



汽车高职高专、维修技师与高级工培训教材

# 汽车

## 电子控制技术和 车内局域网

主编 吴浩珪

要升级，就需不断“充电”！



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

汽车高职高专、维修技师与高级工培训教材

# 汽车电子控制技术和车内局域网

主 编 吴诒珪

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书简要介绍汽车基本总成,汽车主要使用性能,汽车电子控制单元(ECU)基本组成、原理和功能,以及利用电子控制技术对汽车基本部件、总成的控制原理;分析各部件总成的调节控制对汽车使用性能的影响和故障诊断、应急处理方法;讨论计算机局域网技术在汽车上的应用。本书可作为汽车高职高专、维修技师与高级工技能培训教材,也可供大学本、专科和中专技校汽车专业师生及工程技术人员作教材或参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制技术和车内局域网 / 吴浩珪主编. —北京: 电子工业出版社, 2003.7  
ISBN 7-5053-8876-2

I. 汽… II. 吴… III. ①汽车—电子控制—技术 ②汽车—局部网络 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 055748 号

责任编辑: 张玉栋 马文哲 特约编辑: 陈良淦

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×980 1/16 印张: 16.75 字数: 337 千字

版 次: 2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 25.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077

# 前 言

汽车是人们普遍使用的交通工具,也是技术密集和资本密集的工业产品。几乎所有重要的经济强国都以汽车工业为支柱产业。人类社会的科技成果都很快地在汽车产业中应用,汽车的技术水平是一个国家科技水平的主要标志之一。2002 年我国汽车产销量超 300 万辆,已处在美、日、德 3 个第一组团之后,第二组团国家的前列。有专家预测未来一二年内我国汽车产销量会达到第二组团的前茅。但是我国人均汽车拥有量还远远低于世界平均水平,今后 3~5 年内我国必定仍处于汽车超高速发展阶段。急剧的高性能汽车增长的速度和相应的合理使用、正确维护技术水平的提高存在着相当明显的差距。编写此书希望在掌握先进汽车维护技术方面给读者提供帮助。

尽管现代汽车综合应用了许多先进技术成果,如最有代表性的机电一体化控制技术、计算机控制技术和数字网络通信技术,但这些技术并没有改变汽车基本总成和性能,而仅仅是对原有汽车总成部件性能的完善和提高而已。汽车产生近 120 年来,以内燃机为动力,经变速、传动系驱动车轮,加上转向、制动系构成汽车底盘,装上车身成汽车这种主要格局不变就足以说明。任何新技术的应用都是为提高汽车各部件、总成性能服务,为提高汽车使用性能服务。掌握汽车新技术必须以了解汽车各部件、总成的性能与汽车总体性能的关系为线索,在研究提高各总成部件性能的基础上使之协调优化,才能提高汽车使用性能。按这一思路编写的目的是希望读者对汽车新技术发展有更实质、更全面的了解。

汽车高速发展需要大量维护和使用知识,考虑目前实际,结合编者长期在高等学校从事汽车科研、教学和技术培训的经验,在编写过程中尽量避免过分严密论证推理,介绍必不可少的概念术语时,选取应用实例进行原理说明,以利具有相当高中以上文化程度的读者学习理解。

在编写过程中得到广州丰田、本田、宝马汽车维修服务中心的工程师和其他提供参考资料的技术人员的帮助,我们深表谢意。王继承硕士为本书电子稿件付出辛勤劳动,张玉栋编辑给予热心鼓励和大力帮助,才能使此书顺利出版,谨向他们致谢。

本书由吴诒珪主编并编撰第 1、4、7、9 章,李熙亚编第 2、3 章,黄榕清编第 5 章,陈炳坤编第 6 章,吴思光编第 8 章。限于编者水平,错漏之处敬请指正。

编 者

2003 年 3 月于华南理工大学交通学院

生器的电雷管。SRS 的 ECU 有调节自身状态的电路及自诊断功能。自诊断功能指能控制气囊状态指示灯和故障代码存储单元的工作状态。ECU 内部结构如图 5-16(a)所示。

