

石油工業技術叢書

泥漿及泥漿處理

蘇聯 恩·雅·烏 見 斯基著

中央燃料工業部石油管理總局譯



燃料工業出版社

★石油工業技術叢書★

泥漿及泥漿處理

蘇聯 恩·雅·烏·見·斯·基著
中央燃料工業部石油管理總局譯

蘇聯石油工業部工人幹部局批准作為司鑽工泥漿試驗員
以及其它在井場上從事泥漿工作人員進修業務時的教材

燃料工業出版社

內 容 提 要

本書主要敘述測定泥漿物理化學性質，採掘粘土，配製泥漿以及泥漿化學處理等問題，同時還介紹了測定泥漿性能，配製化學劑的方法，另外還提供了應用粉狀粘土的方法。

書中詳盡地描寫了各種儀器和設備的構造，介紹了試驗室，粘土採掘場，粘土製造廠等的佈置以及加重劑回收設備，泥漿中鑽屑清除設備的佈置等。此外還介紹了與鑽井事故（卡鑽、塌陷、泥漿漏失等）做鬥爭的方法和措施。

本書可供鑽井隊長、司鑽、鑽工、泥漿試驗員以及其他從事鑽井泥漿工作者的參考。



★ 石油工業技術叢書 ★

泥漿及泥漿處理

ГЛИНОХОЗЯЙСТВО И ГЛИНИСТЫЕ РАСТВОРЫ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)1951年列寧格勒俄文第一版翻譯

Н. Я. УДЯНСКИЙ 著

中央燃料工業部石油管理總局譯

燃料工業出版社出版

地址：北京東長安街燃料工業部

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

編輯：楊億美 校對：周金英 張國楹

書號171·油17·25開本·136頁·117,000字·定價8,300元

一九五四年四月北京第一版(1—7,200冊)

版權所有★不許翻印

目 錄

序言.....	3
一、泥漿的功用.....	4
二、泥漿的物理和化學性質.....	4
三、採用的符號和量度單位.....	9
四、泥漿指標的測定方法.....	10
五、水泥漿質量的測定.....	33
六、固定泥漿試驗室、活動泥漿試驗室和 泥漿試驗儀器箱.....	40
七、粘土的採掘和泥漿的配製.....	49
八、關於配製 1 立方公尺規定比重泥漿所需粘土量的 計算方法.....	52
九、泥漿配製的方法.....	52
十、泥漿的化學處理.....	72
十一、故障和卡鑽。發生故障和卡鑽的原因及 消除的方法.....	88
附錄.....	114

序 言

在今天的蘇聯，新開發的油田數量每年都在增加着；鑽井工程也在按比例地飛躍發展着。國家要求鑽井工作者要有較大的鑽進速度，要有較好的工作質量和工作上的安全，另一方面還要降低鑽井的成本。這些要求只有在簡化井筒裝置，用小鑽頭鑽井和加強鑽井技術的條件下才可能實現。

不採用特別配製的泥漿，是不能保證提高鑽井質量的。

泥漿的作用在下列情形下鑽井時是特別重要的：在有場陷性複雜地質的油田上，在不堅固和過軟的岩石上，有漏失泥漿的裂縫和孔隙時，有大量的油、氣和水發現時，在鹽丘上鑽井以及鑽進低壓油層時，如不根據具體情況用各種化學劑來特別配製泥漿，鑽井就不能進行。因此，作泥漿用的上等粘土的選取和應用，處理泥漿用化學劑的選取和配製，以及系統地檢查泥漿的質量等等問題，應值得鑽井工程師和技術員以及專門研究機構的最大注意。

在礦場上，在鑽井的單位裏，在個別的探勘部門裏，應設立試驗室、購置試驗泥漿性質的儀器和設備；也應設立泥漿廠、粘土採掘廠及粉末和球狀上等搬土粘土製造廠。

本書爲了幫助泥漿試驗員，在日常工作中對泥漿的膠體化學性質有個基本概念，描述了設備、儀器、粘土、化學劑及配製方法等，並介紹了有關泥漿化學處理的各種現象的概念和泥漿應用的方法。

