


面向“十三五”职业教育精品规划教材



汽车电路识图

李赫 范真维 邹玉清 主编

 中央广播电视大学出版社

面向“十三五”职业教育精品规划教材

汽车电路识图

李赫 范真维 邹玉清 主 编

中央广播电视大学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路识图 / 李赫, 范真维, 邹玉清主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2016. 7
面向“十三五”职业教育精品规划教材
ISBN 978-7-304-07475-3

I. ①汽… II. ①李… ②范… ③邹… III. ①汽车—
电气设备—电路图—识图—职业教育—教材 IV. ①U463.620.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 181952 号

版权所有, 翻印必究。

面向“十三五”职业教育精品规划教材
汽车电路识图

QICHE DIANLU SHITU

李赫 范真维 邹玉清 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010-66490011

总编室 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 程业刚

责任校对: 宋亦芳

责任编辑: 邹伯夏

责任印制: 赵连生

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

版本: 2016 年 7 月第 1 版

2016 年 8 月第 2 次印刷

开本: 787 mm×1092 mm 1/16

印张: 14.25 字数: 333 千字

书号: ISBN 978-7-304-07475-3

定价: 33.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

前 言

随着汽车工业的飞速发展，汽车的新技术、新工艺不断更新，电工电子技术在汽车上的应用越来越广泛，电工电子设备在车辆中所占的比例也越来越大，这就要求现代汽车的使用、维护与检测人员应当向着机电复合型人才的方向发展。因此，汽车电路识图是高职高专院校汽车类专业的一门特别重要的必修基础课程。通过本课程的学习，可使学生掌握基本的汽车电路理论基础和识图技能。

本书的编写从汽车类专业人才培养出发，坚持“以就业为导向，以全面素质为基础，以能力为本位”的宗旨，指导读者掌握必需的电路理论基础和识图能力，是帮助读者成为现代汽车维修人才的良好教材之一。全书共分6章，主要内容包括：直流电路、正弦交流电路、电磁学、模拟及数字电路、汽车电路基础、汽车安全用电。本教材以电工、电子基础知识与汽车专业知识相结合作为出发点，力求有较宽的覆盖面来容纳较大的信息量，理论深度适中，强化实用技能。

本书可作为职业技术学院汽车类相关专业的课程教材，也可作为汽车领域相关技术人员的参考和培训用书。

本书第1、2章由邹玉清编写，第3、4章由李赫编写，第5、6章由范真维编写，以上编者均来自于吉林电子信息职业技术学院。

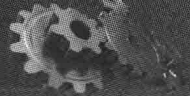
本书在编写过程中，参阅了大量相关书籍和资料，吸取了许多有益的内容，在此向其作者致以诚挚的谢意。

由于本书内容涉及较广，作者的学术水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者
2016年4月

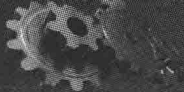
目 录

→ 第 1 章 直流电路	1
1.1 电路的组成与模型	1
1.1.1 实际电路的组成与功能	1
1.1.2 电路模型	2
1.1.3 电路的基本物理量	2
1.2 导线	6
1.2.1 导线的选择	6
1.2.2 汽车常用的导线	7
1.3 电阻	9
1.3.1 电阻与电阻元件	9
1.3.2 电阻元件的伏安特性——欧姆定律	13
1.3.3 电阻元件上消耗的功率与能量	14
1.3.4 特殊电阻器在汽车上的应用	15
1.4 电容	17
1.4.1 电容器与电容元件	17
1.4.2 电容元件的伏安特性	20
1.4.3 电容的储能	21
1.4.4 电容器在汽车电路中的应用	22
1.5 电感	22
1.5.1 电感线圈和电感元件	22
1.5.2 电感元件的伏安特性	23
1.5.3 电感元件的储能	24
1.5.4 电感线圈在汽车中的应用	25
1.6 电路分析与计算	25
1.6.1 基尔霍夫定律	25
1.6.2 电路中各点电位的分析	28
1.7 电路暂态分析	30



