



教育部 财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目

汽油发动机管理系统 故障诊断与修复

QIYOU FADONGJI GUANLIXITONG
GUZHANG ZHENDUAN YU XIUFU

申荣卫◎主 编
台晓红◎副主编



电子课件下载

www.ccpres.com.cn



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



教育部 财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目

Qiyou Fadongji Guanli Xitong 汽油发动机管理系统

Guzhang Zhenduan yu Xiufu 故障诊断与修复

申荣卫 主 编
台晓虹 副主编



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为教育部、财政部职业院校教师素质提高计划成果系列丛书。全书包括六个学习情境,分别为传感器故障检修、燃油控制系统故障检修、点火控制系统故障检修、进气不良故障检修、排放超标故障检修、发动机综合故障检修。

本书适合于开设汽车维修类专业的本科和职业院校使用,建议采用理实一体化的教学方式开展教学,也适用于各类培训机构使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽油发动机管理系统故障诊断与修复 / 申荣卫主编. —北京:
人民交通出版社股份有限公司, 2017.5
ISBN 978-7-114-12195-1

I. ①汽… II. ①申… III. ①汽车—发动机—电气控制系统—故障诊断②汽车—发动机—电气控制系统—车辆修理 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 033440 号

书 名: 汽油发动机管理系统故障诊断与修复

著 作 者: 申荣卫

责任编辑: 郭 跃

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 16

字 数: 343 千

版 次: 2017 年 5 月 第 1 版

印 次: 2017 年 5 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-12195-1

定 价: 35.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

项目专家指导委员会

主 任：刘来泉

副主任：王宪成 郭春鸣

成 员：(按姓氏笔画排列)

刁哲军 王继平 王乐夫 邓泽民 石伟平

卢双盈 汤生玲 米 靖 刘正安 刘君义

孟庆国 沈 希 李仲阳 李栋学 李梦卿

吴全全 张元利 张建荣 周泽扬 姜大源

郭杰忠 夏金星 徐 流 徐 朔 曹 晔

崔世钢 韩亚兰

教育部 财政部职业院校教师素质提高计划成果系列丛书

《汽车服务工程》专业职教师资培养资源开发(VTNE015)项目组

项目牵头单位:天津职业技术师范大学

项目负责人:关志伟



《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》颁布实施以来,我国职业教育进入到加快构建现代职业教育体系、全面提高技能型人才培养质量的新阶段。加快发展现代职业教育,实现职业教育改革发展新跨越,对职业学校“双师型”教师队伍建设提出了更高的要求。为此,教育部明确提出,要以推动教师专业化为引领,以加强“双师型”教师队伍建设为重点,以创新制度和机制为动力,以完善培养培训体系为保障,以实施素质提高计划为抓手,统筹规划,突出重点,改革创新,狠抓落实,切实提升职业院校教师队伍整体素质和建设水平,加快建成一支师德高尚、素质优良、技艺精湛、结构合理、专兼结合的高素质专业化的“双师型”教师队伍,为建设具有中国特色、世界水平的现代职业教育体系提供强有力的师资保障。

目前,我国共有60余所高校正在开展职教师资培养,但由于教师培养标准的缺失和培养课程资源的匮乏,制约了“双师型”教师培养质量的提高。为完善教师培养标准和课程体系,教育部、财政部在“职业院校教师素质提高计划”框架内专门设置了职教师资培养资源开发项目,中央财政划拨1.5亿元,系统开发用于本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材等系列资源。其中,包括88个专业项目,12个资格考试制度开发等公共项目。该项目由42家开设职业技术师范专业的高等学校牵头,组织近千家科研院所、职业学校、行业企业共同研发,一大批专家学者、优秀校长、一线教师、企业工程技术人员参与其中。

经过三年的努力,培养资源开发项目取得了丰硕成果。一是开发了中等职业学校88个专业(类)职教师资本科培养资源项目,内容包括专业教师标准、专业教师培养标准、评价方案,以及一系列专业课程大纲、主干课程教材及数字化资源;二是取得了6项公共基础研究成果,内容包括职教师资培养模式、国际职教师资培养、教育理论课程、质量保障体系、教学资源中心建设和学习平台开发等;三是完成了18个专业大类职教师资资格标准及认证考试标准开发。上述成果,共计800多本正式出版物。总体来说,培养资源开发项目实现了高效益:形成了一大批资源,填补了相关标准和资源的空白;凝聚了一支研发队伍,强化了教师培养的“校—企—校”协同;引领了一批高校的教学改革,带动了“双师型”教师的专业化培养。职教师资培养资源开发项目是支撑专业化培养的

一项系统化、基础性工程,是加强职教教师培养培训一体化建设的关键环节,也是对职教师资培养培训基地教师专业化培养实践、教师教育研究能力的系统检阅。

自 2013 年项目立项开题以来,各项目承担单位、项目负责人及全体开发人员做了大量深入细致的工作,结合职教教师培养实践,研发出很多填补空白、体现科学性和前瞻性的成果,有力推进了“双师型”教师专门化培养向更深层次发展。同时,专家指导委员会的各位专家以及项目管理办公室的各位同志,克服了许多困难,按照两部对项目开发工作的总体要求,为实施项目管理、研发、检查等投入了大量时间和心血,也为各个项目提供了专业的咨询和指导,有力地保障了项目实施和成果质量。在此,我们一并表示衷心的感谢。

编写委员会
2016 年 3 月

前言



为顺应《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020年)》对职业教育质量的相关要求,职业教育的发展重点已逐渐从扩张规模向提高质量和效益进行转变,而从职业教育持续发展的角度出发,着力提高我国职业教育质量,加强职业教育教师队伍建设,提高职教师资培养质量,拥有一支高水平、高质量、高素质的教师队伍,已成为职业院校今后进一步发展的必经之路。据此,在2012年11月,教育部、财政部在“职业院校教师素质提高计划”框架内设置了100个培养资源开发项目,旨在重点开发应用于本科专业职教师资培养的专业教师标准、专业教师培养标准、评价方案、各专业培养方案、课程标准、特色教材和数字化资源。本套特色教材属于汽车服务工程专业职教师资培养资源开发项目。

《汽油发动机管理系统故障诊断与修复》是汽车维修类专业针对机电维修工进行能力培养的一门专业核心教材,其课程目标主要培养学生利用现代诊断和检测设备进行发动机管理系统故障诊断、故障分析、零部件检测及维修更换的专业能力,同时注重培养学生的社会能力和方法能力。

本教材采用“以行动为导向、基于工作过程”的课程开发方法进行开发,以汽车机电维修工诊断和维修发动机管理系统的典型工作任务为载体,重新梳理和序化理论知识,根据学生的认知规律设计了相应学习情境和学习单元。主要特点如下:

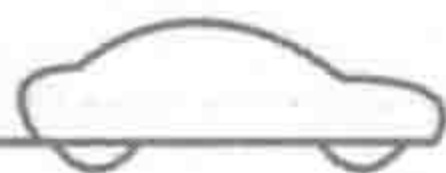
- (1) 学习单元以典型工作任务为载体,每个单元都有明确的学习目标。
- (2) 典型工作任务来源于汽车机电维修工实际岗位,并进行了适当的教学化加工。
- (3) 理论知识按照典型工作任务的需求进行重新序化,知识是完成任务的工具。
- (4) 理论和实践以典型工作任务为主线进行了有机融合,以达到学以致用目的。
- (5) 学习情境的前后排序符合学生认知规律,按照从简单到复杂,从单一到综合的排列方法进行排序。
- (6) 学习车型以大众车型为主,其他车型为辅。

本书由天津职业技术师范大学的申荣卫担任主编,台晓虹副教授担任副主编。编写分工为:申荣卫编写学习情境1~3,台晓虹编写学习情境4~6。

本书适合于开设汽车维修类专业的本科和职业院校使用,建议采用理实一体化的教学方式开展教学,也适用于各类培训机构使用。

编者
2017年1月

目录



学习情境 1 传感器故障检修	1
学习单元 1.1 发动机管理系统认识	1
学习单元 1.2 空气流量/进气压力传感器故障检修	8
学习单元 1.3 冷却液/进气温度传感器故障检修	18
学习单元 1.4 曲轴位置、凸轮轴位置传感器故障检修	25
学习单元 1.5 氧传感器故障检修	40
学习情境 2 燃油控制系统故障检修	51
学习单元 2.1 缸内直接喷射式燃油供给系统故障检修	51
学习单元 2.2 喷油器故障检修	68
学习单元 2.3 燃油供给压力异常故障检修	85
学习情境 3 点火控制系统故障检修	97
学习单元 3.1 点火系统低压电路故障检修	97
学习单元 3.2 点火系统高压电路故障检修	115
学习单元 3.3 发动机爆震故障检修	131
学习情境 4 进气不良故障检修	141
学习单元 4.1 发动机进气增压控制系统故障检修	141
学习单元 4.2 可变气门正时和升程控制系统故障检修	160
学习单元 4.3 发动机可变进气控制系统检修	176
学习单元 4.4 发动机怠速控制阀故障检修	182
学习单元 4.5 电子节气门控制系统故障检修	187
学习情境 5 排放超标故障检修	202
学习单元 5.1 三元催化转换器故障检修	202
学习单元 5.2 燃油蒸发控制不良故障检修	212

学习单元 5.3 二次空气喷射控制不良故障检修 220

学习情境 6 发动机综合故障检修 228

学习单元 6.1 发动机起动不良故障诊断 228

学习单元 6.2 发动机怠速不良故障诊断 237

参考文献 244

学习情境 1 传感器故障检修

学习单元 1.1 发动机管理系统认识

情境导入

假如你是上海大众 4S 店一名汽车销售员,某客户想购买一款上海大众朗逸轿车,对发动机的性能比较关注,请你向客户介绍该款轿车发动机管理系统特点及优势。

学习目标

- (1) 能与客户沟通并获得客户的需求信息。
- (2) 能正确介绍发动机管理系统的基本组成和功能。
- (3) 能正确识别发动机管理系统的主要零部件。
- (4) 能正确查找发动机管理系统零部件安装位置。

理论知识

1.1.1 发动机管理系统的基本概念

发动机管理系统(Engine Management System,EMS)包括传感器、发动机电子控制单元(ECU)和执行器,如图 1-1-1 所示。发动机 ECU 不断接收来自各类传感器的信息,经过内部程序运算、判断和处理后,控制相应的执行器完成不同的控制功能,以获得良好的动力性、经济性和环保性。

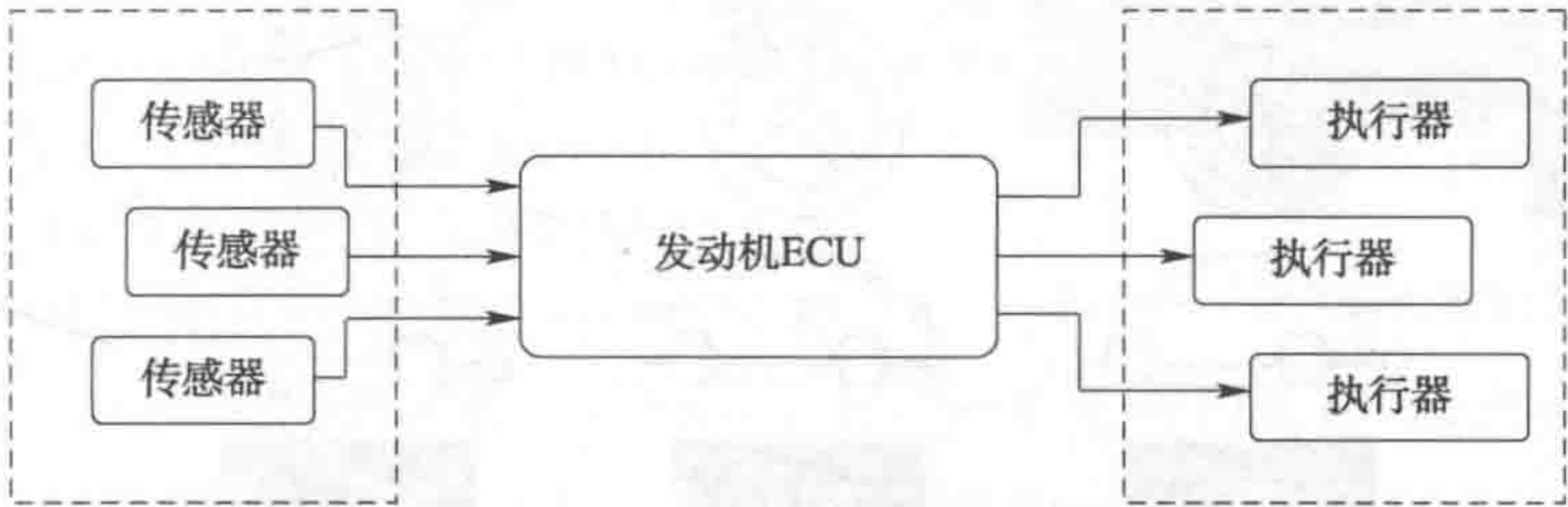


图 1-1-1 发动机管理系统组成

不同公司开发的发动机管理系统在名称上有所不同,例如德国博世公司的 MOTRONIC、通用公司的 DEFI、福特公司的 EEC-IV、日产公司的 ECCS、丰田公司的 TCCS、五十铃公司的 I-TEC 等。



1.1.2 发动机管理系统的组成及功能

发动机管理系统主要包括燃油喷射控制系统、点火控制系统、怠速控制系统、进气控制系统、排放控制系统、巡航控制系统、警告提示系统、自诊断与报警系统、失效保护系统、应急备用系统等。

