

硬岩钻进用石油钻头研究现状及发展趋势

谭松成¹, 段隆臣², 叶雪峰¹, 王红波³

(1. 岩土钻掘与防护教育部工程研究中心, 湖北武汉 430074;

2. 中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北武汉 430074;

3. 中国石化中原石油勘探局钻井工程技术研究院, 河南濮阳 457001)

[摘 要]能源与矿产的持续安全供给是经济快速增长的保证, 而中硬岩层钻进一直限制着油气钻井向深部发展。针对硬岩地层钻进, 地质行业主要采用金刚石钻头钻进, 而油气钻井行业除按传统方法采用牙轮钻头和金刚石钻头钻进之外, 也逐渐开展了 PDC 钻头钻进硬岩的研究。本文分别介绍了牙轮钻头、金刚石钻头和 PDC 钻头在油气勘探硬岩钻进中的应用研究现状。其中, 牙轮钻头研究主要集中在增强轴承密封性能、改进布齿结构和提高切削齿强度三个方面, 而金刚石钻头研究则集中在碎岩机理、金刚石参数和胎体性能, 以及钻头结构三个方面。提出了三类钻头的研究方向和发展趋势, 为硬岩钻探技术发展提供参考。

[关键词]硬岩钻探 牙轮钻头 金刚石钻头 PDC 钻头

[中图分类号]TE921 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2013)02-0373-6

Tan Song-cheng, Duan Long-chen, Ye Xue-feng, Wang Hong-bo. Current status and tendency of research on oil bits for hard rock drilling [J]. *Geology and Exploration*, 2013, 49(2): 0373-0378.

1 前言

石油天然气钻井行业中, 岩石分为软、中、硬三大类, 共 10 级可钻性指标, 钻进中硬以上(5 级以上)岩层一直是限制油气钻井向深部发展的技术难题之一。随着我国工业化进程的加快, 资源矿产的持续和安全供给已成为民富、国强和国家安全的关键制约因素。针对硬岩地层钻进, 地质行业主要采用金刚石钻头钻进, 而油气钻井行业除按传统方法采用牙轮钻头和金刚石钻头钻进之外, 也逐渐开展了 PDC 钻头钻进硬岩的研究, 并配合井底驱动取得了良好的应用效果。下面将分别叙述牙轮钻头、金刚石钻头和 PDC 钻头在硬岩钻进中的应用研究现状。

2 牙轮钻头

牙轮钻头主要为三牙轮体系, 如图 1 所示。在

钻压和回转力的作用下, 牙轮齿既公转又自转, 产生了滚动、滑动和冲击振动的复合碎岩作用, 对岩石产生冲击、压碎和切削剪切作用, 能显著提高机械钻速。作为应用最广泛且使用历史最久的钻头, 牙轮钻头目前占油田钻头总量的 70% 左右(徐良, 2009), 常配合中低速大扭矩涡轮钻具进行深井钻进, 但在硬岩钻进过程中钻头齿容易损坏, 因此牙轮钻头的轴承密封性能、钻头布齿结构以及切削齿强度是影响钻头使用寿命和效率的关键因素。

2.1 加强轴承密封性能

早期采用的环形橡胶密封圈的缺点是成形精度不够, 装配方式欠佳, 易使密封圈损坏失效, 且材料抗高温性能较低(罗伟等, 1994)。金属端面密封技术则能显著提高牙轮钻头的轴承密封性, 能延长钻头使用寿命, 其表面强化技术主要有表面热处理、化学热处理、表面冶金强化和表面薄膜强化四大类

[收稿日期]2012-08-28; **[修订日期]**2012-11-15; **[责任编辑]**郝情情。

[基金项目]国土资源部大陆科学钻探选址与钻探实验项目(编号 SinoProbe-05-06)和中国地质大学(武汉)实验室教学开放基金项目(编号 SKJ2011084)联合资助。

[第一作者]谭松成(1986 年-), 男, 2008 年毕业于中国地质大学(武汉), 获工学学士学位, 现为中国地质大学(武汉)在读博士, 主要从事钻井工艺与金刚石钻头相关学习和研究。E-mail: wstansongcheng@163.com。

[通讯作者]段隆臣(1967 年-), 男, 中国地质大学(武汉)工程学院, 教授, 博导, 主要从事岩石破碎和金刚石工具相关的教学与研究工作。Email: duanlongchen@163.com。



