

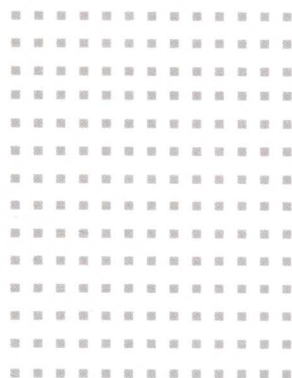
高职高专汽车类专业“教”、“学”、“做”一体化教材

QICHE DIANLU YU DIANQI
XITONG JIANXIU



汽车电路与电气 系统检修

主 编 刘 灵 芝



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

高职高专汽车类专业“教”、“学”、“做”一体化教材

汽车电路与电气系统检修

主 编 刘灵芝

副主编 唐闻雯 刘良伟

参 编 程 章 相象文 陈香琳

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路与电气系统检修/刘灵芝主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2014.8

ISBN 978-7-5650-1934-0

I. ①汽… II. ①刘… 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(2014)第 192008 号

汽车电路与电气系统检修

刘灵芝 主编

责任编辑 汤礼广 王路生

出版 合肥工业大学出版社
地址 合肥市屯溪路 193 号
邮编 230009
电话 理工编辑部:0551-62903087
市场营销部:0551-62903198
网址 www.hfutpress.com.cn
E-mail hfutpress@163.com

版次 2014 年 8 月第 1 版
印次 2014 年 8 月第 1 次印刷
开本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印张 10.75
字数 240 千字
印刷 合肥星光印务有限责任公司
发行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-1934-0

定价: 24.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。



前言

本书是高等职业教育汽车类专业课程改革成果之一。本书以培养学生汽车电路与电气系统检修技能为目标,采用与校外合作企业联合编写的方式进行教学内容的开发与设计,因此本书内容充分体现了职业性、实践性和开放性的特点。

本书按照学习情境教学模式编排教材内容体系,以任务驱动的学习方式引导学生学习专业知识和专业技能,鼓励学生多从事实践学习。基于工作过程的教学要求,本书共设计了7个学习情境,以汽车电气系统的典型故障为基础,详尽地介绍了汽车电气的基本结构和典型故障的检测与修复,内容包括整车电路检修、蓄电池不存电检修、充电指示灯失灵检修、启动机工作异常检修、汽车照明及信号灯异常检修、汽车仪表工作异常检修和汽车辅助电气设备失效检修。每个学习情境均按照“学习目标”、“情境描述”、“案例引入”、“任务实施”、“学习评价”的思路进行编排,其中在任务实施中又为每个学习情境安排了符合学生认知规律的三个学习任务,即“相应系统的认知”、“故障诊断”和“故障排除”,三个学习任务相辅相依。

本书由安徽交通职业技术学院刘灵芝担任主编,安徽交通职业技术学院唐闻雯和合肥悦意汽车服务销售公司刘良伟担任副主编,安徽交通职业技术学院程章、相象文、陈香琳参与编写。其中,学习情境一、情景六由程章编写,学习情境二由陈香琳编写,学习情境三由刘灵芝编写,学习情境四、学习情境五由唐闻雯编写,学习情境七的任务一、任务二由相象文编写,学习情境七的任务三由刘良伟编写。全书由刘灵芝负责统稿。



本书在编写过程中得到了安徽省高等学校省级质量工程项目省级“汽车运用与维修（群）教学团队”项目（201006255750）、“汽车电子技术专业综合改革试点”项目（2012zy104）、“安徽省省级开发实训基地汽车与机械实训中心”项目（20101597）、“安徽交通职业技术学院国家骨干院校汽车运用与维修重点专业建设”项目的资助。

由于编写时间仓促，加之水平有限，错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者



目 录

学习情境一 整车电路检修	(1)
任务一 整车电路认知	(1)
任务二 整车电路故障诊断	(13)
任务三 整车电路故障排除	(15)
学习评价	(31)
学习情境二 蓄电池不存电检修	(32)
任务一 蓄电池认知	(32)
任务二 蓄电池故障诊断	(42)
任务三 蓄电池故障排除	(44)
学习评价	(51)
学习情境三 充电指示灯失灵检修	(52)
任务一 汽车交流发电机及电压调节器认知	(52)
任务二 汽车电源系统故障诊断	(66)
任务三 汽车电源系统故障排除	(69)
学习评价	(73)
学习情境四 启动机工作异常检修	(74)
任务一 汽车启动系统认知	(74)
任务二 汽车启动系统故障诊断	(87)
任务三 汽车启动系统故障排除	(90)
学习评价	(93)



