

常见轿车

电气系统结构原理与检修

张永玉 主编



常见轿车

电气系统知识讲解与案例



机械工业出版社

常见轿车

电气系统结构原理与检修

张永玉 主编



机械工业出版社

本书较系统全面地介绍了国内外常见各型轿车电气系统的功能、系统组成、器件结构、工作原理、结构参数、检修参数、故障诊断方法。其中,着重讲述了各型高档轿车的发动机微机控制系统、自动变速器电控系统、防抱死制动系统与牵引力控制系统、安全气囊、空气悬架等新技术、新结构。

本书可作为汽车维修企业技术人员、维修工人的学习参考书与工具书,也可作为大、中专汽车工程专业学生的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

常见轿车电气系统结构原理与检修/张永玉主编.

—北京:机械工业出版社,2003.11

ISBN 7-111-12704-8

I. 常... II. 张... III. ①轿车-电气设备-结构
②轿车-电气设备-车辆修理 IV. U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 065296 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨民强 钱既佳 版式设计:冉晓华

责任校对:刘志文 封面设计:张 静

责任印制:施 红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/32·24 印张·821 千字

0 001—4 000 册

定价:38.00 元

凡购本书、如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着国内、外汽车工业的迅速发展,国产及进口轿车的技术水平不断提高,电子技术得到广泛应用,其中微机控制的应用尤为突出。例如:发动机微机控制系统(包括:点火、燃油喷射以及怠速控制、废气再循环、闭环控制等辅助系统)、自动变速器电控系统、防抱死制动与牵引力控制(附着力控制)系统、安全气囊与安全带(带紧急收紧装置)系统、空气悬架系统、自动空调系统、防盗系统以及自动门锁等。

由于电子技术的大量应用,现代轿车的动力性、经济性、排放性、安全性、操纵性与舒适性均有明显的提高。但是全车电气系统的复杂程度与维修难度也相应提高,对维修人员的技术水平提出了更高的要求。

为了帮助汽车维修企业技术人员与维修工人提高专业技术水平,满足现代轿车维修作业的技术要求,并为企业提供的必要的技术资料,本书较全面系统地介绍了桑塔纳、捷达王、帕萨特、神龙富康、丰田佳美、日产风度、马自达、本田雅阁、大宇王子/超级沙龙等9个厂家品牌现代轿车电气各系统的功能、组成、结构、电气原理、检修参数、故障诊断以及各系统电路图。

