

汽车电控发动机检测 与维修

● 主 编 潘丽辉 黎 鹏

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车电控发动机 检测与维修

主 编 潘丽辉 黎 鹏

副主编 覃 勇 韦武彤 杨广柱

参 编 陈海军 陶荣希 林 松

唐星华 郭田中 廖 韦

罗柳林 冯 萍 雷 帅



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以五菱荣光 1.2L 发动机和 1.5L 发动机为例,介绍发动机电控系统的基本结构、工作过程、检测方法,以及发动机电控系统常见故障诊断及排除的方法。本书的主要内容包括认识发动机电控系统、检测发动机控制单元的电源电路、检测空气供给系统、检测燃油供给系统、检测转速传感器、检测温度传感器、检测点火系统、检测排放系统、检测废气涡轮增压系统、检测可变气门正时系统、认识缸内直喷系统、认识电控共轨柴油机,共 12 个模块。

本书可作为高等院校汽车运用与维修专业的教材,还可供汽车维修人员、驾驶人员阅读参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控发动机检测与维修/潘丽辉,黎鹏主编. —北京:北京理工大学出版社,2017.10

ISBN 978-7-5682-4901-0

I. ①汽… II. ①潘…②黎… III. ①汽车—电子控制—发动机—检测②汽车—电子控制—发动机—车辆修理 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 240566 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 8.5

字 数 / 200 千字

版 次 / 2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷

定 价 / 36.00 元

责任编辑 / 赵 岩

文案编辑 / 梁 潇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

Qianyan

本书以汽车机电维修工作岗位能力需求为依据,确定教学目标及课程内容,以能力为本位,以职业实践为主线。按汽车机电维修工作任务的流程设计学习过程,让学生在职业实践活动的基础上掌握相关的知识和技能,在模拟的工作环境中培养学生的职业能力。

本书编写的目的是使学生初步具有汽车电控发动机系统维护保养、拆装检测、故障分析的能力。本书结合汽车电控发动机维修保养的要求,依据机电维修岗位要求制订学习目标、知识目标;依据课程目标定位,从技能、知识方面对书中的内容进行规划与设计,使学习内容与生产实际一致。

本书建议学时为 80 学时,全书以五菱荣光 1.2L 发动机和 1.5L 发动机为例,介绍发动机电控系统的基本结构、工作过程、检测方法,以及发动机电控系统常见故障诊断及排除的方法。本书的主要内容包括认识发动机电控系统、检测电控单元电源电路、检测空气供给系统、检测燃油供给系统、检测转速传感器、检测温度传感器、检测点火系统、检测排放系统、检测废气涡轮增压系统、检测可变气门正时系统、缸内直喷系统、电控共轨柴油机共 12 个模块。

在编写本书的过程中,编者参考了大量的国内外技术资料,得到了许多同行的大力支持,在此谨向所有参考资料的作者及关心支持本书编写的同志们表示感谢。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中的不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

模块 1 认识发动机电控系统	1
1.1 发动机电控系统的发展与应用	1
1.2 发动机电控系统的基本组成与工作过程	3
训练 2014 款五菱荣光 1.2L 电控发动机总体结构的认识	5
模块 2 检测发动机控制单元的电源电路	8
发动机控制单元电源电路的检测	8
训练 发动机控制单元电源线及搭铁线的检测	10
模块 3 检测空气供给系统	14
3.1 空气供给系统的作用、组成和类型	14
3.2 空气计量装置的检测	17
训练 1 空气计量装置的检测	20
3.3 节气门体及相关部件的检测	25
训练 2 电子节气门的检测	29
模块 4 检测燃油供给系统	32
4.1 汽油机燃油供给系统的认识	32
训练 1 汽油机燃油供给系统的认识	34
4.2 电磁喷油器的检测	34
训练 2 电磁喷油器的认识与检测	37
4.3 电动燃油泵的检测	41
训练 3 电动燃油泵的认识与检测	44
模块 5 检测转速传感器	49
5.1 磁感应式转速传感器的检测	49
训练 1 磁感应式转速传感器的认识与检测	51

