

深孔钻探金刚石钻头技术研究

贾美玲¹, 欧阳志勇¹, 马秀民², 邵盛元³

(1. 北京探矿工程研究所, 北京 100083; 2. 河北省煤田地质局第四地质队, 河北 张家口 075100; 3. 核工业二〇三研究所, 陕西 咸阳 712000)

摘要:介绍了能大幅提高深孔钻探效率、降低钻探成本的金刚石钻头——高效长寿命金刚石钻头的设计制造及工程应用效果。这种钻头包括两种结构形式——单水口高胎体金刚石钻头和双水口高胎体金刚石钻头。研究设计的新型高效长寿命金刚石钻头在钻速提高 20% 的前提下, 寿命比常规钻头提高了 200%, 有效解决了深孔弱研磨性地层和强研磨性地层钻头寿命短的难题, 取得了良好的效果。

关键词:深孔钻探; 绳索取心; 长寿命金刚石钻头

中图分类号: P634.4⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2010)12-0071-03

Study on Diamond Bit for Deep Hole Drilling Technology/JIA Mei-ling¹, OUYANG Zhi-yong¹, MA Xiu-min², SHAO Sheng-yuan³ (1. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China; 2. No. 4 Team, Hebei Provincial Bureau of Coal Geology, Zhangjiakou Hebei 075100, China; 3. No. 203 Research Institute of Nuclear Industry, Xianyang Shaanxi 712000, China)

Abstract: This paper introduces a new kind of high-efficiency and long-life diamond bit with low-cost and substantial increase in deep hole drilling efficiency. The bit includes two structural styles: single-waterway and dual-waterway with high matrix. Under the precondition of ROP increasing by 20%, it can provide 200% service life than conventional drill bit. It gives an effective solution for the problem of short bit service life during deep hole drilling in the low or high abrasive formations.

Key words: deep hole drilling; wire-line coring; long-life diamond bit

1 概述

随着我国矿产资源供求形式的变化, 资源短缺已成为制约我国经济发展的重要因素, 国家已把资源勘探放到一个重要的战略地位来考虑, 固体矿产勘查工作量尤其是深部钻探的工作量明显增加, 到目前全国超过千米的钻孔有数百口。深部岩心钻探的特点是施工周期长, 孔壁稳定性较差, 而且随着钻进的延续, 取心及起下钻次数增加使钻孔稳定性更差, 极易发生孔内事故; 频繁提下钻, 会加剧钻杆等损伤。因此, 根据深部钻探施工的条件和特点, 要求回次进尺和提钻间隔越长越好, 而金刚石钻头做为克取岩石的专用工具, 其性能的优劣将直接影响钻进效率、钻孔质量和钻探成本, 在深孔、绳索取心钻探中钻头所起作用尤其明显。

针对深孔钻进金刚石绳索取心钻头的关键技术问题, 通过“863”项目和地质调查项目的立项研究, 成功研制了深孔钻进用新型高效长寿命金刚石钻

头, 延长了钻头在孔底的工作时间, 减少了绳索取心钻具提下钻的次数, 达到了快速钻探取样的目的, 满足了深孔、绳索取心钻进的要求, 极大缩短了地质工作周期, 同时也使我国的金刚石钻头技术水平上了一个新的台阶。

2 深孔钻进金刚石钻头研究思路及设计方法

深孔岩心钻探的复杂性对金刚石钻头性能提出了更高的要求, 即金刚石钻头要具有高效长寿命。从钻头结构设计和材料研究入手, 对钻头的切削结构及水路结构进行优化设计, 这包括钻头的结构形式、胎体性能、金刚石参数、水路参数设计以及相应的制造工艺研究。设计目的是使钻头的金刚石切削单元在一定条件下平衡工作, 以防止某些部位先期损坏, 最大程度的发挥钻头的工作能力, 最终达到钻头的高效和长寿命。技术路线见图 1。

2.1 结构设计

收稿日期: 2010-09-10

基金项目:“863”项目“2000 m 地质岩心钻探关键技术与装备”中的子课题“2000 米深孔用高效长寿命金刚石钻头的研究”(项目编号: 2007AA060701); 地质调查项目“复杂地层高效钻进技术研究”(项目编号: 1212010816008)

