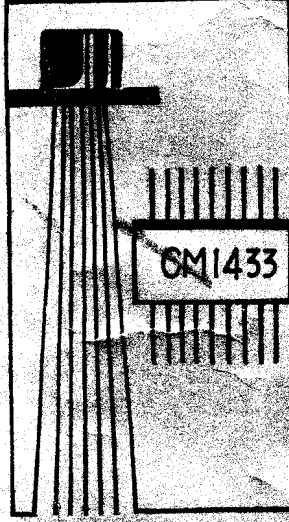
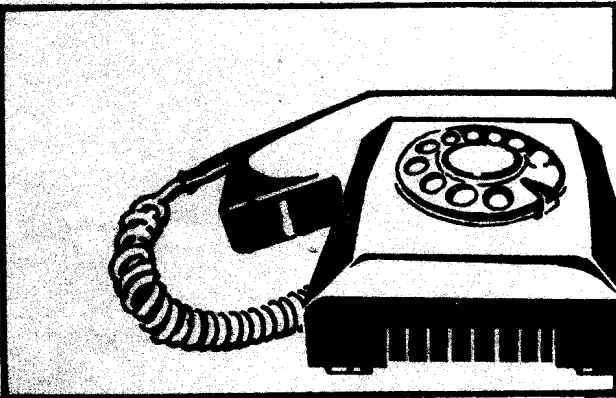
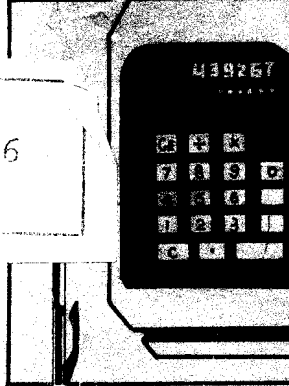




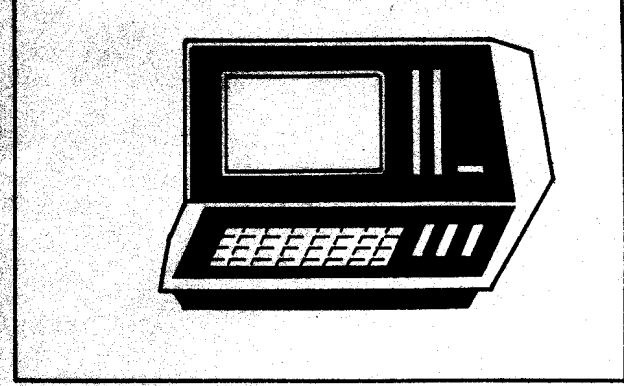
通信技术业务
知识丛书



SHINEI DIANHUA
JISHU ZHISHI JIANGZUO



16



内 容 提 要

本书原为作者在北京电信局干部技术业务学习讲座上的讲稿，出版前又作了一些补充与修改。全书共分七讲，概略地讲述了市内电话的发展史、纵横制自动电话交换机、电子交换机，并简要介绍了脉冲编码传输系统和光纤通信等新技术的知识，最后还叙述了电话网路及话务量的概念。

本书适合通信部门的领导干部、管理人员及从事市内电话工作的技术工人，阅读参考。

通信技术业务知识丛书
市内电话技术知识讲座
陈光璞 等编著

•
人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
河北省邮电印刷厂印刷
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 1983年2月第一版
印张：5 20/32 页数：90 1983年2月河北第一次印刷
字数：128千字 印数：1—19,500册

统一书号：15045·总2661—市346

定价：0.63元

出版说明

全国科学大会发出“广泛地普及科学文化知识，提高全民族的科学文化水平”的号召后，全国各地的通信部门都积极开展学习技术业务的活动。我们出版《通信技术业务知识丛书》的目的，就是为了帮助通信部门的领导干部和广大职工学习通信技术业务知识，为早日实现四个现代化服务。

这套科学普及读物，大部分取材于各通信单位的技术业务讲座。考虑到通信部门领导干部和职工的工作需要，在内容上，除与一般科普读物一样，着重讲解一般原理概念，力求通俗易懂，深入浅出外，并适当地对所介绍的某些通信技术进行技术与经济上的分析和介绍国外的发展概况。

一九八二年三月

目 录

第一讲 电话的诞生和发展	陈光璞
一、电话的诞生	(1)
二、交换技术的发展	(6)
三、传输技术的发展	(24)
四、用户设备的发展	(29)
五、从几项统计数字看电话的发展	(34)
第二讲 纵横制自动电话交换机	陈益超
一、纵横制自动电话交换机的特点和与步进制交换机的比较	(37)
二、纵横制电话交换机的元器件	(42)
三、纵横制交换机的中继方式和接续过程	(50)
四、纵横制交换机的组群方式	(58)
五、纵横制交换机与步进制交换机的配合问题	(63)
第三讲 电子交换	时振泽
一、控制方式的演变	(67)
二、接续元件的改进	(71)
三、“空分制”与“时分制”	(74)
四、新的业务性能	(76)
五、电子交换机的工作原理	(81)
六、数字交换	(87)
七、公共信道	(95)
八、旧有设备的改造	(99)
第四讲 脉冲编码传输系统	王宏志
一、PCM的发展和应	(101)

