

高职高专规划教材

汽车电气系统

周培俊 邵立东 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高职高专规划教材

汽车电气系统

周培俊 邵立东 编著



机械工业出版社

本书的主要内容有汽车电路图, 电源系, 起动系, 点火系, 照明、信号、仪表、报警系统, 辅助电气设备, 汽车空调, 安全气囊, 汽车计算机控制系统, 电控燃油喷射系统, ECU 底盘控制、实习与实训和汽车电工职业资格考试资料。

本书的主要特点是结合维修企业生产实践, 对汽车维修理念的变化及时调整, 增加了现代汽车的新技术、新知识, 在理论上讲明了汽车电气设备的有关原理, 强化动手能力, 为学生工作实践和进一步提高提供了理论基础, 为学生成为动手型汽车电气系统高级维修人才打下了理论和实践基础。

本书适用于高等职业教育汽车类专业, 可作为高职高专汽车运用与维修专业教材, 也可作为中等职业院校师生及汽车维修、技术人员的学习、参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电气系统/周培俊, 邵立东编著. —北京: 机械工业出版社, 2007.4
高职高专规划教材
ISBN 978-7-111-21192-1

I. 汽… II. ①周…②邵… III. 汽车-电气设备-高等学校: 技术学校-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 038319 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: 宋学敏 张双国
责任编辑: 张双国 版式设计: 霍永明 责任校对: 程俊巧
封面设计: 张 静 责任印制: 杨 曦
北京蓝海印刷有限公司印刷
2007 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·19 印张·468 千字
0001—4000 册
标准书号: ISBN 978-7-111-21192-1
定价: 29.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294
购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话: (010) 68354423
封面无防伪标均为盗版

前言

本书编者是有 30 多年汽车维修行业工作经验的工程师，其编写的教材在教学中的使用，效果非常好，深受师生的欢迎。

本书的主要特点是结合维修企业生产实践，对汽车维修理念的变化及时调整，对一些有误导学生的内容加以修改。为了方便使用，部分电气图形符号等与原厂维修资料一致。

本书增加了现代汽车的内容，如增设了微机控制点火系、汽车空调、安全气囊、汽车遥控、发动机防起动（防盗）装置等章节，及汽车主电脑板与控制单元的内容，这些资料也可起到维修手册的作用，学生在今后工作中可以查阅。

对于实验的安排也有较大的改动，将一看就懂、一做就会的实验删掉，如删掉了蓄电池技术状况的检查与维护、蓄电池的充电方法、电源系电路连接。实验实训加强起动机性能检测、大众车系霍尔式点火系、丰田车系磁感应式点火系、电脑控制直接点火系的故障排除等内容，增加二个空调实验课。充分利用学生在校的有限学习时间，实验课安排到最有用项目，并且有的实验项目对理论学习增加感性认识起到重要作用。

本书的特点是“新”、“实”、“简”、“适”，也就是说内容比较新，重点是理论和实践相结合，理论深度适中，力求内容简单明了，适用于高等职业技术教育汽车类专业使用。在理论上讲明了汽车电气设备的有关原理，强化动手能力，为学生工作实践和进一步再提高提供了理论基础，为学生成为动手型汽车电气系统高级维修人才打下了理论和实践基础。为了帮助学生考取电工中级、高级职业资格证书，根据国家劳动和社会保障部教材办公室的资料编写了汽车电工中级、高级职业资格证书备考的内容，本书是学生“学”、“用”、“考”一体的最新教材。本书也可作为普通高校院校汽车专业教材、汽车维修企业的培训教材，也可以作为技术人员及工人的学习参考资料。

本书编写过程中得到许多老师的大力支持，在此深表感谢！由于编写时间仓促，难免有谬误，敬请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 汽车电路图	1
第一节 汽车电路设计的基本原则	1
第二节 汽车电路的识别	4
第二章 汽车电源系	53
第一节 汽车电源系概述	53
第二节 蓄电池的构造及型号	53
第三节 蓄电池的工作原理及容量	56
第四节 蓄电池的常见故障及处理	58
第五节 蓄电池的正确使用与维护	60
第六节 交流发电机的结构及产品型号	64
第七节 交流发电机工作原理	68
第八节 交流发电机的检测与维修	72
第九节 充电系统的故障诊断与排除	74
第三章 起动系	78
第一节 起动机的构造及工作原理	78
第二节 起动系控制线路	83
第三节 起动机的正确使用与维护	85
第四节 起动系的故障诊断与排除	87
第四章 点火系	90
第一节 概述	90
第二节 传统点火系的组成及工作过程	93
第三节 传统点火系二次绕组最高电压的影响因素	95
第四节 传统点火系的主要元件	96
第五节 传统点火系的维护与检修	104
第六节 电子点火系	107
第五章 照明、信号、仪表、报警系统	119
第一节 汽车照明系统	119
第二节 汽车信号系统	123

