

汽车维修职业技能培训教程



汽车发动机

微 管理系统

诊断与维修

陈满秀 苑东◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车维修职业技能培训教程

汽车发动机管理系统诊断与维修

主 编：陈满秀 宛 东
副主编：杨玲玲 谭克诚 许明疆 王海文
参 编：曾庆超 罗 建 闵承启

机械工业出版社

《汽车发动机管理系统诊断与维修》紧密结合现代汽车发动机管理系统诊断与维修生产实际，契合融“教－学－做”为一体的教学方法和手段，满足高等职业教育推行工学结合人才培养模式的发展需要。

本书共分八章，以汽车发动机管理系统诊断与维修为主线，采用理论与实践操作为一体的编写模式，内容包括发动机管理系统特性、空燃比控制系统、点火系统、怠速系统、排放系统、实训指导、实训操作认证样题和课后练习题，较全面地阐述了现代汽车发动机电子控制系统的结构、工作原理，以及故障检测与诊断方法。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校和本科院校二级职业技术学院汽车检测与维修技术及相关专业的教学用书，也可作为汽车维修技术人员及相关从业人员的业务参考书及培训用书。

图书在版编目（CIP）数据

汽车发动机管理系统诊断与维修/陈满秀，宛东主编. —北京：机械工业出版社，2017. 12

汽车维修职业技能培训教程

ISBN 978-7-111-58711-8

I. ①汽… II. ①陈…②宛… III. ①汽车－发动机－故障诊断－职业培训－教材②汽车－发动机－车辆修理－职业培训－教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 307690 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：杜凡如 连景岩 孟 阳 责任编辑：孟 阳

责任校对：刘秀芝 肖 琳

封面设计：马精明

责任印制：孙 炜

保定市 中画美凯印刷有限公司印刷

2018 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·8 印张·186 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-58711-8

定价：25.00 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

服务咨询热线：010－88379833

机工官网：www.cmpbook.com

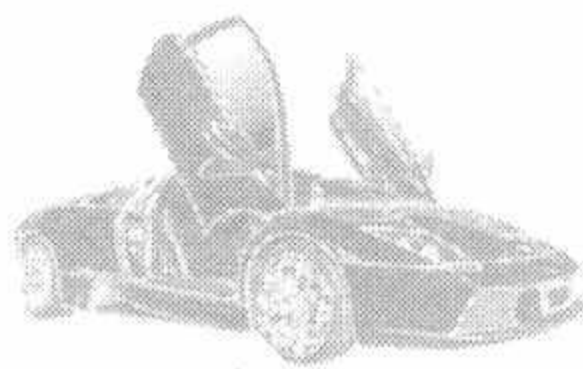
读者购书热线：010－88379649

机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网：www.golden-book.com



随着中国汽车工业的快速发展，汽车技术日新月异，新结构、新系统、新装置在汽车上的应用不断增多。这就要求职业院校不断培养能够适应汽车技术发展的汽车运用与维修人才。本套书基于汽车维修技师应掌握的现代汽车发动机、底盘和电气系统的检测与诊断知识及相关技能编写。

本套书的编写结合了汽车 4S 店的技术服务实践，具有较强的针对性，较好地贯彻了素质教育的思想，力求体现以人为本的理念，从行业岗位群的知识与技能要求出发，结合对学生创新能力、职业道德方面的要求。

本套书针对相关教学方法和手段进行了改革，融“教－学－做”为一体，将课堂与实训室融合，力求提高学生的职业技能，同时提升教学质量。

本套书配有课程 PPT、实训指导（含任务工单）、实训操作认证样题和课后练习题电子文档，这对提高学生的综合能力与素质有很大帮助。本套书具有如下特点：

1. 理论与实践一体化：本书将理论学习与实践学习融为一体，有利于提高学生的实际操作能力。

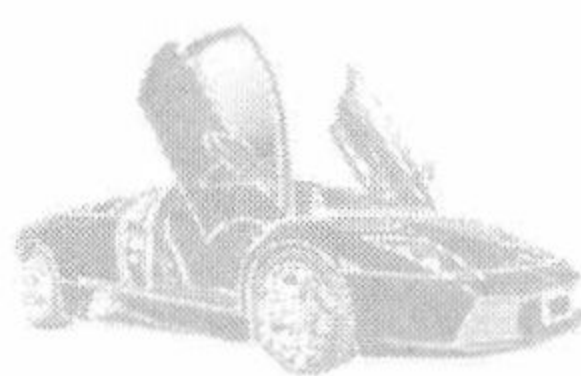
2. 引导学生主动学习：学生根据自己的实际操作项目填写实训指导任务工单，并进行数据处理与分析，把理论知识应用到实践中，将理论知识转化为实用技能。

参加本书编写的人员分工如下：陈满秀编写第二章、第四章和第六章；宛东编写第一章；杨玲玲和谭克诚编写第三章；许明疆和罗建编写第五章和第七章；王海文、曾庆超和闵承启编写第八章。本书的编写工作得到了上汽通用五菱公司市场与网络部工作人员的悉心指导，在此表示衷心感谢。

