

QI CHE DIAN KONG XI TONG

中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材

# 汽车电控系统

主 编 方国强

副主编 隋礼辉 陈作兴



本书为中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材

# 汽车电控系统

主 编 方国强

副主编 隋礼辉 陈作兴



机械工业出版社

本书比较系统地介绍了汽车电控系统，内容涵盖了发动机电控系统、自动变速器电控系统、制动防抱死系统、安全气囊系统、电控悬架系统、电控动力转向系统、自动空调系统等。本书不仅详细阐述了相关内容的构造、原理，还有针对性地加强了技能操作部分的介绍。

本书既可作为中等职业技术学校教材，也可供从事汽车修理的人员参考。

## 图书在版编目（CIP）数据

汽车电控系统/方国强主编. —北京：机械工业出版社，2005.8

中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材

ISBN 7-111-17025-3

I. 汽… II. 方… III. 汽车-电子系统：控制系统-专业学校-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 082674 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：朱 华 版式设计：冉晓华 责任校对：姚培新

封面设计：王伟光 责任印制：洪汉军

北京京丰印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

2005 年 8 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787mm × 1092mm  $\frac{1}{16}$  · 13 25 印张 · 326 千字

0 001—5 000 册

定价：21.00 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）68326294

封面无防伪标均为盗版

# 中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材

## 编 委 会

|         |     |     |     |     |     |  |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 主 任     | 林为群 |     |     |     |     |  |
| 副 主 任   | 高玉民 | 曾 剑 | 韦弢勇 | 张子波 | 么居标 |  |
| 委 员     | 王宏基 | 李敏皓 | 李 晓 | 杨桂玲 | 陈建军 |  |
|         | 张茂国 | 柳阳明 | 李洪港 | 詹红红 |     |  |
| 秘 书 长   | 祖国海 |     |     |     |     |  |
| 本 书 主 编 | 方国强 |     |     |     |     |  |
| 本书副主编   | 隋礼辉 | 陈作兴 |     |     |     |  |
| 本 书 参 编 | 曹志武 | 迟俊辉 | 李树杰 | 陶艳花 | 姚素贤 |  |
|         | 许如云 | 李艳琴 | 迟秀军 | 王路峰 | 孙建华 |  |
|         | 杨 斌 |     |     |     |     |  |
| 本 书 主 审 | 马立峰 |     |     |     |     |  |

# 前 言

本套教材是根据教育部确定的中等职业学校汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养的指导思想编写的，教材以提高学习者的职业实践能力和职业素养为宗旨，倡导以学生为本位的教育培训理念和建立多样性与选择性相统一的教学机制而编写的。通过综合和具体的职业技术实践活动，帮助学生积累实际工作经验，突出职业教育的特色，全面提高学生的职业道德、职业能力和综合素质。

汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养培训的基本原则是：

1. 以培养全面素质为基础，以培养能力为本位。
2. 以企业需求为基本依据，以就业为导向。
3. 适应企业技术发展，体现教学内容的先进性和前瞻性。
4. 以学生为主体，体现教学组织的科学性和灵活性。

根据这一指导思想和基本原则，我们组织编写了这套汽车运用与维修专业通用教材。

本套教材具有以下特点：

1. 采用新标准、新规范、新规定。
2. 反映新结构、新材料、新工艺、新知识与新经验。
3. 突出实践，理论与实训比例为 1:1 左右。
4. 教材内容以够用为主，定位准确，难度适宜。

通过本套教材的学习，可以使学生达到以下要求：

1. 能够了解汽车维修企业的生产过程，具备初步的企业生产经验。
2. 能够分析和解决本企业的一般技术问题，具有初步的工作计划、组织、实施和评估能力。
3. 能够借助工具书阅读一般的专业外文技术资料。
4. 具有良好的人际交流能力、团队合作精神和客户服务意识。
5. 具有安全生产、环境保护以及汽车维修等法规的相关知识和技能。

学生通过对本套教材的学习，完全能掌握必要的本专业理论知识，同时能达到相应的技能要求，并能取得相应的职业资格证书，为就业打下良好的基础。

本套教材在编写中，得到很多中职学校、有关工厂企业的关怀和大力支持，在此致以深切谢意。

中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材编委会

# 目 录

## 前言

## 绪论 ..... 1

## 第一章 汽车发动机电控系统 ..... 3

- 第一节 汽车发动机电控系统  
的基本知识 ..... 3
- 第二节 汽油机燃油控制  
系统 ..... 4
- 第三节 进气增压控制系统 ..... 36
- 第四节 怠速控制系统 ..... 39
- 第五节 排气净化控制系统 ..... 44
- 第六节 电控点火控制系统 ..... 57
- 第七节 电控单元 ..... 69
- 第八节 电控汽油喷射发动机  
的故障诊断与排除 ..... 80
- 第九节 柴油机电控系统 ..... 89
- 第十节 巡航控制系统 ..... 95

## 第二章 自动变速器电控 系统 ..... 109

- 第一节 自动变速器电控系统  
的基本知识 ..... 109
- 第二节 自动变速器电控系统  
的主要部件 ..... 110
- 第三节 自动变速器常见故障  
的诊断与排除 ..... 122

## 第三章 制动防抱死系统 ..... 130

- 第一节 制动防抱死系统的基本  
知识 ..... 130
- 第二节 制动防抱死系统的主要  
部件 ..... 131
- 第三节 制动防抱死系统的故障

诊断 ..... 138

## 第四章 安全气囊系统 ..... 142

- 第一节 安全气囊系统的基本  
知识 ..... 142
- 第二节 安全气囊系统的主要  
部件 ..... 143
- 第三节 安全气囊系统的维护与故障  
诊断 ..... 148

