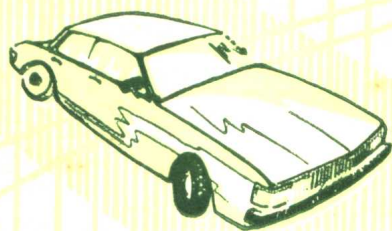


汽油机的燃料经济性



天津市第一机械工业局科技情报研究所

天 津 内 燃 机 研 究 所

前 言

能源的开发与利用以及各种机械设备降低能耗，近年来已成为举世瞩目的重大课题。能源问题紧密地关系到一个国家的国计民生，因而各国政府和大批的优秀科技人员致力于这方面的工作。

汽油发动机是中小型货车和各种客车的主要动力装置，其拥有数量极为可观，尤以工业发达国家更为突出。因此，汽油机的单位燃料消耗即使能有少量改善，必然产生出十分明显的经济效益。

壳牌石油研究所与索恩顿研究中心在汽油机的燃料经济性方面进行了大量的探索和试验研究，并整理汇编成“汽油机的燃料经济性”一书。从经济性的原理、汽油及其添加剂的物理性能对于经济性的影响、发动机的压缩比和混合气形成以及排放控制对于经济性的影响、汽车的维护保养和润滑剂对于经济性的影响、燃料经济性的测量方法等方面，均作了较为精辟的论述。我们感到此书对从事石油炼制、汽车和汽油机设计、制造的科技人员和教学人员具有较好的参考价值，因而组织几位同志将其译出。各章译者如下：

原序、第一、六章	张世琦
第二、三、四章	杨树滋
第五章	夏亿仁
第七、八章	朱立勇
第九章	王秦颂
第十、十一章	谷 明

第十二章及附录

徐 诚

原书每章附末有参考文献目录，译本中从略。

全部译文由杨树滋、王义昌、徐天毅作了校阅。由于时间仓促，加之译者与校者水平所限，错误在所难免，尚祈读者不吝指正。

本书承“天津机械”杂志编辑部和“小型内燃机”杂志编辑部的同志们大力支持，特致谢忱。

译 者

1982年 8 月

目 录

原序	(1)
1. 概 论	(5)
2. 汽油机燃料经济性的原理	(24)
2·1 引言	(24)
2·2 定义	(24)
2·3 燃料热值	(25)
2·4 发动机效率	(27)
2·5 车辆效率	(53)
2·6 提高燃料经济性的潜力何在	(60)
3. 车用汽油和压缩比对于辛烷值要求及燃料经济性的影响	(63)
3·1 引言	(63)
3·2 车用汽油及其对发动机性能的影响	(63)
3·3 辛烷值、压缩比和经济性	(77)
3·4 把车辆和炼油厂视为统一的经济体	(85)
3·5 小结	(91)
4. 汽油的物理性能对于燃料经济性的影响	(92)
4·1 引言	(92)
4·2 比重和净容积热值	(93)
4·3 燃料蒸发性	(96)
4·4 燃料粘度	(99)
4·5 讨论	(100)
5. 汽油添加剂对于燃料经济性的影响	(102)

5.1	引言	(102)
5.2	抗爆剂	(104)
5.3	抗氧化剂	(105)
5.4	防冻剂	(106)
5.5	点火控制添加剂	(107)
5.6	汽化器和进气系统清洁度添加剂	(110)
5.7	其它添加剂	(115)
6.	混合气形成对于燃料经济性的影响	(116)
6.1	引言	(116)
6.2	现代汽化器式发动机的混合气质量	(117)
6.3	各缸混合气分配不匀	(120)
6.4	冷起动和阻风门的应用	(127)
6.5	在路面上行驶时, 发动机功率及其对燃料经济性的影响	(128)
6.6	部分负荷时的混合气质量和燃料消耗	(133)
6.7	节气门全开时的混合气质量和燃料消耗	(135)
6.8	发动机以稀混合气运转	(139)
6.9	改进混合气的方法	(141)
6.10	燃油喷射系统	(147)
6.11	结论	(148)
7.	汽车保养对于燃料经济性的影响	(150)
7.1	引言	(150)
7.2	索恩顿研究中心的试验	(151)
7.3	其它类似的试验工作	(159)
7.4	结论	(165)
8.	排放控制对于燃料经济性的影响	(167)
8.1	引言	(167)

