



高职高专汽车类规划教材  
国家技能型紧缺人才培养培训系列教材



# 汽车电器与 电子控制技术

潘天堂 主编 王峰 吴海东 副主编



化学工业出版社



高职高专汽车类规划教材  
国家技能型紧缺人才培养培训系列教材



# 汽车电器与 电子控制技术

潘天堂 主编

王峰 吴海东 副主编



化学工业出版社

·北京·

本书紧紧围绕高素质技能型人才的培养目标,根据高职汽车专业毕业生主要就业岗位的职业能力与素质要求,以及国家汽车修理工职业标准对汽车维修高级工的知识 and 能力要求编写。全书共9章,内容包括汽车电器系统的认知、充电系统、启动系统、点火系统、照明、信号、仪表系统、汽车辅助电路、发动机电控系统、底盘电控系统检修、整车电路分析等。本书理论与实践并重,内容新颖,并与技能鉴定结合。为方便教学,本书有配套电子教案。

本书可作为高职高专、成人高校、中等职业院校汽车类专业教材,也可作为相关行业岗位培训或自学用书,同时可供汽车维修人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电器与电子控制技术/潘天堂主编. —北京:化学工业出版社,2009.9  
高职高专汽车类规划教材  
国家技能型紧缺人才培养培训系列教材  
ISBN 978-7-122-05578-1

I. 汽… II. 潘… III. ①汽车-电气设备-高等学校:技术学院-教材②汽车-电子控制-高等学校:技术学院-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第121514号

---

责任编辑:韩庆利  
责任校对:蒋宇

装帧设计:尹琳琳

---

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张21 字数556千字 2009年8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:34.50元

版权所有 违者必究

# 高职高专汽车类规划教材 编审委员会

主 任 张西振

副主任 张红伟 何乔义 胡 勇 李幸福  
周洪如 王凤军 宋保林 熊永森  
欧阳中和 王贵槐 刘晓岩 黄远雄

委 员 (按姓名笔画排序)

于丽颖	上官红喜	王木林	王凤军
王志文	王贤高	王贵槐	王洪章
王晓波	王海宝	韦焕典	卢 华
代 洪	冯 伟	冯培林	伍 静
刘 刚	刘凤波	刘玉清	刘泽国
刘晓岩	刘鸿健	孙晓峰	李 刚
李 彦	李幸福	杨安杰	杨晓波
吴东平	吴东阳	吴英萍	吴喜骊
何乔义	何金戈	沈洪松	宋东方
宋保林	张 军	张 晔	张西振
张红伟	张利民	张忠伟	陈 宣
陈振斌	苗全生	欧阳中和	罗富坤
周 晶	周洪如	郑 劲	赵文龙
赵伟章	胡 勇	胡文娟	胡寒玲
姜 伦	姚 杰	索文义	贾永枢
党宝英	郭秀香	黄 坚	黄远雄
龚文资	崔雯辉	梁振华	董继明
韩建国	惠有利	曾庆吉	谢三山
强卫民	廖忠诚	熊永森	潘天堂
戴晓松			

# 前 言

“汽车电器与电子控制技术”是高职高专院校汽车类专业的一门主干专业基础课程，为了使此专业的学生能够胜任汽车生产制造、汽车维修、交通运输、汽车检测与汽车服务等企业相关岗位的工作要求，为便于教师能够比较全面、系统地讲授这门课程，我们编写了这本《汽车电器与电子控制技术》。

在编写本书时，我们紧紧围绕高素质技能型人才的培养目标，根据高职汽车专业毕业生主要就业岗位的职业能力与素质要求，以及国家汽车修理工职业标准对汽车维修高级工的知识与能力要求，以应用为目的，以能力为本位，确定编写思路与教材特色。

本书主要特点：

(1) 坚持理论与实践并重、理论与实践相结合的原则，注重培养学生的实践应用能力及创新精神。

(2) 内容取舍得当，选材新。对一些陈旧的内容或删除或粗略介绍，增加常用新型车型的电器与电子控制技术的学习。

(3) 注重各系统控制电路的分析与故障诊断能力的培养。以当代典型车型的实用电路为主线，建立新的结构体系，培养学生的电路阅读与分析的能力。

(4) 集汽车电器构造、维修于一体，重点突出汽车电子控制技术。通过典型车型电路故障的检测掌握系统与电器电子元件的内在联系。

(5) 通过对一个具体车型整车电路各控制系统的接线、检测与诊断，掌握全车电器与电子控制系统维修的能力。

本书可作为高职高专院校汽车类专业的教学用书，亦可作为相关专业的教学参考书。

本书由潘天堂任主编，王峰、吴海东任副主编，张红党、梅海龙、陈新、蒋卫东也参与了编写工作。

本书在编写过程中，参阅了大量的相关文献，在此，编者对原作者表示真诚的谢意。

本书有配套电子教案，可赠送给用本书作为授课教材的院校和老师，如有需要，可发邮件至 [hanqingli@cip.com.cn](mailto:hanqingli@cip.com.cn) 索取。

