

可伸缩扩孔钻头在深厚砂卵砾石层跟管钻进中的应用

李建军^{1,2}, 陈保国², 郑伟³, 刘宝昌¹

(1. 吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026; 2. 中国水电顾问集团北京勘测设计研究院, 北京 100024; 3. 长城钻探工程有限公司钻具公司, 辽宁 盘锦 124010)

摘要:针对雅鲁藏布江冷达水电站深厚砂卵砾石层钻进遇到孤石致使跟管受阻问题, 采用一种可伸缩两翼扩孔钻头, 将套管下方的孤石扩出口径略大于套管外径的环状空隙, 使套管继续跟进到达计划深度。该方法既可避免传统孔内爆破炸碎孤石方法的危险性和繁琐性, 也可克服采用套管钻头旋转跟进套管由于扭矩大导致的套管磨损大、易断裂、成本高等问题。该工艺操作易掌握, 不受深度限制, 在跟管扩孔钻进中, 甚至于处理孔内事故时均可采用, 值得推广。

关键词:可伸缩扩孔钻头; 深厚砂卵砾石层; 厚壁套管

中图分类号: P634.4⁺1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2013)08-0057-04

Application of Scalable Reaming Bit in Deep Sand Gravel Stratum with Casing/LI Jian-jun^{1,2}, CHEN Bao-guo², ZHENG Wei³, LIU Bao-chang¹ (1. College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun Jilin 130026, China; 2. HydroChina Beijing Engineering Corporation, Beijing 100024, China; 3. GWDC Drilling Tools Service Company CNPC, Panjin Liaoning 124000, China)

Abstract: According to drilling encountered boulder in deep sand gravel stratum in Yarlung Zangbo River Leng-da hydro-power station, a scalable two-wing reaming bit was used to solve pipe blocking. By enlarging a hole in the boulder under the casing, the hole diameter is slightly larger than the outer diameter of the casing pipe to ensure the casing going down to the planned depth. This method can not only avoid the danger and complexity of hole blasting shattering boulder but also can overcome casing wear, broken and high cost caused by high torque of casing bit drilling for casing following. This process is easy to master with no limitation of hole depth and can be popularized in pipe-following ream drilling, even in hole accidents treatment.

Key words: scalable reaming bit; pipe-following drilling; deep sand gravel stratum; thick wall casing

1 概述

冷达水电站是雅鲁藏布江规划河段推荐的 11 级开发方案的第 9 个梯级, 位于西藏山南地区加查县境内, 初拟装机容量 320 MW, 年发电量为 15.02 亿 kW·h。

坝址区覆盖层分布广泛, 主要为冲洪积漂卵砂砾石层, 钻孔揭示最大覆盖层厚度为 149 m。见较多的孤石分布, 成分以花岗岩和大竹卡砾岩为主, 主要从上游丝波绒曲冲积而来, 架空明显, 结构较松散, 厚度大, 漏浆塌孔现象较为严重, 属于典型的复杂地层。

由于覆盖层较厚, 且级配较差, 存在严重漏浆、孔壁不稳定等较复杂的情况, 为达到理想的护壁效果, 套管的跟进深度也随之增加。众所周知, 在跟进套管时, 孤石是影响跟管深度的最大阻碍因素。由于施工条件所限, 不具备办理火工材料的条件; 另外

为了节约成本和安全方面的考虑, 最终决定采用可伸缩扩孔钻头扩孔钻进工艺, 以达到打通通道, 使套管顺利跟进的目的^[1,2]。

2 钻进工艺

2.1 钻进设备及机具

本次钻进采用 XY-2 型回转钻机, 配合 SDB 系列植物胶双管单动钻具取心, 并使用厚壁套管进行护壁。

钻进中, 当遇到孤石直径较大, 靠锤击套管无法击碎孤石, 致使套管跟进受阻时, 传统钻进工艺的处理方法是使用炸药进行孔内爆破, 将孤石砸碎。或者采用套管钻头回转钻进, 钻透孤石, 以达到继续跟进套管的目的^[3]。但传统孔内爆破方法既危险又繁琐, 而套管钻头旋转钻进又存在因扭矩太大而导致套管磨损、断裂等众多问题^[4]。针对传统处理方

