



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 汽车节能技术与原理

普通高等教育交通类专业规划教材



刘玉梅 主 编

**第3版**



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 3 版

主 编 刘玉梅  
参 编 赵聪聪 陈 云 郭 烈 杨志发  
孙文财 刘晓敏 刘琦烽 葛 琦  
郭艳秀 张宏涛  
主 审 高延龄

机械工业出版社

《汽车节能技术与原理第3版》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和汽车节能的潜力;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.—3版.—北京:  
机械工业出版社,2017.6

普通高等教育交通类专业规划教材

ISBN 978-7-111-57580-1

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(2017)第183121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:赵海青

责任校对:张薇 肖琳 封面设计:马精明

责任印制:李昂

三河市国英印务有限公司印刷

2017年8月第3版第1次印刷

169mm×239mm·26.75印张·517千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-57580-1

定价:59.00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

服务咨询热线:010-88379833 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649 机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

# 前 言

石化燃料是不可再生资源，随着石化燃料有限储量的减少，节约能源已经成为石化能源可持续利用的重要途径。作为石化燃料主要消耗源的交通运输工具，汽车的节能技术普遍受到世界各国的重视，许多国家将节能作为一项国策，先后制订了有关的能源政策以及限制汽车油耗的相应法规，使汽车节能技术有了突飞猛进的发展。本教材结合能源与汽车技术的发展，系统、全面地论述了汽车节能新方法、新技术、新成果，使学生能在有限的时间内了解、掌握汽车节能理论与技术，进而开拓思路，创造出新的节能方法和技术。这对培养节能意识和造就节能技术人才意义重大，同时也对汽车节能技术的推广使用起到推动的作用。

《汽车节能技术与原理》第1版出版后得到众多使用院校的好评，并被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，此次修订我们在第2版的基础上，删除了原教材中落后的理论和技术，增补了最新的汽车节能技术研究成果，以及一些相关的新技术和新方法。全书共分五章，分别介绍了汽车节能技术发展概况、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及交通运输专业学生的学习教材，又可作为汽车设计、制造、运输、维修等企业科研和技术人员的参考资料。

本书由吉林大学刘玉梅教授主编，吉林大学高延龄教授主审。吉林农业大学赵聪聪、北华大学陈云、大连理工大学郭烈、吉林大学杨志发、孙文财、刘晓敏、刘琦烽、葛琦、郭艳秀、张宏涛参编，吉林大学高越、乔宁国、庄娇娇等参与了本书文字修订工作，在此一并表示感谢！

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	9
1.4 影响汽车实际油耗的因素	10
第2章 发动机的节能原理与技术	12
2.1 发动机的工作性能及评价指标	12
2.1.1 发动机的工作性能	12
2.1.2 发动机的性能指标	12
2.1.3 发动机特性	14
2.2 发动机的节能原理与途径	19
2.2.1 提高充气效率	19
2.2.2 提高发动机的机械效率	25
2.2.3 可燃混合气含量与发动机工况的合理匹配	29
2.2.4 提高循环热效率	50
2.2.5 提高发动机的压缩比	57
2.3 发动机节能技术	59
2.3.1 发动机稀燃技术	59
2.3.2 发动机的增压技术	70
2.3.3 燃油掺水节油技术	87
2.3.4 发动机可变气缸排量技术	93
2.3.5 发动机可变配气正时技术	96
2.3.6 可变进气歧管技术	110
2.3.7 可变压缩比技术	116
2.3.8 汽油机燃油喷射与点火系统的电子控制技术	123
2.3.9 柴油机燃油喷射系统的电子控制技术	134
2.3.10 电子节气门技术	144
2.3.11 陶瓷发动机	148
2.3.12 EcoBoost 发动机技术	152

