

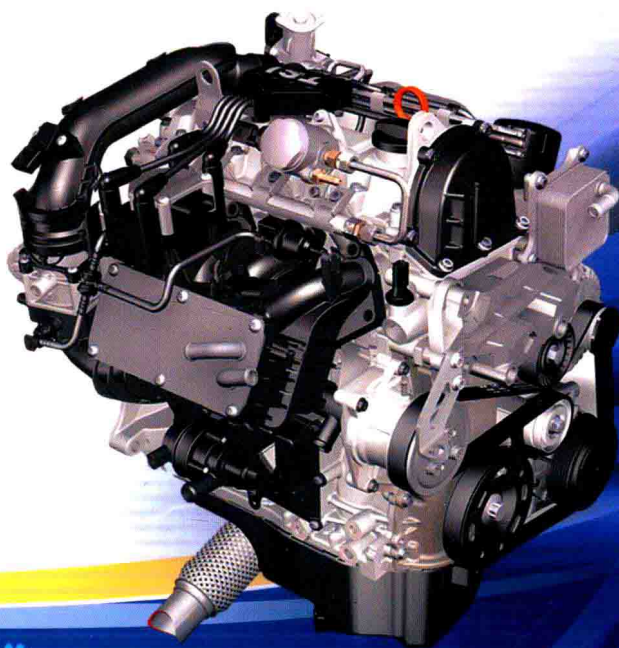


国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果教材

发动机电控系统 检修

广州市机电高级技工学校 组编

尹向阳 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果教材

发动机电控系统检修

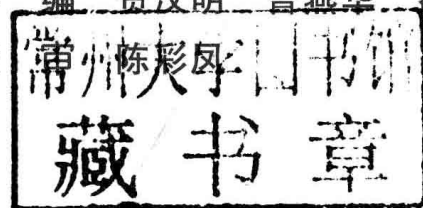
广州市机电高级技工学校 组编

主 编 尹向阳

副主编 曾 蕾

参 编 贺汉明 曾燕华 盘亮星

主



机械工业出版社

本书是根据国家中等职业教育改革发展示范学校建设指导精神,以培养汽车检测与维修专业学生综合职业能力为出发点,同时参考汽车维修高级工职业资格标准编写的。

本书内容包括发动机电控系统的检查维护、电控发动机故障灯亮的检修、发动机不能起动的电路故障检修、发动机不能起动的油路故障检修、发动机怠速不良的故障检修、发动机动力不足的故障检修以及发动机排放超标的故障检修。

本书可作为中等职业学校汽车检测与维修专业教材,也可作为职业技能培训岗位培训教材和其他从事相关专业人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

发动机电控系统检修/尹向阳主编;广州市机电高级技工学校组编.
—北京:机械工业出版社,2013.8

国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果教材

ISBN 978-7-111-43749-9

I. ①发… II. ①尹…②广… III. ①汽车—发动机—电子系统—控制系统—检修—中等专业学校—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第196959号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曹新宇 责任编辑:于志伟

责任校对:闫玥红 责任印制:张楠

北京华正印刷有限公司印刷

2013年10月第1版第1次印刷

184mm×260mm·10.25印张·246千字

标准书号:ISBN 978-7-111-43749-9

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

示范学校建设项目成果教材 编审委员会

主 任 张可安

副主任 丁红浩 黎家年 陈彩凤 熊邦宏

委 员	甄志鹏	王宴琬	曾国通	李永杰	梁永波	刘文丽
	罗恒年	梁达志	赖圣君	李 阳	赵吉泽	黄福桃
	吴嘉浩	庞 春	王玉晔	张善燕	贺汉明	黄晓林
	曾燕华	盘亮星	刘 浩	尹向阳	李楚樱	曾 蕾
	林嘉彬	林少宏	郭英明	胡 松	陆伟漾	王俊良
	毛晓光	刘贤文	范玉兰	姜 光	卢静霞	陈一照
	梁瑞儿	黄智亮	徐位雄	罗宇娟	乐 晨	张重骏
	区信文	黄利元	余熙哲	郑 雁	刘娅婷	谢振中
	谢信强	肖必初	何 东	黄洁凝	肖 姣	刘岩松
	田 国	黎小嫣	李海芳	王赞凯	周海蔚	封富成
	程豪华	陈移新	李红强	郭秀明	禰炜华	蔡文泉
	黎玉兰	蒋 玲	王 琴	李兆春	梁丽芬	李燕斌
	陈荔菲	胡 静	庄卓瑜	张学军	刘 琳	王宴玲
	欧阳泉清	梁 盈	崔艳娟			

