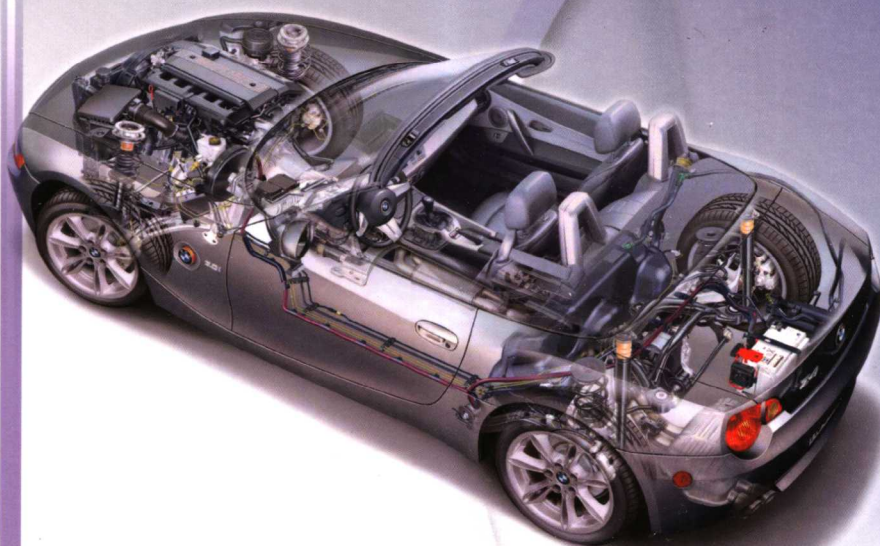
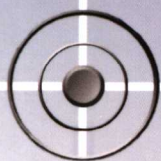


汽车电路分析 与故障检修

■ 麻友良 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车电路分析与故障检修

主 编 麻友良
副主编 孙林峰 李久豪



机械工业出版社

本书主要介绍了汽车电路的特点及电路表达方式、电路图的类型、汽车电器与电子控制装置各典型电路的组成与原理、汽车电路故障诊断及部件检修方法等,还介绍了具有代表性的大众、雪铁龙、丰田及通用等车系电路图的特点及电路表达方法。

本书可作为已从事或准备从事汽车使用维修工作的初学者学习汽车电器与电子控制装置故障检修技术的学习用书,以及进行汽车电器与电子控制系统电路故障检修的实践指导用书,同时也可作为大专院校、职业院校学生学习汽车电器与电子控制技术课程的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路分析与故障检修/麻友良主编. —北京:机械工业出版社, 2006. 2

ISBN 7-111-18347-9

I. 汽... II. 麻... III. ①汽车—电路分析②汽车—电气设备—检修 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 002381 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:杨民强 责任编辑:刘 焯 版式设计:张世琴
责任校对:陈延翔 封面设计:马精明 责任印制:李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 25.5 印张 · 632 千字

0001—4000 册

定价:43.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线(010)88379771

封面无防伪标均为盗版

前 言

汽车电器与电子控制装置是现代汽车不可或缺的重要组成部分，因此，对于从事汽车使用与维修的技术人员和维修工人来说，汽车电器与电子控制装置的维护与检修是必须面对的工作。熟悉汽车电路，掌握电器与电子控制装置的故障检修方法成了汽车使用与维修专业知识与技能的重要组成部分。

学习并掌握汽车电器与电子控制装置的原理及故障检修方法不仅需要实践经验的积累，更需要有较为系统的电工学、电子技术基础知识，这使得不少人感到汽车电路太复杂，汽车电子控制系统维修技术难于掌握。编写一本通俗易懂，能帮助读者了解汽车电器与电子控制装置的结构与原理，并掌握故障检修的基本方法的专业书是作者们多年的想法。经过一段时间的准备和一年多的编写，我们终于完成了此书。

本书以分析汽车电路为切入点，使读者在了解汽车电路结构与原理的基础上，学习并掌握汽车电器及电子控制系统的故障检修。为使读者能比较容易地阅读与分析汽车电路，本书简要介绍了汽车电路的基本组成与特点、汽车电路的基础元器件及图形符号、汽车电路图表达方式与识图要点等，并较为详细地介绍了具有代表性的大众、雪铁龙、丰田及通用等车系电路图的原理、特点及表达方法。在分析各典型电路以前，简要介绍各电路组成部件的功用及结构原理，以使读者不会对理解电路原理及电路故障检修感到困难。全书以汽车电器与电子控制装置较为典型的电路为例，介绍了电路故障诊断、部件检修的基本方法，使本书具有理论学习和实践指导的双重作用。

本书可作为初学者了解汽车电器与电子控制系统、提高汽车电路分析与理解能力、学习汽车电器与电子控制装置故障检修技能的学习用书，汽车维修人员在进行典型汽车电器与电子控制系统检修时，本书也可作为工具书使用。对大学、高职、中职等汽车使用与维修类专业学生，则可用作学习汽车电器与电子控制系统专业课程的参考用书。

