

汽车故障诊断与维修丛书

马元镐 过学迅 唐新蓬 编著

现代汽车电控 技术问答

'98新版



科学出版社

'98 新版汽车故障诊断与维修丛书

现代汽车电控技术问答

马元镐 过学迅 唐新蓬 编著

科学出版社

1998

内 容 简 介

本书以现代国内外汽车电子控制系统的主要部分,即发动机电控燃油喷射、自动变速器、制动防抱死系统为对象,对它们的工作原理、主要部件的结构进行阐述和说明,在此基础上对系统的常见故障进行相应的分析、诊断。通过本书的学习,可以较全面地掌握现代汽车主要电控系统的工作原理、部件结构、故障诊断和维修方面的基本知识。本书可供汽车维修人员使用,也可供汽车司机阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车电控技术问答/马元镐等编著. -北京:科学出版社,
1998. 6.

(‘98 新版汽车故障诊断与维修丛书)

ISBN 7-03-006225-6

I. 现… II. 马… III. 汽车-电气控制装置-问答 N. U463. 6-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 22678 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1998 年 5 月第一次印刷 印张: 16

印数: 1—3 800

字数: 356 000

定价: 24.00 元

前 言

随着当代电子技术的迅速发展及计算机的应用和普及,电子控制技术在汽车上已广泛使用,从而使汽车产品及技术发生了深刻的变化,因此对其基本理论及技术的教育方面也提出了新的要求。

为了满足汽车技术领域科技人员、工人和维修人员的需要,我们组织过多次汽车新技术的培训教育,着重对汽车电子控制技术中的电子控制燃油喷射、自动变速器和制动防抱死等主要技术的基本原理、故障分析及维修进行讲授。本书是在培训教材的基础上,对内容进行增补和删改写成的。本书注意基本原理的阐述,尽量结合较新的车型进行分析,在形式方面进一步条理化和通俗化,以便于读者学习。

本书的电子控制燃油喷射部分由马元镐编写,自动变速器部分由过学迅编写,唐新蓬编写了制动防抱死系统部分。武汉汽车工业大学的庄志教授对全书进行仔细审阅,提出了许多宝贵的意见,并提供了不少资料,对提高本书质量起了重要作用,在此深表谢意。

由于时间较紧,作者水平有限,恳切希望读者给予批评指正。

一九九七年六月

目 录

一、汽车电控燃油喷射原理及维修

概述

[1] 汽车使用的发动机有哪几种类型?	1
[2] 四冲程汽油机怎样进行工作?	1
[3] 什么是空燃比? 它对汽车发动机的性能有什么影响?	2
[4] 空燃比对排气中的有害排放成分有什么影响?	3
[5] 汽车发动机运行工况对空燃比有什么要求? 应如何给予满足?	4
[6] 化油器怎样进行工作? 它由哪些部分组成?	5
[7] 为什么要在汽车上装备电控燃油喷射系统?	8
[8] 汽车发动机的电子控制燃油喷射技术是怎样发展起来的?	8
[9] 电子控制燃油喷射有何特点?	9
[10] 电控燃油喷射系统根据什么原理进行工作?	10
[11] 电控燃油喷射系统主要有哪几种型式?	10
[12] 什么是多点喷射系统和单点喷射系统?	10
[13] 电控燃油喷射系统对发动机各缸按怎样的时序喷油?	11
[14] 电控燃油喷射系统主要由哪几部分组成?	12

电控发动机的燃油系统

[15] 电动燃油泵在结构上有什么特点?	13
[16] 燃油泵的控制电路有什么特点?	14
[17] 燃油泵的转速是否能变化?	15
[18] 压力调节器起什么作用? 它怎样调节油压?	16
[19] 燃油喷嘴的结构有何特点? 它怎样进行工作?	16
[20] 怎样确定喷油持续时间?	17
[21] 喷油修正系数包括哪些修正内容?	17
[22] 燃油喷嘴有哪几种型式?	18
[23] 喷嘴有哪几种驱动方式?	18
[24] 喷嘴的电流驱动电路有什么特点?	18
[25] 喷嘴的电压驱动电路有什么特点?	19
[26] 冷启动喷嘴在结构和工作原理上有什么特点?	19
[27] 什么是温度时间开关? 它起什么作用?	19
[28] 温度时间开关如何控制冷启动喷嘴进行工作?	19
[29] 是否还有其他的冷启动喷射控制方式?	20
[30] 电控燃油喷射(EFI)发动机的燃油系统常见的故障主要有哪些?	21
[31] 油泵不转或不泵油是什么原因造成的?	21