2.3.13	发动机均质充量压缩燃烧技术	154
2.4	发动机的节能装置	158
2.4.1	火花塞二次空气导入环	158
2.4.2	发动机磁化节油器	160
2.4.3	喷水节油器	162
2.4.4	节油点火装置	164
2.4.5	发动机增氧调压节能装置	180
<b>第3章</b>	<b>整车的节能原理与技术</b>	<b>183</b>
3.1	汽车的燃油经济性	183
3.1.1	汽车燃油经济性的评价指标	183
3.1.2	汽车燃油经济性的计算	184
3.2	整车的节能技术	190
3.2.1	改进传动系统	191
3.2.2	减小汽车行驶阻力	206
3.2.3	减轻汽车整备质量	213
3.2.4	自动滑行超越离合器	225
3.2.5	磁粉式电磁离合器	227
3.2.6	车用自励式缓速器	229
3.2.7	电动助力转向系统	232
3.2.8	怠速起停系统	234
3.2.9	汽车定压源能量回收系统	235
3.2.10	润滑油的使用	240
3.2.11	辅助设备	241
<b>第4章</b>	<b>汽车使用节能技术</b>	<b>244</b>
4.1	发动机起动升温与节油	244
4.1.1	常温起动	244
4.1.2	冷起动	244
4.1.3	热起动	248
4.2	汽车起步加速与节油	249
4.2.1	起步操作	249
4.2.2	初始档位的选择	249
4.2.3	起步时控制节气门的方法	250
4.2.4	起步时发动机冷却液温度对油耗的影响	251
4.3	汽车换档操作与节油	251
4.4	合理选择运行速度	253

4.5	合理控制行车温度 .....	255
4.6	汽车滑行与节油 .....	258
4.7	燃料和润滑油的合理使用与节油 .....	260
4.7.1	内燃机燃油性能及合理选用 .....	260
4.7.2	车用润滑油的性能及合理选用 .....	269
4.8	轮胎的合理使用与节油 .....	290
4.9	汽车的合理维护与节油 .....	293
4.9.1	发动机维护与节油 .....	293
4.9.2	汽车底盘维护与节油 .....	299
<b>第5章</b>	<b>代用燃料汽车</b> .....	<b>303</b>
5.1	天然气汽车 .....	303
5.1.1	概述 .....	303
5.1.2	天然气汽车技术 .....	310
5.1.3	压缩天然气-汽油两用燃料汽车 .....	314
5.1.4	压缩天然气-柴油双燃料汽车 .....	329
5.2	液化石油气汽车 .....	341
5.2.1	概述 .....	341
5.2.2	液化石油气-汽油两用燃料汽车 .....	345
5.2.3	液化石油气-柴油双燃料汽车 .....	351
5.3	醇类燃料汽车 .....	352
5.3.1	概述 .....	352
5.3.2	甲醇燃料在汽车上的应用 .....	360
5.3.3	乙醇燃料在汽车上的应用 .....	366
5.4	电动汽车 .....	370
5.4.1	概述 .....	370
5.4.2	电动汽车的基本结构及性能 .....	374
5.5	混合动力汽车 .....	395
5.5.1	概述 .....	396
5.5.2	混合动力汽车的分类 .....	401
5.5.3	混合动力汽车的行驶性能 .....	413
5.6	太阳能汽车 .....	415
5.6.1	发展概况 .....	415
5.6.2	太阳能汽车的优势 .....	420
5.6.3	太阳能技术在电动车中的应用特点 .....	420

