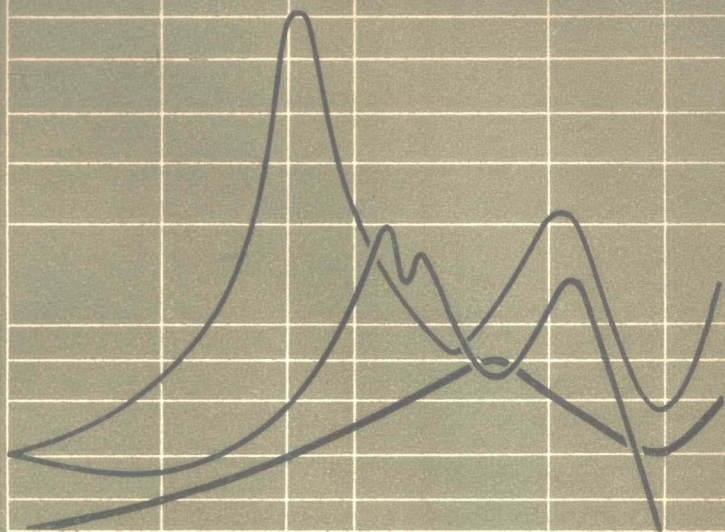




电话回路的电声特性

苏联 И. Е. 芬克列尔 著

巫承义 黄德斌 译

陈明锐 哈连生 校订

—— 人 民 邮 电 出 版 社 ——

电 話 回 路 的 电 声 特 性

苏联 И. Е. 芬克列尔 著

巫承义 黃德斌 譯

陈明銳 哈連生 校訂

人 民 邮 电 出 版 社

И. Е. ФИНКЛЕР
ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕЛЕФОННОГО ТРАКТА
СВЯЗЬИЗДАТ 1961

内 容 提 要

本书讲述了电话回路的电声特性和电特性。对影响电声特性的主要部件——电话机,分析了它的各种型号的电路图,探讨了在其中采用变阻器、电阻灯等自动控制电路平衡和自动控制送话电平的方法。列出了电话交换机的供电桥路和位于通话回路中的其它电路,介绍了它们的固有衰减频率特性和特性阻抗频率特性。此外,书中还提供了交换机杂音和线路杂音的数据,探讨了这些杂音对传输质量的影响以及评定传输质量的方法。

本书可供从事电话通信设备制造、维护的工程技术人员以及从事电话电声学研究的工程技术人员阅读和参考。

电话回路的电声特性

著 者: 苏联 И. Е. 芬 克 列 尔
译 者: 巫 承 义 黄 德 斌
校订者: 陈 明 锐 哈 连 生
出版者: 人 民 邮 电 出 版 社

北京东四六条19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 市 印 刷 一 厂
发行者: 新 华 书 店 北 京 发 行 所
经售者: 各 地 新 华 书 店

开本 850×1168 1/32

1965 年 11 月北京第一版

印张 46/32 页数 67

1965 年 11 月北京第一次印刷

印刷字数 110,000 字

印数 1—2,200 册

统一书号: 15045·总1523—有326

定价: (科 6) 0.65 元

序 言

電話网的傳輸質量，決定于電話回路的電聲特性、電話回路的干擾防衛度和交換的可靠性。電話回路的電聲特性，主要決定于電話機。因此，需要系統地研究電話機，研究能保證提高電話機質量的新技術措施。此外，需要在電話通信的專業人員中廣泛地普及電話電聲學的知識，在實際工作中，這方面的知識對他們是有帮助的。

編寫本書的目的是想把電聲學和電話學領域中非常具體的知識介紹給專業人員，例如：關於電話機作為送話器和受話器時靈敏度的頻率關係；關於具有各種不同電話機的局部系統的衰減當量；關於遠距離損耗依賴于干擾電壓、綫路雜音電壓、交換機雜音電壓等的依賴關係。

