

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

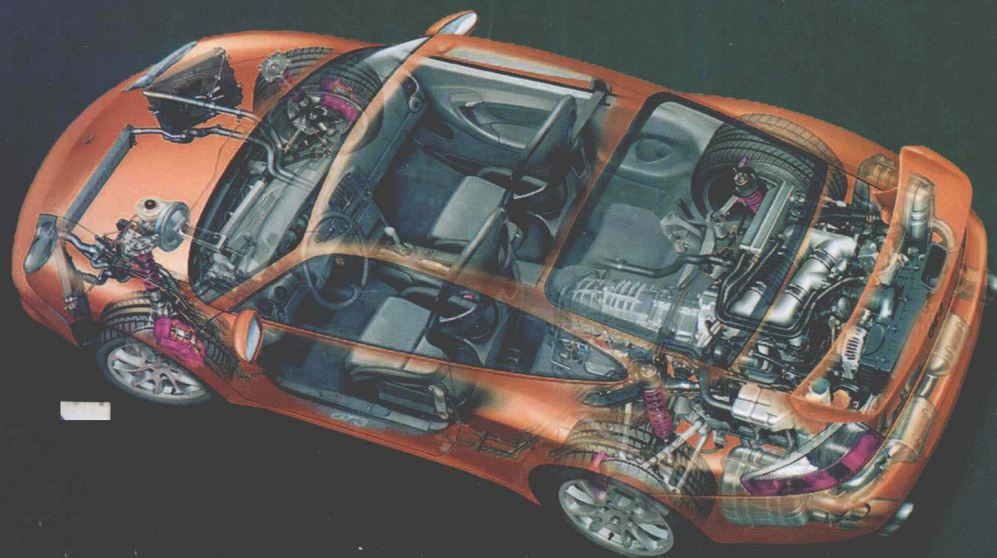
中央广播电视大学汽车维修(专科)系列教材

北京中德合力技术培训中心组编

QICHE FADONGJI DIANKONG

XITONG DE JIEGOU YU WEIXIUSHIXUN

汽车发动机电控 系统的结构与维修实训



赵贵君 主编

中央广播电视大学出版社

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材
中央广播电视大学汽车维修（专科）系列教材
北京中德合力技术培训中心组编

汽车发动机电控系统的结构与维修实训

赵贵君 主编

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机电控系统的结构与维修实训 / 赵贵君主编.

—北京: 中央广播电视大学出版社, 2006. 8

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材.

中央广播电视大学汽车维修 (专科) 系列教材

ISBN 7-304-03673-7

I. 汽... II. 赵... III. ①汽车—发动机—电子系统:
控制系统—结构—电视大学—教材 ②汽车—发动机—电子
系统: 控制系统—车辆修理—电视大学—教材 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 098975 号

版权所有, 翻印必究。

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材
中央广播电视大学汽车维修 (专科) 系列教材
北京中德合力技术培训中心组编
汽车发动机电控系统的结构与维修实训
赵贵君 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部: 010-58840200 总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

责任编辑: 刘 仙

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

印数: 0001~3000

版本: 2006 年 8 月第 1 版

2006 年 8 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.75 字数: 323 千字 插页: 1 页

书号: ISBN 7-304-03673-7/TH·96

定价: 21.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

总序

随着我国经济持续快速平稳发展,工业化、信息化水平不断提高,产业结构进一步升级优化,不仅需要一大批科技创新人才,而且需要数以千万计的技能型人才和高素质的劳动者队伍。目前,我国已经出现了技能型人才短缺的现象,一方面,企业现有技术人员不能满足产业升级和技术进步的需要,另一方面,技能型人才的教育培养滞后于市场需求。这种现象已经引起各级领导和社会各界广泛关注。就汽车维修行业而言,技能型人才短缺现象更为突出。据调查,随着汽车保有量的大幅度上升,全国汽车维修行业每年需要新增近30万从业人员。为此,教育主管部门和相关行业主管部门提出和实施了“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,旨在整合教育和行业资源,加大投入力度,改革教育培养模式,创新教学和培训方法,培养一大批适应我国经济建设需要、人才市场紧缺的技能型人才。