参加本书编写的人员还有孟芳、尹华敏、邵冬明、宋建国、刘华军、王淑萍、郑方明等。本书编写过程中，阅读了大量相关的书籍资料，借此向这些书的作者表示感谢。由于受编者水平所限，书中会有不妥或错误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 汽车电路的特点与表达

方式 1

第一节 汽车电路的特点 1

一、汽车电路的基本组成 1

二、汽车电路的基本特点 2

三、现代汽车电路的特点 3

第二节 汽车电路的基础元件及

图形符号 4

一、导线 4

二、熔断器与易熔线 6

三、线路连接插接器 7

四、开关 8

五、继电器 9

第三节 汽车电路图的表达方式与

识图要点 11

一、汽车电路原理图 11

二、汽车电路线路图 13

三、汽车电路线束图 13

四、汽车电路图的识图要点 15

第四节 汽车电路故障检修方法与

注意事项 19

一、汽车电路检修基本方法及要点 19

二、汽车电路使用与检修注意事项 23

第二章 各大汽车公司汽车电路图

的特点 28

第一节 德国大众汽车公司汽车

电路图 28

一、德国大众车系汽车电路图的特点 30

二、德国大众车系汽车电路图标注

说明 30

第二节 法国雪铁龙汽车公司汽车

电路图 33

一、法国雪铁龙车系汽车电路图

的特点 35

二、法国雪铁龙车系汽车电路图

标注说明 36

第三节 日本丰田公司汽车

电路图 38

一、日本丰田车系汽车电路图的特点 39

二、日本丰田车系汽车电路图

标注说明 42

三、丰田汽车电路图补充说明 44

第四节 美国通用汽车公司汽车

电路图 45

一、美国通用车系汽车电路图的特点 45

二、美国通用车系汽车电路图

标注说明 48

三、通用车系汽车电路图补充说明 49

第三章 汽车充电系统电路分析与

故障检修 53

第一节 发电机充电系统电路分析

与故障诊断 53

一、充电系统电路主要部件的

组成与原理 53

二、带充电指示灯继电器的充电

电路 57

三、9管整流发电机的充电电路 60

四、整体式发电机的充电电路 62

第二节 充电系统各部件

故障检修	64	故障诊断	122
一、发电机故障检修方法	64	一、照明系统部件及功能电路的结构与原理	122
二、调节器故障检修方法	69	二、典型载货汽车照明系统电路	125
三、蓄电池的常见故障及故障原因	71	三、典型轿车照明系统电路	128
四、蓄电池的维护	73	第二节 照明系统部件的检修与调整	131
第四章 起动系统电路分析与故障检修	75	一、照明系统的检查内容与检测方法	131
第一节 起动系统电路分析与故障诊断	75	二、前照灯的使用与维护	132
一、起动机的组成与原理	75	第七章 信号/仪表系统电路分析与故障检修	133
二、起动开关直接控制的起动电路	80	第一节 信号系统电路分析与故障诊断	133
三、带起动继电器的起动电路	82	一、信号系统部件的结构与原理	133
四、具有驱动保护作用的起动电路	85	二、典型载货汽车信号系统电路	139
第二节 起动系统各部件故障检修	87	三、典型轿车信号系统电路	142
一、起动机的检修	87	第二节 仪表及指示灯系统电路分析与故障诊断	144
二、起动继电器的检修	92	一、仪表及指示灯系统部件的结构与原理	144
第五章 点火系统电路分析与故障检修	94	二、典型汽车仪表与指示灯系统电路	150
第一节 点火系统电路分析与故障诊断	94	第三节 信号/仪表系统部件的检修	154
一、点火系统电路主要部件的组成与原理	94	一、信号系统部件的检修	154
二、触点式点火系统电路	105	二、仪表系统部件的检修	154
三、磁感应式电子点火系统电路	109	第八章 发动机电子控制系统电路分析与故障检修	158
四、霍尔式电子点火系统电路	111	第一节 发动机电子控制系统电路分析与故障诊断	158
五、整体式分电器的电子点火电路	113	一、发动机电子控制系统主要部件的结构与原理	158
第二节 点火系统部件故障检修	115	二、燃油喷射控制电路	177
一、点火线圈的检修	115	三、电子点火控制电路	181
二、触点式分电器的检修	115	四、发动机怠速控制电路	184
三、无触点分电器的检修	118	五、发动机排放控制电路	186
四、电子点火器的检修	119		
五、火花塞的检修	120		
第六章 照明系统电路分析与故障检修	122		
第一节 照明系统电路分析与			

