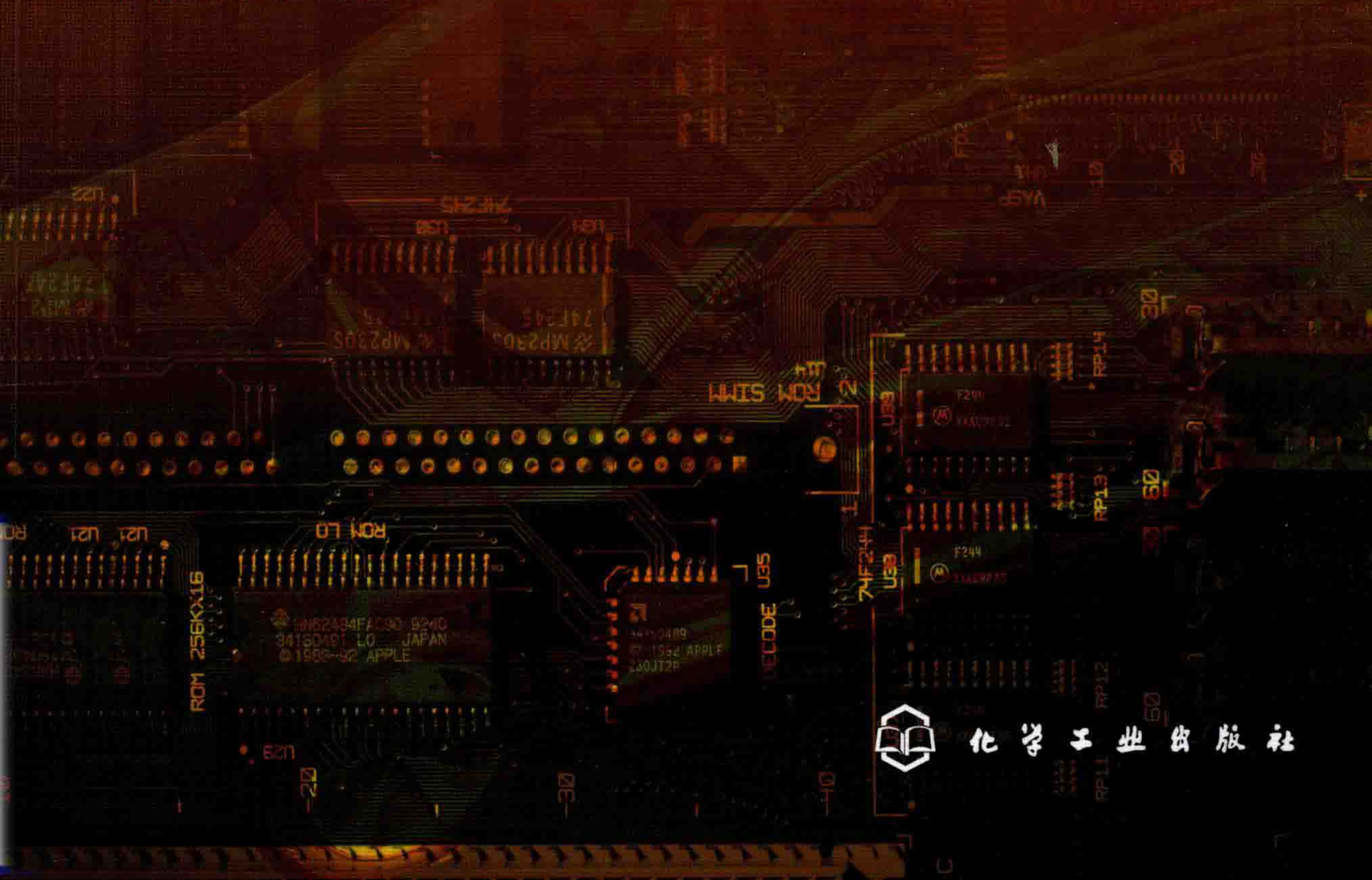


# 汽车电子元器件 识别与检测

张能武 主编



QICHE DIANZI YUANQIJIAN  
SHIBIE YU JIANCE



化学工业出版社

# 汽车电子元器件 识别与检测

张能武 主编



QICHE DIANZI YUANQIJIAN  
SHIBIE YU JIANCE



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从汽车识别与检测的角度出发,详细介绍了汽车用传感器、执行器以及电子控制单元的安装位置、结构原理、检测方法,主要包括汽车电子元器件识别与检测技术基础、发动机电子控制系统电子元器件的检测、汽车自动变速器控制系统电子元器件的检测、汽车防抱死控制系统电子元器件的检测、其他电子控制系统电子元器件的检测等内容。本书内容全面,图文并茂,实用性强。

本书适合初、中级汽车维修人员及汽车行业相关人员阅读,也可供有关职业院校师生以及高等工科院校、企业培训人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电子元器件识别与检测/张能武主编. —北京:  
化学工业出版社, 2018. 6  
ISBN 978-7-122-31878-7

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车-电子元器件-  
识别②汽车-电子元器件-检测 IV. ①U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 065039 号

---

责任编辑: 黄 滢  
责任校对: 王素芹

文字编辑: 冯国庆  
装帧设计: 王晓宇

---

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 三河市航远印刷有限公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13 字数 325 千字 2018 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

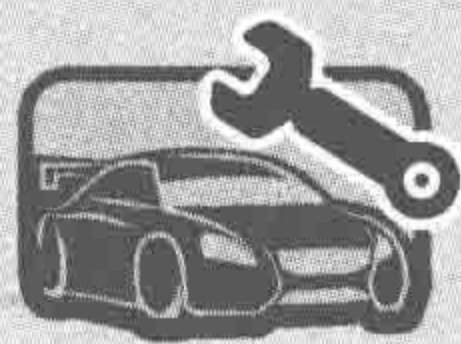
---

定 价: 69.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

FOREWORD



随着汽车技术、电子技术的快速发展,各种传感器、执行器以及微机系统在汽车上得到了广泛应用,从发动机的燃油喷射系统、点火装置、怠速装置、进气控制系统、排放控制系统到底盘的传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统和车身及辅助装置普遍采用了电子控制系统,机电一体化是现代汽车的显著特点。电子控制系统在汽车上的广泛应用,使汽车的动力性、燃料经济性、安全性、可靠性、舒适性等性能得到了明显改善和提高,如今的汽车已成为机电一体化的高科技产品。

汽车传感器作为汽车电子控制系统的关键部件,主要作用是采集汽车运行的信息,并转换为电信号输入电控单元,为汽车实现自动控制提供信息参考。汽车传感器是汽车电子技术领域研究的核心内容之一,传感器在汽车上的应用从最初的发动机控制系统扩展到汽车的各个系统中,目前,一辆普通的家用轿车上大约安装有几十个传感器,豪华轿车上的传感器数量可多达200余个。而执行器则是决定发动机运行和汽车安全行驶的主要器件,也是汽车上应用最多、故障率最高的器件,当执行器发生故障时,往往会对汽车的正常使用产生较大的影响。所以,了解和掌握汽车上最新及常用传感器、执行器的结构原理、检测方法,就成为汽车检修人员迫切需要学习的内容。本书主要包括汽车电子元器件识别与检测技术基础、发动机电子控制系统电子元器件的检测、汽车自动变速器控制系统电子元器件的检测、汽车防抱死控制系统电子元器件的检测、其他电子控制系统电子元器件的检测等内容。

本书具有以下特点:全面性,涵盖新车型上的大部分传感器;图文并茂,易于阅读和理解;一切从实际出发,讲解理论知识够用即止,突出实际操作技能的掌握和运用。

本书由张能武主编,参加编写的人员还有陶荣伟、钱瑜、刘文军、许君辉、蒋超、王首中、张云龙、冯立正、龚庆华、王华、祝海钦、刘振阳、莫益栋、陈思宇、林诚也、杨杰、黄波、陈超。在编写过程中参考了相关图书资料,并得到江南大学机械工程学院领导和相关老师的大力支持及帮助,在此表示感谢!

由于笔者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者



## 第一章 汽车电子元器件识别与检测技术基础 / 001

### 第一节 汽车电子元器件识别方法与步骤 / 001

- 一、汽车电子技术发展趋势 / 001
- 二、汽车电子元器件检测方法与步骤 / 002

### 第二节 汽车电子控制系统的基本组成与控制方式 / 011

- 一、基本组成 / 011
- 二、控制方式 / 011

## 第二章 发动机电子控制系统电子元器件的检测 / 014

### 第一节 概述 / 014

### 第二节 空气流量传感器 / 016

- 一、空气流量传感器的作用、安装位置及种类 / 016
- 二、叶片式空气流量传感器 / 017
- 三、热线式空气流量传感器 / 019
- 四、卡门涡旋式空气流量传感器 / 022
- 五、量芯式空气流量传感器 / 024

### 第三节 温度传感器 / 026

- 一、冷却液温度传感器 / 026
- 二、进气温度传感器 / 028
- 三、EGR 监测温度传感器 / 030
- 四、排气温度传感器 / 031
- 五、热敏铁氧体温度传感器 / 033
- 六、双金属片式气体温度传感器 / 035

### 第四节 压力传感器 / 036

- 一、进气歧管压力传感器 / 036
- 二、大气压力传感器 / 041
- 三、蓄压器压力传感器 / 043
- 四、机油压力传感器 / 044
- 五、机油压力开关传感器 / 045
- 六、空气滤清器真空开关传感器 / 046

### 第五节 位置传感器 / 047

- 一、曲轴位置传感器 / 047
- 二、节气门位置传感器 / 059

### 第六节 爆燃传感器 / 065

- 一、爆燃传感器的作用与安装位置 / 065
- 二、爆燃控制系统 / 066
- 三、爆燃传感器的结构与原理 / 068

- 四、爆燃传感器的检测 / 070
- 第七节 碰撞传感器 / 070
  - 一、碰撞传感器的作用 / 070
  - 二、碰撞传感器的安装位置 / 070
  - 三、碰撞传感器的结构与工作原理 / 071
  - 四、碰撞传感器的检测 / 074
- 第八节 氧传感器 / 076
  - 一、氧传感器的作用 / 076
  - 二、二氧化锆式氧传感器的结构、原理与检测 / 076
  - 三、二氧化钛式氧传感器的结构、原理与检测 / 080
  - 四、全量程氧传感器 / 082
- 第九节 其他传感器及开关信号 / 086
  - 一、稀薄混合气传感器 / 086
  - 二、NO<sub>x</sub>传感器 / 087
  - 三、烟度浓度传感器 / 089
- 第十节 汽车发动机执行元器件的检测 / 092
  - 一、喷油器 / 092
  - 二、电动燃油泵 / 095
  - 三、油压调节器 / 101
- 第十一节 汽油发动机电子系统电子控制单元的检测 / 103
  - 一、汽油发动机电子系统电子控制单元的组成 / 103
  - 二、汽油发动机电子系统电子控制单元的检测 / 104

## 第三章 汽车自动变速器控制系统电子元器件的检测 / 107

- 第一节 自动变速器电子控制系统传感器的检测 / 108
  - 一、变速器油温传感器 / 108
  - 二、车速传感器 / 109
  - 三、油压传感器 / 115
  - 四、节气门位置传感器 / 115
  - 五、模式开关 / 117
  - 六、挡位开关 / 118
  - 七、超速挡开关 / 120
  - 八、其他开关量传感器 / 121
- 第二节 自动变速器电子控制系统执行器的检测 / 122
  - 一、自动变速器执行器的结构与工作原理 / 122
  - 二、自动变速器执行器的检测 / 123
- 第三节 自动变速器电子控制系统及其控制电路的检测 / 125
  - 一、自动变速器电子控制单元的功能及控制内容 / 125
  - 二、自动变速器电子控制单元的检测 / 127

