汽车专业职业教育情境化教学通用教材

汽车保养与维护（"十四五"职业教育国家规划教材）
汽车文化与概论（"十四五"职业教育国家规划教材）
汽车空调原理与维修（"十四五"职业教育国家规划教材）
汽车车身构造与修复（"十四五"职业教育国家规划教材）
汽车检测与故障诊断技术（"十四五"职业教育国家规划教材）
发动机构造与维修
电控发动机原理与维修
自动变速器原理与维修
汽车底盘构造与维修
汽车电器构造与维修
汽车安全舒适系统原理与维修
电控柴油发动机构造与维修
汽车电脑原理与维修
汽车电学基础
汽车机械基础
汽车美容与装饰
汽车电子控制技术
汽车构造

ISBN 978-7-5723-1778-1
9 787572 317781 >
定价：45.00 元

汽车专业职业教育情境化教学通用教材
汽车检测与故障诊断技术
主编 谭本忠
山东科学技术出版社

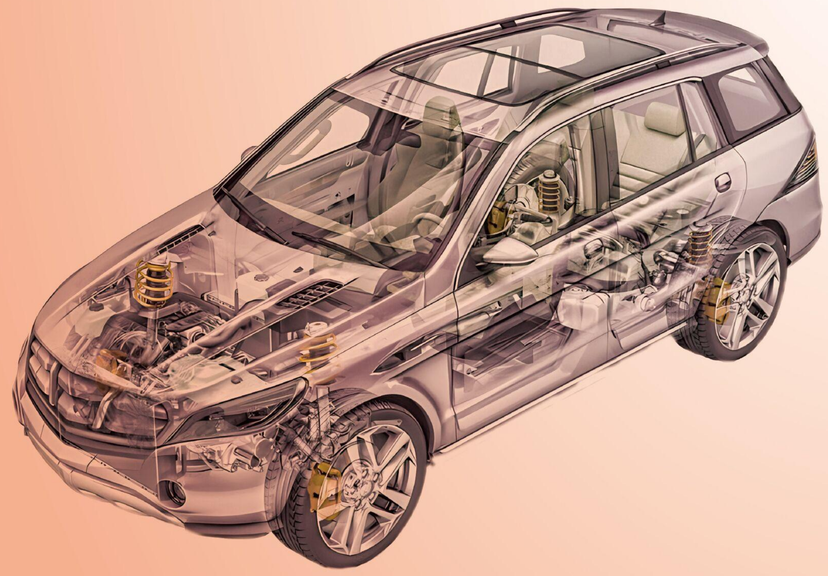
"十四五"职业教育国家规划教材

QICHE ZHUANYE ZHIYE JIAOYU QINGJINGHUA JIAOXUE TONGYONG JIAOCAI

汽车专业
职业教育情境化教学通用教材

主编 谭本忠

汽车检测与故障诊断技术



山东科学技术出版社

“十四五”职业教育国家规划教材

汽车专业职业教育情境化教学通用教材

QICHE ZHUANYE ZHIYE JIAOYU QINGJINGHUA JIAOXUE TONGYONG JIAOCAI

汽车检测与故障诊断技术

主编 谭本忠

山东科学技术出版社

·济南·

图书在版编目（CIP）数据

汽车检测与故障诊断技术 / 谭本忠主编. -- 济南：山东科学技术出版社，2023.8
汽车专业职业教育情境化教学通用教材
ISBN 978-7-5723-1778-1

Ⅰ. ①汽… Ⅱ. ①谭… Ⅲ. ①汽车-故障检测-职业教育-教材 ②汽车-故障诊断-职业教育-教材 Ⅳ.①U472.9

中国国家版本馆CIP数据核字（2023）第146834号

主编：谭本忠
编者：胡波勇 谭敦才 于海东 邓冬梅 张 青 陈海波
蔡晓兵 葛千红 胡 波 谭玉芳 张国林 曾淑琴
黄园园 刘家昌 周景良 曾瑶瑶 于梦莎 陈甲仕
张捷辉 王世根 陈新喜 何柏中 罗冬冬 张丕武

汽车检测与故障诊断技术

QICHE JIANCE YU GUZHANG ZHENDUAN JISHU

责任编辑：邱 蕾

主管单位：山东出版传媒股份有限公司
出 版 者：山东科学技术出版社
地址：济南市市中区舜耕路517号
邮编：250003 电话：（0531）82098088
网址：www. lkj. com. cn
电子邮件：sdkj@sdcbcm. com
发 行 者：山东科学技术出版社
地址：济南市市中区舜耕路517号
邮编：250003 电话：（0531）82098067
印 刷 者：济南鲁艺彩印有限公司
地址：济南历城区临港国际智能制造产业园33号
邮编：250101 电话：（0531）88665353

规格：16开（210 mm × 285 mm）
印张：9.25 **字数：**270千
版次：2023年8月第1版 **印次：**2023年8月第1次印刷
定价：45.00元

丛 书 序

当前，我国职业教育正大力推行以就业为导向培训实用型人才。怎样培养出优秀的实用型人才，解决这个问题需要从改变传统的教学模式、方法入手，各地职业学院也纷纷进行教学改革，包括教材的改编与更新。这其中就包括情境化教学的试点与推广。

什么叫情境化教学，就是模拟实际的工作情境和工作任务来设置学习任务，围绕完成这项工作所需掌握的知识和技能，对学生进行培训。这样，学生在学校就能学到真正实用的知识和技能，上岗后马上就能适应工作环境，胜任工作任务。

用于汽车专业的情境化教学教材，按汽车结构的特点和维修分工的不同，分为发动机构造、电控发动机、底盘构造、自动变速器、电器、空调、安全舒适系统、汽车电脑、汽车美容与装饰、汽车文化等十八个分块。以上各个系统总成又按结构功能细分到部件，针对各部件在实际工作中可能遇到的故障，我们对大量的案例进行归纳总结，提取出最典型的事件作为学习情境的设置。

每一个学习情境就相当于一个工作任务。那么，完成这个任务必须掌握哪些理论知识（必知），需要具备哪些技能（必会），同时，在完成任务的过程中要注意哪些事项（如作业安全与环保），又有哪些经验技巧可以供参考，这些内容的讲述就构成教材情境的“骨肉”。

做什么，学什么；学什么，用什么。使之学以致用，为实用而学，这是情境化教学的最大特点。

为了突出教学效果，提高学员对知识与技能的理解程度和学习兴趣。我们为这套教材开发了相应的多媒体教学课件（与教材同步，综合教学所要用到的图片、动画、视频、文本等）和电子教学讲义。教师若有需要可免费索取。

汽车专业职业教育情境化教学通用教材的模块组成如下：

- 发动机构造与维修
- 汽车底盘构造与维修
- 汽车电器构造与维修
- 电控发动机原理与维修
- 自动变速器原理与维修
- 汽车安全舒适系统原理与维修
- 汽车空调原理与维修
- 电控柴油发动机构造与维修
- 汽车电脑原理与维修
- 汽车车身构造与修复
- 汽车保养与维护
- 汽车检测与故障诊断技术
- 汽车机械基础
- 汽车电学基础
- 汽车美容与装饰
- 汽车构造
- 汽车电子控制技术
- 汽车文化与概论

各汽车院校与职业培训机构可以根据开设专业的教学需要选取不同的模块教材。采用情境化教学教材，实施情境化教学，将大大提升学生的学习兴趣、分析问题的能力和动手能力，同时也将为教师教学带来更多方便，使专业教学更轻松，更具实效性。

目　录

发动机电控系统的检测与故障诊断

第一部分 1

情境一：发动机电控系统的万用表检测……1

一、汽车万用表……1
二、发动机电控系统万用表检测的使用方法……4
三、发动机电控系统万用表检测的注意事项……6
四、万用表在发动机故障自诊断中的应用……7

情境二：发动机电控系统的组成原理与检测诊断……11

一、发动机电控系统简介……11
二、发动机电控元件的原理与检测诊断……14
三、发动机电控系统的自诊断功能……27

情境三：发动机电控系统常见故障的诊断…31

一、启动时发动机不转或转动缓慢……31
二、启动时发动机可以拖转但不能成功启动……31
三、热车启动困难……32
四、冷车启动困难……32
五、转速正常，任何时候均启动困难……33
六、启动正常，但任何时候都怠速不稳……34
七、启动正常，暖机过程中怠速不稳……35
八、启动正常，暖机结束后怠速不稳……35
九、启动正常，部分负荷（如开空调）时怠速不稳或熄火……36
十、启动正常，部分负荷时怠速不稳……36
十一、加速时转速上不去或熄火……37
十二、加速时反应慢……38
十三、加速时无力，性能差……39
技能强国……40
课题小结……40
思考与练习……40

自动变速器电控系统的检测与故障诊断

第二部分 41

情境一：自动变速器的故障诊断原则与程序……41

一、自动变速器的故障诊断原则……42
二、自动变速器的故障诊断程序……42

情境二：自动变速器电控系统的故障自诊断……44

一、丰田A341E型电控自动变速器的故障自诊断…44
二、通用4T65E 型电控自动变速器的故障自诊断…45

情境三：自动变速器电控系统的检测……48

一、TT端子电压的检查……48
二、检查第一、第二电磁阀……50
三、检查第三、第四电磁阀……50
四、检查空挡启动开关……50
五、检查超速挡开关（O/D开关）……51
六、检查驱动模式选择开关……51
七、检查发动机和ECT电脑插头的电压……51
八、检查制动灯开关……53
九、检查自动跳合开关……53

情境四：电控液力自动变速器常见故障的诊断与排除……54

一、汽车无法行驶……54
二、换挡冲击大……55
三、自动变速器不能升挡……56
四、自动变速器无超速挡……57
五、自动变速器无前进挡……58
六、自动变速器无倒挡……59
技能强国……60
课题小结……60
思考与练习……60

ABS和ESP系统的检测与故障诊断

第三部分 61

情境一：防抱死制动系统（MK-20）的检测与故障诊断……61

一、ABS系统的工作原理……61
二、ABS故障诊断……63
三、ABS故障检查……67

情境二：ESP系统的检测与故障诊断……76

一、ESP系统的工作原理和组成……76
二、别克荣御ESP系统的检测与故障诊断……79
技能强国……81
课题小结……81
思考与练习……81

第四部分 电控悬架系统的检测与故障诊断 82

情境一：电控悬架系统概述……82

一、电控悬架系统的分类与功用……82
二、电控悬架系统的组成和基本工作原理……83

情境二：典型电控悬架系统的检测与故障诊断……84

一、LS400轿车电控悬架系统的基本组成……84
二、LS400轿车EMS系统的控制功能……85
三、LS400轿车EMS系统的检测……86
四、LS400轿车EMS系统的故障诊断……87
技能强国……90
课题小结……90
思考与练习……90

第五部分 电控助力转向控制系统的检测与诊断 91

情境一：电控液压助力转向系统的检测与诊断……91

一、电控液压助力转向系统的结构与工作原理……91
二、电控液压助力转向系统的检测与故障诊断……92

情境二：电动转向助力系统的检测与诊断……97

一、电动转向助力系统的组成与工作原理……97
二、电动转向助力系统的检测与故障诊断……99
技能强国……101
课题小结……101
思考与练习……101

第六部分 空调控制系统的检测与诊断 102

情境一：空调系统的检测与诊断……102

一、汽车空调故障诊断的常用方法……102
二、用歧管压力表进行故障诊断……103
三、通过观察孔检查制冷剂数量……107
四、汽车空调的常见故障诊断及排除……107
五、空调电气部件的检测……111

情境二：自动空调系统的检测与诊断……117

一、自动空调系统的组成与工作原理……117
二、自动空调系统的自诊断……118
技能强国……120
课题小结……121
思考与练习……121

第七部分 安全与保护系统的检测与故障诊断 122

情境一：安全气囊系统的检测与故障诊断……122

一、汽车安全气囊系统的组成和工作原理……122
二、安全气囊系统的检测与诊断方法……124
三、丰田汽车安全气囊的检测与修理……126

情境二：中控门锁和防盗系统的检测与故障诊断……128

一、中控门锁的检测与故障诊断……128
二、防盗系统的检测与故障诊断……133
技能强国……141
课题小结……141
思考与练习……141

第一部分

发动机电控系统的检测与故障诊断

发动机电子控制单元监测着传感器、执行器、相关的电路、故障指示灯乃至电子控制单元本身，一旦发现某环节出现故障或某信号值不可信，电子控制单元立即设置故障信息记录。发动机电控系统的故障码可以通过人工方法读出，也可使用诊断仪读取。汽车万用表在发动机电控系统的自诊断和零件检测中有重要作用。在学习本部分的知识时，在学习理论和实践知识的同时，还需要了解汽车行业发展的有关内容，注意理论联系实际，在观察思考中形成科学的学习方法，同时深刻理解党的二十大报告中提出的“实施科教兴国战略，强化现代化建设人才支撑”，了解新时代带来的机遇和挑战，对未来进行展望。

情境一：发动机电控系统的万用表检测

一、汽车万用表

1. 汽车万用表的功能要求

在发动机电控系统故障的检测与诊断中，除经常需要检测电压、电阻和电流等参数外，还需要检测转速、闭合角、频宽比（占空比）、频率、压力、时间、电容、电感、温度、半导体元件等。这些参数对于发动机电控系统的故障检测与诊断具有重要意义。但是这些参数用一般数字式万用表无法检测，需用专用仪表即汽车万用表检测。

汽车万用表一般应具备下述功能

（1）测量交流、直流电压。考虑到电压的允许变动范围及可能产生的过载，汽车万用表应能测量大于40V的电压值，但测量范围不能过大，否则，读数的精度下降。

（2）测量电阻。汽车万用表应能测量1MΩ的电阻，测量范围大一些使用起来较方便。

（3）测量电流。汽车万用表应能测量大于10A的电流，测量范围太小则使用不方便。

（4）记忆最大值和最小值。该功能用于检查某电路的瞬间故障。

（5）模拟条显示。该功能用于观测连续变化的数据。

（6）测量脉冲波形的频宽比和点火线圈一次侧电流的闭合角。该功能用于检测喷油器、怠速稳定控制阀、EGR电磁阀及点火系统等的工作状况。

（7）测量转速。

（8）输出脉冲信号。该功能用于检测无分电器点火系统的故障。

（9）测量传感器输出的电信号频率。

（10）测量二极管的性能。

（11）测量大电流。配置电流传感器（霍尔式电流传感夹）后，可以测量大电流。

（12）测量温度。配置温度传感器后可以检测冷却水温度、尾气温度和进气温度等。

目前国内生产的汽车万用表，如“胜利~98”、笛威TWAY9206和TWAY9406A以及EDA~230等型号的汽车万用表都具有上述功能。有些汽车万用表除了具有上述基本功能外，还有一些扩展功能。例如，EDA~230型汽车万用表在配用真空/压力转换器（附件）时可以测量压力和真空度，并且它还具有背光显示功能。

