

煤田地质小口径钻探

(泥浆及堵漏)

煤炭工业部地质局组织编写



煤炭工业出版社

煤田地质小口径钻探

(泥浆及堵漏)

煤炭工业部地质局组织编写

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书是《煤田地质小口径钻探》中的第四个分册，主要介绍在小口径钻探中应如何选择、使用泥浆，常用的几种泥浆的制造方法，钻孔堵漏的方法，各种堵漏浆液的制备以及浆液的输送方法等。可供钻探工人、钻探技术人员参考使用。

煤田地质小口径钻探

(泥浆及堵漏)

煤炭工业部地质局组织编写

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张2¹/₂

字数54千字 印数1—7,000

1978年5月第1版 1978年5月第1次印刷

书号15035·2164 定价0.23元

目 录

一、泥浆	1
(一) 泥浆在钻探工作中的功用.....	1
(二) 泥浆的性能及测定.....	2
(三) 泥浆处理剂.....	11
(四) 泥浆的制造与处理.....	17
(五) 泥浆的净化与管理.....	18
二、润滑剂	25
(一) 润滑剂的种类.....	25
(二) 使用效果.....	29
(三) 几点体会.....	30
三、堵漏	31
(一) 钻孔堵漏工作的重要意义.....	31
(二) 钻孔漏水的原因和漏水地层的分类.....	32
(三) 钻孔堵漏原理和堵漏方法.....	34
(四) 堵漏浆液的种类与制备.....	38
(五) 浆液的输送方法和输送工具.....	57
(六) 堵漏方法的选择和对漏失地层的处理.....	69

一、泥 浆

一般地质勘探工作所用的冲洗液是清水和泥浆，在特殊条件下(如严重漏失地层、缺水地区、冻结地层等)也可以使用压缩空气作为冲洗液，但适用于煤田地质勘探工作的冲洗液主要是泥浆。因此，我们在这里主要介绍泥浆的功用、泥浆的性能及测定、泥浆的化学处理、泥浆的加工与处理方法、泥浆的净化与管理等问题，供大家在今后工作中参考。

(一) 泥浆在钻探工作中的功用

煤田地质勘探所施工的地层多数是较为复杂的。如松散的新地层(第四纪、第三纪地层)、较为复杂的煤系地层(南方尤为突出)、其他破碎地层等。因此，泥浆就成为煤田地质勘探工作护孔用的主要冲洗液了。泥浆使用的好坏，直接影响着钻进速度的快慢、钻探质量的高低、孔内的安全程度和材料消耗的多少。

近一、二十年来，随着煤田地质勘探工作的不断发展，泥浆已成为钻探工作实现优质、高效、安全、低耗，全面完成勘探任务的一项重要措施。

值得特别提出的是，使用好泥浆对今后开展小口径钻进具有十分重要的意义。因为小口径钻进孔径小，粗径钻具与孔壁的间隙小，若用不好泥浆，就会影响小口径钻进的正常进行。比如泥浆过稠往往开不开泵，甚至憋坏水泵，给小口径钻进工作带来许多麻烦。故使用好泥浆对开展小口径钻进关系

极大，我们必须给以重视，切实用好泥浆。

泥浆在钻探工作中的主要功用，有以下几点：

1. 可以保证孔内安全

在钻进过程中，通过泥浆的循环，可以在孔壁上形成一层薄而致密的泥皮，即平常所说的“泥糊孔壁”，就好象下了一路韧性很大的柔性套管；同时由于泥浆柱对地层可施以反压力，又能平衡孔壁应力，从而加固了孔壁，防止岩层坍塌，保证了孔内安全，为实现快速钻进创造了必要的条件。

2. 可将岩粉带至孔外，保持孔内干净

在正常钻进中，被钻头破碎下来的岩粉，如不及时排至孔外，既影响进尺，又容易造成淤埋钻事故。通过泥浆的循环，就可以及时地将孔底岩粉带至地面，确保孔底干净；同时由于泥浆静切力的作用，当泥浆停止循环时，又可使孔内岩粉呈悬浮状态，从而防止岩粉下沉而造成埋钻事故。

