



电力系统通信
科普丛书

卢武彬 秦钟铭 编

电力系统电话交换技术

水利电力出版社

电力系统通信科普丛书

电力系统电话交换技术

卢武彬 秦钟铭 编

水利电力出版社

电力系统通信科普丛书
电力系统电话交换技术
卢武彬 秦钟铭 编

*

水利电力出版社出版
(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4.125印张 89千字
1987年7月第一版 1987年7月北京第一次印刷
印数0001—4110册 定价0.76元
书号 15143·6447

前 言

电能是发展国民经济的重要能源，电力生产在整个社会生产中占有十分显著的地位。为了适应四化建设和人民生活的需要，必须努力扩大电力生产的能力，逐步提高电能生产的质量。

为了确保电力工业安全经济地发供电，必须建立与电力系统相适应的通信系统，即电力系统通信。我国的电力系统通信几乎包括了各种通信方式，不仅采用了普通的音频电话、明线载波、电缆载波、特高频、模拟微波等方式而且还采用了数字微波、光纤通信、卫星通信等先进的通信方式和手段。电力通信系统中还有独特的电力线载波、架空地线载波等特殊通信方式，同时逐步采用程控交换技术，把各种通信电路连接起来，进行电话、数据等信息交换，组成一个完整的通信网，因此电力系统通信网是一个先进的、综合型的专用通信网。

我们编写的这套《电力系统通信科普丛书》共分四册：《电力系统通信基础》、《电力系统载波通信》、《电力系统微波通信》、《电力系统电话交换技术》，各册之间互相联系又自成系统。本丛书的读者对象是电力系统的管理干部、电力通信专业的青年工人阅读，也可供工程技术人员及有关专业院校的师生参考。

本书共分六章，以程控交换为主要内容，分析了程控交换机的控制原理、模拟空分接续网、时分接续网、信号方式、保安措施；介绍了电话机及电力系统目前所用调度通信总

机、自动盘及交换机，还介绍了电力系统长途电话自动交换网的特点、网络结构、编号方式及长途交换机的基本功能等。

本书第二、三、四、六各章由卢武彬同志编写，第一、五章由秦钟铭同志编写，全书由卢武彬同志统稿。本书经北京邮电学院叶敏副教授审阅并提出许多修改意见，特致感谢。

由于编者的水平所限，书中一定有不少错误和问题，敬请广大读者批评指正。

编 者

1986.9.

目 录

前 言

第一章 电话机	1
第一节 磁石式电话机	2
第二节 共电式电话机	5
第三节 自动式电话机	8
第四节 其它形式的自动电话机	17
第二章 电话交换原理	21
第一节 电话交换的基本概念	21
第二节 程控交换机的控制原理	26
第三节 程控交换机的基本功能	33
第四节 信号系统	35
第五节 程控交换机的保护措施	42
第三章 模拟程控交换原理	47
第一节 空分接线器	47
第二节 模拟接续网络	52
第三节 用户接口电路	55
第四节 模拟程控交换机的组成及接续过程	58
第四章 数字程控交换原理	64
第一节 数字通信原理	64
第二节 时分接线器原理	69
第三节 时分接续网络	76
第四节 用户电路	80
第五节 数字程控交换机的组成及接续过程	84

第五章 目前电力系统专用的交换设备.....	89
第一节 调度通信总机.....	89
第二节 电力线载波机的自动盘.....	93
第三节 接口装置(自动接续机).....	97
第四节 电力线载波交换机	103
第六章 电力系统长途电话自动交换网	111
第一节 长途电话自动交换网的基本概念	111
第二节 电力系统长途电话自动交换网的组成	114
第三节 长途电话自动交换机的主要功能	119

第一章 电 话 机

电话机这一名称已为人们日常使用所熟悉。它是供用户使用的通话设备，也是电话系统的终端设备。它是电话通信中不可缺少的组成部分，它把发话者的声音转变为电信号，送到线路上去；同时把对方送来的电信号转换为声音送入受话者的耳中；此外还能发出和接收呼叫信号。

自从1876年爱迪生发明电话机以来，尽管电话机的种类和式样在不断的变化，但按电话制式，仍分为磁石式、共电式、自动式电话机等三大类。任何类型的一部电话机，按照各部分的不同用途，可由三部分组成（见图1-1）。