中央广播电视大学是面向全国开展现代远程教育的开放大学。中央电大和44所省级电大及其所属的分校、工作站、教学点,共同组成了目前世界最大的现代远程教育教学和教学管理系统。中央电大的主要任务是各类从业人员提供学习的机会和条件,为国家经济和社会发展培养应用型人才。我们有责任也有能力为技能型紧缺人才培养做出自己的贡献。近几年来,中央电大抓住国家大力发展现代远程教育这一有利时机,通过开展人才培养模式改革和开放教育试点项目,有效提升了办学综合实力和为社会提供教育服务的能力。截至2005年春,中央电大开放教育试点本专科累计注册学生超过200万人,毕业学生超过60万人;已构建了“天网地网结合、三级平台互动”的技术模式,建设了适应成人在职学习、学历及非学历教育相结合的课程体系;形成了资源共享、导学与自主学习相结合的教学模式和统一规范管理、分层组织实施、系统协同服务的管理模式及运行机制。

中央电大长期以来形成的一个重要办学特色,就是广泛地与政府部门、行业、企业、部队密切合作,为行业培养应用型人才。为服务于“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,中央电大经过考察、论证,选择北京中德合力技术培训中心和中国汽车工程学会作为合作伙伴,联合开办开放教育“汽车运用与维修专业”。这个专业既是高等专科学历教育,又是技能型人才的培养和培训。该专业根据汽车维修行业存在大量人才缺口,行业从业人员专业技术和学历层次偏低,高层次经营管理人才紧缺,一线操作工人技能水平较低的状况,有针对性地设置专业课程,安排教学内容和实训实习环节,培养具有良好的职业道德、专业的理论知识、较强的实践技能和实际工作能力,以及德、智、体全面发展的应用型人才。

2 汽车发动机电控系统的结构与维修实训

办好一个专业，开好一门课程，编写、使用合适的教材是前提。“汽车运用与维修专业”根据专业培养目标和远程开放教育的办学特点，按照课程一体化设计的要求，以文字教材为主体，辅助以音像教材、计算机课件和网上动态资源等多种媒体有机结合，并编写了相配套的教材。这套教材经过专家、学者多次论证和修订，其内容不仅注重学历教育的知识系统性，而且紧密结合汽车最新技术和发展趋势，具有技术的先进性和实用性。

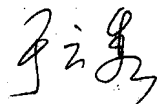
现在，中央电大“汽车运用与维修专业”各门课程的教材就要陆续出版了。看到已经编成的高质量教材，使我对办好这个专业更加充满信心。在此，我对参与课程设置和教学大纲论证、教材编写的专家、学者表示衷心的感谢！

当然，汽车技术进步和更新越来越快，我们的教材也需要不断修订与更新，以便能够与最新的技术保持同步。我祝愿同学们通过本套教材的学习，既能够系统掌握汽车维修知识，又能学到汽车工业的前沿技术，迅速成长为一名具有较高水平的汽车运用与维修专业人员，为我国汽车工业的发展做出积极的贡献。

是为序。

中央广播电视大学党委书记、副校长

2005年8月



序

北京中德合力技术培训中心与中央广播电视大学、中国汽车工程学会合作,联合开办了中央电大“汽车运用与维修专业”,并受中央电大的委托,承担教学资源建设和教材编写任务。

“汽车运用与维修”并不是一个新的专业,国内很多院校都开设过,也编写和出版了众多专业方面的教材,但是在采用远程教育方式的广播电视大学开办这个专业尚属首次。中央电大开办这个专业的目的是为了加速培养适应市场需求的汽车维修行业紧缺的技能型人才。而适用于远程教学需要的汽车维修专业教材,包括文字教材、音像教材以及多媒体课件和网络课件,都不是现有的汽车维修教材可以替代的。

另外,电大汽车运用与维修专业的学习对象是一个庞大的群体,包括全国数百万汽车维修行业的从业人员,以及将要投身这个行业的高中、职高、技校的毕业生等。这个群体有文化基础差异大、工作岗位不同以及学习时间不一样等特点。这就决定了这套汽车维修教材既要能满足全日制学习、业余学习以及自学的需要,同时又能满足短期专题技术培训、现场培训的需要。