编者在写作过程中参考了大量的资料和文献，在此向原作者表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

编者



前 言

安全注意事项 1

汽车维修作业注意事项 1

特别警告 1

第一章 发动机管理系统特性 2

第一节 发动机管理系统的功能和组成 2

一、发动机管理系统的功能 2

二、发动机管理系统的组成 4

第二节 ECM 的供电电路 5

一、12V 电源和搭铁电路 5

二、5V 参考电源和参考搭铁 6

三、ECM 的内部结构组成 7

第三节 车载诊断系统 (OBD) 10

一、OBD 系统的功能和特点 11

二、故障码的含义和分类 12

三、故障码监测原理和失效保护 13

第四节 学习成果自检 17

第五节 章练习题 17

第二章 空燃比控制系统 20

第一节 混合气的形成与控制 20

一、空燃比概念 20

二、空燃比控制 23

第二节 进气控制 24

一、可变进气歧管 (VIM) 控制 24

二、可变气门正时 (VVT) 控制 25

第三节 进气计量 36

一、起动时的进气计量特点 36

二、起动后的进气计量特点 36

第四节 燃油供给和燃油喷射控制 37

一、燃油供给 37

二、燃油喷射 37

第五节 燃油修正 40

一、氧传感器的加热控制和监测 40

二、短期燃油修正和长期燃油修正 42

三、空燃比控制系统故障诊断 43

四、案例学习 47

第六节 学习成果自检 47

第七节 章练习题 47

第三章 点火系统 49

第一节 点火系统的功能和组成 49

一、点火系统的功能和性能 49

二、点火系统的性能要求 50

第二节 点火系统的控制 52

一、闭合角控制 52

二、点火正时控制 53

三、点火提前角的闭环控制 55

第三节 点火系统的故障诊断 55

一、火花塞绝缘体击穿漏电 55

二、点火提前角控制不当 56

三、发动机失火 56

四、案例学习 58

第四节 学习成果自检 59

第五节 章练习题 59

第四章 怠速系统 61

第一节 怠速系统的功能、组成和闭环控制 61

一、怠速系统的功能 61

二、怠速系统的组成 62

三、电子节气门电动机 62

四、怠速闭环控制 64

第二节 怠速系统故障诊断 65

一、怠速转速过高或过低 65

二、怠速游车 67

三、怠速不稳 67

四、案例学习	68	第五节 喷油控制实训	92
第三节 学习成果自检	69	一、训练任务：喷油脉宽的检测	92
第四节 章练习题	69	二、讨论	93
第五章 排放系统	71	第六节 空燃比和燃油修正实训	93
第一节 汽油发动机有害气体种类及相关 控制措施	71	一、训练任务：空燃比的检测和诊断	94
一、汽油发动机有害气体种类	71	二、讨论	96
二、汽油发动机尾气排放控制措施	72	第七节 点火控制和故障诊断实训	97
第二节 曲轴箱强制通风系统（PCV）	72	一、训练任务：点火控制和故障诊断	97
一、PCV 系统的功能、组成和工作过程 ...	72	二、讨论	98
二、PCV 系统的故障诊断	74	第八节 电子节气门实训	98
第三节 燃油蒸发排放控制系统 （EVAP）	74	一、训练任务：电子节气门性能检测	98
一、EVAP 系统的功能、组成和 工作原理	74	二、讨论	100
二、EVAP 系统的故障诊断	76	第九节 怠速控制和故障诊断实训	100
第四节 废气再循环系统（EGR）	76	一、训练任务：怠速控制和故障诊断	101
一、EGR 系统的功能、组成和 工作原理	76	二、讨论	101
二、EGR 系统的故障诊断	78	第十节 PCV 系统和 EVAP 系统实训	102
第五节 三元催化转化器（TWC）	79	一、训练任务 1：PCV 系统性能检测	102
一、三元催化转化器的功能、结构和工作 原理	79	二、讨论 1	103
二、三元催化转化器的故障诊断	80	三、训练任务 2：EVAP 系统性能检测 ...	103
三、案例学习	82	四、讨论 2	104
第六节 学习成果自检	82	第十一节 EGR 系统和三元催化转化器 ...	104
第七节 章练习题	83	一、训练任务 1：EGR 系统性能检测	104
第六章 实训指导	85	二、讨论 1	105
第一节 ECM 供电电路检测实训	85	三、训练任务 2：三元催化转化器性能 检测	105
一、训练任务：ECM 供电电路检测	85	四、讨论 2	106
二、讨论	86	第七章 实训操作认证样题	107
第二节 车载诊断系统实训	86	第一节 空燃比实训操作认证样题	107
一、训练任务：故障码监测和失效保护 ...	87	一、教师评分标准	107
二、讨论	88	二、学生答题纸	108
第三节 VIM 和 VVT 控制系统实训	88	第二节 怠速实训操作认证样题	109
一、训练任务 1：VIM 系统性能检测	89	一、教师评分标准	109
二、讨论 1	89	二、学生答题纸	110
三、训练任务 2：VVT 系统性能检测	89	第八章 课后练习题	111
四、讨论 2	90	第一节 课后练习题样题 1	111
第四节 进气计量实训	91	一、单项选择题	111
一、训练任务：进气计量故障诊断	91	二、多项选择题	114
二、讨论	92	第二节 课后练习题样题 2	115
		一、单项选择题	115
		二、多项选择题	118
		参考文献	119

安全注意事项

汽车维护作业注意事项

- 1) 佩戴安全防护眼镜以保护眼睛。
- 2) 在被举升的车辆下作业时，应使用安全支架。
- 3) 确保点火开关始终处于 OFF 位，除非另有要求。
- 4) 在车内工作时，应施加驻车制动。如果是自动变速器车型，则应将变速杆置于 P（驻车）位，除非要求置于其他档位。如果是手动变速器车型，则应将变速杆置于倒档（发动机熄火时）或空档（发动机运转时），除非要求置于其他档位。
- 5) 在进行与发动机相关的作业时，必须使用尾气抽排设备，以防一氧化碳中毒。
- 6) 在发动机运转时，身体及随身衣物应远离转动部件，尤其是散热风扇和传动带。
- 7) 为防止严重烫伤，应避免接触高温金属部件，例如散热器、排气歧管、三元催化转化器和消声器。
- 8) 维护作业现场不得吸烟。
- 9) 为避免受伤，开始作业前应摘掉戒指、手表和项链，不要穿宽松的衣服，长头发应挽起固定于脑后。
- 10) 不得接触散热风扇叶片，因为散热风扇随时会因发动机温度升高而转动。确保散热风扇的电源完全断开后，才能在其附近作业。

特别警告

- 1) 许多制动摩擦片都含有石棉纤维，吸入石棉粉尘可能导致癌症，因此在对制动器进行维修时，应避免吸入粉尘。
- 2) 用压缩空气或干刷方式清洁车辆时，从行车制动器和离合器总成处扬起的粉尘或污垢可能含有有害健康的石棉纤维。
- 3) 行车制动器总成和离合器面应使用石棉纤维专用吸尘器进行清洁。粉尘和污垢应使用可防止粉尘暴扬的方法处置，例如使用密封袋。密封袋必须标有国家职业安全卫生部门的使用说明，并将袋中所装物质告知垃圾承运人。
- 4) 如果没有用于盛装石棉纤维的真空袋，则清洁工作必须在水湿状态下进行。如果仍然会产生粉尘，则作业人员应佩戴经国家认证的有毒粉尘过滤净化功能的口罩。

第一章 发动机管理系统特性

● 学习要点：

- 1) 发动机管理系统的功能和组成。
- 2) ECM 的供电电路。
- 3) ECM 的内部结构组成。
- 4) 车载诊断系统（OBD）。

● 学习目标：

- 1) 能够简述发动机管理系统的功能和组成。
- 2) 能够解释 ECM 的供电电路特点。
- 3) 能够解释 ECM 的内部结构组成。
- 4) 能够解释 OBD 系统的功能和监测原理。

第一节 发动机管理系统的功能和组成

随着计算机控制技术、新材料及新工艺的应用，发动机的性能已经今非昔比。日益紧迫的能源与环境问题迫使我们对汽车进行严格的排放控制并提出更高的节能要求。发动机管理系统的核心功用是由微机对各种运行参数和控制信息进行监测和处理，而微机对信息的处理速度一般为毫秒级，其响应速度远高于机械控制装置，可实现对发动机运行工况的实时高精度控制。本节主要介绍发动机电控系统的功能和组成。

一、发动机管理系统的功能

发动机管理系统通过 ECM（Engine Control Module，发动机控制模块）来控制 and 协调发动机的工作。ECM 就像人的大脑一样，通过各种传感器和开关实时监测发动机的各种运行参数和操作者的控制指令，经过计算后发出命令给相应的执行元件（如喷油器），实现对发动机的优化控制。图 1-1 所示为发动机管理系统的功能图。