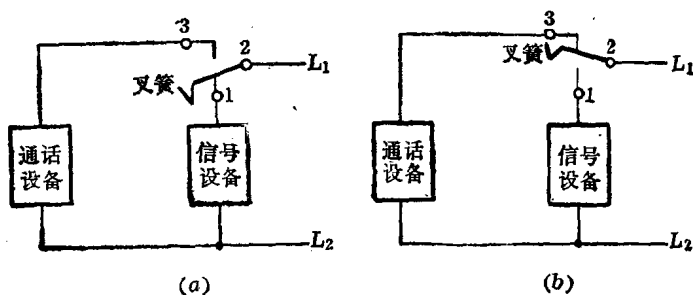


图 1-1 断接式话机电路组成图

(a) 呼叫状态；(b) 通话状态

L_1 、 L_2 —线路

(1) 通话设备：用来进行声电转换。它包括送话器、受话器和电话变量器等部件。

(2) 信号设备：用来发出和接受信号。它包括手摇发

电机、交流铃和拨号盘等部件。

(3) 转换设备：用来控制信号电路与通话电路的转换。主要由叉簧构成。

按图1-1组成的电话机电路称为断接式电路，是目前应用较广的一种方式。如图1-1所示在接受呼叫信号时，叉簧1和2接点闭合，接通信号设备；当线路送来铃流时，铃流经叉簧1、2接点到信号设备中的交流铃，发出铃声呼叫；当用户拿起手机通话时，叉簧2、3接点闭合，从线路 L_1 、 L_2 来的话音信号接入通话设备。而1、2接点分开，信号设备被切断。

随着电子技术和半导体技术的发展，新式的多功能电话机不断出现，如存贮拨号话机、录音话机、书写话机、可视话机等。它们虽仍属自动电话机，但功能增加了。下面分别对各类话机进行介绍。

第一节 磁石式电话机

磁石式电话机的特征是通话电源和信号电源都由电话机自备。磁石式电话机的通话电源一般为3V，一般采用两节干电池。信号电源则采用手摇发电机。

图1-2为磁石电话机的一种电路原理图。图中的通话设备包括炭精式送话器(T)、3AX31型晶体管放大器及话音变量器 B 、压电陶瓷式受话器(R)；信号设备包括小型发电机(F)和小型交流电铃。送话器将发话者的声音信号转换为话音电流，并由放大器放大后经变量器 B 送至线路 L_1 、 L_2 。话音变量器 B 的作用：使放大器阻抗匹配；防止

直流电流经过受话器；消侧音，即减弱甚至消除在受话器中出现自己的讲话声音（消侧音原理详见本章第二节）。顺便指出，并联在受器两端的四支二极管组成限幅器，以防止干扰信号所引起的“喀咧”声。

下面介绍图1-2所示的磁石电话机工作原理。

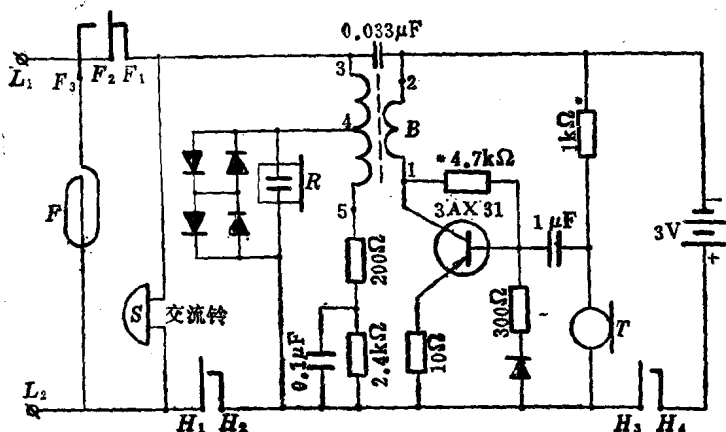


图 1-2 磁石式话机电路图

1. 主叫用户发送呼叫信号（简称发铃）

主叫发送呼叫信号时手机仍在叉簧上，摇动发电机，送出铃流的电路为：

发电机电枢端— L_1 线—接收端信号设备— L_2 线—自动键簧片 F_2, F_1 —发电机电枢另一端。

这时自动键簧片 F_1, F_2 分开，所以本机铃不会响。

2. 被叫用户接收呼叫信号（简称收铃）

对方呼叫时送来的铃流电路为：

对方发电机— L_2 线—交流铃—自动键簧片 F_1, F_2 — L_1 线

—对方发电机。

铃流通过交流铃，铃响发出呼叫。

3. 送话

主叫用户发送铃流后，取下手机等候应答通话，此时叉簧接点 H_1H_2 ， H_3H_4 分别闭合。 H_3H_4 闭合接通送话器和放大器电源。送话器的直流通路为：

