

厚壁套管与植物胶用于深厚砂卵砾石层 钻进的应用研究

李建军, 陈保国

(中国水电顾问集团北京勘测设计研究院, 北京 100024)

摘要: 针对大渡河巴底水电站深厚覆盖层钻进过程中遇到的护壁、取心、孔内事故等主要技术问题, 采用 $\varnothing 139$ mm 厚壁套管护壁和 SH 植物胶取心钻进工艺, 有效地提高了取心质量和钻进效率。 $\varnothing 139$ mm 厚壁套管可以有效克服深厚覆盖层钻进过程中薄壁套管护壁导致孔内事故频发以及跟进深度较浅等致命缺点, 也克服了 $\varnothing 127$ mm 常规厚壁地质管材不能下如薄壁 $\varnothing 108$ mm 套管的缺点。该工艺不仅提高了取心质量, 也极大地提高了钻进效率和保证了成孔概率, 节约钻进成本, 提高了经济效益。

关键词: 植物胶; 深厚砂卵砾石层; 钻进; $\varnothing 139$ mm 厚壁套管; 孔内事故

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)11-0010-03

Application Research on Thick-walled Casing and Vegetable Gum for Drilling in Deep Gravel and Pebble Strata/Li Jian-jun, CHEN Bao-guo (Hydrochina Beijing Engineering Corporation, Beijing 100024, China)

Abstract: To make the drilling process more efficient and successful against drilling complex formations while penetrating through deep thick overburden layer at Badi hydropower station over the Dadu river, 139 thick-walled casing and vegetable gum were used to improve coring quality and drilling efficiency respectively. 139 thick-walled casing can avoid frequent drilling accidents and shallow depth in casing process and is compatible with 108 casing much better than 127. It is proved that this technology can give good coring quality and satisfy drilling efficiency with lower drilling cost and higher economic benefits.

Key words: vegetable gum; thick deep gravel and pebble strata; drilling; $\varnothing 139$ thick-walled casing; downhole accident

1 概述

巴底水电站位于四川省甘孜藏族自治州丹巴县境内的大渡河干流上, 装机容量 700 MW, 年发电量 28.86 亿 kW·h; 水库总库容 1.699 亿 m^3 , 正常蓄水位 2075 m, 拦河坝坝高 98 m, 为二等大(2)型工程。

工程区河床覆盖层大约在 60~140 m 左右。由含泥砂砾石、块碎石和三层细粉砂层相间构成, 孤石较多, 区内遇到最大孤石直径达 8 m 左右, 同时存在局部架空现象。工程区地层无胶结、透水性强、极易发生错动、孔壁不稳定、漏浆严重, 且局部区域存在涌水现象, 易发生卡钻、埋钻事故, 属于典型的复杂地层, 钻进难度较大。经过不断分析、摸索后, 形成了一套行之有效的深厚砂卵砾石层钻进工艺, 顺利完成了规定的钻探任务, 积累了在深厚砂卵石地层钻进的宝贵经验。

2 钻进工艺

2.1 钻进设备及机具

本次钻进工作使用的钻探设备及机具为: XY-2 型钻机, BW-150 型泥浆泵, SDB 双管金刚石钻具, 8 m 四脚钻塔, 厚壁地质管材。

2.2 冲洗液选择与配制

本次钻探过程中使用的冲洗液按照植物胶低固相冲洗液的配比进行配制, 具备携带岩粉清洗孔底、冷却钻头、润滑钻具、保护岩心、润滑钻具、减少振动以及优越的减阻效应等特点, 可满足深孔钻进的要求。植物胶低固相冲洗液的配制是在生产厂家的建议配比的基础上, 将 SH 植物胶粉和钠土的比例做了小幅调整配制而成的^[1,2]。

2.2.1 配方

SH: 钠土: 水 = 3: 6: 100(质量比)。

烧碱: SH = 8: 100(干粉质量比)。

2.2.2 配制

先在搅拌槽中加入一半的水, 开动搅拌机后加入 SH 植物胶干粉, 搅拌均匀至没有结块现象, 然后加满水继续搅拌, 同时加入烧碱, 搅拌 5 min 后, 加

收稿日期: 2012-06-27; 修回日期: 2012-11-12

作者简介: 李建军(1983-), 男(汉族), 内蒙古乌兰察布人, 中国水电顾问集团北京勘测设计研究院专业负责人、工程师, 勘查技术与工程专业, 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。

入粘土粉继续搅拌,直至全部分散。

2.3 钻头选择

植物胶低固相冲洗液的优越润滑性可极大地降低钻头磨损,但由于砂卵砾石层自身的不稳定性(表现为卵石之间极易错动),导致金刚石钻头在孔底的工作条件仍然较差^[3]。综合考虑地层特点和冲洗液性能等多方面因素,最终选择热压孕镶金刚石钻头,胎体硬度 HRC45~50,底唇厚度 15 mm。

