

新型金刚石造斜钻头的研制及改进

沈立娜, 阮海龙, 贾美玲, 李 春, 吴海霞, 陈云龙

(北京探矿工程研究所, 北京 100083)

摘 要: 简述了配合连续造斜器使用的金刚石造斜钻头的设计方案, 利用有限元软件对其水力结构进行优化。设计的新型金刚石造斜钻头经现场使用效果良好, 但内径磨损严重, 后经中心部位优化改进, 大大改善了中心磨损问题, 钻头综合性能得到了大幅提高。

关键词: 造斜钻头; 连续造斜器; 金刚石钻进

中图分类号: P634.4⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)03-0078-03

Study and Application of a New-type Diamond Kickoff Bit/SHEN Li-na, RUAN Hai-long, JIA Mei-ling, LI Chun, WU Hai-xia, CHEN Yun-long (Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper introduces the design scheme of a new-type diamond kickoff bit using with continuous whipstock. The improvement to hydraulic structure was made by finite element software. This new-type diamond kickoff bit shows a good comprehensive performance.

Key words: kickoff bit; continuous whipstock; diamond drilling

随着钻探与钻井工程的深部发展, 对勘探精度要求不断提高, 以往的 $1.5^{\circ} \sim 2^{\circ}/100\text{ m}$ 已不能满足要求, 设计部门提出了 $0.5^{\circ}/100\text{ m}$ 的更高要求, 因此, 采用人工造斜工具与技术强制进行钻孔弯曲的受控定向钻井技术逐渐发展起来。国内造斜器具主要具有以下用途^[1]: (1) 地质勘探钻孔纠斜(纠方位角和顶角); (2) 施工单底定向孔、多孔底分支定向孔; (3) 在复杂孔内事故中, 绕过事故钻具不留隐患; (4) 补采岩矿心; (5) 在矿山建设中施工特种工程孔, 如坑道通风孔、竖井冻结孔、溜井导向孔和止水注浆孔等。

与连续造斜器配合使用的金刚石造斜钻头是定向钻进技术的重要组成部分之一, 造斜钻头的性能好坏直接影响造斜效果及钻进效率。因此, 有必要对造斜钻头进行相应的技术研究。

1 新型金刚石造斜钻头的设计

造斜钻具下入钻孔后, 因受孔壁限制, 造斜件的弯曲点与孔壁接触, 钻具在钻压 P 的作用下, 使钻头处产生 2 个分力: 一是钻头轴线方向的力 P_z ; 一是钻头的侧向力 P_r 。在其作用下, 钻头一方面沿自己的中心线方向钻进, 同时又沿垂直钻头中心线方向侧向钻进, 其结果使钻孔轨迹偏离钻具原轴向, 达到定向造斜的目的。即井眼方向发生变化是由于钻

头对井底的不对称切削以及钻头对井壁的侧向切削所引起的。

根据以往资料, 在中硬岩层, 适宜选用表镶钻头或混镶钻头; 在坚硬或极硬岩层适宜选用热压孕镶或电镀钻头。

1.1 中心“死点”的处理

为回避中心“死点”, 钻头中心部分留有小孔, 钻进中可形成细小岩心, 但中心孔设计要合适。太大, 形成的岩心过粗, 钻进中难以折断, 对钻头起到导正作用, 反而妨碍钻头的侧向切削, 影响造斜效果; 太小, 起不到保护钻头的作用。经过以上分析, 中心孔直径设计为 14 mm, 且为外小内大圆锥孔。为防止中心岩心柱堵塞水口, 在中心孔两侧设置直通水路, 如图 1 所示。

1.2 唇部形状设计

为了适应定向钻进特点, 一般设计造斜钻头为全面钻头。由于剖面为凹面时可增大钻头底唇部的自由刻取面积, 充分发挥碎岩作用, 提高偏斜钻进效果, 因此目前的造斜钻头多为内锥角为 $140^{\circ} \sim 170^{\circ}$ 的凹面状, 其外边刃为圆弧形 ($R=3 \sim 8\text{ mm}$), 具体如图 2 所示。基于针对中硬到硬岩设计, 本文中钻头设计选用 170° 内锥角。

1.3 保径设计

造斜钻进时, 造斜强度的大小主要与钻头侧向

收稿日期: 2012-11-26

作者简介: 沈立娜(1985-), 女(汉族), 天津武清人, 北京探矿工程研究所工程师, 材料科学与工程专业, 硕士, 从事金刚石钻头的优化设计工作, 北京市房山区良乡工业开发区二期创新路 1 号, shenlinas@yahoo.com.cn。