收稿日期: 2013-03-14; 修回日期: 2013-06-19

作者简介: 李建军(1983-), 男(汉族), 内蒙古乌兰察布人, 吉林大学在职硕士生, 中国水电顾问集团北京勘测设计研究院工程师, 工程地质专业, 从事钻探生产及技术管理工作, 北京市朝阳区定福庄西街 1 号, 13681234727@139.com。

法存在的不足,现采用可伸缩扩孔钻头进行扩孔,将孤石与孔内套管之间扩出一个外径略大于套管外径的环状间隙,使套管顺利跟进,很好地解决工程难题^[5,6]。

对孤石的不同处理工艺方法对比见图1。

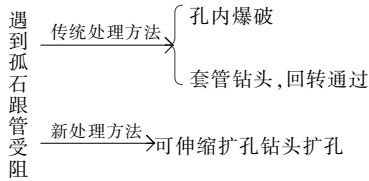


图1 对孤石不同处理方法

2.2 扩孔钻头结构

2.2.1 钻头结构及工作原理

该扩孔钻头设计规格为扩孔直径范围127~172 mm。根据冷达水电站坝址区覆盖层厚度,岩石可钻性,套管跟进计划深度、规格(内、外径)等因素进行了综合分析研究后,对钻头体结构、尺寸和切削刃的尺寸及参数进行了优化。将切削刃由原来的硬质合金更改为孕镶金刚石,重新设计了水口位置,同时调整切削刃中金刚石的参数,使其更适合坚硬岩石的钻进。

钻头主要由导向端、可伸缩扩孔切削元件(切削翼)、泵压起动机构构成^[7,8]。钻头体共安装2支切削翼。外径127 mm,即收翼状态外径为127 mm;两翼完全张开状态下,两翼处外径172 mm。图2为钻头实体图,图3为钻头结构图。



图2 扩孔钻头实体

在整个扩孔钻头心部有一个中心阀杆,阀杆下部与扩孔钻头的可伸缩切削翼相连,当水泵加压时,借助于钻头内腔与环空之间的压降,推动阀杆机构向下运动,从而带动扩孔钻头的可伸缩切削翼向外伸展至一定的设计角度,在钻头回转的同时切削出设计孔径;当压降低于弹簧的作用力时,阀杆依靠弹簧复位,扩孔钻头自动地收回切削翼。这种扩孔钻头采用金刚石刮刀片作为扩孔切削翼,最大伸展角度45°~170°,能够达到不同的设计孔径。其优点是结构简单,传动准确可靠,不需轴承密封和润滑,

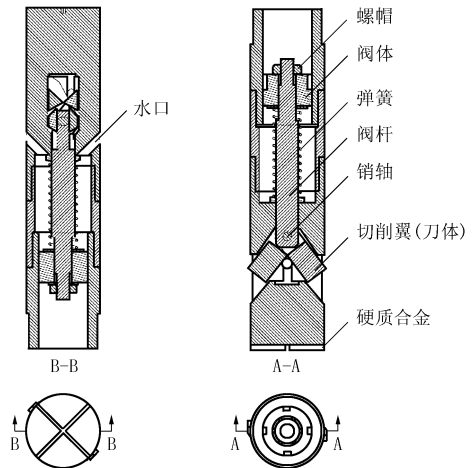


图3 可伸缩扩孔钻头结构

操作也简单,对地层的适应性较强,对设备要求也较低^[3]。

2.2.2 切削刃参数

切削翼的设计参数是结合多年钻进砂卵砾石的宝贵经验,并根据工程区岩石特性,经过现场不断试验而确定的^[9]。切削刃参数为:金刚石浓度100%,金刚石目数40~60,胎体硬度HRC50,导向端镶嵌硬质合金,呈十字排布。

