

汽车节能技术

原理及应用

◆ 熊云 胥立红 钟远利 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

汽车节能技术原理及应用

熊 云 胥立红 钟远利 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书作者根据多年从事汽车节能工作的实践和国内外汽车节能的经验,阐述了汽车节能工作的原则和方法。内容包括:能源与汽车节能概述、汽车燃料经济性评定指标及试验方法、影响汽车燃料经济性的主要因素及汽车节能途径、汽车结构与节能、汽车技术状况与节能、汽车驾驶与节能、管理与节能、燃料油与润滑油合理使用与节能、节油效果评价与节油产品、代用燃料和新能源等。

本书适用于汽车节能工作者、相关院校师生、汽车驾驶员以及汽车管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车节能技术原理及应用/熊云,胥立红,钟远利编著.
—北京:中国石化出版社,2006
ISBN 978-7-80229-179-9

I.汽… II.①熊… ②胥… ③钟… III.汽车节油
IV.U471.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 122840 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 310 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

定价:26.00 元

目 录

第一章 能源与汽车节能概述	(1)
第一节 能源概述.....	(1)
第二节 汽车节能概述.....	(3)
第二章 汽车燃料经济性评定指标及试验方法	(6)
第一节 汽车燃料经济性评定指标.....	(6)
第二节 汽车燃料经济性试验方法.....	(6)
第三章 影响汽车燃料经济性的主要因素及汽车节能途径	(9)
第一节 汽车燃料的能量消耗.....	(9)
第二节 影响汽车燃料经济性的主要因素及节能途径.....	(10)
第四章 汽车结构与节能	(14)
第一节 发动机结构.....	(14)
第二节 车辆结构.....	(25)
第五章 汽车技术状况与节能	(30)
第一节 发动机技术状况与节能.....	(30)
第二节 底盘技术状况与节能.....	(46)
第六章 汽车驾驶与节能	(52)
第一节 驾驶操作的基本要求.....	(52)
第二节 启动升温和行车温度.....	(53)
第三节 正确起步和加速.....	(56)
第四节 合理使用挡位.....	(57)
第五节 控制车速.....	(58)
第六节 安全滑行.....	(61)
第七节 掌握行车条件与规律.....	(66)
第八节 点滴节油, 积少成多.....	(70)
第九节 汽油车驾驶节油操作模式.....	(72)
第十节 柴油车驾驶节油操作模式.....	(74)
第七章 管理与节能	(77)
第一节 管理与节油的关系.....	(77)
第二节 管理与节油的范围与内容.....	(77)
第三节 管理节油的具体途径.....	(79)
第八章 燃料油、润滑油的合理使用与节能	(83)
第一节 汽油的合理使用与节油.....	(83)
第二节 柴油的合理使用与节油.....	(86)
第三节 内燃机油的合理选用和正确使用.....	(88)

第四节 车辆齿轮油的合理使用与节油·····	(95)
第五节 润滑脂的合理使用与节能·····	(97)
第九章 节油效果评价与节油产品·····	(100)
第一节 节油效果的评价·····	(100)
第二节 节能产品·····	(102)
第十章 代用燃料和新能源·····	(114)
第一节 醇类燃料·····	(115)
第二节 天然气·····	(124)
第三节 液化石油气·····	(132)
第四节 氢气·····	(139)
第五节 电动汽车·····	(142)
第六节 生物质液体燃料·····	(149)
第七节 二甲醚·····	(154)
附 录·····	(159)
附录 1 中华人民共和国节约能源法 ·····	(159)
附录 2 中华人民共和国可再生能源法 ·····	(163)
附录 3 节能产品评价导则 ·····	(167)
附录 4 汽车节油技术评定方法 ·····	(169)
附录 5 汽车节能产品使用技术条件 ·····	(175)
附录 6 汽车、船舶节能产品公布规则 ·····	(179)
附录 7 《汽车节能产品(技术)公布规则》实施细则 ·····	(181)
附录 8 汽车道路试验方法通则 ·····	(183)
附录 9 汽车燃油节能添加剂试验评定方法 ·····	(185)
附录 10 汽车发动机润滑油节能添加剂试验评定方法 ·····	(188)
附录 11 乘用车燃料消耗量限值 ·····	(192)

第一章 能源与汽车节能概述

第一节 能源概述

一、能源的定义、分类及度量

能源是指人类取得能量的来源，包括已开采出来可供使用的自然资源及经过加工或转换的能量的来源。尚未开采的能量资源称为资源，不列入“能源”范畴。

能源的分类方法很多，按能源的来源可分为太阳能、地球自身能和天体引力能。太阳能除太阳的辐射能外，还包括由太阳能转化而来的能源，如煤、石油、天然气、生物质能、水能、风能、海洋能等。地球自身能主要是储藏于地球内部的地热资源和地球上的原子能如铀、钍等核燃料。天体引力能是地球和月球、太阳等天体之间有规律的运动所形成的能，如潮汐能。

按可否再生分类可分为可再生能源和非再生能源。可再生能源顾名思义就是可连续再生、永续利用的能源，如水力、太阳辐射能等。非再生能源是指经过亿万年形成的、短期内无法恢复的能源，如石油、天然气等。