为实现发动机的优化控制，发动机管理系统主要具有以下功能：进气控制、燃油喷射控制、点火控制、怠速控制、排放控制、自诊断功能和失效保护功能。

1. 进气控制

进气控制主要包括进气计量和进气控制两部分。

进气计量系统的功能是根据相关传感器提供的信号，对发动机的进气量进行计算分析，从而为计算燃油喷射量提供依据。

进气控制系统的功能是根据发动机转速和负荷的变化，对发动机的进气量进行控制，以提高发动机的充气效率，从而改善发动机的动力性能。

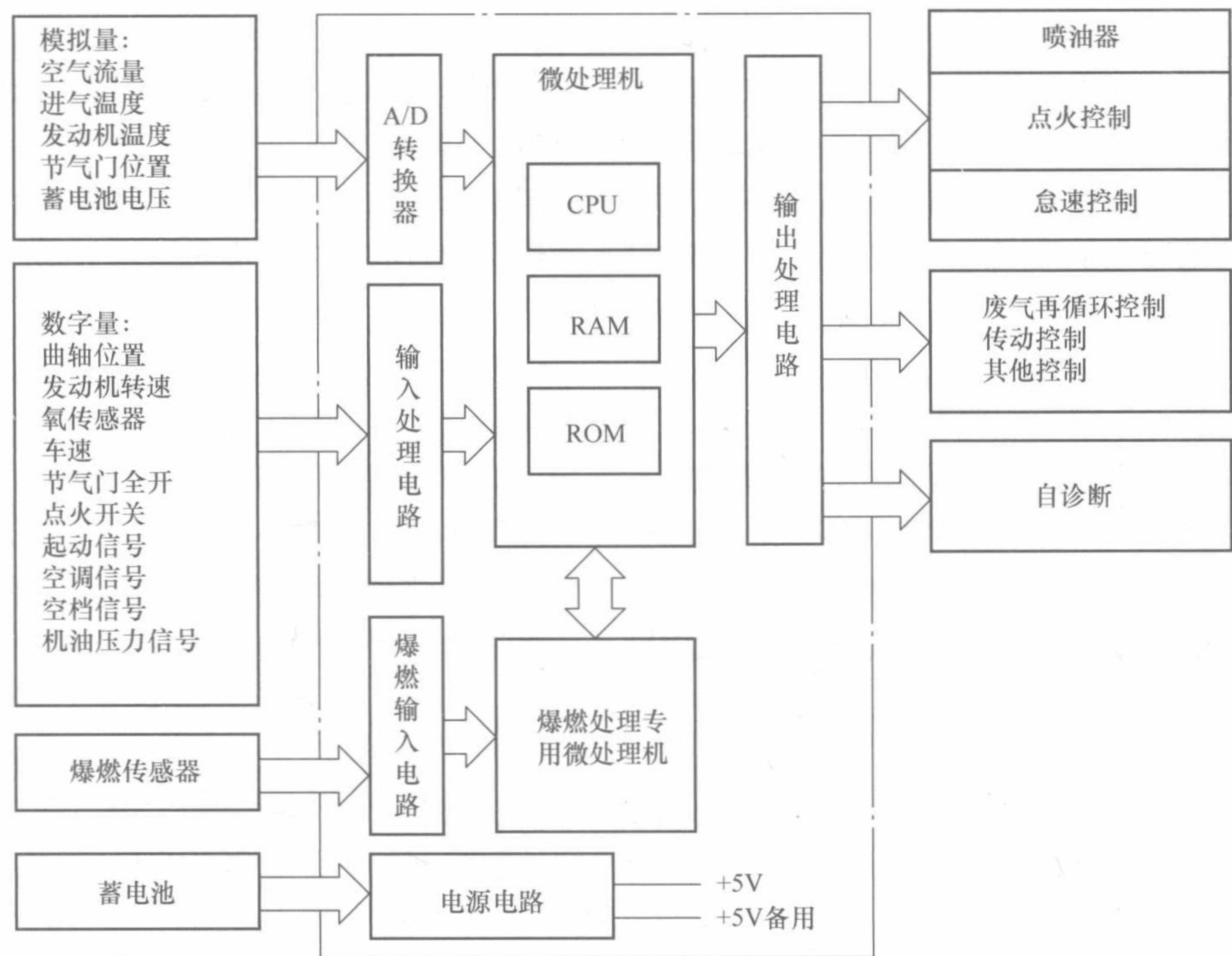


图 1-1 发动机管理系统的功能

2. 燃油喷射控制

在发动机管理系统中，喷油量控制是最基本、最重要的控制内容，ECM 通过控制燃油泵在燃油管路中建立压力，然后通过控制喷油器来控制燃油喷射量。ECM 主要根据进气量确定基本的喷油量，再根据其他传感器（如冷却液温度传感器和节气门位置传感器）的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。除喷油量控制外，发动机管理系统还可实现喷油正时控制、断油控制和燃油泵控制。

3. 点火控制

电控点火系统的基本功能是点火提前角控制。该系统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、经济性及降低排放污染的目的。此外，电控点火系统还具有通电时间（闭合角）控制和爆燃控制功能。

4. 怠速控制

怠速控制系统是发动机辅助控制系统，其功能是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、变速器是否挂入档位等条件，通过怠速控制阀或电子节气门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。

5. 排放控制

排放控制系统的主要功能是对发动机排放控制装置的工作进行电子控制。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（EVAP）控制、氧传感器和空燃比闭环控制等。

6. 自诊断功能

在发动机管理系统中，ECM 具有自诊断功能，它能对控制系统各部分的工作情况进行监测。当 ECM 检测到来自传感器或输送给执行元件的故障信号时，立即点亮仪表板上的警告灯，提示驾驶人发动机有故障。同时，系统将故障信息以设定故障码的形式储存在存储器中，辅助维修人员确定故障类型和范围。在对车辆进行维修时，维修人员可通过诊断仪读取故障码。

7. 失效保护功能

失效保护系统的主要功能是在传感器或传感器线路发生故障时，控制系统自动按预先设定的参考信号值工作，使发动机能继续运转。例如：冷却液温度传感器电路有故障时，失效保护系统会自动按设定的冷却液温度信号控制发动机工作。

除上述控制系统外，应用在发动机上的电控系统还有散热风扇控制、巡航控制等。应当说明的是，上述控制系统在不同的汽车发动机上，可能只是部分被采用。

二、发动机管理系统的组成

发动机管理系统由传感器、ECM 和执行器三部分组成。传感器提供信号给 ECM，ECM 对输入信号进行分析计算后，输出执行命令给相应的执行器。图 1-2 所示为发动机管理系统的组成。

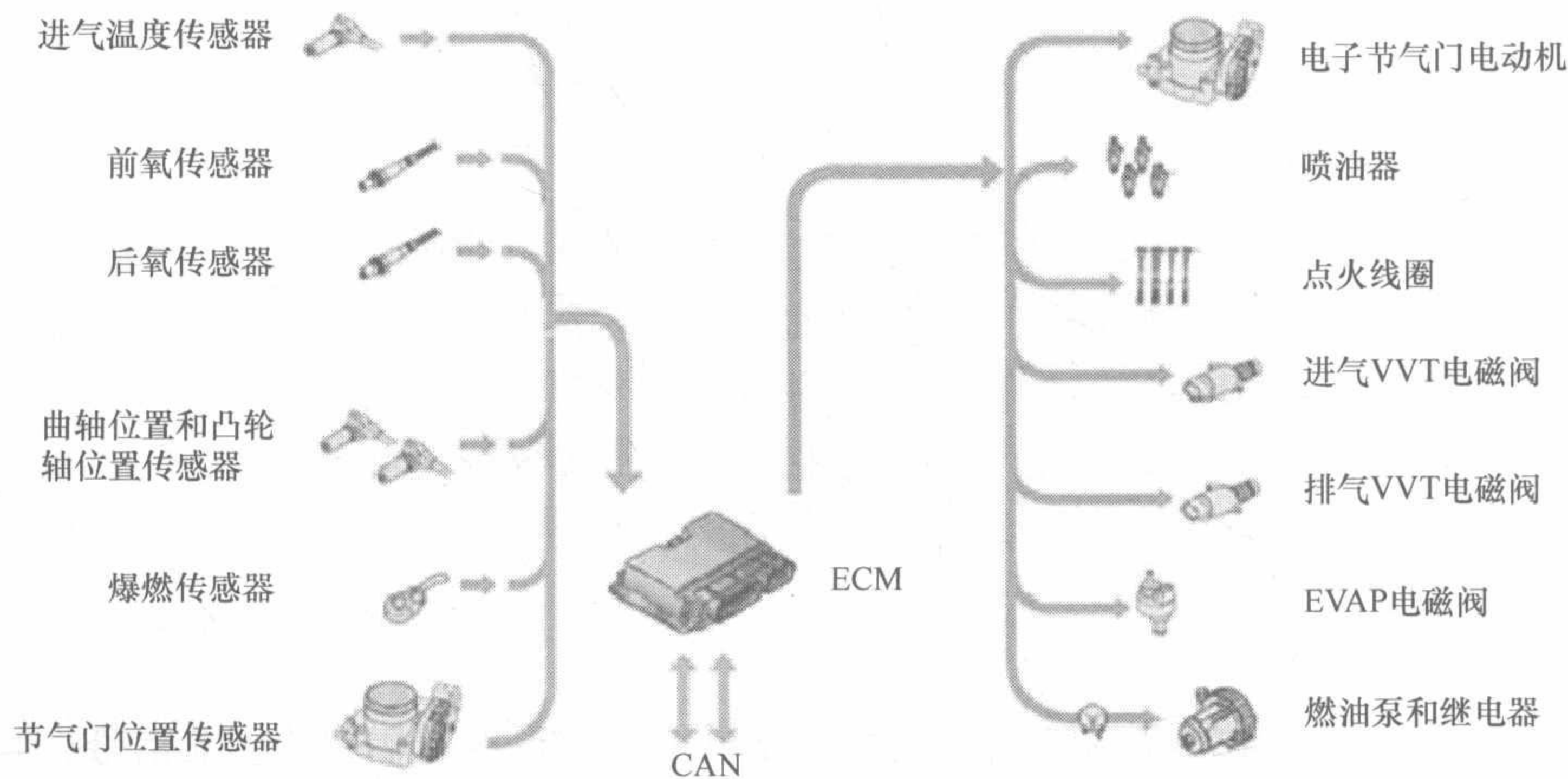


图 1-2 发动机管理系统的组成

1. 传感器

常见的车用传感器有曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、节气门位置传感器、进气压力传感器、氧传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器、爆燃传感器和空调开关等。在不同类型的车辆上，传感器数量和类型也不尽相同，例如五菱 CN113R 使用的 L2B 发动机还配有加速踏板位置传感器、离合器踏板开关和制动踏板开关等。

