



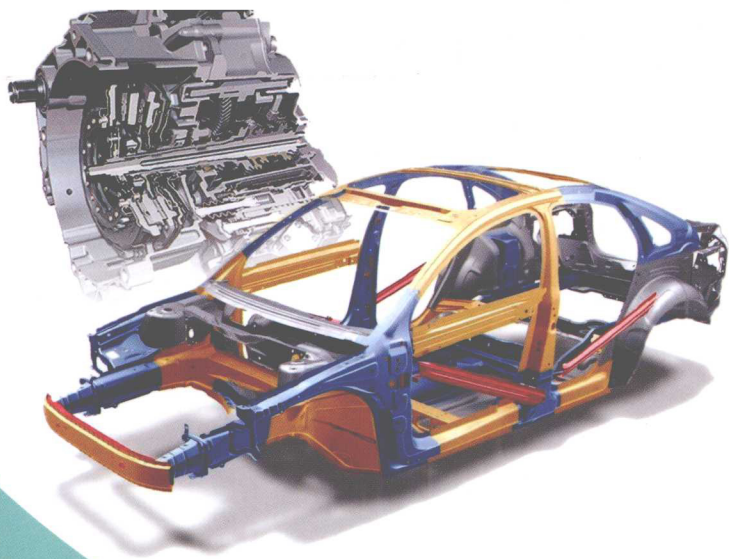
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育交通类专业规划教材

汽车节能技术与原理

第2版



刘玉梅 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育交通类专业规划教材

汽车节能技术与原理

第 2 版

刘玉梅 主编



机械工业出版社

《汽车节能技术与原理第2版》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，本书内容根据最新的技术和研究成果，做了较大的改动，引用了最新的技术数据，系统、全面地反映了当前汽车节能方面最新的科技和科研成果。书中介绍了国内外汽车节能技术的发展现状；汽车节能的潜力；重点分析了汽车节能的基本原理、途径和方法；详细地介绍了国内外最新的汽车节能理论、节能技术及节能装置。本书内容新颖，理论与实践紧密结合，具有较高的实用价值。

本书既可作为高等院校汽车、交通类专业本科生教材，也可作为汽车制造、汽车使用、管理、维修技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

汽车节能技术与原理/刘玉梅主编. —2版. —北京:
机械工业出版社, 2010.3

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育交通类专业规划教材

ISBN 978-7-111-29907-3

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车节油—高等学
校—教材 IV. ①U471.23

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第032866号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:赵海青 责任编辑:孙鹏 责任校对:张晓蓉

封面设计:姚毅 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2010年5月第2版第1次印刷

169mm×239mm·25.25印张·491千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-29907-3

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

《汽车节能技术与原理》第1版是普通高等教育交通类规划教材，自2003年3月出版以来，得到了国内同类院校的认可 and 采用。本书为第2版，是在第1版的基础上修订而成的，是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

与第1版相比，本书在结构上没有进行大的调整，但根据汽车新技术、新材料、新工艺的发展，在内容上进行了大量的更新、补充和删减，如第2章发动机节能技术一节内容几乎全部更新，对陈旧的内容进行了删减；稀燃技术和增压技术均更新为近几年的新技术和新成果，同时增补了发动机可变气缸排量、可变配气正时、可变进气歧管、可压缩比、电子节气门及EcoBoost发动机等新技术；第5章的代用燃料汽车部分也进行了较大的修订，增加了醇类燃料汽车、混合动力汽车、太阳能汽车等新内容。总之，第2版与第1版的宗旨相同，就是旨在系统、全面地论述汽车节能新方法、新技术、新成果，使学生能在有限的时间内了解、掌握汽车节能技术，进而开拓思路，创造出新的节能方法和技术，以培养节能意识和造就节能技术人才，同时促进汽车节能技术的推广使用。

《汽车节能技术与原理 第2版》共分5章，分别介绍了汽车节能技术发展概况、潜力及节能的基础理论知识；发动机的节能原理与技术、发动机的节能装置；整车的节能原理、技术及节能装置；汽车使用节能技术与方法；新能源汽车等内容。

