

现代通信网络技术系列

电话通信网与交换技术

张曙光 李茂长 编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

电话通信网与交换技术 / 张曙光, 李茂长编. —北京:
国防工业出版社, 2002.6
(现代通信网络技术系列)
ISBN 7-118-02777-4

. 电... . 张... 李... . 电话网—基本
知识 存储程序控制电话交换机—基本知识
. TN916

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第006775号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

开本 787 × 1092 1/16 印张 16 1/2 376千字

2002年6月第1版 2002年6月北京第1次印刷

印数: 1—3000册 定价: 23.00元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

编者的话

本书围绕电话通信和交换的基本概念，着重介绍了电话通信网、程控交换技术、信令系统等知识，同时也介绍了电话学的基础知识。为了适应通信技术的发展，本书还介绍了交换新技术和电信新业务的有关内容。

全书共分7章：第1、2章主要介绍电话通信和交换的基本概念，包括绪论、自动电话机等内容；第3章介绍电话通信网的基本概念以及一些相关问题；第4章介绍程控交换技术，着重介绍程控交换机的组成、数字交换原理、呼叫处理基本原理等；第5章介绍信令系统，着重介绍我国国标规定的随路信令和7号信令；第6章介绍话务基本理论和交换系统服务标准；第7章介绍交换新技术和电信新业务，使读者对电话通信、交换技术特别是程控交换技术的发展现状和发展趋势有一定的了解，扩展一些眼界。

本书可作为电信高等院校的教材或教学参考书，也可作为通信技术人员的函授、培训教材或自学参考书。

本书第1章、第2章、第3章3.1～3.4节、第5章5.1～5.2节、第6章6.1～6.2节由李茂长编写，第3章3.5～3.8节、第4章、第5章5.3节、第6章6.3节、第7章由张曙光编写。全书由张曙光统稿。由于时间和水平有限，书中难免有谬误之处，敬请读者批评指正。

编者

内 容 简 介

本书围绕电话通信和交换的基本概念，着重介绍了电话通信网、程控交换技术、信令系统等知识，同时也介绍了电话学的基础知识。为了适应通信技术的发展，本书还介绍了交换新技术和电信新业务的有关内容。

全书共分7章。第1、2、6章主要介绍电话学的基础知识，包括绪论、自动电话机、话务基本理论和交换系统服务标准；第3、5章主要介绍电话通信网和信令系统；第4章介绍程控交换技术；第7章介绍交换新技术和电信新业务。

本书可作为电信高等院校的教材或教学参考书，也可作为通信技术人员的培训教材或自学参考书。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 电话通信系统的组成	1
1.2 电话通信的基本要求	2
1.3 电话技术发展简介	3
1.4 电话交换的概念	5
1.5 电话交换系统的分类	8
1.6 程控交换机的新业务	13
第2章 自动电话机	17
2.1 自动电话机的基本组成	17
2.2 自动电话机的类型及命名方法	17
2.3 按键式双音频话机	22
2.4 卡式话机	23
2.5 电话机专用部件	25
2.5.1 送话器	25
2.5.2 受话器	28
2.5.3 按键发号盘	29
2.5.4 振铃器	30
2.5.5 叉簧	30
第3章 电话通信网	31
3.1 电话网的结构	31
3.1.1 电话网的基本结构	31
3.1.2 市内电话网	32
3.1.3 本地网	33
3.1.4 长途电话网	34
3.2 电话网的发展	40
3.3 编号计划	41
3.3.1 本地网的编号	43
3.3.2 国内长途网的编号	46
3.3.3 国际电话编号	47
3.4 电话网与智能平台	48
3.4.1 实现电话新业务的方式	48

3.4.2	利用智能平台提供的电话呼叫卡业务	49
3.4.3	智能平台的联网	50
3.5	电话网的传输标准	52
3.5.1	传输标准的产生	52
3.5.2	参考当量及其分配	53
3.6	数字同步网与网同步	56
3.6.1	网同步的基本概念	56
3.6.2	数字同步网的结构	57
3.6.3	各级时钟进网要求	59
3.6.4	滑动指标的分配及传输系统	60
3.7	电话网的网路管理和控制	62
3.7.1	网路管理的主要内容	62
3.7.2	我国网管系统的结构	62
3.7.3	网管系统的数据和信息	63
3.7.4	网络的控制	63
3.8	电信管理网	64
3.8.1	电信管理网的概念	64
3.8.2	电信管理网的功能	65
3.8.3	电信管理网的应用	66
第 4 章	程控交换技术	67
4.1	程控交换机的基本组成	67
4.1.1	程控模拟交换机的硬件组成	67
4.1.2	程控数字交换机的硬件组成	69
4.1.3	程控交换机的软件组成	77
4.1.4	软件设计语言	82
4.2	数字交换原理	86
4.2.1	时隙交换的基本概念	86
4.2.2	复用器和分路器	86
4.2.3	时间接线器和空间接线器	88
4.2.4	数字交换网络	90
4.3	程序控制基本原理	97
4.3.1	呼叫接续过程及状态迁移	97
4.3.2	呼叫处理程序的结构	99
4.3.3	呼叫处理有关的数据和表格	99
4.3.4	呼叫处理基本原理	102
4.4	程控交换的操作系统	113
4.4.1	功能与组成	113
4.4.2	实时处理和多重处理	114
4.4.3	程序的执行管理	117