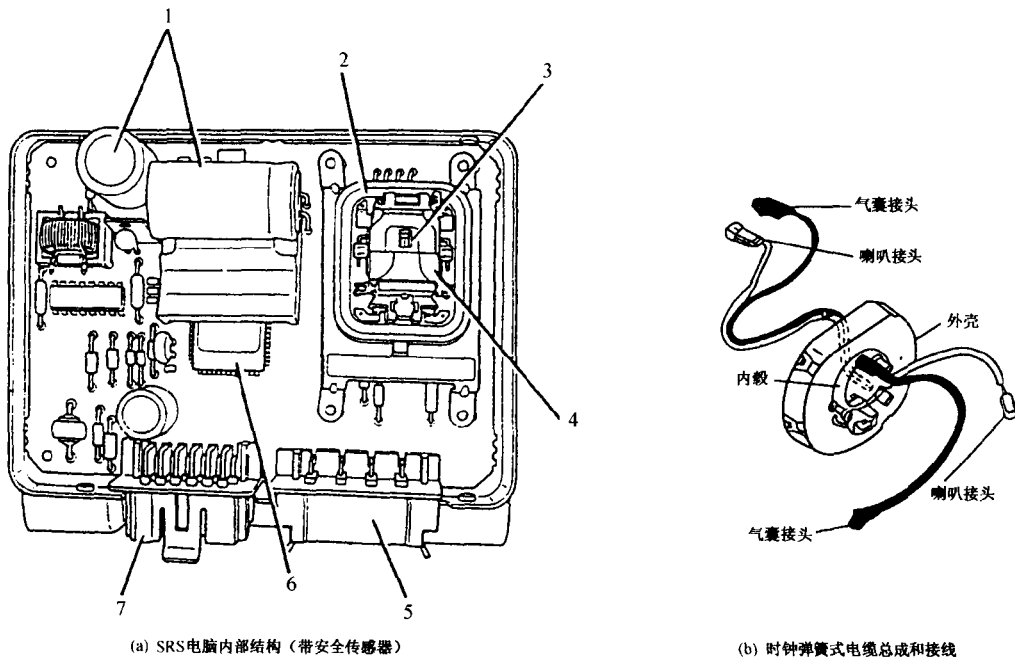


图 5-16 SRS 的 ECU 内部结构和转向盘线盘

1-电容; 2-安全传感器; 3-传感器触点; 4-传感器平衡块; 5-4 路连接器; 6-逻辑模块; 7-13 路连接器

转向盘内装的电缆一端接来线, 另一端接气囊接头, 中心部分是 1 个可绕转向盘转 6 圈的盘形带状导体。当转向盘顺时针转动, 内轂卷紧带状导体; 转向盘逆时针转动是将带状导体放松。转向线盘结构如图 5-16(b)所示。安装时, 务必将转向线盘电缆装于转向盘中心部位, 并扎牢防止其移动。

SRS 的警示灯反映系统的工作状态。通常表现为当点火开关置“ON”, SRS 警示灯亮 6~8s 后熄灭, 表示系统正常。若 SRS 警示灯一直不亮, 或不停闪烁, 说明 SRS 存在故障。

为保证 SRS 系统点火器有可靠电源, SRS 采用双电源系统。平时用电容器蓄能提供充足的引爆电雷管的电能。电容器电量可满足断电 6s 内工作的需要, 汽车蓄电池作为备用电源, 也可以必要时向 SRS 供电。

为防止安装时不慎使点火器通电 (误爆), SRS 系统电路在装车配线时点火器和转向线盘电缆引线接头内部装有短路棒。当点火器插头拔出, 短路棒将点火器两接线柱短

路，防止偶然失误给点火器供电而引爆电雷管。

图 5-17 介绍广州—本田 ACCORD 的 SRS 系统组成。

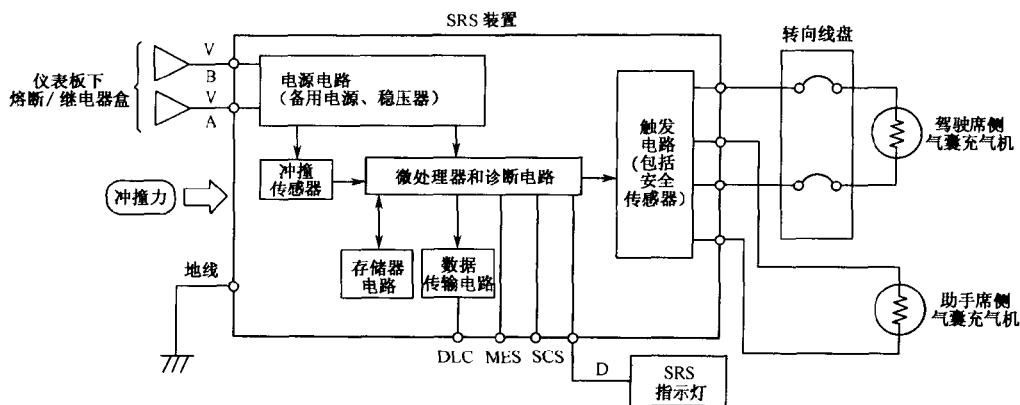


图 5-17 广州—本田 ACCORD 安全气囊系统组成

### 3. SRS 传感器

安全气囊系统传感器按功能划分有碰撞传感器和安全传感器两类；按安装位置划分有前方碰撞传感器和中央碰撞传感器；按结构原理划分又分为机械式（如偏心锤式、滚球式）、压电式、水银式等。

