



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

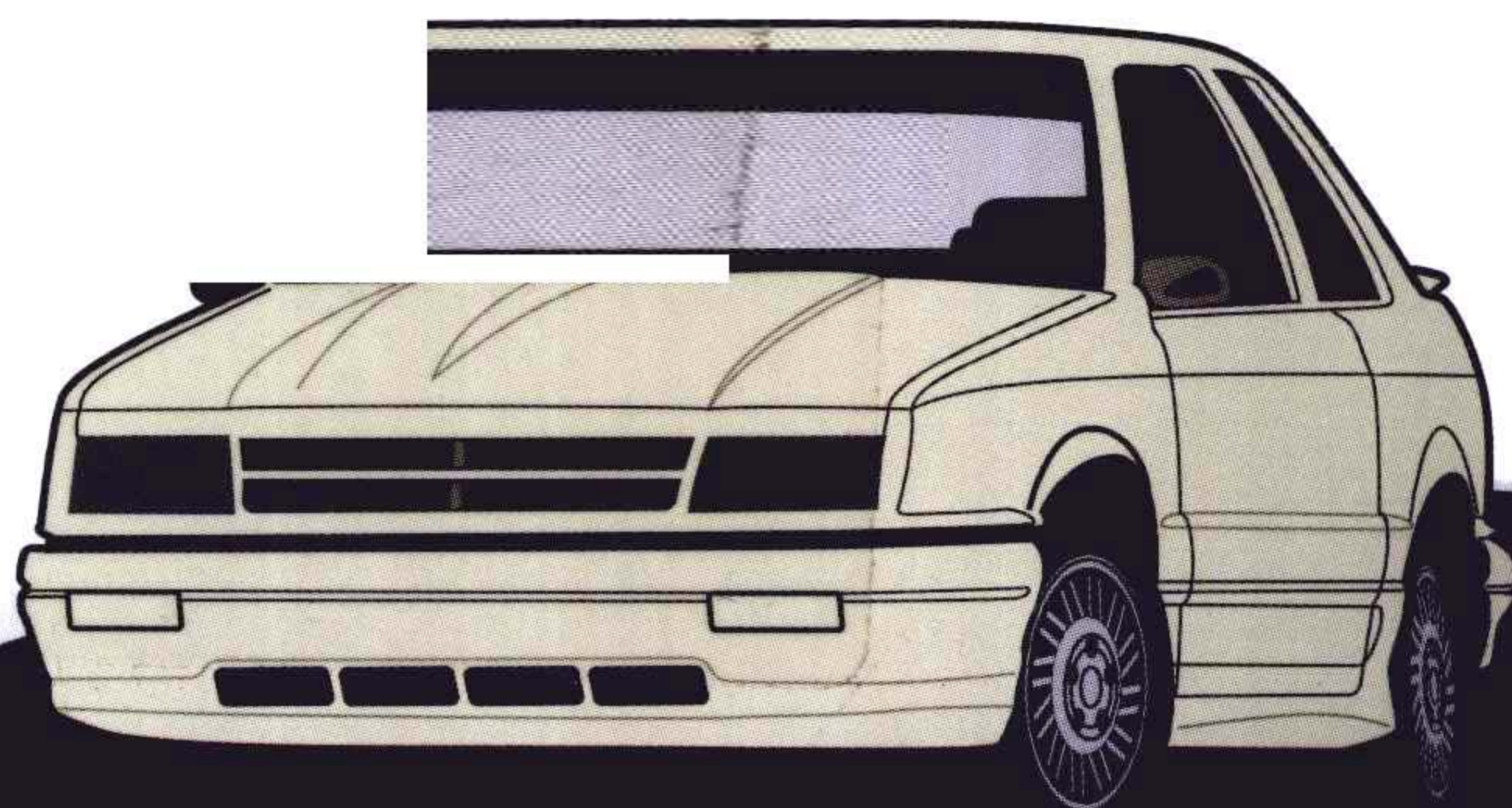
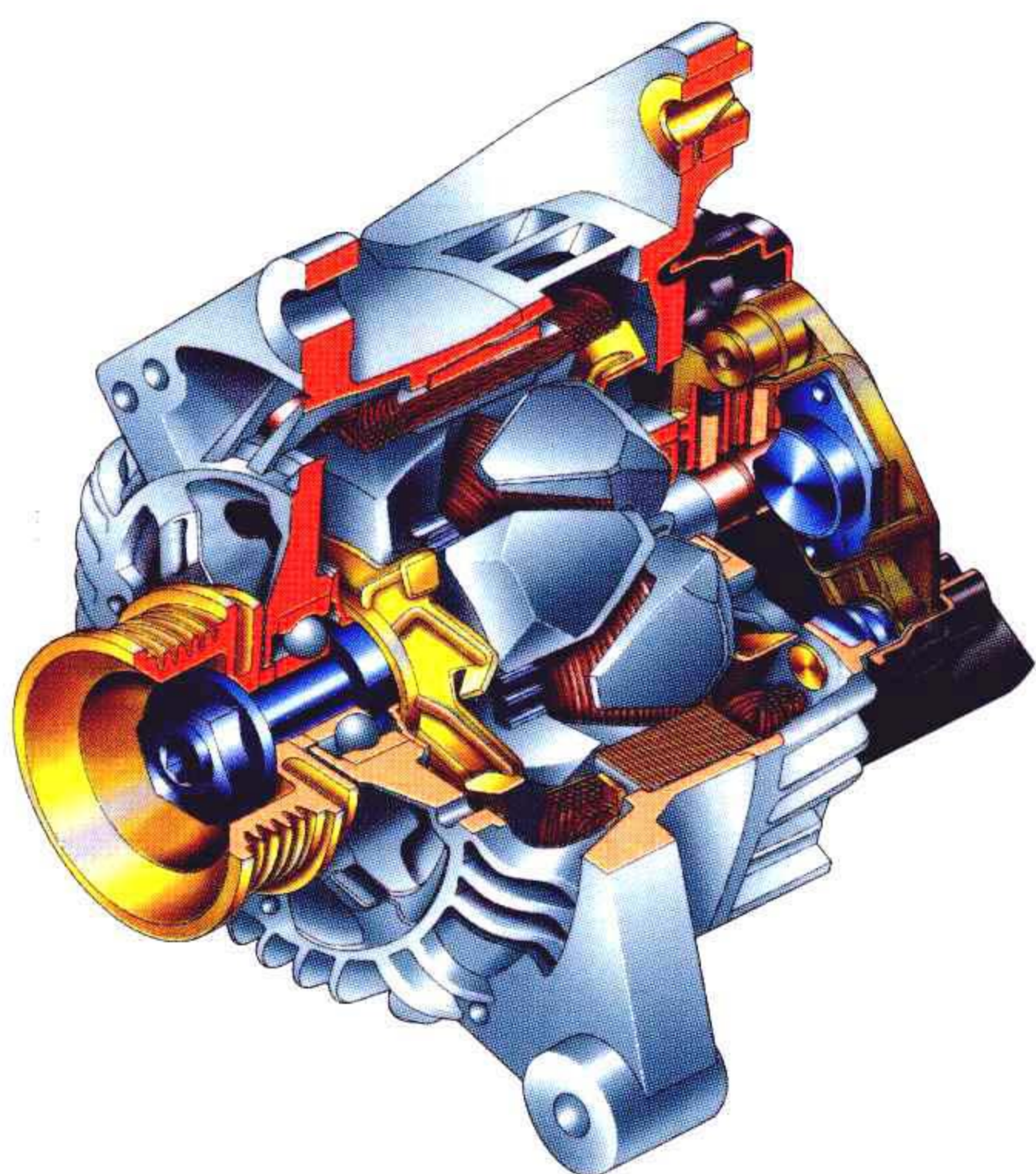
汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养培训教材