本书既可作为高等院校汽车、交通类本科生的教材，又可作为汽车制造、汽车运输、汽车维修企业科研和技术人员的参考资料。

本书由吉林大学刘玉梅主编，由于编者水平有限，书中难免有不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 概述	1
1.1 汽车节能的重要意义	1
1.2 国内外汽车节能概况	2
1.3 汽车节油效果的评价指标	7
1.4 影响汽车实际油耗的因素	7
第2章 发动机的节能原理与技术	10
2.1 发动机的工作性能及评价指标	10
2.1.1 发动机的工作性能	10
2.1.2 发动机的性能指标	10
2.1.3 发动机特性	12
2.2 发动机的节能原理与途径	17
2.2.1 提高充气效率	17
2.2.2 提高发动机的机械效率	23
2.2.3 可燃混合气含量与发动机工况的合理匹配	26
2.2.4 提高循环热效率	48
2.2.5 提高发动机的压缩比	55
2.3 发动机节能技术	57
2.3.1 发动机稀燃技术	57
2.3.2 发动机的增压技术	68
2.3.3 燃油掺水节油技术	83
2.3.4 发动机可变气缸排量技术	89
2.3.5 发动机可变配气正时技术	92
2.3.6 可变进气歧管技术	107
2.3.7 可变压缩比技术	113
2.3.8 汽油机燃油喷射与点火系统的电子控制技术	119
2.3.9 柴油机燃油喷射系统的电子控制技术	130
2.3.10 电子节气门技术	136
2.3.11 陶瓷发动机	140
2.3.12 EcoBoost 发动机技术	144

2.4 发动机的节能装置	145
2.4.1 火花塞二次空气导入环	145
2.4.2 发动机磁化节油器	147
2.4.3 喷水节油器	149
2.4.4 节油点火装置	150
第3章 整车的节能原理与技术	168
3.1 汽车的燃油经济性	168
3.1.1 汽车燃油经济性的评价指标	168
3.1.2 汽车燃油经济性的计算	169
3.2 整车的节能技术	175
3.2.1 改进传动系统	175
3.2.2 减小汽车行驶阻力	188
3.2.3 减轻汽车整备质量	195
3.2.4 自动滑行超越离合器	207
3.2.5 磁粉式电磁离合器	209
3.2.6 车用自励式缓速器	211
3.2.7 汽车定压源能量回收系统	214
3.2.8 润滑油的使用	219
3.2.9 辅助设备	221
第4章 汽车使用节能技术	223
4.1 发动机起动升温与节油	223
4.1.1 常温起动	223
4.1.2 冷起动	223
4.1.3 热起动	227
4.2 汽车起步加速与节油	228
4.2.1 起步操作	228
4.2.2 初始档位的选择	228
4.2.3 起步时控制节气门的方法	229
4.2.4 起步时发动机冷却液温度对油耗的影响	230
4.3 汽车换挡操作与节油	230
4.4 合理选择运行速度	232
4.5 合理控制行车温度	234
4.6 汽车滑行与节油	237
4.7 燃料和润滑油的合理使用与节油	239
4.7.1 内燃机燃油性能及合理选用	239

VI

4.7.2 车用润滑油的性能及合理选用	248
4.8 轮胎的合理使用与节油	269
4.9 汽车的合理维护与节油	272
4.9.1 发动机维护与节油	272
4.9.2 汽车底盘维护与节油	278
第5章 代用燃料汽车	282
5.1 天然气汽车	282
5.1.1 概述	282
5.1.2 天然气汽车技术	289
5.1.3 压缩天然气-汽油两用燃料汽车	292
5.1.4 压缩天然气-柴油双燃料汽车	307
5.2 液化石油气汽车	319
5.2.1 概述	319
5.2.2 液化石油气-汽油两用燃料汽车	323
5.2.3 液化石油气-柴油双燃料汽车	329
5.3 醇类燃料汽车	330
5.3.1 概述	330
5.3.2 甲醇燃料在汽车上的应用	337
5.3.3 乙醇燃料在汽车上的应用	344
5.4 电动汽车	347
5.4.1 概述	348
5.4.2 电动汽车的基本结构及性能	351
5.5 混合动力汽车 HEV	371
5.5.1 概述	373
5.5.2 混合动力汽车的分类	378
5.5.3 混合动力汽车的行驶性能	389
5.6 太阳能汽车	392
5.6.1 发展概况	392
5.6.2 太阳能汽车的优势	396
5.6.3 太阳能技术在电动车中的应用特点	397

