

双摆系列提速工具汇报

长庆地区大井眼减震提速 及近两年案例

天津市景宝中泰科技有限公司

产品简介

双摆系列提速工具是天津市景宝中泰科技有限公司自主研发生产的中国石油工业原创产品，双摆是在给井下增压喷射钻具的研发过程中，发现井底钻铤有100~300g的高频振动这个现象，它来无影去无踪，有激发条件，用现有的经典牛顿力学无法分析解释。井下工具的损坏，仪器的损坏，包括钻铤的损坏，都是这个狐狸干的。

如何处理井下的高频振动，就是双摆系列工具的主要目的。其应用的基础理论是傅里叶变换。

在中国第七届ECF能源技术创新奖大会上获得“国际领先水平”的殊荣，并通过中石油可不招标公示获得了工程技术服务准入许可。

至今在中石油塔里木油田、克拉玛依油田、西南油气田、长庆油田、辽河油田、中海油东海油田等油田累计入井200多井次，进尺超过30000米。尤其在超深高难度井使用效果显著，得到业主的多次赞誉和认可。

奖项及证书

□ 荣誉证书

成果水平：国际领先

评审组专家组由中国工程院康玉柱、刘合、何继善三位院士牵头以及来自中石油、中石化、中海油、中国地调局、中国石油大学等单位的20名专家组成。



第七届 ECF 能源技术创新奖 2022 ECF2022 7th Oil & Gas Tech Innovation Award

获奖项目简介 Award Winning Projects

获评奖项：技术革新奖
项目名称：石油钻井双摆提速钻具
企业名称：天津市景宝中泰科技有限公司
项目编号：ECF-2022-SET-1001
项目主要参与人：金锋 文磊 林松 孙铁良

项目点评：国际领先水平。双摆提速工具突破了传统提速工具路线，引用了陀螺的进动性的特点，利用陀螺具有自稳定性的特点，通过泥浆冲击涡轮使涡轮高速转动带动陀螺高速转动，陀螺蓄能并保持高稳定性，吸收减少附近工具振动。使得钻头在井下切削更加稳定，从而解决高难高硬地层钻进速度慢，钻头损毁严重，起下钻频繁等问题。该项技术具有较强的安全性和可靠性，具有较好的创新性和推广价值。

双摆系列原理简介

总纲：

双摆系列工具是对钻井系统中在频率维度上的系统解决方案。空间域（长、宽、高三维）、时域、频域，共**五个维度**，现有的钻井的经典力学方案仅有空域和时域的**四个维度**的牛顿第三定律为基础，**缺乏频域维度**，而不能周全井下系统工况（在高等数学上只有5维及以上才能自治），造成钻具事故，破岩难题，井身质量等各种复杂难题。

双摆系列工具的理论基础是傅里叶变换，是波分解及处理的理论。核心思想是用双摆工具主动及被动产生的高频波去分解钻井系统自身产生低频率波的能量积累，这个低频率波在钻铤上就是钻铤的第一自谐振点，在钻头上就是钻头的破岩阻力振荡。分别对应的双摆 I 工具和双摆 II 工具，双摆 III 是 I、II 合体。

钻铤谐振

钻铤的谐振点有很多个（一般可计算10个），其中第一谐振点占了总能量的70~80%多，所以其它谐振频率点就简化忽略了。

- 9寸钻铤系列

最大谐振点距离钻头：32m，最大谐振点频率：38Hz

- 7寸钻铤系列

最大谐振点距离钻头：31m，最大谐振点频率：43Hz

- 以上计算在不同的扶正器组合及钻压下都有偏差，大致在钻铤30米处，40Hz左右的最大谐振点频率。说明对于钻铤系其输入的各方能量，都在这个位置附近及频率上消耗最多。这个谐振点的能量**随时间积累**及迅速消耗释放就是钻铤各种涡动现象的主因（振动的卷积积分）。

钻头对地层的切削、犁削、磨削状态也会产生各种的钻头阻力振荡，与钻铤自身谐振复合**随时间积累**就是各种粘滑现象的主因。

- 在波的叠加特性中，只能用高频率去分解低频率的能量积累，反之不行。即用高频率波给低频率波的能量一个释放的窗口，使其无法**随时间积累**而**剧烈变化**。（同环境下波的能量=常数×频率）
- 所以，双摆系列工具的核心设计频率要大于40Hz。

双摆 I 型工具目标针对钻铤，是**被动破岩主动减震**工具。

双摆 II 型工具目标针对钻头，是**主动破岩兼有主动减震**工具。

双摆工具的减震机理是**对打型**，即与振动对打比快（所以打击频率必须比谐振要高），抑制振动的初发状态达到减震，是用振动打击抑制振动（**魔法只能用魔法去打击**），主动减震的意思就是这个。

双摆 III 型工具，整合 I、II 型工具的主要指标（I 型减震功能75%，II 型功能的全部），适合预弯曲钻具组合，可接在螺杆后部使用。

技术手段：工作频率大于40Hz，所以只能在气相下工作，屏蔽钻井液的干扰。

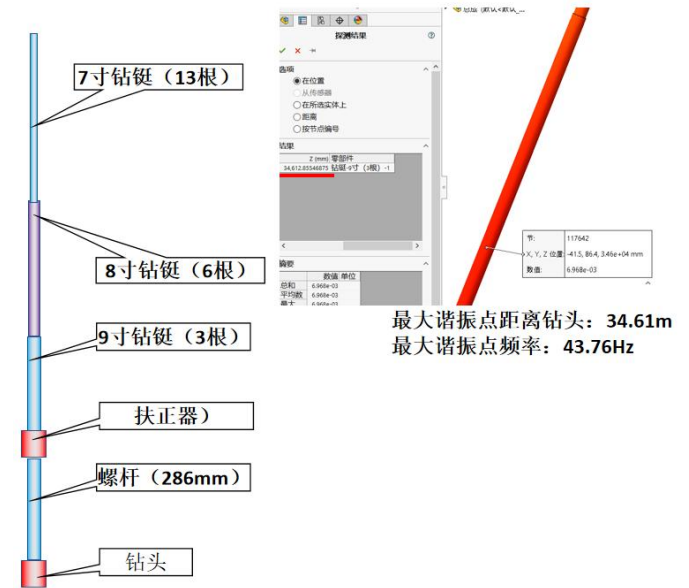
工程参数：耐压200MPa，耐温270℃，可适应万米井深（按15000米设计）。

陇东地区17.5寸井眼螺杆双摆配合位置说明

- 前言
- 陇东地区17.5寸井眼要打到2000多米，井下振动强烈。根据现场观察井底振动以 $\Phi 286\text{mm}$ 的螺杆振动为主，钻头振动是第二位的，同时大螺杆的强烈偏心振动也起到辅助PDC钻头破岩的作用。
- 在这种井下强震动的情况下，对钻具安全提出新的挑战。
- 双摆工具是一种主动减震工具，是靠高速旋转的摆锤以振动打击振动，以振动抑制振动的初发状态的减震工具。其减震机理在于摆锤的飞舞摆动，不同步摆动是对抗径向的振动，同步上下摆动是对抗轴向的振动，而对所有外来方向上的振动进行收敛。
- 双摆工具的最新发展型号双摆III型，内部既有平衡对摆锤，又有偏心对摆锤，通过旋转参数的提升，使得新双摆III的主动减震能力完全达到老型号的双摆I型，并兼有双摆II型主动辅助破岩振动的全部。因其内部的平衡摆锤与偏心摆锤都在一根主轴上同步，所以不会互相干扰。即实现主动减震，又有主动激振的功能。

后放置双摆对抗钻铤高频振动

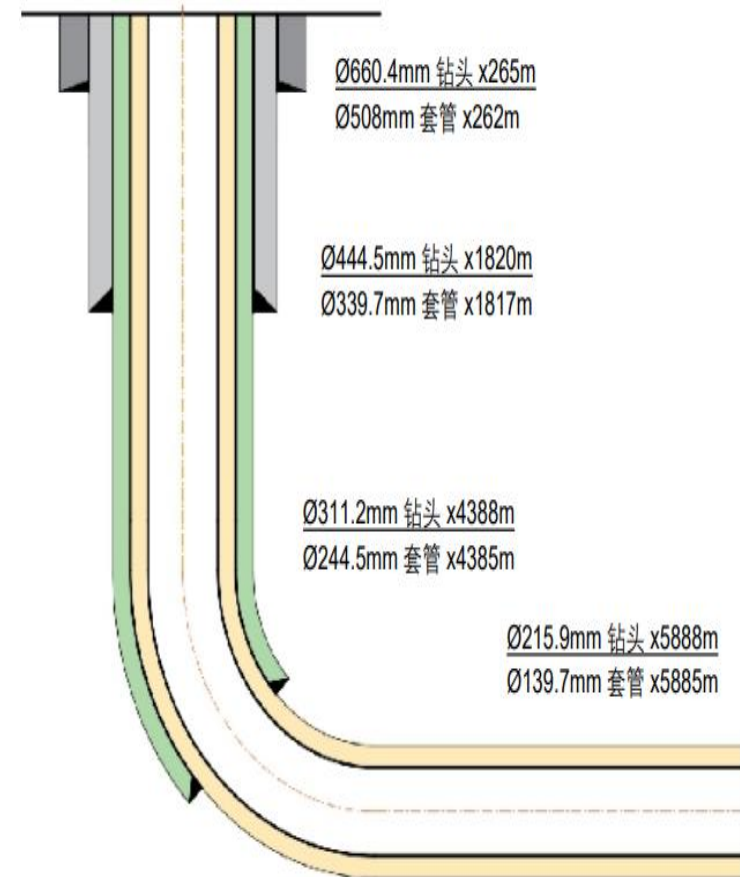
- 针对陇东地区的17.5寸井眼施工情况，我们建议把双摆III工具放在距钻头30~40米的钻具第一谐振点附近，不能离 $\Phi 286\text{mm}$ 螺杆这个主振源近距离安装，大螺杆刚性太强，其振动会淹没掉双摆的对打振动。应通过2~3根与双摆同级的9寸钻铤缓冲连接，使钻铤涡动不积累，而用钻铤柱的被动惯性吸收大螺杆的振动。
- 双摆工具的工作频率要大于43.76Hz，才能分解钻铤随时间积累的内部能量，而不突然释放产生各种剧烈振动及大的涡动。即对打频率要快于钻铤主谐振频率，比它慢就作用有限了。新型的双摆III工具主频在60~65Hz左右，我们认为双摆III工具的主动激振能力60Hz6KN对井下很有用处，9寸钻铤的刚性很强，这个高频振动会轻松通过2根9寸钻铤及 $\Phi 286\text{mm}$ 螺杆传到钻头上，有很强的辅助破岩功能。



图中上述仿真采用solidworks的simulation插件中的频率分析模块进行计算

洪探1H井双摆III型提速工具技术服务总结

- 施工简况
- 井眼尺寸：444.5mm
- 提速井段：203-1075m
- 工具尺寸：228mm
- 提速地层及岩性：环河组灰绿、蓝灰、棕红色泥岩及砂质泥岩，华池组棕红色、灰紫色细砂岩、粉砂岩，洛河-宜君组棕红色块状中 - 粗粒砂岩，杂色砾岩
- 钻井难点：在该区域大井眼施工过程中**钻具憋跳严重**，发生钻具失效等事故。

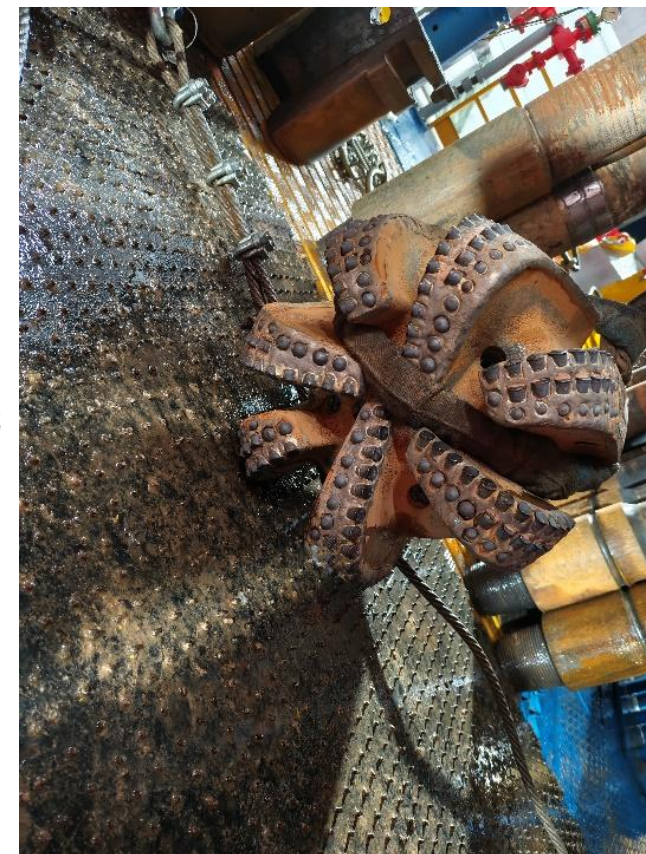


施工简介

- 承钻井队：川庆钻探长庆钻井总公司70156队
- 施工时间：2024年6月15日09：00-6月21日02：00
- 钻具组合：444.5mmPDC*0.56m+7LZ*286*0.75°螺杆（螺扶436）*9.83m+731*830接头*0.57m+279mm钻铤双根*18.87m+831*730接头*0.53m+436mm扶正器*1.89m+228mm无磁钻铤*9.47m+228mm无磁悬挂*1.97m+228mm双摆*2.65m+228mm钻铤5根*43.13m+731*630接头*0.39m+203mm钻铤9根*79.66m+631*520接头*0.44m+139.7mm加重钻杆4柱+139.7mm钻杆。（双摆放在距离螺杆40米处，大螺杆自振强烈不可近距螺杆放置）
- 钻井参数：钻压40-120kN，泵压8-16MPa，排量50-77L/s，转速50-60RPM+LG，扭矩9.5-16kN.m
- 泥浆参数：密度1-1.02g/cm³，粘度28-30s，PH值7。
- 施工井段：204-1075m，进尺：871m，纯钻时间：84.8h，循环时间：108.3h，70L排量以上循环时间：16h，平均机械钻速：10.27m/h。

