

泥浆讲义

馮士安 厉美恒 屠厚澤 合編

地质出版社

泥漿講義

馮士安 房美恒 屠厚澤 合編

地質出版社

1957·北京

內 容 提 要

本講義共計九章，第一章概述了鑽井沖洗液的發展史、功用、沖洗方式及種類。第二第三章主要為粘土和泥漿的理論部份，它幫助我們從理論上理解泥漿的本質及各性能的定义，產生性能的原因、分析影响性能变化的各因素及性能在实际应用中的意义，同时也給第四章泥漿處理的原則奠定了基礎。第五章詳述了泥漿主要性能在不同具体条件下的調整方法，化学藥剂的配方及其性質。第六、七章敘述了复杂情况下鑽井用的泥漿。第八章泥漿的淨化与制备。最后，为了实际工作的需要，附有粘土的尋找，實驗室和野外簡單鑑定的方法。

本講義适用于作學校及現場技術人員的教材，其中关于性能測定儀器的操作方法与实际材料較少。

泥 漿 講 義

編 者 馮士安 房美恒 屠厚澤

出 版 者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可證出字第050号

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 地 質 印 刷 厂

北京廣安門內教子胡同甲32号

編譯：廉宏圖

技術編輯：李璧如

印數(京)1—2060册

1957年7月北京第1版

開本31"×43" 1/25

1957年7月第1次印刷

字數91,000

印張4 6/25 插頁1

定價(10)0.60元

目 录

第一章 洗井及冲洗液的概述	
§ 1. 冲洗液的发展史	5
§ 2. 冲洗液的功用	6
§ 3. 洗井方法	7
§ 4. 冲洗液的种类	8
第二章 泥漿的原料	
§ 1. 粘土	10
§ 2. 水	18
第三章 泥漿的性質	
§ 1. 泥漿的基本理論	19
§ 2. 泥漿的性能	28
第四章 泥漿的化学处理原則及各种处理剂的性能	
§ 1. 泥漿处理的基本分类	47
§ 2. 化学处理的原理	47
§ 3. 常用的化学处理剂的制备	50
第五章 泥漿性能的調整	
§ 1. 調整泥漿参数的原則	52
§ 2. 泥漿失水量的調整	54
§ 3. 泥漿靜切力的調整	69
§ 4. 泥漿比重的調整	72
第六章 复雜地層中鑽進用的泥漿	
§ 1. 漏失層鑽進用的泥漿	78
§ 2. 在坍塌地層鑽進时使用之泥漿	83
§ 3. 在井噴(噴油、噴气、湧水)地層鑽進用的泥漿	84
第七章 特种冲洗液	
§ 1. 硬度軟化剂	85
§ 2. 飽和鹽类溶液	87
第八章 泥漿的淨化与制备	
§ 1. 泥漿的淨化	87
§ 2. 泥漿的制造	92
第九章 粘土的尋找与鑑定	
§ 1. 粘土的尋找	100
§ 2. 粘土的鑑定	101

序 言

本讲义原系北京地质学院探矿工程专业泥浆课的讲义，但为了适应广大读者的需要，在地质出版社同志的多次鼓励与催促下，我们经过整理由出版社出版。

本讲义主要讲述有关粘土，泥浆的理论及化学处理方法的基本知识。可供一般现场从事泥浆工作人员作参考。非矿工程专业或中等技术学校在讲授本课时内容可以酌情增删。

编者由于业务水平有限，时间的仓促，尤其如泥浆的基本理论部份是初次编写，泥浆处理部份主要是译自俄文原本，未经详细校订，难免有很多错误，恳切地希望读者批评指正。意见请寄北京地质学院鑽探工程教研室。

