



中等专业学校教学用书

电话原理和 人工电话局

原編者：重庆邮电学院市内电话教研組

审校者：邮电院校人工电话教材选編組

人民邮电出版社

中等专业学校教学用书

电话原理和人工电话局

原编者：重庆邮电学院市内电话教研组

审校者：邮电院校人工电话教材选编组



人民邮电出版社

1962

內 容 提 要

本书共分七章。第一章概述了声学中与电话有关的几个问题。第二章至第四章分别介绍了磁石式话机、共电式话机、磁石式电话交换机和共电式电话交换机的构造、性能、电路及其工作原理。第五章介绍了人工电话局局间中继联络方式和同线电话。第六章介绍了人工电话局技术设备的组成及其工作原理。最后一章则概述了人工电话局局内各项设备间的配置关系和人工电话设备的维护知识及其基本操作技能等。

本书的实验另编在“人工、自动电话实验”一书中。本书适于用作邮电中等专业学校教学用书，也可作为中等电信技术人员的参考用书。

电话原理和人工电话局

原编者：重庆邮电学院市内电话教研组

审校者：邮电院校人工电话教材选编组

出版者：人民邮电出版社

北京东四六条13号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第〇四八号)

印刷者：北京印刷厂

发行者：新华书店

开本 850×1168 1/32 1962年3月北京第一版

印张6 26/32 页数218 插页3 1962年3月北京第一次印刷

印刷字数183,000字 印数1—5,850册

统一书号：K15045·总1280—有271

定价：(9) 0.91元

序 言

为了进一步贯彻党提出的“调整、巩固、充实、提高”的八字方针，适应我国邮电事业建设及培养邮电专业人才的需要，我们以原有殷正奎等编邮电中等专业学校所用教学参考书：“电话原理和人工电话局”一书为基础进行改编，并在重庆邮电学院负责主持下，经邮电学院人工电话教材选编组选编审核，作为邮电中等专业学校市内电话专业教学用书。

在编写过程中，力求结合中专学生水平，加强了基本原理的叙述，并使理论与实际结合更为紧密。如在第一章加强了声学基本概念的叙述；在确定电话传输频带时，力求把问题叙述得透彻明了，概念清楚。在第二章磁石式话机电路的分析中，削减了不完全结合中专水平的较深数学推导，而代之以一般数学的演算。原书中对机房的布置是从设计的角度出发的，偏重于条文式的叙述和介绍设备的具体尺寸数据，这次改写中，则从维护的角度出发，力求以说理为主，便于读者理解。此外，在原书中对各元件的构造介绍得较详细篇幅过多，在这次编写中，把这方面的内容作了适当的精简。

在选编过程中，由于水平所限，经验缺乏，再加上时间比较紧迫，故在章节编排和内容叙述中，缺点和错误在所难免，希望各地读者，特别是使用本书的教师和同学，多提出一些改进的意见，以便作为以后修订时的参考。

参加本书改编工作的是重庆邮电学院教师张云麟、舒复生、朱胜弼、杨家碧、叶奕和、李顺华等。参加这次教材选编组的成员是重庆邮电学院教师冯丙昌、张云麟、舒复生；成都邮电学校教师刘仁宇；山西邮电学校教师吴桂芝；陕西邮电学校教师刘文淦。此外，参加本书绘图、缮写等工作的有重庆邮电学院工程画教研组教师和部分职工及同学。北京邮电学院部分同学参加了本书稿的校对工作。

1961年9月

目 录

序言

緒論

第一章 声学概說	5
1—1 声的产生和传播, 声压和声强	5
1—2 声的基本特征	6
1—3 听觉的特性	7
1—4 語言、清晰度和电话的传输频带	10
1—5 电话传输原理	13
第二章 磁石式电话机	14
2—1 炭精送話器的工作原理	14
2—2 炭精送話器的基本性能	18
2—3 常用炭精送話器的构造	28
2—4 受話器的工作原理	30
2—5 受話器的基本性能	37
2—6 常用受話器的构造	41
2—7 最简单的双向通話电路及其缺点	44
2—8 感应线圈在磁石式电话机中的应用	45
2—9 电话机信号机件的分类	54
2—10 极化鈴	55
2—11 手搖发电机	59
2—12 磁石式电话机的信号电路	61
2—13 电话机的分类和电话机电路图	64
2—14 磁石式电话机电路的組成形式	67
2—15 国产020101型磁石式电话机	72
2—16 国产56型磁石式电话机的电路	77
2—17 K—0718型携带式磁石电话机	78
第三章 磁石式电话交换机	83
3—1 电话交换机的作用和分类	83
3—2 磁石式电话交换机的电路	85