1) 燃油喷射控制系统

燃油喷射控制系统主要进行喷油正时控制、喷油量控制、燃油泵控制等。喷油正时控制是指对各缸喷油器的喷射时刻进行控制,喷油量控制是指对各缸喷油器的喷射时间进行控制,燃油泵控制是指对燃油泵何时工作和转速进行控制。图 1-1-2 为不同工况下 ECU 对喷油量的控制情况。

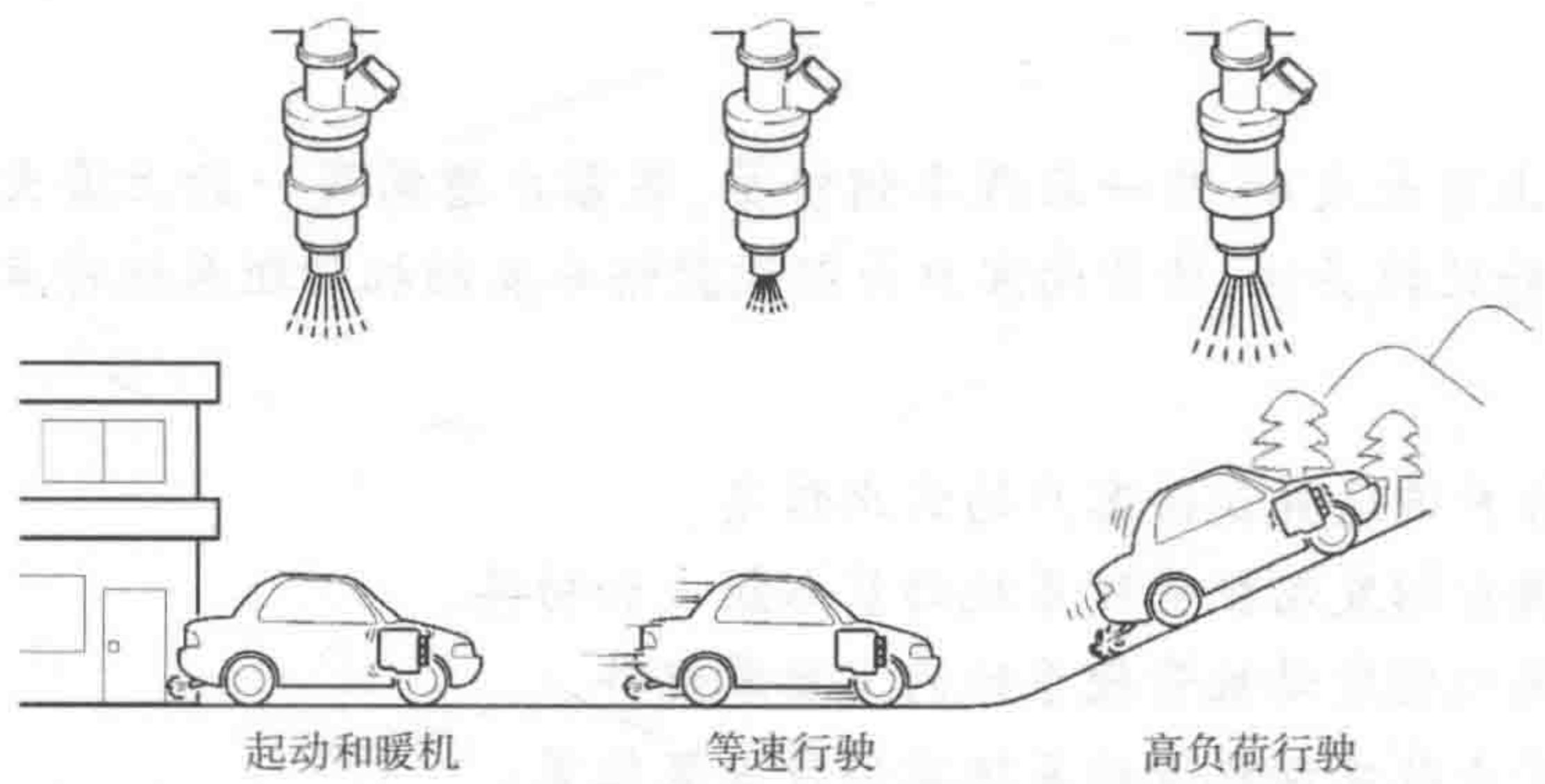


图 1-1-2 不同工况下 ECU 对喷油量的控制

2) 点火控制系统

点火控制系统主要进行点火提前角控制、点火能量控制和爆震控制。ECU 根据各传感器的信息进行最佳点火提前角控制,以改善发动机燃烧过程,提高发动机动力性、经济性并降低排放污染。点火控制系统通过控制初级回路的闭合时间来控制点火的能量大小,以确保火花塞有充足的点火能量,进行可靠点火。当 ECU 检测到发动机发生爆震燃烧时便推迟点火提前角,以避免爆震燃烧的发生。不同工况下 ECU 对点火提前角的控制,如图 1-1-3 所示。

