

汽油机的燃料经济性

燃料、润滑油和其他因素的影响

[英] D.R. 布莱克莫尔
A. 托 马 斯 编

朱英杰 李英烈 译
郭少平 张书元 校



机械工业出版社

目 录

译者序

前言

第1章	绪论	1
第2章	确定汽油机燃料经济性的一些基本原理	16
2.1	绪言	16
2.2	定义	16
2.3	燃料热值	17
2.4	发动机效率	19
2.5	汽车的效率	43
2.6	提高燃料经济性的潜力	51
第3章	车用汽油和压缩比对辛烷值和燃料经济性的影响	55
3.1	绪言	55
3.2	车用汽油及其对发动机性能的影响	55
3.3	辛烷值、压缩比和燃料经济性	67
3.4	汽车和炼油厂作为一个经济单位	74
3.5	小结	81
第4章	汽油的物理性质对燃料经济性的影响	83
4.1	绪言	83
4.2	比重和净容积热值	84
4.3	燃料的挥发性	87
4.4	燃料粘度	91
4.5	讨论	92
第5章	汽油添加剂对燃料经济性的影响	94
5.1	绪言	94

5.2	抗爆震添加剂	96
5.3	抗氧化剂	97
5.4	防冻添加剂	97
5.5	控制点火的添加剂	99
5.6	化油器和进气系统的洗涤添加剂	101
5.7	其它添加剂	106
第6章	混合气的制备对燃料经济性的影响	108
6.1	绪言	108
6.2	现有的化油器式发动机的混合气质量	109
6.3	各气缸间混合气分布不均匀	113
6.4	冷起动和阻风门的应用	120
6.5	道路运行时发动机功率及其对燃料经济性的影响	121
6.6	部分负荷时混合气的质量和燃料经济性	126
6.7	节气门全开时混合气的质量和燃料经济性	128
6.8	发动机燃烧稀薄混合气	131
6.9	改善混合气制备的实际系统	133
6.10	燃料喷射系统	139
6.11	结论	140
第7章	汽车保养对燃料经济性的影响	144
7.1	绪言	144
7.2	桑顿研究中心的试验	145
7.3	其他类似的试验工作	152
7.4	结论	157
第8章	排气净化对燃料经济性的影响	160
8.1	绪言	160
8.2	汽车燃料经济性历史的综述	162
8.3	各种排气净化方法对燃料经济性的影响	171
8.4	讨论	182
8.5	结论	183

第9章	燃料经济性的测量	186
9.1	绪言	186
9.2	无控制道路试验的测量	187
9.3	控制道路试验的测量	190
9.4	汽车道路行驶循环试验的测量	193
9.5	转鼓试验台循环试验的测量	200
9.6	在发动机试验台上燃料经济性的测量	223
9.7	结论	224
第10章	曲轴箱润滑剂对燃料经济性的影响	227
10.1	绪言	227
10.2	文献综述	230
10.3	讨论	235
10.4	结论	236
第11章	传动系润滑剂对燃料经济性的影响	238
11.1	绪言	238
11.2	燃料经济性与传动轴润滑的关系(汽车试验场试验)	238
11.3	后桥传动效率与润滑油粘度和添加剂性能的关系 (试验台试验)	245
11.4	燃料经济性和自动变速器润滑的关系 (汽车试验场试验)	252
11.5	汽车制造厂进行的传动桥润滑油和燃料经济性的 研究	257
11.6	结论	258
第12章	英里里程马拉松	260
12.1	绪言	260
12.2	历史	262
12.3	一些理论问题	263
12.4	最小的功率要求	265
12.5	规定的功率	269

12.6	理论与实践	276
12.7	一辆获胜的汽车的记录	277
附录A	术语汇编	283
附录B	与燃料经济性测量有关的一些统计学术语	285
附录C	改善燃料经济性的机械装置指南	287
附录D	改善燃料经济性添加剂发明指南	288
附录E	为什么柴油机和稀薄混合气汽油机能比 传统的汽油机有较好的燃料经济性	289
附录F	缩写词、单位及其换算	295
F.1	缩写词	295
F.2	单位换算	299
F.3	燃料经济性和燃料消耗通常使用单位的换算	302