8.2	汽车燃料经济性历史调查·····	(171)
8.3	单独的废气排放控制措施对于燃料经济性的影响·····	(181)
8.4	讨论·····	(197)
8.5	结论·····	(199)
9.	燃料经济性的测量·····	(201)
9.1	引言·····	(201)
9.2	无控制道路试验中燃油耗的测量·····	(203)
9.3	控制的道路试验中燃油耗的测量·····	(205)
9.4	汽车道路行驶循环试验中燃油耗的测量·····	(209)
9.5	汽车在底盘测功机上运转试验循环中燃油耗的测量·····	(218)
9.6	在发动机台架试验中燃料经济性的测量·····	(244)
9.7	结论·····	(245)
10.	曲轴箱润滑剂对于燃料经济性的影响·····	(248)
10.1	引言·····	(248)
10.2	文献概述·····	(251)
10.3	讨论·····	(256)
10.4	结论·····	(257)
11.	变速箱润滑剂对于燃料经济性的影响·····	(258)
11.1	引言·····	(258)
11.2	与后轴润滑有关的燃料经济性(汽车道路试验)·····	(258)
11.3	与润滑剂粘度和性能添加剂选择有关的后轴效率(台架试验)·····	(266)
11.4	与自动变速器润滑有关的燃料经济性(汽车道路试验)·····	(274)

11•5	汽车制造厂在与后轴润滑剂有关的燃料经济性方面进行的工作.....	(280)
11•6	结论.....	(281)
12.	每加仑燃料行驶里程的马拉松竞赛	(282)
12•1	引言.....	(282)
12•2	沿革.....	(282)
12•3	若干理论.....	(284)
12•4	减少所需功率.....	(285)
12•5	供给的功率.....	(290)
12•6	理论与实践.....	(298)
12•7	“特种”竞赛汽车成功的事例.....	(298)
附录 A	术语汇编.....	(304)
附录 B	通常用在有关测量燃料经济性方面的一些统计学术语.....	(307)
附录 C	对改善燃料经济性的机械方面的措施之指南	(309)
附录 D	对改善燃料经济性的燃料添加剂的发明方面的指南.....	(310)
附录 E	与通常的汽油机相比,为何柴油机及燃烧稀混合气的汽油机会改善燃料经济性.....	(312)
附录 F	缩写与符号、单位与换算.....	(318)

原 序

汽油机的节油问题突然变得重要起来了。这个问题的重要性是从1973年10月中东战争和战后石油输出国组织（OPEC）大幅度提高原油价格时开始的。虽然提价的日期会明确地列入史册，但其根本的原因却蕴藏已久，从图0·1中（1972年发表的！）的原油储备对生产量的比值就可明确看清这个问题了。从1949年以来该比值直线下降，这足以说明长期面临着石油短缺的趋势。十月中东战争及其对石油价格的影响只不过是实际背景的揭晓。不论是原油短缺，用户付出更高的代价，或是对某一国家的支付加重其根本原因就是根据这个曲线图所表示的事实所产生的对原油的供不应求的预料。（自从1973年生产曾保持稳定，但到1975年储藏量对生产量比值下降至30.5）

因此很有必要对石油资源的利用效率进行一次深入的调查。在西欧、约有四分之一的原油是用于运输方面，而其中60%是用于私用小汽车。运输用油所占比重趋向于增加，而不像在工业和家用方面由于使用其他燃料（如煤、煤气等）代替石油而趋向于下降，因此汽油机燃料的节约问题就越来越重要了。

然而，人们必定会想到，燃料的节约仅仅是评价发动机的性能指标之一。如果回顾一下汽车发动机的发展过程，就可以看到，从1885年以来约30年的初步阶段内，到1915年，第一次世界大战开始时，当第一辆火花塞点火发动机的汽车行驶在大街上时，那时主要是研究如何使汽车性能可靠，能在各种不同的行

驶条件下行驶。人们可以说“驾驶性”是那个阶段的实出目标。后来，由于战争的影响，单位重量马力变成越来越重要了。接着，在1915年至1965年这50年当中，提高单位重量马力成为发动机改进工作中的主要课题，在这个阶段汪克尔发动机曾一度成为优胜者。但后来产生一个新的要求，而该要求在六十年代变得十分重要，那就是有害物排放量要低。这就使得近十年来对汽车评价的主要课题变为减少污染。就这样一直到了1973年的十月战争时又大力强调燃料经济性这个新的课题。在新的要求得到公认的同时，原先固有的要求也不能废除，因此，驾驶性能好、马力重量比高，有害物排放量低和燃料经济性好这四项要求就成为当前的综合要求。所以，今后的发动机的性能必须达到这四项要求。