4.5	程控交换系统的控制机构	124
4.5.1	对控制机构的要求	124
4.5.2	控制系统的结构方式	125
4.5.3	备用方式	127
4.5.4	控制系统的可靠性	128
4.5.5	控制系统的处理能力	131
4.6	程控交换机的故障处理和管理维护	133
4.6.1	程控交换机故障处理的一般过程	133
4.6.2	程控交换机的管理维护	135
第5章	信令系统	138
5.1	概述	138
5.1.1	电话信令的基本概念	138
5.1.2	信令的分类	139
5.2	随路信令	141
5.2.1	线路信令	141
5.2.2	记发器信令	147
5.3	公共信道信令	153
5.3.1	公共信道信令的概念	153
5.3.2	7号信令的结构及功能	154
5.3.3	7号信令的信令单元	157
5.3.4	7号信令电话用户部分	160
5.3.5	7号信令与综合业务数字网和智能网	164
5.3.6	信令网	167
第6章	话务基本理论和交换系统服务标准	173
6.1	话务量	173
6.1.1	话务量的概念	173
6.1.2	话务量的特性	176
6.1.3	影响话务量的因素	177
6.1.4	话务量与BHCA的关系	177
6.2	呼损的计算	179
6.2.1	线群的概念	179
6.2.2	全利用度线群呼损的计算	181
6.2.3	部分利用度线群的呼损计算	182
6.2.4	线群的利用率	183
6.3	服务质量和 服务标准	185
6.3.1	服务质量与服务等级	185
6.3.2	接续质量的有关指标	185
6.3.3	呼叫处理性能有关指标	187
6.3.4	可靠性与可用性有关指标	188

第 7 章	交 换 新 技 术 与 电 信 新 业 务	190
7.1	ATM 交换技术	190
7.1.1	ISDN 的演变	191
7.1.2	ATM 的基本概念	192
7.1.3	ATM 交换的基本原理	195
7.1.4	ATM 交换机的组成	199
7.1.5	向 ATM 交换过渡的策略	205
7.2	IP 交换技术	206
7.2.1	IP 交换的基本概念	206
7.2.2	IP 交换的关键技术	207
7.2.3	IP 交换机的特点	208
7.2.4	IP 交换技术的发展	209
7.3	光 交 换 技 术	210
7.3.1	光交换的优点	210
7.3.2	光交换的基本方法	211
7.3.3	光交换的控制设备	213
7.4	移动通信中的交换技术	214
7.4.1	蜂窝状移动电话网的结构	214
7.4.2	移动电话交换机的结构和特点	216
7.4.3	移动电话程序控制原理	219
7.4.4	公用电话网与移动网和无线寻呼的互通	222
7.5	几种电信新业务介绍	227
7.5.1	电话智能网业务	228
7.5.2	语音信箱业务	233
7.5.3	电话信息服务业务	237
7.5.4	可视电话业务	240
7.5.5	会议电视业务	240
7.5.6	因特网 (Internet) 业务	242
7.5.7	IP 电话业务	245
附录	爱尔兰呼损表	251
参考文献		253

第1章 绪 论

1.1 电话通信系统的组成

电话通信系统的基本任务是提供从任一个终端到另一个终端传送话音信息的路由，这一系统必须包括终端设备、传输设备、交换设备三个部分。

在电话通信系统中，终端设备就是电话机。尽管电话机的制式多种多样，但终端设备的基本功能都是在用户发话时将话音信号或话音信号兼图像信号转换成电信号，同时将对方终端设备送过来的电信号还原为话音信号或话音信号兼图像信号。另外，终端设备还具有产生和发送表示用户接续要求的控制信号功能，这类控制信号如用户状态信号和建立接续的选择信号等。固定电话网的终端设备与移动电话网的终端设备在技术上有较大的差别。

传输设备是指终端设备与交换中心以及交换中心到交换中心之间的传输线和相关的设备。传输设备根据传输媒介的不同分有线传输设备和无线传输设备。所传输的电信号既可以为模拟信号，也可以为数字信号。利用传输设备可以将电信号或光信号传送到远方。

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。连接主被叫之间电路的交换工作有时要经过多级才能完成。交换设备有各种不同的制式，但相互之间通过接口技术能够协调工作。

