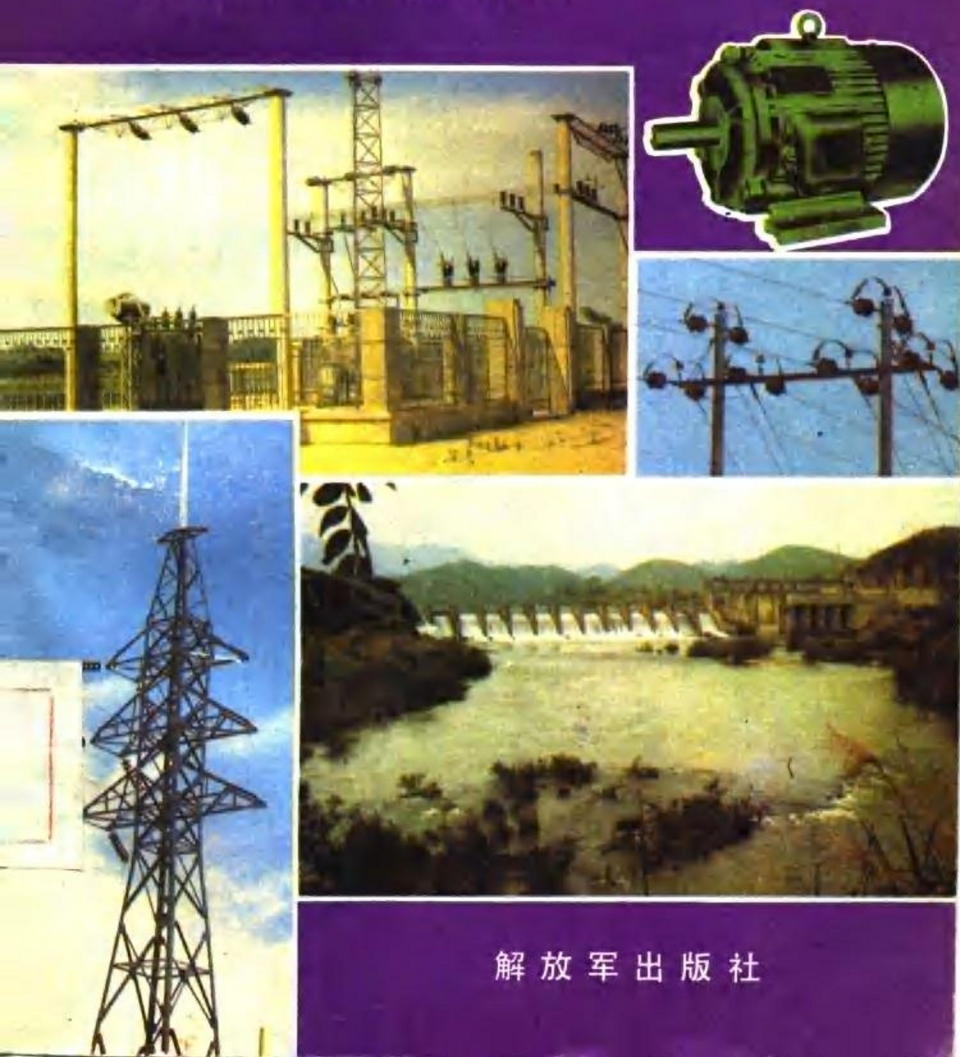


· 培养军地两用人才技术丛书 ·

# 农村电工 上册

贺斌 潘芹 苏涛 薛山 范宗吕



解放军出版社

## 内 容 简 介

《农村电工》分上、下两册，着重讲述了农村大队电工常用的基础知识，有关设备的运行、操作、维护等实际技能。

本书是《农村电工》上册，内容有：电路基本知识，变压器，交流电机，农村常用电工仪表及其应用，电子技术基本知识。此书既可以作为部队和农村培养电工的教材，也可供具有初中毕业文化水平的干部、战士和农村知识青年自学电工参考。

