

全国中等水产学校试用教材

# 无线电渔航仪器

福建水产学校主编

海洋捕捞专业用

农业出版社



中等水产学校试用教材

# 无线电渔航仪器

福建水产学校主编

海洋捕捞专业用

农业出版社

**主 编** 福建水产学校 魁志成  
**副主编** 旅大水产学校 金一勋  
**协 编** 广东水产学校 叶永康  
          山东水产学校 刘圣德  
          福建水产学校 戴亚泰  
**审 定** 国家水产总局渔业机械仪器研究所 于雪南  
          厦门水产学院 林永勤、黄奕对  
          福建省水产科学研究所 陈绍文、陈金坤  
          辽宁省大连海洋渔业公司 刘锦祥  
          广东省南海水产公司 黄进聪  
          厦门水产电子仪器厂 陈武禄

中等水产学校试用教材

无线电渔航仪器

福建水产学校主编

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 25.75 印张 1 插页 515 千字

1981 年 6 月第 1 版 1982 年 11 月北京第 2 次印刷

印数 2,301—4,500 册

统一书号 15144·617 定价 2.10 元

## 前 言

本书根据中等水产专业学校《无线电渔航仪器》教学大纲编写而成。在讲述电工学及无线电电子学基本知识后，介绍目前渔轮上主要助渔导航仪器的工作原理、结构、使用操作方法及维护技术。

全书分两篇。第一篇共八章，介绍电路、电磁、电机、电磁波、晶体管电路、电子管电路、脉冲技术的基础知识；第二篇共四章，介绍探鱼仪、测向仪、定位仪、雷达等渔航仪器。

本书供中等水产专业学校海洋捕捞、渔业电讯专业用作教材，也可供海洋渔业、渔船驾驶、渔航仪器维修人员及有关专业人员参考。

在编写过程中，福建省水产局、国家水产总局渔业机械仪器研究所、南海水产研究所、东海水产研究所、山东省水产研究所、福建省水产研究所、厦门水产学院、大连水产学院、上海海洋渔业公司、大连海洋渔业公司、烟台海洋渔业公司、南海水产公司、福建省海洋渔业公司、上海无线电器厂、大连电子仪器厂、厦门水产电子仪器厂等单位，介绍了经验，提供了资料。审定小组成员认真帮助修改，一并致谢。

本教材适用于三年制海洋捕捞专业。总学时为 222 小时，其中理论教学 180 学时。

本教材编写分工：赵志成写绪论及第九章；金一勋写第四、六、十章；戴亚泰写第一至三章；叶永威写第七、八、十一章；刘圣德写第十二章。

编 者 一九七九年九月

# 目 录

绪论	1
----	---

## 第一篇 电工与无线电基础

第一章 直流电路与电磁	3
第一节 电路的基本概念	3
第二节 直流电路的计算	11
第三节 电容器	38
第四节 电磁	49
第五节 电磁感应	61
第二章 交流电路	73
第一节 正弦交流电路的基本概念	73
第二节 RLC电路	99
第三节 三相交流电概念	120
第四节 电磁振荡	140
第三章 电机	154
第一节 变压器的结构和工作原理	154
第二节 感应电动机的结构和原理	165
第三节 直流电机	178
第四节 几种自动装置用的电机	197
第四章 晶体管电路	202
第一节 晶体二极管	203
第二节 整流电路	220
第三节 滤波器	229
第四节 晶体三极管	240

