

鑽探泥漿应用指南

馬克西莫維奇著

地質出版社

苏联地質保礦部
全苏礦物原料科学研究所編

鑽探泥漿应用指南

H.A. 馬克西莫維奇著
傅 亮 譯

地質出版社

1956·北京

Н. А. МАКСИМОВИЧ
ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО ПРИМЕНЕНИЮ
ГЛИНИСТЫХ РАСТВОРОВ
В РАЗВЕДОЧНОМ БУРЕНИИ
ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ
Москва—1954

这是一本制做和应用泥漿的指南書。內容包括黏土質量的鑑定、泥漿的制做方法、泥漿質量指标的檢查和在复雜条件下鑽進用的特制泥漿。这本书的寫作特点是由实际操作方法出發，作者根据自己親身工作体验和苏联全苏礦物原料科学研究所多年的試驗成果寫出來的，每一操作方法都貫串着學術理論的具体应用。因此，既適合于这一專業的工程師用，也適合于技術員和工人用，並且还適合于化驗黏土、泥漿和泥漿中所加的試剂的化驗人員用，因为里面講述了不少的实际化驗过程及方法，对改善泥漿質量所用的各种化学試剂，描述尤詳。

鑽探泥漿应用指南

50,000字

著 者	馬 克 西 莫 維 奇
譯 者	傅 亮
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証出字第零伍零号
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 輯：廉宏圖 技術編輯：張華元
校 对：張曉光

印数(京)1—5180册 一九五六年五月北京第一版
定價(10)0.34元 一九五六年五月第一次印刷
开本31"×49¹/₃₂ 印張 2+

目 錄

原序	5
引言	6
第一章 用來制做泥漿的原料質量的鑑定和評定	7
制做泥漿的黏土的概述	7
評定黏土質量的方法	8
野外評定法	8
以潤濕法和按外貌（目視法）評定黏土質量	8
黏土中鹽類成分測定法	11
實驗室測定法	13
以脫水法（按阿斯塔菲耶夫）測定黏土的礦物成分	13
应用液体比重計測定黏土的粒度成分	16
黏土的交換性的測定（簡易法）	19
水及其硬度的測定法和軟化法	21
用油酸鉀溶液測定水的總硬度	21
水的軟化方法	23
改善泥漿質量的試劑	24
第二章 制做在正常條件下鑽進時所采用的泥漿的方法	32
對泥漿的技術要求	32
在實驗室條件下制做泥漿的方法	34
測定泥漿質量的方法	36
第三章 在生產條件下制做和淨化泥漿以及檢查其質量的方法	52
標準泥漿的制做法	52
試劑的制做法	54
清除泥漿中岩粉的方法	56

鑽進時泥漿狀態的檢查	57
第四章 在複雜條件下鑽進用的特制泥漿	59
附錄：計算泥漿的某些基本工作性質指標的實例	68
參考文獻	71

原 序

本書的中心內容就是如何更廣泛和更正確地應用當地黏土作為泥漿原料。它與以前所出版的泥漿參考書及指南所不同的地方就是着重闡述各種不同礦物類型的黏土的評價和以這些黏土製造泥漿的技術方法。

在編寫實際操作指南時，作者引用了全蘇礦物原料科學研究所泥漿化驗室近年來所積累的實驗材料和實際經驗，特別是柳亭、捷米揚諾娃、莫羅佐夫、格拉契娃和馬克西莫娃等人的材料。此外，作者還加入了自己的親身經驗以及以前石油工業部及地質部所頒布的關於製造泥漿的指示及材料。

