



普通高等教育“十二五”规划教材·卓越汽车工程师系列

# 汽车电器

舒华 姚国平 主编 郑召才 薛乃恩 主审

## 设备与维修 (第3版)

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材·卓越汽车工程师系列

# 汽车电器设备与维修

(第3版)

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 舒 华 | 姚国平 | 主 编 |
| 郑召才 | 薛乃恩 | 主 审 |
| 舒 展 | 赵劲松 | 副主编 |

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家规划教材。全书共分八章,主要介绍了汽车电源系统、启动系统、点火系统、照明与信号系统、信息显示系统、空调系统、辅助电器系统和全车线路的结构组成、工作原理、检修试验以及故障诊断与排除方法。

本书可作为车辆工程、汽车服务工程和汽车类专业规划教材,也可作为汽车设计、汽车制造、汽车运输、汽车维修管理等工程技术人员、汽车行业就业群体学习提高和职工培训教材或参考读物使用。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电器设备与维修 / 舒华, 姚国平主编. —3 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2012. 5

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2009 - 5

I. ①汽… II. ①舒… ②姚… III. ①汽车 - 电气设备 - 车辆修理 - 高等学校 - 教材 IV. ①U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 083726 号

---

---

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市通州富达印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 23

字 数 / 530 千字

版 次 / 2012 年 5 月第 3 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 3000 册

定 价 / 48.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 吴皓云

---

图书出现印装质量问题,本社负责调换

# 第3版前言

DI SAN BAN QIAN YAN

本书是普通高等教育“十一五”国家规划教材，依据教育部《普通高等学校本科专业目录》和《卓越工程师教育培养计划》以及人力资源和社会保障部《汽车维修专项技能认证标准》等教育教学改革要求编写。

学习汽车电器技术能够启迪广袤思维，发掘无穷智慧。修订后的第3版具有下述特点：

一是内容先进、重点突出。紧贴学科发展前沿，突出新理论、新技术、新工艺和新方法；根据汽车类专业教育教学改革要求，删去了汽车电控技术、点火系统工作特性和线束分布等内容，符合本学科发展规律。

二是体系完整、编排合理。体系结构按技能型、应用型人才培养模式进行设计构思，涵盖了迄今汽车电器技术内容，增加了问答题和选择题300余道，选择题附有参考答案，便于组织教学和阅读理解。

三是观点正确、方法科学。作者从30多年来的教学与科研实践经验出发，论证推理科学严密、由浅入深、循序渐进，符合认知规律，有利于自学和培养创新能力。

四是资料可靠，数据翔实。以国产汽车电器系统为素材，原始资料来源于一汽大众、上海大众和天津丰田等公司；理论与实践结合，检修方法和数据经过实际测量、实际操作和试验验证。

本书可作为车辆工程、汽车服务工程和汽车类专业规划教材，也可作为汽车设计、汽车制造、汽车运输、汽车维修管理等工程技术人员、汽车行业就业群体学习提高和职工培训教材或参考读物使用。

本书由军事交通学院舒华教授和姚国平高级工程师主编，郑召才和薛乃恩高级工程师主审，由舒展和赵劲松任副主编。参加编写工作的还有姚建军、黄玮、童敏勇、何松柏、王建龙、代会东等。编写得到了一汽大众汽车、上海大众汽车、天津丰田汽车和湖南长丰汽车等公司以及许江枫、杨华、令狐昌应、黄昭祥、刘荣友、王征、周建平、陈建勤、杨丹、王治国、高永刚、张海涛等专家教授的热诚支持，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中不妥或错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正，以便再版修正。

作者

# 第2版前言

## DI ER BAN QIAN YAN

本书是普通高等教育“十一五”国家规划教材，根据汽车运用工程专业教学指导委员会会议精神，并参照2007年新编“车辆运用工程专业教学大纲”组织编写。

本书从提高汽车运用工程专业学生的专业技术水平和实际动手能力出发，主要介绍了汽车电源系统、启动系统、点火系统、信息显示系统、照明与信号系统、空调系统、辅助电器系统的结构组成、工作原理、试验检修及故障诊断与排除方法；不仅参考了国内出版的同类教材和图书，而且参考了国外近几年出版的汽车电器与电子技术书籍，并对许多技术数据和维修方法进行了具体测量和试验验证，内容新颖、图文并茂，插图全部采用计算机描绘。

本书由军事交通学院舒华教授、姚国平高级工程师主编，总装备部通用装备保障部车船局洪湘参谋和公安大学陈志华副教授主审。参加编写的还有王长松、许江枫、许玉新、王征、李晓峰、杨丹、薛乃恩、陈建勤、李文杰、马洪文、赵劲松、范卫新、白雪峰、朱峰、门君、刘磊、张绪鹏、高斐、刘凯、陈适、裴庆银、巴威、张芳凌、黄昭祥、唐亮文、周增华等，全书由舒华教授统稿。

编写过程中得到了沈阳军区汽车检测维修中心、空军装备部北京汽车修理厂、上海大众汽车有限公司、一汽大众汽车有限公司、天津市优耐特汽车电控技术有限公司、湖南长丰汽车制造股份有限公司、总后军事交通学院图书馆以及总后军交运输研究所等单位的大力支持，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

