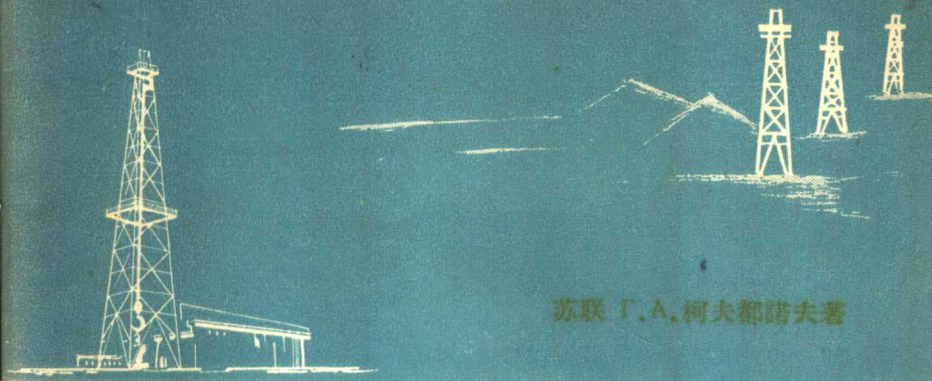




苏联 Г. А. 柯夫都諾夫著

防止卡鉗的方法

石油工业出版社

內 容 提 要

卡鑽是鑽井事故中最嚴重的一種，本書對不同的卡鑽進行了分類，並詳細分析了每種卡鑽發生的原因，它的預防措施和處理方法。

這本書可供鑽井隊的司鑽、技師閱讀，也可供一般鑽井工程技術人員參考。

Г.А.КОВТУНОВ

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПРИХВАТАМИ ИНСТРУМЕНТА
В БУРОВЫХ СКВАЖИНАХ

根據蘇聯格羅茲內圖書出版社 (ГРОЗНЕНСКОЕ КНИЖНОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО)

1953年格羅茲內版翻譯

統一書號：15037·314

防止卡鑽的方法

申 華譯

石油工業出版社出版 (地址：北京六部坑石油工業部內)

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張1 $\frac{1}{4}$ * 30千字 * 印1—1,500冊

1957年11月北京第1版第1次印刷

定價(11)0.32元

序 言

卡鑽是鑽井中最嚴重的事故之一，因此它給國家帶來了很大的損失。

統計指出，在 1948 至 1951 年間，在格羅茲內石油聯合管理局，馬爾戈別克、達格斯坦、格魯吉亞等石油礦務局的油礦上，處理一次卡鑽耗費的時間，平均為 747 小時，而處理一次卡鑽的費用為 135000 盧布。

最近三年來，上述各采油企業由於卡鑽所受的總損失，要佔到處理所有事故的費用總額的 57.3%。

雖然這樣，但是油礦上對於預防鑽井卡鑽的工作，仍沒有給予應有的重視。

直到最近為止，卡鑽不僅尚未分類，而且預防及處理卡鑽的有效技術指導規程亦未制訂。

由於油礦的工程技術人員對卡鑽性質的研究不夠重視，也由於鑽井技術發展的總的水平和所用的泥漿不相適應，使卡鑽事故的發生日益普遍，這就不得不引起人們特別的注意。

在研究實際資料的基礎上，作者給自己提出的任務是：進行卡鑽的分類；分析發生卡鑽最普遍的實質；制定預防及處理卡鑽的主要措施。

這本書是專為鑽井部門的工程技術人員及現場的鑽井技師和司鑽們寫的。

目 录

序言

卡鑽的分类	1
鑽具被井壁粘住而造成的卡鑽	2
因形成泥包而發生鑽具遇阻	7
根据井徑圖分析井下形成泥餅的条件	13
鍵槽卡鑽	17
因井身坍塌和井眼縮小而引起的卡鑽	24
渦輪鑽井时的卡鑽	27
預防鑽具粘在井壁上	31
預防泥包卡鑽	35
用碱水溶解卡	38
結論	43

卡鑽的幾類

沒有卡鑽的分类，是不能很完善地提出預防和处理鑽桿卡鑽的主要因素之一。

甚至到最近，大部分鑽井工作者認為，当泥漿循环全部失灵或者泥漿返回速度不足时，鑽屑下沉是造成鑽具在井中卡住的最普遍的原因。实际上，远非如此。

为了弄清楚卡鑽的主要原因，并确定其中造成卡鑽机会最多者，作者曾对格罗茲內、馬尔戈別克、达格斯坦、格魯吉亞等油矿各井在从 1948 年至 1952 年期間發生的卡鑽，进行了分析研究。