2.4 钻进实例

2.4.1 钻进过程

以 ZKz40 钻孔为例(覆盖层深度 122 m)。

开孔采用较大口径 SDB \varnothing 130 mm 植物胶钻具钻进,同时配合钢丝绳钻头进行取心、清孔工作。若成孔困难,则采用植物胶低固相冲洗液对钻孔护壁。

钻进一定深度后,为保证护壁效果,跟进第一套 \varnothing 168 mm 厚壁套管。继续钻进过程中,采用加长钻具或较长钻具,建议钻具盖头尽量不要出套管或出套管的距离不要太长,以防止塌孔埋钻。每次跟管之前,必须准确测量准备要下的套管的长度并要准确记录已经下到孔内的套管的总长、孔口剩余量以及管底(管靴底部)在孔内的准确位置,以为下一步钻进或爆破作业时的作业依据。

在钻进过程中,若遇到孤石,可以计算其确切位置进行孔内爆破处理。该孔在放炮跟管工艺操作下, \varnothing 168 mm 套管跟进深度约 36 m,考虑起拔安全,及时进行了变径。变径后采用 \varnothing 110 mm SDB 植物胶钻具进行取心、 \varnothing 139 mm 套管进行护壁的钻进工艺。 \varnothing 139 mm 套管跟进深度达到 106 m。套管最大下入深度见表 1。

表 1 套管下入最大深度

口径/mm	套管类型	深度/m
168	厚壁	30
139	厚壁	106
127	薄壁	124

钻进程序:植物胶钻具取心→孔内爆破(偶尔进行)→跟进套管→植物胶钻具取心。此过程循环进行直至钻穿覆盖层或者达到设计要求。

2.4.2 钻进参数及注意事项

在植物胶钻进中,钻进参数具有高转速、小泵量、低钻速的特点(具体参数见表 2)。

(1)在配制植物胶低固相冲洗液时,必须保证钠土和植物胶干粉全部分散,无结块现象,以免堵塞水龙头或者 SDB 钻具。

表 2 SDB 钻具钻进参数

钻具型号	钻压 /kN	转速 /($r \cdot \min^{-1}$)	泵量 /($L \cdot \min^{-1}$)	泵压 /MPa
SDB130	8~9	<600	20~40	<0.5
SDB110	6~8	500~600	20~40	<0.5
SDB91	5~7	600~800	15~30	<0.5
SDB75	4~5	600~1000	10~15	<0.5

(2)为了保证冲洗液里的固相含量在适当的范围之内,要在循环系统内挖建沉淀池,或者在浆液中加入高水解度的聚丙烯酰胺水溶液,可以加速岩粉的沉淀,以维护冲洗液的各项性能指标稳定^[4]。

(3)随着冲洗液的不循环,粘弹性物质含量逐渐降低,其粘度就会随之降低,应定期补充新冲洗液,维持冲洗液的粘弹性等各项指标^[5]。

(4)在采用 SDB 钻具钻进时,回次进尺根据具体钻进情况而定,为保证取心质量,一般应控制在 1~1.5 m 范围内。

(5)对于孔内漏浆严重的地层,要通过投粘土球的方式即时堵漏,效果不明显时,可以缩短回次进尺,不断跟进套管,缩短裸孔段。

(6) \varnothing 139 mm 厚壁套管的强度一定要保证,且和钻杆材质相同。建议采用公母直接的扣型。进行孔内爆破时,要控制好安全距离,防止炸坏套管。根据实际经验将安全距离控制在 25 cm 以上为佳。

(7)若覆盖层较厚、地层漏浆严重, \varnothing 139 mm 厚壁套管无法满足深度要求时,建议将下入的下一径薄壁套管管靴换为跟管钻头,通过回转的方式跟进套管,可以有效加大跟进套管的深度。但是由于钻头的工作条件较差,一旦发生钻头损坏的情况,套管跟进工作就将随之中断^[6]。

2.5 取心质量

深厚砂卵砾石层钻进不仅要求得到准确的覆盖层的厚度,而且对砂卵砾石层的原状岩心要求也较高,在采用植物胶低固相冲洗液后,经过现场不断调整配比,在取心质量和岩心采取率方面都取得了非常好的效果,各项指标均达到地质任务书的要求。具体取心情况见图 1、图 2 所示。

