

龙4井6026m复杂情况 下的尾管固井

李 荫 柑

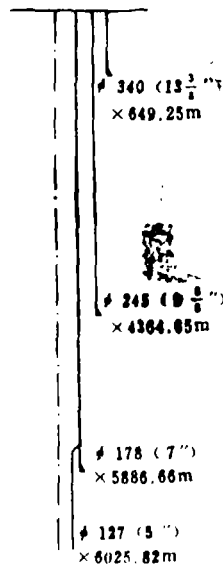
(四川石油管理局钻井处)

内容提要 本文汇总了龙4井在完井前钻进井漏,起钻外溢、井喷的复杂情况下,如何按平衡漏(气)层压力调整泥浆密度,使通井到底。又如何考虑苛刻的地层条件下的固井工艺,使尾管固井成功。

龙4井位于大巴山前褶皱带九龙山背斜构造顶部,设计井深6000m,钻探二叠纪茅口灰岩。钻至5890m时,为预防高压含硫化氢气体危害,下 $\phi 178\text{mm}$ 尾管并回接至地面。套管程序如右图。

在5915.4~5940.3m长兴组生物灰岩,灰岩及白云岩地层钻进时,钻时加快。泥浆密度由 $2.14\text{g}/\text{cm}^3$ 下降至 $2.02\text{g}/\text{cm}^3$,起钻中因泥浆气浸后效井喷高9m,加重至 $2.20\text{g}/\text{cm}^3$ 。钻入茅口灰岩后,在5998~6007.5m段先后两次井漏,泵压18—19MPa时的漏速为 $1.3\sim 4.2\text{m}^3/\text{h}$ 。

钻至6026m后,起至 $\phi 178$ 套管内的5845m循环加重,泥浆密度升至 $2.24\text{g}/\text{cm}^3$ 时漏速为 $1\text{m}^3/\text{h}$ 。继续起钻中泥浆不断外溢,



龙4井套管程序示意图

随钻综合录井曲线上反映溢流信息的时间间距, A/T的长短大小与地层流体的储量,缝洞发育程度和连通性好坏,地层压力梯度,泥浆柱压力与地层压差有关,也与流体性质、泥浆性质、井深、迟到时间、录井方法等有关。

当发现溢流征兆后,首先要加强观察泥浆出口流量有否增大,泥浆池体积有否变化,接单根等停泵时喇叭口有无泥浆流出,气测全量有无变化。若体积早已增加,气测

全量也有明显升高时,这便是接近井涌井喷的时刻。钻井、地质人员应立即密切配合,采取有效措施,即作好防喷准备,以免井喷失控,同时取全取准资料。只要我们认识溢流信息传递的先后顺序,便可及早发现溢流,井喷事故是可避免的。

本文在编写过程中得到邱宗活地质师的指教,在此表示谢意。

(本文收到日期 1986年4月15日)

反复采取正、反灌泥浆,关井硬挤入地层 10.5m^3 才起出钻头。

换钻头后,下钻至4145.79m时,外溢泥浆 2.1m^3 ,替入密度 $2.27\text{g}/\text{cm}^3$ 泥浆后仍不断外溢。被迫控制套压 3MPa 条件下循环,漏失泥浆 21.3m^3 。计算井底总液柱压力为 141MPa 。曾先后3次在 $\varnothing 178$ 套管鞋附近堵漏无效。

从井深5890m钻进至井底,累计漏失重泥浆 261m^3 ,出现钻进或起钻都困难的复杂局面。

分析井漏和关井试验

一、对致漏因素初步看法

1. 从实际钻进资料记录,大隆组(5890~5915.4m)及龙潭组(5968~5988m)不漏不喷;长兴组(5915.4~5968m)为主气层,钻时加快、泥浆气侵严重、后效喷高5~9m;茅口灰岩(5988~6026m)有少量漏失。

2. 三次堵漏中,桥架物浓度达15~24%,泥浆密度 $2.24\sim 2.30\text{g}/\text{cm}^3$ 、关井硬挤压力达 $18\sim 31\text{MPa}$,每次挤入地层泥浆量 $20\sim 30\text{m}^3$,但堵漏后通井划眼仍然漏失。估计裸眼井段因堵漏而被压开。

3. 液柱压力及环空回压的变化、引起对渗透层段的井漏或气侵十分敏感。当泥浆密度 $2.20\text{g}/\text{cm}^3$ 、泵压 $18\sim 19\text{MPa}$ 时,漏速为 $1.3\sim 4.2\text{m}^3/\text{h}$;当减少排量、使泵压降到 13MPa 时又可不漏;泥浆密度加大至 $2.30\text{g}/\text{cm}^3$,漏速可大至 $9\sim 15\text{m}^3/\text{h}$;但泥浆密度大至 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 时仍有气侵显示。井漏、气侵、外溢相伴而至。

