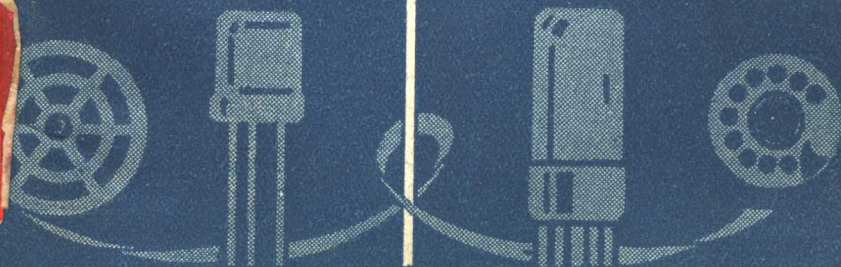




电信技术常识讲座

侯德原等主講

人民邮电出版社



前 言

“人民邮电”半月刊自1957年第一期起，辟有电信技术业务講座一欄，分期連載有关电信技术業務方面的常識，供邮电系統的非專業人員閱讀參考。自講座刊出以后，不断接到讀者來信，建議出版單行本。为了滿足讀者的这一要求，我們將“人民邮电”所刊登的文章全部收納起来，并增加了無線电波傳播，超短波、微波通信原理，电视的基本原理，半导体的工作原理等內容，集成本書，以便利讀者。

对本書有意見时，請惠寄北京东四区六条人民邮电出版社圖書編輯部。

編 者 一九五八、

30552

目 录

前 言

第一講	電信技術概論（侯德原）	1
第二講	電報機械的基本原理與運用（沈德樞）	26
第三講	市內電話通信技術（魏宗宏）	64
第四講	長途電話通信技術（楊兆麒）	90
第五講	無線電通信的基本概念（林定勛）	125
第六講	無線電波的傳播和定向天綫（叶鹿祥）	139
第七講	超短波、微波通信原理及發展前途（叶鹿祥）	154
第八講	電視的基本原理及其應用（周炯榮）	168
第九講	半導体的原理、構造、特性及其在電信技術上的應用（叶培大）	176

第一講 電信技術概論

一、電信技術發展的过程和世界目前的水平

1. 电气通信的类别

利用电气来傳遞訊息的設備，在最近一百多年中有了廣泛的發展。新設備和新技术的創造發明，每年都有，在各種科學領域中，電信成為最活躍的部門之一。

按照傳遞訊息的形式，電信可以分為以下幾類：

(1)傳遞文字的通信方式叫電報。這種電報在收報人收到的時候，只是發報人發出文件的抄件，而不是原來的真蹟。正確無誤地傳遞文字真蹟和圖表的相片的通信方式叫傳真電報。這是電報通信的一大發展。

(2)傳遞語言的通信方式叫電話。發話人和收話人都在同一城市內通話的，叫市內電話。發話人和收話人不在同一城市通話的，叫長途電話。市內電話的特点是：一個城市里的用戶很多（有時達幾百萬戶），每一個用戶都要迅速地和任何另一用戶通話；長途電話的特点是發話人和收話人之間的距離很長（有時達幾萬公里），用戶與用戶之間須能清晰地講話。郊區電話是大城市同郊區相通的電話。縣內電話是縣城同鄉間相通的電話。

(3)把訊息向公眾傳播的通信方式叫作廣播。利用電報的方法向公眾傳播新聞、氣象和時間的叫文字廣播，利用電話的方法向公眾傳播新聞、評論和音樂節目的叫話音廣播，利用傳真電報的方法向公眾傳播圖片報紙或氣象地圖的叫作傳真電報廣播。和電影的原理一樣，把活動圖片向公眾傳播的叫電視廣播。

2. 通信設備的組成部分

通信設備一般是由以下這些單位所組成的：

(1) 收發設備——在發送端用來把人們需要傳遞的各種訊息變成各種電流或電波信號，在接收端用來把各種電流或電波信號還原成為原來的訊息。收發設備在電報方面就是各種電報機件，在電話方面是電話機或載波電話終端機，在無線電方面是收發訊機。

