



高等职业教育“十三五”汽车系列规划教材
“互联网+”新形态一体化精品教材

汽车电路 与电气系统检修

QICHE DIANLU YU DIANQI XITONG JIANXIU

主 编	施卢丹	杨杭旭	王 瑛		
副主编	张瑞斌	张 兵	汤海群	程传红	包科杰
	游志平	方 升	黄国潮	曹振新	潘蒙辉
	颜先华	卢益生	冯雪丽	王中应	黄 鹏
	尹学飞	冯竞祥	俞 坚	周梅芳	付志道
编 委	徐海铭	黄炳升	刘 辑		

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电路与电气系统检修 / 施卢丹, 杨杭旭, 王瑛
主编. — 成都: 电子科技大学出版社, 2019.4
ISBN 978-7-5647-6870-6

I. ①汽… II. ①施… ②杨… ③王… III. ①汽车—
电气设备—检修—高等职业教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 074297 号

汽车电路与电气系统检修 施卢丹 杨杭旭 王 瑛 主编

策划编辑 张 鹏
责任编辑 魏 彬

出版发行 电子科技大学出版社
成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦九楼 邮编 610051
主 页 www.uestcp.com.cn
服务电话 028-83203399
邮购电话 028-83201495

印 刷 北京荣玉印刷有限公司
成品尺寸 185mm × 260mm
印 张 16.5
字 数 412 千字
版 次 2019 年 4 月第 1 版
印 次 2019 年 4 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5647-6870-6
定 价 49.00 元

版权所有 侵权必究



本书依托浙江省课堂教学改革项目以及浙江省特色专业建设基础，由金华职业技术学院机电学院汽车技术服务项目部编写。本书将传统汽车电路与电气系统的内容进行梳理和整合，打破该类课程按照电路认识、电源系统、起动系统、照明系统、信号系统、辅助电气系统的传统设计思路。本书按照学生认知规律以及兴趣，以大众系列车型为主线，按照“桑塔纳—帕萨特—速腾—迈腾”，从简单到复杂，以故障引领。全书设置单一车型简单汽车电路故障诊断、单一车型复杂汽车电路故障诊断、同类车型复杂汽车电路故障诊断、常见车型综合汽车电路故障诊断等4大学习性工作任务、15个子学习任务，全部子学习任务涵盖汽车主要电气相关知识点及技能点，全面培养学生电路分析、故障诊断的思路。同时，为了激发学生的学习兴趣，任务的实训通过“游戏竞技闯关”方式，按照“知关—思关—闯关—验关”方式完成任务工单。

本书各学习性工作任务列表及课时安排如下。

各学习性工作任务列表及课时安排

序号	学习性工作任务	子学习任务	推荐课时	载体车型
1	单一车型简单汽车电路故障诊断	子学习任务 1.1 汽车电路图识读	5 课时	桑塔纳
		子学习任务 1.2 电源系统工作异常故障检修	5 课时	
		子学习任务 1.3 起动机运转不良故障检修	5 课时	
		子学习任务 1.4 照明及信号系统工作异常故障检修	5 课时	
		子学习任务 1.5 雨刮系统失效故障检修	5 课时	
2	单一车型复杂汽车电路故障诊断	子学习任务 2.1 帕萨特电源系统故障检修	5 课时	帕萨特
		子学习任务 2.2 帕萨特照明系统故障检修	5 课时	
		子学习任务 2.3 帕萨特雨刮系统故障检修	5 课时	
3	同类车型复杂汽车电路故障诊断	子学习任务 3.1 速腾信号系统故障检修	5 课时	大众系列 (速腾、迈腾)
		子学习任务 3.2 速腾照明系统故障检修	5 课时	
		子学习任务 3.3 迈腾电动雨刮系统故障检修	5 课时	
4	常见车型综合汽车电路故障诊断	子学习任务 4.1 迈腾起动系统故障检修	5 课时	迈腾
		子学习任务 4.2 迈腾电源电路故障检修	5 课时	
		子学习任务 4.3 迈腾信号电路故障检修	5 课时	
		子学习任务 4.4 迈腾照明电路故障检修	5 课时	