由于编者水平有限，不妥之处在所难免，恳切希望读者批评指正。

编 者  
2009年5月

# 目 录

绪论 .....	1
<b>第 1 章 汽车电器系统认知</b> .....	4
1.1 汽车电器设备安装位置认知 .....	4
1.2 桑塔纳 2000 轿车发动机电气元器件位置认知 .....	5
1.3 汽车线束认知 .....	7
1.3.1 导线 .....	7
1.3.2 汽车线束 .....	8
1.3.3 桑塔纳线束 .....	11
1.4 桑塔纳 2000GSi 型轿车中央线路板认知 .....	15
复习与思考题 .....	18
<b>第 2 章 充电系统的检修</b> .....	19
2.1 汽车用蓄电池 .....	19
2.1.1 概述 .....	19
2.1.2 蓄电池结构 .....	20
2.1.3 蓄电池的工作原理 .....	21
2.1.4 蓄电池的工作特性 .....	21
2.1.5 蓄电池的容量 .....	22
2.1.6 新型铅蓄电池 .....	22
2.2 汽车发电机 .....	23
2.2.1 概述 .....	23
2.2.2 交流发电机工作原理 .....	24
2.2.3 交流发电机工作特性 .....	26
2.2.4 其他形式的交流发电机 .....	28
2.2.5 交流发电机电压调节器 .....	29
2.2.6 晶体管调节器的检测 .....	33
2.2.7 典型充电系统线路及故障检测方法举例 .....	37
2.3 桑塔纳 2000 充电系统的结构与检修 .....	39
2.3.1 蓄电池的检修 .....	39
2.3.2 发电机与调节器的结构与检修 .....	41
2.4 其他车型充电系统电路实例 .....	49
2.4.1 帕萨特 B5 充电系统的电路分析 .....	49
2.4.2 UD63 型尼桑汽车启动和充电系统控制电路及故障排除 .....	49
2.4.3 福特汽车充电系统电路分析 .....	53
复习与思考题 .....	54
<b>第 3 章 启动系统的检修</b> .....	56
3.1 启动系统组成与原理 .....	56

3.1.1	启动系统的组成	56
3.1.2	启动机工作原理和特性	58
3.1.3	减速启动机的特点及减速装置	60
3.1.4	启动机的维护、调整与故障诊断	61
3.1.5	UD63 型尼桑汽车启动控制电路及故障排除	63
3.2	桑塔纳 2000 启动机的结构与检修	65
3.2.1	启动机的结构	65
3.2.2	启动系统电路分析	67
3.2.3	启动机故障的诊断与排除	68
3.2.4	启动机的检修	70
	复习与思考题	74
<b>第 4 章</b>	<b>点火系统的检修</b>	<b>76</b>
4.1	点火系统工作原理	76
4.1.1	点火系统概述	76
4.1.2	传统点火系统	77
4.1.3	普通电子点火系统	86
4.1.4	有分电器计算机控制点火系统	94
4.1.5	无分电器计算机控制点火系统	95
4.2	汽油机点火系统波形分析	97
4.2.1	次级电压波形分析	98
4.2.2	初级电压波形分析	103
4.3	普通桑塔纳点火系统分析	104
4.4	桑塔纳 2000GLi 点火系统的结构与检修	105
4.5	桑塔纳 2000GSi 型轿车点火系统分析	109
4.6	点火系统常见故障的诊断与排除	110
	复习与思考题	115
<b>第 5 章</b>	<b>照明、信号、仪表系统的检修</b>	<b>118</b>
5.1	控制电路原理	118
5.1.1	灯系种类与用途	118
5.1.2	前照灯控制电路	119
5.1.3	低压直流日光灯和光导纤维照明	125
5.1.4	转向信号灯的闪光器	126
5.1.5	电喇叭	128
5.1.6	倒车信号装置	129
5.1.7	制动信号装置	131
5.2	普通桑塔纳照明及信号系统的检修	132
5.2.1	大灯和雾灯的检修	132
5.2.2	转向指示灯及报警灯故障与检修	134
5.2.3	小灯、尾灯与停车灯的检修	136
5.2.4	倒车灯和制动灯的检修	136
5.2.5	其他辅助照明的检修	136
5.3	雪铁龙富康轿车照明与信号电路	137
5.3.1	信号系统电路	137