## 第五章 电控空气悬架 ..... 154

- 第一节 电控空气悬架的基本  
知识 ..... 154
- 第二节 电控空气悬架的主要  
部件 ..... 156
- 第三节 电控空气悬架的故障  
诊断 ..... 159

## 第六章 电控动力转向系统 ..... 162

- 第一节 液压式电控动力转向  
系统 ..... 162
- 第二节 电动式电控动力转向  
系统 ..... 164

## 第七章 汽车防盗系统 ..... 167

- 第一节 汽车防盗系统的基本  
知识 ..... 167
- 第二节 汽车防盗系统的主要  
部件 ..... 171
- 第三节 汽车防盗系统的故障诊断与  
排除 ..... 178

## 第八章 自动空调系统 ..... 184

- 第一节 自动空调系统的主要

|               |     |            |     |
|---------------|-----|------------|-----|
| 部件 .....      | 184 | 诊断 .....   | 190 |
| 第二节 自动空调系统的故障 |     | 参考文献 ..... | 204 |

# 绪 论

## 一、汽车电控系统的组成

随着科学技术的发展，人们对汽车的安全性、舒适性、可靠性要求越来越高。汽车生产厂家为满足人们的需要，花费了大量经费来研发先进的装置与设备。

汽车的各电控系统，既独立地执行相应的控制功能，相互间又必须在极短时间内交换大量信息资料，所以现代汽车电控系统是一个十分复杂的综合控制系统，其配线也极复杂。目前很多汽车生产厂家已采用一种总线系统来取代原有的大量复杂导线，总线的采用极大的提高了信息传递能力。

本书将主要对目前应用较多的发动机电控系统、自动变速器电控系统、制动防抱死系统、安全气囊系统、电控动力转向系统、电控悬架系统、自动空调系统等进行介绍。

## 二、汽车电控系统的发展与展望

### 1. 汽车电控系统的发展

第一阶段：从 20 世纪 50 年代初到 70 年代初，主要是开发有分立元件和集成电路组成的汽车电子产品，应用电子装置代替传统的机械部件。20 世纪 50 年代初，随着电子管收音机的问世，汽车上开始采用了第一个电子仪器——电子管收音机。而随着电子整流器的出现，汽车发电机开始采用硅二极管整流器的交流发电机，并迅速由美国和日本推广到全世界。20 世纪 60 年代以来，晶体管电压调节器和晶体管点火装置开始在汽车上应用。1960 年美国通用汽车公司采用了集成电路调节器，并且在 1973 年开始采用的集成电路点火装置能增大点火能量、提高点火时刻的调整精度。这一阶段的代表产品是电子点火系统和集成电路调节器。

第二阶段：从 20 世纪 70 年代中期到 80 年代中期，主要是发展专用的独立系统。一方面由于 20 世纪 70 年代能源危机的出现，另一方面由于汽车引起的环境污染日益严重，使得采用传统的常规方法生产的汽车已无法既保证发动机的动力，又要降低油耗，还要满足排放法规的规定。随着 20 世纪 70 年代后期电子技术中集成功能块和微机技术的出现，1967 年德国的博世（BOSCH）公司研制出 D 型电控燃油喷射系统，随后又开发了 L 型电控燃油喷射系统，并迅速推广到全世界。1970 年美国福特汽车公司则开始将电子控制防抱死装置应用于汽车上，随后该公司还将电子控制技术应用于变速器。而 1976 年美国克莱斯勒汽车公司开始采用微机控制的电子点火系统，在系统中使用计算机来根据输入的空气温度、进气温度、冷却液温度、发动机转速和负荷计算出最佳点火时刻。

第三阶段：从 20 世纪 80 年代中期到 90 年代中期，主要是开发可完成各种功能的综合系统及各种车辆整体系统的微机控制。汽车上的电子装置不仅要求能自动承担基本的控制工作，还要求能处理外部和内部的各种信息。自 1977 年美国福特汽车公司开发出能同时控制点火时刻、排气再循环和二次空气喷射的发动机电子控制系统以来，许多汽车综合电子控制相继产生了。

第四阶段：从 20 世纪 90 年代中期开始预计到 2010 年，主要是研究发展车辆的智能控

制技术，开发人工智能系统来实现对车辆的控制。主要包括安全气囊系统、主动悬架系统、电子控制转向系统、全球定位系统、信息显示与通信和汽车故障诊断等系统。

## 2. 汽车电控系统的展望

现在，电子技术已成为现代汽车工程的基础技术之一。2010 年以前，将主要围绕汽车各重要部件，解决其自动控制问题，包括研究控制系统的输入、输出、控制策略与实现方法。从控制理论与实践上解决被控制对象的非线性时变系统，且具有随机输入时的问题以及在低成本的前提下，研究高实时性、高可靠性和高精度的控制系统。2010 年以后，汽车电子控制技术将运用计算机网络和信息技术，使汽车与社会联结方面获得较大的进步，包括广泛使用蜂窝电话与全球卫星定位系统，以及采用多路总线分布式网络来集成所有汽车部件的电子控制单元，使整个系统具有数据融合、故障诊断合一的自修复功能。

未来的汽车将是智能化的汽车，是以应用网络技术进行集中控制的网络电控单元为枢纽，采用无污染的新型能源，能联接全球定位实现自动驾驶和卫星网络通信，能自动实现故障诊断和满足社会及用户各种需要的汽车，其各部分将实现电子控制技术的深入应用。