六、典型发动机电子控制电路	189	第十一章 悬架电子控制系统电路 分析与故障检修	259
第二节 发动机电子控制系统部件 的检修	201	第一节 悬架电子控制系统电路分析 与故障诊断	259
一、传感器的检修	201	一、悬架电子控制系统主要组成部件的 作用与原理	259
二、主要执行器的检修	205	二、丰田凌志 LS400 轿车悬架电子控制 系统电路	265
三、电子控制器的检修	208	三、福特林肯轿车悬架电子控制系统 电路	273
第九章 防抱死制动系统电路分析 与故障检修	209	第二节 悬架电子控制系统部件 的检修	279
第一节 防抱死制动系统电路分析 与故障诊断	209	一、悬架电子控制系统传感器的检修	279
一、防抱死制动系统主要部件的结构 与原理	209	二、悬架电子控制系统执行器的检修	280
二、丰田子弹头汽车 ABS 电路	218	第十二章 安全气囊控制系统电路 分析与故障检修	282
三、广州本田雅阁轿车 ABS 电路	222	第一节 安全气囊控制系统电路与 故障诊断	282
四、富康系列轿车 ABS 电路	229	一、安全气囊的组成与工作原理	282
第二节 防抱死制动系统的检修	234	二、丰田凌志轿车安全气囊控制 电路	288
一、防抱死制动系统检修注意 事项	234	三、福特林肯轿车安全气囊控制 电路	296
二、防抱死制动系统主要部件 的检修	235	四、广州本田雅阁轿车安全气囊 控制电路	301
第十章 自动变速器电子控制系统 电路分析与故障检修	237	第二节 安全气囊控制系统部件的 检修	311
第一节 自动变速器电子控制系统 电路分析与故障诊断	237	一、安全气囊控制系统检修注意 事项	311
一、自动变速器电控系统主要组成部件 的作用与原理	237	二、安全气囊系统的报废处理方法	312
二、丰田 341E、342E 型自动变速器 电子控制系统电路	241	第十三章 汽车巡航控制系统电路 分析与故障检修	314
三、富康系列轿车 AL4 型自动变速器 电子控制系统电路	248	第一节 汽车巡航控制系统电路分析 与故障诊断	314
第二节 电子控制自动变速器 的检修	255	一、汽车巡航控制系统的组成与 工作原理	314
一、自动变速器故障检修的一般程序与 注意事项	255	二、丰田凌志轿车巡航控制系统	
二、自动变速器的基础检验与试验	256		
三、自动变速器电子控制系统部件的 检修	257		

电路	319
三、通用别克世纪轿车巡航控制 系统电路	323
四、广州本田雅阁轿车巡航控制 系统电路	329
第二节 巡航控制系统部件的 检修	333
一、巡航控制系统传感器与开关 的检修	333
二、巡航控制系统执行器的检修	334
第十四章 汽车空调控制系统电路 分析与故障检修	336
第一节 汽车空调控制系统电路分析 与故障诊断	336
一、汽车空调的主要组成部件	336
二、手动控制空调电路	343
三、自动控制空调电路	349
第二节 汽车空调系统部件 的检修	357
一、空调制冷系统的故障检修	357
二、空调控制系统部件的故障检修	360

第十五章 中央门锁及防盗系统电 路分析与故障检修	363
第一节 中央门锁及防盗系统电路 分析与故障诊断	363
一、中央门锁的组成与电路原理	363
二、电子防盗系统的组成与 电路原理	366
三、典型的汽车中央门锁控制电路	369
四、典型的汽车防盗系统电路	376
第二节 中央门锁及防盗系统部件 的检修	381
一、中央门锁及防盗系统传感器与开关 的检修	381
二、中央门锁及防盗系统执行器 的检修	381
附录	383
附录 A 汽车电路图用图形符号	383
附录 B 汽车电器接线柱标记	396
参考文献	400

第一章 汽车电路的特点与表达方式

第一节 汽车电路的特点

一、汽车电路的基本组成

汽车电路包括车载电源和用电设备两大部分，通过导线和配电装置连接成汽车电路。现代汽车电路功能齐全、结构庞大，用电设备按其功能可大致分为起动系统、照明系统、信号系统、仪表系统、点火系统、辅助电器、电子控制装置等，如图 1-1 所示。

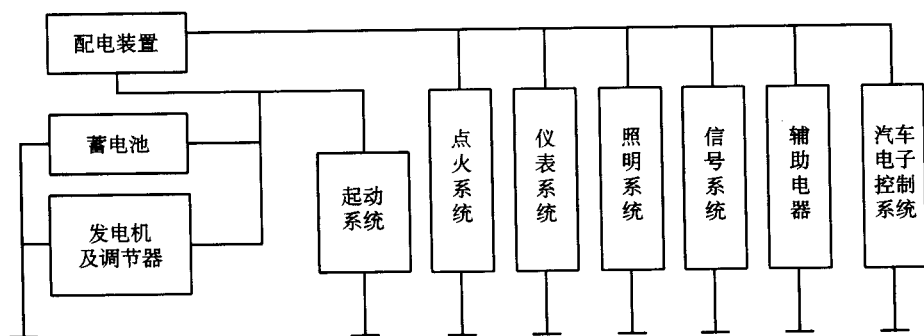


图 1-1 汽车电路的基本组成

1. 汽车电源系统

汽车电源系统由蓄电池、发电机及调节器、配电装置等组成。蓄电池是发动机电力起动的电源，并在发电机不发电或电压低时向用电设备提供电能；在发动机工作时，则是由发电机及调节器向汽车用电设备提供电压稳定的电源，并向电能不足的蓄电池充电。

