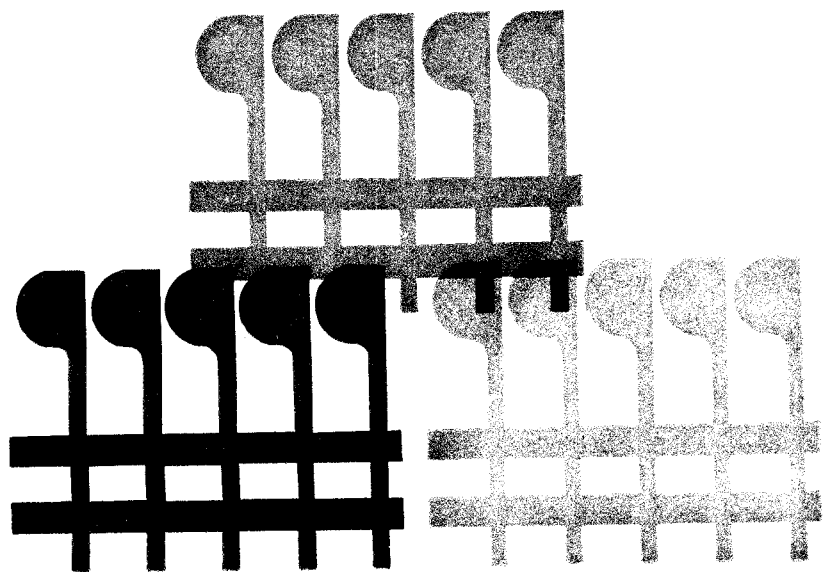


电信技术普及丛书



916.425

程控电话交换机浅说

朱景惠编 · 人民邮电出版社出版

内 容 提 要

本书从什么是纵横制自动电话交换机开始用比较通俗易懂的方式介绍了纵横制电话交换机接通电话的过程、特点，中继方式，纵横接线器的工作原理、组合连接的方法，以及记发器、标志器的基本工作原理。读者通过本书可以对纵横制自动电话交换机建立起初步的概念，有助于进一步阅读有关专业图书或工厂说明书。

本书是纵横制电话交换机的入门性读物。适合开始从事纵横制电话交换工作的工人和干部阅读。

电信技术普及丛书

纵横制电话交换机浅说

朱 景 惠 编

*

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

天 津 市 第 一 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 1978年11月第一版

印张：320/32 页数：58 1978年11月天津第一次印刷

字数：81 千字 印数：1—19,000册

统一书号：15045·总2254—市325

定价： 0.30 元

出版者的话

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，在无产阶级文化大革命的推动下，我国电信事业得到迅速发展。英明领袖华主席提出抓纲治国的战略决策，极大地鼓舞了全国人民的革命热情，决心深入揭批“四人帮”，坚持阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动，为实现四个现代化、赶超世界先进水平贡献力量。在此大好形势下，电信新技术的研究和应用日益得到迅速发展和推广。广大的电信工人和干部迫切要求了解有关的电信新技术知识，以便尽快采用先进技术，加速邮电建设的步伐。为此，我们在有关部门党组织的领导与支持下，依靠广大工农兵群众，依靠革命干部和革命知识分子，以组织三结合编写组为主，在已有基础上陆续出版一套“电信技术普及丛书”。

编写这套丛书的指导思想是：以马列主义、毛泽东思想为指针，努力运用唯物辩证法，密切结合三大革命运动的实际，做到内容正确，概念清楚，深入浅出，通俗易懂，适合具有一些电信基本知识的工人和干部阅读。但限于我们的水平，离这些要求还有不少差距，恳切希望广大读者提出批评和建议。

一九七八年一月

目 录

一、什么是纵横制自动电话交换机·····	1
1.打电话为什么要经过电话交换机·····	1
2.电话交换机是怎样接通电话的·····	2
3.纵横制电话交换机是怎样接通电话的·····	5
4.纵横制电话交换机有哪些主要特点·····	10
二、纵横制电话交换机的接线元件——纵横接线器·····	12
1.纵横接线器是怎样工作的·····	12
2.用什么符号表示纵横接线器·····	22
3.纵横接线器的复接·····	27
三、纵横接线器的巧妙运用——组合连接·····	36
1.先谈谈单级组合连接·····	36
2.简单的两级组合连接·····	38
3.用户呼出选择级组群·····	44
4.用户呼入选择级组群·····	48
5.选组级组群·····	57
四、纵横制电话交换机中继方式·····	66
1.用户小交换机中继方式·····	66
2.1000门市内电话交换机中继方式·····	73
五、“接线能手”——控制设备·····	86
1.控制设备的基本元件——继电器·····	86
2.要知道哪个用户打电话——识别主叫用户号码的位置·····	88
3.怎样找到所需接通的路由——出线、链路的测试和选择·····	95
4.被叫用户号码的记存·····	99
5.怎样接通被叫用户·····	106