2.6 孔内事故预防及处理

在深厚覆盖层钻进过程中,频繁发生埋钻事故和套管断裂脱落事故。预防及处理方法如下。

2.6.1 埋钻事故

2.6.1.1 预防

(1)根据孔壁稳定性及是否返浆决定超前钻进长度。漏浆严重时,尽量保证钻具不要完全伸出套管管靴。注意观测孔口返浆量,如果孔内漏失比较



图1 ZKz40 砂层原状岩心



图2 ZKz40 砂卵石原状岩心

明显时,必须进行堵漏,严防冲洗液由于冲洗液失去护壁效果而发生孔壁坍塌^[7]。

(2)起下钻具时要保持匀速慢速,防止对孔内冲洗液形成回抽吸力或者激荡压力,影响孔壁稳定或导致孔壁坍塌。

(3)植物胶低固相冲洗液的护壁效果虽佳,但是还是要求根据具体钻进情况,适时下入各级套管进行护壁,不可强行裸孔钻进,以免发生孔壁坍塌、埋钻等孔内事故。

2.6.1.2 处理

(1)在加大冲洗液流量的情况下,提动钻具,若发现此法不能奏效,说明埋钻事故较严重,只好采用针对性的措施进行处理。

(2)利用更大口径的钻具进行套捞。

(3)利用反丝钻杆带着反丝锥对被埋钻杆进行打捞,最后利用小一径的单管钻具进行“掏心”将被埋钻具内管打捞上来,然后进行变径钻进^[8,9]。

(4)以上几种尝试都无法处理事故时,只能采用导偏进行钻进。在事故段上方一定距离采用灌浆封孔,待凝固后进行导偏钻进。

2.6.2 套管断裂事故的预防及处理

2.6.2.1 预防

(1)在套管选用方面,最好使用公母连接的反扣厚壁套管。可以有效防止套管的脱扣。

(2)如果使用的套管是管箍连接的正丝套管,

在下入套管时,要将套管缠麻等防止脱扣。

(3)每次下管前,要检查套管是否有损坏,丝扣损坏或者变形的套管严禁下入孔内。

(4)及时进行纠偏,防止钻孔倾斜。

2.6.2.2 处理

(1)利用相对应的公锥进行锥取。对于薄壁套管,由于其抗扭强度较低,在套取时不可采用钻机立轴强行扭转,应利用管钳通过人力进行上扣拧紧以达到锁紧套管的目的,然后通过吊锤锤击力起拔套管。

(2)利用比断裂套管小一径的盖头或盖头接一节薄壁套管,然后加卡料的方式对套管尤其厚壁大口径套管打捞,效果明显。在盖头下方连接薄壁套管,不仅增加了卡死的区间,而且由于薄壁套管容易被卡料挤压变形,便于卡死,在通过吊锤往上锤击的过程中不易脱落^[10]。

(3)也可利用专门定做的楔形打捞器进行套管打捞,由于打捞器两头本身带有斜度,很容易卡死卡料。

3 成效与问题

3.1 取得的成效

(1)采用植物胶低固相冲洗液可以大幅度提高钻进效率,降低钻探成本。使台班进尺比清水钻进提高一倍。

(2)采用植物胶冲洗液,可以提高砂卵石的取心率和取心质量,取得了胶结较好的、能够清晰的反映砂卵石层沉积的原状岩心。

(3)厚壁 $\varnothing 139$ mm 套管可以有效克服薄壁套管强度低、易断裂的缺点,减少孔内事故,大幅提高钻进效率,提高经济效益。

(4)目前厚壁 $\varnothing 139$ mm 套管跟进深度可达到106 m,如果覆盖层较深,还可继续跟进,将大幅提高深覆盖层钻进成孔的概率。

(5)在厚壁 $\varnothing 139$ mm 套管跟进的深度,若未到设计深度,还可以跟进 $\varnothing 127$ 、 $\varnothing 108$ 、 $\varnothing 89$ 、 $\varnothing 73$ mm 薄壁套管,克服原有厚壁 $\varnothing 127$ mm 套管内不能下入 $\varnothing 108$ mm 薄壁套管的弊端,使套管口径增加了一个规格,提高了成孔概率。

3.2 存在问题

(1)在涌水地层,仍然存在植物胶冲洗液失效的问题,在维护其稳定方面尚没有行之有效的方法。

(2)厚壁 $\varnothing 139$ mm 套管跟进必须配合孔内爆

(下转第16页)

较好表现(表2)。

表2 成膜剂性能

项目	表观粘度 /(mPa·s)	一次滤 失量/mL	二次滤 失量/mL	造浆降 低率/%	岩屑回 收率/%
基浆	42	5	10.2		10.3
基浆+1%成膜剂	11	5	3.4	73.5	93.8

