

汽车

QICHE JIENENG
JIANPAI JISHU

节能减排技术

邱兆文 主编 陈昊 张培培 副主编



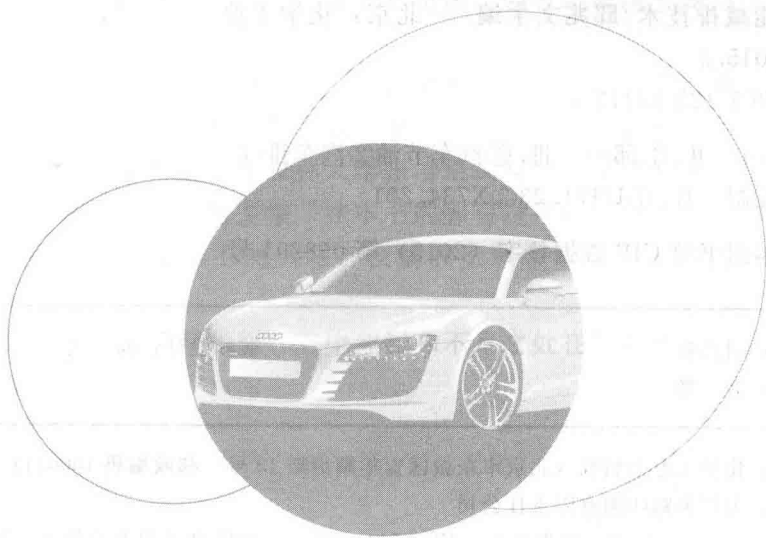
化学工业出版社

汽车

QICHE JIENENG
JIANPAI JISHU

节能减排技术

邱兆文 主编 陈昊 张培培 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从汽车节能技术、汽车减排技术及运输车辆节能减排策略三部分编写, 主要内容包括发动机的节能原理与技术、整车节能技术、汽车使用节能技术、汽车排放污染物概述、汽车排放污染物测量方法、汽车排放污染物控制技术、政策及标准、替代燃料汽车、电动汽车等内容。

本书不仅可供交通运输(汽车运用工程)、热能与动力工程(汽车发动机)和汽车服务工程等专业领域的工程技术人员和科研人员参考, 还可作为高等学校交通运输、车辆工程、热能工程、交通安全等专业师生的专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车节能减排技术/邱兆文主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 5

ISBN 978-7-122-23412-4

I. ①汽… II. ①邱… III. ①汽车节油②汽车排气-
空气污染控制 IV. ①U471. 23②X734. 201

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 058291 号

责任编辑: 刘兴春

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 吴 静

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 20¼ 字数 504 千字 2015 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究

环境污染和能源短缺问题日益严重,节能减排成为我国重要的国家战略。我国从“十一五”规划开始提出了节能减排目标,在“十二五”期间,出台了一系列政策推动各个行业的节能减排工作。交通运输行业对能源与环境具有显著影响,直接体现在汽车排放污染与石油消耗两个方面。汽车尾气是形成酸雨、雾霾的重要影响因素,也是碳排放的主要影响因素之一。推进汽车节能减排工作在节约能源、治理环境以及缓解温室效应等方面具有重要意义。

本书是编者多年来在汽车节能减排领域教学与研究成果的基础上,结合国内外该领域的最新发展编写而成。该书从汽车节能技术、汽车减排技术及运输车辆节能减排策略三个方面,从技术手段与发展策略两个维度对汽车节能减排的内容进行了系统地阐述。本书在编写过程中得到了长安大学教务处的鼎力支持,在此表示感谢;同时感谢该书编写过程中参考资料的专家、学者。

本书共分三篇十章,其中,第一章、第五章、第六章、第七章、第八章由长安大学邱兆文编写,第二章、第三章、第四章由长安大学陈昊编写,第九章、第十章由浙江农林大学张培培编写。全书由邱兆文担任主编,陈昊、张培培担任副主编。在本书的编写过程中,李亚林、郭瑞瑞、张艳等同志参与了本书的编写、校稿和资料整理工作,在此表示感谢。

