

Z80 区块一体化优化钻井技术

姚良秀 孙永阁 商康

胜利石油工程有限公司渤海钻井总公司，山东东营，257200；

摘要：Z80 区块是胜利油田与难动用合作区块之一，设计最初 15 口井，实钻 14 口井，同台两排，完成井平均井深 3892.5m，为了达到提速提效的目的，通过地质工程一体设计优化、强化参数分段优化、井眼轨迹及钻具组合优化、“一高、三强”钻井液体系优化、高性能井下工具优选、快速完井作业程序优化、多种辅助作业模式优化等钻井技术的一体化优化和设计，实现 Z80 区块的优化优快钻井，完成的 14 口井中的 4 口井先后刷新了中石化 4000~4500m 井深最短钻井周期记录。

关键词：地质工程；一体化；Z80；优化钻井

DOI：10.69979/3041-0673.26.03.044

1 区块地质概况

Z80 区块位于孤北洼陷东次洼西翼，南北受两条东西断层夹持，区块内部断层较少，断裂系统相对不发育，构造呈西高东低、北高南低，较为平缓，地层倾角 2~9°。Z80 区块储层岩性以细砂岩为主，其次为粉砂岩及含砾

砂岩，粘土含量中等，平均 7.6%，中等偏强水敏、无酸敏、弱碱敏、弱速敏。

Z80 井组共计部署 14 口井，井身结构均为二开制，表层套管下深 600m 左右，二开油层套管下深 3800~4000m 左右，二开裸眼长度 3400m 左右，井斜在 20~45° 之间，以 Z80-斜 7 井为例设计井眼轨迹如表 1。

表 1 Z80-斜 7 井设计井眼轨迹

井深/m	井斜/°	方位/°	垂深/m	水平位移/m	南北位移/m	东西位移 m	全角变化率/° /30m	工具面/°	靶点
0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1500.00	0.00	314.00	1500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1720.00	22.00	314.00	1714.63	41.72	28.98	-30.01	3.00	0.00	
2120.00	22.00	314.00	2085.51	191.56	133.07	-137.80	0.00	0.00	
2528.63	35.62	314.00	2442.71	388.02	269.55	-279.12	1.00	0.00	
3066.19	35.62	314.00	2879.69	701.11	487.04	-504.33	0.00	0.00	
3735.66	20.00	314.00	3470.00	1012.48	703.34	-728.31	0.70	180.00	A 靶点
3836.76	20.00	314.00	3565.00	1047.06	727.36	-753.18	0.00	0.00	

2 主要施工难点

井漏风险。馆陶底部、沙三段存在断层，施工井轨迹穿断层，存在漏失风险；馆陶组砂层、砾石层，沙河街段大套砂层，有渗漏风险。

砾石层钻进时钻头磨损严重。区块内馆陶底砾石层发育厉害，厚度大接近 500m，钻头在穿过砾石层后，磨损非常严重，无法继续延伸进尺，区块内普遍两趟钻施工，一趟钻完成二开进尺难度颇大。

轨迹控制困难。二开长裸眼井型，裸眼长度大，原设计井眼均是直增稳三段制，稳斜难度非常大，尤其是进入施工后期，会频繁定向调整轨迹，长裸眼定向钻头托压、工具面不稳、憋泵、定向机速慢等问题进一步增加了轨迹控制难度。

井眼清洁问题。二开裸眼长度在 3200~3400m 左右，

最大井斜可到 45°，快钻期间高机速条件下提高携岩效率、裸眼段延伸井斜增大条件下岩屑床破坏及岩屑携带是保证快速施工井下安全的关键因素。

长裸眼电测难度大。井组设计电缆测井，长裸眼、大井斜进行缆测存在电缆阻卡、一次不到底等问题，继而会进行频繁起下钻通井作业，电测一次成功率难以保证。

3 一体化优快技术

Z80 井组施工技术主要以“提速提效”为主，重点把握“强化参数”为核心，优选井下工具、科学设计钻井参数、细化技术措施，充分发挥地质工程一体化优势，全力做好井组施工方案设计及迭代优化。

