



现代轿车

电子电器装置的结构与应用

宋福昌 等编著

国防工业出版社

现代轿车 电子电器装置的 结构与应用

宋福昌 等编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

现代轿车电子电器装置的结构与应用/宋福昌等编著.
—北京:国防工业出版社,2002.1
ISBN 7-118-02599-2

I. 现... II. 宋... III. ①轿车—电气设备—结构
②轿车—电子设备—结构 IV. U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 044602 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 406 千字
2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷
印数:1—4000 册 定价:24.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前言

现代轿车高质量、高性能、低排放、低消耗和安全性已成为汽车发展的主流。而汽车电子电器装置的技术水平高低又影响整车性能。

国家质量技术监督局在 1999 年 3 月发布的汽车排放国家新标准,已于 2000 年 1 月 1 日起实施。我国的新车排放标准已达到欧洲 20 世纪 90 年代初期水平,汽车的排放标准更加严格,到 2010 年前后争取达到国际排放控制标准。汽车性能的提高,关键在于汽车电子电器装置的应用。新车出厂后,电子电器装置是全新的,排放标准容易达标,但在用车辆经使用后性能下降,排放超标,经恢复性修理后,它的动力性、经济性、安全性、舒适性以及排放标准能否再次达到标准,保持良好的使用性能,其中电子电器装置的技术性能以及它的正确应用已成为非常关键的技术环节。现代轿车已成为机电一体化的高科技产品,汽车电子电器装置技术已发展成为一门新的学科。为使汽车维修使用技术人员尽快掌握汽车电子电器技术,本书全面系统地阐述最新汽车电子电器装置的结构原理、维修与应用方面的内容。在编写本书时引用附图说明方式,便于读者阅读、理解。

全书分两篇共 13 章,主要介绍发动机和底盘各电子控制系统中电子电器装置的结构原理及应用方面的资料内容。

参加本书编写的人员有宋福昌、吕淑萍、陆微、承松、宋卓、周利岑、宋萌、杨秀英、赵霞、汪银校、尤凤桂、陈松等同志。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

内 容 简 介

本书重点介绍现代轿车电子电器装置的结构原理与应用方面的内容，全书共分两篇，第一篇主要介绍电控燃油喷射系统、进气系统、各种传感器和开关、点火系统、废气再循环（EGR）控制系统、电子控制系统以及电子电器装置在上海别克轿车和皇冠轿车上的应用；第二篇主要介绍自动变速器控制系统、电子控制悬架系统、电子控制动力转向系统、防滑控制系统（ABS /ASR）和安全气囊系统 SRS。

本书主要讲述电子电器装置的结构原理、应用、维修方面的内容，基本概念清楚，具体、详尽介绍了在车上的应用，适用范围广。

主要读者对象是汽车使用、维修技术人员，同时也可作为汽车专业科技人员和大专院校师生参考用书。

目 录

第一篇 发动机控制系统

第一章 电控燃油喷射系统 1

- 1. 电动燃油泵 1
- 2. 燃油泵的控制电路 5
- 3. 电动燃油泵的安装形式 9
- 4. 电动燃油泵的检查 10
- 5. 电磁喷油器 10
- 6. 电磁喷油器的驱动方式 12
- 7. 喷油器的安装 14
- 8. 喷油器喷油量的检查 14
- 9. 冷启动喷油器 15
- 10. 冷启动喷油器的控制电路 17

第二章 进气系统 19

- 1. 叶片式空气流量计 19
- 2. 叶片式空气流量计的检测 20
- 3. 卡门涡旋式空气流量计 21
- 4. 卡门涡旋式空气流量计电路检修 23
- 5. 热线式空气流量计 23
- 6. 热线式空气流量计的检测 26
- 7. 热膜式空气流量计 26
- 8. 附加空气阀 27
- 9. 双金属型附加空气阀的检测 29
- 10. 节气门直动式怠速控制机构 29
- 11. 旁通空气式怠速控制机构 29
- 12. 步进电机式怠速控制阀的检测 37
- 13. 旋转电磁阀式怠速调整阀的检测 38

第三章 各种传感器和电器开关 39

- 1. 温度传感器 39

2. 温度传感器的检测	41
3. 曲轴位置传感器	41
4. 曲轴位置传感器的检修	50
5. 节气门位置传感器	51
6. 进气歧管绝对压力传感器	52
7. 进气歧管绝对压力传感器的检修	55
8. 氧传感器	57
9. 氧传感器的检修	59
10. 爆震传感器	60
11. 爆震传感器的检修	61
12. 可变电阻型传感器	62
13. 车速传感器	63
14. 车速传感器的检修	64
15. 各种开关和继电器	65
第四章 点火系统	69
1. 电子点火提前的控制内容	69
2. 无触点电子点火系统	71
3. ECU 控制的电子点火系统	75
4. 无分电器 DLI 电子点火系统	78
第五章 废气再循环(EGR)控制系统	85
1. 普通电控式 EGR 控制系统	85
2. 可变 EGR 率电控式 EGR 控制系统	86
3. 装有背压修正阀的电控式 EGR 控制系统	87
4. 闭环控制式 EGR 控制系统	87
第六章 电子控制系统	89
1. 电子控制单元的组成	89
2. ECU 电源电路	93
3. 电子控制单元的功能	94
第七章 电子电器装置在上海别克轿车发动机上的应用	97
1. 燃油喷射系统	97
2. 无分电器电子点火控制系统	100
3. 排放控制系统	102
4. 电子控制系统	102
5. 电子控制系统元件安装位置	119
6. 电子控制系统部件说明	121

