新疆阜康煤矿区煤层气用钻杆倒划眼装置的设计与工程应用

邢冬勇[1]，黄浩平[2]，甘新科[2]，张冬冬[2]，张国起[2]，王 飞[2]

（1. 新疆亚新煤层气投资开发(集团)有限责任公司，乌鲁木齐 830000；
2. 新疆亚新煤层气勘探开发有限责任公司，乌鲁木齐 830000）

摘要： 新疆地区因地质构造差异性显著，导致煤层气钻井作业中井壁失稳及钻具卡阻事故频发。传统倒划眼解卡工艺因悬重参数响应迟滞导致井下工况判断困难、钻杆接头起出失败率高。为此，研发了基于高强度合页侧开结构的方形钻杆倒划眼装置，通过改进型钳框锁紧机构实现钻杆可靠固定，配合转盘驱动系统完成倒划眼/倒扣作业。现场验证表明，该装置的模块化钳牙系统可适配不同工况尺寸调节，安装效率提升40%以上，起钻效率提升37%，显著提高了复杂地质条件下的钻井安全性，为新疆煤层气资源的高效开发提供了创新性技术解决方案。

关键词： 煤层气钻井；卡钻防治；倒划眼装置；钳框锁紧机构；复杂地质条件

中图分类号： TE929 **文献标志码：** A **文章编号：** 1671－1807(2026)03－0049－06

中国煤层气资源开发潜力巨大，埋深小于2 000 m的煤层气地质资源量达30.05万亿 m^3，其中可采资源量约12.5万亿 m^3[1-4]。新疆作为国家重要能源基地，其煤层气资源禀赋尤为突出。据自然资源部(原国土资源部)2015年油气资源动态评价，新疆2 000 m以上浅煤层气地质资源量为7.51万亿 m^3，约占全国总量的25%，主要赋存于塔里木、准噶尔、天山系列及三塘湖4大盆地[5-9]。该区域煤层气成藏具有显著的地质特征：①多期次沉积演化形成多样化成煤环境[10-11]；②复合构造体系发育，涵盖逆冲推覆构造带、向斜-水动力圈闭、背斜圈闭及断块圈闭等多种成藏模式[12]；③空间分布异质性显著，前陆盆地与山间盆地储层特征差异明显；④普遍呈现低煤阶、厚煤层、多分层、大倾角等典型地质参数[13]。这些特殊地质条件导致储层垂向/横向非均质性强烈，显著增加了钻完井工程风险[14-15]。

值得注意的是，新疆煤层气开发面临的核心工程难题集中体现在钻具卡阻事故高发。复杂构造背景下的煤层大倾角(普遍大于45°)与强变形特征，导致钻进/起下钻过程中钻具活动余量不足，常规钻杆卡瓦倒划眼解卡工艺存在固有缺陷。首先，悬重参数反馈迟滞造成井下工况诊断困难；其次，重复提拉作业易诱发二次卡钻；再者，传统卡瓦在接头部位的固定方式存在结构失效风险[16-18]。统计显示，该区域卡钻事故导致的非生产时间占比达钻井周期的12%～15%，严重制约开发效率。为使卡钻事故能够得到快速高效处理，缩短钻井周期，近年来出现了多种新型倒划眼工具设计。沙特阿美研发的双心轴液压倒划眼工具采用双心轴结构设计，允许独立控制向上和向下划眼动作，提高了处理复杂卡钻情况的能力。该工具配有液压激活的锚定系统，能够在毫秒级时间内建立支点，并且具备伸缩式切削结构，可根据井眼条件调整工具直径。加拿大工具公司开发的连续管集成式倒划眼系统则创新性地采用模块化磨头设计，集成了多种类型的切削齿(聚晶金刚石复合片PDC、牙轮、磨

收稿日期： 2025-06-11

基金项目： 油气井钻井下套管动力学理论研究与应用技术服务项目(KZY20241046)；克拉玛依市重点研发计划(2024zdyf0028)；四川省南充市市校合作项目(23XNSYSX0040，23XNSYSX0123)；克拉玛依市创新环境建设计划(创新人才)项目(2025DB0091)

作者简介： 邢冬勇(1980—)，男，河南睢县人，高级工程师，研究方向为地质工程；黄浩平(1984—)，男，壮族，广西平果人，工程师，研究方向为钻井工程；甘新科(1982—)，男，四川蓬溪人，工程师，研究方向为地质工程；张冬冬(1984—)，男，湖北枣阳人，研究方向为钻井工程；张国起(1986—)，男，甘肃白银人，研究方向为钻井工程；王飞(1980—)，男，甘肃武威人，研究方向为石油工程。

