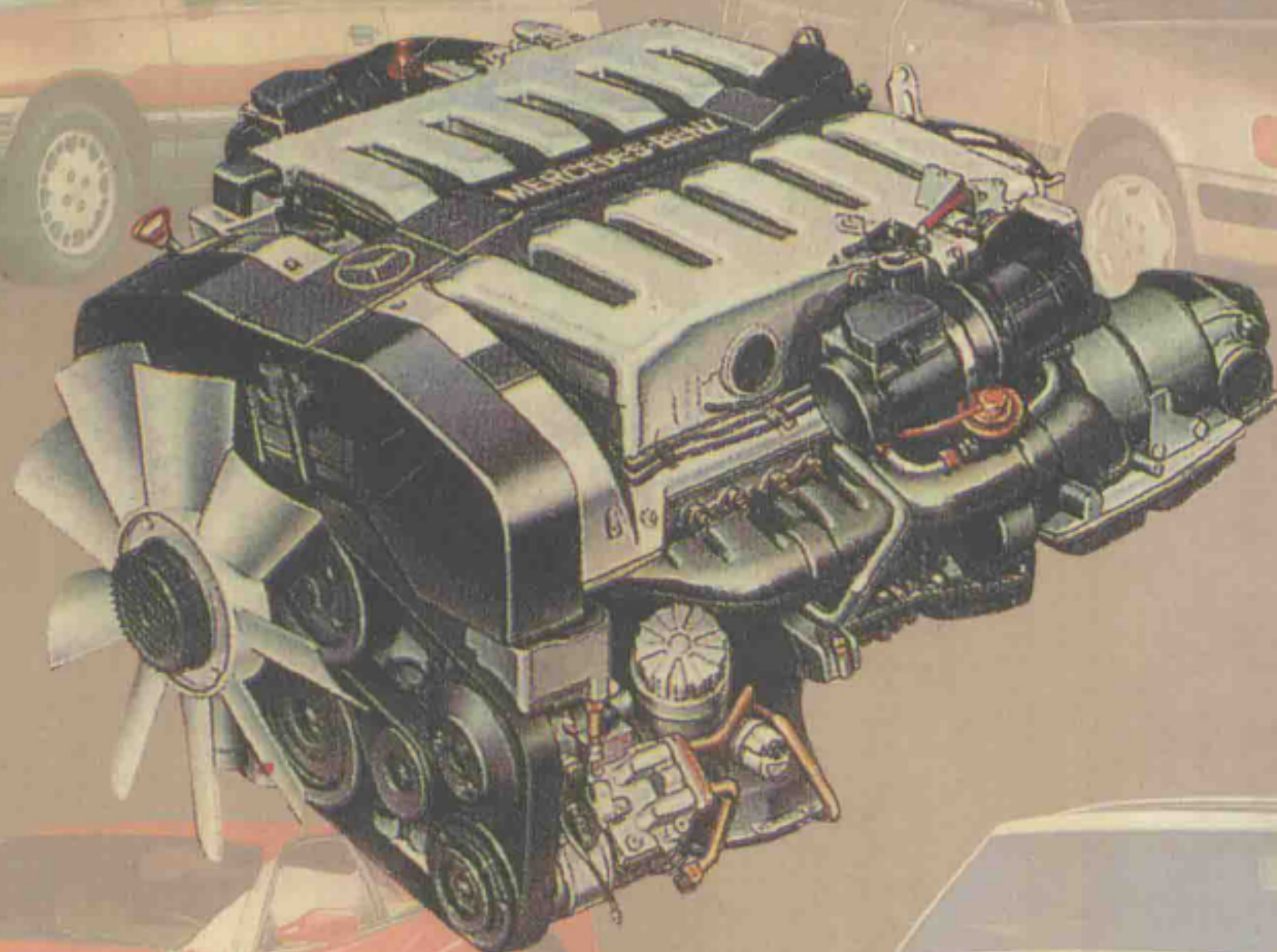


汽车发动机燃油喷射 系统的检修

主编：解福泉 王曰成



中国环境科学出版社

汽车发动机燃油喷射系统的检修

主编：解福泉 王曰成

中国环境科学出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 089 号

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机燃油喷射系统的检修/解福泉,王曰成主编,北京:中国环境科学出版社,
1996

ISBN 7-80093-925-1

I. 汽… II. ①解…②王… III. 汽车-活塞式发动机-喷油泵-检修 IV. U464.136

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 02190 号

汽车发动机燃油喷射系统的检修

解福泉 王曰成 主编

责任编辑 苗润生

*

中国环境科学出版社出版发行

(100062 北京崇文区北岗子街 8 号)

