

GRT节能油添加剂的实用性能研究

楚书凤 薛群基

(中国科学院兰州化学物理研究所固体润滑开放研究实验室, 兰州)

陈世昌

(山东南墅石墨矿研究所, 山东南墅)

摘要: 在不同地区采用多种车型对GRT节能油添加剂的实用性能进行了不同条件下的远程行车试验和短程技术经济性能的考察, 并与国外同类产品作了比较。结果表明, 应用GRT节能油添加剂可以分别节约燃料油5%以上和机油50%以上, 达到了八十年代国外同类产品的先进水平; 能使东风牌汽车和解放牌汽车的汽缸磨损分别降低24%和33%以上; 使用GRT添加剂可以明显地改善发动机汽缸的密封性, 不仅提高了汽缸压力和发动机的输出功率, 使其具有良好的加速性和冷起动性, 而且改善了燃料油的燃烧状况, 从而减少了汽车尾气对环境的污染。

关键词: GRT节能油添加剂, 技术经济性能, 汽车节油, 节能新技术

A Study on the Practical Properties of GRT Energy-Saving Oil Additive

Chu Shufeng Xue Qunji

(Laboratory of Solid Lubrication, Lanzhou Institute of
Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou)

Chen Shichang

(Nansu Graphite Mine, Nansu, Shandong)

Abstract: The practical properties of the GRT energy-saving oil additive were investigated by long-distance driving testing and short distance technical-economics properties under different conditions in many areas as compared with the same kinds of products from abroad. The results shown

1990-10-26收到初稿, 1991-02-26收到修改稿。

that the oil-saving rates of fuel oil and lubricating oil are 5% and 50% respectively by using GRT energy-saving oil additive, it have reached the level of same kinds of products in 80's from abroad; the cylinder wear of DONGFENG truck and JIEFANG was reduced by 24% and 33% respectively; the GRT additive improved obviously the seal property of engine cylinder, not only increasing the cylinder pressure and the output power of engine to rise the acceleration and cold starting properties, but also improving the combustion situation of the fuel oil to decrease the environmental pollution from the exhaust of truck.

Key words: GRT energy-saving oil additive, technical-economics properties, automobile fuel saving, new energy-saving technique

1. 前言

继机油中添加固体润滑剂节约燃料油的研究(见本刊第九卷一期)和GRT节能油添加剂的性能评定(见本刊第九卷二期)之后,又在不同地区采用多种车型对GRT节能油添加剂的实用性能进行了不同条件下的远程行车试验和短程技术经济性能的考察,并与国外同类产品作了比较,本文报道主要结果。

2. 在进口车上的应用 试验与效果

2.1 试验油品与车辆

试验参比油为10W-30CC级柴油机油,加入GRT添加剂前后的主要理化性能见表1。试验车车况良好,车辆编号及其用油如表2所列。

试验车经检验装复后,加注试验油至标准油位,并记录开始里程及燃料油和机油的量。在行车过程中,当机油量不足时只补充10W-30CC级柴油机油而不补加GRT添加剂,待到换油时再按比例加入GRT添加剂。

表1 试验油的主要理化性能及测试方法

测试内容	10W-30CC级	10W-30CC级 + GRT*	测试方法
运动粘度(100℃) ($\text{m}^2/\text{s}, \times 10^{-6}$)	10.60	11.02	GB265
凝点(℃)	-54(未凝)	-52(未凝)	GB510
闪点(℃)	200	200	GB267
总酸值(mgKOH/g)	1.72	1.74	GB264

* 配比为10W-30CC级:GRT=10:1。

表2 试验车辆和用油

车辆编号	试验用油
A13-4201	10W-30CC级 + GRT
A13-4202	10W-30CC级
A13-4203	10W-30CC级 + GRT

2.2 行车情况与发动机的检测

行车总里程为54000km,表3所列为行车情况。行程达到54000km时停车,采用精密测量和称重等方法对其发动机的各部位进行检测,借以评定试验油品的使用效果。表4所列为发动机的拆检部位和检测方法。

2.3 CRT添加剂实用性能的评定

2.3.1 试验油品的主要理化性能

在第一阶段25000km的行车试验中对试验油分析鉴别后,将试验油的换油期从9000km延长到18000km。在54000km的行车过程中分别于3000、6000、9000、12000、