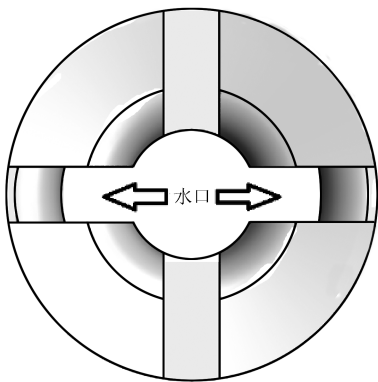


图1 造斜钻头中心部位设计

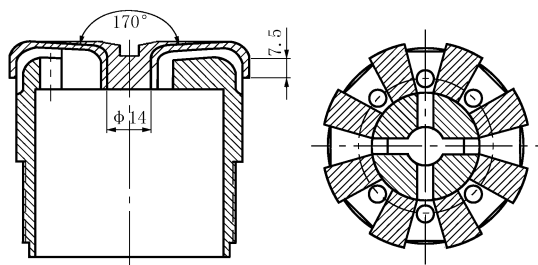


图2 Ø75 mm 金刚石造斜钻头水路设计形式

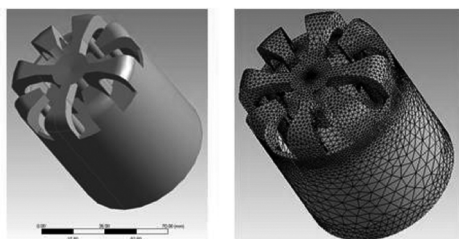
力 P_r 有关, P_r 越大, 造斜强度越大。而 P_r 的大小随钻压增加而增大, 却与造斜件以下钻具长度成反比。因此, 在满足钻孔保径要求下, 尽量缩短钻头保径长度, 以提高造斜强度。根据文献[2]得知, 在钻头底唇 7~10 mm 长度范围钻头磨损较快, 所以, 钻头的保径一般设计为 7~10 mm 即可。这样既可满足保径, 侧钻需要, 亦能节约金刚石, 且有利于造斜。为达到较好的造斜强度, 本设计选用 7.5 mm 保径。

1.4 水路设计

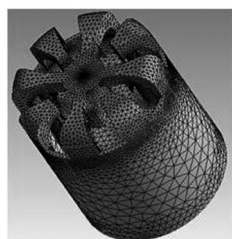
大多造斜器工作时, 需要冲洗液排量大, 泵压高, 致使钻头唇部流速增大, 因此钻头过水面积需较大, 水路通常设计较深, 水眼、水槽分布亦须合理均匀分布。此外, 在保证钻头胎体及钢体强度的条件下, 钻头外径与钢体外径之差需尽量大以便加大外径部分的水槽深度。

为了进一步获得比较理想的水路分布参数, 利用先进的有限元分析软件 Ansys 中的计算流体动力学 Fluent 模块对该模型进行了井底水力流场的数值模拟。图 3(a) 为水路的三维模型图, 对入水口 inlet 和出水口 outlet 网格划分需要更加稠密, 经过模拟分析, 得到图 3(c) 所示流场效果图, 经过数值优化分析, 最终获得最优水路设计形式和参数。具体见图 2。

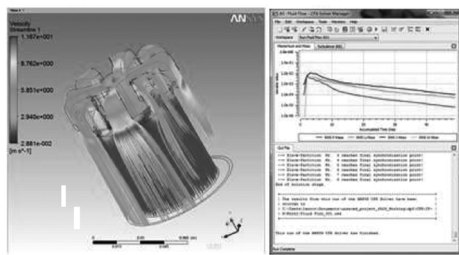
1.5 金刚石参数及分布设计



(a) 三维水路模型



(b) 网格划分



(c) 计算结果

图3 钻头水力数值模拟

造斜钻头外侧刃的切削能力和寿命大大影响造斜效果, 对于结构设计有中心孔的造斜钻头来说, 内侧刃的寿命同样十分重要。然而由于钻头唇部外侧刃和内侧刃处工作条件恶劣, 以往造斜钻头通常会由于外侧刃磨损较快而失去造斜能力, 或是由于中心小孔磨成喇叭口, 岩心顶死而无法进尺, 这些无疑是造斜钻头的致命缺点。为此, 在外侧刃及内侧刃处选用品级高的优质天然金刚石表镶 (18~25 目) 形式 + 孕镶 (金刚石浓度 60%~80%, 35~45 目) 设计, 同时采用天然金刚石保径, 在保证造斜强度的同时增加钻头使用寿命, 避免由于外侧刃或中心部位过早磨损导致钻头提前报废。

2 新型金刚石造斜钻头制造工艺

无论是传统热压法或是无压法制造金刚石造斜钻头, 普遍存在烧结温度高 (无压法较热压法高出更多), 这对金刚石高温损伤和熔融金属对金刚石的腐蚀较为严重, 尤其对单晶人造金刚石的影响更大^[3]。因此, 采用二次镶嵌式制造法研制造斜钻头。