这套符合电大教学特色的学历教育系列教材是北京中德合力技术培训中心组织清华大学、北京理工大学、北京交通大学、北京联合大学等高等院校的教授和北京汽修行业的专家进行大纲论证和教材编写的。

这套教材的具体特征是具备知识和技术的先进性、系统性和实践性。

先进性。当代汽车制造业发展迅速,汽车技术的进步越来越快,新技术的运用也越来越多,高科技的含量也越来越高,因此,教材编写内容必须突出汽车新技术的应用和发展趋势,使读者能掌握最新的知识和技术。

系统性。汽车维修专业课程的设置本身就具有系统性。作为专科学历教育的教材,注意了对学员进行系统的专业理论知识教育。但教材不是把理论知识教育作为重点,而是将重点放在技术应用方面。这样做有利于培养具有操作能力的技术人才。

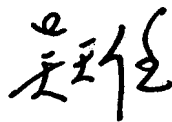
实践性。教材编写注意了理论与实训结合,理论教材和实训教材由同一主编统一编写,同时出版,同步使用,使理论课和实训课有机结合起来,并在教学中实现边学习理论边动手操作,学理论时可结合实际操作,并在实际操作中学理论。实践证明,这是培养技能型人才有效的方式。

2 汽车发动机电控系统的结构与维修实训

高水平的编写团队为教材的成功提供了坚实的基础。这套系列教材的出版,是清华大学资深汽车专家庄人隽牵头的编写团队的成果。在此,对教材的主编及参编人员表示真诚的感谢!对参加教学计划的制订、大纲论证、教材评审的专家表示真诚的感谢!

希望这套系列教材能得到电大汽车维修专业教学人员及广大汽修行业从业人员的喜爱。当然,教材中难免有疏漏和不足之处,希望广大读者提出宝贵意见,以便于我们修改完善。

北京中德合力技术培训中心名誉理事长
2005 年 12 月



前 言

本教材依据中央广播电视大学汽车运用与维修专业教学计划和汽车发动机电控系统的结构与维修实训课程教学大纲编写。

本教材是汽车发动机电控系统的结构与维修课程的配套教材,是汽车运用与维修专业的重要实践环节之一。本教材强调实训教学同理论教学相结合,围绕基本的结构、原理、诊断、检测和维修的内容进行,既可培养学生的实际操作能力,又可巩固其学过的专业理论知识。

本教材突出实际操作,内容共分6章,第1章“发动机电子控制系统元件的识别与检测”简要回顾了汽车基本组成原件的原理和结构后,详细讲解了每一元件的检测方法、故障表现以及诊断思路;第2章“汽车新技术的组成与诊断”主要结合实际对车辆的新技术方面的内容进行实际检测和诊断;第3章“涡轮增压式发动机控制系统”,专门认知涡轮增压式发动机的控制系统并培养对该控制系统的检测与诊断;第4、5章分别为“D型燃油喷射系统”和“HL型燃油喷射系统”,主要结合车辆对整个燃油喷射系统进行系统的检测和诊断,其内容具有一定的综合性,通过综合实训提高学生的综合检测和诊断能力;附录部分为实训考试,通过设置故障让学员排除的方法,来检验学员对所学知识的掌握程度。

本书作为一本实训教材,对每一部分的内容都强调实际操作,通过大量实际检测的说明和案例,使学习者能紧密把理论与实践相结合,并提高其实际动手能力和检测诊断能力。

本教材涉及面广,由于编写者水平有限,书中不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2006年4月

