

水敏性软硬交错地层瓦斯抽放孔 PDC 钻头的设计与应用

姜政刚, 张献振, 高晓亮

(中煤科工集团西安研究院, 陕西 西安 710077)

摘要: 贵州地区煤炭资源中瓦斯突出灾害非常严重, 矿下掘进前的瓦斯抽放工程量巨大。在瓦斯抽放孔钻进施工过程中, 由于现场操作的不熟练和使用钻头的盲目性, 使用的钻头数量不仅非常大, 而且效果较一般。针对当地复杂地层, 对钻头进行了改进设计, 取得了良好的效果。钻头寿命由原来的 166.5 m 提升至 399 m, 钻进效率由 8 m/h 提高到 12.4 m/h 左右。

关键词: 水敏性地层; 软硬交错地层; PDC 钻头; 瓦斯抽放孔

中图分类号: P634.4⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)11-0049-03

Design and Application of PDC Drill Bit for Gas Drainage Drilling in Hard and Soft Water Sensitive Multi-interbedded Formation/JIANG Zheng-gang, ZHANG Xian-zhen, GAO Xiao-liang (Xi'an Research Institute, China Coal Technology Engineering Group, Xi'an Shaanxi 710077, China)

Abstract: Because of the serious gas outburst disasters in coal resources of Guizhou area, the gas drainage quantity is very large before mining. In the drainage process, due to the unskilled operation and the blind choice of the bits, a lot of bits were used without good effects. According to the special geological conditions, the improvement was made on the drill bits and good results were obtained. The service life of the drill bit is prolonged from 166.5 m to 399 m and the drilling efficiency is increased from 8 m/h to about 12.4 m/h.

Key words: water sensitive formation; multi-interbedded formation; PDC bit; gas drainage hole

我国贵州地区煤矿大部分为高瓦斯突出矿井, 矿下掘进前须对瓦斯进行抽放治理^[1]。由于巷道条件较差, 地层复杂, 地应力释放, 属于水敏性地层, 使用的常规钢体式四翼内凹 PDC 钻头易发生缩孔和塌孔现象。加上施工人员的技术层次不齐, 对钻机操作的熟练程度较差, 对钻头的使用有一定的盲目性和随意性。上述原因导致现场钻进效率低, 钻头寿命短, 消耗量非常大, 钻头总体使用效果较差。

1 贵州地区瓦斯抽放孔施工难点及钻头使用中的问题

1.1 地层情况及钻探施工难点

贵州五轮山矿区施工地层大部分是上二叠统龙潭组, 主要为灰岩、深灰色泥质粉砂岩、灰色砂质泥岩、灰黄色粘土岩、灰色细粒砂岩、高岭石泥岩、煤层等岩层层叠交错, 各岩层裂隙间有胶状粘土层填充^[2]。地层构造复杂, 钻进过程中塌孔严重。地层为水敏性地层, 遇水不稳定。由于地层多层岩层交错分布, 地层硬度时刻变化, 施工人员对地层的不熟

悉, 无法良好操作钻机, 导致 PDC 钻头所受压力与地层硬度不成正比, 因此 PDC 钻头在钻进的时候容易发生掉片现象。

此外, 矿下瓦斯抽放孔的施工, 冲洗液一般使用清水钻进。地层中泥岩较多, 岩层在遇水情况下易发生塌孔、缩径现象, 操作不当时钻头也易发生糊钻, 导致进尺效率降低。给矿下瓦斯抽放孔施工增加难度。

1.2 钻头使用中存在的问题

现场钻探设备主要为我院生产的 ZDY1000S 型坑道钻机, Ø89 mm 普通钻杆, 长度 1.5 m, Ø113 mm 钢体式四翼内凹 PDC 钻头(图 1a)。设计孔深 600 m, 已施工钻孔 12 个, 最大终孔深度为 200 m, 由于现场人员的不熟练操作和使用钻头的盲目性、随意性, 导致钻孔缩径和塌孔卡钻异常严重。当钻孔打到一定进尺时, 回转压力、返水正常, 但钻孔无进尺, 经提钻后发现钻头最外侧的 4 片 PDC 切削齿已经脱落(图 1b), 导致钻头无法继续使用。

通过现场了解, 使用过的钻头效果均一般, 个别

收稿日期: 2013-06-19

作者简介: 姜政刚(1972-), 男(汉族), 陕西商洛人, 中煤科工集团西安研究院工程师, 焊接技术与设备专业, 从事焊接技术工作, 陕西省西安市高新技术开发区锦业一路 82 号, jiangzhenggang@cctegxian.com。