[32] 怎样检查和排除油泵不转的故障?	21
[33] 油泵转动但是不泵油是什么原因造成的? 如何消除?	22
[34] 泵油压力过低是什么原因造成的? 如何消除?	22
[35] 泵油压力过高是什么原因造成的? 应如何消除?	22
[36] 为什么会出现燃油喷嘴不喷油的情况? 怎样进行检查诊断?	22
[37] 为什么会发生燃油喷嘴漏油的情况? 如何消除漏油?	23
[38] 怎样检查和排除冷启动喷嘴不工作的故障?	23
电控发动机的空气系统	
[39] 电控燃油喷射(EFI)发动机的空气系统起什么作用?	23
[40] EFI 发动机空气系统的怠速调节螺钉起什么作用?	24
[41] EFI 空气系统上的空气阀起什么作用? 常用的有哪几种型式?	24
[42] 双金属型空气阀是怎样进行工作的?	25
[43] 石蜡型空气阀怎样进行工作?	25
[44] EFI 系统中常用的空气流量计有哪几种类型? 它们各有什么特点?	26
[45] 叶板式空气流量计怎样进行工作?	27
[46] 进气压力传感器起什么作用? 它怎样进行工作?	28
电控发动机的点火系统	
[47] 汽油机的传统点火系统怎样进行工作?	28
[48] 为什么要进行点火时刻控制?	29
[49] 传统点火系统怎样进行点火时刻调整?	30
[50] 为什么说传统点火系统正在被电子点火系统所取代?	31
[51] 什么是电子点火系统? 它具有哪些类型?	32
[52] BD-71F 型晶体管点火系统是怎样进行工作的?	33
[53] 如何正确使用 BD-71F 型晶体管点火系统?	33
[54] 吉尔 130 汽车使用的晶体管点火系统怎样进行工作?	34
[55] 伏尔加汽车的电子点火系统怎样进行工作?	34
[56] 丰田汽车 20R 发动机使用的电子点火系统有何特点?	35
[57] 怎样检测丰田 R20 发动机的电子点火系统?	37
[58] 三菱汽车的电子点火系统有何特点? 怎样进行检查?	37
[59] 日本三峰汽车的电子点火系统在结构及功能上有什么特点?	38
[60] 桑塔纳轿车的电子点火系统有什么特点?	39
[61] 桑塔纳轿车电子点火系统的使用及维修应注意哪些事项?	40
[62] 怎样检查德国大众汽车(Volkswagen)的霍尔式电子点火系统?	40
[63] 奥迪 200 车的五缸涡轮增压发动机电子点火系统怎样进行工作?	41
[64] EFI 发动机使用的点火系统有何特点?	42
[65] 什么是 DLI 点火系统?	43
[66] EFI 发动机的点火系统怎样确定和控制点火提前角?	44
[67] EFI 发动机在点火提前角控制中对提前角进行了哪些方面的修正?	44

电控发动机的怠速控制

- [68] 为什么要对发动机进行怠速控制? 45
- [69] EFI 发动机的怠速控制有哪些内容? 45
- [70] 常用的怠速控制装置有哪几种? 46

电控发动机的控制系统

- [71] EFI 发动机的控制系统由哪几部分组成? 47
- [72] 电子控制器(ECU)由哪些部分组成? 47
- [73] ECU 的电源电路有什么特点? 48
- [74] 为什么要使用发动机转速和曲轴位置传感器? 它有哪些型式? 48
- [75] EFI 发动机控制系统的水温和进气温度传感器怎样进行工作? 49
- [76] 节气门位置传感器起什么作用? 它有哪些型式? 49
- [77] 车速传感器起什么作用? 常用的有哪些类型? 50
- [78] 氧传感器有什么用? 它是怎样进行工作的? 51
- [79] 为什么要使用爆震传感器? 52
- [80] 汽车发动机电控系统常用的开关信号有哪些? 各有什么意义? 52
- [81] 什么是 EFI 发动机的故障自诊断系统? 它怎样进行工作? 52
- [82] 电子控制器(ECU)中的备用系统有什么作用? 它怎样进行工作? 53

汽车发动机的 EFI 系统示例

- [83] 丰田汽车 1S-E 和 2S-E 发动机的 EFI 系统如何构成? 有何特点? 54
- [84] 凌志 LS400 车的发动机控制系统有何特点? 55
- [85] 日产蓝鸟车的 EFI 系统有何特点? 57
- [86] 怎样检查诊断蓝鸟 CA18ET 发动机电控系统的故障? 58
- [87] 斯巴鲁(SUBARU)轿车的电控系统有什么特点? 58
- [88] 标致车系的电控系统有什么特点? 59
- [89] 雷诺车系的 Renix 电控系统有何特点? 60
- [90] 大宇(DAEWOO)王子车系使用怎样的电控喷射系统? 60
- [91] 北京切诺基车的电控系统基本组成如何? 有哪些控制内容? 62
- [92] 桑塔纳 2000 型轿车的电控燃料喷射(EFI)系统有何特点? 63
- [93] 德国波许(Bosch)公司生产的 M 型喷射系统(Motronic)在结构及性能上
有何特点? 65
- [94] 什么是 K 型喷射系统? 它是怎样进行工作的? 66
- [95] 新式的 K 型燃油喷射系统在哪些方面进行了改进? 69
- [96] KE 型喷射系统在结构与工作原理方面有什么特点? 70
- [97] 单点燃油喷射系统当前使用情况如何? 它怎样进行工作? 72