目 录

第1章 发动机电子控制系统元件的识别与检测	(1)
实训1 进气压力传感器的检测	(1)
实训2 空气流量传感器的检测	(3)
实训3 节气门体的检修	(14)
实训4 冷却液温度传感器和进气温度传感器的检测.....	(20)
实训5 冷启动喷油温度时间开关的检测.....	(22)
实训6 氧传感器的检测	(23)
实训7 爆震传感器的检测	(29)
实训8 磁感应式曲轴位置传感器的检测.....	(34)
实训9 霍尔式曲轴位置传感器的检测	(38)
实训10 可变电阻型传感器的检测	(41)
实训11 怠速控制阀的检测.....	(44)
实训12 点火线圈和点火器的检测	(46)
实训13 发动机控制模块 (ECU) 的故障诊断.....	(48)
实训14 发动机燃油供应系统的故障诊断.....	(52)
第2章 电控发动机系统控制新技术实训	(57)
实训1 帕萨特 B51.8L 发动机可变进气管系统的检测.....	(57)
实训2 帕萨特 B51.8T 可变配气相位系统的检测 (凸轮轴调整)	(61)
实训3 电子控制发动机冷却系统的检测.....	(66)
实训4 制动辅助系统的检测	(76)
实训5 电动燃油泵控制系统的检测	(85)
实训6 电子油门系统的检测	(93)
实训7 燃油蒸发控制系统 (EVAP) 的检测.....	(103)
实训8 废气再循环系统的检测	(106)

2 汽车发动机电控系统的结构与维修实训

第3章 D型发动机控制系统的检修实训	(112)
第4章 HL型发动机电控系统的检修实训	(149)
第5章 废气涡轮增压系统的检测实训	(184)
附录 实训考核参考	(204)
附录1 元件识别与检测考核	(204)
附录2 电喷发动机不能启动故障的诊断和排除	(206)
附录3 电喷发动机加速不良故障的诊断和排除	(208)
参考文献	(210)

第1章 发动机电子控制系统元件的识别与检测

实训1 进气压力传感器的检测

1.1 目的与要求

1. 掌握进气压力传感器的作用和工作原理;
2. 能正确检测进气压力传感器;
3. 熟悉进气压力传感器常见故障及其引起的车辆症状;
4. 操作规范, 文明作业。

1.2 安全注意事项

1. 进行拆装、检查时应严格按照规范步骤操作;
2. 进气压力传感器在检测时避免碰坏线束插座, 造成人为损坏。

1.3 实训设备与器材

1. 带进气压力传感器汽车一辆;
2. 万用表一个;
3. 示波器一台。

1.4 实训内容

1. 知识点

(1) 结构

半导体压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器的结构如图 1-1 所示, 它由压力转换元件(硅膜片)和把转换元件输出信号进行放大的混合集成电路组成。

(2) 工作原理

压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器是利用半导体压阻效应原理, 使用硅膜片, 把硅膜片的一面抽成真空, 另一面导入进气歧管的气体压力。硅膜片受到的压力不同, 产生的电阻就不同, 把它与惠灵顿电桥相连, 就可以把电阻信号转变成电压信号输出; 如图 1-2 所示。