2. 汽车万用表的基本结构

如图1–1所示，汽车万用表主要由数字及模拟量显示屏、功能按钮、测试项目选择开关、温度测量座孔、公用座孔（用于测量电压、电阻、频率、闭合角、频宽比和转速等）、搭铁座孔、电流测量座孔等构成。

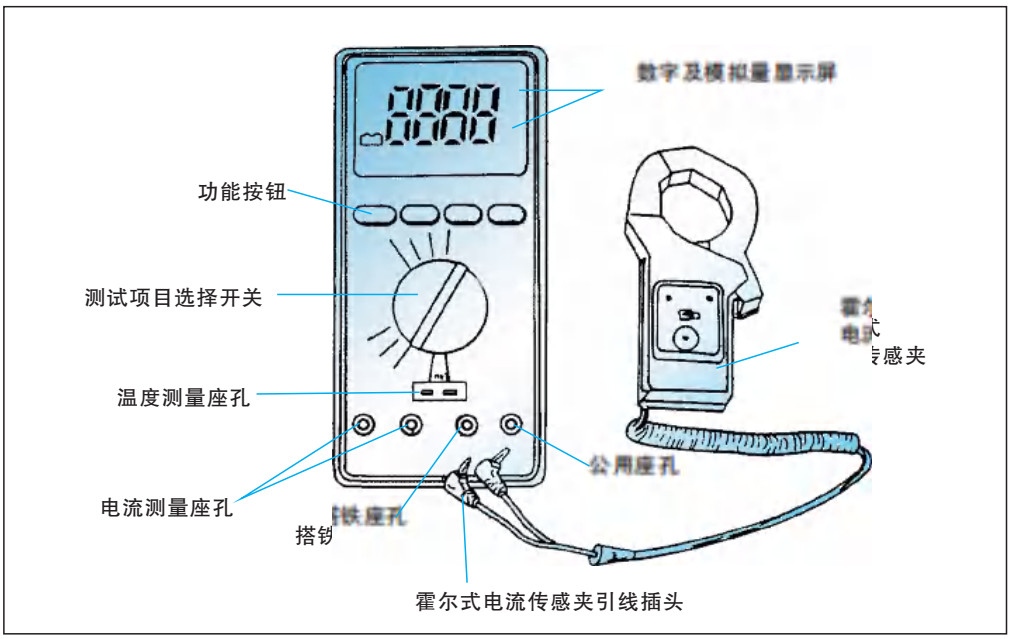


图1–1 汽车万用表及电流传感器

◆**汽车万用表的量程**

直流电压：400mV~400V（精度±0.5%），（1000±1%）V；
交流电压：400mV~400V（精度±1.2%），（750±1.5%）V；
直流电流：（400±1%）mA，（20±2%）A；
交流电流：（400±1%）mA，（20±2.5%）A；
电阻：0.4kΩ~4MΩ（精度±1%），（400±2%）MΩ；
频率：4kHz~4kHz（±0.05%），最小输入10Hz；
二极管检测：精度±1%dgt；
电路通断音频信号测试；
温度检测：18~300℃（精度±3℃），301~1100℃（精度±3%）；
转速：150~3999r/min（精度±0.3%），4000~10000r/min（精度±0.6%）；
闭合角精度：±0.50；
频宽比精度：±0.2%。

3. 汽车万用表的使用方法

（1）信号频率测试

测试项目选择开关置于频率（Freq）挡，黑线（自汽车万用表搭铁座孔引出）搭铁，红线（自汽车万用表公用座孔引出）接被测信号线，显示屏即显示被测频率。

（2）温度检测

测试项目选择开关置于温度（Temp）挡，按下功能按钮（℃/°F），将黑线搭铁，探针线插头端插入汽车万用表温度测量座孔，探针端接触被测物体，显示屏即显示被测温度。

（3）点火线圈一次侧电路闭合角检测

测试项目选择开关置于闭合角（Dwell）挡，黑线搭铁，红线接点火线圈负接线柱，发动机运转，显示屏即显示点火线圈一次侧电路闭合角。

（4）频宽比测量

测试项目选择开关置于频宽比（Duty Cycle）挡，红线接电路信号，黑线搭铁，发动机运转，显示屏即显示脉冲信号的频宽比。

（5）转速测量

测试项目选择开关置于转速（RPM）挡，转速测量专用插头插入搭铁座孔与公用座孔中，感应式转速传感器（汽车万用表附件）夹在某一缸高压点火线上，在发动机工作时，显示屏即显示发动机转速。

（6）起动机启动电流测量

测试项目选择开关置于400mV挡（1mV相当于1A的电流，即用测量电流传感器电压的方法来测量起动机启动电流），把霍尔式电流传感夹夹到蓄电池线上，其引线插头插入电流测量座孔，按下最小/最大功能按钮，然后拆下点火高压线，用起动机转动曲轴2~3s，显示屏即显示启动电流。

（7）氧传感器电压测量

拆下氧传感器线束连接器，将测试项目选择开关置于4V挡，按下DC功能按钮，使显示屏显示“DC”，再按下最小/最大功能按钮，将黑线搭铁，红线与氧传感器相连；然后以快怠速（2000r/min）运转发动机，使氧传感器工作温度达360℃以上。此时，如混合气浓，氧传感器输出电压约为0.8V；如混合气稀，氧传感器输出电压为0.1~0.2V。当氧传感器工作温度低于360℃时（发动机处于开环工作状态），氧传感器无电压输出。

（8）喷油器喷油脉冲宽度测量

测试项目选择开关置于频宽比挡，测出喷油器工作脉冲频率的频宽比后，再把测试项目选择开关置于频率（Freq）挡，测出喷油器工作脉冲频率（Hz），然后按下式计算喷油器喷油脉冲宽度：

$$S_P = \eta / f_p$$

式中S_P——喷油脉冲宽度/s；

η——频宽比/%；

f_P——喷油频率/Hz。

二、发动机电控系统万用表检测的使用方法

1. 电阻测量的方法

将万用表开关转到电阻（Ω）挡的适当位置并校零后，即可测量电阻值。汽车上很多电气设备的技术状态可用检测其电阻值的方法来判断，如检查电气元件和线路的断路、短路等故障。

2. 直流电压测量的方法

将开关转到直流电压（V）挡（选择合适的量程），将测试表笔接至被测两端。用测电压的方法可以检查电路上各点的电压（信号电压或电源电压）以及电气部件上的电压降。

3. 断路（开路）的检测方法

如果图1–2所示的配线有断路故障，可用“检查导通”或“检查电压”的方法来确定断路的部位。

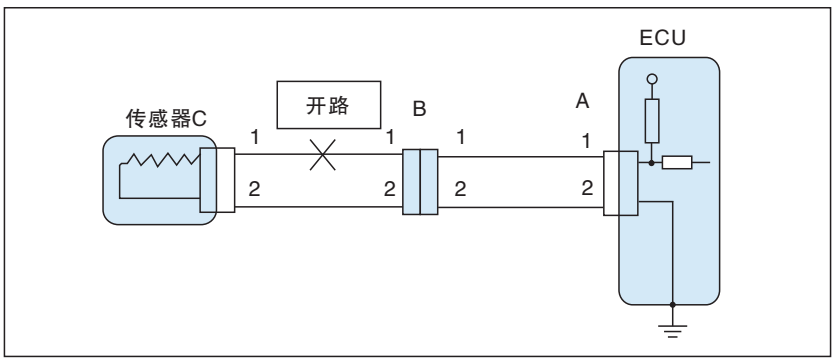


图1–2 举例用的断路检查线路

检查导通的方法

（1）脱开连接器B和C，测量它们之间的电阻值（图1–3）。若连接器A端子1与连接器C端子1之间的电阻值为∞，则它们之间不导通（断路）；若连接器A端子2与连接器C端子2之间的电阻值为0Ω，则它们之间导通（无断路）。

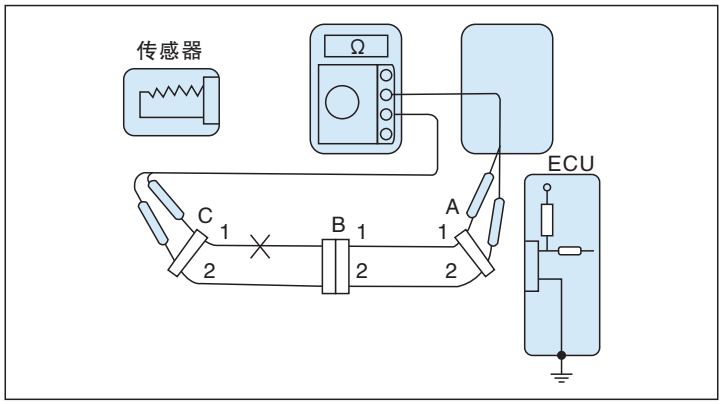


图1-3 检查配线是否导通

（2）脱开连接器，测量连接器A与B、B与C之间的电阻值。若连接器A的端子1与连接器B的端子1之间的电阻值为0Ω，而连接器A的端子1与连接器B的端子1之间的电阻为∞，则连接器A的端子1与连接器B的端子1之间导通，而连接器B的端子1与连接器C的端子1之间有断路故障。

检查电压的方法

在电脑连接器端子加有电压的电路中，可以用检查电压的方法来检查断路故障。在各连接器接通的情况下，电脑输出端子电压为5V的电路中，如果依次测量连接器A的端子1、连接器B的端子1和连接器C的端子1与车身（搭铁）之间的电压时，测得的电压值分别为5V、5V和0V，则可以判定：在B的端子1与C的端子1之间的配线有断路故障。

4. 汽车技术状况的变化规律

如果配线短路搭铁，可通过检查配线与车身（或搭铁线）是否导通来判断短路的部位（图1-4）。

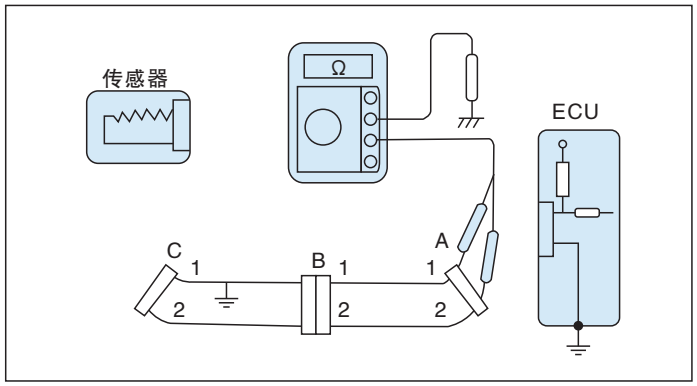


图1-4 测量有无短路

（1）脱开连接器A和C，测量连接器A的端子1和端子2与车身之间的电阻值。如果测得的电阻值分别为0Ω和∞，测连接A的端子1与连接器C的端子1的配线与车身之间有短路搭铁故障。

（2）脱开连接器B，分别测量连接器A的端子1和连接器C的端子1与车身（地线）之间的电阻值。如果测得的电阻值分别为∞和0Ω，则可以判定：连接器B的端子1与连接器C的端子1之间的配线与车身之间有短路搭铁故障。

三、发动机电控系统万用表检测的注意事项

1. 首先检查保险丝、易熔线和接线端子的状况，在排除这些地方的故障后再用万用表进行检查。

2. 除在测试过程中特殊指明者外，不能用指针式万用表测试电脑和传感器，应使用高阻抗数字式万用表，万用表内阻应不低于10kΩ。

3. 在测量电压时，点火开关应接通（ON），蓄电池电压应不低于11V。

4. 在用万用表检查防水型连接器时，应小心取下皮套，用测试表笔插入连接器检查时不可对端子用力过大。检测时，测试表笔可以从带有配线的后端插入，也可以从没有配线的前端插入。

5. 测量电阻时要在垂直和水平方向轻轻摇动导线，以提高准确性。

6. 检查线路断路故障时，应先脱开电脑和相应传感器的连接器，然后测量连接器相应端子间的电阻，以确定是否有断路或接触不良故障。

7. 检查线路搭铁短路故障时，应拆开线路两端的连接器，然后测量连接器被测端子与车身（搭铁）之间的电阻值。电阻值大于1MΩ为无故障。

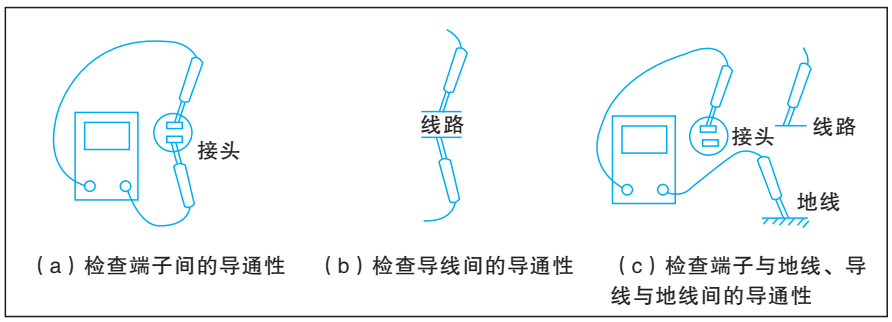
8. 在拆卸发动机电子控制系统线路之前，应首先切断电源，即将点火开关断开（OFF），拆下蓄电池极桩上的接线。

9. 连接器上接地端子的符号因车型的不同而不同，应注意对照维修手册辨认。

10. 测量两个端子间或两条线路间的电压时，应将万用表（电压挡）的两个表笔与被测量的两个端子或两根导线接触。

11. 测量某个端子或某条线路的电压时，应将万用表的正表笔与被测的端子或线路接触；而将万用表的负表笔与地线接触。

12. 检查端子、触点或导线等的导通性，是指检查端子、触点或导线等是否通电而没有断开，可用万用表电阻挡测量其电阻值的方法进行检查（图1-5）。



（a）检查端子间的导通性　（b）检查导线间的导通性　（c）检查端子与地线、导线与地线间的导通性

图1-5　用万用表检测导通性

13. 在测量电阻或电压时，一般要将连接器拆开，这样就将连接器分成了两部分，其中一部分称为某传感器（或执行部件）连接器；另一部分称为某传感器（或执行部件）导线束连接器或导线束一侧的某传感器（或执行部件）连接器（或连接器套）。例如，拆下喷油器上的连接器后，其中一部分称为喷油器连接器，另一部分则称为喷油器导线束连接器或导线一侧的喷油器连接器。在测量时，应弄清楚是哪一部分连接器。

