

水-乙二醇抗燃液压液中二聚酸钾 极压抗磨作用的试验研究

周灿丰 孟宪堂

(中国矿业大学北京研究生部摩擦磨损研究室 北京 100083)

摘要 合成了一种新型极压抗磨添加剂二聚酸钾,并将其应用于水-乙二醇抗燃液压液,同时加入其它多种添加剂,研制出一种新的水-乙二醇抗燃液压液,其外观清亮透明,呈真溶液状。研究表明,这种抗燃液压液的摩擦学性能优良, $D_{300N/30min} = 0.40 \text{ mm}$, $p_B > 800 \text{ N}$, 环-块试验时的摩擦因数比以水溶性改性二烷基二硫代磷酸锌作为极压剂的水-乙二醇液压液的低,且其在较宽载荷和温度范围内的润滑性能都比较好。扫描电子显微镜观察发现,以研制的抗燃液压液作润滑液时的四球试验钢球磨斑表面形成了一层由有机类化合物构成的化合物膜,可以起抗磨作用。

关键词 抗燃液压液 极压添加剂 二聚酸钾 抗磨性能 摩擦化学反应

分类号 O632.32

水-乙二醇抗燃液压液作为一种液压介质,其应用范围越来越广,而其在重载下应用的关键是寻找实用性能优良的水溶性极压抗磨添加剂。人们以往都是用三类基团组合成极压剂^[1~4]:水溶性基团如 $-\text{COO}^-$, $-\text{NH}_2-$ 和 $-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n$;赋予油性作用的脂肪羧基或多碳芳香族羧基;赋予极压作用的含 S, P, Cl 等极压活性元素的基团。这些极压剂固然都能够减轻重载边界润滑下液压元件的磨损,但也有可能导致腐蚀磨损。目前,以二聚酸钾作为极压剂配制水-乙二醇抗燃液压液及探讨其抗磨机理的工作还甚少见有文献公开报道。本文作者采用 C_{36} -二聚酸钾(简称二聚酸钾)为极压剂合成了一种新型的水-乙二醇抗燃液压液,然后通过摩擦磨损试验对其润滑性能进行了考察,并对它的抗磨作用机理进行了分析与探讨。

1 试验部分

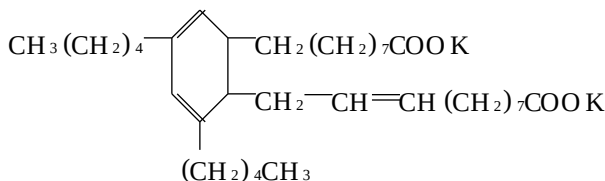
1.1 二聚酸钾的合成与样品 KGY 的制备

二聚酸分子中所含的羧基具有亲水性, $-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_7-$ 和 $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7-$ 都具有油性,而苯环结构则具有一定的油性且其热稳定性良好。利用二聚酸溶液与氢氧化钾溶液反应制备二聚酸钾的条件是:水浴,保温 $70\sim 80^\circ\text{C}$, 搅拌电机的转动速度为 300 r/min , 用乙醇作为结构调整剂,反应 15 min 即可生成棕黄色的粘稠状液体二聚酸钾,其分子结构式为:

1995-12-04收到初稿,1997-06-10收到修改稿/本文通讯联系人周灿丰

周灿丰 男,1970年1月生,湖南人,1992年毕业于湘潭工学院机械系,1995年在中国矿业大学北京研究生部获硕士学位,目前在中国地质大学(北京)工程技术学院攻读博士学位,主要从事机械加工动力学及刀具磨损研究,发表论文6篇。

孟宪堂 男,1935年7月生,山东省济南市人,1960年毕业于北京矿业学院机械系,目前主要从事摩擦学教学及特殊工况摩擦学研究,发表论文50余篇,现为中国矿业大学北京研究生部摩擦磨损研究室教授。



以质量分数(下同)1.5%的二聚酸钾和少量油酸钠(自制)作为润滑剂,以30%~37%的二甘醇作为降凝剂,以35%~45%的去离子水作为阻燃剂,以12%~15%具有一定相对分子质量的聚醚作为粘度调整剂,并且辅以其它添加剂研制成试验用样品水-乙二醇抗燃液压油KGY,其外观清亮透明,呈真溶液状