5.3.2	内部照明电路	142
5.4	本田雅阁照明电路	142
5.5	桑塔纳轿车仪表电路故障检测与排除	144
5.5.1	组合仪表的拆卸	144
5.5.2	车速里程表的检修	144
5.5.3	发动机转速表的检修	146
5.5.4	燃油表的检修	147
5.5.5	冷却液温度表的检修	147
5.5.6	机油压力指示系统的检修	148
	复习与思考题	150
<b>第6章</b>	<b>汽车辅助电器的检修</b>	<b>152</b>
6.1	风窗刮水、清洗、除霜装置	152
6.1.1	电动刮水器的组成与变速原理	152
6.1.2	风窗玻璃洗涤器	154
6.1.3	间歇刮水控制电路	154
6.1.4	电动刮水器电路分析	156
6.1.5	桑塔纳刮水器及清洗装置的结构与检修	157
6.1.6	福特汽车的间歇刮水与洗涤器电路分析	159
6.1.7	电控除霜系统	161
6.2	桑塔纳 2000GSi 电动摇窗机控制	162
6.3	中央门锁	171
6.3.1	中央门锁系统的组成	171
6.3.2	铁将军火星遥控门锁	173
6.4	汽车空调	174
6.4.1	汽车空调的基本组成和机械循环过程	174
6.4.2	空调系统控制电路	175
6.5	福特汽车的暖风系统电路	176
6.6	通用别克冷却风扇电路	178
	复习与思考题	179
<b>第7章</b>	<b>发动机电控系统电路检修</b>	<b>181</b>
7.1	发动机电控系统电路分析	181
7.1.1	发动机电控系统组成	181
7.1.2	丰田 TCCS 车系 2JZ-GE 型发动机电控系统电路分析	182
7.2	红旗轿车发动机电控喷射式燃油供给系统电路的检测	185
7.3	电控燃油系统的检测	205
7.3.1	燃油压力的检测	205
7.3.2	电动汽油泵的检测	206
7.3.3	喷油器的检测	206
7.4	电控点火系统的检测	207
7.5	电控发动机辅助装置的检测	208
7.5.1	怠速控制阀的检测	208
7.5.2	废气再循环装置的检测	210
7.5.3	可变配气相位装置的检测	211



复习与思考题	212
<b>第 8 章 底盘电控系统电路检修</b>	<b>213</b>
8.1 ABS 控制电路检修	213
8.1.1 威驰轿车 ABS 控制电路检修	213
8.1.2 凌志 LS400 型轿车 ABS /TRC 的结构原理	216
8.2 SRS 控制电路检修	221
8.2.1 安全气囊的结构与工作原理	221
8.2.2 广州本田雅阁安全气囊系统电路分析	229
8.3 电子转向控制电路检修	236
8.3.1 系统组成及说明	236
8.3.2 系统故障诊断	239
8.4 电控悬架控制电路检修	242
8.5 电动天窗与电动门窗	249
8.5.1 电动天窗	249
8.5.2 电动门窗	252
8.6 电动座椅	255
8.6.1 电动座椅的结构与原理	255
8.6.2 雅阁轿车八向可调式电动座椅	257
8.7 电动后视镜	259
8.7.1 结构原理	259
8.7.2 现代索纳塔轿车电动后视镜控制电路	260
8.7.3 别克电动后视镜控制电路	262
8.8 电子防盗系统	264
复习与思考题	267
<b>第 9 章 整车电路分析</b>	<b>270</b>
9.1 解放 CA1092 汽车整车电气系统电路分析	270
9.2 桑塔纳 2000GSi 轿车整车电路分析	274
9.2.1 检修注意事项	274
9.2.2 桑塔纳 2000GSi 轿车中央线路板	274
9.2.3 桑塔纳 2000GSi 轿车 ECU	275
9.2.4 桑塔纳 2000GSi 轿车全车电路分析	279
9.2.5 桑塔纳 2000GSi 各种传感器的检测	313
复习思考题	322
<b>参考文献</b>	<b>323</b>

# 绪 论

《汽车电器与电子控制技术》是汽车检测与维修专业或相近专业的主干课程。它主要介绍汽车电器设备构造、汽车电器工作原理及工作特性，汽车电器与电子控制系统的使用与维修。其主要任务是：培养具有基本素质和高等汽车电器与电子控制技术使用与维修专门人才所必需的基本知识、基本技能和创新精神。

由于电子技术在汽车上广泛应用，尤其是微型计算机在汽车上的应用，汽车新产品走在了机电一体化的前列，用于减少燃油消耗和有害排放，改善行驶性能，提高安全性和舒适性。因此汽车电器和电子技术的快速发展，汽车电器设备的日益复杂化，对汽车维修技术水平要求将越来越高。

## 1. 汽车电器设备的组成与特点

### (1) 组成

① 充电系统，也称电源系统。包括蓄电池、交流发电机及电压调节器。交流发电机是主电源，蓄电池是辅助电源，两者并联工作。交流发电机配有调节器，在工作过程中，发电机转速变化时，调节器能自动调节发电机电压并使之保持稳定。

② 启动系统。用来启动发动机。

③ 点火系统。作用是产生高压电火花，点燃汽油发动机汽缸内的工作混合气。

④ 照明设备。包括车内外各种照明灯，以提供夜间安全行车所需要的灯光，特别是前照灯和后照明灯最为重要。

⑤ 信号装置。包括电喇叭、闪光器、蜂鸣器及转向、制动等各种信号灯，主要用来提供安全行车所必需的信号。

⑥ 辅助电器。包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调、低温启动预热装置、收录机、点烟器、防盗装置、玻璃升降器、座椅调节器等。辅助电器日益增多，主要向提高舒适性、娱乐性、保障安全性方向发展。

