

鑽井工人初級讀本

第六分冊

石油工業出版社

內 容 提 要

这一分册包括了两个内容——固井和試油。对鑽井來說，不管是探井，还是生产井，甚至于基准井或注水井，这两个内容都是很重要的。打完一口井，如果不固井或者固井質量不好都会影响生产；如果不試油或者試油不正确，也不能很好的进行采油，所以在这本小册子内对固井、試油的目的、方法和使用的器材作了較清楚的介紹。此外在固井一章里也提出了簡化井身結構，少下套管是节省鋼材的重要措施，帮助初学者了解如何固井和試油。

統一書号：T 15037·519

鑽 井 工 人 初 級 讀 本

第 六 分 冊

石油工业出版社編輯出版(社址：北京六鋪炕石油工业部內)

北京市書刊出版业营业許可證出字第083号

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

787×1092 1/32开本·印张1·21千字·印1—10,000册

1958年10月北京第1版第1次印刷

定价(10) 0.16 元

目 录

第十章 固井.....	1
第一节 固井和固井的目的.....	1
第二节 套管程序.....	2
第三节 套管及套管下部结构.....	4
第四节 下套管.....	12
第五节 注水泥.....	17
第六节 鑽水泥塞及試泵.....	23
复习思考題.....	24
教学参考資料.....	24
第十一章 油井完成和試油.....	25
第一节 油井井底完成.....	25
第二节 油井井底完成时应注意的事項.....	27
第三节 油井的井口完成.....	27
第四节 試油.....	29
复习思考題.....	31
教学参考資料.....	32

第十章 固 井

第一节 固井和固井的目的

什么叫固井？固井是对所鑽油、气井井壁的加固工作。加固的方法是将鋼質的套管下入井中，并在套管与井壁的环形空間用水泥車注入油井水泥漿，等水泥漿凝固后就可使井壁固結。所以，固井工作可以包括下套管和注水泥两部分內容。

为什么要在鑽油、气井过程中进行固井工作呢？它的目的是，

一、当油、气井鑽过流砂层或者其他用任何方法不能克服的坍塌地层时，要下套管来保护井眼。还有遇到泥漿失水产生膨胀的地层，情况严重的有时也要下入套管以便安全向下繼續鑽进。

二、为了防止油、气层頂部的水层和油、气层中間或下部的水层对油、气层发生干扰，破坏油、气层，常常下入套管将油、气层和水层隔开。

三、一口井鑽穿几层油层时，如果各油层的压力大小很不相同，也会彼此产生干扰，影响采油生产时，也需要下入套管。

四、在油、气井的鑽进过程中，遇到严重的漏失层，在采取一系列措施进行封堵无效时，就需要下套管，以利繼續鑽进。

五、鑽穿高压油、气层前，为了在井口按裝防噴装置——防噴器或封井器，便于鑽过高压油、气层、产生井噴时能够进

行压井工作,也需要在井中下入套管。

六、在高压油、气井投入生产时,为了安装产油所必須的井口控制設備,也要求下入套管。

总之,固井工作是鑽井工艺过程中主要内容之一,它不但是順利完成鑽探任务的保証,也是生产正常化的保証长远措施。

第二节 套管程序

什么叫套管程序? 套管程序就是在每一口井开鑽以前根据井的深浅、地层情况和井的性質所制定的下套管計劃。在計劃中应确定下入套管的层数,每层套管的尺寸和下入深度,此外,还要确定每层套管外的水泥在环形空間的上返高度。有的地方把套管程序叫做井身結構。

我們究竟根据什么原則来决定套管程序呢? 首先根据采油的方法决定是否需要下油层套管,如果需要下时,应下入多大尺寸的油层套管。目前經常采用 $6\frac{5}{8}$ "、 $5\frac{3}{4}$ " 的油层套管,近年来在推广小井眼鑽井中,試用了 $4\frac{3}{4}$ "— $3\frac{1}{2}$ " 的油管,甚至还有采用 $3\frac{1}{2}$ "— $2\frac{1}{2}$ " 油管代替套管当作油层套管的。决定了油层套管尺寸以后,再根据地質条件和井的深浅决定是否需要下技术套管,也叫中間套管,一般的情况下应尽可能不下这层套管,如果需要下时,再确定它們尺寸和下入深度。最后,再决定是否需要下表层套管。一般地說,探井要下表层套管,生产井可以少下或不下。需要下时再决定其尺寸及下入深度。这样一口井的套管程序就确定了。