图 1 三牙轮钻头实物图

Fig. 1 Photograph of three-roller bit

(Urbietta *et al.*, 2006; 陈飞等, 2009)。

Varel 国际公司研发的 High Energy 系列牙轮钻头设计了圆锥形密封压盖, 以保证最优的密封位置和界面。WLS 钻井产品公司推出了 O 型密封滑动轴承结构牙轮钻头, 其特点是采用浮动轴承, 并带有高性能轴承密封件、润滑剂以及轴承组件, 同时具有一个专利减压阀, 可用来防止轴承内高压破坏作用(黄蕾蕾等, 2010)。隶属斯伦贝谢 Reed-Hycalog 公司推出的 Titan 系列大直径牙轮中, 采用了 EMS 轴承结构, 能承受超过 400r/min 的转速以适应井下马达驱动钻进技术。实践表明具有该轴承系统的牙轮钻头在经过 451.5h 的工作时间之后, 其密封件仍呈有效状态。Kalsi 等(2007)设计出一种水动力学载荷响应止推轴承, 该轴承表面具有 $0.25 \sim 2\mu\text{m}$ 的减摩层, 其摩擦系数为 $0.003 \sim 0.005$, 远低于常规牙轮钻头的轴承摩擦性能, 且该轴承能承受更高的载荷和转速, 能较好的满足井底马达等其他井下钻具的钻进要求。我国大陆科学钻探工程先导孔钻进中, 采用 $\Phi 216\text{mm}$ 牙轮钻头全面钻进时, 其轴承带有压力平衡润滑系统, 采用金属浮动密封结构, 取得了良好的应用效果(张晓西等, 2003)。

2.2 改进布齿结构

RBI 公司为使切削结构承受住钻井过程中被施加的各种力且有效切削地层, 推出 Vectored 矢量牙轮钻头镶齿技术, 以减少牙轮齿损坏和提高机械钻速。Reed-Hycalog 公司研制的固定切削齿钻头, 集热稳定、超强耐磨切削齿技术, 及高稳定钻头结构特征于一体, 配合改良的钻机和钻井液, 在美国德克萨斯州东部硬岩地层钻井中的钻井时间平均降低了 37%。Varel 国际公司推出的 Challenger MK 胎体式牙轮钻头系列中, 每个切削齿都采用 SPOT 软件进行包括三维力平衡、钻头面能量分布和切削齿磨损效应等优化设计, 从而保证钻头质量; 此外, 还在切削齿后面设有防振垫, 限制钻头与井壁有冲击时牙轮齿对岩石的吃入量, 防止其损坏。Hu 等(2006)则提出将传统钢结硬质合金钻头与圆盘滚刀相结合的方式, 以此来使新钻头适用于硬地层或其他复杂地层钻进。

2.3 提高切削齿强度

在金刚石为强化材料方面, 目前研究的热点是应用电镀或化学镀工艺使钢齿表面镀覆一层金刚石, 从而提高钢齿表面强度和耐磨性(杨眉等, 2004)。硬质合金材料方面, 碳化钨基硬质合金以其高硬度、强耐磨性及抗冲击韧性而成为最主要的齿面强化材料。休斯·克里斯坦森公司在推出带有人造金刚石增强层的 Genesis 钻头系列基础上, 研制出带有 Endura II 硬敷焊材料的 XLX 钢齿钻头。Endura II 中富含大量球形铸造碳化钨, 其几何形状能增强钻头牙齿和保径部位的强度及耐磨性, 在强研磨性地层中保护钻头掌尖部位。

3 金刚石钻头

金刚石钻头可分为全面钻进钻头和取心钻进钻头两大类(如图 2 所示), 配合高速涡轮钻具形成的复合钻井技术对于坚硬、研磨性地层取得了良好的钻进效果(杨世奇等, 2002; 董明键等, 2010; 安本清等, 2011)。随着人造金刚石质量的不断提高, 而针对孕镶金刚石钻头的研究则主要分为金刚石钻头碎岩机理、金刚石参数和胎体性能, 以及钻头结构三个方面。

3.1 碎岩机理研究

孕镶金刚石钻头以底唇面上多而小的金刚石颗粒对孔底岩石进行不断刻划磨削, 随着本层金刚石的逐渐磨损和胎体的不断磨耗, 新的金刚石又裸露出来工作。Kaitay 等(2005)通过实验发现, 在外部