按人类利用能源的程度可分为常规能源和新能源。常规能源是指在一定历史时期和科学技术水平下，已被人们广泛应用的能源，如煤、石油、天然气等。新能源是指古老的能源采用先进的方法加以广泛利用，以及新发展的利用先进技术所获得的能源，如核聚变能等。

按能源的形式又可分为一次能源和二次能源。一次能源是指能量资源经过开采或收集后，未经任何改变或转换的能源，如原煤、原油、流过水坝的水等。二次能源是指一次能源经过加工转换后获得的能源，如各种石油制品、电力、氢能、沼气等。

能源的种类很多，为了便于统计、分析、比较，我国规定以“吨标准煤”(简称标煤)作为我国能源的统一度量单位，常用能源的热值和折算标准煤系数见表 1-1。

表 1-1 常用能源的热值和折算标准煤系数

能源名称	平均低热值/(kJ/kg)	折算标准煤/kg	能源名称	平均低热值/(kJ/kg)	折算标准煤/kg
原油	41900	1.4296	原煤	20934	0.7143
汽油	43800	1.4945	焦炭	28470	0.9714
柴油	43000	1.4672	电力(当量)	3601	0.1229
煤油	43400	1.4808	液化石油气	50241	1.8143
重油	39000	1.3307	天然气	38979	1.3300

二、中国能源现状

我国有世界第一位的水能资源蕴藏量，世界第三位的煤炭探明储量，世界第 10 位的石油探明储量和世界第 19 位的天然气探明储量。但我国人口众多，能源资源的人均占有量只相当于世界平均数的 51%。所以，我国是一个能源资源相对贫乏的国家。另外，我国能源资源还有两个不利条件：一是以煤为主，油气资源不足。世界油气资源占能源资源总量的 25.3%，而我国只占 4%。二是地理分布不理想，煤炭、石油资源集中在北方；水力资源偏于西南；而经济相对较发达的东南沿海地区能源资源很少。这些不利条件造成了我国油气资

源依赖进口，能源开发和运输成本较大，能源消费引起的环境污染严重。

经过 20 世纪后 50 年的持续努力，特别是改革开放以来的快速发展，中国能源建设取得了巨大成就，煤炭产量自 1989 年突破 10 亿吨以来，一直居世界第一位，其中 2004 年达 19 亿吨，较上年增长 14%，创历年最高产量；石油年产量自 1997 年以来，一直保持在 1.6 亿吨以上，2004 年生产原油 1.75 亿吨，居世界第五位；2004 年全国发电量达 21870 亿千瓦时，较上年增长 14.8%，仅次于美国，居世界第二。能源供应已经从多年的严重短缺，转到总量基本平衡，基本能够适应国民经济和社会发展的需要。出现能源供需基本平衡，主要有以下几方面的原因：

(1) 能源产量迅速增加，供应有保证

2004 年中国天然气产量 408 亿立方米，全国总发电量 21870 亿千瓦时，2004 年中国原油产量 1.75 亿吨，原煤产量 19 亿吨，太阳能、风能、地热等新能源比往年也都有不同程度的发展。

(2) 能源消费结构不断优化，能源供应质量有所提高

在一次能源生产总量中，煤炭所占比重由 1990 年的 74.2% 降为 2000 年的 67.2%；石油、天然气和水电所占比重由 1990 年的 19.0%、2.0%、4.8% 上升为 2000 年的 21.4%、3.4% 和 8.0%，新能源和可再生能源也发展迅速。我国目前能源消费的下降，只是煤炭消费的下降，石油、天然气、电力等优质能源消费仍在继续增长。洁净能源的迅速发展，优质能源比重的提高，为提高能源利用效率和改善大气环境起了重要的作用。

(3) 能源产业的现代化程度进一步提高，技术水平上了一个新台阶

煤炭工业已具备设计、施工、装备及管理千万吨级露天煤矿和大中型矿区的能力；石油工业已形成从勘探开发、地面工程建设到装备制造的完整体系；电力工业发展进入了以大机组、大电厂、大电网、超高压和自动化为主要特征的新阶段。

(4) 能源工业管理体制改革顺利推进，市场化程度不断提高

煤炭价格已放开，煤炭生产、运输和销售全面进入市场。为打破行业垄断，推动有序竞争，石油天然气工业和石油化工工业通过重组，实行了勘探开发、加工利用、内外贸一体化，原油、成品油价格与国际市场接轨。电力工业已确立“厂网分开、竞价上网、健全合理的电价形成机制”的改革目标。通过这一系列的改革，中国能源市场化程度进一步提高，中国能源工业将适应 WTO 的各项要求，更好地参与经济全球化。

(5) 工业部门结构变化，包括行业结构、企业结构和产品结构

高耗能工业的比例减少，电力、冶金、建材、石化、炼焦等行业关闭了一大批能耗高、污染重的小企业。能源密度较低的第三产业由 1995 年的 30.7% 增加到 2000 年的 33.2%。