第四章 共電式電話机和共電式電話交換机	99
4—1 共電式電話的工作原理概述	99
4—2 共電式電話和磁石式電話的比較	104
4—3 共電式電話的供电电路	105
4—4 共電式電話局蓄電池正極接地的原因	110
4—5 共電式電話机	112
4—6 共電單式電話交換机	118
4—7 複式電話交換机概念	124
4—8 共電複式電話交換机的一般構造	127
4—9 國產 C—1 型共電複式電話交換机	134
第五章 電話交換机間的中繼綫	152
5—1 中繼聯絡方式	152
5—2 中繼綫的信号設備	158
5—3 交換机間中繼綫基本电路举例	166
5—4 同綫電話	170
5—5 正副机和分鈴	172
5—6 用戶小交換机概述	174
第六章 人工電話局的技术設備	175
6—1 人工電話局的組成	175
6—2 保安設備	176
6—3 測量室	179
6—4 电源設備	184
6—5 各技术單位主要設備間的联系	197
第七章 人工電話局的局內布置及障礙查修举例	199
7—1 技术性房屋的配置关系	199
7—2 各机房設備布置要点	201
7—3 局內電纜布置概述	205
7—4 配电网裝置概述	206
7—5 人工電話障礙查修举例	207
附 录	211

緒 論

一、電話通信在国民經济中的作用

关于電話通信在国民經济中的作用，我們偉大的革命導師列寧說得最正確，他說：“大生產、機器、鐵路、電話——有了這一切就有充分的可能把組織起來的工人的工作時間縮短到現在的四分之一而保證他們享受到等於現在四倍的福利”（列寧全集第20卷第147頁，人民出版社出版）。從這句話中我們可以看出電話通信在節約時間，提高勞動生產率方面具有多么重要的意義：

電話通信之所以能起到這樣的作用是由于，它利用電的傳播能夠在很短的瞬間把人們的語言從甲地傳送到遙遠的乙地。因此利用電話通信，黨和政府可以迅速地將黨的各項方針、政策指示傳達到全國各地，迅速地變為全國人民的統一的意志和行動。因此，不論在革命戰爭中，或者在社會主義建設時期，電話通信都是黨和政府領導工作、了解情況、組織生產建設工作、動員廣大群眾的有力工具。特別是從1958年社會主義建設大躍進以來，工農業生產突飛猛進，電話通信為適應社會主義建設各部門的需要，為支援農業，更加發揮了它應有的作用。

至于電話通信在國防上的重要作用，就更為明顯了。在戰鬥中，爭取時間，及時正確地指揮戰鬥，取得勝利，電話是一項不可缺少的通信工具。

電話通信在廣大人民的日常生活中，也日益起着它應有的作用，以適當地滿足不斷增長的人民物質文化生活需要。

電話通信的基本特點，和郵電通信中其他部門一樣，它不是生產具體的產品，而是提供一種為人們所需要的有益效用；它的生產和消費過程是同時進行同時完成的。此外，每接續一次通話，要由很多分散在各地的人員和設備，互相配合來共同完成。因此，要使電話通信真正發揮上述的作用，電話通信工作人員就必須有高度的

政治責任感，只有如此，才能迅速、準確、安全、方便地傳遞着各種信息。因此，在電話通信工作中，愛護設備，遵守維護規程和技術規格標準，做好日常維護工作，保證機線設備正常運轉，提高通話質量，深入開展技術革新和技術革命，充分發揮設備潛力等等有着特別重要的意義。

二、電話通信的分類

按照電話通信網的應用範圍及其運營特點，大致可以分為下列三類：

1. 市內電話：供城市區域範圍內通話使用，其特點是用戶多，密度大，距離較短。一個市內電話網視市區的大小、地形等情況，可以設立一個或幾個電話分局，它們之間用中繼線聯繫。