2 汽车发动机电控系统的结构与维修实训

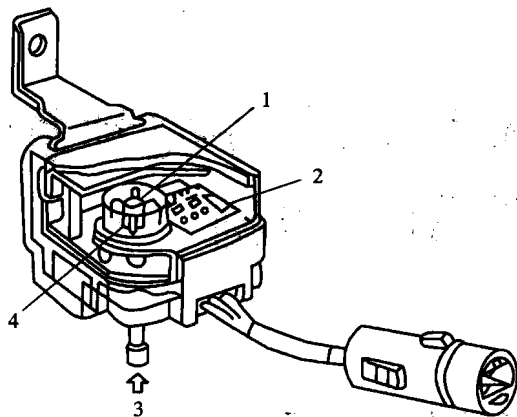


图1-1 丰田车用压敏电阻式进气压力传感器的结构

1—硅片 2—混合集成电路 3—进气歧管负压 4—真空室

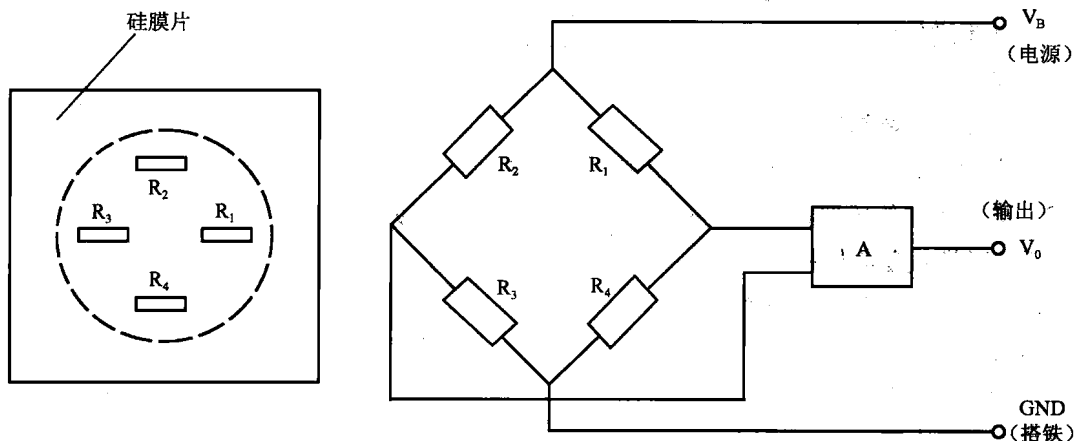


图1-2 压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器工作原理

(3) 与发动机控制模块（ECU）的连接电路

压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器与发动机控制模块（ECU）的连接电路如图 1-3 所示。

2. 操作步骤

(1) 传感器电源电压的检测

将点火开关置于“ON”位置，用万用表的电压挡测量 V_{cc} — E_2 间的电压，应约为 5V；否则，应检查发动机控制模块（ECU）的 V_c 是否有 5V 电压，若有则检查 V_c — V_{cc} 间的线束，若 V_c 处的电压也不是 5V，则检查发动机控制模块（ECU）是否有问题。

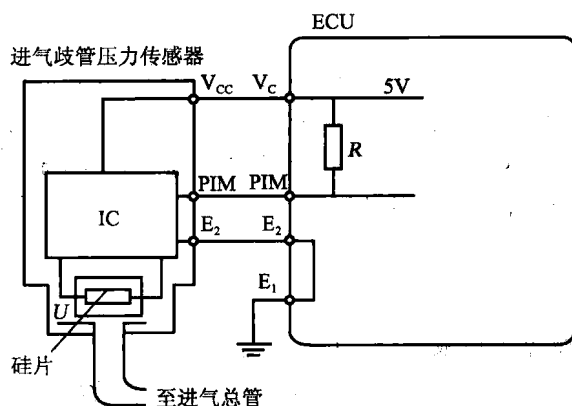


图1-3 压敏电阻式进气压力传感器与发动机控制模块（ECU）的连接电路

（2）进气压力传感器输出电压信号的检测

将点火开关置于“ON”位置，不着车，拔下传感器真空软管，然后用真空泵向传感器内施加真空，分别测量 PIM—E₂ 端子间的输出电压。测量值见表 1-1，如不符合应予更换。

表1-1 进气压力传感器PIM—E₂端子间输出电压标准值

真空度 kPa / mmHg	13.3 (100)	26.7 (200)	40.0 (300)	53.5 (400)	66.7 (500)
电压值 / V	0.3~0.5	0.7~0.9	1.1~1.3	1.5~1.7	1.9~2.1

实训2 空气流量传感器的检测

2.1 目的与要求

1. 掌握空气流量传感器的作用和工作原理；
2. 能正确检测翼板式、卡门涡旋式、热线式、热膜式空气流量传感器的工作性能；
3. 熟悉空气流量传感器常见故障及其引起的车辆症状；
4. 操作规范，文明作业。

2.2 安全注意事项

1. 进行拆装、检查时严禁乱敲乱打，应严格按照规范步骤操作；
2. 空气流量传感器在检测时避免碰坏线束插座。

2.3 实训设备与器材

1. 带翼板式空气流量传感器汽车一辆，带卡门涡旋式空气流量传感器汽车一辆，带热线式空气流量传感器汽车一辆，带热膜式空气流量传感器汽车一辆；
2. 万用表一个；
3. 示波器一台。

2.4 实训内容

空气流量传感器用于流量型汽油喷射系统,它的作用是将单位时间内吸入发动机汽缸的空气量转换成电信号送至 ECU,作为决定喷油量和点火正时的基本信号之一。按其结构形式和进气量的检测原理可以分为 4 种:翼板式空气流量传感器、卡门涡旋式空气流量传感器、热线式空气流量传感器和热膜式空气流量传感器。