(6) 节能工作成绩显著

在“开发与节约并举，把节约放在首位”方针的指导下，我国节能工作取得了巨大成就。“九五”期间，万元国内生产总值能耗下降了 30%，年节能率达到 7.2%，节约和少用能源约 4 亿吨标准煤，相当于减少排放二氧化硫 800 万吨、二氧化碳 1 亿 8 千万吨、粉尘 600 万吨、灰渣 1 亿吨。节能工作的成效，缓解了能源供需矛盾，减少了对环境的负面影响。

虽然中国能源发展获得了长足进步，我国已成为能源生产和消费大国，总量供应严重不足的矛盾也已大大缓和。但是，面对实现我国经济可持续发展的重任，仍存在着一些深层次的问题。一是能源品种结构不合理，煤炭直接用于终端消费的比例过大，产生大量污染物的排放，在造成环境恶化的同时，也给我国社会 and 经济发展带来日益严重的压力。电力生产和

消费总量虽然已位居世界第二，但人均拥有电力装机容量和消费量仍低于世界平均水平。天然气、风能、太阳能等洁净能源所占比重过低。二是技术水平不高，洁净煤技术开发与应用落后。三是能源利用效率、环保措施与世界先进水平相比有较大差距，不能完全满足可持续发展的要求。四是广大农村地区仍受能源短缺困扰，用能紧张，能源消费水平低。其中，最突出的问题是石油的供不应求。

统计显示，在 20 世纪 90 年代的 10 年中，我国年均石油消费增长速度比石油生产年均增长速度要高出 4.63 个百分点，年均石油生产量与石油消费量的差额高达 719 万吨。消费量的大幅度增加与生产量的低幅增长，是造成我国 90 年代石油供应短缺和石油净进口大幅度增加的基本原因，2004 年我国进口石油 1.23 亿吨，进口成品油 3788 万吨。

三、中国能源发展基本思路

宏观经济环境为能源发展提供了良好的历史机遇。经过 20 多年的改革开放，中国的经济发展和体制改革已经实现实质性转变，目前正在进入一个全面转型的新阶段。这一全面转型的基本含义是：以产业结构优化升级为中心，以科技创新和体制创新为动力，通过进一步扩大对外开放来融入国际分工，提高国际竞争力和综合国力，加快国民经济现代化的步伐，实现新世纪初期经济建设的跨越和腾飞。在这一过程中，经济社会的持续稳定发展，体制改革进程的加快，以及人民生活水平的不断提高，将使能源需求保持一定的增长速度，为中国能源产业提供良好的发展机遇和增长空间。加入世贸组织对能源发展是机遇与挑战并存。中国加入世贸组织，国内能源市场将完全开放，国际跨国能源公司将全力抢占中国市场。这种竞争和挑战，必然会冲击国内能源企业的生产和经营，对中国能源发展产生巨大影响。但另一方面，中国加入世贸组织后，关税降低将有利于能源产品的进出口贸易，对能源企业的影响也将是积极的。此外，外国投资者进入国内市场，外商投资有望增长，并带动国内企业和私人资本投资增长，进而推动经济发展，带动能源需求量的增长。

中国能源发展的基本思路是：以市场需求为导向，以全面创新为动力，以安全供应为基础，以经济效益为中心，以全方位调整和优化能源结构为主线，重点解决石油供不应求的结构性矛盾；以加入世贸组织为契机，抓住机遇，充分利用国内、国外两个市场、两种资源，立足国内，面向国际，努力走出一条生产规模稳步扩张、经济效益良好、市场竞争能力和对外开放程度不断提高的产业发展之路；坚持“开发与节约并重，把节约放在首位”的能源发展总方针，采取各种有效措施合理利用和节约能源，不断提高能源利用效率，特别是煤炭的清洁和优质利用，保护生态环境，促进能源、经济与环境协调发展。

第二节 汽车节能概述

近年来，我国汽车工业发展迅速，汽车保有量逐年增加，从 1994 年的 940 万辆增加到 2003 年的 2400 万辆，年增长率为 10%，其中私人汽车保有量从 1994 年的 205 万辆（占民用汽车保有总量的 21%）增加到 2003 年的 1200 万辆（占民用汽车保有总量的 50%）。2004 年我国汽车产销量双双首次突破 500 万辆，汽车产量达 507 万辆，比 2003 年增长 14.11%，轿车产量为 231 万辆，比 2003 年增长 11.99%。目前我国的保有量为 2700 万辆，其使用的燃料几乎为石油，发动机燃料的供应将更加紧张。

随着汽车保有量的增长和世界石油资源的日益减少，各国都在千方百计降低汽车的燃料

消耗率和致力于代用燃料和新能源的开发研究工作，以减轻对石油资源的过分依赖。我国石油开发和生产严重滞后于消费增长，供需矛盾日益突出，进口量大幅度上升。2004 年我国生产原油 1.75 亿吨，较 2003 年增长 2.9%；2004 年我国进口原油 12272 万吨，较 2003 年增长 34.8%，全年原油进口首次突破 1 亿吨大关；2004 年我国进口成品油 3788 万吨，较 2003 年增长 34.1%。随着工业化进程的加快和汽车保有量的增加，我国未来石油需求将呈强劲增长态势，供需缺口较大。如不采取积极有效的措施，到 2020 年，我国对国际石油市场的依存度将达到 62% 左右。因此，节约和使用替代燃料是解决我国石油资源短缺，缓解石油供需矛盾，保障国家经济安全和长远发展的重大战略措施。