→ 第 2 章 正弦交流电路	32
2.1 正弦交流电的基本概念	32
2.1.1 交流电	32
2.1.2 交流电的三要素	32
2.2 单相交流电路	35
2.2.1 电阻元件的正弦交流电路	35
2.2.2 电感元件的正弦交流电路	37
2.2.3 电容元件的正弦交流电路	38
2.3 三相交流电路	39
2.3.1 三相电源	40
2.3.2 对称三相电路的分析	43
2.3.3 三相电路的功率	46
→ 第 3 章 电磁学	48
3.1 电磁学基础	48
3.1.1 电磁学的发展	48
3.1.2 磁路的基础知识	48
3.1.3 磁场的基础知识	49
3.1.4 电磁学的基本定律	50
3.1.5 电磁材料	54
3.1.6 磁路的计算	56
3.2 变压器	59
3.2.1 变压器的结构和额定参数	60
3.2.2 变压器的基本原理	61
3.3 电磁铁	64
→ 第 4 章 模拟及数字电路	66
4.1 半导体与二极管的基础知识	66
4.1.1 半导体的基本知识	66
4.1.2 二极管	70
4.2 三极管	78
4.2.1 三极管基本特性	78
4.2.2 共射基本放大电路	87

4.2.3	放大电路的性能指标	91
4.2.4	放大电路的分析方法	93
4.3	负反馈放大电路	102
4.3.1	反馈的基本概念	102
4.3.2	反馈的判断方法	104
4.3.3	负反馈放大器的组态	105
4.4	集成运算放大器	108
4.4.1	集成运算放大器概述	108
4.4.2	集成运放电路应用	111
4.5	直流稳压电源	118
4.5.1	直流稳压电源的基本组成和工作原理	118
4.5.2	串联反馈式稳压电路	124
4.6	逻辑代数基础	127
4.6.1	数制与编码	127
4.6.2	逻辑函数的表示	130
4.7	基本逻辑门电路	131
4.7.1	分立元件门电路	132
4.7.2	常用基本逻辑门电路及其符号	133
4.8	集成门电路	135
4.9	A/D 转换器	137
→ 第 5 章	汽车电路基础	138
5.1	汽车电路概念及组成	138
5.1.1	汽车电路的概念	138
5.1.2	汽车电路的组成	138
5.2	汽车电路的特点	146
5.3	汽车电路原理图常用符号	148
5.3.1	图形符号	148
5.3.2	文字符号	152
5.4	汽车电路图识图一般方法	157
5.4.1	汽车电路图的种类	157
5.4.2	汽车电路图的识图方法	159



5.5 典型汽车电路图的识读	163
5.5.1 德系汽车电路图的特点	163
5.5.2 日系汽车电路图的特点	167
5.6 汽车主要电气系统电路图识图	177
→ 第6章 汽车安全用电	204
→ 参考文献	218

1.1 电路的组成与模型

1.1.1 实际电路的组成与功能

在日常生活和工作中，人们会遇到各种各样的电路，如照明电路、收音机中选取所需电台的调谐电路、电视机中的放大电路，以及生产和科研中各种专门用途的电路等。电路(circuit)是由电气设备和元器件按一定方式连接起来的整体，它提供电流流通的路径。电路一般由电源、负载、导线和控制设备组成。

(1) 电源是对外提供电能的装置，它将其他形式的能量转换成电能。例如，干电池和蓄电池将化学能转换成电能，发电机将热能、水能、风能、原子能等转换成电能。电源是电路中能量的来源，是推动电流运动的源泉，在它的内部进行着由非电能到电能的转换。

(2) 负载是取用电能的装置，它把电能转换为其他形式的能量。例如，白炽灯将电能转换成光能，电动机将电能转换为机械能，电炉将电能转换为热能等。

(3) 导线和控制设备用来连接电源和负载，为电流提供通路，起传递和控制电能的作用，并根据负载需要接通和断开电路。

电路的功能和作用一般有两类。

第一类功能是进行能量的传输和转换。常用于电力用电系统，其电路示意图如图 1-1 (a) 所示，发电机将其他形式的能量转换成电能，经变压器、输电线传输到各用电部门，在用电部门又通过电灯、电动机、电炉等负载把电能转换成光能、机械能、热能等能量而加以利用。在这类电路中，一般要求在传输和转换过程中尽可能地减少能量损耗以提高效率。