限于编者水平和编写时间,书中疏漏和不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2015年1月

第一章 绪 论

第一节 汽车节能减排范畴	1
第二节 汽车节能减排基本方法及评价指标	1
一、基本方法	1
二、评价指标	2

上篇 汽车节能技术篇

第二章 发动机的节能技术

第一节 发动机节能原理	5
第二节 发动机节能技术	6
一、汽油机燃油喷射与点火系统电子控制技术	6
二、柴油机燃油喷射系统电子控制	12
三、发动机稀燃技术	19
四、发动机增压和中冷技术	23
五、可变气缸排量技术	32
六、可变压缩比技术	34
七、其他新技术	38

第三章 整车的节能技术

第一节 汽车的燃油经济性	42
一、汽车燃油经济性的评价指标	42
二、汽车燃油经济性的计算	43
第二节 整车节能技术	47
一、改进传动系统	47
二、减小汽车行驶阻力	55

三、减轻汽车整备质量	61
四、采用汽车定压源能量回收系统	67

第四章 汽车使用节能技术

第一节 汽车的驾驶与节能	71
一、发动机起动与节油	71
二、汽车起步加速与节油	74
三、汽车挡位的合理选择与节油	76
四、汽车车速选择	77
五、汽车的行车温度	79
六、汽车滑行与节油	81
第二节 汽车运行材料的合理使用	83
一、发动机燃油的合理选用	84
二、车用润滑材料的合理选用	88
三、轮胎的选用	98
第三节 汽车合理维护	103
一、发动机的合理维护	103
二、底盘的合理维护	107

中篇 汽车减排技术篇

第五章 汽车排放污染物概述

第一节 汽车排放的污染物及危害	111
一、汽车排放的污染物	111
二、汽车排放污染物的危害	114
第二节 车用汽油机排放污染物的生成机理及影响因素	117
一、车用汽油机燃烧过程概况	117
二、车用汽油机污染物的生成机理	118
三、影响车用汽油机排放污染物生成的因素	121
第三节 车用柴油机排放污染物的生成机理及影响因素	127
一、概述	127
二、车用柴油机污染物的生成机理	128
三、影响车用柴油机排放污染物生成的因素	129

第六章 汽车排放污染物测量方法

第一节 汽车排放污染物测量系统	131
-----------------------	-----

一、汽车排放污染物的评价指标	131
二、汽车排放污染物测量的有关规定	131
三、汽车排放污染物的整车测量系统	132
四、汽车排放污染物的发动机台架测量系统	133
第二节 排气分析的取样方法	133
一、直接连续取样法	134
二、定容取样法	135
第三节 汽车排气中气体成分的检测方法	137
一、非分散式气体分析法	137
二、氢火焰离子化分析法	140
三、化学发光分析法	141
第四节 汽车排放污染物中颗粒物的测量系统	144
一、全流稀释测量系统	144
二、分流稀释测量系统	147
三、颗粒物的收集和称量	149
四、颗粒物数量的测量方法	150
第五节 汽车排气烟度的测量方法	151
一、排气中的可见污染物	151
二、滤纸式烟度计	152
三、透光式烟度计	153

第七章 汽车排放污染物控制技术

第一节 车用汽油机机内净化技术	156
一、概述	156
二、氧传感器及三元催化转化器闭环控制	157
三、废气再循环	159
四、其他机内净化措施	162
第二节 车用柴油机机内净化技术	162
一、概述	162
二、低排放燃烧系统	164
三、低排放柴油喷射系统	167
四、多气门技术	169
五、增压技术	171
六、废气再循环系统	172
七、电控柴油喷射系统	174
第三节 车用汽油机外净化技术	175
一、概述	175
二、车用汽油机排气后处理技术	176

三、车用汽油机非排气污染物控制技术	186
第四节 车用柴油机后处理净化技术	189
一、概述	189
二、微粒捕捉器	190
三、NO _x 机外净化技术	201
四、氧化催化转化器	206

