

TELEPHONE

常用电话机 电路分析与检修

熊瑞香 廖名俊 编著



人民邮电出版社

常用电话机电路分析与检修

熊瑞香 廖名俊 编著

人民邮电出版社

登记证号 (京) 143 号

内 容 提 要

本书介绍的是常用电话机的电路分析与检修的基本知识和基本技能。全书共分十章,首先简要介绍电话机的电声原理等基础知识,然后分别对电话机的各个组成部分及其机械、电气特性进行了剖析,详细介绍了各种典型的优选电路(包括辅助电路)。结合新的电话机标准的实施,本书介绍了新的电话机电路和新的测量方法。最后介绍了电话机检修方法,列出了 100 种常见故障及其排除方法。

本书的内容深浅适宜,条理清楚,力求具有系统性和实用性。本书的主要读者对象是广大电话机维修人员和从事电话机生产、设计工作不久的技术人员。本书也可供电话机设计工程师、大中专学校的师生参考。

常用电话机电路分析与检修

熊瑞香 廖名俊 编著

责任编辑: 陈万寿

人民邮电出版社出版发行

北京朝内南小街南竹杆胡同 111

北京顺义兴华印刷厂印刷

新华书店总店群授发行所经销

*

开本: 850×1168 1/32 1995 年 5 月 第一版

印张: 19.125 1995 年 5 月 北京第 1 次印刷

字数: 503 千字 插页: 3 印数: 1—16000 册

ISBN 7-115 -05553 -X/TN -858

定价: 25.00 元

前 言

在历年从事电话机生产的工人、技术人员和电话机维修人员的培训班上，有许多同志提出要求编写一本系统介绍电话机的原理及维修的书籍，本书就是在上述学习班用的讲义的基础上，经过删减与补充编写而成的。其目的是帮助我国电话机工程技术人员、工人、电话机维修人员系统地掌握有关电话机的基础理论知识，深入了解电话机的技术问题、提高实际工作的能力，学习电话机技术的新知识和发展趋势，以便更好地为实现通信现代化作出贡献。为此，我们编写了本书。

本书的主要读者对象是从事电话机生产、设计、试制工作不久的大专院校毕业生、技术员、助理工程师、技术工人和电话机维修人员，本书也可供电话机设计的工程师、专科学校的教师参考。

本书的特点是力求具有系统性、理论性、实用性和预见性。注重从传统电话机的基本原理逐步引伸到今天的电子电话机，以便于读者的理解。在内容选择上，概括了当前我国电话机的流派和发展态势，包括集成电路的应用和功能、新的电话机标准、测量方法、设计要求和维修等方面内容。力求做到资料丰富完备，深浅适宜，条理清楚，对电话机技术发展前景做到有一定预见性。本书不同于高深专著和一般教材，不仅介绍有关物理概念和基本原理，而且着重于引导读者把这些概念和原理应用于实际，便于指导工作，解决实际问题。

由于编者能力和水平有限，书中缺点错误在所难免，敬请读者及同行专家批评指正。

编者

概 论

自从有人类社会以来,人们就有交换信息的过程,这就是通信。我国古代早有烽火、鸣金、击鼓、书信、徒步或骑马传递信息的方法,直到今天,书信传递仍然是人们交换信息的主要手段之一。

电话是近代的一种通信工具。由于它能够迅速传递信息,节省时间。因而,电话被广泛地应用在国防、交通运输等部门以及人们的日常生活中。

自 1875 年贝尔发明电话以来,已有一百多年的历史,电话机的制式已由磁石式、共电式发展成为今天的自动式电话机。传统机电结合的旋转式拨号盘又为全电子的按键盘所代替。并且,从单一用途向多用途发展。

大规模集成电路的应用和微型单片机的技术渗入,引起了电话机设计和制造上的变革。从 50 年代初出现了按键电话机以来,40 多年来,以改进按键功能和电话机功能为主的各种特种电话机相继地开发出来了,加上新型电子化的送话器代替了古老的炭粒送话器,电子铃代替了电磁铃,使电话机的电声传输性能得到了普遍的改善。

