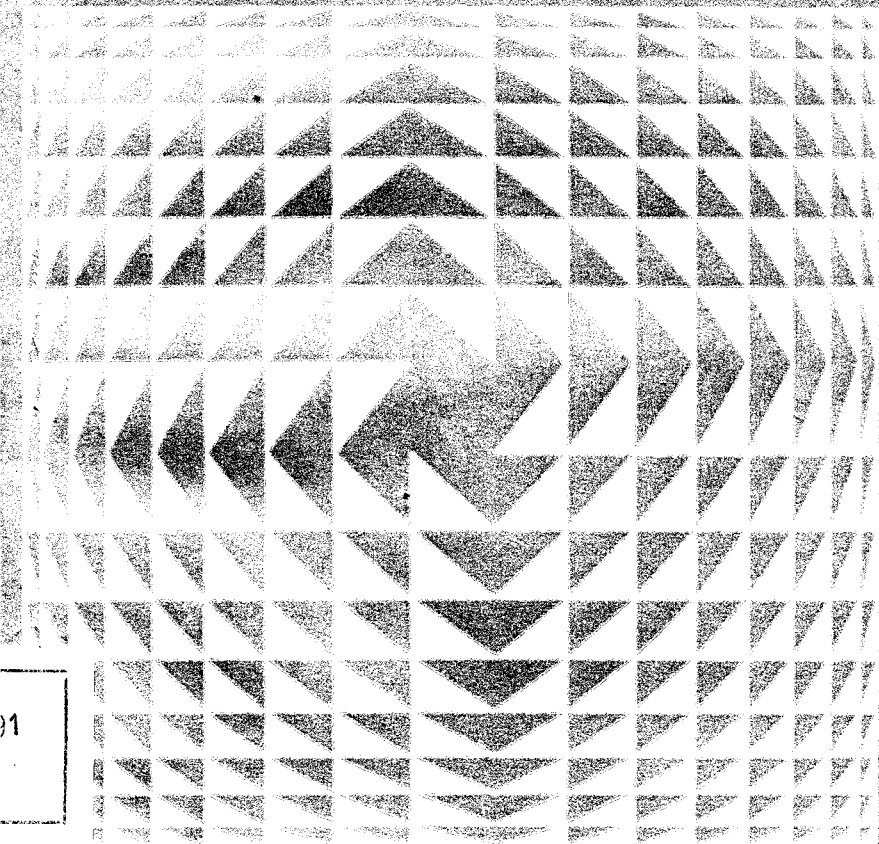


电信系统 基本知识

[英] 斯 梅尔著 郑大儒译



01

人民邮电出版社

Telecommunication Systems

P H Smale

1978

Pitman

内 容 提 要

本书原为英国中等电信专业学校的教材。内容包括研究通信技术所必须的基本知识。书中以浅显的语言概括介绍调制、无线电、电视、电话、电报、传输、网络、交换等技术的基本原理；最后两章还介绍了现代日益发展的新技术：雷达、导航技术及建立在计算机基础上的数据传输技术。

本书图文并茂，深入浅出。适于中等技术学校和专科学校的师生及从事通信工作的工人、管理干部阅读，也可供从事通信系统设计的工程技术人员参考。

电信系统基本知识

〔英〕斯梅尔 著

郑大恒 译

责任编辑：刘兴航

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 1983年2月 第一版

印张：4 4/32 页数：66 1983年2月河北第一次印刷

字数：91千字

印数：1—10,000册

统一书号：15045·总2683—综227

定价：0.43元

译 者 的 话

今天，通信技术与国民经济各部门及人民生活的关系非常密切，应用范围日益广泛。随着现代科学技术的发展，通信技术本身也发生了很大的变化。因此，用浅显的语言介绍现代通信技术发展的概貌、应用及其基本原理，对从事通信工作的科技人员、工人及管理干部全面了解通信领域中各门专业知识是有帮助的。

本书译自英国斯梅尔著《通信系统》（一九七八年版）。原书图文并茂，深入浅出。概括地介绍了研究通信技术所必需的基本知识，分章介绍了调制、无线电、电视、电话、电报、传输、网络、交换等技术的基本原理。书中最后两章还介绍了当代日益发展的新技术：雷达、导航技术及建立在计算机基础上的数据传输技术。