施工过程

- 2024年6月15日08；50组合钻具下钻，双摆工具入井，6月15日15；00探塞面，塞面位于井深180m，以1-2T钻压，转速40-50RPM，排量45L/s扫塞，19；00扫塞完毕打开新地层。以2-4T钻压，排量55-60L/s，转盘转速50-60RPM钻进。空载扭矩为0.3-0.5kN.m，加压后扭矩4.8-6.7kN.m。无憋跳现象，但出现有钻柱敲击转盘面现象。
- 6月17日20;00钻进至井深464m，发生溜钻事故。处理弯曲钻杆后接顶驱循环，无压降，继续钻进。
- 6月18日夜班出现接立柱后，钻进下单根时钻具憋跳现象，钻进至中单根即逐渐缓解，采取每两柱使用高粘度泥浆清扫。
- 6月19日21；00钻进至井深861m，提排量至73-77L/s。空载扭矩降低，钻具憋跳现象消失，钻具平稳。平均机械钻速17.2m/h。并取得该井段最高日进尺268m/d。
- 6月20日14；00钻进至井深1075m，泵压上升3.5MPa起钻检查。21日03；00钻头出井起钻完。钻头出井新度95%



出井钻头95%新度

- 工具拆解分析：工具在施工后返回工厂及时拆解，涡轮部分损坏，工具磁力耦合部分外轴承散落，陀螺内筒完好。
- 双摆提速在工具排55-60L/s情况下涡轮转速3200-3600RPM，使用寿命在300h以上。65L/s排量下转速达到4000RPM，此时减震以达到最大效果，使用寿命在250h。在70L/s排量下转速已达到5500RPM，75L/s排量下转速达到6200-6500RPM。
- 双摆提速工具可以在短时间内承受70L/s以上排量，长时间的超速运行涡轮下轴承先期损坏，其损坏后造成涡轮部分和磁力耦合部分无支撑转动，打碎该部分密封件。



工具出井后发现测斜仪器悬挂压片上有铁片，初步判断为双摆工具内部损坏。



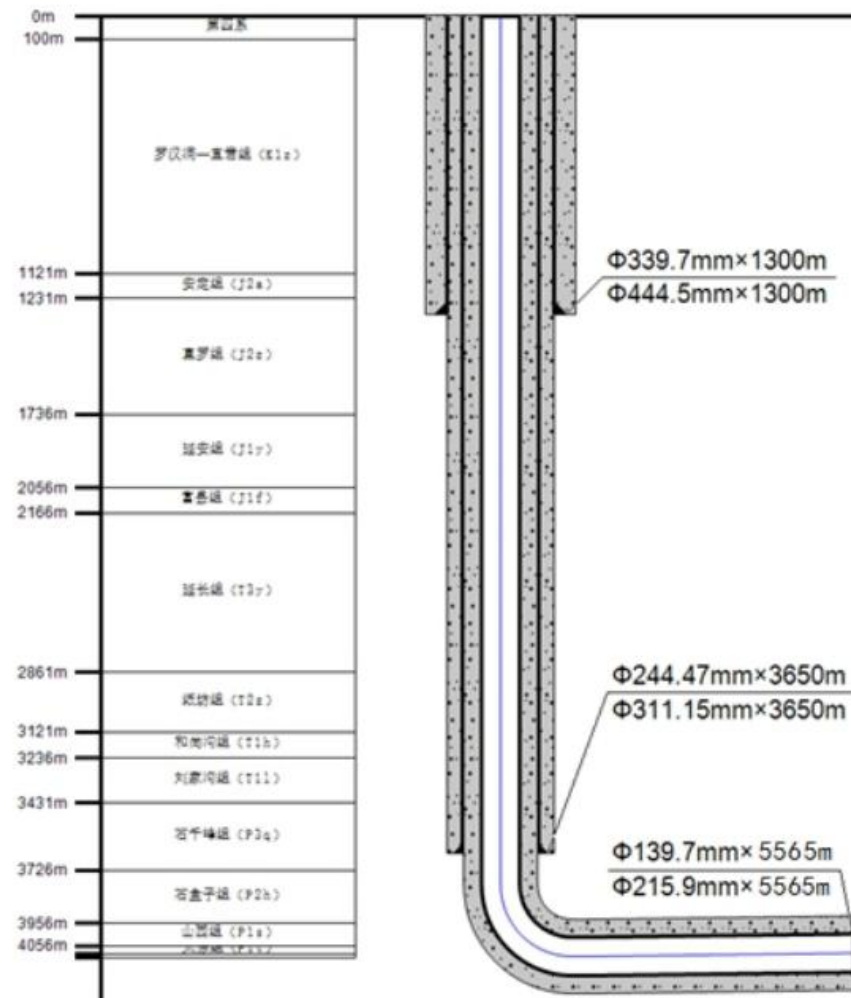
涡轮部分损坏 红线内为脱落的铁片部分

工具改进措施及小结

- 针对双摆提速工具在该井的应用中出现的情况做出以下改进以适应较大的排量。
- 调整涡轮布局改变转子叶片角度，以适应在较大排量下（70-75L/s）的工况。使得在75L/s排量情况下转速不超过3600RPM，提高减震效果。并向下兼容60L/s排量下转速不低于3000RPM，保持减震效果。
- 小结：
 - 1、双摆提速工具在额定排量下可以有效的减轻钻具憋跳现象，保护钻头效果明显。
 - 2、双摆提速工具长时间超过额定排量存在一定风险，可以通过调整涡轮角度适应更大排量。
 - 3、在该井段施工中泥浆粘度较低（28-30s）携岩存在一定困难，可以适当的增加循环时间，有助于减轻钻具憋跳。
 - 4、在该井中应用11寸钻铤，钻具憋跳有所减轻，适当增加重型钻铤有助于减轻钻具憋跳。

安探1H 井双摆III型提速工具技术服务总结

- 眼尺寸：444.5mm
- 3.2 提速井段：49-947m，1023-1302m
- 3.3 工具尺寸：228mm
- 3.4 提速地层及岩性：环河组灰绿、蓝灰、棕红色泥岩及砂质泥岩，华池组棕红色、灰紫色细砂岩、粉砂岩，洛河-宜君组棕红色块状中-粗粒砂岩，杂色砾岩
- 3.5 钻井难点：在该区域大井眼施工过程中**钻具憋跳严重**，易发生钻具失效等事故。

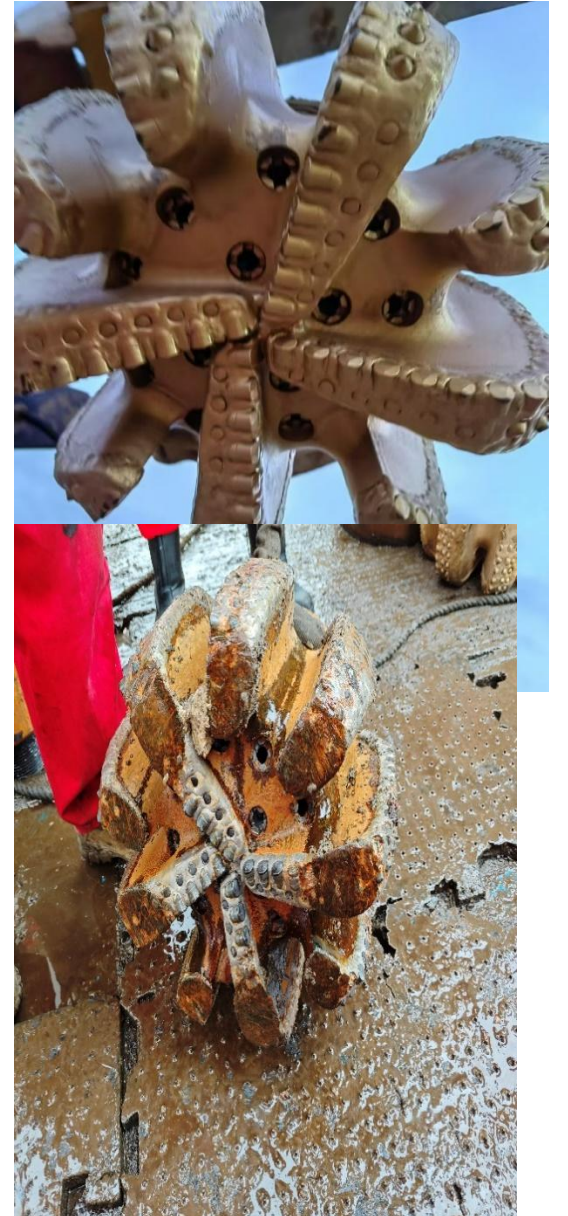


施工简介

- 承钻井队：川庆钻探长庆钻井总公司70230队
- 施工时间：2024年9月9日06：00-9月17日10：00，共计三趟钻。累计进尺：1177m、
- 钻具组合：444.5mmPDC*0.51m+9LZ*286*0.75°螺杆（螺扶436）*8.28m+436mm扶正器*1.78m+279mm无磁钻铤*9.34m+MWD悬挂*0.92m+279mm钻铤3根*29.34m+831*730接头*1.23m+双摆工具*2.64m+228mm钻铤6根*50.9m+731*630接头*0.39m+203mm钻铤9根*78.36m+631*520接头*0.44m+139.7mm加重钻杆4柱+139.7mm钻杆，（双摆距螺杆42米）
- 钻井参数：钻压3-5T，转速60RPM+螺杆，排量65-75L/s，扭矩8-11KN.m。
- 钻井液参数：1.02-1.04g/cm³，粘度28-32s，PH7。
- 施工井段：49-947m，1023-1302m，进尺：1177m，纯钻时间76h：循环时间：84h，平均机械钻速15.49m/h。

施工过程

- 2024年9月9日06:00组合钻具下钻，小钻压扫塞，双摆工具入井。逐步提排量至正常排量65L/s。确认扶正器出导管后，钻压2-4T，排量65L，转速60RPM+L，泵压4-6MPa，扭矩4.5-7kN.m。钻具无憋跳现象，因大尺寸螺杆振动较大，井下钻具基本都是钻铤刚度较大，振动传导较为明显，上部钻柱有抖动的现象。
- 9月10日钻进至井深301m，MWD仪器信号不正常，起钻检查。该井段的施工252m，纯钻时间16h，机械钻速15.57m/h，起钻后发现仪器上端脉冲位置卡有水泥块等杂物，引起MWD仪器信号不正常。
- 9月10日22:30工具入井，9月11日01:00下钻到底，采用双泵95冲，排量70L/s。钻压2-3T，转速60RPM+螺杆，扭矩7-12kN.m。该井段施工钻具无憋跳现象，随着井深增加螺杆振动减小。在该井段施工小钻压情况下机械钻速高，钻时2-3分钟，9月11日08:00-9月12日08:00取得一开最高日进尺433m，即井深358-791m。
- 钻进至井深630m为预防漏失风险加入随钻堵漏材料，KSD-1及1-2mm锯末等随钻堵漏材料，含量约10%。在钻进至井深549m井斜增加至1.58°，为降低井斜采取滑动钻进，滑动进尺5m（549-554）滑动钻进钻时4-5min/m。
- 9月13日22:00钻进至井深947m，钻时由2-3min/m逐步升高至15-30min/m，钻进扭矩11-13kN.m降至6-7kN.m，提高钻压扭矩变化不大。泵压无变化，判断钻头磨损，起钻检查。该趟钻进尺646m，纯钻时间36h，机械钻速17.94m/h。



四、施工总结

减震效果分析

在大井眼的施工过程中通常有严重的憋跳钻现象并伴随着钻具失效的风险，双摆提速工具施工井段无钻具憋跳现象无钻具失效等井下复杂情况。双摆提速工具独特的涡轮设计可以使其通过钻井液中较大的杂物或承受较高含量的随钻堵漏浆。在施工过程中有大扭矩螺杆的抖动现象，该现象随着井深的增加逐渐的减小直至消失。

井段(m)	钻具组合	进尺(m)	纯钻时间	机械钻速(m/h)	钻压(t)	转速	排量(L/s)	起钻原因
49-301	双摆+螺杆	252	16	15.75	3-4	60+L	65-75	仪器故障
301-947	双摆+螺杆	646	36	17.94	3-4	60+L	65-75	钻头磨损
947-1023	减震器+螺杆	76	8	9.5	4-6	60+L	65-75	螺杆断
1023-1302	双摆+螺杆	279	24	11.63	6-8	60+L	65-75	一开完钻