第八章 电子电器装置在皇冠轿车上的应用	124
1. 进气谐波增压系统	124
2. 怠速控制系统	133
3. 燃油供给系统	136
4. 电子点火系统	139
5. 电脑控制系统	141
6. 发动机故障诊断	149

第二篇 底盘控制系统

第九章 自动变速器控制系统	154
1. O/D 直接挡离合器转速传感器	154
2. 液压油温度传感器	155
3. 挡位开关	155
4. 空挡启动开关	156
5. 强制降挡开关	157
6. O/D 超速挡开关	159
7. O/D 解除信号电路	160
8. 制动灯电路	161
9. 换挡模式选择开关	161
10. 巡航控制开关	163
11. HOLD 保持开关	166
12. S4 控制开关	166
13. 开关式电磁阀	166
14. 线性脉冲式电磁阀	167
15. 电控组件 ECT ECU	167
16. 故障诊断电路	174
17. TDCL 检查连接器电路	174
18. 上海别克轿车 4T65-E 自动变速器	176
19. 皇冠 CROWN3.0 轿车 A340E 自动变速器	195

第十章 电子控制悬架系统	204
1. 汽车悬架的种类及性能	204
2. 电子控制半主动悬架系统工作原理	205
3. 电子控制主动式空气悬架系统工作原理	205
4. 电子控制主动式油气弹簧悬架系统工作原理	209
5. 带路况预测传感器的主动悬架系统工作原理	210
6. 声呐悬架控制系统	212

7. 自适应阻尼控制悬架系统(ADS)	214
8. 电子控制空气悬架系统	218
第十一章 电子控制动力转向系统	230
1. 流量控制式 EPS	230
2. 反力控制式 EPS	231
3. 阀灵敏度控制式 EPS	234
4. 电动式电子控制动力转向系统	234
第十二章 防滑控制系统(ABS/ASR)	240
1. ABS 的工作原理、控制方式与分类	240
2. ABS 主要部件结构与工作原理	241
3. ASR 的工作原理与控制方式	247
4. ABS 与 ASR 的组合使用	248
5. 凌志 LS400 轿车 ABS/TRC 系统	248
第十三章 安全气囊系统 SRS	261
1. 单气囊系统 SRS	261
2. 双气囊系统 SRS	269
3. 带机械式安全带预紧装置的 SRS 系统	271

第一篇 发动机控制系统

第一章 电控燃油喷射系统

1. 电动燃油泵

电动燃油泵的功用是在额定压力下向燃油系统提供足够的燃油，以使发动机维持正常运转。电动燃油泵的结构，如图 1-1 所示。

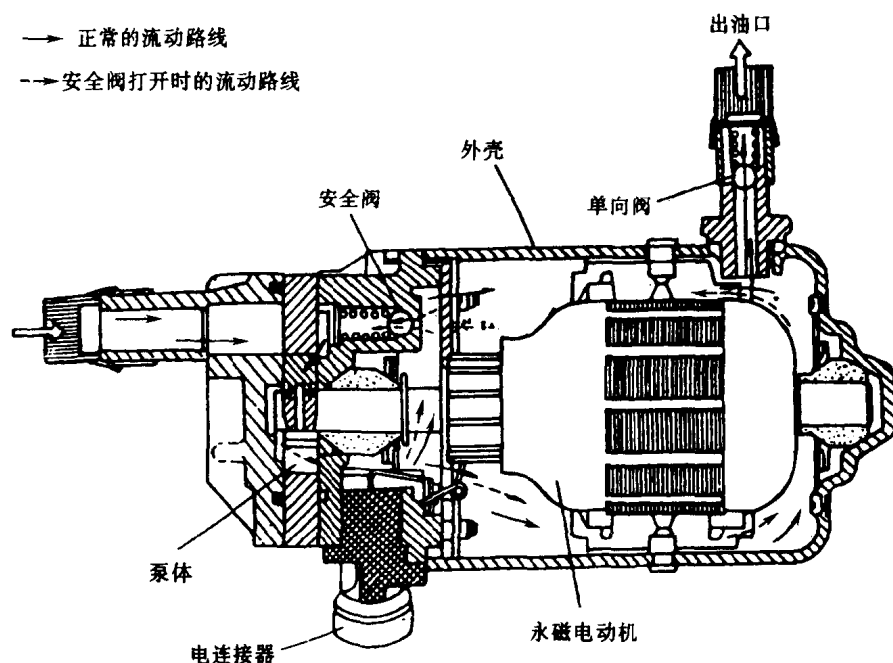


图 1-1 电动燃油泵的结构

在现代轿车燃油喷射系统中所应用的电动燃油泵有两种安装方式：一种是外装式，燃油泵安装在燃油箱外的输油管中；另一种是内装式，燃油泵安装在燃油箱中。外装式燃油泵，工作噪声大，受外界温度影响容易在油管中产生气泡，不利于使用，特别是炎热地区容易产生气阻。内装式燃油泵不易产生气阻，也不容易发生燃油泄漏，燃油泵运转时，噪声小。