一、泥漿的功用

當鑽油井和氣井時，泥漿的作用主要包含下列幾種：

1. 沖洗井底的鑽屑；
2. 保護井壁；
3. 保持鑽屑成懸浮狀態；
4. 在鑽進的地層上造成對抗的壓力；
5. 和鑽進中各種不同故障作鬥爭，如：循環漏失，油、氣和水的外噴，井壁的塌落等等；
6. 在鑽進過程中有冷卻鑽頭的作用。

泥漿是膠狀混合物，由粘土、水和鑽屑所組成。

這種全體一致性混合物是懸浮性膠狀液體，其懸浮着固體微粒的大小是由 1.0 至 0.0001 公厘，或者更小些。在這些微粒和水之間，以及微粒和微粒之間存在着相互作用。微粒愈小（愈流散），懸浮性愈穩固。

粘土搗碎（流散）的程度愈大，使它們的微粒愈近於膠狀。因此，當泥漿試驗員檢查配製的泥漿時，應當特別注意粘土的搗碎和精製。

二、泥漿的物理和化學性質

比 面

1 立方公分膠狀微粒的總表面面積，即稱爲一單位的比面。微粒愈小，它的表面相對的愈大。例如：假如容積爲 1 立方公分的立方體，有 6 平方公分表面面積，那麼這立方體搗碎以後，成爲膠狀微粒時，它的總表面面積將等於 600 平方公尺，也就是說立方體的表面面積增大了 100 萬倍。

泥漿的性質主要決定於膠狀微粒的表面大小，因為微粒和水之間的相互作用發生在它們的分界面上。由於以上的情形，當流散時，就增強了這個相互作用。

表 面 動 能

任何分界面，就是這一個相和另外一個相相分離的面，其顯著不同點在於兩相的內部分子的地方，首先是物理和化學性質，接近表面的這一部分分子具有富裕的能，即所謂表面能。

表面能是隨着兩個相所獨具的性能和微粒比面的大小而不同。

表面能的大小是決定於流散的程度，流散的程度愈大，表面能也愈大。

表 面 張 力

比面自由能，即是一個單位表面的能，稱為表面張力，用每平方公分一爾格(erg/cm^2)為測量的單位。

當溫度在 $70-80^\circ\text{C}$ 以下時，表面張力的大小，是隨着溫度的降低而增大的。

泥漿表面張力的大小會影響：

1. 泥漿過濾液對小孔隙的粘土薄層，及多孔的岩層的滲透能力；
2. 在注氣時影響天然氣形成堅固的氣泡；和把氣泡從淨化系統中放出。

喜水性和抗水性

能被水濕潤的物體稱為喜水物，不能被水濕潤的物體稱為抗水物。例如：玻璃、木材等屬於喜水物，臘、石臘等屬於抗水物。

以水濕潤固體物體時，會產生下面的現象：如果水分子之間的內聚力小於固體分子與水分子間的附着力（依據它們的表面能的大小而不同）時，那麼水的分子將附於固體物體的表面，這就是喜水性的特點；如果水的分子之間的內聚力大於固體物體分子與水的分子之間的

附着力時，水就不會濕潤固體物體的表面，這就是抗水性的特點。固體物體的分子和水的分子之間附着力愈大，濕潤性愈強。

在粘土的微粒中，水與它們表面「活動」的部分相接觸，在這些部分形成了水的粘膜——粘土微粒的水化作用——是它們穩定性和結構造成的重要因素(參看後節)。

流散程度愈大，即是說，固體物體的微粒愈小，以及它們的水化作用愈強，則它們在重力的作用下，沉澱愈慢；流散和水化作用的程度愈小，則微粒向底部沉澱得愈快。

沉 積

在泥漿中的微粒由於重力的作用，漸次下沉稱為沉澱。實際上，就是在泥漿中形成沉積的現象。

凝 聚

粘土微粒與水相接觸後就帶着電荷。

喜水性的粘土微粒，外面包有水的薄膜後，粘合性就不顯了。當薄膜變得很薄時，微粒又顯出粘合性，這種現象名叫凝聚。

水薄膜能阻礙各個微粒互相結合。固體周圍的水薄膜愈薄，微粒的粘合力愈強。它們一結合就形成了許多小塊而很快地沉澱在泥漿底部。在這種情況下，泥漿是不穩定的。這種喜水性很弱的粘土對於配製泥漿是不適合的。

