

一种用于砂卵石层钻进的SM植物胶

李月良

(成都水电设计院)

SM植物胶冲洗液具有较强的护壁防塌能力,能维持覆盖层(含砂砾石层)、破碎层、水敏性地层的孔壁稳定和岩心的完整性,甚至能在松散层中取出柱状岩心,很好的减振作用;良好的滑动性;加工、配制简单,无毒、无污染,是适合于金刚石钻进的新型洗井液。

前言

金刚石钻进技术发展较快,在完整坚硬地层中已取得了良好的钻进效果。但将其移植到未胶结的砂卵石覆盖层,目前还存在着许多问题。

众所周知,工程建筑施工多以岩土为对象。第四纪松散堆积层就是这种对象的主要方面,在铁路、桥梁、隧道、码头和各种建筑中,特别是在水利水电工程中,覆盖层占有很大比例。如我国西南地区的水电工程,施工区的覆盖层厚度多在50~90米、部分达100米以上,漂砾粒径常见20厘米以上,结构松散,极不稳定,漂砾之间往往夹有不同厚度的薄砂层、砂层、小砾石或淤泥、粘土。在这些地层中进行快速的裸眼钻进,洗井液要具有良好的护壁功能。在薄厚不均、并含有坚硬的砂砾石层中取样,常规的压入式工具一般无能为力,即使取出岩样,在水或泥浆冲刷下,原来的结构也被破坏,只有采用对岩样有特殊保

护作用的冲洗液,才能钻出保持厚状结构的砂土岩样。在砂卵石覆盖层中进行金刚石钻进,钻头、钻具受力恶化。为开动高转速并延长金刚石钻头的寿命,所用冲洗液必须具减振作用,而且在高粘度的情况下还有良好的剪切稀释作用。

为解决河床砂卵石覆盖层金刚石钻进的技术难题,我院接受了国家“六·五”重点技术攻关项目——河床覆盖层勘探新技术及薄砂层取原样的研究课题,并取得了较好的效果。其中,SM胶冲洗液是已通过鉴定并获得水电部1986年科技进步一等奖的新成果。

SM植物胶无固相冲洗液的性能与作用

一、流变性

在未胶结的松散砂卵石覆盖层中裸孔钻进,冲洗液必须具有较高的粘度,才能保障孔壁的稳固。如在河床砂卵石覆盖层钻进,所用低固相泥浆或无固相冲洗液漏斗粘度不应低于40秒,高者

不同浓度SM浆液的流变性 表1

浓度(%)	浆液性能						
	η	η_s (厘泊)	τ_d (磅/100英尺 ²)	$\eta_{0.4}$ (厘泊)	τ_d/η_s	n	K (达因·秒 ⁿ /厘米 ²)
2	7'28"	15	35	32.5	2.3	0.378	23.789
1	1'10"	10	21	20.5	2.1	0.403	12.635
0.5	28"	5	10	10	2	0.415	5.688

注:1. η —漏斗粘度; η_s —塑性粘度; τ_d —动切力; $\eta_{0.4}$ —表现粘度; n —流性指数; K —粘稠系数; τ_d/η_s —动塑比 2. 表中数据主要是用六速旋转粘度计测得的

要达数分钟。这就要求冲洗液既可采用较高的浓度，又有极好的流变性。

SM植物胶具有很好的水溶性。可根据地层的需要配制任何浓度的浆液。经调整、搅拌等，浆液可达到最高粘度。浸泡时间的长短，主要取决于水温，温度越高，所需时间越短；夏天浸泡半小时即可使用。当SM无固相浆液的浓度在0.5~2%时，最高漏斗粘度的范围为28秒到7分钟。但达到最高粘度后，随静置时间的延长，粘度有回降现象，最后趋于稳定。