## 第四章 汽车防抱死控制系统电子元器件的检测 / 128

- 第一节 汽车防抱死控制系统概述 / 128
  - 一、ABS的作用与类型 / 128

- 二、ABS 的组成及其功能 / 128
- 三、ABS 在汽车上的安装位置及工作电路原理 / 129
- 第二节 汽车 ABS 传感器的检测 / 130
  - 一、轮速传感器 / 130
  - 二、横向加速度传感器 / 136
  - 三、减速度传感器 / 137
  - 四、传感器的检测注意事项及要点 / 141
- 第三节 汽车 ABS 执行器的检测 / 141
  - 一、制动压力调节器的结构与工作原理 / 141
  - 二、制动压力调节器的工作过程 / 147
  - 三、制动压力调节器的检测 / 147
- 第四节 汽车 ABS ECU 的检测 / 155
  - 一、ABS ECU 的基本组成与功能 / 155
  - 二、ABS ECU 的基本电路的作用原理 / 155
  - 三、ABS ECU 的检修 / 157

## 第五章 其他电子控制系统电子元器件的检测 / 165

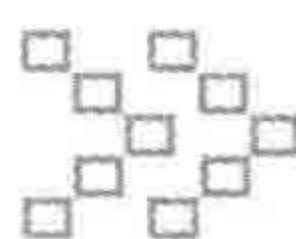
- 第一节 汽车底盘位置传感器的检测 / 165
  - 一、方位和方向传感器 / 165
  - 二、光电式转角和光电式车高传感器 / 168
  - 三、溢流环位置传感器 / 171
  - 四、加速踏板位置传感器 / 172
  - 五、制动行程传感器 / 175
  - 六、超声波距离传感器 / 176
  - 七、制动蹄摩擦片磨损检测传感器 / 178
- 第二节 ESP 传感器的检测 / 179
  - 一、转向盘转角传感器 / 179
  - 二、侧向加速度传感器 / 180
  - 三、横向偏摆率传感器 / 181
  - 四、制动压力传感器 / 182
  - 五、ESP 按钮开关 / 183
- 第三节 EPS 传感器与执行器的检测 / 184
  - 一、EPS 传感器的结构、原理与检测 / 184
  - 二、EPS 执行器的结构、原理与检测 / 185
- 第四节 安全气囊电子元器件的检测 / 187
  - 一、安全气囊系统的工作过程 / 187
  - 二、安全气囊电子控制系统的组成与原理 / 187
  - 三、安全气囊系统传感器的结构与原理 / 189
  - 四、安全气囊传感器的检测注意事项与检测方法 / 193
- 第五节 电子控制悬架执行器的检测 / 196
  - 一、电子控制悬架执行器的结构与工作原理 / 196
  - 二、电子控制悬架系统执行器的检测 / 200

# 第一章

# 汽车电子元器件识别与检测 技术基础



## 第一节 汽车电子元器件识别方法与步骤



### 一、汽车电子技术发展趋势

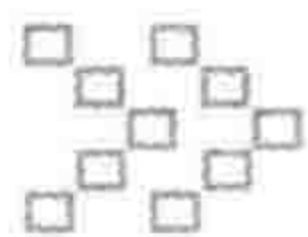
随着更加先进的灵巧型传感器、快速响应的执行器、高性能电子控制单元（ECU）、先进的控制策略、计算机网络技术、雷达技术、第三代移动通信技术在汽车上的广泛应用，现代汽车正朝着更加智能化、自动化和信息化的机电一体化产品方向发展，以达到“人-汽车-环境”的完美协调。未来汽车电子技术的突破口可能会发生在以下几个方面（表 1-1）。

表 1-1 汽车电子技术发展趋势

类别	说 明
传感器技术	<p>车用传感器是促进汽车高档化、电子化、自动化发展的关键部件之一，世界各国对提高车用传感器性价比的研究和开发都非常重视。“没有传感器技术就没有现代汽车”的观点现在已被全世界所公认。汽车电子化越发达，自动化程度越高，对传感器的依赖性就越大，所以，国内外都将车用传感器技术列为重点</p> <p>汽车现代传感器总的发展趋势是多功能化、集成化、智能化、微型化，其技术的发展方向是开展基础研究、发现新现象、采用新原理、开发新材料和采用新工艺，扩大传感器的功能与应用范围</p> <p>由于汽车电子控制系统的多样化，使其所需要的传感器种类和数量不断增加。为此，研制新型、高准确度、高可靠性和低成本的传感器是十分必要的。未来的智能化集成传感器，不仅要能提供用于模拟和处理的信号，而且还能对信号进行放大和处理。同时，它还能自动进行时漂、温漂和非线性的自校正，具有较强的抵抗外部电磁干扰的能力，保证传感器信号的质量不受影响，即使在特别严酷的使用条件下仍能保持较高的准确度。它还具有结构紧凑、安装方便的优点，从而免受机械特性的影响</p>
微处理器技术	<p>微处理器(MPU)是整个系统的核心，负责指挥其他设备工作。自 1976 年美国通用汽车公司成功地将微处理器应用于汽车发动机的控制系统之后，汽车电子控制系统就进入到了新的高速发展阶段，随后 MPU 被应用到动力传动、车身、安全等控制系统中。由于汽车用 MPU 对可靠性、信息处理能力、实时控制能力及成本的特殊要求，基于通用芯片开发出的 MPU 已经很难满足汽车电子控制系统的要求，因此，开发出具有多路同步实时控制、自带 A/D 与 D/A、自我诊断、高输入/输出等功能的汽车专用 MPU 系统具有很强的现实意义。随着汽车电子控制日趋集中化，MPU 需要处理的信息量不断增加，因此，16 位和 32 位 MPU 将成为未来汽车用 MPU 的首选，预计在今后几年内需求量将增加 50% 以上，逐步成为车用 MPU 的主流</p> <p>MPU 的出现也给汽车仪表带来了革命性的变化，已由从前单一的仪器逐步发展为多用途、智能化仪表，这样不但可以很精确地把汽车上所有的待测量都检测出来，分别显示和打印需要的结果，而且还有运算、判断、预测和引导等功能。如可监视汽车各大部件的工作情况，还可以对蓄电池电压、轮胎气压、车速等测量的高低限量进行报警</p>



类别	说明
执行器技术	<p>目前汽车上所使用的执行器主要有电磁式、电动式和气动/液压式。电磁式和电动式的执行器是以电为动力的操作机构,具有体积小、重量轻、响应速度快、耗能小的特点,但是与气动/液压式执行器相比,输出驱动能力不足,无法满足未来汽车控制领域大驱动输出的需要。随着新材料、新工艺、新机构的采用,电磁式和电动式执行器将逐渐取代气动/液压式执行器,尤其是在未来汽车普遍更换 42V 新型电源系统之后,输出驱动能力将大幅度提升,完全可以取代传统的气动/液压式</p>
软件新技术与控制策略应用	<p>随着汽车电子技术应用的增加,对有关控制软件的需求也将不断增加,并可能要求进行计算机联网。因此,要求使用多种软件,并开发出通用的高水平语言,以满足多种硬件的要求。轿车上多通道传输网络将大大依赖于软件,软件总数的增加及其功能的提高,将能够使计算机完成越来越复杂的任务</p> <p>目前在汽车电子控制系统中广泛采用的是 PID 控制理论,它是一种用于单输入/输出、线性定常系统的经典控制理论,但是,由于汽车中需要控制的对象往往具有很强的时变和非线性,控制系统的输入/输出参数也越来越多,采用以状态空间为基础、适用于多输入/输出、非线性时变系统的现代控制理论已成必然,如最优控制、自适应控制、模糊控制等</p>
总线技术	<p>利用总线技术将汽车中各种电控单元、智能传感器、智能仪表等连接起来,从而构成汽车内部局域网,实现各系统间的信息资源共享。其优点主要如下</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①大大减少线束数量、连接点及体积,提高系统的可靠性和可维护性</li> <li>②采用通用传感器,达到数据信息共享的目的</li> <li>③改善系统的灵活性,即通过系统的软件可实现系统功能的变化</li> </ol> <p>根据侧重功能的不同,SAE 标准将总线划分为 A、B、C 三大类:A 类是面向传感器和执行器的一种低速网络,主要用于后视镜调整、灯光照明控制、电动车窗控制等,目前 A 类的主流是 LIN;B 类是应用于独立模块间的数据共享中速网络,主要用于汽车舒适性、故障诊断、仪表显示及四门中央控制等,目前 B 类的主流是低速 CAN;C 类是面向高速、实时闭环控制的多路传输网络,主要用于发动机、ABS 和自动变速器、安全气囊等的控制,目前 C 类的主流是高速 CAN,但是随着下一代高速、具有容错能力的时间触发方式的“X by Wire”线控技术的发展,其将逐渐代替高速 CAN 在 C 类网中的位置,力求在未来 5~10 年内使传统的汽车机械系统变成通过高速容错通信总线与高性能 CPU 相连的百分之百的电控系统,完全不需要后备机械系统的支持,其主要代表有 TTP/C 和 Flex Ray。而在多媒体与通信系统中,MOST、IDB 1394 和蓝牙技术成为了今后的发展主流。另外,光纤凭借其高传输速率和抗干扰能力,越来越广泛地用作高速信号传输介质</p>
智能汽车及智能交通系统(ITS)的研究及应用	<p>随着第三代移动通信技术和计算机网络技术的不断发展,汽车智能化相关的技术问题已受到汽车制造商们的高度重视,未来汽车正朝着移动办公室、家庭影院方向发展,为驾驶员和乘客提供行驶中的实时通信和娱乐信息,并把汽车和道路及其他远程服务系统结合起来,构建未来的智能交通系统(ITS)。ITS 的开发将与电子、卫星定位等多个交叉学科相结合,能根据驾驶员提供的目标资料,向驾驶员提供距离最短而且能绕开车辆密度相对集中的最佳行驶路线。它装有电子地图,可以显示前方道路,并采用卫星导航。从全球定位卫星获取沿途天气、车流量、交通事故、交通堵塞等各种情况,自动筛选出最佳行车路线。未来的某天,路上行驶的都将是由计算机控制的智能汽车</p>
新型 42V 供电电源	<p>随着汽车电子控制技术的不断发展,汽车电子装置在整车中所占比例和相应的耗电量不断提高,导致现有的 12V 电源系统的供电能力趋于饱和或不足,无法满足下一代汽车设计中新增电子设备的需求,如无凸轴电磁式电控配气相位机构、飞轮复合式启动-发电机系统、电加热三效催化转化器以及新型电力制动和电力转向系统等,它们在传统的 12V 电源系统中难以实现,而这些新技术又是公认的未来汽车技术发展的重要方向。因此,采用更高供电电压的电源系统成为必然趋势</p>
安全技术	<p>从近些年召开的一些大型国际汽车技术研讨会和展会可以看出,未来汽车电子控制的重要发展方向是汽车安全领域。主要有以下几个方向</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①利用雷达技术和车载摄像技术开发各种自动避撞系统</li> <li>②利用近红外技术开发各种能监测驾驶员行为的安全系统</li> <li>③高性能的轮胎综合监测系统</li> <li>④自适应自动驾驶系统</li> <li>⑤驾驶员身份识别系统</li> <li>⑥安全气囊、ABS/ASR 以及车身动态控制系统</li> </ol>