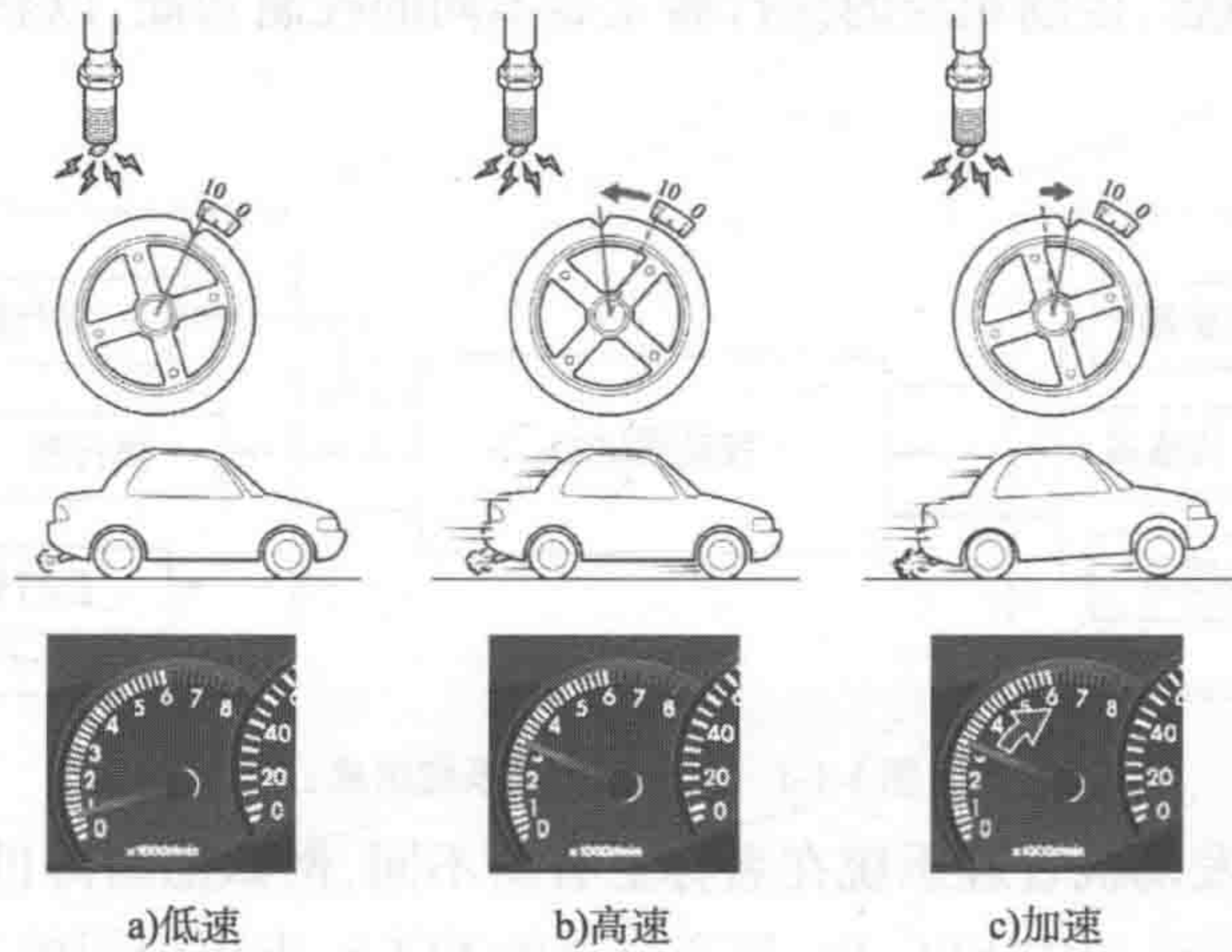


图 1-1-3 不同工况下 ECU 对点火提前角的控制

3) 怠速控制系统

怠速控制主要进行暖机怠速控制和怠速稳定性控制,如图 1-1-4 所示。暖机怠速控制是指发动机暖机时 ECU 根据冷却液温度传感器信息对怠速进行控制,冷却液温度较低时,怠速较高,以缩短暖机过程。怠速稳定性控制是指当发动机负荷发生变化时(如开启空调、自动变速器挂入挡位、动力转向系统开始工作、电器负荷增加等),为防止发动机抖动甚至熄火,ECU 适当提高发动机怠速转速。

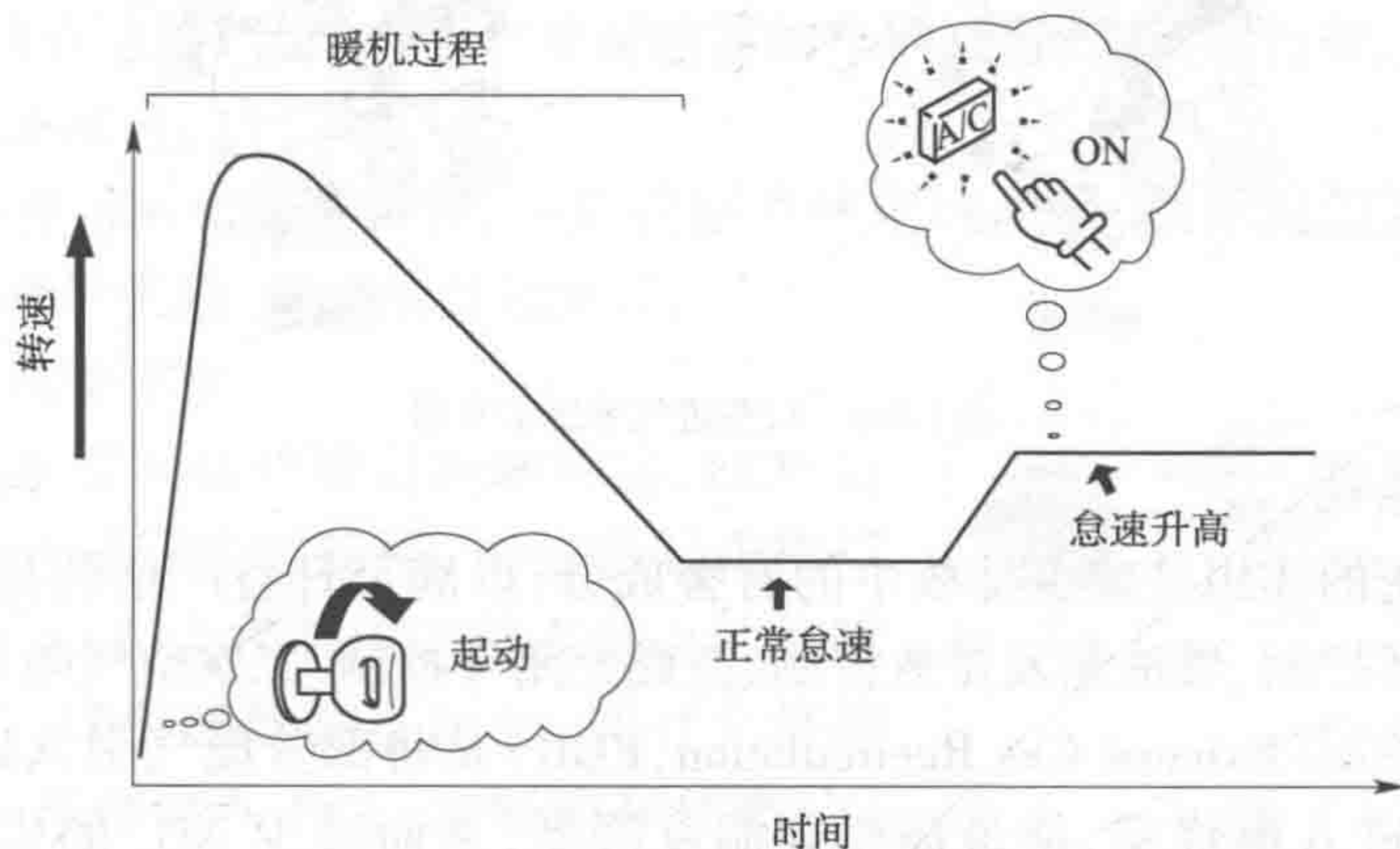


图 1-1-4 怠速控制

4) 进气控制系统

进气控制主要进行废气涡轮增压控制、可变气门正时控制、可变气门升程控制、可变惯性进气控制等。废气涡轮增压利用发动机排放的废气作为动力将进气进行压缩,从而提高进气密度,增大进气量。这样,在不增加发动机排量的情况下,提高发动机的输出功率,废气涡轮增压器基本结构原理如图 1-1-5 所示。

