

年

卷

期

8

1

第

第

中華民國二十六年四月三日

E-19

Vol. 8. No. 1

February, 1937

# JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING CHINA

# 電 工

佩耳發明電話六十周紀念特刊

1-3  
26.6

中國  
電機  
工程師  
學會  
合作  
刊物

Published bimonthly by  
The Chinese Institute of Electrical Engineers

第八卷 第一號  
民國二十六年二月

國立北平圖書館藏

中國電機工程師  
學 會

民國二十三年十月十四日  
成 立

會 長 張廷金  
秘書董事 張惠康  
會計董事 裘維裕

董 事

李熙謀 潘銘新  
惲震 徐學禹  
胡瑞祥 陳良輔  
莊仲文 包可永

出版委員會

委員長 趙曾珏

委 員

顧毓琇 鍾兆琳  
徐學禹 李法端  
周玉坤 金龍章  
楊耀德 王國松

定書辦法 本刊每  
兩月出一期，全年六  
期，訂閱全年大洋一  
元五角，零售每冊大  
洋三角。

郵費 國內每冊五  
分  
國外每冊二  
角半

電 工 Journal of  
Electrical Engineering, 第八卷  
China

(Founded May, 1930) 第一期  
Vol. VIII. No. I

十九年  
五月創刊

佩耳發明電話六十周年紀念特刊

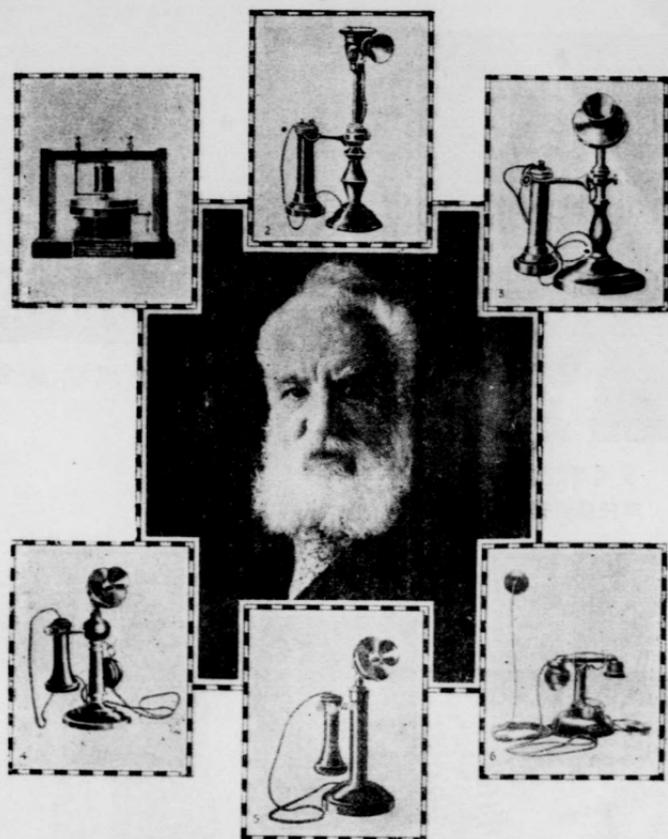
目 錄

Characteristics of Electric Wave Filters Made Up of Similar $\pi$ Sections Wentworth Chu and C. K. Chang	1
長途架空綫平衡綫網之設計	黃如祖 13
四種體概論	胡筠 23
自働電話局所之話務設計	毛啓爽 45
繼電器式自働電話制	吳興吾 99
依力伸式調車電話說明	閔乃大 106
浙江省電話事業之回顧與前瞻	趙曾珏 116
山東電話事業概述	張鴻烈 123
河南省電話建設之過去及現在	朱晨 131
四川省電話敷設之概況	晨 137
廣州市營電話之沿革及概況	胡瑞祥 142
上海租界電話發達之史略	周銘德 147
電話發明家佩耳教授	趙曾珏 155
電話工程發展分類年表	沈秉魯 173
佩耳與我國之合資事業	李繼堯 179
電話調查(全國市內電話及世界話電)	183
電工珍聞	190
著者履歷	199

## 本期目錄中英對照

π 式濾波器之特性 .....	朱物華, 張仲桂 1
The Design of the Balancing Networks used in Toll Circuits of Aerial Type .....	J. T. Hwang 13
Theory of the fourpole networks .....	Y. Hu 23
Traffic problem of the Automatic Exchange .....	C. S. Mao 45
Relay Automatic Telephone System .....	S. W. Woo 99
Train Despatching Telephone of Ericsson System .....	N. T. Ming 100
The Past and Future Developments of the Telephone Services in Chekiang Province .....	T. C. Tsao 116
Telephone Communications of Shangtung Province .....	H. L. Chang 123
The present Status of Telephone Communications in Honan Province, China .....	C. Chu 131
A Bird's-eye View of the Telephone Communication in Sze- chuen Province .....	C. Chu 137
The Developments of Canton Automatic Exchanges .....	Z. H. Hu 142
Notes on the History of the Telephone in Shanghai .....	M. T. Chow 147
Prof. Bell, the Telephone Inventor .....	T. C. Tsao, Pinlu Shen 155
Biographical Notes on Telephone Inventions and Develo- pements .....	Henry Ling 173
Bell System and the Cooperated Enterprise in China .....	T. Y. Lee 179
Telephone Statistics (China & the World)	183
E. E. News	190
Authors	199

# 佩耳教授與話機



## 中 佩耳教授晚年之影

1. 佩耳教授之第一具電話 (1875)
2. 極早之話機 (1886)
3. 極早之桌機 (1898)
4. 曾通行多年之話機 (1902)
5. 英國通行之話機 (1923)
6. 聽筒話筒合併式 (1927)

# 美國之佩耳系



美國電話電報公司  
現任總經理格福特氏



紐約佩耳研究試驗室



芝加哥西方電氣公司廠



美國電話電報公司  
紐約長途電話部

R  
248.05  
533

# CHARACTERISTICS OF ELECTRIC WAVE FILTERS MADE UP OF SIMILAR $\pi$ SECTIONS\*

By Wentworth Chu and C. K. Chang

Department of Physics, National University of Peking

*Synopsis: The cut-off frequencies of  $\pi$ -section filters are found to vary with the number of sections used. When only two sections of simple low, or high, pass filters are used, the variation amounts to 29.3 percent. With M-derived types, this variation is rather small. To measure the filter characteristics, another low pass filter must be interposed between the source and the filter to be tested, to eliminate the harmonics of the audio frequency source. To make the calculated current amplitudes at resonant frequencies agree with measured values, resistances of coils and condensers must be taken into account.*

Electric wave filters made up of large number of T, or  $\pi$ , sections have constant cut-off frequencies. But when the number of sections used is few, as is practically the case, the cut-off frequency of  $\pi$ -section filters changes

## $\pi$ 式濾波器之特性

朱物華 張仲桂

國立北京大學物理系



$\pi$  式濾波器的阻斷電頻隨所用之段數而變化，在二段之單式低頻濾波器中，此變化率為最高；其數為百分之二九·三。在複式濾波器中，此變化率則甚微。測量濾波器之電流時，必需另置一低頻濾波器在電源與欲試之濾波器之間，以阻止電源諧波之通過，若計算公式中計及電感器與蓄電器之電阻，則由實驗所測之電流數量皆可與計算之數量相符合。

\* 電工論文分類 T133

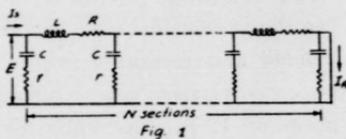
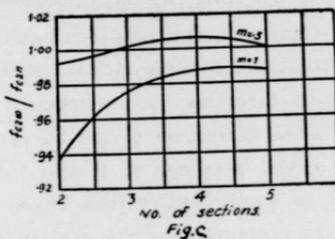
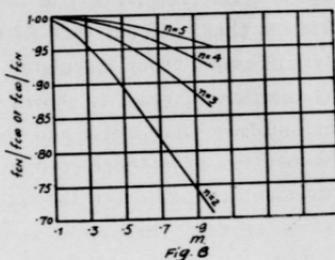
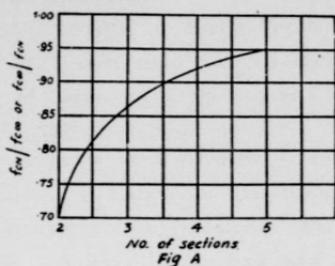
A950127

with the number of sections, while the T-section filters do not exhibit this characteristic. Such property of  $\pi$ -section filters can be clearly seen by expanding the admittance function into partial fractions in terms of the polynomials of  $P$ , the generalized angular velocity. From formulas (1)-(6), (see appendix), the cut-off frequencies (the last resonant frequencies) of simple low and high pass filters (as shown in Fig.'s 1&2) have the maximum variations. For simple low pass filter,  $F_{c_n} = F_{c_\infty} \cos \frac{\pi}{2N}$ , and for high pass filter,  $F_{c_n} = F_{c_\infty} / \cos \frac{\pi}{2N}$ , where  $F_{c_\infty}$  = cut-off frequency for infinite number of sections,  $F_{c_n}$  = cut-off frequency for  $N$  sections. The ratios  $F_{c_n}/F_{c_\infty}$ , (low pass), and  $F_{c_\infty}/F_{c_n}$ , (high pass), are plotted in Fig. A, where it is seen that these ratios fall to .707 at 2 sections. Since a 2-section low pass filter of  $\pi$  type is frequently used to eliminate the ripples of a rectified wave, this property must be taken into account in its design. For series and shunt derived types, as shown in Fig.'s 4-6, the ratio of  $F_{c_n}/F_{c_\infty}$  for low pass filters and that of  $F_{c_\infty}/F_{c_n}$  for high pass filters are both given by  $1/\sqrt{1+M^2 \tan^2 \frac{\pi}{2N}}$ . These are plotted for various values of  $M$  and  $N$  as shown in Fig. B, where it is seen that for small values of  $M$ , these ratios are very near to unity. For band pass filter of the type shown in Fig. 3, the two cut-off frequencies are given by  $F_{c_1} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$ , and  $F_{c_2} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\left(1 + \frac{2C}{C'} \cos^2 \frac{\pi}{2N}\right) / (LC + 2Cl \cos^2 \frac{\pi}{2N})}$ , where  $F_{c_1}$  is constant and independent of the number of sections. For the given values of  $L$ ,  $C$ , etc., as shown in Fig. 3, the ratio of  $F_{c_2\infty}$  to  $F_{c_2n}$  are calculated and plotted in Fig. C, where it is seen that the range of variation is much smaller than that for simple low or high pass filters. For the series derived type of this filter as shown in Fig. 7, the range of variation of this ratio is still smaller, being near to unity all the time, as shown in Fig. C for  $M = .5$ .

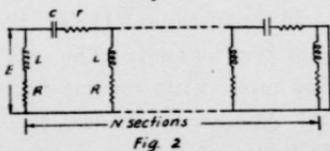
The formulas (1) to (6) are checked by measurement of receiving-end currents  $I_r$  for the filters in Fig.'s 1-7. The coils of the filters are wound on wooden forms which do not contain iron, and the resistances are small. As the wave form of the voltage of the audio frequency source cannot be free from harmonics, a low pass filter is interposed between the source and the filter under test for their elimination. The capacities of this filter are

constantly changing while readings are taken, so that in each measurement only a limited band of frequencies around the desired frequency can pass through to the receiving end of the filter under test. It is found from experiment that without this filter, the measured values of currents are widely different from calculated values, especially for high pass filters. The connection diagram is shown in Fig. 8. The current is measured by a thermocouple milliammeter and the voltage by a vacuum tube voltmeter. As the calibration of a thermocouple varies slightly with time, so when each measurement is taken, the thermocouple is immediately calibrated by passing the same current through a known resistance (variable) and measuring the voltage by vacuum tube voltmeter. To take one set of readings, the procedure is as follows:  $I_R$  is measured by opening switch  $r$ , closing switch  $S$ , and throwing switches  $A$ ,  $B$  and  $C$  to the side  $b-b^1$ , and switch  $D$  to the side  $a-a^1$ ; and the reading of the thermocouple galvanometer is taken. Then the thermocouple is calibrated by throwing the switches  $A$ ,  $B$  and  $C$  to the side  $a-a^1$ , and adjusting  $R$  until the deflection of the thermocouple galvanometer is the same as before; and the readings of  $R$  and voltage are taken. The currents are then reduced to equivalent values under 100 volts by direct proportion. The results of measurement are plotted in solid lines in Fig.'s 9-24, where the calculated results (by formulas (1)-(6) in the appendix) are also plotted in dotted lines. The later coincide with the former almost everywhere, showing that the calculated and measured results are in close agreement. For simple filters, the cut-off frequencies coincide generally with the frequencies of the last peaks of  $I_R$  curves, while for the derived types, the last peaks occur earlier. In the formulas (1)-(6), the resistances of inductance and condenser are taken into account. This makes the currents at various resonant frequencies agree with the measured values as shown from the curves in Fig.'s 9-24. At other frequencies, these resistances do not have much effect on the amplitudes of currents. The resistance of a condenser varies with frequency according to the formula  $R\omega C = \text{constant}$ . To take care of this effect, the resistance of condenser is assigned different values in different terms under the summation sign of the formulas, each value being calculated by using the resonant frequency of the denominator of the corresponding term. It is found that with the application of this

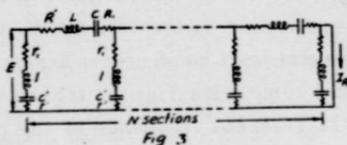
variable resistance, the calculated amplitudes at the various resonant frequencies agree better with measured values.



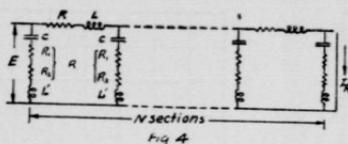
$L = 1.2814$  henries  
 $R = 1196$  ohms  
 $C = 252$  mf.  
 $\Gamma_{WC} = .01$



$L = 3.205$  henry  
 $R = 4436$  ohms  
 $C = 4987$  mf  
 $\Gamma_{WC} = .01$

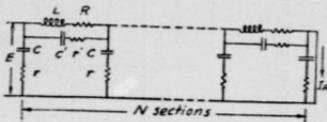


$L = 16$  henry  $l = 128$  henries  
 $R = 222$  ohms  $r = 128$  ohms  
 $C = 4987$  mf  $C = 2547$  mf  
 $R_1 W C = .0103$   $\Gamma_{WC} = .0107$   
 $R_1 R = R$   $C + r = C$



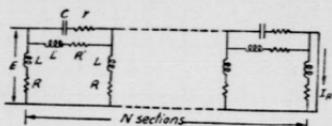
$L = 64$  henry  $L = 96$  henry  
 $R = 60$  ohms  $R_s = 90$  ohms  
 $C = 1263$  mf  $R_1 \omega C = 0.103$

Fig. 4



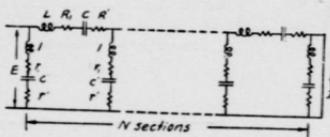
$L = 64$  henry  
 $R = 60$  ohms  
 $C = 1906$  mf  
 $C' \omega C = 0.27$   
 $C = 1262$  mf  
 $C' \omega C = 0.27$

Fig. 5



$L = 4266$  henry  $L = 64$  henry  
 $R = 44$  ohms  $R = 60$  ohms  
 $C = 1.008$  mf  $C \omega C = 0.104$   
 $H = \frac{R}{L} = \frac{C'}{L}$

Fig. 6



$L = 0.8$  henry  $R = 15.8$  ohms  
 $C = 1008$  mf  $R \omega C = 0.1047$   
 $I = 268$  henries  $r = 530$  ohms  
 $C = 1094$  mf  $r \omega C = 0.1105$   
 $Q, R = R$   $r + f = r$

Fig. 7

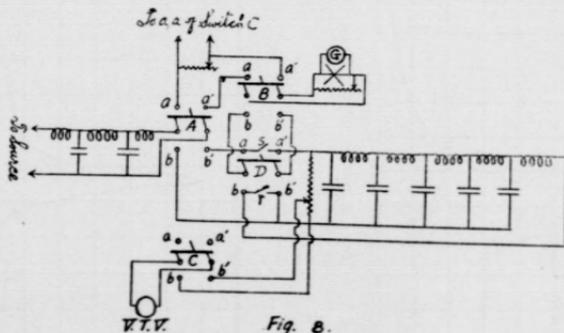


Fig. 8.

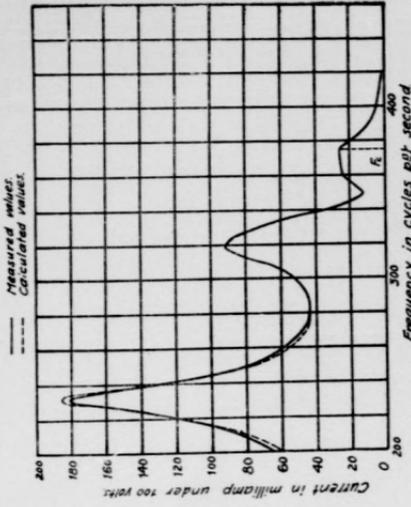


Fig 9.  $I_n$  of 5 section simple low pass Filter.

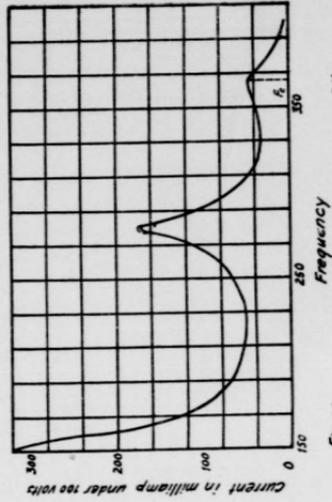


Fig 10.  $I_n$  of 4 section simple low pass Filter.

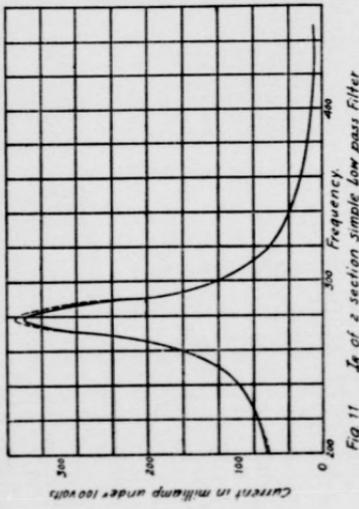


Fig 11.  $I_n$  of 2 section simple low pass Filter.

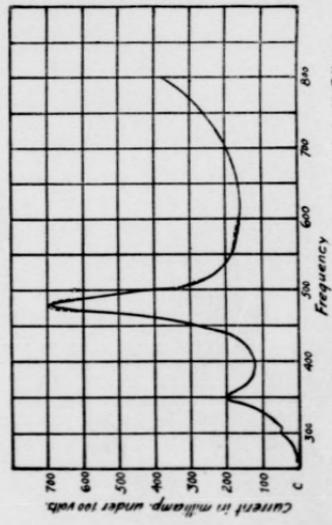


Fig 12.  $I_n$  of 5 section simple high pass Filter.

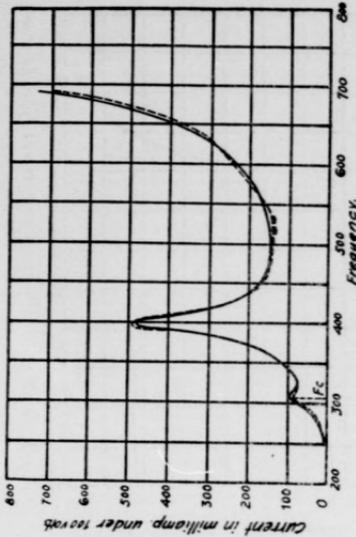


Fig. 13  $I_a$  of 4-section simple high pass filter.

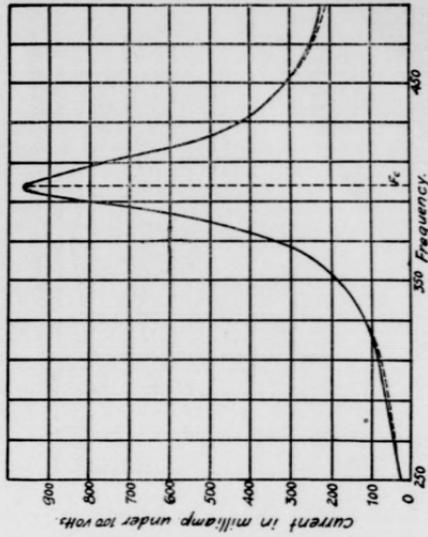


Fig. 14  $I_a$  of 2-section simple high pass filter.

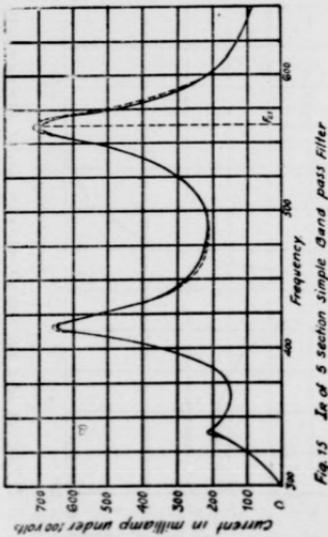


Fig. 15  $I_a$  of 5-section simple band pass filter.

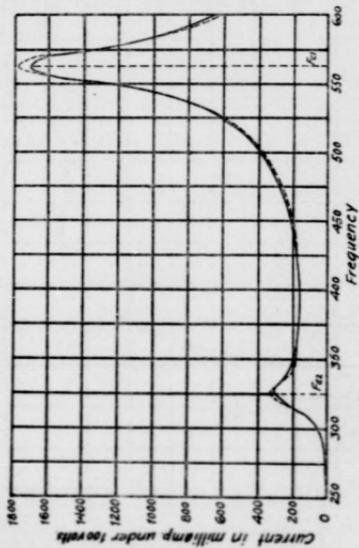


Fig. 16  $I_a$  of 2-section simple band pass filter.

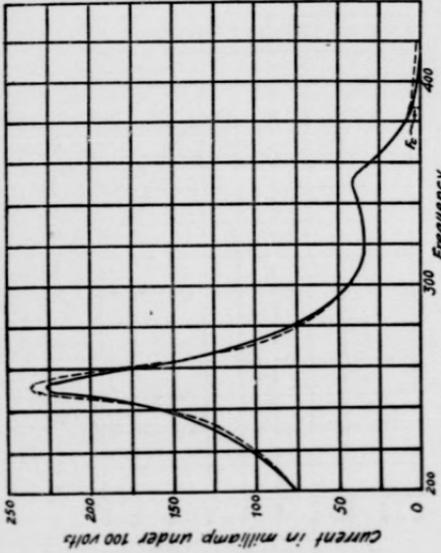


Fig. 19 *I<sub>c</sub>* of 4 section M-derived shunt type Low pass Filter.  $M=5$ .

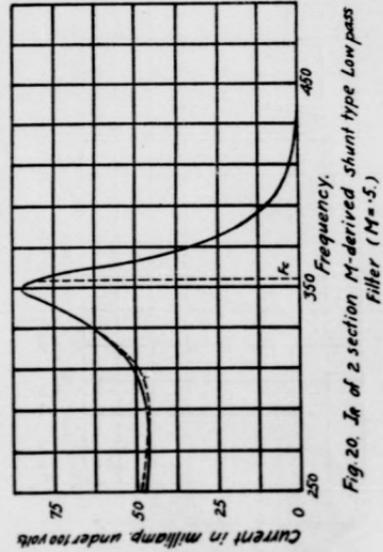


Fig. 20 *I<sub>c</sub>* of 2 section M-derived shunt type Low pass Filter.  $M=5$ .

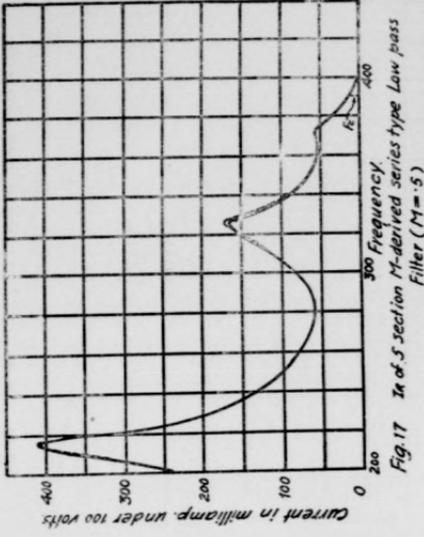


Fig. 17 *I<sub>c</sub>* of 5 section M-derived series type Low pass Filter.  $M=5$ .

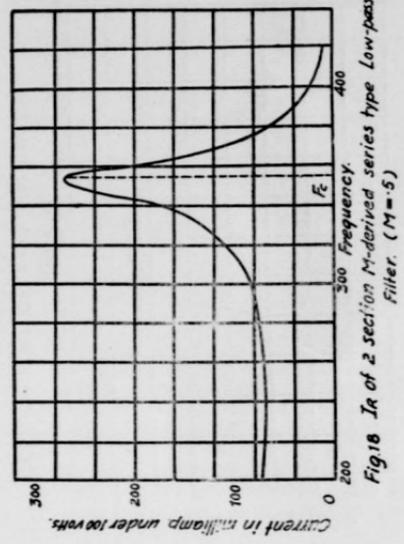


Fig. 18 *I<sub>c</sub>* of 2 section M-derived series type Low pass Filter.  $M=5$ .

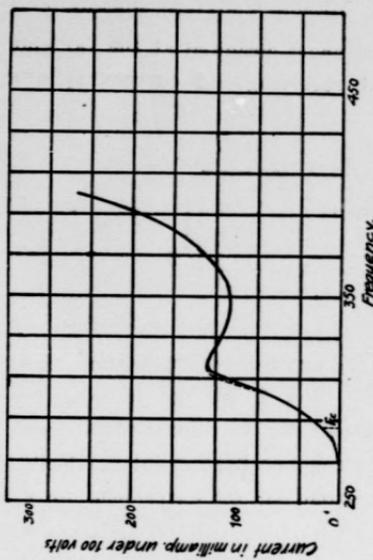


Fig. 21 In of 4 section M-derived shunt type high pass Filter (M=5.)

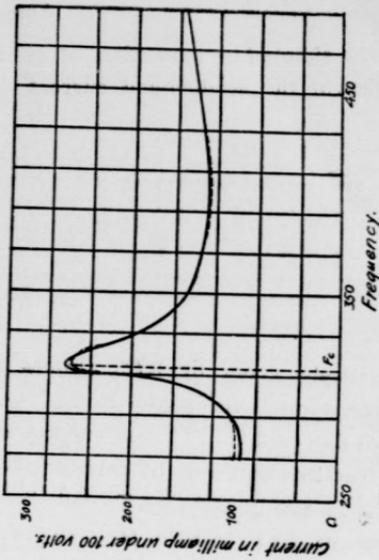


Fig. 22 In of 2 section M-derived shunt type high pass Filter. (M=5.)

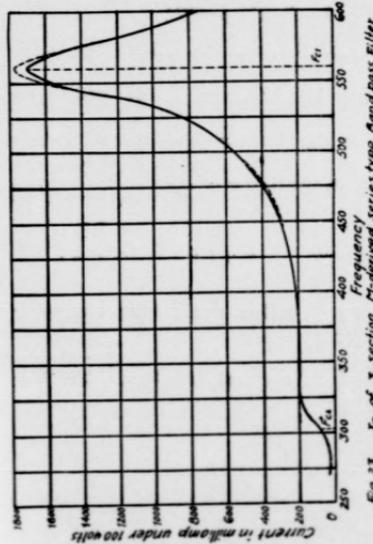


Fig. 23 In of 3 section M-derived series type Band pass Filter M=5.

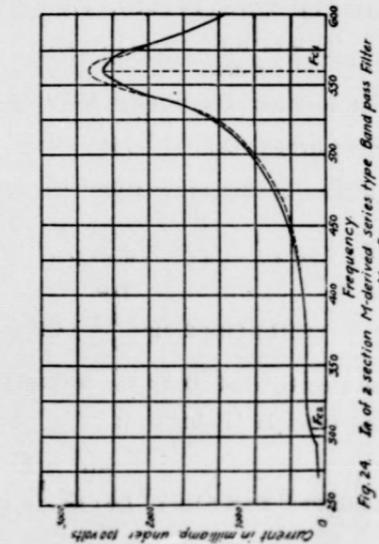
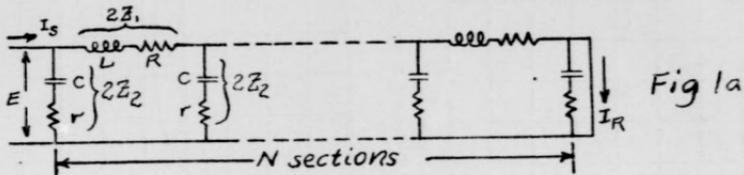


Fig. 24 In of 2 section M-derived series type Band pass Filter M=5.

## Appendix

For the simple low pass filter of  $N$  sections, short-circuited at the far end as shown, the sending-end current  $I_s$  and receiving-end current  $I_r$  are



respectively given by  $E/Z_0 \tanh m\theta$  and  $E/Z_0 \sinh m\theta$ , where  $E$  = impressed voltage,  $\theta$  = sectional angle =  $2 \sinh^{-1} \sqrt{Z_1/Z_2}$ , and  $Z_0$  = surge impedance =  $\sqrt{2Z_1 Z_2} / \cosh \frac{\theta}{2}$ . These admittance functions can be expanded into partial fractions in terms of polynomials of  $P$ , the generalized angular velocity, ( $= j\omega$  in steady state). To get these polynomials, let  $Z_0 \tanh \theta$ , or  $Z_0 \sinh \theta$ , be equal to zero, then  $\theta = jk\pi/n$ , where  $k=1, 2, \dots, N-1$ . In this case,  $2Z_1 = R + LP$ ,  $2Z_2 = (1 + rCP)/CP$ , hence  $\theta = 2 \sinh^{-1} \sqrt{\frac{(R + LP)CP}{2(1 + rCP)}}$ , and  $\sinh^2(\theta/2) = \frac{(R + LP)CP}{2(1 + rCP)} = \sinh^2(jk\pi/2N) = -\sin^2(k\pi/2N)$ , and therefore the polynomial forming the denominators of the partial fraction is of the type  $LC^2P^2 + (RC + 2rC \sin^2 \frac{k\pi}{2N})P + 2\sin^2 \frac{k\pi}{2N}$ . Now  $Z_0 \tanh \theta$  = sending-end impedance of one section of the filter short-circuited at far end =  $\frac{(R + LP)(rCP + 1)}{CLP^2 + C(R + r)P + 1}$ , therefore  $\frac{1}{Z_0 \tanh m\theta} = \frac{\tanh \theta [CLP^2 + (R + r)CP + 1]}{(R + LP)(rCP + 1) \tanh m\theta} = \frac{A}{R + LP} + \frac{BP}{rCP + 1} + \sum_{k=1}^{N-1} \frac{DP}{LC^2P^2 + (R + 2r \sin^2 \frac{k\pi}{2N})CP + 2\sin^2 \frac{k\pi}{2N}}$ . After evaluating the coefficients  $A$ ,  $B$ , and  $D$  by the ordinary method of partial fractions, the following formula is obtained:

$$\frac{1}{Z_0 \tanh N\theta} = \frac{1}{N(R + LP)} + \frac{CP}{1 + rCP} + \sum_{k=1}^{N-1} \frac{1}{LC^2P^2 + (R + 2r \sin^2 \frac{k\pi}{2N})CP + 2\sin^2 \frac{k\pi}{2N}}$$

$$\frac{2CP\cos^2 \frac{k\pi}{2N}}{N[LCP^2 + (R + 2r\sin^2 \frac{k\pi}{2N}) CP + 2\sin^2 \frac{k\pi}{2N}]}. \text{ Similarly, } \frac{1}{Z_0 \sinh N\theta} =$$

$$\frac{1}{N(R+LP)} + \sum_{k=1}^{k=N-1} \frac{2CP\cos^2 \frac{k\pi}{2N} \cos k\pi}{N[LCP^2 + (R + 2r\sin^2 \frac{k\pi}{2N}) CP + 2\sin^2 \frac{k\pi}{2N}]}, \quad (1);$$

In similar way, the following formulas of  $I_R$  are derived for the filters in Fig.'s 2-7:

For the simple high pass filter as shown in fig. 2,

$$\frac{1}{Z_0 \sinh N\theta} = \frac{CP}{N(1+rCP)} + \sum_{k=1}^{k=N-1} \frac{2CP\cos^2 \frac{k\pi}{2N} \cos k\pi}{N[2CL\sin^2 \frac{k\pi}{2N} P^2 + (2R\sin^2 \frac{k\pi}{2N} + r) CP + 1]} \quad (2);$$

For the simple band pass filter as shown in fig. 3,

$$\frac{1}{Z_0 \sinh N\theta} = \frac{CP}{N[LCP^2 + RCP + 1]} + \sum_{k=1}^{k=N-1} \left[ 2 \frac{CP}{N} \cos^2 \frac{k\pi}{2N} \cos k\pi \right] \left\{ (LC + 2CL\sin^2 \frac{k\pi}{2N}) P^2 + (R + 2r\sin^2 \frac{k\pi}{2N}) CP + (1 + \frac{2C}{C'} \sin^2 \frac{k\pi}{2N}) \right\}, \quad (3);$$

For M-derived series type low pass filter as shown in fig. 4,

$$\frac{1}{Z_0 \sinh N\theta} = \frac{1}{N(R+LP)} + \sum_{k=1}^{k=N-1} \frac{2CP \cos^2 \frac{k\pi}{2N} \cos k\pi / N}{CP^2 (L + 2L'\sin^2 \frac{k\pi}{2N}) + CP(R + 2R'\sin^2 \frac{k\pi}{2N}) + 2\sin^2 \frac{k\pi}{2N}}, \quad (4);$$

For the M-derived shunt type low pass filter as shown in fig. 5,

$$\frac{1}{Z_0 \sinh N\theta} = \frac{1}{N(R+LP)} + \frac{P\sqrt{C(C+2C')}}{\sinh N\theta' (1+rCP)} + \sum_{k=1}^{k=N-1} \left[ 2C^2 P \cos^2 \frac{k\pi}{2N} \cos k\pi \right]$$

$$N \left( C + 2C' \sin^2 \frac{k\pi}{2N} \right) \left\{ LP^2 \left( C + 2C' \sin^2 \frac{k\pi}{2N} \right) + RP \left( C + 2C' \sin^2 \frac{k\pi}{2N} \right) + 2C'r'P \sin^2 \frac{k\pi}{2N} + 2 \sin^2 \frac{k\pi}{2N} \right\}, \quad (5), \quad \text{where } \cosh \theta' = \frac{C+C'}{C};$$

For the M-derived shunt type high pass filter as shown in fig. 6,

$$\frac{1}{Z_0 \sinh N\theta} = \frac{CP}{N(1+rCP)} + \sqrt{\frac{2+K}{K}} \cdot \frac{1}{\sinh N\theta} \cdot \frac{1}{R+LP} + \sum_{k=1}^{k=N-1} [2K^2 CP \cot^2 \frac{k\pi}{2N} \cos k\pi / (K + 2 \sin^2 \frac{k\pi}{2N}) \left\{ 2CL'P^2 + 2CP(R'+r) + \frac{Kr}{2 \sin^2 \frac{k\pi}{2N}} \right\} + \left( 2 + \frac{K}{\sin^2 \frac{k\pi}{2N}} \right) \left. \right\}], \quad (6), \quad \text{where } K = \frac{R'}{R} = \frac{L'}{L}, \quad \text{and } \sinh \frac{\theta'}{2} = \sqrt{\frac{K}{2}}.$$

# 長途架空綫平衡綫網之設計<sup>⊗</sup>

黃 如 祖

摘要：本篇概述勻整架空綫和非勻整架空綫的平衡綫網的設計方法，並用公式表示平衡綫網中所用單元的數值。

## I. 引 言

自從增音機應用於長途話綫以後，綫路的特性阻抗 (Characteristic Impedance) 躍居了很重要的地位，而平衡綫網的設計，也成了不可少的工作。在很早以前，Hoyt 有兩篇關於平衡綫網設計方法的論文，一篇是研究勻整綫路的 (Smooth lines)，一篇是研究負荷電纜的 (Loaded cables)，兩篇都有精湛的論述，並明確指示依據綫路基本恆數而計算平衡綫網組合的公式。隨着電纜及負荷線圈製造方法的進步，兩者的恆數相當地正確不變，所以依據這些恆數而計算出來的綫網組合，大概很正確適用。但架空綫的基本恆數，則很難一律。用同一綫規，同樣建築法的二路架

---

### The Design of the Balancing Networks used in Toll Circuits of Aerial Type

J. T. Hwang

Synopsis: Two methods are mentioned in this paper, one for the smooth line and the other for the non-smooth line. Different formulae for different parameters used in the balancing networks are derived from fundamental principles. Before the design work can be made, several measurements must be performed. Impedance bridge and variable audio frequency oscillator are necessary for that purpose.

空綫，其特性阻抗可以差得很大。所以依據架空綫的基本恆數而計算的平衡綫網組合，有時會不很適用。此外，架空綫之引入每用引入電纜，中途遇着不可避免的長江大河，更不能不用河底電纜，以資引渡。如此，架空綫本身的特性阻抗將受影響而變更其數值，更不是專憑綫路基本恆數所易計算了。

考平衡綫網設計的目的，在使牠的阻抗，在某段週帶內，與所欲平衡的綫路阻抗相等或近似。那末，設計平衡綫網時，要是把量得的綫路阻抗數值作根據，自較直接而可靠，以下就論述這種設計方法。

## II. 勻整架空綫之平衡綫網

所謂勻整架空綫，是指那種用一種線條一種建築法，中間不接電纜或別種綫路，兩端接連與綫路特性阻抗等值的綫網的綫路。簡言之，即全綫無反射現象 (Reflection) 的架空綫路。這種綫路的阻抗可以下式表明。

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

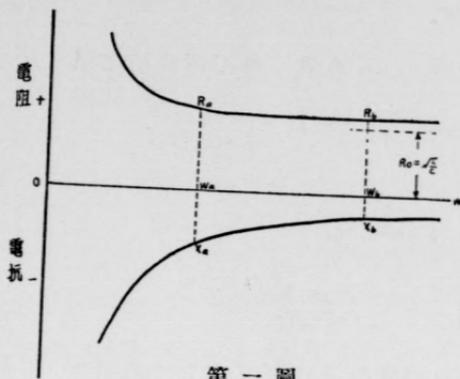
式中  $R$  = 綫路之單位電阻  
 $L$  = 綫路之單位自感率  
 $G$  = 綫路之單位漏電率  
 $C$  = 綫路之單位電容量

由此可見當週率很高， $\omega L \gg R$  而  $\omega C \gg G$  時，該綫路之阻抗數值將等於  $\sqrt{\frac{L}{C}}$ ，而為一純電阻：

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

但在週率較低時， $R$  及  $G$  不能忽視，牠們使阻抗的電阻及電容量的電抗都

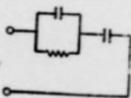
都隨週率的減低而遞增。阻抗變動的情形可以用第一圖表明。



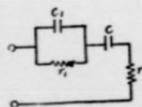
第一圖

對於此種綫路，在用於載波電話時，差不多只要一只電阻器，其電阻等於  $R_0$  的，就可完成平衡器的任務。因為架空綫路上的載波電流，週率很高，所應用的波帶已在綫路阻抗之電阻曲綫平直部份（其時電抗幾等於零）。在用於普通電話時，波帶通常須自 200 週/秒伸展至 3000 週/秒，在此波帶內，阻抗并非純電阻，所以單獨一只電阻器不能平衡妥善。

在話音波帶內所需要的平衡綫網，須有兩種不同部分，一部分是用以平衡週率較高時的阻抗的，這用一只電阻就可。另一部分須有這種特性，即在週率較高時，牠的阻抗的電阻及電抗數值都很小，而當週率減低時，牠的電阻及電抗數值都隨之增大，要是分析第二圖組合的阻抗特性，我們知道牠可完成這種任務。因此我們所適要的平衡綫網可有像第三圖的組合。



第二圖



第三圖

現在的問題是如何規定  $c_1$ ,  $r_1$ ,  $c$ , 及  $r$  的數值, 使綫網的阻抗與所欲平衡的阻抗相同。

設  $Z=R-jX$  ( $Z$  為第三圖平衡綫網之阻抗)

$$\text{則 } R-jX=r-j\frac{1}{\omega c}+\frac{r_1-j_1c_1r_1^2}{1+\omega^2c_1^2r_1^2} \quad (1)$$

$$\text{或 } R=r+\frac{r_1}{1+\omega^2c_1^2r_1^2} \quad (2)$$

$$X=\frac{1}{\omega c}+\frac{\omega c_1r_1^2}{1+\omega^2c_1^2r_1^2} \quad (3)$$

假定第一圖的兩條曲線代表實測的綫路阻抗, 那末所需要的平衡綫網阻抗正是這兩條曲線, 所以在第一圖曲線上, 任取

$R_a$  及  $X_a$  在  $\omega=\omega_a$  時

$R_b$  及  $X_b$  在  $\omega=\omega_b$  時

則  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $X_a$  及  $X_b$  一定能適應公式(2)及(3), 以之代入公式(2)及(3), 可得

$$R_a=r+\frac{r_1}{1+\omega_a^2c_1^2r_1^2} \quad (4)$$

$$R_b=r+\frac{r_1}{1+\omega_b^2c_1^2r_1^2} \quad (5)$$

$$X_a=\frac{1}{\omega_a c}+\frac{\omega_a c_1 r_1^2}{1+\omega_a^2 c_1^2 r_1^2} \quad (6)$$

$$X_b=\frac{1}{\omega_b c}+\frac{\omega_b c_1 r_1^2}{1+\omega_b^2 c_1^2 r_1^2} \quad (7)$$

由(4), (5), (6), (7)四式, 可求得  $r$ ,  $c$ ,  $r_1$  及  $c_1$  四個未知數, 其結果如下:

$$r_1 = \frac{R_a - R_b}{\frac{1}{1 + \left(\frac{R_a - R_b}{\omega_a X_a - \omega_b X_b}\right)^2 \omega_a^2} - \frac{1}{1 + \left(\frac{R_a - R_b}{\omega_a X_a - \omega_b X_b}\right)^2 \omega_b^2}} \quad (8)$$

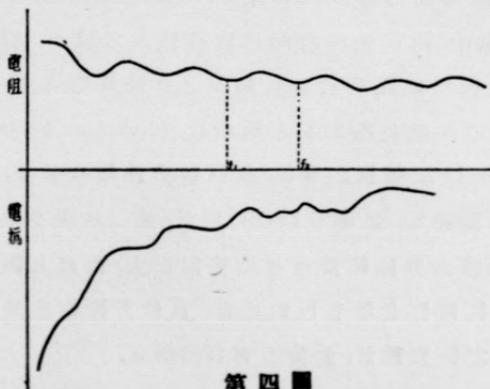
$$c_1 = \frac{R_a - R_b}{r_1 (\omega_b X_b - \omega_a X_a)} \quad (9)$$

$$r = R_a - \frac{r_1}{1 + \omega_a^2 r_1^2 c_1^2} \quad (10)$$

$$c = \frac{1}{\omega_a X_b - \frac{r_1^2 c_1 \omega_a^2}{1 + r_1^2 c_1^2 \omega_a^2}} \quad (11)$$

### III. 非勻整架空綫路之平衡綫網

所謂非勻整架空綫路，是指那種有反射現象的綫路。反射現象可由種種原因發生譬如架空綫的引入用引入電纜，架空綫中途遇長江大河時用河底電纜，穿過市集時，用地下電纜，以及架空綫本身築法不能完全勻整等等，都可使反射發生。每一反射的結果，使綫路阻抗曲綫發生週期性的升降，如第四圖所示。一般說來，此種綫路比較的難於平衡，因為



第四圖

要得完美的平衡，平衡綫網的阻抗也得照樣升降，這就是可能，也一定是極不經濟的。

阻抗曲綫的週期升降，其幅度及週期間隔，對於平衡綫網的設計有很大的關係。所以應先簡明地分別一下。升降的幅度，依反射地點雙方阻抗失衡 (Impedance Mismatch) 的程度，以及該反射地點與測試地點間綫路傳送耗損的大小而異的。阻抗失衡愈大，則反射電流愈大，其影響於測試地點所發出之電流也愈甚，所以阻抗升降的幅度較大。綫路傳送耗損愈大，則反射電流到達測試地點時已經衰減，影響於發出電流較小，故阻抗升降的幅度隨之較小。阻抗升降的週期間隔，則依電波在綫路上進行的速率及反射地點與測試地點間之距離而定，其關係，可以下列公式表之。

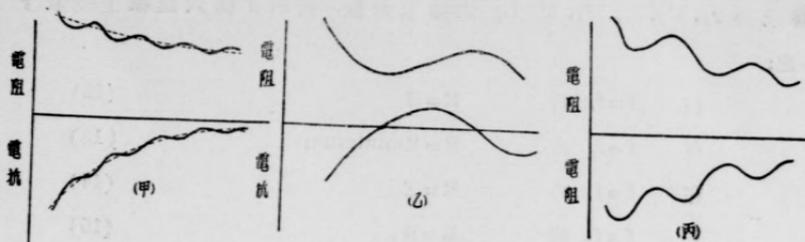
$$f_2 - f_1 = \frac{V}{2D}$$

式中  $V$  = 電波進行速率

$D$  = 反射地點距測試地點之距離。

電波在架空綫路上進行的速率，差不多是一個恆數(綫號及建築法有影響，但很小)，所以週期隔可以說與距離  $D$  成反比例的。

在增音綫路中，阻抗失衡自然應當設法使之減小。假定阻抗失衡的程度一樣，則失衡的地點對於阻抗曲綫之升降影響甚大。約言之，可有三種場合，一種場合是失衡地點在增音段 (Repeater Section) 之彼端，此時反射電流受全綫段耗損之衰減，故阻抗升降幅度甚小，同時因距離  $D$  甚大，故升降間隔甚短，如第五圖(甲)所示。第二種是失衡地點在增音段的近端，此間曲綫之升降幅度及週期間隔都大，如第五圖(乙)所示。另一種場合是當失衡地點在增音段的中部，此時升降幅度及週期間隔都有前述兩種場合之折衷數值，如第五圖(丙)所示。



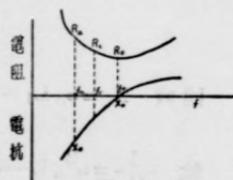
第五圖

在第一種場合，升降幅度既是很小，要是平衡綫網的阻抗能有第五圖（甲）虛線所示的阻抗曲線，平衡已屬不劣，而使設計簡單化。因為設計如虛線所示阻抗的平衡綫網，可完全依照前面所述設計勻整架空綫平衡綫網的方法。

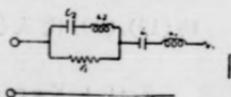
在第二及第三種場合，升降幅度既大，平勻的阻抗曲線不復能有滿意的平衡，要設計平衡綫網，使牠的阻抗曲線隨着綫路阻抗升降是困難而不經濟的。有時不得不於綫路本身想方法，使升降幅度減小。但在反射地點距增音機很近的時候，雖則反射當大，倒另有便於設計的所在。

在增音機綫路中，話音週率多在 3000 週/秒以下截止。有時為平衡便利計，可將話音週率在 2400 週/秒左右截止。要是反射地點離增音機甚近， $(f_2 - f_1)$  一定很大，那末所需要的平衡綫網，並不須有升降多次的阻抗曲線，但須有第六圖所示的阻抗曲線已足。此處所需要的平衡綫網組合，可沒有第二節所述的簡單，因為阻抗曲線升降幅度很大，有一部分電抗曲線已伸入感應性電抗的領域，牠不能僅以電阻及電容器來平衡是顯然的，我們需要如第七圖所示的綫網組合。

現在假定第六圖曲線為綫路阻抗曲線，而第七圖之綫網組合係用以平衡所述綫路



第六圖



第七圖

者，爲求得  $r_2, C_2, L_2, r_1, c_1, L_1$  六個未知數，我們在圖六曲線上選取下列各點：

$$\text{在 } f=f_0 \text{ 時 } \quad R=R_0 \quad (12)$$

$$\text{在 } f=f_0 \text{ 時 } \quad R=R_{\text{minimum}} \quad (13)$$

$$\text{在 } f=f_0 \text{ 時 } \quad R=X_0 \quad (14)$$

$$\text{在 } f=f_a \text{ 時 } \quad R=R_a \quad (15)$$

$$\text{在 } f=f_a \text{ 時 } \quad R=X_a \quad (16)$$

$$\text{在 } f=f_c \text{ 時 } \quad R=R_c \quad (17)$$

設  $Z=R+jX$  ( $Z$  = 第七圖平衡綫網之阻抗)

$$\text{則 } Z=r_1+j\left(\omega L-\frac{1}{\omega c_1}\right)+\frac{\left(\omega L_2-\frac{1}{\omega c_2}\right)^2 r_2+j r_2^2\left(\omega L_2-\frac{1}{\omega c_2}\right)}{r_2^2+\left(\omega L_2-\frac{1}{\omega c_2}\right)^2} \quad (18)$$

在  $f=f_0$  時， $R$  爲最小數，由圖七可知此時  $L_2$  及  $C_2$  必在諧振 (Resonance)，故

$$\omega_0^2 = \frac{1}{L_2 C_2} \quad (19)$$

$$\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} = \omega_0 L_2 \left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right)$$

$$\text{式中 } \gamma = \frac{\omega}{\omega_0}$$

$$\text{同時 } X_0 = \omega_0 L_1 - \frac{1}{\omega_0 C_1} \quad *$$

$$\text{故 } \frac{1}{C_1} = \omega_0^2 L_1 - \omega_0 X_0 \quad (20)$$

將 (19), (20) 代入 (7)，可得

$$Z=R+jX=r_1+j\omega_0 L_1 \left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right) + j \frac{X_0}{\gamma}$$

$$+ \frac{\omega_c^2 \left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right)^2 r_2 + j r_2^2 \omega_c L_2 \left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right)}{r_2^2 + \omega_c^2 L_2^2 \left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right)^2} \quad (21)$$

$$\therefore \text{當 } \omega = \omega_c \text{ 時 } \quad \gamma_o - \frac{1}{\gamma_o} = 0$$

$$\therefore R_o = r_1 \quad (22)$$

$$\begin{aligned} R_a - R_o &= \frac{\omega_c^2 L_2^2 \left(\gamma_a - \frac{1}{\gamma_a}\right)^2 r_2}{r_2^2 + \omega_c^2 L_2^2 \left(\gamma_a - \frac{1}{\gamma_a}\right)^2} \\ &= \frac{\eta^2 \mu_a^2 r_2}{1 + \eta^2 \mu_a^2} \end{aligned} \quad (23)$$

$$\text{式中 } \mu = \gamma - \frac{1}{\gamma} \quad (23-a)$$

$$\eta = \frac{\omega_c L_2}{r_2} \quad (23-b)$$

$$\frac{R_a - R_o}{R_c - R_o} = \frac{\eta^2 \mu_a^2 r_2}{1 + \eta^2 \mu_a^2} \cdot \frac{1 + \eta^2 \mu_c^2}{\eta^2 \mu_c^2 r_2} = \frac{\frac{1}{\mu_c^2} + \eta^2}{\frac{1}{\mu_a^2} + \eta^2}$$

$$\text{設 } \frac{R_a - R_o}{R_c - R_o} = \delta$$

$$\text{則 } \left(\frac{1}{\mu_a^2} + \eta^2\right) \delta = \frac{1}{\mu_c^2} + \eta^2$$

$$\therefore \eta = \sqrt{\frac{\frac{1}{\mu_c^2} - \delta}{\delta - \frac{1}{\mu_a^2}}} \quad (24)$$

由(24)式可算出 $\eta$ 之值。

於是， $r_2$ 能由(23)式算出。

$L_2$ 能由(23b)式算出。

$C_2$  能由(19)式算出。

$r_1$  能由(22)式算出。

$L_1$  能由(21)式算出。

$C_1$  能由(10)式算出。

### IX. 結 論

上面所述兩種設計平衡線網的方法，在應用上尚頗稱便利。所需用的儀器是一副阻抗測量器 (Impedance bridge) 及可變成音週率振盪器 (Variable audio frequency oscillator)。那在測量線路阻抗時自不可缺，就是在既經配合平衡線網之後，也可用以測量所成線網之阻抗曲線。這樣很容易看出綫網與線路間平衡的程度，并計算其振鳴點 (Singing Point)。

很明顯的，上述計算方法的成敗，多半取決於在線路阻抗曲線上所選用的電阻及電抗數值。有時選擇不當， $R$  及  $C$  都會有負值。另選數點重行計算，或即可保持最簡單的綫網組合。當然，爲了經濟起見，有時須在阻抗特性完全相同的幾種組合中，選取其一。

# 四極體概論

胡 筠

摘要：一 本篇概論四極體之定義，基本公式，逆轉，特性阻抗，輸送量及多個四極體串聯後之一切情形。

## 一 導 言

電信工程中，電源與負荷兩者，恆有線路，濾波器，擴大器變壓器等聯接其間。但欲知兩端電壓電流情形，即可將插入中間之線路作為整個之一體看待。該體稱之謂四極體，或四極線網。(Four-pole)茲僅須研究一般四極體之特性，則應用於種種線路，均可用極簡單之手續，求出其特性。本文大部係根據 J. Wallot 之論法參照有關論文，予以整理，專述其一般之特性，至其應用，容再另文論之。

## 二 四極體定義

四極中有兩極為進極，兩極為出極。自一進極進入之電流，必等於其他一進極流出之電流。出極方面亦然。四極體中，電壓與電流

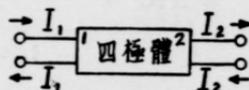


圖 一

Theory of the fourpole networks

By Y. Hu

Synopsis: This article gives the general principles of the fourpole networks. Methods of measuring characteristic impedance and transmission constant are described. Several fourpole networks to be connected in tandem are treated in very general way.