一、什么是纵横制自动电话交换机

什么是纵横制自动电话交换机？这是很多通信工作人员希望知道和了解的，那么就让我们从简单的电话交换概念、人工电话交换机和步进制电话交换机接通电话的原理开始讲起，然后再从纵横制自动电话交换机是怎样接通电话的来谈谈什么是纵横制自动电话交换机。

1. 打电话为什么要经过电话交换机

可能有人会这样想，只要把需要通话的两个用户电话机（简称用户）用导线连接起来，就可以通话了，为什么还要经过电话交换机呢？

实际上，并不那样简单，如果只有两个用户通话，那么，直接用一条线（实际上是一对线，为了方便起见，通常称一条



线，图中也用一条线表示）把两个电话机连通，当然是可以的。如图 1·1 就是两个用户直

图 1·1 两个用户直通专用电话 通的专用电话示意图。

但是，当用户数量增多时，如果再用上述直接连通的方法，就出现了问题。假如有 5 个用户，按图 1·2 所示的直接连通情况，不难看出，每个用户连接的线路数为 4 条（5-1），5

个用户共需连线数为 $\frac{5 \times (5-1)}{2} = \frac{20}{2} = 10$ 条。如果有 100 个

用户的话，那么每个用户连线数为 99 条（100-1），100 个用户

共有连线数为 $\frac{100 \times (100-1)}{2} = \frac{9900}{2} = 4950$ 条。由此可见，

随着用户数量的增多，线路数量将急剧地增加。

同时当用户数量超过两个时，又怎样才能使需要通话的用户很快就接通通话，而其他的用户则不接入呢？简单的方法就是把每个用户线路都接到一个公用设备上，由它来完成任意两个用户之间的通话接续。这个公用的设备就是电话交换机。这样连线的方法，每个用户只有一条线路，通过电话交换机，可以同任意一个用户实现通话接续。图 1·3 为 5 个用户经过交换机进行连接的示意图。

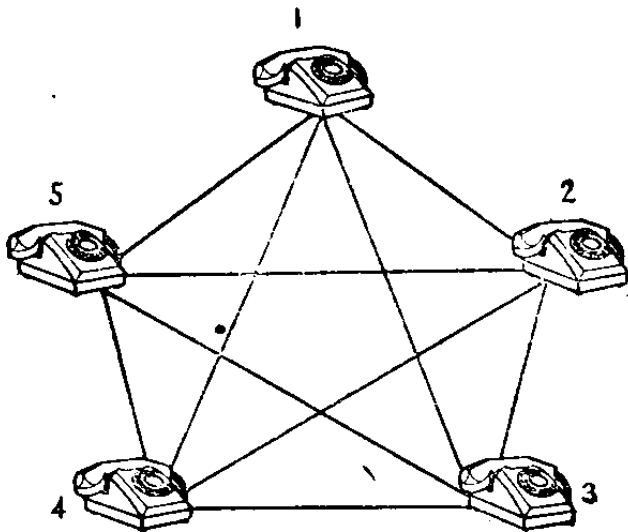


图 1·2 五个用户直接连通

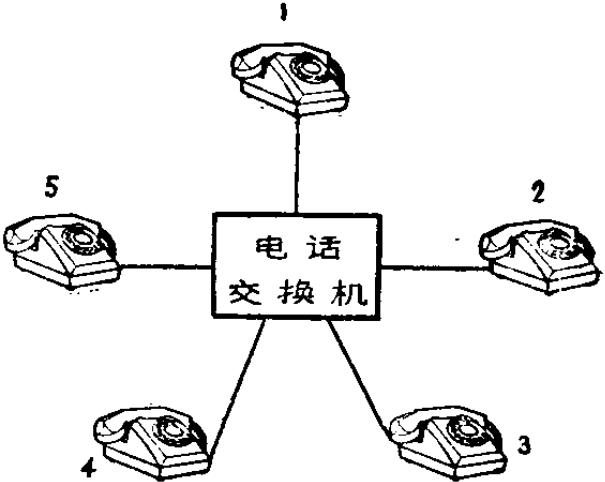


图 1·3 5 个用户经过交换机连通的示意图

2. 电话交换机是怎样接通电话的

最初的电话交换机是人工交换机，如图 1·4 所示。人工电话的交换工作是由话务员来完成的。话务员用塞绳（相当连接通话的直通导线）把两用户连接起来进行通话，因此叫做人工电话交换机。

