

目 录

第一章 概述	1
1.1 燃油品质对燃油经济性的影响	1
1.1.1 我国汽油现状	1
1.1.2 我国柴油现状	3
1.1.3 代用燃料的现状	3
1.1.4 我国油耗现状简介	3
1.2 道路交通对燃油经济性的影响	4
1.2.1 全国城市道路交通现状	6
1.2.2 典型城市道路交通现状	6
1.3 中国提高燃油经济性已有的努力及相关对策考虑	9
1.3.1 有关机动车的政策	9
1.3.2 有关城市道路的政策	10
第二章 国外提高燃油经济性的经验	12
2.1 美国提高燃油经济性的经验	12
2.1.1 CAFE 项目	12
2.1.2 PNGV 计划	13
2.1.3 PNGV 的远期目标	15
2.2 日本燃油经济性目标	16
2.3 欧洲委员会/ACEA 机动车碳排放自愿协议	17
2.4 三个地区燃油经济性测量/行驶循环的对比	18
2.5 未来燃油经济性的改善	20
2.6 利用税费制度鼓励高效清洁的汽车的推广	21
2.6.1 德国的税费鼓励	22
2.6.2 丹麦客车的汽车税和燃油税	22
第三章 中国机动车油耗现状	24
3.1 机动车分类系统	24
3.1.1 分类定义	24
3.1.2 类型划分及分类标准	24
3.2 1998 年汽、柴油生产量及车用消耗量	25
3.3 新车的燃油消耗量分析	25
3.3.1 1998 年国产汽车的总耗油量	25

3.3.2 1998 年农用车的总耗油量.....	30
3.3.3 1998 年摩托车的总油耗量.....	31
3.3.4 1998 年进口新车的总油耗量.....	33
3.3.5 新车燃油消耗量计算结果.....	34
3.4 在用车油耗	34
3.4.1 我国柴油汽车发展状况.....	34
3.4.2 调查结果及分析.....	34
3.4.3 1998 年汽车保有量.....	38
3.5 两种分析的结果对比.....	41
第四章 未来二十年中国燃油消耗量预测	42
4.1 模型方法学	42
4.1.1 机动车保有量预测.....	42
4.1.2 燃料经济性提高情景设计.....	49
4.1.3 机动车平均燃油经济性水平预测.....	50
4.1.4 不同燃料经济性情景下车用燃料消耗量及机动车 CO ₂ 排放量计算.....	51
4.1.5 不同节油目标下目标车型燃料经济性计算.....	52
4.2 结果与分析	54
4.2.1 各车型机动车保有量预测.....	54
4.2.2 不同燃油经济性情景下车用燃料消耗量及 CO ₂ 排放量	54
4.2.3 节油目标方案下的燃料经济性提高路线	57
第五章 提高燃料经济性的政策建议	58

第一章 概述

“九五”期间，我国国民经济持续、高速、健康的发展，带动了汽车工业的快速发展。汽车保有量的增加，不仅消耗大量石油资源，而且排出大量有害气体，污染环境。因此，提高燃油经济性和减少排放同样成为汽车及炼油工业发展中必须解决的重要问题。与国外同类车型相比，国产汽车的油耗一般高 20 ~ 30% (出处)，其原因除了国产汽车性能差、压缩比低、汽车使用率不同外，最重要的因素就是我国的燃油品质和道路条件。

1.1 燃油品质对燃油经济性的影响

1.1.1 我国汽油现状

汽油产量约占原油加工量的 21%，是炼油工业的主要产品之一。车用汽油的产量和质量水平可以反映出—个国家的炼油工业和汽车工业的技术水平。近几年来，我国车用汽油的产量和质量都有较大提高。

1.1.1.1 汽油的产量和消耗量

我国汽油产量列于表 1-1。目前，在中国汽油总量消费量中，汽车用汽油约占 89 ~ 90%，摩托车用汽油约占 8 ~ 9%，其余为农业和其他工业机具消费。

表 1-1 中国车用汽油产量 (万吨)

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
汽油产量	2153	2345	2633.4	3019.5	2694.7	2840.8	3053.2	3253	3196.8

1.1.1.2 我国汽油的质量状况

(一) 高标号车用汽油比例不断增加，低标号车用汽油比例迅速降低。

我国车用汽油在近期以来，特别进入九十年代以后，无论从数量上或质量上都有很大的发展，特别是辛烷值有了较大的提高。目前，我国市售车用汽油有 70 号、90 号、93 号、95 号和 97 号。从品种构成上分析可见，从 1990 年到 1997 年，70 号汽油占车用汽油的总量，从 62.6% 下降为 28.24%；90 号汽油占车用汽油的总量，从 35.1% 上升为 62.0%；优质汽油也是一样，虽然增长速度不是太快，但总趋势也是上升的 (见表 1-2)。根据《国务院办公厅关于限期停止生产销售使用车用含铅汽油的通知》(国

办发[1998]129号)要求,自2000年1月1日起,全国所有汽油生产企业一律停止生产车用含铅汽油,改为生产牌号为90号及90号以上的无铅汽油。自2000年7月1日起,全国所有汽车一律停止使用含铅汽油,改用无铅汽油。

表 1-2 我国车用汽油中各种牌号汽油比例 (%)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998(石化)
70号	62.6	55.5	54.1	57.09	52.39	50.64	40.72	28.24	14.5
90号	35.1	41.7	43.0	39.94	40.97	42.10	51.33	62.01	73.9
93号	2.2	2.3	2.2	2.68	5.22	5.76	6.57	6.76	9.3
95号以上	0.1	0.5	0.7	0.29	1.42	1.47	1.38	1.88	2.3

(二) 车用汽油无铅化速度加快

近几年,我国车用无铅汽油生产发展较快,车用汽油中无铅汽油比例逐年增加。1990年无铅汽油占汽油总量比例为51.82%,1994年增加为56.30%,平均年增长率为8.5%,高于车用汽油增长率,而且90号和93号无铅汽油增长速度更快些。1997年车用无铅汽油占汽油总量的比为65%,1998年已占80%。汽油中平均铅含量逐年下降。根据《国务院办公厅关于限期停止生产销售使用车用含铅汽油的通知》(国办发[1998]129号)要求,全国于2000年1月1日起停止生产含铅汽油,2000年7月1日起停止销售和使用含铅汽油,实现了汽油无铅化。

(三) 汽油调和组分产生了结构性变化

车用汽油调和组分的合理优化是车用汽油质量升级换代的关键。近几年我国车用汽油调和组分的构成见表1-3。1997年,直馏汽油组分占车用汽油总量的比例较1994年下降了9.4个百分点。生产高辛烷值汽油组分的催化裂化、催化重整、加氢裂化、烷基化、MTBE等装置生产能力都有较大幅度提高。

表 1-3 我国车用汽油调和组分构成 (%)

年份	1992	1993	1994	1995	1996	1997
直馏汽油	18.1	19.7	16	13	13	6.58
催化汽油	72.3	71.9	68.6	76.3	76.3	82.44
重整汽油	3.8	3	7.8	6.2	5.4	6.19
烷基化油	1.2	1	1.1	0.3	0.27	0.26
加氢石脑油	2.2	1.2	1.2	0.9	1.01	1.16
焦化石脑油	0.8	1.6	0.9	0.65	0.27	0.24
其他	1.6	1.6	1.4	2.65	3.79	3.13
平均含铅 (g/L)	0.037	0.035	0.031	0.031	0.028	0.019

1.1.2 我国柴油现状

我国现有轻柴油标准（GB252-94）将轻柴油按照凝点分为6个牌号：10号、0号、-10号、-20号、-35号和-50号，并按硫含量和氧化安定性划分为三个等级：优等品、一等品和合格品，它们允许最大硫含量分别为0.2%、0.5%和1.0%，十六烷值不小于45（由中间基、环烷基生产或混有催化馏分的各号轻柴油的十六烷值允许不小于40）。近几年，我国轻柴油产量列于表1-4。1998年我国生产柴油4550万吨，占原油加工量的30%。近几年，我国0号柴油占主导地位，如1997年0号轻柴油占总量的71.3%。

表 1-4 我国轻柴油产量（万吨）

年份	1993	1994	1995	1996	1997	1998
柴油产量	3385.97	3314.27	3684.30	4108.66	4593.99	4543.9

国产原油的硫含量较低，所以国产柴油的硫含量也相对较低，我国直馏馏分含硫量一般都在0.05%以下，个别用硫含量高的原油生产的柴油，硫含量也在0.2~0.3%左右。但二次加工柴油硫含量比较高，一般在0.2~0.5%左右，进口原油生产的柴油含硫量一般都在0.5%左右。我国柴油硫含量还是比较高的。我国柴油含硫量高，主要是因为二次加工柴油馏分占得多，而且没有经过氢精制，使整体硫含量上升。

1.1.3 代用燃料的现状

目前我国应用的代用燃料主要是液化石油气（LPG）和压缩天然气（CNG）。使用液化石油气后，燃料经济性和热效率提高，尾气排放大幅度下降。目前，代用燃料的使用刚刚开始在大城市大量推广，北京市计划1999-2002年内要改装车14万辆，完成全部改装计划后，每年需要车用LPG 37.9万吨。LPG生产、汽车改装和加气站建设要配套发展，目前主要问题是加气站建设速度跟不上，需要巨大的投资。

1.1.4 我国油耗现状简介

随着汽车工业技术的进步，汽车发动机功率（以平均升功率表示）不断提高。提高发动机升功率和降低油耗的重要途径之一是提高发动机的压缩比。压缩比提高后，燃料在发动机内燃烧时，产生爆震的倾向也增大，因此相应地需要使用辛烷值较高的汽油。一般来说，压缩比增加1个单位，相应需要提高汽油辛烷值6~8个单位（研究法辛烷值）。当压缩比由6增至8时，发动机功率提高约14%，油耗降低约12%。50年代美国汽油机平均压缩比为7~8，所用普通汽油的平均辛烷值（RON_平）为83~87，

优级汽油的 RON_平为 90~95 ;60~70 年代 ,平均压缩比为 8.2~9.4 ,所用普通汽油的 RON_平为 92~94 , 优级汽油的 RON_平为 97~99。

表 1-5 中、日汽车保有量及油耗对比

	日本 (1993)	中国 (1992)
汽车保有量 (万辆)	6700	700
汽油车	~5000	600
小轿车	4500	100
汽油年耗量 (万吨)	3516	2300
汽油车平均油耗 (吨/车 年)	0.7	3.8

我国现有汽车保有量中，旧型车占很大比例。1992 年，全国民用汽油车约 600 万辆，其中载重车占 61%，主要是解放、东风、北京 130 和南京跃进等四大系列。这些汽车的压缩比一般为 6.7~7.2，新型号车的压缩比一般为 7.4~8.2。近年来随着引进汽车生产线的陆续投产，轻型客车和小轿车所占比例逐年增大。这类汽车的压缩比一般为 8.5~9.4。我国汽油车发动机压缩比低必然造成油耗高，例如，我国汽油车数量相当于日本的 12%，而汽油年耗量约为日本的 70%；单车平均油耗日本为 0.7 吨/年，而我国为 3.8 吨/年（见表 1-5）。

1982~1984 年中石化总公司与中汽公司联合进行研究，对四种国产主要汽车发动机和 5 种车型进行台架和行车试验。结果表明，汽车压缩比由 6.7~7.2 提高到 7.4~7.8，同时使用 90 号汽油取代 70 号汽油，平均节油 8.1%。

1.2 道路交通对燃油经济性的影响

燃油经济性的另一个重要影响因素，即是城市的交通结构和道路状况。随着中国经济的高速发展和城市化进程的不断加剧，人口大量涌入城市；另外，随着城市经济职能的不断加强，居民的经济、文化活动也更加频繁。这就导致我国大城市的交通需求快速增长。一些城市对居民出行的调查显示，从 80 年代后期至 90 年代中期，居民出行总量（人公里）增长了一倍以上，人均出行次数和出行距离增长了 15-30%。

近年来，城市交通基础设施的投资不断扩大，在城市财政中的份额不断提高。虽然城市道路网络扩展和道路面积增加的速度很高，一些大城市修建的高架道路和立交桥等设施暂时缓解了交通拥挤的状况，但总体上看，中国大城市高密度的土地利用模式决定了道路空间资源的有限性，道路供给与交通需求之间的矛盾还会加剧，交通拥挤的状况也会日趋严峻。

根据中国环境科学研究院对北京和广州两个代表城市进行的城市道路交通行驶工况的调查，经数据处理，得到北京市和广州市的城市道路行驶工况曲线（见图 1-1、图 1-2），工况参数见表 6。其中在北京市试验车共运行 852km，采集数据 224,280 个；在广州市运行 1,580km，采集数据 617,040 个。

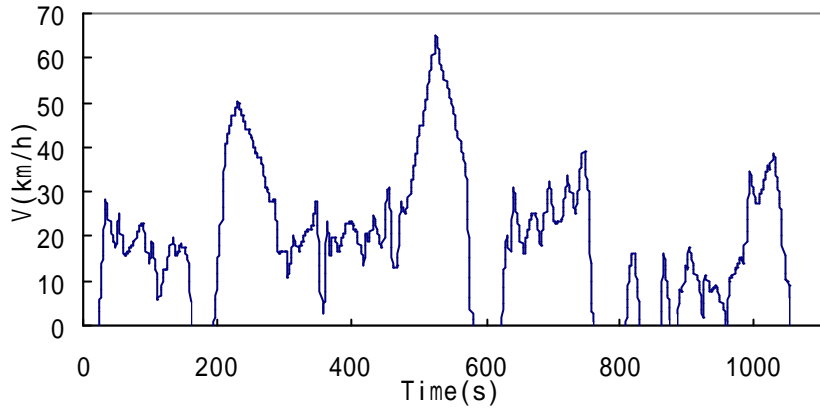


图 1-1 北京市城市道路行驶工况

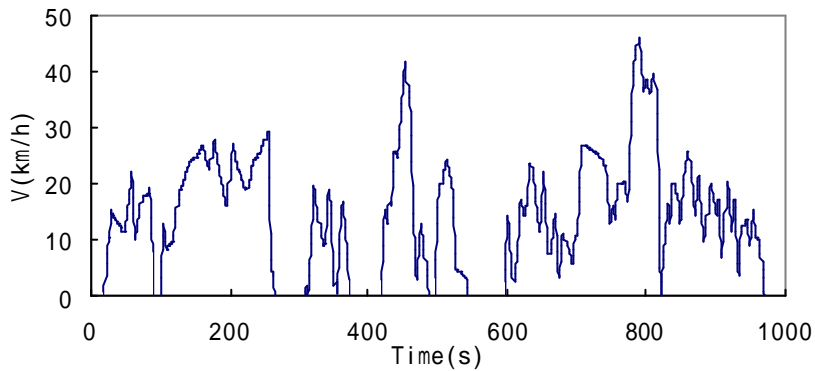


图 1-2 广州市城市道路行驶工况

表 1-6 工况参数对照表

工况类型	工况长度 (km)	工况时间 (s)	最大速度 (km/h)	平均速度 (km/h)	总速比例 (%)	加速比例 (%)	减速比例 (%)	等速比例 (%)
广州市	3.73	980	45.88	13.69	20.51	28.06	25.92	25.51
北京市	5.70	1070	65.05	19.17	19.44	24.77	28.88	26.91

通过表 6 中的参数可以发现：在我国的大型城市中，车辆在道路上行驶的平均速度很低，广州市仅为 13.69km/h，北京也仅达到 19.17km/h，低速行驶造成车辆 CO 和 HC 的大量排放；另外两城市工况的加速和减速比例都很高，说明由于我国城市行人、自行车和机动车混行的特点，严重影响了机动车的行驶速度，频繁的加速、减速造成车辆排放更加严重，对参与交通的人群的健康产生严重影响。

1.2.1 全国城市道路交通现状

近年来，我国许多城市都加大了对城市交通基础设施的投资力度，城市道路网络不断扩展，道路面积也迅速增加，一些城市通过修建高架道路和立交桥，暂时缓解了交通拥堵的状况，但是，中国城市特别是一些大型、超大型城市高密度的土地利用模式决定了道路空间资源的有限性，道路供给与交通需求之间的矛盾仍会加剧，交通拥堵状况在短时间内很难避免。

近几年，公共交通作为城市交通的重要组成部分，得到迅速发展。一些大型城市公共汽车和电车的数量，以及公交线路的增长很快。但是，客运人次增长缓慢，一些城市的客运量持续下降。造成这一现象的主要原因是：经济水平的提高会直接导致交通需求的增长，导致人们对出行便利与舒适要求的提高，从而使交通方式更多样化。在目前的交通条件下，若要满足出行便利和舒适的要求，往往通过其它非公交方式实现。表 1-7 是我国今年城市道路交通的基本状况。

表 1-7 我国城市道路交通状况

城 市	公交客运量 (百万人次)		公交车拥有率 (标台/万人)		人均道路面积 (平方米/人)		道路、桥梁、公共交通投资 (百万元)	
	1993	1997	1993	1997	1993	1997	1993	1997
北京市	2862.68	3373.89	14.0	19.2	4.8	5.8	1325.7	2355.7
广州市	5626.87	2636.79	9.0	14.8	4.5	6.8	2013.0	7460.0
上海市	663.72	1073.56	13.2	35.2	5.1	6.5	5175.9	9991.1
全 国	27258.91	27348.88	6.0	8.6	6.5	7.8	21386	47552.8

1.2.2 典型城市道路交通现状

1.2.2.1 北京市道路交通现状

1997 年北京市区公共交通客运量为 33.7 亿人次，其中，公共电汽车、地铁、出租汽车承担的客运量分别约占 75%、11%和 14%。目前北京市现有公共电汽车 5400 辆，其中大型公共汽、柴油车 4800 多辆，电车 609 辆。全市拥有货运机动车 19.8 万辆，承担全市货运量的 88%。市中心区 650 平方公里范围内，拥有城市道路长度 1100 公里。二环路以内（62 平方公里）道路用地率和道路密度分别为 11.42%和 3.74km/km²。

十年来，随着机动车数量持续增长，道路交通拥堵日趋严重。为缓解城市交通紧张，市委市政府下大力提高交通设施水平，不仅建成了市区两条快速环路、若干条对外放射干线等骨干型交通设施，还打通展宽了一批市区道路，修建了 119 座道路立交

