

書叢小學工

話 電 線 有

湯 荷 驥
易 鼎 新
著

行發館書印務商

工學小學叢書

有線電話

湯荷讓
易鼎新
著



3 0604 9655 5

商務印書館發行

目錄

第一章 電磁學概要.....一

第一節 磁學.....一

第二節 電學.....五

第三節 電磁學.....〇

第二章 電話學概論.....一二

第一節 基本原理.....一三

第二節 制度之分類.....一五

目錄

第二章 電話機械……………一六

第一節 傳話器……………一六

第二節 受話器……………一八

第三節 用戶設備……………二一

第四章 電話局之設備……………二八

第一節 電話線路之設備……………二八

第二節 局屋……………三四

第三節 局內之設備……………三五

第五章 磁石電話制……………四五

第一節	簡式磁石交換機	四五
第二節	簡式磁石式交換機之應用及工作原理	五四
第六章	共電電話制	六〇
第一節	共電制與磁石制之比較	六〇
第二節	簡式共電交換機	六二
第三節	複式共電交換機	七〇
第四節	多局電話制	七七
第七章	自動電話概要	八二
第一節	緒言	八三
第二節	基本原理	八五

第三節 斯特魯喬制.....八七

第八章 電話線路之推廣與改良.....一〇一

第一節 實路與幻路.....一〇二

第二節 電話線路之性質及載圈之應用.....一〇三

第三節 感應干涉及電線之換位.....一〇五

第四節 載流電話.....一〇八

附錄 英文電話參考書目.....一一〇

有線電話

第一章 電磁學概要

第一節 磁學

磁石 磁石可分爲天然磁石與人造磁石二種。天然磁石爲一種礦石，學名磁鐵礦，其成分爲鐵三氧四（ Fe_3O_4 ）。此種礦石具吸引鐵屑之能力，然其力不大。現今工業中所用之強磁石，多以人工方法製造之，將一鋼條與一強磁石在同一方向中摩擦若干次，或將電流通過環繞鋼條之線圈，均可使鋼條變爲磁石。硬鋼之保磁性頗大，易言之，即硬鋼不易磁化（磁化即化爲磁石之意），但一經磁化之後，能保持其磁性勿失。軟鐵則不然，易於磁化，而亦易於消失磁性。是以人造磁石多以硬鋼製之，而軟鐵則適宜於製造電磁石。電磁石均以軟鐵爲心，繞以線圈，通電流於線圈，則軟鐵變

爲磁石，但電流斷則其磁性立失；其作用當於第三節中詳述之。人造磁石之最普通形式有二種，一曰棒形磁石，二曰馬蹄形磁石。後者作U字形，能將二端之吸力集中一面，故應用較廣。

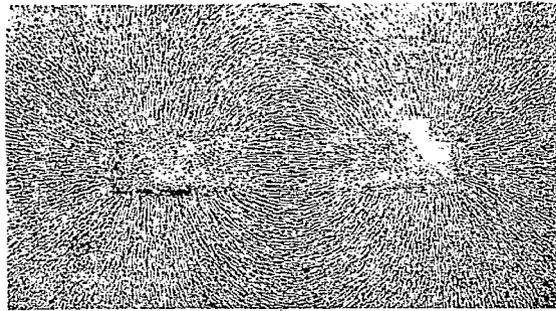
磁極 試以一已經磁化之長鋼針投入鐵屑後取出，則見鐵屑並不平均附着於針上，其近二端處，鐵屑最多，漸近中部漸少，至中點則幾全無鐵屑。磁石上吸力最強之點，名爲磁極 (magnetic pole)，無吸力處名爲中性區。細長之棒形磁石，其磁極在於二端。磁極有指向之特性；若將一磁針平懸於空中，使其能在一平面內自由轉動，則其一極常指南，他極常指北。指南之極名爲南磁極，簡稱南極；指北者名爲北磁極，簡稱北極。

若以另一磁針之南極，移近上述之懸垂磁針之南極，則見懸針之南極後退；可見此二極之間，必有一斥拒之力。若以此南極移近懸針之北極，則見後者（懸針）向南極引近；可見此二極之間，必有一吸引之力。用其他磁石試之，結果皆同。由此可知凡同名之磁極則相拒，異名之磁極則相吸。此結論名爲磁石定律。

磁力線 由上述之吸拒作用，可知有力存在於磁極之間；而力決不能超越空間，由甲體而傳

達至乙體；則二體之間，必有一種具傳達力之媒介物無疑。磁力線者即磁力在媒介物中所取之方向之路線也。磁力線皆爲曲線，如第一圖所示。此圖可用實驗求得之。將一棒形強磁石置於一玻璃板下，而以細鐵屑散布板上，輕叩板面，使鐵屑微微振動，則見其自列成曲線形，如圖所示。磁力線之觀念，在電磁學中甚爲重要，一切電與磁之感應作用，均須用磁力線說明之。磁力線方向，規定爲由北極出而入於南極。將一小羅盤針置於一磁石之近旁，則針所指之方向，即此點之磁力線方向也。

在一磁石之四周，凡磁力線所經過之區域，名爲磁場；然此區域殊廣，不切實用，故通常磁場指磁石附近磁力較強之區域而言。磁場中滿布磁力線，其情形如第一



第一圖 磁力線

圖所示。故磁場之強弱，可由磁力線之數目表示之。

感應磁性 試以棒磁石之一端，吸一軟鐵小釘，則此釘即變為一磁石，能吸引第二小釘；若棒磁石之磁極甚強，則如是

繼續吸引之釘，可至四五

不等，如第二圖甲所示。此

種現象，名為磁感應。凡受

感應而得之磁性，名為感

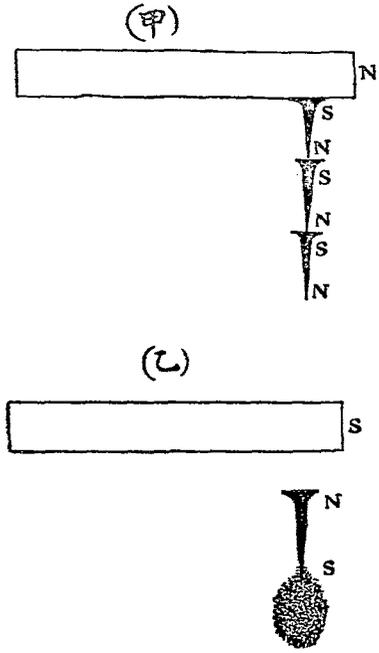
應磁性。軟鐵最易受磁感

應而變為暫時磁石。硬鋼

不易受感應，故僅適於製

造永久磁石。磁之感應全

恃磁力線之作用，故軟鐵不必與永久磁石相接觸而後始能得感應磁性。即如第二圖乙所示，以感



第二圖 磁之感應

釘持近磁極之一端，則其他端即能吸着鐵屑，可見此釘已變爲暫時磁石矣。

磁石之所以能吸鐵，其原理不外乎感應作用。即就上述之鐵釘實驗而論，當磁石引近鐵釘時，釘之上端受磁力線感應作用，得一磁極，極性與磁石引近之一端相反；釘之遠端亦得一磁極，極性與磁石近端相同。依據異名極相吸定律，此二者之間，發生吸引作用。第一釘既變爲暫時磁石，其吸引第二釘之原理，亦完全相同。又磁之感應作用，能透過非磁性物質，如玻璃等類。例如在第二圖中，若吾人於磁石與釘之間，隔一玻璃板，則鐵屑仍不下墜；可見玻璃不能影響磁力線之作用也。

地磁 地球爲一大磁石，其北極在地球南極之附近，其南極與地球之北極相近。懸垂磁石之所以常指南北向者，因其南極常受地磁北極之吸引，其北極則受地球南極之吸引，蓋根據磁石定律，此乃必然之結果也。

第二節 電學

電性 以任何二種不同物質摩擦，即能生電。電有陽電與陰電之別。例如以絲巾與玻璃棒摩擦，則玻璃帶陽電，絲巾帶陰電，此二種電之量常相等。故當絲巾與玻璃棒未分離之前，二種異性之

電適中和，二物俱無帶電現象。若將二物分離，則二物一帶陽電，一帶陰電，如前所述。電本代表能力，其來源即為吾人於使二物分離時所作之工，摩擦雖耗能力，然此不過使二物接觸更密切，無與於電能之來源也。

是以二物摩擦之後，必同時帶電，電性常相反，而電量則常相等。以同帶陽電之物體作吸拒實驗，則見其互相斥拒；以帶異性電之物體試之，則見其互相吸引。因此吾人得一定律曰：凡同性之電相拒，異性之電相吸。

導體與絕緣體 電能由一物遷移至他物，唯其遷移必藉導體為媒介，導體者能傳電之物質也，一切金屬酸類泥土等物屬之。不能傳電或傳電不佳之物質，名為絕緣體，琥珀、橡皮、硫黃、紗布等物屬之。例如用一金屬棒將一帶電而絕緣之銅球，與另一不帶電之絕緣銅球連接，則一部分之電，自動移至第二球而使之帶電。若換以橡皮棒連此二球，則不能移電，此即導體與絕緣體之不同處也。

電位 在上述之實驗中，電之所以由一球遷移至他球者，因二球之電位不同之故，電位之意

義，可用譬喻以明之。吾人若將水平面高低不同之二水箱用管接通，則水必由高水箱流入低水箱，直至二箱之水平相等爲止。同樣將氣壓不等之二氣箱接通，則氣體必由高壓箱流入低壓箱，直至二箱氣壓相等而止。水與氣之所以流，吾人謂因其水平及氣壓不同之故，唯電亦然；帶電體之電位，猶水之水平，氣之氣壓，故若二導體之電位不同，則電必遷移以平均之，其理與水流氣流相同也。通常以大地作電位之標準，以其電位爲零，帶電體之電位高於大地者爲正，低於大地者爲負。

電容 電容指導體之載電容量而言。導體之電位與其所負之電量有一定之關係，電量增加，則電位必隨而升高；然以等量之電荷，加諸不同導體，其所升之電位不皆相等，此因各導體之電容不同之故。是以電量與電位間之比率卽爲電容。導體之電容，視其大小及周圍絕緣物之性質而定。除此以外，亦與其形式及隣近有無其他導體有關。甲導體之電容，可因隣近置一乙導體而加增；此項原理於凝電器 (condenser) 中利用之。凡二絕緣導體中間隔一隔電物，卽成一凝電器，普通以錫片與蠟紙相間爲之，以增其容量，使甚小之器，有甚大之電容。凝電器在電報及電話之電路中常用之。

電流 若將導線接連電位不等之二導體，則電荷自高電位導體流至低電位導體，即得一電流 (current)。然此電流爲時甚暫，二體之電位均等後，電荷即停止流動。是以電位相差爲電荷流動之主要條件，欲得一繼續不息之電流，必維持二導體之電位差。

電流所週行之路名爲電路 (electric circuit)，電路必爲連合路，即電流由某點出發流經全路後，仍返至原處者也。實際上電路中常有一電源，如發電機蓄電池等，使供給一不斷之電位差，因而維持一不息之電流。電路中之電位差，亦名爲電壓 (voltage)，意指電之壓力，所以鼓動電之流動者。電流之單位曰安培 (ampere)，電壓之單位曰伏脫 (volt)。

電阻 水在管中流動時，受管之阻力，管愈長則水壓受阻力而減低者愈大，管加粗則阻力減小。電荷之流動，亦受導體之阻力，此種阻力名曰電阻 (resistance)。良導體如銅鐵等物之電阻較小，絕緣體之電阻極大。然導體之電阻，亦與其體積有關，公式爲 $R = \frac{\rho L}{A}$ 此中 R 代表導體之電阻， L 代表其長度， A 爲切面積， ρ 爲比電阻，即表示此種導體對於電流之阻力之係數也。電阻之單位爲歐姆 (Ohm)。

歐姆氏定律 一電路中之電流電壓及電阻三者之間，常有一定之關係，即電流與電壓成正比，而與電阻成反比例是也。是名歐姆氏之定律 (Ohm's Law)。其在電學中之重要，不亞於力學中之牛頓氏之定律。如以 I 代表電流， E 代表電壓， R 代表電阻，則歐姆氏之定律可列為下列三式。

$$\text{第一} \quad I = \frac{E}{R}$$

$$\text{第二} \quad E = I R$$

$$\text{第三} \quad R = \frac{E}{I}$$

由第三式觀之，可知電壓與電流間之比率，即為電阻，故電阻為一常數，與電壓之高低及電之強弱無關。歐姆氏定律應用甚廣，即電路中之一小部分亦適用之。所應注意者，若所論者為一小部分時，電壓應取此部之電位差，而不可用全路之電壓，電阻亦為該部之電阻，則其間之關係仍與全路同也。

電阻之組合 電路中之電阻，或連列相接，或並列相接，其總電阻之計算法不同。第三圖甲代

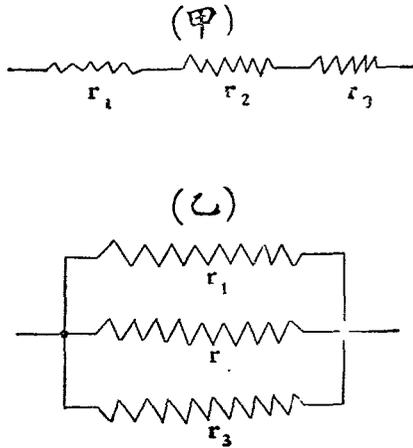
表三電阻 r_1, r_2, r_3 連列相接，其總電阻為三者之和。即 $R = r_1 + r_2 + r_3$ 。第三圖乙代表三者並列相接，三者之總電阻為

$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}}$$

若電路中之電阻為連列與並列之混合組，則可先應用第二公式，將諸並列電阻之總值求出，然後再與諸連列電阻相加，而得全路之總電阻。

第三節 電磁學

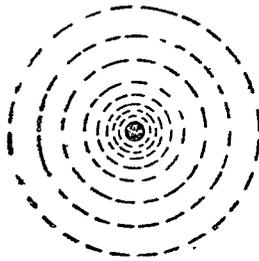
電流之磁場 電與磁為相關之現象，吾人言電流時，祇述及現象之一部，因當電流經過一導體時，其周圍尚有一磁場也。實際電流發生磁場之方法，可用一厚玻璃板，貫以一孔，而以一導線穿



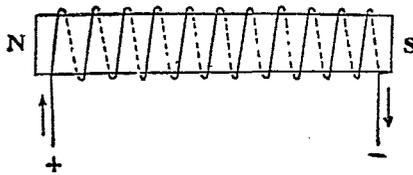
第三圖 電阻之組合

過之，通電於導線中，而撒布鐵屑於玻璃板上，以手微叩之，則見鐵屑列成圓圈形，如第四圖所示。若將一小磁針置於板上，則針之位置常與圓圈成切線，可見電流之周圍為一磁場。欲知電流所生磁場之方向，可用右旋螺旋定則求出之。定則曰，若一向右旋轉之螺旋之前進方向，代表電流之方向，則其旋轉之方向，即代表磁場力線之方向。

電磁石 將一導線環繞為多數並列之線圈，而通以電流，即成一線筒。電流經過每一線圈而有一磁場，其力線之方向可用上述螺旋定則定之。線筒之磁場，為此種線圈磁場之和，其磁力線之分布，如第五圖所示。由圖可見磁力線由線筒之一



第四圖 電流之磁場



第五圖 電磁石

端出而自他端返入線筒，其情形與一棒磁石無異。試以線筒引近一懸垂之磁針，則其爲一極所拒，而爲他極所吸，可見線筒之作用，與一棒磁石同，其一端爲北極，他端爲南極。

若將線筒繞於一軟鐵心上，卽成一電磁石 (electromagnet)，其磁場之強度，較線筒大爲增加，此因軟鐵對於磁力線之導磁，率較空氣爲大，故用鐵心之後，力線因有一較便利之路徑，其數大爲增加也。更有進者，軟鐵爲磁性物質，在磁場中極易生感應磁性，因而鐵心自身亦發生一磁場，其方向與線筒磁場之方向相同，故結果磁場加強也。

電磁石之用途至廣，而於電話電報中尤佔重要地位。電報之基本作用，實唯電磁石是賴。電磁石在電話中應用甚繁，一切號誌之運動，皆係電磁石之作用，當於後章詳論之。

電磁感應 在一閉合之電路中，若其所包含之磁力線有變動時，電路中卽生一感應電動力 (卽電壓)，因而生一感應電流。例如以一棒磁石之北極，以高速度移向一閉合之線圈時，線圈中卽有一電流，此可在線圈電路而連接一測電表以證實之。將北極由線圈移出時，圈中亦生一電流，但電流之方向則與前相反。此種感應電流之存在，爲時至暫，在磁石與線圈二物間無相反運動時，

電流卽不復生，所謂相反運動者，蓋不論磁極向線圈移動，或線圈向磁極移動，結果皆相同也。是以發生感應電壓之主要條件，爲磁力線在一電路內變換。易言之，導體須有切過磁力線之運動。

第二章 電話學概論

電話爲柏爾(A. G. Bell)教授於一八七五年所發明，至今不過五十餘年，然其進步極速，已成爲現代重要公共事業之一。各國電話用戶數，美國居第一，約占總數百分之六十；而我國用戶數不及其中百分之一。美國之富盛，自非一蹴可幾者，然交通便利，實爲其主因。我國地廣人衆，電話之用尙未盡其萬一，使窮鄉僻境與城市聲氣相通，則社會文明，自趨平均，斯則端賴乎吾人之研究與提倡也。

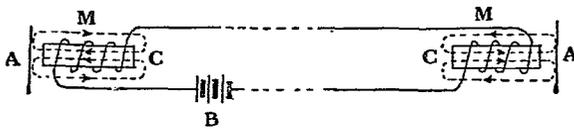
第一節 基本原理

電話之基本原理，不外乎第一章所述之電磁感應作用，茲藉第六圖說明之。一薄鐵膜A能自

由振動，C 爲軟鐵圓柱，緊貼鐵膜中心，但不接觸，鐵柱上以絲質絕緣之細銅線圈繞成一線圈 M。如此同樣二組之電機，以導線連接之，中間接入一電池 B 以供給電流。電流經過兩線圈後，兩鐵柱均變爲電磁石，吸引兩鐵膜而使之緊張。