原著是依据英国“技术教育协会”（TEC）《通信》教学大纲编写的，是中等技术专业教育必修课程之一。本书全面地介绍了通信技术的概貌，内容广泛，语言浅显易懂，书末还附有学习要点。因此，本书可作为通信系统的入门知识学习。

原文译后，请三九五〇六部队汤筑和刘润贵同志审阅了“雷达与导航”部分；请北京邮电学院郭宝民和黄敦慎老师审校了全文；并得到广播事业局张开新等同志的帮助。特在此表示感谢。

由于水平所限，译文难免有错误，敬请读者指正。

译 者

目 录

第一章	电信技术基础	(1)
1.1	引言	(1)
1.2	电信系统的基本要求	(2)
1.3	模拟信号与编码信号	(3)
1.4	直流与交流	(4)
1.5	直流信号的应用	(4)
1.6	交流信号	(6)
1.7	频率、波长与速度之间的关系	(10)
1.8	交流电波传送信息的能力	(13)
1.9	复杂波形的组成	(13)
1.10	信息信号的带宽	(15)
第二章	调制方式	(17)
2.1	引言	(17)
2.2	有线传输系统	(18)
2.3	无线电系统	(18)
2.4	调幅	(20)
2.5	调频	(21)
2.6	脉冲调制	(22)
2.7	调幅载波的带宽	(22)
第三章	无线电通信	(25)
3.1	引言	(25)
3.2	无线电波的传播特性	(26)

一、低频无线电波(甚低频、低频、中频)	(26)
二、高频无线电波	(27)
三、甚高频无线电波	(28)
第四章 电视	(31)
4.1 引言	(31)
4.2 活动画面的形成原理	(33)
4.3 阴极射线管原理	(33)
4.4 扫描原理	(34)
4.5 行数	(35)
4.6 图象宽高比	(36)
4.7 隔行扫描	(36)
4.8 图象信号产生的原理	(37)
4.9 电视摄象机与显象管的同步原理	(38)
4.10 视频信号	(38)
4.11 视频调制载波信号的带宽	(40)
第五章 电话机原理	(43)
5.1 引言	(43)
5.2 发送转换器	(44)
5.3 碳精送话器	(44)
5.4 接收转换器	(50)
5.5 简单机内电池供电的电话电路	(52)
第六章 传输线路、损耗与噪声	(53)
6.1 接地回路	(53)
6.2 二线制线路	(54)
6.3 多线对电缆	(54)
6.4 同轴电缆	(56)
6.5 传输线路上信息信号的衰耗	(56)

6.6 噪声	(58)
一、电阻噪声	(58)
二、散粒噪声	(59)
三、分配噪声	(59)
四、起伏噪声	(59)
五、天电干扰	(59)
六、宇宙射线或星系射电噪声	(60)
七、串音	(60)
八、闪烁噪声	(60)
第七章 公用电话与电报网	(64)
7.1 引言	(64)
7.2 市内电话配线网	(71)
7.3 电话交换机的连接形式	(72)
7.4 监控信号	(73)
7.5 电报网	(74)
第八章 电话交换机接续原理	(76)
8.1 纵横制接续原理	(76)
8.2 步进制接续原理	(82)
8.3 笛簧继电器	(88)
第九章 雷达与导航	(90)
9.1 原理	(90)
9.2 距离测量	(91)
9.3 方向或方位测量	(93)
9.4 二次雷达	(96)
9.5 无线电导航系统	(98)
一、声影显示无线电航向信标(VAR)	(98)
二、目视全向无线电信标(VOR)	(100)

9.6 无线电测高仪	(101)
9.7 船用台卡(<i>Decca</i>)导航系统	(101)
9.8 罗兰(<i>Loran</i>)系统	(102)
第十章 数据传输	(105)
10.1 计算机系统的应用	(105)
10.2 计算机的类型	(107)
一、模拟计算机	(107)
二、数字计算机	(108)
三、混合式计算机	(108)
四、计算机的优、缺点	(108)
10.3 数据通信系统基础	(109)
一、输入设备	(109)
二、输出设备	(110)
三、二进位数制	(110)
四、数据网	(114)
五、查询	(114)
六、数字计算机的简单原理	(116)
附录 本书学习要点	(119)