# 第一章 汽车发动机电控系统

## 第一节 汽车发动机电控系统的基本知识

按控制目标的不同，汽车发动机的控制分为汽油机控制与柴油机控制。

### 一、汽油机控制

一般来讲，汽油机电控系统具有以下功能：

#### 1. 电控燃油喷射

电控燃油喷射主要包括喷油量、喷油正时、燃油停供及燃油泵的控制。

(1) 喷油量控制 电控单元将发动机空气流量（或进气压力）信号作为主控信号，确定基本喷油量。在不同的工况下，根据其他有关输入信号加以修正，最后确定总喷油量。

(2) 喷油正时控制 当采用与发动机曲轴旋转同步的顺序喷射方式时，电控单元不仅要控制喷油量，还要根据发动机各缸的发火顺序，将喷射时间控制在进气行程内的最佳的时刻。

#### (3) 减速断油及限速断油控制

1) 减速断油控制。汽车减速行驶时，驾驶员快速松开加速踏板，电控单元将会切断喷油器的控制电路，使喷油器停止喷油，以降低减速时 HC 及 CO 的排放量。当发动机转速降至设定转速时，又恢复供油。

2) 超速断油控制。发动机加速时，发动机转速超过安全转速或汽车车速超过设定的最高车速，电控单元将会在临界转速时切断喷油器控制电路，使喷油器停止喷油，防止超速。

#### 2. 电子控制点火

点火系统的控制主要包括点火提前角控制、通电时间控制及爆燃控制等。

(1) 点火提前角控制 发动机电控单元的存储器内存储着发动机的初始点火提前角。发动机运转时，电控单元根据发动机的转速和负荷信号，确定基本点火提前角，并根据其他有关信号进行修正，最后确定点火提前角，并向电子点火控制器输出点火控制信号，控制点火系的工作。

(2) 通电时间控制与恒流控制 为保证点火线圈初级电路有足够大的断开电流，以产生足够高的次级电压，同时也要防止通电时间过长使点火线圈过热而损坏，电控单元可根据蓄电池电压及转速等信号，控制点火线圈初级电路的通电时间。

在高能点火装置中，还增加了恒流控制电路，使一次电流在极短时间内迅速增长到额定值，减小转速对次级电压的影响，改善点火特性。

(3) 爆燃控制 当电控单元收到爆燃传感器的信号后，对爆燃信号进行滤波处理并判定是否在设定范围内，当判定发生爆燃时，立即推迟点火时刻。当判定接收的信号不在设定的范围内时，则采用提前角反馈控制形式。此项控制是点火时刻控制中的追加功能，在装有废气涡轮增压器的发动机上常采用此种控制。

### 3. 怠速控制

发动机怠速时，由于负荷变化而引起转速波动，为使发动机保持稳定，此时电控单元将通过控制怠速控制阀的开度来控制旁通气道的进气量来调节发动机的怠速转速。

### 4. 排放控制

为了适应越来越严格的排放法规，汽车上安装了多种排放控制装置。这些装置主要有：排气再循环控制装置、氧传感器及三元催化转化器、二次空气喷射控制装置、燃油蒸气排放控制装置等。相应的控制内容有：

(1) 排气再循环控制 当发动机温度达到一定温度时，根据发动机负荷和转速，由电控单元控制 EGR 阀的开度，使排放的气体进行再循环，以降低  $\text{NO}_x$  排放量。

(2) 开环与闭环控制 在装有氧传感器及三元催化转化器的发动机中，电控单元根据发动机的工况及氧传感器反馈的空燃比信号，确定进行开环控制与闭环控制。

(3) 二次空气喷射控制 电控单元根据发动机的工作温度，控制新鲜空气喷入排气歧管或三元催化转化器中，以减少排气污染。

(4) 燃油蒸气排放控制 电控单元根据发动机工作温度、转速、负荷等信号，控制燃油蒸气排放装置的工作，以降低燃油蒸发污染。

### 5. 进气增压控制

(1) 可变进气道控制 发动机在不同负荷下，电控单元控制通过控制真空电磁阀来控制动力阀的开闭，从而改变进气量，改善发动机的输出转矩与动力。

(2) 涡轮增压控制 电控单元根据发动机的负荷和转速信号，控制真空电磁阀来控制涡轮增压器内转换阀的动作，从而改善发动机大负荷下的充气效率，提高输出转矩和动力。

### 6. 警告提示

电控单元控制各种指示和警告装置，显示有关控制系统的工作状况，当控制系统出现故障时能及时发出警告信号。如氧传感器失效、催化装置过热等。

### 7. 自诊断与报警

当电控系统出现故障时，电控单元将会点亮仪表板上的“检查发动机”灯，提醒驾驶员注意发动机已出现故障，并将故障信息储存到电控单元中。通过一定程序，修理人员就可以将故障码及有关信息资料调出，供检修用。

### 8. 失效保护

当电控单元检测到传感器或线路故障时，就会按电控单元内存储器内预先设置的程序进行控制并使发动机运转，但性能将有所下降。这个功能的设置是为了使驾驶员能够将汽车开到就近的修理厂进行维修。

