

煤矿井下瓦斯抽放钻孔孔内事故的预防及处理

郝世俊

(煤炭科学研究总院西安分院,陕西 西安 710054)

摘 要 随着井下瓦斯抽放孔钻孔深度和施工总进尺逐年增加,钻进过程中遇到砂质泥岩、页岩等松软遇水膨胀复杂地层的情况经常出现,又因施工地层多为瓦斯富集地层,容易造成喷孔、塌孔、卡钻、埋钻等孔内事故。阐述了复杂地层施工瓦斯抽放钻孔经常遇到的一些孔内事故的预防及处理措施。

关键词 煤矿 瓦斯抽放钻孔 孔内事故 预防及处理

中图分类号 TP634.8 **文献标识码** B **文章编号** 1672-7428(2004)06-0058-03

0 引言

和掘进巷道相比较,使用钻孔抽放瓦斯具有施工成本低、工作面准备周期短、施工安全性好、有利于瓦斯的综合利用等优点。随着煤矿井下水平受控定向钻进技术的发展,施工水平钻孔的成孔质量迅速提高,施工瓦斯抽放孔的工作量逐年增加,最终实现部分以至于全部代替掘进巷道抽放瓦斯,是实现我国煤矿现代化安全生产的必然趋势。但是施工井下瓦斯抽放孔,由于受煤矿安全生产和井下巷道有限空间的限制,在地面使用的施工设备和技术不能应用于煤矿井下,目前煤矿瓦斯抽放水平孔软岩地层的成孔方法只能局限于常规的回转钻进方法,而瓦斯抽放钻孔施工地层多为煤系地层的泥岩、页岩、泥质砂岩等松软、遇水膨胀岩层或瓦斯富集煤层,施工过程中极易发生孔壁坍塌、埋钻、卡钻、钻孔缩径、憋泵、抱钻等孔内事故,因此孔内事故的预防及处理是提高瓦斯抽放孔成孔率的关键,关系到钻孔的瓦斯抽放总量和瓦斯抽放效率,对煤矿的安全生产有重要影响。

1 施工条件

1.1 场地条件

和地面钻孔施工相比较,在煤矿井下施工瓦斯抽放钻孔,受施工场地和安全生产的限制比较明显。

(1) 施工场地一般只有 $20 \sim 40 \text{ m}^2$,而且由于目前煤矿的开采深度比较大,施工场地距离井口较远,必须经由很长的巷道运输设备,因此大型煤矿井下施工设备应具有良好的分解性,以便于运输和施工。另外,由于上述施工条件,煤矿井下施工场地的“三

通一平”也没有地面容易处理。

(2) 目前还没有矿用双动力头钻机,无法实现回转跟管钻进,而单动力头钻机配用跟管钻具实现跟管钻进,一般采用冲击钻进的方法,从安全钻进的角度考虑,抽放瓦斯孔钻进过程中严禁硬金属碰撞,因此目前跟管钻进的方法在煤矿井下难以实现。退一步说,即使能实现跟管钻进,跟进的套管(即使使用筛管)也会大大减少瓦斯流入钻孔的有效面积。

(3) 试验证明,孔底马达也不适用于软岩钻进,孔底马达采用通过钻杆内部的高压液体驱动钻头回转,钻杆不回转,由于煤系地层软岩的膨胀性、流变性、抗剪强度恢复等物理力学特性,极易发生抱钻等孔内事故。

综上所述,由于受煤矿安全生产和井下巷道有限空间的限制,在地面使用的施工设备和技术不能应用于煤矿井下,目前煤矿瓦斯抽放水平孔成孔方法只能局限于常规的回转钻进方法。

1.2 地层条件

泥质砂岩、页岩、砂质泥岩等松软、遇水膨胀的地层是煤系地层的重要组成部分,在该类地层施工极易发生抱钻、憋泵、卡钻、埋钻等孔内事故,而瓦斯抽放孔一般布置在瓦斯富集地区,在该类地层施工钻孔容易诱发喷孔、塌孔等孔内事故。所以从总的地层条件来说,施工煤矿井下瓦斯抽放孔必须考虑孔内事故的预防及处理。

