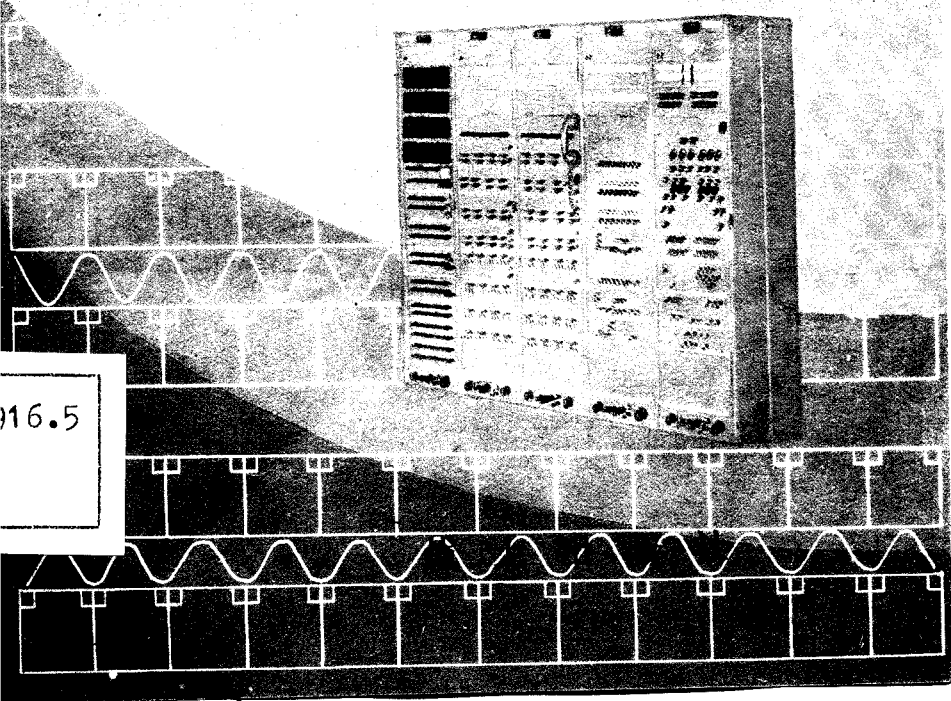


# 载波电话

徐宝康 李廉钰



封面设计：马晓峰、邸延年

插图：邸延年、李廉铨

军事科技知识普及丛书

载波电话

徐宝康 李廉铨

中国人民解放军战士出版社出版发行

中国人民解放军第7228工厂印刷

开本：787×1092毫米1/32·印张2 $\frac{1}{4}$ ·字数33,000

1982年8月 第一版（北京）

1982年8月第一次印刷

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 一、载波电话通信 “多、快、<br>好、省” ..... | 1  |
| 二、载波电话机的构造和设备 .....          | 12 |
| 三、载波电话为什么能多路通话 .....         | 16 |
| 分层传输信号.....                  | 16 |
| 频率上下搬移.....                  | 20 |
| 滤波器分道把关.....                 | 24 |
| 差分系统使收发分开.....               | 29 |
| 通路编组解决难题.....                | 32 |
| 四、怎样使声音传得更远 .....            | 38 |
| 放大信号.....                    | 38 |
| 补充能量.....                    | 42 |
| 借助转接.....                    | 45 |
| 五、载波电话的振铃 .....              | 49 |
| 六、侦察与告警 .....                | 56 |

## 七、载波电话在军事通信中

|                |    |
|----------------|----|
| 大显身手.....      | 62 |
| 传递军情，迅速及时..... | 62 |
| 迂回通信，灵活机动..... | 63 |
| 相距千里，声音清晰..... | 64 |
| 安全可靠，荫蔽保密..... | 65 |
| 战场情况，耳闻目睹..... | 67 |

## 一、载波电话通信“多、快、好、省”

电话，对于许多人来说，已经不是什么陌生的东西。普通的电话，用一对导线来传输信号，叫做有线电话。这种电话是把人的语言变成音频电流传送出去的，所以叫音频电话。还有用无线电来传输电话信号的，叫做无线电话。有线电话比无线电话稳定可靠，保密性也好。所以，在现代各种通信手段中，有线电话应用广泛，近在咫尺的邻居，远到数千公里之外的亲友，如果有什么事情，只要打个电话就可以互相交谈。但是，有时打电话的人很多，由于电话线路不够，就只好按轻重缓急或先后次序排队等候。为了打一个长途电话，有时要等好几个钟头，工作受到一定的影响。

