

高等职业教育“十二五”规划教材
汽车专业工作过程导向职业核心课程双证系列教材

Nucleus
新核心

人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心 组编

汽车发动机电控系统检修 一体化项目教程

QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG JIANXIU
YITIHUA XIANGMU JIAOCHENG

廖曙洪 曾 文 主编



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材
汽车专业工作过程导向职业核心课程双证系列教材
人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心组编

汽车发动机电控系统检修 一体化项目教程

主 编 廖曙洪 曾 文
副主编 雷治亮 贺汉明
主 审 张书君



上海交通大学出版社

内 容 提 要

本教材以汽车维修工职业岗位能力培养为导向,制订了以诊断与排除汽油发动机典型故障为载体的学习任务。教学实施过程包括:电控汽油发动机的认识,控制单元、进气压力传感器、空气流量计、发动机转速传感器、位置传感器、温度传感器、爆震传感器、氧传感器、空气供给系统、燃油供给系统、电控点火系统、电控汽油发动机不能起动、电控汽油发动机起动困难、电控汽油发动机怠速不良、电控汽油发动机加速不良、电控汽油发动机高速不良故障的诊断与排除等 17 个工作任务。每个任务的学习包括相关知识与教学实施两部分,为提高学生收集资料、检测训练、工作实施这三个层次的能力,通过真实的情境教学,让学生掌握工作过程中必要的知识、基本技能、综合能力,以及强化学生的职业素养。

本教材配有多媒体课件,欢迎读者来函来电索取。

联系电话:021-60403030;邮箱:shujun2008@gmail.com

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统检修一体化项目教程/廖曙洪,
曾文主编. —上海:上海交通大学出版社, 2013
ISBN 978-7-313-10075-7

I. ①汽… II. ①廖… ②曾… III. ①汽车-发动机
-电子系统-控制系统-检修-高等学校-教材 IV.
①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 165546 号

汽车发动机电控系统检修一体化项目教程

廖曙洪 曾 文 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 951 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海亿顺印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:9.25 字数:207 千字

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-313-10075-7/U 定价:29.50 元

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系
联系电话:021-56889281

人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心组编
汽车专业工作过程导向职业核心课程双证系列教材编审委员会

■ 顾问

刘 康 人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心主任
王建平 中国人才交流协会汽车人力资源分会常务副会长、秘书长
余卓平 中国汽车工程学会常务理事、同济大学汽车学院院长、教授、博导
王优强 教育部高等学校高职高专汽车类专业教学指导委员会秘书长、教授、博导
陈关龙 上海交通大学汽车工程学院常务副院长、教授、博导
鞠鲁粤 上海大学巴士汽车学院院长、教授
徐国庆 华东师范大学职教研究所副教授、博士
荀逸中 上汽集团华域汽车有限公司副总经理
任 勇 东风日产乘用车公司副总经理
阮少宁 广州元丰汽车销售服务有限公司董事长

■ 名誉主任

谢可滔

■ 编委会主任

李孟强 杨 敏 叶军峰 乔本新

■ 委员

(按姓氏笔画为序)

万军海	王长建	王文彪	王会明	王秀贞	王 勇	王 锋	卢宜朗
叶军峰	冯永亮	宁建华	吕惠敏	朱德乾	乔本新	刘炽平	孙乃谦
严安辉	苏小萍	李支道	李孟强	杨 敏	豆红波	沈文江	林月明
罗雷鸣	郑志中	郑喜昭	赵顺灵	胡军钢	钱素娟	徐家顺	谈 诚
黄建文	符 强	梁 刚	梁其续	曾 文	谢兴景	谢忠辉	蔡文创
蔡昶文	谭善茂	黎亚洲	潘伟荣	潘向民			

■ 本书编写委员会

主 编 廖曙洪 曾 文
副主编 雷治亮 贺汉明
主 审 张书君

序

随着社会经济的高速发展和现代制造业的不断升级,我国对技能人才地位和作用的认识得到了空前的提高,技能人才的价值越来越得到认可。如何培养符合未来中国经济社会发展需要的技能人才也得到社会的广泛关注。