郑航印刷厂印刷

*

1995 年 12 月第 一 版 开本 787×1092 1/16

1995 年 12 月第一次印刷 印张 18.75 插页 2

印数 1—3000 字数 330 千字

ISBN7-80093-925-1/Z·249

定价:20.80 元

主 编：解福泉 王曰成
副主编：袁海周 张 浩 张新良
解福慧 张跃民 朱学军
主 审：陈志红 佟桂霞

序

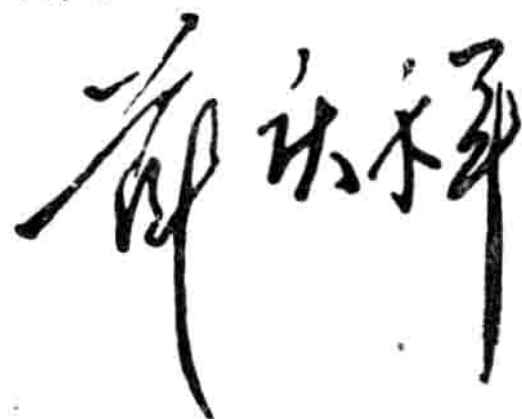
汽车工业是一个综合性的工业部门，涉及的科学门类广泛。在世界科学技术迅猛发展的今天，汽车技术日新月异，电子化的趋势已十分明显。比如在汽车底盘方面由于电子控制自动变速器（ECT）、电子控制防抱死制动系统（ABS 系统）、电子控制自动制动系统及安全气囊（SRS 系统）等的应用，大大提高了汽车的使用性能。而作为汽车动力源的发动机，为了提高其动力性、经济性、可靠性、安全性和减少排放污染，广泛应用了燃油直接喷射系统（Fuel Injection System）。

燃油直接喷射系统是计算机、电子学等现代技术在汽车上应用的一个集中表现。这个研究开发始于 30 年代，40 年代德国用于航空事业。1952 年德国奔驰汽车公司将机械控制式燃油直接喷射系统装于汽车发动机上。1961 年美国发明了电控压感多点燃油直接喷射系统。90 年代，是燃油直接喷射系统迅猛发展的时期，装机率逐年提高。国外新型汽车上的装机率已在 90% 以上。截止 1993 年，在美国汽车上的装机率为 93%，日本为 100%。我国生产的奥迪 100 汽车（五缸机、六缸机、八缸机）、北京 Cherokee 汽车均装用了燃油直接喷射式发动机。装用电控燃油直接喷射式发动机的上海桑塔纳 2000 汽车已于 1995 年 4 月份投放市场。第一汽车制造厂生产的 CA142 汽车也将装用燃油直接喷射式发动机。

由于这一新技术的发展，对广大汽车使用与维修人员提出了新的更高的要求。《汽车发动机燃油喷射系统的检修》一书的出版发行，必将成为汽车使用与维修人员的良师益友。此书以常见的北京 Cherokee 汽车、TOYOTA 皇冠 3.0、凌志 ES300、LS400、子弹头（PREVIA）和奥迪 100 汽车为例，全面和系统地介绍了目前国内外汽车发动机所装用的燃油直接喷射系统（包括机械控制式和电子控制式）各组成部分的构造、原理和使用维修。配合检测图解，非常直观明了。大量的维修数据来自原厂，信息量大。

《汽车发动机燃油喷射系统的检修》一书的出版，能为广大汽车驾驶员和修理工及就读于汽车专业的学生，在较短的时间内熟悉和掌握发动机燃油直接喷射系统这一新技术，并能在实际工作中加以应用，起到一定的推动作用。

交通部教育司副司长



1995. 10. 30

前 言

随着科学技术的发展,近几十年来,汽油直接喷射式发动机在汽车上已得到广泛的应用。在 90 年代的进口汽车和部分 80 年代的进口汽车上,化油器式的发动机已由汽油直接喷射式发动机所取代。我国北京吉普汽车有限公司生产的 2.5 升和 4.0 升的汽车发动机和一汽奥迪 100 汽车发动机(五缸机、六缸机和八缸机)及上海桑塔纳 2000 汽车发动机均采用了燃油直接喷射系统。解放 CA142 汽车也即将装用燃油直接喷射式发动机。为了适应我国经济建设的需要,尽快地使广大汽车使用和维修人员对发动机的燃油直接喷射系统有所了解,对其进行正确的使用、维修和保养,保证汽车安全可靠的运行,特编写此书。

由于本书的内容涉及面较广,尤其是电子控制系统,它与电子技术和微机控制方面的内容密切相关,加之作者水平有限和实践经验不足,书中难免会有错误或不当之处,恳切地希望读者批评指正。

解福泉

1995 年 6 月于郑州

目 录

基础知识

一、汽车电子技术的发展	(1)
二、汽车电子技术应用现状	(1)
1. 发动机电子控制	(1)
2. 汽车底盘电子控制	(2)
3. 汽车行车安全方面的电子控制	(2)
4. 汽车通讯、信息系统的电子控制	(2)
5. 汽车乘坐舒适性方面的电子控制	(3)
三、燃油直接喷射系统中的常见元件	(3)
1. 晶体三极管	(3)
2. 继电器	(8)
3. 传感器	(11)
4. 发动机主控制器 ECU	(13)

第一章 汽油直接喷射系统的组成及分类

第一节 概述	(14)
第二节 汽油直接喷射系统的分类	(15)
第三节 汽油直接喷射系统的组成及工作原理	(16)
一、电子控制式汽油直接喷射系统的组成和工作原理	(16)
二、机械控制式汽油直接喷射系统的组成和工作原理	(19)

第二章 Cherokee 汽车发动机燃油直接喷射系统的检修

第一节 电动汽油泵	(22)
一、电动汽油泵的结构与工作原理	(22)
二、电动汽油泵常见的故障及其原因	(23)
第二节 油泵继电器及平衡旁路继电器	(24)
一、工作原理	(25)
二、性能检查	(26)
第三节 汽油滤清器及燃油压力调节器	(26)
第四节 供油回路的卸压方法	(28)
一、利用卸压阀卸压	(28)
二、在发动机运转时卸压	(28)
三、利用喷油器卸压	(29)