第 1 章 概 述

1.1 汽车节能的重要意义

能源是人类赖以生存和发展的物质基础。现代文明标志之一的汽车一刻也离不开石油。据统计,一辆汽车年平均消耗石油约 5 吨。截止到 2008 年,世界汽车保有量已突破 9 亿辆,其中中国约为 6467 万辆,除此之外中国的摩托车保有量已达到 8954 万辆,挂车 101 万辆,上路行驶的拖拉机 1464 万辆。并且世界汽车保有量正以每年 3000 万辆的速度增长,预计到 2020 年全球汽车保有量将达到 12 亿辆(其中中国将达到 1.3~1.5 亿辆),届时汽车所消耗的石油将达到每年 55 亿吨,交通用油将占全球石油总消耗的 62% 以上。而中国预测到 2020 年,进口的石油将占石油需求的 50% 以上。巨大的石油进口需求将严重威胁中国的能源安全,并阻碍中国经济的持续发展。到 2020、2030 年时,中国的机动车燃料消耗量需求将分别达到 2.3 亿吨和 3.7 亿吨,分别占当年全国石油总需求的 57% 和 87%。可见,汽车是消耗石油的大户。

根据国际能源机构的预测,到目前为止全球石油已探明可采总量约为 1.2 万亿桶,按 2006 年产油 306 亿桶计算,石油储采比 40:1。也就是说,我们目前探明的可采石油资源理论上仅供开采 40 年。为了保证可持续发展,只有尽可能地节约能源,才能延缓石油枯竭的时间,并赢得充足的时间,以完成新能源的替换工作。

节能是指在保证能够生产出相同数量和质量的产品的,或获得相同的经济效益,或者满足相同需要、达到相同目的的前提下,使能源的消耗量下降。节能的目的,就是减少国家整个经济发展对能源的需求,以尽可能少的能源消耗来获得尽可能多的经济效益。世界节能委员会的报告提出:节能的中心思想是采用技术上现实可行、经济上合理、环境与社会可以接受的方法,来有效地利用能源。可见,节能的目的是要求从开发到利用的全部过程中获得更高的能源利用率。

节能从某种意义上说,也是最便宜、最迅速地获得供应的“新能源”。因此人们说:“节能是开发第五能源(煤炭、石油、水电、核能四大能源之外),是不产生放射性废料、没什么污染的能源”。因此,世界各发达国家都非常重视节能工作。

1.2 国内外汽车节能概况

受石油危机的影响，汽车节能工作受到了世界各国的普遍重视，许多国家都把节能作为一项国策。

美国政府 1975 年制定了强制性汽车燃油效率政策。同年，美国国会通过了能源政策与控制法案，并制定出机动车燃油公告及燃油节约法规，即《企业平均燃料经济性》法规，简称 CAFE (Corporate Average Fuel Economy)。它考核的是企业平均燃料经济性，目的是要降低社会总油耗，并规定 1985 年小客车油耗要比 1975 年下降 31.5%；1978 年又批准轻型载货汽车油耗标准，规定 1985 年与 1975 年相比，单轴驱动的轻型货车油耗下降 13.1%~23.4%，双轴驱动的轻型货车油耗下降 2.7%~20.8%；1985 年新的油耗法规规定，小客车油耗 1995 年比 1985 年下降 12.5%，轻型载货汽车油耗 1995 年比 1985 年下降 7.1%。为了研究降低汽车油耗技术，美国各大汽车公司均拨出大量研究经费，如为了达到 1984 年的油耗标准，通用汽车公司投资 12 亿美元，福特公司投资 8.42 亿美元，克莱斯勒公司投资 12.55 亿美元。目前美联邦政府的汽车经济性标准为：轿车 27.5mile/gal，载货汽车为 22.2mile/gal，表 1-1 所示为美国 2004~2007 年的汽车油耗标准。美国政府又出台了最新的汽车能耗标准，新标准提高了对货车、SUV 和皮卡燃料节能标准的门槛，2008 年自愿执行，到 2011 年开始强制执行。根据新标准，汽车生产商必须在 2011 年前将轻型货车所用的燃料平均使用量节省 10%。2007 年 8 月，美国总统布什签署了一份新的能源法案，该法案首次从立法上提出了促进消费者节约能源、使用清洁能源的可行性措施，如政府将对购买汽油-电力混合动力汽车或柴油车的消费者减免税收。若一个普通消费者购买较节能的混合动力汽车或柴油车，按减免税收的优惠政策则可少支出 3500 美元。