## 二、汽车电子元器件检测方法与步骤

### (一) 传感器的检测方法

1. 传感器的检测方法 对于传感器的检测,主要有以下几种方法。

(1) 故障征兆现象判断法 依据故障征兆,运用经验判断,是最直观、最简单的解决车

辆故障和判断传感器好坏的方法。但其有两个缺点：一是经验积累时间长，短时间内不可能达到很高水平；二是判断结果准确率低，误判的可能性较大。

例如，在维修大众车系发动机时，如果出现发动机油耗和排气污染增加，发动机出现怠速不稳、缺火、喘振等故障现象，则很大可能是氧传感器出现故障。这是因为，一从车型来看，该车型出现氧传感器故障的概率比较高；二从现象来看，氧传感器出现故障，将使电子燃油喷射系统的电脑不能得到排气管中氧浓度的信息，因而不能对空燃比进行反馈控制，从而出现上述症状。

(2) 解码检测法 汽车上的电子控制系统一般都具有自诊断功能。以前的车辆，大部分都能通过手工调码的方法查出故障代码，但随着汽车的发展，尤其是进口高档车的电子控制系统只有靠仪器等专用设备才能进行诊断，而在众多的仪器设备当中使用最普遍的是电控系统检测仪，俗称解码器。

解码器通常分为原厂解码器和非原厂解码器。原厂汽车解码器是指由汽车制造厂家提供或指定的解码器，如大众（奥迪）汽车用 VAG1551、丰田汽车用 Intelligent Tester 等。非原厂解码器则指不是汽车制造厂家提供或指定，而由其他仪器设备厂商生产的汽车解码器，如德国博世公司生产的 KTS300/500、美国公司生产的红盒子 Scanner MT2500、瑞典公司生产的 AUTODGAGNOS 及国内公司生产的电眼睛、修车王、车博士等。部分专用解码器和通用解码器如图 1-1 所示。



图 1-1 部分专用解码器和通用解码器

读取与清除故障码是解码器的主要功能，因此通过解码器很容易判断出故障的大致方向和部位，为传感器的检测和排查提供了方向。但有以下几点需要注意，见表 1-2。

表 1-2 注意要点

要点	说明
故障码的出现	并不是所有的故障都会出现故障码。例如，三菱 V73 的 6 线式步进电动机，由于是 ECU 以脉冲方式进行控制，因此没有监控装置，所以出现故障后，没有故障码。又如，当水温传感器的电阻发生漂移而不准确时，如果电阻总值没有超出规定范围，虽然有故障，但不会显示故障码

要点	说明
故障码的含义	故障码的含义说明需弄清楚,是传感器或执行器自身故障还是线路故障;线路故障要分清是短路还是断路,是与电源短路或断路,还是与接地短路或断路等。只有清楚、明白故障码的确切含义,才能更好地利用故障码排除故障,维修起来也可以少走弯路
通过解码器查出的故障码	通过解码器查出的故障码,只是说明某一系统或相关系统有故障,不要看到故障码就断定是该传感器或执行器有故障,就要更换,其他与之相关系统同样会造成类似故障而出现相同的故障码 例如,在检查 ABS 系统时,如果出现“轮速传感器信号不良”故障码时,不要立即更换轮速传感器,首先要检查电路各连接插头与插座针脚接触是否良好,传感器触发轮是否有脏污、锈蚀、断路或短路等现象。有些安装在车轮上的传感器,其磁芯经常会吸附一些制动鼓磨掉的铁屑而导致工作不良,此时只需拆下传感器并清除磁芯上的污垢即可解决问题。同时还要观察感应齿圈是否有变形、缺齿等,这些都是导致出现“轮速传感器信号不良”故障码的原因,而轮速传感器本身并不一定损坏
弄清楚故障码	要弄清楚是历史性故障码还是当前的故障码以及故障码出现的次数。如果是历史性故障码,就表示故障较早之前出现过,现在不出现了,但在 ECU 里面有一定的存储记忆;而当前故障码则表示是最近出现的故障。例如,大众公司的解码器上故障码显示“SP”,均表示临时的偶发性故障。故障发生的原因不外乎以下几种情况:发动机运转或点火钥匙打开的过程中拔下了某个电气插头,或者某个传感器或执行器的插头虚接,是软故障,不是硬故障
读不出故障码但车辆依旧有故障症状	当读不出故障码时,要利用解码器的数据流对传感器和执行器进行深入的分析及判断。所谓数据流,简单来说就是电控系统中的一些主要传感器和执行器的当前工作参数值(如发动机转速、蓄电池电压、空气流量、喷油时间、节气门开度、点火提前角、水温等)。维修过程中,可以通过阅读数据流来分析、发现故障所在,特别是当电控系统无故障码可供参考时,数据流分析就更加重要。每个传感器和执行器在一定条件下的工作参数值是有一定标准范围的,可以通过实际值与标准值的比较来判断某传感器和执行器是否存在异常
参考故障码排除故障	当参考故障码排除故障后,要利用解码器清除故障码,也就是从 ECU 内部清除其故障码记忆,并在发动机运转一段时间后(有条件的话,可以进行路试),再通过解码器测试,观察是否还会出现相似的故障现象,或者存储同样的故障码
清除故障码	清除故障码,不提倡用拔掉蓄电池负极的办法来进行。早期的车辆,如三菱和现代车型,在清除故障码时可以使用拔掉蓄电池负极的方法来进行,但随着汽车技术的发展,越来越多的车辆已将故障码存储在 ECU 中,用拔掉蓄电池负极的方法是消除不掉故障码的。用拔掉蓄电池负极的方法来清除故障码,不但清除不掉故障码,还会导致许多问题:一是很多车辆的 ECU 具备自适应和自学习功能,拔掉蓄电池负极后,存储在可保持存储器(KAM)中的自适应信息丢失,导致车辆运行不稳定;二是会触发音响防盗等的防盗功能起作用,导致锁死,如果不知道密码,音响便不能正常使用,预先设置在音响中的播放顺序、座椅的预定设置位置也会因此丢失

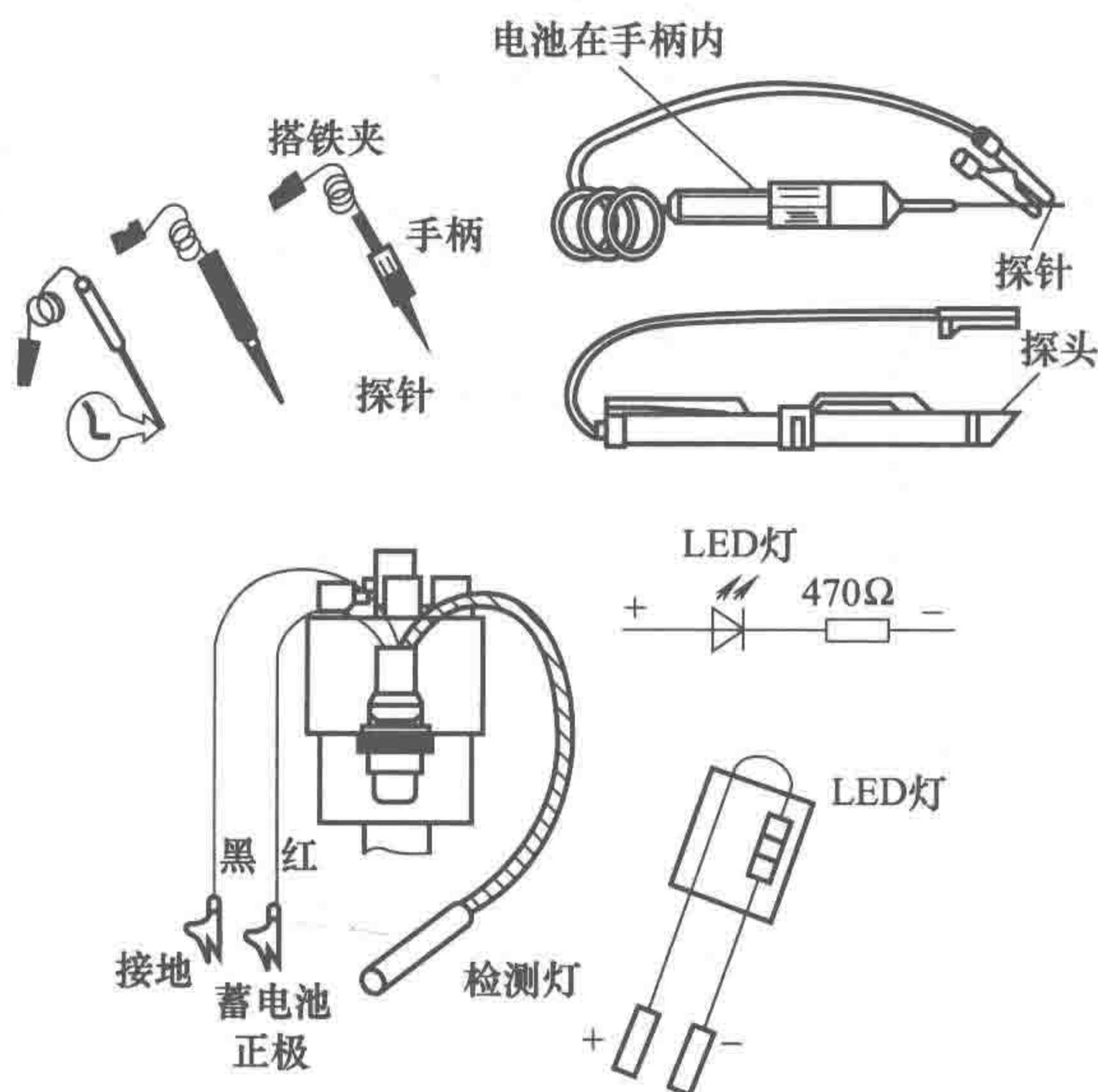


图 1-2 测试灯的类型

(3) 测试灯检测法 测试灯有自制的测试灯和检测专用的测试灯;可以自带电源,也可以不带电源。自制的测试灯可以用发光二极管(LED)外接  $300 \sim 500 \Omega$  电阻串联制成,其类型如图 1-2 所示。测试灯主要有以下几个功能。

① 检查传感器、电控元件本体或连接电路的通、断。

② 检测传感器参考电压供给是否正常。

③ 根据测试灯发光二极管频闪信号,可以检查传感器是否有脉冲输出,或 ECU 是否有执行信号输出。

④ 对具有手工调码自诊断功能的车辆,进行手工调阅故障码。

(4) THS-II 汽车上使用万用表,除了早期手工调码读取故障码要求使用指针式万用表外,一般都不主张使用指针式万用表,甚

至在检测某些元件时，特别是半导体元件、有关 ECU 电路时，强调必须使用数字式万用表。这是因为数字式万用表阻抗大，通过元器件的电流小，可以避免在测量时烧毁其他元器件。检测方法见表 1-3。

