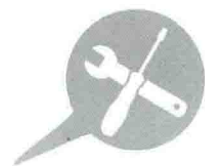


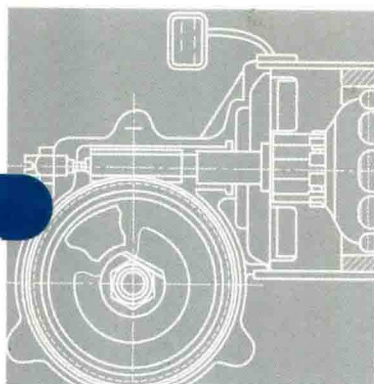
汽车电气故障 诊断与检修



QICHE

姚科业 主编

DIANQI GUZHANG ZHENDUAN YU JIANXIU



化学工业出版社



姚科业 主编



· 北京 ·

本书分为五章,分别介绍汽车电气故障诊断基础、汽车电气故障诊断设备、电子控制系统故障诊断测试方法、电路故障的检修、汽车电气系统故障诊断,为读者诊断汽车电气和电子系统故障提供参考。

本书不仅是汽车维修行业从业人员和技术人员从事汽车故障检测与维修的良师益友,而且还是技校、职校和大专院校汽车设计制造及维修专业在校学生的一本很好的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气故障诊断与检修 / 姚科业主编. —北京:

化学工业出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-122-19607-1

I. ①汽… II. ①姚… III. ①汽车-电气设备-故障
诊断②汽车-电气设备-故障修复 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 016464 号

责任编辑: 黄 滢

责任校对: 边 涛

文字编辑: 云雷

装帧设计: 金晓蕾



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 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 8½ 字数 210 千字 2014 年 5 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: 39.00 元

版权所有 违者必究



前言 FOREWORD

随着汽车工业技术的不断进步和汽车电子技术的飞速发展,电气设备和电子控制系统越来越广泛地应用在汽车上,大大地提高了汽车行驶的经济性、动力性、环保性、安全性和乘坐的舒适性,但与此同时汽车电气和电子系统出现的故障也越来越复杂,技术人员诊断难度越来越大。虽然汽车电气系统和电子系统所出现的故障各种各样,表现不同,但是每一种汽车电气和电子故障都有它的一些规律。技术人员只要掌握了每一种汽车电气和电子系统故障的规律,运用正确的方法,就能轻松排除电气和电子系统故障。

大部分修车的人都知道,现代汽车故障维修,七分诊断三分维修。汽车故障诊断的地位越来越重要,现代汽车的诊断不仅需要依靠仪器设备来完成,而且还要掌握正确的诊断方法。为了满足广大汽车维修技术人员及专业技术人员尽快掌握汽车电气和电子系统故障诊断的方法和技巧,我们特编写了本书。

本书从实际出发,介绍了常见汽车电气系统和电子系统故障诊断的方法和技巧。在叙述文字中插入了大量的图片,图文结合,内容阐述深入浅出、通俗易懂。通过阅读本书,读者可以系统地学习汽车故障诊断方法和技巧。

全书分为五章,分别介绍汽车电气故障诊断基础、汽车电气故障诊断设备、电子控制系统故障诊断测试方法、电路故障的检修、汽车电气系统故障诊断。本书适合从事汽车维修、技术管理以及在校师生等人员阅读。

本书由姚科业主编,参加编写的人员还有李其龙、李春晖、李善良、李贞、吴江平、叶发金、廖叶茂、郑跃伟、丁红艳、杨飞燕、杨汉珠、杨水建、姚礼慧、欧春英、许晓嫦、宣承永、徐明敏等。

