

辽东湾 SZ36—1 油田高难度丛式钻井

姜 伟

(渤海石油公司钻井公司)

内容提要 本文介绍渤海辽东湾 SZ36—1 油田实验区 AⅡ 平台丛式钻井的情况。该平台造斜点浅,水平位移大,井斜角大,且地层疏松不胶结,裸眼段长,中靶精度要求高。用 275 天累计进尺 32572m 钻完了 16 口定向斜井,中靶率 100%。

主题词 辽东湾 SZ36—1 油田 丛式钻井

渤海辽东湾 SZ36—1 油田的地层疏松,井浅,水平位移大,丛式井分布密集,AⅡ 平台共钻井 16 口,其中井斜 $50^{\circ}\sim 64^{\circ}$ 的 6 口,井斜 $45^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 的 4 口。经 275 天的钻探,总进尺 32572m,现 16 口井已全部钻完。综观整个钻井过程,该平台造斜困难,水平位移大,其中 A19 井全井垂深和水平位移比为 1:0.9,中靶精度要求 30m 半径。

平台基本情况

SZ36—1 油田试验区 A 平台,是海上固定式导管架,东、西两侧共布置 32 口井,控制面积为 2.3km^2 。平台井口间距 2m,井下靶点间距 $350\text{m}\times 350\text{m}$ 矩形分布。考虑易于造斜和便于今后投产,全部采用“直—增—稳”三段制井身剖面。井身结构及剖面如图 1。

16 口井主要数据见表 1。

丛式井设计和布局

1. 造斜点的选择

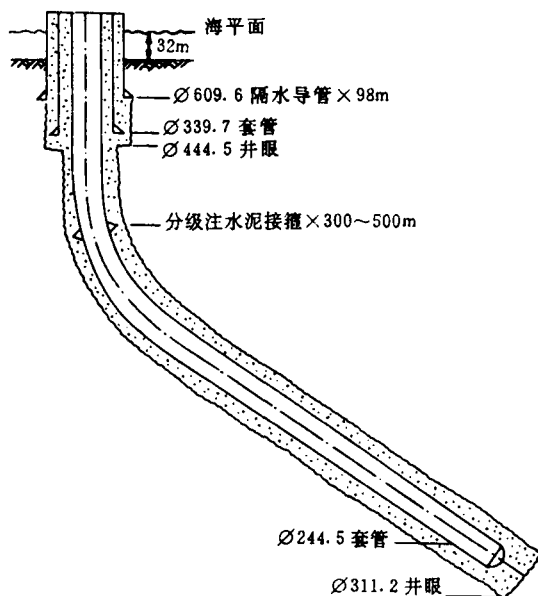


图 1

从油田控制井网面积、便于钻井工程以及开采生产的要求和需要出发,综合考虑了选择造斜点、造斜工具的造斜能力,应选择在岩性相对稳定,易于造斜的井段。造斜点选择在 277~577m 之间,这样可以兼顾多方面的

表 1 SZ36—1 A I 平台基本数据

井号	造斜点(m)	井深(m)		最大井斜		方位(度)		垂深(m)		水平位移(m)		靶区半径(m)	
		设计	实际	设计	实际	设计	闭合	设计	实际	设计	实际	设计	实际
A19	277	2251	2350	53.15	64	321.56	322.52	1590	1625.11	1045.7	1469.32	30	12
A3	327	1984	2022	42.43	46	237.51	237.95	1624	1648.62	982	1019.28	30	24.38
A13	427	1944	2056	42.1	51	302.31	304.2	1617.09	1629.47	900.5	990.82	30	23.53
A15		1800	1815										
A27	427	1979	2000	43.37	47	36.26	36.5	1633	1663.03	924.4	923.82	30	20.41
A31	327	2220	2296	53.4	57	34.47	33.46	1597	1628	1322	1374.17	30	18.34
A30	277	2224	2242	52.99	53.2	15.81	19.24	1587	1633.97	1539.35	1343.03	30	3.0
A14	577	1479	1780	25.39	27.8	301.31	300.26	1625.16	1677.48	449.11	461.5	30	14.39
A26	327	1950	1986	42.74	45	8.1	10.24	1594	1615.92	963.5	994.85	30	9.3
A25	277	2123	2150	48.96	51.6	348.85	350.08	1636.3	1616.84	1220	1247.27	30	13.27
A20	327	1956.5	1930	41.62	43.4	329.97	330.74	1652.4	1609.71	950.3	917.96	30	14.36
A12	327	2242	2222	53.05	54.4	302.62	305.01	1617	1619.98	1335	1316.36	30	16
A7	377	2001	2015	43.54	43.9	274.92	274.73	1633.5	1644	976.5	998.06	30	25.2
A2	277	2135	2132	48.24	48.2	256.5	255.94	1680.6	1622.23	1217.3	1223.89	30	14.51
A8	527	1794	1798	34.8	32.0	254.84	255.87	1608	1635.49	626.6	604.33	30	19.09
A21	477	1758	1778	32.66	31.9	349.84	350.18	1589	1632.8	605.3	579.15	30	17.0