1.2 四球试验与磨斑测试

采用MS-800四球试验机对二聚酸钾和其它2种水溶性润滑剂的性能进行测试,继而又对KGY和某种国产水-乙二醇抗燃液(简称H)及N46抗磨液压油进行润滑性能的对比试验研究。用EPM-810扫描电子显微镜(SEM)对四球试验之后的GCr15钢球磨斑进行观察比较,用JSM-6400能量色散谱仪(EDS)对以KGY液润滑时四球试验之后的钢球磨斑进行表面膜的元素分析测试。

1.3 环-块磨损试验

在以二聚酸钾作为极压剂研制 KGY 之前, 先合成出以水溶性改性二烷基二硫代磷酸锌(ZDDP)作为极压剂的水-乙二醇液压液前期产品 KGY1 其与 KGY 的差别只是所含极压剂的类型不同 在MHK-500环-块磨损试验机上测试了分别以KGY1和 KGY 润滑时的摩擦因数, 目的是对水溶性改性 ZDDP 和二聚酸钾的润滑性能进行比较 因为KGY1主要应用于寒区工程机械, 所以对其测试时的温度范围是- 30~ 0 °C; 由于KGY 主要应用于常温和较高温度的场合, 故此对其测试时的温度范围是25~ 50 °C

为了更精确地测定摩擦因数,在试验机上配置了一套厚度2mm,长度200mm 和一定宽度的光滑均匀钢板。在钢板的上、下两面都粘贴了应变片组成全桥电路,在钢板与摩擦杆之间用一钢丝相连,通过测量钢板应变来测定摩擦因数。试验加载500 N,这相当于当前所用水-乙二醇液压液的 O_K 值负荷。

2 试验结果与讨论

试验中使用的3种水溶性极压剂是美国产Lubrizol 5642, 水溶性改性ZDDP和二聚酸钾, 它们的性能对比如表1所列, 所用3种液压油是KGY、H和N 46抗磨液压油, 三者的润滑

表1 3种水溶性极压添加剂的性能对比

Table 1 Comparison of properties of three water soluble extreme pressure additives

Additive	Appearance	Odor	Water solubility	Lubricity	
				P_B / N	$D_{300 N}^{300 N} / mm$
Lubrizol 15642	Brown & black viscous liquid	Iritative & smelly	Emulsion liquid	800	0.60
ZDDP	Brown viscous liquid	Iritative	Water soluble	700	0.57
Dimer acid potassium	Brown & yellow viscous liquid	No odor	Fully water soluble	800	0.40

性能对比如表2所列 由表1可以看出,二聚酸钾的抗磨性能良好而且无气味,水溶性也好;由表2所列数据明显可见,二聚酸钾的润滑性能与N46抗磨液压油的相当,甚至可以说前者

表2 3种液压液润滑性能的四球试验结果

Table 2 Results of four-ball
test on lubrication performances of three hydraulic fluids

Hydraulic fluid	$D_{30\text{ min}}^{300\text{ N}}/\text{mm}$				p_B/N
	1	2	3	Average	
KGY	0.42	0.40	0.39	0.40	800
H	0.55	0.55	0.54	0.55	700
N 46 antiwear oil	0.38	0.40	0.39	0.39	750