铣)，支持快速更换；同时采用电动驱动系统，提供更精确的转速和扭矩控制，避免了传统液压系统的延迟问题。不过对于新疆煤层气的钻探开发这些工具技术均面临着核心技术难题以及工具不适用的情况。为解决使用常规钻杆卡瓦操作时存在悬重参数响应迟滞导致井下工况判断困难、钻杆接头起出失败率高等技术缺陷，本文基于新疆特殊地质工程条件，研发了基于高强度合页侧开结构的钻杆倒划眼装置，通过结构优化有效提升解卡作业安全性。

1　钻杆倒划眼装置的设计

1.1　装置设计

钻杆倒划眼装置整体外形为四方形设计，采用高强度合页侧开设计，安装方便快捷，其外方柱下部尺寸正好与转盘方补心尺寸相同，可直接座于方瓦内，通过转盘转动该装置继而把扭矩传递给钻杆，达到倒划眼或倒扣打捞等作业目的，如图 1 所示。装置通过提高坐卡瓦位置，避开了在钻杆接头处坐卡瓦，从而有效解决了使用卡瓦倒划眼钻杆接头过转盘的难题。

装置主要由钻杆卡持模块、分体式工作外筒、分体式工作内筒 3 个部分组成。各部件主体材料选用 Q235 钢打造，部件间紧固螺栓全部采用优质合金钢并经热处理制成，确保承受大扭矩而不会损坏、螺旋角可自锁以及工作中不会松扣。

作为装置卡持钻杆的核心部件，卡瓦牙座采用独特的钳框设计，可根据作业现场情况更换钳牙调节尺寸，如图 2 所示。钳牙由低碳合金钢渗碳淬火而成，其 HRC 值介于 58～62，具有良好的耐磨性和耐用性，以确保能够与钻杆紧密配合，从而提供稳定的扭矩和力量，保障装置的安全和工作效率。其嵌入式卡瓦牙座适用于 5 in、5 $\frac{1}{2}$ in 两种尺寸钻杆。

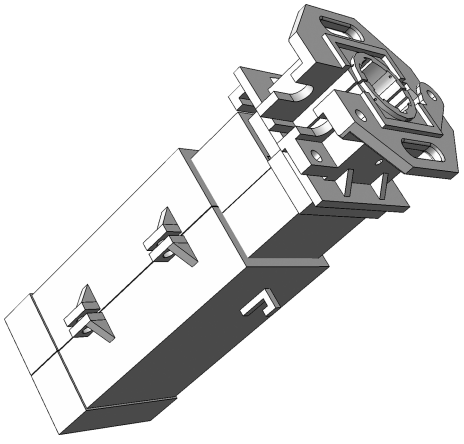


图 1　钻杆倒划眼装置三维图

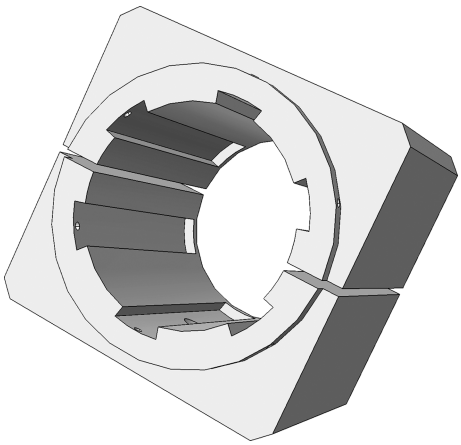


图 2　嵌入式卡瓦牙座三维图

1.2　装置设计

1.2.1　力学分析

根据钻杆倒划眼装置设计结构分析，卡瓦牙座在运转过程中受力最大，因此对卡瓦牙座进行独立分析。结合卡槽结构特性，装置运转过程中卡瓦牙座集中受力区域为 6 个钳牙卡槽侧面区域，受力形式以挤压力为主，卡槽尺寸长 170 mm，高 7.5 mm，轴径 75 mm。通过现场测试计算出装置运转过程中工作外筒最大抗扭矩达到 12 000 N·m，由此计算出卡槽处最大抗扭矩为 3 342.7 N·m。根据切向力计算公式可得出挤压力的大小为

$$F_t=\frac{2T}{d}=\frac{2\times 3\ 342.7}{0.075}\approx 89\ 138.7\ \text{N} \tag{1}$$