电话机采用按键盘的优点很多,特别是采用导电橡胶触点的按键,每个按键的使用寿命可达 100 万次,超过了机械号盘的 5 倍以上。加上脉冲速率、脉冲断续比采用晶振谐振频率分频,其稳定性、准确性和可靠性大大超过了机械号盘,而且无需调整,可以彻底地避免由于机械号盘中弹簧弹力的改变或夹带号盘回转时产生的错号、漏号毛病。特别是双音多频按键电话机,发送每一个数字号码所需要的时间基本上就是按下的时间,不像旋转式拨号盘电话机那样,每发送一个数字的脉冲需要 100ms 时间,且脉冲串间间隔时间

还需约 800ms。所以，按键拨号大大缩短了拨号时间。此外，双音多频 (DTMF) 信号与脉冲信号比较，一个显著的优点是脉冲信号长距离传输容易引起变形失真和错号，而双音多频信号可以传输很远的距离也不易引起失真和错号，并且在话路接通以后，仍能再次发出数字信号和各种功能信号。按键使用灵活，除基本按键 (0~9、*、#) 外，按键个数可多可少。这样，为开发特种话机和开发通信新业务创造了条件。

目前，我国电话机发展态势是：电子铃以单片音频振铃器为主；送话器以驻极体话筒为主；而受话器则以动圈式受话器为主；但不排除压电送话器和较好的电磁受话器。拨号器、现阶段主要以 P/T 兼容拨号器为其发展方向，只有待接收脉冲信号的交换机被淘汰后，双音多频电话机才能代替 P/T 兼容电话机。

分立元件的电子电话机的通话电路，主要以邮电部上海第一研究所的电路为主，全国大约有几十种型号的电话机电路均采用该所的电路。集成电路主要是 TEA106X 系列，其中 TEA1062 是今后使用的方向。至于免提电话机的通话电路，目前用得较多的是 MC34018，但 TEA1093 也有后来居上的趋势。

当前，电话机的发展除追求式样新颖外，在功能上出现了有存储功能的免提电话机、加锁电话机、磁卡电话机、全固态录音应答电话机、可视电话机、数字电话机等。电话机作为通信用户终端机已进入了一个新的发展时期，并将不断向功能更多、技术更先进的方向发展。

目 录

概论.....	1
第一章 电话的物理基础及基本原理.....	1
第一节 声的产生和传播.....	1
第二节 声场和声速.....	3
第三节 动力类比.....	5
一、为什么要介绍动力类比.....	5
二、动力类比条件.....	6
三、自由度和自由度个数.....	7
四、元件.....	8
五、阻力.....	8
六、电感、质量、转动惯量、声阻.....	9
七、电容、直线力顺、转动力顺、声容.....	10
八、电的、力学直线的、力学转动的和声的元件的表示法	11
九、等效电路的组成.....	12
十、类比图的作用.....	15
第四节 人类听觉器官的特性.....	16
第五节 声音的强度和响度.....	18
第六节 声音的掩蔽作用.....	23
第七节 声压和声压级.....	24
第八节 电话基本原理.....	26
一、电话常用名词术语.....	26
二、电话机中常用文字符号.....	29
三、电话机命名方法.....	31

四、电话的基本原理	33
第二章 受话器	37
第一节 电磁式受话器	37
一、双极式受话器	37
二、环式电枢受话器	43
三、R-60 型受话器	44
四、差动式受话器	46
第二节 动圈受话器	51
第三节 压电受话器	53
一、压电受话器工作原理和构造	55
二、压电受话器频率响应和灵敏度	58
三、压电受话器阻抗	61
第四节 电话机对接收频率响应的要求	61
第五节 受话放大器	62
第三章 送话器	67
第一节 炭精送话器	67
第二节 电磁式送话器	75
第三节 动圈式送话器	77
第四节 压电式送话器	80
第五节 驻极体送话器	83
第六节 送话放大器	90
一、送话放大器设计中几个技术问题	91
二、送话放大电路	93
第四章 话机铃及其电子电路	102
第一节 话机铃分类	102
第二节 机械电磁铃	104
一、机械电磁铃结构与工作原理	104
二、机械电磁铃的性能	108
第三节 普通电子铃	110