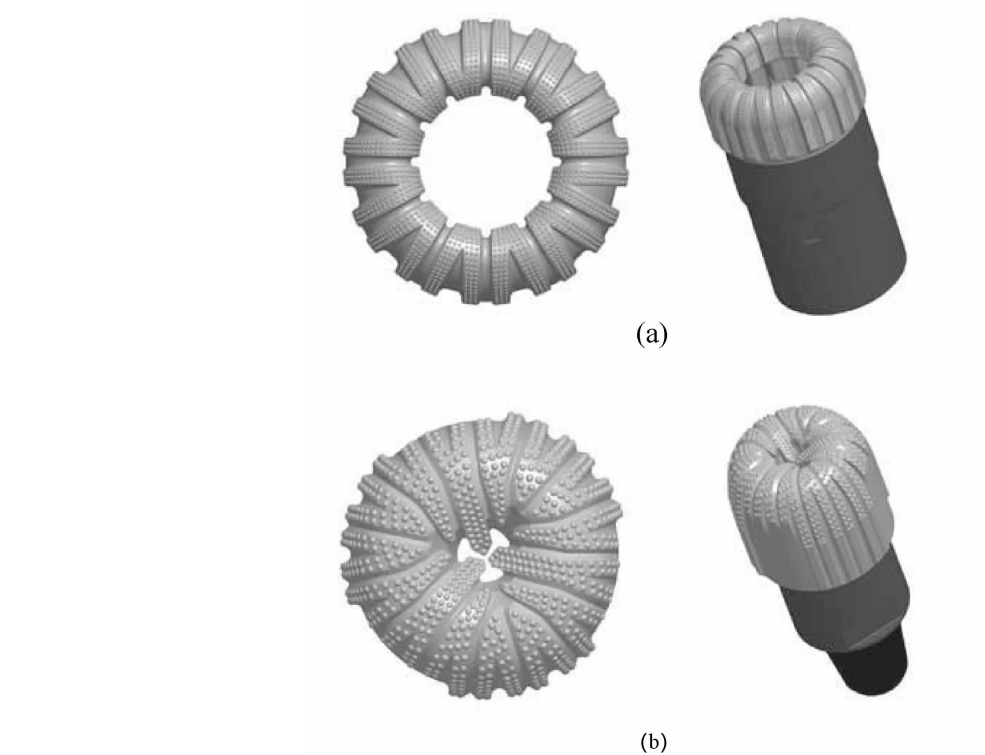


图 2 金刚石钻头实物图

Fig. 2 Photographs of diamond bits

a - 金刚石全面钻头;b - 金刚石取心钻头

a - diamond full face bit;b - diamond core bit

静水压力为 3.44mPa 时,岩石发生了由脆性材料向韧 - 脆性材料的过渡变化,这将有 利于岩石的切削向大的体积破碎方向进行。Chen 等(2001)将岩石看成是由硬质颗粒与胶结物结合而成的脆性材料,研究发现,脆性岩石在单轴压力的状态下,由于在硬质颗粒与胶结体的边界处产生拉应力极大值,因而岩石在拉应力的作用下产生微裂隙。Curran 等(2003)通过研究认为,脆性材料的破坏是首先在硬质颗粒与胶结体的边界产生微裂隙和破碎体,随后再在侧限压力或围压的作用下产生大的剪切变形和岩屑流。由此看来,孕镶金刚石钻头由于其独特的碎岩机理,因而更有利于颗粒状的坚硬岩层钻进。

3.2 金刚石参数和胎体性能

金刚石参数主要包括金刚石品级、粒度和浓度三个方面,硬岩钻进过程中,每颗参与切削岩石的金刚石都处于强力规程下,承受的钻压高、弯矩大,要求金刚石具有高的抗压强度和抗弯强度。为设计出应用效果最佳的金刚石钻头,必须准确判断胎体合金、金刚石,以及被钻进的岩石三者之间的相互适应关系,即胎体与金刚石同步磨损,且金刚石参数与岩