人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心、中国就业培训技术指导中心担负着为我国就业和职业技能培训领域提供技术支持和技术服务的重要任务。在新的形势下,为各类技工院校、职业院校和培训机构提供技能人才培养、培养模式及方法等方面的技术指导尤为重要。在党中央国务院就业培训政策方针指引下,中心结合国情,开拓创新思路,探索培训方式,研究扩大就业,提供技术支持,为国家就业服务和职业培训鉴定事业的发展,提供了强有力的支撑。与此同时,中心不断深化理论研究,注重将理论转化为实践,成果也十分明显,由中心组编的“汽车专业工作过程导向职业核心课程双证系列教材”便是这种实践成果之一。

我国作为世界汽车生产和消费大国,汽车产业的快速发展和汽车消费的持续增长,为国民经济的增长产生了巨大拉动作用。近年来,我国汽车专业职业教育事业取得了长足发展,为汽车行业输送了大量的人才。随着汽车产业的迅猛发展,社会对汽车专业人才提出了更高的要求。进一步深化人才培养模式、课程体系和教学内容的改革,不断提高办学质量和教学水平,培养更多的适应新时代需要的具有创新能力的高技能、高素质人才,是汽车专业教育的当务之急。

作为汽车专业教育的重要环节,教材建设肩负着重要使命,新的形势要求教材建设适应新的教学要求。职业教育教材应针对学生自身特点,按照技能人才培养模式和培养目标,以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养、

技能实训为本位,使职业资格认证培训内容和教材内容有机衔接,全面构建适应 21 世纪人才培养需求的汽车类专业教材体系。

我热切地期待,本系列教材的出版将对职业教育汽车类专业人才的培养和教育教学改革工作起到积极的推动作用。

人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心主任

中国就业培训技术指导中心主任



2011 年 5 月

前言

《汽车发动机电控系统检修一体化项目教程》以汽车维修工职业岗位能力分析为导向,分析其具体工作内容、工作过程和工作情景,开发出以诊断与排除汽油发动机典型故障为载体的学习任务,教学实施过程包括:电控汽油发动机的认识、控制单元故障的诊断与排除、进气压力传感器故障的诊断与排除、空气流量计故障的诊断与排除、发动机转速传感器故障的诊断与排除、位置传感器故障的诊断与排除、温度传感器故障的诊断与排除、爆震传感器故障的诊断与排除、氧传感器故障的诊断与排除、空气供给系统故障的诊断与排除、燃油供给系统故障的诊断与排除、电控点火系统故障的诊断与排除、电控汽油发动机不能起动机故障的诊断与排除、电控汽油发动机起动机困难故障的诊断与排除、电控汽油发动机怠速不良故障的诊断与排除、电控汽油发动机加速不良故障的诊断与排除、电控汽油发动机高速不良故障的诊断与排除等 17 个工作任务。每个任务的学习包括相关知识与教学实施两部分,教学实施过程为实现学生的 3 个层次的能力,即收集资料、检测训练、工作实施,通过真实的情境教学,即教学内容等于工作内容、教学过程等于工作过程、教学环境等于工作环境、教学评价等于工作评价,让学生掌握工作中的必要知识、基本技能、综合技能,以及强化学生职业素养的养成。

本书可作为各类职业技术学院汽车运用技术、汽车检测与维修、汽车运用工程及相关专业教材,也可作为汽车行业从业人员的岗位培训用书。

本教材由廖曙洪、曾文担任主编,雷治亮、贺汉明担任副主编,同时还有冯兆强、侯付军等参与了本书的编写,由于编写时间和水平有限,难免有不足之处,敬请谅解及批评指正。

目 录

项目一 汽油发动机电控系统的认识 001

一、相关知识	001
(一) 电控汽油发动机的特点	001
(二) 汽油发动机电控系统的类型	002
(三) 汽油发动机电控系统的结构	004
(四) 电控汽油发动机的工作原理	004
二、教学实施	005
(一) 收集资料	005
(二) 实施作业	005
(三) 学业评估	006

项目二 电控系统故障的诊断与排除 007

任务一 电控单元故障的诊断与排除	007
一、相关知识	007
(一) 电控单元的作用与结构	007
(二) 电控单元的功能	008
二、教学实施	009
(一) 收集资料	009
(二) 检测训练	009
(三) 工作实施	013
(四) 学业评估	015