#### (1) 机械式传感器

机械式传感器的原理是，利用集中质量的锤（或滚球）在一定减速度  $a$  条件下产生的惯性力  $f$ ，因该力克服约束力离开原固定的位置，使电路导通，并逐步导致安全气囊投入动作。锤或滚球的惯性力  $f$  的计算式如下：

$$f = ma \quad (5-5)$$

式中  $f$ ——惯性力，单位为  $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ ；

$m$ ——锤或滚球的质量，单位为  $\text{kg}$ ；

$a$ ——减速度，单位为  $\text{m/s}^2$ 。

图 5-18 为偏心锤式传感器结构简图。无碰撞时扭力弹簧将重锤 3、触头 6、12、14 固定于止点处，传感器没触发电信号给电子控制器。当惯性力  $f$  产生的偏心转矩克服扭力弹簧阻力矩时，偏心锤带动触桥 5 转动，使动静触头接合，向电子控制单元发出接通信号。

图 5-19 为钢球式（机械）传感器结构及工作原理简图。正常行驶时钢球被偏置磁力固定在内园柱形筒内的一端，当撞车减速度  $a$  产生的惯性力  $ma$  能克服磁力，则钢珠在圆筒内滚向另一端，由于钢球是导体使此端触头导通，向电子控制单元发出接通信号。

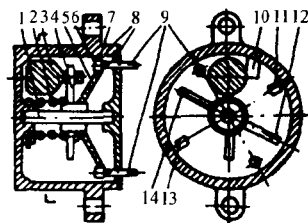


图 5-18 偏心锤式传感器结构

1-偏心轴；2-扭力弹簧；3-偏心锤；4-转盘；5-触桥；6、12、14-动触头；

7、11、13-静触头；8-外壳；9-引出端；10-止位块

机械式传感器利用惯性力的大小产生接通信号，要求触发减速度  $a$  一定要大于正常制动或偶然冲击所能产生的惯性力。精心调整集中质量的锁止力的大小，就可以防止误动作。

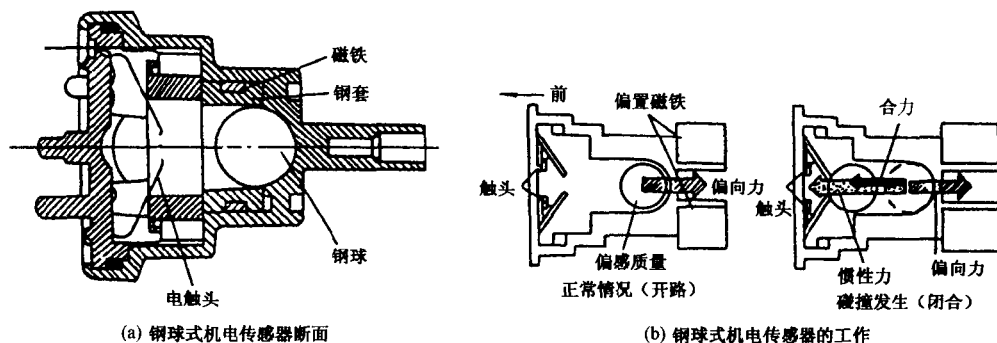


图 5-19 钢球式传感器结构及工作原理简图

## (2) 应变片式中央碰撞传感器

半导体应变片传感器，因应变灵敏度系数  $k$  值高 (100-150)、稳定性好，使用广泛。其结构及原理如图 5-20 所示。当撞车时，应变片 3 受悬臂惯性力作用发生弯曲，而产生了电桥电阻变化  $\Delta R$ ，电阻值变化率与应变  $\varepsilon$  成正比：

$$\frac{\Delta R}{R_s} = K\varepsilon \quad (5-6)$$

式中  $\Delta R$ ——应变引起阻值变化，单位为  $\Omega$ ；

$R_s$ ——原半导体应变片标准温度下阻值，单位为  $\Omega$ ；

$K$ ——应变灵敏敏感系数；

$\varepsilon$ ——应变变量。

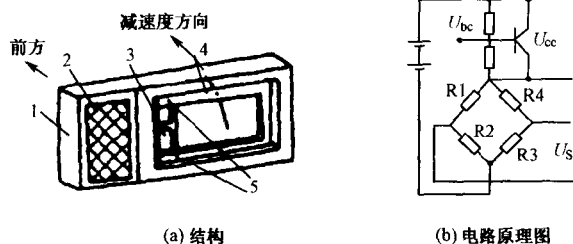


图 5-20 应变片式碰撞传感器结构原理简图

1-传感器架；2-动态应变仪；3-(半导体)应变片；4-悬臂架；5-悬臂

由于半导体应变片传感器输出特性受温度影响大，应设计温度补偿电路。传感器必须有稳压电源，才能使电阻变化与输出电压信号电压保持线性。电阻变化使电桥有输入电压  $U_{in}$ ，输出电压  $U_S$ ，则能使：

$$U_S = KU_{in} \quad (5-7)$$

### (3) 水银式安全传感器

为防止气囊误动作，在电子控制器电路上串联一个水银式安全传感器。其结构如图 5-21 所示。当发生真正碰撞时，足够大的减速度将水银从传感器底部溅到顶部，使触头闭合电雷管电路导通，不然即使中央传感器或前方传感器发出接通信号，电雷管也不引爆。