本书资料丰富、图文并茂、重点突出、实用性强,语言通俗易懂,易于举一反三,适于汽车修理人员阅读。

为了便于读者阅读,本书的图稿绝大部分采用相关厂家的图样。

本书由张永玉主编,参加编写的有张永玉、卞良勇、王林超、冯传荣等。

由于作者水平有限,加之资料来源困难,定有不足与错误之处,欢迎读者批评指正。

编 者

有关词汇的中英文对照表

ABS	防抱死制动系统	ISC	怠速控制
A/C	空调器	KEY	钥匙
ACC	点火开关附属电器档	KEY ON	点火开关接通
AIR BAG	气囊	L、LH、LHD	左边
AMP	安培(A)	L、LO、LOW	低、前照灯近光档
A/T、ATM	自动变速器	LOCK	锁
BAT	蓄电池	L、LT、Light	浅色
B、Black、BLK	黑色	L	天蓝色
BLU	蓝色	MAIN	主要
BR、BRN、Brown	棕色	MAP	进气绝对压力传感器
BTDC	发动机上止点	MAT	进气温度传感器
CANADA	加拿大	Max	最大
Conector	连接器 标接器	Min	最小
CPU	电脑的中央处理器	M/T	手动变速器
CTS	冷却液温度传感器	NATS IMHU	日产防盗模块
D、Dark、DK	深色	Ne	转速
DLC、DTCL	诊断连接器(插座)	O/D、OD	A/T超速档
DN	向下	OFF	关
DOHC	双顶置凸轮轴	OKN	桔红色
ECCS	日产发动机微机控制系统	ON	通
ECM	电子控制模块	ONLY	专用、唯一的
ECU	电控模块、电子控制单元	O、ORG、Orange	橙色
EFI	电控燃油喷射	OR	或者
EGR	废气再循环	PARK	停车
EX、EXC	除……之外	PASS	超车
FL、FUSE	熔丝	P、PNK	粉红色
FOOT	脚	PPL	紫红色
Fr	前	R、RED	红色
G	曲轴位置信号	R、RH、RHD	右边
G、GRN、GREEN	绿色	RUN	运转
GR、GRY	灰色	SOHC	单顶置凸轮轴
HEAD	头部, 照明开关前照灯档	SRS	安全气囊
HI	高、前照灯远光档	SST	专用工具
IACV-AAC 阀	怠速辅助空气阀	ST、START	起动
IACV-FICD	快怠速控制	STEP	档位
IG	点火	SW、S/W、Switch	开关
IGF	点火确认信号	TCCS	丰田发动机微机控制系统
IGT	点火信号	TO	到、至
IN	进入、吸入	TPS	节气门位置传感器
INT	刮水器间歇刮水档	TURBO	涡轮增压

VI

TYPE	型式、型号
UP	向上
USA	美国
VCV	真空控制阀
VENT	通风
VIO	紫色
VSS	车速传感器

VSV	真空电磁阀
W、WHT、White	白色
W/With	有、带有
W/O、Without	无、不带
W/HUD	带抬头显示装置
W/O HUD	不带抬头显示装置
Y、YEL、Yellow	黄色

目 录

前言

有关词汇的中英文对照表

一、上海桑塔纳车系	1
二、捷达王轿车	42
三、帕萨特轿车	63
四、神龙富康轿车	79
五、丰田佳美(CAMRY)轿车	102
六、日产风度轿车	148
七、马自达(MAZDA)轿车	226
八、本田雅阁(ACCORD)轿车	262
九、韩国大宇王子/超级沙龙轿车	314
参考文献	376

一、上海桑塔纳车系

上海大众汽车有限公司的桑塔纳车系共有两种车型六个品种。两种车型为桑塔纳轿车和桑塔纳 2000 轿车。

桑塔纳轿车又分为：桑塔纳轿车 LX、桑塔纳旅行车 LX 和桑塔纳豪华轿车 GL。这三种车型的发动机、底盘完全相同。桑塔纳旅行车 LX 与桑塔纳轿车 LX 的主要不同点在于车身型式；桑塔纳豪华型轿车 GL 是在桑塔纳轿车 LX 的基础上增装了电动车窗、中央门锁和高档收音机等，共有 12 个项目的改进。

桑塔纳 2000 轿车也有三个品种：桑塔纳 2000GLs、桑塔纳 2000 GLi 和桑塔纳 2000 GSi。这三个车型的发动机各不相同。其中 GLs 与 GLi 除发动机不同外，其余各系统均相同；而 GSi 与 GLs、GLi 除发动机

不同外，离合器操纵、制动控制、车门门锁控制等也不相同。

GLs 装用 JV 型化油器式发动机，其结构原理与桑塔纳轿车相同。GLi 装用 AFE 型发动机，该发动机采用德国波许公司 Motronic 1.5.4 电子控制系统，即发动机微机集中控制系统。GSi 装用 AJR 发动机，该型发动机采用带有防盗功能的 Motronic M3.8.2 电控多点燃油喷射系统。