要求。

2. 空间井眼的分布

海上导管架井口间距很小,呈 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的矩形排列,且邻井很近, $\varnothing 311.15$ 井眼之间相距仅 1.69m ,稍有不慎井眼就有可能相碰。因此,邻井之间造斜点的深度上下错开 50m 。井斜大、水平位移大的,选择浅部造斜;水平位移小、井斜小的则在深部造斜,使井眼轨迹在空间各得其所,避免了相碰。平台的井口布局、造斜点及井斜方位分布见图 2。

3. 井身剖面类型

考虑到该平台的地层松散,水平位移大,

为便于控制井眼轨迹,提高机械钻速,简化施工程序,基本上选择了三段制井身剖面。

A I 平台丛式井的主要工艺特点

1. 钻井顺序

SZ36—1A I 平台采用了国外丛式井平台集中先钻表层的做法,这种方法的优点是:

(1) 钻表层期间,定向井、电测及泥浆录井等承包商不必到位,节省这部分服务费用 4 万多元美金。

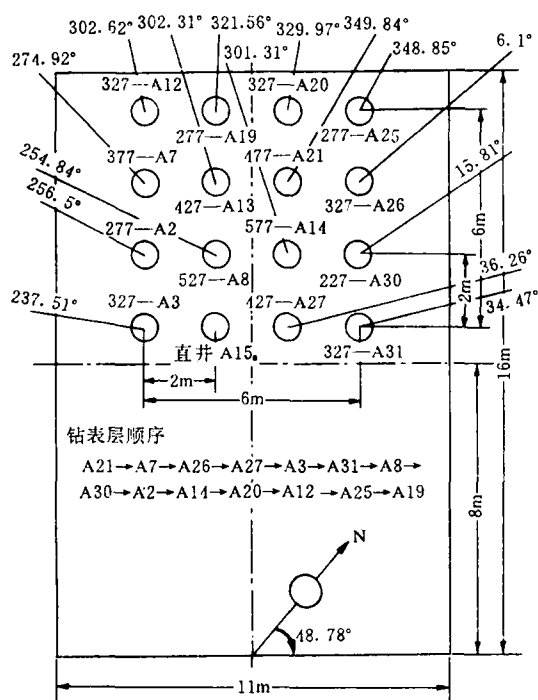


图2 平台的井口分布、造斜点、井斜方位分布

(2)节省拖轮来回倒换工具及套管的时间和费用,井队不需来回倒换工具,节约了大量的准备工作时间。集中钻表层实际平均每口井用2.3天,成本比计划节约12万多元。

2. 表层直井段

优质钻完表层井段是关系到整个丛式井组顺利钻成的基础工作。

(1)直井段600m以内井斜要 $<0.5^\circ$,采用小钟摆钻具结构吊着打的办法,井斜的标准全部合格。各段的钻具结构如图3所示:

(2)为防止表层疏松井眼之间相互窜通,则在平台上的先后顺序应慎重考虑,既要满足防漏防窜的需要,又要使平台的悬臂梁挪动次数最少,保证将要施工的两邻井间距 $<4\text{m}$,编制一套跳开打的最优化路线。钻井顺序见图2。

(3)在 $\varnothing 609.6$ 隔水导管与 $\varnothing 339.73$ 套

管之间环空戴水泥帽。保证水泥充填至井口甲板,防止表层疏松易漏、固井水泥液面下降20~30m和冬季冻裂套管的危险发生。保证表层施工质量和油井的安全。

3. 定向造斜井段

丛式井井距仅2m,在造斜的 $\varnothing 311.5$ 井眼间,距离仅1.69m。在集中钻完表层并下完表层套管后,定向造斜就面临着邻井套管磁干扰的问题。不论使用SST或是MWD随钻定向工具,造斜点上下错开50m,水平位移相距5m以上时,才能完全避开套管的磁干扰。为此就应改用SRO陀螺工具定向,但工作量大而且作业进展也受影响。考虑到渤海BZ34地区采用MWD系统在井眼相距1.6~2m的情况下直接定向成功的先例,并且有在A I平台两井眼相距1.69m用SST随钻测量系统,磁干扰影响在 10° 以内的事实,故使用SST系统作为初始定向的工具。随着井斜和水平位移的增加,SST系统便可以迅速排除磁干扰,简化了施工程序。在A I平台的作业中采用SST或MWD系统直接定向造斜都获得成功。

