

川南地区溢流处理工艺技术

徐怀勤*

(四川石油管理局川南矿区)

内容提要 本文论述了川南地区在特殊情况下发生的溢流及其处理方法和特殊井口配套装置,具有新颖性、针对性和实用性,对及时恢复和重建井内压力平衡,提高钻井人员的应变能力具有参考意义。

主题词 四川南部 钻井 工艺技术 井口装置

在正常情况下,钻具在井底循环通道畅通,压井重泥浆能够注送到产层。若发生溢流,则在控制井口后,可采用司钻法、工程师法、边循环边加重等方法实施压井作业,达到恢复和重建井内压力平衡。但是,由于川南地区属碳酸盐岩裂缝性不均质气藏,纵向上产层多、埋藏深、裸眼井段长、压力相差悬殊,横向上对比性差,难以绘制标准压力剖面。这些特征给井控技术带来了一定难度。

对于特殊情况下发生的溢流,川南矿区通过长期的实践、分析、总结,形成了一套比较成功的处理工艺技术,对恢复和重建井内压力平衡、安全生产,均起到了积极作用。

溢流特性

溢流特性的判断,对正确采取处理措施具有十分重要的意义。可归纳为:

(1)由于起钻抽汲进入井筒的气体,随着循环泥浆或滑脱上窜至井眼上部膨胀而发生溢流。其表现为出口泥浆表面气泡多,关井后井口无压力或压力低,开井后压力很快泄掉。这种溢流危害不大。

(2)在井内液柱压力和地层压力之间,由于各种因素影响而出现欠平衡所发生的溢流。若出口为小股外溢并拌随井涌,关井后井口出现气顶,正注泥浆的同时可以泄掉或降低井口关井压力。这种溢流有惊无险。

(3)钻具水眼内溢。溢流不是发生在环形空间,而是在起下钻过程中钻具水眼内外溢。这种溢流主要是井内压力失掉平衡、回压凡尔失灵所致。它的危害在于容易出现误判断,井内液柱逐渐掏空,造成强烈井喷。

(4)井漏转换为外溢。发生井漏后,当井内液面降至平衡地层压力的临界液面后,就会出现由漏变溢的状态。产层发生漏失,意味着裂缝、溶洞发育,具有大的产能,而井漏状态下建立不起井内液柱压力,因此应特别予以重视。

(5)井内液柱被全面顶起发生溢流。井内压力失掉平衡后,出口管流量由小很快变为满管外溢,关井后井口压力高,采用正注泥浆的同时泄不掉环形空间压力,而且见不到气体。如果地层流体是水,则溢流趋势平稳;若是气,则很快由溢变喷。该溢流是所有溢流中最危险的一种。表明井内液柱压力和地层压

* 646001,四川省泸州市。

力之间压差大,产层不单具有高的压力,而且具有大的产能。关井后井口压力高,对重建井内压力平衡有较大难度。

压回法和顶部压井法

在起下钻过程中出现溢流,井口关井有压力,钻具不在井底,压井泥浆注送不到产层。要恢复和重建井内压力平衡,通常采用顶部压井法,然后下钻分段循环排气建立平衡。但是,顶部压井法带来两个问题:一是当地层压力高时,依靠提高钻具以上井筒液柱压力,泥浆难以加重到平衡地层压力所需的密度;二是随着分段循环排气、加重,造成复杂性。

川南地区对付这种溢流状态采用压回法和顶部压井法相结合的方法。在发生溢流关井后,根据关井压力确定压井泥浆密度,在关井条件下,将钻具以下进入井筒的地层流体(油、气、水)和气侵泥浆推回地层。可以全推,也可推一部分,其注入量根据井筒容积、外溢量决定。为了降低井口施工压力和减少泥浆量,注推泥浆密度也可大一些。然后再开井控制回压,用钻进泥浆循环排除钻具以上井筒气体或气侵泥浆,实现井内压力平衡。

应用实例:得胜场 7 号井。 $\varnothing 177.8\text{mm}$ 套管下至井深 2265m,用密度 1.46g/cm^3 的泥浆钻至井深 2642m。由于起钻时灌量不够和钻具内溢,使井筒泥浆减少 9.5m^3 。当下钻至井深 559.61m 时,发现井口外溢、井涌,关井套压 $p_c 8\text{MPa}$ 。

