

QICHE DIANGONG DIANZI JISHU

汽车 电工电子技术

赵英君 编著



黑龙江科学技术出版社

汽车电工电子技术

赵英君 编著

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子技术/赵英君主编. —哈尔滨:黑龙江科学技术出版社, 2008. 10
ISBN 978-7-5388-5783-2

I. 汽... II. 赵... III. ①汽车-电工②汽车-电子技术 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 062523 号

内容提要

本书主要介绍电工学与电子学的基础理论及其在汽车上的应用。同时,也简单介绍了数字电路技术、汽车交流发电机、电动机及汽车维修常用仪器。

本书既可作为大专院校、高职高专汽车运用与修理专业的教材,也可供汽车修理人员参考。

责任编辑 张坚石

封面设计 刘 洋

汽车电工电子技术

QICHE DIANGONG DIANZI JISHU

赵英君 编著

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150090 哈尔滨市南岗区湘江路 77 号)

电话 (0451)53642106 电传 53642143(发行部)

印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂

发 行 全国新华书店

开 本 787×1092 1/16

印 张 16.5

字 数 330 000

版 次 2008 年 12 月第 1 版·2008 年 12 月第 1 次印刷

印 数 1-3 000

书 号 ISBN 978-7-5388-5783-2/U·165

定 价 30.00 元

《汽车电工电子技术》编委会

主 编:赵英君 刘书滨

副主编:高中红 云 良 刘 欣 吴庆利 郝春林

编 委:王燕革 马 智 郭淑敏 李 飞

刘维维 王力军 潘振业 李长龙

陈殿平 钟学章 刘振利 林 森

肖国奇 董大伟 王 勇 毛洪锋

前 言

现代汽车是高新技术的结晶与体现,它涵盖了力学、机械、材料、声、光、电、计算机、自动控制、信息技术等基础学科和新型学科群。今天,许多高新技术装备的现代汽车已逐步进入千家万户,并融入到人们的生活之中。

近年来,现代电工电子技术在汽车上得到了广泛应用。据德国博世(BOSCH)公司的统计,1980年,汽车电气、电子装备的成本仅占整车成本的0.5%,1990年达7%,2000年已高达17%,并预测2020年将达24%,即约占整车成本的1/4。可以说,汽车的现代化就是汽车的电子化。

汽车电子技术是汽车的灵魂,确保了汽车的安全性、可靠性和舒适性。大量微电子、光电子的各种传感器与信号处理器的不断出现以及与此相关的区域网络的建立使汽车不断向自动化、智能化方向发展。

在汽车维修行业中,由于绝大多数汽车修理人员的文化水平较低,理论底子较薄,自学能力较差,电气知识欠缺,再加上近年来电子技术在汽车上的广泛应用,更给这部分维修人员雪上加霜。面对市场上不断涌现的新车型、新技术,再凭“硬干”出的所谓实践经验来面对复杂的电控汽车,不但维修效率低,维修事故多,而且还产生很多纠纷。

虽然很多汽车修理人员想通过看书自学来提高技术水平,但市场上所能买到的汽车电工电子方面的书籍普遍存在着没把电工知识与现代汽车电控技术相接轨的弊病,因此给汽车修理人员的自修带来不可逾越的障碍。

为此,我们编写了《汽车电工电子技术》一书。本书以浅显近人的语言,把抽象的电工电子理论讲述得通俗易懂;其次,把电工电子知识与现代汽车最新电子装置有机地接合起来,可使读者轻松掌握汽车电工电子知识,成为现代电控汽车维修的高手。

深信,本书一定会对我国汽车修理人员检修电控汽车素质的尽快提高,起到一定的推动作用。

由于我们水平所限,书中尚存不足之处,诚望读者不吝赐教。

目 录

第一章 电工学	(1)
第一节 电工学基础知识	(1)
第二节 电源	(10)
第三节 电路和元件	(16)
第四节 电磁感应和变压器	(24)
第五节 用电器	(35)
第六节 电机	(44)
第二章 电子学	(62)
第一节 电子学基础知识	(65)
第二节 电子电路基础	(93)
第三节 常用简单电子电路	(104)
第三章 数字电路技术	(115)
第一节 进制	(115)
第二节 数字电路	(129)
第四章 汽车交流发电机和电动机	(139)
第一节 汽车交流发电机	(139)
第二节 汽车电动机	(146)
第五章 汽车维修常用仪器	(151)
第一节 万用表	(151)
第二节 示波器	(162)
第三节 汽车电控系统检测仪	(179)
第六章 电工电子技术在汽车上的应用	(193)
第一节 汽油发动机电控系统	(193)
第二节 自动变速器电控系统	(235)

