城县川崎矿业所及土浮山矿山)、六个粘土加工场(山形县左泽工场、宫城县藏王工场、茨城县太田工场和栃木县那须工场、埼玉县川口工场、秋田县鹰巢工场)和一个20人的左泽研究所。全公司从业人员400人。产品包括搬土、滑石、硅藻土和沸石四类约十余种,工厂年生产能力约30万吨。其中搬土类产品六种约17万吨,集中于左泽、藏王两个工场生产。左泽工场以月布矿山的钠搬土为原料,不同层位的钠搬土,质量不同,因而加工成的制品也标以不同的商品名,如 KUNIGEL V₁, KUNIGEL 3 V。藏王工场以川崎露天矿的钙搬土为原料。直接加工的产品叫 KUNIBOND (钙搬土),用 Na₂CO₃ 转化后的加工产物——钠活化搬土叫 NEOKUNIBOND。除上述搬土产品外,该公司还生产数量不大(数百至数千吨)用于化妆品,化工合成,纸张行业的纯搬土(蒙脱石)和有机搬土。据日本搬土工业协会的统计,日本搬土主要应用于高压精密铸造(采用钠搬、钙搬和钠活化搬土),约占总产量的一半;其次为农药造粒(钠搬与钙搬)和土木建筑基础(钠搬和钠活化搬土),二者的用量都约占17%;再其次则为钻井行业(钠搬和钠活化搬土),约为6—7%。1976年,日本搬土销售量(国峰及其他公司)共39.8万吨,约占资本主义国家总产量的10%。1970年美国约产230万吨,约占当时资本主义国家产量(340万吨)68%。公认的优质钠搬土是美国怀俄明钠搬土(日本特尔奈特公司引用这一原料,制造的产品叫 TEL-GEL),国峰公司的 KUNIGEL 3 V,性能接近于怀俄明钠搬土, KUNIGEL V₁ 则要差些。因此,3 V 被推荐用于石油,地热等较复杂的钻井条件下,并销售到东南亚和我国台湾省, V₁ 则被推荐用于日本国内固体矿产勘探、水井、温泉井以及土建基础的钻井施工中。

特尔奈特公司是1955年由日本帝国石油株式会社以1000万日元(合我国人民币约7万元)资助成立的。当时名称叫帝石特尔奈特工业株式会社,先在山形县酒田市设厂生产腐植酸类处理剂。后来帝石两次增资,1963年,3000万日元,1966年7000万日元。1971年,日本石油资源开发株式会社也给该公司资助9800万日元,从而资金达到现有的2亿800万日元(约合我国人民币140万元)。并改用现名:特尔奈特株式会社。具有两个工场(大浜工场与高砂工场,都在酒田市)和一个23人的酒田研究所。大浜工场是一个综合性的泥浆化学产品的制造工场,有三个车间,人员69人,可生产和复配六十余种化学

产品，年产可达七、八千吨。高砂工场是单一的重晶石粉加工车间，由中国进口原料，人员13人，日产量可达150吨。全公司从业人员约150人，业务范围从产品研究、制造至现场技术服务。不论油田、地热田还是较大的固体矿产探区，都有特尔奈特公司的派出人员，长期地或者定期地负责现场技术服务。经营的产品有七十余种。这些产品可分别用于配浆、加重、增粘、降粘、降失水、润滑、强化井壁、消泡、防漏、防锈，空气及泡沫洗井中的发泡，水井及温泉钻进中的含水层保护和洗井、土建施工中的坑壁稳定以及灌注用水泥浆液的性能调节和废泥浆的防污染处理等各个不同方面，形成了基本上能满足日本各类钻井目的需要的较完全的品种系列。成为当前日本唯一的包括泥浆产品研究、制造和现场技术服务的公司，统包了日本各类钻井现场所需的泥浆产品供应，还在新加坡设立了国外经销和服务机构。

日东化学工业株式会社原是一个制造氨水的化学公司，随着日本城市工程、桥梁、水库、隧道及其他地下工程的发展，土建工程技术也逐渐多样化，为了安全、经济、快速地进行这些施工，注浆工艺日益受到重视。1962年，日本化学公司研制成功以丙烯酰胺为主成分的化学浆液及其灌注工艺、即所谓的日东-SS工法，在水库遮水壁及地基加固工程中取得良好效果。并在日本得到广泛应用。但在1974年，日本九州地方发生了一起丙烯酰胺单体中毒事故，有一家人喝了工地附近一口井的水，发生了一时性的中毒。此后，在人口过密的日本，该工法被暂时禁止使用。代替日东-SS，该公司又发展了以水泥为主成分的CCP工法和水玻璃为主成分的LAG工法，并在日本国内广泛应用。但由于日东-SS有许多优点，而且单体的毒效由于地下细菌的分解，时间长了会自行消失，因而在人口较稀或者不以地下水作饮用水的地区，如印尼及香港的地下铁道工程施工中，仍应用着。日东公司不但研究和制造地下灌浆材料和灌浆设备，还承揽日本国内外灌浆施工的技术服务业务。日东-SS、CCP及LAG三种工法都可能应用于钻井中的堵漏和地层固结，但由于成本远较普通水泥灌浆和其他堵漏方法高，因而在日本的钻探中没有推广应用。