二、PCM的基本概念	(107)
三、脉冲编码调制通信的全过程	(118)
第五讲 光纤通信	马云光
一、概述	(120)
二、激光光导纤维通信原理	(122)
三、光纤通信系统的重要组成部分	(123)
四、光纤通信系统的应用	(140)
五、结束语	(143)
第六讲 电话网路	楼彦厘
一、网路的结构	(144)
二、编号制度	(148)
三、信号制度	(153)
四、网路的改造问题	(155)
第七讲 话务量	时振泽
一、什么是“话务量”	(158)
二、怎样调查话务量	(160)
三、话务分析	(168)

第一讲 电话的诞生和发展

一、电话的诞生

1. 电话的发明

电话——指利用电的方法传送人的语言信息的一门通信技术科学的总和，包括利用电传送语言信息的各种设备的设计、制造、安装和使用知识。电话是整个通信技术科学发展历史的长河中，积累许多人在有关的工业发展条件下，在长期劳动实践中逐渐产生的，同电报、无线电等在二十世纪中飞跃发展的通信科学一样，绝不是哪个天才发明家一个人的发明。

人类很早就开始了一种语言远距离传递工具的艰苦探索工作。19世纪中期，随电的开始应用于生产，出现了最初的“电磁式电报通信”。从这里人们也看到了通向“远距离传送声音语言”的指路碑，电磁电极应用的实践，自然给人们提出了是否能为早期电报一样利用电路接点断续开闭方法，以传送语言信号的启示。

早在1854年法国人C·布索就曾提出过这种设想。在此基础上，以后一二十年内有人作过这样的实验研究，其中如德国P·莱斯就试制过一种以电路接点开闭方法传声的设备如图1.1所示，结果并未能使用。莱斯以后又有许多人制作过所谓“电气传声器”，虽然都没有实用，但却为许多后继者指明了可行的道路。十九世纪七十年代中，又有不少人继续作这方面的努力，才发现利用电路的简单开闭方法并不能传送人类语言频谱中极为丰富的成分，只有利用受语音振动控制的连续电

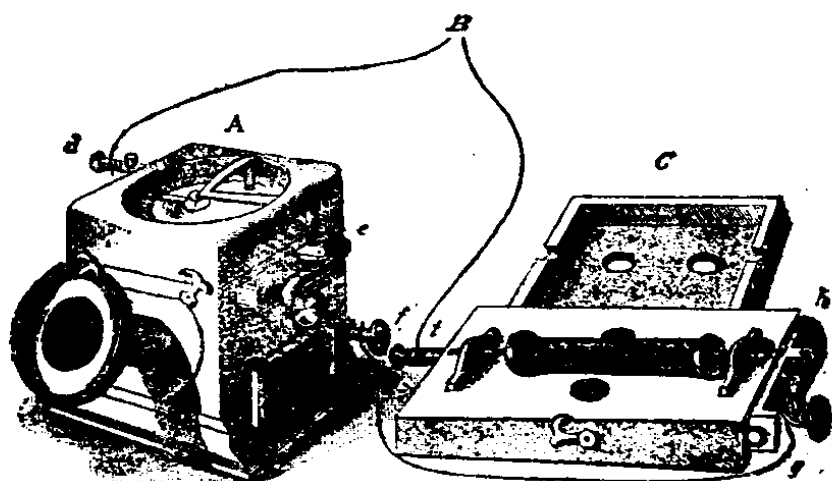


图 1.1 莱斯的原始“电话机”的模型

流，才能传送变化丰富的人类语言。

19世纪后半期，有个叫做 A · G 贝尔的人设想出一种把声音振动变成电流变化的方法。

贝尔，全名为亚历山大·格雷厄姆·贝尔 (Alexandel Graham Bell)，1847 年出生于苏格兰。父亲和祖父都从事聋哑人的教育工作。他的父亲曾经按照人们讲话时嘴唇和舌头在口腔中的位置画成示意图，叫做“可见语言”，用来教会聋人“看懂”别人的讲话。贝尔的父亲所作的努力，对贝尔的影响很深。年轻时代的贝尔曾在一个男校教语言课，工余时间研究声学。从而他得到启发，想要装置一种通过电线传送语言的设备，为此必须找出一种能把声音振动变成电流变化的方法。