任务二 进气压力传感器故障的诊断与排除	015
一、相关知识	016
(一) 进气压力传感器的功用	016
(二) 进气压力传感器的类型	016
(三) 进气压力传感器的结构与原理	016
二、教学实施	018
(一) 收集资料	018
(二) 检测训练	018
(三) 工作实施	021
(四) 学业评估	022
任务三 空气流量计故障的诊断与排除	023
一、相关知识	023
(一) 空气流量计的功用	023
(二) 空气流量计的类型	023
(三) 空气流量计的结构与原理	024
二、教学实施	027
(一) 收集资料	027
(二) 检测训练	027
(三) 工作实施	031
(四) 学业评估	032
任务四 转速传感器故障的诊断与排除	033
一、相关知识	033
(一) 转速传感器的功用	033
(二) 转速传感器的类型	033
(三) 转速传感器的结构与原理	033
二、教学实施	036
(一) 收集资料	036
(二) 检测训练	036
(三) 工作实施	038
(四) 学业评估	040
任务五 位置传感器故障的诊断与排除	040
一、相关知识	041
(一) 位置传感器的功用	041
(二) 节气门位置传感器的类型	041
(三) 节气门位置传感器的结构与原理	041
(四) 加速踏板位置传感器的结构与原理	042

二、教学实施	043
(一) 收集资料	043
(二) 检测训练	044
(三) 工作实施	051
(四) 学业评估	052
任务六 温度传感器故障的诊断与排除	053
一、相关知识	053
(一) 温度传感器的功用	053
(二) 冷却液温度传感器的结构与原理	053
二、教学实施	054
(一) 收集资料	054
(二) 检测训练	055
(三) 工作实施	060
(四) 学业评估	061
任务七 爆震传感器故障的诊断与排除	062
一、相关知识	062
(一) 爆震传感器的功用	062
(二) 爆震传感器的类型	063
(三) 爆震传感器的结构与原理	063
二、教学实施	064
(一) 收集资料	064
(二) 检测训练	064
(三) 工作实施	067
(四) 学业评估	068
任务八 氧传感器故障的诊断与排除	069
一、相关知识	069
(一) 氧传感器的功用	069
(二) 氧传感器的类型	070
(三) 氧传感器的结构与原理	070
二、教学实施	071
(一) 收集资料	071
(二) 检测训练	072
(三) 工作实施	076
(四) 学业评估	077

项目三 空气供给系统故障的诊断与排除

079

一、相关知识	079
(一) 空气供给系统的组成与各部件的安装位置	079
(二) 怠速控制系统	079
(三) 进气谐波增压系统	082
(四) 废气涡轮增压系统	083
二、教学实施	084
(一) 收集资料	084
(二) 检测训练	084
(三) 工作实施	086
(四) 学业评估	088

项目四 燃油供给系统故障的诊断与排除

089

一、相关知识	089
(一) 燃油供给系统的组成与各部件的安装位置	089
(二) 燃油供给系统的工作原理	090
(三) 电动汽油泵	090
(四) 喷油器	092
(五) 油压力调节器	093
二、教学实施	095
(一) 收集资料	095
(二) 检测训练	095
(三) 工作实施	101
(四) 学业评估	102

项目五 点火系统故障的诊断与排除

104

一、相关知识	104
(一) 电控点火系统的特点	104
(二) 电控点火系统的类型与原理	105
二、教学实施	108
(一) 收集资料	108
(二) 检测训练	108
(三) 工作实施	111
(四) 学业评估	112

项目六

电控汽油发动机综合故障的诊断与排除

114

任务一 电控汽油发动机不能起动故障的诊断与排除	114
(一) 收集检修资料	114
(二) 制订检修计划	115
(三) 实施检修作业	116
(四) 学业评估	116
任务二 电控汽油发动机起动困难故障的诊断与排除	117
(一) 收集检修资料	117
(二) 制订检修计划	118
(三) 实施检修作业	119
(四) 学业评估	119
任务三 电控汽油发动机怠速不良故障的诊断与排除	120
(一) 收集检修资料	120
(二) 制订检修计划	121
(三) 实施检修作业	122
(四) 学业评估	122
任务四 电控汽油发动机加速不良故障的诊断与排除	123
(一) 收集检修资料	123
(二) 制订检修计划	124
(三) 实施检修作业	125
(四) 学业评估	125
任务五 电控汽油发动机高速不良故障的诊断与排除	126
(一) 收集检修资料	126
(二) 制订检修计划	127
(三) 实施检修作业	128
(四) 学业评估	128

