多种钻探工艺技术在白涧铁矿区的应用实践

李光宏, 李红梅
(河北省地矿局第十一地质大队,河北 邢台 054000)

摘要:白涧铁矿区地层复杂多变,褶皱、断裂极为发育,使得钻探施工难度大。根据其地层条件,采用了多种钻探工艺技术,包括弹子式单管钻进、PDC 绳索取心钻进、跟管钻进、金刚石绳索取心钻进。根据地层条件不同,采取了不同的冲洗液配制方案,在施工过程中灵活配合使用,取得良好的效果,顺利完成了预期任务。取得了明显的经济效益并积累了经验。

关键词:复杂地层;冲洗液;金刚石绳索取心钻进;PDC 绳索取心钻进;跟管钻进;白涧铁矿区
中图分类号:P634　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1672 - 7428(2017)09 - 0049 - 04

Application Practice of Several Drilling Technologies in Baijian Iron Ore Area/*LI Guang-hong*, *LI Hong-mei* (No. 11 Geological Brigade, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Xingtai Hebei 054000, China)

Abstract: The various complex formations with folds and faults development made the drilling construction very difficult in Baijian mining area, several drilling technologies are adopted, including ball-down single pipe drilling, PDC wire-line core drilling, drilling with casing and diamond wire-line core drilling. According to the different formation conditions, different slurry preparation schemes are adopted and flexibly used in the construction process with good construction effects and experience.

Key words: complex formations; flushing fluid; diamond wire-line core drilling; PDC wire-line core drilling; drilling with casing; Baijian iron ore area

1　工程概况

白涧铁矿区位于河北省沙河市白塔镇白涧村一带,东北距邢台市 25 km,东距沙河市 23 km,西邻显德汪煤矿,北与中关铁矿接壤,交通十分便利。

该矿区属典型的邯—邢式大型铁矿。

本矿区地处太行山中段东麓,属太行山山脉与华北平原间的山前丘陵地带,地势高差 120 m 左右。区域地层自新生界第四系至中古界长城系,出露较全,区域岩浆岩分布较广泛。矿区地层复杂多变,褶皱和断裂极为发育,软硬不均,破碎裂隙发育,溶蚀、岩溶发育严重,钻探施工难度大,采用单一的施工工艺很难达到地质质量要求,根据不同地层,采用了不同钻探工艺技术进行施工,取得良好的效果。

2　矿区钻探施工难点

(1)上部第四系覆盖层厚度为 50 ~ 100 m,为粘土、砾石层、砂砾石层,砾石粒径大小不一,胶结松散,易坍塌掉块,形成“探头石”造成提下钻遇阻。重复扫孔,造成金刚石钻头非正常损坏。超径严重,易造成钻杆折断事故,钻杆折断后不易找到事故钻杆头。

(2)煤系地层厚度为 150 ~ 200 m,地层为砂岩、页岩、砂质页岩,岩石松散、破碎,遇水膨胀,钻孔缩径易造成孔壁坍塌。尤其是钻进到采空区地层,采空区厚度 1.5 ~ 6 m,坍塌严重,形成加不上单根,无法正常钻进的情况,是钻进中的一大难题。

(3)奥陶系灰岩地层厚度为 200 ~ 250 m,地层为灰岩、白云岩、白云质灰岩、角砾状灰岩、泥质灰岩。该地层软硬不均,易发生烧钻事故。地层破碎,溶蚀裂隙、岩溶发育严重,溶洞最深为 4.3 m,易造成孔斜。地下水活动严重,形成冲洗液全部漏失,冲洗液稀释严重,冲洗液性能维护困难,使冲洗液无法护壁和润滑钻具。造成孔壁坍塌、掉块、形成超径现象,钻具回转阻力大,钻具易折断。

(4)岩浆岩地层厚度为 300 ~ 500 m,地层为闪长岩、闪长玢岩、矽卡岩等。该地层破碎严重,矽卡岩胶结松软,遇水易坍塌,掉块严重。超径严重,易发生断钻杆事故。在钻进破碎地层和软硬不均地层

收稿日期:2017 - 08 - 07
作者简介:李光宏,男,汉族,1969 年生,副队长,高级工程师,探矿工程专业,从事钻探技术管理工作,河北省邢台市钢铁北路 416 号,670341272@qq.com。