第三节 汽车仪表系及相关报警装置	129
第四节 汽车报警装置	139

第六章 辅助电气设备	141
第一节 电动刮水器及清洗装置	141
第二节 汽车电动门窗、中央门锁及电动后视镜	144
第三节 遥控装置安全防盗机构	147
第四节 轮胎气压传感系统、电动座椅、转向机伸缩机构	150
第七章 汽车空调	154
第一节 制冷空调的冷媒运作系统	154
第二节 冷媒运作系统的控制	161
第三节 汽车空调的送风配气及调温系统	165
第四节 空调系统的维护和加液	166
第五节 微型计算机控制的汽车空调系统	171
第六节 空调系统的故障排除	173

第八章 安全气囊	176
第一节 安全气囊的工作原理与构造	176
第二节 几种车型安全气囊实例	180
第三节 SRS 维修注意事项	188

第九章 汽车计算机控制系统	190
第一节 汽车计算机控制概论	190
第二节 微机控制点火系	199
第三节 电控燃油喷射系统	214
第四节 ECU 底盘控制	248

第十章 实习与实训	253
实训一 认识和掌握汽车电工的常用工具和检测设备	253
实训二 兆欧表的使用	254
实训三 汽车专用万用表的使用	255

实训四	发电机的装拆与检测·····	257	实训十六	汽车空调的查漏、抽真空 及加液·····	273
实训五	电源系故障的检查与排除·····	258	实训十七	汽车空调故障的排除·····	275
实训六	桑塔纳 LX 轿车电源系 故障的排除·····	259	实训十八	桑塔纳 2000 型 AJR 发动机供油 系统电路故障的排除·····	276
实训七	拆装起动机和起动机不能起动 的故障排除·····	261	实训十九	桑塔纳 LX 轿车照明灯光 故障的排除·····	278
实训八	传统点火系的装接·····	263	实训二十	发动机综合测试仪的使用·····	280
实训九	传统点火系的故障诊断与排除·····	264			
实训十	电子点火系信号发生器和点火 控制器的检查·····	265	附录 汽车电工职业资格证书备考 ·····	284	
实训十一	桑塔纳 LX 轿车点火系 故障的排除·····	267	附录 A	汽车维修技术管理知识摘要 ·····	284
实训十二	电控直接点火系主要部件的检测 与故障排除·····	268	附录 B	汽车电工中级职业资格证书考试模 拟题及参考答案 ·····	285
实训十三	万用电器实验台的使用·····	270	附录 C	汽车电工高级职业资格证书考 试模拟试题及参考答案 ·····	291
实训十四	故障诊断仪的认识及操作·····	272			
实训十五	汽车空调部件认识·····	272	参考文献 ·····	297	

第一章 汽车电路图

汽车电路图表述电路电源的类别、导线线径的粗细和色泽、用电器的型号和类别、导线与电器的连接关系、电流的走向和控制、插接器的编号和柱脚。汽车电路图是汽车实际电路的工程语言，是学习汽车电器和汽车电路必须掌握的基础知识。

第一节 汽车电路设计的基本原则

汽车的用电设备较多，要考虑用电设备的安全及各用电系统互相不干扰，以及各系统的独立性，在电路设计时要考虑汽车电气系统的检测与维修的方便性、电器的更换及装拆需要。各国及各大汽车制造商在汽车电器及电路设计上都有严格的要求和标准。

一、电器电路安全性要求

1. 导线的负载要求

各用电设备在使用时的用电量不同，产生的热量及对周围环境的影响不同，所以对导线的截面积和绝缘条件的要求也不相同。表 1-1 为低压导线标称截面允许负载电流值。

表 1-1 低压导线标称截面允许负载电流值

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

2. 开关及电流控制的原则

汽车上有很多开关，用来控制电器的使用。由于电器功率大小不同，如果直接用开关控制用电量较大的电器，开关的触点极易烧损。由于电器的功率量不同，汽车电源也有不同的设计。表 1-2 是德国大众汽车电源类别示意表。