参考文献	130
------	-----

全国职业教育汽车类专业高技能人才培养论坛介绍	131
------------------------	-----

项目一

汽油发动机电控系统的认识

项目目标	(1) 能叙述汽油发动机电控系统的优点、类型、组成及工作原理 (2) 能叙述汽油发动机电控系统各组成部分和部件的功用 (3) 能在车上正确找出汽油发动机电控系统各组成部件
项目任务	汽油发动机电控系统的认识：通过小组工作—收集资料—汽油发动机电控系统的优点、类型、组成、工作原理—各系统和部件的功用—在车上正确查找出各组成部件等，完成认识汽油发动机电控系统的任务

一、相关知识

(一) 电控汽油发动机的特点

电控发动机与化油器式发动机相比最大的不同在于燃油供给系。电控发动机的燃油供给系取消了化油器，却增加了不少电子自动控制装置。其中包括传感器，执行元件和 ECU（电控单元）。

电控发动机不仅要完成化油器所要完成的任务，而且要完成化油器难以完成的任务。例如，使可燃混合气的空燃比浓度能控制在所需要的范围内。化油器式发动机油路和电路划分得非常清楚，相互影响不大。而电控发动机燃油供给系统增加了电子控制部分，这就使得油路和电路相互联系，它不仅影响发动机燃油系的工作，而且还影响发动机的正常运行。由于电控发动机电子控制装置的增加，使发动机的整个结构更为复杂。相比之下电控发动机的主要优点有：

(1) 电控燃油喷射系统可按照运行工况的不同，对喷油参数（如喷油量、喷油正时、喷油压力、喷油速率等）进行最优的综合控制，为发动机提供最合适浓度的可燃混合气，从而提高了发动机的动力性、经济性、加速性和排放性。

(2) 具有减速断油控制功能，所以电控发动机不仅减少了排放污染，还节省了燃油消耗，提高了燃油经济性。

(3) 由于增大了燃油压力，因此燃油雾化较好，可燃混合气混合质量高，燃烧充分，从而

笔记

提高了动力性、经济性和排放性。

(4) 由于电控发动机各缸实现了独立喷油,所以各缸燃油分配比较均匀,从而提高了发动机的运行平稳性。

(5) 在进气系统中,因电控发动机进气通道没有像化油器的喉管部位,因此进气阻力少,使进气量增加,从而提高了发动机的有效功率,增大了发动机的动力性。

(6) 电控系统由于控制响应速度快,当发动机工况发生改变时,燃油控制系统能迅速做出反应,因此提高了发动机的加、减速性能。

(二) 汽油发动机电控系统的类型

1. 按喷油器喷油位置不同分

电控汽油发动机根据喷油位置不同可分为缸内喷射和缸外喷射两种。如图 1-1 所示,缸外喷射是将喷油器安装在进气管或进气歧管上,以 $0.20\sim 0.35\text{ MPa}$ 的喷射压力将汽油喷入进气管或进气道内。缸内喷射是通过安装在气缸盖上的喷油器,将汽油直接喷入气缸内。这种喷射系统需要较高的喷射压力,约 $3\sim 5\text{ MPa}$ 。因而喷油器的结构和布置都比较复杂,目前极少应用。

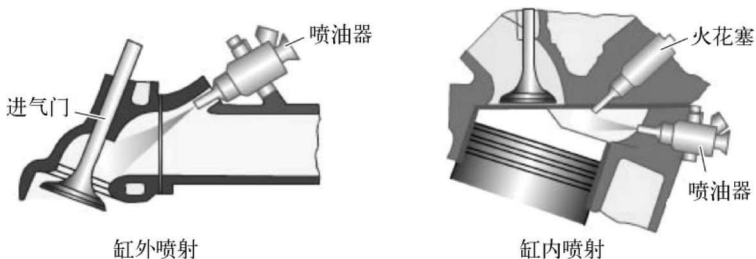


图 1-1 缸内与缸外喷射发动机

2. 按喷油器的数量分

按喷油器的数量不同可分为单点喷射和多点喷射,如图 1-2 所示。单点喷射只有一个喷油器,安装在节气门体上,油气在进气总管内混合形成可燃混合气。多点喷射是每缸一个喷油器,各喷油器安装在进气歧管上,油气在进气歧管内混合形成可燃混合气。