桑塔纳 2000 各型轿车整车与各总成的技术参数见表 1-1、1-2。

下面重点介绍桑塔纳 2000GLi、GSi 轿车的电气系统。

表 1-1 桑塔纳 2000 型轿车整车主要技术参数

项 目			单 位	参 数		
				桑塔纳 2000 GSi	桑塔纳 2000 GLi	桑塔纳 2000 GLs
整 车 型 号				330 K8L LOL TF2	330 K8L LOL TE2	330 K8L LOL TD2
车 型				四门五座、前驱动中级轿车		
尺寸 参数	长×宽×高(空载)		mm×mm×mm	4680×1700×1423		
	轴距(半载)		mm	2656		
	轮距：前/后(半载)		mm	1414/1422		
	最小转弯直径		m	11		
	最小离地间隙(满载)		mm	138		
质量参数		整备质量	kg	1140	1120	
		满载总质量	kg	1560	1540	
使用 性能	动力性	最高车速	km/h	175	172	166
		0 至 100km/h 加速时间	s	≤13.5	≤14.8	≤16.0
	经济性	60km/h 等速油耗	L/(100km)	≤5.7	≤5.9	≤6.1
		90km/h 等速油耗	L/(100km)	≤6.8	≤6.9	≤7.4
		120km/h 等速油耗	L/(100km)	≤8.8	≤8.8	≤9.4
		15 工况油耗	L/(100km)	≤11.2	≤11.5	≤11.8
	制动性	初速为 30km/h 制动距离	m	≤5.8		
		初速为 50km/h 制动距离	m	≤15.0		
公 害	怠速 排放	CO	(体积分数)	≤1.5%		
		HC	(体积分数)	≤600×10 ⁻⁶	≤700×10 ⁻⁶	
	车外加速噪声		dB (A)	≤79		

表 1-2 桑塔纳 2000 型轿车主要总成结构参数

项 目		单 位	结 构 参 数			
车 名			桑塔纳 2000 GSi	桑塔纳 2000 GLi	桑塔纳 2000 GLs	
整 车 型 号			330 K8L LOL TF2	330 K8L LOL TE2	330 K8L LOL TD2	
发 动 机	发动机型号		AJR (电喷)	AFE (电喷)	AFE (化油器)	
	发动机型式		水冷直列四缸四行程顶置气门横流电喷汽油机	水冷直列四缸四行程顶置气门电喷汽油机	水冷直列四缸四行程顶置气门化油器式汽油机	
	缸径×行程		mm×mm	81.0×86.4		
	总 排 量		L	1.781		
	压 缩 比			9.3:1	9.0:1	8.5:1
	额定功率/转速		kW/(r/min)	72/5200	72/5200	66/5200
	最大扭矩/转速		N·m/(r/min)	155/3800	150/3100	145/3300
	最低燃油耗率		g/(kW·h)	278.5	280	285
	排 放	CO	g/Test	< 31.0		
		HC + NO _x	g/Test	< 12.0		
点 火 和 供 油 系 统			● 免保养的点火系统 ● 点火系统和供油系统由电子控制单元控制 ● 无分电器 有分电器 ● 电子控制, 多点燃油喷射 ● 纸芯干式空气滤清器 ● 温控进气预热 ● λ 闭环控制 M3.8.2 系统		● 免保养的点火系统 ● 下吸式主副腔分动, 手动阻风门化油器 ● 有分电器 ● 纸芯干式空气滤清器 ● 温控进气预热及进气混合预热	
型 式			膜片弹簧单片干式离合器			
离 合 器	操纵机构		液压操纵机构	机械式绳索操纵机构		
	摩擦片外径×内径		mm×mm	φ210×φ134		
	摩擦片厚度		mm	7.9±0.3		
	踏板总行程		mm	131.8~139.1 实际行程	150±5	
	踏板自由行程		mm	20±5	20±5	
	踏板力		N	122.2	≤152	
	型 号			013 300 043B		
变 速 器	型 式			全同步五档手动变速器		
	速 比	五档/倒档		3.455/1.944/1.286/0.969/0.800/R3.167		
		主传动比		4.444		
		车速表		0.5714		
	最大输入转矩/转速		N·m/(r/min)	155/3800		

(续)

