

瓦斯地质钻探中复合片钻头损伤原因及其使用工艺

马沈岐, 乔小红, 李宗奎

(煤炭科学研究总院西安研究院钻探技术研究所, 陕西 西安 710054)

摘要:通过对复合片钻头残体的大量观察、分析,对不同的钻头残体从瓦斯地质条件,钻进工艺条件,泥浆泵压、泵量等方面进行了综合的分析,并对存在的问题从技术角度提出了设计方面的要求,从工艺方面提出了应用方面的要求等。要提高瓦斯地质钻进中复合片钻头的使用效能,必须从综合角度来提高总体的技术水平。

关键词:复合片钻头;钻头损伤;瓦斯地质钻探

中图分类号:P634.4⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2007)08-0063-04

Breakage Causes and Application Technology of PDC Bit in Gas Geological Drilling/MA Shen-qi, QIAO Xiao-hong, LI Zong-kui (Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an Shanxi 710054, China)

Abstract: Through the observation on fragments of PDC bit, comprehensive analysis was made on gas geological condition, drilling technology and pressure pumping value of mud pump, and requirements on design and application were put forward.

Key words: PDC bit; bit breakage; gas geological drilling

1 钻头工作的瓦斯地质条件

煤系地层多数情况下岩石的硬度属于中等硬度范围,象平顶山砂岩硬度较大的岩石并不多见。煤系地层主要的岩层有:砂岩、泥岩、页岩、煤、灰岩等。在沉积地层演变的复杂过程中,形成的煤田边界受到控制性断层构造等条件的作用,影响到煤田的次生构造作用,对煤田本身也产生程度不等的破坏,因而煤系地层中发育的小构造比较多,同时又是积聚瓦斯的良好富存环境,造成的瓦斯地质环境比较复杂。当钻头进入这类复杂地层时,钻头工作工况将会发生很大的变化,对钻头的损坏也较大。煤系地层的结构并不均匀,其中,软硬互层交替很普遍,煤层或是受动力影响的煤层,在矿山压力影响下,其稳定性较弱,在钻进中经常会发生坍塌事故,影响钻头的正常工作状况,对钻头的损坏影响较大。在瓦斯地质钻进工艺中,钻进系统工作的状况是根据非平衡钻探工艺理论来实施的,其工况要复杂得多,这也是导致钻头较早损坏的主要原因。

2 非平衡钻探工艺理论对钻头提出的要求

非平衡钻探工艺理论包括 3 个方面:(1) 钻具的重心随钻孔的角度改变而改变,从而导致钻具的稳定性较差;(2) 随着钻孔角度的变化,孔内将不具备泥浆液柱平衡支撑孔壁的条件,使得孔壁失去泥

浆液柱的保护而失稳,致使孔壁的不稳定因素大大增加;(3) 由于钻具重心的变化,钻头切削岩石的切向力与其重心的夹角也随之变化,使得钻头切削岩石的受力方向发生改变,影响到钻头的切削机理发生改变,钻具的转速降低,从而导致钻具保直的难度大大增加。

因此,对在瓦斯地质条件下使用的复合片钻头提出以下要求。

(1) 要增加钻头主切削刃的抗冲击性能,在设计加工钻头刚体时,要充分考虑主切削刃产生的冲击给刚体和与刚体焊接面带来的蠕变变形,影响到刚体自身的稳定和焊接面的质量。按照新的设计理念,在明确钻头各切削刃的功能后,刚体焊接面由内锥齿、顶锥齿、外锥齿、保径齿呈流线形由内向外逐渐加厚,减小焊接面的蠕变,提高焊接质量,使切削刃的抗冲击性提高。

(2) 瓦斯地质钻进中,由于很多种情况下地层的稳定性较差,所以,钻头的水眼应采用内敛型,使出水向钻头中部集中,减少扩散型水柱对钻孔周围软煤(岩)进行的水力切割,也有利于使用较大水量,利于孔内排渣。

(3) 在设计防止瓦斯喷出型钻头组合时,前导钻头一般较小些,扩孔钻头要具有较大的排渣通槽,由于孔内岩层在一定程度上失稳,导致扩孔钻头冲

收稿日期:2007-02-06

作者简介:马沈岐(1957-),男(汉族),山西人,煤炭科学研究总院西安研究院钻探技术研究所工程师,钻探工艺专业,从事煤炭瓦斯地质钻探工艺研究与技术推广工作,陕西省西安市雁塔路 52 号,13008409305, mashenqi168@163.com。