表 3 行 车 情 况

车辆编号	油 样	行 程 (km)	时 间	气 温 (℃)	冷却液温度 (℃)	机油压力 (Pa)	路 况	负 载 (kg)
A13-4201	10W-30 CC级 + GRT	54000	1987年 7 月至1989 年 5 月	+35~ -18	75~85	$2.0 \times 10^5 \sim$ 3.5×10^5	柏油路90% 山 路 5 % 土 路 5 %	10000 (满载空 载各50%)
A13-4202	10W-30 CC级	54000	1987年 7 月至1989 年 5 月	+35~ -18	75~85	$2.0 \times 10^5 \sim$ 3.5×10^5	柏油路90% 山 路 5 % 土 路 5 %	10000 (满载空 载各50%)
A13-4203	10W-30 CC级 + GRT	54000	1987年 7 月至1989 年 5 月	+35~ -18	75~85	$2.0 \times 10^5 \sim$ 3.5×10^5	柏油路90% 山 路 5 % 土 路 5 %	10000 (满载空 载各50%)

表4 发动机的拆检部位及检测方法

拆 检 部 位	检测方法
各主要润滑部件的外观情况, 燃烧室各部位的积炭情况,油 底壳滤清器的油泥沉积情况	目视观察
汽缸筒、活塞裙部、活塞销、 活塞销孔、连杆小头铜套	精密测量
连杆轴瓦、活塞环	称 重
活塞(详见表6)	评 分

15000和18000km时从机油滤清器放油口处热车抽取油样,对其各项主要理化性能进行检验分析,结果列于表5。可以看出,在18000km的行车使用期内,试验油品的主要理化性能指标变化不大,说明仍有延长使用期的潜力。这是应用油品的良好润滑性和GRT添加剂协同作用的结果。

2.3.2 发动机活塞清净性的评定

行车54000km时,采用欧洲CEC统计

表5 行车过程中试验油品主要理化性能的检测分析结果

车辆编号	油 品	行驶里程 (km)	运 动 粘 度 (100℃)($\text{m}^2/\text{s}, \times 10^{-6}$)	凝 点 (℃)	总 酸 值 (mgKOH/g)	闪 点 (℃)
A13-4201	10W-30 CC级 + GRT	0	11.02	-52	1.74	200
		3000				
		6000	10.19		2.55	
		9000	10.32	-50	2.53	200
		12000	9.74		2.51	
		15000	9.67		2.58	
		18000	9.82	-52	2.83	198
A13-4202	10W-30 CC级	0	10.06	-54	1.72	200
		3000	8.99		1.78	
		6000				
		9000	8.77	-48	2.31	198
		12000	8.77		2.59	
		15000	9.24		2.66	
		18000	9.23	-50	2.75	200
A13-4203	10W-30 CC级 + GRT	0	11.02	-52	1.74	200
		3000	10.21	-48	1.93	
		6000	9.80		2.16	
		9000	9.67	-50	2.48	198
		12000	9.43		2.49	
		15000	9.65		2.57	
		18000	10.50	-50	2.62	198

评分法评定发动机润滑油的质量, 结果列于表6。从活塞表面沉积物形成的倾向和活塞

表6 行程54000km时停车对活塞清净性评分*

项 目	评 定 部 位	评 定 分 数		
		A13-4201	A13-4202	A13-4203
漆 膜	第一环槽	0.46	0.86	0.32
	第二环槽	8.02	8.42	7.47
	第三环槽	9.80	9.80	9.60
	第二环台	8.42	8.25	7.10
	第三环台	9.20	9.50	9.41
	内 顶	9.81	9.71	10.00
	裙 部	9.94	9.96	9.98
合 计		55.64	56.50	53.88
总分($\times 10/7$)		79.49	80.70	76.97
积 炭	第一环槽碳	48.01	49.58	51.85
	充填率(%)			
环 粘 结	第 一 环	10.00	10.00	10.00
	第 二 环	10.00	10.00	10.00
	第 三 环	10.00	10.00	10.00

* 评定分数低的表示活塞清净性好。

环灵活性评定的情况来看, 3种油品的使用性能都比较好; 由漆膜的评定结果可见, 在高温场合下应用GRT添加剂能够显示出一定的清净效果; 另外, 检查3辆车发动机的油底壳和机油滤清器内均未发现任何沉积物。这些结果表明, 在机油中加入GRT添加剂对其清净性是有益的。