書中敘述了電話回路各部分（如電話機、具有各種不同電話機的局部系統、交換機四端網絡和整個電話回路）的主要電聲特性和電特性。此外，介紹了用征求意见的方法評定雜音對通話的干擾；列出了响度和清晰度的傳輸衰減當量，電話機電路圖以及參與通話回路中的自動電話交換機各部分的電路圖。

全書由四章組成。

第一章敘述了電話回路的特点和它們的評定方法。講述了市內電話通信和農村電話通信的電話回路的分類。介紹了國際電報電話諮詢委員會報告書中的某些資料^①

第二章敘述了電話機的主要數據，列出了它們的電路圖和主要的電聲特性。探討了採用變阻器（貝爾-500型電話機）和採用電阻燈、硒片（706型電話機）來自動控制電路平衡和自動控制送受話

① 本書內多處引用了國際電信聯盟的組織機構國際電話諮詢委員會以及國際電報電話諮詢委員會的建議、資料等。為了便于讀者參考，了解其技術內容，我們沒有加以刪節。但目前，國際電信聯盟及其所屬各專業機構，在美帝國主義的扶持下，非法剝奪了我國在國際電信聯盟的合法權利。因此，該會的建議、規定等對我國是沒有任何約束力的——翻譯出版者注。

电平的方法。介绍了具有送话放大作用的电话机 (ЦБ-И-57 型和 ЦБ-И-58 型电话机) 在小的供电电流时炭精送话器的运用数据。报导了所希望的并在经济上是合理的关于一米长架空回路的受话响度范围的一些资料 (700 型和 706 (7 A) 型电话机)。

第三章列出了供电桥电路图和在同话回路中的自动电话交换机的其它部分 (如感应传输农村自动电话交换机的控制信号和相互作用信号用的设备等) 的电路图。介绍了这些设备的固有衰减的频率关系和特性阻抗的频率关系。

第四章叙述了交换机杂音和线路杂音的主要数据。探讨了这些杂音对传输质量的影响。介绍了根据征求意见来评定传输质量的方法, 这方法是公认的评定传输质量的方法。

作者

一些術語的解釋

1. 衰減當量——在達到同樣响度時，標準系統和被測系統的衰減量之差。

在採用 NOSFER 系統以前，衰減當量是用 SFERT 系統評定的。如果 J 表示响度的衰減當量； b_s 表示標準系統的衰減； b_u 表示被測系統的衰減，則

$$J = b_s - b_u \text{ (奈培, 分貝)}.$$

衰減當量分為送話衰減當量、受話衰減當量和側音衰減當量。

2. 相對衰減當量——和(1)的衰減當量相同，但是用 ARAEN 標準設備量得。

在衰減當量和相對衰減當量之間，有着數量的關係，對於各種不同類型的電話機來說，這種關係是有些不同（特別是在送話時）。

3. 清晰度衰減當量——在達到同樣清晰度時，標準系統和被測系統的衰減量之差。

在國際電報電話諮詢委員會 (MKKTT) 的文件中，清晰度衰減當量簡寫為 AEN。

AEN 是利用 ARAEN 標準設備（系統），通過測量回路衰減函數中的聲音清晰度 $\mathcal{A}$ 來確定。

如同國際電報電話諮詢委員會所建議，如果 b_s 和 b_u 分別表示在清晰度同為 $D=80\%$ 時標準系統和被測系統的衰減，則

$$AEN = b_s - b_u \text{ (奈培, 分貝)}.$$

4. SFERT——一種用來確定衰減當量的標準電話傳輸系統，在 1960 年 5 月以前，是“歐洲標準電話傳輸系統”。在 1960 年 5 月，國際電報電話諮詢委員會第 12 屆執行委員會通過決議，用 NOSFER 系統代替它[文獻 31 和文獻 32]。