SZ36—1油田表层是流砂层,造斜很困难,为保证 $1^\circ/10\text{m}$ 的造斜率,故采用以下措施:

(1)选在 $\varnothing 311.5$ 井眼造斜

(2)按照外国公司推荐, 2° 弯接头在 $\varnothing 311.15$ 井眼中造斜率为 $3.5^\circ/30\text{m}$ 。在SZ36—1油田 2° 弯接头造斜率达到 $3^\circ/30\text{m}$,符合设计要求。

(3)严格控制泥浆性能,在定向造斜井段,要求泥浆有较高的携砂能力和悬浮能力。漏斗粘度55~65s,切力2.4/14.4Pa,含砂量在0.5%以下。

4. 增斜井段

软地层增斜井段是全井的关键井段,下入增斜钻具后,往往连100kN的钻压都跟不

图 号	用 途	钻 具 组 合	破 裂 距 (度/10m)	钻井参数				
				钻压 (kN)	转速 (r/min)	排量 (L/s)	泵压 (MPa)	喷嘴 (mm)
3-1	井眼 造斜 直井	② ① ③ ⑧ ⑨ ⑩ ₁₄		0/50	60/80	55	8	22.2×3
3-2	井眼 造斜 扭方位	⑬ ⑮ ⑫ ① ⑦ ⑧ ⑨ ₅ ⑩ ₁₄	1.13	30/80	350	40	7/8	无
3-3	造斜 扭方位	⑭ ⑮ ① ② ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ₁₄ ⑮ 1.5°	1.17	10/50	145	40	7.7/8	14.3×3
3-4	增斜	① ② ④ ④ ⑧ ⑨ ⑦ ⑩ ₁₈	1.08	180/200	100	45	8/9	19.1×3
3-5	稳斜	⑥ ① ③ ④ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ₁₇	0.03	200/240	80/90	45	13	15.9×3
3-6	降斜	⑧ ⑧ ⑤ ④ ④ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ₁₄	0.07	50/70	70	45	13	12.7×3
3-7	降斜	① ① ⑤ ④ ④ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ₁₄	0.3	40/70	70	45	10	19.1×3

①8'DC₁— $\varnothing$ 203.2 钻铤×9m ②8'DC₂— $\varnothing$ 203.2 钻铤×18m ③8'DC₃— $\varnothing$ 203.2 钻铤×27m
 ④8'DC₄— $\varnothing$ 203.2 钻铤×36m ⑤8'NDC₁— $\varnothing$ 203.2 非磁钻铤×9m ⑥8'SDC₁— $\varnothing$ 203.2 非磁钻铤×7m
 ⑦KSW—键槽破坏器 ⑧F/J—挠性接头 ⑨JAR—震击器 (10)5'HWDP₁₄— $\varnothing$ 127 加重钻杆×14根×9.5m/根
 (11)MWD— $\varnothing$ 203.2×9.8m (12)NDC₂— $\varnothing$ 203.2 非磁钻铤×18m (13)8'TURBO— $\varnothing$ 203.2 涡轮
 (14)9½'NAVI— $\varnothing$ 241NAVI 钻具 (15)2°B/S 扭方位弯接头度数

图 3 各井段主要钻具组合及钻进参数

上,不到1min就钻1个单根长度,为达到1°/10m的增斜率,采取了以下措施:

(1)将1°与2°扶正器间距加大,由18m/27m左右。增加梁的挠度,增大钻头倾角使其造斜。典型的增斜组合见图3。

(2)采用大水眼、适当排量、低转速的方法使钻压加上。采用 $\varnothing$ 19.05×3的水眼,排量35L/s和转速60r/min左右,钻压便可以加到180~200kN,可使钻头产生足够的侧向力,达到1°/10m的增斜效果。

