

公安消防部队指挥学校统编试用教材

消防通信

《消防通信》编写组



群众出版社

公安消防部队指挥学校统编试用教材

消 防 通 信

《消防通信》编写组

群 众 出 版 社

一九九五年·北京

(京)新登字 093 号

版式设计:王焰华

公安消防部队指挥学校统编试用教材

消防通信

《消防通信》编写组

群众出版社出版、发行

天津市星海印刷厂印刷

850×1168 毫米 32 开本 11.25 印张 273 千字

1995 年 11 月第 1 版 1995 年 11 月第 1 次印刷

ISBN7-5014-1371-1/TU · 11 定价:15.20 元

印数:0001—5000 册

前 言

为适应公安消防部队指挥学校教学需要,根据公安部制订、颁发的初级指挥学校防火管理、灭火指挥专业教学计划和《公安消防部队指挥学校防火管理、灭火指挥专业教学大纲》的要求,我们组织公安消防部队天津、南京、昆明、西安指挥学校和北京市消防学校、黑龙江、上海、江西、四川、贵州消防分校、消防教导队的教员以及武警学院、部分省消防总队的业务骨干,编写了这套“公安消防部队指挥学校统编试用教材”。供公安消防部队指挥学校教学使用,并可供各地公安消防部队在培训预提干部、轮训基层消防监督和灭火指挥干部、培训企业事业单位专职消防干部以及广大消防官兵自学时选用。这本《消防通信》就是其中的一种。

这套统编试用教材,是以马列主义、毛泽东思想为指导,以党的基本路线和国务院、公安部对消防工作的指示以及消防工作的有关文件规定为依据,总结消防工作的实践经验,结合公安消防部队指挥学校教学实际编写的。教材力求正确阐明有关专业的基础理论、基本知识,既注意教材的深度和广度,适应公安消防部队指挥学校培养人才的需要,又考虑到便于基层消防干部、企业事业单位专职消防干部和消防官兵的培训、轮训和自学,并在内容上突出知识性和应用性,具有一定的可操作性。这本教材是按照《消防通信教学大纲》的要求编写的,每门教材经过编写组多次研究讨论,由我们和公安部消防局召开教材审定会审核定稿。

参加《消防通信》编写组的各章节执笔人有:黑龙江消防教导大队王肖虹(第一、六章),北京市消防局张俊(第四、五章),天津消

防指挥学校王莹(第二章),南京消防指挥学校王斌(第三章),全书由王肖虹同志任主编,刘成禧同志任主审。

由于第一次组织编写公安消防部队指挥学校统编试用教材,缺乏经验,书中难免存在不足。在试用中如发现有不当之处,应以现行法律、消防法规为准。

全国公安类专业教材编审委员会

一九九四年二月

目 录

绪论	(1)
第一章 电子线路基础知识	(4)
第一节 电路的基本知识	(4)
第二节 无线电基本原件	(25)
第三节 复数形式的欧姆定律及阻抗	(40)
第四节 电阻、电感和电容串联振荡回路.....	(43)
第五节 电感和电容并联振荡回路	(47)
第六节 晶体二极管	(51)
第七节 晶体二极管整流电路	(64)
第八节 晶体三极管	(72)
第九节 晶体管低频放大器	(91)
第十节 晶体管偏置电路及工作点的稳定.....	(108)
第十一节 多级放大器的耦合.....	(112)
第十二节 功率放大器.....	(120)
第二章 有线通信系统.....	(134)
第一节 电话通信概述.....	(134)
第二节 市内电话通信网.....	(137)
第三节 电话机.....	(139)
第四节 电话交换机.....	(157)
第五节 119 火警电话调度总机	(166)
第六节 有线广播.....	(186)
第三章 无线通信系统.....	(195)
第一节 概述.....	(195)

