

年

卷

期

2

2

第

第

Vol. 2 No. 2

April 1931

JOURNAL OF  
ELECTRICAL ENGINEERING  
CHINA

電  
工

第二卷第二號  
民國二十年四月

中華郵政特准掛  
號認爲新聞紙類

## 第二卷 第二期

### 目 錄

	頁數
A Study on Thyratrons T.C.Tsao (趙曾珏) & S.Y.Shen (沈尙賢)	73
Spinning Machine Drives Dipl-Ing Ludwig Borstein	97
<hr/>	
電話電報譯名草案 汪廷鏞	107
<hr/>	
浙江省廣播無線電台公共傳話機 李熙謀 趙陳風 鄭兆賓	111
上海市電廠之概況 陳蔭毅 王馨吾	135
<hr/>	
高壓蒸氣在發電廠之應用及經濟 楊耀德	150
三極真空管之特性曲線面 程祥德	155
英國之水力電氣事業 陳澤鳳	167
<hr/>	
各國大電台(英國無線電雙波廣播電台之佈置) 趙曾珏 王懋生	171
<hr/>	
傳記(六)惠脫司東 范崇武	186
<hr/>	
直流電機原理(第七章完) A.S.Langsdorf原著 顧毓琇校譯	

## 本期投稿者

- 沈尙賢 浙江大學電機科四年級學生。
- 李熙謀 哈佛大學理學碩士,麻省理工大學理學碩士,南洋大學教授,廣州無線電台工程師,現任浙江大學工學院院長,兼浙江省建設廳電話局局長。
- 趙陳風 浙江大學工學院電機工程科學士,現任浙江省廣播無線電台工務股主任
- 鄭兆賓 浙江大學工學院電機工程科學士,現任浙江省廣播無線電台工務員
- 王馨吾 浙江大學電機科四年級學生。
- 程祥德 浙江公立工業專門學校畢業,海陸空軍總司令部交通處無線電機修造廠技士,及無線總隊技士,現任紹興建設局局長

## 下期要目預告

1. New Telephone System to be installed in Hangchow
2. Extension of Transient Analysis of Artificial Lines
3. 建設委員會威墅堰電廠概況
4. 有聲電影

## A STUDY ON THYRATRONS

T. C. Tsao    S. Y. Shen

Radio Laboratory, College of Engineering,  
University of Chekiang.

*Synopsis:— Thyratron is a new member of the electron tube family. It belongs to the "soft tube" branch with an electro-static control over the arc. This paper presents some experimental works on thyratrons FG-27 and also the general principles and operations involved*

### GENERAL PRINCIPLE

Thyratron is an electro-statically controlled arc rectifier. It has three electrodes, namely, the anode, cathode and grid, The gas filled inside the bulb is usually of mercury vapor. and the emission may be obtained from a hot cathode, shielded to conserve cathode energy.

The action of thyratron, in most part, is similar to that of an ordinary mercury arc rectifier. The markable, distinctive feature of thyratron is the function of its additional grid.

As the cathode is heated, electrons will be emitted from the cathode. These electrons, being negatively charged, move against electrostatic lines of force, that is, from a lower to a higher potential. With sufficient high applied voltage between the cathode and anode, they are projected at a considerable velocity into space occupied by the mercury vapor. Atoms of mercury vapor consist of positively charged central nuclei, and of negatively charged surrounding electrons. A free electron, accelerated from the cathode, finally collides with a mercury atom, causes a bound of elections to be dislodged from it and in turn accelerated toward the anode. This is

known as "ionization by collision;" as a result, many billion times more free electrons are produced than have been emitted from the cathode, the dislodged electrons in turn ionizing other neutral atoms. An atom deprived of an electron has a preponderance of positive electricity and is known as a positive ion. These positive ions move in the direction of lines of force, that is, toward the cathode, so that there is a stream of positively charged particles toward the cathode.

When the positive mercury ions are attracted toward the cathode, they will neutralize the normal negative space charge around the cathode. This action results in a relative low voltage drop between the anode and cathode, with consequent low loss in the tube.

If the cathode of thyratron be made of coated metals in form of filament or others, it is one of the requirements for such tube that the voltage between anode and cathode should be low whenever arc exists so that positive ion bombardment is harmless in properly operated thyratrons. The maximum voltage drop across the tube when current is flowing must be kept below the "disintegration voltage" of the gas. The disintegration voltage lies between 20 and 25 volts for the inert gases and mercury. Neglect of this precaution is responsible for the failure of most of the attempts to use gas in thermionic tubes in the past.

The starting of thyratrons is controlled by the grid. After starting the grid has no further control over the arc, neither to modulate, limit nor to extinguish it. This is the most peculiar property of thyratron different from other electron tubes. Control is restored to the grid only when the arc ceases long enough for the mercury to de-ionize.

After the cathode has been heated up and the anode has a sufficient

high positive potential with respect to the cathode, an arc will be formed provided the grid has a potential more positive than the critical value with respect to the center of the cathode filament at that instant. Therefore, in this case, it is self-starting. If the grid potential is sufficiently negative, it will prevent the arc from starting. The negative grid potential which will just allow arc to start with a certain definite anode voltage (or plate voltage as usually so called) is known as "critical potential" or "critical voltage" corresponding to that plate voltage. The critical voltage increases with plate voltage. The term "grid-control ratio" designates the ratio of anode voltage to the negatively grid bias that will just allow current to start. or

$$\rho = - \left( \frac{E_p}{E_g} \right) i_p = 0$$

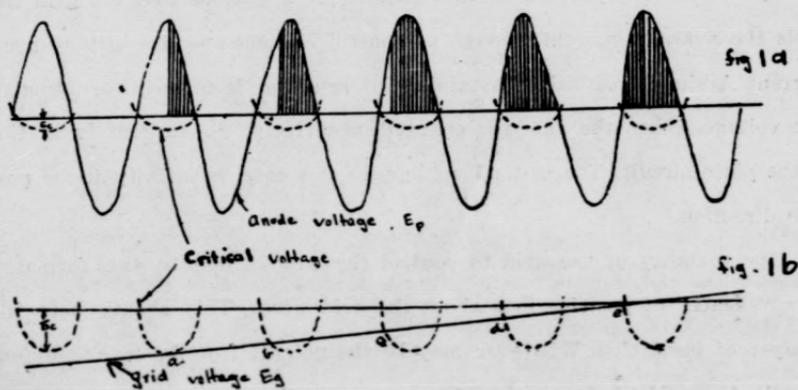
Once the arc is started, the grid potential has no appreciable effect on the anode current. Although the arc cannot be extinguished by the grid at this condition, it may be extinguished by removing the anode voltage. Upon reapplying the anode voltage, the grid again determines the start of the arc and thus the starting operation is repeated and grid control is regained. By continued repetition of this process, it is obvious that the grid controls the average current, though no control is made upon the instantaneous current. A simple method of obtaining interruption is to use alternating anode voltage. When the anode is charged negatively, no current will flow in the plate circuit. The critical voltage, in this case, is infinity in the positive direction.

The inability of the grid to control the arc is due to the formation of a "sheath" of positive ions about the grid wires. This sheath acts like a layer of insulation. Whatever may be the potential of the inner surface, that is, the grid, the potential of the outer surface is always that of the

discharge, The only effect of making the grid negative during the time that discharge takes place is to increase the effective diameter of its wire. In other words, a negative wire is equivalent to a slightly larger wire at zero potential. If the thickness of the sheath is small compared to that of the wire, as being usually the case, it is evident that a negative or sheathed grid will not be very different from an unsheathed grid, that is, an unchanged grid, and hence making grid negative will not greatly influence the arc. For this reason, the grid of thyatron can not control the instantaneous value of plate current.

#### OPERATION

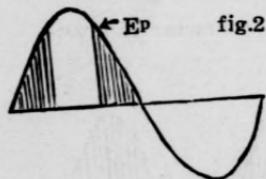
When the plate circuit is operated from a. c. source, the grid potential controls the starting of plate current in each positive half cycle. For the negative half cycle, no plate current can flow. Now if the grid potential is d. c., then it can control the time of starting for each cycle and thus control the average current. Fig 1a shows the anode voltage wave. The critical value of grid voltage at which current occurs is represented by the dotted



broken lines. In fig. 1b, it shows that the value of  $E_g$  is gradually varied by means of potentiometer or other devices in order to illustrate the action of starting control

As the first cycle shown, if the value of  $E_g$  is more negative than the maximum critical potential  $E_c$ , no plate current can be flowing in the circuit. In case, when  $E_g$  is equal to  $E_c$  (both negative), then current will start in the middle of the positive half cycle. This is shown by the second cycle in fig.1a., where the shaded area shows the time during which current conduction occurs. The interceptions between  $E_g$  and the critical voltage curves, as a, b, c, d and c in in fig. 1b, show the moment at which current will start. In the last cycle shown in fig. 1a, current conduction occurs through the complete half cycle.

Let the plate current produced in the last cycle is equal to  $I_p$ , then the current for the second cycle in fig. 1a will be  $\frac{1}{2} I_p$  and that of the third, fourth, fifth cycles will be equal to a value lying between  $I_p$  and  $\frac{1}{2} I_p$ , provided the external impedance remains unchanged. By means of d. c. control, we can not obtain a current of smaller than  $\frac{1}{2} I_p$  such as shown in fig. 2



When both the grid and plate are supplied with alternating voltage of same frequency and the phase relation between the two voltages is either  $0^\circ$  or  $180^\circ$ , then the action can be explained by means of Fig 3 and 4 respectively.

When  $E_p$  and  $E_g$  are in phase, the plate current will be always flowing during the the positive half cycle no matter what is the magnitude of  $E_g$ . This can be easily seen from fig. 3.

When  $E_p$  and  $E_g$  are  $180^\circ$  out of phase, and the relations are shown

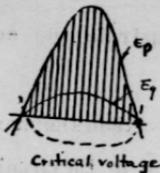


fig 3

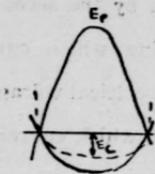


fig 4 a



fig 4 b

is fig. 4a, there will be no current conduction. The grid voltage, however, in certain case may be so small that the peak of  $E_g$  is smaller than  $E_c$ , then conduction does exist. Moreover, for fig. 4a, if  $E_g$  is supplied from a transformer having considerable reactance drop in the windings so that the voltage of the secondary will lag that of primary considerably, then current still can be found. The action is represented by fig. 4b.

With phase shift method, both  $E_p$  and  $E_g$  are also supplied with a. c. sources, the phase relation between them being adjustable. This method permits fixing the time of starting of plate current anywhere in the positive half cycle of plate voltage, and thereby completely controlling the average value of current for variations from zero to maximum. The control characteristics of thyatron operation with this method and resistance load are shown in the following figures:

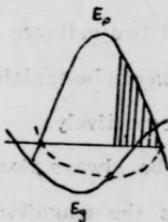


fig 5

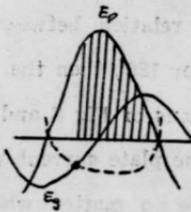


fig 6

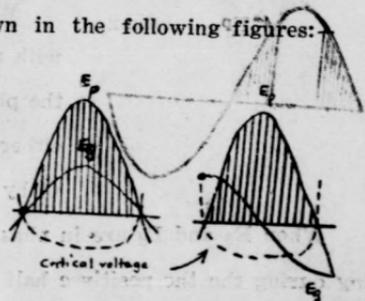


fig 7



fig 8

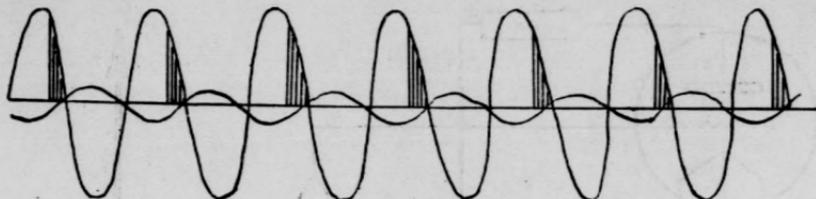


fig. 9.

In fig. 5,  $E_g$  is lagging behind  $E_p$  an angle of more than  $90^\circ$  and less than  $180^\circ$ . In fig. 6,  $E_g$  is lagging behind  $E_p$  by angle of less than  $90^\circ$ . In fig 7,  $E_g$  is in phase with  $E_p$ . In fig 8,  $E_g$  is leading ahead of  $E_p$ . From these figures, we can see that when  $E_g$  is in phase with or leading ahead of  $E_p$ , conduction always exists in the complete positive half cycle of  $E_p$ , while the angle of lag of  $E_g$  with respect to  $E_p$  is varied from zero to  $180^\circ$ , the average current can be varied from maximum to zero.

Fig. 9 is simply a reproduction of fig. 5 in order to show the fact of grid control.

For the phase-shift method of control, the method of varying the phase relations may be obtained by means of induction regulator type devices or other phase-shifting bridges. The simplest method, however, depends upon the well known combination of resistance, inductance and capacity; one of which is varied to change the phase. Typical combination is shown in figure 10. It is a series combination of inductance and resistance, As the resistance  $R$  is varied from infinity to zero, the alternating voltage between cathode and grid remains constant in magnitude but is progressively retarded through  $180^\circ$  in phase as indicated by the accompanying vector diagram. The angle of lag,  $\theta$ , is equal to  $2 \tan^{-1} \frac{V_L}{V_R}$ .

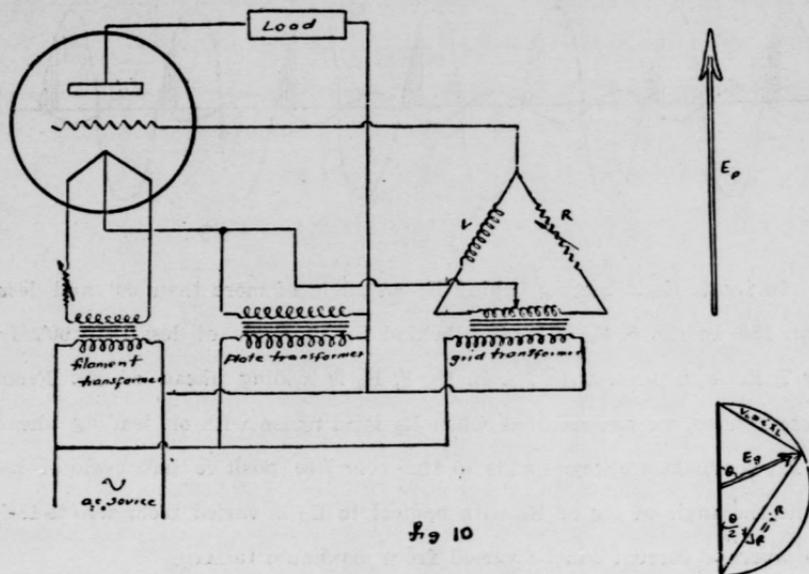


Fig 10

In this circuit, the resistance may be varied by a movable contact or it may be consists of a thermionic tube whose resistance can be controlled by grid voltage or filament temperature, or a photo electric cell. whose resistance depends upon illumination. Alternatively the resistance may remain constant and the inductance  $L$  be varied to change the phase.

If the connection of either the primary winding or secondary winding of either the plate or grid transformer is reversed, then  $E_g$  will be leading  $E_p$  from  $0^\circ$  to  $180^\circ$  where  $R$  is increased from zero to infinity.

Thyratron used in this way acts as a rectifier. As the tube has only one anode, only half wave rectification is possible Full-wave rectification can be secured by using two tubes in parallel, each taking care of one half cycle of the anode voltage.

When the plate is supplied with d. c. source, then the grid can only control the starting. After starting, it loses its control action unless the source is interrupted. This can only be attained with d. c. grid voltage. Discharge will occur at the moment when the voltage becomes zero at the end of negative half cycle of the grid a. c. voltage.

Since with d. c. supply, the current, once started, will continue to flow until the power supply is interrupted, the thyatron under this condition has a "memory" and is adapted to record electrical events or any events that can be rendered electrical. It may be relied upon, provided the power source is continuous, to keep this informative light burning until the operator notices it

The most important and interesting feature of thyatron operation is to use such tubes as inverters which transfer d. c. into a. c. In inverter operation, if the a. c. output is again rectified, after voltage step-up or step-down as desired, then the system will be equivalent to a d. c. trans-

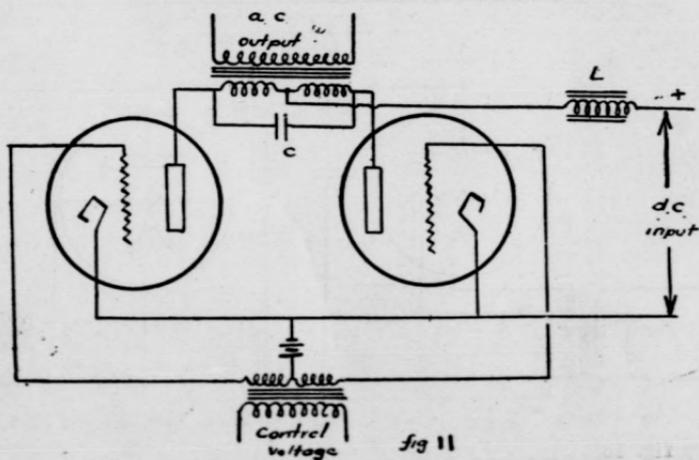


fig 11

former. By means of such d. c. transformer, it is quite possible to obtain high tension direct current for long distance power transmission. Typical inverter circuits are shown in fig. 11, 12 and 13,

Circuits shown by fig. 11 and 12 require a small grid control voltage from a. c. source. while circuit shown by fig. 13. is self-oscillatory.

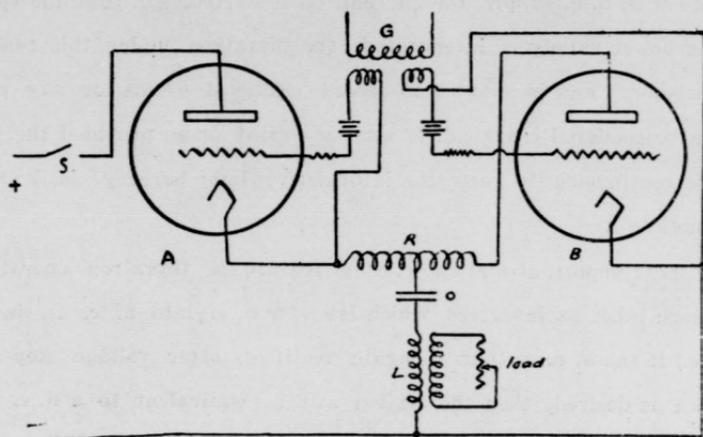


fig 12

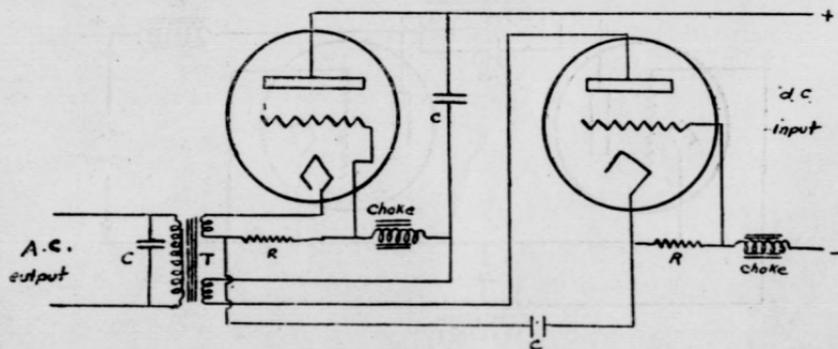


fig. 13

### CHARACTERISTICS OF THYRATRONS FG-27

For studying the general characteristics of thyratrons, four such tubes of the type FG-27 of General Electric Co., U.S.A, were tested.

Before going to the results of the tests, a general idea about such type of thyatron is necessary. Following is the technical information of this type of tubes:—

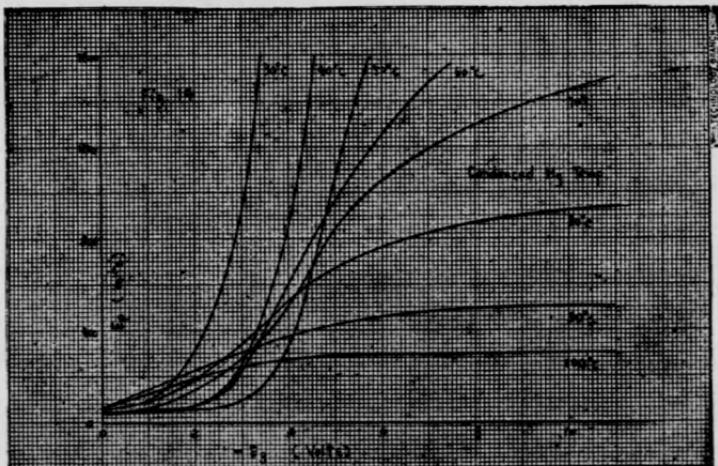
Main use	controllad Rectifier
Number of Electrodes cathode;—	3
volts	5.0
amps.	6.0
Type.	coated
maximum Peak Inverse Voltage	1000 v
maximum Peak Forward Voltage	1000 v
maximum Peak Plate current	5 amps
maximum average plate current	2.5 amps
maximum Tube Voltage Drop	24 v
minimum Tube Voltage Drop	10 v
Maximum Overall Length	7"
maximum Diameter	3"
Temperature Limit - Ambient(°c)	0° - 50°
Type of cooling	air
Maximum Frequency Operating as Rectifier (cycles)	500

The filament of thyatron FG-27 is made of a wide strip of coated metal wound in a spiral to conserve the energy of heating. The filament voltage

(either a. c. or d. c.) as indicated by a voltmeter directly connected to the filament terminals, is to be adjusted to the rated value and should not deviate from this value by more than 5%. Too low filament voltage may result in a high tube drop with consequent bombardment of cathode and eventual loss of emission. Too high voltage will shorten the life of the cathode.

The tube is designed for a deionization time of approximately one thousandth of a second. This limits the frequency of plate voltage to 500 cycles per second.

Since thyratron is a soft tube, the characteristics of individual tubes are subject to considerable variation.



The most important characteristic of the tube is the grid-control-ratio characteristic, sometimes known as the break-down characteristic. A family of these curves are illustrated in figure 14, covering condensed mercury temperature of 30°C to 90°C. From the curves, we will find for the same  $E_p$ ,

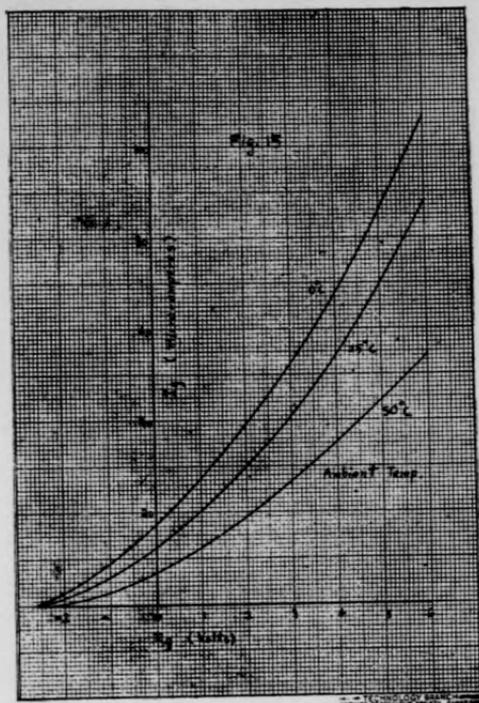


Fig. 16, shows the grid current for both negative and positive grid voltages while discharge is passing in the tube. A family of curves is given covering plate current from 500 milliamperes to 5 amperes. While temperature affects the position of these curves, its effect is not great and the rating shown is typical of the operating temperature range.

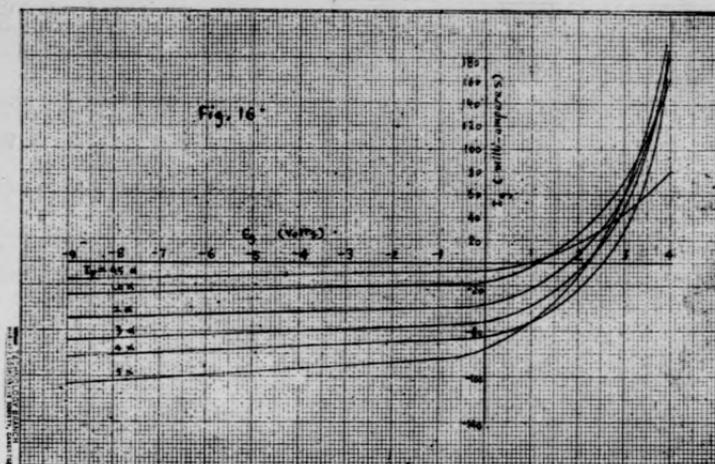
Fig. 15 shows the grid current for both negative and positive grid voltages prior to the setting up of a discharge in the tube, that is, these data were taken with the plate leads disconnected. They are equivalent to  $I_p$ - $E_p$  static characteristic of a soft diode.

#### TESTS AND RESULT

(1) Preliminary test. The mercury in the tube may have become spattered on the electrodes prior to or during installation. In order to distribute the mercury properly when the tubes are first placed in operation, normal

the higher the temperature, the larger the critical voltage, that is, the value of  $-E_g$ , at which a discharge starts. When a considerable plate voltage has been reached, the curves become straight which means that the tube has a more definite grid control factor.

Fig 15 shows the grid current for both negative and positive grid voltages prior to the setting up of a discharge in the tube, that is, these data were taken with the plate leads disconnected. They are equivalent to  $I_p$ - $E_p$  static characteristic of a soft diode.

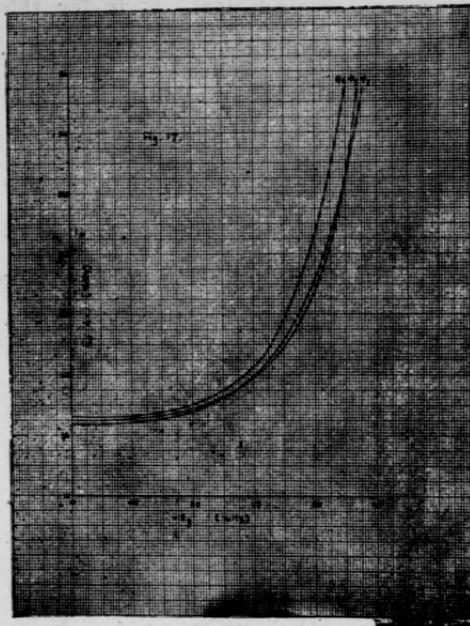


filament voltage should be applied to the filament for at least 15 minutes with no plate voltage applied to the tube

(2) Filament current test. With a d. c. filament potential of 5.0 volts and with no other potential applied to the tube, the steady value of filament should not be less than 6.0 amperes nor more than 7.0 amperes.

From the test results, we find that the steady filament currents for four thyristors under test are all about 6.4 amperes and meet this specification. We find again that the resistance of the filament varies considerably with temperature. The usual time required for heating the filament from cold to operating condition is about 5 minutes before a discharge can start.

(3) Grid-control-ratio test. With a filament voltage of 5 volts and with a peak Plate voltage of 500 volts, the negative grid voltage (d. c.) measured from the middle tap of the filament shall be reduced until a discharge occurs. The critical grid voltage in this case shall be not less than -4 nor



about 15 volts.

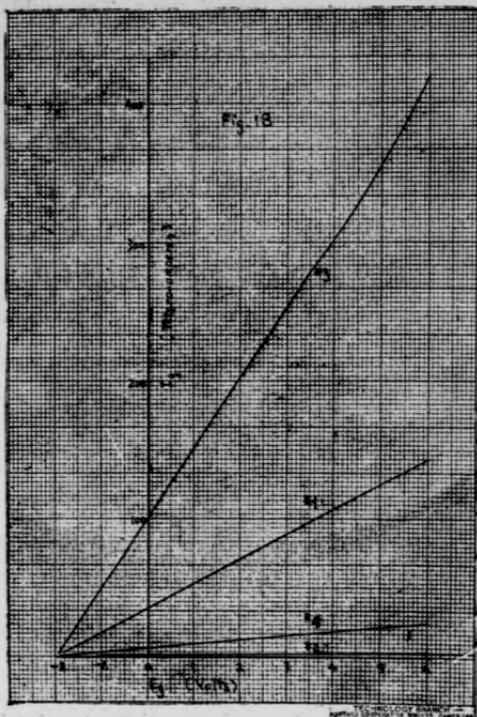
Other factor observed is that the critical voltage, for a definite plate voltage, varies with the time of heating, or the filament temperature.

In order to obtain the break down characteristics, a set of readings for  $E_p$  and  $-E_g$  are taken. The curves are shown in fig. 17

(4)  $I_g$ - $E_g$  Characteristics before Discharge Occurs. The curves for different tubes are shown in fig. 18. From these curves, it will be seen that they deviate each other in a wide range. Tube #3 has the largest grid current while tube #2 the smallest. This current is an indication of the electron emission. With tube #2, there is practically no emission current for normal grid voltage. This must be due to the defect in the emission property of

more than -2 volts. The ambient temperature shall be 25°C.

From the test results, we find that tubes #1, #3, and #4 all satisfy this requirement. For tube #2 we find that even with a grid voltage more than -2 volts, there is no discharge in the tube. Discharge can not occur in this particular tube unless the grid voltage is more than +2 volts. When discharge occurs, the voltage across the tube, that is, the voltage  $V_{p-f}$  between plate and filament is



the filament. It is for this reason that tube #2 has no discharge even when the grid voltage is settled to zero.

The curves obtained for different tubes are almost straight lines. This is also different from the curve in fig. 15.

(5)  $I_g$ - $E_g$  Characteristics after Discharge occurs. The curves are shown in fig. 19. That for tube 2 is lacking because discharge can not start with negative grid voltage. These curves also deviate from each other in a wide range.

The voltage across the tube as measured by an a. c. voltmeter is about 150 volts. This is because the voltage across the tube has a wave form somewhat like fig. 20.

(6) Full-wave Rectification test. This has been performed satisfactorily with a connection similar to that for ordinary mercury-arc. rectifiers. It is possible to measure the efficiency of such converter circuit

(7) Phase Shift Control test. The connection is similar to fig. 10 except suitable meters are connected into the circuit to taking the necessary readings. The load consists of pure resistance and is kept constant through-

out the test.

$V_L$  and  $V_R$  are measured by an a. c. voltmeter with a single pole double throw switch. The Load current,  $V_{load}$ , and current,  $I_p$ , are measured by d. c. ammeter. The resistance  $R$  is variable, and has a maximum resistance of about  $3000 \Omega$ . The inductance  $L$  used has a value of about 0.15 henry. The grid transformer has a mid-tap at its secondary and has a step-down ratio of 200 to 6. The a. c. source used is 220 volts. This voltage is directly introduced to the plate

circuit without transformer.  $E_g$  and  $E_p$  have the same voltage source.

The curve plotted

with  $V_{load}$  against the angle  $\theta$  is shown in fig. 21. With lagging grid voltage,  $V_{load}$  decreases as  $\theta$  increases, The angle  $\theta$  is equal to  $2 \tan^{-1} \frac{V_L}{V_R}$ . When  $E_g$  is leading  $E_p$ ,  $V_{load}$  is always kept at its maximum value.

The curves plotted with  $I_p$  against  $\theta$  are similar to that with  $V_{load}$

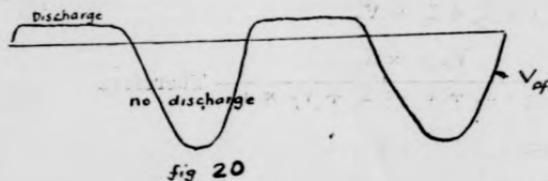
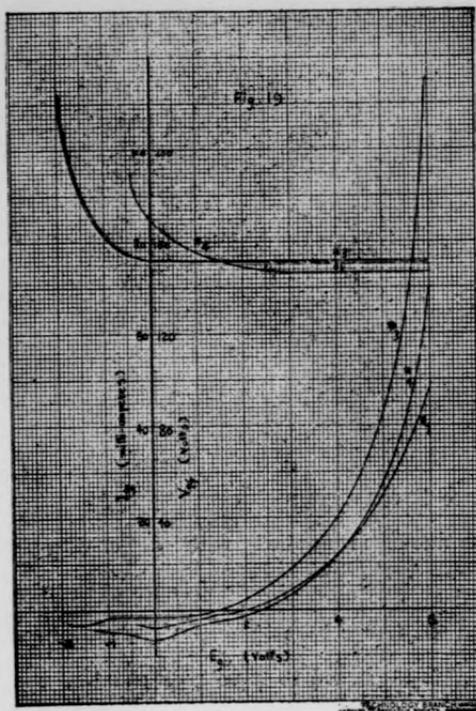
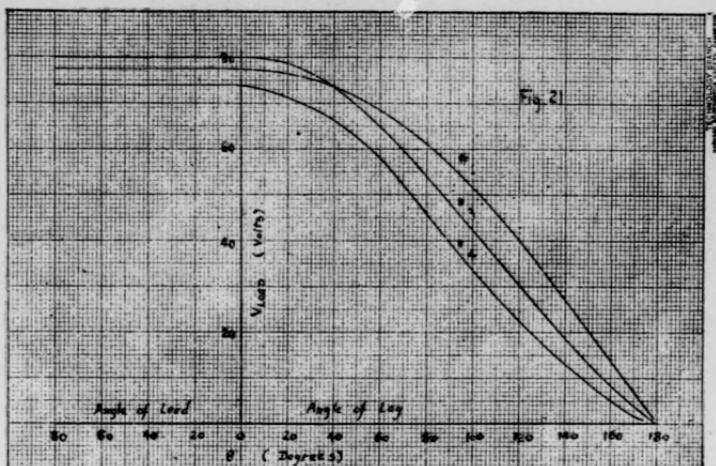


fig 20



against  $\theta$  because the load resistance is constant.

(8) D. C. Operation test. The anode is applied with d. c. voltage through certain load. Before discharge occurs, the voltage  $V_{pf}$  across the tube is equal to the source voltage. When discharge takes place,  $V_{pf}$  drops to a small value about 15 volts and  $V_{load}$  is increased to a voltage equal to the source voltage minus  $V_{pf}$ . The net output is equal to  $V_{load} \times I_p$  while input is equal to  $V_{load} \times I_p + V_{pf} \times I_p + I_f \times V_f$ .

