

绳索取心钻进冲洗液的性能控制技术

首照兵, 章 述, 向昆明

(四川省煤田地质局一三七地质队, 四川 达州 635000)

摘 要:绳索取心钻进冲洗液的各项参数控制技术对确保煤心采取率和钻孔正常施工起着关键作用。介绍了在贵州煤田勘探钻孔中的冲洗液控制技术。

关键词:煤田勘探; 绳索取心钻进; 冲洗液; 性能控制

中图分类号: P634.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2008)04-0029-02

1 问题的提出

近几年,我们在贵州从事煤田勘探所施工的钻孔上部非煤系地层大多为灰岩,岩石裂隙发育,漏失严重;煤系地层多为水敏性很强的碳质泥岩井段,厚度为 230 m 左右,煤层层数多,厚度和深度不稳定,地层复杂,9 号煤上下岩石破碎,一般厚为 3 m,且为粉煤,个别钻孔 17 号煤层厚度达 15 m 之厚。采用绳索取心钻探技术施工的探煤孔,要求冲洗液既要保证绳索取心工艺的特点,又要有效地保护地层,起到护壁的功效,更要有利于取好煤层。在冲洗液中要及时补充一些降失水量的处理剂,避免冲洗液中自由水向地层渗透造成不必要的垮塌和缩径。合理控制好冲洗液调整好各性能指标,是保证钻孔取好煤层的重要前提,如果性能控制不当,就会导致地层的垮塌和降低煤层的采取率。

2 地层情况

近几年来我们在煤田地质勘探中所遇的岩石主要为沉积岩,地层为(由新至老):

第四系(Q):褐黄色、褐色,坡积块石和碎石土,结构松散;

三叠系下统茅草铺组(Tm):为灰色中厚层状至厚层块状微晶至细晶泥质灰岩和石灰岩;

三叠系下统夜郎组(Ty):该组可划分沙堡湾段、玉龙山段和九节滩段,为暗紫色、紫褐色薄层状粉砂质泥岩、泥质粉砂岩,夹浅灰色中厚层状、厚层状泥质灰岩;

二叠系上统长兴组(Pc):灰色、深灰色中厚层状至厚层块状细晶至中晶石灰岩,断续含燧石结核、

团块及条带;

二叠系上统龙潭组(P1):浅灰色、灰色、黑灰色、黑色细粒至泥粒碎屑岩、煤及石灰岩类,该层为本区含煤地层,厚度为 186~205 m;

二叠系下统茅口组(Pm):浅灰色、灰白色中厚层至巨厚层状细晶至粗晶石灰岩。

3 冲洗液性能控制技术

3.1 选择造浆率高、含砂量低的粘土

粘土的造浆率是指每吨粘土粉能够配制塑性粘度为 15 mPa·s 或漏斗粘度为 20 s 以上冲洗液体积数,体积数达到 12 m³ 以上,含砂量 < 5% 为优质。粘土的造浆率越高,粘土的水化性能越好。要充分掌握粘土的配浆比例,使粘土的扩散和悬浮达到最佳效果。粘土颗粒在冲洗液中的沉降作用和扩散作用是矛盾的,当扩散作用大于沉降作用时,粘土颗粒悬浮于水中呈分散状态,反之就使粘土颗粒下沉。

特别需要指出的是,扩散运动(布朗运动)的存在,对于胶体颗粒的沉降(动力)稳定性起着重要的作用。但是大多数情况下,半径 > 1 μm 的颗粒基本上不再有布朗运动,故布朗运动对于悬浮体的沉降稳定性无明显作用。

所以在不分散低固相冲洗液中控制好有用固相和有害固相(岩粉)的比例,这样既保证了冲洗液具优质性能,又能达到煤田钻探的需要。

3.2 冲洗液要与地层有良好的配伍性

在充分了解地层水离子类型的基础上通过对煤的敏感性实验,可以获取与地层良好配伍的冲洗液配方。实验评价发现配伍性好的冲洗液对煤的伤害

收稿日期:2007-11-07

作者简介:首照兵(1969-),男(汉族),重庆梁平人,四川省煤田地质局一三七地质队绳钻公司总工程师兼副经理,探矿工程专业,从事钻探新技术研究和推广、生产技术管理工作,四川省达州市华蜀南路 198 号,shouzhaoqing@163.com;章述(1963-),男(汉族),四川德阳人,四川省煤田地质局一三七地质队绳钻公司经理,探矿工程专业,从事钻探生产及技术管理工作,zhangs_137@126.com;向昆明(1968-),男(汉族),四川宣汉人,四川省煤田地质局一三七地质队队长、高级工程师,探矿工程专业,从事钻探生产及技术管理工作,scdzxkm@163.com。

性最少。如煤层与泥岩的互层为主煤层的微裂缝极发育,而且松散易塌,泥岩呈干层饼状,很易吸水产生极大的膨胀压,这就要求配制失水量小、密度适中的冲洗液,才能保证孔内的安全。