⑦ 检测与仪表装置。包括电流表、机油压力表等用来监视发动机和其他装置的工作情况。

⑧ 配电装置。包括中央接线盒、电路开关、保险装置、插接件和导线等。

⑨ 电子控制装置。包括电子控制燃油喷射系统、电控自动变速器、电控悬架等。

### (2) 汽车电器设备的特点

① 直流、低压。汽车电系为直流电系，电压有 12V、24V 两种，采用 12V 电系的较多，重型车多用 24V 电系，目前，正研究在汽车上采用 42V 电系。

② 单线制。从电源到用电设备只用一根导线连接，而用金属机体作为另一公用导线。单线制节省导线、线路清晰、安装和维修方便，现代汽车均采用单线制，在个别情况下，为保证可靠地工作，而采用双线制。

③ 负极搭铁。蓄电池和用电器的负极连接在车架上。

④ 并联。电源与电源并联，用电设备与用电设备多数采用并联连接。

## 2. 汽车电子化进程的三个阶段

第一阶段，从 20 世纪 50 年代中期到 70 年代中期，着重于开发单一的电子零部件，研

究设计还是局部的，没有系统的概念，只是改善汽车某些独立机械部件的性能而对汽车产品进行的技术改造，代表电子器件有整流器、调节器、闪光器、电子钟等。

第二阶段，从 20 世纪 70 年代末期到 90 年代中期，为解决安全、污染和节能三大问题，研制出电控汽油喷射系统、电子控制防滑制动装置和电控点火系统。大规模集成电路和计算机技术得到应用，代表技术有发动机控制系统、ABS 控制系统、车身控制系统、安全气囊控制系统、巡航系统等。

第三阶段，20 世纪 90 年代中期以后，电子技术广泛的应用在底盘、车身和车用柴油发动机多个领域。计算机网络与信息技术的广泛应用使汽车更加自动化、智能化，并向人、车、路、环境的整体关联方向发展。

### 3. 汽车电子技术的发展方向

汽车在机械结构方面已经非常完善，靠改变传统的机械结构和有关结构参数来提高汽车的性能已临近极限。由于日益增强的安全、节能与净化要求和激烈的市场竞争，迫使汽车工业还须不断研究新技术、开发新产品，特别是微电子技术的长足进步，又为汽车新技术发展提供了重要的技术手段。

20 世纪 90 年代，汽车电子技术进入了其高速发展的第三个阶段，这是对汽车工业的发展最有价值、最有贡献的阶段，也是优化人-汽车-环境的整体关系最为重要的阶段。超微型磁体、超高效电机及集成电路的微型化，为汽车上的集中控制提供了基础（例如制动、转向和悬架的集中控制以及发动机和变速器的集中控制）。同时，智能化集成传感器和智能执行机构将付诸实用，数字式信号处理方式将应用于声音识别、安全碰撞、适时诊断和导航系统等。汽车电子技术成为汽车工业的未来，未来汽车电子技术可能将在以下几方面有所突破。

(1) 传感器技术 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、高精度、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，而且还能对信号作放大和处理。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精度。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。

现在汽车制造商为开发自动行驶汽车，正加紧研制各种传感器，包括车辆位置传感器、后方障碍物传感器、侧方障碍物传感器、前方障碍物传感器、车间距离传感器、路面传感器、防撞检测传感器、车速传感器、加速传感器、防火检测传感器、驾驶盘角度传感器、驾驶员状态传感器等。

(2) 微处理器 (MCU) 技术 微处理器已广泛地应用于安全、环保、发动机、传动系统、速度控制和故障诊断中。目前，美国汽车用微处理机，8 位的占多数，约占总量的 65%。16 位和 32 位微处理机正在迅速地扩大市场；近年来，16 位的用量增加约 50%，而 8 位的只增加 11%。8 位主要用于气袋等，16 位用于能源控制、防抱制动系统，32 位用于发动机控制、底盘和防抱制动系统等，MCU 是汽车用半导体的核心器件，实际上 24% 嵌入 MCU 用于汽车。

(3) 智能交通系统 (ITS) 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。其主要技术中“自动驾驶仪”的构想必将依赖于电子技术实现。智能交通系统 (ITS) 的开发将与电子、卫星定位等多个交叉学科相结合，它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处的最佳行驶路线。它装有电子地图，可以显示出前方道路、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，路上行驶的都会是由计算机控制的智能汽车。