人工电话的交换过程是这样的。当主叫用户拿起送受话器

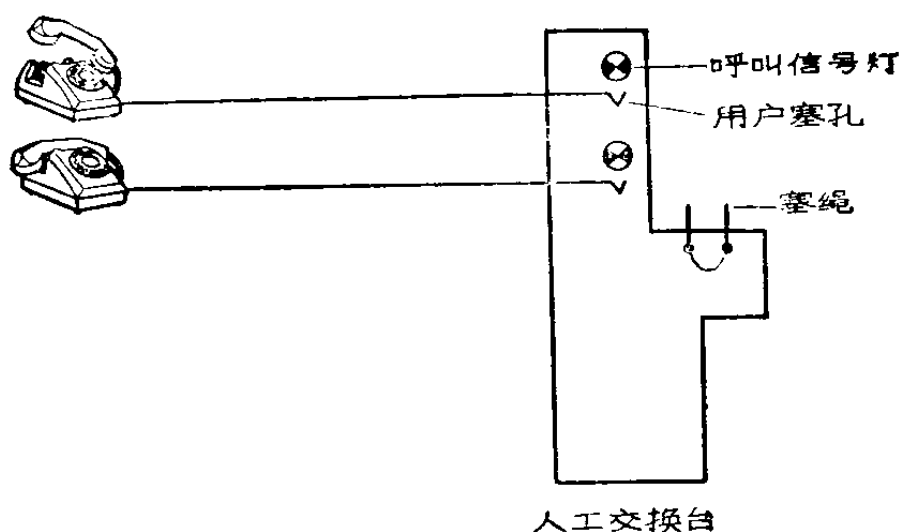


图 1·4 人工交换机示意图

时，交换台上表示该用户呼叫的信号灯亮。话务员见灯亮知道用户需要打电话，于是将一对塞绳一端的塞子（应答塞子）插入该用户塞孔、呼叫灯灭。话务员向主叫用户询问所需被叫用户，然后判明被叫用户话机是否空闲。如被叫用户话机空闲，话务员将该对塞绳另一端塞子（呼叫塞子）插入被叫用户塞孔，并送铃流至被叫用户话机。当被叫用户听到话机铃响摘机应答，即可与主叫用户通话。用户话毕，话务员即可拔塞拆线，一切复原。

人工电话交换机设备简单，价格便宜，但需要人力来接线，劳动强度大，接线速度慢，容量小，后来出现了用机器来代替话务员接线工作的交换机，这就是自动电话交换机。早期的自动电话交换机叫做步进制自动电话交换机。步进制自动电话交换机的示意图如图 1·5 所示。它是利用继电器控制步进选择器一步一步地动作接通电话的。步进选择器是一种电磁机构，它根据用户所拨号码吸动电磁铁，通过传动机构使金属弧刷在主轴上上升、旋转，弧刷在旋转过程中与金属线弧触点相接（线弧触点按十进制原理构成），线弧触点连接到用户线。

