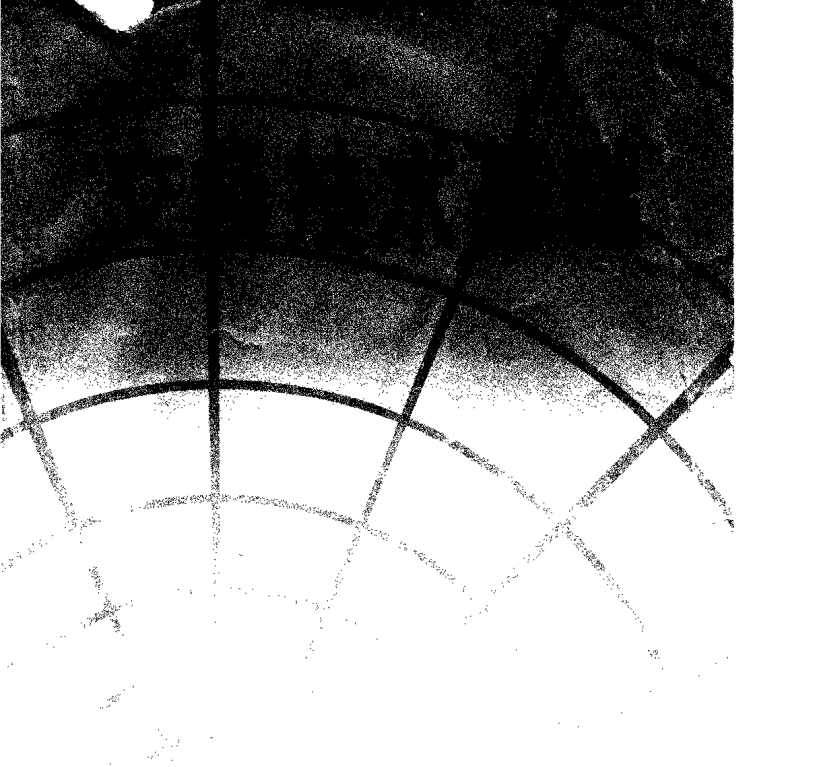




16.4

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是我院电信交换专业的教材之一,根据教学大纲的要求,着重阐述电话交换的基本概念和基本理论,并以布控交换为基础进行分析。

全书共分七章,引论部分简要地介绍电话通信系统,交换在通信系统中的地位及电话交换的基本概念,第一章对自动交换系统的终端——自动电话机作了必要的阐述。第二、三章综合性地分析了交换系统的接续部件,接续网络的组成和各种类型的交换系统。第四、五章比较系统地分析了电话通信网的组成和电话信号。第六章有重点地分析了布控交换系统的单元电路。第七章阐述了话务及组群计算等基本理论,本书内容比较系统、全面,可为进一步学习电信交换打下良好的基础。

交换技术基础

出 版:上海交通大学出版社
(淮海中路1984弄19号)

发 行:新华书店上海发行所

印 刷:立信梅李印刷联营厂

开 本:787×1092(毫米)1/16

印 张:15.5

字 数:382,000

版 次:1989年4月 第1版

印 次:1989年5月 第1次

印 数:1—1,600

科 目:192—267

ISBN7-313-00421-4/TN·916

定 价:3.10 元



目 录

引论	1
一、电话通信系统的组成	1
二、电话交换的概念	2
三、电话交换系统的分类	5
第一章 自动电话机	7
§ 1.1 号盘话机	7
§ 1.2 按键话机	10
§ 1.3 话机发展动向	11
附录1.1 送话器和受话器	12
附录1.2 HD665Ⅱ型自动电话机	15
附录1.3 按键话机电路	17
第二章 交换系统的接续部件	19
§ 2.1 步进选择器	19
§ 2.2 纵横接线器	22
§ 2.3 笛簧接线器	28
§ 2.4 剩簧接线器	32
§ 2.5 电子接线器	34
§ 2.6 接线器的组合连接	35
第三章 电话交换系统	41
§ 3.1 直接控制式交换系统	41
§ 3.2 间接控制式交换系统	45
§ 3.3 中容量纵横制交换机的中继方式	55
§ 3.4 准电子交换系统	63
§ 3.5 程控交换的概念	63
§ 3.6 语音-数据综合交换介绍	67
第四章 电话通信网	69
§ 4.1 电话网的结构	69
§ 4.2 市内电话网	70
§ 4.3 大容量市话交换机的中继方式	76
§ 4.4 长途电话网	83
§ 4.5 长途电话自动交换	83
附录4.1 几种国外纵横制交换机介绍	94
附录4.2 用户小交换机介绍	101
第五章 电话信号	106