第 1 章 绪 论

D. R. 布莱克莫尔

关于汽车燃料消耗这个题目，每个人都是熟悉的。在 1973 年秋季石油危机的余波中，人们对这个问题的认识更深刻了，目前技术界更加优先从事这个问题的研究。虽然有关影响燃料经济性的资料通常十分缺乏，但欧洲比美国更为缺少这方面的资料。例如，汽车燃料经济性和行驶道路之间关系的测量是很难重复的，因为汽车行驶的道路和气候条件是多变的，以及通常使用的试验技术又相当差。对能改善汽车燃料经济性，而对其他方面性能影响又不大的方法的研究，目前正处于初期阶段，在解决成本和效率问题之前还有很多工作要做。

为了填补这方面资料的空白，作者编写了本书。作者是从石油公司产品研究活动的观点来编写本书的。下面用一些章节来讨论石油产品的性能（主要是汽油的性能，比较少的讨论润滑油的性能）对燃料经济性的影响，同时也讨论一些其他有关的问题（例如，混合气质量的影响以及汽车保养情况和污染控制装置的影响）。

石油产品性能的差别对燃料经济性的直接定性影响不是很大的，特别是将这种影响与更改发动机和汽车设计的影响以及顾客对汽车选择的影响（发动机排量、汽车的尺寸和重量）和驾驶方式的影响（车速限制、交通管制、道路设计、

8710388

加速性等)进行比较时,情况更是如此。但是燃料和润滑油是很重要的,它们是值得研究和进行选择。此外,石油产品性能的差别对燃料经济性的间接影响在研究设计阶段也是很重要的(例如,排气控制和安全特性等问题),有可能从石油产品新的研究中获得重大的好处。以下各章打算揭示这个问题,并指出哪些是未知的,哪些是部分知道的或有潜在的机会。

基本上有四类人,他们需要这方面的资料,每类人对资料的要求又略有不同。

1) 用户 汽车主需要知道,在使用中,在选择燃料和润滑油以及在决定进行有效的保养时,如何改善汽车燃料经济性。汽车的头主需要知道,现有汽车的燃料经济性,而且需要更详细地了解汽车燃料经济性怎样随着驾驶条件而改变。

2) 汽车制造厂 发动机设计师需要知道,人们要求什么样的选择以及在未来可能出现的燃料和润滑油是怎样限制这些选择的,因为燃料经济性除受发动机特性的影响,还受传动系统、轮胎、汽车阻力(外形设计)、附件、重量等因素影响,所有的选择都需根据它们对燃料消耗和运行的总成本的影响来进行。

3) 石油公司 研究部门、生产和消费部门需要更详细地了解燃料和润滑油改变的影响,以便了解这种改变的结果,并且在有足够试制周期的情况下安排计划。

4) 政府机构 必须满足国内和国际上的要求,用现有的最好的资料来决定与燃料经济性有关的问题是非常重要的。政府不仅要着眼于国内经济问题(收支平衡,能源消耗等),而且在每个国家都有保护用户、汽车工业和石油工业的

法令。所以,要满足国内和国际上的要求是个很困难的任务,因为这和大多数国家的不同政府机构有关。

作为这个问题的背景,本书作者第一次对英国现有的石油情况和前些年的石油危机进行了分析,因为这些情况同汽车有关。1973年石油危机及其余波对汽油的使用的影响是特别重要的。有关这种影响的资料现在刚刚开始出现。该书选择英国作为一个例子,因为英国的基本资料比较容易得到(见表1-1~1-3),也因为英国是一个典型的欧洲国家(和美国相反)。应该补充一点,即在欧洲国家内部以及与其他发达国家间(例如,日本、澳大利亚、南非等国家)也有很大的不同,但是有关这些国家的相似的资料能较容易地编在一起。今后10年或20年内所要发生的事情比过去10年内已发生的事件更重要。在此,我们不详细讨论这个困难的问题。我们只根据有关每人汽车所有权的推测,来做出有关汽车和交通的精确预测就足够了,尽管建议采用较低的国民经济增长速度,并显著地提高燃料价格,预测仍显示,在1973年和2000年间交通量将增加70~80%。这个数字再一次表明工业发达社会对汽车拥有权和使用的优先权。

大家都熟悉的汽油供应量随时间的增长曲线示于图1-1。曲线上在1973年和1974年出现最大值和十几年内的第一次下降。汽油供应量降低继续到1975年,但仅较1974年降低3%,同时,对其他石油燃料的需求也大幅度下降。图1-2给出汽油零售价格并表明了在过去十几年中汽油零售价格如何令人吃惊地上涨,特别是1974年。饶有趣味的是,英国的关税(包括增值税VAT)目前占每加仑汽油零售价格75便士中的37.5便士(即占油价的50%),虽然关税较1971年普