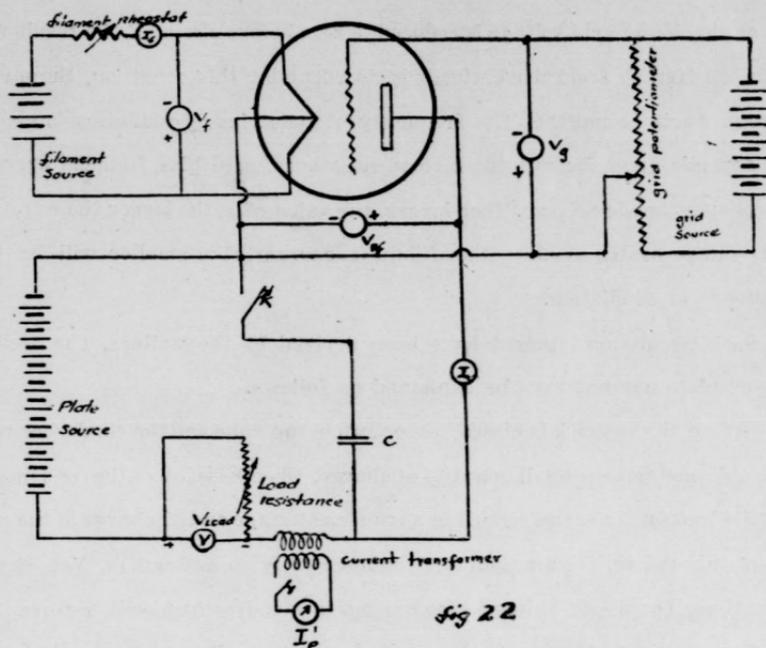
$$\text{Efficiency} = \frac{V_{load} \times I_p}{V_{load} \times I_p + V_{pf} \times I_p + V_f \times I_f} \quad \text{Therefore}$$

neglecting  $V_f \times I_f$ , we have

$$\text{Efficiency} = \frac{V_{load}}{V_{load} + V_{pf}}$$

(9) Oscillatory Circuit test. The diagram of connections is shown in fig. 22.

With switch k open, start the arc by decreasing the grid voltage. As



soon as the arc starts, make the grid more negative than the critical value. At this condition, arc will still continue. Then close  $k$ , At the moment of closing  $k$ , the anode voltage drops momentarily due to the introduction of the condenser  $C$  into the circuit and the arc tends to diminish. If there is enough time to deionize the ions before the anode regains the potential the arc will stop, because the next starting depends upon the grid voltage again. On the other hand, if the transient period of the condenser is shorter than the deionization time, then the "positive ion sheath" around the grid wire has not enough time to diffuse away and the arc will continue to flow and no control is obtained by the grid. This is the principle of method

of interrupting the current with d. c. anode voltage.

again, if the grid voltage is reduced to zero before closing  $k$ , the result will be quite different from above when  $k$  is closed, under this condition, the anode current starts to pulsate. The frequency of pulsating or oscillating is visible and depends upon the capacity  $c$ , load resistance, grid bias, filament current for constant anode voltage. The larger the value of  $c$ , the larger the negative grid voltage or the smaller the filament current, the smaller will be the frequency of oscillation.

Such circuit arrangement have been derived by the writers. The oscillation of plate current may be explained as follows.

Before the switch  $k$  is closed, arc occurs in the tube and the condenser may have obtained certain small quantity of charge. when  $k$  is closed, the condenser  $c$  and the load form a series circuit in a transient stage and discharge of the condenser takes place. The arc then tends momentarily to extinguish. Yet at the same time, the anode voltage becomes again steady which will reform the arc during this next moment, the condenser is being charged again. Owing to the initial kick upon the condenser, the condenser, in a properly arranged circuit, will discharge and charge again and cause the current pulsating.

More-over the closed circuit consisting of the condenser and the tube may be considered as an oscillatory circuit. When the grid voltage becomes less negative, the tube resistance will be reduced. The tube and the circuit may contain inductance and give inertia for oscillating. From this we can see that as  $E_g$  increases, the frequency will increase, for

$$f = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{L}\right)^2}$$

Similarly, when  $c$  is increasing, frequency will be decreased, and when  $I_f$

reduces, causing a corresponding increase in  $R$ , and the frequency will be decreased.

Furthermore, the load resistance affects the changing of condenser, thereby an decrease in load resistance will increases the frequency.

The oscillating current in this circuit can be measured by means of a current transformer as shown in fig 21. It has been noted that the transformer has little effect upon the producing of oscillation.

It will be more interesting to measure the frequency and to take oscillogram for this testing and put all conditions into mathematical forms. All other interesting tests will be performed later on by the writer provided chance permits.

#### DATA AND CALCULATIONS

##### 1 Filament current test

	# 1	# 2	# 3	# 4
Vf (volts)	5.0	5.0	5.0	5.0
If (volts)	6.40	6.50	6.35	6.40

(2)  $I_g$ - $E_g$  characteristics with plate circuit open

See Curve Fig.18

(3)  $I_g$ - $E_g$  characteristics with plate circuit closed.

See Curve Fig.19

(4) Break down characteristics

(a)  $E_p$  is alternating;  $E_g$  is continuous

Tube # 1.

$E_p$ (volts)	209.8	167.8	93.9	73.3
$-E_g$ (volts)	2.5	2.4	1.9	1.5

(b)  $E_p$ ,  $E_g$  are all continuous

See Curve Fig.17

Voltage drop,  $V_{pf}$ , across the tubes:-

Tube #1	14-14.6 volts
#3	14.4-16.1 volts
#4	17-17.2 volts

(5) D. C. Operation

( $E_p=260$  volts d.c.)

(Tube # 1)

$I_p$	$V_{pf}$	Efficiency $\frac{E_i - V_{pf}}{E_0}$
(amp)	(volts)	(%)
0.16	14.0	94.7
0.25	14.0	94.7
0.50	15.0	94.3
0.80	15.6	94.1
1.30	15.8	94.0

(load consists of constant pure resistance,)

(6) A. C. Operation with phase shift control

See curve Fig.21

(7) Oscillatory circuit test

(a) Apparatus used:-

Filament source	6 volts storage battery
Grid source	6 volts storage battery
Plate source	225 volts storage battery

Filament rheostat	12 ohms, 8.8 amps,
Grid potentiometer	300 $\Omega$ , 1.1 amps
Load vesistance	6320 $\Omega$ , 0.27 amps. cenco rheostat
Condenser C	four $\S$ 2 $\mu$ f fixed condenser in parallel
Current transformer	200:6, China scientific Instrument co.
Tube,	Thyratron FG-47, #3,
I <sub>f</sub> :	Weston d.c. ammeter, model 280, # 68668, 0-15 amps
V <sub>f</sub> :	Weston d.c. voltmeter, model 280, # 99306, 0-15 volts
V <sub>g</sub> :	Weston d.c. voltmeter, model 288, # 92782, 0-25 volts
V <sub>pf</sub> :	Weston d.c. voltmeter, # 1659821, 0-300 volts
V <sub>load</sub> :	Weston d.c. voltmeter, # 1659822, 0-300 volts
I <sub>p</sub> :	Weston d.c. ammeter, model 280, # 67662, 0-0.25 amp,
I <sub>p</sub> <sup>1</sup> :	Weston r.f. ammeter, model 425, # 27389, 0-125 ma.

(b) Data;—

I. By varyiny E<sub>g</sub>. Frequency increases with reduced negative E<sub>g</sub>.

$-E_g$ (d.c. meter) (V)	$E_{pf}$ (d.c. meter) (V)	$V_{load}$ (d.c. meter) (V)	$I_p$ (a.c. meter) (a)	$I_p$ (a.c. meter) (ma)
0	14.4	178.4	0.075	0
1.65	119.0	66.0	0.023	35
1.55	102.4	86.0	0.031	42
1.45	92.0	96.0	0.035	44
1.20	82.0	106.0	0.039	45
0.85	68.4	120.2	0.0445	50
0.45	59.0	128.0	0.047	57
0	43.0	146.0	0.555	62

before K is closed

after K is closed

(2) By varyiny load resistance. Frequency increases with decreasing of load resistance  $E_g = 0$

load resistance	$V_{pf}$ (V)	$V_{load.}$ (V)	$I_p$ ( $\alpha$ )
largest	43	151.0	0.020
	43	149.2	0.022
	43.2	148.6	0.030
	43	148.0	0.0475
	42.8	147.0	0.069
	42.2	146.0	0.090
	42	145.0	0.105
	41.8	143.2	0.120
	41.6	142.0	0.1465
	40.8	141.4	0.167
	40.2	140.0	0.195
smallest	40.0	139.6	0.215

#### ACKNOWLEDGMENTS

*The authors would like to take this opportunity of thanking the Engineering Department of General Electric Company, U. S. A., for their very kindness in presenting to this College 4 thyratrons whose characteristics have been tested in this article.*

---

## SPINNING MACHINE DRIVES.

Dipl.-Ing. Ludwig Börnstein, Berlin

*Synopsis: The paper discusses the adaptability of various types of a. c. motors to the drive of spinning machines with special reference to the desired characteristics of the motor as to the improvement of the quality of the yarn and the minimizing of the breakage of the threads.*

The electrical individual drive, which to-day has been introduced, into almost every sphere of industry, and which has already for the most part supplanted the line-shafting drive, is of outstanding advantage for the textile trade. Apart from its frequently promulgated merits—improved surveillance, quieter illumination, smaller power consumption, greater cleanliness due to no dust being whirled up by belting, no soiling of the manufacture by dripping oil, and also the freedom in the selection of the sits for the machines—the especial significance of the individual drive for the textile industry constitutes the improved quality of the products and the augmented output attainable by virtue of the independent working of each individual drive, and better adaption to the particular duties of the machine driven.

In order to exploit to the utmost the inherent attributes of the individual drive, it was naturally necessary to give assiduous study to the manner in which the driven machines work. In view of the sensitivity of the material treated, and the demand for high-quality products, solely a judiciously adapted and well-devised drive will yield satisfactory results.

It is proposed to illustrate drives complying with such requisites with the assistance of two typical examples, viz., the roving frame and the ring

spinning frame.

Fig. 1 shows the mode of functioning of a roving frame. The thread having passed the drawing device is twisted by the revolving flyer and wound on the bobbin at the difference in speed between the flyer and spindle. In order that always the same quantity of thread as supplied from the drawing rollers is wound on despite the varying winding diameter of the bobbin during unit time, the difference in speed between the flyer and bobbin must fluctuate between a maximum and minimum corresponding to the alteration of the prevailing winding diameter. This is realized by a conical belt drive, which is inserted in the driving gear of the spindles, and the belt of which is moved to and fro according to the alteration of the winding diameter, whereas the drive proper runs at constant speed.

With three-phase supplies—to-day predominant in the vast majority of factories and therefore only considered in this article—preference is gi-

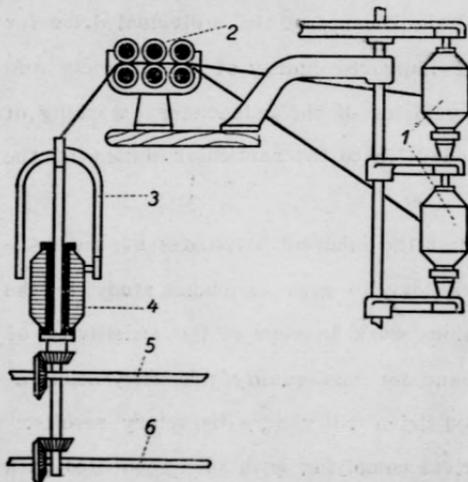


Fig. 1

ven whenever possible to the squirrel-cage motor for the drives under consideration owing to its simplicity both in respect to attention and construction. However as a casual glance at Fig. 2 reveals, the ordinary squirrel-cage motor is not readily adaptable for the direct drive of roving frames. The starting curve of the roving frame, i. e. the

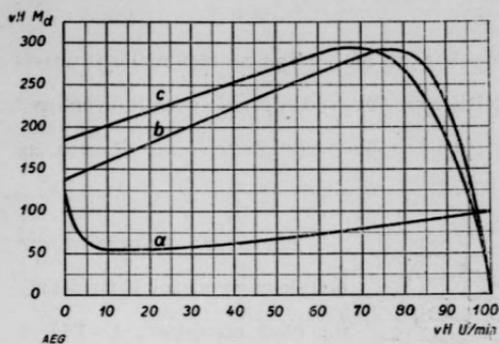


Fig 2.

characteristic of its frictional resistance between standstill and full-speed, is represented by the curve a of Fig. 2. When starting from rest, the static friction has firstly to be overcome; the resistance to motion then decreases slightly and ultimately augments again, attributable to the friction increasing to the value obtaining at normal speed. Comparing this with the starting curve of the squirrel-cage motor (c of Fig. 2)-it will be recognized that the differences between the motor-torque and the starting characteristic of the frame rapidly increase to high values. As the driven machine and the revolving masses of the motor are accelerated by these differences in torque, it is evident that the motor, when rigidly coupled with the driving shaft of the flyer, runs up the machine in jerks, for it is known that a machine coupled with an ordinary squirrel-cage motor accelerates very suddenly.

With belt drive, smooth starting can be easily realised when functioning with fast and loose pulley (Fig. 5) by gradually striking over the belt. The drawback of this kind of drive, however, is the reliance which has to be placed upon careful operation, and the fact that the frame is stopped by striking over the belt and the motor runs continuously. These disadvantages are avoided with the back-geared spur wheel drive.

In order to utilize the squirrel-cage motor for the last mentioned type of drive also, resource was had to various expedients calculated to ensure

smooth starting.

The adoption of a special double-cage motor has at last made it possible to obtain smooth starting with spur geared drives with "direct-on" switching, when dispensing with such troublesome intermediate devices as indicated.

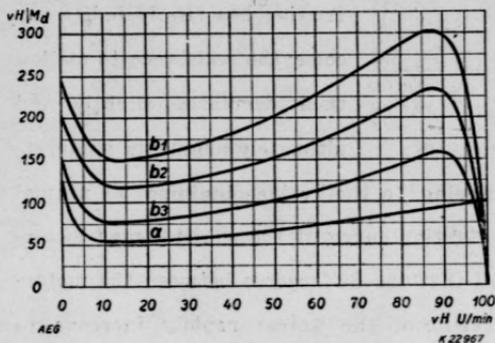


Fig.3

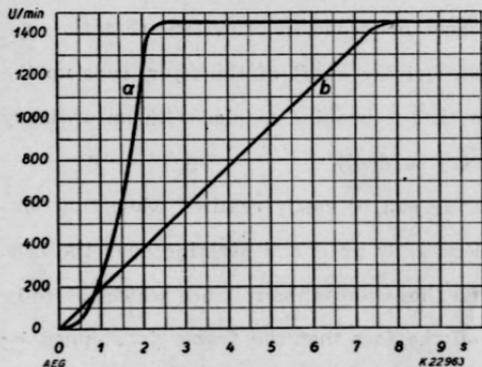


Fig.4

The prime feature of the double-cage motor is its starting characteristics. As Fig. 3 demonstrates the starting curves of this motor adapt itself to that of the roving frame. The very nearly parallel run of the motor and roving frame curves guarantees absolutely smooth starting.

The favourable starting curve is traceable to the special construction of the rotor.

As Fig. 6 reveals, the rotor has two bar-cages (hence the title double-cage motor) which are combined to an integral unit. The motor thus

accelerates similarly to a slipping motor the starting resistance of which is gradually short-circuited. It is possible to modify the starting curve to suit the characteristics of the machine by devising the electrical conditions

accordingly.

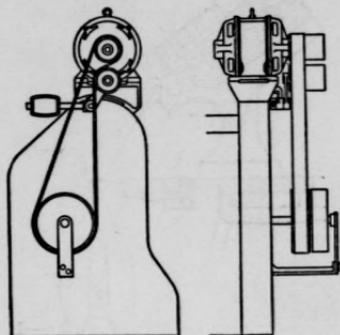


Fig. 5

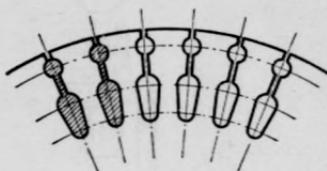


Fig. 6

vourable position for inserting the thread, than with a suddenly accelerating machine. (Fig. 7) demonstrates a geared drive of this nature. It may be seen from this illustration that the bedplate of the drive is designed as cooling chamber for the air circulating through the motor.

Another and perhaps even more interesting example of the truism that only close study of the functioning of the machine will materialize in a drive ensuring satisfactory working, high-grade product and maximum output, is afforded by the ring-spinning frame.

The double-cage motor renders excellent service in this sphere also. As (Fig. 9) indicates, it starts up with a comparatively high torque so that it can overcome the friction at standstill and then accelerates very uniformly,

In order to attain satisfactory starting under all circumstances, even in the face of varying conditions of friction—new and run-in machines, cold and warm bearings—the motor is furnished with an additional winding which permits the torque curve to be situated higher or lower by boost or buck connection and disconnecting it (see Fig. 3). The smooth starting process, amounting to about 10-12 seconds as compared with 3-4 with ordinary squirrel-cage motor (Fig. 4), also facilitates spinning operation, for with slow starting it is easier to set the flyer in the most fa-

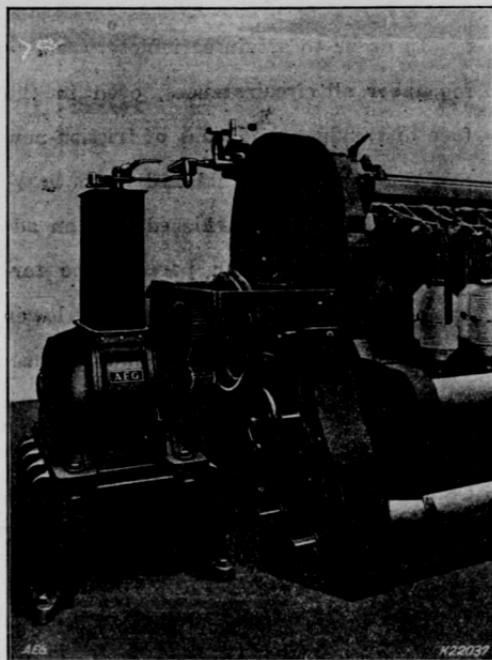


Fig. 7

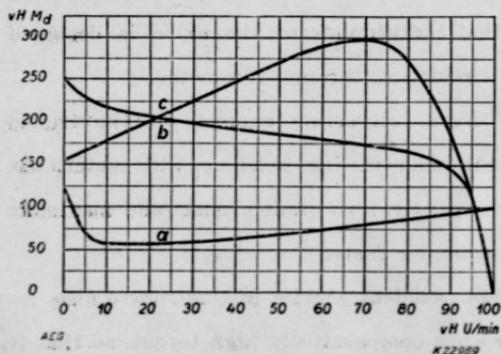


Fig. 9

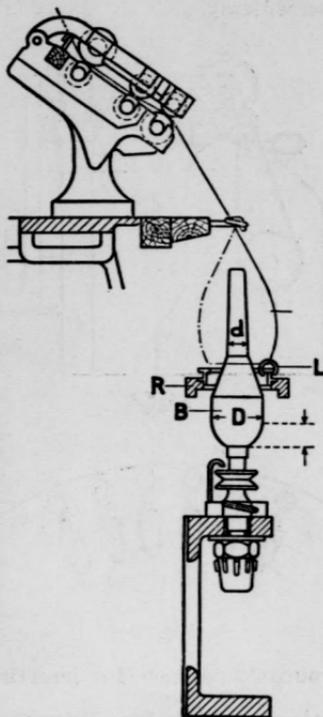


Fig. 8

whereas the ordinary squirrel-cage motor has too low a starting torque and subsequently accelerates the frame too suddenly.

The desire to augment the productive output of the machine to a maximum, cul-

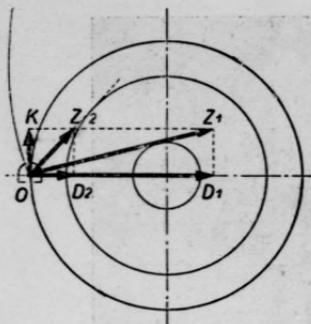


Fig. 10

minated in the endeavour to operate it at a high speed. However the higher the speed the greater becomes the number of thread breakages.

With two-step spinning of this nature, it is frequently also advisable to revert to the lower speed, for at the end of doffing, when the ring rail is in its upper position, the balloon is no longer elastic enough to equalize irregularities, and hence the number of thread breakages at the end of doffing frequently increases again.

Two-stage working of this nature can be attained by various means. The electrical engineer will immediately reflect upon the pole-changing motor, and in fact a large number of spinning machines are driven by such motors.

Another means is the establishing of a second network of lower frequency by way of a frequency changer, the motors being connected to this network during the commencement and finish of the spinning period. It cannot be denied that this system is somewhat complicated as double circuits are requisite for the motors.

The belt drive with step pulleys is a very simple solution. With this kind of drive, the selection of the speed-steps is entirely free. The most practical solution is to mount the motor on the headstock of the machine so that an arrangement as depicted in Fig. 11 obtains.

The enhancement of the drive and increased production can be accentuated still more by so varying the speed that the thread tension remains

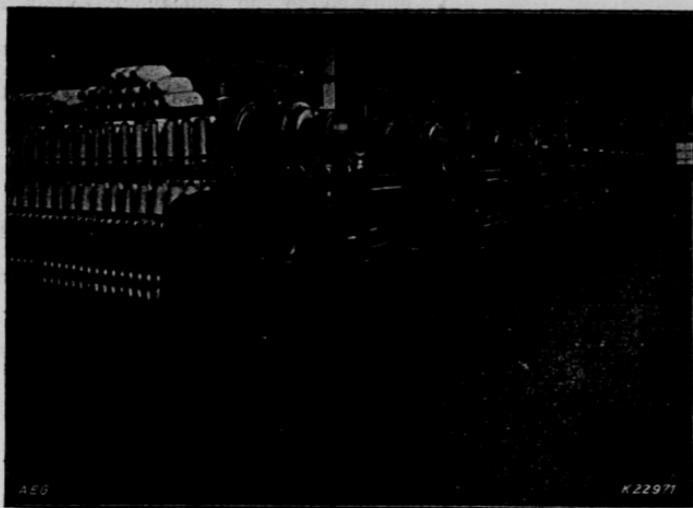


Fig. 11

constant during the entire spinning process.

The three-phase commutator motor is used for such drives. This motor is conspicuous for the fact that its speed can be regulated by brush-shifting. As the formation of the layers depends upon the upward and downward movement of the ring rail, control of the brush-movement has to be effected by those devices which produce the ring-rail motion, viz. by the heart-disc and the pawl wheel. The movements of both of these mechanisms are generally transmitted by way of a chain drive and a flexible shaft respectively to the "spinning governor", and here so combined and conducted to the brush rocker that a speed curve obtains as shown by Fig. 12. The spinning governor itself usually consists of a number of levers and curved discs, which must be of a corresponding shape.

Even though the above remarks are based on theory and demonstrate

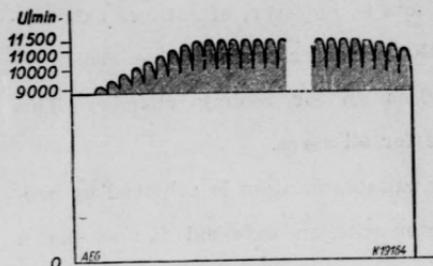


Fig. 12

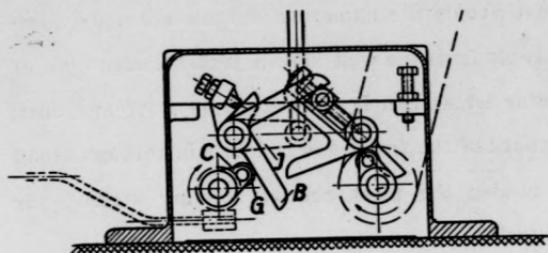


Fig. 13

that the drive with commutator motor and spinning governor is the most beneficial arrangement theoretically, the fact must not be overlooked that in practice considerations such as costs and the characteristics of the operatives

are of pre-eminent importance. Therefore the more expensive and complicated drive should only be selected when the extra costs are refunded by augmented

production and enhanced quality. Otherwise, a simple drive is preferable, because, after all, the most lucrative drive—when considering all factors:—initial and maintenance costs of the machines, scale of production and quality of the product—is that one which results in the lowest manufacturing costs referred to the sales value.

In conclusion, a few remarks will be made concerning the style of protection for the motors. The hazard of dust demands the employment of enclosed motors. The standard total enclosure postulates comparatively large types as the heat can merely be dissipated by surface radiation, Improved cooling can be attained by connecting the motor to air ducts which run into the open whence the motor draws fresh air by an internally positioned fan which simultaneously drives the heated air into the air-

exit duct. The erection of these air ducts is, however, oftentimes extremely inconvenient. They are avoided with the roving frame drive shown in Fig. 7, when the base plate is utilized as an air cooling chamber. This arrangement is, however, not suitable for all cases.



Fig. 14

A very suitable solution is achieved by providing the motor with an external fan as shown in Fig. 14. It must be noted that this arrangement avoids the numerous narrow air slits inseparable from the well known jacket-cooled type of motor which can be choked up by fluff and dust; the air blows freely over the back of the frame and is drawn in through broad slits in the fan hood. This is also the most suitable cooling method for motors located on the headstock.

## 電話電報譯名草案

汪廷鏞

Public call office 公用電話所	Switch room 交換機室
Exchange 交換所	Operating room 接線室
Manual exchange 人工交換所	Auto-room 自動機室
Automatic exchange 自動交換所	A-telephonist 甲—接綫生
Semi-automatic exchange 半自動交換所	B-telephonist 乙—接綫生
Local exchange 市內交換所	Calling party 請求者
Trunk exchange (Toll) 長途交換所	Called party 被叫者
Private exchange 自用交換所	Single-needle system 單針制
Private automatic exchange 自用自動交換所	Single-current system 單流制
Private branch exchange 自用交換分所	Wheatstone Automatic system 惠氏自動制
Private automatic branch exchange 自用自動交換分所	Simplex system 單工制
Multi-exchange system 多局交換制	Multiple-way system 複路制
Exchange area 交換區域	Diplex system 單向雙信制
Subscriber's set 用戶話機	Duplex system 雙工制
Extension set 分機	Bridge duplex system 橋式雙工制
Subscriber's station 用戶話機處	Differential duplex system 差捲雙工制
Subscriber's main Station 用戶正機處	Triplex system 三工制
Subscriber's extension station 用戶分機處	Quadruplex system 四工制
	Multiplex system 多工制
	Morse multiplex system 莫氏多工制
	Printing multiplex system 印字多工

制	Nightbell 夜鈴
Manual telephone system 人工電話制	Trembler bell 顫動鈴
Automatic telephone system 自動電話制	Calculagraph 記時機
Semi-automatic telephone system 半自動電話制	Chronopher 標準時刻傳達機
Earth return circuit 地回線路	Calling device 叫號器
Metallic circuit 金屬綫路	Key-set call sender 按鈕傳號器
Two-wire circuit 雙綫線路	Dial 轉盤
Superposed circuit 重疊綫路	Dialling 撥盤
Phantom circuit 幻通綫路	Calling-party release 請求者釋放
Side circuit 邊綫路	Telephonist release 接綫生釋放
Impulse circuit 脈搏綫路	Manual ringing 人工鳴鈴
Loaded circuit 負荷綫路	Power ringing 電力鳴鈴
Open circuit 開綫路	Machine ringing 機器鳴鈴
Closed circuit 閉綫路	Interrupted ringing 斷續鳴鈴
Direct circuit 直接綫路	Keyless ringing 無鍵鳴鈴
Divided circuit 分綫路	Harmonic selective signalling 諧波選擇信號
Trunk circuit (Long distance line) 長途綫路	Superposed Ringing Current 重疊鳴鈴電流
Junction circuit (Trunk) 中繼綫路	Pilvt Signal 標記信號
Trunk record circuit 長途記錄綫路	Distributor 分佈器
Order-wire circuit 通知綫路	Phonic Wheel 音輪
Split order-circuit 分通知綫路	Sounder 音響器
Transfer circuit 轉接綫路	Transmitter 發報機
Magneto bell 磁石鈴	Receiver 受話器
	Transmitter 傳話器

Microphone 微音器	Final Selector 最後選擇子
Induction Coil 感應圈	Group Selector 羣選擇子
Relay 繼電器	Pre-selector (lineswitch) 線路機
Non-polarized Relay 無極繼電器	Code selector 電碼選擇子
Polarized Relay 分極繼電器	Tandem Selector 連串選擇子
Neutral Relay 中繼電器	Selector Repeater 選擇重發器
Repeater 重發器	Private Branch Exchange Final Selector 自用交換分機最後選擇子
Telephonic Repeater 電話重發器	Line Finder 藥綫器
Impulse Repeater 脈搏重發器	Master Switch 主鍵
Repeating Coil 重發圈	Sequence Switch 程序鍵
Intercommunication Switch 互通撥 關	Wiper 帚
Jack 開口，號眼	Bank 排
Break Jack 斷路開口	Bank Cable 排電纜
Branching Jack 支路開口	Bank Wires 排電綫
Plug 塞子	Jumper Wire 跳綫
Switchboard 交換台	Direct Line 直接綫
Manual Switchboard 人工交換台	Party Line 共戶綫
Switchboard Section 交換台節，交換機 組	Subscriber's Line 用戶綫
Section 節，組	Tie Line 縛綫
Multiple 複開口	Coil Loading 綫圈負荷
Section Multiple 組複綫	Continuous Loading 連續負荷
Level Multiple 層複綫	Positive Wire 正綫
Rank of Switches 交換機器等級	Negative Wire 副綫
Selector 選擇子	A-side 甲邊
	B-side 乙邊

A-wire and B-wire 甲邊綫及乙邊綫	Reverting Call 回轉要號
S-wire S-線	Cross-talk 過音
R-wire R-線	Mixed Service 混合業務
T-wire T-線	Side Tone 邊音
Link or Trunk 中繼綫	Bnsy hour 繁忙時
Bunched Conductors 束成導綫	Telephone Traffic 通話
Pilot Wire 標綫	Telephone Traffic Unit 通話單位
Holding Time 占綫時間	Interconnecting 互接
Clear 砧	Finding Action 尋覓動作
Impulse 脈搏	Hunting Action 追逐動作
Make Impulse 接綫脈搏	Impulse Action 脈搏動作
Break Impulse 斷綫脈搏	Level 層
Impulse Frequency 脈搏週波	Artificial Line 人造綫，偽綫，假綫
Impulse Period 脈搏期	Attenuation 消耗
Impulse Ratio 脈搏比	Propagation Constant 傳播常數
Quick Operating 速運用	Attenuation Constant 消耗常數
Slow Operating 緩運用	Wave-length Constant 波長常數
Quick Release 速釋放	Standard Cable 標準電纜
Slow Release 緩釋放	Main Distribution Frame 總配綫架
Quick Acting 速動作	Intermediate Distribution Frame 中繼 配綫架
Slow Acting 緩動作	Cross-Connection Field 接綫處
Transmission Equivalent 傳訊等量	Heat Coil 熱綫圈
Correction 改正	Contact Spring 接觸彈簧
Five-unit Code 五位電碼	Main Contact Spring 主要接觸彈簧
Phase Relationship 相之關係	Impulse Spring 脈搏彈簧
Busy 繁忙	Back-Contact Spring 後接觸彈簧
Busy Tone 繁忙音	Front Contact Spring 前接觸彈簧
Dialling Tone 撥盤音	

## 浙江省廣播無線電台公共傳話機

李熙謀 趙陳風 鄭兆賓

摘要：本篇報告浙江省廣播無線電台公共傳話機之構造，應用及管理之方法。

### (一) 緒言

公共傳話機，英名為 Public Addressing System，係一種強力增音器。舉凡言語音樂均可播送之。其功用即在乎能將極低微聲音擴而大之，變為極宏亮之聲音。故凡羣衆集會之所，公開講演之時，每因地廣人多，聲音雜沓，講演或奏送音樂者雖口若懸河聲若洪鐘而僻遠之人，未必能悉聆清楚。蓋用此機，將所有言語或音樂由傳話器送進經過各級放大器，於放音器中放出極高聲浪，則內外遠近之聽衆，咸能聞知，而無所憾。如房屋狹小之會場，只容會議者之席次，則強聲器可裝於場外，場內言語，悉達場外，場內既可免除紛亂，而場外民衆，并可聞達無遺！抑不僅如此，廣場集會之所，因立於遠者不能聞聲，即自爭先擁擠，或有紛於秩序。故有開用此機之時，於會場秩序方面，自能無形維持。至若於開會之前後，間以唱片音樂，更可愉快聽衆，而引起到會者之興趣！

總理奉安之時，中央廣播無線電台購備可動公共傳話機，於會場中或列車上隨地裝用宣傳，曉諭民衆，其宣傳力之大，莫可與競！

本台之公共傳話機，電力甚大，較中央廣播無線電台所裝者遠甚，為國內所獨有。此機於西湖博覽會時購備，裝設於大禮堂內，強力放音器三隻裝於博覽會橋亭上，以備講演及演劇時播揚聲音於全場。泊乎博覽會閉幕，遷裝於西湖湖濱中山紀念台上，全部機器置於後廂，強力放音器則裝於台頂。凡遇團體集會或定期奏演音樂及演講之在斯地舉行者，均開用此機，擴大聲浪，以利湖濱各處之聞聽。一九三〇年四月間，全國動運大會舉行杭市之大營盤。其地甚遼闊，會場凡三五各處聲浪，不能徧達，乃移裝此機，聲音即可