从环境保护的角度考虑，汽车燃烧后将排出碳氢化合物(HC)、一氧化碳(CO)、氮氧化物(NO_x)等有害物质及导致地球温室效应的二氧化碳(CO_2)气体。随着我国汽车工业的迅速发展，汽车尾气污染已日益成为城市大气环境的主要污染源。我国 2004 年消耗汽油 4570 万吨，消耗柴油 1 亿吨(含农用、船用、铁路机车用、矿山用及民用等)，汽车尾气中污染物(碳氢化合物、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、颗粒物等)的排放量越来越大，造成的大气污染问题也越来越严重。因此，改进车辆燃料燃烧，尽量减少汽车燃油消耗量，不仅可提高其燃料经济性，还将使大气环境质量得到较大地改善，因而能源节约是解决环境污染的重要途径之一，也是我国执行《京都议定书》(已于 2005 年 2 月 16 日正式生效)的迫切需要。

从目前探明的石油资源测算，世界上可供开采的石油仅有数十年，石油资源将面临枯竭。从长远的观点来看，汽车用能必须换代，找出新能源，汽车的发展才有前途。但就目前而言，如何降低汽车的能源消耗，节约宝贵的石油资源，争取寻求可靠代用燃料的时间是当务之急。

“九五”时期，在“资源开发与节约并举，把节约放在首位，提高资源利用效率”的方针指引下，我国能源节约取得显著成绩，为缓解资源短缺，减少环境污染，提高经济增长的质量和效益，保障国民经济持续、快速、健康发展发挥了重要作用。

1997 年 11 月 1 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过的《中华人民共和国节约能源法》(附录 1)，1998 年 1 月 1 日正式颁布实施。《中华人民共和国节约能源法》是我国推进全社会节约能源，提高能源利用效率 and 经济效益，保护环境，保障国民经济和社会的发展，更加有效、合理地利用能源的法律保障，是指导我国节能工作的根本法规。

2005 年 2 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议通过并颁布了《中华人民共和国可再生能源法》，该法将于 2006 年 1 月 1 日正式实施(附录 2)。《中华人民共和国可再生能源法》的颁布实施，将推动我国可再生能源，特别是生物质液体燃料的快速发展。

长期以来，我国的汽车运输实施定额的公路养护费，而燃油费用的多少取决于汽车用油的多少。1997 年在八届全国人大常委会第二十六次会议上《中华人民共和国公路法》获得通过。该法规定公路养路费用采取征收燃油附加费的办法收取，拥有车辆的单位和个人，在购买燃油时，应当按照国家有关规定交纳燃油附加费，就是说征收燃油附加费后，不再交纳公路养路费。由于需要解决实施该法中的一些细节问题，1999 年 10 月 31 日第九届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议对其进行了修改，至今在全国范围内尚未实施征收燃油附加费，但实施征收燃油附加费只是个时间迟早而已。

将公路养护费改变为燃油附加费的办法，将在很大程度上改变汽车运输成本组成的比例关系。公路养护费是根据车辆吨位(座位)的多少，每月定额收取，它不管车辆的实载率如何，运行的公里多少，只要汽车在公路行驶，哪怕数小时、数十公里，就必须至少交纳一个

月的公路养护费。反过来只要交纳该月公路养护费后，汽车可以始终不停地运行也是合理合法的。在这种情况下，汽车拥有者、驾驶员对燃油费的重视程度是往往不够的。虽然他们也知道燃油费用在运输成本占一定比例，但只要通过多载(甚至超载)、多跑(人歇车不停)的方法来增加运输收入。虽然燃油费增多，但用一辆车便完成了两辆、甚至三辆车的运量，而只交一辆车的公路养护费，无疑是划算的，燃油费用自然成为次要位置了。

实施征收燃油附加费的办法是这样的：燃油附加费是从油价中提取一定比例作为养路费用。就是说今后不再收取公路养路费，而由燃油税取代。这种办法也是世界上大多数国家实施的规则，符合公平、合理的原则，道理很简单：汽车行驶的里程长短，载货(客)的多少，都是与用燃油的多少紧密相关的。常识告诉你，行驶里程多，载货(客)多，用的燃油必然多。既然用掉的燃油多，说明使用公路的机会多，对公路造成的损伤也多。因此，多交费用就非常公平合理了。这样，燃油多少就变得非常重要了，因为在购买燃油的同时，还要交纳数量可观的燃油税。面对这种现实，要降低汽车运输成本，用油的多少就非常重要了，用油少了，燃油费和其相关的税费自然就少了。要少用油，用专业行话来说就是要节油。节油并非不用燃油，而是如何用最少的燃油量，行驶最长的距离，完成最大的运量，从而最大限度地降低运输成本。