本报告主要总结国峰及特尔奈特两家公司的情况与日东化学公司概况等。

第二节 造浆用坭土的选择与应用

日本生产粘土的工厂有十余家，日本国峰工业公司，是专门从事粘土开采，加工制造以及开展研究工作的一个较大的公司。这次，我们考察了该公司二个矿山——月布矿山（坑道开采）和川琦矿山（露天开采），二个加工场（左泽工场、藏王工场）和一个研究所。

现将它们的情况分述如下：

一、坭土（膨润土）的开采

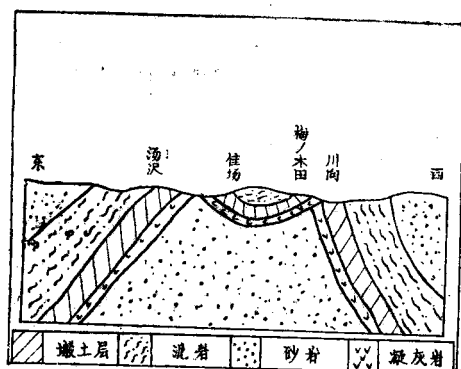


图 2—1 山形地县月布地区剖面图

13层： 1.2~1.6 M

22层： 1.2~1.6 M

31层： 0.7~1.2 M

17层： 1.2~1.5 M

29层： 4.0~7.0 M

2层： 1.2~1.5 M

我们考察了二个开采坭土的矿山，一是钠坭土矿，一是钙坭土矿。分述如下：

（一）月布矿山

于1943年开采，主要是钠膨润土（坭土）矿床，是以坑道开采为主。

1、地质情况：地层时代为第三纪中新世地层，其中，月布层以砂质凝灰岩、硬质页岩、硬质泥岩等，而坭土矿床是产于月布层中，它与硬质页岩互层，由凝灰岩变质而成，坭土矿床共有31层，目前开采六层，即31层、29层、22层、17层、13层、2层，矿层厚度分别为：

其中以31层质量最好，目前供出口用，产品名称为国峰3V坭土。现开采深度100M，准备继续向下开至1000M，目前可采储量约为1700万吨。

2、开采方法：对厚层矿体采用中段采掘法，对薄层采用三种方法：（1）溜掘采掘法；（2）向下采掘法；（3）大口径钻探机械采掘法（ $\Phi 700\text{mm}$ ）。通过上述方法，把开采出的坭土送到距矿山十一公里的左泽工场加工。

3、产品：经左泽工场将坭土原料加工成国峰V_A、国峰V₁、国峰3V、纯钠坭土等四种钠坭土，其中3V与V₁坭土是专供石油、地热、金属矿床钻井泥浆用。

国峰V₁坭土，是日本目前国内石油、地热、金属矿床用泥浆的主要原料，它的粒度是90%能达到250目的坭土粉，还可用于建筑工程、农药、农业等方面，特点是与多量的水在一起使用时（制成泥浆），能够充分膨润，配制成泥浆后，性能好，具有造浆率高，粘度高、屈服值低，失水量少、泥饼薄而坚硬、不透水等特性，因此，日本各矿山、石油钻井中广泛采用。

国峰3V坭土，是月布矿床第31层坭土，它是用特殊方法采掘出来的坭土，以API标

准来衡量，它是日本目前国内唯一达到 OCMA 标准的搬土，造浆率可达22KL/Ton，但屈服值很小，是该产品的最大优点，API 标准的屈服值是塑性粘度的3倍以下，3V 搬土还不到一倍，因此，是钻井用搬土的高级产品，目前几乎全部供出口。

月布矿山全矿山有职员22人，工人77人，共99人，三班作业。

(二) 川崎矿山

1. 地质情况：主要是第三纪中新世的泥岩、凝灰岩、流纹岩等地层。而搬土矿床是由厚15~30米的凝灰岩经过变质后形成的，它与泥岩互层，是一个钙搬土矿床，土表层厚10~30米，是以露天开采矿床，矿床厚15~30米，长240米，宽100米，埋藏量130万吨。

