



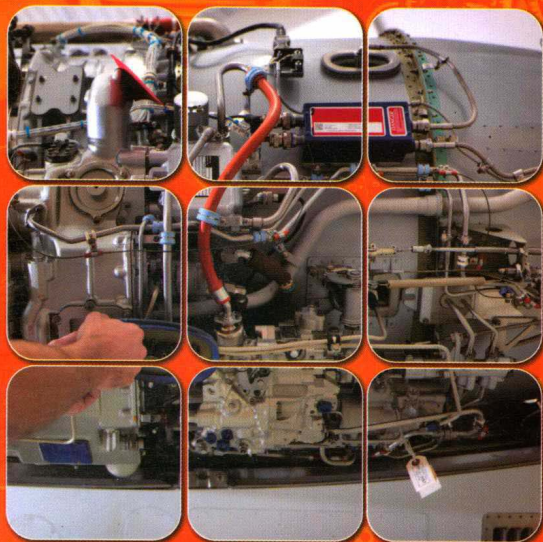
普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

# 汽车电气设备

## 原理与检修

(第3版)

于万海 主 编  
高洪一 副主编  
金洪卫 主 审  
吴柏宇



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·

# 汽车电气设备原理与检修 (第3版)

于万海 主 编

吴柏宇 高洪一 副主编

金洪卫 主 审

电子工业出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是国家级精品课程配套教材,主要内容包括汽车电气系统基础知识、蓄电池、充电系统、起动系统、点火系统、汽车照明与信号系统、汽车仪表与报警信息系统、辅助电器等主要汽车电气设备的工作原理和故障检修方法,重点突出汽车电路的识图与分析。

本书主要以经典主流车系大众、雪铁龙、通用、丰田、本田、日产等为例详细阐述汽车电气设备的常见故障及其产生原因,故障诊断与检修方法及安全操作要点,并配有相关企业案例和测试习题。全书采用大量图表说明代替文字阐述,直观易读;实训操作以项目的形式列出,便于组织教学和读者阅读。

本书适合作为高职汽车运用与维修专业教材,也可作为汽车运用与维修培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备原理与检修 / 于万海主编. —3 版. —北京: 电子工业出版社, 2011.8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材·高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

ISBN 978-7-121-14021-1

I. ①汽… II. ①于… III. ①汽车—电气设备—理论—中等专业学校—教材②汽车—电气设备—车辆修理—中等专业学校—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 132432 号

策划编辑: 程超群

责任编辑: 郝黎明 文字编辑: 裴 杰 特约编辑: 邢世凯

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司  
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 23.25 字数: 596 千字

印 次: 2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 42.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

# 前 言

进入 21 世纪以来,我国汽车市场迅速发展,汽车的保有量大幅增加,轿车不再是奢侈品,而成为人们生产和生活的工具。我国汽车保有量的增加及汽车技术的不断更新,对汽车维修行业从业人员提出了更高的要求。教育部将汽车运用与维修专业人员列为当前四大技能型紧缺人才之一,并启动了“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”。汽车维修行业就业机会多,发展前景好,受到社会的高度关注。

“十一五”期间,国家将启动 1000 门工学结合的精品课程建设,改革教学方法和手段,融“教、学、做”为一体,强化学生能力的培养。加强教材建设,重点建设好 3000 种左右国家规划教材,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材。然而,目前适用于技能型紧缺人才培养方案和工学结合教学特点的试用教材较少。

本书系统地讲述了汽车电气设备的特点、基本原理、使用维修与故障诊断等内容。本书共 9 章,内容包括汽车电气系统基础知识、蓄电池、充电系统、起动系统、点火系统、汽车照明与信号系统、汽车仪表与报警信息系统、辅助电器和汽车电路识图与分析。在此基础上,本书根据汽车检测与维修及相关专业人才培养方案的要求,每章内容都开发了相应的实训项目,以提高维修人员在实际生产中的知识应用能力;各电气系统配有源自企业一线的维修案例,为读者提供实战参考;每章还配有多种题型的测试习题,便于读者评价学习效果。为了便于教师组织实施教学,本书配有教学课件(PPT)、相关车型电路图资料和习题参考答案,详情请登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)免费获取。

本书由邢台职业技术学院汽车工程系于万海老师担任主编,哈尔滨工业大学华德应用技术学院吴柏宇老师和辽宁职业学院高洪一老师担任副主编。邢台职业技术学院刘卫泽编写第 1 章,王文慧编写第 2 章,李晓伟编写第 3 章,吴柏宇和吉庆山共同编写第 4 章,陶炳全编写第 5 章,梁春兰编写第 6 章,曹景升编写第 7 章,于万海编写第 9 章,高洪一编写第 8 章。

本书由浙江交通职业技术学院金洪卫老师担任主审。金老师对该书稿件进行了全面、细致的审阅,提出了不少宝贵意见,在此表示衷心感谢。

在本书的编写过程中,得到了邢台职业技术学院教务处处长李贤彬教授和汽车工程系主任尹万建教授的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