图1.1表示出电话通信系统最简单的原理。

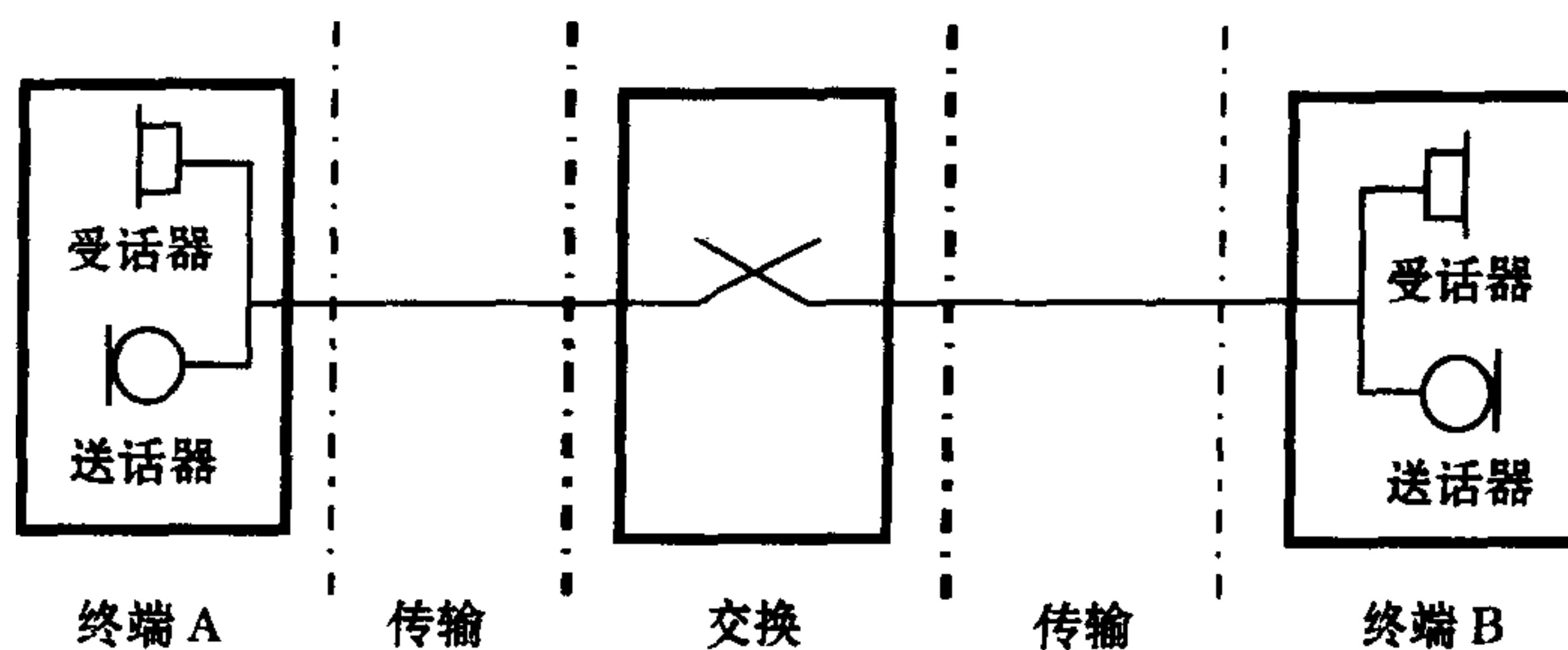


图1.1 电话通信系统最简单的原理示意图

电话通信的基本原理如下：

当主叫用户在终端A的送话器前讲话时，声波通过空气振动作用在送话器上，使送话电路内产生相应的电信号，产生的电信号又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成为声波振动，声波通过空气振动传到被叫用户耳朵。如果是被叫用户讲话，主叫用户收听，则终端B的送话器将被叫用户话音通过送话器转

换为电信号，传输到终端A，还原为声波振动空气而被主叫用户所听到。可见，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。对可视终端而言，则是图像信号在发送端过转换为电信号，经过传输系统和交换系统后，接收端再将电信号转换为图像信号。

综上所述，电话通信具有以下几个特点：

(1) 电话通信是电话用户之间的话音或话音兼图像通信，它由交换系统建立，属于点到点的通信。

(2) 在电话通信中，除采用专线或对讲线固定连接一对电话终端外，用户通话都需经过交换设备进行连通。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，才能使这对电话用户进行通话。

(3) 电话通信属于双向通信。因为，电话通信既要把主叫端的话音信号传送到被叫端，又要把被叫端的话音信号传送到主叫端。

1.2 电话通信的基本要求

电话通信的最基本功能是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，电话通信系统中的终端设备、传输设备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，人们在进行面对面交谈时，如果讲话人的声音太小，对方就听不到或听不清楚。同样，经过电话通信系统传送后的话音信息，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：

低声谈话 $10^{-3} \mu W$

平常谈话 $10 \mu W$

高声呼叫 $10^3 \mu W$

人们打电话时总希望能够像平时与别人交谈那样，不必高声呼叫，因此，要求电话机的送话器接收 $1 \mu W \sim 10 \mu W$ 的功率能可靠地工作。

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

老式话机中常用的炭精送话器，在声能转换为电能时有放大作用。而对电磁式送话器、压电陶瓷送话器和驻极体送话器来说，则要在电话机中装置放大电路，以达到输出功率的要求。我们要求送话器可送出 $10^3 \mu W$ 的电功率，受话器只需接收 $1 \mu W$ 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：

$$10 (\lg 10^3 / 1) = 30dB$$

有关交换设备中如何保证不超过允许的最大净衰耗，将在后面的章节中叙述。

2. 要有适当的清晰度

电话通信系统为了保证用户接收到声音的足够响度，可用限制全程净衰耗的办法来

解决；而保证声音的清晰程度，则要求电话通信系统必须能够传送适当宽的频率范围。

据实验，人类语言的基本频率范围为80Hz ~ 1200Hz，但在语言中除基本频率外，还包含着比基频高的各种频率。实验告诉我们，如果没有其他因素（如噪声）对语声的影响，把语言频带限制在200Hz ~ 7000Hz，可以完全不影响语声的清晰度。

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与发话端所发音节总和的百分比。

人与人之间的电话通信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，就称做单词或句子的可懂度。由于单词是有规律的音节的组合，而句子又更有其规律性，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，单词的可懂度可达到70% ~ 80%，句子的可懂度可达到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，最理想的是把语音中的200Hz ~ 7000Hz频带全都从发话端送到接收端。但这样做的结果是使电话通信系统中的各种设备成本提高，从而使电话通信难以普及。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达到电话通信的基本要求了。

由实验可知：电话通信系统传送300Hz ~ 2700Hz时，音节清晰度为92%；传送300Hz ~ 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均为300Hz ~ 3400Hz。

3. 减小听觉的疲乏和消除声音的掩蔽现象

传输质量不同，终端设备技术参数不同，给打电话的人的感觉会产生差别。有些电话使用起来，用户会产生听觉疲乏现象。电话通信是传递电话用户之间的语言信息，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3s ~ 5s才能逐渐恢复常态。听觉疲乏现象的存在，要求设计电话机电路时要采用消侧音电路以减少听觉的疲乏。

当两个不同响度的声音同时进入人耳时，强音能压倒弱音，这种由于另一个声音的存在，影响人耳收听电话中传来声音的现象，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，要求电话机应安装在安静的场所。例如，装在电信营业厅的电话机，应装在电话隔音间内；又如，人工交换室内应该按声学要求采取措施。

