**库车山前复合盐膏层复杂事故处理及分析**

王雅蓉1 王桂同2 雨松3

1. 渤海钻探工程有限公司塔里木钻井分公司 新疆 库尔勒 841000

2. 华北石油管理局有限公司苏里格勘探开发分公司 内蒙古 乌审旗 017300

3 渤海钻探工程有限公司塔里木钻井分公司 新疆 库尔勒 841000

# 摘要: 库车山前复合盐膏层埋深和厚度大，分布复杂。钻井过程中受盐膏层蠕变、盐间高压层和薄弱层共存、盐底卡层困难等因素影响，井下事故频发。本文重点分析事故发生原因并提出处理对策，对现场实际生产具有一定的指导意义。

**关键词**：库车山前；复合盐膏层；盐层蠕变；窄压力窗口；盐底卡层

# 0 引言

库车山前复合盐膏层埋深及发育情况差异巨大，地应力复杂，蠕变速率不稳定，部分井区存在高压盐水。钻进过程中存在盐层易蠕变导致井斜难控制、高压盐水层窄压力窗口情况下地层压力难平衡、地质情况复杂卡层难度大等问题。这些问题易造成事故复杂，严重影响了山前正常钻井及钻井提速工作，给后续钻井造成了隐患。

# 1工程地质情况分析

## 1.1 地质特征

库车坳陷北与南天山断裂褶皱带以逆冲断层相接，南为塔北隆起，东起阳霞凹陷，西至乌什凹陷。该坳陷经历了多期构造运动，内部断裂复杂，从南天山向前陆方向依次发育北部单斜带、克拉苏-依奇克里克构造带、依奇克里克构造带、秋里塔格构造带。

库车坳陷复合盐膏层主要发育于库姆格列木群，埋深一般介于4300~6500m，最浅1526m，最深7850m。复合盐膏层自下而上发育膏泥岩段、中泥岩段（或白云岩段）、膏盐岩段，岩性成分非常复杂，主要为盐岩、石膏、泥岩、砂岩、碳酸盐岩等。纵向剖面显示地层多以薄互层形式出现，其中盐岩层具有较强的蠕变性，石膏遇水易溶解垮塌，砂泥岩、碳酸盐岩夹层存在抗张性弱和伴随发育高压盐水的特点。

## 1.2 实钻情况

库车山前复合盐膏层顶部中完，套管封固盐上地层，复合盐膏层专打专封，确定进入膏泥岩段下部泥岩段后进行中完。

复合盐膏层钻井事故主要为盐岩蠕变导致卡钻，损失平均时效占钻井周期的6.23%。复杂主要包括井漏和溢流，井漏主要由高密度钻井液压漏盐间砂岩、微裂缝地层造成，溢流主要原因为钻遇高压盐水层，钻井液密度偏低，发生溢流，复杂损失平均时效占钻井周期的4.17%。

# 2事故复杂情况分析

库车山前盐膏层具有埋藏深度大，发育厚度大，分布范围复杂的特征，造成钻井工艺复杂，井下事故频发。主要存在以下几方面问题：

## 2.1 盐膏层蠕变

盐膏层具有塑性流动的性质，盐岩的塑性变形使井径发生变形。无水石膏吸水变成二水石膏体积增大26%左右，其他盐类如芒硝、氯化镁、氯化钙等也具有类似性质。这些均会导致井径缩小，实钻过程中造成井眼呈不规则形态，起下钻具易发生卡钻，缩径严重时导致钻具直接卡死。不规则井眼造成钻井液携砂能力下降，易形成井底岩屑沉积卡钻，同时井眼欠规则给固井带来挑战，易造成固井效果差等情况。

## 2.2 盐间高压层和薄弱层发育

膏盐复合层厚度大、埋藏深。其内部发育弱成岩粉砂岩或白云岩为主的异常高压层和抗张性弱的低压砂泥岩薄层。这种高压和低压层同时发育的情况造成安全钻井压力窗口窄，井漏、溢流等事故频发。

当溢流发生的时候，不断进入井筒的盐水与钻井液发生置换，导致钻井液性能变差，发生重晶石沉淀或井壁失稳等事故。为了保持钻井液纯净，采取节流循环排污，排出的过饱和盐水随温度压力降低，析出的盐造成井口、井控装备等堵塞，影响循环正常进行。当溢流无法有效解决时，需要提高钻井液密度压回溢出流体，随着井筒的压力持续升高，高密度钻井液会压漏薄弱地层，使处理过程陷入井漏→溢流→加重→井漏→溢流→加重恶性循环的泥潭。