本書適用於從事鉆探工作的工程師及中等技術人員。本書由於偏重純實際操作，因此，對於理論問題（特別是物理化學方法的）論述不多。

引 言

在技術上所謂泥漿就是在鉆探時所应用的黏土和水的混合物（泥質懸濁液）。

泥漿应具备某些特定的物理、物理化学及化学性質，这些性質主要决定于黏土微粒在泥漿中的性質、大小和濃度。

在正确的鉆探規程及操作的条件下，使用合乎技術要求的泥漿可以提高鉆机效能和鉆探工作效率，並可減少事故。

泥漿主要在疏松的黏結差的和膨脹的岩層（I—V級）即穩定性弱的和中等穩定的岩層中鉆進时使用。

泥漿的直接作用如下：

1. 由于泥漿柱的靜壓力和在孔壁形成的泥皮，从而保證孔壁的穩固；

2. 隔絕鉆孔中所鉆过的岩層，以及防止水和气体从圍岩浸入鉆孔；

3. 在鉆進过程中遇有大孔洞的及裂隙的岩層而冲洗液沿此岩層流失时，可用泥漿來止水；

4. 当冲洗液循环中止时（停泵）可防止岩粉下沉；

5. 冷却鉆具摩擦面，清除孔底岩粉並將其帶出孔外；

泥漿根据所鉆進的地質条件分为兩类：

1. 标准泥漿，用于地質条件不复杂即沒有冲洗液流失、孔壁坍塌和从孔壁浸入水和气体等現象的鉆孔中；

2. 特制泥漿，用于地質条件复杂的鑽孔中。

第一章 用來制做泥漿的原料

質量的鑑定和評定

制做泥漿的黏土的概述

各个鉆探隊均應尽可能地利用當地黏土制做泥漿。

根據對黏土質量的研究證明，各个時代的黏土——無論是原生的（殘余的）或次生的（再沉積的）——均適于制做泥漿。同時也確定了蘇聯許多地區第三紀、白堊紀、侏羅紀和第四紀的黏土均是最適于制做泥漿的。

在鉆探工作開始之先，地質勘探隊必須由當地的地質機關獲知關於那些距工作地區最近的能采掘黏土的礦區及露天開采場的材料。

如果沒有得到這些材料時，地質勘探隊應在自己的活動區域內進行黏土的普查和勘探，並就地或在附近的化驗室里鑑定當地的黏土的質量。

為了保證地質勘探隊有黏土原料，進行普查和勘探的機構應預先綜合已有的黏土勘探材料，及時研究當地的黏土原料。最後，應當確定當地黏土的地質成因類型，並且亦應確定其礦物及工業技術性質。

對於評定作為泥漿原料的黏土來說，最重要的是黏土的礦物及粒度成分和其中所含的鹽類雜質。各種不同成分的黏土在制做泥漿時要用不同的技術方法。

按照礦物成分適用于做泥漿的黏土根據作者所提出的分

类法可暫分为以下各类型：

1. 膠嶺石黏土（或称蒙德士—譯注）—膨潤土，在其成分中蒙德士多于伊利水云母和高嶺土。

2. 高嶺水云母黏土，其中所含的伊利水云母比高嶺土多。这种礦物类型的黏土在苏联分布很廣。

3. 水云母高嶺黏土，其中高嶺土的含量多于伊利水云母。

4. 高嶺黏土，其中主要是高嶺土和高嶺土化的水云母。这种类型的黏土是耐火原料，不如其他类型的黏土適于制做泥漿。这种类型的黏土只有經過繁复的化学处理方可制出合乎标准的泥漿。

按粒度成分來說，黏土中大于 0.1 公厘的砂粒最好不超过 6 % ① 大于 0.05 公厘的砂粒最好不超过 12 %，小于 0.001 公厘（黏土的組成部分）最好不小于 40—50 %。

按鹽类雜質成分來說，各种鹽漬度及性質的黏土均可用來制做泥漿。不过以这些黏土制做时需以專門的技術來加工。鑑定鹽漬度及性質的方法是將黏土放在水中，測定水浸溶液中的氯、硫酸鹽和鈣离子。黏土中含有碳酸鈣（ CaCO_3 ）对于制做泥漿沒有妨碍。

評定黏土質量的方法

評定黏土質量無論在野外和試驗室均可進行。

野 外 評 定 法

以潤濕法和按外觀（目視法）評定黏土質量

以潤濕法評定黏土（根据馬克西莫維奇的意見）。該法

①如果黏土中所含 0.1 公厘以上的顆粒直徑超过上述範圍時，可以淘汰法清除

的实际意义就在于能迅速地确定黏土是否適于制做泥漿。这种方法以测定粉末狀的黏土層吸收 1 毫升濃度为 4 % 的焦磷酸鈉 ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) 溶液的时間为基础的。以 K 值作为質量指标, K 值即是黏土層吸收溶液的时間 (分) 乘黏土面被溶液浸湿的湿痕的直徑 (公厘)。