蓄电池和发电机通过配电装置向各用电设备供电，配电装置主要包括电路保护元件（易熔线、熔断器等）和电路控制器件（开关、继电器等）及线路连接器等，现代汽车配电装置通常集装在一个或几个接线盒中。

2. 起动系统

起动系统由起动开关、起动继电器（有的车没有）和起动机组成，用于起动发动机。当需要起动发动机时，起动机工作，驱动发动机曲轴转动，直至发动机自行运转。

3. 照明系统

照明系统由各灯开关和照明灯组成，用于汽车夜间或能见度较低的阴雨天、雾天的道路照明和车内照明。在一些汽车上照明系统还配有自动变光（远光/近光）、前照灯延时关灯、灯开关未关警告等控制电路。

4. 信号系统

汽车信号系统包括声响信号装置和灯光信号装置，用于向附近行人和汽车司机发出警

告,以确保行车安全。汽车的声响信号装置是电喇叭,由电喇叭、喇叭按钮、喇叭继电器(有的车没有)组成;有的车还装有倒车蜂鸣器。灯光信号包括转向信号灯、制动灯、示廓灯、停车灯等,转向信号装置由闪光器、转向开关和转向灯组成,其他灯光信号由各灯具和相应的灯开关组成。

5. 仪表系统

仪表系统包括各指示仪表和各指示/警告灯,用于向驾驶员反映汽车工作状况,以确保行车安全并及时发现故障。传统的仪表有电流表、机油压力表、发动机冷却液温度表、车速里程表、燃油表等,由各指示表和相应的传感器组成。现代轿车上一般都装有发动机转速表,但不装电流表。汽车的指示/警告灯有很多,一般安装仪表板上,由各指示/警告灯具和控制开关组成。

6. 点火系统

点火系统主要由点火开关、点火线圈、分电器(采用电子点火配电的则无分电器)、火花塞等组成,用于准确、及时地向发动机燃烧室提供电火花,点燃可燃混合气,使发动机正常运转。

7. 辅助电器

辅助电器包括风窗玻璃刮水器/洗涤器、电动玻璃升降器、电动天窗调节器、电动车门/中央门锁控制装置、电动座椅调节装置、电动后视镜、音响系统、点烟器等,其主要功能是提高车辆的安全性、舒适性和使用方便性。辅助电器根据汽车档次的不同,其配置也有所不同。

8. 汽车电子控制装置

汽车电子控制装置由传感器、控制器和执行器组成,用于降低油耗和污染物排放、提高汽车的安全性和舒适性。在现代汽车上,燃油喷射控制、点火时间控制、怠速控制等发动机控制装置,防抱死制动控制系统及安全气囊系统等安全性电子控制装置已较为普及,悬架、巡航等安全、舒适性电子控制装置目前还只在档次较高的汽车上装用。

二、汽车电路的基本特点

由于车载电源、使用环境及条件等的特殊性,汽车电路有与其他电气设备电路不同的特点。汽车电路的基本特点是低压、直流、单线并联和负极搭铁等。

1. 低压

汽车电源有6V、12V、24V三种额定电压。现代汽车采用最多的是12V电系,在一些重型汽车上,有的全车采用24V电系,有的只是起动机采用24V电源,而其他用电设备仍为12V电系,通过电源转换开关来改变电源电压。

采用低压的优点主要是安全、电源简单(蓄电池单格数可较少),而其主要缺点是低压发电机的极限功率提高受限、线路的能耗较大、信号传送质量欠佳等。从20世纪90年代末开始,国际汽车界就已开始酝酿提高汽车电系的电压,较为一致的意见是将汽车电源电压提高到42V。汽车电系电压提高后,可提高汽车发电机的极限功率,满足在汽车上装备更多电动装置的需要,同时可提高汽车电系工作的可靠性和减小汽车电线束的结构尺寸和能耗。

2. 直流

汽车电源之一的蓄电池是直流电源,蓄电池电能消耗后也必须用发电机提供直流充电,使其及时恢复容量,以满足汽车电系对蓄电池的使用要求。因此,汽车电系采用了直流

电,汽车上的一些用电设备和控制电路也都适应直流电源。

3. 单线并联

蓄电池和发电机及所有的用电设备都是并联相接,用电设备只用一根导线与电源的正极相连,利用发动机、车身及车架等金属体作为公共回路,与电源的负极相连。

单线制具有线路清晰、用线少、安装检修方便等优点。在一些小轿车上,部分区域和系统采用双线制,这些用电设备的负极是用导线连接到一个公共接地点或连接到一根公共地线上的。

4. 负极搭铁

为利用发动机、车身及车架等金属体作为公共回路,蓄电池、发电机及各用电设备的一极必须与其安装位置的发动机、车身及车架等机体相连,此称为“搭铁”。蓄电池的负极与车体连接的为负极搭铁,蓄电池正极连接车体的则为正极搭铁。现代汽车电系均已采用负极搭铁。