由于本书所涉及的技术内容较新,范围较广,而编者水平有限,因此书中难免有不妥之处,恳请读者不吝指正。

编者



目录 CONTENTS

第一章 汽车电气故障诊断基础

1

第一节 汽车电气系统

/1

一、汽车电气系统的发展

/1

二、汽车电气系统的组成

/1

三、未来的汽车电气系统

/3

第二节 汽车电路

/5

一、汽车电路的组成

/5

二、汽车电路的特点

/6

三、汽车电路的类型

/8

第三节 汽车电气故障诊断基础

/10

一、电气装置正常运行的条件

/10

二、电工基本定律和定理在查找电气故障中的应用

/10

第二章 汽车电气故障诊断设备

15

第一节 常用的汽车电气维修诊断工具

/15

一、跨接线

/15

二、试灯

/15

三、试电笔

/17

四、逻辑探头

/18

第二节 万用表

/18

一、万用表在汽车诊断中的作用

/18

二、万用表的类型

/19

三、万用表的选用

/21

四、万用表在实际维修中的使用

/21

第三节 示波器

/26

一、示波器的基本功能

/26

二、示波器信号特征	/26
三、示波器使用的注意事项	/29
四、常见示波器介绍	/29
第四节 发动机综合分析仪	/33
一、发动机综合分析仪结构组成	/34
二、发动机综合分析仪的功能	/34
第五节 汽车故障诊断仪	/35
一、日产 CONSULT- II 的使用	/35
二、通用 TECH- 2 诊断仪	/38
三、电眼睛 X-431 诊断仪	/42
四、大众 VAS5051 车辆检测诊断仪	/44

第三章 电子控制系统故障诊断测试方法

48

第一节 概述	/48
一、汽车电子控制系统与电子控制汽车系统的含义和区别	/48
二、汽车电子控制系统检测方式	/49
第二节 故障码分析	/50
一、故障码分析过程	/50
二、故障、故障码和故障症状之间的关系	/50
三、故障码性质	/51
四、故障码分析的流程	/51
第三节 数据流分析	/52
一、数据流的显示方式	/52
二、数据流的分析方法	/54
第四节 点火系统波形分析	/57
一、点火波形的分类	/57
二、初、次级点火电压基本波形分析	/59
三、点火波形分析的基本步骤	/61
第五节 电路数值分析	/66
一、在线式与通信式交叉应用测试分析	/66
二、在线式电路测量分析	/66
三、动态参数测试	/68
第六节 电路波形分析	/68
一、电子信号的基本要素	/68
二、汽车电子信号的五个判定依据	/69
三、传感器波形	/71
四、执行器波形	/73
五、汽车电源电路波形	/74
第七节 传感器与执行器模拟试验	/77
一、传感器模拟试验	/77

