

邮·电·中·等·专·业·学·校·教·材

电话交换基础

陈维言·李文亮·徐容书 编

内 容 提 要

《电话交换基础》是原邮电中等专业学校电话交换专业的教材《电话交换原理》的修订本。全书内容分为四部分：第一部分介绍了电话通信系统和电话通信网的知识，第二部分讲了电话机的原理和构造，第三部分介绍了共电、步进、纵横等传统电话交换制式原理，第四部分是话务理论基础知识。

书中为适应电话交换技术的发展，编入了数字型局间信号、本地电话网、双因子变换法等新内容。

邮电中等专业学校教材

电话交换基础

陈维言 李文亮 徐容书 编

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1991年6月 第一版

印张：22 页数：352 插页：4 1991年6月河北第1次印刷

字数：503 千字 印数：1—15000 册

ISBN7-115-04464-3/G·098

定价：5.60元

前 言

本书是邮电中等专业学校用书。为了适应邮电教育事业发展的需要，我局自1978年以来，先后成立了邮电中专教材编审委员会及基础课和专业课教材编审组（或小组），全面开展了教材编审活动。到目前为止第一轮邮电中专试用教材已基本上出齐。自1982年开始，各编审组（或小组）对试用几年的教材进行了总结，对原教学大纲进行了修订，并在此基础上，对各课程的邮电中专试用教材作了比较全面的修改和补充，以适应当前邮电技术的发展。我们在几年内，将修改后的教材陆续出版，以满足邮电中等专业学校的教学需要。编写教材，是提高教学质量的关键。我们组织编写本教材时，力求以马列主义、毛泽东思想为指导，努力运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律，内容上注意了少而精，尽量反映科学技术的新成就。书内难免存在缺点和错误。希望有关教师和使用过程中，把发现的问题告诉我们以便修改提高。

邮电部教育局

编 者 的 话

本书根据邮电部1987年制订的邮电中等专业学校电话交换专业教学计划以及1988年修订的《电话交换基础》教学大纲的要求编写的。经审定可作为电话交换专业（纵横、程控和长交三个专门化课程）教材。

近年来，由于电话通信技术的飞速发展，原教材已不适应当前教学的需要。这次重新编写，在内容取舍和编排上都作了较大的变动。删除了一些陈旧的内容，如磁石电话机和磁石交换机。同时对某些章节的内容进行了充实并增添了一些新的内容，例如第二章的本地电话网和数字型局间信号，第三章的按键电话机，第九章的双因子变换法等。另外，在第六、七两章中采用了简化电路来讲述步进制和纵横制交换机的电路原理，使之在较少的授课时数内能掌握它们的基本原理。第八章电话局的附属设备（配线架和保安设备）是本次补充编入的内容。

本书第一、二、五、六、八、九章及第七章的7.1至7.8节由陈维言编写；第三章和第七章的7.9.3及7.9.4节由李文亮编写；第四章和第七章的7.9.1及7.9.2由徐容书编写。全书的统编工作由陈维言负责。

限于编者水平，书中谬误之处恳请读者指正。

编者

1988年10月

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 电话通信系统及其基本要求	(2)
1.1.1 电话通信系统	(2)
1.1.2 电话通信的基本要求	(3)
1.2 电话交换概念	(8)
1.2.1 电话交换机的作用	(8)
1.2.2 电话交换机的接续过程	(8)
1.2.3 交换机的基本性能	(10)
1.3 电话交换机的制式	(11)
1.3.1 人工电话交换机	(11)
1.3.2 自动电话交换机	(11)
1.4 电话通信的类型	(16)
1.4.1 市内电话	(16)
1.4.2 农村电话	(16)
1.4.3 长途电话	(17)
1.4.4 国际电话	(17)
本章小结.....	(18)
习题一.....	(19)
第二章 电话通信网	(20)
2.1 电话通信网的基本结构	(21)
2.2 传统电话通信网	(24)
2.2.1 市内电话网的结构	(24)