本书在编写过程中参考了大量的国内外技术资料,得到了许多同行的大力支持,在此谨向所有参考资料的作者及关心支持本书编写的同志们表示衷心感谢。

由于编者水平有限,经验不足,书中难免有疏漏和不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| 第 1 章 汽车电气系统基础知识 .....         | (1)  |
| 1.1 汽车电气系统的特点 .....            | (1)  |
| 1.2 汽车电气设备电路组成 .....           | (2)  |
| 1.2.1 汽车线束 .....               | (3)  |
| 1.2.2 开关装置 .....               | (4)  |
| 1.2.3 保险装置 .....               | (8)  |
| 1.2.4 继电器 .....                | (9)  |
| 1.2.5 连接器 .....                | (11) |
| 1.3 常用汽车电气系统检测工具及仪器 .....      | (12) |
| 1.3.1 跨接线 .....                | (12) |
| 1.3.2 试灯 .....                 | (12) |
| 1.3.3 万用表 .....                | (14) |
| 1.3.4 汽车示波器 .....              | (16) |
| 1.3.5 故障诊断仪 .....              | (17) |
| 1.4 汽车电路故障诊断与检修 .....          | (19) |
| 1.4.1 汽车电路常见故障 .....           | (19) |
| 1.4.2 汽车电路故障常用诊断与检修的一般流程 ..... | (19) |
| 1.4.3 汽车电路故障诊断与检修的常用方法 .....   | (21) |
| 1.4.4 汽车电路故障常用诊断与检修的注意事项 ..... | (23) |
| 实训项目 1.1 汽车电路中间装置的使用与维护 .....  | (24) |
| 实训项目 1.2 跨接线和试灯的使用 .....       | (26) |
| 测试习题 .....                     | (27) |
| 第 2 章 蓄电池 .....                | (30) |
| 2.1 概述 .....                   | (30) |
| 2.1.1 蓄电池的分类 .....             | (30) |
| 2.1.2 蓄电池的功用 .....             | (31) |
| 2.2 铅蓄电池的结构与型号 .....           | (31) |
| 2.2.1 铅蓄电池的结构 .....            | (31) |
| 2.2.2 免维护蓄电池的特点 .....          | (33) |
| 2.2.3 铅蓄电池的工作原理 .....          | (34) |
| 2.2.4 铅蓄电池的型号 .....            | (35) |
| 2.2.5 蓄电池的选用 .....             | (35) |
| 2.3 蓄电池的容量及其影响因素 .....         | (36) |
| 2.3.1 蓄电池的容量 .....             | (36) |
| 2.3.2 影响蓄电池容量的因素 .....         | (36) |
| 2.4 蓄电池的充电 .....               | (38) |

|              |                          |             |
|--------------|--------------------------|-------------|
| 2.4.1        | 充电设备 .....               | (38)        |
| 2.4.2        | 充电方法 .....               | (38)        |
| 2.4.3        | 充电种类 .....               | (39)        |
| 2.5          | 蓄电池常见的故障 .....           | (41)        |
| 2.6          | 蓄电池的使用、维护与检测 .....       | (43)        |
| 2.6.1        | 蓄电池的使用与维护 .....          | (43)        |
| 2.6.2        | 蓄电池的技术状态检测 .....         | (45)        |
| 实训项目 2.1     | 蓄电池的充电 .....             | (47)        |
| 实训项目 2.2     | 蓄电池的检测 .....             | (48)        |
| 企业案例         | .....                    | (50)        |
| 测试习题         | .....                    | (52)        |
| <b>第 3 章</b> | <b>充电系统</b> .....        | <b>(55)</b> |
| 3.1          | 交流发电机的工作原理、结构和工作特性 ..... | (55)        |
| 3.1.1        | 交流发电机的工作原理 .....         | (55)        |
| 3.1.2        | 交流发电机的结构 .....           | (60)        |
| 3.1.3        | 交流发电机的型号 .....           | (64)        |
| 3.1.4        | 交流发电机的工作特性 .....         | (65)        |
| 3.2          | 交流发电机的维护与检测 .....        | (66)        |
| 3.2.1        | 交流发电机使用注意事项 .....        | (66)        |
| 3.2.2        | 交流发电机的维护 .....           | (66)        |
| 3.2.3        | 交流发电机的检修 .....           | (68)        |
| 3.3          | 电压调节器 .....              | (70)        |
| 3.3.1        | 电压调节器的基本工作原理 .....       | (70)        |
| 3.3.2        | 电压调节器的检测 .....           | (73)        |
| 3.4          | 新型电源管理系统 .....           | (74)        |
| 3.4.1        | 车载电网管理系统的组成 .....        | (75)        |
| 3.4.2        | 中央电器系统控制单元主要管理功能 .....   | (75)        |
| 3.4.3        | 用电负载(电能)管理 .....         | (76)        |
| 3.5          | 典型电源系统故障诊断 .....         | (77)        |
| 3.5.1        | 丰田轿车电源系统 .....           | (77)        |
| 3.5.2        | 本田雅阁轿车电源系统 .....         | (81)        |
| 3.5.3        | 别克君威轿车电源系统 .....         | (85)        |
| 实训项目 3.1     | 交流发电机空载和负载试验 .....       | (88)        |
| 实训项目 3.2     | 电子电压调节器的检测 .....         | (88)        |
| 实训项目 3.3     | 电源系统故障检测 .....           | (89)        |
| 企业案例         | .....                    | (89)        |
| 测试习题         | .....                    | (91)        |
| <b>第 4 章</b> | <b>起动系统</b> .....        | <b>(94)</b> |
| 4.1          | 概述 .....                 | (94)        |
| 4.1.1        | 发动机起动原理 .....            | (94)        |