电动燃油泵按结构不同分类，其中：外装式中主要是滚柱泵；内装式中主要有滚柱泵、涡轮泵、齿轮泵、侧槽泵和双级泵。

(1) 滚柱式燃油泵

滚柱式燃油泵由驱动油泵运转的直流电机、滚柱式油泵、保持燃油输送管路压力不致过高的安全阀、保持剩余压力用的单向阀、消除燃油脉动的阻尼减振器以及燃油吸入口和出油口等组成。

滚柱式燃油泵中的转子与泵套偏心安装、转子和泵套之间装有起密封作用的滚柱，当电机转动时，带动转子转动，由于离心力的作用，滚柱紧贴泵套内壁运动。由于转子与泵套不同心，使转子、泵套和滚柱三者之间包围的容积周期性变化，把燃油从吸油口吸入，从另一出油口排出。燃油经电机、单向阀、减振器从出油口泵出。滚柱式燃油泵的结构与工作原理，如图 1-2 所示。

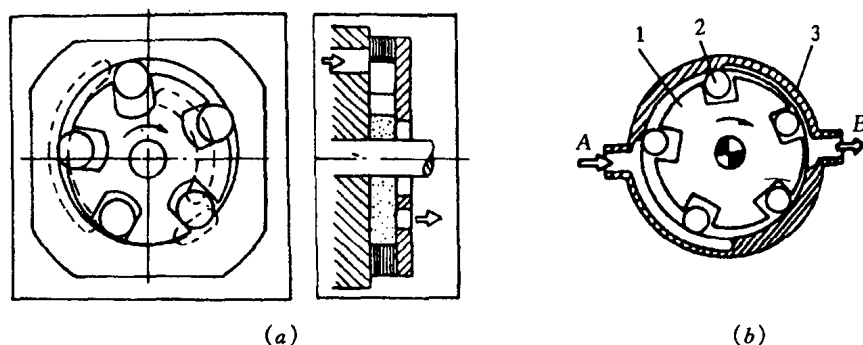


图 1-2 滚柱式燃油泵的结构与工作原理

(a) 结构；(b) 工作原理。

1—转子；2—滚柱；3—泵体；

A—进油口；B—出油口。

在发动机的燃油喷射系统中，燃油泵的供油量应大于发动机的最大消耗量，以使发动机在任何工况下都能保持燃油供给系统中的油。而泵的排油量随电压变化而变化，这种变化称为泵的供油特性。丰田轿车所应用的滚柱式燃油泵，其泵的供油特性如图 1-3 所示。从图中得知，在外加电压为 12V 时，燃油排出压力为 250kPa 左右时，泵的排油量为 100L/h，消耗电流在 5A 以下；当外加电压为 10V 时，泵的排油量 75L/h 左右，这时消耗 3.8A 电流。因此，在使用中应尽量保持系统供电电压的稳定。

在燃油输送管路中的安全阀的作用是防止排油口下方管路堵塞时，因油压过高，发生管路破损和燃油泄漏事故，所以安全阀也叫做卸压阀。燃油泵工作时，当排油口发生堵塞时，油压上升到 400kPa 时，安全阀打开，高压燃油与泵的进油口连通，燃油在泵和电机内部循环，可以防止燃油供给压力过高，保持系统供油压力的稳定。

当发动机熄火，燃油泵刚停止输送燃油时，单向阀便立即关闭，保持泵和喷油器之间存在一定的压力，该压力为残余压力。这样可以避免高温时油管中产生气阻，也可保证发动机再次启动顺利。图 1-4 为燃油压力与蒸气产生温度的关系曲线，汽油在高温时会产生蒸气，汽油蒸气会引起燃油泵和喷油器工作性能下降，结果会导致发动机在高温下启动困难，而单向阀的设置可以维持燃油输送管路中具有一定的压力，以使发动机高温时启动容易。

滚柱式燃油泵的转子每转一圈，排出的燃油会产生与滚柱的数目对应的压力脉动，而设置的阻尼减振器就是利用膜片和板簧的作用，吸收压力脉动，使燃油管路中的脉动压力减弱，并降低噪声。图 1-5 为安装与不安装阻尼减振器时的对比，当不安装阻尼减振器时，油泵出口处的压力脉动为 15kPa 左右，而安装减振器后，压力脉动减小到 2kPa 以下。