培养军地两用人才技术丛书

### 农村电工(上)

贺 斌 潘 芹 苏 涛  
薛 山 范宗吕

中国人民解放军出版社出版发行  
中国人民解放军一二〇二工厂印刷

开本：787×1092毫米1/32 10.5印张 228,000字

1984年5月第1版

1984年5月（北京）第1次印刷

## 出版说明

培养军队地方两用人才，是新时期我军建设的一项重要改革。它符合历史的潮流，符合建军的方向，符合广大干部战士和人民群众的愿望，是一件利国、利军、利民、利兵的大好事。

为了配合部队开展培养两用人才的工作，我们在编辑出版《军事科普丛书》的基础上，编辑出版一套《培养军地两用人才技术丛书》，主要是帮助干部战士在学好军事技术的前提下，学习工农业生产知识，掌握一两种专业技术，以便加强军队建设，使干部战士在复员转业后能更好地参加社会主义建设。

这套《丛书》共四十余种，主要包括农业机械的使用和维修，农作物、果树、蔬菜、花卉的栽培和增产技术，植树造林的方法，家禽家畜的饲养和常见病的防治，农、林、牧、渔产品的加工，家用电器、钟表、自行车、缝纫机的修理，电工、木工、泥瓦工、油漆工、钳工、锻工、钣金工、电焊工等专业技术，家具制作，服装剪裁，草编竹编藤编和橡胶、

---

塑料制品的修理，工艺品的加工，医疗技术，以及摄影、雕刻、书法、绘画等方面的知识和技术。

《丛书》以介绍基本知识和基本技能为重点，突出应用技术，并附有练习题，适合于初中毕业以上文化程度的干部战士阅读。这套《丛书》内容丰富、通俗易懂，既可作为部队开办专业技术班的讲课教材，也可作为干部战士学习专业技术的自学读物，还可作为举办科普讲座的材料。

《丛书》的编辑工作，得到了农业出版社、机械工业出版社、中国林业出版社、水利电力出版社、轻工业出版社、中国建筑工程出版社、化学工业出版社和中国科普作协、北京科普作协等单位的热情帮助和大力支持，在此我们表示衷心的感谢。

---

## 序

《农村电工》是培养军队、地方两用人才技术丛书之一，既可作为部队培养农村大队电工的教材，也可供具有初中毕业文化水平的部队基层干部、战士自学电工知识。为了使干部战士通过专业技术培训或自学，初步懂得大队电工所需的专业知识，能够实际操作，本书的选材和内容的编排，均着重于大队电工常用的有关设备的运行和操作、维护等实际技能。关于电工需要的基础知识，本书也作了相应的介绍。我们在编写中，力求文字通俗易懂，技术叙述由浅入深。

本书分为上、下两册。上册主要内容包括电路和电子技术基本知识，配电变压器、互感器、特殊变压器，同步发电机、异步电动机，农村常用电工仪表等；下册内容包括高低压电气设备及配电装置，电力线路，屋内外布线及照明设备，防雷接地，节约用电和安全用电等。

上册由潘芹（第一章）、苏涛（第二章）、薛山（第三章）、范宗吕（第五章）、贺斌（引言和第四章）共同编写，贺斌主编。下册由张晖（第六、七章）、袁科渊（第八章）、赵木子（第九章）、景志（第十、十一章）共同编写，张晖主编。

全书承蒙水利电力部农电司霍宏烈同志审稿，他对书稿提出了不少建设性意见。在书稿编写过程中，许多同志也曾给予大力帮助。在此我们一并表示感谢。

由于作者水平所限，加之时间仓促，书中错误和不妥之处，敬希读者批评指正。

作者 1983.10.

---

# 引 言

## 一、电力生产过程简介

当今世界，电力不仅是工农业等各部门生产的动力，而且在日常生活中，如照明、电视机、电风扇、电冰箱等家用电器都需用电。简言之，人们的生产和生活都离不开电。

电力也是一种能源形式，称为电能，它是由发电厂把其它形式的能量（煤、石油和天然气的化学能，水能，原子能，太阳能，等等）转换而来的。习惯上把煤、石油等称为一次能源，而电能是由一次能源转换而来的，故称为二次能源。

