

页岩气基础地质调查万地1井钻井堵漏技术

李得新¹, 首照兵¹, 吴金生²

(1. 四川省煤田地质局一三七队, 四川 达州 635006; 2. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 610081)

摘要:米仓山-大巴山前缘页岩气基础地质调查万地1井钻遇二叠系吴家坪组巨厚层硅灰岩、燧石灰岩, 坚硬致密, 裂隙、溶隙、溶洞极发育, 钻进过程中钻井液漏失严重甚至失返, 造成钻进困难。先后采用了随钻堵漏、桥接材料堵漏、水泥砂浆堵漏、胶质泥浆-水泥浆堵漏、拦截式堵漏工艺技术, 基本解决了钻进中钻井液失返问题。

关键词:钻井液漏失; 随钻堵漏; 桥接材料堵漏; 水泥砂浆堵漏; 胶质泥浆-水泥浆; 裂缝地下水径流; 拦截式堵漏工具; 页岩气基础地质调查

中图分类号: P634.8 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2017)02-0023-04

Plugging Technology in Wandì 1 Well for Basic Geological Survey of Shale Gas in Micangshan-Dabashan Frontal Zone/LI De-xin¹, SHOU Zhao-bin¹, WU Jin-sheng² (1. 137 Geological Team of Sichuan Coalfield Geology Bureau, Dazhou Sichuan 635006, China; 2. Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 610081, China)

Abstract: In the drilling of Wandì 1 well for basic geological survey of shale gas in Micangshan-Dabashan, the Permian Wujiaping formation thick layer of siliceous limestone and flint limestone were encountered, which were hard and compact with the development of fracture, dissolved fissure and karst caves. The serious circulation loss even no-return happened, which resulted in difficult drilling. Plugging while drilling, bridging material plugging, cement mortar plugging, colloid mud-cement slurry plugging and interception plugging technologies were adopted, no return of drilling fluid was solved.

Key words: circulation loss; plugging while drilling; cement mortar plugging; colloid mud-cement slurry; fissure underground water runoff; plugging by interception tools; basic geological survey of shale gas

对金刚石绳索取心钻进工艺而言, 钻井液漏失是钻探施工的最大难题, 如不及时有效解决, 将造成孔内事故发生、钻进效率低、施工成本高的后果, 严重的直接威胁钻孔安全, 甚至会导致钻孔报废。笔者在米仓山-大巴山前缘页岩气基础地质调查万地1井实践中, 研究总结出一套行之有效的堵漏技术方法, 对今后类似地层钻井施工具有很好的指导意义。

1 万地1井概况

米仓山-大巴山前缘页岩气基础地质调查万地1井为“四川盆地页岩气基础地质调查项目”子项目, 井位位于重庆市开县河堰镇岩水乡倪家村, 由中国地质调查局成都地质调查中心牵头实施, 钻井施工由四川省煤田地质局一三七队通过公开投标获取。万地1井设计井深1595 m, 终孔直径 ϕ 95 mm, 全井段取心。钻探目的层为五峰-龙马溪组富有机质页岩。

万地1井位于四川盆地东北部, 构造位置位于川东高陡构造带, 田坝背斜-兴隆背斜构造高点, 地表主要出露二叠系-三叠系地层, 局部可见少量寒武系-志留系地层。开孔层位为二叠系上统长兴组(P_3c), 发生钻井液漏失地层主要是二叠系上统长兴组(P_3c)、吴家坪组(P_3w), 中统茅口组(P_2m)、栖霞组(P_2q)地层, 岩性以深灰色岩为主, 裂隙、溶隙极发育, 局部有2~5 m溶洞, 裂缝、溶隙、溶洞贯通良好, 深部溶隙溶洞有地下流水活动; 其中吴家坪组、栖霞组硅灰岩、燧石灰岩坚硬致密, 研磨性极弱, 钻进效率极低。

2 钻探施工条件

施工水源条件极差。施工区域岩溶地貌极其发育, 井位2 km附近有2个大的溶洞群, 井位周边地表落水漏斗特别多, 其中井位南边100 m处有一落水漏斗。钻井井位周边2 km以内无地表溪沟水流。

收稿日期: 2016-08-30; 修回日期: 2016-12-15

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“四川盆地页岩气基础地质调查项目”子项目“米仓山-大巴山前缘页岩气基础地质调查”(编号: 12120115003801-01)、“高原生态环境脆弱区综合钻探技术应用示范”(编号: 12120113017200)

作者简介: 李得新, 男, 汉族, 1985年生, 工程师, 勘查技术与工程专业, 从事探矿工程工作, 四川省达州市华蜀南路200号, lidixin1201@163.com。