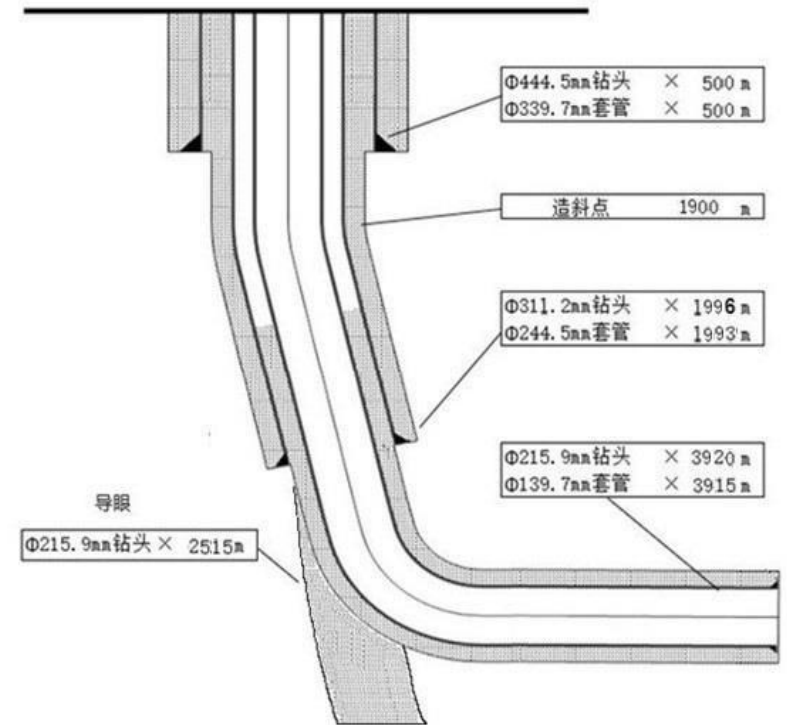
在一开444.5mm井眼共使用两套钻具组合，双摆提速工具共施工1177m，纯钻时间76h，平均机械钻速15.49m/h。使用减震器+螺杆钻具组合共计施工76m，纯钻时间8h，平均机械钻速9.5m/h。

井段(m)	钻具组合	测深(m)	井斜(°)	进尺(m)	纯钻时间(h)	机械钻速(m/h)
549-554	双摆+螺杆	533.92	1.58	5	0.41	12.19
704-710	双摆+螺杆	689.28	1.32	6	0.61	9.84
791-798	双摆+螺杆	785.42	1.32	7	0.66	10.60
907-914	双摆+螺杆	892.01	1.41	7	0.75	9.33
1004-1011	双摆+螺杆	988.84	1.14	7	1.29	5.43

在双摆提速工具施工井段共滑动钻进5段累计滑动进尺32m，累计使用纯钻时间3.72h，平均机械钻速8.6m/h。

绥德20H井双摆提速工具技术服务总结

- 井眼尺寸：311.2mm
- 提速井段：507-1681m
- 工具尺寸：203mm
- 提速地层及岩性：延长组灰绿色、灰黄色泥岩，砂质、粉砂质泥岩夹浅灰、灰绿色砂岩、泥质粉砂岩，绿灰色泥岩，纸坊组灰绿、棕紫色泥质岩夹灰绿色
- 灰紫色中厚层细砂岩，灰绿色砂岩、砂砾岩，和尚沟组棕红、紫红色泥岩为主夹同色砂岩及含砾砂岩，砂岩自上而下逐渐变粗 局部含细砾岩，刘家沟组灰紫色、灰绿色、暗紫红色细—粗粒砂岩夹紫红色、棕红色砂质泥岩、泥岩，含灰质结核，底部含细砾岩，石干峰组棕紫色、棕红色、暗紫色泥岩夹绿灰、灰白色、棕红色砂岩。下部为棕紫色、暗紫色泥岩与绿灰、灰白色砂岩互层。
- 钻井难点：在该区域大井眼施工过程中钻具憋跳严重，易发生钻具失效等事故，刘家沟组底部细砾岩对钻头损伤极大。



施工简介

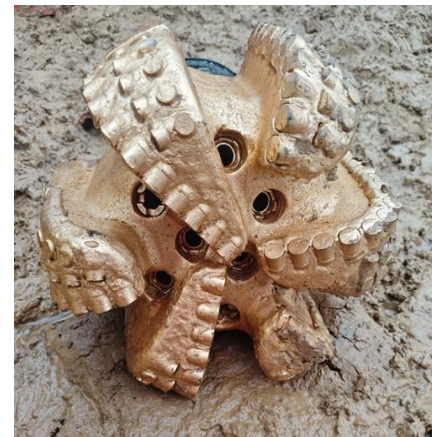
- 施工时间：2024年11月13日17:00-2024年11月20日01:00
- 钻具组合： $\phi 311.2\text{mm}$ PDC钻头*0.03m+ $\phi 228\text{mm}$ 螺杆（ 1.25° 306螺扶）*7.75m+ $\phi 203\text{mm}$ 止回阀*0.48m+ $\phi 308\text{mm}$ 扶正器*1.62m+ $\phi 203\text{mm}$ 无磁钻铤*9.31m+ $\phi 203\text{mm}$ 无磁悬挂*0.97m+ $\phi 203\text{mm}$ 双摆工具*2.55m+ $\phi 203\text{mm}$ 钻铤两柱*53.06m+变扣接头（631*410）*0.5m+ $\phi 172\text{mm}$ 钻铤三柱*+加重钻杆+钻杆（双摆在无磁后离钻头21米）
- 钻井参数:钻压13-20T，转速65RPM+螺杆，排量32-57L/s，扭矩10-18KN.m.。
- 钻井液参数：1.02-1.08g/cm³，粘度32-40s，PH8。
- 施工井段：507-1681m，进尺：1174 m，纯钻时间94h：循环时间：129h，平均机械钻速12.49m/h。

施工过程

- 2024年11月13日17:00组合钻具下钻工具入井，小钻压扫塞，逐步提排量至正常排量55L/s。确认扶正器出套管后，逐步提高至正常钻进参数钻压14-16T，排量57L/s，扭矩14-17kN.m。立压11-12MPa。钻时2-5min。
- 11月14日08;00-15日08;00取得该井段**最高日进尺483m/d**。截止15日08;00进尺483m，**平均机械钻速21.66m/h**。
- 11月19日06;00钻进至井深1586m地层漏失，处理井漏。降排量至32L/s。堵漏完成后以排量32L/s，钻进至井深1681m，漏失严重，起钻堵漏。
- 11月20日02;00钻头出井
- 在二开311.2mm' 井眼双摆工具累计施工1174m，其中以45L/s以上排量施工1078m，**平均机械钻速13.86m/h**。以45L/s以下排量施工96m，平均机械钻速5.93m/h。

减震效果分析与建议

- 大井眼的施工过程中通常有严重的憋跳钻现象并伴随着钻具失效的风险，双摆提速工具施工井段无钻具憋跳现象无钻具失效等井下复杂情况。双摆提速工具独特的涡轮设计可以使其通过钻井液中较大的杂物或承受较高含量的随钻堵漏浆。
- 双摆提速工具在其额定工作排量下的工况中可以有效的提高机械钻速。在较低排量下双摆提速工具提速效果不太理想。在以后的施工技术服务人员中应加强对该区域地层情况的认知及判断，提前确定工具的最佳排量，争取在实际的工况中排量不低于双摆工具的额定排量。
- 双摆提速工具保护钻头效果极佳，在该井施工中钻头出井新度较高，螺杆间隙变化不大。在该井的施工中若不发生井漏等复杂情况，有机会有能力一趟钻完成整个二开井段的施工。



钻头型号为胜利盛辉MQ616J/S323，钻头出井有一个水眼被堵塞，一颗切削齿崩齿。出井新度90%以上

双摆经验总结

- 井下 (100~300g) 高频振动的触发条件：
 - ①井眼越大，越易触发钻铤高频自振。
 - ②井深越大，越易触发钻铤高频自振。
 - ③地层难度越大 (高硬、高弹、高塑、高软硬交替) ，越易触发钻铤高频自振。
- 以上三种情况的混合，是井下钻具事故，井壁事故等各种复杂的主因。
- 这种井下高频振动，来无影去无踪，有激发条件，在地面系统无法模拟 (必须实战) ，用经典力学无法分析。
- 万米深井，管柱随时都可激发井下高频振动，管柱及井壁故障防不胜防，双摆是正解。
- **防住井下钻铤高频自振**，钻井就是一简单工程了，符合地面经典力学的预期构想。**万米深井将常规化。**

双摆 III 型提速工具

- 双摆 I 工具针是对钻铤是**被动破岩主动减震**，双摆 II 工具是针对钻头是**主动破岩兼有主动减震**。
- 双摆 III 工具是整合双摆 I 工具75%的减震功能，双摆 II 工具的主动激振功能的全部，**突出主动破岩功能**。
- 结构上调整双摆 I 工具的平衡陀螺摆锤关系，有部分偏心功能。同样是在气相下工作，不受钻井液的干扰。
- 主要指标：

设计额定工作转速3000转/分，瞬间最大减震力6吨（8、9寸工具）、1.8吨（7寸工具），对所有外部振动收敛，径向内部激振力50Hz4KN（8、9寸工具），50Hz1.5KN（7寸工具），具有**主动破岩主动减震功能**。

双摆 III 型提速工具

□ 工具参数

规格尺寸(in)	7"		8"		9"	
适用井眼(in)	8-1/2"		9-1/2"~12-1/4"		12-1/4"~22"	
长度(m)	1.5		2.6		2.5	
外径(mm)	175		200		227	
壁厚(mm)	27		30		40.5	
质量(kg)	180		230		300	
钻压范围(kN)	30~240		50~280		50~280	
泥浆排量(L/s)	25~35		40~50		45~60	
连接扣型	NC50, NC46		6-5/8"REG-P/B		NC61 7-5/8"REG-P/B	
推荐上扣扭矩(N. m)	32000-35000		45000-50000		75000-80000	
开泵时间(h)	300		300		300	
压力(MPa)	常压	≤140	高压	140~180	超高压	180~200
温度(°C)	常温	≤150	高温	150~180	超高温	180~270
含砂量(%)	小于1					
水力损耗(MPa)	0.3~0.5					
泥浆类型	适应于水基、油基钻井液(可用铁矿石及重晶石加重)					
堵漏剂	常规非胶连堵漏剂(颗粒<10×10mm, 5“工具使用4×4mm), 堵漏浆含量试验过30%					

双摆Ⅲ型工具应用案例

晋古6-6X井

- 应用地层：沙河街组
- 应用井段：2562-3921m
- 井眼尺寸：Φ215.9mm
- 地层岩性：紫红色、灰色泥岩与浅灰色砂岩、浅灰色细砂岩互层
- 钻井难点：二开Φ215.9mm井眼增斜段井斜由12.94°增至44.95°，定向钻进托压严重，机械钻速低、

工具面不稳定等。

双摆Ⅲ型提速工具共计入井两次，施工井段：2574m-3845m，累计进尺1271m，累计纯钻时间149.42h，两趟钻使用同一只钻头。

第一趟钻具组合：

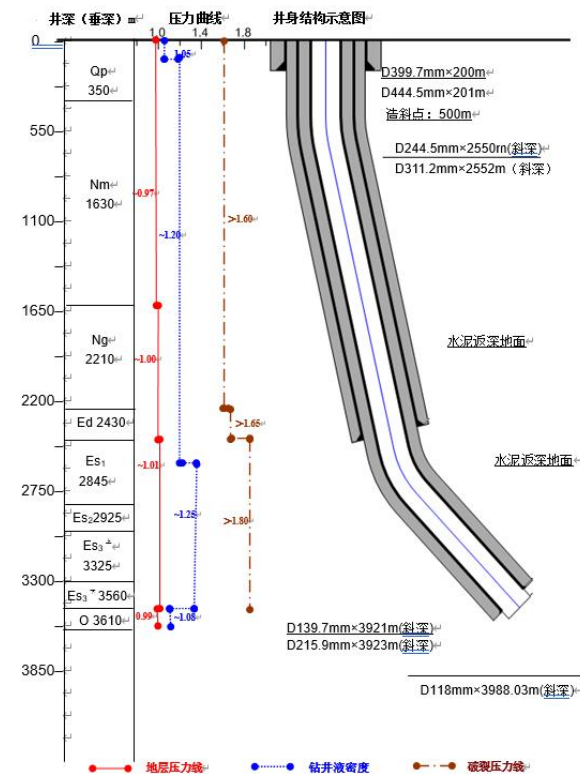
Φ215.9mmPDC钻头+1.25°螺杆+浮阀+Φ210扶正器+无磁钻铤两根+变扣接头+Φ174mm双摆Ⅲ型工具+加重钻杆+钻杆

第二趟钻具组合：

Φ215.9mmPDC钻头+1.5°螺杆+浮阀+Φ210扶正器+Φ174mm双摆Ⅲ型工具+无磁钻铤两根+变扣接头+加重钻杆+钻杆

地层：沙河街组；岩性：紫红色泥岩，浅灰色细砂岩、褐灰色灰质泥岩等。

钻井液性能：密度1.25g/cm³，粘度45-55s，含砂0.2%。



二开215.9mm井眼数据统计

趟钻	使用井段 (m)	进尺 (m)	纯钻时间 (h)	复合进尺 (m)	滑动进尺 (m)	复合机速 (m/h)	滑动机速 (m/h)	滑动进尺占比	起钻原因
第一趟钻	2574-2817	243	33.63	148	94	29.18	3.29	38.70%	1.25°螺杆造斜率低
第二趟钻	2818-3845	1028	115.79	877	151	16.48	2.44	14.69%	换卡山钻具组合