K 值直接决定于所試驗的黏土的礦物成分。从而間接地也可以大体上鑑定黏土的礦物类型。

鑑定所試驗的黏土質量除 K 值以外, 其潤湿以后的表面特征也有关系, 特別是它的膨脹程度和黏土層湿潤的厚度。这些所观察的現象及 K 指数直接与黏土的礦物成分有关。

測定 K 指数的方法如下:

將黏土标本晒至气干状态, 研碎成粉末狀, 然后以直徑 0.5 公厘的孔的篩过篩。將篩过的黏土粉末 (40—50 克) 放在磁杯 (直徑 5—7 公分) 中, 以棒或平搗杵 (直徑 3 公分) 小心地搗固, 弄平。然后, 用吸液管或滴管吸 1 毫升濃度为 4 % 的焦磷酸鈉溶液, 一滴一滴地滴入所試驗的黏土粉末面的中心。在滴入时吸液管下端距黏土面不应超过 2 公分。每一滴均必須滴在同一位置。

吸收的时間 t 的計算是由第一滴滴入时开始至末滴吸收为止, 其精确度达 0.1 分。

等到末滴溶液吸收以后, 应測量黏土粉末因湿潤的結果所形成的湿痕直徑 d 。測量最好用兩脚規來進行。如果湿痕的形狀不規則, 那末就測量其最大和最小的直徑, 以此平均值作为結果。 K 指数按 $K = t \times d$ 公式來計算。若 K 值大于 110, 黏土則完全適于制造泥漿而不用試劑或加鹼性電解液。

实例: 1 毫升溶液吸收时間为 3 分 45 秒 (或 3.8 分), 湿痕直徑

为83公厘，由此， $K=3.8 \times 33=125$ 。那末这种黏土即完全适合制做泥漿。

各种类型黏土的 K 值的标定指数和黏土被溶液湿润后黏土粉末面上的特征列于表1。

表 1

黏土的礦物类型	K 值	黏土粉末表面被溶液湿润后的特征
膠 嶺 石 黏 土	大于300	有顯著的膨脹現象。黏土層湿润以后的厚度不超过1—2公厘
高嶺水云母黏土	自300—100	膨脹不甚顯著。黏土層湿润以后中心部分的厚度为2—4公厘。
水云母高嶺黏土	小于100	微現膨脹。黏土層湿润以后中心部分的厚度为5—8公厘。表面可能稍向下凹。
高 嶺 黏 土	小于50	湿润的黏土層有收縮現象，它与干燥的区别甚为明顯，黏土層表面形成塌陷（小坑窪）或凹形。

黏土的 K 值小于100而黏土面被浸湿成很明顯的深窪时，这种黏土不適于制做泥漿。

如果 K 值也小于100而表面浸湿后沒有深窪現象，那末这种黏土就可以用來制做泥漿，但是必須經過精选或加入膠体附加剂（膨潤土、碳鹼制剂等）。

上述浸湿方法只能用來試驗不含有易溶解的鹽的黏土。

目視評定黏土質量法，应用下列目視標誌就可以在野外迅速地对黏土質量預先加以評定。

如果在自然湿度狀況下和气干状态下均具备下列特征的話，那末这种黏土則适于制做泥漿：（1）具有高度的抗断性；（2）破碎时形成堅固的尖銳的边稜；（3）在大多数情况下，甚至小塊用手都捏不开；（4）以刀切开时，其切开面好像曾磨光似的，而顏色比破碎面的顏色深；以水浸湿

时有黏性感；以水攪和后很容易搓成又長又細的泥条（直徑不大於 1.0 公厘）。

黏土中鹽類成分測定法

黏土中碳酸鹽的大概含量的測定可按氣干狀態的黏土在濃度為 10 % 的鹽酸溶液的作用下的沸騰情況來進行（表 2）。

表 2

黏土沸騰情況	碳酸鹽的大概含量(%)
不沸騰	小於 1
稍有沸騰	自 1 到 2
沸騰	自 2 到 3
沸騰甚劇	3 以上

呈鈣、鎂和硫酸鹽離子狀的鹽類（氯化鈉、氯化鈣和硫酸鈣）含量的定性測定可用浸溶液分析法來進行。

浸溶液試驗的准备工作，由氣干狀態的黏土的平均樣品（顆粒的大小 1—2 公厘）中取出 5 克試樣，放入預先放有 450 毫升蒸餾水或雨水的玻璃器皿（容積 500 毫升）中。用塞將器皿塞住，然後小心地將器皿中之內容物搖攪數次。至少經過 4 小時將器皿中之懸濁液通過以干濾紙摺成的濾器過濾。如果所濾出來的頭一批濾液渾濁不清，那末就將它再倒在原來的濾紙上過濾，直至濾清為止。然後開始分析濾液中上述離子的含量。