3.3 降低有害固相,保持有用土相的含量

非煤层井段可采用普通优质低固相冲洗液,固相含量 < 6%,煤层段特别是目标段,尽量选用固相含量低的冲洗液,最好选用无固相冲洗液,但是要根据地区和煤层的性质来定,如是较松散的粉煤层,可适当的补充一定的土相,同时及时对有害固相进行清理,没有固控设备的钻机,可作人工清理,每 48 h 清理一次沉淀桶的岩粉。这样既可以有效地保护煤层不受损害,又防止泥皮中的有害固相沉积在钻杆内壁上影响内管总成的打捞。要将冲洗液的土相保持在有效的范围内,这样既可提高钻进速度,又可降低工人的劳动强度。

3.4 控制好冲洗液的失水量和泥皮

失水量的高低是冲洗液的重要性能指标。保持较低的失水量,使冲洗液在孔壁上形成薄而致密,坚韧的泥皮,可以防止冲洗液的滤液浸入地层和煤层,从而保护孔壁和煤层。一般情况下地层松散及煤层孔段,冲洗液的失水量(API)中压可控制在 10 mL 以内,泥皮的厚度应在 1 mm 以内。

3.5 具有良好的流变性能

合理地设计冲洗液的动切力和塑性粘度,尽量减小冲洗液的环空动压,使冲洗液在钻杆内部紊流冲刷,以防止结垢。良好的流变性能有利于提高钻速,提高悬浮和排除岩粉的能力,也可降低冲洗液对地层和煤的冲刷伤害。

3.6 降低冲洗液密度,尽量平衡或近平衡钻井

冲洗液密度的大小,直接影响到地层和煤层的稳定程度。当冲洗液的液柱压力大于所钻的地层压力时会把地层压漏和加剧对煤层的伤害,但是如液柱压力低于地层煤层压力时,又会使地层和煤层坍塌,所以掌握好冲洗液的密度是很重要的。因此钻井过程中孔内较正常的情况下,尽量降低冲洗液的密度,保持稳定在低密度的状态,一般可控制在 $1.02 \sim 1.05 \text{ g/cm}^3$,使之接近地层和煤层的当量压力,实现近平衡钻井。

3.7 适当控制 pH 值

pH 值对粘土造浆的影响很大,pH 值 > 9 时,膨润土冲洗液的粘度随碱性的增加上升很快。这是因为氢氧根浓度大,增加了膨润土的表面负电荷,并使钠质土的含量增加,水化分散性增强,胶体含量增

大,故粘度上升,但从保护地层角度看,过高的氢氧根要加速泥页岩垮塌,所以将冲洗液 pH 值可控制在 8 ~ 9 范围内。

3.8 保持优良的润滑性

绳索取心钻具与孔壁的环空间隙小,钻具与孔壁要产生磨损。使用润滑性能好的冲洗液可以减小回转钻杆柱的阻力、降低摩擦系数、减小动力负荷,提高钻速,延长钻杆寿命,还可以防止泥皮粘附卡钻,从而保证孔内安全。

3.9 优化钻井参数

探煤孔钻孔是以绳索取心为主,既要满足取心工艺的要求,又要防止起下钻时煤层因“压力激动”造成煤层垮塌。取心时应采用“三低”参数。因排量小、上返速度低而携屑困难,适当提高冲洗液的动塑比(动切力和塑性粘度的比值),把它控制在 0.35 ~ 0.5 范围内,使之具有优良的携屑能力,这样就能保证在探煤钻孔优质、安全、快速完成钻探任务。

冲洗液性能范围可参考表 1。

表 1 冲洗液性能范围表

密度 /(g· cm ⁻³)	固相含量 /(kg· m ⁻³)	膨润土含 量/(kg· m ⁻³)	岩屑 含量	动切力 16/100	塑性粘度 /(mPa·s)	动塑 比值
1.03	57	28.5	1: 1	3	3	1
1.04	79.95	34.2	1.3: 1	4	4	1
1.05	96.9	39.9	1.4: 1	4	6	0.67
1.07	116.9	42.8	1.7: 1	5	8	0.67
1.08	136.8	45.6	2: 1	6	10	0.59

注:此表是石油钻井标准,可作煤田钻探冲洗液控制参考。

4 应用实例

2004 年我单位 6 台钻机从 1 月份开始陆续进场施工贵州省普安县糯东井田,全部采用绳索取心钻进工艺,采用优质泥浆、优化钻井参数。全年共施工了 62.5 个台月,共竣工 46 个钻孔,共完成钻探进尺 30300.37 m,平均台月效率达 485 m,钻月效率达 600 m 以上,取得了比较好的经济效益和社会效益。以下列举几个应用得比较好的典型实例,以供参考。

(1)糯东井田 1702 号钻孔终孔孔深 1001.79 m。由 3701 机场施工,7 月 3 日开孔,8 月 18 日终孔。孔内返出的冲洗液实测性能:密度 1.06 g/cm^3 ,漏斗粘度 24 s,失水量 10 mL,泥皮厚度 < 1 mm,pH 值 8,含砂量 < 1%。不仅保证了正常施工,而且还保证了连续几天的物探综合测井及井温测试,钻孔质量达特级。