5. NOSFER——一種用來確定衰減當量的新的基本系統（將 ARAEN 簡單地加以改裝即可得到）。

6. ARAEN——一种用来确定清晰度衰减当量(AEN)的标准系统(设备),也用来测量相对衰减当量。这种系统的受话—送话特性,近似于长度为1米的架空线路的受话—送话特性。

7. MKKTT——国际电报电话諮詢委员会[在1956年,由国际电话諮詢委员会(MKKΦ)和国际电报諮詢委员会(MKKT)合并而成]。

8. 杂音表电压——频率为800赫时的正弦电流的电压,这一电压加到一个纯电阻上,必须能产生与实际存在杂音时相同的音响感觉。这一电压是用杂音表(这是一种具有适当校正网络的平方律检波器的电子管伏特计)测量的。

9. 回路的防卫度——有用信号的接收电平超过由电杂音(例如串话电流)所引起的干扰信号电平的数值。防卫度分为可懂串话情况下的防卫度和不可懂串话情况下的防卫度。

10. 国内系统——从用户点(包括电话机)到国际电话交换机输出端这一部分的电话系统。

11. 局部系统——从用户点(包括电话机)到区自动电话交换机(PATC)输出端这一部分的电话系统。

12. 电话机或送话器的送话效率(灵敏度)以毫伏/微巴(也用巴代替微巴)表示。1微巴=1达因/厘米²。

13. 电话机或受话器的受话效率以微巴/伏(或巴/伏)表示;有时用微巴/ $\sqrt{mw}$ 表示,这里, $\sqrt{mw}$ 相当于在800赫频率下(在上述频率时,受话器的阻抗和振荡器的内阻抗相等)受话器所接收的功率等于1毫瓦时的电压。

14. 侧音效率,表示为受话器所发出的声压 P_r 与同一电话机的送话器前面的声压 P_1 之比,即 $\frac{P_r \text{ 微巴}}{P_1 \text{ 微巴}}$,或 $\frac{P_r \text{ 巴}}{P_1 \text{ 巴}}$ 。

15. 回路中的总送话效率,被表示为受话电话机的受话器所发出的声压 P_r 与在送话电话机的送话器前面的声压 P_1 之比,即 $\frac{P_r \text{ 微巴}}{P_1 \text{ 微巴}}$ 。

或 $\frac{P_2}{P_1} \frac{\text{巴}}{\text{巴}}$ 。

16. 累积曲线或和数曲线，是某些特征值的数量分布的一种可能图示。

这时，在横坐标轴上，标出特征，例如 H ，而在纵坐标轴上，则标出这个特征从 0 到指定点的数量和(%)。

例：假定 U_{ncob} 的每一区间对应于 $n\%$ ，求累积曲线 $n_x = \varphi(U)$ 。

已知：

U_{ncob}	0—1	1.1—2	2.1—3	3.1—4	4.1—5
$n\%$	10	20	20	30	20

累积分布：

U_{ncob}	0—1	0—2	0—3	0—4	0—5
$n_x\%$	10	30	50	80	100

在横坐标轴上标出 $U_{ncob} = 1, 2, 3, \dots, 5$ 毫伏后，即求得纵座标 $n_x = \varphi(U_{ncob})$ 。这些纵座标的包络线即是 U_{ncob} 的累积分布曲线。

17. 变阻器——是一种对交流正弦电压两个半波平衡的非线性电阻。

18. 电解保安放电器——是一种电压限制器，它同受话器并联，用于降低过大的音量和保护人耳不受喀喇声和声震动的影响，通常它由两个半导体二极管或一个变阻器组成。

19. 微电流状态下的送话器——所指的是炭精送话器在其供电电流甚小时（从几微安到几分之一毫安时）的工作情况。

20. 征求意见的方法——是国际电报电话諮詢委员会建議的一种方法，采用此法时，由 24 位話务員和 通信部門的非專門人員組成小組来确定回路的质量。质量的評定是主觀的，而且按照五級制評定。評定的平均值表示为回路变参量（例如衰减、杂音級等等）的函数。