作者简介:贾美玲(1964-), 女(汉族), 内蒙古东胜人, 北京探矿工程研究所教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事金刚石碎岩工具的研究与开发工作, 北京市海淀区学院路 29 号探工楼。

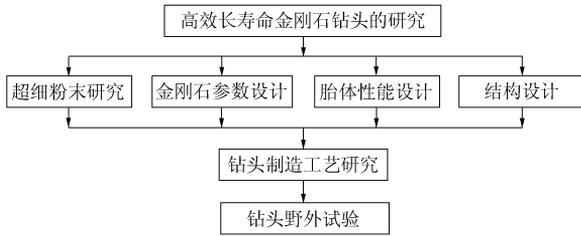


图1 高效长寿命金刚石钻头研究的技术路线

基于深孔钻探的特殊性,钻头结构设计的出发点为使用寿命和钻速,而把保证钻头寿命做为第一要素来考虑,因此设计超高金刚石工作层成为深部钻探金刚石钻头的关键技术之一,设计金刚石工作层由常规的8~10 mm增加到14~22 mm。考虑超高金刚石层的冷却效果,超高胎体钻头水路设计有两种形式:一是单水口高胎体(图2),二是双水口高胎体(图3),钻头工作层的加高,钻头保径措施也需特殊设计,达到既不影响钻进效率,又能起到保径功能。因此在钻头的结构设计中应充分考虑金刚石层的结构强度、保径设计和水路布置。必须考虑到超高金刚石层抗冲击性能和抗疲劳载荷性能,水口结构对金刚石层的强度的影响,水路布置上考虑冲洗液对金刚石层的冷却能力、冲洗液在各水口处流量的分布。

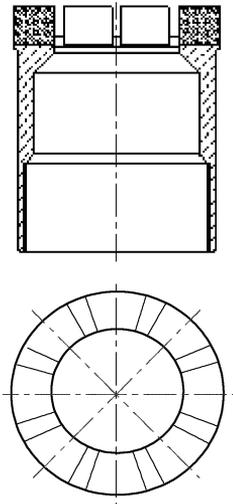


图2 单水口高胎体钻头

2.2 超细粉末研究

超细粉末研究,也是长寿命钻头的关键技术之一,金刚石钻头的质量很大程度上取决于胎体结合剂,研究超细合金粉末在胎体材料中的应用,以改善胎体材料的性能,并通过添加对金刚石润湿性好的元素,以实现金刚石良好的把持力,同时具有降低烧结温度,能有效保持人造金刚石的热稳定性,胎体

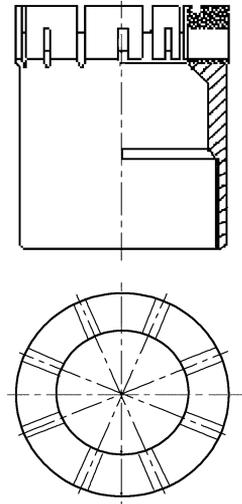


图3 双水口高胎体钻头

在烧结过程中成型性好,本身具有较好的力学性能。

2.3 胎体性能及金刚石参数设计

针对不同地层条件,采用偏因素试验分析方法设计不同的钻头胎体性能,研究胎体的硬度与耐磨性、抗弯强度及抗冲击韧性随胎体成分变化的规律,在满足胎体的硬度与耐磨性的前提下,尽可能提高胎体的抗弯强度和抗冲击韧性,这对超高胎体钻头尤为重要,这是保证超高胎体钻头在钻进中具有良好力学性能,钻头获得高使用寿命的前提条件。良好的胎体性能通过合理的胎体成分和优化的烧结工艺来保证;而高的钻头寿命还必须通过选择合理的优质金刚石参数来实现。

2.4 钻头制造工艺研究

超高胎体钻头从制造的可行性和合理性考虑,采用热压二次镶嵌和无压浸渍两种制造方法;对浸渍金属、胎体配方进行工艺研究试验,通过对浸渍温度、浸渍时间的优选,确定最佳的烧结工艺参数;对二次镶嵌式钻头,通过对研制的预合金粉末的烧结温度、烧结压力和保温时间的试验,确定钻头的制造工艺。