在普通的发动机上,进、排气门的开闭时间是不变的,这种固定不变的正时很难兼顾到发动机不同转速的工作需求。采用可变气门正时(Variable Valve Timing, VVT)技术,可改善发动机在低、中转速下的转矩输出,大大增强驾驶的操纵灵活性,发动机的转速也能够设计得更高。

另外,在普通的发动机上,气门升程也是固定不变的。可变气门升程控制(Variable Valve Timing with Lift, VVTL)可使气门升程随发动机转速的变化而变化。在高转速时增大气门升程

来提高进气效率,让发动机的“呼吸”更顺畅;在低速时降低气门升程,能产生更大的进气负压及更多的涡流,让空气和燃油充分混合,以提高低转速时的转矩输出。

可变进气控制系统主要包括动力阀控制系统和进气谐振系统。动力阀控制系统根据发动机转速和负荷信息的变化改变进气道空气流通截面的大小,以满足发动机不同转速和负荷时对进气量的需求,从而改善发动机的低速和高速性能。进气谐振系统(Acoustic Control Induction System, ACIS)根据发动机转速和负荷信息改变进气道的长度,充分利用进气惯性

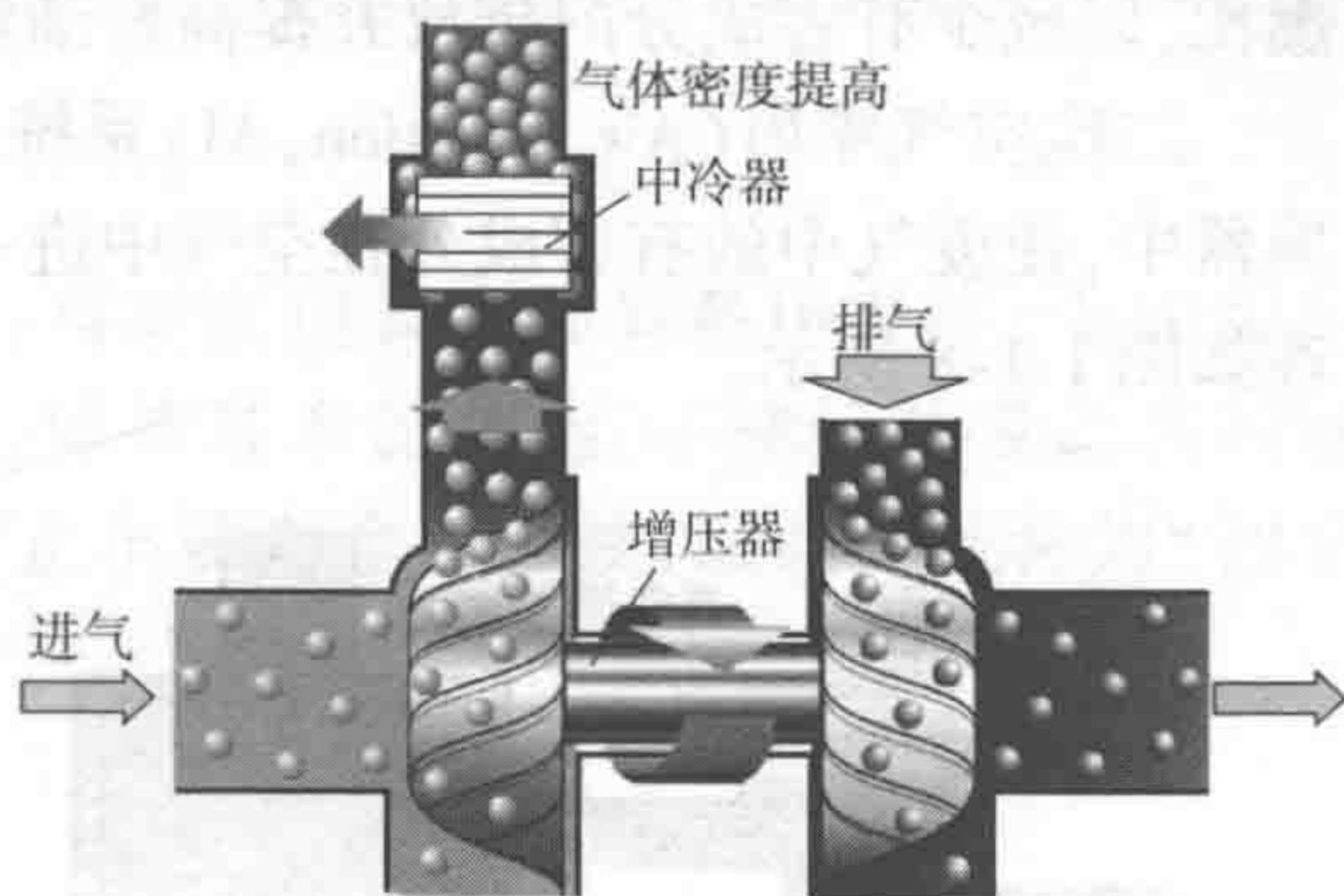


图 1-1-5 废气涡轮增压器结构原理



提高进气效率,如图 1-1-6 所示。低速时,增加进气道长度,提高了发动机在低、中转速范围内的转矩输出;高速时,减小进气道长度,提高了高转速范围内的功率输出。

