

# LG 植物胶无固相冲洗液在富煤二矿 906 号孔的应用

罗冠平

(福建省 121 地质大队,福建 龙岩 364021)

**摘要:**云南富源县大河富煤二矿矿区地层复杂,上部永宁镇组厚层灰岩破碎、掉块、漏水严重,并有溶洞发育,下部煤系地层多为泥岩、泥质粉砂岩、炭质泥岩等水敏性强的地层。在钻进过程中易造成水化膨胀、缩径、坍塌等问题,增加了护壁的难度。针对该矿区的地质特征,采用 LG 植物胶无固相冲洗液顶漏钻进,成功地穿越了 6 m 厚粉煤,未发生坍塌,取得了较好的护壁效果,而且比较经济、安全、快速地完成了钻孔,为今后施工类似钻孔取得了宝贵的经验。

**关键词:**煤田钻探;LG 植物胶无固相冲洗液;顶漏钻进

**中图分类号:**P634.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)02-0019-04

**Use of Solid-free Drilling Fluid with LG Plant Colloid in Drilling Well 906<sup>#</sup> at the Second Coal Mine in Fuyuan County/LUO Guan-ping** (The 121 Coalfield Brigade of Fujian Province, Longyan Fujian 364021, China)

**Abstract:** The geological conditions are very complex at the Second Coal Mine in Fuyuan County, Yunnan: the upper thick layer of limestone of the Yongning Town group is broken with falling stones and serious leaks, and cavities are also developed; while the lower coal stratum consisting mostly of water sensitive formation, such as mudstone, muddy siltstone, carbonaceous mudstone, is susceptible to hydrate expansion, contraction, and collapse, increasing the difficulty in borehole wall protection. Taking these factors into account, a solid-free drilling fluid with LG plant colloid is used to drill through a 6m thick coal without collapse against circulation loss, leading to good protection, and economical, safe, and fast completion of the well.

**Key words:** coal field drilling; solid-free drilling fluid with LG plant colloid; drilling against circulation loss

## 1 概况

富煤二矿位于云南省曲靖市富源县境内,南北长 23.50 km,东西宽约 9 km,矿区总面积为 94.46 km<sup>2</sup>,海拔标高 1750~2272 m,相对高差 522 m。矿区地质构造较复杂,地表多沟壑,906 号孔地层倾角在 10°~20°之间。

### 1.1 钻探施工中遇到的主要岩层

(1) 关岭组一段:紫红、紫灰、灰绿色粉砂岩、细砂岩、泥质粉砂岩及粉砂质泥岩与泥灰岩互层;

(2) 永宁镇组:此组分为 3 段,其中第一、第三段为灰岩,破碎,漏水严重,第二段以红褐色粉砂质泥岩为主,夹泥质粉砂岩,有一断层,厚度大约在 80 m 左右,遇水后结构变松散;

(3) 飞仙关组:此组分为 4 段,以紫红色粉砂岩、泥质粉砂岩、泥岩为主,顶部和底部含大量蠕虫状方解石,其中 864 m 有一断层;

(4) 卡以头组:灰绿色泥质粉砂岩、粉砂岩为主,孔深 1180~1240 m 破碎;

(5) 长兴组:主采煤层一层,煤较薄,块煤;

(6) 龙潭组:该层有主采煤层 5 层,煤较厚,13 号煤达 6 m,以粉煤为主,煤层顶底板多为泥岩、炭质泥岩,易水化膨胀、缩径、坍塌。

### 1.2 施工中遇到的主要问题

(1) 漏失孔段多且深,套管隔离困难。根据施工记录,在孔深 400 m 后仍有 5 处较大漏失孔段,其中最深处在 1205~1230 m 孔段,所以全孔几乎都是顶漏钻进。为了确保钻孔安全,常用锯末、棉籽、黄豆、海带等惰性材料进行堵漏,以求得少量返浆,在较严重漏失孔段,1 天要堵漏多次。