作者

# 目录

MU LU

|                         |      |
|-------------------------|------|
| ► 概述 .....              | (1)  |
| 问答题 .....               | (4)  |
| 选择题 .....               | (5)  |
| ► 第一章 电源系统 .....        | (6)  |
| 第一节 蓄电池的构造与型号 .....     | (8)  |
| 第二节 蓄电池的工作原理 .....      | (16) |
| 第三节 蓄电池的工作特性 .....      | (18) |
| 第四节 新型电池的结构特点 .....     | (23) |
| 第五节 交流发电机的分类与构造 .....   | (30) |
| 第六节 交流发电机的工作原理 .....    | (38) |
| 第七节 交流发电机的工作特性 .....    | (42) |
| 第八节 新型交流发电机的结构特点 .....  | (45) |
| 第九节 交流发电机电子调节器 .....    | (49) |
| 第十节 电源系统的使用与维修 .....    | (58) |
| 第十一节 交流发电机与调节器的试验 ..... | (69) |
| 第十二节 电源系统故障诊断与排除 .....  | (74) |
| 问答题 .....               | (79) |
| 选择题 .....               | (80) |
| ► 第二章 启动系统 .....        | (83) |
| 第一节 起动机的分类与型号 .....     | (83) |
| 第二节 电磁式起动机的结构原理 .....   | (85) |
| 第三节 起动机的特性 .....        | (94) |
| 第四节 启动系统的工作过程 .....     | (95) |
| 第五节 减速起动机的结构原理 .....    | (97) |

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| 第六节 起动机的使用与维修 .....          | (103)        |
| 第七节 起动机的试验 .....             | (109)        |
| 第八节 启动系统常见故障的诊断与排除 .....     | (114)        |
| 问答题 .....                    | (116)        |
| 选择题 .....                    | (117)        |
| <b>▶ 第三章 电子点火系统 .....</b>    | <b>(119)</b> |
| 第一节 发动机对点火系统的要求 .....        | (119)        |
| 第二节 电子点火系统的组成与分类 .....       | (124)        |
| 第三节 电子点火系统的工作原理 .....        | (127)        |
| 第四节 电子点火系统的工作过程 .....        | (128)        |
| 第五节 电子点火装置的结构原理 .....        | (131)        |
| 第六节 电子点火系统的控制过程 .....        | (155)        |
| 第七节 电子点火装置的检修与试验 .....       | (159)        |
| 第八节 电子点火系统故障的诊断与排除 .....     | (168)        |
| 问答题 .....                    | (170)        |
| 选择题 .....                    | (171)        |
| <b>▶ 第四章 汽车照明与信号系统 .....</b> | <b>(173)</b> |
| 第一节 照明系统 .....               | (173)        |
| 第二节 灯光信号系统 .....             | (183)        |
| 第三节 音响信号系统 .....             | (187)        |
| 问答题 .....                    | (193)        |
| 选择题 .....                    | (194)        |
| <b>▶ 第五章 汽车信息显示系统 .....</b>  | <b>(195)</b> |
| 第一节 电磁驱动式仪表 .....            | (196)        |
| 第二节 电热驱动式仪表 .....            | (202)        |
| 第三节 车速里程表 .....              | (209)        |
| 第四节 发动机转速表 .....             | (211)        |
| 第五节 数字式汽车仪表 .....            | (213)        |
| 第六节 汽车安全报警装置 .....           | (217)        |
| 问答题 .....                    | (222)        |
| 选择题 .....                    | (223)        |
| <b>▶ 第六章 汽车空调系统 .....</b>    | <b>(224)</b> |
| 第一节 汽车空调系统的组成 .....          | (224)        |

|             |                      |       |
|-------------|----------------------|-------|
| 第二节         | 制冷系统的制冷过程 .....      | (225) |
| 第三节         | 制冷系统的结构原理 .....      | (228) |
| 第四节         | 空调控制系统的控制过程 .....    | (238) |
| 第五节         | 空调系统的使用与维修 .....     | (242) |
| 第六节         | 空调系统常见故障的诊断与排除 ..... | (257) |
| 问答题         | .....                | (263) |
| 选择题         | .....                | (264) |
| ► 第七章       | 辅助电器系统 .....         | (266) |
| 第一节         | 电动刮水器与洗涤器 .....      | (266) |
| 第二节         | 风窗玻璃除霜器 .....        | (271) |
| 第三节         | 电动车窗 .....           | (271) |
| 第四节         | 电动座椅 .....           | (272) |
| 第五节         | 进气预热系统 .....         | (286) |
| 第六节         | 中央门锁控制系统 .....       | (287) |
| 第七节         | 中央接线盒 .....          | (291) |
| 问答题         | .....                | (296) |
| 选择题         | .....                | (296) |
| ► 第八章       | 全车线路 .....           | (298) |
| 第一节         | 汽车全车线路的组成 .....      | (298) |
| 第二节         | 汽车线路图的表达方法 .....     | (300) |
| 第三节         | 全车线路图的识读 .....       | (320) |
| 第四节         | 全车线路分析实例 .....       | (328) |
| 第五节         | 全车线路常用器材 .....       | (345) |
| 问答题         | .....                | (355) |
| 选择题         | .....                | (356) |
| ► 全书选择题参考答案 | .....                | (357) |
| ► 参考文献      | .....                | (358) |