第一章 电 工 学

第一节 电工学基础知识

我们从小就认识了电,在我们的生活中,电是无处不在的,家里有电灯、电话、微波炉、收音机、电视机……然而电到底是什么?很少有人能答得出来。

其实,“电到底是什么”,这是个既通俗、又深奥的问题,从专业角度来讲,即使是科学家也很难给出最恰当的解释。

电是一种能量,它的性质和水很相似,为了便于理解和学习,您可以把它想像成一种在金属导体中流动的“液体”(图 1-1-1)。

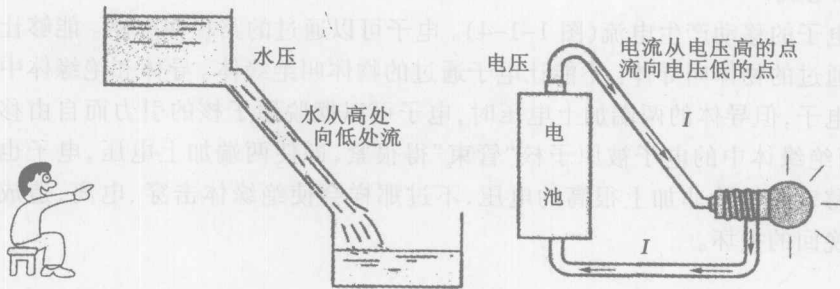


图 1-1-1 电和水的性质很相似

水在流动的时候可以做功,将势能转换成动能,推动水车或发电机;电在流动的时候也可以做功,将电能转换成热、光或其他形式的能量。

一、电子

电的基本单位是电子,就像水的基本单位是水分子一样。

我们知道,任何物体的最小构成单位都是原子,原子的外层是围绕原子核不断旋转的电子,但电子在没有接收外来能量之前只能在原子核附近一圈圈地往复旋转,而不会定向移动(图 1-1-2)。不能定向移动的电子是一群散



兵,什么事也不能做。

电子如果接收到外来的能量,就有一种力使电子有方向地运动,产生电流,就好像水的定向流动产生水流一样。这个外来的能量可以是多种形式的:动能、光能或化学能,

1. 电压

使电子有方向移动的力叫电压,您可以把它想像成一种压力(图 1-1-3)。

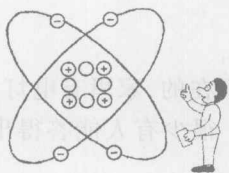


图 1-1-2 绕原子核无目的旋转的电子

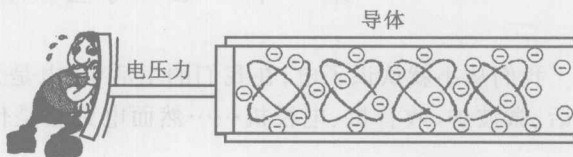


图 1-1-3 电压使导体中的电子移动

电子的流动需要电压,就像水的流动需要水压一样。

2. 电流

电子的移动产生电流(图 1-1-4)。电子可以通过的路径叫电路。能够让电子通过的物体叫导体。不能让电子通过的物体叫绝缘体。导体和绝缘体中都有电子,但导体的两端加上电压时,电子可以摆脱原子核的引力而自由移动;而绝缘体中的电子被原子核“管束”得很紧,即使两端加上电压,电子也不能移动——除非加上很高的电压,不过那样会使绝缘体击穿、电离,造成不可挽回的损坏。

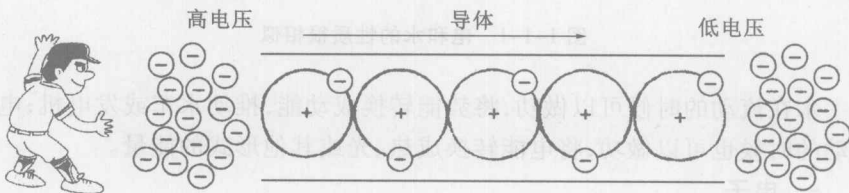


图 1-1-4 电子的移动产生电流

3. 电阻

一切导体都有阻碍电子流动的性质,这种性质叫做电阻。



知识窗

对比水和电的性质,便于我们加深对电的理解和记忆。比较一下电和水的性质,我们可以发现它们实在极其相似:

- (1) 水的流动需要水压,电子的流动需要电压;
- (2) 水流动产生水流,电子移动产生电流;
- (3) 水流动需要水路,电子移动需要电路;
- (4) 对于同一段水(电)路来说,水(电)压越高,水(电)流越急(强);



- (5) 水在水路(管道、河流)中流动时会受到阻力,这种阻力使水的流量变小,电子在电路(导线、用电器)中流动时也有电阻,电阻使电流变弱。

二、电压

电压可以理解为电子受到的压力,在电压的作用下,电子发生定向移动,有了电流,才产生了电。电流产生的过程如同水流产生的过程一样(图 1-1-5),在这个过程中,电压是电存在的第一必然条件,没有电压,也就无所谓电。

电压的单位是伏特,用字母“V”表示,这个单位是以科学家伏打的名字命名的。

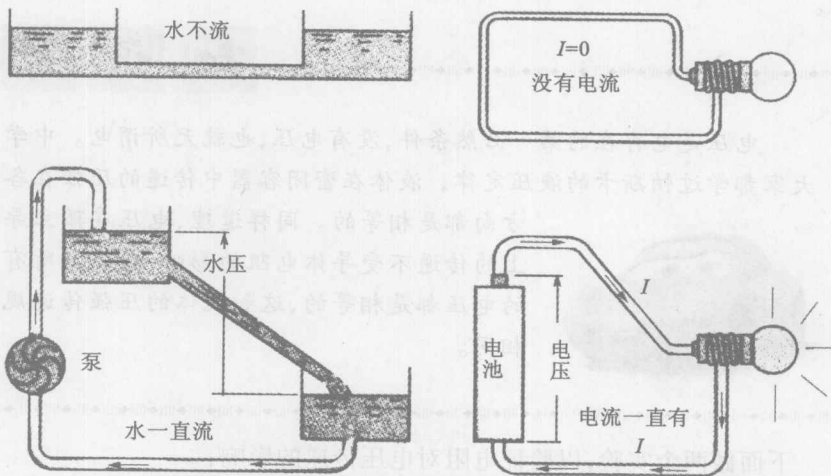


图 1-1-5 电压是电存在的第一必然条件



能够稳定提供电能的装置叫电源。生活中有很多种电源,这些电源提供的电压是不一样的。想一想,您能列举出多少种电源?

1V 的电压有多大? 您可以想像一下:

在汽车上,铅蓄电池的标准电压是 12V;

汽车电脑提供给传感器的电压是 5V;

车间里用的安全照明电压是 36V;

干电池的电压是 1.5V;

照明电的电压是 220V;

动力电的电压是 380V;

火花塞跳火时的击穿电压高达 30 000V……

电压可以在导体上传递。如同水的压力可以在密闭容器中向各方向传递一样,电压在独立导体上的传递不受电阻的影响(图 1-1-6)。

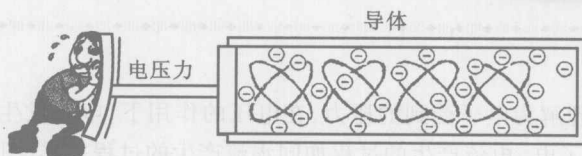
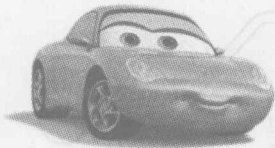


图 1-1-6 在这段电路上所有点的电压都相等

不管电路是否是通路,不管电路中是否有电流,导体中都可以传递电压。

知 识 窗

电压是电存在的第一必然条件,没有电压,也就无所谓电。中学时大家都学过帕斯卡的液压定律,液体在密闭容器中传递的压强在各个方向都是相等的。同样道理,电压在孤立导体上的传递不受导体电阻的影响,导体上所有点的电压都是相等的,这和液体的压强传递规律相同。



下面做两个实验,以验证电阻对电压传递的影响:

[实验 1] 左手接触汽车蓄电池的正极,测量右手的电压。



[实验 2] 人站在绝缘体上,左手接触照明电的火线,测量右手的电压(一定要注意安全)。

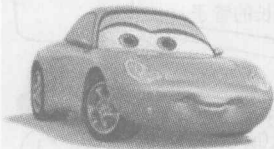
三、电阻

一切电路都有阻碍电子流过的性质,这种性质叫电阻。

所有的导体都有电阻,只是大小有差异。

知 识 窗

导体的电阻值随温度的变化而发生变化,当温度降低到一定程度或升高到一定程度,电阻变为零,就成了低温超导体或高温超导体。不同材料的电阻变成超导体的温度差异很大。以低温超导体为例,目前为止,能找到的超导材料的最高转换温度也在 -170°C ,所以,超导输电在目前仍处于试验阶段。



电阻的单位是欧姆,用字母“ Ω ”来表示,这是以科学家欧姆的名字来命名的。

1Ω 的电阻有多大? 您可以想像一下:

汽车暖风电机的电阻约为 0.2Ω ;

汽车仪表灯泡的电阻约为 15Ω ;

家里使用的 1kW 的电炉子电阻约为 48.4Ω ;

人体的电阻一般为几十万 Ω ……

导体导电性能的好坏以电导来衡量。电导这个词对许多人来说是比较陌生的,而电阻这个词大家则比较熟悉,电导的倒数就是电阻,二者成反比。所以,一种导体的电导越大,导电性能就越好。

一般来说,贵重金属的导电性能都比较好。

白金的导电性能最好,但价格昂贵,只在精密仪器或航天设备上能用到。汽车上用的主要导电材料是铜,而铜的价格也不低。所以,家用的照明线路大多是用铝做成的。

生活中有很多用电器是依靠电阻来工作的,如:灯泡、电炉子、电烙铁等。凡是通电后产生大量热量的用电器,都是纯电阻的设备。

对于一段固定的电路,影响电路电阻的大小有以下几个因素:

(1)电路导线的制造材料 制造材料的导电性越好,电导越大,电路的电阻就越小。

(2)导线的长度 电阻和长度成正比,导线越长,电阻越大。

(3)导线的直径 电阻和导线的粗细成反比,导线越粗,直径越大,电阻越小。

(4)导线的温度 电阻和导线的温度成正比,温度越高,电阻越大。

通常情况下,对于同一种材料制成的导线,影响电阻的因素主要是直径和长度(图 1-1-7)。

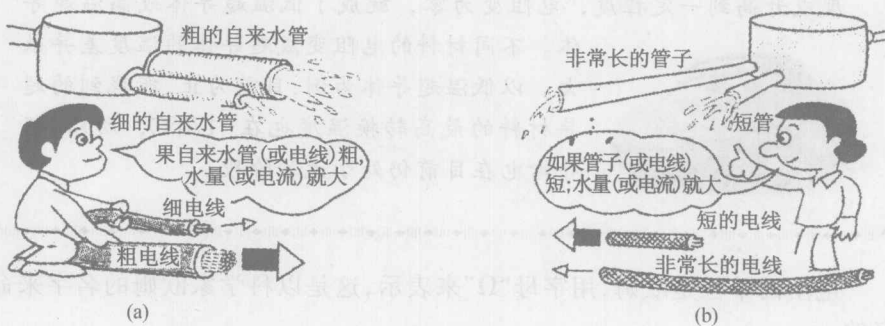


图 1-1-7 导线的直径与长度影响电阻

在电路中有时会存在有害的电阻,它是因导线的连接端子锈蚀或导线将断而未断等情况造成的,在这些情况下形成的电阻会造成负载部件工作能力降低或完全不工作。

电路导线中的电阻应尽可能地小,这样可以减少电能传输过程中的损耗。一般情况下导线的电阻可以忽略,我们只考虑用电器的电阻就行了。

电阻和温度的关系很密切。

电阻的阻值随温度的变化而改变,根据电阻随温度改变阻值的关系,可以将电阻分为正温度系数电阻和负温度系数电阻两种。正温度系数(PTC)电阻当温度升高时,阻值变大;负温度系数(NTC)电阻当温度升高时,阻值变小。

生活中常见的导电材料都是正温度系数的,它们的阻值随温度的升高而增加,但变化得比较慢。

利用正温度系数热敏电阻的这种特性的装置是 PTC 半导体电热器,它可以通过电热器本身控制温度。



知 识 窗

在汽车上用到的气温、油温、冷却液温度传感器都是负温度系数电阻,它们的阻值随温度的升高而减小,阻值变化很快,反应灵敏。汽车上用的负温度系数材料都是人工合成材料,在自然界中并不存在。