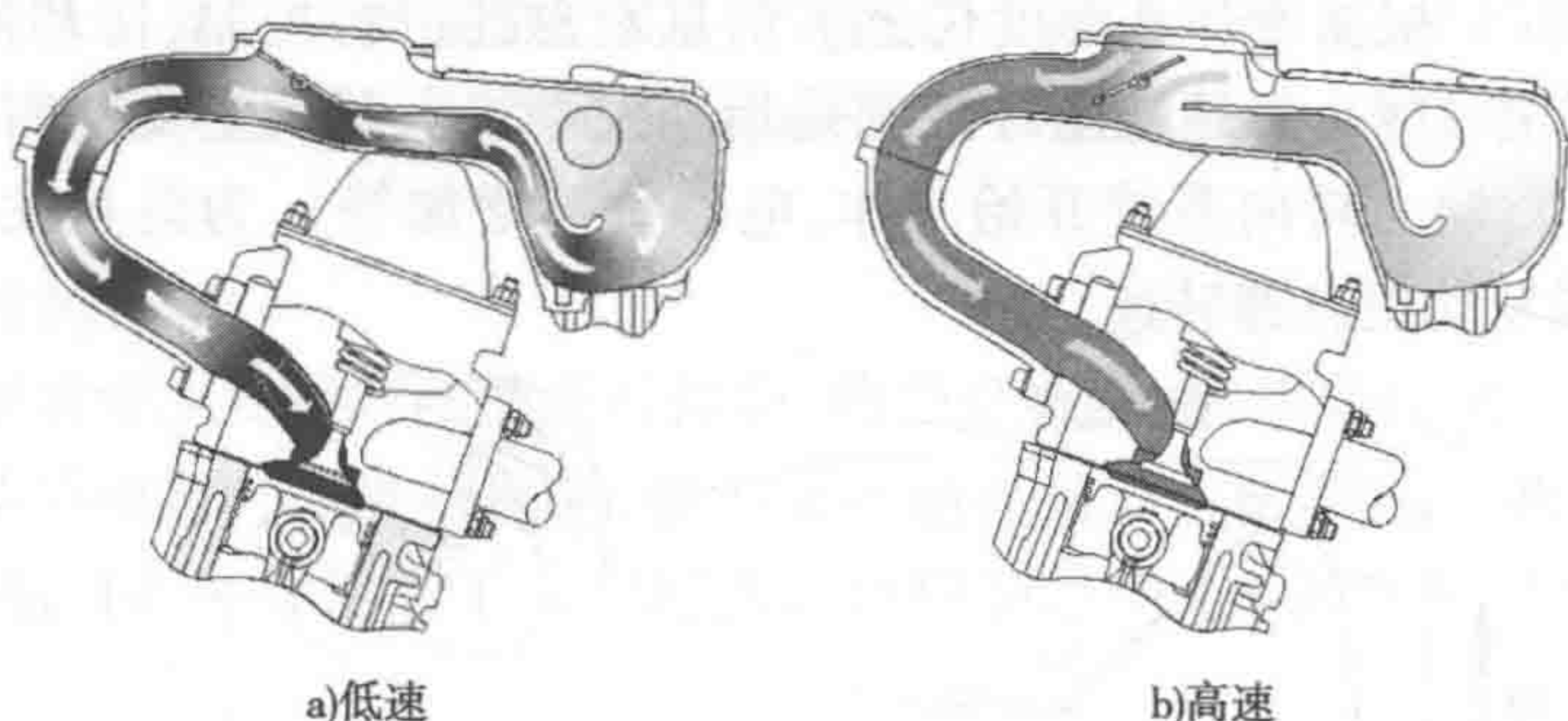


图 1-1-6 可变进气系统示意图

5) 排放控制系统

排放控制系统的作用是减少排放中的有害成分,以满足日益严格的排放法规要求。主要包括废气再循环控制、燃油蒸发排放控制、空燃比闭环控制、二次空气喷射控制等。

废气再循环控制(Exhaust Gas Recirculation, EGR)是将部分废气引入进气管,与新鲜混合气混合后一道进入燃烧室,使最高燃烧温度降低,从而减少 NO_x 的生成量,如图 1-1-7 所示。

燃油蒸气排放控制(evaporative emission control system, EVAP)将汽油箱中的燃油蒸气暂存时在活性炭罐中,并在适当的时刻将适量的燃油蒸气引入汽缸内燃烧,这样既可以减少排放,又节约燃油。

空燃比闭环控制是指在排气管上安装氧传感器,该传感器可以检测废气中氧的含量,从而判断混合气的浓度。ECU 据此信号通过调节喷油器的喷油量可以将空燃比控制在理想空燃比,以减少有害成分的排放并提高燃油经济性。

二次空气喷射(Air Injection, AI)系统是将一定量的新鲜空气引入排气管或三元催化转换器中,使废气中的有害成分在空气中进一步燃烧,以减少 HC 和 CO 的排放量,基本结构原理如图 1-1-8 所示。

