

电子电话机原理 使用与检修

夏栋 薛鸿贵 编著



人民邮电出版社

电子电话机 原理、使用与检修

夏 栋 薛鸿贵 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书介绍的是正在普及使用的电子式电话机,包括半电子电话机和采用有源分离元件或集成电路构成的全电子式电话机。书中不仅对电子电话机的组成、原理和电路的分析方法进行了详细的阐述,而且对电子电话机的性能、指标、测试手段和检测方法也作了介绍,还特别介绍了一些维修知识。

本书共分七章。第一章介绍了声电换能器及其放大电路。第二章介绍的是各种振铃器集成电路及其应用。第三章介绍了脉冲和双音多频信号方式,各种脉冲和双音多频拨号集成电路及其典型应用电路。第四章介绍并分析了各种用分离元件和集成电路构成的通话电路和消侧音电路原理,并对典型电路作了分析和计算。第五章介绍的是电子电话机的辅助电路和电路分析,通过列举一些实用例子,帮助读者分析电路。第六章对电子电话机的特性指标、测试方法和使用维护作了介绍。第七章介绍的是电子电话机的故障检修技巧和方法。

本书的内容通俗易懂,注重实用性,有关计算尽量应用初等数学,特别适合于从事电话机的维护人员和在校专业学员学习,也可作为电话机工程技术人员的参考书。

电子电话机原理、使用与检修

夏 栋 薛鸿贵 编著

*

人民邮电出版社出版发行

北京朝内南竹杆胡同111号

河北华艺印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本: 787×1092 1/32 1992年6月 第一版

印张: 11.375 页数: 182 1996年2月河北第6次印刷

字数: 259 千字 印数: 51 101—56 100册

ISBN7-115-04691-3/TN·525

定价: 10.00元

前 言

随着电子技术的普及和发展，特别是集成电路的普及和发展，各种有源电子元、器件被应用到电话机电路中，形成了所谓的电子式电话机。它通常由带放大器的送、受话器，电子电铃，电子拨号盘和电子通话电路等部分组成，具有体积小、效率高、功能全等特点，因此一经使用，便得到迅速普及和发展。

但是，话机中采用的集成电路，国内尚不具备生产能力，由于进口渠道不同，导致电子话机的电路繁多，给用户和维修带来许多不便；加之，我国的话机维护人员一般只具有初、高中文化程度，对各种电子电路还不够熟悉，维修电子电话机困难较多，迫切需要一本能指导其工作的参考书。所以出版本书意在普及电子话机的基础知识，介绍其工作原理，帮助读者分析电子话机电路，以提高生产、使用和维修人员的素质。

本书在内容上力求实用，对原理的叙述由浅入深，注重从传统电话机的基本原理逐步引伸到全电子电话机，便于读者理解。对具体电路的分析侧重于典型而又被广泛使用的电话机电路，力求能对各种类型举出实例，以便读者看后就能有用，解决其实际问题。

对电话机的传输特性和质量指标，因已有部分专著和标准，本书只作一般性介绍，以引导读者进一步深化理解。

承蒙同行的合作和支持，本书得以出版，在此深表谢意。

由于作者的能力和水平所限，书中难免有不足和错误之处，敬请批评指正。

作者

1991年8月

目 录

第一章 送、受话器的电子电路	(1)
1.1 电话机用送、受话换能器	(2)
1.1.1 碳粒式送话器	(2)
1.1.2 电磁式换能器	(6)
1.1.3 动圈式换能器	(15)
1.1.4 压电式换能器	(18)
1.1.5 驻极体送话器	(21)
1.2 送话器的电子电路	(30)
1.2.1 简单的送话放大电路	(31)
1.2.2 改进的送话放大电路	(32)
1.2.3 具有自动增益调节的送话放大电路	(37)
1.2.4 送话放大器集成电路	(40)
1.2.5 实用送话放大电路	(41)
1.3 受话器的电子电路	(45)
1.3.1 简单的受话放大电路	(45)
1.3.2 改进的受话放大电路	(46)
1.3.3 受话放大器集成电路	(47)
1.3.4 实用受话放大电路	(48)
第二章 话机铃的电子电路	(49)
2.1 话机铃的分类	(49)
2.2 电子铃的电路结构	(54)

