

电话机

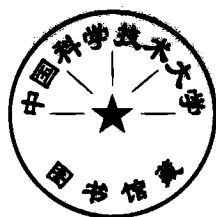
苏联 E. K. 庫茲涅佐夫 著

陈 明 銳等 譯

人民邮电出版社

电 话 机

苏联 E. K. 庫茲涅佐夫 著
陈 明 銳 等 譯



人民邮电出版社

1962

Е. К. КУЗНЕЦОВ
ТЕЛЕФОННЫЕ
АППАРАТЫ
СВЯЗЫЗДАТ

电 话 机

著 者: 苏联 Е. К. 庫茲涅佐夫
譯 者: 陈明銳 賀允东 吳兴吾 洪福明 吳世昌
校 者: 陈 明 銳
出版者: 人 民 邮 电 出 版 社

北京第四十六条13号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号)

印刷者: 北 京 市 印 刷 一 厂
发行者: 新 华 书 店

开本 850×1168 1/32

1958年6月北京第一版

印张 9 8/32 页数 296

1962年2月北京第三次印刷

印刷字数 247,000字

印数 3,101—4,800册

統一書号: 15045•总758-市46

定价: (10) 1.70 元

作者的話

根据苏联共产党第 20 次代表大会关于發展苏联 1956—1960 年国民經济的第六个五年計劃的指示，摆在我們面前的任务，是要根据近代的先进技术，不断地發展和改进通信工具，同时保証自动电话局的容量，約增加到第五个五年計劃的兩倍。因此，应该解决电话机在使用、設計和生产領域內的一系列重大問題。

本書对話机(电话机)进行了研究，并敘述了話机計算的基本理論和試驗方法。作者力求把此書写得容易为多数專家們所理解。所以在敘述时，沒有应用复杂的数学工具，只是引用了某些基本的概念。

本書在解决許多問題时，是把它們归結为一些工程技术上的方法、公式和例証（特別是在第 8、9、10 章內）。对某些問題，引用了一些計算公式，并指出了解决的途徑；但是，並沒有把它們完全敘述出来。这是因为，对某些电话技术上的問題，或者是缺乏科学上工程上的研究，或者是因本書的篇幅，限制了对它們的敘述。在本書的末尾，列有參考文献的書目。

在写原稿时，作者採納了莫斯科电信工程学院电话教研組的同仁們和其他專家們的有益的意見；为此，作者向 E. B. 基塔耶夫教授、C. H. 盧热夫金教授、Г. С. 蔡金教授、E. B. 馬尔哈依副教授、B. A. 高伏尔柯夫副教授、O. H. 列宾娜工程师、A. A. 卡普雷也夫助教、技术科学副博士 B. A. 烏沙科夫和其它同志們表示謝意。

作者向細心申閱一部分原稿（第 3 章）的 A. A. 哈尔凱維奇教授表示感謝，他所提出的意見，帮助作者對本書作了改进。

作者也向評閱原稿的 A. И. 波瓦尔可夫副教授以及為本書作了許多改进工作的本書責任編輯、技术科学副博士 И. Е. 芬克列尔表示謝意。

緒 言

相互間用電連接起來的話機，保證了在不同地點的兩個或數個交談者之間能夠進行通話。

利用變量器（電話變壓器）而接入線路的受話器和送話器是話機中保證電話通話的主要設備。這些設備稱為通話設備。為了接收和發出呼叫，在話機中還有呼叫設備：電鈴、手搖發電機等。在與自動電話局相連接的那些話機上，裝設着撥號盤，它保證了向電話局發送電流脈沖的可能性。

英國人亞歷山大·格拉哈姆·貝爾在1876年2月14日提出了第一個受話器，並在華盛頓獲得了此發明的專利權。該受話器的概念會不斷發展，並獲得了廣泛的實際應用。科學和技術的發展，以及個別學者和發明家所提出的關於用電來傳送話音到遠處的可能性，都曾經為貝爾的發明作了準備。

我們 M. 馬哈里斯基在1879年提出了炭粒送話器。看來，當時只有少數人知道 M. 馬哈里斯基的發明，以後，這發明就完全被遺忘了。但是，炭粒送話器後來卻得到了廣泛的應用。

1878年“振動式受話器”的創造，1880年多極受話器的發明（這種受話器的質量超過了當時的貝爾受話器）和其他一些專利權的獲得都是和我國 П. М. 戈盧比茨基的名字分不開的④。