2. 長途電話：供城市間及相距較遠的兩個區域之間通話，它可以使一個城市（或一個地區）的用戶和另外一個城市（或地區）的用戶實現通話。

3. 縣內電話：供縣以下鄉村地方通話使用，其特點是用戶分散，用戶線路長，服務面積大。

按照電話通信所用的交換機的制式，可以分為下列兩類：

1. 人工電話：有關電話交換過程中的接線，拆線等動作，完全由話務員的人工操作來進行和完成。

人工電話按其電源供給方式，又可分為下列兩種：

（1）磁石式電話：對各個電話機需備有單獨的電源。其中振鈴電源，系在各個話機裝的磁石式手搖發電機，故習慣上稱為“磁石式”。

（2）共電式電話：各個電話機的電源都集中由電話局供給。

2. 自動電話：有關電話交換過程的接線，拆線等動作，完全由電話交換機自動進行和完成，並且各個話機使用電源亦集中於電話局供給。

三、市內電話通信的發展簡史

大約八十余年前人們根據電磁感應作用的原理試制成功了可以

通話用的送、受話器，人工接线的電話就得到了实际的应用。

当人工電話被应用后，为了节省人力很快地产生了自动接线的要求和設想，因此自动電話技术的研究，几乎是同人工電話同时开始的。1887年俄国工程师莫斯齐茨基第一次提出自动接线概念。至1889年，出現了史端桥式步进制自动交换机，1913年又相继发明了全继电器制和纵横制自动交换机。近年来，电子交换机的研制工作，也有很快的发展，使電話交换技术开始进入一个新的阶段。

四、我国市內電話通信发展簡史

解放前，由于帝国主义和反动統治阶级的統治，我国電話工业很薄弱，大部分的机器、设备和零件都靠外国进口，在市內電話方面，設備陈旧，程式杂乱，型号不統一。就是这些极簡單而又陈旧的通信工具，也大部分操纵在外国資本家和反动統治阶级手里，而且在分布上，多集中在少数大城市和沿海各省，全国大部分地区则是一片空白。因此，直到解放前，我国市內電話通信长期处于极端落后的状态。

解放以后，自1949年至1952年的三年经济恢复期間；在党的正确领导下，对原有的通信网络和設備进行了恢复，并重点地进行了技术改造，以适应国民经济恢复时期发展的需要。

党和政府非常重視市內電話工业建設。到第一个五年計劃完成的时候，我国已建立了規模較大的電話工业，無論人工電話或自动電話設備都能由我国自己的工厂制造了。

1958年，我国社会主义建設开始全面大跃进，全国邮电职工在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，热烈响应党的八大二次會議上提出的在全国范围内建立一个以現代通信工具为主的四通八达的邮电网的伟大号召。邮电事业突飞猛进，市內電話方面也取得了新的成就。随着新设备的采用，技术和操作方法的改进，通信质量和效率也大为提高。市內電話事业这样迅速发展，充分显示了总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的伟大力量。

目前全国邮电工作者，正在党的领导下，继续高举总路綫、大

跃进、人民公社三面紅旗，为貫徹党提出的“調整、巩固、充实、提高”的方針，为爭取新的更大的胜利而不懈地努力。在我国市内电话通信事业及电话交换技术上一定会有更新的面貌出現。

五、学好人工电话技术的重要意义

人工电话设备适用于小容量的市内电话网里，它具有以下的优点：

- 1) 在构造和电路方面非常简单，装置和设备費用都比較小；
- 2) 在生产和维护技术方面較易于掌握；
- 3) 灵活性較大，可以很方便地处理預約电话和会議电话；
- 4) 当通話质量不好时，話务員可以及时地加以处理与調度。

在我国广大中小城市安装的多是人工电话，特别是乡村地区，磁石电话更为普遍。因此，人工电话在我国电话通信中起着非常重要的作用。这就要求我們必須发揚艰苦奋斗的精神，刻苦钻研，努力学习，掌握好这門科学技术。以便将来担负实际工作时，便于做好维护工作，使各项设备都能发挥它应有的作用，以便为业务部門提供良好的设备和电路，更好的为社会主义建設服务。为此，提出以下几項学习本課程时应达到的基本要求：

1. 掌握电话机的构造、性能、电路及其工作原理；
2. 掌握人工电话交换设备的性能、电路及其工作原理；
3. 人工电话局技术设备安装的基本知识和人工电话维修工作的基本操作。