1875年3月贝尔到华盛顿拜访当时美国著名的电学家约瑟·亨利，他向亨利讲了他的设想以后，向这位科学家请教是把他的设想发表让别人实现还是由自己解决这个问题，亨利回答他说：“你已经有了一个伟大发明的理想，自己干吧”！贝尔说他要解决设备结构上的问题需要有电的知识，而自己却缺乏这些知识。这位科学家就鼓励他说：“学吧”！直到他的电磁式电话制成以后，贝尔还回忆起亨利说的“干吧”！“学吧”！这两句话对他的鼓励。

贝尔与亨利谈话以后回到波士顿，得到电学家马斯·华生的帮助，他们协同工作。贝尔和华生开始做实验时，是利用当时已发明的电报机设备。当时华生在波士顿做“调音电报”的实验，“调音电报”的接收机由一个电磁铁和一片振动片组成，使用时用振动片上的一个调节螺丝仔细调节，将发出的声音调到一定音调的声音频率上。贝尔作了反复实验，从而联想到，既然这种装置能发出某一种音调的声音，当然也可以发出所有频率的声音，甚至语言的声音。贝尔和华生又经过反复试验，于是提出了图1.2的原始设计。

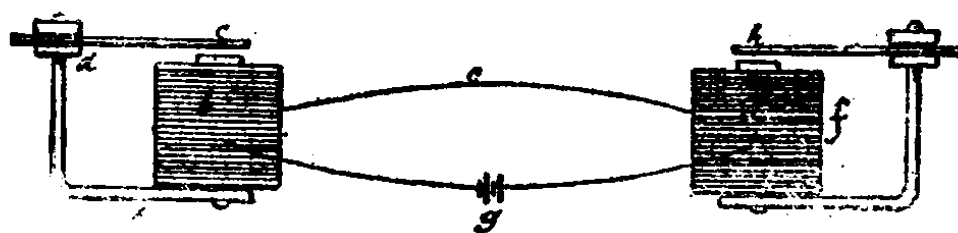


图 1.2 贝尔利用调音电报收报机作的原始电磁电话的设计
A, I 轭铁及铁心 b, f 线圈 c h 振动片 C 导线 g 电池

1875年夏贝尔和华生日以继夜地工作。贝尔画出草图如图1.3所示,由华生安装。他们把电线穿过几个房间，一次又一次耐心地实验，希望能使讲话的声音通过电线从一端穿过几个房间传到另一端，这时已制成如图1.3的原始模型。

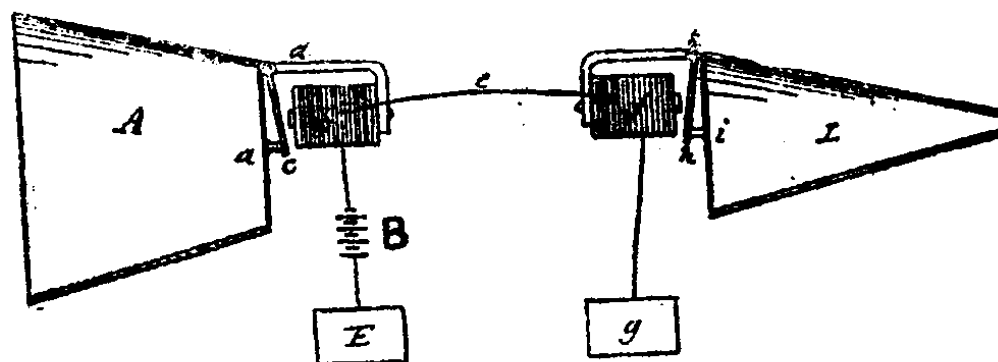


图 1.3 贝尔设计的原始的电磁式电话机草图
A 助声筒（送话） I 助声筒（受话） b, f 电磁铁 a, i 振动膜
c, h 推杆 e 传送线 B 电池 E, g 接地片

1876年3月10日做实验时，华生突然从他们的电话实验装置中，听到了在另一个房间里的贝尔的呼声：“华生你来，我有事找你”！虽然相隔不远，但是贝尔的声音却不是从空中穿过墙壁传来的，而是通过电线传到华生一方的“接收器”而听到的。这就是有史以来，通过电话机和电线传出的第一句人类的语言。这就是最初的“电磁式电话”。

两年后，他们又在波士顿到纽约之间试验了长达200英里（约300公里）的长距离通话。

贝尔制成电磁式电话之后，很快即开始实用并迅速发展。1880年左右在美国就已经有48000部电话投入使用。又过了三十年（到1910年）美国使用的电话已达700万部，增长了约140倍。到1922年，在美国使用的电话又猛增到2100万部，又增长了三倍。现在全世界的电话机已4亿部，平均每十人约有一部电话机。电话已成为人们日常不可少的通信工具

1922年8月20日，75岁的贝尔与世长辞了。在他葬礼期间，北美贝尔公司的电话都暂时停止通话以表示对这位在电话技术的发展上做过许多先行工作的科学家默哀致敬和怀念。

