



# 广州城建职业学院

## 实训指导书



学习领域：《汽车发动机电控结构与检修》课内实训

适用专业：汽车检测与维修技术专业

编 制：刘桂光

审 核：车志

# 目 录

目 录.....	1
实训学时安排.....	2
项目 1 汽车发动机电控系统结构认知(别克 3000、大赛卡罗拉 14 款为例).....	3
项目 2 电控发动机起动系统控制电路检修(别克 3000 发动机为例).....	5
项目 3 汽油机电控燃油喷射系统的检修.....	10
项目 4 汽油机点火系统的检修.....	12
项目 5 汽油机辅助控制系统性能检测.....	<b>错误! 未定义书签。</b>
项目 6 柴油机电控系统检修(长城 2.8 为例).....	15
项目 7 汽油机电控系统的常见故障诊断与排除.....	16
项目 8 省技能大赛电控发动机检修项目培训与考核.....	20

## 实训学时安排

序号	项 目	讲授	实操	讨论	检 查 考 核	小计
1	汽车发动机电控系统结构认知 (别克 3000、大赛卡罗拉 14 款 为例)	0.5	2.5	0.5	0.5	4
2	电控发动机起动系统控制电路 检修(别克 3000 发动机为例)	0.5	2.5	0.5	0.5	4
3	汽油机电控燃油喷射系统的检 修	0.5	2.5	0.5	0.5	4
4	汽油机点火系统的检修	0.5	2.5	0.5	0.5	4
5	汽油机辅助控制系统性能检测	0.5	2.5	0.5	0.5	4
6	柴油机电控系统检修(长城 2.8 为例)	0.5	2.5	0.5	0.5	4
7	汽油机电控系统的常见故障诊 断与排除	0.5	2.5	0.5	0.5	4
8	省技能大赛电控发动机检修项 目培训与考核	1	8	1	2	12
总计						40

## 项目 1 汽车发动机电控系统结构认知(别克 3000、大赛卡罗拉 14 款为例)

### 一、实训目标

#### 能力目标:

- 1.能描述汽油发动机电控系统的组成及作用;
- 2.能熟读汽油发动机电控系统结构示意图;
- 3.能对照实物指出汽油发动机电控系统各种传感器、ECU 及各执行器安装位置。

#### 知识目标:

- 1.熟悉汽油发动机电控系统的组成及作用;
- 2.熟悉汽油发动机电控系统结构示意图;
- 3.掌握汽油发动机电控系统各种传感器、ECU 及各执行器安装位置;

### 二、实训资源

大众别克 3.0L 发动机、丰田发动机、检测工具、拆装工具等。

### 三、实训注意事项

1. 未经允许不得擅自起动发动机，不得擅自拨插线路接头;
2. 起动发动机应首先确定油、水、电正常，汽油泵必须在有油情况下才允许运行，确认无安全隐患才能按正确方法起动;
3. 检测 ECU 相关线路不能采用指针式万用表，以免损坏 ECU;
4. 解码器使用应轻拿轻放，注意保护，防止掉地及连接线碰上发动机运动件;
5. 在教师的指导下进行操作，未经教师允许不得动用汽车实训场其它设备。

### 四、实训步骤

#### 1. 别克 3.0 发动机认识

发动机实训台采用大众汽车公司别克 3.0 轿车上六缸 V 列水冷电喷发动机，排量 3.0L。该发动机采用多点顺序电控燃油喷射系统及无分电器电控点火系统，利用热膜式空气流量计检测发动机的进气量，直接反映发动机负荷，发动机的曲轴上装有 2 个信号触发轮用于产生发动机曲轴转角信号，ECU 根据进气流量信号和曲轴转角信号和凸轮位置传感器可以准确地控制空燃比和点火时间。发动机气缸上装有 2 个爆震传感器，使 ECU 能更有效地识别各个气缸的爆震燃烧，迅速调整点火时间。

#### 2. 认识电控发动机电控系统传感器

序号	传感器名称	安装位置	主要作用	考核分数
1	冷却液传感器			
2、	空气流量计			

3	进气温度传感器			
4	节气门位置传感器			
5	凸轮位置传感器			
6	曲轴位置传感器			
7	氧传感器			
8	爆震传感器			

### 3. 大赛卡罗拉 14 款发动机认识

1.6L 的 1ZR-FE 配置的发动机, 在 1.6L 主流发动机中是保养费用最低的世界名牌经典发动机。这款发动机机械结构基本是: 水冷式 4 冲程 4 缸 16 气门电喷式汽油机, 闭环多点电控燃油喷射, 采用电控点火系统。1ZR-FE 发动机利用进气空气流量传感器检测发动机的进气流量和进气温度传感器, 间接反映发动机负荷, 发动机气缸上装有曲轴位置传感器, 进气和排气凸轮位置传感器, ECU 根据进气量、凸轮位置、曲轴转角等信号, 可以准确地控制空燃比和点火时间, 传感器压电式爆震传感器, 使 ECU 能更有效地识别各个气缸的爆震燃烧, 迅速调整点火时间。

### 五、项目评分标准及考核成绩

序号	考核内容	配分	考核成绩
1	别克 3.0 发动机电控系统组成认识	50	
2	丰田卡罗拉 14 款发动机电控系统组成认识	50	
总分		100	

## 项目 2 电控发动机起动系统控制电路检修(别克 3000 发动机为例)

### 一、实训内容及目的

#### 能力(技能)目标:

1. 熟读起动机控制电路图
2. 找到别克 3.0 发动机台架上继电器、保险盒
3. 分析起动机与发动机控制元件及电路接线点
4. 检修控制元件及起动机电路正常
5. 正常操作起动发动机。

#### 知识目标:

1. 熟悉起动机控制电路分析方法
2. 熟悉别克 3.0 发动机台架上继电器、保险盒元件接线分析
3. 掌握检修控制元件及起动机电路方法
4. 掌握操作起动发动机方法。

### 二、实训器材和用具

- 1、起动性能良好的丰田系列发动机试验台架若干台。
- 2、常用工具若干套，万用表若干个，导线、试灯若干。

### 三、实训注意事项

1. 检测起动供电线路时，防止线路短路或搭铁。
2. 试验起动系统时，点火开关应及时回位，且试验时间不宜过长。
3. 起动系统由电磁啮合式起动机、蓄电池、点火开关、空档起动开关、起动继电器及导线等组成。接线情况如图 2-1 所示。