一共研究了 150 次卡鑽，并从其中选择了 115 次曾取得

表 1

卡 鑽 的 原 因	次 数	佔卡鑽总次数的百分数
1. 鑽具停留井下不动时鑽具粘在井壁上	56	48.7
2. 起下鑽时鑽具被泥包卡住或在泥餅厚的井段遇阻	25	21.8
3. 井塌和由于岩石崩落而使井徑縮小	12	10.4
4. 鏈槽卡鑽	12	10.4
5. 鑽进及划眼时整鑽	5	4.3
6. 由于气噴而造成的卡鑽	3	2.6
7. 由于泥漿漏失而造成的卡鑽	1	0.87
8. 由于套管压扁而造成的卡鑽	1	0.87
合 計	115	100.0

最有分析价值的資料的，以进行卡鑽的分类。

按照卡鑽的原因，將各井中發生的卡鑽类别列于表 1。

从表中列举的分类中可以看出，所考察的 90% 以上的卡鑽事故都是属于前四类。

同时，前四类中最普遍和最主要的是前二类，即鑽具因停留井下不动而粘在井壁上被卡，以及鑽具因井下形成泥包和厚泥餅而遇阻。

根据上述分类，現將实际鑽井中最常見的前四类的卡鑽产生的原因及其处理措施闡述于下。

鑽具被井壁粘住而造成的卡鑽

从以上的分类中可以看出，鑽具粘在井壁上是最普遍的一类卡鑽，这种卡鑽約佔卡鑽总数的 50%。

这种卡鑽一般在下述情况下發生：

1. 鑽具停留井下而沒有循环泥漿；
2. 長時間洗井而沒有活动鑽具。

在第一种場合，事故的發生通常是由于动力机和鑽机損坏，斜向鑽具定向和下套管速度慢，鑽井队疏忽大意，鑽具停留井下不动和長時間沒有循环泥漿的結果。

在第二种場合，大多数卡鑽的發生是由于在洗井时泥漿返出速度慢、粘度高，鑽具停留井下不动的結果。

不論在第一种或第二种場合，卡鑽都可以解釋成是由于鑽桿粘在井壁的泥餅上及在泥漿停留不动的地区內、泥漿靜切力增高的結果。

在上述情況下，鑽具粘在井壁上時間的快慢不僅取決於泥漿的質量的好壞(同時是隨泥漿質量下降而增加)，而且也取決於鑽過之地層岩石的性質。

在孔隙率和滲透率高的砂質岩層內，鑽具粘住的速度快。與此相反，在密致粘土質岩層內，鑽具粘住的速度則比較慢。

當井壁上有一層厚的泥餅時，特別是在定向井的井壁上，由於有鍵槽的存在，鑽具與泥餅的接觸面達到很大的程度，以致絞車的力量都不足以把粘住的鑽桿和井壁分開。在鑽具停留井下不動和沒有循環泥漿的情況下，泥餅形成特別快。

讓我們來引証幾個實例。格羅茲內石油礦務局的古傑爾莫鑽井處 106 號井在 1950 年 11 月 7 日發生的卡鑽，就是一個典型的例子。

這口井在累計井深為 1713 公尺時，曾在 1704 公尺深處用氫氟酸測斜儀測量井斜，僅停止 15 分鐘，鑽具就卡住了。

測斜前泥漿參變數為：比重 1.33 克/平方公分；粘度 27 秒(根據 СПВ-5 型粘度計)；失水量在 30 分鐘內為 4.1 立方公分；靜切力在 1 分鐘內為 36 毫克/平方公分。106 號定向井有很大的斜度(達到 35 度)，很顯然，卡鑽是由於鑽具進入鍵槽裡被粘住而造成的。

借助沖洗和油泡解卡失敗的事實可以証實上述的看法。

該井中的鑽具只有用反扣鑽桿進行倒扣把它撈出。倒扣的過程中証實了鑽具被卡的地方有鍵槽存在，因為打撈工具在此處沒有套住魚頂。

在 1950 年 11 月 13 日，老格羅茲內石油礦務局的 19-414

号井中 6'' 套管被卡的事故，可作为鑽井队違反操作規程造成卡鑽的例子。

这口井中的套管要下到 2236 公尺深度，当下了 1720 公尺旋接套管时絲扣發生了损坏，在更換损坏的套管过程中，套管柱在井內靜置不动达 6 小时之久，并未进行冲洗，因此套管被卡，而此时泥漿的參变数为：比重 1.28 克/平方公分，粘度 30 秒（根据 СПБ-5 型粘度計），靜止剪力 30/118 毫克/平方公分，失水量在 30 分鐘內为 3.6 立方公分。

