

泥页岩水敏性对盐岩层 塑性变形的影响

夏小全

(四川石油管理局川南矿区)

夏小林

(四川石油管理局川东开发公司)

内容提要 由于处在盐岩层夹层中的泥页岩水敏性的影响,经 24 小时吸附水化和渗透水化后的泥页岩膨胀压力高达 36.44MPa。抑制泥页岩水敏性是控制盐岩层塑性变形的有效途径。

主题词 泥页岩 水敏性 盐岩层 塑性变形

岩盐塑性变形造成的井下事故屡见不鲜。新疆南喀 1 井、四川广深 1 井和临 7 井都不同程度地遇到了盐岩塑性变形所带来的麻烦。华北油田高家堡构造新家 4 井使用油包水乳化泥浆在岩盐层段有 44 个段次发生阻卡;四川川南临 7 井使用饱和盐水泥浆钻盐岩层,发生阻卡 3 次;江汉油田 62 口套管损坏井中,有 59.7% 发生在盐岩层段。华北油田高家堡构造、中原油田文东地区 and 新疆南喀构造是盐岩塑性变形的复杂地区,其显著特点是盐岩与泥页岩交错伴生。

影响盐岩塑性变形的因素

盐岩是一种结晶体,常与泥页岩伴生。在相对的低温下为易于流动的岩石。

盐岩层的力学性质和盐分子结构及其机械性能有关。温度、地层应力、泥浆密度等外部条件是盐岩塑性变形的诱因。

据有关文献介绍,盐岩中 NaCl 含量普遍超过 60%,甚高者达 96%,通常还含有 K^+ 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} 、 Br^- 、 I^- 和 SO_4^- 等离子和离子团。在外加机械剪切应力作用下,离子键会被破坏,盐岩沿切应力方向发生塑性变形。离子

半径越小,电荷越高,离子键越牢固,晶体的机械强度就高。因此,2 价以上离子的“嵌入”,可降低盐岩的可塑性。

钻井中发现埋藏愈深的盐岩发生塑性变形的可能性和变形速率愈大。临 7 井在井深 4856.6m 进入膏盐层 690.4m 后,下 $\varnothing 215.9$ 钻头至井深 5534m,距井底 13m 时,盐岩缩径,造成恶性卡钻事故,致使井内留下 380 余米的落鱼提前完钻。

盐岩承受剪切应力的多少,也和覆盖层压力及泥浆密度有关。当液柱压力小于覆盖层压力时,便发生盐岩塑性变形。

泥页岩水敏性对盐岩 塑性变形的影响

盐岩与泥页岩交错伴生的地层是国内外公认的高难钻井区。华北高家堡构造下第三系沙四段和中原濮阳沙三段是该类地层的代表,其盐岩层阻卡较多,井下事故大幅度上升。濮阳沙三段盐膏岩和泥页岩类统计如表 1 所示。

该类地层钻井难度大的一个不容忽视的原因是泥页岩水敏性。当泥页岩在钻井液中

滇深2井 Si 盐膏岩和泥页岩类统计 表1

岩层名称	小层数	小层共厚 (m)	归类合计
盐 岩	13	26	盐膏岩类 56 层 ×110m
膏 盐 岩	43	84	
泥 膏 岩	19	31	泥页岩类 98 层 ×174.5m
含膏泥岩	18	34	
炭质泥岩	7	8.5	
软 泥 岩	20	37	
泥 岩	34	64	

暴露时,不可避免地要产生吸附水化和渗透水化,使其产生膨胀压力。通常,垂直于层面的膨胀压为平行于层面的膨胀压的5倍。水化膨胀压的大小与泥页岩厚度、组成和钻井液滤液矿化度有关,它往往高达数十个MPa。哈顿·E·契纳佛脱的实验结果是,页岩水化大约1h后,可产生7.01MPa应力;24h后,应力是36.44MPa。膨胀压的存在使盐岩层的区域压力违背了压实规律,它具有固态物质中压力传递范围小的特点。现场往往在确定抑制盐岩塑性变形的泥浆密度时,忽略了泥页岩膨胀压对盐岩塑性变形的重大影响,连确定钻盐岩层泥浆密度图版也是如此忽略。新疆南喀1井将泥浆柱压力提高到盐岩塑性变形时的20%左右才收到良好的效果,这比一般认为的10%高出了许多。表2列出的新家4井在确切井段的阻卡情况表明,在盐岩中发生阻卡较多的层段大多在盐岩层夹泥页岩段或泥页岩夹盐岩段。由此可见,泥页岩水敏性对盐岩塑性变形的影响是显著的。解决