(2) 傳輸設備——用來把各種電流或電波信號從發送端傳送到接收端。有線通信的傳輸設備包括各種通信綫路、增音機^①和幫電機^②。無線通信的傳輸設備包括收發訊天綫和中繼設備。



圖 1.1 傳真電報機

- ① 增音機是一種放大設備，能夠將電話電流放大。在路遠的長途電話電路上，每隔相當距離，就要加設這種增音機，使收話人能清晰地聽到發話聲音。
- ② 幫電機是用來轉接電報電流的設備。在長距離綫路上通電報，電流逐漸減少，在中間局經過幫電機接換一下，能使收報局收到足夠的電流。

(3) 交換設備——一個用戶要接通另一個用戶，一段電路要轉接另一段電路，都須利用交換設備來完成全部接續工作。交換設備使許多的通信設備構成一個有机的通信網。

(4) 在經濟上最節省，應當綜合建設費用和維護費用來作全面比較。考慮這一因素，必然牽連到設備的最大容量，各種設備有它一定的使用場合，在這一範圍內，經濟上是合理的，超出範圍便會不合理。

以上這些因素是最基本的。此外，還有一些次要因素，如：維護上的方便；擴充的靈活性；建設時間的長短；消耗貴重金屬的多寡；佔用機房的面積；電力的供給；各種通信方式的聯合運用等等。

一百年來通信設備的改進，對於以上這些要求，提出了新的解



圖 1.2 在電視接收機旁①

- ① 電視接收機，像收音機一樣放在家裡，可以收看像電影一樣活動的廣播節目，如劇場里正在上演的歌舞和戲劇，或會場上開會的情況等等。

決途徑。

3. 良好的通信設備应当具備的條件

良好的通信設備必需具備以下這些條件：

(1)具有優良的通信質量，能夠完善地正確地傳遞使用者的訊息。在電報通信上，避免由於通信設備不良而引起的差錯。在電話通信上，使通話人能夠清晰地通話，收話人所听到的聲音要和發話人說的一樣，在傳輸過程中不能產生失真，盡量減低各種雜音和串話的干擾，保持通信的穩定度等等。

(2)當用戶需要使用通信設備時，能夠迅速地方便地滿足他們的要求。考慮這一因素時，首先注意到各種通信設備的容量、各種有綫和無綫的多路設備都能充分滿足這樣要求。因為人們對於電信設備使用次數日益增加，假如沒有充分的設備，必然使電路擁塞，通信遲緩，不能滿足人們要求。其次，為了使用方便，一切通信設備總是向自動化的方向發展。

(3)使通信得到可靠的保證。通信設備發生障礙的機會，要設法盡量減少，保證繼續不斷地正常地工作，滿足用戶在任何時間的需要。比較設備的性能，不僅注意到平時的通信，也必需注意到國防的要求，要使可能發生的人為障礙減到最低程度。通信設備的保密性能，也是可靠性的重要因素之一。

4. 電報設備的發展

(1)電報收發設備

最初的電報通信是用人工發報，依照電碼按動電鍵，送出長短斷續電流，使收報方面的音響機^①動作，發出聲音，由報務員抄收。也有使用莫爾斯機將電報符號印在紙條上，報務員看紙條抄成電文。進一步的改善是高速電報機，目的是提高綫路上傳輸電碼

^① 音響機是電報收報機件。收報局用以听取發報局發來電報符號變成的“滴搭”聲，抄出字碼。

的速度。为了提高發報速度，報務員發報時先用鑿盤鑿孔機^①在紙條上鑿出各種不同組合的圓孔，將紙條通過發報機自動送出斷續電流，因此這種機器又叫自動發報機（圖1.3）。實際上，只有一部分工作是自動的。電碼電流到達對方的波紋收報機^②，在紙條上繪出電碼的波紋符號，報務員根據波紋符號，抄成電文。這種機器的傳報速度，每分鐘可達500字，但實際工作速度一般在200字以下。