|       |                          |       |
|-------|--------------------------|-------|
| 4.1.2 | 起动系统的组成 .....            | (94)  |
| 4.1.3 | 起动机的功用和构成 .....          | (95)  |
| 4.1.4 | 起动机的分类 .....             | (96)  |
| 4.1.5 | 起动机的型号 .....             | (96)  |
| 4.2   | 起动机的工作原理与特性 .....        | (97)  |
| 4.2.1 | 起动机的工作原理 .....           | (97)  |
| 4.2.2 | 起动机的工作特性 .....           | (97)  |
| 4.3   | 起动机的组成与结构 .....          | (98)  |
| 4.3.1 | 串激式直流电动机 .....           | (99)  |
| 4.3.2 | 起动机传动机构 .....            | (100) |
| 4.3.3 | 电磁操纵机构 .....             | (101) |
| 4.4   | 减速起动机的基本结构和工作原理 .....    | (102) |
| 4.4.1 | 平行轴式减速起动机 .....          | (102) |
| 4.4.2 | 行星齿轮式减速起动机 .....         | (104) |
| 4.5   | 起动机检修、试验及维护 .....        | (105) |
| 4.5.1 | 起动机的检修 .....             | (105) |
| 4.5.2 | 起动机的试验 .....             | (106) |
| 4.5.3 | 起动机使用与维护 .....           | (107) |
| 4.6   | 典型起动系统电路 .....           | (108) |
| 4.6.1 | 别克君威起动机控制电路 .....        | (108) |
| 4.6.2 | 上海帕萨特 B5 起动机控制电路 .....   | (109) |
| 4.6.3 | 日产天籁起动机控制电路 .....        | (110) |
| 4.7   | 起动系统故障诊断及检测 .....        | (111) |
| 4.7.1 | 起动机不转 .....              | (112) |
| 4.7.2 | 起动机起动无力 .....            | (113) |
| 4.7.3 | 起动机空转 .....              | (113) |
|       | 实训项目 4.1 起动机的拆装与调整 ..... | (114) |
|       | 实训项目 4.2 起动机的检测 .....    | (115) |
|       | 实训项目 4.3 起动机的试验 .....    | (118) |
|       | 实训项目 4.4 起动系统电路检测 .....  | (119) |
|       | 实训项目 4.5 起动系统故障诊断 .....  | (120) |
|       | 企业案例 .....               | (120) |
|       | 测试习题 .....               | (121) |
| 第 5 章 | 点火系统 .....               | (124) |
| 5.1   | 点火系统概述 .....             | (124) |
| 5.1.1 | 汽油机对点火系统的要求 .....        | (124) |
| 5.1.2 | 火花的形成原理 .....            | (125) |
| 5.1.3 | 点火系统的发展历程 .....          | (129) |
| 5.2   | 微机控制点火系统概述 .....         | (131) |
| 5.2.1 | 微机控制点火系统的发展 .....        | (131) |

|          |                          |       |
|----------|--------------------------|-------|
| 5.2.2    | 微机控制点火系统的分类 .....        | (131) |
| 5.3      | 微机控制电子点火系统的组成和工作原理 ..... | (132) |
| 5.3.1    | 微机控制点火系统的组成 .....        | (132) |
| 5.3.2    | 点火控制用传感器及其工作原理 .....     | (134) |
| 5.3.3    | 发动机控制电脑 (ECU) .....      | (139) |
| 5.3.4    | 点火器 .....                | (141) |
| 5.3.5    | 点火线圈 .....               | (143) |
| 5.4      | 微机控制点火系统的控制功能 .....      | (144) |
| 5.4.1    | 点火提前角控制 .....            | (144) |
| 5.4.2    | 闭合角控制 .....              | (150) |
| 5.4.3    | 爆震控制 .....               | (151) |
| 5.5      | 典型微机控制点火系统 .....         | (157) |
| 5.5.1    | 时代超人 AJR 发动机点火系统 .....   | (157) |
| 5.5.2    | 本田雅阁微机控制电子点火系统 .....     | (157) |
| 5.5.3    | 别克君威微机控制电子点火系统 .....     | (158) |
| 实训项目 5.1 | 点火正时的检查与调整 .....         | (161) |
| 实训项目 5.2 | 点火系统波形检测与分析 .....        | (162) |
| 实训项目 5.3 | 上海别克轿车电子点火系统的维修 .....    | (169) |
| 实训项目 5.4 | 本田雅阁电控点火系统的结构与维修 .....   | (172) |
| 企业案例     | .....                    | (173) |
| 测试习题     | .....                    | (175) |
| 第 6 章    | 汽车照明与信号系统 .....          | (179) |
| 6.1      | 汽车灯光系统概述 .....           | (179) |
| 6.2      | 汽车前照灯 .....              | (180) |
| 6.2.1    | 汽车前照灯的结构 .....           | (181) |
| 6.2.2    | 前照灯防眩目的措施 .....          | (182) |
| 6.2.3    | 前照灯的自动控制 .....           | (182) |
| 6.2.4    | 前照灯的类型 .....             | (186) |
| 6.2.5    | 氙气灯 .....                | (188) |
| 6.2.6    | 汽车前照灯电路 .....            | (189) |
| 6.2.7    | 前照灯的使用、维护及故障诊断 .....     | (191) |
| 6.3      | 汽车信号灯 .....              | (192) |
| 6.3.1    | 汽车信号灯概述 .....            | (192) |
| 6.3.2    | 转向灯 .....                | (192) |
| 6.3.3    | 驻车灯和尾灯 .....             | (197) |
| 6.3.4    | 倒车灯 .....                | (197) |
| 6.3.5    | 示宽灯 .....                | (197) |
| 6.3.6    | 制动灯 .....                | (199) |
| 6.3.7    | 雾灯 .....                 | (199) |
| 6.4      | 内部灯系统 .....              | (199) |