式中：F_t 为挤压力，N；T 为最大抗扭矩，N·m；d 为轴径，m。

结合部件结构设计，在装置运转过程中 6 个卡槽受力均衡，因此可对单个卡槽开展分析，进而利用挤压应力计算公式得出卡槽挤压应力结果为

$$\sigma_c=\frac{F_t}{6A}=\frac{F_t}{6lh}=\frac{89\ 138.7}{6\times 0.17\times 0.007\ 5}\approx 11.65\ \text{MPa} \tag{2}$$

式中：σ_c 为挤压应力，MPa；A 为受力面积，m^2。

装置运转过程中所受挤压应力小于装置所用材料的最大许用应力，材料选用符合需求。

1.2.2　强度校核

采用有限元分析方法对卡瓦牙座进行强度计算。通过静态加载方式对卡瓦牙座中各卡槽侧面分别加载总载荷为 14.86 kN 的挤压力，采用 C3D10 单元类型对卡瓦牙座进行有限元分析，结果如图 3 所示。卡瓦牙座最大应力为 25.48 MPa，小于 Q235 钢的屈服强度，能够满足现场倒划眼作业需要。

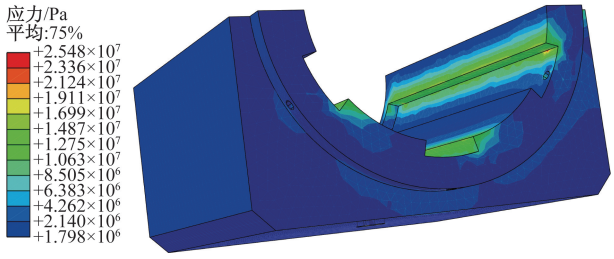


图 3　卡瓦牙座应力云图

2　钻杆倒划眼装置操作技术

倒划眼和倒扣作业是事故处理过程中最危险的操作,倒划眼、倒扣过程中井下情况复杂,反扭矩较大,转盘扭矩也相应增大,在操作上控制不易产生将钻具憋停,转盘倒车、高速反旋转打倒车,钻具旋转憋过、钻具释放扭矩、带动转盘高速旋转等危险情况。导致扭矩增大,钻具在扭矩的作用下产生收缩,在转盘高速旋转释放扭矩的同时钻具伸长,以至于造成伤人或设备损坏等安全事故的发生。为防止这类事故,倒划眼和倒扣施工前有必要进行技术交底,施工时必须严格执行操作规程,专人指挥监督,以避免事故的发生。为了确保作业安全,有一系列的安全操作规程和注意事项,包括人员的准备、工具的检查、个人防护装备的穿戴,以及作业过程中的指挥信号明确和防井下落物措施等。特别是在使用倒划眼装置进行倒划眼起钻时,需要注意保持井口周围清洁无杂物,防止钻具倒转或高压管汇刺漏伤人。同时,应避免高转速进行倒划眼装置倒划眼作业,以防倒划眼装置钻具倒转井下卸扣或憋漏地层。综上所述,钻井倒划眼装置的使用是通过特定的技术手段和安全操作规程来解决复杂地质条件下钻井施工中的难题,确保作业的安全和效率。

2.1　作业前准备

钻杆倒划眼装置的作业前准备工作主要包括以下几步:①将钻杆倒划眼装置通过侧面吊耳吊上钻台;②将该装置的连接螺栓拆开,把装置打开,更换检查好钳牙框和钳牙,然后用小绞车吊至转盘上扣合坐在转盘面上,使用连接螺栓紧固,紧固好钳压框锁紧螺栓;③校好指重表上提钻具至遇阻卡位,继续上提至原悬重基础上附加 1～2 t 拉力,随后制动刹车锁定钻具位置;④在转盘上钻具遇阻位用粉笔做一个明显的标记,方便记录圈数;⑤按井深、钻具的钢级、悬重计算好控制的扭转圈数电动转盘设定转盘扭矩值。

