

复合排渣钻进技术在松软突出煤层中的应用

贾明群, 王毅, 王力, 李乔乔

(煤炭科学研究总院西安研究院, 陕西 西安 710077)

摘要:分析了复合排渣钻进技术的原理、特点和工艺参数,介绍了在松软突出煤层中复合排渣钻进技术的配套设备和应用情况。实践表明,复合排渣钻进技术在松软突出煤层钻进中取得了较好的应用效果。

关键词:松软突出煤层;复合排渣;钻进工艺

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)04-0023-04

Application of Composite Convey Drilling Cutting Technology in Soft and Outburst Seam/ JIA Ming-qun, WANG Yi, WANG Li, LI Qiao-qiao (Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an Shaanxi 710077, China)

Abstract: The analysis was made on the theory features and technological parameters of composite convey drilling cutting technology; and the matching equipments, application conditions of that in soft and were introduced. The good application effect was obtained with composite convey drilling cutting technology in soft and.

Key words: soft and outburst seam; composite convey drilling cutting technology; drilling technology

1 复合排渣钻进技术及其特点

复合排渣钻进技术就是以风力排渣为主、螺旋排渣为辅的钻进技术。其原理是压缩空气经过水便、钻杆内孔、钻头进入孔底,体积急剧膨胀,吸收热量冷却钻头,在钻孔内形成高速气流携带钻屑;螺旋钻杆在旋转过程中叶片连续将钻屑向孔口输送,并不断搅动钻屑,使沉积在孔壁下侧的钻屑悬浮起来,以配合空气将钻屑排出。

在松软突出煤层中钻进,采用复合排渣钻进技术的优点主要体现在如下几点。

(1)采用压缩空气作为冲洗介质,压力小,减小冲洗介质对煤层的破坏作用;孔内返风密度与瓦斯密度相近,不影响煤层中瓦斯解析,煤层瓦斯能自由释放到冲洗介质中,可迅速将释放的压力传递到孔外,减少瓦斯聚集和压力激增诱发的喷孔。

(2)冲洗介质流量大,钻屑在冲洗介质作用下在水平孔内悬浮并跳跃式向孔口运动。如果局部钻屑堆积较多,风压、风速会相应增大,堆积的钻屑不仅在压力差的作用下运动,而且风速增大后携渣能力增强,可迅速将煤粉带走。

(3)宽翼片螺旋钻杆的叶片将一部分钻屑推移式向孔口输送的同时,在旋转过程中还搅动沉积在孔壁下侧的钻屑,使钻屑在钻孔断面内的分布更均匀,有利于压缩空气及时将钻屑输送至孔口,减少重复破碎,避免发生埋钻等孔内事故。

2 复合排渣钻进工艺参数

在松软突出煤层中采用复合排渣钻进时,钻进工艺参数主要指钻压、转速和风量(或风压),三者都在一定程度上影响着成孔效率和质量。

2.1 钻压

在近水平孔钻进过程中,钻压不仅起保证钻头切削刃切入地层的作用,而且在使用稳定组合钻具时,钻压的大小还决定着靠近钻头部分钻杆弯曲强度的大小,从而影响钻孔轨迹的变化。

(1)在不考虑其它影响因素及转速不变的情况下,加大钻压会使水平孔的偏斜趋势加强,特别是在钻孔已出现明显弯曲的情况下,钻压对近水平孔的影响不仅表现在倾角的变化上,还表现在方位角的变化上;

(2)在煤层中钻进,钻压越大,产生钻屑粒径越大,不易被冲出孔外。大量钻屑堆积在孔壁下侧,支撑钻具向上切削上侧孔壁,使钻孔轨迹上斜;

(3)螺旋钻杆在旋转过程中,螺旋叶片排渣时与煤粉相互作用使螺旋钻杆受到沿钻具轴线方向指向孔底的力,随着钻孔深度的增加和孔内钻屑的堆积,螺旋钻杆受到的反作用力增大,此时钻机的给进压力应适当减小。在钻进过程中要合理控制给进压力,及时将孔内钻屑排出。

2.2 风量

空气钻进要获得较高的钻进速度,必须保证环

收稿日期:2009-12-16; 修回日期:2010-01-16

作者简介:贾明群(1984-),男(汉族),黑龙江鸡西人,煤炭科学研究总院西安研究院助理工程师,勘查技术与工程专业,从事钻探机具与工艺的研发与推广工作,陕西省西安市高新区锦业一路82号,jmqkt@163.com。

状间隙的返风速度。生产实践和理论计算表明,返风速度最小应达到 15.2 m/s,最佳风速在 23 m/s 左右。考虑到钻具、钻孔中风量漏失,采用专门的防爆空压机,单孔供风量在 $8 \sim 10 \text{ m}^3/\text{min}$,钻进效果较好。