军事通信要求更高，必须迅速及时，不能间断。战时，如果没有足够的电路供各级指挥所使用，产生的后果是难以估计的。譬如某个上级指挥所设在

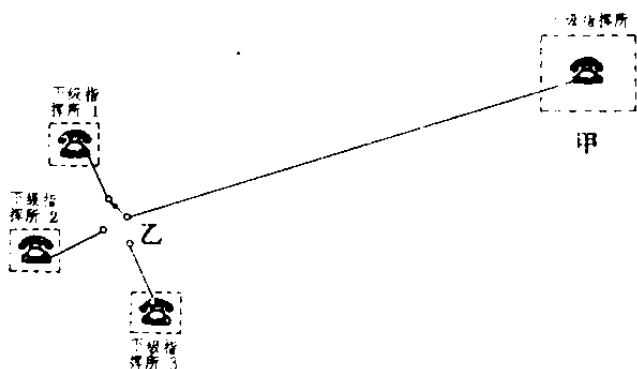


图 1

甲地，三个下级指挥所分散设在乙地，在甲乙两地之间架设有一对电话线路(图 1)，若三个下级指挥所都有重要情况必须立即

向上级指挥所报告和请示，或者上级指挥所需要同时向三个下级指挥所下达不同的命令与指示，但由于只有一对线路，无法使上级指挥所与三个下级指挥所同时取得联系，只好一个一个地轮流通话。战时的情况瞬息多变，那样一来，就可能贻误战机，甚至造成不堪设想的后果。

可能有的同志会提出，多架设几条电话线路，问题不就解决了吗？这个方法，在上下级指挥所相距不太远的情况下是可以的(图 2)。

如果甲乙两地相距较远，采用这种方法既费事、又费财。尤其是在高级指挥机关和前线指挥所

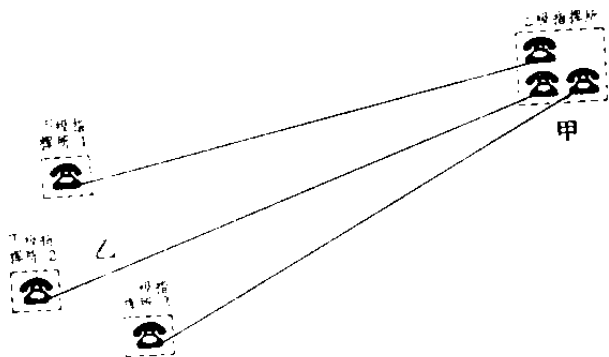


图 2

之间，一般相距较远，而且要求通信质量更好，这就要使用架空明线（就是架挂在电线杆子上的电话线）或地下电缆。要敷设这样的通信线路是很不容易的。以架空明线为例，每一公里的线路，就要用木杆或水泥杆 21 根，如果是一对铜线，就需铜 128 公斤，加上其它设施，每公里线路的造价约 3,000 元。而一条长途电话线路长达数百公里甚至几千公里，沿途会遇到各种复杂的地形，有的要穿越崇山峻岭，跨过江河湖泊，这样造价就更高了。同时，敷设一条通信线路，只通一路电话，也远远不能满足人们的需要。

也许有人会想，把许多部电话机直接接到一对电话线上，大家不是都可以通话了吗？这是行不通的。因为电话是把人的语言转变成与声波频率相同的话音电流，通过电话线路传送到对方，再把话音电流还原成声波来实现通话的。人们在讲话时，每个人所发出的声音的频率范围大体上都差不多。因而，打电话时，各个人的话音电流的频率范围也是基本相同的。如果把许多电话机直接连接在一对线路上，很多人的话音电流就会混杂在一起，造成互相干扰(图 3)。不仅如此，更严重的是造成泄密，一人讲话，人人皆知，这是军事通信所不允许的。

