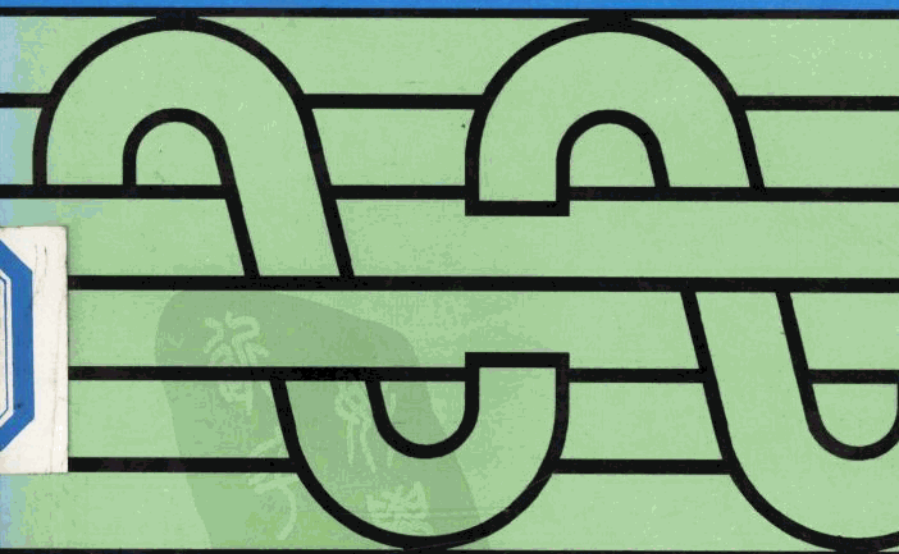


邮电中等专业学校教材

电话交换技术

陈维言 编



人民邮电出版社

前 言

随着邮电通信事业飞速发展，新技术、新理论、新装备日新月异。我司原组织编写的中专教材有些内容显得陈旧，难于适应新形势下教学的需要，为此我们对教学大纲进行了修订，并对原教材出版计划做了调整，重点突出了新技术方面的教材。今后将陆续出版。

教材是提高教学质量的关键。编写教材时力求以马列主义、毛泽东思想为指导，运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律，内容力求结合实际，提高学生的实践动手能力。

对于书中的缺点和错误之处，希望教师和同学们在使用过程中及时指出，以便修改提高。

邮电部教育司

1994 年 1 月

编 者 的 话

本书根据邮电中专电话交换专业教学指导组 1993 年制订的《电话交换技术》教学大纲的要求编写的。经审定作为邮电中专电话交换专业电话交换技术课程和综合电信专业程控交换课程的教材。前者为 180 课时；后者为 140 课时。

本教材以数字程控交换原理为主体，即本书的第三、四、五、七章。本书中的第一、二、八章为电话学的基础知识；第六章为电话通信网的知识；第九章是下一代的电信交换，介绍 ATM 交换和光交换的基本知识。

从上述简介和本书目录可知，本书在内容取舍和编排上作了较大的更新。删除了一切陈旧的内容，充实增添了许多新的内容，在某些部分已达到教材应超前通信企业现用设备的要求。因此，能适应 90 年代内的教学需要。

限于编者水平，书中谬误之处恳请读者批评指正。

陈维言

1995 年 5 月

目 录

第一章 概论	1
1.1 电话通信系统及其基本要求	1
1.1.1 电话通信系统	1
1.1.2 电话通信的基本要求	3
1.2 电话交换的基本概念	6
1.2.1 电话交换机的作用	6
1.2.2 电话交换机的接续过程	6
1.2.3 交换机的基本功能	8
1.3 电话交换机的制式和分类	9
1.3.1 人工电话交换机	9
1.3.2 自动电话交换机.....	10
1.3.3 按电话通信范围来分类.....	14
1.4 程控交换机的新业务.....	16
1.4.1 新业务的种类.....	16
1.4.2 新业务的登记与使用.....	18
习题一	21
第二章 电子电话机	22
2.1 概述.....	22
2.1.1 电子电话机的类型及基本功能.....	22
2.1.2 电话机的命名.....	25
2.2 电话机专用部件.....	28
2.2.1 送话器.....	28
2.2.2 受话器.....	34