1.3 电话技术发展简介

电的发现，为电话的发明创造了基础。

电话出现前，电报技术已经实用。19世纪上半叶，以美国纽约新大学美术教授莫尔斯发明的电报装置最具有代表性，此后，电报通信被广泛用于航海业。人们知道，当用户拍发电报时，先把电文变成信息，再通过电报线路以 $3 \times 10^5 \text{ km/s}$ 的速度传到远方。然而，就是如此之快的速度，久而久之，人们对电报的传输也产生不满情绪。因为草拟一份最简单的电报稿，也需要查阅电码本。拟好电报稿，必须交给报务员，由他依次传递。如果遇到优先发送的电报，普通电报就得往后推。尽管以最快的速度把电报发送出去，但等到回

电，往返一次也要花费很多时间。因此，当时在欧洲，已经有人提出将人们说的话直接通过导线传送到对方的设想。

为了电话的问世，很多科学家在实验室里做过无数次实验。

1854年，法国的查尔斯·布素尔提出用活动磁盘的通话原理，并进行了相关的实验。

1857年，意大利的梅乌齐·穆西也发明了简易的电话装置。

1860年，德国的菲利普·赖斯利用他发明的电话装置第一次将一曲旋律用电发送了一段距离。他把这个装置叫作“Telephone”，即为“电话”。这一名词就这样沿用了下来。

1875年，有两个美国人在研究电话传输的方法，一位是伊利沙·格雷，另一位是亚历山大·格雷厄姆·贝尔。他们互不相识，更没有什么来往。

格雷是美国芝加哥的一位发明家和制造商。他发明的电话与赖斯的差不多，但在发送器的薄膜上有所改进。格雷制作的电话接收器同他于1874年7月在英国和1875年7月在美国获得专利权的电报接收器相似。1876年2月14日，格雷向美国专利局申请要求在一年内停止审批关于电话机的专利。他希望争取时间把已经研制成功的电话机再作进一步改进，并提出在三个月内他将申请这一专利。然而，格雷仅仅晚去了专利局几小时，就使电话发明与他失之交臂。

1875年6月，贝尔与他的助手在波士顿从事研究多工电报机时，受一个偶然事故的启发，研制出了新的电话机，经过一段时间的实验和改进，最初的样机得到完善，贝尔于1876年2月14日向美国专利局申请专利权。贝尔比格雷早去了几小时。美国专利局于1876年3月7日将这一专利权授予了贝尔。1876年3月10日，贝尔用他发明的装置，第一次发送了一句完整的话。世界许多国家的电信部门因此将3月10日作为电话发明的纪念日。

最初电话机的通话质量是很差的，自爱迪生发明炭精送话器后，电话通信质量得到了很大的提高。

综上所述，电话的发明是科学技术发展的必然。电话的发明是法拉第等科学家创建的电磁感应理论的具体应用。没有电磁感应理论的出现，就没有电话的发明。

最早的电话机，里面装有一部手摇曲柄发电机，也称磁石式发电机。由手摇发电机向对方发出振铃信号，由本机的干电池组给送话器供电。这种电话机称为磁石式电话机。

1886年前后，又发明了共电式电话机。这种装置不再使用手摇发电机和干电池，而是共同由电话局供电。从磁石式电话机发展到共电式电话机是一个重大的进步，它不仅使电话机的结构简单、造价降低，而且方便了使用。

仅有电话机只能使两个用户相互间进行电话通信。要使更多的用户都能进行相互间的通信，就必须要有有一个交换设备。各个用户与交换机相连，由交换机解决任意两个用户之间的电话通信。

1878年，世界上第一台人工磁石式交换机开通使用。

1891年，人工共电式交换机发明并开始实用。

人工电话使交换机的容量受到极大限制。另外，人工电话通信需要主被叫间的通话均经过人工话务台，使用户感到十分不便。1889年美国堪萨斯州某个殡仪馆的老板史端乔，因发现电话接线员总是将他的业务电话接到他的竞争者那里，于是决心发明一种自动电话交换设备。

1892年，史端乔发明的世界第一台商用步进制自动电话交换机安装使用。

1905年，旋转制自动电话交换机研制成功。

1913年，全继电器制交换机研制成功。同年，美国科学家提出纵横接线器的原理。

1919年，纵横制小型交换机制造成功。

1926年，世界第一台大型纵横制电话交换机在瑞典投入使用。

由于自动交换技术和设备的进一步完善，1956年5月29日，在比利时布鲁塞尔和法国巴黎之间，开通了世界第一个全自动电话业务。

20世纪40年代，电子元件刚产生并得到发展时，人们就注意到研究采用晶体管作开关元件的问题。到了50年代，电子式布控自动电话交换机在一些国家研制成功。

随着计算机技术及大规模集成电路的发展，计算机技术在电话交换领域得到了广泛的应用。1965年，第一台程控电话自动交换机在美国开通使用。

1970年，法国首先研制成功数字程控交换机。

目前，程控电话交换技术成为电话通信的主要技术手段。我们在最后一章还将介绍交换新技术发展的一些情况。

从以上电话技术发展的简要过程我们可以看到，电话技术的发明和发展与以下条件是必不可少的：

（1）电磁理论的发现是电话技术发明的基础，各种电子技术的进步（如电子管、晶体管、集成电路的出现）都不同程度地影响了交换技术的进步和发展，计算机技术又为程控交换技术的出现准备了条件。

（2）科学技术工作者抓住科学技术发展中的机遇，经过孜孜不懈的努力。

（3）产品价格能够被人们接受，产品就能进行商业化生产，该技术就能得以推广。

1.4 电话交换的概念

除了对讲电话外，电话通信网应能够保证任何用户都能对电话网内所有其他用户建立电话通信，这就要依靠电话交换机为每一个用户建立呼叫连接。当任意一个用户需要与电话网中任意另一个用户通话时，交换机就将他们接通；通话完毕后，就予以拆线。采用电话交换机后，每一部电话机都只需用一对传输线与交换机连接，而不需要许多对线与不同的用户相连接。因此，交换机的作用在于能够将任意两个用户连接起来，并进行有效的通话。