课件下载
www.ccpres.com.cn

汽车电工 与电子基础

Qiche Diangong Yu Dianzi Jichu
(新编版)

全华科友 组织编写
张成利 张智 主编



人民交通出版社
China Communications Press

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

汽车电工与电子基础

(新编版)

全 华 科 友 组织编写
张成利 张智 主 编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书是教育部职业教育与成人教育司推荐教材，主要包括：直流电路、交流电路、电磁原理、电动机、工业企业供电及用电知识、常用半导体器件、汽车常用电子电路、数字电路、汽车电子控制系统、汽车电工常用仪器，并附有适量的习题。

本书可供中等职业学校汽车运用与维修专业师生教学使用，也可供汽车使用、维修、检测技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工与电子基础：新编版 / 全华科友组织编写；张成利, 张智主编. — 北京：人民交通出版社, 2011. 2

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

ISBN 978-7-114-08546-8

I. ①汽… II. ①全… ②张… ③张… III. ①汽车—电工—高等学校；技术学校—教材 ②汽车—电子技术—高等学校；技术学校—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第135502号

声 明

本书部分插图受中华人民共和国宪法和著作权法保护，未经人民交通出版社同意，任何单位、组织、个人不得以任何方式对其进行全部或局部的复制、转载、出版或变相出版，任何侵犯本书权益的行为，人民交通出版社将依法追究其法律责任。

举报电话：(010) 85285150

人民交通出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

书 名：汽车电工与电子基础（新编版）

著 作 者：全华科友

张成利 张 智

责任编辑：谢 元

出版发行：人民交通出版社

地 址：(100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址：<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话：(010) 59757969, 59757973

总 经 销：人民交通出版社发行部

经 销：各地新华书店

印 刷：北京交通印务实业公司

开 本：787×1092 1/16

印 张：17.5

字 数：359千

版 次：2011年2月 第1版

印 次：2011年2月 第1次印刷

书 号：ISBN 978-7-114-08546-8

定 价：29.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

为深入贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》以及教育部等六部委《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》精神,全面实施《2003—2007年教育振兴行动计划》中提出的“职业教育与培训创新工程”,积极推进课程改革和教材建设,为职业教育教学和培训提供更加丰富、多样和实用的教材,更好地满足职业教育改革与发展的需要。交通职业教育教学指导委员会汽车运用与维修学科委员会组织全国交通职业院校的专业教师,按照教育部颁布的《中等职业院校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》的要求,编写了教育部职业教育与成人教育司推荐教材,供中等职业院校汽车运用与维修专业教学使用。

本系列教材符合国家对技能型紧缺人才培养培训工作的要求,注重以就业为导向,以能力为本位,面向市场、面向社会,为经济结构调整和科技进步服务的原则,体现了职业教育的特色,满足了高素质的中、初级汽车专业实用人才培养的需要。

本系列教材在组织编写过程中,认真总结了全国交通职业院校多年来的专业教学经验,注意吸收发达国家先进的职教理念和方法,形成了以下特色:

1. 以《汽车电工与电子基础》、《汽车机械基础》、《汽车发动机构造与维修》、《汽车底盘构造与维修》、《汽车电气设备构造与维修》、《汽车维修质量检验》六门课程搭建专业基本能力平台,以若干专门化适应各地各校的实际需求;

2. 打破了教材传统的章节体例,以专项能力培养为单元确定知识目标和能力目标,使培养过程实现“知行合一”;

3. 在内容的选择上,注重汽车后市场职业岗位对人才的知识、能力要求,力求与相应的职业资格标准衔接,并较多地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容。

《汽车电工与电子基础(新编版)》这门课程是汽车类专业的一门技术基础课,在编写过程中力求将电工与电子的基本规律及电气元件与汽车紧密结合起来,使读者能够利用所学电工电子的理论来分析汽车中的基本电路,从而达到将专业基础课与专业课融为一体的目的。它是将汽车电器与电工电子学课程有机结合的一门新型专业基础课。

本书由张成利、张智主编,孙永江、鞠峰、宋梦辉担任副主编,参加编写的还有

张丽丽、卢忠德、徐广勇、郑宏军。

限于编者经历和水平，书中缺点和错漏之处在所难免，欢迎读者批评指正。

交通职业教育教学指导委员会
汽车运用与维修学科委员会
二〇一〇年十月

CONTENTS

目录



单元 1 直流电路

1.1 电路的基本概念	2
1.1.1 电路的组成	2
1.1.2 电路图	2
1.1.3 汽车电路的特点	3
1.2 电路的基本物理量	3
1.2.1 电流	3
1.2.2 电压	4
1.2.3 电阻	5
1.2.4 电功率	9
1.3 串联电路与并联电路	9
1.3.1 串联电路	10
1.3.2 并联电路	12
1.3.3 混合电路	15
1.4 欧姆定律	15
1.5 分压电路与分流电路	18
1.5.1 分压法则	18
1.5.2 分压电路在汽车上的实例	19
1.5.3 分流法则	21
1.6 基尔霍夫定律	22
1.6.1 基尔霍夫电压定律	23
1.6.2 基尔霍夫电流定律	23
1.7 电容器及其充放电	23
理论测试	29

单元 2 交流电路

2.1 交流电与交流电路	32
2.1.1 交流电	32

2.1.2 交流电路	32
2.2 正弦交流电的基本概念	33
2.2.1 正弦交流电的周期、频率和角频率	33
2.2.2 正弦交流电的瞬时值、最大值和有效值	34
2.2.3 正弦交流电的相位、初相位和相位差	34
2.3 正弦交流电的表示法	36
2.3.1 解析表示法	36
2.3.2 波形表示法	36
2.3.3 向量表示法	37
2.4 电阻、电感、电容器的交流电路	38
2.4.1 纯电阻电路	38
2.4.2 纯电感电路	39
2.4.3 纯电容电路	39
2.4.4 电阻、电感、电容器的串联电路	40
2.5 三相交流电路	41
2.5.1 三相电源绕组的星形连接	42
2.5.2 三相电源绕组的三角形连接	43
理论测试	45