表 1-2 德国大众汽车电源类别示意表

标号	意 义	标号	意 义
X	卸荷线（大功率火线）	50	起动机线
15	点火线（点火开关输出）	53	刮水器火线
30	常火线	54	制动灯电源
56	前照灯电源	56a	远光灯
56b	近光灯	58	停车灯
67	交流发电机励磁（DF）	87	继电器输出

各种电源与相应电器相匹配，可增强线路的安全可靠性。

功率较大的电器可使用点火线上的小电流电源控制继电器，继电器常火线（大电流）触点向电器供电，即用小电流控制大电流，这样保证了控制开关的安全运行，增加了其使用寿命，也保证了电器的可靠安全运作。

3. 各继电器和电器均有熔断器安全保护

汽车是一个运动机械，汽车的电源电流也随发动机运转和电器工作而变化着，充电和用电过程中难免出现过载等情况，为了保护电器和继电器的安全，汽车上装有很多熔断器。由于熔断器故障容易检查，更换又快捷，给维修和使用带来了方便，在汽车中广为应用。

4. 有些汽车装有过载保护器

过载保护器多安装于电源系统中。汽车在行驶时若突然全车无电，除蓄电池接线柱松动的原因外，另一个可能的原因就是过载保护器在起作用。

二、检测与维修的方便要求

1. 检测点的设置

现代汽车电路上均设置了检测点，即为了调试和测量线路中的有关数据及相关信号的波形，除了在 ECU 控制的汽车上有“检查连接插座”用于检测数据及提取故障码外，有些电路的接线点上也有裸露在外的检测点，如点火系中信号发生器和点火控制模块上、点火线圈上均有检测点。在电路图中有些检测点是用较大的圆形黑点表示的，有些检测点被封盖密封，在检测时才可打开封盖。

2. 线束与插接器

汽车上的导线非常多，为了布线的规整，工程师把相关及相临部分的导线做成线束。为了使维修和查线方便，各导线都用不同的颜色包括复合色来区别，复合色是在基准色上再加条状辅助色，而且条状色不能与基准色相近。图 1-1 是导线主色与辅色的示意图。

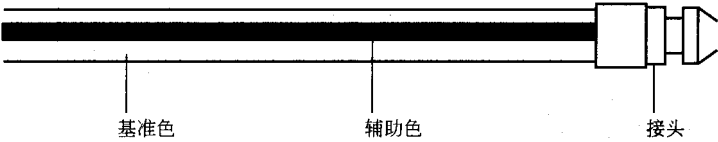


图 1-1 导线的主色与辅色

在电路图中都有导线颜色标注，为了简化颜色标注，大多数汽车制造商选用英语缩写或代号的方式来表示导线的颜色，各个国家都有自己的颜色代号。表 1-3 是各国使用的导线颜色识别表。

表 1-3 各国汽车导线颜色识别表

中文	英文	缩写	中国代码	日本代码	美国代码	德国大众	法国代码
黑色	Black	BK, BLK	B	B	B	sw	N
白色	White	WHT	W	W	W	ws	N
红色	Red	RED	R	R	R	ro	R
绿色	Green	GRN	G	G	G	gn	V
黄色	Yellow	YEL	Y	Y	Y	ge	J
棕色	Brown	BRN	N	B	B	br	M
蓝色	Blue	BLU	U	BL	BL	bi	Bl
灰色	Gray	GRY	S	Gr	Gr	gr	G
紫色	Purpl	PL	P	V	V	Li	Vi
粉红色	Pink	PNK, PK	PK	P	/	/	Ro

线束之间可用插接器相互连接。插接器上线位的多少，没有严格的规定，而是按实际要求制做。插接器的插头和插座在设计上有严格的规定。相配的插头与插座必须配合紧密，必须有防止脱开的锁止机构，相配的插头及插座的颜色也应一致，即使是相同线位的插接器也用插脚形状（如一种是圆形插脚，而另一种是扁形插脚）来区别，各插接器的尺寸大小和导槽尺寸也要有区别，这就避免了各插接器相互插错的可能，在维修时就更加安全便捷。图 1-2 所示为一般用途的插接器，图 1-3 所示为插接器闭锁装置的拆卸。