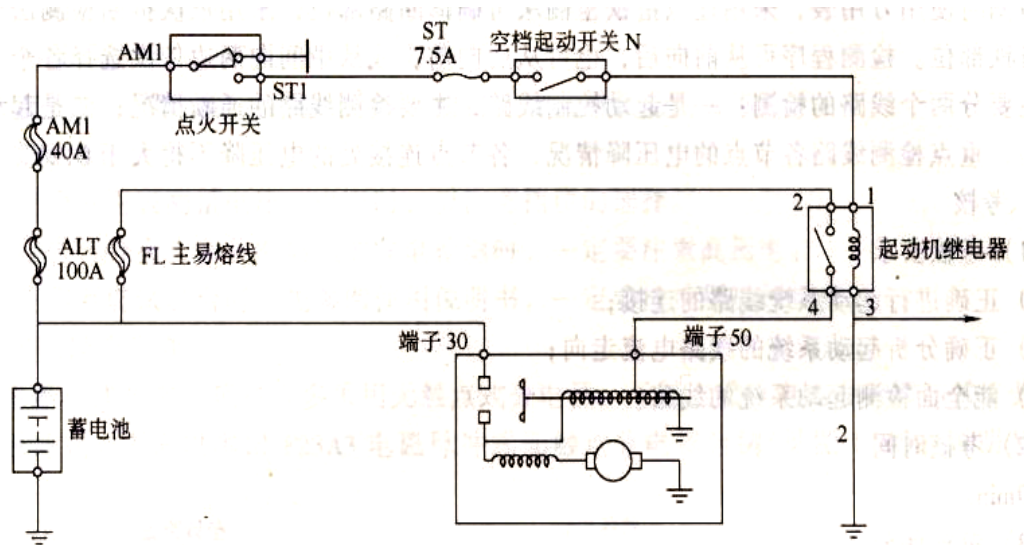


图 2-1 起动系统线路连接

4、系统线路的连接应符合原车技术要求。

5、电池、起动机电缆、搭铁线、机体、起动机及接触盘各节点连接处的电压降不大于 0.2v。

#### 四、实训操作步骤

1、起动系线路连接(以带继电器的起动回路为例说明)

1) 控制回路

①起动继电器线圈回路。蓄电池“+”→点火开关 sT→空档起动开关 N→起动继电器线圈 1 号、3 号接脚→搭铁→蓄电池“—”。

②起动继电器触点回路。蓄电池“+”→起动继电器动触点 2 号和 4 号接脚→端子 50(由此分两路)，一路到保持线圈→搭铁；另一路到吸拉线圈→起动绕组→通过电动机搭铁→蓄电池“—”。

2) 主回路。蓄电池“+”→起动机电源主接柱(通过端子 30)→电磁开关触盘→起动绕组(转子绕组和定子绕组)→搭铁→蓄电池“—”。

2、起动系线路分析

1) 控制回路的分析

①打开点火开关进行起动时，电源由蓄电池提供，经点火开关的起动档(ST)起动开关 N(为了安全起动，必须将档位置于 N 位置才能发车)，将电源送入起动继电器线圈；起动继电器触点在线圈磁场的作用下闭合。

②电源经起动继电器触点和端子 50 进入电磁开关的保持线圈和吸拉线圈。此时电磁开关在两组线圈的作用下，使触盘将起动机两主接线柱接通，同时驱动齿被推出与发动飞轮相啮合(注意：在两主接线柱接通之前，由于吸拉线圈是通过起动绕组搭铁的，所以会使起动机缓慢旋转，以便使驱动齿与飞轮很好地啮合)。

2) 主回路的分析。由于起动机两主接线柱被触盘接通，起动大电流通过蓄电池以及端子 30 送入起动绕组(转子绕组和定子绕组)；起动机迅速转动并带动发动机着车。

3) 起动机的回位。发动机起动后迅速放开点火开关。在回位弹簧的作用下点火开关将起动继电器线圈的电源切断，同时端子 50 由于起动继电器触点的断开，而停止向保持线圈和吸拉线圈供电；但由于两主接线柱还处于接通的状态，使保持线圈和吸拉线圈的电流流向相反，相互抵消磁场；此时触盘在回位弹簧的作用下将两主接线柱分离，起动机停止工作。

3、起动系线路的检测

检测时使用万用表，采用逐点搭铁检测法可确诊断路部位，采用依次拆断检测法可确诊短路搭铁部位。检测程序可从前向后，也可从后向前，或从中间向两边依次选择各个节点进

行，主要分两个线路的检测：一是起动控制线路，主要检测线路的通断情况；二是起动机供电线路，重点检测线路各节点的电压降情况，各节点连接处的电压降不得大于0.2V。

## 五、考核

### 1. 考核要求

- 1) 正确进行起动系统线路的连接；
- 2) 正确分析起动系统的线路电流走向；
- 3) 能全面检测起动系统的线路。

2、考核时间： 30 分钟

### 3、考核评分

序号	考核内容	分标准	评配分	得分
1	起动系线路的连接	连接方法不正确扣 30 分	30	
2	口述控制线路电流走向	口述错误一次扣 10 分	20	
3	起动控制线路检测	检测错误扣 20 分	20	
4	起动供电线路检测	检测错误扣 20 分	20	
5	安全文明生产	违规操作记 0 分	10	
6	分数总计	100		

## 项目 3 汽油机电控燃油喷射系统的检修

### 一、实训目标

#### 能力目标：

1. 能熟练检测燃油压力并释放燃油压力；
2. 能熟练检测燃油泵、喷油器及其控制电路；
3. 能正确判断燃油泵、喷油器、燃油压力调节器对发动机性能的影响，能检修燃油系统的故障。

#### 知识目标：

1. 掌握电控燃油喷射系统的组成及工作原理；
2. 掌握燃油供给系统的控制电路；

### 二、实训资源

大众发动机和丰田发动机、万用表、二极管试灯或示波器、喷油器检测仪、拆装工具

### 三、实训注意事项

1. 未经允许不得擅自起动发动机，不得擅自拨插线路接头，发动机运行过程中一般不允许拨插喷油器接头；
2. 起动发动机应首先确定油、水、电正常，汽油泵必须在有油情况下才允许运行，确认无安全隐患才能按正确方法起动；
3. 检测 ECU 相关线路不能采用指针式万用表，以免损坏 ECU；
4. 在教师的指导下进行操作，未经教师允许不得动用汽车实训场其它设备。

### 四、实训步骤

#### 1、燃油压力释放与检测

##### 1) 燃油压力释放：

怠速运转时拔下油泵继电器或电动燃油泵电源接线，使发动机自行熄火，再使发动机起动 2-3 次。

##### 2) 燃油压力检测

###### A、预置油压，静态油压力检测

###### B 怠速油压检测

###### C 调节油压检测

###### D 加速油压检测

###### E 最高油压检测

F 残压检测：多点式喷射系统燃油喷油压力一般为为 0.25~0.35MPa，停机 10min 后残余压

力一般不低于 0.20 MPa，奥迪 1.8 发动机怠速真空管油压为 0.4 MPa 左右

## 2. 燃油泵及其控制电路的检测

燃油泵电阻为 2~4 Ω 左右，燃油泵继电器工作应正常，大众发动机打开点火开关燃油泵应能工作 3 秒左右预置油压（可以检测到电压变化）

## 3. 喷油器的检测

1) 喷油器驱动电路的检测：可用二极管试灯检测控制端或用示波器检测波形

2) 喷油器电阻检查：高阻 13~16 Ω 左右 低阻 2~3 Ω 左右

4、喷油器检测仪的使用：重点检查喷油质量

## 五、项目评分标准及考核成绩

序号	检测项目	配分	考核成绩
1	燃油压力的释放与检测	30	
2	燃油泵及其控制电路的检测	30	
3	喷油器的检测	10	
4	喷油器检测仪的使用	30	
总分		100	

