

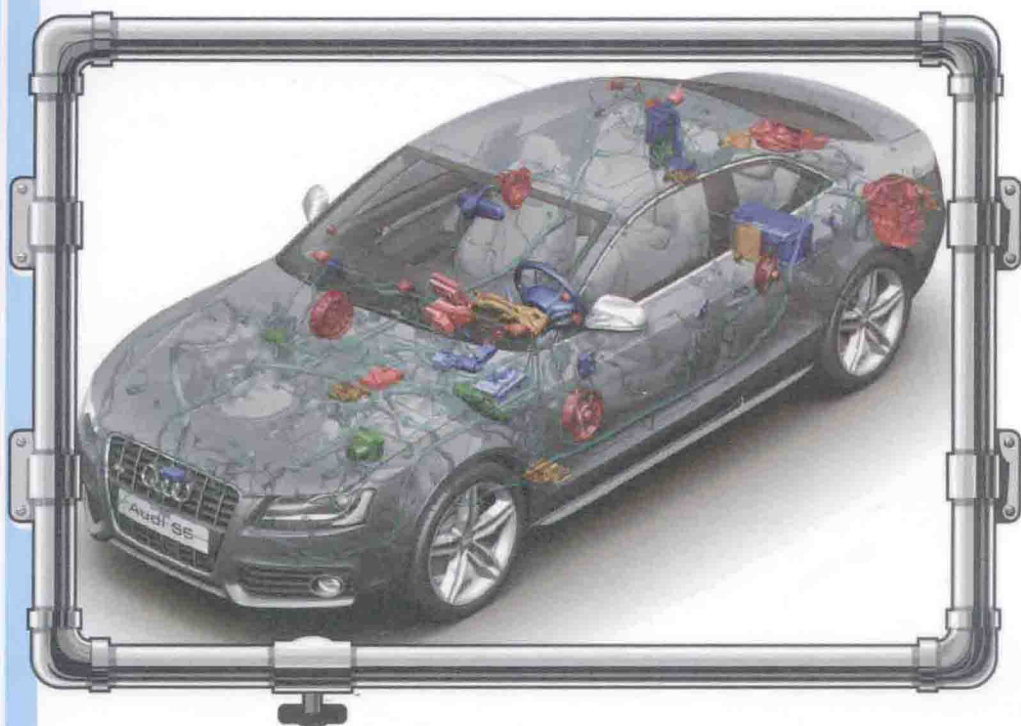


21世纪全国高等院校汽车类**创新型**应用人才培养规划教材

# 汽车电气设备

吴焕芹 卢彦群 主编

- ✓ 从人才培养的实际目标和任务出发
- ✓ 汲取汽车电气领域新技术、新成果
- ✓ 结合多年的教学经验构思编写而成



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材

## 汽车电气设备

主 编 吴焕芹 卢彦群  
副主编 杨 帆  
主 审 田晋跃



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书围绕培养高等复合型工程人才的需要,从人才培养的实际目标和任务出发,系统介绍了汽车电气设备的结构、工作原理及维修的相关知识,主要内容包括汽车电气设备的特点与组成、汽车供电系统、汽车起动机、汽车点火系统、汽车照明与信号系统、汽车仪表及报警系统、汽车安全气囊与安全带、汽车空调系统、汽车其他辅助电气设备、汽车全车电路等。书中内容阐述通俗易懂、精选实例,图文并茂,课后习题类型丰富。

本书可作为车辆工程及相近专业的专业课教材,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备/吴焕芹,卢彦群主编. —北京:北京大学出版社,2014.10

(21世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-24947-5

I. ①汽… II. ①吴… ②卢… III. ①汽车—电气设备—高等学校—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第231931号

**书 名:** 汽车电气设备

**著作责任者:** 吴焕芹 卢彦群 主编

**策 划 编 辑:** 童君鑫 黄红珍

**责 任 编 辑:** 黄红珍

**标 准 书 号:** ISBN 978-7-301-24947-5/TH·0409

**出 版 发 行:** 北京大学出版社

**地 址:** 北京市海淀区成府路205号 100871

**网 址:** <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

**电 子 信 箱:** pup\_6@163.com

**电 话:** 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

**印 刷 者:** 北京鑫海金澳胶印有限公司

**经 销 者:** 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 21.25印张 494千字

2014年10月第1版 2014年10月第1次印刷

**定 价:** 42.00元

---

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

举报电话:010-62752024 电子信箱:fd@pup.pku.edu.cn

# 前 言

进入 21 世纪以来,随着社会经济的快速发展,汽车工业在全面奔小康的进程中发挥着越来越大的作用,而汽车电气设备在汽车中的地位和作用也日益突出,它直接影响着汽车的动力性、经济性、环保性、舒适性和安全性。汽车电气设备的结构和功能日趋复杂和完善,自动化程度越来越高,产品品种越来越齐全。同时,国家提出,要调整优化大学生招生结构,大幅增加工程类专业招生比例,加强应用型人才、复合型人才和拔尖创新人才培养,扩大卓越工程师教育培养计划试点范围;教育部明确指出,要大力发展高等工程教育,培养一大批具有一定理论基础和较强实践能力的,适应现代生产、建设、管理、服务第一线的应用型人才,这是经济建设和社会发展的迫切需要,也为我们培养车辆工程方面的实用型人才提出了新的要求。因此,我们遵照教育部高等教育教材建设的要求,围绕培养高等复合型工程人才的需要,从人才培养的实际目标和任务出发,结合我们多年教学经验和体会,以理论够用为度,以能力培养为目标,构思和编写了本书。

本书是车辆工程、工程机械、汽车等专业的主要专业课教材,是规划教材之一。全书共分为 10 章,涉及汽车电气设备的特点与组成、汽车供电系统、汽车起动机、汽车点火系统、汽车照明与信号系统、汽车仪表及报警系统、汽车安全气囊与安全带、汽车空调系统、汽车其他辅助电气设备、汽车全车电路等内容。