双摆 III 型工具应用案例

晋古 6-6X 井应用总结

- 本井是双摆 II 型提速工具在单弯螺杆上部的首次应用；
- 钻头+弯螺杆+双摆 II 型提速工具钻具组合，对单弯螺杆功能无影响，对 MWD 仪器信号无影响；
- 减托压效果明显，工具面稳定，提高定向机械钻速；
- 减少定向时无效活动钻具次数，减少定向工具面等待时间，增加井下有效作业时效；
- 复合钻进时，提高钻进机械钻速明显；
- 保护钻头明显，提高钻头使用寿命；
- 井身质量好，通井电测一次到底。

双摆 II 型提速工具应用效果证明

10月5日至10月18日双摆 II 型提速工具在渤海第四钻井公司 50501 钻井队承钻的晋古 6-6X 井在二开沙河街组地层（井眼尺寸 215.9mm）进行了现场应用，试验效果如下：

1、应用基本情况：工具入井两趟钻，第一趟钻于 10 月 5 日 18:00 入井，入井井深 2574m，于 10 月 8 日 21:00 钻进至 2817m 因定向工具造斜率不足起钻完。第二趟钻于 10 月 9 日 00:30 入井，入井井深 2817m，于 10 月 18 日 9:30 钻进至 3845m 因更换卡山钻具起钻完。两趟钻累计进尺 1271m，最高日进尺 196m，工具累积入井时间 300h（合 12.5 天）。

2、整体应用情况：工具在复合钻进机定向钻进过程均安全可靠，施工过程中工具压耗 0.5MPa，其中 2574-2655m、2981-3850m 为稳斜段，2655-2981m 为增斜段并斜从 12.9° 增加至 44.01°，其中复合钻进机速为 16.34m/h，复合钻进与邻井同井段机速 9.63m/h 相比提速 70%。滑动钻进机速平均为 2.63m/h，滑动钻进与邻井造斜井段机速 2.23m/h 相比，提高 18%。总平均机速 9.8m/h，与邻井同井段平均机速 7.75m/h 相比，提高 27%。PDC 钻头起出后，新度 95%以上，可重复使用。

3、应用效果情况：该区块因地层倾角原因并斜不易控制，在井深 3552m 后由于地层原因由增斜转为降斜需多次调整轨迹，深部定向时存在拖压、工具面不稳定等情况，定向调整轨迹困难、时间长；工具应用后，大大减少了定向托压现象，定向工具面稳定，提高了钻头机速，延长了钻头使用寿命。

综上所述，双摆 II 型提速工具，各项功能正常，无事故复杂，在本井的现场应用基本满足钻井作业要求。

钻井监督：王双石

18732710878

渤海钻探第四钻井分公司
50501 钻井队

2023 年 10 月 18 日

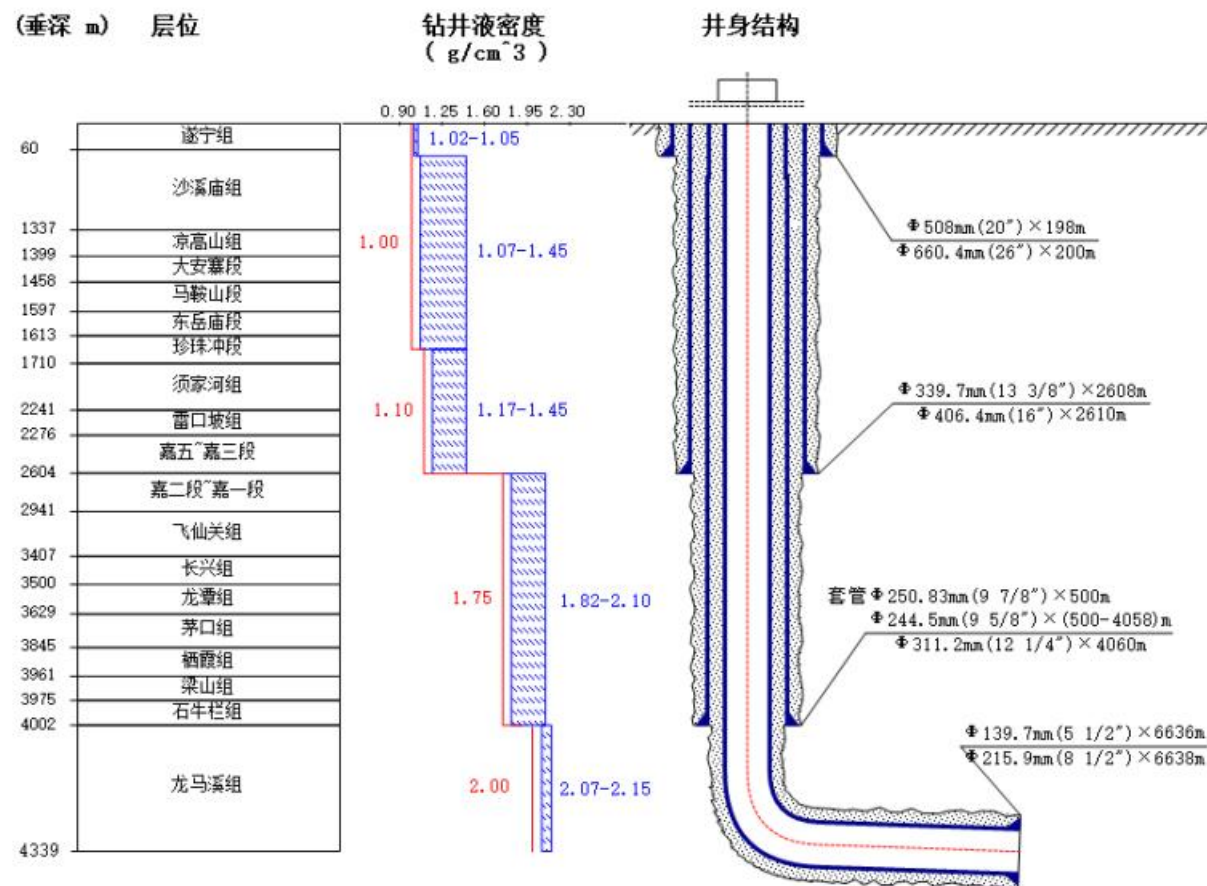
双摆Ⅲ型工具应用案例

● 华北西部70336队承钻的足201H16-5井

2.3.2 井身结构示意图

龙潭组的泥岩在
高密度泥浆下
2.02g/cm³，成
高塑性地层，钻
头吃入困难，机
械钻速低。

8寸双摆Ⅲ工具
放螺杆后在龙潭
组茅口组施工。



双摆III型工具应用案例

足201H16-5井应用总结

钻具组合：311.2mmPDC钻头+216mm*1.25°螺杆+Φ308mm扶正器+Φ203mm浮阀+203mm双摆工具+Φ203mm坐键接头+Φ203mm无磁钻铤+Φ203mm钻铤+Φ203mm震击器+Φ631mm变丝接头*+Φ139.7mm加重钻杆+Φ139.7mm钻杆

地层：龙潭组，岩性主要为：铝土质泥岩、灰色页岩、煤等

钻井参数：钻压100-180kN，转速50-80rpm，排量38-45L/s，泵压21-27MPa

钻井液性能：密度1.90-2.05g/cm³，粘度52s，含砂0.3%



双摆 III 型工具应用案例

足201H16-5井应用总结

本趟钻在龙潭组的施工中与该平台标杆井足201H16-7井对比机械钻速提高**8.9%**，与足201H16-2井对比机械钻速**提高74.15%**，与足201H16-6井机械钻速对比提高**70.81%**，提速效果明显。

注：足201H16-7井此段施工泥浆密度低（ $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ ）是边喷边钻。足201H16-2井及足201H16-6井此段泥浆密度与本井相同。

双摆提速工具应用证明

由华北西部 70336 队承钻的足 201H16-5 井是渝西区块弥陀场向斜的一口评价井，该井龙潭组以铝土质泥岩、页岩为主，钻井液密度 $2.02\text{g}/\text{cm}^3$ ，该地层泥岩、页岩在高密度下形成高塑性的地层，出现钻头吃入地层困难机械钻速低等现象。使用双摆提速工具施工该井段，具体使用情况如下：

施工日期：入井时间 2023 年 11 月 17 日 03:00 出井时间 11 月 21 日 04:30

1、钻具组合：311.2mmPDC 钻头+216mm*1.25° 螺杆+Φ308mm 扶正器+Φ203mm 浮阀+203mm 双摆工具+Φ203mm 坐键接头+Φ203mm 无磁钻铤+Φ203mm 钻铤+Φ203mm 震击器+Φ631mm 变丝接头+Φ139.7mm 加重钻杆+Φ139.7mm 钻杆

2、地层：龙潭组，岩性主要为：铝土质泥岩、灰色页岩、煤等
钻井参数：钻压 100-180kN，转速 50-80rpm，排量 38-45L/s，泵压 21-27MPa
钻井液性能：密度 $1.90-2.05\text{g}/\text{cm}^3$ ，粘度 52s，含砂 0.3%

3、施工井段：3506-3698m，进尺 191m，纯钻时间 47.97h，平均机械钻速 3.98m/h，最高日进尺 88m。11 月 19 日钻进至茅口组后气测值偏高，调整钻井液密度采取控时钻进。

本趟钻在龙潭组的施工中与该平台标杆井足 201H16-7 井对比机械钻速提高 8.9%；与足 201H16-2 井对比机械钻速提高 74.15%；与足 201H16-6 井机械钻速对比提高 70.81%；提速效果明显。

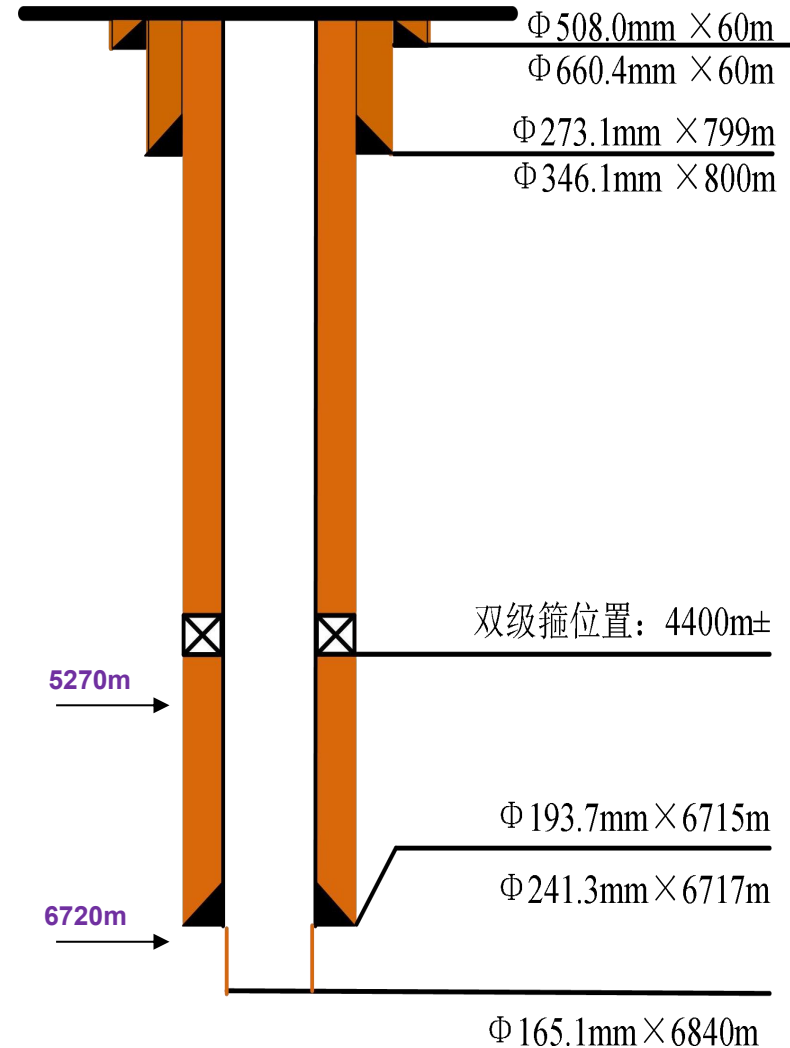
特此证明



双摆III型工具应用案例

一、TP282井井况介绍, 井位于沙雅县境内

- 1) 井眼尺寸: 241.3mm
- 2) 施工井段: 5270m-6720m
- 3) 工具尺寸: $\Phi 177\text{mm}$
- 4) 应用地层: 石炭系、泥盆系、志留系、奥陶系
- 5) 地层岩性: 主要岩性为灰色泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩、泥晶灰岩



双摆Ⅲ型工具应用案例

三、施工简况

本井双摆工具共计施工两趟钻，施工井段5270-6620m，累计进尺1450m。第一趟钻进尺1320m，平均机械钻速10.56m/h，因设计变更改为定向井起钻；第二趟钻进尺130m，钻进至中完井深。下面分趟钻分析总结：

1、第一趟钻总结：

施工时间：2024年4月24日08:30双摆工具入井，入井井深5270m，5月3日05:30出井，出井井深6590m。

钻具组合： $\Phi 241.3\text{mm}$ PDC+ $\Phi 185\text{mm}$ 螺杆（ 1.25° 本体自带236mm下扶）+浮阀+ $\Phi 238\text{mm}$ 扶正器+双摆工具+ $\Phi 177.8\text{mm}$ 无磁钻铤+悬挂接头+ $\Phi 177.8\text{mm}$ 钻铤（托盘）+ $\Phi 177.8\text{mm}$ 无磁钻铤+ $\Phi 177.8\text{mm}$ 钻铤+411 \times DS550+139.7mmDS55非标钻杆。