# 概 述

18 世纪 60 年代至 19 世纪 80 年代, 聪明的人类利用各种动力先后发明了三种不同类型的机动车辆: 1769 年, 法国人尼古拉·约瑟夫·库格诺 (Nicholas Joseph Cugnot) 利用蒸气作动力发明了蒸气动力汽车; 1881 年法国电气工程师古斯塔夫·特鲁夫 (Gustave Trouve) 利用电力作动力发明了电动汽车; 1886 年 1 月 29 日 (发明专利申请日, 1885 年 10 月制造完成汽车样机), 在法国工作的德国工程师卡尔·奔驰 (Karl Benz) 利用内燃机作动力发明了至今仍广泛使用的内燃机汽车。

## 一、汽车电气设备的功用

汽车是由发动机、底盘、车身和电气设备四部分组成。汽车电气设备是由汽车电器系统与汽车电子控制系统两部分组成, 每一部分又由若干个子系统组成。

汽车电器系统是指由电器装置或电子装置、电器开关和导线等组成, 并具有特定功能的有机整体。如电源系统、启动系统、点火系统、仪表与报警系统、照明与信号系统、辅助电器系统等子系统。汽车电器系统的主要功能是保证汽车正常行驶。

汽车电子控制系统是指由传感器、电器开关、电子控制器和执行器等组成, 并能提高汽车性能的机电一体化控制系统。如发动机电子控制系统、底盘电子控制系统和车身电子控制系统等子系统。如果系统采用了微处理器作为电子控制器, 该系统则称为微机控制系统或计算机控制系统。汽车电子控制系统的显著特征是以汽车发动机、底盘和车身为控制对象, 主要功能是提高汽车的整体性能, 包括动力性、经济性、排放性、安全性、舒适性、操纵性与通过性等。

汽车电气设备是汽车的重要组成部分。汽车配装电气设备的质量与数量, 直接影响汽车的性能、档次与使用。例如: 为使发动机可靠启动, 需要装备电源系统和启动系统; 为了保证汽车安全行驶, 需要装备照明系统、信号系统、信息显示与报警系统、挡风玻璃刮水与洗涤系统; 为了便于查找和排除汽车电气设备故障, 需要装备熔断器、易熔线和故障自诊断系统; 为了提高汽车的动力性, 需要装备发动机燃油喷射系统、进气控制系统、增压控制系统、汽油发动机微机控制点火系统和爆燃控制系统等; 为了提高汽车的经济性和排放性, 需要装备空燃比反馈控制系统、燃油蒸气回收系统和排气再循环控制系统等; 为了提高乘坐汽车的舒适性, 需要装备汽车空调系统、悬架调节系统和座椅位置控制系统等; 为了提高汽车行驶的安全性, 需要装备防抱死制动系统、制动力分配系统、制动辅助系统和车身稳定性控制系统、安全气囊系统、座椅安全带控制系统、雷达车距控制系统和倒车防撞报警系统等; 为了提高汽车的通过性, 需要装备驱动轮防滑转调节系统和中央充放气系统等。

## 二、汽车电器系统的组成

汽车电器系统包括电源系统、启动系统、点火系统、仪表与报警系统、照明与信号系

统、辅助电器系统和配电装置等若干个子系统。采用 AJR 型燃油喷射式发动机的桑塔纳 2000GSi 型轿车电器系统零部件在汽车上的分布情况如图 0-1 所示。

(1) 电源系统。主要由蓄电池、发电机和调节器组成。发电机是汽车的主要电源, 蓄电池是辅助电源。电源系统的功用是向整车用电设备提供电能。

(2) 启动系统。现代汽车普遍采用电磁控制式启动系统, 主要由起动机、启动继电器和点火启动开关组成, 启动系统的功用是启动发动机。

(3) 点火系统。汽油发动机装备有点火系统, 柴油发动机在压缩冲程末期, 吸入缸内空气的温度已经超过柴油的燃点, 从喷油器喷出的雾状柴油遇到热空气就立即燃烧, 所以不需要装备点火系统。点火系统的功用是产生高压电火花, 点燃气缸内的可燃混合气。按控制方式不同, 汽车点火系统可分为传统点火系统、电子点火系统和微机控制点火系统三种类型。传统点火系统仅在早期生产的汽车上采用, 工业发达国家在 20 世纪 60 年代、国内 80 年代开始采用电子点火系统, 目前国内外生产的载货汽车都已普遍采用电子点火系统, 小轿车已普遍采用微机控制点火系统。电子点火系统主要由点火信号发生器、点火控制器、点火线圈和火花塞等组成。微机控制点火系统主要由安装在发动机上的各种传感器、发动机电控单元、点火控制器、点火线圈和火花塞等组成。

(4) 照明与信号系统。照明系统包括车内外各种照明灯, 用以提供夜间安全行车必须的灯光照明, 其中前照灯是最重要的照明装置。信号系统包括各种信号灯、闪光器、电喇叭与蜂鸣器等, 主要提供安全行车必须的警告信号。