3.1 地质工程一体设计优化

施工前对井组 14 口井的地质设计、工程设计进行分析，找出制约井组提速的 6 个关键点，结合地质、工程等协作单位共同商讨研究，在满足地质开发需求上

重点进行轨迹控制、完井作业等工程优化，降低轨迹控制难度、提高完井作业速度，见表 2。

表 2 Z80 区块地质工程一体设计优化表

原设计	优化后
2400 以上井斜 30° 以内	2400m 以上井斜 40° 以内
小靶圈，靶心距 25m	靶心距 50m，动态监控
完钻标准、组合测井	标准测井项目每个井组测一口，组合测井口井都测
固井质量检测	完钻投产集中测井
完钻电缆测井工艺	过钻头通测一体工艺
口井试压	完钻后集中试压

3.2 强化参数分段优化设计

3.2.1 设计方案

井组 14 口井施工参数以“高排量、高转速、高钻压、高泵压”为主的全程强化参数设计，强化水力破岩能力，提高机械钻速，见表 3。

表 3 Z80 区块强化参数表

开次	井眼尺寸/mm	排量/L/s	钻压/t	转速/rpm	水眼压降/MPa	完钻泵压/MPa	环空返速/m/s
一开	311.2	70	4~8	120	15-17	22~23	1.10
二开	215.9	40	6~12	100	12-15	37~38	1.67

高排量设计，提高环空返速，配合钻具高转速，增强长裸眼段携岩效率，高水眼压降、高钻压设计，增强水力破岩能力，软、硬地层机械钻速提速效果均很明显。

3.2.2 存在问题

通过对比分析，1650m 以上泥岩为主，夹小砂层，大排量下井径不规则，1650-2100m 砂岩居多、砾石层发育，泥砂互层，2100m 之后砾石层、含砾砂层为主，夹泥岩层，井径相对规则，进入 2500m 东营组中下部，地层压实作用强，井径规则。根据识别出的地层岩性，对强化参数重新优化设计（如表 4）。在后续井施工中采用优化后的强化参数设计，应用效果好，起下钻、电测、下套管均未见显示，作业顺利。

表 4 Z80 区块强化参数重新优化表

地层岩性	排量/L/s	钻压/t	转速/rpm
泥岩、砂泥互层	35	6~10	110 及以上
砾石发育层	36~37	2~3	60~70
东营组-沙河街	40	10~12	100

3.3 井眼轨迹及钻具组合优化

二开长裸眼井型，后期轨迹控制难度大，会频繁定向调整，后期定向由于工具面不稳、托压、憋泵等各种问题导致定向钻进难度很大，严重制约定向钻进效率。

一开预应力弯曲钻具组合：311.2mmPDC+244.5mm×1° 或 1.25° 螺杆（螺扶 308mm）+止回阀+308mm 扶正器+203mm 无磁钻铤×根+MWD+203mm 钻铤×2 根+177.8mm 钻铤×1 根+308mm 偏心扩眼器+177.8mm 钻铤×5 根

+127mm 加重×15 根+127mm 钻杆。预应力弯曲螺杆钻具组合施工，大水力参数施工，提高机械钻速，最高机械钻速可达 300m/h 以上，配合扶正器、偏心扩眼器，完钻后直接起钻下入套管，不进行短起下作业。

二开优化为“欠扶微增”一趟钻钻具组合：215.9mmPDC 钻头+172mm×1.5° 大扭矩螺杆（螺扶 212mm）+210mm 扶正器+回压阀+悬挂+158.8mm 无磁钻铤×1 根+158.8mm 钻铤×3 根+127mm 加重钻杆×15 根+127mm 钻杆（+随钻划眼器 2 个/+水力振荡器/+偏心扩眼器）

通过优化，统计 14 口井，二开定向进尺比例逐渐减少。复合钻进比例达 88.5~94.44%，平均达复合钻进达 93%以上。

3.4 高性能井下工具优选

“强化参数”设计对井下工具性能要求高，通过工具性能对比，优选出超大扭矩螺杆钻具、新型随钻划眼器、偏心微扩孔器、高性能水力振荡器，高性能井下工具搭配组合，配合强化参数施工，实现整个钻进过程“零短起下”，极大提高进尺作业效率。

