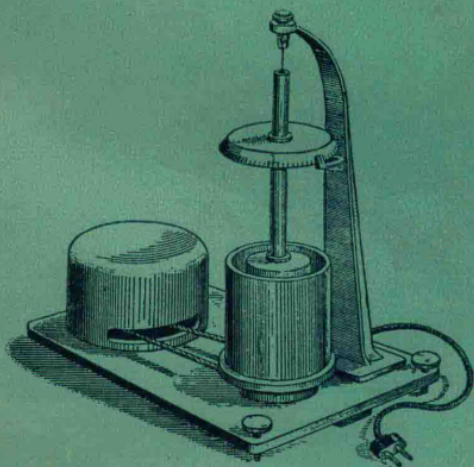


石油工人学习丛书

鑽井泥漿

楊 崇 智編著



石油工业出版社

內 容 提 要

本書是作者根据現坊培訓泥漿工人的講義加以整理后出版的，內容介紹鉆井泥漿的性能、材料，配制、試驗和使用。为了符合指導工人現坊实际操作的需要，还特別着重地講述了配制泥漿各種材料的使用范圍和選擇，以及侵污泥漿的还原和特殊条件下的泥漿处理等。为了帮助工人运用簡單的計算公式，書中还举了很多实例。本書內容較淺显、具体，适合鉆井泥漿工人学习，也可作为培訓新工人的学习材料。

統一書号：T15037·360

石油工人学习叢書

鉆 井 泥 漿

楊 崇 智編著

石油工业出版社出版（社址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可証出字第083號

北京市印刷一厂排印 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 开本 * 印張3 * 63千字 * 印1—1,200册

1958年3月北京第1版第1次印刷

定价(10)0.48元

作者的話

泥漿是鑽井的血液。在鑽進中，只要我們能掌握好泥漿性能，就能在增加鑽速、防止事故、保證鑽井質量、提前完成任务方面起一定的作用。因此，就需要我們全体泥漿工作人員不斷地努力提高理論水平，結合實踐中的經驗，提高泥漿工作的質量。

編寫這本講義的目的是為了幫助具有小學和初中程度的現場泥漿工人提高技術水平。這是作者1954年在現場教課時編寫的，現在把它作了一些修改和補充，交給出版社公開出版。由於作者水平限制，加以整理的時間緊迫，內容上很可能有一些缺陷甚至於錯誤，希望讀者們不客氣的批評、指正。

楊崇智

1957年9月于玉門

目 录

作者的話

第一章 概 說	1
第一节 什么是泥漿	1
第二节 鑽井泥漿的功用	2
第三节 泥漿的分类	4
第二章 泥漿性能的量測方法和控制标准	6
第一节 比重	6
第二节 粘度	10
第三节 失水量和泥餅	15
第四节 切力	20
第五节 含砂量	23
第六节 酸碱度(pH值)	24
第七节 膠体率和稳定性	25
第八节 泥餅粘滯性	26
第九节 泥漿的淨化系数	28
第十节 泥漿中的溶解气	28
第三章 粘土	30
第一节 粘土的种类	30
第二节 粘土的性能	31
第三节 粘土的选择	31
第四章 水基泥漿	36
第一节 水基泥漿的組成	36
第二节 化学处理对水基泥漿的作用	37
第三节 水基泥漿的侵污和还原	38

第五章 水基泥漿的配制試驗	47
第一节 常用处理剂的配制	47
第二节 可溶性鹽分析	50
第三节 造漿試驗	50
第四节 井上处方	54
第六章 配制泥漿的几种常用物料	58
第一节 加重料	58
第二节 水	61
第三节 处理葯物	61
第四节 固体物質比重的測定	69
第七章 泥漿的特殊处理	70
第一节 漏失	70
第二节 地層坍塌	74
第三节 地層發脹	74
第四节 停流冻结	74
第五节 加碱过多	75
第六节 加酸过多	75
第七节 鑽进油層降低比重	75
第八节 泥漿陈腐太久	76
第九节 泥漿电阻系数的控制	76
第八章 泥漿計算	78
第一节 泥漿比重	78
第二节 井眼內的泥漿量	78
第三节 泥漿池的容量	79
第四节 泥漿罐的容量	79
第五节 配制定量定比重的輕泥漿所需的粘土量	80
第六节 在已知比重及体积的泥漿內加重, 所需加重料 的数量	80