2.4.1 翼板式空气流量传感器的检修

1. 知识点

翼板式空气流量传感器由翼板部分、电位计部分和接线插头 3 部分组成。以丰田佳美 1VZ—FE 发动机为例,如图 1-4 所示,空气通过空气流量传感器主通道时,翼板将受到吸入空气气流的压力及回位弹簧的弹力控制,空气流量增大,则气流压力增大,使翼板偏转,翼板转角增大,直到两力平衡为止。与此同时,电位计中的滑臂与翼板转轴同轴偏转,使接线插头 V_c 端子与 V_s 端子间的电阻减小, U_s 电压值降低,电脑根据空气流量传感器送入的 U_s / U_B 的信号,感知空气流量的大小。 U_s / U_B 越大,空气流量越小。

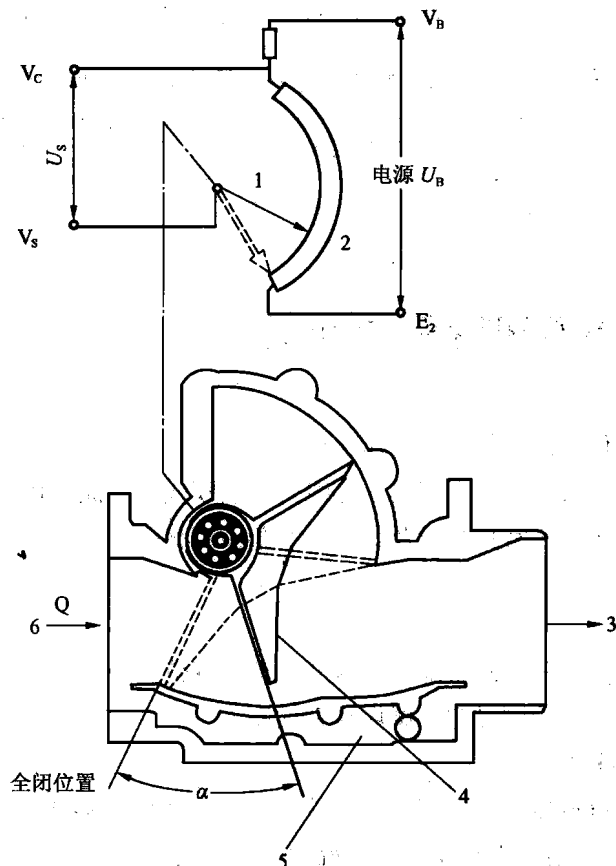


图1-4 翼板式空气流量传感器工作原理

- 1—电位计滑臂 2—电位计镀膜电阻 3—进气歧管侧
4—测量叶片 5—旁通气道 6—空气滤清器侧

使用 U_s / U_B 电压比作为空气流量传感器的输出信号，其目的在于：当加给电位计的电源电压 U_B 发生变化时，因信号 U_s 与 U_B 成比例变化，所以 U_s / U_B 仍保持不变，即不受电源电压的影响，这就确保了空气流量传感器的测量准确。

如图 1-5 所示为翼板式空气流量传感器与发动机控制模块之间的连接电路，其核心线路主要是 3 根，一根接线（端子 4）是向电阻的一端提供工作电压，一根接线（端子 3）是向电阻的另一端提供搭铁信号，第三根线（端子 6）是连接到传感器的滑动触点，向发动机控制模块提供电压信号。