最初的電報通信在同一線路上在同一時間內，只能單方向傳輸，叫作單工電報制。在電報機上加裝一部分另件，在同一線路上可以同時發報和收報，叫作雙工電報制。

電報設備再進一步的改革是朝着多路和自動化的方向發展。達到多路的目的有兩種方法：（1）時間區分制，如蘇聯用的博多式多路電報機，每一線路能夠作二至九個電報電路。在收發兩端利用機械設備（分配器）依次輪流將應用的線路接至各個分路的收發報機上，傳遞各個分路的電碼電流。發報方面可以採用鑿孔機，將發報紙條鑿出圓孔，然後經過發報機自動發出電碼電流；也可以用人工按動電鍵，直接發出電碼電流。收報設備按照電碼符號自動印出文字，不需人工抄報。（2）頻率^③區分制，蘇聯、我國以及世界各國廣泛採用的載波電報^④機即屬此類。這種載波機可以直接接到線路上，也可接在任何電話電路上。加裝這種機件可以通達4至24個電路。

① 鑿孔機有三柱鑿孔機和鑿盤鑿孔機兩種。三柱鑿孔機是用鑼打機上的三鍵（點鍵、划鍵、間隔鍵），在油紙條上鑿成圓孔；鑿盤鑿孔機的形狀象外文打字機，照打字機的按鍵方法在油紙條上鑿出整個字母或數碼的符號圓孔。

② 波紋收報機是將收到的電流符號錄成波紋形，不是像一般的點划。如    為拉丁字母abc的波紋符號。又如，— — … — — — — — 為拉丁字母abc的一般點划符號。

③ 頻率：每秒變交流電周而復始的來回變動的週數叫頻率（或稱週率），例如市電的頻率是每秒鐘50週，無線電波的頻率有高達數十億週的。

④ 載波電報：在一對銅線上，同時傳送若干組點划的交流電流，而電流的週率互不相同，在兩端機內，用濾波器使不同週率的電流分離，又用檢波器使交流電變為點划的直流電，從而使收報機動作。這種電報叫載波電報。

每个电路可以連接一部電傳打字机^①（当然也可以連接其他机件）同时收發電報。發報方面，按動電傳打字机（圖 1.4）的字盤電鍵，就可以使對方的收報机動作，直接把字母和數字打在紙條或紙張上。載波電報机和電傳打字机的配合应用，使电路調度靈活，使用方便，已成為世界各國最通用的設備。載波電報机用尋常電話电路接通的，叫作音頻^②載波電報机。直接接到綫路上的載波電報机的頻率，一般在音頻之上、載波電話^③頻率之下，所以叫作中頻載波電報机。

傳真電報机是電報技術上最大的改革。在發信方面，利用掃描設備將文件分成許多小點，按照一定次序，將每一小點按黑白深淺程度，變成不同強弱的信號電流傳送到對方。在收信方面，再將這種強弱不同的電流，按照原來發送次序，經過錄影過程，記錄成與原來文件完全相同的真蹟。在記錄照片的時候，將信號電流變成強弱不同的光綫，使照像膠片感光，這樣錄影的結果，質量較好，成本較高，適宜於傳遞像片。另有採用化學紙張（有干式和濕式兩種），用針式記錄器，將電流直接通過紙上，發生電熱或電解作用，或者採用控制噴墨水的開關方法，直接在紙上錄出字跡，這樣錄影的結果，質量較差，成本較低，適宜於傳遞普通文件。傳真電報的速度，是由傳輸頻帶的寬度來決定。目前一般傳真机的頻帶寬度，大概和通話的頻帶寬度相等。曾經有過一種寬頻帶傳真机，一分鐘可以傳遞几