供水点选取在离井位 2.5 km 的溶洞内,施工用水由大气降水补给,遇夏天长期干旱或冬季枯水季节水源较小,对钻井施工影响较大。

钻井施工交通条件较好,达万高速公路从开州区经过,开州区到河堰镇有省道渝巫路通过,河堰镇至井场有乡村公路从井场边通过。

3 钻井液漏失类型

万地 1 井上部地层溶隙、裂隙、溶洞极为发育,钻井液漏失主要表现为微裂缝漏失、裂缝漏失、漏失点存在径流、大裂缝和大溶洞漏失。

3.1 微裂缝漏失

即轻微漏失,钻井液消耗较大,井口返液量 $> 2/3$ 进液量,井口返水较大,井内动水位变化较小。

3.2 裂缝漏失

即中等漏失,漏失量较大,井口返液量 $< 1/2$ 进液量,井口返水较小,井内动水位变化较大。此类漏失多集中在二叠系长兴组、吴家坪组、茅口组地层(见图 1)。

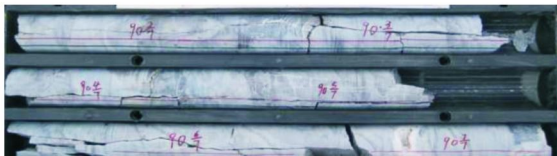


图 1 裂隙漏失层段岩心

3.3 漏失点存在径流

井深 242.65 m 处漏失为裂缝性漏失,表现为钻井液全漏失。仔细观察岩心,裂隙宽度最大为 32 mm,无填充物,有明显水锈(见图 2),此处有地下水通过。此类漏失多集中在二叠系长兴组、茅口组地层。



图 2 井深 242.65 m 处漏失点岩心

3.4 大裂缝漏失

井口钻井液完全失返,井内无水位。漏失点多集中在二叠系吴家坪组、茅口组地层(见图 3)。

3.5 大溶洞漏失

井深 356.91 ~ 358.66 m 处遇溶洞,深度 1.75 m,钻井液全漏失(见图 4)。此类漏失多集中在二叠系吴家坪组地层。

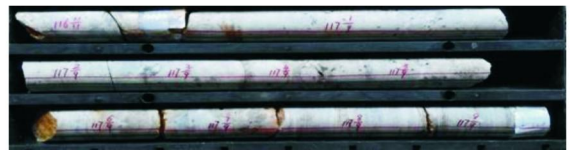


图 3 大裂缝漏失岩心

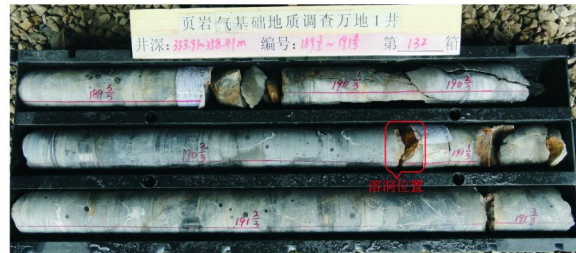


图 4 溶洞岩心

4 堵漏工艺技术选择原则

钻井液发生漏失后,必须及时准确丈量机上余尺,计算漏失点井深位置、综合判断漏失类型及严重程度、分析漏失井段岩心裂隙发育程度,按照“先简后繁、先易后难”原则选择堵漏工艺方法和材料,确保快速、有效完成堵漏作业,恢复正常钻进。

根据漏失类型采取相应的堵漏工艺技术。对于微裂缝漏失,依次采取随钻、桥接材料等堵漏方式;对于裂缝漏失,依次采取桥接材料、水泥砂浆等堵漏方式;对于大裂缝漏失,依次采取了水泥砂浆、胶质泥浆-水泥浆、拦截式堵漏工具等堵漏方式;对于漏失点存在径流和大溶洞漏失,采取堵漏方法效果不好,只能考虑扩孔下套管更稳妥。

5 堵漏工艺技术方法及实例

5.1 不做处理

施工前期为渝东北梅雨季节,大气降水较多,车站供水水源充足,钻井中对轻微漏失可不做任何处理,顶漏钻进。钻井设计要求上部地层采用 $\varnothing 122$ mm 绳索取心钻具施工,岩粉较多,轻微漏失的钻井液中的岩粉通过一段时间沉淀能将微裂缝封堵,同时还可避免更换变质钻井液。