第七节	由某比重的泥漿加重并配成一定体积的重 泥漿所需的加重料数量	81
第八节	降低泥漿比重所需的加水量	82
第九节	井眼中的泥漿流速	83
第十节	泥漿循环一周所需的时间	83
附录一	加重 1 公方泥漿所需重晶石用量定額, 公斤	85
附录二	泥漿比重換算表	86
附录三	不同直徑井眼內的泥漿容量 (公升/公尺) 表	87
附录四	井眼中的泥漿流速 (公尺/秒) 表	87
附录五	井中泥漿循环一周所需的时间表	88
附录六	配制 1 立方公尺泥漿所需的粘土和水的数量 (立方公尺)表	89
附录七	难溶物質的溶解度	90
附录八	几种指示剂的配制法	90
附录九	常用酸液和碱液試剂	91
附录十	常用單位	91

第一章 概 說

第一节 什么是泥漿

泥漿是由真溶液、膠体溶液和悬浮体混合而成的鑽井液。更簡單地說：泥漿通常是由水、粘土、油、加重材料及一些化学藥品所配成。

什么是真溶液呢？真溶液是溶液的一种。在真溶液中，被溶解物質的分子是呈單獨的分子状态存在的，只要不發生化学反应或蒸發，被溶解的物質决不会沉淀析出(例如食鹽溶解在水中)。真溶液的顆粒非常小，一般直徑只有1亿分之一公分以下。

溶液的第二种是膠体溶液，膠体溶液与真溶液的不同在于：溶解在液体中的物質，不是單个的分子，而是由許多个(数十万到数百万)分子組成的粒子，这些粒子在液体中分散着，粒子的顆粒直徑愈小，說明分散的程度愈高。膠体溶液在靜置相当一个时期后，它的組成部分会分离开来。

在膠体化学中把膠体分成兩类：乳膠体和悬膠体。如果分散相(溶質)是固体，則分散在液体中很小的膠体粒子就称为悬膠体；悬膠体的分散相的固体粒子直徑超过10万分之一公分时，称为悬膠液(如石灰乳、泥水等)。如果分散相是液体，或呈現膠狀，則分散在液体中形成的膠体称为乳膠体(如牛膠)。乳膠体的分散相的液体粒子比較大时，称为乳濁液(如油分散在水中或水分散在油中)。

第三种是悬浮体，如砂粒、岩屑、加重料等，它們在水

中經攪拌后，呈懸浮狀態，靜置一個時候，又逐漸下沉，顆粒愈細的下沉愈慢。懸浮體的顆粒可以用肉眼或顯微鏡看到，直徑一般在 10 萬分之一公分以上。

第二節 鑽井泥漿的功用

在鑽井過程中，泥漿由泥漿泵經泥漿管綫、水龍帶、水龍頭、鑽桿柱，由鑽頭的水眼噴出，沖洗井底，沿着鑽桿柱與井壁的環形空間把岩屑攜帶到地面。返回地面的泥漿清除了岩屑以后，又重新泵入井中，循環使用。

泥漿在鑽井中的作用主要有以下幾點：

一、攜帶岩屑 鑽井中鑽碎的岩屑全靠泥漿循環把它們從井底帶到井外，再經過泥漿篩分離出來。經過泥漿篩以后，泥漿中夾雜的顆粒較細的砂子，也會沉淀在泥漿槽內和沉淀池里。清除了岩屑的泥漿，再重新泵入井內沖洗井眼，使它經常保持干淨，鑽井工作得以正常進行。

二、懸浮岩屑 當鑽進停止時（例如起、下鑽），泥漿的循環也停止了。如果用水作鑽井液，岩屑會很快地下沉到井底，往往會使下鑽下不到井底，或發生卡鑽事故，影響鑽進。如果使用具有良好懸浮性能的泥漿，則當循環停止時，一部分岩屑就在泥漿中呈懸浮狀態，不致於很快地下沉，因而保證了繼續鑽進。

三、保護井壁 在松軟地層鑽井時，井壁容易塌落，阻礙鑽進。如果使用失水量小，比重和粘度都合適的泥漿，就可以在井壁上造成一層薄而堅韌的泥餅，它能防止井壁坍塌。

四、節省套管，縮短建井時間 由於泥漿具有保護井壁的作用，就可以根據適宜的地層條件簡化套管層數。例如陝

北某井在黃土層鑽進時可以不下表層套管；酒泉盆地某些地區的生產井，不下表層套管也已試驗成功，一口超過三千公尺的深井，也是裸眼鑽完的。簡化了套管程序不但節約鋼材，降低了鑽井成本，而且也減少了下套管、注水泥和候凝的時間，相應地增加了純鑽進時間。