第五节	晶体管放大器 .....	262
第六节	直流偏置电路和负反馈放大电路 .....	285
第七节	多级放大器 .....	297
第八节	低频功率放大器 .....	311
第九节	振荡电路 .....	319
第十节	晶体管直流稳压电路 .....	333
<b>第五章</b>	<b>晶体管收音机 .....</b>	<b>346</b>
第一节	输入回路 .....	348
第二节	变频电路 .....	349
第三节	中频放大电路 .....	352
第四节	检波电路 .....	355
第五节	自动音量控制电路 .....	357
第六节	低频电压放大电路 .....	361
第七节	功率放大电路 .....	362
第八节	超外差式收音机整机电路 .....	366
<b>第六章</b>	<b>电子管电路 .....</b>	<b>374</b>
第一节	电子管 .....	374
第二节	二极管整流电路 .....	377
第三节	三极管放大电路 .....	383
第四节	多极电子管 .....	394
第五节	电子管振荡电路 .....	399
第六节	特式电子管 .....	403
第七节	电子管管脚排列和命名方法 .....	408
<b>第七章</b>	<b>电磁波与天线概念 .....</b>	<b>411</b>
第一节	概述 .....	411
第二节	电磁波的产生与发射 .....	413
第三节	天线 .....	415
第四节	电离层 .....	422
第五节	无线电波的传播 .....	424
<b>第八章</b>	<b>脉冲技术 .....</b>	<b>426</b>



第一节	概述 .....	426
第二节	微分电路和积分电路 .....	429
第三节	晶体二极管的开关特性及其应用 .....	434
第四节	晶体管反相器 .....	445
第五节	双稳态触发器 .....	452
第六节	单稳态触发器 .....	466
第七节	无稳态电路 .....	479
第八节	射极耦合触发器 .....	484
第九节	锯齿电压发生器 .....	490
第十节	锯齿电流发生器 .....	498
第十一节	门电路与集成电路 .....	513

## 第二篇 助渔与导航仪器

第九章	探鱼仪 .....	527
第一节	探鱼仪的基本原理 .....	527
第二节	超声波的特性 .....	530
第三节	鱼群探测的物理基础 .....	533
第四节	探鱼仪的构造 .....	543
第五节	探鱼仪的技术特性 .....	591
第六节	69-3型双频率探鱼仪介绍 .....	601
第七节	探鱼仪的安装 .....	622
第八节	探鱼仪的使用与维护 .....	637
第九节	水平探鱼仪 .....	642
第十章	测向仪 .....	647
第一节	无线电测向原理 .....	647
第二节	旋转环状天线无线电测向仪 .....	652
第三节	固定环状天线无线电测向仪 .....	656
第四节	目测式无线电测向仪 .....	659
第五节	无线电自差的测定与消除 .....	666
第六节	测向仪的安装 .....	672

第七节	70型测向仪介绍 .....	673
<b>第十一章</b>	<b>定位仪</b> .....	<b>681</b>
第一节	双曲线时差定位原理 .....	683
第二节	发射台的设置 .....	685
第三节	罗兰A接收装置接收与测定时差的方法 .....	690
第四节	WY—D3型时差定位仪的组成和工作原理 .....	695
第五节	WY—D3型定位仪的操作方法 .....	707
第六节	WY—D3型定位仪的安装、保养和一般调整 .....	711
第七节	罗兰C、台卡、奥米加定位及导航卫星系统简介 .....	723
<b>第十二章</b>	<b>船用雷达</b> .....	<b>738</b>
第一节	雷达的基本原理 .....	739
第二节	雷达的构造及工作原理 .....	751
第三节	752型雷达介绍 .....	773
第四节	雷达的操作 .....	803
第五节	雷达的维护 .....	812
<b>主要参考文献</b>	.....	<b>817</b>



## 绪 论

无线电电子学是研究电磁波、电子器件及电路的理论和应用的一门新兴科学，它是近代物理学的重要组成部分。自十九世纪末从物理学中脱颖而出，近百年来，无线电电子学经历了三个时期：1925年以前的无线电报时期，主要用于实现无线电报通讯；1925年至1945年的无线电技术时期，主要用于无线电话、广播、传真、电视、导航等无线电通讯；1946年第一台电子计算机问世以后，进入了无线电电子学时期。近三十年来，电子计算机技术经过电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路四个阶段，使无线电技术发展到了新的水平。