压缩空气在钻进过程中的主要作用是冷却钻头和排除孔内钻屑,它的大小不仅影响钻进效率,而且影响钻孔轨迹的控制。在上仰孔钻进中,由于重力作用,钻屑容易排出,对风量的要求不高;在下斜孔钻进时,为将钻孔冲洗干净,防止钻头底部堆积煤屑使钻孔轨迹上斜,风量应适当增大。采用复合排渣方式,排渣效率高,风量可适当减小。

2.3 转速

转速对钻孔轨迹有一定的影响。采用低转速进行近水平钻进时,由于重力作用,钻头总是处于孔壁下侧,切削下侧孔壁地层的时间多于上侧孔壁,使钻孔轨迹向下偏斜。若采用高转速钻进,由于离心效应比较大,可起到一定的稳向作用。但仅靠高转速所产生的离心效应还不足以抵消重力及其它因素造成的偏斜力。

在螺旋钻进成孔过程中,当钻压一定时,如果转速过高,虽然产生钻屑颗粒细小,排渣阻力减小,但钻屑在叶片作用下在垂直于输送方向做跳跃翻滚运动,此时钻杆主要起搅拌作用,不利于排除钻屑,所以转速应有极限值 n_{\max} ,在 $n < n_{\max}$ 的范围内尽量加大转速。通过理论实践可知 $n_{\max} = A/\sqrt{D}$,在松软突出煤层中, A 应取 50 ~ 70, D 为螺旋叶片的外径。

但转速又不能太低,转速过低,钻屑的水平运移速度相应减小,降低螺旋钻杆排渣效率;螺旋叶片搅拌作用减小,不利于配合压缩空气排除钻屑;转速低时,钻进过程中产生钻屑粒径大,易堆积在孔内,不仅影响钻孔轨迹,且易造成卡、埋钻事故。

采用风力排渣与螺旋排渣结合的工艺方法,螺旋叶片的主要作用是将沉积在孔壁下侧的钻屑搅动起来。所以在钻进过程中,在转速不超过极限值 n_{\max} 的情况下应适当提高转速,转速越高叶片单位时间推移的钻屑越多,对钻屑的搅动作用越强,排渣效果越好,发生孔内事故的几率越少,有利于钻进成孔。

3 配套设备

根据坑道钻探特点,复合排渣钻进技术所需配套设备主要包括全液压坑道钻机、宽翼片式螺旋钻杆、钻头、防爆空气压缩机、流量计和除尘设备。由于在松软突出煤层施工钻孔,对钻机的扭矩要求较

高,根据孔深不同可以选用扭矩在 3200 ~ 4000 N·m 的钻机;钻杆须选用可通过内通孔输送压缩空气的宽翼片螺旋钻杆;采用复合排渣钻进技术,稳定的风压和充足的风量是成孔的关键,一般选用供风压力在 0.7 ~ 1.2 MPa 的空气压缩机,其他设备可根据现场条件而定。下面是我们在芦岭矿现场试验所用的配套设备。

3.1 钻机

采用我院研制生产的 ZDY3200S 型全液压坑道钻机。该钻机具有解体性好、转速调节范围宽、扭矩大、结构合理、工艺适应性强等优点。

3.2 钻具

3.2.1 钻杆

使用的 $\varnothing 73/\varnothing 63.5 \text{ mm}$ 宽翼片螺旋钻杆具有以下特点。

(1) 该螺旋钻杆采用锥扣螺纹连接,密封效果好,可通过钻杆内通孔输送压缩空气。钻进过程中,螺旋叶片连续排渣的同时不断搅动沉积在孔壁下侧的钻屑,使钻屑始终处于运动状态,在钻孔断面的分布更均匀,有利于压缩空气及时将钻屑排出,减少重复破碎,保障了钻孔施工过程中排渣通道的畅通,降低了发生钻孔堵塞和卡、埋钻事故的概率。

(2) 在不改变螺旋角和螺距的情况下,减小螺旋叶片高度,增加叶片厚度,使钻杆可以穿过回转器卡盘和夹持器的内通孔,实现钻机拧卸钻杆,无须使用主动钻杆;减少钻杆对孔壁的刮削作用,减小钻孔轨迹的偏斜;与常规螺旋钻进相比,回转阻力减小,便于处理孔内事故。钻杆实物见图 1 所示。



图 1 $\varnothing 73/\varnothing 63.5 \text{ mm}$ 宽翼片螺旋钻杆

3.2.2 钻头

使用 $\varnothing 85 \text{ mm}$ 薄翼片式硬质合金钻头。该钻头采用三翼结构,缩小了钻头端面截面积,扩大了水眼过流面积,减小局部阻力损失;镶焊的反向切削硬质合金,可提高处理孔内事故的成功率。该钻头在煤层中钻进使用寿命较长,事故发生率小,钻进效率