图1.2（b）表示了电话用户与交换机之间的连接关系。而如果没有交换机，图中的用户要能够相互通话就得进行如图1.2（a）所示的连接，不仅线路费用大，而且在具体接线时很困难，因为每个用户要与除它之外的所有用户一一连线。

电话交换机分人工和自动两大类。如图1.3所示是人工电话交换机的示意，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5号用户，其接续过程如下：

1号用户向交换机发出呼叫信号，交换机上的1号用户呼叫信号灯亮。话务员看到呼叫灯亮，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用户号码“5”号，话务员将呼叫塞子插入被叫用户5号的塞

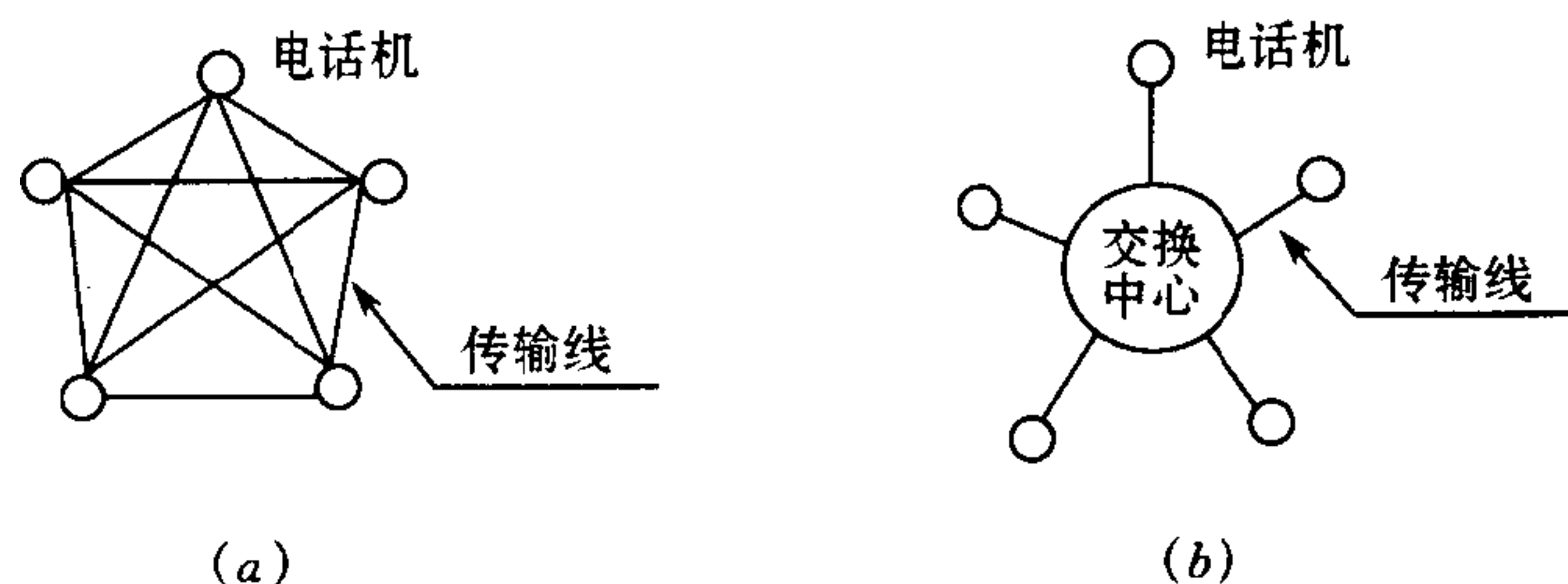


图1.2 交换机作用示意图

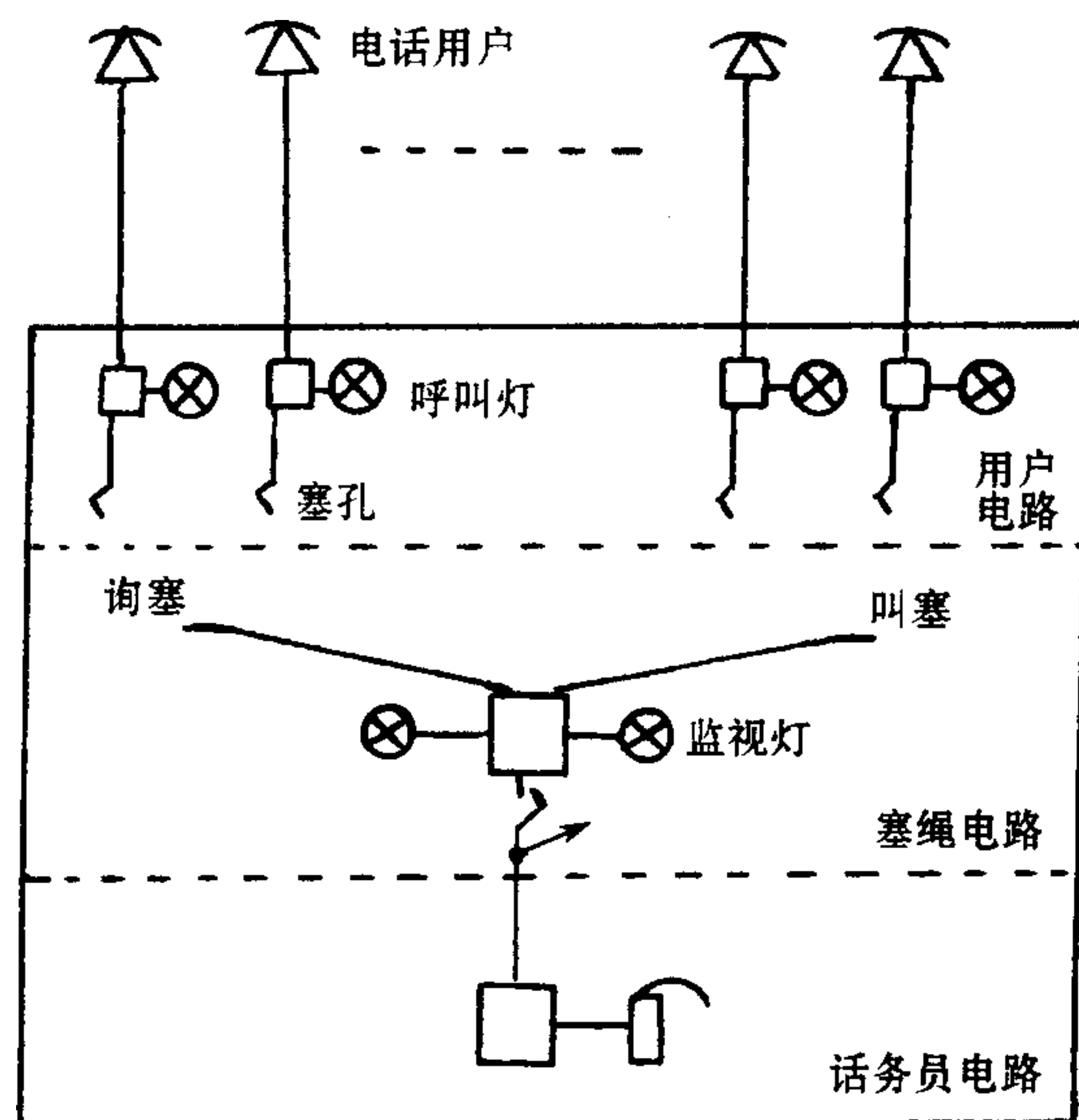


图1.3 人工电话交换机示意图

孔，随后向5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，两个用户就可通话。通话完毕后，用户挂机发出话终信号，交换机上的话终信号灯亮，话务员拆线。

从人工电话交换机的接续过程可知，建立和拆除通话连接均须要由话务员完成。话务员的工作大致可分为三个方面，即：

(1) 观察。