本书可以作为职业院校汽车类相关专业的教材，也可以作为汽车相关从业人员和汽车爱好者的参考书。此外，本书作者还为广大一线教师提供了服务于本书的教学资源库，有需要者可致电 010-60206144 或发邮件至 2033489814@qq.com。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，希望广大读者批评指正。

编 者





学习性工作任务 1

单一车型简单汽车电路故障诊断 /1

- 子学习任务 1.1 汽车电路图识读 /2
- 子学习任务 1.2 电源系统工作异常故障检修 /17
- 子学习任务 1.3 起动机运转不良故障检修 /51
- 子学习任务 1.4 照明及信号系统工作异常故障检修 /75
- 子学习任务 1.5 雨刮系统失效故障检修 /103



学习性工作任务 2

单一车型复杂汽车电路故障诊断 /117

- 子学习任务 2.1 帕萨特电源系统故障检修 /118
- 子学习任务 2.2 帕萨特照明系统故障检修 /132
- 子学习任务 2.3 帕萨特雨刮系统故障检修 /153



学习性工作任务 3

同类车型复杂汽车电路故障诊断 /167

- 子学习任务 3.1 速腾信号系统故障检修 /168
- 子学习任务 3.2 速腾照明系统故障检修 /185
- 子学习任务 3.3 迈腾电动雨刮系统故障检修 /196



学习性工作任务 4

常见车型综合汽车电路故障诊断 /209

- 子学习任务 4.1 迈腾起动系统故障检修 /210
- 子学习任务 4.2 迈腾电源系统电路故障检修 /222
- 子学习任务 4.3 迈腾信号系统电路故障检修 /235
- 子学习任务 4.4 迈腾照明系统电路故障检修 /246

参考文献 /257

学习性工作任务 1

单一车型简单汽车 电路故障诊断



子学习 任务 1.1

汽车电路图识读

任务目标

1. 知识目标

- (1) 了解汽车电路及电气设备的发展情况。
- (2) 认知连接导线、开关、保险装置、继电器及中央接线盒。
- (3) 掌握汽车电路的特点及分析方法。

2. 技能目标

- (1) 能识别大众汽车电路图常见符号。
- (2) 能熟练识读简单的汽车电路图。
- (3) 能正确使用电气维修中常用的工具、设备和仪器。

任务引入

关于全车电气系统相关故障的检修，要求在车辆维修前对电气及其相关电路有一定的认识，同时在维修过程中能准确地找到故障车电气系统相关电路部件（电源、用电设备、相关电路及配电装置等）的位置。通过完成本学习任务，学习相关理论知识、掌握查找相关元件的方法，并能正确识读汽车电路。

任务实施

一、汽车电路与电气设备的发展情况

近年来，汽车已经不再是单纯的运输工具，它正向着高速、安全、经济、舒适、环保以及智能化、人性化的方向发展。汽车问世以来，汽车电气设备大致经历了从功能元件到高度智能化集成系统的四个发展阶段。汽车电气设备是推动汽车产业发展的核心动力之一，随着人们对汽车安全性、舒适性、智能性等方面的需求日益提升，电子化、信息化、网络化和智能化已经成为汽车电气设备的发展方向。而电气设备的连接部分汽车电路也朝着集成化的方向发展，设计出线简质轻、灵活高效的网络化线路已是迫切需要。



汽车电气设备简介

二、汽车电气系统的组成和特点

现代汽车电气系统虽然种类繁多、功能各异，往往一条线束包裹着十几支甚至几十支电线，密密麻麻的令人难以分清它们的走向，但其线路都遵循一定的原则，了解这些原则对进行汽车电路分析有很大帮助。