表 1-3 检测方法

类别	说明
电阻检测法	电阻检测法主要用于可变电阻、电位计传感器电阻、磁电式传感器电阻的检测，对于半导体元件，一般要与标准元件的测量值对比才能得出结论。例如，对于磁电式轮速传感器，可以用欧姆表检测其电阻值，一般在室温时，电阻在 600~2300Ω 范围内为正常。电阻太小为线圈短路；电阻过大为连接不良；电阻非常大为断路；线圈与外壳导通为搭铁。如图 1-3 所示是用万用表检测轮速传感器的连接线路
电压检测法	对于有源传感器，由于工作时自身可以产生电压，因此可以使用电压检测法来检测传感器工作是否正常，如氧传感器、磁电式曲轴位置/凸轮轴位置传感器、爆震传感器等。仍以 ABS 用磁电式轮速传感器为例，拆开 ABS ECU 接线插座或拔下轮速传感器的接线插头，使被测车轮以 1r/s 的速度转动时，使用万用表交流“mV 挡”，测量各车轮的轮速传感器对应端子间的电压，万用表指示值应为 70mV 以上。如测量值低于规定值，原因可能是传感器与轮齿的间隙过大或传感器本身有问题，需要更换新件
电流检测法	电流检测法主要用于产生电流调制信号的新型的集成电路传感器，如主动型轮速传感器，通过万用表也可以对传感器进行检测，其线路连接如图 1-4 所示。将万用表拨至量程在 200mA 以上的电流挡处，将表笔串在其中一根输出线上，另一根输出正常接线（指针式万用表要注意极性），接通汽车电路使 ABS 系统通电，用手缓慢转动传感器安装侧的车轮，正常情况下，电流指示应在 7~14mA 之间来回波动。如果读数值只固定在 7mA 或 14mA 上，同时调整空气间隙无效时，则说明传感器失效。另外，如果接通电路后电流数值直接显示为 0 或 100mA 以上时，在确认万用表接线无误后，可以判定传感器已经断线或短路

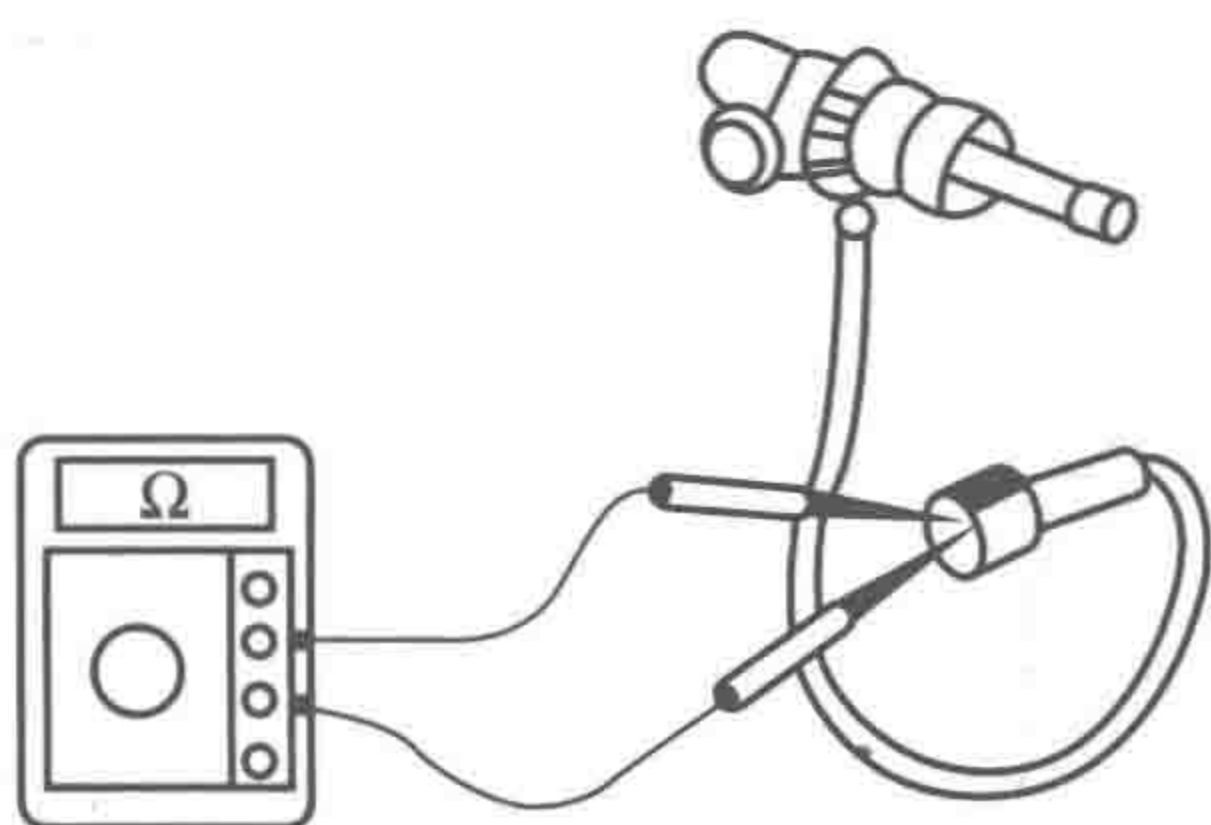


图 1-3 用万用表检测轮速传感器的连接线路

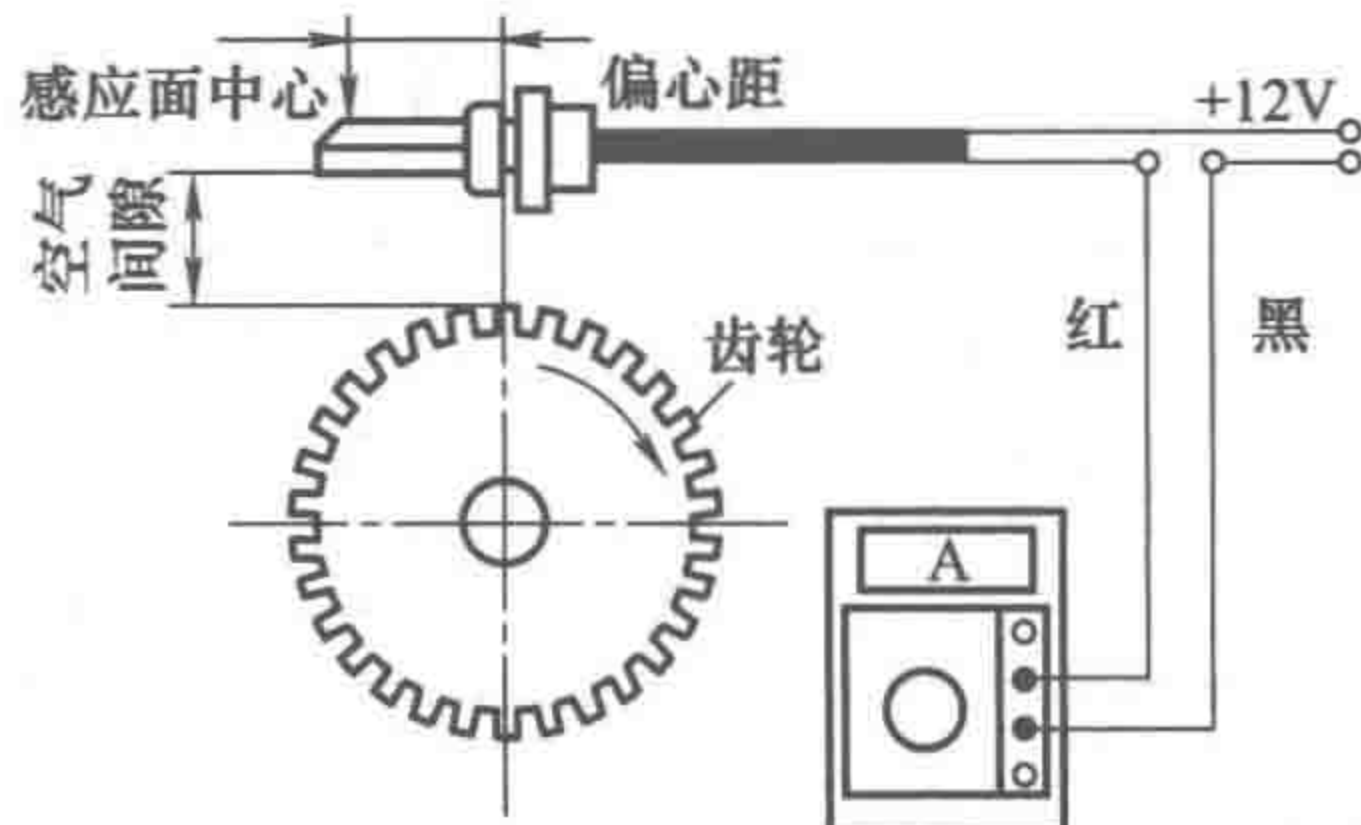


图 1-4 用电流法检测主动型轮速传感器的连接线路

(5) 示波器检测法 示波器主要用来显示控制系统中输入、输出信号的电压波形，以供维修人员根据波形分析判断电控系统故障。示波器比一般电子设备的显示速度快，是唯一能显示瞬时波形的检测仪器，是电控系统故障诊断中的重要设备。示波器检测是最准确、最直观的检测方法，可以将传感器的输出电流或电压以波形的形式显示出来，也是传感器等电气元件检测的发展方向。

仍以上述主动型轮速传感器为例，将示波器的信号输入接线分别接在传感器输出端与信号处理电路的接地端（注意区分传感器电源端进线及信号输出端），接通汽车电路使系统通电，此时用手缓慢转动传感器安装侧的车轮，正常情况下，示波器应显示出方形脉冲波形，如图 1-5 所示。如果没有脉冲波形或与方形脉冲波形不一致，则要调整传感器的安装空气间隙，如果调整后仍没有方形脉冲波形，则说明传感器失效，需要更换传感器。

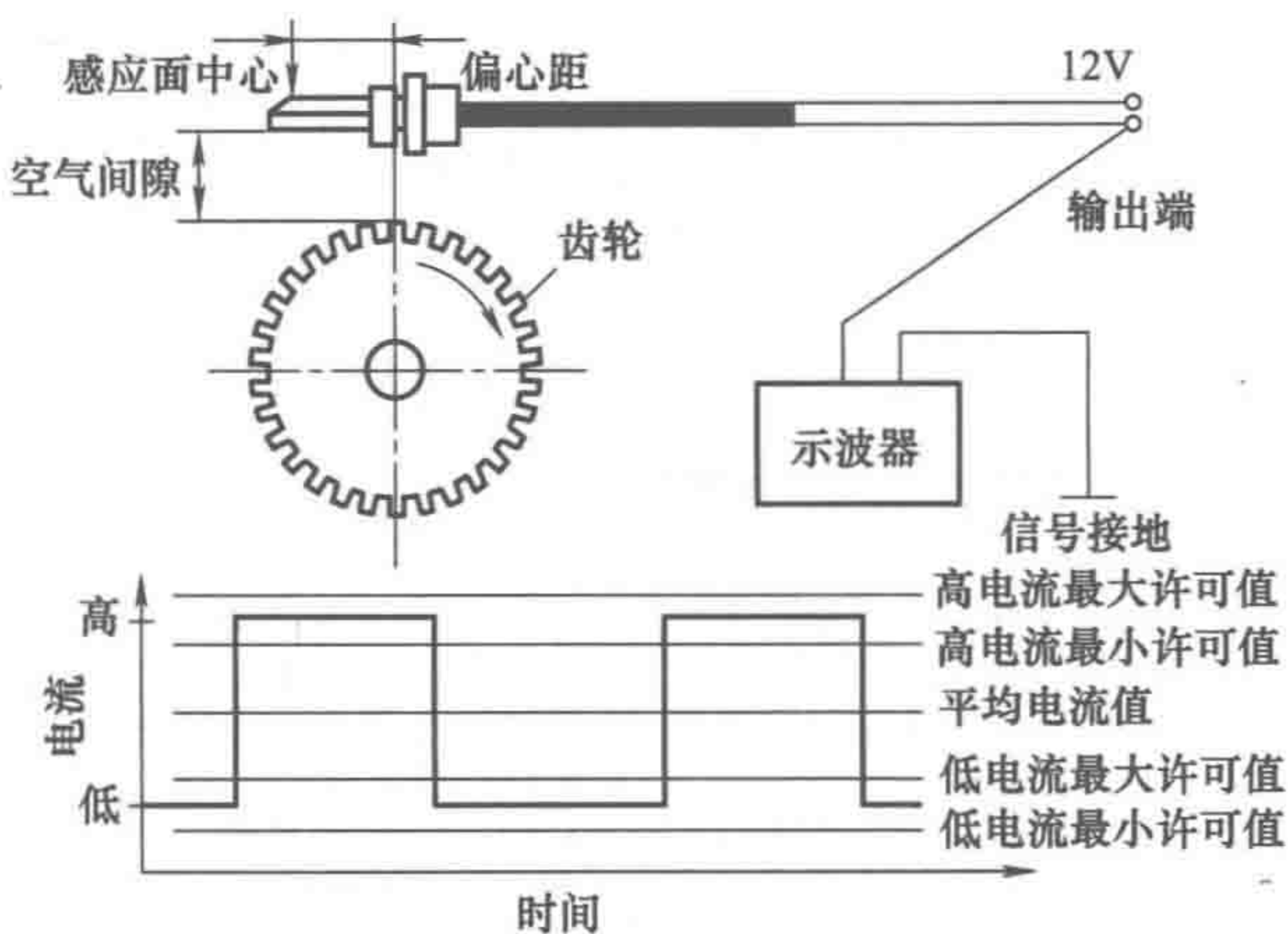


图 1-5 用示波器法检测主动型轮速传感器

(6) 模拟法 模拟法就是在断开传感器连接,其他线路连接正常的情况下,用传感器模拟测试仪模拟汽车电脑的输入信号,代替传感器工作,依据故障现象的消失或存在,来判断传感器好坏的方法。利用此类模拟法对电控系统传感器及其线路故障的诊断,可简化分析过程、缩短诊断时间、减少因盲目更换配件而带来的经济损失。

