

许昌武庄铁矿深孔绳索取心钻进技术

徐永镭,汪晓东,冯本强

(河南省地矿局第二地质勘查院,河南 许昌 461000)

摘要:许昌武庄铁矿 ZK3349 孔设计孔深 1500 m,覆盖层厚度达 400 多米,基岩中存在多个破碎带,第四系和第三系地层接触带软硬互层,并含有大量卵石、漂石,钻探施工极易出现缩径、孔壁坍塌、孔斜等问题。针对这些问题,采取了相应的钻探技术措施,顺利终孔。总结了该孔覆盖层裸孔钻进和深孔绳索取心钻进技术。

关键词:绳索取心;裸孔钻进;护壁;堵漏;无固相乳状冲洗液

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2014)07-0033-03

Wire-line Core Drilling Technology for a Deep Hole in Xuchang/XU Yong-lei, WANG Xiao-dong, FENG Ben-qiang
(No.2 Institute of Geological Exploration of Henan Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Xuchang Henan 461000, China)

Abstract: The depth of 1500m was designed for ZK3349 in Wuzhuang iron mine of Xuchang, where the thickness of overburden layer was up to more than 400m, there were several fracture zones, the contact zone of quaternary and tertiary strata with soft and hard interbedded rocks containing large amounts of gravel and boulder. Diameter shrinkage, wall collapse and hole inclination were often encountered. The corresponding measures were taken to smoothly fulfil the drilling. The open hole drilling in overburden layer and wire-line core drilling technology in deep hole are summarized.

Key words: wire-line core drilling; open hole drilling; wall protection; circulation loss control; solid free emulsion fluid

1 概述

许昌武庄铁矿位于河南省许昌县北部,矿区位置属华北平原,地势平坦,交通便利。矿区位于许昌背斜的轴部,构造较为发育。覆盖层上部第四系为泛滥型冲积平原,岩性以亚沙土、亚粘土及粘土为主,下部以第三系为主,总厚度约 400 m;基岩地层主要为寒武系和太古界登封岩群武庄岩组,主要是各种片岩和变粒岩。

ZK3349 孔设计孔深 1500 m,终孔深度为 1510.18 m。施工中使用 XY-6B 型钻机 1 台, BW250 型泥浆泵 2 台, $\varnothing 71$ mm 缴粗绳索取心钻杆 1600 m, SJ75 绳索取心钻具 2 套, $\varnothing 108$ mm 套管 420 m, $\varnothing 89$ mm 套管 430 m。主要采用绳索取心钻探工艺施工, 130 天顺利终孔,各项指标均达到地质要求。

2 钻探工艺论证分析

该覆盖层厚度达 400 m,以砂粘土为主,包含多层砂层,易坍塌缩径,故只能采用普通钻具,泥浆护壁的工艺施工。根据以往该矿区的施工经验,在第四系与第三系接触带处出现软硬互层,并含有大量的卵石、漂石,极易产生大的孔斜,严重的造成钻孔报废。这也是该矿区钻探的主要难点,所以在覆盖

层钻进宜采用钻铤加压,并采取相应的防斜措施,避免孔斜的产生。基岩中存在多个破碎带,普通单、双管钻进取心率和钻进效率较低,且易产生冲洗液孔内压力漏失,故采用绳索取心钻进,配制无固相乳状冲洗液护壁,提高岩心采取率和钻进效率。

3 钻进方法和钻孔结构

覆盖层孔段采用普通钻具,泥浆护壁钻进,钻进至基岩后采用套管隔离,以确保钻进的顺利进行,同时为防止发生孔内事故,以稳妥起见,在钻孔结构设计上宜留有余地,即多设计一级口径,基岩采用绳索取心钻进,本着尽可能简化钻孔结构的原则,根据钻孔穿越地层特点,采取钻进方法和钻孔结构如下。