之基本方程式，為一次者，稱為“直線四極體”，其中各部份均遵依考却夫 (Kirchhoff) 定律。茲討論者，亦限於直線四極體，其中無電動力存在。擴大器在大多數情形下，亦可作四極體看待之。

### 三 直線四極體本基公式

設將二出極間連一阻力  $R_c$ ，則四極體變為二極體，其全體電阻可以下式表之：

$$\frac{U_1}{I_1} = W_1$$

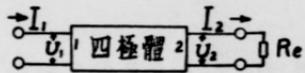


圖 二

$W_1$  僅隨  $R_c$  而變，然  $R_c = \frac{U_2}{I_2}$ ，故必有一僅與  $U_1, I_1, U_2, I_2$  四者發生關係之公式成立。既知四極體中，無電動力存在，則此式即可書作：

$$a_1 U_1 + b_1 I_1 + c_1 U_2 + d_1 I_2 = 0$$

內中  $a_1, b_1, c_1, d_1$  均為常數。設將二進極間連一電阻  $R_a$ ，在出極方面，同樣可推得一公式：

$$a_2 U_1 + b_2 I_1 + c_2 U_2 + d_2 I_2 = 0$$

解二式，得

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \alpha U_1 + \beta_1 U_2 \\ I_2 &= \beta_2 U_1 + \gamma U_2 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

考却夫 (Kirchhoff) 及 韋勃福斯 (Wilberforce) 證明在一線網 (Network) 中，甲支中有一定電壓，使乙支中發生一定之電流時，則乙支中同樣電壓亦必在甲支中發生同樣電流。惟方向之相同或相反，則隨電壓正負而定。同樣，甲支中電流變化，使乙支中電壓變化時，則乙支中同樣電流變化，亦在甲支中發生同樣電壓變化。故式(1)中， $\beta_1$  與  $\beta_2$  相等，惟方向則相反。故可書作：

$$\beta_2 = -\beta_1 = -\beta$$

(1) 式可改書作

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \alpha U_1 + \beta U_2 \\ I_2 &= -\beta U_1 + \gamma U_2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

然在電信工程中，一般多先知規定欲得之  $U_2, I_2$  而求應加於進極之  $U_1, I_1$ ，故宜求得從  $U_2, I_2$  計算  $U_1, I_1$  之方法。茲將第一式乘以  $\alpha$ ，第二式乘以  $\beta$ ，解二式可得：

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= \frac{1}{\beta} \{ \gamma U_2 - I_2 \} \\ I_1 &= \frac{1}{\beta} \{ (\beta^2 + \alpha\gamma) U_2 - \alpha I_2 \} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式中所有各項係數之行列式為：

$$\frac{1}{\beta^2} \begin{vmatrix} \gamma & -1 \\ \beta^2 + \alpha\gamma & -\alpha \end{vmatrix} = \frac{1}{\beta^2} (-\alpha\gamma + \beta^2 + \alpha\gamma) = 1$$

通常可將  $U_1, I_1$  之值寫成下列二式：

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= A_1 U_2 + B I_2 \\ I_1 &= C U_2 + A_2 I_2 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

#### 四 四極體之逆轉

若將四極體逆轉成圖三之狀，則

$$\left. \begin{aligned} U_2 &= \begin{vmatrix} U_1 B \\ I_1 A_2 \\ A_1 B \\ C A_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} U_1 B \\ I_1 A_2 \end{vmatrix} = A_2 U_1 - B I_1 \\ -I_2 &= - \begin{vmatrix} A_1 U_1 \\ C I_1 \\ A_1 B \\ C A_2 \end{vmatrix} = - \begin{vmatrix} A_1 U_1 \\ C I_1 \end{vmatrix} = C U_1 - A_1 I_1 \end{aligned} \right\}$$



$B, C$  仍與 (4) 式中者相同，惟式中  $A_1, A_2$  互相調換，故  $B, C$  可稱為內核數，視為在四極體內心之常數，不隨逆轉而變換， $A_1, A_2$  則適因逆轉而互調。若  $A_1 = A_2$  則此四極體可稱為「對稱四極體」。(Symmetrical fourpole)

五  $A_1, A_2, C$  之量法

在(4)第一式中，在出極開路時， $I_2=0$ 可得：

$A_1 = \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^1$ ，故祇須量出極開路進出極電壓，即可得之。若將四極體逆轉，在出極加一電壓  $U_2$ ，將進極開路則  $I_1=0$ ，由(5)第一式。

$A_2 = \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^1$  亦用上法可量得之。

若將四極體與一抵消器聯接於法蘭克氏機器 (Frank's Machine) 之下面軸上，則四極體之開路電阻  $W_1^1$  可以量得為

$$W_1^1 = \left(\frac{U_1}{I_1}\right)_{I_2=0} = \frac{A_1}{C}$$

法蘭克氏機器之構造，為一雙重發電機，發電子 (Armature) 之一可改移其對磁場之插入度，另一發電子可依發電機之軸而轉動，故第一機發出開路電壓之有效值，及第二發電機發出之開路電壓之相位，均可改變，其數值可由度數校正 (Calibration) 而得。此二發電機之發電子，即稱之為有效值發電子及相位發電子。

今若欲測一線網之兩端電壓之比，但須用相位發電子供給發電子，而用有效值發電子抵消之，即可由相位發電子度數測得兩電壓之相位差。而

有效值比，可由有效值發電子之插入度數決定之。

如欲量一複電阻抗之值，則將此電阻  $W$  與抵消器  $K$  串接，用相位發電子供給  $W$ ，以有效值發電子供給  $K$ ，然後在  $K$  上選一適當部分  $R$ ，變動有效值發電子之插入度，及相位發電子之相位差，若線上無電流，則二電流強度相等，其相位差為讀出之度數  $\phi$ 。量出之復電阻為  $W = \frac{I'R}{I} =$

$R/\phi$ 。

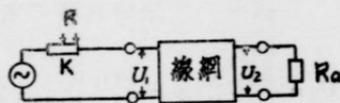


圖 四

若將四極體逆轉，則量出之開路電阻為  $W_2^1$

$$W_2^1 = \left(-\frac{U_2}{I_2}\right)_{I_1=0} = \frac{A_2}{C}$$

一待量出  $W_1^1$  或  $W_2^1$ ， $C$  之值即可算出。因

$$\frac{1}{C} = M = \frac{W_1^1}{A_1} = \frac{W_2^1}{A_2} \quad (6)$$

傳導值  $C$  乃四極體之內核值，其逆數  $M$  稱曰內核阻。自公式(4)及(5)

$$M = \left(\frac{U_2}{I_1}\right)^1 = \left(-\frac{U_1}{I_2}\right)^1$$

每一四極體皆可用三較易測得之量  $W_1^1$ ， $W_2^1$  及  $M$ ，代表其性質。而

$W_1^1$  可以  $A_1 M$  代之。 $W_2^1$  可以  $A_2 M$  代之。

由公式(6)得

$$\frac{W_2^1}{W_1^1} = \frac{A_2}{A_1} = S \quad (7)$$

$S$  稱曰對稱係數 (Symmetry factor)

四極體之第四值  $B$ ，可由其他三值根據行列式關係求得。

$$B = \frac{W_1^1 W_2^1}{M} - M \quad (8)$$

通常用  $Z$  代表  $\sqrt{\frac{B}{C}}$ ，則  $Z^2 = \frac{B}{C}$

$$\frac{B}{C} = Z^2 = BM = W_1^1 W_2^1 - M^2 \quad (9)$$

## 六 四極體與二極電源之聯絡

自一極進電，一極出電，不隨電流而變化之電阻，稱曰二極體。自一極進電，一極出電，不隨電流而變化之電阻，且發出電動力者，稱謂二極電源。

四極體可以二極電源推動之。此二極體可以電壓  $E$  及一內電阻  $R_a$  代之。是以

$$U_1 = E - R_a I_1 \quad (10)$$

從基本公式(4)

$$U_1 = A_1 U_2 + B I_2$$

乘  $M$  得：

$$ME - MR_a I_1 = A_1 M U_2 + B M I_2 = W_1^1 U_2 + (W_1^1 W_2^1 - M^2) I_2$$

$$I_1 = C U_2 + A_2 I_2$$

以  $MR_a$  乘之，得：

$$MR_a I_1 = R_a U_2 + A_2 MR_a I_2 = R_a U_2 + W_2^1 R_a I_2$$

二式相加得

$$ME = (R_a + W_1^1) U_2 + \left\{ W_2^1 (R_a + W_1^1) - M^2 \right\} I_2$$

$$U_2 = \frac{M}{R_a + W_1^1} E - \left( W_2^1 - \frac{M^2}{R_a + W_1^1} \right) I_2 \quad (10)$$

二者之連接，無異於有一開路電壓。

$$\frac{M}{R_a + W_1^1} E = u_1 E \quad (11)$$

及一內電阻

$$W_2 = W_1^1 - u_1 M \quad (12)$$

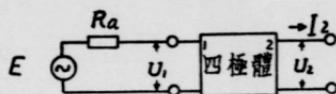


圖 五

$u_1$  稱曰電動力之交合數，在內電阻極小之電源，與開路電壓交合數相差甚微。

故四極體與二極電源之連接，其綜合體可作為一二極電源看待，其開路電壓即等於交合電動力  $u_1 E$ ，其內電阻則等於  $W_2$ 。

### 七 二極電源，四極體，及二極消耗之連接。

由上獲得之公式，可將兩端極際間電流用電源及負荷阻抗之情形表出。

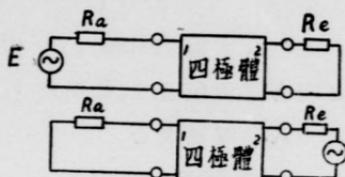


圖 六

$$\begin{aligned}
 I_2 &= \frac{u_1 E}{W_2 + R_2} = \frac{u_1 E}{W_2^1 - u_1 M + R_e} \\
 &= \frac{u_1 E}{\frac{M}{u_2} - u_1 M} = \frac{E}{M} \frac{u_1 u_2}{1 - u_1 u_2} \quad (13)
 \end{aligned}$$

設  $K^2 = u_1 u_2$  則

$$I_2 = \frac{E}{M} \frac{K^2}{1 - K^2} = \frac{E}{M} \frac{1}{\frac{1}{K^2} - 1} \quad (14)$$

負荷阻抗之電流  $I_2$ ，僅與電源之電壓及核心阻  $M$  及  $K$  有關。 $K$  稱謂負荷與電源間之複耦合數。 $M$  與  $K$  均為獨立數，即任將四極體逆轉或將  $R_e$  及  $R_a$  調換，其值不變。此項事實，稱謂“逆轉律”

因 
$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{M}{R_e + W_2^1} = u_2$$

故 
$$I_2 = \frac{u_1 E}{W_2^1 + R_e} \frac{1}{1 - K^2}$$

$$\begin{aligned} \text{而 } I_1 &= \frac{u_1 E}{M} \frac{1}{1-K^2} = \frac{E}{R_a + W_1^1} \cdot \frac{1}{1-K^2} = \frac{E}{R_a + W_1^1} \left(1 + \frac{K^2}{1-K^2}\right) \\ &= \frac{E}{R_a + W_1^1} + u_1 I_2 \end{aligned} \quad (15)$$

進入方面 (Primary) 之電流，係由開路電流及輸出方面 (Secondary) 之交合電流所合成，故對於  $I_1$  不適用逆轉律。

#### 八. 電壓交合

名  $v_2 = \frac{U_1}{U_2}$  為電壓交合，則

$$v_2 = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2 R_e}{I_1 W_1} = u_2 \frac{R_e}{W_1} = \frac{M R_e}{(W_2^1 + R_e)(W_1^1 - u_2 M)} = \frac{M}{\frac{W_1^1 W_2^1 - M^2}{R_e} + W_1^1} \quad (16)$$

### 八 四極體加於負荷上

在實用上，時有將若干四極體聯接一起，最普通者，將各線路網結成連索。為簡單起見，可假定各個四極體均屬相似。

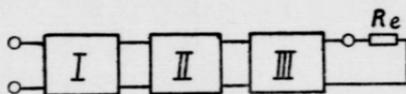


圖 七

設將此綜合體在任何一對極間切斷，而將此後之線路作為兩極體看，待量其電阻抗 (impedance)。

設使  $R_e$  與前面量出之電抗等，則對於電源觀之，一若四極體全不存在者然。

如此則

$$W_1 = W_1^1 - u_2 M = W_1^1 - \frac{M^2}{R_e + W_1^1} = R_e$$

$$(W^1 - R_e)(R_e + W^1) = M^2$$

$$R_e^2 = W^{12} - M^2 = Z^2$$

$$v_2 = \frac{U_2}{U_1} = \frac{M}{R_e + W^1} = u_2 = \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{\frac{W^1}{M} \pm \frac{Z}{M}} = \frac{W^1}{M} \pm \frac{1}{\sqrt{\frac{W_1^2}{M^2} - 1}} \quad (17)$$

設定  $\frac{W^1}{M} = A = \cosh g$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1}{I_2} = \cosh g \pm \sqrt{\cosh^2 g - 1} = \cosh g \pm \sinh g = e^{\pm g} \quad (18)$$

$$g = \pm \log_e \frac{U_1}{U_2} = \pm \log_e \frac{I_1}{I_2} \quad (19)$$

$g$  係複數可書作  $g = b + ja$ 。  $g$  稱謂輸送量,  $b$  稱謂衰耗量,  $a$  稱謂角量。通常任意一複數  $A$  之對數為

$$\log_e A = \log_e (|A| \angle \alpha) = \log_e |A| + \log_e \angle \alpha = \log_e |A| + ja$$

$$\text{故 } b = \log_e \left| \frac{U_1}{U_2} \right| = \log_e \left| \frac{I_1}{I_2} \right|$$

意謂衰落量即在配比 (matching) 時電壓或電流減弱之對數量。角量即輸送量與衰耗量之角差。

複數  $Z = \sqrt{W^{12} - M^2}$  稱曰相似四極體之特性阻抗, 或核心電阻。德人稱爲波阻抗。

合於  $R_e = Z$  之條件時, 則負荷可稱謂配比於四極體之特性阻抗。

## 九 四極體之波論

在勻整 (homogeneous) 綫路或連索導體上, 大半與  $R_e = Z$  之條件相近似。故在此種情形之下, 可將對稱四極體之  $W^1$  及  $M$  用  $Z$  及  $g$  代之。

非對稱之四極體, 則可以下數代之。

$$Z = \sqrt{W_1^1 W_2^1 - M^2} \quad (20)$$

$$\cosh g = \frac{\sqrt{W_1^1 W_2^1}}{M} = \sqrt{A_1 A_2} \quad (21)$$

$$\text{令 } S = \sqrt{\frac{W_2^1}{W_1^1}}, \quad (22)$$

則當S爲複數時，四極體自兩端觀之，性質不同。蓋因

$$Z = M \sqrt{\frac{W_1^1 W_2^1}{M^2} - 1} = M \sinh g$$

$$\frac{1}{S} \cosh g = \frac{W_1^1}{M} \quad \text{scosh } g = \frac{W_1^1}{M}$$

$$\text{故 } W_1^1 = \frac{Z}{s} \cotanh g = Z_1 \cotanh g \quad (23)$$

$$W_2^1 = s Z \cotanh g = Z_2 \cotanh g \quad (24)$$

$$M = \frac{Z}{\sinh g} \quad (25)$$

式中  $Z_1 = \frac{Z}{s}$ ,  $Z_2 = sZ$ .  $Z = \sqrt{W_1^1 W_2^1 - M^2}$  稱曰平均特性阻抗

乃  $Z_1$  及  $Z_2$  之幾何平均數。

四極體之基本公式，可書作

$$U_1 = \frac{1}{s} \cosh g U_2 + Z \sinh g I_2 \quad (26)$$

$$I_1 = \frac{1}{Z} \sinh g U_2 + \text{scosh } g I_2 \quad (27)$$

交合數可書爲

$$u_1 = \frac{M}{R_a + W_1^1} = \frac{Z/\sinh g}{\frac{Z}{s} \cotanh g + R_a} = s \frac{1}{\cosh g + \frac{R_a}{Z_1} \sinh g} \quad (28)$$

$$u_2 = \frac{M}{W_2^1 + R_e} = \frac{Z/\sinh g}{s Z \cotanh g + R_e} = \frac{1}{s} \frac{1}{\cosh g + \frac{R_e}{Z_2} \sinh g} \quad (29)$$

$$v_1 = \frac{M}{W_1^1 + \frac{W_1^1 W_2^1 - M^2}{R_e}} = \frac{Z/\sinh g}{\frac{Z}{s} \cotanh g + \frac{Z^2}{R_e}}$$

$$= s \frac{1}{\cosh g + \frac{Z_2}{R_e} \sinh g} \quad (30)$$

在進入方面 (Primary) 配比時, 換言之即  $Z_1 = R_a$ , 則電壓之交合率為  $se^{-g}$ . 當輸出方面 (Secondary) 配比時, 換言之, 即  $R_e = Z_2$ , 則自 (19) 式可得

$$u_2 = \frac{1}{s} e^{-g} \quad V_2 = se^{-g} \quad (31)$$

交流電涉通過兩端配比之四極體, 電壓與電流均隨輸送量  $g$  依對數而減少. 且用四極體之不對稱而被變壓及變流.

### 十 四極波論中之純量 (Scalar) 阻抗

在波論中, 非對稱四極之兩純量阻抗如下:

$$W_1 = W_1^1 - u_2 M = Z_1 \cotanh g - \frac{Z/\sinh g}{s(\cosh g + \frac{R_e}{Z_2} \sinh g)} \quad (32)$$

$$= \frac{Z_1}{\sinh g} \left( \cosh g - \frac{1}{\cosh g + \frac{R_e}{Z_2} \sinh g} \right)$$

$$W_2 = Z_2 \frac{\sinh g + \frac{R_a}{Z_1} \cosh g}{\cosh g + \frac{R_a}{Z_1} \sinh g} \quad (33)$$

將輸出方面配比之，則不論衰耗量為幾何， $W_1$  當等於  $Z_1$ 。將進入方面配比時， $W_2$  當等於  $Z_2$ 。故兩端均配比時，在兩方無論何極口，均測得相同之純量阻抗。

在衰耗量  $b$  甚高時

$$\begin{aligned} \text{Cosh } g &= \cosh a \cos a + j \sinh b \sin a \approx \sinh b \cos a + j \cosh b \sin a \\ &= \sinh g \end{aligned} \quad (34)$$

則自 (32), (33), (34) 式，可不論  $R_a, R_e$  之值得  $W_1 = Z_1, W_2 = Z_2$ ，而  $R_a = Z_1, R_e = Z_2$  兩條件亦可以

$$\sqrt{R_a R_e} = Z \quad (35)$$

$$\text{及 } R_a R_e = Z_1 Z_2 \quad (36)$$

代之，稱謂第一及第二配比條件。

### 十一 四極體波論之開端及終端電流

進極出極之電流， $I_1$  及  $I_2$  可由 (32) 及 (29) 式求得：

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{E}{R_a + W_1} = \frac{E}{R_a + Z_1 \frac{\sinh g + \frac{R_e}{Z_2} \cosh g}{\cosh g + \frac{R_e}{Z_2} \sinh g}} \\ &= \frac{s (\cosh g + \frac{R_e}{Z_2} \sinh g) E}{(s R_a + \frac{R_e}{s}) \cosh g + (Z + \frac{R_a R_e}{Z}) \sinh g} \end{aligned} \quad (37)$$

$$I_2 = \frac{E}{(s R_a + \frac{R_e}{s}) \cosh g + (Z + \frac{R_a R_e}{Z}) \sinh g} \quad (38)$$

兩端配比時，上式將簡化為：

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{SE}{2Z} = \frac{E}{2Z_1} \\ I_2 &= \frac{E}{2Z} e^{-g} \end{aligned} \right\} \quad (39)$$

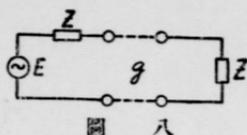


圖 八

而可以圖八代表之。

## 十二 特性阻抗之測法

平均特性阻抗 $Z$ ，可自(9)式從 $B$ 及 $C$ 兩量而得

$$Z = \sqrt{\frac{B}{C}} \quad (40)$$

然從基本公式，已可求得開路及閉路電阻之值。開路電阻為：

$$W_1^l = \frac{A_1}{C}, \quad W_2^l = \frac{A_2}{C} \quad (41)$$

閉路電阻為

$$W_1^k = \frac{B}{A_2}, \quad W_2^k = \frac{B}{A_1} \quad (42)$$

故測定特性阻抗時可應用 $Z = \sqrt{W_1^l W_2^k} = \sqrt{W_2^l W_1^k}$ 公式求之。

(43)

故“平均特性阻抗”有一極簡單之意義，即一端之開路電阻與他端之閉路電阻之幾何平均值是。如已測得 $W_1^l, W_1^k, W_2^l, W_2^k$ 四值，則可由四值之幾何平均值求得其最準確之值。

對於外特性阻抗則適用下式：

$$Z_1 = \sqrt{W_1^l W_1^k} \quad Z_2 = \sqrt{W_2^l W_2^k} \quad (44)$$

由(43)式所示，開路及閉路電阻之間必有下列關係之存在。

$$\frac{W_1^l}{W_2^l} = \frac{W_1^k}{W_2^k} \quad (45)$$

### 十三 傳送量 $g$ 之測定

(a) 在配比時比較電壓。

四極體之傳送量用 (19) 式最爲易測，祇須將一配比電阻抗連入後而測定電壓比例。將四極體逆轉再量一次，則傳送量即等於兩次量得比例之對數折中數。

(b) 在開路時比較電壓。

傳送量亦可由開路電壓之比較得之，因

$$\sqrt{A_1 A_2} = A = a + j a' = \cosh g \quad (46)$$

故可從雙曲線函數表，從已知之複數  $A$ ，求得此  $g$  之值。

若無雙曲線函數表時，則可設

$$\left. \begin{aligned} \cosh b \cos a &= A \\ \sinh b \sin a &= A' \end{aligned} \right\} \quad (47)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{得 } \left( \frac{A}{\cosh b} \right)^2 + \left( \frac{A'}{\sinh b} \right)^2 &= 1 \\ \left( \frac{A}{\cos a} \right)^2 - \left( \frac{A'}{\sin a} \right)^2 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (48)$$

由此可得四次方程式解之。

(c) 由開路及閉路電阻計算

設衰耗不甚大時，可由兩端量出之開路及閉路電阻抗計算得之。因

$$\cosh g = \sqrt{A_1 A_2}$$

$$\sinh g = \sqrt{A_1 A_2 - 1} = \sqrt{BC} \text{ 則}$$

$$\tanh g = \sqrt{\frac{BC}{A_1 A_2}} = \sqrt{\frac{W_1^k}{W_1^l}} = \sqrt{\frac{W_2^k}{W_2^l}} = \sqrt{\frac{W^k}{W^l}} \quad (49)$$

設已得  $\tanh g = T/\tau$ ，而無複數雙曲線函數表可以應用，而欲求  $g$  之值時，可由雙曲線函數定義求之。

$$T/\tau = \frac{e^g - e^{-g}}{e^g + e^{-g}} = \frac{e^{2g} - 1}{e^{2g} + 1}$$

$$e^{-2g} = e^{2b} \frac{T/\tau + 1}{T/\tau - 1} = \text{Cotanh} \log_e (\sqrt{T}/\tau/2)$$

$$= \text{Cotanh} \left( \frac{1}{2} \log_e T + j \frac{\tau}{2} \right) = \sqrt{\frac{\cosh \log_e T + \cos \tau}{\cosh \log_e T - \cos \tau}} \quad -\text{arc tan} \frac{\sin \tau}{\sinh \log_e T}$$

若將其實數及虛數部分分開，則

$$b = \frac{1}{4} \log_e \frac{\cosh \log_e T + \cos \tau}{\cosh \log_e T - \cos \tau} = 0.576 \log_{10} \frac{\cosh \log_e T + \cos \tau}{\cosh \log_e T - \cos \tau} \quad (50)$$

$$\tan 2a = - \frac{\sin \tau}{\sinh \log_e T} \quad (51)$$

(50) 式亦可書作

$$\tan 2b = \frac{\cos \tau}{\cosh \log_e T} \quad (52)$$

如亦無實數雙曲線函數表，則可由(53)式推得之。

$$\text{Cosh} \log_e T = \frac{T^2 + 1}{2T} \quad \text{及} \quad \sinh \log_e T = \frac{T^2 - 1}{2T} \quad (53)$$

$$b = 0.576 \log_{10} \frac{1 + T^2 + 2T \cos \tau}{1 + T^2 - 2T \cos \tau} \quad (54)$$

$$\therefore \tan 2a = \frac{2T \sin \tau}{1 - T^2} \quad (55)$$

#### 十四 四極體串聯

在實用上，每將多個四極體串聯，今研究此等串聯體之各量。

設將二對稱四極體 I 及 II 連結而簡書

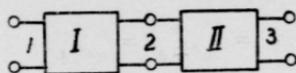


圖 九

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{Cosh} g_1 &= C_I & \operatorname{Sin} h g_1 &= S_I \\ \operatorname{Cosh} g_2 &= C_{II} & \operatorname{Sin} h g_2 &= S_{II} \end{aligned} \right\} \quad (56)$$

在第一體

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= \frac{1}{S_I} C_I U_2 + Z_I S_I I_2 \\ I_1 &= \frac{1}{Z_I} S_I U_2 + S_I C_I I_2 \end{aligned} \right\} \quad (57)$$

在第二體

$$\left. \begin{aligned} U_2 &= \frac{1}{S_{II}} C_{II} U_3 + Z_{II} S_{II} I_2 \\ I_2 &= \frac{1}{Z_{II}} S_{II} U_3 + S_{II} C_{II} I_2 \end{aligned} \right\} \quad (58)$$

消去  $U_2$  及  $I_2$  則

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= \left( \frac{1}{S_I S_{II}} C_I C_{II} + \frac{Z_I}{Z_{II}} S_I S_{II} \right) U_3 + \left( S_{II} Z_I S_I C_{II} + \frac{Z_{II}}{S_I} C_I S_{II} \right) I_3 \\ I_1 &= \left( \frac{1}{S_{II} Z_I} S_I S_{II} + \frac{S_I}{Z_{II}} C_I S_{II} \right) U_3 + \left( S_I S_{II} C_I C_{II} + \frac{Z_{II}}{Z_I} S_I S_{II} \right) I_3 \end{aligned} \right\} \quad (59)$$

設連索體之各量以  $Z, g, s$  記之，而將兩端之特性阻抗以  $Z_{1I}, Z_{2I}, Z_{1II}, Z_{2II}$  記之，則

$$Z^2 = \frac{Z_{2I}S_I S_{II} + Z_{1II}C_I S_{II}}{Z_{1II}S_I S_{II} + Z_{2I}C_I S_{II}} Z_{1I}Z_{2II} = \frac{Z_{2I} \tanh g_I + Z_{1II} \tanh g_{II}}{Z_{1II} \tanh g_I + Z_{2I} \tanh g_{II}} Z_{1I}Z_{2II} \quad (60)$$

$$\text{Cosh}^2 g = C_I^2 C_{II}^2 + \left( \frac{Z_{2I}}{Z_{1II}} + \frac{Z_{1II}}{Z_{2I}} \right) S_I C_I S_{II} C_{II} + S_I^2 S_{II}^2 \quad (16)$$

$$S^2 = \frac{Z_{2I}C_I C_{II} + Z_{1II}S_I S_{II} Z_{II}}{Z_{1II}C_I C_{II} + Z_{2I}S_I S_{II} Z_I} = \frac{Z_{2I} + Z_{1II} \tanh g_I \tanh g_{II} Z_{II}}{Z_{1II} + Z_{2I} \tanh g_I \tanh g_{II} Z_I} \quad (62)$$

此等串聯組成之四極體，通常為不對稱者。其組合體之各量與單四極體各量之關係，頗為複雜。

### 十五 配比之四極體串聯

在圖十中如 I 及 II 兩四極依特性阻抗而配比，則 (60), (61), (62) 三式，能變為成極簡單之式。

$$\left. \begin{aligned} Z^2 &= Z_{1I} Z_{2II} & S^2 &= \frac{Z_{2II}}{Z_{1I}} \\ \text{Cosh}^2 g &= (C_I C_{II} + S_I S_{II})^2 \end{aligned} \right\} \quad (63)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{且 } Z_1 &= Z_{1I} & Z_2 &= Z_{2II} \\ g &= g_I + g_{II} \end{aligned} \right\} \quad (64)$$

更可推得

$$b = b_I + b_{II} \qquad a = a_I + a_{II} \quad (65)$$

故若將二配比之四極體串聯成一連索，則成一整四極體。其外特性阻抗等於各個四極體之相當特性阻抗，其傳送量即等於各個傳送量之和。

更為重要者，即 n 個之對稱四極體一一串聯，此等各個四極體，自屬互相配比，故對此等四極體適用下列各條例：

- (1) 組成之整四極體與其各個四極體同屬對稱。
- (2) 其特性阻抗與體數無關，即等於單體之特性阻抗。
- (3) 其傳送量較各個體之傳送量大 n 倍。

勻整之線路，可假定由無數短四極體所組成，故其特性阻抗與長度無關，而其傳送量則與長度成比例。故可書作：

$$g = \gamma l \quad b = \beta l \quad a = \alpha l \quad (66)$$

而  $\gamma, \beta, \alpha$  三常數則稱謂單位長度之傳送，衰耗及角量，在特性阻抗得其配比時，依公式 (39)

$$N = |I|^2 R_c = \frac{|E|^2}{4|Z|^2} e^{-2b} R_c \quad (67)$$

故輸入一配比負荷之動力與特性阻抗有關。與衰耗量  $b$  成指數關係，因此衰耗量隨四極體連索之數而增加。在線路中，則與長度成正比。故衰耗量  $b$ ，可作為四極體傳送量之單位。線路之傳送遠程，與單位長度之衰耗量成反比。

設各部相互間之配比不完全，則結果之總衰耗量與各部衰耗之和不同。較大或較小，則視相位關係。通常配比不完全時，衰耗量每略有增加。可由 (61) 或計算出之。

## 十六 運用衰耗及運用傳送量

設現有 - 四極體聯結於  $R_a$  及  $R_c$  之間，則負荷  $R_c = R_c + jX_c$  消耗電力為

$$N = |I_2|^2 R_c \quad (68)$$

此數可作為決定良好程度之量度。即此電力與當直接聯接電源上時所用電力之比例。因負荷與電源間之配比不足，此比例往往甚低。最大可得之電力為  $\hat{N} = \frac{|E|^2}{4R_a}$  以此為比例之標準，則良好程度為

$$\frac{N}{\hat{N}} = \frac{|I_2|^2 R_c \cdot 4R_a}{|E|^2} \quad (69)$$

若此運用衰耗量  $\bar{b}$  相當於以前之四極體衰耗量  $b$ ，則此比例當為

$$e^{-2\bar{b}}$$

$$\bar{b} = \frac{1}{2} \log_e \frac{|E|^2}{|I_2|^2 \cdot 4 \sqrt{R_a R_e}} = \log_e \frac{|E|}{2 |I_2| \sqrt{\sqrt{R_a R_e}}} = \log_e \frac{|E|}{2 U_2 \sqrt{\sqrt{R_a g_e}}} \quad (70)$$

目下以能力為觀點之定義已變更，通用之定義用下式表之。

$$\bar{g} = b + ja = \log_e \frac{|E|}{2 |I_2| \sqrt{R_a R_e}} = \log_e \left( \frac{E}{2 U_2} \sqrt{\frac{R_e}{R_a}} \right) \quad (71)$$

換言之，其意義

在消耗器  $R_e$  有一純量電力  $|I_2|^2 |R_e|$ ，將此與自己之內電阻  $R_a$  聯接時電源發出之顯似電力。

$$|U_1| |I_1| = \frac{|E_1|}{2} \cdot \frac{|E| |R_a|}{2} = \log_e \left( \frac{E}{2 U_2} \sqrt{\frac{R_e}{R_a}} \right) \frac{|E|^2}{4} |R_a| \text{ 相比，則}$$

$$\frac{1}{2} \log_e \frac{|E|^2}{4 |R_a| \cdot |I_2|^2 |R_e|} = \log_e \frac{|E|}{2 |I_2| \sqrt{|R_a| |R_e|}} = \bar{b}$$

計算  $\log_e (|A|/\alpha)$  時適用  $\log_e (|A|/\alpha) = \log_e |A| + ja$  之原則。

當  $R_a$  及  $R_e$  為實數阻抗(即歐姆電阻)時，此兩種定義即合而為一。新定義對於串聯電路尤為適用。當串聯體有  $n$  對極時，

$$\left. \begin{aligned} \frac{E}{\sqrt{R_a}} &= \frac{(R_a + W_1) I_1}{\sqrt{R_a}} = \frac{(R + W_1) \sqrt{I_1^2 W_1}}{\sqrt{R_a W_1}} = \frac{R_a + W_1}{\sqrt{R_a W_1}} \sqrt{U_1 I_1} \\ I_n \sqrt{R_e} &= \sqrt{I_n^2 R_e} = \sqrt{U_n I_n} \end{aligned} \right\} \quad (72)$$

$$\begin{aligned} \bar{g} &= \log_e \frac{R_a + W_1}{2 \sqrt{R_a W_1}} + \log_e \sqrt{\frac{U_1 I_1}{U_n I_n}} \\ &= \log_e \frac{R_a + W_1}{2 \sqrt{R_a W_1}} + \log_e \sqrt{\frac{U_1 I_1}{U_2 I_2}} + \log_e \sqrt{\frac{U_2 I_2}{U_3 I_3}} + \log_e \sqrt{\frac{U_3 I_3}{U_4 I_4}} \\ &\quad + \dots + \log_e \sqrt{\frac{U_{n-1} I_{n-1}}{U_n I_n}} \end{aligned} \quad (73)$$

運用衰耗量，由各部衰耗量相加而得。(當  $W_1 = R_a$  時首項即能消滅) 然其化分之各部分，衰耗量並非僅與本四極體有關，而與電壓電流交合數之幾何平均值成比例，蓋必與其後隨之四極體有關也。

此項運用衰耗量及傳送量之定義頗為廣義，與(三)節之行列表條件無關。在符合此條件下，可利用(14)式及(25)式將運用傳送量改用下式表出之。

$$\begin{aligned} \bar{g} &= \log_e \left\{ \frac{M}{2\sqrt{R_a R_c}} \left( \frac{1}{K^2} - 1 \right) \right\} = \log_e \frac{(R_a + W_2^1)(R_c + W_1^1) - M^2}{2M\sqrt{R_a R_c}} \\ &= \log_e \frac{1}{2} \left\{ \sqrt{\frac{R_a R_c}{M}} + \left( \frac{1}{S} \sqrt{\frac{R_c}{R_a}} + S \sqrt{\frac{R_a}{R_c}} \right) \text{Cosh } g + \sqrt{\frac{Z^2}{R_a R_c}} \right\} \\ &= \log_e \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{1}{S} \sqrt{\frac{R_c}{R_a}} + S \sqrt{\frac{R_a}{R_c}} \right) \text{Cosh } g + \left( \sqrt{\frac{R_a R_c}{Z}} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \sqrt{\frac{Z}{R_a R_c}} \right) \text{Sinh } g \right\} \quad (74) \end{aligned}$$

### 十七 運用衰耗量之測定

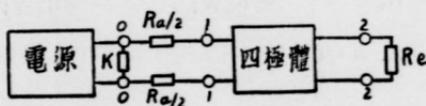


圖 十

四極體之前方接一定之  $R_a$ ，而後方又接一定之  $R_c$  者，其運用衰耗，極易量出。在圖十中，插入一抵消器  $K$ ，而以一純量阻抗極高之電壓表，橋接于  $K$  之一部份  $\rho$ ，變動  $\rho$ ，使在該段之電壓與輸出方面出極之電壓相同。設電出之電壓為  $U_o$ ，則

$$\left| \frac{U_o}{U_2} \right| = \frac{K}{\rho} = \frac{E}{R_c |I_2|} = 2 \sqrt{\frac{R_a}{R_c}} d^{\bar{b}}$$

$$\bar{b} = \log_e \left( \frac{K}{2\rho} \sqrt{\frac{R_a}{R_c}} \right) \quad (75)$$

若  $R_a = R_c = 600$  歐姆，則所得之  $\bar{b}$  為標準衰耗量。

### 十八 四極體之效率

在強電工程中，多注意電力之效率。此種效率，視四極體內部之衰耗而定，在弱電中，固有一部分電磁能力消失，化為熱能。然有時電能不能傳達至對方，並非因能力損失致之。例如在負荷綫圈中，高週率不復能前進，此與能力之消失，幾全無關係，以強電眼光觀之，效率尙屬甚高也。故在弱電中，通常即以  $\bar{b}$  代表效率。

### 十九 衰落之單位

$\bar{b}$  及  $b$  本可依其定義，得出其數字。然在英美則用衰耗比衰之對數稱曰佩耳 (Bel)。

$$\frac{b}{\text{Bel}} = \log_{10} (e^{2\bar{b}}) = 2b \log_{10} e$$

$$\text{Bel} = \frac{1}{2 \log e} = \frac{1}{0.868} = 1.15 \quad (76)$$

歐洲大陸，均直接以得出之數字記之，單位稱謂納波 (Neper)。

納波與佩耳相差 1.15 倍。

設長途線之總衰耗量超過 3.5 納波，則已超過話筒與聽筒之最高靈敏度。如顧及市內用戶方面本身之衰耗，則長途線路之衰耗以 1.3 納波為極限。

## 参 考 書

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| J. Wallot                             | Theorie der Schwachstromtechnik                                |
| H. Barkhansen                         | Elektronröhren Vol I.  |
| E. Habaun                             | Hochfrequenztelephonie und<br>Telegraphie an Leitungen.        |
| S. F. Breisig                         | Elektr. Nachr-technik 3,161 (1926)                             |
| L. R. Wilborforce                     | Philos. Magazine (6) 5,489 (1903)                              |
| J. Wallot                             | Wissenschaftliche Veröff. Siemens-Halske.<br>8. H. 2. (1929) . |
| S. F. Streckner and<br>R. Feldtkiller | Elektr. Nachr-technik 6,105 (1929)                             |

# 自働電話局所之話務設計\*

毛 啓 爽

摘要：— 話務工程，爲自働電話工程中之一重要問題。自働局所設置之機件數量及其他中繼方式，必須經濟而合理，同時使用戶常得滿意之服務，於是有話務設計。話務情形，時有變遷，欲使局內機件，常能適應變遷之需要，局內必須有可靠之記錄及預測。欲知過去變遷趨勢，及將來變遷情形，於是有話務考察。

因篇幅及時間關係，本篇僅述話務設計一部。本篇首述自働機件之類別，裝置及中繼方式；次將話務理論及可能學說，作簡要之介紹，并附設計圖表；末述各級機件計算之方法及設計之步驟，并舉例以明之。本篇包抱範圍如下：

- (I) 引言
- (II) 自働電話機件
- (III) 自働機件之中繼法
- (IV) 話務名詞釋義
- (V) 話務理論—可能學說
- (VI) 話務設計

---

Traffic Problem of the Automatic Exchange

By C. S. Mao

Synopsis: This paper covers the automatic equipments; trunking schemes; traffic terms; theory of probabilities and application to telephone traffic problem; and the method of switch calculations.

## (I) 引 言

因自働電話局所之設置，而電話用戶間極複雜之連絡，得以機件爲之。其連絡方法，機件結構，與夫機件之運用，當然爲從事自働電話工程者所必知。雖然，今尙有一種問題，尤重於斯者，是乃常人所忽視之話務問題也。

電話局所之話務問題，猶之鐵道公路之車務問題也。在自働電話局所中，不能爲每一用戶設備一套接線之機件，猶之鐵路局之不能爲每一乘客特開一列專車，鋪設一條軌道也。今欲綜合數百、千、萬用戶於一局，合用少數機件，而儘量利用之，不致成話務擁塞之患，則對於用戶使用電話之頻繁，使用之久暫，電話往還之來縱去跡，必須有精確之研究與統計。而對局內機件之設置，足以適應話務需要者，亦必有極經濟之數量，與最合理而富於伸縮性之中繼連絡方法而後可。凡研究上述數項問題之工程，統稱之爲話務工程。

話務工程在電話局所之設置與維持，實居重要，而於自働局所內，更須有極深刻之研究。在用戶方面言，社會人士之所以樂於採用自働電話者，因自撥號碼，無報號之煩，而自働機件，動作敏捷，接線迅速而準確。此種特點，自當歸功於機件本身，然機件設備情形，亦有莫大之影響。夫機件動作固速，若機件之數量不足，或中繼方法不當，則用戶常遭遇接綫不通之困難，因無接線生之直接接觸，更無由明瞭局內情形，因而益增用戶之惡印象。在人接局中。如話務過忙，接線生猶可臨時增快其接線手續以應付之，且因數接線生之合作，尙可以一接線生之餘暇，爲他接線生分担一部負荷，使短期之繁忙，平穩渡過。自働機件則不然，其接線手續與速度係固定的，非獨不能臨時增快其速度，且因過忙而等候時間反以延長。若裝置既定，亦不能臨時改裝，使一組機件分担他組之過載，故雖短期之繁忙，亦不能勉渡難關。

欲使用戶常得滿意之服務，必有大量之機件以應付之，然在話局方面言，是又不可。被機件設備多，則成本昂，其負擔之年利，折舊鉅，推而至於維持費用與人事管理費用，皆隨之高漲。且話務之往來，常屬捉摸無定，其最忙之一瞬，不過一日中之極短時間耳。為極短時間之擁擠，而配置過量機件，使大部份時間，無由利用，殊不經濟。若以所增費用取給於用戶，而增用戶之負擔固不可，而任機件之閒散，使局方負擔無謂之虧蝕，亦屬不能，故話務方面，必須有精密之設計，折中之計劃，庶幾用戶以合理之代價得最佳之服務，而話局亦以合理之支出，得最佳之贏利。斯則話務工程之影響及於用戶與話局雙方者，豈不大哉！

話務工程之範圍，包括話務設計與話務考察兩種。話務設計，用以計算機件之多寡，而決定其中繼方式。但無話務記錄，則設計者無所根據。即或裝置以後，無話務記錄，亦無由審核設計之得當與否，更無由決定將來擴充之遠大計劃。故設計與考察，二者宜并重。

## (II) 自動電話機件

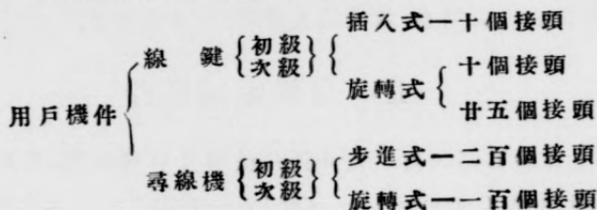
2.1, 自動電話制度 近今通用較廣之自動制度，尤其在中國境內者，不外步進制 (Strowger, or step-by-Step System) 及旋轉制 (Rotary System) 兩種。步進制機件之動作，由撥號直接司之，其編號以十進。旋轉制機件之動作，由登記轉發器 (Register) 管理之，而間接受撥號之控制，其編號可不以十進。至於美國之升降制 (Panel type)，其運用原理與旋轉制相做，不過其動作以升降為主耳。本篇所述僅及步進制與旋轉制二種。

2.2, 自動機件一用戶機件用戶機件司為用戶接出，與局內接線機件取得連絡之職，與人接局之甲接線生同。有採用鍵 (Lineswitch) 者，每一用戶，接於一線鍵，當用戶取下話機發話者，綫鍵為之選擇空間機件備用。線鍵有插入式 (Plunger type) 與旋轉式 (Rotary type) 兩種。前者

接排 (Bank) 上僅有十個接頭 (Contacts), 後者有十個, 或廿五個接頭。插入式選擇空閒機件, 在用戶發話以前, 而旋轉式則在用戶移下聽筒以後。步進制中大都採用線鍵, 美國用插入式者, 英德諸國用旋轉式者。

有用尋線機 (Line Finder) 者, 每一尋線機之接排, 連接於若干用戶, 凡用戶之已移聽筒者, 則尋線機尋得之而接於接綫之機件。步進制之尋線器接排, 有二百個接頭, 而接帶 (Wiper, or Brush) 之動作爲步進式, 其尋線也藉垂直與旋轉兩動作。其用於旋轉制者, 接排上有一百個接頭, 而接帶則以旋轉方式尋覓之。

以用戶機件之作用而言, 綫鍵及尋線機, 皆有初級 (Primary) 及次級 (Secondary) 兩種。初級綫鍵尋覓空閒之次級綫鍵, 而次級綫鍵尋覓空閒之接綫機件。初級尋線機尋覓已移聽筒之用戶, 而次級尋線機則尋覓已尋得該用戶之初級尋線機, 而接通於接綫機件。



2.3. 自動機件——選擇機件 選擇機件, 即接綫機件, 司爲發話用戶 (Calling Subscriber) 選擇其所叫之某受話用戶 (Called Subscriber) 之職, 與人接局之乙接綫生詞。此種機件之總稱爲選擇機 (Selector), 其接排分十層, 每層有十個, 廿個或卅個接頭, 其接帶之動作, 分垂直與旋轉兩步驟。

依選擇之作用言, 有選線機 (Connector) 或末級選擇機 (Finel Selector), 與選組機 (Group selector) 兩種。選線機用以選擇一組中之某線, 有以一百號爲一組者, 有以二百號爲一組者。選組機用以選擇該接進用戶所隸屬之某組, 有選百機選一千號中之某百, 有選千機選一萬號中之某

千。在多局制中大率以一萬號隸屬於一局，於是有選局機選多局制中之某局，即十萬號中之某萬。

依連絡之次序言，其緊接於用戶機件者，為第一級選擇機(First Selector)，其每層之接頭，接於若干第二級選擇機(Second Selector)。第二級選擇機每層之接頭，接於若干第三級選擇機。依序以至末級選擇機，其每一接頭，接於一用戶線。話局內所需之選擇機級數，視號碼之多少而定，下表示百萬，十萬，一萬及一千號用戶範圍內，每局應有之選擇機級數。

第一表 選擇機級數

用戶號數		一百萬	十萬	一萬	一千
局數		一百局	十局	單局	單局
每局之選擇機	第一選局機	第一級			
	第二選局機	第二級	第一級		
	選千機	第三級	第二級	第一級	
	選百機	第四級	第三級	第二級	第一級
	選線機	末級	末級	末級	末級

2.4 自働機件之裝置 各級自働機件，因其形式及尺寸之不同，每架上所裝機數亦異。因每一機件之接頭，必須與同級機件之接頭，設法連接，而接入下級機件。為接線之便利計，其同類機件恆裝於一架，其相當之各接頭，恆永久復接，成一固定單位，其復接後之公共接頭，則接於綫端接塊(Terminal Block)，再經跳綫(Jumper)，與其他單位相接。放在討論各級機件之中繼方法以前，必先明瞭其裝架法，尤須注意其最小單位所裝之機數，及所復接之公共接頭。即在計算機件數量時，苟能顧慮及於裝機方法，則裝成後可收外形整齊，地位及接線經濟之效。若話務許可時，將所計算之機數，稍加增減，以期適合實際情形，亦至合理也。

2.4.1 步進制機件之裝置 插入式線鍵，以25隻為一最小單位（即一組），其接排固定複接，得10個公共接頭，兩組豎疊成一格，兩格鄰近裝置成一大格，兩大格豎疊成一扇，共200只，舊式者僅裝100只。其旋轉式線鍵以20只或25只為一單位（即一組），選組機以10個為一組，選線機以10只或15只為一組，其接排皆固定複接。致於每架機數，視架之高低而異。各製造廠家出品，各有不同。

2.4.2 旋轉制機件之裝置 旋轉制機件皆直立豎疊，以一扇（Bay）為一最小單位，若干扇之機件，與若干扇之序鍵（Sequence Switch）及繼電器（Relay），合成一排（Row）。初級尋線機以最多22只裝成一扇，次級尋線機以最多55只裝於一扇，選擇機以最多15只裝成一扇，每扇內機件之相當接排，以帶式電纜（Ribbon Cable）複接，成一最小單位。

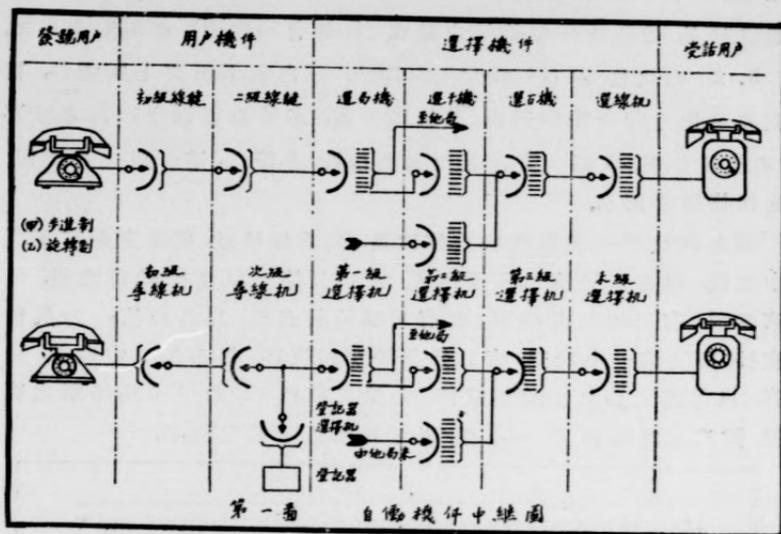
第二表 自働機件裝架之最小單位

步 進 制 機 件				旋 轉 制 機 件			
機件名稱	每組機數	公共接頭數		機件名稱	每組機數	公共接頭數	
		統 共	每 層			統 共	每 層
插入式線鍵	25	10		初級尋線機	14-22	100	100
旋轉式線鍵	20或25	10或25		次級尋線機	55	100	
各級選擇機	10	100或200	10或20	選 組 機	15	300	30
選 線 機	16或15	100或200	10或20	選 線 機 (末級選擇機)	15	200	20
尋 線 機	20	200	20				