常用的具有传感器模拟测试功能的仪器有 ADD91 信号模拟仪、SKS3058 电控系统分析仪等。它们都可以模拟发动机控制系统各传感器的各类信号,如具有模拟电压信号、频率信号、直流信号、占空比信号等功能。

例如,在判断桑塔纳 2000GLi 轿车型里程表不动的故障时,打开点火开关,先找到车速传感器,拔下插头,检查霍尔式三线制车速里程表传感器供电回路(一线为 12V,另一线为接地,剩余一线为信号线),如果供电回路正常,可以使用模拟器进行车速传感器模拟。因为车速传感器是霍尔式,其信号形式为脉冲频率式,因此可以用红表笔接信号线插脚,人为地输入脉冲频率信号 30Hz 到信号线,黑表笔接地,此时里程表启动,当频率加到 100Hz 以上时,表针指示满量程。这说明从插头到线路再到表均正常,问题在传感器。

(7) 替代法 替代法就是对于可疑传感器,通过试换的方法来查找故障,又称试换法。

替代法可确定故障部位或缩小故障范围,但不一定能确定故障原因。在检修传感器时,最好使用相同车型、相同年款、相同型号、相同规格的传感器,暂时替代有疑问的传感器。替代后如故障现象消失,说明该故障并不是传感器而引起的,故障在其他部分。

使用替代法检验传感器的好坏,简单又直接,但要求有一定的维修经验和可以用来替换的正常的传感器。替换时需要注意两点:一是不能用不同输出特性的传感器来替代,容易引起错误判断;二是不要绝对地认为新的零件就是好的零件,最终导致误判,因为有的新零件本身就是坏的。

2. 传感器检测顺序 在检测传感器时,应该按照以下检测顺序进行,见表 1-4。

表 1-4 传感器检测顺序

类别	说明
征兆判断	推断可能发生故障的部位
解码器检测	确认被怀疑的传感器在解码器中是否有故障码,并在数据流中加以强化判断
传感器周围的检查	为防止不是因为传感器本身故障而导致的传感器误判,首先要对怀疑的传感器部位进行外部检查,看是否有短路、断路、脏污、脱开、连线、水泡、腐蚀、氧化、接触不良、传感器变形等情况
外部电压、搭铁及线束导通的检查	为防止无源传感器由于没有供给电源而导致不能正常工作,首先要对外部电源进行检查。例如,霍尔式曲轴位置传感器如果没有 12V 或 5V 电压的供给,传感器是不会有信号输出的。如果电源和搭铁不正常,就要溯本求源,检查线路
本体检查	主要是外观检查和电阻检查,不用连接外部电路。针对能够进行电阻测量的传感器,如可变电阻式传感器、磁电式传感器,可以直接进行电阻的测量。例如,轮速传感器电阻检查可以关闭点火开关,拔下传感器连接器,检查前后轮的轮速传感器端子电阻,应均为 1.0~13kΩ。同样,节气门位置传感器、磁电式曲轴位置传感器的电阻和电阻变化的平稳性,可以用万用表的电阻挡直接测量,从而判断传感器是否正常
输出信号检查	<p>输出信号检查主要是将传感器连接到外部经检查已经是正常的线路中,或是额外提高传感器工作条件,来对传感器输出信号进行检查的过程。输出信号检查,应该是检测结果比电阻检查更前进了一步。这是因为电脑要接收的就是输出的信号,而不是传感器本身的电阻。传感器本身电阻正常,但输出的信号不一定正常</p> <p>因此,不论是有源传感器,还是无源传感器,都可以在模拟工作状况下,进行输出信号检查。需要说明的是,无源传感器必须在正确供给工作电源的情况下,才可以对传感器输出信号进行检测。输出信号的检查可以使用万用表的电压挡或电流挡进行,但使用汽车专用万用表对输出信号只是进行简单的判断,更精确地判断输出信号可以使用示波器来进行</p> <p>①模拟直流信号:如节气门位置传感器,用汽车专用万用表直流电压量程检测即可满足要求</p> <p>②模拟交流信号:ABS 轮速传感器、磁电式曲轴位置传感器,用汽车专用万用表交流电压量程检测即可满足要求</p> <p>③脉冲脉宽调制信号/频率调制信号(电子信号):虽然可以使用万用表,但结果不够准确,要想看清具体的变化过程,必须使用示波器</p> <p>例如,三菱汽车用的卡门涡流式空气流量传感器,在怠速时,输出信号为 2.2~3.2V,此电压为频率调制信号的平均电压,但用示波器可以很方便地看出空气流量传感器信号的频率和幅值是否符合规定</p>

续表

类别	说 明
维修与更换	对传感器进行以上检查后,可以基本确定其好坏。更换传感器时,要严格按照操作规程操作,切忌蛮干。要关闭点火开关,不可带电操作,否则容易损坏其他电子部件。安装时要轻拿轻放 维修与更换传感器后,要切记用解码器清除故障码并重新试车,模拟故障出现状况,如果在试车过程中故障现象没有重复出现,检查故障码也没有重新出现,说明判断准确,安装正确,传感器检修操作完成

### 3. 传感器检测顺序注意事项

① 除在测试过程中特殊指明外,不能用指针式万用表测试 ECU 及传感器,应使用高阻抗数字式万用表或汽车专用万用表进行测试。禁止使用“划火法”检查晶体管电路的通、断状况。不要用普通试灯去测试任何和 ECU 相连接的电气装置,以防止晶体管损坏,脉冲电路应采用 LED 灯或示波器进行检查。

② 在拆卸或安装电感性传感器时,应将点火开关断开(OFF),以防止其自感电动势损伤 ECU 和产生新的故障。

③ 在车身上进行电弧焊时,应先断开 ECU 电源。在靠近 ECU 或传感器的地方进行车身修理作业时,更应特别注意。

④ ECU 和传感器必须防止受潮。不允许将电脑或传感器的密封装置损坏,更不允许用水冲洗。ECU 必须防止受剧烈振动。

⑤ 电控系统中,故障多的不是 ECU、传感器和执行部件,而是连接器。连接器常会因松旷、脱焊、烧蚀、锈蚀和脏污而接触不良或瞬时短路,因此当出现故障时不要轻易地更换电子器件,而应首先检查连接器的状况。

⑥ 断开蓄电池时需注意以下几点:一是必须关闭点火开关,如果在点火开关接通的状态下断开蓄电池连接,电路中的自感电动势对电子元器件会有击穿的危险;二是检查自诊断故障码是否存在,若有故障码,应记下故障码后再断开蓄电池;三是断开蓄电池前,应牢记带防盗码的音响设备的编码,否则在下次使用中,音响系统自锁会影响使用。

⑦ 蓄电池搭铁极性切不可接错,必须使负极搭铁。严禁在发动机高速转动时将蓄电池从电路中断开,以防产生瞬时过电压将 ECU 和传感器损坏。

⑧ 跨接启动其他车辆或用其他车辆跨接本车时,需先关闭点火开关,才能拆装跨接线。

⑨ 在点火开关接通的情况下,不要进行断开任何电气设备的操作,以免电路中产生的感应电动势损坏电子元件。

⑩ ECU 有学习功能,但 ECU 的电源电路一旦被切断(如拆下蓄电池)后,它在发动机运行过程中存储的数据会消失,因此,蓄电池断开后要装复。如果出现发动机工作状态不如以前的现象,先不要随便更换零部件,因为这种情况可能是蓄电池断开后 ECU 中的学习修正记忆消除的缘故。因为 ECU 根据系统实际情况进行的学习修正与根据厂家存储在只读存储器(ROM)中的数据进行控制,相比起来发动机工作状态会有差异。如果是此种原因,待发动机运行一段时间后,ECU 会自动建立修正记忆。如果想让 ECU 完全“恢复记忆”,则需通过在不同工况下的路试让 ECU 重新学习,发动机工作的不良状况会自动消失。

⑪ 注意检查搭铁线的状况,其电阻值一般不应大于  $1.5\Omega$ 。

⑫ 带有安全气囊系统的汽车,对安全气囊进行检修时,如果操作不当,将会使安全气囊意外张开,因此必须严格按程序进行操作。对安全气囊进行检修作业时,先将点火开关置于关闭位置,断开蓄电池负极,等待 90s 再进行操作,以免发生意外。

⑬ 检修氧传感器时,要注意不要让氧传感器跌落碰撞到其他物体,不要用水冷却。换氧传感器时,一定要用专用的防粘胶液刷涂螺纹,以免下次拆卸困难。

⑭ 某些故障报警灯的功率不得随意改变,否则会出现异常情况。

⑮ 注意屏蔽线。对于电磁式凸轮轴位置传感器输出信号情况，仅通过测量电压或电阻来确定其好坏是不全面的。有很多电磁式传感器，测量其电阻和电压都正常，但线路屏蔽不好也会导致故障。

## （二）电控单元的检测方法与步骤

1. 电控单元的外部电路检测方法与步骤 对于电控单元，有的安装在驾驶室内，有的安装在发动机室中。在断定相关传感器、执行器、线束、插接器及其他系统零部件功能正常的情况下，出现以下情况就是电控单元有故障：系统无法与外界通信；防盗锁死；无法接收传感器信号等。主要原因是发电机调节器故障，输出电压过高，造成电控单元损坏或电控单元内部驱动器损坏，使驱动执行机构不工作等。

（1）用万用表检测电控单元端子的电压和电阻时的注意事项

① 在检测前，应先检查汽车电控单元系统及其他电气系统的熔断器、熔丝及有关的线束插头是否良好。在点火开关处于开启位置时，蓄电池电压应不低于11V，过低的蓄电池电压会影响测量结果。

② 必须使用高阻抗的万用表（阻抗应大于 $10\text{M}\Omega/\text{V}$ ），低阻抗的万用表会损坏电控单元。最好使用汽车专用万用表进行检测。如图1-6和图1-7所示，必须在电控单元和线束插接器处于连接的状态下测量电控单元各端子的电压，并且万用表的测试笔应从线束插头的导线一侧插入测量电控单元各端子的电压，如刺破导线的绝缘外皮可能导致电路接触不良或间歇性故障。