超大扭矩螺杆钻具参数如表 5：优选出 LN、DS 两个厂家。

表 5 超大扭矩螺杆钻具参数

172 超大扭矩螺杆钻具性能参数			
厂家	LN	DS	
马达参数	5.7	5.7	级数
	7/8	7/8	头数

性能			
排量范围	18.9~40	28~40	L/s
最大压降	8.85	10.2	MPa
转速	68~164	100~143	RPM
输出扭矩	19532	21958	N.m
额定功率	242	204	KW
使用温度	180	180	° C

4 应用情况

完成井组共 14 口井，平均钻完井周期 13.47 天，相较 Z74 区平均钻完井周期 19.82 天，缩短 32.04%，井组平均机械钻速 49.75m/h，相较 Z74 区平均机械钻速 22.33m/h，提高 1.23 倍，各项技术措施迭代应用效果较好，其中有 4 口井：Z74-15-斜 21、Z74-15-斜 17、Z80-斜 8、Z80-斜 5 等井先后刷新了中石化 4000~4500m 井深最短钻井周期记录，完成井组的技术指标如下表 6。

表 6 Z80 区块完井技术指标统计表

序号	井号	完钻井深/m	钻井周期/d	钻完井周期/d	机械钻速/m/h
1	Z74-15-斜 21	4016	8.5	15.42	48.24
2	Z80-斜 9	3949	15.5	20.38	32.11
3	Z74-15-斜 17	4006	7.96	13.92	58.05
4	Z80-斜 7	3838	6.42	10.75	59.05
5	Z80-斜 10	3889	8.33	12.67	57.19
6	Z80-斜 8	4026	6.46	11.54	55.15
7	Z80-斜 4	3758	6.67	11.46	50.78
8	Z74-15-斜 20	3961	10.21	14.71	49.51
9	Z80-斜 2	3902	9.92	14.13	41.51
10	Z74-15-斜 18	3780	6.83	12.83	50.4
11	Z80-斜 6	3858	8.58	12.67	50.76
12	Z74-15-斜 19	3778	9.13	14.46	42.45
13	Z80-斜 5	4002	6.38	11.13	54.08
14	Z80-斜 3	3732	7.75	12.50	47.24
	平均	3892.5	8.47	13.47	49.75

5 改进措施与建议

(1) 强化水力参数，但需要对地质情况了解清楚，识别出薄弱地层，在参数设计进行科学优化，将排量降低，钻头水眼调小，保证水眼压降和水力破岩能力。

(2) 一体化优快技术对同台并钻井时，一井一调整，一井段一对策，对提速提效的效果尤为明显。

(3) 水力参数问题短时间对钻头损伤不厉害，而且高水眼压降对动力钻具使用寿命也有一定影响，若钻进时间长，建议将钻头水眼压降设计在 6~7MPa 较佳，既能保护钻头又能保证螺杆使用时间。

参考文献

[1] 周廷全, 陈俊侠. 济阳拗陷桩西古潜山储层裂缝的分形特征 [J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2011, 35 (5): 1-5.
[2] 刘彪, 张俊, 王居贺, 等. 顺北油田含侵入岩区域超

深井安全高效钻井技术 [J]. 石油钻采工艺, 2020, 42 (2) 138-142.

[3] 马鸿彦, 王大宁, 张杰, 等. 旋转导向系统在深层页岩油水平井的应用 [J]. 钻采工艺, 2019, 42 (4): 16-19.

[4] 王学龙, 何选蓬, 刘先锋, 等. 塔里木克深 9 气田复杂超深井钻井关键技术 [J]. 石油钻探技术, 2020, 48 (1): 15-20.

[5] 叶金龙, 沈建文, 吴玉君, 等. 川深 1 井超深井钻井提速关键技术 [J]. 石油钻探技术, 2019, 47 (3): 121-126.

作者简介: 姚良秀 (1972.06-), 男, 湖北省黄冈市红安县人, 高级工程师, 1997 年毕业于西南石油学院钻井专业, 大学本科, 研究方向: 石油与天然气钻探工程, 现为胜利石油工程有限公司渤海钻井总公司从事技术管理工作。