|          |                          |       |
|----------|--------------------------|-------|
| 6.4.1    | 阅读灯 .....                | (199) |
| 6.4.2    | 门控灯 .....                | (200) |
| 6.4.3    | 仪表及开关照明灯 .....           | (201) |
| 6.5      | 汽车照明系统的发展 .....          | (202) |
| 6.6      | 电喇叭 .....                | (203) |
| 6.6.1    | 汽车电喇叭的结构及工作原理 .....      | (204) |
| 6.6.2    | 喇叭继电器 .....              | (205) |
| 6.6.3    | 电喇叭的发展 .....             | (205) |
| 6.6.4    | 典型的喇叭控制电路 .....          | (206) |
| 6.6.5    | 喇叭的故障诊断与维修 .....         | (207) |
| 实训项目 6.1 | 汽车前照灯的调整 .....           | (208) |
| 实训项目 6.2 | 闪光继电器的检测 .....           | (211) |
| 实训项目 6.3 | 电喇叭与喇叭继电器的调整 .....       | (211) |
| 实训项目 6.4 | 帕萨特轿车前照灯电路检测 .....       | (213) |
| 企业案例     | .....                    | (214) |
| 测试习题     | .....                    | (216) |
| 第 7 章    | 汽车仪表与报警信息系统 .....        | (219) |
| 7.1      | 概述 .....                 | (219) |
| 7.1.1    | 汽车仪表的分类 .....            | (219) |
| 7.1.2    | 数字式仪表的优点 .....           | (219) |
| 7.2      | 传统仪表 .....               | (220) |
| 7.2.1    | 机油压力表 .....              | (220) |
| 7.2.2    | 冷却液温度表 .....             | (222) |
| 7.2.3    | 燃油表 .....                | (225) |
| 7.2.4    | 车速里程表 .....              | (227) |
| 7.2.5    | 发动机转速表 .....             | (230) |
| 7.3      | 数字仪表 .....               | (230) |
| 7.3.1    | 电子显示器件 .....             | (231) |
| 7.3.2    | 显示器显示方法 .....            | (233) |
| 7.3.3    | 数字仪表控制电路 .....           | (236) |
| 7.4      | 汽车报警信息系统 .....           | (238) |
| 7.4.1    | 报警指示灯 .....              | (238) |
| 7.4.2    | 声音报警 .....               | (241) |
| 7.5      | 典型汽车仪表电路 .....           | (243) |
| 7.5.1    | 奇瑞旗云轿车仪表系统 .....         | (243) |
| 7.5.2    | MAZDA6 轿车仪表系统 .....      | (245) |
| 实训项目 7.1 | 传统仪表的故障诊断 .....          | (249) |
| 实训项目 7.2 | 帕萨特 B5 轿车数字仪表的故障诊断 ..... | (253) |
| 企业案例     | .....                    | (262) |
| 测试习题     | .....                    | (264) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| <b>第 8 章 辅助电器</b>       | (266) |
| 8.1 风窗刮水、清洗和除霜装置        | (266) |
| 8.1.1 雨刮电机及刮水器          | (266) |
| 8.1.2 风窗清洗装置            | (268) |
| 8.1.3 刮水及清洗装置控制电路       | (269) |
| 8.1.4 后窗除霜装置            | (270) |
| 8.2 电动座椅                | (271) |
| 8.2.1 电动座椅的组成           | (271) |
| 8.2.2 电动座椅的电路原理         | (271) |
| 8.3 电动门窗                | (274) |
| 8.3.1 电动门窗的组成           | (274) |
| 8.3.2 电动门窗的电路原理         | (275) |
| 8.4 电动后视镜               | (275) |
| 8.4.1 电动后视镜的组成          | (275) |
| 8.4.2 电动后视镜的工作原理        | (276) |
| 8.5 中央集控门锁              | (277) |
| 8.5.1 中央集控门锁的组成         | (278) |
| 8.5.2 中央集控门锁的电路原理       | (278) |
| 实训项目 8.1 雨刮器故障的诊断与检测    | (279) |
| 实训项目 8.2 风窗清洗系统故障的诊断与检修 | (282) |
| 实训项目 8.3 后窗除霜装置故障的诊断与检修 | (284) |
| 实训项目 8.4 电动座椅故障诊断与检测    | (284) |
| 实训项目 8.5 电动门窗的故障诊断      | (287) |
| 实训项目 8.6 电动后视镜的故障诊断     | (290) |
| 实训项目 8.7 中控门锁故障诊断       | (291) |
| 企业案例                    | (294) |
| 测试习题                    | (296) |
| <b>第 9 章 汽车电路识图与分析</b>  | (298) |
| 9.1 汽车电气设备电路图           | (298) |
| 9.1.1 分类                | (298) |
| 9.1.2 识读汽车电路图的一般要领      | (305) |
| 9.1.3 全车电路识图分析的流程       | (307) |
| 9.2 典型欧洲车系汽车电路图实例       | (309) |
| 9.2.1 大众/奥迪汽车电路图        | (309) |
| 9.2.2 奔驰汽车电路图           | (311) |
| 9.2.3 宝马汽车电路图           | (314) |
| 9.2.4 雪铁龙汽车电路图          | (316) |
| 9.3 典型美国车系汽车电路图实例       | (319) |
| 9.3.1 通用汽车电路图           | (319) |
| 9.3.2 福特汽车电路图           | (323) |