(4) 集成化、多路传输、模块化技术 为了减小体积,减轻重量,提高可靠性,减少装配工时,这都要求将分散的部件,组合成一个整体(模块),就像发动机的点火系统、喷油系统,现在已经集成为一个发动机管理系统。下一步就是将电子变速和发动机管理系统集成为一个动力传动控制系统。再进一步就是将 ABS/TCS 以及 EPS 都组合成一体。这样可以共用传感器、控制元件、线路,使零件数量减少,减少连接点从而提高可靠性。集成化的一个很好例子就是西门子公司为奔驰 A 级车开发的电控自动变速器,将控制元件及传感器都装入到齿轮箱内,节省了空间,电线由 20 根减为 4 根。多路传输技术在 20 世纪 90 年代开始推广。先是福特公司用于林肯大陆型车上,通用公司也用于 1996 年的少数豪华型车上,1998 年通用公司销售中的 10%~20% 采用此技术。采用多路传输技术需要有智能型传感器及执行机构的配合,对电子控制集成化的实现也是十分必要和有效的。采用这些技术后,使各个数据线成为一个网络,以便分享汽车中心计算机的信息。微处理机可通过网络接收其他单元的信号。传感器和执行机构之间要有一个新式接口,以便与多通道传输系统相联系。采用这些技术可减轻重量,减少结构的复杂性,因而降低成本,并可大幅提高可靠性。

(5) 供电系统技术 随着电子/电器元件在汽车上的应用日益增加,汽车原有的电能供应就出现了不足。如何提高汽车供电系统的电压,已成为一些国际论坛中的讨论热点,尤其在欧洲,由于燃油价格较高,因此,把改进汽车效率放在优先地位。欧美的汽车制造商与零部件供应商已达成协议,将汽车的供电系统电压标准由 12V 提高到 42V。汽车上采用 12V 电压已有 30 多年历史,当时对改善启动性能,提高电器元件效率起了一定作用。但目前已不适应技术发展的需要。从理论上讲电压提高 3 倍,电流就可减小  $2/3$ ,因而可以大大减小小电缆、电动机、线圈等尺寸。特别是可使一些新技术如电子控制电动气阀机构、飞轮内装启动机/发电机一体式结构以及电子控制电动制动器、转向系统的应用成为可能;同时,可以减轻汽车重量并提高效率。但提高电压对采用灯丝型灯光系统有不利影响。因此,有可能在开始阶段,仍保持 12V 与 42V 同存一个时期。

(6) 光导纤维技术 随着汽车电子技术的不断进步,汽车各控制系统逐步走向集中,形成整车控制系统。这一系统除了中心计算机外,甚至包括多达 23 个微处理器及大量传感器和执行部件,组成一个庞大而复杂的信息交换与控制系统。目前,车用计算机的容量要求已与现代 PC 机不相上下,计算速度则要求更高。由于汽车计算机控制系统的数量日益增多,对电磁环境的要求也不断提高,采用高速、抗干扰的数据传输网络日益显得必要。光导纤维可为此传输网络提供传输介质,以解决电子控制系统防电磁干扰的问题,因为光导纤维具有较强的抗电磁干扰,抗辐射和电绝缘性好等优异的传输特性,还具有重量更轻,成本更低,柔软性好,弯曲半径小,数值孔径大,耦合效率高,易于连接等优点,同时随着光导纤维的成本不断降低,它的应用也将降低汽车各有关方面的成本。此外采用不同线束的表面安装技术、多层印刷电路板和厚膜混合技术,将使电子控制器件变得更为紧凑,因此,作为变革电子产品安装形态的关键技术也将起重要的作用。