現代話機有很多種類型，可以按照不同的特點將它們分類。

根據送話器供电方法的不同，話機可分成兩大類：

1. 磁石式話機，在這種話機中，送話器是由安放在話機外殼內的，或安放在話機旁邊的電池供电。

2. 共電式話機，在這種話機中，送話器由通常安設在電話局內的中央電池經過線路導線來供电。

④ 在[Л1·8]中，詳細敘述了個別發明家在電話領域內的活動。在本書中用方括弧，如[Л1·8]，來表示列在書尾的書目中參考文獻的順序號碼。

此种分类并不包括工作时不須电源的話机，它們称为“無電池”話机。当沒有綫路杂音时，無电源的話机可以滿意地保証經过衰减为2.5奈培以下的綫路进行通話。所以，“無電池”話机虽然現在还没有得到广泛的应用，但在供电不良的地方，它們还是不可缺少的。

根据話机被接入到何种电话局，而把电话机分为：

1. 人工电话局(PTC)用的話机；
2. 自动电话局(ATC)用的話机。

人工話机和自动話机間的主要区别，在于后者应用了一个撥号盤。

根据話机中利用通話电流的功率，它們又可分成：

1. 具有可变电路的話机；
2. 帶側音的話机；
3. 消側音話机。

根据話机中受話器和送話器与綫路相連接的原理不同，而所作的这种分类，将在以后作詳細的研究。

根据話机应用的地点，它們可分成普通应用話机(用戶話机)、矿井話机、船舶話机等。

根据話机的構造，它們又可分成桌机、牆机、万用話机和携帶話机。

共电和自动兩用話机(1933—1935年)以及在偉大衛國战争以后制造的話机，在我国公用电话網中，得到了最广泛的应用。TAH型話机(TAH-5, TAH-6等)和БАГТА型話机都是属于后一类的。

战后出产的話机比战前的話机要完善得多。这是因为使用了較好的磁性材料，更多地采用了膠木，和在制造各个零件时采用了更完善的工艺。現在TK-47盒裝式受話器和MK-10盒裝式炭粒送話器获得了非常普遍的应用。

应该把具有完全新穎結構的手搖發電机的БАГТА-МБ桌机的設計和出产看作是一种成就。

在共电自动兩用話机中，通話設備与綫路的連接是根据采用电

阻作为平衡網絡的电桥的原理所構成的电路来实现的。在战后制造的共电自动消側音話机中，开始采用了 TAH-5 型較完善的补偿电路以及与此电路相类似的、利用电容平衡網絡的补偿电路。

使用 TAH-5 型消側音話机的結果指出，它們尚不能完全适应近代的要求。根据“邮电通报”杂志(1953 年第 11、12 期和 1954 年第 1、2、3 期)上的討論，可以得出同样的結論。由这些討論中，还可以得出一个結論，即是，工業部門出产的話机，远远落后于工業部門的能力和科学上的成就。

能保証高質量話音傳輸的現代話机，應該具有：

a)寬頻帶的，灵敏的受話器，它在 250—300 赫到 4000—5000 赫的頻帶內具有均匀的頻率特性；

б)坚固的、防潮的和在工作稳定的送話器，它的灵敏度應該随着頻率的增加而增高，它所复述的頻帶則应在 250—300 赫到 4000—5000 赫的範圍內；

в)質量优良的炭粒（在話机采用炭粒送話器的情况下），應該保証炭粒送話器具有高的灵敏度；同时，在使用时，它應該是稳定的；

г)消側音电路和总傳輸效率均匀的頻率特性；当話机在長綫路上工作时，側音有大的工作衰减（在 250—300 赫到 4000—5000 赫的頻帶內，衰减应由 3 奈培到 5 奈培以上），而在短綫路上工作时，側音的工作衰减則應該尽可能地大；当在短綫路上工作时，話机的側音在任何情况下，都应该保証不致在話机中产生自激和振盪。