(1) 0~413 m 孔段,采用 $\varnothing 94$ mm 硬质合金取心钻头钻进,当钻进至 390 m 时因遇卵、漂石层钻进困难,更换 $\varnothing 94$ mm 金刚石钻头钻进至 413 m,使用 $\varnothing 94$ mm 炮弹钻头变 $\varnothing 110$ mm 扩孔钻具扩孔到 413 m,下入 $\varnothing 108$ mm 套管(反丝)413.50 m。

(2) 413~427 m 孔段,在下入 $\varnothing 108$ mm 套管后,采用变径为 $\varnothing 94$ mm 金刚石取心钻头钻进,钻进至 427 m,下入 $\varnothing 89$ mm 套管(反丝)427.70 m。

(3) 427~1400 m 孔段,在下入 $\varnothing 89$ mm 套管

收稿日期:2013-07-18;修回日期:2014-06-26

作者简介:徐永镭(1976-),男(汉族),河南许昌人,河南省地矿局第二地质勘查院工程师,钻探工程专业,从事岩心钻探技术工作,河南省许昌市许继大道西段 12 号,774921813@qq.com。

后,采用变径为 $\varnothing 77$ mm 金刚石绳索取心钻头钻进。

(4) 1400 ~ 1510.18 m 孔段,采用 $\varnothing 76$ mm 金刚石绳索取心钻进,钻进至 1510.18 m,达到地质目的终孔。

钻孔结构如图 1 所示。

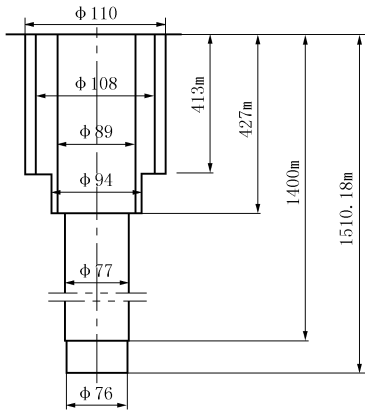


图 1 钻孔结构示意图

4 钻具级配

(1) 开孔孔径 94 mm, 钻具级配: $\varnothing 94$ mm 硬质合金钻头 + $\varnothing 89$ mm 岩心管 + $\varnothing 68$ mm 钻铤 + $\varnothing 50$ mm 钻杆;

(2) 扩孔孔径 110 mm, 钻具级配: $\varnothing 110$ mm 钻头 + $\varnothing 89$ mm 内导向 + $\varnothing 108$ mm 岩心管 + $\varnothing 68$ mm 钻铤 + $\varnothing 50$ mm 钻杆;

(3) 孔径 77 mm, 钻具级配: $\varnothing 77$ mm 钻头 + SJ75 绳索取心钻具 + $\varnothing 71$ mm 缴粗绳索取心钻杆;

(4) 孔径 76 mm, 钻具级配: $\varnothing 76$ mm 钻头 + SJ75 绳索取心钻具 + $\varnothing 71$ mm 缴粗绳索取心钻杆。

5 采用的钻进技术措施

5.1 覆盖层钻进技术措施

(1) 采用普通单管钻具, $\varnothing 94$ mm 针状硬质合金取心钻头, 使用 $\varnothing 50$ mm 钻杆, 岩心管长度为 6 ~ 8 m, 合理的钻具级配确保钻具良好的导正作用。

(2) 采用 $\varnothing 68$ mm 钻铤孔底加压, 改善钻具受力状态, 钻铤长度约为 72 m (4 个 18 m 的立根), 总重力约为 20 kN, 使得钻进压力小于钻铤重力的 70%, 减少钻具回转对孔壁的破坏, 以及孔斜的形成。

(3) 钻进参数的选择, 钻压 12 kN, 转速 200 ~ 600 r/min, 泵量 60 ~ 100 L/min。

(4) 砂层中钻进, 在泥浆中加入 CMC、防塌剂、高粘堵漏剂等材料, 适当调高粘度, 降低失水量, 进一步提高泥浆的护壁性能。

(5) 卵砾石层钻进, 在提高泥浆护壁性能防止

孔壁坍塌的前提下, 适当降低钻进压力和转速, 使用加长的厚壁岩心管, 防止孔斜。

5.2 绳索取心钻进技术措施

(1) 采用 2 台 BW250 型泥浆泵并联往孔内输送泥浆, 在满足钻进中对泵量需要的前提下, 提供足够的泵压, 同时避免了钻进中因泥浆泵故障而发生的烧钻事故。