的润滑性能还略比后者的好。

图1给出的是在3种液压液分别润滑下四球试验后钢球磨斑形貌的SEM 照片。可以

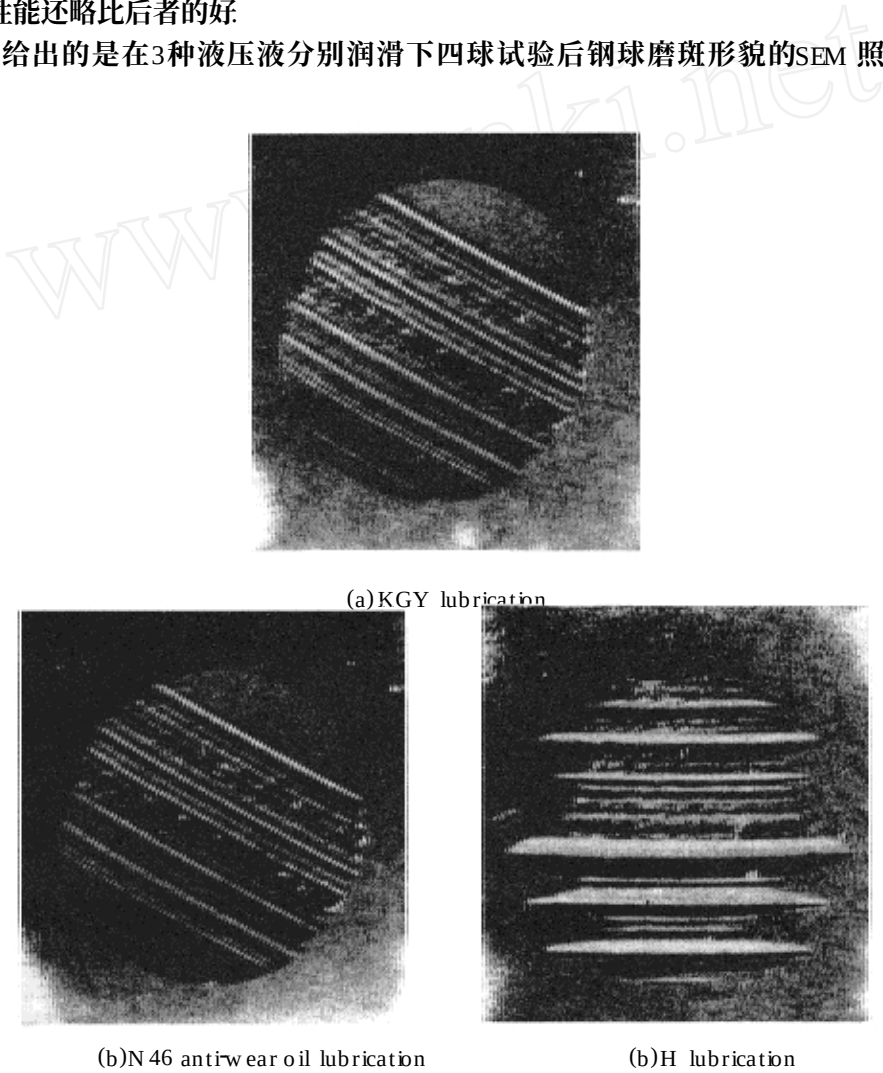


Fig 1 SEM photographs of wear scars of GCr15 steel balls under three lubrication conditions(450×)

图1 在3种液压液润滑作用下 GCr15钢球磨斑形貌的 SEM 照片(×450)

看出: 在用 H 产品润滑的试验条件下, 钢球摩擦表面明显发生了严重的擦伤; 而在分别利用 KGY 和 N 46 抗磨油为润滑液的情况下, 钢球磨斑表面都比较光滑、平整, 这表明二者

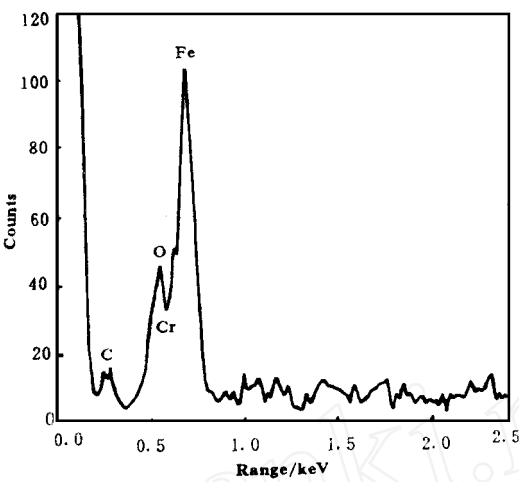


Fig 2 EDS analysis result of chemical element composition of GCr15 steel ball wear scar under KGY lubrication condition

图2 在 KGY 润滑条件下四球试验后钢球磨斑表面的化学元素组成的 EDS 分析结果

都具有较好的润滑性 图2给出的是在 KGY 润滑条件下四球试验后 GCr15钢球磨斑表面化学元素组成的 EDS 分析谱图 可以看出,在 EDS 谱中除显示有元素 Fe 和 Cr 的谱峰外,还有元素 C 和 O 的峰显示,表明磨斑表面可能形成了某种有机物吸附膜或摩擦聚合物膜 分析认为,这种反应的摩擦化学机理与含活性元素的极压剂和摩擦表面反应生成无机抗磨膜的机理明显不同