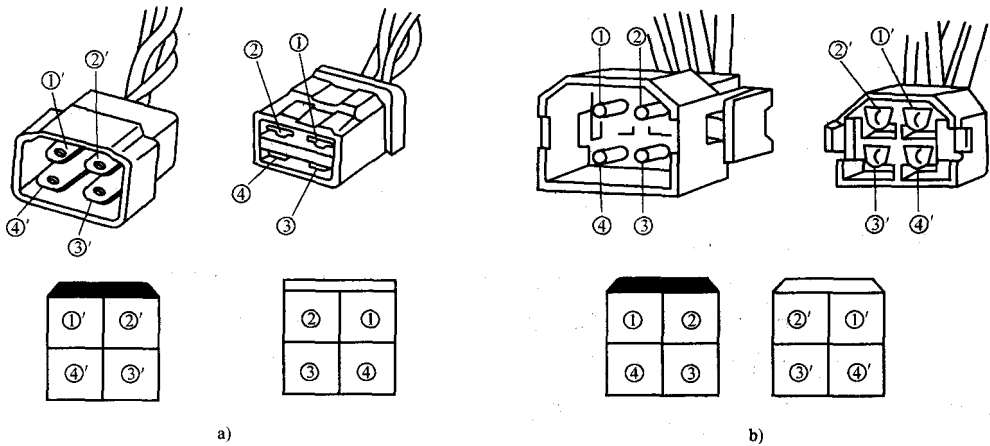


图 1-2 一般用途的插接器
a) 平端四脚插接器 b) 针状四脚插接器

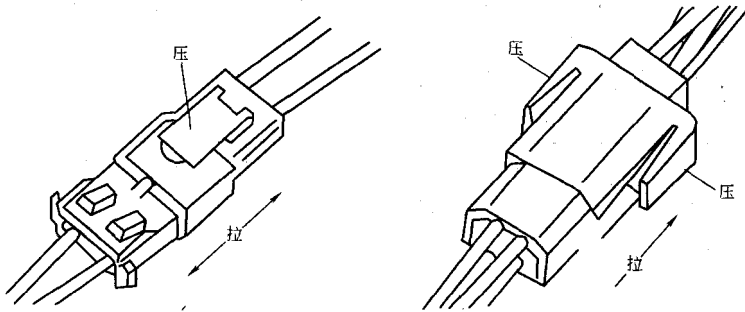


图 1-3 插接器闭锁装置的拆卸

3. 各分电路是独立而互不干扰的

汽车电路中各电器的电路是相对独立的，除发动机起动时由于电压降过大，起动过程会影响其他电器的使用外，其他各电器均不能相互干扰。

在汽车电路中有一些无须控制的电路，如汽车的制动灯信号、喇叭信号、双跳灯信号等的电路不论点火开关是否打开均可以工作，在高档的汽车上照明电路也多采用光敏晶体管自动控制。这些设计都是遵循着各电器互不干扰的原则。

如果在维修汽车电路时出现分电路相互影响的情况，一定是维修过程中出现了错误。

第二节 汽车电路的识别

汽车电路图按其画法及用途可分为三类：接线图、原理图和线路图。

接线图有两大类：中央控制板接线图和 ECU 接线图。接线图主要用于指导维修人员和装配人员怎样维修和安装电气设备，主要有电气元件的图形符号和必要的文字说明、该电气元件及焊接点的位置、导线的颜色、中央线路板各继电器标号和熔断器件号及容量、插接器的标号和线脚位置、ECU 针孔位号和相连情况（用来表示电气元件连接和走向）电器类别及符号、线径粗细和颜色。

原理图介绍系统的工作原理、控制关系及各元件的作用和功效等，是维修人员和技术人员改进和改造电路的原始资料和依据。原理图是用电气元件的图形符号来表述电路工作原理的，不是实际电路的真实表述，如实际电路的放大电路中可能有多级晶体管放大，在原理图中可用一个晶体管放大电路来代表。

线路图包括子系统线路图和全车线路图，该图可较全面的反映线路的工作原理和相互的连接情况、各子电气系统之间的相互关系及连接、线路导线的线径粗细和导线颜色等，并用文字和表格表述各电气元件的型号及用途，是全面反映电气系统特征的图样。

一、汽车电路图中符号的含义及文字说明

1. 电路图中的电器图形符号

电路图中的图形符号表示各种电器元件，这些图形符号基本是象形符号，各国及各汽车厂商的电器符号的画法均不同。有的虽然图形符号一个样式，但表示的意义却不同。由于我国目前生产的轿车大部分是引进国外技术，这些汽车的电路电器符号也沿用了这些国家的标准，有些厂家为了促销和方便国内客户对汽车的使用，也采用了我国的电器符号标注和用汉语拼音表述。下面列出三种电路图的图形符号，表 1-4 是我国汽车电气符号；表 1-5A、B 是德国大众汽车电路图的电气符号；表 1-6 是法国雪铁龙汽车电路图形符号。