21. 电平 $\partial\delta_M$ ——是指与 1 毫瓦功率相比所表示的电平：

$$N = 10 \lg \frac{Q \text{ 毫瓦}}{1 \text{ 毫瓦}} (\partial\delta_M).$$

22. 三度音程滤波器組是兩組滤波器，它們的通頻帶彼此相差一个八度音的 $\frac{1}{6}$ 。

23. CTC——农村电话通信。

24. BPC——区内通信（也是 CTC）。

25. 杂音的頻譜級——由寬度为一赫的頻帶作用所引起的电平。相应的頻譜功率，即在寬度为 1 赫的頻帶上的功率用分貝/赫或瓦/赫表示。

26. 杂音的积分(或和)級——由整个頻帶作用所引起的电平。相似地，积分功率（或和数功率）是在整个頻帶上的功率，以分貝或瓦表示。

27. 杂音的总頻譜級——这是由 1 赫寬頻帶內很多单个杂音分量同时作用于人耳时所得到的电平。

它是用頻譜級的对数相加的方法来計算，或将頻譜功率相加，然后再将其換算（相对于功率 10^{-16} 瓦/厘米²）为頻譜級。

28. 級(电平)的对数相加用符号(+)表示。例如： $B_e = B_1(+) B_2(+) B_3$ 等。

目 录

序 言

一些术语的解释

第一章 电话回路和它的评定	1
1.1. 电话回路	1
1.2. 电话回路质量的评定	8
第二章 电话机的主要数据	18
2.1. 概述	18
2.2. ТА-60型共电自动电话机	20
2.3. ТАН-5、ТАН-5-МП、ТАН-7、БАГТА-50型电话机	27
2.4. 700型和706(7A)型共电自动电话机(英国 ATE 公司)	37
2.5. 贝尔-500-D 型共电自动电话机	48
2.6. CB-555 型电话机(匈牙利别洛锡尼司工厂)	61
2.7. 农村通信用的 ЦБ-И-57 型和 ЦБ-И-58 型电话机	66
第三章 通话回路中交换机元件的传输特性	77
第四章 电话回路中的杂音	93
4.1. 初步的说明	93
4.2. 交换机杂音	95
4.3. 线路杂音	99
4.4. 电话机杂音	105
4.5. 声杂音	110
4.6. 作用于用户听觉的合成杂音	113
4.7. 回路的串话防卫度	117
参考文献	123
本书插图中所用原文缩写字汉译对照表①	125

① 为便于读者查阅,将本书插图中所用的缩写字、原文全字及汉译字义汇集对照表——译者注。

第一章 電話回路和它的評定

1.1. 電話回路

電話回路，可以理解為參加將語音變換和將語音從送話人的嘴傳送至受話人的耳的電聲和電設備的總體。

市內電話通信(ГТС)或區內電話通信(БТС)的電話回路，占有從 0 到 3400 赫的頻段，這一頻段的 300—3400 赫用於傳送語音，而 0—300 赫則用於傳送監視—呼叫信號。部分的監視—呼叫信號在 450 赫以下的頻段內傳送。

長途電話通信的電話回路，占有 300—3400 赫的頻段，而且回路既被用於傳送語音，又被用於傳送監視—呼叫信號。

不管是共電式(ЛБ)電話系統[自動電話交換機(ATC)、人工電話交換機(ПТС)]或磁石式(МБ)電話系統，傳送語音總是由一個電話機經過整個回路送至另一個電話機。用戶同話務員的通話經過類似的回路，但這回路比較短。

在最簡單的磁石式系統中通信時的監視—呼叫信號，是從電話機送至電話機，從電話機送至交換機以及相反方向的傳送。

在共電式系統(人工電話交換機、自動電話交換機)中，監視—呼叫信號只是從交換機傳送至電話機，而控制信號則從電話機傳送至交換機。

經過自動電話交換機的電話回路傳送的信號有：а)鈴流；б)撥號音；в)回鈴音；г)關於交換機的機鍵或用戶被占用的通知信號；д)提醒忘記掛機的用戶有關必須掛機的信號。也可能傳送其他的信號，例如，傳送自動長途通信時必須的控制信號。因此，除了對於傳送語音來說有重要意義的回路電聲特性和電特性外，也引起很大的重視。監視—呼叫信號和控制信號的特性。目前，這些信號是用各種頻率（主要從 0 到 450 赫的頻段內）傳送的。