钻井参数：钻压40-120kN，转速60-80+LG，排量37-42L/s，泵压24-26MPa，钻进扭矩10-22kN.m。

本趟钻累计进尺1320m，纯钻时间124.09h，平均机械钻速10.56m/h。其中定向施工井段5319-5323m，5902-5904m。定向施工进尺6m，纯钻时间3.49h，平均滑动机速2.29m/h。复合钻进进尺1312m，纯钻时间120.6h，**复合钻进平均机械钻速为10.88m/h。**

双摆III型工具应用案例

与设计及邻井机械钻速对比提速效果明显

在TP282井工程设计中，该井段设计机械钻速8m/h，对比设计机械钻速提高35.99%；邻井TP283X井（2023年施工）该井段平均机械钻速为6.25m/h，对比邻井提高68.96%。

井号	井眼尺寸	井段	段长(米)	钻压	转速	泵压	排量	密度	机速	对比提高
TP282	241.3	5271-6590	1320	80-120	60-80+L+双摆	26-27	44-45	1.28-1.3	10.56	68.96%
TP283X				80-140	44-67+L	18-27	45	1.28-1.3	6.25	



双摆 III 型工具应用案例

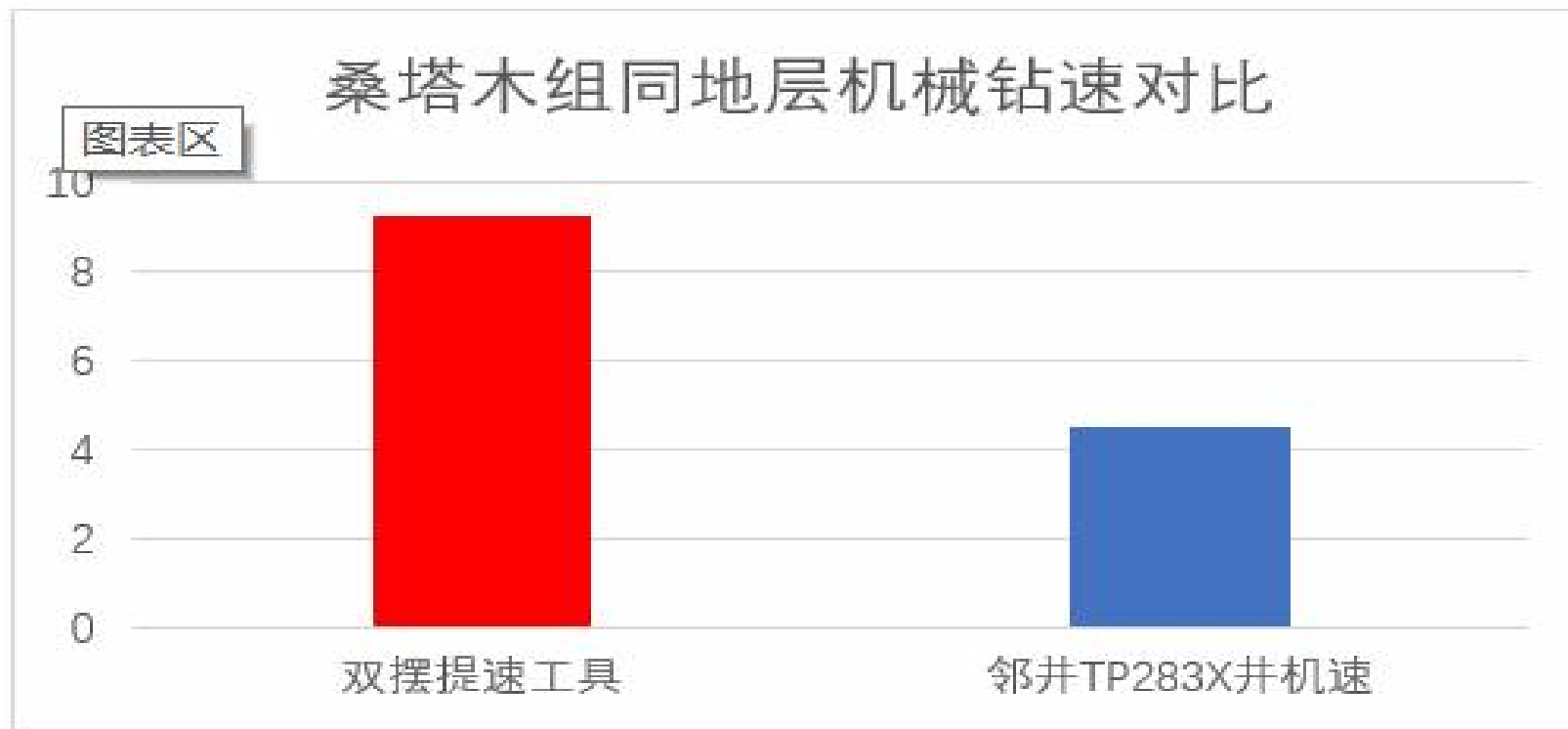
同井眼与邻井相同地层对比

对比邻井钻遇相同地层时，双摆工具配合国产钻头在低于邻井钻井参数的情况下与邻井进口钻头同地层对比均有不同程度提速，见下表：

井号	地层	钻头	井段	段长	平均机速	对比提高%	钻压	转速	泵压	排量
TP282井	巴楚组	莱州五刀翼	5393-5530	138	10.95	16.74	80-120	60-80+L+双摆	26-27	44-45
TP283X井		史密斯五刀翼	5356-5490	135	9.38		90-127	44-67+L	18-27	51-67
TP282井	东河塘组	莱州五刀翼	5531-5636	106	13.02	52.93	80-120	60-80+L+双摆	25-26	44-45
TP283X井		史密斯五刀翼	5491-5575	85	8.57		110-140	60+L	25-26	45
TP282井	塔塔埃尔塔格组	莱州五刀翼	5637-5884	248	13.54	6.11	80-120	60-80+L+双摆	26-27	44-45
TP283X井		史密斯五刀翼	5580-5776	197	12.76		110-140	60+L	25-26	45
TP282井	柯坪塔格组	莱州五刀翼	5885-6184	300	9.39	59.69	80-120	60-80+L+双摆	26-27	38-42
TP283X井		史密斯五刀翼	5767-6074	308	5.88		110-140	60+L	25-26	45
TP282井	桑塔木组	莱州五刀翼	6185-6590	406	9.24	98.71	80-120	60-80+L+双摆	25-26	40-41
TP283X井		史密斯五刀翼	6075-6576	501	4.65		110-120	60+L	25-26	45

双摆III型工具应用案例

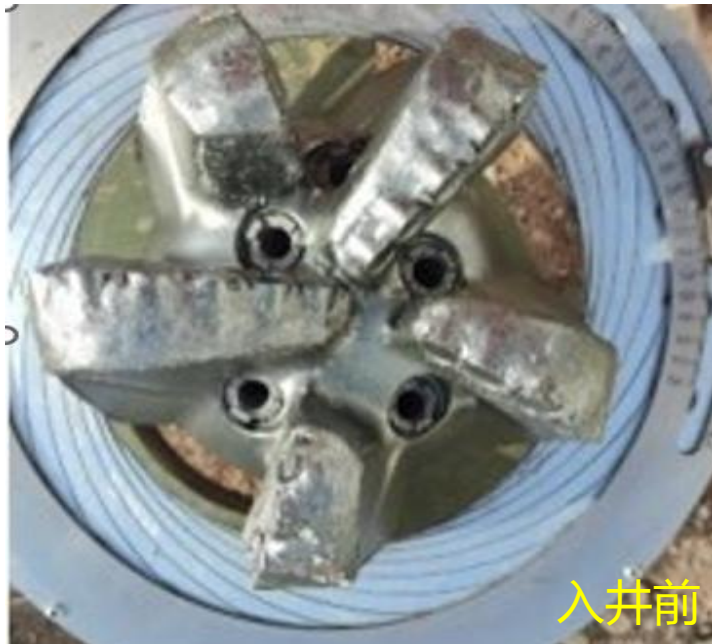
本井在桑塔木组机械钻速9.24m/h，井斜控制在1°以内。对比邻井在该井段机械钻速4.65m/h，**提速98.71%**。说明双摆工具在桑塔木组地层施工中，不仅保证了井身质量要求，还获得良好机速。



双摆III型工具应用案例

钻头使用分析

邻井钻头使用情况分析，邻井使用史密斯PDC钻头，型号为SI516BPX，井段：5204-6606m，进尺1402m，纯钻时间220h，机械钻速6.37m/h。钻井参数：钻压：110-140kN；转速：60r/min+LG；排量：45L/s；泵压：25-26MPa，根据该井井史资料显示出井后钻头崩齿较多，主切削齿全部存在不同程度磨损，保径齿完好，水眼无堵塞，新度60%，不建议再次入井。



双摆III型工具应用案例

本趟钻使用国产莱州原野HS5161165J1DRT型号五刀翼双排齿PDC钻头，施工井段5270-6590m，进尺1320m，纯钻时间124.09h，平均机械钻速10.56m/h。出井新度90%，有个别崩齿现象，可重复使用，若无设计变更，可一趟钻完成该井眼施工。双摆提速工具**对稳定钻头工作姿态、提高钻头寿命有效果。**



双摆Ⅲ型工具应用案例

岩屑返出情况分析

PDC钻头的三种工作状态：切削、犁削、磨削。从本井返出岩屑看，PDC钻头吃入地层很好，切削地层很均匀，工作稳定。说明双摆工具使PDC钻头发挥了最佳的切削状态。



双摆Ⅲ型工具应用案例

2、第二趟钻分析

因设计变更为定向井，更换 1.75° 螺杆钻具定向钻具，入井井深6590m，出井井深6720m，进尺130m，平均机械钻速为2.14m/h。

1) 钻具组合： $\Phi 241.3\text{mm}$ 混合钻头+ $\Phi 185\text{mm}$ 螺杆（ 1.75° ）+双摆工具+浮阀+ $\Phi 177.8\text{mm}$ 无磁钻铤+悬挂接头+ $\Phi 127\text{mm}$ 加重钻杆+411×DS550变扣接头+139.7mmDS55非标钻杆。

2) 施工过程：5月5日分段循环下钻到底循环两周，小钻压2-4T井底造型，井底造型磨合钻头至井深6595m定向钻进。工具面稳定，钻时25-28min。滑动钻进至井深6601m时托压严重，工具面不稳定现象。5月6日加入固体润滑剂充分循环后工具面逐渐趋于稳定，定向井段6621-6643m，钻压130kN，井段最佳机械钻速5.25m/h。当钻进至井深6653m，由于该井长裸眼，润滑剂消耗较大，螺杆造斜率偏低，决定安装扭摆系统，提高工具造斜能力和机械钻速。扭摆系统+双摆工具+螺杆施工井段6653-6720m，进尺67m，平均机速1.82m/h。

趟钻分析：①该区块241.3mm井眼造斜点最深；②裸眼段长，井眼清洁和润滑是难点；③双摆工具在6590m造斜属首次，从摩阻来看，钻头吃入地层钻压很小30-50kN，再加上其放置在螺杆上，没有完全发挥工具特点。

双摆Ⅲ型工具应用案例

TP282井小结：

通过该井两趟钻施工，双摆Ⅲ型提速工具是适应目前市场流行的“预弯曲组合”的提速工具，也是第一次在南疆深井应用。第一趟钻在桑塔木组较小钻压的钻进参数下，井斜控制和提速均有效果；对比邻井同地层，提速效果突出。在调整轨迹期间，由于钻头放不到井底，吃不上钻压，双摆工具不能产生激振力而达到解托压效果；其次，调整井段太短（2m），还未找到最优参数就定向结束，未能看到双摆工具的预期效果。第二趟钻定向期间，虽然简化定向钻具组合，井眼清洁和润滑依然是难点，加上螺杆初始造斜率偏低，定向进尺不敢浪费等因素，双摆工具在摩阻80kN左右的情况下，既克服螺杆的低频高幅的振动，有效钻压传递到钻头上很小，其发挥的高频激振功能就弱。因此，建议在井下安全的情况下，优化钻井参数，使钻头的有效钻压越高，双摆工具发挥的效果越好。

双摆系列提速工具应用综述

□ 对于超深井高温高压高难度地层的应用方案

- 超深井下部高温高压地层，可选择的高温高压提速工具不多，如何安全快速钻完尤为重要！
- 双摆Ⅱ型提速工具具有寿命长、无损传递功能，主动破岩性、自解卡性、可随钻堵漏、提高井身质量性等特点；以及双摆Ⅰ型提速工具可减少或消除井下各种复杂振动，保护并延长井下工具寿命等特点，用极简的钻具组合是针对超深井高温高压高难度地层的一种新的解决方案。
- 双摆Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型提速工具目前工具最高耐温270℃、耐压200MPa。
- 钻具组合方案：钻头+双摆Ⅱ型工具+双根钻铤+扶正器+双摆Ⅰ型工具+1根钻铤+扶正器+钻铤+钻杆，或双摆Ⅲ工具。双摆提速工具只要求排量，其他钻井参数按照工程设计执行。