我国在渔业生产战线上，电子技术已获得广泛应用：淡水渔业的电赶与电捕装置、制冷装置自动化、渔业机械加工的数控装置、海洋渔业的近代助渔导航设备……用现代化设备逐渐装备了渔业生产。《无线电渔航仪器》系海洋捕捞专业的专业课程之一。通过本课程的教学，使学生学会各种主要助渔导航仪器的原理、构造、技术特性等基本知识，并掌握这些仪器的安装、操作、维护等基本技能。为学生毕业后在渔业生产中充分地、正确地使用渔航仪器，以保证航行安全和提高渔获量或从事渔航仪器的管理、维修工作，提供必要的专业知识。在教材中，概括了国内渔业电子生产中的科技成果，也介绍了国外有关先进技术和科研动态。教材中还加强了无线

电基础，特别是晶体管电路的有关内容，使学生学到无线电技术的基本常识，为今后在工作中继续钻研电子技术打下基础。



# 第一篇 电工与无线电基础

## 第一章 直流电路与电磁

电工学是研究怎样把有关电和磁的自然法则应用到工程上去的科学。它是一切技术的基础之一。

在这一章里，着重介绍电路的基本概念，克希霍夫定律，电阻的串联、并联和混联，电位计算和复杂电路的一般解法，讨论电磁和电磁感应等问题。

### 第一节 电路的基本概念

**一、电路的组成** 电路是由电源、负载和联接导线所组成。

用导线将一个小电珠的两端同一节干电池的正、负两极分别联接起来（如图 1—1 所示），由于电流通过，小电珠变亮。电流通过热效应（小电珠发光）、电磁效应（电动机转动）等表现出来。

