

汽车电控系统故障检修

李东江 张大成 许雄 编著



机械工业出版社
China Machine Press

ISBN 7-111-09200-7/U·409

封面设计／电脑制作：鞠杨



ISBN 7-111-09200-7



9 787111 092001 >

定价：45.00 元

汽车电控系统故障检修

李东江 张大成 许雄 编著



机械工业出版社

本书主要介绍了现代汽车电控发动机、电控自动变速器、电控防抱死制动系统 (ABS)、安全气囊系统 (SRS)、电控悬架、电控自动空调系统以及防盗系统等的维修方法、维修经验,并结合维修实践分析了一部分典型的维修实例,让读者更好掌握汽车电控系统维修思路和方法,从而能够修好所有的电控汽车。本书适合于广大从事电控汽车维修的工人和技术人员阅读,也可作为汽车维修技术培训机构的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电控系统故障检修/李东江等编著. —北京: 机械工业出版社, 2001. 10
ISBN 7-111-09200-7

I. 汽… II. 李… III. 汽车-电子系统: 控制系统-检修 N. U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 059532 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 高金生 版式设计: 张世琴 责任校对: 吴美英
魏俊云

封面设计: 鞠 扬 责任印制: 郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·27 印张·669 千字

0 001—4 000 册

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
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前 言

随着我国汽车保有量的逐年增加,我国汽车维修行业对汽车电控系统的维修技术需求越来越强烈。但是,汽车电控系统维修技术资料国内却比较缺乏,在此种情况下,如何使广大汽车维修人员尽快提高汽车电控系统维修技术是摆在我们面前的一个十分重要的问题。因此,在没有专业汽车维修资料的情况下,总结成功的维修经验和维修实例,逐步提高汽车电控系统维修技术水平是一个十分重要和有效的途径。本书作者通过总结广大汽车维修技术人员的维修经验和作者本人的维修实践,编写了《汽车电控系统故障检修》一书。

本书主要讲述了电控发动机、电控自动变速器、电控防抱死制动系统、安全气囊系统和其他电控系统(如电控悬架、电控自动空调、防盗系统等)的维修经验和实例。在阐述过程中,深入浅出,力求以简练的语言表述比较复杂的问题,并具有较强的实践性和经验性,所以本书特别适合于广大从事汽车电气维修的技术工人和技术人员阅读,也适合于汽车维修技术培训机构作为培训资料或教材。

本书由李东江、张大成、许雄、宋良玉、邵红梅、李洁等同志编写,在编写过程中参考或直接引用了一部分参考文献,在此对参考文献的作者和为本书编写提供资料的同志表示衷心感谢。

由于作者水平有限,加上时间比较仓促,书中错误和疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

目 录

前言

第一章 发动机电控系统故障

检修 1

一、电控燃油喷射系统维修要点	1
二、电喷发动机的维修误区	3
三、电控燃油喷射系统十种零部件的维修与误区	6
四、汽车电控系统疑难故障诊断中的模拟技术	8
五、确认故障部位的方法及维修注意事项	13
六、真空度测量在发动机故障诊断中的应用	15
七、利用真空表诊断汽油喷射式发动机故障	17
八、安全断火试验方法	22
九、电控单元 ECU 的故障诊断与检测	22
十、发动机电脑处于备用功能控制时的故障现象分析	24
十一、电喷发动机常见故障及其诊断	25
十二、如何检查电控汽车不能起动的故障	30
十三、电子燃油喷射发动机冒黑烟的故障分析	37
十四、电喷发动机怠速不良的分析	38
十五、数据流功能在电控汽车故障诊断中的应用	40
十六、车用电脑断电后的再学习过程	42
十七、德国宝马 (BMW) 轿车发动机故障诊断	44
十八、夏利三缸电喷车怠速控制和调整	48
十九、电控汽油喷射系统传感器的检测	51
二十、空气流量传感器故障分析	54

二十一、电控系统氧传感器自诊断	58
二十二、切诺基发动机电喷系统三种传感器的检测	62
二十三、氧传感器在电控汽车维修检测中的应用	63
二十四、汽车发动机三元催化转化器和氧传感器的故障诊断	67
二十五、凌志 LS400 型轿车的氧传感器和故障代码的检测	71
二十六、燃油喷射式发动机喷油器易损故障的分析	72
二十七、电子喷油器常用的几种检测方法	76
二十八、一种清洗电喷发动机喷油器的简便方法	78
二十九、电控喷射发动机喷油器检修	79
三十、大宇贵族轿车燃油泵和喷油器的检测与故障诊断	82
三十一、丰田发动机冷起动电路的故障诊断	83
三十二、福特天霸轿车汽油泵早期工作不良的继续使用	85
三十三、电控汽油喷射系统故障自诊断电路的检查	86
三十四、公爵轿车电喷系统的故障诊断	89
三十五、公爵 SGL30E 轿车汽油供给系统的检修	92
三十六、捷达王轿车电喷系统的故障诊断	95
三十七、桑塔纳 2000GSi 轿车电控系统的故障诊断	101
三十八、奔驰汽车系列发动机控制电脑引出脚功能与检测	104
三十九、日产风度 (A32) 发动机 ECM 端口及标准值	107