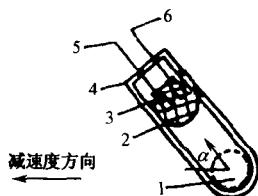


图 5-21 水银式安全碰撞传感器

1-水银（正常位置）；2-水银（碰撞时的位置）；3-触头；4-外壳；5-接电源；6-接电雷管

## 4. 气体发生器

安全气囊常用气体发生器结构如图 5-22 所示。通常气体发生器用轻金属铝制作外壳，内装能产生无毒氮气的化学药品——发气剂。电子点火器（也称电雷管）接收到经电子控制单元分析并确认的汽车发生碰撞的信号，电雷管获得足够电能被引爆，使器内氮化钠（Sodium Azide）和氧化铜（Copper Oxide）剧烈反应产生高温的氮气，氮气经

增压过滤器降温过滤后迅速流入气囊，冲破气囊盖模件，膨胀展开。电子点火器也称电雷管，其结构见图 5-23。

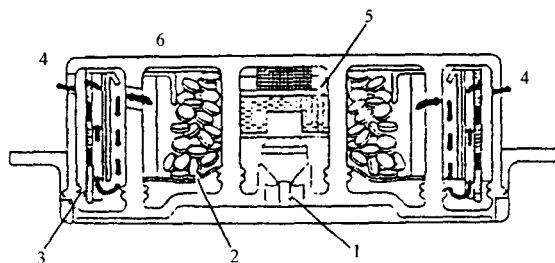


图 5-22 气体发生器结构简图

1-点火器；2-迭氮化钠；3-增压过滤器；4-到气囊的出口；5-点火剂；6-充气泵壳体

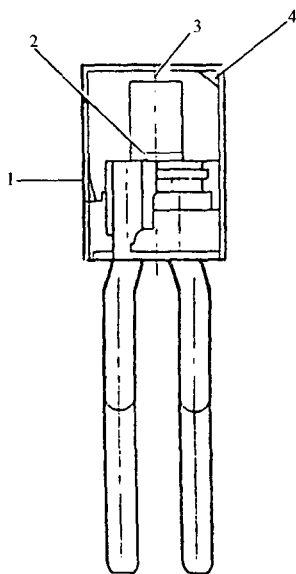


图 5-23 电子点火器（电雷管）结构简图

1-壳体；2-电桥导线；3-点火剂出口；4-点火剂固定器

有另外一种称复合式气体发生器，由一般气体发生器和压缩氩气容器共同向气囊充气，后一压缩气体膨胀需要吸收的热量由前一化学反应产生热量来补偿平衡。

## 5. 使用安全气囊注意事项

由于安全气囊在极短的时间内膨胀展开，当气囊展开时其最大冲击力达到数千牛顿，即使系统正常工作，气囊打开造成乘员的伤亡偶有发生，原因在于碰撞的强度特别大，也和乘员与车内物体相对距离并非处在产生最有效保护范围之内有关。所以，使用安全气囊时要注意以下几点：

(1) 千万不能因为有安全气囊而忽视碰撞的危险性。

(2) 认真遵照操作程序进行检查，使用中特别要注意：

① 发生故障，由专业人士检测、维护；

② 不得对有 SRS 系统的汽车电路束随意改装；

③ 驾驶时应与转向盘保持适当的距离，防止气囊展开时伤害面部；

④ 过热、喷灯和焊接，不能接近气体发生器；

⑤ 撞击或无意大力打击或随意摆弄传感器及气囊组件均可能引起安全气囊误触发引爆；

⑥ 强磁电干扰也可以引爆 SRS；

## 6. 废安全气囊处理

过有效期的安全气囊、曾出现重大故障的安全气囊或报废汽车的安全气囊，务必小心处理，不能随意丢弃。因为任何未引爆展开过的安全气囊，在一定条件下仍有爆震伤人的可能。因此对弃用的安全气囊必须放在适当的地方安全引爆。