## 项目 4 电控点火系统检修

### 一、实训目标

#### 能力目标：

1. 能对汽油机点火系统的组成与作用分析；
2. 能够对曲轴/凸轮轴传感器、点火线圈进行检测与故障诊断；
3. 能够根据发动机工作情况调整最佳点火时刻分析检修。

#### 知识目标：

1. 熟悉汽油机点火系统的组成与作用；
2. 掌握曲轴/凸轮轴传感器、点火线圈的检测与故障诊断方法；
3. 掌握点火时刻的调整方法与技巧。

### 二、实训资源

大众发动机、丰田发动机、二极管试灯、万用表、示波器、点火正时枪

### 三、实训注意事项

1. 未经允许不得擅自起动发动机，不得擅自拨插线路接头；
2. 起动发动机应首先确定油、水、电正常，汽油泵必须在有油情况下才允许运行，确认无安全隐患才能按正确方法起动；
3. 检测 ECU 相关线路不能采用指针式万用表，以免损坏 ECU；
4. 示波器使用应严格按原厂规定操作，连接时不要插错线，应使用专用接头，防止损坏发动机线路。应轻拿轻放，注意保护，防止掉地及连接线碰上发动机运动件；
5. 在教师的指导下进行操作，未经教师允许不得动用汽车实训场其它设备。

### 四、实训步骤

#### 1. （大众）发动机点火系元件检测

##### 1) 点火器、点火线圈检查

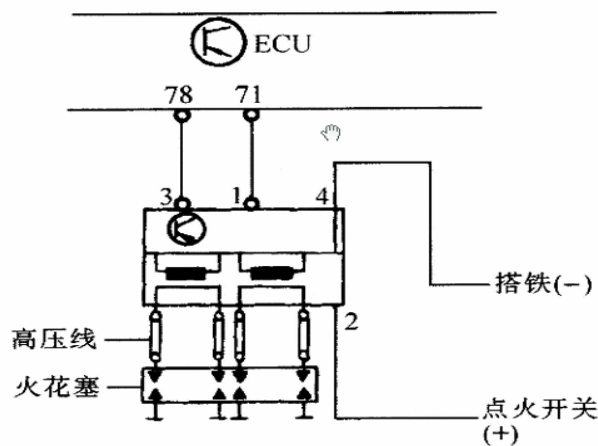


图 4-1 发动机点火系电路接线

- A、点火器接地检查：端子 4 和接地点的线路应良好，可用试灯或万用表检查。
- B、点火器的供电电压检查：2 端子电压 12V 左右或试灯测试应亮
- C、点火器工作检查：发动机工作时，试灯分别检查 1 端子、3 端子应闪亮
- D、点火线圈检查：次级线圈电阻 4~6k $\Omega$

2) 爆震传感器检查

A、爆燃传感器电阻的检测

电阻应为 $\infty$ （不导通）；若为 0 $\Omega$ （导通）则须更换爆燃传感器。

B、爆燃传感器输出信号的检查

拨开爆燃传感器的连接插头，在发动机怠速时用万用表电压档检查爆燃传感器的接线端子与搭铁间的电压，应有脉冲电压输出。如没有，应更换爆燃传感器。

2、丰田发动机检测

1) 示波器检测 A、点火信号检测 B、点火波形检测

2) 点火正时检测

五、项目评分标准及考核成绩

序号	检测项目	配分	考核成绩
1	点火系元件检测	50	
2	示波器检测	30	
3	点火正时检测	20	
总分		100	

## 项目5 汽油机辅助控制系统性能检测

### 一、实训目标

#### 能力目标：

1. 能对汽油机排放污染与控制措施分析；
2. 能够对爆震传感器、点火线圈进行数据分析；
3. 能够对爆震传感器进行检测与故障诊断；
4. 能够根据发动机工作情况调整最佳点火时刻, 检修发动机燃油蒸发排放控制系统, 检测废气再循环控制系统。

#### 知识目标：

1. 熟悉汽油机排放污染与控制措施分析；
2. 熟悉爆震传感器、点火线圈进行数据分析；
3. 掌握爆震传感器检测与故障诊断；
4. 掌握检修发动机燃油蒸发排放控制系统, 检测废气再循环控制系统。

### 二、实训资源

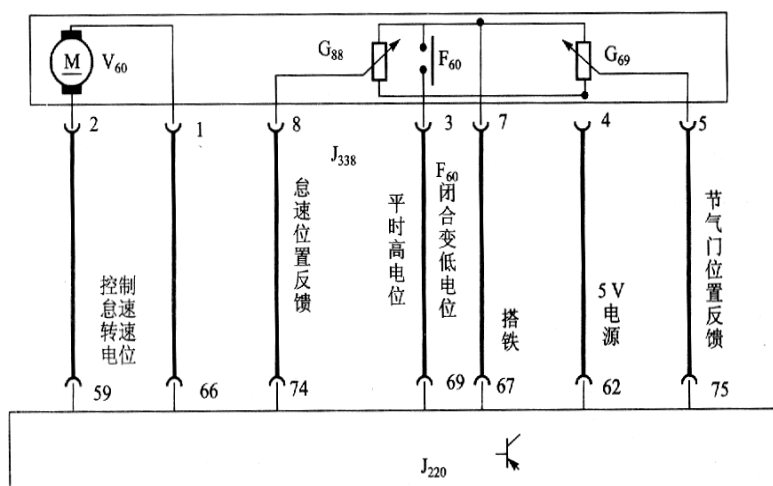
大众发动机、丰田发动机、解码器、示波器或二极管试灯、万用表

### 三、实训注意事项

1. 未经允许不得擅自启动发动机，不得擅自拨插线路接头。
2. 启动发动机应首先确定油、水、电正常，汽油泵必须在有油情况下才允许运行，确认无安全隐患才能按正确方法启动
3. 检测 ECU 相关线路不能采用指针式万用表，以免损坏 ECU
4. 示波器使用应严格按原厂规定操作，连接时应使用专用接头，防止损坏发动机线路。应轻拿轻放，注意保护，防止掉地及连接线碰上发动机运动件。
5. 在教师的指导下进行操作，未经教师允许不得动用汽车实训场其它设备

### 四、实训步骤

1. 半电子节气门检测（大众发动机）



1) 怠速开关 F60 的检测：插头拨下，点火开关接通时 3 与 7 端电源电压应不少于 9V。节气门关闭，接触电阻应小于  $1.5\ \Omega$ ；打开时为无穷大。