2.2.1	过压、过流保护和整流、滤波、稳压电 路·····	(55)
2.2.2	滞后和门限电路·····	(57)
2.2.3	音频振荡器·····	(57)
2.2.4	输出放大器·····	(59)
2.2.5	发声器·····	(60)
2.3	电子铃专用集成电路·····	(63)
2.3.1	音频振铃器·····	(64)
2.3.2	单片音频振铃器·····	(68)
2.3.3	可编程多音频振铃器—PCD3360·····	(74)
2.4	实用电子铃电路及其工作原理·····	(78)
2.4.1	传统的话机铃电路·····	(78)
2.4.2	单音频电子铃电路·····	(79)
2.4.3	最简单的电子铃电路·····	(81)
2.4.4	用六反相器组成的电子铃电路·····	(83)
2.4.5	专用集成电路电子铃·····	(86)
第三章	拨号盘的电子电路·····	(100)
3.1	拨号盘的分类、连接形式及其功能·····	(102)
3.2	拨号盘的送信方式及对送信信号的要求·····	(105)
3.2.1	直流脉冲信号(简称脉冲信号)·····	(105)
3.2.2	双音多频(DTMF)信号·····	(109)
3.3	旋转式拨号盘·····	(111)
3.4	按键式拨号盘·····	(113)
3.4.1	按键盘·····	(113)
3.4.2	发号电路·····	(126)
第四章	电子式通话电路·····	(206)
4.1	通话电路的功能·····	(206)

4.2	传统电话机的通话电路	(208)
4.3	通话电路的电子化	(217)
4.3.1	电子通话电路的发展及其组成	(217)
4.3.2	分离元件电子通话电路	(220)
4.3.3	利用通用集成电路的通话电路	(231)
4.3.4	专用通话集成电路	(235)
第五章	电子电话机的电路分析	(274)
5.1	电路图中常见的绘图符号、文字符号和名称	(274)
5.2	半导体三极管的工作状态	(276)
5.3	电子话机的辅助电路	(279)
5.3.1	极性保护电路	(279)
5.3.2	叉簧开关	(280)
5.3.3	“R”键	(282)
5.3.4	有源滤波器	(285)
5.3.5	显示	(286)
5.3.6	对静电的防护	(289)
5.3.7	射频干扰的抑制	(290)
5.3.8	对过电压、大电流的防护	(291)
5.4	典型电路分析	(293)
5.4.1	半电子电话机电路分析	(293)
5.4.2	全电子分离元件话机电路分析	(297)
5.4.3	全电子集成电路的话机电路分析	(302)
第六章	电子电话机的性能指标、测试、使用和维护	(305)
6.1	电子电话机的性能指标	(305)
6.1.1	拨号性能要求	(306)

6.1.2	振铃器的性能要求	(306)
6.1.3	传输性能指标	(308)
6.1.4	其它性能	(311)
6.2	电子电话机的测试	(311)
6.2.1	主观测试和客观测试	(311)
6.2.2	电话机质量的一般性检测	(315)
6.2.3	生产线上电话机质量控制的快速检测	(318)
6.3	电子电话机的使用与维护	(322)
6.3.1	电话机安放地点的选择	(322)
6.3.2	使用电话机应注意的事项	(323)
6.3.3	电子电话机的维护	(324)
第七章	电子电话机的故障检修	(325)
7.1	检修用工具、仪表和条件	(325)
7.2	话机常用元、部件的故障检查	(326)
7.2.1	送话器的检查	(326)
7.2.2	受话器和扬声器的检查	(328)
7.2.3	电阻、电容器的检查	(329)
7.2.4	半导体器件的检查	(330)
7.2.5	叉簧开关的检查	(334)
7.2.6	话机绳和螺旋绳的检查	(335)
7.3	电子电话机故障的一般性检查和判断	(336)
7.4	电子电话机的故障检修	(339)
7.4.1	查找和修理故障的技巧	(339)
7.4.2	振铃器的故障检修	(341)
7.4.3	拨号盘的故障检修	(346)
7.4.4	通话电路的故障检修	(351)

第一章 送、受话器的电子电路

送话器和受话器是电话机的重要器件之一，它的功能就是完成声与电之间的相互转换。在用电话通话时，讲话者的声音要通过送话器把语言声波的变化，转变为电路电流或电压的变化，并通过电话线路传到对方。对方利用电话机中的受话器将线路传来的随着语言变化的电流——话音电流又还原成声波的变化，为人的耳朵所接收。所以，我们也把送话器称为声电换能器，把受话器称为电声换能器，或者统称之为换能器。