在这样的基础上，再经过短期的現場实习，便能担当起机房值班维护工作。

第一章 声学概說

我們知道，電話通信的任务就是利用电流将人类的語言从甲地传向乙地。而人的語言是一种声音。因此，在電話中声音与电之間就有了密切的联系。

1—1 声的产生和传播；声压和声强

声音，从物理方面来看，是由于物体在弹性介质(水、空气等)中振动的結果。而人类的語言則是由于声帶在空气中振动所形成的。当物体在空气中振动时，就会激起周围空气质点的振动。当这些质点离开了原来的平衡位置后，又推挤它們周围的质点进入振动状态。这样一来，在振动物体的周围就形成了稀疏和稠密依次輪流交替的空气质点层，并逐渐波及到离振动物体較远的空气层。空气质点层的这种波动現象形成空气波。能被人感觉为声音的空气波，称为声波；声波传播的空間称为声場。

声波在传播中碰到人耳的鼓膜，迫使鼓膜也随之振动，刺激了听觉神经，从而感觉为声音。

如上所述，当物体振动时就产生了声波，随着声波的传播，声場中任一点的压力依時間而变化，而且也依从振动物体到該点的距离而变化。

如果物体作簡諧振动，在声場中任何一点在某一瞬时所存在的压力 p_1 和当沒有声波时存在于同一点的大气压力 p_0 的差值就称为“瞬时声压”。如果瞬时声压值是按照諸波規律而变化，那末它的有效值就叫作“声压”。

如图 1—1 所示，在声場中任一点的压力变化可用下式表示：

$$p_1 = p_0 + \Delta p = p_0 + p_m \sin \omega t。$$

即

$$p_1 - p_0 = p_m \sin \omega t$$

式中 $p_m \sin \omega t$ 为瞬时声压，則它与“声压” p 之間的关系是：

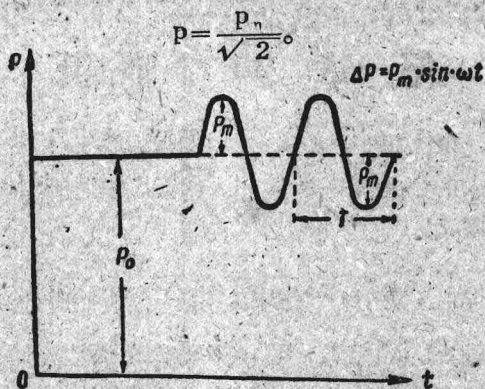


图1-1 声场中任一点的压力变化

声压的大小，通常用“巴”作为单位。1巴就是1达因的力垂直作用于1平方厘米面积上的压力强度，即

$$1 \text{ 巴} = 1 \text{ 达因} / (\text{厘米})^2$$

空气质点由于声振动而具有的能量，称为声能。在1秒钟内通过与声波前进方向相垂直的1平方厘米面积上的声能，称为声强。声强用“尔格/（厘米）²·秒”或“瓦特/（厘米）²”作为单位。

1-2 声的基本特征

声的特征在客观上决定于声波的振幅、频率和波形。

声波的振幅决定于空气质点振动的幅度，它确定声压和声强的大小。

频率决定于空气质点每秒钟内振动的次数，以“赫兹”作为单位。若以 f 表示频率，空气质点振动一周所需的时间称为周期，用 T 来表示，它们的关系是：

$$f = 1/T。$$

振动的波形决定于基波和与基波同时发生的谐波。

以上是确定声的特征的客观因素，而人在主观感觉上用来辨别声音特征的是响度、音调和音色。

响度，决定于声波对听神经刺激的大小。在同一频率下，刺激的大小，又决定于声波振幅的大小，或作用于耳膜的声压、声强的大小。

音调，决定于声波的频率。频率愈高，音调愈高；频率愈低，音调愈低。例如，女声的音调高，男声的音调低。

音色，是各种声音所特有的品质，同声波振动的波形有关。例如，两种乐器所发的声音，尽管它们的响度和音调相同，但人耳仍可把它们区别开来，就是由于它们的音色不同。音色决定于同基音同时发生而且混合在基音内的泛音的数目、响度和音调；而泛音是由谐波产生的。

1—3 听觉的特性

1—3.1 听觉范围

人耳对声音的感受有一定的范围。

实验示明，人耳的可闻频带约在16赫兹到20,000赫兹之间。频率过低或过高的振动，无论声强或声压多大，都得不到声音的感觉。

就是在可闻频带内，若声强或声压过小，人耳也会感觉不出声音；若声强或声压过大，又会引起痛苦的感觉。图1—2是听觉的频率特性曲线。横坐标表示以赫兹为单位的振动频率；纵坐标表示以“尔格/（厘米）²·秒”为单位的声强或以巴为单位的声压。