第一章 电信技术基础

1.1 引言

我们知道，现代文明的发展在很大程度上归结于人们交换信息和思想的能力，这种交换可通过人的自然听觉和视觉来实现，也可采用某些大家公认的语言或代码，以书面文字的形式来实现。在古代，人们就一直在探索着超出人类通常的听觉和视觉范围之外传递信息的方法。例如印度就曾用烟、烽火和信号旗等方式来传递信息。

英语中的“*tele*”是由古希腊语“远距离”派生而来的，“*phon*”的意思是声音或语言，“*graph*”指写或画。于是出现了下面的一些近代英文术语。

Telecommunication（电信）——指远距离互相通信。

Telephone（电话）——指远距离互相通话。

Television（电视）——指远距离传输图象。

Telegraph（电报）——指远距离传输书面信息。

电信，是用电气设备来实现远距离传送信息能量的一种过程。信息能量可通过适当绝缘的导线传输至目的地，这种导线便称为传输线。信息能量也可以不通过导线，利用无线电波在空间传播，这种空间便称为无线电信道。这两种方法都将在后面予以介绍。

在日常生活中，有许多应用电能例子，例如电炊具、电灯、电动机等等。每一种应用都是将电能转换成为另一种形式

的能量，为上述的各项工作提供动力。

电信，则是将某种信息能量转换为电能，以便把信息传输到远方。在到达目的地之后，又将电能转换为原来的能量形式。这种利用电能来传递信息的特殊应用，属于电子学的范畴。原始信息能量的形式有：人的语声、音乐、各种可见的活动场面，以及各种静止（非活动的）图象等等。

1.2 电信系统的基本要求

一个电信系统，它首先必须把原始的信息能量转换为电信号的电能形式，这是通过适当的转换器来完成的。转换器是这样一种装置的总称：它根据需要，使能量由某一种形式转换成为另一种形式。

图1.1表示电信号通过有线传输线路，以接近光速的传输速度，被传送到指定地点，然后，再用另一种转换器，将电信号还原成原始的信息能量形式。在实际电信系统中，还需要增加其它的装置，例如要把系统中某一点的电信号放大到一定的强度，就需要用放大器。

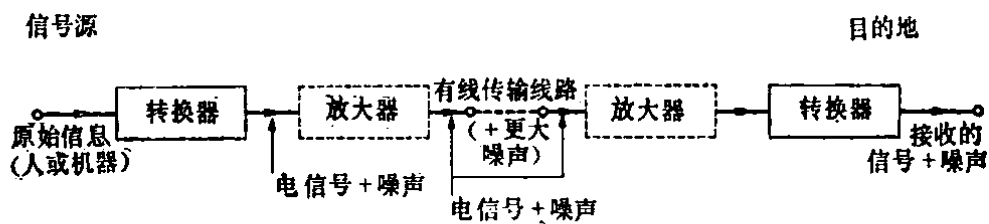


图 1.1 单向有线通信信道的方框图

对于无线通信系统，信号源处设置信号发射机，以便在没有导线的无线电通信线路上发送电信号。信号能量的传输速度等于光速。在信息到达的指定地点，设置信号接收机。接收机先把信号接收下来，然后再馈送到转换器去，如图1.2所示。