14. 所有传感器、继电器等装置都是和电脑连接的，而电脑又通过导线和执行部件连接，所以在检查故障时，可以在电脑连接器的相应端子上进行测试。

四、万用表在发动机故障自诊断中的应用

（一）万用表在丰田汽车发动机故障自诊断中的应用

1. 利用指针式万用表读取丰田轿车故障代码

下面以丰田皇冠（CROWN）3.0轿车2JZ~GE发动机为例，说明用指针式万用表读取故障代码的步骤：

（1）让发动机熄火，将点火开关置于“OFF”。

（2）打开发动机故障检测插座罩盖，用跨接线连接故障检测插座上的TE1和E1两座孔（图1–6）。

（3）将指针式万用表置于直流电压挡（量程为25V左右），把正表笔接故障检测插座上的W座孔（故障代码输出座孔），负表笔搭铁（接E1座孔）。

（4）将点火开关转置“ON”，但不要启动发动机。此时，故障检测插座内的故障代码输出座孔就会输出一串电压脉冲信号，其脉冲的形式和使发动机故障灯闪烁的电压脉冲相同。若控制系统工作正常，ECU内没有故障代码，万用表指针便以5次/s的频率连续摆动。若ECU内存有故障代码，则万用表指针以设定的摆动方式来显示故障代码。例如，当故障代码为“23”时，万用表指针先以2次/s的频率摆动2次（表示故障代码的十位数为2），然后停歇1.5s，再以2次/s的频率摆动3次（表示故障代码的个位数为3）。当ECU内存有几个故障代码时，ECU则按故障代码的大小依次输出所有储存的故障代码，相邻两个故障代码之间的停歇时间为2.5s。当ECU将所有故障代码全部输出后，停歇4.5s，ECU再重复输出全部故障代码，直至从故障检测插座上拔下跨接线。

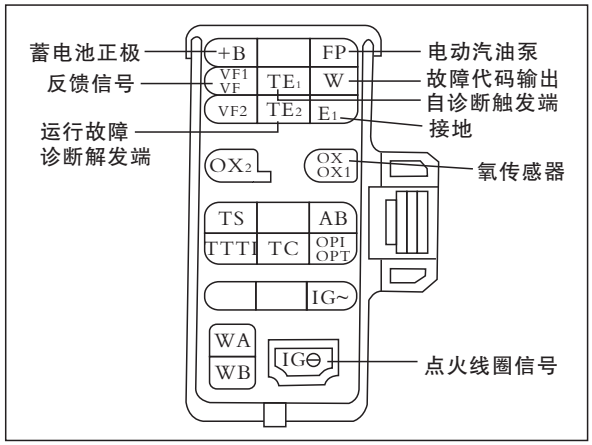


图1–6 丰田轿车故障检测插座座孔

（5）读取所有故障代码后，从故障检测插座上拔下跨接线和万用表表笔，盖好罩盖，并将点火开关转至“OFF”。

2. 氧传感器输出信号诊断模式

将电压表跨接在发动机ECU故障检测插座的OX、OX1或OX2与E1端子之间，发动机保持在正常工作温度，转速在2500r/min保持2min以上，测量氧传感器的输出电压，应在0.1~0.9V变化。若输出电压始终在0.45V以下，则表示混合气过稀；若输出电压始终在0.45~0.9V，则表示混合气过浓。

3. 空燃比浓稀修正模式

空燃比浓稀修正模式方法步骤

（1）首先清除存储在发动机ECU中的故障代码。

（2）将点火开关置于“OFF”位置，用诊断跨接线将发动机ECU故障检测插座上的TE1与E1端子跨接。

（3）用发光二极管试灯跨接在发动机ECU故障检测插座的VF（VF1）与E1端子之间，也可用电压表跨接在VF与E1端子之间。

（4）启动发动机，让发动机转速维持在2500r/min2min后，观察发光二极管的亮灭情况：在10s内亮灭8次以上或电压表电压在0~5V变动8次以上则表示空燃比正常。发光二极管一直点亮或电压表一直为5V，则表示空燃比过小，混合气过浓。发光二极管不亮或电压表一直为0V，则表示空燃比过大，混合气过稀。

（二）万用表在三菱汽车发动机故障自诊断中的应用

1. 三菱汽车发动机ECU故障检测方式及插座

三菱车系发动机ECU故障自诊断系统故障代码的读取有三种方式

（1）利用在发动机ECU故障检测插座上相应端子间连接发光二极管（LED）或指针式万用表（电压挡）来读取故障代码。

（2）利用诊断跨接线跨接发动机ECU故障检测插座上相应端子，由仪表板上的故障指示灯闪烁规律读取故障代码。

（3）利用点火开关ON~OFF~ON~OFF~ON操作，由仪表板上的故障指示灯闪烁规律来读取故障代码。

三菱车系的发动机ECU故障检测插座的形式如图1-7所示。

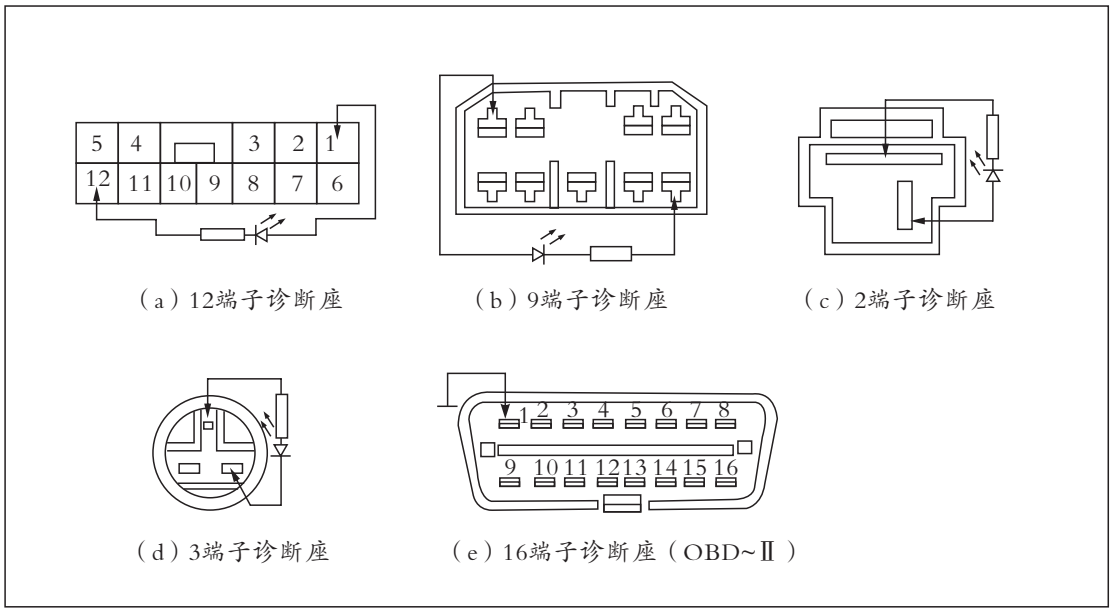


图1-7 三菱车系接法故障检测插座的形式（万用表接法与二极管相同）

12端子发动机ECU故障检测插座各端子的含义如表1-1所示。16端子发动机ECU故障检测插座各端子的含义如表1-2所示。

表1-1 12端子发动机ECU故障检测插座端子说明

端子	连接部位	功用
1	发动机ECU故障诊断输出端子1号	连接现实等调取故障代码
2	P/S（EPS）动力转向系统诊断输出	EPS故障诊断
3	ESC悬架系统诊断输出	ESC故障诊断
4	ABS故障诊断输出端子	ABS故障代码调取
5	巡航系统诊断输出端子	巡航系统故障代码调取
6	自动变速器故障诊断输出端子	自动变速器故障代码调取
7	空端子	~
8	安全气囊故障诊断输出端子	安全气囊故障代码调取
9	中央门控系统	~
10	点火正式调整跨接线	调整点火正时时将此端子搭铁
11	VSS信号输出（车速信号）	车速信号输出
12	搭铁	~

表1-2 16端子发动机ECU故障检测插座端子说明

端子	端子说明	端子	端子说明
1	发动机、ABS自诊线（1.8L发动机=43号）	4	搭铁
2、9、11、15	空	5	搭铁
3	悬架自诊线	6	自动变速器自诊线（A/T=9号）
7	发动机ECU30号端子或65号端子	13	巡航控制自诊线（C/C=24号）
8	ABS系统自诊线（ABS=22号）	14	发动机ECU66号端子，自动变速器发动机ECU18号端子
10	发动机诊断线（1.5L发动机=43号）		
12	安全气囊自诊线（SRS=9号）	16	电源

2. 三菱汽车发动机ECU故障自诊断系统的使用方法

（1）利用LED灯读取故障代码

对于具有12端子、9端子、2端子和3端子发动机ECU故障检测插座的三菱汽车均可利用LED灯读取发动机ECU控制系统的故障代码，其方法如下。

①LED灯可以自制。用一个发光二极管串联一个470Ω的电阻，再连两个插脚，便制成一个LED灯（图1-8）。

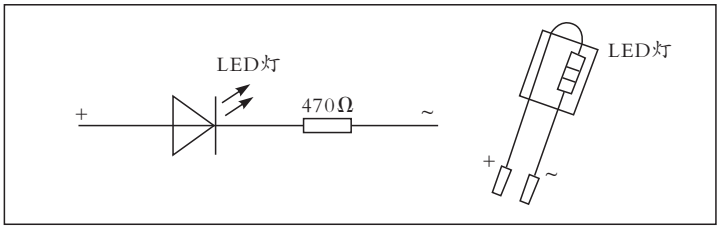


图1-8 自制LED灯

②将点火开关置于“OFF”位置。

③用LED灯正极接在12端子发动机ECU故障检测插座的1号端子上，负极接在其12号端子上，9端

子、2端子、3端子发动机ECU故障检测插座连接方式分别如图1-7（b）（c）（d）所示。

④将点火开关转至“ON”位置上，观察LED灯闪烁的时间和次数（亮的时间较久的为故障代码的十位数，较短的是个位数），读取故障代码。

⑤故障排除后，将点火开关转至“OFF”位置上，拆下蓄电池负极搭铁线15s以上，即可清除故障代码。接回蓄电池负极搭铁线，再次读取故障代码，确认故障原因是否已被排除。

（2）利用指针式万用表读取故障代码

①将点火开关关掉（置于“OFF”位置）。

②将指针式万用表设置在直流电压（20V）上，并将指针式万用表连接在发动机ECU故障检测插座上。对于12端子发动机ECU故障检测插座，万用表的正极接在1号端子（自诊断输出端），万用表的负极接在12号端子（搭铁端）。对于9端子、2端子、3端子的发动机ECU故障检测插座，可参考LED灯的连接方式连接指针式万用表。

③将点火开关转至“ON”位置上，观察指针式电压表指针的摆动情况读取故障代码。故障代码的表示，是依靠12V的脉冲信号，用长、短脉冲指示。长的脉冲代表十位数，短的脉冲代表个位数。例如故障代码“13”，则输出1个长波、3个短波；故障代码“43”，则输出4个长波、3个短波。反映在指针式万用表指针的摆动上，停留时间久的，即是长波（十位数码），短暂停留的，则是短波（个位数码）。若发动机ECU控制系统工作正常，则万用表指针以一固定频率连续摆动。

④故障代码的清除。将点火开关转至“OFF”位置，拆下蓄电池负极搭铁线15s以上，即可清除故障代码。

情境二：发动机电控系统的组成原理与检测诊断

一、发动机电控系统简介

发动机电控系统

1. 发动机电控系统的组成与工作原理

汽车作为现代文明的重要标志性工业产品之一，集多种现代科技与发明于一体。发动机是汽车的心脏，电控系统则是发动机的中枢所在，而高功率电驱则是豪华电动汽车的核心动力。因此，学习发动机电控系统的检测与故障诊断是需要掌握的重要知识点之一。

“工欲善其事必先利其器。”那么，树立正确的价值观，在传承大国工匠精神中找到学习目标，在观察思考中形成科学的学习方法，在知其然更要知其所以然的探索中培养求知精神，就是学好本教材的“利器”。习近平总书记2022年6月在四川考察时发表讲话，指出“中国要强大，各领域各方面都要强起来。”而汽车检测与诊断技术领域，同样也是我们需要强起来的方面之一。须知，此前高功率电驱系统路线完全由欧美定义。“用敏锐的眼光观察社会，用清醒的头脑思考人生，用智慧的力量创造未来”，这是习近平主席对中国青年的寄语。

发动机电子控制系统的应用已经十分普遍。汽油机电子控制系统的核心问题是燃油定量和点火正时；柴油机电子控制系统的核心问题是燃油定量和喷油定时。除此之外，在发动机部分利用电子控制技术的内容还有废气再循环（EGR）、怠速控制（ISC）、电动油泵、发动机输出、冷却风扇、发动机排量、节气门正时、二次空气喷射、发动机增压、油气蒸发及系统自我诊断功能等，它们在不同的车型上都有或多或少的应用。汽车发动机电子控制系统与其他电子控制系统一样，都是由传感器、电子控制单元（ECU）和执行器组成的。

电子控制燃油喷射系统（EFI）简称汽油喷射。它是汽车汽油发动机取消化油器而采用的一种先进的喷油装置。使用EFI，汽车发动机燃烧将更充分，从而提高功率，降低油耗，实现低公害排放的目的。当EFI功能与发动机其他功能结为一体时，称“发动机管理系统（EMS）”，这将达到更高要求的环保目标。它以一个电子控制单元（ECU）控制中心，利用安装在发动机不同部位上的传感器测得发动机的各种工作参数，按照在计算机中设定的控制程序，通过控制喷油器精确地控制喷油量，使发动机在各种工况下都能获得最佳浓度的混合气。此外，电子燃油控制喷射系统通过计算机的控制程序还能实现启动加浓、减速调稀、强制断油、自动怠速控制等功能，满足发动机特殊工况对混合气的要求，使发动机获得良好的燃油经济性和排放性，也提高了汽车的使用性能。

（1）传感器

传感器是一种以一定的精确度把被测的物理量转化为与之有对应关系、便于应用的物理量的测量装置。车用传感器是汽车计算机系统的输入装置，它把汽车运行中的各种工况信息转化成电信号输入计算机，以使发动机处于最佳工作状态。车用传感器形式多种多样，有空气流量传感器、进气压力传感器、发动机转速与曲轴位置传感器等。

（2）电控单元

电控单元是电子控制单元（ECU）的简称。电控单元的功用是根据其内存的程序和数据对空气流量计及各种传感器输入的信息进行运算、处理、判断，然后输出指令，向喷油器提供一定宽度的电脉冲信号以控制喷油量。电控单元由微型计算机、输入、输出及控制电路等组成。电子控制单元又称“车载电脑”等。从用途上讲则是汽车专用微机控制器，也叫汽车专用单片机。它和普通的单机一样，由微处理器（CPU）、存储器（ROM、RAM）、输入/输出接口（I/O）、模数转换器（A/D）以及整形、驱动等大规模集成电路组成。

（3）执行器

执行器是接受ECU控制，具体执行某项控制功能的装置。电控燃油喷射系统的执行器主要是喷油器，另外，ECU还对电动燃油泵起到控制作用。

如图1–9所示为德尔福MT20发动机控制系统的组成图。德尔福MT20发动机控制系统是以MT20及MT20U发动机控制模块（ECM）为核心的系统，其特征是电脑闭环控制、多点燃油顺序喷射、无分电器分组直接点火和三元催化器后处理。