桥和 202 座人行过街设施，加大了公共交通的建设投入。这些建设，对缓解市区交通压力起到了极为重要的作用。但因历史原因，目前交通设施在总量和结构上与快速增长的交通需求不相匹配的矛盾仍十分突出，道路交通拥堵时有发生。

表 1-8 北京市道路交通状况（1997 年）

建成区道路（6 米宽度以上）总长度（km）	1099（650km ² 环内公路）
快速道路（无平交路口）（km）	122
快慢（机非）车分行道路（km）	210.2
公交车专用路（km）	27
已运营地铁路线长度（km）	42
1997 年日均地铁乘客人次（万人）	122
建成区内机动车立交桥数（座）	160
设有信号系统交叉路口数（个）	490

1.2.2.2 广州市城市道路交通现状

改革开放以来，广州市城市道路面积和道路总长度得到大幅度的增加，自 1990 年以来，广州市道路总长度和道路总面积年平均增长分别为 13.87% 和 12.82%。但仍低于机动车的年平均增长数 25.4%，道路建设远远不能满足交通发展的需要（见表 1-9）。广州市城市公交车包括公共汽车和城市中巴等，1997 年公交车保有量约为 4611 辆，其中电车 106 辆。据统计，目前的公交车中有 60% 为柴油车，40% 为汽油车。全市公交车每天行驶路程约为 180km。1997 年广州市拥有出租车约 1.55 万辆，约占广州市区机动车保有量的 1.6%。1997 年广州市公共交通客运量共计 10.7 亿人次。

表 1-9 广州市城市道路增长率

年份	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年
道路长度（km）	945	951	964	1379	1404	1809
年增长率（%）	36.7	0.63	1.37	43.05	1.81	28.85
道路面积（×10 ⁴ m ² ）	1085	1093	1118	1378	1469	1983
年增长率（%）	33.33	0.74	2.29	23.26	6.6	34.99

广州市区 1995 年道路总长度 1809km，道路总面积达到 1983 × 10⁴m²。目前，基本形成了以一个内环、2 条高（快）速公路、13 条城市主干道和 10 条对外出口道路为主体的城市道路网络。广州市区有 13 条主干道，分别分布在旧城区、天河地区、黄埔地区和芳村地区，其中南北向 8 条、东西向 5 条。13 条干道中，广州大道南北贯穿天河地区 and 海珠地区，广园路、环市路—中山大道、东风路—黄埔大道东西贯穿整个旧城区和天河地区，新港路—昌岗路贯穿海珠地区的东西，内环路由环市路西场至区庄

农林下路、环市南路、沿江路、黄沙大道、南岸路回到环市路西场，环绕旧城中心区，连结旧城中心区各主干道，这些主干道和内环路现状宽度大约 22-60m 不等。然而，广州市的交通仍日趋紧张。

表 1-10 广州市道路交通状况 (1997 年)

建成区道路 (6 米宽度以上) 总长度 (km)	1886 (所有道路)
快速道路 (无平交路口) (km)	14.56
快慢 (机非) 车分行道路 (km)	121.80
公交车专用路 (km)	53.67
已运营地铁路线长度 (km)	18.48
建成区内机动车立交桥数 (座)	60
设有信号系统交叉路口数 (个)	172

1.2.2.3 上海市城市道路交通状况

上海市政府自 80 年代逐年加强城市基础设施建设,全市城市基础投资占国内生产总值的比例由 1981 年的 2.4%,逐年加大到近年来的 10%以上,1996 年和 1997 年分别达到 13%和 12%。尤其是进入 90 年代,1991~1997 年市政交通方面的累计投资额达 386 亿元,其中城市交通道路建设投资额占市政交通投资总额的 20%~49%。高速公路、高架道路、地铁等一大批道路设施的建成,使上海初步形成了城市交通网络骨架,中心城区交通严重阻塞的状况在一定程度上得到了缓和。

至 1997 年底,上海市道路总长度为 5713 公里,道路总面积增加到 8503 万平方米,其中车行道面积增加到 6303 万平方米。从 1991 年至 1997 年,本市新建道路 895 公里,道路面积增加 2500 万平方米,增幅分别为 18.6%和 41.6%,人均道路面积由 1991 年的 4.67 平方米提高到 1997 年的 6.51 平方米。

表 1-11 1991~1997 年上海市地面道路长度及人均道路面积变化

年份	道路长度 (公里)	道路面积 (万平方米)	人均道路面积 (平方米/人)
1991	4817.6	6004.8	4.67
1992	5043.2	6386.7	4.95
1993	5105.3	6569.2	5.07
1994	5192.3	6862.2	5.28
1995	5420.3	7399.9	5.69
1996	5599.3	8058.5	6.17
1997	5712.7	8503.2	6.51

到 1997 年底,上海市公交线路达到 1078 条,公交车辆发展到 1.62 万辆,其中 600 多辆空调车,地铁一号线 1994 年正式投入运行,全长为 22.4 公里,但轨道交通比重

占总客运量还不到 1%。上海有约 4.1 万辆出租车，中心区道路流量中约 50% 是出租车，其空驶率达到 40% 左右。1997 年上海市公共交通客运量共计 26.4 亿人次。

1.3 中国提高燃油经济性已有的努力及相关对策考虑

我国的燃油经济性同发达国家相比，有很大的差距，必须从现在开始下大力气予以提高。提高燃油经济性是一项复杂的系统工程，必须有步骤的从多方面入手。下面从机动车排放和城市交通管理机制两方面提出我们的建议。

1.3.1 有关机动车的政策

降低油耗的重要途径之一是提高发动机的压缩比，以前国内汽车压缩比增长缓慢的主要原因是高标号汽油供应不上。这不仅影响国内自己设计生产的汽车压缩比的提高，而且对采用引进技术生产的汽车压缩比也有影响。试验还表明，即使汽车发动机压缩比不变，使用 90 号汽油也有节油效果。根据试验结果，粗略估计，如将部分低压缩比汽车经过改造后使用 90 号汽油，一年至少可节约汽油 100 万吨左右。因此，保证高标号无铅汽油在全国的推广对提高燃油经济性至关重要。根据《国务院办公厅关于限期停止生产销售使用车用含铅汽油的通知》（国办发[1998]129 号）要求，自 2000 年 1 月 1 日起，全国所有汽油生产企业一律生产牌号为 90 号及 90 号以上的无铅汽油，2000 年 7 月 1 日起停止销售和使用含铅汽油，实现汽油无铅化。无铅汽油在全国范围内的推广和使用，为我国提高燃油经济性提供了前提和支持。为此，石油化工部门做出了巨大的贡献，将发达国家需要十几年甚至几十年完成的工作在短短几年间就付诸实施。

我国目前的汽车保有量约为 1,400 万辆，与发达国家相比这一数量并不多，但是油耗水平却与发达国家持平甚至远远超过发达国家，这主要归因于我国单车的油耗高。我国对汽车产业的保护政策，使得汽车生产厂家安于现状。根据西方发达国家的经验，制定汽车的油耗标准是提高燃油经济性的非常有效的方法。所以，当务之急是根据我国的实际情况，制定符合我国国情的油耗标准。当然，颁布新标准前，必须充分论证标准实施的可行性。在新标准颁布之后，应健全各项监督、检查机制，增加检测手段，防止超标新车进入市场，对违反规定的厂家，进行严惩。至此，基本控制了高油耗机动车的源头。对于高油耗在用车，应积极进行维修保养，尽量降低单车的油耗。汽车生产厂家开发和生产低油耗的汽车，需要投入大量的人力、财力和时间，作为政府部

门应给予鼓励和政策倾斜。另外，应加强车用燃料质量的监督检查。即：各地环保、工商、质量监督部门共同组成车用油料监督、检查小组，负责对市场出售的车用燃料质量进行监控和抽检，对违反有关规定，出售劣质油料的单位进行处罚。同时加强油料在生产、运输、销售和储存各环节的质量控制，防止低标号汽油的以次充好。

1.3.2 有关城市道路的政策

（一）选择符合土地资源特征的土地利用-交通模式，形成合理的交通结构

不同的交通模式会导致不同的行驶工况，因此，交通模式对机动车的燃油经济性影响至关重要。所以在车辆技术出现实质性改进之前，改变城市交通结构，即交通出行方式及其结构对提高燃油经济性有很大的影响。交通堵塞不仅仅是简单的车太多的缘故，而是由于涉及到土地使用方式等较为复杂的问题。城市交通结构的形成取决于城市的土地利用模式和工作、生活方式，而这两者又取决于土地资源特征和经济发展水平。因此，交通与环境的问题根本上是合理的城市土地利用模式和交通方式及其结构的问题，是理性的工作、生活方式和交通消费方式问题，也是资源与环境的可持续发展的利用的问题。

合理的交通系统必须进行超前规划，并能明确体现交通与环境协调发展的战略思想。在城市政府直接领导下，建立由城市规划、城市建设、交通管理、公用事业、环境保护等多部门组成的协调机构，制定合理的城市交通结构。

（二）坚定并强化公共交通优先政策，加快公交体制改革

中国大城市高密度的土地利用模式决定了道路空间资源的有限性，道路供给与交通需求之间的矛盾日益加剧，交通拥挤的状况也会日趋严峻。因此，大力发展城市公共交通是未来城市的唯一可选择的主要交通方式。

为了发展公共交通，我们建议：（1）发展高密度、高效率的公共交通运输网络，包括建立公交专用线、大力发展轨道交通（包括地铁和轻轨）。（2）建立便捷、安全、舒适的乘坐环境。（3）加快公交体制改革，引入竞争机制，提高服务质量。

（三）为自行车交通的合理发展提供保护性措施

目前我国城市中最重要交通方式仍然是自行车交通。在许多大城市，自行车负担着 50% 以上的居民出行，这一比例远远高于公共交通和其它交通方式。自行车交通拥有无污染、低成本和门到门等优点，尤其是在城市交通堵塞严重的今天，自行车的

出行速度往往高于公共汽车和小汽车。但由于我国许多城市存在自行车与机动车混行的交通模式，所以加剧了行人、自行车和机动车之间的冲突，严重降低了机动车的使用效率，提高了交通事故的概率。为此，有些城市开始在部分区域限值自行车的使用。

在现阶段，城市管理部门应当对自行车交通采取必要的保护性措施。每一种交通方式都有其不可替代的优点和缺陷，各种交通方式的存在都有其现实的需要和生存的环境。发展自行车交通应建立和完善自行车专用道路，同时加强对自行车交通管理，减少与机动车和行人的混行。

（四）确定合理的车辆发展政策，优化车辆比例结构

机动化进程意味着私人汽车拥有率和私人机动交通方式比例的提高。从世界范围看，机动化水平与经济发展水平密切相关，但一些国家的经验表明，运用经济或行政手段限制私人汽车发展是不明智的，即使获得一时的成功，也会造成以后的反弹效应或其它负面影响。对城市政府而言，汽车保有量不应成为衡量经济发展水平的指标，汽车使用水平也不能反应交通发展水平的高低，建立高效率、高可达性的交通运输系统才是城市现代化的目标之一。针对中国的大城市，如何有效地防止小汽车和摩托车成为人们出行的主要工具，如何引导小汽车的恰当使用，才是必须解决的课题。

我们建议：（1）根据城市经济发展目标和道路容量水平以及对交通环境的影响，适度、有序地发展私人汽车，在总量上进行控制。（2）根据实际交通需求，对出租车发展进行合理控制。（3）严格控制摩托车在城市的发展。（4）城市中禁止销售和使用燃油助动车，对在用的助动车加速淘汰。

（五）建立科学、智能的交通管理体系

科学的交通管理系统能够有效地提高目前状况下的道路运载能力和运输效率，减少道路堵塞和空气污染，减少由于不合理的交通管理而带来的各种损失。

（六）加强交通管理、环境保护和城市规划等部门的合作

治理城市道路交通污染是一项综合的系统工程，各部门必须加强合作，共同治理，但目前的体制无法实现。以我们目前开展的工作为例：为确定城市道路的实际交通污染状况，必须获得道路、交通的各项参数（如道路瞬时流量、车辆登记状况、报废状况等），但通过各种渠道均无法获得，因此无法准确计算排放总量，也无法确定污染物的削减方案。

第二章 国外提高燃油经济性的经验

在发达地区，有三个主要的轻型车市场—美国，西欧和日本，它们提高轻型车燃油效率的发展方向已经大为不同。在美国，从七十年代中期到八十年代中期，重点是全体平均燃油经济性项目（CAFE）——汽车公司所有汽车的平均水平必须达到每年的燃料经济性标准。CAFE 标准是针对客车和轻型卡车的。最近，政府将工作重点放在了共同研究和发展（PNGV 计划）方面以及利用税费鼓励高效机动车的推广（已经提议但尚未颁布）。在欧洲，欧洲汽车生产联合会已经提出了自愿协议，承诺到 2008 年实现单车减排 25% 的 CO₂，这意味着新车的燃油经济性将提高 33%，这项提议已经被欧盟所接受。在日本，政府已经出台了一套分重量级的机动车燃油经济性标准，到 2010 年，汽车轻型车的燃油经济性将提高 23% 左右。

本部分将总结美国、欧洲和日本的燃油经济性有关项目。

2.1 美国提高燃油经济性的经验

2.1.1 CAFE 项目

1975 年，美国开始执行强制性的燃料效率项目。同年，通过能源政策与控制法案，并于 1978 年生效，该法案修正了机动车公告和成本节约法案，要求到 1985 年，新客车的燃油经济性至少达到 27.5 英里/加仑。根据国家公路交通安全署，从 1995 年开始，包括吉普和小客车等在内的轻型卡车必须达到全体燃油经济性标准 20.6 英里/加仑。表 2-1 为美国每年的新车燃油经济性标准（CAFE）

在汽车进入美国市场前，汽车生产商必须对其生产的一部分汽车进行测试，这项测试包括城市道路/高速公路行驶循环。通过这些数据，可以计算出每个汽车公司所生产客车的平均燃油消耗数据，这个平均值是以销售量为权重的。这个办法计算出的燃油经济性（mpg）必须达到或超过公司平均燃油经济性（CAFE）标准。从 1979 年开始，CAFE 项目也扩展到了轻型卡车的领域。

如果汽车没有达到 CAFE 标准，汽车生产商将必须交纳罚金——每超标 0.1 英里，将罚款 5 美元。生产商在其它年份积累的点券可以用来抵消这些罚款。然而，从 1983 年到现在，联邦政府已经征收了 1.64 亿美元的 CAFE 罚金。如果消费者要购买低燃效的新车，他必须交纳一定的罚金。政府要对那些不能达到最低燃油经济指标的汽车征

收“耗油”税。

表 2-1 美国新车燃油经济性标准 (CAFE) (mi/加仑)

年	客车	轻型卡车	
		2WD	4WD
1978	18.0	-	-
1979	19.0	17.2	15.8
1980	20.0	16.0	14.0
1981	22.0	16.7	15.0
1982	24.0	18.0	16.0
1983	26.0	19.5	17.5
1984	27.0	20.3	18.5
1985	27.5	19.7	18.9
1986	26.0	20.5	19.5
1987	26.0	21.0	19.5
1988	26.0	21.0	19.5
1989	26.5	21.5	19.0
1990	27.5	20.5	19.0
1991	27.5	20.7	19.1

政府还为消费者提供有关高效率新车的信息。EPA 出版了《里程油耗手册》，美国能源部公布了每种车型的城区/高速公路测试结果。新车的标签上还要标出该车行驶 15,000mi 时的耗油成本（这是由 EPA 估算的），还要有其它品牌同型汽车的燃效范围。

在工业化国家中，美国的燃油经济性水平原本较低。目前，在大幅度提高燃油效率之后，美国才与其它国家同类汽车的燃油水平相当。最近，随着油价的下跌，CAFE 的压力也逐渐变小。美国新车燃油效率没有进一步改善。

2.1.2 PNGV 计划

从 1993 年开始，汽车三巨头和美国政府已经开始共享高新技术和生产秘诀。这个计划称为新一代汽车合作者 (PNGV)。在计划中，汽车生产厂的工程师和国家实验室的政府研究员开始进行合作。

计划的目标是技术创新。通过新技术的应用，2004 年的汽车将是清洁和高效的。那时，汽车的燃油效率为 80mi/加仑，同时可以达到 Tier 标准或更严格的标准。

1993 年 9 月，美国政府与克莱斯勒、福特、通用汽车公司的总裁一起宣布了这个合作计划，合作者认为，开发这种燃油经济性三倍于传统汽车的新型汽车是一项挑战，它需要全民的合作。同时，它需要技术背景，PNGV 为研究与开发工作确定了大量的远景技术。在合作研究中，有一个重要的转折点——1997 年底，他们缩小了研究范围，把主要精力放在了最有前途的技术上。1998 年 1 月，PNGV 精心挑选出了一些技术，

他们认为这些技术对实现合作目标最为有利。现在，他们将研究重点放在了以下四个领域上：混合电动驱动器、直喷发动机、燃料电池和轻质材料。

（一）混合电动（HEV）驱动器

目前，几乎世界上所有的机动车都是单靠内燃机驱动。混合驱动系统可以提供两种动力源。一种动力源（例如燃料电池、内燃机或燃气涡轮）将燃料转换为可利用的能源。第二种动力源是电发动机，它降低了对第一种动力源的需求。

在混合型汽车在城区或平地上行驶时，电发动机可以单独为汽车提供动力。当混合汽车加速或爬坡时，两种动力源可以一起工作。电发动机的另一个优点是，它能在减速的时候充当充电器，这样它可以把通常在减速中损失的能量转化为电能，留于后用。

在电发动机充电的技术方面，镍氢或锂高能电池技术最有前景。混合汽车的电池要满足一年充放电 1 万次。

（二）直喷发动机（DI）

PNGV 研究者相信这项技术可以带来较高的燃油经济性。由于 DI 发动机和混合电发动机协同工作，所以 DI 发动机可以非常小，而且在不需要的时候自动关闭，这样进一步减少了排放。

今天的内燃机十分清洁，与六十年代的汽车相比，它减排了 95% 的 HC，CO 和 NO_x。然而，PNGV 研究者致力于排放量更少的新一代汽车。目前已经有很大的进展，存在的问题也正在被逐步解决，而且还研究开发了先进燃料喷射技术和电控和传感技术、改进了催化剂和排放物捕集袋。