(5) 仪表与报警系统。仪表系统包括监测发动机工况的各种监测仪表, 如电流表、电压表、油压表、温度表、燃油表、车速里程表、发动机转速表等。报警系统包括防盗报警装置、警告报警装置以及各种报警灯, 如蓄电池充放电指示灯、紧急情况报警灯、油压过低报警灯、气压过低报警灯、冷却液温度过高报警灯以及各种电子控制系统的故障报警灯等。

(6) 辅助电器系统: 包括电动刮水系统、风窗玻璃洗涤系统、空调系统、低温启动预热系统、玻璃升降系统、座椅位置调节系统、收录机和点烟器等。随着汽车技术的发展, 辅助电器系统将日益增多, 主要是向舒适、娱乐、安全保障方面发展。

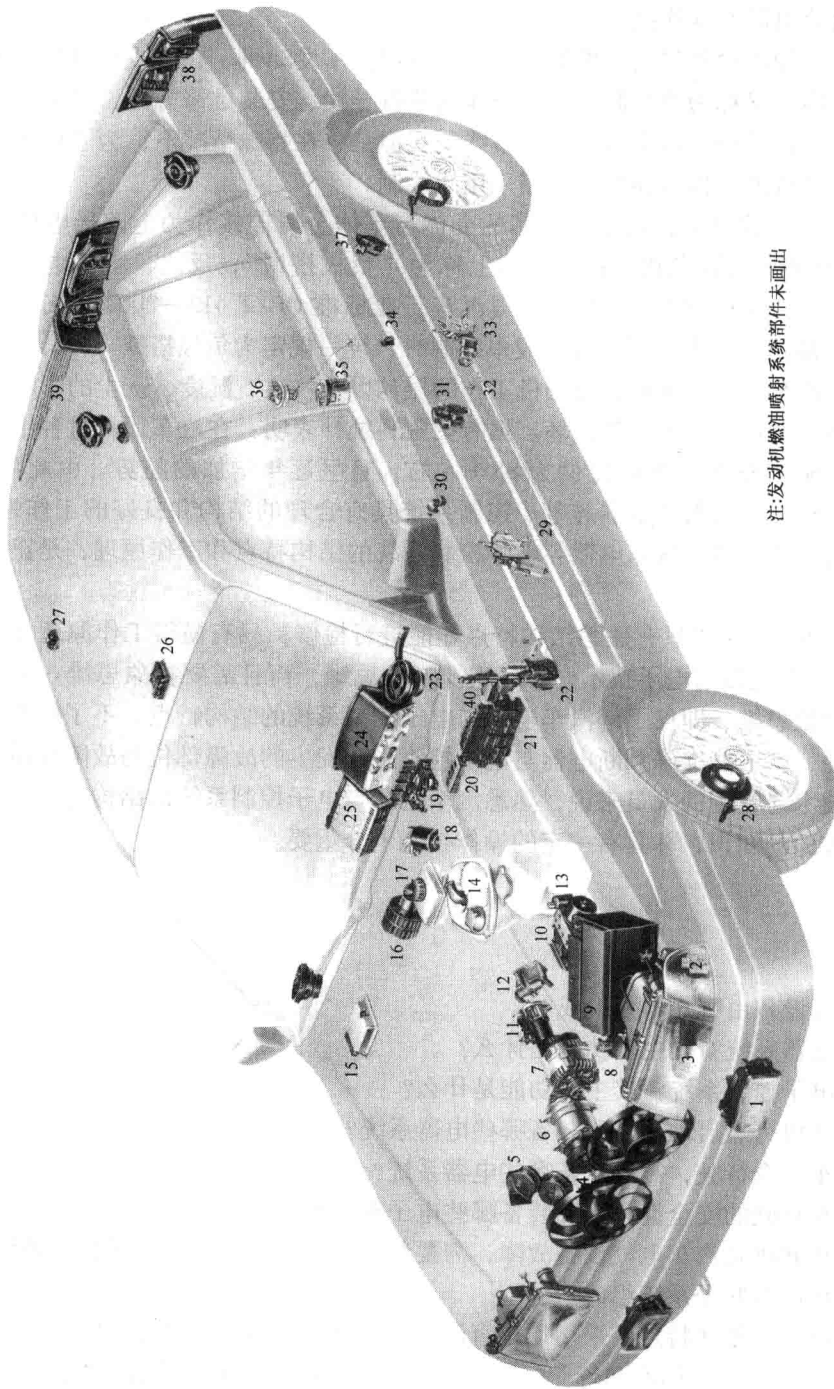
(7) 配电装置。配电装置包括各种控制开关、保险装置、中央继电器接线盒、配电线束和连接器等。

### 三、汽车电器系统的特点

汽车种类繁多, 电器设备形式各异, 但其结构原理大同小异, 电器系统的特点也基本相同, 具有“两个电源、低压直流、并联单线、负极搭铁”四个特点。

(1) 两个电源, 即蓄电池和发电机。在汽车装备的两个电源中, 蓄电池是辅助电源, 发电机是主要电源。蓄电池主要在起动发动机时供电, 发电机在汽车运行过程中, 既向用电设备供电, 又向蓄电池充电。