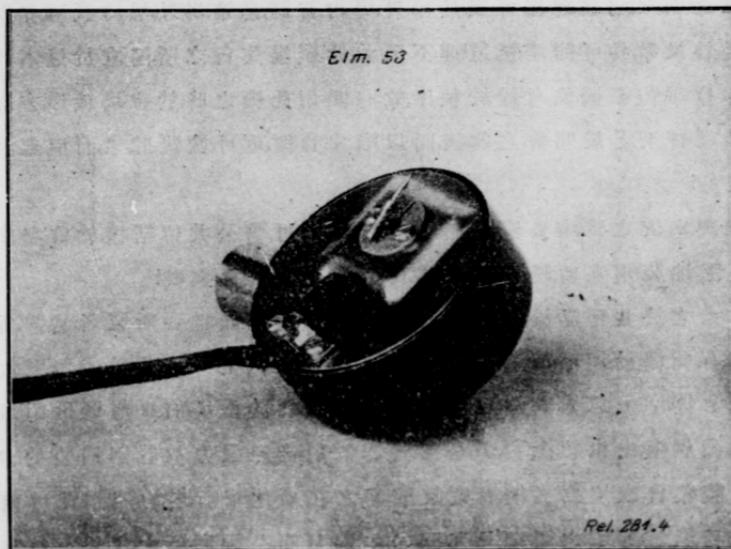
播揚於全場。開會時各要人立台演說，莫不稱便！閉幕後仍移裝於中山紀念台，每週定期舉行講演或音樂，藉以宣揚文化，普及娛樂。

此機原為有線電話擴音器，不能接用於無線電話機。乃經多次試驗，得將此機所輸音波轉入無線電話播音機，用無線電射出。故開用此機時，一面揚聲全場，而同時且可由無線電播達全國，其功用之宏，可想見矣！

## (二) 構造

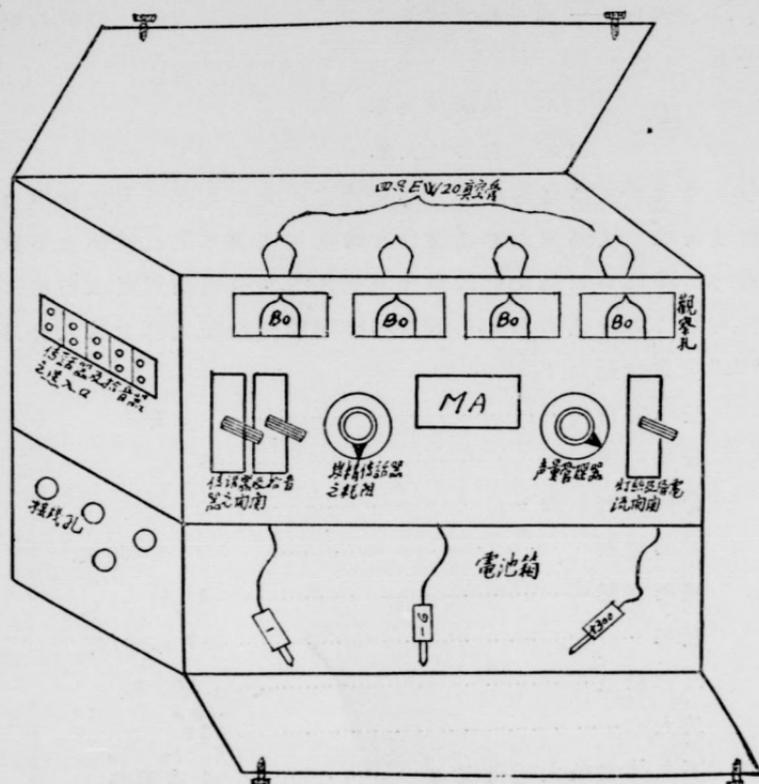
該機構造頗精，式樣新雅，為德國西門子電機製造廠所製造。其主要機件有下列四部：

- (1) 收音器
- (2) 放大器
- (3) 放音器
- (4) 發電機



(圖一) 收音器

(1) 收音器——為吸收音波而變為電波之一種器具。質言之，即為傳變聲波之器具。約可分為三種，即拾音器、傳話器及收音機是也。拾音器又名電氣唱頭即 Pick up。在唱片時，將該器附以唱針，旋轉唱盤，置該器於唱片之上，則唱針隨唱片上之音跡而擅動，變更磁場，因其電磁作用，該器內之線圈，發生之強弱電流。再將隨音波迭變之電流，輸入於放大器，則任何其他聲



傳話放大器

(圖二)

浪不能混入故專於唱片時用之。傳話器為傳達音波變為電波之一種器具，其種類有不同，通常所用者則有鋁條傳話器 (Aluminum Band Microphone)，炭精傳話器 (Carbon Microphone) 及電容傳話器 (Condenser Microphone) 等等。此三種傳話器，各有特長。此機所用者，即為鋁條之一種，其電力雖微，而所傳之聲音則殊清晰也。

(2) 放大器——為全機之主要部份，聲質之清濁，音量之高低，均繫于此。可分為：

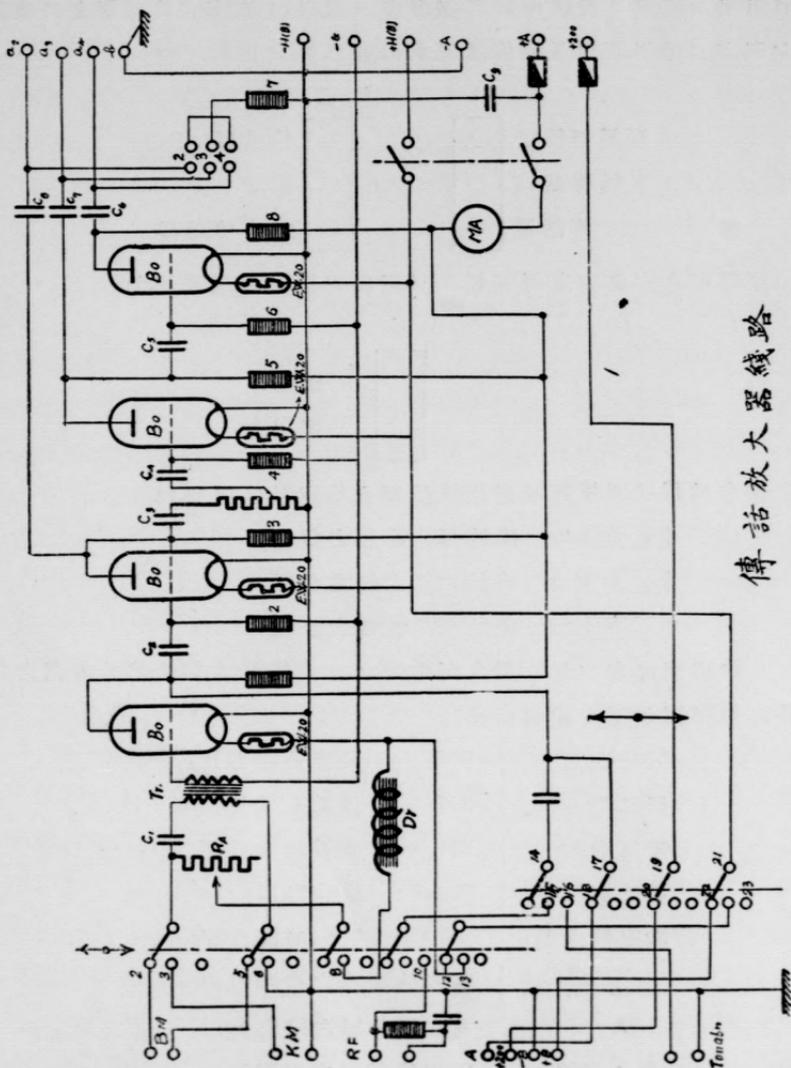
(A) 傳話放大器

(B) 主要放大器

(A) 傳話放大器：直連於收音器，聲音之來，先由此器放大之，使增至相當強度，然後輸入主要放大器。蓋收音所輸電量甚微，不能直接供主要放大器之用。內部綫路為電阻交連式，擴大級數凡四，外有電鍵可任意啓用三級或四級。用拾音器時僅須三級，用傳話器時，則開用四級。此器之放大管為西門子“Bo”式，其特性如下：

燈絲電流	1.1 安
燈絲電壓	8 伏
燈絲輸出電力	2 瓦特
屏極電壓	200 至 300 伏
柵極電壓	6 伏
互導	0.7 安/伏
內部總阻	20,000 歐
放大率	3.9
不失真之最大輸出電力	4 毫瓦特

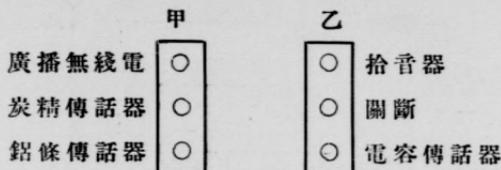
前面箱板上，裝有二只變阻器，左者用於炭精傳話器，其值約 300 歐，右者為用於鋁條傳話器及拾音器，電阻器共三具，其值為 1,000 歐至 35,000 歐，外面捏手上刻有 0 至 15 之度數。用拾音器時僅可開至第二度，用傳話器



傳話放大器線路

(圖三)

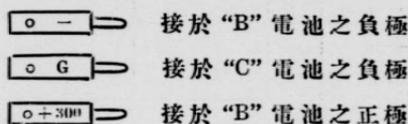
時須開至 7 度至 9 度。當中裝有安表一只，以指示“Bo”真空管之屏流總量。左側有二電鈕，管理各種傳話器及拾音器等之用。如下圖



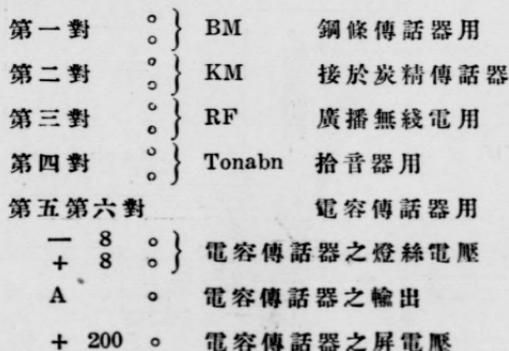
箱面板之右側，尚有丙電鈕一只，用以啓閉燈絲之電流，如



尚有插頭三個，使與電池連接，插頭上均有數字標明，如

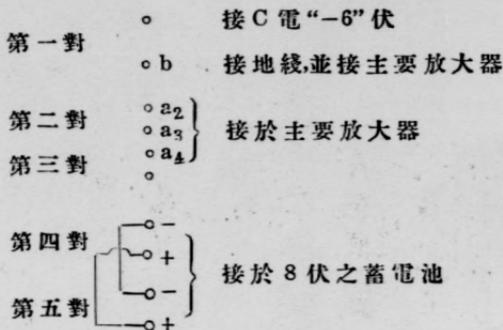


在內箱櫥內之左端（對人面地位）有裸綫端六對。此為放大器之輸入接綫端，排列如下（從前至後）



在此箱之其他一端，則有裸綫端五對，此為放大器輸出之接綫接頭，其

排列如下:



(B) 主要放大器:自傳話放大器輸出電流,直接輸入該部份,可分為下列五部,並用下列字樣標明之:

1. Elv 31
2. Elv 41
3. Tz 1
4. Tz 2
5. Tz 9

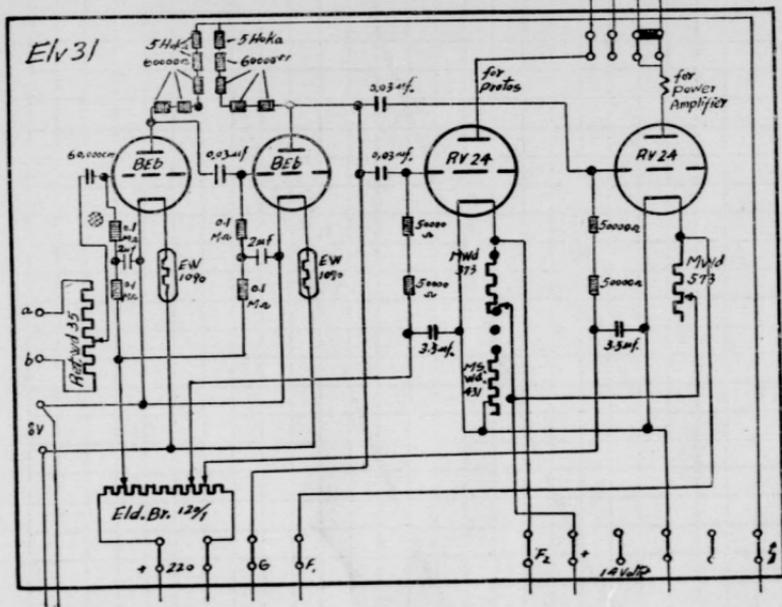
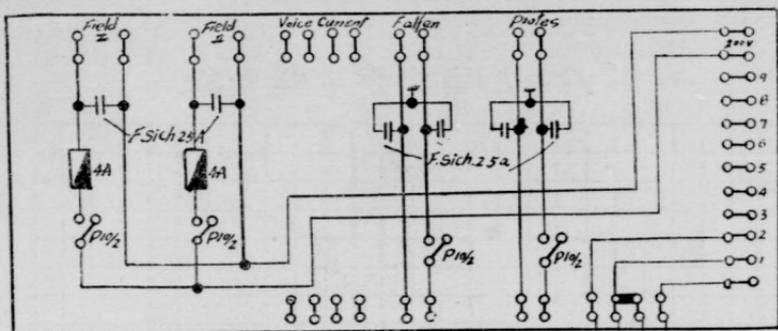
1. Elv 31 部份:傳話放大器電訊之來,先入該部之 BEB 真空管柵極,其間裝有變阻器一只,管理聲量之高低 BEB 放大管共兩級,為電阻交連,其燈絲電壓則來自 8 伏之蓄電池,並有輕氣銨耗阻管作串聯連接,使燈絲得一穩定電流,其屏電路中則各有五個耗阻,每個為 60,000 歐其屏壓則以 1,500 伏之高壓發電機供給之,此兩管更作串連,第二管輸出電能,授於 RV24 真空管,此二管亦為電阻交連,第一管專供電力於屋內放音器,第二管之輸出則授於 RV230 真空管之柵極電路,其絲極電壓取自發電機,屏極電壓亦即以 1500 伏之高壓發電機供給之,柵極電壓則用電位器以調節之。RV24 真空管特性如下:

燈絲電壓

14 伏



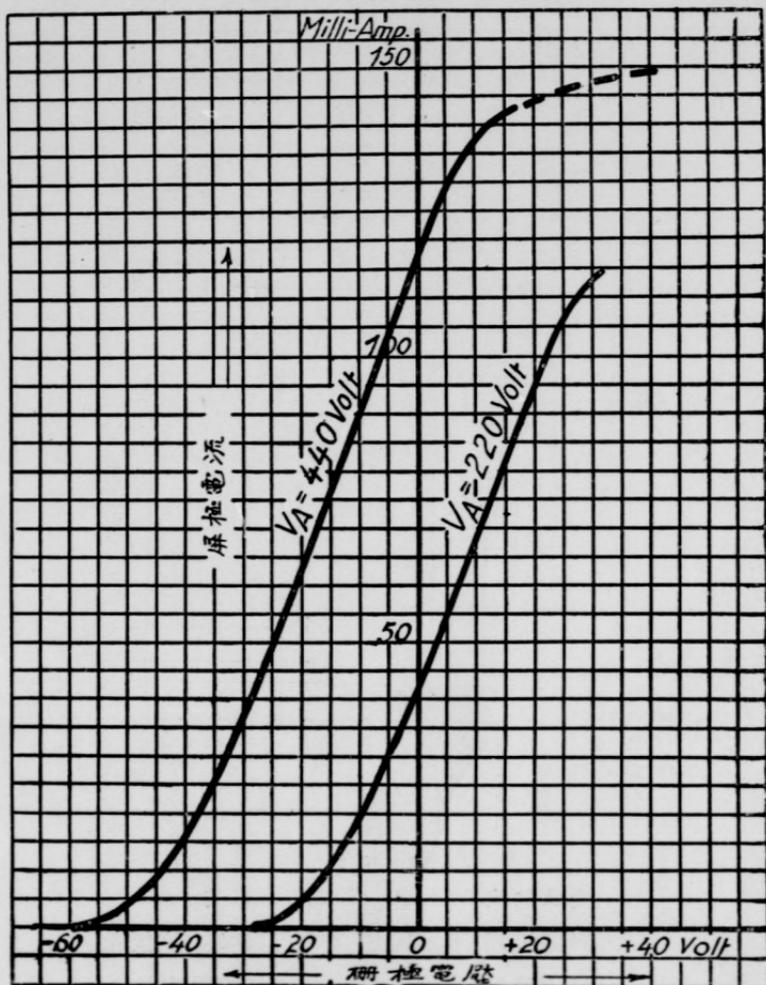
(圖 四) 主 要 放 大 器



(圖五)

- |        |           |
|--------|-----------|
| 燈絲電流   | 4 安       |
| 屏極電壓   | 200-400 伏 |
| 電子發射   | 200 毫安    |
| 最大輸出電力 | 50 瓦特     |

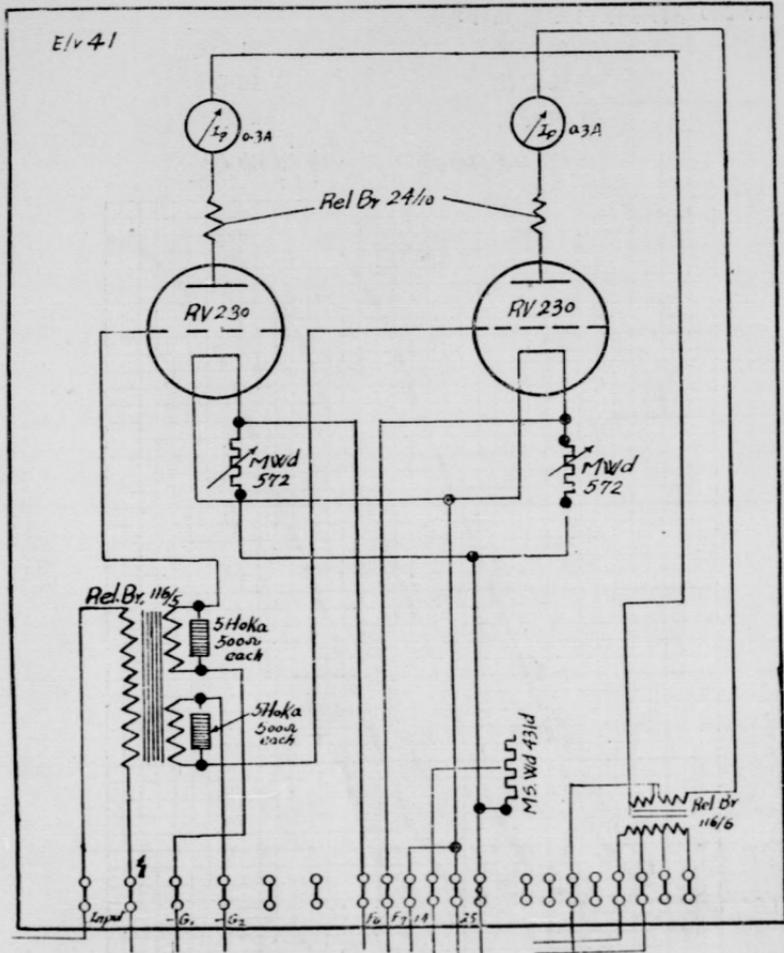
## RV-24真空管特性曲線



(圖六)

放大系數之倒數  
互導  
內部總阻

14 %  
2.8 毫安/伏  
2,500 歐

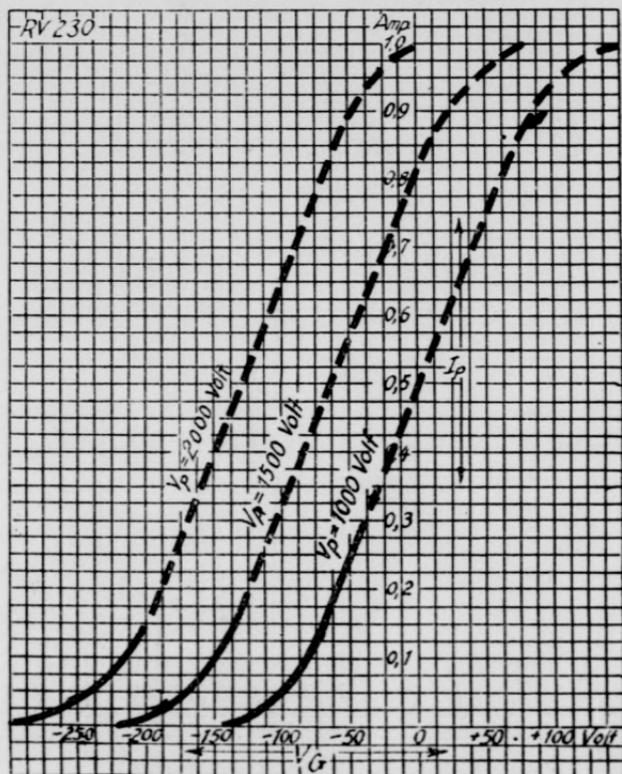


(圖 七)

2. Elv 41 部份:從 Rv-24 真空管第二級屏極出來,即輸入變壓而至於 Rv230 真空管之柵極,該種真空管共二只為推拉式,其屏極輸出電流即至屋外強聲器,燈絲電壓以發電機供給之,屏極電壓亦以1,500伏之高壓發電機供給之,屏極電流之大小,各用電阻器以調節之,可於屏極直連電流表看出。Rv-230 真空管之定數如下:

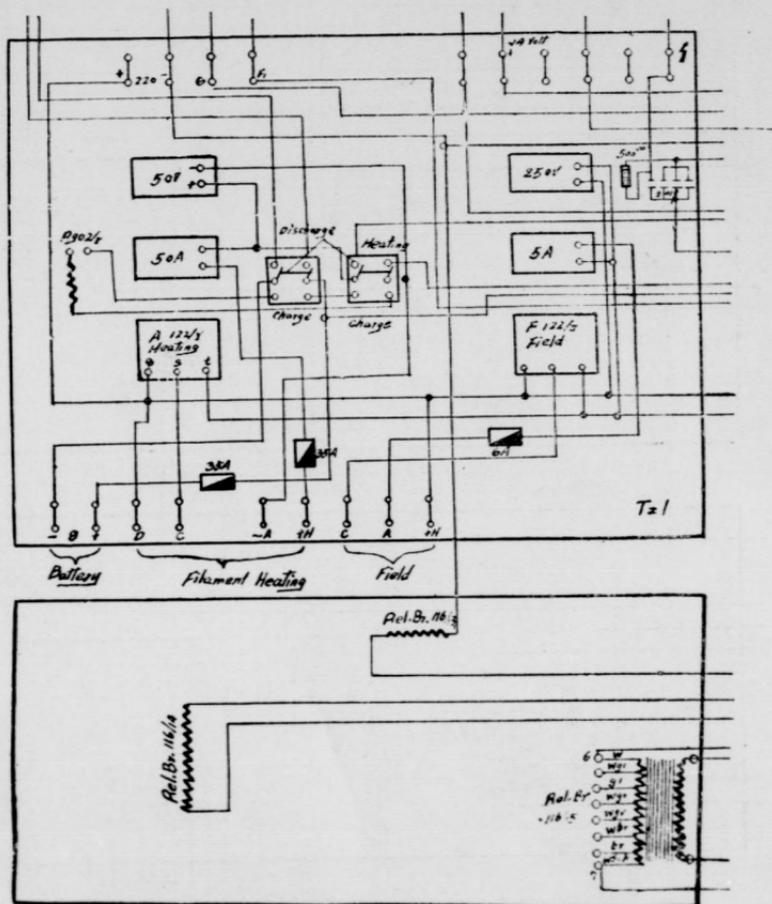
燈絲電壓	12.5 伏
燈絲電流	12 安
燈絲發射	1 安

RV-230 真空管特性曲線



(圖八)

輸出電力	300 瓦特
放大系數	13 %
互導	5 安/伏
內部總阻	1500 歐
屏極電壓	1000-2000 伏



(圖九)



## 3. Tz 1 部份:該部份所裝機件為

O-50<sup>v</sup> 電壓表一只,測量燈絲發電機電壓,

O-50<sup>a</sup> 電流表一只,測量燈絲發電機電流,

O-250<sup>v</sup> 電壓表一只,測量勵磁發電機電壓,

O-5<sup>a</sup> 電流表一只,測量勵磁發電機電流,

開關兩只為蓄電池充電放電之用。

變阻器兩只為燈絲及勵磁發電機調整電壓之用。

4. Tz 2 部份:該部份裝有 O-25 伏電壓表一只,及開關一只開關有許多觸接點,可測量蓄電池電壓,及 BEB, Rv24, Rv230 各真空管絲極電壓。O-1500 伏電壓表一只為測量高壓發電機電壓之用。又於其上裝一高壓發電機之勵磁變阻器,藉可調節該機電壓之高低。

5. Tz 9 部份:裝有變壓器兩隻,其副綫路即連於屋內放音器,有許多接點,藉以擇配其總阻耗使適合於屋內放音器(詳後)

(3) 放音器——公共傳話器所用之放音器,與普通所用者不同,蓋其總阻耗各異也,故此器用於公共傳話機時發音極佳,可分為二種:

1. 屋外放音器

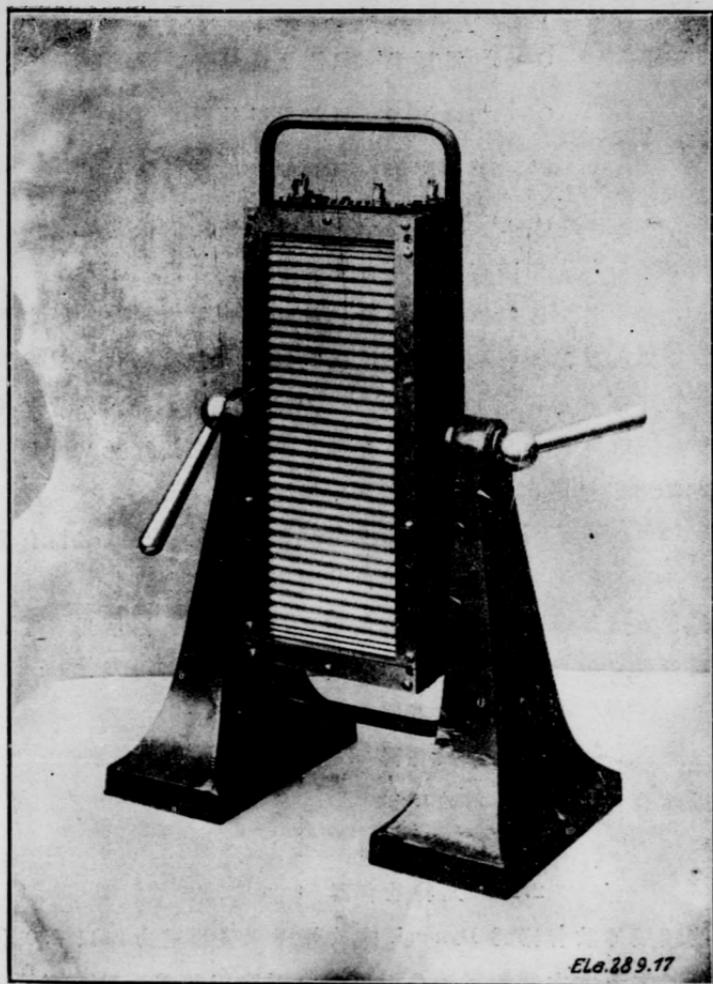
2. 屋內放音器

屋外放音器又可分為二種:

1. 50 瓦特放音器

2. 100 瓦特放音器

該種屋外放音器為 Dynamic 式放聲極強,磁場電力即以 220 伏之發電機供給之。擴大之音頻電流先至下級變壓器,使其電流增大而輸入於放音器之鋁質薄膜。50 瓦特放音器共兩只須直連,如與 100 瓦特放音器同時接用時,其磁場電流均係並連,音頻電源之供給,則須將 50 瓦特之二只直連,然後與 100 瓦特者平連之。其接法可參下圖:

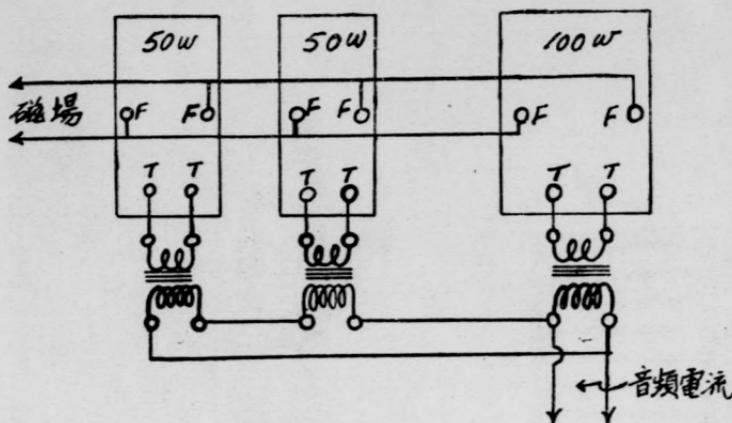


(圖十一) 50瓦特座外強力放音器

屋內放音器之結合總阻耗須等於勃羅脫斯(Protos)輸出變壓器之最大總阻,可得最好聲音。一只屋內放音器之總阻耗為1,800歐,輸出變壓器之最大總阻耗為2,000歐(最小值為40歐),若連接25只放音器,則其最好

連接法為 24 只串連與一只平連，

$$\text{因 } \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{43,200 \times 1,800}{45,000} = \frac{77,760}{45} = 1,728 \text{ 歐}$$



(圖十二)

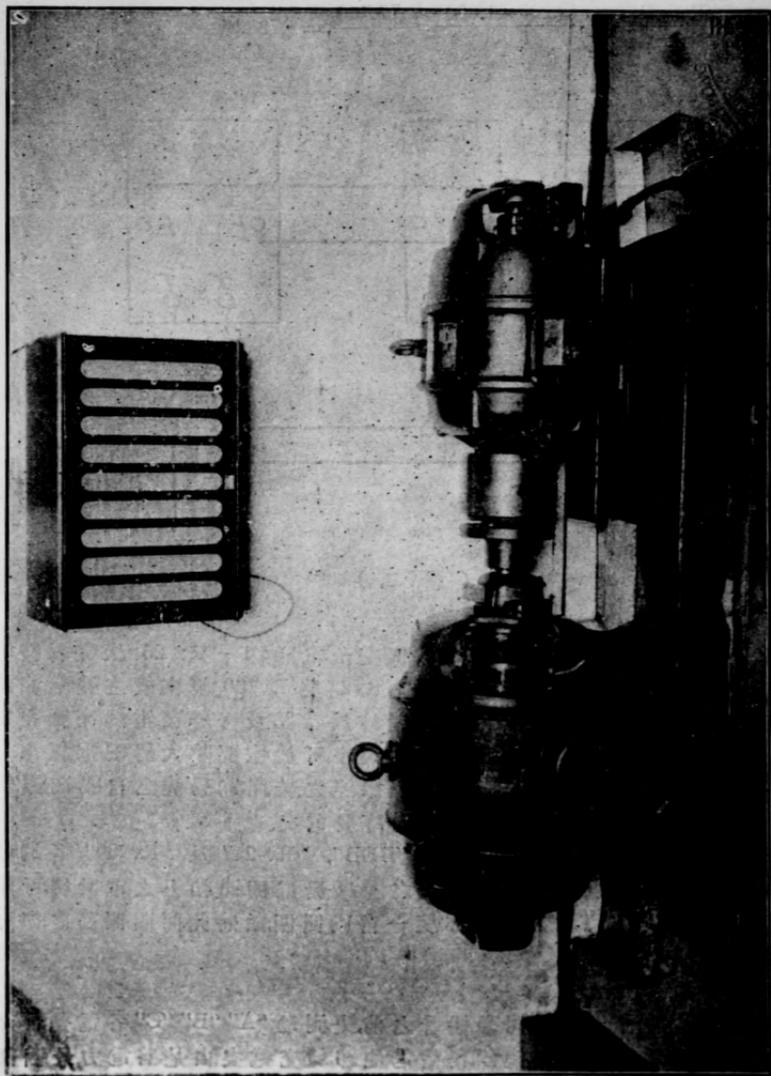
(4) 發電機——計有兩部：

1. 三連式電動發電機：200/380 伏交流電動機一只；25 伏燈絲發電機一只，所發電力供給於主要放大器上 Rv24 及 Rv230 真空管之燈絲，並為蓄電池充電之用；又勵磁發電機一只，屋外放音器及燈絲發電機高壓發電機之各磁場電流咸仰給於此。其電流之大小，可於主要放大器配電板上以各變阻器調節之。以上三機於同一軸上串連之。若開電動機之自動開關，使電流輸入，旋轉電動機，兩只發電機即同時發電矣。

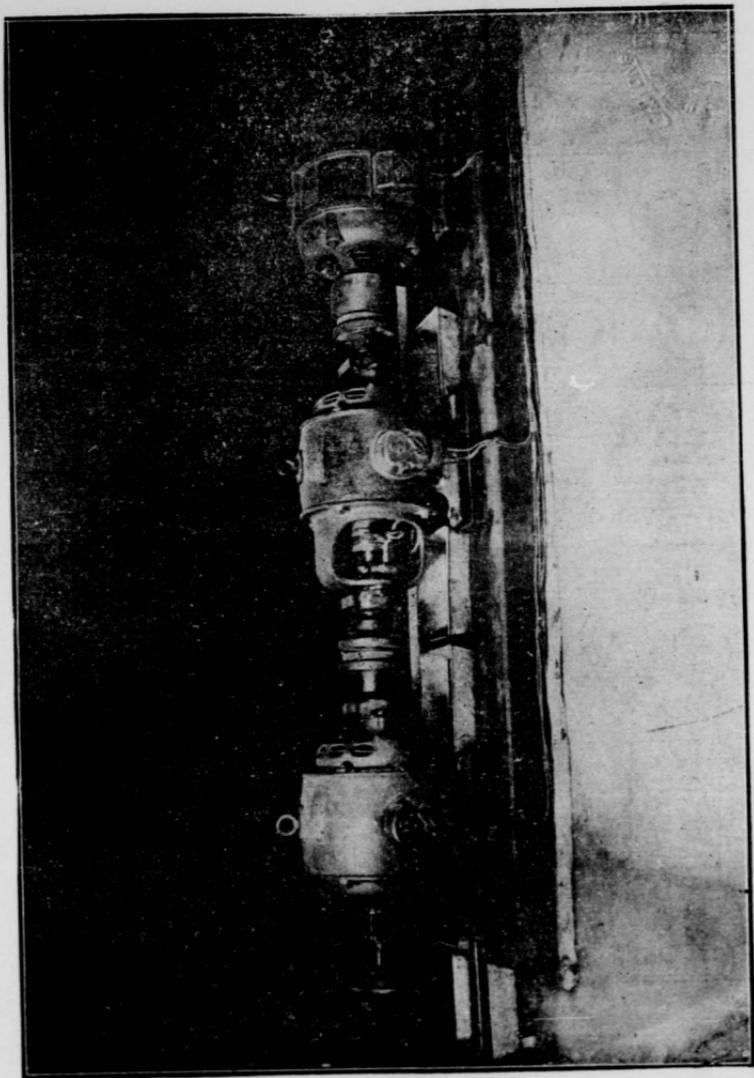
2. 高壓電動發電機：專供電壓於“BEB”，“Rv-24”及“Rv230”各真空管屏極。其磁場電流，則取給於三連式之勵磁發電機。同軸上之電動機，可用 220 伏或 380 伏電源輸入之端，亦裝一自動開關，如將此開關開動之，即可旋動電動機而生電矣。