5.2 随钻堵漏

在水源供应不足等水时间较多时,必须采取措施解决钻井液漏失问题。微裂缝漏失堵漏方法:在水解 PHP 中加入适量岩粉、锯末,充分拌和至粘稠状态,利用井口漏斗倒入绳索取心钻杆内,连接主动钻杆后开泵慢慢回转上下活动钻具扫孔,待泵压正常后可结束扫孔。如堵漏效果不好,可重复进行 2

次。此种方法操作简单,堵漏效果较好,安全性高,比较节省时间,成为处理微裂缝漏失的首选。

5.3 桥接材料堵漏

井深 100.46 m 处钻井液出现较大漏失,返液量较小。选择采用桥接材料堵漏,具体方法是:清水 + PHP + CMC + 803 堵漏王 + 锯末,充分搅拌至粘稠状,利用井口漏斗倒入绳索取心钻杆内,连接主动钻杆后开泵将堵漏材料送至漏失部位,开车慢慢回转钻具并上下活动钻具,持续 1 h,泵压没有变化,返液量没有变化,堵漏不成功。

5.4 水泥砂浆堵漏

水泥砂浆堵漏方法:水泥 + 河砂 + 1% NaCl(早强剂),水灰比为 0.45 ~ 0.50。要求采用普通硅酸盐水泥或硫铝酸盐地勘专用水泥,水泥标号不低于 42.5,且水泥不得受潮变质结块,河砂应选择细中粒河砂。

在井深 100.46 m 采用水泥砂浆堵漏 2 次。第 1 次水泥砂浆量不够,封闭效果不好。第 2 次加大了水泥砂浆用量,终凝后,下入扫孔钻具扫孔至井底,钻井液返出井口正常循环,堵漏成功。

万地 1 井在井深 242.65 m 处发生钻井液全漏失,采用水泥砂浆堵漏多次均不成功。在水泥砂浆堵漏同时往水泥浆液中加入谷草短节、附近山岩上生长的苔藓,候凝后扫孔在漏点上下均取出完整水泥心,漏失点位置取出层叠状冲洗干净的苔藓,判断此漏失点存在地下径流活动。顶漏钻进至井深 379.60 m 时,取出的岩心中有一段凝固不太好的水泥心(见图 5),证明漏水通道存在上下纵向裂缝贯通情况。

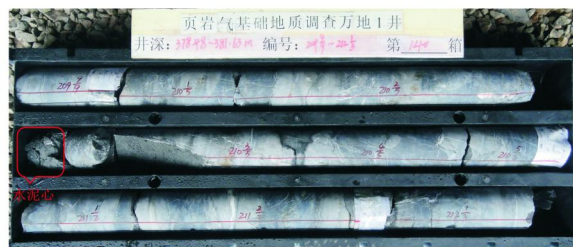


图 5 井深 379.60 m 处取出的水泥心

水泥砂浆堵漏注意事项:

灌注水泥砂浆应事先做好充分准备,灌注时不得间断,全部堵漏材料应一次性灌注,并泵入替浆液(替浆液一定要计算准确),然后徐徐将钻具全部拉出井口。

扫水泥砂浆时不能使用清水做为钻井液,应控制扫孔速度,切勿心急,扫完一根钻杆后应充分循环钻井液,做到水清砂净后才能加下一根钻杆;防止在加钻杆期间水泥河砂下沉埋钻。遇暴雨等极端天气停钻、机械故障、途中吃饭时,应想办法将井内钻具提至安全位置,防止水泥河砂下沉埋钻。

对于井内无水位的干孔灌注水泥砂浆后,顶替浆液量应根据灌注深度酌情减量,防止替浆量过多使水泥砂浆后从漏失通道漏跑,达不到堵漏的目的。

井内无水位的干孔水泥砂浆封闭堵漏后候凝时间不应太长,可适当缩短候凝期,防水泥心强度增高后逐根扫孔打捞水泥心浪费时间。一般在井内无水位的状况下水泥砂浆灌注后 12 h 即可扫水泥心;井内有水位的情况下用水泵泵送水泥砂浆灌注后 24 h 即可扫水泥心。

5.5 胶质泥浆 - 水泥浆堵漏

胶质泥浆 - 水泥浆堵漏原理:在漏失量较大时,采用胶质泥浆作为先期封堵,再利用水泥浆(作为堵漏浆液)进行复合堵漏,最后泵入顶替浆液以达到堵漏的目的。

胶质泥浆主要采用清水、膨润土、水泥、BaSO₄、石灰等材料按一定比例进行互配,漏斗粘度 70 ~ 80 s,适当加入 NaCl 作为早强剂,顶替浆采用清水。

井深 242.65 m 处漏失裂隙采用胶质泥浆 - 水泥浆堵漏。

第一次采用胶质泥浆 - 水泥浆堵漏,按照胶质泥浆、水泥浆、清水的顺序使用泥浆泵连续泵入井内进行封堵。将井内钻杆全部拉出至地面后采用专门工具探水泥浆液面,在井深 210 m 处;8 h 后再次探水泥浆液面,水泥浆在漏失点 242.65 m 以深,取样器取出的水泥浆未凝固,堵漏失败。观察之前取出的水泥浆样,同样没有初凝,分析原因主要是盛装水泥浆的容器之前装过聚丙烯酰胺,聚丙烯酰胺有析水、缓凝的作用,影响水泥凝固。