(2) 低压直流。汽车电气系统的标称电压有 12 V、24 V 两种等级, 汽油发动机汽车普遍采用 12 V 电系, 柴油发动机汽车大多数采用 24 V 电系。12 V、24 V 电系的额定电压分别为 14 V 和 28 V。为了满足汽车电器装置日益增多、用电量愈来愈大对电源系统供电功率增大的要求, 世界各国都在研究开发 48 V 电源系统, 法国已从 2008 年开始试用 48 V 电源系统。无论电压等级为 12 V、24 V, 还是 48 V, 都是直流安全电压 (直流安全电压为 50 V、交流安全电压为 36 V), 其主要优点是用电安全, 不会导致人体触电。



注:发动机燃油喷射系统部件未画出

图 0-1 桑塔纳 2000 GSi 型轿车电器与电子控制部件分布图

1—雾灯;2—转向信号灯;3—组合前照灯;4—散热器风扇;5—双音喇叭;6—空调压缩机;7—交流发电机;8—蓄电池;9—蓄液干燥器;10—ABS ECU 与液压控制器总成;11—起动机;12—点火线圈与点火控制器;13—挡风玻璃洗涤泵;14—冷却液液位传感器;15—发动机 ECU;16—空调鼓风机;17—制动液液位传感器;18—车窗刮水器电动机;19—空调控制器;20—电动摇窗机控制按钮;21—中央接线盒;22—自动升降天线;23—扬声器;24—组合仪表盘;25—收音机;26—内顶灯;27—阅读灯;28—车速传感器;29—前摇窗机电机;30—电动后视镜调节开关;31—中央门锁控制器;32—车门接触开关;33—后摇窗机电机;34—后摇窗机开关;35—燃油泵;36—燃油油位传感器;37—后门锁控制电机;38—组合后灯;39—后风窗除霜器;40—防盗器 ECU

汽车采用直流电器系统的原因是发动机靠电力起动机起动,起动机采用直流电动机且由蓄电池供电,而蓄电池必须使用直流电充电,所以汽车电器系统为直流电系。

(3) 并联单线。汽车电路均为并联电路。蓄电池与发电机并联工作,整车电器与电子控制系统均与两个直流电源并联连接。

单线是指从电源到用电设备只用一根导线连接,并用汽车发动机、底盘或车身等金属机体作为另一根公用导线,又称为单线制。由于单线制节省导线、安装维修方便,且电器总成部件不需与车体绝缘,因此现代汽车普遍采用单线制。但是,在特殊情况下,为了保证电器系统特别是电子控制系统的工作可靠性,也需采用双线制。

(4) 负极搭铁。在单线制中,将电器产品的壳体与车体金属连接作为电路导电体的方法,称为“搭铁”。将蓄电池的负极连接到车体上称为“负极搭铁”;反之,将蓄电池的正极连接到车体上则称为“正极搭铁”。根据我国汽车行业标准 QC/T 413—2002《汽车电气设备基本技术条件》规定,汽车电器系统做成单线制时,统一规定为负极搭铁。

实践证明,由于汽车行驶的颠簸,发动机工作的振动以及气温、湿度、灰尘的影响,加之使用不当,很容易使电器与电子设备损坏。据有关资料统计表明:在汽车运行过程中,电器与电子控制系统故障占整车故障的比例为 85% 左右,且呈逐年增加的趋势。由此可见,为了提高汽车的完好率,不仅需要电器与电子控制系统具有合理的结构和良好的工作性能,而且需要正确使用与检修。熟悉汽车电器与电子控制系统的结构特点和工作原理,是正确使用与检修的基础。

汽车技术领域专家认为:“只有熟悉结构特点才能进行检修;只有懂得工作原理才能分析判断故障。”学习汽车电器与电子技术,不仅需要形象思维,而且需要抽象思维。如果只有形象思维而没有抽象思维,即仅了解汽车电器与电子控制系统的结构特点,不了解电流的流动方向和流动路径,就不能准确判断电器与电子控制系统发生的故障部位与故障性质。因此,对于从事汽车技术与管理的人员来说,熟悉汽车电器与电子控制系统的结构特点、工作原理和使用维修等方面的知识,并具有一定的操作技能十分重要。



## 问答题

1. 现代汽车电气设备由哪几部分组成?
2. 什么是汽车电器系统?其主要功能是什么?
3. 什么是汽车电子控制系统?其主要功能是什么?
4. 为使汽车发动机可靠启动,需要装备哪些电器系统?
5. 为了保证汽车安全行驶,需要装备哪些电器系统?
6. 为了提高汽车行驶的安全性,需要装备哪些电子控制系统?
7. 为了便于查找和排除汽车电气设备故障,需要装备哪些电器装置和电子控制系统?
8. 汽车电器系统由哪些子系统组成?
9. 汽车电器系统具有哪些特点?采用低压直流和单线制供电的优点是什么?
10. 什么叫“搭铁”?国家标准和行业标准统一规定汽车电器系统为什么极性搭铁?



