

农村机线员读本

农村机线员读本

主编：张德胜 副主编：张德胜



内 容 提 要

本书是依据邮电部对农村机线员所规定的应知应会要求并结合生产实际而编写的。经邮电部教育局组织审定，认为适合职工自学、培训及考核之用。内容包括有关机线员必须了解的电工、电子电路、有线电信传输的基础知识和机线设备——通信线路、话机与交换机、载波电话机、会议电话、通信电源等。书中还就施工和维护的技术安全作了介绍。考虑到农村机线员的特点，在讲述中着重于物理概念和实际应用，文字上力求简明通俗，是一本农村电信技术方面的综合性读本。也可供部队、机关、工矿企业和林区从事电信工作的人员参考。

邮电职工教育用书

农村机线员读本

许霭云 段承祚 冯自龙 编著

责任编辑：高丕武

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1985年3月第 一 版

印张：13 16/32页数：210 1985年8月河北第一次印刷

字数：311千字 印数：1—15,000册

统一书号：15045·总2988—有5398

定价：2.30元

前 言

为了适应邮电职工的学习和提高业务、技术管理水平的需要，我局将陆续组织编写职工教育用书。

这些教育用书，主要是根据邮电部对各专业人员按业务技术等级标准分别规定的应知应会要求，并结合实际工作需要而编写的。内容力求实用、通俗易懂。经我局组织审定，认为适合职工自学，也可作为短训班及各类邮电学校的教学或参考用书。

由于时间仓促、经验不足，书中难免有许多缺点和不足之处，希望各地在使用过程中，及时把意见反映给我局，以便今后修订。

邮 电 部 教 育 局

一九八二年十月

出版说明

对于从事农村电话机线设备维护工作的机线员来说，结合当前比较常用的设备，从基础到专业，以简明、通俗、实用的方式编写和出版一本综合性的读本，是很需要的。根据农村机线员的工作和学习特点，这本书应当适合于自学，内容应当同生产实际密切结合，并应当符合邮电部对农村机线员应知应会的基本要求，为此，我们组织了一些熟悉农村机线员的情况、在农村通信方面工作了多年的工程师们编写了这本教材，供各地农村机线员自学和培训之用。

应当指出，本书所涉及的内容是以当前比较常用的机线设备为主的。随着农村通信事业的发展，我们还将组织编写有关的一些新技术和设备的书籍陆续出版，以满足农村机线员进一步学习的要求。

就本书的内容和特点讲，除适于农村机线员学习外，对中小型厂矿企业或事业单位从事通信工作的人员的学习也是很有益的。

参加本书审校工作的有方立、李化中、杨同州、李海山同志，特此表示感谢。

由于编写时间仓促，加之经验不足，书中难免有缺点或错误之处。希望广大读者及时把意见告诉我们，以便于今后修订。

教材编辑部

1984年4月

目 录

第一章 基础知识	(1)
第一节 直流电路.....	(1)
第二节 电磁感应.....	(19)
第三节 交流电路.....	(37)
第四节 晶体管常识.....	(51)
第五节 有线传输概念.....	(80)
第二章 通信线路	(96)
第一节 线路主要器材.....	(96)
第二节 线路查勘、测量.....	(104)
第三节 线路交叉.....	(121)
第四节 杆路建筑和维护.....	(140)
第五节 导线的架设和修理.....	(187)
第六节 防雷装置.....	(201)
第七节 塑料电缆.....	(211)
第三章 磁石式电话机	(230)
第一节 电话机的元件.....	(230)
第二节 磁石式电话机的工作原理.....	(248)
第三节 典型磁石式电话机电路简介.....	(261)
第四节 磁石式电话机的维修与安装.....	(271)
第四章 磁石式电话交换机	(287)
第一节 磁石式电话交换机的主要元件.....	(288)
第二节 磁石式电话交换机的工作原理.....	(300)
第三节 磁石式电话交换机的维护.....	(310)