第五节 供油系的故障检查	(29)
一、由于供油压力过低,使发动机动力性不良、回火或者发动机不能起动	(29)
二、由于供油压力过高,使发动机排放浓烟	(29)
三、无检测仪器情况下的检查	(30)
第六节 喷油器	(30)
一、喷油器的结构与工作原理	(30)
二、喷油器的维护和性能检查	(32)
第七节 进气压力传感器 (MAP)	(34)
一、进气压力传感器 (MAP) 的结构和工作原理	(34)
二、进气压力传感器 (MAP) 及发动机主控制器 ECU 的性能检查	(35)
第八节 节气门位置传感器 (TPS)	(37)
一、TPS 传感器的结构和工作原理	(37)
二、TPS 传感器及发动机主控制器 ECU 的性能检查	(39)
第九节 曲轴位置传感器 (CPS) 和同步信号发生器	(40)
一、霍尔效应原理	(40)
二、曲轴位置传感器 (CPS) 的工作原理	(41)
三、同步信号发生器的工作原理	(42)
四、CPS 传感器、同步信号发生器及发动机主控制器 ECU 的性能检查	(43)
第十节 进气温度传感器 (ATS) 和冷却液温度传感器 (CTS)	(44)
一、热敏电阻	(45)
二、进气温度传感器 (ATS)	(45)
三、冷却液温度传感器 (CTS)	(46)
四、ATS 传感器和 CTS 传感器的性能检查	(47)
第十一节 怠速步进马达 (AIS)	(49)
一、怠速步进马达的结构和工作原理	(49)
二、怠速步进马达的性能检查	(50)
第十二节 氧 (O₂) 传感器及闭环控制系统	(51)
一、氧 (O ₂) 传感器的结构和工作原理	(51)
二、氧 (O ₂) 传感器的性能检查	(53)
第十三节 空调离合器继电器、自动熄火继电器、散热器风扇继电器、检查发动机灯和换挡灯	(53)
一、空调离合器继电器	(53)
二、自动熄火继电器	(54)
三、散热器风扇继电器	(54)
四、检查发动机灯及故障代码的读取和使用	(55)
五、换挡指示灯	(57)
第十四节 Cherokee 汽车发动机电喷系统的工作原理	(57)
第十五节 Cherokee 汽车发动机电喷系统常见的故障及其诊断方法	(60)
一、发动机不能起动	(60)

二、发动机怠速不良或熄火	(61)
三、发动机怠速过高	(62)
四、发动机经常失速	(63)
五、发动机回火	(63)
六、发动机排气管放炮	(64)

第三章 TOYOTA 皇冠 3.0 汽车发动机电控燃油喷射系统的检修

第一节 燃油供给系统的检修	(65)
一、系统油压的检查	(65)
二、就车检查燃油泵的工作情况	(68)
三、燃油泵的拆装与检查	(69)
四、燃油压力调节器的拆装	(70)
五、主喷油器的检查	(70)
第二节 空气供给系统的检修	(72)
一、节气门开度传感器的检修	(72)
二、怠速控制阀的检修	(73)
三、真空电磁阀的检修	(75)
第三节 电子控制系统的检修	(76)
一、EFI 主继电器的检查	(77)
二、冷却液温度传感器的检查	(77)
三、进气温度传感器的检查	(77)
四、进气压力传感器的检查	(78)
五、爆震传感器的检查	(80)
六、点火信号电路的检查	(80)
七、燃油泵 ECU 的检查	(82)
第四节 2JZ—GE 发动机故障代码的读取和清除方法及故障代码表	(83)
一、故障代码的识别和读取方法	(83)
二、故障代码的清除及故障代码表	(84)
三、2JZ—GE 发动机 (含自动变速器) 主控制器 ECU 各连接端子的名称	(87)

第四章 流量感应电子控制式燃油直接喷射系统 (L 型) 的检修

第一节 翼板式空气流量计的工作原理与检修	(89)
一、翼板式空气流量计的结构和工作原理	(89)
二、翼板式空气流量计的检修	(91)
第二节 TOYOTA 子弹头 (PREVIA) 旅行车发动机电控燃油喷射系统的检修 ...	(92)
一、故障代码的读取方法和使用	(93)
二、发动机 (含自动变速器) 主控制器 ECU 各连接端子的名称	(97)
三、发动机 (含自动变速器) 主控制器 ECU 的性能检测方法与检测内容	(99)
第三节 卡门旋涡式空气流量计的工作原理	(117)

一、光电感应卡门旋涡式空气流量计.....	(117)
二、超声波卡门旋涡式空气流量计.....	(118)
第四节 TOYOTA 凌志 LS400 汽车发动机电控燃油喷射系统的检修	(118)
一、燃油供给系统的检修.....	(119)
二、空气供给系统的检修.....	(124)
三、电子控制系统的检修.....	(127)
四、1UZ—FE 发动机故障代码的读取和清除方法及故障代码表	(132)
五、1UZ—FE 发动机 (含自动变速器) ECU 各连接端子的名称	(136)
第五节 日产 (Nissan) 汽车用 VG30 系列发动机电子控制燃油喷射系统的检修	(138)
一、故障代码的读取和清除方法及故障代码表.....	(138)
二、燃油直接喷射系统的检修.....	(141)
三、燃油直接喷射系统的检查程序和检查内容.....	(145)