石坚硬程度相匹配。Romanski 等(2006)认为胎体对金刚石的包镶强度是影响金刚石钻头性能最重要的因素之一。Li 等(2010)采用 ABAQUS 对金刚石工具热压烧结过程进行三维数值模拟,结果表明,金刚石被金属胎体的包镶强度主要取决于烧结过程。Reis 等(2008)认为应考虑金刚石工具烧结过程中产生的残余热应力对金刚石性能的影响。有限元分析表明,如果胎体发生弹塑性变形,残余热应力和胎体的屈服强度是一个数量级的;如果只发生弹性变形,将会 在金刚石附近形成裂纹。

胎体本身材料对其性能的影响也非常显著,Nitkiewicz 等(2006)研究了锡对胎体材料致密度和硬度的影响,认为锡的加入有利于提高胎体的硬度和致密度。de Oliveira 等(2007)采用收缩率、硬度和耐磨性评价了 Fe - Cu - SiC 金刚石工具胎体,并认为含铜量为 20% 时耐磨性最好。稀土的变性作用、微合金化作用和纯化作用能明显提高钻头胎体的性能,加强胎体合金包镶金刚石的牢固度,提高钻头质量,并扩大钻头对岩层的适应性(杨凯华等,2009)。此外,高磷铁基胎体由于具有硬脆性,在满

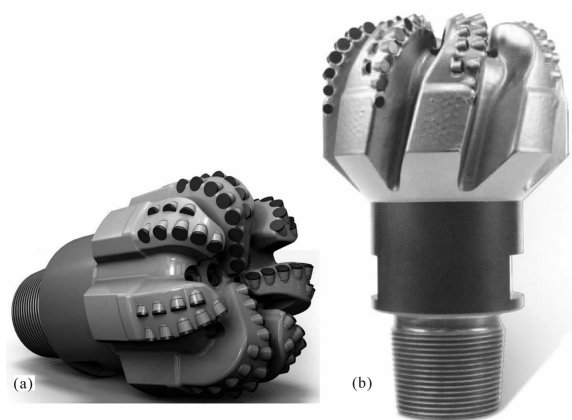


图3 PDC钻头实物图

Fig. 3 Photographs of PDC bits

a - 普通钻头; b - 含金刚石复合层的钻头

a - normal PDC bit; b - PDC bit with diamond composite layer

足硬岩钻进所需强度要求下耐磨性偏低,能促进金刚石出刃,从而有利于提高机械钻速(谭松成等, 2009)。

3.3 钻头结构

金刚石钻头在地质行业中的硬岩小口径钻探技术已经比较成熟,如中南大学鲁凡和张绍和等人提出的热压弱包镶金刚石钻头系列,中国地质大学(武汉)杨凯华和段隆臣等提出的电镀弱包镶钻头、“二合一”结构钻头、主辅磨料混镶金刚石钻头,以及钢结硬质合金齿金刚石钻头,吉林大学提出的仿生金刚石钻头系列等。针对油气钻井中遇到的硬岩地层,Delwiche等(1992)提出PDC切削片和孕镶金刚石加强支撑体混合式钻头,以及Reed-Hycalog公司针对硬、研磨性地层设计的Dura Diamond孕镶金刚石全面钻头等。中石化西南油气分公司工程技术研究院采用Smith公司生产的241.3mm大口径金刚石全面钻头,在我国川西须家河组高压实、高研磨性地层也取得了良好的钻进效果,其钻头特点是刀翼底面呈凸棱状与PDC钻头相似,采用热稳金刚石镶齿代替传统整体胎体式切削齿,同时在刀头侧翼布置PDC切削齿,以满足大段井壁修正要求(罗飞等, 2008)。地质钻头的水路设计通常比较简单,而油气大口径钻头尤其是全面钻进用钻头的水路设计则非常重要,必须有效清理岩屑和减少钻头泥包,防止高温烧齿现象的发生。

4 PDC 钻头

PDC钻头配合中高速涡轮钻具或螺杆马达在

软-中硬地层钻进中能取得优异的钻进效果,然而在硬岩钻进中,则具有复合片难以切削岩石、钻头磨损过快,以及易崩齿等缺点,导致钻头进尺缓慢,使用寿命偏低。常见的PDC钻头实物如图3所示。