## 二、柴油机控制

目前，柴油机基本的电子控制项目主要是燃油定量和喷油定时。电控单元将转速、负荷和冷却液温度信号进行运算、处理后，输出控制指令，控制喷油器按设定的程序动作。

相信随着电子技术的发展，发动机的控制项目会越来越多，控制程序也会越来越精确。

## 第二节 汽油机燃油控制系统

电子燃油喷射控制系统（简称 EFI 或 EGI 系统），以一个电子控制装置（又称电控单元

或 ECU) 为控制中心, 利用安装在发动机不同部位上的各种传感器, 测得发动机的各种工作参数。按照在电控单元中设定的控制程序, 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。

一、汽油机燃油控制系统的组成

汽油机燃油控制系统由三个子系统组成: 燃油系统、进气系统、电控系统。

1. 燃油系统

燃油系统组成见图 1-1。电动燃油泵将油从油箱中泵出来经过燃油滤清器、燃油分配管向喷油器提供足够压力的汽油, 喷油器根据来自电控单元的控制信号向进气歧管内或进气门上方喷射定量的汽油, 多余的汽油经燃油压力调节器从回油管流回油箱。

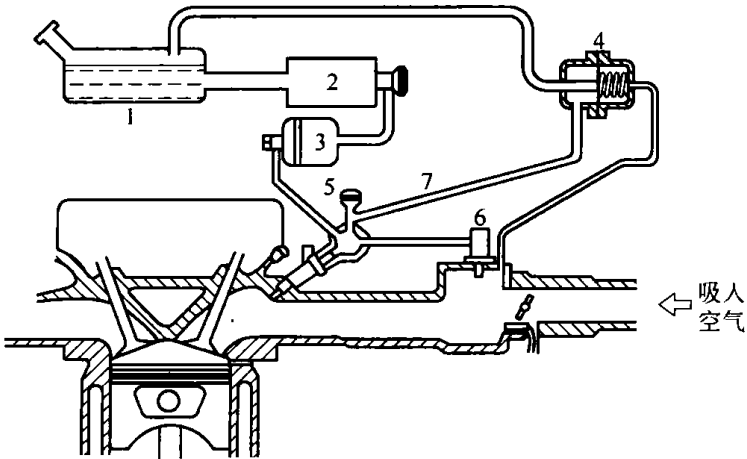


图 1-1 燃油系统的组成

- 1—油箱 2—电动燃油泵 3—燃油滤清器  
4—燃油压力调节器 5—喷油器 6—冷起  
动喷油器 7—燃油分配管

2. 进气系统

进气系统的组成如图 1-2 所示。发动机起动或怠速时, 由于节气门关闭, 空气经过空气滤清器、空气流量传感器、怠速控制阀、进气总管、进气歧管进入气缸。发动机正常运转时, 空气经过空气滤清器、空气流量传感器、节气门体、进气总管、进气歧管进入气缸 (有的发动机没有空气流量传感器, 而装备进气压力传感器)。