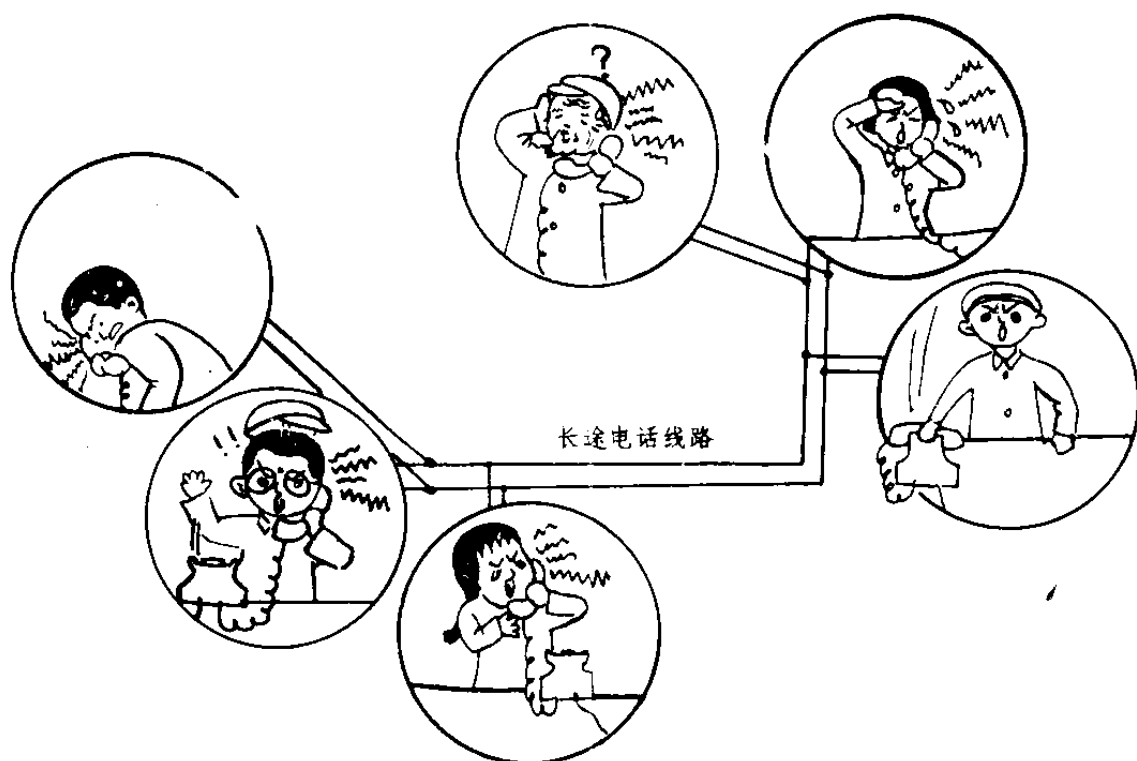


图 3

即使民间通信，也要加以防止，谁也不高兴让别人“偷听”自己的电话。由此可见，在一对线路上同时通几路音频电话是行不通的。

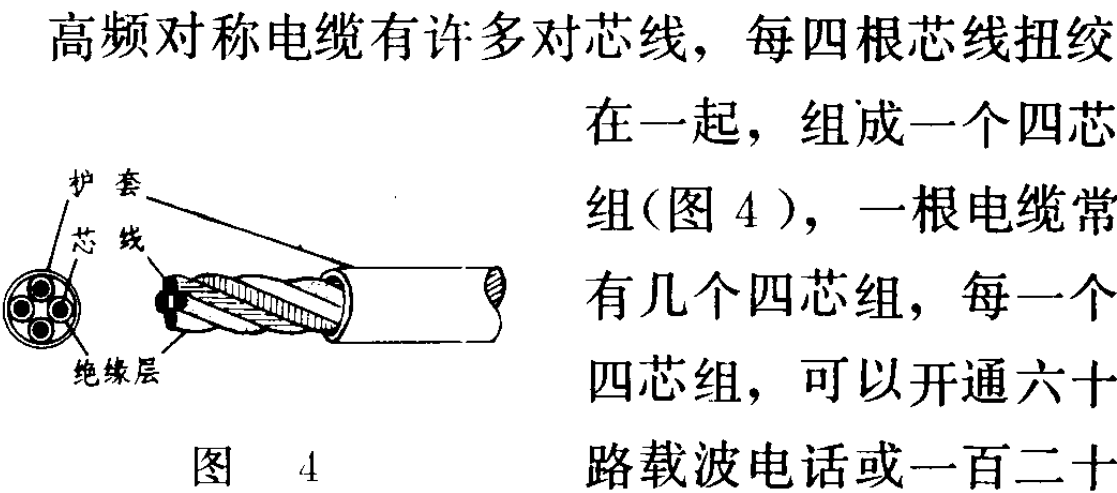
那么，有没有既不增加通信线路，又能同时多路通话的电话呢？有。这就是载波电话。

自从有线电通信出现以来，人们就在着力研究提高线路利用率的问题，力求能在一对线上同时传送更多路数的电话。早在十九世纪六十年代，就有人作过载波电报的实验，使载波通信技术逐步发展