汽车电气系统主要包括电源系统、起动系统、点火系统、仪表与报警系统、照

明与信号系统、辅助电气系统和配电装置等若干个子系统，如图 1-1-1 所示。

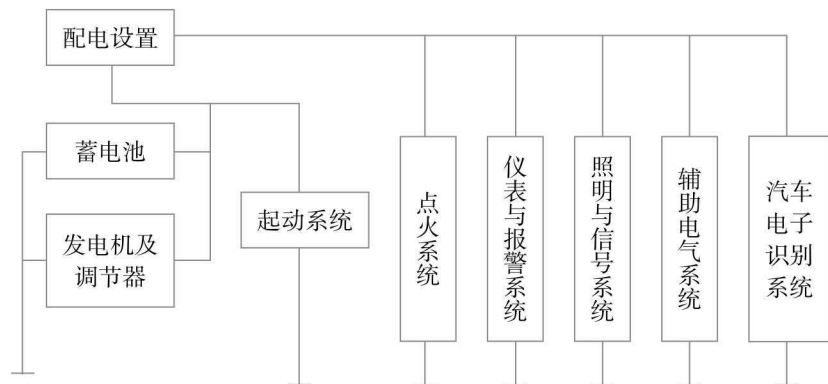


图 1-1-1 汽车电气系统的组成

虽然电气设备形式各异，但其结构原理大同小异，电气系统的特点也基本相同，均具有“两个电源、负极搭铁、低压直流、并联单线”等特点，均具备配电装置（熔断器、继电器等），各导线用不同颜色加以区分。

1. 低压

汽车电气系统的额定电压主要有 12 V 和 24 V 两种。一般来说，汽油机采用 12 V 电源，柴油机采用 24 V 电源。发动机运转时，由发电机供电，12 V 电压系统的电压实测值一般为 14 V 左右，24 V 电压系统的电压实测值可达 28 V 左右。



2. 直流

汽车发动机是靠电力起动的，而为起动机供电的蓄电池必须用直流电源充电，所以汽车电气系统为直流系统。

3. 单线制

汽车上所有电气设备的正极采用导线相互连接，所有电气设备的负极则通过导线与车架或车身金属部分相连，即搭铁。

4. 并联连接

汽车上的各用电设备都采用并联的连接方式，两个电源之间以及所有用电设备之间，都是正极接正极，负极接负极，并联连接。这样连接的好处是，当其中一个用电设备损坏时，不影响其他设备的正常工作。

5. 负极搭铁

我国标准规定，汽车线路统一采用负极搭铁，即蓄电池的负极通过车身与用电设备的负极相连构成回路。

6. 设有电路保护装置

为了防止因短路或搭铁而烧毁线束，电路中一般设有保护装置，如熔断器、熔

丝、电路保护开关等。

7. 汽车线路导线有颜色和编号特征

为了便于维修及区分各线路的连接，汽车所有低压线路都选用了不同颜色的导线。

三、汽车电路的基本元件

(一) 导线

汽车电气电子设备的连接导线一般由铜质多丝软线外包绝缘层构成。汽车导线在车上的布置如图 1-1-2 所示。



图 1-1-2 汽车导线在车上的布置

1. 导线截面积

导线的截面积根据所用电气设备的电流值确定。为保证导线有足够的机械强度，规定截面积不能小于 0.5 mm^2 。不同标称截面积的导线所允许载流量如表 1-1-1 所示。连接蓄电池与起动机之间的电缆线和蓄电池搭铁线，每 100 A 电流所产生的电压降一般不超过 0.1~0.15 V，因此其导线截面积要足够大。蓄电池的搭铁线一般是铜丝编织而成的扁形软铜线。

表 1-1-1 不同截面积导线允许的载流量

铜芯导线截面积 / 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

2. 导线的颜色

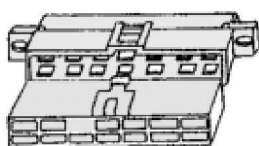
为了便于识别和维修，电路束中的低压导线都采用了不同颜色。各国对汽车导线的颜色有不同的规定，例如我国要求截面积 4.0 mm^2 以上的导线采用单色，其他导线采用双色（在主色的基础上加上辅助色条）。国产汽车各电路导线的主色、代号和用途如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 导线的主色、代号和用途

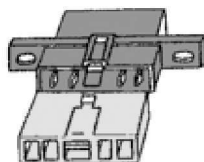
主色	代号	用途
红	R	电源系统
白	W	点火系统和起动系统
蓝	Bl	雾灯
绿	G	外部照明和信号系统
黄	Y	车身内部照明系统
棕	Br	仪表、报警系统、喇叭系统
紫	V	收音机、点烟器、电钟等辅助电气系统
灰	Gr	各种辅助电气设备的电动机及电气操纵系统
黑	B	搭铁线