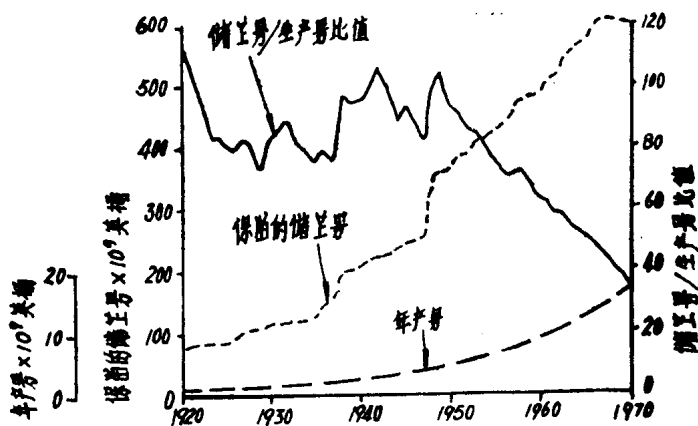


图 0.1 世界原油产量，保留的储藏量和储藏量产量比值〔H·R·华尔曼(H·R·Warman)“石油的未来”地理杂志1972年9月〕

本书的编写出自以下几种原因。首先，虽然有许多优秀论文涉及汽油机的燃料经济性问题，但往往都处在各种标题下的从属位置，其内容必须经过片断地摘录，而在本书中我们则以更为紧凑的形式集中地编纂了有关燃料经济性的资料。第二、我们打算更为明确地讨论一下关于对燃料经济性的要求与对其他特点的要求相互影响的问题，因此，有矛盾存在能够使人们更清楚地理解需要统一这些矛盾。第三、我们对燃料经济性仔的测量技术需要从它们现在需承担的已增大的任务来进行一次细的检查，所以关于这个题目进行了广泛的评论。

全书始终贯穿互相矛盾着的要求的协调问题。只有最后一章一“里程燃料消耗的长距离竞赛，”是从另一方面着重阐述了关于燃料经济性的成就，该章介绍的是对一场竞赛的评价，该竞赛主要是一个运动和社会现象，但我们认为它能引起广大读者对技术方面的浓厚兴趣。

本书材料来源于壳牌石油公司集团的一份内部报告，从得到这份报告，它就鼓舞着我们将它进一步完善，以便使更多的读者得到受益。本书是从燃料和润滑油供应者的立场出发而编写的，而主要着重于燃料，即便如此，对发动机还是有较多的论述。我们所提供的资料，不是产品目录而是一份评论，每个作者还提出自己的看法，对于不同文件没有打算进行统一，对一两处的素材稍有重复也没有修改，因为从某方面来说是一部个人的论文集。

对本书中的单位制应加以注意，我们曾打算全部采用国际单位制，但据了解在这方面的许多工作人员只熟悉他们本国的传统单位制。凡是原文使用非国际单位制的，都保留原文标注的单位制，但在某些必要的地方也标出了国际制换算值，而有些图表只供内部对比使用，就没有换算值。如果需要更多的国

际单位换算值，可在附录 F 2 · 中查到一系列有用的数值。

我们感谢一些同志们，尤其是 A、伯克斯先生和 A、克里斯先生在本书筹备工作中的大力支持和鼓励以及壳牌石油研究有限公司允许本书的出版，并对 D·S·朗伯特姆先生为本书提供了索引致以谢意，并对下列单位和人员致以我们的谢忱。

（名单从略一译者）D·R·勃赖克摩尔 A·汤姆斯

1. 概 论

D·R·勃赖克摩尔

关于汽车的燃料消耗问题，显然，每个人都是专家。由于1973年秋季石油危机的影响，公众对这个话题的注意力更加高度集中，而且当前技术界在研究这个课题的领域中，已达到一个新的先进水平。但关于如何控制燃料消耗的各种有关因素的资料，一般说来，是非常缺少的，这种情况在欧洲比在美国尤甚。例如，汽车司机驾驶汽车来测定燃料经济性，很难具有重复性，因为驾驶者行车时的气候条件和道路条件均不相同，而且当前可采用试验研究技术也相当差。这项研究的早期阶段，对汽车性能没有作出较大的影响，但在其他方面却提高了燃料经济性，在有效的办法出现之前，我们还要做大量的工作。

