

横移式潜孔锤跟套管钻进器具的设计

李 树 伟

(中航勘察设计研究院 北京 100086)

【摘要】本文介绍了国内、外潜孔锤跟套管钻具的种类,并针对其优缺点,设计了一种动作灵活可靠、结构简单的横移式潜孔锤跟套管钻具。

【Abstract】A flexible, reliable and simple drilling machine of cross sliding type with diving hammer followed pipe is designed and introduced in this paper.

0 前言

潜孔锤钻进工艺,是利用压缩空气(或气液混合)通过钻杆驱动潜孔冲击器活塞,以较大的冲击功和高频率冲击钻头,同时,钻头低速回转,使岩石破碎,所产生的岩屑被高压气流携带返至地表;其钻进效率较常规方法钻进方法可提高5—8倍。钻头寿命长,钻孔质量好,使用方便、简单,而且不受季节影响,便于冬天或干旱、无水条件下施工,特别是在钻进中硬岩层和硬岩层时作为一种高效钻井手段,使硬岩钻进技术有了很大的发展,但是在松散的覆盖层、卵砾石层、码头的抛填区等复杂地层中钻进,孔壁极不稳定,经常出现孔内事故。跟套管钻进技术是套管随钻孔深度同步跟进的一种钻进方法;主要优点是防止孔壁坍塌、掉块和循环液的漏失,运用这种方法能很好地对付各种复杂地层。

1 国内外潜孔锤同步跟管钻进现状

随着钻探领域的发展,解决复杂地层钻进方法问题越来越引人注目,以往采用的泥浆护壁、爆破方法,既浪费材料而且效果不理想,钻孔事故多,工期时间长,经济效益也低。采用潜孔锤跟管钻进技术能够数倍提高钻进效率。

国外潜孔锤跟套管钻进技术出现于70年代,80年代中期,跟管钻具有了许多形式。

1.1 瑞典阿特拉斯与山得维克的ODEX钻具

套管无独立的驱动装置,潜孔锤扩孔钻头预先钻出大于套管外径的通道,为使套管能顺利跟进,在套管鞋和钻具上安置一种迫使套管与钻头同步跟进的装置,ODEX钻具主要由中心钻头,偏心轴,偏心扩孔器和导正器组成。钻进时,回转钻具,偏心扩孔器由于惯性力和孔壁摩擦力甩出,压紧在导正器下端的平面上,此时扩孔直径最大,收回提钻时,反转钻具,由孔壁摩擦力或套管底部的摩擦力使扩孔器与钻具产生相对运动,缩回到收敛位置,使钻具能从套管中提出。

缺点是加工工艺复杂,不易保证加工质量,中心钻头螺杆部分受力复杂,复合力过大,钻头本身和钻具受力不均匀。

1.2 双回转钻进

双回转钻进技术的基本概念是钻具和套管同时回转,同步钻进;使用低转速,大扭矩的套管驱动器来推进带有专门套管鞋的套管以切割地层,动力头同步地驱动带有潜孔锤或牙轮钻头或刮刀钻头的钻具。

西德斯坦威克公司在瑞典ODEX钻进方法的基础上,研制出双回转跟管钻进法,称之为土星法和海王星法,钻进时使用偏心钻头,海王星法比土星法多一偏心支撑管,钻进时所形成的钻孔直径将大于套管直径,提钻时,钻头收拢,不受套管的阻碍能顺利地

把钻头提出孔外。

双回转跟管钻进,以潜孔锤破碎岩石,钻头超前钻进,套管随后紧跟对易坍塌的覆盖层和卵砾石层极为有效,还可克服泥浆护壁的不可靠性及复杂性。不足之处,双回转钻机结构复杂,需要双动力头,动力消耗大。

1.3 日本立根公司在偏心扩孔器ODEX跟管钻进工艺的基础上,又最新制了偏心潜孔锤跟管钻头,该跟管钻头导正器上可装置二三个偏心小钻头,扩孔时,钻杆顺时针方向旋转,而当收缩切削具时,钻杆则应反时针方向旋转,其最大扩孔直径800mm,跟进的套管外径为812.8mm。

1.4 我国“七五”期间研制了QG型跟管钻进钻具,该钻具利用偏心机构原理,对ODEX钻具进行了改进,将螺杆、偏心轴和导正器制成一体,偏心扩孔器套在偏心轴上,中心钻头上有螺孔与螺杆相连,使之成为一体,其工作原理与ODEX类似。

2 横移式潜孔锤跟套管钻具的设计

为了克服ODEX方法的缺点,结合我国现有钻探机具,研究设计了一种横移式潜孔锤跟套管钻具。

2.1 设计思路

为达到钻进时同时跟进套管保护已钻过孔段的孔壁,必须使护壁套管紧随钻头前进,完全避免已钻过孔段出现垮塌、漏失和意想不到的复杂情况。由于套管无独立的驱动装置,必须在套管鞋和钻具上考虑迫使套管与钻头同步跟进的装置。钻具必须能预先钻出大于套管外径的通道使套管能顺利跟进,同时,还必须考虑套管留在孔内护壁时钻具能提出孔外,由于使用大冲击功的气动冲击器对钻具进行冲击,冲击应力波在钻具内的反射、叠加将使钻具受力达数十万牛顿。

