

# 多功能复合剂在伊塘湖矿区 ZK11-1 孔的应用

黄卫东<sup>1</sup>, 付帆<sup>2</sup>, 胡继良<sup>2</sup>, 陶士先<sup>2</sup>

(1. 中国建筑材料工业地质勘查中心宁夏总队青海分队, 青海 西宁 810000; 2. 北京探矿工程研究所, 北京 100083)

**摘要:**多功能复合剂是一种针对复杂地层钻探研发的新型膨润土有机改性钻井液复合材料。通过敦煌伊塘湖钾镁盐矿区 ZK11-1 孔的成功应用, 证明其具有高效护壁作用, 抗盐侵污染能力强, 用其配制饱和盐水钻井液可适用于岩盐、钾石盐、光卤石等盐膏地层钻进。

**关键词:**钻井液; 抗盐侵污染; 膨润土改性; 复合剂

**中图分类号:** P634.6    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2012)05-0001-03

**Application of Multifunctional Complex Additive in ZK11-1 Hole of Yitanghu Mine/HUANG Wei-dong<sup>1</sup>, FU Fan<sup>2</sup>, HU Ji-liang<sup>2</sup>, TAO Shi-xian<sup>2</sup>** (1. Qinghai Branch, Ningxia Geological Prospecting Brigade, China National Geological Prospecting Center for Construction Material Industries, Xining Qinghai 810000, China; 2. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Multifunctional complex additive is a new drilling composite material of organically modified bentonite developed for drilling in the complex formation. The successful application of multifunctional complex additive in Yitanghu district ZK11-1 hole of Dunhuang indicates that it has effective wall protection and anti-pollution ability, with which the saturated brine drilling fluid prepared can be used for drilling in salt-gypsum stratum such as rock salt, sylvite and carnallite.

**Key words:** drilling fluid; anti-pollution of salt water intrusion; bentonite modification; complex additive

伊塘湖矿区位于甘肃省敦煌市东北 30 km, 属于河西走廊西段暖温带干旱气候。区域内矿产资源丰富, 以非金属矿为主, 主要有石盐、芒硝、伴生少量钾盐矿、风成建筑砂等。金属矿产主要有金、铅、锌、铁、铜等, 分布在盆地西北侧百余公里边缘北山火成岩区。钻探施工单位为中国建筑材料工业地质勘查中心宁夏总队。

## 1 地质及水文概况

### 1.1 地质概况

伊塘湖矿区地层主要由第四系下更新—全新统组成, 为内陆湖泊沉积, 皆呈水平状产出, 区内未见岩浆岩和褶皱构造。按地层出露新老次序依次可划分为(见表 1):

#### (1) 第四系全新统(Q<sub>4</sub>)

全区第四系地层自上而下可划分为全新统顶部风成细砂(Q<sub>4</sub><sup>3eol</sup>)、上部湖泊盐类沉积(Q<sub>4</sub><sup>3l</sup>)、中上部沼泽沉积(Q<sub>4</sub><sup>3h</sup>)、中部冲积沉积(Q<sub>4</sub><sup>3al</sup>)、中下部湖泊盐渍化沉积—冲积物(Q<sub>4</sub><sup>2lal</sup>)、下部砂砾岩冲积层(Q<sub>4</sub><sup>1al</sup>)。

#### (2) 第四系上更新统(Q<sub>3</sub>)

表 1 区域地层情况

统	代号	厚度/m	成因	岩性描述
全新统	Q <sub>4</sub> <sup>3eol</sup>	> 59	风成	细砂
	Q <sub>4</sub> <sup>3l</sup>	> 8	湖积	上部为石盐壳含芒硝、石盐等; 下部为灰色砂土夹细砂岩
	Q <sub>4</sub> <sup>3h</sup>	> 3	沼泽沉积	灰黑色含盐腐泥、亚粘土及亚砂土
	Q <sub>4</sub> <sup>3al</sup>	> 3	冲积	砂土、砾石
上更新统	Q <sub>4</sub> <sup>2lal</sup>	11	冲积、湖积	上部为灰黄色含盐亚粘土; 下部为含砾粗砂岩
	Q <sub>4</sub> <sup>1al</sup>	36	冲积	上部为土黄色亚砂土、亚粘土; 下部为含砾粗砂岩
	Q <sub>3</sub> <sup>2all</sup>	3~5	淤积	黄土状亚粘土、亚砂土夹少量砂砾透镜体
下更新统	Q <sub>3</sub> <sup>1pl</sup>	> 22	洪积	灰褐色砂土、碎石、砾石层
全新统	Q <sub>1</sub> <sup>2al</sup>	191	冲积	土黄色泥岩、黄绿色砂岩、含砾粗砂岩夹亚粘土和砂土层