2.2.3	按键发号盘	36
2.2.4	振铃器	37
2.2.5	叉簧	38
2.3	按键电话机单元电路	38
2.3.1	按键电话机的组成	38
2.3.2	发号电路	39
2.3.3	通话电路	62
2.3.4	振铃电路	81
2.3.5	几种特殊功能电路	83
2.4	电话机整体电路	88
习题二		93
第三章	数字交换网络	95
3.1	脉冲编码调制基本原理	95
3.1.1	话音信号的数字化	95
3.1.2	量化噪声与压扩特性	100
3.1.3	编码与译码	105
3.1.4	时分多路复用概念	112
3.2	数字交换用的接线器	115
3.2.1	数字交换的基本概念	115
3.2.2	时间接线器	116
3.2.3	空间接线器	119
3.3	数字交换网络	121
3.3.1	TST 交换网络	121
3.3.2	STS 交换网络	124
3.3.3	TTT 交换网络	125
3.3.4	单时隙交换网络	129
3.3.5	空时结合数字交换单元	130

3.3.6	多级 S 构成的交换网络	133
3.4	串并变换与复用	135
3.5	数字交换网络中空闲通路的选择	139
3.6	数字交换网络的内部阻塞	143
3.6.1	时分网络等效为空分网络	143
3.6.2	时分交换网络内部阻塞的计算	146
3.6.3	无阻塞交换网络在数字交换中的应用	150
3.7	目前采用的交换网络芯片	153
3.8	数字交换系统中的衰减器	155
3.8.1	数字信号衰减器的原理	155
3.8.2	数字交换网络中的衰减器	156
3.8.3	数字信号衰减器的构成	157
习题三		159
第四章 数字程控交换机的硬件		163
4.1	数字程控交换机的总体结构	163
4.1.1	数字程控交换机的基本结构	163
4.1.2	实用的数字交换系统	170
4.2	模拟用户电路	175
4.2.1	BORSCHT 功能	175
4.2.2	用户状态的检测	180
4.2.3	全集成编译码及滤波器	183
4.2.4	用户电路的集成化	185
4.3	数字用户电路	198
4.3.1	基本功能	198
4.3.2	数字用户电路举例	207
4.4	模拟中继电路	213
4.5	数字中继电路	214

4.5.1	总体概况	214
4.5.2	主要功能	215
4.5.3	数字中继电路的集成化	223
4.6	数字多频信号的发送和接收	225
4.6.1	数字信号音和多频信号的产生	226
4.6.2	数字多频信号的接收	230
4.7	会议电话电路	235
4.8	处理机及其处理能力	236
4.8.1	处理机的配置方式	237
4.8.2	处理机的呼叫处理能力	240
4.9	处理机之间的通信	245
4.9.1	通过交换机内部 PCM 链路进行通信	245
4.9.2	采用计算机通信网的结构方式	249
	习题四	253
第五章	程控交换机的软件	255
5.1	交换机软件概况	255
5.1.1	交换机软件的特点	255
5.1.2	运行软件的组成	257
5.1.3	软件的结构	259
5.1.4	程序设计语言	262
5.2	数据和数据结构	267
5.2.1	数据类型	267
5.2.2	数据结构	269
5.2.3	数据库简介	273
5.3	存储程序控制原理	278
5.3.1	呼叫建立过程	278
5.3.2	呼叫处理程序	285

5.4	程控交换操作系统	319
5.4.1	功能与组成	320
5.4.2	程序的执行管理	322
5.5	故障处理和诊断	333
5.5.1	故障处理过程	333
5.5.2	故障检测方法	335
5.5.3	维护程序	339
5.6	程控交换机的管理	349
5.6.1	用户数据管理	349
5.6.2	局数据管理	351
5.6.3	话务量测量和管理	351
5.6.4	计费管理	354
5.6.5	其它项目的管理	355
习题五		356
第六章 电话通信网		358
6.1	电话局的组成	359
6.2	电话网的结构及其发展	361
6.2.1	电话网的基本结构	361
6.2.2	我国电话网的结构	363
6.2.3	国际电话网的结构	369
6.2.4	电话网的发展	370
6.3	编号计划	373
6.3.1	编号方式的分类	374
6.3.2	本地网的编号	375
6.3.3	国内长途网的编号	379
6.3.4	国际电话编号	380
6.4	电话网的传输标准	382