单元 3 电磁原理

3.1 磁的基本概念	48
3.1.1 磁的特性	48
3.1.2 磁化、磁通密度	49
3.1.3 磁的应用	50
3.2 电与磁的关系	50
3.2.1 电磁效应	51
3.2.2 安培右手法则	52
3.2.3 磁场对通电直导体的作用	53
3.2.4 磁场对通电线圈的作用	53
3.3 电感	54
3.3.1 电感器	55
3.3.2 自感与互感	59
3.4 电磁感应	60

3.4.1 法拉第感应定律	60
3.4.2 楞次定律	62
3.4.3 霍尔效应	63
3.5 汽车上常见的电磁元件	65
3.5.1 电磁式检波传感器	65
3.5.2 继电器	68
3.5.3 电磁阀	70
3.5.4 变压器	71
3.5.5 点火线圈	74
3.5.6 电动机原理	75
理论测试	77
■ ■ ■ 单元 4 电动机和发电机	
4.1 直流电动机	80
4.1.1 直流电动机的铭牌数据及主要系列	80
4.1.2 直流电动机的基本原理	80
4.1.3 直流电动机的结构	83
4.1.4 直流电动机的励磁方式	86
4.1.5 直流电动机的工作特性	87
4.1.6 直流电动机的起动、制动、反转和调速	88
4.2 三相交流发电机	91
4.2.1 三相同步发电机的构造	91
4.2.2 三相同步发电机的工作原理	93
4.3 步进电动机	95
4.3.1 步进电动机的结构	96
4.3.2 工作原理	96
理论测试	99
■ ■ ■ 单元 5 工业企业供电及用电知识	
5.1 供电电压	102
5.2 供电质量	102
5.3 触电事故	103
5.3.1 人体触电的种类	103
5.3.2 触电形式	104

5.3.3 触电保护措施	105
5.3.4 触电急救	107
5.4 电器防雷、防火和防爆	108
5.4.1 电器防雷	108
5.4.2 电器防火和防爆	108
5.5 节约用电	109
理论测试	110

单元 6 常用半导体器件

6.1 概述	114
6.2 PN结	115
6.2.1 本征半导体	115
6.2.2 N型与P型半导体	118
6.2.3 PN结	119
6.2.4 PN结的偏压	120
6.3 二极管	122
6.3.1 整流二极管	122
6.3.2 稳压二极管	125
6.3.3 光电二极管	127
6.4 三极管	129
6.4.1 三极管的基本结构	129
6.4.2 三极管的工作原理	130
6.5 晶闸管	133
6.5.1 晶闸管的结构	133
6.5.2 晶闸管的工作特性	134
6.5.3 晶闸管的主要参数	135
6.6 集成电路	136
理论测试	139

单元 7 汽车常用电子电路

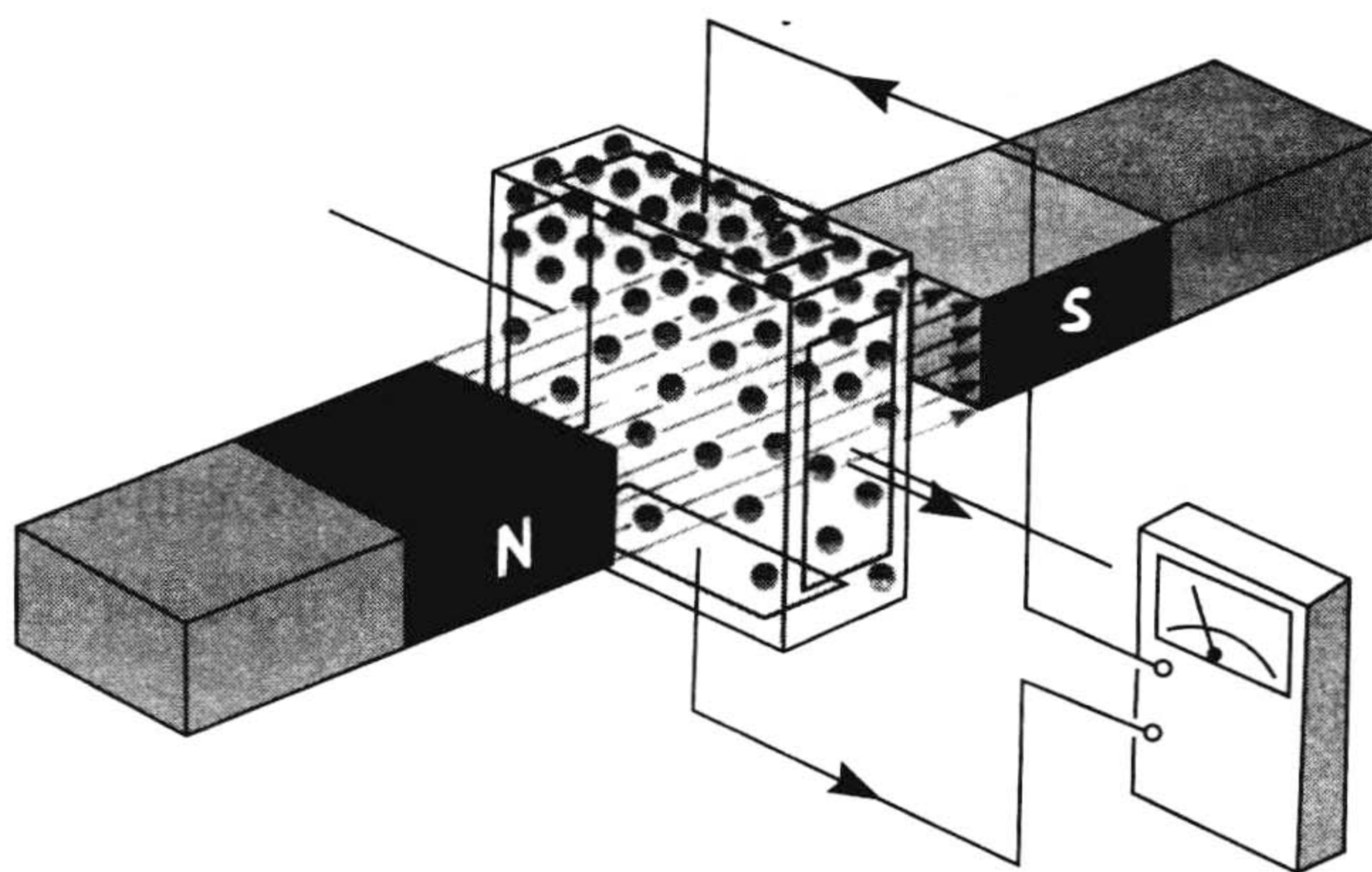
7.1 电源电路	142
7.1.1 整流电路	142
7.1.2 滤波电路	149
7.1.3 稳压电路	158