泥漿凝聚現象的發生，是由於在鑽井過程中地層水和岩石(石灰岩、石膏岩、無水石膏、特別是鹽類)對泥漿起了物理、化學上的反應。如遇到有礦化水和含有鹽類的岩石的情況時，必須應用穩定泥漿的化學劑，以免泥漿變壞。

有許多粘土在水中不易浸透，因此就不能充分地被水流散和水化。為了改變這些粘土，使之成為穩定的懸浮狀態，必須把它們破碎——分解為最小的微粒。為此，對這些粘土的處理要用特別的化學劑——膠溶劑(燒碱、蘇打、煤碱液和泥炭碱液等化學劑及其他)。

結 構 形 成

泥漿結構形成，是泥漿的重要性能之一。由於這樣的性能，泥漿受電解作用呈凝聚的沉澱現象，也就是說，膨脹的薄片狀水化的泥漿微粒之間互相沿邊緣粘結而全部形成蜂窩形態；水被留在網狀結構的孔眼中，不能自由移動。

泥漿結構的形成，給了液體以固體的特性：如彈性的現象、結構的機械鞏固性（剪力）及其他。由於結構的形成使泥漿稠化，在個別情況下，甚至可能成為不能流動的膠狀物體。具有這種結構的泥漿，在流動時就會破壞變為稀薄，其彈性也大為減低。當泥漿循環停止時，結構現象就重新恢復並隨時間的長短而加強，這樣的結構恢復過程，我們稱為凍結現象。

這樣的性能最為重要，因為要在鑽井過程中使泥漿在流動時很快地轉化為流動的液體，就必須要有這樣的泥漿。

停止流動後，泥漿變稠也是重要的性能，在這種情況下，被泥漿帶起的鑽屑，可以繼續保持懸浮狀態，不至沉澱到井底，而發生卡鑽事故。

靜 止 剪 力

由於泥漿結構的存在，要讓它流動必須加些力量，這種力量會使泥漿從靜止狀態開始流動。每單位面積上所需要從靜止狀態開始流動的力量，稱為靜止剪力。

靜止剪力表現了泥漿的彈性和結構的鞏固性，這種力量的大小是隨着流動停止到開始測定這一段時間的長短而不同的。

在鑽井時泥漿的靜止剪力有着重大的意義。假設靜止剪力太大，進行井下電測及井斜和方位角的測量時，就要發生困難。如為加重泥漿其靜止剪力很小時，加重材料就會沉澱；如為普通泥漿，會有大粒的鑽屑沉澱，甚至在泥漿循環過程中也免不了有這種情形。所謂凍結性，就是依停止時間而增長的靜止剪力。