市内电话通信、区内电话通信和长途电话通信(MTC)的电话回路,由两个电话机、两条用户线、一个或几个自动电话交换机或人工电话交换机和它们之间的中继线组成。

市内电话通信和区内电话通信的电话回路的区别,主要在于接续级数。区内电话通信电话回路常常比市内电话通信的电话回路有着更多的级。

市内电话通信、长途电话通信、区内电话通信或农村电话通信(CTC)的电话回路,由下列的基本部分组成:

1) 不分区的市内电话通信网(图 1.1): 一个自动电话交换机(人工电话交换机)、两条用户线路和两个用户电话机,有时,在这回路中,还包括一个或两个机关用自动电话交换机(人工电话交换机)和住宅用自动电话交换机。

2) 分区的市内电话通信网(图 1.2): 两个自动电话交换机、

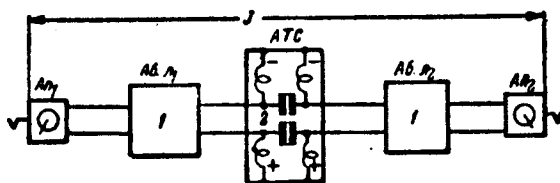


图 1.1 不分区的市内电话通信网的回路

1—用户线 (主要是电缆, $d=0.5$ 毫米, $l=3.5$ 公里);

2—自动电话交换机的供电桥

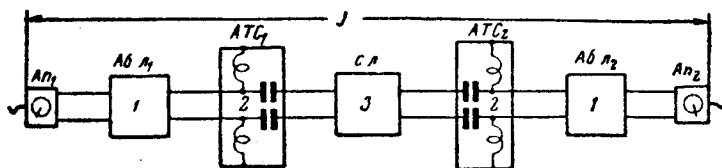


图 1.2 分区的市内电话通信网的回路

1—用户线 (主要是电缆, $d=0.5$ 毫米, $l=3.5$ 公里);

2—自动电话交换机的供电电路; 3—中继线 (主要是电缆, $d=0.5-0.7$ 毫米)

两条用户线、一条自动电话交换机之间的中继线和两个电话机，在回路中，也可以包括机关用和住宅用自动电话交换机（人工电话交换机），除了区自动电话交换机外，也可以包括有来话汇接交换机和去话汇接交换机。

3) 国际电话通信网（图 1.3）：两个终端自动电话交换机（人工电话交换机），两个中央长途电话交换机（中央电话交换机）[ЦМТС (ЦТС)]，两个国际（或长途）电话交换机，两条用户线，两条中央长途电话交换机和自动电话交换机之间的中继线，一条长途（或国际）线路。

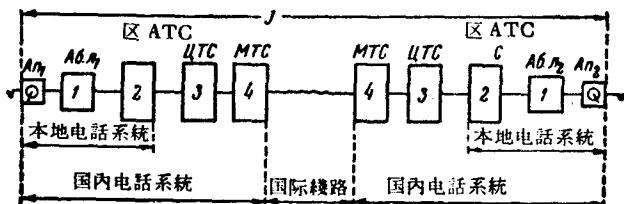


图 1.3 长途电话通信回路

1—用户线；2—自动电话交换机的供电桥；3—中央电话交换机（长途）；4—国际电话交换机

4) 农村电话通信网（或区内通信）：农村电话通信的通话回路和市内电话通信的通话回路相似，但其形式比后者较多，所以只将它们分类为：

- a) 内部生产通信（图 1.4 和 1.5）；
- b) 单级制通信（图 1.5）；

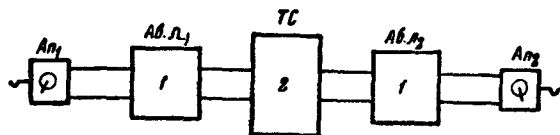


图 1.4 区内电话通信（农村电话通信）内部生产的农村通信回路

1—用户线（通常是 $d=3$ 毫米的架空钢线或 $d=1-1.2$ 毫米的 ПРБИМ 双心电缆）；2—电话交换机（40 门的交换台或 20、40 门的继电器式自动电话交换机）