7.2 放大电路	159
7.2.1 晶体管偏置电路	159
7.2.2 基本放大电路	166
7.2.3 集成运算放大电路	168
7.2.4 基本运算电路	169
7.3 三极管开关电路	172
7.3.1 放大状态	172
7.3.2 饱和状态	172
7.3.3 截止状态	173
7.4 汽车常用电子电路举例	175
7.4.1 汽车充电电路	175
7.4.2 汽车电子点火电路	179
理论测试	185
■ ■ ■ 单元 8 数字电路	
8.1 模拟与数字	188
8.2 二进制数与布尔代数	190
8.2.1 二进制数	190
8.2.2 二进制数的转换	192
8.2.3 布尔代数	193
8.3 基本逻辑门	193
8.3.1 非门	194
8.3.2 或门	195
8.3.3 与门	196
8.3.4 或非门	198
8.3.5 与非门	199
8.3.6 异或门	200
8.4 集成门电路简介	202
8.4.1 TTL集成门电路	202
8.4.2 集成门电路的主要参数	203
理论测试	205
■ ■ ■ 单元 9 汽车电子控制系统	
9.1 电子控制模块	208

9.1.1 输入信号处理器	209
9.1.2 存储器	210
9.1.3 微处理器	211
9.1.4 输出信号处理器	212
9.2 传感器	216
9.2.1 速度传感器	216
9.2.2 温度传感器	224
9.2.3 流量传感器	229
9.2.4 压力传感器	239
9.2.5 氧传感器	249
9.3 执行器	253
9.3.1 线性电磁阀	253
9.3.2 回转电磁铁（转矩电机）	254
9.3.3 电磁真空执行器	254
9.3.4 继电器	254
9.3.5 电动机	254
理论测试	255
■ ■ ■ 单元 10 汽车电工常用仪器	
10.1 指针式万用表	258
10.1.1 指针式万用表的使用方法	258
10.1.2 使用指针式万用表的注意事项	261
10.2 数字式万用表	262
10.2.1 数字式万用表的使用方法	263
10.2.2 使用数字式万用表的注意事项	264
10.2.3 指针式万用表和数字式万用表的对比	264
10.3 汽车万用表	265
10.3.1 汽车万用表的功能要求	265
10.3.2 汽车万用表的基本结构及使用方法	266
10.3.3 汽车万用表的使用注意事项	268
理论测试	269
■ ■ ■ 参考文献	270



单元1



直流电路

知识目标：

1. 正确描述电路的基本概念；
2. 掌握电路中的基本物理量的含义；
3. 简单叙述串并联电路的性质；
4. 理解电路的基本定律。

能力目标：

1. 会用万用表测量电路的电压、电流、电阻；
2. 能解决直流电路中的连接问题；
3. 会分析较复杂的电路。

建议学时：

14 学时

1.1 电路的基本概念

1.1.1 电路的组成

电路是指电流所经过的路径，一般是由电源、用电器、导线和开关四部分组成的闭合回路。日常生活中的手电筒是一个最简单的直流电路。汽车上的照明系统是直流电路的典型应用。

电源是把其他形式的能量转换成为电能，为电路提供电能的设备或器件。其作用是提供电子移动的势能或电压。汽车上常见的电源有蓄电池和发电机，前者可以在汽车未运行时向有关用电设备供电，后者可以在发动机达到一定转速后取代蓄电池向有关用电设备供电，同时也对蓄电池进行充电。

用电器是消耗电能的设备或器件，也常被称为电源的负载。其作用是把电能转化为其他形式的能（如热、光、声、机械能）。汽车上常见的负载有起动机、电喇叭、照明灯、刮水器和各种电子控制装置等。

导线是指连接电源与用电器的金属线，它可以把电源产生的电能输送到用电器，常用铜、铝等材料制成。

开关是指控制电路接通或断开的器件。

1.1.2 电路图

电路图是用国家统一规定的电器元件或设备的符号来表示电路连接情况的图。如图1-1b)就是表示图1-1a)的实际电路的电路图。电路图能帮助人们了解整个电路工作原理和电器连接顺序。