三、现代汽车电路的特点

汽车电气设备经历了从辅助系统到主要系统,直至全车逐步电子化的发展过程。为了提高汽车电器的技术性能和汽车整车的性能,现代汽车电路融入了更多的电子技术。遍布汽车各处的电气装置使线路变得庞杂,为使汽车整车线路布置不凌乱,确保汽车电路工作的可靠性,现代汽车采用了结构和布局更加合理的线束。充分了解现代汽车电路的特点,对正确使用与维护汽车电气设备均有帮助。

1. 传统电器的电子化

始于20世纪50年代的传统电器的电子化,使汽车电器的性能得以提高,并在降低汽车油耗和排放等方面也发挥了重要的作用。比如,硅整流发电机、电子调节器、电子喇叭、电子闪光器、电子点火器等电子装置,全部或部分替代了传统的汽车电器。

由于汽车电路中有许多电子元件,在对汽车电路进行故障检修时,就不能用传统的刮火法来检查发电机是否发电和电路的通断情况;蓄电池的正负极连接绝对不能接错,否则,就可能造成电子元件的损坏。

2. 电子控制装置的使用

1976年,美国通用汽车公司将微机用于点火时间控制,自此,以微机为控制核心的汽车电子控制装置迅速发展起来。在现代汽车上,燃油喷射控制、点火提前角控制、发动机怠速控制、防抱死制动控制、自动变速器控制、动力转向控制、安全气囊控制等电子控制装置已很普及,一些汽车上还装有废气再循环控制、燃油蒸发排放控制、悬架刚度与阻尼控制、汽车巡航控制、车轮防滑转控制、卫星定位与导航等电子控制装置。这些电子控制装置的应用,使汽车的安全性、舒适性得以提高,汽车的能耗与排放进一步降低。

汽车电子控制装置的大量使用,使现代汽车真正成为了机电一体化的产品,对汽车维护和故障诊断的技术要求也更高了。

3. 线路布置与线束

为了使庞杂的线路布置变得较为合理简捷,现代汽车电线束基本上是分段的结构形式,线束之间用线间连接器连接。一些汽车上,还设置了公共搭铁导线,用以确保各个电气装置良好的搭铁。汽车上通常设置一个或几个集装熔断器和继电器的接线盒,使电路的故障查寻和修理较为方便。

现代汽车已开始将计算机网络技术用于对传统汽车电气系统布线方式的改革。计算机的总线结构和数据传输方式改变了单线控制模式，使得汽车电器与电子控制装置各控制模块实现信息共享和多路集中控制，简化了传统的汽车线束。这种网络化的汽车多路集中控制系统已经在部分国产和进口轿车上得到了应用。

第二节 汽车电路的基础元件及图形符号

一、导线

导线用于连接汽车电源和用电设备，是组成汽车电路的基础元件之一。汽车上的导线均采用多股铜线，并对导线的截面积和导线的颜色等有具体的规定，以满足汽车电路使用要求和方便维护。

1. 导线的截面积

汽车导线的截面积基本上是根据所接用电设备的电流值确定，但为了保证导线有足够的机械强度，规定截面积最小不能小于 0.5mm²。各种低压导线标称截面积所允许载流值如表 1-1 所示。

表 1-1 汽车低压导线标称截面积允许载流值

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

导线标称截面积是根据规定换算方法得到的截面积值，它既不是线芯的几何面积，也不是各股铜线几何面积之和。汽车 12V 电系主要线路导线的标称截面积推荐值如表 1-2 所示。

表 1-2 汽车 12V 电系主要电路导线截面积推荐值

标称截面积/mm ²	适用的电路
0.5	尾灯、顶灯、仪表灯、指示灯、牌照灯、燃油表、冷却液温度表、油压表、电子时钟等电路
0.8	转向灯、制动灯、停车灯、点火线圈初级绕组等电路
1.0	前照灯、电喇叭(3A 以下)等电路
1.5	前照灯、电喇叭(3A 以上)等电路
1.5~4.0	其他 5A 以上电路
4.0~6.0	柴油发动机电热塞电路
6.0~25	电源电路
16~95	起动电路

2. 导线的颜色

为配线和检修的方便，汽车各条线路的导线均采用不同的颜色，各国对汽车导线的颜色有不同的规定。比如我国要求截面积 4.0mm² 以上的导线采用单色，其他导线则采用双色（在主色基础上加辅助色条）。国产汽车各电路导线主色的规定如表 1-3 所示。

表 1-3 低压导线采用主色的规定 (JB/2—116 ~ 75)