目 录

Contents

5.2 霍尔式转速传感器的检测	54
训练 2 霍尔式转速传感器的认识与检测	56
模块 6 检测温度传感器	61
温度传感器的认识及检测	61
训练 温度传感器的检测	63
模块 7 检测点火系统	68
7.1 点火系统的认识	68
训练 1 点火系统的认识与检测	72
7.2 点火系统的检测	76
训练 2 点火系统部件的检测	78
模块 8 检测排放系统	84
8.1 燃油蒸发排放控制系统的检测	84
训练 1 燃油蒸发排放控制系统的认识与检测	86
8.2 废气再循环系统的检测	90
训练 2 废气再循环系统的认识与检测	91
8.3 三元催化器及氧传感器的检测	93
训练 3 氧传感器的检测	95
模块 9 检测废气涡轮增压系统	99
9.1 认识废气涡轮增压系统	99
9.2 废气涡轮增压系统的检测	102
模块 10 检测可变气门正时系统	105
可变气门正时系统的检测	105
训练 双 VVT-i 系统的认识	108

模块 11 认识缸内直喷系统	112
缸内直喷系统的基本认识	112
训练 缸内直喷系统主要部件的认识	117
模块 12 认识电控共轨柴油机	120
12.1 电控共轨柴油机的基本认识	120
12.2 柴油机电控系统组成的认识	122
12.3 共轨式柴油机电控燃油喷射系统主要部件的认识	123
训练 1 CDI 共轨式柴油机电控燃油喷射系统主要部件的认识	126
参考文献	128

模块 1 认识发动机电控系统



1. 了解发动机电控系统的发展历程及优点;
2. 掌握电控发动机各电子控制系统的作用;
3. 掌握发动机电控系统的基本组成与工作过程;
4. 能够在实车上识别发动机电控系统的各个零部件。

1.1 发动机电控系统的发展与应用



1. 了解发动机电控系统的发展历程及优点;
2. 掌握电控发动机各电子控制系统的作用。



1. 汽车发动机电控系统的发展历程

汽车发动机电控系统始于 20 世纪 60 年代, 其发展历程分为如下三个阶段:

1) 电控发动机发展的初级阶段(20 世纪 60 年代中期到 70 年代中期)

1957 年, 美国本迪克斯公司研制了汽车电子燃油喷射装置, 开创了电控汽油喷射的先河。

1958 年, 博世公司研制成功了向进气管内喷射汽油的机械控制汽油喷射式发动机, 为现在电子燃油喷射系统的电子燃油控制奠定了坚实的基础。

1967 年, 博世公司研制成功了 K-Jetornic 机械式汽油喷射系统。

1972 年, 博世公司研制成功了 L-Jetornic 型电控汽油喷射系统。

1974 年, 美国通用汽车公司开始运用集成电路式电子点火控制器。

2) 电控发动机的数字发展阶段(20 世纪 70 年代末期到 90 年代中期)

1978 年, 福特公司研制成功了 EEC-II 系统, 1979 年该系统进一步完善, 发展成为 EEC-III 系统。



1981 年, 博世公司研制成功了 LH 型燃油喷射系统。

1982 年, 博世公司研制成功了 KE-Jetronic 机电组合型汽油喷射系统。

1983 年, 博世公司推出了单点低压中央喷射系统。

1984 年, 丰田公司推出了速度密度型的 TCCS 汽油喷射装置。

3) 精确控制电控发动机阶段(20 世纪 90 年代中期以后)

1990 年以后, 美国通用汽车公司、福特公司和克莱斯勒公司生产的汽车, 以及欧系车和日系车均采用电控汽油喷射方式供油。

2. 汽车发动机电控系统性能方面的优点

汽车发动机电控系统性能方面的优点如下:

- (1) 提高发动机的动力性。
- (2) 提高发动机的燃油经济性。
- (3) 改善发动机的加速性能和减速性能。
- (4) 改善发动机的起动性能。
- (5) 降低发动机污染物的排放量。
- (6) 使汽车发动机的故障发生率大大降低。