万方数据

时,岩心易堵塞,造成不能取心,回次进尺少,只有 0.2 ~0.3 m,钻进效率低。由于地层破碎,岩心堵塞需要提大钻。由于提钻对不稳定孔壁造成抽吸作用,使孔壁产生坍塌,形成每次提下钻头进行扫孔,造成钻头寿命过短。在扫孔过程中易发生断钻杆和卡、埋钻事故。

(5)卡钻、埋钻事故使下套管困难,不易到位。由于该矿区地层复杂,地层软硬不均、破碎、坍塌掉块严重,下套管因为掉块的影响多次下不到位,中途遇阻。需进行反复提下套管和用钻具扫孔、透孔才能下入预定位置。

3 钻进设备及工艺

3.1 钻进设备

根据该矿区钻孔的设计深度(均在 1000 m 左右),选用的钻机为 XY -5 型和 XY -6B 型,冲洗液泵为 NBB -260/7 型,钻塔为 SGZ -23 型,1500 m 绳索绞车及 Ø95、75 mm 绳索取心钻具等设备和机具。

3.2 钻孔结构

本矿区的钻孔设计深度在 780 ~1108 m,上部地层较复杂,煤系地层有采空区。结合本矿区的具体地层,钻孔结构如图 1 所示。

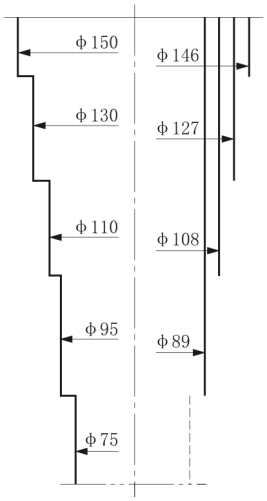

图 1 钻孔结构示意图

(1)采用 Ø150 mm 金刚石钻头开孔钻进至完整煤系砂岩后,下入 Ø146 mm 套管孔口管。

(2)换用 Ø95 mm 绳索取心 PDC 钻头钻进至采空区后,用 Ø130 mm 钻头扩孔,采用跟管钻进至完整的采空区下底板后,下入 Ø127 mm 套管,隔离采空区。

(3)若无遇到采空区,用 Ø95 mm 绳索取心钻进至奥灰完整地层后,采用 Ø110 mm 钻头扩孔,下入 Ø108 mm 套管。

(4)换用 Ø95 mm 金刚石绳索取心钻进穿过奥灰峰峰组见磁县组后,下入 Ø89 mm 套管。因奥陶系峰峰组地层较复杂,角砾状灰岩、泥灰岩较多,该地层遇水易坍塌掉块,造成超径,发生断钻杆事故,所以 Ø89 mm 套管必须穿过峰峰组。

(5)换用 Ø75 mm 金刚石绳索取心钻进至终孔。

3.3 钻探工艺

本矿区地质要求全孔取心,平均岩心采取率不低于 75%,矿心采取率不得低于 85%,为达到地质取心采取率要求,根据不同地层,采用不同的取心工艺。

3.3.1 弹子式单管钻进

上部覆盖层地层较软,用常规钻进工艺很难达到地质岩心采取率要求。采用弹子式单管钻进,须用小泵量(50 ~60 L/min)钻进至岩心管长度的 1/2 ~2/3 时,停泵从主动钻杆中投入弹子,待水泵憋水后,干钻至岩心管打满,形成自堵。干钻时必须上下活动钻具,防止烧钻,感觉岩心卡牢即可提钻。提钻时,由于弹子密封岩心管接头,使岩心管内形成真空,岩心不易脱落,以确保岩心的采取率。

钻进时工艺参数为:钻压 5 ~10 kN,转速 100 ~150 r/min,泵量开始 50 ~60 L/min,最后停泵干钻。

3.3.2 PDC 绳索取心钻进

煤系地层、泥质页岩地层采用金刚石钻进效率低,而 PDC 钻头钻进是以剪切方式破碎岩石,钻进速度快,效率高。钻进时钻压小、转速慢,可降低钻具的磨损,提高钻具的使用寿命。由于 PDC 钻头钻进不需要高转速,钻杆内不易形成泥垢,便于内管打捞。

Ø95 mm PDC 绳索取心钻进的技术参数为:钻压 6.4 ~16 kN,转速 150 ~200 r/min,泵量 200 ~250 L/min,尽量采用大泵量钻进。

钻进时的注意事项:

(1)钻头要排队使用,先用外径大的,后用外径小的;