化油器的电子控制

- [98] 为什么要对化油器进行电子控制? 何谓电控化油器? 75
- [99] 在化油器式发动机上使用的有哪些电子控制方式? 75
- [100] 电控化油器有哪些控制方式? 76
- [101] 标致 309 车的电控化油器有什么特点? 79

[102] 标致车的电控化油器有哪些控制功能?	81
[103] 怎样诊断标致 309 车电控化油器的故障?	82
[104] 沃尔沃(Volvo)360 车的电控化油器有什么特点?	82
[105] 三菱柯尔特(MITSUBISHI COLT)轿车的电控化油器有什么特点?	82
[106] 如何调整柯尔特车的电控化油器?	82
[107] 三菱柯尔特轿车的排气净化系统如何进行工作?	84
[108] 三菱柯尔特轿车如何进行气体排放控制?	85
[109] 柯尔特轿车如何进行点火控制?	85
[110] 丰田花冠 1.6L 轿车的电控化油器如何进行工作?	85

维修诊断和故障码诊断法

[111] 电控发动机在使用和维修中应注意哪些事项?	86
[112] 电控发动机怎样进行故障检测和诊断?	87
[113] 什么是故障码诊断法?	90
[114] 故障码的显示有哪些方式?	90
[115] 怎样使用故障码诊断法诊断奥迪(Audi)车系的故障?	90
[116] 奥迪车系 200 车型的故障码诊断方法有何特点?	91
[117] 什么是奥迪 200 车的控制电路反应检查法?	92
[118] 如何使用故障码诊断法对宝马 BMW 车系进行诊断?	92
[119] 怎样诊断宝马车系近期车型的故障?	92
[120] 奔驰车系有何特点? 怎样对它使用故障码诊断法?	93
[121] 怎样诊断装有 KE 系统的欧规奔驰车?	93
[122] 怎样诊断装有 KE 系统的美规奔驰车?	93
[123] 怎样对新型奔驰车进行诊断?	94
[124] 日本丰田车系的故障码诊断法有什么特点?	95
[125] 怎样用故障码方法诊断日产车系的故障?	95
[126] 本田(HONDA)车系怎样使用故障码方法进行诊断?	96
[127] 马自达(MAZDA)车系的故障码诊断法有何特点?	97
[128] 三菱 MITSUBISHI/现代 HYUNDAI 车系怎样进行自诊断?	97
[129] 五十铃 ISUZU/欧宝 OPEL 车系怎样进行自诊断?	98
[130] 大发(DAIHATSU)车系怎样进行自诊断?	99
[131] 美国福特(FORT)车系怎样进行自诊断?	100
[132] 美国通用(GM)车系的故障码诊断法有何特点?	100
[133] 通用车系 1993 年以前的车型如何进行故障自诊断?	100
[134] 通用车系 1993 年以后生产的车型如何进行故障自诊断?	101
[135] 克莱斯勒(CHRYSLER)车系如何进行故障自诊断?	102
[136] 大宇(DAEWOO)车系如何进行故障自诊断?	102
[137] 北京切诺基(CHEROKEE)吉普车如何进行故障自诊断?	102

二、汽车自动变速器的结构、原理和维修

概述

- [1] 变速器在汽车运行中起什么作用? 103
- [2] 什么是自动变速器,它有哪些特点? 103
- [3] 自动变速驱动桥是什么? 104
- [4] 自动变速器有哪些主要部件,各有什么功能? 105
- [5] 自动变速器的档位数为什么与选档手柄上的数目不一样? 107
- [6] AT、ECT 和 MAT 是什么意思? 108
- [7] 什么是巡航控制装置? 108
- [8] 什么是无级变速器? 108

自动离合器和液力偶合器

- [9] 什么是自动离合器? 108
- [10] 自动离合器有几种类型? 109
- [11] 什么是液力偶合器? 110
- [12] 液力偶合器在汽车上是怎样工作的?它有什么特点? 110

液力变矩器

- [13] 什么是液力变矩器? 111
- [14] 液力变矩器与液力偶合器有什么区别? 112
- [15] 液力变矩器是如何变矩的? 112
- [16] 液力变矩器的外特性和原始特性各表示什么? 113
- [17] 液力变矩器中为什么要有单向离合器? 114
- [18] 为什么有些液力变矩器带有闭锁离合器? 115

行星齿轮机构

- [19] 为什么在自动变速器中要使用行星齿轮机构? 116
- [20] 行星齿轮机构是如何改变传动比的? 116
- [21] 变速器中的行星齿轮机构是怎样工作的? 117
- [22] 为什么有些汽车具有超速档? 117
- [23] 如何了解自动变速器档位与操纵元件的关系? 118

离合器与制动器

- [24] 离合器和制动器在自动变速器中起什么作用? 118
- [25] 湿式多片离合器是怎样工作的? 119
- [26] 湿式多片离合器中为什么要有安全阀? 120
- [27] 外型尺寸一样的多片式离合器中摩擦片数量为何有不同? 121