2.3.3 发动机主要摩擦部件的磨损

3辆试验车行驶54000km后, 按照表4所列拆检部位和检测方法, 对其发动机主要摩擦部件的磨损进行检测, 结果见表7。可以看出, 在柴油机油中掺合GRT添加剂以后, 发动机的汽缸、活塞销孔和连杆铜套的磨损都明显地比用纯柴油机油的轻, 而且活塞环的磨损也在正常范围以内, 还使连杆轴瓦的磨损失重减少了50%以上。这表明采用GRT添加剂可以降低发动机的磨损, 提高它的使用寿命。

表7 行车54000km时发动机主要摩擦部件的磨损检测结果

车 辆 编 号	磨 损 值 (mm, $\times 10^{-4}$)					磨 损 失 重 (g)				平均减磨率 (%)
	汽 缸	活 塞 裙 部	活 塞 销 孔	连 杆 小 头 套	活 塞 销	活 塞 环		连 杆 轴 瓦		
						一 环	二 环	上 瓦	下 瓦	
A13-4202										
最大	160	150	- 10	- 30	- 40	2139	949	2440	820	基准
最小	0	100	- 70	- 80	0	1303	484	840	230	
平均	70	130	- 40	- 50	- 20	1697	714	1622	433	
A13-4201										
最大	100	150	0	0	0	2464	851	634	606	
最小	0	80	- 50	- 50	- 20	1928	756	156	129	
平均	30	120	- 20	- 20	- 20	2112	829	444	209	
减磨率(%)	67	8	50	60	0			71	52	43
A13-4203										
最大	120	100	0	20	0	5462	2111	761	277	
最小	0	80	- 50	- 100	- 10	2605	901	531	110	
平均	20	100	- 10	- 50	0	3576	1304	640	205	
减磨率(%)	71	23	75	0	100			60	50	54

注: 1. A13-4201和A13-4203均为新活塞环, 磨损稍大属正常。

2. “-”表示磨损量为负值, 表明在摩擦副表面形成了一层固体润滑膜。

2.3.4 燃料油与机油的消耗量

行车期间, 采用统计法对燃料油和机油

的消耗量进行了计量, 结果列于表8。可以看出, 利用GRT添加剂可使A13-4201和

表8 燃料油和机油消耗量的测定结果

车辆 编号	燃料油 (l/100km)			机 油	
	加GRT 之 前	加GRT 之 后	节油率 (%)	消耗量 (l/100km)	节油率 (%)
A13-4201	36.4	34.1	6.3	0.025	74
A13-4202	34.5	—	—	0.096	基准
A13-4203	38.4	35.5	7.5	0.027	72

A13-4203两辆车每100km的燃料油消耗量分别降低6.3%和7.5%，机油节油率为70%以上。应当指出，A13-4202车原本为低耗油车，而A13-4201和A13-4203两车原来的耗油量都比较高，故由上述检测结果可见，利用GRT添加剂能使高耗油车变为低耗油车。

3. 在国产车上的应用 试验与效果

3.1 试验油品与车辆

试验油品与车辆如表9所列。所用车辆的车况良好，试验运行中尽量保持每辆车的平均实载率和完成吨位周转量及总行程的一致。

表9 试验油品与车辆

油 品	车辆编号	车 型
10*机油	80231	解放牌CA-10B全挂
	80235	
	80274	东风牌EQ-140全挂
	80280	
10*机油 + GRT	80242	解放牌CA-10B全挂
	80256	
	80272	东风牌EQ-140全挂
	80279	