学习情境五 汽车照明及信号灯异常检修	(94)
任务一 汽车照明装置及信号装置认知	(94)
任务二 汽车照明与信号装置常见故障诊断	(114)
任务三 汽车照明与信号装置常见故障排除	(116)
学习评价	(118)
学习情境六 汽车仪表工作异常检修	(119)
任务一 汽车仪表及警报装置认知	(119)
任务二 汽车仪表与警报装置常见故障诊断	(134)
任务三 汽车仪表工作异常故障排除	(137)
学习评价	(139)
学习情境七 汽车辅助电气设备失效检修	(140)
任务一 汽车辅助电气设备认知	(140)
任务二 汽车辅助电气设备故障诊断	(157)
任务三 汽车辅助电气设备故障排除	(159)
学习评价	(165)
参考文献	(166)



学习情境一 整车电路检修

学习目标

- (1) 能够读懂整车系统电路原理图；
- (2) 能够分析汽车电路故障的产生原因；
- (3) 能够确定整车电路检修的常用工具；
- (4) 能够按照合理的思路和规范的操作检测线路、熔断器、开关和继电器电路故障；
- (5) 能够正确地对整车电路进行故障检测和匹配、设定；
- (6) 能够正确地拆装和更换线束、熔断器、继电器和开关。

情境描述

汽车故障主要分为电气故障、机械故障与车身故障等，其中电气系统故障是车辆维修时重要的一个工作，在电气系统维修时，维修人员必须利用电路图分析、查找车辆故障，在检测时也必须使用电路图进行针对性地检修，这要求我们能看懂基本的电路图、了解主流车型电路图编制的规则，正确地对全车电路故障进行检测。

案例引入

一辆东风雪铁龙 C2 汽车，用户在启动汽车时发现启动无反应，发动机无法着车。开启大灯灯光，灯光照射亮度正常，按喇叭，喇叭响声清脆，说明汽车蓄电池存电正常。于是用户申请报修，专业的维修技师针对该问题予以检修。

任务实施

任务一 整车电路认知

一、汽车电路基本元件

汽车电路的基本元件主要包括导线、线束、熔断器、插接器、各种开关和继电器等，它们是汽车电路的基本组成部分。

1. 导线

汽车电气设备的连接导线一般由铜制多丝软线外包绝缘层构成，有低压导线和高压导线两种。高压导线主要是指点火系次级电路中连接点火线圈、配电器和火花塞之间的导



线；其他元件之间的导线是低压导线。

(1) 低压导线

为了充分发挥连接导线的作用，降低成本，低压导线的截面积有多种规格。

低压导线的截面积是根据用电设备的工作电流大小来选择，低压导线截面积与允许的负载电流值的关系见表 1-1。但是，对于功率很小的电气，为保证连接导线的机械强度，连接导线的截面积最小不得低于 0.5mm^2 。连接蓄电池与启动机之间的电缆线和蓄电池的搭铁线，每 100A 的电流所产生的电压降一般不超过 $0.1\sim 0.5\text{V}$ ，因此该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。

为了便于安装、维修，不同用电设备和同一元件不同接线柱上的低压导线常用不同的颜色加以区分，常见的低压导线的主色、代号和用途一般见表 1-2。通常导线的颜色代号以该颜色的英语单词的特征字母（如首字母）表示，而法系轿车则采用该颜色的法语单词的特征字母表示，见表 1-3。

表 1-1 低压导线的截面积与允许的负载电流值

导线标称截面积/ 0.5mm^2	0.5	0.8	1.0	1.5	2.5	3.0	4.0	6.0	10	13
允许截流量/A	—	—	11	14	20	22	25	35	50	60