自动换档液压系统

- [28] 自动换档液压系统主要由哪几部分组成? 121
- [29] 节气门阀起什么作用? 121
- [30] 速控阀起什么作用? 122
- [31] 换档阀起什么作用? 123
- [32] 自动换档液压系统是怎样工作的? 123

[33] 手控制阀起什么作用?	123
[34] 强制低档阀起什么作用?	124
[35] 换档图有什么作用?	125
[36] 如何看换档图?	125
[37] 为什么换档图的曲线形状不一样?	126
自动变速器油	
[38] 自动变速器对用油有什么要求?	127
[39] 哪些油适合于自动变速器使用?	127
[40] 如何更换自动变速器油?	127
[41] 液位不正常对自动变速器的工作有什么影响?	127
自动变速器检测	
[42] 自动变速器有哪些检测项目?	128
[43] 什么是爬行?	128
[44] 为什么要进行发动机怠速检验?	128
[45] 为什么要进行节气门全开检验?	128
[46] 为什么要检验节气门缆绳?	128
[47] 如何检验自动变速器油面?	129
[48] 为什么要检验空档启动开关?	129
[49] 为什么要检验超速控制开关?	129
[50] 如何进行失速试验?	130
[51] 如何进行液压系统试验?	130
[52] 如何进行时间滞后试验?	131
[53] 如何进行道路试验?	131
[54] 如何检查油泵间隙?	133
自动变速器修理	
[55] 自动变速器修理的一般步骤是什么?	133
[56] 为什么自动变速器的机油会沸腾?	134
[57] 自动变速器应在何时补给机油?	134
[58] 如何根据油的情况判断油变质原因?	134
[59] 造成主油路压力不正常的原因是什么?	134
[60] 如何分析判断漏油问题?	134
[61] 为什么会出现选档手柄位置不正确的情况?	135
[62] 为什么会出现车在前进档或倒档时不能行驶的状况?	135
[63] 自动变速器为什么会出现加速不良的情况?	135
[64] 如何判断换档冲击和打滑?	136
[65] 自动变速器在各档范围都出现打滑是什么原因造成的?	136
[66] 如何确定打滑的元件?	136
[67] 为什么自动变速器换高速档时会出现乱档的情况?	136
[68] 什么情况时自动变速器不能高速换档?	136

[69] 为什么有时自动变速器在空档位置时车还会慢慢的走?	137
[70] 为什么有时在驻车档时汽车还停不住?	137
[71] 为什么会出现自动变速器不能倒车的情况?	137
[72] 自动变速器为什么会出现输出轴不动的情况?	137
[73] 为什么会出现自动变速器向逆方向转动的情况?	137
[74] 自动变速器在驻车位置时应注意什么?	138
[75] 为什么汽车在“R”、“2”和“L”位置时能行走,但在“D”位时不能走?	138
[76] 耗油多时要对自动变速器检查什么?	138
[77] 液力变矩器一般会有哪些故障?	138
[78] 如何修理电控式自动变速器?	138
[79] 带有自动变速器的故障车牵引时要注意些什么问题?	139

三、汽车制动防抱死系统的原理和维修

ABS 概述

[1] 什么是 ABS ?	140
[2] 汽车上为什么要安装 ABS ?	140
[3] ABS 是怎样发展起来的?	140
[4] 目前国内有哪几种 ABS 产品?	142
[5] 汽车的制动力是怎样产生的?	143
[6] 汽车制动时车轮怎样运动?	144
[7] 车轮的运动状态与附着系数有何关系?	144
[8] 汽车制动时为什么会出现侧滑或丧失对转向的控制?	145
[9] 什么是理想的制动控制过程?	146

ABS 的基本结构

[10] ABS 由哪几部分构成? 每一部分的作用是什么?	147
[11] ABS 有哪几种类型? 它们各有什么特点?	147
[12] ABS 系统有哪几种控制方案? 各种控制方案各有什么特点?	148
[13] FKX-AC 型 ABS 有何结构特点?	151
[14] 达科(Delco) ABS VI 系统的结构有何特点?	151
[15] 对 ABS 制动液有何特殊要求?	153
[16] 与常规制动系比较,ABS 的驾驶特性有何不同?	154

ABS 的部件结构、工作过程及故障诊断

[17] 什么是轮速传感器? 它的作用是什么?	155
[18] 轮速传感器是如何安装的? 安装时要注意哪些问题?	156
[19] FKX-AC 型 ABS 的轮速传感器是如何安装的?	157
[20] 达科(Delco) ABS VI 系统的前后轮速传感器的安装有何不同?	159
[21] 电子控制器的主要作用是什么? 它主要由哪些电路构成?	161
[22] ECU 的安全保护电路有什么特殊功能?	161
[23] 波许公司的 ABS _{2s} 电子控制装置有何特点?	163
[24] 达科(Delco) ABS VI 系统的电脑接脚各有什么用途?	165