(2) 遇到构造破碎地层时,由于泥浆的冲刷和上下钻具的抽吸作用,孔壁易垮塌,形成“大肚子”,钻进过程中容易发生钻杆折断事故。

(3) 粉煤取心困难,粉煤层厚易垮塌。

## 2 906 号孔的基本情况

### 2.1 施工日期

该孔设计深度为 1330 m,自 2009 年 2 月 23 日开孔,于 2009 年 5 月 27 日终孔,除去中间非作业等

收稿日期:2010-07-28

作者简介:罗冠平(1984-),男(汉族),福建龙岩人,福建省 121 地质大队项目经理,勘查技术与工程专业,从事钻探施工技术与管理工,福建省龙岩市新罗区曹溪镇中粉路 35 号,lgp121@139.com。

待时间6天,实际工期只有59天。根据地质测井实际终孔孔深为1380.87 m,终孔直径为77 mm,验收为甲级孔。

## 2.2 钻孔结构

0~15 m,  $\phi 130$  mm 开孔,普通硬质合金钻头单管钻进,下入  $\phi 127$  mm 孔口管;

15~399.65 m, S95 金刚石绳索取心钻进,下入  $\phi 89$  mm 套管;

399.65~1380.87 m, S77 金刚石绳索取心钻进。

钻孔结构如图1所示。

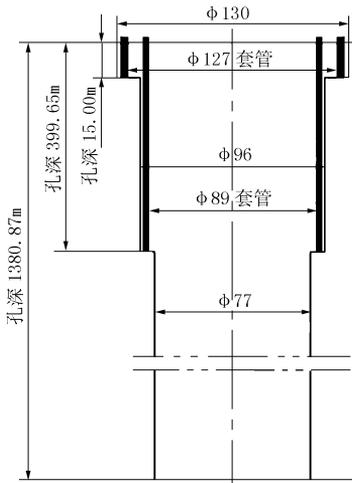


图1 906号孔钻孔结构示意图

## 2.3 设备和钻杆、钻具选型

XY-6B型钻机,  $\phi 77$  mm 口径钻进能力为2000 m; BW-250型泥浆泵; GF-115潍柴发电机组。

国产普通材质的S95绳索取心钻杆, S75A加强型(内外墩粗)绳索取心钻杆。

孕镶金刚石钻头, 粒度46~80, 浓度100%, HRC为25~30。

## 3 钻进对冲洗液的要求分析

根据本孔地层情况,要求冲洗液具有较强的降滤失性和抑制性,减少泥浆的渗入及泥岩等的水化膨胀;同时为了更好地配合绳索取心钻进工艺,要求泥浆具有低粘度、低切力和低密度,同时润滑性要好,以便开高转速。

### 3.1 强降滤失及抑制性

冲洗液具有强的降滤失性,渗入到地层中的自由水相对就少,对煤层或不稳定地层的胶结能力的破坏就小,地层水化膨胀就少;冲洗液的抑制性是指冲洗液抑制孔壁岩石水化、膨胀、分散的能力,在实