本书编写目的在于填补情报资料的空缺，它是从石油公司产品研究工作的观点出发而审慎地写成的。以下各章的内容主要是石油产品（主要是汽油，但也有少量篇幅是润滑剂）特性时燃料经济性的影响，还包括一些有关的题目（即、混合气质量，汽车维修以及排放控制装置的影响）。石油产品特性的差别对燃料经济性直接在数值上影响是不很大的，尤其是与发动机和汽车设计，用户选择（发动机马力，尺寸和车的重量）和驾驶规范（速度限制交通管理，道路设计，加速率等）等的变化所产生的影响相比较，更是这样。但燃料和润滑剂的影响是很显著的，是值得研究的，选择可从全面考虑。还有在进一步设计（即在排

放控制及安全特点方面)考虑到一些间接影响可能是很重要的,而且从石油产品研究中获得显著的效益也是非常可能的。所以以下各章,我们想要在某种程度上去揭示一些未知、半知或可能获悉的知识领域。

需要这方面资料的人主要是以下四种,而每种人所需的资料并没有多大差别:

(1)用户 拥有汽车的人需要知道怎样提高汽车使用过程中的燃料经济性,包括汽油和润滑剂的选择以及怎样确定有效的维修方法两个方面。汽车的买主需要知道可以买到的汽车其燃料经济性如何,以及这种经济性随着驾驶条件的变化而变化的详细情况。

(2)发动机制造者 发动机设计者需要汽油和润滑剂要求有哪些选择,以及将来对这些选择产生怎样的限制(或发展趋势);这是由于汽油的经济性除发动机特性外还受到许多其他因素的影响,如传动系统、轮胎、车身阻力(式样)、附件、重量等的选择,都需要考虑到对汽油消耗以及用户使用汽车的总用费的影响。

(3)石油公司 研究、制造和销售等部门必需详细知道改变汽油和润滑剂的设计所产生的影响,因而使这种改变的结果可以被较好的理解,而且,如果需要的话,可以用足够的准备时间进行计划。

(4)政府有关当局和代理机构 一定要满足国内外的要求,而且重要的是关于汽油经济性的决定要按照能得到的最佳情报资料进行。每个国家不仅需要注意本国的经济问题(支付平衡和能源消耗等),而且还要注意各个国家都有对用户、发动机制造业和石油工业提出的管理法。所以这是一项艰巨的工作,特别是在大多数国家里它涉及到许多不同的政府机构。

我们第一次提供了一个英国当前的石油以及最近几年有关汽车方面情况的简明分析做为本题目的背景。1973年发生的事件对汽油用量是令人感兴趣的，这种后果现在刚刚开始出现。我们之所以选择英国为例是因为我们有现成的资料可做参考（见表1·1—1·3），而且它又是一个典型的欧洲国家（与美国不同）。还必须指出在欧洲以及其他发达国家（即、日本、澳大利亚、南非等）中确实存在着明显的差别，但对这些国家来说，相似的数据可以很容易合理地放在一起。

今后十年或二十年的情况，会比过去十年的情况更为引人注目。这里我们不打算在这个比较困难的部份详加记述，只是说一说以下一个情况就够了，即：最近曾根据按人口计算占有车辆的数字的推测，对英国的车辆与交通问题写出一个展望，尽管已指出国民经济增长率很低以及石油价格增长很多，展望仍然预测在1973至2000年间交通量仍将增长70~80%。这一数字说明，一个工业发达的国家在车辆拥有量和使用方面的优先权仍然是非常高的。

图1·1所示是众所周知的汽油消耗随时间增长的曲线。1973年和1974年的数字表示出高峰和下降，汽油消耗量的增长连续十年以上，而下降持续到1975年，但仅仅比1974年约低3%，而对其他石油燃料的需要量大为降低。图1·2所示是汽油零售价格，它反映出近几年，尤其是1974年的惊人的增长情况，值得指出的是联合王国（和VAT桶）的税收最近增长到每加仑 $37\frac{1}{2}$ 英磅，（即零售价75英磅的50%），而且虽然最近还不如1971年的70%那样多，但它是个稳步增长量。图1·3所示是平均工资在这同一时期内的变化情况。将图1·2和图1·3综合起来，就得出图1·4的工人为购买一加仑汽油所折合的劳动时间。在稳步下降许多年之后，自1973年以来开始猛增，而且必然会对