起来。到了二十世纪初，人们开始研究载波电话。1911年，美国首先实现了单路载波电话通信。现在，有的国家已有超过万路的载波电话机。

载波电话机，使电话通信具备了“多、快、好、省”的特点。

“多”，通话路数多。普通电话在一对线路上，只能通一路音频电话。如果使用了载波电话机，就可以通许多路电话。究竟能通多少路？这要看使用什么样的通信线路和什么样的载波电话机。单路载波电话机，除了通一路普通音频电话外，还可以通一路载波电话；在一对架空明线（铜线）上，可以装一个十二路载波电话机（通12路载波电话），还可以加装一个三路载波电话机（通3路载波电话），同时还可通1路音频电话，这样，一对明线线路就开通了16路电话。如果还想通得更多些，那就得采用高频对称电缆或同轴电缆作传输线路。



高频对称电缆有许多对芯线，每四根芯线扭绞在一起，组成一个四芯组（图 4），一根电缆常有几个四芯组，每一个四芯组，可以开通六十路载波电话或一百二十

路载波电话。

同轴电缆是用许多条同轴管作芯线的，每一条同轴管（图 5）就是一对导线，用它开通

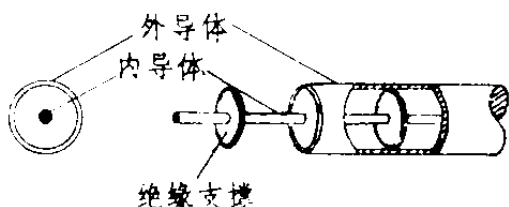


图 5

载波电话的路数会更多。目前我国已开通一千八百路载波电话，国外已开通一万零八百路载波电话。这与一对线上只能通一路音频电话相比，载波电话的路数多了成千上万倍。

“快”，沟通联络快。这是因为一对线路上使用了载波电话机，提供了很多话路，可以让许多人同时通话。在一般情况下，长途电话能很快接通，不需排队等候。由于载波电话机提供的话路多，可以开通直达通信电路，省去了不少中间接转手续，使通信联络迅速及时。例如在甲、乙、丙、丁四城市之间，敷设一对电话线路（图 6），如果开通音频电话，为了使甲——乙、乙——丙和丙——丁各区间都能通电话，乙、丙两城市不能把长途线路固定地连接起来，否则乙、丙两地就无法通电话了。为了解决这个矛盾，于是，设置了总机接转电话。但是，假若甲城有一用户要与丁城的某用户打电话，必须等到甲——乙，乙——丙和丙——丁这三个区间都