(下转第 38 页)

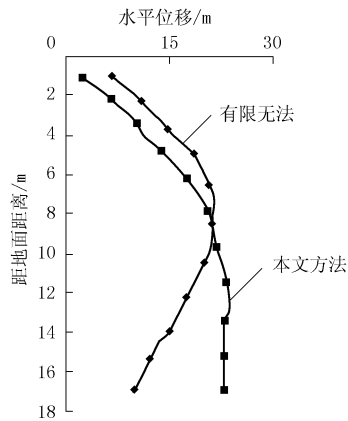


图5 结果比较

的变化。比较发现有限元计算结果与改进后的等值梁法结果相差不大,说明这种改进可以弥补等值梁法的不足,达到利用变形控制设计的目的。

另外,本文计算约束力和位移的程序都是文献

[2]、[3]中公开的源程序,本文使用的土压力位移关系也是最简单的线性关系,笔者之所以采用这样的改进手段,就是保证改进后的等值梁法仍然保持简单实用的特点。

当然,本文有关等值梁法的改进还有待广泛应用的验证。

参考文献:

- [1] 高大钊. 土力学与基础工程[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1998.
- [2] 胡维俊. 结构力学[M]. 南京:河海大学出版社, 1993.
- [3] 徐道远. 材料力学[M]. 南京:河海大学出版社, 1989.
- [4] 吴伟强. 基坑支护结构计算的位移土压力法[J]. 建筑结构, 1997, (9): 19 - 21.
- [5] Mehmet A. Sherif, Yung - Show Fang, Russell I. Sherif. K_A and K_0 Behind Rotating and Non - Yielding Walls [J]. Journal of Geotechnical Engineering, 1984, 110(1): 41 - 56.

(上接第 30 页)

(2) 糯东井田 1903 号钻孔终孔孔深 1041.76 m。由 3702 机场施工, 8 月 2 日开孔, 9 月 30 日终孔。孔内返出的冲洗液实测性能为: 密度 1.05 g/cm^3 , 漏斗粘度 25 s, (API) 中压失水 10.5 mL, 泥皮厚度 $< 0.5 \text{ mm}$, pH 值为 9, 含砂量 $< 1\%$ 。该孔 17 号煤层厚达 15.76 m 多, 为单一结构且无夹矸的情况下一次顺利将煤层钻进完, 不仅保证了正常施工, 而且还保证了连续几天的物探综合测井及井温测试, 钻孔质量达特级。

(3) 糯东井田 1405 号钻孔终孔孔深 603.25 m。由 3705 机场施工, 9 月 3 日开孔, 9 月 20 日终孔。

孔内返出的冲洗液实测性能: 密度 1.02 g/cm^3 , 漏斗粘度 21 s, (API) 中压失水 10.5 mL, 泥皮厚度 $< 0.5 \text{ mm}$, pH 值为 9, 含砂量 $< 0.1\%$ 。施工及测井相当顺利, 钻孔质量达特级。

5 经验和体会

绳索取心钻进工艺必须采用优质泥浆, 才能达到高转速钻进, 充分发挥金刚石钻头的效率, 优化钻井参数, 达到高效钻进的目的。在地层条件较好的孔段, 应尽量采用无固相冲洗液; 在煤系地层, 必须采用低固相的“防塌”冲洗液。不论哪种冲洗液都应加入适量的润滑剂, 起到较好的润滑和减阻作用。

(上接第 34 页)

Mindlin 解在大单桩桩侧竖向平面荷载以及桩端水平面荷载的面积分以及桩土协调条件, 最终得到一种计算群桩沉降和群桩周围土体沉降的新方法。

(2) 应用本文方法对上海 2 个实际工程进行了计算分析, 分析结果与上海地区桩基沉降经验及实测结果基本吻合。本文方法可以较好的计算分析分层土中桩基础邻近土体的沉降情况。

(3) 本文方法可用于计算群桩对位于群桩桩身周围土体中构筑物(隧道, 管线等)的影响。

(4) 在本文方法的基础上, 可以进一步研究群桩与群桩之间的相互作用, 进而研究高层建筑桩群

引起的区域性地表沉降。

参考文献:

- [1] Poulos H. G., Davis E. H. The Settlement Behavior of Axially-Loaded Incompressible Piles and Piers [J]. Geotechnique, 1968, (8): 351 - 371.
- [2] Mindlin R. D. Force at a Point in the Interior of a Semi-infinite Solid [J]. Australasian Institute of Mining and Metallurgy Publication Series, 1936, (7): 195 - 202.
- [3] 徐凌. 软土盾构隧道纵向沉降研究[D]. 上海: 同济大学, 2005.
- [4] 楼晓明, 刘建航. 高层建筑桩基础对邻近隧道的监测影响与分析[J]. 同济大学学报, 2003, 31(9): 1014 - 1018.
- [5] 闫静雅. 桩基础全寿命期对邻近已有隧道的影响研究[D]. 上海: 同济大学, 2007.