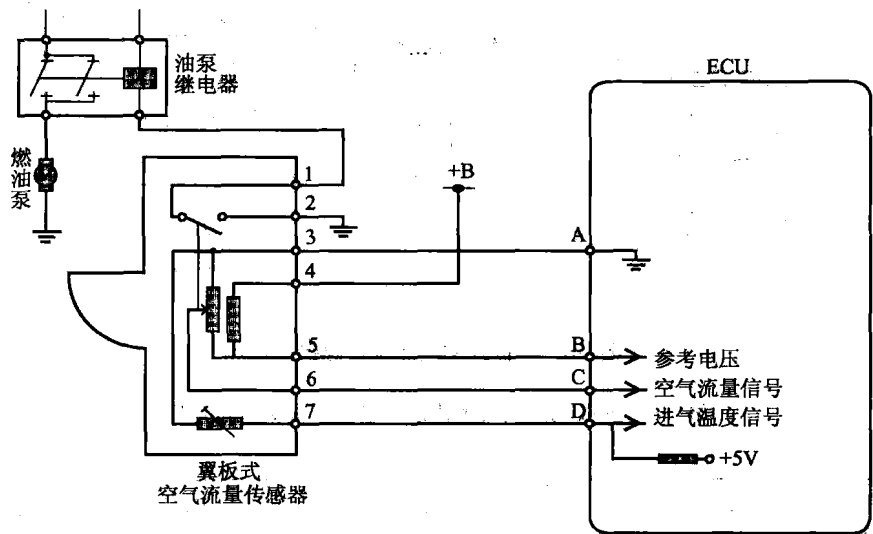


图1-5 翼板式空气流量传感器与ECU之间的连接电路

2. 操作步骤

(1) 空气流量传感器的拆检

- ① 将点火开关置于“OFF”位置，拔下空气流量传感器的导线连接器，拆下空气流量传感器。
- ② 检查空气流量传感器本体是否开裂，首先用手拨动翼板，使其转动，检查翼板是否运转自如，复位弹簧是否良好。如果触点无磨损、翼板摆动平稳、无卡端和破损，说明机械部件良好。否则，应予更换。
- ③ 用手改变叶片的位置，如图 1-6 所示，用万用表电阻挡测量 F_c-E_1 、 V_s-E_2 间的电阻值，应符合表 1-2，否则应予更换。

表1-2 翼板式空气流量传感器 F_c-E_1 、 V_s-E_2 间电阻的标准值

端子	F_c-E_1		V_s-E_2	
	全关	打开	全关	从全关到全开
电阻值	无穷大	0	200~600	200~1200

6 汽车发动机电控系统的结构与维修实训

(2) 空气流量传感器电阻的检测

① 空气流量传感器的检测如图 1-6 所示。

② 将点火开关置于“OFF”位置，拔下空气流量传感器的导线连接器，用万用表电阻挡测量空气流量传感器上各端子间的电阻，电阻值应符合表 1-3 所示的值（环境温度约为 25℃），否则说明此空气流量传感器内部有故障，应予更换。

注意：当改变进气温度时，THA—E₂间的电阻应改变。

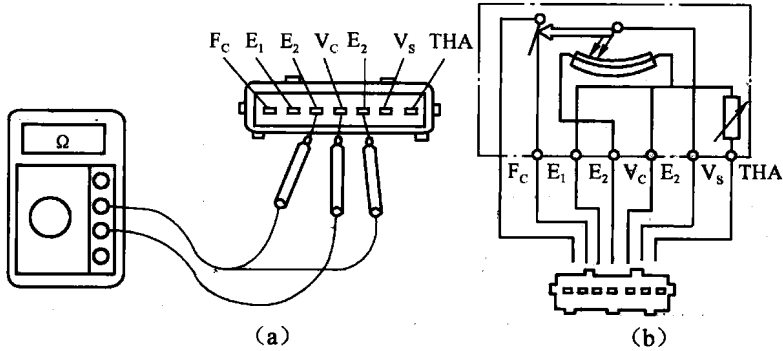


图1-6 翼板式空气流量传感器的检测

表1-3 翼板式空气流量传感器各端子间的标准电阻值

Ω				
端子	V _s —E ₂	V _c —E ₂	THA—E ₂	F _c —E ₁
标准电阻值	200~600	200~400	2000~3000（温度约 20℃）	无穷大

(3) 空气流量传感器电压的检测

① 将点火开关转至“ON”位置，用万用表电压挡测量 V_c—E₂和 V_s—E₂间的电压，测量结果应如表 1-4 所示，否则说明空气流量传感器内部有故障，应予更换。