а) 兩級制通信 (图 1.6);

в) 三級制通信 (图 1.7)。

上面所列举的 а)、б) 和 в) 通信制式具有最广泛的应用。三級制通信(в)很少被采用。为了简化名称, 今后在认为方便的地方采用符号 CTC 表示“农村电话通信”。

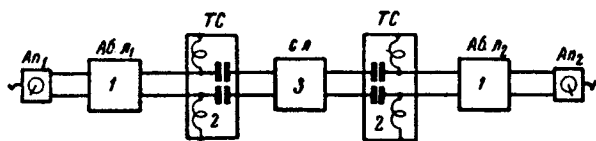


图 1.5 单级制区内（农村）通信回路

1—用户线；2—电话交换机（20—100 門的交换台或 20—100 門的自动电话交换机）的供电电路；3—中继线（通常是架空鋼线， $d=3$ 毫米）

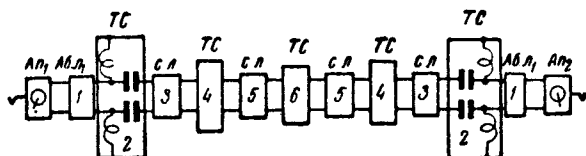


图 1.6 两级制区内（农村）通信回路

1—用户线；2—终端交换机（人工电话交换机，自动电话交换机）的供电电路；3—中继线；4—汇接电话交换机（人工电话交换机，自动电话交换机）；5—中继线；6—中央电话交换机（人工电话交换机，自动电话交换机）

农村通信电话回路的特点，仅在于组成部分的数目，因此可以把它們归納入对应于图 1.1 和图 1.2 所表示的市内电话通信回路的两个最简单形式中。但是，这些回路的衰减将取决于包含在这些回路中的所有组成部分。必須指出，在共电式系統（人工电话交换机或自动电话交换机）中，电话机的供电，是通过供电桥內的供电扼流圈的綫圈来供給的。在磁石式系統中，电话机送話器的供电，是由位于电话机內部或它旁边的电源来供給的。

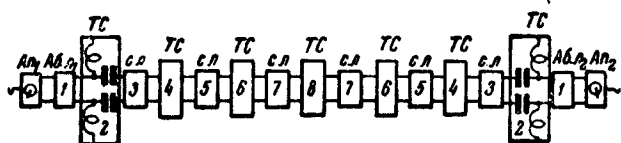


图 1.7 三級制区内(农村)通信回路

1—用戶綫；2—終端交換機的供電電路；3—中繼綫；4—匯接電話交換機；5—中繼綫；6—匯接電話交換機；7—中繼綫；8—中央電話交換機

共電系統交換機的各种供電橋電路圖，在有关的章、节中給出。

在由共電式交換機(自動電話交換機，人工電話交換機)所裝备的電話網(市內電話通信、农村電話通信)的通話回路中，交換機衰減主要是由下列部件所引起的：

——供電橋[步進制中的第一選組器($ИГН$)和終接器($ЛН$)，縱橫制中的第一選組器($ИГН$)和用戶選擇器($АН$)，機動制中尋綫器的序輪機($ТНВ$)和終接器的序輪機($ТЛН$)]；