2. 开采方法：主要采用露天阶梯式开采，倾斜45°~50°，高度落差10M。该矿于1971年正式开采，目前已开采23~24万吨，(每年4万吨)，开采出的

搬土原料，用卡车运至距矿山14公里远的藏王工场去加工(每天运输搬土150吨)。该矿山共18人(其中领导1人)，一班作业八小时。

3. 设备：用来搬运表土的设备有堆土机一台、挖土机一台、载重汽车三台(10吨)运搬土至藏王工厂。

搬土开采设备：堆土机二台，挖土机一台

4. 产品：该搬土经加工后生产出：

- (a) 钙搬土；
- (b) 活化搬土(经过钠处理)；
- (c) 沸石。

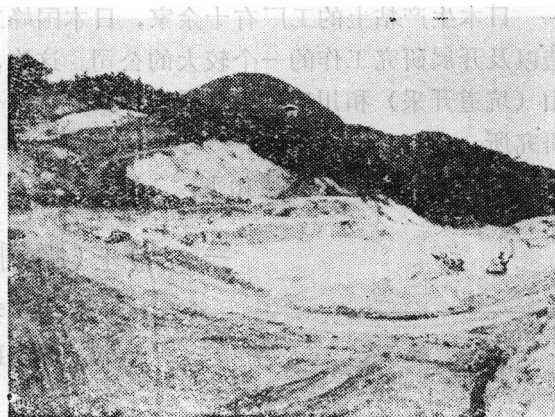


图2-2川崎矿山露天开采

二、搬土加工制造流程与设备

(一) 钠搬土的加工流程：

自月布矿山开采出的钠搬土，送到左泽工场加工，从坑道开采出的搬土，装送到手选用的盘式输送机上，由数名坑外作业人员手选后，用粉碎机(100rp)粗碎，装入卡车运到工厂加工，对于第31层(3V)搬土，则单独搬运到工厂加工，目前，月产8000—10000吨。

该搬土的加工工艺流程是：

采矿→搬运(矿车)→选矿(粗选)→原矿输送→贮留→定量供给→二次粗碎→干燥(回转干燥机、干燥机入口热风温度为600—700℃，出口排气温度100—180℃)→粉碎→制品贮留→包装(如图2—3)

设备能力与生产计划

(1) 设备：

粗碎机：1台(φ1.4M)

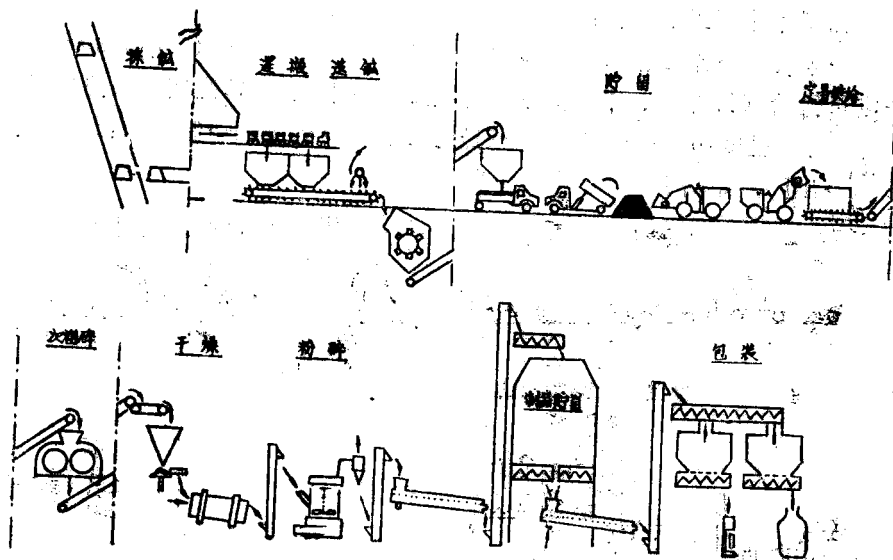


图 2-3 钠膨土加工制造流程

干燥机：4 台 ($\phi 1.0-1.8M$)

粉碎机：8 台 (36"~66")

サイロ：1500M³ 3 台 (内 2 台造粒用，一台膨土用)

仓库贮藏能力：原矿仓库 1000吨

制品仓库 4000吨

サイロ (一台) 1500吨

(2) 制造能力：

16吨/时 (现在22吨/小时) 昼夜二班，6400吨/月

(3) 生产能力：

22吨/小时 二班作业 8800吨/月

三班作业 11000吨/月

(粉碎机九台)

该工厂生产国峰V_A膨土，主要用于铸钢，高温性质好，砂的流动性好。

国峰V_I膨土：主要用于石油、地热、金属矿床钻进泥浆，性能好，也可用于建筑工程、农业上。

国峰3V膨土：是月布矿床第31层膨土矿，也是最好的一层粘土，专供出口用，可适用于钻井泥浆最优的钠膨土。

纯钠型膨土：是用钠膨土中提炼而成，它主要用于化妆品、医药品，水系钙料等 (制造工艺见后)。

(二) 钙膨土的加工流程与设备

1、加工流程：川崎露天膨土矿主要是钙膨土，运到藏王工场加工，生产出钙膨土、活化膨土和沸石。其工艺流程如下：

(1) 钙坭土生产工艺流程:

原矿→采掘→原矿输送→检查→贮留→一次粗碎(一小时30吨)→二次粗碎→定量供给(每小时5吨)检量→混炼→干燥(旋转圆筒入口热风温度600—700°C, 出口排气温度100—180°C)→粉碎(细)→分级→制品贮留→品质检查→包装→出厂, 如图2—4。