前言

根据国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划的精神，为培养汽车检测与维修专业学生的综合职业能力，落实“以就业为导向、以全面素质为基础、以能力为本位”的职业教育办学指导思想，广州市机电高级技工学校组织教师编写了这套教材。

本套教材采用学习领域的课程模式，以工作页的形式呈现，情境序化依照从简单到复杂的认知规律，课程体系序化遵循职业成长规律，是广州市机电高级技工学校汽车检测与维修专业一体化课程改革小组全体成员辛勤努力的结果，是集体智慧的结晶。

本套教材在实施时，教师需要组建教学团队，构建和改善教学环境，为学生提供更多的学习资源，采用行动导向的教学方法，根据学习任务的要求，组建学习小组，充分调动学生学习的主动性。对学生课业的评价采用过程性评价与结果性评价相结合的评价方式，教师在评价中起引导作用，不同的工作任务可考虑有不同的评价侧重，以过程性评价为主，学习与工作的态度、工作习惯、“6S”管理等，都结合在过程性评价之中。教师从原来知识、技术的传授者，转变为提高学生综合职业能力的促进者、学习资源的提供者、制订计划与实施计划的咨询者、学习过程的监督者以及学习绩效的评估者。

学生的学习要遵循工作过程系统化的原则，即在完整的工作过程中，经历从接车、初诊、收集故障信息、制订维修计划、实施维修作业、质检到交车的整个过程，获得工作过程知识并掌握操作技能，清楚工作对象、工具材料、工作方法、劳动组织方式和工作要求等各种要素及其相互关系。学生是学习的主体，有充分独立学习的时间和空间。学生在学习时，要用好工作页，了解学习任务的学习目标、内容结构，在引导问题的帮助下，借助其他学习资源，进行主动的思考和 Learning，尽量独立地完成工作页的填写，并能利用学习目标指导自己的学习和评价自己的学习效果。

本书由尹向阳担任主编，曾蕾任副主编，贺汉明、盘亮星和曾燕华参编，陈彩凤担任主审。感谢学校领导、学校研究所对汽车专业课改工作的大力支持和耐心指导，同时还要感谢支持我们工作的同事、同行、课程专家和行业专家等，他们为本书提出了许多宝贵的意见和建议，从而使本书的内容更加合理与完善。

由于编者的水平有限，书中难免有疏漏或不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

学习任务 1	发动机电控系统的维护	1
学习任务 2	电控发动机故障灯亮的检修	18
学习任务 3	发动机不能起动的电路故障检修	34
学习任务 4	发动机不能起动的油路故障检修	59
学习任务 5	发动机怠速不良的故障检修	82
学习任务 6	发动机动力不足的故障检修	111
学习任务 7	发动机排放超标的故障检修	134
参考文献		155

学习任务1 发动机电控系统 的维护

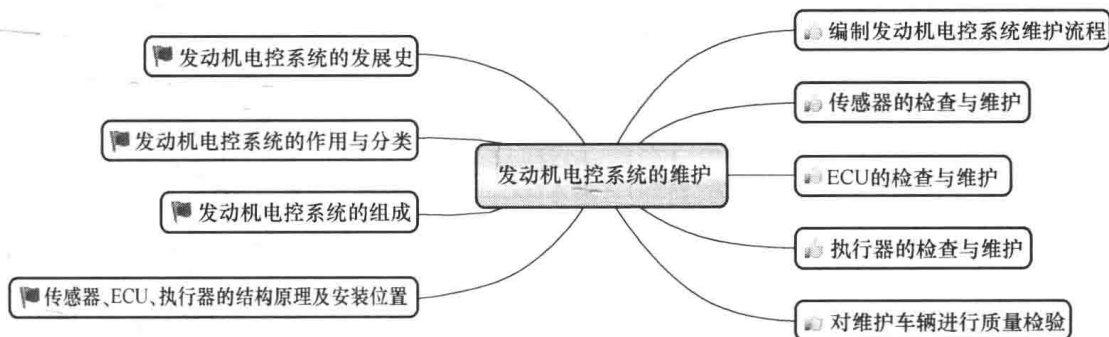
学习目标

完成本学习任务后，你应当能够：

1. 叙述发动机电控系统的类型和主要结构；
2. 在车上找到发动机电控系统的传感器、ECU、执行器的安装位置；
3. 在教师的指导下，以小组合作的方式，按照标准流程和规范操作的要求对传感器、ECU、执行器进行检查与维护；
4. 对工作任务的完成情况进行正确评估和总结。

