

模块一 汽车车身电控系统检修概述

学习目标

- (1) 熟悉汽车车身电控系统的基本组成。
- (2) 掌握汽车车身电控系统的工作原理。
- (3) 掌握汽车车身电控系统的检修要点、检修技巧和检修原则。

学习单元一 汽车车身电控系统简介

一、汽车新技术发展趋势

近年来，在社会需求与法律法规的双重推动下，随着信息技术、计算机技术、汽车电子技术的迅速发展与在汽车中的应用，汽车电控技术和网络技术得到了蓬勃发展，汽车行业呈现出多样化发展趋势，尤其是以改善乘坐安全性、舒适性、节能环保为主要目的的汽车车身电控技术，发展迅速。就目前而言，汽车电子控制技术大致可分为动力控制系统、底盘电控系统、车身电子与安全系统、车载网络系统。

车身电控技术的主要发展方向包括以下几个方面：

- (1) 满足用户个性化的需求，大幅度提高汽车的性能，使之更舒适方便、安全可靠。
- (2) 满足社会需求，保护环境，节省能源。
- (3) 实现包括道路在内的交通系统智能化，将汽车和社会有机地联结起来。

更仔细地观察汽车车身电控技术的发展趋势，大致可再细分为三个方面，即增加功能、提高系统可靠性和增加软硬件复用。功能的增加要求在车辆的各个不同电子模块之间建立更有效、更稳定的通信机制；功能的增加必然意味着发生故障的可能性增加，因此现代车身电控系统对汽车系统的使用可靠性提出了更高的要求；增加功能和提高系统可靠性必然会导致更复杂的系统和器件解决方案，而解决问题的方法就是增加软硬件复用。

二、电子控制系统的基本组成

电子控制系统的基本组成可分为信号输入装置（各类传感器、信号开关）、电子控制单元

1 汽车车身电控系统检修概述

2 汽车辅助电气系统的检修

3 汽车安全保护系统的检修

4 汽车中控门锁与电子防盗系统的检修

(electronic control unit, ECU) 和执行元件三大部分, 如图 1-1 所示。

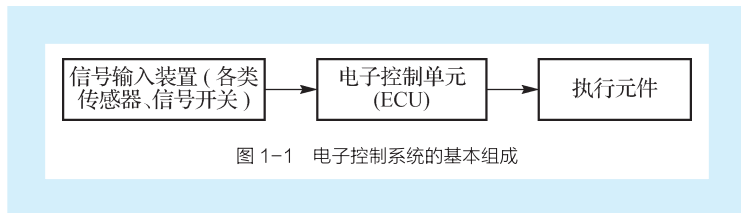


图 1-1 电子控制系统的基本组成

1. 信号输入装置

电子控制系统中的信号输入装置主要有各种传感器和信号开关。传感器安装在汽车的各个部位, 其功用是检测汽车运行状态的电量参数、物理参数和化学参数等, 并将这些参数转换成计算机能够识别的电信号输入电子控制单元 (ECU)。信号有以下两种类型:

- (1) 模拟信号。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。
- (2) 数字信号。信号电压或电流随时间变化而不连续变化的信号称为数字信号。

数字信号采用了计算机技术, 与模拟信号相比, 处理的速度大大提高, 而且 ECU 能接收的信号为数字信号。

2. 电子控制单元

电子控制单元又称电子控制组件, 如图 1-2 所示。它是以单片机为核心而组成的电子控制装置, 具有很强的数学运算和逻辑判断功能。ECU 主要由输入回路、微机和输出回路三部分组成。输入回路和输出回路一般与微机一起制作在一个金属盒内, 固定在车内不易受到碰撞的部位, 如仪表台下面或座椅下面等。



图 1-2 电子控制单元

3. 执行元件

执行元件是控制系统的执行机构, 其功用是接收 ECU 输出的各种控制指令, 完成具体的控制动作, 从而使汽车处于最佳的工作状态。执行元件主要包括电动机、继电器、开关和电磁阀。

三、汽车车身电子控制技术的基本内容

汽车车身电子控制技术所涉及的内容很多, 如汽车的视野性、方便性、舒适性、娱乐性、通信功能等。汽车车身电子控制主要包括安全控制 (安全气囊系统、电控安全带、车辆碰撞安全系统等)、舒适性控制 (中控门锁系统、防盗报警系统、巡航控制系统、汽车空调系统等)、仪表控制 (电子仪表、多功能综合屏幕显示、辅助电气系统等)、通信与智能化控制 (导航系统、车载网络系统等)。

1. 安全控制

(1) 安全气囊系统。安全气囊系统是汽车上一种常见的被动安全系统。撞车时, 由 ECU 提供电流, 引爆安放在转向盘中央及仪表板 (杂物箱) 后面气囊中的氮化合物, 使其像“火药”似的迅速燃烧而产生大量的氮气, 在瞬间充满气囊 (气袋), 整个动作过程约在 0.02 s 内完成。这样, 在驾驶员与转向盘之间、前排乘员与仪表板 (杂物箱) 之间立刻形成一种缓冲的软垫, 从而避免因硬性撞击而发生严重的伤亡。现在越来越多的车辆将其定为标准配置。

(2) 电控安全带。为确保乘员的安全,除了车身结构设计中应考虑有效地吸收撞击能量,确保车内具有有效的乘员生存空间外,作为乘员约束装置之一的座椅安全带,也要求当汽车发生碰撞和翻车事故时使乘员免受大的减速度,同时约束乘员防止二次冲撞,降低乘员伤害程度。

(3) 车辆碰撞安全系统。车辆碰撞安全系统包括预防碰撞安全系统、防追尾碰撞系统、倒车防撞报警系统等。预防碰撞安全系统可以在发生碰撞之前收缩前座椅安全带的松弛部分,并使制动控制系统进入制动辅助状态,以减轻对驾驶员和前排乘员造成的伤害。防追尾碰撞系统又称为自动控制的防追尾碰撞系统,这是一种新型主动安全技术。倒车防撞报警系统又称为倒车雷达系统或声呐测距系统,可以防止车辆在倒车过程中发生碰撞。

2. 舒适性控制

(1) 中控门锁系统。采用中控门锁系统的车辆,当驾驶员锁住驾驶员侧车门时,其他几个车门(包括后车门或行李厢门等)能同时锁住;当打开驾驶员侧车门时,其他几个车门能同时打开,且乘员仍可用各车门的机械或弹簧锁开关车门。

(2) 防盗报警系统。为了防止车辆被盗,许多汽车公司开始将汽车防盗装置作为汽车的标准配置。防盗报警系统通常与汽车中控门锁系统配合工作,当汽车处于防盗报警功能状态时,若有人企图强行进入汽车车厢或打开发动机室盖、行李厢门,防盗报警系统一方面会发出警告,如灯光闪烁、喇叭鸣叫,另一方面会阻止车辆运行,如切断点火电路、起动电路及供油电路等。

(3) 巡航控制系统。汽车巡航控制系统又称恒速控制系统、车速自动控制系统等,该系统无须驾驶员操纵加速踏板即可将汽车车速自动控制在驾驶员设定的目标车速上。该系统将根据行车阻力自动增减节气门开度,使汽车行驶速度保持一定,省去了驾驶员频繁地踩加速踏板的动作。在行驶中,驾驶员只要掌握转向盘就可以轻松地进行驾驶。当路况发生变化时,驾驶员能重新操纵汽车,如加减速、停靠等,从而使整个驾驶过程变得简便、轻松和舒适。

(4) 汽车空调系统。空调是空气调节器的简称。汽车空调系统用于对汽车驾驶室和车厢内空气的温度、湿度、流速、清洁度等参数进行调节,并预防或去除风窗玻璃上的雾、霜和冰雪,保障乘员的身体健康、视野和行车安全。汽车空调系统由制冷剂循环流动实现制冷,液体制冷剂在蒸发器中低温下吸取被冷却对象的热量而汽化,使被冷却对象降温,然后又在高温下把热量传给周围介质而冷凝成液体。如此不断循环,借助制冷剂的状态变化,达到制冷目的。