鈣離子的測量。取 5 毫升所要試驗的濾液放入儀器中，再放入 3 滴氨（以水稀釋為 1:1 的）和 2 毫升飽和的草酸銨溶液，然後搖勻。如果鈣離子出現甚多，那末混合液則立現渾

濁，而經過數分鐘在儀器底上則沉落有白色的小晶形的草酸鈣沉淀物。如果鈣離子含量不多時，經數分鐘混合液中就微現渾濁。

表3所列系按浸溶液中形成的沉澱物的特征所能大体上判斷出的鈣離子含量的試驗材料。

表 3

沉 淀 物 特 征	鈣含量 (毫克 / 升)
經1—2分鐘微現渾濁	15—35
立刻微現渾濁	35—70
立刻現出極端渾濁：經20—30分鐘沉落有沉澱物	70—140

氯離子的測定。取5毫升所要試驗的濾液放入儀器中，並往濾液中加入3滴濃度為10%的被硝酸酸化了的硝酸銀溶液。將混合液搖勻。根據表4中所列的沉澱物的特征來測定所試驗的濾液中氯的含量。

表 4

沉 淀 物 特 征	氯含量 (毫克 / 升)
乳光色，微現渾濁	1—10
極端渾濁	10—50
形成一縷一縷的棉絮狀，而不立刻下沉	50—100
形成一縷一縷的棉絮狀，而迅速下沉	100—300
整個沉淀物均呈棉絮狀	300以上

硫酸離子的測定。取5毫升所要測定的濾液倒入試管中，加入3滴鹽酸（稀釋度1:1）和10—15滴濃度為2.5%的

氯化鋇溶液。將所合成的混合物搖勻，按所形成之沉淀物質用下列材料（表 5）測定硫酸離子的含量。

表 5

沉 淀 的 特 征	硫酸離子的含量（毫克/升）
數分鍾後微現渾濁	1—10
立刻微現渾濁	10—100
立刻現出十分渾濁	100—300
沉淀物迅速沉落於試管底	300 以上

鹽漬化黏土如果在水溶液中離子大體上為下列含量時，不必預先加工即可用來製造泥漿。在水溶液中化學離子的含量如下：

鈣·····	不超過 70 毫克 / 升
氮·····	不超過 100 毫克 / 升
硫酸鹽·····	不超過 300 毫克 / 升

如果黏土在水溶液中的離子高於上述含量時，就認為是高鹽漬化的。而以這種黏土來製備合乎標準的泥漿必須進行專門的化學加工。

實 驗 室 測 定 法

以脫水法（按阿斯塔菲耶夫“Астафьев”）測定

黏土的礦物成分^①

這種方法可以大概的測定出黏土中主要黏土礦物含量的百分比。

這種測定方法的實質就是在代表每種礦物的一定溫度下

①以染色法進行黏土礦物成分的方法是魏捷涅耶娃（Н.Е. Веденеева）于 1952 年提出的。

計算結晶水的消失量。按結晶水的消失量來計算每種礦物的含量。

黏土礦物脫水的溫度如下（按阿斯塔非耶夫）：

1. 蒙德士和似伊利水云母—達 300° （達 120° 水即基本消失）；

2. 高嶺化的水云母—從 400 到 470° ；

3. 高嶺石—從 470 到 550° 。

黏土進行灼燒時，通入空氣，溫度間隔從 300° 到 400° 除了使結晶水消失以外，還要使有機物質燃燒。

分析前土樣的準備。將含有自然水分的黏土標本打碎為5—10公厘的小碎塊，並在室溫條件下（ $20-25^{\circ}$ ）干燥呈恒重。將干燥好的氣干土樣放在瓷研鉢中研碎，並以直徑為0.5公厘的篩孔的篩子過篩，過篩以後將黏土攪成不大於0.5公厘的屑進行干燥，干燥條件同上，干燥至氣干恒重為止，這是第一步。