下篇 运输车辆节能减排策略

第八章 政策及标准

第一节 汽车燃油经济性政策	209
一、美国汽车燃油经济性标准	209
二、日本汽车燃油经济性标准	210
三、欧盟汽车燃油经济性标准	212
四、我国汽车燃油经济性标准	213
第二节 汽车排放标准及试验规范	215
一、我国的汽车排放标准	215
二、其他国家的汽车排放标准	222
三、轻型汽车排放污染物的试验规范	228
四、重型汽车排放测量的试验规范	238
五、汽车曲轴箱气体污染物及燃油蒸发污染物的试验规范	246
六、汽车污染物控制装置耐久性的试验规范	250
第三节 汽车排放控制政策	254
一、新车污染物控制管理体系	254
二、在用车污染控制管理体系分析	255
三、排放标志管理	258
四、其他机动车排放控制管理方法	261

第九章 替代燃料汽车

第一节 天然气汽车	264
一、概述	264
二、天然气汽车的类型	268
三、CNG-汽油两用燃料汽车	268
四、CNG-柴油双燃料汽车	277
第二节 液化石油气汽车	279
一、概述	279
二、液化石油气汽车的类型	281

三、LPG-汽油两用燃料汽车	281
四、LPG-柴油双燃料汽车	283
第三节 醇类燃料汽车	284
一、概述	284
二、甲醇燃料在汽车上的应用	285
三、乙醇燃料在汽车上的应用	288
第四节 二甲醚汽车	291
一、二甲醚的特性	291
二、二甲醚的研究应用现状和发展前景	291
第五节 氢燃料汽车	293
一、概述	293
二、氢能源的应用现状	294
三、氢作为汽车能源发展的制约因素	296
四、氢能源在汽车工业中的发展前景	297

第十章 电动汽车

第一节 电动汽车概述	298
第二节 纯电动汽车	299
一、纯电动汽车发展现状及趋势	299
二、纯电动汽车的结构原理	300
三、纯电动汽车的关键技术	300
第三节 燃料电池汽车	304
一、燃料电池汽车的发展现状和趋势	304
二、燃料电池的原理	305
三、燃料电池的分类和工作原理	306
第四节 混合动力汽车	311
一、混合动力汽车的发展现状及趋势	311
二、混合动力汽车的特点	312

参考文献

第一章 绪 论

第一节 汽车节能减排范畴

节能减排有广义和狭义之分，广义而言，节能减排是指节约物质资源和能量资源，减少废弃物和环境有害物（包括三废和噪声等）排放；狭义而言，节能减排是指节约能源和减少环境有害物排放。

汽车节能减排研究范畴为从汽车的设计、制造、销售和使用到汽车的报废和回收再利用全生命周期内节约能源和减少环境公害的相关技术和相关政策法规。包括发动机节能技术、整车节能技术、汽车使用节能技术、汽车污染物排放控制技术、减少二氧化碳（包括氟氯烃等温室气体）的相关技术以及相关政策法规等。内容上属广义节能减排的范畴，技术上属狭义节能减排的范畴。

第二节 汽车节能减排基本方法及评价指标

一、基本方法

除制定相应的政策法规外，汽车节能还必须从结构上和技术上采取措施，减少能量消耗，并设法提高能量转换和传递的效率，以提高汽车的燃油经济性。汽车结构和技术上的节油措施如表 1-1 所列。

表 1-1 汽车结构和技术上的节油措施

节油技术	节油措施
改造传统发动机结构	适当提高压缩比
	改进进排气系统
	改进供油系统
	改进燃油系统
	采用增压技术
	减少机械损失
	采用电子控制
提高传动效率 降低空气阻力 降低行驶阻力 轻量化	合理匹配发动机与汽车传动系统
	合理选择汽车传动比
	减轻汽车自重
	使用经济车速
	采用子午线轮胎
	合理选择车身造型

续表

节油技术	节油措施
汽车的正确维护	正确的驾驶技术 科学的车辆调度 合理选用燃油、润滑油 合理使用轮胎 合理的汽车维护
采用代用燃料	
研制高效发动机(直喷柴油机等)	