3. 仪表控制

(1) 电子仪表。传统的仪表仅对车速、发动机转速、燃油消耗等信息进行监测、传递和显示。随着汽车工业的发展,人们对汽车行驶过程中各系统工作状态的信息需求量显著增加,即对汽车仪表功能的要求越来越多。因此,传统的汽车仪表逐渐被电子仪表所取代。电子仪表采用微处理器采集处理不同传感器信号,控制显示车速、发动机转速、燃油消耗和行车里程等多种信息。

(2) 多功能综合屏幕显示。随着汽车电子技术的飞速发展,汽车仪表的电子显示系统从简单地显示传感器信息发展成可以对各种信息进行分析计算、加工处理的综合信息系统。综合信息系统能够从大量的信息中选出驾驶员所需要的各种信息内容,包括电子行车地图、维修、后视镜等信息,还可以显示电视、广播、电话等信息。

(3) 辅助电气系统。辅助电气系统主要包括电动车窗(电动玻璃升降机构)、电动座椅系统、风窗玻璃刮水系统等。

电动玻璃升降机构实质上是在手动玻璃升降系统的基础上，增设了玻璃升降驱动电动机和减速器。驾驶员侧面的总开关可以控制全部车门玻璃的升降，各车窗升降开关可以单独控制各自车门玻璃的升降。汽车电动座椅系统又称为座椅位置（座位）调节系统，通过操纵座位控制开关，可以调整座位的前后滑移、前后垂直位置，靠背和头枕的倾斜位置，以及腰垫的位置。汽车风窗玻璃刮水系统的功用是刮除风窗玻璃上的雨水、积雪、尘土和污物，为驾驶员提供良好的视野，确保行车安全。

4. 通信与智能化控制

(1) 导航系统。随着科学技术的发展，汽车导航系统快速发展，目前已发展到比较先进的具有汽车导航功能、防盗功能、调度功能、汽车主要工况的监测报警功能等的综合系统。从设备上，目前已发展成利用 3C 技术，即计算机、通信及控制技术结合的全球卫星定位系统，建立了具有行车导航、控制等功能的综合系统，而且民用精度已达到米级。

(2) 车载网络系统。20 世纪 90 年代以来，汽车上的电控装置越来越多，如电子燃油喷射装置、防抱死制动装置（ABS）、安全气囊装置、主动悬架等，因此，控制器局域网（CAN）应运而生。它通过不同的编码信号表示不同的开关动作，信号解码后，根据指令接通或断开对应的用电设备（前照灯、刮水器、电动座椅等）。这样，就将过去一线一用的专线制改为一线多用制，减少了汽车上电线的数量，缩小了线束的直径，从而增大了汽车的使用空间。

学习单元二 汽车车身电控系统基础知识

一、汽车电控系统与常规电气系统的差异

图 1-3 所示为常规电气系统的线路图。常规电气系统具有明显的回路确定性，即电从哪里来、经过负载回到哪里去很清楚。开关确定了对应负载的控制，例如，开关 K_1 控制灯光的亮灭，开关 K_2 控制电动机的旋转与停止，开关 K_3 控制加热器的工作，开关 K_4 控制电磁阀的工作。因此，每一个负载回路是确定的。

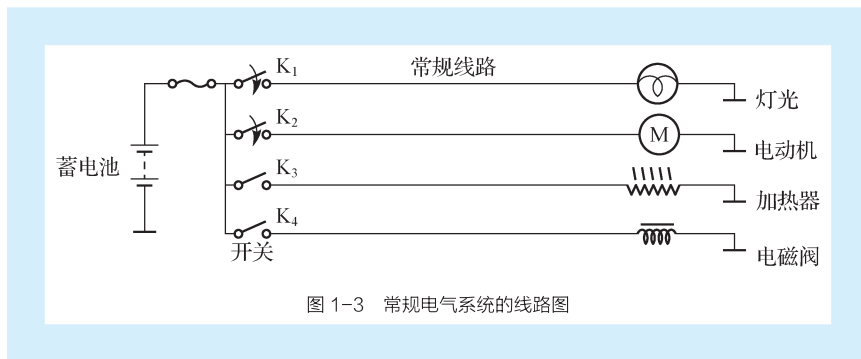


图 1-3 常规电气系统的线路图

若开关 K_2 闭合，发现电动机和灯光同时工作了，则说明灯光电路与电动机电路之间短路了。现如果实现开关 K_1 只控制灯光的亮灭，但开关 K_2 闭合时需要同时控制灯光的间歇性亮灭和电动机的间歇性工作，可以对图 1-3 所示线路进行常规性的改造，但会显得很复杂且无头绪，电控系统的模型（电子控制器）的出现则很好地解决了这些难题。汽车电控系统的结构模型如图 1-4 所示。

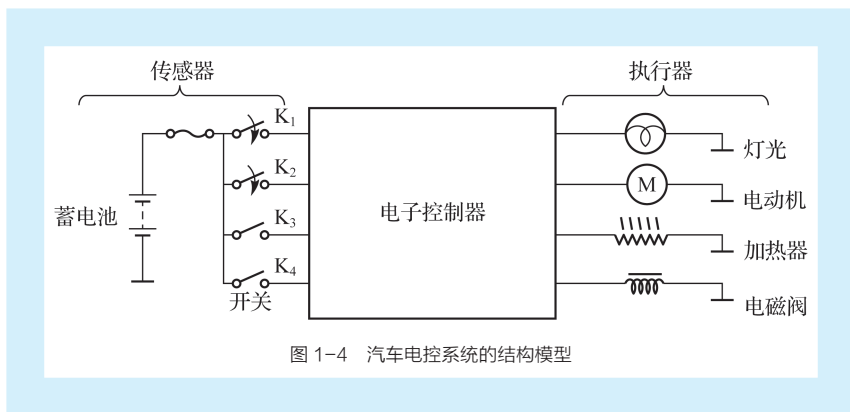


图 1-4 汽车电控系统的结构模型

当需要实现开关 K_1 独立控制灯光、开关 K_2 同时控制灯光和电动机间歇性工作时，只要对电子控制器的软件功能进行修正即可实现。采用电控系统后，可很方便地对电子控制器进行功能拓展，如间歇性工作、脉冲控制、频率控制等。因此，随着汽车新技术的发展，电控系统的应用也越来越广泛，电控系统可较好地实现对系统功能的拓展、优化及软硬件的复用。

二、汽车电控系统控制原理与基本组成

汽车电控系统的核心是控制，而控制是需要判断的，完成判断的前提是获得足够的输入电信号（表征输入物理状态的变化），控制功能完成的质量取决于执行器（输出装置）及反馈的完善程度。汽车电控系统的控制原理与组成如图 1-5 所示。

最基本的汽车电控系统可以只有传感器、控制器与执行器而无须反馈装置，这就是平常所说的开环控制系统；带有反馈装置的电控系统模型，则称为闭环控制系统。闭环控制系统由于采用了反馈装置，因而主要用于控制精度要求高的场合，闭环控制系统的质量则取决于反馈控制的稳定性。汽车电控系统的结构简图如图 1-6 所示。