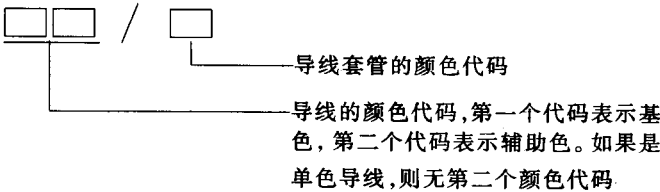
导线主色	电路系统的名称	导线主色	电路系统的名称
红	电源系统	棕	仪表、警报系统、电喇叭
白	点火系统、起动系统	紫	收音机、电子时钟、点烟器等辅助电器
蓝	前照灯、雾灯等车外照明系统	灰	各种辅助电动机及电气操纵系统
绿	灯光信号系统	黑	搭铁
黄	车内照明系统		

导线配色的基本原则是，在同一电气系统中的双色线主色与单色线的颜色相同；电路分支线的辅色则应按允许的颜色选配。表 1-4 所示的是日本品牌汽车各电气系统容许的导线颜色搭配。

表 1-4 日本品牌汽车各电气系统导线主、辅颜色的搭配

电 气 系 统	导 线 配 色		
	导线的基色	或选的基色	导线可配的辅色(条纹颜色)
起动与点火系统	黑	—	白、黄、红、浅蓝
电源(充电系统)	白	黄	黑、红、浅蓝
照明电路	红	—	黑、白、绿、浅蓝
信号电路	绿	浅绿、棕	黑、白、红、浅蓝、黄
仪表电路	黄	—	黑、白、红、绿、浅蓝
辅助电器	浅蓝	红、黄、棕	黑、白、红、绿、黄
搭铁	黑	—	—

有的汽车用线比较多，为配线和识别的方便，往往还在导线的接头处套有某种颜色的套管。在电路图中通常还标出导线套管的颜色。比如，日本品牌汽车用英文字母组成的色码标注导线与套管颜色的方式如下：



3. 导线颜色代码

为方便电路识别和检修，在导线的接线端和电路图上通常都标有导线颜色代码。国际标
准组织 (ISO) 规定采用各颜色的英文字母为导线色码，我国及英国、美国、日本等均采用英
文字母，但也有一些国家则采用本国母语字母作为导线色码。一些国家的导线颜色代码如表
1-5 所示。

表 1-5 汽车线路中导线颜色代码

颜色	英文代码	日本代码	德国代码	法国代码	颜色	英文代码	日本代码	德国代码	法国代码
黑	B	B	SW	N	灰	Gr	Gr	gr	G
白	W	W	WS	B	紫	V	V	li	Mv
红	R	R	RO	R	橙	O	O	—	Or
绿	G	G	gn	V	粉	—	P	—	Ro
黄	Y	Y	ge	J	浅蓝	—	L	hb	—
棕	Br	Br	br	M	浅绿	—	Lg	—	—
蓝	Bl	—	—	Bl					

汽车电路图中双色线的标注方法是主色在前，辅色在后。比如“BW”，表示该导线的主色是黑色，辅色为白色。也有在主、辅色代码之间加“/”或“—”的标注方法。

在一些汽车电路图中，还标出了导线的截面积。比如“1.5Y”，表示该条线路的导线截面积为 1.5mm²，导线颜色为黄色。

二、熔断器与易熔线

熔断器与易熔线在电路中起安全保护作用，也是汽车电路的基础件之一。当电路过载或短路时，串联在被保护电路中的熔断器或易熔线就会发热而熔断，切断被保护电路，以防止线路和用电设备烧毁。

1. 熔断器

熔断器中的熔丝串联在其所保护的电路中。一般情况下，当通过熔丝的电流达到额定电流的 1.35 倍时，熔丝会在 60s 内熔断；当电流达到 1.5 倍时，20A 以下的熔丝在 15s 内熔断，30A 熔丝在 30s 以内熔断。

熔断器的熔丝通常固定在可插式塑料片上或封装在玻璃管内。汽车电路有多个熔断器，通常是集中安装在一个或几个接线盒中。各个熔断器都编号排列，有的还涂以不同的颜色，以便于辨别。熔断器的安装示例与符号如图 1-2 所示。