第二节	无线电波及其传播·····	(196)
第三节	天线·····	(202)
第四节	无线电台基本工作原理·····	(209)
第五节	消防无线电台·····	(244)
第四章	消防调度指挥与火场通信联络组织·····	(251)
第一节	火警受理与消防调度·····	(251)
第二节	火场通信的任务与要求·····	(267)
第三节	火场通信联络组织·····	(270)
第四节	无线电移动通信网的结构·····	(274)
第五节	超短波无线电通信距离的影响因素·····	(292)
第六节	火场无线电通信网·····	(298)
第七节	火场无线电台通信的联络要求 和通话规则·····	(301)
第八节	无线电干扰的种类和抗干扰措施以及频率 的选用与复用·····	(306)
第九节	火场无线电通信网的应急调整·····	(313)
第十节	火场简易通信·····	(314)
第五章	消防通信调度指挥系统·····	(319)
第一节	消防通信调度指挥系统的功能·····	(320)
第二节	消防通信调度指挥系统的结构·····	(325)
第三节	消防通信调度指挥系统的运行操作流程·····	(328)
第四节	消防通信调度指挥系统的设备及其性能·····	(334)
第五节	消防自动化通信调度指挥系统的建设·····	(342)
第六章	通信管理·····	(344)
第一节	无线电管理规定·····	(344)
第二节	通信纪律和保密制度·····	(346)
第三节	通信人员职责·····	(347)
参考书目	·····	(349)

绪 论

随着我国电子工业的发展,先进的电子通信产品不断出现,现代的电子通信产品和技术不断地应用到消防通信上来,使我国的消防通信工作水平得以迅速提高,并逐步朝着消防通信的系统化、科学化和现代化迈进。目前很多大中城市都实现了由电子计算机、电视监控、录音录像、有线和无线电联络及传真等先进的技术装备组成的消防通信网络,为更好地完成消防部队所承担的防灭火任务,起到了重要的保证作用。

消防通信是消防工作必不可少的重要组成部分,对于传递消防信息,搞好部队执勤备战,完成火灾扑救任务,都具有重要的保证作用。消防通信系统是消防队伍的耳目,是灭火调度和组织指挥的神经系统。随着国家建设的不断发展,城市的结构和生活环境发生了很大的变化。人口密度增大,物资财产相对集中,出现了地上建筑高层化、多元化,地下建筑复杂化、灾害事故多样化,各种警报信息量随之上升的情况,灭火战斗的技术与任务也日趋复杂、艰巨。为保证有计划地、科学地、迅速可靠地调度灭火力量,及时有效地处理和传送各种必要的防灭火信息,满足消防工作适应社会发展的需要,这就要求消防通信必须具有配套完善、技术先进、性能良好的通信设备和熟练的使用技巧。从某种意义上讲,消防通信系统的现代化程度和技术运用程度,直接关系到灭火战斗的成败。同时,它也是我们这支队伍现代化程度的重要标志之一。因此,消防通信工作具有十分重要的意义。

消防通信工作的基本任务是:受理火警、调度指挥、火场通信、传递和处理资料、信息以及日常的业务管理和通信联络等。消防通

信所研究的,就是如何利用现代化的通信技术手段,建立起一套完整的通信系统,保证及时、有效、迅速可靠地传递和处理与防、灭火工作有关的信息。

消防通信是利用现代电子技术实现的,包括由有线、无线、图象传输、数据传输、电子计算机等技术设备组成的一套整体系统。消防通信系统所使用的设备和实现的方式有多种多样,按照消防通信设备的用途和功能进行分类,可将消防通信系统设备分为:

1. 报警通信设备:用于接报和处理各种形式的火灾报警。
2. 调度指挥通信设备:用于调度指挥灭火力量。
3. 火场通信设备:用于火场上各层次之间的通信联络。
4. 有线通信设备:用于受理火警电话,调度指挥灭火力量以及保障正常的内外电话通信联络。
5. 无线电通信设备:用于城市管区覆盖网,火场指挥网,灭火战斗网以及网与网之间的通信联络。
6. 计算机及辅助设备:用于处理火警,自动控制,灭火预案储存及检索,指令传输,火灾统计和日常业务管理等。
7. 火场开路电视传输设备:用于火场与调度指挥中心的图像传输。
8. 有、无线传真设备:用于调度指挥中心与向火场出动的消防通信指挥车,各消防中队通信室之间的数据、文字、图表等传输。
9. 有、无线汇接设备:用于有线通信与无线通信之间的接转。
10. 有线、无线广播设备:用于传播火灾信息,调度灭火力量,指挥灭火战斗。