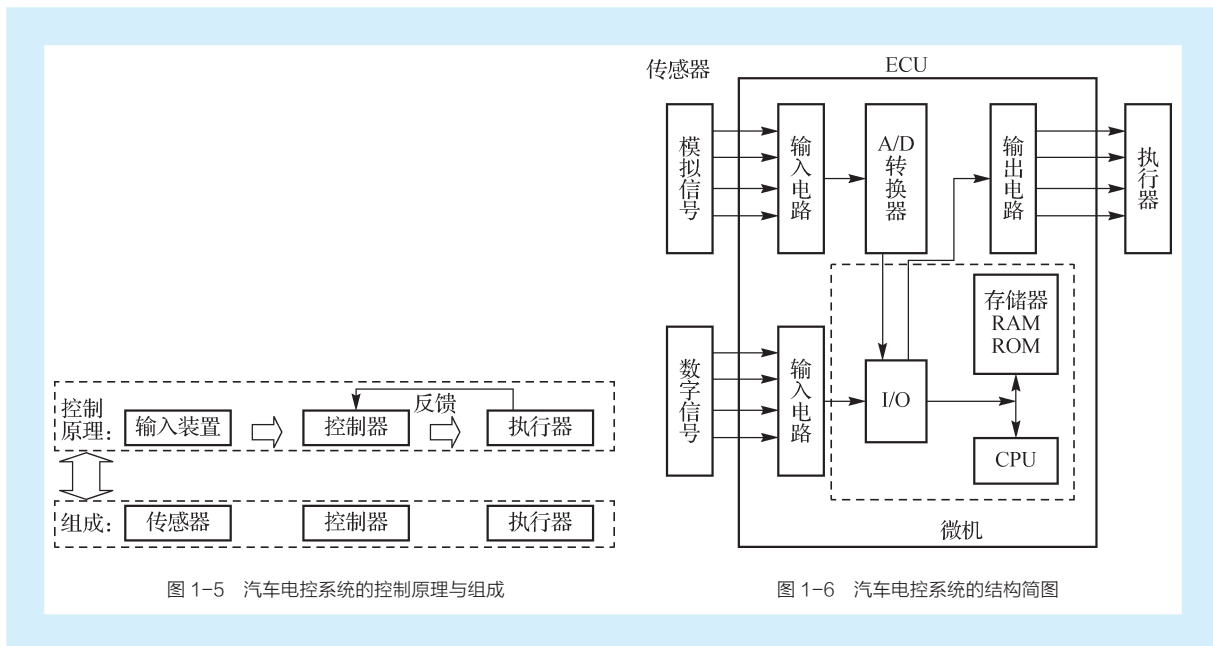


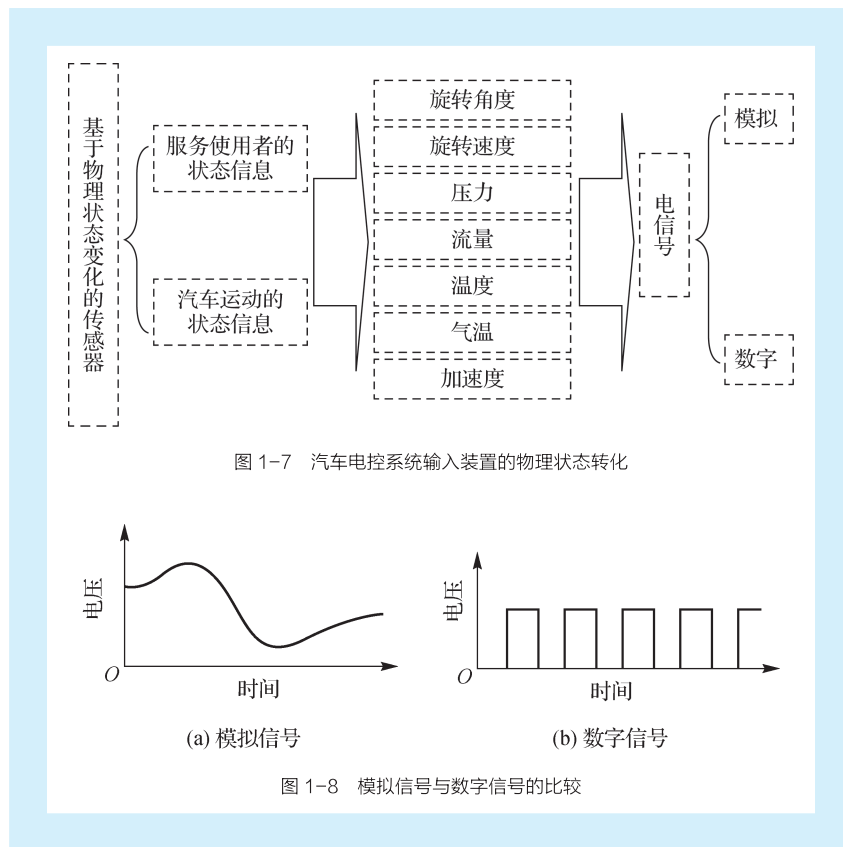
图 1-5 汽车电控系统的控制原理与组成

图 1-6 汽车电控系统的结构简图

三、汽车电控系统的输入装置

常见的输入装置主要有传感器与开关两种，由于传感器是主要的输入装置，因而电控系统的输入装置大多情况下俗称传感器。如图 1-7 所示，实际上，电控系统的输入装置是基于物理状态变化的，它把原始的机电、液压、气压等物理状态变化（如温度变化、压力变化、角度变化等）转化为电控单元所能识别的电信号。通俗地讲，电控系统的输入装置相当于人的感知器官，用于感受来自外界的各种信息。因此，在实际对电控系统传感器信号进行检测时一定要注意不同物理状态变化下的电信号变化是否吻合，切忌只以单一物理状态下的电信号作为判断的依据。

电控系统的控制器只接收电压信号，按照输入类型，其可分为模拟电压信号与数字电压信号两种。模拟电压信号是一种在一定时间内连续变化的电压信号。数字电压信号实质上可以简单地理解为高低电平，或者说在电路状态中只有“开”与“关”两种工作状态，即用数字表示为“0”与“1”两种工作状态。图 1-8 所示为模拟信号与数字信号的比较。



模拟信号是连续变化的线性变化电信号，实际上不能被电控单元的运算器识别，因此模拟信号在输入到电控单元后，经电控单元内部设置的放大电路放大，再经过模数转换电路（A/D 转换器），把模拟信号转化为数字信号，最终为电控单元的微处理器所识别。模拟信号的处理转换如图 1-9 所示。

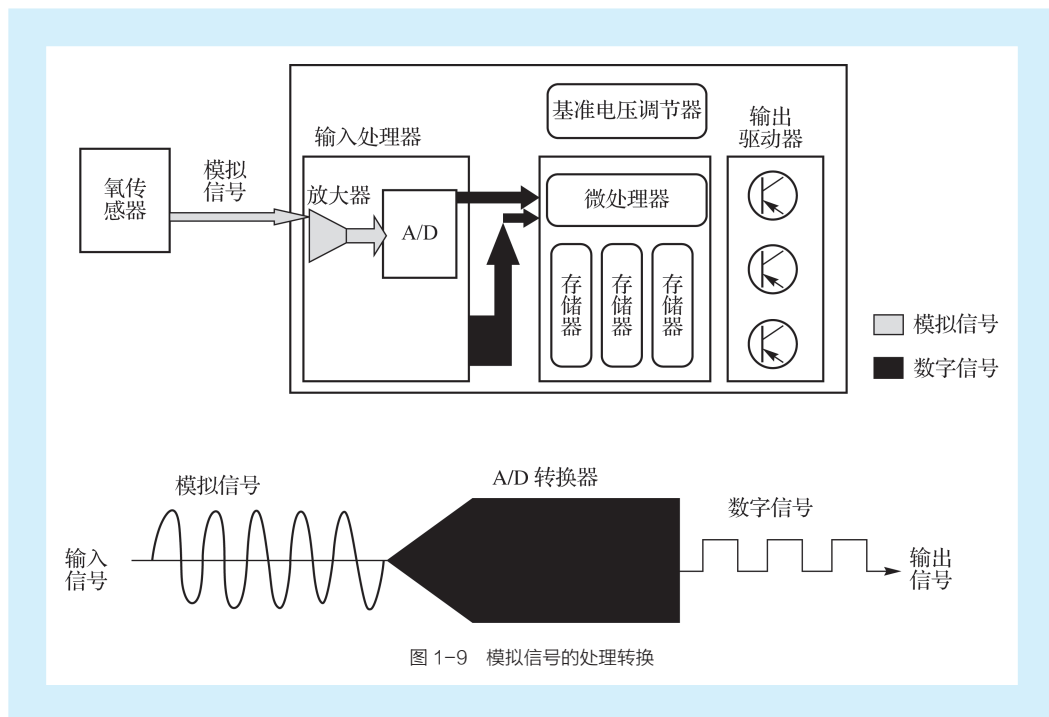


图 1-9 模拟信号的处理转换

电控单元的微处理器只能识别两种状态的数字信号，即数字“0”和“1”。电控单元的内部输入电路则较简单。图 1-10 所示为简单的数字电压产生器原理示意图，电源参考电压为 5 V，开关 S 打开时控制 TTL 电平使光电隔离装置 G 截止，电压传感器 X 端读出 5 V 的高电压（逻辑 1），开关 S 闭合时控制 TTL 电平使光电隔离装置 G 导通，电压传感器的读数接近 0 V（逻辑 0）。由于数字信号的简单性，实际中数字信号又往往被狭义地理解成方波信号。数字信号赋予数值的方式被称为二进制编码，在二进制码中用数字 0 和 1 代表数字电压信号的不同状态。数字信号一般分为离散信号、脉冲信号、频率信号等，根据数字信号的特性，电控单元的微处理器能够根据精确控制的需要来改变数字信号中高电压或者低电压信号的持续时间，以实现对各功能的控制。数字信号的处理转换如图 1-11 所示。