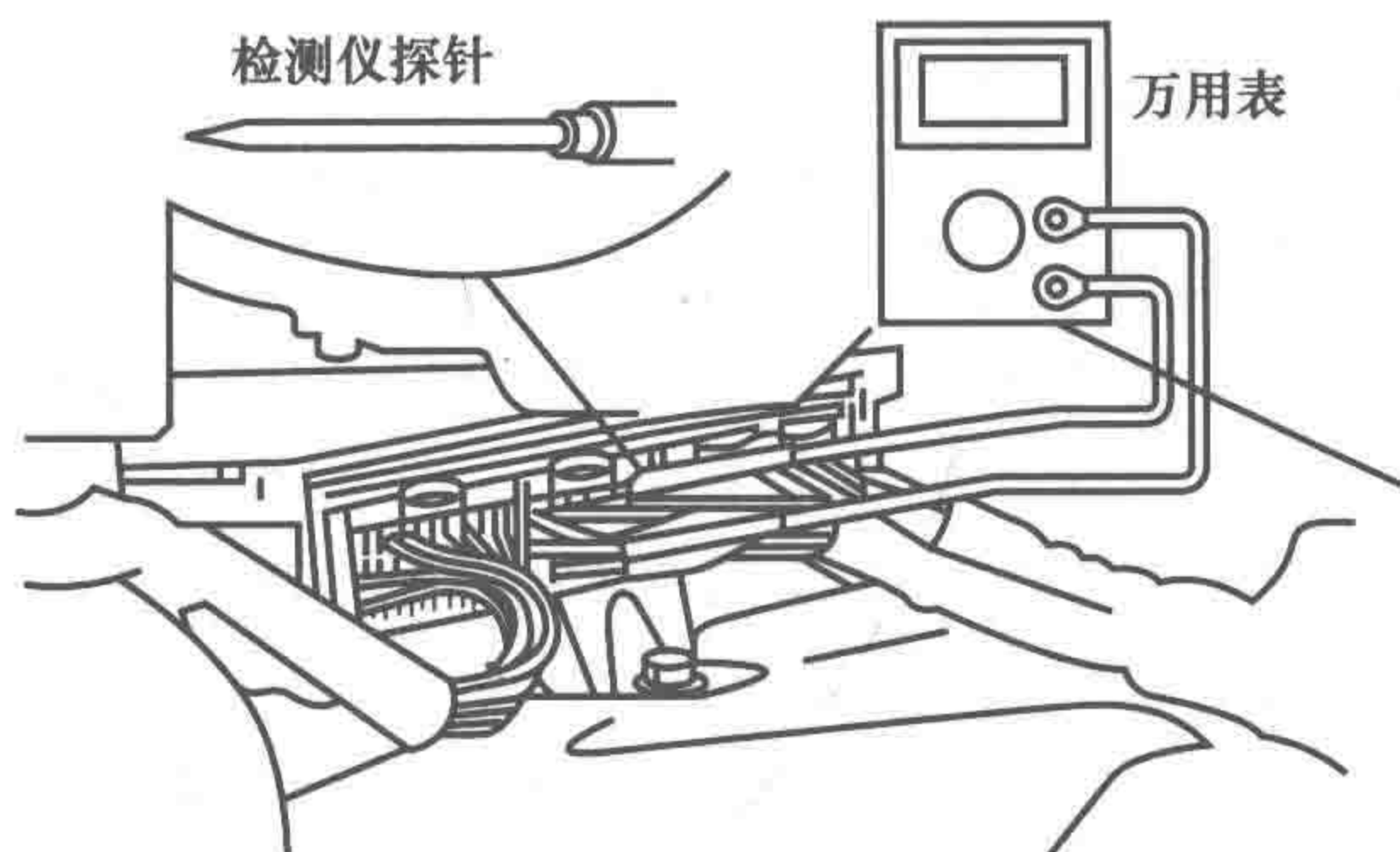


图 1-6 测量电控单元各端子的电压

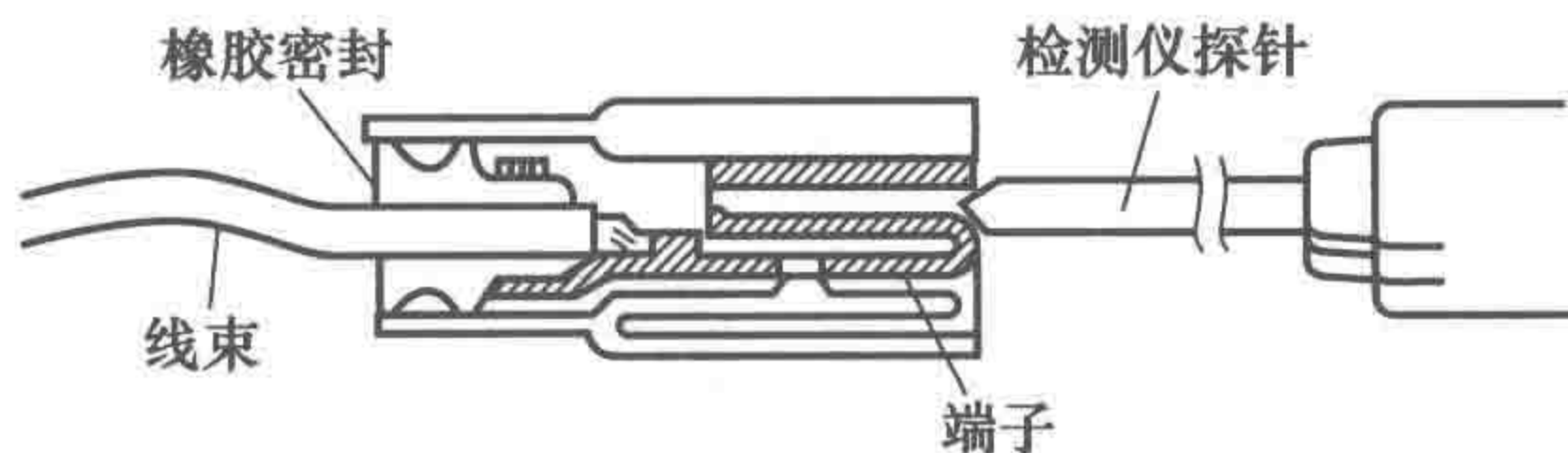


图 1-7 用探针测量插头端子

③ 不可在未拔下电控单元的线束与插接器的状态下，直接测量电控单元各端子的电阻，否则会损坏电控单元。若要拔下电控单元的线束插接器测量各控制线路，则应先拆下蓄电池负极搭铁线。不可在蓄电池连接完好的状态下拔下电控单元的线束插接器，否则可能损坏电控单元。

④ 在检测时，应先将电控单元连同线束一同拆下，在线束插接器处于连接的状态下，分别在点火开关关闭、开启及发动机运转状态下测量电控单元各端子与搭铁端子之间的电压。也可以拔下电控单元线束插接器，测量各控制线路的电阻，从而确定控制线路是否正常。

⑤ 如图1-8所示，连接电控单元线束插头时，将拨杆推到底，以便可靠地锁紧；在从电控单元上连接或断开针状端口时，小心不要损坏针状端口（图1-9）。要确认电控单元上的针状端口没有弯曲或断裂。如图1-10所示，使用电路测试仪测量电控单元信号时，绝对不要使测试笔搭接，测试笔的意外搭接将会导致短路，损坏电控单元内的功率晶体管。