① 電傳打字机是電傳打字電報机的簡稱。它的字鍵的排列與外文打字机大致相同。發報局輕按電傳打字机的某一個字鍵時，收報局的電傳打字机即印出同樣的字。這種電報机是近代直接印出字碼的電報机。

② 音頻是可聽得到聲音的頻率。話頻是話音的頻率，通常一個人對着話筒講話，音波就變成電流的變化，這個電流變化的頻率是話音頻率。頻帶是指頻率的範圍。載波電話音頻頻帶一段自 300—2700 週。

③ 載波電話：普通電話的傳輸方法是用話器把音波變為音聲電流，直接送到綫路；在收訊端利用受話器，再把電流變為音波。載波電話則不把音聲電流直接送到綫路，而是先使音聲電流載在某一定頻率的高頻電流的上面，變成高頻波形的電流之後，再向綫路送出；在收訊端再從這種電流里取出音聲電流。因此這種方法可以想像為高頻電流帶着音聲電流運送到遠方。這種電話叫載波電話。

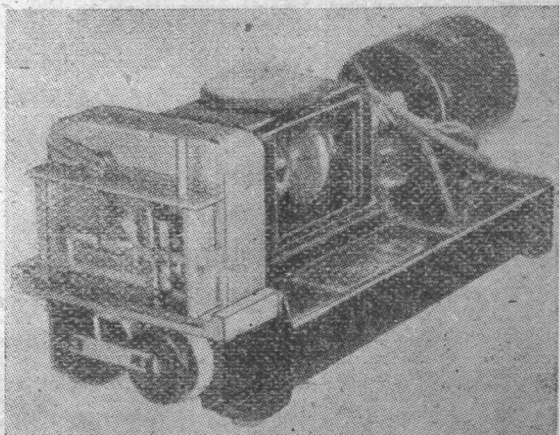


圖 1.3

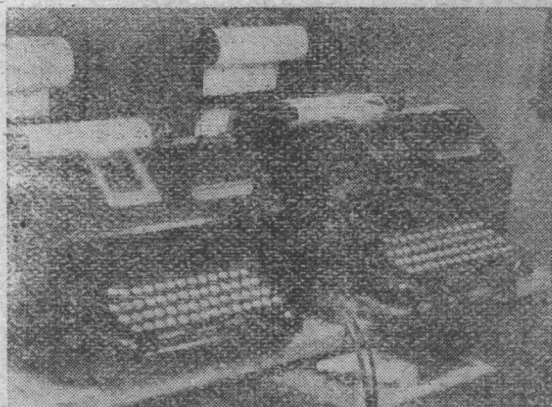


圖 1.4

万字，但是沒有实际使用場合，沒有得到發展。苏联正在研究狹頻帶的傳真机，將來可能利用电报电路傳遞傳真电报，那就使成本更加降低，發展前途更大。目前發展傳真电报的困难，是佔用电路較多，成本較高。

(2) 电报的傳輸和交換設備

电报最初采用單鉄綫作为傳輸設備。以后利用通話的綫路复合

使用，一對綫路除去通話以外，還可以通达一个至两个电报电路。自从采用載波电报設備以来，報話綫路就無法区分。傳真电报一般采用電話电路傳遞，有时也佔用中頻頻帶，用載波原理傳遞。因此在傳輸系統上，电报和電話將日漸一致。电报也可由無綫电傳遞。一种方法是送出按电碼符号断續的电波。另一种方法是使無綫电頻率随着电报电碼而变动，这种方式叫移頻式，可以提高通報質量。無綫电發明以前，国际电报应用海底電纜傳遞。無綫电發明以后，新設的海底电报電纜已經不多見了。用單鉄綫和通話綫路来通达电报，如距离較長，則把綫路分段，在适当的地段采用幫电机，將电碼电流从前一段轉發到后一段。把一个电路上所收到的电报轉拍到另一个电路上时，可以采用人工抄收和重行拍發，或采用复鑿机將第一个电路上收到的电碼，复鑿在紙条上成为許多圓孔，然后把这样的紙条送往第二个电路的自动發报机，自动的發出电碼电流。現代电报技术另一个發展途徑是采用局内电报交换机和用戶电报交换机，前者便于轉报，后者使用戶能够直接通报。电报交换机有半自动式和全自动式两种，半自动式利用塞繩、电鍵或按紐来控制电路運轉，自动式交换机則利用自动電話机鍵的原理全部自动控制。在交換过程中，一般都經過复鑿紙条的步驟。傳真电报接轉的自动化也將在最近出現。