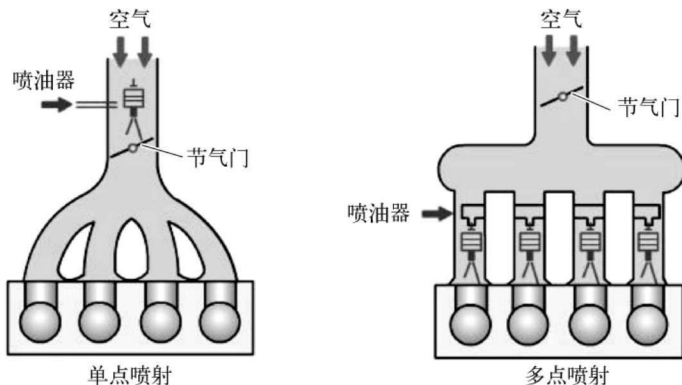


图 1-2 单点与多点喷射发动机

3. 按喷油器喷射顺序不同分

喷油器喷油按各缸喷射时间不同,分为同时喷射、分组喷射和顺序喷射三种形式。同时喷射是所有喷油器同时喷油,如图 1-3 所示;分组喷射是两个喷油器为一组同时喷油,如图 1-4 所示;顺序喷射是按各缸进气行程的顺序轮流喷射,如图 1-5 所示。

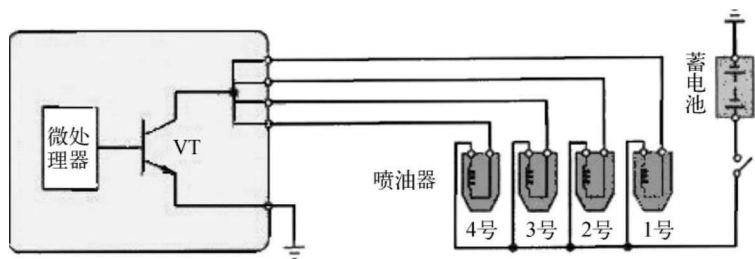


图 1-3 同时喷射发动机

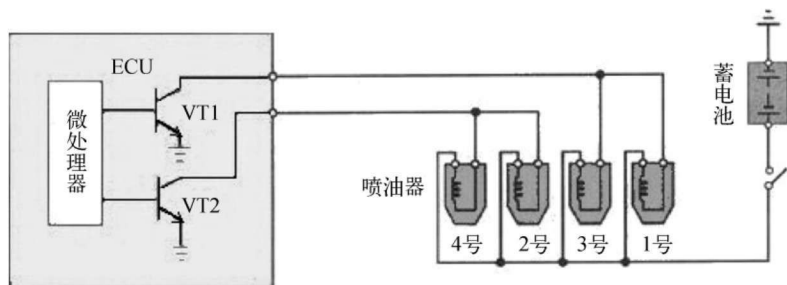


图 1-4 分组喷射发动机

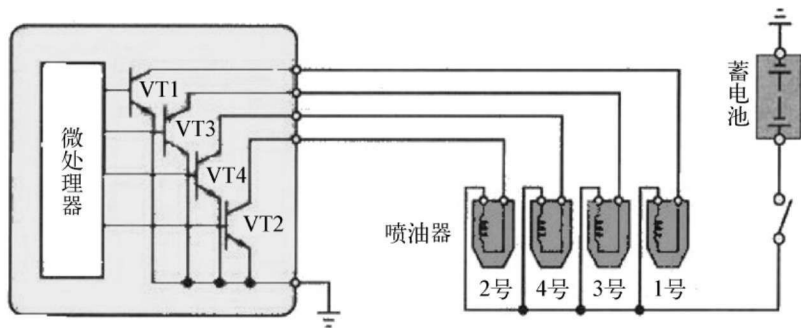


图 1-5 顺序喷射发动机

4. 按检测进气量方式不同分

按检测进气量方式不同可分为 L 型和 D 型两种。L 型电控系统是利用空气流量计检测进气量,D 型是利用进气压力传感器检测进气量。

5. 按是否有氧传感器分

按是否有氧传感器分为开环控制系统和闭环控制系统。没有氧传感器的电控发动机检测不到废气中的氧含量,无法向 ECU 反馈可燃混合气浓度,所以称其为开环控制系统。有氧传感器的电控发动机可以检测到废气中的氧含量,并向 ECU 反馈可燃混合气的浓度,从