能少用油多跑公里，这是车主、驾驶员求之不得的好事。但要真正做到能节油，涉及到方方面面，这便是本书将要介绍的内容。

第二章 汽车燃料经济性评定 指标及试验方法

第一节 汽车燃料经济性评定指标

一、汽车燃料经济性的定义

汽车的燃料经济性是指汽车在一定的使用条件下,汽车完成单位运输量所消耗燃料的多少,是汽车的主要使用性能之一。

二、汽车燃料经济性的评价指标

汽车燃料经济性是用汽车燃料消耗的多少来进行评价的。汽车运行中燃料消耗的多少,主要取决于该车发动机为克服汽车行驶阻力所做的功的多少及其传动效率的高低。

发动机的经济性指标是燃料消耗率,又称比油耗,单位是 $\text{g/kW}\cdot\text{h}$,比油耗越小,表示发动机的经济性越好。

油耗指标表示一辆车完成 100km 运距所消耗的油料多少,或者运输货,运距为 100km 时所消耗的燃料量。显然这个数字越小,油耗就越小,汽车燃料经济性就越好。

我国及欧洲一般采用升/百公里 ($\text{L}/100\text{km}$) 作为汽车燃料经济性的指标,即用汽车行驶 100km 所消耗的燃油升数来衡量。

如相同载质(客)量的汽车,百公里油耗数字越小,说明该车燃料经济性越好。

在美国、英国等一些国家则用英里/加仑数表示法作为汽车燃料经济性指标,即用每消耗 1 加仑的燃料汽车行驶的英里数来表示(1 英里 = 1.6093km, 1 美加仑 = 3.785L, 1 英加仑 = 4.546L),相同载质(客)量的汽车,则该数字越大,说明该车燃料经济性越好。

汽车运输企业还常用完成每百吨公里或千人公里运输工作量时的燃料消耗量来表示汽车的燃料经济性,该指标便于比较不同装载量汽车的燃料经济性。

第二节 汽车燃料经济性试验方法

我国常用的汽车油耗指标是 $\text{L}/100\text{km}$,汽车制造厂提供的汽车燃油经济性指标就是如此表示的。汽车的燃料消耗量,可以根据发动机台架试验的结果进行计算,但最简单最常用的方法是通过道路试验确定。

我国汽车运输部门采用的油耗指标有两个:一个是汽车制造厂的油耗指标;另一个是汽车运输部门,根据气候、道路等条件制订的油耗指标。前者经过专门的试验确定,后者大多根据统计或者实际道路试验确定。

一、道路试验法

我国汽车燃料消耗量的测定,有 GB/T 12545.1—2001《乘用车燃料消耗量试验方法》、GB/T 12545.2—2001《商用车燃料消耗量试验方法》和 GB/T 19233—2003《轻型汽车燃料消耗量试验方法》三种试验方法。

1. 乘用车燃料消耗量试验方法

按 GB/T 12545.1—2001《乘用车燃料消耗量试验方法》的规定，乘用车燃料消耗量试验有两种测定方法。

(1) 等速行驶燃料消耗量试验

等速行驶燃料消耗量试验既可在测功机上进行，也可在道路上进行。

测试路段：试验测试路段长度至少为 2000m。

试验方法：汽车按 90km/h 和 120km/h 的速度等速行驶，通过测试路段，测量通过该路段的时间及燃料消耗量。

根据计算结果，就可以比较出燃料经济性如何。

汽车在行驶中有加速、减速、制动等各种工况，而等速行驶的机会是很少的。显然这种等速油耗试验法与实际使用中的情况差别较大，而且试验比较麻烦，所以还需采用第二种试验方法。

(2) 模拟城市工况循环燃料消耗量试验

模拟城市工况循环燃料消耗量试验规定在底盘测功机上进行 15 种工况循环道路试验，取 3 次试验结果的算术平均为模拟城市工况循环燃料消耗量试验的测定值。

模拟城市工况循环燃料消耗量试验是针对汽车使用中的各种工况制订定的，有加速、减速、等速，以及不同的车速各种工况，所以试验结果接近实际情况。

2. 商用车燃料消耗量试验方法

按 GB/T 12545.2—2001《商用车燃料消耗量试验方法》的规定，商用车燃料消耗量试验方法有两种测定方法。

(1) 等速行驶燃料消耗量试验

等速行驶燃料消耗量试验既可在测功机上进行，也可在道路上进行。

测试路段：试验测试路段长度为 500m。

试验方法：汽车用直接挡位(自动变速器车辆采用高档)，等速行驶，通过 500m 的测试段，测量通过该路段的时间及燃料消耗量。

试验车速从 20km/h(最小稳定车速高于 20km/h 时，从 30km/h)开始，以 10km/h 的整数倍均匀选取车速，直至最高车速的 90%，至少测定 5 个试验车速。同一车速往返各进行 2 次。

根据计算结果，绘制成燃料消耗量(L/100km)与车速(km/h)的关系曲线，称为等速油耗曲线。根据这个曲线就可以比较出燃料经济性如何。

与乘用车燃料消耗量试验方法一样，汽车在行驶中有加速、减速、制动等各种工况，而等速行驶的机会是很少的，等速油耗试验法与实际使用中的情况差别较大，商用车燃料消耗量试验还需采用多工况燃料消耗量试验方法。