2. ECM

ECM 对不同传感器的信号进行计算处理，再控制不同的执行器执行相应的动作，例如喷油和点火等。

3. 执行器

常见的执行器有喷油器、点火线圈、EVAP 电磁阀（即炭罐电磁阀）、发动机警告灯、

主控继电器、燃油泵和压缩机等。在不同类型的车辆上，执行器的数量和类型也不尽相同。例如五菱 CN113R 使用的 L2B 发动机还配有电子节气门电动机、VIM 电磁阀（即可变进气歧管电磁阀）等。

有时，ECM 仅从这些传感器获取信号是不够的，还需要从其他模块中获取信息，例如五菱 CN113R 汽车为实现发动机防盗功能控制，ECM 需要从车身控制模块（BCM）获取防盗信息。同时，ECM 也需要将一些信号发送给其他模块，例如将发动机转速信号、车速信号、冷却液温度信号和燃油油位信号等发送给仪表模块。

第二节 ECM 的供电电路

供电电路是 ECM 正常工作的基础。ECM 的供电电路包括电源和搭铁电路，更换 ECM 前必须确定其电源和搭铁是否正常。另外，传感器也需要 ECM 为其提供稳定的电源。本节主要讲解 ECM 的供电电路。

一、12V 电源和搭铁电路

ECM 的电源电路主要有三种：常电源、点火开关供电电源和主继电器供电电源。三种电源的作用是不一样的。ECM 的搭铁线一般不止一根，它们一起通过车身搭铁。图 1-3 所示为 L2B 发动机的 ECM（西门子管理系统）相关电路。

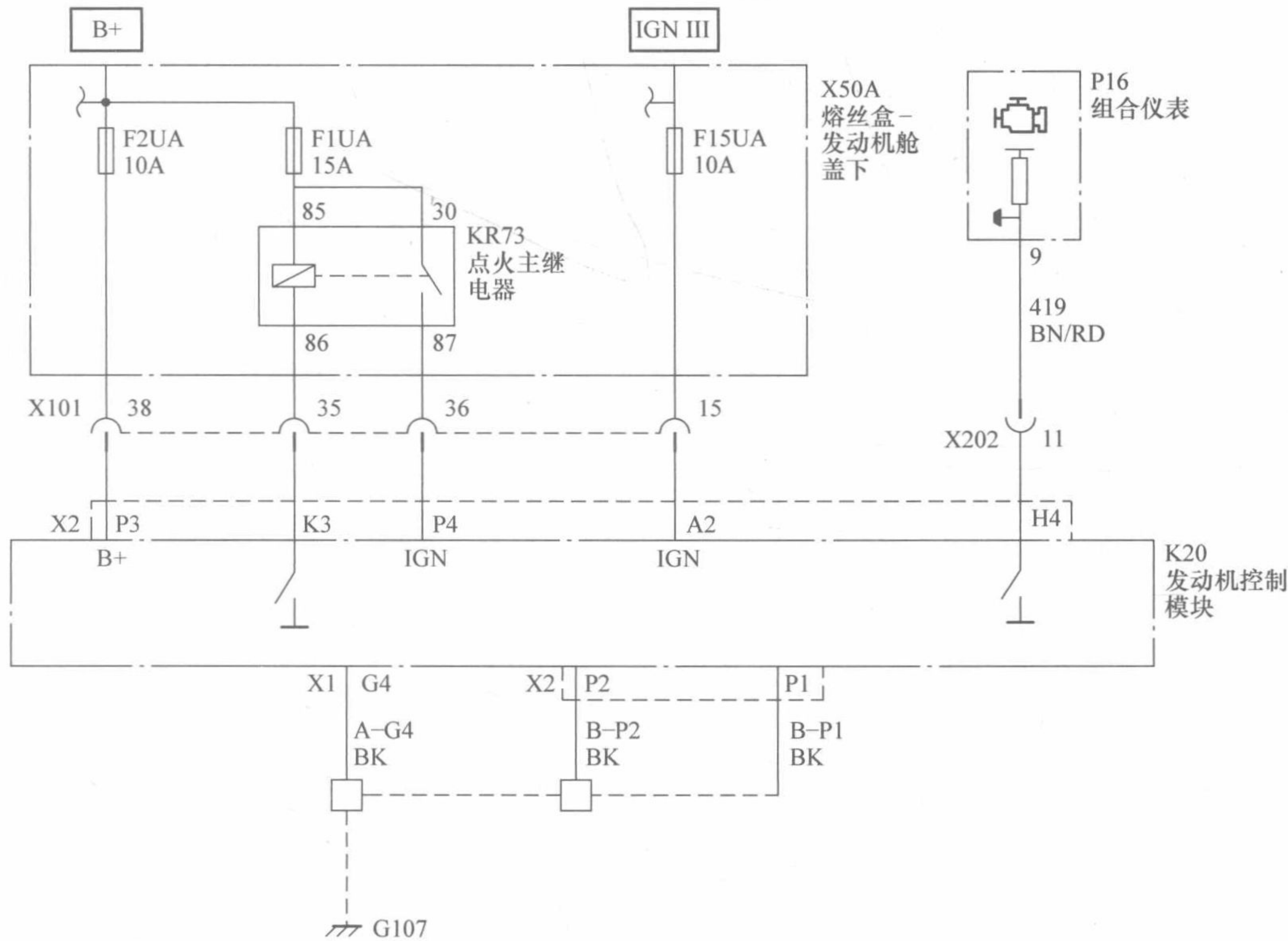


图 1-3 L2B 发动机的 ECM（西门子管理系统）相关电路

1. 常电源

由蓄电池直接供电的常电源线，点火开关关闭后依然有电，作为 ECM 的工作电源。ECM 的内部存储器由它供电，因此即使关闭点火开关，ECM 存储的故障码、学习值等也不会丢失。L2B 发动机 ECM 的常电源为 X2 插头的 P3 号端子，如图 1-3 所示。

2. 点火开关供电电源

经过点火开关 ON 档的电源，是 ECM 的工作电源，也是信号线。打开点火开关时，ECM 会控制主继电器和油泵继电器工作。L2B 发动机 ECM 的点火开关供电电源是 X2 插头的 A2 号端子，如图 1-3 所示。

3. 主继电器供电电源

打开点火开关时，ECM 会控制主继电器工作，主继电器触点闭合，给发动机管理系统的执行器供电（例如喷油器、点火线圈、EVAP 电磁阀等），同时给 ECM 提供一个电源信号。一般情况下，ECM 即使接收不到该电源信号也是可以令发动机正常工作的。L2B 发动机 ECM 的主继电器供电电源是 X2 插头的 P4 号端子，如图 1-3 所示。

4. ECM 搭铁

只有在电源和搭铁都正常的情况下，ECM 才能正常工作。L2B 发动机 ECM 的搭铁线路是 X1 插头的 G4 号端子和 X2 插头的 P1、P2 号端子，如图 1-3 所示，三根线合在一起通过 G107 搭铁。

二、5V 参考电源和参考搭铁

为防止发动机管理系统的传感器受外界电压变化的影响，ECM 给传感器提供稳定的 5V 参考电源和参考搭铁。因为发动机管理系统内有很多传感器，所以多个传感器通常共用一个 5V 参考电源，或共用一个参考搭铁。另外，ECM 提供的 5V 参考电源可能不止一个，参考搭铁也如是。图 1-4 所示为 L2B 发动机 ECM（西门子管理系统）5V 参考电源和参考搭铁电路。