电力生产的特点，是发电、供电、用电同时进行的（即产、供、销同时完成）。发电厂发出来的电，除发电厂自身及近区用户使用一部分外，绝大部分均由输配电线路送至远区用户。

发电厂有多种类型，但是主要有如下三种：

**（一）火力发电厂** 火力发电厂的生产过程是：把煤、石油、天然气这些燃料放在锅炉中燃烧，这些燃料在燃烧时将化学能转换为热能，从而获得具有一定温度和压力的蒸汽；蒸汽驱动汽轮机转动，将热能转换为机械能；由汽轮机带动发电机发电，将机械能转换成电能。由此可知，火力发电厂的能量转换过程是化学能→热能→机械能→电能。

这个过程必须有煤、或石油、天然气等一次能源，以及锅炉、汽轮机、发电机等设备。目前，我国的发电厂绝大多数为火力发电厂，其装机容量为全国总装机容量的75%左右。

**(二) 水力发电厂** 水力发电厂的生产过程要比火力发电厂简单，但是为了取得水能，需要在河道上修筑堤坝，拦河蓄水，使上游水位抬高，形成水库。发电时，利用水库中高水位的水，经压力管道引入水轮机，推动水轮机转动，使水能转换成机械能；由水轮机带动发电机发电，将机械能转换成电能。水力发电厂的能量转换过程是水能→机械能→电能，其电力生产要有拦河坝等水工建筑物，以及水轮机、发电机等设备。目前，水电厂的装机容量仅占全国总装机容量的25%左右。

**(三) 原子能发电厂** 原子能发电厂是利用原子能转换成热能，使水受热变为蒸汽，由蒸汽推动汽轮机转动，从而带动发电机发电。其能量转换过程是原子能→热能→机械能→电能，与火力发电厂不同之处，仅在于以反应堆、蒸汽发生器代替火力发电厂的蒸汽锅炉。我国正在筹建和设计原子能发电厂。

## 二、电力工业发展简述

建国后，电力工业发展速度很快，至1982年全国装机容量约为7,000万千瓦，发电量约为3,200亿度，前者比建国初期增长了约37倍，后者比建国初期增长了近80倍。

现在全国有华东、东北、华北、华中、西南、西北等六大电网，各电网的总装机容量大约从600万千瓦到1,000万千瓦不等，华东、东北、华北三个电网最大。此

外，还有两广、新疆、西藏等电网。

我国自行设计、制造的单机容量为30万千瓦的机组已投入运行，容量更大的水电机组（如32万千瓦）和火电机组（如60万千瓦）正在设计制造或研制中。500千伏输电线路已投入运行。

虽然我国电力工业发展很快，但仍不能满足国民经济发展的需要，电力供应仍很紧张。为了满足国民经济发展规划中的用电需要，到2000年，全国装机总容量要求达到2亿万千瓦以上。

### 三、农村用电

随着农业的发展，农业年用电量也大大增加，1982年农业用电量约占全国总用电量的14%，主要用于电力排灌等农业生产方面，其次是社办工厂和农副加工的动力以及照明。

目前，大约有一半以上的农户用上了电，无电地区均集中在山区、牧区、边远地区和经济落后地区。解决农村用电问题，除由大电网供电外，应大力发展农村小型电站，特别是小型水电站。

我国小水电资源十分丰富，可以开发的有7,000万千瓦左右，现在已开发了约800万千瓦，只占约11%。全国2,000多个县中，拥有小水电资源1万千瓦以上的县，超过半数。

有关部门设想，经过五年或更长一些时间，在水力资源比较丰富、基础较好的少数县，其用电发展逐步做到：全县基本普及用电，90%以上的农户在照明、广播等方面用上电，一部分农户用上电风扇、电视机；农业生产和农

副产品加工等方面普及用电，能够按照发展规划向县、社、队工业供应电力；进一步提高生活用电水平，部分城镇居民及富裕户，能在做饭、烧水等方面用上电。

# 目 录

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 引言.....                    | ( 1 )  |
| 第一章 电路的基本知识.....           | ( 1 )  |
| 第一节 电流、电压、电动势 .....        | ( 1 )  |
| 第二节 电阻和欧姆定律 .....          | ( 12 ) |
| 第三节 电功率和电能 .....           | ( 20 ) |
| 第四节 简单直流电路 .....           | ( 25 ) |
| 第五节 电磁和电磁感应 .....          | ( 38 ) |
| 第六节 单相交流电路 .....           | ( 57 ) |
| 第七节 三相交流电路 .....           | ( 89 ) |
| 第二章 变压器 .....              | (110)  |
| 第一节 变压器的构造及工作原理 .....      | (110)  |
| 第二节 变压器的铭牌 .....           | (121)  |
| 第三节 变压器的运行方式 .....         | (137)  |
| 第四节 变压器的操作及巡视检查 .....      | (144)  |
| 第五节 变压器的常见故障及其<br>保护 ..... | (147)  |
| 第六节 电流互感器与电压互感器 .....      | (154)  |
| 第七节 其它特殊变压器简介 .....        | (167)  |

