

内燃机 润滑油 性能试验

王季惠
张启先
编译



轻加工出版社

内燃机润滑油性能试验

王季愿 张启先 编译



烃加工出版社



B 61287.

内 容 提 要

本书详细介绍了内燃机润滑油的使用性能和评定方法,以及润滑油对发动机性能的影响。重点介绍了欧洲联合委员会(CEC)在内燃机油试验方法开发和标准化方面的工作。对了解欧洲内燃机润滑油特点和技术水平有一定指导意义。本书可供内燃机油使用者和发动机、润滑油、添加剂制造者及高校有关专业师生参考阅读。

本书经黄来勇、洪普真同志审阅。

内 燃 机 润 滑 油 性 能 试 验

王季愚 张希光 编译

•
经加工出版社出版

海丰印刷厂排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

•
787×1092毫米 开本32 印张9¹/₈ 千字217 印数1—2500

1989年4月北京第1版 1989年5月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-041-1/TQ·033 定价,3.60元

译者前言

随着汽车发动机对润滑油要求的提高,必须开发高性能的润滑油产品。这不仅涉及润滑油和添加剂的试制,而且还包括润滑油、添加剂的性能试验。

众所周知,不同类型的发动机在不同的条件下使用,对润滑油的要求也不同。为使发动机得到满意的润滑,减少直至消除润滑故障,延长发动机和润滑油的使用寿命,减少维修费用和节约燃料,就必须进行大量的性能试验,其中包括模拟试验、台架试验和行车试验。

欧洲各国从本大陆的特点出发,建立自己的试验体系,成立了“欧洲联合委员会”简称“CEC”。它是一个润滑油、添加剂公司、发动机制造厂、独立的研究所及用户在一起开展工作的协调团体。“CEC”对欧洲润滑油性能试验方法的开发和标准化方面做出了重大贡献,推动了欧洲内燃机润滑油的发展。

本书除了较详细地介绍了内燃机油使用性能和评定方法以及润滑油对发动机性能的影响以外,着重介绍了欧洲联合委员会在内燃机油的试验方法的开发和标准化方面的工作。

欧洲联合委员会的活动及其开发的润滑油性能试验方法,对我国内燃机润滑油的开发和应用也有广泛的参考价值。

目 录

一、欧洲联合委员会(CEC)在润滑油试验方法 的开发和标准化工作中所起的作用·····	(1)
二、润滑油试验程序的标准化工作·····	(11)
三、欧洲轿车内燃机润滑油的试验程序·····	(15)
四、燃料和润滑油性质对停停开开车辆发动机 锈蚀的影响·····	(20)
五、发展中的几项欧洲润滑油发动机试验方 法·····	(33)
六、美国CRC发动机沉积物评分方法的改 进·····	(48)
七、CEC凸轮挺杆试验机·····	(58)
八、研究发动机阀系故障的台架试验方法·····	(64)
九、用CEC-MIRA 凸轮挺杆试验机评定润滑油 和添加剂·····	(71)
十、埃索研究中心发动机试验的计算机控制程 序·····	(82)
十一、在单缸柴油机试验中试验参数控制的重 要性·····	(94)
十二、评定CD级柴油机油的MWM单缸试验 方法·····	(103)
十三、皮特W-1单缸试验方法·····	(109)
十四、皮特AV-1单缸试验方法·····	(123)

十五、皮特AV-B 单缸试验方法.....	(140)
十六、研究活塞环和气缸套擦伤的模拟试验机.....	(159)
十七、用高速销-盘试验机研究润滑油对活塞环擦伤的影响.....	(173)
十八、用单缸发动机研究润滑油对活塞环擦伤的影响.....	(185)
十九、润滑油粘度与发动机性能的关系.....	(193)
二十、SAE内燃机油粘度分类的过去、现在和将来.....	(204)
二十一、意大利汽车发动机对润滑油的低温粘度要求.....	(215)
二十二、多级内燃机润滑油粘度稳定性的预测.....	(230)
二十三、测定多级内燃机润滑油粘度损失的台架试验方法.....	(237)
二十四、英国多级内燃机润滑油的评定.....	(252)
二十五、非牛顿润滑油的剪切稳定性.....	(264)
二十六、摩擦改进剂的评定.....	(280)