## 选择题

1. 如今全球广泛使用的内燃机汽车的发明人是 ( )。  
A. 法国人尼古拉·约瑟夫·库格诺 (Nicholas Joseph Cugnot)  
B. 法国电气工程师古斯塔夫·特鲁夫 (Gustave Trouve)  
C. 德国工程师卡尔·奔驰 (Karl Benz)
2. 内燃机汽车的发明时间是 ( )。  
A. 1769 年                      B. 1881 年                      C. 1886 年
3. 电动汽车的发明时间是 ( )。  
A. 1769 年                      B. 1881 年                      C. 1886 年
4. 随着汽车电器装置增多和用电量增大, 采用的供电电源电压将是 ( )。  
A. 12 V                      B. 24 V                      C. 48 V
5. 汽车采用低压直流电器系统供电的主要优点是 ( )。  
A. 节约电能                      B. 用电安全                      C. 使用方便

### 概述选择题参考答案

1. C; 2. C; 3. B; 4. C; 5. B

# 1

## 第一章



### 电源系统

汽车电源系统的功用是向整车用电设备提供电能。电源系统主要由蓄电池、发电机和调节器组成。在汽车装备的蓄电池和发电机两个直流电源中，蓄电池是辅助电源，发电机是主要电源；调节器是一种电压调节装置，其功用是在发电机转速变化时自动调节发电机的输出电压并使其保持稳定。在汽车上，蓄电池与发电机并联工作，整车电器与电子设备均与这两个直流电源并联连接。

现代汽车普遍采用交流发电机与电子调节器。不同车型采用交流发电机和电子调节器的结构形式各不相同，因此电源系统部件及线路的布置形式各有不同。按电子调节器的安装方式不同，电源系统的布置形式可分为分离式和整体式两种。当电子调节器与交流发电机分离安装时，电源系统的组成与线路连接关系如图 1-1 和图 1-2 所示。

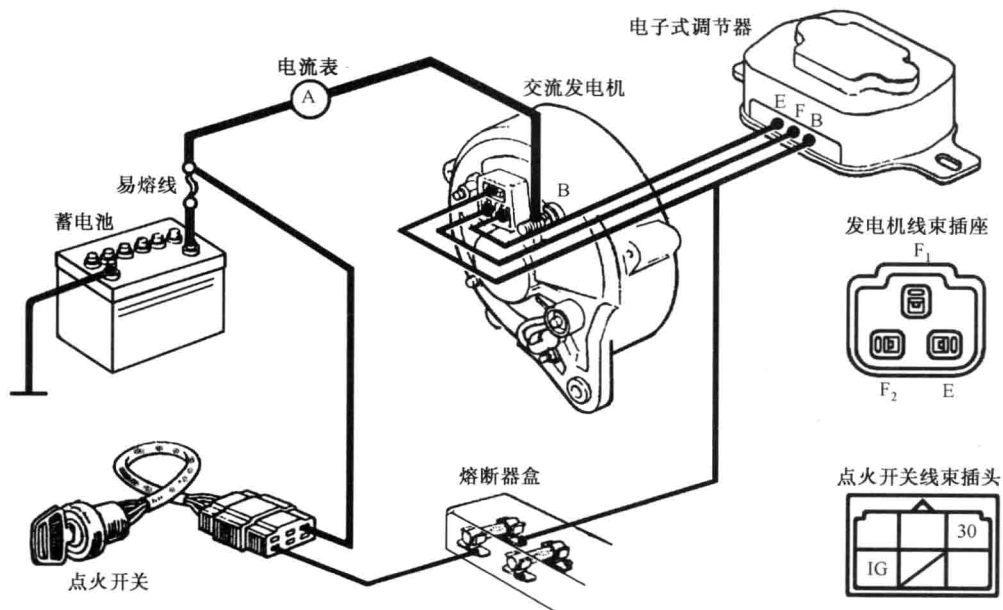


图 1-1 调节器与发电机分离安装时的电源系统线路

调节器分离安装的特点是：发电机与调节器之间需用导线连接，因此电源系统的故障率较高。这种布置形式的优点是：当电源系统发生故障时，能够就车诊断出故障发生在交流发电机还是发生在电子调节器，只需更换故障部件即可继续行驶。

在图 1-1 所示电源系统线路中,电子调节器只有调节发电机输出电压单项功能,并采用电流表指示蓄电池的充放电状态。由于电流表安装在组合仪表盘上需要占用较大空间,因此在电源系统结构简单、安装空间足够富裕的载货汽车上普遍采用这种布置形式。

在图 1-2 所示电源系统线路中,电子调节器具有调节发电机输出电压和控制充电指示灯指示蓄电池充放电状态多种功能。由于充电指示灯安装在组合仪表盘上占用空间很小,因此这种布置形式既适用于载货汽车,又适用于结构紧凑的小轿车。