许多器件能完成声电或电声的转换，例如：用作送话器的可以是碳粒式、半导体压敏式；也可以是压电式、电磁式、动圈式和驻极体式等。用作受话器的可以是电磁式、压电式和动圈式等。

在实际应用中，送话器只有碳粒式和半导体压敏式能直接用于电话机，而不用放大，它们自身具有放大功能。应用较多的是碳粒式。其它几种换能器，则必须经过放大后才可以用在电话机内。

对于受话器，上述三种都可以直接用于电话机内。但要做到小型化，具有音量调节性能，进一步提高灵敏度和稳定度等，则必须应用放大电路，以完善其特性。我们把带放大器的送、受话器称为送、受话器的电子电路。

下面我们将逐一介绍上述常用换能器的结构和工作原理，以及它们的放大电路。

1.1 电话机用送、受话换能器

1.1.1 碳粒式送话器

传统电话机内使用的送话器，一般为碳粒式送话器。它具有如图1.1.1所示的频率响应。其中：高频段的提升，有利于改善通话清晰度，同时，也可补偿用户电缆线的电容性阻抗在高频段的较大损耗。

图1.1.2是一种碳粒送话器的结构原理图，它的前、后电极多采用镀金涂复，以避免发生氧化。由于黄金贵重，也有用

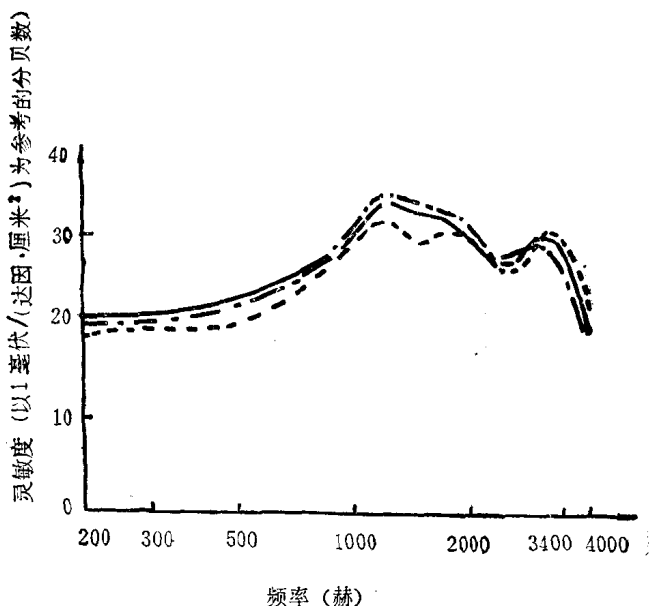


图 1.1.1 碳粒送话器的典型频响曲线

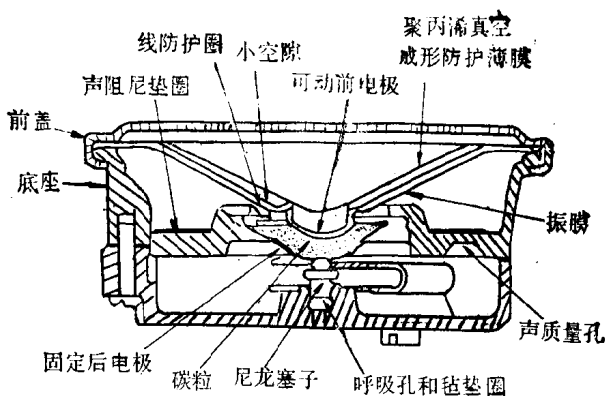


图 1.1.2 一种碳粒送话器的结构原理

石墨做后电极的,而前电极用背碳工艺在金属表面涂上一层碳,电极的形状,早期是平板状,送话器的特性易受所处位置的影响,所以后来都改为球形或弧形电极,减少了其位置的变化对送话器性能的影响。可动前电极与振动膜连在一起,它与固定的后电极构成一个碳粒室,室内松松地充填着颗粒状的碳粒。常用的碳粒是经过特殊工艺处理的煤粒。这些煤粒与前、后电极形成一个特殊的电阻器,其阻值就是碳粒间的接触电阻。送话时的声电转换,通过这个电阻器阻值的变化完成的。当声波作用到送话器的振动膜时,振动膜会作相应的机械振动,带动和振动膜连在一起的前电极一起振动,产生相应的位移。由于前电极的位移,碳粒室内的碳粒就会受到伴随声波而变化的压力作用,由此引起特殊电阻的变化,正因为这电阻的变化使流过碳粒室的直流电流被调制为随着声波而变化的交变电流。显然,碳粒送话器必须通过直流才能工作,这说明它是一个有源器件,本身已具备着放大的功能,不仅能直接把直流电流调制为交变电流,而且有足够高的输出电平,不需另加放大器。