（2）电控单元端子电压和端子间电阻的测量方法与步骤

① 电控单元端子电压的测量方法与步骤

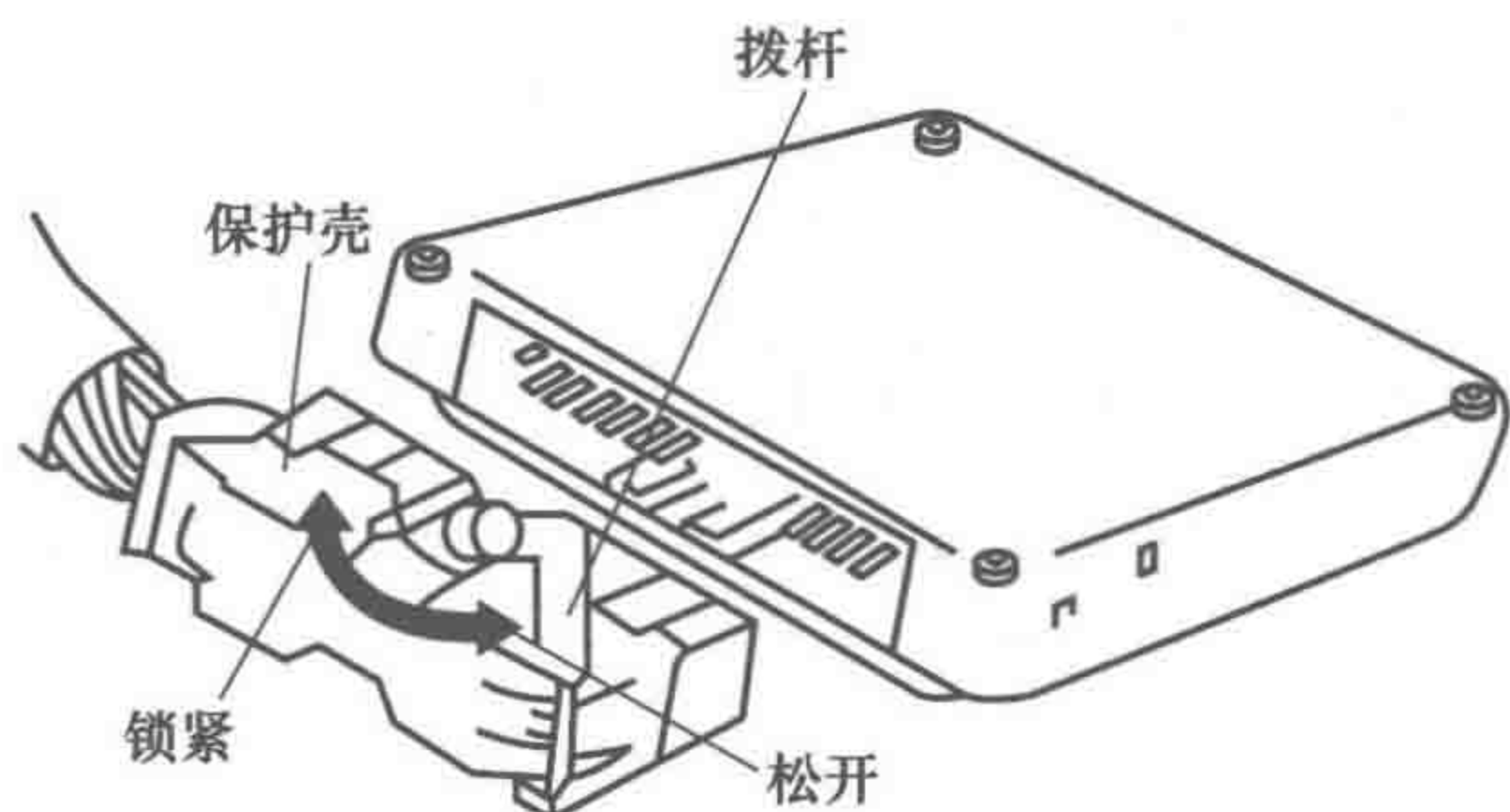


图 1-8 连接电控单元线束插头

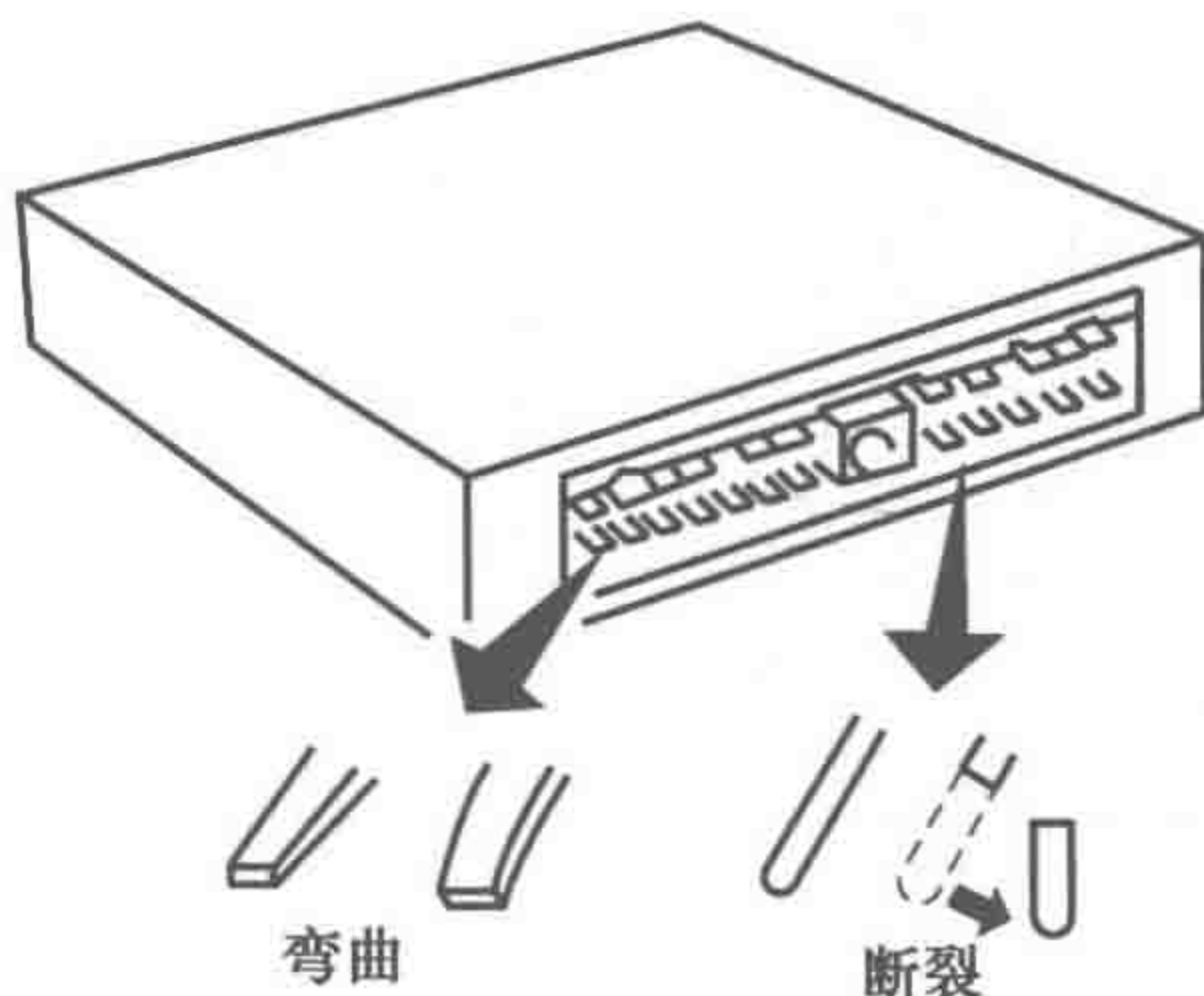


图 1-9 检查针状端口

a. 用万用表检测蓄电池的电压，应大于或等于 11V，否则充电后再测量。

b. 从汽车上拆下电控单元，但保持线束插接器与电控单元处于连接状态（即不拔下线束）。

c. 将点火开关置于 ON 位置。

d. 将万用表置于电压挡。

e. 依次将万用表测试笔从线束插头的导线一侧插入，测量电控单元各端子与搭铁端子之间的电压。

f. 记录各端子与搭铁端子间的电压值，并与标准检测数据相比较，若测得的电压与标准值不符，则说明电控单元或控制线路有故障。

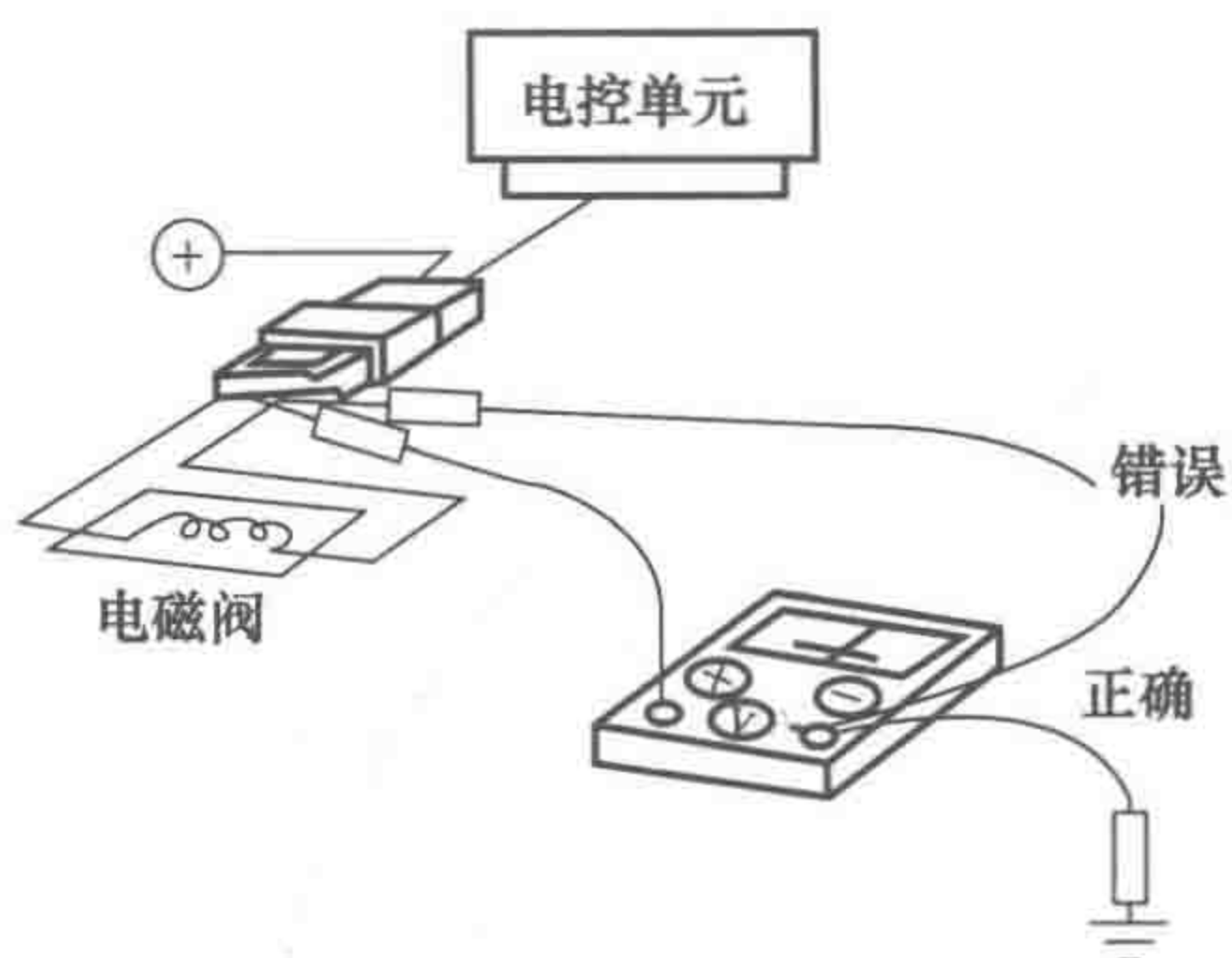


图 1-10 测量电控单元端子

② 电控单元端子间电阻的测量方法与步骤

a. 从汽车上拆下电控单元。

b. 如图 1-11 所示，拔下线束插接器。

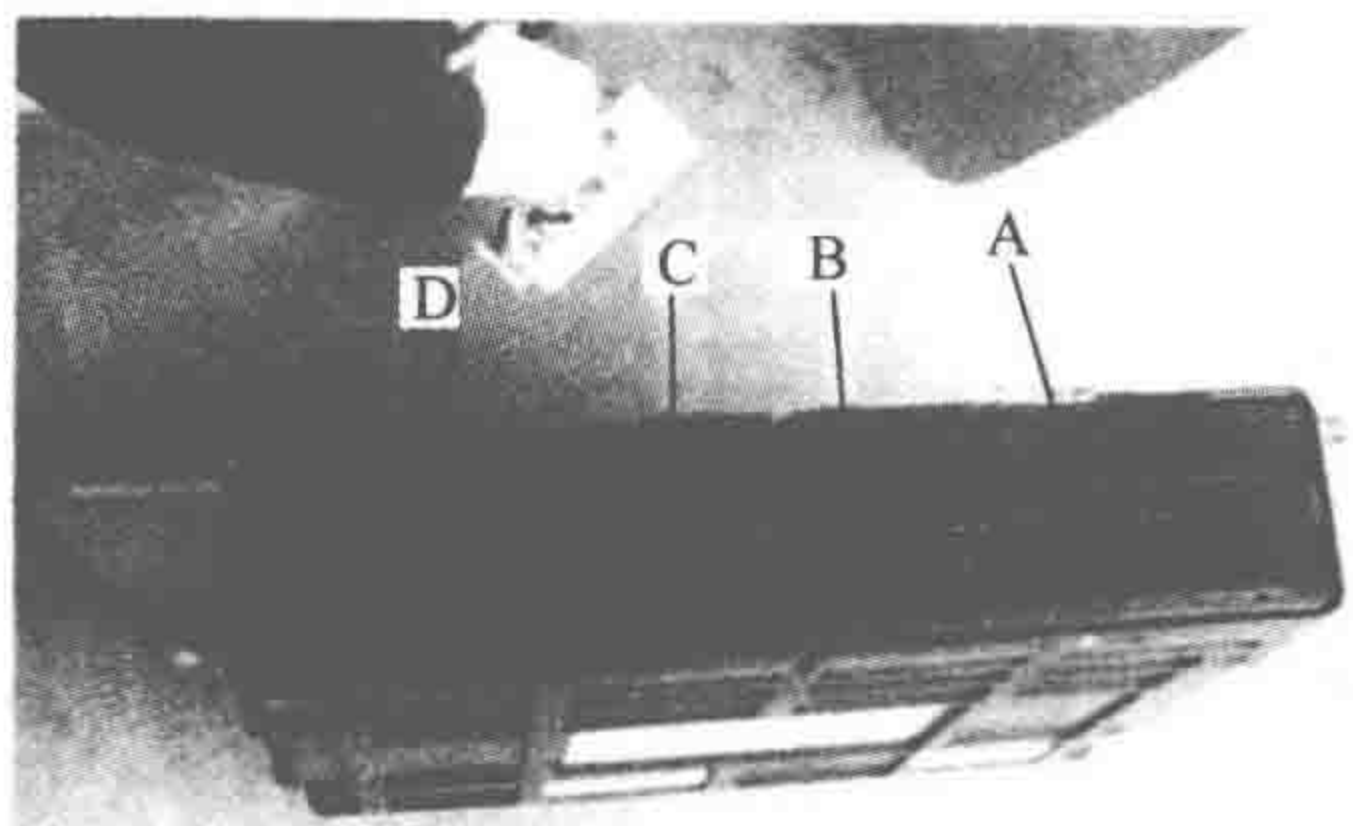
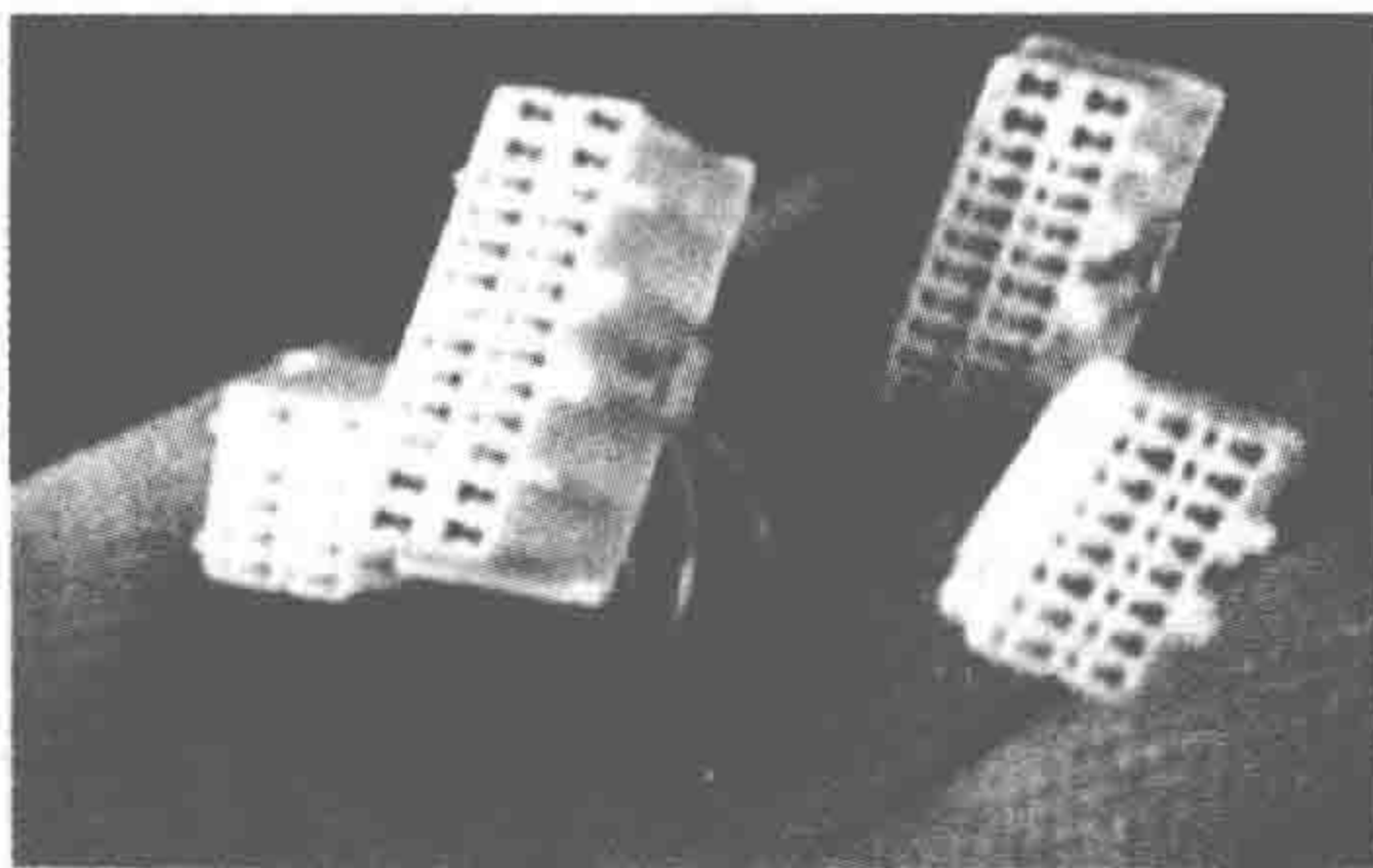


图 1-11 电控单元各区端子



c. 参照电控单元各端子的分布图（图 1-12），用万用表电阻挡测量导线插接器各端子间的电阻值（注意：不要触碰电控单元的接线端子，应将测试笔从导线侧插入导线插接器中）。

d. 记录所测电阻值，并与标准检测数据相比较，从而确定电控单元控制线路是否正常。

若通过上述检查确认电控单元有故障，也不可轻易废弃它，应通过总成互换的方法再次确定是否真的是电控单元损坏，互换时须注意将怀疑有故障的电控单元安装在没有故障的车上。

2. 电控单元内部电路的初步检修方法 电控单元损坏，多数情况下是能够维修的。因为电控单元损坏多数是因检测或使用不当引起的二极管、晶体管、电容、电阻的损坏，而这些元器件是通用标准件，市场上可购得，只要熟悉电子电路维修技术就可以更换。但电控单



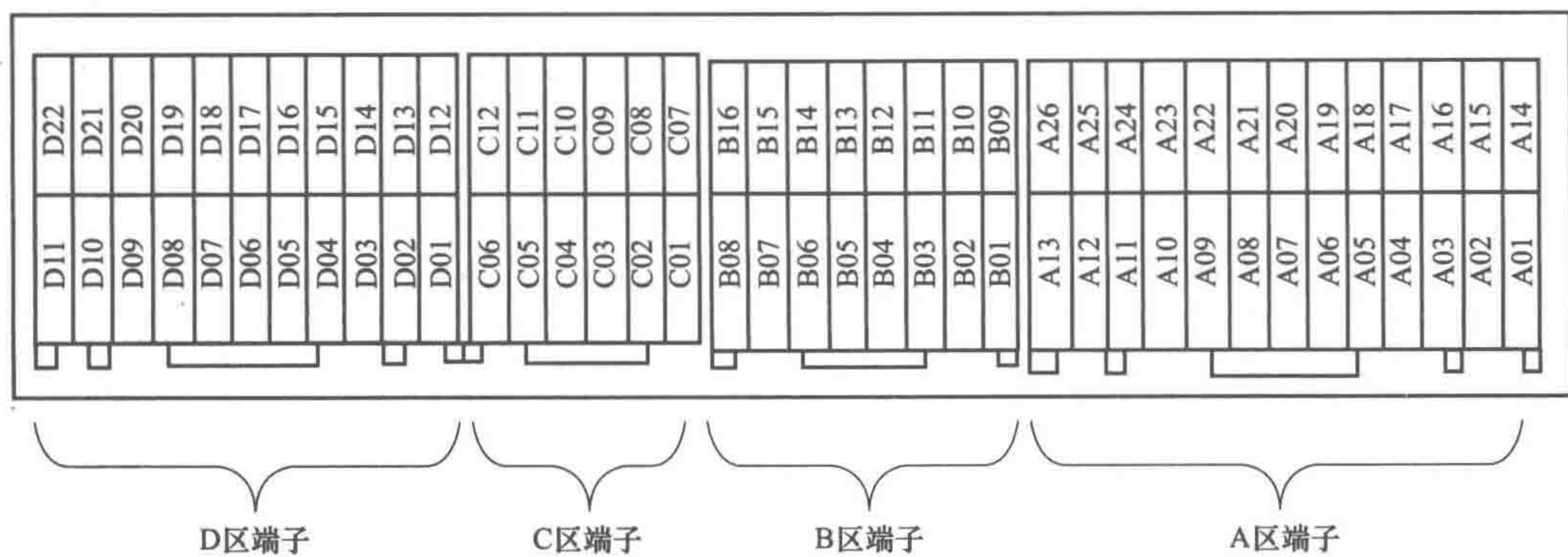


图 1-12 电控单元各端子的分布图

元中的专用集成电路或 PROM 等损坏是无法维修的。