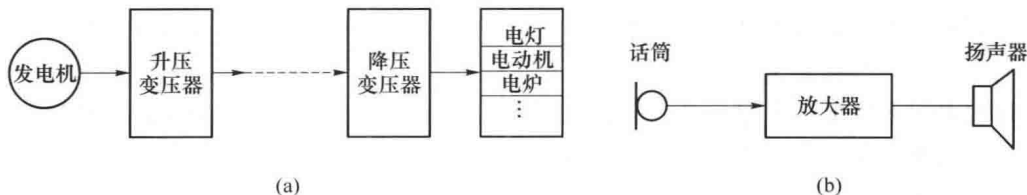


图 1-1 电路示意图

第二类功能是进行信号的传递与处理。常见的例子有扩音器，其电路示意图如图 1-1 (b) 所示，话筒作为信号源将声音转换为电信号，扬声器作为负载将电信号还原为声音信号。由于话筒输出的电信号较微弱，不能直接推动扬声器发音，所以通过中间环节放大器来放大电信号，即完成信号的处理。电视机也是一种信号的传递与处理电路，接收天线(信号



源) 将接收到的载有声音、图像的电磁波转换为电信号, 经过调谐、变频、检波、放大等中间环节进行信号的处理, 然后送到显像管和扬声器还原为图像和声音。对于这一类电路, 虽然也有能量的传输和转换问题, 但人们更关心的是对信号处理的质量, 如要求准确、不失真等。

1.1.2 电路模型

实际的电路器件在工作时的电磁性质是比较复杂的, 不是单一的。例如, 白炽灯、电加热器, 它们在通电工作时能把电能转换成热能, 消耗电能, 具有电阻的性质, 但其电压和电流还会产生电场和磁场, 故也具有储存电场能量和磁场能量, 即电容和电感的性质。

在进行电路的分析和计算中, 如果要考虑一个器件所有的电磁性质, 是十分困难的。为此, 对于组成实际电路的各种器件, 应该忽略次要因素, 只抓住其主要电磁特性, 把工程实际中的各种设备和电路元件用有限的几个理想化的电路元件 (circuit element) 表示。例如, 白炽灯可用只具有消耗电能的性质, 而没有电场和磁场特性的理想电阻元件近似表征; 一个电感线圈可用只具有储存磁场能量的性质, 而没有电阻及电容特性的理想电感元件表征。这种由一个或几个具有单一电磁特性的理想电路元件组成的电路就是实际电路的电路模型 (circuit model), 图 1-2 即为图 1-3 的电路模型。

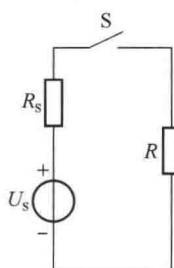


图 1-2 电路模型

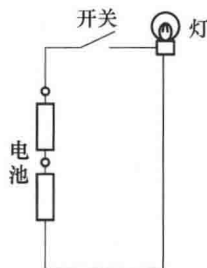


图 1-3 手电筒电路

用特定的符号表示实际电路元件而连接成的图形叫作电路图 (circuit diagram)。人们在进行理论分析时所指的电路就是这种电路模型。这种替代会带来一定的误差, 但在一定的条件下可以忽略这一微小的误差, 待研究清楚基本规律后, 在实际工程问题中需要更精密地研究时, 再考虑由于这种替代所带来的误差。根据对电路模型的分析所得出的结论有着广泛而实际的指导意义。

理想电路元件简称电路元件, 通常包括电阻元件、电感元件、电容元件、理想电压源和理想电流源。前三种元件均不产生能量, 称为无源元件; 后两种元件是电路中提供能量的元件, 称为有源元件。

1.1.3 电路的基本物理量

在电路理论中分析和研究的物理量很多, 但主要的是电流、电压和电功率, 其中电流、电压是电路中的基本物理量。

1.1.3.1 电流

在物理中已经讲述过，电荷的定向移动形成电流（current）。电流的实际方向一般是指正电荷运动的方向。电流的大小通常用电流强度（current intensity）表示，电流强度指单位时间内通过导体横截面的电荷量。电流强度习惯上简称为电流。

电流主要分为两类：一类为恒定电流，其大小和方向均不随时间而变化，简称为直流（direct current），常简写作 dc 或 DC，其强度用符号 I 表示。另一类为变动电流，其大小和方向均随时间而变化，其强度用符号 i 表示。其中，一个周期内电流的平均值为零的变动电流称为交流电流（alternating current），常简写作 ac 或 AC，其强度也用符号 i 表示。

图 1-4 给出了几种常见电流，图 1-4 (a) 为直流电流，图 1-4 (b)、图 1-4 (c) 均为交流电流。其中，图 1-4 (b) 为正弦交流电流，图 1-4 (c) 为锯齿波电流。