上更新统中部湖泊沉积淤积层(Q<sub>3</sub><sup>2all</sup>): 出露于湖泊中心, 主要为黄褐色黄土状亚粘土、亚砂土夹少量细砾—细砂层。表层为白色花斑状松散盐碱壳。主要分布在城湾农场以西, 厚度 3~5 m。

上更新统下部洪积层(Q<sub>3</sub><sup>1pl</sup>): 为粘土和砂岩、夹碎石、砾石交互沉积。分布于矿区东南部, 厚度 > 22 m。

#### (3) 第四系下更新统(Q<sub>1</sub>)

收稿日期: 2011-12-14; 修回日期: 2012-03-30

基金项目: 国土资源部地质调查项目“深部绳索取心钻探新型多功能复合剂研究与应用”(1212011120247)

作者简介: 黄卫东(1959-), 男(汉族), 山东人, 中国建筑材料工业地质勘查中心宁夏总队青海分队队长、高级工程师, 探矿工程专业, 硕士, 从事探矿工程技术与管理工作, 青海省西宁市胜利路 53 号青旅商务大厦 701 室, huangweidong7288@163.com。

下更新统中部冲积层( $Q_1^{2al}$ ):为土黄色泥岩、黄绿色砂岩、含砾粗砂岩夹亚粘土和砂土层。斜层理发育,分布于矿区北部及柳(园)挡(金山)公路一带,厚度 191 m。

## 1.2 水文概况

施工地区为干旱气候,缺水。采用浅表地下水配浆,其矿化度:Cl 27.3 mg/mL, Na 10.98 mg/mL, K 0.755 mg/mL, Mg 1.03 mg/mL, Ca 1.03 mg/mL。通过对地下(表)水中主要离子含量分析可知,矿化度较高,属于强碱水。

## 2 主要钻探设备及孔身结构

试验孔使用 XY-5 型钻机,孔深设计 290 m。钻孔直径 120 mm(钻头直径 110 mm 加肋骨片)。岩心管外径 108 mm,内管内径 88 mm。岩心保护塑料管内径 84 mm。岩心(样)直径 84 mm。岩心管长度 2.5 m,采用单动三重管钻具,提钻取心。

成井扩孔:上部 90 m 扩孔至  $\varnothing 220$  mm,下套管。下部扩孔至  $\varnothing 150$  mm,非含水层下  $\varnothing 108$  mm 井壁管;含水层下  $\varnothing 108$  mm 滤水管。

## 3 多功能复合剂钻井液性能

多功能复合剂是由北京探矿工程研究所研制的一种膨润土有机改性<sup>[1]</sup>的钻井液材料。通过在钠膨润土引入酰胺基( $-\text{CONH}_2$ )和羧钠基( $-\text{COO}^-\text{Na}^+$ )及其它高分子基团,制备的一种复合型的钻井液材料<sup>[2]</sup>,具有一剂多效并且使用简便的特点。多功能复合剂在饱和盐水中的钻井液性能测试结果见表 2。

表 2 多功能复合剂钻井液性能

加量 /%	表观粘度 / (mPa·s)	塑性粘度 / (mPa·s)	API 滤失量 / mL	相对膨胀降低率 / %
1	6.5	4	15	63
2	9.5	7.5	12	70
3	14	10	9.6	78
4	19.5	13	7	84
5	25	15	6	88

从钻井液性能测试结果可知,多功能复合剂在饱和盐水总的各项性能指标均较好。当添加量在 3% 时,其失水量小于 10 mL,抑制页岩膨胀性也较好。这是由于在钠基膨润土中同时引入亲水基团以及抗盐侵基团,这两种基团的作用在于抗浆液中盐和钙的侵入,当有盐侵入时,钻井液性能也不会发生较大变化。另外,还可以使颗粒周围形成水化膜,令