自然，新型話机應該是坚固的，應該是容易生产和便于使用的；同时，它还應該美观和价格低廉。

目 录

作者的话

前 言

第一篇 电话机的通话设备和呼叫设备

第一部分 受话器 1

第一章 受话器和它的主要参数 1

1.1 用于话机中的受话器 1

1.2 电磁受话器的构造 3

1.3 受话器的灵敏度、灵敏度的频率特性 6

1.4 受话器的输入电阻抗 10

1.5 非线性畸变和脉冲电压作用于受话器时所引起的畸变 11

第二章 受话器的磁系统 13

2.1 受话器磁系统的种类 13

2.2 作用于受话器振动膜上的力 14

2.3 永久磁铁的基本物理特性 19

2.4 永久磁铁的计算 22

2.5 未装配完畢的受话器磁系统的永久磁铁的计算 25

2.6 受话器磁系统空气部份的磁导 27

第三章 受话器的音响系统 32

3.1 受话器的振动膜 32

3.2 充满着不可压缩媒质的受话器的前室 35

3.3 封闭容积中空气的弹性 37

3.4 充满着可压缩媒质(空气)的受话器前室 39

3.5 机电和声电的类比 41

3.6 计算音响系统元件的参数的一些公式 45

3.7 等效电路的构成 49

3.8 用振幅对比的研究方法来构成受话器音响系统的等效电路 51

3.9 宽频带受话器的音响系统 56

3.10 等效于受话器音响系统的电路中的元件的计算举例 62

第二部分 送話器 65

第四章 送話器和它的主要参数 65

4.1 用于話机中的送話器 65

4.2 MK-10 型送話器 67

4.3 炭粒送話器的电阻 69

4.4 炭粒送話器作为电振盪的振盪器 72

4.5 炭粒送話器灵敏度的频率特性和振幅特性 75

第五章 炭粒送話器的音响系统 78

5.1 送話器的口承 78

5.2 炭粒送話器的振盪膜 81

5.3 炭粒的彈性 82

5.4 炭粒送話器音响系统的等效电路 83

第三部分 話机的变量器和其他器件 87

第六章 話机的变量器 87

6.1 一般概念 87

6.2 双綫圈变量器的等效电路和它的基本参数 91

6.3 綫圈的电阻和轉換系数的确定 93

6.4 裝甲型变量器鉄心的选择 94

6.5 变量器綫圈的計算和配置 99

第七章 話机的呼叫器件和其他器件 103

7.1 一般概念 103

7.2 交流电鈴 104

7.3 电感器(手搖發电机) 106

7.4 撥号盤 108

7.5 半导体应用在話机中的概念 110

7.6 关于由話机造成無綫电干扰的遏止的概念 112

第二篇 电话机

第一部分 普通应用的話机 114

第八章 磁石話机 114

8.1 磁石話机的型式 114

8.2 帶側音磁石話机在送話与受話时的等效电路 116

8.3 側音和它对電話傳輸品質的影响	121
8.4 消側音桥式磁石話机回路的阻抗和轉移阻抗	125
8.5 消側音桥式磁石話机在送話时的电流、完善的消側音条件	128
8.6 消側音桥式磁石話机在送話时的工作和它的等效电路	130
8.7 在完善消側音的条件下, 消側音桥式磁石話机在受話时的工作和它的等效电路	134
8.8 桥式磁石話机变量器鉄芯的损失和漏磁通	142
8.9 消側音桥式磁石話机的工作衰减	144
8.10 消側音磁石話机的計算順序	150
第九章 消側音桥式共电话机	154
9.1 消側音桥式共电话机的原理的概說	154
9.2 完善消側音的条件	157
9.3 平衡網絡和它的圖解計算法	158
9.4 消側音桥式共电话机在送話时的工作, 电路上各分支的电流	165
9.5 消側音桥式共电话机在受話时的工作, 电路上各分支的电流	168
9.6 桥式共电话机的輸入阻抗	175
9.7 桥式共电话机在送話时的內阻抗和話机的等效阻抗	180
9.8 消側音桥式共电话机的工作衰减	187
9.9 桥式共电话机的原始数据和計算程序	189
9.10 当話机工作在短綫路上时, 减少側音的方法	195
第十章 具有补偿电路的消側音共电话机	200
10.1 消側音共电话机的补偿电路	200
10.2 TAH-5 和 TAH-5 MII 話机	202
10.3 TAH-5 补偿話机的完善消側音条件	205
10.4 TAH-5 話机在送話和受話时的工作	211
10.5 計算 TAH-5 話机的送話、受話和側音工作衰减的公式	214
10.6 使用变量器补偿綫圈和受話器綫圈的共电自动話机的补偿电路的例子	218
第二部分 在電話傳輸系統中的話机的工作和它的測量	221
第十一章 在電話傳輸系統中的話机的工作	221