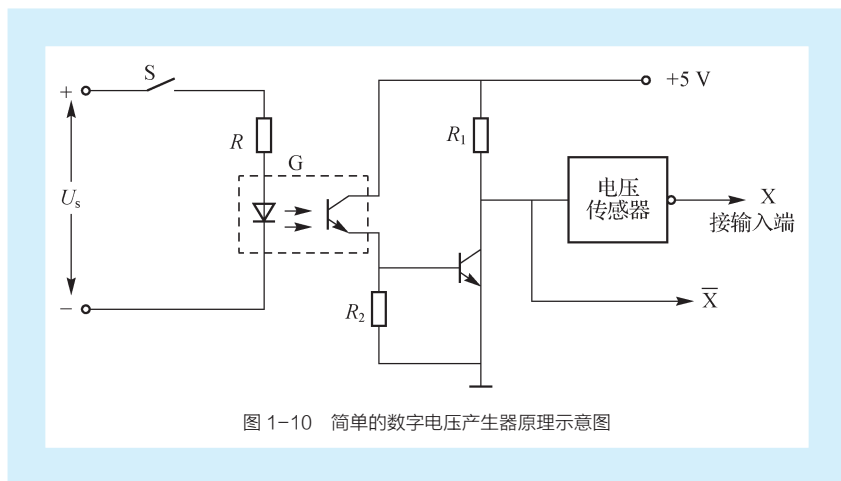
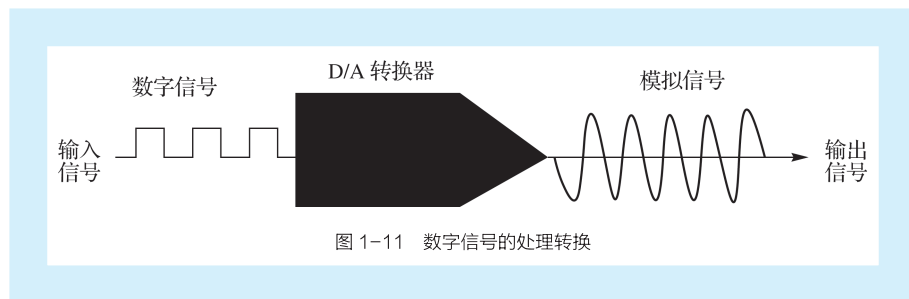


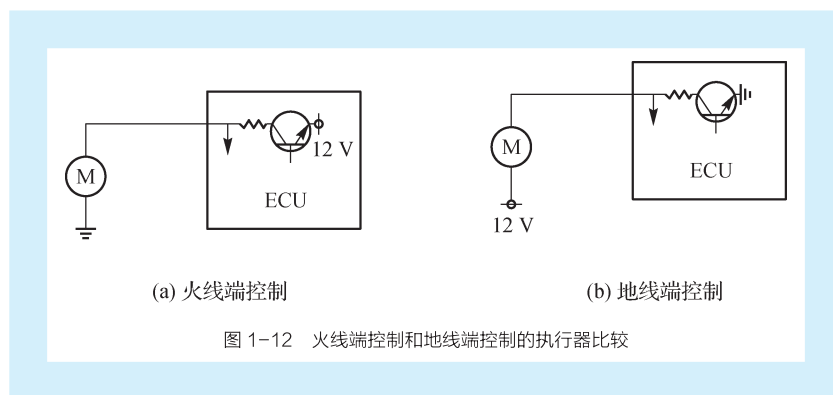
图 1-10 简单的数字电压产生器原理示意图



控制器是通过电压信号变化来感知传感器的工作情况的，按照传感器工作时是否需要辅助电源，传感器可分为无源传感器与有源传感器两种。无源传感器大多采用了自发电装置，可以不附加辅助电源。有源传感器需要辅助电源才能正常工作，它借助辅助电源检测相应部位的物理状态变化来产生电信号。一般 ECU 为传感器提供的辅助电源基准电压为 2 V、5 V、9 V、12 V。

四、汽车电控系统的输出装置

通俗地讲，汽车电控系统的输出装置相当于人的手和足，专门用于做出各种动作。因此，汽车电控系统的输出装置也称为执行器，主要有电动机、电磁阀、继电器、仪表指示灯等。执行器是受电控电压控制的、具体执行电控单元某项控制功能的装置，即输出装置是依附于控制器控制功能的执行器，把控制器的电信号输出转化为机电、液压、气压等物理状态变化。根据电控单元对执行器的控制方式，汽车电控系统可分为火线端控制和地线端控制两种，如图 1-12 所示。



按输出信号的类型，汽车电控系统的输出可分为模拟量输出和数字量输出。

1. 模拟量输出

模拟量输出是把电控单元离散的数字量输出转变成连续的模拟量输出，以控制执行机构。模拟量输出通道可以使用独立的通道和 D/A 转换器，也可以多通道共用 D/A 转换器及设置保持器。

2. 数字量输出

数字量输出把 I/O 接口输出的输出量直接转换成执行机构所需的信号。数字量输出的形式有以下三种：

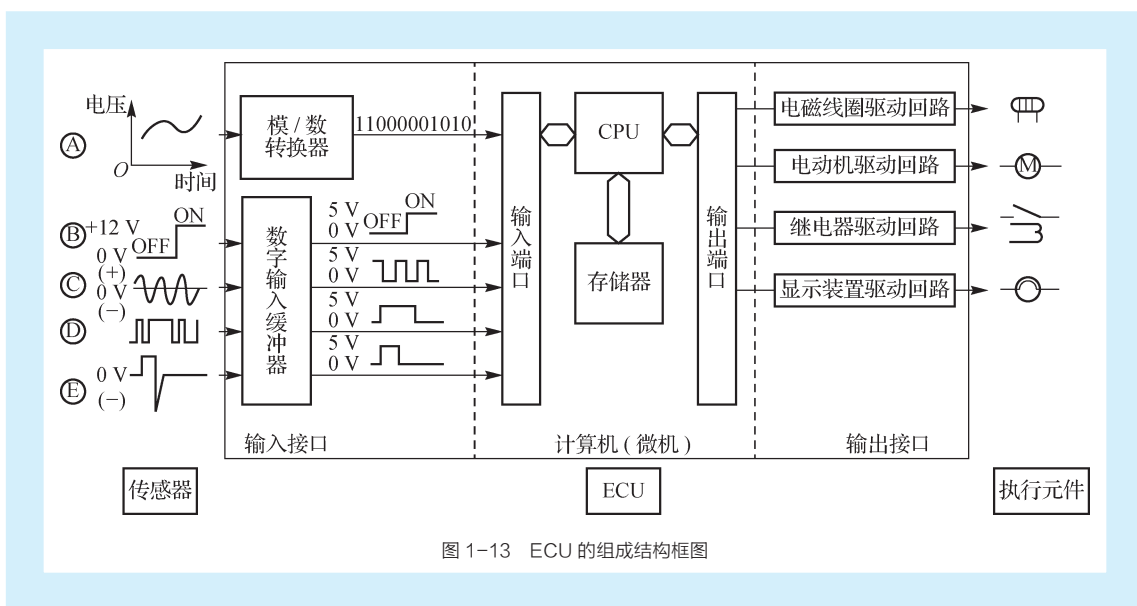
- (1) 微处理器 I/O 口直接控制执行机构。
- (2) 通过三极管控制执行机构。
- (3) 通过继电器控制执行机构。