§ 5.1 电话信号的种类	106
§ 5.2 信号方式	109
§ 5.3 我国采用的信号方式	116
§ 5.4 公共信道信号方式介绍	124
附录5.1 CCITT的国际信号系统介绍	137
第六章 布控交换系统电路分析	144
§ 6.1 继电器电路基础	144
§ 6.2 用户线接口电路	154
§ 6.3 绳路	156
§ 6.4 出、入中继接口	161
§ 6.5 记发器单元电路	164
§ 6.6 标志器单元电路	172
第七章 话务理论基础	184
§ 7.1 话务量	184
§ 7.2 明显损失制余利用度线束的计算	188
§ 7.3 明显损失制部分利用度线束的计算	203
§ 7.4 链路系统呼损的计算	207
§ 7.5 无阻塞网络	219
§ 7.6 话务模拟技术介绍	221
附录7.1 机键网络分析法	231
附录7.2 爱尔兰呼损公式计算表	235

引 论

一、电话通信系统的组成

电话通信系统的基本任务是提供从任一终端到另一个终端传送语音信息的路由, 这种系统必须包括以下三个部分。

终端——其基本功能是在发送时把话音变为电信号, 在接收时把电信号还原为话音。另外, 还具有产生和发送表示用户接续要求的控制信号的功能。这是由各种类型的电话机来完成的。

传输链路——在终端和交换中心之间或交换中心和交换中心之间传送信息。这是由各种类型的电话传输设备来完成的。

交换中心——其基本功能是根据用户要求, 在一段时间内沟通两个终端间传送信息的路由。这是由各种类型的电话交换设备来完成的。

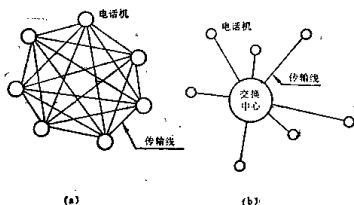


图0.1 电话通信系统的基本组成部分

图0.1表示了电话通信系统的基本组成部分。对于每个电话用户来说, 若要在与他通话的每一个用户之间设专线显然是很不经济的(如图0.1(a)所示), 所以必须将用户线路连接到交换中心(如图0.1(b)所示), 在此选择通向他要呼叫的目的地的路由。交换中心一般设在用户分布区域的中心位置, 该交换中心称为电话局。

在电话机与交换中心间连接的传输线, 一般为明线或电缆。

随着科学技术的进展, 目前电话通信系统也就更加复杂了, 包括有线系统、无线系统, 图0.2所示是现代电话通信系统的一个例子的示意图。

从图0.2可以看到在电话通信系统中, 除市内电话局外, 还有长途电话局; 为了提高线路利用率还使用了载波机等多路复用设备; 传输链路包括用户线、市话局间中继线、市话局与长话局间中继线、以及同轴电缆系统、微波接力系统、卫星系统等传输系统。

电话通信按范围一般可划分为:

市内电话——是指一个城市范围内的电话通信, 两个通话用户的线路由市内电话局的交换机接通。

长途电话——是指全国范围内不同地区之间的电话通信。某一地区的用户线路先通过其市内电话局的交换机，然后经长市中继线至长途电话局的交换机，再由长话局的交换机接至长途电路(如图0.2所示的同轴电缆传输系统、微波传输系统等)，通过长途电路接至另一地区的长话局和市话局，最后接通到该地区的用户。

国际电话——是指不同国家之间的电话通信，国际电话除了必须通过两个国家的市话局、长话局外，还要通过国际局和国际电路。

由上可见，交换中心是通信系统中不可缺少的重要组成部分，是整个通信网的核心和枢纽。

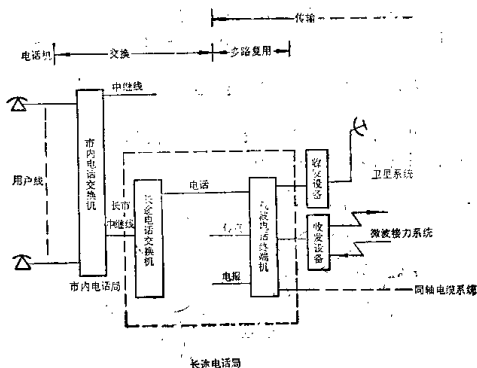


图0.2 现代电话通信系统示意图

二、电话交换的概念

1876年贝尔发明了电话机，不久交换机的应用也就开始了。

1878年开始采用人工电话交换机。但很快地产生了自动接线的要求和设想。1889年史端乔发明了步进制自动电话交换机。接着，1905年制成了旋转制自动电话交换机。1913年以后又相继发明了全继电器制和纵横制等自动电话交换机。到50年代初，纵横制自动电话交换机的研制和发展，已趋完善，达到比较成熟的阶段。