|          |                          |       |
|----------|--------------------------|-------|
| 9.3.3    | 米切尔汽车电路图 .....           | (327) |
| 9.4      | 典型日本车系汽车电路图实例 .....      | (330) |
| 9.4.1    | 本田汽车电路图 .....            | (330) |
| 9.4.2    | 丰田汽车电路图 .....            | (333) |
| 9.4.3    | 日产汽车电路图 .....            | (336) |
| 实训项目 9.1 | 继电器或开关控制电路原理图综合读图 .....  | (340) |
| 实训项目 9.2 | 电子控制单元控制电路原理图综合读图 .....  | (343) |
| 实训项目 9.3 | 汽车配电系统和搭铁分布电路的综合读图 ..... | (346) |
| 企业案例     | .....                    | (353) |
| 测试习题     | .....                    | (354) |
| 参考文献     | .....                    | (356) |

# 第 1 章 汽车电气系统基础知识

## 学习目标

- (1) 了解汽车电气系统的特点。
- (2) 描述汽车电气设备电路组成模式。
- (3) 掌握汽车电路中间装置的结构和检修。
- (4) 掌握常用汽车电气系统检测工具及仪器的使用。
- (5) 掌握汽车电路故障诊断与检修的常用方法。

## 1.1 汽车电气系统的特点

汽车的种类和品牌繁多,各种汽车电气设备的数量不等,其安装位置、接线方法等也各有差异。但不论进口汽车还是国产汽车,其电气系统的设计一般都遵循一定的规律。了解这些特点,对汽车电气设备的维修很有帮助。

### (1) 单线制

所谓单线制,就是利用汽车发动机和底盘、车身等金属机件作为各种用电设备的共用连线(俗称搭铁),而用电设备到电源只需另设一根导线。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发,经导线流入到用电设备后,通过金属车架流回电源负极而形成回路。采用单线制不仅可以节省材料(铜导线),使电路简化,而且便于安装和检修,降低故障率。但在一些不能形成可靠的电气回路或需要精确电子信号的回路中采用双线。

### (2) 负极搭铁

所谓搭铁,就是采用单线制时,将蓄电池的一个电极用导线连接到发动机或底盘等金属车体上。若蓄电池的负极连接到金属车体上,称为负极搭铁;反之,若蓄电池的正极连接到金属车体上,称为正极搭铁。目前世界各国生产的汽车大多采用负极搭铁方式。

### (3) 两个电源

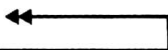
所谓两个电源,就是指蓄电池和发电机两个供电电源。蓄电池是辅助电源,在汽车未运转时向有关用电设备供电;发电机是主电源,当发动机运转到一定转速后,发电机转速达到规定的发电转速,开始向有关用电设备供电,同时对蓄电池进行充电。两者互补可以有效地使用电设备在不同的情况下都能正常工作,同时延长了蓄电池的供电时间。

### (4) 用电设备并联

所谓用电设备并联,就是指汽车上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接,每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制,互不产生干扰。

### (5) 低压直流供电

汽车电气设备采用低压直流供电,柴油车大多采用 24V 直流电压供电,汽油车大多采用 12V 直流电压供电。



## 1.2 汽车电气设备电路组成

汽车电气系统主要由电源、用电设备和中间装置组成，图 1.1 所示是广州本田雅阁轿车点烟器系统电路。

电源部分主要包括蓄电池、交流发电机、电压调节器等。

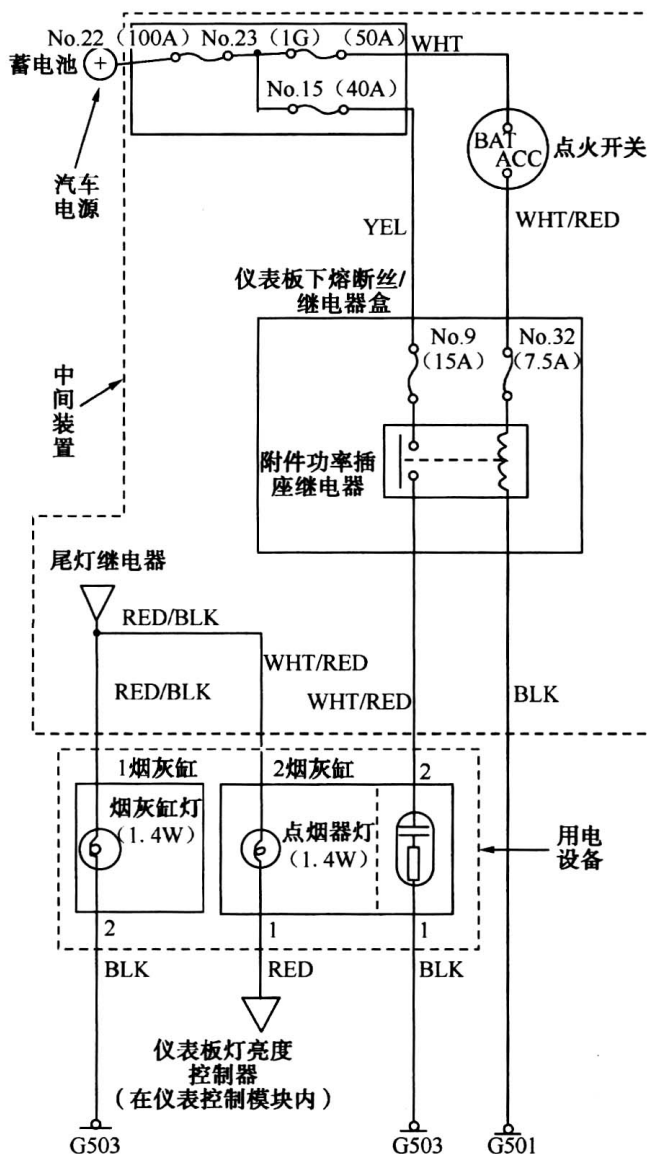


图 1.1 广州本田雅阁轿车点烟器系统电路

用电设备发展迅速，除起动系、照明系、仪表、辅助电器、空调、汽车音响等装置外，许多新的车身电气设备或电控装置在不断更新和产生，如发动机电控系统、ABS、ESP、电动助力转向、电控悬架、安全气囊、汽车导航、车载电话等。