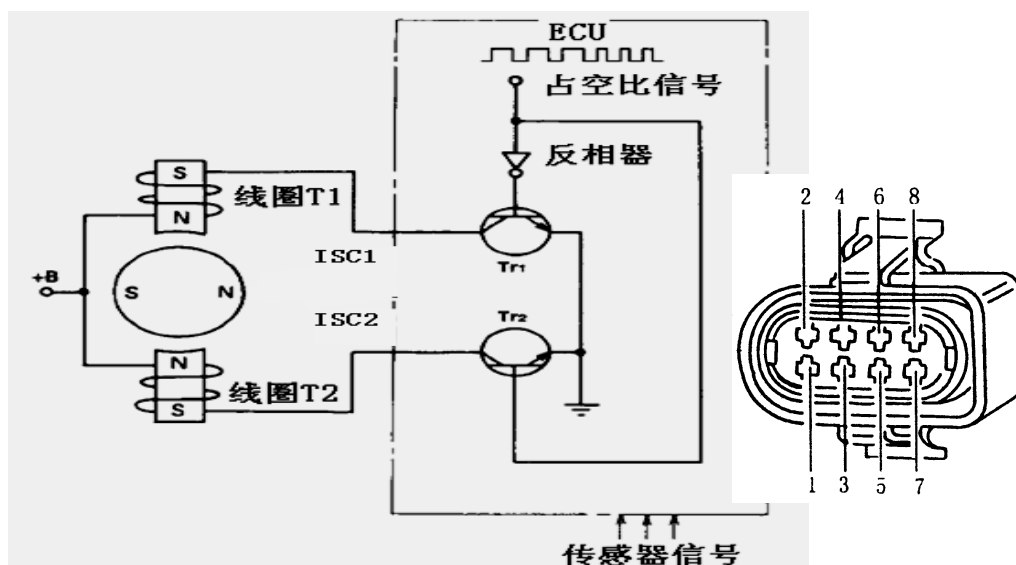
2) 怠速节气门电位计 G68 和节气门电位计 G69 的检修, 关闭节气门，端子 4 和 8、端子 4 和 5 之间电阻会相应变化。打开点火开关，测量节气门控制组件插头端子 4 和 7 间电压应约为 5V

3) 怠速控制电机 V60 检测：测电阻、电压

4) 基本设定：下列情况会使节气门控制组件基本设定产生问题：

- ①节气门转动不灵活，如因油泥沉积；②节气门拉索调整不当；③蓄电池电压过低；
- ④节气门控制组件线束或插接器不良。

## 2. 旋转滑阀式怠速控制阀检测（丰田发动机）



1) 怠速控制阀的拆装

2) 电阻检测: B 两侧端子 ISC1 和 ISC2 的电阻应为  $18.8 \Omega \sim 22.8 \Omega$ 。

3) 电压及控制信号检测:

供电电压为蓄电池电压, 控制信号可用示波器或试灯检测

4) 动态测试: 可另外连接一个旋转滑阀式怠速控制阀观察工作情况

#### 五、项目评分标准及考核成绩

序号	检测项目	配分	考核成绩
1	半电子节气门检测	50	
2	旋转滑阀式怠速控制阀检测	50	
总分		100	

## 项目6 柴油机电控系统检修(长城 2.8 为例)

### 一、实训目标

#### 能力目标

1. 能针对电控柴油高压共轨控制系统结构原理描述;
2. 能指出电控柴油高压共轨控制系统主要部件安装位置;
3. 学会对电控柴油高压共轨控制系统主要部件检测。

#### 知识目标

1. 熟悉电控柴油高压共轨控制系统结构原理;
2. 掌握电控柴油高压共轨控制系统主要部件安装位置;
3. 掌握电控柴油高压共轨控制系统主要部件检测基本方法。

### 二、实训资源(设备、材料、工量具等)

1. 柴油机电控高压共轨系统试验台及解码器 KT600;
2. 柴油机电控高压共轨系统参考资料。

### 三、实训注意事项

1. 遵守实训室规章制度,
2. 未经许可,不得移动和拆卸仪器与设备。
3. 注意人身安全和教具完好。
4. 严禁未经许可,擅自扳动教具、设备的电器开关、点火开关和起动开关。

### 四、实训步骤

#### 1. 讲解:

- (1) 教师讲解训练任务的内容与要求;
- (2) 教师引导学员学习共轨式柴油喷射系统的结构与控制原理,认识共轨式柴油喷射系统的主要部件及检测方法。

#### 2. 学生操作:按照目标要求操作,老师过程检查和考核

### 五、项目评分标准

项次	项目与技术要求	配分	得分
1	识读电控柴油机管理系统原理图	25	
2	柴油机电控高压共轨系统的主要元部件名称	25	
3	主要元部件的安装位置	25	
4	使用解码器 KT600 检测发动机故障	25	
总分		100	

## 项目7 汽车发动机电控系统常见故障检修

### 一、实训目标

#### 能力目标：

1. 能熟读汽车电控故障自诊断系统组成原理图；
2. 会分析汽车电控故障自诊断系统数据流；
3. 能根据自诊断故障提示进行分析判断和排除

#### 知识目标：

1. 熟悉典型丰田汽车电控故障自诊断系统组成及故障码分析方法
2. 掌握汽车电控故障自诊断系统数据流分析，对自诊断故障判断和故障排除方法

### 二、实训资源

大众发动机、解码器 VAG1552、解码器 X431、示波器、万用表、二极管试灯、拆装工具、大众发动机维修手册

### 三、实训注意事项

1. 未经允许不得擅自起动发动机，不得擅自拨插线路接头。
2. 起动发动机应首先确定油、水、电正常，汽油泵必须在有油情况下才允许运行，确认无安全隐患才能按正确方法起动
3. 检测 ECU 相关线路不能采用指针式万用表，以免损坏 ECU
4. 解码器、示波器属贵重物品使用应严格按原厂规定操作，轻拿轻放，注意保护。
5. 在教师的指导下进行操作，未经教师允许不得动用汽车实训场其它设备