(1) 废弃汽车 SRS 系统的处理，如图 5-24 所示。

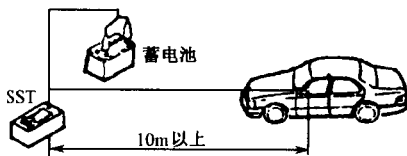


图 5-24 废弃汽车 SRS 安全气囊处理

处理时，应根据生产厂商规定的方法进行，通常的步骤是：

① 置点火开关于“OFF”，拆下电池负极端子电缆等待 20s 以上的时间；

② 装引爆 SRS 专用工具（SST），从车上拆下转向线盘弹簧式连接器，并装接到距车 10m 以上的 SST 的连接器上，关闭安全门窗；

③ 将 SST 的红黑两夹分别夹到蓄电池正负极上，并在确认人员安全的情况下按下 SST 引爆开关，指示灯 LED 亮的同时，安全气囊启爆展开；

④ 引爆展开后再作破坏性处理。

(2) 单独废弃安全气囊系统的处理方法，见图 5-25。

从汽车上拆下 SRS 组件，务必由专业人士按规定程序操作，通常程序如下：

- ① 拆下蓄电池负极电缆端子；
- ② 拔出 SRS 组件与转向线盘弹簧式电缆连接器接头；
- ③ 剪断 SRS 线束，使插头与线束分离；

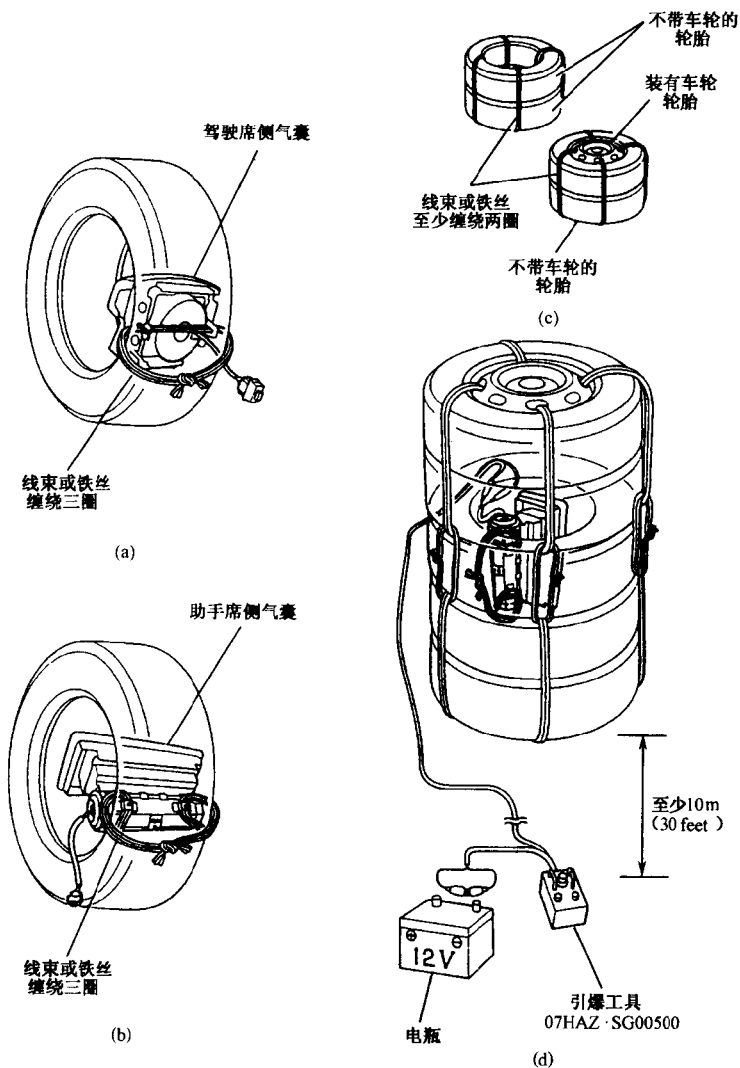


图 5-25 单独废弃安全气囊处理

- ④ 将引爆器接线头与 SRS 气囊组件接头连接;
- ⑤ 将 SRS 气囊组件置于叠起的轮胎当中, 并用足够强度的绳子捆紧;
- ⑥ 引爆器和蓄电池均距引爆器点 10m 以上;
- ⑦ 检查接线是否正确, 指示灯是否亮, 是否能保证安全;
- ⑧ 按下引爆开关, 引爆后将废弃物加以处理。

## 5.4 汽车门锁与防盗

运行汽车门窗锁止机构是否方便可靠, 对汽车的安全性也有影响。因为, 保证汽车不被偷盗, 也可列入汽车安全性的范围。

### 5.4.1 电动门锁概述

为防止未经许可的人进入车内, 起动使用汽车, 任何一部汽车均设有门锁和点火钥匙, 只有获得许可的人才能使用该汽车。最早车内门锁和点火开关锁多用机械式。由于其保密性差, 易仿制, 现门锁已逐渐被电子钥匙式门锁代替。新式的电子钥匙锁多采用遥控形式。有些汽车的点火开关锁, 既可以用红外线电子钥匙打开, 还能遥控起动发动机。

电动门锁机构在设计时, 要保证有充分的可靠性, 通常备有另一套机械式操作机构, 在电动系统故障时可以使用。进行电动门锁设计时要注意: (1)使用方便性——在驾驶员位置上能对其余门锁实现控制; (2)安全性——防止乘坐人员误开车门及防范外来人员入侵。电动门锁在性能方面应该满足以下要求:

- ① 驾驶座处车门, 在车内或车外都能用手柄、按键或钥匙进行开关。
- ② 后车门允许在车内用手柄或按键上锁。

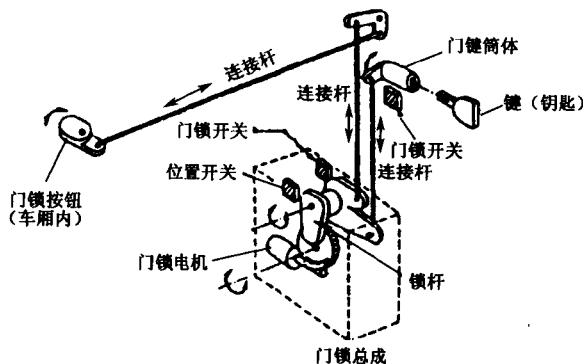


图 5-26 门锁机构动作简图

③ 留匙状态下关门, 车门不能锁死。必须用钥匙才能在车外上锁, 防止车钥匙遗留在车内。

④ 即使电路有故障, 也可以通过机械机构用钥匙上锁。

汽车门锁机构的动作如图 5-26 所示。

## 5.4.2 电子式门锁

### 1. 电子式门锁组成

电子式门锁由控制和执行两部分组成。

#### (1) 控制电路

控制部分由输入、存储、编码、鉴别、防干扰、显示、驱动、报警及保险等单元组成, 其核心是编码和鉴别电路。编码器电路的作用是将输入信号变为二进制或十进制数, 存储到存储单元内。鉴别器电路的任务是将操作中输入的密码与预先设定的密码进行比较后, 输出电信号, 经抗干扰处理后送至驱动和显示单元, 输出电信号。若密码吻合, 发出执行后续任务的信号, 经驱动级放大执行, 如开启车门、起动发动机、起动空调; 若密码不吻合, 有被侵犯的可能, 则发出经驱动级放大显示和报警信号。控制电路的保险装置的作用是当汽车车速超过一定值时, 能发出信号将车门锁止, 保证乘员行车安全。当控制电路失灵时, 可经紧急开启接口直接将车门锁体开启。

#### (2) 执行机构

电子门锁执行机构有两种常见驱动形式: 电磁铁驱动和电机驱动。电磁铁式驱动机构通常有推杆嵌入式线圈和永磁体的偶极电磁线圈构成, 改变线圈电流方向使推杆伸出或缩回, 其结构见图 5-27(a)。电动机驱动机构见图 5-27(b), 利用可逆直流电机正反两个方向转动, 带动齿轮 3 推动齿条 2 前后移动, 实现门锁的开合动作。

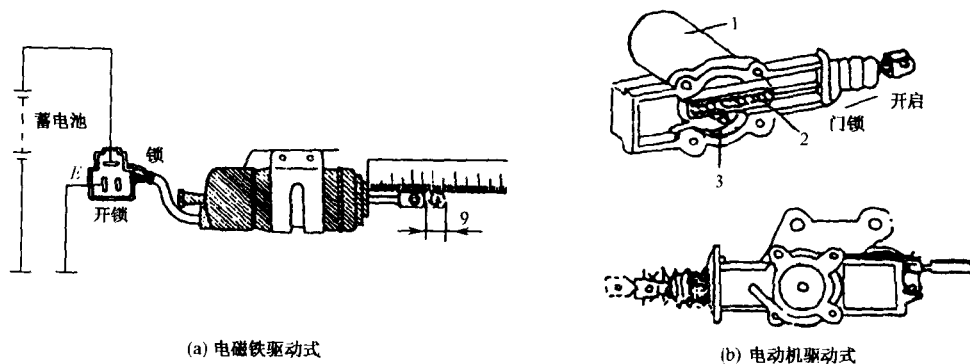


图 5-27 门锁驱动机构

1-可逆式直流电动机; 2-齿条; 3-齿轮

不论电磁铁驱动还是电动机驱动，都存在推杆伸缩是否适当及如何防止驱动电流持续时间过长、线圈过热的问题。限制超时，可防止通电过热。采用计时器控制合适的通电时间。若超时，利用断路器暂时切断电力供应，可保证线圈不会过热损坏。