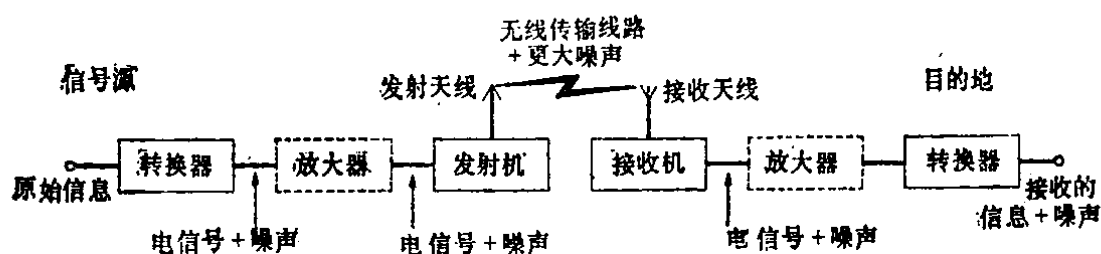


图 1.2 单向无线通信信道的方框图

有线通信和无线通信系统，都存在着电子噪声产生的干扰以及各种原因引起的电信号失真。这些不良的影响在系统设计时，必须尽量使它减少。

图1.1和图1.2所示的两种系统，都是简单的单向系统（通常称为一个通道）。常见的这类系统有：民用无线电广播系统和电视广播系统。

其它的一些系统，如国家标准电话系统，它要求在两个方向上都必须能够传递信息。因此，应该在相反方向上重复设置图1.1和图1.2中所要求的设备，形成双向系统（通常称为一条电路）。

1.3 模拟信号与编码信号

在某些电信系统中，转换器所产生的电信号，直接随着原始信息能量发生瞬时变化，这种信号便称为模拟信号。例如话筒产生的电信号，就是随着激励话筒的声能变化而变化的。扬声器接收到模拟电信号后，再模仿成原来声能的变化。

在其它一些系统中，转换器产生的电信号，是按预先规定的脉冲编码形式出现的。这种编码形式，能为系统两端的人或机器所识别。电传打字机就是其中一例，按下电传打字机键盘上的某一发送键后，它就发送出一相应的编码信号，当编码信

号传送到指定地点后，电传接收机接收到这种信号，便能随即打印出相应的字母或数字。

1.4 直流与交流

在某些电路中，当接通电源时，电流的大小可以调节，但电流的方向是恒定不变的，始终沿着一个方向流动，这种类型的电流称为直流(*d.c*)。例如干电池、蓄电池以及直流发电机等就属于这类电源。

在其它一些电路中，电流是以一定的时间间隔按某种重复波形改变方向的，这种类型的电流便称为交流(*a.c*)。例如交流发电机、电子振荡器以及某些通信上用的转换器等属于交流电源。

1.5 直流信号的应用

电路中若只有稳定的直流，它本身是不能传递信息的。但在安装了简单的开关装置后，便可将这种直流转换成电脉冲序列。当开关断开时，电流下降至零；而当开关闭合时，电流则上升到某一个稳定值。如果电流脉冲是按事先规定好的电码产生的，那么每个字母或数字就可以用规定的脉冲组合表示。因此，我们可以利用这种开、关动作来发送所要求的各种信息。只要使电流脉冲激励某种装置，便可使另一方“看到”或者“听到”所传送的信息。