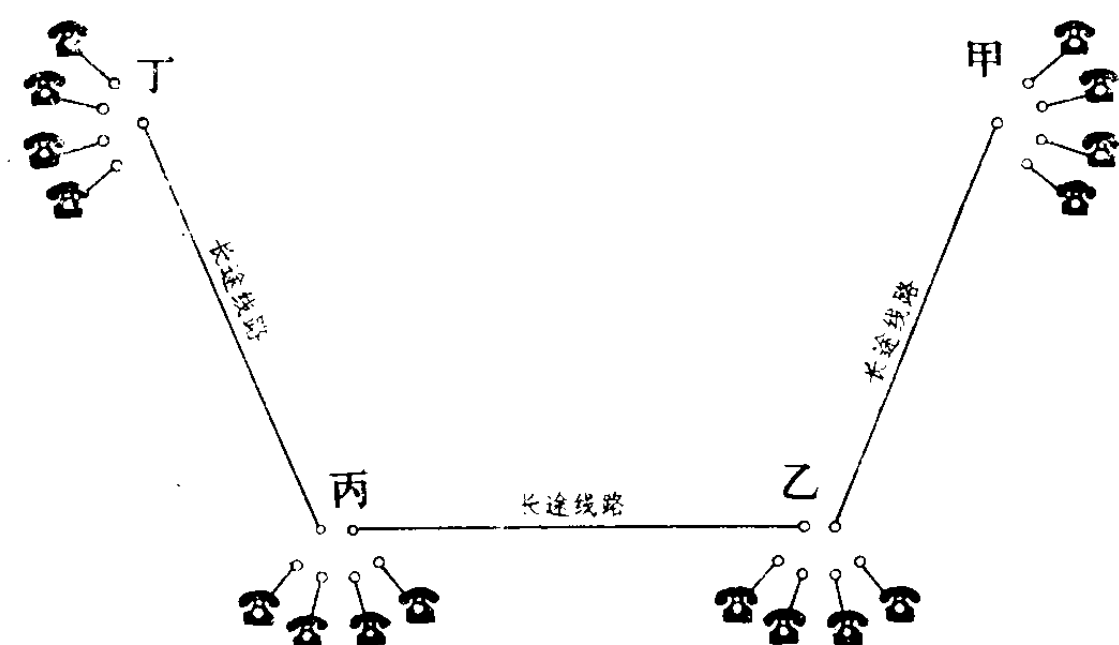


图 6

无人打电话时(即三个区间的长途线路都不占线),由甲城总机向乙城振铃呼叫,唤出乙城总机;乙城总机再向丙城振铃呼叫,唤出丙城总机;丙城总机再向丁城振铃呼叫,唤出丁城总机,最后丁城总机再把甲城要找的用户电话单机接到长途线路上,乙、丙两城总机同时把长途线路接续起来,才能沟通甲——丁的长途电话电路。可见,从甲城用户振铃呼叫,到乙城总机找出被叫用户,中间经过几次呼叫转接,既费事又费时。如果在这对电话线上装了载波电话机,它可以提供较多的电话通路,如图 7 那样,在甲、乙、丙、丁四城市之间,开通三路载波电话机,把第 1 路和第 2 路分别作为甲——丁间和

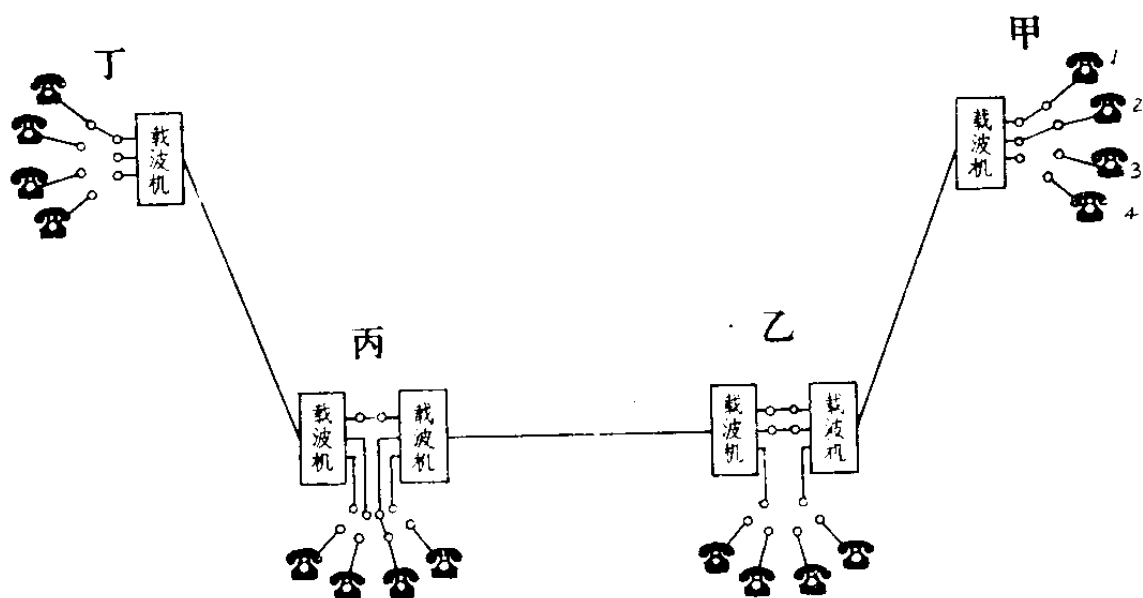


图 7

甲——丙间的固定通信电路，甲城用户要与丙城或丁城用户通话时，不必再由乙城和丙城总机转接，很快直接沟通联络。

“好”，通话质量好。载波电话和普通音频电话的话音电流，虽然都是沿线路传输的，但载波电话的音质要比普通音频电话清晰、洪亮、逼真。要问为什么，那还得从话音电流在传输中遇到的障碍谈起。