2 孔内事故的预防及处理

施工煤矿井下瓦斯抽放孔时一旦发生孔内事故,煤矿恶劣的施工条件和狭小的施工空间会给事

收稿日期 2003-10-23

作者简介 郝世俊(1970-),男(汉族),内蒙古凉城人,煤炭科学研究总院西安分院工程地质研究所副所长、高级工程师,探矿工程专业,博士在读,从事水平孔定向钻进技术的研究推广工作,陕西省西安市雁塔北路 52 号,13038594072,haoshijun1160@yahoo.com.cn。

故的处理带来很多困难,所以煤矿井下的钻探施工更要贯彻预防为主的思想。预防高瓦斯地层瓦斯喷孔可采用孔口装置和多级稳定组合钻具,如果条件允许,可考虑采用空气作为钻孔冲洗介质。预防塌孔埋钻可采用正确结构型式的钻头和安安全接头,以尽量避免或减少损失。

2.1 孔口装置

安装孔口装置是为了密封钻孔,在钻进过程中实现负压抽放孔内瓦斯,避免孔内瓦斯聚集,防止喷孔、塌孔事故的发生,同时也可保证施工人员的安全。

孔口装置示意图见图 1。左端和孔壁接触并用快干水泥密封,右端通入钻杆,钻杆和孔口装置的环状间隙用橡胶密封,要求不影响钻杆的回转、起下,负压抽放瓦斯管道和孔口装置的上部出口连接,孔口装置的下部出口用于排放岩煤渣和钻孔冲洗液。由于瓦斯气体处于钻孔及孔口装置的上部,岩煤渣及冲洗液处于钻孔及孔口装置的下部,所以只要保证负压抽排瓦斯通道顺畅,排渣通道的大小合适,排渣通道不影响孔口装置的密封及排放瓦斯。

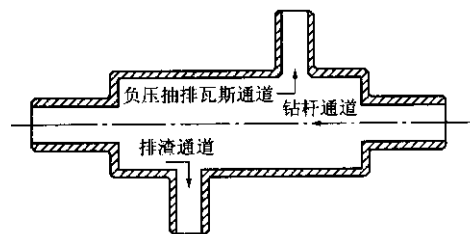


图 1 孔口装置示意图

2.2 多级稳定组合钻具

由 $\phi 75$ mm 逐步过渡到 $\phi 113$ mm 的多级稳定组合钻具示意图见图 2,根据施工钻孔参数要求的不同,可参照级配不同的多级稳定组合钻具。多级稳定组合钻具具有两种功能:(1)采用分级扩孔的方式成孔,逐步释放煤层中的瓦斯,可有效预防瓦斯突然大量涌出;(2)处于钻具前部的小直径钻具可起导向作用,增加钻具稳定性,更好地实现保直钻进。例如 2002 年 12 月在铜川矿区陈家山矿高瓦斯聚集的煤层进行水平深孔的钻进试验,在钻孔安装图 1 所示的孔口装置,使用图 2 所示多级稳定组合钻具钻进,完成 802.5 和 865 m 两个试验孔。两个试验孔于 2002 年 12 月 19 日开始连孔抽放,混合流量 $70 \text{ m}^3/\text{min}$,平均混合浓度 28%,最大孔口瓦斯抽放浓度为 89%,截止 2003 年 2 月 13 日,两个长钻孔累计抽放纯瓦斯量 110 万 m^3 。可见多级稳定组合钻具是预防高瓦斯地层施工过程中可能诱发的喷孔、塌孔事故的有效手段。