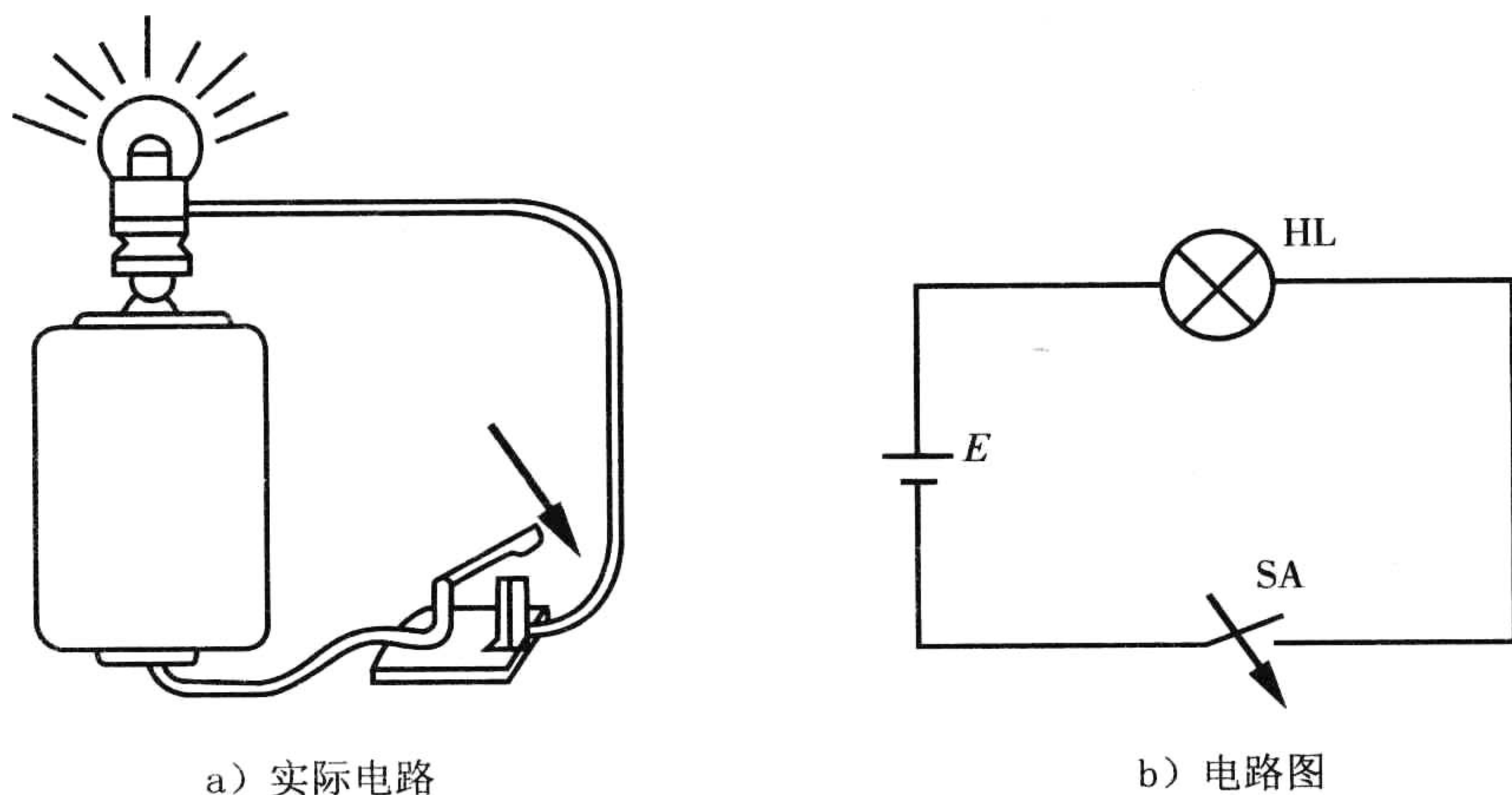


图1-1 实际电路和电路图

识图就是看懂电路图，它包括三个方面：认识电路图上的符号，看懂电路的结构，了解各部分的作用和工作原理。

1.1.3 汽车电路的特点

(1) 低压直流供电。

为了简化结构和保证安全,汽车电器设备采用低压直流(DC)供电。柴油车大都采用24V低压直流供电,汽油车大都采用12V低压直流供电。低压供电取自蓄电池或发电机,两者的电压保持一致。12V低压直流电压由一节蓄电池或两节蓄电池并联(要求电流较大的情况)后提供,24V的DC电压由两节12V蓄电池串联后提供。

(2) 单线制。

所谓单线制,就是利用汽车发动机和底盘、车身等金属机件作为各种电器设备的公用连线(俗称搭铁或接地),而用电设备到电源只需另设一根导线。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发,经导线流入用电设备后,由搭铁的负极通过金属车架流回电源负极而形成回路。

采用单线制不仅可以节省材料(铜导线),使电路简化,而且也便于安装、检修,同时也使故障率大大降低。

(3) 负搭铁。

采用单线制时,电源的一端必须牢固地接到车架上,即搭铁,用符号“ $\perp$ ”表示。按电源搭铁的极性,可分为正极搭铁和负极搭铁。由于负极搭铁对无线电干扰较小,所以包括我国在内的大多数国家的汽车都采用负极搭铁。

采用负极搭铁方式的优点是:汽车车架和车身均不易锈蚀,汽车电器对无线电设备(例如汽车音响、通信系统等)的干扰也较电源正极搭铁方式小得多。

(4) 用电设备并联。

所谓用电设备并联是指汽车上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接,每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制,互不产生干扰。

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

电荷的定向运动形成电流。在金属导体中,电流是自由电子在电场力作用下作定向运动形成的。将良导体制成电线,一端连接于蓄电池的负极(产生负电荷电子的一端),另一端连接于蓄电池的正极(缺少负电荷电子的一端)。在同性相斥,异性相吸的作用下,导线内的自由电子便受到负极的排斥,正极的吸引,而由负极往正极方向移动。此自由电子的流动便形成了“电子流”,如图1-2所示。

在富兰克林早期的实验中,因注明电流是由“+”,流到“-”,所以沿用下来都认为电流的方向是由正向负。随着电子学理论的发展,人们已经发现,电流是电子由负极移向正极所产生的。为顾及已经形成的习惯和避免混淆,就以 $+ \rightarrow -$ 表示

电流的方向，而将 $- \rightarrow +$ 定为电子流的方向（图1-3）。其实，电流和电子流根本指的是同一件事。

电流的强弱用电流强度来表示，其数值等于单位时间内通过导体某一横截面的电荷量。设在 dt 时间内通过导体某一横截面的电荷量为 dq ，则通过该截面的电流强度为

$$i = \frac{dq}{dt}$$

在一般情况下，电流强度是随时间而变的。如果电流强度不随时间而变，即 $dq/dt = \text{常数}$ ，则这种电流就称为恒定电流，简称直流。它所通过的路径就是直流电路。在直流电路中，电流符号以 I 表示。