研究这口井的事故資料証明，套管是粘住了。

类似的例子还很多。

为了說明鑽具处于靜止状态时在井下發生的各种現象，現在我們来談一談泥餅形成的过程及其性能。

当油井穿过不同孔隙度和滲透率的岩層时，在任何压力降和泥漿質量的条件下，泥漿都会發生失水現象，泥漿內的水就滲入岩層內，并在井壁上形成泥餅。毫無疑問，当泥餅沒有被轉动的鑽具破坏和不受到循环的泥漿冲刷时，泥餅的厚度將會更快的加大。

膠質泥漿在井壁上形成一層薄而密致包裹得很好的泥餅，这种泥餅的厚度能够阻止泥漿繼續失水。这样，泥餅厚度就会停止增加。膠質高的泥漿所造成的泥餅，差不多可防止卡鑽的發生。

这种泥餅形成的过程如下：膠質泥漿最細小的分子滲入所通过的岩石孔隙內，彼此紧密地粘在一起，在水圈压缩的影响下形成一層很密致的泥餅，这种泥餅可以制止泥漿繼續失水。

質量差的泥漿，由于分子較大和水分不足，不能在井壁

造成密致的泥餅，因而在井壁上形成厚而松軟的泥餅。這種泥餅不能防止泥漿繼續失水，同時泥餅不斷加厚可以縮小井眼直徑，當鑽具停留井下不動時很快就會粘在井壁上。

茲將用15%煤鹼劑處理的普通泥漿和膠質泥漿的主要參數及這兩種泥漿造成的泥餅的參數列於表2中。

從此表中可以看出，普通泥漿造成的泥餅比膠質泥漿造成的泥餅厚而且切力大，因而，當鑽具靜置井中時就會造成卡鑽的嚴重威脅。

對於格羅茲內石油聯合管理局各油礦採用不同濃度煤鹼液的泥漿所造成的泥餅，曾經進行了試驗。試驗結果表明，隨著泥漿內煤鹼液含量的增加，泥餅的切力加大，卡鑽的危險性增加。

現將格羅茲內石油聯合管理局各油礦採用的泥漿所造成的泥餅的試驗結果列於表3中。

表 2

參 變 數	粘 土	
	普通的	膠質的
比重，克/立方公分	1.2	1.18
粘度(根據СПБ-5型粘度計)，秒	25.0	48.00
泥漿靜切力，毫克/平方公分：		
1 分鐘	2.0	8.0
10 分鐘	2.0	27.0
失水量，立方公分/30 分鐘	5.3	5.1
泥餅厚度，公厘	4.0	2.0
泥餅切力，克/平方公分	41.0	17.8

从上表中可以看出，當泥漿中煤鹼液由5%增加到20%時，用這種泥漿造成的泥餅的切力差不多增加了一倍。

为了不使泥漿的失水量過小，應當避免泥漿中有處理劑過飽和現象的發生，因為失水量過小時，泥餅的切力和粘度就要提高，而鑽具粘在井壁上的危險性也就加大。失水量降

表 3

加入煤碱液量	比 重 克/立方 公分	粘 度 CПБ-5	靜 止 剪 力 毫克/平方公分		失水量 立方公分 /30分鐘	泥餅剪力 克/平方 公分
			1 分鐘	10分鐘		
原漿	1.26	32	20	25	16.1	21
煤碱液 5%	1.24	33	16	21	10.0	27
煤碱液 10%	1.22	28	4	8	7.3	34
煤碱液 15%	1.21	25	0	0	5.5	41
煤碱液 20%	1.20	23	0	0	4.8	53