第四节	配线箱及其维护·····	(323)
第五章	其他常用设备·····	(332)
第一节	单路载波电话机·····	(332)
第二节	会议电话·····	(358)
第三节	电源设备·····	(377)
第四节	常用仪表·····	(393)
第六章	技术安全知识·····	(411)
第一节	线路方面的技术安全·····	(411)
第二节	机房的技术安全·····	(416)
第三节	急救常识·····	(416)
附录	·····	(422)

第一章 基础知识

在工农业生产和日常生活中，我们经常要遇到各式各样的电器设备，在电信工作中，更是处处离不开电。我们要学习电话机线设备的性能和使用方法，必须具备一定的电工基础知识和晶体管电路的知识。本章介绍的基础知识，包括直流电路、交流电路、晶体管常识，以及有线电信传输的概念，为以后各章的学习打好基础。

第一节 直流电路

一、电流和电路

“电流”就是电荷有规则的运动。“电路”就是电流流过的路径。最简单的电路必须包括电源、负载和连接它们的导线三部分。例如，把干电池、小电珠用导线连接起来，或者把干电池、送话器用导线连接起来，就组成了电路（参见图1-1）。

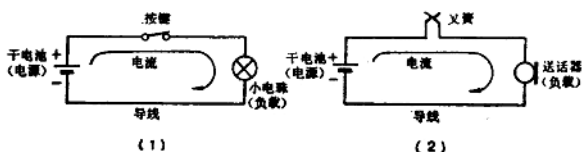


图 1-1 电路的组成

图中的开关和叉簧，是为了便于控制电路的接通和断开。

在电工学中，规定电流从电源的正极流出，经过导体和负载，流回到电源的负极。电流常用字母 I 为代表，单位是安（ A ）。在实际使用中，还经常用毫安（ mA ，一千分之一安）和微安（ μA ，一百万分之一安）作为电流的单位。

$$1\text{安}=10^3\text{毫安}=10^6\text{微安}$$

二、导体与绝缘体

物质按其导电性能，可分为导体、绝缘体和半导体三类。我们把导电性能良好的物体叫导体，如金属、大地等都是导体；不容易导电的物体叫绝缘体，如橡胶、塑料、棉纱、玻璃、云母、松香、石蜡、陶瓷和干燥的木材等都是绝缘体。

导体中存在大量的自由电子。例如铜，每一立方厘米中约有 8×10^{32} 个自由电子，因此铜是良好的导体。而良好的绝缘体每一立方厘米中只有 1-100 个自由电子，所以绝缘体很难导电。

导电性能介于导体和绝缘体之间的物体叫做半导体，如氧化铜、锗、硅及硒等都是半导体。半导体具有许多特殊的性质，例如有的半导体的导电性能随温度或光亮变化而变化，可以用来做热敏电阻和光敏电阻。

导体的电阻

自由电子因受电场力作用在导体内作定向运动时，它们必然会与导体内的粒子发生相互碰撞降低了电子定向运动的速度，这种阻力就是导体的电阻。从实验得知，导体电阻的大小与其长度成正比，与其横截面积成反比，此外还与导体的材料有关，这个规律叫做电阻定律，可用下式表示：

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

即

$$\text{电阻} = \rho \times \frac{\text{长度}}{\text{截面积}}$$

ρ —导体的电阻系数（又叫电阻率）。

导体的电阻系数与温度有关，平时都以 20°C 时的电阻系数为准。常用材料的电阻系数见表1-1。

表 1-1 各种线质的电阻率和温度系数（ $t = 20^{\circ}\text{C}$ ）

线 质	参 数	电阻率 ρ (欧·毫米 ² /米)	温度系数 α (1/度)
铜 线		0.0179	0.0038
铜 线		0.1320	0.0046
铝镁合金线		0.0345	0.0036
钢芯铝绞线	铝部	0.0295	0.0040
	钢部	0.1950	0.0035