碳粒送话器已经在电话机中应用了一百多年，至今仍没有被其它送话器完全取代，这是因为它具备了以下一些优点：

a. 结构简单，生产成本低。

b. 无需放大，可直接应用于电话机中。

c. 它的失效过程是逐步的，也就是说性能下降是逐渐下降的而不会突然损坏中止通话。因此从用户发现质量下降到申告修复这段时间内还能继续通话。其它送话器特别是电子送话器则损坏往往是突然的，这将使通话在修复前不能进行。

d. 碳粒送话器的输出电平与输入声压的关系是一个“S”形特性，而不是线性关系。如图1.1.3曲线。

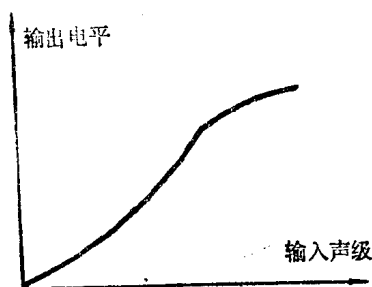


图 1.1.3 碳粒送话器的输出、输入特性

分析图1.1.3，将发现这种特性会改善通话效果。因为：

在低声压输入时，送话器工作于灵敏度较低的一段，其输出电平随声压的变化比较缓慢。在中声压输入时，送话器工作于曲线中段，灵敏度明显提高，输出电平随声压的变化很快。而在高声压输入时，

送话器的灵敏度最高，但随声压的变化其输出电平的变化却放慢。

送话器的这一特性可以降低通话时的环境噪声的影响和干扰，使收听的一方侧音很轻。因为实际的通话情况是：通话的双方都是正对着送话器讲话，输入的讲话声压相对较高，而从四面八方进入到送话器的噪音则相对较低，所以只要送话器设计合理，总可以让正常讲话时的声

压，落在送话器输出、输入特性的中段，即灵敏度较高、随声压变化快的一段范围内，而令环境噪声处于送话器灵敏度较低、随声压变化缓慢的区域，从而获得比较理想的通话效果。

送话器的这种特性，对头戴送话器的话务员最为适用，在邻席话务员多的情况下，可减少相互间的影响。因此，国外曾设想在电子送话器中也引入这一特性。

影响碳粒送话器特性的因素很多。如：结构，碳粒形状、大小和一致性，送话器的位置，对它的直流供电等，都会影响它的特性。而无明显的损坏标志*是它至今仍得以应用的重要优点。

但是，碳粒送话器也有它的致命缺点到今天仍没有彻底解决，这影响到它的进一步发展。

这些缺点可归结为：

a. 非线性失真大，特别是大声压时非线性失真可达30%以上。这一点也可从图1.1.3中看出。

b. 固有杂音大，因为在静态时直流电流流过碳粒时，碳粒的不规则活动能引起杂音，习惯上称为“油煎”杂音，在不讲话时这种现象更加明显。

c. 怕潮湿，碳粒受潮后活动性就下降，严重时会发生粘结而导致失效。

d. 寿命短，主要是在大电流运用时碳粒及前后电极容易烧坏，特别是碳粒烧结后电阻的活性明显下降。

e. 稳定性差，这主要表现在送话器处于不同的位置状态将有4dB的差异。而且在静止状态还会出现所谓“沉睡”效

* 使用中，判断碳粒送话器的失效是主观试听它的杂音，这种自生的杂音常使通话重复，一般视为失效。

应。“沉睡”效应是指送话器处于某一位置不动时，其灵敏度会逐渐下降，只有再重新活动一下送话器中的碳粒，灵敏度才能恢复。“沉睡”效应会影响长时间保持一种姿式通话时的通话效果。

基于上述原因，碳粒送话器已趋于淘汰。

1.1.2 电磁式换能器

电磁式换能器又称动铁式，它的声电转换是可逆的，所以在电话机中既可作受话器，也可作送话器，其机械结构基本相同，但声学原理略有差异。

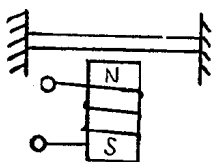
电磁式换能器用作受话器时，灵敏度可以做得较高，频率响应也能达到话机要求，因此在一百多年的电话史中，它得到最为广泛的应用，至今仍占有主要地位。