低到 4—6 立方公分/30分鐘就足够了。化学处理泥漿时，必需注意泥餅强度的变化。

为了控制泥漿切力的大小，可以采用格罗茲內石油科学研究所的切力計，它的構造很簡單，在实际工作中用它求泥漿的切力已足够精确。

目前，在格罗茲內石油联合管理局的鑽井处理，大部都用这样的仪器，但是，利用的情况都很不好。

鑽井时采用靜切力高的泥漿也会使鑽具粘在井壁上。这种泥漿在靜止状态时，由于結構加强而变成半固体状态。

鑽井中最好采用 1 分鐘的靜切力为 30—40 毫克/平方公分的泥漿。

这样大的切力，在泥漿停止循环时，可以使中粒鑽屑呈悬浮状。并在恢复循环时泥漿泵不需要費很大的力量。

泥漿切力的提高会使泥漿粘性和卡鑽危险性增加。因此，应当避免采用 10 分鐘靜切力超过 100—120 毫克/平方公分的泥漿。

作者在分析鑽桿卡鑽的原因時，常常遇到這樣的事實，即卡鑽前泥漿的靜切力就已大大的超過了許可範圍。

例如，在研究格羅茲內石油礦務局的米立渣安油礦上最常見的卡鑽原因時，發現 223 號井的泥漿在 10 分鐘後的靜切力為 400—500 毫克/平方公分。

顯然，在這樣大的靜切力條件下，甚至在鑽具停留井下而循環中斷時間很短的時候也會發生卡鑽。

根據上述原因看來，因處理井漏時加入大量水泥、石灰和水玻璃的泥漿，對於鑽具被粘在井壁上有很大的危險性。在使用加有這種試劑的泥漿要特別慎重，並且在這種泥漿壓入井內後，無論如何也不能將鑽具靜置井中，即使時間很短也不允許的。

用重晶石加重的泥漿，粘度和靜切力都很高。因此在鑽具靜置井中和稍有違反加重泥漿化學處理的技術措施時，就會造成鑽具卡鑽的嚴重危險。

通常，加重泥漿會提高壓力降，因而能加強泥漿的失水現象，結果使泥漿內的含水量減少，使稠化泥漿的切力增高。

因形成泥包而發生鑽具遇阻

在已研究過的 115 次卡鑽事故中，因形成泥包而發生鑽具遇阻的事故就有 25 次，佔總數的 21.7%。

這類卡鑽經過研究以後，確定它們發生的主要原因有下列幾點：

1. 長時間鑽進而沒有划眼;
2. 鑽井時泥漿循環不足;
3. 鑽具一直下到井底, 沒有划眼和循環泥漿;
4. 鑽井時用粘度高、靜切力過大的泥漿;
5. 井身成台阶式;
6. 使用直徑過大的鑽具及其他。

上述原因証明, 几乎所有这一类卡鑽事故的發生都是由于不遵守鑽井技术基本操作規程的結果, 因此如果鑽井工程技术人員和鑽井技師們能够加强对技术的監督時, 这种卡鑽事故是很容易避免的。

發生这类卡鑽的實質歸結为: 在鑽桿和井壁的环形空間, 特别是在靠近鑽头的地方, 积有大量的鑽屑, 当鑽具轉动時, 这些鑽屑都粘附在鑽銼或者加重鑽桿上, 部分堵塞或全部堵塞环狀空間。

这样在起鑽時, 环狀体积內的泥餅和鑽屑被壓縮起来, 結果鑽具被卡。

常常有这样的情况, 当粘附在鑽具上的泥包不大時, 还可以繼續鑽進。但在起鑽時, 鑽具的大小頭、接箍及接头等的台肩刮下井壁上的泥餅并壓縮泥餅, 最后造成鑽具遇阻。

如果在泥岩中鑽進, 起鑽前洗井不好, 則在井底附近井段可能留下粘成塊狀的鑽屑, 这种鑽屑在第二次下鑽時粘到鑽銼上, 并促使泥包繼續變大, 直到鑽具遇阻。

在起下直徑大的鑽具時, 以及用轉盤卸帶有斜向器的鑽具時, 經常刮下井壁上的松軟的泥餅, 因而在操作不善的情況下就会造成蹩鑽。这种情况在下鑽前沒有認真地在井眼縮小的井段划眼, 最易發生。

采用台阶式井身結構，当泥漿返回速度不够时，往往使鑽屑的微粒粘在井眼直徑变大的井段的井壁上。以后，在起下鑽具时，在此处粘在一起的鑽屑被鑽头帶走，并堵住环形空間，結果造成砂桥卡鑽。

1950年8月12日在老格罗茲內石油矿务局鑽井处的6-416号井里就發生上面这类卡鑽的典型事故。在該井里用9 $\frac{3}{4}$ "魚尾鑽头以7吨的鑽压鑽到1937公尺深度时，發現扭轉力矩大大增加(安培表上讀数由250变为300安培)，司鑽曾三次起鑽上提遇阻的鑽具到15格，并在靠近井底部分进行划眼。第四次起鑽沒有成功，因此鑽具被卡。