(3)尽量保证1°扶正器尺寸满眼。

5. 稳斜井段

转盘钻稳斜井段,采用如图3所示的刚性钻具组合,采用180~220kN的钻压,机械钻速较高。由于刚性较大,井斜变化率仅为+0.03°/10m。采用排量45L/s、 $\varnothing$ 14.3×3的小水眼、80~90r/min的转速。井眼得到净化,保证以较高的机械钻速钻进,井眼轨迹平滑进入目的层,此为全井进尺最快的井段。

6. 控制井眼轨迹

丛式井中,严格控制井斜方位,准确钻达靶区是一个很重要的问题,要做到:

(1)欲使井迹在设计轨道上运行,则用MWD钻具测量,由计算机计算井眼轨迹数

据和描图,协助定向井工程师调整钻井参数和技术措施,保证顺利钻达靶区。同时还随刻计算该处的空间位置及其与邻井的距离,保证施工安全。

(2)转盘钻井段

增斜段比稳斜段方位漂移率大。进入馆陶组的砂砾岩后,方位漂移最快且向右漂移;进入东营组的泥岩地层后,方位稳定不变。

井斜 30° 左右的小斜度井,先用弯接头造斜至最大井斜,然后直接下入稳斜钻具,如A21井。避开了增斜井段方位大幅度漂移,做到一次进靶。

定向造斜时,留出适当的方位提前角,待转盘钻中方位自然漂移后恰好钻达靶区。如A7井,设计方位 274.9° ,定向造斜时方位定为 280° ,换钻具钻后,方位左漂移至 274° 进靶。

泥浆及净化

采用搬土预水化—海水聚合物阳离子体系泥浆。鉴于SZ36—1油田表层套管浅,定向造斜、稳斜进靶区的裸眼井段很长。因此,要求泥浆润滑性、携砂能力好,泥岩井壁稳定,不粘不卡。主要特点:

(1)定向造斜井段 由于采用泥浆马达和弯接头造斜,地层疏松,钻速很快,故每钻完1个立柱或单根后,不能循环。这一井段泥浆要有极好的携砂和悬浮能力,特别是使用SST随钻测斜仪器时,每次接立柱、起下电缆接完立柱开泵,中途停泵时间在 $1\sim 2.5\text{h}$ 之间,一般控制动切力 $7.2\sim 11.97\text{Pa}$,静切力不小于 $2.4/9.58\text{Pa}$,漏斗粘度 $55\sim 65\text{s}$ 左右,含砂量 $<0.5\%$,才能保证井下正常。

(2)增斜及造斜段 以降低摩阻和扭矩为主。如A19井,井斜 56° 左右,泥浆中含油

量 $<3\%$ 时,转盘就无法启动,电流高达 $700\sim 800\text{A}$ 。加入了国产润滑剂黄白油,525或进口的TORQ—TRIM以后,扭矩的电流值下降至 400A 以内。SZ36—1地区经验: 50° 以上的斜井,泥浆中含油量控制在 5% 左右为宜,钻头扭矩可控制在 400A ,起下钻摩阻在 200kN 左右,保证了作业安全。

(3)加强固相控制 在砂岩层及流砂层中钻进时,使用上 20×60 目,下 40×60 目的筛布,坚持常开除砂器和除泥器。当泥浆中含砂量 $>2\%$ 时,转盘扭矩就会明显增大。解决方法为:暂停钻进,循环除砂,含砂量降下后,扭矩自然下降。

(4)在泥岩及油层井段的砂泥岩交互层,加入浓度为 0.3% 的小阳离子抑制剂,抑制泥岩水化分散。同时控制粘度在 $45\sim 55\text{s}$ 之间,油层井段失水 $<3\text{mL}$,都对防止缩径、保证良好的泥饼质量、流变性起到显著的作用。

(5)在增斜和稳斜阶段提高排量、净化井眼 排量 45L/s ,保持环空返速在钻铤部位 1m/s ,钻杆部位 0.8m/s 。由于坚持井下紊流携砂,地面强化固控,16口井中无1口井发生砂桥卡钻事故。

(6)大斜度井测井前加 $20\sim 80$ 目的混合型玻璃微珠,使电测和下套管作业顺利进行。

结 束 语

SZ36—1油田AⅠ平台是依靠我们自己的技术力量完成的海上丛式钻井,使用了SST和MWD随钻测量技术,打成了一批高难度、大斜度定向井。SST和MWD的使用,为精确控制井眼轨迹,节约钻井成本开辟了广阔的前景。

(本文收到日期 1991年5月10日)

ing formation, damage by drilling and completing operation, evaluation of detecting at work-site, forecast of production after damage removal, evaluation of acidizing result.