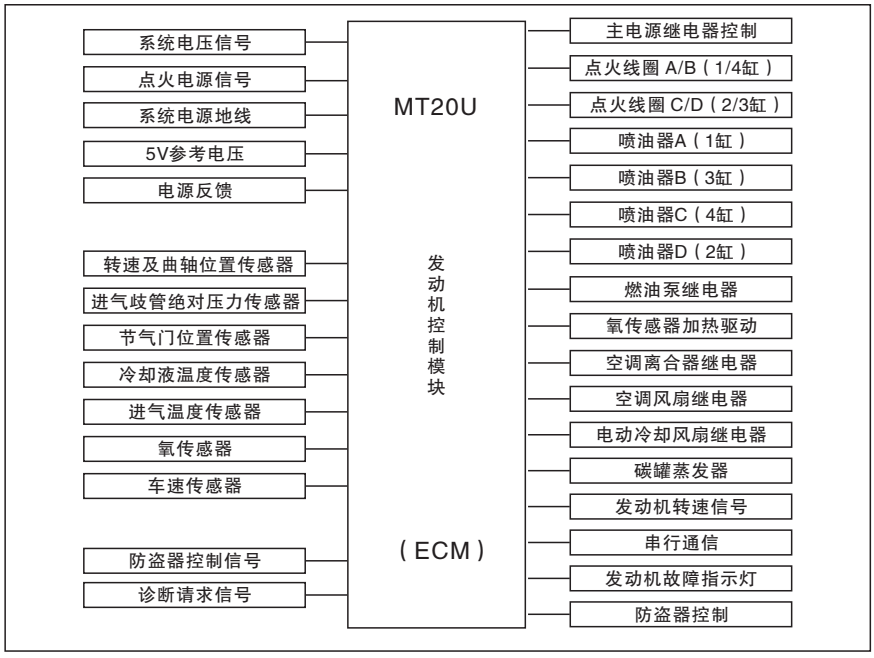


图1–9　德尔福MT20发动机控制系统

2. 发动机电控系统功能

（1）曲轴位置传感器

系统根据58X齿信号判断曲轴位置并测量发动机转速，精确控制发动机点火及喷油正时。

（2）速度密度型空气流量计

ECM通过进气温度和进气歧管压力传感器对进入气缸的空气量进行计算，确定进入气缸的空气量，并通过控制供油量使空燃比符合各工况的要求。

（3）判缸顺序控制

为实现系统对发动机的顺序控制，系统可采用两种判缸形式，一种是常规的凸轮轴判缸技术，另一种是德尔福独有的歧管压力判缸技术，本车采用的是常规的凸轮轴判缸技术。

（4）闭环控制

系统对发动机的供油和怠速采用的是闭环控制，闭环控制的优点是系统有能力消除系统及相关机械零件因制造和使用磨损产生的差异，提高整车的综合一致性，降低排放。

（5）分组控制

系统将发动机气缸分为1-4，2-3两组，分别进行点火的控制；分组控制使系统的结构得到优化和简化，从而降低零部件及制造加工的成本。

（6）燃油喷射系统功能

采用速度密度法、多点顺序喷射，每个发动机循环通过主脉宽及修整脉宽实施精确供油，并具有闭环控制和自学习功能；硬件采用德尔福第三代喷油器、最新型油压调节器。

（7）油泵控制

点火开关打开后，油泵将运转1.5秒，如果没有检测到有效的58X信号（CKP），油泵停止运转；发动机开始转动，ECM检测到2个有效的58X信号后，油泵开始运转。失去转速信号后0.8秒或防盗器要求关闭油泵，油泵停止运转。

（8）怠速控制功能

怠速控制功能是指在节气阀关闭状态下系统对发动机转速的控制。目标怠速是根据诸多输入信号决定的：当发动机水温较低时，系统给出较高的目标怠速以加速暖车；而对于采用机械风扇的发动机，当发动机冷却液温度过高时，系统也会施以较高的怠速，目的是增加冷却水箱的进风量；外加负载（如空调、动力转向及各种用电器负载等）发生变化时，系统将提高怠速，以补偿增加的负荷，保持怠速的稳定。

（9）发动机混合气的修正

发动机在正常工作温度下，其部分负荷控制为闭环燃油控制。此时，系统根据氧传感器反馈的电压信号，通过发动机电子控制模块对喷油量进行实时修正从而调整混合气浓度在理论空燃比附近，以保证三元催化转化器对排气中有害气体转换效率达到最佳状态，同时可以保证较好的燃油经济性。

（10）故障的自我诊断

系统故障的自我诊断是发动机控制系统必不可少的一项功能；系统中的一个或几个零部件工作异常时，系统会及时地通过故障指示灯显示提醒车辆用户进行必要的检查和维修；在上述故障发生时，系统还可采用临时应急方案控制发动机工作，以保证用户将车辆驾驶到维修站维修而不致于抛锚路边。

二、发动机电控元件的原理与检测诊断

下面以德尔福MT20U电喷系统为例介绍发动机电控元件的原理与检测诊断。

发动机电控元件的组成和工作原理

1. 进气压力和温度传感器

（1）组成和工作原理

MT20U电喷系统采用速度密度空气计量法，检测进入发动机内的空气量，进而控制喷油脉宽，精确控制发动机动力输出。进气压力和温度传感器如图1-10所示。

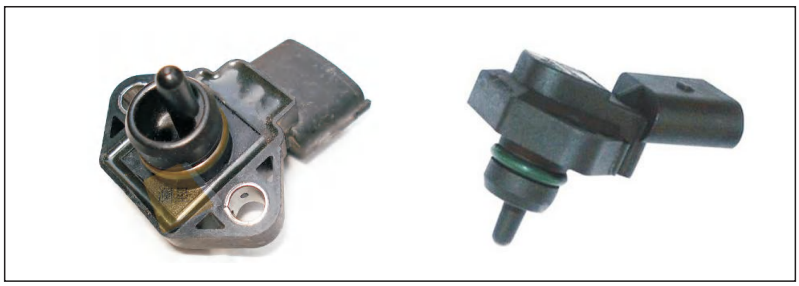


图1-10　进气压力和温度传感器

进气压力传感器内部的压力膜片与一个放置在线圈内的磁铁芯相连，当进气管内进气压力发生变化的时候，膜片就带动铁芯移动，此时传感器的输出电压就产生了变化，ECU根据传感器的输出电压就可以换算出发动机的进气量，发动机以此信号为基础，参考其他信号，用于发动机的喷油量控制。

进气温度传感组件是一个负温度系数（NTC）的电阻，随着进气温度的升高电阻值降低，发动机ECU通过内部的一个对比电路来监测进气温度的变化。

（2）故障检测

主要检查传感器上4根线和ECU之间的连接是否出现短路、断路。
传感器检测孔是否被堵塞。
传感器线束间是否出现短路、断路、接地现象。
传感器是否受过撞击，导致传感器失效。
检测压力范围：10~110kPa。
工作温度范围：-40～125℃。

（3）针脚连接

进气压力和温度传感器与ECU的连接电路如图1-11所示。

1号——传感器地线（接ECU42#）。
2号——进气温度传感器信号（接ECU4#）。
3号——标准5V电源（接ECU27#）。
4号——进气压力传感器信号（接ECU21#）。
工作电压：5.0±0.1V。

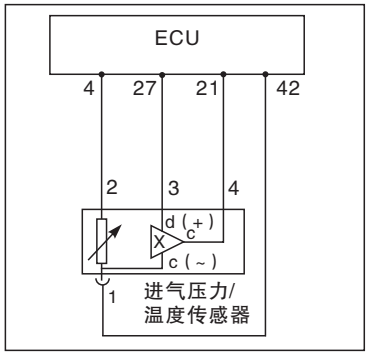


图1-11　进气压力和温度传感器电路

2. 节气门位置传感器（TPS）

（1）用途

节气门位置传感器（图1-12）用于向ECU提供节气门转角、转角速率以及发动机怠速位置信息。根据这个信息，ECU可以获得发动机负荷信息、工况信息（如启动、怠速、倒拖、部分负荷、全负荷）以及加速和减速信息。本传感器为三线式，ECU通过监测电压变化来检测节气门开度。

图1-12 节气门位置传感器

（2）组成和原理

该传感器的结构为滑动电阻片式（即线性可变电阻式、电位计式），ECU通过监测信号输出端的电压，在计算机内部通过对比电路，获得节气门的开度信号。ECU内部并不直接接收电压信号，而是检测输出输入信号比值，这样可以防止由于电压波动所导致的信号波动问题。

（3）故障检测

主要检查传感器上3根线和ECU之间的连接是否出现短路、断路。
传感器线束间是否出现短路、断路、接地现象。
用万用表检测传感器信号端和地线之间在节气门开关的时候是否有跳动。
检查传感器阻值是否超出标准值很多，有可能是传感器内部脏污。
工作电压：5±0.1V。
开度范围：7%～93%。
传感器阻值：3～12kΩ。
节气门关闭时输出信号：0.612～0.588V。
节气门全开时输出信号：4.15～4.65V。

（4）针脚连接

节气门位置传感器与ECU的连接电路如图1-13所示。
1号——标准5V电源（接ECU20#）。
2号——传感器地线（接ECU5#）。
3号——传感器信号（接ECU24#）。

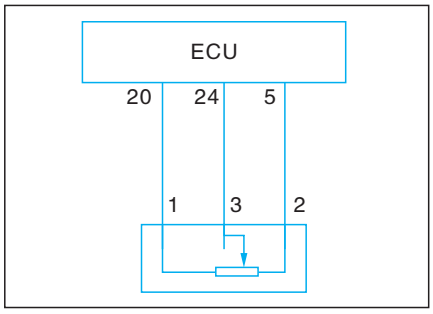


图1-13 节气门位置传感器电路

3. 冷却液温度传感器

（1）用途

冷却液温度传感器（图1-14）用于提供冷却液温度信息，为发动机ECU提供水温信号，用于启动、怠速、正常运行时的点火正时、喷油脉宽的控制，同时向仪表提供水温信号，用于仪表的水温显示。水温信号是发动机冷启动最重要的信号，冷启动过程中的喷油量就是由水温传感器提供的信号决定的。

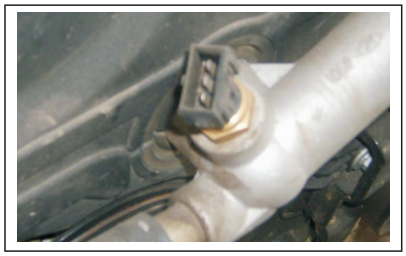


图1-14 冷却液温度传感器

（2）组成和原理

冷却液温度传感器是一个负温度系数的热敏电阻，其电阻值随着冷却液温度上升而减小，冷却液温度降低，其阻值增大，但不是线性关系。ECU根据传感器输出的信号，通过内部对比电路监测水温的变化。

（3）故障检测

主要检查传感器上3根线和ECU、仪表之间的连接是否出现短路、断路。

传感器线束间是否出现短路、断路、接地现象。

线路搭铁、搭铁不良，容易造成发动机水温表指示温度过高。

工作电压：5V（直流电）。

工作温度范围：-40~135℃。

（4）针脚连接

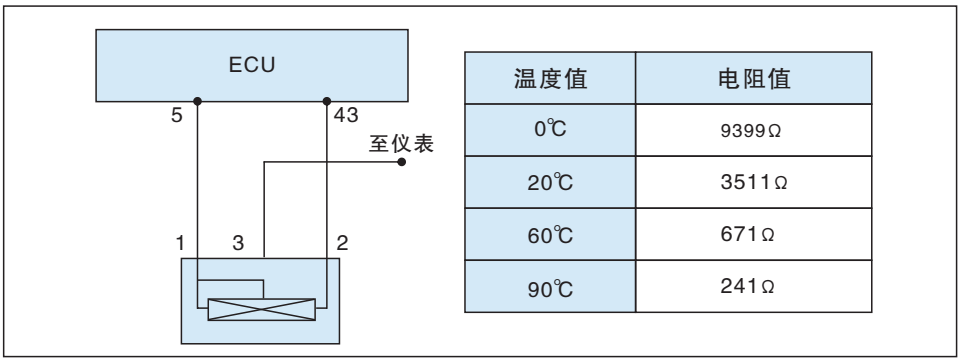
冷却液温度传感器与ECU的连接电路如图1-15所示。

本传感器共有3个针脚:

1号——传感器地线（接ECU5#）。

2号——水温传感器信号（接ECU43#）。

3号——至仪表水温表。



温度值	电阻值
0℃	9399Ω
20℃	3511Ω
60℃	671Ω
90℃	241Ω

图1-15 冷却液温度传感器

4. 爆震传感器

（1）用途

爆震传感器（图1-16）用于向ECU提供发动机爆震信息，进行爆震控制。

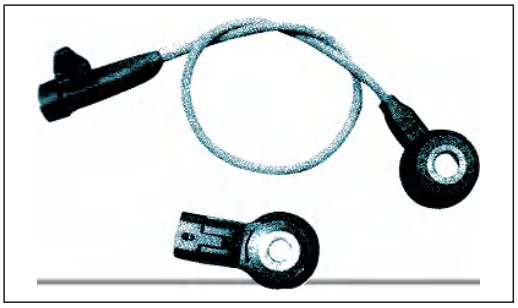


图1-16 爆震传感器

（2）组成和原理

爆震传感器是一种振动加速度传感器，装在发动机气缸体上，一般安装在2、3缸之间，有利于发动机爆震平衡，ECU利用爆震传感器输出的振动频率信号通过ECU内部滤波，进而判断发动机是否发生了爆震，当检测到爆震信号的时候，ECU会逐步减小，直到不发生爆震为止，然后再逐步恢复，直到爆震边缘，如此反复。

（3）故障检测

主要检查传感器上2根线和ECU对应针脚之间的连接是否出现短路、断路。传感器与缸体之间是否压合不良，或者传感器和缸体之间是否有异物。

工作温度区间：-40~150℃。

电阻值：大于1MΩ。

（4）针脚连接

爆震传感器与ECU的连接电路如图1-17所示。

1——爆震传感器信号1（ECU5#）。

2——爆震传感器信号2（ECU69#）。

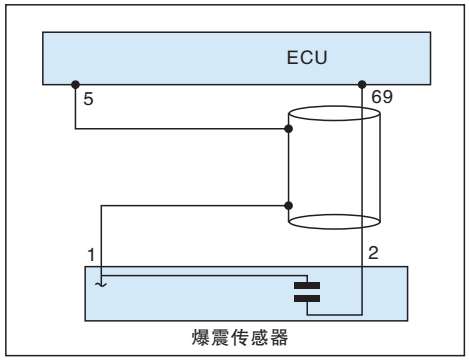


图1-17 爆震传感器电路

5. 氧传感器

（1）用途

氧传感器（图1-18）用于提供喷入发动机气缸中的燃油在吸入的空气中完全燃烧后氧是否过剩的信息。ECU利用这一信息可以进行燃油定量的循环控制，使得发动机排气中三种主要的有毒成分即碳氢化合物、一氧化碳和氮氧化物都能在三效催化转化器中得到最大程度的转化和净化。