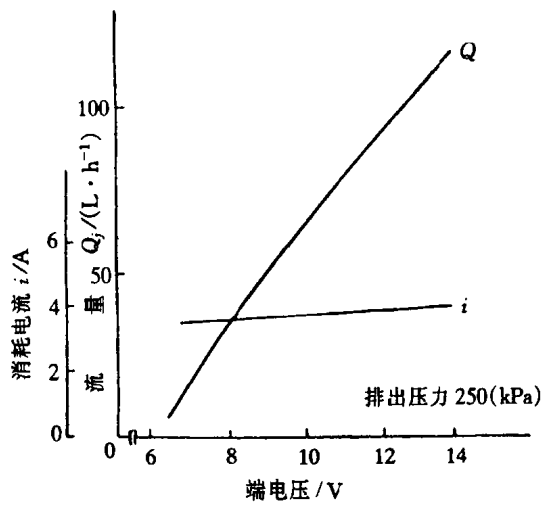


图 1-3 丰田轿车滚柱式燃油泵特性

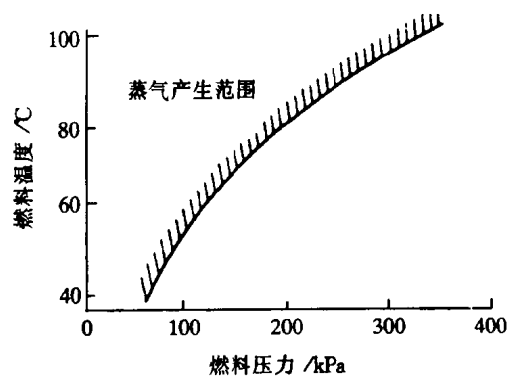


图 1-4 燃油压力与蒸气产生温度的关系曲线

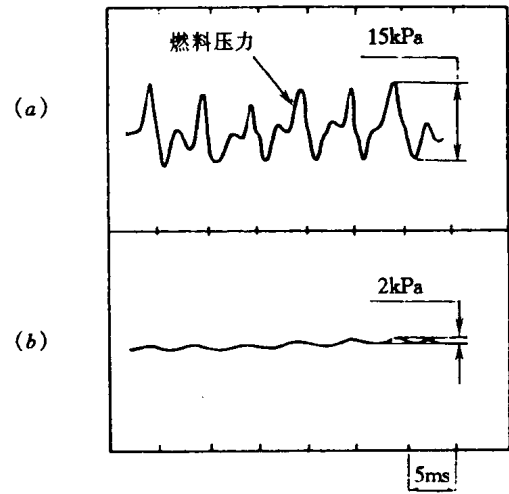


图 1-5 阻尼减振器的效果
(a) 无减振器；(b) 安装减振器。

(2) 涡轮式燃油泵

涡轮泵主要由电机、涡轮泵和附属装置组成。而涡轮泵由电机驱动的叶轮、泵壳、泵盖组成。图 1-6 是它的结构图。涡轮泵的附属装置同滚柱式燃油泵基本相同，也设有安全阀、单向阀、燃油入口和排出口。由于涡轮泵排出的燃油压力脉动小，所以不需安装减振器。

涡轮式燃油泵的工作原理如图 1-7 所示，电机把驱动力传递到涡轮上，而在涡轮外围的叶片沟槽前后，由于液体的摩擦和液体分子间动量转换产生压力差，而所有的叶片沟槽产生的压力差循环往复而使燃料压力升高。燃油压力升高后，通过电机内部经单向阀从排出口排出。

在油箱内安装使用涡轮式燃油泵的轿车很多，因为涡轮泵燃油压力脉动小，噪声小，涡轮式燃油泵电机扭矩低、转速高，可制成尺寸小的小型泵，并且重量轻。

(3) 齿轮泵

齿轮泵由带外齿的主动齿轮和带内齿的从动齿轮以及泵体组成。主动齿轮与泵体偏心安装，如图 1-8 所示。齿轮泵的工作原理与滚柱式燃油泵相似。当电机转动时，带动主动齿轮旋