减少汽车污染物排放的基本方法一般可归纳为两大类。一是从源头上着手的降低技术，称之为源头法。如把燃烧污染物消灭在燃料化学能转化为机械能的过程之中的有关技术。由于燃料化学能转化为机械能通常发生在发动机的气缸内，故这种方法以前称为机内净化技术。二是后处理技术由于源头控制的效果是有限的，并不是所有的问题都可以在源头解决，因此，经常采取一些措施减少已产生的汽车环境公害，通常把与此相关的技术称之为后处理技术。汽车排放控制的基本方法如表 1-2 所列。

表 1-2 汽车排放控制的基本方法

源头控制	改进策略	稀燃发动机、缸内直喷汽油发动机、连续可变气门正时系统、新型汽油发动机、直喷柴油发动机、降低摩擦损失、改善传动系统效率、降低行驶阻力、轻量化、空调用新型制冷剂、制冷剂的循环使用、天然气汽车、燃料等
	改良策略	混合动力汽车
	替代策略	二次电池电动汽车、燃料电池汽车等
	合理使用	自动停止怠速和起动法、合理驾驶等
后处理		三元催化转化器、吸附还原(NO)催化净化器、微粒捕集器(DPF,分为强制再生方式、连续再生方式、非再生方式等)和氧化催化器等

二、评价指标

1. 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。

$$\xi = \frac{B_0 - B}{B_0} \times 100\% \tag{1-1}$$

式中 B_0 ——油耗定额，kg/h；
 B ——实际油耗，kg/h。

我国的油耗有两种：一种是内燃机（或车辆）使用说明书规定的油耗定额；另一种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、道路条件差异较大，所以一般采用第二种油耗定额。

节油率还可以用下式计算：

$$\xi = \frac{b_{e0} - b_e}{B_{e0}} \times 100\% \tag{1-2}$$

式中 b_{e0} ——装节油器前的油耗，kg/(kW·h)；
 b_e ——装节油器后的油耗，kg/(kW·h)。

实际上它是该种节油器的节油率（效果）。

2. 汽车有害气体污染物的评价指标

汽车有害气体污染物的评价有两种：一种是对汽车的总排放量；另一种是对单个汽车的

排放量。汽车排入大气中的有害污染物总量与人类的各种社会活动排入大气中污染物总和之比可用来评价汽车污染物的排放情况。该指标通常称为污染物的分担率。汽车污染分担率分为排放分担率和浓度分担率（或质量分担率）两类。排放分担率定义为汽车排放某种污染物占该污染物总排放量的比例。浓度分担率则表示在一定范围的空气污染浓度中汽车排放污染物所占的比例大小。经常采用汽车道路污染浓度分担率和汽车区域污染浓度分担率的概念来分别说明在某条道路附近或某个区域内汽车的污染浓度分担率。由于不同污染源的排放高度不同，扩散特性也有差别，因此，同一地点的排放分担率与质量分担率可能相近，也可能不同。

对于单车而言，其气体污染物评价指标有 3 个：①单位里程的排出质量（g/km、g/mile）或每次试验的排出量（g/试验）；②每千瓦小时（kW·h）或马力小时（PS·h）的排出量（一般用于重型车），单位为 g/(kW·h) 或 g/(PS·h)；③有害物在排出气体中的体积分数。国外常用的单位为 % (10^{-2})、ppm (parts per million, 10^{-6})、ppb (parts per billion, 10^{-9}) 等，排气中的烃类化合物比较特殊，因为有多种分子的烃类混在一起，常用 ppmC₁、ppmC₂、…、ppmC_n 等表示，C_n 的下标 *n* 表示基准的碳原子数，另外，ppmC₁ 中的下标 1 经常省略。颗粒物的评价指标为气体污染物的前两个指标。对于汽车的烟雾排出情况经常使用的指标有烟度值和消光系数。

上篇 汽车节能技术篇

第二章 发动机的节能技术

第一节 发动机节能原理

发动机节能是汽车节能技术的关键环节，发动机节能技术的核心是提高发动机的燃烧效率，而提高热效率就是组织好发动机各个工作过程，减少各种损耗，以及正确选择汽车动力机械的机型。