2. 贝尔制成的电磁式电话及其后的发展

最初贝尔制成的电磁式电话和今天各种各样的新式电话机比较，当然是十分简陋的，效率不高，构造也很简单，只是一个电磁铁上装一个金属薄片（见图1.3）。当说话时，空气振动冲击薄片引起薄片的振动，由于薄片的振动改变铁心与膜片间的磁通，因而产生变化的感应电流，通过电线传到对方的电磁铁，使受话盒线圈上的薄片振动发出声音传入人耳。

象上面所说的，早期的电话机确实是很简陋的，说与听都用同一个电磁铁，它既是送话器又是受话器，所以说的时候不

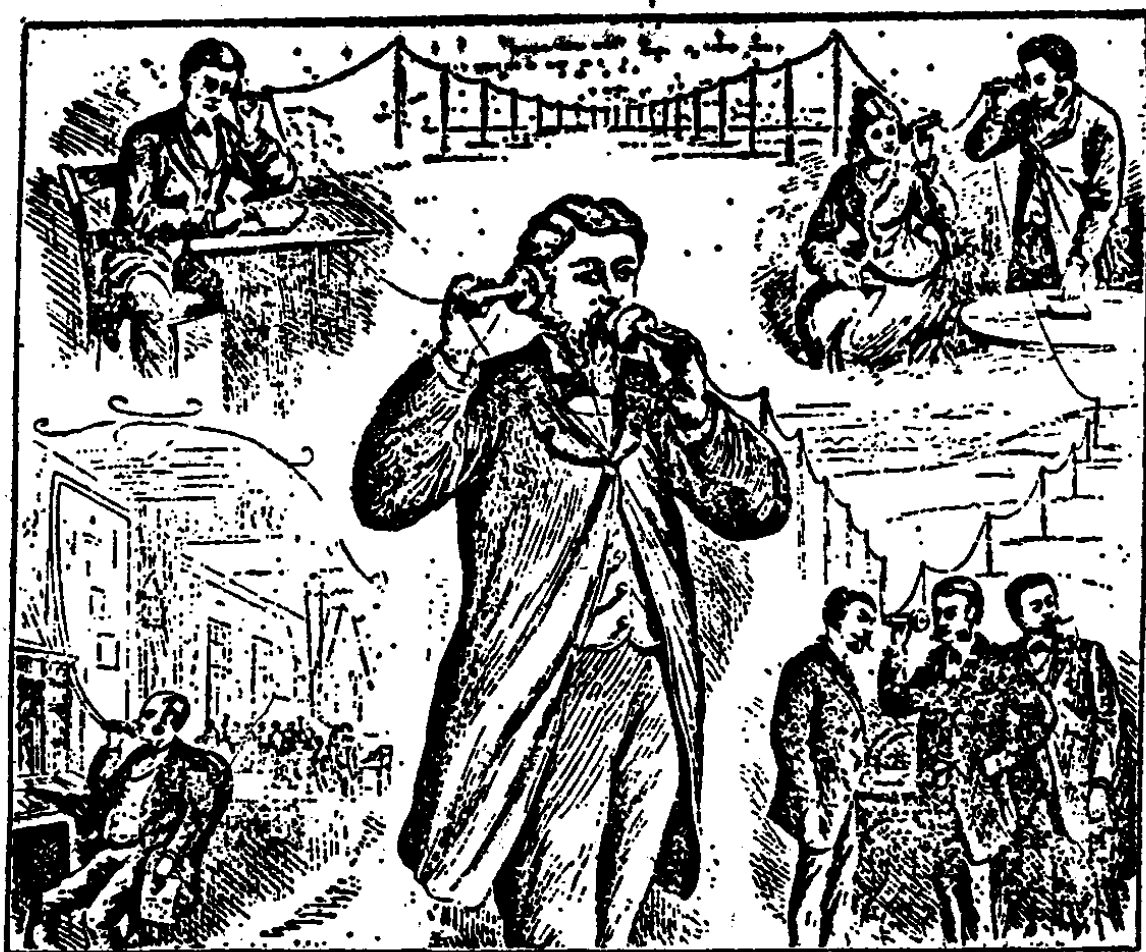


图 1.4 早期的电磁式电话通话情况

能听，听的时候不能说，使用起来很不方便。后来把送话器与受话器分开成为单独的送受话器（如图1.4），但实际上还是构造相同的两个电磁铁各带一个振动片。

以后又经过长期的改进，才出现工作原理和构造都完全不同的送话器和受话器。送话器也有许多改进和演变，先是液体式送话器，后来才有人制成“炭精”送话器，最后逐渐改进才成为今天这样的炭精砂式送话器和一些新式送话器。不过受话器在原理上并没有根本的改变。只是构造设计和制造材料上有了大大的改变。以后又经过许多改进，才把送、受话器装在同一个手柄上，成为今天这样的送受话器（简称“耳机”或“听筒”）。