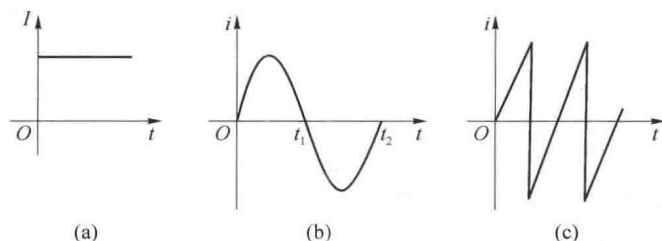


图 1-4 几种常见电流

(a) 直流电流；(b) 正弦交流电流；(c) 锯齿波电流

对于直流电流，单位时间内通过导体横截面的电荷量是恒定不变的，其电流强度为：

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-1)$$

对于变动电流（含交流），若假设在一很小的时间间隔 dt 内，通过导体横截面的电荷量为 dq ，则该瞬间电流强度为：

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-2)$$

电流的单位是安培（Ampere），SI 符号为 A。它表示 1 秒（s）内通过导体横截面的电荷量为 1 库仑（C）。有时也会用到千安（kA）、毫安（mA）或微安（ μA ）等，其关系如下：

$$1 \text{ kA} = 10^3 \text{ A}, \quad 1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}, \quad 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

在分析比较复杂的电路时，某一段电路中电流的实际方向很难立即判断出来，有时电流的实际方向还会不断改变，因此在电路中很难标明电流的实际方向。为了分析方便，下面引入电流的“参考方向”（reference direction）这一概念。

在一段电路或一个电路元件中，事先任意假设的一个电流方向称为电流的参考方向。电流的参考方向可以任意假设，但电流的实际方向是客观存在的，因此，所假设的电流参考方向并不一定就是电流的实际方向。本书中用实线箭头表示电流的参考方向，用虚线箭头表示电流的实际方向。电流的参考方向与实际方向如图 1-5 所示。

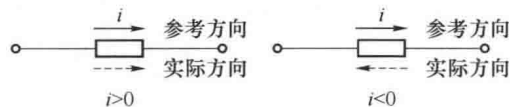
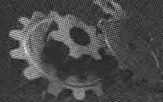


图 1-5 电流的参考方向与实际方向



由图 1-5 可以看出, 当 $i > 0$ 时, 电流的实际方向与假设的参考方向一致; 当 $i < 0$ 时, 电流的实际方向与假设的参考方向相反。

当然, 电流的参考方向也可以用双下标表示, 如 i_{ab} 表示其参考方向由 a 指向 b 。

电流的实际方向是客观存在的, 它不因其参考方向选择的不同而改变, 即存在 $i_{ab} = -i_{ba}$ 。本书中不加特殊说明时, 电路中的公式和定律都是建立在参考方向的基础上的。

1.1.3.2 电压

电路分析中另一个基本物理量是电压 (voltage)。

在物理中已经讲述过, 直流电路中 a 、 b 两点间电压的大小等于电场力把单位正电荷由 a 点移动到 b 点所做的功。电压的实际方向就是正电荷在电场中受电场力作用移动的方向。

在直流电路中, 电压为一个恒定值, 用 U 表示, 即:

$$U = \frac{W}{Q} \quad (1-3)$$

在变动电流电路中, 电压为一个变值, 用 u 表示, 即:

$$u = \frac{dW}{dq} \quad (1-4)$$

电压的单位是伏特 (Volt), 简称伏, SI 符号为 V, 即电场力将 1 库仑 (C) 正电荷由 a 点移至 b 点所做的功为 1 焦耳 (J) 时, a 、 b 两点间的电压为 1 V。

有时也需用千伏 (kV)、毫伏 (mV)、微伏 (μ V) 作为电压的单位。

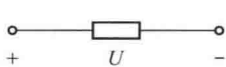


图 1-6 电压的参考方向表示法

像电流需要指定参考方向一样, 在电路分析中, 也需要指定电压的参考方向。在元件或电路中两点间可以任意选定一个方向作为电压的参考方向。电路图中, 电压的参考方向一般用“+”“-”极性表示 (电压参考方向由“+”极性指向“-”极性), 如图 1-6 所示。