表 1-2 低压导线的主色、代号和用途

主 色	代 号	用 途
红	R	电源系统
白	W	点火、启动系统
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、电子钟等辅助系统
灰	Gr	各种辅助电气设备的电动机及操纵系统
黑	B	搭铁线

表 1-3 法系轿车低压导线的颜色代码

颜 色	代 号	颜 色	代 号
黑色	NR	蓝色	BE
棕色	MR	白色	BA
灰色	GR	深紫	MV
黄/绿	VJ	紫色	VI
黄色	JN	红褐	RG
绿色	VE	橙色	OR



有些电路图中，低压导线上标注有符号。符号由两部分组成：第一部分是数字，表示导线的截面积（ mm^2 ）；第二部分是英文字母，表示导线的主色和辅助色（即呈轴向条纹状或螺旋状的颜色）。如 1.5RB 表示截面积为 1.5mm^2 ，带有黑色条纹的红色低压导线。

(2) 高压导线

高压导线用来传送高压电，其工作电压一般在 15kV 以上，但通过电流强度较小，因此高压导线的绝缘包层很厚，耐压性能好，但线芯截面积很小。高压导线有铜芯线和阻尼线两种，为了减弱火花塞产生的电磁波干扰，目前已广泛使用高压阻尼点火线。

高压阻尼点火线的制造方法和结构有多种，常用的有金属阻丝式和塑料芯导线式。金属阻丝式又有金属阻丝线芯式和金属阻丝线绕电阻式两种，金属阻丝线芯式是由金属电阻丝疏绕在绝缘线束上，外包绝缘体制成阻尼线；金属阻丝线绕电阻式是由电阻丝绕在耐高温的绝缘体上制成电阻，再与不同形式的绝缘套构成。塑料芯导线式是用塑料和橡胶等材料制成直径为 2mm 的电阻线芯，在其外面紧紧地编织着玻璃纤维，最外面再包上高压 PVC 塑料或橡胶等绝缘体，这种结构形式，制造过程中易于自动化、成本低且可制成高阻值线芯，应用越来越广泛。

不同车型采用的阻尼高压线的阻值不同，在检修或更换高压线时要注意测量。

2. 线束

为了使汽车上繁多的低压线整齐美观不凌乱，接线安装方便，以及保护绝缘层，汽车上都将同方向的低压线用棉纱编织带或用塑料带包扎成束，称为线束。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部位，其接头恰好在各电气设备的接线柱附近，安装时按线号装在与其对应的接线柱上即可。各种车型的线束各不相同，同一车型的线束按发动机、底盘和车身部分可以有很多个线束。线束往车辆上安装时应注意：线束应按规定位置、走向铺放，在适当位置用卡簧、绊钉或专用线卡固定牢固，以免松动磨坏；安装时线束不能拉得太紧，尤其是在拐弯处更要注意，在绕过锐角或穿过孔、洞时，应用专用橡皮或套管保护，否则线束容易磨坏造成短路、断路等故障，严重时烧毁线束引起火灾；各接头必须连接牢固，接触良好。常见的法系轿车上采用的线束有其特定的字母代码，见表 1-4。

表 1-4 法系轿车常见线束编号及用途

线束名称	代码	用 途
发动机线束	MOT	连接发动机电脑两个 32 通道插接器
仪表板线束	P/B	连接仪表与网关
车身线束	HAB	连接车身附属电气设备
主线束	PR	连接网关及主要电脑
蓄电池正极电缆	CBP	连接蓄电池正极至电源管理盒等
蓄电池负极电缆	CBN	连接蓄电池负极至搭铁
发动机补充线束	MOT/C	连接启动机等



3. 熔断器

熔断器按结构形式分有金属丝式（缠丝式）、熔管式、绝缘式、插片式与盒式等多种形式，如图 1-1 所示。熔断器的材料是铅锡合金，它用在负荷不大的电路中，在电路中电流过载一倍的情况下，可在数秒内熔断，自动切断电路。为便于检查和更换熔断器，汽车上常将各电路的熔断器集中安装在一起，形成熔断器盒。在电路图中，可以通过查询保险丝用途表获取保险丝的编号、规格、用途等，见表 1-5。