一、电子铃分类·····	110
二、普通电子铃的结构及工作原理·····	111
三、音频振铃器·····	115
四、单片音频振铃器·····	132
第四节 可编程多音频电子铃·····	146
第五节 压电陶瓷片发声电子铃·····	151
第六节 话机对电话铃性能的要求·····	152
第五章 拨号盘及其发号电路·····	154
第一节 拨号盘的分类、连接形式及其功能·····	154
第二节 拨号盘发号方式及对发号信号的要求·····	157
一、直流脉冲信号·····	157
二、双音多频信号 (DTMF) ·····	160
第三节 拨号盘结构·····	161
一、旋转式拨号盘结构·····	161
二、按键盘的结构·····	163
三、薄膜开关按键盘的结构·····	171
四、按键盘的技术要求·····	173
第四节 直流脉冲发号电路·····	174
一、旋转式拨号盘的发号电路·····	175
二、按键式拨号盘的发号电路·····	175
三、脉冲集成电路拨号器及其工作原理·····	194
第五节 双音多频发号电路·····	204
一、使用双音多频发号的优越性·····	204
二、DTMF 信号集成电路及其引线脚的功能 ·····	205
三、DTMF 信号合成原理 ·····	209
四、双音多频 IC 拨号器及其应用电路 ·····	215
第六节 脉冲/双音多频发号电路 ·····	226
一、脉冲/双音多频拨号器工作原理 ·····	227
二、脉冲/双音多频集成电路及其应用电路 ·····	230

第七节 脉冲/双音多频多功能拨号电路分析	262
第六章 通话电路	285
第一节 通话电路的功能和要求	285
一、普通电话机通话电路的功能和要求	285
二、免提话机通话电路的功能和要求	288
第二节 传统电话机的通话电路	291
一、补偿式消侧音电路	292
二、补偿式消侧音电路的应用	293
三、桥式消侧音通话电路	296
四、桥式消侧音通话电路的应用	298
第三节 准电子通话电路	300
一、准电子通话电路的结构形式	300
二、准电子通话电路的应用	300
第四节 全电子通话电路	301
一、全电子通话电路的消侧音电路	302
二、全电子通话电路的组成和结构形式	306
第五节 分离式全电子通话电路	308
一、分离式典型通话电路	308
二、分离式免提电话机通话电路	319
第六节 集成电路的通话电路	323
一、通用的 SL30 集成电路的通话电路	323
二、SL521 型集成电路的通话电路	326
三、285A 型集成电路的通话电路	328
四、TEA1060 系列集成电路通话电路	331
五、TEA106X 系列通话集成电路应用举例	354
六、TEA106X 系列通话集成电路主要参数及其差别	361
第七节 免提电话机通话集成电路	364
一、MC34018 免提话机通话集成电路	364
二、LM324 集成电路	379

三、TEA1093 免提电话机通话集成电路	383
第七章 电话机的辅助电路	410
第一节 极性保护电路	410
第二节 叉簧开关、R 键电路和外线音乐保持电路	412
一、叉簧开关	412
二、R 键电路	414
三、外线音乐保持电路	417
第三节 显示电路、有源滤波器和电磁兼容性	421
一、显示电路	421
二、有源滤波器	424
三、电话机的电磁兼容性	425
第四节 对静电的防护和对过电压、过电流的防护	430
一、对静电的防护	430
二、对过压、过流的防护	432
第五节 电子开关电路	440
一、用 D 触发器组成的电子开关电路	440
二、用具有触发器的拨号 IC 组成的开关电路	442
第六节 锁控电路	444
一、全锁电话机电路工作原理	444
二、锁长途直拨电话工作原理	445
三、锁和钥匙	455
第八章 电话机电路分析	465
第一节 怎样看懂电话机电路图	465
第二节 电话机组成原理	467
一、手柄式电话机的组成原理	467
二、免提电话机的组成原理	468
第三节 准电子电话机电路分析	470
第四节 全电子脉冲拨号电话机的电路分析	475
一、分离元件全电子电话机电路分析	475