(二) 连接器

连接器也称插接器，用于电气设备与线路的连接和线路之间的连接，它是汽车电路中简单但不可缺少的元件。目前大量使用的为插接式连接器，其使用方便，连接可靠，尤其适用于大量线束的连接，种类很多，可供几条到数十条导线使用，有长方体、多边体等不同形状。各种规格连接器如图 1-1-3 所示。



(a) 十四线插接器



(b) 大五线插接器



(c) 片状导线插接头插座焊片



(d) 十二线圆形插座

图 1-1-3 各种规格连接器

(三) 开关装置

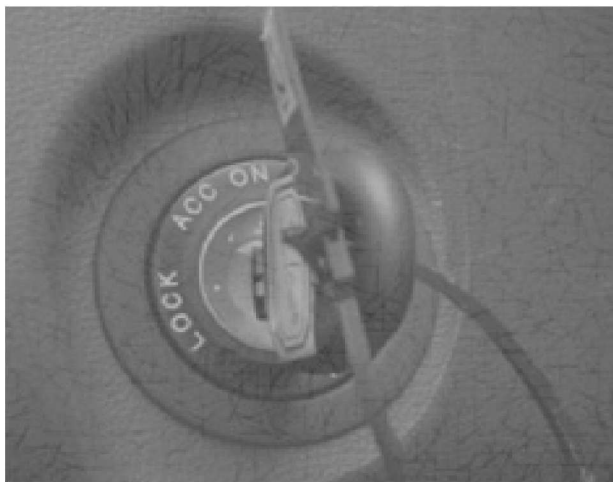
1. 点火开关

点火开关是汽车电路中最重要开关，是各条电路分支的控制枢纽，是多挡

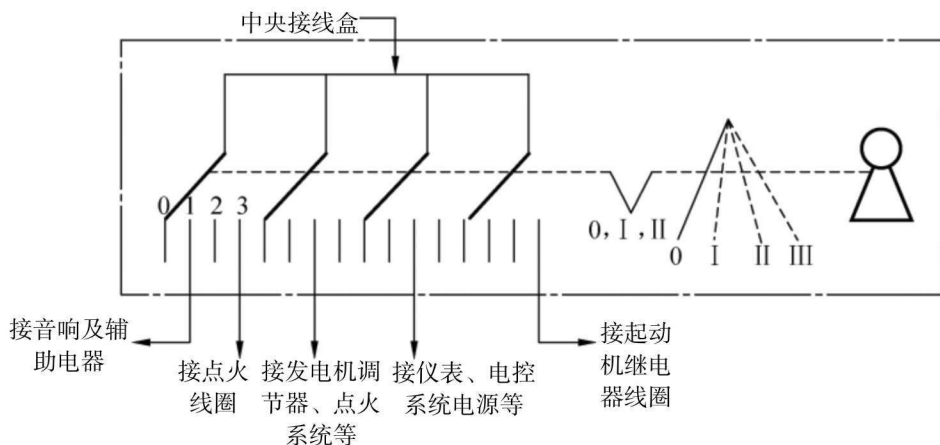


汽车点火开关的使用

多接线柱开关,如图 1-1-4 所示。其主要功能是:锁住转向盘转轴 (LOCK 挡),接通点火仪表指示等 (ON 或 IG 挡),起动 (ST 或 Start 挡)。附件挡 (ACC 挡) 主要是收音机专用,如果用于柴油车则增加 HEAT 挡。其中起动挡、预热挡因为工作电流很大,开关不易接通过久,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。



(a) 外形



(b) 原理图

图 1-1-4 点火开关及其原理图

近年来,有很多汽车采用按钮式点火开关,并将其安装在仪表板台板上。将钥匙插入点火开关后,轻按一下按钮即可接通汽车电源,稍长时间按下按钮则可起动发动机,再按一下按钮即可熄火。