击性增大,因此,设计时要增加刚体刃部的厚度和加强加长保径段,增强钻头体径向抗冲击性能。

(4)钻进中为保持刚性钻进,常要在钻头后面增加扶正器,而扶正器的尺寸必须小于钻头的尺寸,才能保证排渣和防排瓦斯突出的作用。否则就会产生排渣、排瓦斯不畅的状况,形成瓦斯突出造成的拥渣情况时,则很难再继续钻进。同时还使得钻头重复性的刻取、磨损岩渣情况增加,同时也会经常性的发生憋泵事故。这种情况对钻头的损坏较为严重,尤其是对防喷钻头组合影响很大。

3 瓦斯地质钻探中钻头使用的工艺分析

3.1 钻头使用的基础条件

确保复合片钻头在瓦斯地质钻进中的安全使用,其基础条件包含下面3个方面。

(1)瓦斯地质条件。在一个矿区内,基本的瓦斯地质条件是清楚的,因此,在钻孔设计中要尽可能的交待清楚瓦斯地质条件和瓦斯富存条件,在钻进中采取必要的工艺手段,减轻孔内发生事故的状况,提高钻头的使用寿命。

(2)瓦斯地质钻探工艺是近些年来研究的新工艺,针对钻头的操作工艺、钻头适应参数、钻头抗冲击能力,力求钻头适应瓦斯地质钻探的综合技术需要。

(3)从钻头的设计、选材和加工制作上提高质量,使钻头能适应瓦斯地质复杂条件下的钻进要求。

3.2 正常钻进参数值区间的有效控制可延长钻头使用寿命

划分钻进工艺的参数区间,有利于提高钻进的综合效率,利于判断钻进中孔内情况的变化并及时做出处理问题的方法,利于良好的使用钻头,提高钻头的使用寿命。正常钻进参数区间,是保持钻头良好工作的最佳环境,实现这样的工作环境是要通过工艺的实现来完成的。任何事故的发生都是有一个过程,通过钻头切削岩石所反映出来的参数值变化而表现出来,这些具体情况的反映,通过总结提高,有条件的情况下,在制定瓦斯地质钻探工艺操作规程中要逐渐明晰出来,要制定科学的管理办法和应急解决问题的处理方案。

3.3 合理配置钻具级配可有效提高钻头工作的稳定性

在瓦斯地质钻进中,对钻具级配的要求如下。

(1)在瓦斯地质条件下,根据非平衡钻探工艺理论分析,其钻孔内的岩渣量受钻孔壁不稳定因素、

瓦斯突出、矿压增大、小构造等的影响增大较多,并且这类岩渣未经过切削和磨损,颗粒较大、棱角分明,造成排渣难度增大。因此,要保证通畅的排渣通道,就要求钻孔的环状间隙要相应地增大一些。

(2)在煤系地层瓦斯地质条件下钻进,钻具辅助器具应越少越好。辅助器具越多,造成的孔内事故就越多,处理起来难度就会增大很多。一般情况下在级配钻具时,使用的扶正器只需增加一个,地层条件好的情况下可适当增加两个扶正器,而且扶正器的尺寸要小于钻头尺寸,还要有通畅的排渣槽。扶正器的长度尺寸不能太长。

(3)瓦斯地质钻进中钻具级配要具备防突和扩孔的双重要求,在前导式防突扩孔钻具组合上,扩孔钻头的排渣通道必须要通畅。在考虑起拔钻进工艺的基础上,要使用正反向一体化钻头,既要能实现加压钻进,也要能进行起拔钻进处理事故。选择恰当的钻具级配,可以很好的提高钻具前端的保直性,很好地起稳定钻具,达到匀速回转切削岩石的目的。

3.4 泥浆泵量、泵压的合理配合使用可有效提高钻头使用寿命

除要冷却钻头和排渣功能外,高压泥浆还要对钻头压裂的岩石裂隙起到水力切割的作用。对于软岩来说,其水力切割岩石的作用要大于钻头切割岩石的作用,因此,不同的瓦斯地质条件对泥浆的压力、泵量要求不同,适当的选择泥浆泵压、泵量有利于提高钻头的使用寿命,也可减轻钻头因公转因素导致的径向冲击而被损坏。

目前不少煤矿使用承压水打钻,而承压水的水量和水压不能协调控制,同时,因钻杆内径的过水通道阻力较大,尤其是在中深孔的钻进时,水压力传递到钻头上时已递减过大而起不到水力切割的效果。当钻头切割岩石,切削刃压入岩层较深时,较软岩石会堵塞钻头水眼,造成钻头唇面局部的失水,使钻头温度瞬间升高,对复合片降温不利,严重时会造成烧坏复合片,使钻头失去工作能力,造成过早的损坏。因此,在大口径、中深孔的钻进中,要求使用泥浆泵来满足钻头对水压力和钻孔大量排渣的要求。在煤矿钻进中,经过大量的比较,使用泥浆泵供水钻进比采用承压水供水钻进的钻头使用寿命可提高10%~25%。

