

水泥浆护壁堵漏工艺在金属矿勘查的应用

陈琳*

(安徽省地质矿产勘查局325地质队,安徽 淮北 235000)

摘要:从护壁方法、泥浆的选用、水泥浆配比、洗井、注浆量、替浆量、泵入及养护等各方面分析总结了水泥浆护壁堵漏工艺在金属矿勘查的应用,证实了该方法在钻进复杂地层时护壁固壁的有效性。研究成果为相关地质条件的钻孔钻进提供了依据和借鉴。

关键词:水泥浆;护壁堵漏;复杂地层;钻孔

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2023)08-0064-03

固体岩芯钻探是目前常用的绳索取芯工艺技术,钻孔冲洗液一般使用低固相泥浆,但是钻杆钻进至破碎带时,常出现卡钻现象^[1-2]。为了预防孔内事故的发生,常采用护壁、固壁技术进行处理,以达到护壁、堵漏、防坍塌孔内掉块卡钻目的^[3-7]。

本文总结分析了金属矿勘查项目ZK3005钻孔在施工中水泥浆护壁堵漏技术的应用,研究成果为岩层破碎带的钻孔钻进提供了方法依据和借鉴。

1 工程概况

1.1 钻孔主要设计要求

(1)该孔设计为水文地质孔,设计孔深885m,设计孔径为 $\varnothing 96\text{mm}$,第四系下套管径 $\varnothing 127\text{mm}$,基岩下套管管径 $\varnothing 89\text{mm}$;本孔抽F₁断层水,位置在孔深740~765m。

(2)用清水冲洗抽水段泥浆直到出清水停止洗井,观测抽水段水位变化直至稳定。

(3)岩芯分层采取率不应低于65%,矿芯顶底板5m内采取率不应低于80%。

(4)每百米测斜,孔斜不超过 $1^{\circ}30'$,见矿点及厚度大于30m的矿体出矿点均应测定钻孔弯曲度和校正孔深。

(5)每百米校正孔深,误差不超过1%。

(6)开孔用直径 $\varnothing 130\text{mm}$ 矛式钻头, $\varnothing 127\text{mm}$ 导向管不能低于5m,钻具不得弯曲,必须配带加重管。

(7)采用低固相泥浆钻进,根据岩层调节泥浆粘度和其它指标。钻孔全漏失时,注意孔底岩粉的变化,随时采取措施。

1.2 地层描述

据前期的地质资料,ZK3005孔设计地层情况如表

1所示。

表1 地层和岩性特征

深度(m)	地层	岩性/构造描述
0~110	第四系	粘土夹砾石
110~740	二叠系	砂岩、泥岩、灰岩,局部破碎
740~765		F ₁ 断层
765~885	石炭系	岩浆岩侵入,块状构造,岩石较完整,但节理发育,底部岩石碎裂严重;其中852~865m发育磁铁矿,黑色,细粒结构,块状构造,碎粒结构

由实际施工及地质岩芯分析来看,钻进地层与设计地层基本吻合,只是本钻孔在部分孔段岩石破碎,节理发育,对钻孔施工提出了比较高的要求。

1.3 钻探施工

(1)钻探设备及钻具配备。

钻探设备:XY-6钻机1台,BW160/10泥浆泵1台,SG23型钻塔一座,JS-1500型绞车1台,除泥砂机1台。

施工管材及工具: $\varnothing 50\text{mm}$ 钻杆1000m, $\varnothing 68\text{mm}$ 钻铤40m,SJX $\varnothing 89\text{mm}$ 绳索取芯钻杆1000m,SJX95绳索取芯钻具4套, $\varnothing 127\text{mm}\times 4.5\text{mm}$ 套管240m, $\varnothing 108\text{mm}\times 4.5\text{mm}$ 套管250m,金刚石钻头若干。

(2)钻进方法。

①开孔用 $\varnothing 130\text{mm}$ 钻具施工致完整基岩,孔深114.5m进入闪长玢岩(完整基岩),又钻进到116.7m,下 $\varnothing 127\text{mm}$ 套管护壁,孔口下口用水泥固定。