任何电气设备和电控装置要想获得电源供电，中间装置的连接必不可少。常见的连接装置有汽车线束、开关装置、保险装置、继电器、连接端子和连接器等，这些中间装置的选用和装配直接影响到用电设备的运行状况。

## 1.2.1 汽车线束

### 1. 汽车用电线

汽车电路是由导线连接起来的，导线是用电器从电源获得电能必不可少的元件。汽车电气设备的连接导线按承受电压的高低，可分为高压导线和低压导线两种。点火线圈（高压）输出线、分电器盖至发动机各缸火花塞上的（高压）分线使用特制的高压点火线或高压阻尼点火线。汽车充电系统、仪表、照明、信号及辅助电器等设备均使用低压导线，这里主要介绍低压导线。

#### （1）导线截面积的正确选择

汽车上各种电气设备所用的连接导线，可根据用电设备的负载电流大小选择导线的截面积。其原则一般为：长时间工作的电气设备可选用实际载流量 60%的导线；短时间工作的用电设备可选用实际载流量 60%~100%之间的导线。同时，还应考虑电路中的电压降和导线发热等情况，以免影响用电设备的电气性能和超过导线的允许温度。为保证一定的机械强度，一般低压导线截面积不小于 0.5mm<sup>2</sup>。表 1.1 为各种铜芯导线标称截面积的允许载流量。

表 1.1 汽车用低压导线允许载流量

| 铜芯电线截面积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 0.5  | 0.75 | 1.0  | 1.5  | 2.5  | 4    | 6  | 10 | 16  | 25   | 35  | 50  |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|----|----|-----|------|-----|-----|
| 载流量<br>(60%)                  | 7.5  | 9.6  | 11.4 | 14.4 | 19.2 | 25.2 | 33 | 45 | 63  | 82.5 | 102 | 129 |
| 载流量<br>(100%)                 | 12.5 | 16   | 19   | 24   | 32   | 42   | 55 | 75 | 105 | 138  | 170 | 215 |

#### （2）导线的颜色

随着汽车上使用的电器增多，导线数量增多，为便于安装和检修，采用双色线，主色为基础色，辅色为环布导线的条色带或螺旋色带。标注时，主色在前，辅色在后。例如，红/黄导线的颜色为主色为红色，辅色为黄色。

### 2. 汽车线束

为使全车线路规整、安装方便及保护导线的绝缘，汽车上的全车线路除高压线、蓄电池电缆和起动机电缆外，一般将同区域的不同规格的导线用棉纱或薄聚氯乙烯带缠绕包扎成束，称为线束，如图 1.2 所示。

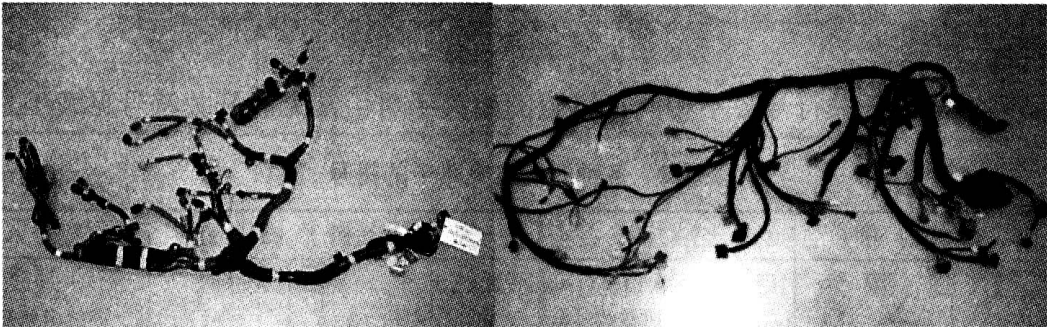
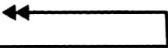


图 1.2 汽车线束



（1）线束的包扎

- ① 电缆半叠包扎法。涂绝缘漆，烘干，以增加电缆的强度和绝缘性能。
- ② 新型线束。局部塑料包扎后放入侧切口的塑料波纹管内，使其强度更高，保护性能更好，查找线路故障方便。

（2）线束的安装

同一种车型的线束在制造厂里按车型设计制造好后，用卡簧或绊钉固定在车上的既定位置，其抽头恰好在各电气设备接线柱附近位置，安装时按线号装在其对应的接线柱上。各种车型的线束各不相同，同一车型线束按发动机、底盘和车身分多个线束，图 1.3 所示为东风雪铁龙凯旋轿车线束布置图。