在反复停水的过程中,钻杆内回水形成的负压,可以从钻头水眼吸入孔底残余钻渣而堵塞钻头水眼,造成不得不提钻疏通水眼的结果。因此,为防止钻渣被吸入钻头水眼造成堵塞钻头的情况,在完成

钻进时,应回撤钻具,让钻头离开孔底,泥浆继续冲刷孔底钻渣一会儿,然后再停泵换接钻杆,如此可以减少钻渣堵塞钻头水眼的情况发生。这种操作工序虽然简单,但是很频繁,并且要持续,长期坚持并不容易。因此,在煤矿钻进中遇到这种情况而造成程度不同的烧钻问题较多,尤其是在沿煤层、软煤岩钻进中更要注意。

4 钻头直观损坏状况和使用中存在的问题

煤矿瓦斯地质钻探工作量越来越大,复合片钻头的使用量也越来越多,在工作中,通过大量观察损坏钻头的残存体后,将损坏钻头情况归纳为以下几类:(1)钻头复合片切削刃及支撑钢柱被完全磨平;(2)钻头复合片切削刃崩刃;(3)钻头复合片脱落;(4)钻头使用寿命短、效率低;(5)钻头设计不具备起拔钻进功能,致使瓦斯地质钻进中发生的各类事故得不到解决。

钻头使用中存在的问题有:(1)钻进瓦斯地质条件设计中的认知问题;(2)正常钻进参数区间的确定和操作运用问题;(3)钻孔环状间隙的级配设计问题;(4)泥浆泵压、泵量对钻头工作的影响问题等。

5 钻头损坏及其原因分析

5.1 钻头复合片切削刃及支撑钢柱被完全磨平

使用唇面为内凹三翼型的复合片全面钻头在煤矿井下钻进,当该钻头不能钻进后将其提出来观察,钻头残体外观形状为:三翼全部被磨掉,成了圆头或者子弹头形状。对该类钻头残体所钻进的地层统计为:页岩、砂岩、煤、瓦斯等和小构造带。从钻进记录班报统计表上看,出现钻进参数发生较大变化的地层多在小构造段。

通过现场分析钻头磨秃的主要原因有:(1)小构造带的断层角砾岩造成钻头切削岩石时失稳,钻头切削刃在角砾岩中不均匀的回转摆动冲击,致使复合片从焊接面脱落,一片复合片的脱落,将使其他复合片失稳度增加,抗冲击能力降低,使得其它复合片更早的脱落,最终造成钻头刚体干磨,而成为这种残体形状;(2)在操作工艺上,钻工没有深刻理解非平衡钻进的原理,在短钻具、频繁更换钻杆的操作过程中,经常会发生换钻杆后重新开钻时没有执行“轻压、慢转”的要求,没有等到钻头与孔底进行适当的磨合后再继续正常钻进,而是急于将钻头推到孔底,掌握不好就会出现钻头复合片刃与孔底岩石

发生冲击碰撞,使复合片刃碎裂,损坏;(3)现在多使用的是“大孔径、中深孔、一径到底”的钻孔设计,不少的矿区是采用矿上自身的承压水来打钻,承压水明显受到水量、水压的限制,使得孔深时水量、水压跟不上,滞留的钻渣会造成钻头重复碎岩,降低水力切割作用,而且还使孔底切削面不均匀,形成切削时的冲击,使钻头过早损坏;(4)在发生局部瓦斯突出时,滞留在孔内的煤(岩)渣,如果钻进参数控制得不好或急于处理孔内事故,也会导致钻头在回转时产生碰撞,而造成一定程度的损坏。

在现场大量的残存钻头体中,钻头磨成光的并不多见,这说明钻头损坏到一定程度时,钻进效率大大降低,再继续钻进将是浪费。

5.2 钻头复合片切削刃崩刃

在积存的大量损坏钻头中,复合片崩刃现象非常普遍。观察发现,大部分的崩刃情况发生在主切削刃和外切削刃上。分析认为,产生复合片崩刃的主要原因是:(1)钻具受重力改变影响,其回转公转因素增加,造成钻头在径向方向的失稳度增大,因而影响到钻头的使用寿命。在煤矿瓦斯地质钻进中,受到瓦斯突出、不稳定地层以及小构造的影响等,造成了孔底聚渣,在钻具重复起拔给进操作中,聚渣造成了复合片崩刃现象的发生;(2)人为触底蹶碰复合片钻头情况较多,造成复合片崩刃情况也最严重,这与井下施工环境、操作人员技术水平、工作人员心情状况有关;(3)煤系地层的软硬互层对钻头的碰撞影响较大,尤其是软硬互层间的岩石形成台肩情况,对钻头的挤压、冲弹会导致钻头复合片的主、外切削刃过早崩刃,造成过早损坏。