2.2 设计原则

根据国内现有空气钻进的设备和机具水平,设计跟管钻进钻具遵循以下几个原则:

(1) 不改变常规潜孔锤钻进使用的冲击器,利用水文水井钻的常规钻杆;

(2) 与普通动力头钻机配套使用,不考虑套管使用单独的驱动器;

(3) 采用人工进行套管的加接。

2.3 钻具整体结构

根据跟管钻进的要求,钻具的整体功能结构为

(1) 上端与常规空气潜孔冲击器相连,接受钻机提供的钻压和回转扭矩以及由冲击器提供的冲击能,并传给钻具的有关工作单元;

(2) 有一个能张敛的扩孔装置,能在需要时张开扩孔,不需要时收敛;

(3) 由于所跟进的套管无单独的驱动装置,可在钻具和套管上建立一对传力装置,将钻压及冲击能部分地施加给套管,迫使套管随钻头同步跟进;

(4) 钻具必须有让岩屑和气流通过套管内部返出地表的通道;

(5) 有破碎岩石的切削具。

2.4 空气潜孔冲击器及套管

采用现有的WC-85冲击器,主要参数如下:

外径: 85mm

风量: $3\text{m}^3/\text{min}$

风压: 0.5~0.7MPa

冲击频率: 10~15Hz

冲击功: 120J

套管外径: 108mm

壁厚: 4.5mm

2.5 横移式扩孔装置的研究设计

国外ODEX扩孔装置是一种单偏心孔扩机构,在高频冲击和回转扭矩的作用下,钻具根部受力不均匀易产生断裂。

横移式扩孔装置, (如图1), 由两个半分钻头体、导正器、横销组成, 半分钻头体上部的拔柱, 插入导正器底部的两个矩形孔中, 并有横销卡位, 保证其不脱落, 并能径向移动, 底部镶有硬质合金切削具; 钻进时, 钻具正转, 两个半分钻头体在孔底摩擦力和钻机的扭矩作用下, 分别横向伸出, 冲击波经导正器传递给两个半分钻头体, 对孔底岩石进行破碎, 两个半分钻头体扩出大于套管外径的通道, 使套管能不受孔底岩石的阻碍而通过。当钻具稍反向回转, 两个半分钻头体在孔底摩擦力和钻具的扭矩作用下收敛到下钻时的位置, 从而从套管内提出。

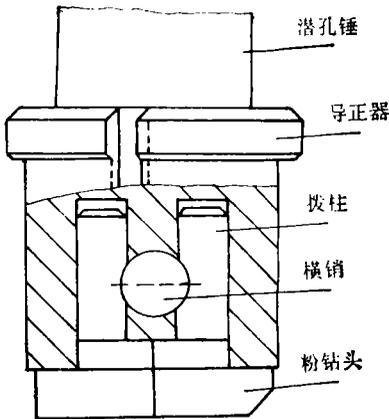


图 1

3 送、排风孔道的设计

压缩空气在潜孔冲击器中推动活塞做功后作为废气排出, 用来冷却钻头, 清除孔底岩屑并将岩屑带出孔外; 由于跟管钻进钻具的钻头部分在套管之外, 并且钻出的钻孔孔径大于套管外径, 部分气体可能从套管外壁流走, 严重时, 大部分气体不进入套管内吹除岩屑, 导致岩屑沉积卡钻。因此, 所设计的气道既要保证气流钻进时有效地吹扫孔底

岩屑, 又要保证绝大部分气流能从套管内返出, 设计送、排风孔道时, 将钻具、冲击器和套管鞋作为一个系统考虑。

送风通道是在导正器中心通道的两侧钻两个圆孔, 该圆孔与排屑槽的底部相连通, 利于排屑和吹孔。

排屑槽位于导正器的两侧。形状为矩形截面的直槽, 目的是为了减小岩屑进入套管的阻力。

4 钻头结构参数设计

4.1 齿形

两个半分钻头体均采用硬质合金半球齿作为切削具, 原因是半球齿具有较高的硬度和较好的抗冲击韧性, 当齿高等于齿冠半径时, 对合金无正压力产生的弯矩作用, 采用冷压镶嵌法固定。

4.2 半分体钻头外形参数

扩孔时钻头外径: 112mm

收敛后钻头外径: 84mm

导正器最大外径: 96mm

为了验证横移式潜孔锤跟套管钻进扩孔机构设计是否合理、动作是否灵活, 按照实际尺寸加工了一个木质扩孔装置模型, 经过试验, 半分式钻头扩孔机构的横移具有动作灵活可靠, 结构简单, 钻具受力均布的特点, 达到了设计要求。

横移式潜孔锤跟管钻进技术, 能够从根本上解决国外ODEX方法存在的问题, 双偏心扩孔机构保证了钻头及钻具受力均匀, 在覆盖层和复杂地层, 采用横移式潜孔锤跟管钻进将大幅度降低成本, 提高钻进效率, 特别是对于过去常规方法难于钻进的地层将从根本上解决问题, 加速施工进度, 取得显著的经济效益。