首先回顾一下汽油机、低速柴油机和高速柴油机的理想循环热效率。

汽油机定容加热（奥托）循环的热效率：

$$\eta_{tv} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \quad (2-1)$$

低速柴油机定压加热（迪塞尔）循环的热效率：

$$\eta_{tp} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \frac{(\rho^{\kappa} - 1)}{\kappa(\rho - 1)} \lambda \quad (2-2)$$

高速柴油机混合加热循环的热效率：

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}} \frac{(\lambda \rho^{\kappa} - 1)}{[(\lambda - 1) + \kappa \lambda (\rho - 1)]} \quad (2-3)$$

式中 ϵ ——压缩比；

κ ——绝热指数；

λ ——压力升高比；

ρ ——预胀比。

在混合加热循环的热效率表达式中， $\rho=1$ 时，即转换为 η_{tv} ， $\lambda=1$ 时即转换为 η_{tp} 。

从以上三种理想循环的热效率公式可知，要提高发动机的热效率，应尽量提高压缩比 ϵ 和绝热指数 κ 。

实际发动机循环受到各种损失和因素的影响：工质具有不同的成分、比热、分子数和不同的高温分解特性等，因此，直接影响发动机工作过程的组织和热效率；由于换气损失、传热损失、时间损失、燃烧损失、涡流和节流损失、泄漏损失、机械损失等不可避免损失的存在，发动机实际热效率远远小于理想循环的热效率。

发动机有效热效率可表达为：

$$\eta_e = \frac{3.6}{b_e h_u} \times 10^6 \quad (2-4)$$

式中 η_e ——发动机的有效热效率；

b_e ——有效燃油消耗率，g/(kW·h)；

h_u ——燃料低热值，kJ/kg。

为了提高发动机的热效率,要组织好进、排气过程、喷油过程、燃烧过程,减少各种损失。主要措施有:提高压缩比,稀燃技术,直喷技术,增压、中冷技术,可变进气技术,改善进排气过程,改善混合气在气缸中的流动方式,改进点火配置提高点火能量,优化燃烧过程,电控喷射技术,高压共轨技术,绝热发动机技术等。

第二节 发动机节能技术

一、汽油机燃油喷射与点火系统电子控制技术

汽油机电控燃油喷射与点火系统是在汽油机中最早开发应用的,是最重要的发动机电控系统。

在电控技术引入汽油机之前,可燃混合气的形成主要靠化油器完成。化油器具有结构简单、工作可靠和能满足稳态工况动力、经济性要求等优点,但却不能满足当前对多种性能的综合要求。如化油器式发动机排放不良,难以同时消除各种气体排放污染物;油和气的供应速度都较慢,而且彼此间还有差别,致使过渡工况性能恶化;存在化油器喉管,致使进气系统阻力加大,充气效率降低;由于难以兼顾各缸进气和油分配的均匀性,以致各缸工作不均匀性较严重;增加了汽油机增压的困难等。虽然可以靠增设附属机构,如加速器、节气门缓冲器等来部分地解决上述缺陷,但既未彻底解决问题,也使结构更复杂。电子控制技术引入初期所开发的电控化油器,也不能从根本上解决上述问题。所以,利用电控技术的优势,改用汽油喷射就成为必然的选择。

电控汽油喷射系统不仅喷射装置的机械结构大为简化,还可以利用氧传感器的反馈控制和三元催化转化器使各项排放指标达到最优水平。电控汽油喷射系统除具有汽油喷射形成良好混合气的各种优点之外,还具有前述电子控制的各种优越性,加上优良的排放控制性能,以致当前车用汽油机几乎毫无例外地应用了电控燃油喷射技术。

电控汽油喷射系统能发挥如此大的作用,是同电控点火系统的组合应用分不开的。

点火系统是影响汽油机性能的另一个重要系统。点火系统由最初的机械分电器点火系统,发展为晶体管触点点火系统(TAC),再进一步发展为各种无触点的点火系统,进而再发展为数字式电控点火系统。点火系统的性能,如点火提前角控制特性、点火闭合角控制特性、点火能量以及抗爆燃性能等都有了极大的改进和提高。这些优越的性能与电控汽油喷射技术相配合,使得现代汽油机的性能达到了一个新的高度。