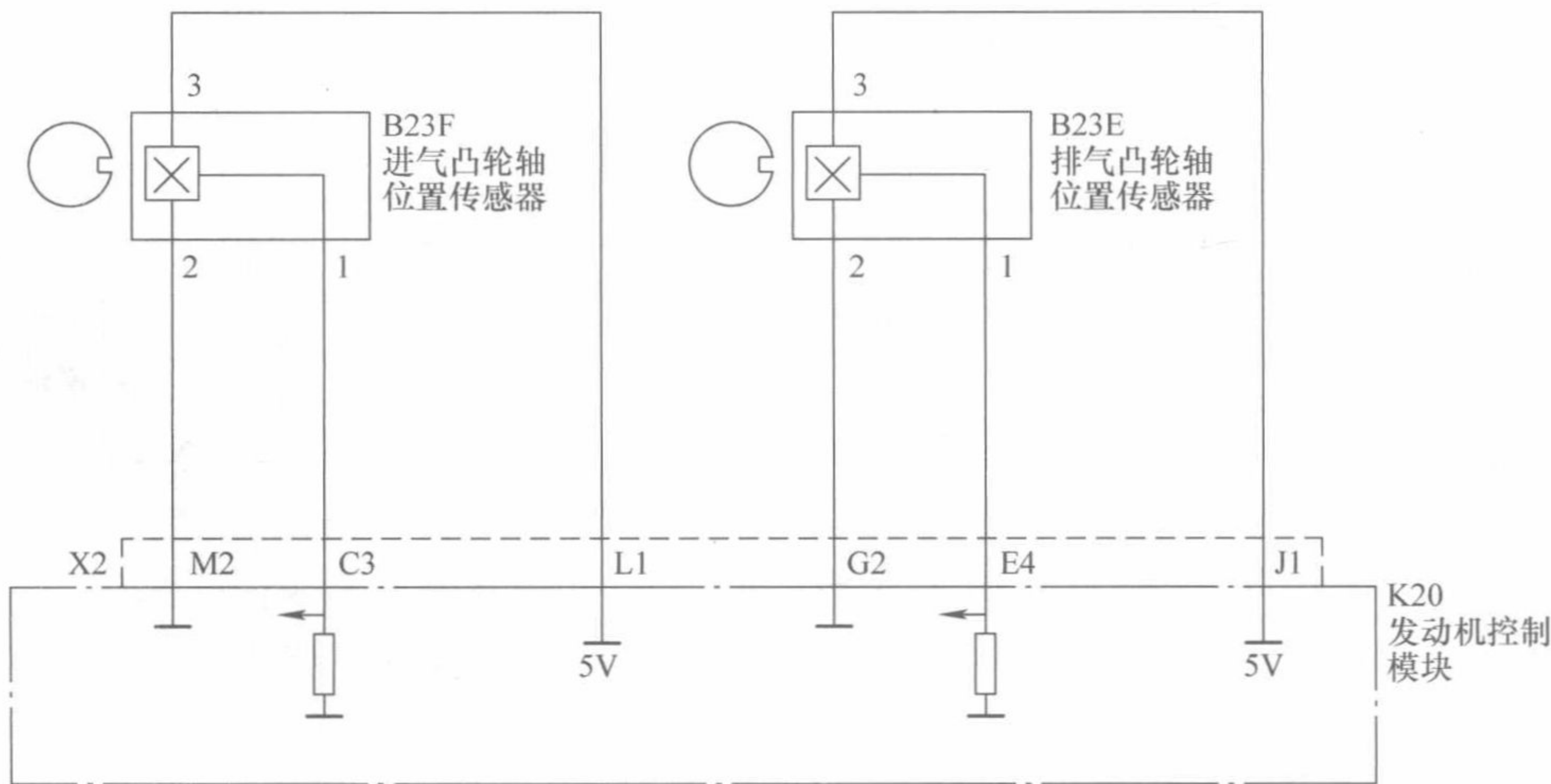


图 1-4 L2B 发动机 ECM（西门子管理系统）5V 参考电源和参考搭铁电路

ECM 电源和搭铁的种类及作用，对诊断 ECM 的故障至关重要。特别是更换 ECM 时，

必须检查其电源和搭铁是否良好。另外，如果多个传感器同时工作不良或不工作，则需考虑是否是共用的电源或搭铁出现了问题。

三、ECM 的内部结构组成

在汽车电子控制系统中，各控制模块的结构大同小异，都是由硬件、软件、壳体和线束插座四部分组成。汽车控制模块的软件主要包括监控程序和应用程序两部分。硬件作为实体，为各电子控制系统正常工作提供基础条件。

1. 模块内部电路组成

汽车各控制模块的硬件所组成的电路十分复杂。不同制造商研制的硬件电路的结构不尽相同，但是均由输入回路、输出回路和单片微型计算机（单片机）三部分组成。图 1-5 所示为 L2B 发动机 ECM 的内部电路构成。

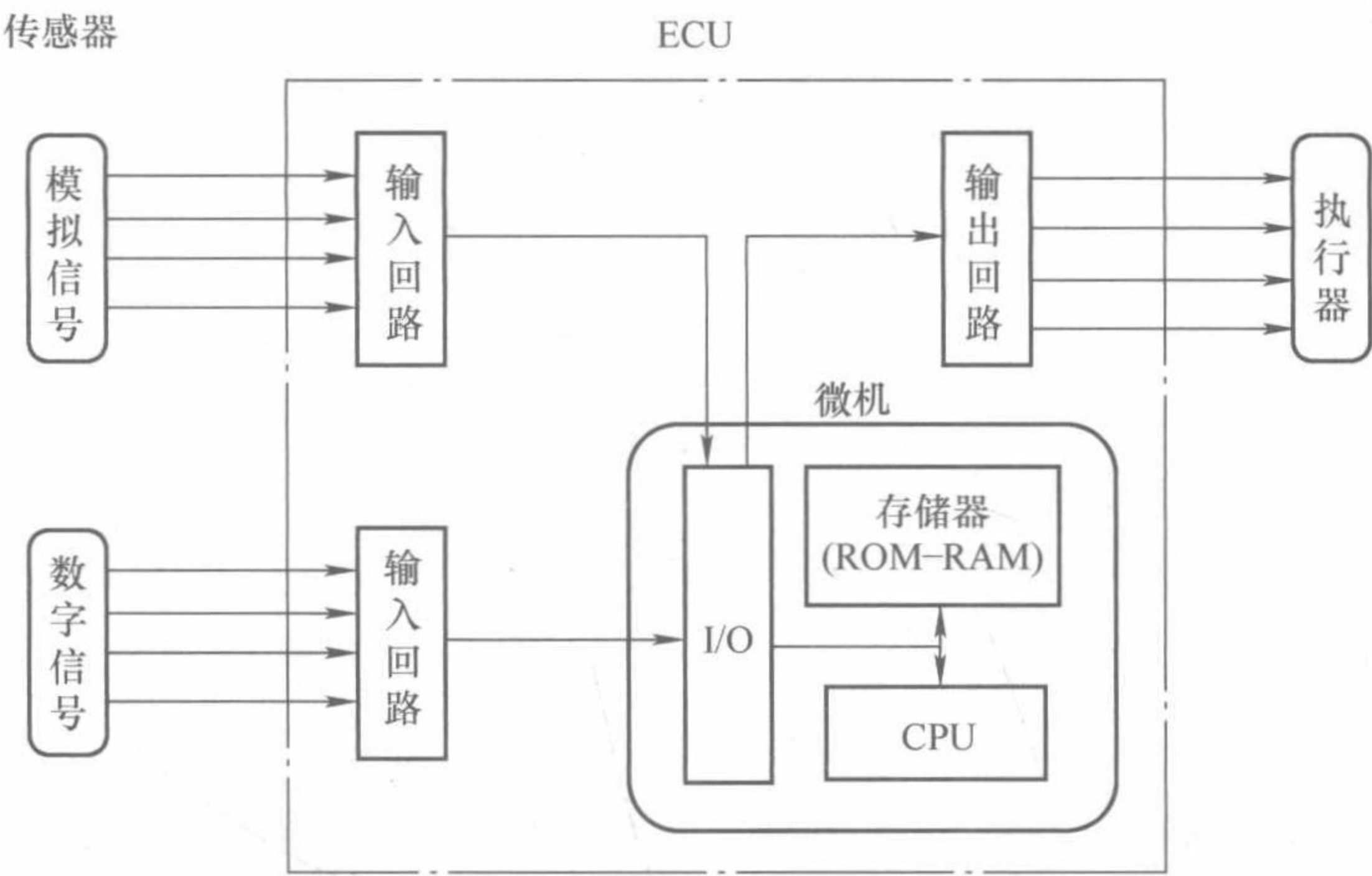


图 1-5 ECM 的内部电路构成

控制模块的硬件一般封装在铝制金属壳体或塑料壳体内部，并通过线束插座与整车的电气线路连接。控制模块一般置于车内不易受到碰撞的部位，如中控台下部或发动机舱内，具体安装位置因车型而异。