一、欧洲联合委员会(CEC)在润滑油试验方法的开发和标准化工作中所起的作用

欧洲联合委员会(CEC)是在一次欧洲讨论皮特(Peter)AV-1单缸试验方法的会议上,根据其会议精神于1963年建立起来的。至1984年共有十个成员国——英国、法国、联邦德国、意大利、荷兰、比利时、芬兰、瑞典、瑞士和澳大利亚^[1]。它有三个技术委员会,即内燃机油技术委员会、内燃机燃料技术委员会和传动润滑油技术委员会。CEC早期的活动主要是确定内燃机油试验方法并使其标准化,后来扩展到内燃机燃料和传动润滑油以及标准试验方法用参考燃料和参考润滑油的选择与确定等方面。

CEC成立的初期仅限于欧洲,到1984年1月澳大利亚参加,已成为一个世界性团体,其活动将更具有广泛的意义。

(一) 合作的意义

内燃机制造厂和润滑油公司进行有成效的合作的意义,是在CEC活动中逐步认识的。

在最初的几年中,由于内燃机制造厂和润滑油公司在看法上的不一致,他们的合作只是形式上的,没有取得实质性成果。在传统上,内燃机制造厂习惯于和润滑油公司直接讨论

润滑问题，力图在一个国家内甚至在一个公司内建立润滑油评定方法，来满足他们的特殊要求。这样做的结果导致了润滑油评定试验的复杂化。例如，在欧洲评定润滑油表面点火倾向就用了6种不同的内燃机，建立了十多种不同的试验方法（表1-1）^{〔2〕}，研究润滑油抗磨特性的试验方法甚至更多。

表 1-1 欧洲单个公司采用的表面点火和抗磨性试验方法

试验目的	试验型式
表面点火	Renault Lotus 发动机——3个方法 Renault Lotus R16TS发动机——2个方法 Citroën 发动机——3个方法 Peugeot 504发动机——2个方法 Ford Cortina发动机——1个方法 Fiat 124 AC 发动机——1个方法
磨损	Rolls Royce V8 发动机 Ford Cortina 第II程序 Daimler—Benz OM 615 Ford 4缸发动机 Ford 6缸发动机 Peugeot 4缸发动机 Volv Simca Fiat CFR MIRA BP

因此，润滑油公司在向市场介绍一种最新的润滑油配方时，当然首先要保证这种油满足所有的规格要求才能提高竞

争能力。于是就要用大量的经费和时间来进行所有的评定试验。但即使这样，发动机制造厂或用户也未必能及时获得理想的润滑油产品。

在这种情况下，CEC标准化的任务就更加迫切了。但是，如果没有发动机制造厂的具体帮助，标准化工作也不能有效地进行。这就说明发动机制造厂和润滑油公司合作的重要性。发动机制造厂认识到自己能从润滑油公司的发展中得到实惠。只有润滑油公司与发动机制造厂的需要一致时他们才能在一起研究问题。CEC及其内燃机油技术委员会所取得的重要成绩之一是：发动机制造厂已经理解到在欧洲积极合作的必要性；而润滑油公司也注意到了发动机制造厂的意见。在新的并恢复合作的精神中开始了卓有成效的工作。

（二） 欧洲大陆的特点

实际上欧洲的要求并非一成不变，但常常不同于美国。欧洲建立CEC并不意味着把自己隔绝起来，或者是与美国对抗。其最终目的是综合与完善欧洲和美国的经验，CEC章程本身也明确考虑到与美国的研究协调委员会（CRC）的合作^[1]。

另一方面更要体现欧洲大陆的特点。例如，在美国一个非常苛刻的锈蚀试验——Falcon试验曾迫使美国添加剂制造厂销售高灰分添加剂，而在欧洲这种添加剂却容易引起表面点火。欧洲的发动机制造厂要求添加剂公司试制低、中灰分的添加剂，这种添加剂既能通过Falcon试验，也能通过欧洲的表面点火试验。

(三) CEC内燃机油技术委员会的 有关工作小组

CEC所属的内燃机油技术委员会关于汽油机油和柴油机油方面的工作小组有^[1,2]:

1. 研究小组

- a. IGL-1 欧洲车用汽油机油性能要求
- b. IGL-2 使用无铅汽油的润滑问题
- c. IGL-4 润滑油剪切安定性
- d. IGL-5 高速柴油发动机
- e. IGL-8 欧洲车用发动机低温起动和泵送性要求
- f. IGL-14 ADHOC粘度组, 该组在出版有关粘度术语资料后于1983年宣布解散
- g. IGL-15 影响内燃机油消耗的因素
- h. IGL-16 内燃机油与密封材料的相容性