编者谨识 1956年5月30日

第一章 洗井及冲洗液的概述

§ 1. 冲洗液的發展史

在迴轉鑽進中，首先用來作冲洗鑽井用的是水，經過了較長時期工作，發展變成了污濁的混水。在鑽進使用中感到，這種污濁的混水效果更為良好，於是給予這種水起名叫“井泥”，這時此種井泥僅是在井中自然形成的，經采了一些時期又進一步認識到用井泥來鑽進有更大之優點，便發展到用人工來制配，這就是用粘土來製造泥漿之來源。

我國在鑽探史上曾有过光輝的歷史，相傳在秦朝李冰父子即用頓鑽進行了水井開鑿，在使用冲洗液洗井我國也是很早的一個，但具體年代待考。

蘇聯在1845年即開始用冲洗液，而1922—1923年便在石油鑽探中廣泛應用了泥漿沖洗，後來繼續發展採用了岩石軟化劑、褐煤劑泥漿、亞硫酸紙漿廢漿泥漿，在這方面蘇聯在科學上獲得很大的成就。

根據羅吉斯(Rogers)記載(見英文版Composition and puopertion of oil well drilling fluids)，美國在1914年用了泥漿，其後用加重泥漿，1929年使用了膨潤土泥漿，1930年用 Na_2SiO_3 沖洗液及油基泥漿，1935—1936用了淀粉及樹膠處理。

我國在解放後，由於地質勘探大規模開展，在岩心鑽方面自1952年東北馬文志鑽探小組，首先採用泥漿沖洗鑽井，事後在岩心勘探工作中獲得廣泛採用，在我國使用泥漿經驗較多的是玉門油礦，他們先採用了褐煤劑處理的泥漿，而後各淺鑽也逐漸利用褐煤碱等來進行對泥漿處理的調整，無疑的泥漿在今天對鑽探所起的作用是巨大的，在短短幾年中，我國在使用泥漿的技術上及理論上都大大地前進了一步。

§ 2. 冲洗液的功用

(1) 携帶岩粉及懸浮岩粉: 随着岩石不断地被破碎, 鑽孔不断地加深, 岩粉不断地產生 (如鑽粒鑽進时則还有鑽粒粉末的產生), 为了不使由于岩石的堆積而妨碍鑽進效率, 則要求井內具有一定流速和一定性能 (比重, 粘度) 的冲洗液能保証連續不断地把岩粉冲出井外, 同时在鑽進过程中可能發生冲洗循环的終止, 此时就要求冲洗液在靜止时是有一定強度的机械結構能保持岩粉的懸浮状态而不沉于井底以避免事故的發生。

(2) 冷却鑽头及潤滑鑽具: 切削具在井內工作, 由于不断和岩石磨擦而發熱使切削具強度减弱, 易磨鈍, 而使鑽進效率受到影响, 則冲洗液可用來做冷却剂, 如果采用具有造壁能的冲洗液, 則在井壁形成泥皮, 就能减少鑽具与井壁的磨擦, 能增長鑽具寿命, 也即减少鑽具的消耗量。

(3) 保护井壁及防止坍塌: 在鑽進中由于破坏了岩石的平衡状态, 如果岩石本身強度不大, 易發生变形甚至于坍塌, 則可利用鑽孔內具有一定比重的冲洗液所造成的靜水压力來維持平衡, 同时由于冲洗液造壁的作用, 在井壁形成簿而致密的泥皮, 像抹灰牆一样地起着保护井壁的作用。

(4) 隔离油層气層及防止漏失: 在一些較复雜地層中鑽進, 只要我們很恰当地改变冲洗液的某种性能, 能做到安全鑽進。例如在油層气層中鑽進, 避免油气急烈噴出所造成事故, 則可用大比重小粘度的冲洗液來防止油噴气噴的發生, 又如在裂隙地層中鑽進, 高粘度、小比重的冲洗液就可避免冲洗液的漏失事故。