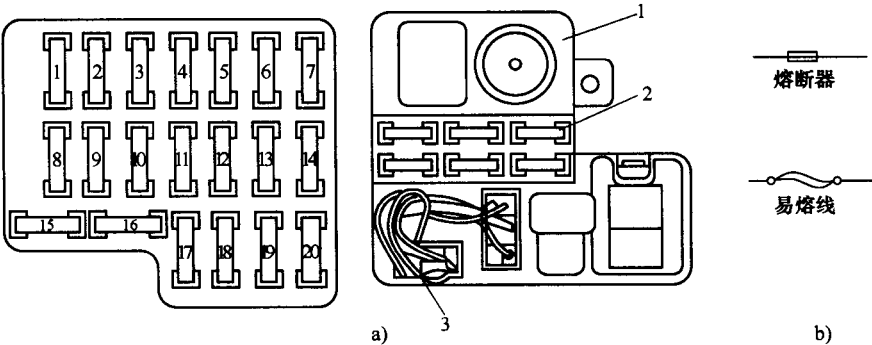


图 1-2 熔断器安装示例
a) 熔断器的安装 b) 熔断器与易熔线符号
1—接线盒 2—熔断器 3—易熔线

2. 易熔线

易熔线由多股熔丝绞合而成，用于保护工作电流较大的电路。易熔线的不同规格通常以不同的颜色来区分，几种常见易熔线的规格和特性见表 1-6。

表 1-6 易熔线的规格

颜 色	尺寸/mm ²	构 成	1m 长的电阻值/Ω	连续通电电流/A	5s 内熔断的电流/A
茶 色	0.35	φ0.32×5 股	0.0475	13	约 150
绿 色	0.5	φ0.32×7 股	0.0325	20	约 200
红 色	0.85	φ0.32×11 股	0.0205	25	约 250
黑 色	1.25	φ0.5×7 股	0.0141	33	约 300

易熔线通常也被集中安装在接线盒内，其安装示例及电路图上的符号参见图 1-2。

三、线路连接插接器

1. 插接器的组成与作用

插接器也称连接器，由插头和插座两部分组成，用于电气设备与线路的连接和线路之间的连接。与老式的单线接线柱连接方式相比，插接器连接方式具有接线方便迅速、线束结构简捷紧凑、避免接线错误等优点，已被现代汽车普遍采用。

2. 插接器的结构与识别

汽车上不同位置所用插接器的端子数目、几何尺寸和形状各不相同。为保证连接可靠，插接器设有锁止装置，大多数插接器具有良好的密封性，以防止油污、水及灰尘等进入而使端子锈蚀。有的插接器还设有未插紧识别机构和插接器拔开端子短接保护机构。

插接器一例如图 1-3 所示。不同国家、不同汽车公司其汽车电路图上插接器的图形符号表示方法不尽相同，但方格中的数字都是代表插接器各端子号。通常用涂黑表示插头，不涂黑的表示插座；有倒角的表示插头插脚呈柱状，直角的表示插头插脚为片状。

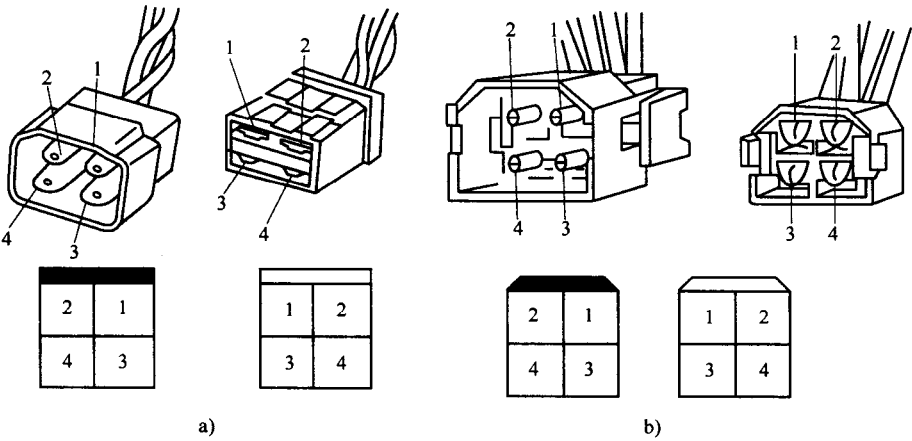


图 1-3 线路插接器

a) 片状插脚的插头与插座 b) 柱状插脚的插头与插座

四、开关

1. 开关的作用与类型

开关在汽车电路中起接通/关断电路的控制作用。汽车电路中的开关很多,种类也多。按操纵方式不同分有手动(旋转、推拉、按压)开关、压力控制开关、温度控制开关、机械控制开关等;按开关的通断状态分有动合(常开)开关、动断(常闭)开关两种类型。各种开关在电路图上的表示方式见第二章的相关内容和附录 A。

汽车电路中一些开关为复合型开关,具有两个或两个以上的电路通断功能,如点火开关、风扇开关、灯光开关等。现代汽车上还使用了组合开关,组合开关是将两种或两种以上的开关集装在一起,可使操纵更加方便。

2. 开关功能的识别

对于复合型开关和组合开关,控制的电路比较多,认清开关在各状态下其线路连接端子和电路通断关系,对理解电路原理及故障诊断是很有必要的。可通过开关原理图和开关档位图了解开关的功能和内部触点的通断情况。