建议学时 18 学时

内容结构



学习任务描述

一辆桑塔纳 2000 轿车，发动机型号为 AJR，客户要求对发动机电控系统进行检查与维护，如果你是维修人员，请你对该车进行检查与维护。

第一部分 学习准备

一、接车

引导问题 1. 接车时，需要登记哪些有效信息？

服务顾问（SA）与客户（车主）进行交流，询问车辆的使用情况、故障现象及车辆的历史维修记录等；检查车辆的行驶里程、发动机号、车架号和车辆的外观损伤情况，并将相关信息填写至表 1-1 中，完成待修车辆的信息登记。

注意：服务顾问（SA）进入驾驶室前，要先铺好座椅套、脚垫，装上方向盘套等，以防止弄脏车厢内饰。

× × 汽车销售服务有限公司
委托维修项目估算协议单

表 1-1

维修日期： 年 月 日 时 分														
车牌：					车型：					班组：				
发动机号：					颜色：					调度：				
车架号：														本次里程数：
用户故障陈述：														
		室内设施												
		点烟器 ☐ CD 机 ☐ 备胎 ☐												
		室内镜 ☐ 喇叭 ☐ 千斤顶 ☐												
		升降器 ☐ 刮水器 ☐ 工具 ☐												
灯具与其他		前照灯左 ☐ 右 ☐ 尾灯左 ☐ 右 ☐												
		前雾灯左 ☐ 右 ☐ 轮盖前左 ☐ 右 ☐												
		后视镜左 ☐ 右 ☐ 轮盖后左 ☐ 右 ☐												

(续)

故障发生状况	委托维修项目	工时费	必要零件	零件费
行驶速度_____				
发生频率_____				
发生时间_____				
部 位_____				
路面状况_____				
天 气_____				
声音描述_____				
本故障是否在本店维修过 或在其他店维修过：_____	SA：请问你的车辆在使用过程中还有其他问题吗？ 有 ☐ 无 ☐			
	旧件处理： 取回 ☐ 放弃 ☐ 保险回收 ☐		估算合计：	
预定交车日期： 月 日 时 分 延时交车日期： 月 日 时 分 SA 确认：			客等 ☐ 保修 ☐ 保险 ☐ 洗车 ☐	
1. 本人完全确认本单所列之维修项目并授权贵公司修理；同意贵公司因维修的需要在公路上进行必要的行驶检验。 2. 本人完全了解并接受本单委托维修协议中的各项条款。 顾客签字： 服务顾问： 电 话： 电 话：		委托维修协议 1. 本单所预计维修内容仅供参考，结算时按实际维修项目以结算为准。 2. 贵重物品：在将车辆交给我店检查修理前，已提示贵重物品自行收起并保存好，如有遗失概不负责。 3. 检测费说明：本次检测的故障如用户在本店维修，检测费包含在维修费内；如用户不在本店维修，请你支付本次检测费：¥_____		

二、初诊

 引导问题 2. 对故障车进行初诊时，需要进行哪些基本检查？

维修技师根据服务顾问（SA）填写的《委托维修项目估算协议单》对车辆进行初步检查，确认车辆的技术状况，然后检查发动机的“四漏”，并将检查情况填写至表1-2中。

表 1-2

1. 确认车辆的故障现象	
① 打开点火开关，观察发动机故障灯状态是否正常？	是 ☐ 否 ☐
② 起动发动机，热车3~5min，观察发动机是否具有下列故障现象： 机油压力过低，警告灯是否仍点亮？	
	是 ☐ 否 ☐
③ 观察是否还有其他故障现象？	
	是 ☐ 否 ☐
如果有，分别是：_____	
2. 检查发动机的“四漏”	

(续)

① 散热器、水管接头处是否漏水或渗水?	是□	否□
② 发动机油封、机油滤清器接头以及油底壳处是否漏机油?	是□	否□
③ 燃油管接头处是否漏油?	是□	否□
④ 水管与燃油管是否存在割伤、老化和扭结?	是□	否□
⑤ 发动机各传感器、执行器线束插头是否松脱或锈蚀?	是□	否□
⑥ 膨胀水箱水位是否正常?	是□	否□
⑦ 进气管道和真空管是否有漏气?	是□	否□
故障现象描述:		

三、收集汽车故障相关信息

现代汽车的机电一体化程度很高，随着汽车技术的不断进步，电子控制的内容和精度也在不断提高，发动机的控制已由原来的燃油喷射控制发展到集燃油喷射控制、点火控制、怠速控制、进气控制、增压控制、排放控制、防盗控制、失效保护控制以及诊断、数据通信为一体的发动机管理系统，简称“EMS”。



引导问题 3. 发动机电控系统的发展经历了哪些阶段?