汽车各电控单元的硬件都是由不同种类的专用集成电路、大量电阻器、电容器、二极管、稳压管和晶体管等分立电子元件及印制电路板构成。

2. 输入和输出回路

输入回路又称输入接口，其功用是将传感器输入信号和各种开关信号转换成单片机能够识别及处理的数字信号。输入回路主要由 A/D 转换器和数字输入缓冲器两部分组成。

输出回路是单片机与执行器之间的中继站，其功用是根据微机发出的指令，控制执行器动作。微机对采样信号进行分析、比较和运算后，由预定的程序形成控制指令并通过输出端子输出。微机只能输出微弱的电信号，例如喷油脉冲、点火信号等，电压一般为 5V，不能直接驱动执行元件，因此必须通过输出回路对控制指令进行功率放大、译码或 D/A 转换，变成可以驱动各种执行元件的强电信号。当执行器需要线性电流量驱动时，单片机通过调整占空比来控制输出回路的导通与截止，使流过执行器电磁线圈的平均电流逐渐增大或减小。因占空比频率较高，所以流过执行器电磁线圈的平均电流不会脉动变化。图 1-6 所示为

ECM 的内部电路框图。

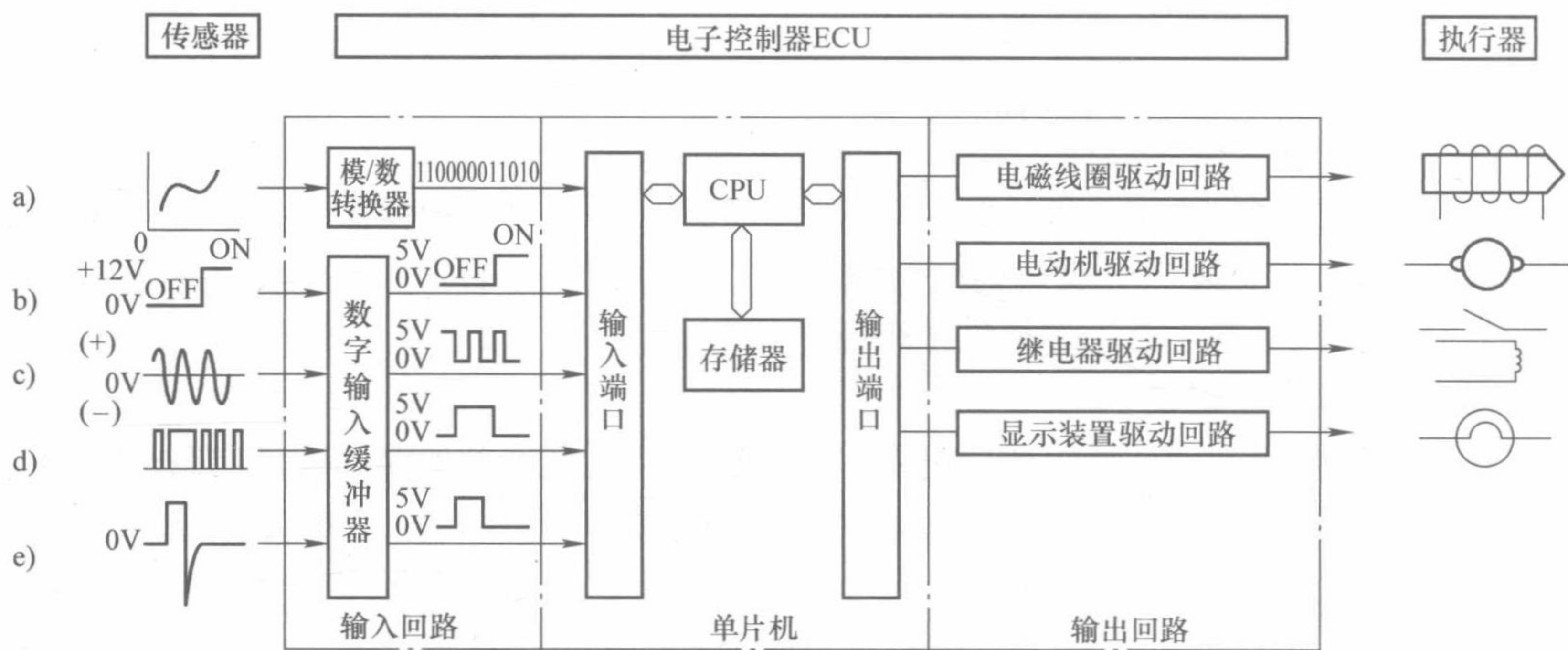


图 1-6 ECM 的内部电路框图
注：a) ~ e) 为相关传感器

(1) A/D 转换器

A/D 是模拟（Analogue）/数字（Data）的简写，它的功用是将模拟信号转换为数字信号，或将数字信号转换为模拟信号。

各种传感器采集的信号可分为模拟信号和数字信号两大类。信号电压（或电流）随时间变化而连续变化的信号称为模拟信号。五菱 CN113R 发动机管理系统中，进气歧管压力信号、进气温度信号、冷却液温度信号、爆震传感器信号、节气门开度信号和加速踏板位置信号等，都是连续变化的线性信号，因此都属于模拟信号。单片机不能识别模拟信号，因此需要经过 A/D 转换器将连续变化的模拟信号转换成数字信号后才能输入微机。

信号电压（或电流）不随时间变化而连续变化的信号称为数字信号。在五菱 CN113R 发动机管理系统中，曲轴位置信号、凸轮轴位置信号、车速信号、离合器踏板开关信号、制动踏板开关信号和空调请求开关信号等都是数字信号，因此需要通过输入回路的数字缓冲器进行限幅、整形处理后，才能传输到单片机进行运算处理。

(2) 缓冲器

缓冲器电路主要由整形电路、波形变换电路、限幅电路和滤波电路等组成。某些传感器的输出信号虽为数字信号，但在输入单片机前必须进行波形变换或滤波处理后单片机才能接收。数字输入缓冲器的功用是对单片机不能接收的数字信号进行预处理。例如 L2B 发动机控制系统的点火开关信号、离合器开关信号和制动开关信号均为 12 ~ 14V 的电源电压，而单片机能够接收的信号电压为 0V 或 5V，因此需要缓冲器的限幅电路将高于 5V 的信号电压转换成 5V 信号。磁感应式传感器输出的信号为正弦波信号，单片机不能直接处理，必须经过缓冲器的波形变换电路转换成数字信号后才能输入单片机。触点开关式传感器或继电器输出的数字信号含有干扰信号，必须经过缓冲器的滤波电路将干扰消除后，单片机才能接收，否则控制系统无法正常工作。

3. 单片机

单片机是将中央处理器（CPU）、存储器（Memory）、定时器/计数器和输入/输出（I/

O) 接口电路等主要计算机部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。目前，汽车电控系统采用的单片机均为数字单片机，如图 1-7 所示。

(1) 处理器 (CPU)

中央处理器又称微处理器，它是具有译码指令和数据处理能力的电子部件，是汽车电子控制单元的核心，主要由运算器 (CLU)、寄存器和控制器组成，如图 1-8 所示。

(2) 运算器

运算器是计算机的运算部件，用于实现数学运算和逻辑运算。汽车上的各种电子控制系统内部的数据运算和逻辑判断过程都在这里进行。

(3) 寄存器

寄存器用于暂时存储数据或程序指令。

(4) 控制器

控制器是计算机的指挥/控制部件，其功用是按照监控程序和应用程序使计算机各部分自动协调工作。

(5) 存储器 (Memory)

存储器有多种分类方法，按读写操作原理可分为只读存储器 (ROM) 和随机存储器 (RAM)；按功能可分为程序存储器和数据存储器；按构成材料可分为半导体存储器和磁质存储器。

ROM 是一种一旦写入信息就不可更改，只能读出的存储器。实质上，ROM 是一次性写入、可随机读出的存储器。

一般来说，写入 ROM 的信息是在脱机状态下进行的，所记录的信息不会因断电而破坏，也不会因断电而丢失。显然，ROM 适合在制造厂商大批量生产某一系统时，一次性写入供用户使用的信息。

在汽车电控系统中，ROM 用来存储制造厂商编制的控制程序、运行程序和原始试验数据，例如燃油喷射系统最佳混合气的喷油三维脉谱图数据、最佳点火提前角三维脉谱图数据等，即使点火开关关闭，ROM 中存储的信息也不会丢失。

RAM 与 ROM 相比有两点不同：一是 RAM 中的信息既可以随时写入或读出，也可以随时改写，改写时不必先擦除原有内容；二是半导体 RAM 中的信息会因突然断电而丢失。因此在汽车上，RAM 通常用来存储单片机工作时需要暂时存储的数据，例如输入/输出数据、