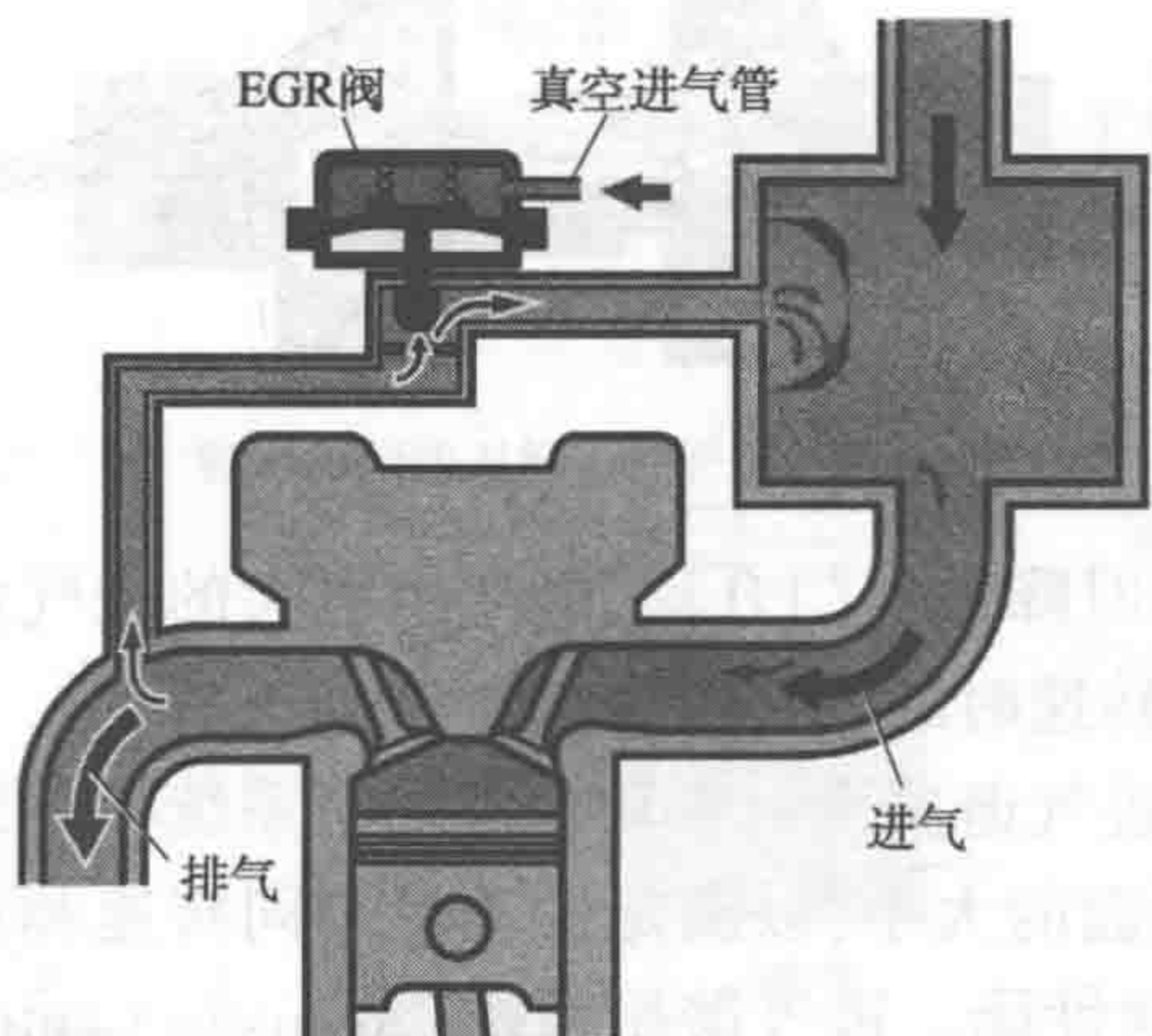


图 1-1-7 废气再循环系统原理图

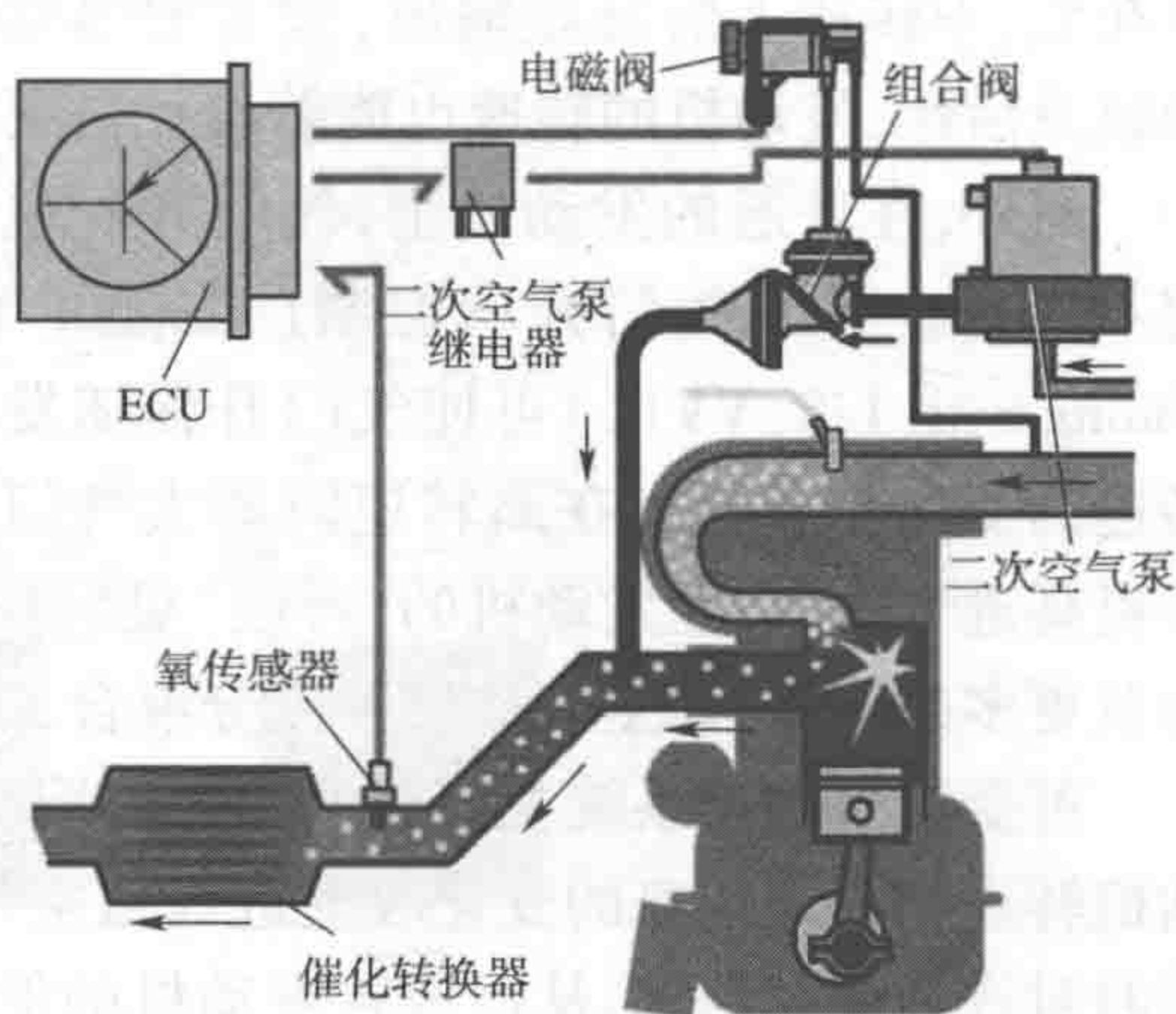


图 1-1-8 二次空气喷射系统原理图

6) 巡航控制系统

巡航控制系统(Cruise Control System, CCS)又称定速巡航控制系统,汽车可按照驾驶员设定的巡航车速定速行驶。这样,驾驶员在高速公路上开车时便不需要用脚一直踩着加速踏板,减轻了驾驶员的劳动强度。当驾驶员踩制动踏板进行减速时,系统自动退出定速巡航功能。

巡航系统根据汽车行驶阻力的变化,通过调整发动机转速(控制节气门开度、喷油时间、点火时间)或变换变速器挡位(安装自动变速器的车辆)使汽车定速行驶。

7) 警告提示系统

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,如氧传感器失效、油箱油温过高等。

8) 自诊断与报警系统

发动机管理系统具有故障自诊断功能,ECU 对传感器和执行元件进行实时监控,当传感器或执行元件发生故障时,ECU 会控制位于仪表盘上的故障灯点亮(或闪烁),以引起驾驶员注意,同时会将故障以故障码的方式存储在 ECU 内部的存储器中。维修人员通过专用的故障诊断仪可以将故障码从 ECU 中读出,便于维修人员对车辆进行故障诊断与维修,如图 1-1-9 所示。