以上所述的自动电话交换机都是利用电磁器件，通过机械动作完成接续任务的，所以亦称机电式自动电话交换机。

随着电子技术与计算机技术的发展，电话交换技术发展很快。由布线逻辑控制式(半)电子交换机一跃为空分存储程序控制式交换机，目前又向着程控数字交换机方向发展。1965年，美国开通了第一部空分程控交换机；1970年，法国开通了第一部数字交换机。

由于程控交换机的出现，还为各种通信业务的共同使用提供了可能性，就是将过去单一的电话网改造成综合业务通信网，以满足通信业务的广泛性和多样化的要求。

1. 人工交换

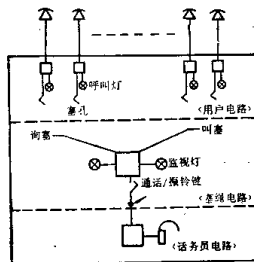


图0.3 人工交换机示意图

图0.3是人工交换机的示意图。人工交换机一般应包括三个部分：

用户电路——每用户一套，包括呼叫灯、塞孔等装置。

塞绳电路(简称绳路)——公用设备。包括塞绳及其两端的询塞和叫塞、监视灯、通话/振铃键等装置。人工交换机上绳路的数量一般按规定标准配备。

话务员电路——全机一套。包括话务员的通话机键、铃流源等装置。

人工交换机上的通话接续是由话务员操作完成的，即所谓人工交换。其操作步骤如下：

(1)识别用户呼叫 主叫用户摘机呼叫时，交换机上该用户的呼叫灯亮。话务员见用户呼叫灯亮，应立即询问。

(2)话务员询问主叫用户 将一空闲绳路的询塞插入该用户塞孔，呼叫灯灭。话务员扳通话键后即可询问主叫用户所需的被叫用户。

(3)话务员向被叫用户送铃流 若被叫用户空闲，话务员就将该绳路的另一端即叫塞插入被叫用户塞孔，被叫侧监视灯亮。话务员扳振铃键送出铃流，呼叫被叫用户。

(4)接通话路 被叫用户闻铃声后摘机应答，被叫侧监视灯灭。话务员应立即停止振铃，扳键复原，使主、被叫用户的通话电路接通。

(5)话终拆线 用户通话完毕双方挂机，两侧监视灯均亮，话务员即可拆线，即将绳路的塞子从主、被叫用户的塞孔拔出，一切复原。

通话时，由绳路向主、被叫用户供电的交换机，称共电交换机(图0.3即是)，这时用户必须使用共电话机。绳路不向用户供电的交换机，则称磁石交换机，这时用户必须使用自备电源(干电池)的磁石话机。

2. 自动交换

自动交换机上的接线、拆线等交换操作，采用电控装置，按一定的顺序自动进行而无需话务员干预，即所谓自动交换。

自动交换系统由话路子系统和控制子系统组成。

话路系统中的接续网络，用以提供各种接续通路。通到所有用户话机的用户线和通到其他电话局的局间中继线，都必须接至接续网络进行交换接续。为了监视用户的呼叫、应答和挂机，提供通话用的直流电源，以及向用户发送信号和进行局间配合等，在话路系统中还必须有用户线接口(用户电路)、绳路、中继线接口(出入中继器)等话路设备。