电流是金属导体中的自由电子在电场力的作用下，会向电场的反方向移动。电荷的有规则的定向运

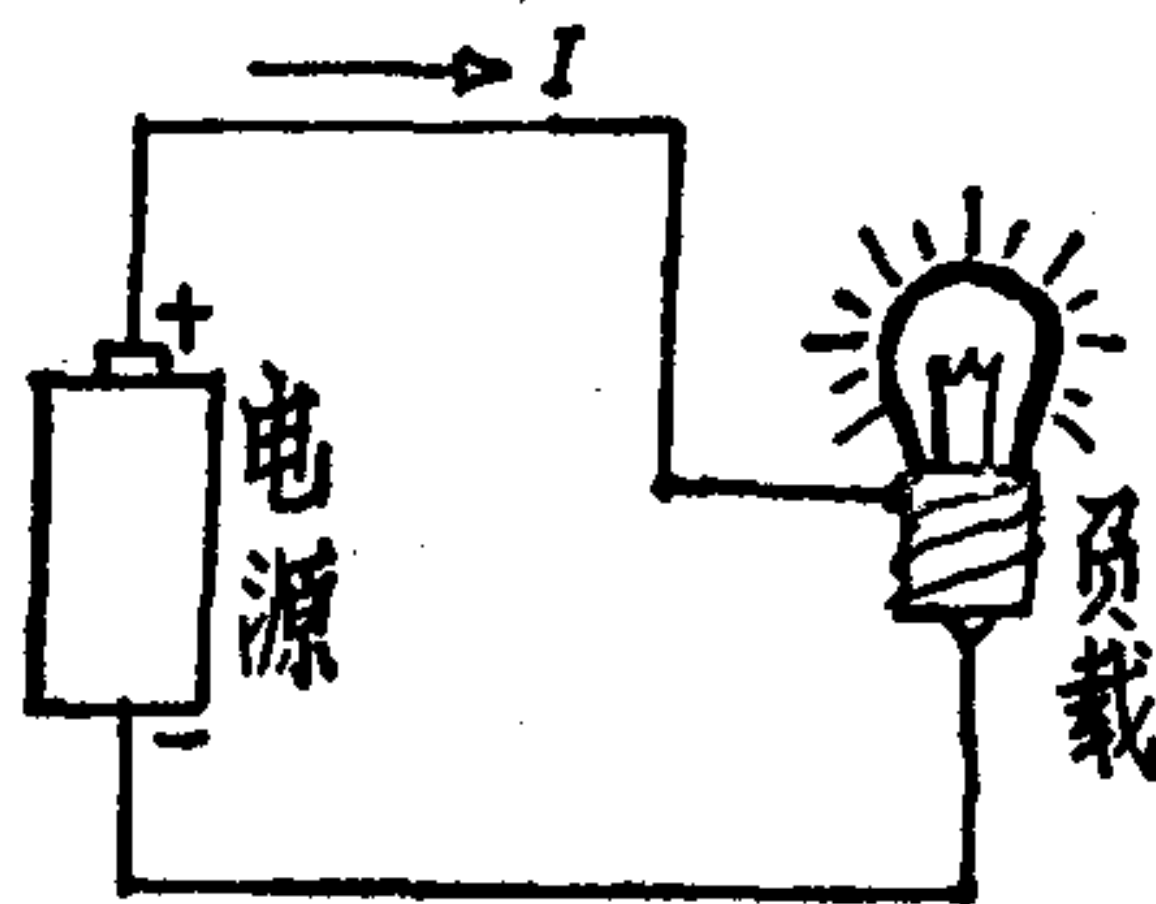


图 1—1 简单的电路

动,形成了电流。我们用每秒钟通过导线某一截面的电荷量(电量)的多少叫做电流强度(简称电流),用I表示。电流的单位是安培(简称安),用A表示。如果每秒钟有1库仑的电量通过导线某截面,这时的电流就是1安培,即

$$1 \text{ 安培} = \frac{1 \text{ 库仑}}{1 \text{ 秒}}$$

电流很小时,常用毫安(mA)或微安( $\mu$ A)做单位。

$$1 \text{ 毫安 (mA)} = \frac{1}{1,000} \text{ 安 (A)} = 10^{-3} \text{ 安 (A)}$$

$$1 \text{ 微安 } (\mu\text{A}) = \frac{1}{1,000} \text{ 毫安 (mA)} = 10^{-6} \text{ 安 (A)}$$

电流很大时,常以千安(kA)为单位。

$$1 \text{ 千安 (kA)} = 1,000 \text{ 安 (A)} = 10^3 \text{ 安 (A)}$$

从图1—1可以看到,干电池、小电珠以及连接这两者的导线,构成一个最简单的电路。干电池是电能的供出者,称为电路的电源。而小电珠则是消耗电能的,称为电路的负载。电能通过导线,从电源送往负载。

电灯、电炉、电动机及继电器等都是电路的负载,它们分别将电源所传送给它们的电能转变成光、热或机械能等,为人类所利用。在电力及一般用电系统中,电路就起着这种传输与转换电能的作用。

当然,在实际工作中所遇到的各种电路要比这个电路复杂得多。但是,它们的基本组成部分都是相同的。

电路一般用电路图表示。可以根据电路图来了解电路的联接方法和电路中各个元件的作用,以便进行安装、检修和调整。工程上用的图纸可分为原理接线图和装配图两种。原理接线图



只表示线路的接法，并不反映电路的几何尺寸和各元件的实际形状。装配图除了表示电路的实际接法外，还要画出有关部分的装置与结构。图 1—2 就是图 1—1 所画实际电路的原理接线图。

有时为了突出电路的本质和进一步简化，可以把图 1—2 所画的原理接线图画成常用的电路图，如图 1—3 (a) 所示。用符号  $\text{Ⓢ}$  和  $E$  表示电源和电动势。由于在电源内部电流是从低电位点（电源负