如果采用高压引燃（例如，由高压气体燃料自燃）的燃烧方式，而不用点火燃烧，原本高效的 DI 发动机则会具有更好的燃油效率。这种高压燃烧直喷（CIDI）发动机对混合型汽车极具吸引力，它可以作为混合型汽车的第一动力源，它可以使用重整燃料（例如，加州和瑞典的低硫燃料），在这种情况下，催化剂具有良好的性能；它也可以使用新燃料（例如，二甲醚或者由天然气制成的费希尔-特罗普希合成燃料），在这种情况下，颗粒物排放几乎为零。

（三）燃料电池

燃料电池技术的实质就是电池组。然而，与普通电池组不同，燃料电池不会耗尽，

也不用充电，只要电极上有燃料和氧化剂（空气中的氧气），那么它就会一直工作。燃料和氧化剂在电极上发生电化学反应，产生直流电，水和热量。

因为燃料电池并不遵守热力发动机的卡诺定理，所以它可以达到很高的效率。有研究表明，燃料电池的效率大概是传统机动车的两倍或两倍以上。同时，它大量的减少了污染物的排放。完全不排放 CO 和 HC。并且，燃料电池的工作温度比内燃机的要低，因此 NO_x 的排放浓度也非常低。

有了燃料电池技术，汽车行业可以生产出接近零排放的机动车，而且这种机动车还具有行程范围大，性能好，补充燃料快等优点。燃料电池通过氢气和氧气的化学反应直接得到电能，主要从两个方面获得氢气：直接随车携带压缩氢气，或者通过车上的反应器从汽油、甲醇、乙醇或丙烷等燃料提取氢气。目前的研究重点为改善燃料电池性能，降低成本，发展高效的车上产氢反应器。

（四）轻质材料

将来的机动车是由铝、钢、塑料、镁和复合物等混合物所制成。在汽车生产工艺、结构、设计分析，薄板生产工艺，提高材料强度，材料可回收性等方面的研究正逐渐加强，目的是降低轻质材料的成本，并提高它的耐用性，

从 1975 年到现在，普通轿车的重量已经从 4000 磅降到了 3300 磅。为了达到 PNGV 80mpg 的目标，研究人员计划将轿车的重量再降低 40%，达到 2000 磅。为此，研究人员必须将汽车外身和底盘的重量减少一半，动力传动系统的重量减少 10%，还要减少一些内部零件的重量。

2.1.3 PNGV 的远期目标

PNGV 的远期目标是开发新一代中型家庭轿车，这种车可以达到 80mpg，限载 6 人和重为 200 磅的行李，满足安全标准和排放标准，能提供足够的加速度，可回收率为 80%，具有如目前汽车一样的行驶范围、舒适程度和实用性。

PNGV 认为，只有在这种汽车的出售价格和使用价格均不高于目前汽车的情况下，美国消费者才会购买它们。因为美国的汽油价格相对较低，所以，即使先进的技术可以增加燃料的经济性，但是几乎没有人会愿意为先进的技术付钱。

当这种新的概念开始逐渐给人们留下深刻的印象时，PNGV 目标的实现将需要更多的技术来支持。克莱斯勒、福特和通用汽车公司都在致力于开发高行驶里程的汽车，

并计划在今年展示,在 2004 年生产。政府的实验室将继续参与这项高风险的合作研究。

最近,美国能源信息署预测,未来 10 年内,如果没有其它举措的话,美国轻型车的燃油经济性将只能缓步提高。例如,EIA 2000 年能源展望在它的参考案例中预测,到 2010 年,新轻型汽车的燃油经济性将从 1998 年的 28.8 提高到 31.4,提高了 11% 左右;轻型卡车的燃油经济性将从 1998 年的 20.6 提高到 21.6,接近 5%。这些预测暗示出,如果国家政策不改变,如果能源价格和汽车价格不调整,将来美国汽车的燃油经济性将会远远落后于欧洲和日本。为了解决这一问题,美国国会和能源信息署最近达成一致,开展研究,确定行动计划,并由美国国家科学院主持这项研究。

2.2 日本燃油经济性目标

日本政府对汽油和柴油的轻型客车和货车制定了一套燃油经济性目标,这套目标是按照汽车重量来分类的,如表 2-2 所示。计划在 2010 年实现此汽油车标准,2005 年实现柴油车标准。每种重量汽车都要满足其对应的标准——这意味仅仅是满足车队平均达标是不够的。

表 2-2 日本客车燃油经济性标准

2010 年汽油客车标准										
汽车重量	kg	~ 702	703-827	828-1015	1016-1265	1266-1515	1516-1765	1766-2015	2016-2265	2266 ~
	lb	~ 1548	1550-1824	1826-2238	2240-2789	2791-3341	3343-3892	3894-4443	4445-4994	4997 ~
F.E.目标	km/l	~ 21.2	18.8	17.9	16.0	13.0	10.5	8.9	7.8	6.4
	mpg	49.9	44.2	42.1	37.6	30.6	24.7	20.9	18.3	15.0

2005 年柴油客车标准									
汽车重量	kg	~ 1015	1016-1265	1266-1515	1516-1765	1766-2015	2016-2265	2266 ~	
	lbs	~ 2238	2240-2789	2792-3341	3343-3892	3894-4443	4445-4994	4997	
目标	km/l	18.9	16.2	13.2	11.9	10.8	9.8	8.7	
	mpg	44.5	38.1	31.0	28.0	25.4	23.0	20.5	

假设每个重量级的汽车数量保持不变,汽油客车的燃油经济性将提高 22.8%(1995 年为 12.3km/l,2010 年为 15.1km/l),柴油客车的燃油经济性将提高 16.0%(1995 年为 10km/l,2005 年为 11.6km/l)。换言之,日本汽油轻型客车和柴油轻型客车的燃油经济性将分别在 2010 年和 2005 年达到 35.5 mpg 和 27.3mpg,这些数值是在日本 10.15 行驶循环中测试出来的。日本 10.15 行驶测试循环要比美国的城市/高速公路循环慢,所以美国测出的结果要高的多。

政府制定了法规来处罚没有达到标准的机动车，但是这些处罚很轻。事实上，标准的执行主要是靠政府的公众的压力，而不是罚金。

在每个重量级中确定具有“最优”燃油经济性的汽车，并以其燃油水平来作为本重量级的燃油经济性标准，同级新车均要达到该标准。日本把这种确定标准的方法叫做“top runner”法。理论上这种方法不依赖于技术，因为技术已经存在了。然而在实际上，这些标准的实现将依赖技术，除非“top runners”的所有其它性能都是本重量级里最优的。

2.3 欧洲委员会/ACEA 机动车碳排放自愿协议

在欧洲，客车排放的 CO₂ 大约占交通 CO₂ 排放的 50%，占 CO₂ 总排放的 12%。照这种情况下发展 2010 年汽车 CO₂ 的排放量的将是 1990 年 CO₂ 排放水平的 1.36 倍。每辆中型汽车每年要排放大约 3 吨的 CO₂。近年来，仅有为数不多的几个部门 CO₂ 排放量仍在增长，而公路交通部门在其中显得尤为突出。在英国，一项政府报告指出：公路交通部门的油耗增长的最为迅速，而近 20 年内燃油效率并没有提高。公路交通的燃料消耗量已经比 1970 年时增长了 90%，几乎为总能耗的四分之一。

面对这些问题，欧洲汽车生产联合会（ACEA）同欧洲委员会一起制定了一项自愿协议，其目的是减排新轻型客车的 CO₂，在协议中，所有的机动车在 2008 年要达到 140 g CO₂/km（测试方式为新欧洲测试循环“Directive 93/116/EU”）的目标。这要比 1995 年的平均排放水平 187g/km 减少了 25%。欧洲测试循环得到的燃油经济性比美国联合城市/高速公路测试循环得到的要低，所以，如果目标实现的话，欧洲汽车燃油经济性水平将高于美国汽车燃油水平。

值得一提的是，140 g CO₂/km 的排放标准是一个集体的目标，而非针对某一个公司的。承诺履行该协议的有德国宝马汽车公司、意大利菲亚特汽车公司、欧洲福特汽车公司、欧洲通用汽车公司、戴姆勒克莱斯勒汽车公司、保时捷汽车公司、铁雪龙汽车公司、雷诺汽车公司、劳斯莱斯汽车公司、大众汽车公司和沃尔沃汽车公司——它们都还没有公布各自的计划，但是在签署这项协议以前，它们已经内部讨论过这个目标的可行性。协议主要针对轻型客车，即 93/116/EEC 中定义的 M1 类车型。协议中还包括以下内容，到 2000 年推出 CO₂ 排放水平为或低于 120g/km（~28mpg）的车型；2003 年实现 165-170g/km（~34-35 mpg）的排放目标（非必须的）。并且，2003 年将对履

行情况进行评述，计划 2012 年实现 120g/kmCO₂ 排放水平。最后，ACEA 同意和委员会一同去监督协议的履行情况。

汽车行业要求委员会做到以下几点，来作为它们实现 2008 年减排 CO₂ 的交换条件：

清洁燃料 汽车行业确信直喷发动机对实现目标而言非常重要。协议要求：直喷发动机技术所必须的清洁燃料要在 2005 年全面进入市场，汽油的含硫量等于小于 30ppm，芳香烃小于 30%，柴油的含硫量低于 30ppm，十六烷值要高于或等于 58。

反对不公平竞争 非 ACEA 成员必须承诺履行相同的标准，而且欧共体同意去说服其它国家的汽车公司。为了欧洲的利益，欧共体要保护 ACEA 成员，避免它们在市场竞争中受到损失。日本汽车生产联合会（JAMA）和韩国汽车生产联合会（KAMA）同意修订 ACEA 的目标，并于 2009 年达到 ACEA2008 年的标准。

停止相关法规的制定 不允许出台新的限制油耗和 CO₂ 排放的法规措施。

不阻碍技术的推广 汽车公司要求委员会不能采取任何行动阻碍高效技术的推广，尤其是直喷汽油发动机技术和直喷柴油发动机技术。想必，也不允许委员会加严 NO_x 和颗粒物的排放标准。

2.4 三个地区燃油经济性测量/行驶循环的对比

在不同国家里，燃油经济性的测试方法不同。测试方法是否精确直接影响了对技术提高燃油经济性的评价。有时，甚至于实际运行的结果与测试结果大相径庭，需要对实际的运行情况进行仔细检查，并要明确实地驾驶是怎样影响技术的。

在美国，燃油经济性是用同一个滚压功率仪来测量的，取两个行驶循环（联邦城市行驶循环 FUDS 和联邦高速公路循环 HWY）的调和平均数，FUDS 的权重为 55%。燃油经济性（FE）的计算公式如下所示：

$$FE = 0.55FE_{FUDS} + 0.45FE_{HWY}$$

这个测量结果比普通行驶状态下的燃油经济性水平要高。1984 年 EPA 指出，城市循环测试值应该乘以校正系数 90%，高速公路测试值的校正系数为 78%，这样，得到的测试结果和实际工况下的燃油效率基本相等。EPA 在公布燃油经济性时（例如，新车的标签上）已经对测试结果进行了校正。对于经过加权相加后的城市/高速公路

FE 值，校正系数应该为 85%。

表 2-3 给出了美国与欧洲、日本测试循环的主要参数对比。表中所列的具体数值（例如，最大功率）是通过 Ford 曲线模拟而来的。

表 2-3 美国，欧洲和日本的排放测试循环对比

	美国.	美国	欧洲	日本
循环	FUDS*	HWY	NEDC	10.15
行驶条件	城市	高速公路	混合	城市
启动方式	冷	冷	冷	热
时间 (秒)	1372	765	1180	680
距离 (mi)	7.45	10.2	6.84	2.59
最大加速度 (g)	0.164	0.164	0.109	0.082
最大速度 (mph)	56.7	59.9	74.6	43.5
平均速度 (mph)	19.5	48.2	20.9	14.1
最大功率 (kW**)	31.7		33.3	18.9
平均功率(kW**)	5.1		4.8	3.8

*在 FUDS 循环的前 505 秒钟重复实际测试程序 (FTP), 热启动

**模拟 Ford 等高线 (3000lb, 0.33Cd, 手动传输, 滚动阻力系数为 0.0073)

表中有一些数据很引人注目。首先，在所有的测试循环中最大加速度和最大功率相对很低。例如，FUDS 的最大功率为 37.7kW，不到发动机普况下功率的一半。这点要归功于技术，它提高了低载重工况下的燃料效率。同样的，平均功率也非常低，多数循环仅为最大功率的 1/6 左右。

其次，平均速度非常低，FUDS 循环大约为 20mph，HWY 循环小于 50mph。平均速度是一个非常重要的函数，空气阻力是速度的强函数，汽车功率与速度的立方成正比，汽车的单位能耗与速度的平方成正比。换言之，克服空气阻力的单位燃耗在时速为 60mph 的时候是 30mph 时的四倍。提高空气动力性能对城市循环结果几乎没有影响，但是它将会大大提高高速公路循环的 FE 测试结果。

对高速公路的平均车速估计过低是 FE 测量的一项重要误差。尽管美国城市变得越来越拥挤，但是公路平均速度依然在提高，这是因为美国公路的上限速度在增加，而且可高速行驶的汽车也在增加，因此，HWY 平均速度和实际公路平均速度之间的差异越来越大。如果在 HWY 测量中，采用的平均车速是 60mph，而不是 50mph 的话，克服空气阻力的燃耗将增加 44%。

欧洲和日本的循环测试采用的平均车速比 HWY 的要低，这意味着在欧洲和日本，汽车空气动力性能上的改善不会提高汽车燃油性的测试值。但这并不说明欧洲和日本在改善空气动力性能上作的少。欧洲的汽车设计倾向于高速汽车。显然，为了达到高

速，空气动力性能的设计是一个关键。日本普遍非常看重高新技术，以至于大多数消费者不会购买空气动力性能差的汽车，尽管在大多数行驶环境下，低阻力的汽车并没有什么实际意义。

2.5 未来燃油经济性的改善

驾驶节能汽车可以降低消费者的成本，这是因为节省的燃料可以弥补节能汽车比普通汽车多出来的价格。一些研究表明，由于各种原因，这种潜在的燃料节约并没有真正的得以实现，因为它们对汽车公司的意义不大，消费者更倾向于其它的性能，例如可靠性、安全性等等。

相对于私人汽车，对商用交通工具节能潜力的研究要少一些，预计公共汽车、火车，重卡和飞机的节能潜力要低 10%，这是因为商业主管已经采用了节能技术。

能源强度的降低可能会超越消费者的成本有效性。有的技术可以大幅度的减少机动车的能源强度，但是它可能会影响机动车其它性能。为了实现这种技术的推广有两种途径——给予汽车公司以特权，或通过技术来改善汽车的性能，降低成本。

表 2-4 总结了提高汽车燃料效率的技术。

表 2-4 汽车能源效率技术统计表

	燃油经济性变化率 %	成本增量 (1990 \$)	成本增量比 /(\$/Unit Wt.)	总重量 Lbs.	重量增量 Lbs./Unit Wt.	功率变化率%
前轮驱动	0.060	160	0.00	0	-0.08	0
一体车身	0.040	80	0.00	0	-0.05	0
II 类替代原料	0.033	0	0.30	0	-0.05	0
III 类替代原料	0.066	0	0.40	0	-0.10	0
IV 类替代原料	0.099	0	0.50	0	-0.15	0
V 类替代原料	0.132	0	0.75	0	-0.20	0
II 类空气阻力系数下降	0.023	32	0.00	0	0.00	0
III 类空气阻力系数下降	0.046	64	0.00	0	0.05	0
IV 类空气阻力系数下降	0.069	112	0.00	0	0.01	0
V 类空气阻力系数下降	0.092	176	0.00	0	0.02	0
TCLU	0.030	40	0.00	0	0.00	0
4 速自动变速	0.045	225	0.00	30	0.00	0.05
5 速自动变速	0.065	325	0.00	40	0.00	0.07
无级变速	0.100	250	0.00	20	0.00	0.07
手动 (6 速)	0.020	100	0.00	30	0.00	0.05
I 类电子变速箱	0.005	20	0.00	5	0.00	0
II 类电子变速箱	0.090	60	0.00	5	0.00	0
滚子凸轮	0.020	16	0.00	0	0.00	0
顶置凸轮 4	0.030	45	0.00	0	0.00	0.2
顶置凸轮 6	0.030	55	0.00	0	0.00	0.2

	燃油经济性变化率 %	成本增量 (1990 \$)	成本增量比 /(\$/Unit Wt.)	总重量 Lbs.	重量增量 Lbs./Unit Wt.	功率变化率%
顶置凸轮 8	0.030	65	0.00	0	0.00	0.2
4 缸/4 阀	0.080	125	0.00	30	0.00	0.45
6 缸/4 阀	0.080	165	0.00	45	0.00	0.45
8 缸/4 阀	0.080	205	0.00	60	0.00	0.45
减少缸数	0.030	-100	0.00	-150	0.00	-0.1
4 缸/5 阀	0.100	300	0.00	45	0.00	0.55
增压	0.080	300	0.00	80	0.00	0.45
降低发动机摩擦系数 I 类	0.020	20	0.00	0	0.00	0
降低发动机摩擦系数 II 类	0.035	50	0.00	0	0.00	0
降低发动机摩擦系数 III 类	0.050	90	0.00	0	0.00	0
降低发动机摩擦系数 IV 类	0.065	120	0.00	0	0.00	0
I 类 喉管真空度传感器	0.080	100	0.00	40	0.00	0.1
II 类 喉管真空度传感器	0.100	130	0.00	40	0.00	0.15
稀薄燃烧	0.120	75	0.00	0	0.00	0
两冲程	0.150	0	0.00	-150	0.00	0
TBI (单点喷射)	0.020	40	0.00	0	0.00	0.05
MPI (多点喷射)	0.035	80	0.00	0	0.00	0.1
空气泵	0.010	0	0.00	-10	0.00	0
DFS	0.015	15	0.00	0	0.00	0.1
机油 %w-30	0.005	2	0.00	0	0.00	0
复合机油	0.015	5	0.00	0	0.00	0
I 类 轮胎	0.010	5	0.00	0	0.00	0
II 类 轮胎	0.033	10	0.00	0	0.00	0
III 类 轮胎	0.048	15	0.00	0	0.00	0
IV 类 轮胎	0.053	20	0.00	0	0.00	0
I 类加速度	0.010	5	0.00	0	0.00	0
II 类加速度	0.017	13	0.00	0	0.00	0
EPS	0.015	40	0.00	0	0.00	0
改进的四轮驱动	0.030	100	0.00	0	-0.05	0
安全气囊	-0.010	300	0.00	35	0.00	0
I 类排放	-0.010	150	0.00	10	0.00	0
II 类排放	-0.010	300	0.00	20	0.00	0
防抱死系统	-0.005	300	0.00	10	0.00	0
侧碰	-0.005	100	0.00	20	0.00	0
Roof Crush	-0.003	100	0.00	5	0.00	0
增加尺寸/重量	-0.033	0	0.00	0	0.05	0
增加压缩比	0.010	0	0.00	0	0.00	0.02
无怠速	0.110	260	0.00	0	0.00	0
最优化手动变速	0.120	60	0.00	0	0.00	0
可变排量	0.030	65	0.00	0	0.00	0
混合动力汽车	0.660	1785	0.00	0	0.00	0