（2）组成和原理

氧传感器的传感组件是一种带孔隙的陶瓷管，其核心元件是多孔的ZrO_2陶瓷管，它是一种固态电解质，两侧面分别烧结上多孔铂（Pt）电极。在一定温度下，由于两侧氧浓度不同，高浓度侧的氧分子被吸附在铂电极上与电子（4e）结合形成氧离子O^{2-}，使该电极带正电，氧离子O^{2-}通过电解质中的氧离子空位迁移到低氧浓度侧（废气侧），使该电极带负电，即产生电势差。ECU根据电势差再次控制喷油。同时，检测后氧传感器输出数据，在ECU内部将前后氧传感器的数据进行对比，监测三元催化的工作是否良好。

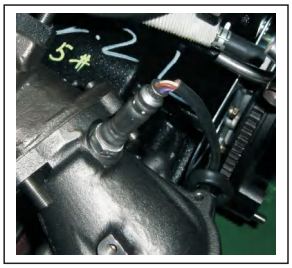


图1-18 氧传感器

（3）后氧传感器

后氧传感器的构造、检测同前氧传感器基本上没有什么区别，但是车辆上配置前后氧传感器的目的却是大不相同的。

前氧传感器修正空燃比，后氧传感器检测触媒的效率，点亮发动机故障灯。前后氧传感器的作用和信号波形如图1-19所示。

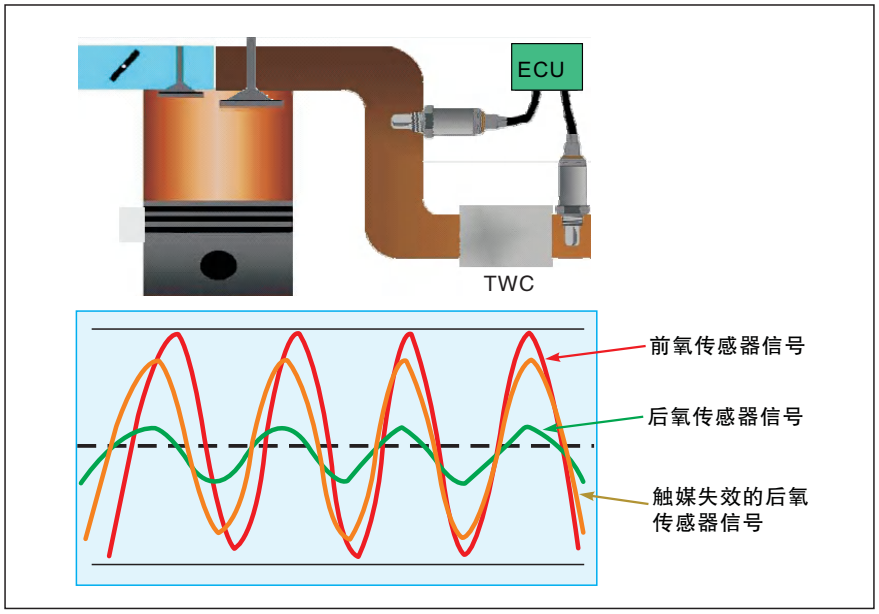


图1-19　氧传感器的作用和信号波形

（4）故障检测

主要检查传感器上几根线的插接连接是否良好，是否有短路、断路现象。

传感器损坏一般都是由铅、磷中毒所引启的，因此应注意油品问题，同时发动机机油消耗过量也容易导致传感器故障。

氧传感器的变化应该在一定时间内不少于一定的次数。

（5）针脚连接

氧传感器与ECU的连接电路如图1-20所示。

接头都有4个针脚：

1号——氧传感器信号低电平（接ECU6#）。

2号——氧传感器信号高电平（接ECU62#）。

3号——接主继电器电源。

4号——传感器加热线控制（接ECU61#）。

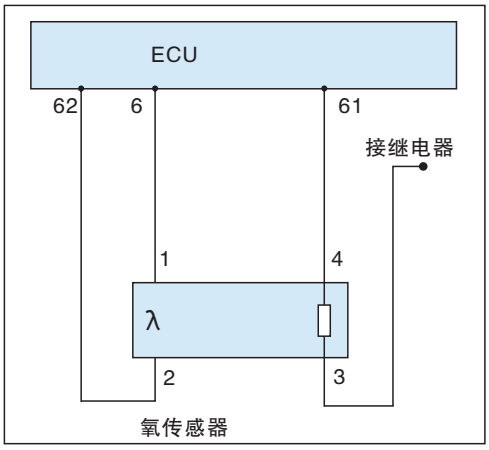


图1-20　氧传感器电路

6. 电子控制单元（ECU）

（1）用途

ECU是一个以微处理器为核心组成的具有传感器信号输入接口，执行器驱动电路的电控发动机控制中心，它接收和处理各传感器输入的发动机状态信号，并向执行器发出控制信号，使发动机按照预定的程序工作，并使发动机工作于最佳状态，确保良好的动力性、燃油经济性和排放性。

正常运行电压：9~16V。

过电压保护：+24V/~12V<60秒。

（2）组成

带屏蔽的外壳和印刷电路板，在电路板上集成了很多的电子控制单元用于电喷系统的控制。

（3）故障检测

电控单元（ECU）的故障率很低，因此不建议一般故障都以更换ECU来解决问题。应先排查外围线路、传感器等组件的故障，确认外围件无故障后，再更换ECU。

7. 电动燃油泵

（1）用途

电动燃油泵（图1–21）以一定的油压和流量将燃油从油箱输送到发动机供油总管，并保持稳定的油压（通过油压调节器来实现）。

（2）组成和工作原理

电动燃油泵由直流电动机、叶片泵和端盖（集成了止回阀、泄压阀和抗电磁干扰组件）等组成泵和电动机同轴安装，并且封闭在同一个机壳内。电动燃油泵出口的最大压力由泄压阀决定，在450~650kPa。但是整个燃油系统的压力却是由燃油压力调节器决定的，MT20U电喷系统一般为350kPa。

图1–21 电动燃油泵

说明

当车辆油箱长期处于缺油、少油状态时，油泵得不到良好的润滑，导致油泵烧结烧毁。

燃油的温度对燃油泵的性能影响比较大，长期处于高温状态下运转时，当燃油温度高于一定温度时燃油泵的泵油压力急剧降低，因此当热车发动机不能启动时请仔细检查是否为燃油泵的高温工作性能不好。

油泵的润滑、冷却靠油箱内的汽油来实现。

本车油箱为马鞍形，有2个装配油泵口。

泄压压力：<900kPa。

工作压力：8～16V。

油泵阻值：<130Ω。

副油箱内的喷射泵负责将回油泵回主油箱。

（3）针脚连接

电动燃油泵与ECU的连接电路如图1-22所示。

电动燃油泵有两个针脚，一个用于连接油泵继电器。

两个针脚旁边的油泵外壳上刻有“+”和“—”号，分别表示接正极和负极。ECU47#脚控制燃油泵继电器。

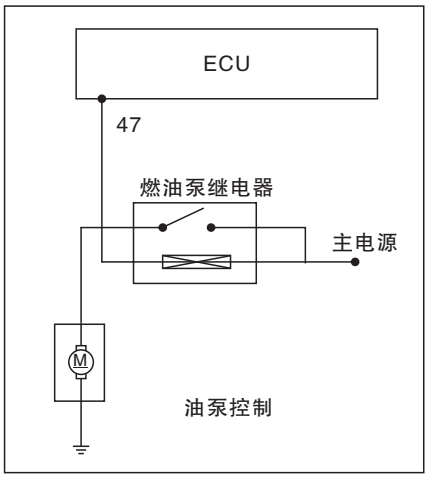


图1-22　电动燃油泵电路

（4）故障排除

油泵的故障一般表现为油压不足、不泵油等，排除故障时一般应该检查系统油压是否在规定值范围内，管路是否泄露。另外，油箱正压、负压均会影响燃油系统。

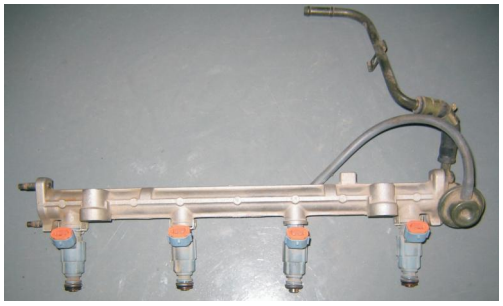
8. 电磁喷油器

（1）用途

MT20U采用顺序燃油喷射技术，顺序喷射信号由进气压力传感器提供，若进气压力传感器损坏，则依照点火顺序，采用分组喷射的方式进行控制，喷油器根据ECU的指令，在规定的时间内喷射燃油，借此向发动机提供燃油并使其雾化。

（2）电控单元

ECU发出电脉冲给喷油器线圈，形成磁场力。当磁场力上升到足以克服回位弹簧压力、针阀的重力和摩擦力的合力时，针阀开始升起，喷油过程开始。当喷油脉冲截止时，回位弹簧的压力使针阀重又关上。电喷系统的油轨和喷油器如图1-23所示。



电磁喷油器

图1-23　油轨和喷油器

（3）针脚连接

喷油器与ECU的连接电路如图1-24所示。

针脚：

1号——1缸喷油器控制极（接ECU55#）。

2号——2缸喷油器控制极（接ECU70#）。

3号——3缸喷油器控制极（接ECU56#）。

4号——4缸喷油器控制极（接ECU71#）。

4个喷油器的另一根线连接在一起，由发动机主继电器供电ECU控制喷油器搭铁。

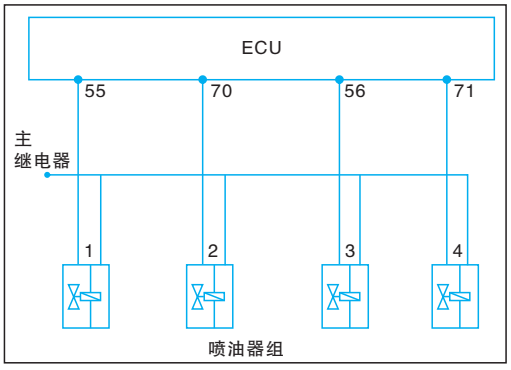


图1-24　喷油器电路

（4）故障排除

喷油嘴一般是由于发动机使用周期较长，导致喷油嘴喷油不畅、雾化不良。可定期清洗喷油嘴。喷油嘴故障内部线圈短路、断路也会导致喷油系统故障。系统线路是否有造成的短路、断路现象。由于长期使用不合格燃油，燃油在喷油嘴喷孔处黏结，容易导致怠速不稳。

9. 怠速步进电机

（1）功能

怠速步进电机（图1-25）控制节流阀体内旁通通道的空气流通面积，进而控制了发动机的进气量，ECU根据各传感器送来的信号，可将发动机转速控制在目标转速范围内，目标转速可根据冷却液温度进行标定。

图1-25 怠速步进电机

（2）组成和原理

如图1-26所示，步进电机的实质就是一台微型的电机，由于给电机的线圈通上不同方向的电流，电机便会按照不同的方向旋转，电机的旋转轴带动丝杠运动，间接地控制了阀门的开度，MT20U发出数字化方波信号控制电机的正反转，进而控制步进电机的行程。

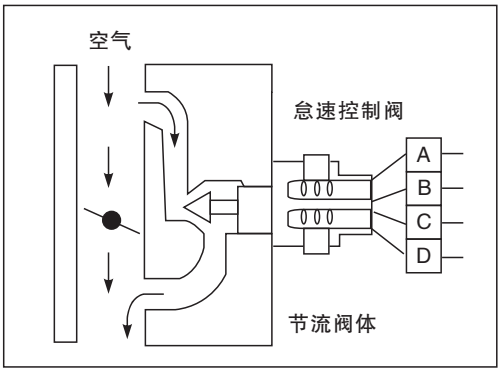


图1-26 怠速执行器步进电机

（3）故障检测与诊断

ECU能监测怠速步进电机两个线圈的短路、断路，并在出现这种故障的时候点亮发动机故障灯，发动机进入故障模式。

①检测传感器的4根线到ECU之间是否发生了短路、断路现象。

②由于ECU不能检测由于电机本身机械部分所造成的故障，因此需检测步进电机是否有卡滞现象。

③步进电机内部是否短路、断路。

④进气系统内的积炭、污物会影响步进电机的工作性能。拆下步进电机，通电后检查步进电机是否伸缩自如。

电机线圈电阻：58.3～47.7Ω。

工作电压：7.5~12V。

（4）针脚连接

怠速步进电机与ECU的连接电路如图1-27所示。

针脚：

1号——怠速步进电机控制（接ECU 33#）。

2号——怠速步进电机控制（接ECU 34#）。

3号——怠速步进电机控制（接ECU 54#）。

4号——怠速步进电机控制（接ECU 53#）。

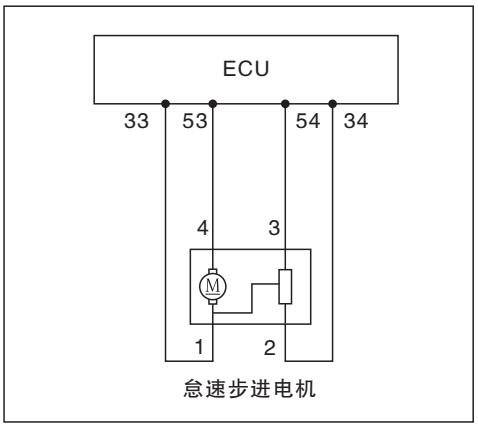


图1-27　怠速步进电机电路

10. 点火线圈

（1）功能

点火线圈将初级绕组的低压电转变成次级绕组的高压电，通过火花塞放电产生火花，引燃气缸内的燃油空气混合气。

（2）组成和原理

MT20U采用分组点火技术，利用电磁线圈互感能产生高能量的原理，控制初级线圈的通电时间断电时刻，利用在线圈次极产生的高压电，击穿火花塞间隙，产生强烈火花，点燃混合气。由于在发动机排气行程的时候空气电离很大，电阻很低，只需要很低的电压就可以击穿火花塞间隙，该系统采用了分组点火技术，不会浪费能量，而且节约了成本。

（3）故障诊断

ECU没有对点火线圈实行故障诊断的功能，因此点火线圈如果出问题的话，是没有故障码的，只有检查点火线圈电阻才能判断点火线圈是否工作正常。温度过高会导致点火线圈电阻增大，会出现发动机工作不稳、自动熄火等故障。但ECU可对点火线圈的控制线进行监测：