2.2.2	长途电话网的结构	(37)
2.2.3	国际电话网的结构	(40)
2.2.4	农村电话网的结构	(42)
2.3	现行电话通信网	(43)
2.4	编号计划	(45)
2.4.1	编号方式的分类	(46)
2.4.2	市话网的编号	(47)
2.4.3	长话网的编号	(53)
2.4.4	国际电话编号	(54)
2.5	信号方式	(58)
2.5.1	电话网中信号的分类	(58)
2.5.2	信号的结构形式	(63)
2.5.3	随路信号方式 (ACS)	(67)
2.5.4	公共信道信号方式 (CCS)	(93)
2.6	电话传输标准	(97)
2.6.1	传输标准的演变过程	(97)
2.6.2	参考当量及其分配	(99)
2.7	计费制度	(108)
	本章小结	(110)
	习题二	(112)
第三章	电话机	(117)
3.1	电话机的分类及其组成	(117)
3.1.1	电话机的分类	(117)
3.1.2	共电和自动式话机的组成	(118)
3.2	电话机的主要元部件	(121)
3.2.1	受话器	(121)
3.2.2	送话器	(137)

3.2.3	感应线圈	(155)
3.2.4	铃流信号接收部件	(158)
3.2.5	拨号盘	(166)
3.3	话机消侧音电路	(176)
3.3.1	桥式消侧音电路	(176)
3.3.2	补偿式消侧音电路	(182)
3.4	共电式话机和拨盘式自动话机	(184)
3.4.1	ZZ-9 GZ-10 型电话机	(184)
3.4.2	HZ-1 HG-1 型电话机	(187)
3.4.3	HD665-Ⅲ型自动式电话机	(188)
3.5	按键式自动电话机	(191)
3.5.1	脉冲按键式电话机	(191)
3.5.2	音频按键式电话机	(200)
	本章小结	(203)
	习题三	(205)
第四章	电话继电器	(208)
4.1	电话继电器的基本结构和工作原理	(208)
4.1.1	基本结构	(208)
4.1.2	工作原理	(213)
4.2	电话继电器的基本特性	(214)
4.2.1	继电器的机械特性	(214)
4.2.2	继电器的负载特性和吸引力特性	(216)
4.2.3	继电器的吸动、不动、保持和释放安 匝	(219)
4.2.4	继电器的时间特性	(222)
4.3	电话交换设备中几种常用的继电器	(237)

4.3.1	JRB型继电器	(237)
4.3.2	PR101型继电器	(240)
4.3.3	PR110型通用继电器	(253)
4.3.4	极化继电器	(256)
4.3.5	笛簧继电器	(258)
4.3.6	剩簧继电器	(259)
4.4	灭火花电路	(262)
4.4.1	阻容灭火花电路	(263)
4.4.2	压敏电阻灭火花电路	(264)
4.5	电话继电器线圈设计的基本知识	(265)
4.5.1	安匝的确定	(266)
4.5.2	继电器线圈的电阻和匝数的关系	(267)
4.5.3	填充度	(270)
4.5.4	继电器线圈的设计	(274)
本章小结		(279)
习题四		(281)
第五章 共电式电话交换原理		(285)
5.1	共电交换机的接续过程及主要性能	(285)
5.1.1	接续过程	(285)
5.1.2	基本性能	(286)
5.2	共电交换机的元器件	(287)
5.2.1	接线元件	(287)
5.2.2	信号元件	(289)
5.2.3	转换元件	(290)
5.3	电话交换机的供电桥路	(292)
5.3.1	单桥式供电电路	(293)
5.3.2	双桥式供电电路	(295)