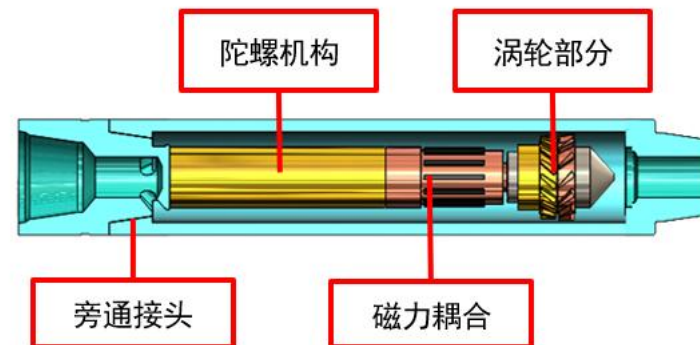
注：双摆Ⅱ型工具连接钻头（PDC、牙轮、狮虎兽均可），双摆Ⅰ、Ⅲ型工具放在离钻头近30米处（钻铤的第一谐振点）。

双摆 II 型提速工具

□ 原理介绍

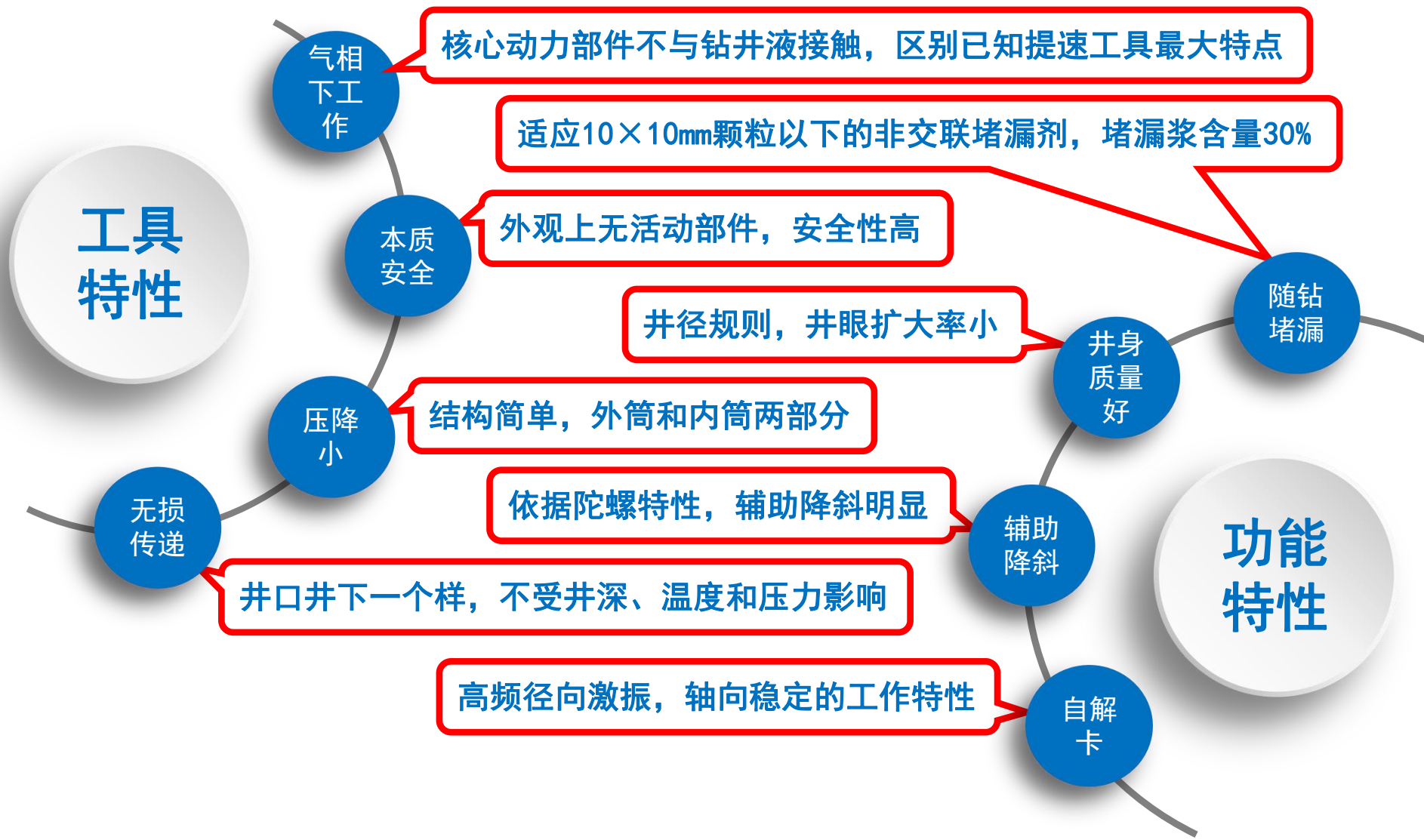
双摆 II 型提速工具是双摆系列提速工具第二代产品。**设计目标：主要针对钻头，以提高钻头攻击性为主，对钻头有广谱适用性。**

双摆 II 型提速工具继承双摆 I 型工具的特点，主要把双摆 I 型的平衡陀螺改成偏心陀螺。工具工作时，钻井液通过涡轮驱动内置偏心陀螺，**在气相的环境中高速旋转，产生径向主动高频振动及轴向应激振动（等效轴向减震）的主动型提速工具。**其内含的主动高频振动与钻头的阻力复合，可大大降低钻头阻力变化率，降低工作扭矩，对钻头粘滑现象有强克制，提高钻头破岩效率，延长钻头进尺及行程钻速。



双摆 II 型提速工具

八大特性



双摆 II 型提速工具

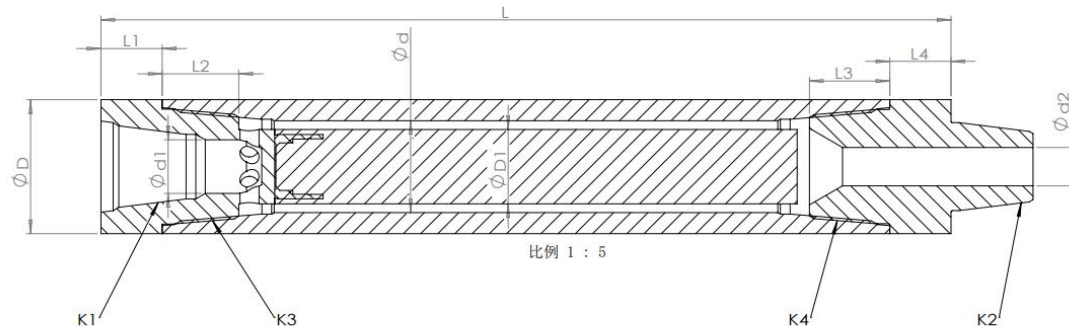
□ 工具参数

规格尺寸(in)	3 1/8"		5"		7"		8"		9"	
适用井眼(in)	3-7/8"~4-3/4"		6"~6-1/2"		8-1/2"		9-1/2"~12-1/4"		12-1/4"~22"	
长度(m)	0.67		0.98		1.04		1.26		1.26	
外径(mm)	80		135		174		200		227	
壁厚(mm)	8		13.5		27		30		40.5	
质量(kg)	20		80		150		220		300	
钻压范围(kN)	15~25		20~140		50~200		50~280		50~280	
泥浆排量(L/s)	5~10		10~20		25~35		40~50		42~55	
连接扣型	2-3/8" REG-P/B 2-3/8" PAC-P/B		3-1/2"REG-P/B		4-1/2"REG-P/B		6-5/8"REG-P/B		6-5/8"REG-P/B 7-5/8"REG-P/B	
推荐上扣扭矩(N.m)	600~900		10000-15000		32000-35000		45000-50000		75000-80000	
开泵时间(h)	200		200		300		300		300	
压力(MPa)	常压	≤140	高压	140~180	超高压	180~200				
温度(°C)	常温	≤150	高温	150~180	超高温	180~270				
含砂量(%)	小于1									
水力损耗(MPa)	0.3~0.5									
泥浆类型	适应于水基、油基钻井液（可用铁矿石及重晶石加重）									
堵漏剂	常规非胶连堵漏剂(颗粒<10×10mm, 5“工具使用4×4mm)，堵漏浆含量试验过30%									

注：双摆 II 型提速工具的扣型、温度、压力也可根据客户需求定制。

双摆 II 型工具草图

□ 工具草图



型号	总长 L	外径 D	内径 d	陀螺外径 D1	孔径 d1	孔径 d2	L1	L2	L3	L4	扣型 K1	扣型 K2	扣型 K3	扣型 K4
3-1/8	703	79	63	55	35	30	80	64			PAC 2 3/8	PAC 2 3/8	1:32	
5"	970	135	108	97	55	32	60	70	70	40	330	331	1:32	1:32
7"	1110	175	120	97	70	50	80	100	105	80	430	431	630/631	630/631
8"	1157	203	140	127	80	70	210	120			630	631	630/631	
9"	1137	228	146	127	80	70	210	100			630	631	730/731	
9"	1137	228	146	127	80	70	210	100			730	731	730/731	

□ 打捞方法

- 双摆 II 型提速工具内筒或、外筒落井：可根据上表速查使用相应尺寸卡瓦打捞筒或母锥进行打捞。

双摆 II 型工具应用案例

□ 双摆 II 型提速工具施工统计

双摆 II 型提速工具自2015年研发2018年先后在新疆、长庆、中海油等油田区块下井试验，尤其是玛湖131、玛湖18井区的高难度地层水平井段施工，使用效果理想。成功应用共计**14**口井，入井施工**17**井次，总进尺**6221**米。

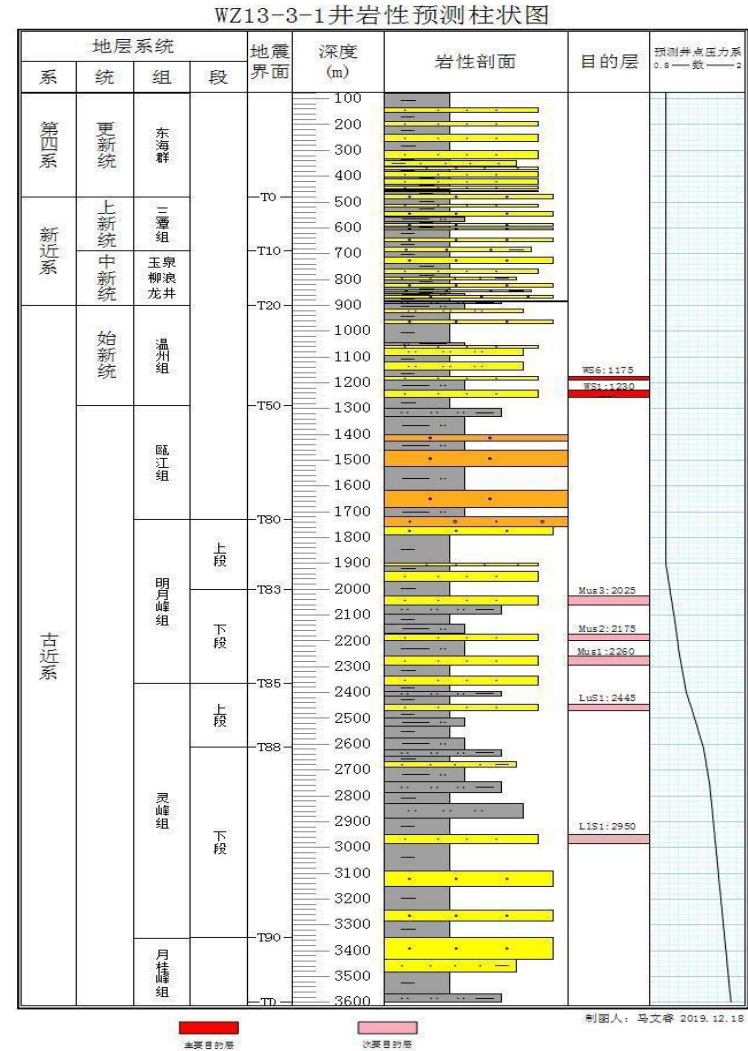
序号	井号	所属油田	井眼尺寸 mm	钻头类型	使用井段 m	进尺 m	层位	岩性	平均机速 m/h	入井 次数	特点
1	玛21021	玛湖油田	165.1	PDC钻头	3112-3385	273	百口泉	砂砾岩、泥岩	1.8	1	与同井同地层对比机速提高157%，上趟钻机速0.7m/h
2	MaHW6207	玛湖油田	165.1	PDC钻头	4434-4853	419	百口泉	砂砾岩、泥岩	2.02	3	机速提高，单趟钻进尺141m，创该井单趟钻进尺纪录
3	MaHW1333	玛湖油田	165.1	PDC钻头	4520-4585	65	百口泉	油沸石、砂砾岩	1.18	1	高硬度油沸石。32m油沸石机速0.4m/h
4	MaHW1341	玛湖油田	165.1	PDC钻头	4747-4853	106	百口泉	油沸石、砂砾岩	6.6	1	20m油沸石，机速1m/h,砂砾岩机速8m/h
5	MaHW6209	玛湖油田	165.1	PDC钻头	4228-4423	195	百口泉	砂砾岩、泥岩	3.42	1	保护钻头明显,单趟进尺最高
6	MaHW6132	玛湖油田	165.1	PDC钻头	4362-4523	161	百口泉	砂砾岩、泥岩	2.23	1	降低定向期间摩阻显著，解决拖压问题
7	MaHW2005	玛湖油田	165.1	PDC钻头	4529-4544	15	百口泉	砂砾岩、泥岩	2.78	1	复合钻进机速4m/h，滑动钻进1.5m/h
8	SM1-95	长庆油田	215.9	PDC钻头	213-2190	1977	三叠系、二叠系、石炭系	砂岩、泥岩、砂泥岩、煤层	10.5	2	比邻井机速提高54.3%，保护钻头明显，出井钻头新度在90%以上，井身质量好，井斜控制较好。
9	SW13-3-1	东海油田	215.9	PDC钻头	2507-3167	660	灵峰组	泥岩、含致密白云质砂岩	5.7	1	在硬地层施工中，保护钻头明显，比邻井机速提高42.5%
10	白865	新疆油田	215.9	PDC钻头	2850-3367	417	夏子街组风城组	灰色砂砾岩、含砾泥岩	3.24	1	比邻井机速提高5.2-141%，井斜控制好，扭矩小且平稳，转盘无憋卡现象，钻头磨损均匀，堵漏两次，堵漏剂含量25%。
11	自201-69平台11井	西南油气	311.1	PDC钻头	3005-3109	104	茅口组	砾岩、泥岩	3.09	1	比邻井同地层扭冲工具机速分别提高173.5%和提高15.73%因出铁屑进尺慢，起钻检查
12	康7井	新疆油田	215.9	PDC钻头	3651-3900	249	芦草沟组石炭系	高塑性泥岩、凝灰岩	2.11	1	芦草沟组机速2.31m/h,比同井其他提速工具提高74.3%，比邻井分别提高37.7%和53.3%
13	康10井	新疆油田	215.9	PDC钻头	3010-3286	276	黄山街、克拉玛依组	塑性泥岩、含风城组三段的粗砂砾岩	4.12	1	起出钻头完好，侧齿有一颗崩齿，与台68井四开第一趟钻机速提高265%与设计邻井台66井和康4井同井眼提速分别为210%和201%
14	HT2746	新疆油田	311.1	PDC钻头	206-1245	1039	三工河组、八道湾组、上仓房沟群、梧桐沟组、平地泉组	褐色泥岩、砂砾岩、灰色泥岩	10.83	1	八道湾组含有砂砾岩，极易造成钻头早期损坏，各层位极易漏失，一趟钻完成二开进尺，创该地区记录。最高日进尺177米，堵漏浆含量15%，钻头出井崩齿3颗，新度90%