1. 连续多点机械式汽油喷射系统——“K”系统（图 1-1）

连续多点机械式汽油喷射系统（“K”系统）是一种液力控制、机械式、进气道连续喷射的系统，属于多点缸外连续喷射方式。“K”系统由电动油泵、蓄能器、燃油滤清器、温度时间开关、喷油器和暖机调节器等部件组成。

空气流量传感板与燃油分配器组成一个部件，即混合气调节器，它是机械式汽油喷射系统的一个核心部件。空气流量计使燃油量分配器控制柱塞动作，燃油量分配器就给发动机每个气缸分配所需的燃油量。

2. “KE”型机电混合燃油喷射系统（图 1-2）

1982 年，博世公司在 K 型机械控制式燃油喷射系统的基础上增设了一个燃油压差调节器、部分传感器和电子控制器 ECU，改进研制成功了 KE—Jetrionic 型（简称 KE 型）机电结合式汽油连续喷射系统。1993 年以前出厂的奔驰、奥迪轿车，大多数采用了 KE 型系统。

KE 型燃油喷射系统仍为连续喷射系统，与 K 型机械控制式燃油喷射系统的主要区别在于增设了燃油压差调节器、电子控制器和冷却液温度传感器等。在发动机工作时，电子控制单元 ECU 根据冷却液温度传感器和节气门位置传感器等输入的信号控制燃油压差调节器工作，通过调节燃油计量槽进、出口之间燃油的压差来调节喷油器的喷油量，从而调

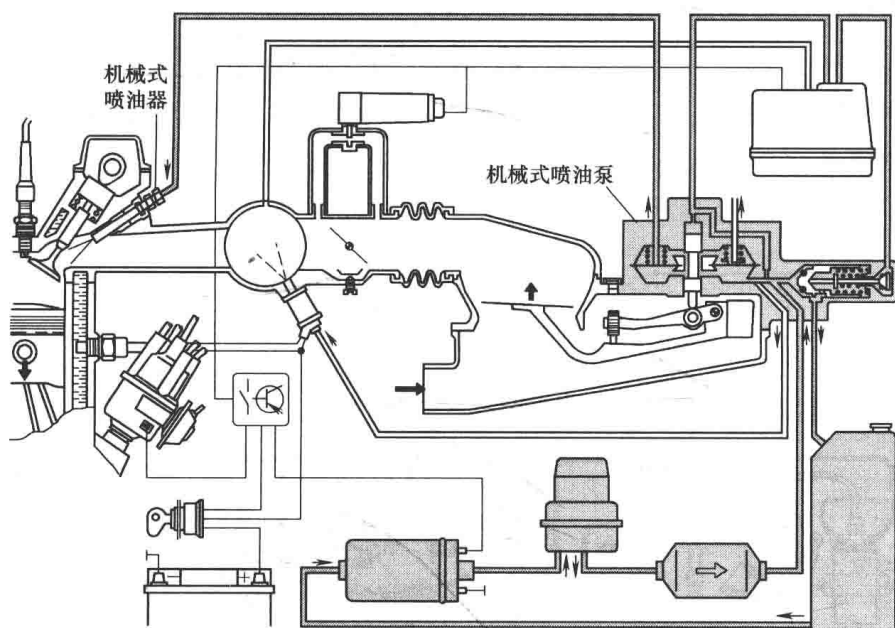


图 1-1 “K” 系统

节不同工况时混合气的空燃比，达到提高发动机动力性、经济性和排放性能的目的。

KE 型机电混合燃油喷射系统供油压力为 $610 \sim 650\text{kPa}$ ；喷油器开始喷油压力为 $430 \sim 460\text{kPa}$ 。