表 1-1 美国汽车油耗标准

项 目		2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
小轿车	mile/gal	27.5	27.5	27.5	27.5
	L/100km	8.55	8.55	8.55	8.55
轻型卡车	mile/gal	20.7	21.0	21.6	22.2
	L/100km	11.36	11.20	10.89	10.60

与此同时，美国国家还对建设公路和养路进行了大量投资，希望能降低油耗。

日本是没有石油的国家，这迫使日本自 60 年代起就高度重视发展节能型汽车。日本政府于 1979 年 2 月颁布了小客车油耗法规，规定小客车平均油耗 1985 年比 1978 年下降 11.4%，1988 年新的油耗法规规定小客车平均油耗 1995 年比 1986 年下降 6.2%。日本还采用了“分重量级燃油经济性标准”，即通过车型认证形式规定能效要求，政府制订了轻型汽油车、柴油载客车、货运汽车等一系列燃油经济性标准。该标准将燃油经济性目标首先确定在每个重量级中具有“最优”燃油经济性的汽车上，并以其燃料经济性水平作为本重量级的燃油经济性标准，同级新车在目标年均要求达到该标准。这种方法达到了“鼓励先进、淘汰落后”的政策效果，不仅普遍提高了燃油经济性，而且促进了行业的技术创新。表 1-2 是日本汽车燃料经济性的改善目标。如果不能达到目标标准，国家将予以罚款。正是这些严格的法规及措施使得日本汽车自 1980 年以来以其节能性和经济性赢得了世界汽车市场的霸主地位。

表 1-2 日本汽车燃料经济性改善目标 (单位:L/100km)

项 目	1995 年	2010 年	改善(%)	项 目	1995 年	2010 年	改善(%)
汽 油 车				柴 油 车			
轿车	8.13	6.62	18.6	轿车	9.90	8.62	12.9
小于 2.5t 的 轻型货车	6.94	6.13	11.7	小于 2.5t 的 轻型货车	7.25	6.80	6.2
平均	7.94	6.54	17.6	平均	9.35	8.26	11.7

英国政府认为提高能源效率不仅是解决能源短缺的重要手段，也是一种良好的社会习惯。通过政府的各项节能政策、能源与环境协调、交通节能措施以及改变人们生活方式等手段，形成了一种有效和积极的节能氛围。英国政府仅在 1980 年就提供了 600 万英镑作为研究节能问题的资金，其中 400 万英镑用于研制发动机、变速器与微机处理器，200 万英镑用于研制电动汽车及蓄电池。近年来，为促进交通节能，英国政府采取了一系列的政策措施。首先，政府实施不同燃料类型征收不同燃料税政策。对常规汽油实行高税收，燃油税、增值税大约占其价格的 75% 左右，以限制汽油的使用；而对替代燃料则采用低税或免税政策，如常规汽油 47 便士/升，生物柴油为 27 便士/升，液化气、压缩天然气 10~12 便士/升，氢燃料免税。其次，为鼓励消费者购买低油耗、低排放车辆，英国交通部按不同油耗和排量征收车辆税，燃油经济性好、低排放车辆的车辆税大大低于其他车辆。如使用替代燃料的车辆税最低级别为 55 英镑，最高级别为 155 英镑；使用汽油的车辆税最低级别为 65 英镑，最高级别为 160 英镑。除制定税收政策外，英国政府还为购买替代能源车辆的消费者和对现有车辆为降排、节能

进行改造的消费者提供财政补贴。2005年下半年,英国政府开始正式实施汽车燃油经济性标识制度,汽车燃油经济标识分为5个部分:第一部分是生产厂家、型号、类别、燃油种类和传动形式;第二部分是百公里油耗(L/100km);第三部分要标出此车行驶10000英里(年平均驾驶里程)的汽油费;第四部分为CO₂排放量;第五部分标出车辆税的级别及排量。以此鼓励生产节能型汽车。