四十、1.6L 捷达汽车 Digijet 汽油喷射系统	
检修	110
四十一、1.8L 捷达汽车 Digifant 汽油喷射	
系统检修	115
四十二、富康电喷车常见故障检查处理	
步骤	118
四十三、林肯轿车电控点火系统的	
检修	118
四十四、本田轿车 VTEC 系统及其	
检修	124
四十五、本田 VTEC 系统结构原理与故障	
检修	127
四十六、皇冠 2JZ-GE 型发动机怠速控制	
电路故障检修	129
四十七、轿车常用排气净化装置的	
检修	130
四十八、电子控制废气再循环阀及故障检修	
方法	134
四十九、凌志 LS400 型轿车的废气再循环	
装置及故障检查方法	137
五十、奥迪 200 轿车电控系统故障代码诊断	
方法	140
五十一、大众 (VW) 奥迪 (Audi) 汽车	
故障代码自诊断系统	142
五十二、丰田汽车故障自诊断系统	144
五十三、红旗轿车电喷发动机故障代码	
及读取	146
五十四、本田轿车故障代码人工读取	
方法	147
五十五、日产车系故障代码自诊断	
系统	150
五十六、凯迪拉克轿车的自诊断操作	153
五十七、韩国大宇车自诊断系统	155
五十八、奔驰 560SEL 各缸工作情况	
测定	156
五十九、汽车检修常用检修仪表与	
工具	157
六十、电脑控制汽车的专用示波器	164
六十一、丰田轿车电子点火系统的	
检修	169
六十二、丰田皇冠 Y 系列电子点火系的	
故障判断	171
六十三、凌志 400 轿车电子点火系统原理	

与检修	173
六十四、电喷汽油机直接点火系统故障的	
检查	175
六十五、发动机电脑点火装置故障	
诊断方法	179
六十六、桑塔纳轿车电子点火系统及故障	
检修	180
六十七、奥迪 200 点火系统的故障	
诊断	183

第二章 电控自动变速器故障

检修	186
一、自动变速器的油量检查与技术	
诊断	186
二、自动变速器的检验与维修	187
三、自动变速器打滑的诊断方法	189
四、自动变速器打滑的故障诊断与	
排除	191
五、从自动变速器油入手诊断自动变速器	
故障	193
六、机械式自动变速器 (AMT) 电控系统	
的诊断	194
七、日产千里马自动变速器电控系统的	
诊断功能	196
八、凌志 LS400 自动变速器故障诊断	
方法	205
九、三菱 A604 变速箱电脑学习设定	
程序	209
十、沃尔沃 (VOLVO) 自动变速器电控	
系统的自诊断方法	209
十一、本田 ACCORD 轿车自动变速器	
电控系统故障检修	210
十二、汽车自动变速器维修附件	216
十三、丰田 A340E 型自动变速器的检测	
与诊断	223
十四、电控自动变速器故障排除实例	226

第三章 电控防抱死制动系统 (ABS)

故障检修	247
一、ABS 系统的基本原理与故障诊断	247
二、ABS 故障警示灯的诊断功用	250
三、丰田阿威龙轿车 ABS 系统的故障	
诊断	252
四、通用 (GM) 车系 ABS 的结构与	

检修	254	三、本田车系安全气囊系统检修	372
五、福特 (FORD) 车系 ABS 的结构与		四、宝马车系安全气囊系统故障自诊断的	
检修	261	使用	373
六、丰田 PREVIA 汽车 ABS 系统自诊断故		五、安全气囊故障排除实例	376
障分析	267	第五章 其他电控系统故障检修	382
七、宝马车系 ABS 系统的检修	269	一、汽车电子控制悬架系统的故障诊断	
八、奥迪轿车 ABS 故障代码的读取与		与检修	382
清除	272	二、丰田凌志 LS400 汽车电子控制悬架系统	
九、奔驰车 ABS 的故障检测	274	的故障分析	386
十、道奇 7 座多用途汽车防抱死制动系统的		三、97 款凌志 LS400 轿车 VSC 车辆稳定性	
使用与故障诊断	275	控制系统的检修	387
十一、日本尼桑车系 ABS 系统故障诊断		四、丰田轿车巡航系统的故障自诊断	392
及检修	276	五、奥拓轿车空调电控系统及检修	393
十二、丰田佳美轿车防抱死制动系统 (ABS)		六、93 款奥迪 100 空调系统 OBD 故障	
的检修	280	诊断	396
十三、红旗轿车 ABS 系统的故障诊断		七、凌志 LS400 自动空调电路的	
与维修	283	检修	397
十四、捷达轿车 ABS 系统的使用		八、捷达轿车中央门锁、电动车窗的使用与	
与维修	288	维修	401
十五、凌志 LS400 轿车 TRC 系统原理及		九、奥迪 200 中央门锁故障检测步骤与元件	
故障诊断	291	安装位置	403
十六、上海桑塔纳 2000GSI 轿车 ABS 系统		十、桑塔纳 2000GSI (时代超人) 轿车防	
及其检修	293	盗器的解码	405
十七、上海别克轿车 DBC7 型 ABS 系统及		十一、宝马车中控防盗的解除与设定	
其检修	317	方法	406
十八、广州本田轿车 ABS 系统及其		十二、汽车电子防盗器原理及故障	
检修	334	诊断	407
十九、奥迪 200 1.8T 轿车 ABS 系统故障		十三、奔驰轿车防盗系统故障检查	
自诊断检测	345	步骤	412
二十、ABS 系统故障排除实例	353	十四、(宝马) (BMW) 防盗音响系统的	
第四章 安全气囊系统故障检修	368	解码方法	415
一、凌志轿车安全气囊系统的结构原理与		十五、奥迪车系发动机电脑防盗功能及防盗	
故障自诊断	368	钥匙的匹配	416
二、新款日产 CEFIRO SRS 系统疑难故障		参考文献	425
排除	371		