② 将喷油器的线束拔下，用启动机带动发动机转动，用万用表电压挡测量 V_s—E₂间的电压，电压值应随叶片开度的变大而变小，否则应更换空气流量传感器。

表1-4 翼板式空气流量传感器V_c—E₂和V_s—E₂电压的标准值

V			
端子	V _c —E ₂	V _s —E ₂	
		叶片全关	叶片全开
标准电压	4~6	3.7~4.8	0.2~0.5

2.4.2 卡门涡旋式空气流量传感器的检修

1. 知识点

(1) 结构与工作原理

以丰田凌志 LS400 轿车 1UZ—FE 发动机为例,卡门涡旋式空气流量传感器的结构如图 1-7 所示。在进气管道中间设有流线形或三角形的涡流发生器,当空气流经涡流发生器时,在其后部的气流中会不断产生被称为卡门涡流的空气涡流。这个旋涡移动的速度与空气流速成正比,即在单位时间内通过涡流发生器后方某点的涡流数量与空气流速成正比。因此,通过测量单位时间内涡流的数量就可计算出空气流速,再将空气通道的有效截面与空气流速相乘,就可以得到吸入空气的量。

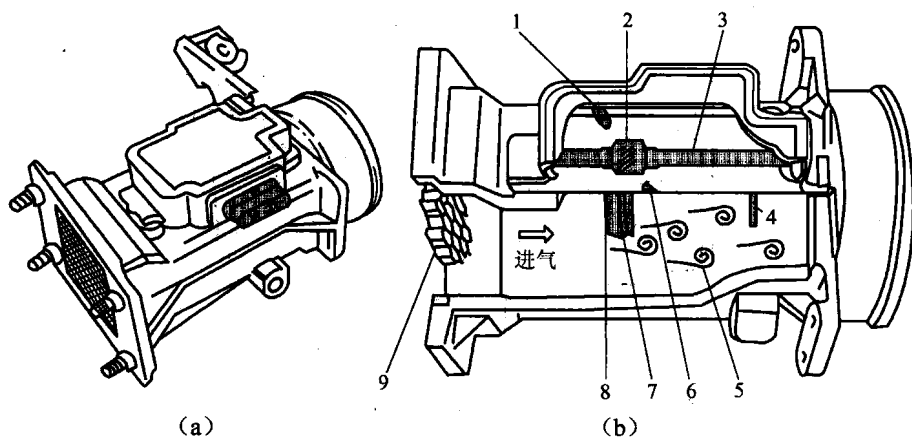


图1-7 卡门涡旋式空气流量传感器

(a) 外形结构 (b) 内部结构

- 1—发光二极管 2—反光镜 3—张紧带 4—进气温度传感器 5—涡流
6—光敏三级管 7—导压孔 8—涡流发生器 9—整流网栅

(2) 与发动机控制模块之间的连接

如图 1-8 所示为卡门涡旋式空气流量传感器与 ECU 的连接电路。卡门涡旋空气流量传感

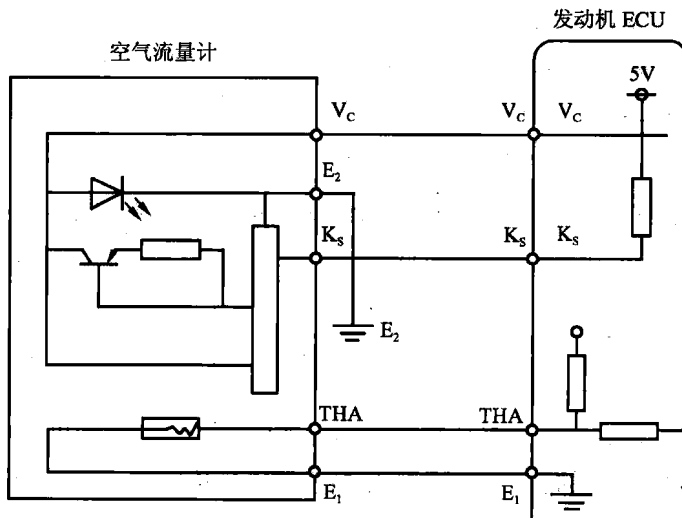


图1-8 卡门涡旋式空气流量传感器的电路图