[25] ABS 系统的压力调节器有几种主要形式?	165
[26] 压力调节器的主要任务是什么?	166
[27] 什么是循环式调节器? 它是如何工作的?	166
[28] 什么是可变容积式调节器? 它是如何工作的?	169
[29] 波许公司的 ABS _{2S} 型液压调节器中的 3/3 电磁阀的结构有何特点? 它是如何工作的?	172
[30] 达科(Delco) ABS VI 的压力调节器是哪种形式的调节器? 它是如何调节制动压力的?	173
[31] FKX-AC 型 ABS 的压力调节器是如何工作的?	175
[32] 维修 ABS 系统时要注意哪些基本问题?	176
[33] ABS 系统有哪些常见故障?	177
[34] 车轮转速传感器若发生故障,其输出信号波形会发生哪些变化?	178
[35] 如何使用万用表判断轮速传感器是否发生故障?	178
[36] 如何判断福特 ABS 车速传感器有无故障?	178
[37] 对 ABS VI 系统进行检修时应首先进行哪些检查工作?	179
[38] ABS VI 系统的警告灯闪亮时表示什么问题?	179
[39] ABS 系统中故障码的调用和显示方式是否一样? 如何读取?	179
[40] 如何使用达科 ABS VI 的自诊断系统及故障代码?	181
[41] 如何使用专用检测设备检测达科 ABS VI 系统?	181
[42] 维修达科 ABS VI 系统时应注意哪些事项?	183
[43] 如何维修达科 ABS VI 系统的电磁阀和电脑?	184
[44] 如何维修达科 ABS VI 系统的制动控制总成?	185
[45] 泄放空气时要注意哪些问题?	186
[46] 如何维修达科 ABS VI 系统的车轮传感器?	187
[47] 缓慢踩下制动踏板后,ABS 系统能起制动作用,但在汽车停止之前制动踏板有振动和发出“咕噜、咕噜”的声响,这是什么原因?	189
附录一 电控燃料喷射汽车自诊断系统故障代码表	
附表 1-1 蓝鸟车 ECCS 指示的故障代码	191
附表 1-2 标致 309 型车电控系统的故障诊断代码	191
附表 1-3 LU-Jetronic 型电子汽油喷射装置故障检查表	192
附表 1-4 奥迪 KE-Ⅲ 系统故障码内容	193
附表 1-5 奥迪 CIS-Digital 控制系统故障码	193
附表 1-6 宝马 BMW 车系 Motronic 电脑故障码	194
附表 1-7 用 BMW 系统测试仪读取的宝马车系故障码	194
附表 1-8 宝马 1989 年以后车型的故障码	195
附表 1-9 使用 BMW 专用仪器读取的宝马 1989 年以后车型的故障码	196
附表 1-10 奔驰车系 9 孔诊断座端子代号及功用	197
附表 1-11 奔驰车系 16 孔诊断座端子代号及功用	197
附表 1-12 奔驰车系 8 孔诊断座端子代号及功用	197

附表 1-13	奔驰车系 38 孔诊断座端子代号及功用	197
附表 1-14	百分比和闭合角所表示的故障内容	198
附表 1-15	美规奔驰 KE 系统发动机故障码内容(由 16 孔诊断座 4 [#] 孔读取) ...	199
附表 1-16	奔驰 KE 系统 MAS 综合控制电脑故障码内容(由 16 孔诊断座 14 [#] 孔读取)	199
附表 1-17	美规奔驰 KE 点火/防爆震控制系统故障码(由 16 孔诊断座 8 [#] 孔 读取)	200
附表 1-18	奔驰 LE 系统故障码(由 16 孔诊断座 4 [#] 孔或 38 孔诊断座 4 [#] 、5 [#] 孔 读取)	200
附表 1-19	LH 系统点火电脑故障码内容(由 16 孔诊断座 8 [#] 孔或 38 孔诊断座 17 [#] 、18 [#] 孔读取)	201
附表 1-20	奔驰车系过压保护电脑故障码内容(由 38 孔诊断座 8 [#] 孔读取).....	202
附表 1-21	电控加速/定速/怠速故障码内容(由 38 孔诊断座 7 [#] 孔读取).....	202
附表 1-22	CARB 电脑故障码内容(由加强诊断座读取或由 38 孔诊断座 19 [#] 孔读取)	203
附表 1-23	丰田车系故障码内容	203
附表 1-24	日产车系自诊断故障码内容	205
附表 1-25	本田车系故障自诊断组合码内容	207
附表 1-26	本田车系自诊断故障码内容	207
附表 1-27	马自达 1992 年以后车型的自诊断故障码	208
附表 1-28	三菱/现代车系自诊断故障码内容	211
附表 1-29	五十铃 1.6L、2.8L 及欧宝车系故障码内容	211
附表 1-30	大发车系故障码内容及说明	213
附表 1-31	福特车系故障码内容及说明	213
附表 1-32	通用车系自诊断故障码内容	214
附表 1-33	通用车系中央电脑集控诊断系统代号	220
附表 1-34	克莱斯勒车系故障码内容	220
附表 1-35	大宇车系自诊断故障码	221
附表 1-36	北京吉普切诺基(CHEROKEE)故障代码表	221
附录二 自动变速器故障诊断表		
附表 2-1	丰田轿车液力自动变速器常见故障	223
附表 2-2	丰田轿车 A43D 电控自动变速器故障诊断与排除	225
附表 2-3	日产公爵(CEDRIC)轿车 LAN71B 液力自动变速器道路试验症状表 和故障排除表	229
附表 2-4	克莱斯勒轿车 TORQUE-FLITE 自动变速驱动桥常见故障诊断与排 除表	233
附表 2-5	丰田轿车 A43D 系列自动变速器主油路压力规范表	237
附表 2-6	日产公爵(CEDRIC)轿车 LAN71B 自动变速器主油路压力范围表 ...	237
附录三 ABS 自诊断系统故障代码表		
参考文献		

