

甘肃陇南地区金矿岩心钻探不分散低固相泥浆的应用

梁继军, 杨小兵

(西北有色地质勘查局七一三总队, 陕西 商洛 726000)

摘 要:甘肃陇南地区地层结构复杂, 断层蚀变带发育、构造发育、破碎带极度发育, 给施工带来了许多困难。结合以往施工经验, 分别从钻孔结构、泥浆性能、钻进技术和施工管理等方面进行有效的分析研究, 制定出适合该地区的钻进方案。实践证明, 该技术方案能有效地应对该地区复杂地层情况。总结了应用绳索取心钻进、膨润土造浆和不分散低固相泥浆工艺在马泉金矿工区的成功经验。

关键词:不分散低固相泥浆; 绳索取心钻进; 金矿钻探

中图分类号:P634.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2012)05-0015-03

Application of Non-disperse Low Solid Mud for Core Drilling in Goldmine of Southern Gansu/LIANG Ji-jun, YANG Xiao-bing (No. 713 General Team, Northwest Mining and Geological Exploration Bureau for Non-ferrous Metals, Shangluo Shaanxi 726000, China)

Abstract: The construction is difficult because of complex formation structure in Southern Gansu with fault alteration development, structural development and extremely fractural zone development. Effective analysis and study were made on bore-hole structure, mud property, drilling technology and construction management, the suitable drilling scheme was established. The paper summed up the successful experience of drilling construction with wire-line coring drilling, bentonite mud making and non-disperse low solid mud technologies in Maquan goldmine.

Key words: non-disperse low solid mud; wire-line coring drilling; goldmine drilling

1 工程概况

甘肃陇南金矿区属西秦岭构造、剥蚀成因的中低山区, 主要山脉呈近东西向展布, 地势东高西低, 在沟谷两侧, 坡积裙及洪积锥等微形地貌发育, 当地侵蚀基准面海拔标高 1620 m, 最高山峰八龙王山标高为 2243.3 m, 区内最大相对高差 620 m。该矿区地质构造复杂, 区内出现极厚的破碎带, 且在矿区使用坑道进行采矿的过程中, 由于经常出现透顶事故, 因此该地区现已大部分改为露天采矿, 由此可以看出该地区地层的复杂程度。我队于 2011 年在礼县马泉金矿工区开展补充勘查钻探, 此次设计钻探任务量 5350 m。由于大部分钻孔所在区域地层情况复杂, 因此在施工过程中采用具有钻进效率高、劳动强度低等优点的绳索取心钻进工艺。

2 区域地质概况

2.1 大地构造

马泉金矿工区位于宕昌—礼县—高桥大断裂西段膨大、分枝的入字形夹持区, 基本构造线呈北西—北西向西向展布。由北西向西向褶皱构造、层间挤压破

碎带、中川岩体东外带弧形断裂岩带、岩体内呈等间距分布的北北东向断裂破碎带构成区内的基本构造骨架。宕昌—礼县—高桥大断裂两分枝断裂为本区的主要导矿构造, 控制了礼县金矿化集中区的分布; 近东西向层间挤压破碎带、北北东向、北西向西向破碎蚀变带控制着马泉金矿床、庙山、麻池下等金矿床、矿点的空间展布。

2.2 地层及岩性

工区内地质条件极其复杂, 从上到下主要为:

上覆第四系, 出露主要为残积、坡积、冲洪积物和黄土, 厚度在 8~30 m 之间;

中上部局部地层内有含炭粉砂质板岩, 破碎带发育, 局部出现较厚破碎带;

下部地层主要由千枚状粉砂质板岩组成。

区内整套岩层中等研磨性和硬度, 可钻性在 3~5 到 6~8 级。区内岩层破碎带较多, 各钻孔破碎带在 4~8 层, 厚度从几米到上百米不等。

2.3 钻探施工特点

由于该工区地质情况复杂, 从以往其他钻井队施工的经验来看, 钻探施工过程中, 上部局部地层出

收稿日期: 2011-12-21; 修回日期: 2012-02-08

作者简介:梁继军(1970-), 男(汉族), 陕西咸阳人, 西北有色地质勘查局七一三总队工程师, 土木工程专业, 从事岩心钻探管理及技术工作, 陕西省商洛市东关路 11 号, baoyuan_gs@163.com; 杨小兵(1988-), 男(回族), 宁夏中卫人, 西北有色地质勘查局七一三总队, 勘查技术与工程(油气井)专业, 从事探矿工程工作, bingxinyunzai@163.com。

现缩径,且容易坍塌;局部孔壁不稳定、钻井效率较低;破碎带地层局部漏失情况严重。2010年某地勘单位先后投入6台钻机在此施工,施工进尺6100 m,有效进尺5300多米。根据这种情况,在本次钻探施工过程中,我们分别从钻进工艺、钻孔结构设计、钻进参数选择、泥浆配方等多个方面经过反复探讨,多次试验,采取了适合该地层的最优方案:主体以 $\phi 95$ mm 绳索取心钻进工艺、三级钻孔结构、膨润土配合多种添加剂配置成不分散低固相泥浆。