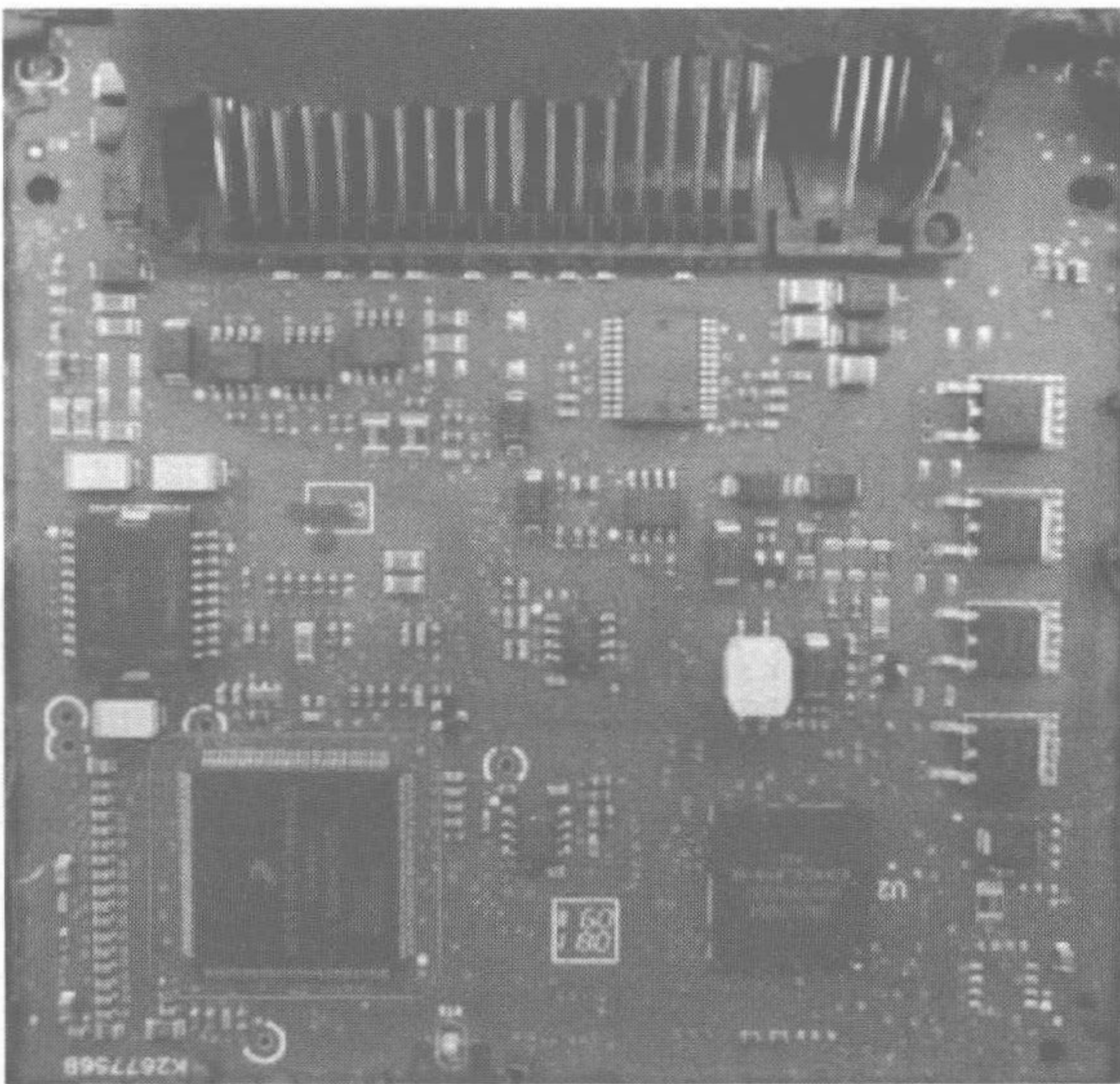


图 1-7 数字单片机

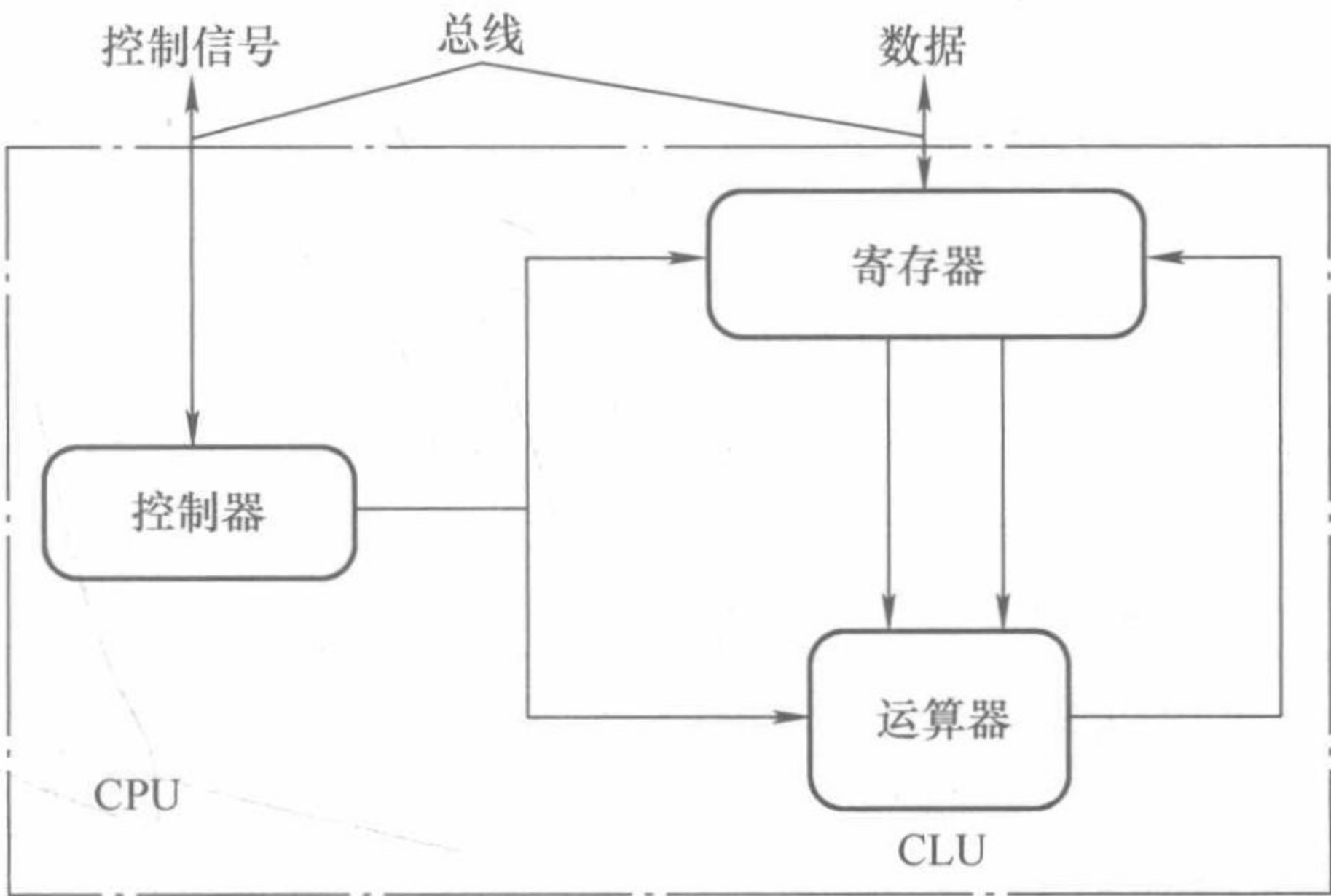


图 1-8 中央处理器 (CPU)

单片机运算得出的结果、故障码、空燃比修正数据等，这些信息根据需要可随时调用或被新的数据覆盖。

由此可见，RAM 起到了寄存器的作用。为保证故障码、空燃比修正数据等能够较长时间保存，汽车电控系统通常将 RAM 电源与专用的后备电源电路或蓄电池直接连接，不受点火开关控制。但是，当后备电源切断、蓄电池正极或负极端子断开时，存入 RAM 中的信息仍会丢失。因此在检修或更换蓄电池前，必须事先调取故障码或采取必要的不断电措施。