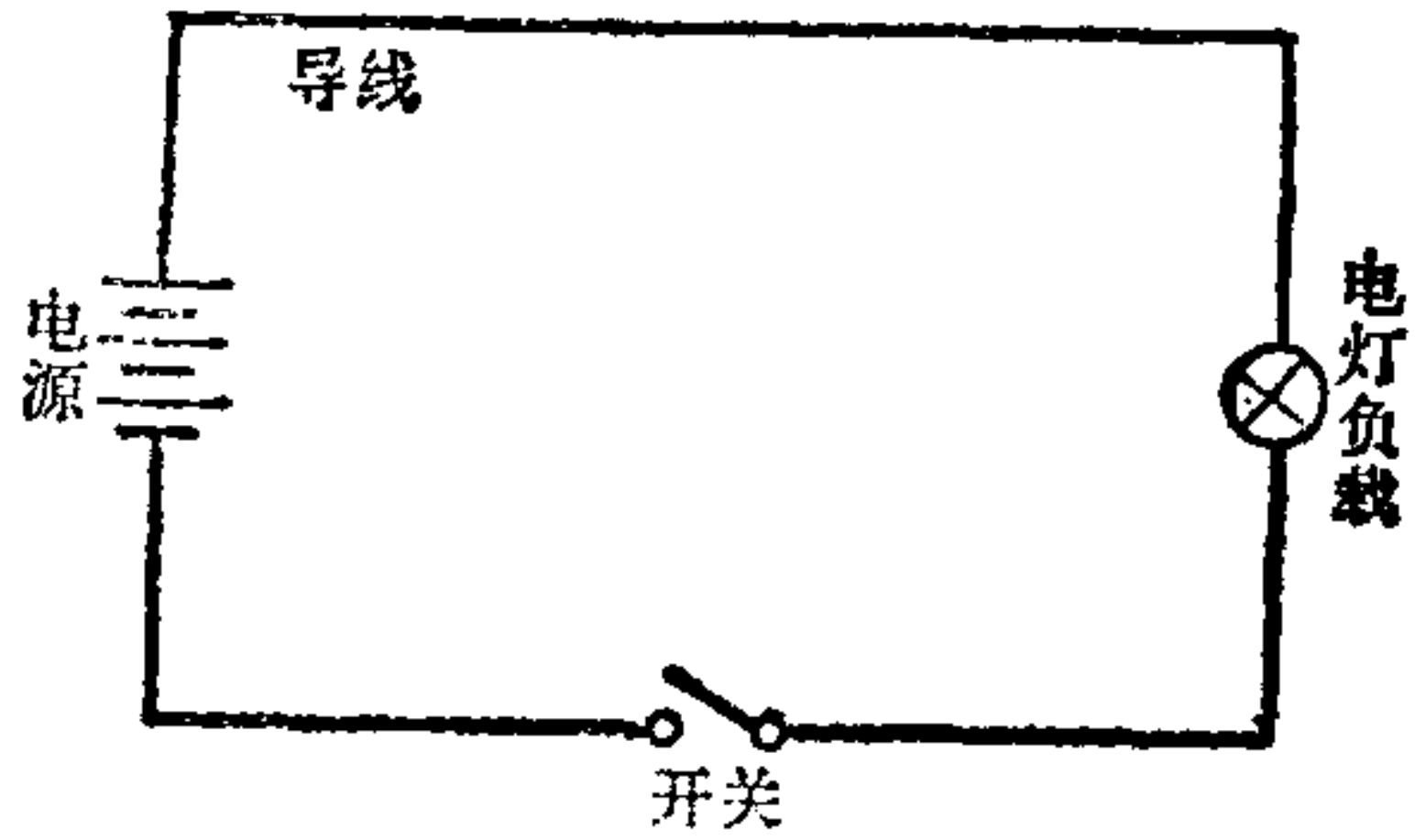


图 1—2 用原理接线图表示电路

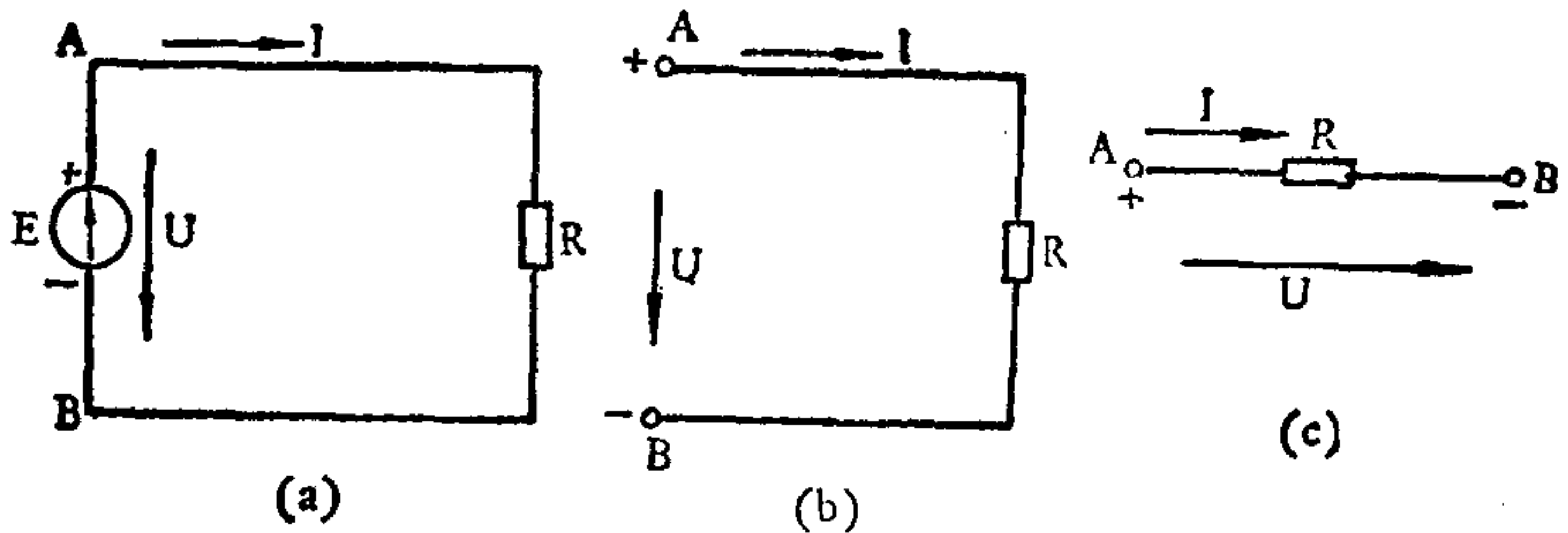


图 1—3 电路图的画法

极) 流向高电位 (电源正极)，所以规定：表示电动势方向的箭头，由低电位点指向高电位点。在外电路中，由于电流是由电路两端的电位差 (电压) 推动的，即从高电位点流向低电位点，按习惯规定：表示电压方向的箭头由高电位点指向低电位点，表示电流方向的箭头也由高电位点指向低电位点。对于白炽灯或电炉一类的负载都可以用电阻符号  $\text{—}\square\text{—}$  和  $R$  表示。这样，在电路图中不仅表示出了电路各部分之间的联接方法，同时还

可以表明电流的方向和电位的高低，这就更便于对电路进行分析和计算。

图1—3 (b) 和 (c) 是 (a) 的两种不同画法。在 (b) 中，A、B 两点之间的电位差就是电源两极的电位差，可以直接用端电压  $U$  表示，把电路画成 (b) 的形式。因为电压的方向表示电位的降低，而电动势的方向表示电位的升高，所以，对于同一个电源来说，它的电动势的方向和电压的方向刚好相反。(c) 是 (b) 的简化画法。

电路通常有三种状态：

1. 通路（闭路），即电路构成闭合回路，电路有电流，整个电路处于正常工作状态。

2. 断路（开路），即电路某一处断开，电路中没有电流，整个电路处于停止工作状态。

3. 短路，即电源两端直接接通，电路中出现极大电流。这种情况是不允许的，为了防止发生这种危险状态，在电路中必须加上保险装置。最简单的一种保险装置是可熔保险器，亦称熔断器。可熔保险器内装有低熔点的保险丝或保险片。保险丝多用锡铝合金丝制成。

## 二、电功率和电能

1. 电功率 前面说过，电路的主要任务是传送、控制和转换电能。在发电厂、变电所的主控制室里，有许多监视和记录电功率和电能的测量仪表。所以，在分析和计算电路时，经常要遇到功率和电能的问题。