表 3和表4列出的是在环-块试验中摩擦因数的测试结果 可以看出,摩擦因数是随着

表3 KGY 之摩擦因数与转动速度的关系

Table 3 The relationship between friction factor of KGY and rotating speed					
$v / r \cdot m \cdot \text{in}^{-1}$	μ	$v / r \cdot m \cdot \text{in}^{-1}$	μ	$v / r \cdot m \cdot \text{in}^{-1}$	μ
900	0.046	700	0.052	500	0.060
800	0.049	600	0.056	400	0.065

表4 环-块试验中测得的摩擦因数

Table 4 Friction factor measured during ring-block test					
KGY			KGY1		
$T / ^\circ\text{C}$	At 800 $r \cdot m \cdot \text{in}^{-1}$	At 900 $r \cdot m \cdot \text{in}^{-1}$	$T / ^\circ\text{C}$	At 800 $r \cdot m \cdot \text{in}^{-1}$	At 900 $r \cdot m \cdot \text{in}^{-1}$
25	0.036	0.049	- 30	0.045	0.067
30	0.044	0.055	- 20	0.048	0.073
35	0.052	0.062	- 10	0.053	0.084
40	0.057	0.070	0	0.073	0.087
50	0.063	0.078			

转动速度的升高和温度的降低而呈现出减小的趋势,而且在同一转动速度下和各自的实用温度范围内, KGY 的摩擦因数比 KGY1的低,原因之一可能是 KGY1润滑剂——水溶性改

3 二聚酸钾抗磨机理的初步探讨

由于二聚酸分子所特有的结构, 其吸附性和油性都比较好, 而且它的苯环结构稳定, 故其在不太苛刻的工况下是优良的油性剂。二聚酸的脂肪长链中所含吸附基 $-\text{COOH}$ 与金属表面发生化学吸附(电子交换)而形成油性分子膜隔开两金属表面, 故此在中等载荷下能起良好的减摩抗磨作用。

聚

$$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6 \text{---} \text{C}_6\text{H}_2 \text{---} (\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$$

$$\text{---} (\text{CH}_2)_7\text{COO---Fe} \quad \text{C=CH}(\text{CH}_2)_7\text{CO} \quad \text{O}$$

4 结论

c 以二聚酸钾作为极压剂合成的水-乙二醇抗燃液压液的实用性能与N 46抗磨液压油的相当甚至略优,可以替代后者在易燃场合推广应用

致谢 真诚感谢石油大学(北京)张嗣伟教授对本文提出了宝贵的建议

参考文献

- 
- www.cnki.net

4 Hostettler F. Synthesis of polyurethane products EPO 152 667. 1985

5 周灿丰 水-乙二醇抗燃液压液的抗磨机理和流变学研究: [学位论文] 北京: 中国矿业大学北京研究生部摩擦磨损研究室, 1995

Experimental Research of the Extreme Pressure and Anti-Wear Effect of Dimer Acid Potassium in Water-Glycol Nonflammable Hydraulic Fluid

Zhou Canfeng Meng Xiantang

(Beijing Graduate School

China University of Mining and Technology Beijing 100083 China)

Abstract Dimer acid potassium was synthesized as an extreme pressure additive. A transparent water-glycol nonflammable hydraulic fluid was prepared by matching the synthesized dimer acid potassium with various other additives. Research demonstrates that this nonflammable hydraulic fluid has fine tribological performance, $D_{300N/30min} = 0.40 \text{ mm}$, $p_B > 800 \text{ N}$. The Timken test proves that its friction factor between ring and block is smaller to that of nonflammable hydraulic fluid in which water soluble zinc dialkyl dithiophosphate is added as an extreme pressure additive, and it has good lubricity in a fairly wide range of load and temperature. The scanning electron microscopic analysis of the wear scar of steel ball showed that there is a chemical compound film which acts as antiwear film. The EDS test further proved that the film was composed of organic compounds.

Key words nonflammable hydraulic fluid extreme pressure additive dimer acid potassium antiwear performance tribochemical reaction

Classifying number O 632.32