### 四、实训步骤

1. VAG1552 查询故障代码和清除故障代码(大众解码器 VAG1552、奥迪 1.8T 发动机) 大众解码器 VAG1552

(1)连接 V. A. G1552 故障阅读仪，按 Q 键启动，打开点火开关，发动机怠速运转，输入“发动机电子系统”的地址码 01。

(2)当发动机不起动时；接通点火开关，查询故障代码。屏幕显示：



Test of vehicle systems	HELP
Select function XX	

车辆系统测试	帮助
选择功能 XX	

(3) 输入 02 “查询故障代码”，按 Q 键确认。在显示屏上首先显示出故障的数量或者 “No fault recognized” (没有故障)。屏幕显示：

X Faults recognized!	→
X 个故障出现!	→

(4) 如果没有故障，按 → 键。如果有 1 个或几个故障：按 → 键逐一显示各个故障代码和它的文字说明。按 → 键。屏幕显示：

Test of vehicle systems	HELP
Select function XX	
车辆系统测试	帮助
选择功能 XX	

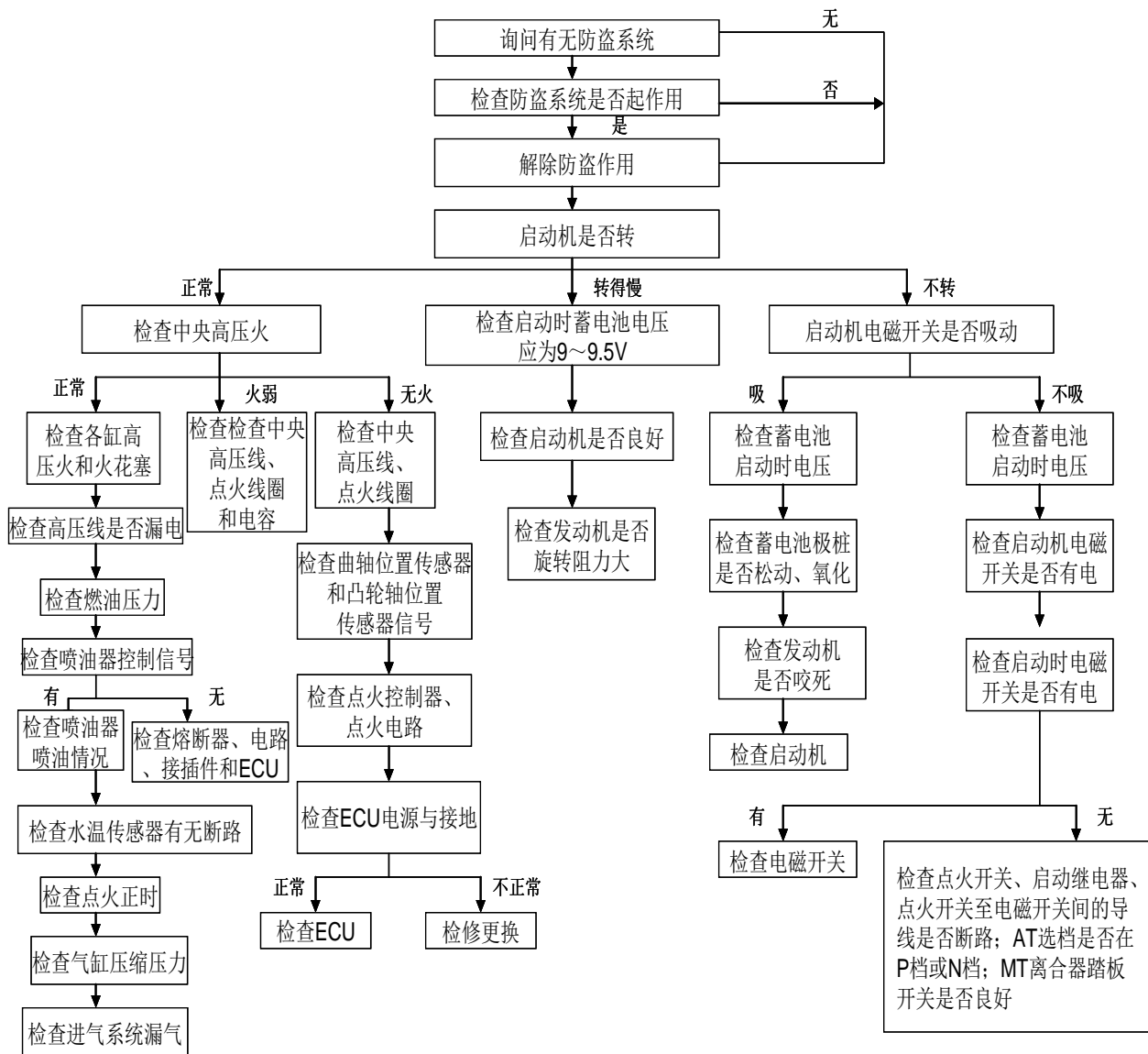
(5) 输入 05 “清除故障代码”，按 Q 键确认。屏幕显示：

Test of vehicle systems	→
Fault memory is erased!	
车辆系统测试	→
故障代码已被清除!	

(6) 按 → 键。屏幕显示：

Test of vehicle systems	HELP
Select function XX	
车辆系统测试	帮助
选择功能 XX	

## 2. 发动机不能起动故障的诊断



## 3. 怠速不稳、易熄火故障诊断

### 原因分析

(1) 进气系统有漏气，(2) 燃油压力太低，(3) 空气滤清器堵塞 (4) 喷油器雾化不良、漏油或堵塞，(5) 怠速调整不当，(6) 怠速控制阀或旁通空气阀工作不良，(7) 火花塞工作不良，(8) 空气流量计有故障，(10) 气缸压缩压力过低不均匀。

### 故障诊断与排除：

(1) 先进行故障自诊断，检查有无故障代码。如果有，按故障代码查找故障部位。

(2) 检查进气系统各进气管路接头、各真空软管、废气再循环系统和燃油蒸气回收系统是否漏气。

(3) 检查怠速控制阀的工作是否正常。拔下怠速控制阀接线插头，如果发动机转速无变化说明怠速控制阀或控制电路有故障，应检修或更换。

(4) 怠速时逐个短路各缸高压线，检查发动机转速的下降值是否相等。如果某缸在短路高压线时，发动机转速基本不变，说明该缸工作不良或不工作，应检查该缸火花塞或喷油器或控制电路是否正常、该缸压力是否过低。

(5) 仔细听各缸喷油器在怠速时的工作声音。如果各缸喷油器工作声音有差异，说明各缸喷油量不相等，应拆检或更换。

(6) 检查各缸的高压火花。如某缸的火花太弱或断火，应检测分火头、分电器盖、高压分线、点火器、发动机转速传感器及其连线、插头等。7、拆检各缸各缸火花塞，检查电极是否烧蚀过甚或积碳，火花塞电极间隙是否正常。

(7) 检查燃油压力。怠速时的燃油压力应为 250kpa 左右。如燃油压力偏低，应检查油压调节器、电动汽油泵、汽油滤清器及电动汽油泵的进油滤网、连接管路等。

(8) 调整发动机怠速。检查空气流量计是否卡滞，检查气缸压缩压力。如压力低于 0.8mpa，应拆检发动机。

#### 五、项目评分标准及考核成绩

序号	检测项目	配分	考核成绩
1	VAG1552 的使用	40	
2	发动机故障诊断	60	
总分		100	

## 项目 8 省技能大赛电控发动机检修项目培训与考核

### 一、实训目标

#### 能力目标：

- 1.熟读省比赛规程；
- 2.熟练阅读比赛车型电路，准确分析判断出故障点；
- 3.诊断与排除发动机起动机不转、发动机不能起动和发动机运行不良的三个项目故障；
- 4.正确编写诊断报告。

#### 知识目标：

- 1.熟读省比赛规程；
- 2.熟练阅读比赛车型电路，准确分析判断出故障点；
- 3.掌握诊断与排除发动机起动机不转、发动机不能起动和发动机运行不良的三个项目故障；
- 4.熟练编写诊断报告书。

