

# 一种先进节能润滑抗磨材料在矿用汽车上的应用

王长青<sup>1</sup>, 李际明<sup>2</sup>

(1. 汉非(北京)润滑技术研究所, 北京 100084; 2. 首钢矿业公司, 河北 迁安 064400)

**摘要:**依据摩擦学理论, 制备出润滑油添加剂及其油品。该润滑油品在 400N 压力下, 经过转速为 1450r/min 的 1h 四球磨损试验, 可将点接触轴承钢球间的摩擦系数降低到 0.084, 磨斑直径减小到 0.36mm。经首钢矿业公司试用, 该润滑油品添加剂及其油品可有效改善设备润滑状况, 减少摩擦, 提高功率, 降低磨损。节能节资分析表明, 经济效益和社会价值显著。

**关键词:**润滑油; 添加剂; 节能; 效益

**中图分类号:**U473.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-7948(2010)05-0066-03

## 引言

世界能源的 1/3 表现为以某种形式的摩擦而被消耗<sup>[1]</sup>。如果采用合理的科学的润滑技术, 减少一些摩擦, 就可以减少一些磨损, 直接节约大量的原材料和劳动力, 实现能源节约。20 世纪 60 年代, 西方国家在工业化进程中几乎得到同一个结论: 如果在工业上推广应用摩擦学相关的润滑知识, 可以节约的资金占国民生产总值的 2% ~ 7%<sup>[2]</sup>。2009 年 3 月出版的中国工程院《摩擦学科学及工程应用现状与发展战略研究—摩擦学在工业节能、降耗、减排中的地位与作用的调查》一书中指出: 2006 年我国消耗在摩擦磨损和润滑方面的资金估计为 9500 亿元, 其中如果正确运用摩擦学相关润滑知识可以节省 3279 亿元, 占国内生产总值的 1.55%<sup>[3]</sup>。可见, 积极推广应用先进润滑技术, 是实现节能、降耗、减排的重要手段。

## 1 油品性能实验研究

汉非(北京)润滑技术研究所依据摩擦学理论, 将纳米金属粒子预处理后, 与特殊助剂按特殊工艺制成密度接近基础油无机/有机纳米复合物油品添加剂, 将其分散到基础油中, 可制备出抗磨节能润滑油。该技术已获得国家专利(专利号: ZL200810079682.4)。该油品的润滑性能测试在四球磨损试验机(MRS-10A)上进行。为记录试验时摩擦带来的温度变化, 所用油盒带有温度传感器。试验压力为 400N, 转速为 1450r/min, 单个试

验的测试时间为 1h。为保证试验结果的准确性和可重复性, 每组实验进行 3 次, 并且钢球均为同一批次上海银星轴承钢球。钢球磨斑直径用精度为 0.01mm 的 15J 型测量显微镜测量。典型磨斑的照片用 OLYMPUS BX60 型体视显微镜拍照。作为对比, 在同样条件下, 对未加添加剂的基础油以及市售知名国外品牌同类内燃机油品进行了测试。表 1 列出的是基础油、加了添加剂的汉非 15W-40 内燃机油和某国外品牌同类油品四球试验后的磨斑直径。

表 1 四球试验磨斑直径平均值 mm

试验用油	每组试验磨斑 平均直径			最终磨斑直径 平均值
	基础油	0.79	0.75	0.79
汉非内燃机油	0.35	0.33	0.38	0.36
某国外知名品牌内燃机油	0.51	0.52	0.54	0.52

由实验结果可知, 添加剂的加入可使磨斑减小 50%, 有效提高油品的抗磨性能。与知名国外品牌同类产品相比, 汉非内燃机油可使钢球磨斑减小 30%。图 1 所示为典型钢球磨斑照片, 可直接看出, 汉非内燃机油润滑下的磨痕平整, 无宽大沟壑。更为深入的分析表明, 特殊添加剂在摩擦物理和摩擦化学作用下, 与钢球表面相互作用形成了具有抗磨性能有机/无机纳米复合物润滑保护膜, 从而提高油品的抗磨特性, 减轻钢球磨损。