第四章 电路故障的检修

80

第一节 汽车电路故障检修常识

/80

一、导致汽车电气系统出现故障的因素

/80

二、汽车电气系统故障类型

/81

三、汽车电路检修方法

/82

四、汽车电路检查步骤

/86

五、汽车电气检修注意事项

/89

第二节 断路故障的查找

/90

一、断路故障的现象

/90

二、断路故障原因分析

/90

三、查找断路故障的方法

/91

第三节 短路故障的查找

/95

一、短路故障的类型

/95

二、短路故障的危害

/95

三、短路故障原因探析

/96

四、短路故障的查找方法

/96

第四节 汽车电路故障检修实例

/98

第五节 汽车电路维修方法

/100

一、导线的维修

/100

二、连接器的维修

/102

第五章 汽车电气系统故障诊断

106

第一节 充电系统故障诊断

/106

一、充电系统诊断流程

/106

二、充电系统常见故障诊断表

/107

第二节 启动系统故障诊断

/107

一、电路试验程序

/107

二、启动系统故障诊断表

/108

第三节 点火系统故障诊断

/108

一、点火系统故障诊断流程

/108

二、点火系统故障诊断表

/109

三、点火元件及其试验

/110

第四节 燃油喷射系统故障诊断

/110

一、燃油喷射系统故障诊断流程

/110

二、燃油喷射系统故障诊断

/110

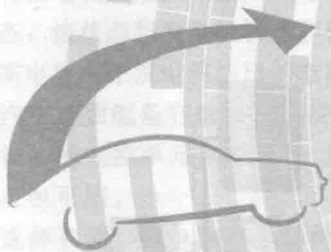
第五节 发动机管理系统故障诊断

/112

一、发动机管理系统故障诊断流程

/112

二、 发动机管理系统故障诊断表	113
三、 车载诊断	114
第六节 尾气排放系统故障诊断	115
一、 尾气排放系统故障诊断流程	115
二、 尾气排放系统故障诊断表	115
第七节 巡航控制系统故障诊断	116
一、 巡航控制系统故障诊断流程	116
二、 巡航控制系统故障诊断表	116
第八节 车身电气系统故障诊断	117
一、 车身电气系统故障诊断流程	117
二、 车身电气系统故障诊断表	117
第九节 防抱死制动系统故障诊断	118
一、 防抱死制动系统故障诊断流程	118
二、 防抱死制动系统故障诊断表	118
第十节 牵引力控制故障诊断	119
一、 牵引力控制故障诊断流程	119
二、 牵引力控制故障诊断表	119
第十一节 取暖、通风和空调装置故障诊断	120
一、 取暖、通风和空调装置故障诊断流程	120
二、 取暖、通风和空调装置故障诊断表	120
第十二节 安全气囊和安全带张紧器故障诊断	121
一、 安全气囊系统故障诊断流程	121
二、 安全气囊系统故障诊断表	122
第十三节 仪表系统故障诊断	122
一、 仪表系统故障诊断流程	122
二、 仪表系统故障诊断表	123
第十四节 照明系统故障诊断	123
一、 照明系统故障诊断流程	123
二、 照明故障诊断表	124
第十五节 附件系统故障诊断	124
一、 附件系统故障诊断流程	124
二、 附件故障诊断表	125
第十六节 车内娱乐系统、防盗装置和通信系统故障诊断	125
一、 车内娱乐系统故障诊断流程	125
二、 车内娱乐系统、防盗装置和通信系统故障诊断表	125



第一章

汽车电气故障诊断基础

第一节 汽车电气系统

一、汽车电气系统的发展

在1902年,当高压磁电机点火系统、分电器、点火线圈和火花塞开始用于汽车上时,人们并未把这样少量的电器当作汽车电气系统。

到了1913年,Bosch已能提供完善的汽车电气系统,主要包括高压磁电机点火系统、火花塞、启动机、直流发电机、前照灯、蓄电池和电压调节开关,汽车电气系统组成有了明显增加。

1958年,Bosch电路图显示了汽车电气的广阔范围。这些电气器件(仪器、装置等)不是用符号而是用图形表示。

1967年,Bosch的电控汽油喷射D-Jetronic开始在汽车上应用。

最近几年由于汽车电子的发展,汽车上的用电器件(仪器、装置等)急剧增加。在原有的启动机、点火和照明基础上,电子点火系统、喷油系统、带有各种驱动电机的舒适性系统和安全性系统等基本配置也得到不断发展。汽车电气电子设备在汽车上所占的比例越来越高。

在普通的汽车电气系统上,各系统间的相互作用是通过连接导线传输信号(数据)。随着电子器件间的数据交换显著增加,连接导线线束化的技术已无法胜任。在高级汽车上由于线束的体积庞大几乎无法使用。这样的问题可通过车载网络系统来解决。图1-1所示是大众辉腾轿车的车载网络系统的结构。

二、汽车电气系统的组成

汽车电气系统主要由蓄能器(蓄电池)、能量转换器(发电机、电机)和负载(仪器、灯、装置等)组成。

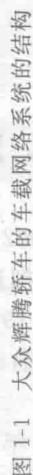


图 1-1 大众辉腾轿车的车载网络系统的结构

启动机利用蓄电池的能量将汽车发动机启动,使发动机在所需的工作状态下运转。发动机运转时发电机发电,并按汽车电气系统的电压要求达到能向用电器件供电和向蓄电池充电的最佳状态:该状态与发电机转速和接入电气系统中的用电器件有关。如汽车电气系统中的用电器件所需电能高于发电机送出的电能,则电气系统中的电压下降至蓄电池电压,蓄电池放电。

汽车必须配备有效而且高度可靠的能源,为需要用电的启动机、点火和燃油喷射系统、电子设备的电控单元(ECU)、照明以及安全舒适的电子设备提供电能,不论在白天还是夜间都有电可用。

选择和调整蓄电池、启动机、发电机和汽车电气系统中的用电器件时要保证蓄电池负荷的平衡,这样能够满足:

① 确保发动机的启动。

② 在停车时,某些负载还能工作一段时间,例如电子控制单元。

为了保证汽车的最低燃油消耗和降低有害气体的排放,蓄电池、启动机、发电机和用电器件除了质量轻、体积小以外,它们之间必须优化组合。

三、未来的汽车电气系统

1. 双蓄电池汽车电气系统

在12V汽车电气系统上,蓄电池分别要为发动机启动供电和汽车的其他电器供电。在启动过程中蓄电池承受大电流放电(300~500A),但与此相关的电压突然下降将危害到某些用电设备(如微控制器),所以电压下降应尽可能小;相反,在汽车行驶状态只通过很小的电流,电压降很小,关键在于蓄电池的容量。使用一个蓄电池不能同时达到最佳效果。