控制线对地短路，控制线对电源短路，控制线断路。

当检测到某个点火线圈故障的时候，将关闭对应气缸的喷油器。

点火线圈温度过高，有可能导致发动机点火系统工作不良。

点火线圈初级电阻：0.55～0.45Ω。

点火线圈次级电阻：5.6～4.8kΩ。

（4）针脚连接

点火线圈与ECU的连接电路如图1-28所示。

针脚：

1号——线圈初级绕组（接ECU32#）。

2号——线圈供电（接系统主继电器）。

3号——线圈初级绕组（接ECU52#）。

高压侧：

1、2、3、4号针脚分别通过分火线与同名发动机气缸的火花塞连接。

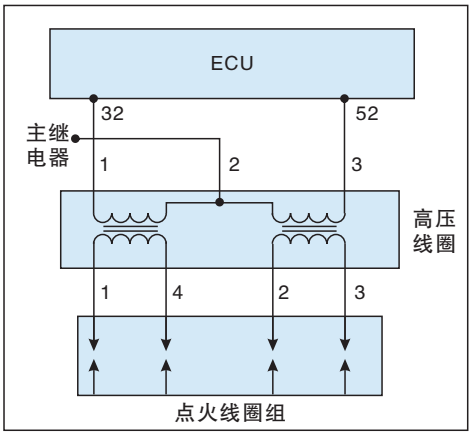


图1-28　点火线圈电路

（5）故障排除

线圈内部短路、断路。
线圈漏电、壳体裂缝。
线圈老化导致点火能量不足。

11. 钢制燃油分配管总成

（1）用途

对从燃油泵供过来的燃油进行存储和分配，为燃油喷射系统提供一个比较稳定的压力环境，使各缸的供油压力和供油量均衡，发动机运转平稳。

（2）组成

燃油分配管总成由燃油分配管、喷油器组成。进出油管与供油管的快速接头一定要保证连接可靠，在维修燃油系统后先在原地试车，保证燃油系统不泄露。

（3）故障诊断

一般情况下供油总管出现故障的概率极小，大部分是由于装配不当导致燃油系统泄露，因此在装配时一定要注意：用过的油封不能再次使用，装配的时候可以适当涂抹一些润滑油。

说明

在维修燃油系统的时候，一定要先泄压，保证燃油管路内没有压力油。将燃油泵插头拔掉，然后着车，直到车辆熄火为止，此时系统内已无压力油。维修过后，首次启动时应该先给系统泵油。

12. 凸轮轴位置传感器

（1）用途

凸轮轴位置传感器（图1-29）为霍尔效应式传感器，它安装于凸轮轴附近，与凸轮轴上的信号轮共同工作，信号轮对应着发动机特定位置，ECM通过该传感器的数字电压信号确定发动机工作的气缸，并实施一对一控制。

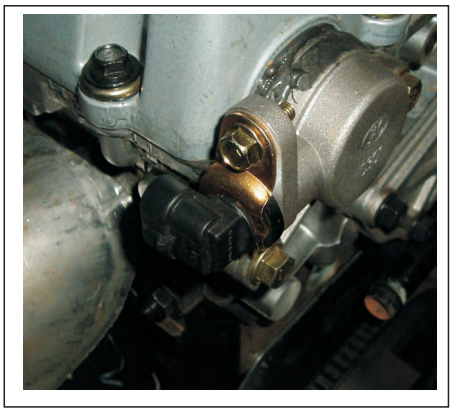


图1-29 凸轮轴位置传感器

（2）性能

工作温度：-40~150℃。
工作电压：4.5~13V。
工作间隙：0.3~2mm。

（3）接线端子

A——信号；B——接地；C——+5V。

13. 曲轴位置传感器

（1）用途

曲轴位置传感器（图1-30）用于向ECU提供发动机转速、转角、上止点信号，用于发动机点火、喷油、正时系统。

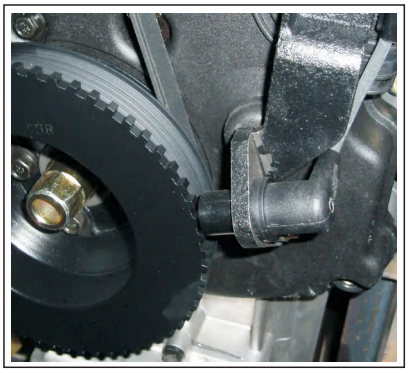


图1-30 曲轴位置传感器

（2）性能

MT20U电喷系统采用磁感线圈式转速传感器，利用旋转切割磁力线产生交变电流、电压信号，ECU采用该交变信号，经过整形将该信号变为发动机ECU能识别的数字信号，用于发动机的系统控制。飞轮齿圈和信号轮安装在一起，信号轮上采用58X齿的形式，为ECU提供转速、转角、上止点，连续缺口处为一缸上止点。

（3）故障检测

检查传感器线路是否正常，线路是否有搭铁、短路的地方。

工作温度：-40~150℃。

传感器与齿圈间隙：0.3~1.5mm。

传感器阻值：504~616Ω。

（4）针脚连接

曲轴位置传感器与ECU的连接电路如图1-31所示。

针脚：

1号——传感器信号线高电平（接ECU 12#）。

2号——传感器信号线低电平（接ECU 28#）。

3号——传感器接地（接ECU 73#）。

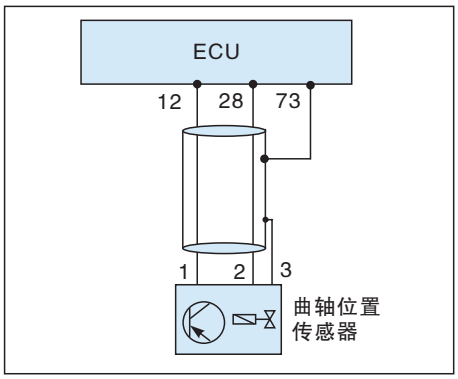


图1-31 曲轴位置传感器电路

14. 碳罐电磁阀

（1）用途

如图1-32所示，碳罐电磁阀控制从碳罐到进气总管的清洗气流的大小。碳罐的吸附量是有一定限度的，假如不消耗掉吸附在碳罐上的蒸发汽油，汽油挥发到外界，就会对大气造成污染，且增加不安全因素。

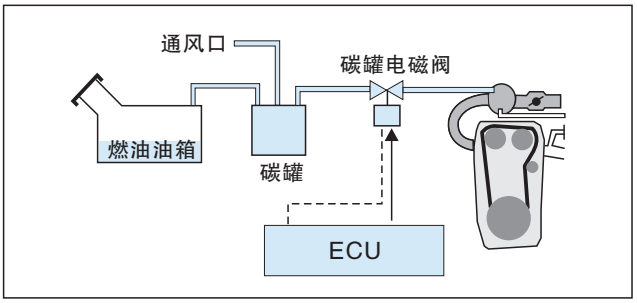


图1-32 碳罐电磁阀

（2）组成和原理

因为活性碳有吸附功能，当汽车运行或熄火时，燃油箱的汽油蒸气通过管路进入活性碳罐的上部，新鲜空气则从活性碳罐下部进入活性碳罐。发动机熄火后，汽油蒸气与新鲜空气在罐内混合并贮存在活性碳罐中，当发动机启动后，装在活性碳罐与进气歧管之间的燃油蒸发净化装置的电磁阀门打开，活性碳罐内的汽油蒸气被吸入进气歧管参与燃烧。碳罐电磁阀由ECU发出数字化的控制脉冲方波控制电磁阀的开度，根据发动机工况的不同，碳罐电磁阀的开度也不同，在发动机负荷大、怠速的时候，为了保证发动机的输出功率，碳罐电磁阀并不投入工作。

（3）故障检测

①检查传感器线路是否短路、断路。
②检查线束之间是否有窜线的地方。
③检查传感器线路是否对电源短路。
④检查碳罐电磁阀内部是否有堵塞的现象，是否通气正常。
工作温度：-40~120℃。
线圈阻值：19~22Ω。
工作电压：8~16V。
额定工作电压：+12V。

（4）针脚连接

碳罐电磁阀与ECU的连接电路如图1-33所示。
针脚：
1号——接主继电器电源。
2号——电磁阀线圈控制（接ECU 63#）。

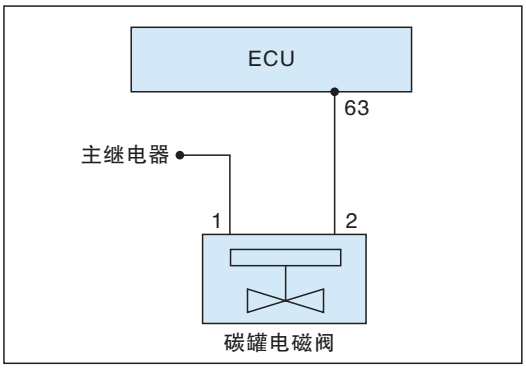


图1-33 碳罐电磁阀

15. 空调控制系统

（1）控制原理

空调开关打开、空调压力正常、蒸发器温度传感器检测出来数据正常，空调请求信号就通过这些开关传送给了ECU，ECU检测到此信号后就控制空调继电器吸合，同时给步进电机提升转速的信号，并开启电子风扇、空调系统投入工作。

（2）空调切断条件

①节气门位置传感器故障。
②车速传感器故障。
③发动机大负荷时。
④蒸发器温度传感器故障。
⑤蒸发器温度小于1.5℃。
⑥发动机转速超速。
⑦冷却液温度高于108℃。
⑧急加速。

（3）故障排除

①检查空调系统线路。
②检查空调蒸发器温度传感器是否损坏。
③检查线束内部是否窜线。

（4）针脚连接

空调控制系统与ECU的连接电路如图1-34所示。

针脚：

1号——空调请求信号（接ECU 39#）。

2号——空调继电器控制（接ECU 46#）。

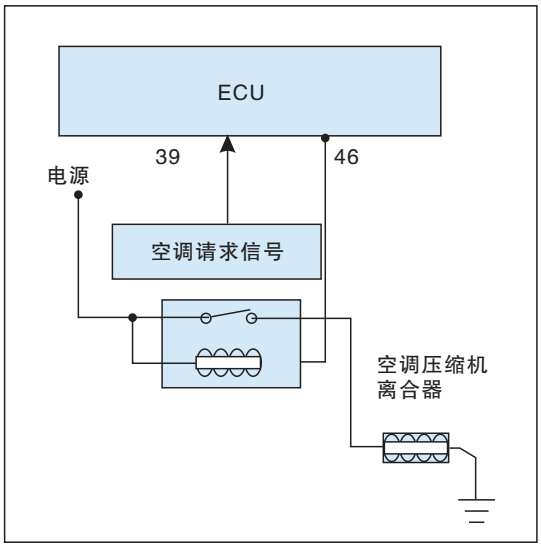


图1-34 空调控制电路

16. 风扇控制（FAN）

（1）功能

MT20U系统控制风扇高低速，控制系统根据水温、空调等信号来控制风扇高速、低速运转，当条件合适时控制风扇系统延时。

控制模式如下：

①一挡98℃开启，94℃停止。
②二挡105℃开启，101℃停止。
③关机后水温超过101℃，风扇继续工作1分钟。
④关机后水温超过94℃，风扇继续工作0.5分钟。
⑤关机后水温低于85℃，风扇停止工作。

（2）故障检测

在ECU侧按图1-35所示针脚检查线路是否存在短路、断路的现象。

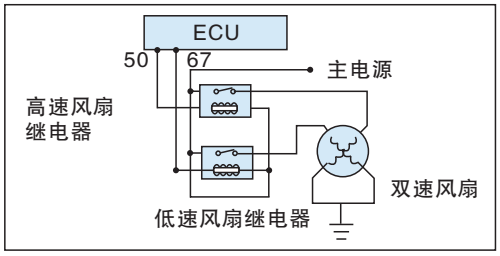


图1-35 风扇控制电路

（3）风扇控制电路图

高低速针脚与实际相同，但是实际电路和电路图有差异。

三、发动机电控系统的自诊断功能

发动机电控系统自诊断

1. 故障信息记录

发动机电子控制单元不断地监测着传感器、执行器、相关的电路、故障指示灯和蓄电池电压等，甚至于电子控制单元本身，并对传感器输出信号、执行器驱动信号和内部信号（如氧闭环控制、爆震控制、怠速转速控制和蓄电池电压控制等）进行度检测。一旦发现某个环节出现故障，或者某个信号值不可信，电子控制单元立即在RAM的故障存储器中设置故障信息记录。故障信息记录以故障码的形式储存，并按故障出现的先后顺序显示。

电喷系统的故障诊断原理如图1–36所示。

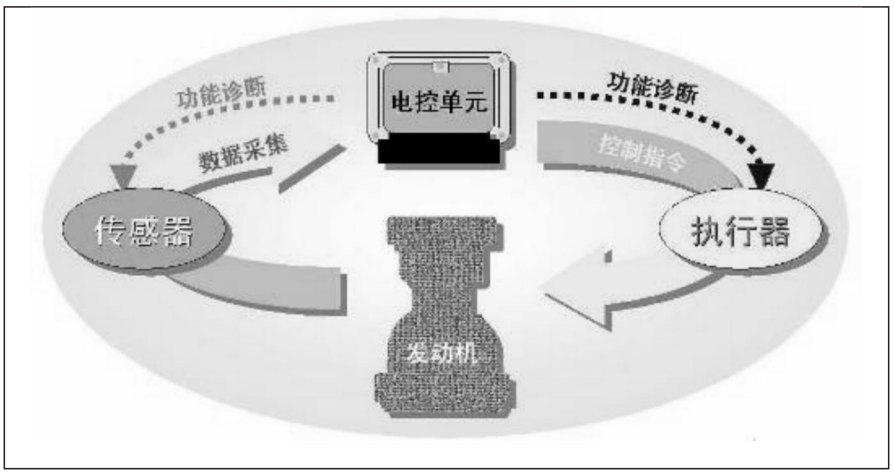


图1–36 电喷系统的故障诊断原理

故障按其出现的频度可分成“稳态故障”和“偶发故障”（例如由于短暂的线束断路或者接插件接触不良造成）。

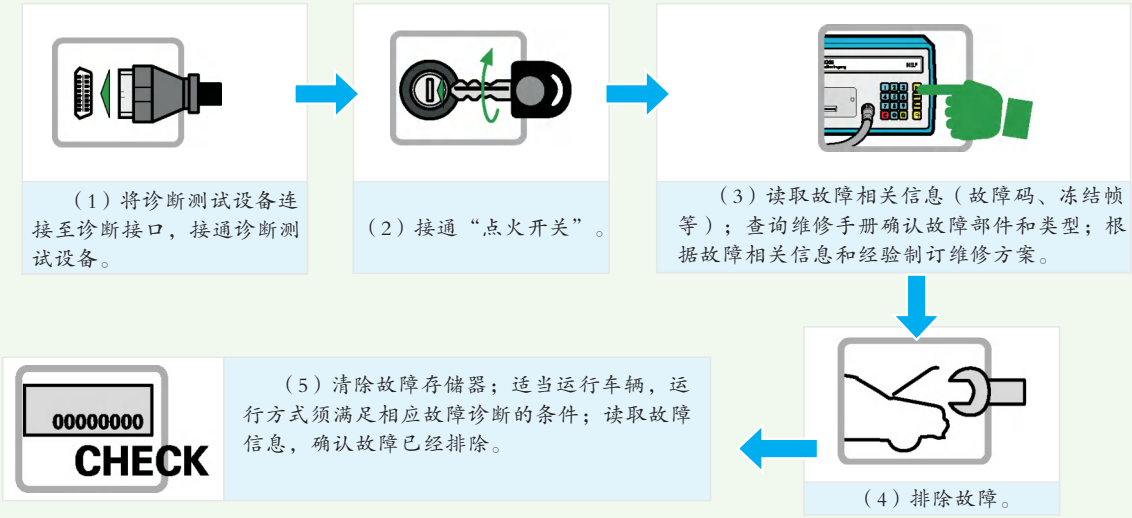
2. 故障检修步骤

车载诊断系统（简称OBD系统），是指集成在发动机控制系统中，能够监测影响废气排放的故障零部件以及发动机主要功能状态的诊断系统。它具有识别、存储并且通过自诊断故障指示灯（MIL）显示故障信息的功能。

