

# 国内外金刚石钻头的部分技术进展

沈立娜, 阮海龙

(北京探矿工程研究所, 北京 100083)

**摘要:**收集和介绍了一些国内外金刚石钻头技术研究的发展前沿,从新材料新工艺的应用、新设计思路、先进设计手段等方面对金刚石钻头设计和制造技术的最新进展加以论述,可为国内金刚石钻头的设计制造提供参考。

**关键词:**金刚石钻头;前沿技术;复合片;水口

**中图分类号:**P634.4<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)05-0078-03

**Some Technical Development of Diamond Bit Both in China and Abroad**/SHEN Li-na, RUAN Hai-long (Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

**Abstract:** This paper introduced the development frontier of diamond bit both in China and abroad. The latest development of diamond bit design and manufacture technology were described in the application of new process and new materials, new design ideas and advanced design methods.

**Key words:** diamond bit; frontier technology; PDC; waterway

目前国内外无论是小口径地质岩心钻探,还是大口径油气田开发钻井,金刚石钻探仍是主要的手段。随着钻探工程向深部、硬岩、复杂地层发展,同时要求更高的钻孔质量与钻进效率,对各种高性能钻头的需求量也大幅上升。因此,对金刚石钻头技术研究提出了更高的目标。笔者收集了一些国内外金刚石钻头技术研究的最新进展,介绍了几种先进的钻头产品以及钻头设计系统,为国内金刚石钻头设计制造技术的发展提供参考。

## 1 金刚石钻头新型切削齿

### 1.1 NPDC

对于PDC钻头,钻头的钻进效率和使用寿命主要取决于钻头的切削结构设计和复合片质量。随着技术发展,高抗冲击、高耐磨、热稳定性强的复合片见诸世面。如史密斯公司研制的新型复合片(NPDC),采用高耐磨、热稳定性强的人造金刚石层,再配以特殊形状的硬质合金后衬(图1),采用预应力粘结工艺。该复合片具有更高的抗冲击性和耐磨性<sup>[1]</sup>。

通过改变界面的凹凸相貌,形成更大的接触面积,从而加强粘结面积,增强该PDC与钻头的结合强度,这可大大降低复合片脱落现象的发生几率。

### 1.2 GHI热压镶嵌齿

为解决油气田硬岩钻进难的问题,史密斯公司

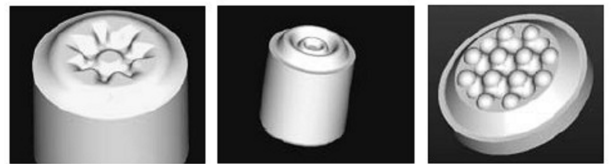


图1 预应力WC界面复合片硬质合金后衬形状

研制了一种GHI热压镶嵌齿。将该GHI齿二次镶焊于胎体中,形成超高工作层、多种切削机理的Kinetic孕镶金刚石钻头(如图2所示)<sup>[2]</sup>。该种类钻头在刀翼上镶嵌了特殊工艺材料的热压镶嵌齿,这种凸起在孕镶钻头胎体外部的GHI热压镶嵌齿较PDC更加坚硬耐磨,钻进过程中,由于其降低了钻头表面与岩石的接触面积,增加了单颗金刚石的工作压力,在硬岩钻进中,金刚石产生新陈代谢加快,提高了钻头的钻进效率。该钻头配备涡轮或高速马达更能体现出在硬岩钻进中的优势。



图2 Kinetic孕镶金刚石钻头

目前,我国也有类似产品,如北京探矿工程研究所研发的二次镶嵌式金刚石钻头(如图3所示),经过几年的试验推广应用,在大陆科学钻探以及油气

收稿日期:2010-07-28;修回日期:2011-03-08

作者简介:沈立娜(1985-),女(汉族),天津人,北京探矿工程研究所助理工程师,硕士,探矿工程专业,从事钻头技术研发工作,北京市海淀区学院路29号探工楼207室,shenlinas@yahoo.com.cn。

田开发钻井施工等领域取得了很好的使用效果。该类型钻头采用特殊的胎体配方,通过一定的烧结工艺以及保护气体焊接工艺手段,使其在硬岩钻进中,进尺和寿命较常规金刚石或牙轮钻头可提高数倍,在西南地区钻进取得了良好的效果。但和 Kinetic 相比,还存在一定的差距,在胎体粉料以及镶嵌齿选材结构设计等方面,有关人员正在进一步研究当中。

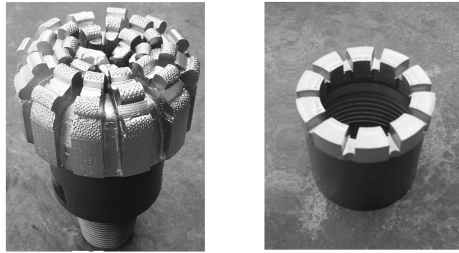


图 3 二次镶嵌式金刚石钻头

进效率。

随着粉末冶金技术的发展,在保证钻头胎体强度的前提下,通过增加钻头工作层高度来提高钻头使用寿命成为可能。目前新型金刚石钻头的工作层高度能比常规高出 1 倍甚至数倍,从而获得更高的使用寿命。