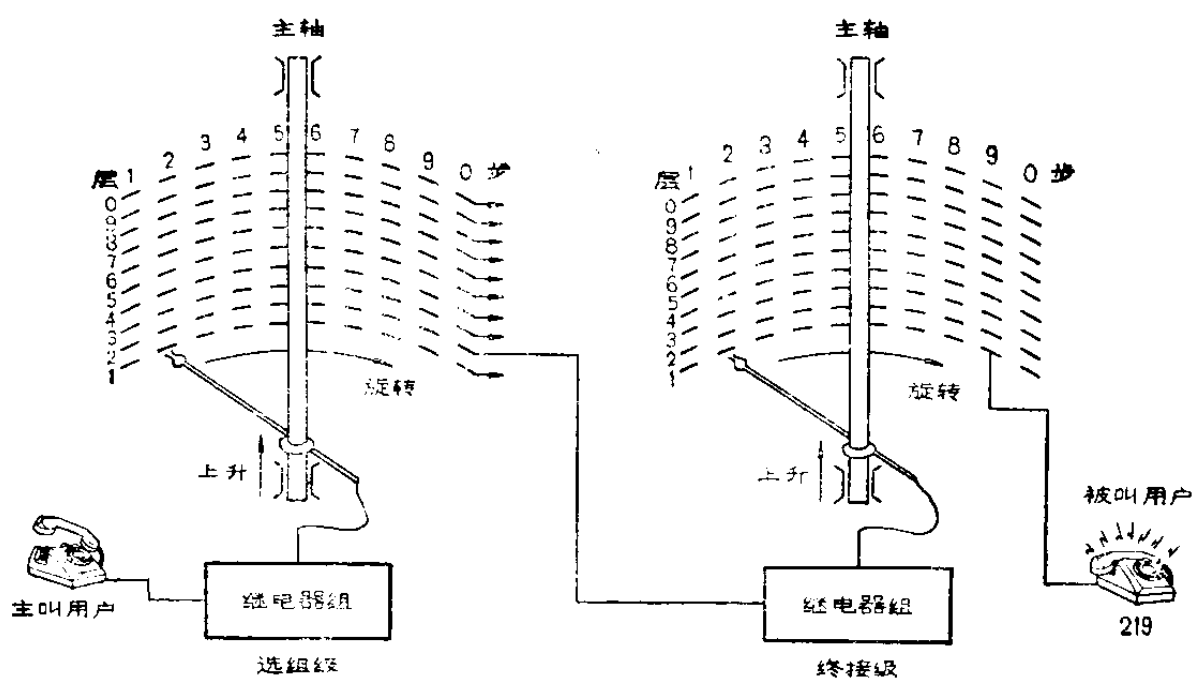


图 1·5 步进制自动电话交换机示意图

当主叫用户需要和214号被叫用户通话时，先拨号码“2”，选组级的选择器弧刷就上升到线弧的第2层，再自由旋转，停在任一空闲的线弧上，经过线弧的引出线选到下一级，这一级（最后一级）叫“终接级”。当用户再拨“1”时，终接级选择器弧刷上升到第1层。用户再拨最后一位号码“4”时，终接级选择器弧刷就旋转到第四步，于是接通号码为214号的被叫用户。用户号码位数增加时，只要相应增加选组级数即可。选组级和终接级的选择器结构基本上是相同的，只不过选组级的选择器是自由旋转，而终接级的选择器是由用户拨号控制旋转的。由于步进制各级选择器的动作，分别由各级的继电器组进行控制，而各级继电器组是受用户拨号盘直接控制的，接续的建立过程在时间上是和主叫用户拨号同时进行的，因此这种交换机叫做直接控制方式的交换机。同时，由于各级选择器都有专用的控制选择器动作的继电器组，所以又叫做分散控制方式的交换机。

步进制自动电话交换机设备比较简单，价格便宜，但存在以下几个缺点：

（1）建立通话接续是靠选择机构的弧刷在线弧上滑动接触的，因而机械磨损大，杂音大，通话质量不高，维护工作量也大；

（2）选择机构工作速度慢，接续速度不快。同时由于采用直接控制方式对电话机拨号盘的性能要求严格；

（3）选择机构的线弧容量是一定的，扩大容量受到一定的限制；

（4）各级选择器都有使专用的控制选择机构动作的继电器组。这种分散的控制方式控制设备只在用户拨号的过程中使用而在整个通话过程中是空置不用的，因此设备利用率较低。

随着电话交换技术的发展又出现了纵横制自动电话交换机。纵横制自动电话交换机基本上克服了步进制交换机的上述缺点。

3. 纵横制电话交换机是怎样接通电话的

纵横制电话交换机主要是根据以下两点想法组成的：

第一用一个比较好的接线部件来代替步进制交换机的选择器，这个接线部件就是纵横接线器。纵横接线器是一种电磁接线机构，它不像步进选择器用滑动的弧刷与线弧接触，而是用动簧与静簧压接触，详见下章；

第二用模仿话务员的接线操作来控制交换机的动作。采用所谓间接的、集中控制方式。所谓间接的、集中控制方式，就是交换机的各级选择器的动作不是像步进制交换机那样由用户拨号盘直接控制，而是先由集中的公用控制设备把用户所拨号码全部记存下来，然后在适当的时候去控制纵横接线器动作，

完成接线工作。

根据上述设想，可以把纵横制交换机分成两大部分，如图 1·6 所示，一是通话接续设备，由许多纵横接线器组成，这部分相当于人工交换机的用户塞孔和塞绳（包括塞子）；二是公共控制设备，是由大量的继电器组成，这部分的作用是模仿话务员接线操作过程完成接线工作。

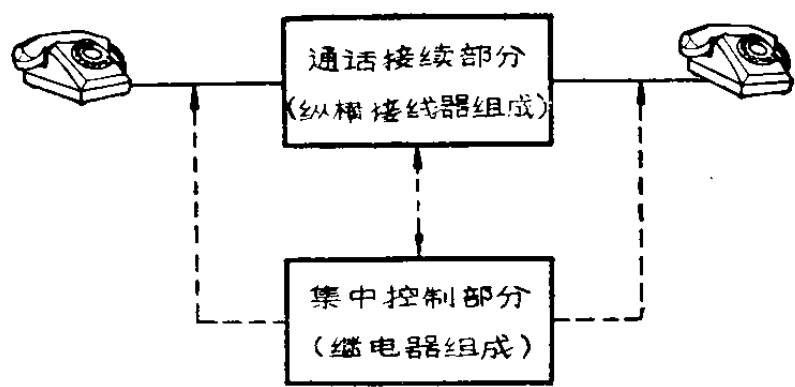


图 1·6 纵横制交换机方框示意图

纵横制交换机由于它的通话接续设备是由纵横接线器组成的，因此叫做纵横制交换机。下面我们就来谈谈纵横制自动电话交换机的工作原理。图 1·7 表示 10 条纵线（或称入线）和 10 条横线（或称出线）组成的一个座标网，叫做 10×10 矩阵。这个矩阵共有 100 个交叉点，这些交叉点平时是断开的。当我们要想实现把 10 条纵线中的一条同 10 条横线中的一条接通时，只要闭合该纵线和横线相交的交叉点即可。譬如要想作到 2 号纵线同 3 号横线接通的话，只要闭合 2 号纵线和 3 号横线的交叉点 M。同样 3 号纵线可以通过交叉点 N 的闭合同 5 号横线接通。这样 10×10 的矩阵就是一个具有 10 条纵线和 10 条横线构成的交换矩阵。