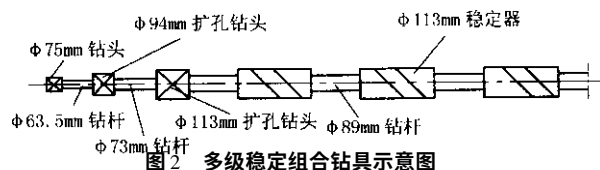


图 2 多级稳定组合钻具示意图

2.3 钻头的选择

煤系地层可钻性一般在 4~8 级,因此选用钻头主要是人造聚晶金刚石复合片钻头,其主要结构型式有内凹式钻头,支柱型球面钻头和三翼、四翼刮刀钻头。在水平孔定向钻进时,内凹式钻头先切削孔底外圈的岩石(或煤),后切削孔底中部的岩石(或煤),这样在钻进过程中形成具有导向作用的岩柱(或煤柱),利于水平钻孔的保直钻进,可用于水平孔保直钻进。支柱型球面钻头由于其切削面呈球面,在外力作用下钻进方向极易偏斜,可用于钻孔造斜、纠斜钻进。因此在稳定地层钻进时应尽量选用上述两种钻头实现定向钻进,以避免松软、遇水易坍塌的地层。当钻孔进入容易发生孔内事故的复杂地层后,应选用三翼、四翼刮刀钻头,因为在发生埋钻的情况下,刮刀钻头更容易强力起拔。一般在上述钻头的后部均焊接反切削硬质合金,在发生埋钻的情况下,在提钻的同时可以回转切削钻头后部岩石,只要钻孔循环介质的回流通道未被封死,这种方法就能取得效果。

河北金牛能源有限公司东庞矿针对翼片钻头、支柱式钻头在钻进过程中大面积切削方式对软岩地层扰动大的缺点,采用小面积切削的方式以减少钻头回转钻进过程中对地层的扰动,设计并应用筒式钻头在松软、遇水膨胀的地层钻进 200 m 以浅的钻孔,取得了较好的钻进效果。这提示我们针对不同的地层情况,钻具的结构型式的变化和改进也是值得考虑的预防孔内事故的措施之一。

2.4 钻孔冲洗介质

如果条件具备,应尽量采用空气作钻孔冲洗介质,可以从根本上解决软岩膨胀性、流变性、可塑性、崩解性带来的一系列问题,例如塌孔、缩径、抱钻等。目前我国煤矿井下空气动力源设置在地面,输送到井下的风压、风量基本可以满足孔深 200 m 左右钻孔的钻进要求,如要钻进更长的水平孔则存在孔底排渣不畅、甚至无法排渣的情况,因此应考虑将地面空气动力源设置到井下,以减少管路损耗,满足施工抽放瓦斯水平长钻孔的要求。

2.5 应用安全接头

安全接头是连接在孔内钻杆上的一种工具,安

装在不易被卡、松扣或退开后孔内所剩钻具最少的位置,煤矿井下施工抽放瓦斯定向孔时,安全接头安装在稳定组合钻具后面,如果只使用钻杆和钻头的连接方式钻进,安全接头可直接接在钻头后面。安全接头和钻杆一样传递扭矩和承受各种复合应力,没有特殊的机械手段是不会松脱的。若孔内发生事故时,可采用机械手段松脱,实现顺利提钻,减少孔内事故带来的损失,保证所施工的钻孔孔段可用于抽放瓦斯,不致于出现废孔。用于水平孔的安全接头种类很多,如 AJ 型安全接头、H 型安全接头、活键 H 型安全接头、J 型安全接头、弹簧式安全接头等,但常用的是 AJ 型安全接头和 H 型安全接头。

2.5.1 AJ 型安全接头

AJ 型安全接头结构示意图见图 3。其工作原理是:公接头和母接头用大齿形螺纹连接,这样在钻进过程中如发生埋钻、卡钻等孔内事故,无法提钻的情况下,可反转钻具,由于大齿形螺纹螺距长,容易脱扣,也可根据钻具脱扣时的提升距离判断安全接头是否脱扣,可以提取安全接头以后所接全部钻具,减少损失,保证所施工孔段可用于抽放瓦斯。