# 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 2015 年,全球汽车保有量将从 2007 年的近 9.2 亿辆增至 11.2 亿辆左右,其中,中国汽车保有量已经超过 1.72 亿辆,仅次于美国,居于世界第二。目前中国机动车保有量已达 2.79 亿辆,其中汽车 1.72 亿辆,新能源汽车 58.32 万辆;2015 年新注册登记的汽车达 2385 万辆,保有量净增 1781 万辆,均为历史最高水平。并且世界汽车保有量正以每年 3000 万辆的速度增长。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 1.8 万亿桶,这意味着按现有石油消费水平,世界石油仅供开采 46 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,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(Corporative 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。自 1990 年以来，美国联邦政府的汽车经济性标准一直保持在：轿车 27.5mile/gal，载货汽车为 22.2mile/gal。然而，2009 年，美国政府宣布到 2016 年，将小汽车和轻型卡车每加仑油耗标准提高至 35.5mile(约合 57km)。2011 年 7 月，奥巴马政府提出，至 2025 年，新生产的美国汽车和卡车油耗标准为(1gal = 4.54609L)56.2mile/gal。这一油耗标准将要求美国汽车制造业自 2017 年至 2025 年每年将燃油能效增长近 5%，也将使美国油耗标准与欧洲、中国和日本看齐。截至 2011 年，美国客用小汽车平均油耗为 30.2mile/gal，而轻型卡车平均为 24.1mile/gal。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。

《2008 年紧急经济稳定法案》则规定，从 2009 年 1 月 1 日起购买前 25 万辆插入式混合电动汽车的消费者可获得 2500~7500 美元的税收抵扣。2009 年 7 月 1 日，美国政府提出了总额高达 10 亿美元的以旧换新补贴政策，计划时长为一年。该计划具体为，如果消费者购买的新车每加仑行驶的里程数比原拥有的汽车提高了 4 英里，将补贴 3500 美元，若提高 10 英里，政府将补贴 4500 美元。

表 1-1 为美国轿车、轻型载货汽车和整体轻型车队各年油耗和温室气体排放标准。

表 1-1 美国轿车、轻型卡车和整体轻型车队各年油耗和温室气体标准

MY	油耗标准 NEDCL/100km			温室气体标准 CAFE g/mile		
	轿车	轻卡	车队	轿车	轻卡	车队
2012	8.1	11.0	9.2	263	346	295
2013	7.8	10.7	8.9	256	337	286
2014	7.6	10.3	8.6	247	326	276
2015	7.4	10.0	8.3	236	312	263
2016	7.2	9.7	8.0	225	298	250
2017	6.5	9.0	7.4	212	295	243
2018	6.2	8.7	7.1	202	285	232
2019	5.8	8.2	6.7	191	277	222
2020	5.5	7.8	6.3	182	268	213
2021	5.3	7.4	6.0	172	249	199
2022	5.1	7.2	5.8	164	237	190
2023	5.0	7.0	5.7	157	225	180
2024	4.9	6.8	5.5	150	214	171
2025	4.7	6.6	5.3	143	203	163

注：美国车队的燃油消耗目标是从高速公路安全管理局的标准中转化而来。这些数据与 EPA 制定的温室气体目标不完全对应。其中主要的不同在于环保署考虑到测量空调系统中非 CO<sub>2</sub> 温室气体的减排。而高速公路安全管理局没有制定相对应的标准。而且，这组燃油经济性目标值没有考虑灵活燃料车(包括电动车)的 CAFE 配额。也就是说，这组目标值完全是对汽油车能效提高的要求。

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 20 世纪 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，政府制定了轻型汽油车、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 日本燃料经济性改善目标 (单位:L/100km)

项 目	1995 年	2010 年	改善(%)
汽油车			
轿车	8.13	6.62	18.6
小于 2.5t 的轻卡	6.94	6.13	11.7
平均	7.94	6.54	17.6
柴油车			
轿车	9.90	8.62	12.9
小于 2.5t 的轻卡	7.25	6.80	6.2
平均	9.35	8.26	11.7

为了大幅度推进新能源汽车的广泛应用,日本从 2009 年 4 月初对新能源汽车实施“绿色税制”的优惠税制,如纯电动汽车、清洁柴油车、混合动力车这一类被定义为“新一代的汽车”同天然气燃料汽车以及获得国家标准的“低排放”“低消耗”的车辆均可以适用这绿色优惠税制。此外,日本还将低排放轿车的认定标准纳入法律规范制度中,规定不管是哪种类型的轿车都可以向日本国土交通省申请接受低排放车认定。对于消费者可以根据汽车排放水平的不同从而享受到不同的减税待遇。