如果把 10×10 的交换矩阵中 10 条横线分别接 10 个用户线；

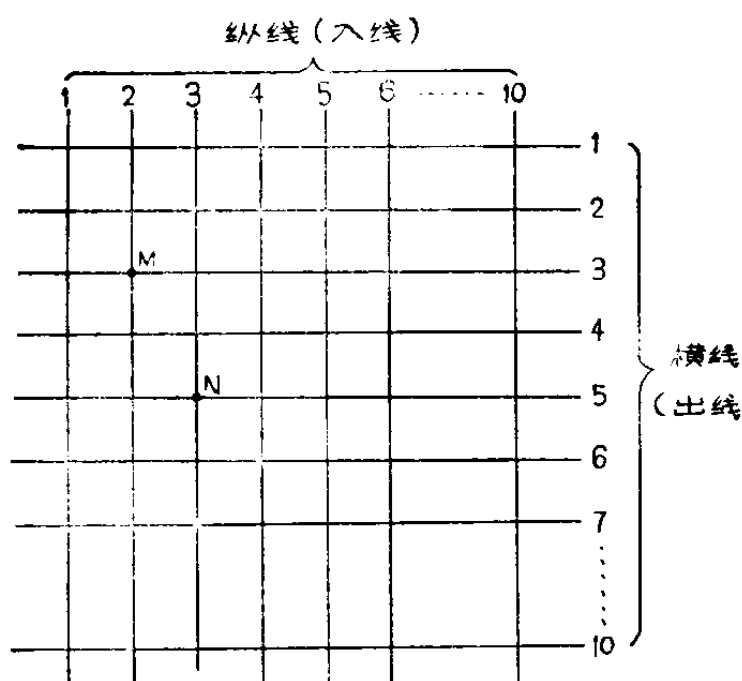


图 1·7 10×10 的交换矩阵

10条纵线每两条经绳路互相连接如图 1·8 所示。图中的绳路相当人工交换机的塞绳，因此这就类似有 5 对塞绳的10门人工交换机。不难看出10个用户中任意一个用户可以和另一个任意用户接通，只要通过某个绳路并且闭合相应的两个交叉点，就可以实现。譬如用户₁要与用户₁₀通话，可以闭合交叉点M和交叉点N，经过绳路 1 完成通话接续。这相当人工交换机话务员用第一对塞绳把 1 号用户和10号用户接通的情况一样。这里绳路相当人工交换机的塞绳；用户电路相当人工交换机中的用户塞孔和呼叫信号灯。

需要指出的是交换机不仅要能够接通任意一对用户进行通话，而且要同时使许多对用户通过通话接续设备进行通话而不相互干扰，这就涉及上述交换矩阵的组合连接问题，这些问题将在第三章中再来介绍。