6.4.1	传输标准的演变过程	382
6.4.2	参考当量及其分配	383
6.5	数字同步网	392
6.5.1	数字网同步概念	392
6.5.2	数字同步网的结构	394
6.5.3	各级时钟进网要求	396
6.5.4	滑动指标的分配及传输系统	399
6.6	网路管理和控制	402
6.6.1	网路管理的目的和任务	402
6.6.2	我国网管系统的组成及主要功能	402
6.6.3	网管系统的数据和信息	403
6.6.4	网络的控制	404
	习题六	404
第七章	信令系统	407
7.1	概述	407
7.1.1	电话接续的基本信令	407
7.1.2	信令的分类	409
7.2	随路信令(CAS)	412
7.2.1	线路信令	412
7.2.2	记发器信令	423
7.2.3	国际上现用的几种随路信令	432
7.3	公共信道信令(CCS)	439
7.3.1	公共信道信令方式的概念	439
7.3.2	7号信令的信号单元	445
7.3.3	7号信令的功能结构	449
7.4	信令网	474
7.4.1	信令网的基本概念	474

7.4.2	我国信令网的结构	477
7.4.3	信令网的信令点编号	484
7.4.4	信令路由的选择	486
7.4.5	信令网的实施步骤和方法	489
习题七		490
第八章 话务量和中继线计算		493
8.1	话务量	493
8.1.1	话务量的概念	493
8.1.2	话务量的特性	497
8.1.3	影响话务量的因素	499
8.1.4	话务流向	500
8.1.5	话务量与 BHCA 的关系	501
8.2	呼损计算公式	503
8.2.1	线群的概念	503
8.2.2	呼损系统的计算公式	507
8.2.3	线群的利用率	510
8.3	局间话务流量的计算	512
8.3.1	引力法	513
8.3.2	吸引系数法	513
8.3.3	双因子变换法	514
8.3.4	局间中继线的计算	517
习题八		519
第九章 宽带交换技术		521
9.1	ATM 交换技术	521
9.1.1	ATM 的基本概念	521
9.1.2	ATM 交换机的基本结构	526
9.1.3	向 ATM 交换过渡的策略	534

9.2 光交换技术	536
9.2.1 光开关	536
9.2.2 光交换的基本方法	538
9.2.3 光交换的控制设备	542
习题九	544
附录：爱尔兰呼损表	545

第一章 概 论

电话通信是利用电信号传送人类语言信息的一种通信方式，由于电信号能传递到远方，使处于不同地理位置的人们利用电话通信直接进行交谈，从而大大缩短了空间，节省了时间。

人们利用电话通信的对象是经常改变的，因此一部电话机不只是与另一部电话机固定连接，而要求一部电话机可以与电话通信网内的任意一部电话机在需要通信时就相连接，这就应在电话通信中装设电话交换机，以完成任意两个电话用户的连接。所以，电话交换机是电话通信网中不可缺少的重要组成部分。

电话交换技术包括研究和分析电话交换机的原理、功能、结构和组网等技术问题。现代电话通信已普及全球，电话机的分布已遍及全世界各个角落。大量的电话机加上庞大而众多的电话交换机使交换技术变得十分复杂，尤其是目前数字程控交换机已迅速替代了传统的交换机，使学习者更感到抽象及不易掌握。本课程主要讲述数字程控交换机的基本原理。