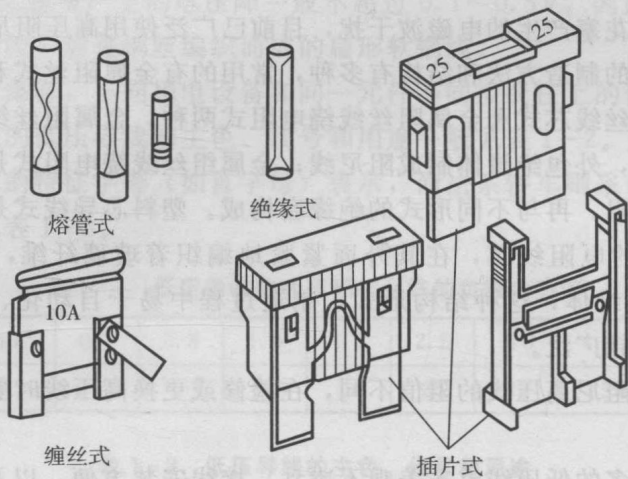


图 1-1 常见熔断器外形

表 1-5 某车型电脑上保险丝分配表

保险丝	电流强度	供 电	功 能
F1		蓄电池	
F2		接地	
F3	5A	APC	气囊
F4	10A		BVA 变速总成、继电器中控锁、驾驶员侧外后视镜
F5	30A	蓄电池	前玻璃升降器、天窗、驾驶员车门控制面板
F6	30A		后玻璃升降器
F7	5A	附件	杂物箱照明灯
F8	20A	蓄电池	收发机、点烟器
F9	30A	附件	前 12V 插座、点烟器
F10	15A	蓄电池	防盗报警器、方向盘下转换模块 (COM2000)
F11	15A	蓄电池	防盗开关
F12	15A		驾驶员座椅记忆盒、组合仪表、空调电脑
F13	5A		发动机伺服盒、PSF1、气囊电脑
F14	15A		免提电话、HIFI 功放继电器、泊车辅助、乘客座椅记忆盒
F17	15A		后风窗加热、后视镜加热



4. 插接器

为了提高接线速度,减少接线错误,越来越多的汽车在低压线路中采用插接器。插接器由插头和插座两部分组成,按使用场合的实际需要,其形状不同、脚数多少不等,有的甚至颜色也有区别。在拆卸插接器时,双手要捏紧插头和插座,并使锁止片张开后再将插头和插座分开;切不可直接拉导线,以免造成插头或插座内导线断路或接触不良,如图1-2所示。插接器接合时,应将其导向槽重叠在一起,使插头与插孔对准且稍用力插入,这样可以使器件十分牢固地连接在一起。所谓插接器的导向槽,是指插接器连接时,为了使其正确定位而设置的凸凹轨。一对插头、插座由于导向槽的作用一般说来不可能插错,非成对的插头与插座因其脚数及外形不同,因此也不可能插错。插头与插座所对应的导线的粗细、颜色、符号一般说来也完全对应,安装时应注意观察。

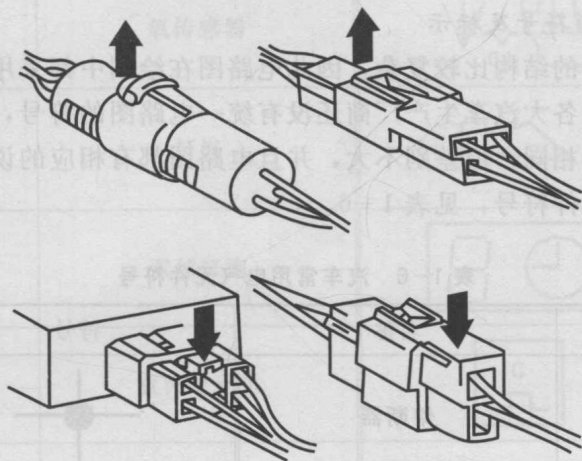


图 1-2 拔开插接器方法

5. 开关

为了方便、有效地控制各用电设备的工作,汽车电路中安装了许多开关。有些开关只控制一种用电设备,功能单一,结构和接线比较简单;有些开关则控制多种用电设备,功能多,结构和接线比较复杂,如点火开关、灯光开关及组合开关等。