當吾人談話於左方鐵膜之前時，音波使之振動，其方向與速度與所發之音相符合。薄膜之振動，使膜與鐵柱間之空間，時增時減，因而使左方電磁石之磁力線時增時減。磁力線變動時，一部分切過左方線圈，而使其中發生感應電流。故當鐵膜振動向外時，左方線圈中發生一感應電流，振動向內時，線圈中發生一方向相反之電流。此種電流名爲話流 (voice current)，其方向強度悉視所發之音而定。

話流由電線傳至另一線圈，此線圈繞在右方軟鐵柱上。話流之方向，與原有電流之方向，時而相同，時而相反，其相同時，增加軟鐵柱上之磁性，相反時則



第六圖 電話基本原理

減弱之。鐵柱之磁性加強，則右方之鐵膜向內振動，減弱時則向外振動，因此振動，音波以生。故一個鐵膜，爲音波所振動，發生磁性之變動，因而使另一薄膜作同樣之振動，發生同樣之音。由此可知電話之爲用，初非真將音波由一處傳至他處也。

第二節 制度之分類

電話制度，大別之爲人工電話 (manual telephone) 與自動電話 (automatic telephone) 二種。以前之電話普通皆爲人工電話，其中用戶間通話之一切事務，皆由接線生爲之。自動電話發明較晚，其中電話之連接，不需接線生，而由器械自動爲之。更有兼用人工及機械以通話者，名爲半自動電話 (semi-automatic telephone)。

人工電話復因電流供給之方法，而分爲磁石式 (magneto type) 與共電式 (common battery type) 二種。前者用乾電瓶供給談話所需之電流，而以磁石發電機供給發信號至話局之電流，乾電瓶與磁石發電機，均裝在用戶之電話機內。

共電式電話之電力，則集中於電話局，通話及信號所需之電流，均由局內之蓄電池供給之，故

用戶電話機中，無電瓶及磁石發電機。

二制各有短長，大概言之，共電式之維持費較省，而電力既集中，則管理自易，但設備方面，除電池外，更須有充電（charging）用之發電機等項裝置，其價頗昂。磁石式電話無須乎此，較為省費，然其電力設備，散在各用戶處，管理不易，難使電瓶一致達工作所需之標準，而修理更換，人工亦頗不費，此乃其缺點也。

近年來自動電話之機械，日臻完美，故其效用亦日廣。我國天津，瀋陽，漢口，南京，上海，青島，廣州，杭州等處，業已採用自動電話，或正在改裝之中。關於自動電話之原理及設備等，將於第七章討論之，以下數章，均論人工電話。

第二章 電話機械

第一節 傳話器

概論 傳話器 (transmitter) 之作用，為將空氣中之音波轉變為電路中之電流波，然後由電路傳至遠處，經受話器之作用而復變為音波。今日之傳話器皆利用炭粒之「變動電阻」原理 (variable resistance principle) 以達上項之目的。由實驗知炭粒間之電阻，視所受之壓力而異，壓力增加則其電阻減小。是以若將音波集中於一有彈性之薄膜，而使薄膜之振動，變更炭粒裝置間之壓力，再將此炭粒裝置接連於受話器電路之內，則電路內之總電阻，因薄膜之振動而時時變動，其中之電流亦隨之變動，或增或減，成為波狀，而與所發之音波相符。此乃傳話器之基本原理也。

西電公司傳話器 第七圖表示一西電公司 (Western Electric) 傳話器之剖面圖。M 為收音罩，F 為前架，用以支撐各部分者，C 為後罩，用以遮蓋各部分者，B 為一金屬之弓形架條，用以支撐炭粒盒者。此器之主要部分，為薄膜 D 與炭粒盒。薄膜為一鋁片，邊向前折轉，中央成一杯形物 I。炭粒盒分四部：一後電極 E，前面成杯形，後面為一支柱，杯底有光滑之炭片，即後電極也。二鑲炭片之黃銅板 P，鑲着雲母圈 W，並附有釘形之頭，靠着薄膜之中心。三環形黃銅螺絲帽 R，車有外螺絲，將雲母圈緊蓋於杯上。四即炭粒是也。雲母圈 W 性質柔韌，故前電極 P 得自由向前後移動。彈條 S

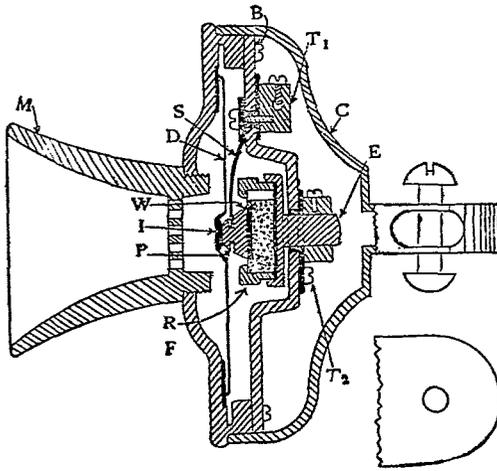
使前極P緊靠薄膜D，中間隔以小雲母板。凡器內傳電部分，均與其支持物絕緣，如圖中粗細所示。

T_1 、 T_2 為此器之兩電端。電路從 T_1 通

過彈條S到前電極P，再通過炭粒到後電極E，而由 T_2 出。

此器之傳話作用如下：聲浪由收音罩集中於薄鋁片，而使之振動，前電極既與之接觸，因而亦作同樣之振動。但後電極固定於弓形條上，故振動之結果，使前極對後極作向前或向後之移動，因之而變更炭粒間之壓力及電路中之電阻，而發生與聲浪相符合之電流波。

第二節 受話器

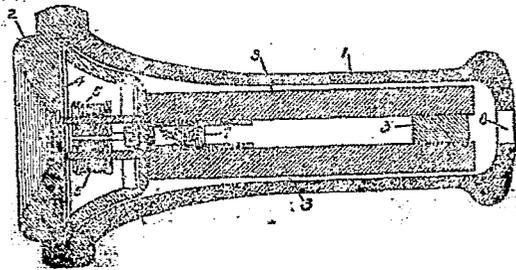


第七圖 傳話器

概論 受話器 (receiver) 之作用，為將傳話器所發之電流波，轉變為薄膜之振動，因以重得所發之聲浪。今日所用之受話器，皆依據電磁感應之理而製造者，其中之主要機件，可分為磁與電二部，前者對於薄膜供給一不變之磁力，而後者則視所受之電流波之方向與強弱，發生一變動之磁力。二者對於薄膜之綜合效果，使薄膜所受之吸力，隨外來之電流波而變動，因而薄膜之振動，與代表音波之電流波相符合。

在普通受話器中，發生不變磁力之部分，常為一永久磁石。但在直流受話器 (direct current receiver) 中，則用電磁石以代永久磁石。此種受話器，適用於共電式電話制及自動電話。

西電公司受話器 第八圖表示一西電公司受話器

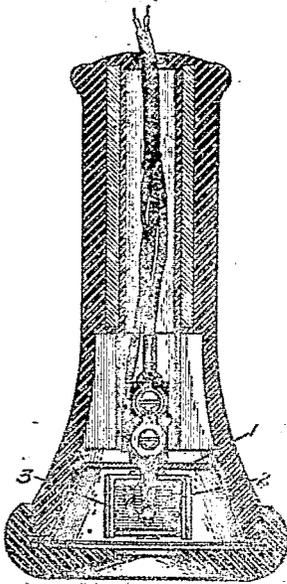


第八圖 受話器

(Western Electric receiver) 此器之外殼分爲二部，1爲筒身，2爲聽筒，二者配有螺旋，可以裝卸。3爲二條永久磁石，其並列二端之磁性相反，遠端之間則以一軟鐵塊3連接之，是此二磁石實變爲一馬蹄形磁石。二磁石之端，接有軟鐵心，上套有線圈5，緊貼於薄膜4之前。線圈之二終端，連接於螺旋7上，由是而接至從8通入之電線上。6爲一杯形之銅帽，所以使內部結構堅固不動者。通入之軟電纜，在接至螺絲釘7以前，須於鐵塊3上，圍繞數匝，如是則雖將受話器懸於空中，螺絲釘不致受過甚之牽力。

直流受話器 第九圖表

示自動電器公司 (Automatic Electric Co.) 之直流受話器。此器之原理大致與上述者相同，所異者器內不用永久磁石，而以線圈2代之。3爲一



第九圖 直流受話器

軟鐵罩，圍於線圈之外，其作用爲供給磁力線之回路。線圈，軟鐵罩，及薄膜，均固着於杯形銅帽 1 之上。

此器應用於共電式之電話制中。在此制中，線路內常有一穩定之電流（詳見第六章）。電流經過受話器之線圈後，使其對於薄膜發生一不變之吸力。由傳話器所發來之話流，亦經過此線圈，在其中發生一變動之磁場。結果使線圈對於薄膜之吸力，或增或減，使之振動而發聲。

第三節 用戶設備

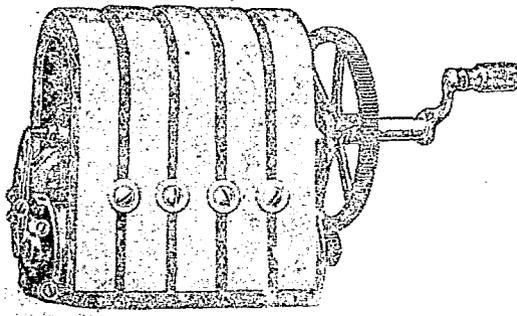
電話用戶之設備可分爲電話機 (telephone set) 與安全裝置 (protective apparatus) 二項。用戶所裝之電話機，視電話之制度而異。自電制電話，採用磁石式電話機；共電制電話，則須用共電式電話機。茲分論之。

磁石電話機 磁石電話機 (magneto telephone set) 之機件，除前述之傳話器及受話器外，尚有磁石發電機 (magneto generator)、磁石電鈴 (polarized or magneto ringer)、感應圈 (induction coil)、鉤鑰 (hook switch) 及乾電瓶等數項。在討論整個電話機之前，應先略述其

中重要機件之功用。

在自電式電話制中，用戶呼喚接線生時所需用之電流（詳見第五章），由電話機內之磁石發電機供給之。此機之主要部分（第十圖）為供給磁場之馬蹄形磁石，其數為二為三為四為五均可，一能旋轉之發電子（armature）裝於磁場之中間。當以手搖其轉柄時，發電子迅速迴轉，其速度常為每分鐘一千次，因而發電子中生一低周波之交流。磁石發電機上通常有切入電鑰（cut-in switch）之裝置，其功用為使發電子平時不接連於線路內，但轉柄一經搖動，則自動接連，供給交流電。

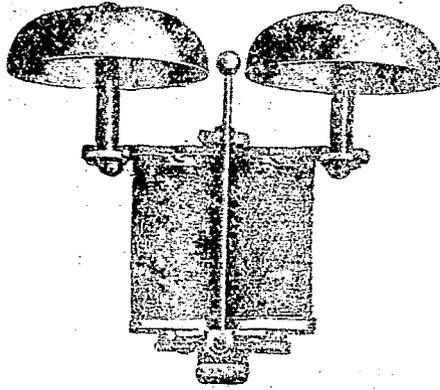
磁石電鈴之構造與普通電鈴不同，其主要部分為



第十圖 磁石發電機

一電磁石與一永久磁石（第十一圖。）因永久磁石之感應作用，電磁石之兩端，平時常為南極或北極。振鈴電流經過電磁石之線圈後，二端之極性，一加強，一減弱，甚至變為相反。因而銜鐵（armature）為一端所吸，而為他端所拒，附着於銜鐵上之鈴錘，亦隨之偏向一面。但振鈴電流復變方向，鈴錘即偏向他面，故鈴錘振動而發聲。

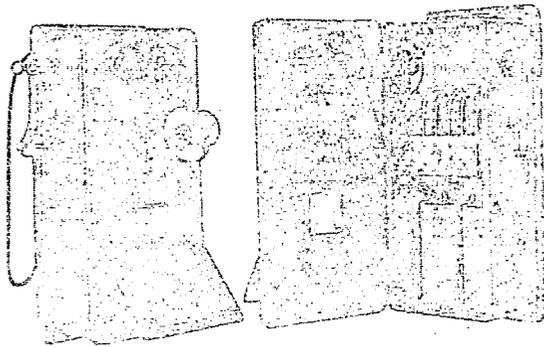
感應圈之主要部分，為正副二線圈，繞於同一鐵心之上。在電話中，感應圈之功用有二。（一）電流經過正線圈後，能藉感應作用，而在副線圈中發生一電壓較高或較低之電流。（二）二部電路雖不直接相連，但仍能藉電磁感應作用，傳達電力。在各種線路中，第二項功用，亦甚為重要。



第十一圖 磁石電鈴

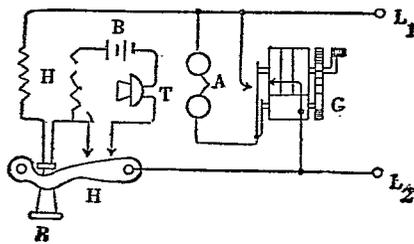
磁石電話機之

線路 磁石電話機有牆機、桌機等別，形式不一，然其中主要部分則皆相同。第十二圖及第十三圖表示一牆式磁石電話機。其各部分之接法，見第十四圖。 L_1 、 L_2 為通至電話機之二線之終端，A為磁石電鈴，跨接於電線之間，



第十三圖 磁石電話機之外表

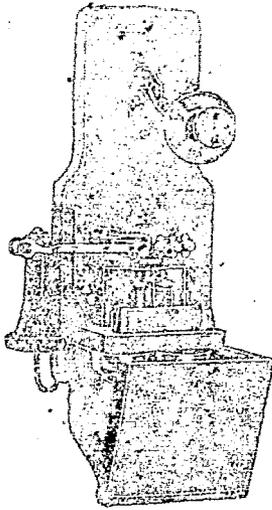
第十二圖 磁石電話機之內部



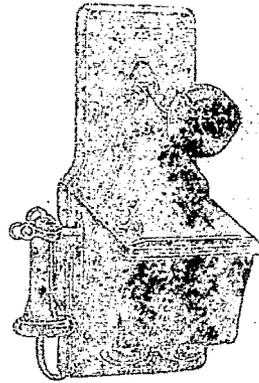
第十四圖 磁石電話機之線路

此路常閉，故用戶隨時可以接到受話之信號。G 爲磁石發電機，亦跨接在二線之間，但其電路常開，須至用戶搖動轉柄時，始自動接入電路中。B 爲供給傳話器 T 以電流之乾電瓶，二者與感應圈 I 之正線圈連列而接至鉤鑰 H。R 爲受話器，一端接至鉤鑰，一端則與感應圈之副圈連列而接至 L₁。不用時受話器懸掛於鉤上，故 H 處之二接觸點常開，傳話器與受話器均不在電路之內。當用戶舉起受話器時，鉤鑰因壓力之解放，自動舉起，而將二接觸點閉合。

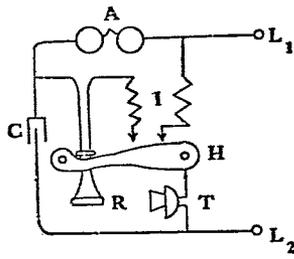
共電式電話機 共電制電話所需用之電流，全由電話局之蓄電池供給，故電話機中無需自備乾電瓶與磁石發電機。其構造較磁石式爲簡單，機內之其餘主要部分，與磁石式相同，唯多一凝電器。凝電器之作用，在隔絕直流，不許通過，而交流則可通行無阻。第十五圖及第十六圖表示一牆式之共電制電話機。其各部分之接法，見第十七圖。A 爲電鈴，C 爲凝電器，二者連列而跨接於兩電線之間。自話局發來振鈴之交流電，可以通過，而局中蓄電池之直流電，在平時不能通過。當用戶舉起受話器時，鉤鑰自動上昇，直流電乃得通過傳話器。如對器說話，器內炭粒之阻力，即發生變化，而話流以生。此話流經過對方電話機上感應圈之正圈，藉感應作用，而傳至受話線路內。凝電器 C 除



第十五圖
共電電話機之內部



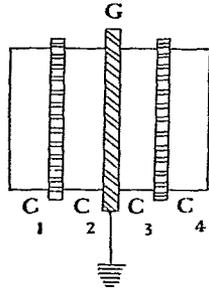
第十六圖
共電電話機之外表



第十七圖 共電式電話機之線路

上述作用外，尚有一副作用；即當傳話器內阻力最高時，G所受之電壓亦最高，此時C即荷電。及至傳話器內阻力減低時，C乃放電，其電路經過傳話器受話器及感應圈之副圈，此放電電流，藉感應作用，復傳至正圈線路內，而加於原有話流之上，因之傳話效率，大為增加。

用戶保安器 用戶保安器分避雷器與熔線二項。避雷器通常為炭塊式，其構造可藉第十八圖說明之。C₁ C₂ C₃ C₄為炭塊，C₂ C₃與通地之金屬片G相接觸，C₁與C₂之間及C₃與C₄之間，隔以穿有多孔之雲母片。C₁ C₄接於外來之電線上。炭塊表面上本有多數尖點，雷電容易躍過而通至大地；且炭塊不易熔化，故較用其他導體為佳。熔線為能於低溫度鎔解之金屬線，普通以合金製之。熔線分為開露式與閉合式二種，前者裝於雲母片上，既便視察，且易於更換；後者封於瓷管或木管內，比較安全，用戶保安器之鎔線多屬此式。鎔線之作用，在於防強大之電流。當電流超過一規定限度時，其所生之熱，足以使之鎔解，因而使電路中斷。



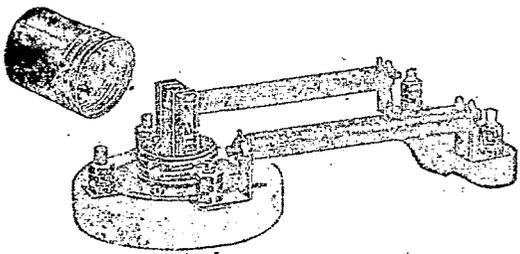
第十八圖
炭塊式避雷器

第十九圖爲西電公司之用戶保安器。避雷器與鎔線合爲一器，以便裝置。避雷器有三終端，兩旁之二端接至電話機上，中間一端則連接大地。裝置此器之最適宜地點，爲話線引入用戶住宅之處；但爲避免風雨起見，通常裝於進內處之附近。避雷器之地線，可接至自來水管，或另埋導體於地下。其連接處須行錁牢，以求堅密。