在维修带有OBD系统的车辆时，维修人员可以通过诊断仪迅速而准确地定位发生故障的部件，大大提高维修的效率和质量。

对于具有OBD功能的车辆，故障的检修一般遵循以下步骤

在维修燃油系统的时候，一定要先泄压，保证燃油管路内没有压力油。将燃油泵插头拔掉，然后着车，直到车辆熄火为止，此时系统内已无压力油。维修过后，首次启动时应该先给系统泵油。（图1-37）



（1）将诊断测试设备连接至诊断接口，接通诊断测试设备。

（2）接通“点火开关”。

（3）读取故障相关信息（故障码、冻结帧等）；查询维修手册确认故障部件和类型；根据故障相关信息和经验制订维修方案。

（4）排除故障。

（5）清除故障存储器；适当运行车辆，运行方式须满足相应故障诊断的条件；读取故障信息，确认故障已经排除。

图1-37　检修带OBD功能的车辆故障的步骤

3. 诊断仪连接

发动机电控系统采用“K”线通讯协议，并采用ISO 9141~2标准诊断接头，如图1-38所示。这个标准诊断接头是固定地连接在发动机线束上的。用于发动机管理系统EMS的是标准诊断接头上的4、7和16号针脚。标准诊断接头的4号针脚连接车上的地线；7号针脚连接ECU的15号针脚，即发动机数据“K”线；16号针脚连接蓄电池正极。

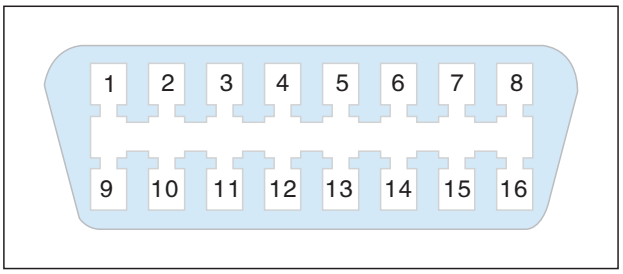


图1-38　ISO 9141~2标准诊断接头

ECU通过“K”线可与外接诊断仪进行通信，并可进行如下操作

（1）发动机参数显示

①转速、冷却液温度、节气门开度、点火提前角、喷油脉宽、进气压力、进气温度、车速、系统电压、喷油修正、碳罐冲洗率、怠速空气控制、氧传感器波形。

②目标转速、发动机相对负荷、环境温度、点火闭合时间、蒸发器温度、进气流量、油耗量。

③节气门位置传感器信号电压、冷却液温度传感器信号电压、进气温度传感器信号电压、进气压力传感器信号电压。

（2）电喷系统状态显示

防盗系统状态、安全状态、编程状态、冷却系统状态、稳定工况状态、动态工况状态、排放控制状态、氧传感器状态、怠速状态、故障指示灯状态、紧急工况状态、空调系统状态、自动变速器/扭矩请求状态。

（3）执行器试验功能

故障灯、燃油泵、空调继电器、风扇、点火、喷油（单缸断油）。

（4）里程计显示

运行里程、运行时间。

（5）版本信息显示

车架号码（VIN）、ECU硬件号码、ECU软件号码。

（6）故障显示

进气压力传感器、进气温度传感器、发动机冷却液温度传感器、节气门位置传感器、氧传感器、氧传感器加热线路、空燃比修正、各缸喷油器、燃油泵、转速传感器、相位传感器、碳罐控制阀、冷却风扇继电器、车速信号、怠速转速、怠速调节器、系统电压、ECU、空调压缩机继电器、蒸发器温度传感器、故障灯。

4. 故障状态

如果一个被识别到的故障出现的持续时间第一次超过设定的稳定化时间，ECU就认定它是一个稳定的故障，并将它储存为“稳态故障”。如果这个故障消失，就将它储存为“偶发故障”和“不存在的”。如果这个故障重又被识别到，则它仍是“偶发故障”，但是“存在的”历史故障并不影响发动机的正常使用。

5. 故障类型

基本上所有的电喷车辆的故障都是这样介定故障类型的：

（1）最大故障，信号超过正常范围的上限。

（2）最小故障，信号超过正常范围的下限。

（3）信号故障，无信号。

（4）不合理故障，有信号，但信号不合理。

6. 故障读出

发动机运转时，当系统或零部件出现故障时，发动机故障指示灯会自动点亮，以提醒车辆驾驶人员及时检查和维修。

在应急故障处理时，也可通过特殊的操作，使发动机故障指示灯频闪以读取发动机故障代码，这是获取故障代码最经济的手段。操作方法如下：

（1）电平电压应能确保发动机的启动转速。

（2）发动机及整车附件处于关闭的状况。

（3）节气门完全关闭。

（4）变速箱置于空挡。

（5）关闭点火开关。

（6）将故障诊断插头中诊断请求端子1用导线对地线端子4或5短接。

（7）将点火开关转至“ON”，但不得启动发动机。

此时，若系统当前存在故障或故障排除后未被清除的历史故障码，发动机故障指示灯将以一定的规律闪烁，输出系统所检测出故障的代码（读取故障码的同时，怠速控制阀将进行复位动作）。

故障码读取完毕后，打开点火开关，拔除诊断请求短接导线，指示灯闪烁报告故障的规律是：故障代码之间停顿3.2秒，数字以亮0.4秒灭0.4秒频率闪烁，数位之间停顿1.2秒；数字0闪烁10次，其他数字与闪烁次数对应。

以故障码0110和0443为例（图1–39）：

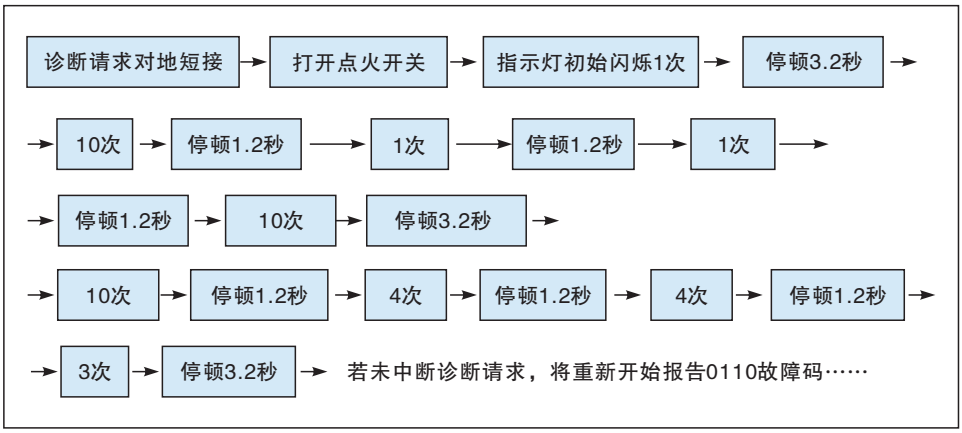


图1–39　故障码闪烁举例

7. 故障信息记录的清除

当故障被排除后，存储器中的故障信息记录应予清除。

点火接通时虽然已经出现，但是未能保持到稳定化时间结束的故障信息不作记录。

当发动机成功地启动过一定的次数后，故障码即会被自动清除。

利用故障诊断仪，通过“故障存储器清零”指令将故障信息记录清除。

拔下ECU的接头或拆下蓄电池电线将外部RAM中的故障信息记录清除。

8. 故障查找

通过上述手段获得了故障信息记录以后，只是知道了故障发生的大致部位，但是并不等于故障已经查到。因为，引发一条故障信息的原因可能是电气元件（如传感器或执行器或ECU等）损坏，可能是导线断路，可能是导线对地或对蓄电池正极短路，甚至可能是机械故障。

故障是内在的，其外在的表现结果是各种症状。发现症状之后，首先要用故障诊断仪或者根据闪烁码检查是否有故障信息记录，并且根据故障信息排除相关的故障，然后根据发动机症状查找故障。

情境三：发动机电控系统常见故障的诊断

电控系统常见故障的诊断1

一、启动时发动机不转或转动缓慢

1. 一般故障部位：①蓄电池；②启动电机；③线束或点火开关；④发动机机械部分。
2. 诊断流程如表1–3所示：

表1–3 启动时发动机不转动或转动缓慢诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	用万用表检查蓄电池两个接线柱之间电压，在发动机启动的时候是否有8~12V	是	下一步
		否	更换蓄电池
2	点火开关保持在启动位置，用万用表检查启动电机正极的接线柱是否有8V以上的电压	是	下一步
		否	修理或更换线束
3	拆卸启动电机，检查启动电机的工作状况。重点检查其是否存在断路或因润滑不良而卡死	是	修理或更换启动电机
		否	下一步
4	如果故障仅在冬季发生，则检查是否因发动机润滑油及齿轮箱油选用不当而导致启动电机的阻力过大	是	换合适标号的润滑油
		否	下一步
5	检查发动机内部机械阻力是否过大，导致启动电机不转或转动缓慢	是	检修发动机内部阻力
		否	重复上述步骤

二、启动时发动机可以拖转但不能成功启动

1. 一般故障部位：①油箱无油；②燃油泵；③转速传感器；④点火线圈；⑤发动机机械部分。
2. 诊断流程如表1–4所示：

表1–4 启动时发动机可以拖转但不能启动诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	接上燃油压力表（接入点为燃油分配管总成进油管前端），启动发动机，检查燃油压力在怠速工况下是否在260kPa左右；拔掉燃油压力调节器上的真空管，其燃油压力是否在300kPa左右	是	下一步
		否	检修供油系统
2	接上电喷系统诊断仪，观察“发动机转速”数据项，启动发动机，观察是否有转速信号输出	是	下一步
		否	检修转速传感器线路

续表

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
3	拔出其中一缸的分缸线，接上火花塞，令火花塞电极距发动机机体5mm左右，启动发动机，检查是否有蓝白高压火	是	下一步
		否	检修点火系统
4	检查发动机各个气缸的压力情况，观察发动机气缸是否存在压力不足的情况	是	下一步
		否	排除发动机机械故障
5	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

三、热车启动困难

1. 一般故障部位：①燃油含水；②燃油泵；③冷却液温度传感器；④燃油压力调节器真空管；⑤点火线圈。

2. 诊断流程如表1–5所示：

表1–5 热车启动困难诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	接上燃油压力表（接入点为燃油分配管总成进油管前端），启动发动机，检查燃油压力在怠速工况下是否在260kPa左右；拔掉燃油压力调节器上的真空管，其燃油压力是否在300kPa左右	是	下一步
		否	检修供油系统
2	拔出其中一缸的分缸线，接上火花塞，令火花塞电极距发动机机体5mm左右，启动发动机，检查是否有蓝白高压火	是	下一步
		否	检修点火系统
3	拔下冷却液温度传感器接头，启动发动机，观察此时发动机是否成功启动。（或在冷却液温度传感器接头处串联一个300Ω的电阻代替冷却液温度传感器，观察此时发动机是否成功启动）	是	检修线路或更换传感器
		否	下一步
4	检查燃油压力调节器真空管是否存在松脱或漏气现象	是	检修或更换
		否	下一步
5	检查燃油情况，观察故障现象是否由于刚好加油后引起的	是	更换燃油
		否	下一步
6	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常，检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

四、冷车启动困难

1. 一般故障部位：①燃油含水；②燃油泵；③冷却液温度传感器；④喷油器；⑤点火线圈；⑥节气门体及怠速旁通气道；⑦发动机机械部分。

2．诊断流程如表1–6所示:

表1–6 冷车启动困难诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	接上燃油压力表（接入点为燃油分配管总成进油管前端），启动发动机，检查燃油压力在怠速工况下是否在260kPa左右；拔掉燃油压力调节器上的真空管，其燃油压力是否在300kPa左右	是	下一步
		否	检修供油系统
2	拔出其中一缸的分缸线，接上火花塞，令火花塞电极距发动机机体5mm左右，启动发动机，检查是否有蓝白高压火	是	下一步
		否	检修点火系统
3	拔下冷却液温度传感器接头，启动发动机，观察此时发动机是否成功启动。（或在冷却液温度传感器接头处串联一个2500Ω的电阻代替冷却液温度传感器，观察此时发动机是否成功启动）	是	检修线路或更换传感器
		否	下一步
4	轻轻踩下油门，观察是否容易启动	是	清洗节气门及怠速气道
		否	下一步
5	拆卸喷油器，用喷油器专用清洗分析仪检查喷油器是否存在泄露或堵塞现象	是	喷油器的更换
		否	下一步
6	检查燃油情况，观察故障现象是否由于刚好加油后引起的	是	更换燃油
		否	下一步
7	检查发动机各个气缸的压力情况，观察发动机气缸是否存在压力不足的情况	是	排除发动机机械故障
		否	下一步
8	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

五、转速正常，任何时候均启动困难

1．一般故障部位：①燃油含水；②燃油泵；③冷却液温度传感器；④喷油器；⑤点火线圈；⑥节气门体及怠速旁通气道；⑦进气道；⑧点火正时；⑨火花塞；⑩发动机机械部分。

2．诊断流程如表1–7所示：

表1–7 转速正常，任何时候均启动困难诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	检查空气滤清器是否堵塞，进气道是否存漏气	是	检修进气系统
		否	下一步
2	接上燃油压力表（接入点为燃油分配管总成进油管前端），启动发动机，检查燃油压力在怠速工况下是否在260kPa左右；拔掉燃油压力调节器上的真空管，其燃油压力是否在300kPa左右	是	下一步
		否	检修供油系统
3	拔出其中一缸的分缸线，接上火花塞，令火花塞电极距发动机机体5mm左右，启动发动机，检查是否有蓝白高压火	是	下一步
		否	检修点火系统
4	检查各个气缸的火花塞，观察其型号及间隙是否符合规范	是	下一步
		否	调整或更换
5	拔下冷却液温度传感器接头，启动发动机，观察此时发动机是否成功启动	是	检修线路或更换传感器
		否	下一步