莫尔斯电码就是这种形式的直流信号的例子。它最简单的原理电路，如图1.3所示。每一个字母是由一定数目的长、短电流脉冲组成的。短脉冲称为“点”；长脉冲称为“划”。它

的全部电码字母表很容易找到。为说明起见，图1.4画出了代表字母A的电流脉冲组合。

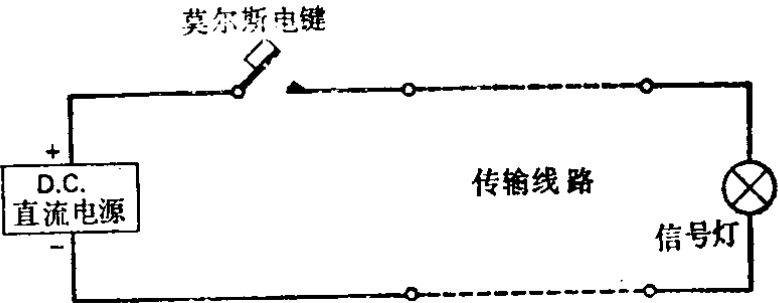


图 1.3 信号灯发送莫尔斯电码的简单电路

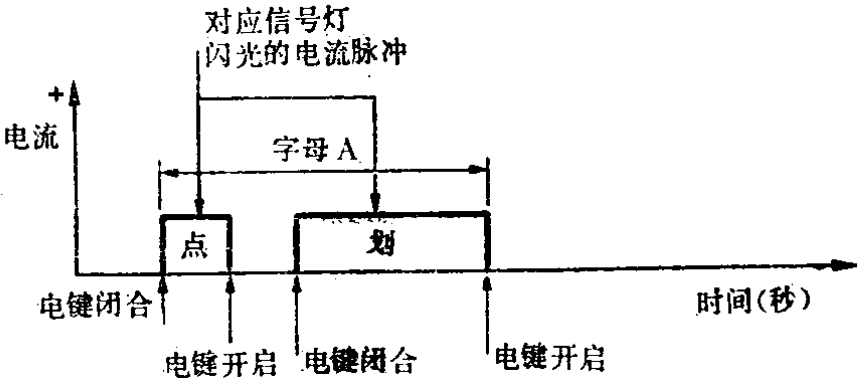


图 1.4 莫尔斯电码中字母A的直流码表示法

在图1.3中，如果变换电源的极性，电流的流动方向便相反。因此，可以根据电流在电路中的流动方向来规定正或负。这就是电流的极性。

当采用直流方法传送信息时，信息传送可通过电流交替的出现与消失来实现；也可以利用转换开关，在两种振幅不同的直流电流之间反复转换的方法来传送信息。但不论哪一种，必须使电流的振幅值发生变化。

直流信号的其它应用如下：

(1)利用自动电话拨号盘产生的直流信号，控制自动交换机的接线器。

(2)利用直流信号监控交换机之间的电话呼叫。

(3)直流信号可用于控制简单的指示装置,如汽车加油计等。

还有其它一些电信系统,例如脉冲编码调制、数据和传真通信等,它们都使用各种不同形式的直流信号。有的利用开启/闭合状态,有的则利用电能的极性变换。一般地说,都可以把它们看作是交流信号。

直流信号的主要缺点是:

(1)虽然直流信号也可以还原和放大,但由于衰减和失真的影响,要在长距离线路上传输是有困难的。

(2)整个通信电路需要用架线连接。

通常直流最广泛的应用是作直流电源向电子电路供给功率。

由于脉动的直流信号具有与交流信号相类似的特性,本书后均按交流信号处理。

1.6 交 流 信 号

如前所述,交流电是以一定的时间间隔按某种重复波形来改变方向的。所以交流信号的主要优点是:

(1)信号的强度或幅度容易改变(例如可使用变压器和放大器等),因而适宜于在长距离线路上传输。

(2)整个通信电路不需要架设传输线路。

交流电有多种不同的波形,其中最简单的一种波形叫做正弦波。当线圈在均匀磁场中旋转时,便可形成这种波形,如图1.5所示。

图中A、B两点之间,电流从零上升到正向峰值;在B

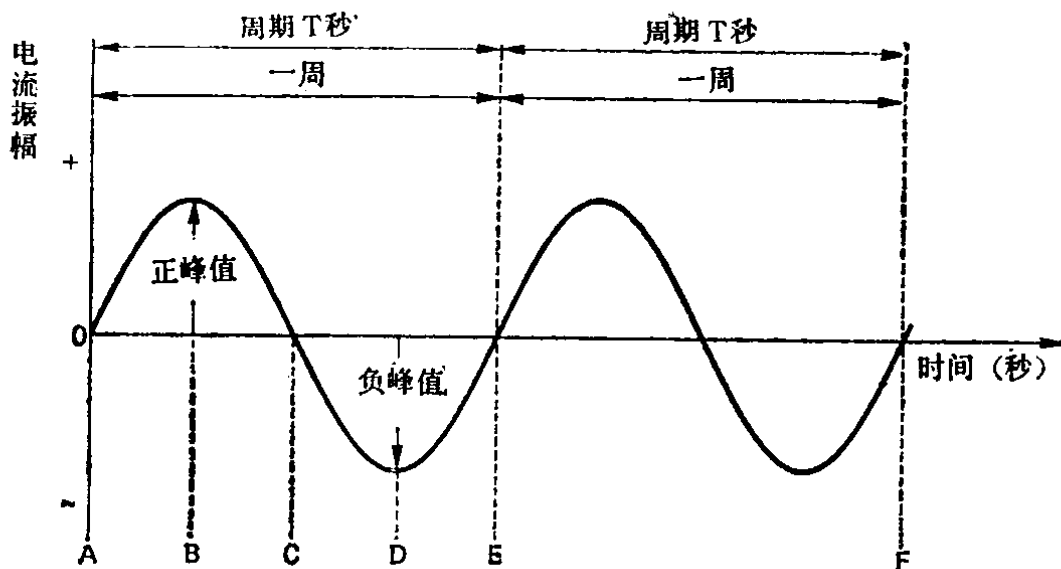


图 1.5 正弦交流波形

C 两点之间，电流从峰值逐渐下降到零；然后，在 C、D 两点之间，电流向相反方向（即负的方向）变化到负的峰值；并且在 D、E 两点之间，又逐渐再变化到零值。电流从 A 点至 E 点的全部变化过程，代表了线圈在磁场中旋转一周，称为交流电的一个循环。显然，E 点和 F 点之间是 A 点至 E 点这一循环的重复，它代表了线圈在磁场中又旋转了一周。以此类推，线圈每旋转一周，波形就重复出现一次。

交流电完成变化的整个循环过程所需的时间间隔，称为周期。用秒作为量度交流电周期(T)的单位。

交流电在一秒钟内完成循环的次数，称为频率(f)。用赫兹（简称赫）作为量度频率的单位。一赫等于在一秒钟内变化一周。由图1.6可以看出，频率和周期互为倒数关系，即：

$$\text{频率} = \frac{1}{\text{周期}} \quad \text{或} \quad \text{周期} = \frac{1}{\text{频率}}$$

式中：频率以赫(Hz)为单位；周期则以秒(S)为单位。图1.6中表示的频率为 4 赫，周期是 $\frac{1}{4}$ 秒。

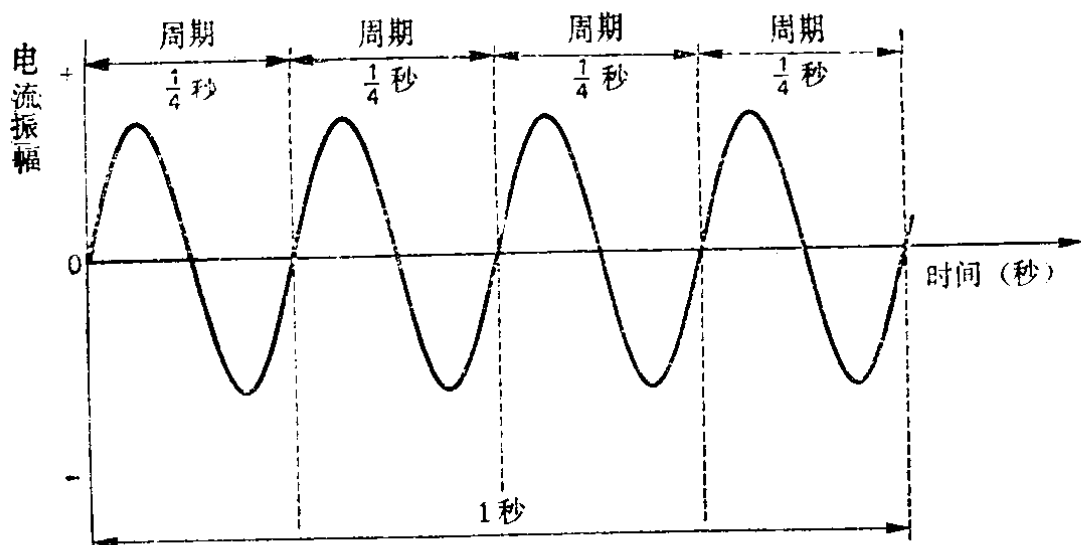


图 1.6 频率为千赫的正弦交流电波形

如同直流电一样，我们把任一瞬间交流电波的强度称为振幅，交流电波的方向（正或负）称为极性。

图1.5和图1.6还示出，每一周期内，在正、负两个方向上各出现一个振幅峰值。

前面已讲过，线圈在磁场中的旋转运动形成了正弦波。图1.5和图1.6画出了电流随时间变化的关系曲线。也可将线圈旋转一周看作是旋转360度(360°)，因此，可画出电流与角位移的关系曲线，如图1.7所示。