关井条件下,用泥浆泵正注密度为 1.70g/cm^3 的泥浆 41m^3 。最高施工压力为:油压 $p_1 13.6\text{MPa}$;套压 $p_c 11.5\text{MPa}$ 。等待一段时间后,让游离的气体滑脱上升,再用密度 1.5g/cm^3 的泥浆控制回压,循环排除井深 559.5m 以上井筒内气体和气侵泥浆。套压由 $p_c 7.5\text{MPa}$ 降至零,开井无外溢、井漏。

寻求地层和井眼间的压力自然平衡

川南地区有些井在钻进过程中,发生放空、钻时加快、溢流、井涌,通过加重泥浆压井,却难以建立井内压力平衡,停泵或起钻就发生外溢,使钻井作业无法进行。这些井通过测试,地层压力梯度高,但不具备大的产能,钻进或压井过程中,只发生短暂的微漏或根本不漏。

这种产层属高压低产的裂缝、溶洞类型,一般在局部范围内发育且连通性差。当通过加重泥浆压井后,局部范围内的裂缝、溶洞就变成了“储能器”。在停止循环或起钻过程中,由于环形空间循环阻力消失和抽汲压力的出现,就导致裂缝、溶洞中的流体所吸收的能量释放出来,同时产生置换作用,造成井内压力不平衡而出现溢流。

显然,要选择一个合适密度的泥浆一次建立起井内压力平衡是比较困难的。我们的作法是充分循环,以寻求地层和井眼间的压力自然平衡。要允许注入和返出泥浆量在短时间内出现差异,并采取短程起下钻手段进行检验,以确保钻井作业安全。

例如关圣场 2 号井。用密度 1.93g/cm^3 的泥浆钻至井深 3627.47m,地层 P_1^3A ,钻时加快,放空 0.92m,发生溢流。以后压井泥浆密度为 2.45g/cm^3 ,均难以建立井内压力平衡。经替喷测试,却不具备工业气流。

永安桥 5 号井。用密度 2.17g/cm^3 泥浆钻至井深 3573.30m,地层 P_2^2 ,放空 0.5m,短暂微漏,起钻发生外溢。用密度 $2.25 \sim 2.30\text{g/cm}^3$ 泥浆压井,停泵、起钻就发生外溢。后经反复循环排气达 63h,用短程起下钻检验,证明井内压力平衡。

又喷又漏的处理

又喷又漏是钻井工作者遇到的最为复杂

的情况之一。无论是“上喷下漏”或“下喷上漏”,还是“同层又喷又漏”,均难以对付。故处理它的首要前提是堵住漏层,然后才能建立起井内液柱压力来平衡喷层压力,实现井内压力平衡。

井下处于又喷又漏、井口又有关井压力时,要实施堵漏工艺难度很大。这是因为注入的堵漏材料容易堵塞循环通道,也难以控制把它注到预定的位置,而且还使钻具粘卡的风险大增。

川南地区之所以能处理好又喷又漏,就在于首先将井下又喷又漏的复杂状况改变为单一的漏失状态,然后再开展堵漏工作。

造成单一漏失状态的施工步骤如下:

(1)根据喷层和漏层的位置以及地层压力,确定使用泥浆密度。

(2)正注一钻具内容积的泥浆量,以期截断气源或降低井口关井压力。

(3)反注泥浆,将环形空间的气体和气侵泥浆推回漏层,形成的液柱压力使井下处于微漏状态。也可以根据漏失状况,注化学堵漏剂、桥接堵漏泥浆,将压井和堵漏同时进行。

(4)实施间断、定时定量地反灌泥浆。川南地区的经验灌量为 $1\text{m}^3/10\text{min}$,使井下始终处于微漏状态,保持一个暂时的、相对的动平衡,进行起钻后下光钻杆作业。