Hough等(1985)将PDC钻头钻进硬研磨性地层的磨损特征归纳为PDC切削齿截断型、金刚石磨损型、合金胎体磨损型,以及切削齿整体快速断裂型四种。李夕兵针对PDC切削齿在硬岩中的应用进行了大量的试验(Li et al., 2001; Li et al., 2002),研究表明:平底型切削齿单纯采用回转钻进工艺时不能应用于硬岩钻进,而冲击载荷则有利于PDC硬岩钻进,但是容易导致复合片齿的破坏;PDC切削齿与岩石的切削角一定时,受切向载荷较大时易发生轴向剪切破坏,受垂直载荷较大时则齿顶易受冲击破坏;当切削角偏小且受垂直载荷较大时,则易导致切削层沿其与硬质合金衬底的接触面发生径向整体剪切破坏。加拿大联合金刚石公司开发的钻头扭转冲击器与PDC钻头配合使用时,可在PDC钻头切削齿上持续施加具有一定强度,且与钻头切削岩石方向相同的扭转冲击能量,可使复合片在切削地层时获得稳定的切削动力并达到理想的切削深度,其独特优势在于可随时释放钻头切削地层时积蓄在钻具上的能量,降低和消除钻具因此产生的振动,减少钻头异常回转、弹跳和粘滑,从而提高寿命及切削效率,如中原油田引用该技术在川东北元坝地区取得了良好应用效果(孙起昱等, 2010)。Durrand等(2010)设计出一种圆锥形的超硬、厚且锋利的PDC切削齿,该类切削齿能实现钻头碎岩机理从牙轮钻头冲击压碎岩石到普通PDC钻头切削破坏岩石的过度。其尖齿型切削齿能使钻头在钻进过程中形成一定的冲击载荷,从而有利于提高机械钻速,同时,通过增加切削齿上的金刚石复合层厚度和强度来严重钻头的使用寿命。

5 结论

纵观上述硬岩钻进钻头的应用研究现状,结合硬岩钻进实际需求,对三类钻头的研究方向提出了以下建议:

(1) 随着油气井勘探深度的不断加大,井底驱动将成为深井和超深井的优选钻进方式,使得钻头必须适应井底高转速钻进的要求,从而对牙轮钻头的轴承强度和密封性能提出更高要求。

(2) 井深的加大使得起下钻等辅助时间增多,要求钻头在孔底能持续高效安全钻进,钻头使用寿

命较长。

(3) 牙轮钻头和 PDC 钻头的设计理论已经相对成熟,其应用于硬岩地层的关键问题将在于提高切削齿的强度和改进切削齿对岩石的切削破碎方式。

(4) 大口径金刚石钻头应针对不同切削部位应用工况的差异,注重碎岩机理和钻头整体结构的设计,加强水路系统的优化,并采用辅助软件对钻头设计进行模拟验证和完善。

[References]