但是用作送话器时，因它本身不具备放大功能，所以不能直接使用，一定要加放大器才能满足话机的发送指标，放大器的增益通常为40dB左右。

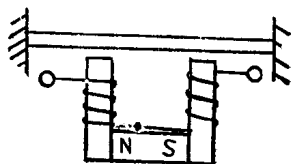
电磁式换能器有多种磁路结构形式，从开始的单极式逐渐发展为双极式，以及采用各种平衡衔铁和差动磁路等，但其基本原理没有变，在结构上都是由永磁体，线圈和衔铁所组成。而不断改进的目的在于提高灵敏度，改进频率响应。图1.1.4示出了几种电磁换能器的磁路结构原理。

其中：图1.1.4(a)称为单极式磁路，是应用最早的一种磁路，其工作原理用图1.1.5来说明：

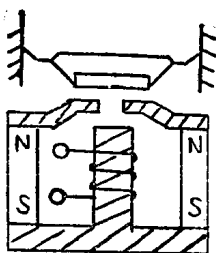
在换能器中的线圈无话音电流 i 通过时，由软磁性材料制作的振动膜，受永久磁体产生的磁场力的吸引将向下弯曲，如图(a)。当线圈中通过话音电流 i 时，电流产生磁场力，磁场



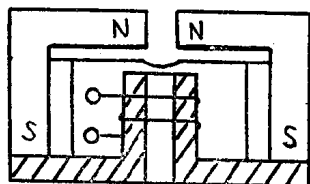
(a) 单极式磁路



(b) 双极式磁路

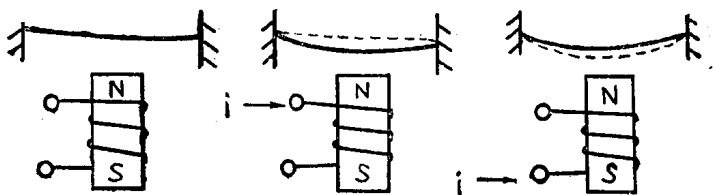


(c) 圆形吸片—改进的双极式



(d) 环形吸片—改进的双极式

图 1.1.4 几种电磁换能器的磁路原理



(a) 无电流时振动膜的位移

(b) i 如图正向流入时振动膜的位移

(c) i 如图反向流入时振动膜的位移

图 1.1.5 单极式换能器的工作原理

力的方向随电流 i 而变化。若 i 的方向按如图(b)所示流入(某瞬间), 则 i 产生的磁场力与永久磁体产生的磁场力方向相同而互相加强, 振动膜再向下移动。若 i 的方向如图(c)所示方向流入时, 则 i 产生的磁场力将削弱永久磁体产生的磁场力, 振动膜在其回弹力的作用下向上移动。话音电流 i 随话音变化, 则引起磁场力的变化, 最终使振动膜按话音电流的变化而振动, 且振动频率与话音电流的频率相同, 从而将话音电流转变为语音声波。

下面的计算可以证明: 单极式受话器能进行电声转换, 但有失真项, 是一种不理想的换能器。

我们假定话音电流 i 为正弦交流信号:

$$i = \sin \omega t$$

它产生的交变磁通量为 ϕ_1 , 而由永久磁体产生的磁通量为 ϕ_0 , 则振动膜所受到的磁场吸引力为:

$$F = k\phi_0^2 + 0.5k\phi_1^2 + 2k\phi_0\phi_1\sin\omega t - 0.5k\phi_1^2\cos 2\omega t \quad (1-1-1)$$

式中: k 为比例系数, 可视为常数。

分析式(1-1-1)等式的右边各项, 从左向右共有四项: 第一项就是图1.1.5(a)中的永久磁体产生的磁场力; 第二项是线圈通过电流后产生的固定磁力; 第三项是需要项, 即有用项; 第四项为失真项。

能使振动膜振动的项是第三项和第四项, 实际作用情况第三项远远大于第四项, 所以式(1-1-1)可简化为:

$$F = 2k\phi_0\phi_1\sin\omega t \quad (1-1-2)$$

根据式(1-1-2)得出结论:

永久磁体的磁性能越强 (ϕ_0 大), 则磁力 F 越大, 换能器的灵敏度也就越高。