3. 可以冷却钻头提高钻进效率

钻头在孔底回转破碎岩石时，要产生许多热量，如不及时冷却就会造成烧钻事故，不能继续钻进。通过泥浆的循环，能将钻头刻取岩石时所产生的热量及时加以冷却，使合金处于锋利状态，便于更加有效地刻取岩石，从而提高钻进效率。

(二) 泥浆的性能及测定

泥浆从表面来看是粘土加清水，但实际上它却是一个比较复杂的胶态体系。粘土在水中分散、水化，水和粘土中的金属离子互相交换，形成带电的水化膜。水化的粘土互相吸附，形成泥浆内部的结构。由于粘土分散，水化程度不同和离子交换性质的不同，使泥浆产生各种不同的内部结构。这些

内部结构，就使泥浆具有一系列性能，例如失水量和造壁能、触变性及静切力、粘度、比重、含砂量、胶体率等。这些性能是衡量泥浆质量的主要指标。因此，必须根据地层特点配制出所需性能的泥浆，并在使用过程中经常处理和调整，以保证钻探施工的顺利进行。

1. 失水量和造壁能

钻进时泥浆在孔内循环，由于泥浆柱与地层之间存有一定压力差，而使泥浆中的水分渗透到孔壁岩层里去，这种性能就叫做失水。失水的多少叫失水量，其单位以毫升/30分钟表示，即泥浆在100平方毫米的过滤面积上在30分钟内失去的水量。

当泥浆失水时，粘土颗粒就附在孔壁上形成一层泥皮，泥浆的这种能力即叫做造壁能。泥浆失水量小，在孔壁上就形成薄而致密的泥皮，具有保护孔壁的作用；若泥浆失水量大，则在孔壁上就形成一层厚而松的泥皮，容易引起孔壁坍塌和粘附钻具事故。

泥浆质量的好坏，关系着能否实现安全钻进，而失水量和造壁能又是影响泥浆质量的主要指标。如果泥浆的失水量小，在钻进过程中就很少有水渗入到孔壁上去，因而能在孔壁上形成一层薄而致密的泥皮，就可以保证孔内安全，实现快速钻进。反之，若使用失水量大和造壁能差的泥浆钻进，那么在钻进过程中泥浆中的水就会大量跑到岩层中去，而在孔壁上形成较厚的泥皮。如在松散、复杂的地层中钻进，其表现尤为突出。由于泥皮较厚，在钻进中就容易造成挤夹钻具事故。因此，泥浆的失水量越小越好。一般在较稳定地层中钻进时，失水量不超过25毫升/30分钟，泥皮厚度在3毫米左右；在复杂地层（松散、遇水膨胀、容易坍塌等）中钻

进，其失水量应小于10~15毫升/30分钟，泥皮厚度不大于2毫米。

测定失水量的方法：目前较广泛地采用1009型失水量测定仪（如图1）。它是压滤式仪器的一种形式。由重锤提供

压力差，并通过机油传给泥浆。压力差是1公斤/厘米²。

测定失水量时，在滤板5上放一层滤纸，将其置于泥浆室4与下壳7的结合处并拧紧。通过顶杆8压紧密封板6，以封死滤板5的滤眼。然后在泥浆室4中注满泥浆，连接好套筒2，并向套筒2中注满机油，同时把加压柱塞1插入套筒2中。通过放油顶丝3放油，使柱塞1下降，直到柱塞1上的零点刻度对准套筒2上端的标志线为止。然后松开顶杆8，使密封板6与滤板5脱离，并开始计算时间。30分钟后，套筒标志线所指的柱塞上的刻度读数即为泥浆的失水量。