法国政府于1974年成立了国家能源机构;1975年由中央计划委员会制定了法国的“能源政策”;1991年,法国政府投资2.3亿法郎给标志-雪铁龙联合公司和雷诺公司,用于共同生产电动轿车;目前,法国也在实行“清洁汽车免税政策”,即凡购买低能耗、低污染、替代能源的“清洁汽车”的法国公民可享受免税1525~2000欧元的优惠。政府还将在5年内投资1亿欧元研发新一代清洁汽车。

欧洲委员会和欧洲汽车制造商协会(ACEA)要求2008年全欧洲燃料经济性的水平应达到汽油轿车6L/100km,柴油轿车5.6L/100km。

韩国法规改革委员会于2005年正式通过了《关于汽车油耗标准和规定等级》的新标准。标准要求从2005年1月1日开始,1500mL排气量以下的汽车,每升燃油要达到行驶14.4km以上;1500mL排气量以上的汽车,每升燃油要达到行驶9.6km以上。进口汽车自2010年开始执行这一新标准。如果汽车制造商生产的汽车届时达不到标准规定,韩国产业资源部下达行政命令,要求其在一定期限内达标,如果还不能达标,则通过媒体曝光,并采取经济手段给予惩罚。新标准不适用于LPG车辆和微型车。

我国能源工作的总方针是开发与节约并重,1986年1月12日国务院颁布了《节约能源管理暂行条例》,这是我国第一部节约能源的管理办法。1990年12月8日国务院第六次节能办公会议确定,从1991年开始,每年举行一次“全国节约宣传周”活动,以增强全国节能意识。党和国家领导人分别题词:“节约能源,保护资源,造福子孙”;“节约能源,是我国经济发展的一项长远战略方针”等。1998年国务院又颁布了《中华人民共和国节约能源法》,从此把我国的节能工作纳入了法制化的轨道。2001年国家经济贸易委员会以行业[2001]86号文件开展汽车燃料经济性标准和政策研究,并相继发布了GB/T 12545.1—2001《乘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》等国家标准。2003年国家有关部门将醇燃料列入“国家替代能源发展计划”,并率先在山西省试验推广。以上充分表明党中央和国务院对节能工作的高度重视。但随着能源形势的不断变化,我国能源所面临的问题越来越严峻,第一部能源法的部分内容已经不能满足社会发展的需要。2007年6月召开的十届全国人大常委会第二十八次会议首次审议了节约能源法修订草案,并在修订草案的第三章增设了交通运输节能的内容,草案中明确规定:国家鼓励开发、生产、销售、使用

节能环保型汽车、摩托车、铁路机车车辆、船舶和其他交通运输工具，并通过财政、税收等办法予以政策鼓励。草案还规定：国务院有关部门制定并实施交通运输营运车船、主要耗能设备的燃料消耗量限值标准，并将该标准作为汽车、铁路机车、船舶等交通运输工具的市场准入和报废、更新的依据之一。

2004 年国家标准化委员会出台了我国首部汽车油耗强制性国家标准《乘用车燃料消耗量限值》(GB 19578—2004)，该标准以整车整备质量而不是以发动机排量级别来确定汽车的耗油量，不同重量级别的车辆油耗标准被限定在相应级别对应的数值标准内。这一标准对耗油较少的低排量紧凑型轿车起到了积极的推动作用，而对于部分强调动力性的汽车，例如耗油较大的 SUV 和越野车等造成了比较大的负面影响，表明了中国政府提倡节能的决心。《乘用车燃料消耗量限值》将分两个阶段实施，对于新开发车型，第一阶段的执行日期为 2005 年 7 月 1 日，第二阶段的执行日期为 2008 年 1 月 1 日，不符合该标准的车辆国家将不予与认证，从而从总体上控制了我国汽车燃料消耗，促进了汽车燃料经济性的提高。

2005 年的 6 月 1 日，国家发改委颁布了《汽车产业发展政策》，明确规定：国家引导和鼓励发展节能环保型小排量汽车。还要求汽车行业积极开展电动汽车、车用动力电池等新型动力的研究和产业化，支持研究开发醇燃料、天然气、混合燃料、氢燃料等新型车用燃料，鼓励汽车生产企业开发生产新型燃料汽车，发展混合动力汽车技术和轿车柴油发动机技术。