电阻常用字母 R 代表，单位是欧（ Ω ）。在实际使用中，还经常用千欧（ $K\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ），

$$1 \text{ 兆欧} = 10^3 \text{ 千欧} = 10^6 \text{ 欧}$$

三、电 压 和 电 动 势

1. 电位

在日常生活中，我们经常接触到水，水的高低称作水位。例如一个水塔在山上，另一个水塔在山下，水面的高度不一样，我们就说山上水塔的水位比山下水塔的水位高。同样，带电物体也有电位的高低，带电体所带的电荷性质和数量不同，那它们的电位也就不同。

水位的高低是以海平面作标准的，如果一个湖的水面比海面高出15米，我们就说这个湖的水位是15米。以海面的高度当

作零是很恰当的，因为海非常大，加进去很多水或抽掉很多水，都不会使它的水位发生明显变化。同样，我们量电位的高低时，是把大地的电位当作零，因为地球很大，即使加进去很多电荷，也不会使大地的电位发生变化。我们把大地规定为零电位，带正电荷物体的电位比大地的零电位高，就叫做正电位；带负电荷物体的电位比大地的零电位低，就叫做负电位。就某个具体的物体来说，带的正电荷越多，电位就越高；带的负电荷越多，电位就越低。至于不带电的物体或与大地连通的物体，其电位则等于零。

2. 电位差

水是从高向低流动，我们把两地水位之差，叫做水位差。导体中电流的流动方向，总是从电位高的一点向低的一点流动，两点的电位之差，叫做电位差，也就是两点间的电压。电位差或电压常用字母 U 代表，单位是伏（ V ）。

3. 电动势

在电路中，要产生电流，必定要有个能源产生一个推动力，推动电流的动力就叫做电动势。电源的作用是将某种能量（如化学能、机械能等）转变为电能，使电路中产生电流。就如水泵一样，水泵是依靠机械能不断地把水提升到高处。

电源的电动势用字母 E 代表，单位也是伏（ V ）。

电位差和电动势，都可以用直流电压表或者用万用表的直流电压档来测量，这时要注意表笔的正负极，一般红笔代表正极，黑笔代表负极，如图1-2所示。

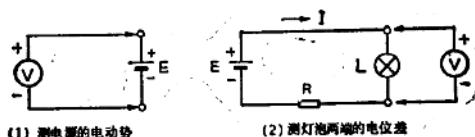


图 1-2 测量电动势与电位差

4. 电池的连接

常用的电池有干电池和酸性蓄电池两种，它们都能将化学能转变为电能。一般使用的干电池不论大小，每节的电动势都是 1.5 伏，但大号干电池的储存容量较大，小号干电池的储存容量较小，也就是说如果放电电流相同，大号干电池的使用寿命要比小号电池长。

酸性蓄电池和干电池不同，每只蓄电池的电动势都是 2 伏，当储存的电能放完后还可以充电再使用。

在使用中，往往需要将几只电池串联或并联，来达到所需的电压或容量。图 1-3 是电池的串联接法。电池串联后，总电压等于各电池电压之和。

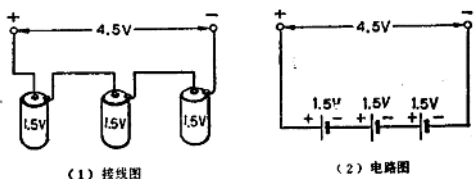
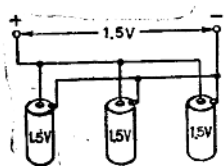
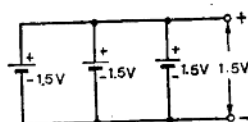