(5)根据漏失状况,开展化学剂、桥接泥浆、水泥和综合性堵漏,达到最终实现井内压力平衡。

应用实例:鹿角场13号井。此井属于“上喷下漏”, $\varnothing 244.5\text{mm}$ 套管下至井深1438m,用密度 1.48g/cm^3 泥浆钻至井深2256m,地层 T_1c 。在发生气侵井涌后,用密度为 1.67g/cm^3 泥浆恢复平衡钻进。钻至井深2291m,地层 T_1f ,发生井漏,停泵外溢,关井套压 $p_c 3\text{MPa}$ 。用密度 $1.64\sim 1.70\text{g/cm}^3$ 泥浆进行过两次压井,均不能排除溢流实现平衡。以后采用密度 $1.67\sim 1.70\text{g/cm}^3$ 泥浆正注了

20m^3 、反注 36m^3 ,井内处于单一漏失状态。经间断、定时定量反灌泥浆,起钻后下光钻杆用水泥堵漏,恢复了井内压力平衡。

特殊井口装置

处理特殊情况下发生的溢流,往往需要特殊的井口装置加以配合。现介绍川南使用的几种特殊井口配合装置。

(1)强行坐钻杆锥管挂。井口装有特殊四通,当发生溢流关井后,如果井口关井压力高,为了压井施工井口的安全和甚至于被迫原钻具完井换装采油树,均需要在关井不失控的条件下强行坐钻杆锥管挂。

施工特殊井口装置如图1。在转盘中心

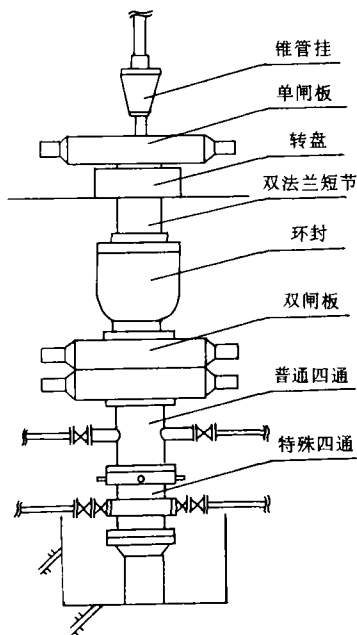


图1 强行坐锥管挂井口装置

安装固定一个与原井口封井器压力等级相匹配的单闸板防喷器,并用双法兰短节连接于环封上。封芯与井内钻杆尺寸相符。其施工步骤如下:

①将钻具重量交给转盘上单闸板防喷

器,卸开方钻杆;

②在方钻杆下面接一带钻杆锥管挂、回压阀的钻杆单根,并和井内原钻杆相连接;

③下放站具,将钻杆锥管挂送入双法兰短节内,灌满清水,关闭单闸板防喷器,开原井口关闭的防喷器,即可送钻杆锥管挂坐于特殊四通上。五通场 7 号井,就是采用了这种特殊井口装置和工艺技术。

(2)压井堵漏施工管汇。处理特殊情况下发生的溢流,往往需要多种工艺连续地在同一时间内进行施工作业。因此,为满足这种要求,必须有一套地面管汇来加以配合。现介绍沈公山 13 号井地面使用的压井堵漏管汇(图 2)。它具有以下功能和优点:

①采用现存的 $101.6 \times 101.6 \times 63.5\text{mm}$ 三通和 76.2mm 金属管线、KQ-35 闸阀等直接串接而成,具有 35MPa 工作压力等级;

②可以满足多台压裂车、水泥车以及泥浆泵进行交替或同时施工;

③具有压井、堵漏、正注、反注和放空等多种功能。

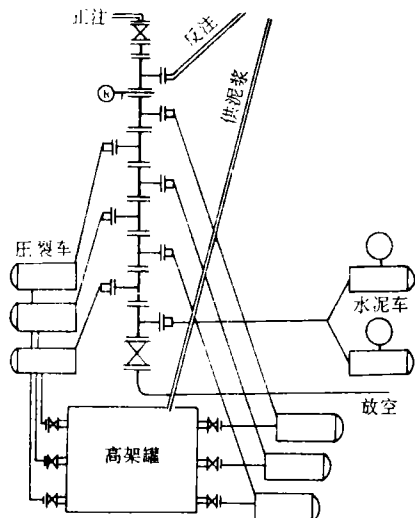


图 2 压井堵漏管汇

特殊情况下发生的溢流情况千变万化,处理方法也各有所异。但是,要不失时机正确加以处理,重要的是准确判断,提高应变能力。

(本文收稿 1992-11-21)