有的 ECM 将故障码存储在 EEPROM（电可擦可写存储器）中。即使断开蓄电池，ECU 中的其他信息也不会丢失。故障码必须通过故障诊断仪向 ECU 自诊断系统发出消除命令才能被清除。例如五菱 CN113R 发动机管理系统，故障码的清除必须借助诊断仪。

(6) 接口电路 (I/O)

接口电路又称输入/输出 (Input/Output) 接口电路，是 CPU 与传感器或执行器间进行数据交换或下达控制指令的通道。由于传感器或执行器种类繁多，它们的信号速度、频率、电平、功率和工作时序等不可能与 CPU 完全匹配，必须根据 CPU 的指令，通过 I/O 接口进行协调和控制。

(7) 总线 (BUS)

总线是微机内部传递信息的连线电路。在单片机内部，CPU、ROM、RAM 与 I/O 接口之间的信息交换都是通过总线实现的。微机中的元器件与控制总线相连，CPU 可通过控制总线随时掌握各元器件的状态，并根据需要随时向某个元器件发出控制指令。

总线技术是提高微机运算速度的关键。为满足汽车上各种电子控制单元之间实现快速通信的要求，目前大多数车辆已经采用控制器局域网通信总线，即 CAN 总线技术。

(8) ECM 的工作过程

发动机起动时，ECM 进入工作状态，某些运行程序或操作指令从 ROM 中调入 CPU。这些程序可以控制燃油喷射量、点火时刻和怠速转速等。在 CPU 的控制下，一个个指令按照预先编制的程序有条不紊地进行循环。在程序运行过程中，所需要的发动机工况信息由各种传感器提供。

下一步是将预先存储在 ROM 中的最佳试验数据引入 CPU，将传感器输入的信息与其进行比较。CPU 将来自传感器的各种信息依次取样，与最佳试验数据进行逻辑运算，通过比较判定结果并发出指令信号，经 I/O 接口电路和输出回路控制执行器动作。如果是喷油器驱动信号，则控制喷油开始喷油时刻和喷油持续时间，完成控制喷油功能；如果是点火装置驱动信号，则控制点火闭合角和点火时刻，完成控制点火功能。如果执行器需要线性电流量驱动，则单片机通过调节占空比来控制输出回路的导通与截止，使流过执行器电磁线圈的平均电流线性增大或减小。

发动机工作时，微机运行速度相当快，如点火正时控制，每秒可以修正上百次，因此控制精度很高，点火时刻十分准确。

第三节 车载诊断系统 (OBD)

车载诊断系统 (On - Board Diagnostics, OBD) 又称自诊断系统，它的功用是监测发动

机排放。本节介绍了 OBD 系统的基础知识，以及故障码的分类与监测原理。

一、OBD 系统的功能和特点

OBD 技术起源于 20 世纪 80 年代的美国，目前已经发展到第二阶段。下面介绍 OBD 系统的功能和特点，如图 1-9 所示。

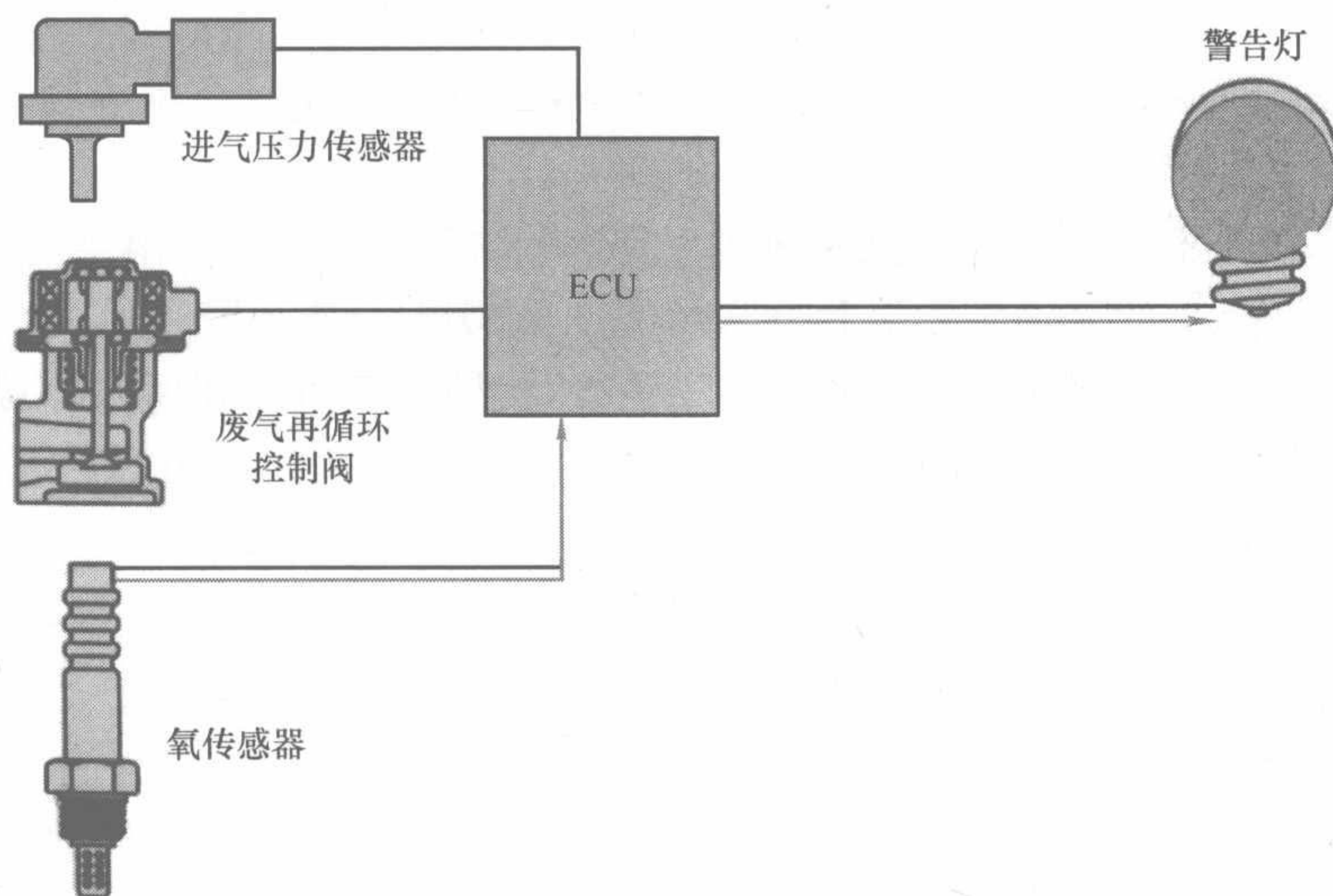


图 1-9 OBD 系统的组成

1. OBD 系统的作用及发展史

汽车尾气污染会危害城市环境，引发呼吸系统疾病，加重城市热岛效应，甚至导致全球气候异常变化。为减少汽车尾气污染，各国纷纷出台措施。从 20 世纪 70 年代末开始，在美国国内销售的汽车已经开始配备可以控制各类系统并诊断故障的电子装置，以提高燃油效率并减少空气污染。

OBD 系统起源于美国，最初的 OBD - I 系统安装在所有 1991 年及此后生产的轻型汽车中。但 OBD - I 系统只在排放系统彻底失效时才能诊断出故障。此外，OBD - I 系统报告排放诊断信息的方式很不规范，这使从所有车辆里获得标准的和可靠的排放信息非常困难。于是，1996 年及此后生产的轻型汽车开始配备 OBD - II 系统。

OBD - II 系统相比 OBD - I 系统增加了新的监测区域，包括三元催化转化器转换效率和决定发动机缺火的曲轴速度，可以获得任何时刻的发动机缺火、碳氢化合物排放增加信息。简单来说，OBD - II 系统具有下列功能：

- 1) 检测废气控制系统的关联元件是否出现老化或损坏。
- 2) 有用于提醒驾驶人进行废气控制系统保养与检修的警示装置。
- 3) 监控传感器和执行器。
- 4) 使用标准化的故障码，可用通用仪器读取。

OBD - II 系统无论在标准化还是性能方面都有很大提升。它将诊断接头、电子信号协议以及读取信息格式等都进行了标准化，同时能监测所有传感器的运行情况。一旦有传感器工作不正常，OBD - II 系统就会将故障码存储到单片机中，同时点亮 OBD 警告灯。故障码可