此外，如果交流电波的能量是以特定速度在空间传播，或

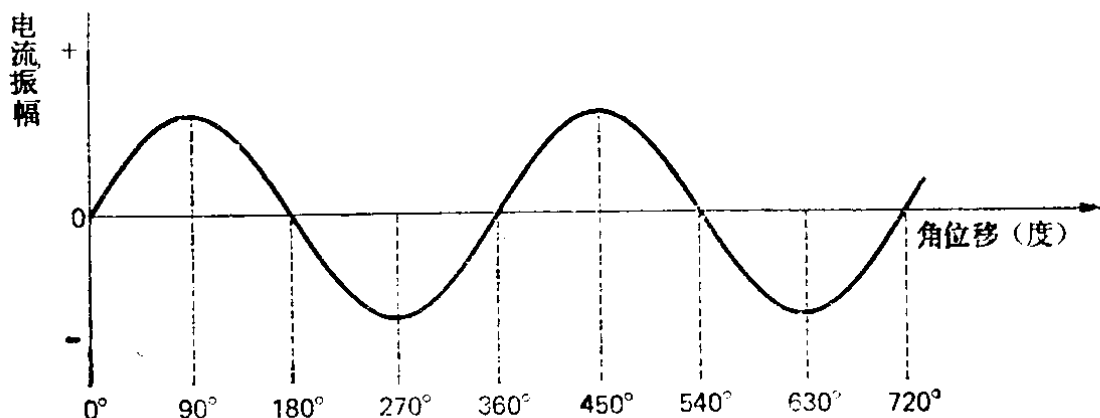


图 1.7 正弦交流电波振幅一角位移的关系曲线

是沿着传输线路传播，则在一个周期的时间内，交流电波的能量将被传播到一定的距离，如图 1.8 所示。由此可见，交流波形的每一个重复周期的距离都是相等的。交流电波在每一个周期内所通过的距离，称为波长，单位为米。通常用希腊字母 λ 作为表示波长的符号。

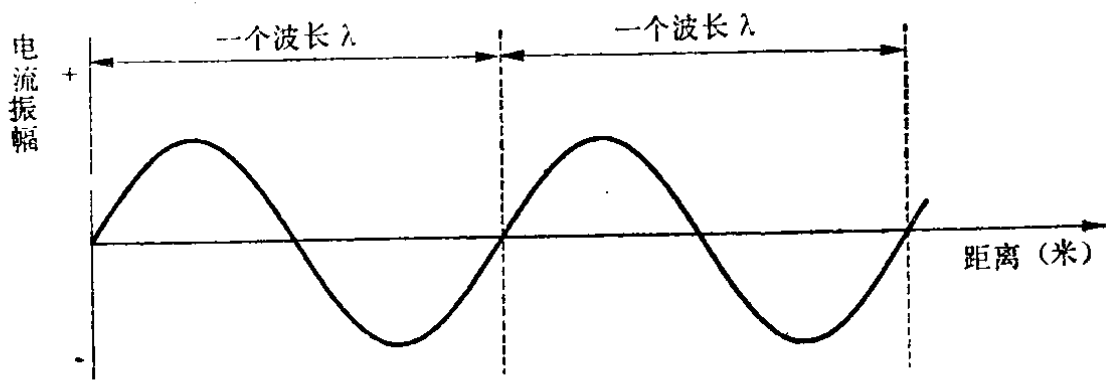


图 1.8 正弦交流电波振幅—距离的关系曲线

图 1.7 中，线圈的转动是用度数连续地增加来表示的。换句话说，我们可以把线圈每次转动的起始位置当作零度，则每继续旋转一周，实际上就是从 0 度(0°)至 360 度(360°)这样一个周期的重复，如图 1.9 所示。显然，每一周期中，相同位置的点，其振幅值是相等的。这种利用旋转的角度数来确定任一周期中指定点位置的方法，称为交流电波的相位表示法。