四川石油管理局炼化化工工作会议在成都召开

四川石油管理局炼化化工工作会议于 1993 年 3 月 8~11 日在成都崇庆召开。来自四川石油系统各炼油、化工及天然气净化生产厂、有关矿区、设计研究及教育等单位的领导、工程技术人员共 90 多位代表出席了大会。

会议总结了 1992 年全局炼化化工系统生产和工作所取得的成绩,研究和落实了 1993 年和“八五”后三年炼油、化工系统的生产、建设和重点工作,并就改革开放和深化改革、加速发展炼化化工为题,分专业组进行了专题研究和横向交流,大会表彰了在劳动竞赛中取得优异成绩的单位。

1992 年全局各炼化单位以经济效益为中心,依靠科技进步、挖掘内部潜力,原油加工持续发展,天然气净化为全局天然气产量创历史最好水平作出了较大贡献,化工生产成绩显著,基础工作进一步加强,圆满完成了炼化生产和各项工作任务,经济效益持续增长。但是,1993 年也面临十分严峻的形势,任务相当繁重。为此,要求深化企业内部改革,转换经营机制,依靠科技进步狠抓技术改造,降低生产成本,进一步调动广大职工的积极性,抓好炼化生产和三个层次的工作,增强企业的“四自”能力,确保经济效益的持续增长。

会议强调要认真贯彻石油天然气总公司关于发展下游的战略方针,要求全局炼化化工系统各级领导、技术人员和广大职工进一步认清形势,加强团结和协作,努力开拓进取,为建成五大基地积极工作,为发展四川石油天然气工业作出新的更大的贡献。

龙泽智

Subject Headings: Southwest Sichuan, strata deflecting rule, deflection drilling, determining well location.

Ma Zongjin; **Technique of Setting Casing in Deflection Well with High-Inclination**, NGI 13(3), 1993; 48~52

On the basis of characteristics of deflection well with high-inclination, a series of methods for solving the problems existing in designing, inspecting, preparing setting and setting casing are proposed out in this paper.

Subject Headings: deflection well with high-inclination, technique of setting casing, method.

Xu Huiqing; **Technology of Treating Exceptional Overflow in South Sichuan**, NGI 13(3), 1993; 53~56

This paper expounds the overflow happened in exceptional situation in South Sichuan, its treatment method and special wellhead mating equipments which are novel and practicable, and have reference significance to promptly resume or rebuild the borehole pressure balance and enhance the ability of treating emergency for drill crew.

Subject Headings: South Sichuan, drilling, technology and technique, wellhead equipment.

Ouyang Liangbiao and Kong Xiangyan; **Current Situation of Studying Gas Condensate Well Testing**, NGI 13(3), 1993; 57~60

In this paper, the experience method, gas phase pseudopressure method, B-W method, oil reservoir integration method and approximation method for analysing gas condensate well testing are emphatically described, and their characters, correctness and application scope are also compared.

Subject Headings: gas condensate well, well testing method, correction method, pseudopressure method, approximation method, study.

Li Bingyuan; **Transient Testing Analysis of Horizontal Well**, NGI 13(3), 1993; 61~64

Based on the transient vadose theory of the elastic fluid in mini-elastic strata, the flow state while testing horizontal well is divided into five stages in this paper. The testing curves of 200 wells are matched by using Laplace transform and inverse operation to determine the time-limit of each stage and the practical software is also edited.

Subject Headings: horizontal well, flow state analysis, interval partition, divided matching, testing analysis.

STORAGE/TRANSPORTATION/SURFACE CONSTRUCTION

Song Dongyu and Xiao Fangchun; **Multi-objective Reliability and Grey Optimal Design for Pipeline Structure**, NGI 13(3), 1993; 65~71

Combining optimum technique, the white, grey and random effective factors met in the course of optimally designing pipeline structure are considered by the use of reliability theory and grey system theory in this paper. The method of multi-objective reliability and grey optimal design for pipeline structure is presented and the calculation of living example shows it is more economic than routine design method.

Subject Headings: gathering pipeline, structure reliability rate, grey system, planning, optimal design.