2.6 利用税费制度鼓励高效清洁的汽车的推广

如果先进的高燃效技术没有成功的进入市场，那么，它们就不是有用的技术。促

使先进技术商业化的一种方法是法规，例如 CAFE，要求汽车公司提高燃料效率。另一个方法就是采用税费政策鼓励消费者购买清洁高效的机动车。下面总结国际上在税费刺激清洁技术方面的两个非常成功的案例。

2.6.1 德国的税费鼓励

1997 年，德国政府修改了燃油税。表 2-5 是德国政府的燃油税计划。

表 2-5 德国燃油税率 (DM/100 cm³)

		目前	1997.01.07	2001.01.01	2004.01.01	2005.01.01
Euro 3 ⁰ Euro 4 (3 公升机动车)	汽油车		10.00	10.00	13.20	13.20
	柴油车		27.00	27.00	30.20	30.20
Euro 1	汽油车	13.20	12.00	12.00	14.40	14.40
	柴油车	37.10	29.00	29.00	31.40	31.40
Euro 2	汽油车	13.20	13.20	21.20	21.20	29.60
	柴油车	37.10	37.10	45.10	45.10	53.50
在臭氧警报区行驶的 机动车	汽油车	21.60	21.60	29.60	29.60	41.20
	柴油车	45.50	45.50	53.50	53.50	65.10
不在臭氧警报区行驶 的机动车	汽油车	13.20	33.20	41.20	41.20	49.60
	柴油车	37.10	57.10	65.10	65.10	73.50
部分清洁汽车或不清 洁汽车	汽油*	18.80				
	汽油**	21.60	41.60	49.60	49.60	49.60
	柴油*	42.70				
	柴油**	45.50	65.50	73.50	73.50	73.50

*1986 年 1 月 1 日以前完成第一次注册

**1986 年 1 月 1 日以后完成第一次注册

为什么欧洲 2 号的税率高于欧洲一号

2.6.2 丹麦客车的汽车税和燃油税

以前在丹麦一共有 7 种车型，车型是按照车的重量来分类定义的。车主每年要按照车型纳税。例如，重为 801 ~ 1100kg 的普通汽油车要交纳 2260Dkr 的年税，同型的柴油车则要交 3742Dkr。从 1997 年 7 月 1 日开始，所纳年税的多少不再由车重来决定，而是由 Directive 93/116 测量的能耗值来决定。为此，分别为汽油车和柴油车定义了 24 种车型。表 2-6 给出了 1997 年某些车型的年税值（每年将上涨 1.5%）。预计，新体系所带来的税收和旧体系一样。

汽油 丹麦的无铅汽油税为 3.32Dkr/L（包含 25% VAT）。含铅汽油税为 3.97Dkr/L。正因为如此，含铅汽油在 1994 年 3 月就在丹麦市场上销声匿迹了。从 1995 年开始，对安装了油气回收系统的加油站给予 0.03Dkr/1L 的补贴，从 1998 年 1 月 1 日开始，根据汽油苯含量的不同，对燃油税进行调整，如表 2-7 所示。

轻型商用车 在新的系统里，将会鼓励轻型商用车的发展，因为轻型商用车可以达到将来的 EURO3 和 EURO4 标准。

丹麦根据机动车的总重量将汽车分成 4 个类型，表 2-8 给出了对第一类车型和第四类车型每年减免的税费。

表 2-6 1997 年一些车型的燃油税

	车型	油耗 (Km/L)	年税 (Dkr)
汽油车	1	>20.0	200
	11	10.0-10.5	2200
	24	<4.5	7400
柴油车	1	>22.5	790
	11	10.2-11.3	3890
	24	<5.1	10130

表 2-7 根据苯含量不同调整的燃油税

苯含量 (%)	< 1	1-2	2-3	3-4	4-5
调整 (Dkr/L)	-0.04	-0.02	0.00	+ 0.02	+ 0.04

表 2-8 丹麦汽车减免的税费

车型		EURO3 (Dkr)	EURO4 (Dkr)
第一类车型 (<1000kg)	1998-2000	350	450
	2001	0	100
	2002-2005	0	100
第四类车型 (2500 ~ 2500kg)	1998-2000	1150	1600
	2001	1150	1600
	2002-2005	0	450

第三章 中国机动车油耗现状

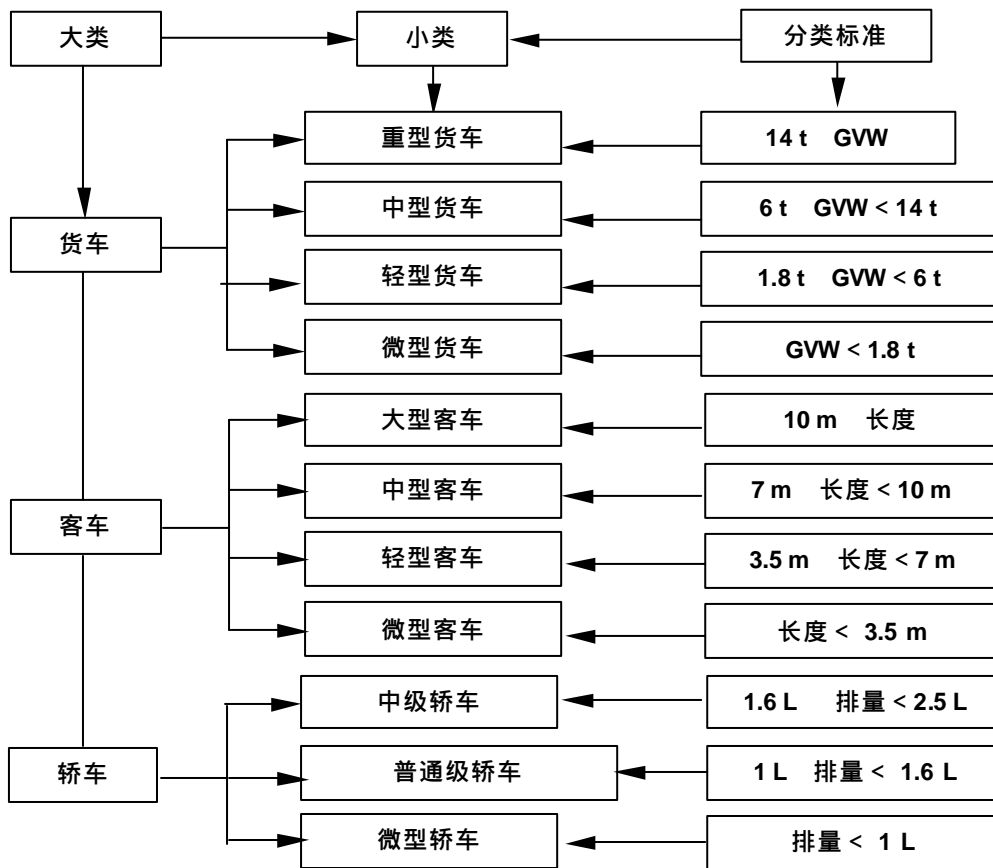
3.1 机动车分类系统

3.1.1 分类定义

按照中国现行的标准,我们建议将汽车分为货车、客车和轿车三大类,定义如下:

- (1) 货车是指主要用于运送货物,有的也可牵引全挂车的汽车。
- (2) 客车是指具有长方箱形车厢,主要用于运送人员及其随身行李物品的汽车。
- (3) 轿车是指用于载送人员及其随身物品且座位布置在两轴之间的四轮汽车。

3.1.2 类型划分及分类标准



注:每类车均包括汽油车和柴油车

图 3-1 类型划分及分类标准示意图

按照中国现行的车辆统计方法,结合撰写此报告的需要,可以将以上三大类再划分为 11 小类,如见图 3-1 所示。

3.2 1998 年汽、柴油生产量及车用消耗量

1998 年我国原油产量 1.6 亿吨，汽油产量 3465 万吨，柴油产量 4884 万吨，85% 的汽油为汽车使用。近年来，随着部分中、轻型汽车柴油化的发展，汽车的柴油消耗量逐年增长。1998 年汽车柴油消耗量占柴油产量的 18.9%，见表 3-1。图 3-1 和图 3-2 分别给出了 1991-1998 年汽油产量与汽车消耗量比较结果和 1991-1998 年柴油产量及汽车消耗量的比较结果

1998 年，90 号以上无铅汽油占 68.4%，70 号汽油（包括含铅和无铅）占 20.2%，90 号以上含铅汽油占 11.4%。从柴油质量看，催化裂化柴油比例占 30% 以上，加氢裂化柴油比例低，柴油氧化安定性较差，硫含量较高，平均 2000ppm 左右，部分企业柴油的十六烷值低，还不到 45。

表 3-1 1998 年汽、柴油产量及车用消耗量（万吨）

原油产量	汽油			柴油		
	产量	车用消耗量	车用消耗比例	产量	汽车消耗量	车用消耗比例
16100	3465	2945.6	85	4884.1	922.5	18.9

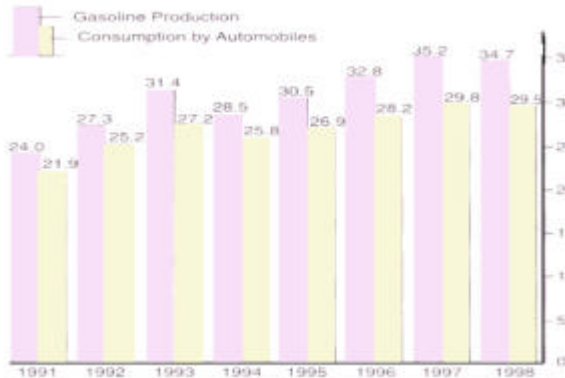


图 3-2 1991-1998 年汽油产量与汽车消耗量比较图

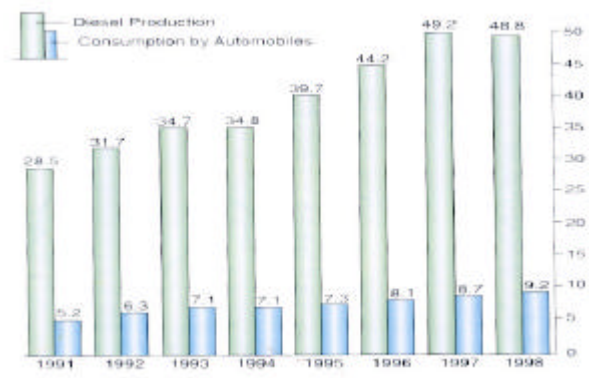


图 3-3 1991-1998 年柴油产量及汽车消耗量比较图

3.3 新车的燃油消耗量分析

3.3.1 1998 年国产汽车的总耗油量

1998 年由于受国民经济宏观调控的影响，汽车市场仍呈低速增长的态势。汽车产量由于受市场影响，增长较平缓。全年共生产汽车 162.9 万辆，同比增长 2.9%。增长幅度最大的是大型客车，生产 6151 辆，同比增长 31.9%；轿车增长幅度不大，生产

50.8 万辆，增长 4.1%；载货汽车产量变化不大。详细数据见表 3-2。

表 3-2 1998 年汽车产销量（分车型）

分类	1998	
	产量（辆）	销量（辆）
货车	661701	658051
重型载货车	34829	36676
中型载货车	183617	187661
轻型载货车	297351	292469
微型载货车	145904	141245
客车	459025	436719
大型客车	6025	5790
中型客车	16952	16715
轻型客车	179410	180166
微型客车	256638	234048
轿车	507861	508497
中级轿车	268358	270803
普通级轿车	114106	102778
微型轿车	125397	134916
总计	1628587	1603267

????见表 3-3，其中所选主要汽车制造厂家的主要车型都是在该类型中最具有代表性的车型，而且，它们的产销量在该类型中都占有绝对的比例，所以在计算总油耗方面具有一定的代表性和权威性。

汽车油耗的计算方法为：

$$\text{按燃油类型分类的典型车型的油耗} = \text{百公里油耗} \times \text{销量} \quad (1)$$

$$\text{每类车型的平均油耗} = \text{按燃油分类的车型的累加值} \div \text{按燃油分类车型的销售量} \quad (2)$$

$$\text{总油耗} = \text{每类车型的平均油耗} \times \text{按燃油分类的汽车总量} \quad (3)$$

表 3-4 列出了相关数据表。

表 3-3 所选典型车型的参数

公司名称	主要车型	标定油耗 (L/100Km)	产量 (辆)	比例	销量 (辆)	比例
重型货车			9229	/	8898	/
东风汽车公司	EQ1141G (柴油)	20.5	6676	72.3%	6602	74.2%
四川汽车制造厂	CQ1190B46A、1260 (柴油)	36.0	744	8.1%	841	9.5%
中国重型汽车集团	1291(柴油)	26.0	650	7.0%	650	7.3%
小计			8070	87.4%	8093	91%
中型货车			86613	/	89688	/
东风汽车公司	EQ1092F、1108G (柴油)	17.3	32279	37.3%	33211	37.0%
东风柳州汽车有限公司	LZ1090MD3K (柴油)	19.0	4020	4.6%	4191	4.7%
中国第一汽车集团公司	CA1092	25.0	44120	50.9%	45169	50.4%
湖北专用汽车制造厂	HQG1100F	26.5	1649	1.9%	2315	2.6%
小计			80419	92.8%	82571	92.1%
轻型货车			244964		242371	
庆铃汽车(集团)有限公司	(柴油)	11.0	32686	13.3%	33324	13.7%
跃进汽车集团公司	NJ1043 (柴油)	12.0	22336	9.1%	21536	8.9%
江铃汽车集团公司	NHR, NKR (柴油)	12.0	16050	7.0%	18197	8.0%
北京轻型汽车有限公司	BJ1041	14.0	21035	9.0%	21000	9.0%
中国第一汽车集团公司	CA1046	12.5	20849	9.0%	20894	9.0%
中国第一汽车集团公司	CA1026	10.5	10780	4.0%	11085	5.0%
小计			123736	51.0%	126036	52.0%
微型货车			142617		137615	
柳州微型汽车厂	LZW1010	6.5	77480	54.0%	74781	54.0%
长安汽车(集团)有限责任公司	SC1010、1010A	6.7	36025	25.0%	34443	25.0%
昌河飞机工业公司	HH1012A、HH1012BC	6.0	8045	6.0%	7896	6.0%
小计			121550	85.0%	117120	85.0%
大型客车			4155	/	4275	/
丹东汽车制造厂	DD (柴油)	23	1244	29.9%	1408	33%
上海客车制造公司	SK6115HP2 (柴油)	30.0	668	16.1%	668	15.6%
桂林客车工业集团公司	GL6120、GL6121 (柴油)	22.5	440	10.6%	440	10.3%
小计			2352	56.6%	2516	58.9%
中型客车			11572	/	11364	/

公司名称	主要车型	标定油耗 (L/100Km)	产量 (辆)	比例	销量 (辆)	比例
江苏亚星客车集团有限公司	(柴油)	18.0	6457	55.8%	6217	54.7%
广州威达汽车厂	GZ6100、6890 (柴油)	28.5	727	6.3%	748	6.6%
湖南省三湘客车集团有限公司	CK6892	28.0	225	2.0%	208	1.8%
小计			7409	64.0%	7173	63.0%
轻型客车			94678	/	94922	/
跃进汽车集团公司	IVECOA40 (柴油)	8.0	18337	19.4%	18087	19.1%
江苏仪征汽车制造厂	YQC6450、6460 (柴油)	13.0	1953	2.0%	2118	2.2%
沈阳一金杯汽车工业有限公司	SY6480、6475	8.0	29802	31.5%	30018	31.6%
中国第一汽车集团公司	CA6440	10.5	7504	8.0%	7372	8.0%
小计			57596	61.0%	57595	61.0%
微型客车			255947	/	229405	/
昌河飞机工业公司	CH1018	6.2	91986	35.9%	82112	35.8%
哈尔滨哈飞汽车制造有限公司	HFJ6350、6351	6.0	50498	19.7%	49079	21.4%
长安汽车(集团)有限责任公司	SC6331、6350	6.9	39419	15.4%	35427	15.4%
小计			181903	71.0%	166618	72.6%
中级轿车			268358	/	270803	/
上海大众汽车有限公司	SANTANA	7.68	235000	87.6%	235020	86.7%
中国第一汽车集团公司	CA7220	12.6	11703	4.4%	11832	4.4%
北京吉普汽车有限公司	Cherokee	9.3	8344	3.1%	9222	3.4%
小计			255047	95%	256074	94.6%
普通级轿车			114106	/	102778	/
一汽大众汽车有限公司	Jetta、Golf	6.9	60085	53%	60331	59%
神龙汽车有限公司	1.6L、1.4L	5.30	36240	32%	33364	32%
天津汽车夏利股份有限公司	TJ7130U	5	17781	16%	8923	9%
小计			114106	100%	102618	100%
微型轿车			125397	/	134916	/
天津汽车夏利股份有限公司	TJ7100、7100U	5	82240	66%	90911	67%
长安汽车(集团)有限责任公司	SC7080	5	35555	28%	36239	27%
西安秦川汽车有限责任公司	QCJ7080	5	5008	4%	5011	4%
小计			122803	98%	132161	98%