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%,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/L,生物柴油为 27 便士/L,液化气、压缩天然气 10~12 便士/L,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,燃油经济性能好、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五个部分: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 CO<sub>2</sub> 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。英国政府向“低碳汽车项目”投资 3 亿英镑,通过财政资金来支持新能源汽车的发展;为了更好地降低碳排放量,英国政府修改了汽车保有税制,按照排放量来征税,低公害的车税率为零,高公害的车税率为 30%。英国气候委员会提出,到 2015 年,英国市场上将推出 24 万辆新能源汽车。

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 亿法郎给标致-雪铁龙联合公司和雷诺公司,用于共同生产电动轿车;1995 年制定了支持电动汽车的优惠政策,对购买电动车的消费者提供每辆最高 1.5 万法郎的补贴,后来改为设立国家补助金,给予纯电动汽车 3200 欧元/辆、混合动力汽车 2000 欧元/辆的补助,并免收公路税,其中某些省还免征或减除 50% 的上牌税。法国实行了“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。

欧盟从 1991 年开始,就不断开始调整新能源政策,强调节约能源和可再生能源的使用和推广工作,先后发布了《欧盟能源政策绿皮书》《欧盟未来能源:可再生能源绿皮书》《发展可再生能源指令》等法律法规,把可再生能源在欧盟总部的消耗从 1998 年的 6% 提高到了 2010 年的 12%。在技术方面,氢气燃料与生物燃料汽车是欧盟新能源汽车发展的重点方向。此外,在以生物燃料为基础的新能源汽车上,欧盟已经掌握了相对比较成熟的技术与基础配套设施。为了降低汽车尾气的环境污染,改善各国的生态环境欧盟还统一制定了尾气排放标准,为新能源汽车的发展创造了良好的条件。欧洲委员会和欧洲汽车制造商协会(ACEA)要求 2015 年全欧洲燃料经济性的水平应达到汽油轿车 5L/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。韩国企划财政部则规定 2009 年 7 月起至 2012 年年底对混合动力汽车实行减税优惠。该项措施实行之后,消费者在购买混合动力车时享受个人消费税、登记税、取得税、教育税等方面的减税优惠,购买一辆汽车最多可节省 330 万韩元(约合 1.9 万元人民币)。

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年国家标准化管理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，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。2010年12月，《第三阶段乘用车燃料消耗量评价方法及指标》草案正式出台。“新标准”规定，自2012年起至2015年，分阶段对我国整车企业所生产的全部汽车产品燃料消耗量做出强制平均限值，这与之前的对企业单一车型限值有所不同。到2015年，第三阶段限值要比第二阶段整体下降20%，届时全部在售车辆的平均油耗将降低为7L/100km，如果不达标将被课以重税。2012年为导入期，允许企业平均燃油消耗量比目标值高9%；2013年，允许企业平均燃油消耗量比目标值高6%；2014年，允许企业平均燃油消耗量比目标值高3%；2015年全面实行第三阶段燃油消耗限值标准。2013年5月1日，国家出台《乘用车企业平均燃料消耗量核算办法》，要求2015年我国乘用车产品平均燃料消耗量降至6.9L/

100km, 2020年降至5L/100km。企业生产或进口的纯电动乘用车、燃料电池乘用车、纯电动驱动模式综合工况续驶里程达到50km及以上的插电式混合动力乘用车,综合工况燃料消耗量实际值按零计算,并按5倍数量计入核算基数之和。由此政策看来,新能源车将集中受益。

2005年的6月1日,国家发展和改革委员会颁布了《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,国家标准委员会又发布了《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。