泥页岩水化膨胀是较顺利地钻过盐岩与泥页岩伴生地层的一个重要途径。

新家4井在确切井段的阻卡统计 表2

阻卡段 岩 性	阻卡井段×阻卡次数	阻卡段上覆岩性及厚度 下伏
盐 岩	3675×6	泥岩和页岩(4)/泥页岩(5)
	3700×2	膏岩(8)/膏岩(2)
	3787×1	石膏(1)/油页岩和泥页岩(8)
盐岩 夹页岩	3640×3	—/膏岩(4)
	3714×3	膏岩(2)/石膏(3)
	3802.5~3805.15×2	油页岩和泥页岩(8)/—
膏 岩	3655.36×1	盐岩夹油页岩(22)/盐岩夹油页岩(11)
	3694.5×1	油页岩(1)/盐岩(6)
泥页岩	3683~3685×1	盐岩(11)/盐岩(2)
	3723.29×1	石膏(3)/钙质泥岩(8)
钙质 泥岩	3725~3735×3	泥岩(2)/盐岩夹泥岩(16)

注:①樊世忠《油包水乳化泥浆》1980年;

②井段、井深、厚度单位为m。

减小泥页岩水敏性对盐岩 塑性变形影响的对策

通过控制外部条件,盐岩塑性变形是可以缓解的。

1. 使用高密度泥浆,减小盐岩承受的剪切应力。

2. 抑制泥页岩水化膨胀。钻盐岩的泥浆、滤液矿化度都可达到很高,加入钾、铵等抑制剂和聚合物降低泥页岩水化膨胀,减小水化膨胀压对盐岩的挤压作用。

(本文收到日期 1988年11月22日)

川石 D215.9XHP₃ 型钻头通过国优复查

成都石油总机械厂研制的 D215.9XHP₃ 型镶齿钻头于1984年荣获国家优质产品银牌奖。

这次抽检的3只此型钻头,在兰州石油机械研究所石油钻采设备产品质量监测中心的台架复查测试中,对钻头轴承耐磨性、密封圈质量、齿的强度、固

齿及分布、切削效率等有关数据进行了检测,分别以纯钻120h、104h和126h的指标,达到了质量分级标准的A级产品,符合国家规定的三牙轮镶齿钻头优等品标准,顺利通过了五年一次的国优复查。

严 钢

DRILLING/PRODUCTION TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

35 Principle of Detecting Formation Pressure by Combs Drilling Rate Method and Its Application

Detecting formation pressure by Combs method can eliminate the influence of drilling parameters and bit wear on drilling rate, has a high accuracy and can do some measurements and logging evaluation while drilling. It is not necessary to establish the normal tendency curve, simplifying drawing and also reducing the amount of interpretation work.

Subject Headings, Combs method, detecting formation pressure, drilling parameter.

Dong Zhenguo

40 Preventing and Stopping Lost Circulation Technology of Our Country in Advancing

the present publication's reporter; *Zhou Dajun*

46 An Exploration of the Well Completion Method for Carboniferous Gas Reservoir in East Sichuan Region

Merging the completion methods of 50 gas wells in Carboniferous gas reservoirs in East Sichuan into three types, this paper recommends a casing program for well completion more suitable to this region, starting from macroscopic analysis of the yield per unit thickness of the pay. In addition, the measure for improving the cement job quality of extension pipe are recommended.

Subject Headings, East Sichuan, Carboniferous gas reservoir, well completion method.

Liu Dahong, Zhu Shiqi

50 Effect of the Water Sensitivity of Mud Stone and Shale on the Plastic Deformation of Salt Bed

Because of the effect of water sensitivity of mud stone and shale intercalated in salt bed, the expansion pressure of mud stone and shale is as high as 36.44MPa after adsorbing and permeating hydration for 24 hours. Restraining the water sensitivity of mud stone and shale is an effective approach for controlling the plastic deformation of salt bed.

Subject Headings, mud stone and shale, water sensitivity, salt bed, plastic deformation.

Xia Xiaoquan, Xia Xiaolin

52 Application of Calculation Method of Multi-Phases Tube Flow to Calculating Pressure Gradient in Watered-out Gas Well

This paper presents a new calculation method of multi-phases tube flow. Through the calculation and application of six well-times, the average relative error is -1.63 and the standard deviation is 2.40%, which proves that it is a reliable method for two-phases flow calculation.