另外我們考慮套管程序時，應在保證鑽井的進行和油、氣井生產順利的前提下，尽可能的使其簡化，減少下入層數，減小套管尺寸及下入的深度，也就是說要達到“又多、又快、又好、又省”的目的。簡化套管程序在目前已成為鑽井工作中一個很重要的課題，因為它能節省大量鋼材、縮短建井的速度並且是降低鑽井成本的關鍵所在。

目前常用的套管尺寸有下列各種： $4\frac{3''}{4}$ 、 $5\frac{3''}{4}$ 、 $6\frac{5''}{8}$ 、 $8\frac{5''}{8}$ 、 $10\frac{3''}{4}$ 、 $12\frac{3''}{4}$ 、 $14\frac{3''}{4}$ 、 $16\frac{3''}{4}$ ，這些套管我們通常分別稱之為5"、6"、8"、10"、12"、14"、16"。也還有7"、 $9\frac{8''}{8}$ 、 $11\frac{3''}{4}$ 和 $13\frac{3''}{4}$ 的。

套管層數一般採用一層或兩層，井深在3000公尺以上，新探區的深探井或基準井以及地質情況複雜的鑽井，才考慮下三層套管，近年來採用四層套管的井已不多見。採用一層套管的尺寸，大多數為5"或6"，採用兩層套管程序者表層及油層套管一般採用10"和6"，或採用8"和5"。採用三層套管時，常見的尺寸是12"、8"、5"或14"、10"、6"，當然也還有其他的尺寸。

為了能更清楚的了解怎樣去選擇一口井的套管程序，我們舉一口探井為例子來加以說明。

有一口井的設計井深是3000公尺，該井從0到200公尺為沖積層并有流砂層；1100至1150公尺有嚴重的漏失層；2900至3000公尺為目的層，壓力很高有井噴的可能。這樣一口井我們怎麼來決定它的套管程序呢？首先我們根據井深和采油的要求決定油層套管的尺寸是5"，下入深度為3000公尺，水泥上返到2700公尺。再考慮這口井要不要下技術套管，我們考慮到嚴重的漏失層不能和高壓目的層同時鑽穿，

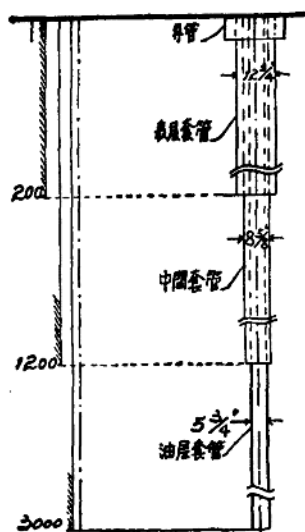


图 133 套管程序示意图

公尺、3000 公尺。如图 133 所示，

同时鑽穿两层时很容易造成上面漏下面噴的局面，也就是我們經常所說的“上吐下瀉”，处理上很困难。为此，准备下一套 8" 的技术套管到 1200 公尺处封堵严重漏失层，水泥上返到 1000 公尺。其次又考虑到表层套管采用 12"，下到 200 公尺，水泥上返至地面，以防止流砂塌陷及保护不稳固的地表冲积层，另外在开鑽前要下入一定深度的导管。这样考虑設計的结果，构成这一口井的套管程序便是 12"、8"、5" 三层，下入深度分别为 200 公尺、1200

第三节 套管及套管下部结构

目前所使用的套管多为无缝鋼管，用接箍連接，或直接連接。套管下入井中除了受它本身重量所产生的拉力作用以外，还受到因泥漿或水泥漿液柱的挤压力，或者高压水层、坍塌层的压力作用，产生很大的内外压力差，所以采用强度較大的无缝鋼管。

根据井的深浅和内外压力差大小的不同，对套管的强度大小要求也不同，因之我們所用的套管常是由强度不同的几种鋼材分別制成，即 A、C、D、E 等四級套管。A 級强度最小，