观察就是巡视各种信号灯的亮、灭（或其他指示的动作），如上例中的呼叫信号灯亮表示该用户摘机呼出，话终信号灯亮表示这对塞子所连接的用户通话已经结束。人工交换机除有可见的信号灯外，还有可闻的铃声等。

(2) 思维。

思维是话务员用脑分析，例如话务员按照主叫用户需要的被叫号码，在众多的塞孔中寻出被叫用户塞孔等工作，辨别不同位置的信号灯表示的不同信息。

(3) 操作。

操作是话务员用手进行工作，例如插塞、拔塞、扳电键等工作。

这三个方面的工作是依靠人的眼、耳、脑和手来完成的。由于有人参与交换和接续工作，因此，可以使人工电话交换机的本身结构和电路比较简单。

在自动电话交换机的接续工作中，连接两个用户的工作，是由主叫用户话机上发出的选择信号控制自动电话交换机的动作来完成。目前自动电话机上发送选择信号的部件一般为按键式拨号盘。

自动电话交换机的基本接续过程如下：

主叫用户摘机呼出后，立即启动用户电路，自动交换机进行相关的识别工作，并为主叫用户连接好一个收号设备，同时向主叫用户送出拨号音。主叫用户听到拨号音后就可拨打被叫用户号码（即发出选择信号）。交换机收到被叫用户号码信号后，就控制交换网络选到被叫用户。交换机能自动测试被叫用户的忙闲，如被叫用户空闲，则向被叫用户送振铃电流和向主叫用户送回铃音；如果被叫用户忙，则向主叫用户送忙音。被叫听到铃响摘机应答后，自动停止振铃，两用户即可通话。通话完毕挂机后，交换机自动拆线。

在自动电话交换机中，是采用扫描来替代话务员的观察，用逻辑电路或处理机的运算和分析来替代话务员的思维，用机械接点或电子门来替代话务员的操作，从而实现自动为用户完成交换接续任务。