第四章 電話局之設備

第一節 電話線路之設備

電線 在電話工程中，用以傳送話流及信號電流所用之電線，約可分爲二大類，即銅線與鐵線是。銅線不易腐蝕，導電率



第十九圖 用戶保安器

甚高，故用以傳電，最爲合宜。但其強度不及鋼線及鐵線，且價值亦較昂貴。鋼鐵電線價較廉，強度頗高，但導電率較低，且易生鏽，壽命較銅線爲短。以前電話工程，大都採用銅線，近來電纜之用途日廣，架空線之壽命，不求其甚長，故應用比較經濟之鐵線者日多。通常應用之電話線爲 B. W. G. 第十二號塗鋅鐵線。此外尚有一種包銅鋼心線 (copper-clad steel wire)。蓋以鋼爲心，而以銅包於外面，是兼有鋼之強度與銅之導電率，價且較銅線爲廉，故其應用頗廣。

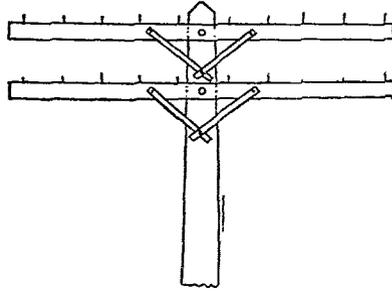
電話線架空於電桿之上，必須能支持其本身之重量，是以過細之電線，雖其導電率足敷應用，但不能支持其本身之重量者，不適用於用。大概架空用之電線，如爲硬銅線，則電線之直徑不得小於 $0 \cdot 08$ 英寸。若用鋼線或銅包鋼線，則最小直徑爲 $0 \cdot 064$ 英寸。

電纜 (cable) 由多數電線集合而成，集合之法，先用極乾之紙條，繞於銅線之上，每對乃絞成一組，然後由多數對繞成所需之電纜，外面再以紙條繞之，而以鉛皮封閉之。電纜之優點凡四：(一) 可以用較細之銅線，銅量可減；(二) 所佔之地位較小；(三) 較架空線爲安全；(四) 外觀較爲整齊。其主要缺點，爲傳話距離之減短，此因各線距離密邇，電容 (capacity) 大爲增加，而

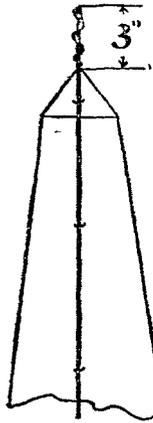
電感 (Inductance) 幾減至於零之故也 (改良之法見第八章第二節) 是以電纜之傳話距離，遠不及架空電線。但在較短距離中，如在城市內分布線路時，則甚適於用。近來用之者日多，頗有取架空線而代之之概。較小之電纜，可以架在電桿上，較大者則常埋藏於地道之中。電話工程所用之電纜，小者僅五對線，大者有六百對八百對不等，亦有在一千對以上者，在大都市中應用之。電話局所用之電纜，其銅線通常為 B. D. S. 十九號或二十二號。

電桿 電桿之木材，以堅直為要，白柏栗樹杉樹均可採為電桿。電話工程中所用之電桿，其高度自二十至七十英尺不等，視工程情形而定。電桿之大小，通常以梢徑與長度二者標明之，例如七〇三十呎 (7" - 30') 即指三十英尺長梢端直徑為七英寸之電桿也。但電桿根圍之粗細，與其載重之能力有密切關係，故定購木桿時，須連帶規定其根圍之最小直徑寸數。

電桿之上，裝有橫臂 (cross-arm) (參閱第二十圖)，其數視電話線之數目而定。橫臂之上，裝瓷質之隔電子 (insulator) 二，四，六，八，十枚不等，話線即繫結於上。每一橫臂最多載十線，通常稍留餘地，以備擴充之用。木質標準橫臂之截面為三又四分之一英寸，乘四又四分之一英寸，橫臂之



第二十圖 電桿



第二十一圖 桿上避雷針

長爲十英尺（足敷十線之用，）橫臂間之距離，自十八至二十二英寸不等。裝置橫臂工程，最好在植桿前爲之，則上下尺度，易於一致。

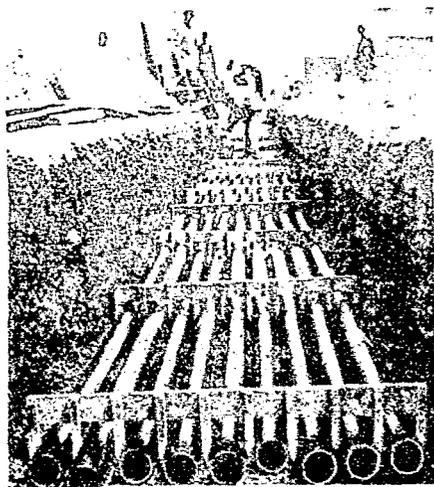
電桿之頂，須削成屋頂式之尖端，以便洩水。在植桿時，須使剖面與線路平行。桿根之部，植於土

中，易於腐蝕，故宜以漆類防腐劑塗之。電桿全身，亦有加以油漆者，而在整潔之都市中爲尤要。植桿之深度視桿之高度而定，大概言之，二十英尺桿入土四英尺，三十五英尺桿入土六英尺，土質中若含碎石，則入土可以略淺。電桿上須裝設避雷針，而尤以在鄉間雷雨區域爲不可忽視。避雷針可以 B. T. S. 第十號鋼線爲之，每隔數桿裝一個。裝置之法，可在植桿以前，將鋼線纏繞桿根數匝，再沿桿直上，以騎馬釘固定之，至伸出梢端三英寸折回，紐三匝而固定於桿上，如第二十一圖。

電桿間之距離，視話線之重量，桿之大小，及其他工程上之情形而定，自七十五英尺至二百英尺不等。大概言之，每英里四十桿，可作爲普通之標準，即二桿間相距一百三十二英尺是也。在植桿時，話線線路務求其直，線之坡度，宜竭力減至最低限度。又電線冬縮夏漲，故布線時之張緊程度，極須留意。

近來都市中十餘橫臂之電桿，已不常見其設立；而較爲輕便之電纜，則應用日廣。電纜之鉛皮軟弱易破，如單獨架在空中，不能支持其本身之重量；故必先於電桿上架設一鋼線或鋼絲繩，是爲掛線；再用吊鉤（約每一英尺半一個），以繫電纜。於適當之電桿上，裝置接線盒，接至用戶之電線，

即從此分出。惟架空電纜，在大城市中仍不雅觀，通常多裝置於地下。地下電纜，裝置得法，經久耐用，維持費亦省。故大都市之電話局，為本身利益計，亦宜裝用地下電纜。裝置之法，有直接埋入地下者，究屬不妥。通常多於地下先掘一溝，建築一線道 (conduit)；線道有一管或多管 (duct)。管之大小，視最大電纜之直徑而異。管之數目，不但須能容納現在應裝之電纜，且須顧及將來之需要。線管材料為瓦，木，鐵，及三和土等。管之上下或四周，圍以三和土；或先造一三和土底脚，線管裝好，即以木板蓋於其上，再以泥土填塞之；或不用木板，而於填滿兩旁泥土後，再以三至四英寸厚之三和土蓋之。線道上留有人穴 (manhole)，凡放入電纜，連接線頭，分接枝線，及

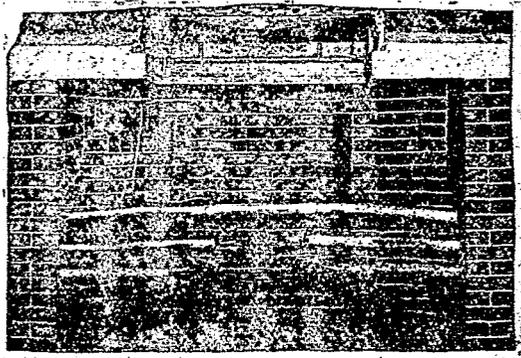


第二十二圖 地道線路

修理等項，均於人穴中爲之。人穴爲街面進線道之穴，或用磚砌成，或以三和土建築，其大小形式，視各處情形而異。普通在線道內每隔四百至五百英尺，必須開一人穴，以便工作。第二十二圖表示地道線路工程之一部分，第二十三圖爲一磚砌人穴之剖面圖。電話工程中之地道線路，爲重要設計之一，其路線構造等，在需精密之計畫，蓋地道爲永久性之工程，一經實施，更張爲難也。

第二節 局屋

在計劃一電話局之房屋時，須同時顧及目前及將來之需要。電話工程，通常以五年作爲最近發展期限，以十五年作爲最後之發展期限。城市之電話事業，發展迅捷，出於意料之外，局屋之適合於目前



第二十三圖 磚砌人穴

之情形者，五年或十五年之後，或竟完全不合實用。然若建築之初，即依照十五年後之規模，則既不經濟，又無裨實用，自非良法；故計劃時宜詳加考慮，務須適合目前之需要，而在將來，則舊建築自成爲一有用之部分，庶幾事業逐漸發展，建築亦隨時可以擴充，斯爲上策。其他應注意者，爲光線與安全問題。電話中所用之號碼等器械，普通甚小，在在須用自力，故工作室之四周，均宜開闢窗戶，如能利用屋頂天光則尤佳。安全問題，爲火災之預防。電話爲公用事業，對於社會負服務之責任，決不可任其有一日之中斷也。局屋之中，電纜架（cable runway）常爲建築計劃之一部分，電纜由下層經過地板，直接穿至上層，最爲經濟。

第三節 局內之設備

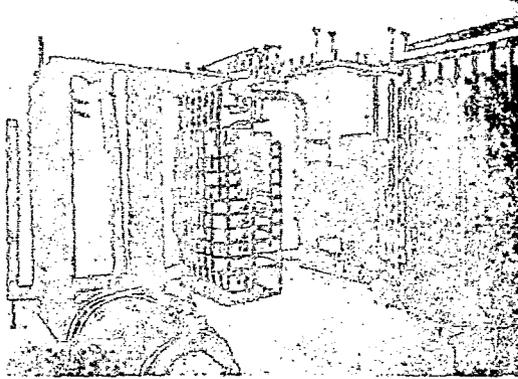
電話局內部之設備，除屬於管理方面者，可分爲交換機，布線設備，動力設備，測驗設備四項。因交換機將於第五章及第六章中詳論之，今祇述其他三項如下：

布線設備 電話局內部之布線，以電纜爲主，而以銅線輔之。話線電纜之引入話局之法，視外面線路之布置而異。最佳之情形，爲使電纜由局舍一面之地室而入局中，直接通至接線室。接線室

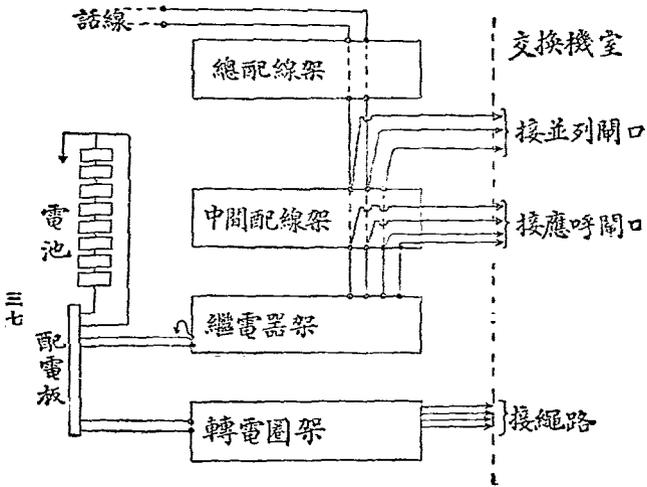
設置總配線架 (main distributing frame)，總配線架係以鋼製造，常分爲二方面。一爲橫面 (horizontal side)，(因有多數橫列之線頭故名)，保護話線之熔線管裝於此面，而外來電纜分對之後，即鉸於熔線終端之上，是以此面亦稱爲話線方面 (line side)。一爲直面 (vertical side)，(因有多數直列之線頭故名)，話線之保安器 (protector) 裝於是面，交換機上之電纜，經過另一配線架 (見下段) 之後，而終止於此面，故亦名爲器械方面 (apparatus side)。直面與橫面之連接，以多數短線名爲飛線 (jumper wire) 者任之。此種飛線，在橫面一律平行，在直面一律直行，用飛線環多件約束之。是以線數雖多，有一定之次序而不凌亂。

總配線架之功用，爲供給話線電纜以一永久而有次序之鉸接，以及裝設各項保安之機件。此外尚有中間配線架 (intermediate distributing frame)，是架亦分爲二面。第二十四圖右部之架爲總配線架，中部之架，即爲中間配線架。由總配線架器械方面接出之話線電纜，先接至中間架之橫面，然後再經飛線而接至中間架之直面，始與交換機之電纜相連接。

第二十五圖表示配線架之布線情形。由此圖可知所用之話線，可以在總配線架更動，而其應



第二十四圖 配線架



第二十五圖 布線情形

呼開口（參閱第五章）及全部並列開口（參閱第六章）之號數可以不變更；又在中間配機架上，可將某號線調至交換機上之任何部分，但不改變此線之號數。因有此項設備，話局始可視業務情形，而常將話線平均分配於各接線生，其效用蓋異常重要也。此圖僅表示配線架與交換機各件之布線關係，而非代表交換機中之路線，須注意之（參閱第六章。）

其他設備 除上述二架外，尚有繼電器架 (relay rack) 及轉電圈架 (repeating coil rack)，繼電器分話線繼電器 (line relay) 及斷路繼電器 (cut-off relay) 二種。轉電圈與繼電器之功用，當於下章討論之。第二十四圖左部二架，即為繼電器架也。

動力設備 在磁石電話制中，用戶之傳話器電流，由話機內之乾電瓶供給；信號電流，則由磁石發電機供給之。是以磁石制電話局中動力之設備異常簡單。若局內用接線生數人，則用一較小之蓄電池 (storage battery) 供給其話具之電流已足。在共電制電話中，動力設備，為一重要問題；關於各種設備之容量種式，事前必須考慮周詳，否則必致影響話務。動力設備，可分蓄電池，充電機，振鈴機械，及其他裝置數項，分論如下。

在共電制電話中，用戶之傳話器，局內交換機上之號燈及繼電器等所需之直流電，均由局內之蓄電池供給之。每個電瓶之電壓約爲二伏脫（或稍大）。通常共電制用十一或十二個電瓶，其總電壓約爲二十四伏脫。自動電話或長途電話，則多用四十八伏脫。蓋二十四與四十八伏脫，爲電話工程中之標準電壓也。電池之容量，以安培小時（ampere-hour）計算。標準放電率（discharge rate）以八小時計算。電話局中應用蓄電池之安時（即安培小時）量，須由話線話務及每次通話所需電力等項算出。爲安全計，所備之量須超過預算之量，以防不時之需。

蓄電池爲共電制電話之原動力，一旦中斷，則全部設備均歸無用。故電池之維持保養，極須注意。電池裝置既畢，即當予以初次充電（initial charge）。各瓶之電液（electrolyte）最好於同時加入。電液之比重，以一·八〇至一·九〇爲度。開始充電，即須用標準充電率（normal charge rate）。所有電液之比重與溫度電池之電壓力與電流，均須時時考察。且充電一經開始，即不宜有間斷，直至比重與電壓達到最高數目（每瓶電壓約爲二·四伏脫），尙須再充十餘小時，始可停止。電池經過初次充電後，即可應用。唯一經應用，電壓逐漸降低，須時常充電，始可保持常態。此項充

電，可每日行之，或每二日行之，視電池之容量而定。但無論如何，電池之電壓，不能任其降至一·八伏脫以下。通常當電壓降至一·九伏脫時，即開始予以充電，直至每瓶電壓較上次逾量充電（閱下文）所達之電壓小〇·〇五至〇·一伏脫爲止。此時各瓶皆發氣泡，表示充電已達完滿程度。

日常之充電，尙不足恢復電池內部之情形；故爲安全計，每隔一定時期，常舉行逾量充電（overcharge）一次。若電池本爲每日充電者，則逾量充電可於每星期中舉行一次；若日常充電不每日舉行者，最少每二星期中亦須舉行逾量充電一次。但逾量充電時間相隔愈長，則每次逾量充電所需之時間亦應放長。蓋逾量充電之目的，不僅要使高效率之電瓶充滿充電，尤要使低效率之電瓶充滿充電也。逾量充電時，從電瓶發生氣泡時起，每十五分鐘須將瓶液之比重與電池之電壓紀錄一次，直至最後五次之比重紀錄無有參差爲止；最後一小時內之電壓，亦不應再有增加。電瓶經過充電與放電，瓶液勢將減少，應以蒸溜水補足之，至高過鉛片半英寸爲度。

充電機械可用汞弧整流器（mercury-arc rectifier）或電動機發電機組（motor-generator set）汞弧整流器用於規模較小之話局，尙爲合宜；逕取城市內電燈用之交流，變成直流，以作

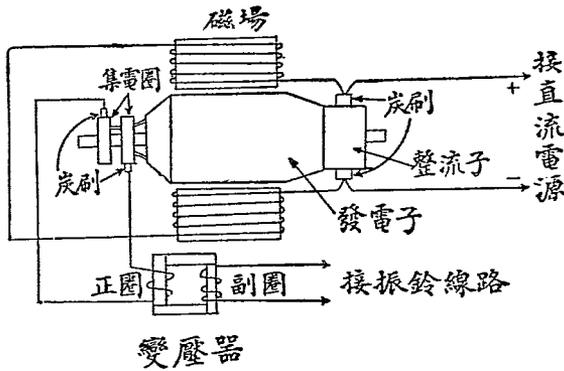
充電之用；設備簡單，費用亦省。至大規模之話局，常用電動機發電機組；其電動機所需之電力，可由城市發電廠供給之，發電機所發之直流電，卽用以充電。唯電池一面充電，一面仍須供給電流；且電池如有損壞，全部電流，須暫由發電機供給。普通直流機，因整流（commutation）之作用，所生電流，往往有些微之變化，能在傳話線路內，發生嘈雜，影響甚大。故是項直流發電機之構造，須與普通者稍異；其目的在使因整流而起之些小變化減至最低限度。