选用10*汽油机油为参比油，试验油中10*汽油机油与GRT添加剂之比为10:1。运行前用柴油清洗车辆，然后按表9所列分别加注试验油品。

试验按照GB1334-77和JB3352-83中的有关规定进行。

3.2 测试结果与讨论

3.2.1 汽缸磨损量的变化

对车辆运行前和运行约15000km后的汽缸上、中部的纵、横向直径的磨损进行了精密测量，结果列于表10。可以看出，GRT添加剂有明显的减磨效果，可使东风牌汽车

表10 汽缸磨损量的测量结果*

车 型	油 品	纵		向		横		向		综 合 平 均 减磨率(%)
		10000km磨损量 (mm, $\times 10^{-2}$)		减磨率 (%)		10000km磨损量 (mm, $\times 10^{-2}$)		减磨率 (%)		
		上部	中部	上部	中部	上部	中部	上部	中部	
东风EQ-140	10*机油	3.27	1.39			3.54	1.61			
	10*机油 + GRT	2.61	1.00	20.18	28.06	2.91	1.13	17.80	29.81	23.96
解放CA-10B	10*机油	3.91	1.80			4.45	2.38			
	10*机油 + GRT	2.89	1.02	26.09	43.33	3.41	1.41	23.37	40.76	33.39

*磨损量系各汽缸上、中部测量的平均值。试验车及其用油同表9。

汽缸的磨损率平均降低24.0%，解放牌汽车汽缸的磨损率平均降低33.3%。

3.2.2 汽缸压力的变化

表11所列是汽缸压力的测量结果，可见使用纯10*机油的汽缸压力是随行驶里程的增加而下降，含有GRT添加剂的汽缸压力是随着行驶里程的增加而有所上升。在行程达到15000km时，东风牌汽车和解放牌汽车

的汽缸压力分别比行车之初的高6.53%和7.56%。这说明应用GRT添加剂可以改善汽缸的密封性而使汽缸压力增大，从而提高了车辆的输出功率。

3.2.3 机油与燃料油的消耗量

行车过程中对机油与燃料油的消耗量进行了统计计量，结果列于表12。可以看出，在机油中加入GRT添加剂后，东风牌汽车

表11 汽缸压力的测定结果*

油 品	车 型	车辆 编号	汽 缸 压 力 ** (Pa, $\times 10^5$)							变化率 (%)	平均 变化率 (%)
			行车前	500km	1000km	2000km	5000km [†]	10000km	15000km		
10*机油	东风EQ	80274	8.62	8.52	8.52	8.45	8.43	8.33	8.17	-5.22	-4.75
	-140	80280	8.18	8.18	8.10	8.06	9.99	7.95	7.83	-4.28	
	解放CA	80231	8.50	8.50	8.42	8.38	8.25	8.07	7.92	-6.82	-6.73
	-10B	80235	9.05	9.05	9.03	8.78	8.73	8.50	8.45	-6.63	
10*机油 + GRT	东风EQ	80272	8.23	8.28	8.30	8.28	8.33	8.33	8.32	+1.09	+1.78
	-140	80279	8.13	8.23	8.31	8.35	8.36	8.33	8.33	+2.46	
	解放CA	80242	9.10	9.25	9.21	9.33	9.23	9.18	9.20	+1.09	+0.82
	-10B	80256	9.15	9.18	9.18	9.20	9.21	9.21	9.20	+0.55	

* 结果系6次测定的平均值。

** “+”表示汽缸压力上升，“-”表示汽缸压力下降。

表12 机油与燃料油的统计计量结果

车 型	油 品	机 油		燃 料 油	
		平均消耗量 (l/100km)	节油率 (%)	平均消耗量 (l/100km)	节油率 (%)
东风EQ140全挂	10*机油	0.29		31.89	
	10*机油 + GRT	0.20	31.03	30.46	4.48
解放CA-10B全挂	10*机油	0.34		30.78	
	10*机油 + GRT	0.21	38.24	28.62	7.02

节约机油和燃料油的节油率分别为31.03%和4.48%，解放牌汽车的相应节油率分别为38.24%和7.02%。

4. GRT添加剂在汽车短程使用中的性能考察及其与国外同类产品的比较

进行了500m加速性、1000m等速经济性和25000m技术经济性试验，以考察GRT添加剂在汽车短程行车中的实用性能，结果如表13所列。500m加速试验车均由同一挡起步，并按最佳换挡时间逐次换至最高挡，节流阀也开至最大，测定全力加速通过500m路段所用的时间。结果表明，使用GRT添加剂使空载和重载车的加速时间分别比未用GRT添加剂的缩短了2.41s和4.43s，可见

在机油中掺合GRT添加剂能够提高发动机的输出功率，从而改善了它的加速性能。在等距离等速经济性试验中，保证车辆匀速行驶，同样显示了GRT添加剂良好的节油效果。由表13还可以看出，应用GRT添加剂使汽缸压力提高了9%以上，从而能够改善发动机的动力性和汽缸的密封性。