(一) 汽油机燃油喷射技术

1. 汽油机电控燃油喷射系统的优点

汽油机电控燃油喷射系统有如下优点。

(1) 能实现空燃比的高精度控制 其一,采用多点喷射(MPI)独立向各缸喷油,使各缸空燃比偏差减小;其二,通过闭环控制系统中的氧传感器反馈机能,可进一步精确控制空燃比;其三,在汽车运行地区的气压、气温、空气密度变化时或加速行驶过渡运行阶段,空燃比均可及时地得到适当的修正;其四,点火控制、怠速控制等辅助系统的采用,使各种工况都有最佳空燃比。

(2) 充气效率高 在进气系统中,由于没有像化油器那样的喉管部位,进气压力损失

小。只要合理设计进气管道,就可充分利用吸入空气的惯性增压作用,增大充气量,提高输出功率,增加发动机的动力。

(3) 瞬时响应快 当汽车处于加减速行驶的过渡运行阶段,空燃比控制系统能够迅速响应,使汽车加减速反应灵敏;当汽车在不同地区行驶时,对大气压力或外界环境温度变化引起的空气密度变化,可以进行快速的空燃比修正。

(4) 起动容易 暖机性能好。在发动机启动时,可以用电子控制单元(ECU)计算出起动供油量,并且能使发动机顺利经过暖机运转。

(5) 节油和排放净化效果明显 能提供各种运行工况下最适当的混合气空燃比,且燃油雾化好,各缸分配均匀,使燃烧效率提高,有害气体排放量降低。

(6) 减速、限速断油功能,能降低废气排放量、节省燃油。减速时,节气门关闭,发动机仍以高速运转,进入气缸的空气量减少,进气歧管内的真空度增大。在化油器系统中,此时会使黏附于进气歧管壁面的汽油由于歧管内真空度急剧升高而蒸发后进入气缸,使混合气变浓,燃烧不完全,排气中烃类化合物的含量增加。而在电控燃油喷射发动机中,当节气门关闭而发动机转速超过预定转速时,喷油就会停止,使排气中烃类化合物的含量减少,并可降低燃油消耗。

(7) 便于安装 电控燃油喷射系统大致上是由空气系统、燃油系统和控制系统组成的,它是不存在机械驱动等问题的分散型系统,有利于在发动机上安装。

一般而言,与传统的化油器发动机相比,装有电控燃油喷射系统的发动机功率可提高5%~10%,燃料消耗降低5%~15%,废气排放量减少20%。由于转矩特性的明显改善,瞬时响应快,汽车的加速性能大大提高。怠速平稳,冷起动更容易,暖机更迅速。但也存在价格偏高、维修要求高等缺点。

2. 汽油机电控燃油喷射系统的分类

电控汽油喷射系统有缸外喷射与缸内直喷之分。缸外喷射是目前普遍采用的喷射方式。根据喷油器数量和安装位置的不同又可分为两种:一种是在进气总管的节气门上方装有1~2个喷油器的单点喷射方式,也称为单点喷射方式(SPI),汽油机单点电控燃油喷射系统如图2-1所示;另一种是在各缸的进气歧管上分别装有一个喷油器的多点喷射方式(MPI),汽油机多点电控燃油喷射系统如图2-2所示。对于节气门体喷射,由于采用的喷油

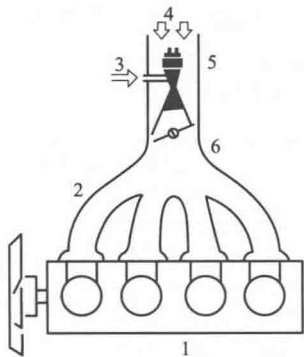


图 2-1 汽油机单点电控燃油喷射系统

1—发动机; 2—进气歧管; 3—燃油入口;
4—空气入口; 5—喷油器; 6—节气门

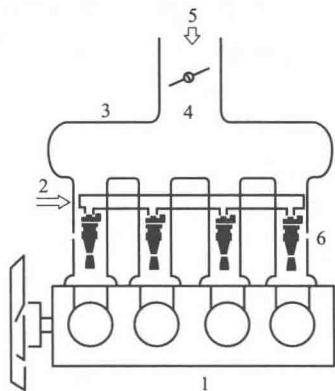


图 2-2 汽油机多点电控燃油喷射系统

1—发动机; 2—燃油入口; 3—进气歧管;
4—节气门; 5—空气入口; 6—喷油器

器少，易于实现计算机控制，成本比多点喷射方式低，但存在各缸燃料分配不均匀和供油滞后等缺点。与缸内喷射比较起来，缸外喷射喷油器不受缸内高温、高压的直接影响，喷油器的设计和发动机结构的改动都要简单些。