(三) 應用方法

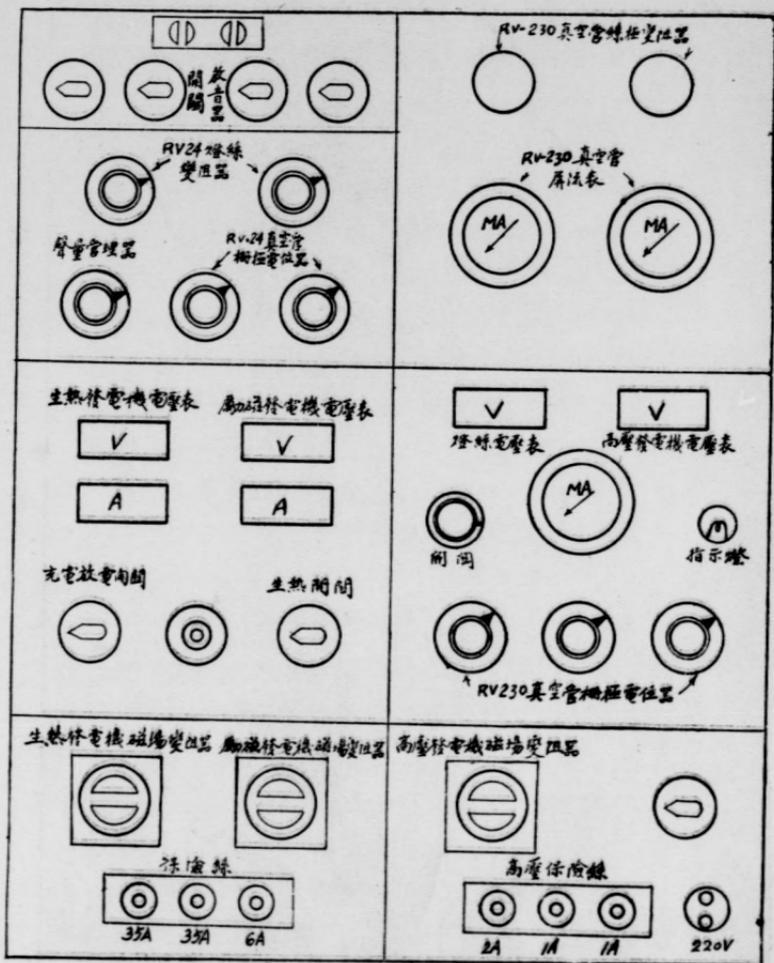
(1) 開動播音——在開動播音之前，先測驗“A”“B”“C”各電是否充足，如遇低降情形，即須設法換置，在蓄電池即須充電矣。由是，將電力最低部份循至電力最高部份，逐步開上如下：



(圖十三) 上. 屋內放音器 下. 高壓電動發電機



(圖十四) 三連式磁生熱電動發電機



主要放大器平面圖

- (a) 傳話放大器上電鈕向下撥,使置於“開用”處。
- (b) 蓄電池放電開關關上(Closed)。
- (c) 開動三連式電動發電機之開關使之旋轉發電。
- (d) 開動高壓電動發電機,使之旋轉發電。
- (e) 開出放音器開關。
- (f) 調節 Rv-24 真空管之柵極電位器至 150 伏。
- (g) 蓄電池充電,放電開關向上撥,使置於放電地位。
- (h) 絲極開關向上撥。
- (i) 左旋勵磁發電機電阻器,使其電壓至 200 伏。
- (j) 左旋生熱發電機磁場變阻器,使電壓至 22 伏。
- (k) 調整 Rv-24 及 Rv-230 各真空管之絲極電阻,使 Rv-24 真空管絲壓等於 13.5 伏, Rv-230 真空管絲壓等於 21.7 伏,即燈絲電鑰盤在  $F_1$ ,  $F_2$  時,有 13.5 伏,在  $F_6$ ,  $F_7$  時有 21.7 伏。
- (l) 左旋高壓發電機之磁場變阻器,調整其電壓至 1,475 伏,在指示燈略變紅即是。
- (m) 調整 Rv-230 真空管之柵極電阻器,使其屏流於屏流電流表上指示 150—180 秀安,其他一電流表為指示 Rv-24 真空管之屏流,其值為 60 至 70 秀安。(共 120 至 140 秀安)欲得此值則必須將二只 Rv-24 真空管之柵極調整器皆置於最大值 150 伏處。
- (n) 開動傳話放大器上之電鈕。
- (o) 旋轉聲量管理器,用銅條傳話器時可開至 9 度(最大);用拾音器時僅可開至 1 度至 2 度,同時“BEB”真空管之柵極調整器可略低於 15。

(2) 停止播音——停止播音時之手續,須自高電壓部份漸及於低電壓部份,適與開動手續相反:

- (a) 右旋高壓發電機磁場電阻器至極右位置,

- (b) 右旋勵磁發電機變壓器至極右位置,
- (c) 右旋燈絲發電機磁場變電器至極右位置,
- (d) 撥轉燈絲開關及充電開關至“關斷”地位,
- (e) 右旋BEB真空管柵極變阻器至10度,
- (f) 關斷放音器開關,
- (g) 停止高壓電動發電機,
- (h) 停止三連式電動發電機,
- (i) 關斷電池開關,
- (j) 關斷傳話放大器上各開關。

#### (四) 管理及裝置

(1) 蓄電池搗動時,須十分注意,瓶內電液須常保持其水面高出鉛板一釐許;充電時之比重為 1.2 放電時之比重不得低於 1.18。

(2) 發電機之整流子,須時時用砂皮擦淨,以防發生火花。如火花發生時,發音受低週波之擾亂,使放音器發生怪音。

(3) 傳話放大器之屏極電池 (B 電池) 須常保持其電壓於 280 至 300 伏之間,此器上之屏流表,在使用鋼條傳話器時為 6 秀安,此時四只“Bo”真空管全用;在使用拾音器時為 4.8 秀安,此時祇用三只“Bo”真空管。否則, B 電池即須換新,如係蓄電池,則急須充電。蓋若 B 電過低時,常有發生高週率振盪之處。

(4) 發音機全部須使能乾燥,勿受潮濕。

(5) 在播音時,主要放大器,各真空管須以電扇扇之,以免過熱,而使真空管損壞。

(6) 發音機全部宜使清潔,常以軟刷小心刷之。

(7) 傳話器不用時,宜以布裹之,以免塵埃飛入。

(8) 發電機運轉時,須細心觀察,若刷子與整流子平滑接觸,則無火花發生;否則,放音器有刮辣之聲。

(9) 屬於主要放大器之機件方面者：

(a) 高壓發電機勿使驟受短路

(b) 濾波器之電容器內絕緣物損壞，致漏電時，須另以新者換置之。

(10) 柵極耗阻燒毀，屏流大增，放音器發炸爆之聲，宜以新柵極耗阻換上。

(11) 屏路電阻燒毀，則屏流間斷，宜以新電阻同值者換置之。

(12) 發電機宜裝置水平。

(13) 發電機至放大器之綫路，須謹慎接連，毋稍鬆落。

(14) 蓄電池與發電機綫路，宜完全隔離，勿使稍有碰觸。

(15) 發電機放大器及傳話器之導綫，須接於相當之點。傳話器之導綫鉛包皮須通地。

(16) 鋼條傳話器內所生之電流，甚為微弱，故其至放大器之輸送綫以愈短愈好，最長不得過於 500 呎。如使用高抵抗之炭精傳話器時，則 1000 呎以內之距離，亦可裝用如意。

(17) 如傳話器與放大器距離過遠，則須在傳話器之旁，另加一放大器及輸出變壓器，以補償因經過輸送綫之電能損失。

(18) 放大器至放音器間之最長距離，以 2,000 至 3,000 呎為限，最好用裸體銅綫（因其電容量較鉛皮包綫為小）。

(19) 傳話放大器上之聲量管理器如旋轉過大時，則真空管燒毀。變壓器及放音器亦或致損壞，故不可不注意及之。

(20) 使用鋼條傳話器時，聲量管理器不得超過 12 度（同時主要放大器上之聲量管理器可置於 15 度）。

(21) 拾音器所生電流較傳話器約大 100 倍，故播音時須十分謹慎，將聲量管理器置於 1 度或至 2 度即可，同時主要放大器之聲量管理器可置於 10 度或至 15 度。

(22) 在播送唱片時，主要放大器上屏流表之指針，不得有一二度之超

越,如言語時則可三度左右之振動。

(23) 電表指針之簸動,爲放大失真之表示,故理論上絕對不許有細微之波動。

(24) 欲得最大音浪及最小失真,無論如何調整,其真空管之絲柵屏三極電壓須保持一定適當常數。

(25) 在播音優良狀態時, Rv-24 真空管之屏流約爲 60 至 70 禿安 Rv230; 真空管約爲 150 至 200 禿安。

(26) 傳話器與放音器若同置一室之內,傳話放大器上之聲量管理器略爲改少,以免放音反應而發生狂叫也。

(27) 欲防免主要放大器上推拉放大管之失真,須用兩個特性曲綫完全相同之真空管,其法只可用數個真空管試驗後,擇其最合者而用之。

如兩真空管之特性曲綫不完全相同時,則此兩屏流表不相平衡,即一表之指針盪動方向不與其他者相同,且其屏流增加時,所增之量,亦必不相等。欲免去此種不平衡之狀態,則可將真空管調換或另用新者。

若配用他種真空管試驗之後而仍無佳果時,則更換變壓器之輸出端,使變更推挽變壓器之總阻。在理論上,推挽變壓器之總阻須逐與放音變壓器總阻相等,聲質可達最佳一點。

## 上海南市華商電廠概況

陳蔭毅 王馨吾

摘要：——本篇據作者實習時觀察研習所得，報告上海華商電廠之沿革、工程現狀、營業狀況及將來發展計劃之大概。

### (一) 引言

華商電廠現有容量，達 20,000 瓩安，每日除供給南市電燈電力外，南市電車所用之電，亦取給於斯；規模之宏，設備之周，在國內官辦商辦之各電廠中，允推巨擘。

十九年暑假，作者得李熙謀、顧毓琇兩先生之介紹，得晤該廠總理陸伯鴻先生，因獲入廠實習，起居晏息，備蒙優待；而總工程師徐東潤先生、機務股長張其學先生以及各工場工友，諄諄指導，俯賜教誨，雅誼隆情，尤深銘感！

關於此次實習之心得，及由觀察而獲之廠中概況，作者除各有具體實錄外，茲更合草本文，藉供留心該廠者之參攷，不盡之處，尚希該廠諸先生有以教正也。

### (二) 廠之沿革

華商電汽公司在滬杭甬南車站之南，望道橋之北，股本二百萬元，置地五十餘畝。初南市電燈創自馬路工程局，設廠於十六鋪南，光緒三十二年改馬路工程局為總工程局，該廠即易為商辦，稱內地電燈公司，定股銀十萬兩，購紫露殿舊址，即今小武當，設廠置機，初具規模。又二年，租得自來水公司餘地（在望道橋）即於該處設立支廠，時董其事者為張煥斗先生，宣統三年陸伯鴻先生為經理，經營擘劃，力謀發展，用戶漸多，燈數益增，陸經理以南市應辦華商電車，前經城議事會議決有案，並以內地電燈公司有直流電機多座，足敷電車之用，因繕具辦法，請於市政府，轉呈民政總長，先是華商古納及東方萬國公司，曾先後請求承辦南市電車，均經議事會拒絕，此次國人自行籌辦，正以杜絕外人覬覦之心，遂奉命准予開辦，是年二月成立公司股東會。

額定股本四十萬元。購置車輛。與築路軌。迨至民國八年高昌廟至小東門與老西門均可直接通車矣。先是電車電流本由內地電燈公司供給。嗣因電力不足。電車公司乃另購天津電燈公司蒸汽機關兩座。自用之外轉以電力售於內地電燈公司。民國七年兩公司因性質相同。議定合併。改稱華商電氣公司。定股本總額為一百萬元。越二年。改用一千六百瓩交流機。十年添裝三千二百瓩透平機。時燈數已增至七萬餘盞。十二年先後定購德國西門子廠六千四百瓩之大透平機兩座。次第裝設。是年添招股一百萬元。於是添置基地。建築廠房。規模備具。始成今觀。

### (三) 廠之組織

本廠為商辦故設有董事會及監察人；職務執行方面。自經理協理而下。則設有六科：

- (1) 總務科
- (2) 文牘科
- (3) 技術科
- (4) 燈務科
- (5) 車務科
- (6) 會計科

每科各分若干股。科置科長。股置股長。以責成其事。

總務科分四股：關於製作電桿。裝置車輛。修築道路。安設軌道。修理車輛。督察水木漆工場等事項者。屬之工程股；關於各項材料之探詢價目。徵集樣品。及招標採辦收發保管查察等事項者。屬之材料股；關於房屋之整潔修葺。器具之購備保管等事項者。屬之庶務股；關於各項統計之徵集資料。編製圖表等事項者則屬之統計股。

技術科亦分四股：設計股職掌發電及輸電設備之改良計劃及繪圖等事項；機務股職掌發電廠之管理整頓及機械材料之審檢等事項；配電股職掌輸電線及變壓所之管理測驗整頓及輸用電量之支配等事項；校驗股則

職掌用戶電氣設備之檢查及電表速度之校驗等。

燈務科及車務科各分工務營業稽查三股，燈務科之營業股又兼理推廣營業等事宜。

文牘科有文書股，司文書之撰擬繕寫收發等，有股務股，司股票之登記過戶等，會計科有出納股，司款項之出納存放生息等，有簿記股，司登記賬目編造決算等，有稽核股，司稽核出納賬款審查票據表冊等。

綜觀全廠，各科各股，雖均自獨立，而實互相控制，分工合作，頗能收全廠精神一貫之效，法至善也。

#### (四) 工務概況

電場容量——華商電氣公司共有汽輪機三座，蒸汽引擎兩座，變流機兩座，蒸汽引擎現已不用，汽輪機之發電總量為一萬六千瓩，其中三千二百瓩一座，六千四百瓩者兩座，變流機每座容量為五百五十瓩。

饋電方式——電氣方式，採用交流三相五十週波，電廠電壓為五千五百伏，由地纜輸送各變壓所，電動機電壓三百八十伏，電燈電壓二百二十伏。

機件敘略——廠中汽輪機及其附屬機料，為西門子廠製造，鍋爐為振柏葛 (B & W) 廠製造，茲分敘如下：——

(a) [鍋爐] 鍋爐為水管式，計共七具，第一二兩號係十四年一月裝置，三四兩號十七年七月，五六兩號九年十月，第七號十年十月，平均每具價值約一萬一千金磅，其詳細說明列表以示之。

號	數	1	2	3	4	5	6	7
汽	壓 磅/吋	200	200	200	200	200	200	200
蒸 汽	熱 度 °F	650	650	650	650	650	650	650
受 熱	面 積 呎	5142	5142	5142	5142	4020	4020	4020
過 熱	面 積 呎	1705	1705	1705	1705	735	735	1250
省 煤 器	受 熱 面 積	—	—	—	—	—	—	—

火 床 面 積 呎		140	140	140	140	96	99	96
汽 鍋	隻 數	3	3	3	3	2	2	2
	長 度 呎	24'3"	24'3"	24'3"	24'3"	24'3"	24'3"	24'3"
	直 徑 呎	3'6"	3'6"	3'6"	3'6"	4'	4'	4'
水 管	根 數	231	231	231	231	180	180	180
	長 度	18'	18'	18'	18'	18'	18'	18'
	口 徑	4"	4"	4"	4"	4"	4"	4"
省 煤 器 水 管	根 數	96	96	96	96	96	96	96
	長 度	12'	12'	12'	12'	12'	12'	12'
	口 徑	5¼"	5¼"	5¼"	5¼"	5¼"	5¼"	5¼"
過 熱 器 汽 管	根 數	224	224	216	216	72	72	72
	長 度	26'	23'	45'8"	45'8"	—	—	—
	口 徑	—	—	—	—	—	—	—
進 水 管 口 徑		3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"
出 汽 管 口 徑		7"	7"	7"	7"	7"	7"	7"

每具鍋爐頂部備有彈簧式之安全汽門一只,用以保險汽鍋意外之虞,倘鍋內水涸,指示表失其作用時,安全汽門即將鍋內蒸汽放出,以免汽鍋爆裂,每具鍋爐所備之指示表如下:

名 稱	用 途	只數	範 圍	備 註					
汽 壓 表	蒸 汽 壓 力	1	0-400 磅	三 號 鍋	進 水 表	烟 熱 度 表	CO <sub>2</sub> 表		
水 平 面 表	爐 水 高 低	2	—						
熱 度 表	蒸 汽 總 熱	1	750°F	只數	容量	只數	度數	只數	容量
熱 度 表	省 煤 機 進 水 及 出 水	2	0-400 磅 0-400 ..	1	1 × 10 <sup>6</sup>	1	0-5000	1	0-20%
壓 力 表	省 煤 機 水 壓	1	0-400 磅		加 命				

鍋爐日晝僅用四具，午後五時許，添用兩具，至夜半又復仍用四具。因最高負荷，約在下午七時至九時之間。每日上午十時，鍋爐放泥水一次。下午三時，省煤機放泥水一次。省煤機及加煤機，每具俱備有兩匹馬力之電動機一只，其電流為 3.2 安。給水抽水機計共四只，一為汽動雙行式。其他三只均為離心式。轉動離心式抽水機之容量一為 37 瓩，速率每分鐘二千九百二十五轉。一為六十瓩，速率每分鐘一千四百六十轉。又一為六十四瓩，速率每分鐘一千四百五十轉。進水與出水管之口徑俱為 125 公釐。鍋爐煙囪，分設兩座，一為磚一為鋼板所造。磚造煙囪之抽風機，係用八十匹馬力之電動機轉動，速率每分鐘三百六十四轉，風量 108,000 呎<sup>3</sup>。鋼製之煙囪，乃十八年添造者，高有七十二呎三吋；內徑七呎十吋，共計十一節，其抽風機之風量與上叙同，場內形式如第一圖所示。

透平機號數	種類	型式	容量	每分鐘轉數	汽壓	蒸汽熱度	蒸汽消耗量	汽缸隻數
1	蒸汽透平	推動式	4560馬力	3000	200磅/吋	250°C	14磅/吋	1
2	"	"	9120馬力	"	"	325°C	"	1
3	"	"	"	"	"	"	"	1

電機名稱	座數	容量(瓩安)	每分鐘轉數	電壓(伏)	電流(安)	週波	力率	相數	
發電機	1	1	4000	3000	5500	420	50	0.8	3
	2	1	8000	"	"	840	50	"	"
	3	1	8000	"	"	"	"	"	"
勵磁機	1	1	23瓩	"	110	209	—	—	—
	2	1	26.5瓩	"	"	241	—	—	—
	3	1	31瓩	"	"	280	—	—	—
變流機	1	1	550瓩	1000	500	1100	50	1	6
	2	1	"	"	550	1000	"	"	"

(b) [汽輪發電機]——汽輪機全為推動式第一號十年十月裝置。二號十二年七月。三號十五年三月。每座俱備有速度表,真空表,進汽熱度表,潤油汽壓表一只,汽壓表,油壓表,油熱表二只。發電機與汽輪機直接連接。日間僅用8,000 瓩安一座。夜內將4000 瓩安者與之並聯運用。但至十一時許即行停止。因斯時各路負荷銳減。所需電量甚低故也。變流機一為西門子廠製造。一為日本東京滿芝製作所製造。前者用以供給民國路與高昌廟兩路電車電流。後者供給十六舖與中華路兩路之電車電流。二機均日夜運用。不稍間斷。

(c) [凝汽機]——凝汽機為面冷式。每具均能直接洩汽。每具凝汽機備有凝水幫浦一部。第一號凝水幫浦用三百八十伏二十五匹馬力之電動機轉動。二三兩號用三十四馬力馬達轉動。冷水抽水機計共三部。均係離

名 稱	號 數	型 式	受 冷 面 積	冷 水 迴 轉 次 數	進 水 管		出 水 管		內 部 水 管		
					根 數	口 徑	根 數	口 徑	根 數	口 徑	長 度
凝 汽 機	1	面		4	1	400 釐	1	400	1700	$\frac{1}{2}$ 吋	4550 釐
	2	冷		"	2	355 釐	2	355	1750	$\frac{1}{2}$ 吋	5590 釐
	3	式		"	1	600 釐	1	600	3292	$\frac{1}{2}$ 吋	4280 釐

心式。每小時供給水量四萬三千加侖。水壓十二呎。電動機容量一為九十瓩,一為五十六瓩。又一為一百四十瓩。此外尚有凝汽儲水櫃一具。溫水器一只。給水凝汽器一只。濾氣器一只。與給水櫃一只。

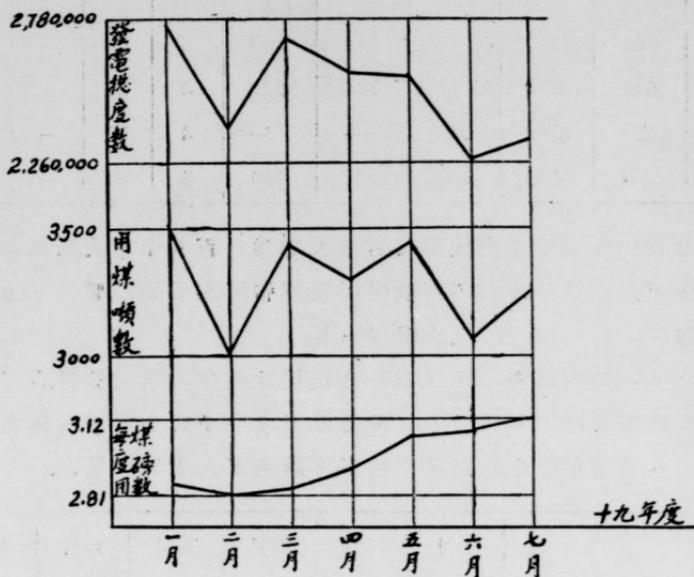
[變壓器] 廠內所用之變壓器,共有四只。其詳細說明如下。

號數	容量 (瓩安)	高壓 (伏)	低壓 (伏)	高壓 電流 (安)	低壓 電流 (安)	相數	週波	接法	備註
1	600	5250	400/231	64.1	86.7	3	50	△-Y	均
2	640	5250	400/231	70.5	92.5	3	50	△-Y	係
不列號	150	5250	380	—	—	3	50	—	油
不列號	150	5550	400	16	230	3	50	—	冷 式

廠外電力分配方面，所用之變壓器，容量大半為一百五十瓩安，四百瓩安者亦復不少，至用六百瓩安者不過數處而已。詳情可參看第三圖。饋電方面共分十四路，每路有電流表一只，油開關一具。

負荷情形——第四圖表示配電板上之連接法，據半年來之統計，自三月至五月最高負荷俱達7500瓩，惟七月份轉低，蓋以關乎時令，電燈所用之電量減少，電熱具不需用故也。全廠運用情形，可就第五、六、七圖中見之。

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月
發電總度	2,779,400	2,404,300	2,722,700	2,566,200	2,561,500	2,262,900	2,335,900
電車用電總度	252,100	231,400	252,900	237,500	241,500	228,000	—
廠內用電總度	199,500	169,700	196,200	177,200	180,000	167,200	—
馬達及電燈 用電總度	2,367,800	2,003,200	2,323,600	2,151,500	2,140,000	1,867,700	—
用煤噸數	3522.0	3017.5	3438.1	3290.7	3461.8	3075.0	3251.8
每度耗煤磅數	2.83	2.81	2.82	2.87	3.02	3.04	3.12
每度所耗熱量 (B.t.u.)	3180	3160	3170	3230	3400	3420	3510
最高電力(瓩)	7500	7350	7500	7500	7500	7050	6750
負荷因數	49.8	48.7	48.8	47.6	45.9	44.6	46.8



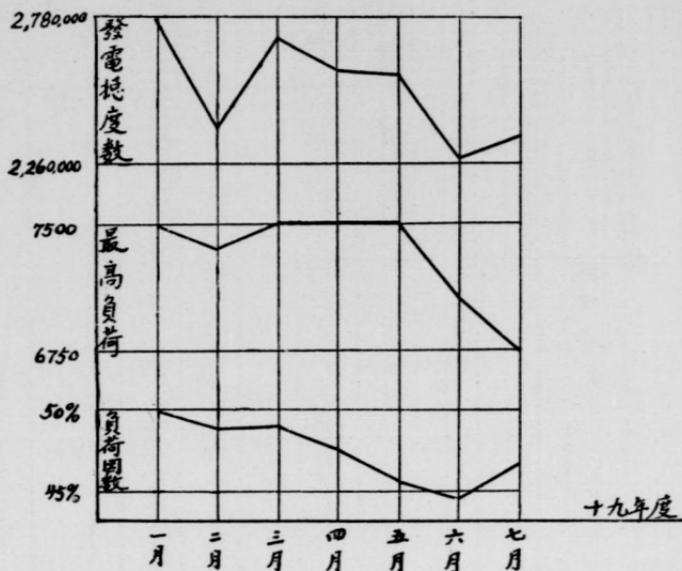
第五圖

## (五) 電車事業概況

華商電廠創辦南市電車，垂二十年，成績彰著，尤不愧為國內電車事業之模楷。關於創辦之經過以及現有組織，第二第三兩節中，已略叙梗概；至其設施方面，則可分下列五項，茲請略述之：

(1) 電氣之供應 電車用電，均屬直流，故廠中特具迴轉變流機二座，共1100 瓩，以為分饋四路電車之用。

每日電車頂荷時間，約可分為三期：一在上午七時許，一在正午十二時左右，一在下午五時以後，此三時期，均與各工廠上工放工時有直接之關係；



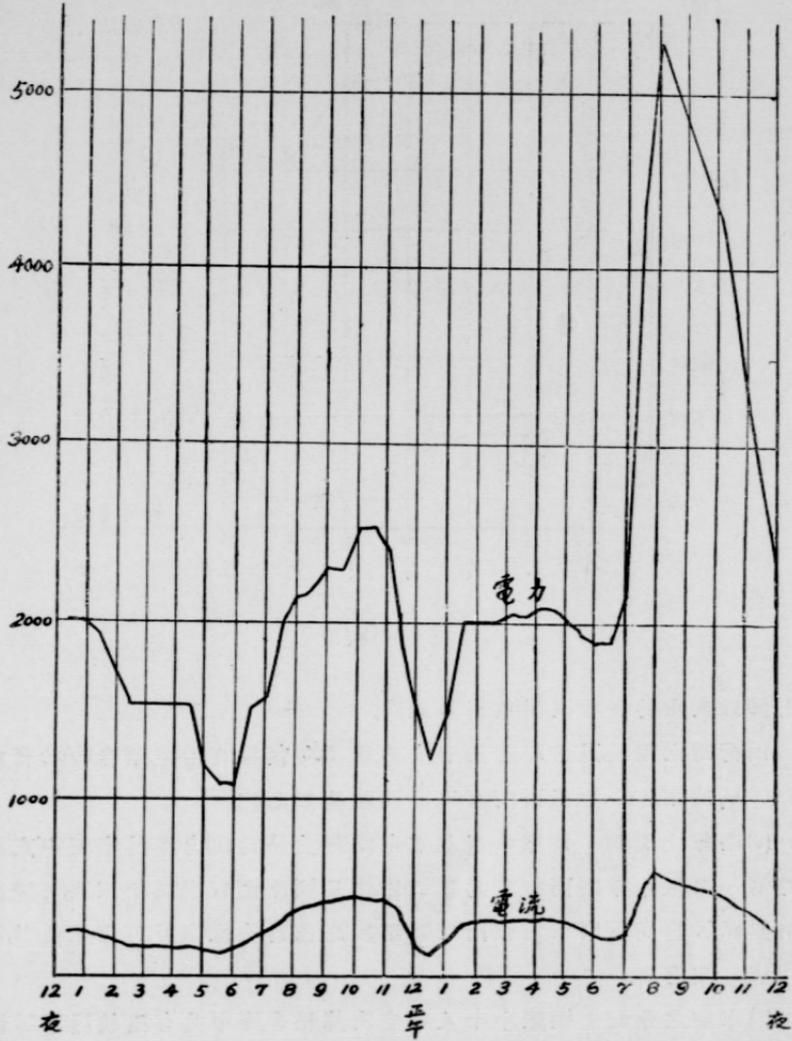
第六圖

而上海以夜市特盛，故夜間負荷亦最高。

頂荷時之電流，通常均七八十安，約合 500 瓩，每日用電，則自 6,000 瓩時至 8,000 瓩時不等，一視風雨晴晦，以及其他情形而定。

(2) 路線之規劃 依廠中規劃，電車路線共分為四：自高昌廟至小東門者為第一路，依中華路而行者為第二路，依民國路而行者為第三路，（近改三路圓路），自高昌廟至老西門者為第四路；總計全線路長，若以單軌計，約合 20,000 呎有奇。

(3) 車輛之分配 據廠中十八年度決算報告，廠中共有四輪機車 30 輛，八輪機車 12 輛，拖車 13 輛，總計 55 輛，分敷各路之用（十九年度添置者不在此列），其分配略如下表：



第七圖

	機 車 輛 數	拖 車 輛 數	每日每輛往來次數
一 路	9	5	17
二 路	4	0	46
三 路	8	8	40
四 路	6	0	28

(4)車機述略 車機之主要部分為電動機及控制器,自動斷路器等,電動機均直流串激式,每車凡二,可藉控制器以管理之,當一機損壞時,則其他一機,仍可應用。機皆全封式,位於車下,機殼粗糙而耐用,且可防水,故雖道路不平,或陰雨泥濘時,車機不致十分受其影響。機之電銜皆波捲,每圈約三匝;磁極數每機凡四;整流極則或具四枚,或具二枚,亦有竟不具者。

車上所用控制器分德製及美製二種,德製者為西門子廠出品,美製者為奇異電氣公司出品。自動斷路器每機凡二,一在車首,一在車尾,以防超荷過甚及其他危險;採用之貨,約分英製美製德製三種,英製者為BTH廠出品,美製者為奇異公司出品,德製者為西門子廠出品。

(5)修理工場述略 電車行駛,因種種原因,每易損壞,故電車修理工場,實亦為最重要之部份,茲略述之:

電動機間一電動機間專修電銜,其工作可分四部,一繞線,二裝置,三烘乾,四試驗。試驗以後,即可應用。

電線間一電線間所修之主要物有二:一磁極,一控制器是也。場捲之被燒壞者,可以重繞;控制器之觸頭焚燬者,亦可按其號數,另行置換。

電鋸間一電鋸間分電鋸風鋸二項。電鋸為斯拉文諾夫(Slavianoff)法,其所用之電,係取給一電動發電機;電動機為交流感應式,容量21瓩,外加電壓500伏;發電機所生為直流,工作時電壓45伏,電流335安,停鋸時電壓75伏,電流無。風鋸為養炭輕(Oxy-acetylene)法,其裝置恰如輕養吹管,(按輕養

吹管爲 Oxy-hydrogen 法，亦爲風鋸之一種。）所具二圓筒，一盛液體空氣，一盛水及炭化鈣，各有舌門，以爲啓閉。

分路間——分路間爲路軌之主要修理處，其主要工作，爲連接路軌，及裝修路軌之岔枝處。

此外則金工場，鐵工場，木作間，漆作間等，均應有盡有，此不俱論。

#### （六）營業概況

廠中營業，大別可分爲四項：一電燈，二電熱，三電力，四電車是也。惟南市工廠甚少，故電力之需求亦僅；電熱推廣，爲期不久，故成效尙未顯著；電車營業，雖似發達，然因修理維持費太大，而所用職工又特多，故獲利絕尠；除此以外，廠中所恃以致利者，惟電燈耳。

電燈用電，電壓爲 220 伏，週波爲 50 循環，每度用費，計銀一角八分；里弄及私路路燈同此。馬路公共路燈之電價，由廠方及公用局隨時商訂之。包燈制已取消，舊有者每盞每月約一元。

電熱用電，電壓爲 380 伏，週波爲 50 循環，每度收費，計銀四分二厘，舉凡電爐及家庭日用之烹煮器具所用電流，均歸此列。

電力用電，爲交流三相式，其電壓爲 380 伏或 5,500 伏，週波爲 50 循環；但用戶之欲裝置同期式馬達或購用 5,500 伏高壓電力者，須先向廠方接洽，其辦法臨時面議。普通電力每度收費，依用電之多寡而分爲六分二厘，五分五厘，四分八厘，及四分二厘等四種。

電車用電，係直流 500 伏，車票價格，視途程之遠近而定；廠方每日電車收入，約二千元左右。

據廠中十八年度決算，燈資收入爲 1,438,019 元，電力收入爲 455,049 元，車資收入爲 660,405 元，合其他各項，計全年總收入爲 2,586,244 元，全年純利益爲 466,861 元，營業狀況可以概見。

試一閱下表，則更可知近二年來營業進步之一斑：

數 別	十 七 年	十 八 年	增 減 數
表 燈 數 目	176,110	181,787	增 5677
包 燈 數 目	5130	5464	增 334
全年燈資及電力收入總數	1,493,247元	1,893,068元	增 399,821元
售出車票數	29,115,718	33,954,962	增 4,839,244
全年車資收入	562,854元	660,405元	增 97,551元
全年總收入	2,106,693元	2,586,244元	增 479,551元
盈 餘	627,012元	466,861元	減 160,151元