膠狀泥漿的流動性是與彈性網狀結構有關，也與懸浮物的粘度有

關。爲了使泥漿流動必須對結構剪力的阻力加以克服，必須對結構部分地或全部地加以破壞以及對粘度的阻力，即是對泥漿內部的摩擦力也要加以克服。

結構隨破壞的程度決定於泥漿流動的速度，因此泥漿的流動性是依速度大小而變更的。流動性有時叫粘度，是鑑定泥漿移動性程度的最重要的指標。

穩 定 性

泥漿的穩定性，是表現所有固體微粒保持着懸浮狀態的穩固程度。

這種指標表現了泥漿不會有沉積現象，保證不致因鑽屑、粘土、加重料沉澱在井底而造成卡鑽事故。

從這觀點出發，穩定性或均質性決定於泥漿剪力的大小。加進膠質微粒可增加穩定性；加入能改變泥漿的結構機械性能的化學藥劑，也能影響其穩定性。

熱 容 量

根據МНН測定，各種不同粘土的泥漿，如比重 $\gamma=1.2$ 時，其熱容量範圍很窄——從 0.74 到 0.77。泥漿中粘土濃度增加，則熱容量就會減低。

在嚴寒的地區裏、即在泥漿可能結冰的地區裏鑽井時，對泥漿熱容量的研究和測定顯得特別重要。

酸、碱 值

要知道泥漿的全部性能，還必須測定其中氫離子濃度。

泥漿的碱值或酸值的大小，是以氫離子濃度來表示的，氫離子濃度簡寫爲 pH 值。

根據泥漿中氫離子濃度，就可以在鑽井時或在化學處理過程中來判斷它的質量。

碱性泥漿的 $\text{pH} > 7$ ，酸性泥漿的 $\text{pH} < 7$ ，純水則 $\text{pH} = 7$ 。

在 pH 值和泥漿穩定性之間存在着一定的相互關係，調整 pH 值

可增加泥漿的穩定性，這對加重泥漿是很重要的。例如使某些加重泥漿的 pH 值等於 10.5 到 11.5 時，就可以延長它的懸浮狀態。在許多情況下提高 pH 值，就會增加粘度，同時也影響靜止剪力。

從上面不難了解，測定氫離子的濃度對於泥漿性質的研究有很大的實際意義。

三、採用的符號和量度單位

表示泥漿性質可以用一定的數值來表示，這種數值有如下的名稱符號和量度。

1. 泥漿中的水有滲透到多孔岩層的性能稱為失水，以字母 B 來代表，失水量以 30 分內失去多少立方公分來表示。

2. 在泥漿失水時所形成泥的厚度以字母 K 來代表，以公厘來作測量單位。

3. 泥漿開始流動所需要的力量，稱為靜止剪力，以字母 θ 來代表；量度單位為毫克/平方公分，測定時間以 1 分，或為 10 分來表示。

4. 粘度以字母 T 來表示，量度單位按照 СПВ-5 規定以秒來表示。

5. 結構的粘度，以字母 η 來代表，單位為 [生泊]。在工作中、報告中和其他文件裏，向括弧內文字符號上加上 [結構粘度] 字樣。

6. 泥漿中所含的固體鑽屑和來不及溶解的粘土的硬小塊，稱為 [沙子]，以字母 П 來代表，數量以百分數來表示。

7. 泥漿中所含的鑽屑，按性質來說，是不能溶解在水裏的，稱為 [洗出沙]，以字母 ОП 來代表，數量以百分數來表示。

8. 穩定性以字母 C 來代表，量度單位為克/立方公分。

9. 液體經過一晝夜沉澱後，該液體之沉澱物稱為 [沉澱度]，以字母 O 來代表，數量以百分數來表示。

10. 氫離子的濃度以 pH 值來代表，以規定單位來表示。

11. 比重以字母 γ 來代表，量度單位為克/立方公分。在工作中，報告中或其他文件中，於括弧內文字符號上加上「比重」字樣。

12. 粘性以字母 Π 來代表，量度單位為克/平方公分。

13. 泥漿中所含的氣體以字母 Γ 來代表，數量以百分數來表示。

四、泥漿指標的測定方法

泥漿失水量的測定

失水量的測定有兩種方法：真空法和加壓法。

真 空 法

用真空法測定泥漿失水量，由於儀器及計量太複雜，所以石油工業部的技術委員會就決定不用這種方法了。但是因為有許多試驗室還採用，所以將這種儀器及計量法敘述於下：

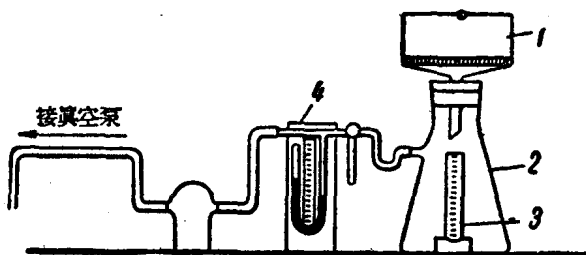


圖 1 用真空法測定失水量的儀器

1—波赫聶爾型漏斗；2—本生型長頸玻璃瓶；3—有刻度的玻璃管；
4—真空計（或水銀壓力計）。

儀器(圖1)包括：直徑90公厘的波赫聶爾型漏斗1，容量1公升的本生型長頸玻璃瓶2，瓶裏置以容量25立方公分有刻度的玻璃試管3(刻度每度為0.2立方公分)，用以承受過濾液真空計(或水銀壓力計)4。