②用 $\varnothing 113\text{mm}$ 钻具继续钻进到孔深128.8m(完整

* 收稿日期:2022-08-16

作者简介:陈琳(1988-),男(汉族),安徽萧县人,工程师,现从事探矿技术研究及钻探施工管理工作。

岩石),下 $\varnothing 108\text{mm}$ 技术套管。

③用 $\varnothing 95\text{mm}$ 绳索钻进到终孔,下 $\varnothing 89\text{mm}$ 套管做水文观测套管。

2 水泥浆护壁堵漏工艺

2.1 护壁固壁方法比选

目前护壁固壁方案比较多,大体上分为:泥浆、水泥浆、化学浆液、隔离法等许多种。泥浆护壁一般用高粘度泥浆、石灰乳泥浆、聚丙烯酰胺泥浆、冻胶泥浆、泡沫泥浆等。水泥浆分为:普通水泥浆、特种水泥浆、带充填物的水泥浆、泡沫水泥浆、水泥速凝混合物等。化学浆液分为:脲醛树脂浆液、氰凝浆液、301不饱和聚酯、聚丙烯酰胺等。还有下套管隔离法,用粘土球、沥青封堵法等。

针对本钻孔为水文孔,采用的是绳索取芯工艺,泥浆及化学浆液护壁均不适用,经分析采用水泥浆进行封堵比较实用经济。

2.2 泥浆的选用

LBM体系泥浆是一种适合于松散地层钻进的泥浆,具有良好的流变性能,即具有较低粘度和切力,泥浆沉砂性能好,可有效防止绳索取芯钻杆内壁结垢问题,也可明显降低环空压力,防止孔壁垮塌。具有良好的造壁性能,泥浆滤失量低,泥皮质量好。热稳定性好,抗温达 180°C 。泥浆润滑性能好,能有效地降低摩擦阻力,且现场使用维护方便。此外,根据设计要求,本钻孔为水文孔,设计中要求用低固相泥浆,以达到不污染地下水为目的。故本次选择了LBM低固相泥浆体系(开孔段使用普通泥浆,钻进到 128.8m 下好技术套管后换成LBM低固相泥浆,采用绳索取芯钻进)。

施工中加强了泥浆的维护工作,修筑了泥浆循环沉淀槽,同时用除泥机除砂,一旦泥浆性能下降,及时补给新浆或全部更换新浆。

由实际钻探施工来看,泥浆的使用比较成功,基本上做到了有效地护壁,维护地层稳定,提高了钻探取芯效率,但钻进到 580m 提钻更换钻头时存在卡钻现象。

2.3 水泥浆液加固孔壁

水泥浆加固孔壁作为一种传统的护壁措施,广泛采用,为了确保固壁成功,必须要抓好的主要技术环节包括水泥浆配比、洗井、注浆量、潜浆量、泵入及养护时间等。

(1)水泥浆的性能要求。本次选用的水泥浆流动性适当,可泵性好,凝结时间适当,早期强度较高,与围

岩粘结牢固、不收缩、不龟裂、抗腐蚀。

(2)浆液配比。泥浆配比方案为LBM:聚丙烯酰胺:润滑剂:碱:钠盐:护壁剂=40:1:16:2:8:10。具体配制过程为:水泥浆水灰比取 $0.4\sim 0.5$,其中加入NaCl、三乙醇胺(速凝剂、早强剂) $1\%\sim 1.5\%$ 作为速凝剂和早强剂。同时做好现场试配工作,配制出几种不同的水泥浆液,测定不同的参数:初终凝时间、针入度、3、5、7d强度值。

(3)洗孔。为了使送下去的水泥浆与孔壁很好地结合,使用清水冲洗钻孔,清除孔壁上的泥皮,洗井时使用专用冲孔器。

(4)注浆量。依据公式(1)计算注浆量(V),计算结果显示 590m 以上 80m 孔段封孔和 720m 以上 50m 孔段封孔注浆量分别为 12m^3 和 7.5m^3 。

$$V=0.785KDHP^2 \quad (1)$$

式中: V ——孔段所需注浆量;

D ——灌注段直径;

H ——灌注段孔段长;

K ——附加系数(包括超径、漏失、地面损耗)。

依据公式(2)计算替浆量(V_1),计算结果显示 590m 以上 80m 孔段封孔和 720m 以上 50m 孔段封孔替浆量分别为 0.73m^3 和 0.87m^3 。

$$V_1=K(L+l)q+V_2 \quad (2)$$

式中: V_1 ——替浆量;

L ——钻杆长度;

l ——孔内静止水位到孔口高;

q ——每米钻杆内容积, $\varnothing 50\text{mm}$ 钻杆取 50L ;

V_2 ——地面管线及水泵容积,取 50L 。

(5)泵入法。利用现场的泥浆泵灌注水泥浆,使用 $\varnothing 50\text{mm}$ 钻杆。泵入前先对水泵、高压管、钻具详细检查,保证工作良好,管道畅通。钻杆下到离孔底 1.0m 左右处,不提动钻具注浆,一次灌注完成,注浆过程中随时清理莲蓬头,及时搅拌水泥浆,防止堵塞。注浆完毕,将钻具提至灌注的浆面,泵入清水进行替浆,排除钻具内剩余水泥浆,然后提钻,并清洗水泵、钻具和胶管等。