项 目			单 位	结 构 参 数		
车 名				桑塔纳 2000 GSi	桑塔纳 2000 GLi	桑塔纳 2000 GLs
整 车 型 号				330 K8L LOL TF2	330 K8L LOL TE2	330 K8L LOL TD2
变 速 器	总 成 质 量		kg	36		
	润 滑 油	规 格		SAE 75W—90		
		容 量	L	2.0		
传 动 轴	型 式			等速万向节传动轴(等速万向节分:RF型和VL型)		
	外星轮外径		mm	RF: $\phi 90$ /VL: $\phi 100$		
	驱动半轴最小圆柱直径		mm	RF/VL 均为 $\phi 26$		
	等速万向节最大摆角		($^{\circ}$)	RF = 47/VL = 22		
	RF 节在 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 范围内可传递的最大转矩		N·m	2600		
	VL 节在 $0^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 范围内可传递的最大转矩		N·m	2100		
前 轴, 前 悬 架	型 式			● 由双向筒式前减振器、螺旋弹簧、悬架柱焊接件等组成的可摆动的滑柱式独立悬架暨前驱动桥 ● 带横向稳定杆		
	前 轮 定 位	总前束(空载)		$8' \pm 8' (0 \sim 1.6\text{mm})$		
		外倾(轮胎正前方)		$-15' \pm 15'$		
		外倾左右间最大允差		10'		
		主销后倾(不可调整)		$1^{\circ}30' \pm 30'$		
后 轴, 后 悬 架	型 式			● 由双向筒式后减振器、螺旋弹簧、桥架等组成的纵向摆臂式非驱动桥 ● 桥架主梁兼起横向稳定杆作用		
	后 轮 定 位	总前束		$25' \pm 15'$		
		总前束最大允差		25'		
		外 倾		$-1^{\circ}40' \pm 20'$		
		外倾左右间最大允差		30'		
车 轮	轮胎规格/型式			195/60R1485H/无内胎子午线胎		
	轮辋规格/型式			6J $\times$ 14ET38/深槽式钢圈(或铝合金圈)		

(续)

项 目				单 位	结 构 参 数		
车 名					桑塔纳 2000 GSi	桑塔纳 2000 GLi	桑塔纳 2000 GLs
整 车 型 号					330 K8L LOL TF2	330 K8L LOL TE2	330 K8L LOL TD2
车 轮	轮胎 充气 压力	半 载	前轮	kPa	180		
			后轮	kPa	180		
		满 载	前轮	kPa	190		
			后轮	kPa	240		
		备胎轮		kPa	250		
		车轮总成 动不平衡量		g·cm	1320.8 (在轮辋边缘上不大于 80g)		
	车轮螺栓拧紧力矩		N·m	110			
	动 力 转 向 系	型 式			● 自动调整间隙的齿轮齿条式动力转向系统 ● 转向齿轮与转向柱由安全联轴节连接		
动力转向系统 的最大工作压力		kPa	10 ⁴				
动力转向系 统的工作压力		kPa	0.8×10 ⁴				
动力 泵		型 式		叶片泵			
		流 量	L/min	6			
转向盘直径		mm	φ400				
转向盘转向力矩		N·m	5.5 ²				
转向传动比			22.4				
转向盘最 小转动圈数			3.11				
转向齿轮齿条参数		齿轮齿数 Z ₁			8		
		分度圆 直 径		mm	φ16.54		
		变位系数			+ 0.7		
		齿条齿 数 Z ₂			27		
		齿条可移 动总行程		mm	195 ⁰ _{-0.1}		
		齿条工作 移动长度		mm	168		
	内轮最大 转角(空载)			40°18′			
制 动 系	外轮最大 转角(空载)			35°16′			
	型 式			● 对角分布的液压双管路制动系 前制动器：盘式制动器 后制动器：自调式鼓式制动器 ● 制动真空助力器 ● 作用于后轮的机械式驻车制动器			

(续)