图1.4是集中型自动交换机的示意图，图1.5是自动电话交换机的接续流程图。

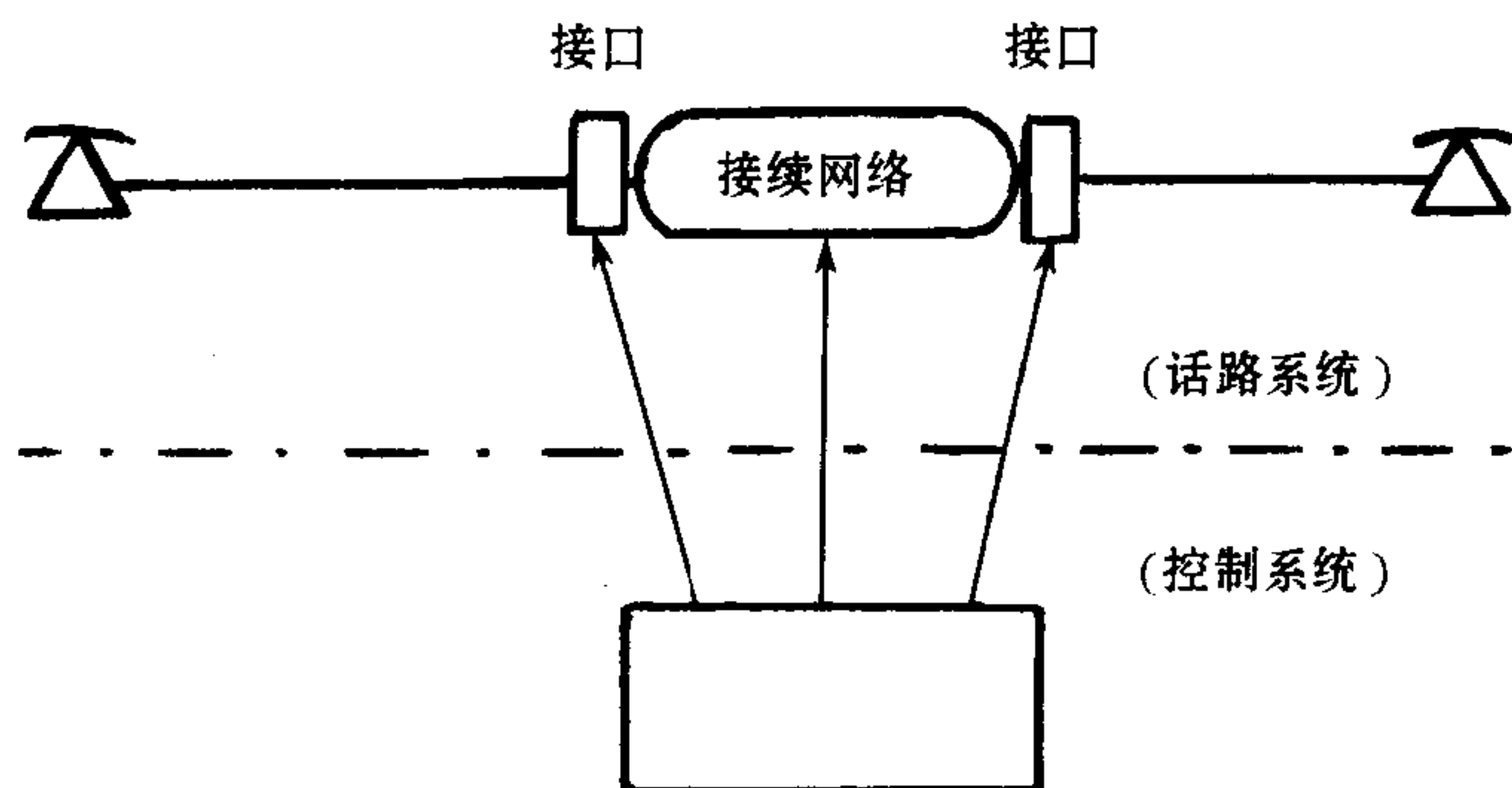


图1.4 集中型自动交换机示意图

从上述完成一次通话接续过程可知，自动电话交换机与电话相互配合，交换机至少应具备以下基本功能：

（1）自动电话交换机应能及时发现用户的呼叫信号，在寻找空闲收号设备同时，并向用户发送出拨号音。

（2）交换机应能正确接收电话机送来的选择信号，并根据此选择信号来完成与被叫用户的连接。

（3）交换机应能识别被叫用户的忙闲。当被叫用户空闲时，向被叫用户振铃和向主叫用户送回铃音；如果被叫用户忙（即被叫用户处于摘机状态），向主叫用户送忙音。

（4）交换机应能及时发现被叫用户摘机应答信号，被叫一经摘机应答，立即切断送向被叫用户的铃流及送向主叫用户的回铃音，同时建立主叫用户与被叫用户之间的通话连接。

（5）通话完毕用户挂机后，交换机能及时识别，并立即拆除这对用户之间的连接通路。

实际使用的自动电话交换机除了应具备上述功能外，还有很多其他功能，例如计费功能、自动测试功能、故障显示功能和告警功能等等。

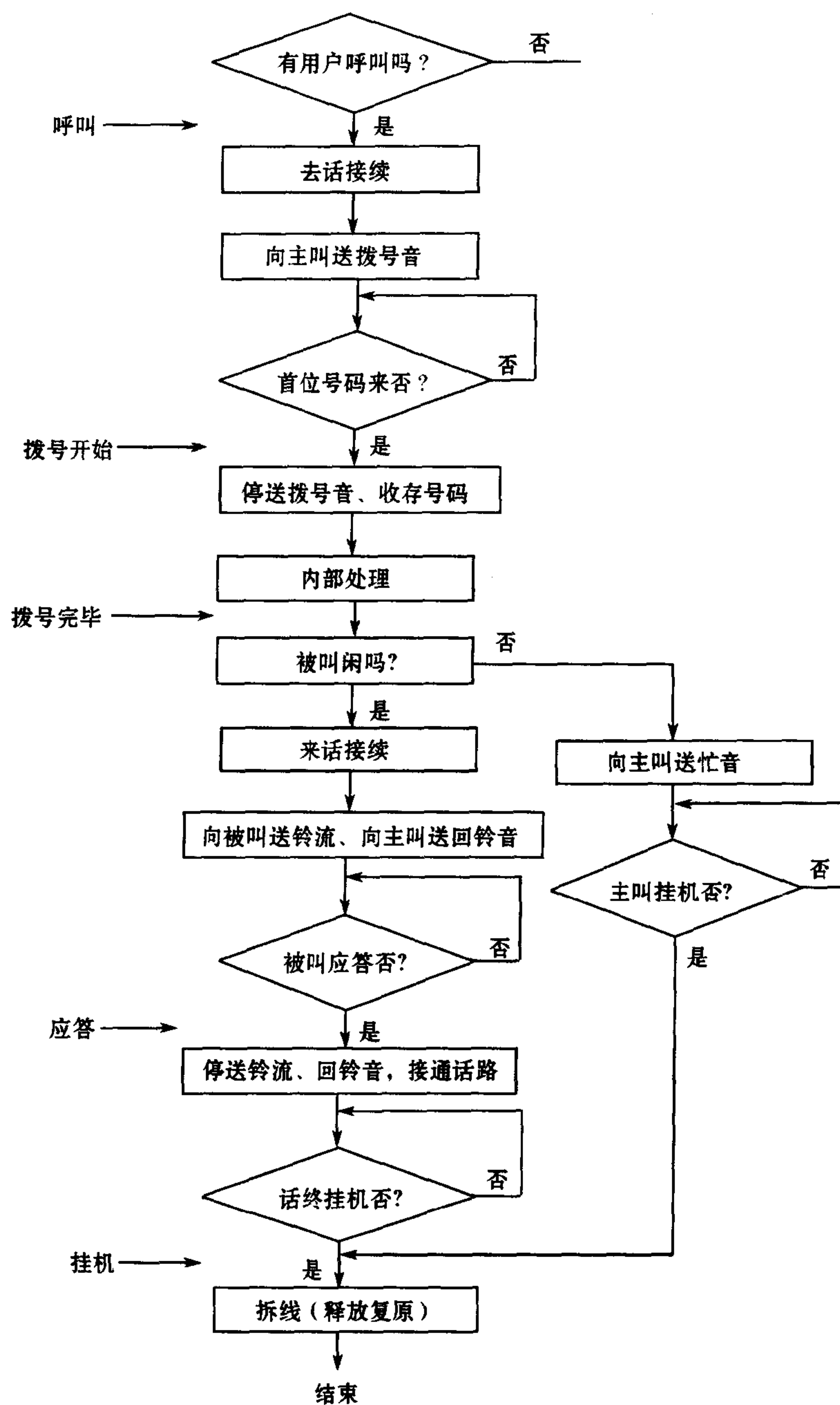


图1.5 自动电话交换机的接续流程图

1.5 电话交换系统的分类

电话交换机有许多不同的分类方法。按照服务的范围，可分为市话交换机、长途交换机、用户交换机等；按照接续的方式，可分为人工交换机和自动交换机，其中人工交换机又

可分为磁石式和共电式；按照组成的元件，可分为机电式和电子式；按照控制系统，可分为布线逻辑控制方式和存储程序控制方式；按照接续的控制方式，可分为直接控制方式和间接控制方式；按照交换的话音信号，可分为模拟交换和数字交换等等。下面从不同角度进行简要的叙述。

1. 人工电话交换机