### (III) 自働機件之中繼法

若以十萬號之多局制為例，其每局內各級機件之連絡，如第一圖甲及乙。該圖為簡略之中繼圖，甲示步進制，乙示旋轉制，旋轉制中之次級尋

線機，第一級選擇機，及登記器選擇機，三者相連，為一完全繩路 (Cord Circuit)。每級機件，各具有其選擇作用，經若干級之選擇，以級間中繼線 (Trunk) 相連絡，於是形成一用戶至用戶之臨時線路。



因話局為若干用戶，設備若干機件，使其合用，在用戶移動聽筒後，有用戶機件為之選擇一空間之第一級選擇機。該機接受號碼中第一字，而其接帶，升至某層。必須在該層內選擇第二級選擇機，依次以至末級。然上級機件中每層之若干接頭，將如何連接於其下級機件乎？例如有 50 個第一級選擇機，其每層有 10 個接頭，共有 500 個接頭，今根據話務計算，該層需用 24 中繼線接入第二級選擇機，則此 500 個接頭，必須錯雜互接之而後可，於是有各種複接法 (Multiple)。

3.1 完全可用性 (Full Availability) 之複接 凡每一上級機件，皆可選擇任何一中繼線，以達下級機件者，此若干下級機件，皆可為其所隸屬之上級機件所選用。此種情形，謂之完全可用性。此處機件云者，係指任何以接帶在接排上尋覓一空間中繼線之機械而言，其尋覓者為上

級，被尋覓者為下級。例如40個線鍵完全複接至10個第一級選擇機，則此40個線鍵之接帶，在未獲得一空閒中繼線以前，可任意測驗此10個中繼線。在10個中繼線全忙時，該線鍵因不能獲得空閒中繼線，而將呼叫遲延或放棄。若是此40個線鍵之接頭（每匪有10接頭），必須完全複接。

3.12 直複接法 (Straight Multiple) 由若干組之上級機件，複接於完全可用之若干中繼線時，其複接方式，亦足以影響中繼線之話務負載。直複接法者，以第一組之若干公共接頭，與第二，第三組之各接頭，依序直接複接之謂也。

例如40只第一級選擇機之等四層，用直複接法，接出完全可用之10個中繼線，以達10只第二級選擇機。此40只第一級選擇機為四組，每組之第四層，有10個公共接頭，共有40個公共接頭。以各組第一公共接頭相複接，接出第一中繼線。第二公共接頭相複接，接出第二中繼線，依此類推，以達第十公共接頭相複接。如第二圖所示，圖甲示其接頭之複接全圖，圖乙示其略圖，每一小圈，表示每組之一公共接頭。

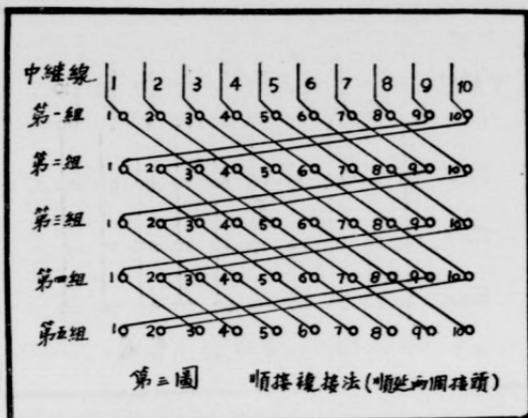




依此接法，每一第一級選擇機，在測驗空閒中繼綫時，恆由第一接頭起始，以尋得最先空閒中繼綫時為止，則次序在前之中繼綫，常為接帶所尋獲，而次序在後之中繼綫，其被尋獲之機會較少。是以次序在前之中繼綫，恆負擔大部之話務負載，而話務之分配於各中繼綫者，必不平均。

3.21, 順延複接法 (Slipped Multiple) 在順延複接法中，各小組之接頭，每隔若干個始相複接，順延之方式甚多，有順延一個接頭者，有順延兩個，三個，……者。

例如 50 只第一級選擇機，編為 5 組。共有 50 個公共接頭，今用順延複接法，順延兩個接頭相複接，如第 3 圖。第一組之第一接頭，與第二組之第三，第三組之第五，第四組之第五，第五組之第九接頭相複接，接出第一中繼綫，以下依此類推。若是則第一組之第一接頭為第一中繼綫，第二組之第一接頭為第九中繼綫，第三組為第七，第四組為第五，第五組為第三中繼綫。



用順延複接法，則話務之分配於各中繼線，較為均勻。因各組次序在前之接頭上，所接之中繼線不同，而次序在後之中繼線即有首先被尋獲之機會也。不獨此也，在話務繁忙時，可以節省接帶測驗之時間，間接減少接帶與接排間摩擦損之機會。

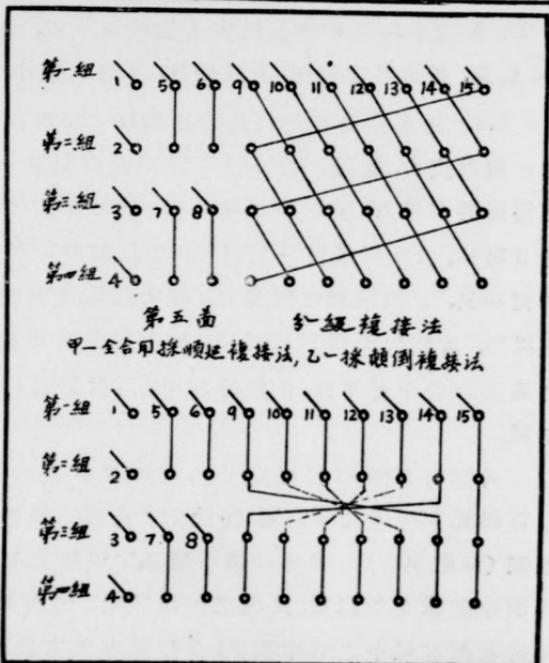
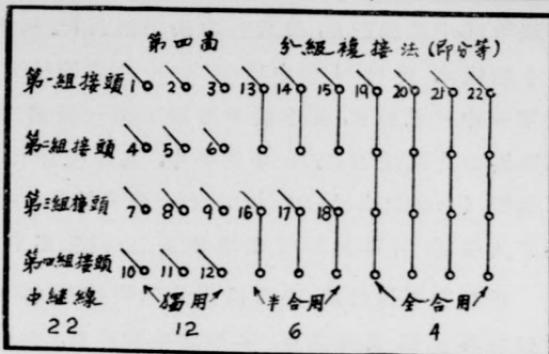
3.2, 有限可用性 (Limited Availability) 時之複接 凡任何機件接排上之接頭數為有限的，無論其有若干隸屬之下級機件，其可用之中繼線數，不能超過其接頭數。若設備之中繼線超過其接頭數，則此若干中繼線，對上級機件之可用性為有限的。例如 50 個第一級選擇機之某層，合用 16 個中繼線，因每選擇機每層之接頭，限於 10 個，故雖有 16 中繼線，其可用性則限用於 10 個。

在此種情形時，其各組之公共接頭，勢不能完全複接，於是取若干接頭，分接於各個中繼線，再以其餘完全複接於剩餘之若干中繼線，是為分等複接法 (Graded Multiple) 在全部中繼線中，有若干為各組之獨用線 (Individual)，有一部為各組之完全合用線 (Full Common)，另有若干為兩組，或三組所合用，為半合用線 (Semi-Common)。

第4圖示4組選擇機，接出22個中繼線之複接法。每組之前三個接頭，各獨用中繼線一，中部三接頭，每兩組各合用中繼線一，最後四接頭，完全複接於四個中繼線。其分等方式為獨用者12，半合用者6，全合用者4，總數為22。在分等法中之合用接頭複接時，並不限於直接複接，亦可利用順延複接法如第5圖甲，或順倒複接法 (Reversed Multiple) 如第5圖乙，其目的在求各合用線話務負載之均勻。

因次序在前各接頭上之中繼線，被

尋獲之機會較多，故使之獨用若干中繼線。次序愈後，則話務分配愈輕，故可使之合用若干中繼線。是以此組中繼線所可負載之話務，得以增多，而各個中繼線之話務分配，亦較均勻。不獨此也，此分等方式，富伸縮性，



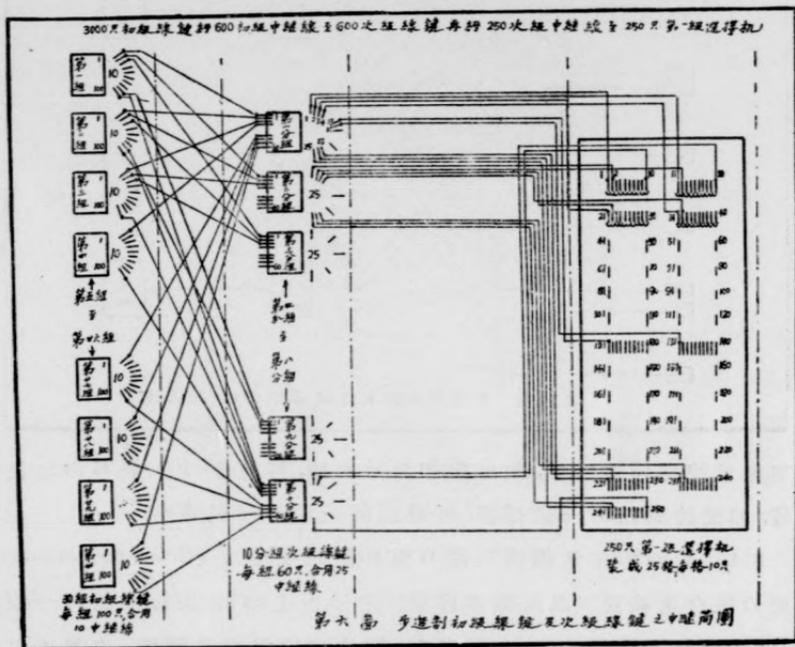
可以增減中繼線數量，而所須改接手續甚便。依上例，荷話務繁忙，需增加中繼線 2，變為 24 個中繼線時，可將第四接頭之兩組合用，改為各組獨用一中繼線即可，其手續不過拆去第一與第二組間，第三與第四組間，第四接頭之跳綫而已。在步進制中，其每架選擇機之接頭，皆引至一線頭集體 (Terminal Assembly)，每一公共接頭，在集體上為一接頭，其跳接方法極便。旋轉制用綫頭集塊間之跳接，亦不甚煩。

在有限可用性時，亦可採用分部複接法 (Slips in Multiple)，即合若干機件為一部，其總話務，需用之中繼線數，適等於其公共接頭數。例如在 200 線鍵中以每 40 個線鍵完全複接為一部，使之合用 10 個中繼綫，則 200 綫鍵，共用 50 中繼綫。其複接法，可用直複接，或順延複接法。

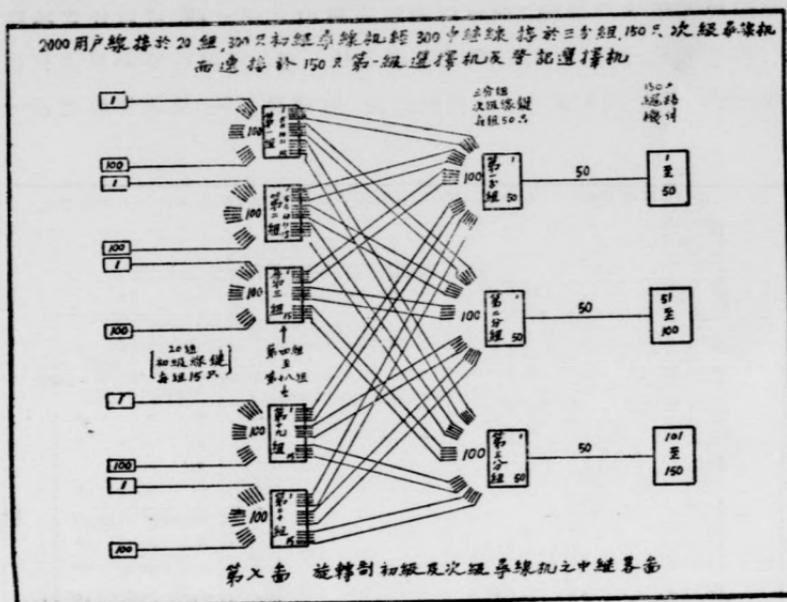
3.3, 連合完全可用性時之中繼法 在用戶機件與第一級選擇機間之中繼制度內，如局內設備數十以至數百只第一級選擇機，因初級綫鍵之接頭為有限的，限於 10 個或 25 個，故每組初級綫鍵所可選用之選擇機為有限的。但欲使任何一用戶 (即初級綫鍵)，可以選用數百選擇機中之任何一只，必須採用次級綫鍵。經次級綫鍵居間之中繼，可使所設備之選擇機，為任何一用戶所尋獲，使由有限可用性變為完全可用性，故名之為連合完全可用性。在旋轉制中，用次級尋線機及初級尋線機之用意亦同。

例如有 5000 初級綫鍵 (即 5000 用戶)，每 100 只合用 10 只次級綫鍵。再經此 500 只次級綫鍵，接於 250 只第一級選擇機。今有 50 組之初級綫鍵 (每組 100 只，合用 10 個中繼綫)，10 組之次級綫鍵 (每組 50 只，合用 25 個中繼綫至選擇機，此處之每組 50 只，包括兩小組之 25 只而言)。今以每組初級綫鍵中之各中繼綫，分接於各組次級綫鍵內之一機。如第 6 圖所示，以初級綫鍵第一組之第一中繼綫，接入次級綫鍵第一組中之一機。其第二中繼綫接入次級綫鍵第二組中之一機，依此類推，以其第十中繼綫接入次級綫鍵第十組中之一機。其他初級綫鍵組內之中繼綫，皆依此

法分配於各組次級線鍵。則每組初級線鍵中之任一機，可以任意尋獲任何一組之次級線鍵，而次級線鍵各組之任一機，可以尋獲 25 只選擇機中之任一機。于是間接的，每一初級線鍵，可尋獲 250 只選擇機之任一機矣。



再如在旋轉制中，有 2000 用戶，每 100 用戶合用 15 只初級尋線機，共需 300 只，每只接於一組次級尋線機內之一接頭。今若需用 150 只第一級選擇機，即 150 只次級尋線機，則此次級尋線機可分為三組，每組有 100 只接頭，以連接初級者。但以初級尋線機接入次級之接頭時，荷適當分配之，亦可得完全可用性。如第 7 圖所示，以每組初級尋線機之前 5 只，接於第一組次級尋線機之接頭，中 5 只接於第二組，後 5 只接於第三組，而每一次級尋線機固定的與一選擇機相連。則任何一選擇機，可尋獲各



組初級尋線機任何一機，而每組初級尋線機，可尋獲 100 用戶中之任何一線，即間接的任何一選擇機，可為任何一用戶所服務矣。

### 3.4. 用戶線在選線機與用戶機件間之交接法 (Cross-connection)

每用戶線自選線機 (或末級選擇機) 之接排上接出，而接入於每一線鍵 (或初級尋線機之接頭)。其接出也，因依號碼選線之關係，必須依次序接于選線機之接排。但其接入也，並無號碼選擇關係，可任意接於一線鍵，或尋線機之一接頭。是以選機之接排，與用戶機件間，可以互相交接。其交接也，雖不影響話務之計算，然足以影響各組機件話務之分配，故并述之。

3.4. 直接交接法 在步進制中以一百用戶為一單位，其一百只線鍵與一組選線機，同裝于一架，以背相對。由選線機接出之一百接頭，直接依序接入一百線鍵之接頭端，次序并不紊亂。即第一用戶，用第一線

鍵，第二用戶用第二線鍵之類。

用此等接法，接線手續甚便，尋求呼叫之蹤跡亦易。惟用戶之性質不同，每用戶之話務各異，今話務計算，係根據若干用戶之平均話務。苟某百用戶之一組，發出話務甚忙則感中繼線不足，但他組或有話務清閒者，致令其中繼線閒散，不能收話務調劑之效。

且若某組中有一用戶，更改號碼，移該線於他組，接於他組之一線鍵及選線機之一接頭，則每組內必須預留較多之選線機接頭及空閒線鍵，以俾用戶線之轉移，而空閒線鍵數，又必須等選線機之空閒接頭數。

3.42 全部配線架法 (Full Line I.D.F.) 今欲免除話務分配不均，及多留空閒線鍵之弊，最好以該局內所有選線機之接頭，與所有線鍵，可以任意交接，使線鍵之安排，不受號碼之牽制，於是配線架 (Line Intermediate Distributing Frame) 之裝置。以選線機之接頭，接於裝在配線架一邊之綫端塊上；以綫鍵之接頭端，接於裝在他邊之線端塊上，而以跳線在兩邊綫端塊中，互相交接。用戶綫雖按號碼次序，順接于尋綫機之接頭，但經配線架後，可接入任何一線鍵，苟某組線鍵，感話務過忙，可選出若干線，移接於空閒之一組內，或於空閒組內若干綫，互換其線鍵，使話務得以平均分配。其移動手續，僅須在配線架上調動其跳線即可。依同理，如有用戶遷移或更改號碼等，該用戶仍可使用其舊有線鍵，而預留之空閒線鍵數，可少于選線機之空閒接頭數。

但採用配綫架，則用費多，佔地廣。因多跳接手續，則所用跳線，及機架電纜增多，局內應保存之跳接記錄亦多。在用戶裝拆遷移時，必多費若干手續，而平常尋求呼叫踪跡時，亦易致錯誤。因採用配線架之所得，是否能償所失，實乃一經濟問題，而話務之成分少，蓋配線架之于話務問題，有百利而無一弊也。此問題在美國電話工程方面，爭論甚久，佩耳系話局多以裝配線架為原則，非佩耳系者以不裝為原則。大概除非規模宏大，經濟裕充之話局，殊無此鉅量花費之必要也。

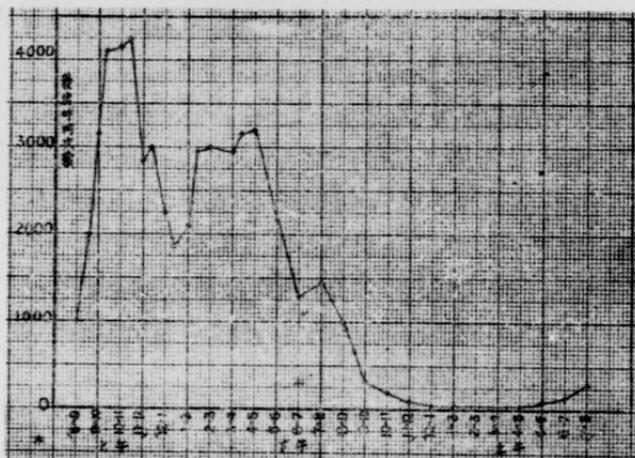
3.43 局部配線架法 (Partial Line I.D.F.) 裝置全部配線架, 既感經濟之過費, 為補救話務之分配起見, 可採用局部配線架, 使局部得以互相交接。以有限之若干用戶 (如 1000) 為一較大單位同隸屬此大組之線鍵, 與選線機接頭間, 可以任意交接。例如以此 1000 用戶之選線機裝于一排架上, 以同組之線鍵, 裝于鄰近之一排架上, 于此兩排之間, 附裝一小型配線鍵, 俾此組內互相交接之用。因一大組至少包括十個以上之小組, 在該大組內之話務分配, 當可均勻。即或該大組內話務仍感過忙時, 仍可以該一排之選線機接頭, 與不隸屬該組他排之線鍵間, 以較長之跳線相交接。在旋轉制中, 每一排架上, 以若干組尋線機, 與若干組之末級選擇機, 混合裝設, 復以兩排相背豎立。若每排裝有四組末級選擇機, 每組 200 用戶線, 若在兩排間相互交接, 則可于 1600 用戶線之大組內, 得較佳之話務分配。苟以較遠之第三排與該兩排間相互交接, 可得 2400 用戶線之一大組。其尋線機之接頭, 及末級選擇機之接頭, 各引至架頂上之線端接塊, 無另裝小型配線架之必要。若是裝置, 其話務分配, 不讓于全部配線架, 而用費及手續之節省過之。

#### (IV) 話務名詞釋義

4.1 忙時 (Busy Hour) 在二十四小時內, 一局內用戶使用電話最忙之一小時, 為該局之忙時。各局之忙時, 視該局用戶之性質而定, 大概在上午九時至 11 時之間, 在此時間內, 用戶間商業及交際之往還, 較為繁忙, 而使用電話之次數亦較多。商業區之忙時在上午, 而少變動。住宅區之忙時或亦有在下午者。第 8 圖示一般電話局內, 每日中各小時呼叫之分佈情形。夫一年之內, 或一月之中, 每日之忙時或常有變動者, 則取其常見之忙時為準。

第八圖 每日發出呼叫之分佈曲線。

忙時在上午 10:30 至 11:30



4.2 忙時呼叫率 (Busy Hour Calling Rate) 每一用戶在忙時內所發出之平均呼叫次數，為忙時(發出)呼叫率。夫各種用戶在忙時內所發出之呼叫次數，多寡各異，故取其平均值為準，如下式所示者：

平均呼叫率 =

$$\frac{\text{普通用戶}(\text{呼叫率} \times \text{綫數}) + \text{小分機}(\text{呼叫率} \times \text{綫數}) + \text{零售用戶}(\text{呼叫率} \times \text{綫數}) + \dots}{\text{用戶綫總數}}$$

(4-1)

每局每日之平均忙時呼叫率，亦高低不同者。星期日之呼叫率最低，星期一二較高，月中較低，月初或月梢則較高，故必取其高低適宜者為準。如某日市內有特別事故發生，如大球賽，大集會之類，其呼叫率必特高，是僅足資為參攷，而不足視為準則也。

在話局內，每二十四小時用戶之呼叫率，為每日呼叫率(Daily Calling Rate)，其變動較少。依一般情形言，不日呼叫率，約當忙時呼叫率之 8 倍至 12 倍。

4.3 忙時呼叫之分配 在多局制內，各局在其忙時所發出之呼叫，有至本局用戶者，有至他局用戶時，有經長途至他城用戶時，有至話局之特務部份者，其分配情形，每局必須列表以明之，俾明話務流動之方向，及分配之百分比。

4.4 組忙時 (Group Busy Hour) 與局忙時 (Exchange Busy Hour) 在多局制內，每兩局間往還之呼叫，各有其最忙之時，而未必與發出局之忙時相吻合。且該兩局間中繼線所負載之話務，在其本身最忙之時，必大於在發出局忙時所分配予該中繼線路之話務。例如甲局之忙時為上午 9:30 至 10:30，是為甲局之局忙時，其分配至乙局之呼叫為 200 次。但甲局至乙局最忙之時，或在下午 2 時至 3 時，是為甲至乙中繼線上之組忙時，其呼叫或為 350 次，是為組忙時呼叫。

即在本局以內，由上級選擇機之各層，達各組下級選擇機之呼叫，亦各有其組忙時，未必與該局之局忙時相同也。故計算各組機件或局間中繼線時，必須顧及其組忙時之話務負載。

4.5 持久時間 (Holding Time) 在呼叫方面言，每次自用移動聽筒，局內機件起動時始，至拆線機件還原時止，其相隔之時間為持久時間。但在機件或中繼線方面言，應名曰佔用時間，各級機件之佔用時間微有不同，大概用戶機件之佔用時間最長，最後選線機最短。

若呼叫接通，兩用戶對話，其持久時間為接線，拆線，及通話三部時間之和。通話時間實居持久時間之最大部份，其長短視通話性質而定，商業通話往往低於交際者。若一方用戶，因對方用戶之已佔用 (Busy)，或無回音 (No Reply)，或因機件過失，中繼全忙而未克接通，則用戶必等候至相當時間始放棄。其持久時間為接線，拆線，及等候時間之和。綜合各種呼叫之平均佔用時間，必放下式求之：

$$\text{平均持久時間} = \frac{1}{100} \left\{ \text{通話呼叫(時間} \times \text{百分比)} + \text{已佔用呼叫} \right.$$

$$\left. \begin{aligned} & (\text{時間} \times \text{百分比}) + \text{無回音呼叫} (\text{時間} \times \text{百分比}) + \text{其他障礙} \\ & \text{呼叫} (\text{時間} \times \text{百分比}) \end{aligned} \right\} \quad (4-2)$$

4.6 話務單位 (Traffic Unit) 夫呼叫次數之多寡，對於計算機件或中繼線數量之輔助甚微，蓋機件數量視呼叫之頻繁及每次呼叫所佔用之時間而定也。呼叫多而佔用時間短，其佔用機件之情形，與極少呼叫而有極久佔用時間之情形相彷彿。故話務負載情形，以呼叫次數與每次之平均持久時間相乘之積定之，是為話務單位。換言之，話務單位云者，為預測在某時間內，同時佔用機件數量之數目也，即相當於繼續佔用某一機件之話務也。

例如某組機件，負載20次呼叫，每次呼叫為3分鐘，其話務單位為60呼叫分鐘，若呼叫係繼續發生者，則一個機件為之繼續佔用一小時。若呼叫係同時發生者，則需20個機件，每機件佔用一小時之1/20。

話務單位，依代表方法之不同，分下述數種：

$$4.61 \text{ 等標呼叫 (Equated Call)} = \frac{\text{呼叫次數} \times \text{持久時間秒數}}{120} \quad (4-3)$$

$$4.62 \text{ 單位呼叫 (Unit Call)} = \frac{\text{呼叫次數} \times \text{持久時間秒數}}{100} \quad (4-4)$$

$$4.63 \text{ 呼叫分鐘 (Call Minute)} = \frac{\text{呼叫次數} \times \text{持久時間秒數}}{60} \quad (4-5)$$

$$4.64 \text{ 呼叫小時 (Call-Hour)} = \frac{\text{呼叫次數} \times \text{持久時間秒數}}{3600} \quad (4-6)$$

因歐美各國採用之便利，故有上述數種單位，然其用意則一。惟呼叫小時，為最合理，而運用最便之單位，宜取之為準，可簡稱為「叫時」。

4.7 服務等級 (Grade of Service) 服務等級為測量服務結果之優劣而設，以因機件設備之不足，而致呼叫半途遺誤之數與呼叫總數之比定之。

夫話務之來也，若有固定之規則，例如每分鐘同時呼叫若干，則機件數量之設置，僅須適合同時呼叫數即可。惟實際情形，話務之來，恆捉摸無定，有時呼叫極少，有時同時有大量呼叫發生。若設備機件時，須預定其毫無遺誤，則所備機件，必須等於其最大之同時呼叫數。但此最大之數，恆過高於其平均話務單位。而該項情形發生時間，不過一小時之極小部份，或竟日無之，或數日始一見。為極短時間之過載，而使大量機件在其他時間閒散，太不經濟。故預測機件時，取其常易發生之可能同時呼叫數，而犧牲偶然或不常見之情形，任其因過載而遺誤，并預測此種測失之可能度，定為服務之等級。

例如某中繼線所受之話務，為 100 次呼叫，每次持久時間為 72 秒，或  $1/50$  小時，其話務為 2 叫時。若呼叫係繼續發生者，則兩只機件已足應付。若假定呼叫係同時發生者，非預備 100 只機件，不足以負擔之。上述兩說為呼叫發生情形之兩極端，皆不足為法。依實際情形，常見之同時呼叫數為 8 至 9，其發生之可能度為一千次中之一。於是設置 9 只機件以應付之，若同時有 9 個以上用戶同時發話，則必有遺誤。“因發生之可能度為千中之一，故遺誤之可能度亦為千中之一，其服務等級為千中失一。(One Lost Call in Thousand)

4.8. 機件動作 (Machine Attempts) 與呼叫 (Call) 自働電話用戶，常因不悉使用方法，而自貽差誤。例如未得撥號音 (Dialling tone) 而先撥號，撥號方法不正確，中途發現撥號差誤而中止撥號，誤觸其聽筒掛鈎致發出不需要之電搏，或致機件還原等，皆曾佔用一部份或全部機件，而增加其話務負擔。但此種用戶使用之錯誤，與用戶已撥號完全之呼叫不同，不能歸納於呼叫範圍以內。以此類使用之錯誤，加於正規呼叫，統名之曰機件動作。機件動作之範圍廣包括一切倘機件發生動作之舉動而言，呼叫之範圍小，僅包括用戶之已撥號完全者而言。呼叫本身，又因其接通與否，包括通話呼叫，忙音呼叫，無回音呼叫，及障礙呼叫而言，已

## 詳第 4.2 節。

4.9 話務 (或呼叫) 之蹤跡 因呼叫及話務之來蹤去跡, 可分為下列數類:

4.9.1 發出話務 (或呼叫) (Originating Traffic) 指由用戶方面發出至局內機件之話務或呼叫而言。

4.9.2 接進話務 (或呼叫) (Terminating Traffic) 指由局內機件接進至各用戶之話務 (或呼叫) 而言。用戶之發出話務, 除一部份中都遺誤, 及一部份發至特務部份或長途部份外, 餘皆接進至各用戶, 為接進話務。在多局制內, 其接進話務, 則係由本局與他局接進話務之總和, 在計算選擇機及選線機時, 甚關重要。

4.9.3 中繼話務 (或呼叫) (Trunking Traffic) 指由一局至他局之局間話務 (或呼叫) 而言, 為計算局間中繼綫之根據。以一局言, 中繼話務之接出至他局者, 謂之出局話務, 其由他局接進至本局者, 謂之進局話務。其由本局選局機接至本局之話務, 謂之本局話務, 本局之出局話務即他局之進局話務。局間話務有局忙時與組忙時之分, 已詳第 4.3 及 4.4 節, 凡用為計算局間中繼綫之根據者, 必須取其組忙時之出局話務記錄。但在局忙時之進局話務記錄, 則可資計算接進話務之參考。

## (V) 話務理論

5.1 可能學說 (Theory of Probabilities) 由某組機件或中繼綫所負載之話務, 而推測其常見之可能同時呼叫數, 因而決定在某種服務等級下所應設備之機件數量, 必須根據可能學說求之。

5.11 二項式定理 若某種事態發生之可能度為  $p$ , 其不能發生之可能度為  $q=1-p$ , 今在  $n$  次試驗中, 確有  $c$  次此種事態發生之可能度

$$P = C_c^n p^c (1-p)^{n-c} \quad (5-1)$$

$C_c^n$  爲  $n$  個事物中任意取出  $C$  個之組合式

而在  $n$  次試驗中，至少有  $c$  次此種事態發生之可能度爲

$$P(n, c, p) = \sum_{x=c}^{x=n} C_x^n p^x (1-p)^{n-x} \quad (5-2)$$

以此定理，應用於電話中繼問題，假定每個用戶之使用電話係獨立的，完全任意的，彼此名不相關的，每次通話之時間係一樣的，等於其平均持久時間，當每一用戶發話時，常有一空閒機件爲之服務，不致稽延，而用戶因不能獲得空閒機件，立刻放棄，不再發現時，則  $n+1$  可代表電話戶數， $p$  爲每用戶發話之可能度，即每用戶平均呼叫率與持久時間（小時）之積， $c$  爲中繼線數，而  $P(n, c, p)$  即代表某用戶發話時，發現至少有  $c$  個用戶已佔用中繼線之可能度，即該用戶不能在  $c$  個中繼線中，獲一空閒者之可能度也。

例如有 301 個用戶，每用戶在忙時內發出 3 次呼叫，每次持久 2 分鐘，則  $n=300$ ，每用戶發話之可能度爲  $1/10$ ，不致發話之可能度爲  $1-1/10$ 。若設備 50 個中繼線，則某用戶發話時發現確有 50 個用戶佔用中繼線之可能度爲

$$P = C_{50}^{300} \left(\frac{1}{10}\right)^{50} \left(1 - \frac{1}{10}\right)^{300-50}$$

而發現至少有 50 個用戶佔用機件，即不能獲得空閒機件之可能度爲

$$P(300, 50, \frac{1}{10}) = \sum_{x=50}^{x=300} C_{50}^{300} \left(\frac{1}{10}\right)^x (1-p)^{300-x}$$

5.12 泊桑氏二項式極限 (Poisson's Exponential Binomial Limit) 若假定發話之來源  $n$  爲無限大，每用戶發話之可能度爲無限小，而統共發話之可能度  $a=np$  爲一不變之常數時，則二項式可簡約爲

$$P = \frac{a^c e^{-a}}{c!}, \quad c! = 1 \times 2 \times 3 \cdots \times (c-1) \cdot c \quad (5-3)$$

此即確有  $c$  個用戶已佔用機件之可能度。於是知在某用戶發話時，發現至少有  $c$  個用戶已佔用中繼線之可能度為

$$P(c, a) = \sum_{x=c}^{x=\infty} \frac{a^x e^{-a}}{x!} \quad (5-4)$$

依同理，在某用戶發話時，發現至少有  $c+1$  用戶已佔用中繼線之可

能度為

$$P(c+1, a) = \sum_{x=c+1}^{x=\infty} \frac{a^x e^{-a}}{x!} \quad (5-5)$$

在泊桑氏式中， $n$  為無限大，而  $c$  亦為無限的，可以等於用戶線數  $n$ ， $a = np$

即話務負載，其單位為叫時。泊桑式之應用，在甚大之  $n$  及甚小之  $p$  時，其結果極與由二項式所求得者相近似。在泊桑式內，比二項式少一變數  $n$ ，故計算上較為便利，為話務計算之基本公式。(5-4)式假定在某用戶發話時，至少有  $c$  個用戶已使用電話，而該發話之用戶，并未計入，步進制之計算，以之為根據。(5-5)式假定在某用戶發話時，以旁觀者之觀察，至少有  $c+1$  個用戶已使用電話。西電公司 (W. E. Co.) 及旋轉制之計算，則取用之。此兩者假定不同，結果相差為一個中繼線。在同一  $P$  值，同一  $a$  值所求得之中繼線數用(5-5)式必較用(5-4)式少一個中繼線。

5.13 歐蘭氏公式 (Erlang's Formula) 根據歐蘭氏統計平衡 (Statistical Equilibrium) 之理論，在  $dt$  時期內，某組中繼線上所發現之呼叫數，常等於在同時期內已佔用該組中繼線之呼叫數。換言之在極短之  $dt$  時期內，某組中繼线上有若干呼叫結束，必有若干發生以補充之，在此時

期內之同時呼叫數，常保持平衡狀態。假定在有限的  $c$  個中繼線上，同時確有  $x$  個被佔用之可能度為

$$B_x = \frac{\frac{a^x}{x!}}{1 + a + \frac{a^2}{2!} + \frac{a^3}{3!} + \cdots + \frac{a^c}{c!}} \quad (5-6)$$

於是知，在此有限的  $c$  個中繼線上，同時確有  $c$  個用戶已佔用之可

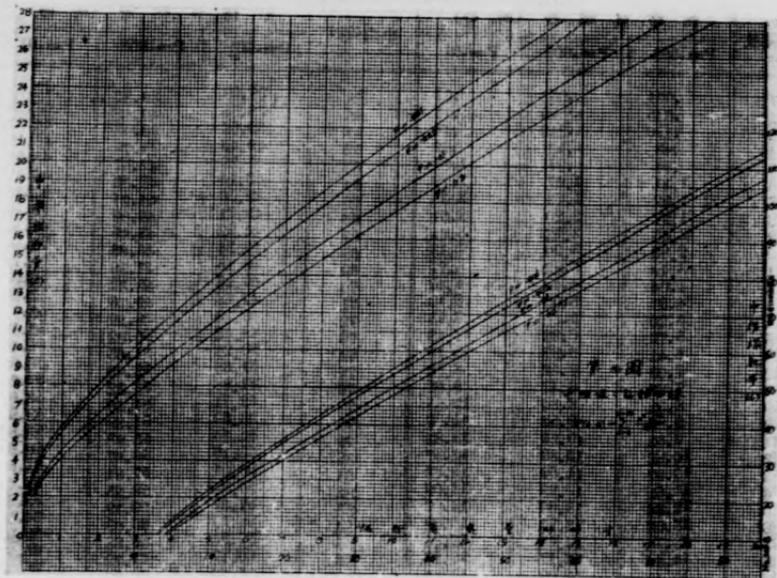
能度為

$$B(c, a) = \frac{\frac{a^c}{c!}}{1 + a + \frac{a^2}{2!} + \frac{a^3}{3!} + \cdots + \frac{a^c}{c!}} \quad (5-7)$$

歐蘭氏式為極佳之計算遺誤呼叫之公式，因在此時期內確有  $c$  個用戶已佔用中繼線，則另一用戶發話時，必因不能尋獲空閒中繼線而遺誤。英國郵傳部 (British Post Office) 取之為話務計算之基本公式，其結果較用泊桑氏  $P(c, a)$  公式所得之可能度為小。換言之，在同一  $P$  值及同一  $c$  值可求得之  $a$  值稍大。可以參看附表(四)之比較。

4.2 完全可用性時之話務計算 在話務計算中，吾儕所注意者，即在某種服務等級時， $c$  個中繼線若完全可用，其所能負載之話務為若干？或欲擔負  $a$  量之話務單位，所需之中繼線數為若干？除二項式原理因其變數太多，不合實用外，泊桑氏及歐蘭氏兩式皆可應用。比較之結果，知由泊桑氏  $P(c, a)$  公式所求得  $c$  個中繼線之話務負載量為最小，而負載同量話務之中繼線數為最大，其差誤係向安全方面的。

第九圖



第九圖示在  $P = .001, .002$  及  $.01$  及  $.02$  時, 用油桑氏  $P(c, a)$  式所求得  $c$  與  $a$  之關係, 若以該圖中  $c$  與  $a$  之值尋出得附表三. 第四表示  $P(c, a), P(c+1, a)$  及  $B(c, a)$  三式在  $P = .001$  時所求得結果之比較.

第三表 完全可用性時之中繼綫話務負載量

中繼綫數	話務負載量 (叫時)			中繼綫數	話務負載量 (叫時)		
	P=.001	P=.002	P=.01		P=.001	P=.002	P=.01
1	.001	.002	.01	59	38.08	39.30	42.61
2	.045	.065	.15	60	38.88	40.12	43.46
3	.190	.243	.44	61	39.68	40.93	44.31
4	.43	.52	.82	62	40.48	41.75	45.16
5	.74	.87	1.28	63	41.29	42.57	46.02
6	1.11	1.27	1.79	64	42.10	43.39	46.87
7	1.52	1.72	2.33	65	42.90	44.21	47.73
8	1.97	2.20	2.91	66	43.71	45.03	48.58
9	2.45	2.72	3.51	67	44.52	45.85	49.44
10	2.96	3.26	4.13	68	45.34	46.68	50.30
11	3.49	3.82	4.77	69	46.15	47.50	51.16
12	4.04	4.40	5.43	70	46.96	48.33	52.02
13	4.61	5.00	6.10	71	47.78	49.16	52.88
14	5.20	5.61	6.78	72	48.60	49.99	53.74
15	5.70	6.23	7.48	73	49.42	50.82	54.60
16	6.41	6.87	8.18	74	50.24	51.65	55.47
17	7.03	7.52	8.90	75	51.06	52.49	56.33
18	7.66	8.17	9.62	76	51.88	53.32	57.20
19	8.31	8.84	10.35	77	52.71	54.16	58.06
20	8.96	9.52	11.08	78	53.53	54.99	58.94
21	9.62	10.20	11.83	79	54.35	55.83	59.80
22	10.29	10.89	12.57	80	55.18	56.67	60.67
23	10.97	11.59	13.33	81	56.01	57.51	61.54
24	11.65	12.29	14.09	82	56.84	58.35	62.41
25	12.34	13.00	14.85	83	57.67	59.19	63.29
26	13.03	13.72	15.62	84	58.50	60.03	64.16
27	13.74	14.44	16.40	85	59.33	60.88	65.03
28	14.44	15.17	17.18	86	60.17	61.72	65.91
29	15.15	15.90	17.96	87	61.00	62.57	66.78
30	15.87	16.64	18.74	88	61.84	63.42	67.66
31	16.59	17.38	19.53	89	62.67	64.26	68.54
32	17.32	18.12	20.32	90	63.51	65.11	69.41
33	18.05	18.87	21.12	91	64.35	65.96	70.29
34	18.78	19.62	21.92	92	65.18	66.81	71.17
35	19.52	20.38	22.72	93	66.02	67.66	72.05
36	20.26	21.13	23.53	94	66.86	68.51	72.93
37	21.01	21.90	24.33	95	67.70	69.36	73.81
38	21.76	22.66	25.14	96	68.55	70.21	74.69
39	22.51	23.43	25.96	97	69.39	71.07	75.57
40	23.25	24.20	26.77	98	70.23	71.93	76.45
41	24.02	24.97	27.59	99	71.08	72.77	77.33
42	24.78	25.96	28.41	100	71.92	73.63	78.22
43	25.54	26.53	29.23	105	76.0	77.3	82.5
44	26.30	27.31	30.05	110	80.5	82.2	87.2
45	27.08	28.10	30.88	115	85.0	86.5	91.7
46	27.85	28.89	31.71	120	89.0	90.2	95.8
47	28.62	29.68	32.58	125	93.4	95.0	100
48	29.40	30.47	33.37	130	97.5	99.5	105
49	30.18	31.26	34.20	135	102	104	109
50	30.96	32.06	35.03	140	106	108	114
51	31.74	32.86	35.87	145	111	113	118
52	32.53	33.65	36.71	150	115	117	123
53	33.32	34.45	37.55	160	124	126	132
54	34.10	35.26	38.39	170	132	135	141
55	34.90	36.06	39.23	180	142	144	150
56	35.69	36.87	40.07	190	151	153	159
57	36.48	37.68	40.92	200	160	162	168
58	37.28	38.49	41.77	210	168	170	177

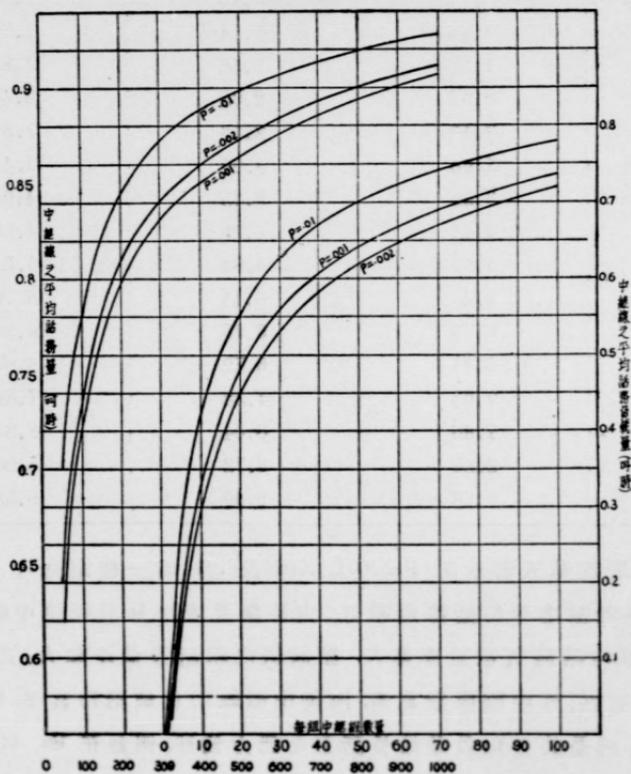
第四表 可能學說三種公式之比較

中繼線數	話 務 負 載 量 (叫 時)		
	P (C, a)	B (C, a)	P (C + 1, a)
1	.001	.001	.05
2	.045	.046	.20
3	.190	.19	.35
4	.43	.43	.65
5	.74	.76	1.00
6	1.11	1.14	1.36
7	1.52	1.58	1.86
8	1.97	2.05	2.40
9	2.45	2.56	2.87
10	2.96	3.09	3.40
11	3.50	3.65	4.00
12	4.04	4.23	4.56
13	4.60	4.83	5.13
14	5.20	5.44	5.70
15	5.78	6.08	6.35
16	6.41	6.72	6.97
17	7.03	7.38	7.58
18	7.66	8.04	8.24
19	8.30	8.72	8.90
20	8.96	9.40	9.53

第十圖及第五表示在  $P = .001$ ,  $.002$  及  $.01$  時一組完全可用之中繼線內，每中繼線之平均話務負載量。由該圖及表可知若每組中繼線數量愈大，則平均話務負載量亦愈大，而該組之總話務量亦愈大，此為大量中繼線之優點。惟中繼線數愈多，因每中繼線所負載話務甚多，將近 100% 被佔用，於是其可以負載過量話務之能力銳減。例如在  $P = .001$  時，100 個中繼線可負載 71.9 叫時，即每個中繼線平均負載 .72 叫時，每小時內

有72%時間被佔用。若話務負載增加10%至79叫時，仍用100中繼線，其服務等級乃降低至.014左右，其遺誤呼叫之可能度增加14倍。但同在 $P = .001$ 時，10中繼線能負載2.96叫時，每中繼線在一小時中僅有3%之時間被佔用。若話務增加10%至3.26叫時，仍用10個中繼線，其服務等級退至.002，有誤呼叫之可能度僅增加兩倍耳。

第十圖 每中繼線之平均話務負載量  
(完全可用性)



第五表 中繼線之平均話務負載量

每組中繼線數	每中繼線之平均話務負載量(叫時)		
	P = .001	P = .002	P = .01
1	.601	.002	.010
2	.023	.032	.075
3	.063	.601	.147
4	.107	.130	.205
5	.148	.174	.256
7	.217	.246	.333
10	.296	.326	.413
15	.385	.415	.500
20	.448	.476	.552
25	.494	.520	.594
30	.529	.555	.625
35	.558	.582	.650
40	.581	.605	.669
45	.602	.624	.685
50	.619	.641	.701
60	.648	.668	.724
70	.671	.690	.743
80	.690	.708	.758
90	.706	.724	.771
100	.719	.736	.782
110	.730	.747	.791
120	.741	.752	.798
130	.750	.765	.808
140	.758	.772	.815
150	.766	.780	.820
160	.775	.787	.825
180	.788	.800	.834
200	.800	.810	.845
250	.820	.827	.860
300	.830	.840	.875
350	.840	.851	.881
400	.850	.859	.887
500	.863	.872	.900
600	.875	.882	.907
700	.885	.892	.914
800	.894	.909	.920
900	.901	.906	.925
1000	.907	.912	.927

5.3 完全可用性時各個中繼線所分配之話務 如一個十個中繼

線，每個雖平均能負載 2.96 叫時，然自働機件之選擇中繼線也，恆自第一接頭開始，以尋獲第一個空間者為止，故次序在前之中繼線，恆較次序在後者，負載較多之話務，尤以直復接法時為著。在此組中，其一個被佔用及兩個被佔用之機會為最多，除非極忙時，始有十個全被佔用之可能，故第十個中繼線所負載話務為最輕。

欲求每個中繼線之話務，必先求在此組中，第一個被佔用之可能性，以可能性乘總話務，等於該中繼所遺誤之話務，即其受予其後中繼線之話務矣，在總話務內，減去此值，即該中繼線所負載者，以後依此類推如下：

若  $P_1 =$  在十個中繼線一組內，有一個被佔用之可能性，

$aP_1 =$  被第一個遺誤而受予第二個以後之話務，

$a_1 = a - aP_1 =$  第一個中繼線所負載之話務。

若  $P_2 =$  在十個中繼線一組內，有兩個（第一與第二）被佔用之可能性

$aP_2 =$  被第二個遺誤而受予第三個以後之話務

$a_2 = a(P_1 - P_2) =$  第二個中繼線所負載之話務。

依同理  $a_3 = a(P_2 - P_3) =$  第三個中繼線所負載之話務……。

利用歐蘭氏公式，可以求得  $P_1, P_2, P_3, \dots$  等，因此處中繼線僅限於十個也。取不同之  $a$  值，可用下列諸式求  $P_1, P_2, P_3, \dots$  等：

$$P_1 = \frac{a}{1+a} \quad (5-8)$$

$$P_2 = \frac{a^2/2!}{1+a+a^2/2!} \quad (5-9)$$

$$P_3 = \frac{a^3/3!}{1+a+a^2/2!+a^3/3!} \quad (5-10)$$

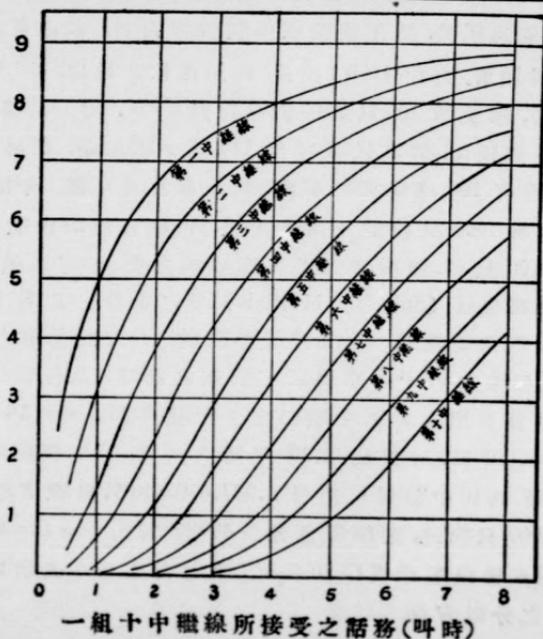
.....

例如 10 個中繼線，負載 3 叫時之話務，其話務分配於各中繼線者，應如第六表所示。第 11 圖示各種話務負載時各中繼線上之分配，第 12 圖示各中繼線所接受之話務。

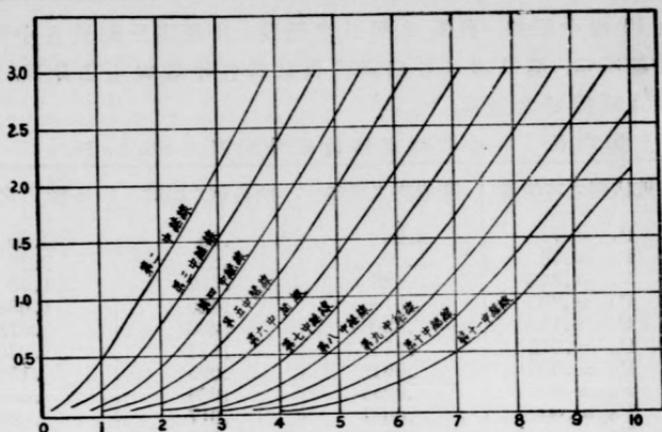
第六表 各中繼線話務負載分配表,  $a=3, c=10$ .