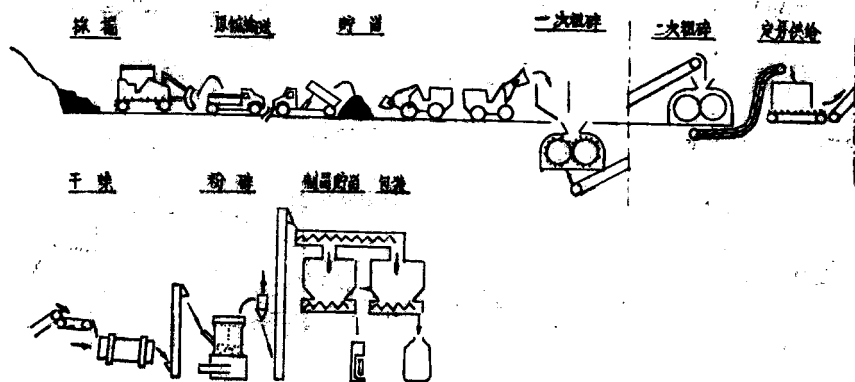


图2—4 钙坭土加工制造流程

(2) 活化坭土生产工艺流程:

原矿→采掘→运输→定量供给→牙型粉碎机(50mm)→无牙粉碎机(25mm)→粉碎机(10mm)→一立方米漏斗→定量线→计量供给(5吨/小时)→加 Na_2CO_3 交换反应→混合机(上部装有电磁吸取器,如坭土中夹有Fe等杂质时,则可全部排除)→定量水搅拌→定量计量(测定每小时多少吨)→干燥炉(旋转式圆筒入口热风600—700°C, 出口温度100—180°C)→振动筛→细粉碎机→分级→包装→出厂(见图2—5)。

活化坭土的化学反应式如下所示, 将钙坭土放入水中, 用碳酸钠处理, 伴随着碳酸钙的生成, 即产生钠坭土。

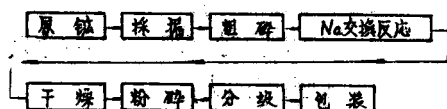
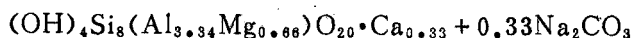
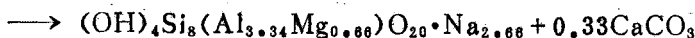


图2—5 活化坭土加工流程



(钙坭土)



(钠坭土)

上述化学式的复分解反应是坭土(微晶高岭土)特有的阳离子置换反应, 表示原来的坭土中置换性阳离子(钙离子)与碳酸钠的钠离子置换, 衍生的碳酸钙, 由于不溶于水, 反应不逆行。这种用人工变性坭土对水表示出显著的膨润性, 称为活性膨润土或钠置换膨润土。

在活性坭土制造中, 使原料钙坭土和碳酸钠反应的方法和置换反应的成功率, 反应触媒和理想的第三物质添加量等, 均有技术的技巧, 钠置换处理过程前后的各工序和一般坭土的制造方法一样。另外, 在活化坭土生产出来后, 要用红外吸收光谱仪检验, 来了解用钠置换后化学反应情况。因为光谱对碳酸钙的吸收明显, 因此, 可了解上述化学

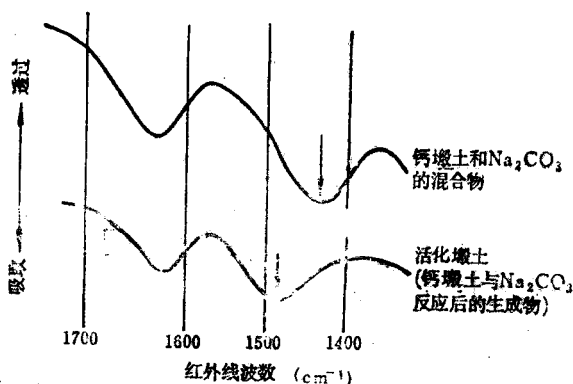


图2-6 红外线吸收光谱仪〔化学反应 (Na交换反应)〕的认识。

日本川崎矿: $\text{Bt} \cdot \text{Ca} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BtNa} - \text{CaCO}_3$

↓
加量3~3.5%

(硬水)

中国: $\text{BtCa} + \text{水} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BtNa} + \text{CaCO}_3$

↓
加量5~6%

(Na_2CO_3 的加量不一样, 主要和水质有关, 因为中国硬水多, 日本均为软水)

(3) 机械设备:

粗碎机:	3台
干燥机: $\phi 1.4\text{M} \times \text{长}16\text{M}$	2台
粉碎机: 1.7~2.0吨/H	2台
奈良式粉碎机0.7T/H	1台
制品 50T	2台
仓库贮藏能力: 原矿仓库	1000T
制品仓库	1000T

(4) 制造能力: 44T/H

2班	1650T/M
3班	2400T/M

藏王工场生产线共三条, 主要生产钙坭土, 活化坭土和沸石 (见图2-7)。

藏王工场负责加工从川崎矿山运来的坭土, 每日用量150吨, 原矿含水30—40%, 用于制造钙坭土与活化坭土, 另外还负责生产从土源山矿山运来的原矿粘土, 主要也是钙坭土 (不加 Na_2CO_3 处理) 50—60吨/日。