上面仅仅说明了用闭合交叉点的办法可以接通电话的原理，但是纵横制交换机究竟用什么办法来控制接通的呢？譬如

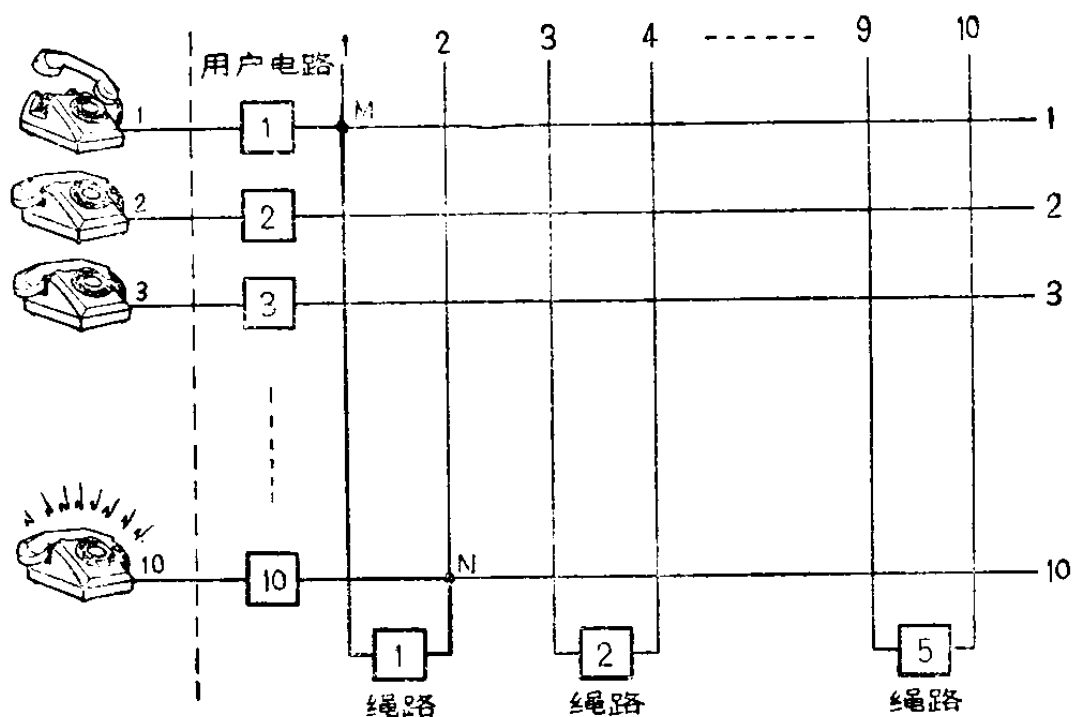


图 1·8 用 10×10 矩阵构成10门交换机的示意图

怎样知道哪一个用户要打电话？怎样找到一对空闲的绳路？怎样找到应该闭合的交叉点M和N？又怎样把用户所拨的号码记存下来，并用来接通被叫用户呢？要解决上述的这些问题，就需要有一个能够代替话务员工作的公共控制设备，这个公共控制设备叫做“记发器”和“标志器”。记发器是用来记录和储存主叫用户所拨的被叫用户号码，而标志器则是完成控制接线工作的。图1·9表示了纵横制交换机两个用户通话接续的示意图。下面我们根据图1·9看看两用户通话接续的大体过程：

（1）当您拿起送受话器以后……

主叫用户拿起送受话器以后，用户电路（用来传递用户摘机、挂机信号的电路）就启动标志器，于是标志器开始工作，首先是识别主叫用户号码（即主叫用户在什么位置上，由用户电路的不同状态来表示），这相当人工交换机话务员看到用户呼叫信号灯亮，知道是哪个用户要打电话一样。然后标志器根据主叫用户所在位置，再找出一条空闲的绳路，并将有关的交