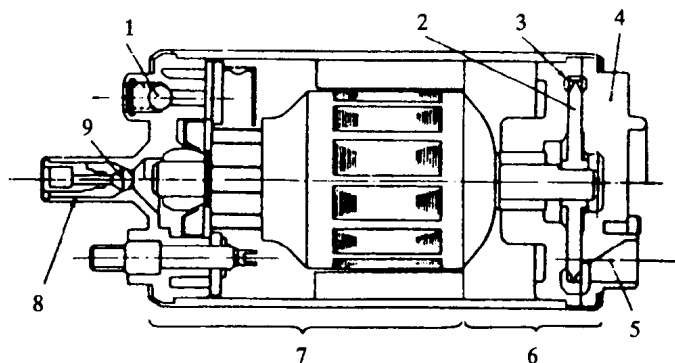


图 1-6 涡轮式燃油泵的结构

1—安全阀；2—泵壳；3—涡轮；4—泵盖；5—吸入口；
6—涡轮泵；7—直流电机；8—排出口；9—单向阀。

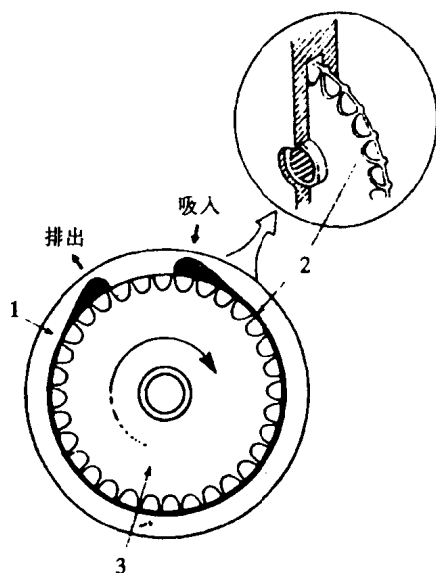


图 1-7 涡轮式燃油泵的工作原理

1—泵壳；2—叶片沟槽；3—涡轮。

转，主动齿轮又带动从动齿轮旋转。由于主动齿轮与从动齿轮不同心，使主动齿轮的外齿、从动齿轮的内齿和两侧面的泵壳三者之间所包围的容积在进油口处周期性变大，在出油口处周期性变小，使燃油从吸入口一侧吸入，从另一侧的出油口排出。

(4) 侧槽泵

侧槽泵结构示意图如图 1-9 所示。侧槽泵由包括进油口、侧槽和封闭式导流槽的法兰、叶轮组成。叶轮上有正对着边槽的叶片环和可使燃油从导流槽穿过叶轮流向其背面的轮辐。侧槽泵的工作原理与涡轮泵相似，都是通过液体分子间的动能量转换使燃油具有动能与压力能。它与涡轮泵不同之处在于叶轮形状与配置。

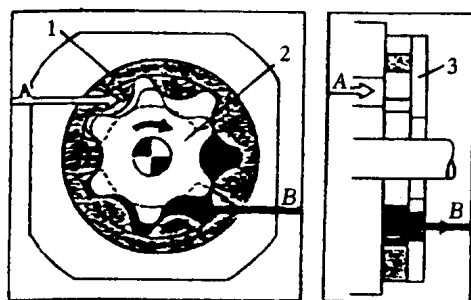


图 1-8 齿轮泵结构示意图

1—从动齿轮；2—主动齿轮；3—泵壳；
A—进油口；B—出油口。

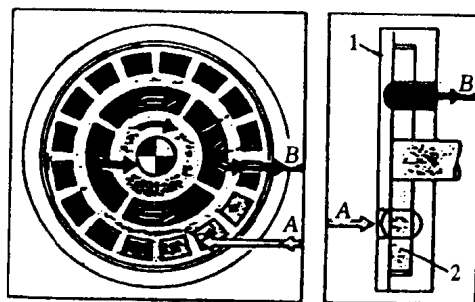


图 1-9 侧槽泵结构示意图

1—法兰；2—叶轮；A—进油；B—出油。

侧槽泵的优点是它能以蒸气和燃油混合物运行，并能通过放气口分离或提高压力使蒸气冷凝，以消除蒸气泡。它的不足之处是燃油输送压力较低，所以它适用于低压汽油喷射系统。

(5) 双级泵

当燃油温度高或压力较低时，汽油在吸油区容易形成气泡。这是因为燃油被吸入油泵中时

总会在泵内形成相当高的真空，从而使汽化可能性增大，泵内吸油侧的真空度还会引起燃油从泵出端向吸油端倒流。而由于燃油泵吸油腔的气泡阻止燃油进入油泵和倒流现象，结果会使泵油量减少。严重时，泵油量损失后只有原供油量的 30%~40%，而蒸气泡对喷油器的正常工作也会产生影响。

所以在一些高档轿车上采用双级泵，一个为低压泵，一个为主输油泵，两泵串联使用。低压泵用于分离蒸气，主输油泵用于提高燃油压力，两泵合成一个组件，由一个电动机驱动。

初级泵（低压泵）一般采用侧槽泵，因为它能分离吸油端产生的蒸气，并以较低的压力把燃油输送到主输油泵内，以避免产生新的蒸气泡。

主输油泵可使用齿轮泵或涡轮泵。这样可把侧槽泵所具有的热燃油输送性能和主输油泵的增压能力结合起来，以达到良好的效果。

图 1-10 为双级泵结构示意图。其中图 1-10 (a) 所示的双级泵，侧槽泵为初级泵，涡轮泵作为主输油泵，两级径向串联，共用一个叶轮。这种泵用于低压汽油喷射系统，例如 Mono-Jetronic 系统就采用这种燃油泵。图 1-10 (b) 所示燃油泵采用单流式侧槽泵和齿轮泵的组合，它们相互独立并轴向串联，由一根电枢轴驱动。这种泵的组合应用在高压汽油喷射系统，但也可用于低压汽油喷射系统。