导线本身有电阻，电话线路的两根线常有相互漏电的现象，加上一些其它的原因，话音电流在线路上传输时，能量就会受到衰耗。传输的距离越远，衰耗就越大。如果遇到下雨天，空气很潮湿，导线

的漏电现象就大大增加。人们在通话时，话音电流的能量在传输中走漏的多，电话传到遥远的对方，声音就会变小，有时还会失真，严重时使对方难以听清。普通音频电话，因为设备简单，要克服以上一些问题，是无能为力的。而在载波电话机中，有很多放大器和均衡器等设备，能将受到衰耗的信号进行放大，把失真的信号予以矫正。除此以外，它还有导频设备，当天气等条件发生变化时，导频设备能自动调节信号的大小。所以，用载波电话机通话，不仅声音清晰、洪亮，而且逼真。

“省”，是指电话费用而言的。载波电话能在一对线路上多路通话，这样就大大提高了线路的利用率，因而每一路电话的成本就降低了。有线电通信的成本主要部分是通信线路的投资。实践表明，通信线路的投资费用是电信建设中最高的部分。使用载波电话机，节省线对，可以省下许多铜、铝等重要金属以及建设通信线路需用的其它物资。所以，虽然增加了载波电话的机械设备，但每路电话的成本却反而大大地降低了。