本章对电话交换的总貌进行描述，为学习本课程建立一个总的印象。

1.1 电话通信系统及其基本要求

1.1.1 电话通信系统

电话通信系统的简单模型示意图，如图 1.1.1 所示。从图

可知，电话通信系统由终端设备、传输设备和交换设备三大部分所组成。

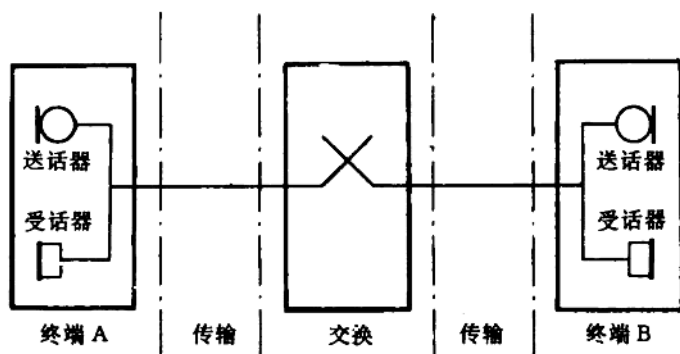


图 1.1.1 电话通信系统示意图

终端设备 在电话业务中，终端设备为电话机。电话机在发话端将语声信号转换为电信号；在收听端把电信号转换为语声信号。电话终端设备的其它功能主要是产生用户状态信号和建立接续的选择信号。

传输设备 是指传送电信号的传输线。传送电信号可以用有线传输；也可以用无线传输。信号可以为模拟信号；也可以为数字信号。利用传输线路把电信号(或光信号)传送到远方。

交换设备 交换设备根据主叫用户终端所发出的选择信号来选择被叫终端，使这两个终端建立连接。然后，经过交换设备所连通的路由传递电信号。

电话通信的基本原理如下：

当发话人在终端 A 的送话器前讲话时，声波作用在送话器上，使送话电路内产生相应的电信号，此电信号经传输设备和交换机送至终端 B 的受话器，受话器收到电信号时把它转换为声振动，然后经过空气的传播送入人耳。如果是终端 B 讲话，终

端 A 收听，其过程也完全相同。可知，电话通信是在发送端通过送话器变声波为电信号，由传输线送至接收端，接收端通过受话器将电信号转换为声波，这就是电话通信的基本原理。

综上所述，我们可以总结出电话通信系统具有以下几个特点：

1. 电话通信是一个电话终端对另一个电话终端的通信，因此，它属于点到点通信的范畴。

2. 在电话通信中，除了一对电话终端之间采用固定连接（此称为专线或对讲线）外，用户通话都需要经过交换设备来连通。电话交换设备在接收主叫端送来的选择信号后，把主叫端和它所需要的被叫端接通，才能使这对电话终端进行通话。

3. 电话通信既能把主叫端的电信号传送至被叫端，又能把被叫端的电信号传送至主叫端，因此，电话通信属于双向通信。

1.1.2 电话通信的基本要求

电话通信是利用电信号来传递人类的语言信息。为了使人们的语言经过电话通信系统传递后，能够听得到、听得懂，达到满意的程度，因此，电话通信系统中的元件、电路、传输和交换设备都应满足语言和听觉方面的要求，这些要求主要是：

1. 声音响度要足够大

我们知道人们在同一室内进行面对面的交谈时，如讲话人的声音太小，对方就听不到或听不清楚。当然，经过电话通信系统传送后的语言，也应保证声音有足够大的响度。

要保证声音的响度，就要保证发话端能产生足够响度的声能。一个人讲话，其语言所发出来的能量经过测量约为：

$$\text{低声谈话} \quad 10^{-3} \mu\text{W}$$

平常谈话 $10\mu\text{W}$

高声呼叫 $10^3\mu\text{W}$

为使人们在电话机前说话和平常交谈一样,不必高声呼叫,因此,要求送话器接收 $1\sim 10\mu\text{W}$ 的功率能可靠地工作。

人耳听到的声音,不是讲话人所发出的全部声能,送入人耳最好的声强为 $10^{-5}\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。在收听电话时,送入受话器的电功率在 $1\mu\text{W}$ 以上时,就可以听到足够大的声音。

常用的炭精送话器,在声能转为电能时有放大作用。而对于电磁式送话器和压电陶瓷送话器,则要在电话机中装置放大电路,来达到输出功率的要求。我们要求送话器可送出 $10^3\mu\text{W}$ 的电功率,受话器只需接收 $1\mu\text{W}$ 的功率就可以了,因此,经过电话通信系统所允许的最大净损耗不得超过 $10\lg \frac{10^3}{1} = 30\text{dB}$ 。