根据执行机构的驱动电流要求，数字量输出通道中还需要增加功率放大电路进行驱动。

五、汽车电控系统的控制器

汽车电控系统的控制器相当于人的大脑，专门用于接收外界的各类信息，进行计算、比较、判断等处理，并向执行机构发出动作指令。汽车电控系统的控制器即电子控制单元，俗称行车计算机、车载计算机，简称 ECU 或 ECM 等，车身电控单元一般简称为 BCM。

ECU 主要由输入接口（回路）、输出接口（回路）、存储器（RAM、ROM）和控制器（CPU）四个硬件电路及控制程序软件两大部分组成，ECU 的组成结构框图如图 1-13 所示。

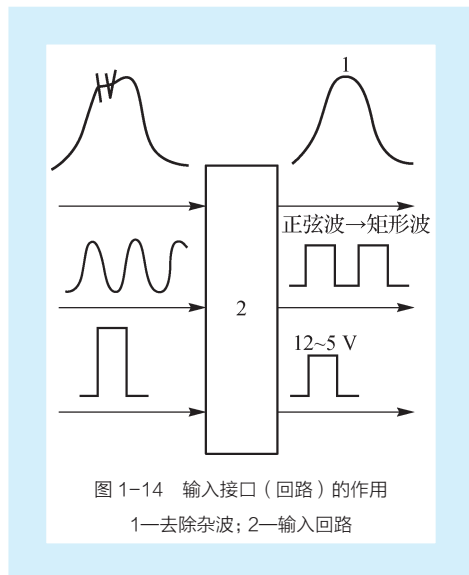


ECU 的作用是按其内部存储的程序，对汽车电控系统各传感器输入的信号数据进行运算、处理、分析、判断，然后输出控制指令，并驱动有关执行元件动作，达到快速、准确、自动控制汽车的目的。

ECU 的硬件电路实现了最基本的控制功能和功能复用，而控制程序软件可实现一定约束条件下的最优，如前馈、自寻最优等自适应控制，以及人工智能控制的核心功能。

ECU 的输入接口（回路）将传感器的输入信号除去杂波和把正弦波转变为矩形波后，再转化成输入电平，如图 1-14 所示。由于传感器产生的信号有模拟信号和数字信号两种，在输入 ECU 后，首先通过输入回路，其中数字信号直接进入输入接口，模拟信号则经输入回路滤波放大后，由 A/D 转换器转化成数字信号，再进入输入接口。

ECU 内部微机的结构由中央处理器（CPU）、存储器、输入/输出端口等组成。CPU 的作用是读出命令并执行数据处理任务。存储器的作用是记忆存储程序和数据，一般由几个只读存储器（ROM）和随机存取存储器（RAM）组成。ROM 作为读出专用存储器，存储内容一次性写入不



1 汽车车身电控系统检修概述

2 汽车辅助电气系统的检修

3 汽车安全保护系统的检修

4 汽车中控门锁与电子防盗系统的检修

会随电源断电而改变，只能读出使用，适用于长期保存电控单元的核心控制程序及数据。随机存取存储器 RAM 既能读出又能写入数据，但电压切断存储的数据就丢失，只能用于暂时保留工作过程中的处理数据。输入 / 输出端口的作用是根据 CPU 的命令，在外部传感器和执行器间执行数据传送任务，俗称为输入 / 输出接口 (I/O 接口)。

ECU 的输出接口 (回路) 的作用是将微机输出的数字信号转换成可以驱动执行元件的输出信号，由于微机输出的是低电压的数字信号，无法直接驱动执行元件，故输出回路多采用大功率三极管，接收微机输出的信号，通过控制大功率三极管的导通与截止实现对执行器的火线端控制或地线端控制。

学习单元三 汽车车身电控系统检修基础

一、常规电气系统检修要点

1. 回路的确定性

常规电气系统具有明显的回路确定性，因此在检修过程中要注意对回路的理解，尤其在测量回路电阻或通断时，务必断开回路进行测量 (常见方法为关闭点火开关，拔下插头)。

2. 电压的理解

电压是电流在经负载回到蓄电池负极过程中负载上显示出来的，因此要注意电压和电流的区别：电压是一种态势，不一定在回路的流动中产生；而电流一定是在回路的流动中产生的，没有回路就没有电流。一般搭铁点的电压应当为 0 V，但要注意的是某点电压为 0 V 并不能说明该点搭铁良好，也有可能是该点处于悬空状态。

3. 万用表等仪器的选用、使用

在使用万用表等仪器时，一定要注意选用合适的万用表。如果规定要使用高阻抗数字万用表，就不能选用低阻抗的指针式万用表。万用表的量程等选用要合适，挡位不能选错，若测量直流电压，不能选择交流挡。

4. 断路检查

检查回路中可能的断路，主要有检查导通和检查电压两种方法。

(1) 检查导通。测量导通时，首先要注意断开回路电源，并选择合适的万用表量程，还要注意测量电阻值的大小。用万用表通断挡测量线路是否导通时，万用表发出蜂鸣声，这有可能表明线路是通的，如果万用表数字显示有较大的电阻值，那么线路可能存在高阻抗的情况。

(2) 检查电压。电阻导通测量方法虽然简单、直观，但由于汽车线路布置的交叉复杂性，实际检修中更多应用的是电压测量法。在一个完整的回路中，电流流经负载产生电压，电压随着负载自身的变化而改变，电压与整个回路工作状态相关。在测量电压时应注意，利用负载在工作时切换不同的回路 (负载) 的工作状态，间接推断线路的物理状况。

二、车身电控系统的电路特性

车身电控系统采用了相对独立的控制方式，若干个子回路交叉、重用、组合构成车身电控系统的某个子系统，子系统再交叉组合形成完整的车身电控系统。因此，每个传感器、执行器、控制器

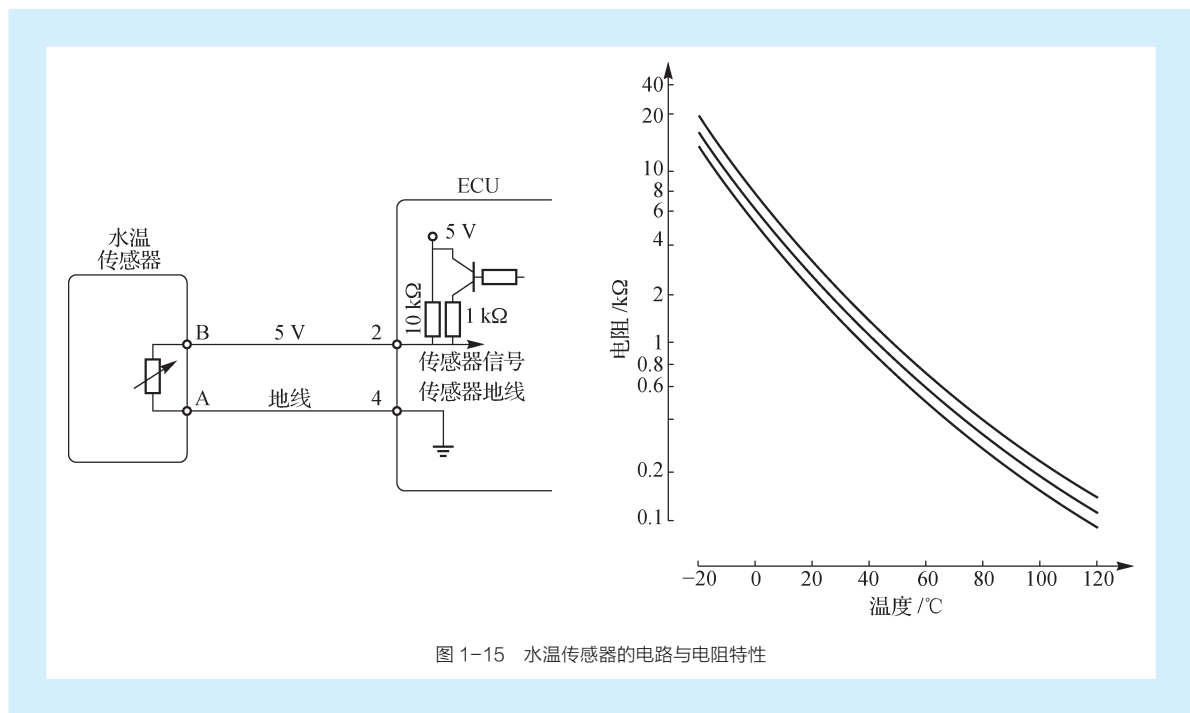
既是整个车身电控系统的组成部分，又有独立的子系统回路。从整体上看，有输入必有控制与输出；从单个部件看，每个部件都有其自身的子系统回路。