3 钻进工艺及技术参数

3.1 钻进工艺

3.1.1 钻探设备选型(表1)

表1 主要设备及选型

名称	型号	数量	产地
钻机	XY-42T	3	连云港黄海机械
	XY-44T	1	
柴油机	4105	4	潍柴
泥浆泵	BW250	4	衡阳
	BW160	2	

工区内破碎带很多,岩石可钻性在同一钻孔内变化比较大,中等研磨性,故选用唐山市金石超硬材料有限公司生产的孕镶金刚石钻头,该钻头性能:胎体硬度 HRC25~40;粒度 40/50 目;浓度 100%。根据本工区地层情况,选用稳定性好、寿命长的锯齿和齿轮等钻头钻头底唇面。

钻具主要采用 SW95 型绳索取心钻具和国产日本系列 PQ-WL95 绳索取心钻具。采用 $\phi 89$ mm 绳索取心钻杆。

3.1.2 钻进工艺

对不同地层采用相应的钻进工艺:

(1) 表面黄土层(第四系)厚度在 8~30 m,因此采用 $\phi 150$ mm 硬质合金钻头干烧穿过,然后下入 $\phi 146$ mm 套管;

(2) 下部 8~120 m 的破碎带及不稳定层位采用的是 $\phi 122$ mm 金刚石绳索取心钻进工艺,然后下入 $\phi 114$ mm 套管护壁,选用以膨润土为基浆的泥浆配方护壁;

(3) 对于 120 m 以深孔段,选用膨润土、广谱护壁剂高粘堵漏剂等材料配制成分散低固相泥浆护壁,同时采用 $\phi 95$ mm 金刚石绳索取心钻进工艺钻至终孔。

3.1.3 钻孔结构设计

根据工区实际钻探施工经验总结,采用的钻孔

结构如下:首先采用 $\phi 150$ mm 硬质合金钻具开孔,钻至 8~20 m,下入 $\phi 146$ mm 套管;然后换用 $\phi 122$ mm 绳索取心钻具钻进至 8~120 m,下入 $\phi 114$ mm 套管;最后采用 $\phi 95$ mm 绳索取心钻具,钻进至终孔。钻孔结构如图 1 所示。

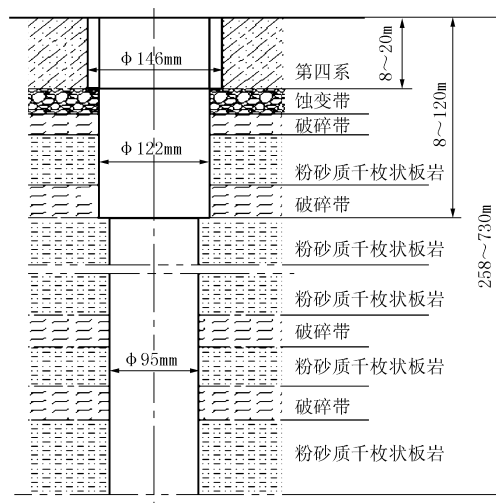


图1 钻孔结构

3.2 钻进技术参数

3.2.1 钻压

钻压的选择对钻速的影响很大:孕镶金刚石钻头金刚石的出刃量非常微小,通常只有几十微米,当钻压过大时,金刚石切入岩石过大,孔底排粉间隙太小,就会严重影响钻进和钻头的寿命,甚至会导致孔底事故的发生;当钻压过小时,金刚石切入深度过小,钻头会出现打滑、抛光现象,也会致使钻速降低。孕镶金刚石钻头,其钻头单位面积压力一般取 $0.4 \sim 0.6 \text{ kN/cm}^2$ 。

马泉金矿工区地层复杂,破碎带极多,岩石硬度很不均匀,可钻性范围大,对钻压的最优值选择很不好控制,因此钻进过程中根据所遇地层情况和钻速情况,对钻压进行有效地调整,钻压调整范围 $5 \sim 15 \text{ kN}$ 。

3.2.2 转速

依据地层情况和机械钻速的变化情况对转速进行控制:对于孔深 $< 200 \text{ m}$,完整地层采用高转速 650 r/min 左右,破碎带采取轻压慢转,转速控制在 400 r/min 以内;孔深 $> 200 \text{ m}$ 的复杂层转速则要适当地降低,一般在 400 r/min 左右;对于破碎带和泥岩混层,为了保证岩心采取率,转速控制在 $247 \sim 456 \text{ r/min}$ 。