二、集成电路电话机电路分析·····	481
第五节 双音频发号电子电话机电路分析·····	484
第六节 全电子脉冲/双音频兼容发号电话机电路分析 ·····	487
一、脉冲双音频兼容 (P/T) 电话机优化电路分析 ·····	487
二、HA868 (V) P/T 型电话机电路分析 ·····	490
三、HA918 (I) P/T 型电话机电路分析 ·····	491
第七节 免提电话机电路分析·····	494
一、HY-7 型免提电话机电路分析 ·····	494
二、P/T SD 电话机参考电路分析 ·····	501
三、HA868 (II) P/T D 型电话机电路分析 ·····	504
四、TEA1093-TEA1062 组成的免提电话机电路分析 ·····	508
第九章 电话机测量 ·····	512
第一节 电话机的结构和性能的要求·····	512
一、结构要求·····	512
二、性能要求·····	513
第二节 电子电话机的测量·····	519
一、主观测试和客观测试·····	519
二、稳定平衡回损和回声平衡回损的测量·····	525
三、话机按键发号性能测试·····	526
四、话机铃特性测试·····	528
五、电磁兼容性测量·····	529
第十章 电话机维修 ·····	533
第一节 维修用的工具、仪表·····	533
一、工具·····	534
二、仪表·····	535
第二节 话机常用元、部件的故障检查·····	548
一、电阻器和电位器检测·····	549
二、电容器检查·····	551
三、晶体二极管检查·····	555

四、半导体稳压二极管的检查·····	556
五、发光二极管的检查·····	557
六、半导体三极管的检查·····	558
七、晶振检查·····	563
八、压敏电阻检查·····	563
九、送话器的检查·····	564
十、受话器和扬声器检查·····	564
十一、集成电路检查·····	565
第三节 电话机故障的一般检查和判断方法·····	566
一、信号注入法·····	566
二、电压测量法·····	566
三、电容并联法·····	567
四、元件替代法·····	567
五、对比法·····	568
六、振荡器振荡判别法·····	568
七、虚焊判别方法·····	568
第四节 电话机故障查找程序·····	568
第五节 电话机故障排除与维修 100 例·····	572

第一章 电话的物理基础及基本原理

第一节 声的产生和传播

电话通信的任务是用电的方法把人的语言传送到远处去（市内或长途）。因为人说的语言是一种声音，所以需简要地说明一下声音的性能。

声音是一种物理现象，它是由于某些物体振动所形成的弹性介质的振动。从生理学方面来看，声音是人们用听觉器官和神经系统所感受到的一种感觉。例如，弦乐器的发声是由于弦的振动；人的语言是由于声带的振动。在电话机中受话器（耳机）的发声是由于膜片的振动；扩音器中的扬声器发音是由于纸盆的振动。上述这些物体的振动激励了弹性介质（如空气）的振动，这些振动再作用到人的耳朵里，就产生了声音的感觉。

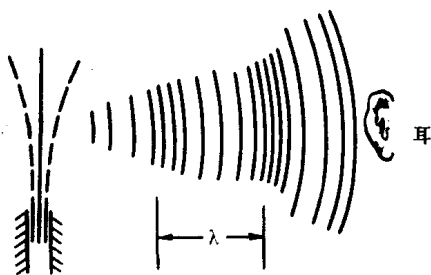


图 1-1 钢片的振动

图 1-1 表示弹性钢片的振动。如果用手把钢片扳向一边，然后放开钢片，钢片便开始运动，即离开静止位置，反复向两个方向偏移，当钢片振动时，钢片四周空气中便产生一种周期的压力变化。钢片向某一方向运动时，在钢片运动方向上的空气微

粒密度便增加。由于钢片运动而形成的稠密空气层作用到与它邻边的空气层，使紧密的空气层继续向前进。在钢片反向运动时，随钢片之后便形成空气微粒稀疏的空间，附近空气层的密度减低，同时又使后面的一层向这一层运动，如此反复，空气的疏密变化就向四周传播出去。

通常用一些物理参数来表示振动的特征。如振动的振幅，就是振动物体离开静止位置的最大偏移。振动的周期，就是完成一个完全振动的时间。物体由原来位置向一个方向运动，再转向另一个方向，然后再回到原来位置，这样的运动过程叫做一个完全振动。振动频率，就是一秒钟内完全振动的次数。频率和周期有如下关系：