|     |                     |       |
|-----|---------------------|-------|
| 第三章 | 交流电机 .....          | (172) |
| 第一节 | 三相交流同步发电机简介 .....   | (172) |
| 第二节 | 三相交流异步电动机简介 .....   | (178) |
| 第三节 | 异步电动机的起动 .....      | (193) |
| 第四节 | 异步电动机的运行及常见故障 ..... | (202) |
| 第五节 | 异步电动机发电简介 .....     | (212) |
| 第四章 | 农村常用电工仪表及其应用 .....  | (217) |
| 第一节 | 电工仪表的用途和分类 .....    | (217) |
| 第二节 | 直流电流和电压的测量 .....    | (219) |
| 第三节 | 交流电流和电压的测量 .....    | (225) |
| 第四节 | 有功功率表及其应用 .....     | (231) |
| 第五节 | 电度表及其应用 .....       | (237) |
| 第六节 | 万用电表及其使用方法 .....    | (245) |
| 第七节 | 兆欧表及其使用方法 .....     | (255) |
| 第五章 | 电子技术基本知识 .....      | (261) |
| 第一节 | 半导体与晶体二极管 .....     | (262) |
| 第二节 | 二极管整流、滤波及稳压电路 ..... | (275) |
| 第三节 | 晶体三极管 .....         | (293) |
| 第四节 | 晶体管放大电路 .....       | (303) |
| 第五节 | 晶体管电路应用举例 .....     | (311) |

# 第一章 电路的基本知识

## 第一节 电流、电压、电动势

### 一、电流

当你在沒有月亮的夜间走路，将随身携带的手电筒开关按动时，电珠（灯泡）发光，通过聚光射出光束。你是否想过手电筒的电珠为什么会发光呢？要弄懂这个道理，我们得先从物质的电结构讲起，然后逐步认识电子的定向运动形成电流，电流流过手电筒的小电珠，就会使小电珠发光。

**（一）电荷** 很早以前，人们就发现了摩擦可以使物体带电（或称带电荷）的现象。如果你用钢笔杆去摩擦头发，它就能吸引小纸片，我们说钢笔杆带了电。这就是摩擦起电现象。人们还发现，物体所带的电荷有两种，一种叫正电荷，另一种叫负电荷；发现电荷之间有相互作用力，同性电荷（同为正电荷或同为负电荷）相互排斥，异性电荷（正、负电荷）相互吸引。

物体所以能带电，是由于物体内部具有带电的因素决定的，也就是说，是由物质的电结构决定的。

**（二）物质的电结构** 世界上的物质种类繁多，千差万别，但任何物质，诸如金属、玻璃、塑料、木头、水、气体，等等，都是由分子组成的。分子又是由一些更小的

微粒（通常称为原子）组成的。原子很小，用肉眼根本看不见。有人打了这样一个比方：如果我们将50万到100万个原子，一个紧挨着一个排起来，总长度才只有一根头发丝的直径那样长。但这样小的原子的结构却和太阳系非常相似，在原子中心有一个原子核，在原子核的周围有一定数量的电子围绕原子核在不停地运动。物质的电结构示意图见图1-1。