3.2.3 冲洗液量

根据工区地层情况,为了保证孔壁稳定性,减小

泥浆对井壁的冲刷,在满足排粉的前提下,尽量采用低泵量。在实际钻进过程中,按照实际钻进情况,只有在地层比较完整和扩孔时选用慢二挡(60 L/min)钻进,其余施工过程均采用 BW-250 型泵的慢一挡(35 L/min)。

4 泥浆配方及性能

4.1 泥浆性能

根据以往的施工经验及对矿区地层的了解,泥浆的性能除排粉、冷却、润滑等性能外主要在护壁、取心及稳定地层上下功夫。为此,我们经过反复的试验,决定使用不分散低固相泥浆,对不同段地层选用相适应泥浆性能,泥浆性能如下:

(1)一般完整地层:密度 1.02 ~ 1.10 g/cm³,粘度 21 ~ 48 s,固相含量 < 3%,pH 值 8 ~ 10;

(2)破碎带及泥岩混层(难取心的):密度 1.10 ~ 1.28 g/cm³,粘度 70 ~ 110 s,固相含量 < 4%,pH 值 7 ~ 10。

4.2 泥浆配方

配方:清水(1 m³) + 膨润土(5% ~ 20%) + 烧碱(5‰ ~ 8‰) + 广谱护壁剂(3% ~ 5%) + CMC(0.1% ~ 0.3%) + 腐殖酸钾(5‰)。

泥浆的配置过程均采用搅拌机按顺序依次加入进行搅拌。在施工过程中泥浆搅拌时间尽可能的长,以使各泥浆材料的性能得到充分发挥。

4.3 钻探技术成果

马泉金矿钻探在以往使用无固相泥浆施工过程中发生了很多钻探事故,在钻遇破碎带及断层构造带发育地层时,经常发生坍塌、埋钻、钻杆断裂等事故,且根据 2010 年的钻探资料,2010 年某地勘单位在该工区施工,施工总进尺 6100 m,有效进尺 5300 多米,将近 800 多米进尺无效,同时,还发生钻杆折断、埋钻等钻探事故,严重影响了其钻进效率和施工成本。

我队在使用不分散低固相泥浆施工的所有钻孔均安全无事故终孔,并且施工质量达到良好。我队钻探施工效率及成果如表 2 所示。

其中 ZK2-5 钻孔缩径原因分析:由于在 ZK2-5 孔的施工过程中,遇到连续多天的大雨,泥浆性能被严重破坏,施工人员未及时更换泥浆,导致进入井内的泥浆不符合要求(比例严重失调),泥浆密度下降,粘度过低,且局部泥浆不均匀,未能形成有效泥饼,致使井壁局部水敏段失水量较大,从而发生钻孔缩径的事故,影响到该井的正常钻进。

表 2 马泉金矿工区钻探施工效率及成果

孔号	孔深/m	台月效率/m	事故
ZK0-1	318.27	436.42	无
ZK0-2	493.03	448.45	无
ZK2-5	414.87	226.70	钻孔缩径
ZK3-1	333.80	370.89	无
ZK3-5	360.47	493.79	无
ZK11-1	561.10	409.56	无
ZK8-2	411.99	385.04	无
ZK51-2	441.00	322.06	无
ZK4-1	350.32	522.82	无
ZK7-1	451.10	451.10	无
ZK7-2	596.08	405.50	无
ZK7-3	731.19	477.90	无
ZKA-1	295.50	422.10	无
ZK47-4	391.00	420.43	无

5 解决部分地层岩心采取率低的方法

在此次施工过程中出现过某些局部地层取心难的问题,如 ZK47-4 钻孔,在用 Ø95 mm 钻具钻至 40 多米时,岩心采取率较低,最低至 70%。

为了提高岩心采取率,决定采用 Ø122 mm 扩孔,然后使用 Ø122 mm 绳索取心钻具钻进,岩心采取率有明显提高,平均达到了 97%,使用 Ø122 mm 钻具钻至 120 多米处时岩层性质好转,决定下入 Ø95 mm 钻具,但是在钻进一段深度后发现岩层又变回原来破碎疏松状的岩层,且采取率又降了下来,此时如再更换使用 Ø122 mm 钻具,则必然导致钻探成本的增大,因此经过研究决定从泥浆性能上下手,配制高密度、高粘度的泥浆。

泥浆配方:清水(0.6 m³) + 膨润土(12% ~ 20%) + 烧碱(0.8%) + 广谱护壁剂(5%) + CMC(0.2% ~ 0.3%) + 腐殖酸钾(6%)。