消防通信系统还可按照消防通信技术系统进行分类,如图所示。

本课程的主要任务是在有针对性地讲解电路及电子线路理论知识的基础上,较详细地介绍有线通信基本原理、无线通信基本原理,及火场通信组织,消防通信调度指挥系统等。通过学习,使学员

们掌握消防通信方面的理论知识,消防通信网络的组成及消防通信指挥系统的工作原理和应用。

第一章 电子线路基础知识

第一节 电路的基本知识

人们在日常生活中,经常用到各种电器,如电灯、收音机、电视机等。这些电器在使用时都构成一个电的通路——电路。电路就是电流所流经的路径,它是由电源、负载、连接导线和开关三个基本部分组成的。开关闭合、接通电源,电路中就有电流流通,使电器工作,满足人们的需要。

一般对电路的工作进行分析时,分析的对象并不是哪一个具体电器的具体电路,而是从大量的实际电路中抽象出来的电路模型。在这些电路模型中,并不画出具体的电器或元件,而只是用一些反映电器或元件电性能的模式或符号来表示,元件的电性能都是理想化的。对电路的工作进行分析,也只是分析电路中电流的流通情况,以及电路中各个元件上的电压、电功率等,目的是学习和掌握一般电路的基本分析方法,得出电路工作的一般规律。

电路中的电压,电流等物理量一般都是随时间按一定规律变化的,在数学上表示为时间的函数, $u=u(t)$, $i=i(t)$ 。它们的变化规律可能很复杂,在无线电技术中遇到的电信号尤其是这样。作为基础,一般都先以直流电为分析对象,这是因为对于直流,电压、电流等物理量都不随时间变化,在对电路进行分析时可以避免繁杂的数学运算,而突出基本原理及基本分析方法。这些分析电路的基本方法及由此得出的一些主要电路定理,并不只局限于直流电路,对于交流电路等也同样适用。

一、直流电路

电压、电流的大小和方向都不随时间变化的,称为直流电。在直流电路中,电器元件只有一种模型——电阻。图 1-1 所示的是一个最简单的直流电路,它是分析其它电路的基础。

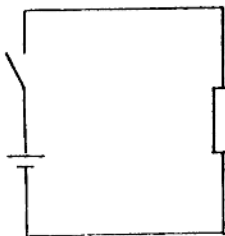


图 1-1 最简单的直流电路

(一)电阻元件的电压、电流及电功率

在电阻元件的两端加上电压,就有电流流过电阻;电流流过电阻,在电阻两端就呈现电压。电阻元件的电特性就表征为电阻上电压和电流之间的关系,称为元件的伏——安特性。

显示这一特性最直观的方法是画成伏——安特性曲线,即在直角坐标系中以外电压为横坐标,以通过电阻的电流为纵坐标,对应于一系列电压 V 和相应的电流 I ,在直角坐标系中描绘成一条曲线。例如,对某一电阻元件,实测出在不同电压下的电流值,得出下列数据,画成伏——安特性曲线,如图 1-2 所示。

这条伏——安特性曲线,是通过原点的直线。具备这一特性的元件,称为线性元件。多数元件的伏——安特性曲线不是直线,如半导体二极管等,称为非线性元件。元件的伏——安特性也可以用数学公式表达出来,但一般非线性元件的伏——安特性,很难用简单的函数表达出来,而对于线性电阻元件,这一函数关系非常简单。由于特性曲线是通过原点的直线,就可以写成

$$v= Ri \quad (1-1)$$



V (V)	0	0.5	1.0	1.5	2	3	4	5	6
I (mA)	0	1.0	2.1	3.1	4.2	5.2	6.3	7.4	8.5

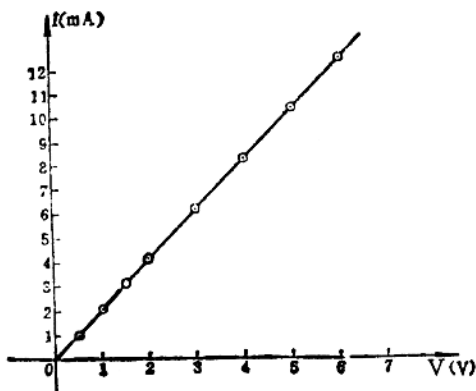


图 1-2 电阻元件的伏——安特性

式中的 R 是一个与 v 及 i 无关的常数, 为特性曲线的斜率, 在同一元件上 v 和 i 的正方向必须相同。

式(1-1)可以用文字表述如下: 对于线性电阻元件, 元件上的电压与通过元件的电流成正比, 或流过元件的电流, 与元件两端的电压成正比, 这就是欧姆定律。比例系数:

$$R = \frac{v}{i} \quad (1-2)$$

称为电阻元件的电阻值。习惯上称为电阻, 在国际单位制(SI)中, 电压的单位为伏特, 简称为“伏”, 用字母“V”表示; 电流的单位为安培, 简称为“安”, 用字母“A”表示; 电阻的单位为欧姆, 简称为“欧”, 用字母“ Ω ”表示。

在电路图中, 电阻 R 具有双重意义, 一是表明它是理想的线

性电阻元件,二是表明它的电阻值是 R 。对于线性电阻元件,欧姆定律适用于任何随时间变化的电压和电流。如通过电阻的电流为 $i(t)$,则在 R 上产生的电压 $v(t) = Ri(t)$,如加在电阻 R 上的电压为 $v(t)$,则通过 R 的电流为 $i(t) = \frac{1}{R}v(t)$ 。数学表达式反映的物理现象是:任何随时间按一定规律变化的电流,在线性电阻元件上产生按同一规律变化的电压,或在线性电阻元件上外加任一随时间按一定规律变化的电压,产生按同一规律变化的电流。

在直流电路中,电压、电流都不随时间变化,它们的符号常用大写字母 V 和 I 表示,将式(1-1)写成 $V = RI$ 。

在电路中,负载是电能的接受者,负载元件每单位时间从外电路接受的能量,称为负载的电功率,用符号“ p ”表示。

通过负载的电流,是从负载的高电位端流向负载的低电位端,即在负载的内部,电荷是在电场力的驱使下运动的,因而电场力对电荷做功,并将电能转化为各种形式的能量。如图 1-3 所示,负载上的电压为 v ,通过负载的电流为 i ,根据电流及电压的定义;电流 i 为每单位时间通过负载的电荷量;电压 v 为电场力推动单位正电荷由负载高电位端移到低电位端所作的功,即:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad v = \frac{dw}{dq}$$

因而电功率:

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \frac{dq}{dt} = vi \quad (1-3)$$

在上式中 p 为负载接受的功率,亦即外电路输入负载的功率。式(1-3)直接由电流及电压的定义推出,不涉及负载本身的特性,因

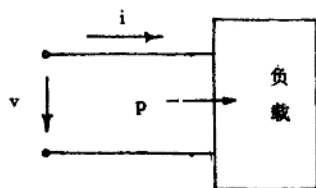


图 1-3

而对任何性质的负载都适用,对于随时间变化的电压和电流, V 和 i 都是时间 t 的函数;因而 P 也是时间 t 的函数。

对于线性负载, v 和 i 由欧姆定律式(1-1)相联系,故式(1-3)可表示为

$$P = (Ri)i = Ri^2 = \frac{V^2}{R} \quad (1-4)$$

上式表明,对于线性电阻元件,电功率与通过的电流或外加的电压并不成线性关系,而是电流或电压的二次幂函数。从式(1-4)可得出如下论断:在通过一定大小电流的条件下,负载的电阻愈大,功率愈大,在外加一定大小电压的条件下,负载的电阻愈小,功率愈大。在一般情况下,负载的大小都是指功率而言。

在直流电路中,电压、电流都不随时间变化,则功率也不随时间变化,它的符号改用大写字母“ P ”表示,式(1-3)和式(1-4)成为:

$$P = VI \quad \text{及} \quad P = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

在SI单位制中,功率的单位是瓦特,简称“瓦”用字母“ W ”表示。

在工程技术上,各物理量大小相差悬殊,常用 $\times 10^n$ 表明其数量级,并在各物理量的单位符号上附加规定的字母作标记,如表(1-1)。

表 1-1

数量级	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^3	10^6	10^9	10^{12}
符 号	P	n	μ	m	k	M	G	T
读 法	皮	纳	微	毫	千	兆	吉	太