当然, 电压的参考方向也可用实线箭头或双下标 u_{ab} (电压参考方向由 a 点指向 b 点) 表示。

当 $u > 0$, 即电压值为正时, 电压的实际方向与它的参考方向一致; 反之, 当 $u < 0$, 即电压值为负时, 电压的实际方向与它的参考方向相反。电压的参考方向与实际方向的关系如图 1-7 所示。

在电路分析中, 电流的参考方向和电压的参考方向都可以各自独立地任意假设。但为了分析问题方便, 对一段电路或一个元件, 通常采用关联参考方向 (associated reference direction), 即电压的参考方向与电流的参考方向是一致的。电流从标有电压“+”极性的一端流入, 并从标有电压“-”极性的另一端流出, 如图 1-8 所示。

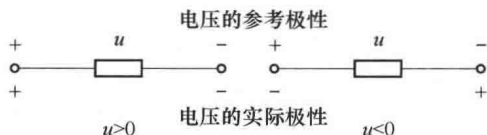


图 1-7 电压的参考方向与实际方向

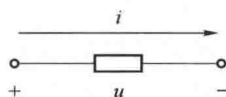


图 1-8 电流与电压的关联参考方向

1.1.3.3 电功率与电能

1. 电功率

在电路的分析和计算中，功率和能量的计算是十分重要的。这是因为：一方面，电路在工作时总伴随有其他形式能量的相互转换；另一方面，电气设备和电路元件本身都有功率的限制，在使用时要注意其电流或电压是否超过额定值，过载会使设备或部件损坏，或是无法正常工作。

电路吸收（或消耗）的功率等于单位时间内电路吸收（或消耗）的能量。由此可定义：

$$p = \frac{dW}{dt} = ui \quad (1-5)$$

在直流电路中，电流、电压均为恒定量，故：

$$P = UI \quad (1-6)$$

在式（1-5）和式（1-6）中，电流和电压为关联参考方向，计算的功率为电路吸收（或消耗）的功率。当某段电路上电流和电压为非关联参考方向时，这段电路吸收（或消耗）的功率为：

$$p = -ui \quad (1-7)$$

或：

$$P = -UI \quad (1-8)$$

在 SI 中，功率的单位为瓦特（Watt），简称瓦，SI 符号为 W。

根据实际情况，电路吸收（或消耗）的功率有以下几种情况：

- ① $p > 0$ ，说明该段电路吸收（或消耗）的功率为 p 。
- ② $p = 0$ ，说明该段电路不吸收（或消耗）的功率。
- ③ $p < 0$ ，说明该段电路吸收（或消耗）功率的数值为 p ，而实际上是输出（或提供）功率，输出（或提供）的功率为 $-p$ 。

2. 电能

从 t_0 到 t 的时间内，元件吸收的电能可根据电压的定义（ a 、 b 两点的电压在量值上等于电场力将单位正电荷由 a 点移动到 b 点所做的功）求得，即：

$$W = \int_{t_0}^t u(t)i(t)dt \quad (1-9)$$

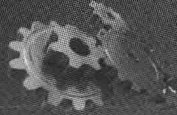
在直流电路中，电流、电压均为恒定量，在 $0 \sim t$ 段时间内电路消耗的电能：

$$W = UI t = Pt \quad (1-10)$$

若功率的单位为 W，时间的单位为 s，则电能的 SI 单位是焦耳（Joule），符号为 J。

在实际生活中，电能的单位常用千瓦时（kW·h）表示。1 kW·h 的电能通常称作 1 度电。1 度电为：

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = (1000 \times 3600) \text{ J} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$



1.2 导线

1.2.1 导线的选择

1.2.1.1 常用导线的分类

导线按材料不同分为铜线和铝线。铜线具有电阻率小、机械强度大等优点。铝线具有质量小、价格便宜的优点，但机械强度小、较脆。汽车电路和移动电器接线一般用铜线。固定电器接线尽量采用铝线。