第一章 发动机电控系统故障检修

一、电控燃油喷射系统维修要点

1 电控燃油喷射系统的分类及特征

发动机燃油喷射系统从控制角度分析，可分为机械控制、机电混合控制和电子控制燃油喷射（EFI）三大类。但机械控制的燃油喷射系统已逐渐减少，目前普遍应用的是 EFI 系统。

EFI 按喷射方式，可分为节气门体集中喷射（TBI）和进气门口分别喷射（MPI）两大类。按对发动机充入空气量的计量方式分：一种为 EFI-L 型（L 为德文“空气”的第一个字母）；另一种是 EFI-D 型（D 为德文“压力”的第一个字母）。

EFI 供油特性与化油器式供油特性不同。从图 1-1 所示为理想化油器特性曲线可知，除了少部分工况外，其他绝大部分工况的空燃比为 $A/F < 15$ 的浓混合气，也就是说所谓的“理想”特性设计者是以改变混合气浓度来满足汽车各工况的需要的。 $A/F < 15$ 的浓混合气必然要导致贫氧燃烧，是属于不受排放气体等反馈约束的开环控制。尽管近代化油器增加了很多辅助装置进行修正，但仍然没有改变原来的“理想”特性曲线。

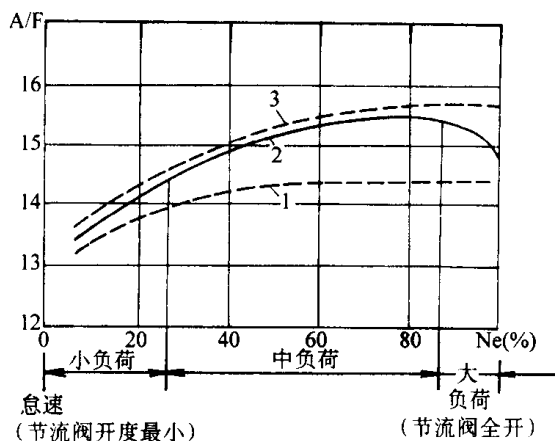


图 1-1 化油器的特性曲线

1—相应于最大功率的 A/F 值 2—理想化油器特性

3—相应于最小油耗率的 A/F 值

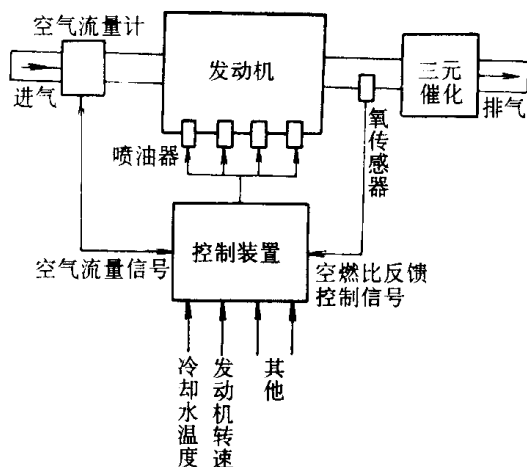
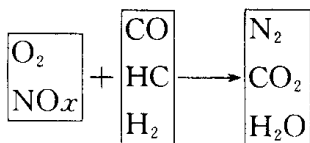


图 1-2 日产 EFI 电子集中控制 (ECCS) 示意图

EFI 是以解决世界范围的汽车排放物限制法规日益严格化和石油危机两大制约因素的角度而逐渐发展、日臻完善的。EFI 系统有开环控制和闭环控制两种，大多数发动机采取闭环控制。典型闭环控制系统如图 1-2 所示。为了使发动机排放达到标准，均采用了三元催化剂。反应式如下：



式中以排气中的 O_2 和 NO_x 作氧化剂, 以 CO 、 HC 和 H_2 作为还原剂, 在一定条件下除掉了 3 种排气污染物质。若是空燃比 $A/F < 15$ 的浓混合气作贫氧燃烧, 排气中不可能有相应量的 O_2 和 NO_x , 上述反应也必然停止了。EFI 为了实现上述三元催化, 就不能按图 1-1 所示为化油器“理想”特性曲线的不同混合气成分供油, 而是将发动机排气管主、副氧传感器等传来的反馈信号输入电子控制装置 (ECU), 经过 ECU 处理后对喷油脉冲进行修正, 在以理论空燃比 ($A/F=14.95$) 为中心的某一狭小范围内 (窗口), 十分精确地控制喷油量 (图 1-3)。也就是说, 不论汽油机处于什么工况 (起动机工况除外), 供给发动机可燃混合气的量是可变的, 但混合气的成分是衡定的, 必须控制在 $A/F \approx 15$ 的狭小区域内。