## 2.3 盐底卡层困难

钻井过程中卡层困难，盐底卡层不准，容易因漏封造成井漏、溢流等事故复杂。如果盐膏层漏封，目的层钻井液密度下降受限，易导致卡钻等恶性事故；如果盐层钻进时打开盐底砂岩，则可能出现井底井漏、盐层缩径卡钻。

# 3事故预防及处理措施

## 3.1 盐膏层蠕变预防处理对策

盐岩因塑性变形发生蠕变，埋藏越深塑性变形的可能性越大。温度、压力、钻井液密度是盐岩地层蠕变的诱因。温压条件无法改变的情况下，合理选择钻井液密度，平衡地层压力，是抑制盐层蠕变的有效方式。

为降低由于盐膏层、盐岩层的塑性蠕变造成卡钻等井下复杂事故，在实钻作业当中应坚持采用强抑制、强封堵效果的钻进液体系，确保钻井液保持良好的流变性、封堵能力及润滑性，形成低渗透优质泥饼，起到防蠕变、降事故的目的。

## 3.2 盐间窄压力窗口诱发事故预防处理对策

由于高压盐水的位置无法完全准确预测，钻井过程中应加强盐水识别。有机盐体系表现为泥浆粘度、流变性和失水大幅度上升，泥饼质量变差变厚或形不成泥饼。油基泥浆中含水量较少，当盐水侵入时，氯根有上涨的趋势但变化量有限，结合破乳电压会明显降低至500V以下特征，辅助判断溢流。

选用性能更稳定的油基钻井液，抗高温、抗盐侵、抑制盐溶以及地层的水化膨胀，使得井壁和钻井液性能保持稳定；在高温高密度的条件下，具有良好的流变性能、较低的滤失量，形成薄且压缩性好的坚韧泥饼；具有优良的防塌性和润滑性；具有足够的悬浮和携带岩屑的能力；能够抵抗高压盐水的污染，具有抑制盐水重结晶的能力，防止在井口处形成结晶堵塞。

处理高压盐水溢流的常用措施是通过提高钻井液密度节流循环排污，处理窄密度窗口溢漏同层，当盐间定容圈闭高压盐水层体积有限情况下，选用控压放水，有序控制出水量和出水速度，降低地层压力，恢复正常钻进。当圈闭内盐水体积量相对较大，直接进行控压钻进。

## 2.3 盐底卡层对策

为了提高盐底卡层的准确性，需加强地质和工程两方面的结合，综合对盐底进行判断。

（1）地质因素

纵向上加强盐底标准层对比，针对不同区域细化标志层岩性或岩性组合，确定钻穿或钻遇特定标志层，随后进行完井。横向上恢复不同层位沉积相平面展布情况，明确膏盐岩段底部岩性岩相组合，为盐底卡层提供地质依据。

加强随钻实时地质录井监测，盐底过渡段褐色泥质含量逐渐升高，膏质及盐的含量逐渐减少。元素录井资料显示锶、锆、铬三种元素含量同时成倍增加。

（2）工程因素

盐膏层下部地层泥岩物性相对细小且较硬脆，研磨性明显增强，可钻性变差。钻进至盐底时，机械钻速明显降低，钻压大小对于机械钻速影响消除。

# 4结语

库车山前复合盐膏层钻井过程中盐膏层蠕变、盐间钻井液密度窗口窄、盐底卡层是造成井下事故频发的重要因素。通过分析复合盐膏层的地质特征，加强钻前事故预判，钻中采取合理的工程技术应对措施，能够有效减少井下事故发生，为现场顺利生产提供有力保障。

# 参考文献

[1] 张博. 库车凹陷特殊岩性引发的钻井风险及预防处理方法[J]. 石化技术, 2015, 22(02): 115-116.

[2] 牛晓, 方俊伟, 岳前升, 白超峰. 库车山前地区复杂地层性能测试与钻井液对策[J]. 石油天然气学报, 2013, 35(10): 134-137+9.

[3] 田径. 钻遇盐膏层高压盐水的井控技术[D]. 西南石油大学, 2012.