控制系统有分散型的、分级型的或集中型的。其基本功能是：接收、转发和处理号码信息、对被叫用户进行忙闲测试、选择接续通路、以及其他控制功能。

图0.4是集中型自动交换机的示意图，其自动交换过程以下面的接续流程图(图0.5)简要表示。

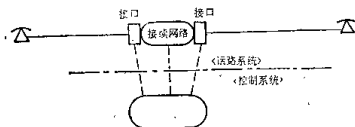


图0.4 集中型自动交换机示意图

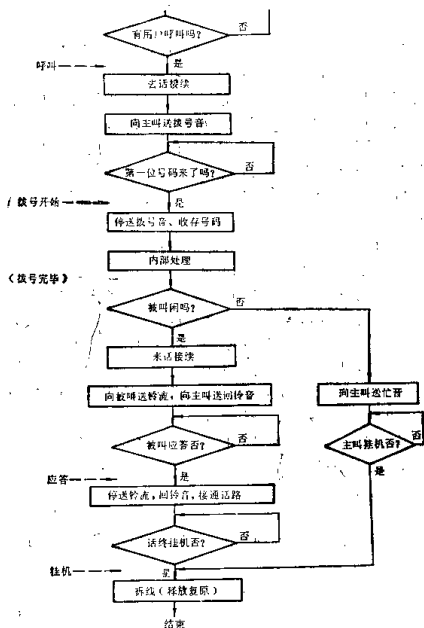


图0.5 自动交换过程的接续流程图

由流程图可见，自动交换的工作进程与输入信息有关，即根据用户送来的信号由一个阶

段转入另一个阶段。如有用户摘机呼叫，就要识别主叫，进行去话接续，作好收号准备。用户拨号时，要收、存号码，并进行分析、处理。收号完毕，要测试被叫忙闲。被叫摘机应答，就要停送铃流、回铃音，并接通话路。用户话终挂机，就应拆线，使机键释放复原。

为了使用户了解接续中交换设备的情况和对方用户的状态，自动交换机也要向用户送各种信号。如作好了收号准备，要向主叫用户送拨号音。测得被叫用户空闲，要向被叫用户送铃流，向主叫用户送回铃音。如果接续中交换设备或被叫用户忙，要向主叫用户送忙音。话终一方先挂机，要向未挂机方送忙音。（有些情况在上面的流程图中未包括）

为了控制自动交换的进程，不但用户和交换机之间要交换信息，而且交换机内部各部分之间也要交换信息。在分局制电话网中，交换机之间也必须交换信息。

把自动交换和入工交换比较一下，其接续过程是类似的，自动交换中控制系统的功能相当于人工交换中话务员所起的作用。

以上内容将在第一章自动话机，第二章交换系统的接续部件，第三章交换系统，第四章电话通信网以及第五章的电话信号和第六章电路分析中逐步讨论。

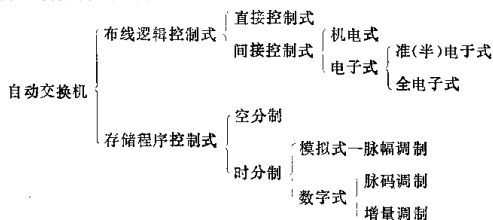
自动交换机中除用户电路是每一个用户一套外，其余公用设备的数量一般都要根据话务量计算得出。话务量也叫话务负载，是反映电话用户对电话通信使用的数量上的要求。因此，话务量在数值上的大小，取决于一定时间里发生的呼叫次数和每次呼叫所占用交换设备的时间。关于话务理论将在第七章中讨论。

三、电话交换系统的分类

前面已谈到按服务区域的不同有市话交换机和长话交换机之分，按接续方式的不同有人工交换机和自动交换机之分，人工交换机又分共电式和磁石式。自动交换机的类型很多，有不同的分类方法。

自动交换系统都包括二个部分，即话路系统（话路接续网络）和控制系统。因此可以从不同的角度来分类。例如，若按话路系统分，则有空分制和时分制；若按控制系统分，则有布线逻辑控制和存储程序控制；若按接续的控制方式分，则有直接控制和间接控制；若按采用的元件分，则有机电制和电子制；若按交换的话音信号分，则有模拟交换和数字交换。

现将自动交换机作如下分类：



布线逻辑控制式（简称布控）交换机的控制系统是由逻辑电路组成，这些逻辑电路用布线方法固定下来。所以布控交换机的主要特点就是电路一经确定就不易改变。

存储程序控制式（简称程控）交换机的控制系统使用了电子计算机或微处理机，这类交换

机必须将预先编制好的各种处理程序作为软件存入存储器,处理机是按照程序来控制 and 处理接续的。程控交换机由于使用了软件技术,可以提供多种服务性能,也便于开放新业务。

直接控制式指在用户拨的每一串脉冲的直接作用下进行接续的方式。

间接控制式指先由控制设备接收并存储用户拨的脉冲,然后控制接续的方式。

所谓空分制是指在话路接续网络内,对于各个接续均有一个在空间上分开的实质性路径,并且在每个呼叫的持续时间内保持这一路径。也就是说,不同呼叫是通过空间分割的不同路径来接续的,而任一输入和输出间是由按一定方式配置的接点来连接的,如图0.6所示。