Hu Shuqing: A New Model of Gas Reservoir with Abnormally High Formation Pressure and Its Application to Reserve Calculation, NGI 11(5), 1991: 37~41

Based on considering the variety of the compressibility of formation connate water as a function of pressure, a more precise mathematical model is set up for the gas reservoir with abnormally high formation pressure and through solving, a new pressure drop equation and a new reserve calculation method are obtained. It is indicated through calculating an example that this method compared with the available method, the precision of reserve calculation can be raised about 10%.

Subject Headings: gas reservoir with abnormally high formation pressure, mathematical model, pressure drop equation, reserve calculation.

DRILLING/PRODUCTION TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

Li Jian, Xiang Xingquan and Luo Pingya: Amphoteric Composite Ion Polymer Mud Additive and the Indoor Study and Field Application of Mud System, NGI 11(5), 1991: 42~49

The action mechanism of the viscosity-reducing agent and filtration-reducing agent of amphoteric composite ion type is different from present polymer viscosity-reducing agent. It can strengthen the inhibitive property of mud and optimize rheological parameters while the rheological property of mud is regulated. It was proved by field applications and obvious effect was obtained.

Subject Headings: amphoteric composite ion, polymer, mud system, rheological property.

Liu Changsheng: Horizontal Drilling Is the Important Strategy for Developing Petroleum Industry in Foreign Countries, NGI 11(5), 1991: 50~52

Horizontal drilling which is considered now as the strategy for strengthening production in petroleum industry in the world is getting more and more spectacular in international drilling circles. In this article, the rapidly developing horizontal drilling technique, geological demonstration and economic evaluation etc. are briefly introduced.

Subject Headings: horizontal well, drilling technique, geological demonstration, economic evaluation.

Jiang Wei: Extremely Difficult Cluster Drilling in SZ 36—1 Oil Field in Liaodong Bay, NGI 11(5), 1991: 53~57

The Situation about cluster drilling on A II platform at the experimental area in SZ 36—1 oil field in Liaodong Bay is presented in this article. The well has a shallow deviating point, a large horizontal departure, a big deviation angle and a long open hole, the formation is loose and unconsolidated,

and the precision reaching the target. is highly prescribed. Sixteen directional deviated wells were drilled in 275 days, obtaining 32572 m. of accumulated footage and 100% of the rate of reaching the target.

Subject Headings: Liaodong Bay, SZ 36—1 oil field, cluster drilling.

Zhang Lunyou and Sun Jiazhen: Variable Volume Material Balance Method and Its Application to Gas Field Development, NGI 11(5), 1991: 58~63

According to the objective reality that three driving mechanisms (gas expansion, encroachment of allochthonous water, expansion of rock and connate water) all exist in developing process of various gas reservoirs, this paper presents that the concept of variable volume material balance is utilized to describe the problem of material balance of these gas reservoirs without constant volume. Thereby, several present material balance equations are united with an extremely simple form. It is feasible in theory and practice through method verification and demonstration in application.

Subject Headings: variable volume material balance method, driving type of gas reservoir, gas field development.

Kuang Jianchao and Shi Naiguang: Calculation of Average Formation Pressure of Gas Well by MBH Method, NGI 11(5), 1991: 64~66

This paper introduces the MBH method for Calculating the average formation pressure of gas well using pressure buildup curve. Through 42 well-times formation pressure calculations at Weiyuan Gas Field, it is indicated that the MBH method not only suits to the calculation of the formation pressure of gas well but is a relative precise method.

Subject Headings: MBH method, gas well, average formation pressure, pressure buildup curve.

STORAGE/TRANSPORTATION/SURFACE CONSTRUCTION

Li Shuwen, Ni Hongwei: Optimum Pipeline Diameter Combination of the Gathering Network in Gas Field, NGI 11(5), 1991: 67~70

Following the literature, this paper further establishes a model about the problem of the optimum pipeline diameter combination in the plan and distribution of gas field network, and introduces the solving process. A typical network instance has been solved by use of a computer program and its result obtained is satisfied.

Subject Headings: gas field, gathering network, optimum pipeline diameter combination, model.

GAS PROCESSING AND UTILIZATION

Li Zhenqing: General Situation and Scientific and Technological Trend of Overseas Natural Gas Chemical Engineering, NGI 11(5), 1991: 71~77