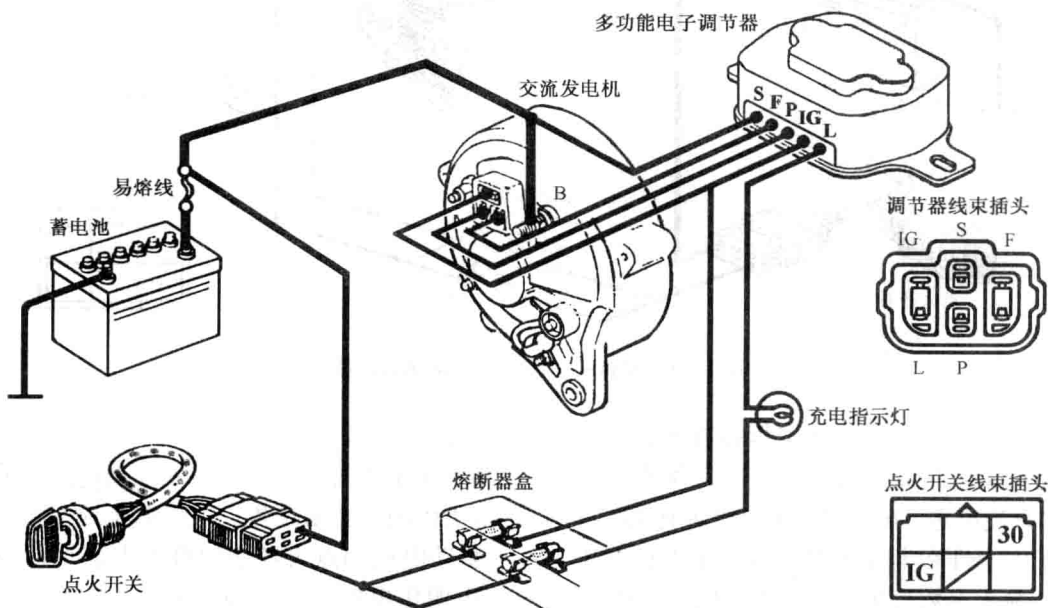


图 1-2 多功能调节器与发电机分离安装时的电源系统线路

当电子调节器安装在交流发电机上组合成整体式交流发电机时,电源系统的组成与线路连接关系如图 1-3 所示,调节器一般都采用多功能集成电路调节器,通常简称为 IC 调节器。

整体式交流发电机电源系统的显著特点是:交流发电机与 IC 调节器之间无需使用导线连接,因此电源系统线路大大简化,故障率大大降低。但是,一旦电源系统发生故障时,不能就车诊断出故障发生在交流发电机还是发生在电子调节器,需要更换整体式交流发电机才能继续行驶。

汽车电源系统的发展趋势是采用多种电压等级(5 V、6 V、12 V、48 V、350 V)的交流与直流配电网络供电。根据德国奔驰汽车公司、美国麻省理工学院、福特汽车公司和通用汽车公司组成的汽车组装与零部件生产研究专家小组论证表明:为了满足汽车电器负载、特别是轿车电器负载日益增多的需求,豪华型轿车电源系统将发生巨大变化,这种电源系统既能提供直流电,也能提供交流电;启动电源仍将使用 12 V 铅酸蓄电池,电器负载将由多种电压供电,其中,汽车电子控制系统将采用 5 V 直流电源供电,汽车车灯将采用 6 V 交流电源供电,驱动电机和点火控制组件等将采用 48 V 直流电源供电,电磁阀和电控悬架等将采用 350 V 直流电源供电;6 V 交流电可由变压器转换获得,5 V、48 V 和 350 V 直流电可用 DC-DC(直流-直流)变换器转换获得。