6. 继电器

汽车上的继电器可分为专用继电器和一般继电器。专用继电器在开关接通后能自动控制电路通断转换,以实现特定功能,如闪光继电器、刮水间歇继电器等;一般继电器在开关接通后使电路始终保持接通或断开状态,以减小开关的负载,保护开关,如卸荷继电器、前照灯继电器、喇叭继电器、启动继电器等。

一般继电器由电磁铁、触点、外壳和接线端子或插脚等组成;为了减小继电器线圈断电时产生的自感电动势,保护开关和电子元件,有些继电器线圈两端并联电阻或续流二极管。

一般继电器按外形分为圆形、方形和长方形三种;按插脚数目分为三脚、四脚、五脚等多种;按触点不工作时的状态分常开型、常闭型和开闭混合型三种。继电器线圈通电后,所有触点转换到相反的状态。



继电器标称电压有 12V 和 24V 两种，线圈电阻一般分别为 $65\sim85\Omega$ 和 $200\sim300\Omega$ 。不同标称电压的继电器不能换用。各种继电器的内部结构和按照示意，如图 1-3 所示。

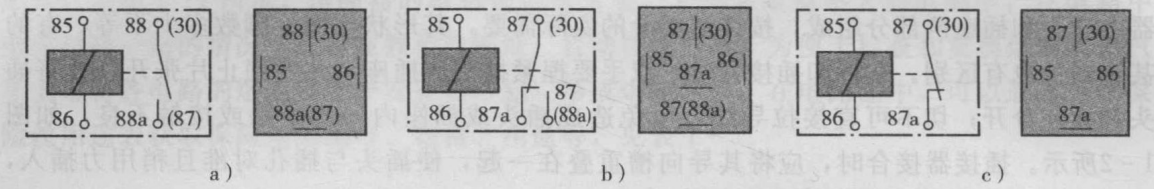


图 1-3 继电器内部结构及安装示意图

a) 常开继电器；b) 转换选择继电器；c) 常闭继电器

二、汽车电路识读基本知识

1. 电气元件的图形符号及标示

由于汽车电气元件的结构比较复杂，因此电路图在绘制中都采用相应的符号来表示各种电气元件。目前世界各大汽车生产厂商还没有统一电路图的符号，但从目前的汽车电路图来看，虽然符号不尽相同，但差别不大，并且电路图都有相应的说明来解释所采用的符号。汽车常用的电气元件符号，见表 1-6。

表 1-6 汽车常用电气元件符号

符号	名称	符号	名称
	熔断器		导线的交叉连接
	电容器		导线跨接
	电阻		插头和插座
	蓄电池		可变电阻
	点火线圈		二极管
	火花塞		晶体管
	线圈、绕组		发光二极管
	继电器线圈		手动开关



(续表)

符号	名称	符号	名称
	触点常开的继电器		按钮开关
	触点常闭的继电器		拉拨开关
	温度传感器		旋转、旋钮开关
	氧传感器		点火开关
	灯泡		电喇叭
	双丝灯泡		数字式电子钟
	直流电动机		脉冲发生器
	交流发电机		电压调节器
	电磁阀		扬声器
	闪光器		点烟器
	报警器		蜂鸣器

2. 汽车电路图种类

汽车电路图是将汽车各电气部件的图形符号通过导线连接在一起的关系图，可分为电路原理图、线束图和电气位置图（以法系汽车为例），三种电路图见图 1-4 至图 1-6。

① 电路原理图是用图形符号按工作顺序或功能布局绘制的，详细表示在汽车电路的全部组成和连接关系，不考虑实际位置的简图，具有电路清晰，简单明了，便于理解电路原理的特点。