3 效果分析

钻孔掉块卡钻一般原因有:泥浆密度过小,井内液柱压力不足以平衡地层压力,致使倾角大或胶结不好的地层垮塌;孔壁为易吸水膨胀的泥岩、页岩、胶结不

(下转第69页)

井段平均机械钻速4.77m/h,比设计机械钻速提高了31.04%;平均定向工期51.24d,比设计定向工期缩短23.81%。其中在水平段应用高速螺杆,匹配MSI616钻头单趟钻进尺最高1007m,匹配XS516钻头单趟钻机械钻速最高为16.22m/h,应用最多的高速螺杆型号为3LZ172;水力振荡器在其中3口水平井水平段进行了应用,MHHW12井水平段水力振荡器使用段长达到1579m,机械钻速9.20m/h,其中滑动钻进尺120m,滑动钻进机械钻速达到4.62m/h。从总体上看,完成井定向钻井速度显著提高,加快了井区风城组油藏开发步伐。

5 结论与建议

(1)平台水平井直井段应用经济适宜的防斜提速技术,合格的井身质量有利于斜井段顺利施工,也提高了试验井的钻井速度。

(2)定向钻井段钻具组合与钻井参数优化、风城组

定向PDC钻头选型及提速工具试验等,提高了水平井的轨迹控制质量与效率。

(3)克81井区平台水平井处于开发试验阶段,需要进一步完善相关技术研究,形成区块开发风城组油藏的集成配套钻井技术,以达到钻井综合提速新目标。

参考文献:

- [1] 何文军,钱永新,赵毅,等.玛湖凹陷风城组全油气系统勘探启示[J].新疆石油地质,2022,42(6):641-653.
- [2] 蒋建伟,张立春,邓毅,等.准噶尔盆地乌夏地区二叠系风城组钻井技术难点及对策[J].新疆石油天然气,2012,8(3):26-30.
- [3] 宁清志.致密油水平井优快钻完井技术[J].西部探矿工程,2022,34(7):91-94.
- [4] 王春阳,宋烨,曹道坤,等.螺杆钻具结构形状影响造斜率的研究[J].装备制造技术,2022(4):34-37.
- [5] 吴鑫鑫.国外商业化旋转导向钻井工具发展现状[J].内蒙古石油化工,2021(11):39-41.

(上接第65页)

好的砾岩、砂岩、破碎带等地层;提钻未灌泥浆,或发生井漏,以及因泥包而产生活塞效应引起垮塌。由钻探取芯情况来看,本钻孔孔深在192.78~194.78m、261.48~263.78m、521.25~526.59m、535.82~545.32m、575.46~577.76m、685.63~714.08m等孔段岩石破碎,节理发育,部分岩石破碎孔段长,而采用的是低固相泥浆进行绳索取芯钻进,泥浆密度过小,井内液柱压力不足以平衡地层压力,所以存在部分孔段掉块卡现象。为了有效防止孔内事故发生,所以决定对破碎带地层进行固壁处理。

依据上述水泥浆护壁堵漏工艺,养护5d后用绳索取芯钻进,检验封孔质量,发现封孔质量较好,在往下钻进时,没有掉块卡钻之现象了,证实了该工艺方法的可行性和有效性。

4 结论

水泥浆护壁堵漏工艺是钻进岩石破碎带时,预防卡钻等孔内事故的有效护壁固壁方法。在采用该工艺

时,必须达到水泥浆配比、洗井、注浆量、替浆量、泵入及养护等各环节的实施要求,方可达到最佳护壁效果。

参考文献:

- [1] 齐森.煤田钻探全面提速方法探讨[J].煤炭与化工,2015,38(7):134-135,138.
- [2] 李生奇.煤层气多分支水平井钻井关键技术研究[J].煤炭与化工,2014,37(11):68-69,73.
- [3] 王战社,沈星,戚波.小秦岭深孔岩心钻探水泥浆护壁堵漏技术研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(8):19-23.
- [4] 刘宇凡,刘滨,吴林龙.水泥浆堵漏技术探讨[J].钻采工艺,2014(4):110-112.
- [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] 袁树珍.钻孔水泥注浆护壁堵漏工艺在上杭碧田矿区的应用[J].科技与创新,2014(7):105-108.
- [7] 张欢.外加剂对水泥基注浆材料流变性能的调控作用[D].华东理工大学,2014.