物体沿着力的作用方向移动一段距离，就是力对物体做了功。例如，一个比水源高 6 米，要把容量 50 吨的贮水池盛满需要做的功是：



$$A = FS = 50 \times 1,000 \times 6 = 300,000 \text{kg} \cdot \text{m}$$

在生产实践中，要考虑做功的多少和快慢。如用一只大水泵，10分钟就可以把水池装满，而用一只小水泵就可能需要50分钟。可见大水泵做功比小水泵快。为了比较做功的快慢，把单位时间（例如1秒）所做的功叫做功率，即：

$$\text{功率} = \frac{\text{功}}{\text{时间}}$$

用符号P表示功率，用t表示时间，那么

$$P = \frac{A}{t} \quad (1-1)$$

如功的单位用公斤米 (kg·m)，时间的单位用秒 (s)，功率的单位就是公斤米/秒 (kg·m/s)。

在上面式子里，大水泵10分钟做了300,000公斤米的功，它的功率是：

$$P_1 = \frac{A}{t} = \frac{300000}{10 \times 60} = 500 \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

小水泵50分钟做了300,000公斤米的功，它的功率是：

$$P_2 = \frac{A}{t_2} = \frac{300000}{50 \times 60} = 100 \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

即：大水泵每秒钟能做500公斤米的功，小水泵每秒钟能做100公斤米的功。虽然它们都能完成同样的功，但是大水泵比小水泵快5倍。

在工业上常嫌公斤米/秒单位太小，而用马力 (PS) 作单位。它们的换算关系是：

$$1 \text{ 马力} = 75 \text{ 公斤米/秒}$$

同样，当电场力使电荷移动时，电场力对电荷做了功。电场力移动电荷从电路中一点到另一点所做的功A与被移动电量Q的比值，称为该二点间的电压，也叫电位差。用U表示，即

$U = \frac{A}{Q}$ 。电压的单位为伏特，简称伏，用V表示。

电场力（或电源力）在单位时间里所做的功就叫电功率。表示公式同式（1—1），但式中，P代表电功率，A代表电场力移动电荷所做的功，t代表时间。电功A的单位用焦耳（用J表示），这时电功率P的单位就是焦耳/秒（J/S）或者叫瓦特，简称瓦，用W表示。实用上瓦特太小，而用千瓦（kW）作单位，其换算关系是：

$$1 \text{ 千瓦 (kW)} = 1,000 \text{ 瓦 (W)}$$

瓦特与马力都是功率的单位，瓦特是电功率的单位，马力是机械功率的单位，它们的换算关系是：

$$1 \text{ 公斤米 (kg}\cdot\text{m)} = 9.8 \text{ 焦耳 (J)}$$

$$1 \text{ 马力 (PS)} = 75 \text{ 公斤米/秒 (kg}\cdot\text{m/s)} \\ = 736 \text{ 瓦 (W)} = 0.736 \text{ 千瓦 (kW)}$$

$$1 \text{ 千瓦 (KW)} = 1,000 \text{ 瓦 (W)} = 1.36 \text{ 马力 (PS)}$$

2. 电源的功率和负载的功率 物理学中学过，电源力移动单位正电荷所做的功叫做电源的电动势（E）。在图1—4中，如果电源力移动的正电荷量是q，它所做的功 $A_1$ 就应该是：

$$A_1 = qE$$

电源的功率就应该是：

$$P_1 = \frac{A_1}{t} = \frac{q}{t} E$$

我们知道，单位时间内通过导线截面的电荷量叫做电流，即：

$$I = \frac{q}{t}$$



所以  $P_1 = EI$  (1-2)