2.2　倒划眼作业方法

使用钻杆倒划眼装置进行倒划眼作业的过程中,钻井液循环和钻具的上下移动是关键步骤。包括连接钻柱、上提钻柱循环钻井液、边旋转边提升钻具进行倒划眼,直至提出一个立根,然后停止循环钻井液和旋转,坐放卡瓦,拆卸立根等一系列操作。这一过程需要严格控制,以避免在倒划眼过程中可能出现的如钻具憋停、转盘产生倒车或高速返旋转等风险。具体操作可根据以下步骤展开:①启动转盘转动钻具,控制转盘旋转圈数不超过预定圈数,注意转盘扭矩变化,在控制圈数内,扭矩不再上升;②继续转动转盘,直到扭矩波动正常;③开泵循环提出 1 单根,停泵、停转盘,上提下放钻具顺畅;④开泵连续活动钻具,撤除倒划眼装置;⑤根据现场实际情况恢复起钻或钻进作业。

2.3　倒扣作业方法

钻杆倒划眼装置倒扣作业步骤为:①根据现场钻具悬重调整上提至倒扣吨位;②启动转盘缓慢转动 1～2 圈,释放反扭矩,再继续控制转盘转动,反复倒扣至预定圈数;③根据指重表悬重变化缓慢上提钻具确定是否倒扣成功;④倒扣成功后拆除倒划眼装置;⑤起出倒扣钻具,根据现场情况再制定下步打捞措施;⑥如需继续倒扣重复以上倒扣步骤。

3　现场应用

3.1　现场情况

阜康矿区位于新疆乌鲁木齐市东北 60 km 的阜康市南部,矿区西部构造位于准噶尔盆地东南缘博格达山山前断褶带,西至阜康矿区西界,东至四工河,南至南阜康向斜轴线,北至阜康逆掩断层[19-21]。受南部博格达复背斜的推覆,阜康矿区内构造较为复杂,褶皱及断裂构造发育,由西向东逐渐抬高[22-24]。矿区内煤层气资源丰富,有多处钻井平台同时开展钻井工作,复杂的地质条件导致井壁失稳垮塌严重,频繁出现遇阻卡钻现象,严重制约了矿区煤层气的高效开发。

五参 8 井位于阜康矿区上户沟乡东湾村五工梁立交南约 10.5 km 处。该井于 2024 年 5 月 17 日开钻,设计井深 2 500 m,井眼 215.9 mm,其井身结构一开 339.7 mm × 9.65 mm × 123.36 m,二开 244.5 mm×10.03 mm×1 584.36 m,三开钻具组合为 215.9 mmPDCBIT ＋ 172 mm × 1.5° 螺杆(212 mm 扶正器)＋回压阀＋定向接头＋无磁钻铤 1 根 ＋ 211 mm 扶正器 ＋ 159 mmDC × 9 根 ＋ 127 mmHWDP×12 根＋127 mm 钻杆。该井在钻

井过程中，分别于 2024 年 06 月 14 日钻进至 1 561.67 m 处和 2024 年 07 月 25 日钻进至 1 769.84 m 处时发生卡钻，遂使用钻杆倒划眼装置进行倒划眼和钻具打捞倒扣，如图 4 所示，装置较传统工艺安装效率提升 42%，卡瓦滑移率降至0.8 次/100 次操作。



图 4　工具现场使用

3.2　现场处理

3.2.1　倒划眼作业

2024 年 6 月 14 日，当钻头钻进至井深 1 561.67 m 时，活动钻具至 1 552.47 m 处发生悬重异常，显示值由 488.00 kN 突增至 548.00 kN(增幅 12.3%)，其他钻井参数未见显著波动。通过分段验证法确认井壁失稳。①上提钻具至 1 551.00 m 遇阻，下放至 1 560.50 m 触底；②再次上提至 1 551.00 m 后，采用单泵下放探底法测得实际井底深度为 1 560.00 m，证实 1 551.00～1 560.00 m 井段存在 9.0 m 厚度的地层垮塌。针对垮塌层实施井眼修复作业。首先采用倒划眼-正划眼组合工艺配合高黏度泥浆(稠塞)进行井筒清洁，期间转盘运转正常，振动筛返出垮塌物以黑色煤层碎块为主(块体尺寸 20 mm×25 mm×8 mm，最大 40 mm×30 mm×10 mm)，含少量深灰色泥岩夹杂物。值得注意的是，当钻具上提至方补心超出转盘面 80 cm 时出现严重卡阻现象，此时接入倒划眼装置实施井下倒划眼作业。然而，转盘正转 5 圈后悬重未产生预期变化，多次尝试扭矩释放仍无法恢复转盘正常运转。