5. 長途電話的發展

(1) 有綫設備

最初的長途電話采用架空明綫来傳遞通話电流，但立刻就發生了由于綫路損失而限制通話距离不能过远的困难。因此，一方面加粗綫徑，一方面曾經在明綫上加接加感綫圈來減少損失；但前者的改进是有限度的，后者的改进效果随天气变化而不稳定。一直到電話增音机發明后，可以放大通話电流才部分地解决这一問題。由于有了增音机，才有可能利用單位損失远較架空明綫为大的電纜芯綫來通达長途電話。最初采用一对導綫來通長途電話，因此增音机必

需同时能放大兩方發出的通話电流，这样的增音机叫作二綫式增音机。兩对这样綫路，除去可以通达两个电话以外，还可以在兩端加裝一些設備，就能加通第三个电话电路，这样的电路叫作幻路（圖 1.5），同正常通話的实路区别开来。

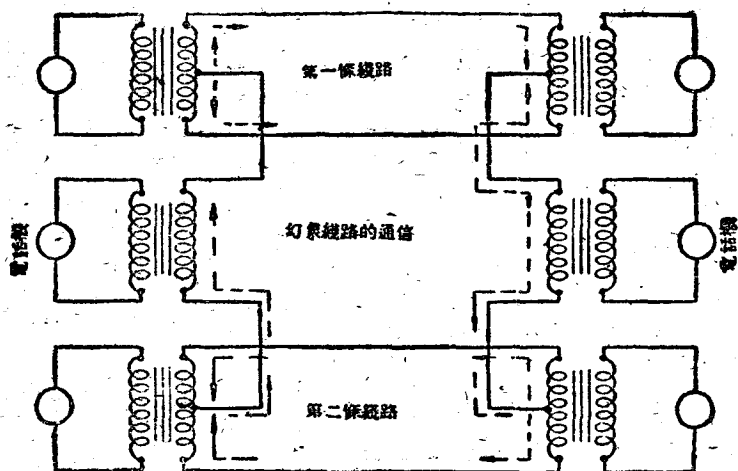


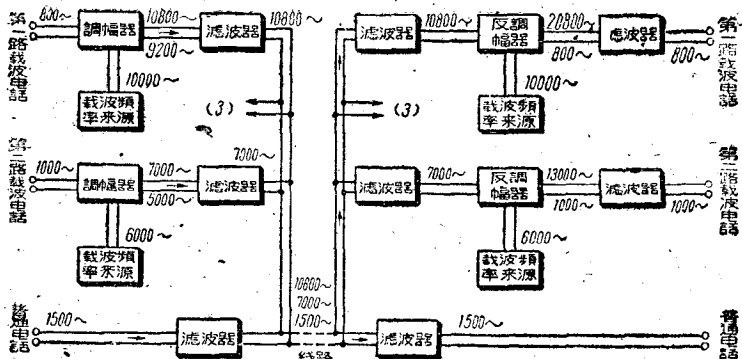
圖 1.5 用幻路通話的原理圖（箭头表示幻路电流的道路）

許多二綫式增音机串联在一个电路上会使通話不穩定，因此采用兩对电綫芯綫（这两对芯綫有时由兩根电綫接出）分別傳遞两个方向的通話电流，在这种情况下使用的增音机叫作四綫式增音机。四綫式通話也可加通幻路。四綫式原理的应用使通話距离可以延長到無限長。