带双蓄电池(启动型蓄电池和供电型蓄电池)的汽车电气系统的型式是把蓄电池的功能,即启动过程提供高功率和向汽车电气的供电两种功能分开,以避免启动过程中汽车电气系统电压骤降,并且保证即使供电蓄电池在低的充电状态下也可安全地冷启动。目前一些中高级轿车上使用双蓄电池汽车电气系统。例如大众辉腾轿车上就运用双蓄电池汽车电气系统,如图1-2和图1-3所示。在正常情况下,启动蓄电池为发动机的启动电路提供电源。车载电网蓄电池为车载电网提供12V的电压。在冷启动时,由启动蓄电池辅助。启动机电路和车载电网电路的开关控制是通过蓄电池监控系统控制单元(J367)完成的。它控制了启动蓄电池的充电并可靠保证了与启动相关的用电设备的正常供电。

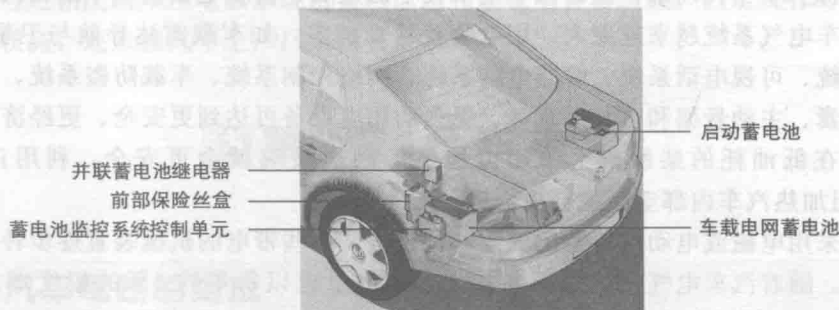


图 1-2 辉腾轿车的双蓄电池汽车电气系统元件位置

① 启动型蓄电池 启动型蓄电池必须在启动过程的限定时间内提供大电流。因为启动型蓄电池体积小,所以它可靠近启动机,并用短的电缆与启动机相连。启动型蓄电池的容量

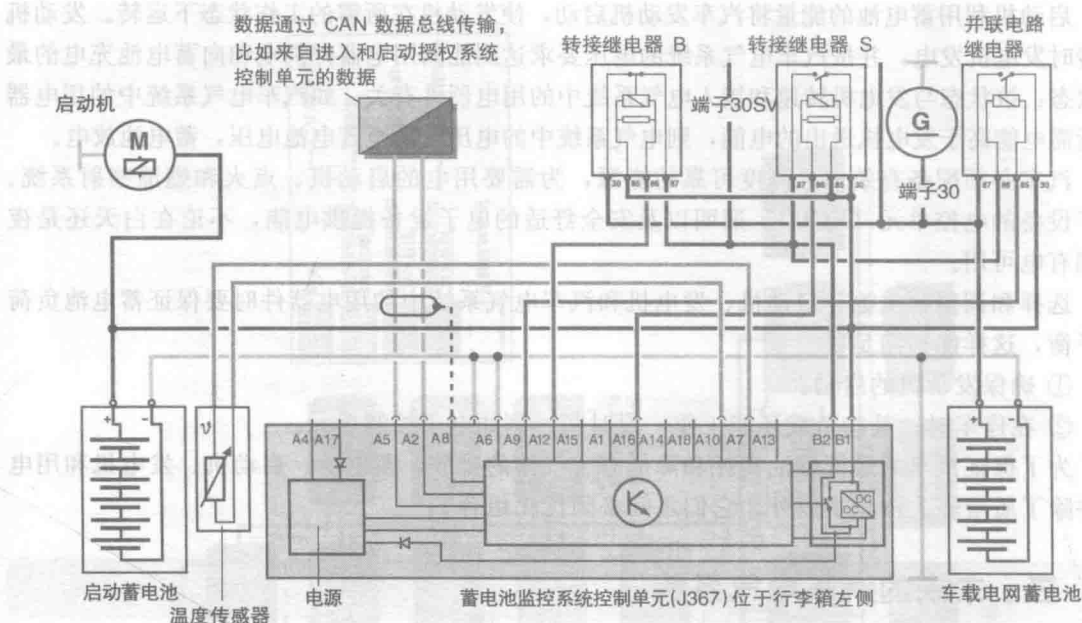


图 1-3 辉腾轿车的双蓄电池汽车电气系统工作原理

同样也可较小。

② 供电型蓄电池 供电型蓄电池是除启动机以外其他汽车电气系统用电器件的供电电源。它只提供较小的电流（如发动机管理系统，约 20A），但使用周期很长，即在一定的容量和可靠的放电深度下能提供大的电能和重新储能。供电型蓄电池参数的选择主要视接入的用电设备容量（如停车灯、报警闪光灯）、静态电流用电设备和允许的放电深度而定。

电型蓄电池是除启动机以外其他汽车电气系统用电器件的供电电源。它只提供较小的电流（如发动机管理系统，约 20A），但使用周期很长，即在一定的容量和可靠的放电深度下能提供大的电能和重新储能。供电型蓄电池参数的选择主要视接入的用电设备容量（如停车灯、报警闪光灯）、静态电流用电设备和允许的放电深度而定。

2. 42V 汽车电气系统