第二次采用胶质泥浆 - 水泥浆堵漏前把所有容器进行清洗干净。为确保水泥浆在初凝时准确到达漏失位置并实施有效封堵,在胶质泥浆和水泥浆搅拌均匀后并未立即泵入井内,在地面停待了一段时间,在快要达到初凝时间时,快速灌注后及时探水泥浆液面,液面在井深 180 m 处;8 h 后再次探水泥浆液面,水泥浆在漏失点以下,堵漏再次失败。

胶质泥浆 - 水泥浆堵漏方法在井深 457.91 m、

664.01 m 两处漏失点成功堵漏,分析 242.65 m 处漏失裂隙堵漏不成功的原因应是地下水径流对水泥浆的稀释破坏作用所致。

5.6 拦截式堵漏工具堵漏

拦截式堵漏工具由中国地质科学院探矿工艺研究所研制。

拦截式堵漏工具堵漏原理:利用拦截式堵漏工具将水泥浆限制在拦截尼龙袋内,尼龙袋在水泥浆的液压作用下向漏失裂缝中扩张充盈,从而在裂缝中架桥;同时,减少水泥浆受地下水置换、稀释的不利影响,为其有效凝固实现封堵提供保障。其原理如图 6 所示。

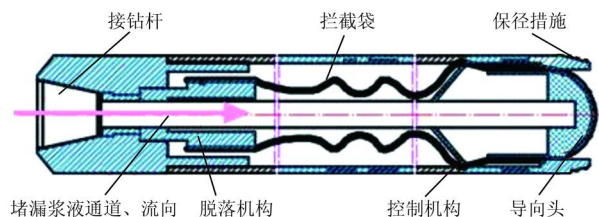


图 6 拦截式堵漏工具原理图

具体操作方法:将拦截式堵漏工具下至漏失点 242.65 m 以深 1.0 m 处,泥浆泵泵入少量清水用以湿润拦截尼龙袋,将提前搅拌好的水泥浆通过泥浆泵泵入钻杆内,当水泥浆顶至工具底端位置时缓慢提升钻具,直至将管内预设的拦截袋长度全部充盈在漏失井段;灌注完毕后,把工具提升到安全井段顶替浆液进行憋压。水泥初凝后下扫孔钻具扫孔,扫出完整水泥心,井口返水正常,堵漏成功。

6 结语

万地 1 井采用随钻堵漏、桥接材料堵漏、水泥砂

浆堵漏、胶质泥浆-水泥浆堵漏、拦截式堵漏等工艺技术措施,很好的解决了钻进中钻井液漏失问题。

实践表明,不是每一种堵漏方法都是万能的。发生漏失或失返时,准确判断漏失位置、漏失类型,考虑经济、安全、有效等因素,按照“先简后繁、先易后难”原则选择堵漏工艺措施。实施过程中,应根据井内的具体工况适时调整选择适用有效的堵漏工艺措施。

参考文献:

- [1] 范钢,张宏刚,李前贵.新型堵漏工具——拦截式堵漏工具的研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(2),42-44.
- [2] 易强忠,李绍河,姜海涛. Aus-Plug 堵漏剂在金厂河等矿区绳索取心钻孔漏失中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(11),20-24,30.
- [3] 李粤南.深孔复杂地层护壁堵漏技术组合的优选研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S2),157-162.
- [4] 单文军,段晓青,任福建,等.甘肃武威盆地页岩气“武页 1 井”成膜低固相冲洗液的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(7),111-115.
- [5] 石立明,曹灶开.凝胶堵漏技术在阳山矿区漏失地层中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(9),22-24,29.
- [6] 王李昌,隆威.水泥-粘土浆液护壁堵漏工艺研究及其工程应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(2),53-56.
- [7] 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.
- [8] 肖丰伟,郑晓良,李超,等.嵩县槐树坪大型金矿复杂地层泥浆及护壁堵漏技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(2),29-32.
- [9] 赵生庆,李录波,卢彬,等.前郭县深井子油页岩矿区松散层钻进护壁堵漏技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(10),13-14.