表1.1

汽油的提供和最后使用

年	联合国提供的汽油总量 10 ⁶ 吨 (参考1.2)	在不列颠提供的汽油总量 10 ⁶ 吨 (参考1)	联合王国为小汽车和摩托车的汽油总量 10 ⁶ 吨 (参考1.2)	在不列颠为小汽车和摩托车的汽油总量 10 ⁶ 吨 (参考1.2)	在不列颠为摩托车汽油用途 10 ⁶ 吨	在不列颠为小汽车提供的汽油总量 10 ⁶ 吨
1975				(12.36) ^d	(0.13)	(12.5)
74	16.223	15.817	13.400	13.065	0.129	12.936
73	16.659	16.237	13.755	13.407	0.129	13.278
72	15.648	15.248	12.820	12.492	0.122	12.370
71	14.727	14.339	11.940	11.625	0.131	11.494
1970	14.010	13.639	11.250	10.952	0.134	10.818
69	13.231	12.891	10.460	10.191	0.144	10.047
68	12.808	12.475	10.070	9.808	0.162	9.646
67	12.084	11.770	9.360	9.117	0.180	8.937
66	11.322	11.030	8.620	8.398	0.206	8.192
65	10.739	10.467	7.951	7.750	0.230	7.520
64	10.012	9.755	7.190	7.005	0.260	6.745

续表

年	联合国提供的汽油总量 10 ⁶ 吨 (参考1·2)	在大不列颠提供的汽油总量10 ⁶ 吨 (参考1)	联合国为小汽车和摩托车提供的汽油总量10 ⁶ 吨 (参考1·2)	在大不列颠为小汽车和摩托车提供的汽油总量10 ⁶ 吨 (参考1·2)	在大不列颠为小汽车和摩托车提供的汽油总量10 ⁶ 吨 (参考1·2)	在大不列颠为小汽车和摩托车提供的汽油总量10 ⁶ 吨 (参考1·2)
51	5.454		(2.51) ^f	(2.45)	2.192	2.26
1950	5.195		(2.39) ^f	(2.33)	0.150	2.18
49	4.671		(2.15) ^f	(2.09)	0.106	1.98
48	4.264		(1.96) ^f	(1.91)		
47	—					
46	—					
1938	4.83		(2.22) ^f	(2.17)	0.108	2.06

括号内数值是我们自己估的数字

a. UK = 大不列颠 + 北爱尔兰

b. 按参考文献3.4中所给定的摩托车数量及其全年驾驶行程计算的，假定平均燃油经济性为60英里/加仑。

c. 根据本表第五第六两排数字计算的

d. 假定1975年上半年与1974年对比降低的3.3%用于全年

e. 假定1964年在在大不列颠的总供应量对联合国总供应量的比值用于所有过去的年份

f. 假定为小汽车和摩托车供给的汽油量总供给量（即1953年的数值）的0.46
1吨 = 1016公斤 ≈ 1364升汽油。

续表

年	联合国 提供的汽油 总量 10 ⁶ 吨 (参考1·2)	在不列颠 提供的汽油 总量10 ⁶ 吨 (参考1)	联合国为 小汽车和摩 托车提供的 汽油总量 10 ⁶ 吨 (参考1·2)	在不列颠 为小汽车和 摩托车提供 的汽油总量 10 ⁶ 吨 (参考1·2)	在不列颠 摩托车 汽油用 途10 ⁶ 吨	在不列颠 为小 汽车提 供的汽油 10 ⁶ 吨
63	9.043		6.494	(6.327) ^c	0.263	6.064
62	8.565		5.763	(5.615)	0.299	5.316
61	8.143		5.300	(5.164)	0.335	4.829
1960	7.265		4.123	(4.602)	0.347	4.255
59	7.124		4.212	(4.104)	0.337	3.767
58	6.623		3.636	(3.543)	0.288	3.255
57	5.745		3.940	(2.962)	0.287	2.675
56	6.323		3.140	(3.060)	0.255	2.805
55	6.240		3.000	(2.923)	0.259	2.644
54	5.922		2.700	(2.631)	0.237	2.394
53	5.740		2.632	(2.564)	0.231	2.333
52	5.441		(2.50) ^d	(2.44)	0.207	2.23