2024 年 6 月 15 日间断性用倒划眼装置憋转盘扭矩，上提下放活动钻具，开泵循环振动筛返出形状 2 cm×3 cm、3 cm×4 cm 不等大小的块状煤。6 月18 日起抽油杆，利用倒划眼装置倒扣倒转 4 圈释放扭矩起钻，共计起出钻杆 145 根，加重 5 根，7 in 钻铤 6 根。井内落鱼组合：177.80 mm 钻铤×3 根＋203 mm 寸钻铤 2 根＋631 mm×410 mm 接头＋308 mm 扶正器＋203 mm 无磁钻铤×1 根＋203 mm 定向接头＋630 mm×411 mm 接头＋203 mm 螺杆×1 根＋311.2 mm 钻头(共计 66.27 m)。此时钻头位置 1 558.91 m，落鱼长度 66.27 m，鱼头位置1 492.64 m，接 127 mm 反扣钻具至井底带出 2 根177.8 mm 钻挺。随后继续下钻清洗鱼头，用倒划眼装置倒扣(9.5 圈)释放扭矩，反扣钻具起钻带出7 in 钻挺 1 根、410 mm×631 mm 接头 1 个、8 in 钻挺 2 根。7 月 6 日正常钻进至 1 505.58 m，处于煤层段，采取打一划二的方式进行钻进及倒划眼。转盘开启 20 圈扭矩 24 N·m，转盘在未锁的情况下开双泵转盘倒转，正常反扭矩，判断钻头有挂卡现象，泥浆配置稠塞进行清扫井底并继续复合钻进。在井深 1 551 m 时上提钻具及倒划眼时困难，有憋转盘现象，钻压加至 40～100 kN，钻具有跳动现象，期间稠浆清扫井底多次，继续复合钻进至原井深 1 561 m，卡钻事故解除。采用该装置的倒扣功能实现钻具安全起出，整个解卡过程中关键参数变化见表 1。事故根本原因可归结为：①煤层段岩石质量指标 RQD＜30%导致的井壁失稳；②钻井液抑制性不足(亚甲基蓝容量 MBT 值仅 28 kg/m^3)，未能有效封堵微裂缝；③钻具组合刚性不足(刚度系数K＝1.2×10^6 N/m)，加剧了井下振动。

表 1　装置操作与关键参数变化

日期	关键操作	悬重变化/kN	扭矩/(N·m)	返出物特征
2024 年 6 月 15 日	间断性扭矩释放＋泥浆润滑	500～600	—	2～4 cm 煤块
2024 年 6 月 18 日	倒扣起钻	—	释放	钻具组合 66.27 m
2024 年 7 月 6 日	复合钻进解卡	600～669	24→稳定	稠塞清扫效果显著

3.2.2　倒扣作业

2024 年 7 月 25 日 04:05，定向钻进至井深 1 769.84 m 后，上提钻具至钻头位置 1 769.29 m 时发生卡钻事故，表现为悬重异常升高，悬重值由 694 kN 骤增至 729 kN(超拉值 ΔW＝35 kN)，结合泵压稳定[P＝(18.5±0.3)MPa]及扭矩波动(T＝22～28 kN·m)特征，初步判定为井壁失稳导致的机械式卡钻。

7 月 26 日，采取分级解卡策略：①初级解卡。通过间断性上提-下放活动钻具(行程范围±3 m，频

率 0.2 Hz)尝试解除黏附,但悬重未恢复(W=729～715 kN,降幅仅 1.9%);②次级解卡。启用倒划眼装置分阶段卸扣起钻,具体过程见表 2。

落鱼钻具组合:215.9 mmPDC 钻头+172 mm×1.5°螺杆(带 212 mm 扶正器)+回压阀+定向接头+无磁钻铤 1 根+211 mm 扶正器+159 mm 钻铤(DC)×9 根+127 mm 加重钻杆×2 根(总刚度 $K=2.1\times10^6$ N/m),该组合在煤层段(RQD=25%)易引发涡动失稳。

7 月 31 日,完成井眼修复后实施固井作业:①下钻至 1 669.74 m 探底验证井筒完整性;②上提至 1 668 m 进行水泥封固(封固段 1 555～1 669 m,水泥返高 114 m);③扫塞至 1 612 m 启动侧钻,采用"双增稳斜"轨迹控制法(造斜率 12(°)/30 m),最终实现煤层安全穿透。