中繼線	被佔用之可能度	所遺誤之話務	所負載之話務	所接受之話務
第一	$P_1 = .75$	2.25	.75	3.00
第二	$P_2 = .53$	1.59	.66	2.25
第三	$P_3 = .346$	1.038	.552	1.59
第四	$P_4 = .206$	.618	.420	1.038
第五	$P_5 = .110$	.330	.288	.618
第六	$P_6 = .052$	.156	.174	.330
第七	$P_7 = .0204$	.0612	.095	.156
第八	$P_8 = .0085$	.0255	.036	.061
第九	$P_9 = .0029$	.0087	.017	.026
第十	$P_{10} = .0003$	.0024	.006	.009

附註：第二中繼線所接受之話務 = 第一中話線所遺誤之話務



第十一圖 各中繼線所分配之話務(叫時)



第十二圖  
各中繼線所接受  
(完全可用性)  
之話務(叫時)

每組十中繼線所接受之話務(叫時)

5.4 有限可用性時話務之計算 在中繼線數量方面言，以完全可用性之裝置，最為經濟，然在整個繼件裝置方面言，未必盡然，尤以話務負載甚重時為顯著。例如 1000 用戶，每用在忙時發出，076 叫時，依完全可用性之計算，應設備 100 只第一級選擇機 ( $P = .002$ )。若是則每個線鍵，必須設置 100 個接頭，俾其接帶可在 100 個中繼線中，任尋一空閒者。若設備 1000 只備有 100 個接頭之線鍵，其成本甚為可觀。今採用僅有 25 個接頭之線鍵，將 1000 只線鍵分為若干組，每組合用 25 中繼線，雖中繼線數需用 25 比 100 只多，而所省設置多數接頭之費，足可抵償而有餘。

5.41 分部複接 (Splits in Multiple) 時之計算。以若干上級機件為一組，以其接頭完全複接，接出若干中繼數，不大於每組之公共接頭數。話務計算時，根據此若干中繼線所可負載之話務，及每個上級機件所發之話務，而計算合用此若干中繼線之上級機件數。例如 10 個中繼線，在服務等級  $P = .001$  時，可負載 2.96 叫時之話務。若每個線鍵忙時發出話務為 .059 叫時，則 10 中繼線可接受  $2.96 / .059 = 50$  只線鍵之話務。若局內有 2000 用戶，2000 只線鍵，則線鍵應分為 40 組，需用  $10 \times 40 = 400$  中繼線。每組線鍵內，用直接或順延複接法皆可。第七表及第八表示 10 個接頭及 25 個接頭線鍵之分組方法。

第七表 10個接頭線鍵之中繼法

服務等級 P = .001			服務等級 P = .002		
每線鍵話務	每組線鍵數	中繼線數	每線鍵話務	每組線鍵數	中繼線數
.0237	125	10	.0218	150	10
.0245	100	9	.0280	125	10
.0296	100	10	.0272	100	9
.0326	75	9	.0326	100	10
.0395	75	10	.0363	75	9
.0490	50	9	.0435	75	10
.0592	50	10	.0544	50	9
.0673	44	10	.0652	50	10
.0740	40	10	.0725	45	10
.0980	25	9	.0815	40	10
.1020	24	9	.1088	25	9
.1100	22	9	.1132	24	9
.1185	25	10	.1236	23	9
.1232	24	10	.1302	25	10
.1286	23	10	.1358	24	10
.1343	22	10	.1417	23	10
.1408	21	10	.1481	22	10
.1480	20	10	.1505	21	10
			.1630	20	10

第八表 25個接頭旋轉式線鍵之中繼法

服務等級 P = .001			服務等級 P = .01		
每線鍵話務	每組線鍵數	中繼線數	每線鍵話務	每組線鍵數	中繼線數
.0247	500	25	.0248	600	25
.0274	450	25	.0261	550	25
.0308	400	25	.0298	500	25
.0352	350	25	.0330	450	25
.0411	300	25	.0372	400	25
.0466	250	24	.0425	350	25
.0494	250	25	.0495	300	25
.0548	200	23	.0542	250	23
.0583	200	24	.0595	250	25
.0617	200	25	.0666	200	23
.0685	150	22	.0741	200	25
.0730	150	23	.0847	150	22
.0776	150	24	.0987	150	25
.0823	150	25	.1186	100	21
.0896	100	20	.1333	100	23
.1962	100	21	.1485	100	25
.1097	100	23			
.1234	100	25			

惟此種計算方法，應用於用戶機件之中繼則可，用於選擇機與選擇機間之中繼則不可，請言其故。夫用戶之發話為任意的，不相關連的，每一用戶線鍵，為一獨立地發話來源。選擇機之發出話務也則不然，若第一選話機已佔用，則其他話務必經另一選擇機，各個選擇機，并非發話之獨立來源，視話務之如何分配於各個選擇機而定。依一般的中繼方式，其話務分配，雖不能達極端均勻之程度，然亦不致完全任意的。如前第 6 圖所示，由次級線鍵至第一級選擇機之中繼法，其各組次級線鍵之 25 個中繼線，并非集結於兩三組之選擇內，而係分散於各地選擇機小組者。依此推求，若第一小組選擇機內有一機被佔用時，同時同組內另一選擇機被同組次級線鍵所佔用之機會乃減。若另一用戶取用同組次級線鍵時，可導入第二或其他小組無疑。若是，各小組間之話務分配，可期其均勻。

因話務之分配，比較均勻而有定則，故同樣 10 個中繼線，所可負載之話務，必較多於接受任機會的話務時所可負載者。若依完全可用性計，此 10 個中繼線之話務量必須增加一百分比，以為計算選擇機間分部複接時之標準。其應增加之百分比，視分組方法而異，以分組愈多則增加之百分比為愈大。

5.42 分等複接時之計算 在用分等複接法時，每組中繼線之話務容量，視如何分等方法而定。依話務理論，吾人可以各種分等方式，分別計算其話務容量。但此種數字，其有補於話務實際設計工作者甚微。因實際上以話務負載為已知，欲直接求出分等後每組之中繼線數，至於如何分等方法，可聽設計者之選擇。若必欲其合乎可能學說之理論，則分等法中變量太多，有獨用，有半合用，有全合用者，而以同一中繼線數，亦可得不同之分等方法，斯則有令設計者感莫知所取捨之苦。且在計算下級機件時，其上級機件之數量，必須為已知而後可。今苟以其總話務負載，籠統的求出中繼線數，雖未必確合話務理論，然捨繁取簡，手續上節

者甚多，况其所得結果，亦未必有過分之錯誤。

最簡便之法，以上級接頭之有限性為基礎，先尋出其在完全可用性時之話務容量，除以有限性，得每中繼線之平均話務容量。以此平均話務容量除話務負載得中繼線數。例如  $k$  為有限可用性（例為10），其話務容量在  $P=.001$  時為  $A_k$  叫時（例為2.96），則每中繼線之平均話務量為  $A_k/k$ （例為 .296 叫時）若話務負載為  $A$ （例為8叫時）則  $A/A_k=N$  即中繼線總數（例為  $8/.296=27$ ）。如以公式表之。

$$N = \frac{A/A_k}{k} = k + \frac{A-A_k}{A_k/k} \quad (5-11)$$

$$\text{而 } A = N \frac{A_k}{k} = A_k + (N-k) \frac{A_k}{k} \quad (5-12)$$

由第(5-12)可知  $N$  中繼線之話務容量，除去  $k$  個之容量為  $A_k$  外，其他  $(N-k)$  個之平均容量，假定其為  $A_k/k$  叫時。此一假定未必合理，因此  $k$  個多出之  $N-k$  個中繼線，其由上級接頭接入時，或為一組所獨用，或為若干組所合用，係在一分等組內，不能以完全可用之  $k$  個中繼線之話務負載量定之也。用此法計算所得之中繼線數，嫌其太多。

若取用歐蘭氏理論，其計算法較為合理。今以  $A$  叫時之話務，授予  $N$  中繼線，令每中繼線平均接受  $A/N$  叫時。 $A/N$  為在忙時內每中繼線所被佔用之平均時間比率，即每一呼叫來臨時，發現一個中繼線被佔用之可能機會。若是則兩個中繼線已被佔用之機會為  $(\frac{A}{N})^2$ ，三個已被佔用之機會為  $(\frac{A}{N})^3$ 。今每一呼叫，可在  $k$  個有限接頭中尋求一空間者，則發現  $k$  個中繼線全被佔用之機會為  $(\frac{A}{N})^k$ ，換言之，此即發現呼叫被遺誤之可能度，故

$$B = \left(\frac{A}{N}\right)^k \quad \text{由 } B^{1/k} = \frac{A}{N} \quad (5-13)$$

由此可知每一中繼線或在服務等級為  $B$ ，及有限可用性為  $k$  情形之下，可以接受  $B^{1/k}$  之話務負載。

因完全可用性公式，僅適用於不多於  $k$  個中繼線之一組，故超出  $k$  個之  $(N-k)$  個中繼線之平均話務量，可假定其為  $B^{1/k}$ 。因此，

$$N = k + \frac{A - A_k}{B^{1/k}} \quad (5-14)$$

$$A = A_k + (N - k) B^{1/k} \quad (5-15)$$

以 (5-14) 式與 (5-11) 式相較，前者假定超過  $k$  個之  $(N-k)$  個中繼線之平均話務容量為  $B^{1/k}$ ，而後者則假定其為  $A_k/k$ 。 $B^{1/k}$  實大於  $A_k/k$ ，若  $k$  之量愈小，則相差亦愈大。

例如 20 中繼線在  $P = .001$  時之話務負載量為 8.96 叫時， $k=20$ ， $A_k=8.96$ ，

$$\frac{1}{B^k} = .001 \quad \frac{1}{20} = .707$$

用 (5-15) 或 (5-14) 式得

$$A = 8.96 + (N - 20) \times .707 = .707N - 5.18$$

$$N = 20 + \frac{A - 8.96}{.707} = 1.414A + 7.33$$

在其他之  $k$  及服務等級時之公式，見附表第九。

5.4.3 分等複接之方式 以同數之中繼線，同時可排成不同之分等方式，此若干方式中，究以何者最為經濟？請以話務理論衡之。例如有 10 接頭（每層）之選擇機兩組，若完全複接得 10 個中繼線，其在  $P = .001$  時之話務容量為 2.96 叫時。每中繼線之平均話務量為 .296。若兩組接頭，完全分開，接出 20 個中繼線，每中繼線之話務容量仍為 .296 叫時。是以

每中繼線之平均話務容量，在多於10個并少於20個中繼線之分等組中，必介乎此兩極限之間。若依各中繼線之被測驗次序，而分別求其話務負載，然後平均之，則發現以接出16個中繼線時之話務量為最大，而最經濟。若以四組相複接，以接出25個中繼線為最經濟，六組以32個為最經濟。依此推論，若上級組數甚愈多，其最經濟之中繼線數，以等於所有接頭數之半為妥。

若  $k$  = 上級機體之有限接頭數， $g$  = 上級機件組數，則

$$n = \frac{1}{2} g k = \text{最經濟之中繼線數} \quad (5-16)$$

如  $n$  為已知，則  $g = \frac{2n}{k}$  = 上級機件應分出最少組數 (6-17)

例如 200 只第一級選擇機，合用 50 中繼線，因  $n=50$ ,  $k=10$  故  $g=10$ 。即 200 只選擇機應分為 10 組，每組中有 20 選擇機相複接，接出 10 個接頭。然後以  $10 \times 10 = 100$  個接頭作分等複接，接出中繼線 50。

今所分組數及所接中繼線數既定，第二步將如何決定其分等內之獨用，合用，半合用各等之中繼線乎？請注意下述兩原則：第一原則，以儘量排出獨用線為佳；第二原則，由獨用進至半合用，由半合用進至合用時，以變化愈漸為愈佳，而免除突然之變化。此二原則，皆以話務觀點定之者，欲明其用，請觀下例。

例如有 6 組選擇機，每組 10 接頭，共接出 27 中繼線，求其中繼法。以 6 組相複接，可有獨用線，兩組合用，三組合用，及全合用四等。令在每組之 10 接頭中， $a, b, c, d$ ，各等於每組之獨用，兩組合用，三組合用，及全合用之接頭數，則

$$a + b + c + d = 10 \quad (5-18)$$

而中繼線總數為  $6a + 3b + 2c + d = 27$  (5-19)

以兩式相減得  $5a + 2b + c = 17$  (5-20)

今假定  $a=3$  (注意  $a$  不能大於 3)，則  $2b+c=2$  故或取  $b=1, c=0$ ，或取  $b=0, c=2$ 。依前者則  $d=b$ ，依後者則  $d=5$ 。

再假定  $a=2$ ，則  $2b+c=7$ 。 $b$  可為 0, 1, 2, 3，但不能大於 3，可分別求出

其  $c$  及  $d$ 。

再假定  $a=1$ ，則  $2b+c=12$ 。 $b$  不能小於 21，亦不能大於  $b$ ，依  $b$  為 4, 5, 6 可分別求其  $c$  及  $d$ 。

再假定  $a=0$ ，則  $2b+c=17$ 。 $b$  之值僅能為 7 或 8。 $b=7$ ， $c=3$ ， $d=0$ ， $b=8$ ， $c=1$ ， $d=1$ 。若  $b$  小於 7，則  $c$  大於 3，而  $a, b, c, d$  之和大於 10，殊不可能。

依上述數次假定，得下列可能的 11 種分等法。

分等種類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a	3	3	2	2	2	2	1	1	1	0	0
b	1	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8
c	0	2	7	5	3	1	4	2	0	3	1
d	6	5	1	2	3	4	1	2	3	0	1

試比較上列十一種分等法，以第五種各等接頭數變化最漸，第三種，第九，十，十一種四類，變化最驟。以第一，第二兩種之獨用接頭數為最多，欲符合前述之兩原則，似以第二及第五兩種為較可取，以各等之變化言，應以第五種為最佳之模範。若是共有獨用線 12，兩組合用線  $b$ ，三組合用線 6，全合用線 3，總數為 27。第 5.42 節內所述之計算法及附表九所列之公式，皆以最佳之分等法為標準者。

第九表 分等複接公式一覽表

$A$  = 話務負載量， $N$  = 每組中繼線數

可用性 $k$	服務等級 $P=.001$	服務等級 $P=.002$	服務等級 $P=.01$
10	$A = .519N - 2.23$	$A = .537N - 2.11$	$A = .631N - 2.18$
20	$A = .707N - 5.18$	$A = .733N - 5.14$	$A = .795N - 4.82$
24	$A = .750N - 6.38$	$A = .772N - 6.23$	$A = .825N - 5.71$
30	$A = .795N - 7.89$	$A = .813N - 9.49$	$A = .859N - 7.03$
48	$A \times .862N - 11.89$	$A = .880N - 11.77$	$A = .908N - 10.21$
$k$	$P=.001$	$P=.002$	$P=.01$
10	$N = 1.96A + 4.38$	$N = 1.86A + 3.93$	$N = 1.58A + 3.45$
20	$N = 1.41A + 7.33$	$N = 1.36A + 7.00$	$N = 1.26A + 6.05$
24	$N = 1.33A + 8.50$	$N = 1.30A + 8.05$	$N = 1.21A + 6.93$
30	$N = 1.26A + 9.80$	$N = 1.23A + 10.64$	$N = 1.17A + 8.18$
48	$N = 1.16A + 13.78$	$N = 1.14A + 13.35$	$N = 1.10A + 11.25$

## (VI) 話務設計

6.1 話務設計之準備工作 在設計一自働電話局所時，其話務計算，不過算學之推算，手續甚易。然無詳細及認為可靠之記錄，則其計算，毫無根據，而所備機件，未必適合需要，此所以設計以前，必須有所準備也。

自働局之設立，多係由人接局改裝者，取舊有記錄，加以相當調整，即可應用。若某地本無話局，在新設一自働局時，其話務記錄，必須以他法尋求。以該地人口密度，商業情形，交通狀況，與已設有話局之其他城市相比較。取情形相彷彿城市內之話務記錄為參考，再參酌本地與他城異同之點，加以調整。是則話務人員，必須得業務人員之合作，採納其意見，以求調整其話務記錄之道。

6.11 交換制度之選定 選定交換制度之第一步驟，在決定自働機件之制式。以步進制與旋轉制相比較，其取捨標準，多半為經濟問題，而話務之成份較少。依話務言，旋轉制中每種程機件接排上之接頭數多，其所可選擇之中繼線數亦多，每組中繼線之話務容量大，故機件之設備較為經濟。旋轉制之尋求中繼線也，係繼續之旋轉動作，各中繼線間之話務分配，亦較均勻。且旋轉制之號碼選擇，經登記器之轉發，可不限於十進，對多局制之選局步驟，極為便利而富伸縮性。故多局制或容量較大之單局，用旋轉制甚宜。然旋轉制機件之價格昂，又必須以電動機晝夜繼續推動之，每日消耗之動力大，不若步進制機件簡單，成本低廉，管理維持之便易也。此兩制式各有利弊，話務人員，僅能供獻其意見，最後決定當聽命於最高當局。

英國郵傳部取步進制為標準，而輔以指揮制 (Director System) 為大城市之用。美國取升降制為大城之用。步進制為數萬號以下小城市之用。德國努力改造步進制之結構，使繼電器與機件本身，分別裝設。佩耳制

之國際電話電報公司，則注其全力與旋轉制之製造及推行，日本則採步進制。在中國境內，各種制式，皆有其市場，其價格初無定則，而最高交通當局，亦難作標準之規定。故制式之選定，多以各洋行之估價，及地方當局之意見為準。欲求電話技術之標準化，甚希我國早日有所規定也。

6.12 中繼略圖之製作 自動機件之制式既定，對於局內各級機件式樣之選擇，及其中繼方式，與夫號碼編制，必須慎重決定，以期適合當地情形。例如特務話務之如何應付也，長途話務之如何接出與接進也，附近鄉鎮電話之如何連絡也，合用線 (Party Line) 振鈴之如何分辨也，零售電話之如何推進也，配線架之是否採用也，用戶線鍵式樣之如何決定也，與市內人接話局之連絡方式也。在大城市內由人接改裝自動時之如何過渡也。種種問題，皆足以影響局內機件之配置，及號碼之編排。話務人員，得最高當局之指示，為之擬定一種或數種制度，各製作一中繼略圖 (Schematic Trunking Diagram)，將每種計劃所需機件數量，加以核算，交換方式，加以解說，呈獻於最高當局，俾負責當局得依此計劃，估計負擔之成本及經常費用，權衡其得失，而知所取捨。

6.13 設計年限之推測 一局既經設立，必希望其能應付數年後之發展，不致感機件不敷。而所備房屋地位及電力設備，又必顧及數十年後之永久大計，俾逐漸擴充以後，不致感房屋及電力之不足。在設計時，若不預為之計，將來添裝新機時，機件既不能依規定地位而排列，或因限於房屋，致稽延擴充大計，或須另築新屋以移裝新機，皆非經濟之道也。

設計年限，可分為三期。第一期為預備時期，由開始設計至裝成應用時為止。由設計，而審核，籌款，定貨，製貨，運輸，裝設，以至改裝應用，若係大局須新造房屋者，在歐美之就地購貨，尚須半年至二年以上，以中國情形言，因運輸與接洽時間之稽延，假定為一年以至三年。是則設計時之話務根據，必須適合此時期後之話務情形而後可。

第二期為最初年限 (Initial Period), 即預計所備機件, 必能應付裝成後數年內業務及話務發展, 不致急待添裝。此最初年限, 依慣例約為裝成後四年至五年以內。或以四年為限, 而第五年不加擴充時, 其話務負載, 不致使服務等級降低至最低限度以下。誠以既裝成後, 必須經年餘之考察, 始明瞭真正話務情形, 再經二三年之預備時期, 其新裝後第一次擴充, 適在四年以後。若最初年限過長, 恐新裝機件過多, 致多担負無謂之損失。故設計之目的, 應適合指在設計時五年至八年以後之業務及話務需要。

第三期為最後年限 (Ultimate Period), 房屋之容量, 及其地位安排 (Floor Plan), 屋內電纜之連絡, 及電力設備之最後容量, 為求一勞永逸計, 應顧及十五年至廿五年後之機件設備情形。在設計時, 必須同時預測此最後年限內之話務, 并約計其機件數量, 以便工程人員, 得估計裝機之架數, 裝架之地位等等。目下雖裝設一部, 其空位可留為擴充之用。電力機件及電池容量等, 亦以最後負載為準, 而先裝設其應用之一部。此最後年限, 約在設計時十六年至卅年之間。苟斟酌當地情形, 將最後年限, 加以延長, 即無不可, 惟卅年以後, 未有無更張之大計者也。

6.14 用戶線及用戶機之發展與分析 用戶線或用戶機 (Station), 為話務計算之主要成分, 其在最初設計年限內所預測之數量, 應確實而可靠。每一用戶線上, 不僅連絡一機, 如小分機 (P. B. X.) 及合用線之類, 故用戶機數常 1.2 至 2 倍於用戶線數。若用戶機數甚多, 則用戶線數殊難取為計算之張本。依佩耳例, 若機數在線數 1.5 倍以上, 應取機數為根據, 在平常情形之下, 機數亦應明瞭, 俾資參考。

根據過去數年或數十年, 用戶線數及機數發展之趨勢, 用曲線表示之, 因而推測未來數年或數十年後之數量, 為業務人員之工作, 是為業務預測 (Commercial Forecasting)。凡設計及最後年限內之線及機數, 以及用戶性質分類之百分比, 各區域用戶變遷之可能等, 皆應由業務人員

供給之。

用戶線之分析，如住宅用戶，營業用戶，零付用戶，合用線用戶等，最佳宜條分縷析，各示其發展之趨勢，及推測將來發展之境地。蓋此種記錄，雖與話務計算無直接關係，而對於用戶呼叫率之推測，及用戶機件之話務分配，補益至多也。某城內營業用戶已發展至相當程度，如預測將來發展，以住宅用戶之希望較大時，則用戶呼叫率，可望其不致增高。當編排號碼，及編排線鍵或尋線機接頭時，亦須注意及之，以期各組機件內話務分配之均勻。至於合用線，小分機線，鄉線用戶零付用戶等，或需要特殊之選線機，或需要特殊之用戶機件，或需要特殊連絡法如人接座之類，尤應分別列明。

6.15 服務等級之選定 服務等級為計算機件數量之重要標準，必須在未設計前，依照所用機件之制式，及最高當局之意見，先行選定之。現今採用較廣之服務等級，最佳者為千中失一，最劣者為百中失二，大概分為千中失一，千中失二，千中失五，百中失一，百中失二等。如採用服務等級過優，則機件設備數量，所需成本甚鉅。若過低則常予用戶以不良之印象，雖可節省資本，然殊難刺激業務之發展也。權衡其得失，考慮其利弊，宜有所折中之道。

大概設置結構簡要，成本較輕，及與用戶有直接接觸之機件，宜選取較優之服務等級，如初次級線鍵，初次級尋線機之類。蓋其成本固輕，而此類機件在用戶移下聽筒後，即急速工作，送回用戶以撥號音。若等級過劣，常使用戶等候撥號音過久，或不能得撥號音，則多數用戶對於話局之信仰，每因以喪失。反之設備價格昂貴之機件，如選擇機，選線機之類，其服務等級，不妨稍劣，而選線機之等級，可取其最劣者。此不但節省成本，因選擇機類之中繼法，常可担負過載之話務，不致遺誤話務太多也。服務等級既定，第二步必須研究過載之情形。如話務負載增加10%，而仍用如許機件，其服務等級，將降至何等？不致過劣乎？故同時又

必規定在話務過載若干成分時，所容許之最劣等級。

英國郵傳部定千中失二爲各種機件之等級，在過載 10% 時，以不劣於百中失一爲度。美國自働電氣公司，取千中失一爲用戶機件之等級，百中失一爲局間中繼線，及選擇機之等級，百中失二爲選線機之等級。其他製造廠家及話局亦各有其標準，如取千中失一爲用戶機件之標準，百中失一爲選擇機件之標準，頗爲合理。然話局當局，視其經濟能力，容量大小，及將來發展希望等，可自定其應取之標準也。

6.2 話務記錄及其調整 交換制度，設計年限，及用戶機數，既經決定，今當進一步尋求話務記錄，加以考慮，是否有調整之必要，以期適若干年後之話務情形。夫一個城市之繁榮情形，時代，及地段，常有變遷，或常循某種途徑，電話當局，必須與市政當局，工商領袖，取得連絡，而供給話務人員以正確之意見，俾話務人員，得所根據，而調整其話務記錄。

6.21 用戶之呼叫率 由人接局改裝自働局後，用戶增多，用戶之平均呼叫率，因使用電話之便利，隨之增加，此爲必然之事實，話務人員宜加之意焉。其呼叫率之增加，常自 20% 至 80% 以上，視過去之服務程度，及社會需要而定。苟在人接局時，接線異常遲緩，話務異常擁塞，而人接局未能應付新裝之需要，則改自働局後增加之百分比必大。設計者應參酌他局改裝後之情形定之。

在推測最初及最後年限間之呼叫率時，應參考過去呼叫率之變遷趨勢定之。大概除特殊情形，如改裝機件，商業之不景氣更改付費辦法，或交通機關之遷趨等外，常屬穩定。上海電話公司，在一二八戰役後，其呼叫率降低甚多，一年餘始漸恢復。交通部上海電話局，自取消華洋通話費後，其呼叫率大增，卽此例也。但在正常狀態之下，其每年增加率不過 5% 左右，蓋用戶線雖日以增多，而每一用戶，所可與通話之用戶，常爲一定，并不隨用線之增高而激增。換言之，在用戶線已發展至某種程度時，其呼叫率已達飽和狀態也。欲求呼叫率不確切變化趨勢，最好將

用戶線之種類，及每類用戶之呼叫率，加以分析及審核，然後依裝機後之用戶分類狀況，以第(4-1)式求之。

上述之呼叫率，係指忙時呼叫率而言，但尚有每日呼叫率，亦不可忽視者。蓋任何局所之每日呼叫率，當較穩定，易於採取，由忙時與每日之比，可以求出忙時呼叫率，至少亦可供調整之參考。尤其在計算長途話務或長途呼叫時為宜。

6.22 用戶之忙時發出話務 由人接改自働局後，雖呼叫率增加，但每次呼叫之持久時間，則因接綫敏捷，使用便利，反而縮短。人接局之持久時間常在兩分鐘左右，自働局之持久時間約在 100 秒以下。依慣例，用戶之平均呼叫率與持久時間之積，或無變化。欲研究發出話務之變遷，必須明瞭持久時間之變遷，然後與呼叫率合併之。

由呼叫之種類，及每種之持久時間，而定其平均持久時間，如第(4-2)式者，為正常之步驟。第一自働局用戶之佔用（即忙音）呼叫成分，或有加多，但因用戶之未熟悉忙音之意義，持久時間較人接局長。第二自働機件之障礙呼叫亦較人接局之成分多，其持久時間短。第三自働局內常發現非正規之機件動作，如第 4.8 節所解釋者，其持久時間雖短，然足影響用戶機件之話務負載。關於第三點，在自働局初開放時，發現極多，以後即逐漸減少，但究不能完全絕跡。故在計算用戶機件時，應於正常之發出話務之外，加入若干百分比之話務，以容納此類機件動作之話務。其百分比數，可依改裝後年限，加以減少。

6.23 用戶發出話務之分配 用戶在忙時之正常發出話務，分配為特務話務，本地話務及長途話務。在多局制內，本地話務，又分配為本局話務及出局話務兩種，而出局之話務，則分配至各局內。其分配情形，亦應有可靠之記錄，如分配表者，以明示之。在該局忙時之話務分配，雖不能直接用為計算局間中繼線之張本，而組忙時中繼話務，則依分配話務計算之，其計算方式，當於多局制中繼話務之預測內論之。

若改裝自働局後之各局區域及用戶集中方法不變，則分配之百分比，亦無變更，但某局用戶線增多之趨勢，高於其他各局之一般趨勢，則該局之出局話務及由他局之進局話務，顯然必有附帶之增高，其出局話務之百分比如認為不變，則出局話務與發出話務成正比，但其進局話務，則視發出局及該局之發出話務雙方定之。若各局區域，另行劃分，或本無局之處，新設一局，其話務分配之如何決定，實為一煩難之問題，此必須參酌各新局內所包括用戶線之性質，及其舊有隸屬局內之話務情形，而佐以果斷之裁決。

6.24 用戶之接進話務 用戶之接進話務，為接進呼叫率，與其持久時間相乘之積。在單局制內，接進話務，應與本地之話務等，但在事實上，可以增減數成，以計及半途遺誤之話務，但若不計及，亦無大礙。在多局制內，接進呼叫為本局話務與進局話務之總和。然以由各局在組忙時之接進話務相加，則嫌其過多，蓋各路中繼線之組忙時不同，且亦異於該局之忙時也。故所取為計算之記錄，必須能充分代表在該局忙時，每用戶所話受之話務。

接進話務，因其接至不同性質之用戶，宜分別列明。如每單線之平均接進話務若干，每小分機線之接進話務若干，凡其需要特殊選線機之用戶線，皆應分列。在人接局內，其話務記錄，每不能十分完備，則宜根據過去經驗作合理之假定。如假定小分機線之接進話務為平常單線之三倍，則小分機組選線機之話務，可依該組內小分機線數及配合之單線數，與各別之平均接進話務計之。

6.25 長途話務 欲計算長途之話務，必先定長途接線之制度。夫長途之接出也，經登記與接線兩手續，有登記與接線分任者，有登記與接線混合者 (CLR System)。由本地發出至長途之話務，必先經登記中繼線，在登記手續完畢後，即行復原。此項登記中繼線 (Recording Trunks)，或由第一級選擇機之第十層接出 (其號碼為○字)，或由特務選擇

機之某層接出，其持久時間甚短。以前者爲例，此爲話務分配之一部，以後者爲例，則爲特務話務之一部。

長途之接出也，由接線生接至遠地用戶，再撥發用戶之號碼，經長途機件系統 (Toll Switch train)，而叫回發話用戶，其談話也，並不經登記中繼線。長途之接進也由接線生撥受話用戶之號碼，亦經長途機件系統。故長途之發出與接進兩種話務，皆由長途機件系統負載之。長途話務，應記載忙時進出呼叫之總數，及每次呼叫之持久時間，以爲計算長途機件之根據。在多局制中，其登記及接線皆集中於一長途局內，其登記話務，則由各局接進，而接線話務則分配於各局之長途進局選擇機。其記錄之分析與審核，與本地之話務同。

除每次長途呼叫之持久時間外，其登記與接線呼叫之接線時間，亦應明示。持久時間爲計算中繼線，及長途機件之根據，而接線時間則爲計算登記座及接線座數量，及接線生負荷之根據。

6.26 特務話務 特務中之主要者如問訊事務 (Information)，報告障礙 (Repair Service) 及緊急事務 (Emergency) 諸種。每種事務由接線生應付之。用戶撥特務號碼，經特務選擇機，特務中接線，而達特務座。其各種特務之呼叫次數，持久時間，及接線時間，皆應分別列明，以爲計算特務機件，中繼線及特務座之根據。在多局制中，某種特務，係集中於一局，或諸局者，則各別尋求其忙時話務。在規模較小之局內，此類話務甚輕，記錄非所必需，如參考他局情形，設置一座，中繼線 3 至 5 付，亦無不可。

6.27 其他人接話務 自働局內，除特務話務，長途話務，需要接線生應付外。如與人接局之連絡，與城市附近鄉鎮人接電話用戶之連絡等等，或一部自働，或全部人接，應分別依照其交換方式，規定所應有之話務記錄，如以分析及審核，爲計算各種中繼線，及接線座之預備。

由自働至本地人接局之接出話務，經顯號中繼線 (Call-Indicator Trunks) 達人接局之顯號座。由人接局至自働局之話務，經撥號中繼線 (Di-

alling Trunks) 或鍵發中繼線 (Keysending trunks), 達自働局之進局選擇機。此類中繼線之話務, 與自働局間中繼線話務同, 惟顯號機件, 及鍵發機件, 及接線座等之計算, 應有可靠之記錄。致於鄉鎮電話之連格, 在小局內可歸併與特務或長途接線話務, 若此類接線甚多, 或有另設專用接線座之必要。自働用戶, 以撥特殊號碼而達接線生, 接線生以撥號手續而達自働用戶, 接線生復為各鄉鎮用戶互相連格。在人接局內, 無此種複雜情形, 或無詳細之記錄, 則設計者, 應以合理的與安全的假定而預測之。

6.3 用戶機件及其中繼法之設計 用戶機件之設計, 包括初級, 次級線鍵或尋線機, 以及由線鍵接出之中繼線, 故步進制中之第一選擇機, 旋轉制中之繩路機件與登記器, 皆包括於此範圍內。其重要根據為每用戶之平均發出話務率及用戶線。

6.31 步進制初級線鍵之數量 用戶之初級線鍵, 應較用戶線數, 多備 2% 以至 5%, 以資應付用戶遷移, 號碼更改, 及話務重行分配之用。若已採用配線架或局部配線架者, 其預留之數量可較少。

6.32 步進制插入式初級線鍵之中繼計算 由初級線鍵接出之中繼線, 或直接接入第一級選擇機, 或接入次級線鍵, 其中繼計算法同。其計算法, 視所用線鍵制式而異。

插入式線鍵中繼線之尋求, 由主鍵 (Master Switch) 司之, 故僅能由分部複接法, 而不能用分等複接法。以每用戶之發出話務率, 依附表第七, 尋出其每組之線鍵數, 及每組之中繼線數 (大概為 9 個或 10 個), 以線鍵總數, 除以每組線鍵數, 得線鍵組數, 再乘以每組中繼線數, 得中繼線總數, 每組線鍵由一主鍵管轄之, 故主鍵數, 即等於線鍵之組數。若分組後, 尚餘一零數, 不足一組之數者, 則歸納之為另一組, 求其總發出話務。再依完全可用性, 即附表第三, 求該組所需之中繼線數, 亦以一主鍵管轄之。

例如 480 線鍵，其平均發出呼叫率為 .045 叫時，依  $P = .001$ ，則應以 75 線鍵為一組合用 10 中繼線。但  $480 = 6 \times 75 + 30$ ，30 線鍵發出  $30 \times .045 = 1.35$  叫時之話務，應合用中繼線 7。故中總線總數  $= 6 \times 10 + 7 = 67$ ，主鍵數  $= 6 + 1 = 7$ 。

63.3 步進制旋轉式初級線鍵之中繼計算 旋轉式線鍵之尋求中繼線也，由各個線鍵司之，其接排可用分部複接，亦可用分等複接法，其計算法分論之如下。

若用分部複接法，若用 25 接頭之線鍵，其分組計算法，與上節所述者同，不過應根據附表第八，以尋求每組線鍵數，及每組中繼線數。

若用分等複接法，究竟以全局所有線鍵為計算之基礎，抑以若干綫鍵為計算中之單位，視是否採用次級線鍵而定。其用次級線鍵者，以分成小組為較佳。如以 100 線鍵（或 200）為一單位，先求該組之總發出呼叫率，然後用分等複接公式，即附表第九，尋求每組合用之中繼線數，再定其分等方法。由線鍵總數得線鍵組數，因而得中繼線總數。若分組後餘有零數不足一組者，亦歸納為一組，如前節所記述者計算。

但用分等複接法時，亦可由該局所有線鍵之總發出話務，直接尋出其複接後之中繼線總數，然後決定其最經濟之分組方法。惟此法計算所得之中繼線數較少于先分小組而後計算者，故其發出話務應加多若干百分比，以策安全。

6.34 步進制次級線鍵之中繼計算 次級線鍵數量，已於初級綫鍵之中繼計算得之，由次級計算其至選擇機之中繼線時，亦視其接排之如何複接而定。次級線鍵大都採用旋轉式者，故置插入式者不論。

如利用連合可用性之分組複接法，則次級之中繼線，對初級線鍵言，具有連合完全可用性，其中繼線數由用戶之總發出話務，依完全可用性表求之。但在連合完全可用性時，其話務容量，必較小於真正完全可用者，若直接用附表第三，必須將發出話務，除以話務調整因數（Traffic

Adjusting Factor), 得虛擬話務 (Virtual Traffic), 而以此虛擬話務為計算之根據。此因數約在 .80 左右視分組組數而定。附表十示由旋轉式次級線鍵接入第一級選擇機中繼線之負載量, 如用該表, 可以真正發出話務, 直接尋出中繼線數。中繼綫數既定, 當再求其分組方法。夫旋轉式線鍵, 如用其 25 接頭者, 則每組中繼線數最多為 25。先以 25 除中繼綫總數, 得應分之組數, 其小數當然計作一個整數, 然後以組數除次級線鍵總數, 得每組之次級線鍵數, 但各組亦可微有出入, 要在使與總數相符合。

例如 390 次級線鍵, 接入 190 第一級選擇機。因  $190 \div 25 = 7 + 15$  或 8, 而  $390 \div 8 = 49 + 6$  或 48, 故應分為 8 組。  $190 = 6 \times 24 + 2 \times 23$ , 而  $390 = 6 \times 49 + 2 \times 48$ , 於是有 6 組綫鍵, 每組 49 只合用 24 中繼綫。另有兩組, 每組 48 只合用 23 中繼綫。

如用分等複接法者, 先求用戶之總發出話務, 依分等複接公式, 即附表九, 求其複接後之中繼線數。然後定複接方法, 如認為所包括綫鍵過多, 恐計算所得中繼線數太小, 可酌加話務若干成, 或將全局用戶, 酌分若干大組 (如 2000 用戶) 由每大組之發出話務, 求各該組所應有之次級中繼線數。其分排大組方法, 視機件安排方法而定, 要以得接線之經濟及便利為尚。

6.35 旋轉制初級尋線機數量之計算 旋轉制之初級尋線機, 規定為每組 100 用戶服務 (但平常省空出數接頭, 為用戶遷移及話務重行分配之用, 所留接頭, 約為 2% 至 5%), 由每用戶之平均發出話務率, 求出每組 100 用戶之發出話務, 依完全可用性即附表第三, 尋求每組合用之初級尋線機數。如認為分組後, 有組之組忙時話務或大於其平均話務時, 可酌加若干成。

6.36 旋轉制初級至次級尋線機之中繼計算 初級尋線機, 應分配於各組次級尋線機之接頭, 為連合分組法 (Joint Grouping)。由每組之初級尋線機數, 先決定其應分配於若干次級組內, 至少應分配于兩組, 最

第十表 由旋轉式次級線路至第一級選擇機 中繼線之話務容量表

中繼號數	話務負載量	中繼號數	話務負載量	中繼號數	話務負載量	中繼號數	話務負載量
51	25.8	101	60.0	151	95.8	201	133.0
52	26.4	102	60.7	152	96.6	202	133.8
53	27.1	103	61.4	153	97.3	203	134.5
54	27.8	104	62.1	154	98.0	204	135.2
55	28.4	105	62.9	155	98.7	205	136.0
56	29.1	106	63.6	156	99.5	206	136.8
57	29.8	107	64.2	157	100.3	207	137.6
58	30.4	108	65.0	158	101.0	208	138.3
59	31.0	109	65.7	159	101.8	209	139.0
60	31.7	110	66.5	160	102.5	210	139.7
61	32.4	111	67.1	161	103.1	211	140.5
62	33.1	112	67.9	162	103.9	212	141.2
63	33.8	113	68.6	163	104.6	213	142.0
64	34.4	114	69.3	164	105.2	214	142.8
65	35.1	115	70.0	165	106.0	215	143.4
66	35.8	116	70.7	166	106.9	216	144.2
67	36.4	117	71.4	167	107.6	217	145.0
68	37.1	118	72.1	168	108.3	218	145.8
69	37.8	119	72.8	169	109.0	219	146.6
70	38.5	120	73.7	170	109.7	220	147.2
71	39.2	121	74.4	171	110.5	221	148.0
72	39.4	122	75.0	172	111.2	222	148.8
73	40.5	123	75.6	173	102.0	223	149.5
74	41.2	124	76.4	174	102.8	224	150.3
75	41.8	125	77.1	175	103.6	225	151.0
76	42.6	126	77.8	176	104.3	226	151.7
77	43.3	127	78.5	177	105.0	227	152.3
78	44.0	128	79.2	178	115.9	228	153.1
79	44.6	129	80.0	179	116.7	229	154.0
80	45.3	130	80.7	180	117.3	230	154.8
81	46.0	131	81.4	181	118.0	231	155.6
82	46.7	132	82.1	182	118.8	232	156.3
83	47.4	133	82.8	183	119.6	233	157.0
84	48.1	134	83.5	184	120.3	234	157.8
85	48.8	135	84.2	185	121.0	235	158.6
86	49.5	136	85.0	186	121.7	236	159.3
87	50.2	137	85.7	187	122.5	237	160.1
88	50.9	138	86.4	188	123.2	238	160.9
89	51.6	139	87.1	189	124.0	239	161.7
90	52.4	140	87.8	190	124.8	240	162.5
91	53.0	141	88.5	191	125.5	241	163.3
92	53.7	142	89.2	192	126.2	242	164.1
93	54.4	143	90.0	193	127.0	243	164.9
94	55.1	144	90.7	194	127.7	244	165.7
95	55.8	145	91.5	195	128.5	245	166.3
96	56.5	146	92.2	196	129.2	246	167.0
97	57.2	147	93.0	197	130.0	247	167.7
98	57.9	148	93.7	198	130.9	248	168.4
99	58.6	149	94.2	199	131.7	249	169.2
100	59.3	150	95.0	200	132.3	250	170.0

好能儘量分配于所有次級組內，以期得連合可用性。再由初級尋線機數，除以98，得應有次級尋線機組數。（次級尋線機雖有100接頭，但除去兩個留為測驗之用，僅餘98個可用。）然後以用戶之總發出話務，依連合分組法，除以連合分組因數（Joint Grouping Factor），得虛擬話務，以完全可用性法，即附表第三，尋求次級尋線機總數，除以分組組數，得每組次級尋線機數。

其連合分組因數如下：

每組初級尋線機如分配於2組次級尋線機內，其因數為.93

每組初級尋線機如分配於3組次級尋線機內，其因數為.90

每組初級尋線機如分配於4組次級尋線機內，其因數為.86

每組初級尋線機如分配於5組次級尋線機內，其因數為.83

每組初級尋線機如分配於6組次級尋線機內，其因數為.80

在目下配置連合分組時，應注意及於最後年限內之次級組數及機數，俾將來另添組數或機數時，不致紊亂其秩序，或需要甚麻煩之改接工作，

繩路內之第一級選擇機數及登記器選擇機數，與次級尋線機數等。

6.37 旋轉制之登記器計算 登記器之持久時間，僅等於接線時間，故其話務負載，應由用戶之總發出呼叫數，與其本身之持久時間定之。為安全起見，應計入非正規呼叫之機件動作，故其話務較計算所得者，增加10%左右，視設計者之觀念而定。

但登記器選擇機之接排，僅有50個接頭，內有48個可用，兩個留為測驗之用。若話務需要超過48個登記器時，應依有限可用性之分等複接公式計算之，即附表第九。

6.4 選擇機件之計算 選擇機件，除第一級選擇機已於用戶機件中計算外，尚餘選擇機及中間之各級選擇機。其計算之重要根據為用戶之接進話務率，發出話務之分配，及組忙時之中繼話務。選擇機件之中繼，

普通皆採分等複接法。步進制與旋轉制之計算法同，所不同者上級機件之有限接頭數耳。

6.41 選擇機之計算 由用戶線數，首先決定應有之選擇機組數，及各組類別，如單線組，小分機組，合用線組之類。單線組之接頭，應預留5%左右之空閒接頭，以資應付更改號碼，用戶遷移等。小分機組之接頭，最多僅能裝滿70%至75%，一以預留小分機用戶中繼線擴展之地位，一以減輕每組之負載。有時亦可以單線混合裝於小分機組內，其比率以小分機線75%，單線25%為準，連預留接頭在內。

各種選線機組之話務，以在局忙時每用戶之平均接進話務率及各該組用戶線相乘之積得之。若小分機組內係小分機線及單線相混合者，則依其混合之成分及各該種用戶線數相乘之積之和得之。步進制多以100用戶為一組，亦有以200用戶為一組者，旋轉制則以200用戶為一組。

在計算每組選擇機數時，必先明瞭其上級機件之有限接頭數，如步進制之上級機件接頭限於10，最近趨勢有採用雙層20接頭者。旋轉制上級機件限於20或30，視話務需要而定。由每組之接進話務及其有限可用性，用分等複接公式，或附表第九，可以尋求每組之機數，然後規定其複接法。

6.42 單局制中間選擇機之計算 在一萬號之單局內，僅需用第一級，第二級及末級選擇機三級，其中間一級即第二級選擇機，或選百機。若由發出端算起，在用戶總發出話務內，除去特務及長途話務，即分配於各組第二級選擇機者。惟每組所接用戶線數及用戶種類，各有不同，未必一律，故以由接話端回溯而上為妥。

合併十組或不及十組選線機，則接於一組第二級選擇機上。此十組中，有若干組為單線用戶，有若干組為小分機用戶，或其他用戶，以各組接進話務之和，為此組第二級選擇機之話務。以此法計算所得者，與發話端計算者，或微有出入，但較可靠。由此計算所得之話務，依分等複接

公式，可以求出每組應用之機數，及其中繼方法。旋轉制之可用性限於30，步進制限於10或20。

6.43 多局制中間選擇機之計算 在多局制中每局之中間級指第二級（即選千機）與第三級（即選百機）而言。有進局第二級選擇機，由各局之出局中繼線接入，自本局第二級選擇機自本局之第一級選擇機某層接入。其選擇機數等於各局間中繼線數，以在各組組忙時之話務，依分等複接公式計算而得。

容納各組第二級選擇話所授予之話務，而轉分配於各組選線機者，為第三級選擇機，此實為接進話務分配之總樞紐。其話務及機件之計算，與單局制之第二級選擇機同。每組第三級所接受之話務，應以所接選線機組數及接進話務為標準，而不能取用各組第二級所授予之話務之和，蓋各組之組忙時不同，不能皆與局忙時同，且組忙時之中繼話務之和，亦過大於其平均接進話務也。

6.44 由人接局接進中繼線之計算 由人接局接進中繼線之計算法，視中繼線如何由人接座接出而定，若中繼線數不過多，大都為完全可用性之接法。若中繼線多，勢不能不採分組或分等複接法者，在計算中繼線時，應先規定人接座上之複接法。

6.45 特務機件 步進制之特務機件，由第一級選擇機之第一層接出，經特務二級之第一層至特務三級。特務二級除第一以外之各層，皆與第一級之各層相複接。特務三級除第一以外之各層，接出各種特務中繼線，其號碼為114, 115, 等。特務二級之話務，較特務三級之話務，稍多數成，以應付用戶誤觸聽筒之事先電搏（Preliminary Impulses）。其特務二級及特務三級之話務，以局忙時之特務話務為根據（或以各層特務中繼話務在局忙時之和得之），其機件及中繼計算法，與普通選擇機同。

旋轉制之特務話務，由第一級選擇機之第十層，接入特務二級選擇機，然後分配於各層之中繼線，其號碼為01, 02, 03 等。但步進制亦有不採

用一字爲號碼，而用零字者，亦有用 102, 103 等者，視設計前對於整個號碼系統之編排而定。

在計算特務中繼線時，應取每種特務之本身忙時（即事務忙時 Service Busy Hour）之話務爲準。

6.5 自働局所附設人接座之計算 自働局至各種人接座（包括至人接局者在內）之中繼線，由各該中繼線所負載之話務計算，其計算法已如上述。此類中繼線，由各種選擇機之接排上接出，其複接法，與全自働之中繼法同。惟所需人接座數量，則依人接局之話務計算法求之。

人接局各種呼叫之接線時間，以 15.65 秒鐘爲一呼叫單位，以接線時間，除以 15.65 得該種呼叫之單位，即接線係數 (Operating Coefficient)。以忙時呼叫數量，乘呼叫之接線係數，得該種呼叫之話務負載（即若干呼叫單位），然後尋求應設備之人接座數，人接座之話務容量如下：

人接座數	1	2	3	4	5 及 5 以上
每座之話務負載量 (呼叫單位)	150	200	220	225	230

若合併數種事務於一座者，其話務負載，爲在局忙時之話務，而非各事務忙時話務之和，因後者數量較大也。

# 繼電器式自動電話制<sup>®</sup>

吳興吾

摘要:- 先述各種自動電話交換機之主要任務,次述繼電器制自動電話之基本原理,與中繼線分配計劃。末並討論繼電器制之優劣各點。

## 一 引 言

自動電話交換機方式有數種,但任何一種之設計,須能負擔下列各種任務,方切實用,即

- (a) 當用戶將聽話筒取下後,自動交換機須為之接至一對出中繼回線。
- (b) 當用戶撥號後,自動交換機須為之接達被叫用戶。
- (c) 如被叫用戶線未被佔用,交換機必須輸出鈴流。
- (d) 被叫用戶答應後,交換機必須將鈴流停止,而將話流輸達雙方用戶以供談話之用。
- (e) 在談話進行中間,交換機須防止中斷及第三者闖入。
- (f) 當呼出用戶將聽話筒掛上後,交換機須立即拆線並將業經動作之各機件復位。
- (g) 當用戶呼出之被叫用戶線先已被佔用時,交換機須立即輸出一

---

Relay Automatic Telephone System

By S. W. Woo

Synopsis: Relay automatic system is still used in some foreign countries. This article describes the general principle and circuit operations of the equipments manufactured by the Relay Automatic Telephone Company.

顯明易知之「佔綫信號」於呼出用戶。

以上各種任務在新式人工電話交換機中如 feature switchboard, supervice sw. bd 等, 除多一對塞繩由司機生司接續外, 皆因繼電器之作用而完成之。故全用繼電器以製造自動電話, 顯然不成問題, 茲將英國 Relay Automatic Telephone Co. 之繼電器制自動電話原理略述於後, 在熟知步進制及旋轉式自動話之國人閱之, 或以為別有興味乎?