浆液保持稳定,减少浆液中的水向地层渗透。这种膜同时也有利于降低浆液和钻具间的摩擦力。

## 4 现场钻井液配制及性能比较

从矿区的地质情况看,主要是砂岩、泥岩,并且含绿泥石、伊利石等(岩心物相分析见图 1),岩层疏松,易坍塌掉块、缩径和造浆;且地下水位高、矿化度也高。受现场条件限制,泥浆配制直接采用浅表地下水(即强碱水)。因此,要求泥浆材料有较好的抗污染性能,配制的钻井液应具有较好的流变性、滤失造壁性、抑制性及抗污染能力<sup>[3,4]</sup>。

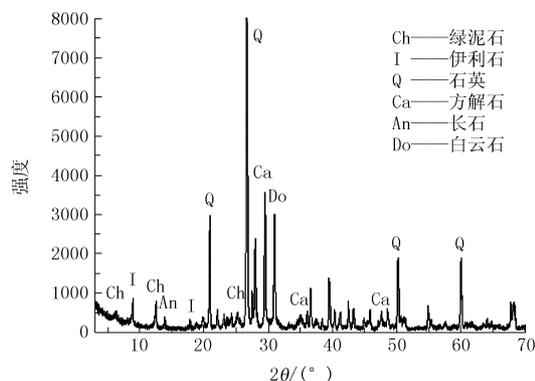


图 1 岩心物相分析图

该孔预计钻遇岩盐层及固体钾镁盐层,此前使用的是强碱水 + 夏子街土 + 抗盐共聚物<sup>[5]</sup> + PHP + CMC + 植物胶的钻井液体系(以下简称原体系)。因该体系处理剂种类繁多,现场不易控制添加量,维护较繁琐,所以改用多功能复合剂钻井液体系(以下简称新体系)。

下面是 2 种钻井液体系的使用情况对比。

### (1) 配方

配方一:  $1 \text{ m}^3$  强碱水 + 50 kg 夏子街土 + 7.5 kg 抗盐共聚物 + 5 kg PHP + 5 kg CMC + 2 kg 植物胶。

配方二:  $1 \text{ m}^3$  强碱水 + 40 kg 抗盐侵污染多功能复合剂(MBM)。

### (2) 泥浆现场配制方法

配方一:将夏子街土与强碱水混合均匀,再把抗盐共聚物、PHP 和 CMC 配成水溶液加入到上述泥浆中,充分搅拌均匀。

配方二:按上述配方加量将抗污染多功能复合剂加入到强碱水中,搅拌 0.5 ~ 1 h 即可使用。

### (3) 泥浆性能

现场使用时的泥浆基本性能参数见表 3。

从表 3 的数据可以看出,配方一虽失水量较小,但其粘度较高,在钻遇泥岩时,岩屑难以沉降。岩屑

表3 现场使用泥浆基本参数性能

配方	循环时间	密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	漏斗粘度/s	API滤水量/mL	泥皮厚度/mm	pH值
配一方	新配制泥浆	1.06	30	7	0.1	7.5
	孔中循环24 h	1.08	32	6.4	0.2	7.5
配一方	孔中循环48 h	1.10	35	6.2	0.3	7.5
	新配制泥浆	1.05	24	9	0.1	8
配二方	孔中循环24 h	1.07	25	8.3	0.2	8
	孔中循环48 h	1.08	25	8.3	0.2	8

在泥浆中积累下来,导致泥浆的密度和粘度均升高,其流动性越来越差。配方二的失水量在10 mL以内,并且粘度不高,有利于岩屑在地表的沉降,在孔内循环48 h后泥浆的各方面性能变化不大。

从配方的成分、配制方法和泥浆性能3个方面对这2种配方进行比较可发现,采用多功能复合剂配制的泥浆(新体系),不仅配制方法简单,并且各项性能优异。

## 5 现场使用效果

该项目最终采用抗盐侵污染多功能复合剂完成了ZK11-1孔的全部钻进工作,并且取得了比较理想的效果,具体表现在以下几个方面。

(1)对盐类地层具有很好的抗盐侵污染能力。全孔90 m以深基本上都是盐层,每8 h对泥浆的性能进行一次测量,结果发现,泥浆在孔内循环48 h后的性能没有明显变化。随着新浆的不断加入,泥浆的基本性能都维持在较好水平。