一、汽车电控燃油喷射原理及维修

概述

[1] 汽车使用的发动机有哪几种类型?

现在用作汽车动力的发动机,一般有四冲程汽油机、二冲程汽油机、非增压柴油机、增压柴油机和转子发动机等几种类型。

四冲程汽油机在汽车上使用最为广泛,它普遍使用于轿车、中小型载货车、公共汽车以及各种专用车。

二冲程汽油机由于具有重量小、功率大的优点,以前曾广泛用作轻型汽车的发动机,但是它的油耗率高,排放严重,除了在摩托车上尚占有重要地位以外,在汽车上已很少使用。

柴油机主要使用于重型载货车,一些运送矿石的特大型卡车通常使用四冲程增压柴油机作为动力。

转子发动机结构紧凑,平衡性好,曾经使用于竞赛汽车上,但是由于在经济性及寿命等方面存在着较多问题,所以已较少使用。

从当前的情况来看,汽车上普遍使用的发动机还是四冲程汽油机。目前我国使用的车用汽油机大部分用化油器提供燃料,国外则已有较多使用电控燃油喷射系统,也还有一些使用电控化油器。

[2] 四冲程汽油机怎样进行工作?

四冲程发动机通过活塞的两次往复运动,实现进气、压缩、膨胀、排气四个行程,完成热机的一个工作循环。具体工作情况如下:

(1) 进气行程。在曲柄连杆机构的带动下,活塞由上死点位置向下运动,使活塞上部燃烧室的容积增大,产生了真空度。此时进气阀已经开启,发动机就像一个抽气泵那样工作,通过进气管,吸入外界大气压力下的空气。化油器式发动机,在进气管上装有化油器。进气过程中,进入的空气流经化油器的喉管时,由于气流高速流动在该处产生负压,造成了此处与浮子室油面压力之间的压差,由此使汽油经量孔及主油道而从喷嘴吸出。这些汽油呈雾状散布于进气空气中,并随同一起向前运动,也有一部分汽油呈油膜状沿进气管壁面流动,有些汽油在运动中蒸发为蒸气,它们都与进气空气混合,一起进入气缸。在气缸内由于气流的扰动,空气和汽油进一步混合,为燃烧准备了可燃混合气。通过改变化油器节气门的开度,增减混合气的吸入量,可以调节发动机的输出功率。驾驶员通过踩加速踏板控制节气门的开度。

(2) 压缩行程。曲轴转过 180° ,活塞运动到下死点,然后进气阀关闭。在活塞再次上行的过程中,密封在气缸里的混合气被压缩。混合气由于承受了来自活塞的压缩功,压

力和温度上升。此时液体状态的汽油充分蒸发，形成了真正的可燃混合气。对于发动机冷启动等情况，由于气缸处于冷却状态，压缩温度不高，使得汽油不能完全气化，影响混合气质量，所以在这种情况下，发动机的性能将会受到较大影响。

(3) 膨胀行程。活塞到达压缩上死点附近，火花塞在点火系统控制下跳火，将即刻点燃火花塞电极间的混合气，在该处形成燃烧的火焰核心。它再点燃周围的混合气，燃烧就由此向外延伸开去，燃烧的扩大，可以看作火焰面的扩展，通常叫做火焰传播。火焰核心的形成和火焰传播，无论何时都要求处于稳定进行的状态，这在保证发动机良好工作方面是十分重要的，如果燃烧不稳定，将严重影响发动机的动力和经济性能，甚至可能丧失行驶性。

(4) 排气行程。当膨胀末期活塞将达下死点时，气缸内的气体虽然还具有相当的压力和温度，但已无法再利用，成为废气。所以排气行程时就打开排气阀将它排到大气中去。所排出的废气主要由 CO_2 、 H_2O 、 N_2 、 O_2 等成分组成，还混有少量由于不完全燃烧而产生的 CO 和 HC ，以及燃烧高温中所生成的 NO_x （氮的氧化物）等，这些都是可造成大气污染的危害排放物。排气初期，排气阀刚打开时，气缸内的气体与外界大气之间存在着较大的压力差，排气自动从气缸排出；同时由于活塞自下而上的运动，也推挤着废气，其后由于气缸内气体压力下降，一直是活塞推挤着将它排出气缸。