(5) 帮助 鑽進及帶动渦輪 發动机: 在一些坚硬 的地層中鑽進时, 可用硬度軟化剂來帮助破碎岩石, 如要使用井內發动机鑽進时, 則利用冲洗液作为發动机的动力。

由于鑽進的要求, 需要冲洗液具备上面这些性能, 而目前鑽探中常用的冲洗液——泥漿, 是完全具有这些性能, 可满足鑽進过程中对冲洗液所提出的要求。

§ 3. 洗 井 方 法

冲洗鑽孔的方法有兩種：

(一) 正洗井

(二) 反洗井

正洗井时冲洗液从儲蓄箱經水泵沿膠皮管，水龍頭压入鑽杆，通过鑽杆及鑽头冲刷井底，然后帶着岩粉一起沿鑽杆与井壁的环狀孔間返回地表（見圖 1）。

冲洗液返回地表后，即流入沉淀槽系統以及沉淀箱中，岩粉及其他渣沉淀而出，淨化后的泥漿流回至儲蓄箱，重新压入井內繼續使用。

反洗井时冲洗液首先沿着环狀間隙压至井底然后連同岩粉由鑽杆里返回地表把岩粉清除后重新使用，見圖 2。

反洗井其主要优点是由于鑽杆內孔面積很小，故冲洗液返回速度很大，能很快把岩粉及大顆粒岩粉帶上來，故携帶岩粉的能力較大。

反洗井主要缺点是：

(一) 必需要有能保證鑽杆旋轉，同时能准許鑽具上下移动时有嚴密的井口裝置設備；

(二) 岩粉过多时在鑽杆內容易形成堵塞現象；

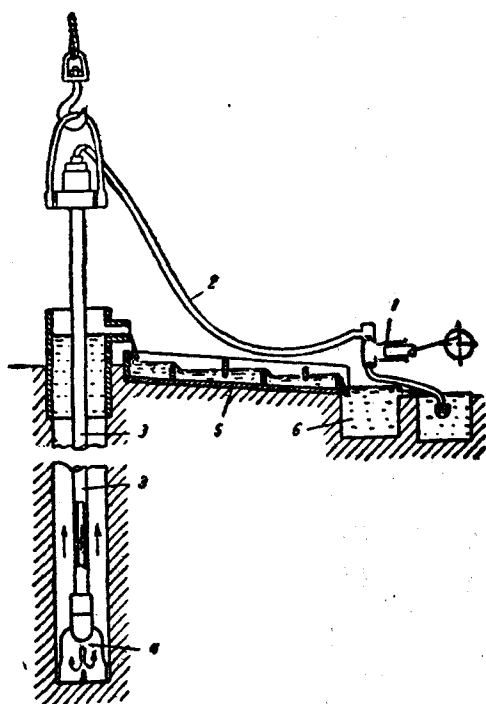


圖 1. 鑽井正洗井示意圖

(三) 由于冲洗液至井底的速度較平緩，故不能直接起冲刷岩石的作用，而影响鑽進效率的提高。

而正洗井首先不需要复雜的井口封閉設備，同时冲洗液通过鑽头底部急烈冲刷岩石，尤其对軟岩石，能帮助鑽头進行破碎岩石。

因此鑽進都采用正洗井，除了在重岩粉鑽進或冲洗井底及提取岩心时才采取反洗井。

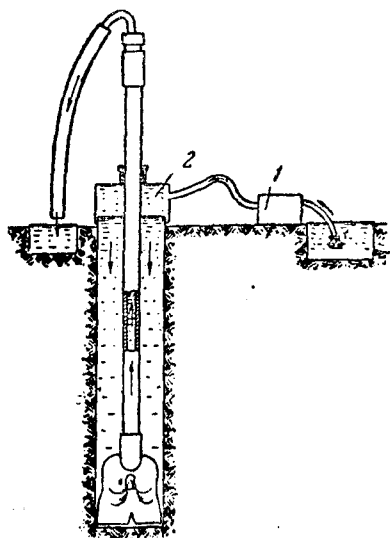


圖 2. 鑽井反洗井示意圖

§ 4. 冲洗液的种类

冲洗鑽孔所用的冲洗液有三种：

(一) 清水；

(二) 泥漿：普通泥漿，油基泥漿，混合泥漿；

(三) 其他溶液：飽和溶液和硬度軟化剂。

用清水洗井：一般在致密而无裂隙、強度大而可鑽性高的岩層中進行鑽進时，產生的岩粉量

少，同时井壁也不容易坍塌掉塊，这样采用清水鑽進可節省土量及葯量，同时减少水泵附件，水龍頭，鑽杆等的損耗，特別在渦輪鑽進时可以减少翼片的磨損，就可使成本降低，但不是所有地層都可用清水洗井，具体使用决定于地質条件。

用泥漿洗井：在一些軟和松散岩層中鑽井时，用清水洗井則發生極大的困难或在一些特殊地層，如坍塌，漏失，湧水，气噴等地層，則要求冲洗液具有一定的比重、粘度、失水量，而使用泥漿就能滿足这样要求。