茲為便於參攷起見，特將作者去夏在廠實習時所得之紀錄，分為電燈電熱電力電車四項，列表於下，藉以比較各項營業發展之大概：

	十 九 年				
	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月
表 燈 數 目	182,596	182,512	188,183	190,660	191,431
包 燈 數 目	5533	5597	5653	5655	5657
電 熱 隻 數	311	312	313	316	315
電 力 隻 數	915	926	940	963	974
電車用電度數	252,100	231,400	252,900	237,500	241,500

### (七) 發展計劃

上海華商電廠之概況，上列各節中，已擇要敘述。近二年來，該廠益銳意進展，力謀擴充，其將來成就，蓋有未可限量者。今將發展計劃條舉如次：

(1) 推廣電力電熱 上海南市工廠甚少，故電力發展下速，而廠中電容量，則綽乎有餘，以經濟言，以效率言，均應竭力推廣。廠中初步計劃，即饋電法商自來水廠，次步計劃，則擬饋電浦東，與浦東電氣公司聯成電網絡；同時更推廣電熱，每度減售4.2分，以廣招徠。

(2) 添置鍋爐設備 廠中原有鍋爐七座，總計受熱面積，僅 32,600 平方呎，不敷發電機 20,000 瓩安之用，乃進行籌劃，擬於舊鍋爐室北面空地上，添置新式鍋爐三座，以供進展。

(3) 改造油開關間 發電所配電設備，尚稱完善，惟舊有油開關間，地面狹小，不敷周轉，為避免意外起見，乃決意改造，去夏作者在廠實習時，已着手進行矣。

(4) 改良運煤及加煤辦法 廠中運煤加煤，全恃人工，勞工費時，殊非至得；現擬先就積煤場至鍋爐室中間空地，籌用機械設備，此項計劃，業已進行開價，不久當可實現。

(5) 改造進水道及進水管 進水道建築有年，不敷供給目前之水量，且用木料，極易朽腐，而水中泥滓，又易附積，故用水時形竭蹶。去年夏，乃放大水管，改用水泥建築，進行工程，作者進廠實習時，猶及見之。

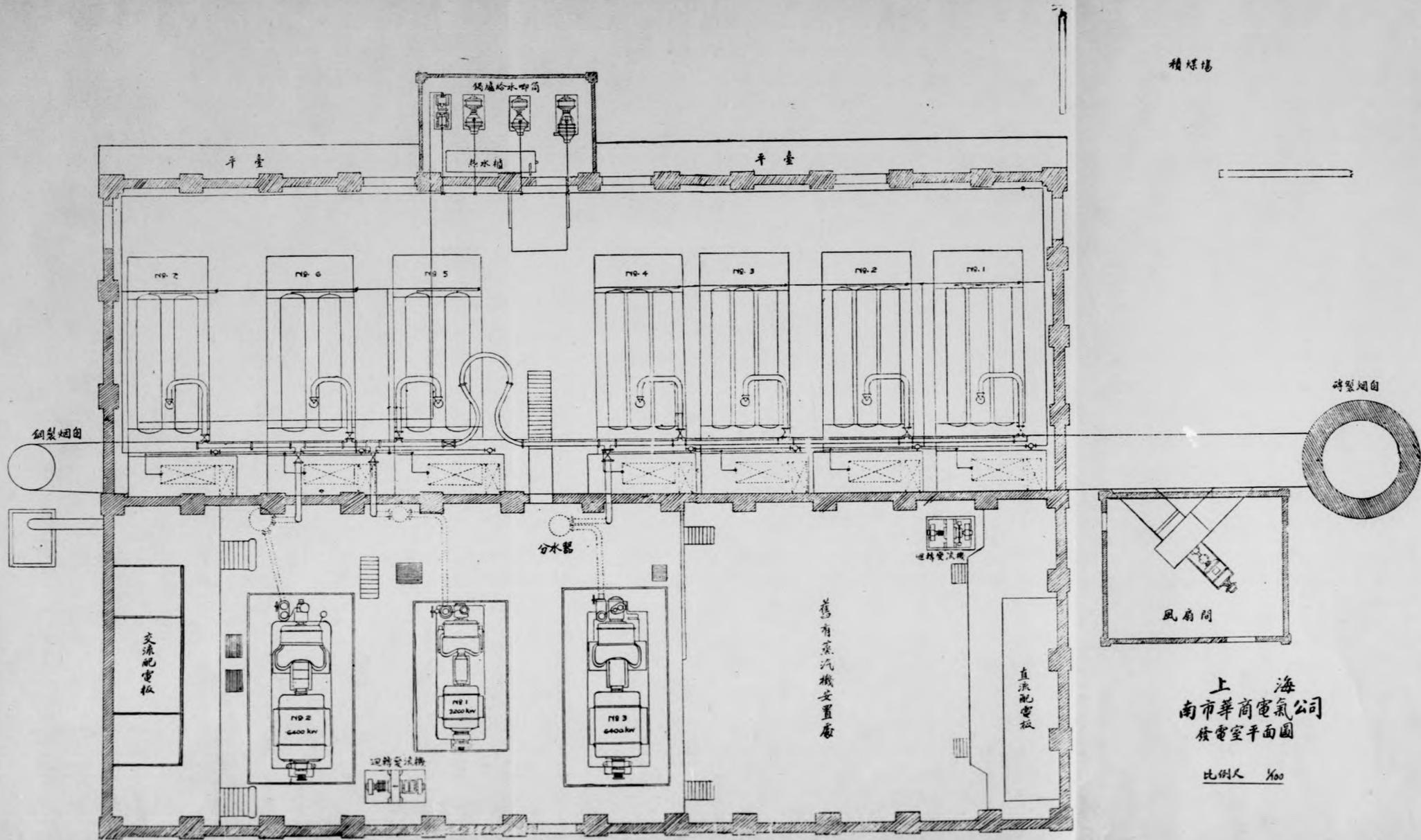
(6) 添設新西區高壓架空線 新西區一帶，地方遼闊，機關林立，工廠亦較多；該處舊有變壓器七處，總計 2800 瓩安，惟僅有高壓架空線一路，供給電流，每遇障故，影響極鉅。廠方乃決定於製造局路華龍路交叉處建變壓所一座，由廠埋地纜直接饋給之；再由此處敷設高壓架空線兩路，聯成環形，以供新西區一帶之用。該項工程，現已泰半告成矣。

(7) 電車發展之傾向 南市地僻而範圍狹小，故電車發展不易，加以軌線之維持費浩大，車務科開支，每月達五萬以上，因之益增障礙。據廠方消息，將來如有發展，當採用無軌制云。

(8) 添開鑄鐵工場 廠中有鍛鐵工場而無鑄鐵工場，故車軌廢鐵等，不得不以賤價出售，而所需精鐵，又必鉅價購進，出入拆耗，頗不經濟，故廠方擬於最短時期內，儘先添開鑄鐵工場一所，以利用該項廢鐵。

#### (八) 結論

今之評論大都會者，每先論其人口之疎密，工業之盛衰，商業之興替，與夫金融之升降；然此種種，均與電氣攸關，未有電氣不先發達，而人口工商



積煤場

平臺

平臺

No. 7

No. 6

No. 5

No. 4

No. 3

No. 2

No. 1

鋼製煙囪

磚製煙囪

分水器

逆轉安法機

交流配電板

No. 2  
6400 kw

No. 1  
3000 kw

No. 3  
6400 kw

逆轉安法機

舊有蒸汽機安置處

直流配電板

風扇間

上海  
南市華商電氣公司  
發電室平面圖

比例尺 1/100

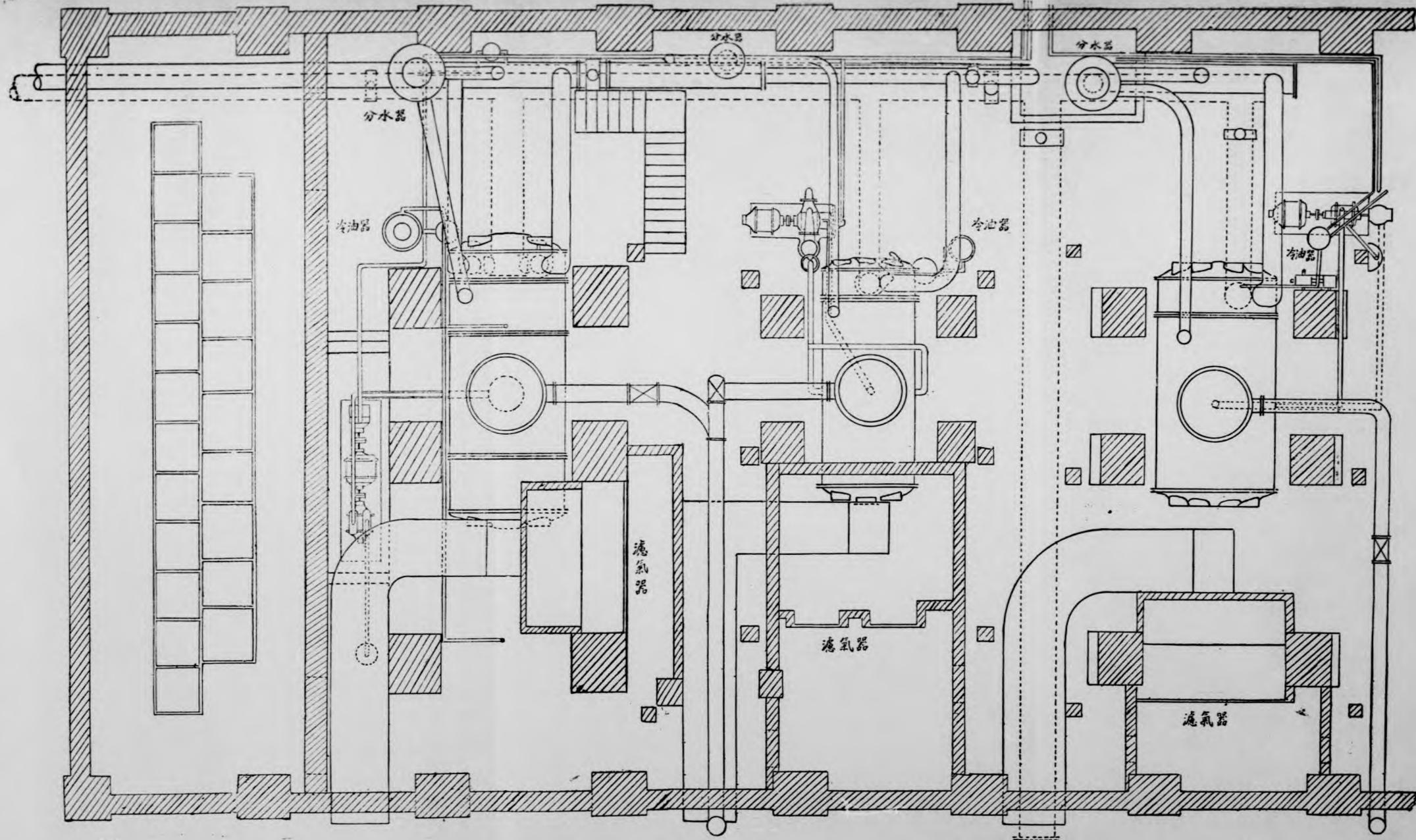
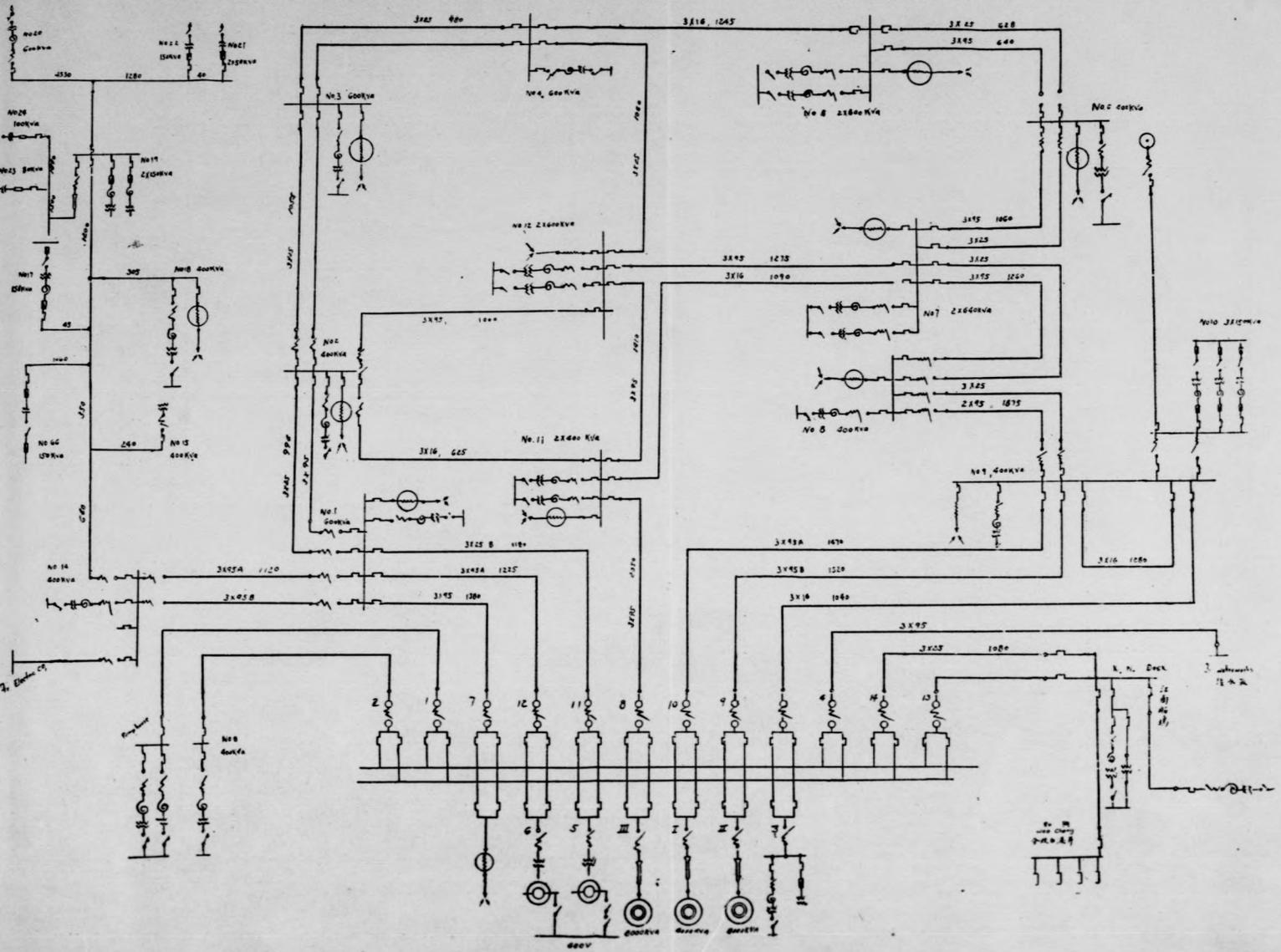
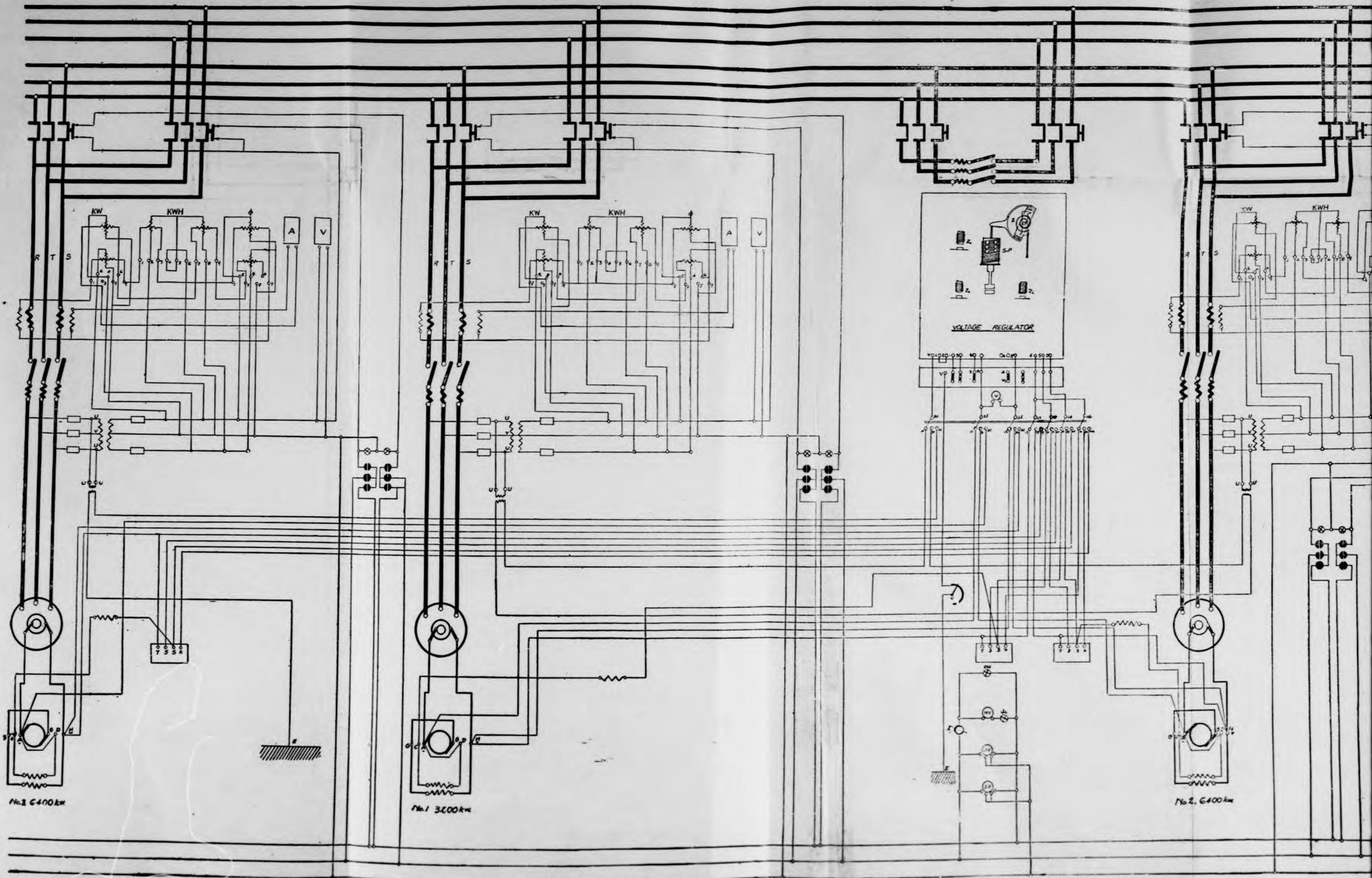
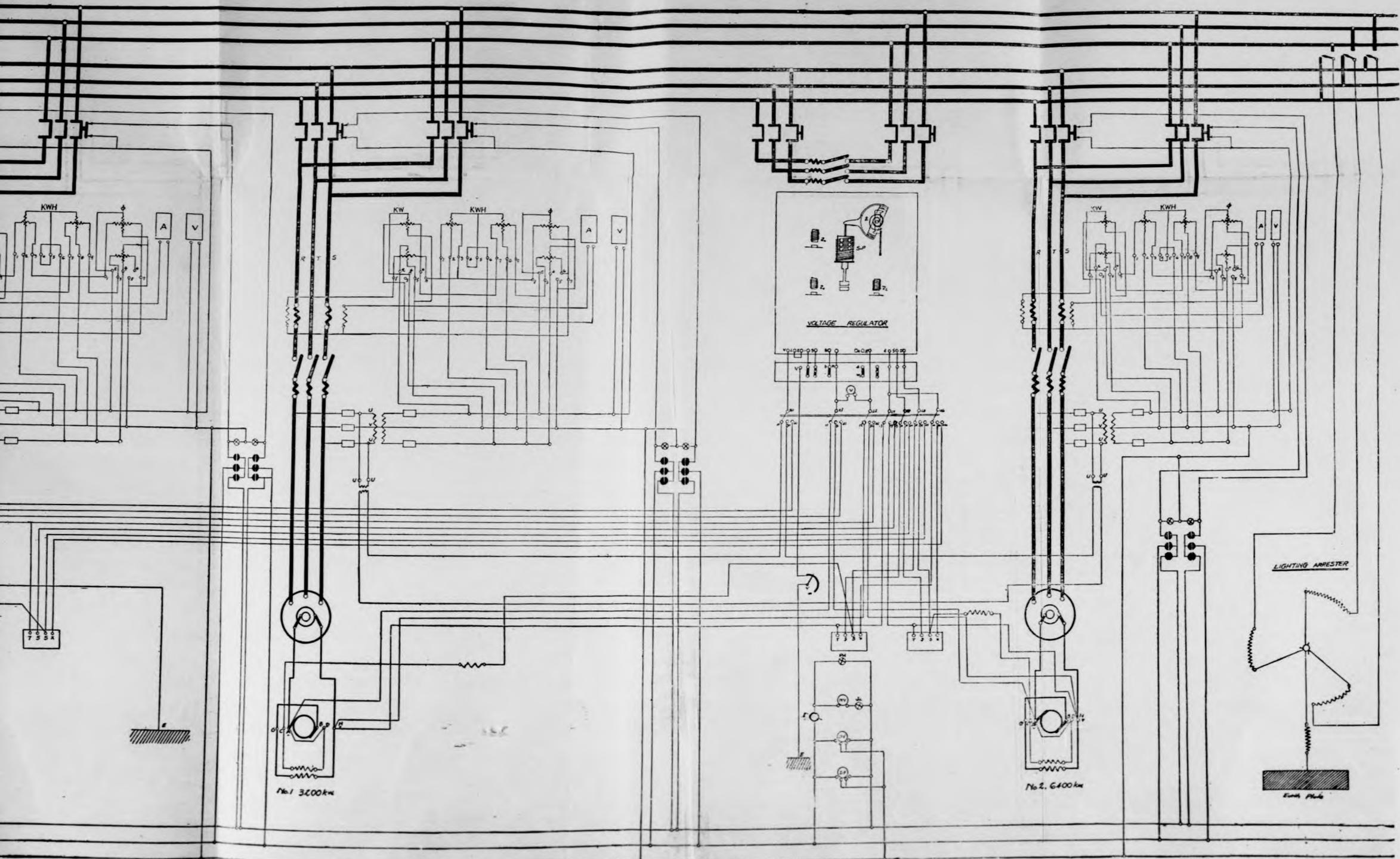


圖 二







業與金融，能俱發達者。上海自開闢為商埠以來，各項事業，泰半操於外人掌握，故租界日盛而華界益形見拙，夷考其實，電氣事業實為一大關紐。——然南市電氣，固猶賴魁偉特出之華商電廠以供給也。

華商電廠開辦垂二十年，惠益南市，實非淺鮮。惟是南市地僻而範圍狹小，故發展不易，廠中容量，綽乎有餘，而每日最高負荷，乃僅及三分之一，良用惋惜。近數年來，廠中益銳意發展，規劃進行，成效之著，當可拭目而俟矣。

廠中設備，以及輸電佈電情形，均各有其特點，而堪為國內電氣事業之借境。作者初涉工程，學識譾陋，對茲偉大事業，不敢妄加批評，謹以觀察所及諮詢所得者，略述如上海內淵博之士，當可指識，而籌謀建設者，或可以資取鑒也。 （完）

## 高壓蒸汽在發電廠之應用及經濟

楊 耀 德

摘要：本篇討論現代高壓蒸汽在發電廠之應用，高壓蒸汽每度電力煤量消耗之經濟，及高壓與低壓蒸汽發電廠設備費之比較。

### (一)緒言

世界文化演進，科學發達，吾人日常生活，需用電力之處愈繁，於是發電廠與社會民衆間之關係，益見密切，而電廠工程之進展，使電廠之效率增高，產電經濟，爲電工界所注意研究，而孜孜不倦者也。電廠經濟之改善，在發電機方面，效率之高，已達96%，變壓器方面已達99%，但蒸汽發電廠之綜合效率，動作於250磅/方吋汽壓，200°F高熱，及優良之真空者，最佳之成績，不過約20%，其餘熱能之耗損於汽鍋室者約22.5%，於冷凝機者約55.5%，於散熱及洩汽等者約2.5%。故增高電廠效率之樞紐，在乎增加每磅蒸汽在原動機所成之工作，應用高壓與高溫蒸汽，爲提高汽渦輪熱效率之鎖鑰，對於電廠工程之設計，經濟之改善，有深切之關係也。

### (二)近十年來電廠工程進展之趨向

在十年以前，電廠汽壓以350磅/方吋爲限，若汽壓更高，則蒸汽在汽渦輪膨脹至低壓時，將含過量之潮濕，其結果反不經濟。欲減除潮濕，可利用高熱蒸汽，但蒸汽溫度，因鋼鐵等材料之強度關係，受一定之限制，普通爲800°F。汽渦輪之動作於300磅/方吋表汽壓，650°F汽溫者，膨脹至約25磅/方吋表汽壓時，失去其高熱，故十年前大多數電廠之汽壓，祇200至250磅/方吋

汽壓加高，對於電廠經濟，有顯著之利益，是不難以計算證明者，譬如飽和蒸汽，膨脹至28.5吋真空，汽壓自200磅增至1200磅所得之理想經濟，如下表所示：

1	2	3	4	5	6
絕對汽壓	熱 量	熱量增高	理想工作	工作增高	理想經濟
200磅/方吋	1198.1 B.t.u.	.....	350.1 B.t.u.	.....	.....
300	1201.9	0.50%	374.1	6.95%	6.45%
400	1202.5	0.36	388.5	10.92	10.56
500	1201.7	0.30	400.7	14.45	14.15
600	1199.8	0.14	409.5	16.98	16.84
700	1197.4	-0.06	415.9	18.80	18.86
800	1194.4	-0.31	421.0	20.24	20.55
900	1191.9	-0.52	426.0	21.67	22.19
1000	1187.6	-0.88	429.6	22.72	23.60
1100	1183.8	-1.20	431.3	23.20	24.40
1200	1179.7	-1.54	433.2	23.70	25.24

上列之經濟百分數為理想的，實際上因蒸汽膨脹而含潮濕，所獲經濟，較此甚低。減免潮濕之道，除利用高熱蒸汽外，莫善於應用復熱循環(Reheating cycle)。復熱循環不但加進熱能，以增多每磅蒸汽所成之工作量，而提高效率，且免除潮濕，減少汽渦輪內之擦耗，而增高在汽渦輪軸之熱效率，故復熱循環比較 Rankine 循環所獲理想經濟，祇約 2.5% (根據 Hirshfield 與 Ellenwood 兩氏計算)。但實際上因減少擦耗之功用，所獲淨經濟量約 6% (根據奇異公司工程師 Eskill Berg 氏結論)。

現時蒸汽溫度之最高限度，普通為 800°F，若因材料改進之結果，蒸汽溫度能增高至 1,000°F 者，則 1,000 磅/方吋高壓汽渦輪可動作於通用之回壓真空下，而無需復熱；電廠設備之簡單，運轉之便利，與尋常之低汽壓廠無異，而其效率之高，可與復熱高汽壓廠相伯仲。苟汽溫加高，汽壓更不難增至 2,000 磅/方吋以上，應用 2,500 磅/方吋汽壓，840°F 汽溫，凝水溫度 100°F 之電廠，其綜合效率達 33.8%，較之 1,200 磅/方吋汽壓，840°F 汽溫之電廠綜合

率達 29.6 % 者，所獲經濟為 14.2 %。蒸汽之 Critical 壓力為 3,226 磅/方吋，此為事實上汽壓之最高限度，但汽壓之高於 2,500 磅/方吋者，對於經濟上並無利益。

### (三) 近年來高汽壓電廠之發展及其經濟

高汽壓電廠之推展，以美之合衆國與歐之德、瑞士等國為盛；所謂高汽壓者，指汽壓之高於 400 磅/方吋言也。美國發電廠之首用 450 磅/方吋高汽壓者，為 Newcastle 電業公司之 North Tees 電廠（在 1921 年），該廠有 20,000 瓩汽渦輪兩架，動作於 450 磅/方吋表汽壓，650°F 汽溫，復熱在 65 磅/方吋表汽壓至 500°F 汽溫。在 1924 年間，芝加哥市 Commonwealth Edison 公司之 Crawford Ave 電廠建設 550 磅/方吋表汽壓，725°F 汽溫汽渦輪三架，復熱在 105 磅/方吋表汽壓至 700°F 汽溫，總容量為 160,000 瓩；該電廠之動作成績如下：

汽渦輪每度電力（瓩小時）消廢熱能	10,275 B.t.u.
汽渦輪熱效率	33.2 %
汽渦室熱效率	82%
發電每度消廢熱能	12,530 B.t.u.
副機每度消廢熱能	670 B.t.u.
饋電每度消廢熱能（在滿載下）	13,200 B.t.u.
電廠動作效率	88%
每度電力消廢淨熱能	15,000 B.t.u.
電廠綜合效率	22.8%

1925 年間，Boston Edison Elec. Llluminating 公司之 Edgar 電廠試用奇異公司製造 3150 瓩，1,200 磅/方吋表汽壓，700°F 汽溫汽渦輪，復熱在 350 磅/方吋表汽壓至 700°F 汽溫，更流入原有之 32,000 瓩，350 磅/方吋低壓汽渦輪而膨脹至 29 吋真空。高壓輪在滿載下每小時流過蒸汽 133,000 磅，低壓輪在滿載下每小時需蒸汽 313,600 磅，原有之 32,000 瓩低壓汽渦輪之動作成績為每瓩小時消廢煤 1.02 磅，3150 瓩高壓輪與 32,000 瓩低壓輪連合動作之成績

為每瓩小時消廢煤 0.98 磅，所獲經濟為 4%。該電廠試用高壓蒸汽，結果認為滿意，於 1927 年間，添設 10,000 瓩高壓及 65,000 瓩低壓輪各一架；1929 年間復添設 12,500 瓩高壓輪一架除 Edgar 電廠外，應用 1,200 至 1,400 磅/方吋高壓蒸汽者，有 Milwaukee 之 Lakeside 電廠，Kansas City 之 Northeast 電廠，New Jersey 之 Holland 電廠，San Francisco 之 A 電廠等。

在歐洲各國電廠之容量較小，應用汽壓，不若美國之高，而汽溫之高則過之。德國之 Klingenberg 及 Charlottenberg 電廠汽壓為 515 磅/方吋，汽溫為 750°F。比國之 Langerbrugge 電廠汽壓為 800 磅/方吋，汽溫為 840°F。英國 Bradford 之 Valley Road 電廠，有 2500 瓩，1,000 磅/方吋汽壓，800°F。汽溫汽渦輪一架，排洩在 210 磅/方吋汽壓至 25,000 瓩低壓汽渦輪。瑞士 Brown Boveri 電機廠所造串聯汽渦輪 (Series turbine) 高壓自 80 至 100 大氣壓 (1175 至 1470 磅/方吋) 排洩在 16 至 20 大氣壓，而流入於低壓汽渦輪。一低壓電廠動作於 12 大氣壓產電每瓩小時消廢淨熱能 23,808 B.t.u.，改建串聯汽渦輪，動作於 100 大氣壓，750°F 汽溫，經濟改善約 21%。

吾國電廠所用汽壓頗低，大抵不過 200 磅/方吋。最近上海閘北水電公司新電廠設置 Stoda works 10,000 瓩，35 大氣壓 (515 磅/方吋) 400°C (750°F) 汽溫汽渦輪兩架，在滿載小時每瓩小時消廢熱能約 11,000 B.t.u.，(給水離溫水器時之溫度當作 80°C) 汽渦輪熱效率 31.0%。浙江杭州新電廠之汽渦輪動作於 350 磅/方吋表汽壓，700°F 汽溫，28.5 吋真空，在滿載時每瓩小時消廢蒸汽 10.23 磅。

#### (四) 高壓與低壓蒸汽發電廠設備費之比較

發電廠每瓩容量之代價，因各個電廠設計情形之異致不易作確切之比較。至於高壓汽渦輪，汽鍋，給水，邦浦，高熱機，復熱機等之製造，以及高汽壓電廠之設計運用，尚在研究發展之中，故高壓與低壓蒸汽發電廠每瓩容量代價之比較頗難斷言。據美國機械工程學會 Ryan 君之調查，1,200 磅/方吋汽壓汽鍋每馬力之價值約六倍於 200 磅/方吋汽壓，四倍於 400 磅/方吋，三倍於

600 磅/方吋者，汽鍋室全部設備每馬力之價值，則 1,200 磅/方吋汽壓約二倍於 200 磅/方吋，80% 高於 400 磅/方吋，60% 高於 600 磅/方吋者。高壓與低壓汽鍋輪價值之比較，相差不遠，1,200 磅/方吋汽壓高出於 400 磅/方吋者，不過 50% 耳。

許多高壓蒸汽專家之意見，認 Ryan 君之比較數值太高，蓋高壓蒸汽之體質重，蒸化熱量低，而流質熱量高，故高汽壓電廠設計進步之結果，減少汽鍋之熱面積，而增大其蒸發率，使汽鍋、復熱機、餵熱機、空氣始熱機等之各個熱面積，比例適當，於是高壓汽鍋每單位熱面積之價值雖高，而熱面積量亦大減；大抵 1,200 磅/方吋高汽壓電廠每磅容量汽鍋熱面積約為 400 磅/方吋低壓電廠每單位容量汽鍋熱面積之 25%。高壓汽鍋輪之價值雖較高於低壓，但冷凝機之容量及價值，則反較低，故 1,200 磅/方吋汽壓電廠每磅容量之代價，較之 400 磅/方吋汽壓電廠，相去甚微耳。

#### (五) 結論

蒸汽發電廠所用原料為煤；一台 10,000 磅低壓汽鍋輪發電機，若繼續滿載動作，綜合熱效率當作 20%，一年期內，計共消廢 13,500 B.t.u. 磅之煤 49,500 噸，改用高壓蒸汽，綜合效率增高至 25%，則每年計省煤約一萬噸，將來電氣事業日臻發達，全國電廠每年消廢鉅額之煤，利用高壓蒸汽，以改進電廠效率，在經濟上有重大之意義，不待言也。