表14所列是试验车的尾气分析结果，可见应用GRT添加剂能使汽油机尾气中的CH含量下降29.1%，柴油机尾气中的烟度下降18.2%。这说明应用GRT添加剂提高了汽缸的密封性，改善了燃料油的燃烧状况，使尾气得到了明显的净化，减少了对环境的污染。

多年的应用和各项性能的实际考察结果证明，GRT节能油添加剂具有良好的润滑性能和减磨效果，而且由表15可见，其节能

表13 GRT 添加剂在汽车短程使用中的性能考察结果

项 目	500m加速时间		1000m匀速运行燃料油		2500m匀速运行燃料油		汽 缸 压 力	
	(s)		消耗量 (l)		消耗量 (l)		(MPa)	
	空载	重载	40km/h空载	45km/h重载	40km/h空载	45km/h重载	柴油车	汽油车
未加GRT	53.73	51.15	0.19	0.34	18.56	33.72	0.96	0.59
加GRT	51.32	52.72	0.18	0.33	17.56	31.80	1.05	0.64
变化情况	-2.41	-4.43	-5.32%	-3.84%	-5.39%	-5.69%	+9.02%	+9.18%

注：1. 空载车型为CA-15，车号北京01-学4648；重载车型为T8153型，车号北京01-70663，载重量15.02吨；测汽缸压力柴油车为T8153型，车号北京01-42458；汽油车为CA10B，车号北京01-61145。

2. 表中“-”和“+”分别表示减小和增加。

表14 尾 气 检 测 结 果*

样 气 及 标 准	汽 油 机				柴 油 机	
	CH		CO		Rb	
	含 量 (ppm)	净化率 (%)	含 量 (%)	净化率 (%)	(三次平均烟度)	
					实测值	净化率 (%)
未加GRT添加剂	1480		4.0		2.2	
加GRT添加剂	1050	29.1	4.1	基本相同	1.8	18.2
北京地区尾气标准	≤3000		≤6		≤6	

* 本表数据由北京北方机动车检测场提供，检测仪器为Model-C型台架（日本产），ACTAS-70型（汽油机），GSM-2型（柴油机）。

表15 GRT 与 国 外 同 类 产 品 节 约 燃 料 油 的 比 较

名 称	固体润滑剂	生 产 厂 商	节油率 (%)	试 验 单 位
ARCO*	石 墨 等	美国Reg. Trademarks Atlantic Richfield co.	4.50~5.00	
T.M.T**	石墨,二硫化铝, 聚四氟乙烯	美国司派来-翁斯公司	3.90~4.40 0.02~3.14	美国能源部 北京汽车节能中心
P.P***	石 墨 等	美国Perma Power公司	4.21	
GRT	石 墨 等	中国科学院兰州化学物理研究所	6.30~7.50 5.39~5.66 6.33~7.55	总后油料所 北京汽车运输公司昌平分公司 青岛第一运输公司

*摘自许立汉，石油炼制，7(1981)14~19。

**摘自陆友全，国外汽车运输，8(1983)30~33。

***摘自董 仲，郭亦明，石油炼制，8(1987)16~21。

效果已达到国外同类产品的先进水平。

4. 结 论

a. 通过多年长距离(柏油路90%、山路

和土路各5%)行车试用和短程技术经济性能的考察结果表明，GRT节能油添加剂具有明显的减磨和节能效果，可使东风牌汽车和解放牌汽车的汽缸磨损分别降低24%和33%以上，燃料油和机油消耗分别减少5%以上

和50%以上。

b. 使用含有GRT添加剂的机油之汽缸压力随着行车里程的增加而有所上升,行程为15000km时,东风牌汽车和解放牌汽车的汽缸压力分别比行车之初的高6.53%和7.55%。

c. 使用GRT添加剂可以明显地改善

发动机汽缸的密封性,不仅提高了汽缸压力和发动机的输出功率,使其具有良好的加速性和冷起动性等,而且改善了燃料油的燃烧状况而减少了对环境的污染。

d. GRT节能油添加剂的节能效果已达到八十年代国外同类产品的先进水平,是一项值得推广应用的节能新技术。