分析方法。從制備好的黏土標本中取2份試樣（檢查的），每份重3—4克。將每份試樣放在特制坩堝中（預先灼燒稱重的）。坩堝開始先放在 120° 的烘箱內，干燥4小時，然後，移入馬弗爐中在 $300, 400, 470$ 和 550° 下灼燒。灼燒應在每種溫度下依次灼燒2小時。馬弗爐中的坩堝必須放在同一位置。試樣經過干燥和每種溫度的灼燒以後，不必從坩堝中倒出，直接放在保干器內保持40分鐘，然後稱重。將所稱得的結果記入登記簿上。

每種黏土礦物的含量可按下列公式計算：

$$M = A \times \frac{100}{K},$$

式中：M—礦物含量（%）；

Δ —代表每种礦物的溫度下加热以后水的消失量(%)；

K —結晶水量与礦物分子重量比(%)。

K 每种礦物的固定值等于：

蒙德士	15.3%
似伊利水云母	22.0%
高嶺石	11.0% ^①

由于蒙德士和似伊利水云母在同一溫度下就分解大部分水，因此，就不可能以該法分別測定每种礦物的含量。虽然如此，根据許多黏土的研究結果証明，主要含似伊利水云母的黏土在 120° 时水的消失量一般为 3—6%，而主要含蒙德士的黏土消失 8—10%。这些数字姑且可以用來区别究竟是那一种礦物，区别以后按溫度达 300° 时脫水量來計算。

1. 如果溫度在 120° 时黏土重量消失为 3—6%（不超过 7.5%），那末就按含似伊利水云母來計算。

2. 如果溫度在 120° 时黏土重量消失为 7.5% 以上，那末就按含蒙德士來計算。

在上述兩種情況下以溫度达 300° 时黏土重量消失的百分比來做为計算根据。

按脫水材料計算黏土礦物的成分的实例。

1. 黏土气干状态試样的重量为 3.00 克，当其在 120° 干燥以后的重量为 2.84 克；那末在 120° 时重量消失量为 $3.00 - 2.84 = 0.16$ 克，或为气干黏土重量的 5.3%。

2. 黏土試样重量在 300° 的溫度下灼燒后为 2.80 克，那末重量的消失量为 $2.84 - 2.80 = 0.04$ 克，或为气干黏土重量的 1.33%。而溫度达 300° 时，黏土的消失重量百分率为 $5.3 + 1.33 = 6.63\%$ 。

3. 黏土試样重量在 400° 溫度下灼燒以后等于 2.77 克，那末在 400°

①由于对高嶺化水云母的結晶格架的結構及物理化学的活动性研究不夠，所以在評定黏土質量时对它們的影响无法估計。

时黏土的消失的重量为 $2.80 - 2.77 = 0.03$ 克，或为气干黏土重量的 1.0%。

4. 黏土試样重量在 470° 溫度下灼燒以后等于 2.70 克，那末在 470° 时黏土消失重量为 $2.77 - 2.70 = 0.07$ 克，或为气干黏土重量的 2.3%。

5. 黏土試样重量在 550° 溫度下灼燒后等于 2.684 克，那末在 550° 时黏土消失重量为 $2.70 - 2.684 = 0.016$ 克，或为气干黏土重量的 0.53%。

按溫度达 300 和 550° 时水的消失量計算礦物含量的百分率按上述公式計算。

$$M = A \times \frac{100}{K}$$

$$\text{似伊利水云母的含量为 } M = 6.63 \frac{100}{22} = 30.1\%;$$

$$\text{高嶺土含量等于 } M = 0.53 \times \frac{100}{11.0} = 4.8\%。$$

由于主要是似伊利水云母，所以这种黏土按暫定的分类应屬於高嶺水云母类型。

应用液体比重計測定黏土的粒度成分

在技術天秤上称出 25 克气干状态的黏土，称准至 0.05 克，倒入瓷杯中。（計算粒度成分应以干燥試样進行，因此，必須先行測定其水份。）然后加入 200 毫升蒸餾水和 16 毫升濃度为 4% 的焦磷酸鈉溶液。如果黏土中含有 3% 以上的碳酸鈣（表 2）或石膏（硫酸鈣）的話，焦磷酸鈉則应多加一倍。

混合成懸浮液，然后在燃燒灯上或电热板上煮沸 20 分鐘，煮的时候要以头上帶膠皮头的小玻璃棒攪拌。