2014年4月23日,工业和信息化部发布公告称,为落实《节能减排“十二五”规划》和《大气污染防治行动计划》,促进大气污染防治,减少汽车尾气排放,2014年12月31日废止适用于国家第三阶段汽车排放标准柴油车产品《公告》,2015年1月1日起国Ⅲ柴油车产品将不得销售。届时,柴油车排放将全面升级到国Ⅳ标准。另外,北京、上海以及广东珠三角地区分别在2013年、2014年、2015年提前升级到国Ⅴ标准。

2014年11月25日,财政部、科学技术部、工业和信息化部、发展和改革委员会联合下发《关于新能源汽车充电设施建设奖励的通知》,中央财政拟安排资金对新能源汽车推广城市或城市群给予充电设施建设奖励,其中对京津冀、长三角和珠三角地区城市的最低奖励为2000万元,最高奖励达到1.2亿元。

2016年1月19日,财政部、科学技术部、工业和信息化部、发展和改革委员会和国家能源局发布《关于“十三五”新能源汽车充电设施奖励政策及加强新能源汽车推广应用的通知》。通知指出,为加快推动新能源汽车充电基础设施建设,培育良好的新能源汽车应用环境,2016~2020年中央财政将继续安排资金



对充电基础设施建设、运营给予奖补，并制定了奖励标准。

近年来，我国对新能源汽车的优惠政策可谓层出不穷，据统计，截至 2016 年 6 月，国家共出台新能源汽车相关政策 30 项，其中推广政策出台 7 项，行业规范政策出台 8 项，充电基础设施政策出台 4 项，企业目录相关政策出台 5 项，行业管理相关政策出台 6 项。

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。2014 年 3 月 29 日，在中德两国元首的共同见证下，一汽与大众签订了进一步深化双边合作声明，双方将进一步加大新能源领域的投入，并扩大产能规模，在不久的将来会推出更多的新能源车型。一汽丰田推出了普锐斯混合动力车，长城和华泰的柴油款 SUV 上市后也出现旺销，2009 年 1 月 11 日美国底特律车展上新能源车成为主角，成为本届车展的一大亮点，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，即将推出的卡罗拉混合动力车采用全新的国产混动系统，既降低成本，又提升产品的竞争力，一汽丰田同时推出了不需要传统燃料的丰田纯电力微型车，其合资自主品牌 - 朗世纯电动车自上市以来一直广受好评，并不断推陈出新。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，并提出了一个整体思路：“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。”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。

长安汽车等国内大集团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%。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，并通过了国家科学技术部验收。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。

科学技术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，比亚迪自主品牌电动巴士 K9 也出口至日本。长安汽车首款面向私人消费市场的新能源车纯电动车于 2015 年上市。国内市场前景广阔，新能源汽车必将成为未来中国十年甚至几十年的主流发展方向，国内汽车厂家正不断地在新能源汽车领域上准备大展身手，且看哪位英雄逐鹿中原。

此外，新材料的研究和运用也成为汽车产品节能的“推进器”。车身轻量化对于传统内燃机汽车节约能源、减少废气排放十分重要。资料显示，若整车重量降低10%，燃油效率可提高6%~8%；车辆每减重100kg，二氧化碳排放可减少约5g/km。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。日本东丽公司利用碳纤维强化树脂(CFRP)材料做车的骨架，从而使车身重量大幅度降低。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 $\xi$ 来表示。

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

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，所以一般采用第二种油耗定额。

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 [ $\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ ];

$g_e$ ——装节油器后的油耗 [ $\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ ].

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,在实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的,实验室温度为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ,而实际环境温度一般在  $-30 \sim 40^\circ\text{C}$  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,在实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——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  $50\text{km/h}$ 、平均速度  $19\text{km/h}$ )和高速行驶的市郊工况(最高车速  $120\text{km/h}$ 、平均速度约  $63\text{km/h}$ )。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,经常在市区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  $5\% \sim 25\%$ 。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  $10\text{h}$ ,整车油耗将增加  $1.0\text{L}$ 。

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  $100\text{kg}$ (包括驾驶人重量)。而实际使用过程中乘员数量较多、行李箱塞满货物时,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