政策规定“要注重发展和应用新技术，提高汽车的燃油经济性。2010 年前，乘用车新车的平均油耗要比 2003 年降低 15% 以上，要依据有关节能方面技术规范的强制性要求，建立汽车产品油耗公示制度。”

2007 年 7 月 19 日，国家标准委又发布了《轻型商用车燃料消耗量限值》(GB 20997—2007)的国家强制性标准，该标准自 2008 年 2 月 1 日起开始执行。这项标准为我国的轻型商用车设定了两个阶段的燃油消耗量限值，即自 2008 年 2 月 1 日起，新认证基本型车及其变型车应符合第二阶段限值要求；自 2009 年 1 月 1 日起，在 2008 年 2 月 1 日前认证车型的在生产车及其变型车应符合第一阶段限值要求；自 2011 年 1 月 1 日起，适用于本标准的所有车辆应符合第二阶段限值要求。第二阶段的限值比第一阶段限值约严 5%~10%，至此我国轻型商用车的燃油消耗量可望减少 10%。以上充分表明党中央和国务院对节能工作的高度重视。

同时，我国各大汽车生产企业也早已闻风而动。在乘用车领域，一汽一大众先后推出了奥迪、宝来、捷达柴油车，长城和华泰的柴油款 SUV 去年上市后也出现旺销，一汽丰田推出了第三代装有太阳能电池板的普锐斯混合动力车，同时推出了不需要传统燃料的丰田纯电力微型车；在商用车领域，东风、一汽、福田

等都在加快研发低排放节能新产品的脚步；在我国一直优先发展的电动汽车领域，已明确提出制造成本降低 30%、油耗节省 30% 以上、排放降低 50% 以上等国家标准，并提出了“纯电动车要突破关键技术，实现产业初始化；混合动力车批量上市；燃料电池车作为中长期发展目标”的整体思路。如深圳比亚迪早在几年前就已率先开始借助自身在电池方面的优势进入电动车领域。目前，比亚迪电动车已在深圳等城市进行试运行，而与此配套的充电站部分也已建立。2008 年比亚迪推出了可以使车辆在纯电动 (EV) 和混合动力 (HEV) 这两种模式之间自由切换的 F3DM 双模电动车。

国内大集团中长安和东风也在积极寻求替代燃料，开发混合动力汽车。试验证明，应用混合动力技术可省油 16.8%，排放也能满足欧Ⅲ法规要求。长安汽车的混合动力车项目已经完成了第二阶段的样车开发，并通过了国家科技部验收。目前该项目进入了第三阶段，正在做认证及产业化准备工作。

科技部部长徐冠华也表示要努力把电动汽车推向市场，大型科研项目均以产品和企业为中心，尽快实现电动汽车的产业化。目前，一汽红塔、天津清源生产的电动汽车已实现出口，完全自主的比亚迪的首款电动汽车 F3e 和长安 CV9 混合动力汽车也研制成功，并实现产业化。

此外，新材料的研究和运用也成为汽车产品节能的“推进器”。目前国内大集团都在积极开展镁合金等轻量化新材料在汽车上的运用。长安汽车在将镁合金用于变速器壳体制造后，单车的用镁量达到 8.08kg，占整车质量的 0.53%，在降低整车质量的同时，也减少了车辆的能耗。此外混合动力车镁合金电池框架重量为 0.7kg，相对于原来钢铁电池框架 2.2kg 的重量，减轻了 68%。戴姆勒克莱斯勒公司研制了一款复合材料概念车——它采用一种几乎全塑的车身外壳，重量轻；材料中含有玻璃增强纤维，加强了刚度和硬度。通过这些新材料的应用，实现了汽车的低噪声设计。除此之外，新材料的运用还包括高强度薄钢板、新型节能材料、纳米材料、环保材料等。