在传输线和交换设备中如何保证不超过允许的最大净衰减,这将在第六章和第三章内介绍。

2. 要有适当的清晰度

保证声音的响度用限制全程净衰减的办法来解决;而保证声音的清晰程度,则要求电话通信系统必须传送适当宽的频率范围。

人类语言的基本频率范围为 $80\sim 1200\text{Hz}$,但在语言中除基本频率外,还包含着较基频为高的各种频率。实验告诉我们,如果没有其它因素(如噪声)对语声的影响,把语音频带限制在 $200\sim 7000\text{Hz}$ 的范围内,可以完全不影响语声清晰度。

所谓清晰度,就是在发话端发出一定数量的无意义音节,在收听端由几个收听者记录听到的音节,统计其记录中正确接收的音节和发话端所发音节总和的百分比,称为清晰度。

语声通过清晰度来评定质量,是一种较为客观的方法。如

果发话端发出的是单词或句子，则统计能正确理解原意的单词或句子所占的百分比，就称做单词或句子可懂度。由于单词是有规律的音节的组合，句子则更有其规律性，因此，在同一电话通信系统中传送单词或句子的可懂度比传送音节的清晰度要高。例如，音节清晰度达 60%~70% 时，单词可懂度可达到 70%~80%，句子可懂度可达到 95%。

如果我们要求通过电话通信系统传送语声的清晰度要非常好，则应如上所述，最理想的是把语音中的 200~7000Hz 频带，全都从发话端送到接收端。但这样做的结果将使电话及其传输设备的成本很高，电话通信就难以普及。在实际系统中，我们只要传送语声频带的主要部分，使收听者能够听得清听得懂就可以了。

实验得知，电话通信系统如果传送 300~2700Hz 时，音节清晰度约为 92%；如传送 300~3400Hz 时，音节清晰度可达 96%。现代电话通信系统选用的电话传输频带为 300~3400Hz。

3. 减小听觉的疲乏和消除声音的掩蔽现象

由于电话通信是传递人类的语言信息，因此，电话通信的质量与人耳的听觉特性有关。例如，在收听电话时，若某种较强的单频信号通过受话器连续作用于人耳，其听觉的灵敏度就会因听觉神经的疲乏而降低，甚至在这种声音消失后还要经过 3~5 秒钟后才能逐渐恢复常态。这种听觉的疲乏现象，就要求我们在电话机电路中采用消侧音电路以减少听觉的疲乏。消侧音电路的原理见第二章。

当两个不同响度的声音同时进入人耳时，强音能压倒弱音，这种由于另一声音的存在，影响人耳收听电话中传来的声音现象，称为声的掩蔽现象。为了消除或减弱电话通信时附近的干扰声，这就要求电话机应安装在安静的场所。例如，装在电

营业厅里的电话机，应装在电话隔音间内。又如在人工交换室内应按声学要求采取措施。

1.2 电话交换的基本概念

1.2.1 电话交换机的作用

除了对讲电话外，任何电话用户都必须和电话通信网内的所有用户能够通话，这就要依赖电话交换机为每一个电话用户建立呼叫连接。当任意一个用户需要与电话网中任意另一用户通话时，交换机就将他们接通；通话完毕后，就予以拆线。采用电话交换机以后，每一部电话机都只需用一对传输线与交换机相连。

1.2.2 电话交换机的接续过程

电话交换机分人工和自动两大类，先介绍人工交换的接续概念，然后再介绍自动交换的接续概念。

图 1.2.1 是人工电话交换机的示意图。图中每个用户的话机都经用户线连接到人工电话交换机的一个用户塞孔上。

设 1 号用户呼叫 3 号用户，其接续过程如下：

1 号用户向交换机发呼叫信号，交换机上的 1 号用户呼叫信号灯亮。话务员看见呼叫灯亮，将应答塞子插入 1 号用户塞孔，并利用话务员送、受话器与主叫用户通话。由主叫用户告知本次呼叫所要的被叫用户号码“3”号，话务员将呼叫塞子插入被叫用户 3 号的塞孔，随后向 3 号用户送振铃电流，使被叫话机铃响。被叫用户听到铃响就摘机应答，两个用户即可通话。通话完毕后，用户挂机发出话终信号，交换机上话终信号灯亮，