此外还生产沸石, 主要根据用户需要, 平时不作定量生产安排。

有三条生产线: 第一线: 是专用生产钠坭土线;

第二线: 可制钙、钠坭土线;

第三线: 可制沸石生产线。

(5) 劳动组织:

反应的完成。(图2-6)。

活化坭土加入 Na_2CO_3 量, 主要根据C、E、C bentenit cation exchange 盐基置换容量的测定含 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 Na^+ 、 K^+ 情况来决定加入 Na_2CO_3 的量, 根据C、E、C计算, 川崎矿坭土以加3%的 Na_2CO_3 为最合适。

C、E、C=70—80M当量/100g

添加 Na_2CO_3 量, 大概是无水坭土的3%, 原矿含水30—40%。

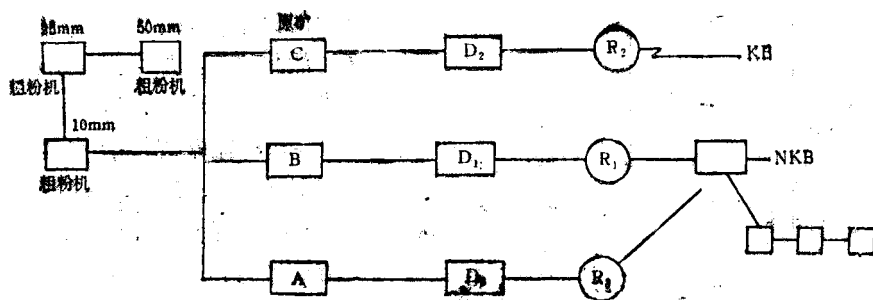


图 2—7 藏王工场生产线示意图

藏王工厂规模：占地面积 $19584M^2$ ，建筑面积： $3056M^2$ ，人员：23人（其中职员6名、工人17名），三班作业，一个班生产45吨左右。日产：135T/日，一个班三人。整个车间全部用电钮控制与操纵，如某一生产环节发生故障，全部生产流程将自动停止工作，如原料加料满了，亦有电铃信号便于掌握与控制。

（三）纯钠膨土的生产工艺与流程：

将钠膨土分散在充足的水中，经过长时间放置，在上层生成了纯微晶高岭土的胶体溶液，非粘土质的粗粒矿物被沉淀分离在容器底部，上层的胶体溶液成永久悬浊液为，微晶高岭土的干燥物，其工业流程制造见图 2—8

用一次抽掉，依然沉降除去砂分，得到粗微晶高岭土液，由于自然沉降法，上层和下层浓度不均一，在一次调整后，二次抽掉，接着进行三次抽掉。在这些工序中，除去微粒子的非微晶高岭土矿物，同时为了获得高浓度的微晶高岭土的抽掉液，使用分离效率高的连续离心机，经过三次抽掉工序得到精制微晶高岭土抽掉液，经X线衍射试验，只由微晶高岭土构成，然后加以浓缩干燥，但最终水分在5~8%的范围内。

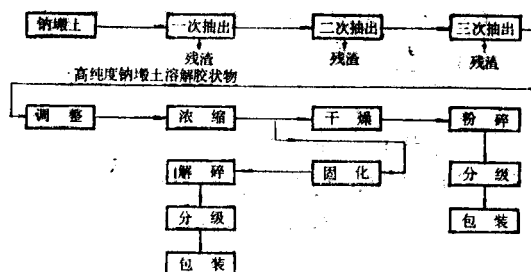


图 2—8 纯钠膨土的加工制造流程

在制造高纯度钠微晶高岭土（膨土）上的问题是要确保优质的钠膨润土原料。在工序上，由于只是稀薄溶液才能获得微晶高岭土，所以水分蒸发后干燥热效应多高，最终微晶高岭土抽掉液的浓度就多高，其热效应（率）可达60%以上。

微晶高岭土由于抗机械冲击弱，结晶易于破坏，可以用一次粉碎，在粗粉碎后，要深加注意，通过冲击粉碎机加以粉碎，要尽量避免过分粉碎（见图 2—8）。

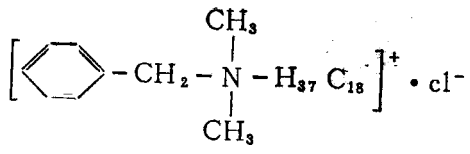
（四）有机膨土

生产有机膨润土主要是在高纯度钠微晶高岭土抽掉液中，加入经激烈搅拌后的阳离子表面活性剂或是阴离子表面活性剂与非离子表面活性剂的混合溶液，使其反应，反应后生成物由于成疏水性凝析，所以需用压滤机脱水过滤，经过充分水洗，除去衍生盐后，在缓和的条件下加以干燥，接着用冲击粉碎机或锤碎机加以细粉碎，对微晶高岭

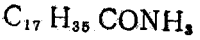
土、阳离子表面活性剂的添加量，相当于阳离子交换容量的饱和当量，作为阳离子界面活性剂使用。