项 目		单 位	结 构 参 数		
车 名			桑塔纳 2000 GSi	桑塔纳 2000 GLi	桑塔纳 2000 GLs
整 车 型 号			330 K8L LOL TF2	330 K8L LOL TE2	330 K8L LOL TD2
制 动 系 统	制动踏板总行程		mm	135	
	制动踏板自由行程		mm	≤45	
	制动盘直径		mm	φ256	
	制动钳型号			NF54	
	制动鼓直径 × 蹄宽		mm	φ200 × 40	
	前分泵直径		mm	φ54	
	后分泵直径		mm	φ17.46	
	总泵直径		mm	φ22	
	制动力分配比 (后制动力/总制动力)			22%	
	同步附着系数			1.28	
	制动效率 在附着系 数 φ = 0.8 路面	空 载		91%	
		满 载		68%	
防抱死 制动系统			ABS	无	
车 身	型 式		● 承载式整体封闭式全金属结构 ● 整车采用安全玻璃，前风窗采用夹层玻璃，其余采用钢玻璃 ● 前后部分为碰撞变形区		
其 他	新 开 发 项 目		● 汽油箱蒸气回收装置 ● 低噪声排气系统 ● 排气三元催化转换系统 ● 侧面防撞杆 ● 改进形车门 ● 电动前座椅 ● 空调旋钮开关 ● CD 收放机 ● 米黄色内饰件 ● 彩色保险杠		