现在使用的送受话器上的送话器是一个炭精盒，受话器则改用一个U形永久磁铁，上面缠上线圈变成一只电磁铁，在电磁铁上面也有一个金属薄片，当通话电流流入线圈时，随着电流大小的变化，磁铁吸引薄片的力量也时强时弱，于是引起薄片振动发出声音，即由电流变为声波传入人耳。

光有送受话器打起电话来还很不便，因为对方不知道你什么时候要讲话，所以除送受话器之外，还应当有一个手摇发电机，用来振铃，当然还需要一个电铃，以接受对方的呼唤。此外，还要有供通话电流的电池和作为电源开关用的“叉簧接点”等。这样就构成了一部最简单的“磁石式”电话机。现在我们使用的电话机当然要更复杂和完备，但基本上仍不过是上述几个部分。

二、交换技术的发展

1. 磁石式电话交换机 (Magnetic Switch-Board) 又称自给电池交换机 (Local Battery Switch-Board)，故有时简称为LB式

上面所讲的都是两人对讲电话的情况，就象图1.5中那样，1只能与2通话；3只能与4通话；5与6；7与8也是一样。如果1号要与3、4、5、6、7、8号通话就不行了。

为能使许多电话用户中任何一个用户都能与任何另一个用户通话，就需要把这些用户的线路都引到同一地点，在那里有一个电话机的接线设备叫做“交换机”。

1878年美国设计并制成第一台交换机，安装在耶鲁大学附近。它与磁石电话机配合使用，叫做“磁石式电话交换机”，

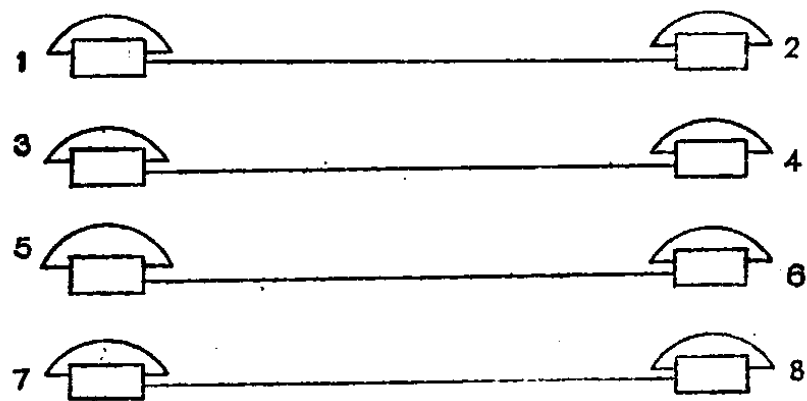


图 1.5 多部电话机通话情况

因为是人工接线，又称为人工交换机。

图1.6为一台50门磁石式电话交换机的立面简图。在交换机上装有按户号码排列的吊牌和塞孔。现假定2号话机的用户要和35号用户讲话，就先摇动话机的磁石发电机，送出信号电流使交换机上的2号吊牌落下，值机话务员看到吊牌落下，将应答塞子插入2号塞孔，询问2号用户要几号电话，用户回答后，将接线用的呼叫塞子插入35号塞孔并摇动交换机上的磁石发电机向35号话机送出振铃电流，35号用户听到铃声，拿起送