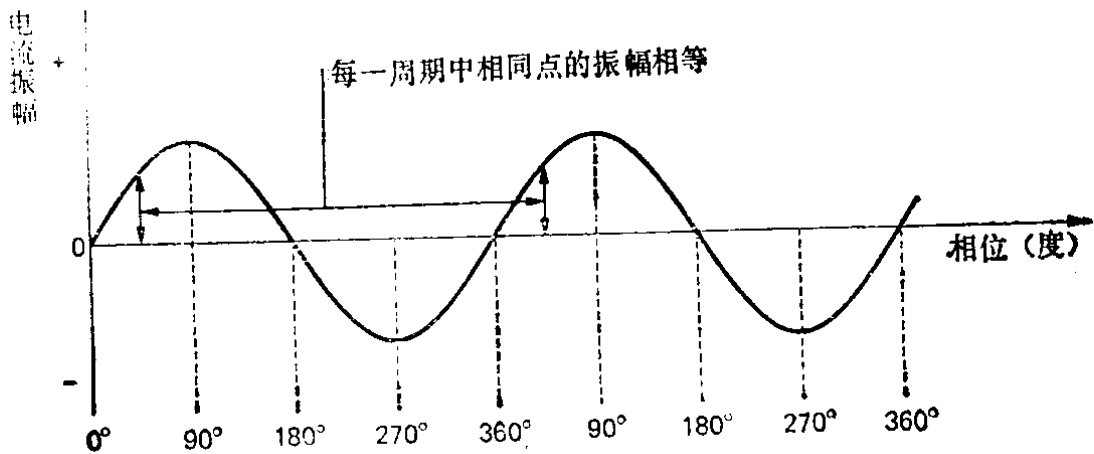


图 1.9 正弦交流波形的相位关系

如果两个波形除相位之外，其它参量都相同，则可以用相位差来表示这两个波形之间的差异，如图1.10所示。图中波形A比波形B的相位超前90度，也可以说，波形B比波形A的相位滞后90度。

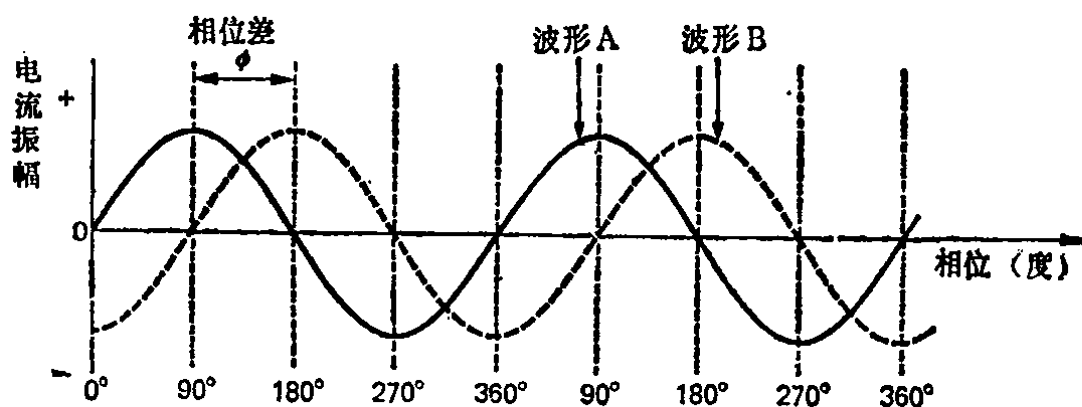


图 1.10 两波形相位差为φ的图形

1.7 频率、波长与速度之间的关系

我们已经知道，交流电波具有一定的能量和传播速度（单位是米/秒）；每一次循环的持续时间为一周期（以 T 表示，单位为秒）；每一周期对应一定波长（以 λ 表示，单位为米）。速度、距离和时间三者之间有如下关系：

$$\text{速度} = \frac{\text{距离}}{\text{时间}} \quad (\text{单位为米/秒, 千米/小时})$$

任何交流电波的波长 λ 和周期 T 有如下关系：

$$\text{速度 } v = \frac{\text{波长 } \lambda}{\text{时间 } T}$$

频率和周期的关系为：

$$\text{频率 } f (\text{赫}) = \frac{1}{\text{周期 } T (\text{秒})}$$

由此可得：