因为鑽进时泥漿泵的排量沒有变化过，所以在分析事故的原因时，集中注意了鑽桿的情况。檢查的結果确定，由于鑽桿長期沒有进行試泵，显然，鑽桿已被冲坏，因而泥漿沒有全部循环到井底。由于这种原因形成了泥包。試提鑽具未成功，鑽具即被卡住。

1950年9月3日老格罗茲內石油矿务局6-42号井上發生的事故，可作为用重泥漿鑽进时，因泥包严重而引起卡鑽的典型例子。

这是一口鑽鑿下逆掩断層的井，由于估計到井下气的显示，在10"套管下到1592公尺后，用9 $\frac{3}{4}$ "的鑽头鑽进，并使用赤鉄矿配制的重泥漿(比重为1.45)。此时泥漿其余的参数，就很难保持在地質技术施工計劃書上規定的範圍內，虽然，泥漿的参数与定額相差不多，可是在井深1850公尺处鑽具开始有遇阻現象。

在事故發生之前，鑽具曾几次粘住井壁，但上提到80格(指重表上的讀数)鑽具就松开。發生事故的当天，累計井深

为1946公尺，鑽具下到1902公尺，發現遇阻。用煤碱液处理泥漿后，开始从1902公尺划眼到1904公尺。这时泵压增高，循环失灵。由于將遇阻的鑽具起到了1895公尺的深度，恢复了循环，于是一面冲洗一面下鑽至1897公尺的深度。这里又發現鑽具遇阻，泵压增高，循环失灵，乃造成鑽具被卡。

从研究 6-42 号井事故的資料中說明，尽管泥漿主要参数是符合地質技术施工計劃書的規定，而在井中很快形成泥餅，以及鑽穿破碎地層的井段后井眼縮小。在起下鑽具时，把岩石和泥餅从不坚固的井壁上刮下来，在个别井段形成泥包，由于划眼和冲洗不足，終于引起鑽具遇阻和卡鑽。

卡鑽前泥漿的参数为：比重 1.43 克/立方公分，粘度 38 秒(СПВ-5)，失水量在30分鐘內为 3.6 立方公分，靜切力 14—89 毫克/平方公分，含砂量百分率未測。根据鑽井过程中的資料看，該井沒有發生过坍塌，这里的坍塌是指狹义的坍塌而言。

在渦輪鑽井时，由于鑽具不轉动，在个别井段（主要是在砂岩井段）發生泥餅的严重粘附。

在起下鑽具时，接头和渦輪鑽具外壳把厚泥餅从井壁上刮下来，若不及时从井內排出掉下的厚泥餅，就会造成鑽具遇阻和卡鑽。

为了闡明上述的現象，現試举老格罗茲內石油矿务局渦輪鑽井处的 10-10 号井的兩次卡鑽事故作为例子。

10-10号井的設計井深为 1950 公尺，目的層为 X Ⅴ下逆掩断層地層，这口井是用渦輪鑽具鑽鑿的螺旋式定向井。

1950年 9 月 6 日，把沒有帶斜向器的 T14M—9 $\frac{3}{4}$ '' 型渦輪鑽具下到 1704 公尺深，在这以前，在 1950 年 9 月 2 日由于

在起鑽前沒有很好的洗井，故于井深 1100 公尺处發生过遇阻。当渦輪鑽具下到 1704 公尺后，恢复泥漿循环失敗，只好起鑽。

起鑽时，在 1310 公尺井深处遇阻，要下放鑽具又放不下。上提 55 格（指重表上的讀数）活动鑽桿，而此时鑽具本身重量为 45 格。用水泥車以 150 个大气压力压泥漿才恢复了循环，后来泥漿循环再次失灵，乃將泵压增至 250 个大气压而再圖恢复循环，这时引起了井下漏失。循环最終失灵，而造成渦輪鑽具被卡。

研究 10-10 号井的鑽井資料証明，該井的卡鑽是由于井眼中以前积累了泥包造成的，而泥包現象在起下鑽的过程中曾不止一次地發現过。但是該井沒有及时地进行划眼和很好地洗井。最后一次下鑽时，渦輪鑽具曾在 1650 公尺井深处遇阻，但是在鑽具本身重量的作用下，使渦輪鑽具通过了泥包，泥漿循环失灵就是由于把渦輪鑽具强下到井底之后引起的。