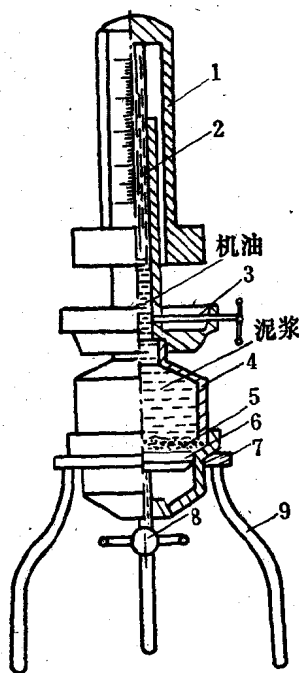


图1 1009型泥浆失水量测定仪

1—加压柱塞；2—套筒；3—放油顶丝；4—泥浆室；5—滤板；6—带胶垫的密封板；7—下壳；8—顶杆；

9—支架

测完失水量后，应立即测定泥皮厚度。其测定方法很简单，

将仪器卸开，把泥浆倒掉，用钢板尺量出滤纸上残留泥皮的厚度，并以毫米表示之。

在野外没有测定失水量仪器的情况下，可以采用滤纸筒测定法测定（图2）。方法很简单，将大约2毫升泥浆滴到滤纸上，经过30分钟后析出水痕的平均值（毫米），即为泥浆的失水量。一般地层泥浆析出的水痕不超过15毫米，复杂地层泥浆水痕应在10毫米左右。

2. 触变性及静切力

泥浆是一种半胶体，由于粘土颗粒水化程度不均匀，水化膜薄厚不一，泥浆静止时，粘土颗粒水化膜薄的地方就会互相粘结，形成蜂窝状的网状结构，并变成胶凝体。搅动时结构破坏并恢复原有的流动性。泥浆能够形成结构和恢复原有流动性的能力叫触变性。要使静止的泥浆开始流动，破坏网状结构所需最小的力称静切力，其单位为毫克/厘米²。

静切力大的泥浆，其触变性也大，所以静切力是测定泥浆触变性和网状结构强度的主要指标。随着静止时间的加长，泥浆的结构也逐渐完善和牢固，静切力也逐渐增加，一般都取一分钟及十分钟的静切力值作为泥浆形成结构能力大小的相对度量。一分钟的为初切力，十分钟的为终切力。

静切力和触变性对钻进的关系极大，泥浆切力大容易悬浮岩粉，一旦停止循环时不会造成埋钻事故。但切力也不能过大，过大了既不能使泥浆中的岩粉沉淀，影响泥浆净化，又会增大泵压，影响进尺。但泥浆切力也不能太小，太小了携带悬浮岩粉的能力不好，停泵时就容易造成事故。在稳定地层中钻进时，泥浆切力一般为5~15毫克/厘米²；在漏失地层钻进时，泥浆切力以70~80毫克/厘米²为好。

野外常用测定静切力的仪器是铝筒下沉式静切力计，见图3。

它是由泥浆杯1、刻度标尺2及薄铝筒3所组成。测定

时将泥浆加在泥浆杯1中，到零刻度为止。1分钟后把铝筒3套在刻度标尺2上，轻轻放在泥浆液面上，直到铝筒不再

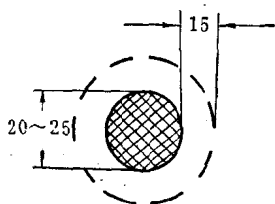


图2 野外滤纸测失水量

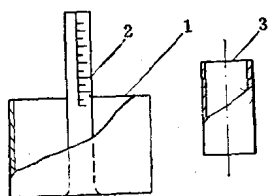


图3 铝筒下沉式静切力计

1—泥浆杯；2—刻度标尺；3—薄铝筒

自动下沉为止。读取铝筒上端所指的标尺读数即为初切力值，然后重新搅拌泥浆，静止10分钟后，按同法再测一次，即为终切力。

3. 粘度

泥浆流动时，内部分子之间产生一种抵抗流动的力，叫内摩擦力。内摩擦力的大小用粘度表示。当泥浆流动时，由于粘土颗粒之间的摩擦力和泥浆结构的破坏，所以其粘度要比水大。粘度既是泥浆的基本特性，又是泥浆质量的重要指标之一，因此，泥浆粘度对安全生产有很大关系。在钻进过程中，若泥浆粘度过大，则会造成流动性差，从而增高泵压、降低排量，影响钻进速度；若在破碎地层或消耗量大的地层采用粘度过低的泥浆钻进，既不利于防塌漏，又影响正常钻进。所以，在正常钻进中使用泥浆粘度的大小，应根据施工地区的岩层情况合理选择。一般在保证能将孔底岩粉全部携带到地面的前提下，泥浆粘度应尽量小一些。如一般非煤系地层可用18~20秒的泥浆钻进，在煤系地层及容易坍塌