(一) 普通泥漿：是由粘土和水組成的分散系，其粘土顆粒是分散相，水是分散介質，組成界于懸浮体和膠体的过度性，能否做成懸浮泥漿或者膠体泥漿决定于粘土的性質。

如粘土顆粒均勻的分布于液体内而不下沉，則为胶体泥漿，如較大的顆粒很快或比較快的下沉，則为懸浮泥漿。

一般如均勻分布于液体中的顆粒小于 0.2μ ($1000\mu=1$ 公厘) 并占有相当数量，这种混合物为胶体泥漿，如顆粒小于 0.2μ 的数量很少，这种混合物为懸浮泥漿。在可塑性大的粘土中小于 0.2μ 的含量很少，故制成的泥漿是处于懸浮体和胶体之間，如小于 0.2μ 的顆粒含量达到40%以上，則制成的泥漿为胶体泥漿。

影响泥漿性質的因素除顆粒大小外，还有顆粒的形狀，圓形，稜角形与片狀表現不同，因片狀具有很大的表面，同时懸浮的能力不同，則影响泥漿的性質也不同

(二) 油基泥漿：是用 91.20 % 柴油与瀝青的混合物（在温度为 100°F 以上才能得到好的效果），然后再按下列次序加入 1% 食鹽溶液，0.34% 氫氧化鈉溶液，2.68% 矽酸鈉，4.78% 高油組成具有失水量很小的油基泥漿，故无“水閉”作用，在石油鑽進时常采用它冲洗井孔，但价格很貴，故还不是普遍的使用。

(三) 混合泥漿：是在普通泥漿內加入 15—25% 油基泥漿，混合均匀后制成混合泥漿。

其他溶液洗井：根据不同的地層，使用不同溶液洗井，使其鑽進效果最好。

(一) 使用飽和溶液：在一些可溶性岩層鑽進时，如所使用的冲洗液为清水或者泥漿，会产生礦層的溶解，这样不但泥漿本身的質量受影响，而且所采岩心除受冲洗液直接冲刷作用外，还会被溶蝕，这样取出來的岩心，化驗出來的結果便不会正确。如果采用飽和溶液，限制了对礦層的溶解能力，就会得到較好的效果，保证了岩心的数量和質量。

(二) 使用食鹽溶液：当在水冻層中進行鑽探时，冲洗液因冻结而妨碍鑽進工作的繼續進行，則可用食鹽來降低冲洗液的冰点，而可保証順利的進行鑽探工作。

(三) 使用硬度軟化剂：在一些坚硬的岩層中進行鑽進时，为了提高鑽效率，可采用硬度軟化剂來降低岩石的硬度，順利鑽進。

第二章 泥漿的原料

§ 1. 粘 土

泥漿是粘土的顆粒在水中的混合，为了正确地了解泥漿的性能及最大限度的利用粘土以制备泥漿，首先要对組成泥漿的主要原料——粘土的物理化学性質加以研究。

别尔諾韋托夫給粘土下的定义是：粘土本身主要部份为顆粒小于0.01公厘的含水鋁矽酸鹽所組成的土質礦物；此种礦物很容易分散在水中，并且依水量的不同而生成粘而稠的懸浮体或可塑的糊狀物，此种糊狀物在干燥后，保持所給于它的形狀，在焙燒后即具有石头般的硬度。