表 1-4 我国汽车电气图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号	名 称	图形符号
1. 限定符号		2. 端子和导线的连接		插头的一个极	
直流	—	接点	·		
交流	~	端子	○	插头和插座	
交直流	— ~	可拆卸的端子	φ		
		导线的连接		3. 触点与开关	
正极	+	导线的分支连接		动合（常开）触点	
负极	-				
中性点	N	导线的交叉连接		动断（常闭）触点	
磁场	F				
搭铁	E上	导线的跨越		先断后合的触点	
交流发电机输出 接线柱	B				
磁场二极管输出 端	D	插座的一个极			

(续)

名 称	图形符号	名 称	图形符号	名 称	图形符号
中间断开的双向触点		4. 电器元件		熔断器	
联动开关		电阻器		易熔线	
		可调电阻器		电路断路器	
		热敏电阻器		永久磁铁	
手动开关的一般符号		滑动触点电位器		一个绕组电磁铁	
定位(非自动复位)开关		加热元件、电热塞		二个绕组电磁铁	
		电容器		不同方向绕组电磁铁	
按钮开关		可变电容器		触点常开的继电器	
能定位的按钮开关		极性电容器		触点常闭的继电器	
拉拨开关		半导体二极管一般符号		5. 仪表	
旋转、旋钮开关		单向击穿二极管、电压调整二极管(稳压管)		电压表	
液位控制开关		发光二极管		电流表	
机油滤清器报警开关		光敏二极管		欧姆表	
热敏开关动合触点		PNP 型晶体管		油压表	
热敏开关动断触点		集电极接管壳晶体管(NPN型)		转速表	
多档开关、点火、起动开关, 瞬时位置为2能自动返回到1(即2档不能定位)		具有两个电极的压电晶体		温度表	
节气门开关		电感器、线圈、绕组、扼流圈			
		带磁芯的电感器			

(续)

名 称	图形符号	名 称	图形符号	名 称	图形符号
燃油表		转速传感器		预热指示器	
速度表		速度传感器		电喇叭	
电子时钟		空气压力传感器		扬声器	
数字式电钟		制动压力传感器		蜂鸣器	
6. 传感器		蓄电池传感器		报警器、电警笛	
温度表传感器		制动灯传感器		电磁离合器	
空气温度传感器		灯传感器		用电动机操纵的 怠速调整装置	
冷却液温度传感器		制动器摩擦片传 感器		加热器(除霜 器)	
燃油表传感器		燃油滤清器积水 传感器		空气调节器	
油压表传感器		7. 电气设备		稳压器	
空气质量传感器		照明灯、信号 灯、仪表灯、指示 灯		点烟器	
空气流量传感器		双丝灯		间歇刮水继电器	
氧传感器		荧光灯		防盗报警系统	
爆燃传感器		组合灯		天线一般符号	

(续)

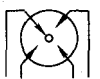
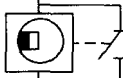
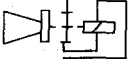
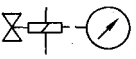
名 称	图形符号	名 称	图形符号	名 称	图形符号
发射机		传声器一般符号		火花塞	
收音机		点火线圈		电压调节器	
收录机		分电器		串励绕组	

表 1-5 德国大众汽车电路图的电气符号 (A)

电气符号	电气名称	电气符号	电气名称
	电阻		速度传感器
	二极管		白炽灯
	稳压二极管		双灯丝白炽灯
	发光二极管		内饰灯
	指针式仪表		点烟器
	电子控制器		点烟器
	指针式时钟		后风窗加热装置
	数字式时钟		电喇叭
	多功能显示器		蜂鸣器
	蜂鸣器		插接
	燃油指示器		
			多孔插接

(续)

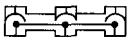
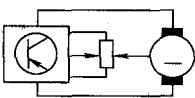
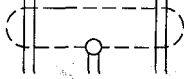
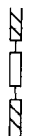
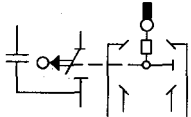
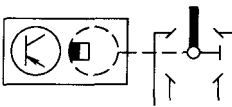
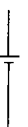
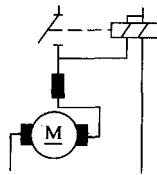
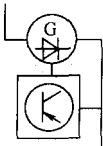
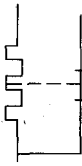
电气符号	电气名称	电气符号	电气名称
	线路分配器		灯光调节电动机
	可拆式线路连接		上止点传感器 (感应式传感器)
	不可拆式线路连接		
	元件内部的连接		滑动触点
	电阻导线		