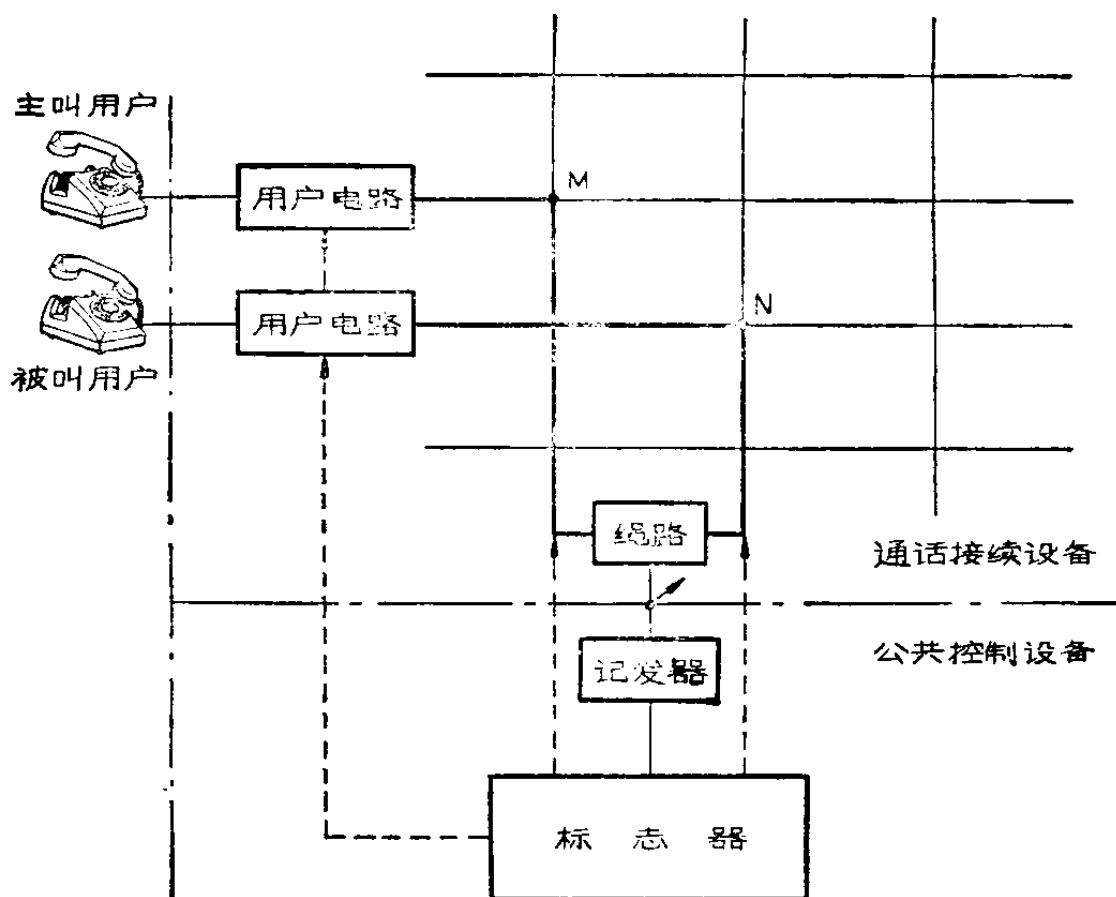


图 1·9 纵横制交换机两用户通话接续示意图

叉点M闭合，通过绳路把主叫用户接到记发器。记发器即向主叫用户发送拨号音，向主叫用户表示可以开始拨号了。此后标志器复原。

(2) 当您在拨号……

当主叫用户拨被叫用户号码的时候，记发器开始工作，把被叫用户号码记录并储存下来。这个过程相当话务员询问主叫用户要哪儿电话，话务员把所要的被叫用户记在脑中，再找到被叫用户。

(3) 找被叫用户……

当主叫用户拨完被叫用户号码，标志器又开始工作，这时由记发器把所记存的被叫用户号码传送给标志器，标志器根据号码确定被叫用户在矩阵图中所在的位置，并找出接到被叫用

户的路由，把有关交叉点N闭合。于是通过纵横接线器和绳路把主叫用户和被叫用户接通。这个过程相当话务员将塞子插入被叫用户塞孔的操作动作。

（4）如果您要的用户空闲……

如果被叫用户空闲，就由铃流发生器通过绳路及接线器向被叫用户送振铃信号，使被叫话机铃响。同时向主叫用户送回铃音，表示正在向被叫用户话机振铃。当被叫用户摘机应答后，双方用户即可进行通话。

从找到被叫用户并开始振铃以后，记发器和标志器即相继复原。在通话期间只有相关的纵横接线器和绳路保持工作，直至通话完毕为止。

（5）通话完毕，当您挂上话机……

用户话毕挂上话机以后，由绳路使纵横接线器交叉点复原，此时通话接续设备全部复原。这相当人工交换机话务员拔出塞子的操作。

以上是纵横制电话交换机接通电话的简单接线过程。下面我们再来看看纵横制交换机比起步进制交换机有哪些特点？

4. 纵横制电话交换机有哪些主要特点

纵横制自动电话交换的出现是电话交换技术上的重大进展。这首先表现在记发器和公共控制设备的采用。由于采用记发器来记存用户所拨号码才有可能方便地变更和重新改组用户所拨号码以适应各种业务的需要。特别是可以有效地组成自动迂回接续路由，从而改变了整个电路网的组织结构，进一步提高通信的安全可靠性和改善了对用户的服务质量。由于采用了集中的公共控制设备，只要改变控制设备的性能就可以比较容易地变更交换机的工作方式，增加各种新的业务性能。纵横制

交换机的出现还为以后陆续出现的用各种不同类型接线器组成的电子交换机提供了宝贵的经验。此外，纵横制交换机还具有以下的特点：

（1）纵横接线器交叉点的接触是推压接触，不象步进制选择器采用滑动接触，因此接触可靠，杂音小，通话质量好，机械磨损小，使用寿命要长得多。同时纵横接线器在构造上也比较简单，另件的机械加工少，维护工作量也小得多。

（2）纵横接线器的接点出线可以不按十进制构成，这样对于扩大容量就比较灵活。

（3）由于采用了间接控制，交换机的动作不是直接受拨号盘的控制，因此可以放宽对拨号盘的要求，减少了对用户话机拨号盘的调整维修工作量。

（4）由于通话接续部分和集中控制设备是分开的，控制设备可以公用，控制设备在通话期间不参与工作。这样不但使接续部分的电路大为简化，而且可以大大提高控制设备的利用率。

二、纵横制电话交换机的接线元件——纵横接线器

1. 纵横接线器是怎样工作的

纵横接线器是纵横制自动电话交换机中的基本接线元件。通话接续设备除绳路 and 用户电路外，主要由许多纵横接线器组成。

纵横接线器是根据前面介绍的 10×10 交换矩阵的基本设想构成的。它是按照继电器控制接点的方式，利用一个不太复杂的选择机构闭合所选用交叉点的接点组（简称接点组）。至于确定闭合哪个接点组，则由标志器来控制。

各种类型的纵横制自动电话交换机所用纵横接线器的型式虽然不同，但其基本原理是大体上相同的。根据容量的不同，一般常用的有： 10×10 型纵横接线器， 10×20 型纵横接线器和 10×30 型纵横接线器。