(一) 粘土的主要成份及其結構

粘土主要由含水鋁矽酸鹽組成，其中还含有氧化鐵 (Fe_2O_3) 圪金屬及圪土金屬 (K_2O , Na_2O , CaO , MgO) 的氧化物，不同粘土礦中由化学分析的结果其化学成分見下表：

膨潤土化学成分百分数

粘土礦床名称	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3
沃格朗里恩斯礦	64.7	11.9	1.07	—	0.16	0.56	2.64	1.22	0.32	—
阿斯卡思斯礦	62.9	20.4	1.7	0.43	—	1.8	2.17	1.0	2.32	0.48

所有的粘土里都有化合水，粘土礦物由于其生成的复雜性，过去在分类上系統很乱，目前我們可以把粘土礦物根据許多特征之总合成三个基本組。

(i) 高嶺土組；

(ii) 水云母組 (伊利水云母)；

(iii) 微晶高嶺石組 (其中包括綠高嶺石與拜來石);

在粘土中一般以高嶺石與微晶高嶺石為最多, 而性質亦較典型。

高嶺土的分子式: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 其結構如圖 3

微晶高嶺石分子式: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 其結構如圖 4 (其中 Al^{3+} 能為 Fe^{++} 與 Mg^{++} 所代替, Si^{4+} 能為 Al^{+++} 所代替)。

從分子式及分子結構上看, 高嶺土是由矽四面體積和氫氧化鋁八面體間隔交替而成的, 处在頂部的 OH 基下層則為氧原子, 這樣組成的相鄰一片片聯結的形式有氫鍵共用的可能性即: $:\text{O}:\text{H}:\text{O}:$ 氫鍵結合是很牢固的, 不易折開, 格架內部聯系也同樣地牢固, 這些情況就決定了高嶺土礦物晶格的非活動性。而微晶高嶺石的結構較複雜, 雖組成元素與高嶺土同, 但組份不同是由兩個頂部相對的矽四面體中間夾有一層鋁八面體, 他們除邊角處, 是電性中和的, 其整個小片之聯結異於高嶺土, 則晶胞間是由較弱的分子為聯結 ($\text{O}-\text{O}$), 因為帶有同樣電荷的氧原子組, 具有斥力, 此斥力使架格易于擴張, 水能侵入到兩片之間而散開。高嶺土與微晶高嶺石之主要性質比較如下表:

(二) 粘土礦物的性質

粘土礦物的性質由於粘土礦物本身成份的複雜而複雜, 現在僅敘述與製造泥漿有關的性質:

(1) 鋁的矽酸鹽膠體的兩性性狀:

兩性膠體有時帶正電荷, 有時帶有負電荷, 這決定於水溶液中的 pH 值, 即決定於周圍介質是屬於酸性或堿性而不同。

當溶液中的 $\text{pH} > \text{pH}_{\text{Изоэл}}$ (等電點時的 pH 值), 兩性膠體帶有負電荷, 即擴散層由陽離子組成, 如溶液 $\text{pH} < \text{pH}_{\text{Изоэл}}$ 時, 兩性膠體帶正電, 擴散層由陰離子組, 圖 5 簡單表示隨介質值變化, 兩性膠體的性狀也發生變化。