表1中的 n 值说明，浆液是一种典型的假塑性流体。浆液的浓度越高，假塑性也越强；其动塑比与流性指数反映出，浓度越高，剪切稀释作用越好，悬浮岩粉的能力越强。

生产试验证明，当SM浆液浓度为2%时，漏斗粘度高达7分钟以上，但泵吸性能仍然很好，泵压很低，排砂能力强，冷却钻头的效果能满足要求。

二、防塌能力和护胶作用

1. SM浆液的失水量：这种冲洗液的失水量与其浓度有关，浓度增高，失水量降低。当SM浆液浓度为2%时，失水量为11~14毫升/30分钟；浓度为1%时，失水量则为16~18毫升/30分钟。

2. SM浆液的防塌能力：用不同浓度的SM胶无固相冲洗液，与其他冲洗液进行了室内防塌试验对比。试样材料有自然河砂、煤粉和劣质粘土，分别加水湿润，制成 37×33 毫米的圆柱状试样，用不同的浆液在杯中浸泡，三组试验结果列于2~4表。

粘土样防塌试验 表2

浆液与浓度	观察结果
清水	45分钟全垮
PHP, 5000ppm	26小时有裂纹，8天未塌
WY-1A 4000ppm	28小时有裂纹，8天未塌
SM 1%	8天无变化
SM 2%	8天无变化

对比试验表明，用SM浆液浸泡的样品，其表面强度和硬度无变化，不像其他浆液那样会使试样软化或开裂。用玻璃棒拨动杯中的试样，也未发生破裂。

纯砂样防塌试验 表3

浆液与浓度	观察结果
MY-1A, 500ppm	47小时崩裂
SM 2%	9天没变化
SM 1%	9天没变化
安丘土 5%	8小时崩塌
PHP, 100ppm	12小时开裂，20小时崩塌
PHP, 5000ppm	0.25小时崩塌
PHP, 2000ppm	

煤样防塌试验 表4

煤样条件	浆液与浓度	观察结果
湿煤样	SM 1~2%	9天无变化
	MY-A 5000ppm	9天无变化
	PHP低固相泥浆	10小时软化，逐步膨胀
烘干煤样	SM 2%	9天无变化
	MY-1A, 5000ppm	9天无变化
	PHP低固相泥浆	10小时软化，逐步膨胀

注：低固相泥浆组成：安丘土5%，PHP 100ppm

3. SM浆液的护胶作用：护胶作用是指冲洗液对岩心的保护作用。用粘度较高的SM胶无固相冲洗液，配合普通金刚石单动双管钻具钻进砂层，可取出近似于原状的柱状砂样；钻进夹泥层时效果更明显。这是因为岩样表面包裹着一层塑料膜状浆液，可免受水力和机械的直接破坏。而PHP浆液虽有护壁能力，但缺少对岩心的保护功能。

SM胶的护胶机理还有待研究，但试验中发现它有一定的疏水性，放入清水（不搅拌）呈现绵球状形态，而且在几天内也不分散。这种疏水性可以防止地下水侵蚀岩样。同时，这种浆液粘度高时具有较强的内聚力和润滑性，能在岩样外形成一层保护膜，以减轻钻头和内管对它的摩擦、振动等破坏作用。只要在取出岩心的过程中小心操作，一般可获得柱状的砂样。

三、润滑性能与减振作用

SM无固相冲洗液具有一定的润滑性能。采用美国Baroid公司的润滑系数测定仪，按API标准测定，其润滑系数比蒸馏水降低25%左右，比低固相泥浆（含土量6%，PHP 150ppm）降低一半以上。生产试验证实，它不须添加润滑剂，

即可实现高转速钻进,而且泵压比低固相泥浆和PHP无固相洗井液约低一半。

SM浆液是一种粘弹性液体,具有明显的减振作用。室内模拟对比试验,采用功率90W的0~4000转/分的无级变速搅拌机和长度为23厘米、直径6毫米的空心紫铜管作搅棒,分别在量杯中装上清水、乳化液、PHP低固相泥浆(粘度为滴流状)、淀粉浆、MY-1A交联液和SM无固相浆液(浓度分别为0.5%、1%、2%,粘度28秒到3分以上),进行高速搅拌试验。后三种浆液中的搅拌速度可达到4000转/分,且棒的振幅小;而前三种液体中的搅棒开到1000转/分时,铜棒振动剧烈,无法继续提高转速。