导线按所加电压不同分为低压导线和高压导线。高压导线用于传送高电压，如点火系统的高压线。

导线按有无绝缘保护层分为裸线和绝缘线。裸线外面没有绝缘保护层，绝缘线外面有绝缘保护层。

导线按绝缘材料不同分为聚氯乙烯（塑料）绝缘线和橡皮绝缘线。

1.2.1.2 导线的选择

1. 导线型号选择及用途

对于低压交直流配电线路，根据导线敷设的方法，其型号可参见表 1-1 进行选择。

表 1-1 常用导线的型号及主要用途

导线型号		额定电压/V	导线名称	主要用途	最小截面/mm ²
铝线	铜线				
LJ	TJ	—	裸绞线	室外架空线	25
LGJ	—	—	钢芯铝绞线	室外大跨度架空线	—
BLV	BV	500	聚氯乙烯绝缘线	室内架空线或穿管敷设	2.5
BLX	BX	500	橡皮绝缘线	室内架空线或穿管敷设	2.5
BLXF	BXF	500	氯丁橡上绝缘线	室内外敷设	—
BLVV	BVV	500	塑料护套线	室内固定敷设	—
—	RV	250	聚氯乙烯绝缘软线	250 V 以下各种移动电器接线	0.5
—	RVS	250	聚氯乙烯绝缘绞型软线	250 V 以下各种移动电器接线	0.5
—	RVV	500	聚氯乙烯绝缘护套软线	250 V 以下各种移动电器接线	—

2. 导线截面选择

我国的导线规格是以其截面积作为标称值的。导线标称截面积是经过换算的线芯截面积，而不是实际几何面积。

一般根据电路的额定电压、工作电流和绝缘要求等选取导线截面、绝缘层的类型。

对于短距离配电线路（200 m 以内），常用发热条件选择导线截面。一般家庭、修理厂和汽车上的导线均按此方法选线。具体方法如下：由公式 $I=P/U$ 计算出该负载的工作电流，然后根据导线的允许电流等于或略大于计算电流，直接从表 1-2 中选择导线。

表 1-2 部分 500 V 橡皮与塑料绝缘电力电缆载流量表

单位：A

导线 截面/mm ²	成品外 截面/mm ²	铜芯橡皮或塑料绝缘电力电缆				铝芯橡皮或塑料绝缘电力电缆			
		明敷 (25℃)		穿塑料管 (25℃)		明敷 (25℃)		穿塑料管 (25℃)	
		橡皮	塑料	2 根 (橡皮)	2 根 (塑料)	橡皮	塑料	2 根 (橡皮)	2 根 (塑料)
1.5	4.6	27	24	17	16	—	—	—	—
2.5	5.0	35	32	25	24	27	25	19	18
4	5.5	45	42	33	31	35	32	25	24
6	6.2	58	55	43	41	45	42	33	31
10	7.8	85	75	59	56	65	59	44	42
16	8.8	110	105	76	72	83	80	58	55
25	10.6	145	138	100	95	110	105	77	73

1.2.2 汽车常用的导线

汽车用导线有高压导线和低压导线两种，均采用铜质多芯软线，外层为绝缘层。绝缘层一般采用聚氯乙烯绝缘层或聚氯乙烯丁腈复合绝缘层。

1.2.2.1 低压导线

1. 导线的截面积

导线截面积主要根据其工作电流选择，但是对于一些工作电流较小的电器，为保证其应具有一定的机械强度，故在不同场合应规定导线截面积的最小值。汽车电器中导线截面不得小于 0.5 mm^2 。各种低压导线标称截面积所允许的负载电流见表 1-3。

表 1-3 低压导线标称截面积允许负载电流值

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

汽车 12 V 电系主要线路导线标称截面积推荐值见表 1-4。

表 1-4 12 V 车系主要线路导线标称截面积推荐值

标称截面积/mm ²	用 途
0.5	尾灯、顶灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、刮水器、时钟、燃油表、水温表、油压表等电路
0.8	转向灯、制动灯、停车灯、断电器等电路
1.0	前照灯、电喇叭（3 A 以下）电路
1.5	前照灯、电喇叭（3 A 以上）电路
1.5~4.0	其他 5 A 以上电路
4~6	柴油车电热塞电路
6~25	电源电路
16~95	起动电路

2. 导线颜色

各国汽车厂商在电路图上多以字母（主要是英文字母）表示导线外皮的颜色及其条纹的颜色。日本常用单个字母表示，个别用双字母，其中后一位是小写字母；中国标准大体上与此相同。美国常用 2~3 个字母表示一种颜色，如果导线上有条纹，则要书写较多字母。德国汽车导线颜色代号，各厂商甚至各牌号不尽一致，也有的厂商如斯坎尼亚汽车导线采用数字代号表示颜色。汽车用导线颜色代号见表 1-5。