即电源的功率等于电源的电动势和电流的乘积，如图 1-4 所示。

同样，电场力移动电荷量  $q$  所做的功是：

$$A_2 = qU$$

式中  $U$  是外电路中负载两端的电压，这部分功在外电路中被负载吸收，它的功率是

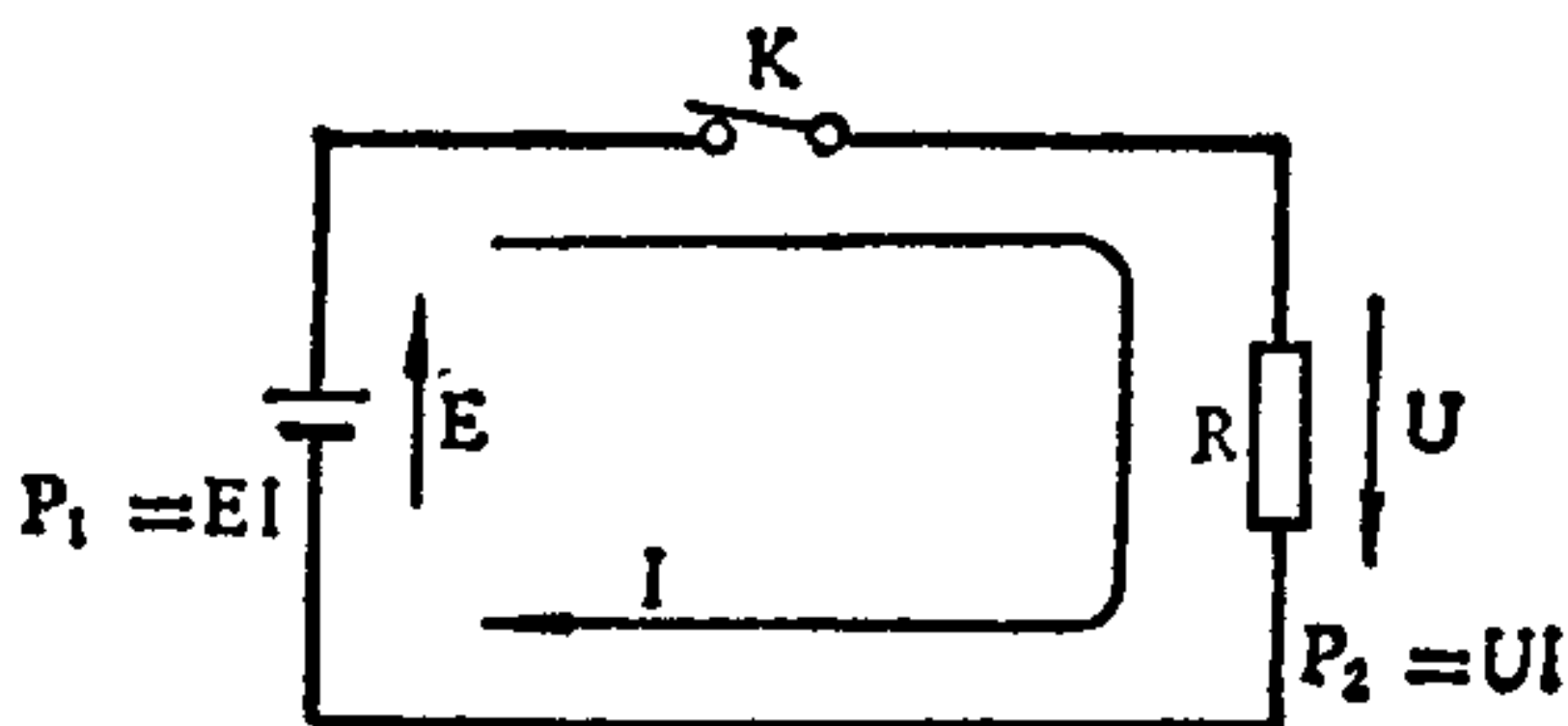


图 1-4 电源和负载的功率

$$P_2 = \frac{A_2}{t} = \frac{q}{t}U = UI \quad (1-3)$$

所以，负载功率等于负载两端的电压和通过负载的电流的乘积，如图 1-4 所示。

根据欧姆定律可知

$$U = IR$$

或

$$I = \frac{U}{R}$$

所以负载功率也可以写成：

$$P_2 = IU = I(IR) = I^2R \quad (1-4)$$

或

$$P_2 = IU = \left(\frac{U}{R}\right)U = \frac{U^2}{R} \quad (1-5)$$

3. 电能 能量有许多种，例如机械能、热能、电能、光能、化学能等等。各种能量之间可以互相转换。图 1-5 是一个发电厂和电力网的能量相互转换系统。

电路的主要任务是进行电能的传送、控制和转换。在图 1-3 所示的最简单的电路中，当有电流通过时，电源输出电能；