(2)具有较强的护壁能力。顺利完成了极易出现塌孔、缩径的砂岩和泥岩地层钻进。使用多功能复合剂泥浆体系无缩径现象出现,每次下钻都能一通到底。

(3)对孔内钻屑具有良好的悬浮能力。泥浆可

以顺利将钻进时产生的钻屑、泥沙带出,保持孔底清洁,下钻时孔底无泥沙。

(4)现场使用和维护便捷简单。采用多功能复合剂,大大简化了配浆过程,现场使用时,不需要特殊维护,极为方便。

(5)取得了良好的经济效益,大大降低了泥浆成本。每方泥浆成本与原来使用的泥浆相比降低25%左右。

## 6 结语

(1)采用多功能复合剂配制浆液时,多数情况下仅需用3%~5%的多功能复合剂直接与水混合搅拌,不需再加入其它泥浆处理剂,所配制的钻井液各项性能即可满足钻探要求。该钻井液配制使用简便,非常适合在野外地质钻探中使用。

(2)通过敦煌伊塘湖钾镁盐矿区的成功应用,证明该多功能复合剂具有良好的抗盐侵污染、保护孔壁、保护岩心等性能,实现了一剂多效。

## 参考文献:

- [1] 温佩,武文洁,赵立辉.膨润土的改性及应用研究进展[J].化工技术与开发,2008,37(2):27-31.
- [2] 胡继良,付帆,陶士先,等.钠化及有机改性膨润土表征和钻井液性能研究[A].第十六届全国探矿工程(岩土钻掘工程)技术学术交流会论文集[C].北京:地质出版社,2011.288-293.
- [3] 蔡晓文,纪卫军,阮海龙,等.不分散低固相钻井液体系在张掖平山湖矿区中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8):27-28,31.
- [4] 胡继良,陶士先,纪卫军.破碎地层孔壁稳定技术的探讨与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):30-32.
- [5] 纪卫军,陶士先,黄卫东,等.抗盐共聚物在柴达木盆地西部千米科学深钻施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1):29-30.

## 云南省找矿突破战略行动实施方案出台 八年内将形成七大矿业开发基地

《中国矿业报》消息(2012-05-12) 云南省日前出台了找矿突破战略行动实施方案。按照该实施方案,到2020年,云南省找矿突破战略行动主攻矿种为:铜、铅锌、金、银、锡、钨、铁、铝土、煤、磷、钾盐等,同时开展稀有、稀散、稀土矿产调查及页岩气调查、石材地质调查、矿产资源节约与综合利用等专项工作。

按照找矿突破战略行动实施方案,云南省将以规划选区、科研和区域矿产远景调查为先导,地质、物探、化探及探矿工程控制等多种方法结合,选择矿化信息集中、找矿前景好、资源潜力大的个旧-文山-富宁-丽江-大理-金平-滇中-昭通-曲靖等10个重要成矿区带,分15个片区、4个专项、80个整装勘查或重点勘查项目进行矿产勘查工作总体部署。

通过实施找矿突破战略行动,全省将形成滇西北国家级铜多金属矿产资源基地、滇西金多金属矿产资源基地、滇东南钨矿资源基地、个旧锡金属资源基地、昆明-玉溪铁铜资源基地、保山-镇康铅锌多金属资源基地、澜沧-景洪铁铜铅锌多金属资源基地七大矿业开发基地。同时,在全省范围内打造一批绿色环保的矿业经济区。在此基础上,进一步提升云南区域成矿理论研究水平,探索复杂地质条件区实现快速评价的找矿方法集成技术,培养造就一批地质科技人才。

到2020年,全省预期累计探获铜资源量1300万吨、铅锌资源量2000万吨、金资源量500吨、银资源量8000吨、钨资源量60万吨、锡资源量60万吨、钼资源量30万吨、铁资源量25亿吨、磷资源量5亿吨、煤炭50亿吨、铝土矿2.5亿吨。