## 二 基本原理

設以目下人工電話交換機之基本原理, 逐一與繼電器制之設計兩相比較, 則後者之成立極易明瞭。當一共電式話局用戶將聽話筒自話機取下, 卽有司機生用應答塞子插入開口, 待詢得所要電話號碼後, 卽用叫號塞繩代為接通。然後此司機生又對付其他用戶。第一圖示一簡略之設計, 用繼電器為媒介可做上述各項動作。為簡明計, 假定此項自動交換機上祇有五用戶。除添加一個撥號盤外, 自動話機與人工電話之共電式話機並無不同。在繼電器制有「記錄器」(recorder) 以代替人工電話之司機生, 司機生在接接通被叫用戶以前, 須將呼出用戶所告之電話號碼暫時記憶; 在相似情形之下, 「記錄器」因繼電器之作用, 將呼出用戶所撥之號碼先行記錄或保存, 然後選擇被叫用戶之回綫而為之接通。圖上所示之中繼線與入中繼線則相當於應答塞繩及呼出塞繩。人工電話塞繩回綫內有振鈴電鍵以發出信號, 並由此回綫供給談話電流於 A, B. 用戶。「繼電器」制機件之如以上作用者稱為 A, B 饋電器 (A and B feeds) 又人工電話中有「話鍵」(可稱為司機生聯接器) 以使司機生電話與塞繩回綫隨時聯通或否, 故在繼電器自動電話制中有「記錄器接續器」(recorder connector) 其作用係當某一呼出用戶佔用一對出中繼線時, 使之有一「記錄器」可以暫時應用。

本制內各部份機件作用既已解釋清楚, 則可以按第一圖研究通話進行步驟。假定第一號用戶欲叫接第四號用戶, 當第一號用戶將聽話筒取



下後，則該戶之局內機件 (Subscribers' Equipment) 內之某一個繼電器即行吸動，於是發生搜尋空閒出中繼線之動作。茲再假設第一對出中繼線業經佔用，搜尋之結果則佔用第二對出中繼線。在第一號用戶線及第二對出中繼交點之「出中繼線接續繼電器」(O.T.C.) 即行吸動，因此將此呼出用戶之回線自出中繼線經 A 及 B 饋電器而達於相聯繫之記錄器接續器。此項接續器因即動作並接通至「記錄器」。此器立即準備承受呼出用戶之撥號電跳 (dialling Impulse) 在此時期，呼出用戶線路已自 O.T.C. 繼電器，出中繼線，「A 及 B 饋電器」暨「記錄器接續器」而達「記錄器」。

上項動作之發生不過在用戶聽話筒取下後幾分之一秒鐘之時間耳。呼出用戶撥“4”號，其產生之電跳經用戶綫——出中繼線——A 及 B 饋電器——記錄器接續器而後至記錄器，經計數及接受。當電跳停止後，記錄器乃選擇其終端接於第四號用戶之一對標示線 (marking wire) 而使之受電。此項動作使第四號用戶之機件自動尋覓一對特殊入中繼線——即其相輔之出中繼線已為呼出用戶所佔用者，然後在第四號用戶線與上述入中繼線交點處之入中繼線接續繼電器隨之吸動，此兩用戶之回線乃相互接通如第一圖上粗線所示者。當此時期，記錄器能使 A 及 B 饋電器輸出鈴流於入中繼線而達第四號用戶。此項任務完成後「記錄器」乃隨「記錄器接續器」之復位 (restoration) 而還原，退出此通話回線，以待其他用戶之應用，同時第四號用戶之標示線亦復原。

當第四號用戶答應後，鈴流停止而 A 及 B 饋電器乃輸出話流以供給雙方談話之用。當雙方談話完畢，各將聽話筒掛上，各種業經動作之機件均依次在一瞬間還原 (de-energized) 而出入中繼綫又可供另行通話之用。

### 三 中繼線分配計劃

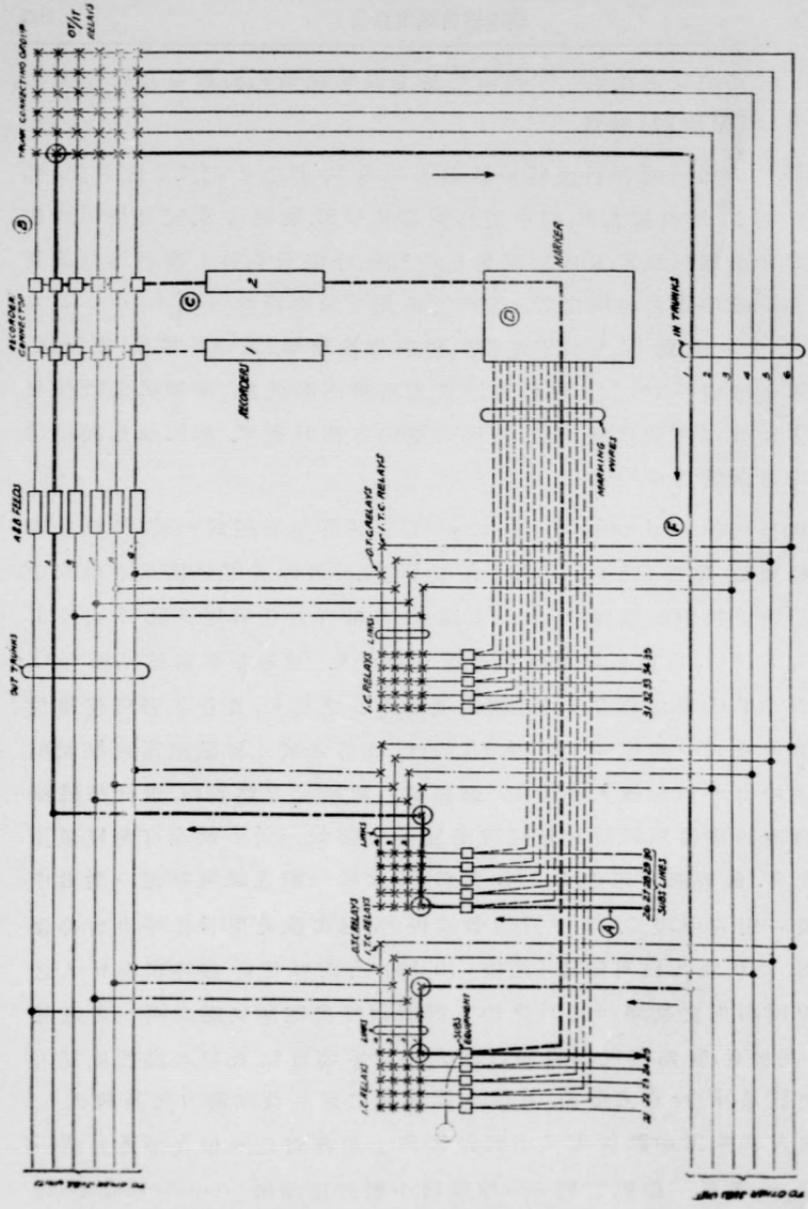
上節所述不過闡明繼電器自動電話之基本原理實際應用之自動電話交換機至少總須數十戶以至千萬戶，若照上節計劃則出入中繼線組之繼電器數量過多，極不經濟，且祇有一個「記錄器」更不切實用，故第一

圖之設計必須設法改進，俾依話務情形而裝設最經濟數量之局內機件，並須增加「記錄器」數量。

第二圖所示為用戶同時通話者不超過 30 戶之中繼線分配計劃，如用戶數更多，規模較大者，則尚須參酌話務情形，實際需要，配置最經濟數量之機件而加以改進。本節所述實用中繼線分配計劃與上節所述假設自動交換機機件儘多相同之點，即亦包括用戶局內機件，O.T.C. 及 I.T.C. 繼電器，出中繼線，「A 及 B 饋電器」，「記錄器接續器」入中繼線及「標示線」。圖上僅有兩個「記錄器」，但當可酌量話務情形而增加。每個記錄器僅在用戶撥號時期內佔用數秒鐘，即行復原備作他戶應用。故記錄器數量遠較同時通話數為少。

用戶機件 (Subscribers' Equipment) 之裝置每五個為一組，每組有四個接續回線，稱為「連線」(links) 此項「連線」乃接於用戶線及中繼線之間；經「連線接續繼電器」(L.C.) 之媒介，每組內之任何用戶線，不論呼出或接入電話時，均可佔用本組四對內任何一對「連線」。每對連線備有 O.T.C. 及 I.T.C. 繼電器各一個。因此項繼電器之作用，此連線乃可任接於出中繼線或入中繼線。O.T.C. 及 I.T.C. 繼電器之簧片接點應用跳線而固定的接於出中繼線及入中繼線。即如第二圖所示之點劃線，但此種跳線儘可以視話務情形而設計分配跳接於各中繼線。一對中繼線可由幾組用戶線合用，如第四圖所示之 4. 5. 6. 對者是。故每一對連線可接達一對出中繼線及一對入中繼線。至接於前者或後者，則當視此用戶係呼出者抑係被叫者。此時我人已可明瞭「連線」(links) 有兩種任務，即呼出與接入之電話均須利用之也。同一用戶之接入電話與呼出電話俱經由同一之連線 (link) 及機件，實為繼電器自動電話之一種重要特點。此項特點能使局內機件之數量減少，效力增高。蓋因上述回線之話務負載能力增高故也。

我人當知出中繼線與入中繼線實際上並非固定的相互接通如第一圖所示者，蓋經一組繼電器——即所稱中繼線接續組 (trunk connecting



○.....RELAY AT REST  
 .....LINK CONNECTING RELAY  
 I.T.C.....I.T.C. RELAY  
 I.C.....I.C. RELAY  
 ○I.T.C.....OUT TRUNK  
 ○I.C.....OUT TRUNK  
 ○I.T.C.....OUT TRUNK  
 ○I.C.....OUT TRUNK  
 ○I.T.C.....CONNECTING RELAY

TRUNKING SCHEME

FIG. 2

THROUGH-RING SUB 26 IN CONNECTION  
 FROM WITH SUB 25  
 I.T.C.....I.T.C. RELAY  
 I.C.....I.C. RELAY  
 TRUNKING RELAY  
 JUMPER WIRE CONNECTION

group) 之媒介, 任何出中繼線可與任何入中繼線相互接通通話。所有用戶機件 (subscribers' equipment) 均各有專用標示線 (marking wires) 接至一個繼電器單位, 即所稱標示器 (marker)。標示器之功用僅為記錄器佔用片刻, 俾得由標示線以達所叫接之用戶機件。有 1000 用戶線之自動交換機, 有一個標示器已足敷用。當用戶撥號完畢, 此器立被記錄器佔用, 但其佔用時間決不超過小分數一秒鐘 (a small fraction of a second), 而且與用戶之動作毫無關係。假定用戶撥號完畢時此標示器 (marker) 業被佔用, 則呼出之電話亦不致失效。惟動作暫時停頓片刻, 以待此器之可以應用耳。又如被叫用戶線業已佔用, 則其標示線不能再動作, 記錄器既不能完成標示動作 (marking operation) 則使 A 及 B 饋電器內之「佔綫回音繼電器」動作, 輸出「佔線音」於呼出用戶。當佔線回音回線成立後, 記錄器遂即還原, 備受其他任務。至第二圖各部機件於通話進行時之詳細動作, 因限於篇幅, 祇得從略。

#### 四 結 論

此制之優點, 在全用繼電器, 其機械動作部份, 不過繼電器之吸動, 故其動作極為迅速, 自然並無聲響。且繼電器之動作距離絕小, 重量極輕, 惰性甚小, 故機械損蝕極微。再者繼電器之製造, 在機械方面言之, 較諸他式應用旋轉或上升動作之機械, 簡易實多。弱點則在中繼綫之組合 (trunk group) 太小, 局內機件數量需用較多, 未免不經濟耳。惟以此制製造私用自動小交換機, 則製造較易, 或亦有提倡之價值乎?

# 依力伸式調車電話說明<sup>①</sup>

閔 乃 大

摘要：一 浙贛鐵路所裝之依力伸式調車電話，頗有其優良之點。本篇述該式之電路工作情形，並用圖解說明之。

## 一、導 言

依力伸式之調車電話，設一調車站總機，(Train Dispatcher) 及若干路車站電話機。調車員可撥號叫通任何路車站。而路車站如將聽筒提起，即能與調車員通話。此式調車電話機，用選擇機 (Selector) 以選擇各路車站之線路，而以電鈴使其注意。苟各路車站同時將聽筒提起，則可同時聽聞每站之通話。查鐵路調車通話，實無祕密之可言。且有時調車員需同時叫通各路車站，故有此種電路之計劃。當路車站電話機與調車站通話時，線路並不為其所佔，蓋同時各分站，均可叫通調車站也。在事實上，同時叫話者甚少，是以絕無干擾之弊。路車站與路車站間，如欲互通時，可請由調車站代撥。茲為易於明瞭起見，將全部電路，系統的分為七部說明之。

一、調車員電話機 (Dispatcher's telephone)，作為該員通話之用。

---

Train Dispatching Telephone of Ericsson System

By N. T. Ming

Synopsis: This system is adopted by the Chekiang-Kiangsi Railway between Yushan and Nanchang. Any waystation can communicate with the dispatcher by simply taking off his telephone. Dispatcher can call any way station by dialling. If he dials a special digit, a general call for every way stations is obtained. Group call for several way stations in that group is accomplished in the same way. All talking batteries are supplied locally. 150—Volt is used for signalling purpose.

二. 綫路機件 (Line equipment) 此部裝於調車站, 專為控制路站之電話及傳話之用。

三. 放大器 (Amplifier), 用以將話音放大, 使全室內均能聽得。

四. 選擇機及其路站電話機, 有固定與可搬動兩種, 此處專論固定者。二者均受綫路機件之控制, 而接至所需要之路站電話機。

五. 可搬動電話機及選擇機, 此機與上述者之用途相同, 惟可自由移動, 故其內部設置, 亦稍有差異。

六. 編號之方法。

七. 裝置情形。

## 二. 調車員電話機 (參見圖-1)

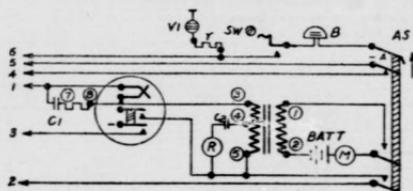


圖 - 1

調車員電話機, 設有電鈴 B 及號燈 VI 各一。號燈裝於座傍, 為叫話時之信號。調車員離座時, 可將開關 SW 關上, 藉鈴聲作叫話信號。茲假定路站電話機之話筒提起, 則 La 及 Lb 相連接。(參見圖-3, 4, 5) 因之繼電器 R<sub>1</sub> 吸合。其電路為: 正極 (+), R<sub>1</sub> 上部線圈, Tr<sub>1</sub> 之 3-4 線圈, R<sub>2</sub> 之原接點 (back Contact), La 及 Lb 之已連線路, R<sub>2</sub> 之原接點, Tr<sub>1</sub> 之 7-8 線圈, R<sub>1</sub> 下部線圈, 而至負極 (-)。待 R<sub>1</sub> 吸合後, 有電壓經線端 6 及電阻 r 而施于 VI 於是 VI 發光, 示有路站電話機叫話。如將開關 SW 關上, 除 VI 發光外, 且有鈴聲表示。其電路: 經開關 SW 之合接點, 電鈴, AS 上部彈簧之原接點, 而至負極 (-)。直至調車員接話後, 因其話筒上提, AS 向上。(參見圖-1) 將彈簧之原接點分開, 因之鈴聲停止。於是兩處即可通

話。調車員方面之通話電路為：綫端 1, 2-1 線圈,  $C_2$ , 6-3 線圈, 2, (以上參見圖-2) AS 之合接點 (make Contact), 聽筒 R, 電容器  $C_2$ , 4-3 上部線圈, 而至電衝彈簧 (Impulse spring) 之原接點, (以上參見圖-1) 音波因之自感應綫圈 Tr1 傳至路綫綫路中。

### 三. 線路機件 (參見圖-2)

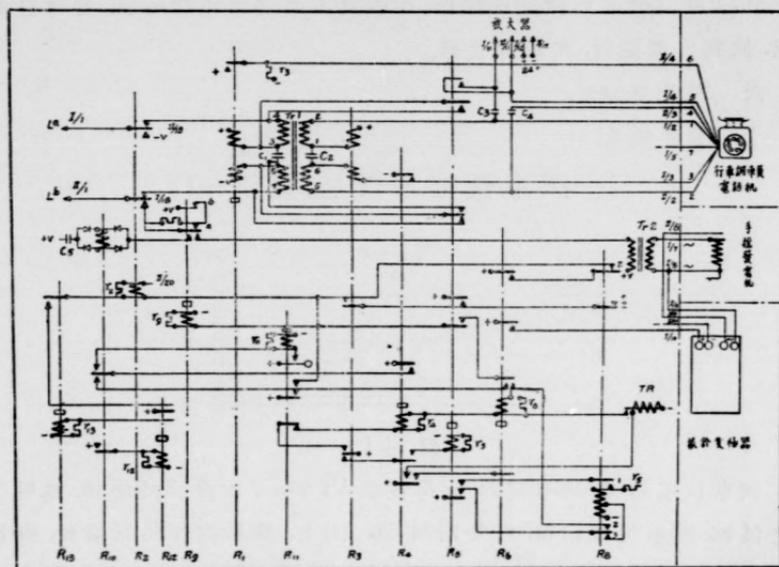


圖 - 2

此項機件, 僅用於調車站。通話時或呼叫路綫話機時用之。凡繼電器所表示之字母, 均用一一綫引至圖之底部, 該綫所及之處, 即示其効力所及之範圍。繼電機上方或下方有長方塊者, 示其遲緩作用。長方塊中, 以叉及墨色表示其遲緩作用之程度。

設調車員欲與任何路綫話機通話時, 該員將話筒提起, 則 AS 向上, 1 與 2 兩綫因此連通, 撥第一碼號, 盤 (dial) 被撥動, 負極經“離常彈簧”

(off normal spring)至綫端3,  $R_3$ ,  $Tr_1$ 之6-5綫圈, 綫端2, AS合接點, 離常彈簧, 綫端1,  $Tr_1$ 之2-1綫圈,  $R_3$ 綫圈, 而至正極, 故 $R_3$ 吸合。因此 $R_4$ ,  $R_2$ 相繼吸合。 $R_2$ 之吸合電路如下: 正極,  $R_8$ 之原接點,  $R_3$ 之合接點,  $R_2$ 之線圈而達負極。 $R_4$ 之吸合電路為: 正極,  $R_3$ 下部之合接點,  $R_{11}$ 之原接點,  $R_4$ 之線圈,  $TR$ 之原接而達負極。 $R_2$ 吸合後, 即有電衝流 (Impulse Current) 送出, 使各路站之選擇機繼電器  $S_1$  及  $S_2$  吸合, 其電路為:  $I/18V^+$ ,  $R_9$  之原接點,  $b, a, R_2$  下部之合接點,  $Lb$  (以上圖-2),  $b$ , 繼電機  $S_1, r_2, Re\ l, a$  (以上圖-3)  $La, R_2$  之合接點,  $-V^{II}/18$  (以上-4圖)。當號盤回原時, 綫端3仍與號盤連接, 負極仍通至綫端2。但因電衝彈簧按數字而截斷, 故綫端1與2時斷時合, 有相當數目之電衝流送至各路站。各路站選擇機亦按之跳過相當步位。其詳細作用及電路如下:

當電衝彈簧第一次斷路時,  $R_3$  即復原, 其合接點均變為原接點, 因之 $R_3$ 上部之合接點分開。 $R_2$ 亦因之復原。電衝流不再加置  $La$  及  $Lb$  上。時 $R_4$ 之電路雖因 $R_3$ 而中斷, 但以其為緩放, 故仍保持其吸合狀態。同時經過 $R_3$ 下部原接點之正極, 經 $R_4$ 之合接點, 輸至 $R_5$ 而達負極, 因之 $R_5$ 吸合。自 $R_5$ 之合接點, 輸電至 $R_8$ 之下部綫圈內, 因之 $R_8$ 將接點1吸住。但因過 $R_8$ 電路之電阻較小, 電流仍大部自原路經過, 小部由合接點 $R_8\ l$ 經電阻 $r_8$ 。 $R_5$ 係遲緩繼電器, 故當 $R_3$ 復行吸合時, 其電路雖斷, 而作用如常。及其將失作用,  $R_3$ 又已還原而供以正極, 因電衝彈簧之斷路為時極短也。當 $R_3$ 復行吸合,  $R_2$ 亦吸合。因之輸出衝電流至各選擇機, 使該機前進一步。如斯至最後之電衝彈簧斷路後, 緣 $R_5$ 遲緩作用之故, 仍有一最後衝電流輸出, 故選擇機能按數字動作。當最後衝電流輸出後,  $R_2$ 不再復原, 少頃,  $R_5$ 復原。因之 $R_8$ 線圈內之電勢亦改道往 $R_4$ 合接點,  $R_6$ 原接點,  $R_8\ l$ 之合接點,  $R_8$ 全部線圈, 至負極。 $R_8$ 全部彈簧被吸合。 $R_2$ 因 $R_8\ 2+$ 合接點分開, 不得不復原。送至各站路之電衝流以是截斷。所有之選擇機除所撥號碼之一組, 因有節制棘齒輪之掣 (Ratchet)

針制棘齒輪 (Ratchet wheel) 外，餘均回復原狀。

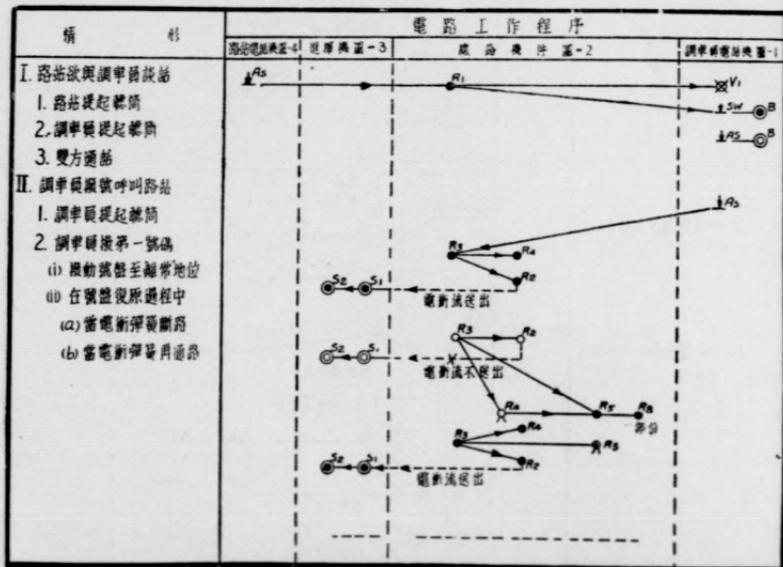
第二號碼係由  $R_5$  及  $R_2$  之作用，次第傳出，使選擇機按號碼而跳過相當步位。當號盤旋轉時，其電衝彈簧第一次截路，使  $R_3$  復原。 $R_5$  則因之吸合。當電衝彈簧再接時，因  $R_3$  有遲緩回復作用，故  $R_2$  又復吸合。因之輸電衝流至路站。如此至最後電衝流斷路後，仍送出一電衝流，其詳情一為前述。當  $R_5$  於撥第二號碼後而吸合時， $R_6$  亦吸合。因之使換極器 (Polechanger) 開始作用。前者之電路為自  $R_4$  或  $R_5$  之合接點，經  $R_8$  2 下部合接點， $R_6$  線圈，至 TR 原接點，而達負極。後者自正極， $R_6$  之合接點，輸電至換接器。當第二號碼撥畢後， $R_5$  復原。 $R_8$  因  $R_6$  較  $R_5$  後復原，亦行復原。同時  $R_9$  亦因  $R_5$  復原後，而得將電路連通。其電路為自  $R_4$  合接點之正極， $R_{10}$  之原接點， $R_6$  之合接點， $R_5$  之原接點，及  $R_9$  之線圈，而達負極。因  $R_8$  為快作用繼電器，故當  $R_5$  復原而  $R_2$  行將復原時， $R_8$  之上部兩接點 2 立即接上正極，使  $R_2$  仍維持吸合。當  $R_9$  吸合後，鈴流即自換極器經  $Tr_2$  之感應作用，同時與電衝流疊置的輸出。兩者皆經  $R_9$  之合接點，分至各路站。該電衝流，係使選擇機之繼電器  $S_1$  及  $S_2$  維持吸合狀態。當鈴流開始時， $R_{10}$  即吸合。使  $R_{11}$  亦吸合。其電路經  $R_4$  之正極及合接點， $R_{10}$  合接點，至  $R_{11}$  線圈。 $R_{11}$  有自鎖電路，能自供電勢。自  $R_{11}$  吸合後，即供  $R_2$  及  $R_6$  吸合之電勢。蓋  $R_6$  原有之供電電路，因  $R_{10}$  吸住後而截斷。 $R_{11}$  為遲緩繼電器，然  $R_6$  亦為遲緩繼電器，故  $R_6$  仍不復原。 $R_{11}$  又將  $R_4$  供電之電路截斷，使其復原。隨使  $R_3$  復原。同時  $R_{12}$ ， $R_{13}$  因  $R_{10}$  吸合，而次第吸合。當  $R_{11}$  所附之擺擺動約三秒鐘後，即使該繼電器復原。因之  $R_2$ ， $R_6$  復原。 $R_9$  因  $R_6$  之故亦復原。如此鈴流為之截斷。 $R_{10}$  亦復原。凡非末號一組之選擇機，均回至原狀。其為節制棘齒之掣所制者，因  $R_{13}$  遲緩復原之故，復使  $R_2$  吸合，又送出電衝流一次，使該棘齒輪多進一步。待  $R_{13}$  復原後， $R_2$  復原，此時路站之線上又無電流，因之選擇機均退回原位。

圖-2 之左邊中部所示之手搖發電機，用以代換極器者。再設調度員僅撥第一號碼，因故而停撥第二號碼，則  $R_3$ ， $R_4$ ， $R_8$  1 及 2 仍保持吸合。約一分鐘後，由 TR 之熱接觸 (Thermal Contact) 關係，因之使該三繼電器均復原，免線路之永被佔用。

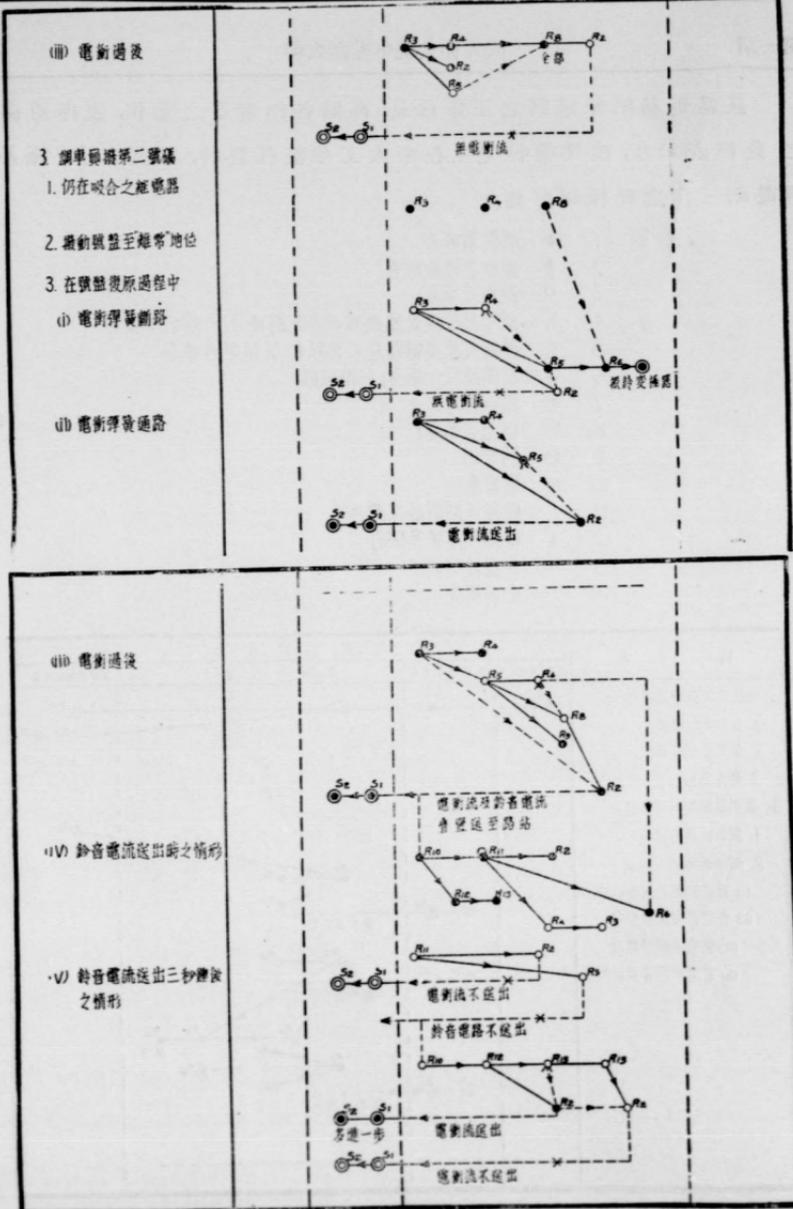
茲為更易明瞭電路之工作起見，再將各繼電器之動作，依序用圖表之。此種表示法，前沈秉魯先生在浙大工學院任教時，試用已久，極易理解電路工作之前後程序焉。

- 記號
- 1. ● 繼電器吸合
  - 2. ⋈ 繼電器遲緩吸合
  - 3. ○ 繼電器復原
  - 4. ⋈ 繼電器遲緩復原，故其吸合電路斷後，一時仍不復原
  - 5. ⋈ 遲緩復原繼電器在未復原前，又加吸合電路
  - 6. ⊙ 繼電器吸合後，有自鎖電路
  - 7. ⊙ 電磁石等吸合
  - 8. ⊙ 電磁石等復原
  - 9. ⊗ 號燈暗
  - 10. ⊗ 號燈亮
  - 11. ↓ 電鍵或開關等不閉合
  - 12. ⊥ 電鍵或開關等閉合
  - 13. → 有直接關係
  - 14. - - - 亦有關係

圖一甲



圖一乙



圖一 2

### 四. 放大器

此器裝一揚聲器, (Loud Speaker) 調車員可在室內任何一部聽出傳來之通話。為防止揚聲器之聲抗作用 (acoustic Reaction) 而影響話筒, 故當話筒提起時, 放大器即與線路分開。放大器真空管之 A 電池, 即為綫路器之 24V 電池。其 B 電池為 240V 之乾電池, 裝於放大器外架盒之底部。放大器最後一級係乙式放大, 板極流之消耗甚微。

當調車員發電衝流時, 線圈 Tr1 為繼電器 R5 短路, 無令人不快之電衝聲發出。

### 五. 選擇機及其路站電話機 (參見圖-3,4)

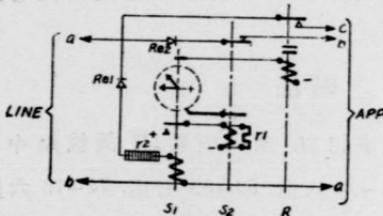


圖-3

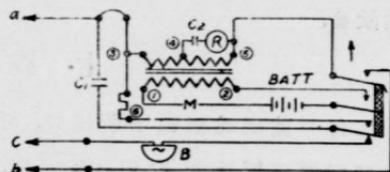


圖-4

此機有兩主要繼電器  $S_1$  及  $S_2$ 。另有一繼電器  $R$ 。  $S_1$  及  $S_2$  控制兩棘齒輪之型。  $R$  能接合鈴音電流至路站電話機。  $R$  為遲緩吸合式, 故當輸電衝流時, 各站之選擇機凡有棘齒輪上之電帶 (Wiper) 掃過歸原接點 (Normal Contact), 因而使  $R$  繼電器之電路暫連者, 均以為時過促, 不及吸合。待選擇動作停止, 某站選擇機之電帶與舊原接點, 有較久之連接, 方能吸合, 而將該站之鈴路接通。

## 六. 可搬動之電話機及選擇機 (參見圖-5)

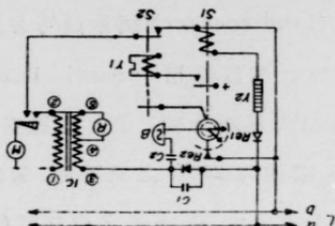


圖 - 5

爲使此機輕便易帶，故頗精小。因 R 既佔地位，又加重量，故將其省去。鈴之一端與齒輪之中心相接，每於其同組中（即同十位號碼之一組）有一被叫時，其第二號碼較該被叫者爲低（如叫者爲 67 則其低者爲 63 及 65 等……）之路站話機，均有片時之振鳴。此實由於必經過該話機之接點故也。

## 七. 號碼之編法

每一號碼爲兩數字所組成。兩數字相加，至少須爲 11。故綫路中之電話器號碼編法如下：01-08 八處，92-99 八處，83-89 七處，74-79 六處，65-69 五處，55-69 四處，47-49 三處，38-39 二處，29 一處，共計四十四處。如調車員欲同時叫通全綫電話，可撥 00 兩字。如欲叫通第一號碼爲 8 之任何一組中之所有電話，則所撥兩數字相加必等於 9。例如欲叫第一號碼爲 4 之一組中之所有電話，先撥 4，再撥 5 可矣。

各號碼之區別，依選擇機棘齒輪上所裝二電帶 (Wiper)，之位置不同而定。該二電帶爲“綫路電帶”，用以接合至一定路綫之路線上。一爲“全組電帶”，與“歸原接點” (Normal Contact) 有九棘齒之距離，用以叫通全組電話。設號碼爲 39，則自棘齒輪之歸原接點（參見圖-3）數過十二棘齒，有一綫路電帶，其端有接點。如棘輪轉至第十二棘齒，即棘齒墜落

至第十三齒槽時，線路電帶即與該線路接連。如屬固定電話機，則 R 繼電器之電路連通，因之鈴流接至話機之電鈴。如屬可搬動者（參見圖-5），則直接接至電話機之電鈴。設號碼為 59，則歸原接點與線路電帶相隔為十四棘齒，餘可類推。但因第一字撥後，線路機件中之  $R_2$  即失作用，因之路站綫路上無電衝流， $S_1$  復原。故當第一號碼最末之電衝流送出後除使棘齒跳過一齒外，並因棘齒輪上附着之小針與  $S_2$  伸出之小柄藉磨擦力而相鉗制。棘齒即停于該棘齒輪之槽中。當第二號碼撥動，送出第一電流時，以其推動棘齒之力欲過其磨擦力，除釋放此種鉗制外，並前進一齒。

## 八. 裝置情形

當綫路機件（參見圖-2）裝於牆上後，則將  $R_{11}$  繼電器上用綫所縛定之擺彈簧拆去。按各綫數字之指示與調車員之電話機（參見圖-1）接上。手搖發電機及放大器均按圖上所指示之線端而接合。再將路站綫路接至接頭板之頂部，供電線自 24V 之電池接至接頭板之底部。150V 電池之負極接至線端 II/18，其正極接至保護繼電器之綫端 6。線端 4 接至線路機件之端 I/18。如於線路上欲裝下落號牌（drop indicator）可將其橋接于保護繼電器之 5 及線路機件之 II/18 兩端。號呼機 4 及 6 兩端接至路站線路。其正負極兩端接至 21V 電池。路站電話器之選擇機（參見圖 3）裝於牆上。並與電話機（參見圖-4）按線端之標誌接合之。4½V 電池接至端 10 及 11。線路接至 7 及 8 兩端。

至於可搬動之電話機（參見圖-5）其 4½V 濕電池置於電池匣內。當該話機需用時，將線路接至端 La 及 Lb. 可矣。

# 浙江省電話事業之回顧與前瞻<sup>⊗</sup>

趙 曾 珏

摘要：- 本篇概述浙江省電話局之過去工作及其未來計劃。每部份皆分長途工程市內工程及業務三方面論之。

浙省電話事業自民國十七年創辦以迄今日，經積極推進，全省電信網已粗告完成，各地城鎮電話以及鄉線電話，均陸續建造，亦具相當規模。茲篇所述者可分為二部，(一)過去工作，(二)未來計劃。

## 一． 過去工作

過去工作除大部份業為一般社會人士所明瞭，擬不再贅述外，茲將最近一年改進工作之概況特擇其重要者分為(1)長途工程方面，(2)市

---

### The Past and Future Developments of the Telephone Services in Chekiang Province

By T. C. Tsao

Synopsis: The Telephone Administration of Chekiang was organized in 1928. Up to the present, there are 62 toll exchanges owned and operated by this Administration. The No. of cooperated public-stations amounts to 350. Total toll mileage is 8,500 loop km. linking the counties of the whole province and the No. of toll calls is 100,000 monthly. 2,700 automatic lines of Rotary system was installed in Hangchow in 1931 and was put into service on April 1, 1932. Two repeaters of 22-type have been adopted two years ago and there will be two additional circuits for interprovincial communications. Carrier-wave equipments are being installed between Hangchow-Wenchow and Hangchow-Ningpo. The 500-line extension of Hangchow main and 500-line automatic system for Zakow layout are now under consideration and expected to be put into operation before the end of 1938.

內工程方面，(3)業務方面，分別概述如次：

(1) 長途工程方面 長途工程部份工作，雖因工程經費拮据，然仍能依照預定計劃積極推進。

i. 長途話線 長途話線計完成長安至崇德分線計長十對公里，嘉興至桐鄉分線計長二十七對公里，武康至吳興段杭湖幹線計長四六·六對公里，臨平至塘棲分線計長一六·五對公里，杭紹幹線計長八六對公里，寧波至臨海段甬溫段幹線計長七三對公里，奉化至寧海段甬溫幹線計長四六·二四對公里。

ii. 邊防話線 邊防話線計完成昌化至威坪邊防線計長九三對公里，泗安至梅溪邊防線計長一七對公里，孝豐至西天目邊防線四三對公里。

iii. 鄉線 鄉線計完成麗水至太平鄉線計長一三對公里，蒼江至靈溪鄉線計長一九對公里，永嘉至朱塗鄉線計長三二對公里，黃岩鄉線計長八四對公里。

以上各線合共計長六百餘對公里。

(2) 市內工程方面 杭州市電話原由杭市商辦電話公司經營，自經浙省建設當局飭由浙江省電話局接管，並于二十年間改裝自動電話後，銳意改革，用戶自一千二百戶，遞增至三千戶。自動電話因較人工接線迅捷而鮮錯誤，裝用以來，各界咸稱便利。杭州市自動電話一年來之改進工作有如下述：

i. 增加局內機件 問詢台之工作，頗為繁忙，乃將該台(○三台)原有之電路，設法增加，並添派值班人員，以增服務效能。並鑒于用戶關於長途電話詢問，其需要較之市內電話尤為殷切，特添設一長途電話問訊台(即○九台)，以便杭市民衆詢問時，可以隨時詳為解釋。又為避免拱宸橋北支局至總局電話擁擠起見，乃在總局方面增加來局第二選擇機電路六副，以資舒展。

ii. 擴充外線 杭州市內用戶，歷年進展極速，原有線路及總配線架，均感不敷應用，現除增加架空電纜二百餘對公里，以資補救外，並進行添裝總配線架及地下電纜。現皋安橋及和合橋兩處，市屋櫛比，設遇火警，危險特甚，經將前項架空電纜，改為地下電纜，以策安全。

(3) 業務方面 浙省長途電話，自十七年三月間進行籌備，于十八年五月間開始營業，經八年經營，截至最近止，線路遍佈全省，營業局所計有杭州總局一處及各地分支局六十二處，代辦所三百五十餘處，長途話線總長八千五百餘對公里。(參見插圖) 通話次數逐月增加，最近每月達十餘萬次，收入逐年增加，現在經營之主要業務，茲分別述之如后：

i. 長途電話業務 省內各縣話線，早于三年前架設完竣，定海南田兩縣因孤懸海中，工程浩大，尚在計劃籌建中，故省內通話甚為暢達，以後仍當本服務之精神，努力設法改進。一面繼續興建各縣鄉線電話，及致力于與江蘇福建江西安徽等鄰省電話之互通，最近一年來重要長途電話業務工作為：(甲)興建黃岩縣下梁楊府廟等鄉村鄉線十一處，紹興縣湯浦鄉線一處，麗水縣太平鄉線一處，永嘉縣朱塗鄉線一處，及接收瑞安縣縣辦鄉線馬嶽等鄉線七處，均分別設立代辦所。(乙)完成東南五省省際通話。(丙)設立臨浦及鯊江兩支局。(丁)委託奉化縣政府電話局代辦奉化縣長途電話。(戊)增訂長途電話預約通話辦法。(己)辦理免費傳接龍泉麗水泰順等二十四縣剿匪軍用電話。

ii. 市內電話業務 杭州市內電話自經省電話局接管，並改裝自動電話後，用戶激增，在二十一年一二八滬戰時，營業稍受影響，二十三年大旱為災，社會經濟衰落，電話業務亦殊平淡。其後稍見起色。歷年營業狀況尚呈穩定現象，收入逐漸增加，所有應付中國電氣公



司之機件債款，均能按年如期拔還，最近一年來計又增加用戶一百三十餘戶。其最近一年工作概況如下：(甲)減低湖墅江干兩區裝機費，均照原價減除十五元（原為三十元者，現改為十五元，與城區同）。(乙)新年正月舉行優特新裝用戶裝機費減收半價一個月。(丙)七月間舉行免收裝費新戶一百戶。(丁)增訂合用電話辦法。(戊)增設杭州市各處公用電話代辦所。

iii.城鎮電話業務 浙省所經營各地城鎮電話，計有蘭谿、金華、衢縣、永康、諸暨、麗水、瑞安、海門、嵊縣、慈溪、蕭山、餘杭、烏鎮、長興、莫干山、常山、江山等十七處。因範圍較小，辦理較易，其一切工程營業章則，均尚妥善而合理化。轉接長途電話，音質清晰響亮，且費用低廉，裝戶增加頗速。計二十五年一月至十一月間，淨增用戶一百三十三戶，爰將一年來工作概況分誌如下：(甲)減低裝機費一律為七元五角。(乙)規定五十戶以下各局裝機費緩收辦法。(丙)七月份舉行免收裝費新裝戶每局十戶。(丁)改訂餘杭、烏鎮、長興、常山等局月租費，不論甲乙種，一律為二元五角。

## 二· 未來計劃

(1)長途工程方面 關於長途工程方面之計劃有如下述：

i.機件與線路擴充工程 全省分支局所，星羅棋佈，通話次數，增益不已，現有線路機件，頗感不敷應用。不得不視各分支局話務繁忙情形，先後加以添設，例如交通部之瑞安至福州線，江山至南昌縣，次第完成。為聯絡通話起見，先擬架設臨海經黃岩至永嘉話線，及蘭谿至江山話線。又浙南各重要區中心局，規劃及添裝增音機，以求浙南邊僻各縣通話亦得清晰。再定海乃東海孤島，我浙屏藩，且為海航要津，該處電話之完成，與陸地通信之聯絡，實屬刻不容緩。過去以限于經費，雖有計劃，未能實現。刻正與地方當局商洽進行，以期促成。

ii. 繼續擴充鄉線 鄉線電話，非特關係內地生產事業與文化之發展，且值茲浙省府對於內地農村經濟積極開發，保甲制度努力推行之際，其使命尤異常重大。過去已成鄉線，頗有相當成效，現擬定凡有農村特產及人口繁盛之鄉鎮，一律參照原頒「建設鄉村支線電話規則」，盡力協助完成各縣鄉線電話網。

iii. 杭溫杭甬線加裝載波設備 浙省各縣話線，雖次第完成，顧因通話擁擠，用戶傳話之待候時間，亦因以增長，殊礙話務之發展，如一一添設話線，于經濟上又感負擔過鉅，茲擬先在杭溫杭甬各線，分別裝置E<sub>1</sub>及E<sub>2</sub>式載波電話設備，以利用原有線對，可不必加掛話線，而收增多通話線路之功效。此項機件已向上海西門子洋行訂購，E<sub>1</sub>部份業已運滬，于二十六年二月一日，即可應用通話，六月底以前，E<sub>2</sub>式亦可裝竣。

iv. 蘭谿永嘉各處裝置長途增音機 查長途線路長者恆達七八百公里，因之遠距離通話，在音量上難免稍有遜色，浙省近因省際通話陸續開放，線路既長，傳輸損失，亦隨之加大，為謀通話益求清晰起見，除杭州總局已裝置增音機二架外，擬在各重要線中心局如蘭谿、永嘉各分局，各添裝增音機一具，此項機件業已訂購可于二十六年六月裝置應用，零售處所之話機旁，則裝置終端放大器，以擴大音量，而補償線路上音量之衰耗。此項增音機，杭州方面已試用滿意。

## (2) 市內工程方面

i. 增加總局用戶機 杭州市電話以歷年來裝戶踴躍，原有自動機號，不久裝滿，為謀適應社會之需要起見，決定計劃增加總局用戶機五百號，以免裝戶向隅。

ii. 增加外線 查二十四年二十五年擬行擴充外線計劃中之材料，已前後運到，故增加303對地下電纜三根之工作，正在推進中。

- iii. 閘口區改裝自動電話 錢江大橋工程，本年內即將告竣，將來南星橋及閘口一帶商業之發達，必可預期。現閘口南支局，尚採用人工接線制，非特與總局及北支局銜接不便，且礙及日後之發展。業經擬具計劃，改裝自動電話五百號，呈廳撥款辦理。
- iv. 擴充長途交換台 長途交換台為重要工作之一部份，惟以原有房舍尚嫌狹隘，擬於最近期內，設法遷至較大房屋，一俟所需材料採購齊備，該台即可開始移裝。
- v. 擴充測量枱及長途試線設備 測試線路，原設專台，惟因線路增加極速，故舊有之測量枱，亟待計劃擴充。一面並在最低限度內，力求長途試線設備之完善，藉增效率。

### (3) 業務方面

- i. 改訂營業章程 浙省長途電話東南五省已能互通，且遠達武漢，預計在最近期內，當可與全國各重要地互通。一切章則自應力求一律，以資便利。除通話時間因浙省內地民衆尚未熟諳使用電話智識，暫難改用三分鐘制外，其他一切辦法，已參照交通部規定擬訂新長途電話營業章則，不久公佈實行。
- ii. 試辦委託通話 各地民衆使用長途電話，多有僅謀報告行止毋庸互談者，用戶對於待候通話需時較久，或因被叫人因事外出傳喚不到情形，諸感不便。為適應民衆此種需要起見，特擬訂委託通話辦法一種，不日即可實行。
- iii. 添設特種用戶 杭州市民頗多有裝用電話之需要，但使用次數有限，如照甲種用戶請裝電話，又感月租費一項負擔過鉅，因設特種用戶，不收裝費，租費僅月收四元，惟限制使用電話一百次，如每月次數在一百二十次之間者，即改收四元五角，餘則依次類推。此種用戶，預算二十六年三月即可見諸實現。
- iv. 實行電報報號 長途電話雙方用戶通話前，發話局應先將雙方通

話用戶之姓名住址，詳細報明，需時甚久，此點為一般電話局所感覺困難者。為謀補救起見，特擬採用電報報明姓名住址，以節線路佔用時間。按該項電報，即在用戶通話時亦可照常拍發，故極為便利。

### 三 · 尾 語

電信事業為國內主要交通事業之一端。我國幅員遼闊，欲謀農工商之振興，自非力事發展交通不可。浙省瀕年雖感受農村衰落影響，而電話業務得有如今日之發達，良足告慰。惟因斯復得感想數點，即（一）電信事業之最大目標，實為服務全世界全人類。故目前各地電話之建設標準，至少應求其可以接通全國，萬勿囿於一隅通話，即認滿足。（二）電信事業關係國計民生至鉅，吾人遙矚歐美諸邦，即可深信電信事業之開展，有助於工商業及農村經濟之發達。而農村經濟及工商業之振興，電信事業亦必蒙受其利。相輔相成乃一定不易之理。今我全國電話，平均千人中尚不足四具，較諸歐美，則比率相差，何啻十倍，循是以言，可知我國電信事業之發展，正未可限量，電信工程界尚須努力以赴之。（三）以往我國所用電信機料，多數仰給國外。漏卮之數，何止鉅萬。他日遇國際發生戰亂，機料且隨時而有斷絕進口之虞。為經濟及國防計，自亟須注意於機料之自製。初步似可由政府創辦，從事提倡，再求漸趨於商業化而變為官商合資之廠家，較為合理。製造步驟，不妨視需要程度之緩急而決擇其先後，以謀徐圖發展，達到電信機料完全自給之目的。

至於浙省電話事業，有二十五年底印行之「浙江省電話局事業報告」一冊，可供參考。其外尚有本刊二卷三期周玉坤先生之「The new telephone system of Hangchow」及二卷五期胡瑞祥先生之「The design of the toll telephone network for the Chekiang Province」暨李熙謀先生之「浙江省有電話事業之概況」。又三卷四五期周玉坤、汪廷鏞、沈秉魯、汪德官、陸慰宗諸先生之「浙江省電話局杭州市自動電話裝置工作報告」及四卷五期之本人所著「The Present Status of Electric Communication in the Province of Chekiang」等篇，均可參考，特附篇末，藉便關心電話事業者之採擇研究。

民國二十五年十二月

# 山東電話事業概述

張 鴻 烈

摘要：— 本篇概述魯省電話建設之經過及其現況。自長途電話管理處之籌組起，繼述省有長途電話與縣有長途電話之劃分，及長途電話工程委員會之設立，河北省際電話之聯絡，長途電話訓練班之籌設，電氣訓練班及工程訓練班之組辦，綫工之分期抽調等，全文主要分省辦長途電話及山東各重要城市之市內電話兩部。擬行改進之點，亦於篇末申述之。

## 引 言

山東居本國東部，黃河下游。省會內扼津浦鐵路之中樞，膠濟鐵路之終點，綰蔽南北控制東西。外隔黃海渤海與日本朝鮮及東三省之遼東

---

Telephone Communications of Shangtung Province

By H. L. Chang

Synopsis: The toll lines in Shangtung were first built in 1930. At the end of 1936, there were 137 toll offices and the length of circuits is 10,685 km. among them, 1626 km. being copper of No.10 gauge, 1972 km. being copper of No.12 gauge and the remaining being iron wire of No.8, 10 or 12 B.W.G. The branch lines owned by different counties have total length of 26,920 km. There are four local exchanges owned by the Ministry of Communications and six local exchanges operated by different commercial organizations in that Province. Tsinan Exchange has 2,500 C. B. subscribers.