自 20 世纪 80 年代以来，随着汽车电子技术的发展，高新电子技术不断在汽车上应用使得，使得汽车电气系统越来越庞大，用电装置越来越多，如车载雷达导航与卫星定位系统、移动天线系统、可视电话系统、智能电脑系统、网络控制系统、车载防盗系统、自动空调系统、安全气囊、主动悬架和自娱系统等。更多的用电设备可达到更安全、更经济、更舒适的目的。例如在低油耗的柴油机采用可加热的挡风玻璃就会更安全，利用正温度系数（PTC）电阻加热汽车内部空间就会更舒适。

同时，采用电磁或电动执行器已成为一种趋势，一些带电的机械装置逐步转变为带机械的电子装置。随着汽车电气系统的不断扩大，用电量也以每年约 4% 的幅度增加，目前的 14V 系统只能产生 3kW 的动力，已经不能满足需要，而 42V 系统能提供 8kW 的动力，不断扩大电气系统的需求。

新的 42V 电源系统有双电压（14V/42V）系统和单电压（42V）系统两种类型。虽然两种电源系统的目的是一致的，但出于实现难易程度不同，又各有自己的特点，双电压系统为过渡

型,单电压(42V)系统为最终型。

(1) 14/42V 双电压电气系统

采用较高汽车电气系统电压的第一步是采用 14V 和 42V 的双电压汽车电气系统。其优点在于现有的 14V 电气上的低成本器件还可以继续使用。而发电机直接向 42V 大功率的用电设备供电。其余的用电设备通过直流-直流(DC/DC)转换器接到 14V 的电气系统。两部分电气系统的两个蓄电池参数的选择能使它们很好地联合在一起,工作时不会比目前所用的两个蓄电池联合更难。

当发电机设计为单一电压(42V)输出,并且电源系统使用 14/42V 双电压时,在高、低电源之间及高电源与低压负载之间必须加装 DC/DC 转换器,可以将供电系统分割为两个具有不同电压的供电子系统,如图 1-4 所示。它利用一组绝缘门双极型晶体管,使其工作在脉宽调制方式,通过调整矩形波电压的占空比来改变输出电压的平均值,从而得到理想的电压。