高,使用效果良好。钻头实物如图 2 所示。

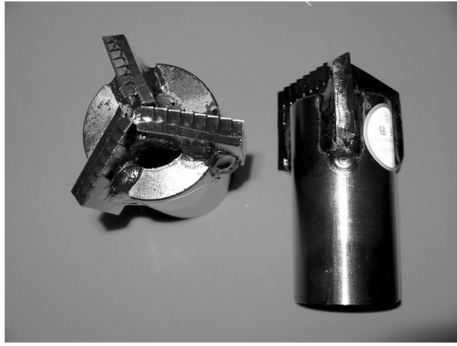


图 2 Ø85 mm 薄翼片式硬质合金钻头

3.3 空压机

选用 MLGF17/1.25 - 132 型轨道式电机驱动螺杆防爆空气压缩机。结合矿井实际情况与防爆空压机的使用特点,空压机放置在进风巷,通过铺设管路将压缩空气输送到工作面,再经钻具将压缩空气输送到孔内,实现松软突出煤层复合排渣钻进。

3.4 流量计

采用压缩空气作为冲洗介质,掌握其流量、压力、温度是十分必要的。选用 CX - 100 - MA 型旋进漩涡流量计,实物见图 3。

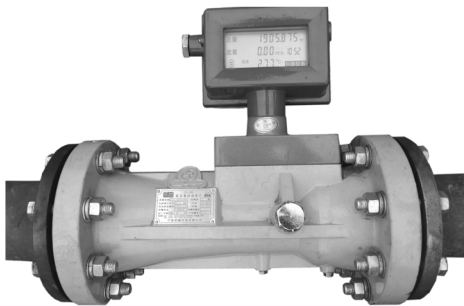


图 3 CX - 100 - MA 旋进漩涡流量计

3.5 除尘设备

除尘设备包括孔口集尘封孔器和孔口除尘器。

3.5.1 孔口集尘封孔器

孔口集尘封孔器采用两级密封集尘。实物如图 4 所示。

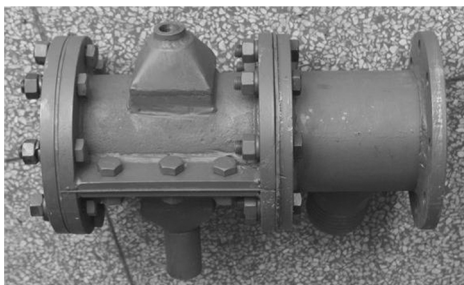


图 4 孔口集尘封孔器

封孔器第一级与孔口管法兰连接,从孔内循环出来的空气与钻屑进入第一级后,大部分通过排渣口经高压胶管传输到除尘器;第二级采用毛刷密封,进入第二级的钻屑在毛刷的阻挡下与雾化水混合,通过出水口流出集尘封孔器。

3.5.2 孔口除尘器

多级无动力除尘器由四级组成。

第一级采用惯性除尘原理,主要用于分离直径 > 10 μm 的钻屑。第二级采用冲击水浴除尘原理,主要用于分离细小粉尘。第三级采用文丘里湿式除尘原理,主要分离呼吸性粉尘(粉尘直径 < 7 μm)。第四级采用水膜过滤除去剩余的呼吸性粉尘。实物如图 5 所示。

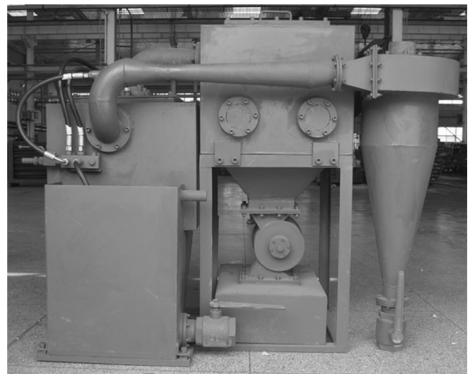


图 5 多级无动力除尘器

4 现场应用

4.1 施钻煤层概况

施钻煤层为芦岭矿二叠系下石盒子组 8 号煤层,该煤层结构简单,根据地面钻孔及井下溜煤眼揭露地质资料分析,煤层总体分布为东部较薄;工作面东、西边界附近煤层受构造影响煤层厚度赋存不稳定。瓦斯压力大,在一定条件下具有突出的危险性。该区煤尘具爆炸危险性,爆炸指数为 37.51%,易自然发火,自然发火期为 2 ~ 5 个月。煤层厚度 3.9 ~ 10.0 m,平均 6.95 m,煤层倾角 8° ~ 17°,平均 12°,煤硬度普氏系数为 0.2 ~ 0.45,该煤黑色,块状,宏观煤岩类型为半亮煤,含夹矸 0.2 ~ 1.6 m。