---

半島遙遙相對，黃河斜貫其中，而運河則縱貫之，沿海良港棋布，內地礦山星羅，川流縈帶，民俗淳樸，洵我國形勝之地，黃河流域之門戶也。惟以民初地方不靖，百業蕭條，坐使貨棄於地中，財漏於海外，追懷往事，愴焉心傷。自十九年韓主席復榘執政以來，革故鼎新，以蘇民困。本人忝長建設，在政府指導之下，力謀開採礦藏，提倡國貨，改良農林牧畜，振興電氣工業。惟夙夜思維，欲謀新建設，非發展交通，難奏厥功，路政雖為交通工具，而電政尤關重要。最近魯省長途電話網告成，各界莫不頡手相稱便利焉。夫飲水思源，數典念祖，電話之發明者，實為佩耳先生。現值先生發明電話六十週年之期，謹將魯省長途電話建設之經過，略述梗概，如蒙海內賢達時加糾正指導，所欣望焉。

### 山東省縣長途電話網

(一)沿革 自佩耳先生發明電話電訊，交通日臻迅速，造福人類社會厥功甚大。近世世界各國對於長途電話，非惟重要城鎮銜接普遍，即窮鄉僻壤，亦無不取得聯絡。吾國科學落後，一切建設，步人後塵，所設長途電話有如鳳毛麟角。迨民國十七年國民革命軍北伐完成，各省長途電話始先後有所創建。十七年夏，山東省政府成立於泰安，建設廳長孔繁燾有見於此，即着手規定架設全省長途電話計劃。其時地方初定，軍費浩繁，省庫支絀，籌劃經年，未見實施。十八年夏，省府遷至濟南，庶續前議。擬先架設利荷汽車路，長途電話，尚未果行。適值十九年春，國晉戰爭，魯北魯西同時告急，三月省政府奉中央命令，就十五路軍防地架設電話，本廳委任于敦復籌設督修處，監督架設泰安平陰間，東阿東平間電話。既而陳前主席調元部隊調防魯西，省政府又令架設濟寧荷澤間電話，中間韓主席復榘部隊正在濟垣東北西南一帶沿黃河南岸作防守戰，需要電話甚急，又架設棗園寺至齊東間及濟南長清間電話。凡線路架至經過縣城時，即租房設置，話機酌留一二架，線生充任管理員，統由督修處暫為

節制。該處係臨時性質，擬俟各縣安設日多，再設一永久機關，藉便管理。于是本廳又委任胡學蠡籌組長途電話管理處，於六月一日成立，並委于立五胡學蠡為正副處長，于未到處以前，由胡兼代處長。是時也，督修處孜孜施工於外，管理處草訂章程統籌計劃於內，魯省電話之擴展，似可計日而待矣。孰意晉軍六月杪陷濟南，省府遷往青島，諸事停頓。八月中省垣克復，省府遷回濟南，為肅清殘敵計，又奉令架設周村博興間電話。九月七日三屆省政府成立，韓主席執政，本人長建設廳，即將全省長途電話之架設，按照整個計劃，分為兩部進行。凡省與縣通，縣與縣通及通重要市鎮者，全歸省辦，名為省有長途電話。凡縣與村鎮通及村鎮與村鎮通者，全歸縣辦，名為縣有長途電話。並一面令飭各縣按照計劃，分年架設。成立電話事務所，由廳派定主任暨管理員管理之。一面又令改組長途電話管理處，委杜技士德三為處長，於九月二十七日接替。是後始依照規程，委定職員，派定濟南等十九縣電話局長暨管理員，並擬定延架綫路之計劃，編造工程費預算書，積極興工架設濟南平陰間，濟南長山間綫路，及濟南市內各機關專線，俾軍事時期所架綫路接通濟南，以便傳達政令，便利商民。惟魯省面積遼闊，全省綫路若統由管理處負責架設，難免有顧此失彼，稽延工程之虞，於是擬定分工合作，冀收事半功倍之效果。二十年春，因東武區三十七縣電話急待架設，乃於三月底特設東武區工程專處，委技士王家鼎為主任，負責進行一切工程事宜。經半月之籌備，於四月七日開工。同時管理處委派人員，於架綫縣份籌備成立分局，以便管理。計經三閱月，於七月三十日竣工。同年管理處亦加掛濟南濟甯間單銅綫及架設泰安曲阜間、滋陽滕縣間、鄧城荷澤間、定陶城武間、荷澤定陶間各段單鐵綫暨濟南泰安間雙銅綫。十二月調杜技士德三回廳任職，改委胡技士學蠡接任處長。復因魯省電話綫路日漸增加，各縣分局亦依次成立，諸凡局內組織及電話營業等事宜，均不完備，難厭民衆通話之欲望，凡百改善，皆須秉承管理處之命令而行，又加綫

路增多，籌劃養護在在需人主持，駁諸事實，管理處已無力兼理架綫工程事務，於是本廳設立長途電話工程委員會，指定第二科科長曹理卿為委員長總理架設事務。自該會成立後，計延架周村以東十三縣電話，復逐年陸續架設禹臨段、濰博段、濟樂段、泰沂區十一縣、平度等五縣、文登等三縣。並加掛濟德段、濟曹段、濟濰段、濟滕段、及放設蒲台、洛口、東阿三處水底電纜等工程，迨二十四年七月中旬，架設文登、榮成、牟平三縣工程。工竣後，本省一百零七縣電話網完成矣。

(二) 線路整理 自十九年冬各縣縣有長途電話線路已成者，始完全修通。未成者，亦均陸續架設。省有長途電話線路，自濟南平陰間、濟南長山間各段電話架通後，西南東北各綫路，始連成一氣，而舊有線路，在軍事後損壞者甚多，除最鉅之東阿濟寧間，周村博興間由管理處派員督工修補外，其餘損失較輕之線路，統由各分局派工修理。又查魯省長途電話實發軔於軍事時期，因軍事緊迫，征集電桿，調遣民夫大車，四五年來，均照成案辦理，工料各費，大為節省，全省長途電話之得普遍迅速進行，職是故也。惟架綫既祇求量的普遍，僅以增加通話縣份為目的，是以各縣攤籌之電桿木質尺寸，自難求其一律，電桿既參差不齊，以致線路無法使合程式者有之，桿腳經久而腐斷者有之，雖經管理處陸續將各區中心局通濟南之幹綫依定方式，換桿整理，而早架之線路電桿，已屆更換期限者頗多，如仍按照曩者征集電桿辦法，各縣民衆實有負擔不均之弊。故改定自二十四年度起，添加新線路及更換舊綫路之電桿，按各縣所征田賦概算總數，與電桿費總數之比例，平均隨糧征款。征集之款，由本廳派員監督購買，期將全省線路分年整理，俾合方式，然後再對於技術上逐步改良，以期適合初步計劃。茲將山東省辦與縣辦長途電話現有線路機件員工之數目，分別列表於左：

## (甲) 省辦長途電話

名稱	數	目	備	考
電桿	九六,七八四	根		
線路	一〇,六八五	公里	內十號銅線一六二六公里十二號銅線一九七二公里 八號鐵綫一八〇公里十號鐵綫四八五公里十二 號鐵綫四七九二公里	
交換機	一一三	部	內百門與五十門者各一部三十門者二部二十五門 者二部二十門者二十四部十五門四部十門者五十 二部五門者二十七部	
話機	三二一	部	內話機二八四部行路機一二五部桌機三部	
局所	一三七	處	內話局一一七處招商代辦所二十處	
員工	六九八	名	內局長一一七人管理員二八九人巡線士一五一人 勤務一三六人修機工匠三人	

## (乙) 縣辦長途電話

名稱	數	目	備	考
電桿	二六七,〇八六	根		
線路	二六,九二〇	公里		
交換機	五三五	部		
話機	三,七九二	部		
事務所	一〇七	處		
員工	五八〇	名		

(三) 鄰省聯線 二十年春，本廳鑒於交通事業，貴在聯絡，本省與河北河南兩省，毗連接壤，各縣交通建設，至關重要，而以長途電話為尤甚，且冀豫兩省，亦已架省有長途電話，彼此聯線通話，利國便民，善莫大焉。乃由本廳咨得冀豫兩省建設廳同意，在本省德縣曹縣邊境，分別聯綫，以冀發展商業，鞏固國防。嗣以中央政府轉來交通部咨制止，遂不果行。二

十三年秋，冀魯兩省政府爲求政治上取得聯絡，又商洽在魯省之樂陵，冀省之鹽山兩縣邊境接線。嗣因冀省政府改組，又告停頓。迨二十五年春，冀省又舊事重提，遂于七月間連綫通話矣。

(四) 員工訓練 十八年夏，本省計劃架設長途電話，經省政務會議核准後，即開始籌備興工，然訓練架設及管理人才，實爲當務之急。故於其年九月，籌設長途電話訓練班，委技士胡學蠡爲主任，開始招生教授架設線路及管理電話技能，期限爲六個月。迄十九年二月，畢業者九十人，其時正提議架設利荷（利津至荷澤）長途汽車路，電話尚未果行。適值國晉戰爭，軍事需用電話甚迫，即以已受訓之學生，分組組織架綫隊，由本廳派隊長督率，架設泰安濟寧一帶電話。班內工作，暫行停頓。迨九月七日，山東第三屆省政府成立，本人以魯省地域廣闊，完成本省電話非九十餘人所能辦理，于是決議恢復訓練班，改名電氣訓練班，委技士胡學蠡章樹屏爲正副主任，負責擬定規程，聘請教授，于十一月成立，當即招生訓練。自第二期至第四期，期限均爲六個月。計受訓畢業者三百餘人。迨二十一年二月，因魯省各種建設需要專門人才甚急，又將電氣訓練班改爲工程人員訓練班，內設土木，水利，電氣，機械四科，調技士胡學蠡爲長途電話管理處處長，委本廳技正趙維漢爲主任，仍以技士章樹屏副之。因感覺電氣科已畢業各生，管理電話技能尙不能措置裕如，故將電氣科期限延長至一年。二十三年七月，趙主任辭職，委章副主任升充主任。自第五期至第七期，計授訓畢業者三百餘人，總計七期學生畢業者共八百二十一人。此時預計人數已足敷用，故訓練班亦于二十四年六月底第七期學生畢業後，暫行裁撤矣。

二十年春，長途電話管理處因感覺曩者所收用之線工，手藝太差，每致貽誤工務，呈請本廳核准，將全省綫工分期抽調來省，開班訓練，教授架設及巡修路綫技能，並淘汰老弱，添招新生補充，計先後訓練合格者爲一百二十五人。現均派在各縣分局工作。

(五) 電話網之佈置情形 魯省長途電話綫路，除縣有通村鎮之已成綫路均直接或間接引通于各縣縣有電話事務所外，省有者以黃河及津浦膠濟兩鐵路之天然界限，分爲濟武、濟東、濟曹、濟沂、濟萊五個區域，以省會爲省中心局。各區分設惠民、聊城、濟寧、臨沂、濰縣爲中心局，由省城通各區中心局及邊遠之重要縣鎮，與各中心局互相通連之綫路爲幹線，其餘概爲支線，以冀適合長途電話網之組織，俾將來綫路架設完成後，接線敏捷，話音清晰。惟本省電話肇始於十九年軍事時期，當時因需要急迫，施工迅速致未能顧及綫路之方式。厥後軍事平定，架設綫路始有桿距五十公尺之規定，雙線施行交換法。然因電桿係由本廳令飭綫路經過地方攤籌，各縣政府爲減輕負擔計，所備電桿，參差不齊，木質龐雜，多不足廳令規定之尺寸，架線隊達到後，恐延擱工程，牽及預算，祇得勉爲收用，直至近三年來，此風尙未稍減。故線條與地面之高，距不能一致，且積極以普遍爲要圖，每請准一段工程費，輒用以多架設數段，工程費用，既經緊縮，不克購買多量銅線。故初架之綫路，皆係單線，採用地綫回路法，又一線路接經數縣。各縣有如堆柴，既無稍遠距離之直達線，復無交換中心之確定，轉接遲滯，通話延擱，自在意中，然當時限於物力，亦無可如何也。嗣後經管理處之濟濟、濟周、濟惠、濟聊各幹線，始由本廳嚴令各縣籌購合度電桿，並于整理時，加掛綫條，將各綫路分爲二三話路不等，不過幹綫雖有金屬雙綫路，支綫仍爲單綫路，一遇雙線接至單綫，其電容不平衡，難免與雙綫同桿平行之綫路發生感應之弊，現暫擬在雙單綫路接線之局內，裝設重發圈，以資補救，俟省庫充裕，然後再將重要支線，改成雙線話路也。本年春管理處試裝聊城臨清間幻通電話，業已成功，現正擬將重要直達綫路，普遍裝設，以利話務。並逐年按照原定計劃，選擇精良材料，更換合度電桿，整理舊有綫路，擴增直達綫路，規定交換中心局，添裝擴音機器，務使魯省之長途電話適合於新建設之科學化而後已也。

## 山東各重要城市之市內電話

查魯省各重要城鎮之市內電話，除烟台、青島、威海、龍口四處由中央交通部辦理外，大概可分為商辦、商款公辦、及濟南市內電話公司代辦數種。茲將其地點，制度用戶數目，列表如左：

魯省各重要城鎮市內電話簡明表

地點	辦理機關	方式	用戶數目	備 考
濟南	濟南電話公司	共電式	二千五百餘戶	商辦
濟寧	濟寧電話公司	磁石式	五 十 五 戶	濟南電話公司代辦
周村	周村電話公司	全 上	一百五十餘戶	濟南電話公司代辦
濰縣	濰縣電話公司	全 上	二百二十八戶	商辦
臨清	臨清電話公司	全 上	八 十 二 戶	商辦
泰安	泰安縣電話事務所	全 上	二 十 七 戶	商款泰安電話事務所代辦

## 結 論

綜上所述，長途電話與市內電話皆為鞏固治安發展交通之工具，有互相扶持之密切關係。現值國難嚴重時期，尤關重要。曩者各市內電話所架設線路之方式未能一致，購買之機件，未盡精良，祇因僅在市內通話，尚可應用。方今各省長途電話勃興，為求通話上之便利，不得不與市內電話聯線，以致接線遲滯，話音不清，種種困難，在所難免。然往者已矣，來者可追，本廳以後對於魯省各市內電話機關，如因市面商業發達，設計擴充線路更換新機之時，擬分別派員指導，加以改正，務期彼此接線敏捷，話音清晰，俾適合于新建設之科學化也。

# 河南省電話建設之過去及現在<sup>⑧</sup>

朱 晨

摘要：一篇首概述河南省在我國各省中所處地位之重要，及省內電話建設之一般現狀。次分三節，第一節述開封市電話之創設及改進並最後擴充情形。第二節述長途電話幹支各綫現狀及黃河水綫之施放工程。第三節述省內各處之業務情形。

河南位居中原，南達武漢，北鄰燕晉，西連關陝，東帶江淮，大河橫亘，鐵路交叉，形勢極為重要，古稱四戰之區，良有以也。應時勢及環境之需要，該省對於電話一項，在國內各省中，建設比較尚早。如開封市電話，係創設於光緒二十六年，（民國紀元前十二年）長途電話則於民國十年時已設局經營。當民國十六七年間，全省通話縣份已達七十餘。至各縣之環境電話，亦早於民國十九年以前，多數架設。徒以災變頻仍，損毀甚

---

The Present Status of Telephone Communications in Honan Province, China

By C. Chu

Synopsis: The telephone communication of the Honan Province began by installing 25 lines of magneto system in Kaifon, the capital, in the year 1900. In 1933, this exchange has been changed into C. B. working with more than 500 subscribers. Besides, there are about 60 small magneto exchanges with capacities ranging from 5 to 100 lines. Toll lines were first built in 1922. Submarine cable across the Yellow River was laid in 1933. Total income during 1933 amounted to M\$116,125.61

大。幸歷年以來，改進甚速，得無大碍。茲將該省電信建設之過去及現在，分爲：(一)開封市電話之改進及該省各縣環境電話之現狀(二)長途話線之整修及推進(三)電話業務及局所分佈之情形等三項述之，以見一斑。

### 開封市電話之改進狀及該省各縣環境電話之現

河南省電話之建設，當以光緒二十六年創設之開封市內電話爲嚆矢，篇首已言之。當其成立之初，僅二十五門磁石式總機一座，局址附設於東大街河南保甲局。未幾改隸於巡警道，始添設西門子五十門總機一部，及話機五十部。光復後，改隸於實業廳，並在滬購辦西門子磁石式百門總機三部，所備話機三百部，亦悉數租出。民國十一年，與長途電話局合併，改名爲河南全省長途電話總局。十五年改組爲河南全省長途電話管理總局。十六年改組爲河南全省電話管理總局，開封電話仍屬繼續附帶經營。惜該局自民國十三年十二月起，至民國十九年十月止，爲軍隊擄去話機二百四十二部，交換機五百門，所受損失，不可謂少。經當局之努力，始於二十二年該省省府令撥徐府街前八府倉舊址，改建新屋，同時設計將原有市電話改裝爲共電式。新屋於是年六月開工建築，十月全部完成，計費工料洋一萬九千餘元。共電式電話卽於次年進行改裝，同時並換立新桿，將鐵線易鉛包電纜及雙紫銅線，以後並逐漸擴充。截至最近，用戶已達五百之數。至該省各縣之環境電話，據民國二十三年之調查，其容量概如下列：

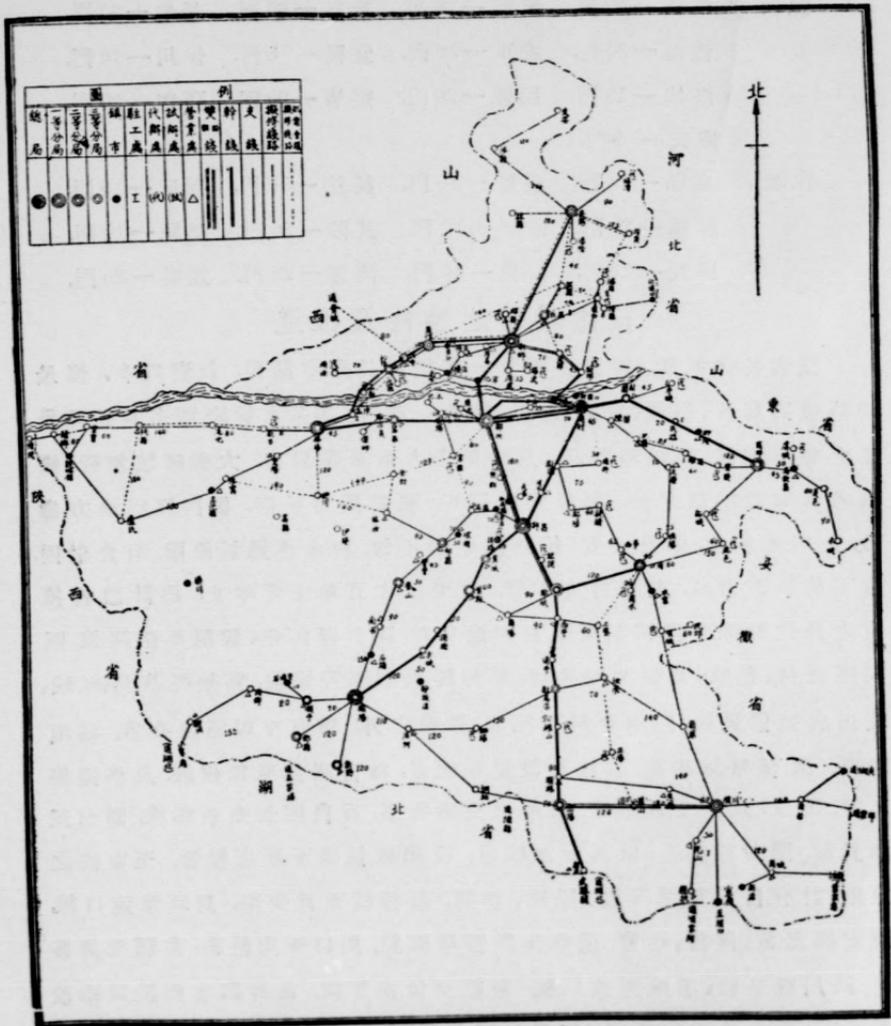
豫東	開封—20門，	陳留—10門，	杞縣—10門，	通許—5門，
	尉氏—15門，	新鄭—15門，	鄆城—15門，	鄭縣—20門，
	滎陽—15門，	汜水—20門，	廣武—10門，	鄆陵—10門，
	禹縣—50門，	虞城—10門，	夏邑—15門，	扶溝—10門，
	柘城—10門，	淮陽—20門，	西華—20門，	商水—10門，
豫南	舞陽—20門，	確山—15門，	西平—20門	遂平—20門，
	信陽—30門，	上蔡—25門，	羅山—6門，	桐柏—10門，

	息縣—10門，	唐河—15門，	潢川—35門，	淅川—15門，
豫西	洛陽—40門，	偃師—25門，	鞏縣—65門，	新安—20門，
	滎池—20門，	孟車—10門，	宜陽—8門，	伊川—10門，
	洛寧—15門，	陝縣—25門，	靈寶—20門，	閿鄉—20門，
	盧氏—5門，			
豫北	安陽—98門，	淇縣—10門，	延津—10門，	封邱—10門，
	輝縣—20門，	濬縣—10門，	武陟—20門，	溫縣—10門，
	博愛—20門，	內黃—10門，	濟源—20門，	孟縣—20門，

### 長途話線之整修及推進

該省長途電話，雖於民國十一年組設長途電話局，負責經營，惟最初時僅通鄭州、洛陽、新鄉、許昌、歸德一帶，而其基本線路則多為各縣敷設之環境電話。但該項電話，及民國十九年軍事以後，大都破壞無餘。緣該省當架設電話之始，因襲軍用遺規，祇期臨時通話，復因謀節地方攤款，致所用材料，未盡合宜。線條既粗細不勻，桿木更過於簡陋，有此數因，故不特改進需時，整修自亦困難。截至二十五年上半年止，總計該省擁有之長途幹線計自開封經蘭封至高邱線，開封經鄭州、鞏縣至洛陽線，開封經許昌、襄城、葉縣至南陽線，鄭州經新鄉至安陽線，鄭州經許昌、鄆城、駐馬店至信陽線，鄆城至周口線等。幹線之外，尚有支線遍達全省。該項線路，悉係單線建築。其已敷設雙銅線者，為自開封至鄭州線，及洛陽經沁陽、博愛、焦作至新鄉線。已敷設雙鉛線者，為自開封至新鄉線，開封至蘭封線，開封經鄭州，許昌至鄆城線，潢川經信陽至新店線等。至擬修之線路，計有自安陽至內黃、臨漳、林縣，及涉縣至武安線，封邱至道口線，新安經滎池、陝縣、靈寶，閿鄉至陝西瀘關線，周口至鹿邑線，葉縣至舞陽線，潢川經新蔡、項城至沈邱線，新蔡至汝南等線。此外該省對於線路改進方面，尚有足資記述者，應為民國二十三年一月五日告竣之黃河水底電纜之裝置工程。緣該省長途話線，總數雖已達八千餘里，惟黃河南北

### 河南省長途電話線路圖



河南省電話管理局製 (一九四二年)

之通訊，僅恃黃河橋上附掛之話線，設一旦變故發生，黃河橋之交通梗阻時，則南北兩地之通訊，即首將蒙受影響，該省當局有鑒及此，乃有設置此項工程之計劃，工程開始於民國二十二年十二月十六日，其所屬材料等，總價為英金一千三百八十六磅正。該項水線，南岸接通開封，北岸接通封邱，要為關係該省電信建設中極重要之一。

### 電話業務及局所分佈之情形

河南全省電話管理總局於民國十九年改隸建設廳，更名為河南省建設廳電話管理總局。自總管全省之電話事業以後，即着手規劃將所屬分支局所改組，分列為一、二、三等分局，另並增設長途電話營業處，試辦代傳電話。迨民國二十二年，該局復經改組，稱為河南省電話管理總局，嗣又改河南省電話管理局，仍隸建設廳。其初該局曾以收入不敷開支，自民國十九年十月起，請由該省財政廳月撥五百元為補助經費，惟是項補助經費，迄二十一年六月以後，完全停止，幸賴線路逐年整修及推進之結果，電話營業月有進展。而該局復能善自撐節，量入為出，故尚不致虧負。茲錄該局二十二年收支狀況，以供參證：

民國二十二年	收	入	支	出
一 月 份	9,697.98元		8,695.66元	
二 月 份	9,044.11元		8,760.20元	
三 月 份	9,602.87元		8,929.34元	
四 月 份	9,036.04元		9,854.58元	
五 月 份	8,842.81元		9,455.92元	
六 月 份	8,719.95元		8,775.50元	
七 月 份	9,129.70元		8,807.91元	
八 月 份	10,287.05元		9,433.89元	

九 月 份	10,224.55元	9,950.96元
十 月 份	11,309.70元	9,745.02元
十 一 月 份	10,534.92元	9,799.74元
十 二 月 份	9,795.93元	10,433.77元
全 年 合 計	116,125.61元	112,642.49元

該局除總局係設於開封外，現有之一等分局，計為鄭州、新鄉、許昌、南陽等四所，二等分局洛陽、商邱、周口、偃城、潢川、信陽、焦作、安陽等八所，三等分局蘭封、博愛、汲縣、葉縣、襄城、郟縣、周口、沁陽、駐馬店、鎮平、鄧縣、新野、鞏縣、魯山等十四所。其他縣鎮均按其營業收入之多寡，而分設代辦處、試辦處及營業處等。此該省局所分佈之大概情形也。

按該篇文字，原係就河南省建設當局所提供之各項材料編述而成，謬誤之處，在所不免。惟述者在此尚有一希望，蓋河南全省之電信建設，其推進之歷史，雖不可謂遲，第當此全國電信網即將規劃完成之際，對於該省主要各線尚多係單線及鉛線建築一端，深願該省當局計劃有所改進，庶不特省內通話將因此益臻清晰，而於省際通話當更為便捷也。

# 四川省電話敷設之概況<sup>①</sup>

晨

摘要：— 全文分三節，第一節述四川省內現在僅有之三處市內電話及鄉村電話情形。第二節述省內四區及其所屬之各縣環境電話綫路概況。第三節述長途及四區聯絡電話建築情形。

四川省位居我國西部，面積之大，遠過日本羣島，物產及礦產之豐饒，尤為全國各省之冠。自全國一統，該省各種交通建設，已顯有長足之進步。第以僻處西陲，國人素乏注意，茲錄該省電信事業之進展狀況，擇要彙報於後，以嚮關心該省之讀者。

該省現有之電信事業，概可分為：（一）市內電話（二）鄉村電話（三）各縣環境電話（四）長途及聯絡電話等四部分言之。

---

## A Bird's-eye View of the Telephone Communication in Szechuen Province

By C. Chu

Synopsis: Chengtu, the capital of Szechuen, has a Common battery switchboard equipped with 500 lines. New C. B. switchboard, of W. E. type equipped with 1,500 lines, is now under installation. Chungking has 2000 C. B. subscribers and Fanhsien has 500-lines of automatic system. Besides, there are 17 counties each furnished with small switchboards ranging from 5 to 100 lines. The total length of the toll lines is 1000 km. and an additional length of 400-km is now under construction. The length of branch lines for different counties is 5000 km and the construction work for additional 2500 km is progressing quite rapidly. Most of these ccts. use single iron conductor and earth as a return path.

## 一 市內電話及鄉村電話

### 1. 市內電話

四川省內各城鎮之已設有市內電話者，僅成都，重慶，萬縣等三處，爲求易於明瞭起見，列表如左：

類 別	項 目		
地 點	成 都	重 慶	萬 縣
程 式	共 電 式	共 電 式	自 動 式
交 換 機 門 數	五 〇 〇 門	二〇〇〇門	五 〇 〇 門
實 際 裝 用 數	四 〇 〇 戶	一 二 四 〇 戶	一 〇 〇 戶
交 換 機 製 造 廠 家	德 國 西 門 子 電 機 廠	全 前	全 前
裝 置 年 月	民 國 廿 四 年	民 國 廿 年 十 月	民 國 廿 年 六 月
備 註	現 在 成 都 正 興 工 改 裝 共 電 式 交 換 機 一 五 〇 〇 門 係 美 國 西 方 電 氣 公 司 出 品 預 料 年 餘 可 望 通 話		

### 2. 鄉村電話

四川省現無省辦長途電話，附圖係該省特有之鄉村電話所有話線各用十四號十六號及十八號鐵線不等，其劍閣、達縣、大竹、南充、遂寧、永川、綿陽、瀘縣、酉陽、茂縣、眉山、溫江、資中、雅安、樂山、西昌、宜賓等十七縣治，並各裝有五門，十門，二十門，三十門，及五十門交換機。其縣與縣間連絡線，其間尚須經過若干鄉鎮，此項電話自民國十六七年時，因感匪勢之猖獗，交通之不便，由各縣府自行籌資架設。各縣府至所屬重要鄉鎮，大都設有電綫，安置話機，并各設司機生負接轉通話之責。除公務使用外，民衆亦可通話，不取話費。統由縣府管理，廿四年省府成立川政統一後，此項電話經費，規定一律由地方經費開支。惟省府近以該項電話之工程材料等項過於簡陋，收效不安，已在計劃整理中。



## 二 各縣環境電話

四川省各縣環境電話，可分為關中、商縣、洛川、安康等四區述之；

(1) 關中區共四十一縣，除平民、白水、汧陽等三縣尙未架設外，其餘長安、三原、同官、耀縣、高陵、臨潼、渭南、華縣、華陰、潼關、朝邑、大荔、郃陽、澄城、韓城、蒲城、富平、藍田、咸陽、武功、扶風、岐山、興平、鳳翔、寶雞、整屋、鄂縣、乾縣、隴縣、麟遊、長武、邠縣、永壽、醴泉、涇陽、淳化、枸邑、鄠縣等三十八縣，自廿四年六月間，開始架設以來，經于同年九月底以前先後竣工，線路總長七千六百七十餘里。

(2) 商縣區環境電話，該區共計商縣、山陽、商南、柞水、雒南、鎮安、寧陝等七縣，內鎮安縣已於廿四年三月一日提前架設，同月卅日完成，線路全長四百五十六里。至商縣、山陽等六縣，均經設計，共長約二千六百二十餘里，不日即行架設。

(3) 洛川區環境電話，該區電話尙未經設計，惟宜川縣因便利剿匪起見，已提前架設，自廿四年五月十一日開始，二十日完成計長二百七十里。

(4) 安康區環境電話，該區紫陽縣環境電話於廿五年一月二十九日架設，二月十五日完竣，計長二百八十里。安康縣於廿四年八月間架設，廿五年三月間完竣，計長九百餘里，其餘白河、洵陽、嵐皋、石泉、鎮坪、漢陰、平利等七縣，已經設計，約長四千一百三十里，尙待架設。

## 三 長途及聯絡電話

四川省長途及聯絡電話，可分為西康、商柞、韓宜、安康等四區段概述之。

(1) 西康長途電話線計長七百三十里，由西安起經柞水、鎮安以達安康，于廿四年十月間始架設，十二月底竣工。

(2) 商柞電話聯絡線。由商縣起經紅崖寺至柞水，並與西康線連接，計長三百四十里，自廿五年四月十一日架設，于五月十六日完竣。

(3) 韓宜電話聯絡線。由韓城起至宜川長二百九十里，于廿五年四月十四日開始架設，五月十日完竣。

(4) 安康區電話聯絡線。安康至紫陽段長二百四十里，于廿五年六月三日架設，六月十八日完竣。安康至嵐皋長一百八十里，自六月二十一日架設，于二十九日完竣。安康至洵陽長一百四十里，自六月十九日架設，于六月三十日完竣。其餘平利至鎮坪三百六十里，洵陽至白河二百七十里，安康至石泉二百九十里。均於七月底以前全部完成。

綜上所述，四川省各縣環境線共長九千五百七十餘里，長途線聯絡線共長一千九百餘里，均已實行通話，至現在架設者有西安至漢中，八百五十里，漢中區南鄭等十二縣環境綫五千餘里，其餘已經設計之各縣環境線，及漢中關中等區聯絡綫，共約一萬一千七百餘里，一俟財力稍裕，即可繼續架設云。

本文材料，由四川省建設廳秦開節技士供給，附此聲謝。

# 廣州市營電話之沿革及概況<sup>⊗</sup>

胡 瑞 祥

摘要：— 全文分三節。第一節述市內電話，述該市電話之沿革及擴充經過，自動電話之試辦及改裝，次述自動電話之裝置及二次擴充情形，再述工程實施及其內部組織。第二節述省港長途電話，述敷設線起及設計建築通話管理等各種情形。第三節述佛山市內電話及省佛長途電話，略述其目下概況。

## 市 內 電 話

### 一. 市內電話之沿革

本市電話創於前清光緒二十九年，始設總局南局西局三所，由前北京交通部管轄。鼎革後，改歸省辦，其總機係磁石式，當時用戶僅數百號。

---

The Developments of Canton Automatic Exchanges.

By Z. H. Hu.

Synopsis: Canton telephone business was started by the Ministry of Communications of Peking Government in 1903. In 1925, a 100-line P. A. X. of Antelco system was installed for the Provincial Government to see whether the automatic system was suitable in that area or not. The Rotary automatic system of 4,000-lines was put into service on Aug. 25, 1929. Submarine telephone cable of 10 quads having 113 miles long was laid between Canton and Hongkong in 1930 and was completed in Aug. 1931, which was then put into service in September. Fushan, about 13 km. from Canton, has 400 magneto lines working in that area and will be displaced by C. B. system in the near future.

嗣後日漸增加，原機號數，不敷供求，再購複式新總機二十一座，預定用戶一千八百號，并可擴充至四千號，中經變故，新機因款拙拆卸。迨至民國八年，又復重裝，改換線路，至民國十年工竣。然因新機廢置數年，機件內部，多不適用，迭經修理，仍多窒礙。又以報裝之用戶，紛至沓來，接線益覺遲鈍，使用每感不靈，遂為市民詬病，中間雖急謀改善，迄無良效，遂於民國十七年改裝自動電話。

## 二、裝設自動電話之緣起

民國十四年伍前市長力圖改革，擬改設自動電話，第恐開辦之始，為用未彰，乃先作小規模之試辦，與美國芝加哥電話公司，訂購一百號自動電話小機，於十五年春運市，分別裝設各官署，較之舊式電話靈敏倍蓰，是為樹立本市自動電話之先聲。惟普通市民尚未獲享受利益，十五年秋，孫前市長為便利市民計，籌備推廣，擬將舊式電話一概廢除，改裝自動電話，與美國芝加哥電話公司，訂購自動電話總機全副，計美金陸十九萬元，應先期交付美金三十萬元，並訂立合約，定期舉辦，中因事故，未能進行，該公司亦未履行合約義務，事遂停頓。十六年春，林前市長方欲繼續進行，復因政局變亂，未能展施，直至十七年春，林前市長重長市政，深以電話為公用所必需，全市消息所寄托，改革未可遲延，惟以舊有磁石式電話，全部機器材料，均不適用，局部整理，亦非根本之圖，決計全部改裝自動電話。復以孫前市長與芝加哥電話公司所訂條約，須先付價款美金三十萬元，一時財力未能負擔，適中國電氣公司願墊款承裝，以營業收入分期償還，無庸多付現金，總價為美金六十四萬六千元，至是本市自動電話事業，始奠其基。

## 三、自動電話裝置及擴充情形

民國十七年三月，與中國電氣公司訂立合約，訂明裝設自動電話四千號，旋即着手裝設。關於工程事項，悉由中國電氣公司辦理，關於財務及營業之預備等事項，則設立自動電話辦事處，及自動電話理財委員會

以主理之，計歷時一年又六月，全部工程乃告完竣。營業章則，收費辦法等，亦均分別擬訂，遂於十八年八月二十五日，開始正式通話。自動電話管理委員會，亦同時成立，會內共設委員三人，由市府委派管理總務之委員一人，其餘管理工程及財政委員二人，由中國電氣公司推薦經市府加委。自動電話通話後，頗得市民歡迎，紛紛安設，用戶驟增。復於十八年八月恢復省佛長途電話，二十年九月，開始省港長途電話，需用範圍較大，初期之四千號電話，已感不敷，事實上有擴充之必要，乃復與中國電氣公司商訂增加話機三千號合約，仍歸其繼續承裝，計共需美金三十七萬一千元，由林程兩前市長先後賡續主理其事。擴充工程，自二十年十月開始，至二十一年三月完成。事前報裝者，已達三千餘戶，不及一年，悉數裝罄。厥後市區展拓，建設事業，日有進展，因作第二次之擴充，仍由中國電氣公司承辦，再擴充三千號，訂明分期運市裝設，每千號美金十一萬三千元。

#### 四． 工程概略

現在本市自動電話共有交換所三處，總所在豐甯路裝總機八千號，現有用戶七七七九號，東山分所在百子路裝總機六百號，現有用戶五八九號。河南分所，在河南海幢公園內，裝總機七百號，現有用戶五二九號，合計裝總機九千三百號，共有用戶八八九七號。每所均附裝調氣設備，以爲保護機件之用。關於外綫方面，幾於悉用電纜，地下電纜最大一千二百對，最細二百零二對，共長三十三公里，架空電纜最大二百零二對，最小十一對，共長一百四十九公里，均係鉛包紙隔電纜，此外尚有五十對水底電纜，及七十五對鍍裝電纜，作爲中繼綫路之用。綫桿分三合土桿，及木桿二種，三合土桿最高四十英尺，最低二十五英尺。現全市共有三合土桿一千餘根，木桿三千餘根，多爲挂設架空電纜之用。由馬路至內街里巷之電纜，則裝置於牆上。至用戶屋內線，概用一對電纜，故綫路障礙極少。

### 五. 組織情形

二十五秋，曾市長蒞任，因鑒於原有委員會制度殊欠適宜，乃於十一月間，將自動電話管理委員會撤銷，改組為廣州市電話管理處，現內部計設工務，總務，會計三課，并分股辦事，一切革新計劃，正在分別進行中。

## 省港長途電話

### 一. 敷設緣起

廣州為南中最大都會，香港則為南洋重要商埠，相距密邇，關係密切。民國二十年以前，關於兩地通訊，如郵政，電報早有相當之設備，長途電話，尙付闕如，市政府因即從事省港長途電話之籌備，擬具計劃預算等，呈經省政府核准，委由市政府辦理，并呈國府備案。所擬計劃，係於廣州至九龍間敷設鍍裝地下電纜，九龍至香港間，施放水底電纜，所需經費亦照自動電話招商借款承裝辦法。預定自完成通話後，以每月營業收入分期償還，一面並派員與香港政府接洽，雙方各派工程師沿廣九鐵路測勘，全路話線計長一百十三英里，由廣州至深圳九十一英里，歸市府辦理，由深圳經九龍至香港歸港政府辦理。

### 二. 完成通話情形

測勘完畢後，當即招商承辦，結果以中國電氣公司開價最廉，當即由該公司承辦。計設線十組。可作三十對之用，市政府辦理之廣州至深圳一段，全部工程共美金肆拾伍萬伍仟元，當即訂立草約，呈奉省政府修正備案，於十八年八月底與公司正式立約，并依照計劃，利用廣九鐵路路基旁地埋設鍍裝電纜，遂與路局磋商租借，議定每英里年租國幣二十五元，按程長短，以計繳納租項，租期以十年為限，期滿再議。又與香港電話公司商洽，接駁路線訂立條款，關於敷設之責任，管理之權限，利益之分配，均分別訂明，該項工程自十九年開始，至二十年八月工竣，即訂

立通話簡章，於九月間通話並實行開放營業。

### 佛山市內電話及省佛長途電話

佛山爲中國四大鎮之一，距廣州市約二十五華里，鎮內原設有磁石式電話，係屬商營，設備甚簡。民國十二年收歸官辦，并爲聯絡省佛通話起見，特沿廣三鐵路架設長途話線。民國十四年，劉楊變亂，桿線被毀，因而停頓。迨至民國十八年，由自動電話管理委員會接管，從事整理，勉可應用。佛山市內電話，裝有磁石式百門交換機四座，用戶已將裝滿，現線正計劃改裝共電式。至省佛長途線路，係沿廣三鐵路樹立木桿，架設鐵六對，亦擬改建銅線。

### 結 論

本市電話於數年之間，從四千號增至九千號，社會需要之殷，可以想見。況除通達香港及佛山外，並可接通省辦各處電話，此外交通部新辦滬粵漢粵無線電話，不久全體通話。本市電話通話範圍日廣，將來發展，正未可限量也。

# 上海租界電話發達之史略<sup>⊗</sup>

周 銘 德

摘要：本篇共分七節：(一)引言，(二)中日電話公司之創興，(三)華洋德律風公司之成立，(四)受歐戰之影響，(五)自動電話之開始應用，(六)上海電話公司之組成及其改善工作，(七)現狀。

## (一) 引 言

上海為吾國通商大埠，交通之便利，人口之衆多，為全國冠。惜經濟及工商業等，多操諸外人之手。至電話事業，亦因昔日國人之不重視，故亦為外人所經營。回溯民國十九年華洋電話公司將全部財產出售時，當時之專家及民衆，甚願吾國政府收歸自辦，俾我國之電政，得以完整。惜未能實

---

Notes on the History of the Telephone in Shanghai

By M. T. Chow

Synopsis: The first use of the Telephone in Shanghai dated back to 1881. The name of the first Company was the China & Japan Telephone Company. In 1901, the Shanghai Mutual Telephone Company was approved by S. M. C. and agreement was signed to displace the old organization. Several magneto exchanges were installed over Shanghai Settlement and in 1910, a first C. B. exchange was put into service. In 1924, the magneto switchboard in the East exchange was replaced by 1000-line Ericsson Automatic System for trial. The new company under the name of the Shanghai Telephone Company obtained its franchise on August 5, 1930 and speedily succeeded in converting the whole system into Rotary automatic type. Total No. of lines equipped on Dec. 1936, amounted to 51,700.

現，致全國工商樞紐之上海租界電話，卒落萬國電話電報公司之手。其代價爲一千萬兩。查該公司組織至爲偉大，以美國之佩耳系（Bell system）電話公司，西方電氣公司（Western electric co.）等爲其大本營，資本之雄厚，無異世界電話事業之霸。一入其手，欲再行收回，其困難恐百倍於前。該公司自轉讓後，將華洋德律風公司改組爲上海電話公司，並遵工部局之規定，經年餘之規劃，于二十一年三月，將租界內之電話除小部分外，悉數改爲自動制，用戶增加至四萬九千餘戶。雖值一二八滬戰之際，而話務發達，仍有增無已。國際電話電報公司之遠大眼光，殊可驚佩，而吾國之坐失良機，亦實堪惋惜！據最近估計，上海電話公司之資產不亞三四千萬元。據該公司念三年之統計，每月平均收入約五十萬元，全年約六百餘萬元。此可見其獲得投資之利，實已不在少數。

本篇蒙上海電話公司供給材料，作者將其譯爲中文，並劃分章節，以饗讀者。

## （二）中日電話公司之創興

1881年上海已開始應用電話，其時較歐美採用電話供作商業之用者，僅遲四年耳。

首次創辦之公司爲“中日電話公司”。後數年始與上海工部局訂立合同，准在租界區域中服務十二個月。惟該合同如在一個月前通知，即可取消。工部局對於該電話公司，既無確切之保障，以致此規模狹小之公司頗感前途發展之困難。納稅人因習知歐西電話之發達情況，對於該公司事業進展遲緩，深致不滿。遂於1898年三月間召集會議，決授權與工部局，向中日電話公司或其他同等之公司接洽，授以電話營業之特許權，俾可增進事業之發展。

## （三）華洋德律風公司之成立

工部局徵得中日電話公司及其他兩大電話公司，暨當地商人組織之

公司投標書後，經長時間之考慮，始決定當地組織之新公司（名為上海華洋德律風公司），有此種特許權。合同於1901年四月一日實行簽訂。此公司于1901年八月一日乃開始營業。該公司于1899年十二月廿九日，草定計劃書中，有一預算，頗饒興味，錄之于下：

線工四人每月每人薪金十八兩。

話務員十人每月每人薪金十五兩。

會計一人每月每人薪金十二兩。

此公司創辦之時，適值拳匪之亂。在此不靖期間，公司第一交換局乃於1901年八月建設完畢。距舊公司業務之停止，適四個月。該公司之容量為600號，位於山東路及漢口路轉角處。另建一小交換局於浦東，用中繼線接於總局。迨水底電纜運到後，凡浦東用戶皆直接接於總局，而浦東小交換局亦因之廢除。

其後因覺漢口路之總局，四隣皆為木質之舊建築物，易於發生火警，乃於漢口路14號復建一新交換局，並裝依力伸磁石式交換檯，容量為2500號。此機直至1910年止，始拆除不用。第一圖即示此交換檯之大概情形也。

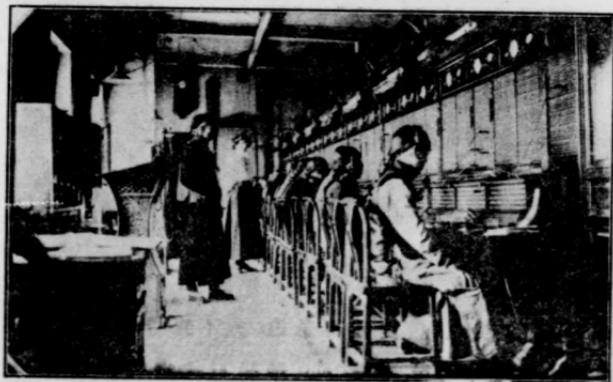


圖 一

後因用戶激增，始覺以前所建築之交換局，均不甚適合於電話之用。

乃購地一處，此即現在總局所在地。此地初尙租出，至 1906 年時方開始興工建築。又漢口路交換局所拆下之磚，皆係完好，復作為建築關路庫房及修理廠之用。

新總局於 1908 年建築完成，為上海首次用鋼筋混凝土之建築物，當時並為租界中最美觀建築物之一。交換櫃為最新式之號燈式，係英國電纜公司之出品。配綫架及電動機發電機等，均屬最新式。於 1910 年五月全部裝竣應用。

在此新局中，磁石電話仍繼續應用。其交換櫃如二圖所示。1910 至 1913 年又在虹口，滬西及法租界外灘建設小交換局數處，其容量約為 100—200 號。虹口交換局臨近市場，不久即用地下電纜直接接於總局。故此局存在時期極短。法租界外灘之交換局存在較久，但未及十年，該局用戶亦併入總局。



圖 二

在滬西市之交換局，因用戶增多，不敷應用，乃於靜安寺路及卡德路之轉角處開始建築新局。復因需要急迫，竟不克等候新建築物及交換櫃完成，乃暫時建一木質之屋，備裝 500 號磁石式之交換櫃，及配綫架與其他機件等。此局名為西局，於 1913 年開始營業。1915 年間，繞舊建之木屋，建一鋼筋混凝土之樓房，核算交換櫃全部移至新舍二樓，但交換工作，並

未因此而有一片刻之中斷也。是時之交換櫃已增至 1000 號。

1914 年復於蘭路建一分局，(名爲東局)，其交換櫃爲依力伸式，計 300 號，以應楊樹浦區域一帶之需要。

#### (四) 受歐戰之影響

1914 年公司因須增加總局容量，曾訂購機件。但於是年八月，載運機件之船，適在開往中國，途中被扣，移作軍用，致所購機件迄未能運至中國，或已在埃及卸下應用矣。在此二三年中，公司無法添購交換櫃，以供擴充之需。

1917 年初該公司總工程師特赴美，購置機件。並在上海北區海寧路建一新交換局。所裝設之號燈交換櫃，係屬施脫龍波卡爾孫式。與總局所裝置者頗相似，容量爲 3200 號。於 1917 年終裝竣應用，商民稱便。後總局於 1919, 1920, 及 1922 三年內均增添機件，結果總局容量增加至 8800 號。1920 年並擴充西局建築，並廢磁石式交換櫃，而改裝 3200 號之施脫龍波式交換櫃。在 1920 年至 1929 年之數年間，該局用戶數連續增至 7000 號。

1921 年於蘭路建一修理廠，爲修理交換機，及配裝交換櫃之用外，並附做水泥管話桿及話桿底座等。

而北局容量於 1917 年至 1929 年間，亦增至 5200 號。

#### (五) 自動電話之開始應用

1924 年東局磁石式交換櫃(蘭路)改換 1000 號依力伸式自動電話機。

繼東局後者，爲總局裝設 5000 號之旋轉式自動電話機。此項機件係屬特製者，用 24 伏脫，且經“熱帶塗油”手續，用爲防止夏季梅雨時節濕氣之侵入。於 1928 年總局自動機件由 5000 號增至 10000 號。同時人工交

換檯減至 3000 號，仍繼續應用。路陸及虹橋二局於 1927 年亦先後成立，均係採用人工制之交換檯。

路陸局位於億定盤路，僅有 500 號磁石式交換檯。虹橋局位於虹橋及麥克勞路之轉角處，因屬鄉村，故交換檯之容量僅 100 號而已。路陸局後於 1930 年改為共電式，現仍營業其容量為 3000 號。虹橋局於 1935 年亦改為共電制，其容量為 300 號。

在 1929 年時畢助局亦行營業，此局為共電式人工制，共 1000 號。

1920 年該公司與交通部電話管理局簽訂合同，俾完成南市及閘北間之電信交通。後復於 1925 年增訂合同，俾長途電話服務亦包括在內。

#### (六) 上海電話公司之組成及其改善工作

在此十餘年間，電話之發展至為迅速。至 1930 年上海華洋德律風公司深感覺以後所需之更大計劃及財力，殊不易應付。爰於七月間開股東會議，決議將電話公司售與美國國際電話及電報公司所組之上海電話公司辦理。上海電話公司于 1930 年八月五日接收後，立即籌劃改自動制，並建新局擴充容量。

舊公司之工程師原擬有重要之計劃對於在福建路及畢助路裝置自動機，已早有決定。福建局可容 20000 號自動機，且附設工程部，工務部及話務部，各部辦公室。俾總局附設之辦公室，可完全供總管理處及商業部擴充之用。

此外於北局及西局計劃新建局房及改換新機，並在匯山路及敏體尼蔭路二區亦計劃建築新局。訂購 33000 號之 48 伏脫旋轉自動機如第三圖。並裝長途交換檯，與交通部電話局相聯絡。此偉大之工程，竟在十八個月內完成。較預定日期提前六個月。總局，西局，北局及畢助路之依力伸及人工交換機件，遂皆拆除不用。經此改善後，上海之電話事業，足可與世界各大城市相媲美矣。

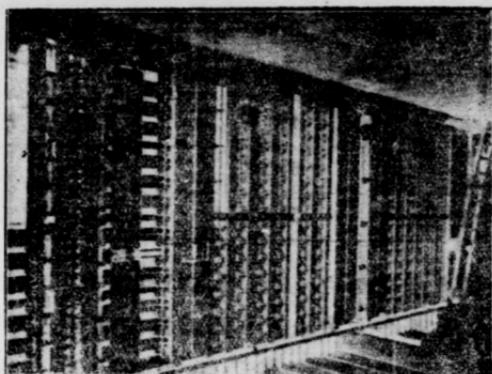


圖 三

## (七) 現 狀

現該公司之交換機除路陸及虹橋兩局，因越界築路電話營業合同尚未簽定，仍採用人工制外，餘皆為自動式。新長途交換機仍設于總局。至於蘭路之產業及修機廠，改由中國電氣公司管理，緣該公司亦屬國際電話電報公司附屬公司之一也。

至 1936 年十二月終，關於該公司電話局所在地及其容量，特列表如下：

號 數	局 名	1932年3月31日 備用之號數	1936年12月31日 備用之號數	器 樣 式 機
10,000-19,999	總 局	10,000	10,000	24伏脫旋轉式
20,000-29,999	路陸局	1,310	3,000	人工共電制
	虹橋局	100	300	人工共電制
30,000-39,999	西 局	6,000	7,400	48伏脫旋轉式
40,000-49,999	北 局	7,000	5,800	48伏脫旋轉式

50,000-59,999	匯山局	3,000	4,400	48伏脫旋轉式
60,000-69,999	留為將來發展之用			
70,000-79,999	畢助局	4,000	7,400	48伏脫旋轉式
80,000-89,999	敏禮尼局 敏蔭局	6,000	6,000	48伏脫旋轉式
90,000-99,999	福建局	5,000	7,400	48伏脫旋轉式

廿五年經中國政府之努力，上海長途電話可與國內通話者，計有漢口，廣東及香港等地。是年二月十五日國際無線電台已與日本正式通話營業，同時且與美國及歐洲兩地商洽通話，預期于1937年內可望實現，是則上海租界電話事業異日之發達，必將在其過去之歷史上，開拓一嶄新之境界焉。

# 電話發明家佩耳教授<sup>®</sup>

趙曾珏 沈秉魯

摘要：- 本篇敘述，專重歷史。文內綜述其求學時代，發明動機及所基之原理，最早試驗之模型與第一具電話之製造及專利，液體話筒及獲得第一句完全句話之經過，記載甚詳。至於成功後事業之迅速發展與其所享之榮譽等，亦有傍及。末殿以事略，俾便考讀。

## 一 導 言

科學精進之結果，使吾人享受物質文明之程，度愈益提高。第吾人追本溯源，則對於一切科學發明之先進人物，誠不能不致其無限之景仰，用以感懷先哲而激來茲。電話發明家佩耳教授之紀念，當尤富於此種意義。

---

Prof. Bell, the Telephone Inventor

T. C. Tsao Pinlu Shen

Synopsis: Alexander Graham Bell, a young professor of acoustics, was born in Edinburgh on March 3, 1937. He moved to Canada in 1840 and in the following year went to Boston as Professor of Vocal Physiology at the Boston University. Here he conceived the idea for his "Harmonic Telegraph". On the March 10, 1876, the famous first sentence, "Mr. Watson, come here, I want you", was transmitted. The first form of business organization to handle the telephone commercially was a trusteeship instituted in July 1877 by the four owners of the patents, Bell, Watson, Sanders and Hubbard. The trustee, Hubbard, decided upon the policy of renting telephones; he started a system of licences to authorized agents in many parts of U. S. A. These license-agencies grew into exchanges and into local companies. The trustship was supplanted in July 1878 by the New England telephone company, then later by Bell Telephone Company. In 1885, A. T. T. was organized. This system, now linking together more than 16,600,000 telephones throughout the U. S. A. is regarded as essential to the business and social welfare of the people. Prof. Bell won many prizes and honors. He died on Aug. 2, 1922.