2.3 扩孔

2.3.1 扩孔过程

可伸缩扩孔钻头在管底扩孔过程见图4。

第一步:SDB植物胶钻具正常钻进、取心(如图4a所示)。

第二步:根据岩心判断下方地层情况,如果下方遇到孤石直径较大,厚壁套管单靠锤击无法通过孤石时,则下入扩孔钻头至套管管靴与孤石接触处。此时要根据岩心谨慎判断孤石位置,做到准确到位(如图4b所示)。

第三步:利用水泵压力使扩孔钻头切削翼逐渐展开进行扩孔,直到孤石与套管之间扩出要求的环状间隙,环状间隙略大于套管外径,套管跟进将更加通畅(如图4c所示)。

第四步:扩孔结束后,减压、停泵,扩孔钻头切削翼在弹簧的作用下缓慢缩回到钻头体内。将扩孔钻具缓慢、匀速提出孔外,继续贯入护壁套管(如图4d所示)。

2.3.2 扩孔参数及注意事项

扩孔钻进中,钻进参数与正常钻进有所不同,具体的参数为:钻压2~3 kN、转数<600 r/min、泵量10~20 L/min、泵压0.8~1.2 MPa。

为达到理想的扩孔效果,保证孔内安全和扩孔

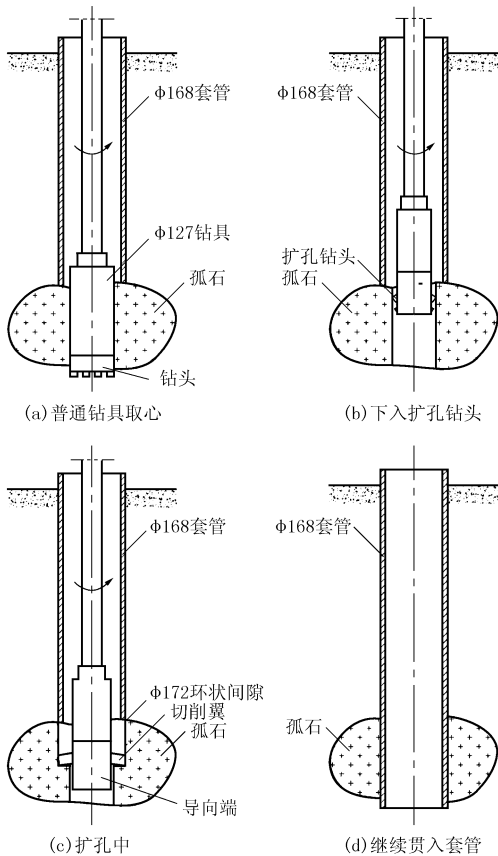


图4 扩孔钻头管底扩孔过程

钻头不被损坏,在操作中,需注意以下事项:

- (1) 在切削翼磨损严重的情况下,要及时更换新的切削翼,以保证达到要求的扩孔直径。
- (2) 在扩孔钻头下入孔内前,要在孔口进行加压测试,测试切削翼“伸-缩”状态是否良好。
- (3) 新钻头下孔后必须进行初磨,即采用轻压力(正常压力的1/3)、慢转速(200~300 r/min)钻进约10 min,然后再采用正常技术参数钻进。
- (4) 钻头下入孔内,待开通水后方能开车钻进,扩孔初始阶段,要控制低泵压。随着扩孔孔径增大逐渐加大泵压,且要保持低转速,直到切削翼运转平稳后可逐渐提高转速。
- (5) 扩孔结束后,一定要等待切削翼完全缩回钻头体,再缓慢将钻头提出套管(孔内)。
- (6) 扩孔完毕后要及时清理钻头内部并给予适当润滑,以提高阀体及销轴的润滑性。