3. 电控发动机各控制系统的作用

1) 电控燃油喷射系统

电控燃油喷射(Electronic Fuel Injection, EFI)系统的作用如下: 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)信号等对喷油量进行修正, 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(ESA)的作用如下: ①根据各种传感器的信号, 感知发动机工况, 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、经济性和排放性; ②根据发动机转速和发动机负荷, 电控点火系统适时控制点火正时以便发动机改进功率, 净化废气, 同时也可以有效防止爆燃。

3) 怠速控制系统

怠速控制(Idle Speed Control, ISC)系统的作用如下: 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) 进气控制系统

进气控制系统的作用如下: 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。

5) 排放控制系统

排放控制系统的作用如下: 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(Exhaust Gas Recirculation, 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。

6) 增压控制系统

增压控制系统的作用如下: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,电子控制单元(Electronic Control Unit, 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

巡航控制系统的作用如下: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) 警告提示系统

警告提示系统的作用如下: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进行警告提示。

9) 自诊断与报警系统

自诊断与报警系统的作用如下:提示驾驶员发动机发生故障,同时该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

失效保护系统的作用如下:当传感器或传感器线路发生故障时,控制系统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

应急备用系统的作用如下:当控制系统计算机发生故障时,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控制系统的故障。

1.2 发动机电控系统的基本组成与工作过程



知识目标

1. 理解发动机电控系统的基本组成与工作过程;
2. 能够在车上识别发动机电控系统的各个零部件。



理论知识

1. 发动机电控系统的基本组成

发动机电控系统主要由信号输入装置(各种传感器)、ECU和执行元件三部分组成,如图1-1所示。

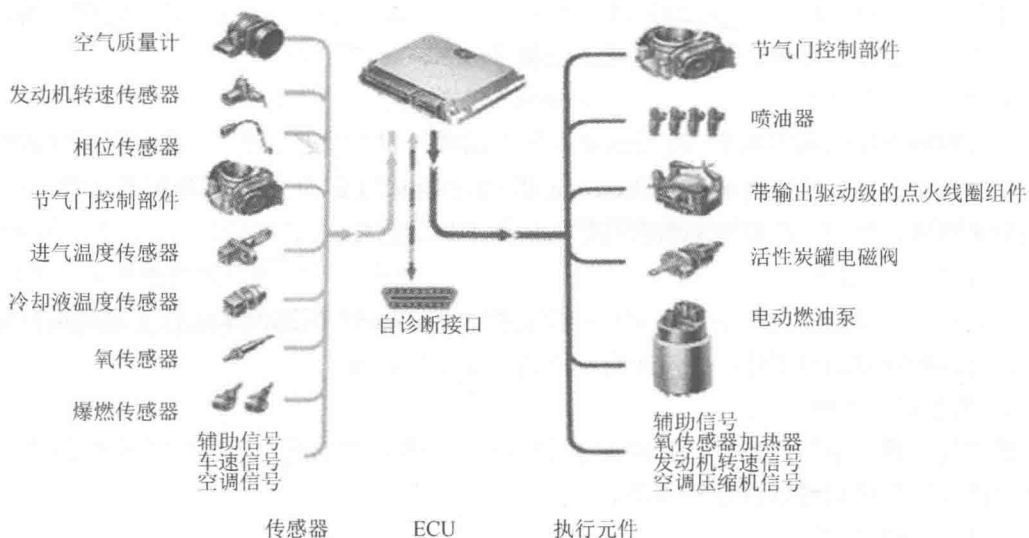


图 1-1 发动机电控系统的基本组成

1) 传感器的作用及类型

传感器的作用是将汽车各部件运行的状态参数（各种非电量信号）转换成电量信号并输送到发动机 ECU，用以监测各部件运行情况和环境条件。

- (1) 空气流量计：测量发动机的进气量，并将信号输入 ECU。
- (2) 进气绝对压力传感器：测量进气管内气体的绝对压力，并将信号输入 ECU。
- (3) 节气门位置传感器：检测节气门的开度及开度变化，并将信号输入 ECU。
- (4) 凸轮轴位置传感器：提供曲轴转角基准位置信号。
- (5) 曲轴位置传感器：检测曲轴转角位移，给 ECU 提供发动机转速信号和曲轴转角信号。
- (6) 进气温度传感器：检测进气温度信号。
- (7) 冷却液温度传感器：给 ECU 提供冷却液温度信号。
- (8) 车速传感器：检测汽车的行驶速度，给 ECU 提供车速信号（SPD 信号）。
- (9) 氧传感器：检测排气中的氧含量。
- (10) 爆燃传感器：检测汽油机是否爆燃及爆燃强度。