表 3-4 相关数据表

公司名称	燃油类型	标定油耗 L/100Km	销量辆	油耗 L/100Km	类型总油耗 L/100Km	类型平均油耗 L/100Km
重型货车						
东风汽车公司	柴油	20.5	6602	1315341.0	182517.0	22.6
四川汽车制造厂		36.0	841	30276.0		
中国重型汽车集团		26.0	650	16900.0		
中型货车						
东风汽车公司	柴油	17.3	33211	574550.3	654179.3	17.5
东风柳州汽车有限公司		19.0	4191	79629.0		
中国第一汽车集团公司	汽油	25.0	45169	1129225.0	1190572.5	25.1
湖北专用汽车制造厂		26.5	2315	61347.5		
轻型货车						
庆铃汽车(集团)有限公司	柴油	11.0	33324	366564.0	843360.0	11.5
跃进汽车集团公司		12.0	21536	258432.0		
江铃汽车集团公司		12.0	18197	218364.0		
北京轻型汽车有限公司	汽油	14.0	21000	294000.0	671567.5	12.7
中国第一汽车集团公司		12.5	20894	261175.0		
中国第一汽车集团公司		10.5	11085	116392.5		
微型货车						
柳州微型汽车厂	汽油	6.5	74781	486076.5	764220.6	6.5
长安汽车(集团)有限责任公司		6.7	34443	230768.1		
昌河飞机工业公司		6.0	7896	47376.0		
大型客车						
丹东汽车制造厂	柴油	23	1408	32384.0	62324.0	24.8
上海客车制造公司		30.0	668	20040.0		
桂林客车工业集团公司		22.5	440	9900.0		
中型客车						
江苏亚星客车集团有限公司	柴油	18.0	6217	111906.0	133224.0	19.2
广州威达汽车厂		28.5	748	21318.0		
湖南省三湘客车集团有限公司	汽油	28.0	208	5824.0	5824.0	28
轻型客车						
跃进汽车集团公司	柴油	8.0	18087	144696.0	172230.0	8.5
江苏仪征汽车制造厂		13.0	2118	27534.0		
沈阳一汽金杯汽车工业有限公司	汽油	8.0	30018	240144.0	317550.0	8.5
中国第一汽车集团公司		10.5	7372	77406.0		
微型客车						
昌河飞机工业公司	汽油	6.2	82112	509094.4	1048014.7	6.3
哈尔滨哈飞汽车制造有限公司		6.0	49079	294474.0		
长安汽车(集团)有限责任公司		6.9	35427	244446.3		
中级轿车						
上海大众汽车有限公司	汽油	7.68	235020	1804953.6	2039801.0	8.0
中国第一汽车集团公司		12.6	11832	149083.2		
北京吉普汽车有限公司		9.3	9222	85764.6		
普通级轿车						
一汽大众汽车有限公司	汽油	6.9	60331	416283.9	637728.1	6.2
神龙汽车有限公司		5.30	33364	176829.2		

公司名称	燃油类型	标定油耗 L/100Km	销量辆	油耗 L/100Km	类型总油耗 L/100Km	类型平均油耗 L/100Km
天津汽车夏利股份有限公司		5	8923	44615.0		
微型轿车						
天津汽车夏利股份有限公司	汽油	5	90911	454555.0	660805.0	5.0
长安汽车(集团)有限责任公司		5	36239	181195.0		
西安秦川汽车有限责任公司		5	5011	25055.0		

根据有关部门的统计结果显示，1998年新生产的车中，柴油车的比例为26.16%。

根据表3-4，得出结果列于表3-5。

表3-5 1998年新产汽车的燃油消耗量

分类	汽油(万吨)	柴油(万吨)
消耗量	208.97	152.04

注：年平均行驶里程按3万公里计算

3.3.2 1998年农用车的总耗油量

1998年我国农用车总产量达到2931183辆，比1997年的2626160辆同比增长了11.6%，详细产销量见表3-6。其中，四轮农用车同比增长11.68%；三轮农用车同比增长11.60%。全行业1998年产销率超过96%，其中四轮农用车产销率96.15%，三轮农用车产销率为98.7%。

表3-6 农用车的产销量

车型	产量(辆)	销量(辆)
四轮车	469414	451328
三轮车	2461769	2442730
总计	2931183	2894058

目前，我国在农用车的管理和统计方面并不规范，所以我们所能得到的数据也就仅限于比较综合的产销量的数据，并没有针对某种车型的产销量的统计数据，这样给估算带来了一定的困难。为了估算农用车的燃油消耗量，只能选择一种比较典型的车型，来替代所有的农用车的标定油耗，见表3-7。结果如下：

农用车燃油消耗总量为：9773276 L/100Km

农用车平均百公里油耗：3.38 L/100Km

燃油消耗合计：8551.62 吨/100Km (柴油)

表 3-7 农用车燃油消耗量

车型	销量 辆	平均油耗 L/100Km	燃油消耗量 L/100Km
四轮车	451328	6.5 ^[1]	2933632
三轮车	2442730	2.8 ^[2]	6839644
总计	2894058	3.38	9773276

【1】油耗指标参考 HB1605-5 平头单排农用车

【2】油耗指标参考 JL-153 型三轮农用车

3.3.3 1998 年摩托车的总油耗量

我国摩托车工业 1998 年产销量下降幅度较大，同比增长率分别为-12.5%和-9.8%，产销率超过 100%，库存量下降 12.7%。摩托车工业生产集中度更加集中，摩托车行业内骨干企业已达到一定的经济规模，其中产量超过 20 万辆的已达 13 家。在摩托车市场中，小排量（50、70mL）摩托车所占比例减小，250mL 摩托车销量下降幅度最大，达到 51%。中等排量的摩托车以占到较大比重，其中，100mL 排量的产品达 29.45%，125mL 的产品达 30.15%，90mL 排量的产品达 11.46%，三者之和总产量的 71% 以上。表 3-8 为 1998 年我国几种排量摩托车产销情况。

表 3-8 1998 年我国几种排量摩托车产销情况

	排量, mL	生产量	销售量
	总计	8789427	8857391
二 轮 车	50	1200430	1229084
	60	105401	105.86
	70	322724	324116
	80	211425	196011
	90	1007103	1064280
	100	2588268	2678326
	125	2650258	2617413
三 轮 车	150	115422	122968
	250	203165	137220
	50	20893	20813
	>50	326680	325286
	250	17831	16105
	750	19827	20683

表 3-9 为摩托车经济车速油耗的统计表。为计算方便，选取各分类中所列出的经济车速油耗的最大值进行计算，见表 3-10。

表 3-9 摩托车经济车速油耗统计表

排量		经济车速油耗 (L/100Km)			
分 类		装用四冲程发动机		装用二冲程发动机	
		两轮摩托车	两轮座式摩托车	两轮摩托车	两轮座式摩托车
二 轮 车	50	/	1.4	1.5	1.6
	60	/	/	1.5	1.7
	70	1.2	1.7	/	/
	80	1.2	/	1.6	1.9
	90	1.3	1.9	1.6	1.9
	100	1.4	2.0	1.7	2.0
	125	1.7	2.2	2.0	2.3
	150	2.0	2.3	/	/
	250	2.1	2.5	2.4	/
分 类		装用四冲程发动机		装用二冲程发动机	
		两轮摩托车	两轮座式摩托车	两轮摩托车	两轮座式摩托车
三 轮 车	50		1.6		1.6
	>50		2.0		2.5
	250		/		3.0
	750		5.0		/

表 3-10 摩托车分类型燃油消耗量

排量 , mL	销售量 (辆)	单车平均油耗 (L/100Km)	燃油消耗量 (L/100Km)
50	1229084	1.6	1966534.4
60	105086	1.7	178646.2
70	324116	1.7	550997.2
80	196011	1.9	372420.9
90	1064280	1.9	2022132
100	2678326	2.0	5356652
125	2617413	2.3	6020049.9
150	122968	2.3	282826.4
250	137220	2.5	343050
50	20813	1.6	33300.8
>50	325286	2.5	813215
250	16105	3.0	48315
750	20683	5.0	103415
总计	8857391		18091554.8

结果如下：

摩托车燃油消耗总量为：18091554.8 L/100Km

摩托车平均百公里油耗：2.04 L/100Km

燃油消耗合计：13243.018 吨/100Km（汽油）

3.3.4 1998 年进口新车的总油耗量

表 3-11 为 1998 年分型汽车的进口量。为计算方便，进口车的标定油耗选用国产车的油耗作为估算的依据。得结果如表 3-12 所示。

表 3-11 1998 汽车进口量 (辆)

车型	进口量	车型	进口量	车型	进口量
货车	4373	客车	7424	轿车	18016
重型载货车 (柴油)	1132	大型客车 (柴油)	234	中级轿车 (柴油)	4
中型载货车 (柴油)	443	中型客车 (柴油)	138	微型轿车 (汽油)	17
轻型载货车 (柴油)	163	轻型客车 (柴油)	2868	普通级轿车 (汽油)	1033
重型载货车 (汽油)	11	大型客车 (汽油)	757	中级轿车 (汽油)	15279
中型载货车 (汽油)	12	中型客车 (汽油)	75	中高级轿车 (汽油)	1207
轻型载货车 (汽油)	2610	轻型客车 (汽油)	3352	高级轿车 (汽油)	476
总计			40216		

表 3-12 进口汽车耗油量

年份	进口汽车 (辆)	单车平均油耗 (L/100Km)	油耗 (L/100Km)
货车	4373		
重型载货车 (柴油)	1132	22.60	25583.2
中型载货车 (柴油)	443	17.5	7752.5
轻型载货车 (柴油)	163	11.5	1874.5
重型载货车 (汽油)	11	/	0
中型载货车 (汽油)	12	25.1	301.2
轻型载货车 (汽油)	2610	12.7	33147
客车	7424		0
大型客车 (柴油)	234	24.8	5803.2
中型客车 (柴油)	138	19.1	2635.8
轻型客车 (柴油)	2868	8.5	24378
大型客车 (汽油)	757	24.8 (假定)	18773.6
中型客车 (汽油)	75	28	2100
轻型客车 (汽油)	3352	8.5	28492
轿车	18016		0
中级轿车 (柴油)	4	/	0
微型轿车 (汽油)	17	5	85
普通级轿车 (汽油)	1033	6.2	6404.6
中级轿车 (汽油)	15279	8.0	122232
中高级轿车 (汽油)	1207	11.5 ^[1]	13880.5
高级轿车 (汽油)	476	12.5 ^[2]	5950
总计		柴油 : 68027.2	汽油 : 231365.9

[1]参考CA7460

[2]参考CA7200E

结果如下：

1998 年进口新车的百公里柴油消耗量：68027.25 L/100Km

燃油消耗合计：**59.52 吨/100Km**（柴油）

1998 年进口新车的百公里汽油消耗量：231365.9 L/100Km

燃油消耗合计：**169.36 吨/100Km**（汽油）

3.3.5 新车燃油消耗量计算结果

通过对有关数据的整理和计算，得出表 3-13 结果：

表 3-13 机动车燃油消耗量

类别	柴油（吨/100Km）	汽油（吨/100Km）
汽车	5068.09	6965.56
农用车	8551.62	0
摩托车	0	13243.018
进口车	59.52	169.36
合计	13679.23	20377.938
燃油消耗量（万吨）	410.38	611.34

注：年平均行驶里程按 3 万公里估算

3.4 在用车油耗

3.4.1 我国柴油汽车发展状况

近几年，我国柴油车发展速度日益加快，1980 年以前，我国大部分汽车都是汽油车，而且大部分载重汽车也都是汽油车，只有重型汽车用柴油。1982 年重型柴油车年产量仅 5100 辆，只占当年汽车总产量 19.6 万辆的 2.6%，其余全为汽油车。80 年代后期，我国汽车厂才发展柴油车，如南京“依维柯”、江西的“江铃”、重庆的“庆铃”等。与此同时，采用柴油机的中型车、重型车的产量也逐年增加，1990 柴油车占汽车总量的比例是 14.88%，1998 年提高到 26.16%。特别是载货车，柴油车比例越来越大。1998 年生产的载货车一半以上是柴油车。

3.4.2 调查结果及分析

3.4.2.1 调查结果

（一）金龙大客车经济性调查

车型：金龙

采样数量：21 台

样车来源：吉林省长春市吉运集团客运公司

调查方式：由公司报表数据获得

数据处理方式：按照车辆的总的行驶里程进行分类取算数平均值，利用数据处理软件 ORIGIN5.0 绘制曲线如图 3-4。

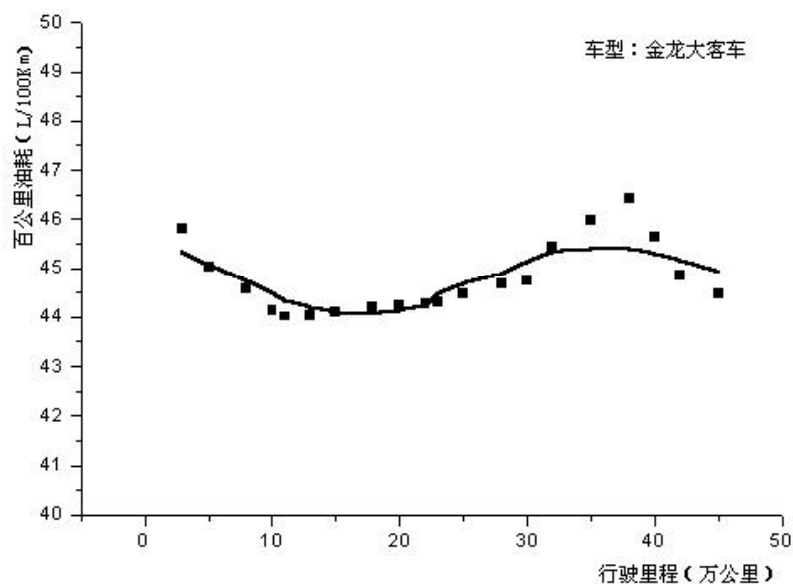


图 3-4 金龙大客车全寿命油耗调查分析图

分析如下：

在车辆开始使用的初期，即磨合期内，由于不能在经济车速内行驶，故油耗较高，随着磨合期的结束，百公里油耗开始逐渐下降，直到行驶到 15 万公里时，由于车辆的内部磨损等达到最佳状态，故此时油耗达到最低数值；然后，随着行驶里程的增加，车辆的技术状况开始下降，经济性开始下降，百公里油耗增加，直到行驶里程达到 35 万公里时，百公里油耗已经比最佳状态时上升了近 5%，此时处于车辆大修阶段，大修后的油耗大幅度下降，并逐渐又趋于平稳。

（二）捷达（普通型）轿车经济性调查报告

车型：捷达（普通型）

采样：128 台

数据来源：吉林省长春市各大出租车公司、企事业单位自用车。

数据处理方式：按照车辆的总的行驶里程进行分类取算数平均值，利用数据处理

软件 ORIGIN5.0 绘制曲线如图 3-5。

分析如下：

捷达车油耗状况变化较小。在车辆开始使用的初期，油耗较高。到 7 万公里左右，百公里油耗开始变化较小。直到行驶到 30 万公里之后，油耗才开始上升，一般发动机在 35-40 万公里大修，大修后油耗又开始变得平稳。

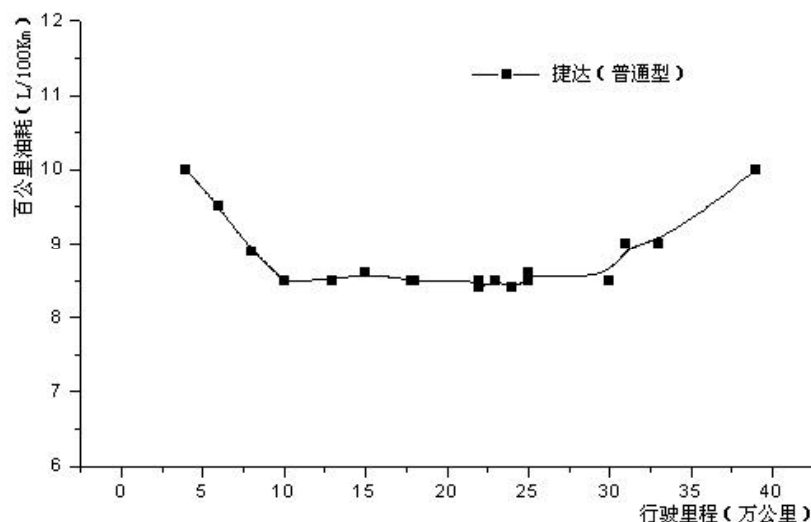


图 3-5 捷达轿车全寿命油耗调查分析图

(三) 公交大客车 6090 经济性调查报告

车型：公交大客车 6090

采样数量：31 台

样车来源：吉林省长春市公交公司

调查方式：直接向司机调查收集获得

数据处理方式：按照车辆的总的行驶里程进行分类取算术平均值，利用数据处理软件 ORIGIN5.0 绘制曲线如图 3-6。

分析如下：

在车辆开始使用的初期，即磨合期内，由于不能在经济车速内行驶，故使得油耗较高，随着磨合期的结束，车辆逐渐趋于正常使用状态，百公里油耗开始逐渐下降，直到行驶到 4 万公里时，此时由于车辆的内部磨损等达到最佳状态，故此时油耗达到最低数值；然后，随着行驶里程的增加，车辆的技术状况开始下降，经济性开始下降，百公里油耗增加，直到行驶里程达到 11-13 万公里，油耗已经比最佳状态时上升了近 20%，此