4.2 施工效果

之前矿方采用螺旋干式排渣工艺施工沿煤层瓦斯抽放钻孔,孔深 5 ~ 20 m 不等。采用复合排渣钻进工艺后,钻孔深度明显提高,钻进效率高。矿方后续共施工本煤层瓦斯抽放钻孔 116 个,总进尺达 7672 m,平均孔深 70.5 m。表 1 为随机选取的采用复合排渣技术的钻孔统计表,表 2 为随机选取的采

用螺旋干式排渣工艺的钻孔统计表。

表1 II 827 采面4号机巷复合排渣钻进钻孔统计表

孔号	倾角/(°)	钻头规格/mm	孔深/m	备注
1-1	14	85	74	喷孔
1-2	112	85	70	喷孔
1-3	14	85	100	
1-4	14	85	74	喷孔
1-5	14.5	85	102	
2-1	14.5	85	101	
2-2	14	85	35	见顶板
2-3	11	85	58	喷孔
2-4	11	85	52	见顶板
2-5	13.5	82	94	
2-6	11	85	71	喷孔
3-1	11.5	85	66	喷孔

注:采用三翼硬质合金钻头。

表2 II 827 采面4号机巷螺旋干式钻孔统计表

孔号	倾角/(°)	钻头规格/mm	孔深/m	备注
1-1	13	110	18	喷孔
1-2	14	110	9	喷孔
1-3	13.5	110	15	喷孔
2-1	13	110	20	喷孔
2-2	14.5	110	5	喷孔
2-3	12	110	12	喷孔

注:采用三翼硬质合金钻头。

(上接第22页)

理无效后最终成为废孔,然后在距原孔位1.5 m处重新开孔,并使用了X-1水基成膜剂,煤系地层自321~756 m,从开孔到终孔,没有一起孔内事故发生,煤系地层岩心平均采取率为95.6%,在钻进中钻杆内没有结泥皮的现象,一次电测即可到底,表现了X-1水基成膜剂优良的成膜性能和抑制能力。

5 结论

通过室内试验和现场应用,可以看出,X-1成膜剂具有良好的成膜性能,对强水敏性地层也有较强的抑制能力,与其形成的水基成膜钻井液体系解决了在深孔复杂地层的护壁问题,同时其较低的滤失量、较好的流变性能也形成了一种与小口径金刚石绳索取心钻探工艺相匹配的钻井液体系。该钻井液体系在煤系地层中的成功应用,也为复杂煤系地

5 结论

(1)以风力排渣为主、螺旋排渣为辅的复合排渣钻进技术综合了两种排渣方式的优点,能够及时有效地将钻屑排除,减少重复破碎,降低发生卡、埋钻事故的几率。

(2)配套设备配置合理、性能稳定,为复合排渣钻进提供了有力保障,可形成复合排渣钻进用配套设备。

(3)使用复合排渣钻进技术进行瓦斯抽放钻孔施工,明显提高了成孔深度,提高了钻进效率,可在类似煤层推广。

参考文献:

- [1] 李泉新. 松软突出煤层瓦斯钻孔成孔技术与配套装备的研究[D]. 西安:煤炭科学研究总院西安研究院,2007.
- [2] 冀前辉. 松软煤层中风压空气钻进供风参数研究及除尘装置研制[D]. 西安:煤炭科学研究总院西安研究院,2009.

层的护壁问题找到了一种解决的方法。

参考文献:

- [1] 孙金声,刘雨晴,唐继平,等. 超低渗透钻井液完井液技术研究[J]. 钻井液与完井液,2005,22(1):1-4.
- [2] 孙金声,林喜斌,张斌,等. 国外超低渗透钻井液技术综述[J]. 钻井液与完井液,2005,22(1):57-59.
- [3] 罗向东,陶为民,刘鹏,等. 无渗透无侵害钻井液及其渗滤性能评价方法的探讨[J]. 钻井液与完井液,2005,22(1):5-8.
- [4] 栾合道,王来祥,伊丕厚. 高效、快速成膜防塌剂的研究与应用[J]. 探矿工程,1991,(4):16-17.
- [5] 何远信. 钻井液技术展望[J]. 探矿工程,1999,(1):24-25,31.
- [6] 徐同台,赵忠举,袁春. 国外钻井液和完井液技术的新进展[J]. 钻井液与完井液,2004,21(3):1-10.
- [7] 聂宇,徐滨. 国内外水基钻井液新技术[J]. 西部探矿工程,2006,(11):177-178.
- [8] 白小东,蒲晓林. 水基成膜钻井液技术新进展[J]. 天然气工业,2006,26(8):75-77.