注:岩屑回收率测定采用水及1%成膜剂水溶液。

3.4.2 成膜润滑剂研制

采用石蜡为主要原料,将石蜡乳化改性,并辅以其它载体材料,产品状态为固体润滑剂。

3.4.3 快速成膜冲洗液体系研究

采用本项目研制的成膜护壁剂、润滑剂为主要添加剂,利用其成膜、粘接作用,再选择其纤维状及超细材料,经过配方优化试验,研制出具有超低渗透的快速成膜钻井液体系。

4 结语

从地质钻探来说,堵漏技术是一项世界性的难题。因此要进一步加强堵漏新技术开发,针对地质钻探过程中的各种复杂漏失情况,研究形成较完整的堵漏技术方法体系。今后研究重点或发展趋势应集中在以下几个方面。

(1)加强漏失层特性判断与堵漏方法的关联性研究。开展可固化堵漏配方的防冲蚀、防收缩工艺技术研究,以满足有进无出、特别是含水裂缝和溶洞型恶性漏失的堵漏要求。

(2)广谱型堵漏技术研究,如高强度快失水堵漏技术、高强度化学堵漏技术以及溶胀型随钻堵漏材料。

(3)开展复合堵漏材料和堵漏技术集成化的研

究,高失水堵剂—桥接剂混配,单项压力封闭剂—高失水堵剂混配、高失水堵剂—桥接材料—水泥复合等,形成不同漏失情况的快速判断和应对方法,提高堵漏效率。

(4)开展高效随钻防漏材料和防漏冲洗液体系研究,提高地层承压能力。

(5)开展膨胀管堵漏技术研究^[12]。

参考文献:

- [1] Fidan E, Babadagli T, Kuru E. Use of cement as lost-circulation material-field case studies[J]. IADC/SPE 88005,2004.
- [2] Donald L, Whitfill, Terry Hemphill. All Lost-Circulation Material and Systems Are Not Created Equal[J]. SPE 84319,2003.
- [3] 皮跃进,刘文华.安溪黄厝坪铁矿区复杂地层钻孔护壁堵漏实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):16-17,20.
- [4] 刘维平,胡远彪.牡丹江金厂矿区钻井液选用与堵漏技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(6):13-15,18.
- [5] 张成德.注浆护壁堵漏工艺在深孔岩心钻探中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(5):25-26.
- [6] 赵福麟.油田化学[M].山东东营:中国石油大学出版社,2002.58-59.
- [7] 薛玉志,刘振东,唐代绪,等.裂缝性地层堵漏配方及规律性研究[J].钻井液与完井液,2009,26(6):28-30.
- [8] 滕子军,赵善友.液体高膨胀材料充填堵漏试验应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(9):49-51.
- [9] 刘延强,徐同台,杨振杰,等.国内外防漏堵漏技术新进展[J].钻井液与完井液,2010,21(6):80-84.
- [10] Fang C C, Thaemlitz C. New ospar-compliant technologies for managing drilling-fluid lost-circulation events[J]. SPE 94434,2005.
- [11] 孙金声,汪世国,张毅,等.水基钻井液成膜技术研究[J].钻井液与完井液,2003,14(6):6-10.
- [12] 于好善,王成彪,杨甘生,等.膨胀套管技术与膨胀成型仿真分析[J].地质与勘探,2011,47(4):692-698.

(上接第12页)

破,即必须配备火工材料。急需一种扩孔钻具来配合厚壁管跟进。

参考文献:

- [1] 付兵,邱太宝.深厚砂砾石层金刚石钻探施工技术和工艺[J].四川水力发电,2007,(1).
- [2] 张志平.SM植物胶在水电工程中的实践总结.四川水力发电,2003,(2).
- [3] 侯满柱.坚硬地层金刚石钻进参数的选择[J].山西建筑,2005,31(6):71-71.
- [4] 宋宏图.SM植物胶和SD系列金刚石钻进工艺在深厚砂卵石

层的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(3):13-15,17.

- [5] 冯建明.田湾河大电站闸址深厚覆盖层勘探的实践[J].四川水力发电,2001,20(3):77-78.
- [6] 黄小军.跟管钻头钻进技术在水电勘探中的研究与应用[J].岩土工程技术,2011,25(2):59-63.
- [7] 王福.浅析复杂地层孔内事故的预防[J].林业科技情报,2007,(3).
- [8] 刘志刚.浅谈地质钻探中孔内事故发生及防范措施[J].科园月刊,2008,(8).
- [9] 马举,陈卫杰,刘惠民.埋钻事故的预防和处理措施[J].黑龙江水利科技,2003,(2).
- [10] 李世忠.钻探工艺学(中册).北京:地质出版社,1988.