生产试验证明,在砂卵石覆盖层中,用25马力的SGZ-Ⅲ型钻机,PHP低固相泥浆洗井,Φ76毫米金刚石钻头的转速只能开到514转/分。这时,钻杆振动强烈,钻头崩刃严重,寿命不到10米。而使用SM无固相冲洗液,钻机常开动到800~1200转/分,钻杆振动不强烈,钻头工作正常,钻头寿命平均37米以上。

以上效果的取得,除因SM冲洗液有一定的润滑性外,更主要的是浆液有粘弹性,能起缓冲减振作用。为在砂卵石层中进行金刚石钻进创造了条件。

四、滑动性

在不稳定的含水破碎层中钻进,起钻时的抽吸作用是影响孔壁稳定的重要因素之一。尤其是金刚石钻孔的环状间隙小,更加重了这种抽吸破坏作用,造成孔内压力下降,地下水涌入,孔壁坍塌。在用低固相泥浆洗井时,如粘度过高,抽吸加剧;粘度过低,又不能维持松散层的孔壁稳定。

用SM胶冲洗液洗井,浆液的静切力小,分子间的内聚力强,加之本身又具有润滑性,所以,用瓢舀时往往表现出装不满的现象。在现场提出钻具时,抽吸作用很低,即使粘度很高也不会被钻杆带出井外。因而,孔壁稳定,孔底干净。目前尚无专用仪器来测定这种特性。

五、其他性能

1. SM浆液的抗盐、抗钙能力: 试验证明, SM浆液加入任何比例的一价盐类而不变质,故

可配制盐水无固相冲洗液。

SM浆液与二价以上的金属离子反映较敏感。二价以上可溶性盐类如 CaCl_2 、 AlCl_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 FeCl_3 等水溶液加入SM溶液后,很快交联成不溶于水的固体物质,并析出清水,证明SM浆液抗钙、盐能力差,不宜于高价可溶性盐类岩层的钻探。但可利用这种交联物进行堵漏。

2. SM溶液的抗温能力: 室内试验表明, SM浆液的粘度与温度关系密切,粘度随温度上升而降低,温度下降后,粘度又回升。如2%浓度的SM浆液,常温下漏斗粘度为7分04秒,在95℃温度时保温6小时,其粘度下降到39秒,冷却后粘度又回升到1分30秒。但SM浆液的剪切稀释作用在高温下变化不大。

SM胶作为泥浆处理剂的效果

SM浆液是一种很好的泥浆处理剂。将制备好的SM浆液加入低固相泥浆中,可以提高粘度与稳定性,并有降低失水,改善泥浆流变性等作用。

配制SM低固相泥浆,膨润土的浓度只需2~3%, SM浆的浓度一般为0.2~0.5%。表5是室内低固相泥浆(原浆)加入SM浆液后的性能变化情况。

SM浆液对泥浆性能的影响 表5

配 方	漏斗粘度(秒)	失水量(毫升/30分)	动塑比	流性指数
基浆: 安丘土与纯碱各5%	19.5	26	1	0.585
基浆 + SM 0.3%	85	19	2	0.415
基浆 + SM 0.5%	195	15	1.71	0.453

试验发现,在低固相泥浆中加入高浓度水解聚丙烯酰胺溶液(PHP),搅拌后往往会产生水土分离、土粉沉积的现象,影响护壁效果和聚丙烯酰胺含量的继续增加。但是,在泥浆中加入PHP之前,先加入少量溶解好的SM浆液,再添加任何比例的PHP溶液,就不会产生土粉沉积的现象。这说明SM浆液具有稳定泥浆的作用。