裝好的儀器連接到水泵或油泵的真空管線上。這個管線預先把真

空調整到 20 公厘的水銀柱(殘壓)。

失水量的測定方法如下：把直徑 90 公厘的濾紙用水濕過鋪放在漏斗上並使緊貼在底壁上。在漏斗中注入 200 立方公分試驗泥漿，並將其和泵連接起來。當第一滴濾液落到玻璃試管時，就把計秒錶上的時間記下。然後，每經 5 分鐘記錄濾液的立方公分數量，經過 30 分鐘時，計量停止，將所有結果填在記錄簿上。

在用這種過濾方法過濾時，水銀真空計上真空度應保持 18 公厘的殘壓。

加 壓 法

格羅茲型失水量測定儀器(圖 2)包括圓筒 7，在這個圓筒中利用

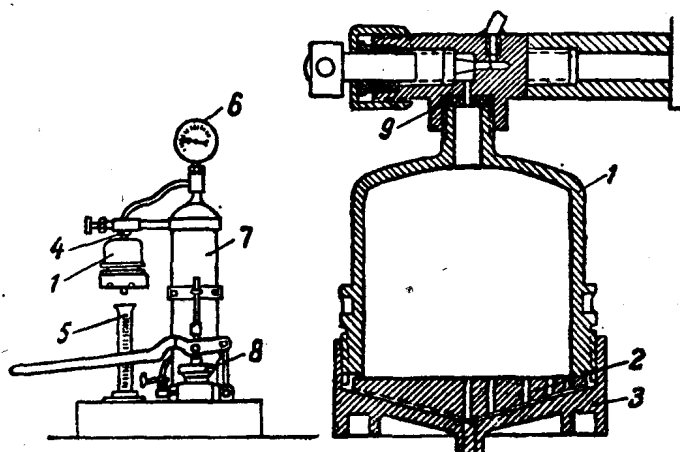


圖 2 用加壓法測定失水量的格羅茲型儀器

右邊是儀器的過濾室

手搖油泵可造成 20 個大氣壓力，這個氣壓適於試驗化學處理的泥漿，並按照壓力表 6 上指針所指示的讀數來調整。在圓筒上接上泥漿容器 1。這個容器注滿泥漿的次序如下：把濕過的過濾器壓擠在兩張濾紙的中間，將濾器滿鋪在有細孔的過濾篩 2 上，濾篩原置於容器底 3 上。當這些過濾器緊密地放在篩子 2 上時，就將容器底用螺絲釘緊在容器上。從細孔 9 把容器注滿泥漿，然後接在接頭 4 上。預先把圓筒

7 中的壓力提高到 20 個大氣壓，然後打開閥門，使在泥漿容器中受到壓力，泥漿中的水就經過容器底和管子流入預先放在下面的量筒 5 裏。

石油工業部曾經用格羅茲型儀器測定失水量，現在所有固定的試驗室內，都已換成 КИП 工廠的 ВГР-1 型儀器。

石油工業部 КИП 工廠出品的 ВГР-1 型儀器(圖 3)，可作測定普通泥漿在一個大氣壓時，以及特別加工的泥漿在 1—5—20 個大氣壓時的失水量之用。

儀器包括油壓泵 1，過濾瓶 2，該瓶上安有能量 30 個大氣壓的壓力表 5，壓縮氣筒 3，該筒上安有能量 60 個大氣壓的壓力表 9，導管 4 把泵和氣筒與過濾瓶連接起來，油箱 8，箱上有襯墊 7，蓋板 6，容量 25 立方公分的量筒 10，所有儀器的零件都裝在油箱 8 的蓋板 6 上。

