

# 套管钻进技术在煤矿复杂地层中的应用探讨

孔 伟

(中国煤炭科工集团重庆研究院,重庆 400039)

**摘 要:**我国的地质条件和煤层特征差异大,复杂地层中构造煤发育,瓦斯含量高,地应力大,煤层破碎松软,易发生塑性流变。采用套管钻进技术替代传统的常规钻杆进行钻孔瓦斯抽采,可提高工作效率,防止卡钻、塌孔等事故的发生,提高瓦斯抽采的效率,并可以不起钻取出钻头、孔底钻具组合下筛管,解决在井下复杂地层中钻孔瓦斯抽采的难题。介绍了套管强度及孔底组合钻具结构,探讨了套管钻进技术在煤矿复杂地层中的应用前景。

**关键词:**套管钻进;复杂地层;孔底钻具组合;钻孔瓦斯抽采

**中图分类号:**P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)11-0021-03

**Discussion on Application of Casing Drilling Technology in Complex Formation of Coal Mine/KONG Wei**  
(Chongqing Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp., Chongqing 400037, China)

**Abstract:** The geological conditions and coal seam characteristics have many differences in China. The complex formation has many characteristics, such as tectonic coal, high content of gas, high geostatic stress and the broken soft coal seam where plastic flow easily occur. Casing drilling technology is adopted to replace the traditional drill pipe for borehole gas extraction, the work efficiency and gas extraction rate were improved. It also can prevent many accidents, such as sticking and hole collapsing, and remove the bottom tool assembly without pulling the drill pipe out. Casing strength and bottom tool assembly were introduced and the application prospect of casing drilling technology in complex formation of coal mine is discussed.

**Key words:** casing drilling; complex formation; bottom tool assembly; gas extraction

## 1 概述

我国煤矿井下的地质条件较复杂,在很多松软煤层、构造煤和断层褶皱发育的地带,经常会出现钻孔垮塌、打不进钻、卡钻或者钻孔后孔壁垮塌瓦斯抽采效率低的情况。一般煤矿上均采用钻孔后立即下筛管的方法解决,但是有时筛管下入较困难甚至会发生断裂,且增加了工作时间和劳动强度。采用套管钻进技术可以解决上述问题。

套管钻进技术就是指在钻进过程中直接采用套管替代传统的钻杆向孔内传递机械及水力能量,孔底钻具组合接在套管下面,边钻进边下套管,并且可以不起钻直接将钻具组合取出的钻进方法。它与常规钻杆钻孔相比,具有以下特点:

(1)提高了工作效率,降低了劳动强度;

(2)在钻孔过程中钻头失效,可以通过钢丝绳不起钻回收孔底的钻具组合换钻头,节省了起下钻时间;

(3)钻孔结束后取出孔底钻具组合,下入 PVC-U 筛管,减少了塌孔等钻孔事故的发生,提高了瓦斯抽采效率。

## 2 套管强度

### 2.1 管柱强度

传统钻杆壁较厚,外径较小,径厚比小,以我院生产的  $\varnothing 73$  mm 钻杆为例,壁厚为 9 mm,径厚比约为 8。而套管的外径较大,壁较薄,径厚比较大,一般为 10~25。现有研究表明,径厚比越大,套管管体 Misses 应力越大,套管发生失稳的临界荷载越小,因此对套管的扭曲、弯曲和疲劳破坏必须进行研究。

套管钻进过程中套管柱的破坏形式主要有 2 种:一是套管柱受到扭矩、拉力和内压力的联合作用,造成管体的屈服破坏,这种破坏的危险截面也在孔口;二是套管柱所受的压力超过其临界钻压,使得套管柱发生屈曲失稳。套管柱所受的扭矩主要来自 3 个方面:一是套管柱空转所需的扭矩,二是钻头破岩所需的扭矩,三是套管柱遇到阻卡等意外情况时产生的扭矩。

目前套管钢材一般采用的是 API 标准的 J55 钢或地质标准的 DZ55 钢材,屈服强度  $> 380$  MPa,且现在煤矿井下复杂地层下套管的钻孔深度一般不超

收稿日期:2011-04-11;修回日期:2011-06-02

作者简介:孔伟(1983-),男(汉族),湖北荆门人,中国煤炭科工集团重庆研究院,地质工程专业,硕士,从事煤层气开发及松软煤层钻探工艺研究工作,重庆市九龙坡区科城路 6 号,cqkw76@163.com。

过 200 m,以  $\varnothing 113$  mm 套管为例计算,套管外、内缘处的等效应力远远小于套管本体屈服强度,故套管本体不会发生屈服破坏。套管柱的临界钻压,结合我院生产的 ZYW 型全液压钻机,在实际钻进过程中给进力最好控制在 25 kN 以内,防止套管柱发生屈曲失稳。