本书的主要特点:①强调理论联系实际,注重实用性和培养大学生的应用实践能力及创新精神;②在每一章节中,重点突出基本原理兼典型车型实例,以建立原理与实车的有机内在联系;③每一章都设有导入案例,可以激发学生的学习兴趣;④每章后面都有复习思考题,题型多种多样,以利延伸思考、拓展视野;⑤教材的编排适合应用型人才的培养教育模式,力争汲取汽车电气领域最新成果,对教学、工程实践有一定的参考价值。

由于各学校课时数、教学侧重点不同,故各自应当按照自己的需求,在课时数和内容上做出适当选择。

本书可作为车辆工程及相关专业的专业课教材,也可以作为相关工程技术人员的参考书。

本书由吴焕芹、卢彦群教授担任主编,杨帆担任副主编,其中第 1~3 章、第 5~6 章和第 8 章由吴焕芹编写,第 4 章由卢彦群编写,第 7 章由齐芳编写,第 9 章由杨帆编写,第 10 章由蒋汪萍编写,全书由吴焕芹负责统稿、修订,由田晋跃教授主审。在此,我们向所有在本书的编写和出版过程中给予帮助的同志表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者提出宝贵意见。

编者

2014 年 5 月

# 北京大学出版社汽车类教材书目

序号	书	标准书号	著作者	定价	出版日期
1	汽车构造(第2版)	978-7-301-19907-7	肖生发, 赵树朋	56	2014.1
2	汽车构造学习指导	978-7-301-22066-5	肖生发	26	2014.1
3	汽车发动机原理(第2版)	978-7-301-21012-3	韩同群	42	2013.5
4	汽车设计	978-7-301-12369-0	刘涛	45	2008.1
5	汽车运用基础	978-7-301-13118-3	凌永成, 李雪飞	26	2008.1
6	现代汽车系统控制技术	978-7-301-12363-8	崔胜民	36	2008.1
7	汽车电气设备实验与实习	978-7-301-12356-0	谢在玉	29	2008.2
8	汽车试验测试技术	978-7-301-12362-1	王丰元	26	2013.6
9	汽车运用工程基础(第2版)	978-7-301-21925-6	姜立标	34	2013.1
10	汽车制造工艺(第2版)	978-7-301-22348-2	赵桂范, 杨娜	40	2013.4
11	车辆制造工艺	978-7-301-24272-8	孙建民	45	2014.6
12	汽车工程概论	978-7-301-12364-5	张京明, 江浩斌	36	2008.6
13	汽车运行材料(第2版)	978-7-301-22525-7	凌永成	45	2013.7
14	汽车运动工程基础	978-7-301-25017-4	赵英勋, 宋新德	38	2014.10
15	汽车试验学	978-7-301-12358-4	赵立军, 白欣	28	2013.5
16	内燃机构造	978-7-301-12366-9	林波, 李兴虎	26	2011.12
17	汽车故障诊断与检测技术	978-7-301-13634-8	刘占峰, 林丽华	34	2013.8
18	汽车维修技术与设备	978-7-301-13914-1	凌永成, 赵海波	30	2013.5
19	热工基础	978-7-301-12399-7	于秋红	34	2009.2
20	汽车检测与诊断技术	978-7-301-12361-4	罗念宁, 张京明	30	2009.1
21	汽车评估	978-7-301-14452-7	鲁植雄	25	2012.5
22	汽车车身设计基础	978-7-301-15619-3	王宏雁, 陈君毅	28	2009.9
23	汽车车身轻量化结构与轻质材料	978-7-301-15620-9	王宏雁, 陈君毅	25	2009.9
24	车辆自动变速器构造原理与设计方法	978-7-301-15609-4	田晋跃	30	2009.9
25	新能源汽车技术(第2版)	978-7-301-23700-7	崔胜民	39	2014.2
26	工程流体力学	978-7-301-12365-2	杨建国, 张兆营等	35	2011.12
27	高等工程热力学	978-7-301-16077-0	曹建成, 李跟宝	30	2010.1
28	汽车电气设备(第2版)	978-7-301-16916-2	凌永成, 李淑英	38	2014.1
29	汽车电气设备	978-7-301-24947-5	吴焕芹, 卢彦群	42	2014.10
30	现代汽车发动机原理	978-7-301-17203-2	赵丹平, 吴双群	35	2013.8
31	现代汽车新技术概论(第2版)	978-7-301-24114-1	田晋跃	42	2014.5
32	现代汽车排放控制技术	978-7-301-17231-5	周庆辉	32	2012.6
33	汽车服务工程(第2版)	978-7-301-24120-2	鲁植雄	42	2014.6
34	汽车使用与管理	978-7-301-18761-6	郭宏亮, 张铁军	39	2013.6
35	汽车数字开发技术	978-7-301-17598-9	姜立标	40	2010.8
36	汽车人机工程学	978-7-301-17562-0	任金东	35	2013.5
37	专用汽车结构与设计	978-7-301-17744-0	乔维高	45	2010.9
38	汽车空调	978-7-301-18066-2	刘占峰, 宋力等	28	2013.8
39	汽车空调技术	978-7-301-23996-4	麻友良	36	2014.4
40	汽车CAD技术及Pro/E应用	978-7-301-18113-3	石沛林, 李玉善	32	2014.1
41	汽车振动分析与测试	978-7-301-18524-7	周长城, 周金宝等	40	2011.3
42	新能源汽车概论	978-7-301-18804-0	崔胜民, 韩家军	30	2013.6
43	汽车空气动力学数值模拟技术	978-7-301-16742-7	张英朝	45	2011.6
44	汽车电子控制技术(第2版)	978-7-301-19225-2	凌永成, 于京诺	40	2014.1
45	车辆液压传动与控制技术	978-7-301-19293-1	田晋跃	28	2011.8
46	车辆悬架设计及理论	978-7-301-19298-6	周长城	48	2011.8
47	汽车电器及电子控制技术	978-7-301-17538-5	司景萍, 高志鹰	58	2012.1
48	汽车车身计算机辅助设计	978-7-301-19889-6	徐家川, 王翠萍	35	2012.1
49	现代汽车新技术	978-7-301-20100-8	姜立标	49	2013.7
50	电动汽车测试与评价	978-7-301-20603-4	赵立军	35	2012.7
51	电动汽车结构与原理	978-7-301-20820-5	赵立军, 佟钦智	35	2012.7
52	二手车鉴定与评估	978-7-301-21291-2	卢伟, 韩平	36	2012.8
53	汽车微控制器结构原理与应用	978-7-301-22347-5	蓝志坤	45	2013.4
54	汽车振动学基础及其应用	978-7-301-22583-7	潘公宇	29	2013.6
55	车辆优化设计理论与实践	978-7-301-22675-9	潘公宇, 商高高	32	2013.7
56	汽车专业英语	978-7-301-23187-6	姚嘉, 马丽丽	36	2013.8
57	车辆底盘建模与分析	978-7-301-23332-0	顾烈, 朱跃	30	2014.1
58	汽车安全辅助驾驶技术	978-7-301-23545-4	郭烈, 葛平淑等	43	2014.1
59	汽车安全	978-7-301-23794-6	郑安文	45	2014.3
60	汽车系统动力学与仿真	978-7-301-25037-2	崔胜民	42	2014.11