## 2. 电子式自动门锁控制电路

电动机驱动式电子门锁的控制电路和位置布置分别见图 5-28 和图 5-29。

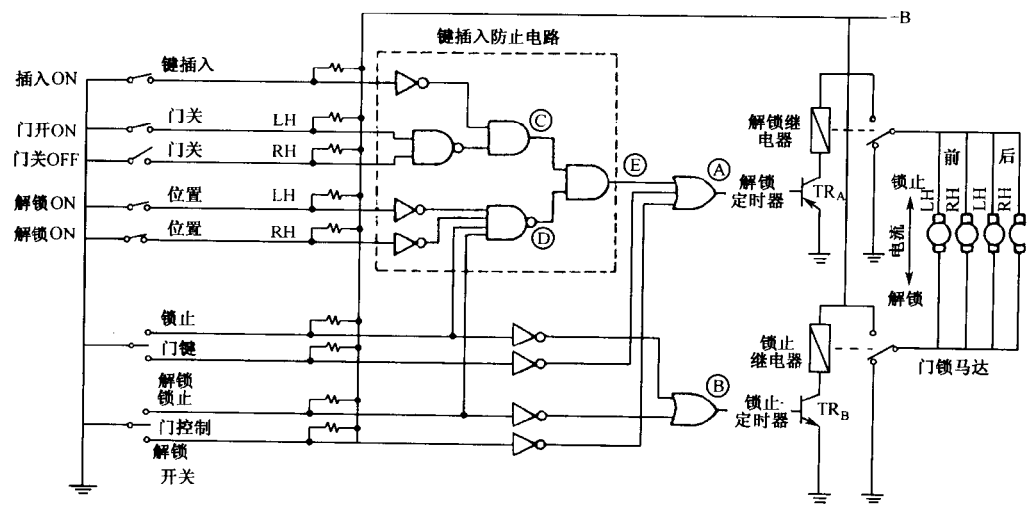


图 5-28 门锁控制系统的控制电路

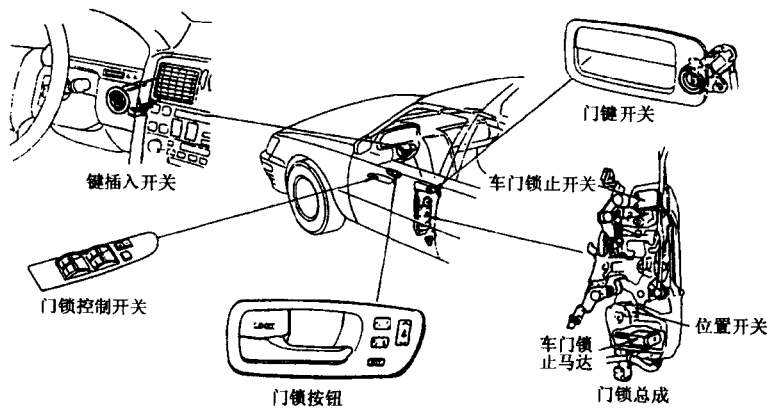


图 5-29 门锁机构在车内的布置

图 5-29 中装在各车门内的门锁总成所包括的传动控制机构可参见图 5-26 和图 5-27。

门锁动作过程为:

(1) 门键(钥匙)插入匙孔,经连接销杆,按不同转动方向输出信号,可操作门锁开关状态;

(2) 位置开关用来检测锁杆处于开锁还是闭锁位置;

(3) 门锁开关在开门时处于 ON,关门时处于 OFF,OFF 位置兼有检测锁止机构是否处于锁止动作状态任务;

(4) 车门开关直接检测车门的开闭;

(5) 车门内侧门锁把手在门锁非锁止状态时可以开启车门;

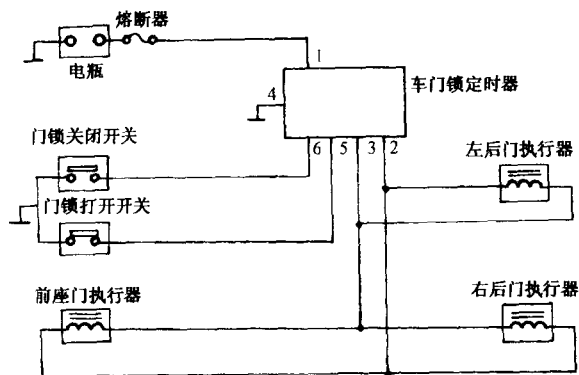
(6) 车内的门锁控制开关可用操纵按键方式,向门锁电机供电。不同方向的电流,可实现开锁或闭锁动作。

为防止驾驶员将发动机钥匙遗留在车内,专门设计了门锁控制电路。图 5-28 中虚线部分是防止漏匙的电路。当发动机钥匙未插入,钥匙开关“OFF”,相应“非”门低电位“ $L_0$ ”。输向与门。使得与门“C”、“E”均输出“ $L_0$ ”,因而解锁电路或门“A”状态完全可由门匙或门锁控制开关实现控制;当插入的发动机钥匙未取走,该开关处于“ON”,向与门“C”输出“Hi”,车门关闭使得“C”从前一级与非门获得“Hi”,而向与门“E”输出“Hi”,与非门“D”不论从哪一路得到“ $L_0$ ”输入,输出均为“Hi”,保证解锁电路始终处于解锁状态,无法实现闭锁,提醒驾驶员取走发动机钥匙。