本文舉凡佩耳氏之生平及其發明成功之經過，均一一作有系統之介紹，意為國內之操研究及實驗工作者，樹一優良之模範焉。

## 二 求學時代

電話發明家佩耳氏 (Alexander Graham Bell)，一八四七年三月三日出生於英國愛丁堡。其父亞歷山大·梅爾維爾·佩耳氏 (Alexander Melville Bell) 為著明之聲音及語音學專家。對於啓迪聾人之道，深有研究，且著專書論之。內中以“可見的言語” (Visible Speech) 一書，得名士如麥士偉氏 (Clerk Maxwell) 及伊立斯氏 (Alexander I. Ellis) 等之稱頌。其大父亦以治療發音不全之病，譽傳全國。佩耳氏幼受優良之教育，十五歲 (一八六一年) 在愛丁堡皇家高等學校卒業。後至蘇格蘭愛爾蘭學校中供職。在校補習拉丁文，以為入大學之預備。其後與其大父同居倫敦一載。在此一載中，氏勤研聲學。恆思人聲之發，先張口唇，再將舌作上下之動作而起，待聲為他人所聞，即能了解其意義。氏覺此事之奇妙，乃製一發音之模型，一如口唇咽喉然，用風箱激動內中之空氣，可以發聲。可見其研究之精神，在童年時，已屬驚人。繼為奮求知識起見，入倫敦大學肄業，以求深造。

## 三 移居加拿大後之情形

當氏肄業於倫敦大學時，兄弟二人，均患肺病致死。氏亦患肺病，其父憂之，因思擇地為良，乃於一八七〇年舉家遷加拿大翁泰利哇省 (Ontario) 之白朗脫福特城 (Brantford)。時氏年僅二十四歲，以教授聾人，有聲於時。次年復去波士頓 (Boston)，居薩勒姆 (Salem)，代其父教導聾人，而又任波士頓大學之言語生理學教授之職。

## 四 發明電話之動機

電話發明，聾者之賜也。蓋佩耳氏一家為聾人効力，於茲三世。且其家學淵源，研究聲學有素，故能創此。緣是事業發明之成功，決非偶然可得者，要必其人具有澈底解決某項問題之精神，方能獲得意外之結果。據傳記所載，其發明電話，乃一種研究之副產物。氏任聾校教員與該校一女學生

名梅白兒 (Mabel C. Hubbard) 者友善。佩耳氏為欲使其女友及聾人能聞聲語，遂蓄意研究此種方法。某時，託一醫士割下死屍之耳，用麥桿一根，一端接觸於耳之鼓膜，另一端安置薰塗煙煤之玻璃片上，氏向屍耳放聲高歌，因鼓膜之振動，玻璃片上竟畫出綫紋。經多次試驗，引起其發明一種用電工作之機件，以便聾者，而在無意中，竟發明電話。

### 五 發明電話所基之原理

一八一六年十月廿六日，有一德國科學家名萊斯氏 (Philip Reis) 者，在德國佛蘭克福 (Frankfurt a. Main) 講演其發明之“斷續電話”之原理。氏為陶納斯 (Taunus) 地方佛里特里許村 (Friedrichsdorf) 學校之教員，在該處曾作研究耳之工作。為便利研究起見，曾將榆木雕一耳殼，而以一小塊腸衣作鼓膜，聽覺小骨則以黃銅代之。此模型 (參見圖-1) 現尚存柏林郵電部博物館中。其法用電池供給其電流，再籍此電流通至一接收器，器為一線圈，其中插一金屬引線針，因此針置於富有反響性之流空箱上，



圖-1 (木耳)

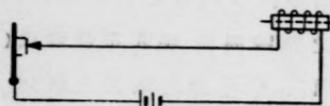


圖-2



圖-3



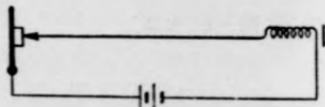
圖-4

故聲音之復演，極為清晰。(圖-2) 在佛蘭克福表演時，萊氏用一較好之器具，(參見圖-3) 卽一已鑽洞之木塊，一口封以薄膜，他口則封以鉛片，鉛

片聯一彈簧。萊氏曾使用多種方法改造其器具，始將話筒變成一方木匣，（參見圖-4）在其傍面開一傳聲孔，孔口再裝一傳聲喇叭口，匣之上方開一圓孔，孔上緊覆以豬腸製成之薄膜，膜之中央有一小鉛片，用電線通至接頭柱，該鉛片上按一圓形之金屬錘，經電鑰及電報聲響機而至另一接頭柱。接收器則一如原狀，未加更變。當強大之聲自傳聲喇叭口傳入箱內，薄膜及金屬錘皆起振動，能使接收器發出相似之聲。發聲之原理，係由“磁激”（Magneto-Striction）或“潘琪作用”（Prof. Page's Effect）而起。該斷續電話，于各種聲頻，尚能適當傳遞，惟於聲量及聲色二項，則每多失去其真相。緣斷續的電流加置線路上，在收聲方面，對其所發之聲，幾無大小之不同可言。而聲色則悉賴諧波為之。此種簡單之發話機件，於聲頻尚屬勉強傳出，故對於諧波自難真確的演出也。然萊斯氏實開炭精屑微音器之先河，蓋新式者亦用電池及炭精屑接觸點，惟其接觸點較多耳。

自美國莫爾斯教授（F. B. Morse）於一八三五年正式發明電報機件，而於一八四三年至一八四四年獲得國會之資助，敷設華盛頓飽的摩報線後，歐美科學家更注意聲音之傳輸問題。法人布蘇爾氏（Charles Bourseul）在一八四五年即闡明一種理論，申述製造電話之原理。曾自著一文，載入是年八月廿六日在巴黎出版之二十四卷 *Illustration* 雜誌中。該文首述莫爾斯電報之原理，繼言根據是理，凡人之筆跡或任何曲線，皆能利用電能傳至對方。最後復言：

「……吾人皆知振動能產生聲音。由媒介質振動之重演，而使耳能聞得之。然因距離之增加，使音量耗衰極速，故非藉號筒等之輔助，談話距離實屬有限。設有一人，向一可動而能依言語振動之盤談話，該盤即能使電池斷續的接至線路上使對方相似之盤，起同樣之振動。



（參見圖-5）

圖-5（斷續電話）

夫發話端之盤，確因談話時之聲量而變動其振幅，但聽話端則僅發

出等聲量之聲。惟此並不變更該聲之性質，且兩方之聲，其速率亦相同。……吾人從多方面之證明，可確認用電傳輸聲音，已屬可能。回溯在應用磁電之原理，使倫敦與維亞那間用一單線收發電報之初，即大科學家亦目為烏托邦之理想。雖當時人仕認為不可能，但現已成爲事實。待利用電能將言語傳輸至遠方之方法成功以後，諸多重大之應用，將接踵而起。不聾不啞之人，可互相接談。所用之機件，僅一電池，二振動盤及一線路而已。例如命令或可用此傳達，不必再如電報須雇用諳知打報之人，逐字拍發者然。總之用電傳輸言語，在不久之將來，即能實現。關於此事，余已作數種試驗。因其精細，非有耐心並加以長久之時間不可。然所得之結果，頗爲良好云。』

此後德人魯物氏 (Ludwig) 與黑爾姆霍氏 (Helmholtz) 亦曾作甚多關於用電氣之分析言語及音響之再生等之實驗。美國好斯氏 (Royal E. House) 曾發明一種機件名“電聲電話” (Electric Phonetic Telephone)，並得政府之專利。因其無有實效，卒予放棄。

佩耳氏發明電話，其所基之原理，與萊斯氏及布蘇爾氏二者之原則相彷彿。惟認爲仍循電流斷續的加諸線上之方法，而再加研究，必不能獲良好之結果。氏信電話之話筒與直流電源在談話時應恆串接爲一系，如是聲音電流疊置於直流電上，始可傳遞於遠方。氏於一八七五年繼續試驗諧波電報 (Harmonic Telegraph)，冀希在一線上，能收發數「路」之電報，即在此時，忽觸起其發明電話之動機，乃謂其助手瓦得孫氏曰：

“倘余能產生一種電流，其強度變化之不同，恰與發聲時空氣強度變化之情形相符合，則余自能傳送音語，與發電報然。”

嗣後氏利用一種膜片，以產生與音語相符合之顫動電流，適如其所預期者，於是言語之電氣傳遞方法，乃告成功，而名其機件爲“改進電報”。

## 六 最早試驗之模型

一八七四年，佩耳氏及勃樓克博士 (Dr. Clarence John Blake) 曾製就

二片玻璃，用烟薰染，以記錄音浪。此項試驗，使佩耳益明膜片能產生相當



圖-6 (威廉氏寓所)

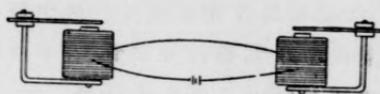


圖-7 (振動簧舌接收器)

於任何聲浪之振動。故渠於是年八月返白郎脫福特城省親時，即早萌可用電氣方法傳遞言語之理想。是年開始試驗諧波電報。復赴華盛頓與亨利氏 (Joseph Henry) 討論電話之原理，深得其鼓勵。一八七五年六月二日下午，氏與瓦特孫氏在波士頓法庭街一〇九號 (Court St. Boston) 之威廉氏 (Charles Williams, Jr.) 寓所 (參見圖-6) 之五層樓一一氣樓——相隔六十呎之二室中，試驗諧波電報。威廉氏乃電氣工場之主人，瓦特孫氏為其雇員。二發明家先將六具諧波發報機所用之電磁石串接至同一電線上。各該磁石之銜鐵為能振動之簧舌，其機械振動之周率，各不相同。在接收端則串接與發報端對稱之振動簧舌接收器 (參見圖-7 注意此圖僅有一副電磁石)。此時適值發報端有一簧舌之校準螺絲太緊，瓦特孫氏乃按捺傳送簧舌，以期截斷電流，但電路仍經由螺絲緊合，此時簧舌在磁極中振動不停，發生一種特殊之聲音，瓦德孫氏名其為“哀鳴” (“Whine”)，並產生一種電流，其強度能依空氣強度之不同而變化。此項振動電流經由導線，使接收端之簧舌接收器，亦產生一種相符合之振動，而發出低微之聲，適如佩耳氏前所預期者。同日，復試驗其他週率之一副簧舌，皆得同樣之現象。至此，佩耳氏之奇妙理想，始獲得初步之實現。

於任何聲浪之振動。故渠於是年八月返白郎脫福特城省親時，即早萌可用電氣方法傳遞言語之理想。是年開始試驗諧波電報。復赴華盛頓與亨利氏 (Joseph Henry) 討論電話之原理，深得其鼓勵。一八七五年六月二日下午，氏與瓦特孫氏在波士頓法庭街一〇九號 (Court St. Boston) 之威廉氏 (Charles Williams, Jr.) 寓所 (參見圖-6) 之五層樓一一氣樓——相隔六十呎之二室中，試驗諧波電報。威廉氏乃電氣工場之主人，瓦特孫氏為其雇員。二發明家先將六具諧波發報機所用之電磁石串接至同一電線上。各該磁石之銜鐵為能振動之簧舌，其機械振動之周率，各不相同。在接收端

## 七 第一具電話之製造及其專利權之獲得

一八七五年六月三日，佩耳氏又託瓦德孫氏製一電話機名“絞架電話”(gallow's frame telephone)。

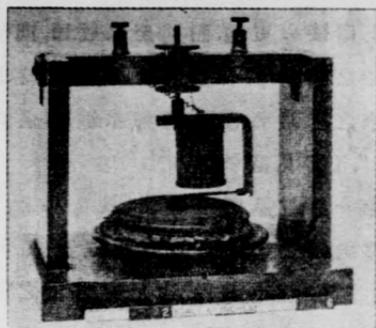


圖-8 (絞架電話)

該機(參見圖-8)用牛之大腸膜爲話筒之薄膜，薄膜上置一軟木塞，塞上有鐵片一條，條之他端活動的連鎖至一尺角形之鐵塊，此鐵塊，即爲一電磁石之底座(yoke)，而前述之鐵片作爲其振動簧舌。

因氣樓之兩室，相距過近，雙方談話，隱約可聞，在試驗上殊減成效，因將前一日接收端所用之振動簧片電磁石移至三層樓威廉氏之

總工場，瓦德孫氏之工作桌上，一面用電線通至氣樓，將線端接以絞架電話機。斯時佩耳氏在氣樓室中儘力呼喊，瓦德孫氏雖能聞得其聲，然不甚清晰，故其所操語句，殊難使人了解。據斯第一具電話之試驗，佩耳氏自信其可以獲得成功。故當渠返家時，特指示瓦德孫氏應行改良之處，以備下次繼續試驗之用。經多次之改善，稍著成效。

一八七五年之九月，氏在其加拿大父宅繕寫電話之規範書，書中力求與英美專利權相衝突。一八七六年二月十四日，將其“改良電報”之專利權請求書送入，在其生日——三月三日——竟獲得准許。三月七日正式收得第一七四四六五號證書。(參見圖—8)

## 八 液體話筒及獲得第一次完全語句之經過

湖氏於數年前，曾爲其多工電報，發明避電弧器(Spark arrester)，此器係以導線二根，浸入淡酸水中，藉導水浸入淡酸水中之深淺，以變動二線間之電阻，即所謂“水電阻”也。根據斯理，氏將二導線浸入淡酸水器中，

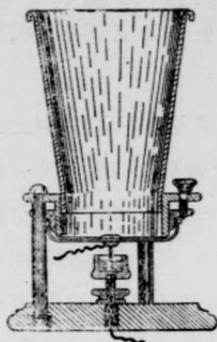


圖-9 (液體話筒)

一導線永遠靜止，一導線則附着於能振動之薄膜片上。當薄膜因言語聲波之激動而振動時，一導線乃在液體中升降不定，使兩線間之電阻，時高時低，依聲波之強度及周率而變動，苟以導線上串接以電池，而通至接收器，則接收器因電流之強弱，吸合簧片之力，時大時小，而產生原來之言語聲音。此特種水電阻，名為“液體話筒”。(參見圖-9)

氏於第一架電話製造之後，於一八七六年一月即移居波士頓之厄克塞拖五號 (5 Exeter place)。為秘密計，仍租氣樓上之二室，從事試驗。而厄克塞街之室，為其寢室，振動式之接收器安置其中。而海華特街 (Hayward place) 之另一室為其實驗室，液體話筒安置其間，兩方以電線連接之。

是年三月十日之晚，佩耳氏正在試驗其液體話筒，不慎將淡酸水灑於桌上，情急而呼曰：“瓦德孫君，請來此，余需君也。”此完全語句，第一次滿意的傳至對方。瓦德孫氏聞得此語，幾狂喜而失其知覺，接收機失手落於地上，直詣佩耳氏而喜語曰：“佩耳君，余已聞君之語，極為清晰。”氏獲得意外之成功，亦欣喜異常。(參見圖-10)



圖-10 (傳輸第一次完全語句後之情形)

氏於一九一五年當波士頓與舊金山相隔三六五〇哩舉行通話典禮時，在波士頓又以其得意句“瓦德孫君，請來此，余需君也。”與遠在舊金山之瓦德孫氏語，其歡悅之情，可以想見。

佩耳氏所用之液體話筒及電線等，皆被美國電話電報公司搜藏於佩耳系歷史博物館 (The Bell System Historical Museum) 中。一九三一年一月二十三日，佩耳之女公子辯洛文納夫人 (Mrs. May Bell Grosvenor) 在華盛頓舉行之美國地理學會大會中，當四千人用原來之電線重行表演一次，聲浪甚為清晰云。

## 九 佩耳之公開表演

一八七六年，費城百年博覽會 (Philadelphia Centennial Exposition) 開幕，佩耳氏於六月二十五日下午將其改進之單極電話及鐵盒話筒表演於評判員及來賓之前。當時佩耳於遠處一大廳內，裝就話筒，對之講話，而以導線通至一鐵箱接收機，該機係置於陳列佩耳氏其他電訊用具之桌傍者。當巴西西皇帝唐彼特羅 (Bom Pedra) 第一次聽得接收機發聲時，不覺驚呼曰“上帝，彼固能言語者”。同時證明佩耳氏試驗工作之餘，尚有約瑟亨利氏 (Joseph Henry) 威廉湯姆士氏 (Sir William Thomson) 格萊氏 (Elisha Gray) 及

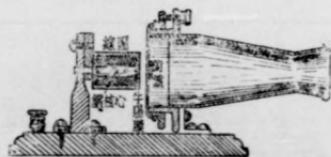


圖-11 (博覽會中之話筒)

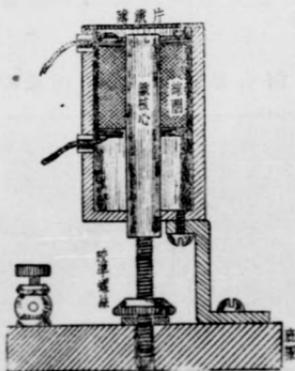


圖-12 (博覽會中之聽筒)

其他科學家等多人，莫不對之同聲讚賞。按液體話筒，雖為一切變動式話筒之始祖，然無商業上之價值，故佩耳氏乃竭其全力，抖擻精神，卒在磁場中將絞架式話筒改良，以鐵片使產生一種更合實用之話筒。（參見圖-11）鐵盒式聽筒為顫動簧舌式之最完善者，係以一圓形磁鐵，及可以校準之線圈核心所組成。另以圓形薄鐵片作為產生振盪之用。（參見圖-12）迄於今日，吾人所用之聽筒固仍屬此式也。

嗣後佩耳氏更作波士頓至費城間之通話表演，該項試驗，雖無正式記載，然渠所用之高阻線圈之話機，已證明在具有相當於350哩報線阻力之人為模線上，使用殊為滿意。佩耳氏之理想，以為二點間導線愈長，或阻力愈大，則話筒及接收機所需之阻力亦愈大。經過此次試驗，渠乃更有把握矣。

一八七六年十月九日，佩耳更作一次表演，此次所用之機械，與費城百年展覽會所用者，略有不同。前次話筒上之小薄鐵片，係另用一與薄膜大小相埒之薄鐵圓片代之者。該機則既可作話筒，又可作接收機，一舉兩得，使用殊感便利也。

其後利用威而威士廠在波士頓之辦公室及劍橋港工廠間二哩長之報線，雙方互換談話，成績美滿，此乃利用收發兩用機作互談之第一次成功。

倘有足資記載者，即最早之長距離電話，係於一八七六年於加拿大

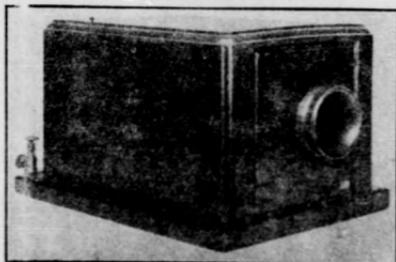


圖-13 (鐵匣電話, 1877)

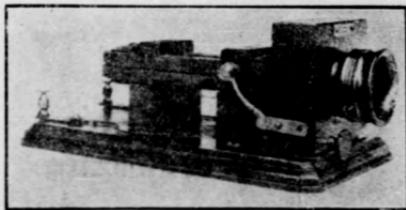


圖-14 (鐵匣電話之內容, 1877)

之巴黎及勃郎脫福特二地舉行，距離約八哩，巴黎所用者為鐵箱接收機，而勃蘭福特所用者為膜片式話筒，此次之通話，係單向的，回答則由電報替代之。

一八七七年，佩耳氏在薩勒姆又對人表演其電話。(參見圖-15)是年八月一日，氏與梅白兒結婚。



圖-15 (佩耳氏在薩勒姆表演)

一八七八年一月十日，佩耳氏渡英親見英國維多利皇后，作公開之試驗表現，藉為其創造品作極有力之國外宣傳。皇后與某爵士通話，並傳送音樂與詩歌，滿意非凡。皇后並向氏訂購電話二具及應用之電線。嗣後好奇者在倫敦保和教堂 (Bow Church) 自屋頂與地面，上下各置電話一具，使觀者納一辨士，而以互談為嬉。一八七九年，倫敦及荷拉斯谷始成立電話局。

## 十 商業組織

當佩耳氏在研究之初，即與桑陀斯氏 (Thomas Sanders) 立一口頭契約，即桑陀斯氏供給其研究所需之費，如佩耳氏獲得專利，則其特許權為共有。不久與其岳父哈排特氏 (Gardiner G. Hubbard) 亦有同樣之口頭契約，後組織“佩耳專利協會”(“Bell Patent Association”) 合同中說明桑陀斯氏與哈排特氏各供佩耳氏研究所需款項之半數。合同簽字後一星期，

即于一八七五年三月六日向華盛頓首都要求第一六一七三九“改進電報發報機收報機”(Improvements in Transmitters & Receivers for Electric Telegraphs)之專利證。

**THE SPEAKING TELEPHONE**

**REMARKABLE RESULTS—A BROOKLYN SONG HEARD IN NEW YORK—A CORNET SOLO HEARD THREE MILES AWAY.**

If Franklin, who caught the lightning with his kite, or Morse, who tapped and put it into leading strings, had been present last evening in one of the quiet parlors of the St. Denis Hotel and heard it talk and play and sing "Killicadee Fort," they would doubtless have been as much surprised as they themselves surprised the people of their own day and generation. The occasion was not a public one, yet the interest which attached to it was sufficient to attract a considerable number of gentlemen well known in the scientific world. Among these were President Barnard, of Columbia College; Professors Newberry and Reed; Professor Fect, of the Deaf and Dumb asylum; Hon. T. N. Gibson, M. P., of Canada, President of the Dominion Telegraph Company; General Eckers, President of the Atlantic and Pacific Telegraph Company; General Gaylord, Eastman Johnson, Rev. Dr. Armistage and others. It was in obedience to an invitation from these gentlemen that Professor A. Graham Bell, of Boston, delivered a lecture on sound and electricity and gave a striking exhibition of his speaking telegraph. To the eye the apparatus used was simplicity itself and might have been taken by a casual observer for the cover of an ordinary sewing machine, except that at one end there was a mouth-piece like that which is attached to speaking tubes. A couple of wires ran from the other through the room across the Brooklyn Bridge and into one of the offices of the Atlantic and Pacific Telegraph Company in that city. In a conversational, but clear and succinct manner Professor Bell told the story of his discovery, and described, as well as he could do so verbally, the operation of his machine. Modestly disclaiming anything like perfection and confessing that the telephone was yet in its infancy, and that he was met at every step by strange results and problems, which seemed to leave him deeper in the dark, he nevertheless gave to his audience various illustrations of the wonderful power which he has gathered that must have satisfied the most sceptical person present that we are upon the eve of strange developments in the philosophy of life. For instance, it was startling to hear the lecturer stop in the middle of a sentence and exclaim, "Ah, my friend is talking to me in Brooklyn!" there is a dead silence in the room, and the low monotone of a man's voice is audible.

圖-16 (關於電話發明最早之報紙記載  
New York Herald, May 12, 1877)

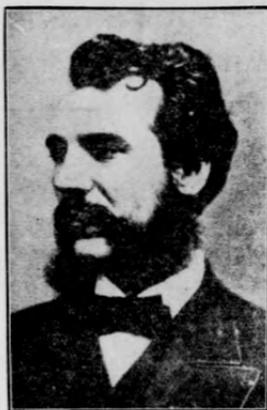


圖-17-1 (佩耳氏, 1876)



圖-17-2 (瓦德孫氏)

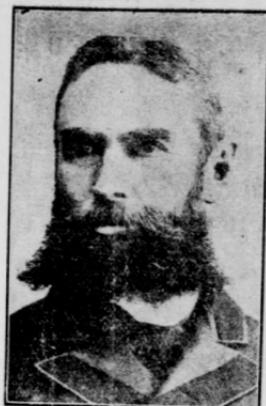


圖-17-3 (桑陀斯氏)



圖-17-4 (哈排特氏)

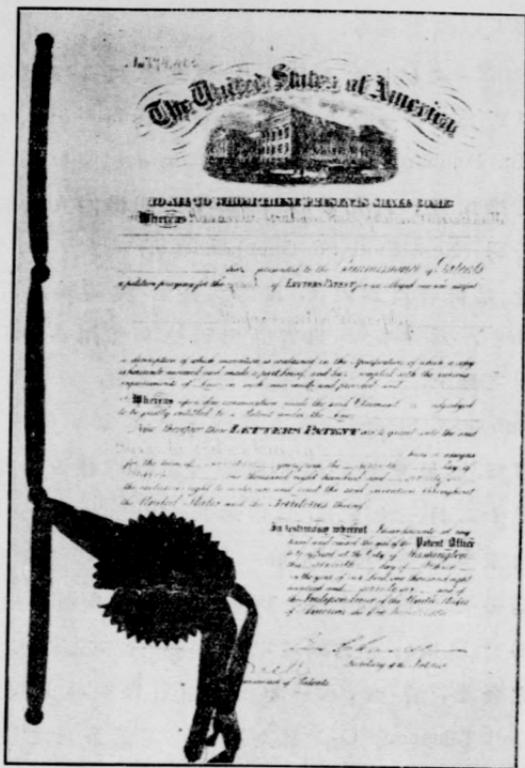


圖-18 (佩耳獲得之第一次專利證)

一八七五年七月二日，佩耳氏與瓦德孫氏研究多工電報，決意發明電話。一八七六年三月七日，又獲得一七四四六五“改進電報”(Improvement in Telegraphy)之專利權。(參見圖-18)一八七六年四月八日又獲得一七八三九九“電話的收報機”(“Telephonic Telegraph Receiver”)之專

利。一八七七年一月十五日，獲一八六七八七“改進電報術”(“Improvement in Electric Telegraphy”)之專利。按以上四種專利，實為佩耳系日後擴大組織之基本。

一八七七年八月一日，佩耳專利協會劃分為五千股，佩耳氏得十股，佩耳夫人得一四九七股。哈排特氏得一三八七股。哈排特夫人(Gertrude Mc. Hubbard)得一百股。哈排特弟(Charles Eustis Hubbard)得十股。桑陀斯氏得一四九七股，瓦德孫氏則得四九九股。一八七八年新英州電話公司(New England Telephone Co.)正式組成，資本為二十萬金洋，分二千股。哈排特氏為經理，其弟為書記，桑陀斯為出納。勃雷特樓氏(G. L. Bradley)為幹事。專以電話出租他人應用為務。當時因鑒於新英州電話公司之獲利，一八七八年六月二十九日，乃又另組佩耳電話公司(Bell Telephone Company)，資本為四十五萬金洋，分四千四百股。調哈排特氏充任經理，而原來新英州電話公司之經理職改由桑陀斯氏擔任之。一八七八年十二月三十一日，福勃斯氏(William H. Forbes)被舉為佩耳電話公司之董事長。一八七九年一月二十九日經董事會之通過，組織全國佩耳電話公司(National Bell Telephone Co.)合新英州電話公司及佩耳電話公司為一，以推行全美國之電話事業。資本共計八十五萬金洋。後因各地電話之發達，於一八八一年三月廿日復組織美國佩耳電話公司(American Bell Telephone Co.)將全國佩耳電話公司之股票，悉數併入，資本總額為六百五十萬金洋。嗣因長途電話漸趨發達，一八八五年二月二十八日霍爾氏(Edward J. Hall)等又組美國電話電報公司(A. T. T.)資本為十萬金洋。初附於美國佩耳電話公司中。一八九二年紐約與芝加哥通話。(參見圖-19)一八九九年資本總額續增至二千萬金洋。一九一五年波士頓與舊金山通話。(參見圖-20)目下美國之佩耳系，美國電話電報公司專事全國長途營業，統轄佩耳實驗室(Bell Telephone Laboratories Inc.)及西方電氣公司(Western Electric Co.)，並供給二十四聯合公司(Associated



圖-19 (佩耳氏在紐芝通話典禮中)

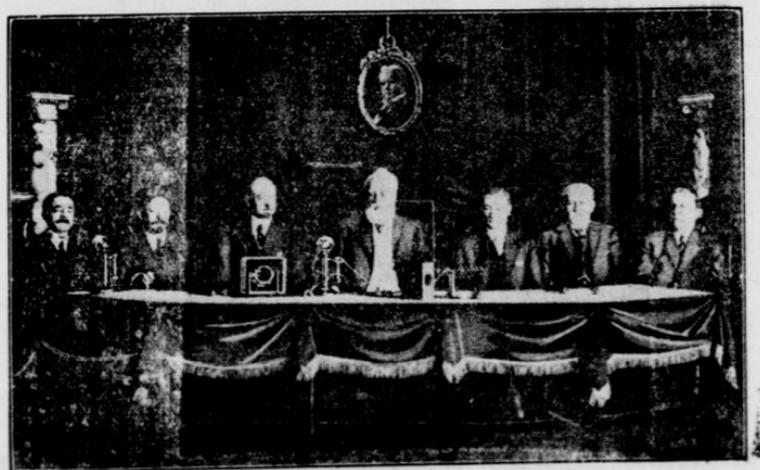


圖-20 (波金通話典禮,中坐者爲佩耳氏)

Companies) 以工程運用,法規,財政,會計等諸方面之扶助,組織之大,無與倫比。此固歷年經營之所得,然佩耳氏實為其鼻祖也。試觀一九三四年所發表之全世界「各國平均每百人所有之電話具數」(參見圖-21)及「各大城市平均每百人所有之電話具數」(參見圖-22)兩圖表,則吾人對於今日電話事業之發達,謂為一切皆出於佩耳氏之賜,安乎不可。

### 各國平均每百人所有之電話具數

一九三四年一月一日

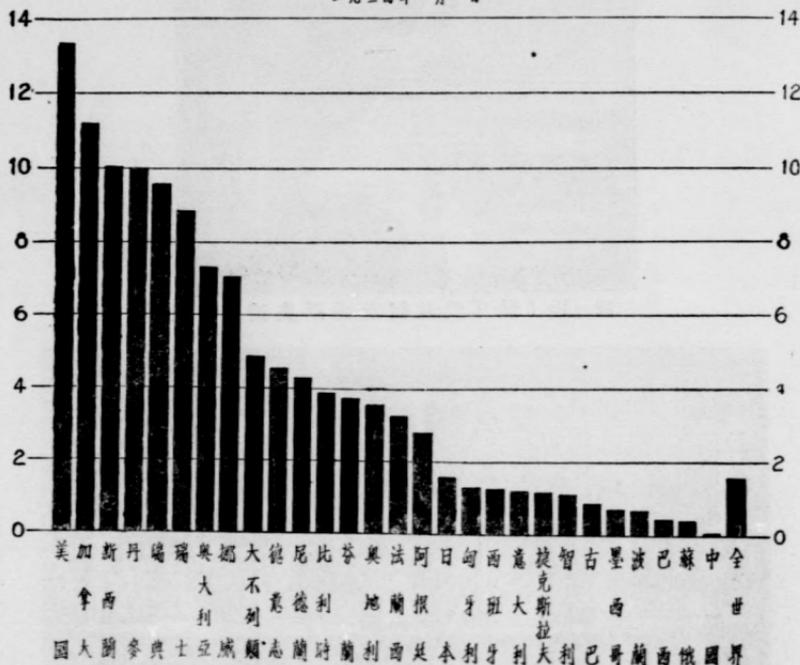
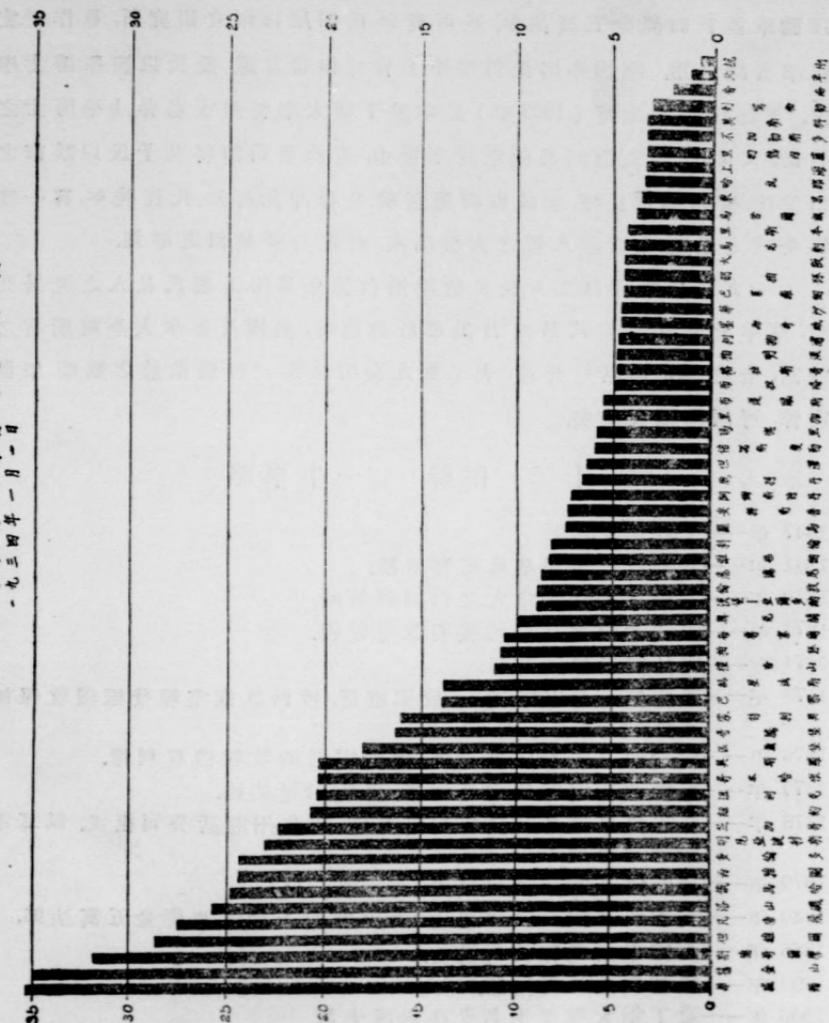


圖 21

### 十一 榮譽

佩耳氏雖為一科學發明家,一事業成功者,然考其在徵時,固曾備嘗艱難。至其畢生艱苦奮鬥之經過與夫在實驗工作上所蒙之困頓,尤屬不

各大城市平均每人所有之電話具數



圖—22

可以名狀。但由於氏半生精力之集中，卒享盛名，兼獲厚利。當氏五十四歲時（1900年），蓋已為一舉世知名之大豪富矣。

該氏一生所享之榮譽，亦頗有足資記述者，如 1880 年法國政府授氏

以勳章並巨額獎金五萬法郎。該項獎金，氏即用以創立研究所，專作研究科學實驗之用。德國亦因氏對醫學上曾有相當貢獻，授氏以醫學博士學位。又如氏六十歲時（1906年）是年愛丁堡大學特贈予名譽法學博士之名銜。又1908年氏返回其故鄉愛丁堡市，市政當局即特別予氏以該市之市民權，按此種市民權，在該市尚屬創舉，榮譽即此可知。氏在晚年，嘗一度作全球之漫遊，此有益人類之大發明家，到處均受熱烈之歡迎。

一九二二年八月二日，氏歿於開泊白蘭登島附近屬氏私人之避暑別墅，享年七十有六，當八月四日氏舉行葬儀時，美國及加拿大全境所有之電話，全體停止通話一分鐘，表示對此發明家作一種最崇敬之默禱，舉世震悼，可謂備極哀榮矣。

## 十二 附錄——一生事略

- 1847年——生於愛丁堡。
- 1861年——卒業於愛丁堡皇家高等學校。
- 1870年——由倫敦遷住加拿大之白朗福特城。
- 1871年——居波士頓之薩勒姆，發明改進電報。
- 1874年——開始實驗諧波電報。
- 1875年——製造第一具電話機——絞架電話。獲得改進電報發報機收報機之專利證。
- 1876年——獲得改良電報之專利權。獲得電話的收報機專利權。
- 1877年——獲得改進電報術之專利權。與梅白兒結婚。
- 1878年——渡英親見維多利皇后並作表現。新英州電話公司組成。佩耳電話公司組成。
- 1879年——全國佩耳電話公司組成。
- 1880年——美國佩耳電話公司組成。法政府授予勳章並獎金五萬法郎。
- 1885年——美國電話電報公司組成。
- 1892年——紐約與芝加哥通話。
- 1906年——愛丁堡大學授予名譽法學博士銜。
- 1908年——返回故鄉愛丁堡市。
- 1915年——波士頓與舊金山通話。
- 1922年——歿於開泊白蘭登島別墅。

# 電話工程發展分類年表\*

林 海 明

摘要:- 本文將通話機件, 電線及電纜, 接線機械, 電話線路, 電話傳輸等項之發展, 依年為序, 分別記之。

一八七六年三月七日佩耳教授 (Prof. Alexander Graham Bell) 發明電話 (美國特許狀第一七四四六五號)。

## 一. 通話機械

一八七六年佩耳教授創用液體傳話器, 為變阻式傳話器之起源。

同年佩耳創用箱式電話機 (即永久磁石式), 傳話受話均可通用, 此為實用電話機之起始。今日通用之受話器均為此種話機之演進。

一八七七年波林諾氏 (Emile Berliner) 創金屬與金屬接觸之變阻式傳話器。

同年愛迪生氏 (Thomas Alva Edison) 創炭精變阻式傳話器。

一八七八年休士教授 (Prof. David Edward Hughes) 在英國皇家學

---

Biographical Notes on Telephone Inventions and developments.

By Henry Ling

Synopsis: This paper covers the biographical notes on inventions and developments of transmitters and receivers, lines and cables, switching apparatus, telephone ccts, telephone transmission, etc.

會宣讀關於顯微作用之論文。

同年勃來克氏 (Francis Blake, Jr.) 創用硬炭鈕式傳話器。

一八七九年勃朗氏 (Robert G. Brown) 將傳話器及受話器合併裝成手機。

一八八一年亨甯牧師 (Henry Hunnings) 創用炭粒微音器。

一八八六年亨寧氏創用長途炭粒傳話器。

一八九〇年白氏 (A. C. White) 創梭立巴式 (即固定背極式) 傳話器。

一九二二年用戶話機開始裝置號盤。

## 二. 電綫及電纜

一八七六年佩耳發明電話時，電話所用外線，均為鐵線。

一八七七年都里特爾氏 (Thomas B. Doolittle) 硬抽銅綫成功，自此以後電話綫均以採用銅綫為原則。

一八七八年麥克婁氏 (J. H. McClure) 始有製用電纜之倡議。

一八七九年美國舊金山開始裝用電纜。

一八八一年彼德森氏 (W. R. Patterson) 始創鉛包電纜。

一八八二年美國波士頓城採用地下電纜。

一八八七年美國舉行第一次電纜會議，討論電纜製造之改進。

一八八九年美國舉行第二次電纜會議，此時已可製造五十對直徑一公厘銅綫之電纜。

一八九一年美國舉行第三次電纜會議，乾心紙裹電纜開始架設。同年歐洲亦開始敷設電纜。

一八九二年開始製造一百對直徑〇・九一公厘銅綫之電纜。

一九〇一年開始採用三〇三對直徑〇・九一公厘銅綫及四〇四對直徑〇・六四公厘銅綫之電纜兩種。

一九〇二年紐約至紐瓦克間，開始裝用長途地下電纜。

一九一四年採用一二一二對直徑 $\text{O} \cdot \text{五}$ 一公厘銅綫之電纜。

一九二一年美國開惠西至海華那間放置海底電纜。

一九二八年採用一八一八對直徑 $\text{O} \cdot \text{四}$ 〇公厘銅綫之電纜。

一九三三年創用同軸心導體 (Coaxial Conductor)。

### 三. 接綫機械

一八五一年都夢德氏 (F. M. A. Dartmont) 首創電報交換系統, 電話之交換思想亦以此為起源。

一八七四年紐約律師團組成之法系 (Law System) 成立, 當時採用之通訊工具係電報機。一八七六年電話發明, 法系採用話機以代報機, 此可謂歷史上最早之電話交換。

一八七八年美國紐海芬城首次裝用洛克伍德氏 (T. D. Lockwood) 設計之磁石式交換機。

一八七九年康納萊及麥第爾氏 (Connelly & McTighe) 首創自働接綫機械。

一八八一年司克律伯納氏 (Charles E. Scribner) 首倡用戶傳話器之電流由話局集中供給之法。

同年安德爾氏 (George Lee Anders) 在交換機每一繩路上用電池一副以集中供給兩通話用戶傳話器之電流。

一八八二年費爾門氏 (Leroy B. Firman) 首創磁石式複接交換機。

一八八九年史端喬氏 (Almon B. Strowger) 首創步進式自動接綫機械。

一八九一年卡借氏 (John J. Carty) 將話局各司機生之傳話器並接

其電流用蓄電池一副集中供給之。同年白氏 (A. C. White) 共電制完成。

一八九二年海司氏 (Hammon V. Hoyes) 倡用複連線圈法以爲共電供給之用。

同年司東氏 (John S. Stone) 倡用阻抗線圈法以爲共電供給之用。

同年泰勒氏 (W. A. Taylor) 倡用容電器及阻抗線圈合用法以爲共電供給之用。

同年密勒氏 (K. B. Miller) 將叫話用戶及被叫用戶之公共電源用兩副電池分別供給。

一九〇六年克列門特氏 (Edward E. Clement) 首創全繼電器式自動接綫機械。

一九一六年羅里摩昆仲 (Hoyt and George William Lorimer) 首創機動式自動接綫機械。

#### 四. 電話綫路

一八三七年斯丹海爾教授 (Prof Steinheil) 發明大地有導體性質。一八四四年麥達西氏 (Matteucci) 作許多實驗以證其說。利用大地作線路之回徑。遠在佩耳發明電話以前。故地回綫路 (即單線) 爲電話線路程式中最早而最簡單之一種。

一八七九年安德爾氏創兩戶同線電話。同年希巴德氏 (Angus S. Hibbard) 創四戶同線電話。

一八八三年卡岱氏根據試驗結果倡用金屬線路以減少地回線路上所發生之感應雜聲。卡岱之金屬線路。一八八四年在美國紐約與波士頓間長途線上作第一次試用。結果非常美滿。此後市內電話線路亦採用金

### 屬線路矣。

同年傑谷勃氏 (F. Jacob) 發明幻通電路之原理, 以增線路之效用。傑谷勃氏之幻通線路所自引出之兩實通線路, 兩端均為橋接之電阻, 故當時幻通電路仍未能見諸事實, 直至一八八六年卡岱採用幻通線圈之連接, 而幻通線路始告成功。

一八八六年愛迪生利用地回幻通線路將電報線路重疊於電話線路之上, 此即通稱之單徑法 (Simplex method)。

一八九二年休丁及利班士兩氏 (Hutin and Lebanco) 首次指出有線載波電話之理論。

一九一八年電話線上初次採用載波電話。

一九二〇年陸地有線電話與無線電話銜接應用。

一九二二年電力線上採用載波電話。

## 五. 電話傳輸

一八八四年卡岱氏為減少地回線路之感應雜聲採用金屬線路, 自此以後, 電話線路無論市內或長途均以金屬線路為原則。

一八八六年巴來脫氏 (J.A.Barret) 倡易位法 (Transposition) 以消滅線路上感應雜聲及串話現象。

一八八七年海佛仙氏 (Oliver Heaviside) 發明無畸變線之理論。

一八九三年海佛仙氏建議負載方法。

一八九九年普平教授 (M. I. Pupin) 倡用負載圈。

一九〇二年克來勒伯氏 (C. E. Krarup) 倡連續負載之法。

一九〇四年許利夫氏 (H. E. Shreeve) 發明機械式電話增音器。

一九一三年真空管式電話增音器首次應用。

一九一五年坎拜爾氏 (G. A. Campbell) 發明濾波器。

一九二七年負載圈採用多磁合金 (Permalloy) 之圈心。

## 六· 通話距離

一八七六年三月十日佩耳與瓦森 (Thomas A. Watson) 在美國麻省波士頓城法院路一〇九號第一次通話成功。

一八七六年通話距離為三公里。

一八八二年，七〇公里。

一八八四年，三八〇公里。

一八九二年，一四五〇公里。

一九一一年，三四〇〇公里。

一九一三年，四二〇〇公里。

一九一五年，一月二十五日美國紐約與舊金山兩城間通話開放。距離計五四七〇公里。

一九二七年一月七日紐約與倫敦無線電話開放，自此陸地有線電話與無線電話銜接以後，長途電話之距離問題已完全解決矣。

一九三五年環繞地球之通話成功，通話距離計三萬七千五百公里。

# 佩耳與我國之合資事業<sup>①</sup>

李 灃 堯

摘要：一篇首略述電話發明之歷史，及技術上與組織上之各種進步。次論全世界電話合資事業之過去情形及其現況，漸及我國交通部與佩耳系之合資事業——中國電氣公司。末則闡明我國今後所應採取之方針。

電話之發明係在西歷一八七五年，但當時尚未能用以通話。遲至次年三月十日，佩耳始能用以傳話於其助手瓦特孫。該年適為美國建國百年紀念，在費城有盛大博覽會。佩耳因得陳列其發明品，以供觀衆試用。遂為世人所週知。故後人論電話歷史，皆自一八七六始。今歲適為六十週年紀念。謹乘此機會，略述倍耳系之梗概，及其與我政府合資開辦之事業。並略陳芻蕘之見，以供國內電話界同業諸賢及當局之參考。

單以歲月言，六十年不為甚久。然電話已由試驗品漸進而為億萬人

---

Bell System and the Cooperated Enterprise in China

By T. Y. Lee

Synopsis: China Electric Company, a cooperated firm of China and Bell System, has been organized about 20 years ago. The total capital was US\$1,000,000. Due to some reasons, the manufacturing works have not been brought to a large extent. For the benefit of China, the author emphasizes some important changes of policy must be carried out by the Chinese Government.