遍少70%，汽油零售价格还一直在增长。图1-3表示在同期内平均工资的变化，把图1-2和图1-3结合起来可得到图1-4，图中给出一男工人挣得够买一加仑汽油的工资所需要的平均工作时间。这个平均工作时间多年来一直在逐渐下降，但自1973年起急剧增加，这必将影响汽车拥有者购买汽油的习惯。这一影响将持续多久还有待于观察，但值得注意的是，现在买一加仑汽油所需的平均工作时间仍然与二十世纪60年代后期的情况相同，燃料费占运行成本的比例仍不多于50%。然而，目前这种对燃料费用的影响看来与燃料消耗量的关系很大，至少是心理上的，对改善消费者燃料费用的支出的刺激也在逐渐增长。当把能源供应可能不足的长远考虑计算在内的话，这种刺激就变得更大。

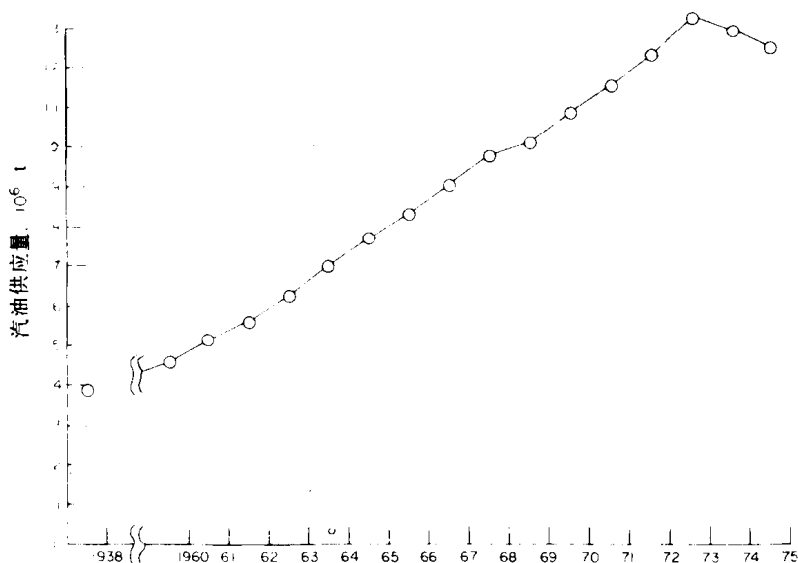


图1-1 大不列颠汽车和摩托车汽油供应量 (1t = 1016kg ≈ 1364l 汽油)

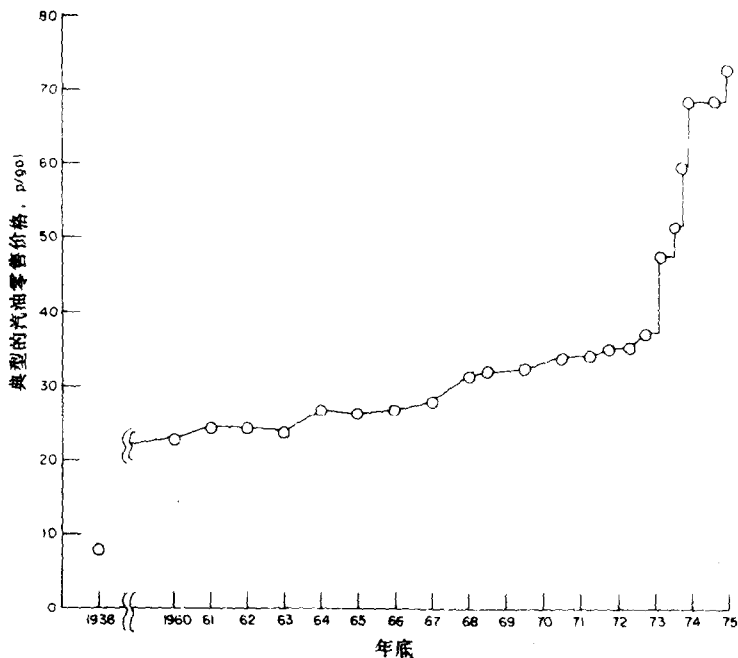


图1-2 大不列颠典型的汽油零售价格
(高级汽油, 在内地)