(2)钻具下至孔底后,应轻压慢转,适当泵量钻进 0.2 ~0.3 m 后,再用正常钻进参数进行钻进;

(3)钻进时,有异常的振动声音或进尺明显过

万方数据

慢时,应及时提钻检查;

(4)每个回次要测量提取上来的岩心的直径,若岩心加粗,应及时提钻更换钻头。

3.3.3　跟管钻进

在煤系地层钻进至采空区时,由于原地层坍塌严重,加单根加不进去,无法正常钻进,需扩孔下入相应的套管进行封堵。

跟管钻进是一种特殊钻进方法,即一边钻进,一边旋转压入套管。套管下头连接旧钻头,钻头内径能通过下一级的钻头,岩心管加工成 600 mm 长度。随着套管的不断旋转压入加深,再加下一根岩心管,直至钻进至采空区的下底板完整地层,跟管钻进结束,固定好孔口管。

3.3.4　金刚石绳索取心钻进

在灰岩、闪长岩地层中钻进,岩层硬度高,研磨性大,采用金刚石钻进效率高,可使钻头使用寿命长,减少提下钻辅助时间,减轻劳动强度等。

钻进技术参数:以 Ø95 mm 孔径为例,钻压 12 ~ 18 kN,转速 350 ~ 700 r/min,泵量 60 ~ 80 L/min。

随着孔深的增加,适当减小压力,在破碎、软硬不均和强蚀变地层钻进时,应降低转速,转速太快时,岩心易堵塞。泵量宜小,泵量过大易造成泵压过高,在孔壁超径孔段形成涡流冲刷孔壁,孔壁不稳定,会造成孔壁坍塌、掉块。

在一般的条件下,转速越快,钻速也越高,成正比。由于钻机性能、钻杆质量、孔内阻力和钻孔轨迹等因素影响,随着孔深的增加,钻具回转阻力增大,转速应逐步下降,以确保孔内安全生产。

钻进时注意事项:

(1)扩孔器、钻头要排队使用,钻头先用外径大,内径小的钻头,钻具的上扩孔器不小于下扩孔器;

(2)内管总成的单动部分、弹卡部分应灵活;

(3)投入内管到位后,方可扫孔钻进;

(4)钻进中发现岩心堵塞或进尺缓慢时,应及时捞取内管,防止岩心堵塞严重,造成提拉不动内管而提大钻;

(5)钻进时发现钻杆折断,禁止下入打捞器捞取内管;

(6)根据地层软硬,及时调整钻头胎体硬度,以提高钻速;

(7)由硬地层钻进至软地层时,一定要控制钻进压力,控制进尺速度,预防烧钻事故发生,发现有烧钻具预兆时,一定要回转将钻具提离孔底。

3.4　冲洗液

3.4.1　矿区地层对冲洗液性能要求

3.4.1.1　适当的密度

当地层被钻开以后,地应力被释放,孔内冲洗液作用于孔壁的压力取代了所钻岩层原来对孔壁岩石的支持,破坏了地层和原有的应力平衡,引起孔壁周围应力的重新分布,为确保地层相对稳定,需采用适量提高冲洗液的密度从而使孔内冲洗液柱压力与地层压力相对平衡,以防止围岩作用挤垮孔壁,造成坍塌掉块。

3.4.1.2　较低的失水量

钻进第四系和煤系地层时,地层松散,冲洗液滤液渗透水敏地层后就会破坏原有的地层颗粒之间的胶结状态,使地层水化膨胀、缩径和分散,机械强度降低,造成坍塌。因此加入具有抑制泥页岩效果的聚合物,如磺化沥青和腐植酸钾,有利于减弱泥页岩的水化渗透,从而起到抑制和降失水的效果。

3.4.1.3　有较好的护壁防塌性能和携砂、混砂作用

选用聚合物低固相冲洗液体系,该冲洗液体系稳定井壁能力强。选择抑制能力强的聚合物可抑制井壁岩粉和粘土的吸水膨胀和分散。合理的粘度、较高的动切力和较低的塑料粘度,具有携砂排砂能力强,流变性能好,润滑性好等特点。

3.4.2　冲洗液配制

(1)在第四系和煤系地层中采用冲洗液中加入 KHm,提高冲洗液的抑制性能,尽可能降低冲洗液的滤水量,避免大量水进入地层,利用高分子聚合物的吸附,对孔壁上的毛细管通道具有封堵作用,从而抑制地层遇水缩径现象。