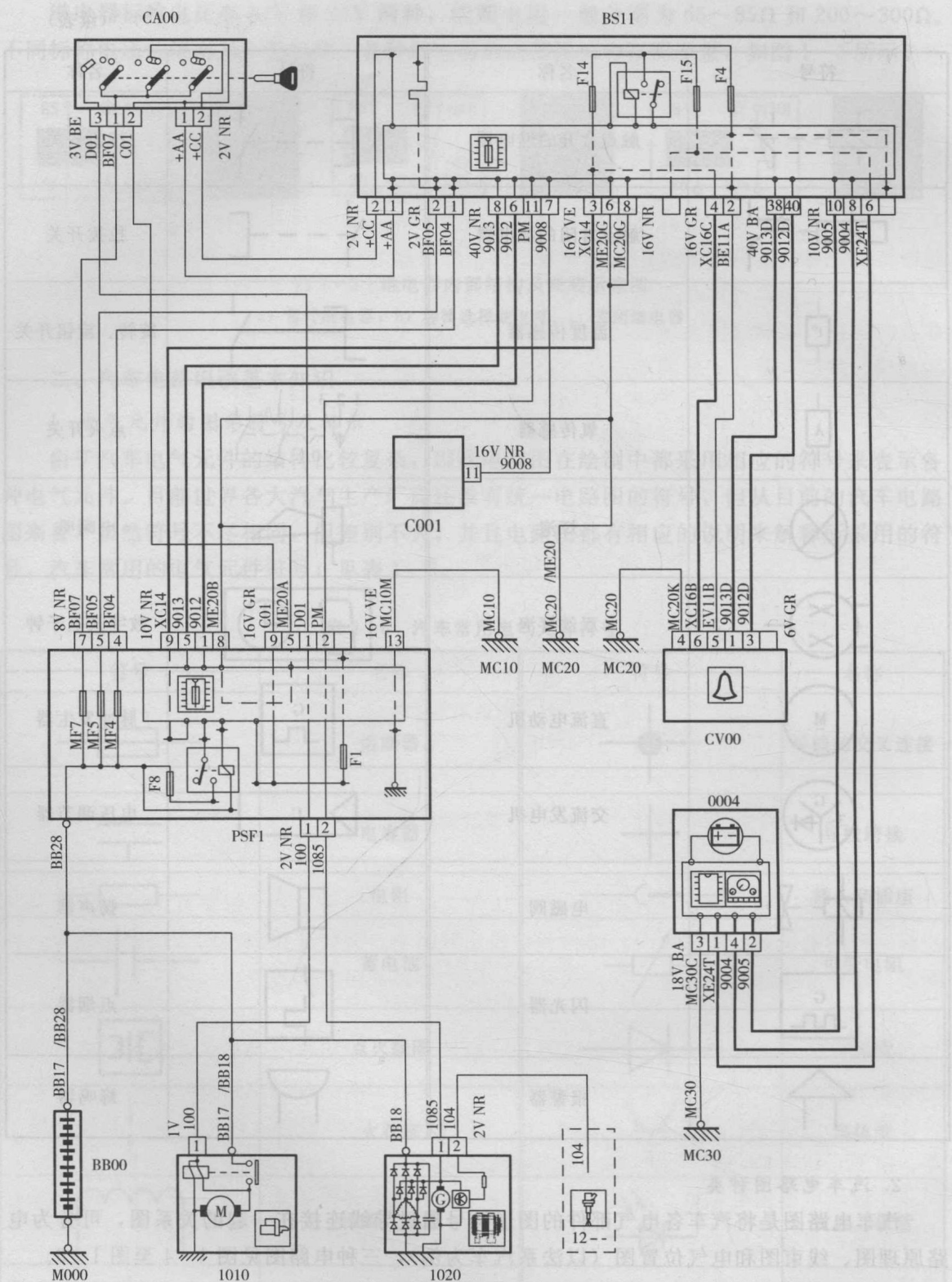
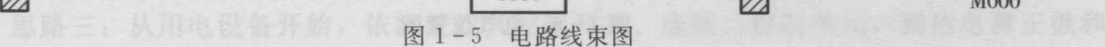


图 1-4 电路原理图

② 线束图是用于解释汽车导线所在线束及电脑、元器件之间连接的关系的，通过线

之间的关系。



• 9 •



③ 线路位置图是个根据电气设备在汽车上的实际安装部位绘制的全车电路图或局部电路图，在图上电气元件与电气元件间的导线以线束的形式出现，画面简单明了，接近实际，对于使用维修人员来说有较强的实用性。