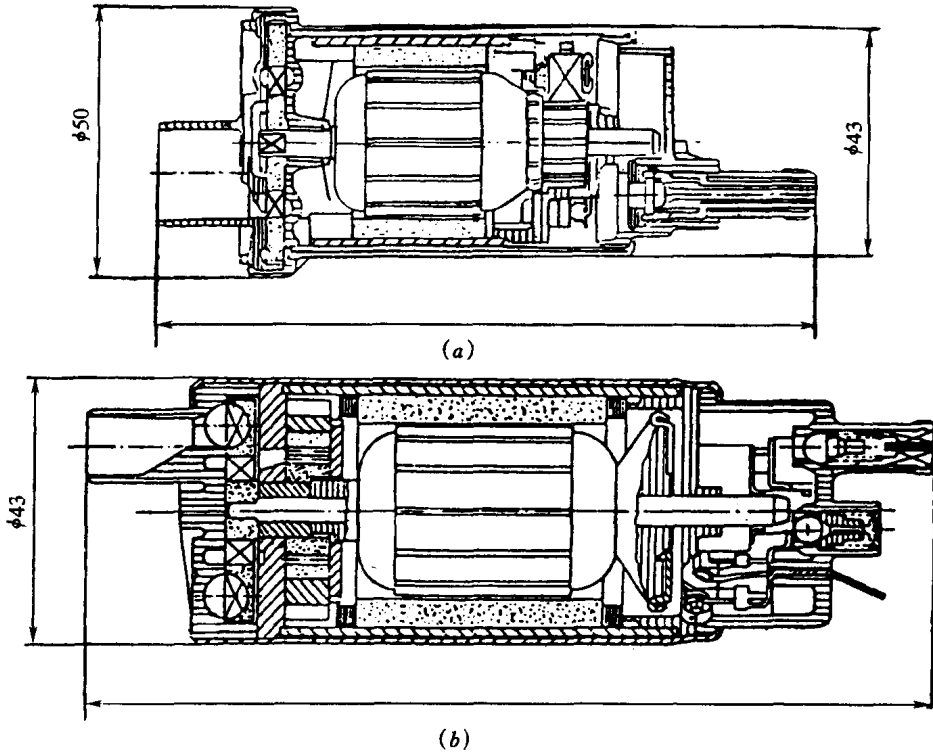


图 1-10 双级泵结构示意图

(a) 侧槽泵与涡轮泵的组合；(b) 侧槽泵与齿轮泵的组合。

2. 燃油泵的控制电路

电动燃油泵的控制，主要是指对燃油泵电路断路继电器的控制。当继电器触点闭合时，燃油泵通电工作；继电器触点断开，燃油泵停止工作。对于 D 型 EFI 系统和 L 型 EFI 系统的燃

油泵控制电路是不同的。

(1) D 型 EFI 系统油泵开关控制方式

当采用速度密度方法（D 型 EFI 系统）或采用卡门涡旋式（或热线、热膜式）空气流量计时，燃油泵的控制电路都是采用如图 1-11 所示的 ECU 的晶体管（通过转速信号）控制燃油泵的供电。当发动机启动时，点火开关与 ST 端接通，断路继电器线圈 L_2 通电，继电器触点闭合，燃油泵通电工作。与此同时，发动机转动，发动机转速信号（Ne）输入 ECU，晶体管 Tr 导通，断路继电器线圈 L_1 通电。因此只要发动机运转，断路继电器触点总是闭合的，而此时点火开关在 IG 位置。

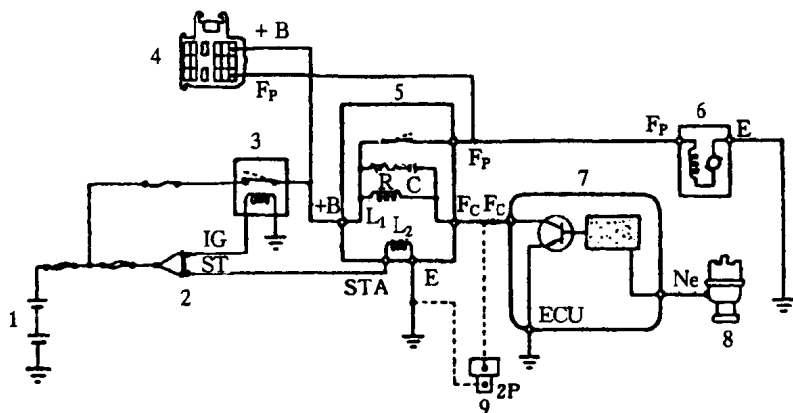


图 1-11 D 型 EFI 系统燃油泵开关控制电路

1—蓄电池；2—点火开关；3—主继电器；4—检查接头；5—断路继电器；
6—燃油泵；7—ECU；8—分电器；9—油泵检查开关。

(2) L 型 EFI 系统油泵开关控制方式

对于装有叶片式空气流量计的 EFI 系统，在叶片式空气流量计的内部设有燃油泵开关触点。燃油泵的工作由空气流量计中的油泵开关控制，其燃油泵开关控制电路如图 1-12 所示。发动机启动时，点火开关与 ST 端接通，断路继电器内的线圈 L_2 通电，使该继电器触点闭合，燃油泵通电工作。当发动机启动后，吸入发动机的空气流经空气流量计，空气流量计内的叶片转动，使燃油泵开关触点接通，断路继电器内的线圈 L_1 通电。因此只要发动机工作，继电器触点总是闭合的。而当发动机由于故障停止工作时，空气流量计内的燃油泵开关断开，线圈 L_1 断电，继电器触点断开，燃油泵停止工作。

