

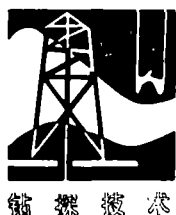
PAL 钻井润滑剂在生产中的应用

郭 斌

(冶金地质探矿技术研究所·北京东燕郊)

文中介绍了由新型非离子型表面活性剂——TEO-17 研制的非离子型润滑剂——PAL 钻井润滑剂的性能特点、作用机理及其在钻探、石材加工生产中的应用效果。

关键词 PAL 钻井润滑剂 非离子型 润滑性 抗污染



钻探设备

“PAL 钻井润滑剂的研制与应用”是冶金部下达我所的科研项目，旨在解决强酸性矿化水区金刚石钻井润滑冷却问题。从 1990 年立项以来，PAL 钻井润滑剂以其良好的润滑性和独特的抗污染能力，成功地应用于强酸性矿化水、盐水地区金刚石绳索取心钻进，取得了令人满意的效果，开创了国内应用非离子型润滑剂的先例，填补了国内空白。

国内外钻井润滑剂现状

由于岩石性质或水质的影响，阴离子型润滑剂会产生程度不同的破乳，严重影响使用效果。为此，曾研制出一系列复合型润滑剂，解决了灰岩、中硬水等的破乳问题。但是，当遇到酸性水、盐水等时，复合型润滑剂由于阴离子型表面活性剂的表面活性受到抑制，非离子型表面活性剂润滑性差，而不能解决钻孔的润滑问题。前人曾试图研制一种润滑性好、抗污染能力极强的非离子型钻井润滑剂，终因润滑性良好的非离子型表面活性剂选择不当而未能成功。上述地区不得不采用无润滑或微润滑钻进，严重影响钻头寿命和钻探成本。

国外尚未见非离子型乳化油用于钻进的专利。苏联曾有过“石油化学乳化液”的报道，它使用复合脂肪酸与非离子型表面活性剂加工工业用油制成，主要用途是抗超硬水^{〔1〕}。

PAL 钻井润滑剂的性能

研究非离子型钻井润滑剂的关键，是寻找一种具有良好润滑性且亲水性较强的非离子型表面活性剂。常用的非离子型表面活性剂多数润滑性极差，Span-20 虽具有良好的润滑性，但亲水性差，且原料主要靠进口，价格高，也不能单独乳化矿物油。

1. TEO-17 的性能

根据上述情况，及国内常用非离子型表面活性剂的结构特点，我们以复合脂肪酸妥尔油为亲油基材料，利用化学改性原理，接枝共聚改变其亲水亲油特性，研制成功了具有良好润滑性的新型非离子型表面活性剂——TEO-17。它与常用非离子型表面活性剂性能比较见表 1。

由表 1 可见，TEO-17 虽润滑性略差于 Span-20，但是优于其他非离子型表面活性剂，其亲水亲油平衡值 ($H \cdot L \cdot B$) 为 15.4，高于矿物油乳化所需要的 $H \cdot L \cdot B$ 值(10.5~12)，因此是一种综合效果较理想

本文 1993 年 1 月收到，王梅编辑。

的表面活性剂。

表 1 非离子型表面活性剂的性能

名 称	浊点(℃)	浓度(%)	摩擦系数(μ)
Span-20	—	0.1	0.15
TEO-17	85	0.5	0.15
OEO-17	85	0.5	0.32
OP-10	84	0.5	0.37
EL-90	84	0.5	0.36
TO-80	76	0.5	0.37

注： μ 用 ZC-1 型钻井液润滑系数测定仪测定（以下同）。

2. PAL 钻井润滑剂的组成与性能

PAL 钻井润滑剂是以 TEO-17 为主剂，与妥尔油复合乳化矿物油，并以聚丙烯酰胺作稳定剂配制而成的灰白色粘稠状水包油型非离子型钻井润滑制品。

与优质复合型钻井润滑剂——ETL-1

相比，PAL 具有以下特点：

(1) 润滑性 润滑剂的润滑性除与其成分有关外，还与其加量和介质有关。在软水中，两种润滑剂的润滑性与其浓度的关系见表 2。

表 2 钻井润滑剂的润滑特征

名称	浓度(%)	0.1	0.2	0.3	0.5	1
PAL	μ_1	0.26	0.18	0.165	0.12	0.10
ETL-1	μ_2	0.15	0.12	0.11	0.11	0.11

由表 2 可见，在软水中，PAL 的润滑性比 ETL-1 差，但随着浓度增高，差距逐渐缩小，浓度超过 0.5%，变化平缓。可见，PAL 加量为 0.3%~0.5% 时，润滑性可以满足钻进要求，但不提倡在中硬、硬水使用 PAL 钻井润滑剂。

(2) 抗污染特性见表 3

表 3 润滑剂的抗污染特性

CaCl ₂ (%)		3		6		10		15(Ca ²⁺ 50000×10 ⁻⁶)	
PAL, μ		0.12		0.12		0.11		0.13	
ETL-1, μ		0.10		0.13		0.15		0.18	
NaCl, %		5		10		15		25	
PAL, μ		0.10		0.10		0.09		0.14	
ETL-1, μ		0.09		不分散		不分散		不分散	
pH 值		9		7		6		5	
PAL, μ		0.19		0.12		0.13		0.16	
ETL-1, μ		0.17		0.11		0.14		0.18	
岩粉 Ca ²⁺ 1000×10 ⁻⁶	名称	浓度, %		含岩粉		沉淀岩粉			
	PAL, μ	2.5		0.33		0.22			
	ETL-1, μ	2.5		0.32		0.24			
矿化水加岩粉 2.5%		PAL, μ		含岩粉, 0.30		沉淀岩粉, 0.22			
		ETL-1, μ		含岩粉, 0.34		沉淀岩粉, 0.24			