践中与粘土的造浆性和孔壁的遇水稳定性有密切联系。

### 3.2 较强的润滑性

冲洗液的润滑性与钻具磨损、冲洗液的循环流动阻力、设备功率消耗、坍塌事故的处理、发生等都有密切的关系,润滑性强还可以减少激动压力对孔壁的破坏。

### 3.3 良好的流变性

具有良好的流变性,可降低冲洗液的流动阻力,减少泵压损失,同时更好地排除岩粉,提高钻速。

## 4 LG植物胶护壁机理分析

野生植物胶含有天然的植物胶纤维、精油、脂肪酸和水溶性聚糖等成分,在具有较强抑制性和强滤失能力、良好的润滑性和两亲性等优点的同时,还具有可再生性和无污染等优点。LG植物胶无固相冲洗液由LG植物胶、PHP、高粘CMC三种高分子聚合物复合而成,这些高聚物的分子具有多种吸附基和水化基,分子间通过吸附基联接形成网状结构,而且众多的吸附基在孔壁表面上产生多点网膜吸附,在孔壁上形成韧性良好的吸附膜,减慢了水对岩层的渗透速度。另外高聚物众多的水化基束缚住了大量的自由水,降低了复合溶液的失水量。从而有效地防止和减少复杂地层的水化分散与膨胀,有效防止水敏、松散等不稳定地层的井壁坍塌掉块,保证地层的稳定性,从而起到了护壁作用。

在植物胶无固相冲洗液中添加水解度30%、分子量在1.2千万以上的PHP,一是为了确保有足够的吸附基,以提高孔壁吸附膜的吸附强度;二是用大的分子量确保PHP分子链伸展伸长,充分发挥吸附基的吸附架桥作用,使其与其它高聚物形成大的网状结构,覆盖孔壁微裂隙。

此外,植物胶具有良好的增粘作用,其含的可溶性纤维素与多糖高分子在固态时,分子链呈卷曲状态,遇水后,水分子进入这些分子之间,分子链上的-OH基可与水分子进行氢键吸附,从溶胀产生到溶解过程,增加了水分子间的接触和内摩擦力,显现出粘性,从而提高冲洗液的滤液粘度,增加滤液流动的阻力,降低滤失率。植物胶自身具有不带电性的特性,对电解质不敏感,有较强的耐盐和耐钙离子能力,起到抑制孔壁分散的作用。

## 5 现场应用

考虑到施工成本和本孔实际情况,现场分层段

采用3种配方的无固相冲洗液进行护壁。上部孔段0~600 m,采用PHP-润滑型无固相冲洗液;中部较破碎、坍塌较严重孔段用LG植物胶无固相冲洗液;下部煤系地层选用增效型LG植物胶无固相冲洗液。

## 5.1 PHP-润滑型无固相冲洗液

### 5.1.1 特点

粘度较低,流变、润滑性能好,便于开高转速,提高钻效,抢进尺。

### 5.1.2 配方

1 m<sup>3</sup>清水+1 kg PHP+2.5 kg 润滑剂+2.5 kg 护壁剂。

### 5.1.3 性能指标

粘度16~18 s,密度1.005 g/cm<sup>3</sup>,润滑系数0.08。由于组成的纯高分子聚合物溶液无固相冲洗液不易形成泥皮,压力稍高聚合物溶液就会透过实验滤纸,无法获得真实失水量,因此,根据无固相冲洗液试验常用的推荐方法,采用“标准条件下,一个大气压,30 min”的条件测得失水量10 mL/30 min。

## 5.2 LG植物胶无固相冲洗液

### 5.2.1 特点

粘度一般,润滑性能好,失水量小,可以开启较高转速的同时起到良好的护壁效果。

### 5.2.2 配方

1 m<sup>3</sup>清水+1 kg PHP+2.5 kg 润滑剂+1.5 kg LG植物胶+0.5 kg 高粘-CMC;

### 5.2.3 性能指标

粘度20~23 s,密度1.007 g/cm<sup>3</sup>,润滑系数0.09,采用“标准条件下,一个大气压,30 min”的条件测得失水量5.2 mL/30 min。

## 5.3 增效型LG植物胶无固相冲洗液

增效型LG植物胶无固相冲洗液就是在原配方中添加增效粉(LBM-1)。低粘增效粉是一种复合型高分散造浆材料,该材料是以膨润土粉为基础原料,经过人工钠化后,加入低粘降失水处理剂,经挤压、干燥并粉碎制作而成。当作为一种单独的低固相泥浆造浆材料使用时,成本很高,而且在本矿区的几次尝试也不是很理想,主要表现为泵压高(比普通泥浆高出2.0 MPa),流动性能差,后将其作为泥浆处理剂添加到LG植物胶无固相泥浆中取得了很好的效果。分析其原因是在加入增效粉后,通过植物胶的吸附作用提高了滤饼的负电荷密度,对水分子进行极化使其稳定在滤饼孔隙中不易通过,阻止了自由水向地层渗透,起到了抑制孔壁分散的作用。