$$f = \frac{1}{T} \quad (1-1)$$

其中， f 为物理振动的频率，单位为 Hz。1Hz 表示物体振动在一秒钟内完成一个完全的振动。 T 为周期，单位为 s。

声音由它的三个特征来鉴别：响度、音调和音色。

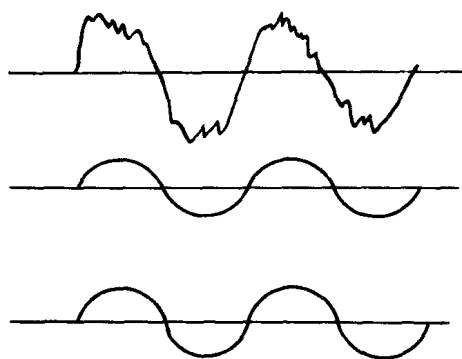


图 1-2 音调相同的波

响度是人耳对声音的主观感觉，它的强弱决定于声音中所含的能量。如为单一的频率，则此能量和发声体声波振幅的平方成正比，和人耳与发声体间距离的平方成反比。通常我们说男同志的声音比女同志的声音宏亮，意思是指男同志说话的响度比女同志大。

音调是依据发声体的振动频率来区别。单频的声音音调决定于单一的频率，复合的声音音调决定于基波的频率。例如图 1-2 所示的波虽然它们的波形、振幅不同，但是基波相同，所以音调也相同。语

言波为极复杂的波形，通常我们说女同志的声音比男同志的尖，意思是指女同志说话的音调比男同志的高，也就是女同志说话的基波比男同志高。

音色是声音的品质。两个声音的音调及响度虽相同，但仍可由音色来加以区别。例如笛和琴，无论如何调配，它们的音调及响度仍然很容易被区别出来。声音常为一种复杂的波形，这种复杂的波形按照傅里叶级数分析，可分为一个基波和很多谐波。因谐波的相位和振幅各异，所以音调相同和响度相等的声音，波形也可能各不相同。

第二节 声场和声速

当弹性介质分子的振动频率在听觉器官可以感觉的范围内时，则这种振动的传播过程的纵波就称为声波。声波传播的空间称为声场。

由于介质分子的振动，声场的各点都受到了周期性的交变压力，这种交变的压力称为瞬时声压。如果声压瞬时值按照谐振波规律变化，那么它的均方根值通常就叫做声压。

声压的振幅与其均方根值之间有下列关系，即

$$P = \frac{P_m}{\sqrt{2}} \quad (1-2)$$

式中： P_m —声压的振幅；

P —声压的均方根值，又称声压。

测量声压所用的单位称为帕[斯卡](Pa)，1帕等于1平方米面积上1牛顿的力。

声波传播的速度称为声速。声速的大小视介质的特性而不同，对空气介质而言，声波的传播速度约为 $3.4 \times 10^2 \text{m/s}$ 。

音响速度的概念与声速不同：音响速度是指在引起声现象的谐

波振动过程中，声场介质分子的运动速度；音响速度不是一个恒量，而是一个正弦函数。如声场中介质为空气，则空气中分子振动方程式可用下式表示：

$$a = A_m \sin \omega t \quad (1-3)$$

式中： a —空气中分子在某一瞬间对其中间静止位置而言的位移；

$\omega = 2\pi f$ —振动的角频率，而 f 为以 Hz 为单位的声音频率；

t —振动开始后所经过的时间；

A_m —振动的振幅，也即最大的位移。

求音响速度的式子时，只要取 (1-2) 式对时间的一次导数即可。此时，可得到：

$$v = \frac{da}{dt} = \omega A_m \cos \omega t$$

或
$$v = \omega A_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (1-4)$$

音响速度的振幅为

$$V_m = \omega A_m \quad (1-5)$$

在解决同受话器盒或送话器盒内的空气介质振动有关的实际问题时，必须考虑产生体积位移和体积速度的盒内空气的全部质量的振动。体积速度有时称为声流，其定义是通过声场中某一截面的空气流。因此，声流可以用下列等式表示：

$$V_A = s v \quad (1-6)$$

式中： s —在声场中垂直于声波传播方向的面积。

从声源发出的能量以一定的密度分布在声场中。声场中能量的密度 E 就是集中在声场中单位体积内的能量，它用声场中每立方厘米的焦耳数来测量。

声能密度的大小，同时还决定声波的功率。这种功率决定于每秒钟经过与声波传播方向垂直面积的能量的大小，其单位为 W。

除上述各种要素外，还必须指出声的强度概念。

声的强度在数量上等于一秒钟内经过与声波传播方向垂直的一平方米面积上的声能，其单位是 $\text{J/m}^2 \cdot \text{s}$ 。