休斯·克里斯坦森所研制的 Dura 孕镶金刚石钻头如图 5 所示。

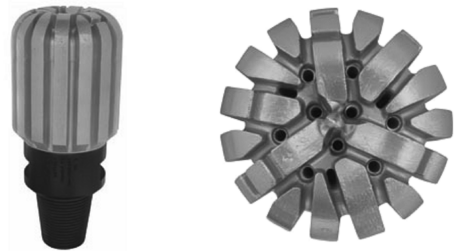


图 5 Dura 孕镶金刚石钻头

## 2 金刚石钻头切削结构新思路

在钻头设计的冠部布局方面,史密斯公司研发了一种 ACS 布齿形式。该布齿形式采用不同直径(19、16、13 mm)的复合片交错布齿(图 4)。3 种不同尺寸的复合片在孔底形成高底不平的切削槽。当出现偏心旋转时,切削齿能咬合孔底的切削槽,产生垂直于轴向的复位力,使钻头恢复同心旋转。因此 ACS 独特的切削结构可以极大增强钻头的稳定性,从而提高钻头寿命,在硬岩钻进作业中取得了良好的效果<sup>[1,6]</sup>。

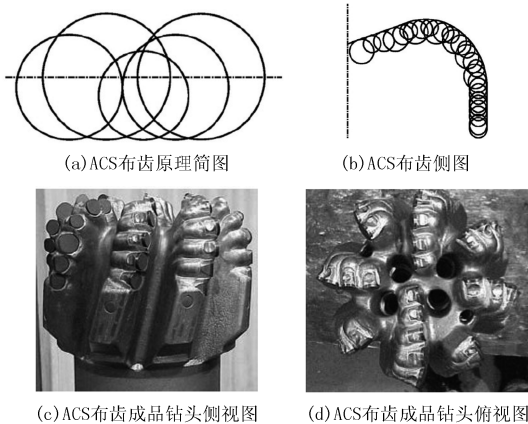


图 4 ACS 混合布齿形式

该钻头采用优质级金刚石原材料,粗细粒度混合,工作层高度约 25 mm。该钻头能以较高的钻进速度钻进硬岩,并且使用寿命比常规孕镶金刚石钻头高出数倍至数十倍。

针对钻进中硬~坚硬岩层时钻头钻进效率低、寿命短等情况,蒋青光等<sup>[7]</sup>研制了一种新型优质孕镶金刚石钻头,该钻头运用了交错式唇面和自形成同心圆齿设计,以及金刚石在胎体中的有序排列技术,提高了钻头的钻进效率及寿命。如图 6 所示,该自形成同心圆齿交错式唇面钻头,减少了工作中钻头唇面与岩石的接触面积,提高了钻头对岩石的摩擦系数和摩擦力,有利于岩石体积破碎,提高碎岩效率;工作层胎体中金刚石按均匀有序方式排列,提高了金刚石的利用率,使钻头的钻进效率和使用寿命得到提高。

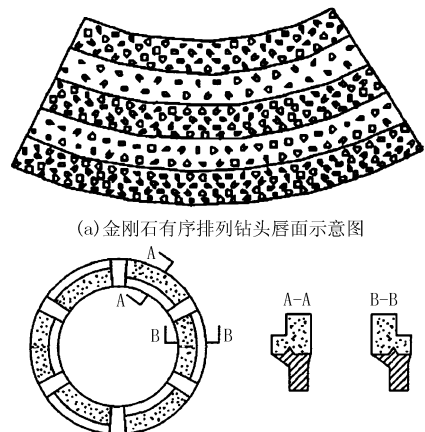


图 6 钻头唇面形状图

## 3 金刚石钻头工作层结构及水路设计新进展

### 3.1 工作层结构设计

金刚石钻头设计的出发点为钻速、使用寿命以及成本 3 个方面的均衡考虑。国外在此方面优先考虑钻速与使用寿命 2 个方面,通常采用优级的原材料,虽然制造的成本会较高,但能取得较好的综合钻

### 3.2 钻头水口设计

宝长年公司研制的多水口钻头如图7所示,胎体高度达25.4 mm。为保证胎体强度的同时又能满足钻头的冷却,除了在常规位置处以外,在高胎体中间位置设计了类似窗口的多层水口。该钻头通过增加钻头工作层等方式极大程度地提高了钻头的使用寿命<sup>[3]</sup>。

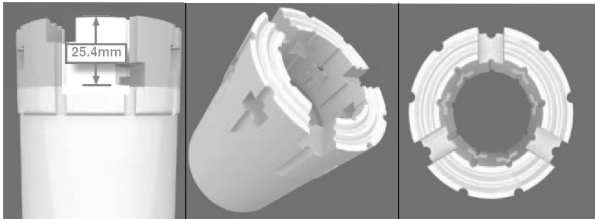


图7 宝长年公司的多水口金刚石钻头

北京探矿工程研究所研发的双水口金刚石钻头(图8),经过几年的研究试验,在全国各个勘探系统小口径岩心钻探深孔施工中取得了很好的使用效果,寿命亦较常规金刚石钻头高出数倍。