容量較小之電廠，應用甚高汽壓，結果未能經濟；蓋 600 磅/方吋汽壓以上之小容量高壓汽鍋，比較價值極昂，且電廠之動作效率亦低。在中量之電廠，應用 500 至 600 磅/方吋汽壓及高汽溫者，其經濟之成績已足稱美；歐洲電廠應用汽溫之高達 850°F，最近且試用 1000°F 汽溫。

電廠之原用低汽壓者，擴充產電容量時，添置 1,000 磅/方吋以上高壓汽鍋輪，排洩蒸汽在低汽壓復熱至相當汽溫，而流入原有之低壓汽鍋輪；低壓輪所需蒸汽量，超過於高壓輪之排洩蒸汽量時，其餘蒸汽仍由低壓汽鍋供給，其結果為電廠之容量擴大，而蒸汽消廢量並不增多。

高汽壓電廠工程之發展，近二年內，有一日千里之勢，2,000 磅/方吋汽壓，1,000°F 汽溫之應用，不久定能實現；饋電每磅小時，祇需煤 3/4 磅之經濟成績，不難達到，電力為民衆日常生活，工業原動所必需，饋電經濟，其影響於社會民生，匪淺鮮也。

## 三極管之特性曲線面

程祥德譯

摘要:本篇討論三極真空管之特性曲線面,以代表三極真空管實地運用時之軌跡,並列舉放大作用及回授放大作用在特性面代表之方法。

## 1. 緒論

三極管之特性,普通均以曲線表之,此曲線即名曰三極管之靜的特性線,顯此種曲線僅能代表三極管在靜止狀態 (Static condition) 之單純作用;其於三極管之運用,仍未能表現無餘,故欲研究三極管之各種作用,實非借端於特性面不可。

屏流 (Plate current), 屏電壓 (Plate voltage), 柵電壓 (Grid voltage) 三者,為三極管作用之要素,今以立體面之 X 軸代表電壓, Y 軸代表柵電壓, Z 軸代表屏流,即可於三者相互之關係,得一曲面,名曰三極管之特性面。

考三極管之屏流,依燈絲溫度  $T$ , 柵電壓  $E_g$ , 及屏電壓  $E_p$  而變更,故可以下式表之。

$$I_p = f(T, E_g, E_p)$$

上式變數過多,不易以尋常之立體幾何圖案表之,若假定燈絲溫度常保持恆度,則

$$I_p = \phi(E_g, E_p)$$

其相互之關係,可以立體幾何圖案表之,成  $T$  溫度時之特性面,此特性面之組成,即係下列各種特性綫彙合而成:

1.  $I_p - E_g$  特性綫 表示在各種不同定量屏電壓時,屏流與柵電壓之關係。

如圖(1)

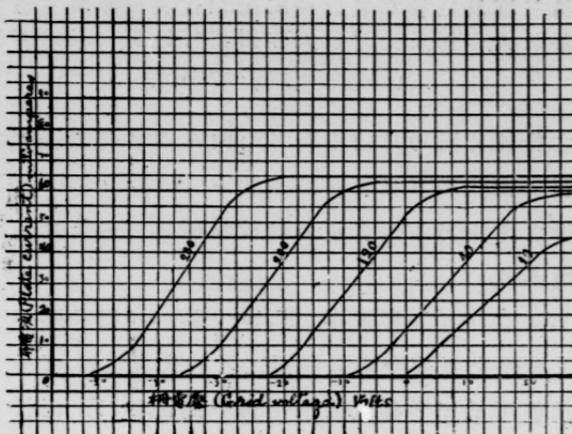
2.  $I_p - E_p$  特性綫 表示在各種不同定量柵電壓時,屏流與屏壓之關係,如

圖(2)

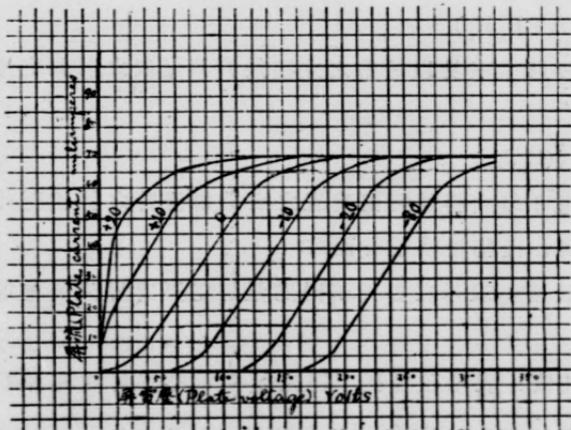
由圖(3)可知 XZ 面及 YZ 面平行之垂直剖面,其與曲面所成之交綫,

即爲圖(1)圖(2)之特性綫。換言之圖(3)之特性面，實包含圖(1)圖(2)二種特性綫。而  $E_p, E_g$  及  $I_p$  之關係存焉。

附錄：



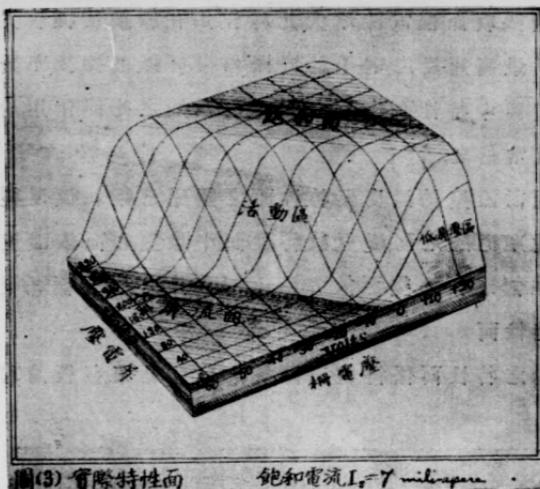
圖(1)  $I_p - E_g$  特性綫



圖(2)  $I_p - E_p$  特性綫

## 2. 實際特性面

特性面之組成既如上述，今乃進而研究特性面之性質如圖(3)



圖(3)

圖上立體軸之方向如下：

屏流自引準平面 (Reference plane) 向上為正。

柵電壓自左向右為正。

屏電壓自柵電壓軸向後為正。

於圖可知特性面之一部，自引準平面 (即零屏流面) 突起，另成與引準平面平行之平面，此即飽和屏流面也。

自飽和屏流面至零平流面成一斜坡面，名曰特性面之活動區，以代表三極管之放大及振盪作用，斜坡面上下轉灣處之曲面，以代表三極管之檢波及調幅等作用，此斜坡面可向橫延長，直至三極管屏電壓之最大值而後已。

當最低之屏電壓時，則此斜坡面突然向右轉灣而與柵電壓軸平行，另成一區，曰低屏壓區。在此區內，屏電壓之變動甚為迂緩。

在特性之右面，係以一垂直平面為界，以最大正柵電壓為極限。

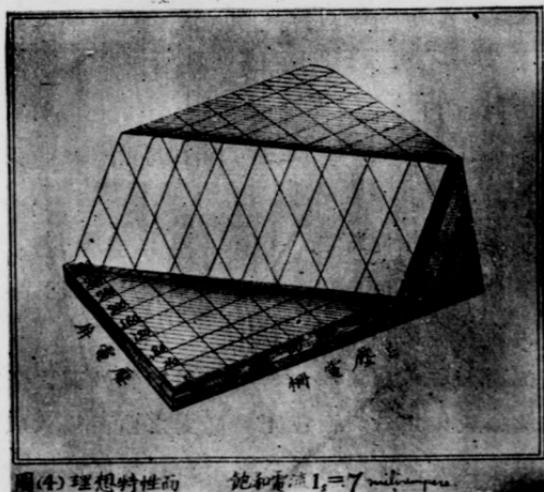
當高柵電壓時三極管必發生顯然之變化；其一曰柵吸收作用；即多數電子被柵極所吸收而柵電流增大。此種作用在細網柵極管尤為明顯。其二即自燈絲發出最高速度之電子與屏極相撞，屏極被撞後亦發出電子，屏流因而增大。此於圖中特性面右面之突起可以知之。此種作用，於粗網柵極管及高屏電壓時常見之。

茲乃進而討論燈絲溫度與特性面之關係。當燈絲溫度變更時，則保持屏流之電子數亦必隨之而變更，故特性面中除飽和面依溫度之昇降而有漲落外，其餘並無若何之變更。故各種不同溫度之特性面均可想像而得之。

### 3. 理想特性面

前此所論之特性面係得自三極管之實驗結果。茲復論理想之特性面。

如圖(4)



圖(4)

圖中之活動區(Active region)成一峻直之斜坡，而低屏壓區與零屏面相吻合。顯與實際特性面不同。自實際特性面其形面與理想特狀所

以不同之原因,不外下列數端:

1. 在燈絲中之電位降落
2. 燈絲溫度之不勻
3. 屏流因電子發射達飽和狀態而受限制

表示變量屏流之近似方程式,可以  $I_p = f(T, E_g, E_p)$  之關係以泰勒氏級數 (Taylor's series) 表之其展開式即代表當  $T_0, E_{g0}, E_{p0}$  在某定值時,活動區內之工作點  $P_0$ 。而各項變量之關係,又可視為一定量與一變量之和如下式:

$$\begin{aligned} I_p &= I_0 + i_p & I_0 < I_s \\ T &= T_0 + t & T > 0 \\ E_g &= E_{g0} + e_g & E_{g0} > E_{gc} \\ E_p &= E_{p0} + e_p & E_{p0} > 0 \end{aligned}$$

上列式中  $I_s$  為三極管之飽和電流,  $E_{gc}$  為正柵電壓其值視低屏電壓區之形狀而異。

三極管在運用時,其溫度恆為一定故  $t=0$ , 定量電流  $I_0$  為合於  $P_0$  點之正則屏流 (Normal plate current)。  $e_g$  為加入柵極之變量柵電壓,  $e_p$  為同時之變量屏電壓,等於三極管之總阻降落 (Impedance drop)。即

$$e_p = -i_p Z, \dots \dots \dots (1)$$

式中  $i_p$  為屏流,  $Z$ , 為屏外總阻 (External plate impedance)。

由上關係得

$$\begin{aligned} I_p &= I_0 + \left( \frac{\partial I_p}{\partial E_{g0}} e_g + \frac{\partial I_p}{\partial E_{p0}} e_p \right) + \frac{1}{2!} \left( \frac{\partial^2 I_p}{\partial E_{g0}^2} e_g^2 + 2 \frac{\partial^2 I_p}{\partial E_{g0} \partial E_{p0}} e_g e_p + \frac{\partial^2 I_p}{\partial E_{p0}^2} e_p^2 \right) \\ &+ \dots \dots \dots \text{至 } n \text{ 項為止} \dots \dots \dots (2) \end{aligned}$$

上列級數其性質為收斂級數故計算理想特性面,除第一第二兩項外,其餘高乘幂各項均可忽去不計茲復於(2)式等號之兩旁各減去  $I_0$ , 則理想特性面之方程式如下。

$$i_p = \sigma_p e_g + k_p e_p \dots\dots\dots (3)$$

式中  $\sigma_p = \frac{\partial I}{\partial E_{g0}}$  為活動區平面對柵電壓之斜度

$k_p = \frac{\partial I}{\partial E_{p0}}$  為活動區平面對屏電壓之斜度

考  $k_p$  性質係屬導, (Conductance) 故又稱  $\sigma_p$  為互導,  $k_p$  為屏導, 其反數為  $\frac{1}{K_p} = R_p$  為屏耗阻, 兩數之比為  $\frac{\sigma_p}{k_p}$  即三極管之擴大係數, 常以  $u$  代表之。

於圖(4)可知兩斜度  $\sigma_p$  與  $k_p$  兩者之比, 即可推求同一屏流之變量時柵電壓與屏電壓變化之關係。

方程式(3)又可以下式表之,

$$i_p = \sigma_p e_g - k_p i_p Z, \quad i_p = \frac{u e_g}{R_p + Z} \dots\dots\dots (4)$$

式中  $Z = R + jX$

$$\therefore i_p = \frac{u E_{gmax} \sin(\omega t - \theta)}{\sqrt{(R_p + R)^2 + X^2}} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{式中 } \theta = \tan^{-1} \frac{X}{R_p + R}$$

從(5)式屏流  $i_p$ , 可視為以  $u E_{gmax} \sin \omega t$  電壓加入於屏電路之總阻而發生; 亦可視為以  $E_{gmax} \sin \omega t$  之電壓加入於相當總阻如

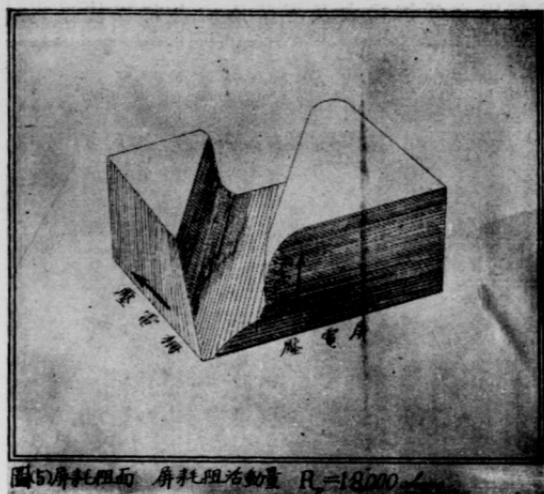
$$Z_1 = \sqrt{\left\{ \left( \frac{R_p + R}{u} \right)^2 + \left( \frac{X}{u} \right)^2 \right\}}$$

而發生, 其交流工率因數 (Power factor) 與(5)式相同。

查屏耗阻  $R_p = \frac{\partial E_{p0}}{\partial I}$  亦隨  $E_g, E_p$  而變, 故亦可以特性曲面表之, 如圖(5)

圖中有顯然下陷之一槽, 其槽底即代表與特性面之活動區相當之耗阻, 其與零屏流面及飽和屏流面相當之處, 則曲綫應上昇至無窮, 圖中僅示其一部耳。

圖(3), 圖(5)之畫成, 其材料均由試驗 Radiotron type Ux - 201 放大三極



圖(5)

管得來。其所以採用此項三極管者，蓋因其可用於多種不同之電壓。其屏極及柵極，不至發生過熱之弊也。

#### 4. 放大作用

三極管之各種運用，均可視為 P 點在特性面之行動。而此種行動，實非靜的特性線所能代表。故特性面向焉。此 P 點在特性面所走之軌跡曰動的 特性綫。(Dynamic characteristic curve) 乃由於三極管電路總阻之降低，電路內之負荷頓呈異狀而形成此種現象。

圖(6)示動的 特性綫 之一組，以代表三極管之屏電路中各種不同負荷耗阻之 特性綫。

屬於負荷耗阻  $R_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , 及  $R_4$  之各特性綫，均通過  $P_0$  ( $E_g = -16.5$ ,  $E_{p0} = 160$ )。如圖可知荷載耗阻增加，則斜度減低，此蓋因  $R$  值過大，則  $R_i$  之降落亦大。如  $R = \infty$  則屏流為常度而不變，特性綫成一平水綫。如  $R = 0$  則屏流視柵電壓而變，而屏電壓保持其原有值。則在特性面上之特性綫即為三極管在某屏電壓時之靜的特性綫。故任何工作點之特性綫，其在特性面

之極限，即荷載耗阻之為無窮大及零時所成之特性綫是也。

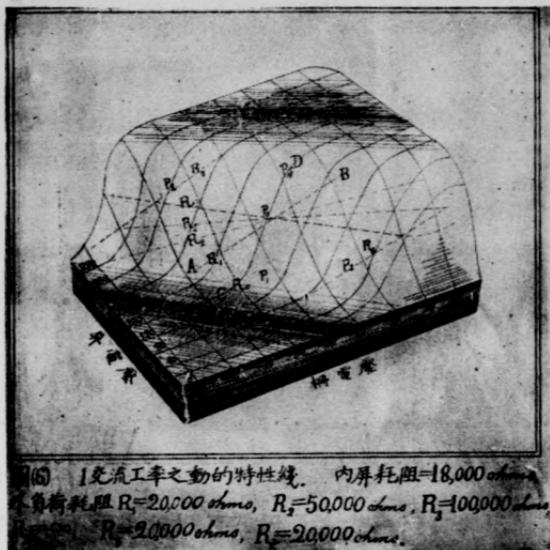


圖 (6)

至各特性綫之斜度，視屏電路內之荷載總阻而變，與工作點 P 之位置毫無關係。換言之，即 P 點位置之變更其結果雖將特性綫之位置移動，而仍與原綫平行，如圖 (6) 中之屬於  $R_5$  及  $R_6$  之特性綫是也。

查特性綫之大部成直綫，僅於特性面轉灣處稍形灣曲耳。

若屏流與柵電壓之變化常能保持成比例時，則三極管之放大必無失真 (Distortion) 之弊。圖 (6) 荷工作點 P 其行動僅以活動範圍為限，則屏流與柵電壓之變化成比例，放大不至失真。反是，如圖中之  $P_4$ ，其行動已近飽和區，則放大必失真矣。

在燈絲溫度增加時，則活動區向上擴張，三極管之作用，頗呈變化。此所以燈絲溫度之變化，影響於三極管之各種作用至大且鉅也。

考三極管之放大其作用有三，即電壓放大 (voltage amplification) 電流放大 (current amplification) 電力放大 (Power amplification) 是也。此

三種作用，其調整法各不相同。如電壓放大，則動的特性線之斜度愈少，則放大作用愈顯，直至該特性綫與引準面平行時為最大值。

故在某荷載耗阻時，其放大程度恆可於特性面上求之，如圖(6)耗阻 $R_1$ 之特性綫(AB)，柵電壓變更 27.5 伏時，同時屏電壓變更 80 伏，故該三極管之放大係數為 2.9。如屏耗阻增至無窮大，則特性綫與引準面平行於圖可知放大係數達最大值為 5.3。

用於電流放大時，則調整方法恰與上述相反。蓋當荷載總阻為零時，其電流放大作用愈顯。如特性綫 CD 用於電力放大時，則其調整方法遂介上述二者之間。

當某柵電壓時，若屏流與屏電壓乘積為最大，則電力放大亦為最大。設當時之柵電壓為  $e_g$ ，則其乘積等於

$$\frac{u^2 e_g^2}{(R_p + R)^2}$$

其最大時  $R = R_p$ ，即外耗阻 (External resistance) 與動的屏阻 (Dynamic plate resistance) 相等時，如圖(6)特性綫  $R_1$  是也。此種放大作用，如柵電壓之值均在活動區內，則工作點 P 之位置並無重大關係。

欲求電力放大之最大值，尚有應行注意者二事。其一工作點之軌跡應在  $\frac{I_D}{2}$  之軌跡上，屏電壓應為該三極管屏極所能忍受之最大值，其二特性面之上端應終於飽和面與低屏壓區之交，其下端與零屏流面相交，如是則屏流與屏電壓之變更能達最大值，故電力放大亦能最大值。如圖(6)之  $R_2$  特性綫是設柵電壓能有適當充量之供給，則此特性綫之工作能力可盡量表現無餘。

特性綫之斜度，因荷載耗阻而變，故每一工作點之起始位置必有其相稱之荷載耗阻，是故欲得電力放大之最大值，必須適合下列之二條件。

1. 須有適量之荷載耗阻，使其特性綫與工作點之初位 (Initial position) 相符。

2. 須供給充量柵電壓,使特性綫之工作能力,盡量表現無餘。

圖(6)之特性綫 $R_5$ 全綫並無正柵電壓之存在,故發射電子除少數失散於管中之串聯電容路 (Series capacity circuit) 及負荷電路直接漏去一部分外,並無流入柵電路之傾向,故其電力之放大當為最大。惜該特性綫之屏電壓變化甚少,效率低微,不切實用耳!

圖(6)乃示僅含耗阻之電路,其交流工率 (Power factor) 為 1 時之特性綫。但普通一般電路之負荷總阻,除耗阻外,尚有感阻及積勢阻,交流工率恆較 1 為小,故其特性綫成一環形,如圖(7)此等環形之形成,乃因電壓與電流之相差 (Phase difference) 所致。至圖中兩環所示之方向適相反,蓋視電流之或滯 (Lagging) 或越 (Leading) 而定。圖中特性綫 $Z_1$ 係交流工率為 1 時之特性綫。

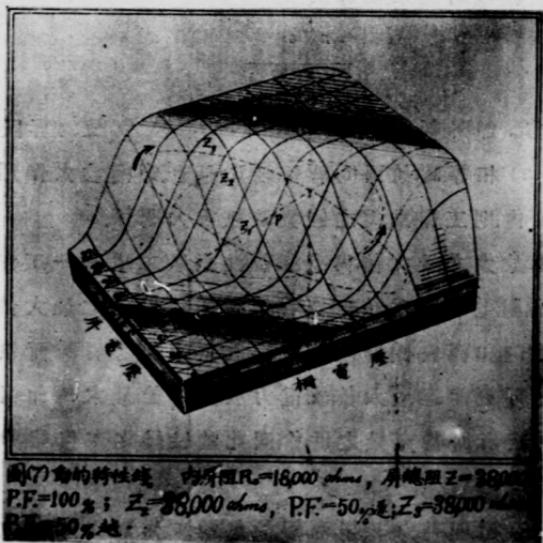


圖 (7)

### 5. 回授的放大 (Regenerative Amplification)

回授的放大作用,視三極管及相連電路之累積作用之大小而異,例如

初時以電壓  $e$  加入於柵極，則經過單位時間後，因相連電路之作用，將有  $ae$  電壓重入於柵極以增加其放大效率，此  $a$  值名曰回授常數，其大小因三極管之構造及相連電路之不同而異，經過  $t$  時間後，則極上之電壓逐級放大，有如下式：

$$e_o = e + ae + a(e + ae) + a[e + ae + a(e + ae)] + \dots \text{到 } t \text{ 項為止} \dots (6)$$

(6)式化簡後，為

$$e_o = e(1 + a)^t \dots \dots \dots (7)$$

設電路之回授速度此前增加  $m$  倍時，則初次之回授電壓將為前之  $\frac{a}{m}$  倍，而 (7) 式可改書如下，

$$e_o = e\left(1 + \frac{a}{m}\right)^{mt}$$

但  $\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{a}{m}\right)^m = \omega^a$  式中  $\omega$  為自然對數之根

$$\therefore e_o = \omega^{at} e \dots \dots \dots (8)$$

上式表示瞬息回授之結果電壓，其加入電壓 (Impressed voltage)  $e$ ，或來自三極管電路之自然振盪，或來自外界之強制振盪 (Forced oscillation) 如其為電路內之自然振盪，則  $e = E \omega^{-\alpha t} \sin \omega t$  式中  $\alpha$  為電路內之減幅因數而代表柵電壓之公式有如下式，

$$e_o = E \omega^{-(1+\alpha)t} \sin \omega t \dots \dots \dots (9)$$

如  $\alpha = \alpha$  則此真空管開始振盪，此種振盪為自由振盪，如加入電壓為來自外界之強制振盪，則

$$e = E \sin \omega t$$

其結果電壓又可以下式表之，

$$e = E \omega^{at} \sin \omega t \dots \dots \dots (10)$$

從 (10) 式可知此結果電壓，可隨時間之增加而至無窮大，但實際上每一三極管均有一極限值，可於圖 (8) 見之，圖中  $AB$  二點，乃電壓最初時之振幅也。

晚近發明之超授法, (Super-regeneration system) 其回授數恆為調和函數 (Harmonic function) 式, 例如,

$$a = a_1 + a_2 \sin \omega_0 t$$

式中  $a_1$  為工作點在某位置中之定量回授,  $a_2$  為週波變動  $\frac{\omega_0}{2\pi}$  時之變量成分振幅, 由於工作點  $P$  在活動區之邊界移動至中部而產生。例如當柵電壓或屏電壓或兩者同時變化時, 如圖中  $P_0$  移至  $P_1$ , 其結果電壓可以下表之

$$e_o = E [a_1 + a_2 \sin \omega_0 t] t \sin \omega t$$

此種作用, 與恆流調幅理相同, 不過當  $\frac{\omega_0}{2\pi}$  時之控制週波 (Control frequency) 之量不同而已。

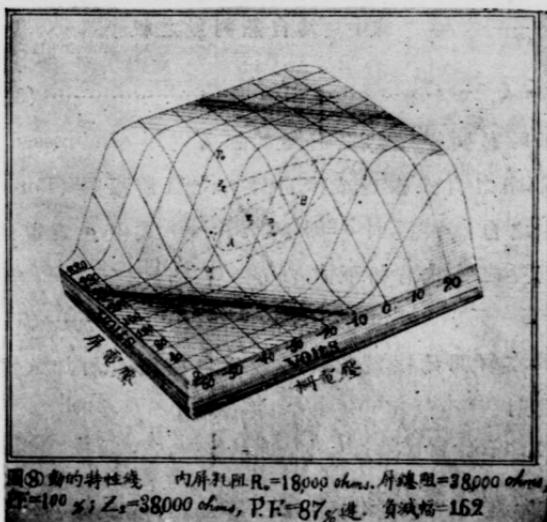


圖 (8)

## 6. 結論

以上所論僅其大概對於三極管之運用及特性, 可於畫成之曲面形狀知之較靜的特性線之解釋, 更為瞭然其裨益於研究為何如耶。

## 英國水力電氣事業之鳥瞰

陳澤鳳譯

摘要：本編開先敘述英國水力發電不發達之經濟上背景，次述水力發電廠與燃料力發電廠相連合以增高效率之方法，及英國對於水力發電之過程。附以現有各大水力電廠之情形表式。

### (一) 緒言

英國之水力發電，尚不及其他泰西諸國之發展，其故何在，及何以在英國利用水力發電，不能使電價減低之由，皆為極可注意之事。

在英國境內，有價廉之燃料，隨處可得，實為水力衰落之最大原因。但是蒸汽機未發明以前，燃料不能發生動力，彼時各項工業所用力源，皆從水、風等。迨乎動力之蒸汽機發明告成，英國國家工業遂逐漸擴大而利用蒸汽力，因之人民均向大城市集居，而點綴風景之舊式水機，亦逐漸淘汰。

利用電氣可以傳力遠而經濟，以是應用水力以發電又有研究之價值。同時因煤之用途愈廣，煤價之逐漸高貴，將長此繼續；油價亦同樣增昂，且大都須仰給於國外，故若英國而欲保持其世界第一等工業國家之地位，須回復其舊有力源，而尤以應用水力為最。

### (二) 經濟上之考量

發電之經濟為任何方法發電之先決問題，水力發電廠可無燃料支出，初觀之，似較蒸汽力或油力（以後總稱燃料力）發電所為經濟，因後兩者對於燃料問題頗居重大，但水力發電廠尚有與此相背之點在焉：一

欲求最大之配電效率，則發電廠應設在負載中心，但水力電站之位置，被水力可利用之處所牽制，恆距用電地點甚遠。

但有力源可利用之處，恆可因之造成一新市鎮，在需用電力較多之工業，如電化工業，及電冶工業等，常有設在附近力源可用之處為最經濟者，則在彼處實為其工人建造一市鎮也，在英國，大英鋁質公司 British Alumi-

um Co. 之各廠址即其明證。

水力發電廠之建築費，因其中須包含多量土木工程，故較燃料電廠為高。且時有須在人跡難到之處建造水堤，同時尤須建立多量運輸機件，以運所需材料，所費頗鉅。

尋常用電，須求力源之供給終年不變，故水力發電廠，因一年中各季雨量之不同，恆須置備容量相當大蓄水池以爲調節。若備熱力機以爲旱季之用，事爲不可能。但若所發電力爲供給電化工業等用，而不供給公共用者，則可在旱季時停給電量一半或四分之三。

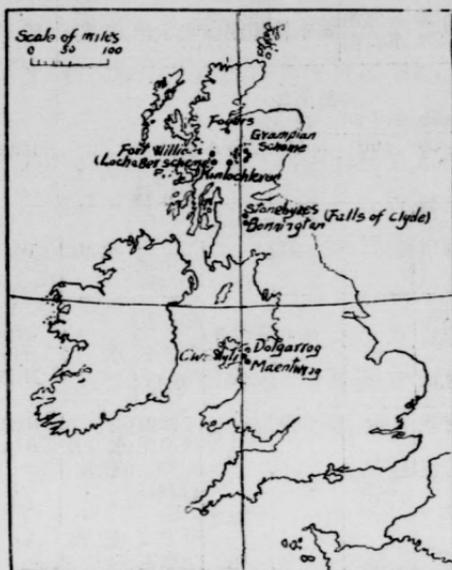
在供給公用電氣之水力發電廠，可定優待辦法，以減低僅在濕季時短期用電者之電價，而對燃料發電廠訂立受電合同，以爲高負載時之供給。此所以使負載係數增高也。因水力發電廠之支出，大部在創辦費之利息，故水力電廠對於較佳負載係數 (Load factor) 之要求，在經濟上較燃料電廠尤爲重要。

水力電廠，有時常須付給相當酬值，於所用水面之漁人或其他對該水面有特殊利益者，此項支出亦當計入發電成本中。

#### 散 亂 之 水 力

水力發電廠之最大支出，既爲成本之利息，而每項之資本額與發電廠之大小無關，故小水力發電廠亦得如其大者有同樣之經濟，小電廠之效率雖當較大者稍低，但水之價值與資本之利息相較，甚爲微小，故無關係。小電廠之管理費較大，但可用自動控制法 (Automatic Control) 以免去之。

高負載係數對於水力發電廠，既較燃料發電廠爲需要，故常有以多數水力發電廠與蒸汽發電廠相連合，水力發電廠供給基本負載，蒸汽發電廠供給高負載。此種連合，已有極好之成績，而同時利用架空輸送線之鄉村電化逐漸發達之結果，更使多數小發電廠，各在其適宜可得廉價力源之處，以供給電力至大輸送線成爲可能之事。此種電廠可用自動管理，而水力發電廠，在冬季負載最大時，入力亦最大，同時燃料電廠則可較小。



英國水力電廠分配地點

過去之發展

英國過去對於水力之發展，皆集中於鋁工業，大英鋁質公司在1895年于看里躡能 (Caledonian Canal) 河上之福遠 (Foyers) 地方開始建造水力發電站。鋁業合作社 (Aluminium Corporation) 于1907年在北威爾斯 (North Wales) 之躡而干來 (Dolgarry) 亦隨之開工建造水力廠。大英鋁質公司又在開落去立文 (Kinlochleven) 與羅家不 (Lochaber) 兩處建造水力電廠，各于1908年及1929年開用。

北威爾斯電力公司為英國水力電廠利用輸送綫以供給公用電力之嚮矢，而其第一電廠在Cwn Dyli, Beddgelert者係于1906年開創。自此直至1926年，其中並無進展。是年有克立地凡爾 (Clyde Valley) 電力公司在克立地瀑布開創兩電廠，現在尙在建築中者有格蘭姆餅 (Grampian) 電力公司之供給剖司顯 (Perthshire) 及其鄰區之電廠。下表所列，為英國各大水力電廠之情形。

英國各主要水力發電廠內容表

地 點	正則輸出量	水源高度	天然承水面積	容水量	原動機	發電機	調節法	所有者	創設日期	用途
Foyers [Inverness-shire]	4500 瓩	350 呎	100 平方哩	3400 萬加崙	反擊水輪	直立直流發電機	人工	British Aluminium Co.	1895	鍊鋁用
Cwm Dyli Beddgelert, N.Wales	4500	1150	2	1250	波登水輪	10000 v 50~ 交流發電機	水力	North Wales Power Co.	1906	公用
Dolgarrog, N.Wales	大約 10000	1030 及 850	—	—	波登水輪	直流及 交流發電機	水力	Aluminium Corporation & N.Wales Power Co.	1907 創始	鍊鋁及 公用
Kinlochleven, Argyllshire	20000	900	63	33000	波登水輪	半臥直流發電機	水力及 燃油	British Aluminium Co.	1908	鍊鋁用
Falls of Clyde Lanarkshire (2. stations in series)	15500	190 及 97	385	無	反擊水輪	11 000 v 25~ 直立交流發電機	燃油	Clyde Valley Power Co.	1926	公用
Maentwrog, N. Wales	18000	600	23	7500	反擊水輪	3600-v 50~ 交流發電機	燃油	N. Wales Power Co.	開於 1928	公用
Lochaber Scheme William, [Inverness-shire]	75000	800	303	—	波登水輪	直流及 交流發電機	—	British Aluminium Co.	開於 1929 仍在建設中	鍊鋁用 5000馬力 其他用於 工業上
Grampian Scheme, Perthshire (Astations)	42000	不同	417	80 000 2500 10 000	反擊水輪	直立交 流發電機	—	Grampian Power Co.	仍在建 設中	公用

## 結 論

水力發電在英國尚有多處未能舉辦，此非缺乏是項投資，實為公家之恐懼妨害風景所致。但水力電廠對於妨害風景並不如煤礦、石礦，及其相類者之甚。况廉價之原動力為英國財力之所賴倚，故是項妨害風景之舉，亦決不能稱為破壞也。况且，若誠舉辦，則人民之用電趨向及生活程度，當可提高，且多數未被侵佔之風景，當可有較多人民得享受矣。

## 英國無線電雙波廣播電台布置

趙曾珏 王懋生

**摘要** 英國廣播電台區域計劃包含着許多雙波無線電發送台，每只電台都能夠用不同的波長，同時發出兩種的節目；並且天綫上的能力，都是50瓦，這篇說明裝在倫敦附近北羅克門公園（Brookmans Park Hertfordshire）的雙波無線電發送台。這篇敘述這種廣播電台的地址，給電方式，運用方法和無線電發送機。至於發送機的詳細計劃，這裏還沒有述及，但而主要的幾點，亦稍稍談及。其他關乎電台的大概佈置，建築，強電力真空管的屏極，高壓直流發電機，調幅的低頻器具，和試驗用品等，也有述及。

### （一）引言

這篇所說的，是鄰近倫敦的無線電廣播電台。這個電台，能夠發出兩個不同波長，所以在同一地方，能夠利用一種電力，和兩種同樣的廣播電發送機，發出波長不同的調幅高頻能力。

這個電台，是根據英國廣播電台分區計劃，首先造成的。二年前雖有了丹文屈來的電台能夠發出二種節目，但是他們的二只發送機是裝在相隔100多碼的地方，並且他們的發送波長相差很大。