图 1-3 电池的串联接法

当负载需要的电流较大，可采用图 1-4 的并联接法。并联电池组的总电动势等于单个电池的电动势。



(1) 接线图



(2) 电路图

图 1-4 电池的并联接法

采用电池串、并联使用时，要求每只电池的电动势应该相等，所以，新旧两种电池不宜串联或并联使用。

四、欧 姆 定 律

1826年，德国物理学家欧姆从实验中发现，当温度保持不变时，通过导体的电流强度 I 和导体两端的电压值 U 成正比，与导体的电阻值 R 成反比

$$I = \frac{U}{R}; \text{即 电流} = \frac{\text{电阻两端的电压}}{\text{电阻}}$$

这个公式就叫欧姆定律，是电工学的基本定律之一。

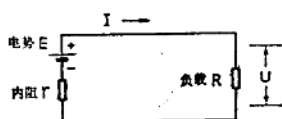


图 1-5 验证电路的欧姆定律示意图

若电源电动势为 E ，外接导体的电阻为 R ，电源的内电阻为 r （见图1-5），则整个电路的总电阻应为 $R + r$ 。这时欧姆定律又可写成：

$$I = \frac{E}{R + r}$$

即
$$\text{电流} = \frac{\text{电源电动势}}{\text{导体电阻} + \text{电源内阻}}$$

和前面的公式（电阻 = $\frac{\text{电阻两端的电压}}{\text{电阻}}$ ）相比，电源电动

势要比电阻两端的电压大。当我们断开电路，单独测量电源的开路电压，量到的是电源的电动势；当接通电路，再测量电源两端的电压，量到的是负载电阻两端的电压。电池使用久了，它的内电阻逐渐增大，虽然电源电动势（即开路电压）同新电池一样大，但接上负载以后，内电阻要占一部分电压，所以负载上实际能得到的电压就小了。根据欧姆定律，通过负载电阻的电流也就小了。

五、电阻的串联、并联和混联

在电路中，往往要根据不同的需要，将电阻元件按一定的方式连接起来，常见的连接方式有串联、并联和混联三种。

1. 电阻的串联

将两个以上电阻，一个接一个地连接起来，叫做电阻的串联。如图1-6所示。

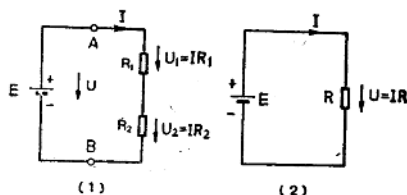


图 1-6 电阻的串联例一

电阻串联电路最基本的特点是：

(1) 因串联电路只有一条通路，所以各串联电阻上流过的电流相等。以两个电阻串联为例：

$$I = I_1 = I_2$$

(2) 电路两端的总电压等于各电阻上的电压之和，即：

$$U=U_1+U_2$$

(3)总电阻(又叫等效电阻,见图1-6)等于各个串联电阻之和,即:

$$R=R_1+R_2$$

例1 在图1-6例一中,若 $R_1=100\Omega$, $U=12\text{伏}$,为了使 R_1 上流过的电流不超过0.1安,问需要串联多大的电阻 R_2 ?

解:根据题意有 $U=IR=12\text{伏}$

$$R=R_1+R_2=100+R_2$$

$$\text{则} \quad 0.1 \times (100+R_2)=12$$

$$\text{故} \quad R_2=120-100=20\Omega$$

例2 在图1-7例二中, $R_1=2\Omega$, $R_2=3\Omega$, $R_3=5\Omega$, $U=20\text{伏}$ 。求每个电阻两端的电压为多少?

解:先求出三个串联电阻的总电阻

$$R=R_1+R_2+R_3=2+3+5=10\Omega$$

$$\text{再求出电流 } I = \frac{U}{R} = \frac{20}{10} = 2\text{安}$$

然后求出各电阻两端的电压

$$U_1=IR_1=2 \times 2=4\text{伏}$$

$$U_2=IR_2=2 \times 3=6\text{伏}$$

$$U_3=IR_3=2 \times 5=10\text{伏}$$

由上面两例可知,电阻串联时,不仅能使总电阻增大,而且还具有限流和分压作用(电阻越大,分得的电压越多)。因而在很多电子器件中,由于输入电压太高,常常采用串联电阻分压器来分得部分电压供给后面的负载。例如,图1-8所示的是最常见的晶体管交流放大器的基极偏置电路,其晶体管的基极偏置电压就是由电源电压($-E$)经 R_1 和 R_2 串联分压后供给的。