2. 项目小组

- a. CL-8 用皮特 AVB 单缸评定高档柴油机油的高温清净性
- b. CL-15 用 MWM 发动机评定高档柴油机油的高温清净性
- c. CL-23 高温粘度测定
- d. CL-25 发动机试验用的参考油和标准油
- e. CL-26 菲亚特132/1600发动机表面点火试验方法
- f. CL-27 润滑油对燃料消耗影响的测定

3. 调查小组

- a. SL-1 CEC L-02-A-78内燃机油氧化和轴承腐蚀的发动机试验 (皮特W-1)

- b. SL-3 CEC L-03-A-70福特-科蒂纳发动机高温试验
- c. SL-4 CEC L-04-A-70(菲亚特600D试验)和CEC-L-22-A-78 (菲亚特124AC试验)
- d. SL-6 CEC L-14-A-78 含聚合物润滑油剪切安定性评价(柴油喷嘴试验台)
- e. SL-7 CEC M-02-A-78 内燃机油评定程序
- f. SL-8 CEC L-A-17-78 内燃机凸轮和气缸磨损性能评定(OM616 Kombi试验)
- g. SL-9 CEC L-25-A-78 Peugeot 204发动机试验
- h. SL-10 CEC L-26-T-79 关于发动机凸轮和气门机构凹陷和磨损的评定(Volvo B20A)
- i. SL-13 CEC L-29-T-81 评定润滑油对活塞环积炭形成影响的Fortkent试验程序
- j. SL-14 CEC L-30-T-81 凸轮和气门机构凹陷试验程序
CEC L-31-T-81 凸轮和气门机构擦伤试验程序
- k. SL-15 CEC L-32-82 用布鲁克费尔德粘度计予测内燃机油边界泵送温度

(四) CEC的工作和贡献

从1963年至今二十多年中, CEC内燃机油技术委员会进行了卓有成效的工作, 建立了不少内燃机油评定方法, 促进了欧洲汽油机油和柴油机油的标准化。

已建立的内燃机油标准评定方法有^(8,4):

CEC L-01-A-69 皮特 AV-1 单缸评定柴油机油的高温
清净性

CEC L-02-A-78 皮特 W-1 单缸评定内燃机油氧化和
轴承腐蚀

CEC L-03-A-70 福特-科蒂纳高温环粘结试验

CEC L-04-A-70 菲亚特 600D 低温沉积试验

CEC L-05-E-70 MWM 单缸高温清净性试验

CEC L-06-T-70 二冲程发动机沉积物试验

CEC L-08-T-71 二冲程风冷发动机沉积物试验

CEC L-09-T-71 菲亚特 124AC 表面点火试验

CEC L-10-T-72 操舵机油评定方法

CEC L-12-A-76 MWM-B 高温清净性试验

CEC L-14-A-78 柴油喷嘴剪切试验

CEC L-24-A-78 彼特 AVB 高温清净性试验

CEC L-25-A-78 Peugeot 204 剪切试验

CEC L-17-A-78 奔驰 OM 616 磨损试验

正在研究建立和标准化的有高温高剪切粘度试验、气缸
套磨光试验及 Noack 蒸发损失试验等评定方法⁽¹⁾。

由于 CEC 内燃机油技术委员会建立和逐步健全内燃机油
标准评定方法,才使得欧洲共同市场汽车制造厂联合会能够
制订符合时代要求的汽油机油和柴油机油规格(表1-2,
1-3)⁽⁴⁾。

表 1-2 CCMC 汽油机油规格(1983.5.25)

发 动 机 试 验	性 能 指 标	G ₁ API SE	G ₂ API SF	G ₃ 低粘度SF
程序 II D 程序 III D (64h)	平均锈蚀评分 40℃粘度增长, % 活塞裙部漆膜评分 油环台阶漆膜评分 平均油泥评分 环粘结、凸轮拉伤、挺杆拉伤 凸轮磨损, μm 平均发动机油泥评分 平均发动机漆膜评分 活塞裙部漆膜评分 凸轮磨损, μm 滤网堵塞, % 油环堵塞, % 压碗环粘结 轴承失重, mg 轴承失重, mg 冷粘环 活塞裙部漆膜评分 冷粘环	8.5 375 (40h) 9.1 40 92 无 102 (254) 92 63 64 — 10 10 无 25 40 无 70 无	8.5 375(64h) 9.1 48 92 无 102(203) 94 66 87 25(64) 10 10 无 25 40 无 70 无	8.5 375(64h) 9.2 48 92 无 102(203) 94 66 67 25(64) 10 10 无 25 40 无 70 无