(2) 多工况循环燃料消耗量试验

多工况循环燃料消耗量试验既可在测功机上进行，也可在道路上进行。

城市客车及双层客车进行四工况循环试验，其他商用车进行六工况循环试验。试验往返各进行 2 次，以四次试验结果的算术平均值为多工况燃料消耗量试验的测定值。

在底盘测功机上进行多工况循环道路试验，取 3 次试验结果的算术平均为多工况循环燃料消耗量试验的测定值。

多工况循环燃料消耗量试验是针对汽车使用中的各种工况制订定的，有加速、减速、等速，以及不同的车速各种工况，所以试验结果接近实用情况。

3. 轻型汽车燃料消耗量试验方法

GB/T 19233—2003《轻型汽车燃料消耗量试验方法》规定了汽车在模拟城市和市郊工况循环下,通过测定排放的二氧化碳(CO₂)、一氧化碳(CO)和碳氢化合物(HC),用碳平衡法计算燃料消耗量的试验方法和计算方法。

该方法适用于以点燃式发动机或压燃式发动机为动力,最大设计车速大于或等于 50km/h 的 M₁ 类(包括驾驶员座位在内,座位数不超过九座的载客车辆)车辆,也可用于最大设计总质量不超过 3.5t 的 M₂ 类(包括驾驶员座位在内,座位数超过 9 座,且最大设计总质量不超过 5000kg 的载客车辆)和 N₁ 类(最大设计总质量不超过 3500kg 的载货车辆)车辆。

轻型汽车燃料消耗量试验方法中二氧化碳、一氧化碳和碳氢化合物的测定按 GB 18352.2—2001《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(Ⅱ)》的相关规定进行,其燃料消耗量的计算方法如下:

汽油车: $FC = 0.1154[(0.866 \times HC) + (0.429 \times CO) + (0.273 \times CO_2)]/D$

柴油车: $FC = 0.1155[(0.866 \times HC) + (0.429 \times CO) + (0.273 \times CO_2)]/D$

式中 FC——燃料消耗量, L/100km;

HC——测得的碳氢排放量, g/km;

CO——测得的一氧化碳排放量, g/km;

CO₂——测得的二氧化碳排放量, g/km;

D——288K(15℃)下试验燃料的密度, kg/L。

二、统计法

有些汽车运输单位有自行规定的汽车油耗指标,也就是该企业的油耗定额,是用统计方法确定的。一般的是用月、季度,甚至 1 年为时间单位进行统计确定。这种统计试验法,至少应有 10 辆以上的车辆,行驶里程应为 10000 ~ 16000km。这样测试的误差以及偶然性便会减少,测试的结果就比较精确和客观,但时间太长,车辆过多,也容易出现误差。

第三章 影响汽车燃料经济性的 主要因素及汽车节能途径

第一节 汽车燃料的能量消耗

汽车依靠发动机发出的动力，通过传动装置推动汽车前进，而发动机是依靠燃料在汽缸内燃烧，放出热能，使燃气的温度和压力增高，体积膨胀，推动活塞下行做功而获得动力的。尽管汽车燃料的热值较高，但发动机中燃料燃烧放出的热量经过转换，只有一小部分能量转变为有用功，其余大部分以不同形式分别损失在发动机本身和汽车传动装置中。汽车能量转变时的损失情况，可分为以下三点。

1. 热量转变为机械功时的损失

燃料发出热能的损失，主要是排气、散热、漏气等造成的。气体膨胀推动活塞在单位时间内所做的功，称为指示功率。发动机工作时汽缸内热量的利用程度，用指示效率表示。

$$\text{指示效率} = \frac{\text{推动活塞做功的有效热量}}{\text{燃料总热量}}$$

上式说明，指示效率愈高，发动机工作得愈完善，热量损失愈少，发动机的指示功率愈大。一般四行程汽油机的指示效率为 0.25 ~ 0.35，这说明热量损失达 65% ~ 75%。

2. 指示功率转变为有效功率时的机械损失

发动机工作时活塞所承受的力，经过连杆使曲轴旋转，经飞轮输出动力。由于部分指示功率要消耗在发动机本身的摩擦损失上，所以从飞轮上实际输出的有效功率要小于指示功率。为表明发动机指示功率的利用程度，可用机械效率表示。

$$\text{机械效率} = \frac{\text{有效功率}}{\text{指标功率}}$$

汽油发动机的机械效率约为 0.7 ~ 0.9，说明发动机的功由活塞经曲轴转到飞轮时，摩擦损失达 10% ~ 30%，见表 3-1。

表 3-1 柴油机和汽油机热量分配表

热量分配	转变为有效功的热量/%	冷却水带走的热量/%	废气带走的热量/%	不完全燃烧损失的热量/%	其他热损失/%
柴油机	30 ~ 35	25 ~ 32	20 ~ 25	0 ~ 2	10 ~ 20
汽油机	19 ~ 25	30 ~ 40	21 ~ 25	6 ~ 13	7 ~ 16