5.4 共电交换机电路原理	(296)
5.4.1 用户电路	(296)
5.4.2 先导灯电路	(298)
5.4.3 夜铃电路	(300)
5.4.4 塞绳电路	(300)
5.5 复式交换机的概念	(305)
5.5.1 采用复式交换机的原因	(305)
5.5.2 复式交换机的接续概念	(305)
5.5.3 复式塞孔的测忙方式	(307)
5.6 电话局蓄电池正极接地的原因	(312)
本章小结	(314)
习题五	(316)
第六章 步进制自动电话交换原理	(317)
6.1 步进选择器	(317)
6.1.1 旋转型选择器	(318)
6.1.2 上升旋转型选择器	(321)
6.2 步进制交换机的接续原理	(327)
6.2.1 10门步进制自动交换的接续概念	(327)
6.2.2 100门步进制自动交换的接续概念	(330)
6.2.3 预选器的采用	(332)
6.2.4 分组与选组	(334)
6.3 步进制市话局的中继方式	(338)
6.3.1 单局制步进市话局的中继方式	(338)
6.3.2 多局制市话网的中继方式	(342)
6.4 单元电路	(347)
6.4.1 自由旋转电路	(347)
6.4.2 测试电路	(351)

6.5 本局用户间正常接续简化电路	(354)
6.5.1 主叫摘机听到拨号音	(354)
6.5.2 主叫拨第一位号	(357)
6.5.3 自由旋转和测选空闲下级机键	(359)
6.5.4 拨号脉冲的转送和终接器上升、旋转 ..	(360)
6.5.5 测试被叫忙闲、向被叫用户振铃	(362)
6.5.6 被叫摘机应答、双方通话	(364)
6.6 步进制交换机的监视信号设备	(369)
6.6.1 监视信号设备概况	(369)
6.6.2 主要监视信号的基本电路	(370)
本章小结	(376)
习题六	(378)
第七章 纵横制自动电话交换原理	(380)
7.1 间接控制的概念	(380)
7.2 纵横接线器	(381)
7.2.1 纵横接线器的结构和工作原理	(382)
7.2.2 接线器的符号表示法	(390)
7.3 组群的基本概念	(391)
7.3.1 单级组合连接	(391)
7.3.2 多级组合连接	(394)
7.4 用户级组群	(397)
7.4.1 用户级组群的特点	(397)
7.4.2 HJ921型机的用户级组群	(397)
7.5 选组级组群和记选级组群	(403)
7.5.1 选组级组群	(403)
7.5.2 记选级组群	(405)
7.6 纵横制交换机的中继方式	(407)

7.6.1	采用集中控制的中继方式	(407)
7.6.2	采用分级控制的中继方式	(409)
7.6.3	采用分级联合控制的中继方式	(410)
7.7	HJ921型机的分品连接	(422)
7.7.1	SL在YBX纵单位上的分配	(423)
7.7.2	SL和各种入中继电路在ZAX纵单位上的 分配	(424)
7.7.3	ZBX出线场的分配及ZBX出线至各方向 的分品连接	(427)
7.8	单元电路	(430)
7.8.1	分配器电路	(430)
7.8.2	互斥电路	(439)
7.8.3	C线测试电路	(442)
7.9	本局用户间正常接续简化电路	(444)
7.9.1	呼出接续	(445)
7.9.2	号码接收	(472)
7.9.3	呼入接续	(487)
7.9.4	用户通话及通话电路的复原	(534)
本章小结		(538)
习题七		(543)
第八章 电话局的附属设备		(551)
8.1	配线架	(551)
8.1.1	总配线架 (MDF)	(551)
8.1.2	中间配线架 (IDF)	(553)
8.2	保安设备	(554)
8.2.1	避雷器	(555)
8.2.2	热线圈和熔丝管	(559)