(11) 空调开关：当空调开关打开时，空调压缩机工作；当发动机负荷加大时，由空调开关向 ECU 输入信号。

(12) 挡位开关：自动变速器由空挡挂入其他挡时，向 ECU 输入信号。

(13) 起动开关：发动机起动时，给 ECU 提供一个起动信号。

(14) 制动灯开关：制动时，向 ECU 提供制动信号。

(15) 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。

(16) 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。

2) ECU 的作用

ECU 的作用如下：



- (1) 给传感器提供参考（基准）电压（2V、5V、9V、12V）。
- (2) 存储分析计算所用的程序、车型的特点参数、运算中的数据及故障信息。
- (3) 运算分析，即根据信息参数求出执行命令并输出给执行器。
- (4) 将输出的信息与标准值对比，查出故障并输出故障信息。
- (5) 自我修正（自适应功能）。

3) 执行元件的作用与类型

执行元件是电子控制系统的执行机构，其接收 ECU 发来的各种指令，完成具体的执行动作。执行元件可被视为控制系统的“肌肉”。

执行元件的类型有喷油器、点火器、怠速控制阀、巡航控制电磁阀、节气门控制部件、EGR 控制阀、进气控制阀、二次空气喷射阀、活性炭罐电磁阀、油泵继电器、风扇继电器、空调压缩继电器、自诊断显示与报警装置、仪表显示器等。

2. 电控发动机的工作过程

电控发动机的 ECU 接收来自传感器的信号，完成对信息的处理工作，并发出相应的控制指令控制执行元件完成正确的动作；同时，ECU 不断监测各元件的工作状态，如果有故障信息，则立即通过自诊断系统对外输出。