泥浆性能:密度 1.10 ~ 1.28 g/cm³,粘度 70 ~ 110 s,固相含量 < 5%,pH 值 8 ~ 10。

配制好后经过使用,岩心采取率得到了保证,达到了 85% 以上,从而保质保量地完成了钻探任务。

6 部分漏失地层堵漏方法与效果

该工区大部分钻孔都出现微、小漏失,少数钻孔发生中度漏失。针对这种情况,我们依照现有的技术条件和材料,一旦出现漏失立即采用较易获得的锯末等材料进行堵漏。

堵漏泥浆配制及使用方法:在处理微、小漏失时,在基浆中仅添加一定量(5% ~ 10%)锯末,搅拌均匀,直接从钻杆内注入,然后开泵循环十几分钟后

(下转第 21 页)

携带大量的海砂从钻杆内涌出井口,表明钻杆环空依然堵塞。然而此时动力头的扭矩大为降低,大大减缓了井壁坍塌和井段岩屑抱紧钻杆卡钻的趋势。

船上缺少淡水补给和泥浆不回收循环的钻进方法,BW-850型泵消耗过大,不能保证持续施工,同时过大的泵量也会对井壁产生较大冲刷。因此大泵量不适宜正常钻进时使用,只能应急使用。经统计,对于井深100 m的井,泵量250 L/min时,平均每进尺1 m耗浆1 m³左右。6号孔用泵量250 L/min,涌砂一直持续到终孔,没有发生塌孔卡钻事故,顺利终孔。泵量250 L/min略显不足,因此扫孔进尺速度不能过快,同时要保证泥浆冲孔时间予以补充缺陷。

5 结语

后续几口百米钻孔施工相当顺利,项目提前完成。简单高效的钻探取心工艺,缩短单井施工周期,有效地避免了不利海况的影响。项目平均取心率基本保持在70%以上。

尽管项目刚开始施工不尽人意,经过调整,出色地完成项目。砂质地层取样经验可以概括为以下几点:

(上接第17页)

开始钻进,堵漏效果明显,能有效遏制漏失;在处理较大漏失时,采用固化剂与锯末混合使用的堵漏方法,提取一部分泥浆,将固化剂与锯末混合搅匀然后直接注入井内漏失孔段,开泵循环,使用效果较好,孔口返浆量明显加大。

上述方法在ZK7-3、ZK3-5等6个孔使用效果明显。

上述方法的不足之处是使用需停钻专门堵漏,耗费额外堵漏时间,影响钻进效率,故建议采用随钻堵漏。

7 结语

(1)实践证明,低固相不分散泥浆在复杂破碎中深孔地层钻进施工中可以取得良好的实用效果,可有效地解决护壁难的问题,很大程度上杜绝了缩径等钻探事故;

(2)三级钻孔结构保证了马泉金矿钻探的顺利施工,无论是成本还是钻进效率都得到了保证;

(1)摸清潮水的规律,避免大潮汛期间施工,避免流大下钻,保持船位稳定,把握抛锚钻进契机;

(2)根据井内实况,密切注意泥浆调配,保证足够的密度和粘度,必要时大泵量冲孔;

(3)保证泥浆冲孔时间,尽量减缓钻杆环空局部因积砂堵塞,密切动力头扭矩的变化,转动吃力时表明井壁坍塌和井段坍塌沉积的海砂岩屑有抱紧钻杆卡钻的趋势,需要采取必要措施处理,避免卡钻事故的发生。

参考文献:

- [1] 王光辉,陈必超.浅海水域工程勘察钻探方法和技术措施[J].探矿工程,2003,(4):9-10.
- [2] 秦如雷,段隆臣.地质钻探中孔内复杂情况的应对措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(10):6-9.
- [3] 鲍忠厚.浅海工程勘察钻探施工实例[J].地质与勘探,1993,(4):59-64.
- [4] 陈平等.钻井与完井工程[M].北京:石油工业出版社,2008.20-101.
- [5] 乌效鸣,胡郁乐,贺冰新,等.钻井液与岩土工程浆液[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2002.93-111.
- [6] 汤凤林,A.T.加里宁,杨学涵.岩心钻探学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1997.127-129.

(3)在马泉金矿复杂破碎地层钻进,要轻压慢转,保证孔底安全。

(4)在钻进破碎带地层时使用高粘度泥浆虽然能有效提高岩心采取率,但是机械钻速较低,泥浆聚沉性能较差,需要进一步研究探索,在保证岩心采取率的同时提高机械钻速,达到又快又好的目标。

参考文献:

- [1] 汤凤林,A.T.加里宁,段隆臣.岩心钻探学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [2] 胡辰光,等.钻探工程技术及标准规范实务全书[M].安徽合肥:安徽文化音像出版社,2003.
- [3] 乌效鸣,等.钻井液与完井液[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2010.
- [4] 王勐.低固相不分散泥浆在复杂地层钻进中的应用[J].西部探矿工程,2006,(8).
- [5] 张宝河.甘肃岷县某金矿钻探施工技术与管理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(4).
- [6] 曾石有.嵩县多金属矿区复杂地层岩心钻探施工综合技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(11).