电流的度量单位是安培（Ampere），简称A，1安培定义为每一秒有1库仑的电量流过。在实际电路中，电流常以毫安培（mA）来表示，1A等于1000mA。

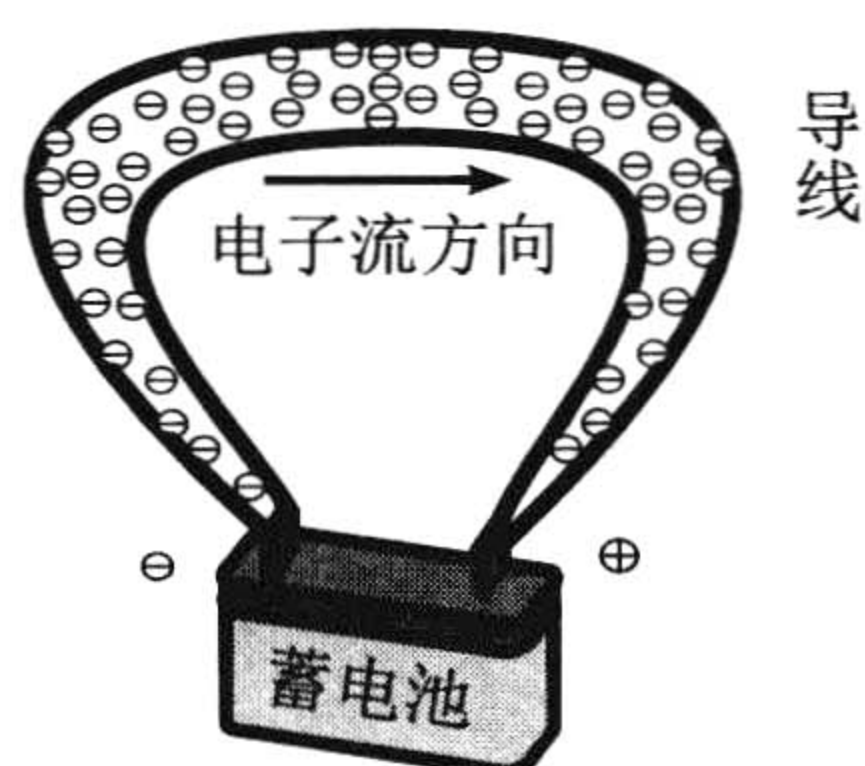


图1-2 电子的流动

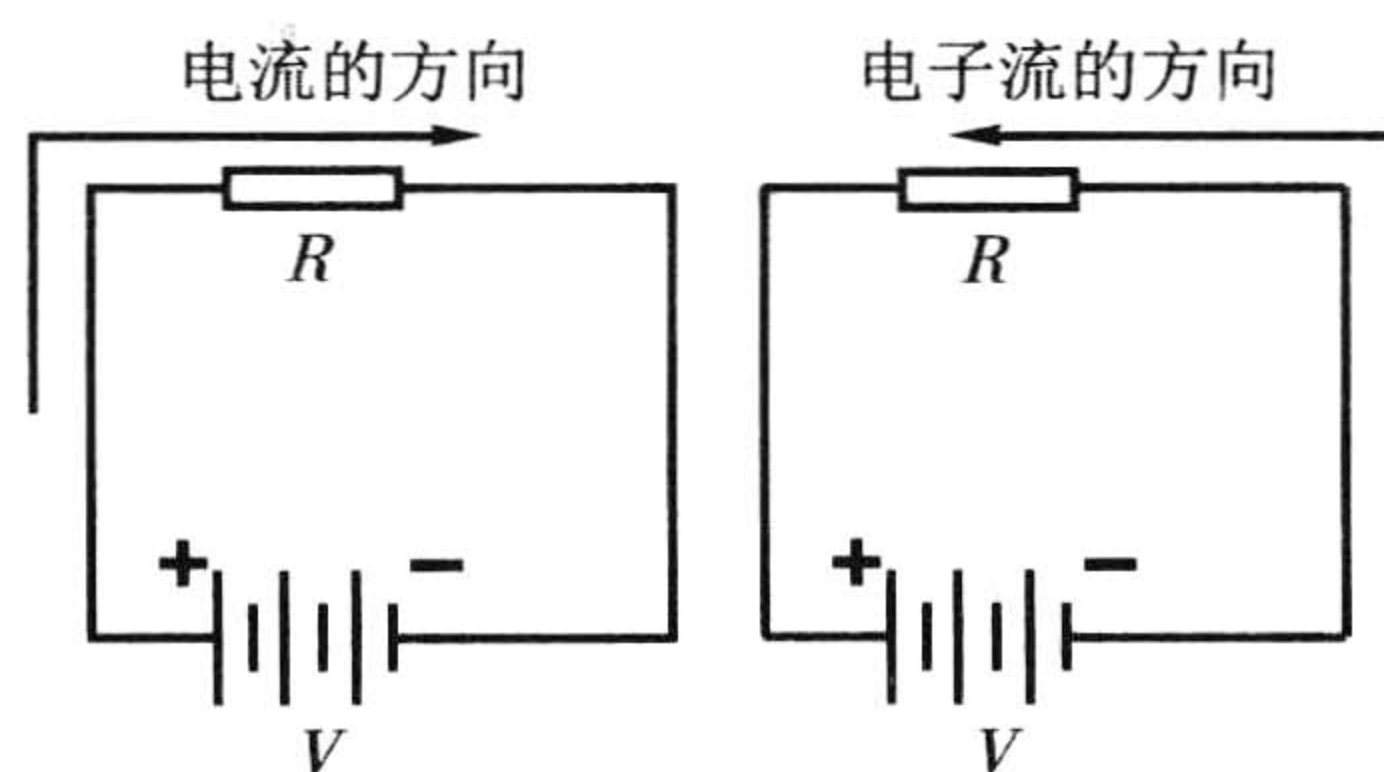
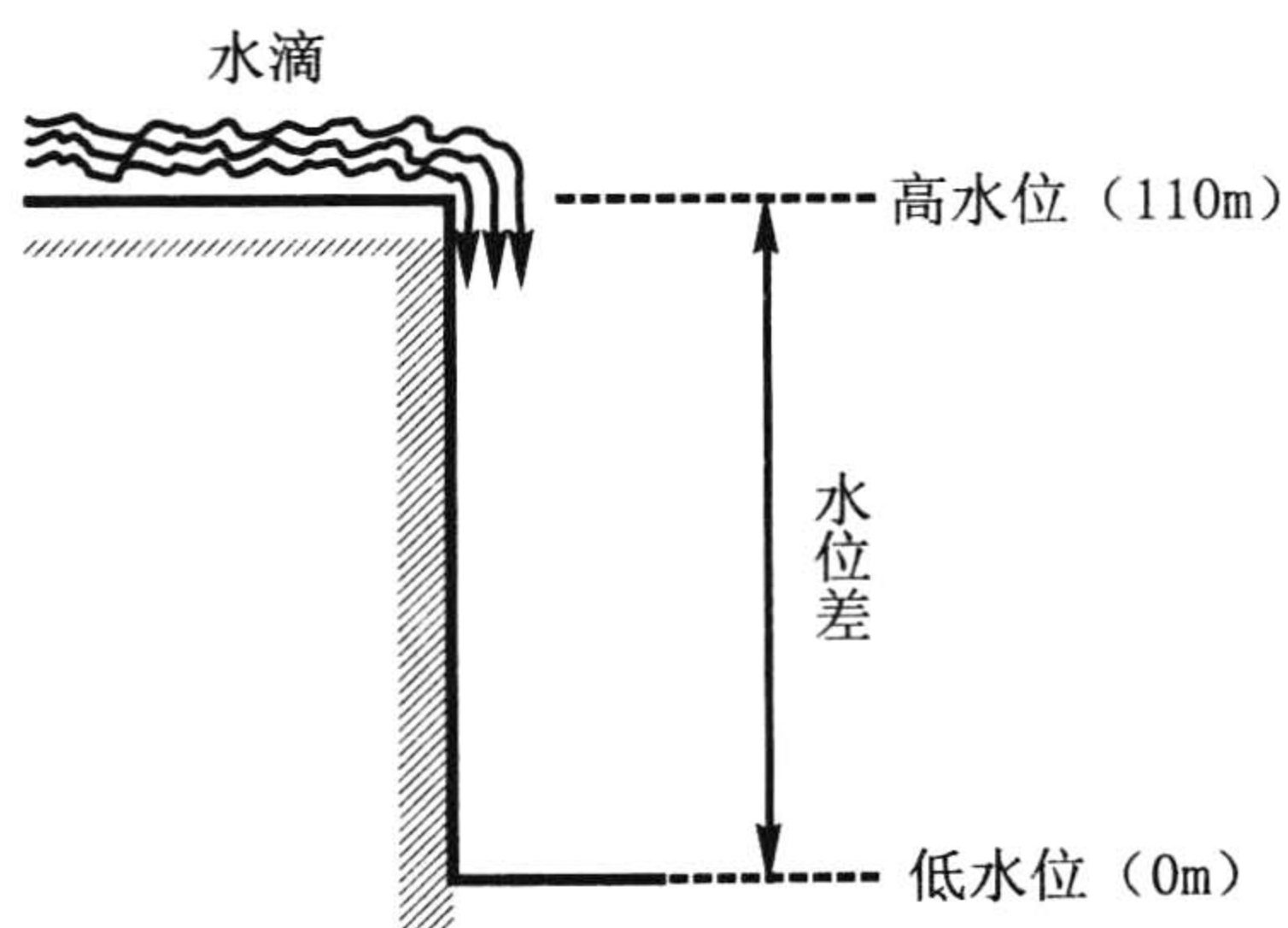