(2) 每次加钻杆或起大钻时, 对绳索取心钻杆表面涂抹二硫化钼润滑脂, 有效地降低了绳索取心钻杆对钻孔孔壁以及套管的摩擦, 提高了钻进效率, 同时降低了绳索取心钻杆的磨损。

(3) 现场配备 SJ75 绳索取心钻具 2 套, 内管总成在下入孔内前必须进行检查和维护保养。

(4) 在钻进过程中, 如遇到钻压升高, 说明岩心充满岩心管或者岩心堵塞, 应停止钻进, 卡断岩心, 将钻具提离孔底, 下入打捞器打捞内管取心。

(5) 当打捞器接近内管总成时, 要放慢下放的速度, 以免捞矛头和打捞钩受到大的冲击力而损坏, 当听到有轻微的撞击声时, 表明打捞器已接触内管总成, 即可缓慢提升, 当内管总成提动以后, 再按正常速度提升, 如果钻杆内有大量冲洗液涌出, 表明已经打捞成功, 否则应停止提升, 重新打捞。

(6) 当内管打出以后, 应从卡簧座或接头处卸开, 倒出岩心时可用木锤轻敲内管, 切勿用铁锤敲击, 以免内管出现凹陷, 从而影响钻进时岩心的进入, 造成岩心阻塞, 取出岩心后, 要清洗和检查内管总成, 装配好备用。

(7) 在正常水位时, 可将内管从孔口直接投入钻杆, 当孔内严重漏失, 水位低时, 可先向钻杆内注入冲洗液, 待冲洗液升到正常水位时再投放内管总成, 如果孔内无冲洗液或水位很低时, 应使用捞矛将内管总成从钻杆内送入孔底。内管总成在下入孔内前检查保养。

(8) 钻进中常见故障和排除方法如表 1 所示。

表 1 绳索取心钻进常见故障及排除方法

故障类型	排除方法
下放打捞器时中途遇阻	提钻检查, 更换不符合技术要求的钻杆
打捞内管总成时, 中途遇阻	将内管总成放到孔底 (无法放到孔底时就放在遇阻处), 投入脱卡器, 使打捞器安全脱卡后提出孔外, 然后提钻检查, 更换不符合技术要求的钻杆;
打捞器抓住内管后提不动	上下提放打捞器, 反复打捞几次, 如无效则检查打捞器, 如打捞器无故障, 则提钻处理投入脱卡器, 使打捞器安全脱卡后提钻检查

5.3 采取的护壁堵漏措施

根据钻孔所穿过的地层可分为覆盖层和基岩,相应地采取了普通单管钻进和绳索取心钻进工艺,所以该钻孔采用了针对覆盖层普通双管钻进的膨润土泥浆和绳索取心钻进用的无固相乳状泥浆。

5.3.1 膨润土泥浆

配方(加土量的质量之比):25%钙基膨润土+0.1%聚丙烯酰胺+1%CMC+2%纯碱+3%防塌剂+5%腐植酸钾。

性能指标:密度 $1.08 \sim 1.12 \text{ g/cm}^3$,漏斗粘度 $25 \sim 30 \text{ s}$,失水量 $< 12 \text{ mL/30 min}$,pH值 $9 \sim 10$,含砂量 $< 4\%$ 。

特点:粘度较高,密度较大,失水量较小,含砂量较小,泥浆稳定性较好。

5.3.2 无固相乳状泥浆

配方(每立方米水的加量):3 kg CMC,5 kg 广谱护壁剂,1.5 kg NaOH,2 kg 皂化油。

性能指标:密度 $1.03 \sim 1.05 \text{ g/cm}^3$,pH值 $9 \sim 10$,漏斗粘度 $25 \sim 30 \text{ s}$ 。