由于载波电话通信多快好省，所以得到了广泛的应用和发展。现在，城市与城市、城市与农村的长途通信，都使用了载波电话机。

实际上,载波电话机的用途不单是用来通电话,也可以用来通电报、传真、广播等(图 8)。有些通话路数很多的载波机,还可以用来传送电视节目。

使用载波电话机,打长途电话时是不是不用电话单机呢?不是的,仍然要电话单机,而且打电话

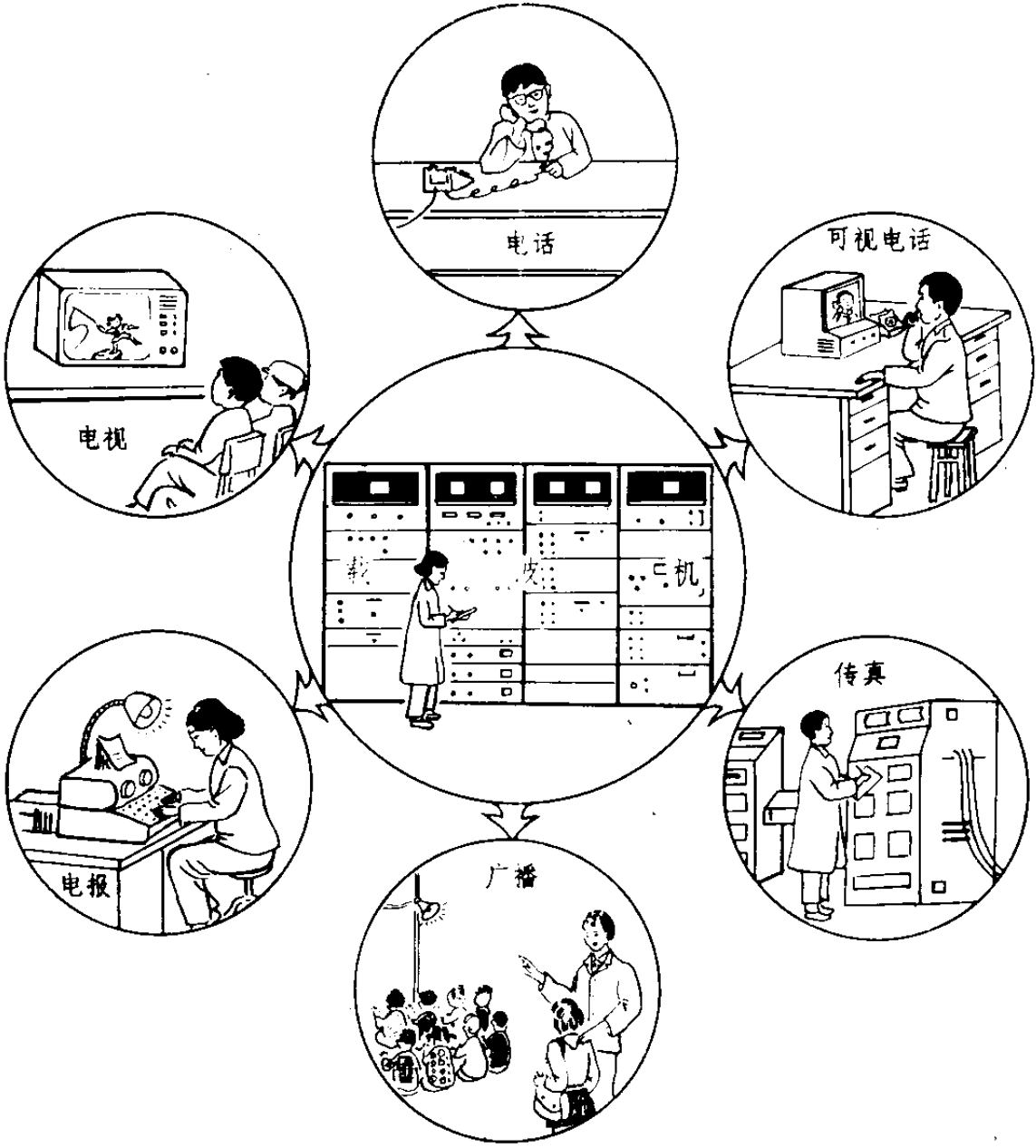


图 8

的方法是一样的。如图 9，假若甲地 1 号用户要与甲地的 4 号用户通话，只要甲地的总机将他们的电

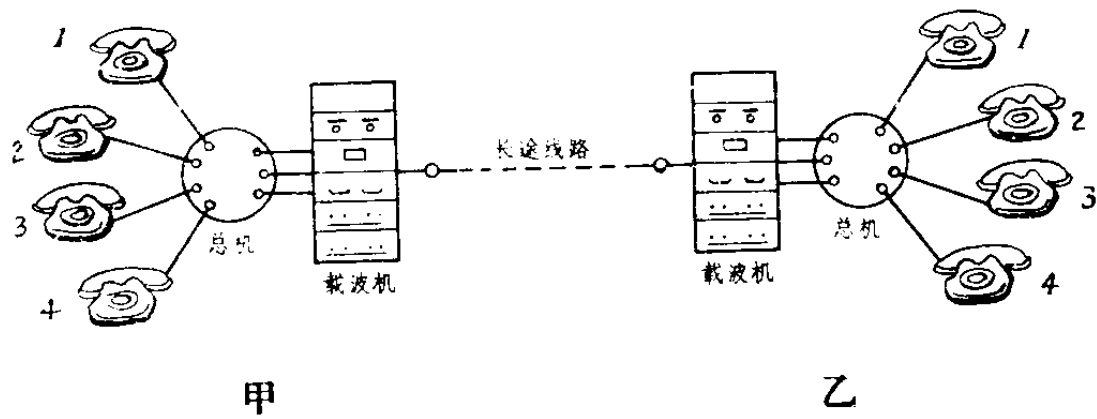


图 9

路连接起来就可以通话了。如果甲地的 1 号用户要与乙地的 1 号用户通话，甲地的总机，把甲地 1 号用户的电话机接到载波电话机的某一个通路上去，通过载波机，把信号传送到长途线路上，经线路传输到对方，再通过乙地的载波机和总机，与对方的 1 号用户沟通联络；在双方 1 号用户通话的同时，若甲、乙两地间还有其他用户要通话，只要甲、乙两地的总机把他们的电话接到载波机的另一个通路就行了。

## 二、载波电话机的构造和设备

载波电话机不象普通电话机那样到处可见，它安装在固定的通信站里。它是个什么样子，恐怕知道的人很少。

载波电话机的型号很多，外型各不相同。按照使用线路的不同，可分为明线载波机、对称电缆载波机和同轴电缆载波机。明线载波电话中又有单路、三路、十二路之分；对称电缆载波机有十二路、二十四路、六十路、一百二十路之分；同轴电缆载波机的通信容量很大，人们常把它们称为大通路载波机，如三百路、九百六十路、一千八百路以及目前世界上通路最多的一万零八百路等。