C、D、E 級强度依次逐級增加，E 級强度最大，这是由于 E 級套管是合金鋼制成的，而 A、C、D 級套管則为碳素鋼制成的。浅井及中深井多用 A 及 C 級套管，深井或超深井則用 D 及 E 級套管。每根套管的长度因直径的大小也各不同，小于 $10\frac{3}{4}$ 的套管其长度为 8 至 14 公尺； $11\frac{3}{4}$ 到 $12\frac{3}{4}$ 之間的套管每根长 7 至 13 公尺； $13\frac{3}{4}$ 以上的大尺寸套管其长度为 5 至 10 公尺。

我們所使用的套管，必須經過周密的检查，凡是超过許可公差或者有斑点、气泡、裂紋、凹陷的毛病都不能使用。

常用的套管尺寸规范解释如下：

名义尺寸、又叫通称尺寸，例如 4"、5"、6"……12" 等等，实际外径 4" 是 $4\frac{3}{4}$ "；5" 是 5 吋 4 分半 ($5\frac{9}{16}$) 或 5 吋 6 分。

壁厚 就是管子的厚度，最薄的 7 公厘，叫輕級套管；最厚的可达 14 公厘叫重級套管。越厚强度越大。同一种尺寸，壁厚越大，套管內径越小，所能下入的鑽头也越小。

套管重量——就是每一公尺套管的重量，常写成公斤/公尺。当然尺寸越大，壁厚越厚，重量越重。

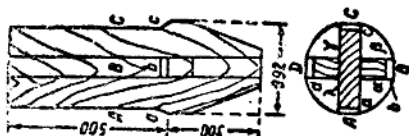
套管絲扣 指的是每吋扣数， $9\frac{5}{8}$ 以內的是每吋 8 扣， $10\frac{3}{4}$ 以上每吋 6 扣。

接箍尺寸 一般的比套管尺寸約大出 20 公厘，对井眼尺寸关系較大。

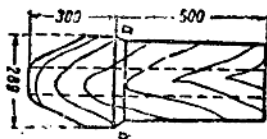
至于詳細的套管尺寸、规范、性能等可參看有关鑽井手册，不再詳列。

套管下部結構 为了使套管順利地下入井內并保持在井眼的中間，同时有利于注水泥工作，常在套管下部装些特殊的构件。这些构件包括：引鞋、套管鞋、套管鞋短截、回压凡尔、

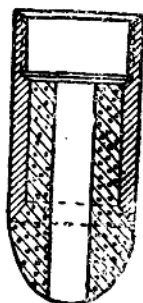
承托环和找中等。现将套管下部结构的各个构件的构造及用处在下面再加以分述。



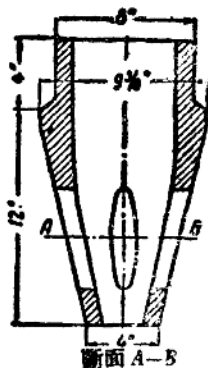
木制引鞋



锥形木制引鞋



水泥引鞋



生铁引鞋

一、引鞋 它的作用是保证套管在下井的过程中能够顺利地穿过井眼，不在中途受阻。引鞋装在套管柱的最下端，上接套管鞋。如果套管柱下端不装引鞋，则套管底口容易碰坏井壁、刮掉井壁上的泥饼和岩石，使井眼变坏，有时套管的底部被泥饼紧紧塞死，不但下不到底，也会使注水泥工作无法进行，不得不将套管从井内起出来加以处理。引鞋有木制、水泥和生铁制的三种，如图 134 所示：

图 134 套管引鞋图

木制引鞋可以制成十字形的和錐形的使用的較少，主要因为它容易在下套管过程中被堵塞和固井完成后不易鑽掉。水泥引鞋比較容易鑽掉，所以多用于表层及技术套管上，生鉄引鞋强度較大，現在采用較多，但鑽碎比較困难。

二、套管鞋 它上部与套管鞋短截相接，下部接引鞋，它的管壁厚度比套管大(厚度一般为 16—19 公厘)，用以保护套管，不致受碰伤和扭弯的作用。一般长度为 300 至 500 公厘，連有鑄鉄引鞋的套管鞋如图 135 所示：