表1-1 汽油供应量

年份	英国 ^① 石油总 供应量 10 ⁶ t (文献 1,2)	大不列颠 石油总供 应量 10 ⁶ t (文献1)	英国汽车和 摩托车石油 供应量 10 ⁶ t (文献1,2)	大不列颠汽 车和摩托 车石油供应 量 10 ⁶ t (文献1,2)	大不列颠摩 托车石油供 应量 ²⁾ 10 ⁶ t	大不列颠 汽车石油 供应量 ³⁾ 10 ⁶ t
1975				(12.63) ^①	(0.13)	(12.5)
1974	16.223	15.817	13.400	13.065	0.129	12.936
1973	16.659	16.237	13.755	13.407	0.129	13.278
1972	15.648	15.248	12.820	12.492	0.122	12.370
1971	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

(续)

年份	英国① 石油总 供应量 10 ⁶ t (文献 1,2)	大不列颠 石油总供 应量 10 ⁶ t (文献1)	英国汽车和 摩托车石油 供应量 10 ⁶ t (文献1,2)	大不列颠汽 车和摩托车 石油供应量 10 ⁶ t (文献1,2)	大不列颠摩 托车石油供 应量② 10 ⁶ t	大不列颠 汽车石油 供应量③ 10 ⁶ t
1969	13.231	12.891	10.460	10.191	0.144	10.047
1968	12.808	12.475	10.070	9.808	0.162	9.646
1967	12.084	11.770	9.360	9.117	0.180	8.937
1966	11.322	11.030	8.620	8.398	0.206	8.192
1965	10.739	10.467	7.951	7.750	0.230	7.520
1964	10.012	9.755	7.190	7.005	0.260	6.745
1963	9.043		6.494	(6.327)⑤	0.263	6.064
1962	8.565		5.763	(5.615)	0.299	5.316
1961	8.143		5.300	(5.164)	0.335	4.829
1960	7.625		4.723	(4.602)	0.347	4.255
1959	7.124		4.212	(4.104)	0.337	3.767
1958	6.623		3.636	(3.543)	0.288	3.255
1957	5.745		3.040	(2.962)	0.287	2.675
1956	6.323		3.140	(3.060)	0.255	2.805
1955	6.240		3.000	(2.923)	0.259	2.664
1954	5.922		2.700	(2.631)	0.237	2.394
1953	5.740		2.632	(2.564)	0.231	2.333
1952	5.441		(2.50)⑥	(2.44)	0.207	2.23
1951	5.454		(2.51)⑥	(2.45)	0.192	2.26
1950	5.195		(2.39)④	(2.33)	0.150	2.18
1949	4.671		(2.15)⑥	(2.09)	0.106	1.98
1948	4.264		(1.96)⑥	(1.91)		
1947	—					
1946	—					
1938	4.83		(2.22)⑥	(2.17)	0.108	2.06