第五章 机械控制式燃油直接喷射系统 (K 型) 的检修

第一节 机械控制式燃油直接喷射系统的组成.....	(147)
第二节 机械控制式燃油直接喷射系统的工作原理.....	(148)
第三节 燃油供给系统主要部件的结构与工作原理.....	(149)
一、蓄压器.....	(149)
二、喷油器.....	(150)
第四节 燃油配剂主要部件的结构与工作原理.....	(150)
一、空气计量器.....	(150)
二、燃油量分配器.....	(152)
三、差压器.....	(153)
第五节 燃油量校正装置的结构和工作原理.....	(155)
一、冷起动喷油器和温度—时间开关的结构与工作原理.....	(155)
二、暖机调节器.....	(156)
三、补充空气调节器.....	(158)
第六节 机械控制式燃油直接喷射系统的故障诊断.....	(159)
一、发动机起动困难.....	(159)
二、发动机怠速或低速不良.....	(159)
三、发动机动力不足和高速不良.....	(159)
第七节 机械控制式燃油喷射系统主要元件的检查.....	(160)
一、空气计量器的检查.....	(160)
二、喷油器的检查.....	(161)
三、补充空气调节器的检查.....	(161)
四、燃油压力调节器的检查.....	(161)

第六章 常见国内外汽车保险丝的安装位置及其控制说明

第一节 TOYOTA 皇冠 3.0 汽车保险丝的安装位置及其控制说明	(162)
---	--------------

第二节	TOYOTA 子弹头 (PREVIA) 汽车保险丝的安装位置及其控制说明	(164)
第三节	TOYOTA 凌志 ES300 和 LS400 汽车保险丝的安装位置及其控制说明	(166)
第四节	Cherokee 汽车保险丝的安装位置及其控制说明	(168)
第五节	奥迪 100 汽车保险丝的安装位置及其控制说明	(168)
第六节	南京依维柯 (IVECO) 汽车保险丝的安装位置及其控制说明	(172)
附表一:	TOYOTA 皇冠 3.0 汽车用 2JZ—GE 发动机故障诊断顺序表	(174)
附表二:	TOYOTA 凌志 LS400 汽车用 1UZ—FE 发动机 (或 CAMRY 汽车用 3VZ—FE 发动机) 故障诊断顺序表	(176)
附表三:	TOYOTA 皇冠 3.0 汽车用 2JZ—GE 发动机电喷系统主要检测数据	(178)
附表四:	TOYOTA 凌志 LS400 汽车用 1UZ—FE 发动机 (含自动变速器) 主控制器 ECU 主要检测数据	(181)
附表五:	TOYOTA 子弹头 (PREVIA) 汽车用 2TZ—FE 发动机主控制器 ECU 的主要检测数据	(183)
附表六:	TOYOTA 佳美 (CAMRY) 汽车用 2VZ—FE 发动机主控制器 ECU 主要检测数据	(184)
附表七:	TOYOTA 凌志 ES300、佳美 (CAMRY) 汽车用 5S—FE、3S—FE 发动机主控制器 ECU 主要检测数据	(185)
附表八:	TOYOTA 汽车用发动机对照表	(188)

基础知识

一、汽车电子技术的发展

当今的时代，电子技术正以惊人的速度发展。汽车作为科学技术和综合国力具体表现的产品，为了提高其动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性，并降低排放污染，广泛应用了电子技术。电子控制燃油直接喷射系统只是众多电子技术中的一部分。汽车电子技术的发展，按其电子装置的使用特征大体上可分为三个阶段：初始阶段、成长阶段和全面发展阶段。各个阶段的特征和解决的主要问题详见下表 1。

表 1 汽车电子技术的发展概况

阶段	特征	解决的主要问题
初始	分立电子装置（置换型）	①减少保养、维修 ②提高有关性能 ③降低成本
成长	分立电子系统（组合型）	①提高经济性 ②减少排放污染 ③提高安全性
全面发展	集中电子控制系统（综合型）	除以上各问题外 ①改善环境 ②增强舒适性 ③实现自动驾驶

初始阶段：50~60 年代为汽车电子技术发展的初始阶段，经历了起步、变革和机电一体化三个过程。代表产品为：研究并使用电子燃油喷射装置、以硅整流（交流）发电机取代直流（机械整流）发电机、半晶体管点火装置（电子点火器与机械式分电器配合使用）、晶体管汽油泵和晶体管闪光器等。

成长阶段：进入 70 年代为汽车电子技术的成长时期，主要以开发应用微型电子计算机为核心，实现对汽车的某个系统的控制。如微机控制燃油直接喷射系统、微机控制防抱死制动系统、微机控制的电子仪表和汽车音响系统等。

全面发展阶段：汽车电子技术的全面发展阶段是在 80 年代以后，由于此时微型计算机已发展到第七代，故利用微机对汽车整车性能进行集中控制已成为现实。如对汽车发动机、通讯与信息装置、安全性与舒适性装置等进行集中控制。