三、输入信号的类型与检修基础

依据传感器的输入信号类型，切换不同的物理状态进行验证。例如，对于温度传感器，应切换不同的温度，验证与温度对应的传感器电阻值或输入信号的电压；对于开关信号，应切换不同的开关位置，验证开关对应位置的输入信号电压。

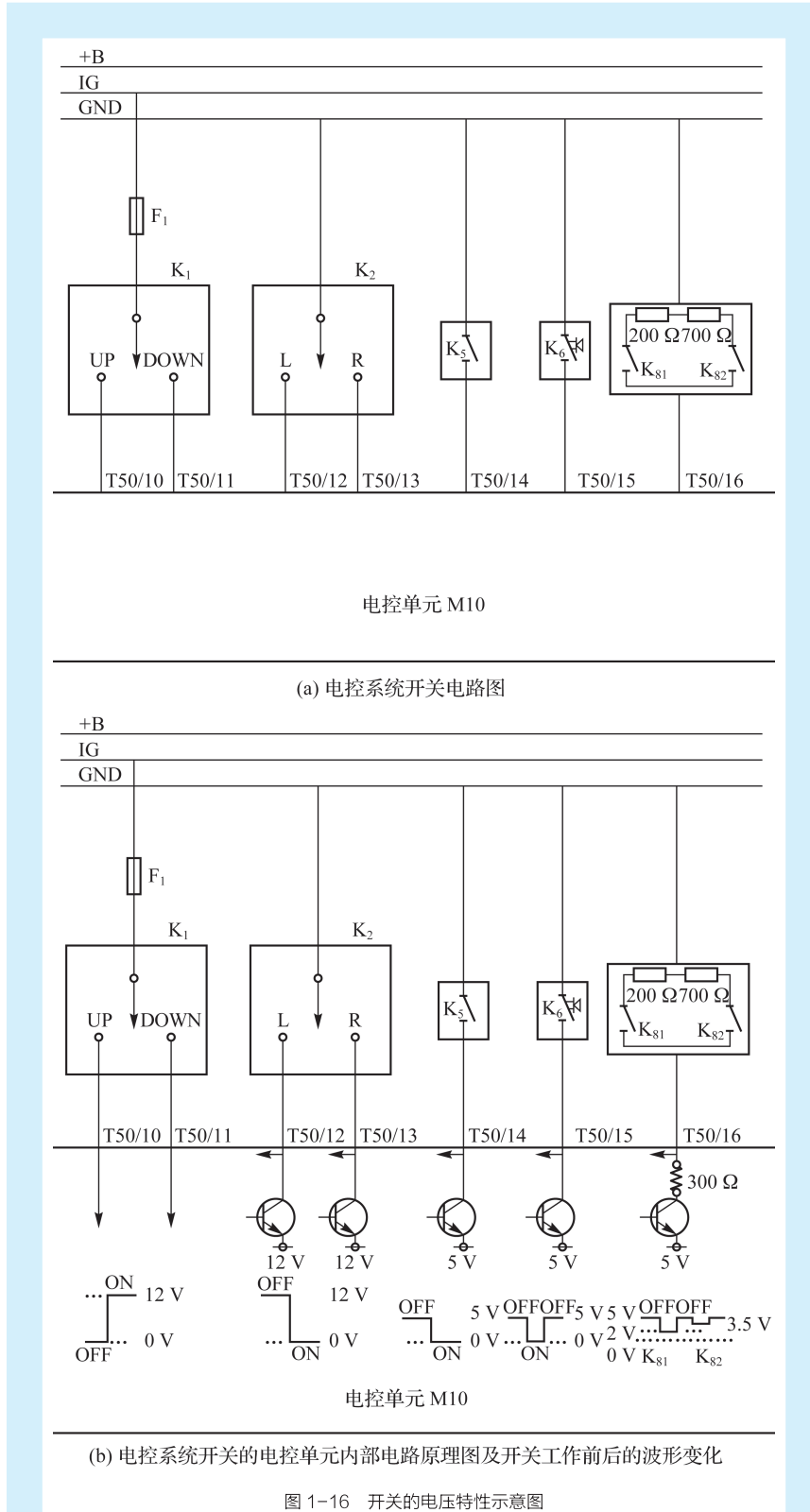
如图 1-15 所示，ECU 在工作时，提供了一个 5 V 基准电压向负热敏水温传感器输出，电流流经 ECU 内部电阻及水温传感器产生分压，水温传感器电阻随温度变化产生不同的分压，这个分压被 ECU 取样，对应的电压值代表了对应的温度值。

以大众帕萨特轿车为例，正常情况下，水温 0 °C 时，对应的电阻值为 5 ~ 6.5 k Ω ，输入 ECU 的电压为 3.2 V 左右；水温 20 °C 时，对应的电阻值为 2.2 ~ 2.75 k Ω ，输入 ECU 的电压为 2.3 V 左右；水温 92 °C 时，对应的电阻值为 200 ~ 260 Ω ，输入 ECU 的电压为 0.41 V 左右。电压测量时可观察不同温度下的 ECU 输入电压值与标准电压是否对应。在万用表选用正确及测量搭铁点可靠的情况下，若测量到的输入电压为 0 V，则根据回路特性推断以下可能情况：ECU 无 5 V 基准电压输出、回路对地短路、该点悬空；保持万用表测量点不变，拔下水温传感器插头，若电压变为 5 V，则说明 ECU 的 5 V 基准电压输出及 ECU 端子 2 至水温传感器端子 B 间线路正常，判断水温传感器端子 B 后方对地短路，根据电路判断可能为水温传感器不良；同理可对断开不同线路位置情况进行分析。在万用表选用正确及测量搭铁点可靠的情况下，若测量到的输入电压为 5 V，则根据回路特性推断可能以下情况：ECU 的 5 V 基准电压输出正常，ECU 回路存在断路；保持万用表测量点不变，拔下水温传感器插头，短接水温传感器插头端子 A 与 B，若电压变为 0 V，则说明 ECU 端子 2 至水温传感器端子 B 间线路正常，则判断水温传感器内部断路；同理可对短接不同线路位置情况进行分析。



1. 开关的电压特性与检修技巧

如图 1-16 (a) 所示, 由于一般的电路图没有电控单元内部的工作示意电路, 因而对开关的电压特性判断主要依照开关外围电路连接情况。



如开关 K_1 和开关 K_2 均通过两条线路与电控单元 M10 相连, 开关 K_1 的外围电路与电源 IG 相连, 因此电控单元端子 T50/10 或 T50/11 的静态 (空载) 电压一般为 0 V, 当 T50/10 或 T50/11 的电压变为 12 V 时, 电控单元即判断开关已按下, 如果出现线路断路等故障, 即使开关按下, 但电控单元端子 T50/10 或 T50/11 的电压没有变为 12 V, 电控单元仍判定开关 K_1 未按下; 开关 K_2 的外围电路与搭铁 GND 相连, 因此电控单元端子 T50/12 或 T50/13 的静态 (空载) 电压一般为基准电压 (12 V 或 5 V 居多), 当 T50/12 或 T50/13 的电压变为 0 V 时, 电控单元即判断开关已按下, 如果出现线路断路等故障, 即使开关按下, 但电控单元 T50/12 或 T50/13 的端子电压没有变为 0 V, 电控单元仍判定开关 K_2 未按下。图 1-16 (b) 所示为电控系统开关的电控单元内部电路原理图及开关工作前后的波形变化。