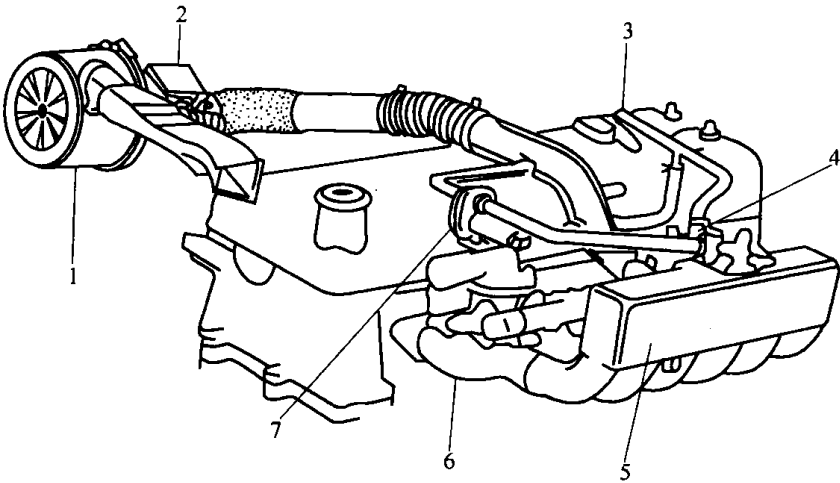


图 1-2 进气系统的组成

- 1—空气滤清器 2—空气流量传感器 3—PCV 装置 4—节气门体  
5—进气总管 6—进气歧管 7—怠速控制阀

3. 电控系统

电控系统由各种传感器、执行器、发动机电控单元及连接线路组成。电控单元根据传感器输入的信号控制喷油量及喷油时刻, 如图 1-3 所示。

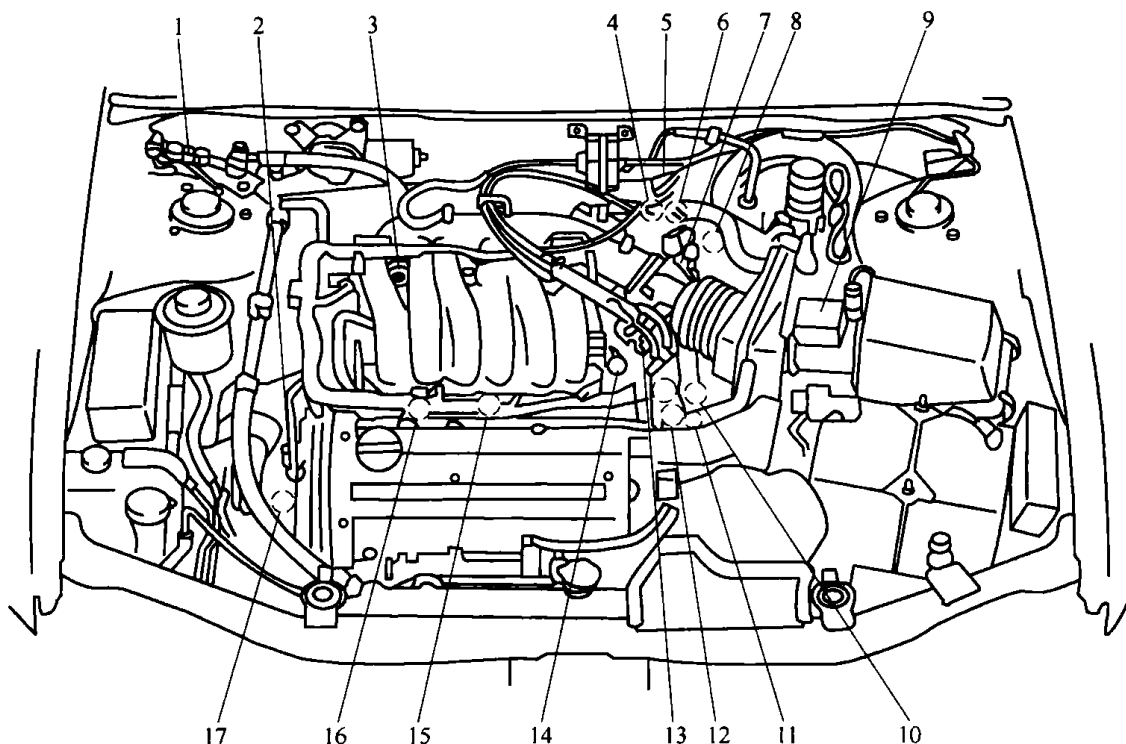


图 1-3 电控系统的组成

- 1—动力转向油压开关 2—凸轮轴位置传感器 3—点火线圈和火花塞 4—EGR 电磁阀 5—怠速控制阀 6—EGR 阀 7—节气门位置传感器 8—炭罐 9—空气流量传感器 10—曲轴位置传感器 1 11—冷却液温度传感器 12—EGR 和炭罐控制电磁阀 13—快怠速凸轮 14—燃油压力调节器 15—爆燃传感器 16—喷油器 17—曲轴位置传感器 2

## 二、汽油机燃油控制系统的控制电路

目前，汽车发动机电控单元的供电电路有两种常见形式，一个是由电控单元控制 EFI 主继电器的供电电路；另一个是由点火开关控制 EFI 主继电器的供电电路。

### 1. 由电控单元控制 EFI 主继电器的供电电路

(1) 工作原理 由电控单元控制 EFI 主继电器的供电电路如图 1-4 所示。电控单元的 BATT 端子接受来自蓄电池的电流，只要蓄电池有电，那么 BATT 与 E1 两端子之间的电压应为 12V 左右。在发动机熄火时，电控单元用于存储信息。当点火开关打开时，电流自电控单元的 IC SW 端子进入电控单元，通过 M-REL 端子向 EFI 主继电器的线圈供电，使继电器的触点闭合，电流由蓄电池经继电器触点到电控单元的 + B、B1 端子向电控单元供电。

### 2) 检修方法

1) BATT 与 E1 之间无电压的检查。用万用表检查 BATT 与 E1 之间的电压。如果电压为 0，接下来检查 BATT 与搭铁之间电压。如果电压为 12V 左右，说明 E1 搭铁不良或电控单元有故障；如果电压值为 0，接下来检查蓄电池正极与电控单元 BATT 端子之间线路。

2) + B (+ B1) 与 E1 之间无电压的检查。打开点火开关，用万用表检查 + B (+ B1) 与 E1 之间的电压。如果电压为 0，将万用表正极表笔接 + B (+ B1) 端子，负极表笔搭铁，如果电压为 12V，应检查 E1 搭铁是否良好；如果线路正常，应检修电控单元内部；如果 + B (+ B1) 与搭铁之间电压为 0，检查蓄电池与 + B (+ B1) 之间线路。

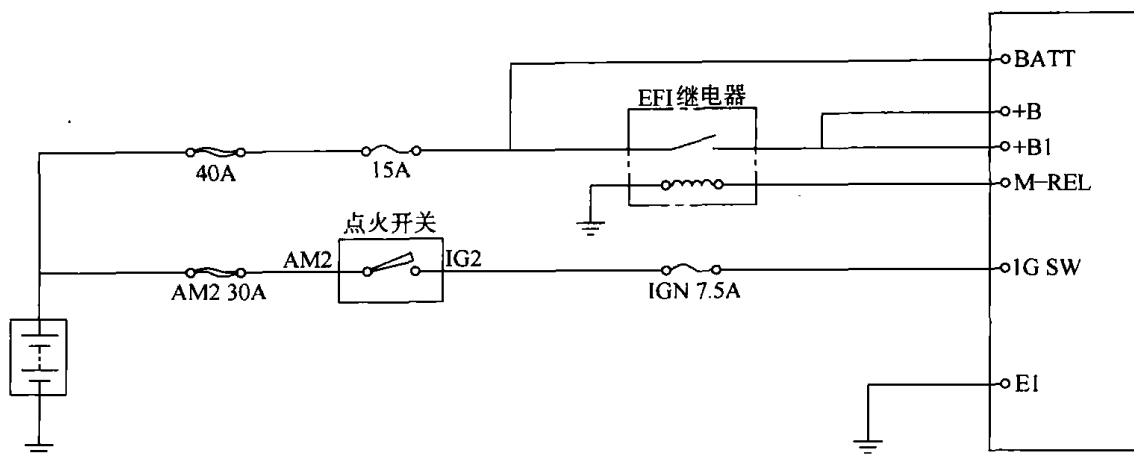


图 1-4 由电控单元控制 EFI 主继电器的供电电路

## 2. 由点火开关控制 EFI 主继电器的供电电路

(1) 工作原理 由点火开关控制 EFI 主继电器的供电电路如图 1-5 所示。当点火开关闭合时，电流由蓄电池流经点火开关、EFI 主继电器线圈后搭铁，在电磁力的作用下，EFI 主继电器内的触点闭合，电流由蓄电池经主继电器到电控单元的 +B、B1 端子，向电控单元供电。