## 2.2 套管螺纹

套管钻进过程中,套管柱需要传递水力及机械能量,因而套管应当具有更强的抗扭、抗压和抗弯性能,以保证孔内的安全。众多的套管失效案例表明,套管的破坏大多处于螺纹连接处,且疲劳裂纹一般为平面型,垂直于管体的轴线。螺纹的断裂位置均在套管的外螺纹尾部与套管接箍旋合的第一扣处。经过有限元分析可知,螺纹连接时两端接触压力较大,受应力集中影响,外螺纹最后一扣齿跟处的受力最大,产生了一定的屈服和塑性变形。这样在钻井过程中,受拉-压交变荷载和弯曲应力的影响,该危险截面会由于疲劳作用而产生裂纹。在交变应力的作用下,裂纹不断发育,最后断裂。在油田钻井中,套管的下入深度一般可达几千米,因此,套管的螺纹可以采用油田套管中的偏梯形螺纹,且过盈装配量不宜过大,最佳机紧应为 1.5~2.0 圈。

## 3 孔底钻具组合

在套管钻孔结束后,为了减少成本,需要取出孔底昂贵的钻具组合。现在国际上主要采用的是加拿大 TESCO 公司以绳索为基础的回收技术。孔底钻具组合主要由领眼钻头、扩眼工具、座底套管、锁定总成和回收装置等组成(见图 1)。通过该结构将钻具组合起出后,即可下入抗静电阻燃可碎性 PVC-U 筛管起到护壁、抽放瓦斯的作用。

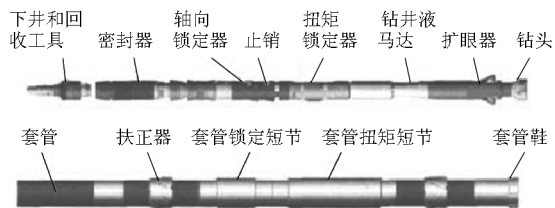


图 1 TESCO 公司的一种井下回收工具

### 3.1 孔底钻具组合结构

#### 3.1.1 锁定总成

锁定总成是套管钻井技术中最具特色的技术,其功能是:钻进时将孔底钻具组合锁定在套管上,使之不能转动和轴向窜动;起钻时锁定器解锁,从套管内可以将孔底钻具组合打捞至地面,见图 2。

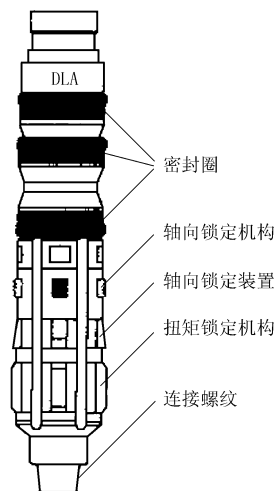


图 2 锁定机构总成

锁定和密封总成主要由轴向锁定装置、扭矩锁定装置、弹簧加压定位止动器、密封和旁通机构组成。轴向锁定装置在套管柱和井底钻具组合之间传递压缩载荷和拉伸载荷,坐底套管的套管鞋上方有 1 个定位台肩,钻具组合到达定位台肩位置时,弹簧加压,定位止动器和定位槽啮合,同时驱动钻具组合内的 1 根心轴动作,使轴向锁定销锁定在轴向锁定短节上的轴向锁定槽内,同时关闭旁通阀。扭矩锁定装置有 3 个锁定键,可分别与坐底套管扭矩锁定短节上的 3 个扭矩锁定槽锁定,在套管柱和钻具组合之间传递扭矩。在锁定键与锁定槽锁定传递扭矩的状态下,还允许钻具组合作一定程度的轴向移动。

锁定和密封总成内有 2 个方向相反的润滑脂皮碗式密封,可防止套管钻进过程中钻井液绕过钻具组合。在井下钻具组合的起下过程中,旁通阀打开可保持钻井液循环,预防钻井液压力会驱动钻井液马达或使随钻扩眼器张开。

#### 3.1.2 领眼钻头

设计领眼钻头主要考虑与其他工具的配合性,尤其是领眼钻头的最大外径与坐底套管的最小内径之间的关系,间隙大了钻头外径太小,影响机械钻速和钻头寿命,增大扩眼工具的工作量,进而影响扩眼工具的寿命。如果间隙太小,钻头外径大,有时下入会有困难,因而需要选择合适的通过间隙。