載波机的發明为長途电话开辟了广寬途徑。它的原理^①是这样：尋常人們通話頻率范围是相同的，把几个电路的通話电流混合起来便無法区分开来。但是設法使每一电路的通話电流提高至不同的頻率范围内，这样在一端混合起来，也就容易在另一端区分开来，因此一对綫路就能傳送許多电话而不互相干扰。在架空明綫上应用最多的有：（1）單路載波机，輸出最高頻率为 10 千週，在

尋常的實綫通話電路之上增加一個載波電路；（2）三路載波機，輸出最高頻率為 30 千週，在實綫通話電路之上增加三個載波電路；（3）十二路載波機，輸出最高頻率為 150 千週，在三路載波之上再增加十二個載波電路。單路和三路載波每隔 300 公里左右設置一

- ① 載波多路通話的基本原理：我們知道，當兩個不同頻率的交流電混合一起，便會產生另外兩個頻率的交流電。我們利用這個原理可以達到載波運送話頻的任務。例如：將 800 話頻音混合到 10000 週載波，此項過程叫“調幅”，便產生 10800 週及 9200 週的兩個電流（ $10000+800=10800$ 週， $10000-800=9200$ 週）。10800 週在 10000 週之上叫作上邊帶，9200 週在 10000 週之下叫作下邊帶。現在我們用濾波器只准高的上邊帶的 10800 週電流通到綫路上，而將下邊帶的電流截止不放，那末到了對方就只有 10800 週了。在對方，我們再拿 10000 週來和它混合，這過程叫“反調幅”，又產生 20800 週及 800 週兩個電流。用低通濾波器將 20800 週的電流截止，只准 800 週以下的 800 週電流通過，這樣就回復到了原來的話頻電流，使用戶可以通話。歸納起來，載波電話有三個主要部分：（一）利用振盪器及調幅器，將各路電話的話頻電流，分別提高到幾個不同的較高頻率的載波電流；（二）利用濾波器，在收端將這些不同頻率的載波電流，各取所需的各個分開；（三）利用反調幅器從載波電流內將話頻还原。附圖 1 說明載波電話的基本原理。一對綫上傳輸三個電話，我們讓一個電話 1500 週用普通話頻傳輸，其餘兩個（例如 800 週及 1000 週）用載波電路傳輸。在綫路上雖然三個電話同時在輸送，因為週率各不相同，且有適當的間隔，到了對方就被濾波器分別開來，不至互相干擾。



附圖 1. 載波電話基本原理

个增音站，放大載波電流，十二路載波每隔 120 公里左右設置一个增音站。明綫載波的缺点是綫路障碍多，雜音串音也較大，而最严重的是通十二路載波的綫条上积有冰霜时，綫路損失可以增加好几倍，有时綫路虽然良好，但冰霜聚积过厚，仍能使通信中断。載波机尋常接在銅綫或銅包鋼綫上。在苏联省內支綫的通信也有使用鉄綫通載波的。苏联和其他国家正在研究采用鋁綫或鋁合金綫来代替銅綫。

为了保証通信的可靠性，最好采用電纜。最初的電纜是平衡式的，每四根芯綫扭成一組。電纜芯綫也可以通达載波。在通載波时尋常不用加感綫圈或將綫圈的電感值減低，来去兩個方向分別各用一根電纜。应用得較多的是每兩对芯綫上通达 12 或 24 个电路。傳輸最高的頻率分別为 60 和 108 千週。使用 1.2 公厘芯綫时，前者每隔 40 公里左右裝一增音站，后者每隔 30 公里左右裝一增音站。苏联、德国和其他国家不久將生产 60 路的載波設備，最高頻率為 252 千週，每隔 15 公里左右設一增音站。这些国家还在研究通达 120 和 180 路的設備。沿途小城鎮需要电路，可以利用通載波芯綫的実路或者利用不通載波的芯綫，有时也可在增音站加裝分路器，分出几路載波电路作短距离通話。