### 二、实训器材和用具

- 1.起动性能良好的丰田系列发动机试验台架台或**省技能大赛**丰田车。
- 2.常用工具若干套，解码器 KT600 万用表若干个，导线、试灯若干。

### 三、实训注意事项

- 1.检测起动供电线路时，防止线路短路或搭铁。
- 2.试验起动系统时，点火开关应及时回位，且试验时间不宜过长。

### 四、实训操作步骤

#### 8.1 起动机不转项目

##### 1.起动系线路连接(以带继电器的起动回路为例说明)

- (1) 起动系统由电磁啮合式起动机、蓄电池、点火开关、空档起动开关、起动继电器及导线等组成。
- (2) 系统线路的连接应符合原车技术要求。
- (3) 电池、起动机电缆、搭铁线、机体、起动机及接触盘各节点连接处的电压降不大于 0.2v。
- (4) 接线情况如图 8-1 所示。

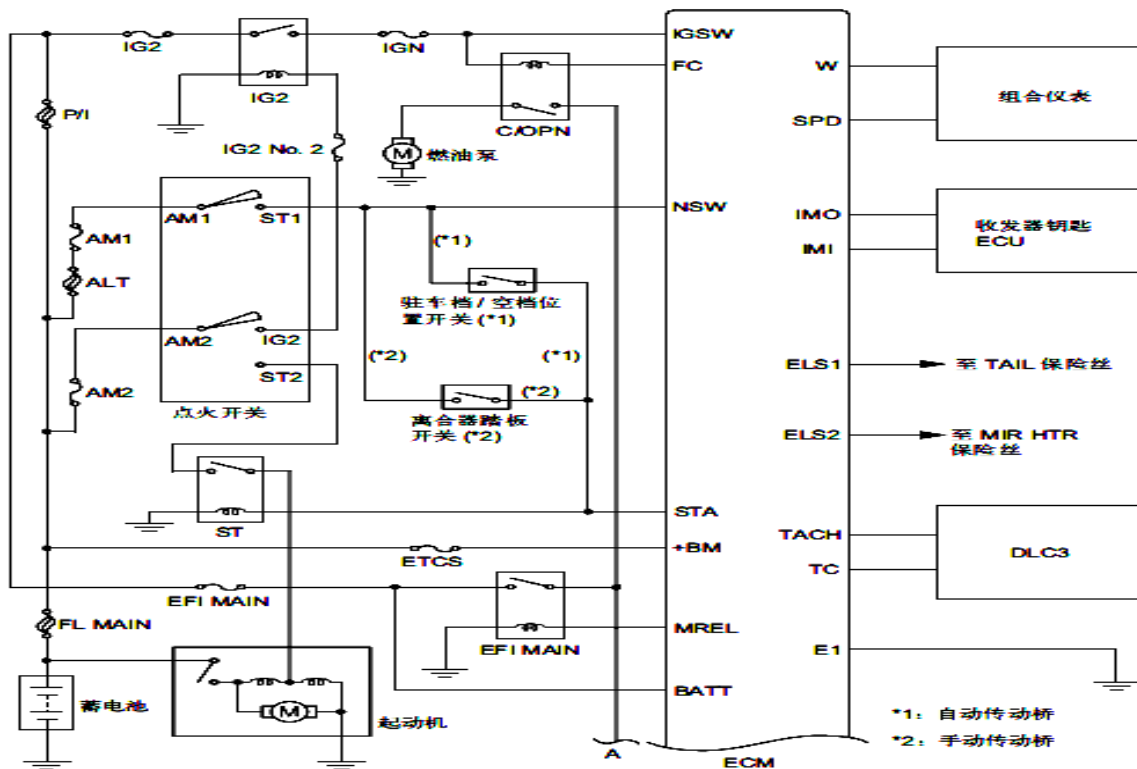


图 8-1 系统线路

### 1) 控制回路

① 起动继电器线圈回路。蓄电池“+”→点火开关 sT→空档起动开关 N→起动继电器线圈 1 号、3 号接脚→搭铁→蓄电池“—”。

② 起动继电器触点回路。蓄电池“+”→起动继电器动触点 2 号和 4 号接脚→端子 50(由此分两路)，一路到保持线圈→搭铁；另一路到吸拉线圈→起动绕组→通过电动机搭铁→蓄电池“—”。

2) 主回路。蓄电池“+”→起动机电源主接柱(通过端子 30)→电磁开关触盘→起动绕组(转子绕组和定子绕组)→搭铁→蓄电池“—”。

### 2、起动系线路分析

#### 1) 控制回路分析

① 打开点火开关进行起动时，电源由蓄电池提供，经点火开关的起动档(ST)起动开关 N(为了安全起动，必须将档位置于 N 位置才能发车)，将电源送入起动继电器线圈；起动继电器触点在线圈磁场的作用下闭合。

② 电源经起动继电器触点和端子 50 进入电磁开关的保持线圈和吸拉线圈。此时电磁开关在两组线圈的作用下，使触盘将起动机两主接线柱接通，同时驱动齿被推出与发动飞轮相啮合(注意：在两主接线柱接通之前，由于吸拉线圈是通过起动绕组搭铁的，所以会使起动机缓慢旋转，以便使驱动齿与飞轮很好地啮合)。

2) 主回路的分析。由于起动机两主接线柱被触盘接通, 起动大电流通过蓄电池以及端子 30 送入起动绕组(转子绕组和定子绕组); 起动机迅速转动并带动发动机着车。

3) 起动机的回位。发动机起动后迅速放开点火开关。在回位弹簧的作用下点火开关将起动继电器线圈的电源切断, 同时端子 50 由于起动继电器触点的断开, 而停止向保持线圈和吸拉线圈供电; 但由于两主接线柱还处于接通的状态, 使保持线圈和吸拉线圈的电流流向相反, 相互抵消磁场; 此时触盘在回位弹簧的作用下将两主接线柱分离, 起动机停止工作。

### 3、起动系线路的检测

检测时使用万用表, 采用逐点搭铁检测法可确诊断路部位, 采用依次拆断检测法可确诊短路搭铁部位。检测程序可从前向后, 也可从后向前, 或从中间向两边依次选择各个节点进行, 主要分两个线路的检测: 一是起动控制线路, 主要检测线路的通断情况; 二是起动机供电线路, 重点检测线路各节点的电压降情况, 各节点连接处的电压降不得大于 0.2V。

## 8.2 发动机不能起动

所谓的不能启动主要是指启动机能正常运转但不能着车, 而不包括启动系的故障。同时对机械部分故障导致的不能启动不做阐述, 故障的范围主要针对电路控制部分。

对**发动机不能**启动的故障分析, 从供电电源电路、发动机 ECM、传感器、执行器、以及点火、供油系统分析。

近年来各类技能竞赛举办得如火如荼, 对于汽车维修专业的技能竞赛, 通常都会出现以丰田卡罗拉车型为主的故障排除, 我校曾多次参加技能竞赛, 取得过较好名次, 在竞赛的准备及实践过程中对丰田卡罗拉不能启动故障的诊断、排除方法进行了归纳和总结。作教学参考。

以原厂维修手册为依据, 但又不拘泥于维修手册的基础之上, 分析了丰田卡罗拉**发动机不能**启动故障产生的原因, 故障诊断的思路、方法、步骤, 以便快速准确的确定故障点。为参加技能竞赛人员排除该故障提供一种切实可行的方法, 同时对实际的维修操作也有一定的借鉴意义, 可以缩短作业时间, 提高生产效率。故障诊断