(2)在灰岩和变质岩地层中,断层破碎带软硬不均,采用高分子聚合物无固相浆液作冲洗液,其冲洗液的配比为:1 m^3 水 + 0.1% ~ 2% KHm + 0.5% ~ 1% PAC - 141 + 0.5% ~ 1% PHP。其冲洗液性能为:密度 1.01 g/cm^3,漏斗粘度 35 s,失水量 5 mL/30 min,pH 值 8.5。

该冲洗液具有较好的携带岩屑能力、护壁和润滑作用,使钻进效率明显提高,钻进成本降低,减少了孔内事故。

在矿区的钻探施工中,根据不同的地层,采用不同的冲洗液,及时调整冲洗液性能,确保钻进过程中

万方数据

孔壁的稳定性,减少孔内事故,从而提高了钻探经济效益。

3.4.3 冲洗液的现场维护

(1)切实做好冲洗液性能的测试:冲洗液的使用和维护不好将会造成孔内重大事故。定时、定人对返浆性能进行认真测试,并及时进行维护处理。

(2)及时调整冲洗液性能和新液的补充:如发现地层和冲洗液发生变化,应根据地层情况及时调整浆泥或配置新浆液替换、补充,以满足钻进施工需要,但不能随加入清水进行稀释冲洗液。

(3)随时预防掉块地层对浆液的侵蚀。

(4)防止自然条件和人为原因对冲洗液的侵害。

(5)认真及时清除冲洗液中的岩屑。

4 施工技术管理

(1)机台严格按照《地质岩心钻探规程》(DZ/T 0227—2010)规定和钻探施工设计精心组织施工。

(2)场地平整、坚固。设备安装牢固、周正,设备安全防护设施齐全有效。

(3)钻机立轴中心、天车、主动钻杆在一条直线;确保钻孔的垂直度,预防孔斜。

(4)机台严格执行班前会、班后会,交接班制度,分工明确,落实岗位责任制。

(5)定期召开技术交流会。结合施工过程中出现的问题进行分析、交流,研究分析出现的问题原因,制定出技术方案和技术措施。

(6)做好事故预防和排除孔内事故隐患等安全工作外,做到安全、高效、文明生产。

5 施工效果

在钻探施工过程中,根据不同的地层,采用不同的钻进方法。采取的措施得当,钻进效率有了明显的提高,采取多种钻探工艺与单一钻探工艺的效率对比如表 1 所示。

表 1 钻进效率对比表

工艺方法	台效/m	岩心采取率/%	时效/m	纯钻进时间率/%	事故率/%	钻头寿命/h
单一钻探工艺	489.0	86.0	1.89	36	8.9	35.6
多种钻探工艺	685.6	97.6	1.98	48	6.7	49.5
提高/%	40.20	13.49	4.76	33.30	-24.70	39

6 结语

白涧铁矿区地层复杂,断层发育,岩石破碎,地层软硬不均,溶蚀、溶洞发育严重,煤系地层有采空区,钻探施工难度相当大。根据不同地层采用不同的钻进工艺技术,极大地提高了钻进效率、提高了钻孔质量,实现了优质、高效、安全、文明生产,取得了明显的社会效益和经济效益,为我队积累了更加丰富的钻探施工经验。

参考文献:

[1] 张彦海,李光宏,白明.河北省沙河市白涧铁矿详查报告[R].河北邢台:河北省地矿局第十一地质大队,2010:13-15.

[2] DZ/T 0227—2010,地质岩心钻探规程[S].

[3] 肖丰伟,郑晓良,李超.嵩县槐树坪大型金矿复杂地层冲洗液及护壁堵漏技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(2):29-32.

[4] 徐峥,陈礼仪,章述.云南罗平复杂地层煤矿勘查冲洗液体系的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(3):29-32.

[5] 盖志鹏,罗刚,贾宏福,等.新疆坡北矿区 ZK2-6 孔钻探施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(8):30-34.

[6] 陈尔志,陈礼仪,向昆明,等.高密度低失水冲洗液体系在煤田绳索取心钻探中的应用研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(2):15-18.

[7] 赵浩,何涛,李强,等.植物胶冲洗液在东乌旗阿吉勒铅锌矿钻探施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(8):35-38.

[8] 郑英飞,王茂森.栾川钼矿采空区钻探技术试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(2):22-25.

[9] 王聪,孙孝刚.无固相冲洗液在深溪锰矿施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(3):25-28,32.

万方数据