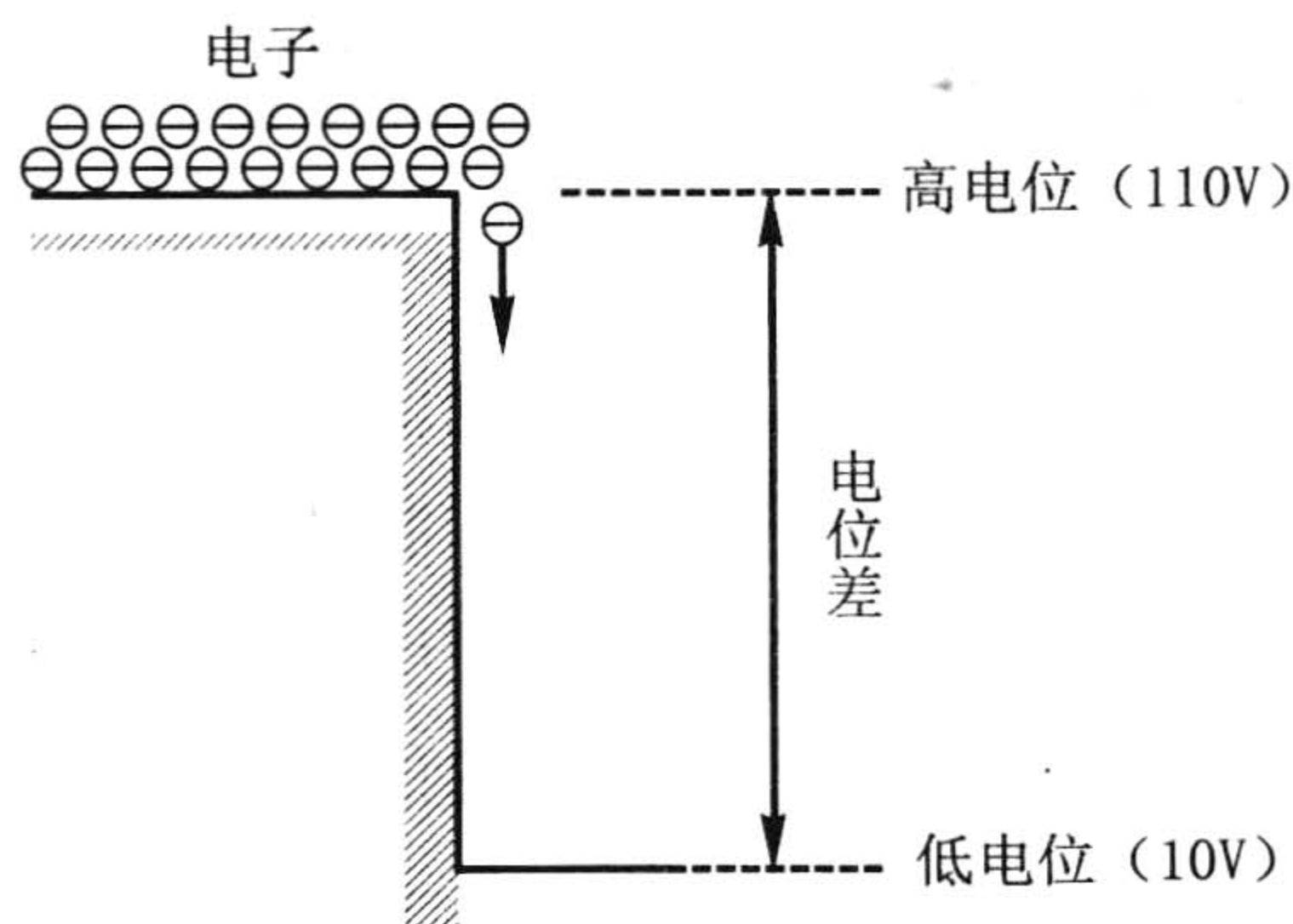
图1-3 电子流的方向

1.2.2 电压

电压是推动电子流动的动力，是电流产生的原动力。图1-4a)所示的水流现象是因为高处的水在达到一定的水位差（位能）后所形成的。电的流动也和水的流动一样，只有电子还不够，尚需让电子具有一定的电位差，电流才会产生。电位差就是形成电压的原因，电子从高电位往低电位流。



a) 水位差



b) 电位差

图1-4 水流与电流

电压越高，电位差也越大，电子就较容易发生流动，而产生电流。相同数目

的电子分别在110V和20kV电压下，后者会比前者更容易“电”到人。有时，微量的电子在1.5V电压时无法导通，却可以在12V电压的条件下导通，便是这个道理。

然而，还有一种“有电压、无电流”的现象，例如以万用表测量出蓄电池电压为10.5V，但是蓄电池却一点电都没有，这就是具有电位差，却没有电子所造成的结果。电流要能流动的必备条件是：电位差与电子，缺一不可。正如尼亚加拉大瀑布若只有50m的水位差（相当于电位差）却没有一滴水（相当于电子），也就不能称其为大瀑布了。

在电学上，使电子产生流动的动力称为电动势。电位差则指某一点电位与参考点（零电位）间的差值。在汽车电路中常用的“搭铁”一词，其意义即是指“接地”，也就是以搭铁作为参考点，电压值为0V。所以，12V的蓄电池是指蓄电池的正、负极间电位差是12V。在电学中电位差、电动势或电压三个名词常被互换使用，然而其中却略有不同：

（1）电位差：指导体任两点间的电压差值。

（2）电动势：指蓄电池或发电元件两端的电位差。电动势的定义为：在电源内部，电源力将单位正电荷从电源负极移到电源正极所做的功，用字母 E 表示。

（3）电压：常指电力数值的大小。原指引起电子在导线上流动的压力。正电荷在电场力的作用下，从高电位向低电位移动为电压的正方向。

另外一个常见的名词是电压降，它是指电压受到线路中电阻的影响所产生的衰减。

电压的单位为伏特（Volt），简写成V。1安培电流流过1欧姆电阻所需的压力为1伏特。电压的符号，在直流电源中以大写的 U 表示，在交流电源中则以小写的“ u ”表示。