试验中转速一定, 测试时间均为 1h, 所以摩擦力作用距离一定, 又因正压力一定, 故摩擦系数与摩擦力做功成正比关系。3 种油品润滑下的摩擦

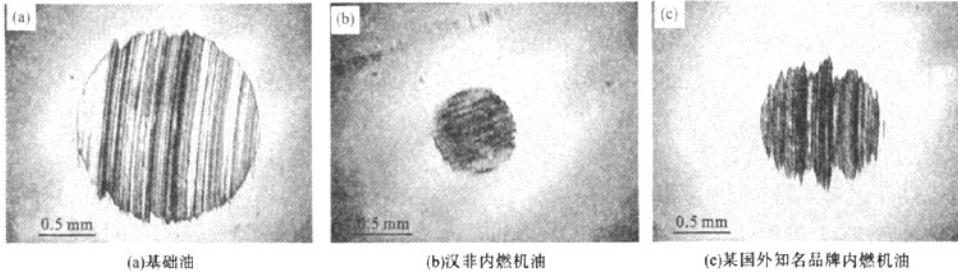


图1 典型磨斑照片

系数如图2所示。基础油和某国外知名品牌同类产品润滑下的摩擦系数平均值均为0.10,汉非内燃机油润滑下的摩擦系数平均值分别为0.084。故汉非内燃机油润滑下的节能效果应为15%左右。

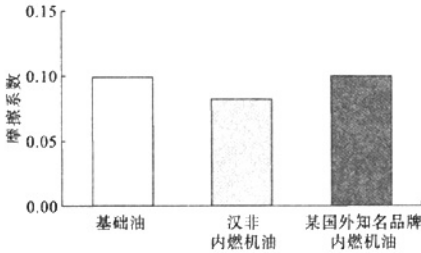


图2 基础油、汉非内燃机油和某国外知名品牌内燃机油润滑下的摩擦系数平均值

摩擦做功又以热的形式耗散,温度传感器记录下的油箱内温升曲线如图3所示。考虑到试验条件下润滑油的热容及周围环境一致,该温升曲线可在另一方面反映润滑油的节能效果。由图3可知,汉非润滑油品带来的温升仅为某国外知名品牌同类产品润滑下温升的78%左右,即可降低摩擦周围区域温升约为22%。该数据表明,先进润滑技术可有效降低设备运行时的温度。

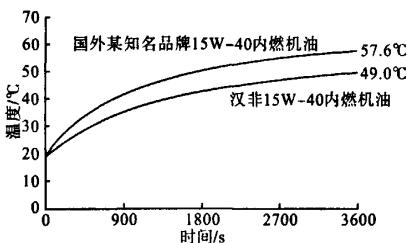


图3 汉非内燃机油和某国外知名品牌内燃机油润滑下油箱内温升曲线

根据液压设备的工作特性,该研究所专门配制的液压油品在同样试验条件下的摩擦系数可降低

到0.07,甚至更低,摩擦带来的温升仅为国内同类产品63%,这说明该添加剂和润滑油品可达到节能的效果。

## 2 添加剂或油品的试用情况

节能润滑抗磨剂在首钢矿业公司的机械设备上进行了试用,取得了很好的节能效果。在首钢矿业公司大石河铁矿的3系列球磨机试验结果表明,节电率最高可达12.85%。以下就首钢矿业公司试用该节能润滑抗磨剂产品劲力宝纳米润滑油抗磨添加剂进行效益分析。

### 2.1 矿用汽车试用情况

首钢矿用汽车的作业条件比较恶劣,运距短、扭矩大,起步、刹车频繁,装载量大,爬坡多。加入节能润滑抗磨剂后,润滑条件得到改善,磨损降低,发动机温度降低,完全实现了节能降耗的目的。首钢矿业公司在用矿车95台,2006年耗CI-40W美孚机油210t,按作业率70%计算,每机台年作业6000h,运行350h更换机油,年需换油17次。应用“劲力宝高效节能纳米抗磨剂”按机油量的5%添加,机油消耗下降30%,换油周期延长了1.4倍,达到500h更换1次。相比而言,减少换油次数5次,节省机油62t,节省资金84万元。同时,机油滤清器更换周期由350h延长到1000h,节省滤清器资金达32万余元。液压油方面,2006年,在用95台矿车年耗液压油258t,换油周期1000h,每机台年换6次。应用劲力宝纳米润滑油抗磨添加剂后,换油周期延长2倍,达到2000h更换一次,节省液压油129t,按10860元/t计算,年节省资金达140万元。齿轮油方面,2006年,在用95台矿车应用“劲力宝高效节能纳米抗磨剂”后,换油周期延长2倍,也达到了2000h更换一次。节省齿轮油28t,按14000元/t计算,年节省资金近40万元。柴油方