振鈴所用之交流，不能直接取之於城市交流電力線路，其故有二：一因城市交流電之週率常為五十或六十週，電壓常為一一〇或二二〇伏脫，與電話線路所用者不符。二則城市電力線路如與電話線路相連，則外界騷擾，隨時可輸入電話線路，勢將發生巨大之損害。故話局必須自置變流之設備。大概言之，振鈴機械可分三類：（一）振鈴電動發電機（ringing dynamotor）（二）電動機發電機組；（三）振動式變流器（vibrating converter）。茲為篇幅所限，祇述較為普通之第一第二兩種。

振鈴電動發電機為複用式之機器，其中僅有一發電子（armature），一端用為電動機，他端

則用為發電機。發電機之一端連於整流子(commutator)，接至直流電力線上，接受電流而使之迴轉。他端裝有集電圈(collector ring)。發電機中所生之交流，由集電圈上之電刷而引出一變壓器(transformer)之正線圈。變壓器之副線圈直接接至振鈴電路(參閱第二十六圖)。此變壓器之作用有二：一因用此種電動發電機，其所生之交流之電壓，常較所用直流電壓為低，故必須用變壓器將電壓提高至所需之數。二則若不用變壓器，振鈴電路將直接與直流電源相通，外界雜聲不免帶入電路之內。此種振鈴機，在有直流電源供給地方，始可用之。

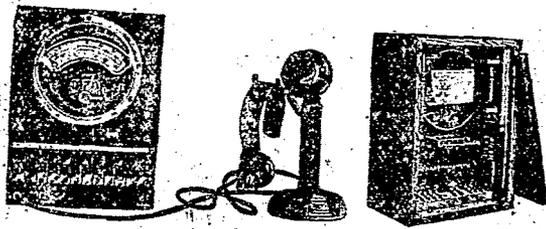
但各地祇有交流電力可用者，則振鈴電流常由



第二十六圖 振鈴電動發電機線路

一電動機發電機組供給之。此二機之軸常直接聯絡而裝置於一公共底板之上。電動機接受交流電而迅速迴轉。發電機與上文所述之電動發電機形式相同，一端裝有整流子，藉以供給機內磁場所需之直流；他端則裝有集電圈，由此引出之交流，直接接至振鈴電路，無須經過變壓器。蓋此項發電機，計畫適當，即可產生適當電壓之交流也。

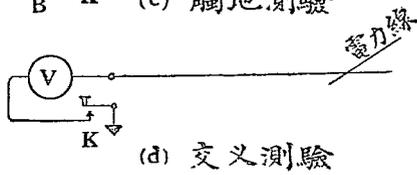
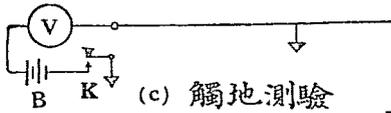
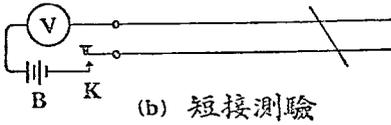
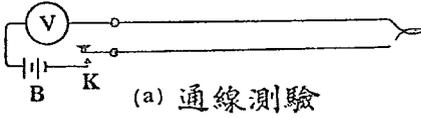
測驗設備 電話線路繁多，長日應用，自難免發生種種弊病，如斷線短接觸地及交叉等類，每使話務爲之停頓。若不爲有計畫之測驗，一遇弊病發生，勢將束手傍徨，或終日尋覓，而不得其所在；故電話局中，必須有測驗之設備。通常由一測驗工程師 (wiring-crier) 主其事，其任務分爲二種：一爲日常之例行測驗，所以測定各種線路之情形，預防



第二十七圖 測驗箱

弊病之發生；二為弊病之測定，則在困難既經發生之後，而測定弊病之性質及其所在地，然後遣派工務人員，前往修理。

話局之測驗設備，視局之大小而異。在甚小之磁石制電話局中，一具可以攜帶之電話測驗器已足應用。在較大之話局中，則設備須較完美。如第二十七圖所示之測驗箱，對於一般磁石式及其電式之小話局皆適用之。測驗須有下列各項設備：（一）能與各用戶，接線生及修線工人隨時通話，（二）



第二十八圖 測驗線路

- V 電壓表
- B 電池
- K 電鑰

能發振鈴電流，(三)能用電壓表 (vohmeter) 作觸地，斷線，短接及交叉各種試驗。在大電話局中，測驗設備自當更形周詳。各種測驗線路，其較簡單者見第二十八圖。

第五章 磁石電話制

第一節 簡式磁石交換機

概論 交換機 (switch board) 為用戶電話線之匯集機關，其上有各種線路之設備，接線生得用之為用戶間作互相通話之連接者也。磁石交換機 (magneto switchboard) 祇適用於用自電制電話，因其無供給傳話電流之設備也。交換機又分為簡式 (simple) 與複式 (multiple) 二種。簡式交換機祇適用於話線不過數百之小局，其中每一用戶之話線在交換機上祇有一終端，接線生一人或二三人已足應付，每一接線生在其位置上能伸手及於全部用戶之話線終端，而為各種通話時所需之工作。複式交換機將於下章論之。然磁石電話制，本應用於話線不多之局，故用簡

式交換機普通已足應付，是以本章僅討論簡式之磁石交換機。

簡式交換機之使用，大致如下：用戶欲通話時，先發一種信號至電話局，接線生見此信號，即與之通話，並為之接通至所欲談話之某戶，同時對於某戶發一振鈴電流以通知之，如是兩戶得以互相談話，迨談話終止後，再由用戶發出一種信號，使接線生拆線。

簡式磁石交換機之主要部分，分為下列三項：

(一) 話線設備，即設備之專屬於用戶之話線者。就簡式磁石交換機而言，此項設備，包括話線表示器 (line drop) 與應呼開口 (answering jack) 二種。每一用戶在交換機上有一話線表示器及一應呼開口，是以此二者之號數常與用戶之號數相符合。

(二) 繩路 (cord circuit) 設備，即接線生為用戶作通話連接之設備，交換機上普通備有繩路若干組，每組中包括下列各項設備：

(甲) 應呼塞子 (answering plug)

(乙) 呼喚塞子 (calling plug)

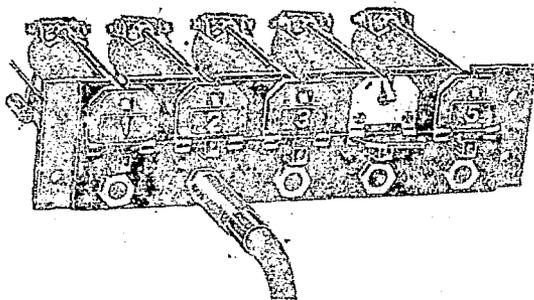
(丙) 注聽鍵 (listening key) 與振鈴鍵 (ringing key)

(丁) 拆線表示器 (clearing-out drop)

(三) 接線生設備，即接線生自用之傳話器，受話器及其附屬設備之全部。

以上所述各部分，不過為交換機設備之大概，茲將其主要機件於下列各段中作較詳之敘述，俾讀者於研究通話手續中，可以有實體之觀念。

(一) 表示器 表示器為磁石交換機上之一種信號裝置，其表示之目的，在接線生應用戶之呼喚者，名為話線表示器；其表示為暗示接線生用戶已終其談話者，名為拆線表示器。第二十九圖表示一種話線表示器。每個表示器之下並連有開口，實為一種表示器與開口之連合裝置。

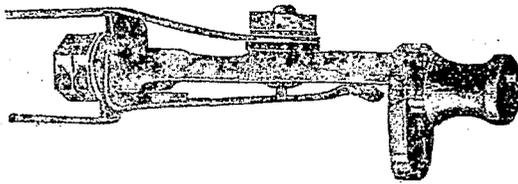


第二十九圖 話線表示器

表示器內有一鐵心，上繞線圈，用戶發出之振鈴電流經過線圈時，則鐵心變為磁石，吸引其銜鐵，因而使前面之號牌降落，如圖中第四號所示之情形。接線生見此，乃將塞子插入其下面之開口中，以行使其職務，當塞子插入開口時，上面號牌，因有一種關連之裝置，自動回至原有位置。

(二) 開口及塞子 開口為用戶話線在交換機上之終端，簡式交換機，祇有應呼開口一種，複式機則更備有各戶之並列開口。第二十九圖為開口交換機上之外形。第三十圖表示其構造之情形。一開口通常有三個或較多之接觸點，其作用於下節討論之。

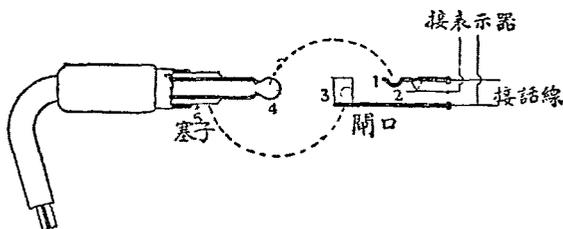
塞子乃插入開口之工具，所以使繩路線路與用戶之話線連接者也。每一繩路有一對塞子，一為應呼塞子，他為呼喚塞子，其作用詳見於下。第二十九圖中第2號開口插有塞子，顯然可見。第三十一圖



第三十圖 應呼開口

表示其與開口之接觸情形。此種塞子之構造常使其尖端一部分與插在開口一部分，互相絕緣，故能與開口之本身及其內面彈條，各成一接觸點。塞子插入開口後，則塞子之繩路與開口之話線直接相通，是以塞子乃聯絡用戶之關鍵也。

(三) 電鍵 簡式交換機上之電鍵，分爲注聽鍵與振鈴鍵二種。接線生自用之電話機，平時不接在繩路之內。接線生欲與用戶通話時，則按其所用繩路之注聽鍵，而使其話機接入繩路之內。接線生欲呼喚一用戶時，則按振鈴鍵，而使話局內之振鈴電路得繩路而通至該戶，因而振其鈴焉。

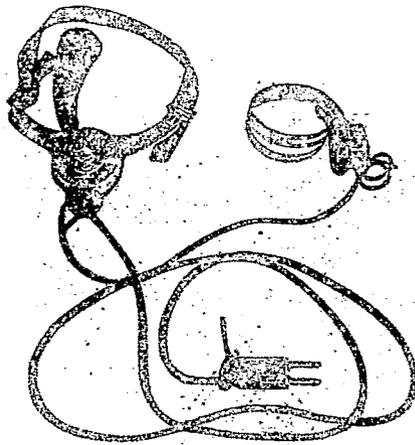


第三十一圖 塞子與開口接觸情形

- 1 塞頭彈條
- 2 彈條
- 3 環
- 4 塞頭
- 5 塞管

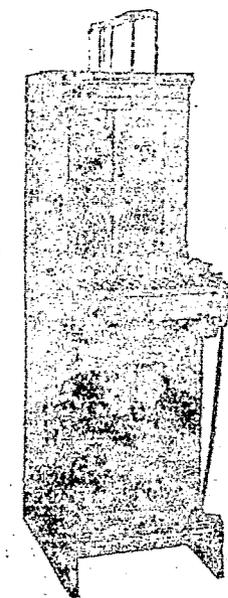
(四)接線生話機 接線生坐於交換機之前，目視信號，手司接線，普通形式電話機之不適於其應用，彰彰明甚。是以接線生另用一特備之話機，機件均安設於交換機中，受話器掛在頭上，貼於耳際，傳話器則置於胸前之適當地位。如是耳聽口談，同時不妨礙其手之工作也。第三十二圖為接線生所用之受話器與傳話器。

簡式交換機之構造 上述各主要部分及其他附屬部分，依照電路之計畫，互相連接，而裝置於一木櫥之內，即成爲一電話交換機。其形式可分多種。鄉村多用牆式之小交換機，結構最爲簡單，即懸掛於牆上電話機之旁。最普通者爲直立式之交換機，電話

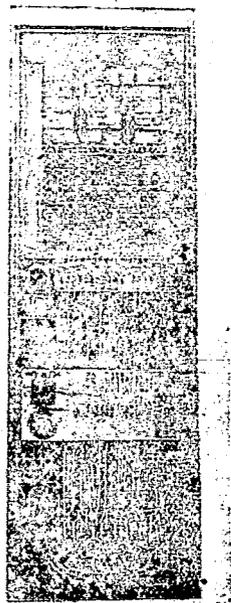


第三十二圖 接線生之電話機

局均用此式。第三十三圖表示一直立式交換機之外形，第三十四圖表示其內部。此機僅供五十對話線之用，故其直立屏面上共有話線表示器及應呼閘口各五十個。屏板之下有一平檯，繩路之塞子，電鍵及接線生常須使用之機件，均裝置於此。接線生所用之傳話器，懸掛



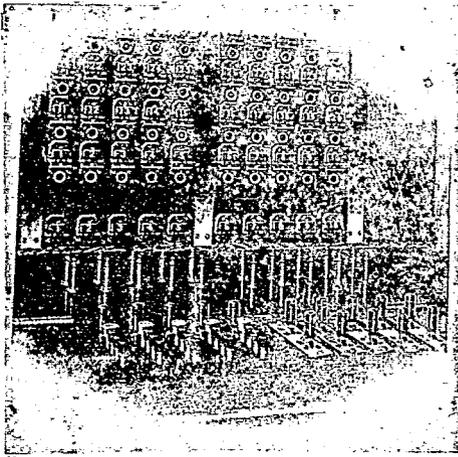
第三十三圖
直立式交換機



第三十四圖
交換機之內部

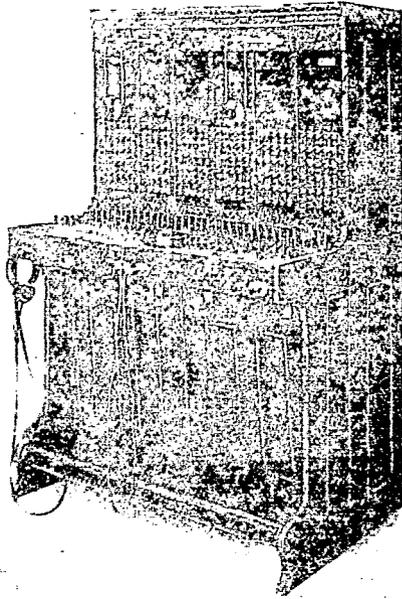
屏前，可以上下移動，應用時配正。受話器置於檯上，應用時載於頭部。接線生所用之磁石發電機，亦裝於交換機內，其搖柄伸出檯之右邊。

屏面及檯上之裝置，（參閱第三十五圖）較爲清晰，屏上開口及表示器以五具爲一列，開口直接裝在表示器之下，二者屬於同一號數。最下一列爲拆線表示器，其數爲十，因此機共備十對繩路也。檯上最近屏面之塞子爲應呼塞子，其前爲呼喚塞子，再前爲注聽鍵，最前爲振鈴鍵。此圖中檯上左面之振鈴鍵，每組皆有四鍵，乃係供團體話線（party line）之用者，其右面之設備，乃普通所用者也。



第三十五圖 屏面及檯上之裝置

第三十三圖所示之交換機，名爲單座 (single-position) 交換機，用接線生一人司其事。大抵言之，此種工作，接線生一人可以管理一百至二百話線，此數當然須視話務之繁簡而定之。當交換機之線數過多，接線生一人不足應用之時，則須改用雙座交換機，以二人司全部之工作。第三十六圖表示一雙座交換機。磁石電話制通常不採用複式交換機。如遇用戶增加，須用多座交換機時，可用移轉線路 (transfer circuit) 以完成用戶間之接線。即一接線生可將其呼喚塞子插入移轉線路之一端，而他接線生即將其應呼塞子插入移轉線路之又一端，同時將其



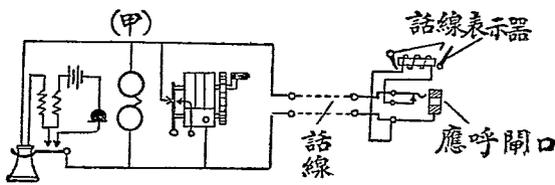
第三十六圖 雙座交換機

呼喚塞子插入被喚用戶之開口內。如是兩戶之話線，藉兩接線生之功用，因以接通。凡備有移轉線路之交換機，亦名為移轉交換機，或互助交換機 (transfer switchboard)。惟此種交換機現今用之者甚少，因遇上述情形，大都改用複式共電制交換機，較為妥善。

第二節 簡式磁石式交換機之應用及工作原理

用戶呼喚 敘述交換機之應用方法及工作原理，最佳之法，為假定一用戶（甲）欲與另一用戶（乙）通話，而順序敘述種種之手續，以迄於拆線恢復原狀為止。今依此法，分述於下。

第三十七圖表示用戶（甲）呼喚之情形，左部為甲之電話機，右部代表交換機上之話線設備，即話線表示器與應呼開口是也。中間虛線代表由用戶至話局之話線，此項話線終止於交換機之應呼開口上，由此再與話線表示器相連接。甲欲通電話時，先搖其話機上之振鈴發



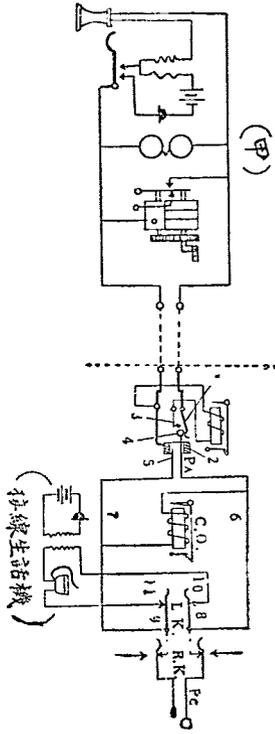
第三十七圖 用戶呼喚情形

電機，則交流得由話線流至局中表示器之電磁石線圈中，而使表示器之號牌落下，如圖中所示之情形。

接線生回應 接線生見話線表示器落下後，知甲須通話，乃取交換機上任何不用之應呼塞子，接入甲之應呼開口中，此時之情形，如第三十八圖所示。在敘述塞子插入開口所生作用之前，須先將塞子與開口之構造，略一述之。塞子通常有二接觸點，一為塞頭 (tip)，一為塞管 (stove)，圖中 4 表明塞頭，5 為塞管。開口分為三部，1 為塞頭彈條 (tip spring)，2 為閉環，3 為砧彈條。