如前所述, 图 1-16 (a) 的开关 K_5 和开关 K_6 的外围电路与搭铁 GND 相连, 因此电控单元端子 T50/14 与 T50/15 的静态 (空载) 电压一般为基准电压 (12 V 或 5 V 居多)。开关 K_5 和 K_6 的区别在于开关 K_5 是按钮式开关, 而开关 K_6 是点动式开关。当 T50/14 的电压变为 0 V 时, 电控单元即判断开关 K_5 已按下, 放松开关 K_5 , T50/14 的电压变为基准电压时, 电控单元即判断开关 K_5 放松。如果出现线路断路等故障, 即使开关按下, 但电控单元 T50/14 的端子电压没有变为 0 V, 电控单元仍判定开关 K_5 未按下。当 T50/15 的电压变为 0 V 时, 无论是否放松开关 K_6 (T50/15 的电压变为基准电压), 电控单元都判断开关 K_6 已点动, 即端子 T50/15 的电压变化为低电平触发, 其波形如图 1-16 (b) 所示。

如图 1-16 (a) 所示, 开关 K_{81} 和开关 K_{82} 的外围电路与搭铁 GND 相连, 因此电控单元端子 T50/16 的静态 (空载) 电压一般为基准电压 (12 V 或 5 V 居多)。但开关 K_{81} 和 K_{82} 共用一根信号线, 电控单元根据端子 T50/16 电压的不同来判断 K_{81} 或 K_{82} 动作的方式, 如图 1-16 (b) 所示。当端子 T50/16 的电压为 5 V 时, 电控单元判断开关 K_{81} 或 K_{82} 均未按下; 当端子 T50/16 的电压为 2 V 时, 电控单元判断开关 K_{81} 按下; 当端子 T50/16 的电压为 3.5 V 时, 电控单元判断开关 K_{82} 按下; 当端子 T50/16 的电压为 0 V 时, 电控单元判断开关线路有故障。

2. 传感器的电压特性与检修技巧

如图 1-17 (a) 所示, 由于一般的电路图是没有电控单元内部的工作示意电路的, 因此对传感器的电压特性判断主要依照传感器外围电路连接情况。传感器主要分为有源传感器和无源传感器两大类, 其中 G28 转速传感器是无源传感器, 其他的均为有源传感器。

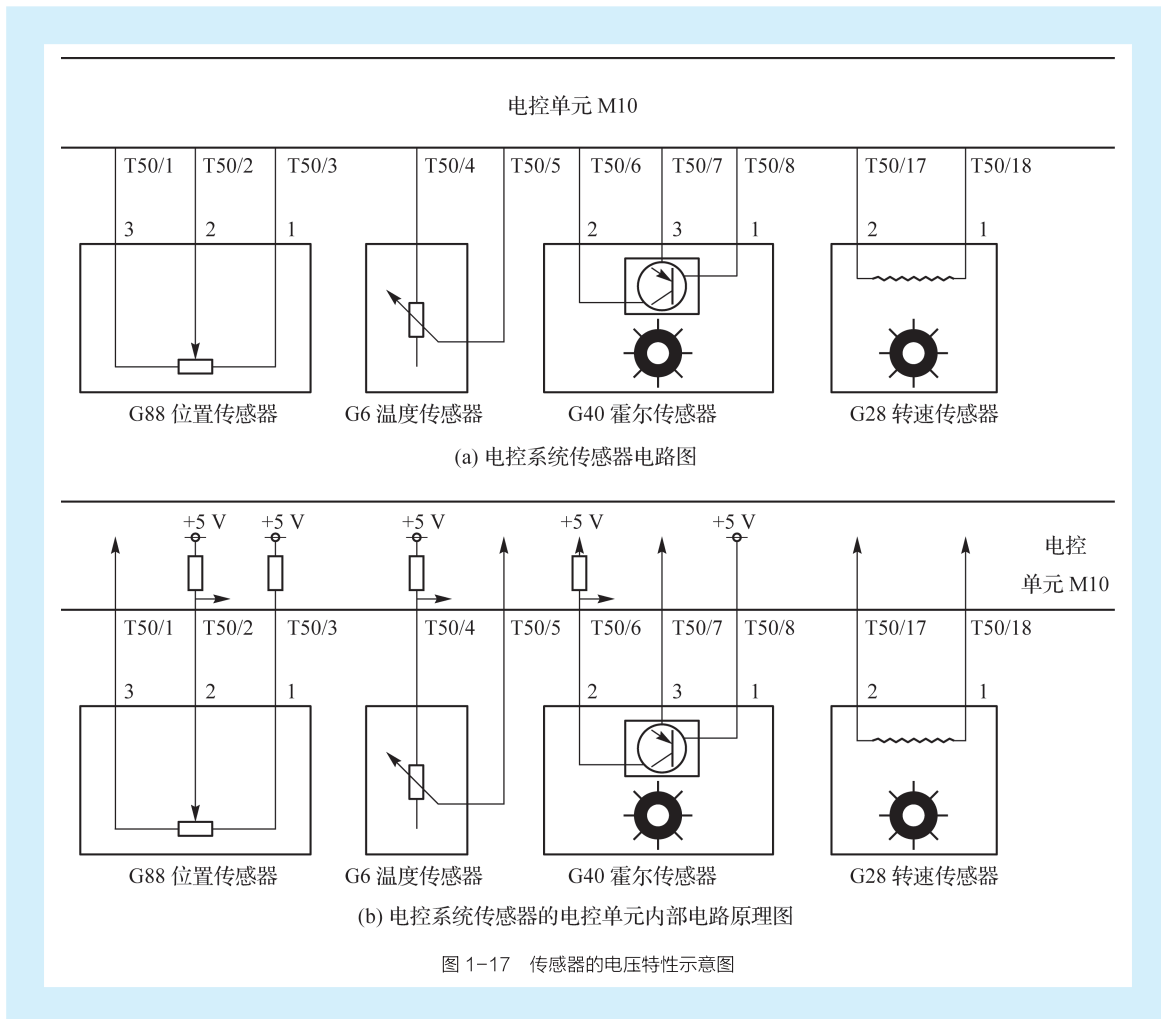
因此, 从电路图观察, 位置传感器 G88 由电控单元提供电源, 通过电位计把电压信号反馈给电控单元, 检修时拔下 G88 传感器插头, 打开点火开关, 测量 G88 传感器插头的 1、2、3 号脚, 若有 2 个针脚为 5 V, 1 个针脚为 0 V, 则 0 V 的针脚为接地脚。插回插头, 用探针测量另 2 个针脚, 其中一针脚为 5 V, 说明是传感器的电源脚, 另一针脚电压应该为 0 ~ 5 V。

同理, 温度传感器 G6 的检修也可拔下插头, 打开点火开关, 测量传感器 2 个针脚, 其中一个针脚为 5 V, 则为传感器的信号输入脚; 另一个针脚为 0 V, 则为传感器的接地脚。

霍尔传感器 G40 同样有 3 个针脚, 检修技巧同位置传感器, 但要注意的是霍尔传感器的信号电压分为 5 V (或 12 V) 与 0 V 两种, 不像位置传感器的电压为 0 ~ 5 V。

转速传感器 G28 由于采用磁感应式传感器, 因而不需要电控单元提供基准电源, 而是直接提供

2个针脚向电控单元输入正弦波信号；也有部分车型对其中的一根通过电控单元内部进行了搭铁。检修的技巧一是测量传感器端子的电阻值，二是使用探针测量运转时的交流电压或波形信号，进行比对。图 1-17 (b) 所示为电控系统传感器的电控单元内部电路原理图。



四、输出信号的类型与检修基础

车身电控系统常用的执行器有继电器、电动机、灯（包括指示灯）、电磁阀、电磁离合器、功率晶体管、线圈。电控单元的输出信号为数字信号，需要把数字信号转换成模拟信号，才能实现执行器的机电、液压、气压等物理控制。因此，控制器的输出信号控制可归结为开关控制、线性电流控制、占空比控制，输出信号的控制方式为火线端控制与地线端控制。执行器的检修方法主要是验证不同信号输出下的物理状态，具体有两个方法：一是利用输入信号，检测控制器的输出信号对执行器的控制（或直观地观察执行器的动作情况）；二是断开控制器端子，人工模拟信号对执行器进行模拟控制，观察执行器的动作情况。当然，现代检测设备如解码器已经具有执行器测试的功能，可方便地对执行器的功能进行测试。