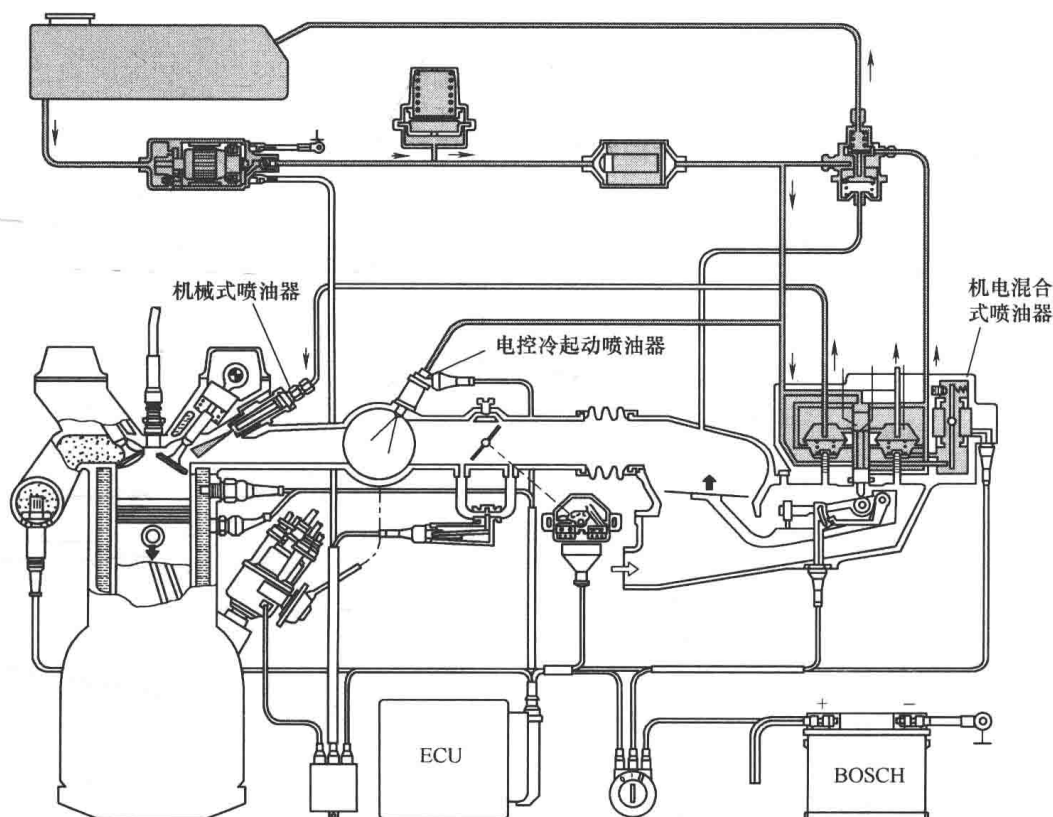


图 1-2 “KE” 型机电混合燃油喷射系统

3. “EFI” 电子控制燃油喷射系统（图 1-3）

“EFI” 是 “Electronic Fule Injection” 的简称，20 世纪 60 年代后期，德国 BOSCH 公司开始研制电子控制燃油喷射系统，历经晶体管、集成电路、微处理器三大发展进程。现代各种汽车上，应用的电子控制燃油喷射系统都是以 BOSCH 公司产品为原形发展而来的。