2. 组合开关

为了操作方便、保证行车安全,现在大多数汽车都将转向灯开关、小灯与大灯

开关、变光开关、刮水器开关、洗涤喷水开关、喇叭按钮（或其中部分开关）等组装在一个组合体内，称之为组合开关，如图 1-1-5 所示。



图 1-1-5 汽车常用的组合开关及其说明

（四）保护装置

汽车电路保护装置在电路中起安全保护作用。当电路过载或短路时，由于电流过大，串联在汽车电路中的熔断器或易熔线便会发热而熔断，切断被保护电路，以防止线路和用电设备被烧毁。汽车上常用的保护装置有熔断器、易熔线、断路器和继电器。

1. 熔断器

熔断器（也称保险丝、保险片或熔丝）主要用于短路保护，其材料多采用铅锡合金。熔断器一般用在负荷不大的电路中，当电路发生短路故障或在电路中电流过载一倍的情况下，熔丝可在数秒内迅速熔断，自动切断电路，实施保护。为便于检查和更换熔断器，常将汽车上各电路的熔断器集中安装在一起，形成熔断器盒，如图 1-1-6 所示。同时，在熔断器盒盖上注明各熔断器的名称、额定电流和位置，并且用不同的颜色来区别熔断器的容量。



熔断器的检测和更换

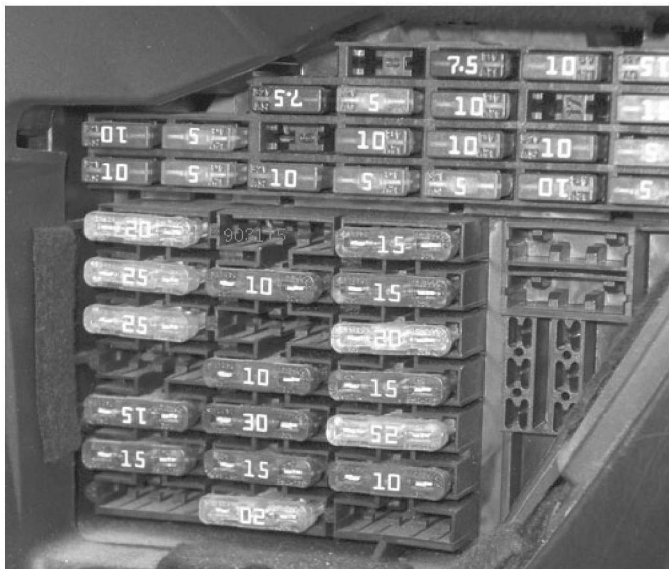


图 1-1-6 熔断器盒

2. 易熔线

易熔线主要用于电路过载保护。易熔线是一种截面积一定、能长时间通过较大电流的合金导线。当电流超过易熔线额定电流数倍时，易熔线首先熔断，以确保电路和用电设备免遭损坏。

3. 断路器

断路器多是一种热敏机械装置，它利用两种金属的不同热变形，能使触点开闭。当电路过载时，流过电流大，温度升高，双金属片弯曲使触点打开，电路断路，以防止导线过热或部件故障而损坏电气设备，甚至失火。

断路器和熔断器不同，后者一旦熔断，就必须进行检修或更换，而断路器在电流中断后，因温度降低，触点能重新闭合，使电路恢复通电。断路器通常用于影响行车安全的电路。例如，前照灯电路就应使用断路器，而不宜使用熔断器，因为前照灯电路中任何一处短路或搭铁，都会形成过大电流，如使用熔断器，电流中断后不能很快恢复通电，就可能发生事故，而断路器使电路断开后又能迅速恢复通电，因此在意外情况下还能在短时间部分地保证前照灯的工作。

4. 继电器

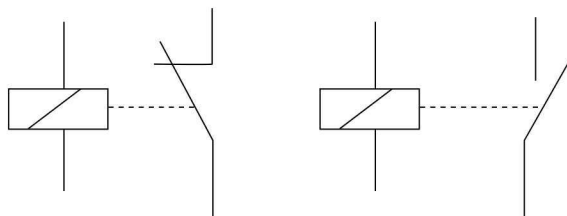
继电器可以实现自动接通或切断一对或多对触点，完成用小电流控制大电流，可以减小控制开关的电流负荷，保护电路中的控制开关，如图 1-1-7 所示。继电器根据用电设备的不同有多种类型，如进气预热继电器、空调继电器、喇叭继电器、雾灯继电器、中间继电器、风窗刮水器 / 清洗器继电器、危险报警与转向闪光继电器等。