平時塞頭彈條常與砧彈條相接，(參閱第三十七圖) 及至接線生將應呼塞子 P_A 插入開口後，此接點為塞子之塞頭所開放，因而使話線表示器不在電路之內，同時 P_A 之塞頭與塞頭彈條相接，塞管與閉環相接，而使甲之話線直通繩路。接線生插入塞子之後，按其所用繩路內之注聽鍵，則該鍵之二彈條 8 9 各與其砧彈條 10 11 相接觸。接線生之話具，即連接於此二砧彈條上，是以按注聽鍵之結果，為使接線生與甲可以直接通話。此時甲早已將其受話器從話機之鉤輪取下，因而使其傳話及受話電路與繩路相通，甲乃告知乙之號數。接線生既知號數後，釋注聽鍵，使其恢復原有

位置，因而使其話具不連接在繩路之內。

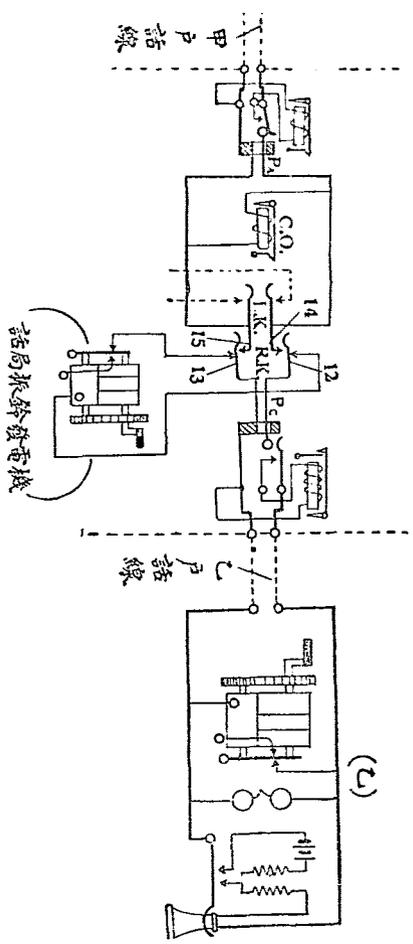


第三十八圖 接線生話機情形

PA 應呼塞子 PC 呼喚塞子 L.K. 注聽鐘
 R.K. 振鈴鐘 C.O. 拆線表示器

接線生呼喚 接線生繼取所用繩路中之呼喚塞子 PC₁ (即與用以插入甲之開口應呼塞子相配者) 插入乙之開口內，其情形如第三十九圖所示。呼喚塞子之插入，使乙之話線表示器之接

點開放，故該表示器已不在電路之內。接線生即按其所用繩路之振鈴鍵，使該鍵之二彈條12 13各
 與其砧彈條14 15離開，而與振鈴發電機之二端相接觸。此時乙之話線則因塞子之塞頭及塞管各

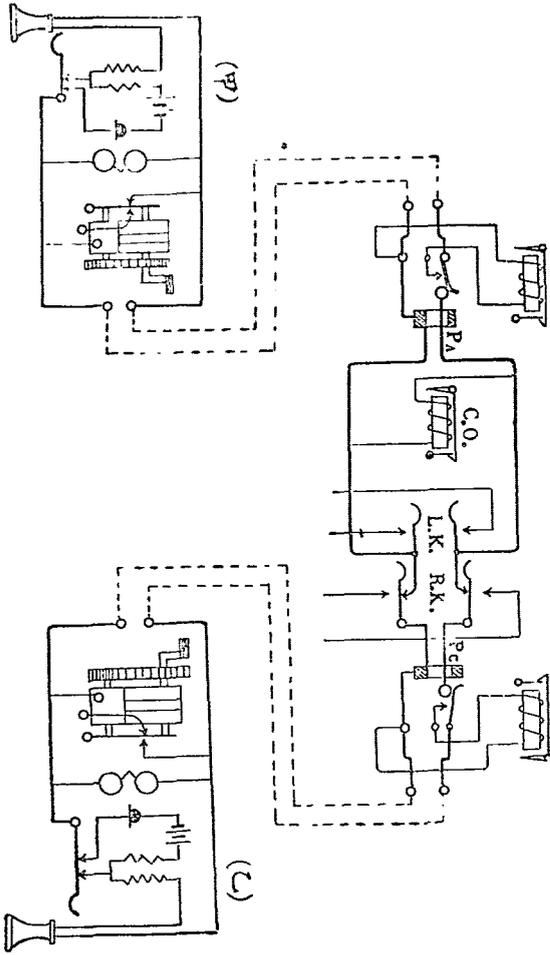


第三十九圖 接線生呼喚情形

與塞頭彈條及閘環相接觸，早已通至振鈴鍵之二彈條上。故上述二接點閉合之結果，使振鈴電流得以經乙之話線而達乙機之電鈴，電鈴因之而鳴。其後接線生釋其所用之振鈴鍵，使其回至原有位置，於是振鈴電路中斷，乙之話線與繩路直接相通。

用戶談話 甲乙之話線既經繩路之連接而相通，談話即可開始，祇須乙將其受話器舉起，使其傳話與受話電路加入耳。此時之繩路中，接線生話機及振鈴電路皆已切出，甲乙之話線表示器亦皆不在電路之內（參閱第四十圖）。至於甲乙話機中之磁石發電機，則前已言之，在停止應用時，早已自動切出電路矣。是以此時跨越於電路中者，祇有繩路中之拆線表示器（○○）以及甲乙二話機中之電鈴。此項跨越機件之線圈，具有甚大之阻抗，高過率之話流，難以通過，故於話流之強度，不生影響。唯接線生如按其注聽鍵，即可聆得二人之談話，或逕與任何一人談話。迨甲乙二人談話既畢，將其受話器懸掛於鉤鑰上，再將其磁石發電機轉動二三次，則拆線表示器之號牌降落，接線生見此，知其談話終了，即將插在甲乙二閘口內之塞子抽出，歸還原位。如是甲乙二線路一切恢復原狀，預備作第二次之談話。

第四十圖 用戶磁石情形



結論 以上各段所述，雖僅限於簡式磁石交換機，然其他人工電話制之通話程序，皆大致與之相仿。在用複式交換機之話局中，設備較爲周詳，所經過之程序，自亦增多，然其基本作用，仍與上述者大同小異，故讀者於此宜逐步研究，務期明瞭全部程序，則以後研究較繁之交換機時，自收事半功倍之效矣。

第六章 共電電話制

第一節 共電制與磁石制之比較

共電制與磁石制孰優孰劣，非一言可決定者；今日共電制之通行各處，必自有其優點在。第一共電制所用之電話機，較磁石式者爲簡單，因其無需電瓶與磁石發電機之設備，此二項對於一具電話機，雖所省無幾，但以全部用戶而論，則所省之經費，亦頗可觀。第二在共電制中，話局常備電流之供給，祇須用戶舉起受話器，則電路立通，即可談話，無須如磁石制中用戶必須手搖磁石發電機

之轉柄；在談話終止後，用戶將受話器掛上，即自動發出拆線信號，此種自動式之信號裝置，在用戶應用方面，較磁石制便利多矣。第三所有電力供給，既集中於電話局，則管理較易，維持與修理費，皆可減省也。然共電制與磁石制相較，亦未必盡優。第一就傳話而論，在同一狀況之下，共電制並不優於磁石制，有時且較磁石制為遜。唯以磁石制中用戶電池，難以一律保持優等狀態；而共電制之電池，既集中一處，則其應有之電壓，較易維持。因此之故，共電制傳話之成績，始不見遜於磁石制，有時且勝之。第二共電制不適宜於小電話局，因共電制所用蓄電池，必須充電，小局除須設置蓄電池外，又須有充電機械之設備，話線甚少之小局，當然無此能力；且小局多在鄉村等處，其地或無電力廠，可以供給發動機所需之電力，不便尤甚。

二制既優劣互見，然則何時可用共電制乎？大概言之，電話制度之選擇，須審察當地之情形及將來之發展，權其輕重而後定之。若計畫新局，而用戶在五百以上者，則採用共電制可無疑義；再若目前用戶雖不足五百，而從基本計畫觀之，則因當地工商業在迅速發展之中，人口之增加率頗大，在最近之將來，話線即將超出五百以上。在上述情形中，自以於裝設時即用共電式為宜，以免不整

年而有全部設備不適用之困難。又若用戶雖不多，但皆相當集中於一處者，如在私用支話局 (Private exchange) 中，則亦可用共電制。

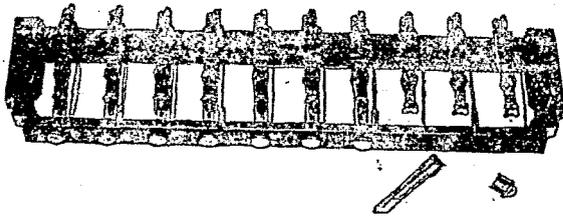
第二節 簡式共電交換機

簡式共電交換機之設備，與簡式磁石機大致相同，所異者其信號不用表示器而用小電燈表示耳。此外繩路因須附有供給用戶電流之裝置，故亦較為複雜。設備可分為話線設備與繩路設備二項。

(一) 話線設備 話線設備包括話線號燈 (Line lamp) 及應呼開口二項。共電交換機上所用之號燈，小巧異常，通常以十燈為一列，而裝於交換機之板上。第四十一圖為此種燈之一列。電燈光度約為三分之一燭光。燈泡形式與普通燈泡不同，兩旁有銅條，接於燈絲之兩端 (第四十二圖)。燈座內亦有兩彈條，接於供電線路上，燈泡插入後，燈泡上之銅條適與燈座內之彈條相接觸。此種燈座亦稱為號燈開口 (lamp jack)，即裝於應呼開口之下。此外於一羣開口之下，另裝有領導燈 (Pilot lamp)，燭光較大，其用途當於下文詳論之。共電交換機所用之應呼開口，其形式

與裝置亦與磁石式者相近；但因繩路之作用較繁，故有三處接觸點，後當論之。

(二) 繩路設備 繩路設備有應呼寒子，呼喚寒子，監察燈 (supervisory lamp) 電鍵等項。寒子之形式與前述者相同；但共有三接觸點，以與閘口中之三點相配。監察燈在共電交換機之職司，與磁石機中之拆線表示器同，燈之形式與話線號燈相同。每一繩路有監察燈二，一名應呼監察燈，一名呼喚監察燈，此二燈之用途，為使接線生能監察交話之用戶；故燈之明滅管理權，操之於用戶，接線生無與也。電鍵即注聽鍵與振鈴鍵，亦與磁石制用者同，茲不贅述。



第四十一圖 話線號燈及號燈閘口

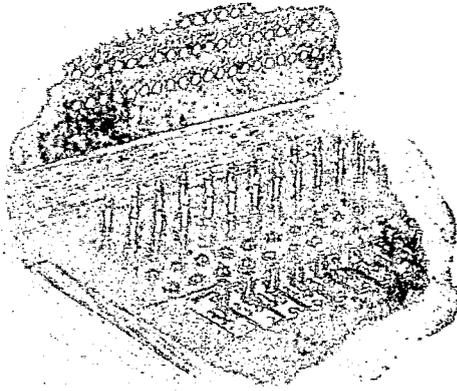


第四十二圖 號燈形式

以上僅就交換機表面上接線時所涉及之部分而言，至於全部設備，則須包括線路中之繼電器、繼電器等各項，以及接線生之話具及其附屬機件。凡此種種，均俟於討論交換機之線路時述之。

構造 第四十三圖表示簡式共電

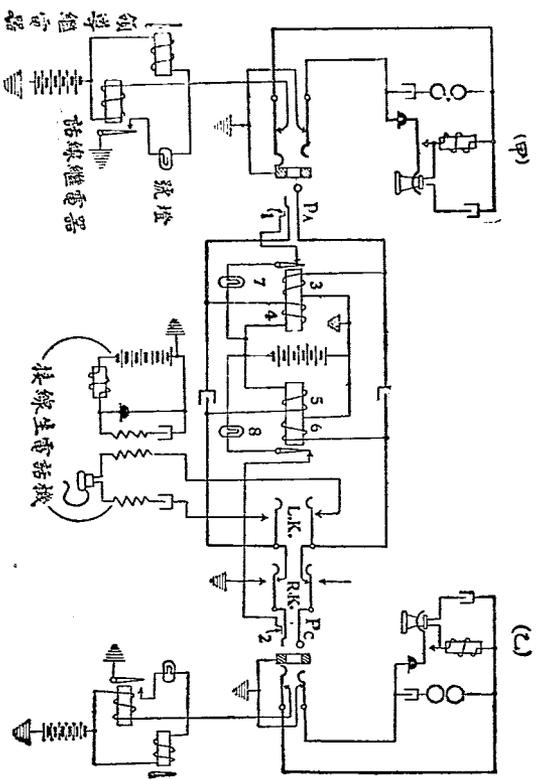
交換機之一部分，由此可見其外觀與磁石式者相似。以同等線數之簡式交換機論，其電式常較磁石式稍小，此因其話線號燈與應呼開口皆異常細巧之故。每一百號燭與一百開口二者所佔之地位，祇在十英寸乘五英寸左右，此種細巧程度，在簡式機中，並非必要；但在複式機中則因開口之繁多，地位之經濟，甚為重要。話線號燈裝於應呼開口之下，其間相隔約



第四十三圖 簡式共電交換機之一部分

半英寸，圖中所示者，每列有二十開口及二十話線號燈。在平檯上，最近屏板處爲應呼塞子，其前爲呼喚塞子，再前爲應呼監察燈與呼喚監察燈，此二燈即裝在檯面之上，燈面用金屬條保護之，最前爲振鈴與注聽鍵。是以每一繩路，在檯面上有二塞子，二監察燈，及一電鍵。接線生於接線時，得用任何近便之繩路；但應注意者，即應呼時既用其繩路之應呼塞子，則以後呼喚時必須用同繩路之呼喚塞子，振鈴與注聽皆須用同號之電鍵是也。交換機上所備繩路之多寡，視話務之繁簡而定之。

交換機線路圖 第四十四圖爲簡式共電交換機之線路圖。用戶電線入話局後，終止於交換機之開口二彈條上，如圖中所示。開口之閉環接點，與傳話電路無關。話線在平時經過開口之砧彈條，而與話線繼電器 (line relay) 之電路相接；在此電路內，平時祇在用戶話機之鉤鑰處中斷，是以用戶舉起受話器，則此電路立刻完成。話線繼電器之動作，使話線號燈受電流而明亮；但此電流必同時經過領導繼電器 (pilot relay) 之線圈，其動作使另一局部電路閉合（參閱第四十五圖），而使領導燈明亮；是以話線燈明亮，則領導燈必同時明亮。雖然每一用戶有一話線號燈，但領導燈則並非專屬於一用戶者，通常每一接線生位置前祇設領導燈一盞。但此接線生所管轄之各

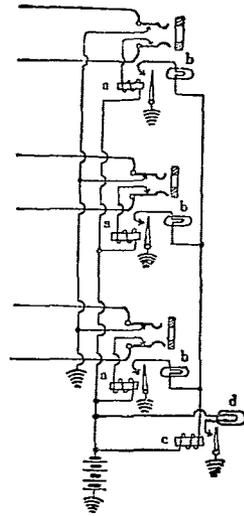


第四十四圖 簡式共電交換機之線路圖

話線號燈相並列，再經過領導繼電器之線圈，始接於電池之一端。是以任何話線之號燈明，則此領導燈亦明，領導燈之作

用為使在較遠地位之領班，亦可望見號燈之信號，以便監察接線生之勤惰。又如在夜班時，一接線生常可擔任數人之工作，某處領導燈明，表示某處有用戶呼喚；用戶之地位，不難由該處之話線號燈知之。

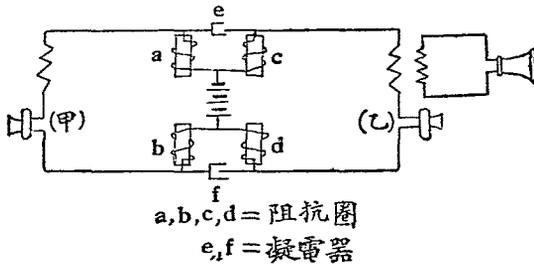
其次關於繩路之線路，亦應於此處加以說明，庶於敘述共電機之運用手續時，讀者不至茫無適從。此繩路之供給電流於用戶，係採用阻抗圈及礙電器制者，此制之簡單接法用第四十六圖表示之。但在第四十四圖所示之繩路內，則兩方之監察繼電器 (supervisory relay) 即作為阻抗圈



第四十五圖
領導燈及領導繼電器之接法

- a 話線繼電器
- d 話線號燈
- c 領導繼電器
- b 領導燈

之用。二監察電路相同，今述其應呼方面之一。在第十四圖中，當接線生將應呼塞子 P_A 插入開口時，應呼監察燈 7 之電路接通，此因塞子之第三彈條 1 與通地之開環相連接故也；然監察燈並不明亮，因當塞子插入開口時，監察繼電器 3 4 之電路已通，（假定用戶之受話器已舉起）銜鐵被吸，遂使監察燈電路中斷，故燈不明亮。是以插入塞子之結果，為使監察燈不明亮；蓋如此方可使其直接受用戶之管理而盡監察之事也。祇須用戶將受話器掛起，則話線電路立斷，3 4 之電路亦斷，監察繼電器遂失其吸力，銜鐵處之接點，仍復閉合，監察燈 7 之電路乃得完全，因而燈明；接線生乃知此用戶已終止談話矣。（凡圖中電路，一端



第四十六圖 繩路供給傳話電流之法(阻抗圈凝電器制)