其结构式为：

$$[(CH_3)_2N(H_{37}C_{18})_2]^+ \cdot Cl^-$$



作为非离子界面活性剂使用：



在烷基大的有机膨润土非极性有机液体中，具有亲合性，相反，在烷基小的极性有机液体中也具有亲合性，图2—9是有机膨润土制造流程概略图。

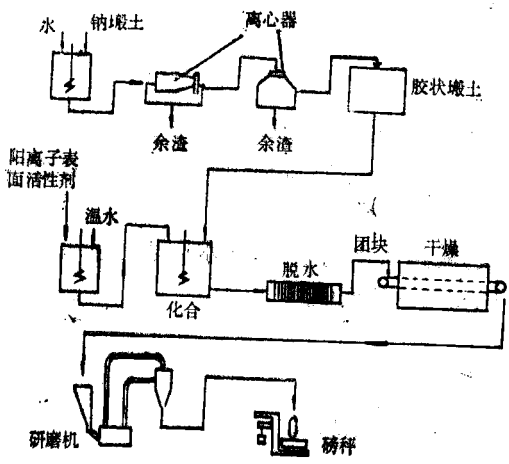


图2—9 有机膨土加工制造流程

(五) 在加工膨土原料时应注意的几个问题：

1. 干燥问题：粘土加工时所采用的干燥机，一般分两种，一是旋转式干燥机，一是闪蒸式干燥机，膨土原矿经过干燥后，水份要保持在6—9%左右，加温要适当，干燥机入口热风温度600—700℃，出口排气温度100—180℃，膨土一般不耐热，为防止膨土干燥时温度过渡，为保证质量，应采用顺流式，特别是钙膨土对热特别敏感，所以干燥条件要严格控制。

2. 粉碎问题：干燥原料一次进入粉碎、分级，粉碎机一般采用球磨式粉碎机或

冲击式粉碎机，然后经过离心式分级机按所需粒度分级，如图2—10所示。

膨土的粉末度应根据用途来设计，并不是膨土的粒度愈细，膨土的胶质就愈高，本来膨土的主要成份是蒙脱石，它本身的胶质粒子大小在0.2μ以下。所以，表面粉末度虽然比较粗大，但在水中膨土的粒子可以比较容易地分散到胶质粒子为止。由于膨土往往含有少量石英(SiO₂)，它与膨土一块粉碎后，成为细小而硬度较高的粉末，它伴随膨土矿物一块粉碎时，其粉碎能力具有使蒙脱石产生机械化学蚀变的力量。某些学者研究，几乎是纯粹的蒙脱石用冲击式粉碎机全部粉碎到325目(44μ)时，它的胶质性能显著恶化，对于这一点美国的危斯坦膨土制品厂设计了合理的粉末度，但在日本有要求过渡粉碎的倾向，用户方面也欢迎愈细愈好，这一点应引起重视。

通过粉碎与分级，其目的是提高膨土的蒙脱石含有率，这对有的膨土来说，具有相当的效果，而对另一种膨土来说，就得不到这种效率，因此，膨土的粉碎分级应按原设计的分级的目的与要求粉碎到所需粒度，比较硬的矿物，也就是不需要粉碎的矿物，实际上很少，它的含量仅占原材料的1%以下。

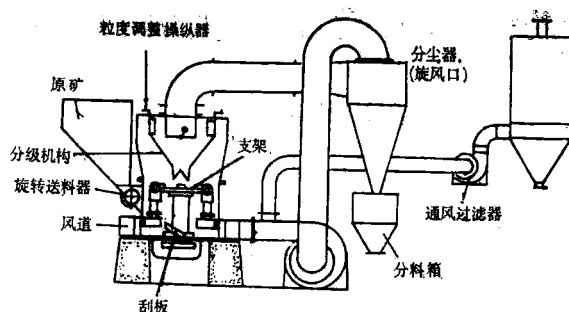


图 2—10 搬土离心式分级机

如图 2—10 所示，在粉碎机的上部，装有分级机构，比设计粗的粒子，再次返回到粉碎机中去和新的原料一块进行再粉碎，它采取一种连续闭合回路的方式。

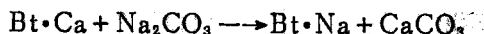
三、搬土的分类

日本国峰粘土厂对搬土分类的方法大致有三种：

(一) 按阳离子交换分类，可分为三种。

- 1、钠搬土：交换性阳离子以钠为主，日本山形县月布矿床属于钠搬土矿床。
- 2、钙搬土：交换性阳离子以 Ca^{++} 和 Mg^{++} 为主，日本宫城县川崎矿区属于钙搬土矿床。

- 3、活化搬土：钙搬土以人工方法用钠交换，成为活化钠搬土，在水中表示膨润性。



(二) 按膨润性分类，亦可分为三种：

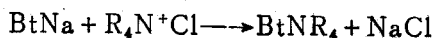
- 1、高膨润性搬土：钠搬土，优良活性化搬土。
- 2、中膨润性搬土：搬土中含少量钠，主要以钙搬土为主。
- 3、低膨润性搬土：主要为钙搬土。