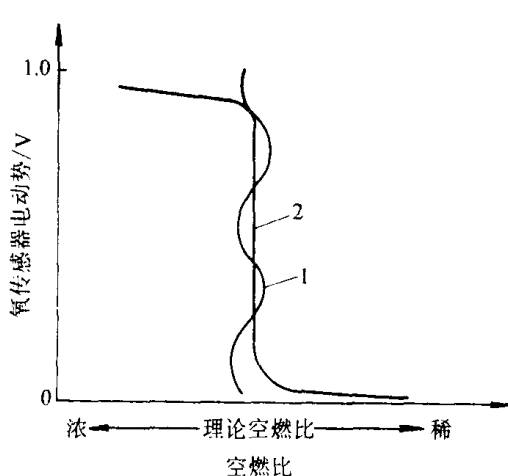


图 1-3 EFI 混合气浓度反馈控制曲线
1—混合气浓度控制曲线 2—氧传感器
反馈信号变化曲线

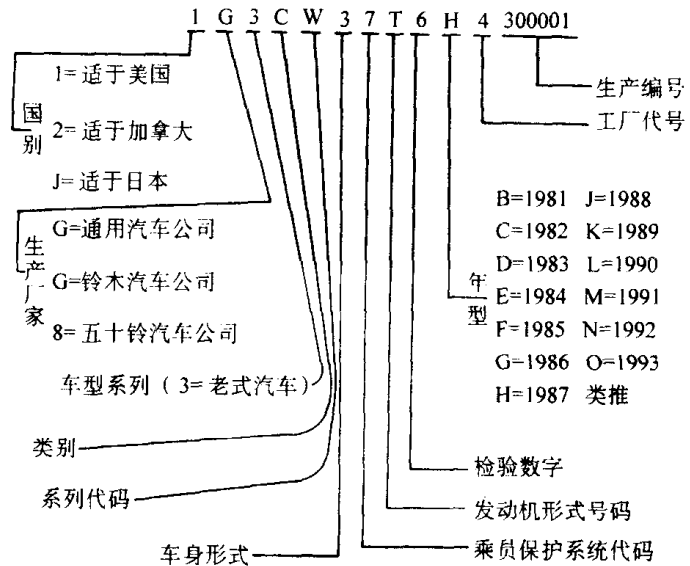


图 1-4 汽车 17 位识别码

2 EFI 的运用与维修要点

2.1 运用注意事项

(1) 购卖或初驾驶 EFI 类型的轿车时, 要仔细查看转向盘前处风挡玻璃下方的汽车 17 位识别码 (图 1-4) 是否与说明书相符合。

(2) 熟读使用说明书, 掌握各仪表、变速器等的使用、维护方法。

(3) 了解 ECU 在车上所在的位置, 注意洗车时千万不要将其淋湿, 搬运物品或修其他部件时不要碰撞到 ECU。

2.2 维修要点

2.2.1 熟读使用说明书和维修手册

了解工作原理, 按维修手册规定操作。不可以用修 CA1090 (CA10) 车的老经验随便来检修现代轿车, 防止旧患未除反损坏了其他正常的贵重部件。

2.2.2 了解 ECU 自我诊断系统 (Diagnosis) 和发动机检查 (CHECK) 灯的使用方法

了解 ECU 自我诊断系统 (Diagnosis) 和发动机检查 (CHECK) 灯的使用方法, 并记住各种汽车故障代码的含义。

2.2.3 利用 ECU 自诊系统进行故障诊断

生产厂家、生产车型不同, 各 EFI 的 ECU 自诊系统的使用方法、代码显示及代码含义均不同, 因此只能作概略介绍。

①打开点火开关，仪表板上的“CHECK”灯应点亮，若不亮应检查熔丝和ECU接地线路。

②故障代码输出方法，丰田及欧美等多数汽车厂家生产的高级轿车，多用一个“CHECK”灯显示故障代码。诊断时，将ECU诊断连接器插座中诊断端子TE1与ECU接地端子E1插脚相连，然后打开点火开关，仪表板上的“CHECK”灯开始闪烁。若“CHECK”灯亮、灭闪烁周期相等，则表示系统正常。若EFI系统存在故障，“CHECK”灯以不同的闪烁方法将故障代码显示出。例如，代码27为“CHECK”灯闪两次后灭，停一段时间后再闪七次后灭，停一段较长时间再重复显示27码。如果共有几种故障，显示第一个码后停一段时间后再显示第二个代码……，停一段较长时间后再重复显示第一码、第二码等等。有的EFI故障代码为3位（如VOLVO MOTRONIC 1.8B6304F）发动机，还有4位的（如德国90年代出厂的奥迪轿车），代码输出方法基本相同，只是位数增多而已。

日产（NISSAN）EFI集中控制装置（ECCS）故障诊断系统配有检查盒、红绿发光二极管（LED）、蜂鸣器及开关等，有五个诊断模式供选用。诊断方法：将点火开关转到通（ON）位置，然后将模式选择器顺时针方向转到底，计算检修灯闪亮次数，当闪亮次数达到所需模式的次数时，立刻将模式选择器逆时针转到底，则故障代码将通过红、绿LED显示出来。首先是红灯闪烁，闪烁次数代表10位数，然后是绿灯闪烁，闪烁次数代表个位。

除此以外，还有用英文缩写语显示，在此就不作更多介绍了。

2.2.4 检修

根据故障代码指示的故障范围进行检修，检修时，首先要检查插座各插脚是否有油污，是否接触良好，因由接线端子接触不良造成故障比率最高。其次是根据导线颜色利用万用表检查导线。最后利用换件替代法判断传感元件是否有故障，进行修复或更换。