——配綫架上的保護綫路的热綫圈；

——中繼綫继电器組($РСЛ$)；

——局內電纜的電容(特別是號碼數目超過 1000 時的自動電話交換機中選擇器觸排上有复接的區段上)；

——用感應方式傳送控制信號和相互作用信號(主要是在 CTC)的自動電話交換機電路中的變壓器；

——電子交換機系統中的電子接點。

由于選擇器(主要是 $ДШС$)刷子上轉換接點電阻的巨增，有时也由于继电器接點電阻的巨增，常常发现交換機的衰減和雜音也急剧上升。这缺點并不是一切自動電話交換機制式所固有，它是由接點的結構和它們的材料不够完善所引起。在具有十進位步進制選擇器的自動電話制式中，雜音(喀噠聲，喀噠聲)还由于刷子和配電器連接的軟繩心綫的斷裂而产生。

在具有压力式銀质接点的纵横接綫器的纵横制自动电话交换机中，交换机杂音，特别是喀嚓声和喀咧声，比十进位步进制自动电话交换机中要小得多。

还应注意，随着自动电话交换机技术的发展，产生经过电话电路传送控制信号的要求。首先，这是一个属于暂时还没有被采用的3.5—5.0千赫频段的问题。

从前，曾有扩大通话频带的趋势。但它没有得到发展，因为此时所获得的传送质量的改善是非常小，而设备价格的提高却很大。同时，3.5—5.0千赫频带用于传送控制信号已经是这样地有效，它在某些电话网中已经被采用来传送控制信号。因此预料到，作为送话器和受话器的电话机的频带上限是受到限制的。以前，在研制电话机时，没有注意到这问题，现在它却具有很重要的意义。

为了使电话通信能正常的进行，必须满足下列对电话回路所提出的基本要求①：

1. 通话回路的送话和受话衰减当量不应超过以下的数值[文献1、文献2]：

a) 与标准系统比较，响度衰减当量为40分贝（4.6奈培）；

б) 与ARAEN标准系统比较，清晰度衰减当量(AEN)为49分贝（5.65奈培）；在这系统的接收部分，引入了杂音表电动势等于2毫伏的赫脱频谱的杂音。

2. 在长途电话交换机区段上，通话回路防卫度不应小于6奈培②。

市内回路防卫度的标准暂时还没有。但根据“电话通信科学研究所”的研究资料，在具有最长线路的市内用户之间通信时，防卫度不应低于4奈培。

① 这些要求符合于国际电报电话咨询委员会的建议[文献1、文献2、文献6、文献9、文献30]。

② 6奈培——国际电报电话咨询委员会的标准。参看电信手册7卷第97页，邮电出版社，1957年。

3. 在电话机接线端上的杂音表电压, 不应高于 1 毫伏。

4. 当用户电缆线路的衰减 $\beta l = 0.5$ 奈培和自动电话交换机供电电路的负载为 600 欧姆时, 电话机对语音或室内杂音的侧音衰减当量, 不应小于 2 奈培。

5. 受话—送话的有效频带, 应在 300—3400 赫的范围内 (至少, 应力求达到这一点)。

6. 为了保证电话通话者的声音可懂度, 在通话回路中, 应有足够的语音重复自然度。

必须注意到, 市内电话通信和农村电话通信的每一用户都可以参加进行国际电话通话, 而它们的电话机可以是国际电话回路的组成部分。

国际电话回路, 由两个国内电话系统和国际线路组成 (图 1.3)。

每个国家的国内电话系统, 包括以下组成部分:

用户电话机;

用户线路;

区自动电话交换机 (PATC) 的供电电路;

LTC——国家中央电话交换机, 它直接与国际电话交换机相连接;

MTC——国际电话交换机。

所谓国家中央电话交换机, 所指的是, 包括线路和位于区自动电话交换机与国际电话交换机之间的转接长途交换机在内的终端长途交换机的总称。

据国际电报电话咨询委员会的建议 [文献 9], 国内电话系统的衰减当量 (响度衰减当量) 不应超过以下数值:

送 话 受 话

- a) 对于线路长度 2.1 奈培 (18.2 分贝) 1.5 奈培 (13 分贝)
为 1500 公里以
下的国家