掉块的地层中钻进时，可使用25~30秒的泥浆。

测定泥浆粘度的方法：目前测定粘度是以一定体积的泥浆流过一定直径的管子所需的时间（秒）来表示。现场多用漏斗法（即相对粘度测定法）进行测量。野外粘度计是由带柄的漏斗和量杯两件组成。漏斗下端有内径5毫米、长100毫米的管子；量杯内部用隔板分成200及500毫升两部分，见图4。

测量粘度时，先用手指堵住漏斗下口，再用量杯分别将200和500毫升的泥浆倒入漏斗中，然后把用清水冲洗好的量杯放在漏斗下面，让500毫升的一端对准漏斗下口，看准秒表，手指离开漏斗下口，泥浆流满量杯的时间即为泥浆的粘度。为证实所测粘度的正确，要连续复测2~3次，如所得结果一致时，即为正确。

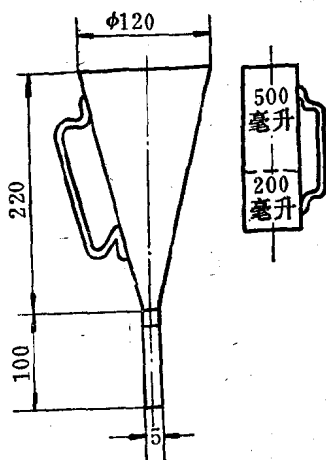


图4 漏斗式粘度计和量筒

标准粘度计流过清水的时间是15秒，如不是15秒时，可按下式换算

$$d = \frac{DS}{S'}$$

式中 d ——泥浆的实际粘度；

S ——标准粘度计测得水的粘度（15秒）；

S' ——非标准粘度计测得的粘度

D ——非标准粘度计测定泥浆的粘度。

4. 比重

泥浆的重量与同体积水的重量比，即为泥浆的比重。泥浆的比重取决于泥浆中固体物质的数量和质量。

在钻进过程中，应根据地层情况选择合适的比重。一般在保证孔内情况正常的前提下，泥浆比重应尽量小一些，这既能保证泥浆性能的稳定，又可实现快速钻进。在稳定地层中钻进时，可采用1.10~1.15比重的泥浆；在复杂地层中钻进时，应根据孔内情况合理选择泥浆的比重，以保持孔内压力平衡。当岩石破碎、涌水时，要采用高比重泥浆钻进，而在漏失地层中则应采用小比重泥浆钻进。

测定泥浆比重的方法：把要测的泥浆灌满泥浆杯6，加好盖1并擦洗干净，再置于支架上。移动游码使杠杆呈水平状态，使横梁上的水泡位于中央，读出砝码左侧的刻度即为泥浆的比重。为了保证测的准确度高，在测前应先进行校正，其方法与测泥浆比重同，唯一的区别是在泥浆杯中灌满清水。如此时测得的比重为1.00，则表明比重计是准确的，如不是1.00时，可将比重计的平衡圆柱盖子卸开，增减金属颗粒进行调整（图5）。

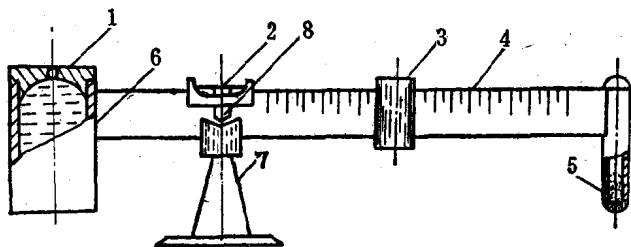


图5 杠杆式比重称

- 1—杯盖；2—水平泡；3—游码；4—杠杆；5—重物；6—泥浆杯；
7—支架；8—刀刃

5. 含砂量

所谓含砂量，是指泥浆中不能通过 200 号筛孔（即直径大于 0.074 毫米）的砂子所占泥浆体积的百分数。泥浆中含砂量大就会增加水泵各部件的磨损，使孔壁上的泥皮松散，一旦停泵时易使砂子沉淀而造成孔内事故。所以含砂量越少越好，一般不超过 4%。

测定含砂量的方法，目前均采用稀释法。是在专用量瓶中进行测定（如图 6），量瓶容积为 500 毫升，先将 50 毫升泥浆倒入瓶内，再倒入 450 毫升的清水，摇晃均匀后将量瓶垂直静放 3 分钟，读出瓶底沉淀砂子的刻度，再乘以 2，即为含砂量的百分数。