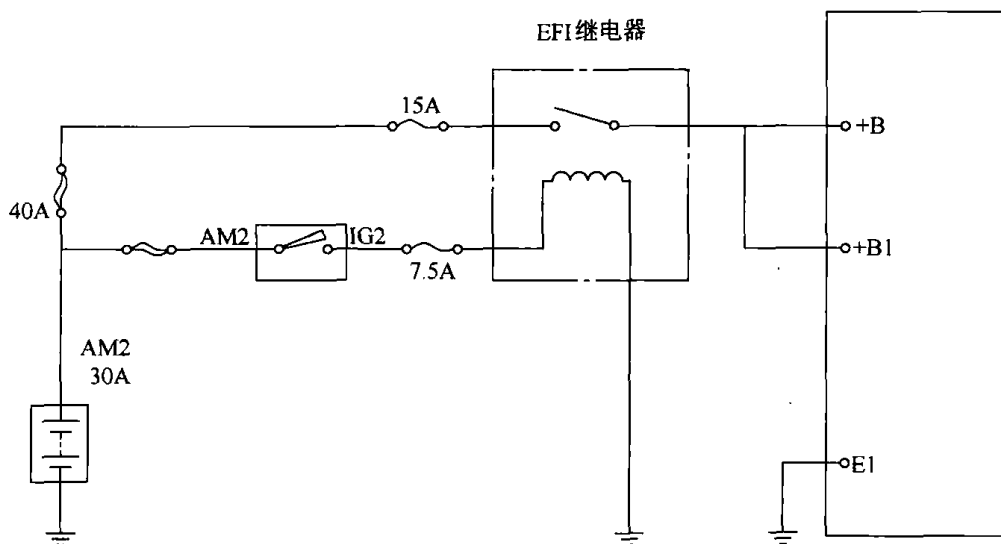


图 1-5 点火开关控制主继电器

### (2) 检修方法 +B（+B1）与 E1 之间无电压的检查：

- 1) 打开点火开关，+B 或 +B1 与 E1 的电压应在 10~14V 之间。
- 2) 如果电压为 0，将万用表负极表笔搭铁，正极表笔接 +B 或 +B1，打开点火开关，如果电压在 10~14V 之间，说明 E1 与车身之间搭铁不良或电控单元有故障。
- 3) 如果电压仍然为 0，则检查 EFI 15A 熔断器、熔丝（40A）与点火开关。如果以上检查都正常，则检查主继电器及蓄电池与继电器之间线路。

## 三、空气流量传感器和进气压力传感器

由于进气测量方式的不同，因此电控燃油喷射系统分为 L 型和 D 型。L 型电子控制燃油

喷射系统采用空气流量传感器测量空气流量，D 型电子控制燃油喷射系统采用进气压力传感器测量空气流量。

### 1. 空气流量传感器

空气流量传感器位于空气滤清器与进气管之间。空气流量传感器用于直接测量发动机运转时吸入的空气量，并将此信号传递给电控单元，作为控制基本喷油量的依据。常用的空气流量传感器有翼片式空气流量传感器、热膜式空气流量传感器、卡尔曼涡旋式空气流量传感器。