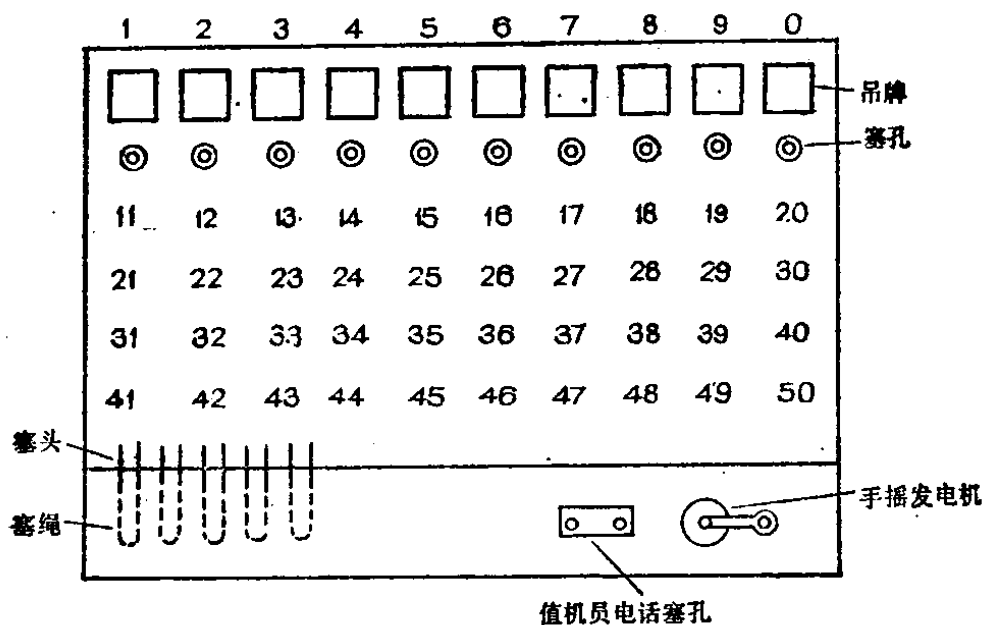


图 1.6 50门磁石式交换机立面简图

受话器即可与 2 号用户通话。

随着电话用户的增加，在一些比较大的电话局，磁石式交换机已不能适应需要。因为一台磁石式交换机只装有100个吊牌和100个塞孔，称为100门交换机，这样的交换机一个话务员接线尚无困难，但是它只能接入100部用户话机。如果有几百部甚至几千部话机要接到交换机里来，一个话务员接线就困难了。此外，磁石式电话还有一些缺点，例如磁石话机要带一对干电池，电用完了还要更换电池，很不方便。打电话时还要用手摇发电机振铃，不论对用户还是对话务员来说都不方便。由于以上原因，磁石式交换机就不适用于用户电话较多的电话局。为解决这些问题，就出现了“共电式电话交换机”。

2. 共电式电话交换机 (Common Battery Switch-Board), 简称为CB式

约于1882年出现了“共电式电话交换机”，这种交换机的容量大大超过磁石式交换机，它可用于有几千个用户话机的电话局。共电式交换机与磁石式交换机的不同，主要是取消了用户话机用的干电池，所有话机的通话电流都集中由局内的蓄电池供给，因此又称“共用电池式”，简称“共电式”；同时振铃用装在各个电话机上的手摇发电机改由局内的信号装置所代替；磁石电话交换机上的吊牌也改为信号灯。共电交换机上还没有“复式塞孔”，几百门直至几千门电话的复式塞孔，如集中在每个话务员面前的交换机立面上，话务员接线时可以选择几千用户中的任一用户接通。大容量复式共电交换机的立面简图如图1.7所示。