除此以外，也可用万能表按维修手册给出的标准值进行检测，判断故障存在的位置。

当然，最好是用EFI检测仪进行诊断、检测，这是国外厂家常用的手段。

2.2.5 清除ECU记忆的故障代码

清除ECU中记忆的故障代码的方法很多，有自动清除的，也有拔断熔丝方法清除的，如丰田轿车多用拔下EFI15A熔丝，关闭（OFF）点火开关，保持30s以上便可清除。

2.2.6 再试验

清除故障代码后要进行一次路试，以确认“CHECK”灯输出的是正常代码为合格，若仍然显示原故障代码，意味着故障未排除。

2.2.7 注意事项

①检修时不可用蓄电池电源直通某传感器，因各传感元件是由ECU提供的8V以下电源工作的，避免损坏电子元件。

②拆下蓄电池接线端，也能清除代码（包含时钟等），但是在拆卸蓄电池线时，首先需检查是否有诊断代码需记录下来。

③汽车检修后，如果诊断代码不清除，它会保留在ECU中，并会伴随着以后故障的新代码重复出现，给故障诊断造成困难。

二、电喷发动机的维修误区

由于电喷发动机结构的特殊性（其检测、控制机件多且复杂，广泛涉及到电子技术和微

机技术),如果维修人员仍采用传统的维修方法,势必会感到“无能为力”。因此,尽快适应现代汽车的维修要求,已成为广大汽车维修工作者的迫切愿望。但由于长期受传统修理方式的影响,以及对电喷发动机或多或少仍有一种神秘感,以致在对其维修时常会出现认识上的误区,而不知所从。下面从维修电喷发动机的若干似是而非的问题入手,对这些误区进行剖析。

1 汽车蓄电池连接线的拆与不拆

众所周知,蓄电池是汽车发动机的总电源。在维修中适时地拆下或装上连接线,是维修人员十分熟练而清楚的基本操作。但对电喷发动机而言,该操作不当或时机不对时,将会给维修工作带来困难,甚至可能引起严重后果。

(1) 电喷发动机的电控单元(ECU)都具有记忆功能,当电喷系统出现故障时,电控单元会存储其对应的故障代码。维修人员便可从发动机的故障自诊断系统中(通过诊断座)读取故障代码,进而查找故障原因和故障部位。若在读取故障代码之前贸然拆下蓄电池连接线(或拔掉电源熔丝),由于中断了ECU的电源,存储其内的故障代码便会自动消除。再想获得故障信息(故障代码),就必须重复(再现)故障发生时的工作状况和环境条件(如特定范围的发动机转速及负荷、发动机的某种水温、某种进气温度以及有关传感器的某种工况等),显然,这是非常麻烦和费时的,因此,在维修电喷汽车之前应按要求先读取并记录故障代码,然后才能进行其他的维修作业,以免不慎丢失故障代码。

(2) 当点火开关处于接通(ON)位置时,无论发动机是否正在运转,此时绝不可拆下蓄电池连接线或熔丝。因为突然断电将会使电路中的线圈产生自感电动势而出现很高的瞬时电压(有时高达近万伏),从而使ECU及相关传感器等微电子器件严重受损。必须引起注意的是:除蓄电池连接线外,其他凡是与蓄电池电压相同的电气装置的导线,当点火开关处于接通(ON)位置时,也都不能拆除。否则,也同样会使相关的线圈产生自感电动势而烧坏ECU或传感器。这些电气装置包括:点火系统、怠速控制步进电机、ECU的可编程只读存储器(PROM)、喷油器、空调及其他电磁离合器,还有ECU某些连接线等。

(3) 在对燃料系统进行检查作业之前,应拆下蓄电池的连接线(或熔丝),以免发生火灾。即在拆卸油路之前应先关闭点火开关(置“OFF”),再拆下蓄电池连接线或熔丝。由于供油系统中残存一定的压力,故还得对燃油系统“卸压”。较简单的方法是在拆卸油路的接头处裹上布条或棉纱,并在其下面放一油盆,然后慢慢松动接头将燃油导入盆内,以防飞溅。当燃油检测装置(如油压表)接入管路后,若需用蓄电池电源对其测试,也必须先关闭点火开关,再接蓄电池连接线,然后打开点火开关。否则,将可能产生电火花而引起火灾。特别要指出的是:当燃油系统检查完毕后,在拆卸检测装置之前,同样必须先关闭点火开关,然后拆下蓄电池连接线,方向执行燃料系的作业。

(4) 发动机维修完后,需清除掉ECU中的原故障代码。对大多数电喷发动机而言,拆下蓄电池连接线或拆下通往ECU的熔丝,保持断电30s即可清除掉ECU中的故障代码。但是,个别发动机则不适用这种拆卸电源的办法,否则将会使其石英钟和音响等附属设备的内存(包括防盗码)一起被消除掉。因此,应按该车的维修手册所指示的方法去消除故障代码,切不可随意拆除电源线。

2 依照故障代码检测故障可靠不可靠

通过解读故障代码,大多能正确判别故障可能发生的原因和部位。有时也会出现判断失

误，造成误导。实际上，故障代码仅是一个是或否的界定结论，不可能指出故障的具体原因；若欲判定故障部位，还需根据发动机的故障症状，进一步分析和检查才能确定。

(1) 自诊断系统也有显示不出来的传感器故障 电喷发动机的 ECU 在对传感器信号进行检测时，只能接收其内设范围以外的（传感器）超常信号，从而判别传感器有无故障。一般在解读故障代码后，只要对相应的传感器、导线连接器、导线进行检查，找到并排除断路、短路的故障点，即告成功。但是，若因某种原因使传感器的灵敏度下降（虽在 ECU 设定的范围之内，但反应迟钝、输出特性偏移等），则自诊断系统就检测不出来了。尽管发动机确有故障表现，但自诊断系统却输出了表示无故障的正常代码。这时就应该根据发动机的故障症状进行分析判断，继而对传感器单体进行针对性的检测，以找到并排除传感器故障。例如，当发动机怠速不稳并伴有行驶中发动机运转失调，但自诊断系统又无故障代码输出时，首先值得考虑（怀疑）的便是空气流量传感器或者是进气歧管（真空）压力传感器出了故障。因为这两个传感器性能的好坏直接影响到基本燃油喷射量，尽管此时没有显示相应的故障代码，也应该对它们进行检查。