11.1 概論	221
11.2 各種電話傳輸系統的電路	221
11.3 電話傳輸系統的特性和傳輸品質的評定指標	223
11.4 消側音話機在電話傳輸系統內的工作	225
11.5 根據 M. Г. 齊姆巴利斯特的方法來計算四端網絡的工作 衰減和輸入阻抗	228
11.6 在錢路端的電壓和受話話機受話器的電壓的計算	237
11.7 受話話機受話器發生的聲壓的頻率特性	239
11.8 關於測量和計算經過電話傳輸系統傳輸的語言清晰度的概念	242
第十二章 話機的試驗與測量	247
12.1 概述	247
12.2 受話器灵敏度的測量	250
12.3 試驗炭粒送話器和話機用的電聲設備	253
12.4 測量炭粒送話器的電聲方法	256
12.5 炭粒送話器炭粒的試驗	259
12.6 用駐波的方法來測量機械阻抗(聲阻抗)	262
12.7 供測量普通使用的話機用的仿真線路和供電電橋	266
12.8 測量話機在送話時, 受話時的工作衰減和側音的工作衰減	269
12.9 電話機變量器的試驗	274
12.10 話機在送話和受話時灵敏度的測量	275
12.11 在電話傳輸系統內話機的試驗	277

第一篇

電話机的通話設備和呼叫設備

第一部分 受話器

第一章 受話器和它的主要参数

1.1 用于話机中的受話器

任一話机中主要元件之一是受話器，它是一种將音頻交变电流的电能轉換成声音振动的仪器（設備）。受話器也可以將声音振动轉換成电的振盪。通常，具有差动磁系統的受話器可以用来进行这种轉換，这种受話器將在以后述及。

根据能量轉換的原理，受話器可分为电磁的、电动的和压电的。

电磁受話器的發明早于其他各种受話器，它在話机中获得了特別广泛的应用。

所有电磁受話器可分成兩大类：具有簡單磁系統的受話器和具有差动磁系統的受話器。在話机中，主要是采用具有簡單磁系統的受話器。具有差动磁系統的受話器虽然用得很少，但却比前者有着更多的使用机会。例如，在不能保証話机的送話器供电的場合下，就采用具有差动磁系統的受話器；它可用作受話器，又可用作送話器。

具有差动磁系統的受話器的效率（輸出，灵敏度）要比具有簡單磁系統的受話器的效率高得多，但同时，它的价格也比具有簡單磁系統的受話器的价格高許多倍。具有差动磁系統的受話器的較高的价格，是限制它用在普通話机中的原因之一。到目前为止，这种

受話器主要用于特殊用途的話机中。但是，此种受話器的特別優良的品質，也可以使它們用在最新式的話机中。

圖 1·1 所示是具有簡單磁系統的电磁受話器的構造原理，它的主要部份有振動膜和电磁鐵，后者由馬蹄形的永久磁鐵和有綫圈的極靴組成。

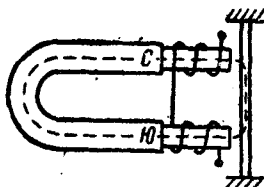


圖 1·1 具有簡單磁系統的电磁受話器的構造原理

圖 1·2 所示是具有差動磁系統的电磁受話器的構造原理。此受話器的振動膜通常做成圓錐形，帶有綳褶，并用薄的青銅片(帶)、硬鋁片和維尼富①片等制成。振動膜的中心用桿同銜鐵的可動端相連接，此銜鐵可以自由地通过具有綫圈的綫卷內部。銜鐵應該

这样安裝在極靴之間，使得由永久磁鐵产生的磁場仅穿过銜鐵的兩個地方，而不是經過銜鐵的全長構成閉路。实际上，要把銜鐵安裝在这种中和位置是非常困难的，这需要很复杂的裝配工艺。