此圖應注意之點：

- (1) 直流容易通過阻抗圈
- (2) 因談話而起之高過率話流 不能通過阻抗圈
但能通過凝電器

通電池，一端通地，則其電路完成，此因電池之他端亦通地之故，閱者須注意之。又圖中各處所示之電池，實際上爲一電池，爲清晰起見，故分別列之。）

通話程序 照第四十四圖所表示之線路，假定甲欲與乙通話，甲將其受話器舉起，則屬於甲線之話線繼電器有電流通過，號燈與領導燈齊明。接線生見此，即將任何近便繩路之應呼塞子插入甲線之開口內。此時甲之號燈復熄，如另無用戶舉起受話器，則領導燈亦熄，此因塞子插入後話線繼電器之電話立即中斷之故。接線生插入塞子之後，立即按其所用繩路內之注聽鍵，將其話具跨接於繩路上，因而能與甲通話。既知甲所需者爲乙，乃釋其注聽鍵，而將相配之呼喚塞子插入乙之開口內。呼喚塞子之插入，先將乙之話線繼電器切出電路之外，接線生乃按振鈴鍵，而送振鈴電流至乙站。在乙未接話之前，其受話器尙在鈎上，因呼喚監察繼電器 5 6 之電路，在用戶乙處中斷不起作用；但呼喚監察燈之電路，則經呼喚塞子之第三彈條 1 與開環相接觸而接通於大地；而在銜鐵處之接點，既未中斷，則電路全通，故監察燈 8 明亮。是以接線生知乙尙未來接話，可以繼續按其振鈴鍵；及至乙聞鈴聲而接話，因受話器之舉起，繼電器 5 6 即起作用，因而監察燈 8 立即熄滅。

接線生至此，即恢復其振鈴鍵之位置，蓋知雙方已談話矣。至此接線生之工作已畢。甲乙談話終止後，甲掛起受話器，則7燈明，乙掛起受話器，則8燈明，接線生見二監察燈皆明，即拔去二塞子，使話線及繩路一切皆恢復未通話前之原狀。

第三節 複式共電交換機

概論 以上所述之簡式交換機，僅能供話線不多之小話局應用；在大城市中，電話用戶常在數千以上，若用簡式機，則數千應呼開口在屏板上所佔之地位必須甚長，雖可用多數接線生服務於此長交換機之前，但每一接線生不能伸手及於屏面之全部，勢必往來權間，則秩序錯亂矣。互助交換機 (transfer switchboard) 雖可解決此種困難，但每一接線必須有一人以上之工作，殊非經濟之道。是故話線較多之局，如用戶在五百以上者，皆採用複式交換機 (multiple switchboard)。複式交換機之特點，為不論話線多至若干，每接線生能於其位置上完成任何用戶間之接線，無需假手於其他接線生。

在大話局中，複式交換機普通佔地甚長。全部交換機分為若干節 (section)，每節約長五至

六英尺，每節又分爲三接線生位置 (operator's position)。三接線生坐於一節之前，而每接線生能管理一節中之全部並列開口。複式機屏板上之開口，除應呼開口外，另有一種開口，名爲並列開口 (multiple jack)，亦即複式交換機之特徵。每一用戶有一應呼開口，此與簡式機相同，但除此以外，復有多數並列開口。每節交換機上並列開口之數目，與全部交換機上應呼開口之數目相等；故每一用戶在交換機上所佔並列開口之數目，與其節數相等。例如一個交換機共有應呼開口一千，分爲五節，每節除有二百應呼開口外，另備一千並列開口；此一千並列開口，依號數分配於每節之三屏板上，其排列之次序，各節完全相同。上述每一接線生能管理每節中全部並列開口一語，至此當更明瞭；蓋中間之接線生，能伸手及於左右二屏板，自無問題；而右邊之接線生，除能伸手及於本節之二屏板外，其他一屏板可取其右面一節最左之屏板用之，蓋各節上並列開口之排列次序皆完全相同者也。左邊接線生亦可用本節中之三分之二與其鄰節中之三分之一。唯坐於交換機首尾兩端之接線生，祇能伸手及於一節中並列開口之三分之二，此可於交換機之兩端推廣三分之一之並列開口以補足之。或首尾兩節均不推廣，僅於最終之位置上，不裝置接線生之設備及應

呼開口等項，則最後之接線生仍坐於最後一節之中間位置，此法似較妥善，因各節可完全相同，於將來推廣交換機之長度，較爲便利也。

複式交換機之長度，每視話務最忙時之情形而定；因話務最忙時之情形，與接線生之人數及交換機之節數，關係至鉅也。每一接線生於每小時內祇能辦理接線二百次。設每一用戶於日中最忙時須於每小時內通話二次，則接線生一人祇能管理一百戶；而照交換機上機件之布置論，則不難管理六百戶也。又各接線生所管理之用戶，通話有多有少，此可調換用戶之應呼開口以調劑之（並列開口不須調動）。應呼開口之調動，可於接線室之中間配線架上爲之（參閱第四章之布線設備）。

估線測驗 由上文所述，每一接線生能於全部並列開口內作任何號之接線，則若並列開口上無特殊設備者，結果必發生話線混雜相接之困難；例如用戶甲通話至乙，爲甲服務之接線生，將甲之話線經乙之並列開口而接通；設若有第三用戶丙（不在上述接線生之管理範圍內）亦欲與乙通話，爲乙服務之接線生，初不知甲與乙已在談話尙未完畢，乃將丙之話線經其本節上之

並列開口而亦接通於乙之話機。如是則甲乙丙三用戶之話線，將互相連接，談話必至混雜莫辨。爲避免此種困難起見，複式交換機上皆備有一種佔線測驗或名線忙測驗 (busy test) 之設備。此測驗之原理如下：當一話線不與其他話線相接時，交換機上屬於此線之全部並列開口與應呼開口之閉環，均在零電位或大地電位，因各開口均與切斷繼電器之線圈相接而通至大地也。但此線一經佔用，則各閉環之電位均比大地電位爲高。接線生所用呼喚塞子之塞頭，本亦接通至大地，其電位自亦爲零。接線生於接線時，先以塞頭略觸閉環，若於接觸時，接線生在其受話器中聞一「克立」之聲者，即知此號話線正與他線通話，因而停止將塞子插入，據以回覆呼號之用戶；若接線生於作此接觸時，並不聞「克立」之聲，則知此線並未被他線占據，即可放膽將塞子插入。塞子一經插入後，其他同號而散佈各節之並列開口之閉環，立即同時升到較高之電位，不得再爲其他接線生所用矣。此佔線測驗，爲複式交換機特色之一，甚爲重要；蓋無此設備，則複式機根本上即不能運用也。

複式共電交換機之構造 複式交換機之構造，大體上與簡式機相同；但因作用之複雜，設備

較簡式機爲多。屏板上除應呼開口外，其上更有並列開口。並列開口通常較應呼開口爲小，後者以十口爲一條，而前者在較長之條中，可裝二十口。檯面上之設備亦與簡式者相同。多局制應用之大交換機，其屏板上更有中繼線開口之設備，檯上設有互通電鍵 (order-vine key)，不在同一話局之接線生，可以互相通話。

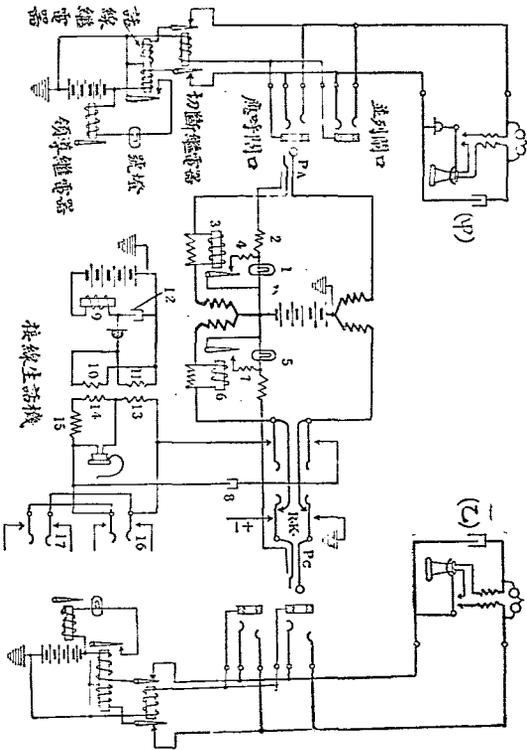
交換機線路圖 第四十七圖爲西電公司一號複式交換機之線路圖。其與上章所述簡式機式不同之處，除並列開口外，尚有切斷繼電器 (cut-off relay)，其作用當於下文述之。又繩路供給電流於用戶，係採用轉電圈 (repeating coil) 制者，亦可用阻抗圈。轉電圈爲一比一之小變壓器，其作用在使一線路內之話流 (voice current) 因感應作用而傳至又一線路內（讀者須知繩路內如無轉電圈或阻抗圈之設置，而僅將電池直接接入線路內，則直流電雖可分別輸入各線路內，但因談話而起之話流，不能由一路傳至他路）。

假定甲欲與乙通話，甲乃舉起其受話器，於是話線繼電器之電路通，而使話線號燈明亮，同時領導繼電器之電路亦通，故領導燈亦於同時明亮。接線生乃用一應呼塞子插入甲之應呼開口內，

按注聽鍵而問甲所需之號數。應呼塞子之插入，完成三種作用：第一，使甲之全部並列開口之閉環同時達到較零為高之電位（所有未插入開口之塞子端之電位為零，因其在繩路內直接通地之故），因而發生佔線測驗所需之情形。第二，話線設備內之切斷繼電器（cut-off relay）之電路，經塞子第三接點與閉環之接觸而完成，因而切斷話線繼電器之電路，（切斷繼電器之作用相當於簡式機上應呼開口內之二砵彈條），使話線號燈與領導燈同時熄滅。第三，應呼監察繼電器 3 之電路，經甲之電話機而完成，其銜鐵被吸而使接點閉合；此項作用，為阻止應呼監察燈 1 之明亮。蓋其電路當塞子插入時，經過塞子第三接點而完成，燈 1 本應明亮，但因監察繼電器 3 之動作，將一電阻 4 跨接於燈端之間，燈絲所受電流大減，不足發光也。監察繼電器之兩端，跨接一較高之電阻，其目的在使由電池供給用戶之直流，大部分通過繼電器；而高過率之話流，則不易通過繼電器（因遇到高阻抗之故），乃得走此電阻之路也。（電阻 2 為限制電流之用，使監察燈不致過分明亮。）

接線生既知甲所需之號數為乙，乃行佔線測驗，將所用繩路之呼喚塞子之尖端，略觸乙之並

列開口之閉環，如不聞「克立」之聲，則將塞子插入開口內。此塞子之插入，同時亦完成三種作用：第一項與上述完全相同第二切斷繼電器發生作用，而將話線設備（即話線繼電器）切出電路之外。第三呼喚監察燈之電路完成。此時乙



第四十七圖 框式交換機之線路圖

尙未舉起受話器，監察繼電器6無電流通過，不生作用，故監察燈明亮，及至接線生按振鈴鍵，乙聞鈴聲而舉起受話器後，此監察燈乃熄滅。當甲乙談話時，兩監察燈都不明。如任何一方掛起受話器，則屬於該方面之監察燈即明亮。迨兩燈齊明，接線生知甲乙二人談話已畢，可以拆線矣。

上圖所示接線生話機之線路，與前述者不同，似應加以說明。電池經阻抗圈9供給電流於傳話器。10及11爲兩感應圈之正線圈，二者並列，接於傳話線路內；其副線圈13及14則接於受話線路內。15爲一無感應之電阻圈，其阻力與普通電話線路上之阻力相當。繼電器12爲供給高週率話流回路之用。當接線生談話時，因感應作用，在13及14兩線圈內，產生相等之話流，結果互相抵消，故接線生不聞本人之聲音；而外來之話流，則大都不經過電阻15及線圈14，而經過傳話器及線圈13（因傳話器電阻較低之故），故接線生得以聞之。至16及17爲互通鍵，爲各局接線生直接互相通話之用，在多局制之交換機上，接線生須常用之。

第四節 多局電話制

概論 都市中人口稠密，電話用戶因工商業發達而激增，話線達萬號以上者，比比皆是。此種

城市之電話，宜採用分局制度，即將全城分爲若干區，每區內在話線之中心點設立一電話分局，本區內電話用戶之話線，皆終止於此分局之交換機上。同一區域內之用戶通話時，則分局之接線生爲之連接，其手續與上節所述者完全無異。各分局之間，有多對之電線互相連絡，俾各局之接線生，可以爲本局用戶接通其他分局之用戶。此種分局間之連絡線，名爲局間中繼線（Inter-office trunks），其作用當於下文述之。

多局制之優點如下：（一）線路經費較省。在電話事業中，電話線爲巨大投資之一，用多局制可就用戶之中心點建立分局，用戶話線之平均距離較單局制爲短。（二）交換機構造在話線達一萬號以上者，其開口塞子及所用之連絡電線，必縮至極小，不能經久耐用，價值亦頗昂貴；如採用多局制，則可利用通常之交換機，無須特別製造。（三）大話局之財產，如集中一處，一遇意外事故，或機件損壞，或電源中斷，不僅受鉅大之損失，且引起用戶之責難，不如採用多局制之較爲安全。

大概言之，美國現在所製之複式交換機，其話線號數鮮有超過一萬以上者。而歐洲則不然，其交換機之最大容量，有可擴充至六萬號者。然即使裝用此種交換機，在甚大之都市中，如紐約城，其

電話用戶達百萬以上，仍不能不設立分局；而各分局所接之電話，常須接通至其他分局也。

中繼線 分局間用以互相連絡之中繼線，大概可分爲二種：一爲雙向中繼線，一爲單向中繼線。前者，其終端之分局，皆應用同此一類中繼線以接至他局；易言之，即話務在中繼線中可以向任何分局流動也。後者，中繼線之一端專供接通呼喚線之用，名爲出局中繼線；他端則專供接通被喚話線之用，名爲入局中繼線；二者各別，不能混用。所謂出局線與入局線均從某一分局立論，指話務之流出或流入而言；是以此局之出局中繼線，即爲彼局之入局中繼線也。（雙向中繼線可比於單軌鐵道，火車往來於同一軌道上；單向中繼線可比於雙軌鐵道，火車往來於各別軌道上。）

以上各章中所言及之接線生，嚴格言之，應作甲機接線生 (A. operator)。用戶話線所終止之交換機名爲甲機 (A. switchboard)，其接線生名爲甲機接線生。是以甲機接線生之職務，爲擔任本局內各用戶間之接話，其工作無需假手第二接線生以爲助。但在多局制之電話局中，交換機除甲機外，另有一種乙機 (B. switchboard)，乙機爲入局中繼線終止之交換機，其上有本局用戶之全部並列開口，與他種所需用之附屬設備，如振鈴鍵等。服務於乙機之接線生，名爲乙機接線生。

(B. operator) 其職司爲接受他局甲機接線生所示用戶之號數，而將中繼線接於乙機之並列開口中，以完成通話所需之最後聯絡。是以乙機接線生須與甲機接線生合作，而後始能爲用戶接話也。

多局制之合作 多局制合作之關鍵，在於上述之局間中繼線。是以明瞭中繼線之運用，則多局制之合作原理，不難迎刃而解。二種中繼線中，單向者之作用較繁，但每次通話所費時間較短，故效率較高。茲特述之，以概其他。

在用複式交換機之電話局中，單向中繼線之出局一端，終止於甲機屏板之中繼線開口上。每一中繼線在各節上皆有並列開口；所以各節之接線生皆可應用之。中繼線之入局一端，終止於他局之乙機，常爲一單個塞子，而無開口設備。分局間另設互通電路，連絡各局接線生之話具。甲機接線生，皆有互通鍵，按之可與所需之某局之乙機接線生通話；後者之話機，常接於互通電路之內。單向中繼線之所以另備互通電路，以爲接線生通話之用，而不直接假用中繼線電路者，乃使中繼線被每次通話連接所佔據之時間減少，因而使其服務之效率較高。此即單向中繼線較雙向線爲優

之點也。

設東局之用戶張生欲與西局之用戶李君通話，張生舉起受話器後，東局爲張生服務之甲機接線生，見張生之話線燈號明，乃作其照例之應呼工作。及知所呼者爲西局之李君，乃按其互通鍵之通西局者，而與西局乙機之一接線生通話。甲機生乃述李君之號數，乙機生聞之，亦重覆述之，俾無錯誤。同時乙機生指定一中繼線號數（中繼線之空否，乙機生一望而知，甲機生無從知之，）例如謂九號，甲機生乃將所用繩路（其一端已經插入張生之應呼開口者）中之呼喚塞子，立即插入屏板上中繼線之九號並列開口內。插入時可以不必作佔線測驗。在同時西局乙機接線生將九號中繼線之塞子預備插入乙機上李君話線之並列開口內。但在插入之前，先作一佔線測驗，假定李君線不忙，乙機生乃將塞子插入，而按其振鈴鍵，以鳴李君之電鈴。中繼線之振鈴電路，有採用自動裝置者，則乙機生於按振鈴鍵之後，可以置而不問，電路中另有一種設備，使李君線之鈴作規定間歇之振鳴，直至用戶舉起受話器，振鈴鍵始自動恢復原狀。但多數中繼線電路中，並無此種自動振鈴設備，常常在乙機上設一振鈴燈（ringing lamp），用戶未來接話之前，此燈明亮，用戶舉起

受話器則熄滅。乙機生見此燈熄滅，知張李二線已經接通，乃停止送振鈴電流。迨二人談話既畢，掛起受話器，甲機上二監察燈先後或同時明亮。甲機生見應呼監察燈明，則拔出應呼塞子；見呼喚監察燈明，則拔出呼喚塞子。東局甲機生將呼喚塞子從九號（援用上例）中繼線並列開口拔出之後，西局乙機上九號中繼線繩路內之監察燈明，乙機生見之，即將九號塞子拔出。如是一切皆恢復未通話前之原狀。

設若西局乙機生於作佔線測驗時，測知李君線不空，此時乙機生不將九號塞子插入李君線之並列開口內，而將其插入另一種特備之開口名爲線忙回音開口（busy back jack）中。此種開口之終端，常連接在一時斷時續之交流電路內。塞子之插入，完成二種任務：一則使一種表示線忙之聲音，卽一種嗡嗡之音，由中繼線經過甲機上之繩路而傳至呼喚者（照上例爲張生）之受話器，俾知被喚者（照上例爲李君）之話線業爲他人所佔據。二則使甲機上之監察燈時明時暗，俾甲機生亦知此線不空，可卽拆線，須至用戶再行呼喚，始爲連接。有時上述線忙之聲音並不傳至用戶之耳鼓，僅由甲機生以電話通知之。