技能训练

训练 2014 款五菱荣光 1.2L 电控发动机总体结构的认识

1. 实操准备

本训练需准备的设备和资料如表 1-1 所示。

表 1-1 本训练需准备的设备和资料

设备准备	资料准备
2014 款五菱荣光整车、五菱荣光电控发动机台架	2014 款五菱荣光维修手册

2. 认识 2014 款五菱荣光 1.2L 电控发动机的总体结构图

(1) 教师对着五菱荣光 1.2L 电控发动机台架讲解电控发动机的总体结构图，由学生完成下列填空。

(2) 找实物，强化对发动机电控系统的认识。

① 在五菱荣光实车上找出部分传感器、ECU、部分执行元件。

② 在五菱荣光发动机台架上拔插部分传感器、执行元件，起动发动机，让学生感受发动机的变化情况，从而更好地理解电控系统的基本组成与工作过程。

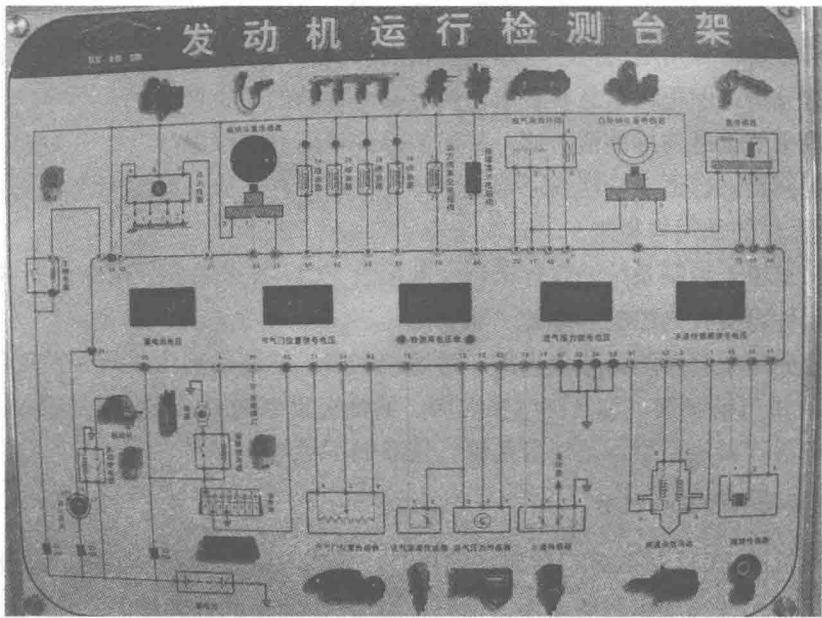


图 1-2 五菱荣光电控发动机的总体结构

指出上图 1-2 中各个部件的名称: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____
5. _____ 6. _____ 7. _____ 8. _____ 9. _____ 10. _____
11. _____ 12. _____



考核评价

1. 学生互检

小组内，学生互相考核与讨论。要求：学生围在发动机台架周围，在发动机上找到各个传感器和执行元件，并说出传感器、执行元件的名称，共同讨论其作用。

2. 教师抽查

由教师抽查部分学生，考核的内容：①对着发动机台架的电路板，解释发动机电控系统的工作过程；②能在发动机上找出具体的传感器或执行元件；③说出传感器及执行元件的作用。其考核评价表如表 1-2 所示。

表 1-2 2014 款五菱荣光 1.2L 电控发动机总体结构的认识考核评价表

被考核人信息		班级	姓名	学号	
序号	项目及配分	考核记录			教师评价
1	发动机电控系统的工作过程 (25 分)	由学生填写简要的工作过程 (或口述)			

续表

被考核人信息		班级		姓名		学号	
序号	项目及配分	考核记录					教师评价
2	在发动机上找传感器、执行元件 (30 分)	在发动机上指出传感器或执行元件的名称 (最少找到 5 个)					
3	传感器或执行元件的作用 (25 分)	由学生填写所找传感器或执行元件的作用 (或口述)					
4	工作安全、职业素养、时间要求 (20 分)	由考核教师根据学生在整个过程中的表现评分, 要进行必要的说明。					
总分	100 分						
考核教师签名			日期		用时: 分		



课后练习

一、填空题

1. 电控燃油喷射系统用英文表示为_____, 怠速控制系统用英文表示为_____。
2. 凸轮轴位置传感器提供_____控制和_____控制的主控制信号。
3. 电控燃油喷射系统主要根据_____确定基本的喷油量。
4. 发动机电控系统由_____, _____、_____三部分组成。
5. _____是采集并向 ECU 输送信息的装置。

二、判断题

1. 在电控燃油喷射系统中, 喷油量控制是最基本也是最重要的控制内容。 ()
2. 电控系统中的信号输入装置是各种传感器。 ()
3. 曲轴位置传感器提供的信号只作为喷油正时控制的主控制信号。 ()
4. 空气流量计提供的信号作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。 ()
5. 随着控制功能的增加, 执行元件将会适当的减少。 ()

三、问答题

1. 电控发动机有何优点?
2. 传感器的作用是什么?
3. 电子控制单元的功能是什么?

模块 2 检测发动机控制单元的电源电路



1. 能够根据电路图找出发动机控制单元的电源线与搭铁线;
2. 了解发动机控制单元电源线与搭铁线的作用;
3. 能够根据电路图在车上找到发动机控制单元的电源线与搭铁线;
4. 能够使用万用表正确检测电源线与搭铁线。

发动机控制单元电源电路的检测



1. 发动机控制单元

发动机控制单元是发动机的管理核心，其接收各种输入信号后进行计算、分析、比较，按发动机的不同工作需要，精确输出各种控制指令，如喷油量控制指令、点火控制指令、怠速控制指令、排放控制等指令，同时其还具有失效保护、自诊断等功能。五菱荣光发动机控制单元（1.2L，SIEMENS）的外形如图 2-1 所示。为了使发动机控制单元正常工作，必须为控制单元提供电源电路及搭铁电路。