半导体器件没有问世之前，载波机中采用的是电子管等大型元件，因而体积大，重量重。随着半导体技术的发展，载波机中改用了晶体管等小型元件，造出了各种体积小，重量轻，供电简单，便于维护的晶体管载波电话机。

晶体管单路载波电话机，外形象一个扁平的长

方形盒子，重几公斤，盒子上有环扣，可以用背带扣入环中背在身上。有的单路载波机更小，可以直接安装在电话单机的机壳里面。多路载波机的外壳，通常是一些又狭又高的铁架，称为机架。这些机架有的1米多高，有的2米多高。机架内有好多层隔板，就象书架似的，每一层都装满了各种机盘，如同书架上立满了各种各样的书籍一样。机盘面板上有供维护测试用的塞孔、旋钮和指示电表、指示灯等。十二路以下的晶体管载波机，一般只有一个机

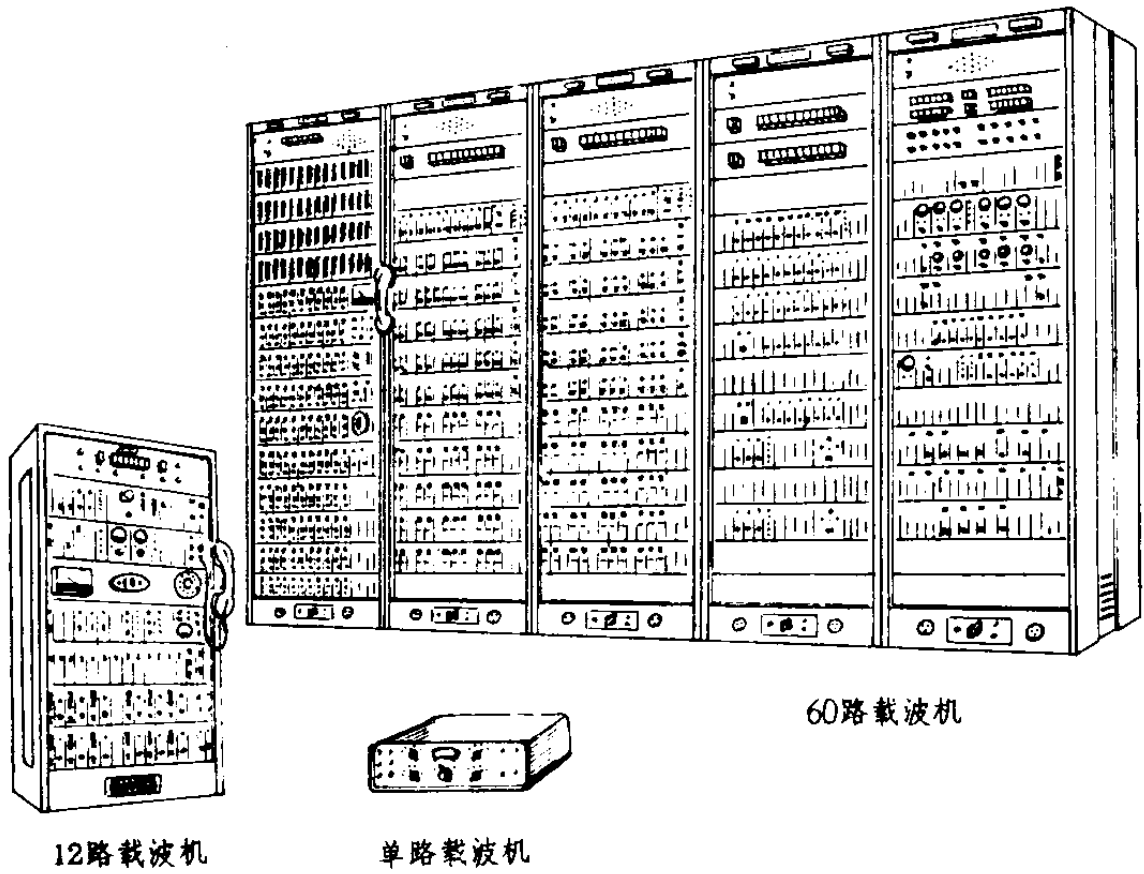


图 10