3 应用

在辽宁本溪9~11级坚硬的磁铁矿中钻进,该新型钻头(图4)与普通钻头相比,钻头机械钻速提高20%,钻头寿命提高2倍(在赤铁矿中钻进,钻头平均寿命达20 m);该矿区钻探中,钻头平均寿命超过80 m(最高寿命达180 m),加快了本溪铁矿勘探区的钻进效率,节省了钻进成本,取得了良好的效果。

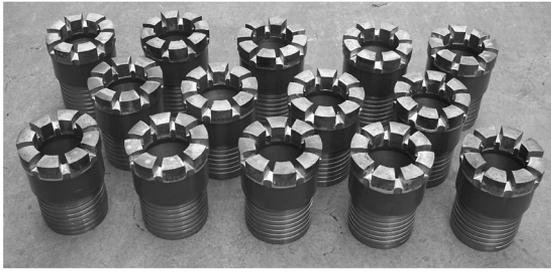


图 4 高胎体金刚石钻头



图 5 双水口高胎体金刚石钻头

在山东乳山和招远金矿深孔(孔深 1500 ~ 2000 m)粗粒花岗岩、片麻岩等地层中钻进,钻头机械钻速 2 ~ 3 m/h,钻头平均寿命超过 90 m(最高寿命 198 m),是普通钻头寿命的 2 ~ 3 倍,极大地缩短了地质工作周期,达到了快速钻探取样的目的,满足了深孔、绳索取心钻进的要求,取得了良好的效果(图 5)。

4 结论

(1) 新型长寿命金刚石钻头(金刚石工作层高 14 ~ 22 mm)在深孔钻探提高钻探效率、降低钻探成本中能发挥至关重要的作用。

(2) 对于坚硬弱研磨性地层,宜选用单水口高胎体金刚石钻头;对于坚硬强研磨性地层,宜选用双

水口高胎体金刚石钻头。

(3) 未来几年,随着钻孔深度的不断加深,金刚石钻头使用者将更加注重钻头的使用寿命和钻速,迫使研究者开发出新的更有效的方法来优化钻头设计,延长钻头的工作寿命和提高钻速,随着粉末冶金技术的发展和新材料的应用,金刚石钻头的工作层高度有望比常规高出 1 倍甚至数倍,以获得更高的钻头使用寿命。

参考文献:

[1] 王达. 深孔岩心钻探的技术关键[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).

(上接第 67 页)

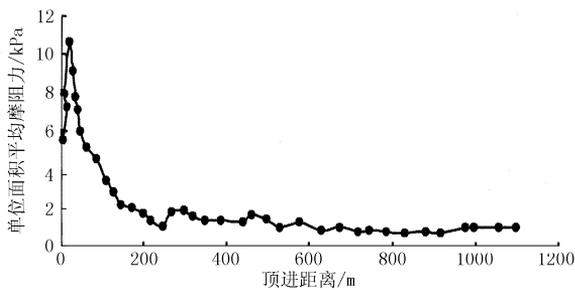


图 7 注浆后单位面积平均摩擦阻力与顶进距离关系图

下降,稳定后维持在最初的 20% 左右,使顶管能顺利顶进。

4 结论

注浆减摩是顶管施工中非常重要的一个环节,尤其是在长距离顶管中,注浆效果的好坏,直接关系

到顶管施工的成败。

在顶管施工中采用注浆减摩技术,可使顶进力减少到原来的 1/4 ~ 1/3,也可在同样顶进设备时,延长顶进距离。

参考文献:

[1] 李万才. 大口径长距离顶管工程注浆减摩技术[J]. 管道技术与设备, 2000, (6): 11 - 18.

[2] 余彬泉, 陈传灿. 顶管施工技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.

[3] 魏纲, 徐日庆, 邵剑明, 等. 顶管施工中注浆减摩作用机理的研究[J]. 岩土力学, 2004, (6).

[4] 马保松. 非开挖工程学[M]. 北京: 人民交通出版社, 2008.

[5] 张龙. 大口径钢管顶管注浆减阻技术的改进[J]. 市政技术, 2006, (2).

[6] 何莲, 刘灿生, 帅华国. 顶管施工的顶力设计计算研究[J]. 给水排水, 2001, (7): 87 - 89.