面,2006年,在用95台矿车耗柴油20920t,应用“劲力宝高效节能纳米抗磨剂”后,节省柴油超过2000t,按6000元/t计算,节省资金约1200万元。

### 2.2 机车维修试用情况

机车维修方面,以载重量为77t和85t矿车为例,原来从新车运行到报废需中修5次,平均运行7700h,中修时间停工约45天/台,材料备件费用约20万元/台,人工费约2.45万元/台。新车应用节能润滑抗磨剂后,发动机总成、变(差)速器总成及相关部件润滑状况从根本上得到改善,各活动部位在运行中受到保护,发动机寿命从16000h延长到32000h。中修后的矿车发动机加入劲力宝抗磨添加剂后,可以极大减少磨损,延长发动机使用寿命,如经一次中修的发动机寿命可从8000h延长到24000h,可实现矿车终身不大修。经测算,从新车投入运行到报废,全程可降低成本10260万元,节省人工修理费3724万元。另外,每台车减少的检修期可达17100天,按作业率70%计算相当于新购矿车67台,按每台450万元计算,直接效益30150万元,可创造间接价值更高。

### 2.3 大型矿业装备试用情况

首钢矿业公司主要大型采矿、选矿和球磨机等设备通常存在噪音大、耗电量高、磨损严重、事故停机多、检修频繁等问题。这些工矿设备应用节能润滑抗磨剂后,机器内部的摩擦降低、磨损减少,停机故障减少,设备使用寿命延长,从而减少了对设备维修、维护上的资金投入、时间投入,设备的效率得以提高,产量得以增加。

### 3 节能节资分析

首钢矿业公司年消耗电力10亿kWh,用于动力拖动占8亿kWh,应用该节能润滑抗磨剂后,节省电力消耗按节电率10%测算,节省电力消耗8000万kWh,电费按0.5元/kWh计算,年节约电费4000万元。首钢矿业公司测算,假如节能润滑抗磨剂直接实现节能1%,可节省企业成本10%。如果直接节能10%,就可实现企业利润翻番。长期的实践中发现,应用该节能润滑技术可直接节能10%,直接节能的效益仅占应用该技术总效益的5.46%;延长一倍的润滑油寿命,节约润滑油创造的效益占总效益的1.7%;节省的人工费用可占总

效益的6.17%;节省的维修费和材料费占总效益的67%;提高效率产生的效益占总效益的19.67%。按可比价格计算,各环节可实现的总效益远远超过投入的1:100以上。综上,试用汉非节能润滑添加剂或其油品产生的经济效益显著,主要体现在直接节能、节省人工费、节省维修费、材料费、提高效率等几个方面,尚不包括设备维修方面固定资产的投入,人员机构的配置、福利、薪酬及其他费用,设备体积小化带动的设备制造等相关产业的效益。若将应用该技术产生的直接效益和间接效益综合起来,在我国能源和资源消耗水平条件下,如果在全国全面推广该技术,我国GDP将有一定程度的增加。

### 4 结论

推广应用先进润滑材料,是实现节能、降耗和减排重要技术手段之一,将会受到越来越多的关注。汉非(北京)润滑技术研究所依据摩擦学理论制备的先进节能润滑材料,可提高降低摩擦、减轻磨损,提高抗磨效果。在首钢矿业公司的试用情况表明,节能润滑抗磨添加剂及其油品非常有助于实现工业企业的节能、降耗和减排目标,并直接或间接创造巨大的经济效益和社会价值。

### 致谢

感谢首钢矿业公司的大力支持!感谢清华大学摩擦学国家重点实验室及开元老师在试验方面给予的大力帮助!

### 参考文献

- [1] Dasic P, et al. International standardization and organizations in the field of tribology. *Industrial Lubrication and Tribology*, 2003, 55(6): 287 - 291.
- [2] Jost H P. Tribology micro and macro economics: A road to economic savings[R]. Washington D C: World Tribology Congress III, 2005, .
- [3] 谢友柏, 张嗣伟. 摩擦学科学及工程应用现状与发展战略研究—摩擦学在工业节能、降耗、减排中的地位与作用的调查. 中国工程院咨询研究项目[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009: 3 - 5.

作者简介: 王长青(1963 - ), 男, 北京人, 大学, 高级工程师, 研究方向: 润滑油及设备润滑节能降耗。

收稿日期: 2010 - 03 - 25; 修回日期: 2010 - 04 - 27