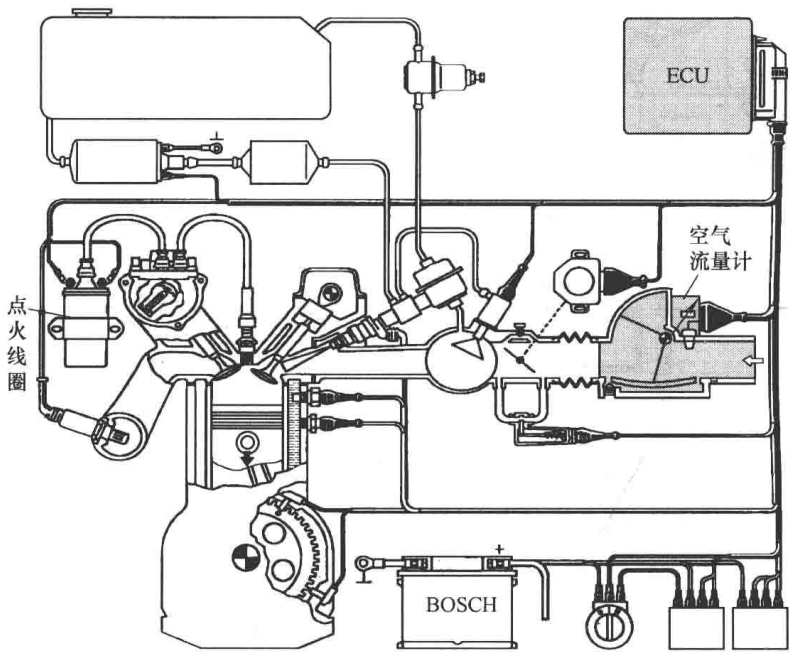


图 1-3 “EFI” 电子控制燃油喷射系统

4. 世界主要汽车公司发动机电子控制系统功能与特征（见表 1-3）

表 1-3

年份	系统名称	主要控制功能	汽车公司	主要特征
1967	D—Jetronic	燃油喷射	博世 BOSCH	进气歧管压力传感器检测空气流量
1973	L—Jetronic	燃油喷射	博世 BOSCH	翼片式流量传感器检测空气流量
1976	ELBS	点火时刻	克莱斯勒 CHRYSLER	微机控制点火
1977	MISAR	点火时刻	通用 GENERAL	微机控制点火
1977	EEC	点火时刻、废气再循环	福特 FORD	微机控制燃油喷射与点火
1978	C—4	燃油喷射、点火时刻	通用 GENERAL	微机控制系统、系统自诊断
1978	EEC—II	燃油喷射、点火时刻	福特 FORD	微机控制系统、系统自诊断

(续)

年份	系统名称	主要控制功能	汽车公司	主要特征
1979	EEC—Ⅲ	燃油喷射、点火时刻	福特 FORD	微机控制系统、系统自诊断
1979	ECCS	燃油喷射、点火时刻	日产 NISSAN	微机控制系统、系统自诊断
1979	Motronic	燃油喷射、点火时刻	博世 BOSCH	热膜式传感器检测空气流量
1980	EEC—Ⅳ	燃油喷射、点火时刻	福特 FORD	微机控制系统、系统自诊断
1980	TCCS	燃油喷射、点火时刻	丰田 TOYOTA	涡流式传感器检测空气流量
1981	I—TEC	燃油喷射、点火时刻	五十铃 ISUZU	微机控制系统、系统自诊断
1981	LH—jetronk	燃油喷射	博世 BOSCH	热丝式传感器检测空气流量
1982	EMS	燃油喷射、点火时刻	卢卡斯 LUCAS	微机控制系统、系统自诊断

 引导问题 4. 查找相关资料，说明电控发动机有哪些优缺点？

 引导问题 5. 发动机电控系统主要由哪几部分组成？各部分各有什么作用？

1. 组成

发动机电子控制系统主要由电子燃油喷射系统、_____、_____、排放控制系统、增压控制系统、巡航控制系统、警告系统、自诊断与报警系统、_____和应急备用系统等组成。

2. 作用

(1) 电子燃油喷射系统

电子燃油喷射系统根据进气量确定基本喷油量，再根据其他传感器（如冷却液温度传感器、节气门位置传感器等）信号对喷油量进行修正，使发动机在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气，从而提高发动机的动力性、经济性和排放性。

（2）电控点火系统

电控点火系统主要进行点火提前角控制。根据各相关传感器信号，判断发动机的运行工况和运行条件，选择最理想的点火提前角点燃混合气，从而改善发动机的燃烧过程，以实现提高发动机动力性、经济性和降低排放污染的目的。

（3）怠速控制系统

怠速控制系统在发动机怠速工况下，根据发动机冷却液温度、空调压缩机是否工作、变速器是否挂入挡位等，通过怠速控制阀对发动机的进气量进行控制，使发动机随时以最佳怠速转速运转。

（4）排放控制系统

排放控制系统主要是对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制的项目主要包括：废气再循环（EGR）控制，活性炭罐电磁阀控制，氧传感器和空燃比闭环控制，二次空气喷射控制等。

（5）进气控制系统

进气控制系统主要是根据发动机转速和负荷的变化，对发动机的进气进行控制，以提高发动机的充气效率，从而改善发动机的动力性。

（6）增压控制系统

增压控制系统对发动机进气增压装置的工作进行控制。在装有废气涡轮增压装置的汽车上，ECU 根据检测到的进气管压力，对增压装置进行控制，从而控制增压装置对进气增压的强度。