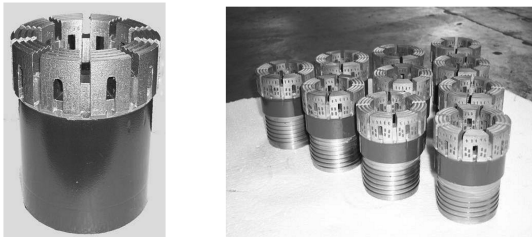


图8 北京探矿工程研究所双水口钻头

双水口钻头一方面增加了过水面积,使得钻头冷却效果得到更好的保证;另一方面,由于两层水口的结构设计,相当于钻头具备上下2个工作层,提高了钻头的工作层高度,当第一层水口处胎体工作将要结束时,第二层水口处露出崭新的胎体工作层,发挥新一轮的岩石破碎作用,从而实现长寿命高效钻进。

### 4 金刚石钻头的先进设计手段

目前几个国际先进的金刚石钻头厂家均采用计算机模拟系统进行钻头结构以及钻井状态的模拟。如史密斯公司采用I-DRILL 4D模型设计系统(见图9)<sup>[5]</sup>。

该系统使用三维设计结合地质信息系统,能够创建6个自由度的三维模型,并根据地质信息进行运动模拟仿真以及水力流体分析。可通过模拟结果随时进行改进,使钻头结构、水路系统设计达到最优

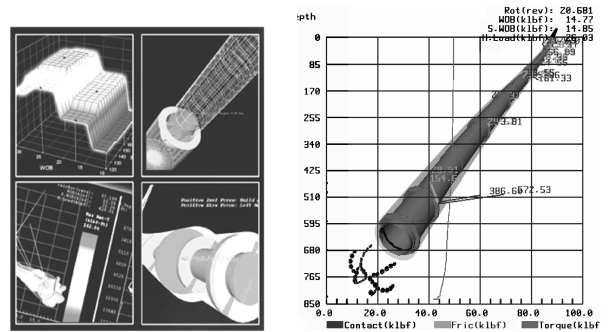


图9 I-DRILL 4D模型设计系统

化。而目前国内的钻头设计尚未达到如此先进的计算机模拟水平。虽然在钻头水力模拟上国内也有些公司在使用,但并未得到推广,这与国内钻探缺乏强大的数据支撑与技术支持有很大关系,收集钻井数据资料,及时整合成强大的数据库,是日后建立计算机模拟必经的重要途径。

### 5 结论

由以上分析与介绍可见,国外先进金刚石钻头在钻头的结构设计方面取得了新的技术进展,在切削齿、冠部形状布齿以及钻头工作层水路的设计上,均有了新的突破。我国虽然也有相应发展,但在材料及其工艺设计以及计算机模拟领域存在着很大的差距,胎体材料的设计改进与钻井数据库的建立,是今后金刚石钻头设计制造的重要发展路线。

### 参考文献:

- [1] Graham Mensa-Wilmot, Smith Bits-GeoDiamond; Bill Penrose, Fairweather E&P Services. Advanced Cutting Structure Improves PDC Bit Performance in Hard and Abrasive Drilling Environments [J]. SPE, 2003, 81167-MS.
- [2] Smith bits. Kinetic Tools [EB/OL]. <http://www.smith.com/SmithBitsInfo?prod=37>, 2010-7-19.
- [3] Boart Longyear. Global Products Catalogue—LONGYEAR Bits and Accessories [EB/OL]. <http://viewer.zmags.com/publication/1259a328/28>, 2009-08.
- [4] Atlas Copeco. Craelius™ exploration drilling tools [EB/OL]. [http://www.atlascopcoexploration.com/pdf/Craelius\\_Bit\\_product\\_catalogue6991\\_0352\\_01\\_L.pdf](http://www.atlascopcoexploration.com/pdf/Craelius_Bit_product_catalogue6991_0352_01_L.pdf), 2010-7-19.
- [5] Smith bits. Applied Technology i-Drill [EB/OL]. [http://www.smith.com/\\$bfb1717-e293-4b08-a8ba-da7a574a55f4](http://www.smith.com/$bfb1717-e293-4b08-a8ba-da7a574a55f4), 2010-7-19.
- [6] Graham Mensa-Wilmot and Charles Douglas, Smith Bits; Eddie Schell, Anadarko Petroleum. New PDC Bit Technology, Improved Drillability Analysis, and Operational Practices Improve Drilling Performance in Hard and Highly Heterogeneous Applications [J]. SPE, 2004, 91423.
- [7] 蒋青光,张绍和,陈平等.新型优质孕镶金刚石钻头研制[J].金刚石与磨料磨具工程,2008,(6):12-16.