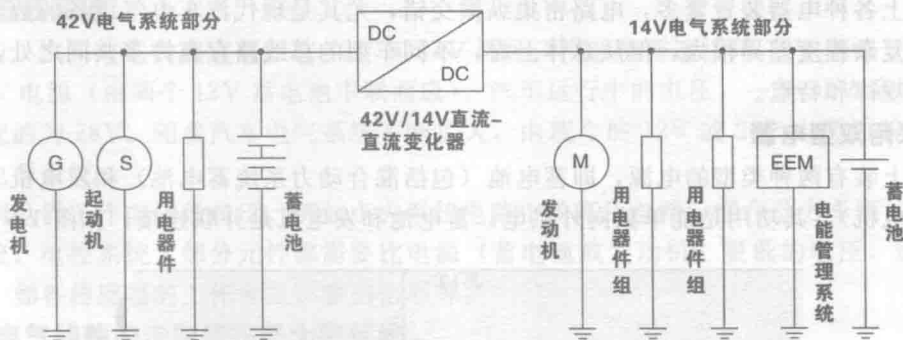


图 1-4 双电压汽车电气系统示意图

(2) 42V 单电压电气系统

42V 的单电压电气系统具有使用效率高、控制系统较为简单、配用电池为一组同等电压的蓄电池等特点,其核心是集成式启动-交流电机系统(integrated starter alternator,简称 ISA)。该系统集电源启动供电和交流电机发电两大功能于一身,可以实现更强大的电力供应以及具有良好的起步-停车特性,并因此具有更优良的燃油经济性和更低的尾气排放。该系统还可以在低发动机转速下有效提速,并可以显著缓冲引擎的扭矩脉动。该系统的独到之处还在于与之相配的车用电源系统由蓄电池组和超级电容器组成。但是现有的生产工艺要求和成本都较高,还未被汽车生产厂家所普及。

第二节 汽车电路

一、汽车电路的组成

汽车电路就是按照汽车电气设备各自的工作特性及相互的内在联系,用导线和车身把电源、电路保护装置、控制器件及用电设备等装置连接起来,构成能使电流流通的路径。汽车电路主要由电源、过载保护器件、控制器件、用电设备及导线组成,如图 1-5 所示。

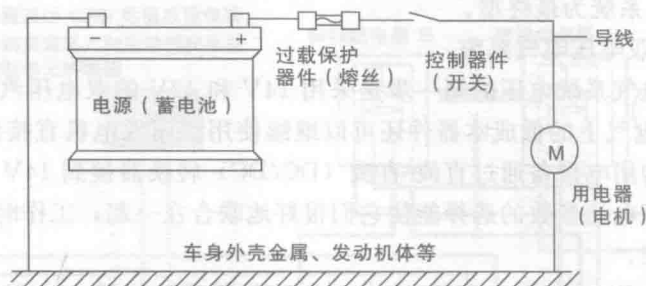


图 1-5 汽车电路的组成

二、汽车电路的特点

汽车上各种电器装置繁多，电路密集纵横交错，尤其是现代汽车电气设备的数量日趋增多，电路复杂程度差异很大，但从总体上看，不同车型的总线路存在许多共同之处，一般都遵循以下规律和特点。

1. 采用双型电源

汽车上装有两种类型的电源，即蓄电池（包括混合动力系统蓄电池）和发电机（混合动力系统发电机），其功用是能单独向外供电。蓄电池和发电机是并联连接，如图 1-6 所示。

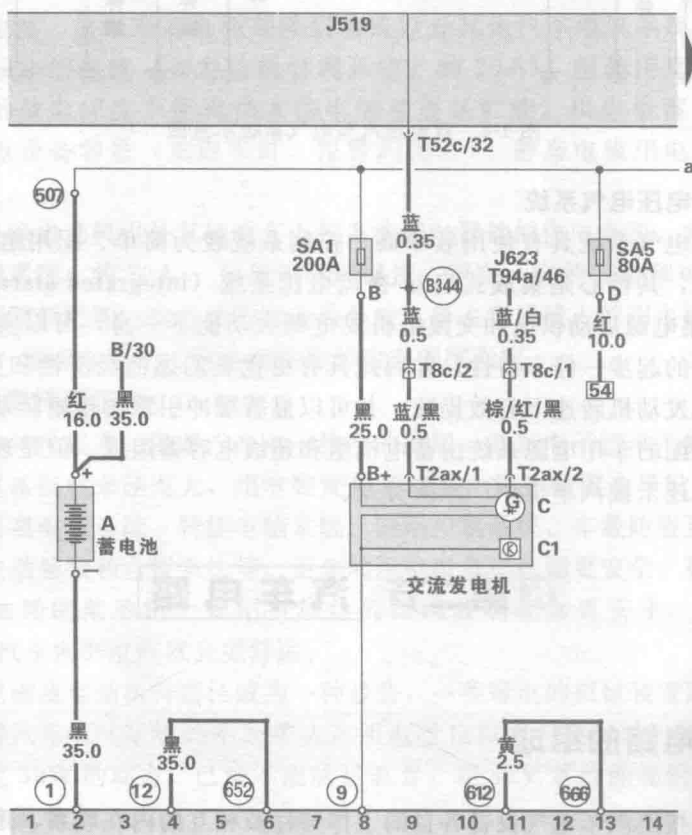


图 1-6 蓄电池和发电机是并联连接

2. 单线并联

为了减少导线的使用汽车线路采用单线制。现代汽车上所有电气设备的正极均和导线连接；而所有的负极则与车身金属相连，称为“搭铁”或“接地”。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出来经导线流入用电设备后，由电器设备自身或负极导线搭铁，通过车架或车身流回到电源负极，形成一完整的回路。