（7）巡航控制系统

设定巡航控制模式后，ECU 根据汽车运行工况和运行环境信息，自动控制发动机工作，使汽车自动维持一定车速行驶。

（8）警告系统

由 ECU 控制各种指示和报警装置，一旦控制系统出现故障，该系统能及时发出信号以警告提示。

（9）自诊断与报警系统

用来提示驾驶员发动机有故障，同时，系统将故障信息以设定的数码（故障码）形式储存在存储器中，以便帮助维修人员确定故障类型和范围。

（10）失效保护系统

失效保护系统主要是当传感器或传感器线路发生故障时，自动按计算机中预先设定的参考信号值工作，以便发动机能继续运转。

（11）应急备用系统

当控制系统的计算机发生故障时，自动启用备用系统（备用集成电路），按设定的信号控制发动机转入强制运转状态，以防车辆停驶在路途中。

引导问题 6. 发动机电控系统由哪些元件组成？

1. 基本组成

发动机电控系统，主要由_____、电子控制单元（ECU）和_____三部分组成，如图 1-4 所示。

各种传感器，用来采集控制系统的信号，并将其转换成电信号输送给 ECU；ECU 给各传感器提供参考电压，接收传感器信号，对信号进行存储、计算和分析处理后，向执行器发出指令；执行器由 ECU 控制，执行某项控制功能。

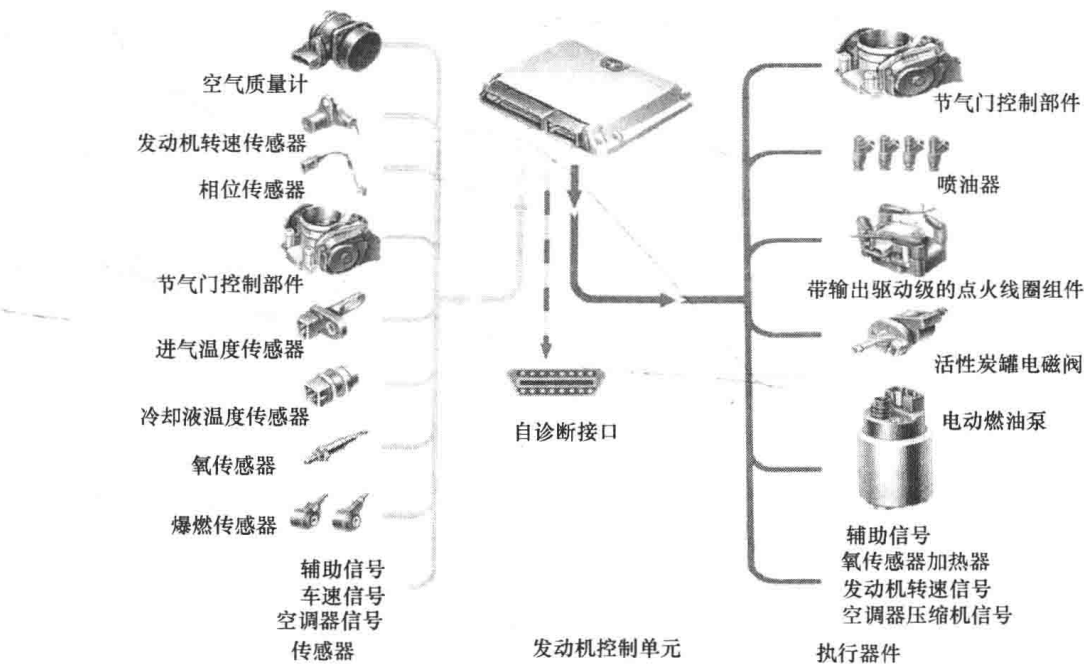


图 1-4 发动机电控系统的基本组成

2. 主要传感器及作用

根据相关资料，在实训车上查找主要传感器的安装位置，完成表 1-4 的填写。

表 1-4

传感器名称	主要作用	是否能在车上找到
空气流量计	测量发动机的进气量，将信号输入 ECU	是□ 否□
进气压力传感器		是□ 否□
节气门位置传感器		是□ 否□
凸轮轴位置传感器	提供曲轴转角基准位置信号	是□ 否□
曲轴位置传感器		是□ 否□
进气温度传感器		是□ 否□
冷却液温度传感器		是□ 否□

(续)

传感器名称	主要作用	是否能在车上找到
车速传感器		是 ☐ 否 ☐
氧传感器		是 ☐ 否 ☐
爆燃传感器		是 ☐ 否 ☐
空调开关		是 ☐ 否 ☐
挡位开关		是 ☐ 否 ☐
起动开关		是 ☐ 否 ☐
制动灯开关		是 ☐ 否 ☐
动力转向开关	当方向盘由中间位置向左右转动时, 由于动力转向油泵工作而使发动机负荷加大, 此时向 ECU 输入信号	是 ☐ 否 ☐
巡航控制开关	当进入巡航控制状态时, 向 ECU 输入巡航控制状态信号	是 ☐ 否 ☐