注：其他热损失包括机件摩擦热损失和发动机外表面热辐射损失等。

3. 有效功率转变为汽车驱动功率时的传动损失

发动机所发出的有效功率，经过传动装置传到驱动轮时，由于一部分有效功率损失在传动装置中，所以驱动功率又小于有效功率。为表明有效功率的利用程度，可用传动效率来表示。

$$\text{传动效率} = \frac{\text{驱动轮功率}}{\text{有效功率}}$$

不同车辆的传动效率大约为 0.80 ~ 0.95，即有 5% ~ 20% 的有效功率消耗于传动装置中。

据《世界能源导报》报道，美国环境保护局以乘用车在城市高速公路上进行汽车行驶能量分配试验，得到汽车行驶能量分配图，结果示于图 3-1。

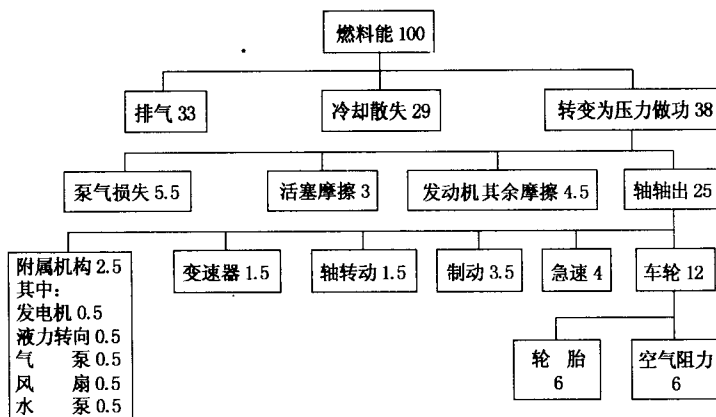


图 3-1 汽车行驶能量分配图

从图 3-1 可以看出汽车燃料经济性的情况，设燃料的总热能为 100%，由于能量的转换和功率传动中的损失，输出功率只相当于总热能的 25%，而驱动功率只有 12%，可见汽车的燃料经济性之低。汽车节能就是要解决如何降低图 3-1 中所示的热能损失和降低摩擦的问题。

第二节 影响汽车燃料经济性的 主要因素及节能途径

一、发动机

1. 发动机结构

发动机的油耗对汽车的油耗有决定性的影响，而发动机的油耗决定于发动机的结构。发动机的压缩比高、有完善的供油系统及合理的燃烧室形状、采用电子点火系统等都能降低发动机的比油耗。

2. 发动机的种类

柴油机由于压缩比比汽油机要高得多，因此柴油机比汽油机的油耗要低得多。试验和使用证明，一般装备柴油发动机的轿车比装备汽油发动机的轿车节油 18% 左右，柴油发动机载货汽车比汽油发动机载货汽车节油 30% 左右。目前世界各国正在积极推行轻型货车和轿车的柴油化进程，在总质量为 2 ~ 5t 的载货汽车中，德国有 95% 左右已用柴油机。

3. 发动机的负荷率

发动机负荷率通常是指发动机阻力矩大小。发动机克服阻力矩必须消耗燃油，增加负荷就意味着增加发动机每工作循环的供油量。汽油机是通过节气门位置来控制，柴油机是通过喷油泵齿条位置来控制，因此我们把汽油机节气门全开或柴油机喷油泵齿条位置在柴油机标定功率位置时称为发动机的全负荷；汽油机节气门不是全开或柴油机喷油泵齿条位置小于标定功率位置时，称为部分负荷。反映到汽车上，当加速踏板踩到底时，发动机为全负荷，加

速踏板部分踩下时发动机为部分负荷。发动机的比油耗随发动机负荷的变化而变化,在负荷率约为 80%~90% 时比油耗最低,低负荷和全负荷时比油耗都将增加。目前的汽车在平路上以常用速度行驶时,发动机的负荷率约为 20% 左右,发动机在比油耗较高的范围内工作。因此为了节约燃油,在行驶条件许可的情况下,不必追求汽车装备大功率的发动机以增加负荷率。

二、整车结构

1. 传动系

汽车传动系效率越高,传递动力的过程中能量损失越小,汽车的油耗就越低。目前机械齿轮变速器要比液力自动变速器的传动效率高,因此自动变速器的汽车虽然驾驶方便,但汽车油耗要高,这是机械齿轮变速器没有被自动变速器完全取代的主要原因。对于机械齿轮变速器,其挡位设置增多,能增加发动机处于经济工况下工作的机会,有利于提高汽车的燃油经济性。汽车一般用高档位行驶比低挡位行驶省油。

2. 汽车总质量

汽车总质量影响到汽车的滚动阻力、坡道阻力和加速阻力,对汽车的燃油经济性影响很大。对整车质量为 1360kg 的汽车,当汽车总质量减少 10%,油耗降低 8.8%。因此,在汽车上广泛采用轻质材料,减轻汽车自重,是提高汽车燃料经济性的一个主要方向。

3. 汽车的外形

为克服空气阻力而消耗的发动机功率与汽车行驶速度的 3 次方成正比。汽车速度不高时,空气阻力对汽车的燃料消耗影响不大,但当车速超过 50km/h,空气阻力对汽车燃料经济性的影响逐步明显。减少空气阻力主要是通过减少汽车的空气阻力系数来实现,汽车制造厂通过整车的风洞试验研究使汽车外形接近最优化。作为汽车使用者,不在轿车顶上安装行李架,货车装载品用篷布盖好,高速行驶时不打开车窗等措施都能降低空气阻力系数。