連鑄鉄引鞋的套管鞋
图 135 套 管 鞋

三、套管鞋短截 它下部接套管鞋，上部按装回压凡尔，如图 136 所示：

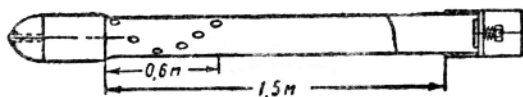


图 136 套管鞋短截与套管鞋及回压凡尔连接图

套管鞋短截是由 1.5 公尺长的厚壁套管制成，周围开几个小孔，如果引鞋上的泥浆眼被堵塞时，即可用它作为注水泥和替泥浆的通路。

四、回压凡尔 它装在套管鞋短截上部的长接箍內，形状如图 137 所示：

下入井中的套管很长，重量很大时，沉重的套管柱，会給

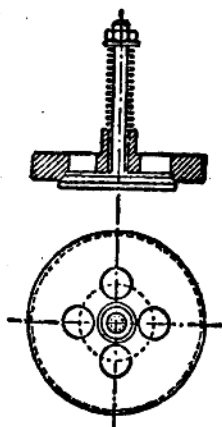


图 137 回压凡尔图

套管接箍及井架带来极大的负荷，产生意外。为了安全起见在套管柱下部安装一个回压凡尔就会使套管重量减轻，这是因为回压凡尔本身是一个单流凡尔，也就是说回压凡尔下面的泥浆不会通过它流进套管里来，在注水泥时，水泥浆却可以通过它返出套管以外，由于回压凡尔有这种单方向流动的作用，所以在下套管的时候，泥浆无法进入套管内，部分的泥浆会被套管从井中挤出到地面，套管里面空了，就会因井中泥浆对它所产生的浮力而减轻重量，有利于我们起下工作。另外在下套管过程中，管外泥浆不断的被排挤流动，产生了洗井作用，这样，也有助于下套管工作的顺利进行。

五、承托环 它是由厚度为 12—15 公厘的生铁圈所制成，形状如图 138 所示；

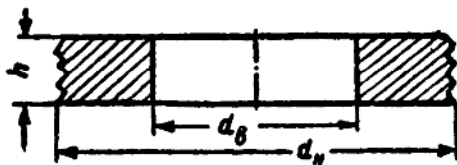


图 138 承托环

h = 厚度; d_B = 内径; d_H = 外径;

承托环的外径相同于套管丝和端部的外径，把它用手上紧于距套管鞋以上 20—30 公尺的套管接箍内。按装了承托环就可以挡住推动水泥浆流动用的顶木塞，而使承托环下面

保留一段水泥塞，这段水泥是混有泥浆的，如果将它返到套管鞋以外就会影响固井质量。

六、找中器(又叫套管扶正器) 它是使套管保持在井眼正中的一种装置，它的形式很多，但它们的共同点都是套管柱上加装一些大于套管外径、小于井径的环状箍或者弹簧片装置。当扶正器靠在井壁上的时候，套管由于扶正器上找中器装置的支架作用，靠不到井壁上，这样在注水泥时就会减少水泥浆穿槽的机会，(所谓穿槽就是水泥浆在环形空间不是均匀上返，而是有的上返，有的缺浆)，从而使固井的质量得到保证，一般套管扶正器的使用如图 139 所示，两个扶正器之间的距离一般为在 10—30 公尺之间。井眼质量越不好，距离越近些，否则可以远些，上部不注水泥处可以不用。

套管下部结构除了以上所讲的一些部件外，有时还装有旋流注水泥短截或旋流喷嘴，使水泥浆从套管返出时呈旋流状态，用以防止水泥浆穿槽现象，以提高固井质量。但是由于效果不甚显著，目前使用者不多。另外还有在套管下部装置套管刷和井壁刮针等，目的是去掉井壁上松软的泥饼，使水泥浆能更坚固的与井壁粘结在一起。

这些套管下部结构上的各种部件，不是每次下套管时都

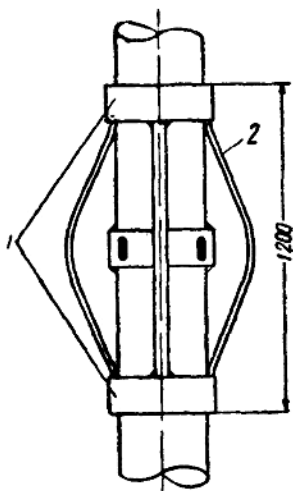
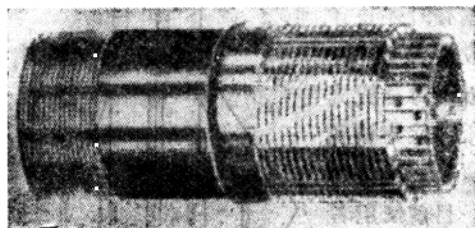