时应进行车辆大修，大修后的油耗大幅度下降，并逐渐又趋于平稳。

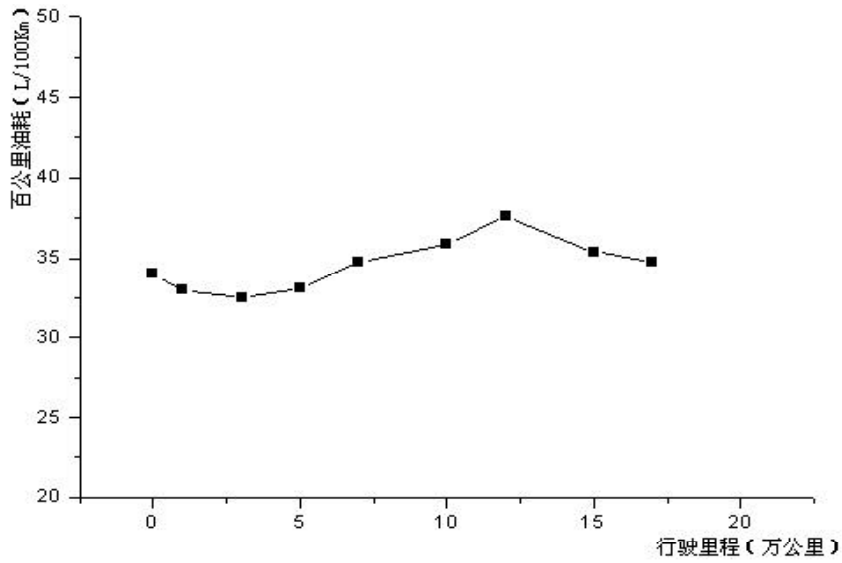


图 3-6 公交 6090 客车全寿命油耗调查分析图

(四) 中型载货汽车

车型：解放六吨平头柴油车

采样数量：38 台

样车来源：吉林省长春市吉运集团、长春客车厂运输公司等

调查方式：由公司报表数据获得

数据处理方式：按照车辆的总的行驶里程进行分类取算数平均值，利用数据处理软件 ORIGIN5.0 绘制曲线如图 3-7。

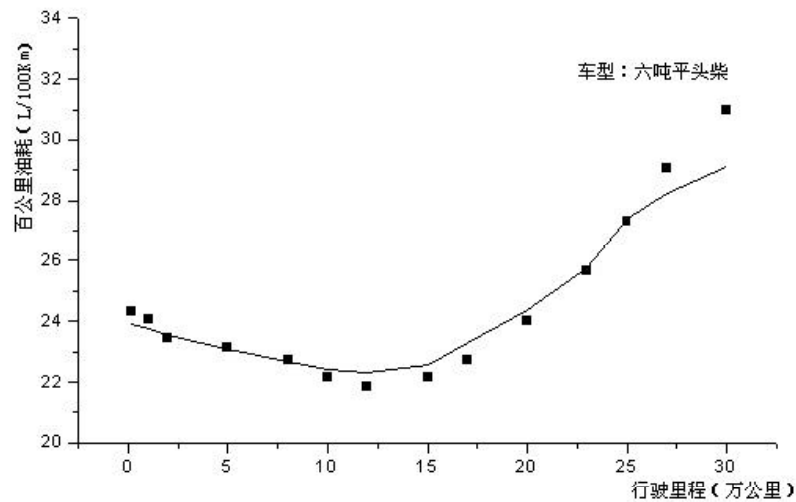


图 3-7 六吨平头柴全寿命油耗调查分析图

分析如下：

在车辆开始使用的初期，即磨合期内，由于不能在经济车速内行驶，油耗较高。随着磨合期的结束，百公里油耗开始逐渐下降，直到行驶到 8-15 万公里时，此时车辆的内部磨损等达到最佳状态，油耗也达到最低；然后，随着行驶里程的增加，车辆的技术状况开始下降，经济性也开始下降，百公里油耗增加，到 25-30 万公里时，应安排车辆大修，大修后的油耗大幅下降，并逐渐又趋于平稳。

3.4.2.2 数据分析

根据上述的调查，整理结果，见表 3-14：

表 3-14 数据分析表

类型	标定油耗 L/100Km	实际油耗			
		最小 L/100Km	变化率 %	最大 L/100Km	变化率 %
金龙大客车	32 ^[1]	44.1	37.8	45.4	41.9
捷 达	6.9 ^[2]	8.5	23	10	44.9
公交大客车	27 ^[3]	33	22	38	28.9
解放 6 吨车	18 ^[4]	22.7	26.1	27	50

[1]参考 1998 年公布的金龙/XMQ6121 型的油耗参数

[2]参考 1998 年公布的捷达轿车的油耗参数

[3]参考 1998 年公布的广州/GZK6874A 型的油耗参数

[4]参考 1998 年公布的 CA1110PK2L7 型的油耗参数

表 3-14 中的数据显示在用车在运行期间，实际的油耗会比标定的油耗高出很多，所以在计算在用车的燃油消耗量时必须重新确定该车型的实际油耗，在这里因为只是要初步估算在用车的燃油消耗量，所以可以采用算术平均法

表 3-15 为在用车平均油耗。从中可知，在用车平均油耗均超过标定油耗 30% 以上。

表 3-15 在用车平均油耗

类型	在用车平均油耗 L/100Km	变化率 %
金龙大客车	44.75	39.84
捷 达	9.25	34.06
公交大客车	35.5	31.48
解放 6 吨车	24.85	38.06

3.4.3 1998 年汽车保有量

有关部门估算的部分车型的油耗和平均行驶里程如表 3-16：

表 3-16 部分车型的油耗和平均行驶里程

车型	油耗 L/100Km	平均行驶里程 10 ⁴ Km
公共汽车	34	6
小公共汽车	16	6
出租车	6-8	8-10
大型载货汽车	30	6

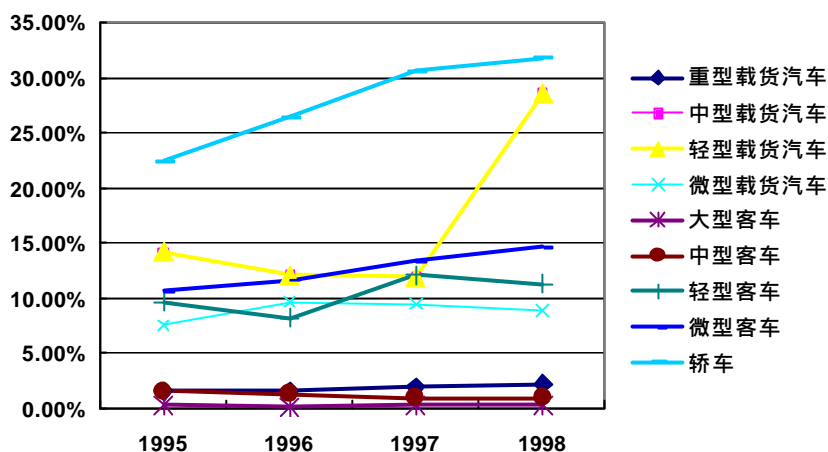


图 3-8 1995-1998 年各车型占总销量的比例

为了确定在用车的分车型构成，选择 1995-1998 年的销量进行分析，表 3-17 列出了 4 年的汽车分类型销量，以及其占总销量的比例。图 3-8 表示了 4 年汽车分类型销量以及比例。从图 3-8 可以看出，除了中型载货汽车的销售量占总销量的比变化比较明显，其它车型都没有显著的变化。可以假设 1998 在用车也按照此比例构成，这样可以减少大量的查询和整理工作。表 3-18 中的估算结果表。

表 3-17 1995-1998 年汽车销量统计表 (辆)

	1995年		1996年		1997年		1998年	
	销量	比例	销量	比例	销量	比例	销量	比例
总计	1441779	100%	1458666	100%	1565904	100%	1603054	100%
载货汽车	638372	44.28%	632547	43.36%	665884	42.52%	658051	41.05%
重型载货汽车	23404	1.62%	23696	1.62%	30646	1.96%	36676	2.29%
中型载货汽车	205667	14.26%	175460	12.03%	188047	12.01%	187661	28.52%
轻型载货汽车	300201	20.82%	292888	20.08%	297515	19.00%	292469	18.24%
微型载货汽车	109100	7.57%	140503	9.63%	149676	9.56%	141245	8.81%
客车	320061	22.20%	312036	21.39%	420419	26.85%	436719	27.24%
大型客车	3653	0.25%	3337	0.23%	4650	0.30%	5790	0.36%
中型客车	22267	1.54%	18611	1.28%	16144	1.03%	16715	1.04%
轻型客车	140575	9.75%	120727	8.28%	189157	12.08%	180166	11.24%
微型客车	153337	10.64%	169216	11.60%	210468	13.44%	234048	14.60%
轿车	322839	22.39%	386743	26.51%	479601	30.63%	508284	31.71%

表 3-18 在用车燃油消耗估算值

类 型	保有量 万辆	比 例	估算保有量 万辆	估算在用车实 际油耗	油 耗 10 ⁶ L/100Km	合 计 10 ⁶ L/100Km
合计	1319.30					柴油
载货汽车		42.80%	564.69			39.12
重型载货汽车		1.87%	24.70	30.70 ^D	7.58	
中型载货汽车		16.71%	220.39	23.78 ^D 34.10 ^G	20.96 45.10	汽油
轻型载货汽车		19.54%	257.73	15.62 ^D 17.25 ^G	8.05 35.57	148.76
微型载货汽车		8.89%	117.32	8.83 ^G	10.36	
客车		24.42%	322.17			
大型客车		0.29%	3.76	33.69 ^D	1.27	
中型客车		1.22%	16.13	25.95 ^D 38.04 ^G	1.26 4.30	
轻型客车		10.34%	136.38	11.55 ^G	15.75	
微型客车		12.57%	165.84	8.56 ^G	14.20	
轿车		27.81%	366.90	6.4 [#]	23.48	

* 表示此列数据为新车的此类型平均油耗与1.3586（四种车型的平均值）的乘积

D 表示柴油

G 表示汽油

表示该数据为中级轿车、普通轿车和微型轿车的平均值

估算结果如下：

柴油的百公里消耗量为 39.12×10^6 L/100Km

汽油的百公里消耗量为 148.76×10^6 L/100Km

经过换算（按照柴油比重为 0.875 Kg/L；汽油比重为 0.732 Kg/L），得出：

柴油消耗量为 **342.3 吨/Km**

汽油消耗量为 **1089 吨/Km**

假设按照每辆在用车每天平均行驶 100 公里，一年运行 300 天计算，在用车平均行驶里程为 3 万公里，为了保证估算准确性，选取一个范围 3-5 万公里作为平均行驶里程，所以经计算可得下述结果：

柴油消耗总量估算值 1 为：1026.9 万吨

柴油消耗总量估算值 2 为：1711.5 万吨

汽油消耗总量估算值 1 为：3267.0 万吨

汽油消耗总量估算值 2 为：5445.0 万吨

3.5 两种分析的结果对比

根据上述估算的结果，将有关部门公布的汽车消耗的燃油量（表 3-1）与估算值相比较，可得出表 3-19，可以看出公布值与估算值偏差在 11%左右。

表 3-19 1998 年汽、柴油消耗量的公布值与估算值对比表（万吨）

汽油			柴油		
公布值	估算值	相差百分比	公布值	估算值	相差百分比
2945.6	3267.0	+10.9%	922.5	1026.9	+11.3%
	5445.0	+84.9%		1711.5	+85.5%

第四章 未来二十年中国燃油消耗量预测

本研究开发了基于 Spreadsheet 的机动车燃料经济性模型，利用该模型对未来不同燃料经济性情景下的机动车燃油消耗量进行计算，同时计算不同节油目标情景下所需的燃料经济性提高路线。

4.1 模型方法学

模型采用第二章中所定义的车型分类系统及划分标准。模型包含三个主要模块。第一个模块为机动车保有量预测模块，其核心算法是以弹性系数法为基础的机动车增长模型；第二个模块为燃油消耗量预测模块，模块根据不同的燃料经济性提高情景计算未来机动车燃料消耗量和 CO₂ 排放量；第三个模块是燃料经济性提高路线模块，计算为满足给定节油目标所需的燃料经济性提高路线。模型的技术路线如图 4-1 所示。

4.1.1 机动车保有量预测

从总体上讲，机动车增长模型基本上有 2 种：一种是时间序列外推法，一种是经济预测方法。其中，经济预测方法有很多种，如：

弹性系数法、汽车拥有率与使用模型、Quarmby & Bates 法(采用收入和居住密度作为两个独立变量)。预测机动车增长趋势时，除上述方法外，还有考虑多种影响因素的多元回归模型等。

本研究中采取以弹性系数法为基础的机动车增长模型。即利用历史保有量数据和弹性系数预测未来机动车的总保有量，同时预测未来各种车型在总保有量中的比例，最终得到未来各种车型的保有量预测值。预测模型的技术路线如图 4-2 所示。

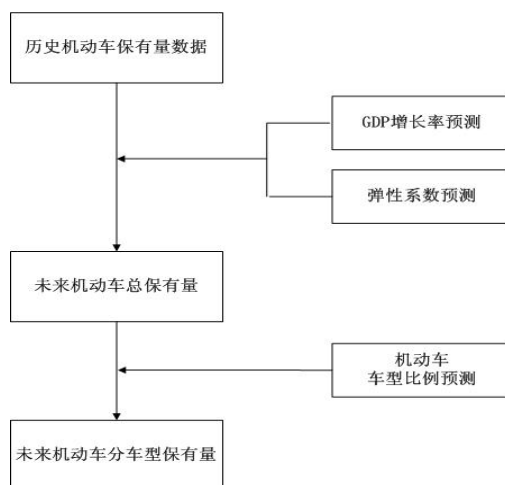


图 4-2 机动车保有量预测模型

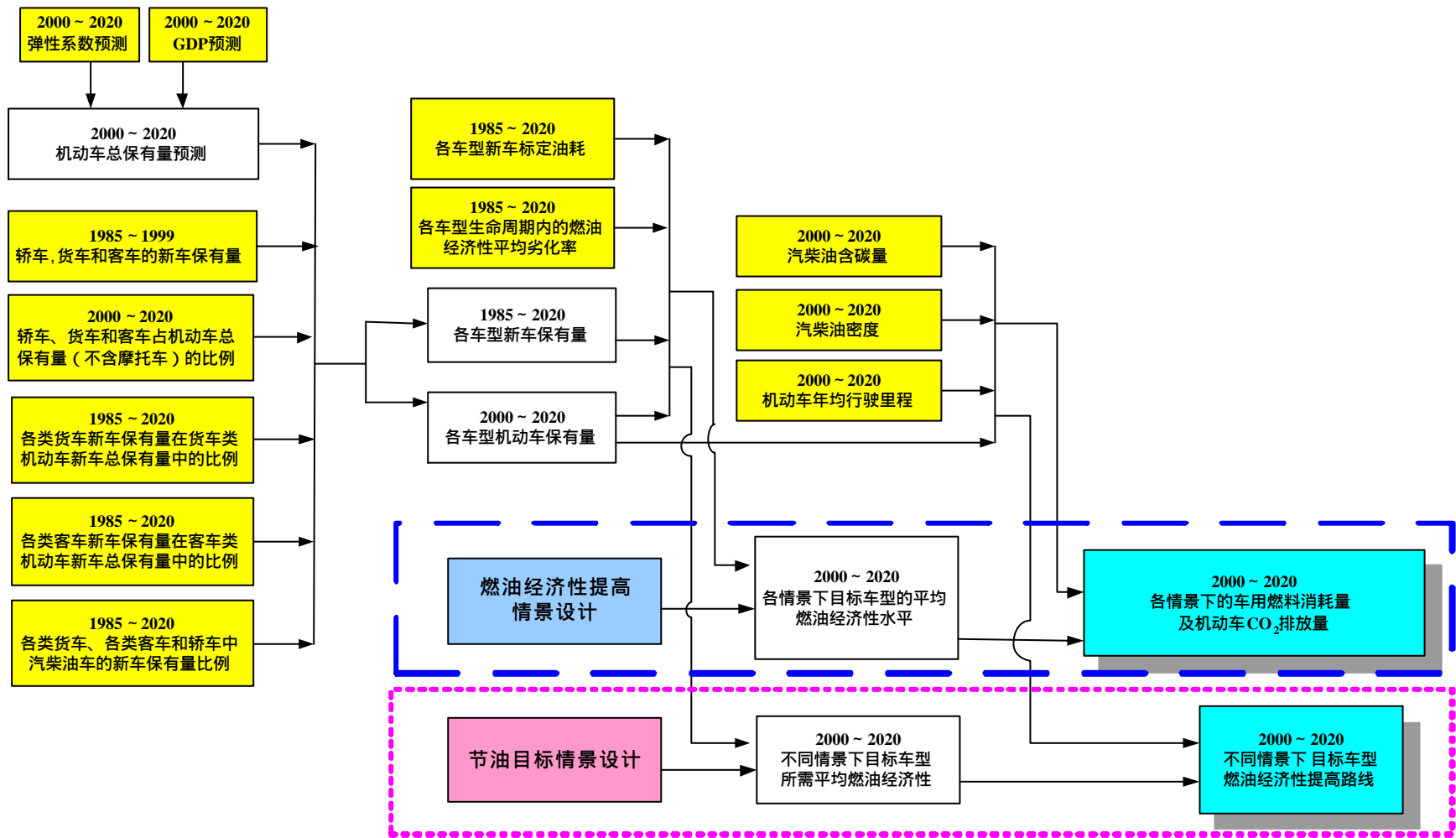


图 4-1 燃料经济性模型技术路线示意图

中外学者对于中国未来二十年的经济发展做了大量的研究，对中国经济长期发展趋势提出了多种不同的预测方案。但绝大多数研究都基于一个共同的认识，即在未来二十年中，中国经济依然会保持较为强劲的增长势头，还会加快缩小与发达国家间的差距，并在 10 年到 20 年后发展成为世界经济强国。主要的一些预测结果见表 4-1。

表 4-1 未来二十年中国 GDP 增长率预测

研究者	2000-2010	2010-2020
中国科学院国情分析研究小组	8.0%-8.7%	7.0%-7.8%
中国社会科学院	6.4%	4.0%
国务院发展研究中心	7.9%	6.6%
世界银行	6.9%	5.5%
兰德公司	3%-4.9%	2.1%-5.3% (2010-2015)

本研究中,采用中国科学院国情分析研究小组的底线方案预测结果,即 2000 年-2010 年,中国年均 GDP 增长率达到 8.0%,而 2010-2020 年年均 GDP 增长率为 7.0%。

机动车增长率相对于 GDP 增长率的弹性系数通过对历史数据的分析确定。过去二十年中,中国机动车保有量持续快速增长。从 1980 到 1999 的 20 年间,机动车保有量从 178 万辆发展到 1450 万辆,总数增加了 7 倍,年均增长率达到 11.7%。而同期的摩托车保有量增加了 170 多倍,年均增长率接近 32%。(见图 4-3)根据上述增长率结果,计算得到了机动车增长相对于经济增长的弹性系数。该弹性系数定义为机动车保有量增长率与 GDP 增长率的比值,计算结果见表 4-2。