8.2.3 保安器的连接和保安器排	(561)
本章小结	(563)
习题八	(564)
第九章 话务理论基础	(565)
9.1 话务量	(565)
9.1.1 话务量的概念	(565)
9.1.2 话务量的特性	(573)
9.1.3 话务量的调查和计算	(576)
9.2 呼损系统线群的计算	(584)
9.2.1 线群的概念	(584)
9.2.2 全利用度线群的呼损计算	(589)
9.2.3 线群的利用率	(594)
9.2.4 部分利用度线群的计算	(596)
9.3 两级链路系统的呼损计算	(613)
9.3.1 链路系统的描述	(613)
9.3.2 呼损计算的原理	(616)
9.3.3 全利用度两级链路系统的呼损计算	(619)
9.3.4 部分利用度链路系统的呼损计算	(632)
9.4 局间话务流量的计算	(641)
9.4.1 吸引系数法	(642)
9.4.2 双因子变换法	(645)
9.5 各级机键和中继线数目的计算	(649)
9.5.1 话务量的递减	(649)
9.5.2 步进制机键计算	(651)
9.5.3 纵横制局间中继线数的计算	(658)
9.5.4 HJ921型纵横制局间中继线计算用图和 简化公式	(661)

本章小结.....	(664)
习题九.....	(666)
附录 I 爱尔兰呼损公式计算表——巴尔姆表的使用	(670)
附录 II 部分利用度线群计算表.....	(673)
附录 III HJ921和HJ941选组级全利用度线群计算表	(675)
附录 IV HJ921和HJ941选组级部分利用度线群计算 表.....	(680)
附录 V HJ921和HJ941小线群中继线计算表	(685)
附录 VI 塑包塑隔局内电缆芯线排列及其色谱	(687)

第一章 概 述

电话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和节省了时间。

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，这样就应在电话通信中装设电话交换机来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设备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、功能及结构等技术问题。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。本课程为学习电话交换技术打下基础。

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所示。

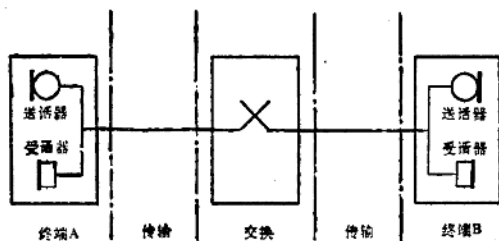


图 1-1 电话通信系统示意图

从电话通信系统示意图可知，电话通信系统由终端设备、传输线和交换设备三大部分所组成。

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。电话终端设备的其他功能主要是产生用户状态的信号和建立接续的选择信号。

传输线 它是传送电信号的线路。传送电信号可以用有线传输；也可以用无线传输。电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传送到远方。

交换设备 交换设备根据主叫用户终端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，此电信号经传输线和交换机送至终端B的受话器，受话器收到电信号后就把它转换为声振动，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，除了一对电话终端进行固定连接（这称为专线或对讲线）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：

一、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这一响度的声能。一个人讲话，其语言所发出来的能量经过测量约为：

低声谈话	10^{-8} 微瓦
平常谈话	10 微瓦
高声呼叫	10^3 微瓦

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 1~10 微瓦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，进入人耳的声音大小用声音强度（简称声强）来表示。声强是指每秒沿声波传播方向垂直通过单位面积上的声能，它的单位可写成瓦特/（厘米）² = 10^6 微瓦/（厘米）²。人耳能听到的声强范围是 10^{-10} ~ 10^2 微瓦/（厘米）²，送入人耳的最好声强为 10^{-6} 微瓦/（厘米）²。因此，在收听电话时，送入受话器的电功率在 1 微瓦以上时，就可以听到足够大的声音。

常用的炭精送话器，在声能转换为电能时有放大作用（见第三章），按平时谈话时的声音送入炭精送话器后，炭精送话器可送出 1 毫瓦（即 10^3 微瓦）的电功率。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。如上一段所述，受话器只需要 1 微瓦的功率就可以了，因此，经过电话通信系统所允许的最大净损耗不得超过 $10 \lg \frac{10^{-3}}{10^{-6}} = 30$ 分贝 (dB)。

在复杂的电话通信网中如何保证通话的响度，这将在第二章 2.4 节内详述。