如图 1-18 (a) 所示，执行器特性判断的主要依据是执行器外围电路情况。电动机 V_1 的外围电

路与电源 IG 相连,因此电控单元端子 T50/20 的静态电压一般为 12 V,当 T50/20 的电压变为小于 1 V 时,表明电控单元控制电动机运转。如果出现线路断路等故障,由于电控单元内部设计了空载电压(重要的执行器一般会这样设计),T50/20 的电压变为设计的空载电压,电控单元则判定电动机 V_1 线路故障,电控单元故障判别电路将起作用。灯 L_1 、电磁阀 S_1 的控制方式与检修技巧与电动机 V_1 类似。

电动机 V_2 的外围电路与搭铁相连,因此电控单元端子 T50/21 的静态电压一般为 0 V,当 T50/21 的电压变为 12 V 时,表明电控单元控制电动机运转。如果出现线路断路等故障,由于电控单元内部设计了空载电压,T50/21 的电压变为设计的空载电压,电控单元则判定电动机 V_2 线路故障,电控单元故障判别电路将起作用。灯 L_2 的控制方式与检修技巧与电动机 V_2 类似。

电动机 V_{10} 两端均与电控单元相连,因此电动机是可正反转的。T50/25 和 T50/26 的静态电压一般为 0 V;当 T50/25 的电压变为 12 V 时,则 T50/26 的电压变为 0 V,表明电控单元控制电动机正向运转;当 T50/26 的电压变为 12 V 时,则 T50/25 的电压变为 0 V,表明电控单元控制电动机反向运转;如果出现线路断路等故障,由于电控单元内部设计了空载电压,T50/25 与 T50/26 的电压变为设计的空载电压,电控单元则判定电动机 V_{10} 线路故障,电控单元故障判别电路将起作用。图 1-18 (b) 所示为电控系统执行器的电控单元内部电路原理图。

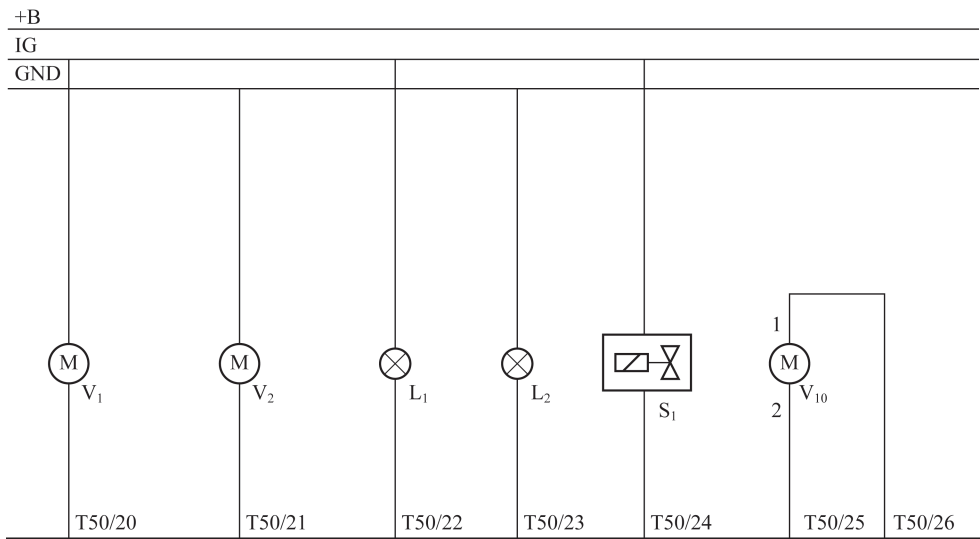
五、控制器的检修原则

电控系统的检修对象整体上分为三类:传感器(输入装置)、控制器、执行器(输出装置)。但由于控制器的控制功能及控制过程是检修的难点,外围线路的检查相对较简单,因此检修的策略如下:

(1) 整体与个体交叉进行。根据系统论的观点,检修时要从整体功能出发,考虑车身电控系统工作的整体因素,设计检修方案。

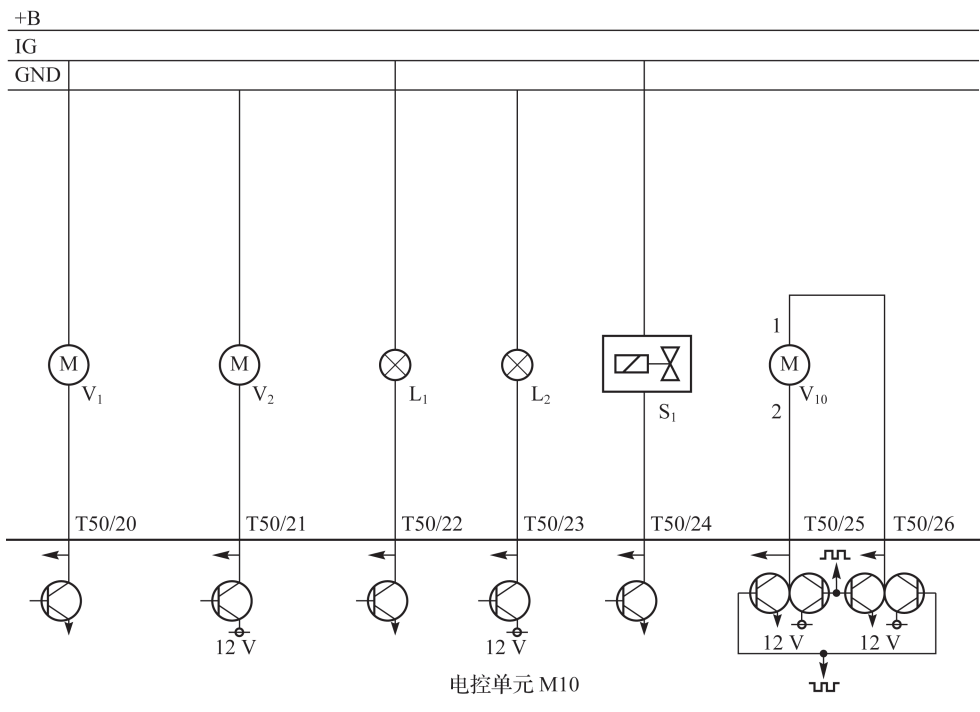
(2) 遵循先易后难、先外围后控制的原则。先检查系统中简单、常见的部位与线路,针对电控系统的特点,重点检查外围传感器与执行器的子系统线路,再检查控制器的控制功能。控制器的控制功能一定是通过对应的执行器来实现的,控制功能的触发条件是传感器的信号输入。

(3) 巧妙运用推理法。电控系统的整体功能检修技巧是巧妙运用推理法,比较典型的推理方法有黑盒法与白盒法。黑盒法是利用已知传感器的输入,观察执行器的动作,来推断控制器的控制功能是否正常;白盒法是模拟传感器的输入电信号,沿输入电信号的传输,一直观察到电子控制器输出电信号到执行器动作为止,来观察电子控制器的控制工作是否正常。但因为电子控制器是集成电路,内部是不透明的,所以实际上很难判断电信号在电子控制器内部的处理过程。因此,实际中更多应用的是黑盒法,不断地用示例去试验、推理控制器的整体控制功能。



电控单元 M10

(a) 电控系统执行器电路图



(b) 电控系统执行器的电控单元内部电路原理图

图 1-18 执行器的电压特性示意图

车身电控系统部件的检修与常规电气系统的检修方法类似，无非是把每个部件看成相对独立的子系统回路进行检修，此外，实际检修中也需要巧妙地运用推理。

(4) 检查线路断路故障时, 尽可能运用电压检查法进行推理。当需要测量电阻判断导通情况时, 应先脱开计算机和相应传感器的连接器。要拆装计算机、接线, 必须关闭点火开关。

思考与练习

1. 汽车车身电控系统的基本组成有哪些?
2. 简述汽车车身电控系统的工作原理。
3. 现代汽车中应用了哪些车身电控技术?
4. 汽车车身电控系统的检修要点、检修技巧、检修原则有哪些?

1

汽车车身电控系统检修概述

2

汽车辅助电气系统的检修

3

汽车安全保护系统的检修

4

汽车中控门锁与电子防盗系统的检修