有时用水枪加工的泥浆，在开始测含砂量时，往往容易产生假象，即由于粘土颗粒没有全部冲散开，分散的不好，也会随着砂子一起沉淀下去，那么此时测出的含砂量就不是泥浆的真实含砂量，但经过一定时间的循环后，就可促使分散不好的粘土分散开，其含砂量也会随之而下降。对此要心中有数。

现场降低含砂量的方法：一是选用优质粘土造浆；二是加强泥浆管理，采用一定的除砂措施。

6. 胶体率和稳定性

胶体率现场叫“澄清”，是指单位容积的泥浆经过一定时间粘土与水分分离的程度。稳定性是指容器内的泥浆，经过一定时间后，上部和下部泥浆比重之差。泥浆是粘土颗粒在水中分散和水化的悬浮体，因为粘土颗粒大小不等和水化程度不一，静止时颗粒大，水化不好的粘土颗粒就要下沉，同时部分自由水也从泥浆中析出，这种现象越严重，说明泥浆的质量也越不好，其胶体率也必然很低。

测定胶体率常用图 7 所示的测定计进行，即在玻璃量杯内加入100毫升泥浆，密封静放 24 小时后，根据泥浆上部分离出来的清水体积来计算其胶体率。例如若测得析出的清水为 2 毫升，则泥浆的胶体率为98%。一般合格的泥浆，其胶体率不得低于98%。

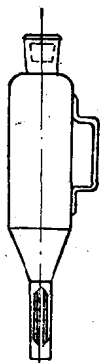


图 6 含砂量测定器

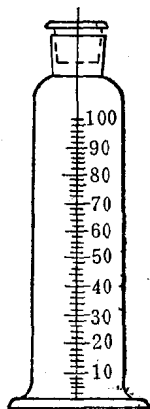


图 7 胶体率测定计

7. pH值

泥浆 pH 值又叫酸碱值，是影响泥浆性能的重要指标，其范围由 0~14。pH 小于 7 时为酸性；pH 等于 7 时为中性；pH 大于 7 时为碱性。泥浆在碱性范围内比较稳定，一般要求在 8~12 范围内较为合适。泥浆 pH 值往往会引起泥浆粘度、切力、失水量等性能的变化，因此必须根据泥浆类型，正确选择 pH 值，可使泥浆性能稳定。

测定 pH 值，现场多采用试纸测定，方法是撕一小段 pH 值试纸，一面贴在循环槽的泥浆表面上，停数秒钟后取出与比色图比色，即可读出 pH 值来。

(三) 泥浆处理剂

泥浆处理剂，是指调配、维护和恢复泥浆的工艺性能时，所使用的各种化学药剂。目前，随着化学工业的发展，泥浆处理剂的品种也很多，现将煤田地质勘探系统常用的几种处理剂介绍如下：

1. 几种无机处理剂

(1) 氢氧化钠 (NaOH)：又叫烧碱、苛性钠、火碱。工业品是一种乳白色固体，常温时比重为2~2.2，熔点 318°C ，呈强碱性，容易吸潮，从空气中吸收二氧化碳 (CO_2) 后，变成碳酸钠 (Na_2CO_3)，因此保管时不要受潮。

烧碱多与酸性处理剂配制成碱性溶液，如丹宁酸钠、煤碱剂等，使处理剂成为具有羧基钠的官能团，易被粘土吸附后形成有机处理剂的吸附层，其主要作用是降低粘度和静切力。

(2) 碳酸钠 (Na_2CO_3)：又叫纯碱、苏打，为白色粉末，常温时比重1.50，易溶于水，其水溶液呈强碱性；在空气中吸水后形成大块晶体，存放时切勿受潮。

在配制新泥浆时，若加入适量纯碱，能增加钠离子和碳酸根离子，从而可以改变粘土的水化性能，提高泥浆质量。但由于泥浆性能对纯碱有很大的敏感性，往往随着加入量的多少而引起泥浆性能的不同变化，因此用前一定要先作小样试验，然后再进行处理，切勿盲目乱加。