相关教学资源如电子课件、电子教材、习题答案等可以登录 [www.pup6.cn](http://www.pup6.cn) 下载或在线阅读。

如您需要免费纸质样书用于教学, 欢迎登陆第六事业部门户网站([www.pup6.com.cn](http://www.pup6.com.cn))填表申请, 并欢迎在线登记选题到北京大学出版社来出版您的大作, 也可下载相关表格填写后发到我们的邮箱, 我们将及时与您取得联系并做好全方位的服务。

联系方式: 010-62750667, 童编辑, 1342643315@163.com, pup\_6@163.com, 欢迎来电来信咨询。

# 目 录

<b>第 1 章 汽车电气基础知识</b> .....	1
1.1 汽车电气系统的特点 .....	2
1.2 汽车电气系统基本组成 .....	3
1.3 汽车电气系统常用检测工具及 仪器 .....	17
1.3.1 跨接线 .....	17
1.3.2 试灯 .....	18
1.3.3 万用表 .....	19
1.4 汽车电气系统常见故障 诊断方法 .....	23
本章小结 .....	24
复习思考题 .....	24
<b>第 2 章 汽车供电系统</b> .....	27
2.1 铅酸蓄电池 .....	29
2.1.1 蓄电池的构造 .....	29
2.1.2 蓄电池的工作原理 .....	32
2.1.3 蓄电池的型号 .....	35
2.1.4 蓄电池的工作特性 .....	36
2.1.5 蓄电池的使用与维护 .....	38
2.2 新型蓄电池 .....	40
2.2.1 钠硫电池 .....	41
2.2.2 燃料电池 .....	41
2.2.3 锌-空气电池 .....	43
2.3 交流发电机 .....	45
2.3.1 交流发电机的构造 .....	45
2.3.2 交流发电机的型号 .....	49
2.3.3 交流发电机的工作原理 .....	50
2.3.4 交流发电机的特性 .....	53
2.3.5 交流发电机性能的改善 .....	55
2.4 交流发电机电压调节器 .....	56
2.4.1 调节器的作用 .....	56
2.4.2 调节器的调节方法 .....	56
2.4.3 调节器的型号 .....	57
2.4.4 电子调节器工作过程 .....	58
2.4.5 调节器信号电压取样方式 .....	60
2.5 典型汽车供电系统 .....	62
2.5.1 丰田某款汽车供电系统 .....	62
2.5.2 桑塔纳轿车供电系统 .....	63
2.6 汽车供电系统故障诊断与排除 .....	64
2.7 42V 及 42/14V 电压汽车电气 系统简介 .....	67
2.7.1 双交流发电机系统 .....	67
2.7.2 单 42V 交流发电机 系统 .....	68
2.7.3 蓄电池组与 DC/AC 变换器的车载电气系统 .....	69
2.7.4 采用 42V 电压汽车电气 系统需要解决的技术 问题 .....	70
本章小结 .....	70
复习思考题 .....	71
<b>第 3 章 起动机</b> .....	74
3.1 起动机的结构及工作原理 .....	76
3.1.1 直流串励式电动机 .....	76
3.1.2 传动机构 .....	79
3.1.3 电磁式控制装置 .....	81
3.2 起动机工作特性及基本参数的 选择 .....	83
3.2.1 转矩特性 .....	83
3.2.2 机械特性 .....	83
3.2.3 功率特性 .....	84
3.2.4 起动机功率的选择 .....	84
3.2.5 蓄电池容量的确定 .....	85
3.2.6 传动比的选择 .....	85
3.3 典型起动机 .....	86
3.3.1 电磁控制强制啮合式 起动机 .....	86