(3) 燃油泵转速控制

发动机在低速或中小负荷工作时，需要较小的供油量，此时燃油泵低速运转；而发动机在大负荷或高转速下工作时，需要较大的供油量，此时燃油泵高速运转，以增大供油量。使燃油泵转速具有低速和高速两级转速控制范围，在高档轿车发动机 EFI 中常有以下几种控制方法。

①电阻器控制式。丰田 7M-GE、7M-GTE 发动机油泵控制电路，如图 1-13 所示。ECU 根据发动机转速和负荷控制燃油泵继电器工作，当发动机低速、中小负荷工况下工作时，油泵继电器中的触点 B 闭合，电路中电阻器串联入油路电路中，施加在油泵电动机上的电压降低，油泵转速降低，泵油量小；当发动机在高速、大负荷工况下工作时，ECU 信号切断燃油泵继电器线圈电源，触点 A 闭合，燃油泵直接与电源相通，油泵工作电压高，油泵转速高，泵油量大。

图 1-14 为丰田凌志发动机油泵转速控制电路。在该控制电路中也是采用电阻器控制方式，

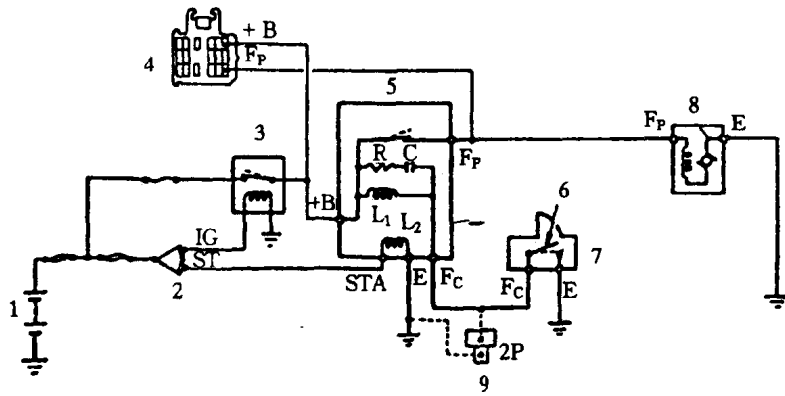


图 1-12 L型 EFI 系统燃油泵开关控制电路

1—蓄电池；2—点火开关；3—主继电器；4—检查接头；5—断路继电器；
6—油泵开关；7—空气流量计；8—燃油泵；9—油泵检查开关。

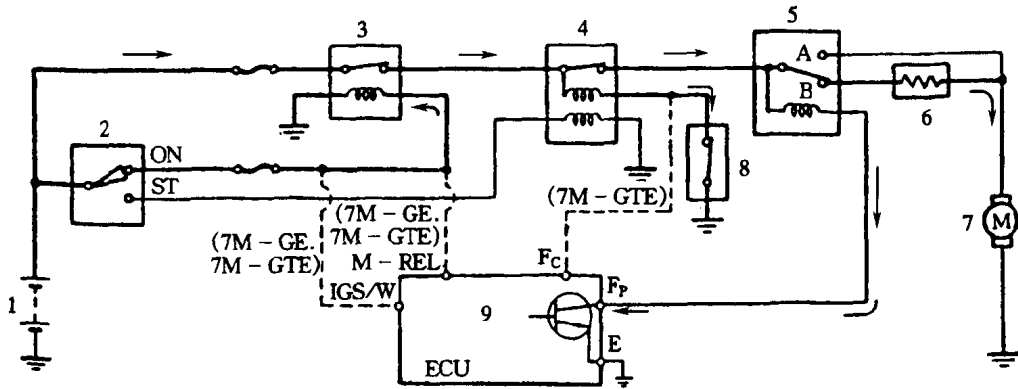


图 1-13 电阻器式油泵转速控制电路（低速时）

1—蓄电池；2—点火开关；3—主继电器；4—断路继电器；
5—油泵继电器；6—电阻器；7—油泵；8—油泵开关；9—ECU。

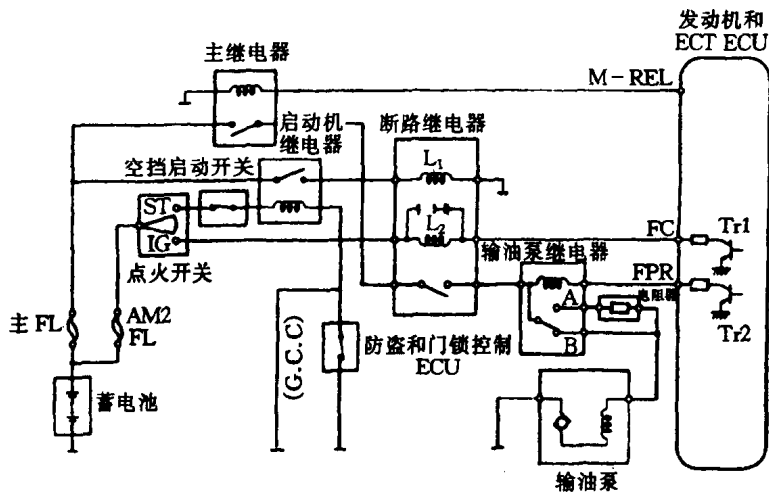


图 1-14 凌志发动机油泵转速控制电路

使油泵具有两级转速性能。当发动机在启动、大负荷或高速运转时，ECU 内的 FPR 线路中三极管电路由于 FPR 或 FP 端子不搭铁而使它处于截止状态，这时油泵继电器触点 B 闭合，使控制电压直接加在燃油泵上，燃油泵高速运转，供油量增大；而当发动机在怠速或小负荷工况运转时，ECU 内的 FC 线路中的三极管导通，FPR 或 FP 端子搭铁而使油泵继电器触点 A 闭合，控制电压先经过电阻器产生压降再加入到油泵上，这时燃油泵低速运转、供油量变小，使发动机在低速时具有良好的燃油经济性。