#### (1) 翼片式空气流量传感器

1) 构造。翼片式空气流量传感器由空气流量计和电位计两部分组成，如图 1-6 所示。

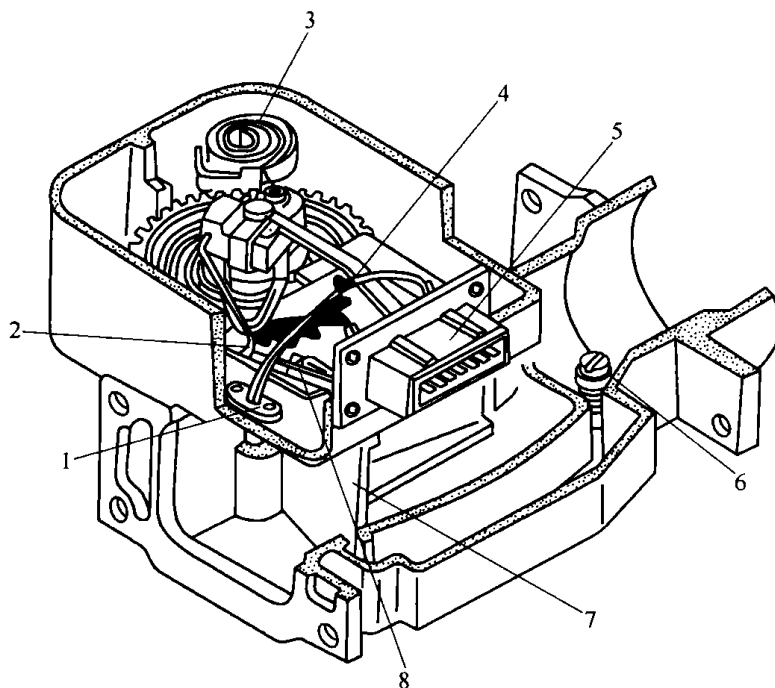


图 1-6 翼片式空气流量传感器

1—进气温度传感器 2—电动汽油泵动触点 3—卷簧 4—电位计 5—插接器  
6—CO 调节螺钉 7—旋转翼片 8—电动汽油泵静触点

空气流量传感器内有一个可绕转轴摆动的旋转翼片，作用在轴上的卷簧可使旋转翼片保持在某一位置或使进气通道关闭。电位计内的滑动臂与转轴一起摆动，与炭膜电阻接触，形成一滑变电阻器，通过线路板与外部的端子相联接。

2) 工作原理。发动机工作时，进气气流经过空气流量传感器推动旋转翼片偏转，使其开启。测量片开启角度的大小取决于进气气流对测量片的推力与转轴上卷簧弹力的平衡状况。进气量越大，气流对旋转翼片的推力越大，旋转翼片的开启角度也就越大。电位计的滑动臂与旋转翼片同轴同步转动，把旋转翼片开启角度的变化（即进气量的变化）转换为电阻值的变化。电位计通过导线、连接器与电控单元联接。电控单元根据电位计输出的电压的变化量，测得发动机的进气量，如图 1-7 所示。

在翼片式空气流量传感器内，通常还有一电动汽油泵开关。当发动机起动运转时，翼片偏转，该开关触点闭合，电动汽油泵通电运转；发动机熄火后，翼片回转至关闭位置的同

时，使电动汽油泵开关断开。此时，即使点火开关处于开启位置，电动汽油泵也不工作。

空气流量传感器的流量计内还设置有一个进气温度传感器，用于测量进气温度，为进气量作温度补偿。

3) 检测。如图 1-8 所示为 3VZ-FE 发动机用翼片式空气流量传感器的电路原理图。

①就车检测。将点火开关置于“OFF”位置，拔下空气流量传感器导线连接器，用万用表欧姆档测量连接器内各端子间的电阻。其电阻值应与表 1-1 相符；如不符，则应更换空气流量传感器。

②单件检测。将点火开关置于“OFF”位，拔下空气流量传感器的导线连接器，拆下与空气流量传感器进气口连接的空气滤清器，拆开空气流量传感器出口处空气软管卡箍，拆除固定螺栓，取下空气流量传感器。

首先检查电动汽油泵开关，用万用表欧姆档测量  $E_1$ - $F_C$  端子：在测量片全关闭时， $E_1$ - $F_C$  间应不导通，电阻为  $\infty$ ；翼片开启后， $E_1$ - $F_C$  端子间均应导通，电阻为 0。