3V电源(+)— H_4H_3 —T—电阻 $1k\Omega$ —3V(—)。

这个直流电流称为送话器的供电电流，也称工作电流。这时讲话使送话器产生的话音电流经 $1\mu F$ 耦合电容由晶体管放大，流过变量器 B 一次线圈1、2感应至二次线圈。话音电流送出的电路为：

变量器 B 端子5—平衡网络 $\left(200\Omega \begin{matrix} < 2.4k\Omega \\ < 0.1\mu F \end{matrix}\right)$ — H_2H_1 — L_2 线—对方话机— L_1 线— F_2F_1 —变量器端子3。

4. 受话

受话时因被叫用户已摘下手机，叉簧动作情况与送话时一样，所以收听对方来话时的电路为：

对方话机— L_2 线— H_1H_2 — $\begin{cases} \text{受话器 } R \\ \text{平衡网络—变量器 } B5、 \\ 4 \text{ 端} \end{cases}$ —变量器 B 4、3端— F_1F_2 — L_1 线—对方话机。

由于平衡网络和交流铃的阻抗远大于受话器阻抗，来话话音电流主要流过受话器，本机受话人听到对方讲话声音。

5. 话终复原

通话完毕，放下手机，话机即复原。为了向交换机发出话终信号，主叫需再摇一次发电机。

磁石式话机可以和磁石式人工交换机配合工作。也可不

用人工交换机，只要把两台或两台以上话机之间用导线连接，通过手摇发电机发出呼叫信号，相互间即可通话，后一种使用方式主要用于工地施工，例如在进行电话电缆对线时使用较为方便。

第二节 共电式电话机

共电式电话机本身没有电源和手摇发电机，送话器所需电源，集中由交换机（电话局）供给；发送呼叫信号时只要取下手机，话终放回手机即可复原并发出了话终信号，完成一次通话。所以，它比磁石式结构简单，使用方便。

图1-3为共电式话机的电路原理图，此话机结构比较简单，它由炭精送话器和电磁式受话器组成。工作原理如下：

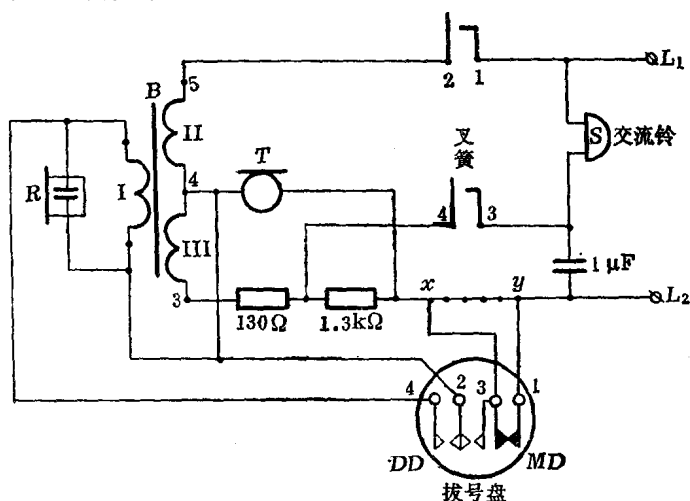
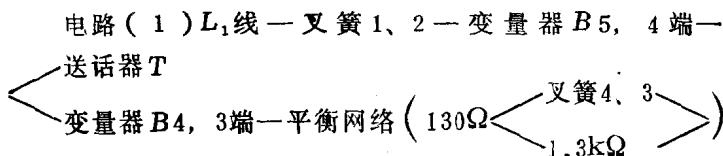