②油泵 ECU 控制式。丰田皇冠 3.0 轿车 2JZ-GE 发动机燃油泵的控制由油泵 ECU 对油泵转速进行控制，其控制电路，如图 1-15 所示。

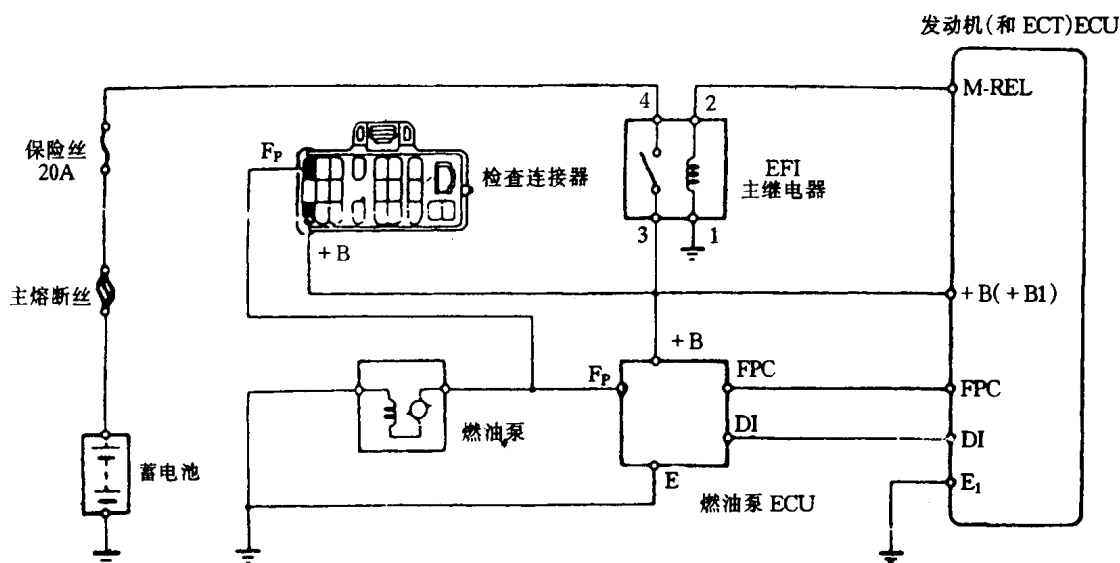


图 1-15 皇冠 3.0 发动机燃油泵控制电路

油泵 ECU 对燃油泵转速的控制，也是通过控制施加到油泵电机上的不同电压来实现的。发动机在启动或高转速、大负荷工况运转时，发动机 ECU 向油泵 ECU 的 FPC 端子输入一个高电位信号，这时油泵 ECU 的 FP 端向油泵电机输入较高电压，相当于蓄电池电压，这时油泵高速运转。当发动机在怠速或小负荷工况下运行时，发动机 ECU 向油泵 ECU 的 FPC 端子输入一个低电压信号，这时油泵 ECU 的 FP 端子向油泵电机提供低于蓄电池的电压，大约 9V，使燃油泵低速运转。

当发动机转速低于最低转速（120r/min）时，油泵 ECU 切断油泵电路，使油泵停止运转，这时即使点火开关处于接通状态，油泵也不工作。

在图中发动机 ECU 与油泵 ECU 间的 DI 电路，是油泵 ECU 的故障诊断信号线路。

③发动机 ECU 直接控制式。图 1-16 为发动机 ECU 直接控制燃油泵工作电路。发动机运转时，发动机 ECU 根据燃油消耗量、发动机的温度等因素，通过 IC 控制回路，控制晶体管 VT 导通（20kHz）和截止，控制 A 点的平均电压值，使燃油泵保持所需的工作电压。燃油泵的工作电压与发动机负荷成正比变化。而油泵的工作电压主要随发动机转速（r/min）和喷油脉冲宽度（ms）变化，油泵的工作电压特性如图 1-17 所示。在图 1-16 中，VD 二极管起反馈作用，在功率三极管 VT 工作截止瞬间，反馈电流经过二极管形成回路，可以平缓工作电流，节省电功率，降低油泵运转噪声。