图中下面那条曲线表明在不同振动频率下能以使人耳感觉出声音时所需的最低声强或声压值。这曲线称为可闻限。若声强或声压低于可闻限值时，就感觉不出声音来。从图中还可看出，在振动频率为2500赫兹左右时，声强或声压很小，人耳已能得到声音的感觉，这表示人耳对这种频率的听觉很灵敏。可闻限值越小，听觉灵敏度越高。

图1—2中上面那条曲线表明在不同振动频率时，人耳所能承受的最大声强或声压值。这曲线称为痛苦感觉限。若声强或声压高

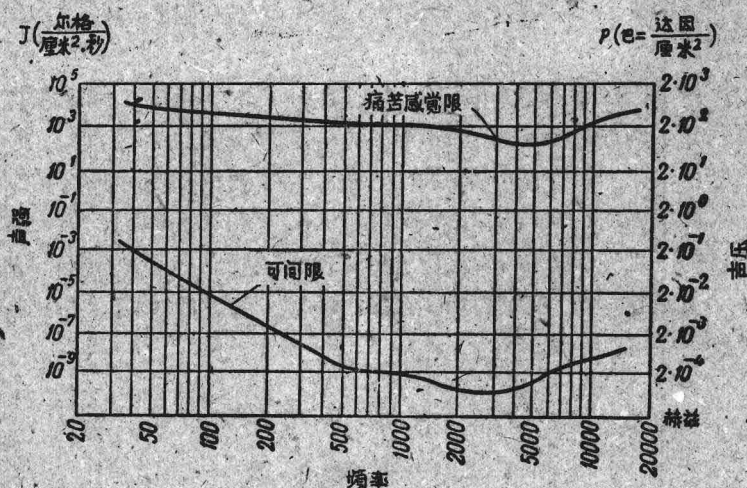


图1—2 听觉的频率特性

于痛苦感觉限时，会使耳膜感到疼痛。

介于两曲线之间的面积，称为听觉区域。

应该指出，各个人对声音的主观感受范围是不同的。例如对于同一频率同一声强的声音，正常耳朵感觉已经够响了，而另一些听觉不够敏锐的人就感觉弱一些，甚至听不到；又如，人耳的可闻频率带约为16—20,000赫兹之间，但这个频率对每个人来说，却会随年龄的增长而变窄。

1—3.2 声的强度和响度感觉

随着声强的增大，声音就变得响些。但是，这种关系，只有在同一频率下才是正确的。

例如，从图1—2可以看出：对于一个频率为1000赫兹的声音，若它的声强从 10^{-9} 渐增至 10^{-7} “尔格/（厘米）²·秒”，正常耳朵的感觉是由开始可以听到这1000赫兹的声音而逐渐增加到某一响度；但对于另一个频率，譬如说128赫兹的声音，若它的声强也

同样由 10^{-9} 增至 10^{-7} “尔格/(厘米)²·秒”，则人耳始终没有声音的感觉。这是因为这个声强变化范围对1000赫兹来说，是在它的可闻限以上，而对128赫兹来说，仍在可闻限以下。

由此可见，在同一声强下，频率的变化也会引起响度的变化。

显然，声强和响度是两种不同的概念：声强是客观的量度；而响度是声音强弱在主观上的感觉。

声强和响度感觉间的关系很复杂，并且随各人主观感觉而有所不同。但是，可以近似地认为，人耳对响度的感觉在相当程度上可以用对数定律求出。这一定律的数学概念是：人耳响度感觉的增长值不是直接与引起这些感觉的声强成正比，而是与这比值的对数成正比。例如，如果声音强度增大100倍，则响度的感觉增大不是100倍而是1倍（ $\lg 100 = 2$ ）。这种定律在生理学上的实质是：响度感觉的增加比起实际上声音强度的增加要慢得很多。