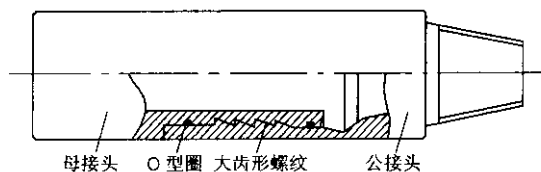


图 3 AJ 型安全接头示意图

操作时应注意以下事项:(1)检查 O 型圈是否完好,安装位置是否正确;(2)用润滑油或极稀的黄油涂在公母接头体的配合螺纹面上(注意不要用铅基或锌基润滑脂、丝扣油),用手将公母接头拧上时,应能将螺纹上完。

2.5.2 H 型安全接头

H 型安全接头结构示意图见图 4。其工作原理是:公接头和母接头用销子连接,这样在钻进过程中销子、滑块和滑槽共同传递回转扭矩,如发生埋钻、卡钻等孔内事故,无法提钻的情况下,调节钻机油泵排量,强力起拔钻具,剪切破坏销子,提取安全接头以后所接全部钻具,减少损失,保证所施工孔段可用于抽放瓦斯。

操作时应注意检查 O 型圈是否完好,安装位置是否正确,安装销子时销子外端不得外露。

2.6 钻具打捞

在发生断钻或其他孔内事故而将钻具丢在孔内的情况下,可用打捞丝锥打捞钻杆,但是由于孔内事

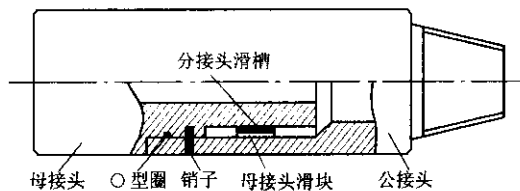


图 4 H 型安全接头示意图

故多发于松软、遇水膨胀地层,如果钻进过程中用水作为冲洗钻孔的介质,打捞丢失的钻具是比较困难的。根据我们的施工经验,打钻时用空气作钻孔的冲洗介质,发生孔内事故时打捞丢失钻具的成功率更高。所以从打捞钻具的角度出发,如果条件具备,应尽量使用空气作为钻孔的冲洗介质。

3 结语

煤矿井下抽放瓦斯钻孔的施工由于其特殊的施工条件,和地面施工相同深度的钻孔相比较,孔内事故发生的可能性更大,造成的人员或设备等财产的损失也更为直接和巨大。因此,施工煤矿井下抽放瓦斯钻孔之前必须充分考虑煤矿井下的施工环境和地层条件,未雨绸缪,制定并完善孔内事故的预防处理措施。近年来,由于我国经济高速发展对煤炭能源的巨大需求,煤炭产量逐年增加,煤矿的安全高效生产也面临严峻的挑战。由于近水平孔受控定向钻进技术在煤矿的推广应用使煤矿抽放瓦斯钻孔的施工向大直径长钻孔的方向发展,而巷道抽放瓦斯影响工作面的准备周期,可以预见未来几年内钻孔将逐步替代巷道成为煤矿瓦斯抽放的主要方式,抽放瓦斯钻孔的工作量将迅速增加,孔内事故的预防及处理的重要性将日渐突出。

本文根据笔者在煤系复杂地层施工的经验对该类地层孔内事故的预防及处理措施进行了一些初步探索,但由于孔内事故的多样性和复杂性,考虑不周之处肯定存在,希望和广大同行的交流能够促进该领域相关技术的发展。

参考文献:

- [1] 刘子春,张召平,石风歧,等. 钻井工程事故预防及处理[M]. 北京:中国石化出版社,2000.
- [2] 郝世俊. 抽放瓦斯定向钻孔施工技术的研究[J]. 探矿工程, 2003, (4).
- [3] 刘武. 防塌孔终极钻具——筒式钻头[J]. 河北煤炭, 2003, (2).
- [4] 朱晓明,姜铁明,苗惠东. 寺河矿井下区域性瓦斯抽放试验[J]. 煤炭科学技术, 2003, (2).