笔记

而调整喷油量,使可燃混合气的浓度处于理想值附近,所以称其为闭环控制系统。

(三) 汽油发动机电控系统的结构

各类电控汽油发动机控制系统均由燃油供给系统、空气供给系统、排放控制系统和电子控制系统四部分组成,如图 1-6 所示。

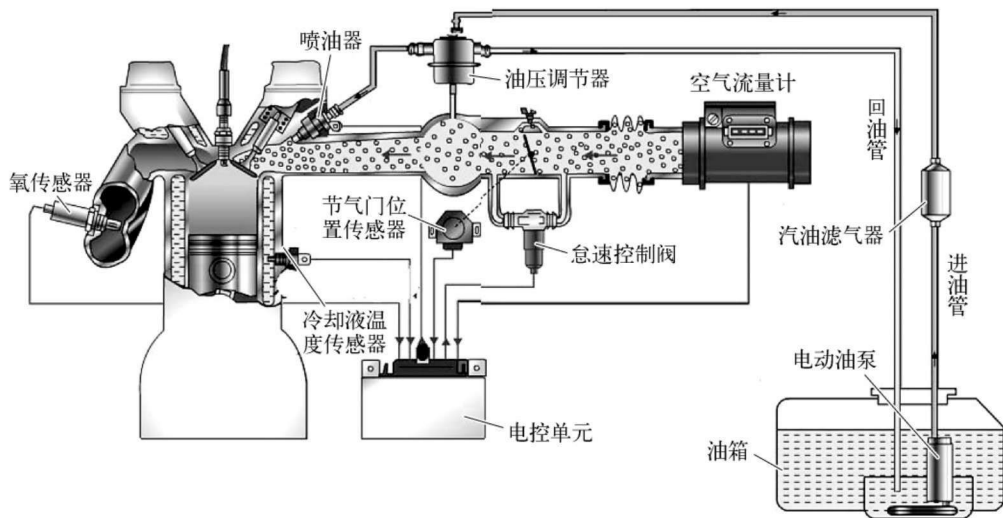


图 1-6 电控汽油发动机的结构与原理

1. 电子控制系统

电控汽油发动机的电子控制系统由 ECU、空气流量计(或进气压力传感器)、发动机转速传感器、凸轮轴位置传感器、节气门位置传感器、加速踏板位置传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器、爆震传感器和氧传感器等组成,综合控制发动机的喷油、怠速、点火、供气和排放等。

2. 空气供给系统

电控汽油发动机的空气供给系统由空气滤清器、进气管、节气门体、进气歧管及进气量控制装置等组成。

3. 燃油供给系统

电控汽油发动机的燃油供给系统由汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、燃油分配管、油压调节器、喷油器和输油管等组成,有的车型还设有油压脉动缓冲器。

4. 排放控制系统

电控汽油发动机的排放控制系统由燃油蒸发控制系统和废气再循环系统等组成。

(四) 电控汽油发动机的工作原理

电控汽油喷射系统是以电控单元(ECU)为控制中心,并利用安装在发动机上的各种传感器测量发动机的各种运行参数,再按照电脑中预存的控制程序精确地控制喷油器的喷油量、点火正时、进气量与减少废气排放污染等,使发动机在各种工况下都能获得最佳动力性、燃油经济性和排放性等。目前,各类汽车上所采用的电控汽油喷射系统在结构上往往有较大的差别,在控制原理及工作过程方面也各具特点。

二、教学实施

（一）收集资料

学生按小组工作,通过多种途径查询资料,经分析讨论后形成决议,并填写《汽油发动机电控系统认识资料收集单》,如表 1-1 所示。

表 1-1 汽油发动机电控系统认识资料收集单

1. 车辆信息描述	车型	
	发动机主要信息	
2. 收集资料	1. 汽油发动机电控系统主要类型,按喷油位置分有____、____两类;按喷油器数量分有____、____两类;按喷油顺序分有____、____、____三类 2. D 型电控系统是用____检测进气量;L 型电控系统是用____检测进气量 3. 汽油发动机电控系统主要由____、____、____、____四部分组成 4. 燃油供给系统主要由____、____、____、____、____、____、____七部分组成 5. 空气供给系统主要由____、____、____、____四部分组成 6. 电子控制系统主要由____、____、____三部分组成 7. 电控汽油发动机喷油系统的工作原理是____ _____	

（二）实施作业

学生按小组工作,分工合作,通过对车辆发动机外观查看及查询相关资料,分析讨论发动机电控系统组成部件的安装位置和功用,并填写《电控汽油发动机认识作业单》,如表 1-2 所示。

表 1-2 汽油发动机电控系统认识作业单