3.3.2	电枢移动式起动机	89	4.4.4	微机控制点火系统控制 内容及方法	147
3.3.3	齿轮移动式	91	4.4.5	微机控制点火系统的 使用与检测	151
3.3.4	减速式起动机	92	本章小结		152
3.3.5	预啮合式起动机	95	复习思考题		152
3.3.6	永磁铁型起动机	96	<b>第5章 汽车灯光系统</b>		155
3.3.7	微机控制的起动系统	98	5.1	概述	156
3.4	起动机常见故障与排除	99	5.2	汽车前照灯	157
	本章小结	102	5.2.1	前照灯的结构	157
	复习思考题	102	5.2.2	前照灯的类型	159
<b>第4章 点火系统</b>		105	5.2.3	前照灯防眩目措施	159
4.1	概述	106	5.2.4	前照灯的自动控制	161
4.1.1	汽车对点火系统的 要求	107	5.2.5	前照灯的安装、检验与 调整	165
4.1.2	点火系统的类型	108	5.3	转向灯	167
4.1.3	点火时刻对发动机工作 性能的影响	109	5.3.1	转向灯类型	167
4.1.4	影响最佳点火提前角 $\theta_{\text{ig}}$ 的因素	110	5.3.2	转向灯构成及工作 原理	167
4.2	传统点火系统	111	5.4	其他灯光	170
4.2.1	传统点火系统的组成	112	5.4.1	倒车灯	170
4.2.2	传统点火系统的基本 工作原理	113	5.4.2	制动灯	171
4.2.3	传统点火系统的主要 元件	113	5.4.3	雾灯	171
4.2.4	传统点火系统的工作 特性	123	5.4.4	示廓灯和尾灯	171
4.3	普通电子点火系统	125	5.4.5	阅读灯和门控灯	171
4.3.1	概述	125	5.4.6	氙气灯	172
4.3.2	有触点晶体管点火 系统	126	5.4.7	LED灯和氙灯	172
4.3.3	磁脉冲式电子点火系统	128	5.5	常见故障及检修	175
4.3.4	霍尔式电子点火系统	131	本章小结		178
4.3.5	光电式电子点火系统	134	复习思考题		178
4.4	微机控制点火系统	135	<b>第6章 车辆信息显示系统</b>		180
4.4.1	概述	135	6.1	声像系统	181
4.4.2	微机控制点火系统 各部分的构成	137	6.1.1	汽车声像系统的类型	182
4.4.3	微机控制无分电器 点火系统	145	6.1.2	汽车声像系统的组成	182
			6.1.3	汽车声像系统的工作 原理	184
			6.1.4	汽车音响的解码方法	188
			6.1.5	汽车音响的检修	193

6.2 仪表总成 .....	195	8.3 空调的采暖与通风系统 .....	262
6.2.1 传统仪表 .....	196	8.3.1 采暖系统 .....	262
6.2.2 数字式汽车仪表 .....	204	8.3.2 通风系统 .....	264
6.3 汽车报警信息系统 .....	218	8.4 汽车空调的自动控制 .....	265
6.3.1 警告指示灯 .....	218	8.4.1 传感器 .....	265
6.3.2 常见灯光报警指示 装置 .....	219	8.4.2 空调 ECU .....	266
6.3.3 声音报警装置 .....	221	8.4.3 执行器 .....	268
本章小结 .....	223	8.5 汽车空调系统的使用及维护 .....	271
复习思考题 .....	224	8.5.1 汽车空调的正确使用 .....	271
<b>第 7 章 安全气囊与安全带 .....</b>	<b>227</b>	8.5.2 汽车空调常用故障 诊断方法 .....	272
7.1 安全气囊系统 .....	228	本章小结 .....	274
7.1.1 安全气囊系统分类 .....	228	复习思考题 .....	274
7.1.2 安全气囊系统的工作 原理 .....	230	<b>第 9 章 汽车车身附属电气设备 .....</b>	<b>278</b>
7.1.3 安全气囊系统的组成 结构 .....	232	9.1 电动车窗 .....	279
7.1.4 智能型安全气囊 .....	241	9.1.1 电动车窗的组成 .....	279
7.1.5 安全气囊的检修 .....	243	9.1.2 电动车窗的工作原理 .....	280
7.2 安全带控制系统 .....	246	9.1.3 智能型电动车窗 .....	281
7.2.1 安全带的类型 .....	246	9.1.4 电动车窗的检修 .....	282
7.2.2 安全带及控制系统的 结构 .....	247	9.2 电动座椅 .....	283
7.2.3 安全带的工作原理 .....	248	9.2.1 电动座椅的构造 .....	283
7.2.4 安全带的检修 .....	249	9.2.2 电动座椅的控制电路 .....	284
本章小结 .....	250	9.2.3 带存储功能的电动 座椅 .....	285
复习思考题 .....	250	9.3 电动后视镜 .....	286
<b>第 8 章 汽车空调系统 .....</b>	<b>253</b>	9.3.1 电动后视镜的组成 .....	286
8.1 概述 .....	254	9.3.2 电动后视镜的工作 原理 .....	286
8.1.1 汽车空调的功能及 组成 .....	254	9.4 电动刮水器 .....	288
8.1.2 汽车空调的特点 .....	255	9.4.1 电动刮水器的组成 .....	288
8.1.3 对汽车空调的要求 .....	256	9.4.2 电动刮水器的工作 原理 .....	288
8.2 汽车空调的制冷系统 .....	256	9.4.3 电动刮水器检测与 维修 .....	293
8.2.1 制冷循环 .....	256	9.5 风窗玻璃洗涤器 .....	296
8.2.2 制冷剂 and 冷冻机油 .....	257	9.5.1 风窗玻璃洗涤器的 组成 .....	296
8.2.3 主要部件的结构及 工作原理 .....	258	9.5.2 风窗玻璃洗涤器的 工作原理 .....	296