英國廣播電台分區計劃要將這種雙波廣播分定了五個中心點，這五個中心點是在蘇格蘭，英格蘭北部，英格蘭東南部，英格蘭中部，英格蘭西南部（包含威耳斯西南兩部）。這五個中心點裏面，有兩個已經成功。丹文屈來電台是裝在英國中部，現在所要研究的電台，是裝在英國東南部（倫敦）的。

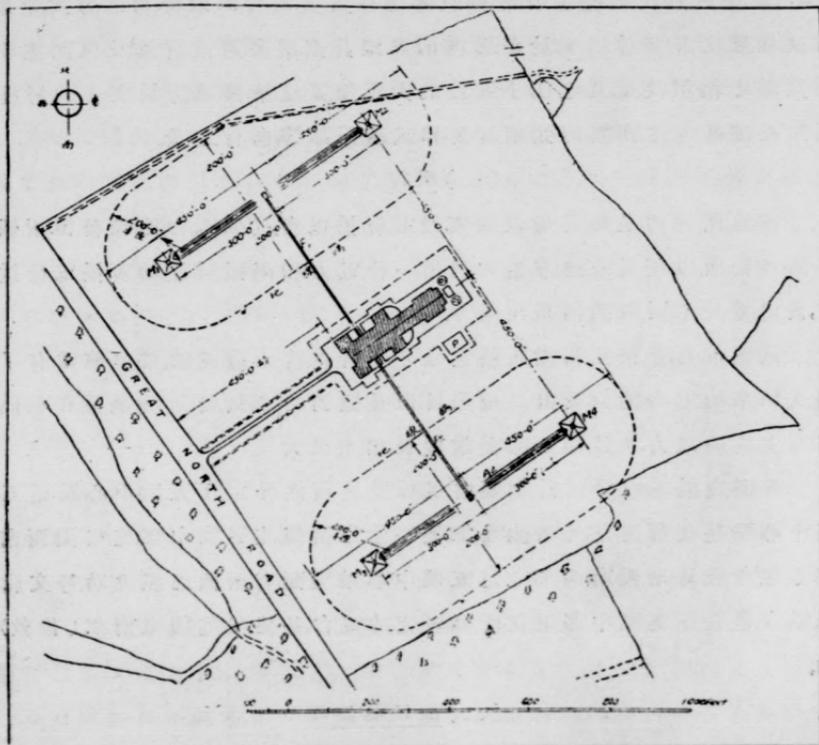
### （二）地址的選擇

雙波發送機地址的選擇，不僅根據那地的區域和人口，並且廣播的分配，也有關係的。

數年來倫敦與附近各州的聽衆已經聽慣了裝在西端 (West End) 的 2kw 電台,對於該台的電力場強度 (Field strength) 也是明白了。假設我們要裝一新電台,對於新舊電台的強度比較是值得研究的。

新電台的地址,是定在倫敦邊界上,但而離開倫敦的中心,又不得太遠,因為太遠了,則倫敦的電力場強度就比從前低,但而太近了亦是不對,因為太近了,則收到的聲音很大,未免使聽衆難接此外別處的播音了。

前面幾種理由,可以決定新電台與舊電台的距離,但而新電台與舊電



圖一 電台地址

台的方面關係，也要決定的。沿東方太晤士河口選了一個地方，是很無稽的，因為裝在東方，則電台業務大半偏重在北海方面。裝在南方，則受了航空的禁止，不得在 North Downs 上裝電柱。裝在西方，則太強的電力場會擾及航海船舶的通信，並且這裏已經有丹文屈來的電力。從各方情形看來，北方是最好的位置。因為這裏有裝好的電話纜，可以利用他連接倫敦播音室和發送機等。

地址最後選在大北路 (Great North Road) 的東面，離赫德斐 (Hatfield) 約數哩，離倫敦中心約十五哩。面積約 34 畝，土地平坦，對於裝置，天線還很適宜。並且台址的高低一樣，外觀很好，還可節省許多經費。

電話線離電台很近；自來水每天能供給 10,000 加倫。

在購買地基以前，先測驗他的電氣性質，以便確定天線的位置。將 1 瓩的移動發送機，裝在所選定的地方，所以證明距離 110 尺的天線的高度是否與理論符合，假設地土是完全傳電的。有許多地方的地下損失很大，使得天線的發射效率減低。利用這種測驗，吾們就可以確定最適宜的地址了。利用這個試驗用的發送機，還可以確定了倫敦境內的電力場強度。將測驗電力場強度的器具，安置在蓬車裏面，在距離電台 10,000 哩地方，吾們就可以乘車子去測定那地方的電力場強度，並且繪出各地的電力強度。

### (三) 電台佈置。

#### (甲) 電力供給

電台裏面裝有發電所，不必仰給外來電源。因為外來電源發生障礙，使得廣播電台立刻停止播送，並且電費與外來電源一樣，有時還可少一點。各種節目，大都需要大宗金錢，和許多時間纔能夠辦得到的。如果因為沒有電源而停止播送，未免覺得太不合算。所以電力一項，關係非常重大，吾人須設法避免了各種阻礙，同時使得發電的電壓沒有什麼變動。因為這兩種原因，所以採用提士引擎發生直流電，並且利用蓄電池避免了電壓的變動。

#### (乙) 佈置概況

下面各節，說明電台內容的大概形狀。

電台內容，自供給提士引擎的原油 (Crude Oil) 起至發送高頻電流的發送機止，都有遞進的次序。01和02油池 (看圖一圖二) 裝在機房的後部，足夠三月之用 (發送機滿負載)，油池中間是冷水塔 (c)。電力廠內共有提士引擎四座，轉動一只直流發電機，發電機的輸出電能經過蓄電池室內 (B) 的 2000 安時蓄電池，電力廠的輸出線引至電動機發電機室 (M) 內的配電板  $W_1 W_2$ 。因為免除雜聲起見，所以電池室 (B) 裝置處 (Q) 金工場 (H) 儲存室 (K) 等，都在發送台和電動機發電機室中間。電動機發電機室裏面的機器，是將 200 的電力，變為適當的方式供給發送機的。發送機是裝在發送室內，他的輸出線，引到配電板  $W_3$  (裝在發送室裏面) 這樣的裝置運用非常便利，並且可以減省了許多管理人員。發送機的輸出量 (Output)，用二條饋綫送至天線 ( $A_1 A_2$ )，每只發送機的天線上，電力都是 50 瓦調幅低頻電流自倫敦播音室起，用鉛包綫引至管理室，( $R_2$ ) 調幅電流增至一定程度後，進入兩只發送機中。

真空管冷却水管，在房屋外面，這種水管都裝在三和土水櫃裏面，水櫃裏的水，環繞水管的四周。

### (丙) 建築

房屋是英蘇建築公司 (Anglo-Scottish Construction Co., Ltd) 承造的，由英國無線電廣播公司的土木工程師監工，就主要工程設備而言，這座房子是單層建築的。許多人以為地面上築有走廊對於房屋位置，總可節省一點，然而依照計算所得的結果，覺得節省很少。機件和發送機的距離，愈遠愈好，使得發送機室內沒有什麼激烈的聲音，因為發送機室內一定要肅靜，不但使機件的運用覺得平穩，並且對於檢查弊病 (如發火花和電弧等) 也覺得容易。將發送機裝在最高一層，果然可以避免各種雜聲，但而地線的引線太長，和兩發送機的感應作用，都是不對了，因為這種原因，所以一定須用寬大的地方。

除了單層建築外還有 (1) 地下的地窖, (2) 辦公的房子 (單層的)。地窖的用處有二種: (1) 使得電動機發電機室 (M) 和配電板  $W_3$  發送機  $T_1$   $T_2$  等的接線, 比較容易, (2) 可以裝置抽水機, 水櫃和電池等。大概線路很繁雜的電台, 一定要有地窖, 因為在地窖裏面比較在隧道裏面的線, 裝置和觀察都容易。

房子的建築, 是非常簡單化。內部沒有什麼裝飾, 都側重實用的。大房子的牆壁上, 用白色顏料塗好。引擎間和電動機發電機室內的地板, 是紅磚造成的。發送機室內的地板, 是紅橡木造成的。天花板是白色, 辦公室和走廊都是灰色, 所以防止穢污。

電台是築在草地上, 他的四周, 都有很硬的石子路, 所以很重的貨物, 也可以運到裏面 (如運送機油到油池)。

#### (四) 電力廠.

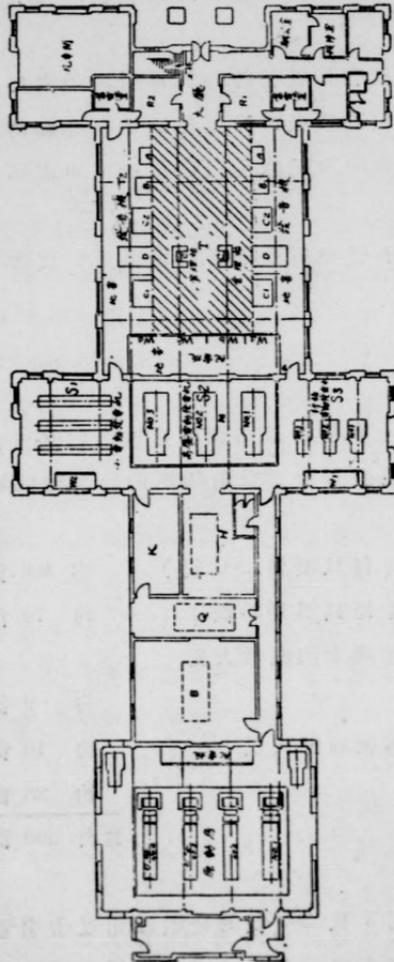
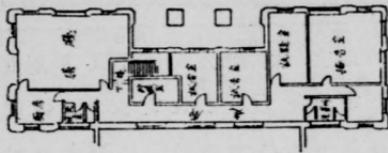
##### (甲) 原動機

每只發送機的天綫電力都是五十瓩, 他的最高調幅係數大約是一百。天綫上的電力, 最初計劃只要30瓩, 但而發送機要放射50瓩的時候, 他的輸入量總要500瓩。

二只高壓電動發電機的輸入量 (每只須要 200 瓩)	約 400 瓩
二只絲極電動發電機的輸入量 (每只須要 35 瓩)	約 70 瓩
柵極上負電的電動發電機和發送機上調幅放大器的電動發電機的輸入量	約 9 瓩
轉動零件和真空管冷却水的抽水機的輸入量	約 10 瓩
電燈廚房等	約 25 瓩
	共計 500 瓩

電動發電機的詳細的說明, 請看下面。

因為需要 500 瓩的電力, 該台採用 3 只 200 瓩的發電機, 用提士引擎發電比較蒸氣好, 是無須說明的。四座提士引擎與分捲式發電機直連, 他的



電壓是 200 至 260 伏，運用的電壓，大概是 230 伏。三座引擎是時常用的，其餘一座，是預備的。第二圖說明電力廠的佈置法。

發電機的樣式，一定要謹慎選擇的，當二只發送機至天綫上，電力是 30 瓦的時候，則二座引擎適在滿負載狀態。當三座引擎都在滿負載的時候，一定要有 100 瓦的預備，使得電台各部都能夠發出最大的力量。直流電所以比交流電好，就是因為直流電能夠蓄電池關於這一點，到後面再詳細說明。

利用原油的引擎，振動問題，是非常重要的，  
 (一) 對於發送機的影響，  
 (二) 對於居民的不安，因為該兩種原因，所以採用六氣缸的直立引擎，每只氣缸的馬力為 50,300 轉/分，總共是 300 匹馬力，這種引擎，是 Ruston and Hornsby

公司製造，並且是最新計劃的，利用燃料固體注射法 (Solid injection) 是完全提士活塞式 (Diesel trunk-piston) (完全提士指燃料無須引火因壓縮而發生熱的)，各注重的部分，都有壓迫潤油法。

至於機件的詳細說明，這裏也沒有述及。至於機油的性質，敘述如下

油的比重	0.915
油的熱量	19,200 B. T. U. 每磅
滿負載的消耗	0.422 磅每馬力每小時
半負載的消耗	0.47 磅每馬力每小時。

引擎的振動，雖然是很小，但不可以傳到發送機上。因為這一點的關係，所以將引擎裝在一種特別基礎上。基礎的製造法如下。四座引擎裝在 45 $\frac{1}{2}$  尺長，32 尺闊，6 尺深的水泥石板上，這塊石板的重量，是 600 噸，他的水泥混含量是一定的，不得少於確定的重量。這塊石板又裝在石筏上，用一種物品 (名稱叫做 Corosil) 將石板與石筏分開。這種物品是含有軟木樹的鐵格子，有極強的堅牢性。鐵架子方方兩尺六寸，軟木樹的厚是 2 寸半，軟木樹每平方寸的壓力是 7.5 磅。石板和石筏的牆邊又有 3 寸闊的空地，用柚木板蓋好，當做電力廠內的地板。這種特別基礎，是 Christic and Grey 設計的。

外面的兩只油櫃 (載重 75 噸) 預備儲蓄柴油用的，他的容量足夠全廠 (滿負載) 三月之用。離心式的柴油濾清器，所以濾出來柴油裏面的水和雜質。引擎裏出來的熱水，用冷水塔裏的水冰冷他。冷水塔裏的水，是全台屋頂上的雨積聚起來的。因為軟木對於水管，是沒有過量沈澱的。

回氣式樣的設計，是非常謹慎的，能夠使附近百碼的地方都沒有聲音。並且有一只廢氣鍋爐，使熱水管在各個房間內發出適當的熱量。

### (乙) 電池和配電板

蓄電池是替代電源用的，這種電池是 D. P. Battery Co. 製造的，他的電量是 2000 安時，十小時的放電率他的效用如下：——

(a) 替代出病的引擎和發電機，在一小時以內，可以有 1,000 安的放電，

每只電瓶的電壓等於 1.75 伏。

(b) 在沒有播送的時候,就可以利用蓄電池燃點電燈,和轉動附件及金工場裏的馬達,因為這種負載,是很輕的。

(c) 在負載變動很利害的時候,利用蓄電池可保持一定的電壓,不過這種情形,不是時常有的,當一只發送機正在發送節目,而別一只發送機,又要運用的時候,或某只電機忽然出病的時候,就須要蓄電池了。

(b) 種效用,對於蓄電池很有裨益,無須特別的裝置。

兩只分捲升壓機,預備蓄電池充電和放電的時候用的,沒有端瓶連接法,升壓機是用相反電位的整理器,利用人工管理的,如果用自動相反的升壓機,就覺得不大經濟了,因為在普通情形之下,機器的負載總是一樣,有時雖然出了弊病,管理者能夠在幾秒鐘以內就可以校好了。驟然的電壓降低,聽衆方面是不大覺得的。

電力配電板,由 English Electric Co, 造的,共有下列幾種。

主要發電機列板二只,升壓機馬達列板一只,蓄電池列板一只,主要饋電綫列板一只,電力零件列板一只,電燈列板一只,預備列板一只,

自電動發電機至兩只發送機的主要饋綫都清楚分開,所以在一只發送機播送節目時候我們仍舊可以利用發電機來試驗別一只發送機的真空管,沒有什麼短路的危險。這樣的接法,在綫路繁雜的發送機中,是很有用的。普通兩只匯電桿與饋電綫都是平行的,饋電綫是 4 吋, 0.5 吋的銅板,裝在瓷質絕緣體上,由走廊的屋頭進入電動發電機室中。

(丙) 電動發電機間

每只發送機,在滿負載的時候需要輸入量如下

供 給	電 壓	電 流	電 力
水冷真空管的屏極電力	10,000伏	16 安	160 瓦

水冷真空管和氣冷真空管的絲極電力 (主振盪點除外)	22	1100	24.2
最後一級的柵極負電壓	200	4	0.8
最後第二級的柵極負電壓	2000	0.2	0.4
調幅器,調幅器放大器的柵極負電壓	500	0.5	0.25
主振盪器的柵極電力	2000	0.06	0.12
調幅器和調幅放大器的屏極電力	3500	0.35	1.2

上表是50瓩的確實輸入量

第二圖說明電動發電機間的裝置,共有三個地方。S<sub>1</sub>裝有許多小機器,如柵極負電,和小高壓電力等等,大概都是1瓩左右,裝在離地三尺高的柱礎上,四周還有可移動的鐵柵圍着,這裏的裝置,使得管理和修理的人,都覺得非常便利。S<sub>2</sub>裝有高壓直流發電機,他的輸入電壓是220伏,輸出的電壓是10,000至12,000伏。S<sub>3</sub>裝燈絲發電機,他的電壓很低,電流很大,這三種機器,是非常可靠的,在普通的時候,每種機件,都同時運用的,倘使有一只出了弊病,則將完好的去替代他。

#### (丁) 主要高壓電源

管理變換機的馬達,裝在W<sub>1</sub> W<sub>2</sub>裏。W<sub>1</sub>運用高壓電機和燈絲發電機, W<sub>2</sub>運用S<sub>1</sub>處的零件。

關於採用高壓電源的最好方法,決定用電動發電機,不用熱矯流器,因為電動發電機的設計簡單,並且靠得住,裝在這台裏的機器,是English Electric Co. 的J. E. Calverley計劃的,他的最大電力是160瓩,750轉/分,電壓自7,000至12,000伏,能夠在7,000至12,000伏電壓內發出160瓩的滿負載電力,電壓的最低限度,亦要選定的,因為水冷真空管在發送機的最後一級中,有電閃作用,丹文屈來的電台,因為計劃未妥,時常發生的這種弊病,機器的運用,最好開到10,000伏,但在最後幾級中,一定要開到12,000伏,因為

較高的電壓，對於效率和調幅輸出，都覺得好一點。

電動機是複捲式，發電機即用饋電線的電力勵磁。兩只發電機的磁場，是永遠連接的，用一只調節器去管理他。

高電壓自兩只電銜裏發出，每只電銜有兩種分開捲線和兩只整流器。一總四只整流器是永遠直連的。變動磁場的電阻，就可以將每只整流器的電壓自1750變至3000伏，所以能夠發出到12,000伏的高電壓。

#### (五) 發送機室的裝置

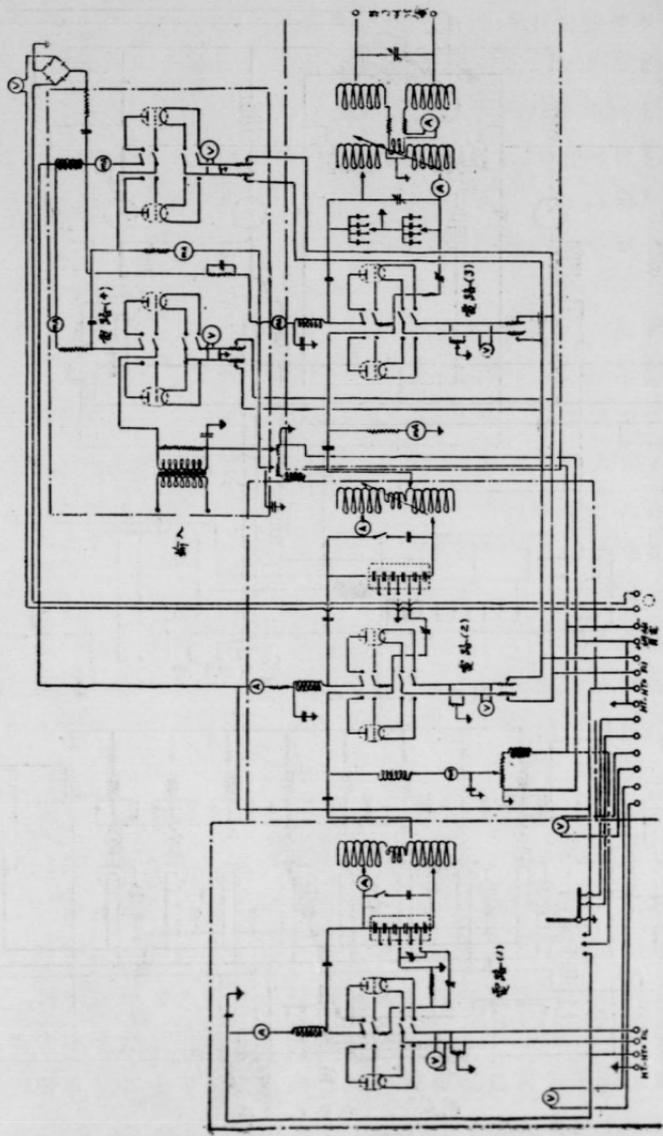
##### (甲) 佈置

發送機室是73呎10吋長，60呎闊，25呎高，二只發送機相對而立，中間有很大的空隙地。配電板和發送機成直角，發送機和配電板的底下，就是地窖。地窖的高，可容人行走。自發電機到配電板，和配電板到發送機的線，都裝在這個地窖裏面，主要的線由 Drake and Gorham Ltd 裝置的地窖裏面，還有水瓶，水管，零件，電池，打水機等等。

##### (乙) 配電板

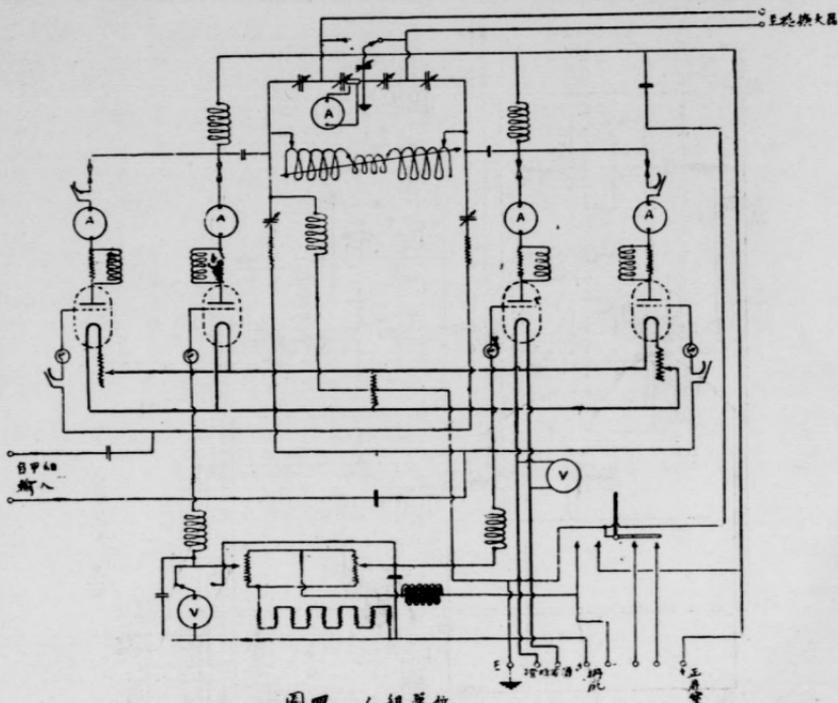
配電板共分四部， $W_a, W_b, W_c, W_d$  (參看第二圖) 各發電機的輸出線，都要先經過配電板的調整，然後接入發送機。 $W_b$  和  $W_d$  管理  $S_1$  處各小機件的輸出 (供給柵極負電的用)， $W_c$  包含  $S_2$  處的高電壓直流發電機的輸出線。 $W_a$  管理電動發電機室裏  $S_3$  的供給絲極發電機 (看第二圖)。

配電板的裝置，要使每只發電機的輸出線，都可以接到每只發送機。方法原是一定的，無須說明。配電板中部的高壓開關，對於管理便須絕對安全。任何傳電部分，不與配電板面接觸。各種機件的距離很遠，配電板外面都有玻璃櫃子保護着。斷路器，裝在很適當的地方，使電路截斷時候所發生的火花，不會損及機件的任何部分。故所有斷路器總裝在配電板上部的上方，斷路器的前面磁蔽 (Magnetic shield) 是正電位的，都用通地氣的金屬網保護着，使管理人員，不致與斷路器的傳電體接觸。勻流電容器裝在配電板的後面，配電板完全隔離高壓的物件。

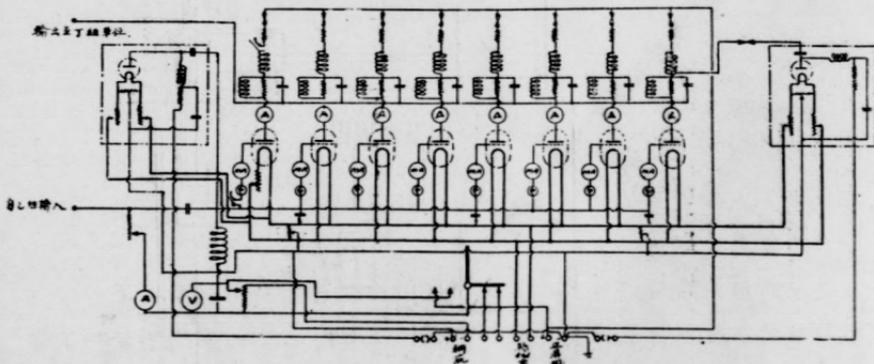


圖三 中頻單位

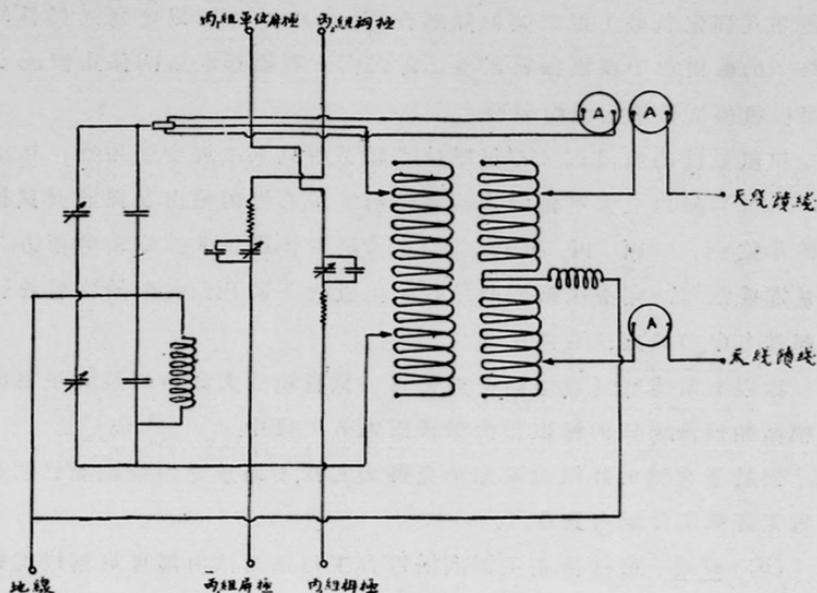
檢波器



圖四 乙組單位



圖五 丙及丙組單位



圖六 丁組單位

## (丙) 發送機

(a) 計劃大概。利用低電力的調幅，比較高電力好，經過英國廣播電台工程部的承認已確定無疑了，低電力的調幅是利用頻振盪的，並且好數次的放大。

每座發送機含有下列四個單位：——

甲組單位包含着調幅的各部電路，如低電力的振盪，基本頻或中間頻雖在很大不失着調幅的時候，也須維持使其穩定。

乙組單位擴大調幅振盪的電力。

丙乙兩組單位乃擴大乙組輸出的電力，使得他能夠發射出去。

甲組單位包含着四種不同的障蔽電路，如驅動器，隔離器，調幅的振盪放大器，調幅器等。詳細的圖形，看圖3。電路(1)是真空管振盪器，他的振盪頻，決定天線系放射的載波的頻，為免除頻變動起見，驅動電路 (Drive circuit)

須運用在固定負載上。電路(2)的隔離器(Separator)就所以達到這種目的，電路(2)的輸出加于調幅振盪產生器電路(3)上，調幅器電路(4)係用恆流<sup>\*</sup>方法，使振盪幅依低頻電流而變動。

甲組單位的輸出，送入乙組單位。乙組是兩只水冷真空管用推拉按法(Push-pull)，所以放大甲組的調幅高頻的電流。乙組的輸出，又經過兩只相似的單位丙<sub>1</sub>和丙<sub>2</sub>，丙<sub>1</sub>和丙<sub>2</sub>俱用水冷真空管，連在推拉電路的兩方，丁組是電感、電容的完全線路(所以發生振盪的)與丙<sub>1</sub>丙<sub>2</sub>的真空管連接各部都有中和的方法，看圖4, 5, 6。

綜以上所述，可見發送機全部實為一只高頻放大器，所以放大甲組的調幅高頻電流，末級的輸出，即由饋綫而進入天綫中。

對於發送機的詳細說明，未免覺得太冗長。不過重要的幾點如已明瞭，則研究詳細部分，就有興趣了。

(b) 構造 發送機，是英國廣播電台工程部設法，由馬可尼無線電報公司製造的，所以設計材料，都根據丹文屈來電台經驗，經過一年以上的研究。

機件的設計，對於管理人員的安全，是非常重要的。機器的各部，都裝在鋁網上(通地的)。因為便利檢驗機件起見，發送機外面還有許多玻璃門，開了玻璃門，就可以接近了各種機件。但而在機器沒有停的時候，玻璃門是不能開的，因為玻璃門的把手，和斷路開關相連，這種金屬的構造還可以減少散磁場(stray field)。各機件一定裝在很容易拿到的地方，並且不用羅絲連接，而用插頭使調換損壞機件的時候，無須拆去各種電綫。

電流表和電壓表，是運用上很重要的東西。每只真氣管的屏極和柵極，都有不同的電表，使管理人員能夠辨明同樣真空管的運用。

水冷法(Water cooling)五年前所計劃的丹文屈來電台，他的冷水絕緣(與幾千伏的屏極接觸)用下面的法子造成，當冷水經過多孔板的時

候變成很細的細點，這也是一種完全絕緣體，冷水的進入和流出都經過噴霧器 (Spray)。但這種方法，是容易出病的，因為水點裏的細砂，會堵住噴霧器的小孔，現在所研究的冷水法，就好得多了，水的流出和流入，都經過很大的橡皮管，橡皮管其水和地下是傳電的，所以有直流電通過，並且又有電容器作用，所以有高頻電流通過，但損失很小不會發生弊病的，冷水自屋頂上面的水櫃裏流下，流入橡皮管，經過真空管的屏極，而回到地窖裏的水櫃中。這裏的水，又用打水機將他抽到屋頂上面的水櫃中，所以和屏極接觸的水是完全封閉牢的，並且使所用的水，有適當的硬度，冷卻器 (Cooler) 是水渠所造成的，裝在屋外的水泥塘上，這裏的水，用地窖裏的抽水機抽出，噴在橡皮管的外面，有了這種的冷卻裝置，則真空管外套所流出來的水，雖在夏天，也不會超過  $110^{\circ}$  F. 每只發送機還有別的水渠，但外面的水是公共用的，種工程，是 Messrs. Rosser and Kussell 承造的，各種遙示式的器械，可以表明這水流的速度和溫度，各真空管的水冷法，一定要保持着很好的狀態，以免電閃的現象。

(未完)

## 傳 記

### 惠脫司東 (Wheatstone) 小傳

范 崇 武

有功于電訊學的發明，人才輩出，除了幾位創造基本單位的名人外，惠脫司東可算是佼佼者了。據近代電話電報界的立論，電學家源源不絕的如此普遍，推其因，考其故，皆惠脫司東橋 (Wheatstone bridge) 之功吧！雖然這橋原非他所發明，他也不願將他人之功而據為已有的，可是惠氏的名，因之而隆重，是在他能把確切的基本原理，作實際上的應用，他原是一個電訊實施的先鋒，不但此，他更是在當時研究物理科學的國中一個領袖呢！紀念他的偉大，他的發明，他的所以發明，當然應所注意的，但是他奇妙的思想，正直的人格，溫柔的品性，更值得我們的欽仰和企慕。



約五十年前，法國科學社書記名 Jean-Baptiste Dumas 者，惠氏之同代人也。一日講“惠氏的死”在巴黎城內，這一席話關於惠氏的一生，最為痛切。我們欲知惠氏的底蘊，他是無上的介紹者。關於惠氏的作品，倫敦君主大

學(Kings College)的幾位領袖把牠盡量的攝成照相陳列和表揚。在喬治第三的博物院內，也收集了惠氏平時試驗器具多種。惜乎關於這種物品，很少詳細的說明。在數種雜誌中，如一八七九年倫敦物理科學社出版的“The Scientific Papers of Sir Charles Wheatstone,”或可以見到梗概。

惠氏，英人。在一八零二年二月，生於英格蘭 Gloucestershire 城內。當此時，其父販賣樂器度日。所以惠氏幼年時代的家庭狀況，貧苦得很，環境不良，也可想而知。但他獨能奮起研究科學的精神，創造試驗，我們覺得驚奇外，更覺到他難能可貴。

惠氏年四齡，遷居倫敦，受得了一些私立學校的教育。小少時代，能引人注目的，是他天賦的機械上的智能。年方十九，竟發揚着他的天才，那時他製了一種微小的佈音器，憑着鵝毛似的一綫，懸在天花板下，取其名曰“the enchanted lyre”。這小小的作品，竟成了無線電廣播的鼻祖。當此佈音器在 Adelaide 美術展覽室，展覽時，頗得人士所贊許。惠氏初露頭角，便覺非凡，於是乎鼓勵他以後格外的努力。

當發明這佈音器時，他已了解 Thomas Young 在一七七三年後所發表光學論理，對於波動原理，更所清楚。所以惠氏的研究，其程序是由聲而光，由光而電的。在一八二三年，他曾經發表了一篇關於科學上的文章，當時他還是從事於製造樂器呢！他平時工作所得的酬報，悉數用以擴充他試驗室的設備。入後聲譽漸著，在一八三四年，被聘為君主大學哲學教授，在一八三六年一月，他又被選為皇家會(Royal Society of London)的會員。

貫徹惠氏的發明，我們把他的傑作，略述一二。在一八二八年，發明了一個“Kaleidophone.”用以研究二種諧和振動的，還有“Wheatstone's gas-jet organ”這樂器，恐怕是他研究空氣柱共鳴的成績吧！

在一八二八和一八三八年之間，是他由聲學而轉入研究光學的時代。於此聲光交替時，關於聲學上的作品，可紀念者，乃是一八二九年所發明的“English Concertina.”，這樂器，後來普及英國，起初他享有專賣權的。此外有

一個 “Speaking Machine,” 靠着機械上的結構，模仿吾人的說話，其智巧可知。

惠氏的名，所以千秋不忘者，在他於一八三五年發表一篇 “The Prismatic Analysis of Electric Light” 文章。他說光帶中，有亮線發見。總之光帶分析是他造成基礎的。關於光學上的貢獻，頗多。今也不贅了。

惠脫司東橋，是他電學中的貢獻，最所推重的。實則此橋的發明，非惠氏而乃戚氏。（Samuel Hunter Christie）。可是發明者，並不澈底了解，經惠氏的一番考究，於是乎原理簡而明，應用多而廣。惠氏之功實大於戚氏。當應用此橋時，他毅然決然的定了一個阻力的標準。他的標準是一英尺長的銅綫重一百 grains 直徑 .071 吋今日通行的 mil-foot 單位，就脫胎於此吧！

惠氏研究電光速度，在一八三四年出版的 “Philosophical Transactions of the Royal Society”，有詳細的解釋。他量電速的方法，是獨出心裁。雖然後來經海佛仙（Oliver Heaviside）的批評，得比光速為低的速度。可是他的法子確有相當的猜測，惠氏是有奇思而無妄動的。

關於電報的發明，惠氏有奇特的貢獻，實說不勝說；一言可想見他的偉大，就是他在一八六八年，因自動電報成功，而封為爵士。

發電機的發端，惠氏也有一臂之力，他在一八四一年，造成了一機其術圍繞法，是線圈中真的有直流電流着的。今日通行的並勵發電機也是惠氏的高見，這是他在一八六七年皇家會中所發表的。

亨利（Henry）的工作，惠氏也多有價值的襄助；法拉台（Faraday）的試驗，惠氏也時有意見參加。惠氏是當時研究科學中的健將，雖是他沒有受過完善的教育！

WASHINGTON UNIVERSITY

SAINT LOUIS

OFFICE OF THE DEAN  
SCHOOLS OF  
ENGINEERING AND ARCHITECTURE



February 28, 1931.