二、汽车电子技术应用现状

目前汽车电子技术已发展为利用微型计算机对整车各个系统进行集中的综合控制。

1. 发动机电子控制

(1) 发动机燃烧及排放过程的电子控制系统

- 发动机电子点火控制。
- 燃料供给电子控制。
- 爆振及增压电子控制。

- d. (排放) 废气再循环电子控制。
 - e. 怠速 (转速) 电子控制。
 - f. 消声器电子控制。
- (2) 发动机各系统的集中电子控制
- 2. 汽车底盘电子控制
 - (1) 传动系电子控制系统
 - a. 液压变扭式自动变速器电子控制。
 - b. 多级齿轮变速器电子控制。
 - c. 经济车速 (恒速) 电子控制。
 - (2) 转向系电子控制
 - a. 四轮转向电子控制。
 - b. 动力转向电子控制。
 - c. 后轮转向电子控制。
 - (3) 制动系电子控制
 - a. 防抱死制动电子控制。
 - b. 驱动防滑电子控制。
 - c. 电子控制自动制动系统。
 - (4) 汽车悬架的电子控制
 - a. 轮胎气压检测系统。
- 3. 汽车行车安全方面的电子控制
 - (1) 确保行车安全方面的电子控制
 - a. 路况显示电子控制。
 - b. 车速限定电子控制。
 - c. 汽车防撞电子控制。
 - (2) 确保驾驶员和乘客安全的电子控制
 - a. 语言开门电子控制。
 - b. 电动车窗和车门闭锁装置。
 - c. 电子式红外线防睡器。
 - d. 车内酒敏探测报警器。
 - e. 电子式安全带。
 - f. 安全气囊。
 - g. 电子防撞报警器。
- 4. 汽车通讯、信息系统的电子控制
 - (1) 电子显示器
 - a. 发光二极管显示器。
 - b. 真空荧光显示器。
 - c. 液晶显示器。
 - d. 阴极射线管显示器。
 - e. 等离子显示器。

(2) 仪表电子化

- a. 电子式车用仪表。
- b. 仪表板的多功能与外观美。

(3) 传感器电子化

(4) 通讯电子控制

- a. 汽车电话。
- b. 交通指挥电子控制。
- c. 光通讯。

(5) 汽车行驶导向的电子控制

- a. 信息导向系统。
- b. 电子显示导向系统（电子地图）。

5. 汽车乘坐舒适性方面的电子控制

- (1) 汽车空调（采暖与制冷）电子控制
- (2) 车室内光线的自动调节系统
- (3) 车室内音响设备（收音机、CD 机、电视机）
- (4) 座椅位置自动调节系统。

三、燃油直接喷射系统中的常见元件

1. 晶体三极管

燃油直接喷射系统中，发动机主控制器 ECU 内除大规模集成电路外，常常通过晶体三极管及一些电阻元件向外电路输出信号，而且在使用过程中，出现在主控制器 ECU 方面的故障，相当一部分是由于晶体三极管的性能破坏所致。因此，必须对晶体三极管的结构、基本性能参数、检测、更换与代用等有所了解。

1) 晶体三极管的结构与型号

在半导体材料锗（或硅）中，通过一定的方法和手段掺入适量的有用杂质后，可以使半导体的导电性能大大增强，并且由此可以获得 P 型半导体（空穴为多数载流子）和 N 型半导体（电子为多数载流子）。

通过一定的加工方法，使一块半导体的一部分成为 N 型半导体，而另一部分成为 P 型半导体，那么在两者的交界面处就会形成一种特殊的薄层，称之为 PN 结。

如果把一小块半导体，中间制成很薄的 N 型区，两边制成 P 型区，形成两个 PN 结，将三个区都安上引线，即构成三个电极，从而形成 PNP 型晶体三极管。用同样的方法，将一小块半导体中间制成很薄的 P 型区，两边制成 N 型区，即构成 NPN 型的晶体三极管。两种不同晶体三极管的结构和表示符号如图 1 所示。晶体三极管在电路中主要起放大和开关作用。

利用晶体三极管的放大特性，可以组成三种基本放大电路。即共发射极电路、共基极电路和共集电极电路。如图 2 所示。这些电路由于其公共端电极的选择不同，故它们的连接方法也不同。