3. 电子控制单元 (ECU) 的基本功能

你认为电子控制单元 (ECU) 有哪些基本功能? (在前面框格中划“√”)

- ☐ 给传感器提供电压, 接收传感器和其他装置的输入信号, 并将其转换成数字信号。
- ☐ 储存该车型的特征参数和运算所需的有关数据信号。
- ☐ 确定计算输出指令所需的程序, 并根据输入信号和相关程序计算输出指令数值。
- ☐ 将输入信号和输出指令信号与标准值进行比较, 确定并存储故障信息。
- ☐ 向执行元件输出指令或根据指令输出自身已储存的信息。
- ☐ 自我修正功能 (学习功能)。

4. ECU 的组成

ECU 主要由输入回路、A/D 转换器 (模/数转换器)、微型计算机 (微机) 和输出回路四部分组成, 如图 1-5、图 1-6 所示。

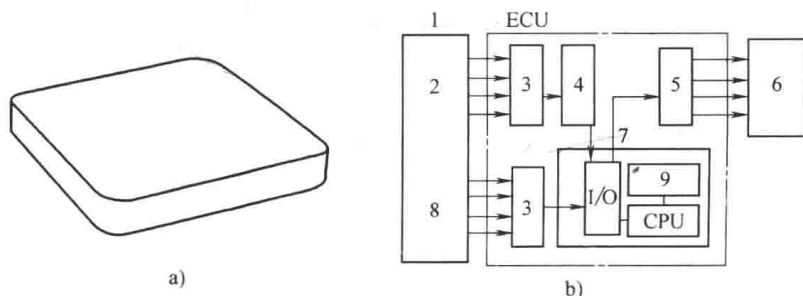


图 1-5 ECU 的组成

a) 外观 b) 组成

- 1—传感器 2—模拟信号 3—输入回路 4—A/D 转换器 5—输出回路
6—执行元件 7—微机 8—数字信号 9—ROM/RAM 记忆装置

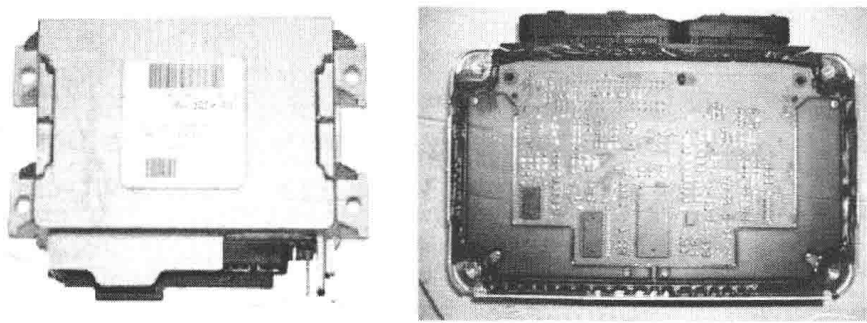


图 1-6 ECU 实物图

5. 主要执行器及作用

根据相关资料，在实训车上查找主要执行器的安装位置，完成表 1-5 的填写。

表 1-5

传感器名称	主要作用	是否能在车上找到
喷油器		是 ☐ 否 ☐
点火器		是 ☐ 否 ☐
怠速控制阀		是 ☐ 否 ☐
巡航控制电磁阀		是 ☐ 否 ☐
节气门控制电动机		是 ☐ 否 ☐
EGR 阀		是 ☐ 否 ☐
进气控制阀		是 ☐ 否 ☐
活性炭罐排泄电磁阀		是 ☐ 否 ☐
油泵继电器		是 ☐ 否 ☐
风扇继电器		是 ☐ 否 ☐
制动灯开关		是 ☐ 否 ☐
空调压缩继电器		是 ☐ 否 ☐
自诊断显示与报警装置		是 ☐ 否 ☐

6. 请根据图 1-7 指出相应传感器或执行器的名称

引导问题 7. 电控系统主要元件产生故障与发动机故障现象之间的对应关系是怎样的？

电控系统主要元件故障与发动机故障现象之间的对应关系见表 1-6，请在实训车设置相应的故障，根据发动机故障现象进行对比分析。