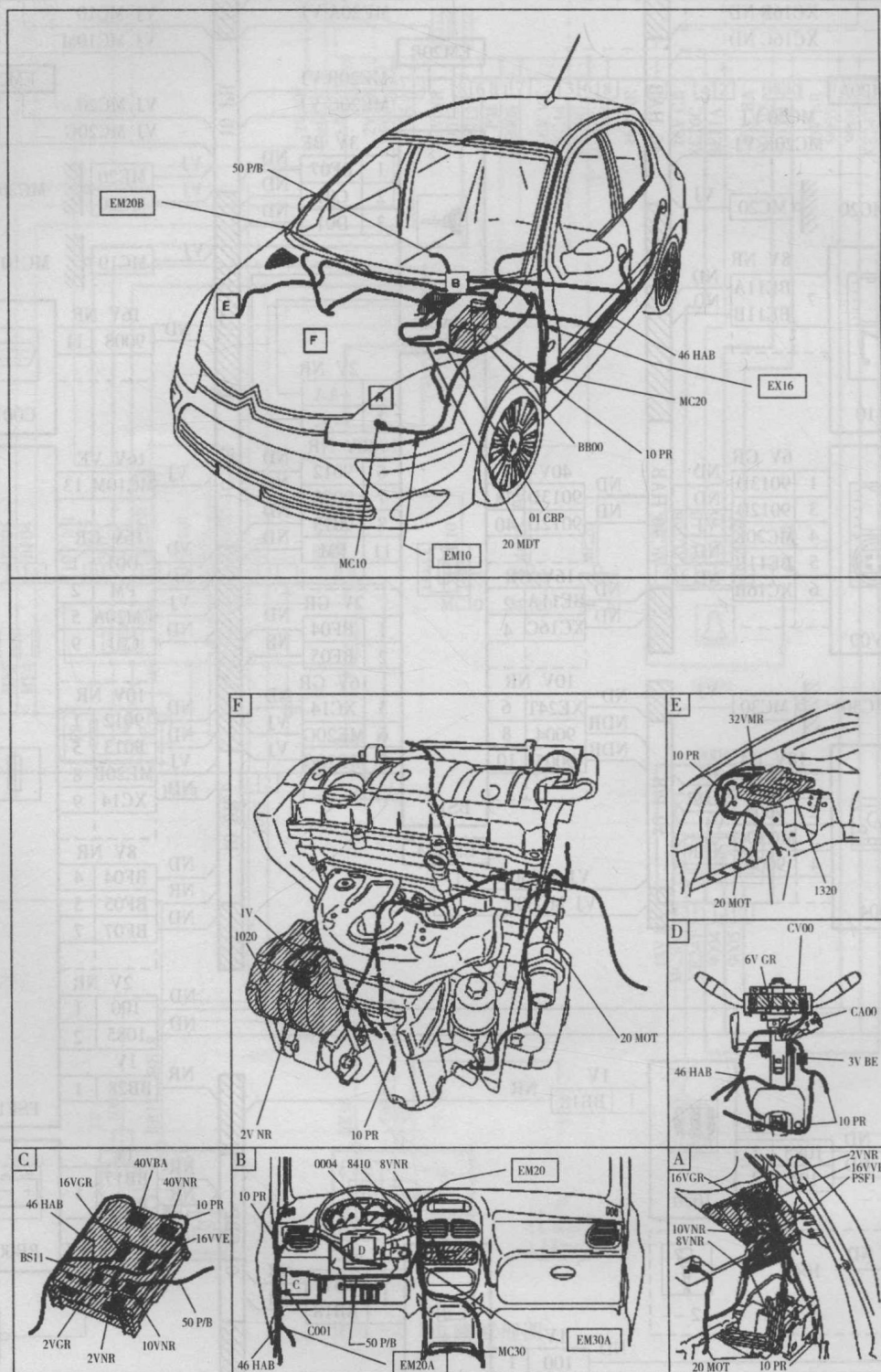


图 1-6 电气位置图