图 1-3 共电式和自动式电话机原理图

1. 主叫发送呼叫信号（发铃）和接通供电回路

主叫用户摘机即可呼叫，这时叉簧1、2闭合，沟通直流回路，送出呼叫信号，同时送话器得到供电电流，路径为：



— x, y 连线— L_2 线。

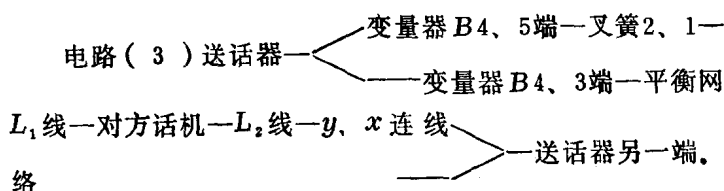
2. 被叫接收来话信号（收铃）

此时手机未取下，收铃电路如下：

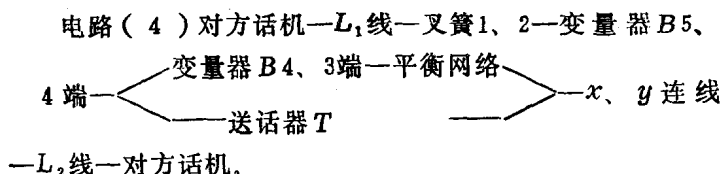
电路（2）电话局内信号设备— L_1 线—交流铃— $1\mu F$ 电容— L_2 线。

3. 通话

被叫用户摘机即得到供电电流[见电路（1）]。当话务员或对方用户回答时，就可通话。发话电流经下述电路送出：



受话路径如下：



此时，变量器线圈II、III中话音电流方向相同，因此在变量器线圈I中将感应出话音电流，使受话器发出相应的

话音。

4. 话终

通话完毕用户放回手机，叉簧接点1、2分开，切断送话器直流供电回路，电话局即出现话终信号。

最后说一下话机的消侧音原理。图1-4为消侧音等效电路。

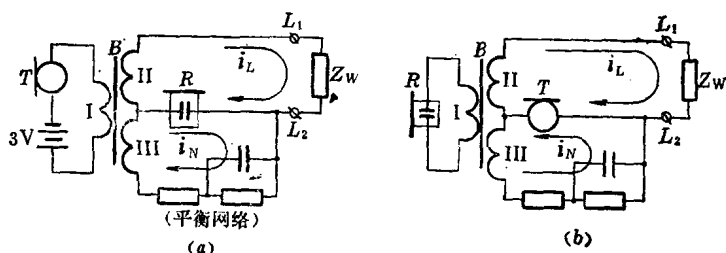


图 1-4 消侧音等效电路

(a)磁石式；(b)共电式

由图1-4(b)看出，送话器话音电流流过变量器的II、III线圈时，将分别产生 i_L 和 i_N 两路电流。若选择适当的平衡网络使其阻抗和线路阻抗 Z_w 相等，这时 $i_L = i_N$ 。由于 i_L 和 i_N 分别在变量器II、III线圈中通过且方向相反，因此在I线圈中感应电势方向相反大小相等，受话器中也就消除了侧音。此电路实质利用变量器II、III线圈和平衡网络，线路阻抗 Z_w 构成电桥，利用电桥平衡原理消除侧音，因此称为桥式消侧音电路。显然，读者不难发现，图1-4(a)也为桥式消侧音电路。顺便指出，在共电式电话机电路中尚有一种补偿式消侧音电路。

需要说明，上述消侧音电路只对某一频率和规定的线路阻抗才完全消除侧音。而实际上线路长短不同，并且话音频

率不是单一频率，因此侧音是不可能完全消除的，从使用观点来说也没有必要完全消除，只需侧音很小就行了。

第三节 自动式电话机

自动式电话机的基本电路、工作原理完全与共电式话机相同，仅为了由用户来控制选择被叫用户号码，加装了一个发号装置，如常见的拨号盘。所以实际上两种话机往往是通用的，区别就在于有否拨号盘。根据拨号装置的不同，分为号盘式、按钮脉冲式、双音多频式（DTMF）等几种。

一、号盘式自动话机

首先说一下拨号盘，拨号盘的种类很多，但按其结构大体可分两部分：机械转动部分，即控制号盘转动和复原的部分；电路控制部分，即接点簧片组，它有脉冲接点和短路接点两组（图1-5）。具体结构请读者结合实物观察，不详述。机械转动部分的主要作用是根据所拨号码控制接点簧片组动作。脉冲接点（MD）的作用是断续直流供电回路，发出与