图 2-1 五菱荣光发动机控制单元的外形

2. 发动机控制单元的电源电路

一般来说,发动机控制单元的电源电路,都会有两根或两根以上的电源线。按电源线的作用不同电源电路可分为两类,一类是受点火开关控制的工作电源电路,只有打开点火开关后,其才向控制单元供电;另一类是由蓄电池直接给控制单元供电的电源电路,用于防止关掉点火开关时诊断代码和存储器中的其他数据丢失。图 2-2 为五菱荣光发动机控制单元电源电路和搭铁电路的原理图。发动机控制单元(图 2-2 中为 ECU)中的 B29 由点火开关控制,将点火开关置于 ON 位置时,B29 就有 12V 的电压,A66 为继电器提供的主电源,这两根线都为工作电源线,而 B30 线为常电源线,任何时候其电压都是 12V。

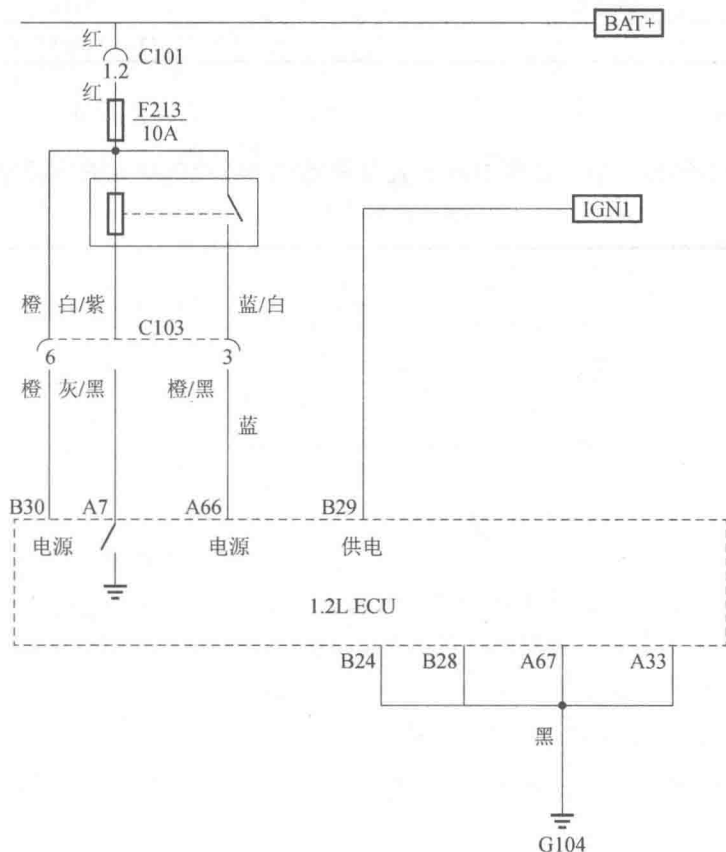
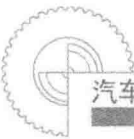


图 2-2 五菱荣光发动机控制单元电源电路及搭铁电路的原理图

3. 发动机控制单元的搭铁电路

为发动机控制单元提供电源电路后,还需要为其提供搭铁电路,这样才能在发动机控制单元中形成回路,使发动机控制单元正常工作。在发动机控制单元中最少有一根搭铁线,图 2-2 中 B24 线、B28 线、A67 线、A33 线为发动机控制单元的搭铁线。



技能训练

训练 发动机控制单元电源线及搭铁线的检测

1. 实操准备

本训练需准备的设备和资料如表 2-1 所示。

表 2-1 本训练需准备的设备和资料

设备准备	资料准备
五菱荣光汽车（1.2L）、万用表	五菱荣光汽车（1.2L）维修手册

2. 画电路图

查询所准备的维修手册，在框中画出五菱荣光发动机控制单元的电源电路及搭铁电路，并标明引脚。

电路图：

3. 根据电路图完成填空

五菱荣光发动机控制单元的常电源线的引脚号是_____，颜色是_____，点火开关直接供电的电源线引脚号是_____，颜色是_____，由继电器向发动机控制单元供电的电源线引脚号是_____，颜色是_____，搭铁线的引脚号是_____。