9.5.3	风窗玻璃洗涤器常见故障及维修 .....	296	10.2.2	全车电路识图分析流程 .....	309
9.6	风窗玻璃除霜装置 .....	297	10.3	汽车电路图分析实例 .....	310
9.6.1	风窗玻璃除霜器的组成 .....	297	10.3.1	解放 CA1092 型汽车整车电气系统电路分析 .....	310
9.6.2	风窗玻璃除霜器的工作原理 .....	297	10.3.2	上海桑塔纳轿车整车电路系统电路分析 .....	314
	本章小结 .....	299	10.3.3	本田汽车部分电路图分析 .....	320
	复习思考题 .....	299	10.3.4	三菱轿车电路图分析 .....	322
<b>第 10 章</b>	<b>汽车电气设备总线路 .....</b>	<b>301</b>	10.3.5	北京切诺基吉普车电路分析 .....	323
10.1	汽车电气设备线路类型 .....	302		本章小结 .....	325
10.1.1	汽车电气线路图 .....	302		复习思考题 .....	326
10.1.2	汽车线路原理图 .....	302	<b>参考文献</b>	.....	329
10.1.3	汽车线束外形图 .....	302			
10.2	汽车电气设备线路识读 .....	304			
10.2.1	汽车电路图识图要领 .....	304			

# 第 1 章

## 汽车电气基础知识



### 学习目标

- 掌握汽车电气系统的特点；
- 了解汽车电气系统的基本组成；
- 了解汽车电气系统常用检测工具及仪器设备，熟悉其使用方法；
- 了解汽车电气系统常见故障诊断方法。



### 教学要点

知识要点	能力要求	相关知识
汽车电气系统的特点	掌握汽车电气系统的特点，了解汽车负极搭铁的优点	低压、直流、单线制、并联连接、负极搭铁
汽车电气系统基本组成	了解汽车电气系统的基本组成，掌握汽车常见的保险装置，了解常用继电器、开关装置的类型，了解汽车导线及插接器	供配电盘、插接器、导线、开关装置
汽车电气系统常用检测工具及仪器设备	了解汽车电气系统常用检测工具及仪器设备，熟悉其使用方法	跨接线、试灯、汽车专用万用表
汽车电气系统常见故障诊断方法	了解汽车电气系统常见故障诊断方法	短路法、断路法、仪表检测、试火法



## 导入案例

早期的汽车电气系统非常简单,主要由起动系统、灯光信号系统和汽油机的点火系统构成。由于汽车用电量较小,汽车电气系统主要是电压为6V的电路系统。伴随着半导体器件的问世,电子技术在汽车领域中得到了广泛的应用,如电子控制燃油喷射、防抱死制动系统、主动悬架、电动助力转向、空调系统等。为了满足日益增长的汽车用电功率的需求,从20世纪50年代开始,汽车电气系统的电压逐渐由原来的6V上升至12V。

科技的进步,推动了汽车电气化的发展。据统计,自1990年开始,汽车的用电量每年以5%~8%的比例增加,汽车电子部件所占比例日益增加。电气化的汽车产品,具有更高的能源利用效率,从而降低了能源的使用成本,并顺应了日益被关注的环保趋势,有更少的二氧化碳和其他污染性气体排放量。与此同时,电气化的汽车,可在保证原有使用功能的基础上,使汽车有更强的安全性,并赋予汽车更多的便捷化和智能化功能,改善了消费者的使用体验,大幅提升了汽车在日常生活中的应用价值。

如果不能正确使用与维护汽车电器设备与电子电路系统,稍不留神就会酿成大祸,如汽车自燃等。其实,在自燃事故当中,汽车电路起火占据了自燃事件的较大比例。其中电路线路老化和汽车电路负荷过高都是主要原因。其一,由于发动机工作时,点火线圈的温度很高,容易使高压点火导线的绝缘层软化、老化、裂损,点火高压电易击穿绝缘层,造成高压电漏电、短路从而导致自燃。其二,现代汽车拥有越来越多的电子控制技术,汽车智能化的应用更使得汽车电子相应耗电量大幅提高。汽车上电路系统的负荷空间有限,汽车微电脑、电子元器件及各种传感器电路系统都容易造成损伤,故大量增加的各种附加电子设备,增加了汽车电路的负担,从而引发自燃火灾。除此之外,安装电器、改装线路也是造成短路从而引发汽车自燃的重要原因。

汽车电路系统的保养也是汽车养护的核心内容之一,如果电路是因为老化而漏电,则一定要及时更换,尤其对于使用3年以上的车辆,每年去维修厂进行一次彻底的汽车电路系统保养非常关键。

## 1.1 汽车电气系统的特点

汽车电气系统是汽车的重要组成部分,有其自身的特点,具体如下。

### 1. 低压

汽车电气系统的标称电压,汽油机为14V,柴油机为28V。对于发电装置,14V系统的蓄电池电压为12V,28V系统的蓄电池电压为24V。随着汽车车载电器和电子设备用电功率的持续增加,以及混合动力汽车、电动汽车技术的发展需求的不断提高,汽车电气系统的供电电压已提高到42V及42V/14V、42V/28V混合使用,但仍属于低压,在安全电压范围内。汽车电气系统采用低压的原因是安全性好,蓄电池单格数少,有利于减少蓄电池的质量和尺寸。

### 2. 直流

汽车电气系统均采用直流供电,其原因是发动机要靠直流电动机起动,电动机由蓄电池

供电，而蓄电池电能消耗后又必须用直流电充电，所以汽车电气系统采用直流供电系统。

### 3. 单线制

单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接，而用汽车底盘、发动机等金属机体作为另一公共导线。由于单线制节省导线、线路简化清晰、安装和检修方便，且电器机件也不需要与车体绝缘，所以现代汽车电气系统普遍采用单线制。

随着汽车电子控制系统的发展，为了使电控系统工作可靠，其基本采用双线制，还有车载网络也采用双线制甚至四线制。

单线制目前仅指传统电气设备，如起动系统、点火系统、照明系统等大电流系统。

### 4. 并联连接

并联连接是指汽车上的双电源并联连接，可以起到互补的作用；汽车上的各种用电设备并联连接后，每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制，不会产生相互干扰。

### 5. 负极搭铁

搭铁是指采用单线制时，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。若蓄电池的负极与车体连接，就是负极搭铁；反之，若蓄电池的正极连接到金属车体上，则称为正极搭铁。