复式共电交换机上有两种塞孔：“信号塞孔”和“复式塞孔”。图1.7中复式共电交换机立面上部的塞孔为复式塞孔。

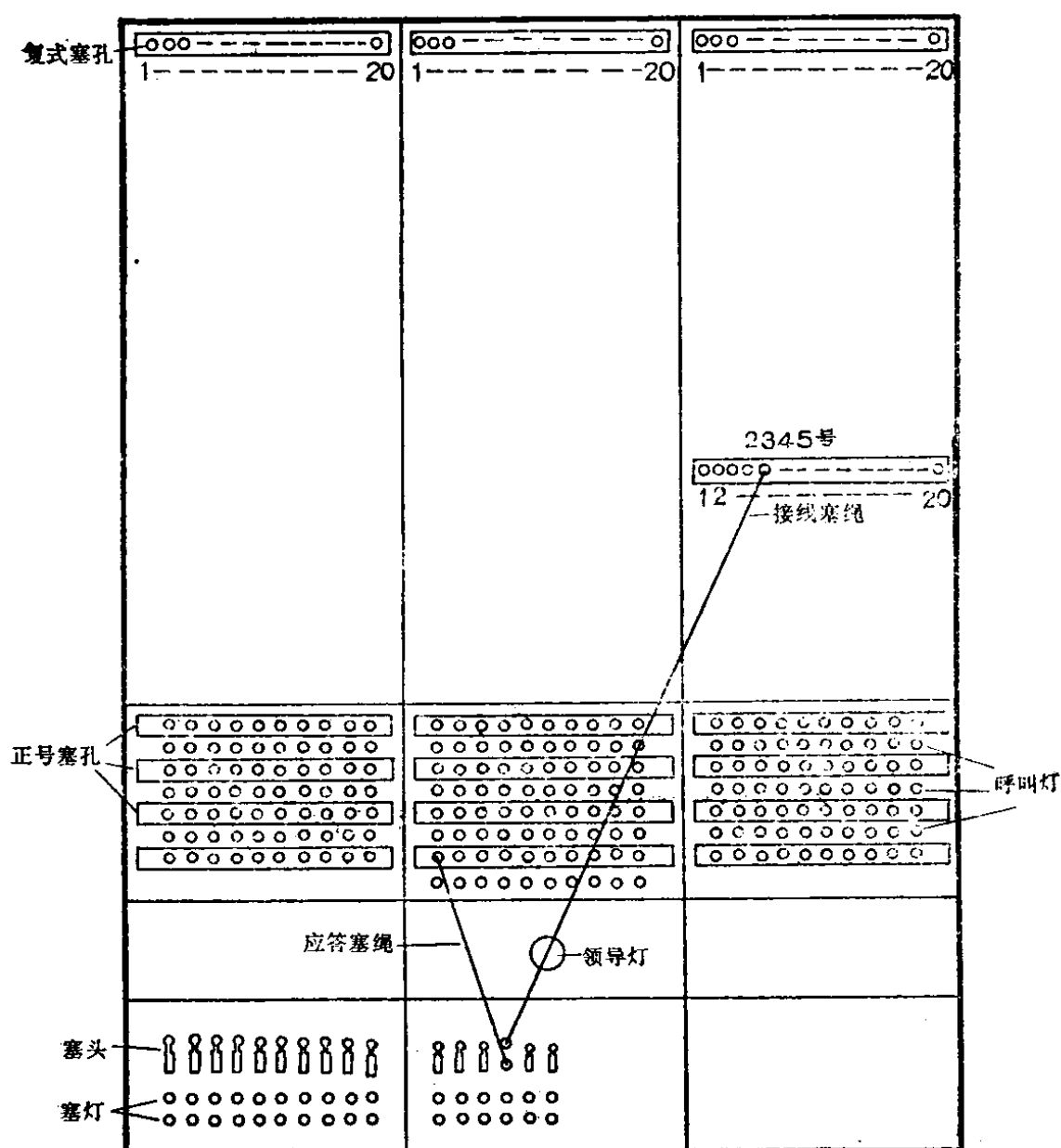


图 1.7 复式共电交换机立面简图

电话局内的共电交换机如果有几个座席式几十个座席，则各个座席的同一号码的复式塞孔都用扁形电缆复连起来，随便在那个座席上都可用塞子插入这个号码的塞孔叫出这个用户。图 1.7 中的共电交换机每个塞孔排有 20 个复式塞孔，例如一个容量为 3000 门的电话局，在每座席前的交换机立面上都需要装 150 个塞孔排。共电交换机立面下部的塞孔是信号塞孔，每个信号塞

孔下面有一个信号灯。每座席上一般装100个用户。

当用户摘下耳机打电话时，话机的叉簧弹起，接通信号灯电路。话务员见到灯亮就知道有某一用户要电话，将应答塞子插入该户塞孔，问清所要的号码。譬如说用户回答要2345号，话务员即用接线塞子碰一碰2345号的复式塞孔，如听不到“喀音”（说明未占线），就插入这个塞孔并推动振铃键送出振铃电流，被叫用户听到铃响摘下耳机即可通话。双方通话完毕挂机后，两个塞灯明亮，话务员知道讲话完毕，拆下接线塞子和应答塞子，塞灯也随之熄灭，一次通话过程完成。

共电交换机与磁石交换机相比，有了很大改进，但毕竟是靠人手接线，所以接线速度较慢，也容易出差错，而且要许多话务员，在人力上也是浪费。

随着社会生产的发展，对通信就要有更高的要求，即要求迅速、准确，人工交换机就显然不适用了。在人工交换机发展的同时，即已有人开始研究试制自动交换机1879年美国康纳利和麦克梯希最初提出一种自动电话交换机的设计，以后百余年中又陆续有多种自动电话交换机出现，现将其中较常见的几种为例介绍其原理和性能。

3. 史端乔式自动电话交换机 (Strowger Type Automatic Telephone Exchange), 简称ST式

1891年美国的阿·勃·史端乔 (A · B · Strowger) 设计成一种二动作五线式自动电话交换机，以后多年中又经其他一些人作了较多的改进，成为通称的史端乔式自动电话交换机，实用于许多国家。当时旋转式拨号盘尚未发明，但基本原理仍相似。