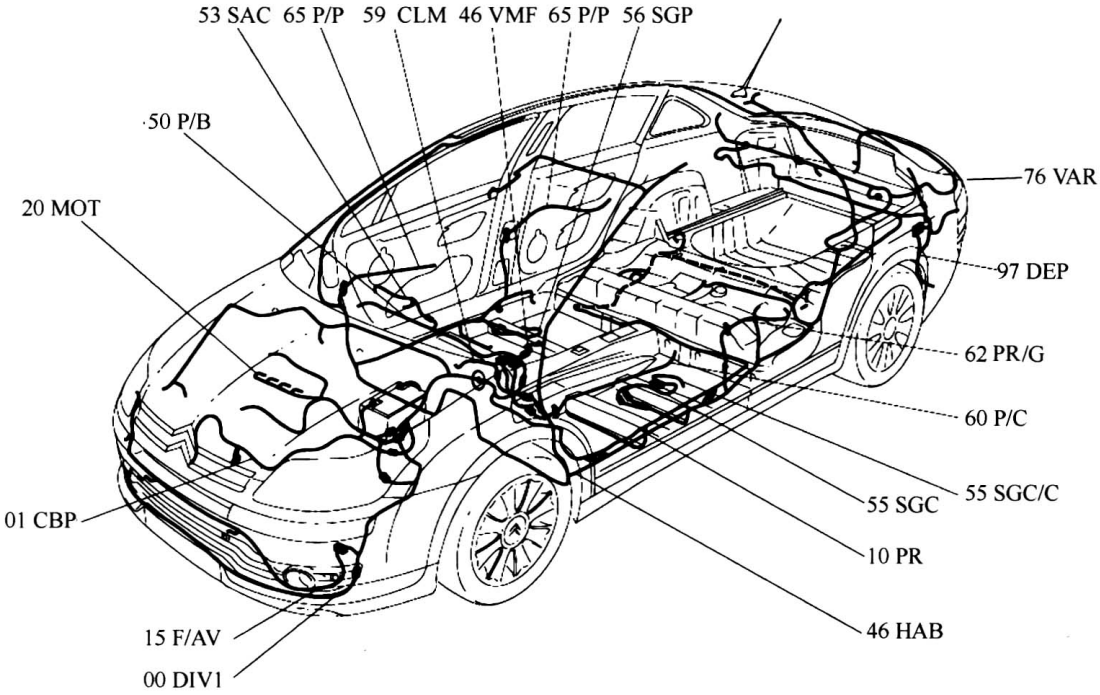


图 1.3 东风雪铁龙凯旋轿车线束布置图

1.2.2 开关装置

汽车上所有用电设备的接通和停止都必须经过开关控制。对开关的要求是坚固耐用、安全可靠、操作方便、性能稳定。

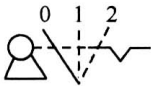
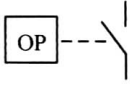
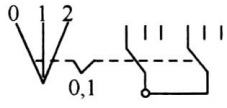
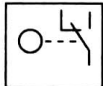
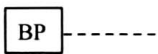
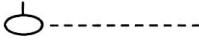
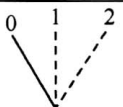
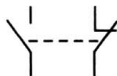
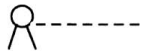
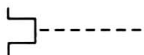
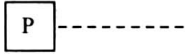
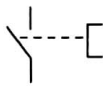
1. 开关的符号

各种品牌汽车的开关符号各不相同，可查阅相关手册，常见的开关符号见表 1.2。

表 1.2 各种开关在电路中的符号

| 序 号 | 图 形 符 号 | 名 称     | 序 号 | 图 形 符 号 | 名 称      |
|-----|---------|---------|-----|---------|----------|
| 1   |         | 旋转、旋钮开关 | 14  |         | 推拉多挡开关位置 |

续表

| 序 号 | 图 形 符 号                                                                             | 名 称        | 序 号 | 图 形 符 号                                                                             | 名 称                                      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 2   |    | 液位控制开关     | 15  |    | 钥匙开关（全部定位）                               |
| 3   |    | 机油滤清器报警开关  | 16  |   | 多挡开关，点火、起动开关，瞬时位置为 2 能自动返回至 1（即 2 挡不能定位） |
| 4   |    | 热敏开关动合触点   | 17  |    | 节流阀开关                                    |
| 5   |    | 热敏开关动断触点   | 18  |    | 制动压力控制                                   |
| 6   |    | 热敏自动开关动断触点 | 19  |   | 液位控制                                     |
| 7   |    | 热继电器触点     | 20  |    | 凸轮控制                                     |
| 8   |   | 旋转多挡开关位置   | 21  |   | 联动开关                                     |
| 9   |  | 钥匙操作       | 22  |  | 手动开关的一般符号                                |
| 10  |  | 热执行器操作     | 23  |  | 定位（非自动复位）开关                              |
| 11  |  | 温度控制       | 24  |  | 按钮开关                                     |
| 12  |  | 压力控制       | 25  |  | 能定位的按钮开关                                 |
| 13  |  | 拉拔开关       |     |                                                                                     |                                          |

2. 点火开关

点火开关是汽车电路中最重要开关之一，是各条电路分支的控制枢纽，是多挡多接线柱开关。其主要功能是：锁住转向盘转轴（LOCK），运行/点火（ON 或 IG）挡、起动（ST 或 Start）挡、附件（Acc）挡，如果用于柴油车则增加预热（HEAT）挡。其中起动、预热挡因为工作电流很大，开关不宜接通过久，所以这两挡在操作时必须用手克服弹簧力，扳住钥匙，一松手就弹回点火挡，不能自行定位，其他挡均可自行定位。点火开关的结构及表示方法如图 1.4 所示。