## 5.3.1 特点

粘度较高,润滑性能好,失水量很小,携带岩屑、护壁效果好,保证钻孔安全。

## 5.3.2 配方

1 m<sup>3</sup>清水+1 kg PHP+2.5 kg 润滑剂+2.0 kg 植物胶+1.0 kg 高粘-CMC+2.5 kg 增效粉。

## 5.3.3 性能指标

粘度25~28 s,密度1.010 g/cm<sup>3</sup>,润滑系数0.08,采用“标准条件下,一个大气压,30 min”的条件测得失水量3.6 mL/30 min。

## 5.4 注意事项及性能维护

(1)漏水严重不返浆时,应在钻进过程中往孔口随钻杆灌入稠冲洗液(10%水解聚丙烯酰胺+2%润滑剂),防止上部钻具磨损。

(2)孔口不返浆时,在回次间歇采用水解聚丙烯酰胺+锯末(或棉籽、海带等)进行堵漏,堵漏材料从钻杆内灌入,后用泵送入孔底,堵漏过程中,应时刻注意泵压表指数变化,并做到边慢转边上下窜动,严防抱钻事故的发生。

(3)为了提高配浆效率和方便使用,高粘-CMC应预先水化备用。

(4)LG植物胶无固相冲洗液易发酵变质,使用时可用甲醛作防腐剂,加量为0.1%~0.5%,以防止因植物胶变质影响冲洗液的性能。

(5)在钻进过程中产生的岩粉凝絮在无固相冲洗液中变成无用固相,会破坏钻井液性能,因此,在煤系地层中钻进时,应尽量减少冲洗液中的无用固相,要充分利用地表的循环槽和沉淀池,每个回次终了时捞一次岩粉,并且经常清理泥浆池。

## 6 使用效果分析

906号孔是我队在富煤二矿施工的最深钻孔,也是首次采用全孔无固相冲洗液顶漏钻进,对比往常进煤系便改换低固相冲洗液的做法,这是一个大胆的尝试和较大的突破。将增效粉作为处理剂添加到无固相冲洗液中,也是一次创新应用,并取得很好的效果,为后续富煤三矿、四矿的施工积累了宝贵的经验。LG植物胶无固相冲洗液良好的护壁性能,使得钻进比较顺利,贯穿6 m厚粉煤及水敏性强的地层未发现坍塌,保证了钻孔安全,提高了钻效,钻探成本明显降低。对比于通常使用的低固相冲洗液,从表1的施工效果对比可以看出,使用LG植物胶无固相冲洗液顶漏钻进有以下几点优势:

(1) LG植物胶无固相冲洗液钻进护壁过程中,

表1 富煤二矿钻探施工效果对比表

孔号	工期/d	终孔深度/m	泥浆材料费用/万元	纯钻进时间利用率/%	钻月效率/m	进入煤系地层护壁措施	备注
1001	65	1364.72	10.70	18.95	628.90	低固相冲洗液	顶漏钻进
908	122	1313.24	27.22	16.31	322.66	低固相冲洗液	顶漏钻进
905	85	1350.77	10.78	21.49	477.30	低固相冲洗液	顶漏钻进
906	59	1380.87	7.54	36.58	700.95	无固相冲洗液	顶漏钻进

不存在钻杆内壁结泥皮现象,内管投放和打捞顺利,减少了生产辅助时间,提高了纯钻进时间;

(2) LG 植物胶无固相冲洗液固相含量低,密度小,泵压也较低,对孔内造成的激动压力和抽吸作用小,有利于孔壁稳定和开启较高转速,提高钻效;