#### 3.1.3 扩眼工具

为保证孔底钻具组合从套管内起出和下入,领眼钻头尺寸必须小于钻井用套管内径,因而形成的井眼尺寸较小,需要实施随钻扩眼,以满足套管下入(即扩眼钻头与领眼钻头组合形成了一个煤矿中常用的组合塔式钻头)。设计的扩眼工具结构采用液

压伸臂式,即在有液力的情况下切削臂伸出进行扩眼作业,当液力消失时,在外力的作用下切削臂恢复原位。扩眼工具下边直接连接领眼钻头,上边可连接动力钻具。

### 3.1.4 坐底套管

坐底套管位于套管柱末端,由定位台肩、定位止动器定位槽、轴向锁定短节、扭矩锁定短节和套管鞋组成。轴向锁定短节和扭矩锁定短节分别与井下锁定工具串的轴向锁定装置和扭矩锁定装置配合使用,用以在井下锁定工具串和坐底套管间执行锁定和解锁的任务。套管鞋上装配有 PDC 切削元件(或硬质合金元件),协助随钻扩眼器和领眼钻头钻进,并在随钻扩眼器的切削臂出现异常情况而不能到位回收时起磨铣作用。

## 3.2 抗静电阻燃可碎性 PVC-U 筛管

在起出孔底钻具组合,即可下入抗静电阻燃可碎性 PVC-U 筛管,进行护壁抽采瓦斯。由于复杂煤层具有松软、瓦斯大等诸多特点,在钻完孔后,孔壁可能发生坍塌。且孔内煤尘较多并与 PVC 管进行碰撞摩擦吸附,正负电荷不断重新分布聚集在管材与煤尘上,当电荷积累到一定程度就会产生电火花,因此必须在管材表面涂抗静电剂或在塑料中加入导电材料。阻燃性能应满足 IEC614 技术标准,最

好使筛管的性能达到在 3 s 内自熄。这样即可达到对复杂煤层安全抽放瓦斯的目的,在后期回采过程中,采掘机可以直接破坏 PVC 管,既安全且不影响生产。

## 4 结论

(1) 套管钻进技术是一项新技术,是今后的发展方向,将其应用于煤矿中是解决煤矿复杂地层瓦斯抽采的新方法。

(2) 套管钻进技术大大提高了工作效率,减轻了劳动强度。

(3) 采用可回收式孔底钻具组合,在完钻后起出昂贵的孔底钻具,并下入研制的 PVC-U 筛管,节约了成本,提高了瓦斯抽采率。

### 参考文献:

- [1] 张兰江,兰阔,黄耀华,等. Tesco 底部钻具可回收式套管钻井系统[J]. 石油机械,2003,31(12):46-48.
- [2] 刘宏丽. 套管钻井新技术[J]. 西部探矿工程,2002,(5):23-26.
- [3] 袁光杰,姚振强,林元华,等. 套管钻井中套管疲劳失效问题的研究[J]. 天然气工业,2003,23(5):56-5.
- [4] 黄锐,等. 塑料工程手册[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [5] 杨书申,张景昌. 热塑性塑料阻燃抗静电技术研究进展[J]. 纺织高校基础科学学报,2000,13(1):66-71.

(上接第 20 页)

另一公司 4 台钻机钻进情况:1 号钻机在 SZK24-2 钻孔于 240 m 处烧钻,处理 40 余天未果,移孔重新开钻;2 号机在 SZK5-3 钻孔于近 300 m 处烧钻,处理事故过程中埋钻,造成“铁眼”,处理 10 余日未果,移孔重新开钻;3 号机钻进基本顺利,历时 42 天完成 SZK40-2 钻孔,孔深 427 m,但时效仅 0.42 m;4 号机钻进水文钻孔,不在此做对比。

通过对比,说明我们采用的技术措施收到了良好的效果。

## 5 结语

在新疆乌拉根地区的绳索取心钻探中,采用常规规格的钻头、常规材料的泥浆,孔内事故率高、风险高、成本高,而用目前的这套技术参数和工艺方

法,效果非常显著。大大降低了孔内事故率,保证了很高的岩矿心采取率,降低了堵漏成本,同时缩短了堵漏时间,从而大大提高了钻进效率,使得施工成本和风险大大减少。因此该方法是很值得在类似地区进行推广的一种有效方法。

### 参考文献:

- [1] 彭一江,祁永生,赵让乾,等. 新疆北部煤田勘探低成本堵漏技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(4):53-54.
- [2] 熊伟,田占成,徐景珠,等. CS14 型全液压力头钻机的生产应用效果及分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(4):35-36,46.
- [3] 刘广志. 金刚石钻探手册[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [4] 鄢泰宁,孙友宏,彭振斌,等. 岩土钻掘工程学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [5] 汤凤林. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,1991.