继电器的检测和
更换



(a) 实物图

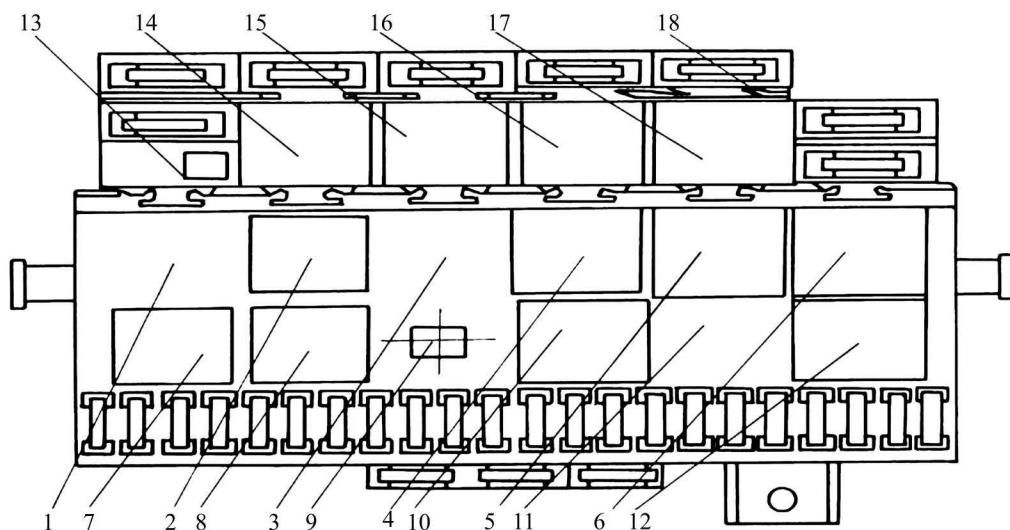


(b) 继电器符号

图 1-1-7 继电器及其符号

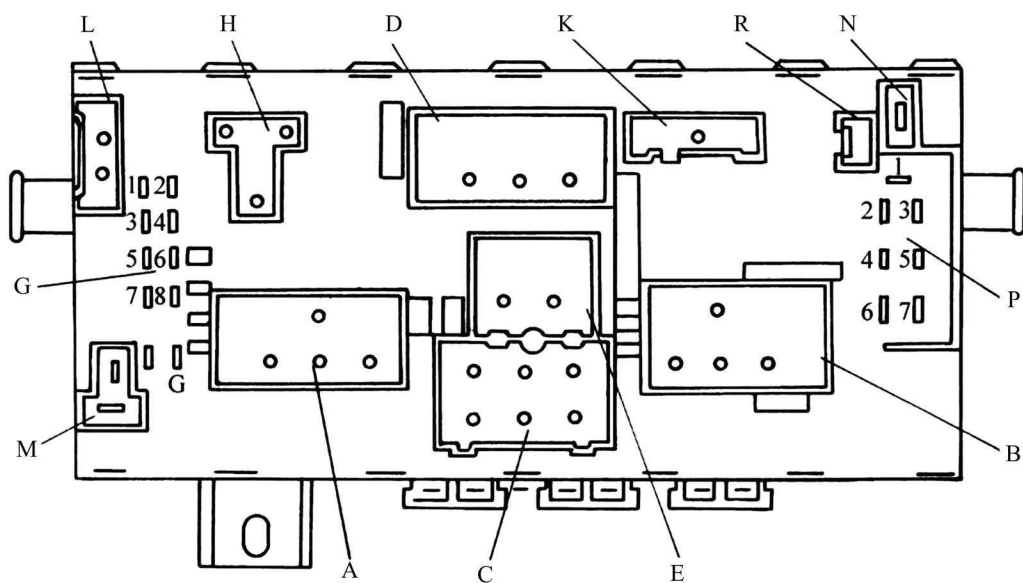
(五) 中央电气接线盒

由于电气设备的增多，车上的熔断器与继电器也不断增多，为了合理布局及方便检修，通常将这些熔断器及继电器安装在中央电气接线盒上，如图 1-1-8 和图 1-1-9 所示。