图 2a 所示是共发射极放大电路，三极管的发射极是公共端（接地），信号由基极输入，从集电极输出。这是最常见的放大电路。

图 2b 所示是共基极放大电路，三极管的基极是公共端（接地），信号由发射极输入，从

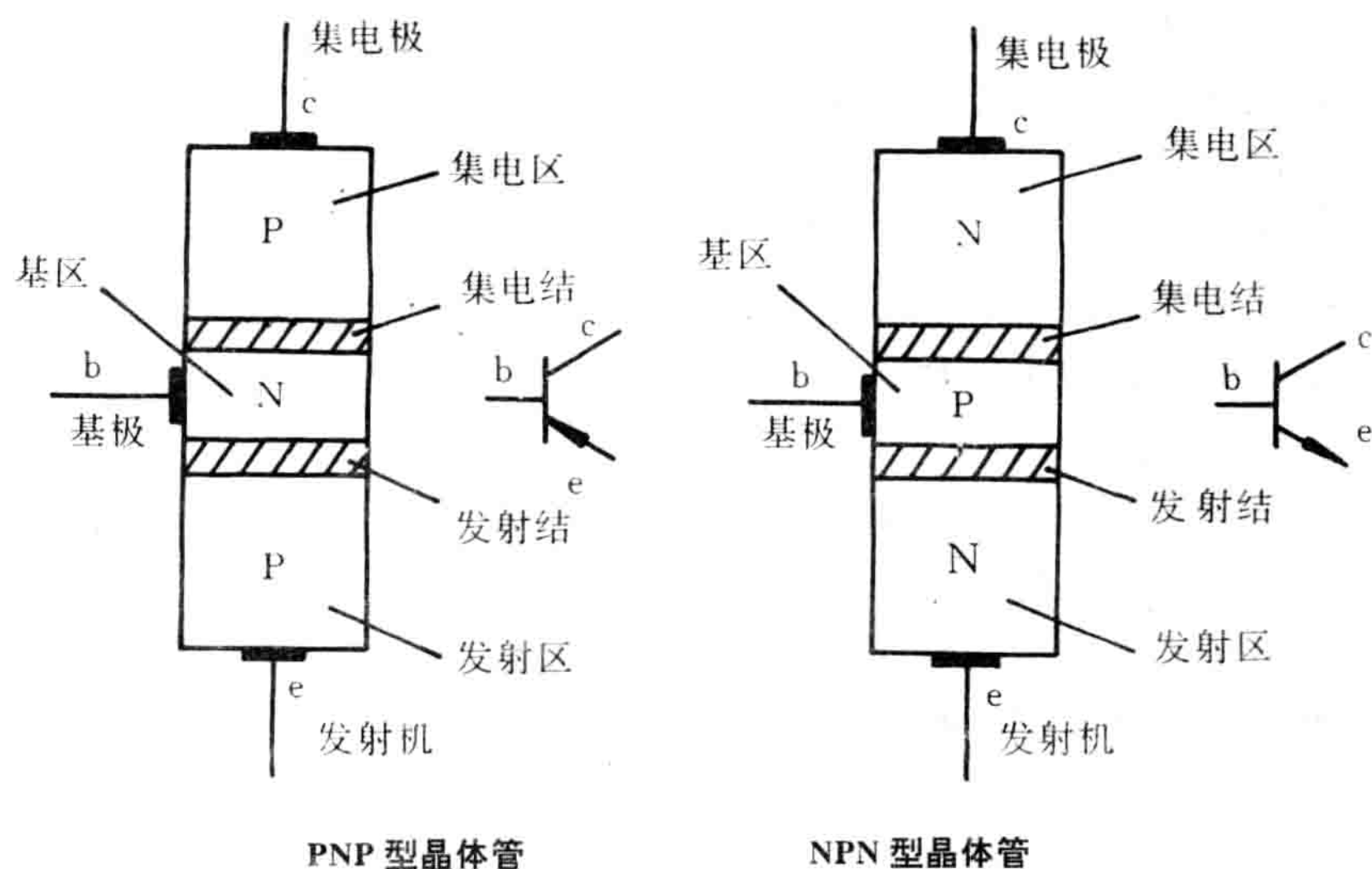
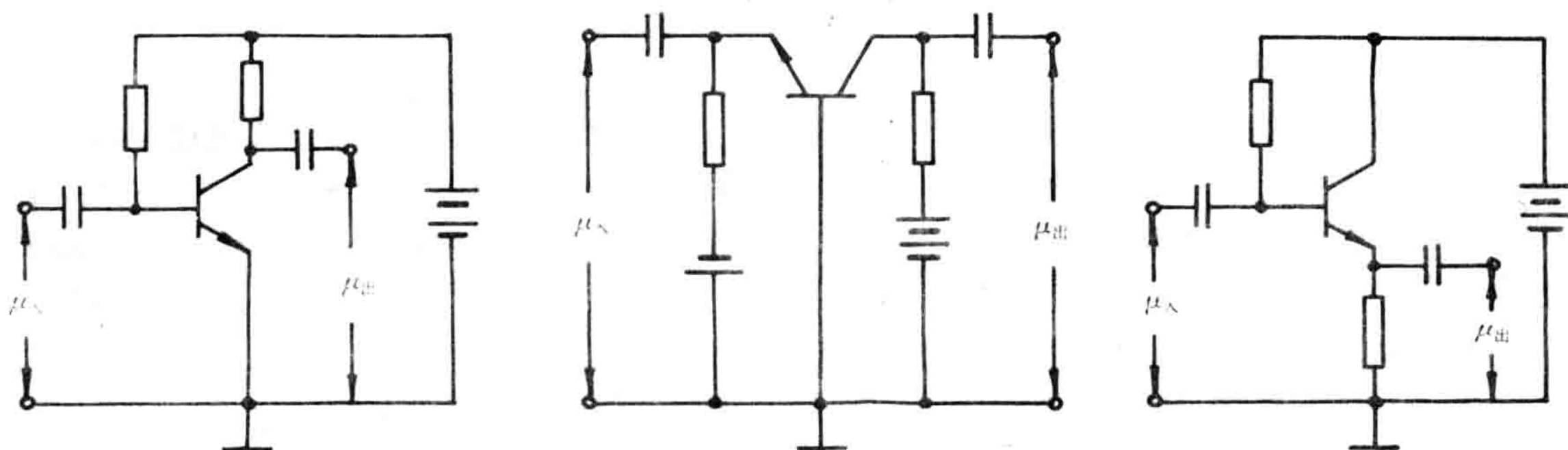


图 1 晶体三极管的结构及符号



a. 共发射极电路 b. 共基极电路 c. 共集电极电路

图 2 三极管所组成的三种基本放大电路

集电极输出。

图 2c 所示是共集电极放大电路，三极管的集电极为公共端（接地），信号由基极输入，从发射极输出。

必须指出，上述各电路是以信号的交流通路来区分的。

2) 晶体三极管的主要性能参数

晶体三极管的参数是用来表示三极管的性能和适用范围的。选用晶体三极管时必须先了解它的有关参数。

① 电流放大系数 $\bar{\beta}$ 和 β

晶体三极管的三个电极分别叫做基极（用 b 表示）、集电极（用 c 表示）和发射极（用 e

表示)。基极的电流用“ I_b ”表示,集电极的电流用“ I_c ”表示。

三极管集电极电流 I_c 与基极电流 I_b 的比值,叫做共发射极电路的直流电流放大系数,或叫静态电流放大系数,用 $\bar{\beta}$ 表示 (在晶体管手册中常用 h_{FE} 表示),即