- An Ben - qing, Zhao Xiang - yang, Wang Cheng - liang, Liu Wei - dong. 2011. High efficient drilling technology in Saudi Arabia block B [J]. *Petroleum Drilling Techniques*, 39 (3): 38 - 40 (in Chinese with English abstract)
- Chen Fei, Chen Jia - qing, Yang Ying - ge. 2009. Research progress of the surface strengthening technology on roller bit metal face seal [J]. *New Technology & New Process*, 9: 98 - 102 (in Chinese with English abstract)
- Chen Feng, Sun Zong - qi, Xu Ji - cheng, Zhang Jing - yi. 2001. A composite material model for investigation of micro - fracture mechanism of brittle rock subjected to uniaxial compression [J]. *Journal of Central South University of Technology (English Edition)*, 8 (4): 258 - 262
- Curran D R, Cooper T. 2003. Modeling the comminution and flow of granular brittle material [J]. *Journal de Physique, IV (Proceedings)*, 110 (1): 45 - 50
- de Oliveira L J, Paranhos R P da R da S, Guimarães R da S, Bobrovnitchii G S, Filqueira M. 2007. Use of PM Fe - Cu - SiC composites as bonding matrix for diamond tools [J]. *Powder Metallurgy*, 50 (2): 148 - 152
- Delwiche R, Hay W, de Vos D. 1992. Quatrocut cutting structure [J]. *American Society of Mechanical Engineers, Petroleum Division*, (40): 51 - 60
- Dong Ming - jian, Xiao Xin - lei, Bian Pei - ming. 2010. Application of compound drilling technology in terrestrial formation in Yuanba area [J]. *Petroleum Drilling Techniques*, 38 (4): 38 - 40 (in Chinese with English abstract)
- Durrand C J, Skeem M R, Crockett R B, Hall D R. 2010. Super - hard, thick, shaped PDC cutters for hard rock drilling: development and test results [C]. *Proceedings, Thirty - Fifth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, Stanford, California*, 1 - 3, SGP - TR - 188
- Hough Jr C L, Das B. 1985. Wear characteristics of polycrystalline diamond compact drill bits in small diameter rock drilling [J]. *Journal of Energy Resources Technology*, 107 (4): 534 - 542
- Hu Qin, Liu Qing - you, Liu Yong - bing. 2006. Development of a new rock bit [J]. *Proceedings of the China Association for Science and Technology*, 2 (1): 302 - 306 (in Chinese)
- Huang Lei - lei, Xue Qi - Long. 2010. New progress of foreign bits technology [J]. *China Petroleum Machinery*, 38 (4): 73 - 76, 86 (in Chinese)
- Kaitkay P, Lei S T. 2005. Experimental study of rock cutting under external hydraulic pressure [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 159: 206 - 213
- Kalsi M S, Alvare P D, Somogyi D, Richie A. 2007. Load - responsive hydrodynamic bearing for downhole drilling tools [J]. *Journal of Tribology*, 129: 209 - 217
- Li B, Amaral P M, Reis L, Anjinho C A, Gueera R L, de Freitas M. 2010. 3D - modelling of the local plastic deformation and residual stresses of PM diamond - metal matrix composites [J]. *Computational Materials Science*, 47 (4): 1023 - 1030
- Li X B, Summers D A, Rupert G, Santi P. 2001. Experimental investigation on the breakage of hard rock by the PDC cutters with combined action modes [J]. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 16: 107 - 114
- Li Xi - bing, Zhao Fu - jun, Summers D A, Rupert G. 2002. Cutting capacity of PDC cutters in very hard rock [J]. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 12 (2): 305 - 309
- Lu Fen - Fang, Shen Shou - qing. 2005. New progress of Americal bits technology [J]. *China Petroleum Machinery*, 33 (6): 84 - 87 (in Chinese)
- Luo Fei, Wang Xi - yong, Liao Zhong - hui. 2008. Application of turbine drill in deep hole section of West Sichuan [J]. *Fault - Block Oil & Gas Field*, 15 (6): 94 - 96 (in Chinese with English abstract)
- Nitkiewicz Z, świerzy M. 2006. Tin influence on diamond - metal matrix hot pressed tools for stone cutting [J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 175 (1 - 3): 306 - 315
- Reis L, Amaral P M, Li B, de Freitas M, Gueera R L. 2008. Evaluation of the residual stresses due to the sintering process of diamond - metal matrix hot - pressed tools [J]. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 49: 226 - 231
- Romanski A, Lachowski J, Konstanty J. 2006. Diamond retention capacity: Evaluation of stress field generated in a matrix by a diamond crystal [J]. *Industrial Diamond Review*, 3: 43 - 45
- Sun Qi - yu, Zhang Yu - sheng, Li Shao - hai, Wang Xing - wu. 2010. Application of bit torsional impact generator in well Yuanba 10 [J]. *Petroleum Drilling Techniques*, 38 (6): 84 - 87 (in Chinese with English abstract)
- Tan Song - cheng, Yang Yang. 2009. Study on mechanical performance of iron - based matrix for hot - pressed diamond bit [J]. *Diamond & Abrasives Engineering*, 2: 49 - 52 (in Chinese with English abstract)
- Xu Liang. 2009. Research on bionic coupling diamondcoring bits in drilling hard rock [D]. *Changchun: Jilin University*: 1 - 12 (in Chinese with English abstract)
- Yang Kai - hua, Pan Bing - suo. 2009. Status and development of diamond drill bits for geology [J]. *Superhard Material Engineering*, 21 (2): 40 - 45 (in Chinese with English abstract)
- Yang Mei, Tang Xiao - wen, Huang Ben - sheng, Liu Qing - you. 2004. Progress of roller teeth strengthen materials and technology for steel roller bit [J]. *China Petroleum Machinery*, 32 (5): 50 - 52 (in Chinese)