图1.8是一个4位号码电话局的联接方式图，又称为“中继

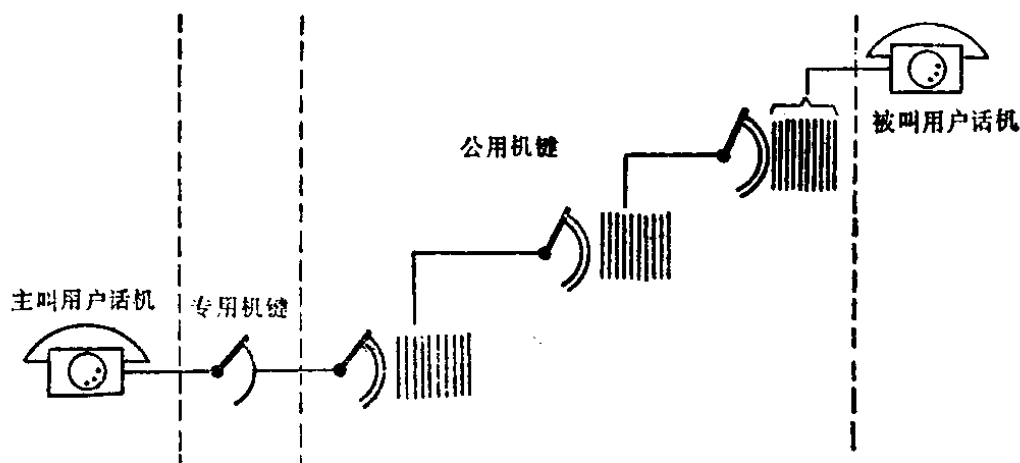


图 1.8 4 位号码自动电话局的中继方式图

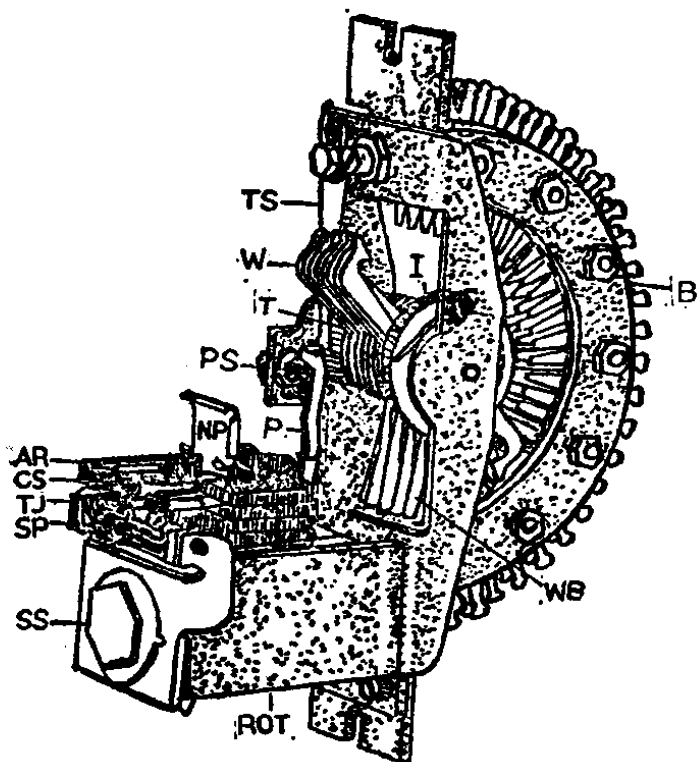
方式图”，表示一个电话向局内各级机键之间的联接方式，如一个城市有两个以上的电话局时，除表明局内各级机键之间的联接以外，还表示局与局之间的联接方式。图中有两类机键，一类是每个用户一个的“专用机键”称为“旋转机键”，通常称为“预选器”（在史端乔制式中，“预选器”旧称为“侍线器”）。如采用两级预选时，即有第一预选器和第二预选器之分。预选器只有一个旋转动作；另一类是“公用机键”——“选组器”和“终接器”（又称“上升旋转机键”）。安装几级选组器要按用户号码多少来决定，如三位号码时，仅装第一选组器即可；四位号码时，就要装第一选组器和第二选组器，号码再多时依此类推。

注：“选组器”在史端乔制式中旧称为“寻线器”。

选组器和终接器都是上升旋转型选择器。选组器有上升和旋转两种动作性能，按某一个号码上升后，即自动旋转选择下一级选组器式终接器。

终接器按十位号码上升，按个位号码旋转最后接到被叫用户，故称为终接器。

无论第一或第二预选器均为旋转型选择器，只有一种旋转



B 接线齿盘 W 接线爪 WB 接线爪刷 T 齿轮
 TS 齿轮弹条 P 旋转爪 PS 爪档 I 指示轮
 ROT 旋转电磁石 AR 接极子复旧弹条 CS 断
 续接点弹条 SP 接极子轴承钉 A 接极子
 SS 接极子动程调整螺丝 TJ 试验插口
 NP 机器号牌 IP 指示针 RPS 旋转爪弹条
 图 1.9 史端乔制旋转机构

动作。由两个继电器和一个“旋转机构”组成旋转机构（见图 1.9）由电磁铁、衔铁、弧刷和线弧所组成。第一预选器线弧一般为三层（即 A、B、C 三线，A、B 为通话线 C 为控制线），分为十步，即有十个“线弧出线”均可接到第一选组器。第一预选器的作用主要是旋转后寻找一个空闲的第一选组器，如果找不到空闲的第一选组器，则旋转到第 11 步，并向主叫用户送出忙音。

选组器均由一个继电器组、一个上升旋转机构和出线为 100 的线弧三部分组成、上升旋转机构（见图 1.10）上有一个主轴、一个上升电磁铁，一个旋转电磁铁，按用户所拨的号码上升后，自动旋转选到下一级的选组器。

第一选组器除线上升后自动旋转选下一级选组器外，还能向主叫用户送出拨号音，如下一级机键无空闲时，还能向主叫用户送出忙音，并供给主叫用户的通话电流。另外，还要向下位机转送脉冲，控制下级机键的动作。它的性能较多，电路也较复杂，所以使用的继电器较多，约用 6 ~ 7 个继电器构成一个继电器组。