处于这种窘境下,必须寻求既能平衡漏层又能防气侵的液柱压力,才是解决该井下 $\varnothing 127\text{mm}$ 尾管完井的关键。

二、关井试求井底静平衡压力及掌握各种不同井底总回压($P_{\text{底}}$)下漏失状况

通过连续关井、开井,循环观察井下流体动态,如表1及表2。

关井、开井求液面 表 1

时 间	立管压力 (MPa)	套管压力 (MPa)	状况	灌入泥浆 (m^3)	计算液面 (m)
31日 19:00	4	2.7	关井		井口
1日 8:00	1.6	0	关井		/
10:25	0	0	关井		/
10:33	0	0	开井	1.5满	118
2日 6:40	0	0	开井	1.2满	94
3日 6:40	0	0	开井	2.0满	156
4日 16:40	0	0	开井	1.8满	140
5日 8:20	0	0	开井	2.2满	172

注:井内泥浆密度 $2.343\text{g}/\text{cm}^3$

液柱压力及环空压力变化对漏失的影响 表 2

序号	日期	井内情况	泥浆密度 (g/cm^3)	井底回压 (MPa)	漏失状况	漏速 (m/h)
1	10日	钻进中	2.20	138.5	小漏	1.3~4.2
2	11日	钻进中	2.20	137.0	不漏	
3	13日	起钻时	2.24	134.8	溢 2.1m^3	
4	15日	下钻控制循环	2.28	141.4	中漏	2.28
5	30日	堵漏、通井	2.30	143.6	大漏	9~15
6	31日	关井观察	2.343	143.0	压漏	
7	1日	开井观察	2.343	138.5	平衡	微
8	4日	开井灌满	2.343	140.3	开始漏	0.1
9	5日	开井观察	2.343	137.0	平衡	

注:序号2为减少排量、降低泵压,循环不漏

分析表1、表2中的几种情况,得知井底的平衡压力为137.5MPa左右。当总回压比其低2.7MPa,如表2序3时,起钻会气侵外溢;当关井起压比其大5.5MPa时即可压开地层造成漏失,如序6;循环时泥浆密度越高,环空压降越大,则漏速可高至9~15m³/h,如表2序5。

曾连续开井观察4天(如表1)。在泥浆密度大至2.34g/cm³情况下,每天灌入泥浆约2m³即可达到井内静平衡。

平衡漏层压力控制不同泥浆密度

下尾管前的最后一次通井时,钻头出套管鞋至5908m就遇阻,开泵循环,泥浆密度2.35g/cm³就开始漏失,划眼到5960m时漏速增大到11m³/h,不到8小时就漏失泥浆42.1m³。泵入密度2.27g/cm³泥浆又接不上单根,被迫起至套管鞋内进行第四次桥架物质堵漏也无效果。

分析表2资料,认定该井况以井底回压137.5MPa作为该井裸眼段的平衡压力依据。先起钻至4000m开泵循环,使返出的泥浆经真空除气器连续脱气,同时加入柴油、SMK、SMP等泥浆处理剂,又将除气后泥浆密度从2.35降至2.20g/cm³。当钻具在Ø178套管鞋内循环不漏后,通井至井底6026m,在泵压13~15MPa下循环不漏,为下Ø127尾管创造了条件。

考虑到起钻时抽汲作用及停止循环时所造成的井底回压下降,决定先起钻至套管鞋内循环泥浆,然后加重晶石粉提高密度至2.28g/cm³。为防止起钻喷泥浆,又在钻杆内注入密度2.30g/cm³泥浆少部分。起钻过程中没有出现外溢、井喷或井漏的复杂情况。计算这时井底静液柱回压为136.9MPa,接近平衡压力。

尾管固井设计及施工

一、尾管串设计

尾管总长度398.26m、位于6025.82~5627.26m,与Ø178套管重合259m,用液力悬挂器悬挂,其上为Ø89钻杆与井口方钻杆水泥头等相连。

二、注水泥浆要求

在Ø127尾管内不留或少留水泥塞;水泥浆设计返过尾管头以上200m;水泥浆接触地层时间大于20min,流过尾管头时间10min。电测井底温度143℃,用国产95℃水泥与钛铁矿粉混匀加重,要求其重量比为4:6。现场固井水泥试验的配方为水灰比33%,加FDN0.15%、SK-10.02%、葡萄糖酸钠0.05%、木质素磺酸钠0.03%;水泥浆的密度2.31g/cm³,流动度23cm,在125℃×70MPa下可泵时间40BC为180分,24小时抗压强度7MPa。设计正常水泥浆量8M³,附加5t以防漏失。

注水泥前先泵入抗钙隔离泥浆5m³及CMC胶液0.15m³。

三、加重水泥浆的配制

为保证水泥浆性能合乎要求,采用两步加重法配制。第一步先混合成密度2.15g/cm³水泥浆,第二步加灰混合至密度2.27g/cm³。泵入15m³的过渡罐中,开动罐上的搅拌器使灰浆均匀,加重料不沉淀。用注替的水泥车向井内高压注水泥。