(一)桑塔纳 2000 GLi 轿车

桑塔纳 2000 GLi 型轿车装用 AFE 型发动机。该型发动机采用德国波许(Bosch)公司的 Motronic1.5.4 电

子控制系统, 即发动机微机集中控制系统。该系统统一控制发动机的点火系统、燃油喷射系统和怠速等其他辅助系统。

本节重点介绍该型轿车的发动机电子控制系统。

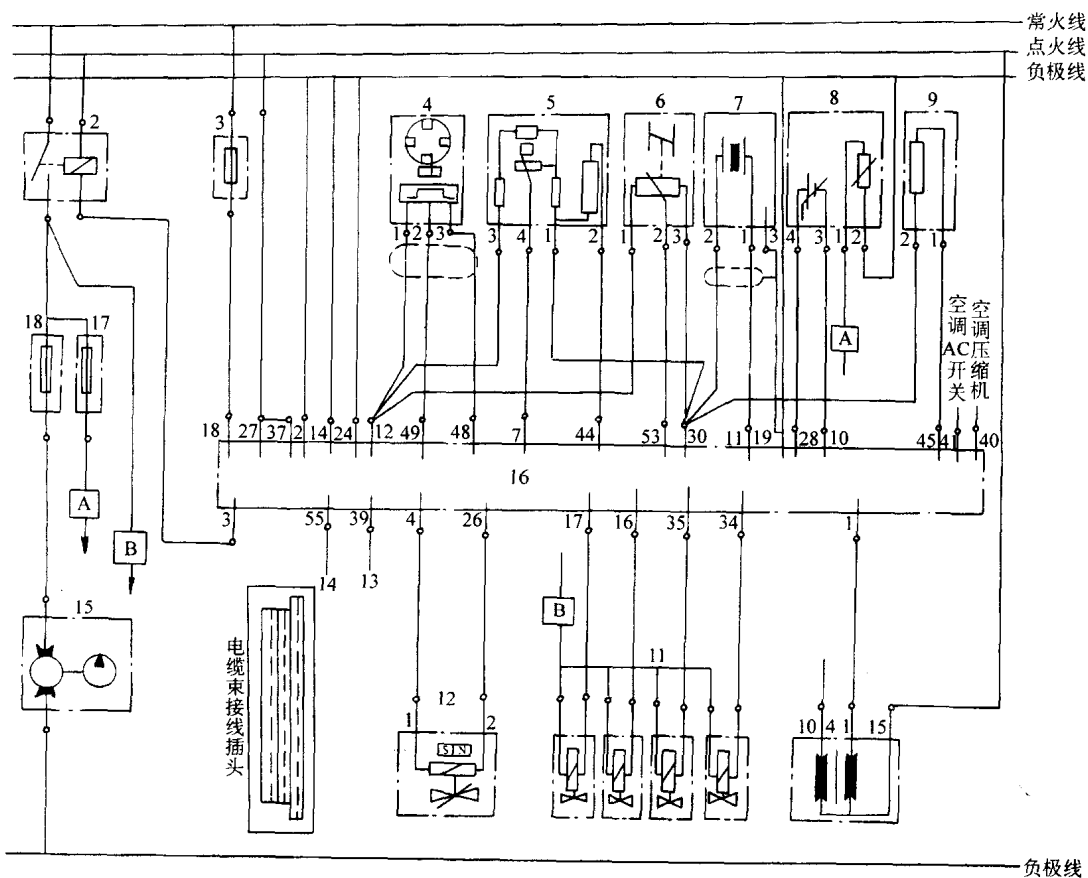


图 1-3 ECU 外围电路

表 1-3 ECU 外围电路元件名称

标 号	名 称	标 号	名 称
1	ECU (Motronic 控制器)	10	点火线圈
2	燃油泵继电器	11	喷油器
3	中央电器熔丝	12	步进电动机
4	霍耳传感器	13	点火提前角、怠速维修
5	进气压力传感器与进气温度传感器	14	燃油管诊断
6	节气门位置传感器	15	燃油泵
7	爆燃传感器	16	线束插头
8	氧传感器	17	氧传感器熔丝
9	冷却液温度传感器	18	燃油泵熔丝

分电器由配电器与霍耳式曲轴位置、曲轴转速传感器组成(图 1-1), 无机式离心提前与真空提前机构。

霍耳式传感器向发动机 ECU 提供曲轴位置信号与曲轴转速信号。前者用于计算点火初始提前角与喷

油定时；后者是确定点火提前角与喷油量的主要依据之一。

霍耳式传感器的结构原理参阅奥迪 100 轿车分电器。

桑塔纳 2000 GLi 轿车无独立的点火器, 发动机

ECU 内部电路包含了点火器的电路。具有简化结构、减少线路故障的优点。

(4) 点火系基本工作原理

发动机运转过程中, 分电器中的霍耳式曲轴位置传感器不断向发动机 ECU 输入曲轴位置信号, 用于确定相对于各气缸压缩行程上止点的初始点火提前角 ($800 \pm 50 \text{r/min}$ 、 80°C 、上止点前 $12^\circ \pm 1^\circ$)。

ECU 再根据曲轴转速信号和发动机负荷信号以及冷却液温度、爆燃等信号对初始提前角进行修正, 获得每一具体工况所需要的实际点火提前角。ECU 发出点火指令, 切断点火线圈一次电流, 点火线圈的二次绕组产生高压电, 经配电器送至某缸火花塞, 产生电火花, 点燃气缸内的可燃混合气。

(5) 点火系统的控制

1) 点火提前角控制

ECU 根据发动机各种工况时各种传感器提供的电信号计算出最佳点火提前角。

最佳提前角 = 初始提前角 + 基本提前角 + 修正提前角

初始提前角为上止点前 12° , ECU 根据霍耳传感器提供的曲轴位置信号推算获得。

基本提前角由 ECU 根据曲轴转速信号与发动机负荷信号(进气歧管绝对压力信号)计算获得。

修正提前角由 ECU 根据发动机温度、节气门开度、进气温度等信号计算获得。

上述点火提前角的各组成部分, ECU 计算的数据来源有两部分: 一是各有关传感器连续提供的各种电信号(数据); 二是 ECU 自身的存储器(只读存储器)储存的各种工况的最佳点火提前角, 如图 1-4 所示。

2) 通电时间(闭合角)控制

为防止发动机转速、蓄电池电压等的变化对点火

线圈一次电流强度、通电时间产生影响, 进而影响二次电压, 降低点火特性, ECU 中设置了通电时间控制电路。该电路将保证在上述因素发生变化时, 二次电压将不受影响, 保证良好的点火特性。