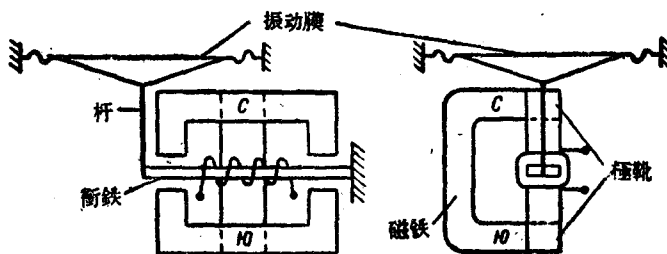


圖 1·2 具有差動磁系統的电磁受話器的構造原理

电动受話器的灵敏度不高，因此，話机中并不采用它們。电动受話器主要用于測量中。它們的作用原理是基于恒定磁場对有交变电流流过的綫圈的作用。

除去电磁受話器和电动受話器外，話机中还可以采用压电受話器，它的作用是基于压电的效应。通常用由賽格列鹽晶体切成的薄

① 維尼富(Винифол)是膠木的一种——譯者。

片作为该种受話器的压电元件。压电受話器在效率(灵敏度, 輸出)方面, 不如具有簡單磁系統的电磁型受話器, 但是压电受話器的价格却非常低廉。在話机中并不采用压电受話器, 这是因为它們有着一系列的严重缺点, 缺点中主要的是它的灵敏度与温度有很密切的关系。例如, 温度在 $54-56^{\circ}\text{C}$ 或更高时, 这种受話器就完全不能工作了。除此之外, 賽格列鹽是吸水的, 所以, 压电元件必須与周圍的媒質(空气)隔絕, 这就使受話器的構造变得非常复杂并使它不适于实用。

1.2 电磁受話器的構造

用于話机中的电磁受話器可分为两大类：散裝式和盒裝式。

在散裝式受話器中，它的外壳固定在送受話器的手柄上。振動膜用旋槓在外壳上面的耳机盖紧压在受話器外壳的邊緣上。耳机盖、受話器的外壳和送受話器的手柄都是用膠木制成的。在散裝式受話器中，环形、半环形或矩形磁鉄用的最多。

盒裝式受話器使用起來較為方便。盒裝式受話器的剖面圖示于圖1·3a和圖1·36(受話器的磁系統), [Л1·1, Л1·2]。該種盒裝式受話器自1947年開始用于普通話機中, 因而以TK-47牌號命名(TK是指盒裝式受話器)。

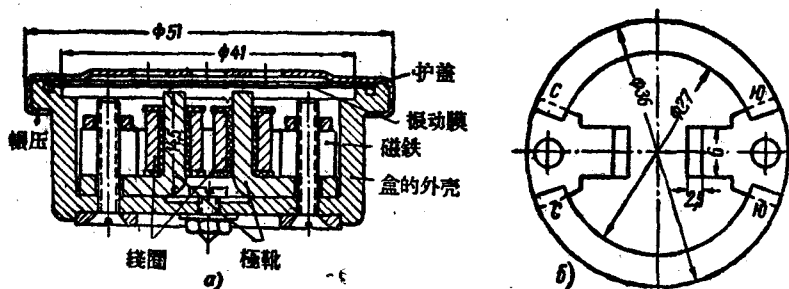


圖 1.3 TK-47 盒式受話器 a)剖面
b)磁鐵和極靴的俯視圖

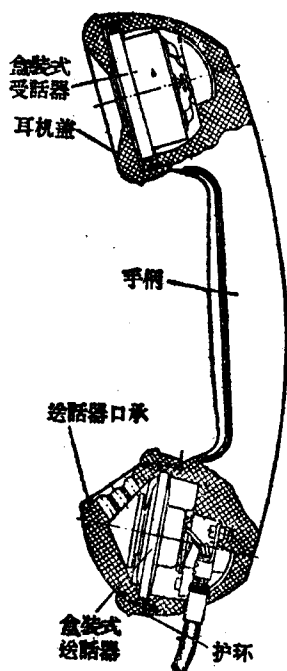


圖 1-4 送受話器

具有盒裝式受話器的送受話器的外形結構示于圖 1-4。在該結構中，送受話器的外壳和耳機蓋，在普通应用的話机中，是用膠木制成，而在特殊用途的話机中，是用矽鋁合金制成。盒裝式受話器可以很容易地裝入送受話器，或由其取出。

TK-47 盒裝式受話器的外壳用膠木制成，而護蓋是用黃銅制成。護蓋是這樣輾壓成的，使得振動膜和磁系統都被封閉起來。因此，受話器盒是不可拆散的。磁系統由以下材料組成：半環形的磁鐵（用有銅的鋁鎳鐵合金制成），極靴（用坡莫合金制成），振動膜——用厚度為 0.25—0.28 公厘的 342 牌號 (34AA)① 的變壓器鋼制成。

这里所研究的电磁受話器有一个有趣的特性，就是受話器內的振動膜的邊緣不須要夾緊。它依靠磁鐵的吸力而固定在受話器盒外壳的邊緣上。这种不須要夾緊振動膜的固定方法，可以簡化裝配受話器的工艺，并能保證它有高穩定度的特性。