(2) 自诊断系统可能显示错误的故障代码 这是由于工况信号失误而引起的。例如，在对一辆奥迪 V6 2.8L 轿车进行检修时，发现故障代码显示的是“水温传感器短路或断路”故障；而发动机的故障症状却是无论冷车或热车都不好起动，并且伴有回火、怠速不稳，发动机的转速始终提不高。显然这些故障与水温传感器的关系并不密切（检查水温传感器，并无故障），后经调查询问才知道该车曾加注过含铅汽油。当将三效催化转化器从车上拆下后，发动机工作恢复正常。剖开三效催化转化器后，发现其内部已严重堵塞，可断言该车的故障是由由此而引起的。总之，当故障代码出现后，应与发动机的实际故障征状对比分析，以得到合理的判断，不应把故障代码奉为唯一的依据。

(3) 维修不当会引发错误的故障代码 在发动机运转过程中，若随意拔下传感器插头进行试验，则每拔掉一个传感器插头，ECU 就会记忆一个相应传感器的故障代码。另外，若上一次对电喷汽车修理后，由于操作不当而未能完全消除旧的故障代码，那么在本次读码时，那些残存的旧码仍然要重复显示，给维修工作带来混乱及困难。

3 应优先排除机械故障还是电喷的控制系统故障

电喷发动机的 ECU 所控制的仅是发动机的电喷部分，无法监测发动机的全部（尤其是纯机械部分）。因此在进行维修时，必须首先正确区别两类故障的发生部位和表现特征，方能准确、迅速地判定和排除故障。

(1) 在 ECU 自诊断系统正常的前提下，若发动机有故障症状而故障警示灯未亮（即无故障代码出现），这些故障往往与电喷控制系统无关。此时，应按传统发动机故障的判断步骤进行排查。切记不要盲目检查微机系统的执行器、传感器和电路，否则不仅徒劳无功，稍有不慎反会损坏与 ECU 相关的某些器件。例如，当火花塞的高压线有缺陷时，往往会出现怠速不稳、加速断火、排气“放炮”等故障现象，而 ECU 并不能检测到这类故障。

(2) 电喷发动机控制系统的工作可靠性很高，使用中出现故障的机率很小。故在一般的检修中不要随便拆检其器件或无意识地拆除其连接器或导线（尤其是 ECU 的有关部分）。只有在确认发动机本身及点火系统已排除机械类故障后，才可对其进行检查。检查时，要根据本车型资料，按规定的程序和要求，一丝不苟地执行。

(3) 即便是电喷控制系统本身的故障，往往也是以一般的机械故障形式出现。如接线不

良、喷油器或滤清器脏污堵塞、进气道有积炭等。因此,在对 ECU 自诊断系统所显示的故障进行检查时,也应首先从简单的机械故障查起。尤其是显示“进气系统故障”时,应特别注意加(机)油口和量(机)油孔是否密封可靠、空气流量计与进气系统相配零件是否松脱、进气歧管压力传感器的真空软管是否破裂或密封不严甚至脱落等。

4 维修经验与维修资料

电喷发动机的自诊断装置只有存储和显示故障代码。要开展维修工作还必须凭借该车型的有关资料去进行“解码”——明确其故障内容和部位等。由于我国进口和自产的车型繁多,其有关 ECU 自诊断系统的操作程序和故障代码的涵义等不尽相同,因此,逐步积累和掌握各种车型的故障自诊断资料及仪器使用方法,就成为汽车维修人员的当务之急。

(1) 电喷发动机出现问题后,对于一般的故障可用经验方法对其检验与排除,例如,与电喷控制系统无关的机械性故障等。

(2) 在读取电喷发动机的故障代码之前,有必要对发动机进行基本检查,即对发动机基本怠速和基本点火正时进行检测与调整,使发动机处于所要求的行检状态。不同车型的基本检查步骤、条件和方法也不尽相同。譬如,在检查进程中,对冷却水的温度、附加电气设备的启闭状态、水箱冷却风扇是否运转等都有特定的要求。具体操作时应严格遵循相应“维修资料”的要求。

(3) 在利用自诊断系统检查故障时,必须有本车型的相关资料作指导。譬如,故障代码的读取方式、故障代码的涵义以及各电控元件的基本结构参数和工作性能参数等,都应该有一个较详细的了解,这是维修好车辆的基本条件。

(4) 在对电喷发动机进行维修时,要时刻注意电子和微电子器件的特性及禁忌,不可违章操作。例如,由于电喷系统对工作(或检测)电压非常敏感,在对其电路进行检测时,稍不注意就可能损坏电子元件或传感器;又如,某些电喷发动机上装备的可编程只读存储器(PROM),在其拆、装过程中要求维修人员必须自身接铁(即接通大地,消除静电),否则,维修人员身体上的静电就会损坏微机电路等。

综上所述,在对电喷发动机进行维修时,必须熟悉相应的知识,具备有关资料和掌握正确的操作方法与技巧,并且认真仔细才能避免失误。

三、电控燃油喷射系统十种零部件的维修与误区

故障代码可以帮助维修工作者及时发现电控系统中出现的问题,帮助我们分析与判断故障。可实际工作中,不仅诊断系统容易出现故障,而且假故障代码的问题普遍存在。尽管零部件维修资料均可查询,但易忽视问题却时常发生。下面谈谈这些零部件检查方法以及在实际维修中产生的误区。

1 怠速步进电动机的测试与误区(ISC V)