表 2　分阶段起钻数据

阶段	起出钻具类型	数量	鱼顶深度/m	鱼长/m	累计解卡率/%
1	127 mm 普通钻杆	21 柱	606.74	1 161.64	47.2
2	127 mm 普通钻杆	20 柱	1 183.21	585.19	72.6
3	反扣钻具+循环钻井液	13 柱+2	1 614.17	155.77	89.1
4	127 mm 加重钻杆	2 根	1 633.27	136.57	93.8
5	127 mm 加重钻杆	4 根	1 669.76	100.08	100

3.3　效果评价

阜康矿区发育多套叠置煤层(单层厚度 1.2～4.8 m,RQD=18%～35%)与砂泥岩互层(UCS=15～48 MPa),复杂的地质结构导致井壁失稳率高达 42.7%(据矿区近 3 年 26 口井统计)。以五参 8 井为例,其钻遇煤层段井径扩大率普遍超过 25%(LWD 实测数据),在井眼施工中发生 2 次典型卡钻事故。第 1 次事故(井深 1 561 m):垮塌物最大尺寸为 40 mm×30 mm×10 mm,采用钻杆倒划眼装置后,解卡时间由传统工艺的 78 h 缩短至 49 h(降幅 37%),起钻效率提升 37.6%(单位时间起出钻杆数从 8.2 根/h 提升至 11.3 根/h)。第 2 次事故(井深 1 769.29 m):采用了倒划眼装置进行分级解卡,与传统通井解卡相比,使作业时间缩短 37%(由原预估 78 h 降至 49 h),直接成本节约 14.6 万元。

4　结论

(1)基于高强度铰链式侧开结构和模块化钳框创新设计,通过优化卡瓦坐持位置实现钻杆接箍避让,成功研制出新型钻杆倒划眼装置。

(2)新型钻杆倒划眼装置选用 Q235 钢作为主体材料,采用力学分析方法对装置受力最大部件卡瓦牙座进行分析,在实际工况下部件承受最大挤压应力为 11.65 MPa,低于材料的最大许用应力。利用有限元分析方法进行精细化仿真显示,卡瓦牙座承受最大应力为 25.48 MPa,低于 Q235 钢的屈服强度。两项分析结果共同表明,该装置在实际作业中的应力水平始终处于材料承载能力范围内,具备良好的工程适用性与工况安全性,能够满足现场倒划眼作业需要。

(3)新型钻杆倒划眼装置在阜康矿区五参 8 井的两次解卡应用表明:在煤系地层破碎带(RQD<30%)条件下,该装置分级解卡工艺与传统通井解卡相比,使作业时间缩短 37%,卡瓦滑移率降至 0.8 次/百次操作。该技术为解决复杂地质条件下(地层倾角>45°、煤体强度<15 MPa)煤层气钻井的卡钻事故处理提供了新型解决方案,具有显著的工程应用价值。

参考文献

[1] 霍超,郭海晓,王蕾,等. 双碳背景下中国深部煤层气勘探开发研究进展[J]. 科学技术与工程,2025,25(14):5705-5720.

[2] 徐凤银,侯伟,熊先钺,等. 中国煤层气产业现状与发展战略[J]. 石油勘探与开发,2023,50(4):669-682.

[3] 门相勇,韩征,高白水,等. 我国煤层气勘查开发现状与发展建议[J]. 中国矿业,2017,26(S2):1-4.

[4] 高德利,毕延森,鲜保安. 中国煤层气高效开发井型与钻完井技术进展[J]. 天然气工业,2022,42(6):1-18.

[5] 鲜保安,高德利,徐凤银,等. 中国煤层气水平井钻完井技术研究进展[J]. 石油学报,2023,44(11):1974-1992.

[6] 滕吉文,王玉辰,司芗,等. 煤炭、煤层气多元转型是中国化石能源勘探开发与供需之本[J]. 科学技术与工程,2021,21(22):9169-9193.

[7] 桑树勋,李瑞明,刘世奇,等. 新疆煤层气大规模高效勘探开发关键技术领域研究进展与突破方向[J]. 煤炭学报,2024,49(1):563-585.

[8] 杜世涛,杨曙光,李瑞明,等. 新疆地区煤层气勘探开发工艺技术难点与对策[J]. 地质通报,2025,44(6):1021-1032.

[9] 张道勇,朱杰,赵先良,等. 全国煤层气资源动态评价与可利用性分析[J]. 煤炭学报,2018,43(6):1598-1604.