括号内数字是作者估计值。

① 英国 = 大不列颠 + 北爱尔兰。

② 根据文献3和4给出的摩托车的数量和每年行驶的距离计算而得到的, 假设平均燃料消耗为60mile/gal。

③ 根据本表第5和第6栏计算得到的。

④ 假设1975年头六个月石油供应量较1974年全年供应量降低3.3%。

⑤ 假设1964年大不列颠总石油供应量与前一年英国石油总供应量的比值。

⑥ 假设汽车和摩托车石油供应量是石油总供应量的0.46 (即1953年的值)。

1 t = 1016 kg ≈ 1364 l 汽油。

表1-2 汽油零售价格、税金和购买一加仑汽油所需劳动时间

年 份	优质汽油典型 的零售价格 (内部地区 2000伽滴) P/gal (文献5)	英国每加仑 汽油税金 P (便士) (文献5)	男体力劳动 者平均工资 P/h (文献6)	购买一加仑汽 油的劳动时间 min
1975 (10月)	68.5	22.5 + 13.7 VAT	135.6	30.3
1975 (4月)	68.5	22.5 + 13.7 VAT	122.9	33.4
1974 (10月)	51.5	22.5 + 3.8 VAT	107.8	28.7
1974 (4月)	47.5	22.5	94.0	30.3
1973 (10月)	37.2	22.5	89.7	24.8
1973 (4月)	35.2	22.5	84.1	25.1
1972 (10月)	35.2	22.5	79.6	26.5
1972 (4月)	34.3	22.5	73.8	27.8
1971 (10月)	34.0	22.5	69.2	29.5
1970 (10月)	32.4	22.5	61.4	31.7
1969 (10月)	31.9		53.4	35.8
1968 (10月)	31.5	20	49.6	38.1
1967 (10月)	28.0	18	46.3	36.3
1966 (10月)	27.0	18	44.1	36.7
1965 (10月)	26.5	16	41.7	38.1
1964 (10月)	27.0	14	38.0	42.6
1963 (10月)	24.0	14	35.2	40.9
1962 (10月)	24.5	13.5	33.7	43.6
1961 (10月)	24.5	12.5	32.4	45.4
1960 (10月)	23.0		30.3	45.5
1959 (10月)	23.0		27.9	49.5
1958 (10月)	23.5		26.9	52.4
1957 (10月)	23.5	12	26.1	54.0
1956 (10月)	30.0		24.5	73.5
1955 (10月)	23.0	12.5	22.8	60.5
1954 (10月)	22.5		21.1	64.0
1953 (10月)	24.5	12.5	19.8	74.2
1952 (10月)	23.0	12.5	18.7	73.8
1951 (10月)	22.0	9.5	17.4	69.0
1950 (10月)	15.5	7.5	15.8	58.9
1949 (10月)	11.0	3.8	15.3	43.1
1948 (10月)	10.5		14.8	42.7
1947 (10月)	9.5		13.8	41.5
1946 (10月)	9.0		12.7	42.6
1938 (10月)	8.0	3.8	7.23	66.4

表1-3 大不列颠汽车每年汽油

年 份	注册汽车 数 量 百 万 (文献 3)	注册摩托 车 数 量 百 万 (文献 3)	每辆汽车每年 用汽油数量		汽车和出租汽车 行驶总英里数 mile $\times 10^9$ (文献 4)
			t ①	gal ②	
1975	(13.65)	(1.0)	0.916	275	
1974	13.639	(1.0)	0.948	285	117.41
1973	13.497	1.006	0.984	295	120.88
1972	12.717	0.982	0.973	292	114.50
1971	12.062	1.021	0.953	286	108.07
1970	11.515	1.048	0.939	282	100.25
1969	11.227	1.127	0.895	268	93.82
1968	10.816	1.228	0.892	267	90.41
1967	10.303	1.350	0.867	260	85.17
1966	9.513	1.406	0.862	259	78.61
1965	8.917	1.612	0.844	253	71.96
1964	8.247	1.741	0.819	246	65.67
1963	7.375	1.755	0.822	247	56.82
1962	6.556	1.779	0.812	244	52.04
1961	5.979	1.790	0.808	242	47.79
1960	5.526	1.796	0.770	231	42.29
1959	4.966	1.679	0.759	228	38.64
1958	4.548	1.475	0.716	215	34.41
1957	4.186	1.431	0.639	192	28.11
1956	3.887	1.290	0.722	216	28.73
1955	3.525	1.221	0.756	227	26.29
1954	3.099	1.108	0.773	232	23.08
1953	2.761	1.009	0.845	253	20.73
1952	2.508	0.922	0.889	267	19.02
1951	2.380	0.823	0.950	285	18.22
1950	2.258	0.729	0.965	290	15.93
1949	2.131	0.635	0.929	279	12.60
1948	1.961	0.543			
1947	1.944	0.514			
1946	1.770	0.449			
1938	1.944	0.444	1.06	318	17.27