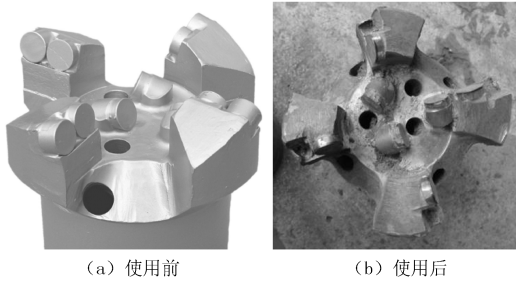


图1 四翼内凹 PDC 钻头使用前后对比

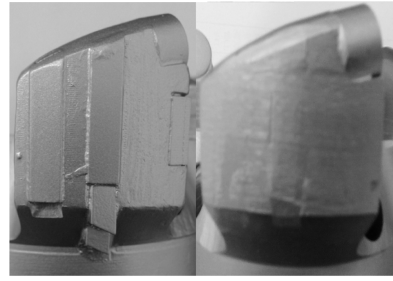


图2 翼片底部反向硬质合金

钻头寿命较高。我院提供的钻头寿命平均在 166 m 左右,纯钻进效率为 8 m/h 左右。由图 1(b) 可以看出,报废后的钻头主要是各翼最外侧复合片已经掉落,钻头外径缩径严重。分析认为,可能在钻头外侧复合片掉落,卡钻现象出现,但是操作人员的误操作或未能及时发现卡钻现象停钻,使得钻头进一步磨损,外侧保径条被磨损掉,钻头出现严重缩径。

2 钻头存在问题原因分析

(1) 该钻场地层构造复杂,为水敏性地层,有钻孔缩径现象,且塌孔严重,这都加剧了钻头外圆复合片的工作强度,增加了重复疲劳切削的可能,也增加了遇见复杂岩层中的软硬互层的概率,使复合片发生崩刃或掉块。

(2) 根据现场作业人员反映,在钻进过程中有钻压、水压突然升高的现象,但是从废弃钻头外观观察无烧钻痕迹,有可能是钻进中的胶泥夹层对钻头形成了泥包。这样会造成钻头瞬时温度升高,降低了焊缝强度。为了确保复合片的耐磨性,钻头采用的是低熔点焊料,故而导致焊缝在钻头温度骤然升高的过程中强度急剧下降,导致复合片脱落。

(3) 钻头保径出刃略小于复合片外出刃,如果在外圆复合片不磨损的情况下很难起到保径作用,从而使所有的孔壁(缩径或塌孔)压力作用到外圆复合片上,导致外圆复合片受到来自孔底和孔壁多向力的作用,并超过钎缝承受能力而发生脱落。

3 钻头改进方案

针对现场使用的钢体式四翼内凹 PDC 钻头的不良效果,根据以下几点对钻头进行改进,以能适应现场地层,解决钻进难题。

(1) 为了使钻头在埋钻情况下能顺利退钻,对钻头翼片底部增加二层四组反向硬质合金(如图 2 所示),这样一定程度上增加了钻头退钻时对孔内塌落的大块岩屑进行切削,更大程度地减少卡钻、埋

钻现象。

(2) 由于钻孔有不同程度的缩径,大大增加了钻头最外圆复合片的疲劳破坏,导致钻头外径的损坏。为了防止在缩径情况下钻头外圆复合片受到疲劳破坏,钻头外圆复合片选用被称为高硬度、高耐磨性、高抗冲击性及高热稳定性的“四高”复合片^[3]。另外在钻头硬质合金保径条的一侧增加一个半片复合片作为辅助切削齿,在工作状态下可以由这半片辅助切削齿来辅助主切削齿。将同一平面的内外圆复合片布置成如图 3 所示的内高外低,这样可以使得钻头在钻进过程中形成一种逐级扩孔的模式,提高了钻进的效率。在高度差相差不大的情况下,又降低了因为高度差而造成内圆复合片受压过大导致损坏的可能性。另外切削齿采用球面 PDC,这在一定程度上也可以抵抗来自地层的反冲击力,减少 PDC 的崩刃^[4]。

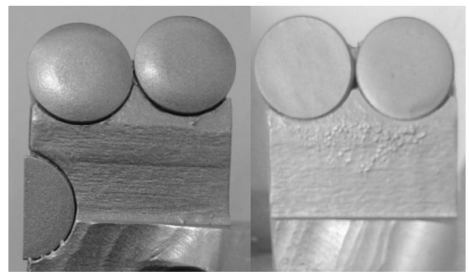


图3 外圆增加的辅助切削齿

(3) 为了提高焊缝的抗疲劳强度,降低钻头在使用过程中的掉片现象,焊料采用 HLA_g-1 进口高强度焊料,有效提高钎缝剪切强度。

(4) 复合片切削齿纵向前角的变化:切削齿镶焊角的大小也会对钻头产生很大的影响^[5],根据现场施工来看,原有的 15° 负镶焊角不能保证钻头的质量,将钻头负镶焊角由 15° 调整至 20°,这样可以在降低一定钻进效率的情况下提高了钻头寿命,减少了提钻次数,保证了综合效率的提高。