特点:粘度较高,密度小,润滑性好,泥浆稳定性好。

5.4 易斜地层的防斜措施

(1)严把设备安装关,设备状况良好,安装周正稳固,天车、立轴、孔位三点一线。

(2)抓好开孔、换径、扩孔工作。开孔加压均匀,轻压慢转多提动,粗径钻具逐渐加长。换径采用综合式异径接头,带上导正管,长度 $< 4 \text{ m}$,第一回次小径钻具长度 $> 1 \text{ m}$,随钻进上部缩短下部加长,钻进中严格控制钻进参数。扩孔时带下导向。

(3)钻进过程中遇破碎层、软硬互层均应降低钻压和转速。

6 施工中出现的問題与对策

6.1 地层缩径

在粘土层钻进中经常出现缩径现象,导致起下钻困难及钻进过程中泵压升高等现象。采取的措施是加强泥浆的管理,严格控制泥浆的失水量($< 8 \text{ mL/30 min}$)。在缩径孔段上下窜动钻具,使钻具在缩径孔段上下顺利为止。

6.2 钻孔坍塌

在钻进至280 m时遇流沙层,孔壁坍塌严重,导致回转阻力增大、憋泵。首先采用强化泥浆性能,在泥浆中加入CMC、防塌剂,提高粘度,降低滤失量,同时增大泥浆的密度,保持孔内和地层压力的平衡。并经处理后,塌孔现象消除。

6.3 孔斜

在钻进至1400 m时测量孔斜,钻孔顶角达到 9.5° ,表现为回转阻力有逐渐增大的趋势。采取的措施是:在泥浆中添加高效荧光润滑剂,并将 $\varnothing 77 \text{ mm}$ 金刚石钻头更换为 $\varnothing 76 \text{ mm}$ 钻头,降低了钻具、钻杆和孔壁之间的间隙,使得绳索钻杆的导向作用进一步增强。钻进至1510.18 m终孔,测量钻孔顶角为 10° ,为防止钻孔顶角的增大起到了一定的控制作用。

7 钻探技术成果

(1)合理的钻具级配及防斜措施,在卵、漂石层防止了孔斜超差。

(2)绳索取心技术在厚覆盖层矿区的应用,提高了钻进效率,降低了劳动强度,合理的钻孔结构保证了钻探的顺利进行。

(3)基岩层岩矿心采取率达到96%。

(4)新型泥浆的应用保证了孔壁的稳定,钻渣岩粉得到及时排除,防止了钻杆内壁结垢等问题。

(5)两台泥浆泵的并联使用,在现有设备条件下,满足了深孔钻进对泥浆泵的要求,并有效地从客观上防止了因泥浆泵故障而造成的烧钻事故。

(6)二硫化钼润滑脂涂抹绳索钻杆外壁的措施,大幅度降低了钻杆与孔壁的摩擦,有效地减少了动力损失和钻杆的磨损,减少了钻杆的折断和套管折脱事故。

8 结语

(1)钻具级配和钻进参数的确定是防止孔斜的决定性因素。

(2)无固相乳状冲洗液能满足深孔绳索取心钻进的需要,对钻孔护壁、堵漏都发挥了良好的作用,由于密度小,有效避免或减少了孔内冲洗液压力漏失。

(3)冲洗液润滑配合绳索钻杆外壁润滑措施,实现减阻润滑,提高钻进效率,降低了生产成本。

参考文献:

- [1] DZ/T 0227-2010,地质岩心钻探规程[S].
- [2] 陈风云,谷天本.西平铁矿深孔绳索取心钻探技术应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(6):16-19.
- [3] 蒙鸿飞.荆山矿区深孔多段漏失破碎地层的综合治理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):13-15.
- [4] 张向明,李亚东,纪正武,等.河北涞源木吉村铜矿ZK6801孔深孔绳索取心钻进体会[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(4):39-41.
- [5] 张伟,王达,刘跃进,等.深孔取心钻探装备的优化配置[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10):34-38,41.