人工电话交换机接续过程中的接线、拆线等动作完全由话务员人工操作来完成。

人工电话交换机按用户通话电源的供给方式，又可分为两种：

(1) 磁石式交换机。

与磁石电话机相连接，用于完成磁石电话机用户之间的交换接续工作。用户通话所需直流电源分散在各用户电话机中，且磁石电话机中备有手摇发电机向交换机发出呼叫或话终信号。

(2) 共电式交换机。

与共电电话机用户连接，用于完成共电电话机用户之间的电话交换工作。各用户话机中所需的直流电源，集中由电话交换局提供，话机呼叫交换机采用环路信号，取消了手摇发电机。图1.3即为共电式交换机示意图。

2. 自动电话交换机

在自动电话交换机中，交换接续过程的选线、连接和拆线等动作完全由交换机自动完成，不需要人工参与工作。

自动交换机的制式很多，最具代表性的有以下几种：

(1) 步进制。

步进制交换机采用步进选择器作为接续机键，机键依赖上升和旋转两种电磁铁的吸动，使弧刷产生上升和旋转运动。由于它的电磁铁的动作直接受用户话机拨号脉冲控制，故步进制交换机也称为直接控制式交换机。步进制交换机按机键结构又可分为两种程式：

1) 史端乔式。

史端乔式步进制交换机是最老的一种自动电话交换机，它采用上升、旋转和复原三个电磁铁的选择器。

2) 西门子式。

西门子式步进制交换机采用上升和旋转两种电磁铁的选择机键。

图1.6是步进制电话交换局的某用户呼叫被叫用户456789的中继方式示意图。

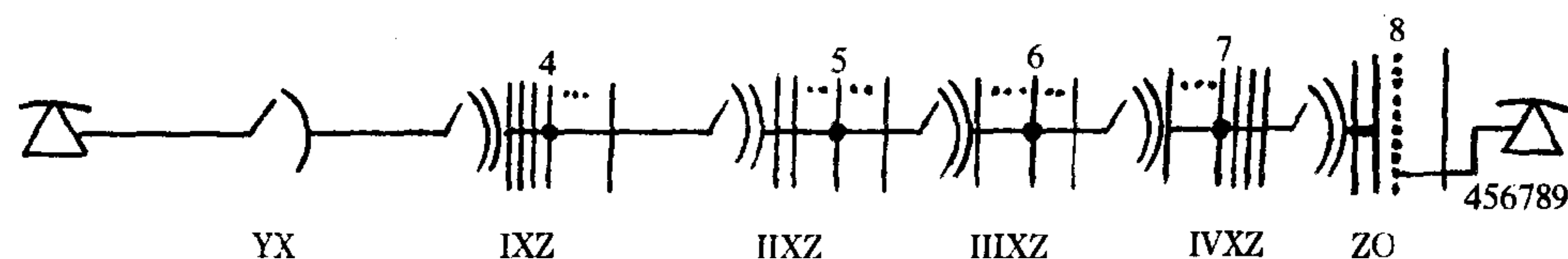


图1.6 步进制电话交换局的中继方式示意图

步进制交换机的主要部件有预选器、选组器及终接器。每个用户都有一个预选器，用户摘机呼叫，其预选器自动选择一个空闲的选组器，当用户拨出一个号码，相应的选组器就会自动上升到相应层，并自由旋转寻找一个空闲的下一级选组器。步进制用户的十位