注：1. 乳化液浓度为 0.5%；2. 矿化水为山东招远金矿模拟水样，pH 值 = 3.5。

由表 3 可见，PAL 钻井润滑剂的抗污染能力极强，在极端污染条件下，可满足金刚石钻进的要求。随着污染强度增加，PAL 摩擦系数的变化远小于 ETL-1，反映在钻进过程中，ETL-1 消耗量较大，但在极端条件下，ETL-1 型润滑剂也出现破乳，不能满足钻进要求。受非离子型表面活性剂浊点限制，其抗温能力不可能很高，但上返液温度低于 70℃，静置时不会产生分层现象，可满足一般钻井的要求。

(3) 稳定性 由 PAL 的主乳化剂决定，它的稳定性与温度密切相关，常规稳定剂难以使用。用高聚物增加体系粘度，既可较好地保持产品的稳定性，同时又能起到絮凝岩粉的作用。使用时，加入水中并稍加搅拌，即可形成稳定的乳状液。

作用机理简述

PAL 钻井润滑剂依靠带稠环结构的 TEO-17，与固体表面形成相对牢固的大 π

键, 松香类物质在固体表面有较强的附着
力, 产生稳定的润滑膜, 因而具有良好的润
滑性。它的非离子特性还决定了对 Ca^{2+} 、
 Na^+ 、 H^+ 等离子不会发生化学反应或产生同
离子效应, 因此具有极强的抗污染能力。

生产应用效果

1. 新疆地质一大队使用效果

表 4 PAL 与 PHP 生产试验效果比较表

冲洗液	孔深(m)	顶角	转速(rpm)	电流(A)	钻进效率	消耗量(kg/m)
PAL 乳化液 5%	0	6° 30'	—	—	115%~120%	0.8
	75	15°	1095	30~35		
	100	18°	1095	30~35		
	150	22°	1095	35~40		
	200	24° 30'	1095	50~55		
	225	25°	820	35~40		
PHP 水溶液	0	10°	—	—	100%	—
	175	23°	610	50~55		

由表 4 可见, PAL 在孔斜严重条件
下, 仍具有良好的润滑性, 并使钻进效率提
高 15% 以上, 消耗量也在正常范围。该队
共施工 20 多个钻孔, 累计进尺达 5000m,
由于效率提高, 大大缩短了施工周期, 仅生
活用水节约的费用即达 2 万元以上, 加上能
源、钻头、管材消耗的降低, 可降低钻探费
用近 10 万元。

2. 山东冶金四队应用效果

该队施工的招远金矿, 钻探用水酸性
强、矿化度高。先后选用 ETL-1、DR
-1、CS-2、太古油等近 10 种钻井润滑
剂, 均因破乳严重, 润滑剂消耗量大而失
效。

使用 PAL 润滑剂加量为 0.5%, 循环
钻进一个小班补加一次, 可维持乳化液正常
消耗, 无任何破乳现象。钻进时电流稳定在
40~50A。孔深 300~400m 时, $\Phi 75$ 绳索
钻具开动 819r/min, 不仅提高了钻进效

在康古尔金矿钻探施工中, 由于金矿地
处戈壁滩, 附近无淡水, 被迫使用含盐量
12% 的咸水钻进。选用 PHP 溶液钻进, 虽
有较好的岩粉净化效果, 但润滑性差, 井内
阻力大, 钻进效率低, 钻头、管材及能源消
耗也较大。

使用 PAL 钻井润滑剂与 PHP 水溶液
在斜孔中进行了单孔比较, 见表 4。

率, 而且降低了润滑剂消耗, 平均消耗
0.55kg/m, 折合成本 1.27 元/m。与此同
时提高钻头寿命 3.72m, 提高率为 18.6%。
该队累计施工 4 个钻孔, 完成钻探进尺
1450m, 节约费用达 1 万余元。

3. 大连花岗石厂应用效果

针对石材选用润滑剂, 遇高镁磨头破乳
结垢, 影响加工质量, 大连花岗石厂首先在
金刚石大锯片切石中使用 PAL, 浓度为
0.5% 时, 切石效率提高 15%, 锯片寿命提高
40%~80%, 有效地解决了硬岩切石打滑
问题, 现已累计切割花岗石 1000m², 节约
费用 2 万余元。为 PAL 在石材加工中的应
用打下了基础, 依据 PAL 钻井润滑剂的高
抗污染特性, 有望实现切磨一体化的设想。

参考文献

- [1] Г. В. Колосов, промышленные и смазочные свойства буровых растворов, 1980.
- [2] 鲁凡, 《润滑钻井液》, 中南工业大学出版社, 1988 年。

Application of the PAL Drilling Lubricant

Guo Bin

The PAL drilling lubricant is made of a new non-ionic surface active agent—TEO-17. Its function features, action mechanism and application effect on drilling and processing of stone materials are given in this paper.