对于某些电器设备，为了保证其工作的可靠性，提高灵敏度，仍然采用双线制连接方式。例如，发电机与调节器之间的接地线、双线电喇叭、电子控制系统的电控单元及传感器等。

汽车上的负载之间基本上都是并联连接。

3. 负极搭铁

一般的，汽车线路都是负极搭铁，负极搭铁对车架或车身的化学腐蚀较轻，对无线电干扰较小。

4. 低压直流

目前，汽车电系的额定电压有 12V 和 24V 两种。汽油机普遍采用 12V 电源，柴油车多采用 24V 电源（由两个 12V 蓄电池串联而成）。汽车运行中的电压，一般 12V 系统为 14V，24V 系统的为 28V。随着汽车电气系统不断扩大，由现今的 12V 或 24V 电源系统发展成为 42V 的电源系统。

个别电器工作电压是高压，例如点火系统电路中的高压电路，混合动力车辆的混合动力电控系统。电控系统大部分元件都需要比电源（蓄电池或发动机）更低的电压，通常为 5V 的电压，如各传感器的工作电压、输出信号等。

5. 电气线路的走向和布局大致相同

各电器设备均根据其用途装在车辆上大致相同的位置，所以整个电气线路的走向和布局大致相同，即使有个别辅助电器不同，也仅仅是极少数。

6. 汽车线路有颜色和编号特征

为了便于区别各线路的连接，汽车所有低压导线，必须选用不同颜色的单色或双色线，并在每根导线上编号。编号由生产厂家统一编定。

7. 将导线做成线束

为了不使全车电线零乱，以便安装和保护绝缘，将导线做成线束，如图 1-7 所示。一辆汽车可以有多个线束。

8. 电路装设安全保险装置

现代各类汽车在电路上都装有安全保险装置（如图 1-8 所示）、电源总开关等，以防止因电路短路而烧坏线束和用电设备或引发火灾。

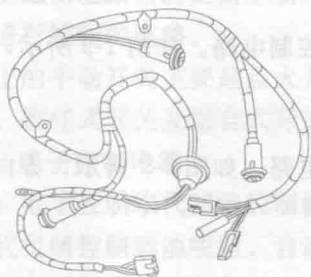


图 1-7 汽车线束

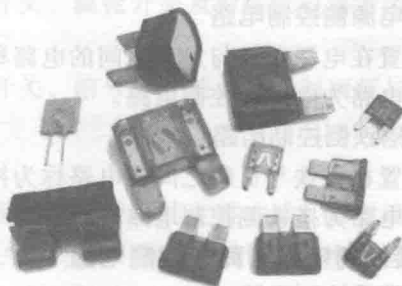


图 1-8 常见的保险装置



9. 电路装设安全保险装置

现代各类汽车在电路上都装有安全保险装置、电源总开关等,以防止因电路短路而烧坏线束和用电设备或引发火灾。

10. 汽车电路由各独立电系组成

① 电源电路由蓄电池、发电机、调节器及工作情况指示装置(电流表、充电指示灯)等组成。

② 启动电路由启动机、启动继电器、启动开关及启动保护装置组成。

③ 点火电路由点火线圈、分电器、点火控制器、火花塞、点火开关等组成。此外,采用由发动机控制单元进行点火控制时,可以不使用分电器。

④ 仪表电路由仪表、传感器、各种报警指示灯及控制器组成。

⑤ 照明与灯光信号装置电路由前照灯、雾灯、示廓灯、转向灯、制动灯、倒车灯等及其控制继电器和开关组成。

⑥ 各电子控制系统相对独立运行。发动机电子控制系统、防抱死制动系统、安全气囊系统等电子控制系统,按照其工作原理相对独立运行。

三、汽车电路的类型

汽车电路根据功用的不同分类,可分为电源电路、搭铁电路与控制电路;根据控制装置在电路的位置来分,可分为电源控制电路和搭铁控制电路;根据是否使用继电器来分,又可分为直接控制电路和间接控制电路;按在电路中是否采用电子控制器件,可分为电子控制电路和非电子控制电路。