图 5 为改进前后钻头对比。

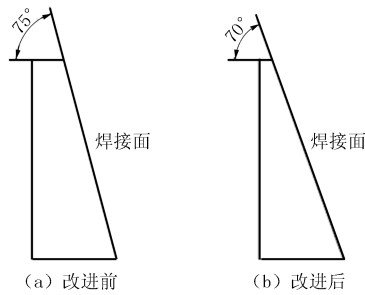


图 4 切削齿镶焊角度改进

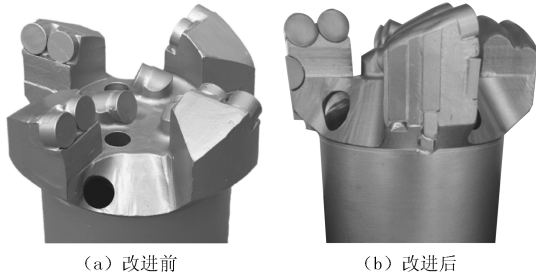


图 5 改进前后钻头对比

4 现场试验

根据以上改进方案设计了 2 只钻头,并在贵州五轮山矿区进行了现场试验,最终 2 只钻头进尺分别为 408、390 m,钻头平均寿命 399 m,有了很大的提高,钻头的相对成本也有所降低,现场施工人员反映较好。试验效果如表 1。

表 1 改进后钻头试验数据

钻头	总进尺/m	用时/h	平均时效/m
1 号	408	33.25	12.3
2 号	390	31	12.6

通过对比钻进可以得出,改进后的钻头比改进

前的钻头有了很大的提高,寿命上提高了近 2.4 倍,时效是改进前的 1.5 倍左右,可以看出改进后的钢体钻头比较适宜此类地层,减少了卡钻现象。钻头整体效率的提高,为现场钻探施工带来了很大的便利,后期的瓦斯抽放孔的施工中对改进后的钻头进行了大量使用。

5 结语

(1) 钻进煤矿瓦斯抽放孔或探水孔缩径及塌孔比较严重的地层,可以通过增加辅助切削齿、增加反向硬质合金、减小钻头水口横截面积等措施来增加钻头的寿命和钻进效率。

(2) 经过采用改进后的钻头,钻进寿命上和效率上都有了较大的提高,寿命提高到了 399 m 左右,钻进效率提高到 12.4 m/h 左右。因为所用钻头成本有所降低,现场施工人员对此钻头使用效果比较满意。实践表明,这种改进后的钻头非常适应水敏性软硬交错地层应用。

参考文献:

[1] 黄政祥,龙祖根. 贵州煤矿瓦斯地质规律研究[A]. 中国煤炭学会瓦斯地质专业委员会纪念中国煤炭学会成立五十周年系列活动“2012 年全国瓦斯地质学术年会”论文集[C]. 中国煤炭学会瓦斯地质专业委员会,2012.
 [2] 熊孟辉,秦勇,易同生,等. 贵州五轮山矿区煤层气地质条件浅析[A]. 第六届国际煤层气研讨会[C]. 北京:2006.
 [3] 郭东琼. 胎体式 PDC 钻头基础模具设计与成型工艺的研究[D]. 北京:煤炭科学研究总院,2006.
 [4] 陈波. PDC 耐磨性研究[D]. 湖北武汉:武汉理工大学,2009.
 [5] 史晓亮,段隆臣,王蕾. 导向钻进法用三翼回拉扩孔钻头最优切削角计算[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2001,(3).

(上接第 48 页)

(2)信号的发送。目前使用的 PD Xceed 系统的指令是通过改变泥浆泵冲来发送的,这种发送方式一方面操作繁琐,另一方面对泥浆泵以及井筒内钻井液流态、携砂效果的影响很大,可改进为对泥浆泵影响较小的发送方式。

(3)整个井下处理能力的提高。目前 PD Xceed 控制系统的微处理器基于地面指令,能够满足一些简单的信息处理,但这是远远不够的,怎样提高其在入井前指令输入以期在整个钻进过程定向井的自动控制,也是一个发展的方向。

(4)关于钻具设计的改进。如果 PD Xceed 钻具复合配套马达钻具使用,将对机械钻速带来极大的提高。

参考文献:

[1] 编委会. 海洋钻井手册[M]. 北京:石油工业出版社,2009: 588.
 [2] 马明芳. 水平井的空压压耗及井眼净化[J]. 西部探矿工程, 2006,(11):168-170.
 [3] 刘峰. Power-V 和 PD Xceed 垂直导向钻井技术在渤海油田的应用[J]. 石油钻采工艺,2009,(10):30-33.
 [4] 刘志伟,唐向阳. 滑动导向符合钻井技术应用分析[J]. 内蒙古石油化工,2007,(11).
 [5] 万朝辉. 螺杆钻具的工作特性和结构参数的分析研究[J]. 石油机械,2001,29(10):10-13.
 [6] 何文涛. 螺杆钻具失效分析[D]. 陕西西安:西安石油大学, 2008.
 [7] 王建军,张绍槐,狄勤丰,等. 塞平—1 井所用单弯螺杆动力钻具自锁现象分析[J]. 石油钻采工艺,1995,17(2):12-16.