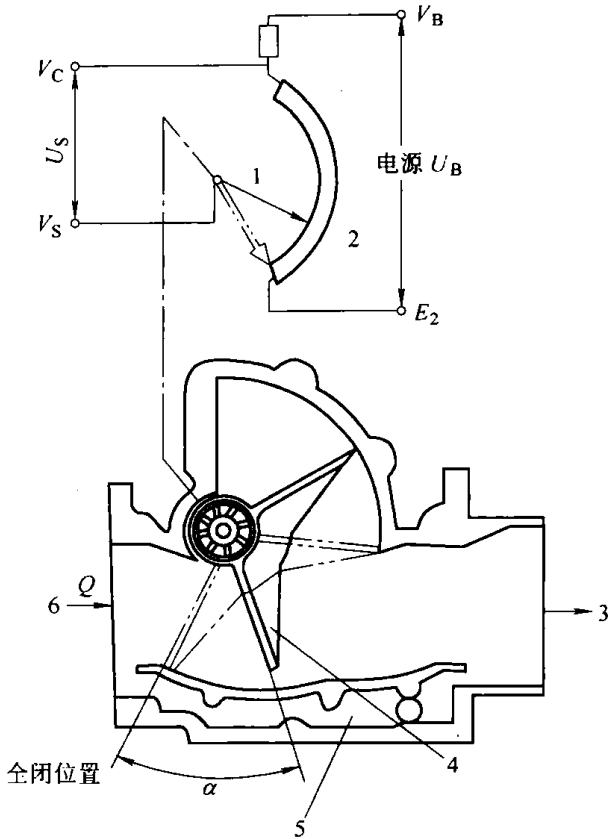


图 1-7 翼片式空气流量传感器的工作原理

1—滑动臂 2—炭膜电阻 3—空气出口  
4—旋转翼片 5—旁通气道 6—空气入口

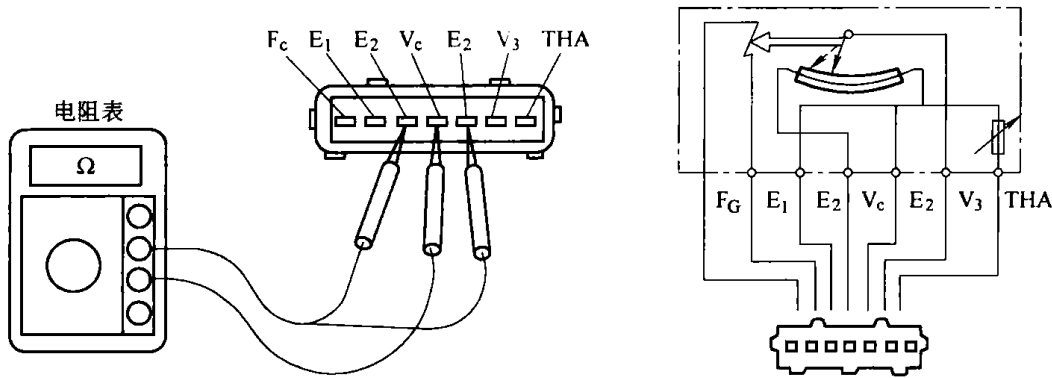


图 1-8 3VZ-FE 发动机用翼片式空气流量传感器的电路原理图

表 1-1 翼片式空气流量传感器各端子间的电阻

| 端子        | 标准电阻/kΩ       | 温度/℃ | 端子        | 标准电阻/kΩ     | 温度/℃ |
|-----------|---------------|------|-----------|-------------|------|
| $V_S-E_2$ | 0.2 ~ 0.60    | —    | $THA-E_2$ | 2.00 ~ 3.00 | 20   |
| $V_C-E_2$ | 0.20 ~ 0.60   | —    |           | 0.90 ~ 1.30 | -20  |
|           | 10.00 ~ 20.00 | -20  |           | 0.40 ~ 0.70 | 60   |
|           | 4.00 ~ 7.00   | 0    | $F_C-E_1$ | 不定          | —    |

然后慢慢推动旋转翼片，同时用万用表欧姆档测量  $V_s$  与  $E_2$  端子间的电阻，旋转翼片由全闭到全开的过程中，电阻值应逐渐变小，并与表 1-2 相符；如不符，应更换空气流量传感器。

表 1-2 翼片式空气流量传感器各端子间的电阻

| 端子        | 标准电阻/ $\Omega$ | 测量片位置  | 端子        | 标准电阻/ $\Omega$ | 测量片位置  |
|-----------|----------------|--------|-----------|----------------|--------|
| $F_C-E_1$ | $\infty$       | 测量片全关闭 | $V_s-E_2$ | 20 ~ 600       | 全关闭    |
|           | 0              | 测量片开启  |           | 20 ~ 1200      | 从全关到全开 |

③输出信号的波形检测。关闭所有附属电气设备，起动发动机，并使其怠速运转，当怠速稳定后，检查怠速时输出信号电压。做加速和减速试验，应有图 1-9 中的波形出现。如果不相符，应视情修理。

- a) 将发动机转速从怠速加至节气门全开时的速度（加速时不宜太急），节气门全开后持续 2s，但不要使发动机超速运转。
- b) 再将发动机降至怠速运转，并保持 2s。
- c) 再从怠速急加速发动机至节气门全开，然后再使发动机降至怠速。

d) 定住波形并行分析，测量出的电压值波形可以参照维修资料进行对比分析，正常的翼片式空气流量传感器怠速时输出电压约为 1V，节气门全开的电压应超过 4V，全减速（急抬加速踏板）的输出电压并不是非常快地从全加速电压回到怠速电压，通常（除丰田车系外）翼片式空气流量传感器的输出电压都是随空气流量的增加而升高的，波形的幅值在气流不变时应保持稳定，一定的空气流量应有相对的输出电压。当输出电压与气流不符时可以从波形图中检查出来，而发生这种情况将使发动机的工作状况明显地受到影响。

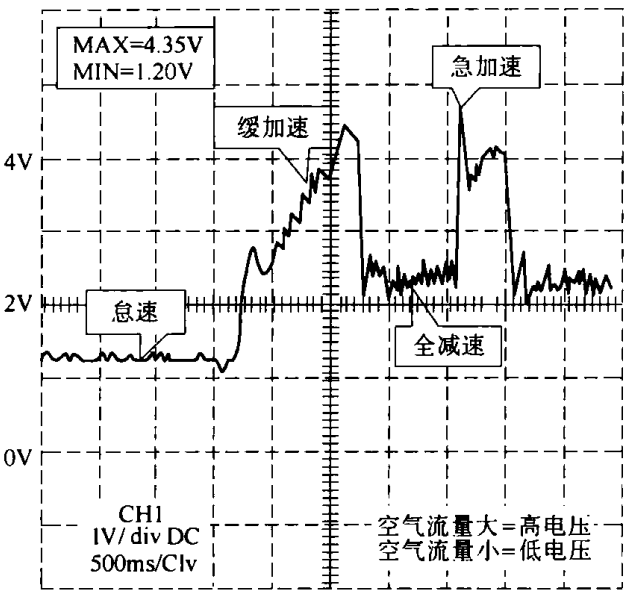


图 1-9 翼片式空气流量传感器的波形

- 4) 常见故障及影响。翼片式空气流量传感器的常见故障及对电控燃油喷射系统、发动机的影响见表 1-3。

表 1-3 翼片式空气流量传感器常见故障及影响

| 故障部位                | 对电控燃油喷射系统的影响              | 对电控发动机的影响              |
|---------------------|---------------------------|------------------------|
| 电位计电阻值不准确           | 空气流量信号不正确                 | 发动机功率下降、<br>运转不平稳、油耗增加 |
| 电位计滑动臂与炭膜<br>电阻接触不良 | 空气流量信号时有时无<br>发动机间断运行或不工作 | 发动机间断运行或不工作            |
| 回位弹簧弹力变弱            | 喷油量过多                     | 发动机油耗过高                |
| 油泵开关触点接触不良          | 起动后燃油泵断电不工作               | 发动机起动困难或发动机<br>起动后随即熄火 |