双摆 II 型工具应用案例

1、东海油田

□ 井况简介

- 井号：WZ13-3-1
- 井型：直井
- 应用地层：灵峰组下段
- 使用井段：2507-3167m
- 井眼尺寸：215.9mm
- 施工难点：
 - ✓ 灵峰组下段局部泥岩含灰，含白云岩，夹泥质砂岩、白云质砂岩，其中白云质砂岩和灰质泥岩非常致密，可钻性差，机速低。
 - ✓ 夹层较多，井身质量不易控制。



双摆 II 型工具应用案例

□ 应用效果

➤ 对夹层中致密性强，可钻性差，机械钻速低的地层，提速显著。

钻具组合：8-1/2 “PDC+7” 双摆 II 型工具 + 6-3/4" PDM + 6-3/4" F/V + 8-1/8" STB + 6-3/4" Drill log + 6-3/4" HOC + 6-3/4" NMDC + 6-3/4" 随钻堵漏短节 + 6-1/2" (柔性短节 + 震击器) + 配合接头 + 5-7/8 加重钻杆。

同井同地层对比，双摆 II 型提速工具比其它提速工具机械钻速提高 338.36%；邻井同地层对比，机械钻速提高 42.5%。提速效果显著。

WZ13-3-1 井双摆 II 型提速工具同井同地层对比

层位	井段 (m)	进尺 (m)	钻压 (kN)	转速 (rpm)	纯钻时间 (h)	平均机械钻速 (m/h)	钻具组合
灵峰组下段	2507-3167	660	20-90	60-80	115.5	5.7	PDC+双摆 II 型+螺杆
灵峰组下段	3167-3191	24	30-90	80-90	18	1.3	PDC+扭冲+螺杆

WZ13-3-1 井双摆 II 型提速工具与邻井钻井指标对比

井名	施工井段 (m)	井眼尺寸 (in)	进尺 (m)	平均机械钻速 (m/h)	地层	备注
WZ-13-3-1	2507-3167	8-1/2	660	5.7	灵峰组	PDC+双摆 II 型+螺杆
WZ-13-1-1	3118-3772	8-1/2	654	4	灵峰组	PDC+螺杆

双摆 II 型工具应用案例

□ 应用效果

- 有效保护钻头使用寿命。

双摆 II 型提速工具+PDC组合钻头出井照片对比



PDC钻头 (CK506KSSF)
入井前



PDC钻头出井照片，施工井段**2507-3167m**，进尺**660m**，纯钻115.5h，
钻头新度80%。



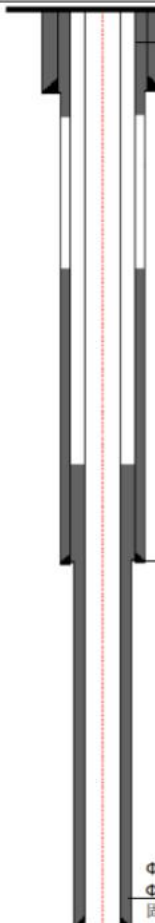
双摆 II 型工具应用案例

高塑性地层

2、康7井

□ 井况简介

- **应用地层：** 芦草沟组、石炭系
- **应用井段：** 3600–3900m
- **井眼尺寸：** 215.9mm
- **地层岩性：** 灰色泥岩、粉质砂岩泥岩、凝灰岩、安山岩
- **钻井难点：**
 - ✓ 高密度下的泥岩形成高塑性地层，钻头牙齿很难吃入地层，机械钻速低
 - ✓ 石炭系地层，研磨性强，软硬交替，机械钻速低

地质分层	底界深度 m	井身结构设计
第四系 Q	295	 <p>表套和技套环空挤水泥 30t Φ444.5mm 钻头×500m Φ339.7mm 表套×500m 固井水泥浆返至地面</p> <p>Φ311.2mm 钻头×2300m Φ244.5mm 技套×2300m 固井水泥浆返至 1600m</p> <p>Φ215.9mm 钻头×3900m Φ139.7mm 油套×3900m 固井水泥浆返至 2100m</p>
新近系 N	1405	
古近系 E	1630	
吐鲁番群 K ₁ tg	1825	
齐古组 J ₃ q	1845	
头屯河组 J ₂ t	2075	
三工河组 J ₁ s	2165	
八道湾组 J ₁ b	2235	
黄山街组 T ₃ h	2615	
克拉玛依组 T ₂ k	2785	
烧房沟组 T ₁ s	3170	
韭菜园组 T ₁ j	3395	
上乌尔禾组 P ₃ w	3595	
芦草沟组 P ₂ l	P ₂ l ₂₋₃ 3715 P ₂ l ₁ 3850	
石炭系 C	3900 (未穿)	

双摆 II 型工具应用案例

□ 三开提速方案（3650-3900m）

- **提速地层：**二叠系芦草沟组和石炭系
- **钻井难点：**引用《新疆石油地质》2016年第4月第37卷2期《吉木萨尔凹陷芦草沟组致密储集层岩石力学特征》中芦草沟组岩性评价作为借鉴。（见图）
- （1）二叠系芦草沟组地层以灰色泥岩、泥质粉砂岩，粉砂质泥岩为主。根据表内查得地层岩石强度在 150-270MPa左右，在1.88g/cm³高密度下的岩石围压高，受层理的影响，水平方向与垂直方向岩石力学参数差异明显，水平方向的杨氏模量和泊松比大于垂直方向，形成高塑性地层。钻头牙齿很难吃入地层，地层复杂，岩石软硬交错，可钻性较差，机械钻速低。

表1 吉木萨尔凹陷芦草沟组上甜点体储集层样品岩石力学实验结果

岩心编号	岩性	取样方向	取样深度 (m)	围压 (MPa)	纵波速度 (km/s)	横波速度 (km/s)	动态杨氏模量 (GPa)	静态杨氏模量 (GPa)	动态泊松比	静态泊松比	抗压强度 (MPa)	内摩擦角 (°)	内聚力 (MPa)
1号	泥岩	垂直	3 112.14	0.689 5	3.87	2.31	30.37	17.16	0.22	0.29	155.80	29.82	44.64
		垂直	3 112.14	11.032 0	3.95	2.35	31.49	17.39	0.23	0.23	175.18		
		垂直	3 112.14	22.064 0	4.00	2.38	32.49	17.75	0.23	0.26	198.04		
		水平	3 112.24	11.032 0	4.36	2.51	36.38	23.87	0.25	0.32	206.11		
2号	白云质砂岩	垂直	3 030.14	0.689 5	4.68	2.70	45.47	24.37	0.25	0.33	175.49		
		垂直	3 030.14	11.032 0	4.77	2.75	47.44	26.21	0.25	0.29	227.67		
		水平	3 030.16	11.032 0	5.01	2.85	50.87	28.36	0.26	0.26	207.72		
3号	泥岩	垂直	3 033.91	0.689 5	4.95	2.77	50.70	29.98	0.27	0.27	232.47	36.18	59.13
		垂直	3 033.91	11.032 0	5.00	2.86	53.57	31.97	0.26	0.27	270.64		
		垂直	3 033.91	22.064 0	5.04	2.94	56.07	32.73	0.24	0.23	293.28		
		水平	3 033.96	11.032 0	5.13	2.90	54.67	37.09	0.27	0.33	262.14		
4号	泥质粉砂岩	垂直	3 036.15	0.689 5	3.90	2.25	28.10	13.84	0.25	0.18	137.14		
		垂直	3 036.15	11.032 0	4.02	2.30	29.39	14.37	0.26	0.18	161.84		
		水平	3 036.17	11.032 0	4.41	2.49	35.13	19.77	0.26	0.19	177.36		
5号	泥岩	垂直	3 041.20	0.689 5	4.00	2.26	29.85	15.43	0.26	0.31	152.71	29.18	44.33
		垂直	3 041.20	11.032 0	4.06	2.29	30.77	16.01	0.27	0.27	171.39		
		垂直	3 041.20	22.064 0	4.11	2.33	31.76	16.16	0.26	0.25	193.35		
		水平	3 041.30	11.032 0	4.73	2.60	41.05	24.21	0.28	0.31	233.72		
6号	灰质砂岩	垂直	3 048.79	0.689 5	4.04	2.58	38.41	20.18	0.16	0.27	182.22		
		垂直	3 048.79	11.032 0	4.16	2.62	40.09	20.99	0.17	0.23	223.76		
		水平	3 048.85	11.032 0	4.48	2.72	45.28	25.24	0.21	0.29	220.43		
7号	粉砂质泥岩	垂直	3 053.17	0.689 5	3.97	2.55	36.16	19.67	0.15	0.23	198.55	39.02	47.58
		垂直	3 053.17	11.032 0	4.01	2.58	36.96	20.64	0.15	0.23	245.52		
		垂直	3 053.17	22.064 0	4.07	2.60	38.26	20.64	0.15	0.23	269.64		
		水平	3 053.16	11.032 0	4.28	2.72	42.49	26.28	0.16	0.22	222.09		

双摆 II 型工具应用案例

应用效果

同井对比

同井同地层对比，比其它提速工具提速效果明显

同井同钻头同地层同样钻井参数下与其它提速工具对比，双摆 II 型平均机速提高74.3%。

同井同地层不同钻头与其它提速工具对比，双摆 II 型平均机速提高112.7%

康7井 8 1/2" 井眼钻井参数统计

井段 (m)	钻具组合	地层	进尺 (m)	机械钻速 (m/h)	钻压 (kN)	转速 (rpm)	排量 (L/s)	对比提高 (%)	起钻原因
3546-3608	多维+牙轮钻头	芦草沟组	63	1.18	150	70	30	112.7	换钻头、钻具组合
3609-3647	长多维+KAH1642DFGR钻头	芦草沟组	38	1.44	100	110	30	74.3	地质取芯
3652-3740	双摆 II 型+KAH1642DFGR钻头	芦草沟组	88	2.51	100	110	30	/	/

注：钻至井深3741米开始，地质要求控时钻进，每米进尺时间控制在20分钟。

时间	井深 (m)	钻时 (min/m)	钻压 (kN)	转速 (RPM)	排量 (L/s)
2	8:32:45	3735.00	7.76	108	102
3	8:40:54	3736.00	8.16	109	93
4	8:48:20	3737.00	7.43	110	99
5	9:41:11	3738.00	14.15	110	97
6	9:47:06	3739.00	5.90	108	102
7	9:53:25	3740.00	6.33	108	99
8	12:11:14	3741.00	16.35	101	90
9	12:31:05	3742.00	19.87	113	83
10	12:50:39	3743.00	19.57	111	70
11	13:05:20	3744.00	14.68	110	85
12	13:32:39	3745.00	27.33	110	83
13	13:57:01	3746.00	24.37	111	70
14	14:14:49	3747.00	17.81	111	73

双摆 II 型工具应用案例

应用效果

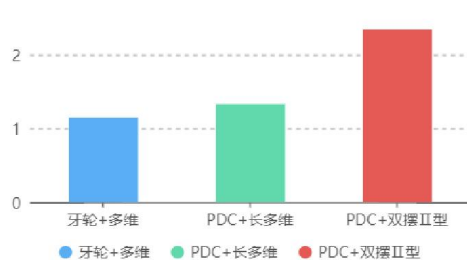
岩性对比

同井同地层同岩性机械钻速对比，提速效果明显

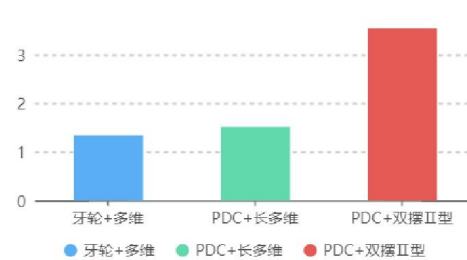
灰色泥岩对比，分别提高104%和77%；灰色砂质泥岩对比，分别提高164.93%和135.10%；灰色泥质细砂岩对比提高89.80%。