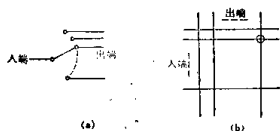


图0.6 空分接续网络示意图

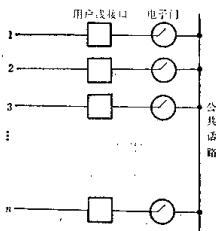


图0.7 时分接续网络示意图

所谓时分制是指话路接续网络按时间分割的方式进行复用。如果话音信号用周期性的窄脉冲取样,信息就在一个小的“时隙”内传递。那么,对于这一个呼叫来说接续网络只需在相应的时隙内工作即可。在其余时间内,接续网络可用来处理其他时隙的呼叫,这就是时分复用的概念。

如图0.7所示,若1号用户呼叫3号用户,则可通过控制系统将1号用户与3号用户的电子门由同一个取样脉冲控制,使其同时(同一个时隙内)启闭,则1号与3号用户即可通话。由于每一对通话用户的电子门使用一个取样脉冲,因而可以在一条公共话路上通话而互不干扰。这就是时分交换的概念。

关于不同类型交换系统的组成将在第三章讨论,因程控交换系统另安排课程,因此,第三章着重讨论布控交换系统。

第一章 自动电话机

自动交换机的终端是自动电话机,自动交换机的自动接续是在自动话机的配合下实现的。自动电话机在用户的操作下,向交换机发送各种控制信号,通话时完成声电、电声的变换。自动电话机有许多不同类型,但这些话机在电的方面是基本类似的。若根据发送号码装置的不同,则可分为号盘式和按键式两种,目前我国用号盘式话机较普遍。

§ 1.1 号盘话机

一、话机的组成

按照自动电话机的任务,一部话机应包括通话设备、信号设备和转换设备三个基本部分。现对各部分的作用及原理分述如下。

1. 通话设备——包括有送话器、受话器和感应线圈(亦称电话变量器)。

送话器的作用是进行声电变换,目前大多采用炭精送话器(见附录1.1);受话器的作用是进行电声变换,目前大多采用电磁受话器(见附录1.1);感应线圈的作用是改善通话电路的工作性能,如阻抗匹配及消侧音等。感应线圈一般为多线圈式结构。

所谓侧音,就是由送话器接受的声音在本话机受话器中的再现。送话器接收的可能是正在通话的人的语音,也可能是室内的噪声。有侧音存在时,容易引起听觉疲乏,影响通话效果,故应消除。话机中的消侧音电路,有桥式消侧音电路和补偿式消侧音电路两种。

图1.1是自动电话机通话部分的电路原理,采用补偿式消侧音电路。炭精送话器工作时所需的直流电,通常是通过交换机上的供电桥(供电电路)馈送的(如图1.1(a)所示)。供电桥可看作一个滤波器,这个滤波器分隔了供电直流和语音交流,使直流电分别馈送给双方电话机,并传输两个方向的语音电流。

通话电路的工作原理如下:

送话时(如图1.1(b)所示),送话器产生语音电流,其中 i_L 经线圈I,外线送至对方。

送话时,因话流流过线圈,在铁心中产生交变磁通。电路是这样设计的,即对受话器来讲,线圈II中的感应电势 e 和阻抗 Z_0 上的电压降 u 方向是相反的,如果二者大小相等,则受话器两端的电位差为零,因而受话器中没有自己的送话话流通过,即达到了消除侧音的效果。不难看出,只有在某些频率和特定的线路阻抗下,侧音才可能完全消除。

受话时(如图1.1(c)所示),话流由外线输入,经线圈I和送话器。这时,线圈I可看作初级线圈,在线圈II中的感应电势使受话器工作。话机中的电容器C可防止直流电进入电磁受话器。

2. 信号设备和转换设备

信号设备包括拨号盘和交流电铃(亦称极化铃)。

拨号盘的作用是在用户控制下,以脉冲接点MD的开、闭动作向自动交换机发出被叫用

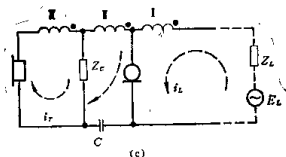
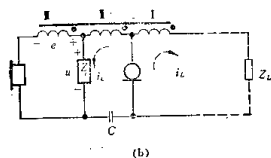
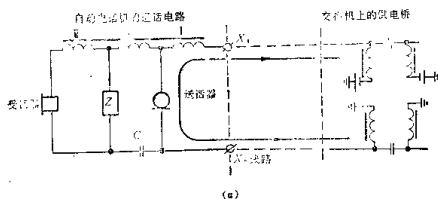