蓄电池电压与通电时间的关系如图 1-5 所示。

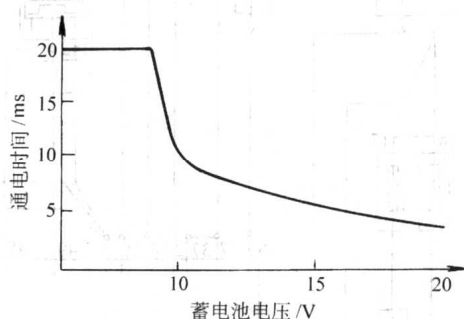


图 1-5 蓄电池电压与通电时间的关系

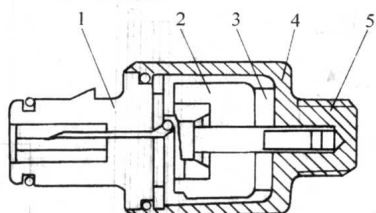


图 1-6 爆燃传感器

1—电器连接装置 2—平衡块 3—压电元件 4—外壳 5—安装螺栓

3) 爆燃控制

为提高发动机的功率输出而又不发生明显的爆燃, 在发动机缸体上加装了爆燃传感器。ECU 根据爆燃信号, 使点火提前角始终保持在临界值。

爆燃传感器为压电式, 结构如图 1-6 所示, 电路如图 1-7 所示。

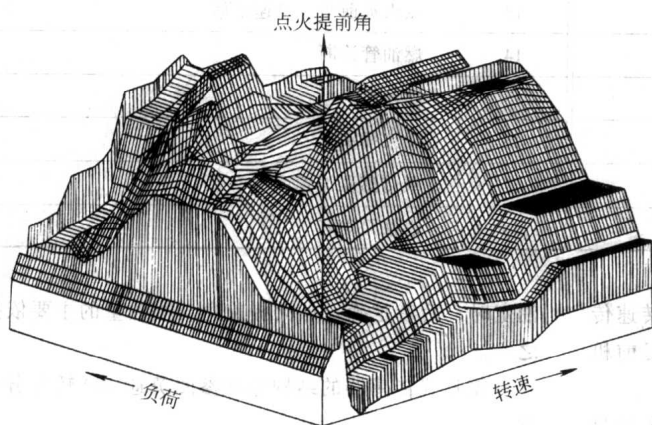


图 1-4 点火提前角的空间点阵

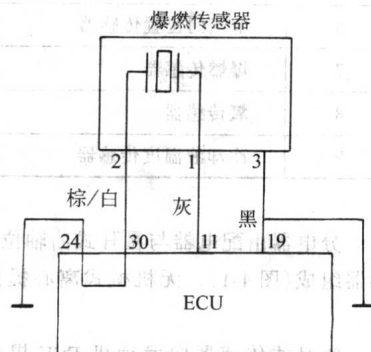


图 1-7 爆燃传感器接线图

3. 燃油喷射系统

(1) 系统组成

该型轿车装用波许电控多点 D 型燃油喷射系统, 采用逐缸喷射、闭环控制。

系统组成如图 1-8 所示, 分为空气供给、燃油供给与控制系统三部分。器件部位见图 1-9。

空气供给系统包括: 空气滤清器、节气门体(节气门)、旁通空气道、稳压箱等。

燃油供给系统包括: 燃油箱、燃油泵、汽油滤清器、分油管、油压调节器及喷油器等。

控制系统包括: 发动机 ECU、曲轴位置与转速传感器、节气门位置传感器、水温传感器、进气歧管压力传感器、进气温度传感器、氧传感器、爆燃传感器及怠速控制阀等。

(2) 各器件的结构原理

1) 电动燃油泵

电动燃油泵由永磁直流电动机与滚柱式泵组成, 装于燃油箱内浸入燃油中, 称为内装湿式泵。其内阻为 $2 \sim 7 \Omega$ 。

电动燃油泵的控制电路如图 1-10 所示。工作原理如下:

① 当点火开关位于点火档, 发动机不转动时,

发动机 ECU 沟通油泵继电器线圈搭铁回路约 1s, 触点闭合, 油泵通电运转 1s, 使供油管路充满一定压力的燃油。

② 发动机启动或正常运转时, 发动机 ECU 从分电器内的霍尔传感器获得曲轴转速信号, 使油泵继电器线圈搭铁端沟通搭铁回路, 触点闭合, 油泵通电运转。

2) 燃油压力调节器

油压调节器的作用是使喷油器的油压与进气歧管内的气压之差始终保持恒值(0.25MPa), 以便提高喷油量的控制精度, 如图 1-11 所示。

油压调节器的结构原理同于其他厂牌轿车电控多点燃油喷射系统的燃油压力调节器(图 1-12)。

3) 喷油器

该型轿车装用电磁式高阻值喷油器, 线圈电阻为 $15.9 \pm 0.35 \Omega$ 。结构如图 1-13 所示, 安装见图 1-14。

喷油器的线路连接如图 1-15 所示。发动机运转时, 发动机 ECU 根据曲轴转速信号, 使油泵继电器线圈搭铁回路沟通, 触点通电, 沟通喷油器电源电路。ECU 再根据霍尔式曲轴位置传感器输入的信号计算各缸喷油器喷油开始时间, 使喷油器线圈搭铁端构成搭铁回路, 喷射燃油。根据发动机的工况达到一定的喷油脉冲宽度(间歇喷射)后, ECU 切断喷油器搭铁回路, 停止喷射。

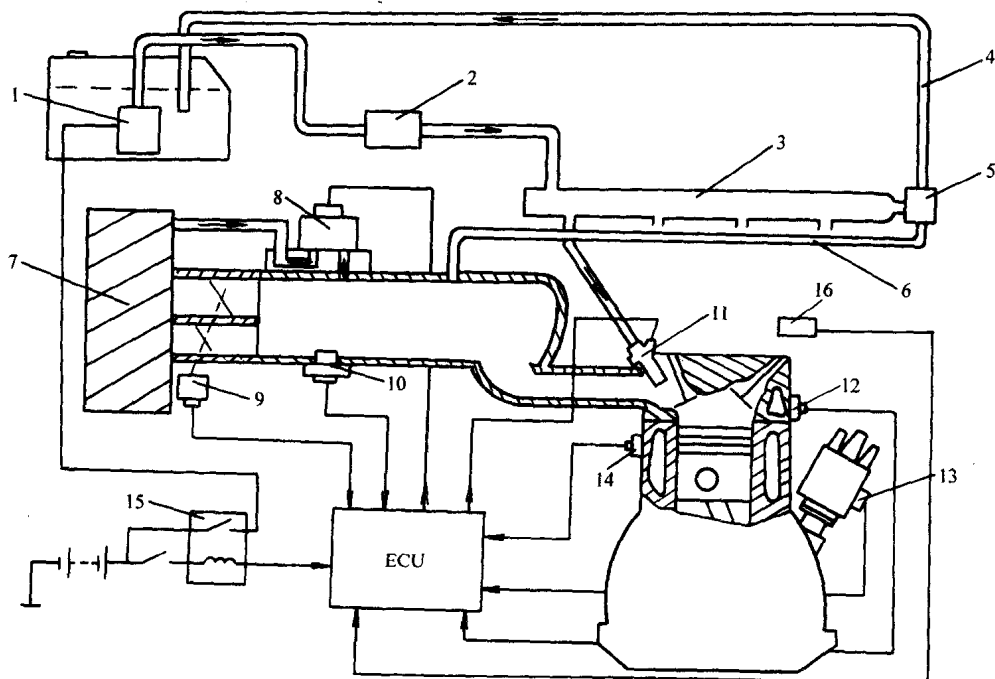


图 1-8 桑塔纳 2000G Li 电控燃油喷射系统

- 1—电动汽油泵 2—汽油滤清器 3—燃油分配管 4—回油管 5—油压调节器 6—真空管
7—空气滤清器 8—怠速控制阀 9—节气门位置传感器 10—进气压力/温度传感器 11—喷油器
12—冷却液温度传感器 13—霍尔传感器 14—爆燃传感器 15—油泵继电器 16—氧传感器