步进电动机由两组线圈组成,用万用表测步进电动机的电阻,对照该车型技术参数的阻值,来判断两组线圈是否正常。起动发动机,改变发动机的转速,用示波器测试步进电动机各输入点方波信号的存在,从而确定步进电动机电路的正确性。

维修误区:由于步进电动机没有固定的零位置,它在发动机控制器的驱动下自动归位,所以在更换步进电动机时,不必考虑零位置的变化,但值得注意的是当蓄电池电压太低或太高

时，不要移动步进电动机，以免步进电动机掉号。

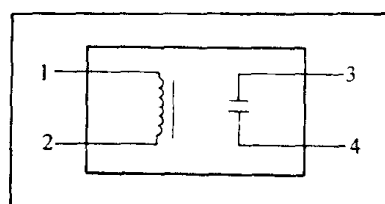
2 供油系统的测试与误区 (PMR)

供油系统主要检测供油压力，其方法是把压力表与喷油器的供油管路相连，将点火钥匙开到点火档，用跨接线来起动油泵。燃油压力表如显示过低，则表示油泵压力不够或燃油滤清器堵塞。

维修误区：燃油压力调节器一般来说是不可调的，且很少出毛病，但有时却容易引起对其他故障的误诊，如遇到起动困难，应考虑是否调节器有了故障。如果没有油压，这时应首先检查油泵熔丝。在更换燃油滤清器或油管时首先要断火泄压，以免高压伤人。

3 自动切断继电器的测试与误区 (SW)

如图 1-5 所示，自动切断继电器一般由一组线圈和一组吸合片组成，图 1-5 中 1、3 点接高电压 12V，4 为点火线圈、油泵及喷油器的输入点，2 点由 ECU 控制。当 2 点为低电压时系统工作，当 2 点为高电压时，系统停止工作。



自动切断继电器

维修误区：切勿盲目的用连线接将 1、2 点连接，以免烧坏发动机的控制系统

4 系统插接件的检查和误区 (CHLPAK)

不少电控燃油喷射系统的故障出在电路的插接件上。因此，当发动机系统不正常时，首先应检查系统插接件是否松动或有油污以及误接。特别是与发动机控制器的连接插头接触不良，会导致诊断系统有故障代码。

维修误区：切忌在发动机工作时断开或插接元器件，一方面断电时易产生高电压烧损 ECU，另一方面自诊系统存储故障代码。

5 喷油器的测试与误区 (SFI)

用万用表测喷油器两个端子之间的阻值即可。一般电流驱动的喷油器的电阻值为 3Ω 左右，电压驱动的喷油器阻值为十几欧。

维修误区：部分车带有辅助空气阀与喷油器接头时应特别小心，连接不正确会出现电阻值不同而损坏电子控制装置。因为喷油器电阻为几欧，辅助空气阀电阻为 $50\sim 60\Omega$ ，流过空气辅助阀三极管的电流为 $0.2A$ ($12V/60\Omega$)，如果将喷油器接头被误接到辅助空气阀上（插接头是一样的），则流过三极管的电流将为 $4A$ ($12V/3\Omega$)，三极管将立即损坏，同时也很可能将喷油器损坏。

6 节气门位置传感器的测试与误区 (IDL)

大部分电子控制系统，节气门位置传感器中间为输出端，将钥匙开到点火档。用万用表测传感器输出端电压，转动节气门从全闭到全开，输出电压应与节气门转动角度成线性变化，范围在 $0\sim 5V$ 以内。

维修误区：维修节气门体时，要用不掉毛的软刷或化油器清洗剂清洗节气门各孔道和铸件，而后用高压空气吹通各孔道。尽量避免损坏、沾污电控传感件，不要清洗节气门位置传感器，怠速控制阀和缓冲器。

7 进气歧管压力传感器的测试与误区

进气歧管压力传感器中间端子为输出端，当点火钥匙转到点火档时（发动机不转动）输出端电压应为 $4\sim 5V$ 。发动机起动后，在怠速条件下，传感器输出电压为 $1.5\sim 2.1V$ 。

维修误区：故障较多的进气歧管压力传感器中，大都是地线连接不正确或地线短路、断路或开路，因此维修中不要因传感器电压或电阻不标准，轻易更换或替换传感器。

8 冷却温度及进气温度传感器的测试与误区

温度传感器的阻值一般为负温度系数，所以用万用表测温度传感器的电阻，参考其电阻值表即可。

维修误区：若更换温度传感器，安装时其螺栓、螺母的拧紧扭矩一定要按照该车技术参数，一般为 $20\text{N} \cdot \text{m}$ 。同时 O 形垫一定要换新，原来的 O 形垫绝不可重复使用，否则会影响 ECU 的接收信号。

9 氧传感器的检测与维修误区

评价氧传感器在没有专用仪器的情况下，也可以用电压表测量，其电压在 $0 \sim 1\text{V}$ 之间连续不断的变化。

维修误区：根据汽车实际应用结果表明，装有电控汽油喷射闭环控制系统的发动机，燃油行驶 480km 后，氧传感器的整个性能已基本丧失，而三效催化转化器中毒后，其净化效率也大大降低，甚至不起净化作用，因此在检测氧传感器的性能时应查看使用的燃油是否符合要求，才能真正测量出氧传感器的正确电压值。