（1） 10×10 型纵横接线器

10×10 型纵横接线器是比较简单的一种纵横接线器，如图2·1所示，它有100组动合接点由10个纵棒和5个横棒控制接点的闭合。它的10个纵列，通常叫做10个纵单位。每个纵单位有10组动合接点和一个纵棒（也叫吸持棒）以及一个控制纵棒动作的纵棒电磁铁（也叫吸持电磁铁）。因为这种接线器有10个纵单位，而每个纵单位又有10组接点，所以叫做 10×10 型纵横接线器（第一个10表示纵单位数；第二个10表示每个纵单位的接点组数）。如果每个接点组有三副动合接点（图中只画出了

一副接点)，那么这种接线器就叫做 $10 \times 10 \times 3$ 型纵横接线器。

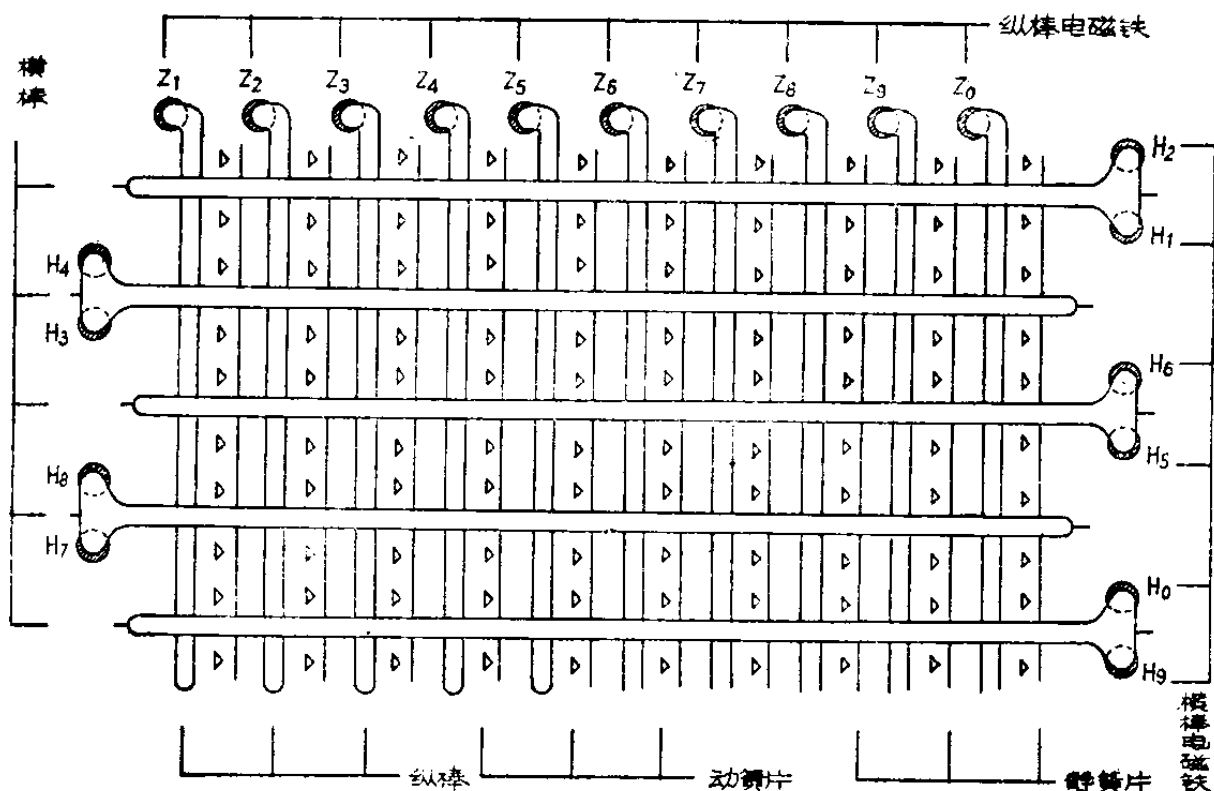


图 2·1 10×10 型纵横接线器简图

10×10 接线器除了有10个纵单位外，还有5根横棒（也叫选择棒），每根横棒有两个电磁铁叫做横棒电磁铁（也叫选择电磁铁）。10个纵棒电磁铁分别以 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 …… Z_9 和 Z_0 表示（Z是纵字的汉字拼音第一个字母）；10个横棒电磁铁分别以 H_1 、 H_2 、 H_3 …… H_9 和 H_0 表示（H是横字的汉字拼音第一个字母）。每个横棒的两个电磁铁装在横棒的上下两侧。5个横棒的10个电磁铁又分别装在接线器的左右两侧，其中 H_1 、 H_2 、 H_5 、 H_6 、 H_9 、 H_0 电磁铁在右侧； H_3 、 H_4 、 H_7 、 H_8 电磁铁在左侧。横棒可以在横棒电磁铁的吸动下沿横棒轴心两侧转动。而纵棒只能在纵棒电磁铁的吸动下朝一侧转动。

每个纵单位从上到下的10组动簧片是各自独立的，而同一纵单位的10组静簧片却是从上到下连通的。为了简单起见，图