[10] 李剑,姜正龙,罗霞,等. 准噶尔盆地煤系烃源岩及煤成气地球化学特征[J]. 石油勘探与开发,2009,36(3):365-374.

[11] 未志杰,杨晗旭,张增华,等. 煤层气藏强化开采各向

异性力学性质分析[J]. 科学技术与工程，2021，21(32)：13681-13690.
[12] 刘雄飞，郭建设，汪道兵，等. 煤岩力学非均质性对孔渗性质的影响规律[J]. 科学技术与工程，2021，21(16)：6670-6676.
[13] 吴员，王刚，王钦润. 新疆中低煤阶煤层气勘探开发技术难点及发展方向[J]. 中国煤层气，2023，20(3)：3-5，20.
[14] 徐凤银，陈东，梁为，等. 煤层气(煤矿瓦斯)勘探开发技术进展及发展方向[M]. 北京：科学出版社，2020：32-39.
[15] 姜伟，张军，仲勐，等. 大倾角煤层水力裂缝扩展物理模拟实验[J]. 煤田地质与勘探，2020，48(3)：45-50.
[16] 徐凤银，王勃，赵欣，等. “双碳”目标下推进中国煤层气业务高质量发展的思考与建议[J]. 中国石油勘探，2021，26(3)：9-18.
[17] 韦波，马君慧，胡永，等. 大倾角储层煤层气多层合采产量控制地质与工程因素[J]. 科学技术与工程，2023，23(31)：13350-13360.
[18] 陈涛，常忠勇，刘德平，等. 钻杆接头过转盘倒划眼装置设计与应用[J]. 天然气工业，2014(5)：122-125.
[19] 王林杰，徐堪社，张晶，等. φ311.2 mm空气潜孔锤倒划眼装置[J]. 煤矿安全，2019，50(4)：98-100.
[20] 尹晓敏. 新疆阜康矿区四工河区块煤储层敏感性分析[J]. 当代化工研究，2024(8)：56-58.
[21] 彭仁东，韦波，李鑫，等. 地下矿井煤炭碳排放量估算方法研究：以阜康矿区西部为例[J]. 煤田地质与勘探，2023，51(10)：9-18.
[22] 邹成龙，王一兵，哈尔恒·吐尔松，等. 新疆阜康矿区西部地区现今地应力场三维有限元数值模拟[J]. 化工设计通讯，2021，47(7)：27-29.
[23] 唐跃，袁远，侯海海，等. 准噶尔盆地南缘西山窑组煤储层压力控制因素分析及含气系统划分[J]. 科学技术与工程，2020，20(10)：3908-3918.
[24] 张玉垚，程晓茜，弓小平，等. 新疆典型矿区低煤阶煤层气成藏差异对比研究[J]. 中国矿业，2019，28(6)：172-179.

Design and Engineering Application of Back Reaming Assembly for Drill Pipe in Coalbed Methane(CBM) Drilling in Fukang Coal Mining Area, Xinjing

XING Dongyong[1], HUANG Haoping[2], GAN Xinke[2], ZHANG Dongdong[2], ZHANG Guoqi[2], WANG Fei[2]

(1. Xinjiang Yaxin Coalbed Methane Investment and Development (Group) Co., Ltd., Urumqi 830000, China;
2. Xinjiang Yaxin Coalbed Methane Exploration and Development Co., Ltd., Urumqi 830000, China)

Abstract: In Xinjiang, characterized by pronounced geological heterogeneity, frequent wellbore instability and drill string sticking incidents occur during coalbed methane (CBM) drilling operations. Conventional back reaming techniques suffer from critical limitations including delayed hook load response—impeding downhole condition diagnosis—and high failure rates in drill pipe joint extraction. To address these challenges, an innovative square-shaped back reaming assembly featuring a high-strength pivoting side-opening structure was developed. This system ensures reliable drill pipe fixation through an enhanced clamp-frame locking mechanism, enabling integrated back reaming/back-off operations when coupled with rotary table drive systems. Field validation demonstrates that its modular slip system adapts to dimensional adjustments across diverse operational conditions, achieving over 40% improvement in installation efficiency and up to 37% enhancement in trip-out performance. This advancement significantly elevates drilling safety in complex geological formations, delivering a groundbreaking technical solution for efficient CBM resource development in Xinjiang.

Keywords: coalbed methane drilling; stuck pipe prevention; back reaming device; clamp frame locking mechanism; complex geological conditions