排气終了，在活塞到达上死点附近时，进气阀打开，排气阀关闭，接着进入了下一个循环的进气行程，开始一个新的循环。

[3] 什么是空燃比？它对汽车发动机的性能有什么影响？

汽油机气缸中进行燃烧的是空气和汽油混合在一起的可燃混合气。进气行程时化油器将汽油混入进气空气流中，制备可燃混合气。混合气在气缸中燃烧，使燃料的化学能转变为机械能，推动活塞做功。发动机输出功率的大小，与参加燃烧的燃料数量以及它的燃烧完全程度有关，所以进入气缸中的混合气的数量，以及混合气的质量，即混合气中空气与汽油质量之比例，都与发动机的工作性能密切相关。进入发动机气缸中混合气的数量主要通过控制节气门的开度进行调节；而混合气质量的控制，则与化油器的结构以及一些专门的控制机构有关。由于这是一个对于发动机性能影响很大，而且经常需进行考虑的概念，所以给予它一个专门的名词叫空燃比。

所谓空燃比，就是混合气中空气及汽油燃料两种成分的质量之比，书写时以字符 A/F 表示。空燃比的大小，表示混合气的浓稀，空燃比越大，表示混合气中所含空气的比例越大，混合气越稀。

发动机气缸中的燃烧过程，是燃料中的碳、氢元素与空气中的氧元素进行剧烈化学反应的过程。按照化学反应式计算， 1kg 汽油完全燃烧需要消耗 14.7kg 的空气，所以对于数值为 14.7 的空燃比，称为理论空燃比，表示具有此种质量成分的混合气，从理论上来说，可以实现完全燃烧。

由实验确定，当空燃比比理论空燃比略小 ($A/F=13.5\sim14.0$) 时，混合气燃烧的火焰温度最高，与此相比，无论混合气较浓或较稀，火焰温度都降低。火焰燃烧速度最大时的空燃比，比火焰温度最高时的空燃比更小一些 ($A/F=12\sim13$)。火焰燃烧速度越快，发动机输出功率越大，因此 $A/F=12\sim13$ 时，发动机输出的功率最大。若使用较大的空

燃比，由于具有较为充分的空气量，保证燃烧比较完全，使得发动机的油耗率较低。当然空燃比太大，即混合气过稀，将导致燃烧不稳定，甚至发生断火的情况。因此，有一个油耗率最低的空燃比，其值比理论空燃比要大些，A/F 约为 16。由此可知，当要求发动机具有大的输出功率（节气门全开位置附近）时，需使空燃比比理论空燃比稍小；当要求低油耗（发动机处在经济行驶状态）时，空燃比需比理论空燃比的数值稍大。然而自从大气污染成了社会性的公害问题，要求对汽车的排放进行严格控制以后，需要考虑的因素就更多了。

发动机输出功率、油耗率以及火焰温度与空燃比的关系，如图 1-1 所示。

[4] 空燃比对排气中的有害排放成分有什么影响？

汽车所使用的汽油燃料由多种碳氢化合物混合组成。其中，烷族烃约占 45%~60%，芳香烃约占 30%~35%，烯族烃约占 5%~10%。

在发动机中，汽油和空气混合并进行燃烧后，大部分变成了二氧化碳和水蒸气，一部分由于不完全燃烧而生成 CO 和 HC。此外，当燃烧温度很高时，空气中的氮与未燃的氧起反应，生成 NO。因此在发动机排出的废气中，既含有参燃空气残留的氮、氧等成分及燃烧产物二氧化碳和水蒸气，也含有 CO，HC，NO 等有害排放物。这些有害排放物的生成量，与空燃比有密切的关系。

(1) 排气中 CO 的浓度，大致上取决于空燃比。当混合气较稀，空燃比在 16 以上时，空燃比的变化对 CO 影响不大，而当空燃比小于 16 时，随着空燃比的减小，CO 的浓度便急剧增加（见图 1-2）。所以，发动机运行时，只要燃烧稳定，并使空燃比保持在 16 以上，就能把 CO 控制在最小范围。