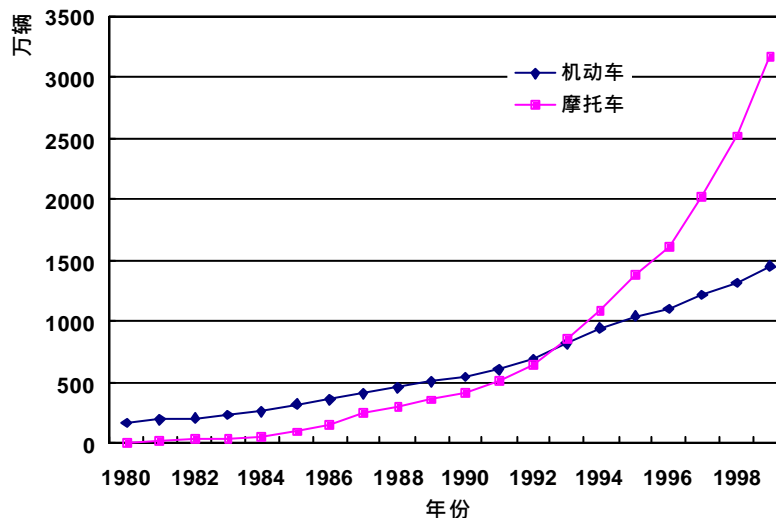


图 4-3 中国机动车保有量增长趋势

表 4-2 中国机动车增长率与 GDP 的弹性系数

年代	GDP 增长率	机动车		摩托车	
		增长率	弹性系数	增长率	弹性系数
1980-1999	9.76%	11.7%	1.20	32.0%	3.27
1990-1999	9.78%	11.1%	1.13	24.4%	2.49
1995-1999	9.15%	9.7%	1.06	25.0%	2.73

本研究采用与表 4-2 中结果近似的弹性系数来预测 2000 年至 2020 年间的机动车增长。取 2000 年至 2010 年间的弹性系数为 1.10，2010 至 2020 年间的弹性系数为 1.05。

摩托车增长的弹性系数的确定则较为复杂。过去二十年中，摩托车的增长主要集中在大中城市及沿海开放地区，而近年来上述地区保有量已经较大，加之一些大城市逐渐对摩托车进行限制，使得大城市摩托车市场萎缩，需求量减少。而另一方面，随着经济水平的提高和国家西部开发战略的实施，未来中小城市及农村地区对摩托车的需求将会迅速增加。因此，可以预见，在未来的五年内，摩托车保有量将会保持目前高速增长的趋势，而五年之后，由于中小城市市场趋于饱和，增长速度将大幅放缓，并在 2020 年左右接近饱和状态。基于上述预测，本研究取 2000 年至 2005 年间的摩托车增长弹性系数为 2.5，从 2006 年起，弹性系数每年降低 0.5，到 2010 年，弹性系数稳定在 0.5 的水平上直至 2015 年。从 2015 年起继续每年降低 0.1，到 2020 年，弹性系数为 0，摩托车保有量达到饱和状态。

根据上述预测方法，可计算出 2020 年中国机动车保有量为 7800 万辆，摩托车保有量达到 1 亿 8200 万辆，如图 4-4 所示。

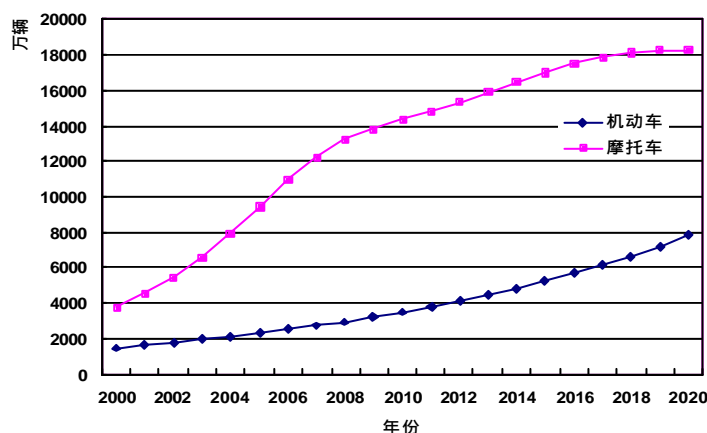


图 4-4 未来二十年中国机动车总保有量预测

1999 年，我国机动车保有量中货车、客车和轿车所占的比例分别为 48.9%，20.3%

和 30.8%。考虑到人民生活水平的提高及国家鼓励发展轿车的政策，本研究预测在未来二十年中，轿车在机动车保有量中的比例将有较大幅度的提高。而货车和客车虽然也会有较快的增长，但由于增长速度不及轿车，因此在机动车总保有量中的比例将会有所下降，见表 4-3。

表 4-3 总保有量中货车、客车及轿车的比例预测

年份	货车	客车	轿车
1999	48.9%	20.3%	30.8%
2000	48.0%	21.0%	31.0%
2010	40.0%	15.0%	45.0%
2020	30.0%	15.0%	55.0%

根据《中国汽车工业年鉴》提供的汽车销量数据，得到 1989 年至 1999 年间新车中不同车型所占的比例。根据过去十年间新车中车型比例的变化趋势，同时考虑国家鼓励发展轻型客车的政策，预测得到未来新车中各车型所占比例，见表 4-4。

表 4-4 新车中各车型所占比例

年份	货车				客车			
	重型货车	中型货车	轻型货车	微型货车	大型客车	中型客车	轻型客车	微型客车
1989	2.9%	47.1%	40.1%	9.9%	8.7%	18.9%	45.0%	27.5%
1990	3.6%	51.7%	35.4%	9.4%	9.8%	25.9%	50.0%	14.3%
1991	2.1%	43.2%	41.3%	13.4%	4.6%	23.2%	60.0%	12.2%
1992	2.3%	38.8%	46.1%	12.8%	2.9%	16.2%	70.0%	10.9%
1993	3.5%	45.9%	42.0%	8.6%	1.9%	10.5%	83.7%	3.9%
1994	4.7%	45.2%	42.6%	7.5%	1.2%	8.2%	59.7%	30.9%
1995	3.7%	33.6%	47.0%	15.7%	1.1%	8.0%	43.9%	46.9%
1996	3.7%	30.8%	46.3%	19.2%	1.1%	8.4%	38.7%	51.8%
1997	4.6%	27.8%	44.7%	22.9%	1.1%	6.6%	45.0%	47.3%
1998	5.6%	27.9%	44.4%	22.1%	1.3%	7.5%	41.3%	49.9%
1999	6.4%	24.2%	51.2%	18.2%	1.5%	5.7%	35.5%	57.3%
2000	7.0%	22.0%	55.0%	16.0%	1.3%	5.0%	35.0%	58.7%
2010	13.0%	18.0%	59.0%	10.0%	1.3%	6.0%	30.0%	62.7%
2020	18.0%	15.0%	60.0%	7.0%	1.0%	8.0%	30.0%	61.0%

汽油和柴油是中国目前主要的车用燃料。代用燃料车主要为城市公交车。虽然世界各国都在努力开发各种替代燃料技术，但从目前的发展状况来看，预计未来 20 年内代用燃料车的比例仍然会维持在比较低的水平。因此，本研究只考虑汽油和柴油的情况。

根据《中国汽车工业年鉴》提供的汽车销量数据，得到 1995 年至 1999 年新车中汽、柴油车比例。目前绝大多数轻型车都使用汽油，而且中国并没有政策引导轻型汽油车向轻型柴油车转换，因此，本研究中预测轻型柴油车的比例在未来 20 年内仅有少量增加。在重型车和中型车中，目前仍有很大比例是汽油车。考虑到柴油车的高效性、中国政府的政策导向以及发达国家重型车发展的经验，本研究预测到 2020 年，中型车中柴油车将占据较大比例，而重型汽油车将全部被重型柴油车替代。（见表 4-5）

表 4-5 不同车型中汽油车比例

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2010	2020
重型货车	13.2%	0.5%	0.1%	3.6%	0.6%	2.0%	1.0%	0.0%
中型货车	43.9%	32.5%	35.1%	36.2%	33.5%	35.0%	30.0%	20.0%
轻型货车	59.8%	50.4%	44.7%	45.1%	25.6%	40.0%	35.0%	30.0%
微型货车	100.0%	99.6%	99.7%	99.8%	99.9%	99.5%	95.0%	90.0%
大型客车	3.7%	8.8%	0.8%	5.8%	9.9%	8.0%	5.0%	0.0%
中型客车	52.6%	43.5%	45.1%	46.6%	45.1%	45.0%	40.0%	35.0%
轻型客车	80.7%	64.3%	70.4%	70.7%	67.6%	67.0%	65.0%	60.0%
微型客车	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	95.0%	90.0%
轿车	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	95.0%	90.0%

1985~2020 年各年的新车保有量按下述公式计算：

(1) 对于轿车类机动车：

$$\left. \begin{aligned}
 NC_i^G &= NC_i \times NCshare_i^G \\
 NC_i^D &= NC_i \times NCshare_i^D
 \end{aligned} \right\} i: 1985-1999$$

$$\left. \begin{aligned}
 NC_i^G &= VP_i \times SHARE_i^C \times NCshare_i^G - \sum_{k=i-14}^{i-1} NC_k^G \\
 NC_i^D &= VP_i \times SHARE_i^C \times NCshare_i^D - \sum_{k=i-14}^{i-1} NC_k^D
 \end{aligned} \right\} i: 2000-2020$$

其中：

i ：年份

NC_i^G ：第 i 年汽油轿车新车保有量，万辆；

NC_i ：第 i 年新轿车的总保有量，万辆；

$NCshare_i^G$ ：第 i 年汽油轿车新车保有量在轿车新车保有量中的比例；

NC_i^D : 第 i 年柴油轿车新车保有量, 万辆;

$NCshare_i^D$: 第 i 年柴油轿车新车保有量在轿车新车保有量中的比例;

VP_i : 第 i 年机动车总保有量 (不含摩托车), 万辆;

$SHARE_i^C$: 第 i 年轿车总保有量在非摩托机动车总保有量中的比例

(2) 对于货车类机动车:

$$\left. \begin{aligned} NT_{i,j}^G &= NT_i \times NTSHARE_{i,j} \times NTshare_{i,j}^G \\ NT_{i,j}^D &= NT_i \times NTSHARE_{i,j} \times NTshare_{i,j}^D \end{aligned} \right\} i: 1985-1999$$

$$\left. \begin{aligned} NT_{i,j}^G &= (VP_i \times SHARE_i^T - VP_{i-1} \times SHARE_{i-1}^T + NT_{i-15}) \times NTSHARE_{i,j} \times NTshare_{i,j}^G \\ NT_{i,j}^D &= (VP_i \times SHARE_i^T - VP_{i-1} \times SHARE_{i-1}^T + NT_{i-15}) \times NTSHARE_{i,j} \times NTshare_{i,j}^D \end{aligned} \right\} i: 2000-2020$$

j : 货车种类;

$j=1$ 时为重型货车,

$j=2$ 时为中型货车,

$j=3$ 时为轻型货车,

$j=4$ 时为微型货车;

NT_{ij}^G : 第 i 年, 第 j 类汽油货车的新车保有量, 万辆;

NT_{ij}^D : 第 i 年, 第 j 类柴油货车的新车保有量, 万辆;

NT_i : 第 i 年新货车的总保有量, 万辆;

$NTSHARE_{ij}$: 第 i 年, 第 j 类货车新车保有量在总货车新车保有量中的比例;

$NTshare_{ij}^G$: 第 i 年, 第 j 类新汽油货车保有量在第 j 类新货车中比例;

$NTshare_{ij}^D$: 第 i 年, 第 j 类新柴油货车保有量在第 j 类新货车中比例;

$SHARE_i^T$: 第 i 年货车总保有量在非摩托机动车总保有量中的比例

(3) 对于客车类机动车:

$$\left. \begin{aligned} NP_{i,j}^G &= NP_i \times NP SHARE_{i,j} \times NP share_{i,j}^G \\ NP_{i,j}^D &= NP_i \times NP SHARE_{i,j} \times NP share_{i,j}^D \end{aligned} \right\} i: 1985-1999$$

$$NP_{i,j}^G = (VP_i \times SHARE_i^P - VP_{i-1} \times SHARE_{i-1}^P + NP_{i-15}) \times NP SHARE_{i,j} \times NP share_{i,j}^G \left. \vphantom{NP_{i,j}^G} \right\} i: 2000-2020$$

$$NP_{i,j}^D = (VP_i \times SHARE_i^P - VP_{i-1} \times SHARE_{i-1}^P + NP_{i-15}) \times NPSHARE_{i,j} \times NPshare_{i,j}^D$$

j : 客车种类

$j=1$ 时为大型客车 ,

$j=2$ 时为中型客车 ,

$j=3$ 时为轻型客车 ,

$j=4$ 时为微型客车 ;

NP_{ij}^G : 第 i 年 , 第 j 类汽油客车的新车保有量 , 万辆 ;

NP_{ij}^D : 第 i 年 , 第 j 类柴油客车的新车保有量 , 万辆 ;

NP_i : 第 i 年新客车的总保有量 , 万辆 ;

$NSHARE_{ij}$: 第 i 年 , 第 j 类新客车保有量在新客车总保有量中的比例 ;

$Nshare_{ij}^G$: 第 i 年 , 第 j 类新汽油客车保有量在第 j 类新客车中比例 ;

$Nshare_{ij}^D$: 第 i 年 , 第 j 类新柴油客车保有量在第 j 类新客车中比例 ;

$SHARE_i^P$: 第 i 年客车总保有量在非摩托车总保有量中的比例

(4) 对于摩托车 :

$$NM_i = VP_i^M - VP_{i-1}^M + NM_{i-15} \quad i : 2000-2020$$

NM_i : 第 i 年新摩托车保有量 , 万辆 ;

VP_i^M : 第 i 摩托车总保有量 , 万辆 ;

4.1.2 燃料经济性提高情景设计

以第三章中统计得到的 1998 年中国机动车各车型新车的标定燃油经济性水平为基准 , 本研究为未来新车燃油经济性的变化趋势设计了四种情景 : 无控方案、基准方案、燃料经济性标准低方案和燃料经济性标准高方案。

无控方案 : 作为一种对比方案 , 假设未来二十年中新车的标定油耗将停留在 1998 年的水平上。

基准方案 : 基准方案假设未来不实施强制性的燃油经济性标准。但由于中国机动车目前的油耗水平还比较高 , 与国际先进技术水平相比具有较大的改善余地 , 而减少燃油消耗所需付出的成本也比发达国家要低。伴随机动车行业技术进步的过程 , 机动车的油

耗水平将会有明显的降低。同时机动车生产厂家出于提高产品竞争力、提升品牌形象等考虑，也会主动。基于上述考虑，基准方案假设在未来二十年中，中国机动车的燃料经济性将会缓慢提高，从2000年至2020年，各车型新车的标定油耗将每年降低1%。

燃料经济性标准低方案：假设在基准方案各车型燃料经济性稳步提高的基础上，未来二十年中，政府将会要求在新生产的轿车、轻型客车和微型客车上采取一定的节油措施。这些措施将分四个阶段，分别在2002年，2008年、2013年和2018年实施。要求在实施节油措施后，上述车型的新车燃油经济性将在上一年的基础上提高5%。

燃料经济性标准高方案：假设在基准方案的基础上，未来二十年中，政府将会要求在新生产的轿车、轻型客车和微型客车上采取严格的节油措施。这些措施将分四个阶段，分别在2002年，2008年、2013年和2018年实施。要求在实施节油措施后，上述车型的新车燃油经济性将在上一年的基础上分别提高10%、10%、8%和5%。

4.1.3 机动车平均燃油经济性水平预测

机动车燃油经济性提高的方案确定以后，目标年某种车型的平均燃油经济性水平按照下述公式计算：

$$FE_{i,j} = \frac{\sum_{k=i-14}^i \left[NFE_{k,j} \times (1 + a_{k,j}) \times \prod_{n=i-14}^k (1 - improve_n) \times NVP_{k,j} \right]}{VP_{k,j}}$$

i ：年份， $i=2000-2020$ ；

j ：目标车型种类；

FE_{ij} ：第 j 种车型在第 i 年的在用车平均燃油经济性水平，L/100Km；

NFE_{ij} ：第 j 种车型在第 i 年的新车标定燃油经济性水平，L/100Km；

a_{ij} ：第 j 种车型第 i 年新车的燃油经济性平均劣化系数，定义为(实测油耗-标定油耗)/标定油耗；

NVP_{ij} ：第 j 种车型在第 i 年的新车保有量，万辆；

VP_{ij} ：第 j 种车型在第 i 年的总保有量，万辆；

$improve_i$ ：第 i 年燃油经济性提高率。

一般情况下，机动车实际使用过程中的燃油消耗比标定油耗要高。为计算方便起见，本研究中引入机动车燃油经济性劣化系数的概念，将其定义为实际油耗和标定油耗的差

与标定油耗的比值。根据第二章中对 1998 年在用车实际油耗水平的统计结果可知，实际平均油耗均超过标定油耗 30% 以上。造成这一差别的主要原因有生产厂家标定数据的误差、在路实际行驶工况的差异以及车辆保养水平的差异等。考虑到第二章中的统计结果实际反映了各年出厂的机动车燃料经济性的平均劣化水平，因此本研究中对 1985 年至 2000 年的新车燃料经济性劣化系数均取 35%。而未来可能实施的机动车燃料消耗量申报制度和实测燃料消耗量公布制度将会降低机动车生产厂家标定数据的误差，同时随着交通状况的改善，I/M 制度的实施，未来的燃料经济性劣化系数将会有所下降。但由于测试工况和实际在路工况的差异，标定油耗与实际油耗间的差异将仍会存在，出厂时满足燃油经济性标准的新车在实际上路行驶时油耗仍有可能超标。目前美国机动车实际油耗平均超过燃油经济性标准 15%-20%。本研究预测到 2010 年，新车的燃油经济性平均劣化系数将下降到 20%，2020 年进一步下降到 15%。

4.1.4 不同燃料经济性情景下车用燃料消耗量及机动车 CO₂ 排放量计算

$$GasolineCon_i = \sum_{j^G} (FE_{i,j^G} \times Tr_{i,j^G} \times VP_{i,j^G}) \times Den_i^G / 10$$

$$DieselCon_i = \sum_{j^D} (FE_{i,j^D} \times Tr_{i,j^D} \times VP_{i,j^D}) \times Den_i^D / 10$$

$$CO_{2i} = (GasolineCon_i^G \times Carbon_i^G + DieselCon_i^G \times Carbon_i^D) \times 44 / 12$$

i : 年份, $i=2000-2020$;

j^G : 燃用汽油的车型种类 ;

j^D : 燃用柴油的车型种类 ;

$GasolineCon_i$: 第 i 年的车用汽油消耗量, 万吨 ;

$DieselCon_i$: 第 i 年的车用柴油消耗量, 万吨 ;