为保证焊接质量, 焊件在焊接前必须认真清洗, 先用硼砂水煮沸 15 min 后, 再用丙酮煮沸 3~5 min 后擦净放入密闭容器内, 以备使用。被焊件亦需喷砂处理后, 利用丙酮清洗再放入真空烘箱中加热, 其目的在于焊接时不会由于温度梯度过大而产生较大应力, 影响焊接质量。焊接过程严控焊接温度在 750 ℃ 以内, 并对焊件进行高温焊剂保护。最终获得成品如图 4 所示。



图 4 二次镶嵌式金刚石造斜钻头

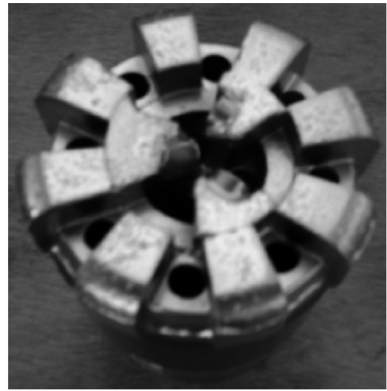


图 5 混合式金刚石造斜钻头

3 新型金刚石造斜钻头现场应用效果

新型金刚石造斜钻头经武警黄金十二支队、河北地勘局四队、湖南有色地勘总队、中国地质科学院勘探技术研究所等单位现场施工使用,虽取得良好的造斜效果,但中心位置由于不断克取岩石,磨损较为严重。为此,我们对中心位置重新进行磨损分析,最终设计成品如图 5 所示。经现场试验,该种造斜钻头在中硬至坚硬岩层造斜效果良好,中心部位磨损情况得到大幅改善。

4 结语

所研制的新型金刚石造斜钻头通过优化改进,

配合连续造斜器共同工作,获得令人满意的使用效果,中心“死点”问题得到大幅改善,适宜推广应用。

参考文献:

- [1] 朱恒银. 关于螺杆钻用金刚石造斜钻头结构性能问题的讨论[J]. 地质与勘探, 1990, (3): 53-57.
- [2] 刘广志. 金刚石钻探手册. 北京: 地质出版社, 1991.
- [3] 朱英, 周原, 赵宪富. 卵砾石地层钻探用大直径加强型金刚石钻头的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(8): 68-71.
- [4] 沈立娜, 阮海龙. 国内外金刚石钻头的部分技术进展[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(5): 78-80.
- [5] 邓伟, 李子章, 胡立. 金刚石定位排布钻头设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(6): 62-64.

伊犁盆地伊宁 1 井完钻油气显示情况良好

《中国矿业报》消息(2013-03-05) 由河南油田钻井公司在新疆伊犁盆地伊宁凹陷承钻的中石化股份公司首口风险探井——伊宁 1 井已顺利完钻, 目前正在进行全套完井电测施工。

伊宁 1 井深 5515 m, 油气显示共计 13 层 32 m, 还钻遇伊犁盆地自开展油气勘探以来油气显示级别最高的 3 m 油迹显示, 荧光显示系列对比达到 10 级。

据了解, 伊宁 1 井是河南油田接手伊宁凹陷矿权勘探后部署的首口预探井, 设计钻深 5500 m, 2012 年 5 月 24 日开钻, 2013 年 2 月 26 日钻至井深 5515 m 完钻。据悉, 钻探该

井的目的是落实曲鲁海构造所在圈闭三叠系的含油气性, 同时为地震地质解释提供系数, 为伊犁盆地综合评价提供依据。

据河南油田勘探事业部专家介绍, 伊宁 1 井所处地质构造圈闭落实可靠, 面积达 98 km², 成藏条件优越, 储层发育, 物性较好, 圈闭预测资源量约 4998 万 t 油当量。伊宁 1 井断鼻面积大, 一旦突破, 可望获得较大规模的储量, 打破伊犁探区勘探数十年徘徊不前的局面, 并可在深凹区南北两侧迅速展开, 获得更大规模的储量, 成为中石化西部重要的资源接替区。

青海加强地热资源勘探开发利用研究

《中国矿业报》消息(2013-03-07) 以地下热水、基岩裂隙水、熔岩水的分布规律、勘查方法、资源评价方法及开发利用作为主要研究方向, 开展基础研究和应用基础研究的青海省水文地质及地热地质重点实验室近日挂牌, 这是青海省在地质矿产领域批准组建的又一个省级重点实验室。

青海省为多山地区, 基岩裂隙水、岩溶水分布广泛, 开展基岩裂隙水、岩溶水的勘探开发, 合理开发利用地温能、深层

地下热水及深部干热岩热能资源等研究, 对推进地热资源的综合利用, 提升青海省地热资源开发利用水平意义重大。近年来, 青海省不断加大地热资源勘查与开发利用的支持力度, 先后立项资助了“青海高原饮水型地方病分布环境水文地质调查研究”、“青海省东部城市群水文地质研究”等课题, 并取得了良好的成果。