之必需品(交一九三五年元旦統計,全世界共有電話用戶三千三百五十四萬家),由五十英尺之短距離通話漸進而成全世界之通話網。歷史雖短,成就實多。此六十年間之改良發達,蓋已繁不勝言矣。史家有分電話歷史爲(A)發明(B)改良(C)擴張(D)組織四期者。實則各期中皆有此四項活動。此等分期法,不過爲便利計,權以各期之特著趨勢以概其餘耳。前二期各約十二年。各種基本機件如送話器,受話器,交換機,硬銅綫等已漸臻完善。自入二十世紀,電話始由奢侈品變爲實用品,漸次普及,故稱爲擴張時期。因報話共用之線路成功,電報與電話事業遂由競爭而改爲合作。又因真空管出世,乃有增音器與載波通信法之發明。後又與無線電合作,遂有世界電話網之成就。電話之範圍因而日益擴大矣。組織時期約始於一九一〇年。美國各地之電話事業,十九爲佩耳系所經營。組織隨增大而益趨嚴密。因技術集中統一,故進步益速。乃漸與他國合作。運用其豐富之技術經驗,在各國設立製造廠與研究所,以至今日之盛。

佩耳系在美國以外之合資工廠甚多。其中爲吾人所熟知者,有比利時之驗耳電話製造公司(曾供給上海杭州廣州自動電話)巴黎之電話機料公司(曾供給上海自動電話之一部)倫敦之標準電話電纜公司(曾供給九等長途電話網)東京之日本電氣會社(曾供給青島自動電話)及我國之中國電氣公司等等。

中國電氣公司係我國交通部與佩耳系之合資事業。開辦已近二十年。資本爲美金壹百萬元,交通部與佩耳系各任其半。共有董事五人,我國居其三。總經理由佩耳系推薦,副總經理則由交通部委任。

按交通部創辦中國電氣公司之目的,原欲仿佩耳系在歐洲日本合辦之例,設廠製造電報電話機件,以免事事仰給海外。但聞該公司之工廠規模甚小,出品極少。大部業務,仍賴經售歐美各佩耳系工廠之出品。以視佩耳系與他國合辦各公司之生產能力與技術標準,實有霄壤之差。資本多寡,固容有不同。國民政府未成立前之政治不穩定,亦不無有關。然以百萬

金元經營二十年之成績如此，似有人事未盡之處。往者固不可諫，今所欲論者，該公司之將來問題。吾國既執有該公司股本之半，理應儘量利用此股權，將該公司加以整理，使其成爲吾國製造電訊機械之中心。果能如此，則不惟可抵制一部分進口洋貨，以補助國家目前之財力，亦可養成多數技術人材，以奠異日獨立生產之基礎。較之放棄股權，任令五十萬金元之巨資，專助外商推銷洋貨者，其得失不可以道里計也。

論者或曰以交通部之大力，與其與外商合資經營中國電氣公司，何若自行設廠，獨力製造，以免外人加入我生產機關，不惟分利，且或掣肘。爲是說者，其志可嘉，惜乎其昧於生產技術之實際，故所論仍不免爲難於實現之高調也。蓋製造電訊機件，大非易事。不惟各種零件須先經過設計，試造，實驗等三步手續，始能規定程範，以資選製，即每種原料，亦須一一試驗，方能審定標準。並須必能確知其來源不一，不爲一國所操縱，始有採充原料之價值。又如製造所需工具，有可在市上購求者，亦有係各電訊機件製造廠自行設計者。欲求此等特種工具，恐須出數倍之代價，費長久之時間始能得之。或亦有竟不可得者。如此而欲獨立製造，雖非不可能，然恐有事倍而功不及半之苦。何若捨棄虛榮心，利用已有之基礎，積極行使股東權利，選派幹員，實行擴張中國電氣公司之工廠，認真製造。如此則佩耳系六十年來之經驗，皆可爲我用。我國所無之原料及工具，亦不患缺乏矣。除該廠有固定技術人員外，每年交通部所考取之工科大學畢業生，可輪流選送若干名，入廠實習。期其得一技而後入部服務。入部後更互相交換研究，進益必速，年復一年，人材輩出，再加該廠內之常任技術人員計之。不出一二十年，我國可以獨立製造矣。

說者或又曰彼佩耳系之與我合作，爲求利耳。又烏肯以多年經驗所得，授我華員。一切圖表書函，恐仍爲洋員所獨佔耳。是說也，亦只得其半。如契約不妥，所用非人，則大權旁落，必蹈此弊。反之，如契約完善，用人以賢，則理直氣壯，必無此弊。不觀日本電氣會社乎。日人亦非白種，然佩耳

系深能與之協力合作，凡佩耳系歐美各廠所能造者，日本電氣會社已幾乎無一不能。一切產品，皆按佩耳系之標準。佩耳系既肯與日本合作，何獨不肯與我合作。且佩耳系在各國工廠之資本，亦不過半數，縱令中國電氣公司專門輸入外貨，佩耳系所得，亦只其半。若在中國製造，則人工既廉，運費及關稅又可省去，自能競爭得勝，售貨加增。佩耳系所得之半，亦必加多。彼又何樂而不合作乎。總之成敗之關鍵在乎契約是否完善，及所用是否得人。故其罪在我而不在佩耳系也。假使我所用者永不得人，則雖獨立設廠亦必失敗。

# 電話調查<sup>②</sup>

## (一) 全國市內電話調查

省別	地名	性	質	程	式	容	量
浙	南	總局	公	自	動	2700	
	州	北支局	公	自	動	300	
		杭支局	公	磁	石	400	
		蕭山	公	磁	石	100	
		麗溪	公	磁	石	210	
		金華	公	磁	石	200	
		慈谿	公	磁	石	105	
		海門	公	磁	石	100	
		江山	公	磁	石	100	
		烏鎮	公	磁	石	100	
		長興	公	磁	石	100	
		龍水	公	磁	石	105	
		餘杭	公	磁	石	105	
		嵊縣	公	磁	石	100	
		鄞縣	公	磁	石	100	
		瑞安	公	磁	石	50	
		莫干山	公	磁	石	60	
		永康	公	磁	石	50	
		常山	公	磁	石	60	
		諸暨	公	磁	石	60	
		水滸	商	磁	石	500	
		鄞縣	商	磁	石	2400	
		紹興	商	磁	石	700	
		餘姚	商	磁	石	300	
		雙林	商	磁	石	100	
		崇德	商	磁	石	100	
		平湖	商	磁	石	350	
	定海	商	磁	石	200		
	孝豐	商	磁	石	20		
	鄞縣	商	磁	石	100		
	沈家門	商	磁	石	130		
	海鹽	商	磁	石	100		

省	別	地	名	性	管	程	式	容	量
浙	江	斜	橋	商	管	磁	石		20
		狹	石	商	管	磁	石		290
		海	寧	商	管	磁	石		50
		袁	化	商	管	磁	石		50
		塘	樓	商	管	磁	石		70
		新	際	商	管	磁	石		100
		吳	興	商	管	磁	石		500
		南	滄	商	管	磁	石		150
		嘉	興	商	管	磁	石		550
		善	善	商	管	磁	石		310
江	蘇	南	京	國	管	自	動		5000
			總局	國	管	自	動		2000
			北分局	國	管	自	動		1000
			關分局	國	管	自	動		100
			浦口分局	國	管	自	動		3000
		上海	總局	國	管	自	動		300
		南	市	國	管	自	動		50
			市中心	國	管	自	動		150
			國行	國	管	自	動		600
			龍華分局	國	管	自	動		1500
			浦東分局	國	管	自	動		100
			關北分局	國	管	自	動		100
			江灣分局	國	管	自	動		100
			吳淞分局	國	管	自	動		50
			真茹交換所	國	管	自	動		3000
		吳	縣	國	管	自	動		50
			總局	國	管	自	動		400
			木瀆	國	管	自	動		1600
		江	都	國	管	自	動		95
		鎮	江	國	管	自	動		20
		青	浦	國	管	自	動		50
		平	望	國	管	自	動		100
		吳	江	國	管	自	動		150
		東	台	國	管	自	動		50
		甬	直	商	管	自	動		3000
		震	澤	商	管	自	動		1400
		武	進	商	管	自	動		1000
		無	錫	商	管	自	動		650
		常	熱	商	管	自	動		560
		太	倉	商	管	自	動		570
		松	江	商	管	自	動		570
		南	通	商	管	自	動		
		徐	州	商	管	自	動		

省	別	地	名	性	管	程	式	容	量
江	蘇	地	名	性	管	程	式 <td>容</td> <td>量</td>	容	量
		崑	山	商	營	磁	石		350
		如	皋	商	營	磁	石		250
		盛	澤	商	營	磁	石		240
		嘉	定	商	營	磁	石		200
		泰	興	商	營	磁	石		200
		高	郵	商	營	磁	石		150
		溧	陽	商	營	磁	石		120
		同	里	商	營	磁	石		100
		楓	涇	商	營	磁	石		100
		秦	縣	商	營	磁	石		200
		海	安	商	營	磁	石		50
		江	陰	商	營	磁	石		450
		蘇	門	商	營	磁	石		210
		崇	明	商	營	磁	石		100
		上海租界		外	商	辦	自	動	10000
			露生路分局	外	商	辦	共	電	3000
			虹橋路分局	外	商	辦	共	電	300
			西分局	外	商	辦	自	動	7400
			北分局	外	商	辦	自	動	5800
			匯口路分局	外	商	辦	自	動	4400
			畢助路分局	外	商	辦	自	動	7400
			大世界路分局	外	商	辦	自	動	6000
			福建路分局	外	商	辦	自	動	7400
安	徽	蕪	湖	公	營	磁	石		700
		蚌	埠	公	營	磁	石		210
		安	慶	國	營	磁	石		200
		六	安	國	營	磁	石		30
		壽	縣	國	營	磁	石		20
		阜	陽	國	營	磁	石		50
江	西	九	江	國	營	磁	石		300
湖	北	南	昌	國	營	磁	石		780
		漢	口	國	營	共	電		4000
			總局	國	營	磁	石		3000
			分局	國	營	磁	石		1500
			武昌分局	國	營	磁	石		1500
		沙	市	國	營	磁	石		250
湖	南	宜	昌	商	營	磁	石		300
		長	沙	商	營	共	電		2000
		常	德	商	營	共	電		300
四	川	成	都	商	營	共	電		500
		重	慶	商	營	共	電		2000

省	別	地	名	性	質	程	式	容	量	
四 福	川 建	萬	州	商	管	自	動		500	
		福	州	商	管	自	動	石	1500	
		雲	田	商	管	磁	石		20	
		甯	州	商	管	磁	石		200	
廣	東	漳	州	商	管	磁	石		200	
		廈	門	商	管	共	電		1440	
		廣	州	公	管	自	動		4500	
		香	港	外	商	自	動		13,000	
		新	會	商	管	磁	石		850	
		江	門	商	管	磁	石		400	
		汕	頭	商	管	自	動		1400	
		澳	門	外	商	自	動		600	
		南	寧	公	管	自	動	石		200
		柳	州	公	管	磁	石		700	
雲	南	梧	州	商	管	磁	石		100	
		桂	林	商	管	磁	石		50	
		貴	昆	商	管	磁	石		800	
		蒙	自	公	管	磁	石		100	
		箇	舊	公	管	磁	石		100	
		貴	歸	公	管	磁	石		105	
		北	平	國	管	共	電		5600	
		南	局	國	管	共	電		4800	
		東	分	國	管	共	電		3000	
		西	分	國	管	共	電		3000	
廣	西	南	分	國	管	磁	石		200	
		西	苑	國	管	磁	石		100	
		南	苑	國	管	磁	石		100	
		通	縣	國	管	磁	石		100	
		香	山	國	管	共	電		100	
		豐	台	國	管	共	電		100	
		天	津	國	管	自	動		4000	
		二	局	國	管	自	動		4500	
		三	局	國	管	自	動		1000	
		四	局	國	管	自	動		3000	
		五	局	國	管	共	電		3000	
		六	局	國	管	共	電		3000	
		塘	沽	國	管	磁	石		165	
		唐	山	國	管	磁	石		400	
		晉	名	國	管	磁	石		70	
長	柳	國	管	磁	石		10			
鹹	山	國	管	磁	石		15			
葛	沽	國	管	磁	石		5			

省 別	地 名	性 質	容 量
河 北	天津市 小站分局	國 營	磁 石 15
	清 苑	國 營	磁 石 400
山 東	石 家 莊	商 營	磁 石 200
	滄 縣	商 營	磁 石 100
	烟 台	國 營	磁 石 800
	龍 口	國 營	磁 石 100
	威 海	國 營	磁 石 100
	青 島 總局	國 營	自 動 4800
	濟 南 滄口分局	國 營	自 動 180
山 西	博 南	商 營	共 電 3000
	博 山	商 營	磁 石 300
	周 村	商 營	磁 石 220
	濟 寧	商 營	磁 石 300
	榆 次	國 營	磁 石 100
	陽 曲	國 營	磁 石 500
	安 陽	國 營	磁 石 100
河 南	鄭 州	國 營	磁 石 300
	洛 陽	國 營	磁 石 100
	開 封	公 營	共 電 500
	新 鄉	公 營	磁 石 100
	鄭 州	商 營	磁 石 100
	鄭 州	商 營	磁 石 100
	鄭 州	商 營	磁 石 100
陝 西	西 安	公 國	磁 石 300
	西 安	公 國	磁 石 100
甘 肅	蘭 州	公 營	磁 石 200
	蘭 州	公 營	磁 石 50
青 海	蘭 州	公 營	磁 石 100
	蘭 州	公 營	磁 石 400
寧 夏	蘭 州	商 營	磁 石 200
	蘭 州	商 營	磁 石 110
察 哈 爾	張 家 口	商 營	磁 石 800

## (二) 各 國 電 話 調 查

洲 別	地 名	性 質	容 量	佔全世界之百分數	每百人中 之電話數
北 美	美 國	商 營	16,868,955	50.29%	13.36
	加 拿 大	{ 公 營	190,602	3.56%	11.00
		{ 商 營	1,003,127		
中 美 洲		{ 公 營	11,478	.08%	0.37
		{ 商 營	13,921		

洲 別	地 名	性 質	容 量	佔全世界之百分數	每百人中 之電話數
北 美	墨西哥	{ 公 商	1,337 107,315	.32%	0.62
	古巴	{ 公 商	560 32,494	.10%	0.79
	坡多利哥	{ 公 商	537 11,529	.04%	0.72
	其他西公度羣島各處	{ 公 商	7,594 14,800	.07%	0.33
	其他北美洲各處	商	11,111	.03%	3.03
南 美	阿真庭	商	322,873	.96%	2.69
	玻里維亞	商	2,218	.01%	0.07
	巴西	{ 公 商	1,924 190,742	.57%	0.41
	智利	商	50,360	.15%	1.12
	科倫比亞	{ 公 商	7,407 25,377	.10%	0.34
	厄瓜多爾	{ 公 商	3,121 3,250	.02%	0.25
	巴拉圭	商	2,996	.01%	0.33
	秘魯	商	20,985	.06%	0.32
	烏路圭	{ 公 商	19,651 12,532	.09%	1.60
	委內瑞拉	{ 公 商	600 18,685	.06%	0.58
	其他南美洲各處	公	2,803	.01%	0.52
	歐 羅 巴	奧地利	公	258,748	.77%
比荷時		公	323,423	.96%	3.91
布加列亞		公	20,646	.06%	0.34
捷克斯洛佛克		{ 公 商	150,245 21,401	.51%	1.13
丹麥		{ 公 商	16,401 361,164	1.13%	10.31
芬蘭		{ 公 商	2,369 138,698	.42%	3.75
法蘭西		公	1,399,869	4.17%	3.30
德意志		公	3,134,103	9.34%	4.69
大不列顛及北部愛爾蘭		公	2,366,311	7.06%	5.06
希臘		商	26,712	.08%	0.40
匈牙利		{ 公 商	121,067 735	.36%	1.37

洲 別	地 名	性 質	容 量	佔全世界之百分數	每百人中之電話數
歐 羅 巴	愛爾蘭自由邦	公 營	34,799	.11%	1.16
	意大利	商 營	516,075	1.54%	1.19
	巨哥斯拉夫	公 營	47,234	.15%	0.34
		商 營	2,612		
	拉脫維亞	公 營	65,345	.20%	3.35
	荷蘭(尼德蘭)	公 營	352,741	1.05%	4.20
	挪威	公 營	121,231	.60%	6.96
		商 營	78,453		
	波蘭	公 營	118,904	.63%	0.63
		商 營	92,430		
	葡萄牙	公 營	10,833	.15%	0.70
		商 營	38,633		
	羅馬尼亞	商 營	56,797	.17%	0.30
	蘇俄	公 營	739,381	2.20%	0.43
	西班牙	商 營	312,719	.93%	1.28
瑞典	公 營	615,554	1.84%	9.90	
	商 營	1,393			
瑞士	公 營	383,289	1.14%	9.25	
	商 營	85,153			
其他歐洲各處	公 營	13,290	.29%	1.29	
	商 營	24,328			
亞 細 亞	英屬印度	公 營	40,120	.19%	0.02
	日本	公 營	1,068,244	3.19%	1.56
	其他亞洲各處	公 營	141,106	.62%	0.13
商 營		66,593			
阿 非 利 加	埃及	公 營	49,765	.15%	0.23
	南非聯邦	公 營	140,349	.42%	1.64
	其他非洲各處	公 營	97,750	.30%	0.09
商 營		1,970			
大 洋	澳大利亞	公 營	501,402	1.43%	7.51
	荷屬東印度	公 營	37,407	.12%	0.06
		商 營	3,641		
	夏威夷	商 營	23,857	.07%	6.36
	新西蘭	公 營	159,170	.48%	10.20
	菲律賓羣島	公 營	6,000	.08%	0.19
		商 營	20,358		
其他大洋洲各處	公 營	3,700	.01%	0.17	
		商 營	278		

# 電 工 珍 聞

## 國 外

### 日本電力輸出較前增加

(東京路透電) 去年日本之電力工業輸出增加甚力，尤以水力發電者為最。熱力發電廠總輸出為 795,400 瓦，油力發電廠總輸出為 3,886 瓦，水力發電廠總輸出為 597,020 瓦。預計最近熱力及油力發電廠輸出共 2,400,000 瓦，水力發電廠輸出 3,767,000 瓦。

### 百萬周電纜

同心電纜 (Coaxial Cable) 在二三年中，各國均加研究。現紐約與費城 9.15 哩間，已裝是項電纜。每隔十哩，裝設增音機。電纜能傳輸百萬週之波帶。有談話電路 240 對。倫敦與柏林漢間亦裝有是項同心電纜，每隔七哩，裝設增音機。有談話電路 200 對云。

### 英荷複式載波電話

英國與荷蘭中間海峽，現裝有連續負荷水纜一條，計含八對，足供四個載波電路，八個普通電路，四個幻通電路暨四個複性幻通電路同時通話之用。

### 印緬無線電話通話

印度緬甸度間之無線電話，係由印屬森達拉斯 (Madras) 起經仰光轉至緬甸。已於客歲十二月二十四日開放通話。

### 英國擬舉辦航空無線電業務

(倫敦訊) 英帝國航空公司以航空乘客尚未能與陸上親友互通消息，現擬舉辦無線電新業務，俾乘客得與陸上電台收發電報。

### 加拿大之收音機總數

加拿大境內廣播無線電，向極發達。本年終將有收音機 1,000,000 只云。

### 土耳其建造強力電台

土耳其政府現在羅亞峽上之畢拿克 (Chanak) 地方，建造一強力廣播無線電台，其電力為巴爾幹島中之最大者，用以應付島非武裝區域內之意外事端云。

### 德國之電視進步驚人

(漢堡國民社電) 德國自第一次在柏林郊郊維特來木 (Witzleben) 試驗播送電視後，研究不遺餘力，現正在哈斯山 (Harz Mountain) 之最高峯布勞肯 (Brocken) 峯巔設第二播送台。

其在山巔設台之目的，係因用超短波播送電視，其距離限於人眼可達之處，蓋愈高則目力所達亦愈遠故也。布勞肯山高 1,142 公尺，放置播送機之鐵塔又高出 50 公尺。其播送範圍約在 100 公里直徑內。

查此機並非試驗，已在他處用過二年之久。

將來之節目或用特種電鍵，由柏林傳至布勞肯峯。

### 莫斯科計劃電視台

莫斯科將建一超短波電視台，其圖像分 160,000 條，聽眾可在一十六吋電影幕上，獲得活動電影。

其天線高為一百五十公尺，播送區可及五十至六十公里直徑內，預計今年秋季開始播送。

### 日本從事廣播宣傳競爭

(東京同盟社電) 日本放送協會根據大電力放送計劃，企圖在東京中央放送局設置一百五十瓦之二重放送機，現正在製造中。擬於今春初製成崎玉縣鳩谷第二放送所。又該協會更將在第一放送所裝設同型之放送機，預計今年四月完成。此一百五十瓦放送機，堪稱東亞首屈一指。波長長有放送部之百瓦，惟次于美國之五百瓦。將來該放送機白天可達中國，夜間且可繞地球一週。其製造費每座百萬元。又放送局復在日本電機工場定造五十瓦無線電話機。故四年後之博運大會時，日本放送期，益形完備云。

### 日本計劃短波廣播

(東京同盟社電) 日本放送協會，鑒於超短波之優越，擬於本年裝一 50 瓦放送機，波長為 20,55 公尺，或 14,600 碼，呼號為 JVA。當新播送機施用後，日本將為短波放送電力最大者，現今之最大者，為德之 40 瓦電台。

國 內

## 政院通令各省設電氣建設基金

以十萬元為最低限度

(南京中央電社) 行政院二十八日通令各省，附發各省建設廳設立電氣事業建設基金辦法大綱，令飭遵辦。茲誌要點如下：(一)各省建設廳為促進電業發展，設立電氣事業建設基金。(二)該基金由各省建設廳列入年度預算，分期提存到滿足定額為止，時間不得過五年。(三)基金數額，以十萬為最低限度。(四)基金由建設廳會同財廳組織基金保管委員會保管。(五)基金動用，應由建設廳具計劃預算，呈請省府，由保管委會撥付，並呈報建設委員會備案。(六)建設廳必要時得呈請政府，增加基金數額。

## 清華大學聘請麻省理工教授

國立清華大學本學期聘任美國麻省理工大學教授惠爾志 (Prof. Karl Wildes) 先生來華講學，業於二月廿三日抵平。

## 交通大學電院學生設計自製單流發電機

交大電機學院四年級學生沈家楨徐明甫魏重慶俞炳元沈嘉英王炳宇君等，於上學期曾用課餘設計單流發電機 (Homopolar Generator) 一具。電動力為三伏，電流有三百安倍，速度每分鐘三千轉，可作蓄電池充電，電化，電鍍，及精校各種電氣儀器之用，該機設計已電院教授鍾兆琳馬就雲周瑞諸先生審查，認為妥當。並又因此種能供給大量電流之發電機電機實驗室中尚付闕如，故已決定自行製造。該機因磁力線密度關係，須鑄鋼材料，故造價頗昂。現聞已得電院張院長之核准，所有一切材料費用概由院中撥付，以資獎勵。並聞各種機型均已在本校木工廠製就，送中央研究所鑄鋼所製件，最近期內即將開工配製，預計在畢業典禮以前即可竣工。據沈君等語記者，此次之設計製造，純屬試驗學習性質，非所計於成敗，且自問因此獲得經驗不少，希望同學中多多提倡，蓋高深之學理，必須輔以實際之經驗，始能有所成就云云。

## 蚌埠電廠之擴充

在滬定購新機等備擴電煤運

(蚌埠通信) 本埠電廠自民國九年創辦以來，有餘無虧，甚為發達。最近該廠為發展蚌埠電氣事業，擬加新設，往滬上某行定購一千伍發電機一部，增加電力，並向懷遠各界商請，在該縣裝設電燈，刻正籌備，由本埠至河北兩岸，各建鐵塔一座，以便自埠內架線至河北徑達懷遠。材料費約需四萬元，年內可以興工，又該廠為扶助工業發展，自本月始供給各小廠電力。發動機器需備完竣之大牛機來廠，日內改用去電力煤來。其他如翻砂廠，風扇製革等廠，亦將廢除柴油引擎改用電力。

### 浦東計劃大發電廠

(大陸報) 浦東電力公司發表以黃浦江東岸為大上海市工業中心區，計劃裝置 5000 瓩透平發電機二座。已在王開波電安地基七十畝，本年開始建築。預計二年完成，資本為 1,000,000 元。

### 津特一區發電廠出售

(中央社天津電) 津市府特一區發電廠已售英商濟安自來水公司，估價三十五萬元，作為濟安公司中國官股，現已簽訂合同，定期正式接辦。

### 東京五大電業會社在華組織大規模電力企業

(中央社東京電) 此間五大電業會社，決定在華北組織大規模之電力企業。資本總額為日金五百萬元。今日先行開始收集全額四分之一，即一百二十五萬，每一會社即先撥二十五萬，第二次集股預定為今年下半年。

### 咸豐堰電廠續電宜興

五月底可架設專線

(宜興通信) 本邑續宜電廠，因電機量弱，供給不敷，乃與武進咸豐堰電廠，訂立輸電宜興合同，經咸豐堰廠呈經建設委員會核准，架設三萬三千伏脫武直高壓輸電線一路。自武進南門外該廠南門變壓所起，沿武宜汽車公路西南向南，經武進縣閘塘橋，何留壩，鳴鳳站西北，達本縣閘和橋段。一月底已開始鑿橋鋼塔鋼桿。至和橋沿錫宜汽車路達城區段，亦定二月中旬施工。預定五月底即可架設專線。本年內可送電，據本邑續宜電廠負責人談，咸豐堰廠欲電宜興後，委縣辦銷原有電廠，皆可由該廠供給云。

### 湖南經建分會決議發展電氣事業

省撥五十萬元充建設基金

(長沙通信) 湖南電氣事業，尚未發展，目前發電容量，僅約八千瓩，若加以長沙及衡陽正在擴充之發電量，總共亦僅一萬六千瓩。湘省物產豐富，人煙稠密，近來交通日漸便利，商業日漸發達，各繁盛集市，對電燈極感需要。國民經濟建設運動委員會湖南分會，為應上項需要，特決定發展湖南電氣事業辦法五項如下：

(一)遵照行政院訓令，由省府撥款五十萬元，充電氣事業建設基金，依照建設委員會擬定各項建設所設立電氣事業基本辦法，促進電氣事業。(二)派員調查省內各地地方情形，以作型制原有電廠或籌備新廠之根據，並精確調查各瀑布情形，以便籌設水力發電廠。(三)聘請專家組織湖南電氣事業委員會，計劃發展湖南省電氣事業，提倡指導人民經營電廠，並代為設計。(四)民營電廠辦理不善者，應責令整頓，如仍不改善，政府得代為整理。(五)省內各地經調查後，有設立電廠必要，而無人民願意經營者，得由政府籌設之。

### 閩省府協助各縣設水電廠

(福州電) 省府決撥巨款助臨漳等縣，設水電廠，已召各該縣辦理電氣商人，來省接洽。

### 粵市籌設無軌電車

(中央社廣州電) 廣州市府決定籌設無軌電車，步驟(一)第一期設市內五路線，二期設郊外三路線，三期設黃埔路線。(二)一期購車七十輛，二期五十輛，三期視營業情形決定，約明年三月即可行車。

### 交通部編訂蒙藏文電報符號

(交通部訊) 甘青藏三省調查專員格桑澤仁，以甘青藏交通蔽塞，急待增加通訊設備。惟以通訊電報向用漢文，輾轉翻譯，錯誤實多。特請交通部編定藏文電報符號一種，共五十九個。已於客歲十月在京公開試驗，結果甚佳。此項符號，並已由國班譯入藏之電台人員攜帶入藏，將來即可見諸實施。交通部鑒於藏文可直接傳遞，特又與蒙藏委員會商訂蒙文電報符號。先仿照藏文編訂，嗣以蒙文字母較多，共一百餘個，故不得已將各字個母，分為字頭字中及字尾三段。其中各字母之字頭字中或字尾相同者，即予刪去，如此則僅餘六十一個符號。查我國轉遞文字向係間接方法，客歲有王伯年君發明之華文打報機，現正在京滬各局試用，成績尚佳。現蒙藏文又可直接傳遞，實我國通訊上之一大革命云。

### 中蘇簽訂電訊合同

開闢上海伯力間新電路

(新聞報) 我國對國際電訊事業，自二十一年六月與倫敦訂立中英通報合同，並於其間裝置新機後，擴展日見迅速。中日中美等亦相先後通報。惟中蘇間迄未正式簽訂合同。國際無線電台雖自民國二十二年起，即與蘇聯莫斯科電台試行通報，迄今未報。然仍係試辦性質，時據記者向關係方面探悉交通部鑒於中蘇人民高電往返頻繁，正式合同，已有簽之必要，特與蘇聯人民郵電交通委員會，對兩國無線電報通報合作一事，積極商洽，雙方除同意維持上海與莫斯科間原有之電路外，並新開上海伯力間電路。蓋伯力亦為北滿交通之商業重心，市內華僑亦多。現正由上海國際無線電台與伯力電台積極試報中，音質至為清晰，正式通話期，俟交通部決定施行。茲悉交通部對於中蘇電訊合同條款，經由電政司擬定，由部送請蘇聯簽字云。

### 交通部準備辦理國音電報

(交通部訊) 交通部準備辦理國音電報，特聘前北京交通部編訂之國音電報編碼，依新標準修改。又特聘正編十送請北平國語統一籌備委員會參加意見。該項工作現已完竣，為便利實業起見，特訂定辦理國音電報人員訓練大綱。飭知南京北平上海等十二處電局。凡關於或與該項電報各線路上之有無線電報務員，均應切實

訓練，以應需要。

### 大廟等地籌設電報分局

(大公報) 綏省建設廳為溝通蒙旗消息起見，特派王維莖大廟百靈廟烏藍花烏藍不浪二分子等地，籌設電報分局。

### 寧夏與中央互通電報

(南京) 寧夏省主席馬鴻逵，以值此邊疆多事之秋，關於邊省與中央間之政情，尤宜隨時互通報告，以資聯絡。特電蒙藏委員會吳委員長，願借十五路軍無線電台，約定時間，彼此通報。吳當復電，表示贊同。

### 陝蓉電話通話

(中央社西安電) 川陝長途電話已完全築竣，已於客歲十二月七日西安成都兩地直接通話。聲音清晰，為北交通上之重大發展。

### 冀東偽政府接收電話局

(天津中央社電) 山海關電報局及電話局於客歲十二月六日被冀東偽政府接收。此後該局將歸冀東偽政府及偽滿洲國管轄，所有舊職員發給半月薪金遣散。

### 皖浙長途電話通話

(中央社電) 交通部主辦之皖浙電話，已先後開放。計蕪湖吳興、蕪湖杭州、宣城吳興、宣城杭州、懷寧吳興、懷寧杭州等地。

### 上海實行數戶合用一電話

(新聞報) 交通部上海電話局，為發展業務曾擬辦數戶合用電話，藉以減輕市民負擔，現此項辦法業已實行。特規定價格如下，(一)合用電話二戶者，每戶依照普通電話租費六折計算，三戶者五折，四戶者四折。(二)同線電話，二戶者八折，三戶者七折，四戶者六折。其租費不滿三角者不計。三角以上不滿七角者作五角計算。七角以上者作一元計算。所有合用電話租費，由原裝用戶或用戶中推一戶負責徵收。

### 浙贛浙鄂電話先後開放

杭州與九江南昌通話係由江山轉接。嗣以線路綿長，音波欠精，自客歲十二月十日起改由宣興南京轉接。杭州與武昌漢口漢陽於客歲十二月十二日通話。此外杭州至屯溪長途電話已于本年一月二十日通話。

### 國內長途電話受話人掛號辦法

(中央社南京電) 交通部公布國內長途電話受話人姓名住址掛號辦法，即受話人應避開四姓者住址掛號，

致碍通話起見，得預先向所在地電話局聲請掛號，由局指定一號碼，代替其姓名住址，各發話人即以其號碼呼，規一年為期。期滿再行聲請並已通令各局。自三月一日起實行。

### 滬杭長途電話添設直達線

(浙江新聞報) 滬杭長途電話，原有直達線甲乙兩種，因話務日臻發達，不敷應用。前經浙省電話局商請交通部添設話線，以應需要，後經部方派工整理乙丙線，添裝勾通線一對。現整理工程及添裝勾通線，業已全部工竣，自本年一月二十七日起開放通話。

### 滄保間架設電話分線

(中央社保定電) 冀建廳因滄縣有地方重要，與省方電話，向由津保線接轉，難免延時誤事，現為便利交通計，決另架滄保間電話分線，已特計劃擬妥，即日開始架設。

### 杭溫杭甬載波電話通話

(杭州通訊) 浙江省電話局，以杭溫杭甬兩話線，話務素忙，原有話線，不敷應用。特向西門子洋行訂購載波電話兩組，杭溫線機件早于一月內裝竣，試行通話，音質甚為清晰，較市內電話尤強。該局以基項設備，在國內尚屬創舉，特于二月一日舉行通話帶。杭甬載波電話業經裝竣完，已于二月九日正式通話。

### 豫豫長途電話通話

(南昌中央社電) 隴海長途電話裝竣完竣，二月一日開放營業。南昌九江結嶺與鄭州許昌信陽洛陽相互通話聲音均極清晰。開封正在裝置機件，日內亦可與漢通話。

### 上海及吳縣話局裝置載波電話

(中央社南京電) 載波電話，係利用話線一對，同時增加電路數個。交通部為增進通話效率起見，特飭由上海吳縣兩電話局，先行裝置一個電路之載波電話設備。試用多日結果真好。二月一日已正式開放通話。

### 浙贛鐵路局將裝載波電話

(浙江新聞報) 浙贛鐵路局自全線通車後，行旅便更。路局為謀行旅安全計，對沿途設備，逐漸改善。該局因鑒於廣九粵漢等路出險，實為消息傳遞欠暢所致。該局過去對於各站電話設備，本已較其他各路為佳。茲為更求改善起見，特訂購新式之載波電話不久即可裝置。

### 紹興電話改裝共電式話機

(東南日報) 紹興縣電話公司以原有磁石式話機不合時代，為謀通話便利起見，設計改進採用最新共電式話機，呈請當局核准，向上海西門子洋行訂購機件，價約十餘萬元，日內可簽訂正式合同。全部工程約十月底可完工，十一月一日可正式通話。

### 國際電話條例減輕

(大陸報) 國際無線電話線通話時間之計算方法，現交通已加修改。據測結果，話費應以談話者之真正話時間計之。其因大氣及其他障礙而至斷話者當不計費。

### 我國派員參加美國教育廣播會議

(大陸報) 我國接受美國教育廣播協會邀請，參加客歲十二月十日至十二日在華盛頓舉行之會議。國府已派中央廣播事業管理處處副處長吳道一及我國駐華盛頓大使參與。我國之提案為發展廣播教育計劃。

### 教部提倡播音教育

(南京中央社電) 教育部為提倡大眾教育起見，特于客歲在國內各教育機關設置收音機共約一千七百五十八架，本年將更增設一千五百架，以便普遍播音教育。

### 滬漢粵港滬湘無線電話先後開放通話

交通部辦之滬漢粵港滬湘無線電話，除滬漢線早行通話外，滬粵線及滬港滬湘線亦先後於客歲十二月五日及本年二月一日正式通話。

### 交部停止八電台播音

(大公報) 交通部最近特訓令將設備欠妥之敦本、華光、惠康、獨協記、新聲、同樂、市音、安定等八電台限於本月底為止，著即停止播音。播音公會，已請求救濟。

### 南昌廣播電台重新開放

(大公報) 南昌電台 XGOC，電力原力二百十五，一一三〇瓩，于客歲特加改裝，並增加輸出電力為五百瓦，僅次于南京 XGOA 電台。十一月一日已正式廣播。

### 廣西在桂林設立無線電台

(中央社桂林電) 第五路軍官長梁道之無線電台將于今年三月完成，此為廣西之第二電台。食其第一電台

設於南寧。

### 新租界內裝置無線電台指揮巡邏隊

(大陸報) 法租界工部局爲使捕獲犯人迅速及指揮警察方便起見，特設機器腳踏車隊上置無線電機。

有數輛車早於春節中在租界內使用，尙有正裝置收音機及聽筒者，待裝竣後，即全部應用。車隊共十五人。

現裝于機器腳踏車上者爲單向無線電話，以後將改爲雙向者。消息係由中央台向外播送至各街中之機器腳踏車隊，當收到警務時，立刻探必要之處置云。

### 粵漢路裝設電台

(長沙專電) 粵漢路在武昌長沙廣州設無線電台，武昌電台已裝竣，長沙台二月底竣事，廣州台二月中竣事，三月初即可與國內各路通報。

## 著者履歷

- 朱物華 哈佛大學博士，國立北京大學物理系教授。
- 黃如祖 國立交通大學電機工程學士，江蘇電政管理局工務課課長，國立中央大學講師，交通部派赴英國標準電纜公司監製增音機，現在交通部任職。
- 胡筠 國立北平大學工學院電機工程學士，德國德律風根無線電廠實習，在 Dresden 從 Barkhausen 教授研究電信問題，交通部國際電台一等技術員，軍事交通研究所研究委員，現任浙江省電話局無線電台管理工程師。
- 毛啓爽 國立交通大學電機工程學士，哈佛大學電信碩士，芝加哥自動電話公司實習，上海電話公司工程師，現任國立浙江大學工學院電信副教授。
- 吳興吾 國立交通大學電機工程學士，交通部派赴芝加哥自動電話公司實習，現任上海電話局修養股主任。
- 閔乃大 國立清華大學電機工程學士，現在浙嶺鐵路局電務顧問工程司室服務。
- 趙曾珏 上海南洋大學電機科學士，英國茂偉電氣製造公司實習工程師，英國電機工程師學會會員，美國哈佛大學電訊科碩士，國立浙江大學工院電機科教授，浙江省廣播無線電台台長兼工程師，國立浙江大學工學院電機科主任，現任浙江省電話局局長兼總工程師，兼代浙江省建設廳秘書主任。
- 張鴻烈 現任山東省政府委員兼建設廳廳長。
- 朱晨 現在浙江省電話局服務。

- 胡瑞詳 國立南洋大學電機科學士，美國佩耳系各處實習，浙江省電話局主任工程師，交通部首都電話局局長，交通部九省長途電話工程處處長，現任廣州市電話管理處處長。
- 周銘德 國立北平大學工學院電機學士，現任浙江省電話局工務員。
- 沈秉魯 國立交通大學電機工程學士，哈佛大學電信碩士，芝加哥自動電話公司實習，比利時佩耳電話製造公司實習，國立浙江大學工學院電信副教授，國立浙江大學工學院代理電機系主任，現任浙江省電話局主任工程師。
- 林海明 國立交通大學電機工程學士，普渡大學電信碩士，芝加哥自動電話公司實習，交通部武漢電話局主任工程師，中央軍校教官，現任浙江省電話局工務科科長。

# 中國電機工程師學會入會志願書

1 姓名.....字.....籍貫.....生於.....年.....月.....日

2 學歷

畢業學校	學位	年份	科目

肄業學校.....  
 在.....年.....專科習滿.....年

3 經驗

所任工程事務	經 驗				負 責	
	自		至		總 計	
	年	月	年	月	年數	月數
共 計						

4 現在服務機關.....職務.....

永久通訊處.....

現在通訊處.....電話.....

5 本人資歷由下開會員介紹證明(至少二人)

1 姓名.....住址.....

2 姓名.....住址.....

3 姓名.....住址.....

請求人簽名.....

.....年.....月.....日住址.....

# 中國電機工程師學會會章摘要

第五條 本會會員分爲(一)會員

(二)學生會員(三)贊助會員(四)名譽會員。

第六條

凡具有左列資格之一者，由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會會員。(一)在國內外大學電機工程科畢業者(二)在國內外大學理科及其他工科畢業曾有二年以上電工服務經驗者(三)有六年以上電工經驗，內有三年係負責辦理工程事務，在學術上或事業上有相當成績者。

第七條

凡在大學電機工程科之學生，由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會學生會員。

第八條

凡與電機工程界有關係之個人機關學校或其他學術團體贊助本會者，由會員五人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會贊助會員。

第九條 凡對於電工事業或電工學術有特殊供獻者，由會員廿人以上之推薦，經董事會全體之認可提交年會大會，經出席全體會員三分之二之通過，得由本會聘爲名譽會員。

第十條

會員有選舉權及被選舉權。學生會員贊助會員及名譽會員無選舉權及被選舉權。

第十一條

凡學生會員已達會員資格時，由本人具函聲請升級，並由會員二人之證明，經董事會審查通過，方得升級。

第十四條

本會會員之會費規定如左

名	稱	入會費	常年會費	永久會費	升級費
會員		五元	五元	五十元	
學生會員		貳元	貳元		三元
贊助會員	捐助	捐助	捐助		
名譽會員		免	免		

注意 新會員須繳入會費五元不願繳永久會費者每年須繳常年會費五元繳永久會費者無須另繳常年會費

## 入會須知

- 一 本志願書請用墨筆或墨水筆填寫。
- 二 本志願書填就後，送交本會，經審查合格者，即由本會正式通知，並填給證書。
- 三 新會員領取證書時，須繳入會費及證書印花稅一元。

## 會員

志願書號數 \_\_\_\_\_

收到日期 \_\_\_\_\_

審查結果 \_\_\_\_\_

審級 \_\_\_\_\_

通告日期 \_\_\_\_\_

證書號數 \_\_\_\_\_

會長簽字 \_\_\_\_\_

秘書董事簽字 \_\_\_\_\_

備註 \_\_\_\_\_

# 中國電機工程師學會入會志願書

1 姓名 \_\_\_\_\_ 字 \_\_\_\_\_ 籍貫 \_\_\_\_\_ 生於 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

2 學歷

畢業學校	學位	年份	科目

肄業學校 \_\_\_\_\_

在 \_\_\_\_\_ 專科習滿 \_\_\_\_\_ 年

3 經驗

所任工程事務	經 驗						負 責	
	自		至		總 計		年數	月數
	年	月	年	月	年數	月數		
共 計								

4 現在服務機關 \_\_\_\_\_ 職務 \_\_\_\_\_

永久通訊處 \_\_\_\_\_

現在通訊處 \_\_\_\_\_ 電話 \_\_\_\_\_

5 本人資歷由下開會員介紹證明(至少二人)

1 姓名 \_\_\_\_\_ 住址 \_\_\_\_\_

2 姓名 \_\_\_\_\_ 住址 \_\_\_\_\_

3 姓名 \_\_\_\_\_ 住址 \_\_\_\_\_

請求人簽名 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日 住址 \_\_\_\_\_

# 中國電機工程師學會會章摘要

## 第五條

本會會員分爲(一)會員  
(二)學生會員(三)贊助會員(四)名譽會員。

## 第六條

凡具有左列資格之一者，由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會會員。(一)在國內外大學電機工程科畢業者(二)在國內外大學理科及其他工科畢業曾有二年以上電工服務經驗者(三)有六年以上電工經驗，內有三年係負責辦理工程事務，在學術上或事業上有相當成績者。

## 第七條

凡在電機工程科之學生，由會員二人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會學生會員。

## 第八條

凡與電機工程界有關係之個人機關學校或其他學術團體贊助本會者，由會員五人之介紹，經董事會審查通過，得爲本會贊助會員。

## 第九條

凡對於電工事業或電工學術有特殊供獻者，由會員廿人以上之推薦，經董事會全體之認可提交年會大會，經出席全體會員三分之二之通過，得由本會聘爲名譽會員。

## 第十條

會員有選舉權及被選舉權。學生會員贊助會員及名譽會員無選舉權及被選舉權。

## 第十一條

凡學生會員已達會員資格時，由本人具函聲請升級，並由會員二人之證明，經董事會審查通過，方得升級。

## 第十二條

本會會員之會費規定如左

名	稱	入會費	常年會費	永久會費	升級費
會員		五元	五元	五十元	
學生會員		貳元	貳元		三元
贊助會員	捐助	捐助	捐助		
名譽會員		免	免		

注：新會員須繳入會費五元不願繳水久會費者每年須繳常年會費五元繳水久會費者無須另繳常年會費

### 入會須知

- 一 本志願書請用墨筆或墨水筆填寫。
- 二 本志願書填就後，送交本會，經審查合格者，即由本會正式通知，並填給證書。
- 三 新會員領取證書時，須繳入會費及證書印花稅一元。

### 會員

志願書號數.....  
 收到日期.....  
 審查結果.....  
 級位.....  
 通告日期.....  
 證書號數.....  
 會長簽字.....  
 秘書董事簽字.....  
 備註.....

年 月 日

敬啓者茲**定閱**貴社出版之**電 工**雜誌  
自第 卷第 號起至第 卷第 期止共  
期計大洋 元 角外加郵費 角 分  
一併匯上請將電工雜誌寄到下列地址爲  
荷此致

中國電工雜誌社經理先生

\_\_\_\_\_啓

地 址：一

年 月 日

敬啓者茲敝 擬在貴電工雜誌上訂登**全半**  
面廣告一份自第 卷第 號起至第 卷  
第 號止廣告費 元 角 分當於該刊  
出版後寄繳此致

中國電工雜誌社廣告主任

\_\_\_\_\_啓  
\_\_\_\_\_

# 廣告索引

- 怡順昌五金號 ..... (1)
- A. E. G. 中華電機廠 ..... (1)
- 豫泰木行 ..... (2)
- 鴻康電料行 ..... (2)
- 通用電器有限公司 ..... (3)
- 萬泰洋行 ..... (4)
- 國立清華大學工程季刊 ..... (5)
- 電信雜誌 ..... (6)
- 東方年紅公司 ..... (7)
- 採辦指南 ..... (8)
- 中國電氣股份有限公司 ..... 封底裏
- 西門子電機廠 ..... 封底外

# 哈順昌五金號

上海百老匯路二九四號

電話四二四〇號一七五七號

△△營業種類▽▽

電報電話材料

軍營建設工具

路礦局廠機件

輪船水利用品

建築鑿井物料

衛生冷熱水管

中外名廠油漆

歐美大小五金

△△歡迎惠顧▽▽

# AEG



## 電 纜

現代電業化之

一切電信電纜

及其全部設備

上海，南京，天津。  
廣州，濟南，香港。

葛士中華電機廠

# THE YU TAI LUMBER GO.

## 豫 泰 木 行

寫字間：上海南京路中和大廈

專營各種

中外木材

交貨迅速

價廉物美

棧房：上海南市花園路

電話  
電報掛號

90486  
"Yu TAI"

上海

## 鴻 康 電 料 行

電話 九三二六八號

南京路一四號

選辦各國名廠出品電機料

本行開設以來十有餘載經

理德國蕙益吉廠出品各種

皮線電話線水底電纜及天

津唐山啓新磁廠國產各種

電器磁料如高壓低壓磁瓶

並電燈上所需之各種白料

等備有現貨樣本函索即寄

尚有他種電氣材料名目繁

多不及備載如蒙各電廠及

紗廠等惠顧自當掬誠歡迎

也

本行電報掛號六七〇四號



調車電話總站用話機

英國  
通用電器有限公司

天津  
分行  
香港



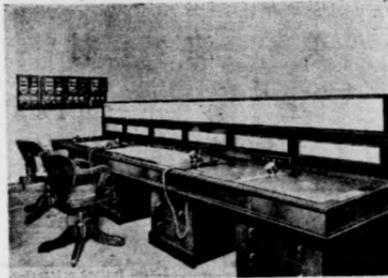
駐華總行  
上海

號三〇五海上：箱信行總  
等等線電與器電機電切一及話電種各  
售製不毋

Standard Control station  
Telephone set

台理管站總聯三話電車調

G. E. C. Two-Digit  
Selective Ringing  
Railway Dispatch  
Telephone System  
has the following  
advantages:-



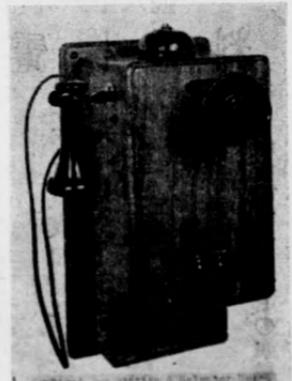
Three Position Control Desk

之優點：  
固堅、精美、經濟、  
可靠、簡單、便利、

G. E. C. 廠調車電話

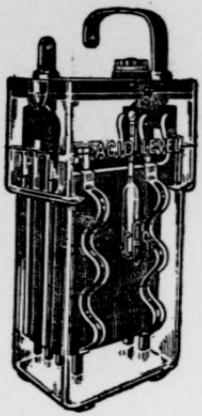
1. Absolute Reliability.
2. Large Selective Capacity.
3. Extreme Flexibility of Numbering & Grouping of Line Stations.
4. Very Simple and Expeditious in Operation.
5. Economic in Battery Consumption.
6. Strong & Robust Construction.
7. Instruments are Identical and Interchangeable.

機話收站分話電車調



Standard combined way-station & selector units





TELEPHONE  
ENGINEERS

all agree that

**CHLORIDE**

and

**Exide**

Batteries are the most dependable and  
are cheapest in the long run.

Our representative will be pleased  
to discuss battery problems and to  
advise as to size and type of battery  
best suited to your requirements.



SOLE AGENTS :-

**INNISS AND RIDDLE (CHINA) LTD.**

(Incorporated under the Hongkong Ordinances)

SHANGHAI.

HONGKONG.

國立清華大學  
工 程 季 刊

創 刊 號

二十六年三月一日

要 目

---

二重反應學說對於三相感應電動機之應用	顧毓琇
單相感應電動機之理論及張量之分析	章名濤
鋼筋混凝土薄層管中應力之分析	華敦德
硬架混凝土橋	王明之
二十年來蒸汽鍋爐之發展	劉仙洲
清華自造之滑翔機	馮桂速
清華自製防毒面具實況	汪一彪

---

全年四冊定價一元四角

北平清華大學出版事務所發售

# 電 信 雜 誌

第五卷 第一號 目錄

編輯及發行所

上海呂班路一六三弄四號

電政同人公益會

民國二十六年一月一日出版

插圖

收發並用之三極管無線電繼電器.....陳賢鼎

司端喬自動電話之用戶通話按次計數

法.....吳興吾

格爾斯丹繼電器概論.....徐韋立

石英及其應用.....小 畏

電報寫真之基本方法.....岑士麟

實用電報常識.....唐璧田

各機關及公私團體專用電台統制辦法

本會函授班電報學講義.....

世界時間比較表.....

價目

會員 另售每冊三角  
 非會員 另售每冊三角五分  
 預定二期五角  
 預定二期六角  
 預定四期一元  
 預定四期一元二角



# 東方

## 年紅電光公司

年紅燈是廣告利器！

電省 價廉

美觀 耐用

完全華商創辦

國府特許專利

承裝上海一埠年紅  
燈有二千餘家之多

總公司上海靜安寺路四一一號

電話 營業所 三五零八五  
製造廠 三五八三九

# 採辦 *Where to buy* 指南

1.	電池	BATTERY	美昌,萬泰,孔士,中國電氣,通用,鴻康,
2.	軸領	BEARINGS	維昌,怡和,怡順昌,禮和
3.	電纜電綫	CABLES & WIRES	中國電氣,怡和,西門子,維昌,通用,萬泰,天利,鴻康,鋁業
4.	氣壓機	COMPRESSOR	怡和,萬泰,謙信,孔士
5.	電鐘	ELECTRIC CLOCKS	西門子,萬泰,通用,禮和,天利,大華
6.	電機	ELECTRICAL MACHINERY	維昌,怡和,鴻康,怡順昌,禮和,天利,西門子,通用,孔士,萬泰,中國電氣,亞浦耳,美昌
7.	升降機	ELEVATOR	萬泰,怡和,通用,
8.	引擎	ENGINES	怡和,天利,維昌,孟阿恩,禮和,萬泰,通用,中國電氣,謙信,美昌,孔士
9.	工程設計	ENGINEERING SERVICE	萬泰,謙信,中國電氣,大華,通用,美昌
10.	風扇	FANS & BLOWERS	怡和,西門子,萬泰,通用,亞浦耳,謙信
11.	儀器電表	INSTRUMENTS & METERS	中國電氣,怡和,天利,西門子,萬泰,謙信,通用,大華,美昌
12.	絕緣物料	INSULATOR & INSULATING MATERIALS	孔士,亞光,萬泰,西門子,謙信,天利,怡和,中國電氣
13.	電燈電料	LAMPS & ELECTRIC FITTINGS	東方年紅,亞光,通用,西門子,亞浦耳,萬泰,美昌
14.	機器工具	MACHINE TOOLS	怡和,萬泰,天利,謙信,美昌,孔士
15.	動力廠機器	POWER PLANT EQUIPMENT	萬泰,維昌,怡和,孔士,謙信,美昌,西門子,通用,天利
16.	邦浦	PUMPS	怡和,通用,謙信,禮和,萬泰,西門子,維昌,美昌,孔士
17.	無線電	RADIO	中國電氣,西門子,通用,美昌,大華,
18.	阻電器	RESISTOR & RHEOSTATS	怡和,西門子,萬泰,通用,謙信,中國電氣,美昌,孔士
19.	開關器具	SWITCHING EQUIPMENT	怡和,西門子,萬泰,榮業,通用,天利,中國電氣
20.	電話電報	TELEPHONE & TELEGRAPHY APPARATUS	中國電氣,維昌,西門子,通用,美昌
21.	紡織機	TEXTILE MACHINERY	怡和,謙信
22.	變壓器	TRANSFORMERS	西門子,孔士,怡和,維昌,通用,萬泰,天利,中國電氣,美昌

# 電 工

民國十九年五月創刊

THE JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING  
CHINA

Founded May, 1930.

(Issued bi-monthly by C. I. E. E., 411 Bubbling Well Rd., Shanghai.)

## 編輯及發行者

中國電機工程師學會

會 址 上海靜安寺路四一一號

### 編輯部

趙曾珏 顧毓琇 楊耀德  
鍾兆琳 惲震 楊肇燾  
王國松

### 經理部

張惠康 徐學禹 周玉坤  
胡瑞祥 陳良輔 李法端  
金龍章 倪松壽

### 廣告請寄

上海靜安寺路四一一號  
本會電工編輯部

### 稿件請寄

杭州惠興路二四號  
電工編輯部

## 廣告價目表

Advertising Rates Per Issue

全 面	三十元
Full Page	\$30.00
半 面	二十元
Half Page	\$20.00

廣告概用白紙，繪圖刻圖工值另議

## 本 刊 定 價

零 售	每冊大洋三角
年 訂	每年大洋一五角

郵 費 國內每冊五分  
國外每冊二角半

蒙古新疆及日本照國內  
香港澳門照國外

印刷者： 浙江省立圖書館印行所  
Printer: The Printing Department of Chekiang  
Provincial Library

比國佩耳電話製造廠  
BELL TELEPHONE MANUFACTURING CO.

Antwerp, Belgium.



杭州廣州上海均運用滿意

製造各式旋轉式自動電話

式樣美觀  
機件鞏固  
傳話清晰  
售價低廉

獨家經理

中國電氣股份有限公司

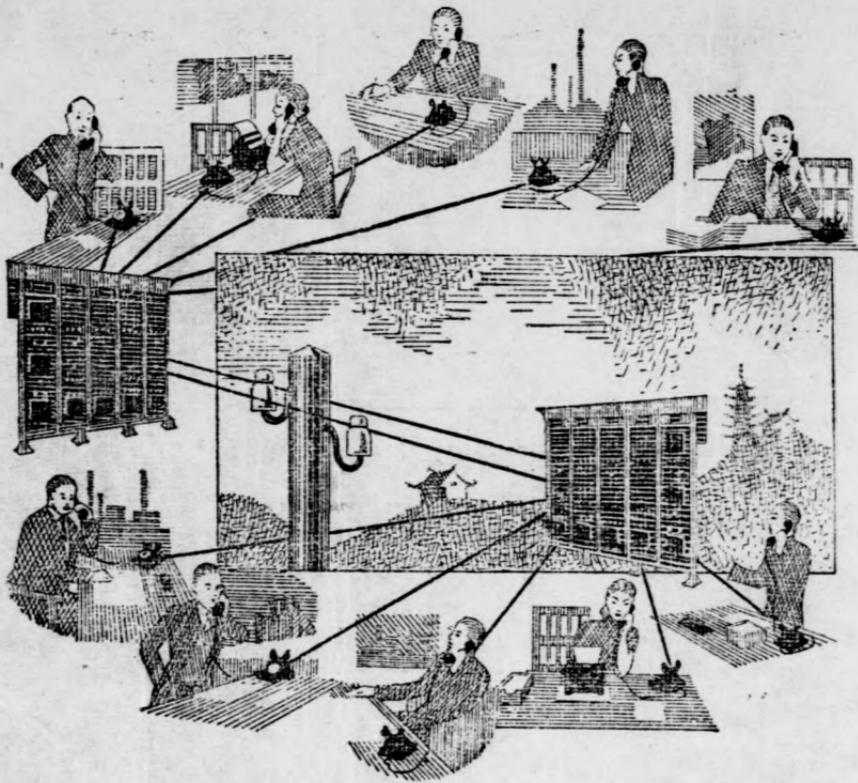
上海蘭二路六九號  
電話一〇一〇號  
總公司  
Microphone或四一六號掛板電

天津漢口廣州分公司

  
**SIEMENS**  
 子門西

載 波 電 話

中華郵政特准掛號認爲新聞紙類  
 內政部登記證警字第二六一一號



一對綫上同時可通電話十個

電話增音機

數千里外長途電話猶如促膝面談

西門子電機廠對於中國電信界之新貢獻

如須實地勘驗，請至電話設備最完美之浙江省參觀可也

如有垂詢，請駕臨敝廠或函詢，當有滿意之答覆。

西 門 子 電 機 廠

上海 香港 廣州 漢口 天津 北平 南京 雲南府