8 1/2" 井眼同井同岩性机械钻速对比

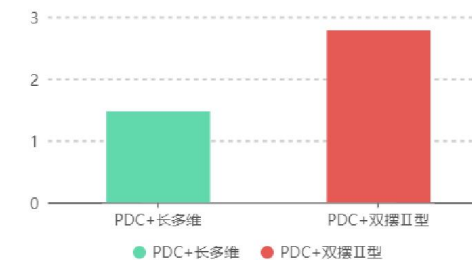
地层	钻具组合	井段 (m)	钻压 (kN)	灰色泥岩机械钻速 (m/h)	灰色砂质泥岩机械钻速 (m/h)	灰色泥质细砂岩机械钻速 (m/h)
芦草沟组	牙轮+多维	3546-3608	150	1.15	1.34	/
芦草沟组	PDC+长多维	3609-3651	100	1.33	1.51	1.47
芦草沟组	PDC+双摆 II 型	3652-3740	100	2.35	3.55	2.79



灰色泥岩



灰色砂质泥岩



灰色泥质细砂岩

双摆 II 型工具应用案例

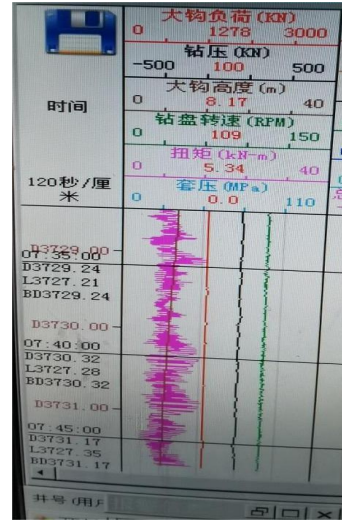
□ 应用效果

➤ 扭矩波动大，说明钻头牙齿吃入地层好。

在弹性大的高塑性地层钻进中扭矩波动大（1.5-15kN.m）现象，微钻时快，说明钻头工作平稳，牙齿吃入地层好，效率高。

随钻堵漏

扭矩分析



➤ 堵漏材料含量20%，不影响提速钻进

8月11日钻至井深3774.43m，漏失9.8³，失返停钻。配综堵+核桃壳+蛭石等堵漏材料，堵漏剂含量20%。边堵漏边钻进至完钻。

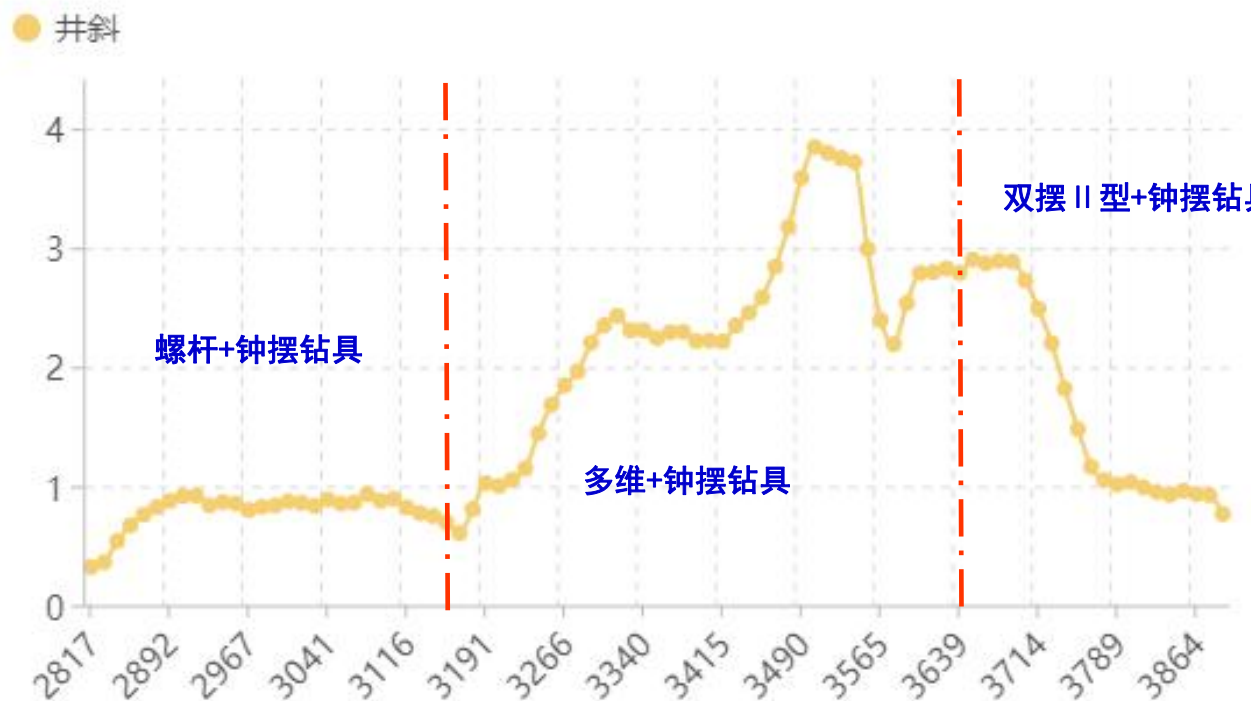
双摆 II 型工具应用案例

应用效果

➤ 通过与同井同钻具组合对比，辅助控制井斜能力凸显。

通过连斜数据对比。双摆 II 型+钟摆钻具组合在实钻中，施工井段井斜从 2.6° 降至 0.4° ，充分说明该工具在辅助纠偏能力上的优势明显，并提高了井身质量。

井斜控制



井身质量

注：三开井段使用提速

工具如下：

螺杆+钟摆钻具施工井段

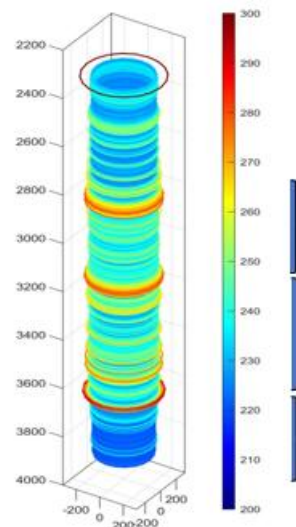
2817-3155m

多维+钟摆钻具施工井段

3156-3647m

双摆 II 型+钟摆钻具施工

井段3651-3900m



三开井段井径数据图

螺杆
多维
双摆 II 型

通过完井电测井径数据描述。双摆 II 型提速工具所钻3651-3900m井段，井深质量好，井眼扩大率小，通井电测无阻卡。

双摆 II 型工具应用案例

□ 应用效果

钻头分析

➤ 钻头使用情况

本井段地层是二叠系芦草沟组和石炭系，以砂质泥岩和灰质泥岩互层为主，泥岩较多，地层塑性强，凝灰岩研磨性强。使用二次入井的江汉4刀翼PDC钻头（型号KAH1642DFGR），进尺249m，入井新度95%，出井新度70%，钻头磨损均匀。肩部齿磨损四颗，水眼堵了两个，中心齿完好。

分析：由于后期排量太低，进入石炭系地层研磨性增强，冷却效果差，造成侧齿损坏。



入井前



出井后



四刀翼出井照片

二次入井的江汉PDC钻头

双摆 II 型工具应用案例

□ 总结

双摆 II 型提速工具内置偏心陀螺，在钻井液驱动下高速旋转，产生径向高频振动及轴向应激振动等效应，实现轴向减震的主动型提速工具，在增加钻头稳定性的同时，加速地层振动，从而提高钻头的攻击性及切削效率。

双摆 II 型提速工具在进入目的层后，由于地质的要求，只能控时控压钻进，为防止漏失的再次出现，降低了排量钻进至完钻，总体影响了趟钻机速。

现总结如下：

- 对于高塑性岩性地层，双摆 II 型提速工具比其他提速工具更具优势。
- 从钻进过程中反映，扭矩波动范围大，钻头牙齿吃入地层效果好，也证明提速工具控制钻头的稳定性好。
- 钻遇漏失层位，可进行堵漏作业，不影响正常钻进。
- 辅助纠偏能力强。
- 所钻井眼井身质量好，井眼扩大率小。
- 保护钻头延长钻头寿命

双摆 II 型提速工具康 7 井施工业绩证明

准东钻井公司 70088 钻井队承钻的康 7 井是准噶尔盆地中央坳陷阜康凹陷一口重点预探井，该井芦草沟组岩性为灰质泥质和泥质粉砂岩，在 1.88g/cm³ 的高密度压力下，形成高弹高塑性地层，可钻性差，钻头很难吃入地层，严重影响机械钻速。2022 年 8 月 8 日采用 PDC 钻头+双摆 II 型（单摆）提速工具（天津景宝中泰）的钟摆钻具组合钻进施工，井深 3651m 开始一趟钻至完钻井深 3900m，进尺 249m，机械钻速 2.11m/h，最高日进尺 48m。在同井同地层同钻头同钻井参数下比该井其他提速工具机速提高 74.3%；比设计区块邻井康探 2 井、康 4 井同地层提高 53.3%和 37.7%；提速效果显著。井斜监控数据从入井前的 2.6° 降至 0.4°，具有很好的辅助降斜效果。

8 月 10 日钻至井深 3741m 时，地质要求控压控时钻进，每米钻时控制在 20 分钟；钻至井深 3774m 时，地质要求每米钻时控制在 30 分钟。钻进至 3773m 时，发生地层漏失 9.8 方，双摆 II 型提速工具参与堵漏作业，堵漏浆含量 20%。证明天津市景宝中泰科技有限公司的该工具具有良好井下适用性，不仅提速效果明显，辅助控制井斜能力强，还特别适合易漏失地层钻进需求。

特此证明！



部分岩屑

□ 岩屑照片



火烧山油田



吉木萨尔高塑性泥岩



阜康高塑性泥岩



自贡茅口组

业绩证明

单摆提速

克拉玛依钻井公司：油田八区一口重点评价井砾泥岩，研磨性强，可采用PDC钻头+单摆提速工具2950m开始一趟钻进尺440kN，排量26-27L/s的小层提高5.2%~141.3%，提速与白874井钻进扭矩值、井斜监控均在1°以内，单摆提速工具经过3剂含量20-25%）两次随钻中泰科技有限公司的单摆层钻进需求。

特此证明！

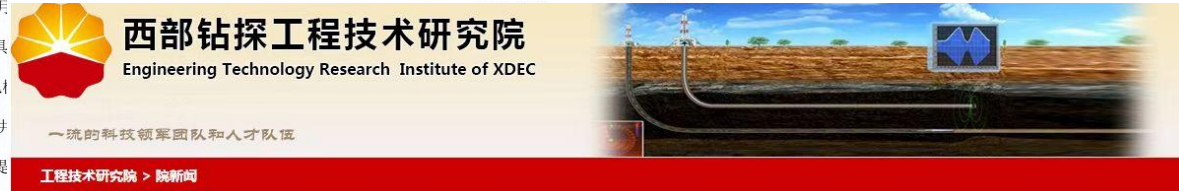
双摆II型提速工具康

准东钻井公司70088钻井队承钻的陷一口重点预探井，该井芦草沟组1.88g/cm³的高密度压力下，形成高弹层，严重影响机械钻速。2022年8月提速工具（天津景宝中泰）的钟摆钻具钻至完钻井深3900m，进尺249m，机械同井同地层同钻头同钻井参数下比该设计区块邻井康探2井、康4井同地层提速斜监控数据从入井前的2.6°降至0.4°。8月10日钻至井深3741m时，地质在20分钟；钻至井深3774m时，地质3773m时，发生地层漏失9.8方，双摆含量20%。证明天津市景宝中泰科技有不仅提速效果明显，辅助控制井斜能力

特此证明！



工程院助力HT2746井二开提速实现“一趟钻”



工程院双摆II型提速工具再获提速新突破

来源：| 日期：2023/3/28 19:57 | 访问：27

3月26日，工程院双摆II型提速工具助力康10井实现钻井再提速，与邻井台66井、康4井同井眼机速分别提高128%和114%，创该区块新提速纪录。

该井四开系三叠系黄山街组、克拉玛依组，为高密度下塑性泥岩夹杂砾泥岩，钻头吃入地层困难，可钻性差，机速低是该区块钻井的最大难点。经工程院与准东钻井公司双方技术研究，决定使用双摆II型提速工具。该工具基于陀螺特性原理设计，在气相下工作，仅对钻井液排量有要求，具备提速、保护钻头，压降小、安全性高、寿命长等特点，还具有提高井身质量、随钻堵漏的优势。该工具在康10井四开井段作业中实现一趟钻，进尺达276.28米，特别是在钻井参数20-40千牛的小钻压状态下依然取得最高日进尺90米的好成绩。

双摆II型提速工具在康10井的成功应用，不仅加快了该井的施工进度，也进一步证实该工具在阜康区块高难度地层提速提效、保护钻头方面等具有明显优势。（姜辉 胡西旦）

请专家多提宝贵意见！

THANK YOU FOR WATCHING