括号内数字是估计值或计算值

① 根据表1-1中第七栏数字及本表第二栏数字计算而得。

② 假设一t汽油等于300gal。

③ 少于8个座位的公共运输汽车。

④ 假设每辆出租汽车每年行驶25000 mile，并假设全部出租汽油的1/3

用量, 行驶距离和燃料经济性

注册出租汽 车数量 ③ 千 辆 (文献 3)	出租汽车行 驶 里 程 ④ mile $\times 10^3$	汽车行驶 总 里 程 mile $\times 10^3$	每辆汽车 年平均行驶 里 程 ⑤ mile	平均汽车燃料 经 济 性 mile/gal (l/100km)
(28.0)	(1.05)	116.36	8530	30.0 (9.41)
28.8	1.08	119.80	8880	30.1 (9.38)
28.0	1.05	113.45	8920	30.6 (9.23)
28.1	1.06	107.01	8870	31.0 (9.11)
25.2	0.95	99.30	8620	30.6 (9.23)
22.5	0.84	92.98	8280	30.8 (9.17)
19.7	0.74	89.67	8290	31.0 (9.11)
15.4	0.58	84.59	8210	31.6 (8.94)
15.3	0.57	78.04	8200	31.7 (8.91)
14.8	0.56	71.40	8000	31.6 (8.94)
14.6	0.55	65.12	7900	32.1 (8.78)
14.4	0.54	56.28	7630	30.9 (9.14)
	(0.5)	51.54	7860	32.2 (8.77)
	(0.5)	47.29	7910	32.7 (8.64)
	(0.5)	41.79	7560	32.7 (8.64)
	(0.5)	38.14	7680	33.7 (8.38)
	(0.5)	33.91	7460	34.7 (8.14)
	(0.5)	27.61	6600	34.4 (8.21)
	(0.5)	28.23	7260	33.6 (8.40)
	(0.5)	25.79	7320	32.2 (8.77)
	(0.5)	22.58	7290	31.4 (8.99)
	(0.5)	20.23	7330	28.9 (9.77)
	(0.5)	18.52	7380	27.6 (10.23)
	(0.5)	17.72	7450	26.1 (10.82)
	(0.5)	15.43	6830	23.6 (11.97)
	(0.5)	12.10	5680	20.4 (13.84)
	(0.5)	16.77	8630	27.1 (10.42)