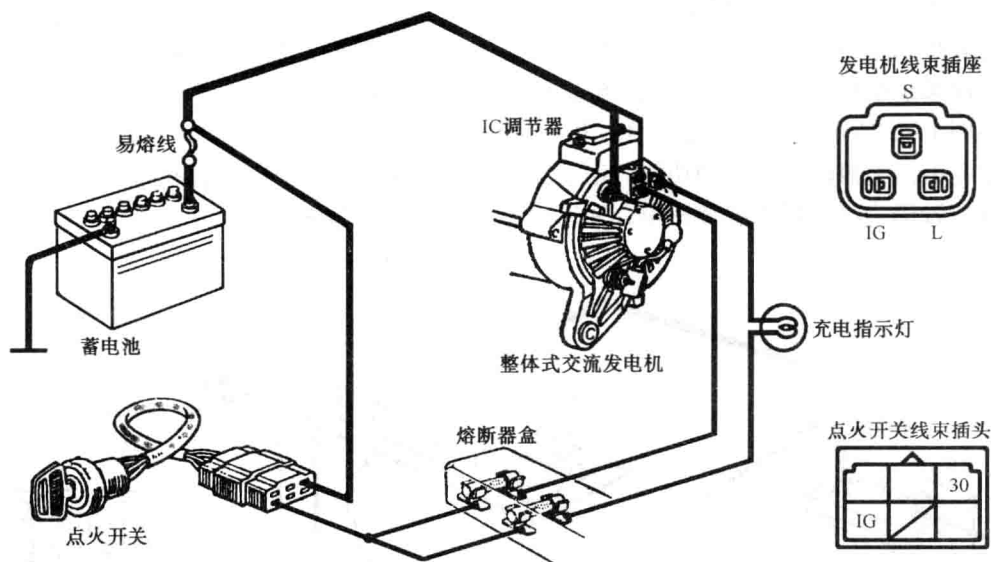


图 1-3 整体式交流发电机电源系统线路

上述研究结论的基本依据在于：12 V 铅酸蓄电池目前仍是最经济、最有效、最可靠，且生产工艺最成熟的启动电源。各种汽车电子控制系统采用的单片机与信号处理电路均采用 5 V 直流电源。6 V 交流车灯灯泡比 12 V 车灯灯泡更耐用、更易聚焦。电机电压的上限值取决于安全性和半导体器件的额定工作电压，对于驱动电机和点火控制组件等电器部件或总成，绝大多数汽车制造厂家倾向于选用 48 V 直流电源供电的主要原因在于：一是能与单相 48 V 有效值的全波整流输出平均电压值相对应，二是能够采用现有 60 V 标准工艺制造半导体器件进行处理，三是 48 V 直流电源安全，不至于造成人身伤害。目前，燃油喷射式发动机进排气阀门的开闭都是通过笨重的凸轮、链条或齿轮、气门挺杆进行操作，阀门打开时间和关闭时间与凸轮形状、活塞位置密切相关，致使汽车性能只能在很窄的速度范围内最佳，降低燃油消耗和有害气体排放也受到限制。如果提供高压直流电源并采用电磁阀或螺线管驱动，就可根据发动机转速变化精确控制发动机进排气阀门的开闭时间，燃油消耗量和有害气体排放量就能进一步降低。为使电磁阀或螺线管等驱动机构产生足够的电磁吸力，需要采用 350 V 左右的直流电源供电。

## 第一节 蓄电池的构造与型号

### 一、蓄电池分类

蓄电池是一种可逆的低压直流电源，既能将化学能转换为电能，也能将电能转换为化学能。目前汽车启动用铅酸蓄电池（以下简称蓄电池）按结构可分为橡胶槽蓄电池和塑料槽蓄电池两类，按性能可分为干荷电蓄电池和免维护蓄电池两种类型。

(1) 干荷电蓄电池。极板在干燥状态下，能在较长时间（一般 2 年）内保存制造过程中所得电量的蓄电池，称为干式荷电蓄电池，简称干荷电蓄电池。



(2) 免维护蓄电池。蓄电池在有效使用期(一般4年)内无需进行添加蒸馏水等维护工作的蓄电池,称为免维护蓄电池或无需维护蓄电池,英文名称是 Maintenance-Free Battery,简称 MF 蓄电池。

## 二、蓄电池的功用

当发动机正常工作时,用电系统所需电能主要由发电机供给,蓄电池的功用有:

(1) 启动发动机。当启动发动机时,向启动系统和点火系统供电。

(2) 备用供电。当发动机低速运转、发电机不发电或电压较低时,向交流发电机磁场绕组、点火系统以及其他用电设备供电。

(3) 存储电能。当发动机中高速运转、发电机正常供电时,将发电机剩余电能转换为化学能储存起来。

(4) 协同供电。当发电机过载时,协助发电机向用电系统供电。

(5) 稳定电源电压,保护电子设备。蓄电池相当于一只大容量电容器,不仅能够保持汽车电系的电压稳定,而且还能吸收电路中出现的瞬时过电压,防止损坏电子设备。

当接通启动开关启动发动机时,蓄电池在3~5 s内必须向起动机连续供给强大电流(汽油发动机汽车一般为200~600 A;柴油发动机汽车一般为800 A以上),由此可见,蓄电池的主要功用是启动发动机。根据蓄电池的工作特点,对汽车用蓄电池的主要要求是:容量大、内阻小,以保证蓄电池具有足够的启动能力。

## 三、蓄电池的构造

现代汽车用各型蓄电池的构造基本相同,都是由极板、隔板、电解液和壳体四部分组成,干荷电蓄电池的主要特点是极板制造工艺有所不同,免维护蓄电池的主要特点是极板材料和隔板结构有所不同。桑塔纳2000系列和3000型轿车用干荷电蓄电池的结构如图1-4所示。

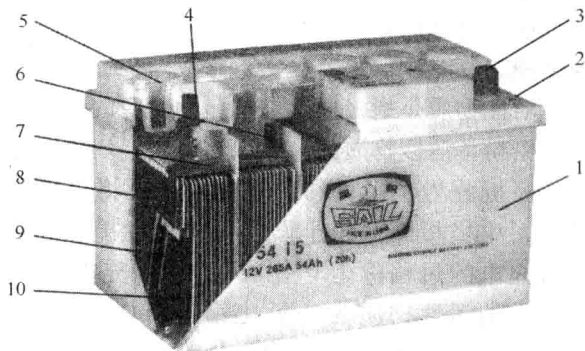


图1-4 塑料槽蓄电池的构造

### (一) 极板

#### 1. 极板的结构

极板是蓄电池的核心部件,由栅架与活性物质组成。在蓄电池充放电过程中,电能与化学能的相互转换,依靠极板上的活性物质与电解液中的硫酸产生化学反应来实现。

栅架由铅锡合金浇铸而成,并制作成放射形状,如图1-5所示。普通蓄电池栅架的含锡量为5%~7%、干荷电蓄电池栅架的含锡量为1.5%~2.3%。在栅架中添加金属锡的目的是:提高机械强度和改善浇铸性能。

免维护蓄电池采用了耗水量小、导电性能好的铅钙锡合金栅架,并采用热模滚压工艺制成。

耗水量(即蒸馏水的消耗量)是蓄电池的重要技术指标之一。蓄电池在使用过程中,