1.2.3 电阻

电阻是指电子在流动时所受到的阻力。所有的物质都有电阻，只是大小的不同而已。容易导电的物质，电阻较小，称为导体；不容易导电的物质，电阻较大，称为绝缘体。

在直流电路中，电流唯一的阻力为电阻；但是交流电路中，除了电阻之外，电感器、电容也都会对电流产生阻力。因此，在交流电路中便以阻抗来代表这些阻力的向量和。

电阻的单位为欧姆，用符号 Ω 表示。1欧姆定义为当具有1V电位差的导体两端，能够产生1安培电流时的阻力。任何电路中的电阻大小由下列5个因素所决定：

（1）材料的原子结构：导体材料的自由电子数目越少，电阻越大。

（2）导体的长度：导体越长，电阻也越大。

（3）导体的直径：导体截面积越小，其电阻越大。

（4）温度：一般来说，金属材质导体的温度升高时，电阻也随之增大。

（5）导体的物理状况：如果导体出现腐蚀、断裂等毁损状况时，电阻就会增加。

这是由于导体的截面积变小的缘故。另外，触点松动也会使线路电阻增大。

电阻器可以说是电子电路中最基本且重要的电子元件。电阻器一般简称为电阻，其用途不外乎下列3种：

- (1) 作为负载。
- (2) 控制电流量。
- (3) 作为感测元件，提供电脑系统变化信号。

电阻器的符号如图1-5所示。

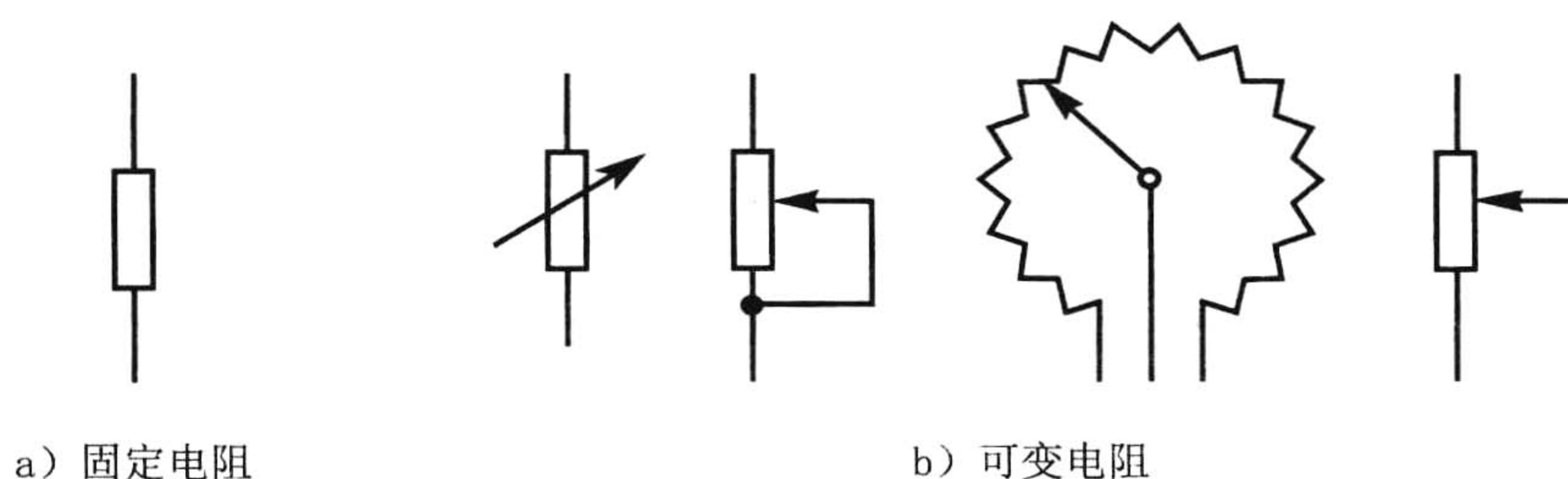


图1-5 电阻器的符号

电阻器符号的种类繁多，若依工作性质可分成固定电阻、可变电阻及特殊用电阻等三大类。可变电阻器可用来调整电动机的转速，如图1-6所示。汽车上的可变电阻根据接线和作用的不同又分为变阻器与电位计两种，如图1-7所示。这两种可变电阻极易被混淆。

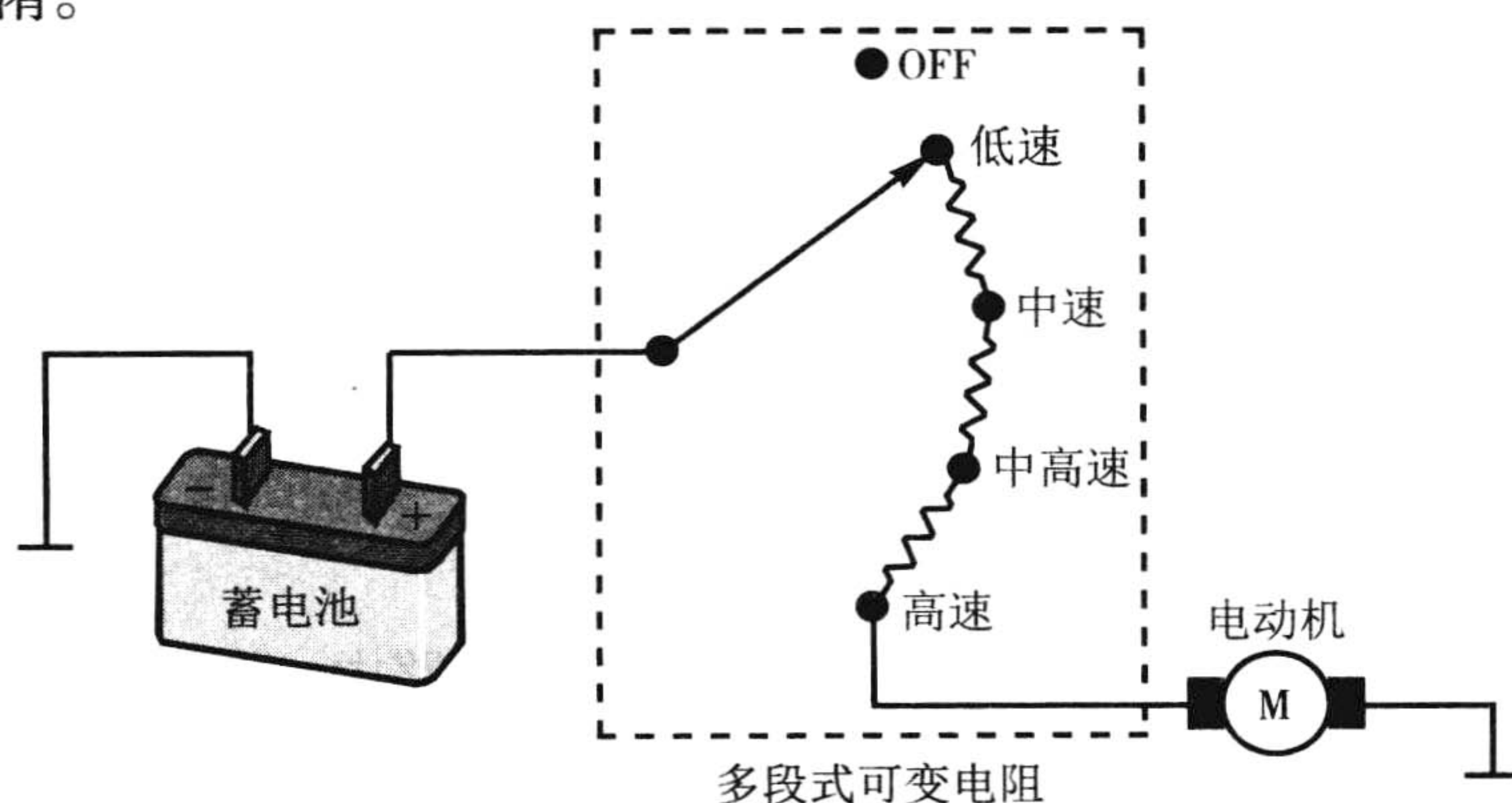


图1-6 利用可变电阻来调整电动机转速

变阻器是一种两线式的可变电阻器，用来调节负载元件（如灯泡）的电流大小。电阻器的一头为固定端，另一头则连接到滑动臂触点处。汽车仪表板上的调光器开关便是变阻器的应用实例。当旋转调光钮时，滑动臂转动，电阻值跟着变化，使灯泡亮度改变。

电位计则是一个三线式的可变电阻器，其作用如分压电路。当滑动触点改变位置