### 一、车辆不能启动的原因分析

为了及时准确的排除车辆不能启动的故障, 我们首先分析有哪些原因导致车辆无法正常启动。因为各类车型的控制原理和控制系统有所不同, 所以我们在分析车辆不能正常启动的原因时, 应始终围绕车辆正常启动应具备的条件这一理论依据来分析。

#### 1. 车辆正常启动应具备的条件

针对汽油发动机而言, 不管是传统的化油器式结构还是电子控制燃油喷射系统, 发动机要想正常、迅速的启动必须具备以下条件:

(1) 准确的点火时间和足够的点火能量。这一部分主要受发动机点火系统的控制；

(2) 合适的空燃比(空气和燃油的比例)；这一部分是由燃油供给系统及进气系统来保证；

(3) 合适的汽缸压力。这一部分的性能好坏，主要取决于发动机的机械系统，即传统的两大机构。

## 2. 丰田卡罗拉不能启动的故障原因

在了解发动机正常启动需要具备的条件之后，我们分析**发动机不能**启动的原因时就可以思考，**发动机不能**启动是因为不能满足哪一个条件所导致的，以及具体发生故障的部位所在。

车辆无法正常启动概括其原因，可以分为两大类，一是无初始燃烧，即没有任何的着火征兆；二是发生间隙性不完全燃烧，即有一定的着火征兆，但始终不能维持在正常的工作范围之内。这两者的具体原因基本相同，只是无初始燃烧时，情况显现更突出，而后者可能是一些间隙性故障导致的。本文以发动机无初始燃烧为例，根据丰田卡罗拉 2ZR 发动机电子控制系统的特征，分析该款**发动机不能**启动的具体原因。

### (1) ECM 电源电路故障

ECM 电源电路是指为了保证 ECM 的正常工作，而对其提供的电源电压。对于现代轿车都采用电子控制燃油喷射系统。ECM 是整个控制系统的核心，发动机的点火及喷油都受其控制，ECM 不能正常工作将导致车辆无点火、无喷油，从而不能启动。ECM 要正常工作的条件除本身无故障以外，很重要的一点是要能保证其工作所必需的电源电压。如图 1 所示，为 ECM 电源电路。当点火开关置于 ON 位置时，蓄电池电压被施加到 ECM 的端子 IGSW 上。ECM 的 MREL 端子的输出信号使电流流向线圈，闭合集成继电器(EFI MAIN 继电器)触点并向 ECM 的端子 +B 或+B2 供电。

这一系统出现故障后将导致整个电控单元(ECM)不工作，维修检测人员无法通过智能诊断仪(解码器)和其通讯，同时由于缺少向电子风扇控制单元的输出信号，在水温条件不满足的情况下，出现风扇常转的现象。该现象可简单概括为在冷机状态下，打开点火开关，发动机故障指示灯不亮(注：在发动机故障指示灯系统无故障的情况下，下同)，风扇常转。

这一系统的故障中，ECM 本身出现故障的概率较低，主要是其控制线路出现故障，而我们在排除故障的过程中总是本着先简后繁的原则。所以这一块故障的检查首先是检查相关保险丝及继电器，再查相关线路及元件。

### (2) VC 输出电路故障

丰田车在不能启动的故障原因中，有一点值得大家注意的是“VC 输出电路的故障”。所为 VC 输出电路(ECM 5V 输出)，如图 2 所示。ECM 持续将端子+B(BATT)上的蓄电池电压转换为 5V 电源。ECM 同时通过 VC 输出电路将该电源提供至传感器。VC 电路短路时，ECM 中的

微处理器和通过 VC 电路获得电源的传感器由于没有从 VC 电路获得电源而不能运行。

VC 输出电路牵涉的传感器主要包括“进气侧凸轮轴位置传感器、排气侧凸轮轴位置传感器、节气门位置传感器、油门踏板位置传感器”等。这些传感器本身或其线路中如果存在短路故障时。系统不能启动，且即使系统出现故障时，故障指示灯 (MIL) 也不点亮。正常状态下，点火开关首次置于 ON 位置时，MIL 亮起达几秒钟。当发动机启动时 MIL 熄灭。

这一部分的故障检查方法为断开相关传感器的插头，当拔下某一传感器插头后，出现 MIL 点亮、风扇停转时，故障的部位即在该传感器部分。这时可参照维修手册对相关传感器及其线路进行检测。

### (3) 曲轴位置传感器故障

对于现代轿车，曲轴位置传感器提供的信号，是发动机正常运行的一个主控信号，发动机 ECM 根据曲轴位置传感器提供的信号，来控制点火和喷油。若缺少该信号将导致发动机无法运行，在启动过程中缺少该信号，发动机将无法启动(有些车型在缺少曲轴位置传感器信号时，会以凸轮轴位置传感器的信号来代替，这时发动机可能会启动，但启动的时间较正常时间长，ECM 会有一检测、换算的过程)。

### (4) 燃油泵控制电路故障

燃油泵为发动机正常工作提供必需的一定压力、一定流量的燃油，通常发动机 ECM 通过控制油泵继电器的线圈搭铁端来控制油泵的工作，该系统电路中经常出现故障的一般为油泵保险丝、油泵继电器及油泵本身。该系统的控制电路如图 3 所示。

### (5) 点火系统故障

点火系统经常出现的故障为单缸断火或多缸不点火，对于单缸断火，通常不会导致**发动机不能启动**。多缸或全部缸不点火会使发动机无法启动。而出现多缸或全部缸不点火的原因对于点火系统来说，主要存在于其控制电路部分。丰田卡罗拉的点火系统控制电路如图 4 所示

在该系统电路中，各缸点火线圈的电源都由蓄电池经过保险丝 IG2 及继电器 IG2 提供，搭铁为 4 号端子(GND 端)各缸共用搭铁线，IGT 为点火信号线，由发动机 ECM 控制，值得注意的是 IGF 线，该线很多车型的点火系统中是没有的，为点火信号反馈线，也从点火线圈连接到 ECM，且各缸点火信号反馈线是连接在一起的，该信号反馈线如果存在短路、断路故障时，ECM 将不会向点火线圈提供点火信号电压，导致**发动机不能启动**。

### (6) 喷油器电路故障

喷油器的控制电路和点火系统相似，同样对于不能启动故障来说，原因多为多缸或全部缸不工作引起。重点检查喷油器的控制电路，在该控制电路中喷油器的电源同样由蓄电池经

过保险丝 IG2 及继电器 IG2 控制。信号线受 ECM 控制。ECM 在接受不到点火反馈信号时，也将停止喷油。喷油器的控制电路如图 5 所示。

### (7) 气门正时

该部分主要作用是为了保证发动机有足够的汽缸压力来完成燃烧过程，牵涉的故障原因多为机械部分，本文不做阐述，提醒各位同仁在维修检测过程中一定要依照维修手册的标准进行操作，避免出现返工，重复修理的事情发生。