图1.1 自动电话机通话部分的电路原理图

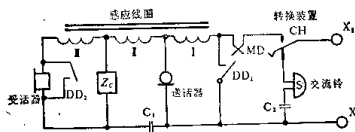


图1.2 自动电话机电路原理图

户号码信息(直流脉冲), 以控制自动交换机的自动接续。为了保证自动接续的可靠, 对拨号盘必须有一定的技术要求, 这将在下面另行分析。

交流电铃的作用是接收由交换机送来的25Hz铃流, 用响铃的方式通知被叫用户。与电铃串联的电容器 C_2 起阻断直流的作用, 防止在摘机前使交换机错误识别。

转换设备叉簧CH的作用是提供向交换机发送呼叫或应答信号(用户摘机)和话终信号(用户挂机)的装置。当话机未使用时, 手机搁在叉簧上, 叉簧开关状态如图1.2中所示。当用户从叉簧上取起手机, 叉簧开关动作, 把直流通路连接到线路上。这种开路到闭路的变化,

表示呼叫信号；或者，假如电话机是被叫方，这个变化表示应答信号。在主叫及被叫两种情况下，放回手机是要求交换机拆线的信号（挂机信号）。

话机中的控制信号和话音信号用同一对线路传输。因此，话机在不使用时，应使收信设备（交流电铃）与线路接通，以准备随时被呼叫；而在使用时，则需将通话设备和发信设备（拨号盘）与线路接通，并断开收信设备，所以转换装置又起分隔电路的作用。

二、拨号盘

拨号盘的类型很多，构造各不相同，但它们的主要组成部分及工作原理基本相同。

下面以图1.3所示的HD—300型拨号盘为例来说明。

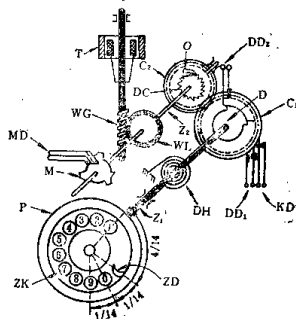


图1.3 HD—300型拨号盘示意图

这种拨号盘一般可分为四个部分：

指示部分——号码盘P、指孔盘ZK及指档ZD；

传动部分——弹簧DH、主轴Z₁、从轴Z₂、大齿轮C₁、小齿轮C₂及脉冲凸轮M等；

调速部分：蜗杆WG及其上面的调速器T；

接点部分：脉冲接点MD、短路接点DD₁、DD₂和空转接点KD。

基本工作原理如下：

拨号时，用手指将指孔盘ZK沿顺时针方向转动，此时主轴Z转动，使弹簧DH绕紧。转到指档ZD处放手，由于弹簧的作用，指孔盘ZK自动回转至原位。在复原过程中，由于脉冲凸轮M的转动，控制脉冲接点MD的开、闭动作，发出拨号脉冲。短路接点DD₁和DD₂平时是打开的，在指孔盘转动的整个过程中闭合，用来短路送话器和受话器，防止脉冲失真和噪音震耳。

当主轴Z₁顺时针方向转动时，从轴Z₂上的齿轮C₂仅在从轴上滑动，而当主轴在弹簧作用下回转时，齿轮C₂在棘轮DC的作用下，带动Z₂和调速器旋转。

指孔盘上的10个数字孔共占圆周的10/14，指档占1/14，在数字1和指档ZD之间有约占圆周的3/14的空隙间隔，用以增大两串脉冲的间隔时间。拨号码“1”时，装在主轴Z₁上具

有56个齿的大齿轮旋转 $3/14$ 的距离(即转了 $56 \times 3/14 = 12$ 齿)。与此同时小齿轮(有12个齿)正好旋转一周,小齿轮 C_2 上的棘轮止O推动棘轮DC和脉冲凸轮M也旋转一周。因为M有三个齿,使脉冲接点MD断开三次,因此断开的次数比所拨数字多了两个。空转接点KD与MD在电路上是并联的,它在每串脉冲的最后两个脉冲期间闭合,因此可以短路两个多余脉冲,使拨号盘产生的脉冲数日与所拨数字相同,但增加了两串脉冲之间的间隔时间。

拨号盘所发送的脉冲代表被叫号码,是自动交换机自动接续的基本依据。为此,对于拨号盘所发送的脉冲,应有一定的技术要求。通常用下列三个参数来表示拨号盘的脉冲性能:

1. 脉冲速度——脉冲速度是指每秒钟内发送的脉冲个数(也可叫做脉冲频率),以 f 表示。一个脉冲的断开时间(t_{DK})、闭合时间(t_{BH})之和称为脉冲周期,以 T 表示, $T = t_{DK} + t_{BH}$ 。如图1.4所示。