例如:“ A ”表示“安”,“ mA ”表示“毫安”, $1mA = 10^{-3}A$

“ Ω ”表示“欧”,“ $M\Omega$ ”表示“兆欧”, $1M\Omega = 10^6\Omega$

“ V ”表示“伏”,“ KV ”表示“千伏”, $1KV = 10^3V$

(二)电阻的串、并联,等效电阻

在一些电器中,为了不同的工作需要,常常将多个元件按一定规律联接起来,使电路看上去似乎很复杂。但实际上元件的基本联接方式只有有限的几种,元件的串联和并联,是最基本的联接方式。这里虽然对象是电阻元件,分析是在直流的条件下进行的,但分析方法及其基本结论,并不受电阻及直流条件的限制。

1. 电阻的串联。

在电路中如果有两个或两个以上元件通过同一电流,这些元件的联接方式称为串联。

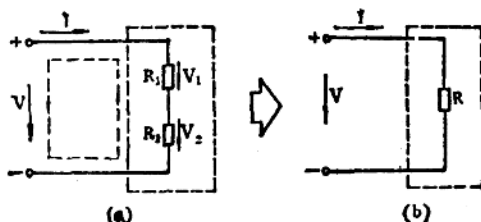


图 1-4 电阻的串联

如图 1-4(a), R_1 和 R_2 相串联,它们通过同一电流 I ,根据欧姆定律, R_1 及 R_2 上的电压各为:

$$V_1 = R_1 I$$

$$V_2 = R_2 I$$

因而在对外端子上呈现的电压

$$V = V_1 + V_2 = (R_1 + R_2) I \quad (1-5)$$

将上式与欧姆定律的数学表达式 $V = RI$ 相对照,如果 $R = R_1 + R_2$,则运算结果就完全相同。这意味着:在图 1-4(a)的电路用单个电阻 R 代替原来 R_1 与 R_2 相串联的电阻,如图 1-4(b),则在对外端子上 V 与 I 的关系不变,即 $R = (R_1 + R_2)$ 与原来的 R_1 和 R_2 相串联,对外电路具有同样的效果,用数学形式表示为

$$R = R_1 + R_2 \quad (1-6)$$

R 称为电阻 R_1 和 R_2 相串联的等效电阻。图 1-4 中的“ $\diamond$ ”表示图 1-4(a) 的电路等效转换为图 1-4(b) 的电路, 式 (1-6) 中的“ $=$ ”表示 R 等效于 R_1 与 R_2 串联时, 其值为 R_1 与 R_2 之和。

等效电路的概念在电路的分析中十分重要。通过电路上等效转换, 可以简化电路的结构, 易于进行分析。电路等效转换的条件是: 用新的电路结构代替原来电路中那一部分被转换的电路(内电路), 必须不影响电路中其它未被转换的部分(外电路)的工作, 也就是说, 它们对于外电路具有相等的效果。

对于多于两个电阻相串联的情况, 如图 1-5 所示, 有几个电阻 $R_1, R_2 \cdots R_k \cdots R_n$ 相串联, 通过同样的推导过程, 可得出它们串联后的总电阻(即等效电阻)为

$$R = \sum_{k=1}^n R_k \quad (1-7)$$

即总电阻为各串联电阻之和。

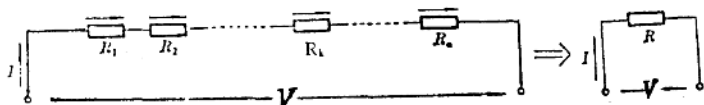


图 1-5 n 个电阻的串联

电阻的串联常用于分压, 如图 1-5, 由于通过各个电阻元件的电流 I 是相同的, 有

$$\frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} = \cdots = \frac{V_k}{R_k} = \cdots = \frac{V_n}{R_n} = \frac{V}{R} = I$$

上式中 $R = \sum_{k=1}^n R_k$ 为 $R_1, R_2, \cdots, R_n$ 相串联的总电阻值。任一电阻元件 R_i 上的电压为

$$V_i = \frac{R_i}{\sum_{k=1}^n R_k} V \quad (1-8)$$