1-3.3 听觉的特性

1. 听觉的疲乏 当一个连续不断的声音长时间地作用于人耳时，人耳听觉的灵敏度就会由于听觉神经疲乏而降低。这种现象称为听觉的疲乏。

当连续不断的声音停止后，这听觉疲乏的现象并不立即消失，要在3—5秒钟后才能完全消失。

这种现象在电话学中也具有很重要的意义。如果通话时在受话器内能很响地听到自己的说话声，那末就会使用户由于听觉的疲乏现象在收听来话时大感困难（特别是来话声音强度不大时）。因此，将来研究电话机电路时，应该使它的通话电路具有这样的性能：当讲话者发话时，在他自己的受话器内，最好听不到本人的发话声，以免引起听觉疲乏而降低收听来话的效率。

2. 声的掩蔽现象 当两个响度不同的声音同时作用于人耳的时候，其中较强的声音就能压倒较弱的声音，这种由于另一种声音存在而使人耳对某一声音灵敏度降低的现象，称为声的掩蔽现象。

这种现象的产生，是因为掩蔽的声音（即较强的声音）强烈地

刺激內耳鼓膜，所以鼓膜对較弱的声音的感受能力就降低了。

当弱声和强声的强度相差不大时，弱声也可干扰强声的收听而使强声的清晰程度降低。

掩蔽效应在下列情况下表现得特别显著：即当起掩蔽作用的声音和被掩蔽的声音频率很相近时；而在不同的频率情况下，低频声音对较高频率范围内的声音所起掩蔽作用比较强些，反之，对于频率比它低的声音所起掩蔽作用就比较弱。这种现象在日常生活中常会遇到。例如，汽船的低音调汽笛声常可掩蔽四周其他的声音；在强烈的高音调伴奏下，可以毫无困难地听到較弱的男低音歌唱演员的声音。

声的掩蔽现象在电话学中具有很大的意义。电话机附近的干扰声，例如房屋里有其他人谈话、电风扇的声音等等，都会使发话或受话的清晰程度大受影响。

3. 强声在听觉器官内引起的畸变 当具有很大声强的声波作用于人的听觉器官时，在人耳就会产生附加的声音——泛音，这泛音是频率比基波频率大一倍、二倍、三倍或更大倍数的声音。这些附加的声音振动混合在原有声音振动内，就会使得原有声振动的波形发生改变，因而引起了畸变；这时人耳所感到的已不是原有的声音了。

这就是当发话者在送话器前面过于高声说话，而受话者从受话器所听到的语言反而模糊不清的原因之一。

1—4 语言、清晰度和电话的传输频带

说话或唱歌时，肺内流出的空气通过声带，使声带发生振动。声带的振动引起声波，从而被人感觉为声音。

由于人们的发声器官构造不同，因而发出声音的基波频率亦有差别。

人的噪音的基波频率范围大致如下：

男低音 180~320赫兹

男中音	100~400赫茲
男高音	130~480赫茲
女低音	160~600赫茲
女高音	250~1200赫茲

由上述数字可以看出，人类語言的基波頻率只是在80—1200赫茲間。但是，声带发出的声音，除了基波頻率以外，还包含有大量决定音色的泛音（諧波）以及使子音字母发音的高頻率。諧波最大的頻率大約是8000赫茲。因此，要能正确重发同样的語言，則頻帶必須加寬为80—8000赫茲間。

至于人类語言所发出的功率，却是非常小的，同时，由同一个人发出的声音功率并不是均匀的，而是可以在0.1微瓦到几千微瓦之間变动。人們在通常講話的时候，声功率平均在10微瓦左右。

我們知道，电话通信的目的是传递語言。因此，一方面要求在通話电路中能把語言以一定的强度从一处传到另一处；另一方面要求能听懂所传递的語言，但并不是要求能毫不失真地重发出来。因此我們要給通話电路的品质訂出一种度量的方法，这种方法就是清晰度法。

所謂清晰度就是发出声音后，在听的地方可以听懂的正确程度的百分数。評定的方法是一个人在发送端按照一张包含各种音节（字母或一些单字）的表，一个一个地讀，另一个人在接收端收听并记录，而记录正确程度的百分数就是这个传输系統的清晰度。

经验证明，如音节清晰度在85%以上，則說明連貫的語言的可懂度良好。若清晰度在70%以下，則电话的传输就不能令人滿意了。

采用清晰度衡量通話电路品质的方法，可以决定电话传输頻帶应有的寬度。

图1—3的曲线表示清晰度，能量的百分数与頻率的关系。横坐标表示頻率，纵坐标表示清晰度或能量的百分数。

图中曲线說明在有高度传输质量的电话电路內，插入高通滤波