- 1—空位；2—燃油泵继电器；3—空位；4—冷却液液位继电器；
5—空调继电器；6—喇叭继电器；7—雾灯继电器；8—X触点继电器；9—放熔丝专用工具；
10—刮水器继电器；11—空位；12—转向灯继电器；13—诊断线接口；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；18—熔丝

图 1-1-8 上海桑塔纳 2000GSi 型乘用车中央电气接线盒正面



A—仪表板线束 I；B—仪表板线束 II；C—前照灯线束；D—发动机舱线束；
E—车身后部线束；G—单个插头；H—空调线束；K—空位；
L—喇叭继电器线束；M—空位；N—单个插头；P—单个插头；R—空位

图 1-1-9 上海桑塔纳 2000GSi 型乘用车中央电气接线盒反面

四、汽车电路图识读

掌握汽车电路图的读图规则以及看懂电路图是汽车电路与电气系统检修的重要技术支持，同时也是为日后其他项目的学习奠定理论基础。

(一) 简单闭合回路

汽车电路包括三大部分：供电系统、用电设备和配电装置。以图 1-1-10 所示的简单闭合回路为例，蓄电池作为电源供电，灯泡是用电设备，保险装置、开关作为配电装置，所有这些用导线连接成闭合回路，即组成了最简单的电路。

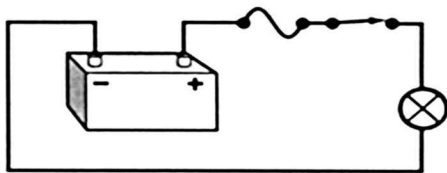


图 1-1-10 简单闭合回路

(二) 简单继电器控制电路

对于带有继电器的电路，可以实现“小电流控制大电路”。如图 1-1-11 所示，30 线是火线，代表蓄电池正极；31 线是接地线，代表蓄电池负极；当控制电路开关闭合，电流流经继电器线圈，控制电路导通，此时供电电路中继电器的触点开关被吸

合，供电电路导通，灯光发亮。

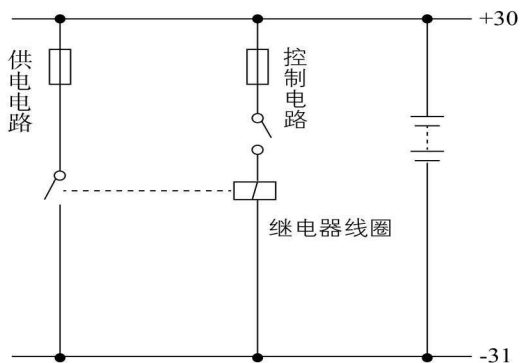


图 1-1-11 简单继电器控制电路

（三）汽车电路图的形式

1. 汽车电路框图

汽车电路框图是通过带注释的框或符号表示汽车电路系统的基本组成、相互关系及其主要特征的简图，主要用于汽车电路学习和维修过程中，为方便掌握电路系统而绘制。

2. 汽车布线图

汽车布线图是汽车导线在车上、线束中的分布图，是按照汽车用电设备在车身上的位置来进行布线的，重点表示线路的走向、插接器连接和开关继电器的控制。

3. 汽车电路原理图

汽车电路原理图是通过电器图形符号并按工作顺序或功能排列，详细表示汽车电路的全部或部分的组成和连接关系，而不考虑其实际位置的简图，能够清晰、明了地反映各电路的连接关系和电路原理，便于分析和查找电路故障。

4. 汽车线束图

汽车线束图主要表明电路线束与各用电设备的连接部位、接线柱的标记、线头、插接器的形状及位置等，是人们在汽车上能够实际接触到的汽车电路图，常用于汽车厂总装线和修理厂的线束连接、检修、配线和更换。

（四）桑塔纳简单电路图识读

图 1-1-12 为桑塔纳简单电路图，作为大众车型，均采用的是横坐标电路。