(1) 开关原理图

在一些汽车电路原理图中,用开关原理图来表示复合开关各档位电路通断情况。图 1-4 所示的是用开关原理图表示点火开关所控制的电路。

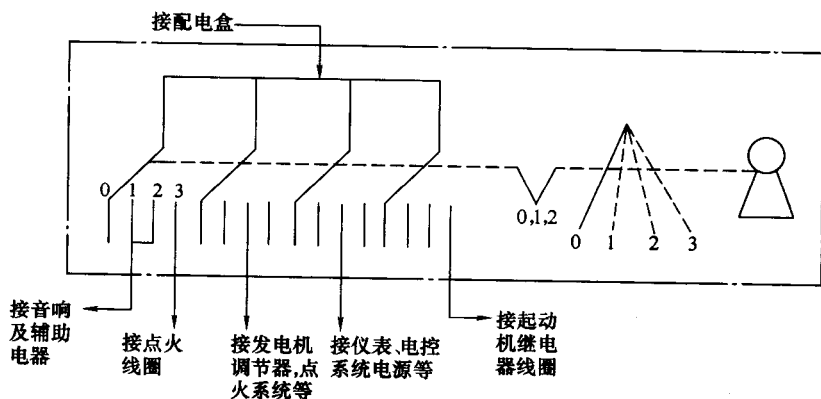


图 1-4 点火开关原理图

图中右侧表示此开关为旋转式 3 档点火开关。虚线中间下三角及数字表示开关在 0、1、2 位可以是定位,3 位不能定位,即将开关旋转至 3 位松开时,能自动回到 2 位。

图左侧表示开关的通断功能:0 位为 OFF 位,点火开关不接通任何控制电路;1 位为辅助档,点火开关旋转至 1 位时,辅助电器(如音响、电动车窗等)电源电路接通;2 位为点火档,点火开关接通点火系、仪表系统、汽车电子控制系统等电源电路。3 位为起动机档,点火开关接通起动机控制电路、点火系统电路等。

(2) 开关档位图

在许多汽车电路图中,用开关档位图来直观地表示复合式开关和组合式开关的通断功能。图 1-5 所示的是用开关档位图表示的点火开关控制电路。

点火开关档位图表示了该点火开关有 4 个接线端子:

1 号(BAT)端子为电源端子, 连接蓄电池与发电机的正极;

2 号(IG)为点火接线端子, 连接点火电路、仪表电路、发电机励磁电路及电子控制装置电源电路等;

3 号(ACC)端子为辅助电器接线端子, 连接收音机、电动车窗等辅助电器的控制开关;

4 号(ST)为起动接线端子, 连接起动电路。

点火开关档位图表示了该点火开关有 5 个档位:

“LOCK”位, 是转向盘锁止档, 从 OFF 位逆转至该位, 可锁止转向盘;

“OFF”位, 是点火开关的断开位, 点火开关在该位时, 2、3、4 号接线端子与 1 号接线端子均处于断开状态;

“ACC”位, 是辅助电器档(从 OFF 位顺转 1 位), 点火开关在该档位时 1、3 号端子相连接, 使辅助电器电路接通电源;

“ON”是点火档(从 OFF 位顺转 2 位), 点火开关在该档位时 1、2、3 号端子相连接, 使点火电路、仪表电路等接通电源;

“ST”是起动档(从 OFF 位顺转 3 位), 点火开关在该档位时 1、2、4 号端子相连接, 使点火电路、起动电路接通电源。

接线柱 开关档位	1 (BAT)	2 (IG)	3 (ACC)	4 (ST)
LOCK(-I)				
OFF(0)	○			
ACC(I)	○	○	○	
ON(II)	○	○	○	
ST(III)	○	○		○

○—○ 表示连接。

图 1-5 点火开关档位图

五、继电器

1. 继电器的作用与类型

继电器在汽车电路中起保护和自动控制的作用。汽车电路中所使用继电器的种类较多, 按继电器触点的工作状态的不同, 可将其分为常开型、常闭型和混合型三种类型。汽车电路中使用的继电器主要形式如图 1-6 所示。

(1) 常开继电器

继电器线圈不通电时, 继电器触点在弹簧力作用下保持张开, 继电器线圈通电后产生磁力吸合触点, 接通相应的电路。

(2) 常闭继电器

继电器线圈不通电时, 继电器触点在弹簧力作用下保持闭合, 继电器线圈通电后产生磁力将触点吸开, 断开相应的电路。

(3) 混合式继电器

混合式继电器具有常开和常闭触点, 继电器线圈通电后使常开触点闭合, 常闭触点

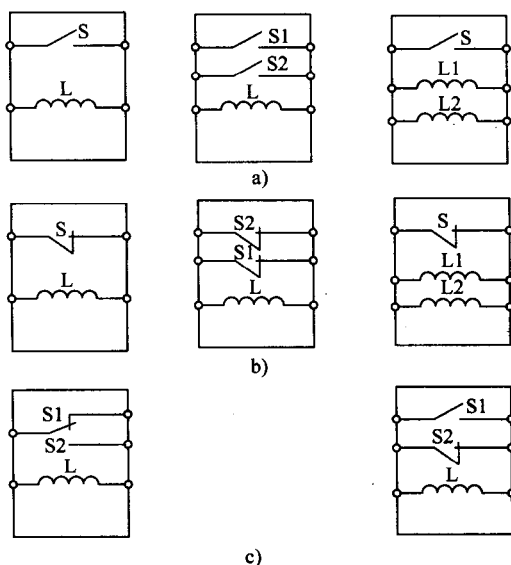


图 1-6 汽车电路中所用继电器的类型

a) 常开型继电器 b) 常闭型继电器 c) 混合型继电器