尽管近几年我国内燃机与汽车工业获得了长足发展，但总体技术水平与发达国家还有一定差距。据国务院发展研究中心产业经济研究部与清华大学等单位共同起草的《机动车燃油经济性背景报告》显示：现阶段，我国按车型的平均油耗比日本、欧洲的第一阶段和第二阶段分别高了 24.7%、39.4% 和 48.42%。而对相同或相近车型进行燃油效率比较，我国汽车每百公里平均油耗比发达国家高 20% 以上。其中，轿车油耗比日本高 20%~25%，比欧洲高 10%~15%，比美国高 5%~20%；轻型载货车比国外同类车高 25% 以上，中型载货车高 10% 以上。而且在车辆运行结构中，老旧车的比例还高达 20% 以上。这表明我国内燃机与汽车工业在节能技术方面还比较落后，大有节能潜力可挖，以提高能源的利用率。

1.3 汽车节油效果的评价指标

汽车节油效果的好坏一般用节油率 ξ 来表示。

$$\text{节油率: } \xi = \frac{Q_{s0} - Q_s}{Q_{s0}} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 Q_{s0} ——油耗定额(kg/h)；

Q_s ——实际油耗(kg/h)。

我国的油耗定额有两种：其一是内燃机(或车辆)使用说明书规定的油耗定额；其二是各地汽车运输企业规定的油耗定额。由于我国各地的气候条件、道路条件差别很大，所以一般采用第二个油耗定额。

节油率也可以用下式计算，

$$\xi = \frac{g_{e0} - g_e}{g_{e0}} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中 g_{e0} ——装节油器前的油耗(g/kW·h)；

g_e ——装节油器后的油耗(g/kW·h)。

实际上它是该种节油器的节油率(效果)。

1.4 影响汽车实际油耗的因素

1. 使用条件

标准规定的试验方法是在受控大气温度和标准气压下，在试验室内模拟汽车实际道路典型行驶状态进行的油耗评价试验；而车辆实际使用条件千差万别，实测油耗可能相差很大。使用条件对油耗影响因素包括：

环境条件——标准规定的试验方法是在受控大气温度下进行，实验室温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，而实际环境温度一般在 $-30 \sim 40^\circ\text{C}$ 间变化，低温使得车辆花更长时间预热发动机而费油。

路面——标准规定的试验方法是模拟汽车在平直干燥路面上行驶时的阻力，在试验室底盘测功机上进行，摩擦阻力稳定，没有坡度阻力；而实际用户的车辆使用情况千差万别，路面及坡度、干湿程度、弯道、山区道路等对实际油耗都有影响。

行驶工况——行驶工况对油耗的影响最大。标准规定的油耗试验在典型行驶工况下进行，由两部分组成，即低速行驶的市区工况(最高车速 50km/h、平均速度 19km/h)和高速行驶的市郊工况(最高车速 120km/h、平均速度约 63km/h)。而实际用户的车辆使用地点、使用工况千差万别，实测油耗相差较大的主要原因。

就在于此，经常在市區行驶时车辆油耗就高；在高速公路正常行驶时油耗较低；频繁的短途行驶，车辆在理想温度下运行的时间相对较少也会费油。

耗电设备——如空调，空调对汽车油耗有明显影响。目前我国标准规定的油耗试验是在空调关闭的状态下进行的，而实际行驶状态下把空调放在最高档比关闭时费油5%~25%。美国测试方法规定配置空调的汽车，应在空调系统打开状态下进行汽车油耗评价试验，值得借鉴。另外后风窗加热器、辅助前照灯、鼓风机等系统的耗电量均相当大，它们会增加发电机负荷，增大燃油消耗。例如，后风窗加热器使用10h，整车油耗将增加1.0L。

乘员数量或货物重量——车重对汽车油耗有明显影响。标准规定的油耗试验是在以下基准状态下进行的：汽车整备质量(带必要的随车工具和备胎、燃油)加上100kg(包括驾驶员重量)。而实际使用过程中乘员数量较多、后备箱塞满货物时，汽车油耗必然较大。因此，尽量减少车上不必携带的东西可以节油。

轮胎及轮胎气压——不同轮胎的滚动阻力不同，轮胎气压较低时滚动阻力较大。因此用户自己更换轮胎、轮胎气压偏低都可能导致车辆实测油耗与标准规定的试验方法产生差异。

空气阻力——在高速行驶时，很大一部分动力用来克服空气阻力。因此，尽量不要在车顶装货，或者进行不合理的改装。据测算，车顶加装一个行李架，会增加5%的油耗。在高速状态下，开窗并不会比开空调省油，开窗会大大增加空气阻力，反而会更费油。