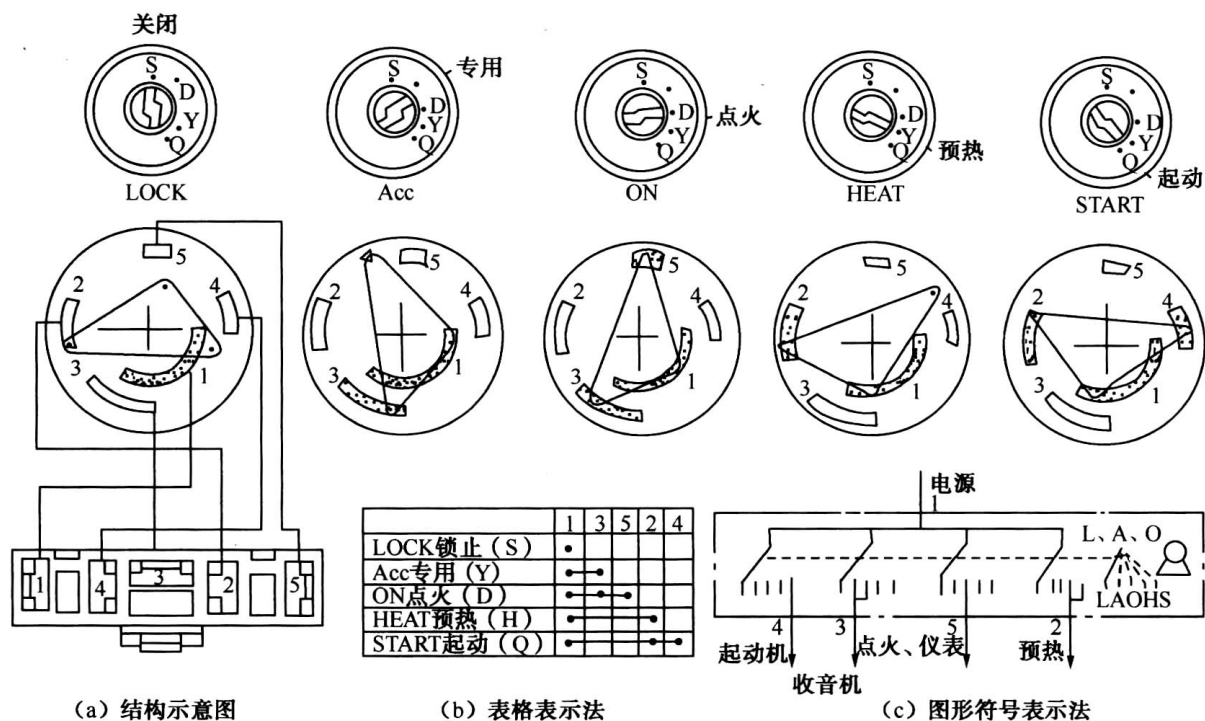


图 1.4 点火开关的结构及表示方法

### 3. 组合开关

多功能组合开关将照明开关（前照灯开关、变光开关）、信号（转向、危险警告、超车）开关、刮水器/清洗器开关等组合为一体，安装在便于驾驶员操纵的转向柱上。图 1.5 所示为日产轿车组合开关的挡位和接线柱关系。

### 4. 信号型开关

随着电子技术的发展，车载电脑和车载网络的应用日趋普及，控制开关和用电设备的控制形式也发生了一些变化，信号型开关获得推广和应用，工作原理如图 1.6 所示。信号型开关和传统控制开关的主要区别见表 1.3。

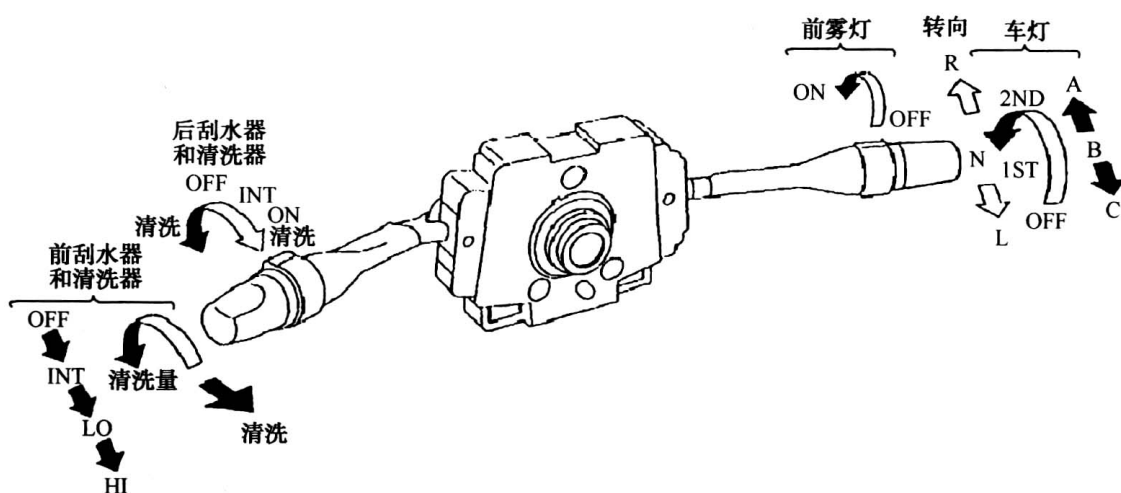


图 1.5 日产轿车组合开关的挡位和接线柱关系