10 爆震传感器的检测与维修误区

爆震传感器的检测比较简单，用欧姆表检查传感器的接线端和传感器本体之间是否导通，不导通即为不合格，导通则为击穿或损坏。

维修误区：不少维修工作者在发动机产生爆震时更换爆震传感器，故障却不能排除。其实，发动机产生抖动或爆震敲击声，不能与爆震传感器混为一谈，应查明原因再检修。

四、汽车电控系统疑难故障诊断中的模拟技术

1 汽车电控系统故障中的疑难故障

汽车电控系统故障可以分为常见故障和疑难故障两种。如果电控系统有明显的异常症状时，经仪器检测、车载自诊断或依靠维修经验能顺利确定的，这种故障称为常见故障，其诊断较为容易。电控系统疑难故障是指利用仪器检测未能发现，使用车载自诊断仍不能确定，以及依靠维修经验还不能诊断的故障。疑难故障存在多重性，是汽车电控系统故障诊断中的技术难点。随着汽车高新技术的不断发展，汽车电控系统疑难故障也呈逐渐增加的趋势。归纳实际维修工作中疑难故障出现的概率，总结疑难故障存在的性质，大体可分为以下 5 种情况。

1.1 潜伏性故障

潜伏性故障是指汽车电控系统确实存在故障，但是没有明显的故障症状，故障原因难以查明。它的症状表现为电控系统故障特征不明显，通常为汽车电控系统故障的隐蔽性状态。

现代汽车电控系统中，有许多精密的电子元器件，它们共同承担全车各种性能参数的检测，并为微机提供控制的原始依据。尤其是涉及汽车安全性和可靠性的技术参数，对现代高速汽车来说至关重要。大多数故障隐藏很深，平时很难发现，通常是在特定情况下其症状才有所显示。潜伏性故障的危害相当严重，对性能优越与控制方式较多的高级轿车，应特别注意车辆的日常维护和性能检测。

例如，检修某本田市民 NEC 型轿车时，接通点火开关，仪表板上显示均正常，只有安全

气囊 (SRS) 警示灯不亮 (正常时, 接通点火开关警示灯亮)。经检查发现该车的 24 号 SRS 熔丝未装, 重新装入后 SRS 警示灯不熄灭。通过检测 16 号管脚的测试座电压, 1 号管脚电压为 8.75V, 13 号管脚电压为 5.5V, 均为异常电压值。最后确定故障为 SRS 触发开关与碰撞传感器均短路, 这意味着撞车后安全气囊不引爆, 该潜伏性故障隐藏着恶性后果。

1.2 间断性故障

间断性故障是指汽车电控系统出现故障后, 症状表现很不确定, 即时而出现、时而又消失, 故障原因难以查明。它的症状表现为电控系统故障特征极不稳定, 通常为汽车电控系统故障的断续性状态。

现代汽车电控系统相当复杂, 有上千个电子元件、上百个插接件、几十个传感器和执行器。如果一个元件、一处插接件、一个传感器和执行器松动或接触不良, 都会引起电控系统产生间断性故障。在查找间断性故障的过程中, 利用仪器检测或调出车载自诊断码往往无济于事。若采用维修经验方法查找, 反而比仪器和自诊断码更为简单、快捷。

例如, 某日产尼桑轿车 VG30E 型电喷发动机运转不稳, 伴有间歇性喘拌, 调出自诊断码均无故障代码显示。在电喷发动机运转时, 采用疑难故障诊断的模拟技术检测, 用手轻微摇晃各个插接件, 当进行到空气流量计的 5 号管脚插座时, 电喷发动机转速有明显的升降变化, 初步断定为接触不良的间断性故障。经过打磨和紧固 5 号管脚插接件后, 电喷发动机运转恢复正常。

1.3 交叉性故障

交叉性故障是指汽车同时出现机械、液压、油路和电控系统综合故障后, 非电控系统故障交叉掩盖电控系统故障, 故障原因难以查明, 它的故障表现为电控系统故障特征极不明显, 通常为汽车电控系统故障的错觉性状态。

汽车出现交叉性故障后, 各种不同性质的故障混为一体, 故障症状相互混淆, 使维修人员判断错误。维修人员根据以往经验, 一般偏重诊断机械故障, 而且习惯解体后进行检查。这样, 不仅掩盖了电控系故障, 而且造成盲目拆卸, 极易产生不应有的人为故障, 给维修工作带来困难。

1.4 虚假性故障

虚假性故障是指汽车电控系统出现单一故障后, 由于汽车处于运转的状态下, 使得故障损坏程度进一步延伸并恶化, 将电控系统故障以非电控系统故障的症状显示, 故障原因难以查明。它的故障表现为完全以虚假的非电控系故障出现, 通常为汽车电控系统故障的假象性状态。

当汽车电控系统中的传感器出现故障时, 其测定的信号参数出现异常, 电脑接收到虚假的信号参数, 则以异常数据进行程序控制, 其结果必然引起汽车控制程序紊乱, 造成故障的恶性循环, 给汽车结构带来严重的损坏。

例如, 某马自达 626 型轿车 V6 电喷发动机, 夏季起动后约 5min, 电喷发动机前上部出现轻微的金属敲击声, 随后异响逐渐恶化, 在 10min 左右电脑控制系统强制发动机熄火。此后, 驾驶员先后采用更换新蓄电池、并联两块新蓄电池等方法, 电喷发动机仍不能起动。检测中调出电控系自诊断码显示为电喷发动机水温传感器 (CIS) 故障, 在进一步确定水温传感器故障后, 更换了水温传感器, 电喷发动机恢复正常。这是一例典型的虚假性故障, 在水温传感器 (CIS) 断路后, 电阻值为 ∞ , 输送给微机的水温信号确定为 0°C 冷车状态, 将电喷发