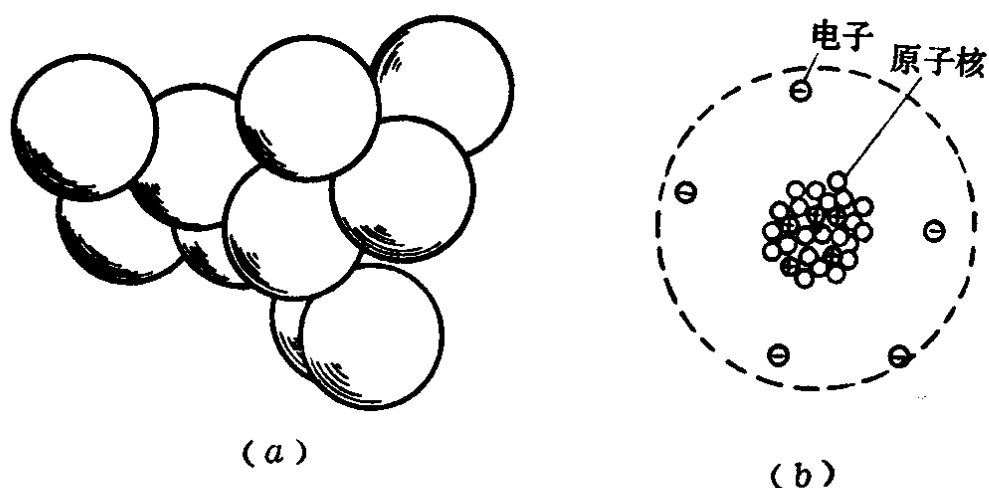


图 1-1 物质的电结构示意图

(a)所有物质是由分子组成的 (b)一个原子由原子核和电子组成

通常情况下，原子中的原子核所带的正电荷和电子所带的负电荷在数量上是相等的，物体不显示出带电现象。

当用丝绸摩擦玻璃棒时，使玻璃棒中的电子摆脱了原子核的束缚，闯入丝绸，玻璃棒失去电子就带了正电，丝绸获得了多余的电子就带了负电。由于这种摩擦，使物体之间电子重新分配，因而就使物体带了电。这种物体间电子重新分配得到的电是一种静电。这种静电是不会使电珠发光的。要使电珠发光，一定得让电子产生运动，即产生动电。

**(三) 电场** 我们已经知道，带有同性电荷的两个物体之间有排斥的力量，带有异性电荷的两个物体之间有吸引的力量。这表明带电物体间有作用力。两个带电物体并没有直接接触，它们之间的相互作用力是从哪儿来的呢？人们在实践中认识到，这是因为在带电物体的周围存在着电场的缘故。带电物体之间的作用力就是通过电场进行的。

电场的最基本特性是对处于电场中的电荷产生力的作用。电场中作用在电荷上的力叫做电场力。电场力的大小与电场的强弱有关。离带电体愈近，电场愈强；离带电体愈远，电场愈弱。电场的强弱还与带电体所带电量的多少有关，所带电量愈多，它周围的电场就愈强。