受話器將話流的电能轉变为声能的过程如下：电流在受話器的磁系統中产生了交变磁通，該磁通与永久磁鐵所产生的恒定磁通同时作用受話器的振動膜，使振動膜产生振动。作用在振動膜上的力，可用以下近似公式来表示，此公式留在以后再推导：

$$F_{\sim} = 2\kappa B_0 B_{\sim} \quad (1-1)$$

式中 κ ——頻率一定时，該受話器的某一常系数，

① 括弧中給出了代用規格的鋼的牌號

B_0 ——永久磁铁在振动膜中产生的磁感应,

B_{ω} ——受話器线圈中的交变电流在振动膜中产生的磁感应。

为使受話器有最大的工作效率, 应该增加使振动膜振动的交变力。所以, 在设计受話器时, 力图增加 κ , B_0 和 B_{ω} 。但是, 必须指出, 例如无限制地增加 B_0 , 并不会有什么好处。

增加 κ , B_0 和 B_{ω} , 或者更确切地说, 获得这些量的最佳值, 是与合理地设计受話器的磁系统相关的。

现时, 受話器中采用着不同型式的磁系统。其中的一些主要型式将要在本书的第二章中讨论。

受話器的效率不仅决定于磁系统, 还决定于声振动是如何由振动膜传入人耳。为了将声振动由振动膜传入人耳, 采用了受話器的音响系统。

现在来研究受話器的简单的音响系统。图 1.5 表示它的剖面图。

放置着受話器磁系统的空间 N_1 称为后室, 而受話器振动膜和耳机盖之间的空气体积 N_2 称为前室。空气振动经过受話器耳机盖上的小孔由空间 N_2 传入听者的耳中。振动膜所发出的能量的一部份消耗在构成空间 N_1 的振动上, 而另一部份能量则在振动由空间 N_2 经过小孔传入人耳时损失掉。适当地组成受話器的音响系统时, 就可以使作用到人耳听觉的效应是最佳的。

图 1.5 所示是受話器的最简单的音响系统。具有这种音响系统的受話器称为谐振受話器。现时, 具有较复杂的音响系统的受話器用得更为广泛了, 这种受話器称为宽频带受話器, 我们以后再讨论它。

电磁受話器的效率决定于它的磁系统和音响系统设计合理程度。但是, 它们设计的合理性是处在某些矛盾之中。

实际上, 从设计磁系统的观点出发, 也

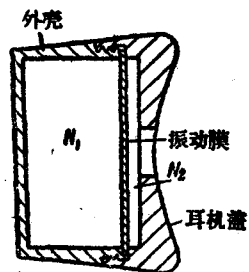


图 1.5 受話器的简单音响系统

就是說，为了使作用在振动膜上的力最大，希望有較厚的振动膜；因为，当磁感应 B_0 一定时，此振动膜中的磁通可以大一些，而力 F 也就大一些。但从另一方面看，振动膜厚度的增加，使得它的质量和彈性都增加，这就减少了振动膜振动的振幅，因而使受話器的效率减低。

圖 2·26 所示的受話器的磁系統，成功地解决了設計磁系統和音响系統中的矛盾。

1·3 受話器的灵敏度。灵敏度的頻率特性

为了說明受話器作为將电振盪轉变为声振动的轉換器的特性，可以采用不同的参数。受話器的灵敏度是这些基本参数中之一，它是受話器在所謂仿真耳的小室中产生的声压与加在受話器兩端的电压之比：

$$\alpha = \frac{P}{U} \frac{\text{巴}}{\text{伏}} \quad (1.2)$$

式中 α ——受話器的灵敏度 $\left(\frac{\text{巴}}{\text{伏}}\right)$ ，

P ——受話器在仿真耳小室中产生的声压 (巴)，

U ——受話器兩端的电压 (伏)。

受話器的灵敏度与电振盪的頻率有很密切的关系。圖 1·6 表示三种型式受話器的灵敏度依頻率而变的曲綫。这些曲綫称为頻率特性。实綫曲綫表示 TK-47 諧振受話器的灵敏度，点-划綫曲綫表示共电自动兩用話机的受話器的灵敏度，而虛綫曲綫則表示 TK-50 非諧振受話器的灵敏度。

由圖 1·6 可見，在声頻的中頻帶，TK-47 諧振受話器和兩用話机受話器的灵敏度特性有显著的升高或高峯。此种升高是由振动膜的諧振特性引起的，諧振特性对于傳輸質量能产生不良的影响。对这些受話器來說，它們具有的或产生的頻率畸变是比較大的。

在近代的受話器中，力圖消除灵敏度的頻率特性中非常显著的