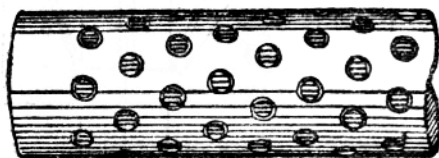
图 139 找中器

要使用的。表层套管仅用引鞋，套管鞋及承托环。技术套管的下部结构可分为两大类，一类是套管柱的全部重量吊悬的，一类是套管柱的一部分重量座于井底的。前者的套管下部结构自下而上是由有侧孔和中心孔的生铁引鞋或水泥引鞋、套管鞋、套管鞋短截、带有回压凡尔的长接箍和装在套管鞋以上 20—30 公尺处的承托环所组成。后者的套管下部结构自下而上是由生铁引鞋或水泥引鞋、长 1.5 公尺并带有循环泥浆和注水泥孔的套管鞋短截、带有回压凡尔的长接箍和装于套管鞋以上 20—30 公尺处的承托环所组成。

油层套管的下部结构视油层压力的大小而定。开采高压或常压油层时，油层套管的下部结构自下而上是由生铁引鞋、套管鞋、循环泥浆和注水泥用的套管鞋短截、带有回压凡尔的长接箍、装在套管鞋以上 20—30 公尺处的承托环、几个找



鋼絲濾器



圖釘濾器

圖 140 各種濾清器

中器（根据具体情况而定）、必要时可在引鞋和套管鞋之間装旋流注水泥短截。应该指出：在水泥終凝以后，用菱形鑽头鑽回压凡尔是很費力的，为了不再鑽碎回压凡尔可以把它装在不需鑽除的地方（黑眼或

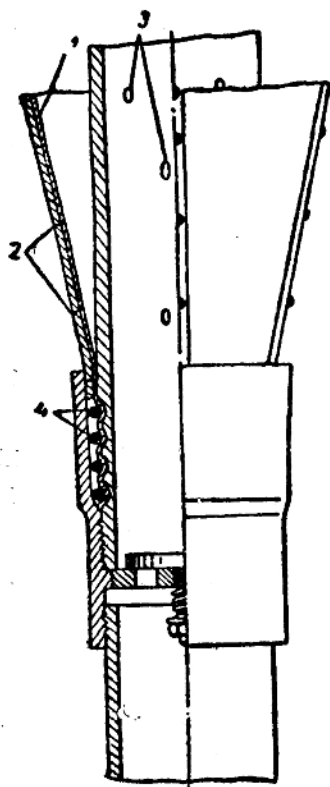


图 141 水泥伞



图 142 开采低层油层套管下部结构

1—生致引阻；2—套管鞋；3—滤管；4—带有单流凡尔的长箍箍；5—单流凡尔；6—长1.5公尺的注水泥短箍；7—弹性防水的水泥伞；8—带有回压凡尔的长箍箍；9—单流凡尔；10—承托环；11—找中器。

口袋部分)。

开采低压油层时,套管的下部结构是比较复杂的,为了不使油层为水泥所侵污,并便于试油工作,必须装上带有预制滤器的油层套管,这种滤器分为钢丝滤器,图钉滤器,割缝滤器几种如图 140 所示;

另外为了水泥不封堵油层而装置一种水泥伞。当水泥浆从套管返出至球形空间时,即被水泥伞挡住,不再下降封死油层。水泥伞的构造如图 141 示;

油层套管的下部结构如图 142 示;

第四节 下 套 管

套管能否顺利的下到井底,常决定于准备工作作的如何,因此,必须对这一工作给以足够的重视。下套管的准备工作可分下列几部分,分别加以说明:

一、套管的准备 凡是要下井的套管必须在固井前三、四天运到井场,并应比使用量多运去 5% 的备用量。所有套管应按顺序排列整齐,然后对每一根套管逐一进行外部检查,检查时如发现斑疤,裂缝,弯曲,丝扣端和接箍变形等情况应检出作为废品般离井场。其余套管以内径规检查套管是否很圆。