某点电场的强弱可以用放在该点的单位正试验电荷<sup>①</sup>在电场中受力的大小来表示，称为某点的电场强度，用字母 $E$ 来代表。它的大小为

$$E = \frac{f}{q} \quad (1-1)$$

式中  $q$ ——正试验电荷的电荷量；

$f$ ——正试验电荷在电场某点所受电场力。

它的方向规定为单位正试验电荷在电场中该点所受力的方向。

电场可以形象地用电力线来描述。电场中的电力线从正电荷出发到负电荷终止。电力线上的箭头方向表示正电荷在该点所受电场力的方向，即为该点电场强度的方向。

---

① 带电量很微小，尺寸也很微小的电荷，叫做试验电荷。这种试验电荷小到放入所研究的电场后，不改变这个电场的分布。

电力线愈密,电场强度愈强; 电力线愈稀,电场强度愈弱。

图1-2表示出了用电力线描述的带电物体周围的电场。

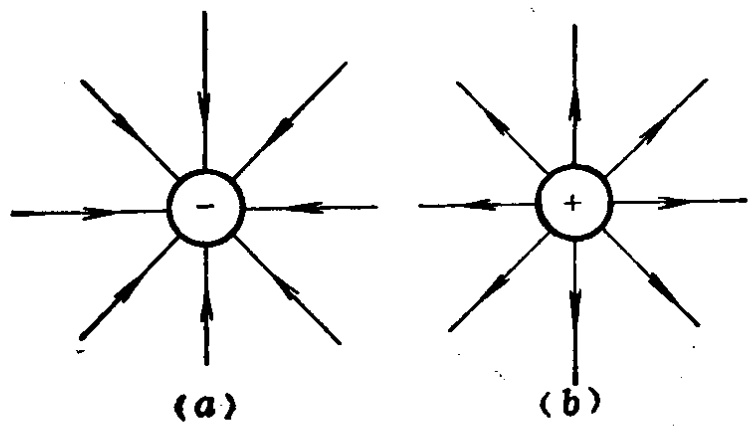


图 1-2 带电物体周围的电场

**(四) 电流** 图 1-3 画出了手电筒的结构示意图。由图可见, 手电筒是由金属外壳 (或塑料外壳, 此时用金属连片代替金属外壳来传导电流)、干电池、按钮 (开关) 和电珠等组成。当按动按钮时, 电流流过电珠的灯丝, 使它发光。我们虽然用肉眼看不见电流, 但可以从小电珠发光的现象, 感觉到电流是存在的。

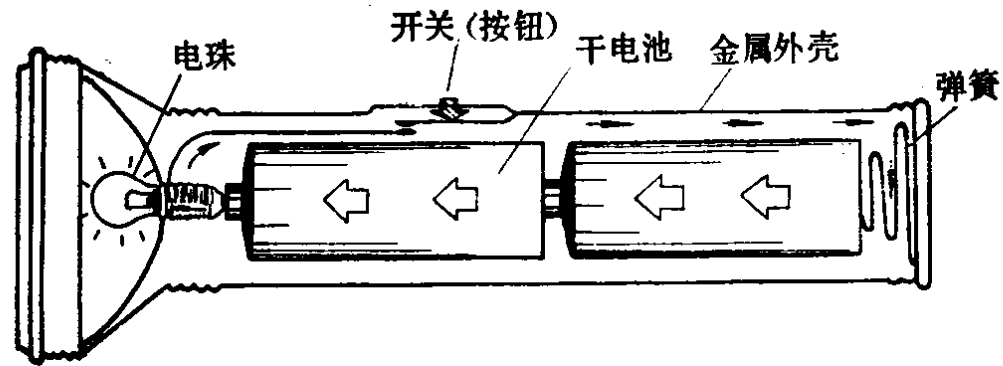


图 1-3 手电筒的结构示意图

什么叫电流呢？实验证明，金属导体中的自由电子是很活泼的，平常这些电子总是在不定向地、无秩序地、杂乱地运动，示意图见图1-4(a)。如果能让电子做功，就得想办法让这些杂乱运动的电子都朝一个方向运动。当电场力推动着这些电子朝一个方向运动时，就会形成一种力量，示意图见图1-4(b)。手电筒中的电流就是在一种力的推动下，使自由电子朝一个方向运动而形成的。当按动手电筒按钮时，电路接通，成群的自由电子在干电池的电场力的推动下，沿着电路向一定方向有秩序地运动，形成了电流。电流流过小电珠，使小电珠发光。由此，我们可以得出：电荷(电子)的有规则地定向运动，形成了电流。

习惯上规定正电荷运动的方向作为电流的方向，和电子流动的方向刚好相反，如图1-4(b)所示。

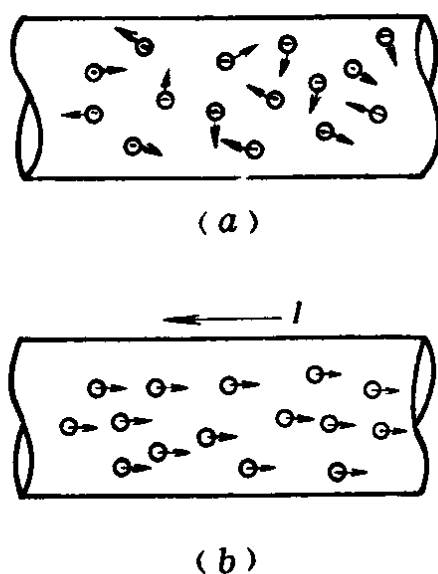


图 1-4 电子流动示意图

(a)电子杂乱地运动 (b)电荷(电子)有规则地定向运动形成电流

我们用每秒钟通过导线某一截面的电荷量(电量)的多少来衡量电流的强弱，叫做电流强度(简称电流)，用符