2.3.3 扩孔效果及切削翼寿命

根据现场实际施工数据记录,该扩孔钻头较好地满足了施工要求,达到了设计的扩孔直径,解决了工程难题。

- (1) 可以达到设计的要求,可使 $\varnothing 168$ mm厚壁套管顺利通过孤石。

(2) 扩孔效率约为0.4 m/h,与普通金刚石钻进效率相比,效率仍然偏低。

(3) 一对切削翼维持保径要求下,扩孔进尺约12 m。

2.4 采用可伸缩扩孔钻头钻进工艺的优势

2.4.1 与孔内爆破工艺对比

(1) 工艺简单。随着国家法制化进程,目前对火工材料的管理越来越严格,审批、购买、存放手续日渐规范化,孔内爆破在火工材料审批环节将费时费力。扩孔钻头只需公司批准购买即可投入使用。

(2) 操作方便。孔内爆破需要作业人员持证上岗,且要求操作人员经验丰富。孔内水位、冲洗液浓度、孔壁通畅条件等均影响孔内爆破的效果。扩孔钻头扩孔过程中影响因素相对较少。

(3) 安全性更高。孔内爆破涉及火工材料,属危险性化学物品,在运输、存放、使用环节均存在危险,安全管理难度较大。另外,爆破的药量、安全距离如果控制不好,将会导致套管被炸裂等严重的孔内事故,施工现场因孔内爆破操作不好导致孔内事故的案例屡见不鲜,且后果大多比较严重。扩孔钻进则相对更加可控,即使操作不当,也不至于出现太大的孔内事故^[10]。

2.4.2 与套管钻头工艺相比

(1) 节约成本。套管钻头跟管需将计划长度的套管以回转的方式钻入孔内设计深度,近似于单管钻进,一方面在旋转时砂卵砾石对套管磨损严重,造成套管变薄,寿命大大减小,造成成本较高;另一方面在跟进套管时,需要配以冲洗液润滑,相当于二次钻进,造成钻进冲洗液用量较大,费用较高^[1]。根据实际测算,二者造成成本上涨至少10%。

(2) 安全性较高。套管钻头跟管致使套管磨损大,再加上随着跟进套管增加,扭矩逐渐增大,极易导致套管断裂,轻者需要进行套管打捞,重新更换套管,重者套管无法打捞,只有变径,提前变径对套管能否达到设计深度,是极大的考验。另外在套管磨损严重的情况下,起拔套管时,由于套管强度不够,也容易发生套管断裂的事故。扩孔钻头跟管可配合厚壁套管,强度较高,本身不易断裂。且以锤击的方式贯入,磨损较小,可以很好地避免以上问题^[10]。

3 结语

(1) 与传统的钻进工艺相比,可伸缩扩孔钻头扩孔跟管钻进工艺对设备的适应性更强,且工艺操作简单,安全性更高,还可节约成本。

(2) 经过现场使用,可伸缩扩孔钻头的扩孔钻进与正常金刚石钻进相比,虽然可以解决工程难题,但效率不如后者。需继续对钻头体结构、切削刃结构以及金刚石镶结方式等设计进行改进和优化,使其效率更高、寿命更长。

(3) 扩孔钻头对扩孔孔径的控制准确度仍有待于提高。由于本次使用只是为达到设计的最大直径进行扩孔,所以效果较好。但是如果控制在中间某一直径,准确度会较差。只有通过更换相应尺寸的切削翼方可达到相应的扩孔直径。

(4) 综合考虑安全性、成本、使用的方便性等因素,可伸缩扩孔钻头可利用前景广阔,值得在行业内广泛推广使用。

参考文献:

- [1] 雷文武. 双心钻头成功用于硬地层扩孔[J]. 钻采工艺, 2000, 23(5): 87-88.
- [2] 刘广志. 钻进砾石层的新方法——套管“管下扩孔器”钻探法

(上接第56页)

日出水量 1500 m³, 平均钻速达 6.7 m/台时, 台班钻进效率较转盘钻机提高 30% 以上。其中在钻遇缩径地层时, 动力头边转边提顺利提出钻具, 避免发生孔内事故, 钻井试验效果明显。

4 结语

国产转盘钻机钻进系统改进不仅是一项装备技术革新, 更是国产给水钻井装备的一次技术升级。项目研制成功后, 使得车载钻机能应对复杂地层的钻井要求, 改变给水部队钻进设备技术陈旧难以适用多种工艺的现状, 可较大程度提高给水部队构筑管并行动的效率, 为增强野战给水工程保障能力打下坚实的基础, 更为重要的是为国产转盘钻机的更

[J]. 国外地质勘探技术, 1987, (4).