從化學的觀點看, 粘土屬於鋁矽酸鹽, 可以把其中 SiO_2 看成弱酸, Al_2O_3 為弱基, 酸是有離解 H^+ 的能力, 而基是有離解 OH^- 者。因此可以明顯地看出, 兩性化合物決定於酸性類與堿性類的相對力量, 可以用 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值來表示, 但應注意, 粘土組份總的化學分析所得的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值大小並不總是正確反映參加在這鋁、鐵矽酸鹽組份

礦物名	晶格之特点	質点形态	質点大小	在風化壳条件下之形成条件	离子交換		在泰國水中之塑性限度及塑性指数 (重量百分比)			最大膨胀 (占干重 量之百分 比)	与水混合 时粘土与 水之比
					容 毫克 每100克	量 被交換离子在 晶格中的位置	塑 性 上 限	下 限	塑性 指数		
高嶺土	屑狀不对称形 格架内部无离子 交換	板	厚: > 20 微米 長和寬:	酸性介質不飽和 之水矽酸鹽土岩 階段	3—15 取決 于分散程度	僅在質点之 兩側	60	35	25	鈉質: 60—100	1: 1
	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 2$	狀	> 100 微米							鈉質: 150	1: 2
微晶高嶺石	屑狀对称形 活动的有浸湿时 膨胀,直到分散 为厚 1 微米的基 本晶胞	板	厚 > 1 微米 長和寬: > 100 微米	碱性介質飽和之 水矽酸鹽土岩階 段	80—100 取 決于分散程 度	在兩側可达 20%而在基 本品胞間的 界面上由于 离子交換的 原子可达80 %	鈉質: 160	90	70	200—300	1: 3
	格架内有离子交 換 Mg 和 Be 代 Al, Al 代 Si H 代 Al $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1$	狀					鈉質: 500	100	400	600—700	1: 10 到 1: 20