FE_{i,j^G} : 第 j^G 类车型在第 i 年的平均燃油经济性水平, L/100Km ;

FE_{i,j^D} : 第 j^D 类车型在第 i 年的平均燃油经济性水平, L/100Km ;

Tr_{i,j^G} : 第 j^G 类车型在第 i 年的年均行驶里程, 万公里 ;

Tr_{i,j^D} : 第 j^D 类车型在第 i 年的年均行驶里程, 万公里 ;

VP_{i,j^G} : 第 j^G 类车型在第 i 年的总保有量, 万辆 ;

VP_{i,j^D} : 第 j^D 类车型在第 i 年的总保有量, 万辆;

Den_i^G : 第 i 年车用汽油的密度, kg/L;

Den_i^D : 第 i 年车用柴油的密度, kg/L。

$Carbon_i^G$: 第 i 年车用汽油的含碳量;

$Carbon_i^D$: 第 i 年车用柴油的含碳量;

CO_{2i} : 第 i 年机动车 CO_2 排放总量, 万吨。

本研究中假设燃料的密度和含碳量为恒定值, 车用汽油密度取 0.732kg/L, 含碳量取 85.5%, 车用柴油密度取 0.875kg/L, 含碳量取 87%。

表 4-6 列出了本研究对未来机动车行驶里程变化趋势的预测。

表 4-6 机动车年均行驶里程预测 (万公里/年)

年份	重型货车	中型货车	轻型货车	微型货车	大型客车	中型客车	轻型客车	微型客车	轿车	摩托车
2000	3.0	2.8	2.0	1.5	3.0	2.8	2.0	1.5	2.0	1.0
2010	3.5	3.2	2.3	1.5	3.5	3.2	2.3	1.5	1.5	1.0
2020	4.0	3.5	2.5	1.5	4.0	3.5	2.5	1.5	1.0	1.0

4.1.5 不同节油目标下目标车型燃料经济性计算

模型的另一个主要模块是燃料经济性提高路线计算模块, 主要功能是对不同节油目标下目标车型所必须的燃料经济性提高路线进行计算。做为决策分析支持工具, 决策者可以很方便地在模型中制订目标年节油方案, 同时选择实施节油措施的年份, 模型即可以输出满足目标所必需的燃油经济性提高路线。

鉴于该问题的超定性, 首先进行以下假设将问题进行简化: 1, 节油目标按照目标车型的基准油耗比例进行分配, 即认为各目标车型的节油比例相同; 2, 采取节油措施的若干年份提高燃油经济性的幅度相同。根据目标年的节油量, 由假设 1 可以确定目标车型在目标年的油耗, 进而确定其在目标年的平均燃油经济性水平; 由假设 2, 问题可化为一元多次方程, 如下式:

$$\sum_{k=2002}^i b_{k,j} x^{a_i} = C_{i,j}$$

其中:

i : 节油目标年 ;

j : 目标车型 ;

x : 未知数项 , 与燃油经济性的提高幅度相关 ;

a_i : 指数项 , 与采取提高燃油经济性措施的年份相关 ;

$$a_{i,j} = \sum_{k=2002}^i T_k$$

T_i : 布尔型参数。如果第 i 年实施提高燃油经济性, 则 $T_i=1$, 否则 $T_i=0$;

b_{ij} : 系数项 , 与基准情景下目标车型的平均燃油经济性水平相关 ;

$$b_{i,j} = NVP_{i,j} \times NFE_{i,j} \times (1 + a_{i,j})$$

j : 目标车型 ;

$NFE_{i,j}$: 目标车型 j 在第 i 年的新车标定燃油经济性水平, L/100Km ;

$a_{i,j}$: 目标车型 j 在第 i 年新车的燃油经济性平均劣化系数 ;

$NVP_{i,j}$: 第 j 种车型在第 i 年的新车保有量, 万辆 ;

c_{ij} : 常数项 , 目标车型在节油目标年的总油耗

$$c_{i,j} = \frac{OilCon_{i,j} \times 10}{Tr_{i,j} \times Den_{i,j}}$$

$OilCon_{i,j}$: 目标车型 j 在目标年 i 的油耗, 万吨 ;

$Den_{i,j}$: 目标车型 j 在目标年 i 燃料的密度, kg/L ;

$Tr_{i,j}$: 目标车型 j 在目标年 i 的行驶里程, 万公里 ;

研究中采用牛顿法来求解该非线性方程, 牛顿法的优点是收敛快, 而且初始值靠近正解 x^* 时可以保证方程的收敛型。在模型中, 初值 x^0 选为 100%。迭带方程如下。

$$x^{n+1} = x^n - \frac{\sum_{k=2002}^i b_{k,j} x^{a_k} - c_{i,j}}{\sum_{k=2002}^i b_{k,j} a_k x^{a_k-1}}$$

n : 迭带次数。

4.2 结果与分析

4.2.1 各车型机动车保有量预测

根据上述计算方法及参数，预测得到未来 20 年中国机动车分车型保有量。表 4-7 给出了 2020 年机动车分车型保有量的预测结果。到 2020 年，保有量最大的车型为汽油轿车，保有量超过 3800 万辆，占机动车保有总量的 49.5%。其余依次为轻型货车（柴油）、微型客车（汽油）、轻型货车（汽油）、柴油轿车和重型货车（柴油），分别占机动车保有总量的 11.9%、8.6%、5.9%、5.5%和 4.4%。上述 6 种车型占据了当年机动车保有总量的 85.8%。

表 4-7 2020 年机动车分车型保有量预测（万辆） don't matched to table 4-5

大型客车		中型客车		轻型客车		微型客车		轿车	
汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油
0.38	13.15	30.51	50.79	221.35	131.93	671.16	52.54	3867.66	429.74
重型货车		中型货车		轻型货车		微型货车		摩托车	
汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油		
1.95	344.94	104.37	292.15	459.10	927.53	197.84	13.83	18238.77	

4.2.2 不同燃油经济性情景下车用燃料消耗量及 CO₂ 排放量

根据 4.1.2 中设置的情景，计算出中国 2000 年到 2020 年间不同燃油经济性情景下车用燃料的消耗总量及机动车 CO₂ 排放量，计算结果见表 4-8 和表 4-9。图 4-5 和图 4-6 分别给出了各情景相对于无控情景的节油量和节油比例。图 4-7 给出了各情景相对于无控情景的 CO₂ 减排量。

表 4-8 2000-2020 不同燃油经济性情景下中国车用燃料消耗总量（万吨）

年份	无控方案	基准方案	低方案	高方案
2000	4256.51	4215.87	4215.87	4215.87
2001	4568.23	4517.63	4517.63	4517.63
2002	4899.68	4838.91	4832.83	4826.76
2003	5239.33	5167.96	5155.15	5142.34
2004	5592.75	5511.22	5491.57	5471.92
2005	5974.76	5883.93	5857.38	5830.83
2006	6385.50	6285.31	6251.13	6216.95
2007	6814.89	6705.45	6662.32	6619.19
2008	7225.92	7107.62	7043.86	6981.21

2009	7667.78	7542.20	7457.09	7374.23
2010	8192.06	8061.26	7953.98	7850.15
2011	8727.77	8587.28	8457.22	8331.82
2012	9303.40	9148.13	8993.83	8845.47
2013	9905.20	9729.04	9536.08	9358.01
2014	10546.65	10345.70	10112.25	9903.00
2015	11225.14	10995.23	10719.00	10476.79
2016	11947.73	11680.21	11364.36	11091.67
2017	12709.84	12395.03	12042.86	11743.20
2018	13511.18	13137.73	12732.01	12406.38
2019	14353.85	13910.96	13450.74	13098.57
2020	15237.96	14715.37	14200.11	13821.02

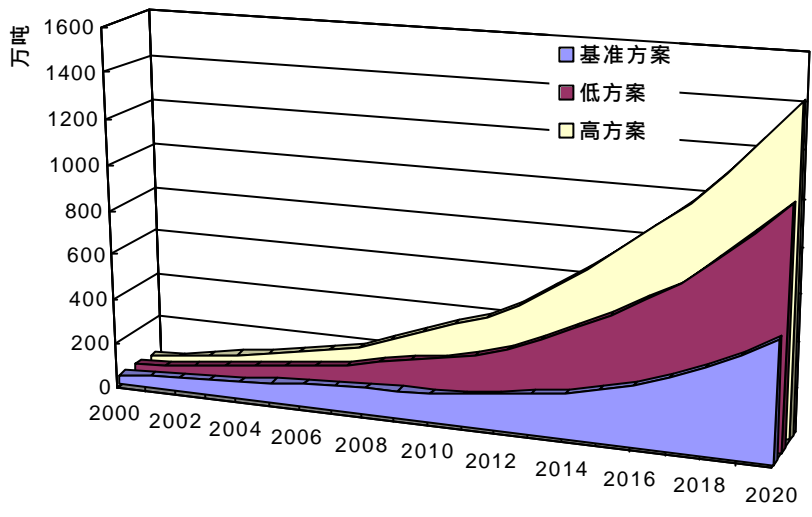


图 4-5 不同方案相对于无控方案的节油量

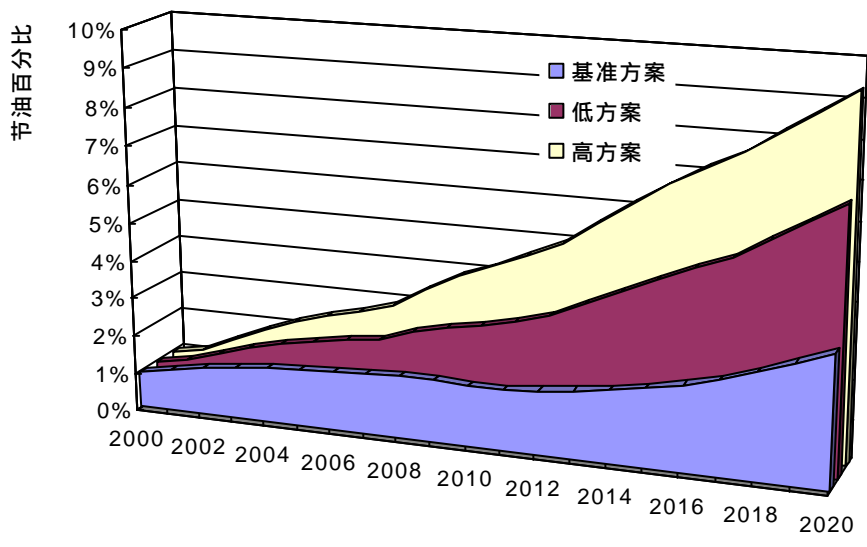


图 4-6 不同方案相对于无控方案的节油比例

表 4-9 2000-2020 不同燃油经济性情景下中国机动车 CO₂排放量 (万吨)

年份	无控方案	基准方案	低方案	高方案
2000	13438.28	13310.6	13310.60	13310.60
2001	14424.72	14265.56	14265.56	14265.56
2002	15473.88	15282.62	15263.56	15244.50
2003	16549.46	16324.73	16284.51	16244.30
2004	17668.67	17411.91	17350.20	17288.48
2005	18878.28	18592.12	18508.76	18425.4
2006	20179.70	19863.99	19756.66	19649.32
2007	21541.23	21196.34	21060.89	20925.43
2008	22846.01	22473.12	22272.89	22076.14
2009	24248.58	23852.72	23585.42	23325.20
2010	25912.20	25499.89	25162.95	24836.82
2011	27610.57	27167.62	26759.09	26365.19
2012	29435.54	28945.89	28461.14	27995.09
2013	31343.98	30788.26	30182.00	29622.51
2014	33377.47	32743.35	32009.76	31352.26
2015	35530.03	34804.19	33936.09	33174.93
2016	37822.56	36977.65	35984.94	35127.89
2017	40240.88	39246.20	38139.23	37197.33
2018	42784.23	41603.80	40328.36	39304.75
2019	45459.01	44058.59	42611.66	41504.52
2020	48265.48	46612.53	44992.39	43800.47

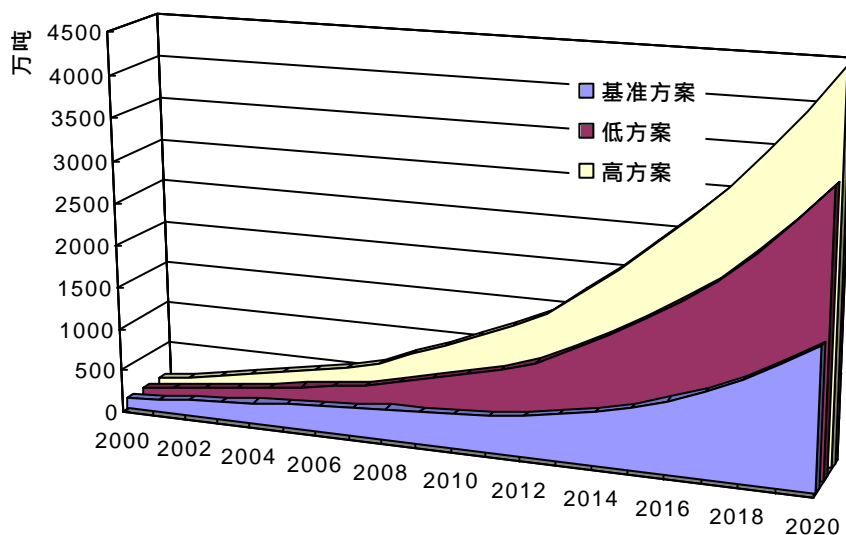


图 4-7 不同方案相对于无控方案的 CO₂减排量

4.2.3 节油目标方案下的燃料经济性提高路线

通过燃料经济性提高路线计算模块，决策者可以方便而直观的得到不同节油目标下所需的燃料经济性提高路线。

假设节油目标的低方案、中方案和高方案分别为：到 2020 年，中国机动车燃油总消耗量将在基准方案的基础上分别减少 300，400 和 500 万吨。基准方案设置见 4.1.2。政府将针对轿车、微型客车和轻型客车，在 2003 年、2008 年、2013 年和 2018 年分别实施的节油措施，其他车型的燃料经济性则按基准方案中设定的路线发展。将上述约束条件输入模型，得到达到不同方案设定目标所必须的燃料经济性提高路线如图 4-8 所示。由图可见，每次实施节油措施时，燃料经济性的提高幅度达到 6.3% 以上，才能实现 2020 年节油 500 万吨的目标，而要实现 2020 年节油 400 万吨的目标，燃料经济性每次需要提高 4.9%，实现 300 万吨节油目标燃料经济性每次需要提高 3.9%。

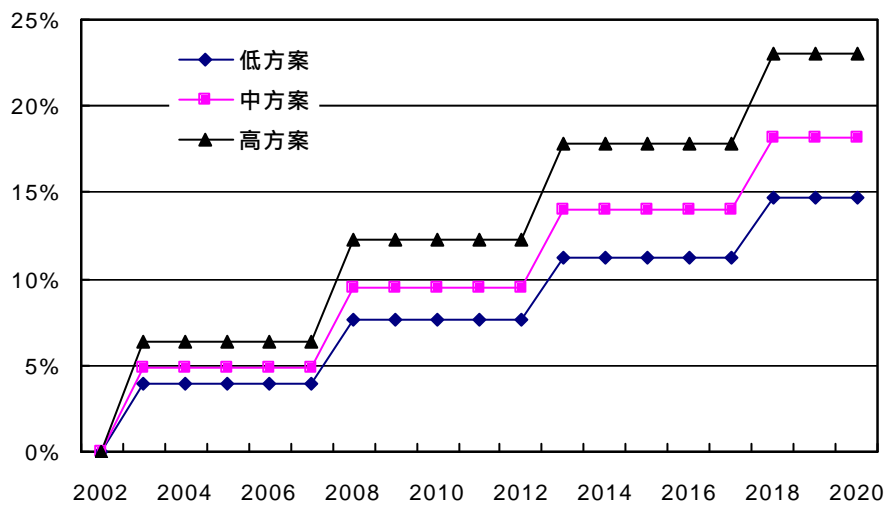


图 4-8 不同节油目标下所需的燃料经济性提高路线

第五章 提高燃料经济性的政策建议

1. 以立法形式鼓励提高燃料经济性。

我国已于 1997 年颁布《节能法》，并已于 1998 年开始实施。2002 年，我国还将颁布世界首部《清洁生产法》。提高燃料经济性对于节约能源具有重要意义，同时由于能源节约，还将减少其生命周期上游的能源消耗和污染排放。因此，应当在法律或其具体实施条例中体现对提高燃料经济性的鼓励。

2. 制订汽车燃油消耗量试验方法的国家标准。

标准化的机动车燃油消耗量试验方法是汽车能源效率评价体系和燃料经济性标准的基础。应当参考发达国家有关标准和法规，结合我国的具体情况，制定汽车燃油消耗量的国家标准——轿车燃料消耗量试验方法。

3. 制订燃料经济性国家标准。

根据发达国家的经验，提高燃料经济性最有效的办法是指定合适的机动车燃料经济性标准。因此，应当根据当前中国机动车能源效率的统计结果，尽快建立机动车燃料效率评价体系，并对机动车新技术组合的成本-效益进行分析。在此基础上，同时考虑中国能源与发展规划的总目标以及二氧化碳减排规划，制订适合当前实际的机动车燃料经济性标准，对各类汽车分阶段实施燃料消耗限制值。

4. 燃料经济性标准的配套措施

包括研究各种降低燃料消耗的技术和成本，提出技术指南；配套出台一系列针对燃料经济性的鼓励措施和限制措施；组织在全国汽车行业开展宣传贯彻活动；组织部分城市进行示范等等。

5. 建立汽车燃料经济性申报制度。

应当建立汽车燃料经济性申报制度，要求各汽车生产商和进口商，采取统一的试验方法，申报其生产的轿车和轻型汽车的燃料消耗量，并将此项制度作为汽车认证工作的一部分。

6. 建立燃料消耗量标签制度。

应当建立汽车燃料消耗量标签制度，要求所有新生产的轿车和轻型车必须在显著位置粘贴其燃料消耗量。

7. 建立实测燃料消耗量公布制度。

应当组织力量对国外已实施的汽车燃料消耗量公布制度进行研究，分析其实施条件，实施办法及实施效果，结合我国汽车工业发展状况及现有管理体系，建立适合实际情况的实测燃料消耗量公布制度。

- 1) Stringent standard is need
- 2) Seems it is far from enough to just control light duty gasoline passenger vehicles
- 3)