# 第 1 章 汽车电器系统认知

## 知识目标:

1. 初步认知汽车电器系统及主要零部件的位置;
2. 理解汽车电器线束的概念;
3. 理解中央接线盒的作用、组成。

## 能力目标:

1. 能说出汽车主要电器与电子系统的构成及其作用;
2. 能认知汽车线束的布置方式、能区分线路颜色的含义;
3. 能说出中央接线盒的分区、端子的含义。

## 1.1 汽车电器设备安装位置认知

电气系统的功能是保证车辆在行驶过程中的可靠性、安全性和舒适性。桑塔纳轿车电气

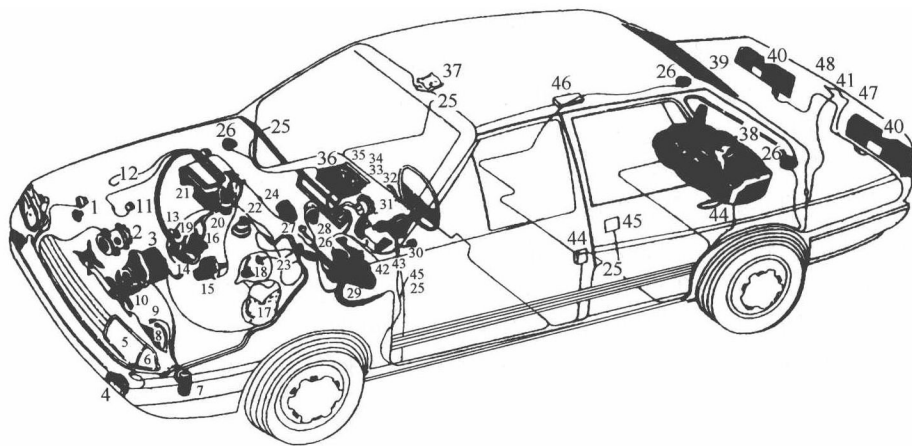


图 1-1 桑塔纳 2000 型轿车电气设备布置略图

- 1—双音喇叭; 2—空调压缩机; 3—交流发电机; 4—雾灯; 5—前照灯; 6—转向指示灯; 7—空调储液干燥器; 8—中间继电器; 9—电动风扇双速热敏开关; 10—风扇电动机; 11—进气电预热器; 12—化油器怠速截止电磁阀; 13—热敏开关; 14—机油油压开关; 15—启动机; 16—火花塞; 17—风窗清洗液电动泵; 18—冷却液液面传感器; 19—分电器; 20—点火线圈; 21—蓄电池; 22—制动液液面传感器; 23—倒车灯开关; 24—空调、暖风用鼓风机; 25—车门接触开关; 26—扬声器; 27—点火控制器; 28—风窗刮水器电动机; 29—中央接线盒; 30—前照灯变光开关; 31—组合开关; 32—空调及风量旋钮; 33—雾灯开关; 34—后窗电加热器开关; 35—危急报警灯开关; 36—收放机; 37—顶灯; 38—油箱油面传感器; 39—后窗电加热器; 40—组合后灯; 41—牌照灯; 42—电动天线; 43—电动后视镜; 44—中央集控门锁; 45—电动摇窗机; 46—顶灯; 47—后盖集控锁; 48—行李箱灯

系统可分为以下几个系统。

- (1) 供电系统 包括蓄电池、交流发电机及其调节器。
- (2) 启动系统 包括直流启动机、进气预热装置。
- (3) 点火系统 包括点火开关、点火线圈、分电器 (AJR 型发动机无)、霍尔传感器、点火控制器、火花塞等。
- (4) 照明系统 包括前照灯、雾灯、牌照灯、顶灯、阅读灯、仪表板照明灯、行李箱灯、门灯、发动机舱照明灯等。
- (5) 仪表系统 包括车速里程表、燃油表、水温表、发动机转速表等。
- (6) 信号系统 包括音响信号和灯光信号装置, 制动信号灯、转向信号灯、倒车信号灯以及各种报警指示灯等。
- (7) 辅助用电设备 包括电动玻璃升降器、中央集控门锁、电动后视镜、风窗刮水器、洗涤器、电喇叭、点烟器等。

桑塔纳 2000 型轿车电气设备布置大致如图 1-1 所示。

## 1.2 桑塔纳 2000 轿车发动机电气元器件位置认知

桑塔纳 2000 轿车电气元器件位置图如图 1-2、图 1-3 所示。捷达轿车电气元器件位置如图 1-4 所示。

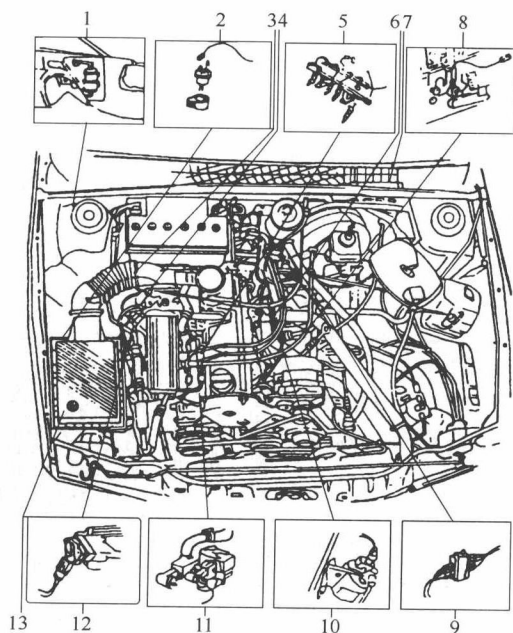


图 1-2 AFE 型发动机 (2000GLi) 电子控制汽油喷射系统元件位置图  
 1—活性炭罐 (位于右前翼子板内侧); 2—活性炭罐电磁阀 (位于空气滤清器旁);  
 3—进气软管; 4—节气门位置传感器; 5—汽油分配管; 6—喷油器; 7—电控单元 (ECU, 位于驾驶员侧仪表板下); 8—爆震传感器; 9—4 针插头连接器 (用于氧传感器); 10—点火分电器; 11—怠速调节器;  
 12—进气压力和进气温度传感器; 13—空气滤清器