(三) 按用途分类：

- 1、铸铁用搬土：要求有高湿态强度。
- 2、铸钢用搬土：要求在干燥情况下，有高强度。
- 3、石油、地热、钻探用搬土：要求品质好、耐热性能好。
- 4、建筑用搬土：主要要求耐水泥性好。
- 5、冶炼用搬土：主要用于制铁团矿。
- 6、农业上用搬土：要求有高吸水性与分散性。
- 7、药用搬土：用于化妆品，农药等方面，要求严格。

(四) 其他特殊品

- 1、高纯度膨润土：用钠搬土再经提炼而成。
- 2、有机搬土：用搬土无机物与有机物离子交换作成复合体，制成有机搬土，为亲有机性能膨润土，在油中具有膨润性。



四、坩土的特性与理化标准

膨润土是以蒙脱石为主要成分，也有石英、长石、方解石等成分组成，膨润土根据层间离子的种类，可分为钠型、钙型等……，它们可大大左右膨润土的性能，就国峰粘土厂开采的山形县膨润土为钠型膨润土，具有以下几种特性：

(一) 化学成分：

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	lg-loss
65-75	14-17	19-24	12-19	18-30	18-25	0.5-1.0	4.5-5.0

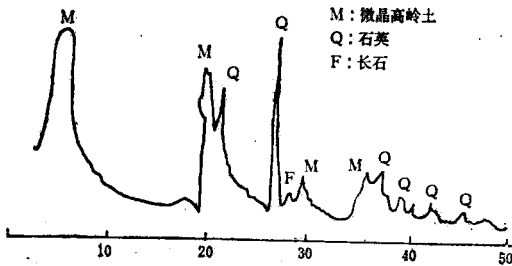


图 2—11 X 线衍射图

M——微晶高岭土；Q——石英；F——长石。

2 克膨润土一点一点地添加进 25℃ 的 100CC 蒸馏水中，全部放完后，经 24 小时后，测定膨润土的表现容积。

国峰厂生产膨润土的品质特性：

真比重	24
细度	
V _A	300 目
V _I	250 目
视比重	
V _A	0.5~0.6
V _I	0.7~0.8
PH 值	9.2~10.5
水分	8% 以下
膨 润 度	
V _A (自重 2g)	20CC 以上
V _I (自重 2g)	16CC 以上

3、特性：

- (1) 粘结力及可塑性大：不变型、成型容易。
- (2) 粘土矿物中的特种胶质粘土：极微粒体的集合。
- (3) 因亲水性大而膨润显著：粘土粒子与水进行水和结合，其结果显著膨润。
- (4) 在水中分散，形成安定的悬浮液；在水中分散成超微粒子。
- (5) 盐基交换能 (C、E、C) 大：自由碱离子的活用效果大。

(三)、具有上述特性的原因：

- 1、结晶构造 (晶体构造)：层状粘土矿物，具有四面体层和八面体层，这两个显

(二)、物理性能：

1、粘度大：一般认为像膨润土那样，在亲水性胶质的悬浮液中，不显示正常的粘度，可以认为这是表示结构粘度，用 ストースー粘土计测定其粘度，结果以国峰粘土性能最好。(图 2—11、图 2—12)。

2、比表面张力大：在水中膨润性好，可采用 ACC 法测定，这个方法是把

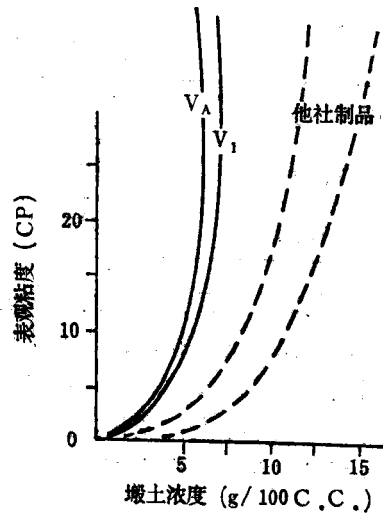


图 2—12 粘性曲线

著的构造单位，根据这个组合，粘土矿物大致分为两种，一种是一层四面体和一层八面体层的结合构造物，成为二层构造单位（例如高岭石）；另一种是二层四面体层和被夹在其中的一块八面体层的结合构造，成为三层构造单位（微晶高岭土等）的粘土矿物，如下图模式地表示了这些状况。

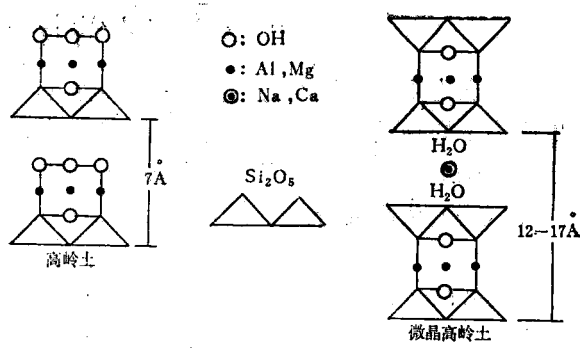


图 2—13 微晶高岭土(蒙脱石)晶体构造模式图

高岭土的单位层间隔有规律为 7Å，而微晶高岭土的单位层有一种特殊的性质，即吸水后其间隔增大，具有膨润到 14~20Å 的特种性能，这就是膨润性的原因，尤其是钠离子在层间存在的国峰垅土粉会膨胀到自体容积的 8~10 倍（内田式膨润度）。