泥漿循环失灵引起必需爆炸鑽具和鑽斜眼。

鑽斜眼时，又在 1337 公尺井深处發生了类似的故事，其情况如下：

1950 年 9 月 28 日往井內下入接有弯接头（ $1^{\circ}45'$ ）和 12 公尺長的鑽鉸的 T14M—9 $\frac{3}{4}$ '' 型渦輪鑽具时，鑽具在 1232 公尺井深处开始遇阻。在压力正常的情况下，在 1232 公尺井深处泥漿恢复了循环，鑽具可以自由的上提，但是，在不同角度下轉动并下放渦輪鑽具無效。然后，鑽井技师把鑽具下放到 25 格，用渦輪切穿了渦輪下面的泥包，把鑽具下放到 1240 公尺井深处。当繼續下鑽时，又在 1242 公尺井深处开始遇阻，泵

压上升到 160 个大气压。起鑽时遇阻，指重表上的讀数指在 15 格之內，而鑽具在 1226 公尺深度卡死。

分析下逆掩断層地層的各井鑽鑿的資料証明，在 X VI 地層以下的泥岩（常由于失水量高和泥岩膨脹而破坏）中鑽进时發生井身縮得很小。

根据很多井的井徑圖表資料确定井身 变小 80—120 公厘。但是，在鑽井时沒有考虑这种非常重要的情况，因此在井眼变小的地方未按时进行划眼；即使进行了划眼，也令人不滿意的。此外，包括 10-10 号井在內的很多井中，在下接有斜向器的渦輪鑽具时，仍然違反技术規程，起鑽时用轉盤卸扣。这就使斜向器刮掉泥餅，并引起粉碎的岩石的部分崩塌，这样，終于在井內个别井段上造成了泥包。

向井里下渦輪鑽具时，渦輪鑽具就要抓集和压缩已刮下来的泥餅，結果形成泥包，引起卡鑽。当下鑽遇阻厉害时，渦輪鑽具可能通过泥包或者切穿在井徑变小的井段处的泥餅。这就不可避免地造成完全像 10-10 号井一样的严重复杂情况。

因此，已有資料的分析表明，10-10 号井的卡鑽，是由于違反了渦輪鑽具鑽定向井的技术規程形成泥包而造成卡鑽的。

根据以上所述，可以得出一个結論：即泥包卡鑽虽然經常發生，但是它們的預防要比鑽具粘在井壁上的卡鑽容易得多，鑽具粘在井壁上的卡鑽常常会突然發生的。

凡严格遵守技术操作規程的鑽井队，在鑽井时是不会發生因泥包而形成的复杂情况的；即使井下發生此种复杂情况，有紀律有經驗的鑽井队，在用洗井和划眼的方法清除泥包之前，也不会把鑽具下放至井底的。

根据井徑圖分析井下形成泥餅的条件

根据因井壁上有厚的、粘性又大的泥餅而發生鑽桿卡鑽的資料的研究結果，泥餅的厚度很快的加大，在很多方面不仅与泥漿的質量有关，而且也与鑽穿的岩石的性質有关。

观察格罗茲內石油联合管理局各地区完鑽各井的情况表明，使用参变数相同的泥漿在一个油田上鑽井时，鑽具靜置井內很短的时间內發現有卡鑽，而在另一个油田上，鑽具可靜置井內若干小时而不發生卡鑽。

例如：在新格罗茲內和老格罗茲內地区，用普通泥漿和煤碱液处理的泥漿鑽鑿生产層为渗透性很好的中粒及粗粒砂岩时，至目前为止仍有卡鑽現象。

馬尔戈別克一个地区的很多探井用原漿鑽到2000公尺以上时，發現鑽具靜置了很多小时甚至几晝夜，在既未轉动、也未冲洗的情况下，都未發生鑽具粘住的情形，仅在修复7号井(1954年該井的井架倒下)时，鑽具在井里靜置約兩星期后才被卡住。

从地質方面来看，这个地区所鑽鑿的岩層，主要的是粘土層，而在剖面中缺乏明显的砂岩。

格罗茲內平原区的各井与上述的情况类似，在这些井里沒有發現有厚泥餅，遇阻和卡鑽是極其罕見的現象。

为了証实上述这一点，現在讓我們来談一下格罗茲內地地球物理处矿場科測得的井徑圖的分析。

分析井徑圖时曾經确定，在地質剖面上有孔隙率和渗透