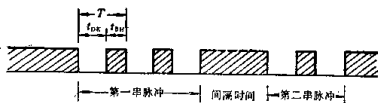


图1.4 拨号盘发送的脉冲

2. 脉冲系数——是脉冲接点断开时间与闭合时间的比值(也可叫做断续比)。

$$K = \frac{t_{DK}}{t_{BH}}。$$

K 、 f 、 t_{DK} 、 t_{BH} 之间有下列关系:

$$t_{DK} = \frac{K}{f(1+K)},$$

$$t_{BH} = \frac{1}{f(1+K)}。$$

所以,在一定的脉冲速度和脉冲系数的数值下,可以算出脉冲的断开时间和闭合时间。

3. 最小间隔时间(或最小间歇时间)——在前一串脉冲发送完毕到下一串脉冲开始发送之间,有一定的间隔时间。两串脉冲即两位号码,收到一位号码后,交换机要进行一些识别工作,如要识别一串脉冲是否结束,也就是要将各位号码区分开来;要将该位号码储存起来,要控制接续等。为此,在两串脉冲之间有一个间隔时间是必要的。间隔时间的长短决定于后一位号码是拨的哪一位数字,显然,最后一位拨“1”时,间隔时间最短,称为最小间隔时间。最小间隔时间,一般要求在300ms以上。

§1.2 按键话机

按键话机与号盘话机的区别就是用发送音频的按键代替发送脉冲的号盘。国际电报电话咨询委员会(CCITT)建议,按键电话机要有图1.5所示的16个按键,每个按键产生如图所示的两组音频信号。

一、按键电话机的特点

按键话机发号速度快,可大大缩短呼叫时间,特别是在长途自动接续或被叫用户号码位

数较长时，此特点更为突出，这样减少了交换机中有关设备的占用时间，提高了设备利用率。

		高频组频率 (Hz)			
Hz		1209	1335	1477	1613
低频组频率 (Hz)	697	1	2	3	A
	770	4	5	6	B
	850	7	8	9	C
	941	.	0	*	D

图1.5 DTMF按键及频率分配图

话机上的按键除10个数字按键外，还有符号按键，可以开展其他业务。有些按键电话机上装置12个按键，而没有A到D这4个按键。

按键话机必须与设有这种音频信号的接收和译码装置的交换机配合使用。

二、按键话机的基本结构和性能

这里，要介绍的按键电话机，装有12个按键，即10个数字按键以及“*”和“#”二个符号按键，每按下一个按键，就有一个双频编码信号发送出去。其中，一个频率是从低频组697—941Hz中选出，另一个频率是从高频组1209—1477Hz中选出。

符号按键“*”一般是缩位按键。为了便利用户操作，对经常联系的用户，可用1—2位的缩位号码代替原来的多位号码。缩位号码是事先统一规定或自己进行登记的，当呼叫该用户时，如使用前缀法，则首先按“*”键，然后再按规定好的一位或二位号码的数字键。

符号按键“#”一般是转移按键。当用户离开本话机而欲去某处办事时，可按一下“#”键，再按某处电话机的号码。当有来话时，即自动转移到事先约定的话机。

另外，用户还可以使用符号按键，获得话局规定的各种计算业务，例如了解使用长途电话的通话时间和资费，银行业务的查询等。所以音频按键话机容易实现数字通信，并可扩大到电话以外的业务，作为简单的数据终端装置。

§ 1.3 话机发展动向

近年来，自动话机不单在外型结构上日新月异，而且性能上也在不断改进提高。如以电磁送话器代替炭精送话器，则前者克服了后者寿命短和噪音大的缺点，还改善了音质。采用固体电路组成的二、四线转换电路，取消了感应线圈。采用音调振铃器，取消了电铃，以柔和悦耳的音调代替刺耳的铃声。在话机中增加了音量自动调节电路，克服了因线路长短不一，音量变化的缺点。

随着大规模集成电路技术及其他新器件技术的飞跃发展，正在出现具有多功能、小型的电子化话机，以取代以无源电路为主体的话机。

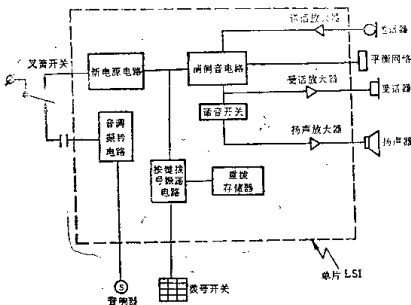


图1.6 按键式话机框图

图1.6为一种按键式话机框图。这种话机的各种基本功能做在一块集成电路上,且可以使各种附加功能都综合在一块电路上。采用双层振膜压电式电声变换器,并使用放大器补偿小型送、受话器的灵敏度。