大電話局之區域廣大，用戶衆多，多局制爲必不可少之制度。在一大電話區域中，任何局之用戶，可與本局或任何其他局之用戶通話。此固電話事業之最要條件，卽服務普遍是也。

第七章 自動電話概要

第一節 緒言

自動電話 (automatic telephone) 機件複雜，線路繁密，爲比較專門之學識。本書篇幅狹小，本不能涉及於此，但著者鑒於吾國自動電話事業之日漸發達，較大都市如上海南京等地，裝置者已不下十餘處；而將來繼續改良者，大有方興未艾之概，因略述其梗概，俾讀者於明瞭人工電話之後，對於此電話事業中之最近發展，亦得略窺門徑，以爲異日登堂入室之預備焉。

自動電話最初於一八七九年爲昆諾力 (Connolly) 及馬克特希 (McTigue) 氏所發明。至今日自動電話制度已有多種，概括言之可分爲二：一爲步進法之斯特魯喬制 (Strowger system)，

美國自動電話公司 (Automatic Electric Co.) 之出品，即屬此制。此制又分爲二：(一) 兩線制，(二) 三線制。後者除兩導線外，並利用大地爲通電之路；但此制現已不用，所用者僅兩線制耳。二爲機動制 (machine switching system)。代表此制者有二式：(一) 旋轉式 (rotary type) (二) 盤牌式 (panel type)。美國西電公司於一八九九年已開始研究機動制自動電話，後閱十一年，始製成實用之機械，至一九一一年，機動制電話之發展，分向二途：美國專從盤牌式着手，歐洲則注重旋轉式，各自發展，至今日皆成爲系統完美之制度。

斯特魯喬制與機動制之優劣，非片言所可決者，二者各有其特長。各國採用爲標準制度者，二制互見，例如法國比國用機動制，而英日則用斯特魯喬制是也。惟在一大地域中，將來事業發展，自有聯絡通話之必要，故各局所採用之制度，必須相同；蓋電話事業，貴在造成一長距離之話線網路，俾各地可以隨時互相通話；若所探制度不一，則互相連接時，勢必發生種種困難，可無疑也。

我國裝自動電話之處，爲上海天津瀋陽南京漢口哈爾濱青島廣州杭州等地，杭州廣州用機動制，餘皆用斯特魯喬制。上海租界亦用盤牌式機動制。本章祇略述斯特魯喬制之梗概。

第二節 基本原理

自動電話制者，乃以機械代人工之電話制；雖此制有時亦需用少數接線生，但人工交換機上之各種通常工作，則悉可由相當之機械爲之；接線生輔助其間，不過遇特別情形時，應用其知慧與判斷，以補機械之缺耳。用機械以作某種預定之工作，必須有一原動力使之發動，在自動電話中，此原動力爲一種電脈搏 (current impulses)，由用戶司發之。所謂電脈搏者，乃將一電路於短時間內斷續若干次，當電路續時之瞬見電流也。用戶於通話時，按所需之號數，發出電脈搏；例如號數爲二七，則先發電脈搏二次，繼發七次；話局之機械，受此電脈搏之感動，乃逐步爲之選擇二七號，並代爲接線矣。

自動電話機械接線之成功，在於採用與人工電話適相反背之原理。人工電話之複式交換機，常以使一機內能完成任何話線間之連接爲目的；而在自動電話制中，每一種機械擔任一部分之接線工作，全部接線工作，由數種不同之機械分工而合作之。又每一機械祇管理若干線，全部話線由多數相同之機械分任之。在斯特魯喬制中，全部電話線分若干小組；例如在一萬線制中，則全部

話線分爲十大組，每大組一千線，每大組又分爲十小組，每小組一百線。每組之間，即每組與其他每組之間，經有多數之中繼線連絡之機械之接線，採逐步推進之制度，即最先由全部話線內揀出包括所需話線之大組；例如在一萬話線制中，先揀出包括所需話線之千字組，再由此千字組內揀出包括所需話線之百字組，最後在此百字組內揀出所需之話線。故在一萬線電話制中，接線之手續分爲三部，即由萬而千，由千而百，及最後之選定是也。第一及第二部手續，由第一及第二選線器 (1st & 2nd selectors) 任之；（在一千話線制中，祇用第一選線器已足；）第三部手續，由接線器 (connectors) 任之。除此之外，每一話線有一線鑰 (line switch)，其作用詳見下文。此數種機械，爲連絡各組間中繼線之主要關鍵。每二種機械之間，通常有十條中繼線路。是全部之組合，富有變通性；易言之，即欲由一線以達他一線，可取之途徑甚多。每種機械，於盡其接線之責任時，可由其十條中繼線中，任意應用某號間線（指未爲他機所佔用之線。）通常選線器，皆取用最先遇見之閒線；而此項選取閒線之動作，不受用戶號盤之指揮，悉由機械自動爲之。此設置中繼線與自動選取閒線之情形，爲自動電話之基本條件。蓋中繼線組必須極富變通性，始可使甚多數之用戶能於同

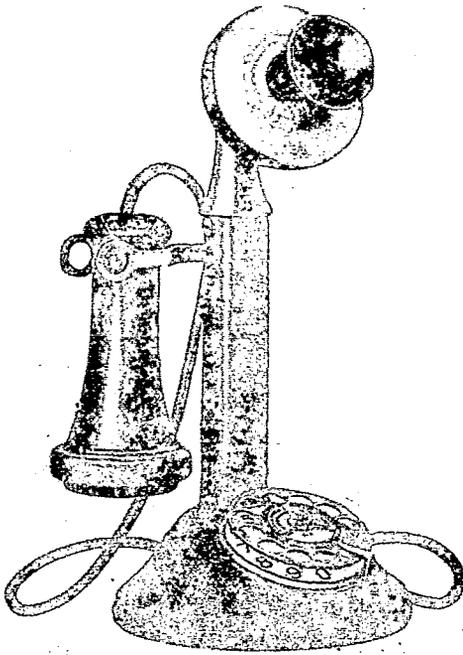
時間內互相連接，同時利用此線網，而不互相侵犯。又閒線之選定，必須由機械自動爲之；蓋用戶之動作，祇能使話局機械選取某組中繼線，而不能直接選取某條中繼線而佔用之也。

第三節 斯特魯喬制

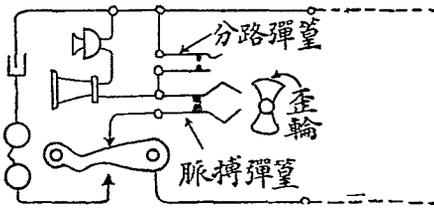
在斯特魯喬制自動電話中，其主要機件，在用戶方面爲號盤 (calling device)。在電話局方面爲第一選線器，第二選線器，接線器，線輪及主輪 (master line switch) 等。茲分述如下：

號盤 自動電話用戶之電話機，與其電制用戶所用者相同，所多者祇爲一號盤，即用戶用以叫號之器械。第四十八圖表示一棒式自動電話機與其號盤，其在電話機線路內之連接方法，則見第四十九圖。號盤上有十孔，其號碼自 1 順序至 9 而殿以 0。旋轉號盤時，首先使分路彈簧 (shunt springs) 閉合，而接一分路於傳話器與交話器之外；再則繞緊一彈條，俾號盤解放時得以回歸原位。當號盤回歸原位時，每經過一字，則歪輪 (cam) 旋轉半周，因而使脈搏彈簧 (impulse springs) 時開時合；其開合之次數，即等於所經過之字數。故號盤向右旋轉時經過若干字，則其向左回轉時必發出同樣次數之電脈搏，以爲話局機械運動之張本。設一用戶欲與三五一四號之用戶通話，則

先將受話器從鉤鑰上舉起，即以手指插入三字之孔，將號盤向右旋轉，至撞着制楔 (word) 為止，而任其自動回至原位；再以手指插入五字之孔，如上述旋轉號盤一次；繼以一及四字，均依次同樣各



第四十八圖 撥式自動電話機

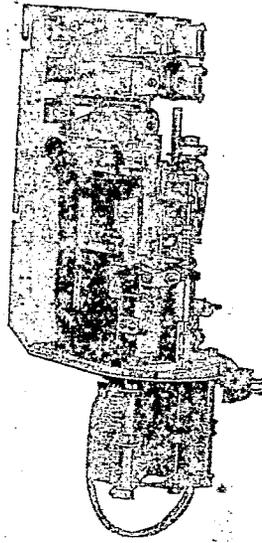


第四十九圖 自動電話機線路之連接方法

作一旋轉，每次旋轉約需一秒鐘；至四位數字皆轉畢後，取受話器而聽之，以待對方之回音。若所叫之線適已被用者，則用戶於受話器內可聽得一種特殊之嗡嗡聲，是為知照線忙之信號，用戶聞之，應即將其受話器放置鉤上，稍待再呼。

選線器 由上節所述，知自動電話制之接線作用，在逐步選擇，由大組而小組，常趨於包括所需之線之一組。此項選線工作，

由選線器為之。選線器（第五十圖）為自動電話中最重要之機件，其主要部分為（一）軸柱，能上下移行及旋轉，柱之最下端裝有轉片，能與所選之線連接。（二）接片組（contact bank）（見圖之最下部，作半圓形，分為十層，每



第五十圖 選線器

層有接片十對，是以全組能裝一百對線。軸柱最下端之話線轉片 (Time wiper) 即相配於此接片組而爲其選線之工作 (其較上處另有一個轉片與一百個接片，爲測驗線忙之使用者)。(三) 電磁石 (見圖之上部)，其供給原動力者有三：一名直動電磁石 (vertical magnet)，二名轉動電磁石 (rotary magnet)，三爲解放電磁石 (release magnet)。

選線器之動作，分爲直動 (即軸柱向上移動) 及轉動二種。直動由用戶之號盤控制之；但轉動則完全由選線器自動，無需電脈搏之指揮。當用戶旋轉號盤時，發出一種電脈搏，此電脈搏傳至直動電磁石，即將選線器之軸柱舉起，其舉起之級數與電脈搏之數相等；是以當電脈搏終止時，軸柱上之話線接片已升高至與電脈搏數相同之一層，但不與此層之任何接片相接合。軸柱直動完畢之後，立刻繼以旋轉；此旋轉運動由轉動電磁石發動之。話線轉片隨軸柱而旋轉，將層內之接片對逐一掃過。轉動之目的，爲尋覓一空閒之中繼線；蓋在一電話制中，同時應用電話者甚多，故中繼線未必皆空閒也。話線轉片轉到忙線之接片時，拒絕與之接合；直至覓到第一條閒線，此旋轉作用立即自動停止，話線轉片即與之接合。如此，用戶話線經選線器 (例如第一選線器) 而伸至所需要

線組中之選線器（例如第二選線器。）此時其任務已畢，下一級之選線器即繼續其工作。當用戶將號盤作第二次之旋轉時，此級之選線器發生同樣之動作；即轉片升高至與電脈搏數相同之一層，並自動旋轉而尋覓一空閒之中繼線，與之接合。如此，用戶話線經此級選線器而伸至再下一級之選線器（如話線在一萬號以上，）或伸至所需要線組中之一接線器（如話線在一萬號以內。）綜言之，選線器之任務如下：

（一）受號盤之命令而作直動。

（二）尋覓一空閒之中繼線。此項任務，分爲

（甲）自動旋轉不受號盤之節制。

（乙）轉動時使話線轉片不與他線接合。

（丙）測驗所轉過之各線。

（丁）遇第一閒線，即自動停止旋轉，而與之接合。

（戊）既佔用某線之後，保護之，使不爲他話線所採用。

(已) 將話線伸展至下一級。

接線器

接線器(第五十一圖)之構造與選線器大致相同,作用則稍異。其主要部分亦為

(一) 軸柱, (二) 接片組, (三) 電磁石。電磁石中亦有直動電磁石, 轉動電磁石, 及解放電磁石。其接片組亦分為十層, 每層有十

對接片, 接連十對不同號數之用

戶話線, 故全部接片實為一百對

用戶話線所接連。用戶話線每一

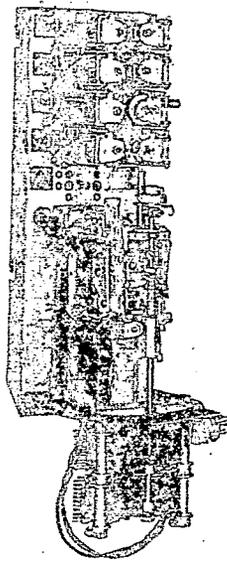
百對為一組, 每組有十個接線器,

每一接線器即與此一百對話線

相接連。在一萬對話線之制度中, 任何用戶欲與他一用戶通話時, 其第一次旋轉號盤所發出之電

脈搏, 使第一選線器揀出包括所需話線之千字組, 而將叫號用戶之話線伸展至第二選線器; 其第

二次旋轉號盤所發出之電脈搏, 使第二選線器揀出包括所需話線之百字組, 而將叫號用戶之話



第五十一圖 接線器

線伸展至一接線器；此接線器即上述十個接線器之一，而與被喚用戶之話線相連者也。當用戶按第三位（即十位）數字旋轉號盤時，其所發之電脈，使接線器軸柱上之轉片升高至與第三位數字相同之一層（被喚用戶之話線，即接於此層之一對接片上）；但此時接線器並不如選線器之自動旋轉，而靜待用戶之第二次命令。是即用戶之末次旋轉號盤，其所發之電脈，使接線器軸柱上之轉片逐步旋轉，直至轉到代表此第四位數字之接片對爲止，是即爲所要之話線。轉片至是並不貿然與之接合，先測驗其是否空閒，假定此線空閒，始逕與之接合，而將振鈴電流送去。如此線不空閒，立即加以拒絕，同時將線忙信號電路接通至呼喚話線，而使呼喚用戶聞嗡嗡之聲，隨即自行解放，一切恢復原狀。綜言之，接線器之任務如下：

- （一）受用戶號盤之命令而爲直動（即將話線轉片升高至相當之一層。）
- （二）受用戶號盤之命令而爲轉動（即將話線轉片轉至所需要線之接片上。）
- （三）測驗所需要之話線是否空閒，如屬空閒，即與之相接。
- （四）如驗得所需要之話線業經佔用，即不與相接，並立將線忙情形通知呼喚用戶。

(五) 轉片直動或轉動時，暫時與話線斷絕，俾不干涉其他話線。

(六) 振被喚用戶之鈴。

(七) 供給雙方以談話用之電流。

(八) 解放時（即轉片退回原位時）不與其他話線發生衝突。

(九) 解放其他機件，如第一第二選線器等。

線鑰 就設備而論，上述之二種機械（即選線器與接線器）已足應付接線程序中所需之工作。但選線器為複雜之機件，若每一話線裝一選線器，設備費用甚大；而每戶通話時間，又佔全時間之極小部分，亦為甚不經濟之道。為免除此種情形起見，每戶話線終止於話局內之一線鑰（line switch）；此線鑰接於十條或十條以上之中繼線，以通於同樣數目之選線器。線鑰之構造較選線器為簡單，價值亦較低廉；每百個線鑰可共用十個選線器，節省多矣。線鑰之作用，乃完全自動，當用戶欲通話而舉起受話器時，線鑰即將話線接於一空閒之中繼線，以通於一空閒之選線器；並保護此中繼線不許其為他線鑰所採用；同時使正在呼喚之用戶話線呈線忙情形，以免他一用戶呼喚

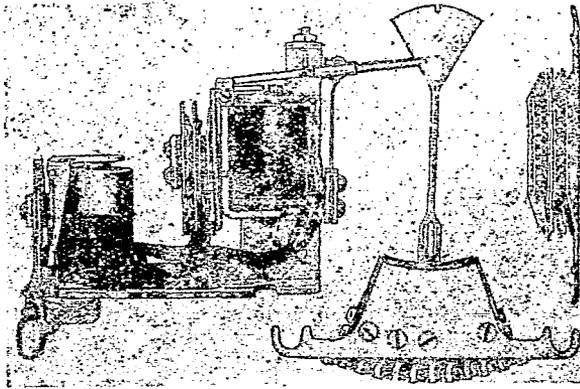
此戶時接線器爲之接通，發生混亂狀態。又此戶應他戶呼喚而舉起受話器時，線鑰不發生作用，蓋因發動部分之線路已被切斷也。

線鑰有二種：一名歧司線鑰 (Keith line switch)，一名旋轉線鑰 (rotary line switch)。

第五十二圖表示一歧司線鑰。其主要部分有話線繼電器 (line relay)，活塞電磁石 (plunger magnet)，活塞 (plunger)，接片組 (terminal bank) 四項。接片組有十副形似彈條之接片 (每副八片) 裝於一圓弧上。活塞用以插入接片組內，使彈條張開而爲接線之工作。活塞電磁石上有兩線圈，一爲引動線圈 (pull down winding)，一爲橋路切斷線圈 (bridge cut-off winding)。銜鐵 (armature) 亦有二個，一以升降活塞之柄，一以啓閉左方之鑰。當用戶欲通話而舉起受話器時，因話線繼電器之動作，使電流通過引動線圈，兩銜鐵被吸，一使活塞插入接片組內，一使左方之鑰開放而切斷話線繼電器之電路。但此繼電器爲緩動 (slow acting) 繼電器 (即電路斷時不立刻動作)，不立刻使引動線圈之電路中斷。同時因活塞插入接片組內，已將話線伸至接線器或選線器，而使橋路切斷線圈之電路完成；此線圈內之電流，足以吸住兩銜鐵。故話線繼電器

在瞬時後，切斷引動線圈之電流，不發生任何影響。又接片組內另有電線通各接線器內之線忙測驗接片，活塞插入後，即使呼喚用戶之話線在各接線器內呈線忙情形。反之此戶為他戶所呼喚時，接線器為之接通後，亦使切斷線圈之電路完成；此線圈所生之力量，不能吸動活塞之柄，但能吸動其下部之鐵銜，而使左方之鑰開放，因而切斷話線繼電器之電路。故此戶應他戶呼喚而舉起受話器時，活塞不發生動作。