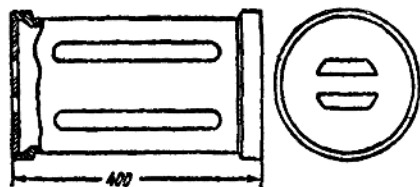


图 143 内径规

内径规的外形为圆形,尺寸较套管内径稍小一公厘,长度为 400—450 公厘的坚硬钢质模规,形状如图 143 示;

用內徑規通過每一根套管，不能自由通過的就應檢出不用。凡是選定要下井的管子，應按下井的順序排好，應注意最後下井的要放在底一排，先下井的放在上面。然後依次對每根管子用油漆編號并詳細量尺。量尺要準確，拉尺的力量要勻緻，放尺要平直。如

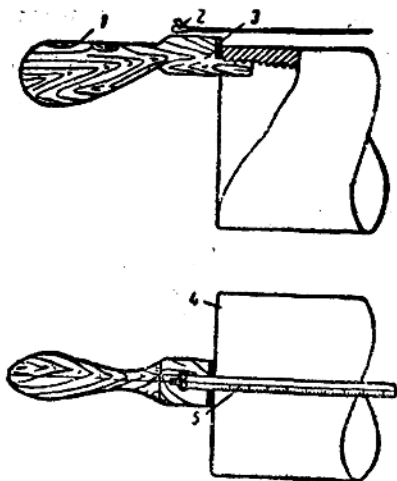


圖 144 所示。

圖 144 測量套管長度時鋼卷尺的裝置

把丈量每一根套管的長度記在套管上，套管和接箍的絲扣必須用硬毛刷將污垢徹底刷除，并用煤油洗淨後，上好公母護絲以保護絲扣，在套管送上鑽台之前才能取下公護絲，母護絲則在套管提到井口時才能去掉。套管下部結構應事先準備好。下入深井或超深井的套管，應根據管子的允許強度進行內壓力試驗。

二、地面裝置及設備的檢查

首先要了解井架是否能承受套管柱的總重量，同時對井架的各個部分如螺栓、繩繩、轉盤橫梁、井架底座大梁以及井架基礎等，進行檢查，發現毛病即刻消除。絞車、傳動部分及泥漿泵等也應一一檢查，容易壞的零件如鏈條等應在井場存幾個備用。以便發生故障時能及時修理。對吊昇系統也要進

行检查，特别应了解鋼絲繩是否完好，能否承受得了套管柱的最大重量，如果鋼絲已旧，应換上新的，并且塗以黃油。

三、下套管工具及輔助設備的準備和檢查

在下套管以前還要檢查天車、游動滑車、大鉤以及吊卡和卡瓦等，看每一設備是否可以保證下套管工作的順利進行，如果有不合用的，就要馬上更換。並準備好套管絲扣油以及鋼尺、手鏈、備用水龍帶、卡盤、大鏈鉗等物。另外要準備幾塊帶花眼的鐵板放置在距鑽台與一根長套管和短套管相同高度的

井架上，以備下套管扣吊卡和扶正套管時作腳手板。加夜班進行固井工作時還應在井架、二層平台、鑽台、泵房管架等處增加照明設備，以利工作。卡盤的形狀如圖 145 所示。

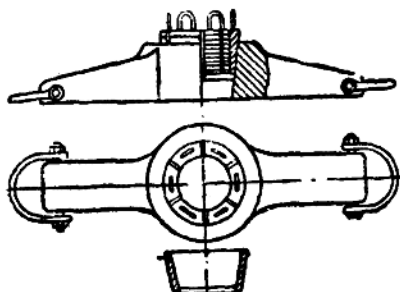


圖 145 下套管用的卡盤

四、下套管前的準備

有時候為了保持一定的回壓，進行固井，在井口上應裝置防噴器，所用防噴器蕊子的尺寸與套管應相符。在下套管前，如果井內泥漿質量較佳，在起鑽時沒有泥包現象，可以不必進行划眼工作；如果使用的泥漿質量較差，泥餅厚而且松軟時，可以用菱形鑽頭在注水泥部分進行划眼，清除松軟的泥餅，以便使水泥與井壁粘結的更緊密。划眼長度不宜過長，一般在 500 公尺以內。如果需要进行划眼時，必須在划眼之前以優質泥漿替出井筒中質量差的泥漿。否則划眼工作是徒勞無功的。