续表

发 动 机 试 验	性 能 指 标	G ₁ API SE	G ₂ API SF	G ₃ 低粘度SF
Fiat 132	活塞裙部磨损评分	87	87	87
DB OM616	到表面点火的小时数	80	80	80
Bosch 喷嘴	凸轮磨损, μm	30(80)	30(80)	30(80)
剪切稳定性	气缸磨损, μm	—	—	18(24)
		9(10W30)	9(10W30)	9.3(5W30, 10W30)
	通过30次, 100°C, mm^2/s	12(xW40)	12(xW40)	12(5W40, 10W40)
高温高剪切粘度	150°C, 10^6S^{-1} , mPaS	14(xW50)	14(xW50)	
		3.5	3.5	3.5
Noack	1h, 250°C, 蒸发损失, %	20(10Wx)	20(10Wx)	15(全部)
		15(15Wx 20Wx)	15(15Wx 20Wx)	

表 1-3 CCMC柴油机油规格(1983.12)

发动机试验	性能指标		D ₁ MIL-L-46152 A	D ₂ MIL-L-2104 C
程序 II D	平均锈蚀评分	最小	8.5	8.1
程序 III D (64h)	40℃粘度增长, %	最大	375 (40h)	—
	活塞裙部漆膜评分	最小	9.1	—
	油环台阶漆膜评分	最小	40	—
	平均油泥评分	最小	9.2	—
	环粘结, 凸轮拉伤, 挺杆拉伤		无	—
	凸轮十挺杆磨损, μm 平均 (最大)		102 (254)	102 (254)
程序 V D	平均发动机油泥评分	最小	9.2	6.1
	平均发动机漆膜评分	最小	6.0	5.9
	活塞裙部漆膜评分	最小	6.4	6.0
皮特 W-1	轴承失重, mg	最大	25	25
或 L-38	轴承失重, mg	最大	40	40
卡特皮拉 1H ₁ /1G ₁	顶环槽被积炭充满, % (体) 最大		1H ₁ 45	1G ₁ 80
	加权评分	最大	140	300
或 MWM-B	环粘结		无	无
	漆膜和炭评分	最小	55	65
DB OM616	凸轮磨损, μm 平均 (最大)		30 (60)	30 (60)
	气缸磨损, μm 平均 (最大)		10 (24)	10 (24)
Bosch 喷嘴剪切	通过 30 次, 100℃, mm^2/S 最小			
稳定性	xW30		9	9
	xW40		12	12
Noack	1h, 250℃, 蒸发损失, % 最大			
	10Wx		20	20
	其它等级		15	15

小 结

内燃机油技术委员会所取得的成果证明, 欧洲联合委员会 (CEC) 在发动机制造厂和润滑油公司之间合作的基础上采取的一致行动是卓有成效的。

但是CEC已经标准化和正在标准化的试验方法投入实际使用的重任，将落在负责颁布内燃机油规格的欧洲共同市场汽车制造厂联合会的肩上。

参 考 文 献

- [1] PARAMINS Post, November, 1983.
- [2] Symposium
Performance Testing of Lubricants for Automotive
Engines and Transmissions, Page 7~23(1973).
- [3] Quality Control Evaluation & Specifications of Lubricants for
Automotive Uses, 2ND Symposium on ARAB and International
Lubricating Oils Industry.
- [4] SAE Paper 831750; SAE paper 831751.

二、 润滑油试验程序的标准化工作

发动机和相关设备在效率和可靠性方面的重要进展是不断改善设计和提高材料质量的结果。

在这些材料中，润滑油占有十分重要的地位。炼油工业生产的润滑油已经适应了宽范围的操作温度、高负荷、严格的污染限制和长期使用的要求。在这些方面，添加剂制造厂也做出了优异的贡献。

开发和应用一种新的添加剂，需要经过复杂的程序鉴定、大量的投资和较长的时间。因此对润滑油的要求应尽可能地准确。为了达到这一点，润滑油公司、发动机制造厂、添加剂公司及用户之间的合作是至关重要的。在欧洲能够推进这种合作的是CEC 及其所属团体。虽然这些合作已取得了良好的进展，但仍有需要改进的地方。

（一） 添加剂公司对润滑油 发动机试验的贡献

添加剂公司在开发新产品过程中要广泛应用发动机试验，从技术服务角度出发，提供给润滑油调合厂。另外，为了满足机器制造厂及其用户的要求，他们还积极参加开发发动机试验方法的合作项目。

在试验室中安装发动机台架和辅助仪器，操作和维修都是十分费钱的。为了寻找简单、便宜的润滑油试验方法，许多人做了大量的试验仍未获得满意的结果。所以在未未的一