另一种電纜叫同軸電纜，是由中間一根導綫和外面以銅皮包成的圓管組成，導綫與銅管間用絕緣材料隔开。这种電纜能够傳送電流的頻率更高，最多能通 1,860 个電話电路或者通 600 个電話电路和一个電視电路。最高頻率达到 8.3 兆週，每隔 6.5 公里設一增音站，电路需要較少时增音站距离可以增加。同軸電纜里面也可以裝有平衡電纜芯綫，这样就成为綜合電纜。平衡和同軸電纜的增音站大部分是無人維護的，所需电源由附近主要增音站供給，利用芯綫同时傳送直流或交流電流。同軸電纜上傳送的交流电压最高达 2,000 伏。

跨越大西洋的水底同軸電纜可通 36 个电路，每隔 64 公里有一增音机，增音机裝在電纜的鉛皮里面，所用真空管寿命特長，可以

使用 20 年。同軸電纜通 1,860 路時，如一個真空管損壞就會造成大量電路中斷，因此重要公共電路的真空管也採用長壽命的。最近對波導管的試驗，證明將來有應用在長途通信的價值。這種設備實際是採用頻率極高（5 萬兆週）的無線電波在波導管內傳播。每一波導管可以傳遞幾十萬個電話電路或幾百個電視電路。這樣，有線與無線的界限便無法區分了。

半導體^①在長途機械上的應用有着廣闊前途。現在全部採用半導體的載波終端機已試制成功。將來只要能夠在增音機上採用半導體，就會解決長途傳輸上的很多困難。

（2）無線設備

無線電最初應用於電報通信上，以後才用作電話通信。長波無線電（1000 公尺以上）應用最早，有了短波（100—10 公尺）無線電以後，長波無線電的用途僅限於一些特殊業務，如船舶通信。短波無線電容易遭受其他電台和天電的干擾，信號強度不穩定。為了改善短波無線電的傳輸狀況，除增加發訊機的輸出電力而外，一方面採用定向的收發訊天線，使電波集中向一個方向傳播或只接收從一個方向來的信號；一方面在收訊方面採用分集式收訊機，把從幾組天線接收的信號電流合併起來，減少信號強度變化不穩的缺點。短波無線電採用單邊帶的技術是一大革命。這是把載波技術應用在無線通信方面。一部發訊機最多可以同時傳送四個電話。在單邊帶機件里，對通話沒有作用的頻率電流已被截止，不經放大和傳播，因此同樣電力的發訊機可以更有效地傳播人們的訊息。

短波無線電通信不但在質量上有前述缺點，而且需要電力很大，全部頻率範圍內能夠容納的電路也有限，因此現代無線電技術

① 半導體：容易導電的金屬，如銀、銅、鐵等叫導體；不導電的物體如橡皮、云母片等叫絕緣體；凡物體既不像導電的導體，又不像絕緣體的絕緣，介在導電與絕緣之間叫半導體。半導體的導電，受到溫度改變及光綫的影響很大。在半導體上，所通過的電流並不與在半導體兩端所加的電壓成正比，亦就是說半導體的導電不“遵守”歐姆定律。半導體材料有矽、鎢等。

已向微波無線電（一公尺以下的波長）發展。微波無線電^①通常只能達視綫所及的距離，一般為 40—60 公里，因此每隔這樣的距離就需要裝置一個中繼站，從一個方向接收信號，再向另一方向轉播。微波無線電可以作多路通話，最多已達 600 路，更高路數的微波無線電也在研究之中。微波無線電的多路通話，可以有兩種方法：一種方法是頻率區分制，原理和尋常有綫載波機相同；另一種是時間區分制，輪流依次地把每一電路信號電流的一小部分傳播出去，對每一電路來說，送出的是一些不連續的脈沖，在接收方面可以把它們還原，成為連續的信號電流。由於微波無線電可以採用許多新式調制方法（調制是把人們的訊息通過變化電波的形式來達到通信目的的一種過程），如頻率調制^②、脈沖相位調制和脈沖編碼調制。這些調制方法可以減少天空中的各種雜音干擾。末後一種方法，從理論上說，還可以減少失真程度，但實驗結果證明沒有顯著優點，而且電路複雜，現在還沒有應用。微波無線電的電力一般是很小的（一瓦左右），天綫的尺寸也很小，效果可以設計得很高。由於地理的限制，中間不能密集地設置中繼站時，微波無線電可以用大電力、高效率天綫來作較長距離的傳遞。現在已採用 10 千瓦微波發訊機和 20 公尺直徑的天綫，使傳輸距離達到 300 公里左右。