$$\bar{\beta} = \frac{I_c}{I_b}$$

三极管集电极电流的变化量 ΔI_c 与基极电流的变化量 ΔI_b 的比值,称为共发射极电路的交流电流放大系数,或叫动态放大系数,用 β 表示 (在晶体管手册中常用 h_{fe} 表示),即

$$\beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_b}$$

一般在进行粗略估算时,可以认为 $\bar{\beta}$ 等于 β 。常用小功率晶体管的 β 值大约在 20~200 之间。

②集电极与基极间的反向电流 I_{cbo}

反向电流 I_{cbo} ,是指三极管在发射极开路时,集电极与基极之间加上反向电压的电流,如图 3 所示。

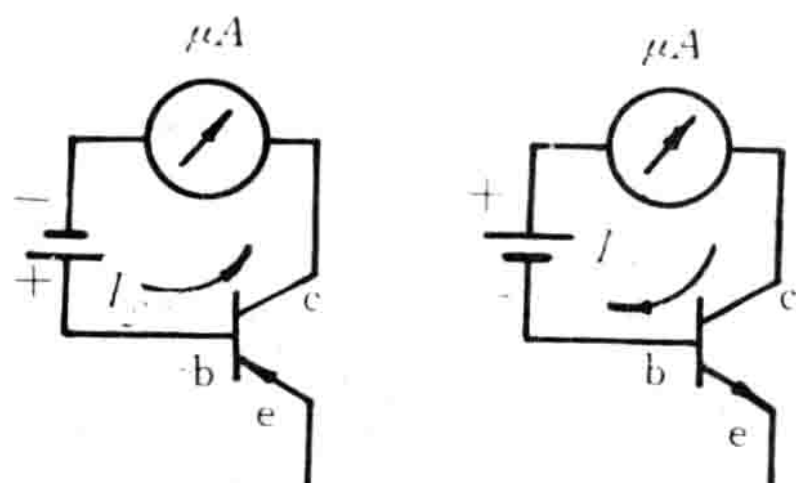


图 3 三极管反向电流 I_{cbo} 的测试

I_{cbo} 的大小反映三极管集电结质量的好坏。 I_{cbo} 越小越好,在常温下,小功率锗管的 I_{cbo} 一般在几十微安以下,小功率硅管通常在 1 微安以下。

③集电极与发射极间的反向电流 I_{ceo}

I_{ceo} 又叫穿透电流。它是指三极管的基极开路时,其集电极与发射极之间加上反向电压时的反向电流。如图 4 所示。

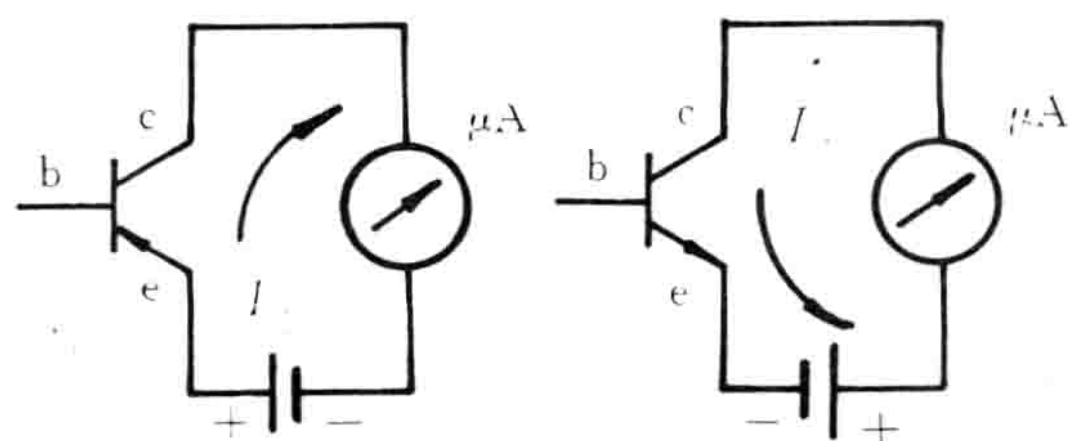


图 4 三极管穿透电流 I_{ceo} 的测试

穿透电流 $I_{ceo} = (1 + \beta) I_{cbo}$, I_{ceo} 大的三极管,功率损耗大,受温度影响严重,工作不稳定。在常温下,小功率锗管的 I_{ceo} 一般在几百微安以下,小功率硅管在几微安以下。

④集电极最大允许电流 I_{CM}

如果流过三极管的集电极电流过大,则电流放大系数 β 就要下降,一般把 β 值下降到其规定允许值时的集电极电流,称为集电极最大允许电流,应用时 $I_c > I_{CM}$ 不一定会损坏管子,但其电流放大系数 β 已明显减小,一般作放大用的三极管,

其 I_c 最好不要超过 I_{CM} 值。

⑤集电极与发射极间击穿电压 BV_{CEO} 与 BV_{CER}

当三极管的集电极与发射极之间所加的反向电压太高时,三极管就会被击穿。

BV_{CEO} 是指三极管基极开路时,集电极与发射极间的反向击穿电压。一般情况 $BV_{CER} > BV_{CEO}$,当温度升高时,三极管的击穿电压就要下降。因此,实际加在三极管集电极与发射极上的电压 V_{ce} 要小于 BV_{CEO} ,一般选取 BV_{CEO} 的二分之一比较安全。