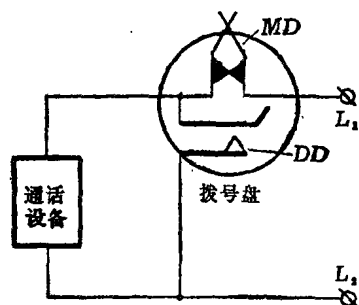


图 1-5 拨号盘装置图

拨号数字相同的速度一定的直流脉冲数字信号，用以控制自动交换机工作；短路接点（DD）的作用是把通话设备短路，这样可以防止脉冲电流通过受话器而发出“吭”音和减少脉冲的失真。据此，拨号盘在自动电话机中的装置要点是：脉冲接点MD串接在用户线与话机通话设备之间；短路接点DD并接在通话设备两端。最后，通过图1-6顺便介绍一下拨号盘的技术指标，即三个脉冲特性。

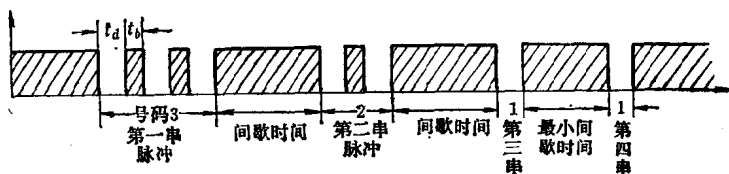


图 1-6 拨号脉冲波形图

（1）脉冲速度：表示拨号盘每秒钟发出的脉冲个数。标准速度为每秒10个脉冲，即一个脉冲周期为100ms。

（2）断续比 K （脉冲系数）：表示脉冲接点发出一个脉冲的断开时间 t_d 和闭合时间 t_b 的比值，标准值 $K = \frac{t_d}{t_b} = 1.6$ 。

（3）最小间歇时间：用户拨两个字发出两串脉冲之间的间隔时间称为间歇时间，由于不同号码的脉冲数不同，因此通常把连续拨两个“1”字之间的间歇时间叫作“最小间歇时间”。最小间歇时间一般在300至650ms之间，这是确保交换机正常工作所必要的条件。

在图1-6中所画出的拨号脉冲波形表示用户所拨的号码为3211。用户在拨号时，首先拨“3”，发出第一串脉冲，每发一个脉冲，号盘的脉冲接点就断开一次（称为“断”）

每次断开时间为 t_d (大约57~66ms), 在 t_d 时间后, 脉冲接点又闭合 (称为“续”) 一段时间 t_b (大约34~43ms), 这样“断”、“续”三次, 就代表所拨号码为“3”。接着拨“2”, 发出第二串脉冲, 每个脉冲的“断”、“续”过程同前一样, 共“断”、“续”两次, 表明所拨号码为“2”。第三和第四串脉冲的“断”、“续”过程相同。用户拨了四个号码后, 发出了四串脉冲, 它发给交换机的号码就是3211。由图可以看出, 在每串脉冲之间都有一定的间歇时间。

共电式话机加装拨号盘后即自动电话机, 这不难从图1-3中看出, 将图中 x 、 y 之间连线断开即为自动话机。当用户摘机转动拨号盘时, 短路接点DD2、3、4短接受话器 R 和送话器 T (即短接了通话设备); 当拨号盘返回时, 脉冲接点MD断续送出相应的直流脉冲数字信号, 拨号盘返回原位, 短路接点DD分开, 脉冲接点MD闭合。其它电路工作原理与共电式相同。

另外还有一种按钮式脉冲电话机, 其所发出的脉冲特性和号盘式电话机相同。

二、双音多频自动电话机

随着长途自动拨号网的形成, 电话号码位数不断增加, 有的甚至长达十位之多。由于拨号盘的拨号速度慢, 为了缩短拨号时间, 提高接续速度, 方便用户, 同时也为了减少拨号差错, 因此出现了双音多频自动电话机。

双音多频话机的外形如图1-7所示。

双音多频电话机的发号方式采用了多频 (音频) 发号方式。这类话机不是送出直流脉冲数字信号, 而是每次按下按钮, 向线路送出两个不同频率的音频信号。不同的数字信号由不同的频率组成, 所以称为多频信号。在电话局中有专门