壓縮氣筒 3 的容量 500 立方公分，工作壓力 40 公斤/平方公分。過濾器(圖 4)的容量 300 立方公分，有效直徑 74 公厘，有 65 個小孔，小孔的直徑 1.5 公厘。過濾篩如圖 5。

儀器底基是帶蓋的裝滿油的油箱，泵固定在底基右邊的板上。在泵的進口閥的一邊接上管子，插入油內，並在油箱閥座旁邊的小孔裏焊接一個與空氣通連的活栓。

當打開空氣栓時，就可開泵吸入空氣和數量不多的油以充滿泵筒裏的死空間。打開空氣栓，就可調節油的吸入。泵的出口用導管 4 和壓縮氣筒 3 連接，筒底焊接一個帶短管的短接頭，管端裝有活栓，活栓的把手是向外拉的。壓縮氣筒頂部焊有四通口，通過四通就可把氣筒和過濾器與泵連接起來。四通的左端有閥門，用以調節過濾器內之壓力。

油壓泵的規範：

活塞衝程 60公厘

活塞的直徑 20公厘

聯動 手搖把

最大壓力 60公斤/平方公分

過濾器(圖 4)包括泥漿容器 1，過濾篩 2 和漏斗 3，在容器頂裝有外加螺帽 4，容器經過橡皮墊 5 與過濾篩相連甚緊密。

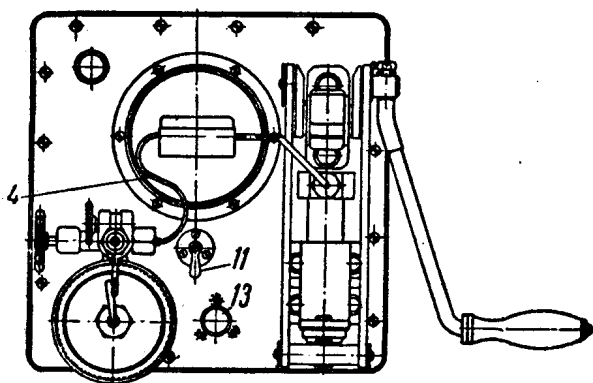
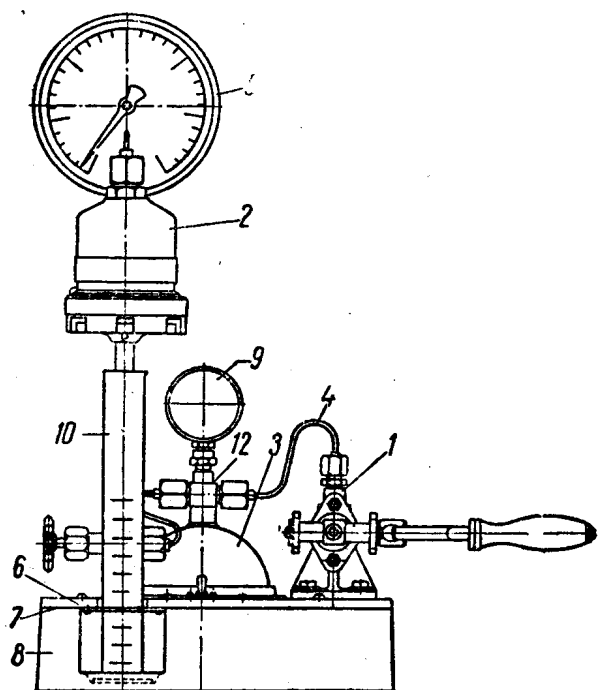


圖 5 BGP-型儀器圖

- 1—油壓泵；2—過濾瓶；3—壓縮氣筒；4—導管；5—壓力表；
6—蓋板；7—隔墊；8—油箱；9—壓力表；10—量筒；11—活
栓；12—四通管；13—竅門。