五、防止井噴 在鑽進中，遇到高壓油、氣、水層時，應用高比重的泥漿來控制它，否則就會造成嚴重的井噴事故，甚至破壞了油、氣田。

六、冷卻與潤滑作用 在鑽進中，鑽頭與井底、鑽桿與井壁都會發生摩擦而生熱。如果沒有泥漿循環、冷卻和潤滑的作用，就會很快燒掉鑽頭或磨壞了鑽桿。

七、幫助鑽進 泥漿自鑽頭水眼噴出時，流速快，沖擊力強，產生很大的水馬力。鑽軟地層時，可以幫助鑽頭鑽進，增加鑽速。在鑽硬地層時，可在泥漿內加入特殊的化學藥品（如氯化鋁、氫氧化鈣等），使地層的硬度減低，增加鑽速。

八、錄井 有人說，泥漿是地質人員的通訊員，原因是泥漿能把井里的岩屑帶出來，以供地質人員分析判斷地層。鑽過油、氣、水層時，泥漿往往會發生油花、氣泡、水侵的現象。平時還可從泥漿性能的变化、泥漿水的分析來鑑定地層。

九、旋轉渦輪 使用渦輪鑽具鑽井，泥漿從鑽桿里以急劇的速度經過渦輪的葉片，使它旋轉，帶動渦輪軸并旋轉鑽頭。

第三节 泥漿的分类

按照組成和用途的不同，可以把泥漿分为下列几类：

一、水基泥漿 一般的是用粘土、水、化学藥品或添加重晶石粉等加重料配成的。它的含鹽量可容納在5,000 ppm^①以下，含鈣量可容納在50 ppm以下。

二、混油泥漿 是在水基泥漿中，加入10%左右的油基泥漿或原油所配成，能防卡，适于鑽生产井。

三、高碱性淀粉泥漿 在水基泥漿中加入糊化剂，并用石灰水、燒碱水、2:1的單宁酸鈉液或15:4的煤碱液控制pH值在11.5—12.5間，用于鑽含鹽量較高地層或石膏層。

四、飽和鹽水淀粉泥漿 这种泥漿是在水基泥漿中加入糊化剂与飽和食鹽溶液配成的。可用它来鑽含鹽崩散性頁岩、石膏層、水泥塞等。

五、硅酸鈉泥漿 是用硅酸鈉、粘土、食鹽、水等配成。可以鑽崩散性頁岩或高压鹽水層。

六、鈣基泥漿 在水基泥漿中加入熟石灰，再用碱性强的煤碱液或單宁酸鈉液等藥品作处理剂，在含有大量鈣質、石膏或食鹽的地層中鑽进时可以使用这种泥漿。

七、油基泥漿 是由柴油、氧化瀝青、飽和食鹽水、燒碱溶液、硅酸鈉液、煤油或生石灰等配成的，或用石灰石粉、重晶石粉等加重。主要用在鑽穿低压油、气層。

八、油水乳化泥漿 用水、原油、松香粉、煤油配成的

① ppm 是 100 万分之一，5,000 ppm 則表示泥漿中的鹽分佔泥漿全部重量的 5,000/1,000,000，即 1/200。为了方便起见，我們常以泥漿水的分析結果直接表示为泥漿中的含鹽量。

比重为 0.92 的溶液。已初步試驗成功，准备在鑽低压油層試用。

九、混气泥漿 在普通水基泥漿中，混入压縮的空气以降低泥漿的比重。

十、空气或天然气代泥漿 用于漏失多的地層或鑽穿坍塌不大的低压油、气層。

思 考 題

1. 詳述泥漿的功用。
2. 泥漿分几种？各种泥漿的用途和特点是什么？
3. 各种泥漿的主要成分是什么？
4. 解釋名詞：悬浮体；真溶液。

第二章 泥漿性能的量測方法 和控制标准

通常在井上和試驗室里都要量測泥漿的性能，使它达到一定的标准。下面把泥漿有那些性能和量測它們的方法和控制的標準說明如下：

第一节 比 重

在談比重之前，應該先了解一下重度的定义，重度就是每一單位体积的物質重量，克/立方公分、磅/加侖等都是重度的單位。比重的定义就是某物質的重量与同体积的純水在 4°C 时重量的比。

用算式表示：

$$\text{某物的重度} = \frac{\text{某物的重量}}{\text{某物的体积}};$$

$$\text{某物的比重} = \frac{\text{某物的重量}}{\text{同体积的純水在 } 4^{\circ}\text{C} \text{ 时的重量}};$$

由于 1 立方公分的純水在 4°C 时重量正好是 1 克，所以，重度和比重的数值是相同的，只是比重不帶單位而已。在現場为了計算时方便，常常說泥漿比重是多少克/立方公分、磅/加侖，实际上指的是重度，但因为这样称呼已經習慣了，我們也暫且把它当作是比重。