下面做两个实验,以验证温度对电阻的影响:

[实验 1] 灯泡的灯丝是用正温度系数材料制造的。测量灯泡冷态的阻值和通电发光时(约 $2\ 000^{\circ}\text{C}$)的电流,算出发光时的电阻,并对比两种温度时的阻值。

[实验 2] 发动机冷却液温度传感器是用负温度系数电阻材料制造的。测量冷却液温度传感器在不同温度下的电阻。

对比两种电阻随温度变化阻值改变的幅值,想一想汽车上为什么不使用正温度系数电阻来做传感器。

四、电流

用电器中有电流流过,用电器才能工作。

从前面的内容我们已经知道,用电器上仅仅有电压是不能工作的,要使用电器工作,就必须有电流(图 1-1-8),也就是说,要使用电器工作,在用电器中必须有电流流动。

导致人体触电的不是电压,而是电流。如果人体中没有电流流过,上万伏的高压也不会电人;但如果人体中有电流流过,几十伏的低压也会致人于死地。

电流的单位是安培,用字母“A”来表示,这是以科学家安培的名字命名的。

1A 的电流有多大? 您可以想像一下:

家里用的 60W 灯泡通电时,其中流过的电流是 0.27A;

汽车远光灯灯泡的功率一般是 60W 左右,通过的电流是 5A;

在汽车上,一个 12W 的灯泡发光时,其中流过的电流是 1A;

启动机运转时,其中的电流可高达 100A……

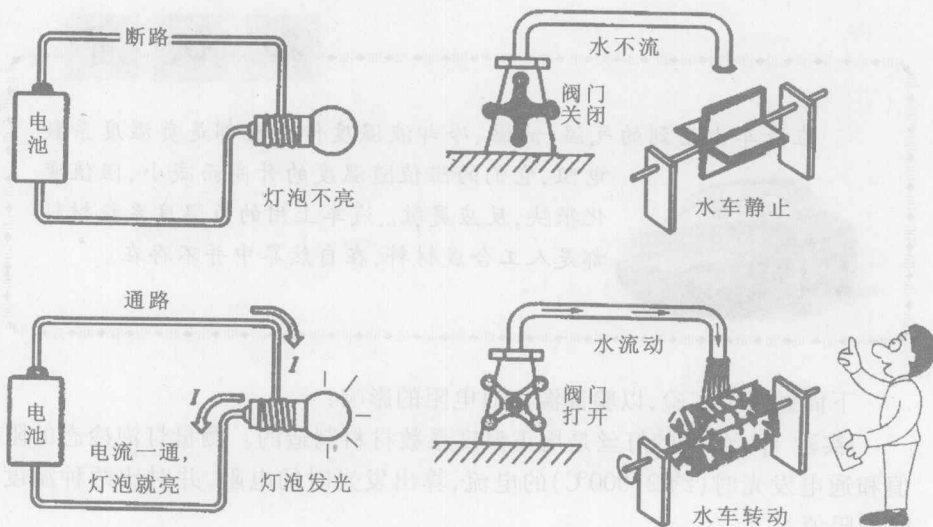


图 1-1-8 有了电流才能工作

知 识 窗

我们日常生活中用到的交流电电压是 220V, 频率为 50Hz, 这种频率的交流电对人最危险。当流过人体的电流是 0.1A 时, 人就会致死。但是, 随着交流电频率的增高, 人体触电的危险程度将会下降。200 Hz 以上的高频电流不仅不会伤害人体, 还能用于治疗疾病。



对于纯电阻(注意! 这里有条件)电路来说, 电压、电阻和电流的关系是:

电压=电流×电阻

这就是大名鼎鼎的欧姆定律。

另外可以得到两个对等的公式

电流=电压/电阻

电阻=电压/电流

上述公式用电工符号来表示, 就是

$$U=I \times R \quad I=U/R \quad R=U/I$$



一个最简单的电路中具备电压、电阻和电流三个基本参数。图 1-1-9 是一个简单的照明电路,蓄电池电压是 12V,灯泡工作时的电阻是 3Ω ,则当关闭合之后,电路的电流就可以用欧姆定律中的公式计算得出:

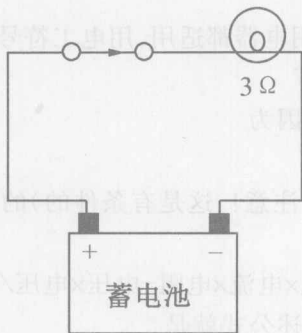


图 1-1-9 简单照明电路

电流=电压/电阻 即 $I=U/R$

代入,得: $I=12/3=4A$

五、功率

凡是利用电来工作的设备都叫用电器,凡是用电器都有一定的功率。

您可以轻而易举地列出许多用电器:电灯、电视、电动机、电炉子、电脑……可以说数不胜数,难以想像,如果生活中没有了电,世界将会变成什么样子。

用电器工作时要消耗电能,单位时间内耗电量的大小就是功率。

功率的单位是瓦特,用字母“W”来表示,这是以科学家瓦特的名字命名的。

1 瓦特的功率有多大? 您自己可以想像一下:

汽车仪表指示灯的功率是 1W;

家用节能灯管的功率是 15W;

电烙铁的功率是 30W;

汽车前照灯灯泡的功率是 60W;

家用热水器的功率是 1 000W;

汽车启动机功率是 1 200W……

瓦特定律确立了功率、电压、电流的关系:



功率=电压×电流

由此可推出两个变形的公式:

电压=功率/电流

电流=功率/电压

上述三个公式对所有用电器都适用,用电工符号来表示,就是

$$P=U \times I \quad U=P/I \quad I=P/U$$

对于纯电阻电路来说,因为

电压=电流×电阻

所以纯电阻性用电器(注意!这是有条件的)的功率可以用以下三个公式求得:

功率=电压×电流=电流×电流×电阻=电压×电压/电阻

用电工符号来表示,上述公式就是

$$P=UI=I^2R=U^2/R$$

下面做两个实验,计算电流的大小,并完成思考题。

[实验 1] 利用瓦特定律计算汽车前照灯灯泡(60W)的电流和家用白炽灯(60W)的电流,并思考:它们的灯丝谁的较粗?

[实验 2] 利用瓦特定律计算汽车启动电机(1 200W)的电流和家用吸尘器电机(1 200W)的电流,并思考:它们使用的导线可以互换吗?

第二节 电源

把其他形式的能量,如化学能、光能、原子能或者动能等转换成电能的过程叫做发电。

一、电池

我们日常见到的电池包括:干电池、湿电池和太阳能电池。

日常生活中用到的电池多是干电池,包括一次性电池和可重复使用的充电电池;汽车上用的蓄电池是湿电池,如果电池的外壳破损,里面的液体就会流出。

电池把化学能转换成电能,电池产生电是由于化学反应引起的,所以学电的人要懂点“化学知识”。



知识窗

电池是利用化学反应来发电的,它将化学能转换成电能。简单电池的做法:把一个柠檬(酸苹果也可以)切开两个小口,插入两条不同材料的金属片(如铝片和铜片,或铝片和铁片),接上灵敏的数字万用表,就可以测出产生的电压或电流。



1. 干电池

干电池以石墨棒为正极,锌板为负极,正负极之间充满着固体化学药品(图 1-2-1),其成分以氯化铵(NH_4Cl)为主。对于干电池来说,由于化学反应使锌逐渐减少直到消失,放电完毕就不能再使用,这种电池称为一次性电池。

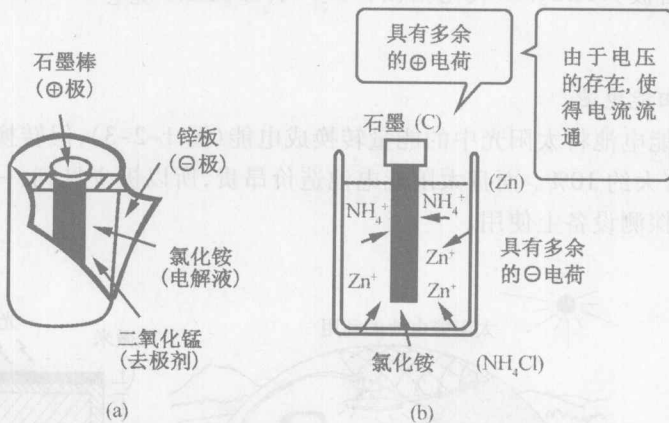


图 1-2-1 干电池

(a) 干电池的构造 (b) 干电池的原理