附註: 伊利水云母組具有过性性質, 但格架中却并不能活动, 格架中(各層之間, 有鈉, 部分有矽, 能被 Al 替代)正如微晶高嶺石一样, 結晶体为板狀)。

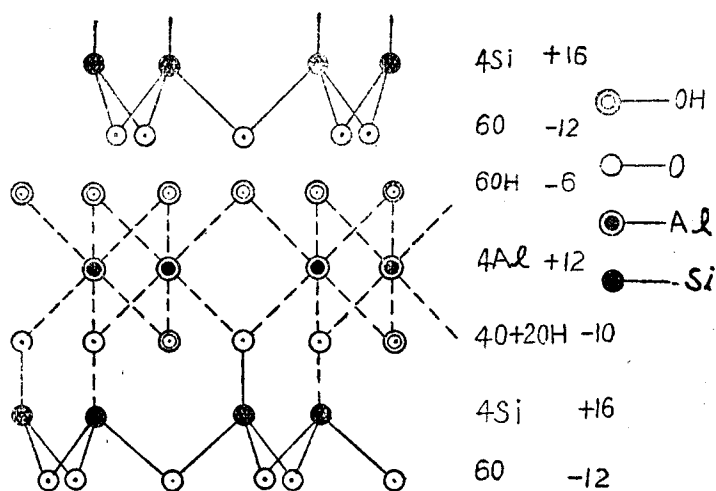


圖 3. 高嶺石結構

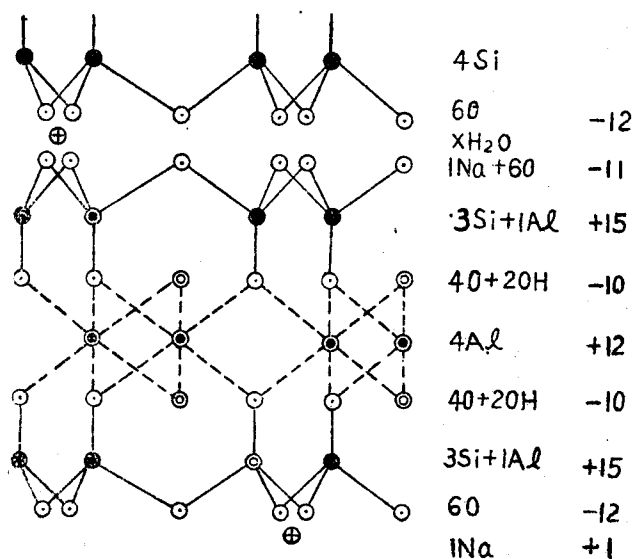


圖 4. 微晶高嶺石結構

中的实际性質，因除此以外，还有游离的Si, Fe, Al的氧化物或細碎的石英，就使 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cl}$ 值增加，但总的來說，比 值增加酸性之質則增加，反之基性之質則增加。

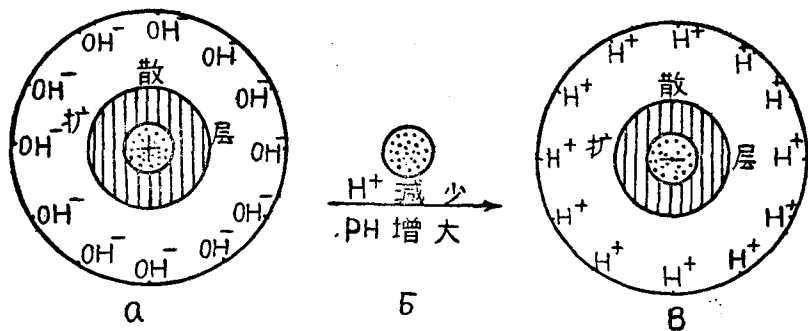


圖 5. 随介質 pH 值变化两性膠体电荷符号变化圖

- 一介質的 pH 低于等电点的 pH 溶液中离子濃度較膠体顆粒帶正电荷擴散層由 OH^- 离子組成。
- 一电点介質 $\text{pH} = \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为中性顆粒无擴散層
- 一介質的 pH 高于等电点的 pH 溶液中离子濃度低，膠体顆粒帶負电荷，擴散層由 H^+ 离子組成。

人为的改变介質的 pH 值时，就可以使膠体兩性化合物的帶电性狀及其性質得到改变。

(2) 粘土的离子交換性質

离子交換的概念：离子交換（交換式吸附）是吸附現象之一種，在自然界中分布甚廣，在交換过程中剧烈改变着粘土顆粒的表面状态，其特征就是水溶液中所消失的离子被粘土顆粒表面上放出的离子所代替，在粘土中都有化学結合水，它能在表面上形成氫氧根層，这些根層極活潑，而且能在粘土顆粒的周圍造成一个吸力很大的電場，其中的氫离子能被溶液中的金屬离子如 Na^+ 、 Ca^{++} ……等所替代，其氫氧根也可被酸根（ SO_4 ， Cl ……）所代替，由于他容易被金屬所代替因此粘土的結合体就好象是一种弱酸而放出氫离子。

如氫氧根中的氫离子被鈉离子所代替，則称此为鈉質粘土，被鈣离子所代替，則称为鈣質粘土，依此类推，假若氫氧根的氫沒有被替代的話，这种粘土按照它的酸性就叫氫質粘土。

从泥漿的观点看，粘土的离子交換直接影响着泥漿的性質，因此

要着重注意研究和掌握这一规律。

影响离子交换的因素：概括说来，影响离子交换的因素有关于固体相颗粒性质与溶液性质的两个方面：

(1) 属于固体相颗粒性质方面的有：

(a) 矿物成分：如三类粘土，由于结晶格架的活动性的不同故交换能力亦不同，微晶高岭石因其分子间联结力弱，当放入水中，就有离子交换，离子并有水化的能力，不同的离子又有不同的水化能力。由于粘土为层状，其层间有裂隙，水分子得以进入层间之间，将其裂隙扩大，因此粘土颗粒的体积因吸水作用而膨胀，甚至离裂直至分散在水中。由下表实验的资料亦可以证明此点。