采用负极搭铁时，汽车电器对无线电设备(如汽车音响、通信系统等)的干扰小，故目前世界各国生产的汽车大多采用负极搭铁。

由于汽车上的电路都采用单线制，所以汽车上的搭铁与其他非单线制电控设备的接地有着本质的不同。汽车上的搭铁点和汽车车体都是汽车电器工作回路的重要组成部分。有些汽车故障就是由于导线的搭铁不良，没有构成回路，而造成电器的功能不能实现。搭铁点的分布一般是按电器位置、导线线束的走向和控制电流的流向等设计布置的。相隔不远的电器或电器导线走向一致的常常采用同一个搭铁点。因此，当搭铁点接触不良或电阻过大时，故障表现出的形式常常会有多种现象，即在该搭铁点上的多种电器电路均没有构成回路，从而使各电器功能失效。汽车的搭铁位置随车型的不同和配置的不同而有所差别。

## 1.2 汽车电气系统基本组成

汽车电气系统主要由供电装置(电源)、中间连接装置和用电设备组成。

汽车电源主要是蓄电池、交流发电机及电压调节器。

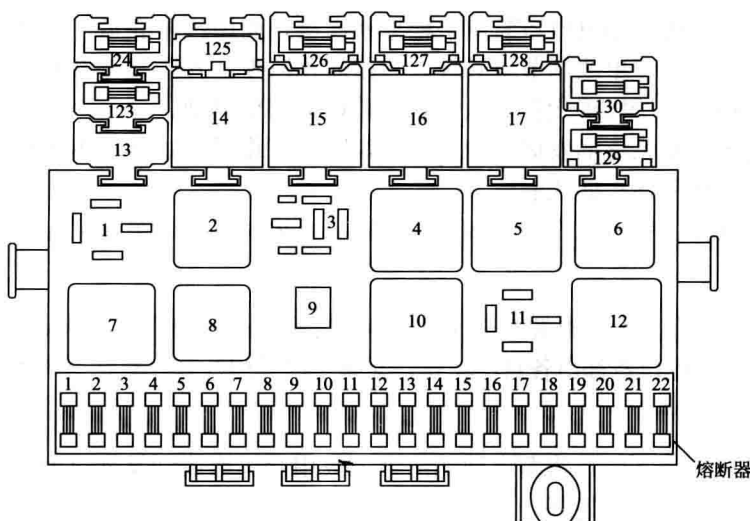
用电设备不仅包括传统的起动机、照明装置、空调、音响、辅助电器设备等用电装置，还包括许多新的车身电器设备和电控装置，如发动机电控系统、ABS、ESP、电控助力转向、电控悬架、安全气囊、车载导航等系统。

任何用电装置要获得电源供电，中间装置的连接必不可少。汽车上用的中间连接装置包括供配电盘、导线、开关、插接器、接线端子等，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。

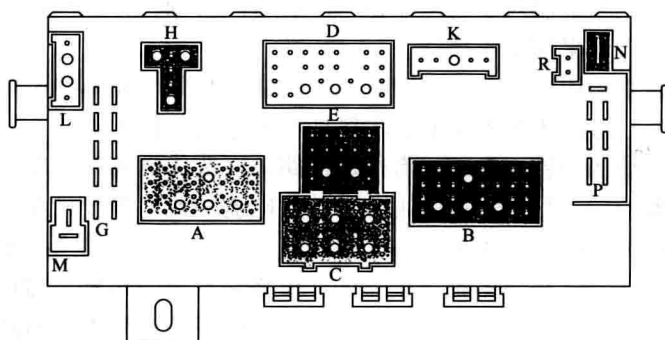
汽车供配电是指把汽车电源的电分配到各个控制系统及用电设备上。现在，不同的汽车最大的区别就是其所用电器配置和汽车供配电不同。由于汽车电器的配置不同，所以汽车供配电和电器的控制电路也不相同。



汽车供配电盘一般多在发动机舱内或驾驶室前部，主要由熔断器、继电器、接线端子等组成，图 1.1~图 1.3 分别为桑塔纳 2000GSI 和广汽本田 2003 雅阁车的供配电盘。



(a) 正面



(b) 反面

图 1.1 桑塔纳 2000GSI 供配电盘

继电器名称：1—空位；2—汽油泵继电器；3—空位；4—冷却液液位控制器；5—空调继电器；6—喇叭继电器；7—雾灯继电器；8—X 接触继电器；9—空位；10—刮水器继电器；11—空位；12—转向灯继电器；13—诊断线插座；14—摇窗机自动下降继电器；15—摇窗机延时继电器；16—内顶灯延时继电器；17—压缩机切断继电器

熔断器名称：1—散热风扇(不开空调时)(30A)；2—制动灯(10A)；3—点烟器、集控门锁、数字钟、内顶灯、后阅读灯、行李舱灯、遮阳板灯(15A)；4—警告灯(15A)；5—汽油泵(10A)；6—前雾灯(15A)；7—右尾灯、左前停车灯、右前停车灯、发动机舱照明灯(10A)；9—右前照灯(远光)(10A)；10—左前照灯(远光)(10A)；11—前风窗刮水器、清洗泵(15A)；12—电动摇窗机、ABS 控制单元(15A)；13—后窗除霜器(20A)；14—空调继电器(20A)；15—倒车灯、车速传感器(10A)；16—喇叭(15A)；17—发动机控制单元(10A)；18—喇叭继电器、灯光开关、ABS 警告灯(10A)；19—收放机、转向灯、防盗器控制单元(10A)；20—牌照灯、杂物箱照明灯(10A)；21—左前照灯(近光)(10A)；22—右前照灯(近光)(10A)；123—喷油器、空气流量计、炭罐电磁阀、氧传感器加热器(10A)；124—后雾灯(10A)；125—电动摇窗机热保护器；126—空调鼓风机电动机(30A)；127—自动天线(10A)；128—电动后视镜(3A)；129—ABS 液压泵(30A)；130—ABS 电磁阀(30A)