量測泥漿比重的仪器有泥漿天平(見圖 1)、泥漿比重計

(見圖 2)和 АГ-2 型泥漿比重計(見圖 3)。

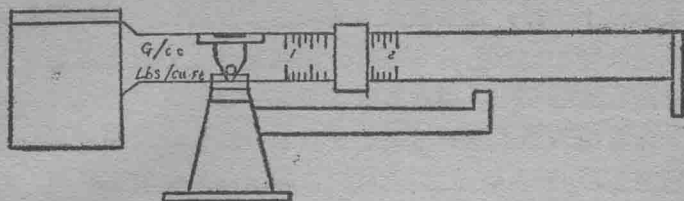


圖 1 泥漿天平

在井場使用泥漿天平最方便，使用方法是：先把要量測的泥漿注滿天平一端的泥漿杯，蓋上蓋，洗淨加蓋時從杯內溢出的泥漿。然后把天平橫梁上的刀口放在天平支

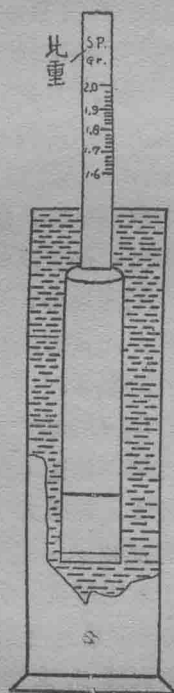


圖 2 泥漿比重計

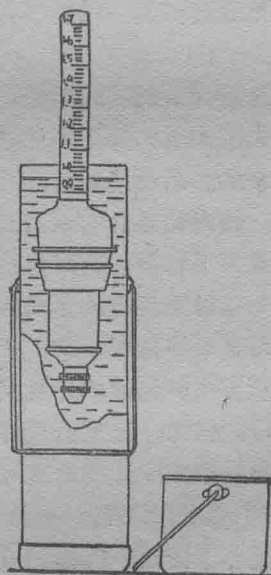


圖 3 АГ-2 型泥漿比重計

架上，移动游碼，使橫梁成水平，讀出刻度便得比重。但是比重單位不一样，如果讀数是每加侖多少磅时，就把讀数除以 8.33（每加侖水重 8.33 磅）；讀数是每立方呎多少磅时，就把讀数除以 62.5（每立方呎水重 62.5 磅）。

如果把天平上所刻出来的各种單位的数字，制成一張比重換算表（見本書附录二），就可以省去临时換算的麻煩，也少發生錯誤。

泥漿天平每星期至少校正一次。鑽到了油、气、水層时，必須每天校正一次。校正的方法是在泥漿杯內盛滿純水，移动游碼，看是否比重为 1。如果泥漿杯的一端重了，便將天平末端調重管上的螺絲卸开，加入一些鉛粒，使达到水平；如果泥漿杯的一端輕了，便从管內取出一些鉛粒，使达到水平。

泥漿比重計是鋁制的浮筒，下面接一电木泥漿杯。使用的时候，先將泥漿杯卸下，注滿要量測的泥漿，接上浮筒，再把挤出来的多余泥漿擦淨，放入盛滿清水的圓筒中，待水面靜止后，讀出比重計与水面接触处的刻度。比重計的刻度單位与泥漿天平相同。有时也直接刻出比重的数字。

泥漿比重計受温度的影响較大，70°F 时測得的結果最正确。平时每日应当校正一次。校正的方法与校正泥漿天平相同，在泥漿杯中裝滿清水，量其比重是否为 1。如果大于 1 或小于 1 时，便卸开比重計頂部的螺絲取出或裝入一些鉛粒。在室內，用此計量測比重时，可照表 1 改正讀数。

苏联 АГ-2 型比重計的構造形式和用法与泥漿比重計类似。在泥漿杯下面接一沉錘，可以拆卸。当泥漿比重低于 1.7 时，应帶上沉錘再量測比重。如果泥漿比重大于 1.7 时，