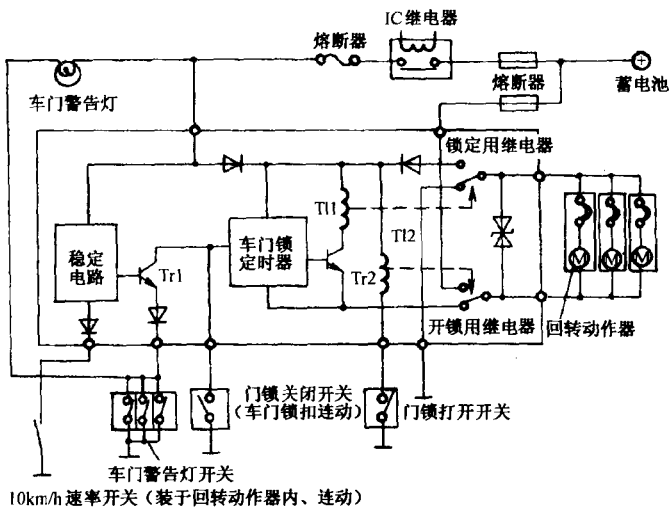
### 5.4.3 车速感应式中央门锁

为防止汽车行驶中有乘员误触门锁的解锁开关而产生危险,并减少上下车逐一开车门的麻烦,现代汽车多配备中央控制自动门锁。该系统通过驾驶员座位旁车门锁扣开启或关闭,使其他三个车门的锁扣同时动作。同时还要求,即使驾驶员座位旁车门锁扣有故障,其他三个车门锁扣也可单独操纵。有的车型中央门锁系统还带有车速感应开关,当汽车启动后行驶车速高于一定值(如 10km/h)而车门锁扣未关好时,车门警告灯点亮;当车速高于规定值,由车速表内设置的电路触动门锁定时电路,使各车门锁扣关闭,同时车门警告灯也熄灭,保证行车安全。

联动式中央门锁和带车速感应式中央门锁系统电路如图 5-30 所示。从图 5-30(b)得知,电钥匙起动发动机,IC 继电器闭合点亮车门锁和警告灯,由于装在联动式车门锁回转动作器内的车速度开关接地,使稳定电路控制的三极管  $Tr_1$  的基极为低电位,该管截止, $Tr_1$  控制的电流切断,锁止继电器断开。车门锁定时器控制的三极管  $Tr_2$  基极为高电位,该三极管导通,有电流通过开锁继电器,使各车门回转动作器处在车锁扣开启动作的位置;车速大于设定值,车速开关断开,稳定电路使其控制的三极管  $Tr_1$  基极为高电位,导通  $Tr_1$  的电流使锁扣的锁定继电器动作,向回转动作器反向供电,车门锁扣锁定。



(a) 单纯中央控制电动门锁



(b) 带车速感应式中央控制门锁

图 5-30 中央控制电动门锁电路简图

中央门锁控制系统设有定时器，定时器电路原理简图 5-31，其工作过程为：

#### (1) 锁扣脱开

操作锁扣脱开开关，使接线端 6 搭铁（接地），晶体管  $Tr1$  导通（有基极电流），使晶体管  $Tr2$  也导通，有电流经继电器线圈  $R11$ ，使车门锁扣状态处于脱开（图中  $R11$  与开关联动由原 OFF 转为 ON 状态），即将线端 1 与 2 连接，从线端 2 的电流向锁扣回转动作器供电，锁扣完成脱开动作。

#### (2) 锁扣锁止

当操作锁止开关，使线端 5 搭铁（接地），另一继电器线圈  $R12$  有电流经过，使车

门锁扣处于锁止状态（图中 R12 和开关联动由原 OFF 转为 ON），即将线端 3 与 1 连接，从线端 3 的电流向锁扣回转动作器供电，锁扣完成锁止动作。

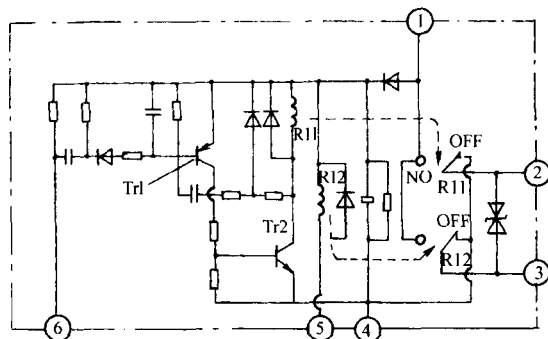


图 5-31 中央门锁控制系统定时器电路

#### 5.4.4. 防盗电子钥匙

使用电子钥匙可以提高汽车防盗安全性，同时可以有利于使用其他的安全控制措施。例如，对于使用自动变速器的汽车，发动机停止工作时，只有换挡操作杆在停车位置“P”上，汽车点火钥匙才能取出。

防盗电子钥匙有电阻式和集成电路编码式两类。其原理相同，都是利用钥匙接通后的回路振荡频率，检验是否与汽车预设的振荡频率一致，如果一致，能实现编码、解码集成电路正常工作，汽车才能正常启动；如果不一致，则认为汽车没有得到使用的允许。不过，在结构上两者略有不同。电阻式钥匙有 2 个引脚触点，而编码式钥匙有 3 个引脚触点。后者除 2 根引线接通回路外，第 3 根线是编码脉冲发送线。如将钥匙条上的机械牙花与点火钥匙电路脉冲数组成组合，总数达数亿个，使得“套锁”盗车几乎不可能。可见电子钥匙有很好的防盗安全性。钥匙遗失，可到特约维修店重配新的编码、解码系统。

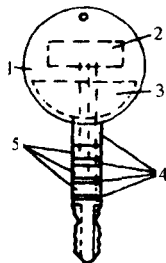


图 5-32 编码式电子点火钥匙结构

1-塑料手柄；2-集成电路块；3-匙条；4-绝缘体；5-集成电路块引脚