利用微处理器、大规模集成电路以及其他新器件,已出现了全电子话机、电子键控话机、磁卡话机、书写话机和智能话机等多种高级新型话机。

附录1.1 送话器和受话器

一、炭精送话器

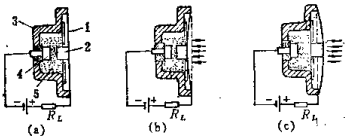


图1.7 炭精送话器基本构造原理图

炭精送话器是话机中的一种电声元件,它的任务是把发话人的话音变为话音电流。目前话机中采用的炭精送话器有很多种,其基本构造原理如图1.7所示。图中1—振动膜片;2—前电极;3—绝缘盒;4—后电极;5—炭精砂。振动膜片一般由薄铜片或铝片制成,在声波作用下会随之振动。炭精砂是经过特制的炭精小粒,炭精砂之间的接触电阻会随炭精砂相互间的压力而显著变化。

把炭精送话器接入如图1.7(a)所示的电路中,此时送话器中就一直流流过,由电池(+)——负载电阻 R_L ——振动膜片1——前电极2——炭精砂5——后电极4——电池(-)。

当对着送话器讲话时,振动膜片将在声波的作用下发生振动,随着膜片的振动,固定在一起的前电极亦随之里外移动,炭精砂就被压紧或松开。炭精砂压紧时(如图1.7(b)所示)。其接触电阻减小,使电路中电流增大。炭精砂松开时,其接触电阻增大,使电路中电流减小,如图1.7(c)所示。

交变声压的振幅愈大, 膜的振幅愈大, 炭精砂的接触电阻变化的幅度也愈大, 从而电流变化的幅度愈大。由此可见, 电路中电流的变化是遵循声波振动规律的。

从图1.7可以看出, 送话器电路内的电流方向是不变的, 只是改变着电流的大小, 所以是一个脉动电流。按照叠加原理, 这种脉动电流 i , 可以看成是直流 I_0 和交流 i_f 两种成分叠加而成的。直流 I_0 可称为送话器的供电电流, 交流成分 i_f 称为话音电流或话流。故从效果上看, 送话器在声波的作用下可看成能产生活流的交流发生器。

下面对送话器的等效交流发生器作用进行分析。如图1.8所示的电路中(图中炭精送话器以符号 Ω 表示), 当作用于送话器的声压为 $P_m \sin \omega t$ 时, 设在声压作用下送话器膜片振动所引起的炭精砂接触电阻变化同声压是线性关系, 则送话器电阻

$$r = R_m - r_m \sin \omega t, \quad (1-1)$$

式中 r_m ——变化电阻的振幅, R_m ——送话器动态电阻的平均值。实验证明, 声波作用时, 送话器电阻的变化如图1.9所示, 图中 R_0 为无声波作用时的静态电阻。



图1.8 炭精送话器电路图

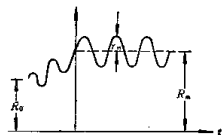


图1.9 炭精送话器 $r \sim t$ 曲线图

若电池电压为 u , 而负载电阻为 R_L , 送话器的直流供电电流为

$$I_0 = \frac{u}{R_m + R_L}. \quad (1-2)$$

同时, 送话器的脉动电流为

$$\begin{aligned} i &= \frac{u}{R_L + (R_m - r_m \sin \omega t)} \\ &= \frac{u}{R_L + R_m} \left[\frac{1}{1 - \frac{r_m}{R_L + R_m} \sin \omega t} \right]. \end{aligned} \quad (1-3)$$

令 $\frac{r_m}{R_L + R_m} = m$ 为送话器的调幅系数。

根据(1-2)式, (1-3)式可写为

$$\begin{aligned} i &= I_0 (1 - m \sin \omega t)^{-1} \\ &= I_0 + m I_0 \sin \omega t + m^2 I_0 \sin^2 \omega t + \dots, \end{aligned} \quad (1-4)$$

式中: 右边第一项 I_0 为送话器的供电电流; 第二项 $m I_0 \sin \omega t$ 是按声压 $P_m \sin \omega t$ 变化的话音电流; 第三项及以后各高次项是原来声波中所没有的成分, 是由于送话器失真产生的。

由(1-4)式可见这种失真与 m 值有关, 要减小失真必须减小 m 值, 使 $m \ll 1$ 。实际上 m 是很小的, 一般 $m < 0.2$, 所以(1-4)式中的高次项可以忽略不计。(1-4)式简化为

$$i = I_0 + m I_0 \sin \omega t, \quad (1-5)$$

故话流

$$i_f = i - I_0 = m I_0 \sin \omega t$$