四、施工考虑

为了平衡井底压力,根据最后一次通井成功的资料,将水泥浆顶替排量控制在6~7l/s,水泥浆密度2.28g/cm³左右,泵压不超过13~15MPa。

五、Ø127尾管固井施工

1985年9月21日8时下Ø127尾管串及Ø89钻杆,中途在1500m及5870m两次开泵

循环,并用真空除气器脱气。尾管顺利下至6025.8m预定悬挂位置后,装好水泥头。用排量 $6.5\sim 7.2\text{l/s}$ 循环,泵压 $13\sim 15\text{MPa}$,返出泥浆密度 2.28g/cm^3 ,没有出现气侵、外溢和井漏。座挂好后停泵进行注水泥作业。

管线试压 28MPa 并装上胶塞;注抗钙隔离泥浆 5m^3 ;注CMC胶液 0.15m^3 ;两次加重法配制水泥浆、平均密度 2.27g/cm^3 ;注入井内加重水泥约 20t ,泵压 $10\sim 15\text{MPa}$;顶胶塞注入 0.3m^3 CMC胶液;替入密度 2.20g/cm^3 泥浆 2.9m^3 ;替入密度 2.28g/cm^3 泥浆 23m^3 ,泵压 $10.5\sim 16\text{MPa}$ 、排量 7l/s 。

整个过程中向井内注入量与井口返出量始终接近,所以当总替量达到设计的 25.9m^3 时结束施工。注水泥时间为 $1\text{h}29\text{min}$,起钻至 280m 循环候凝。探得水泥塞面在 5359.59m ,钻开水泥塞后未发现气窜显示。

结 语

1. 在处理龙4井重泥浆条件下的井漏与井喷并存的异常压力敏感的气层(漏层)复杂情况时,关键是通过试验,找到地层的平衡压力。必须掌握好泥浆当量比重、排量、泵压三要素。采用循环时降泥浆密度、起钻时提高泥浆密度的措施,可以取得通井成功。结束了起钻井喷,循环漏失的难以动弹窘境,使超深井段 $\varnothing 127$ 尾管安全顺利固井。

2. 水泥浆按井底流动温度设计,以可泵时间 40BC (稠度单位)和适当密度及强度指导施工;采取二次加重工艺,配制出密度合格水泥浆,尽量降低泥浆粘度、切力减少流动阻力;采取双级隔离,避免水泥浆在接触面上胶凝,流动阻力增加而憋泵;控制适当的排量及水泥浆接触地层时间。这些措施都是使环空泥浆顶替干净,提高固井质量的有效办法。

(本文收到日期 1986年3月5日)

脱硫厂污水生化处理技术通过鉴定

1986年11月4日四川石油管理局在泸州天然气研究所召开了脱硫厂污水生化处理技术的鉴定会。四川石油管理局各有关处室以及局属川东脱硫总厂、川西北矿区、设计院等八个单位的30名代表出席了会议。与会代表听了天然气研究所的技术报告,参观了试验装置,经充分讨论,一致认为该项试验是成功的,所取得的数据可以作为工业装置的设计依据,同意通过技术鉴定及推广应用。

陈康良

华北油田天然气 进京工程全部建成

用于调节华北油田送到北京的天然气的四个球形储气罐,9月18日在北京东郊建成投产。至此,华北油田天然气进京一期工程已全部建成投产,形成了向北京日供气四十万立方米的能力。

摘自《中原油化信息》第17期



46 Exploring the Omens of Kick in Gas Well

The article considers that the increase of both flow quantity at the mud exhaust pipe and fluid level in the mud pit is the most creditable omen that indicates the natural gas has intruded into water-base mud and the kick will happen. But it is different to the gas cut oil-base mud. Especially, when the gas invaded contains sour gases such as CO_2 or H_2S , there is often no any show at the two places mentioned above, because the kick is coming as the gas cut oil-base mud returns to the well head.

Li Haishi

50 Judging Overflow Information by Composite Log Curves while Drilling in Guan Key Well

It is stated in this work that the rule that reflected on the composite log curves while drilling, the overflow informations of different fluids in four main reservoirs belonging to ultra-high pressure formations in Guan key well come early or late, is "the volume of mud $\rightarrow$ the gas logging total hydrocarbon $\rightarrow$ the density of mud."

Sun Pulan

54 Cementing Tail Pipe under Complicated Conditions of 6026 m. in Well Long-4

Under complicated conditions such as lost circulation in drilling before well completion, spilling over and blow out when to bring out the string, the article briefly presents how to reach to the bottom in Long well No.4 through regulating the mud density according to the balance pressure in thief zone, and how to successfully cement tail pipe thinking over the cementing technology under harsh formation conditions.

Li Yingan

58 Flow Rules of Two-Phase Gas Bubbles Flow in Vertical Tube

Based on the theoretical analysis and the experiments on two-phase flow in laboratory, some rules of the distributions of the porosity in two-phase gas bubble flow and the velocity under laminar flow and turbulent flow conditions are obtained. The pressure drop calculation method obtained from above results can be used to accurately determine the pressure loss of two-phase gas bubble flow.

Han Hongsheng, Chen Jialang