泥漿比重的溫度校正系數

表 1

溫度, °F	比重校正數	磅/立方呎 校正數	磅/加侖 校正數	磅/平方吋/100呎 校正數
40	0.004	0.3	0.03	0.2
42	0.004	0.2	0.03	0.2
44	0.004	0.2	0.03	0.2
46	0.003	0.2	0.03	0.1
48	0.003	0.2	0.02	0.1
50	0.002	0.1	0.02	0.1
52	0.002	0.1	0.02	0.1
54	0.002	0.1	0.02	0.1
56	0.001	0.1	0.02	0.0
58	0.001	0.0	0.02	0.0
在上列各種溫度量測時需將讀數加上校正數				
60	0.000	0.0	0.00	0.0
在下列各種溫度量測時需從讀數中減去校正數				
62	0.001	0.1	0.01	0.0
64	0.002	0.1	0.02	0.1
66	0.004	0.2	0.03	0.2
68	0.005	0.3	0.04	0.2
70	0.006	0.4	0.05	0.3
72	0.008	0.5	0.07	0.3
74	0.010	0.6	0.08	0.4
76	0.012	0.7	0.10	0.5
78	0.014	0.9	0.12	0.6
80	0.016	1.0	0.13	0.7
82	0.018	1.1	0.15	0.8
84	0.020	1.3	0.17	0.9
86	0.022	1.4	0.19	1.0
88	0.025	1.5	0.21	1.1
90	0.027	1.7	0.23	1.2

应把沉錘卸下后再用右边的刻度讀数 AT-2 型比重計的刻度是比重数字，使用很方便。这种比重計也应时常檢查，用純水校正，看它的比重是否为 1，允許的差誤是 ± 0.01 。如果不合标准，应卸下沉錘，把底部的螺絲卸去，增減鉛粒。

泥漿的比重要保證合格。在一般地層，可以保持在 1.15—1.2；容易坍塌的地層，比重应提高到 1.25—1.3；必要时可以看实际情况再提高。在礫石層鑽井，最好把比重維持在 1.25 以上。当鑽高压油、气、水層，应維持比重保證在地質設計的数字範圍內。这样既不会發生井噴和井漏的事故，也不会因比重过大而产生浪費。鑽进低压油層时，比重不宜过高，否則就会發生泥漿漏失，压死油層。

总之，在条件許可的情况下，应当使用比重低一些的泥漿以提高鑽速。但是必須提高警惕，避免来不及处理时会發生的惡性井噴事故。

第二节 粘 度

当泥漿流动时，泥漿內部的分子总有一种抵抗流动的力，这种力叫內摩擦力，內摩擦力的大小用粘度来表示。而所謂粘度，也就是表示流体的粘滯程度。

量測泥漿粘度的方法通常有兩種：漏斗法和司式粘度計法。用漏斗法量測粘度，是計算一定容积的泥漿經過測定用漏斗所需的时间，用司式粘度計量測粘度，則是量測面积各为 1 平方公分，相距 1 公分的兩層液面以 1 公分/秒的速度作相对运动时所产生的內摩擦力，單位是泊，1 泊 = 100 厘泊。泥漿的粘度愈大，流动愈慢；相反，粘度愈小，流动也愈快。

量測泥漿所用的儀器有馬氏漏斗、野外標準粘度計和司氏粘度計。

一、馬氏漏斗 在井上使用馬氏漏斗(見圖4)測泥漿的粘度有五種量法,常用的也是最方便的一種方法,就是用手執漏斗使它垂直,以食指或小指堵住出口管,將泥漿從漏斗上部的篩網上傾入漏斗中,直到泥漿面與篩網齊平,剛好裝進1,500c.c.的泥漿。然後放開手指,使泥漿流入量杯中,同時按動停表,開始計時,直到泥漿漏至量杯中1,000c.c.處,便捏住停表,讀出秒數,就得出泥漿的粘度。校正馬氏漏斗的方法是在漏斗中裝1,500c.c.清水再漏出1,000c.c.,所需的時間應當是28秒 $\pm$ 0.05秒,這叫做馬氏漏斗的水值。

野外標準粘度計 蘇聯野外標準粘度計(見圖5)的構造形式和用法與馬氏漏斗類似,量測時用量杯的上下部分別裝滿泥漿(500c.c.和200c.c.),從漏斗的篩網上傾入漏斗中;再漏出500c.c.,計算需要的秒數。這種漏斗的校正方法是裝700c.c.清水,流出來500c.c.清水,所需的時間應當是15秒,這就是它的水值。現在我國各礦場都採用這種粘度計。

二、司氏粘度計 在室內量測泥漿的粘度,常用司氏粘度計(見圖6)。量測的方法是:先將欲量測的泥漿過篩,除去其中較粗的顆粒。充分攪拌片刻,即傾入泥漿杯中,直到能將旋轉筒全部浸沒,再把裝泥漿杯的底座架在支桿上,上緊螺絲,使它牢固;然後在砝碼盤內加入定量的砝碼,放開制動開關,按動停表,使旋轉軸自由旋轉,這時候旋轉筒也隨着旋轉。同時,因綫軸轉動,砝碼盤下降;操作人員應該一面注視轉速儀上指針轉動的周數(指針轉動一周旋轉軸就轉動100轉),一面注視停表的時間。當指針轉