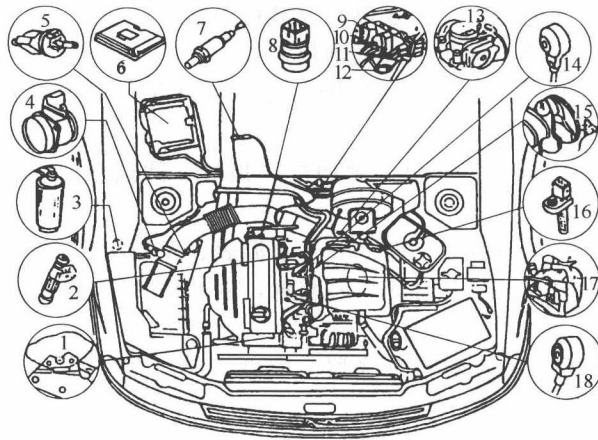


图 1-3 AJR 型发动机 (2000GSi) 汽油喷射系统和点火系统元件位置图

- 1—霍尔传感器 (G40); 2—喷油器 (N30—N33); 3—活性炭罐; 4—热膜式空气流量计 (G70); 5—活性炭罐电磁阀 (N80); 6—ECU (J220); 7—氧传感器 (G39); 8—水温传感器 (G62); 9—转速传感器插接器 (灰色); 10—1号爆震传感器插接器 (白色); 11—氧传感器插接器 (黑色); 12—2号爆震传感器插接器 (黑色); 13—节气门控制组件 (J338); 14—2号爆震传感器 (G66); 15—转速传感器 (G28); 16—进气温度传感器 (G72); 17—点火线圈 (N152); 18—1号爆震传感器 (G61)

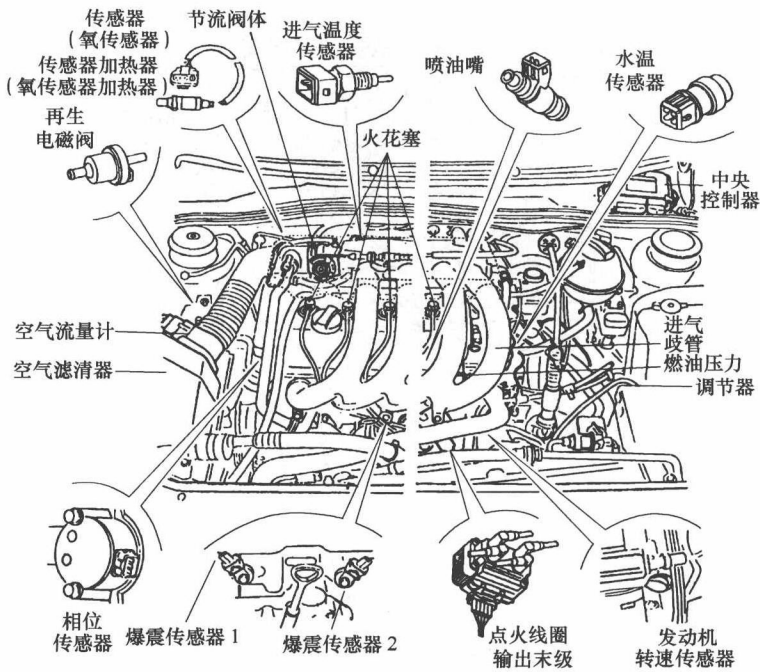


图 1-4 发动机电控系统主要元器件的安装位置

## 1.3 汽车线束认知

### 1.3.1 导线

汽车电系的导线有低压线和高压线两种。低压线中又有普通线、屏蔽线、启动电缆和蓄电池搭铁电缆之分；高压线又有铜芯线和阻尼线之分。

#### 1. 低压导线

(1) 普通低压导线 为铜质多丝软线，根据外皮绝缘包层的材料不同又分为 QVR 型（聚氯乙烯绝缘包层）和 QFR 型（聚氯乙烯-丁腈复合绝缘包层）两种。低压导线允许载流量见表 1-1。汽车 12V 电系主要电路导线截面推荐值见表 1-2。

表 1-1 低压导线允许载流量

导线标称截面/mm <sup>2</sup>	0.5	0.8	1.0	1.5	2.5	3.0	4.0	6.0	10	13
允许载流量/A			11	14	20	22	25	35	50	60

表 1-2 汽车 12V 电系主要电路导线截面推荐值

电路名称	标称截面/mm <sup>2</sup>	电路名称	标称截面/mm <sup>2</sup>
尾灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、刮水器电动机、电子钟	0.5	其他 5A 以上的电路	1.5~4
转向灯、制动灯、停车灯、分电器	0.8	电热塞	4~6
前照灯的近光、电喇叭(3A 以下)	1.0	电源线	4~25
前照灯的近光、电喇叭(3A 以上)	1.5	启动电路	16~95

随着汽车电器的增多，导线数量也不断增加，为了便于维修，低压导线常以不同的颜色加以区分。其中截面积在 4mm<sup>2</sup> 以上的采用单色，而 4mm<sup>2</sup> 以下的均采用双色。搭铁线均用黑色导线。电路图中导线前面颜色代号见表 1-3。