SM无固相冲洗液的生产试验效果

1. 柴坪铺试验1号孔,河床覆盖层为漂卵石,深度15.29米,孔深100.17米,基岩为泥质粉砂岩和炭质页岩。岩层软而破碎,并穿过断层破碎带,可钻性级别Ⅲ—Ⅴ级。覆盖层采用 $\phi 130$ 毫米口径单管钢砂钻进,基岩用 $\phi 91$ 毫米合金单管钻进,一径到底。全孔采用SM无固相冲洗液护壁,覆盖层中浓度为2%,基岩为1%,钻机是杭州钻机厂生产的SGZ—1型,动力15马力, $\phi 42$ 外平钻杆。覆盖层钻进所开立轴转速150~250转/分,基岩中立轴转速为250~600转/分。21个台班终孔,终孔停钻三天探测孔深只差0.1米到底。

2. 柴坪铺试验2号孔,河床覆盖层深度14.61米,孔深17.10米,采用 $\phi 76$ 毫米双管金刚石钻具钻进,SM无固相冲洗液护壁,立轴转速600转/分,共6个台班终孔。钻进中孔壁稳固,排砂能力强,孔内干净,钻机负荷正常,起下钻顺利。金刚石钻进时,覆盖层中的夹砂和基岩顶板的风化层均已取出。基岩中虽用单管合金钻进,采取率仍然远远高于其他常规钻孔。岩心的节理裂隙均保持原状。

在同一工地的另一机台,孔深110.37米,共用4种口径钻具才钻到孔底。先用3000~5000ppm的PHP无固相冲洗液洗井,由于护壁效果较差,孔底常堆积7~8米沉屑,钻具下不到底,并有缩径现象。后改用套管隔离,用低固相泥浆洗井才免强终孔。

3. 瀑布沟61—3号试验孔,位于河床阶地的漂卵石和碎石堆积的覆盖层上。覆盖层厚达75.05米,地下水位在50米以下。0~63.34米孔段用 $\phi 94$ 毫米金刚石单动双管钻具钻进,SM无固相冲洗液(浓度2%)护壁。63.34~101.14米孔段用MY—1A交联液护壁, $\phi 76$ 毫米金刚石单动双管钻具钻进。钻压600~1000公斤,立轴转速514~800转/分(有时开到1200转/分),泵重47升/分,测得泵压在5公斤/厘米²以下。

整个钻进过程中孔壁稳定,孔内干净,钻机负荷正常,金刚石钻头磨损正常,创造了漂卵石覆盖层钻进的最高钻头寿命44.14米、平均寿命

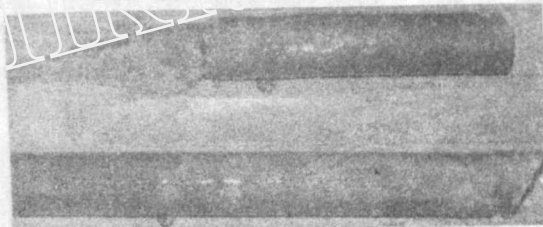
37.61米的好水平。0~63.34米孔段,有19个回次取出了砂、泥岩心,且部分夹砂、夹泥层也被完整取出,基本上保持了原始结构。砂和夹泥的平均取心率达81%,全孔岩心采取率达87%,取得了覆盖层金刚石钻进的良好经济技术效果。



照片1 纯砂层的柱状岩心
取之瀑布沟工地78号钻孔47.91米处。



照片2 砾石夹泥的岩心
取之太平驿工地7号钻孔28.9~29.47米处。



照片3 卵石夹砂砾石岩心
取之太平驿工地7号钻孔22.94~23.32米处。

结 语

室内和生产试验证明,SM植物胶作为钻进冲洗液材料具有以下优点:

1. 有很好的流变性,适于金刚石钻进,对于未胶结的覆盖层、水敏性地层、破碎层具有很强的护壁防塌能力。尤其是对岩心具有良好的护胶作用,配合金刚石钻进,可取出覆盖层中的薄砂层、夹泥层和基岩破碎带中的充填物,并保持原状结构,提高了岩心采取率。