- [3] 古亚敏. 井下扩孔装置的研制现状与发展方向[J]. 石油机械, 2004, (S1).
- [4] 王坚, 王生, 索忠伟, 等. 植物胶在松散破碎地层施工中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(3).
- [5] 付兵, 邱太宝. 深厚砂卵砾石层金刚石钻探施工技术和工艺[J]. 四川水力发电, 2007, (1).
- [6] Dave Rodman, et al. Steerable Hole Enlargement Technology in Complex 3D Directional Well[J]. SPE 80476, 2003.
- [7] 剪占鳌, 刘建军, 剪树旭. 扩孔器的改进设计[J]. 石油矿场机械, 2001, 30(6): 43-44.
- [8] 辛新平, 许昭泽. BZ-150 型自动变径扩孔钻头的研试[J]. 煤炭科学技术, 1997, (7).
- [9] 李世忠. 钻探工艺学(中册)[M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [10] 李建军, 陈保国. 厚壁套管与植物胶用于深厚砂卵砾石层钻进的应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(11): 10-12, 16.
- [11] 黄小军, 贺修安, 陈晨. 多级跟管钻进工艺在苏哇龙水电站贡扎滑坡体工程勘察中的应用[J]. 水利水电技术, 2009, 40(3).
- [12] 袁学武, 陈礼仪, 李中伦. 深厚覆盖层堆积体破碎带锚固成孔偏芯跟管钻进工艺技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).

新换代提供了有益尝试, 符合未来高技术条件下给水部队快速构筑给水站的发展方向, 具有较高的军事、经济效益和广阔的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 吕光辉, 李巍, 张士勇, 等. 干式浅井钻机的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2004, 31(5): 43-44.
- [2] 吕光辉, 警兵, 敖春来, 等. 野战条件下快速洗井抽水装置的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(11): 44-47.
- [3] 许刘万, 曹福德, 葛和旺. 中国水文水井钻探技术及装备应用现状[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(1): 33-38, 43.
- [4] 许刘万, 王艳丽, 左新明. 我国水文水井钻探装备的发展及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(4): 1-7.
- [5] 史亚楠, 刘庆礼, 张西坤, 等. 水井钻机的选型与配套[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(9): 27-32.

湘西北首口页岩气钻探井开工在即

《中国矿业报》消息(2013-08-06) 湖南省煤炭地质勘查院日前喜签“湘西北石门-慈利地区页岩气钻探工程”项目协作合同, 工作经费逾千万元。据悉, 此为湘西北地区布设的第一口页岩气钻探井。

“湘西北石门-慈利地区页岩气钻探工程”为“全国油气资源战略选区调查与评价项目”中的“中下扬子地区油气资源综合调查与评价”课题。该工程选择湘西北寒武系的页岩地层, 开展页岩气地质调查并钻探, 确定重点含气页岩层段, 获取系统的页岩气参数数据资料, 深入研究主要含气页岩层段的岩石、地层和沉积特征, 以及有机地球化学特征、含

气性和分布规律。根据项目协作合同书要求, 湖南省煤炭地质勘查院将在湘西北地区主要页岩层段施工页岩气钻井 1 口, 同步完成取心、录井、测井、固井及样品测试等相关工作。

湖南省煤炭地质局有关专家表示, 在湘西北地区主要页岩层段实施页岩气钻探井, 对湖南省页岩气勘探工作意义重大。通过这一工程的实施, 将获取湖南省页岩气地层的重要参数, 为湖南省页岩气研究提供第一手资料, 并有望实现该区页岩气工业气流的发现, 可有效指导并加快推进湖南省页岩气勘探工作的开展。