2、微晶高岭土粒子的比表面积：由于粒子微细，其表面积迅速增大，其顺序是球状→立方体状→平板状，单位体积中的各粒子表面吸着的离子量和吸着的水量，明显增大，这就是引起表面积增大的原因。如用电子显微镜看，高岭土是六角板状，其厚度大，而微晶高岭土则是不定型状，它是极薄的平板状。

表2-1 微粒的比较 (单位：微米)

种 类	形 状	长 度	宽	平 均 厚 度
高 岭 石	六 角 板 状	0.07—3.50	0.05—2.11	0.03—0.05
微晶高岭石	不定型板状	—	—	0.002—0.01

由此判断，微晶高岭土的单位容积，向外部的膨润是非常大的。

3、阳离子的交换能：所谓阳离子交换，就是在矿物浸到某种盐类溶液里时，矿物中的阳离子（Na、K、Ca、Mg）和溶液中的阳离子在常温常压下互相迅速交换，而且，其矿物构造丝毫不发生变化，如表 2—2 所示，国峰垅土具有很大的阳离子交换能，因此，也可以发挥为改良土壤，防止污染上发挥效能。

表2-2 粘土类的离子交换能 (C.E.C.)

粘 土 种 类	C. E. C.
微晶高岭土(蒙脱石)	60—100
高 岭 土	3—15
角 闪 石	6—10
伊 利 石	20—40
	60—80

(按粘土100g的值，单位：毫克当量) .

4、粘性、可塑性：如表2—1明确所示，膨润土由于是比表面积极大的极微平板状的微粒，可以接触面积非常大，如添加多量的水，就会产生流动性，轻磨损，具有滑动性能，如减少添加水量，膨润土微粒的极微细平板状微粒状互相贴紧，出现粘土和水变成大块状、有粘性，再增加强力，就会永久变形，具有可塑性。

把这些性能应用于钻探上，可起护壁等作用。

五、粘土性能的标准测定方法

日本对粘土性能测定以下几个主要指标根据JIS标准（日本工业标准），需要测定以下几个指标：

（一）壤土（粉状）的水分测定方法

把试料1~5克在称量瓶中精称，在105~110℃的恒温干燥器中干燥，再放到保干器中冷却，测其重量，再次在恒温干燥器中干燥30分钟，在保干器中冷却后测其重量，这样每次干燥30分钟，反复进行，一直干燥到恒量为止，根据下式计算，水分表示到小数第一位为止。

$$\text{水分}(\%) = \frac{\text{达到恒量时的减量(克)}}{\text{试料的采取量(克)}} \times 100$$

壤土的差热重量分析曲线如图2—14所示：

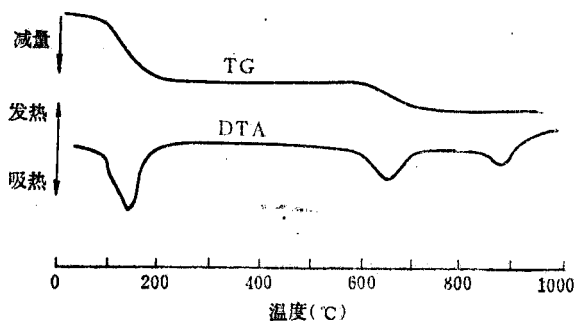


图2—14 壤土的差热重量分析
(DTA-TG)曲线。

在100~200℃及500~700℃伴随着减量有吸热，前者是矿物表面粘附的水分及蒙脱石的层间吸附的水分，后者是由于蒙脱石的结晶构造的羟基的热分解而失水，普通壤土的水分是指前者。

作为壤土的水分测定方法，作为干燥温度，在工业上一般均采用105~110℃。

（二）壤土（粉状）的表现（视）比重测定方法

在内径为500毫米的100毫升的圆形金属容器上，放置⁽¹⁾标准筛（筛网的口径为177μ），把试料装入筛中⁽²⁾，用毛刷⁽³⁾轻轻扫落，装满容量，立即用滑板玻璃把剩余部分刮掉、称量，求内容物的重量，根据下式计算出表面比重，精度到小数点第二位为止。

$$\text{表面比重} = \frac{\text{内容物的重量(g)}}{100(\text{ml})}$$

注：（1）筛网和容器的上缘距离为20cm

（2）本试验所用壤土的水分在4~10%范围之内，如果水分超过100%以上，用50~80℃的恒温干燥器干燥，水分在4%以下，在大气中或恒温保干器中，使其吸湿调整到所需水分。

（3）毛刷的穗长2cm，宽3cm，要又柔软，又具有弹性。