续表

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
6	轻轻踩下油门，观察是否容易启动	是	清洗节气门及怠速旁通气道
		否	下一步
7	拆卸喷油器，用喷油器专用清洗分析仪检查喷油器是否存在泄露或堵塞现象	是	喷油器的更换
		否	下一步
8	检查燃油情况，观察故障现象是否由于刚好加油后引起的	是	更换燃油
		否	下一步
9	检查发动机各个气缸的压力情况，观察发动机气缸是否存在压力不足的情况	是	排除发动机机械故障
		否	下一步
10	检查发动机的点火顺序及点火正时是否符合规范	是	下一步
		否	检修点火正时
11	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

六、启动正常，但任何时候都怠速不稳

1．一般故障部位：①燃油含水；②喷油器；③火花塞；④节气门体及怠速旁通气道；⑤进气道；⑥怠速调节器；⑦点火正时；⑧火花塞；⑨发动机机械部分。

2．诊断流程如表1–8所示：

表1–8 启动正常，但任何时候都怠速不稳诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	检查空气滤清器是否堵塞，进气道是否存在漏气	是	检修进气系统
		否	下一步
2	检查怠速调节器是否发卡	是	下一步
		否	清洗或更换
3	检查各个气缸的火花塞，观察其型号及间隙是否符合规范	是	下一步
		否	调整或更换
4	检查节气门体及怠速旁通气道是否存在积碳现象	是	清洗
		否	下一步
5	拆卸喷油器，用喷油器专用清洗分析仪检查喷油器是否存在泄露、堵塞或流量超差现象	是	喷油器的更换
		否	下一步
6	检查燃油情况，观察故障现象是否由于刚好加油后引起的	是	更换燃油
		否	下一步
7	检查发动机各个气缸的压力情况，观察发动机气缸压力是否存在差异较大的情况	是	排除发动机机械故障
		否	下一步
8	检查发动机的点火顺序及点火正时是否符合规范	是	更换燃油
		否	检修点火正时
9	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

续表

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
9	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

七、启动正常，暖机过程中怠速不稳

电控系统常见故障的诊断2

1. 一般故障部位：①燃油含水；②冷却液温度传感器；③火花塞；④节气门体及怠速旁通气道；⑤进气道；⑥怠速调节器；⑦发动机机械部分。

2. 诊断流程如表1–9所示：

表1–9 启动正常，暖机过程中怠速不稳诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	检查空气滤清器是否堵塞，进气道是否存在漏气	是	检修进气系统
		否	下一步
2	检查各个气缸的火花塞，观察其型号及间隙是否符合规范	是	下一步
		否	调整或更换
3	卸下怠速调节器，检查节气门体、怠速调节器及怠速旁通气道是否存在积碳现象	是	清洗相关零部件
		否	下一步
4	拔下冷却液温度传感器接头，启动发动机，观察此时发动机是否在暖机过程怠速不稳	是	检修线路或更换传感器
		否	下一步
5	拆卸喷油器，用喷油器专用清洗分析仪检查喷油器是否存在泄露、堵塞或流量超差现象	是	喷油器的更换
		否	下一步
6	检查燃油情况，观察故障现象是否由于刚好加油后引起的	是	更换燃油
		否	下一步
7	检查发动机各个气缸的压力情况，观察发动机气缸压力是否存在差异较大的情况	是	排除发动机机械故障
		否	下一步
8	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

八、启动正常，暖机结束后怠速不稳

1. 一般故障部位：①燃油含水；②冷却液温度传感器；③火花塞；④节气门体及怠速旁通气道；⑤进气道；⑥怠速调节器；⑦发动机机械部分。

2. 诊断流程如表1–10所示：

表1–10 启动正常，暖机结束后怠速不稳诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	检查空气滤清器是否堵塞，进气道是否存在漏气	是	检修进气系统
		否	下一步
2	检查各个气缸的火花塞，观察其型号及间隙是否符合规范	是	下一步
		否	调整或更换

续表

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
3	卸下怠速调节器，检查节气门体、怠速调节器及怠速旁通气道是否存在积碳现象	是	清洗相关零部件
		否	下一步
4	拔下冷却液温度传感器接头，启动发动机，观察此时发动机是否在暖机过程怠速不稳	是	检修线路或更换传感器
		否	下一步
5	拆卸喷油器，用喷油器专用清洗分析仪检查喷油器是否存在泄露、堵塞或流量超差现象	是	喷油器的更换
		否	下一步
6	检查燃油情况，观察故障现象是否由于刚好加油后引起的	是	更换燃油
		否	下一步
7	检查发动机各个气缸的压力情况，观察发动机气缸压力是否存在差异较大的情况	是	排除发动机机械故障
		否	下一步
8	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

九、启动正常，部分负荷（如开空调）时怠速不稳或熄火

1．一般故障部位：①空调系统；②怠速调节器；③喷油器。

2．诊断流程如表1–11所示：

表1–11 启动正常，部分负荷时怠速不稳或熄火诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	卸下怠速调节器，检查节气门体、怠速调节器及怠速旁通气道是否存在积碳现象	是	清洗相关零部件
		否	下一步
2	观察开启空调时发动机输出功率是否增大，即利用电喷系统诊断仪观察点火提前角、喷油脉宽及进气量的变化情况	是	到步骤4
		否	下一步
3	接上电喷系统转接器，断开电子控制单元75#针脚连接线，检查开空调时线束端是否为高电平信号	是	下一步
		否	检修空调系统
4	检查空调系统压力、压缩机的电磁离合器和空调压缩泵是否正常	是	下一步
		否	检修空调系统
5	拆卸喷油器，用喷油器专用清洗分析仪检查喷油器是否存在泄露、堵塞或流量超差现象	是	喷油器的更换
		否	下一步
6	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

十、启动正常，部分负荷时怠速不稳

1．一般故障部位：①节气门体及怠速旁通气道；②真空管；③怠速调节器；④冷却液温度传感器；⑤点火正时。

2．诊断流程如表1–12所示：

表1-12 启动正常，部分负荷时怠速不稳

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	检查油门拉索是否卡死或过紧	是	调整
		否	下一步
2	检查进气系统及连接的真空管道是否存在漏气	是	检修进气系统
		否	下一步
3	卸下怠速调节器，检查节气门体、怠速调节器及怠速旁通气道是否存在积碳现象	是	清洗相关零部件
		否	下一步
4	拔下冷却液温度传感器接头，启动发动机，观察此时发动机是否怠速过高	是	检修线路或更换传感器
		否	下一步
5	检查发动机的点火正时是否符合规范	是	下一步
		否	检修点火正时
6	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

十一、加速时转速上不去或熄火

电控系统常见故障的诊断3

1. 一般故障部位：①燃油含水；②进气压力传感器及节气门位置传感器；③火花塞；④节气门体及怠速旁通气道；⑤进气道；⑥怠速调节器；⑦喷油器；⑧点火正时；⑨排气管。

2. 诊断流程如表1-13所示：

表1-13 加速时转速上不去或熄火诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	检查空气滤清器是否堵塞	是	检修进气系统
		否	下一步
2	接上燃油压力表（接入点为燃油分配管总成进油管前端），启动发动机，检查燃油压力在怠速工况下是否在260kPa左右；拔掉燃油压力调节器上的真空管，其燃油压力是否在300kPa左右	是	下一步
		否	检修供油系统
3	检查各个气缸的火花塞，观察其型号及间隙是否符合规范	是	下一步
		否	调整或更换
4	卸下怠速调节器，检查节气门体、怠速调节器及怠速旁通气道是否存在积碳现象	是	清洗相关零部件
		否	下一步
5	检查进气压力传感器、节气门位置传感器及其线路是否正常	是	下一步
		否	检修线路或更换传感器
6	拆卸喷油器，用喷油器专用清洗分析仪检查喷油器是否存在泄露或堵塞现象	是	喷油器的更换
		否	下一步
7	检查燃油情况，观察故障现象是否由于刚好加油后引起的	是	更换燃油
		否	下一步
8	检查发动机的点火顺序及点火正时是否符合规范	是	下一步
		否	检修点火正时

续表

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
9	检查排气管是否排气顺畅	是	下一步
		否	修复或更换排气管
10	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

十二、加速时反应慢

1．一般故障部位：①燃油含水；②进气压力传感器及节气门位置传感器；③火花塞；④节气门体及怠速旁通气道；⑤进气道；⑥怠速调节器；⑦喷油器；⑧点火正时；⑨排气管。

2．诊断流程如表1–14所示：

表1–14 加速时反应慢诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	检查空气滤清器是否堵塞	是	检修进气系统
		否	下一步
2	接上燃油压力表（接入点为燃油分配管总成进油管前端），启动发动机，检查燃油压力在怠速工况下是否在260kPa左右；拔掉燃油压力调节器上的真空管，其燃油压力是否在300kPa左右	是	下一步
		否	检修供油系统
3	检查各个气缸的火花塞，观察其型号及间隙是否符合规范。	是	下一步
		否	调整或更换
4	卸下怠速调节器，检查节气门体、怠速调节器及怠速旁通气道是否存在积碳现象	是	清洗相关零部件
		否	下一步
5	检查进气压力传感器、节气门位置传感器及其线路是否正常	是	下一步
		否	检修线路或更换传感器
6	拆卸喷油器，用喷油器专用清洗分析仪检查喷油器是否存在泄露或堵塞现象	是	喷油器的更换
		否	下一步
7	检查燃油情况，观察故障现象是否由于刚好加油后引起的	是	更换燃油
		否	下一步
8	检查发动机的点火顺序及点火正时是否符合规范	是	下一步
		否	检修点火正时
9	检查排气管是否排气顺畅	是	下一步
		否	修复或更换排气管
10	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

十三、加速时无力，性能差

1. 一般故障部位：①燃油含水；②进气压力传感器及节气门位置传感器；③火花塞；④点火线圈；⑤节气门体及怠速旁通气道；⑥进气道；⑦怠速调节器；⑧喷油器；⑨点火正时；⑩排气管。

2. 诊断流程如表1–15所示：

表1–15 加速时无力，性能差诊断流程

序号	操作步骤	检测结果	后续步骤
1	检查是否存在离合器打滑、轮胎气压低、制动拖滞、轮胎尺寸不对、四轮定位不正确等故障	是	修理
		否	下一步
2	检查空气滤清器是否堵塞	是	检修进气系统
		否	下一步
3	接上燃油压力表（接入点为燃油分配管总成进油管前端），启动发动机，检查燃油压力在怠速工况下是否在260kPa左右；拔掉燃油压力调节器上的真空管，其燃油压力是否在300kPa左右	是	下一步
		否	检修供油系统
4	拔出其中一缸的分缸线，接上火花塞，令火花塞电极距发动机机体5mm左右，启动发动机，检查高压火强度是否正常	是	下一步
		否	检修点火系统
5	检查各个气缸的火花塞，观察其型号及间隙是否符合规范	是	下一步
		否	调整或更换
6	卸下怠速调节器，检查节气门体、怠速调节器及怠速旁通气道是否存在积碳现象	是	清洗相关零部件
		否	下一步
7	检查进气压力传感器、节气门位置传感器及其线路是否正常	是	下一步
		否	检修线路或更换传感器
8	拆卸喷油器，用喷油器专用清洗分析仪检查喷油器是否存在泄露或堵塞现象	是	喷油器的更换
		否	下一步
9	检查燃油情况，观察故障现象是否由于刚好加油后引起的	是	更换燃油
		否	下一步
10	检查发动机的点火顺序及点火正时是否符合规范	是	下一步
		否	检修点火正时
11	检查排气管是否排气顺畅	是	下一步
		否	修复或更换排气管
12	接上电喷系统转接器，打开点火开关，检查发动机ECU针脚电源供给是否正常；检查发动机ECU针脚搭铁是否正常	是	诊断帮助
		否	检修相应的线路

技能强国

新时代带来新挑战

习近平总书记在党的二十大报告时指出，“在新中国成立特别是改革开放以来长期探索和实践基础上，经过党的十八大以来在理论和实践上的创新突破，我们党成功推进和拓展了中国式现代化”。“中国式现代化是人口规模巨大的现代化。我国十四亿多人口整体迈进现代化社会，规模超过现有发达国家人口的总和，艰巨性和复杂性前所未有。”习近平总书记在参加党的二十大广西代表团讨论时指出，“我们的现代化既是最难的，也是最伟大的。从这个角度看，紧紧依靠工人阶级是必不可少的，工人阶级代表先进生产力”。2022年8月，习近平主席向世界职业技术教育发展大会致贺信中指出，职业教育与经济社会发展紧密相连，对促进就业创业、助力经济社会发展、增进人民福祉具有重要意义。

作为先进技术的集大成者，汽车工业堪称高端制造的代名词，同时汽车行业也是产业工人密集的领域。步入新世纪以来，汽车作为现代文明的重要标志性工业产品之一，各种新技术飞速进步，汽车产品正日益向着电子化、智能化、网络化发展。未来的汽车将与互联网、人工智能等技术深度融合。

新时代带来了新挑战。“工欲善其事必先利其器。”在传承大国工匠精神中找到学习目标，在观察思考中形成科学的学习方法，在知其然更要知其所以然的探索中培养求知精神，就是学好知识技能的“利器”。作为新时代的汽车人，个人职业精进之路，正是实现自我价值、技能强国、科技赋能之路。

☞ **思考：**习近平总书记在中国共产党第二十次全国代表大会上做了“高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗”的报告，报告中指出“实施科教兴国战略，强化现代化建设人才支撑”，要加快建设国家战略人才力量，努力培养造就更多的大国工匠、高技能人才。请阅读相关报告及汽车行业发展的有关内容，对未来进行展望，讨论下新时代的机遇和挑战。

课题小结

1. 汽车万用表在发动机电控系统的自诊断和零件检测中具有重要的作用。
2. 发动机电子控制单元不断地监测着传感器、执行器、相关的电路、故障指示灯乃至电子控制单元本身，一旦发现某个环节出现故障，或者某个信号值不可信，电子控制单元立即设置故障信息记录。故障信息记录以故障码的形式储存，并按故障出现的先后顺序显示。
3. 发动机电控系统的故障码可以通过人工方法读出，也可使用诊断仪读取。
4. 发动机的常见故障有无法启动、启动困难、怠速不稳等。

思考与练习

1. 汽车万用表在发动机故障检测与诊断中有何作用？
2. 使用歧管压力表进行故障诊断时空调的运行条件是怎样的？
3. 怎样使用人工方法读取发动机电控系统故障代码？
4. 发动机电控系统的常见故障有哪些？