4. 轮胎

轮胎结构对滚动阻力影响很大,改善轮胎结构,可以减少汽车油耗。目前降低滚动阻力的最好办法是使用子午线轮胎。子午线轮胎与普通斜交轮胎相比,滚动阻力一般要下降 20%~30%。另外,轮胎的花纹及胎压对汽车的油耗都有较大的影响。

三、汽车的技术状况

汽车随着使用时间的增长,其性能也在逐步发生变化,当感觉车辆有异样时,应立即对车辆进行检查。车辆的技术状况差、故障多,对汽车的行驶油耗影响很大。

除汽车发动机故障外,汽车底盘部分的技术状况,如减速器、制动器、轴承、前束调整不当、轮胎气压不足等等,都会导致汽车油耗大幅度增加。汽车行驶中,发动机冷却系统温度过高或过低,也可使汽车油耗上升 12%~15%。

四、各种影响因素对汽车燃料经济性的具体影响

上述因素是影响汽车油耗的主要因素,除此之外,还与车辆使用状况、驾驶技术及节油技术的推广等因素有关,具体影响如下(由于一些数据受试验条件的限制,各个数值均有一定的误差,仅供参考):

1. 车辆结构性能对燃油经济性的影响

① 车辆自重减轻 10%,节油率 8.8%;

② 发动机每提高 1 个单位的压缩比,功率可提高 8%,节油率 7%;

③ 同功率的柴油机比汽油机, 节油率 30% ~ 40%。

2. 车辆技术状况对燃油经济性的影响

- ① 发动机点火系有故障, 多耗油 50% 以上;
- ② 6 缸发动机有 1 个缸不工作, 多耗油 20% ~ 25%;
- ③ 6 缸发动机有 2 个缸不工作, 多耗油 45% ~ 50%;
- ④ 点火提前角与最佳值相差 1° , 多耗油 1% 以上;
- ⑤ 点火提前角推迟最佳值 5° , 多耗油 8%;
- ⑥ 真空点火提前调节失灵或不装, 多耗油 6% ~ 10%;
- ⑦ 分电器白金间隙增大到 1mm, 多耗油 9%;
- ⑧ 分电器白金间隙减小到 0.2mm, 多耗油 11%;
- ⑨ 火花塞电极脏污或烧损严重, 多耗油 8%;
- ⑩ 空气滤清器不畅通(进气阻力增大), 多耗油 3.7% ~ 4.5%;
- ⑪ 化油器主量孔流量比标准增加 10%, 多耗油 7%;
- ⑫ 真空加浓装置失效, 多耗油 10% ~ 15%;
- ⑬ 化油器怠速调整不佳, 多耗油 3% ~ 4%;
- ⑭ 化油器油平面偏高, 多耗油 6% ~ 8%;
- ⑮ 发动机正常水温(80 ~ 90℃)下降 10℃, 多耗油 2.5%;
- ⑯ 发动机正常水温(80 ~ 90℃)降至 40℃, 多耗油 12%;
- ⑰ 发动机正常水温(80 ~ 90℃)降至 60℃, 多耗油 8% ~ 10%;
- ⑱ 发动机冷却水温超过 95℃ 以上, 多耗油 40% ~ 50%;
- ⑲ 前束与标准相比, 每变动 1mm, 多耗油 5%;
- ⑳ 轮胎气压比标准气压每降低 49kPa, 多耗油 5%;
- ㉑ 同一车轿中左右轮胎气压比标准降低 98kPa, 多耗油 10%;
- ㉒ 轮毂装配过紧, 制动调整不当, 多耗油 10% ~ 20%;
- ㉓ 离合器打滑, 多耗油 28.4%;
- ㉔ 手制动发咬, 多耗油 20.9%;
- ㉕ 使用高黏度齿轮油, 多耗油 3% ~ 6%;
- ㉖ 中等载重车滑行距离由 400m 降至 300m 时, 多耗油 17.4%;
- ㉗ 中等载重车滑行距离由 400m 降至 200m 时, 多耗油 34.8%。

3. 汽车使用状况对燃油经济性的影响

- ① 中等吨位的汽车在 50km/h 行驶时, 四挡比五挡多耗油 11.5%;
- ② 中等吨位的汽车在 40km/h 行驶时, 四挡比五挡多耗油 8.9%;
- ③ 中等吨位的汽车在 30km/h 行驶时, 三挡比四挡多耗油 15%;
- ④ 多载无关重量 10kg 行驶 50km, 多耗油 80mL;
- ⑤ 猛加油比轻缓加油, 多耗油 30%;
- ⑥ 急速起步一次, 多耗油 10mL;
- ⑦ 晚上比白天行驶, 多耗油 3% ~ 5%;
- ⑧ 中速行驶不滑行比中速行驶多滑行, 多耗油 30%;
- ⑨ 猛轰 1 次油门, 多耗油 15mL;
- ⑩ 用经济车速(节气门开度为 80%)行驶, 节油 20%;