⑥集电极最大允许耗散功率 P_{CM}

三极管在工作时,其集电极要耗散功率,它耗散的功率越大,集电结的温度就越高。根

据晶体三极管所允许的最高温度，定出集电极最大允许耗散功率。在实际应用时，应注意集电极实际耗散功率要小于集电极最大允许耗散功率。小功率三极管的 P_{CM} 在几十毫瓦到几百毫瓦之间，大功率三极管在 1 瓦以上。 P_{CM} 的大小与温度有关，为了提高 P_{CM} ，大功率管一般都装有散热片。

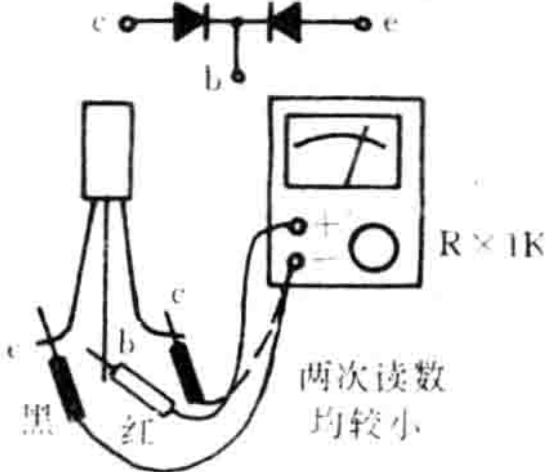
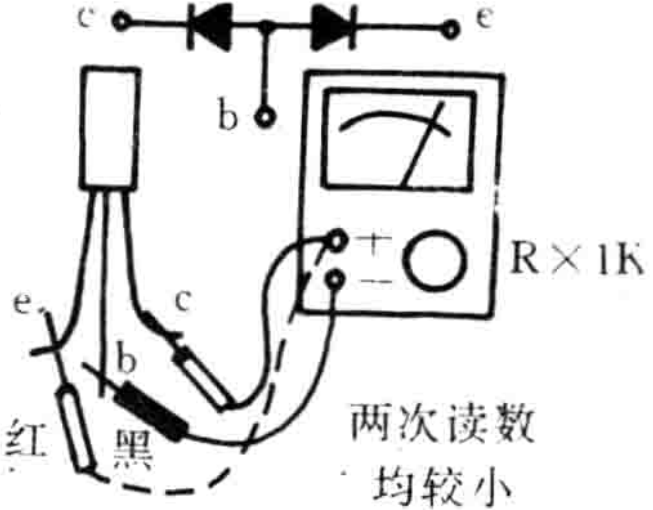
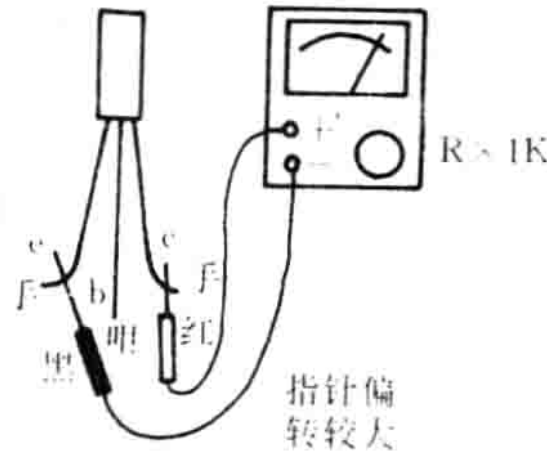
⑦特征频率 f_T

由于三极管极间电容的影响，电流放大系数 β 会随其工作频率的升高而降低，频率越高， β 下降的越厉害。特征频率 f_T 是当 β 下降到 1 时的频率。也就是说，当频率升高到 f_T 时，三极管就失去放大能力。 f_T 的大小反映了三极管频率特性的好坏。在高频电路中，要选用特征频率较高的三极管，特征频率一般比其工作频率至少要高出 3 倍以上。

3) 晶体三极管的简易测试与判断

在将晶体三极管装入电路之前，或对电路进行检修时，最好能用专用仪器设备对三极管的性能进行一次全面地检测，如果条件不具备，可用万用表对三极管进行简易测试，根据所测的结果对其进行正确地判断。晶体三极管的简易测试与判断方法详见表 2。

表 2 晶体三极管的简易测试与判断方法

1. 管型和电极的简易判断		
判断内容	方法	说明
第一步判断基极	PNP 型晶体管 	可以把晶体三极管看成两个二极管。当将万用表正表笔（红色）接某一管脚，负表笔（黑色）分别接另外两管脚，测量两个阻值。如果测得的阻值均较小为 $1k\Omega$ 左右时，红表笔所接管脚即为晶体管基极。若两阻值一大一小或都大，可将红表笔另接一脚再试，直到两个阻值均较小为止
	NPN 型晶体管 	方法同上。以黑表笔为准，红表笔分别接另两个管脚，测得的阻值均较小，且为 $5k\Omega$ 左右，则黑表笔所接管脚即为 NPN 型三极管基极
第二步判断集电极		利用晶体管正向电流放大系数比反向电流放大系数大的原理可确定集电极。用手将万用表两表笔分别接基极以外两电极，用嘴含住基极，利用人体电阻实现偏置，测读万用表指示值。再将两表笔对调同样测读，比较两次读数，对 PNP 管，偏转角大的一次中红表笔所接的为集电极；对 NPN 管，偏转角大的一次中黑表笔所接的即为集电极