## 二、故障的诊断和排除

在分析了**发动机不能**启动的具体原因后。我们应按照一定的思路和流程来快速、准确的查找故障，确定故障点，从而排除故障。下面以各类技能竞赛中的要求为参考，介绍快速、准确的排除故障的操作步骤。

### 1. 做好车辆安全防护措施

该过程包括安装车辆翼子板护垫、驾驶室三件套、车轮挡块，启动前油、水、电、液

### 2. 启动发动机

(1) 打开点火开关，到仪表指示灯点亮，此时不要急于启动，应仔细观察仪表的显示情况，同时注意倾听发动机仓有无风扇转动的声音。这些可作为 ECM 是否工作的一个初步判断(但不能作为判断故障的依据)。

(2) 启动发动机的时间应严格控制在 10~15s 之间，同时注意观察故障指示灯及发动机转速表的工作情况的显示。控制好启动机的工作时间一是为了保护启动系统的元器件。同时也是为了有足够的时间使 ECM 在曲轴位置传感器有故障的情况下可以存储故障代码。观察发动机转速表的目的是为了初步判断曲轴位置传感器部分是否有故障。正常情况下，发动机转速表在启动过程中会有有一定幅度的轻微摆动，同样这也是一个初步的判断。

### 3. 智能检测仪检测(解码器)

在使用解码器检测的过程中会出现以下两种情况：

(1) 解码器和 ECM 之间无法通讯，同时发动机故障指示灯 MIL 不亮、风扇常转。可能原因及检查方法如下：

检查电脑电源电路，参考图 1 所示。检查的流程如下：先查保险丝 IG2 N02→AM2→IGN→IG2→EFI MAIN→EFI N01，再查继电器 IG2→EFI MAIN，再查 B31 E1 搭铁是否良好，最后查 ECM 本身。

检查 VC 输出电路，依次拔下进气侧凸轮轴位置传感器、排气侧凸轮轴位置传感器、节气门位置传感器、油门踏板位置传感器等各部传感器的插头，当拔下某一传感器插头后，出

现 MIL 点亮、风扇停转时，故障的部位即在该传感器部分。这时可参照维修手册对相关传感器及其线路进行检测。

(2) 解码器可以进入发动机系统。此时用解码器进发动机系统读取故障码，此时也会出现两种情况：

①有故障码：如故障代码为 P0335，含义为曲轴位置传感器“A”电路故障。该故障码产生的原因有：曲轴位置传感器电路断路或短路；曲轴位置传感器；曲轴位置信号盘；ECM。此时根据维修手册的检查方法检查，从而确定故障点。

②无故障码：在无故障码的情况下，采用带负载跳火的方式检查是否有高压火产生。

无高压火。此时先检查点火控制电路的电源，重点检查点火信号反馈线是否短路。如果点火控制电路无故障的情况下，应检查曲轴位置传感器(由于启动时间或其它原因未显示故障代码)。

有高压火。此时检查喷油器线路上有无脉冲电压(可用二极管测试灯)，若无脉冲电压，则检查喷油器的控制电路，重点在 IG2 继电器之后的电路；若喷油器上有脉冲电压，则利用解码器执行元件测试功能，看燃油泵是否工作。燃油泵不工作的情况下，根据燃油泵控制电路先检查燃油泵插头处的电源，再查油泵继电器及油泵本身，从而确定故障点。

在经过以上的检查步骤后，基本能够确定故障点，根据维修规范的要求，修复故障，恢复发动机的工作效能，此时还需运用解码器进发动机电控系统，清除故障代码，读取数据流，看发动机在各工况下是否工作正常，从而确定故障彻底排除。

将工具、设备归位，撤除车辆防护用品，清洁车身及场地。

## 8.3 发动机运行不良

### 1、故障现象描述

运转不稳、加速不良

### 2、故障原因分析

- (1) 空气滤清器堵塞。
- (2) 进气系统泄露。包括进气管道泄露和真空泄露。
- (3) 节气门开度不足，节气门位置传感器故障。如节气门全开时信号电压偏低。
- (4) 点火系统故障：火花塞间隙调整不当或损坏漏电，高压线损坏或阻值过大，分电器故障(分电器盖中心电极开路)；点火线圈故障。
- (5) 燃油系统有故障：供油路压力过低；喷油器发卡；燃油系统有脏、堵现象。
- (6) 油压调节器膜片损坏或破裂。如油压调节器内有机油。
- (7) 废气再循环系统有故障。如漏气。

- (8) 三元催化转化器有故障树。如转换器载体破坏使排气管堵塞。
- (9) 点火正时不准。
- (10) 冷却液温度传感器有故障。如特性不良，不能真实的反应冷态情况，使冷车按热车数据工作。
- (11) 进气歧管压力传感器有故障。如插头断裂造成无信号电压输出。
- (12) ECU损坏。
- (13) 曲轴位置传感器有故障。如齿断了一个，少了一个齿，输出错误信号。
- (14) 点火控制模块损坏。

### 3. 故障诊断与排除方案

当出现发动机加速不良时，首先检查发动机的油路、电路和气路（包括汽缸压力、进气管泄露和进、排气管堵塞）。如果上述各项均正常，则可按下列步骤进行故障诊断。

- (1) **检查节气门位置传感器。**测量节气门位置传感器信号值是否在 0-5V 之内变化。
- (2) 检查进气压力传感器和冷却液温度传感器信号及线束是否存在故障，可通过数据流进行观察。
- (3) 检查节气门是否能被完全打开。
- (4) 检查汽缸压力是否在（                    ）范围之内。
- (5) 检查进气管是否存在泄漏，真空度应该在（                    ）之内。
- (6) 检查排气是否堵塞，排气背压是否（                    ）。
- (7) 检查发动机燃油压力是否在（                    ）之内，喷油器阻值（                    ）正常。
- (8) 检查火花塞跳火是否正常。

五、考核 三个项目考核按照省技能竞赛《诊断报告 - 汽车发动机系统检修》要求进行

8.1 起动机不转项目考核

8.2 发动机不能起动项目考核

8.3 发动机运行不良项目考核

## 汽车发动机系统检修 诊断报告

比赛日期：2016. 12. 03

比赛时间：45 分钟

参赛队：\_\_\_\_\_

评分人：\_\_\_\_\_

核分人：\_\_\_\_\_

## 说明

诊断报告（合计 70 分）
该部分由选手依据操作技能完成资料查阅和报告的填写，包含以下三方面
故障现象一：起动机不转
故障现象二：起动机转而发动机无法起动
故障现象三：发动机运转不良

### 特别提醒：

- 1、该诊断报告已经装订，比赛现场不再提供多余的页面，请选手谨慎填写。
- 2、在“测量数据记录”方面，选手只需要记录可以得出故障点的依据数据即可，其它次要的测量步骤 数据无须记录也不得分。

## 得分

故障	配分	得分
故障现象一：起动机不转	20	
故障现象二：起动机转而发动机无法起动	25	
故障现象三：发动机运转不良	25	

附件：《诊断报告 - 汽车发动机系统检修》比赛过程要求。