背面线束：A—仪表板线束(蓝色)；B—仪表板线束(红色)；C—前照灯线束(黄色)；D—发动机线束(白色)；E—尾部线束(黑色)；G—连接单个插头(颜色不定)；H—空调操纵线束(棕色)；K—空位；L—连接喇叭继电器(在仪表板线束内)(灰色)；M—空位；N—单个插头(黑色)；P—连接单个插头(颜色不定)；R—空位

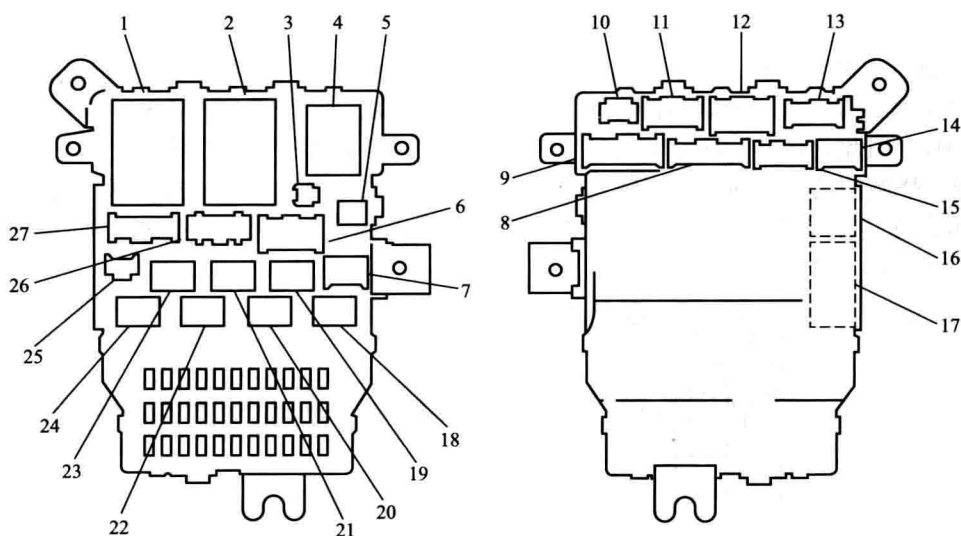


图 1.2 广汽本田 2003 雅阁供配电盘(一)

- 1—仪表板线束 X; 2—仪表板线束 N; 3—仪表板线束 R; 4—转向信号/危险警告继电器;  
 5—仪表板线束 S; 6—仪表板线束 A; 7—选择插接器; 8—地板线束 E; 9—地板线束 F;  
 10—车顶线束 I; 11—发动机室线束 C; 12—发动机室线束 B; 13—发动机室线束 D;  
 14—空位; 15—地板线束 H; 16—仪表板线束 Q; 17—仪表板线束 P; 18—起动机切  
 断继电器; 19—A/C 压缩机离合器继电器; 20—A/F 传感器继电器; 21—PGN-  
 F1 主继电器 1; 22—电动机窗继电器; 23—点火线圈继电器; 24—PGM-FI  
 主继电器 2; 25—MCIC(MPCS)维修检测插接器; 26—驾驶员车门线束 K;  
 27—驾驶人车门线束 J

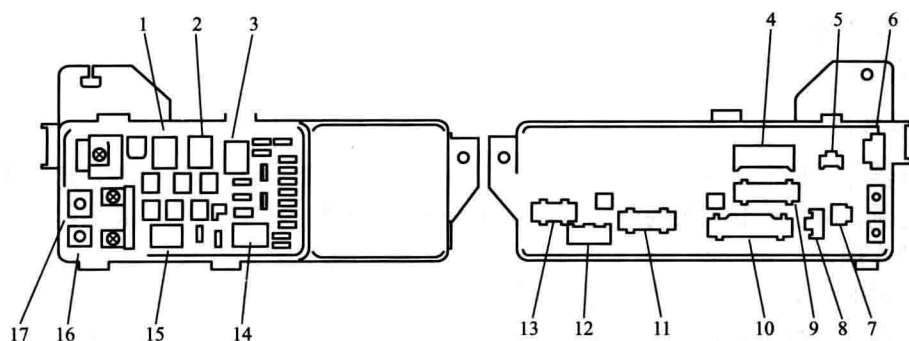


图 1.3 广汽本田 2003 雅阁供配电盘(二)

- 1—鼓风机电动机继电器; 2—A/C 压缩机离合器继电器; 3—后车窗除雾器继电器;  
 4、6、8、9、12、13—发动机室线束; 5—发动机室线束(ELD 装置);  
 7—空位; 10、11—前发动机室线束; 14—散热器风扇继电器;  
 15—冷凝器风扇继电器; 16、17—起动机副线束



### 1. 熔断器

熔断器也称为熔丝，为了不因电器线路故障而烧坏电器元件和保护电源，在电器的供电线路中都接有至少一个熔断器。车上供配电盘内部的每一个熔断器都和一条相应的电气线路相连。因此，当某一部分电器发生故障后，在故障检修前首先要检查它对应的熔丝是否烧断。烧断的熔丝可通过直观观察(图 1.4)或用手感觉得知，如果对其状况有疑问，可用万用表或试验灯检查。如果熔丝烧断，就要更换熔断器。如果再次烧断，则表明系统内一定有短路或其他损坏。