是私人注册的。

⑤ 根据本表第二栏和第七栏计算而得。

⑥ 根据本表第五栏和第十栏计算而得。

1 t 汽油 $\approx$ 1364 l; 1 gal = 4.546 l; 1 mile = 1.609 km。

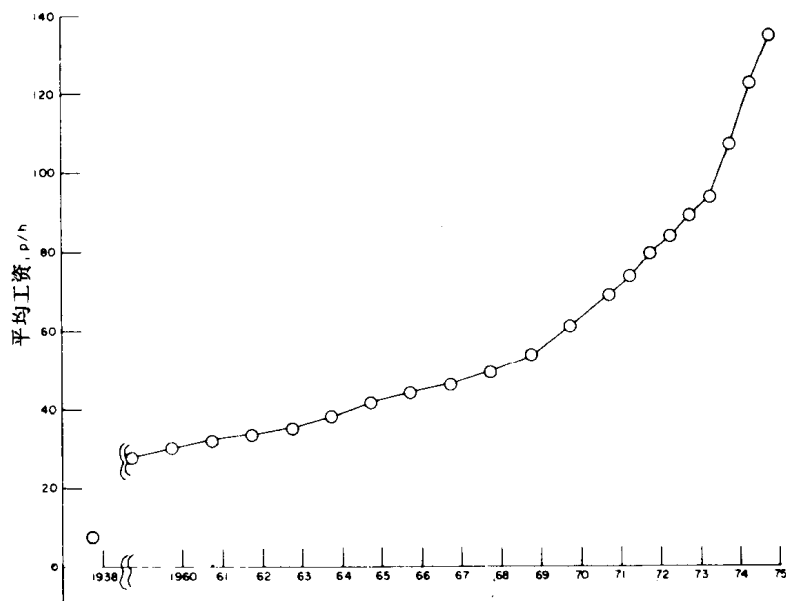


图1 3 大不列颠男体力劳动者的平均工资

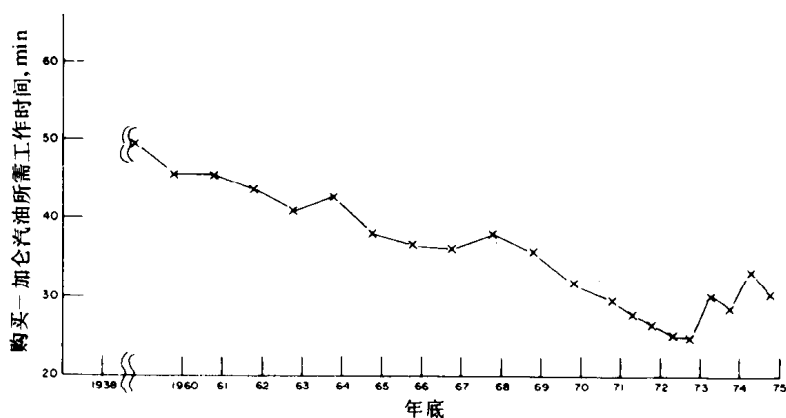


图1 4 在大不列颠购买一加仑汽油所需的工作时间

然而，仅考虑汽油供应量和成本是不完全的，还应考虑总的汽车行驶英里数。图 1-5 表示出在大不列颠使用汽车数量的增加（根据每年 9 月汽车执照的数字），图中曲线在 1975 年显著地变平，这种情况是预料之中的，因为新汽车登记在 1975 年有所减少。这条曲线计入了汽车生产上升的速度（取决于汽车工业的供应量和消费量）和报废率（在经济困难时，报废率是比较低的），所以可以预料到，曲线将不会下降，而和汽油需要量曲线（图 1-1）保持一致。然而，每辆汽车每年行驶的英里数在 1975 年可能会进一步下降，这种倾向在 1974 年已经开始（参阅图 1-6），这是多年来汽车每年平均行驶距离第一次重要的降低。自 1974 年以来，汽车每年平均行驶距离持续地增加，1973~1974 年的下降可能是由于限制汽油供应量和汽油涨价二者相结合的结果。

如果把图 1-6 中的资料同图 1-2 和图 1-5 中的资料综合加以考虑，那就可以估计在这几年中大不列颠汽车的平均燃料经济性。我们相信这是一件很有趣的事，图 1-7 所示曲线是目前还没有发表的，从图中可以看出汽车平均燃料经济性是在很高的水平（约 30 mile/gal 或 9.4 l/100 km），但是在过去十年略微有所降低。尽管燃料缺乏，油价上涨和宣传节省燃料的方法，但这种燃料经济性的降低在 1973 年和 1974 年仍在继续。汽车车型混合的趋势和平均行驶距离二者都使燃料经济性降低，而且它们的影响超过了最近使用其他方法（例如限制车速、不同驾驶习惯或对汽车进行更好的保养等）所获得的燃料经济性微小的改善（应该指出，虽然用于绘制图 1-7 的数据似乎足以确定燃料经济性的发展趋势，但其精度不足以查明微小的变化。因此，为了改进测量精度和测量范围，指出这点是必要的）。

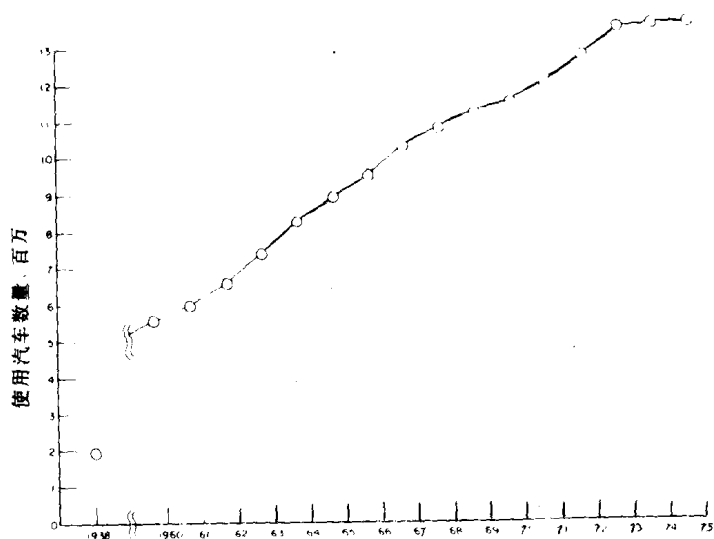


图 1 5 在大不列颠使用的私人汽车数量

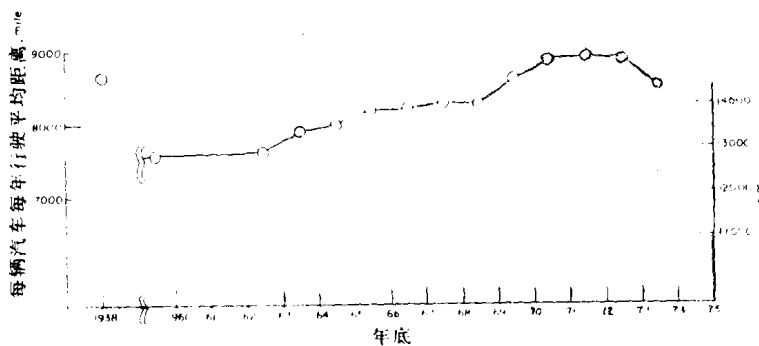


图 1 6 在大不列颠每部汽车每年行驶的平均距离