2. 驾驶员驾驶习惯

标准规定的试验方法是在熟练驾驶员按照正常的加速、减速来操作车辆情况下进行的，实际使用中驾驶员驾驶习惯会导致车辆油耗相差较大。

急加速和紧急制动——急加速和紧急制动在市區运行和高速运行时可能使油耗增加5%~30%，标准规定的试验方法中不包括这种野蛮驾驶工况。

长时间怠速运转——这将使车辆油耗增加。因为车辆只要运转就需耗能，长时间怠速对发动机也没有好处。另外，许多驾驶员习惯于启动后怠速一段时间让车辆预热，这对节油和排放有害无益。

超速行驶——有些驾驶员喜欢飙车，但是高速行驶时汽车空气阻力会明显增加，标准规定的测试方法中包含最高120km/h的高速行驶工况，但是超过此速度的超高速行驶时会非常费油。

3. 车辆保养

车辆不正常保养会导致油耗增加，比如前轮定位不准，空气滤清器、机油滤清器太脏，机油变质等。另外，有些汽车爱好者对厂家精确调校的发动机再调校，搞不好则多烧燃料而增加油耗。

4. 燃油差异

燃料的热值不尽相同，比如乙醇比汽油的热值低，车辆使用乙醇汽油的油耗会比汽油高1%~3%。另外，不同季节燃料的热值也会变化，美国的研究认为夏季常规汽油的热值比冬季高1.7%左右。标准规定的试验方法采用的是标准燃料，其指标比较稳定以便于比较试验结果。使用劣质燃油，比如汽油辛烷值不达标、杂质含量较高，不仅会恶化车辆驾驶性能，也会导致油耗上升，严重情况下还会损坏发动机。因此，司机应该在正规的品牌加油站加油。

5. 车辆本身的差异

车辆在制造和装配环节小的差异，可能导致同一型号车辆之间油耗的差异，一般来说这种油耗差异相对较小。

6. 车辆磨合

处于磨合期的车辆油耗相对会有所增高，车辆磨合好了才能获得最佳油耗，一般车辆的磨合期为5000km左右。

第2章 发动机的节能原理与技术

2.1 发动机的工作性能及评价指标

2.1.1 发动机的工作性能

发动机的工作性能包括动力性、经济性、运转性能和可靠性等几个方面。其中动力性和经济性与节能的关系最为密切，也是发动机最为重要的两个性能，它们相互联系，又相互制约。在研究节能技术时，只有在满足动力性要求的前提下，经济性才有意义。

2.1.2 发动机的性能指标

发动机性能指标所包含的内容很广泛，主要有动力性能指标、经济性能指标及运转性能指标。衡量一台发动机性能的好坏，主要是对以上性能指标进行评价，但在评定时不仅要考虑性能指标，还要把可靠性、耐久性、结构工艺、生产实际条件以及使用特点等诸多方面予以综合评定，并把各种性能有机地结合起来。

发动机的动力性和经济性指标有指示性和有效性指标两种。

1. 指示性能指标

以工质在气缸内对活塞所做的功作为计算基准的指标称为指示性能指标，简称指示指标。指示指标不受动力输出过程中机械摩擦和附件消耗等各种外来因素的影响，直接反映由燃烧到热功转换的工作循环进行的好坏，因而在发动机工作过程的分析研究中得到广泛应用。

2. 有效性能指标

以发动机曲轴输出功为计算基准的指标称为有效性能指标，简称有效指标。有效指标被用来直接评定发动机实际工作性能的优劣，因而在生产实践中获得广泛应用。在对发动机节能效果的优劣进行评定时，我们主要采用有效性能指标。发动机的有效性能指标主要包括发动机的有效功率、有效转矩和燃油消耗率。

(1) 有效功率 发动机通过飞轮对外输出的功率，称为发动机的有效功率，用 P_e 表示，单位为千瓦(kW)。它等于有效转矩与曲轴转角速度的乘积。发动机的有效功率可以用台架试验来测定，也可以用测功机测定有效转矩和曲轴转角速度，然后用下面的公式计算发动机的有效功率