表 1-5 德国大众汽车电路图的电气符号 (B)

电气符号	电气名称	电气符号	电气名称
	熔丝		分电器 (机械式)
	过载熔丝		分电器 (电子式)
	蓄电池		火花塞插头及火花塞
	起动机		加热器加热电阻
	发电机		化油器自动阻风门
	点火线圈		热时间阀

(续)

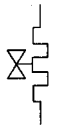
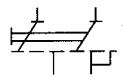
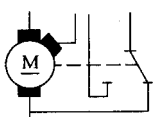
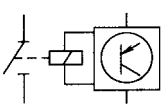
电气符号	电气名称	电气符号	电气名称
	暖风调节器 附加空气阀		机械控制开关
	电磁阀		压力开关
	电动机		手动多极开关
	刮水器电动机		可变电阻
	手动开关		热敏电阻
	热敏开关		继电器
	手动按钮开关		继电器 (电子控制式)

表 1-6 法国雪铁龙汽车电路图形符号

电气符号	名称	电气符号	名称	电气符号	名称
	线头焊片接点		绞接		手动开关
	插头接点		焊点搭线		转换开关
	插接器接点		插接器搭铁		常开触点
	带分辨号插接器接点		外壳搭铁		常闭触点
	绞接		开关		手动开关

(续)

电气符号	名称	电气符号	名称	电气符号	名称
	机械开关		压敏电阻		屏闭装置
	压力开关		可调电阻		蓄电池
	温度开关		分流器		电容器
	延时断开触点		线圈		电动机
	延时装和合触点		指示灯		双速电动机
	摩擦式触点		照明灯		交流电动机
	点烟器		双灯丝照明灯		扬声器
	电阻		发光二极管		电子控制组件
	可调电阻		光敏二极管		继电器组件
	手动可调电阻		二极管		框图
	机械可调电阻		熔断器		框图
	热敏电阻		热断电路		部分框图

(续)

电气符号	名称	电气符号	名称	电气符号	名称
	部分框图		电极差		NPN 晶体管
	指示灯		氧气探测器		PNP 晶体管
	热电耦		接线柱		备用

2. 字母文字

汽车的电器很多，如开关、熔断器、继电器、电动机等，它们在电路中的位置和作用不同，为了把同种电器设备区别开来，用角标 1、2、3 等阿拉伯数字区分开来，用不同的字母把不同用途的用电器区分开来。比如德国大众汽车在电路图中用规定的字母和数字表示部件的类别、序号：用 E 表示人控手动开关，E₁ 表示灯光开关，E₃₀ 表示空调开关；F 表示非人控开关，F₂ 表示左前门指示灯搭铁开关，F₅ 表示行李箱照明开关；J 表示继电器，J₂ 表示转向灯继电器，J₅ 表示雾灯继电器；K 表示指示灯，K₁ 表示前照灯远光指示灯；L 表示照明灯或灯泡；S 表示熔断器，S₁ 表示散热器风扇熔断器。

在汽车电路图中除了用字母和阿拉伯数字注角外，在我国汽车图纸上也常采用汉语拼音标注的方法来说明用电器的名称和所在方位。

3. 电路图的表达方式及特点

在电路图的画法中除接线图外，原理图和电路图多采用“纵向排列式”画法。纵向排列就是上面是电源，下端是搭铁，各用电器、开关、熔断器等在两线（电源线、搭铁线）之间，这些用电器、电器元件与电源和搭铁组成子电气系统，各个子电气系统组合起来就是全车电路图。

1) 用颜色代号和英语缩写表达导线的颜色（可查看表 1-3）。

2) 在导线上用阿拉伯数字表述导线线径的标称截面积（mm²）的值，这样就直截表述了线径的粗细。

3) 可以表述导线连接形式是否为插接器连接、插接器的代号颜色和该线处于该插接器的脚位。

4) 能表达该电路在全车电路中的位置。将电器及线路所处汽车电路中的方位用阿拉伯数字在接线图下方或上方标注，使检查和维修变得容易。

5) 在电路图中为了画法的简捷、图线的清晰，有些导线连接是跨子系统、用方框内标阿拉伯字母的方式表述连接点的，即方框内数字相同的导线是相互连接的。有的电路图中用圆圈和圆圈内标注字母和数字的方法表示相同连接点，也有的电路图中用汉语说明的方法来表示各导线连接形式。