1. 根据功用的不同

(1) 电源电路

电源电路主要是为电器部件提供电源,用电设备为电动机,电源为蓄电池,从蓄电池正极到电动机之间的线路为电器部件(电动机)的电源电路。

(2) 接地电路

接地电路主要是为电器部件提供电源回路,从电动机到蓄电池负极之间的线路为电器部件(电动机)的接地电路。

(3) 控制电路

控制电路的作用主要是控制电器部件是否工作,控制器部件为开关和继电器。例如,电器部件(电动机)的控制电路为控制开关和继电器电磁线圈。控制电路可分为直接控制电路与间接控制电路。

2. 根据控制装置所在的位置分类

(1) 电源侧控制电路

控制装置在电源正极与负载之间的电路称为电源侧控制电路。如图 1-9 所示,喇叭继电器所控制的电路为电源侧控制电路。

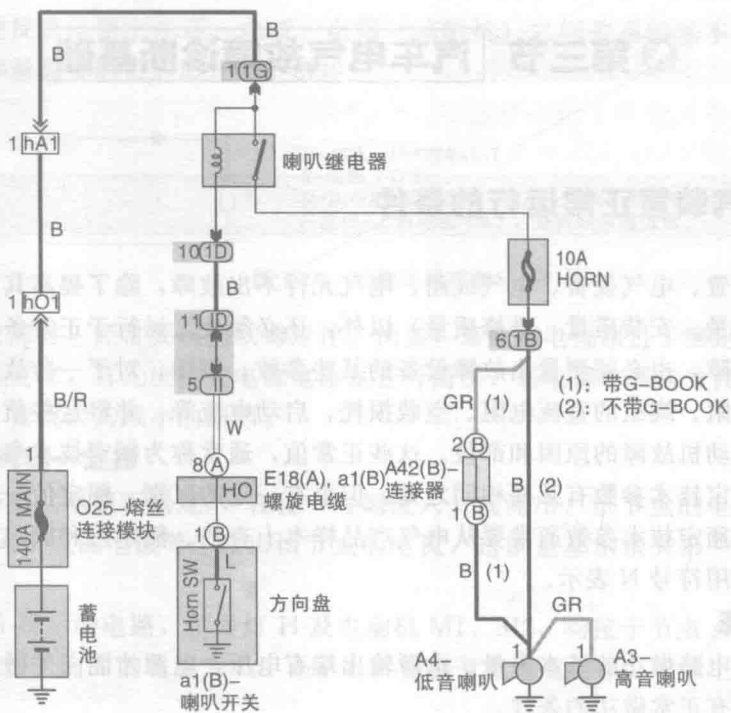
(2) 搭铁侧控制电路

控制装置在搭铁与负载之间的电路称为搭铁侧控制电路。如图 1-9 所示,方向盘的喇叭开关控制的电路为搭铁侧控制电路。

3. 直接控制电路与间接控制电路

(1) 直接控制电路

直接控制电路是最基本、最简单的电路。这种控制电路中不使用继电器、控制器件、控



制装置与用电器串联，直接控制用电器。

(2) 间接控制电路

在控制器件与用电部件之间使用继电器或控制器的电路称为间接控制电路。

控制电路为控制器件和继电器内的电磁线圈所处的电路，主电路为用电器和继电器内的触点所处的电路。

继电器或电子控制器对受其控制的用电器来讲是控制器件，但继电器和晶体管同时又受到各种开关、电控单元等控制器件的控制，它们又是执行器件，所以它们具有双重性。

间接控制电路中,基本上都是利用小电流控制大电流,即用小控大。

4. 非电子控制电路与电子控制电路

(1) 非电子控制电路

非电子控制电路指的是由手动开关、压力开关、温控开关及滑线变阻器等传统控制器件对用电器进行控制的电路。

汽车上的手动开关主要是点火开关、照明开关、信号灯开关及各控制面板与驾驶座附近的按键式、拨杆式开关及组合式开关等。

(2) 电子控制电路

目前,电子控制取代其他控制模式已成为现代汽车控制的主要方式,如发动机的电控燃油喷射取代机械控制燃油喷射、自动变速器及 ABS 由电子控制取代液压控制等。电子控制电路是指增加了信号输入元件和电子控制器件,由电子控制器件对用电器进行自动控制的一种电路。此时用电器一般为执行器。