观察大量的钻头残体发现,一个钻头中往往不是所有的复合片发生崩刃,而是一两片复合片崩刃,使整个钻头就失去了工作能力。

此外,在长期的观察中还发现,属于轴向冲击情况造成的崩刃,一般是复合片的工作层和支撑层都受到冲击破损,并且裂缝沿复合片延伸较深,损坏也较快;属于径向碰撞造成的崩刃,一般是复合片的工作层崩刃较多,且横向裂缝较多。

5.3 钻头复合片脱落

钻头复合片脱落有主切削刃脱落、外侧刃脱落、内侧刃脱落,有的掉得多,有的掉得少。复合片脱落的主要原因就是钻头焊接质量存在问题。焊接复合片采用氧焊法,复合片和刚体的处理不洁净、银焊料和焊剂的选择不正确、焊接温度控制不好、温差过大、复合片和刚体材料标号不对、保温处理时间不

够、残余应力没有完全消除等等,都会造成复合片脱落,使钻头报废。

5.4 钻头使用寿命短、效率低

钻头的使用寿命评价是个综合性的问题,一般评价钻头的好坏可从两个方面来确定。

(1) 钻头的制造质量,从成本和利润上考量。现在制造的钻头大多是将精磨复合片排布在主切削和外切削刃上,而在内切削刃上和辅切削刃上使用的是普通复合片,钻头的使用情况一般是良好的。但我们在现场往往会遇到这种情况,头一两批来的钻头使用情况良好,往后钻头的质量就会时好时坏。

(2) 钻头的使用质量,从效率和寿命上考量。目前,在煤矿瓦斯地质钻进中,对钻头材料的控制属于松散型的,一方面是煤系地层条件复杂,事故较多,钻头的损坏和消耗较多;另一方面我们目前没有设置专门的瓦斯地质钻探工艺专业,这方面的理论研究、技术推广、新技术的应用等都存在一定的滞后问题。

钻头的使用寿命和钻进效率受上述两个方面因

素制约,在目前的状态下,从两个方面提高着手,是提高钻头寿命和提高钻进效率的最好出路。

5.5 钻头设计不具备起拔钻进功能

现在煤矿使用的钻头基本上是单方向加压钻头,在满足加压钻进的同时,往往不能有效的解决孔内发生事故后的反向加压钻进目的,造成很多孔内事故难于处理。根据上述情况我们设计了正反向一体化的钻头,在处理小构造卡钻、坍塌埋钻等事故中得到了较好的应用。

6 结语

复合片钻头已基本形成了定型的产品,应用在不同的地质条件中,对复合片钻头的设计、加工、应用,只是在小范围内进行调整,因此更应注重细节问题的改善。在瓦斯地质钻探中使用复合片钻头,则应从加强其抗冲击性、抗耐磨性、提高使用水平上下功夫,并且,要结合新的理论、新的工艺提高复合片钻头的使用效能,从总体上提高复合片钻头的综合水平。

中国钢结构协会、中冶集团建筑研究总院主办

中国期刊方阵“双效”期刊 中国学术期刊综合评价数据库来源期刊
全国冶金行业优秀科技期刊 《中国期刊网》、《中国学术期刊》(光盘版)全文收录期刊

《钢结构》 (月刊)

邮发代号:82-850 单价:8元 全年价96元

《钢结构》由中国钢铁工业协会主管,创刊于1986年。是我国钢结构专业领域的综合性科技刊物,具有导向性、新颖性、系统性和实用性。重点刊登钢结构领域中能代表我国发展水平的科研成果、学术论文、工程设计、工程实录,内容兼顾理论和实践。适合于在钢结构领域从事科研、教学、设计、制造、安装、检测、防护、维修等工作的科技人员、施工人员及大专院校的师生阅读。

《钢结构》为大16开本,彩色胶版印刷,每月22日出版,国内外公开发行人。全国各地邮局均可订阅,也可直接汇款到本编辑部订阅。

《钢结构》兼营广告,8月开始征订下一年广告。全国双效期刊为您带来双赢的结果。

本刊地址:北京市海淀区西土城路33号 邮编:100088

E-Mail: gjig@chinajournal.net.cn

联系电话:010-82227239(兼传真) 010-82227640/8022/7806/7191/8028/7238/7239(广告)

010-82227237/8043/8927(编辑) 82227236(发行)