(3) LG 植物胶无固相冲洗液的配置较为快速和轻便,粘度较易控制,流变性能好;

(4) 漏失较严重,顶漏钻进时,使用无固相冲洗液,较低固相冲洗液,省时省力还省钱。

## 7 结语

(1) LG 植物胶无固相冲洗液具有较强的抑制性和降失水性,有较好的防塌护壁性能;在孔壁上能形成有一定强度的吸附膜,失水量低,适合易水化膨胀、缩径、坍塌等水敏性强及不稳定地层护壁;该冲洗液流变性好,润滑减阻性好,可满足复杂地层绳索取心钻进的需要;植物胶可再生能力强、其浆液绿色环保,具有较好的推广价值。

(2) LG 植物胶无固相冲洗液配置简单,易学、易懂,只需将清水、PHP、润滑剂、植物胶等处理剂按

照一定比例加在一起搅拌水化后即可使用。

(3) 在 LG 植物胶无固相冲洗液中添加少量增效粉,形成增效型 LG 植物胶无固相冲洗液,护壁防塌效果更加明显。

(4) LG 植物胶无固相冲洗液顶漏钻进通过在富煤二矿 906 号孔的应用实践,验证了其不仅护壁效果良好,而且保证了钻孔安全,提高了钻效,降低了钻探生产成本,可以在相似钻孔及类似地层中推广应用。

## 参考文献:

- [1] 乌效鸣,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.
- [2] 张晓静,等. LG 植物胶泥浆在煤田复杂地层钻探中的应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(12):42-49.
- [3] 乌效鸣,等. LG 植物胶处理剂的实验研究[J]. 钻井液与完井液,2005,22(1):19-21.
- [4] 唐进军,黄贡生. CL 植物胶复合无固相冲洗液在复杂地层绳索取心钻进中的应用与研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(11):25-29.
- [5] 福建省 121 煤田地质勘探队. 绳索取心钻进深孔施工技术[R]. 福建龙岩:福建省 121 煤田地质勘探队,2008.

(上接第 7 页)

作,争取参与科研项目,将生产与科研紧密结合起来,进一步掌握和应用深部钻探有关的技术方法,扩大绳索取心钻探技术比重,研究和应用先进的反循环连续取样钻探技术、液动冲击回转钻进技术、高精度受控定向钻探等技术,进一步提高技术水平和创新能力。

### 5.3 创新观念,加强人才引进和队伍建设

创新观念,采取灵活多样的形式引进和培养探矿专业人才,探索创新探矿队伍的建设。一是与高等院校联合办学,定向培养一批高素质、高学历的探矿专业技术人员;二是面向社会招聘急缺的探矿专业技术人员,解决探矿技术骨干匮乏和青黄不接的矛盾;三是做好探矿技术人员、技术工人的培训工作,提高队伍素质;四是探索创新探矿队伍的建设,建立完善用人机制,提高待遇,真正使人才引得进、用得上、留得住,并进一步提高探矿工作的质量

和效率。

## 6 结语

建材地勘中心成立 60 多年来,为我国非金属矿快速发展提供了可靠的资源保障,为国民经济建设做出了重大贡献。“十一五”期间完成地质勘查项目 604 项,投入资金 5.9 亿元,新发现矿产地 266 个,提交资源储量 400 亿 t,取得了丰硕成果。在探矿工程方面,“十一五”期间进一步加大了装备投入,积极提高探矿技术水平,为地质勘查工作做好了支撑,期间累计完成钻探工作量 69.33 万 m,坑探 1.35 万 m,槽探 73.4 万 m<sup>3</sup>,井探 1 万 m,与“十五”比有了很大幅度的增长。未来“十二五”,将着力加强地质找矿,积极推进探矿工程装备的更新换代,努力提高建材地勘中心探矿工程水平,为实现找矿突破,提高非金属矿资源保证程度做出新贡献。