最初的半導體，應用在高頻電路上比較困難，經過改革，最高

- ① 微波無線電：微波無線電的波長在一公尺以下。微波無線電接力通信所用的波長約 5—20 公分，由於波長很短，所以叫微波。用微波無線電對長距離通訊就要在兩個終端電台中間，加裝一些電台，這些中間電台的作用就是把從前一台接收來的信號放大，再送到下一台去，象接力賽跑一樣，一個台一個台傳下去，所以叫接力通信。我國郵電部門安裝的第一套微波通信設備已試裝成功（其測試情況圖見本刊今年第一期）（關於微波通信機，可參閱今年第一期“無線電”雜誌）。
- ② 頻率調制：頻率調制就是無線載波為調制頻率調變後，載波頻率隨調制頻率的振幅大小而成比例變化，但它的相位和振幅卻保持不變。收音機收到調頻信號後，再利用鑑頻器（它相當於普通超外差收音機的第二提波級）把頻率的變動轉變為振幅的變動。應用調頻制的主要優點是它的抗干擾性高，通信質量比調幅制好。

的頻率從 1—10 兆週提高至 100—200 兆週。1956 年內，最高頻率已經達到 500—600 兆週，能夠放大的頻帶可以通達 2,500 個電話電路。

微波無線電也和同軸電纜一樣可以傳送電視節目。按照歐洲現有情況看來，微波無線電的主要用途還是在這一方面。

(3) 交換設備

長途電話處理業務方法和交換設備程式有很大關係。常用的業務處理方法有幾種：(1) 緩接制或稱掛號制——用戶需要打電話時先向記錄台掛號，由接線台依次接續（同時接續來去轉話），接通時間需要較長。(2) 立接制——用戶打電話時，叫接長途台，話務員應答後，立刻完成接續工作。在特殊情況下，長途電路不空或對方用戶不在時，可以改由緩接去話台接續。(3) 混合制——可以在一部分時間內或一部分電路上採用立接制，其餘時間或其餘電路採用緩接制，並且容易從一種制度改變成另一種制度，實際是緩接制長途台的改進。(4) 用戶撥號制（迅接制）——全部接續工作均由用戶掌握，不需經過話務員處理。採用立接制和用戶撥號制時，長途電路數目需要較多。

緩接制和混合制的交換機，可以採用磁石式或共電式機件。立接制的交換機可以採用人工共電式機件，也可以採用半自動式，即用戶打出電話（去話）必需經過話務員處理，外埠叫進電話（來話）和轉接電話（轉話）都是自動接續。共電交換機可以用塞繩來作接續工作，最大容量在 600 路以下。此外，也可以用電鍵來控制接續工作。因為利用一部分自動選線機件後，容量是無限制的，這種交換機叫無塞繩交換機。用戶撥號制是全自動式。用戶在撥被叫用戶號碼之前，還要撥長途專用號碼和區號局號。這種設備要具有：(1) 選擇正常路由，(2) 選擇預備路由，(3) 自動計算話費等性能。目前歐洲一些小國家已經實行全國用戶自動撥號，一些領土較大的國家也正朝這方向發展。半自動化的設備在各國應用的很多。無論人工或自動式交換機對於轉話都有自動控制衰耗設備，使