表 1-3 电路图中导线前面颜色代号

颜色	黑	白	红	绿	黄	棕	蓝	灰	紫	粉	橙	浅蓝	浅绿	深绿
英文代号	B	W	R	G	Y	Br	Bl	Gr	V	P	O	L	Lg	Dg
德文代号	Sw	Ws	Ro	Gn	Ge	Br	Bl	Gr	—	Li	—	Hb	—	—

美国 GM 汽车公司原版汽车电路图的部分电路如图 1-5 所示。导线颜色标记的含义分别为：Orn 橙色、Blk 黑色、Dk grn 深绿、Blk/yel 黑黄色。电中标识含义，例：10rn 40 表示导线规格为 1mm<sup>2</sup>，导线颜色为橙色，电路号为 40 号；S212、S139 表示接点号；C100、C201 表示插接器号；G101 表示搭铁号。

电路图中导线的表示方法：在汽车的电气设备的电路图中，导线上一般都标注有符号，该符号用来表示导线的截面积和颜色。

(2) 屏蔽线 屏蔽线也称同轴射频电缆，在外层绝缘层中带有金属纺织网管或很多股导线装在一层编织金属网内，再在网管外套一层护套，称为屏蔽网。

其作用是将导线与外界的磁场隔离，避免导线受外界磁场影响而产生干扰，尤其在防止汽油发动机高压点火干扰方面非常有效。屏蔽线常用于低压微弱信号线路。



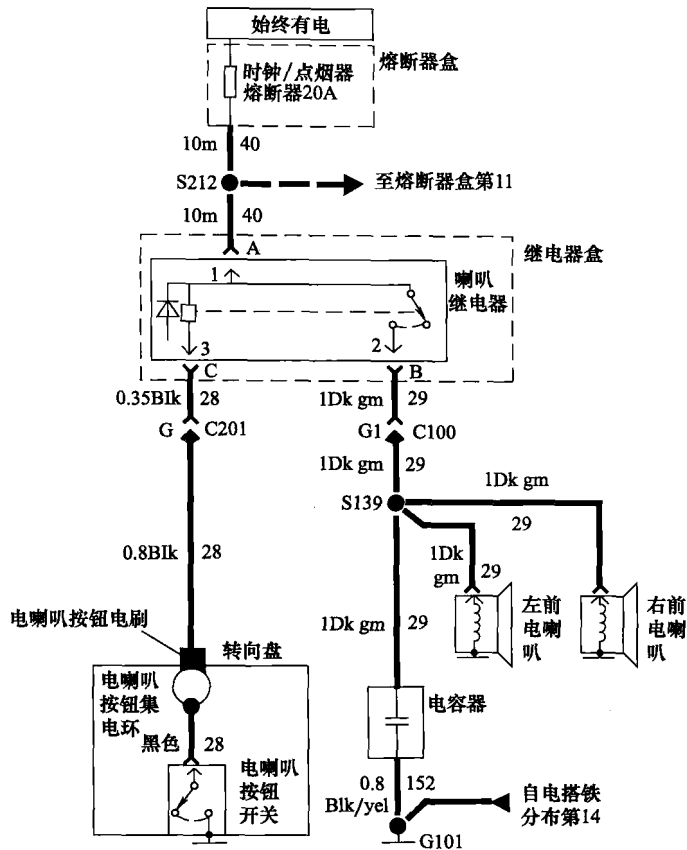


图 1-5 美国 GM 汽车公司原版汽车电路图的部分电路

(3) 启动电缆 用来连接蓄电池与启动机开关的主接线柱。

(4) 蓄电池的搭铁电缆 是由铜丝编织而成的扁形软铜线。

## 2. 高压导线

用来传送高电压，由于工作电压很高（一般在 15kV 以上），电流强度较小，因此高压导线的绝缘包层很厚，耐压性能好，但线芯截面积很小。

为了衰减火花塞产生的电磁波干扰，目前已广泛使用了高压阻尼点火线。

高压阻尼点火线的制造方法和结构亦有多种，常用的有金属阻丝式和塑料芯导线式。

金属阻丝式又有金属阻丝线芯式和金属阻丝线绕电阻式两种。金属阻丝线芯式是由金属电阻丝绕在绝缘线束上，外包绝缘体制成阻尼线；金属丝线绕电阻式是由电阻丝绕在耐高温的绝缘体上制成电阻，再与不同形式的绝缘套构成。

塑料芯导线式是用塑料和橡胶制成直径为 2mm 的电阻线芯，在其外面紧紧地编织着玻璃纤维，外面再包有高压 PVC 塑料或橡胶等绝缘体，电阻值一般在 6~25kΩ。这种结构形式，制造过程易于自动化，成本低且可制成高阻值线芯。

### 1.3.2 汽车线束

汽车上的全车线路（除高压线以外），为了不零乱，安装方便和保护导线的绝缘，一般都将同路的不同规格的导线用棉纱编织或用薄聚氯乙烯带半叠缠绕包扎成束，称为线束。一辆汽车可以有多个线束。

汽车线束在汽车电器中占有重要位置，尤其是近年来，随着汽车电器与电子设备的增