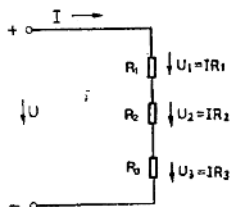


图 1-7 电阻的串联例二

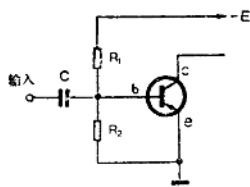


图 1-8 基极偏置电路

2. 电阻的并联

将两个以上电阻的一端全部连接在一结点上，而另一端全部连接在另一结点上的连接方法叫电阻的并联。如图1-9所示。

电阻并联电路最基本的特点是：

- (1) 各电阻两端的电压相等，且等于外加电压 U 。
- (2) 电路的总电流等于各支路电流之和，以三个电阻并联为例：

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

- (3) 总电阻 R 的倒数等于各支路电阻的倒数之和，即：

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\text{或 } R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2}$$

例3 在图1-9中，若 $R_1 = 200$ 欧， $R_2 = 300$ 欧， $R_3 = 600$ 欧，电压 $U = 30$ 伏。求电路的总电阻、总电流及各支路电流。

解： 1) 求总电阻 R

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{200} + \frac{1}{300} + \frac{1}{600}$$

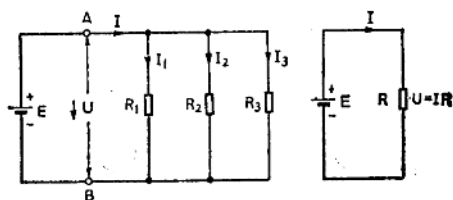


图 1-9 电阻的并联

$$= \frac{3+2+1}{600} = \frac{1}{100} \quad R = 100 \text{ 欧}$$

2) 求总电流 I

$$I = \frac{U}{R} = \frac{30}{100} = 0.3 \text{ 安}$$

3) 求各支路电流

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{30}{200} = 0.15 \text{ 安}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{30}{300} = 0.1 \text{ 安}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{30}{600} = 0.05 \text{ 安}$$

上例说明，电阻并联后，总电阻减小（比并联电阻中阻值最小的还要小），总电流等于支路电流之和，每条支路分配到的电流与该支路电阻阻值成反比。在电工测量仪表中，常利用并联电阻的分流作用来扩大量程。

3. 电阻的混联

电路中，有时既有串联电阻，又有并联电阻，这种连接方式叫电阻的混联。混联电路在通信设备中应用很广，形式也多

种多样。图1-10是一种较简单的混联电路。

计算混联电路总电阻（即等效电阻）的步骤是：先将不易看清串、并联关系的电路，整理简化；然后分别求出串联和并联电路部分的等效电阻，最后求出整个电路的总电阻。

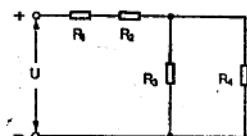


图 1-10 电阻的混联

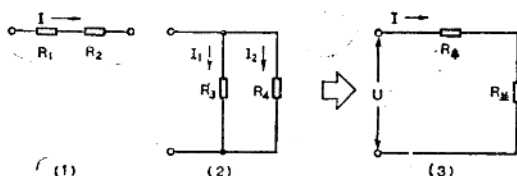


图 1-11 混联电路的简化

例如，求图1-10所示电路的总电阻时，首先将其分解成图1-11(1)所示的串联电路和图1-11(2)所示的并联电路。串联电路的电阻为：

$$R_{\text{串}} = R_1 + R_2$$

并联电路的电阻为：

$$R_{\text{并}} = \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}$$

由 $R_{\text{串}}$ 与 $R_{\text{并}}$ 组成图1-11(3)所示的新电路，来代替图1-10的原电路。此电路是一个简单两电阻串联的电路，其等效电阻 $R = R_{\text{串}} + R_{\text{并}}$ 。所以此混联电路的总电阻（等效电阻）为：

$$R = R_{\text{串}} + R_{\text{并}} = R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}$$