表 1-5 汽车用导线颜色代号

颜色	中	英	美	日	本田 现代	德	奥迪 4、5、 6 缸	帕萨 特	奔 驰	宝 马	奥地 利	法	波 兰	奥托 山大 客	俄罗 斯	罗马 尼亚	波罗 乃兹	斯坎 尼亚
黑	B	Black	BLK	B	BLK	SW	sw	BK	BK	SW	B	BL	N	b	ч	N	NERO	01
白	W	White	WHT	W	WHT	WS	ws	WT	WT	WS	C	W	B	w	б, в	A	BIANCO	05
红	R	Red	RED	R	RED	RT	ro	RD	RD	RT	A	R	R	r	лк	R	ROSSO	02
绿	G	Green	GRN	G	GRN	GN	gn	GN	GN	GN	F	GN	V	g	з	V	VERDE	03
深绿		Dark Green	DK GRN					DKGN										
淡绿		Light Green	LT GRN	Lg	LT GRN			LTGN										
黄	Y	Yellow	YEL	Y	YEL		ge	YL	YL	GE	D	Y	G	y	ж	G	GIALLO	04
蓝	BI	Blue	BLU	L	BLU	BL	bl	BU	BU	BL	I	BU	A	b	г	B	BLU	08
淡蓝		Light Blue	LT BLU	Sb	LT BLU			LTBU			K		L	a			AZZURRO	
深蓝		Dark Blue	DK BLU					DKBU										
粉红	P	Pink	PNK	P	PNK			PK	PK	RS	N		S	p	p		ROSA	
紫	V	Violet	PPL	PU	PUR	VI	li	PL(YI)	VI	VI	G	VI	Z	v	ф, φ	Vi	VIOLA	09
橙	O	Orange	ORN	Or	ORN			OG		OR			C	o	o		ARANCIO	
灰	Gr	Grey	GRY	Gr	GRY		gr	GY	GY	GR		G	H	gr	c	C	GRIGIO	07
棕	Br	Brown	BRN	Br	BRN	BK	br	BN	BR	BR	L		M	br	кор ки		MARRONE	
棕褐		Tan	TAN					TN				Br						
无色		Clear	CLR															

另外,导线颜色要容易区别。例如,常用黑、白、红、绿、黄、蓝、灰、棕、紫;其次用粉红、橙、棕褐;再次为深蓝、浅蓝、深绿、浅绿。在导线上采用条纹标志要对比强烈,如黑白、白红等。双色线的主色所占比例大些,辅助色所占比例小些。辅助色条纹与主色条纹沿圆周表面的比例为1:5至1:3。双色线的标注第一色为主色,第二色为辅助色。我国规定汽车导线颜色的选用程序见表1-6。

表 1-6 汽车导线颜色选用程序

选用程序	1	2	3	4	5	6
导 线 颜 色	B	BW	BY	BR		
	W	WR	WB	WB	WY	WG
	R	RW	RB	RY	RG	RBI
	G	GW	GR	GY	GB	GBI
	Y	YR	YB	YG	YB	YW
	Br	BrW	BrR	BrY	BrB	
	Bl	BlW	BlR	BlY	BlB	Bl0
	Gr	GR	GrY	GrBl	GrB	Gr0

3. 线束

汽车用低压导线除蓄电池导线外,都用绝缘材料(如薄聚氯乙烯带)缠绕包扎成束,避免水、油的侵蚀及磨损。在线束布线过程中不许拉得太紧,线束穿过洞口或绕过锐角处都应有套管保护。线束位置确定后,应用卡簧或绊钉固定,以免松动损坏。

1.2.2.2 高压导线

在汽车点火线圈至火花塞之间的电路使用高压点火线,简称高压线。它分为普通铜芯高压线及高压阻尼点火线,高压阻尼点火线可抑制和衰减点火系统产生的高频电磁波,降低对无线电设备及电控装置的干扰。

点火系统的高压线,由于工作电压一般为15 kV以上,电流小,因此高压线绝缘包层厚、耐压性能好、线芯截面较小。国产汽车用的高压线有铜芯线和阻尼线两种。高压阻尼线的线芯采用聚氯乙烯树脂、癸二酸二辛酯等有机材料配制而成,又称半导体塑芯高压线。其线芯具有一定阻值,具有低电磁辐射的特点,可减少点火系统的电磁波公害。

关于车用导线,后续章节还有介绍。

1.3 电阻

1.3.1 电阻与电阻元件

1.3.1.1 电阻与电阻元件

电荷在电场力的作用下做定向运动时,通常要受到阻碍作用。物体对电子运动呈现的