(3) 硅酸钠 (Na_2SiO_3)：又叫水玻璃，呈半透明的粘稠液体，易溶于水，其水溶液呈碱性。水玻璃加入泥浆中后，可使部分粘土颗粒聚结而沉淀，使泥浆保持较少的固体含量，维持较低的比重，并能保持一定的粘度和静切

力。

(4) 石灰 (CaO): 吸水后成为熟石灰 [$\text{Ca}(\text{OH})_2$]。用它处理泥浆时, 可以提供钙离子, 使钠粘土转化为钙粘土, 因此石灰具有控制粘土颗粒分散的能力, 使泥浆保持良好的性能。但若单独采用石灰处理泥浆时, 往往又会使失水量增大, 所以通常多配合其他处理剂 (如丹宁酸钠、CMC等) 进行综合处理, 来控制失水量、稳定泥浆的性能。

(5) 氯化钙 (CaCl_2): 有液体和固体两种, 无水氯化钙为白色晶体, 可作干燥剂用。利用氯化钙处理泥浆时, 主要是利用它提供的钙离子发挥作用, 所以多用氯化钙、石灰和降粘剂调配成高钙泥浆, 来稳定泥浆的性能。利用钙处理泥浆, 能够抑制粘土和岩粉在泥浆中的水化膨胀和分散作用, 从而稳定泥浆性能。

2. 几种有机处理剂

有机处理剂的种类很多, 从其在泥浆中的作用来看, 又可分为降粘剂、降失水剂、絮凝剂、增稠剂等。现简要介绍一下降粘剂和降失水剂。

(1) 降粘剂

1) 丹宁碱液

丹宁酸又叫鞣酸, 是一种有机酸, 主要由五倍子加工而成, 吸水后结成硬块, 故要保存在干燥地方, 以防受潮。

丹宁酸与烧碱作用后生成丹宁酸钠, 丹宁碱液的配制比例多为丹宁:碱 = 1:1 或 2:1 (重量比)。现在我国广西梧州栲胶厂配制的浓缩品, 可以直接供给现场使用。不少煤田地质勘探队使用的丹宁酸钠, 均为该厂产品。

丹宁碱液处理泥浆的主要作用, 是降低稠化泥浆的静切力和粘度, 提高泥浆的流动性。当把丹宁碱液加入泥浆中后,

很快就会被粘土颗粒吸附，形成吸附水化层，把粘土颗粒外面包上一层水膜，使之彼此不能互相粘结，这样即可削弱或拆散泥浆中粘土颗粒的网状结构，而提高粘土胶团的聚结稳定性，从而降低泥浆的粘度和静切力。

江苏煤田地质勘探公司所属各勘探队，已较普遍地采用了丹宁碱液处理泥浆，收到了较好的降粘效果。如勘探一队在苏南塘桥勘探区采用丹宁酸钠（梧州产品）：火碱：水 = 1:2:7（重量比）的丹宁碱液降粘时，在 28~40 秒的泥浆中加入千分之零点五到千分之一时，即可使粘度下降到 18~20 秒，而且还可将使用周期维持一个星期之久。

2) 栲胶碱液

栲胶含丹宁百分之二十到百分之六十，与烧碱可配成栲胶碱液，用之处理泥浆。在泥浆中起降粘作用的仍然是丹宁酸钠，因此，其作用与丹宁碱液相同，所不同的只是栲胶中含有较多的糖类，故在高温中容易发泡甚至使泥浆的性能变坏，因此，在中深或浅孔中施工时较为适用。

江苏煤田勘探五队，一九七五年在苏北马坡勘探区，采用栲胶：火碱：水 = 1:1~1.5:5~10（重量比）的栲胶碱液处理泥浆收到了较好的效果。为了收到预期效果，配出的栲胶碱液须浸泡 24 小时以上方能使用，因为浸泡的时间越长，处理效果也越好。

3) 铁铬木质素磺酸盐（FCLS）：简称铁铬盐，有固体和胶体两种。固体为棕黑色粉末，易溶于水，是一种高分子有机物。它在泥浆中主要起物理吸附作用，可把粘土颗粒吸附在自己的链节上，使粘土颗粒高度分散，从而有效地降低泥浆粘度和静切力。铁铬盐又具有较强的抗盐、抗钙、抗温等性能，是一种比较理想的处理剂。近年来在地质勘探系统