Yang Shi - qi, Xue Dun - song, Cai Jing - lun, Zhao Ning, Tan Chun - fei. 2002. Progress and new development of turbodrilling technology [J]. Journal of the University of Petroleum, China, 26 (3) : 128 - 132 (in Chinese with English abstract)

Zhang Xiao - xi, Yang Gan - sheng, Zhu Yong - yi, Xie Wen - wei. 2003. Application of large diameter hard rock drilling technology in CCSD project [J]. Exploration Engineering (Drilling & Tunneling), 1: 23 - 27 (in Chinese)

Urbieto A, Martinez M, Escareño P, Arias A, Portillo R, Castellanos E, Buske R, Overstreet J, Dick J, Christensen H. 2006. Advanced technology improves drilling economics /sets new benchmark, Southeast Mexico [R]. SPE 103921 - MS

[附中文参考文献]

安本清, 赵向阳, 王成亮, 刘卫东. 2011. 沙特 B 区块高效破岩钻井技术[J]. 石油钻探技术, 39 (3) : 66 - 71

陈 飞, 陈家庆, 杨英歌. 2009. 牙轮钻头金属端面密封表面强化技术研究进展[J]. 新技术新工艺, 9: 98 - 102

董明键, 肖新磊, 边培明. 2010. 复合钻井技术在元坝地区陆相地层中的应用[J]. 石油钻探技术, 38 (4) : 38 - 40

黄蕾蕾, 薛启龙. 2010. 国外钻头技术新进展[J]. 石油机械, 38 (4) : 73 - 76, 86

卢芬芳, 申守庆. 2005. 美国钻头技术最新进展[J]. 石油机械, 33 (6) : 84 - 87

罗 飞, 王希勇, 廖忠会. 2008. 涡轮钻具在川西深井段的应用分析[J]. 断块油气田, 15 (6) : 94 - 96

孙起昱, 张雨生, 李少海, 王兴武. 2010. 钻头扭转冲击器在元坝 10 井的试验[J]. 石油钻探技术, 38 (6) : 84 - 87

谭松成, 杨 洋. 2009. 热压金刚石钻头铁基胎体机械性能的研究[J]. 金刚石与磨料磨具工程, 2: 49 - 52

徐 良. 2009. 硬岩钻进用仿生耦合金刚石取心钻头研究[D]. 长春: 吉林大学: 1 - 12

杨凯华, 潘秉锁. 2009. 金刚石地质钻头的现状与发展[J]. 超硬材料工程, 21 (2) : 40 - 45

杨 眉, 刘清友, 汤小文, 黄本生. 2004. 钢齿牙轮钻头齿面强化材料及强化工艺进展[J]. 石油机械, 32 (5) : 50 - 52

杨世奇, 薛敦松, 蔡镜仑, 赵 宁, 谭春飞. 2002. 涡轮钻井技术的新进展[J]. 石油大学学报(自然科学版), 26 (3) : 128 - 132

张晓西, 杨甘生, 朱永宜, 谢文卫. 2003. 大口径硬岩钻探技术在中国大陆科学钻探工程中的应用[J]. 探矿工程, 1: 23 - 27

Current Status and Tendency of Research on Oil Bits for Hard Rock Drilling

TAN Song - cheng¹, DUAN Long - chen², YE Xue - feng¹, WANG Hong - bo³

- (1. Engineering Research Center of Rock - Soil Drilling & Excavation and Protection, Ministry of Education, Wuhan, Hubei 430074;
- 2. Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074;
- 3. Drilling Engineering Technology Research Institute, Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau, Puyang, Henan 457001)

Abstract: Continued safe supply of energy and mineral resources is a guarantee for rapid economic growth, while hard rock drilling limits the development of deep oil drilling. In geological drilling, diamond bits are usually employed to solve this problem; and in oil and gas drilling, polycrystalline diamond compact (PDC) bits have been used in recent years besides conventional roller bits and diamond bits. This paper presents the applications of roller bits, diamond bits, PDC bits and percussion - rotary bits for hard rock drilling. Thereinto, studies of roller bits mainly focus on improving the bearing seal performance, distribution and strength of cutters, and that of diamond bits focus on rock broken mechanism, diamond parameters & matrix performance, and bit structure. We propose the research direction and tendency for each kind of bits to provide references for the development of hard rock drilling technology.

Key words: hard rock drilling, roller bit, diamond bit, polycrystalline diamond compact (PDC) bit