(2) HC 是不完全燃烧的产物。如果燃烧过程中

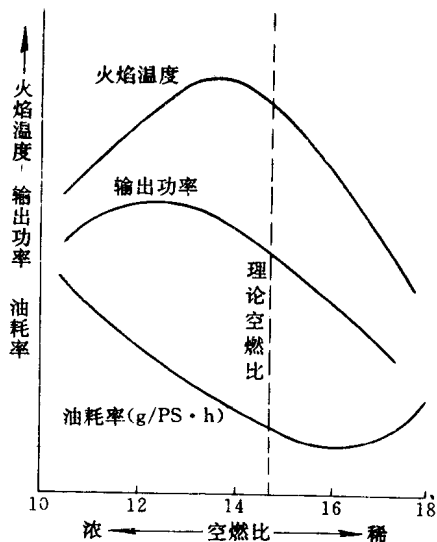


图 1-1 空燃比与输出功率、油耗率及火焰温度的关系

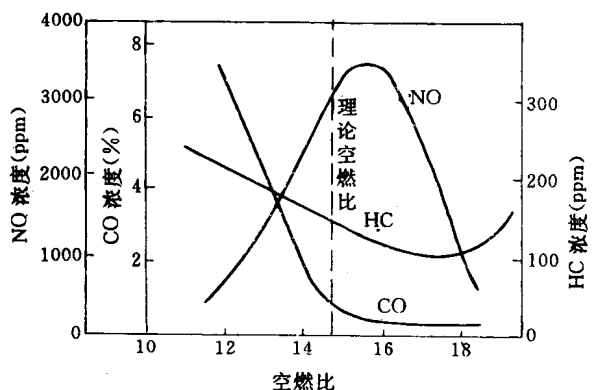


图 1-2 排气中有害排放物随空燃比变化的情况

实际的空燃比小于理论空燃比，由于有一部分燃料很难遇到氧元素与它化合，就会出现燃烧不完全的情况，因而使排气中的未燃燃料和燃烧时生成的 HC 增多。另外，如果空燃比太大，混合气过稀，由于燃烧不稳定，也会使 HC 浓度增大。HC 和排气中的另外一种燃烧产物 NO 一起排入大气中以后，它们会在阳光的照射下发生光化学反应，形成棕红色的光化学烟雾。它刺激动物的粘膜，使植物枯萎，使塑料

等有机物变性,对环境造成很大的危害,所以受到排放法规的严格限制。HC 的排放浓度随着空燃比变化的情况如图 1-2 所示,当空燃比保持在 17 左右,HC 的排放浓度最低,与此相比,无论混合气变浓或变稀,HC 的浓度都增加。

(3) 发动机所排出的氮的氧化物,绝大部分是 NO,也含有少量 NO₂ 等成分,通常把它们的混合物统称为氮的氧化物 (NO_x),它们是在燃烧高温情况下空气中的氧和氮两种元素发生氧化反应而生成。它的产生条件是需要高温及富氧的环境,所以在发动机大负荷运行,燃烧比较完全的情况下,它的排放浓度就大。氮的氧化物 NO_x 随空燃比而变化的情况如图 1-2 所示,当气缸内混合气的空燃比在 16 左右时,NO_x 的排放量最多,在比之更浓或更稀的混合气中,其排放量都迅速减少。

[5] 汽车发动机运行工况对空燃比有什么要求? 应如何给予满足?

汽车的运行条件十分复杂,因而对发动机提出了各种要求,需要发动机在性能上给予保证和满足。例如需要发动机能很快地启动,要有大的功率输出和良好的加速性能;要在低负荷及怠速工况时能稳定运行,需要具有良好的燃油经济性和排放性能等等。这些要求主要可通过提供不同的空燃比成分的混合气,控制发动机的燃烧予以实现。现代的化油器,在原始的简单化油器的基础上作了大量的改进,基本上可以满足汽车运行的要求。

冷启动时,由于发动机气缸壁的温度与大气温度差不多,故开始时压缩温度不高,汽油难以气化。为了向火花塞电极间隙处提供易燃混合气,必须尽量增加混合气的浓度,化油器的阻风门系统正是起着这样的作用。

在启动以后发动机进行暖机或怠速运行时,或在起步后发动机工作于较小的负荷状态时,气缸温度都较低。而且在轻负荷运行时节气门开度小,气缸内的充气量少,使压缩压力和温度的升高度比正常的小,这样容易使燃烧不稳定。为防止出现这种情况,要求能在这些工况时提供加浓的混合气,化油器的怠速系统的功用就在于此,此时混合气的空燃比应为 12 左右,随着负荷的进一步加大,逐步改变混合气浓度。汽车大部分运行时间,发动机都是工作于中等负荷的状态,其空燃比将保持在理论空燃比附近。此时,化油器以其主供油系统进行工作。有的经济型化油器,所提供的混合气将更稀一些。

当汽车需要克服很大的阻力行驶时,例如上陡坡或在艰难的道路上行驶时,需把加速踏板踩到底,使节气门全开,发动机在全负荷下工作。从中等负荷向全负荷过渡时,化油器的省油系统开始工作,提供额外的油量,使混合气加浓,以提高发动机的动力性能。此时空燃比为 12~13。

在汽车的行驶速度由低速迅速变为高速时,需要将节气门开度突然加大,使发动机的转速迅速升高,汽车得以加速。但是节气门突然加大时,经喉管的空气量突增,而汽油由于流动时的惯性比空气大,油量的增加比较迟缓,相反将造成暂时的混合气过稀。为解决这一问题,化油器上装备有加速供油系统,在节气门开度突然加大时,由加速泵额外泵入一些汽油,以提高加速时的混合气浓度。

对应于汽车发动机的全部运行工况,为实现汽车良好运行,化油器所提供的混合气应保证的空燃比如图 1-3 所示。多年来,对化油器进行了精心设计和改进,增加了许多附属系统,力求能满足汽车运行中提出的多方面的需要。近代的化油器虽然基本上能适应