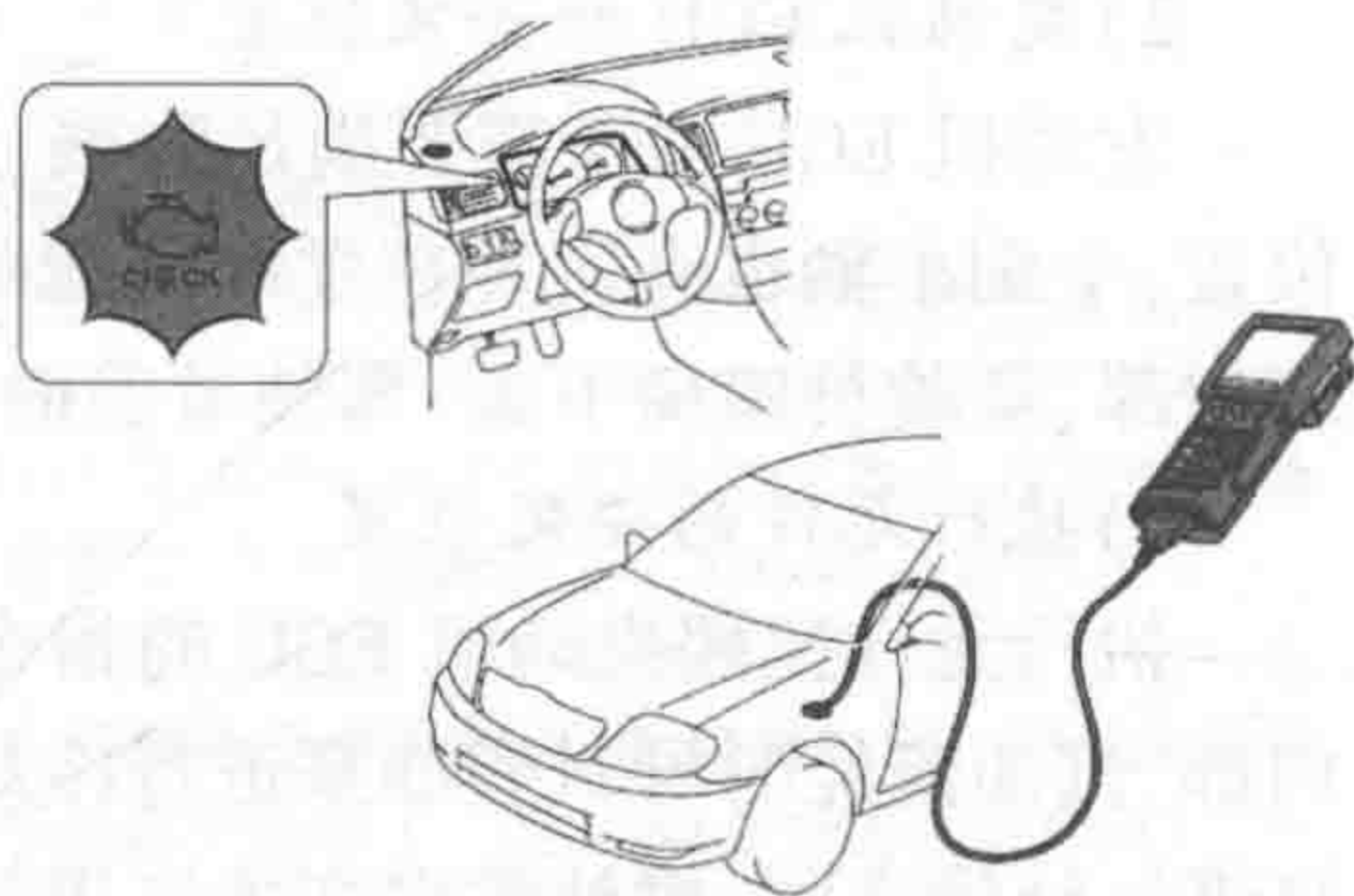


图 1-1-9 自诊断与报警系统

9) 失效保护系统

当发动机管理系统中的某个传感器发生故障时,ECU 如果继续按照故障信号进行控制,可能会使发动机不能工作或性能严重下降。为避免该种情况出现,失效保护系统开始起作用,ECU 会忽略故障传感器的信号,通过某种方式产生替代值并暂时代替故障传感器的信息,以使发动机具有一定的工作性能。

10) 应急备用系统

应急备用系统的功能是当 ECU 发生故障时,自动启用其内部的备用系统(备用集成电路)。在该种模式下,ECU 只进行简易的控制,维持基本的功能,不能保持发动机的最佳性能。该功能使汽车具备一定的行驶功能,防止车辆在途中停驶,因此又被称为“回家功能”。

实践技能

1.1.3 发动机管理系统的主要零部件识别方法

发动机管理系统的零部件主要包括各类传感器、发动机 ECU 和执行元件。不同类型的发动机管理系统因控制功能不同,传感器及执行元件的类型也不同。当上述三类零部件发生故障并需要对其进行检测时,首先需要找到其安装位置。查找各零部件的安装位置时有一定的规律可循。

1) 传感器的安装位置

传感器将需要检测的物理量信号转变成电信号传送给 ECU,如温度信号、压力信号、



位置信号、流量信号等。查找其位置时,一般根据其检测的物理信号类型,在发动机的相应位置上查找。空气流量传感器一般安装在节气门和空气滤清器之间的进气总管上,靠近空气滤清器;进气压力传感器一般安装在节气门之后和进气歧管之间的进气总管上;进气温度传感器一般与空气流量传感器或者进气压力传感器集成在一起;冷却液温度传感器一般安装在发动机缸体(或缸盖)的水套上或水管上;曲轴位置传感器一般安装在曲轴前端带轮处、曲轴后端靠近飞轮处或者分电器轴上;凸轮轴位置传感器一般安装在凸轮轴前端、分电器轴上;爆震传感器一般安装在发动机缸体一侧的中部;节气门位置传感器一般安装在节气门轴的一侧;加速踏板位置传感器一般安装在加速踏板轴上;氧传感器一般安装在排气管上,前氧传感器安装在三元催化转换器之前,后氧传感器安装在三元催化转换器之后。

2) 发动机 ECU 的安装位置

发动机 ECU 由于需要满足防振、防水、防热、防磁等要求,一般安装在驾驶室内部某个位置,个别车辆也有安装在发动机舱的。驾驶室内部的安装位置主要有前排乘客前面储藏箱内部、驾驶员座椅下面、驾驶员前面仪表板下面等。

3) 执行元件的安装位置

执行元件按照发动机 ECU 的指令执行某项控制功能。电动燃油泵一般安装在汽油箱内部,汽油流经时可对燃油泵进行冷却;多点喷射系统的喷油器一般安装在燃油分配管和各缸进气歧管之间,燃油喷射在各缸进气门前面(单点喷射系统的喷油器一般安装在节气门上部的进气总管上);火花塞一般安装在各缸燃烧室顶部的缸盖上;点火模块和点火线圈的安装位置因车而异有不同的位置;怠速控制阀一般安装在节气门轴的一侧;电子节气门驱动电动机安装在节气门轴附近;进、排气凸轮轴控制阀一般分别安装在进、排气凸轮轴的前部;废气再循环阀一般安装在排气管和节气门之后进气总管之间的管路上;燃油蒸发控制阀一般安装在汽油箱和节气门之后进气总管之间的管路上。

1.1.4 大众朗逸轿车 1.4TSI 发动机管理系统组成及部件安装位置

1) 大众朗逸轿车 1.4TSI 发动机管理系统组成

大众朗逸轿车 1.4TSI 发动机管理系统组成,如图 1-1-10 所示。

2) 大众朗逸轿车发动机管理系统各零部件安装位置

大众朗逸轿车发动机管理系统各零部件安装位置,如图 1-1-11 所示。

情境分析

上海大众朗逸轿车采用大众公司的 1.4TSI 发动机,发动机型号为 CFB。CFB 发动机排量为 1.4L,最大功率为 96kW/(5000r/min),最大扭矩为 220N·m(1750~3500r/min)。TSI 为 Turbo fuel Stratified Injection 的英文缩写,该发动机采用博世公司的 MOTRONIC MED 17.5.20 发动机管理系统,采用废气涡轮增压、分层燃烧和缸内直接喷射等先进技术,大大降低了燃油消耗率,提高了发动机的转矩。

学习小结

(1) 发动机管理系统由传感器、发动机电子控制单元和执行器组成。