上項線鑰之裝置，常以二十五個直列成爲一節，兩節直列成爲一架，兩架成爲一組，可供百對話線之用，每百對話線共設中繼線十條。線鑰上之中



第五十二圖 線鑰

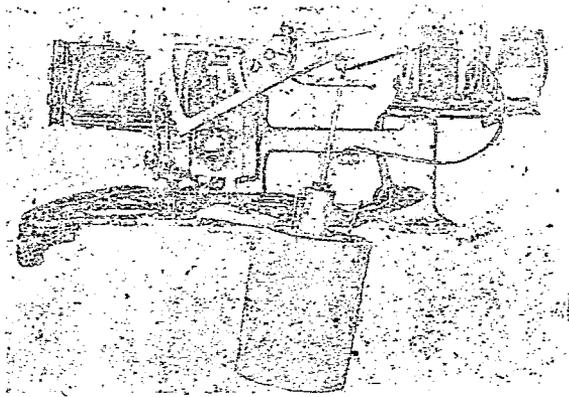
繼線接片列在一直行者，分別聯絡之，而接於中繼線上，其各個線鑰上之話線接片列在一橫行者，亦聯絡之而分別接於各話線上。活塞之插入，為使一對話線與一對中繼線相接合。是以每一話線有十條中繼線可供選用；而為之選擇與接合者，線鑰也。

概言之，線鑰為話務之入局點，接線器為話務之出局點；故在電話局中，線鑰與接線器常裝置於同一架上。蓋話線除須在其線鑰上並列兩線外，復須並列布線於各接線器上。例如第十號話線除接至第十號線鑰外，且接至各接線器；各接線器中之第十號接片，皆作並列之連接。為節省局內之布線設備及其所佔地位起見，入局點與出局點愈近愈妙，此兩者所以裝在同一架上也。

綜上所述，線鑰之任務，分為下列數種：

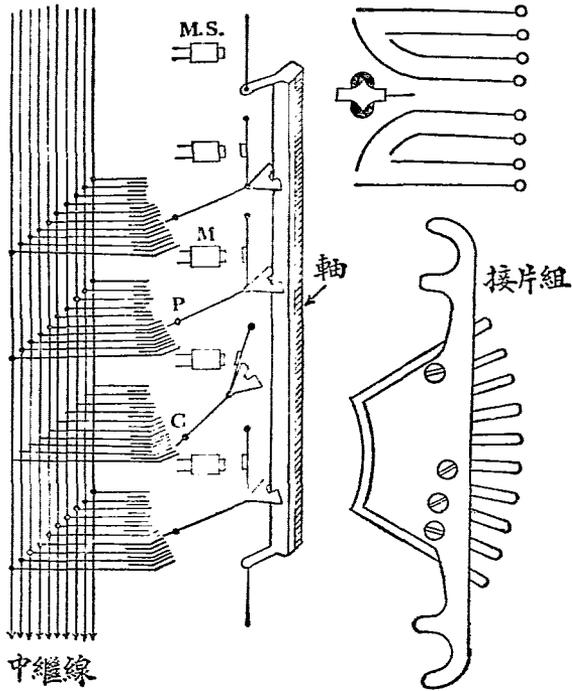
- (甲) 應用戶之呼喚，將話線接於一空閒之中繼線。
- (乙) 保護此中繼線，不令為他線鑰所採用。
- (丙) 用戶被呼喚時，其動作不為線鑰所響應。
- (丁) 用戶呼喚時，保護接線器中之本號話線，使無一接線器能與之接合。

主鑰 細心之讀者，讀完上文，或將發生下列疑問：即線鑰活塞之插入接片組中，事前並不加以測驗，則安知所被接之中繼線不已為其他線鑰所占用乎？此問誠當，是即所以應用主鑰（master switch）之故也。主鑰之作用，與線鑰不同；其職司為將十條中繼線一一加以測驗，而使各線之活塞常相對一空閒之中繼線而停止。是以任何線鑰應用戶之呼喚而為之接線時，其所接者必為一空閒之中繼線。此中繼線佔用之後，主鑰乃使其他線鑰之活塞相對另一空閒之中繼線而停止。依此而行，自無錯誤也。第五十三圖表示一主鑰。其與各線鑰之機械聯絡，則見第五十四圖。照此圖，主鑰能旋轉



第五十三圖 主鑰

一軸，此軸又能旋轉各線鑰之活塞。如一線鑰之活塞插入接片組中，此鑰即與軸脫離；而主鑰乃將其餘活塞旋轉，對準另一副接片；直至轉到末一副接片並插入一活塞後，仍復退回原位，所有未用或已用而被解放之活塞，均依次被其帶歸。如



第五十四圖 主鑰管理線鑰之法

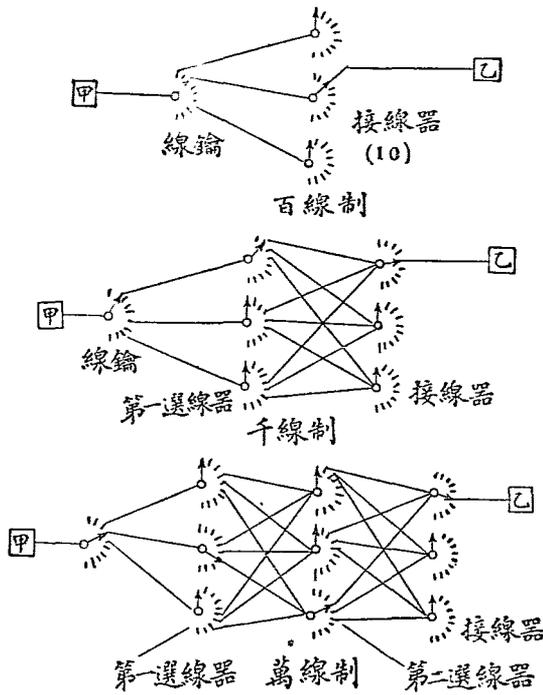
此動作，周而復始，以盡其接線之任務。主鑰上之U形彈條，為逐步旋轉活塞之用；其下部之電磁石，為帶回空閒活塞之用。其他繼電器電磁石及機件，皆所以輔助其完成此二項任務者。設使一個主鑰，用上述之機械聯絡方法，管理一百個線鑰，則此一百個活塞皆靜候應用之機會。任何線之用戶欲通話，則此號線鑰即將其活塞插入接片組中，而主鑰立即繼續其尋覓工作。一方面使此已為用戶服務之線鑰頓時與之脫離關係，俾其參與該用戶之接線工作；一方面上因為用戶服務而與之暫時脫離之活塞，今其任務已畢而得自由，主鑰於轉動時一一將其接入，使彼等復得加入共同之工作。

主鑰祇與岐司線鑰相配應用，此乃因岐司線鑰無選擇開線之能力，不得不由主鑰預為選定之。至於旋轉線鑰 (rotary line switch) 則能自行選擇開線，無需主鑰之管理，其構造與前者不同，茲不詳述。

中繼線之配置 根據前述之基本原理及主要器械之作用，電話局內中繼線配置之方法，不難明瞭。茲以第五十五圖表示之。在百線制中，有線鑰百個，接線器十個，每一個線鑰與十個接線器

(器內分十層圖中
 祇示一層)之間有
 中繼線十條。在千線
 制中,有線鑰千個,選
 線器百個,接線器百
 個,每一個線鑰與十
 個選線器之間有中
 繼線十條(每百個
 線鑰共有十個選線
 器)每一個選線器
 (器內分十層圖中
 祇示一層)與每十

第七章 自動電話概要



第五十五圖 中繼線之配置

個接線器之間，有中繼線十條。在高線制中，有線鎊萬個，第一選線器千個，第二選線器千個，接線器千個，其應設之中繼線數目，讀者不難自得之。

第八章 電話線路之推廣與改良

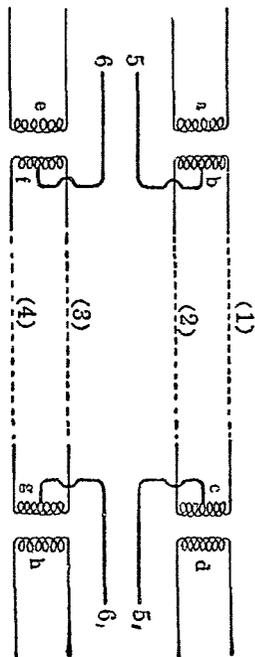
第一節 實路與幻路

兩具電話，以兩導線聯絡之，此種聯絡名爲實路 (physical circuit)。若兩處已有兩實路 (共有四導線)，即可造成另一傳話之路，名爲幻路 (phantom circuit)。此幻路之通話作用，與其他兩路不相妨害；故三路可以同時應用也。第五十六圖表示幻路之連接方法。1 2 及 3 4 爲兩實路，其兩端各帶轉電圈 (repeating coil) a b, c d, e f 及 g h；從轉電圈之中和點，接出四線，即成爲 5 6 之幻路。當實路 1 2 或 3 4 通話時，b c 兩點或 f g 兩點均在同一電位，故於 5 6 不生影響。在幻路 5 6 通話時，則話流從左方之導線 5 至中和點 b 而平分，半經導線 1，半經導線 2，

至中和點 c 會合；通過右方 5 6 線路上之傳話器後，仍同樣假用 3 4 兩線歸來。當電流從中和點 b, c, g, f 分向兩路流過時，其在 a d h e 各線圈上發生相等而相反之電壓，互相抵消，故於兩實路內不生任何影響。由上所述，可知幻路之導線，大於實路之導線一倍；其傳話能力，應比實路為高。

第二節 電話線路之性質及載圈之應用

電話線路具有四個性質，即電阻 (resistance) 電感 (inductance) 電容 (electrostatic capacity) 及絕緣電阻 (insulation resistance) 亦名漏電 (leakage) 是也。電阻阻止電流之進行，因而減小其流量，已於首章述及。電感為線路對於交流電發生一種反應之性質，亦能阻止其進



第五十圖 幻路

行，並減小其流量。架空電線之電感，常比電纜爲高。電容亦已於首章述及。架空電線，電容頗小；電纜則因兩線相距甚近，電容較大。此種電容分佈於全線路，使交流電得由一線而漏至他線，無異兩電線間裝有無數之凝電器也。絕緣電阻爲兩線間之電阻，其數量視絕緣之程度而異。通常兩線間並非絕對絕緣；故其電阻雖高，電流仍可由一線而漏至他線。大概言之，電纜之絕緣電阻甚高，其數值亦不變；架空電線之絕緣電阻，則視所用之絕緣物（通稱磁碗或礙子）及所遇之氣候而異。唯無論如何，在長途線路中，其每里之絕緣電阻雖高，而總電阻仍低；故實際上話流走漏之機會甚多，迨流入受話器內，已減弱不少矣。

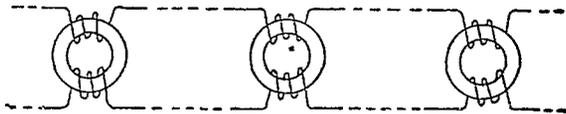
上述線路之四種性質，對於傳話發生兩種影響：一，強度衰減（attenuation）；二，性質失真（distortion）。兩者足以阻礙長途傳話之進行。經詳細之研究，知線路之電感增至原有數量以上，足以抵消電容之不良影響，而使傳話之距離得以增長。倡其說者爲英人赫威賽氏（Oliver Heaviside），繼起研究而實行之者爲美國羅萍教授（Professor M. I. Pupin）。其法於線路上加裝電感圈，此種電感圈名爲載圈（loading coils），每一載圈有兩線圈，繞於一鐵心上，分別裝入兩

線之內，如第五十七圖所示。其載圈之大小與相隔之遠近，視線路之情形而異，茲不備述。

載圈用於電纜，比用於架空線路，利益較為明顯。電纜因載圈之加入，其最長傳話距離，可由三十英里增至五十或一百五十英里。架空電線則因電容較小，電感較大，絕緣電阻較小，且隨氣候變化之故，載圈之應用，不能改良線路至同等程度。然架空線路，有因應用載圈，其最長傳話距離由九百英里增至二千英里者，是亦不可謂為無利也。

第三節 感應干涉及電線之换位

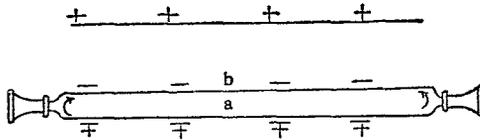
兩電路平行，有互相感應之作用，名為感應干涉 (inductive interference)。如其起於靜電之感應者，名為靜電干涉 (electrostatic interference)，如第五十八圖所示。設干涉電線之電位昇高而增加荷電時，則兩話線因受感應皆荷負電；但兩線一近一遠，近者 (b) 所荷負電較多，遠者 (a) 較少，故 (a) 之



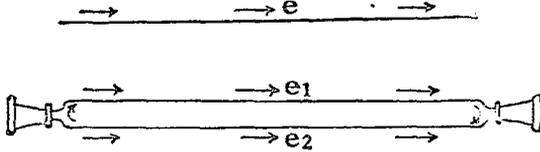
第五十七圖 裝置載圈之法

視 (b) 無異正電之視負電，因此電流從 (a) 流往 (b)，在受話器內發生嘈雜。如干涉電線之電位減低，則電流從 (b) 流往 (a)，結果亦同。至于涉起於電流之作用者，名爲電磁干涉 (electro-magnetic interference)，如第五十九圖所示。設干涉電線上之電流增大，其產生之磁力線 (參閱第一章第三節) 必切過兩話線，而在其中發生電壓 e_1 及 e_2 ，其方向如圖所示。此兩電壓本應產生相反之電流，但因 e_1 大於 e_2 ，故電流從 b 流往 a；因此在受話器內發生嘈雜。反之，干涉電線上之電流變更方向時，所生結果亦同。

前項干涉，或起於隣近之話線，或起於隣近

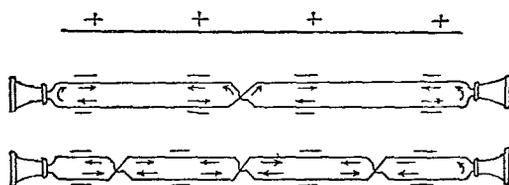


第五十八圖 靜電感應

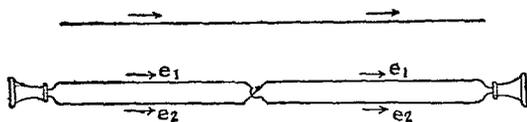


第五十九圖 電磁感應

之電力線，皆可用換位 (transposition) 法以減少之。其法將話線在相當之電桿上，交換其位置。例如在第六十圖中，話線因靜電感應所受之電荷，可在交換位置之處互相抵消，其未抵消者僅兩端之電荷。如經數次交換位置後，此兩端之電荷，已減至極小數量，不在受話器內發生顯著之影響。又如第六十一圖中，話線因電磁感應所生之電壓，可於其中點交換位置一次以消滅之，蓋因 e_1 與 e_2 之和等於 e_2 與 e_1 之和，而兩者之方向適相反也。惟電力線對於話線之感應作用，較為複雜，往往不能將話線之位置交換以完全消滅之，而須將電力線本身亦為適當之換位，始能



第六十圖 話線換位避免靜電干涉之法



第六十一圖 話線換位避免電磁干涉之法

達到目的也。

第四節 載流電話

兩地間電話線路之多寡，視其話務之情形而定；一路不足，繼以兩路，既有兩路，即可裝置相當器械，以造成一幻路（見本章第一節）。此外更有載流（carrier-current）或載波（carrier-wave）電話，則係利用同一線路，於同時間內傳遞數通電話者也。載流電話之法，可分數步：第一，產生高週率之交流，即所謂載流也；第二，將話流加諸高週率交流之上而使之載去，此步稱爲調幅（modulation），即以話流調節高週率交流之幅度也；第三，將話流從高週率之交流分出，俾流入受話器內，以成聲音，此步稱爲反調幅（demodulation），意即將第二步反其道而行之也。由此可知應用數種不同週率之載流，可於同一線上，同時傳遞數通電話。通常話流之週率，在每秒二百週至每秒二千週之間。載流之週率，須大於話流之最大週率，以每秒三萬週爲度，過此則因他種問題亦不適用也。設於同一線上，欲同時傳遞五通電話；其一當用普通話流，其他四通則用一萬，一萬五千，二萬，二萬五千週之載流。載流電話之成功，全恃三極真空管（three-electrode vacuum tube）及漏波器

(filter) 之作用。上述產生載流及調幅與反調幅之三種步驟，均利用三極真空管以完成之；舍此別無善法也。漏波器爲一種電感與電容之適當組織，其作用在使某種週率之電流容易通過，而不許他種週率之電流通過。同時應用數種載流以輸送電話，若無漏波器以區別之，勢將混淆不清，何能達到傳遞之目的？

載流電話爲近十數年來電話技術上之最新發展；其所用各種器械，均已精密計劃至完善地步。惟此項器械價值昂貴，非長距離之線路，亦不宜採用。即在長途電話中，應業務之需要，應採用載流電話，抑應加設線路，亦爲頗費研究之問題。但加設線路，須費時日，爲應急起見，自以採用載流電話較爲便捷。且載流電話之各種器械，裝卸便當，即由一線移至他線，亦無不合用，比之設置永久路線，自有其優點也。

附錄 英文電話參考書目

英文電話書籍甚多，茲就所知者錄出，以供讀者採用。

1. "Principles and Practice of Telephony" by J. G. Mitchell, McGraw Hill Book Co., New York.
2. "Telephone Communication Systems" by B. G. Kloeffler, The Macmillan Co., New York.
3. "Telephony" by McMeen and Miller, American Technical Society, Chicago.
4. "Automatic Telephony" by Smith and Cambell, McGraw-Hill Book Co. New York.
5. "Automatic Telephone Practice" by H. E. Hershby.
6. "The Principles of Automatic Telephony" by W. Atkins, The Electrician Printing and Publishing Co., London.
7. "Telephone Communication" by Wright and Puchstein, McGraw-Hill Book Co.

8. "Principles of Telephone Transmission" by M. P. Weinbach, The Macmillan Co.
9. "Propagation of Electric Currents in Telephone and Telegraph Conductors" by J. A. Fleming, D. Van Nostrand Co., New York.
10. "Telephone Service" Circular No. 112, Bureau of Standards, Washington, D. C.
11. "Carrier-Current Telephony and Telegraphy" by Colpitts and Blackwell Transactions of the A. I. E. E., Vol. 40, 1921.
12. "Telephonic Transmission" by J. G. Hill, Longmans, Green and Co., London.

中華民國二十三年七月

初版

(一一五九五)

工學叢書
有線電話一冊

每冊定價大洋肆角伍分

外埠酌加運費匯費

編者 湯易鼎 新驤

發行人 王雲五

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館

版權所有
翻印必究

◆B九九〇

Handwritten scribble or signature



5.79
3=2