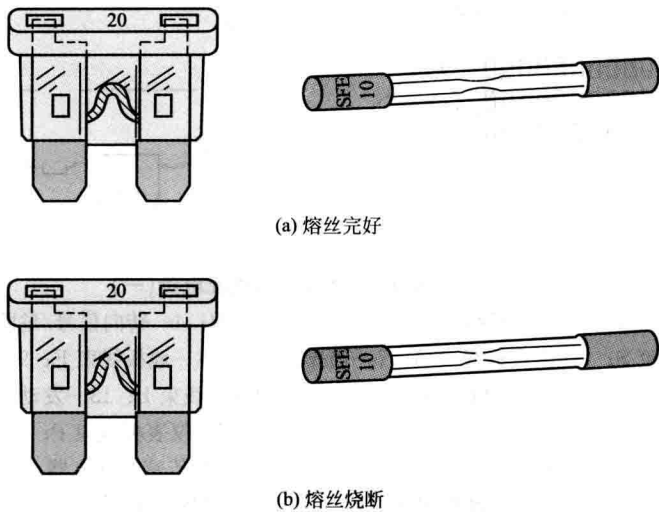


图 1.4 熔断器

熔断器是以允许通过的最大额定电流来规定的。汽车上常用熔断器的规格有 30A、20A、15A、10A、3A 等，它们分别用绿、黄、蓝、紫、红等不同的颜色来加以区别。要注意各个系统的熔断器允许的电流是不同的，更换时一定要用同一规格的，决不可以加大熔断器的允许电流。

### 2. 继电器

继电器是一种电控制器件，可以实现自动接通或切断一对或多对触点，达到用小电流控制大电流、减小控制开关的电流负荷、减少烧蚀等现象产生的目的，起到保护电路中控制开关的作用。

继电器的种类、规格很多，汽车上常用的继电器主要有 4 种：常开型继电器、常闭型继电器、混合型继电器和切换型继电器，分别命名为 M 型、B 型、MB 型和 T 型继电器。继电器外形如图 1.5 所示，内部结构如图 1.6 所示，其符号与性能见表 1-1，一些常用的标准继电器见表 1-2。

继电器上一般都印有该继电器的电路符号，并指明了各插脚，与供配电盘正面板的继电器插座的插孔标号相对应。若所印符号和插脚不清楚，则可用试灯或万用表的电阻挡根据继电器的规格和性能判定。

有些设计将继电器与电子电路组合在一起，构成功能模块，如闪光放大器(也称为闪光继电器)和刮水放大器(也称为刮水器继电器)等。

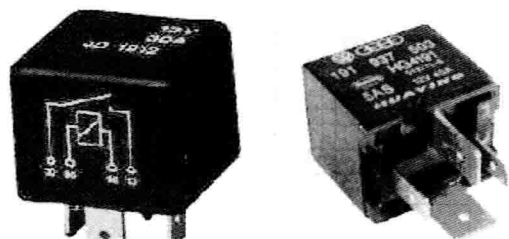


图 1.5 继电器

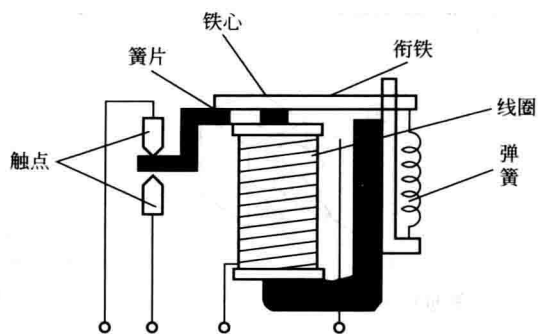


图 1.6 继电器内部结构示意图

表 1-1 继电器的规格和性能

常开型继电器	常闭型继电器	混合型继电器	切换型继电器
1M (单通)	1B (单断)	1M1B (一通一断)	1T (单切换)
<p>不导通</p>	<p>导通</p>	<p>导通</p>	<p>导通</p>
<p>导通</p>	<p>不导通</p>	<p>不导通</p>	<p>不导通</p>

表 1-2 标准继电器

类型	外观	线路符号	插接件符号及接线	颜色
1T(单切换)				黑
				蓝或绿





(续)

类型	外观	线路符号	插接件符号及接线	颜色
1M(单通)				黑
				蓝
2M(双通)				棕

### 3. 插接器

插接器是使导体(线)与适当的配对元件连接,实现电路接通和断开的元件,也叫连接器(插头与插座),其符号和实物如图 1.7 所示。插接器也是电路的重要组成部分,现代一辆典型轻型汽车大约有 1500 个插接器,汽车电器部分的故障多数是由于插接器的接触不良或短路、断路而造成的相应部分工作失灵。故障检修时,在检查过熔断器后接下来就要检查插接器与导线了,在保证电路畅通无误后,再去检查电子元件。

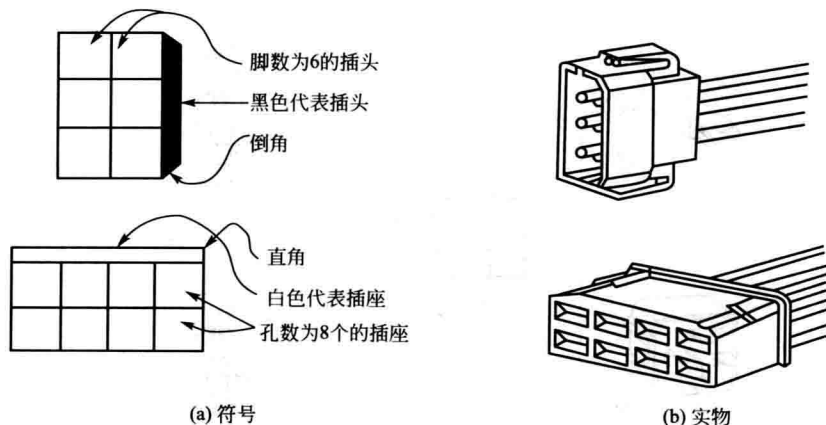


图 1.7 插接器的符号和实物示意图