汽油缸内直喷（Gasoline Direct Injection，GDI）技术是提高汽油机燃油经济性的重要手段，近些年来，以缸内直喷为代表的新型混合气形成模式的研究与应用极大地提高了汽油机的燃油经济性。

所谓缸内直喷是指直接往气缸内喷射汽油。由于汽油直接喷入燃烧室，消除了节气门所引起的泵气损失；由于汽油的气化吸热作用，使燃烧室温度降低，从而提高充气效率，以利于采用更大的压缩比而不产生早燃、爆震等现象。GDI 发动机可使汽车节油达 20% 左右，因为提高了高工况时的体积效率，GDI 还能使最大扭矩提高 10% 左右，将燃油经济性提高到接近柴油机的水平。

3. 汽油机电控燃油喷射系统的控制功能

20 世纪 80 年代后，大部分发动机用的电子控制单元除了控制汽油喷射之外，同时还可以进行点火控制、怠速控制、转速控制及其他控制，其所用的传感器各项功能共用，从而使整个系统结构简化。电控燃油喷射系统有如下控制功能。

（1）喷油量的控制 电子控制单元根据空气流量传感器或进气压力传感器、发动机转速传感器、进气温度传感器、冷却水温度传感器等提供的信号而计算出喷油持续时间，因喷油器针阀的行程是一定的，故喷油量的大小决定于喷油器喷油持续时间的长短，发动机各种工况的最佳喷油持续时间存放在电子控制单元的存储器中。

喷油量的控制即喷油器喷射时间的控制，要使发动机在各种工况下都处于良好的工作状态，必须精确地计算出基本喷油持续时间和各种参数的修正量，其目的是使发动机燃烧混合气的空燃比符合要求。尽管发动机型号不同，基本喷油持续时间和各种修正量的值不同，但其确定方式和对发动机的影响却是相同的。下面分别予以介绍。

① 起动喷油控制。在发动机启动时，由于转速波动大，无论 D 型 EFI 系统中的进气压力传感器还是 L 型 EFI 系统中的空气流量传感器，都不能精确地测量进气量，进而不能确定合适的喷油持续时间，因此，启动时的基本喷油时间不是根据进气量（或进气压力）和发动机转速来计算确定的，而是 ECU 根据启动信号和当时的冷却水温度，由内存的水温-喷油时间图（见图 2-3）找出相应的喷油时间（ T_P ），然后加上进气温度修正喷油时间（ T_A ）和蓄电池电压修正喷油时间（ T_B ），计算出启动时的喷油持续时间，喷油时间的确定如图 2-4 所示。

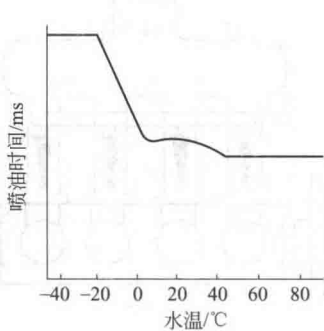


图 2-3 水温-喷油时间

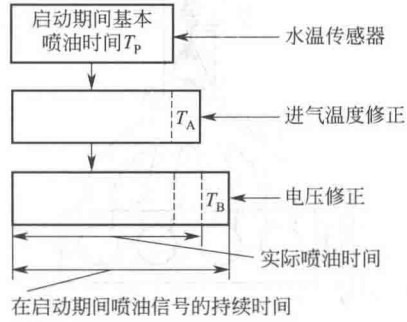


图 2-4 喷油时间的确定

由 THW 信号（冷却液温度信号）查水温-喷油时间图得出基本喷油时间，根据进气温