根据沙罗夫的研究

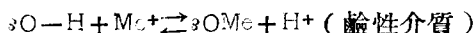
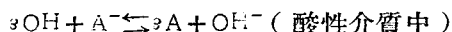
粘土名称	交换容量以 每百克的毫 克当量表示	样品膨胀后较原体积增大的百分比									
		交 换 阳 离 子									
		Li	Na	K	Mg	Ca	Str	Ba	Al	Fe	
膨润粘土	26.67	1175	1054	223	112	99	95	83	95	90	
古今诺夫粘土	28.50	—	186	122	55	—	—	—	43	41	
包罗维奇粘土	24.50	—	152	101	52	—	—	—	43	41	

(6) 粘土的“比面”(удельная поверхность)即粘土矿物的分散度：矿物的分散度愈大，则交换能力愈强，如微晶高岭石由于其易于分散，使系统中储藏了大量的自由表面能，这不稳定的状态给交换离子在水溶液中的快速运动提供了条件。而高岭土因为有稳定的架格在架格内部又缺少离子交换的矿物，故本自离子交换能力是很小的。但是随着人工破碎，使分散度增加，高岭土及叶腊石的交换能力就逐渐增长：1948年B.C.沙罗夫的实验资料如下：

处 理 方 式	每百克岩样上交换容量的毫克当量数	
	高 岭 土	叶 腊 石
在自然状态中磨成小圆粒	8.0	4.0
在2昼夜中	57.4	72.5
在4昼夜中	70.4	92.5
在5昼夜中	100.5	158.5

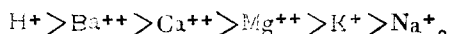
(2) 屬於溶液性質方面的有:

(a) 介質的pH質: 由于粘土(鋁矽酸鹽)膠體具有兩性性狀, 当介質中 pH 值不同时兩性化合物可以变为帶有正电荷的膠體或帶有負电荷的膠體, 如下方程式所示:



因此在鹼性溶液中在擴散層中交換的是陽離子而酸性介質中則在擴散層中則交換的是 OH^- 故泥漿在鹼性溶液中易進行陽離子交換而使泥漿易于穩定如在酸性介質中則一般不太穩定。

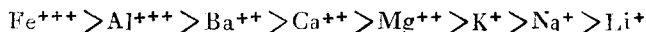
即使粘土溶膠同样处在酸性介質範圍中, 由于pH值的不同即由于 H^+ 濃度的不同, 泥漿的穩定程度也不同。主要原因是 pH 值影响交換次序, H^+ 在交換序中所占的位置如下式:



所以在溶液中, H^+ 能代替 Ca^{++} , 甚至代替 Na^+ , 形成氫質粘土, 由于本身水化能力弱而表現不穩定。

(6) 溶液中電解質的濃度: 1948年S.П 尼哥爾斯基的觀察証明, 随着濃度的增加交換能力也就增高。

(в) 各交換離子的屬性(природа): 科學院士K. K. 格依達羅依茨已經確定, 当其他条件相同时, 各种离子交換能力是不同的。陽离子交換能力的排列順序与陽离子的离解能力的順序相同, 但其方向相反, 也就是說随着离解能力的增高, 其交換能力降低, 其排列次序如下:



但离子交換也是服从于質量作用定律, 如在正常的情况下 Ca^{++} 离子在溶液中能自動的替代 Na^+ , 但当 Na^+ 量达到过大的值时, 則發生方向相反的交換。

离子在水中并非單獨存在, 系以電性的牽引吸附水而存在, 此現象称为水化, 其親水力与原子核半徑成反比, 但氫离子例外, 氫离子交換的能力不僅大于一价陽离子也大于二价陽离子, 它更牢固地存在在双電層中, 而水化能力極低, 这是因为氫并不以 H^+ 形式存在, 而为甚