2. 具有良好的弹性减振作用和润滑性,能吸收钻杆回转时的振动力和回转变摩擦阻力,从而有利于实现金刚石的高转速钻进工艺,充分发挥其

优越性。

3. 具有良好的滑动性能。在从孔内提出钻具时, 浆液不会被钻具带出孔口, 这种低抽吸作用, 有利于保持孔壁稳定, 孔内干净, 减少了扫孔时间。

上述功能不仅可提高钻进效率, 而且也有效地保护了金刚石钻头, 正长其使用寿命。同时, 也给地质工作提供了更完整的资料。

4. SM植物胶是以分布较广泛的野生植物为主要原料加工而成, 无毒、无污染, 容易加工, 使用简单, 易于推广, 它既解决了第四纪覆盖层(包括砂砾石层) 金刚石钻进与取心的难题, 也为在基岩复杂层中进行金刚石钻进与取心提供了条件, 是一种有发展前景的新型洗井液。

参加本课题研究与总结工作的还有白玉华、吴锡贤、曾祥熹、万铭同志。

A Kind of SM Vegetable Glue Flush Fluid for Drilling in Sandy Gravel

Li Yueliang

(Chengdu Hydroelectric Power Designing Institute)

SM vegetable glue flush fluid has following features: (1) a high capability for hole wall protection and hole caving prevention, to stabilize the hole wall and extract whole core while drilling in overburden (sandy gravel), fractured formation and water-sensitive formation, whole core sampling is possible even in loose bed drilling; (2) vibration damping; (3) good lubrication; (4) easy to prepare, nonpoisonous and without contamination. Flush fluid of this kind is very good for diamond drilling.

干孔钻进的新方法

吴国成

在金刚石钻进中, 经常遇到严重漏失地层, 传统的施工方法是先堵漏或在钻杆上涂抹润滑脂。针对这些方法费工费时及不安全等问题, 我们采取不堵漏, 向钻孔内倒入少量脂肪酸作润滑油的方法, 在钻杆与孔壁界面形成一种有一定强度的边界膜, 达到润滑减阻的目的。

机械行业把边界膜分为两类: 一类是适用一般温度、速度、载荷的物理或化学吸附膜; 另一类是适用重载、高温、高速的反应膜。在金刚石钻进中 钻杆与孔壁的摩擦接触属于轻载、中速、低温, 只要求在两者表面形成物理吸附膜, 就可达到钻杆的减阻目的。形成这种吸附膜的原料主要是脂肪酸。由于脂肪酸是极性分子, 能在钻杆与孔壁表面定向排列, 靠分子间的内聚力使吸附膜具有一定的承载能力。边界膜的润滑性取决于吸附膜中极性分子的结构。摩擦系数随极性分子的链长增加而减小, 并趋向于某一定值。通常

极性分子的链长决定于分子中的碳原子数。因此, 当极性分子中的碳原子数增加, 摩擦系数就会下降。

生产中, 我们采用从井口浇灌环烷酸的办法, 取得了较好效果。试验是在金山店矿区C K 3910孔进行的, 钻孔顶角 20° , 使用75毫米口径的金刚石钻具, 配 $\phi 50$ 毫米的钻杆, 钻孔深280米处有断裂构造, 造成漏失, 全孔不返水。从井口浇灌环烷酸后, 在孔深400米处, 可开动672转/分的转速。这时钻杆的回转阻力, 与在不漏失钻孔内使用乳化液洗井的阻力相近。

第二个试验孔是同矿区的C K 25孔, 配用60毫米口径的绳索取心钻具, 试验孔段为217.02~508.9米(干孔段), 终孔前转速仍开到672转/分, 所用环烷酸的成本仅为0.58元/米。

浇注方法十分简单: 当钻具在孔内时, 便可向孔内倒入2~3公斤环烷酸, 然后开动钻具旋转1~2分钟, 再连续倒2~3次便可。浇注后一般能维持几天到十几天的润滑时间。