在动手检修电控单元之前，要先对电控单元的控制电路（即外电路）进行检查，排除电路中的故障。因为在外电路中存在故障的情况下，易对电控单元进行误修，即使修好了或是买回了一块新电路板，装上去一用又会因外电路的故障而再次损坏。例如，一辆皇冠 2.8 轿车由右侧驾驶改为左侧驾驶后，发动机不能启动，经过几名电工多次检查均未查出问题，便怀疑是电控单元损坏，但不敢断定。后经检查外电路，发现发动机电控单元线束中有两根颜色和线径均相同的线，一条通至节气门位置传感器，另一条通至点火放大器，因此怀疑这两条线有可能因颜色和粗细的相同而接错。打开电控单元盒，查看与这两条线相连的电控单元插脚在电路板上的缩写符号，发现一个是“IDL”，另一个是“IGL”，且“IDL”通向点火放大器，而“IGL”通向节气门位置传感器。至此，可以判定这两条线接反了，应相互交换。将这两条线交换接通后试车，发动机运转正常。

外围电路故障排除后，如果确定是电控单元损坏，可对电路板进行检修。下面就实际工作中的常见故障及其修理方法进行介绍（表 1-5）。

表 1-5 电控单元内部电路常见故障及其修理方法

类别	说明
电控单元电源部分故障	一般是因为就车充电时，充电机电压调整过高，或极性接反，或充电的同时打开点火开关，甚至启动发动机，或发动机在运转过程中，电池插头松脱造成发电机直接给电控单元供电等造成的。这种情况一般会烧坏大功率稳压二极管等元器件，更换即可，比较容易修复
输入/输出部分故障	一般是放大电路元器件烧坏，有时伴随着电路板上覆铜线条烧断。例如，某修理厂在对一辆雪佛兰轿车翻新烤漆后，发现发动机不能启动，且如果打开点火开关时间较长，汽油会从排气管、油底壳等处溢出来。打开点火开关后，发现 6 个喷油器全部处于全开状态，汽油直接从喷油器流入气缸，流满后溢出，检查外电路，并未发现问题，可以断定是电控单元中的输出控制有故障。打开电控单元盒发现，对喷油器控制信号进行放大的一个大功率晶体管已经击穿短路，造成了喷油器通电即处于常开状态。更换一个相似型号的晶体管并清理更换发动机机油后，发动机即可正常运转
存储器部分故障	可消除编程存储器(EPROM 或 EEPROM)出现问题，可进行更换，需找一个已知良好的带有程序内容的存储器芯片，再买一个同型号的空白芯片，通过读写器，从原芯片中读出程序，再写入到空白芯片中，复制出新的芯片，再将新的芯片装入电控单元。但一般汽车厂家都规定了最多只能复制 3~7 次，次数超过后就不能再使用，也有的厂家通过加密手段使芯片一次也不能复制。对于大众系列的汽车，可用原厂仪器对电控单元进行程序更换，或对空白芯片进行程序写入
特殊故障	被水浸过的车辆，电路板会出现腐蚀，造成元器件引脚断路、粘连或元器件损坏，可逐一检查修复或更换元器件。例如，某修理厂接修一辆凯迪拉克轿车，故障现象如下：发动机正常运转时，如果开、闭前照灯或其他电器设备就会出现排气管“放炮”的现象，严重时可将排气管炸裂。经检查发现，外电路并无问题，怀疑电控单元有故障，打开电控单元盒仔细检测，发现有一处搭铁线因腐蚀而断路，此搭铁线正是氧传感器的信号屏蔽线通过电控单元内部搭铁的位置，因断路使屏蔽失效，而造成氧传感器信号受到其他电器的干扰所致，用锡焊接通后，即恢复正常