Dr. Yu H. Ku,  
College of Engineering,  
University of Chekiang,  
Hangchow, China.

My dear Sir:-

This morning I received from my friend, Professor D.C.Jackson, your letter to me dated January 14, together with the Chinese translation of Chapter VI of my book on Direct-Current Machines. Permit me to say that I consider it to be a very great compliment that you have paid to me in selecting my book as one of the group you are preparing for the use of students in your country, and that I felt both pleased and honored on reading your letter.

The translation into Chinese is beyond my powers as a linguist, your language being to me a totally closed book. Nevertheless, I am much impressed with the beauty of the typography, and congratulate you upon the result of what must have been an arduous task.

It will give me much pleasure to write a special preface for your translated version, and to send you a print of a recent photograph. These will be sent to you in the course of a few days. In the meantime, allow me to wish you much success in your work.

Very sincerely yours,

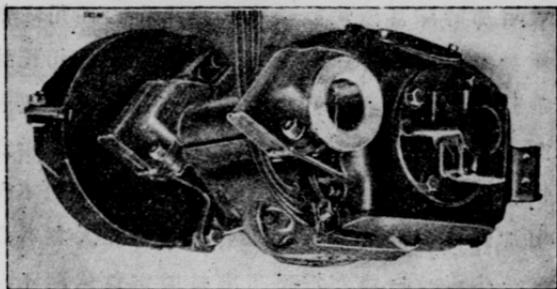
Dean

美國 Langsdorf 教授致顧毓琇博士信

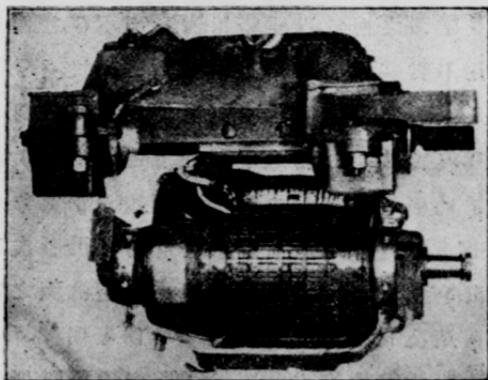
135. 串激電動機之應用——串激電動機之速度，當負載增加時，降落極快，故凡拖曳之工作均適用之，如電車，起重機及滾鋼機等等。例如電氣鐵道之工作，用恆速特性之電動機如分激機者極少，蓋恆速特性之電動機若外加電壓不變，其速度恆不變，當車行上高坡時，必須增加工率之供給，而電流亦隨之增大。若用串激電動機則不然，當負載增加時，其速度必減低，故能自動防止過大負載之危險，而在一定限度內，能在電系內維持固定負載而不變，同時其發生轉力之比例，比電流之正比例為大，而分激電動機發生之轉力，則反不及電流之比例。

用於鐵道汽車，起重及滾鋼等工作之串激電動機，普通皆用全封式。用於鐵道及汽車上之電動機尤當有防水之設備及堅強之構造，以經粗用，因路面不平，且開車控制器亦每用不得其當。若開車時電阻除去太快，必致有極大之電流及過大之轉力發生，而使電銜之線捲散碎。

第 250 圖表示一新式電氣鐵道電動機，乃美國奇異公司所造，此機有箱架，為內間極式而用力引通氣者，其冷氣之進出，均由機架之小齒輪端。其電銜可由整流器端開口處取出。第 206 圖示一分裂機架式有整流極之電動機，係美國西屋公司所造，第 207 及 208 圖表明 205 圖電動機之整流器及電刷。第 209 圖示 205 圖上電動機之特線，210 圖乃 206 圖電動機之特線。

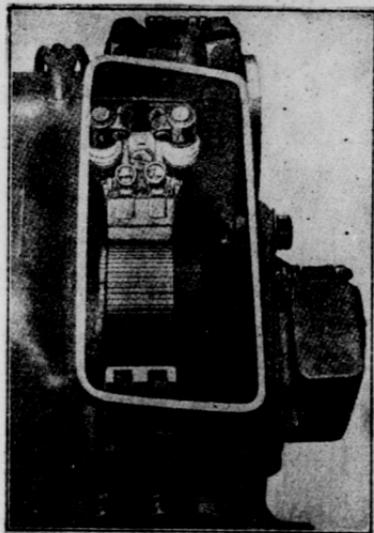


第 205 圖



第 206 圖

串激電動機特線之方程式\*——第六章第 117 節內，曾根據弗羅里氏方程式中磁流與磁激之關係，以數學方式討論分激電動機之特線，此節亦以同樣之方法，研究串激電動機之特線，以得其速度及轉力特綫之實驗方程式。蓋是種方程式有時或可有用，而主要之目的，則在舉一極



第 207 圖

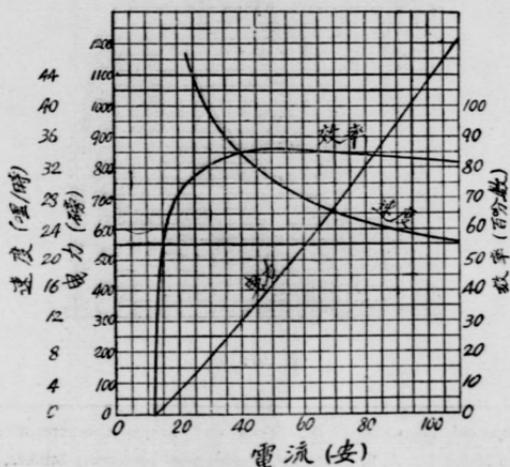
\* Empirical Equations of the Speed and Torque Characteristics of the Series Motor, by A. S. Langsdorf. Washington University Studies, Vol. 6, No. 1 (1918).



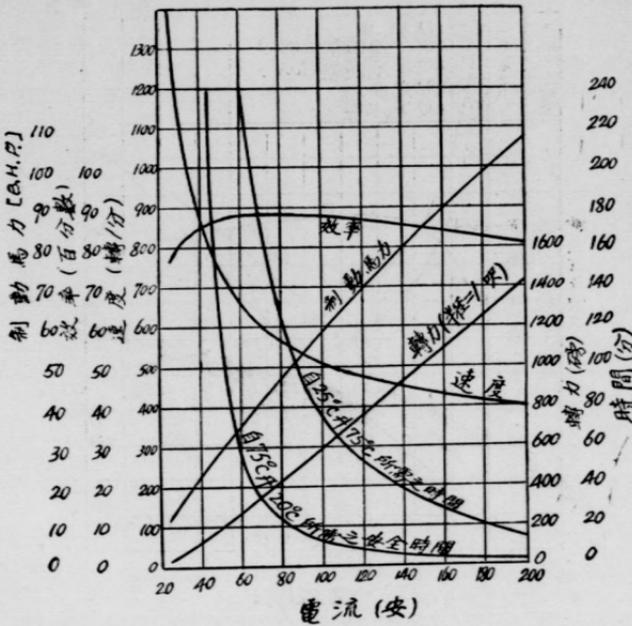
第 208 圖

好之例,表明求一方程式以適合實驗所得圖線之方法。

例如,試欲求第 211 圖上速度及曳力曲線之方程式(曳力與轉力成正比)。



第 209 圖

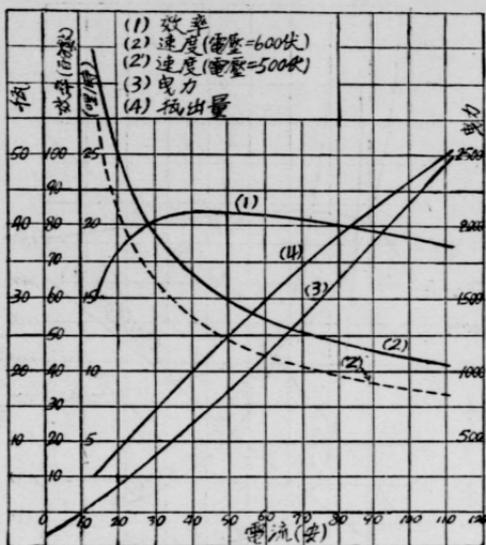


第 210 圖

設磁流與磁激之關係,可以下式表明之。

$$\Phi = \frac{ai}{b+1} \dots \dots \dots (12)$$

依此,電銜之祛磁安匝 (demagnetizing ampere-turn) 亦可計算在內;蓋若淨磁激可以  $(1-k)i$  代表之,  $k$  爲一常



第 211 圖

數,等於每極電銜祛磁安匝與每極場捲安匝數之比,則弗羅里方程式應寫作

$$\Phi = \frac{a(1-k)i}{b + (1-k)i}$$

若分子分母各除以  $(1-k)$ , 其結果乃與方程式 (12) 同式  
從方程式 (4)

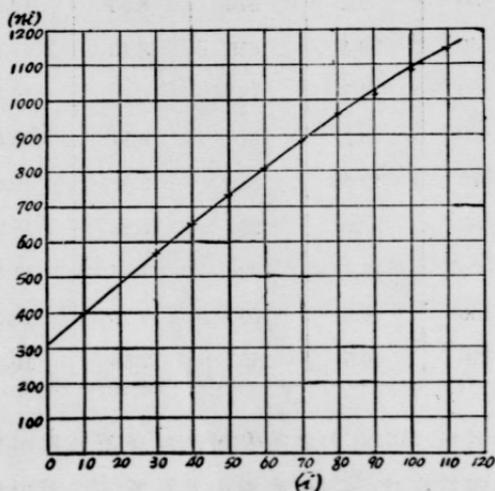
$$V = \Phi Z'n + ir,$$

其中  $r$  乃電動機全部之電阻,若以方程式(12)中至代入,

$$\text{則 } V = \frac{aZ'ni}{b+i} + ir$$

$$\text{或 } ni = \frac{Vb}{aZ'} + \frac{V-br}{aZ'}i - \frac{r}{aZ'}i^2 \quad (13)$$

設在方程式(13)中,以  $ni$  之積為一新變數  $y$ ,而以變數  $i$  為自變數,則此方程式表示一拋物線,其軸與  $y$  軸並行。從第 211 圖速度特線上,將各點之縱橫坐標值列入一表,如第一表,又自每點  $n$  與  $i$  之值,計算  $ni$  之積,則可預期  $i$  與



第 212 圖

ni 所作之曲線爲一拋物線第 212 圖曲線之作法，卽本此旨，自此亦可證明此法之適當。

方程式(13)中，若令  $i=0$ ，則

$$(ni)_{i=0} = \frac{Vb}{aZ'}$$

表 一

1	2	3	4	5
i 安	n 哩/時	ni	$\frac{ni-320}{i}$	n (計算數)
30	19.2	576	8.53	19.22
40	16.4	656	8.40	16.43
50	14.7	735	8.30	14.71
60	13.5	810	8.17	13.52
70	12.65	886	8.08	12.64
80	12.0	960	8.00	11.96
90	11.4	1026	7.84	11.39
100	10.9	1090	7.70	10.92
110	10.5	1155	7.59	10.50

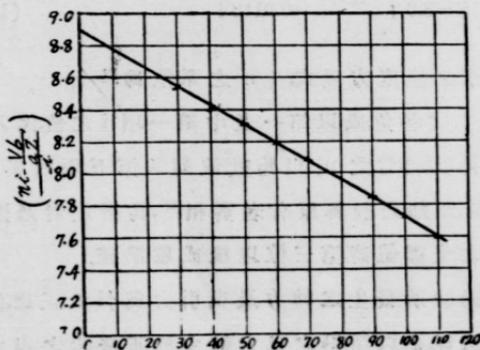
故若以 212 圖上之曲線，向後延長，使其與 ni 軸相交，其截線卽爲常數  $\frac{Vb}{aZ'}$ ，在此圖中，此值爲 320。若 ni 與 i 所作之曲線甚平，或從原有紀錄上（或 211 圖上）所決定

之點，遠在坐標軸之右，則用上法所定之  $\frac{V_b}{aZ'}$  之數值，恐不準確。此時當以其他  $\frac{V_b}{aZ'}$  之數值試之，直至適合而後止。試值之合適與否，當以下述之方法驗之：

用自 212 圖所得之  $\frac{V_b}{aZ'}$  之值，方程式 (13) 可寫作

$$\frac{ni - \frac{V_b}{aZ'}}{i} = \frac{V - br}{aZ'} - \frac{r}{aZ'} i \quad (14)$$

而  $\frac{ni - \frac{V_b}{aZ'}}{i}$  之值，可自第一表之記錄中計算之。試觀方程式 (14)，則知此數與  $i$  有直線之關係，故若以此二數畫於圖上，即可得一直線，如 213 圖即自第一表中第一項與



第 213 圖

第四項之值所繪成，若所繪之圖線，果為一直線，則可證明此法之可靠，亦可表示自 212 圖所決定之  $\frac{Vb}{aZ}$  之值不差；若所繪之線非直線，或則因所得常數不準，須另覓一值以試之，或則方法有誤。

繼續分析方程式 (14) 及其 213 圖之圖示法，則可知此線在縱坐標軸之截線為  $\frac{V-br}{aZ'}$ ，而斜度為  $\frac{-r}{aZ'}$ ，此二數之值，亦極易求得：

$$\frac{V-br}{aZ'} = 8.9$$

$$\frac{r}{aZ'} = 0.0118$$

將二值代入方程式 (14)，解  $n$ ，則得

$$n = 8.9 + \frac{320}{i} - 0.0118i \quad (15)$$

即得欲求之速度方程式，（ $n$  之單位為哩/時）

以  $i$  之各值，或以第一表中第一項  $i$  之值，代入 (15) 式內，即得其相當之  $n$ ，以此數值列入第五項而與原有之  $n$  值相較，即知此數與原有者實相等，其所差者乃因讀 211 圖曲線之坐標值時，第三位以後或難準確。

電動機所發生之轉力及曳引力，與  $\phi_i$  成正比，但因有磨擦之消耗，是以淨得之曳力較少於所發生之曳力，而其相差約為一常數，故  $T$  之方程式可寫作

$$T = k\phi i - T_f \quad (16)$$

其中  $T$  乃淨得之曳力,  $T_f$  乃消失於磨擦力上之一部份曳力, 將 (12) 式代入 (16) 式遷項後得

$$T = \frac{kai^2}{b+i} - T_f = \frac{ci^2}{b+i} - T_f \quad (17)$$

$c$  乃為一新常數。

(17) 式亦可寫作

$$c \frac{i^2}{T+T_f} = b+i \quad (18)$$

從 (18) 方式可研究得下面之手續: 第 211 圖上, 若將其曳力線向後引長, 至與縱坐標軸相交為止, 其截線為 150 磅 (在反方向), 即可作為  $T_f$  之數值, 更從此圖上同時讀出  $T$  與  $i$  之數值, 另作第二表, 其第四項更從比例式  $\frac{i^2}{T+T_f} = \frac{i^2}{T+150}$  求得之。(18) 式表示此值與  $i$  所作之圖線, 當為一直線, 若所得非一直線, 則當以另一  $T_f$  值再試之。

此例中  $T_f$  之值為 150,  $\frac{i^2}{T+T_f}$  與  $i$  所作之圖線為一直線, 如 214 圖在此線上任取二點, 以其坐標值代入 (18) 式而解其常數, 即得

$$T = \frac{i^2}{0.68+0.0361i} - 150 \quad (19)$$

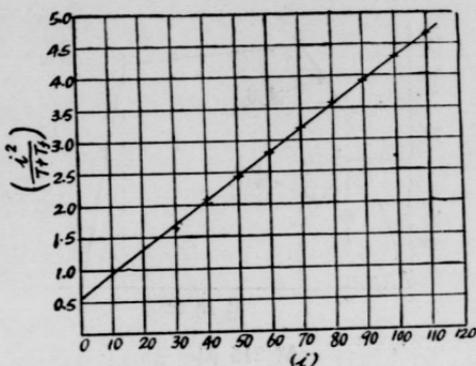
表 二

1	2	3	4	5
i 安	T 曳力(磅)	T+T <sub>f</sub>	$\frac{i^2}{T+T_f}$	T (計算數)
30	380	530	1.698	360
40	600	750	2.13	605
50	860	1010	2.48	855
60	1120	1270	2.84	1114
70	1370	1520	3.22	1380
80	1640	1790	3.58	1640
90	1900	2050	3.95	1910
100	2150	2300	4.35	2108
110	2440	2590	4.68	2450

設以第二表中 i 之值,代入(19)式,求 T 之數值,則得第五項各數與第二項之 T 相差甚小,故可證明 T 之公式爲不誤。

136. 電氣鐵道電動機之工作調——決定電氣鐵道電動機適用於某種裝置與否,其馬力估格(horse-power rating)不甚重要,此種電動機之正估格(nominal rating),\*乃爲此機在架上加規定電壓試驗時車軸上所發生之機

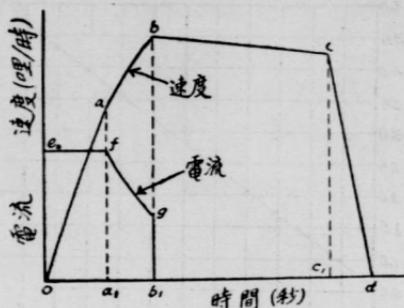
\* 參看 Standardization Rules, A. I. E. E.



第 214 圖

械出量（以瓦為單位）；惟如機蓋位置可得最大之通風時，如此連續工作一小時，不應發生過熱，即以寒暑表量整流器，不得過  $90^{\circ}\text{c}$ ，其他各部不得過  $75^{\circ}\text{c}$ 。電動機之選擇，當以其不致發生過熱，而發熱量則依工作全部時間內（包含停止之時）所須電流之均方值而定，機車於開動及加速度時，所須電流最多，故發熱量大部視停止次數之多寡而定，

車或列車開動後，串聯於電動機之電阻，應漸漸除去，俾每機之電流大致不變直至完全除去為止，如此每機之轉力不變，拖力（draw-bar pull）及加速度亦為恆數，而速度可有均勻之增加，如 215 圖之 oa 線，當電阻均已除去



第 215 圖

後其速度尚繼續增加，但其增加之率乃逐漸減低，如曲線  $a b$  此時電流亦自原有不變值  $Oe$  沿曲線  $Fg$  降下，增加速度時，逆電勢同時增加，故電流因而減少，經過時間  $Ob_1$  之後，關去電流，使車滑動，其速度之降下如  $b c$  線，若再加制動具 (brakes)，則速度驟減，自  $cc$ ，至零，此斷線  $Oabcd$  名曰時間速度曲線，其面積與  $Od$  時間內車行之路程成比例。

$O a$  線之斜度，表示車之加速度，通用之數為  $1-2$  哩/時/秒，故若知車之重量，齒輪之比例，及車之種類，則其拖力，轉力及電流，均可決定。

137. 串並聯控制法 (Series-parallel Control)——車中置備二電動機者，當開車時，其開車電阻器與此二機初均串聯，及電阻盡除時，則將二機立即換為並聯，而接電阻

於並聯機及供電線之間，待此電阻除去後，並聯機即直接連於供電線。第 216 圖乃一最簡單之接法，車中置有四電動機者，其電動機常以每二機並聯之為一組，再用串並聯控制法，如前述。

採用串並聯控制法者，比每一機各用一開動阻變器或兩電機永久並聯合用一電阻器以為開車之用者，均較經濟，設如一車有二電動機：

$V$  = 供電線上之電壓

$I$  = 每機於加速度時所需之電流

$r$  = 每機之電阻

$t$  = 加速度之時間（以秒計）

當開車時，二機串聯，（216 a 圖）其開車電阻器必須有電阻  $R_1$  歐，故

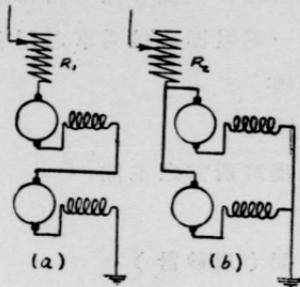
$$I = \frac{V}{R_1 + 2r}$$

或 
$$R_1 = \frac{V}{I} - 2r$$

最初時，電阻之損失等於  $I^2 R_1$  瓦；但當電動機均勻增高其速度時，（假設電流不變），則逆電勢亦隨之漸漸增加，故欲使電流不變，其電阻須漸漸除去，但所有電阻，應在  $t$  秒鐘之半內除盡，然後再將電動機移至並聯之位置（216b 圖）。故在加速度前半時期電阻器之能耗為

$$W_{R_1} = \frac{1}{2} I^2 R_1 \frac{t}{2} = \frac{1}{4} I^2 R_1 t \text{ 瓦一秒。}$$

當電阻  $R_1$  盡已除去時，每機所受之電壓，為供線電壓之半，如電動機擬繼續在低速度運用時，則依此亦可得甚好之效率，如欲使其速度增加如前率，如 215 圖所示，則



第 216 圖

此二機必須並聯，並以一新電阻  $R_2$ ，加於二機及供電線之間。今欲速度繼續不斷，則每機必須繼續接受  $I$  安，正當變換接法之後，二機

僅受  $\frac{1}{2}$  伏，故其餘之  $\frac{1}{2}$  伏，必須消失於電阻  $R_2$ 。故

$$R_2 = \frac{\frac{1}{2} V}{2I} = \frac{V}{4I} \text{ 歐}$$

而加速度後半期電阻器之能耗乃為

$$W_{R_2} = \frac{1}{2} (2I)^2 R_2 \frac{t}{2} = I^2 R_2 t \text{ 瓦一秒}$$

故總共電阻之損失為

$$W = W_{R_1} + W_{R_2} = I^2 t \left( \frac{R_1}{4} + R_2 \right) = \frac{1}{2} I^2 t \left( \frac{V}{I} - r \right) \text{ 瓦一秒}$$

若此二機先已並聯，如圖 216 b，而以  $R_2$  接於二機及供電線之間，則

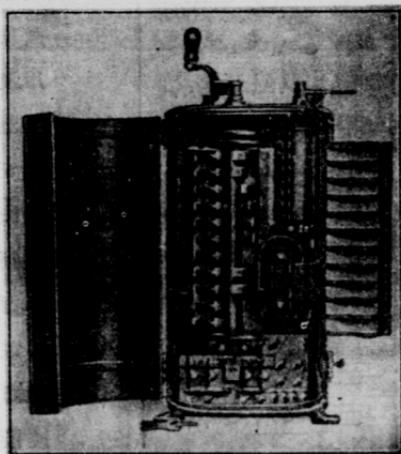
$$R_3 = \frac{V}{2I} - \frac{r}{2} \text{ 歐}$$

俾使每機有  $I$  安之電流通過，此電阻器之能耗即為

$$WR_3 = \frac{1}{2}(2I)^2 R_3 t = 2I^2 R_3 t = I^2 t \left( \frac{V}{I} - r \right) \text{ 瓦-秒}$$

逾二倍於串並聯時之損失，

138. 電氣鐵道之控制器——開車電阻繼續之變更，及自串聯換至並聯接法之手續，可用一控制器以完成之，控制器逐點移動時，電阻即有一定之變更，故實際上加速度時之電流，並非如 215 圖之  $e f$  線絕對不變，但此線

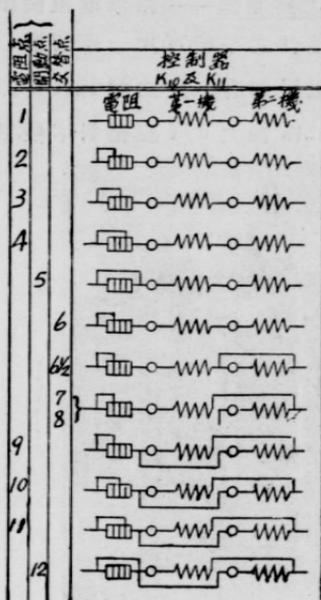


第 217 圖

乃為鋸齒形，一半在此線之上，一半在此線之下。當二電動機在完全串聯或完全並聯時，其控制器之位置，曰開動點，蓋在此位置時，電阻全去，故無耗損，控制器在其他各點時，

均曰電阻點，但自串聯變為並聯時，不作此稱。

控制器之種類，普通均以其特性字母表明之。R式控制器，用阻變器控制法，而無串並聯之裝置。此種控制器，多用於單機之電氣鐵道設備上，或用於單機或雙機開礦車

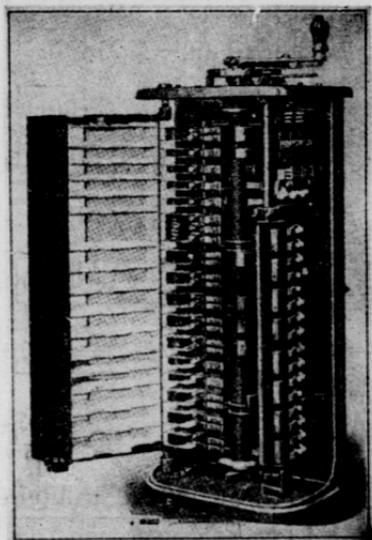


第 218 圖

頭上及起重機上等等。K式控制器，專為串激電動機雙機或數機串並聯之用，其特點則當電動機自串聯變至並聯時，不致使其工率周路斷去，L式控制器，亦專為串聯電動機串並聯而設計，但變換接法時，工率周路在過渡時

期中必須絕斷，故今鮮有用者。B式控制器，亦用普通工率周路之接法，並可使電動機變為發電機，以供給電能於輪軸或軌道上之磁鐵制動具。

第 217 圖示 K-10 號控制器，乃西屋公司所造，第 218 圖表明其繼續數級之接法。中間橢圓形部分，乃一螺管。與主要工率周路相接連之螺管 (Solenoid)，其作用乃在於固定接觸點與控制桿之接觸處，發生一強有力之磁場，以消散斷路時之火花。219 圖乃奇異所造最新式 K 式控制器；每個接觸點，均有一磁力消散圈 (blow-out coil)。220 圖



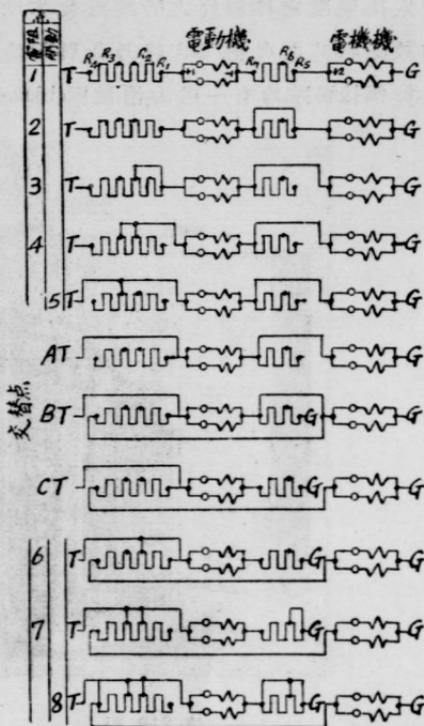
第 219 圖

乃其連接法。此圖在更換時間內與 218 圖不同，依上圖則一電動機（或一對），必先短路而後即刻開斷，而此圖則

二電動機無論何時,均在線路內。故 220 圖之變接法,名曰橋絡控制法(bridge control)。

控制

器除 R 式外,均有二柄,其一用以加速度,其一用以變換車之行動方向。此二柄以機械方法相連,當主柄不在“關”之位時,變向之柄不能動作,而主柄必須待變向柄在向前或向



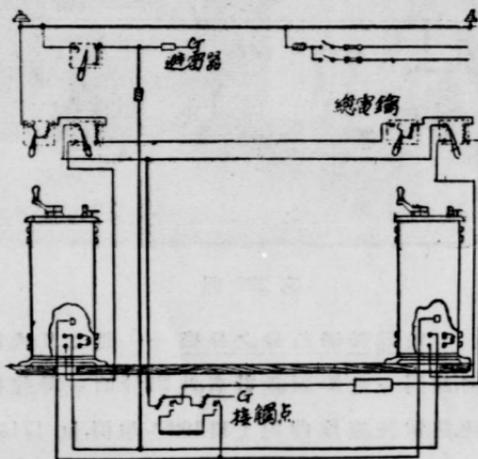
第 220 圖

後之地位時,始可動作。變向柄能將磁場線捲之接法對調,

自故對於電銜端接相反，而電動機轉動之方向，亦隨之以變。

車行時若欲減速，必先將控制柄亟轉至“關”處，而在速度未至太慢之前，再移至一定之點。若轉回太慢，接觸點間，必有極大之火花，而發生損害。

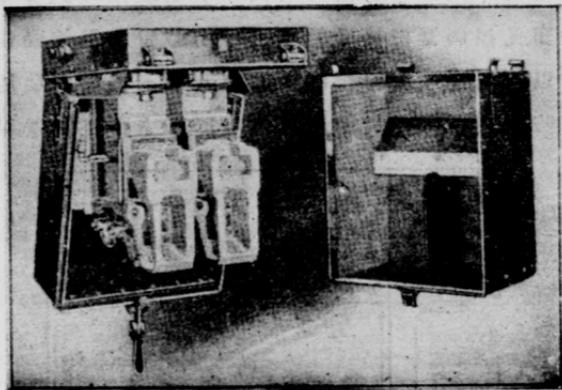
上述各種控制器，主電流均直接經過，故在單機車或電動車（motor car）及拖車（trailer），多可完全適用。若有數輛電動車及拖車，合而為一列車者，則須用 M 式多單位控制器。此控制器僅接受幹線上一小部份之電流，動作電磁鐵以運用接觸器而控制主電流。其接觸器通常裝於車身下防水鐵箱內。此制僅用一控制器，曰主要控制器，以工



第 221 圖

作列車上所有電動車之接觸器，因所用之電流輔周路，乃經過全列車之各部。

控制大號單機車而不宜有多量電流通過者，尚有一制，與M式相仿。此種控制器之簡單接法見圖 221，圖 222 乃其接觸器。此種控制器不適用於電壓太低之線路，如在長饋線之極端，則重載時電壓必甚低。蓋此時輔周路之電流，或不足以運動接觸器。



第 222 圖

139. 數電動機負載之分擔——設二具或數具分激電動機，為同一電壓而設計者，並聯於同一幹線而其軸結實相連，其電流速度曲線（圖 192）相似，如 174 圖時所論及，（即速度綫依滿載電流之百分數給成者為相同），

其負載之分擔，必能依各機之容量為比例。串激機並聯時亦然。

串激電動機串聯於恆電流之周路上，若電刷之位置不變，其發生之轉力，亦可不變。但若轉力不變，則其速度必與負載成正比而變。欲避去此速度之變更，或欲使速度不變，故屠利恆電流系中之串激電動機設有調整器以變動電刷之位置，以變動轉力，而使速度不受影響。

當車上行於高坡上光滑之軌道時，因串激電動機負載分擔之不均，可引起有趣之事實。設如車後部之載重甚於前部，則當控制器之柄轉移至第一點時，前後兩電動機，（或兩對電動機），既相串聯，故受同樣之電流，而所生轉力亦相等。若前部之載重極輕，則車輪與鐵軌間之附着力，或不足以制止其滑轉，以致前部電動機之速度增高，而車輪自轉，前機發生之逆電勢，既因速度之增高而加增，故外加電壓消耗於此機者，亦須加增。但增加前機之外加電壓，即減少工作已嫌過甚之後機之電壓，是故前輪之滑轉，若不能制止，此機車必將停止。

## 習 題

1. — 230 伏 25 馬力之分激電動機，其電銜之電阻為 0.134 歐，場捲之電阻為 76.7 歐。當其在滿載時，所加入之電流為 93.5 安，試求其電銜及場捲之工率耗，

逆電勢及滿載時所發生之總機械工率。

2. 第一題之電動機，裝有  $-0.025$  歐電阻之串聯場捲，如加入電流為  $93.5$  安時，而串捲為 (a) 外分流接法或 (b) 內分流接法，試各求第一題所問諸值。
3. 第一題之分激電動機，零載時需  $6.1$  安之電流，而速度為  $1175$  轉/分。試求其理想之零載速度為若干？
4. 依第一題分激電動機之磁化曲綫，相當於  $1.5$  安激流時之磁流，為  $3$  安時之三分之二。如調整其磁場變阻器，使總分激電阻為  $85$  歐，問其理想之零載速度為若干？
5. 第一題之分激電動機於滿載電流時，每極磁安匝為每極磁場安匝之百分之七。試求於下列情形時之度速：(a) 滿載；(b) 較滿載超過半倍時，(即銜流為滿載電流之一倍半)。
6. 問以上諸題所規定之電動機，電銜中當串聯若干電阻，使其於開動時發生 (a) 滿載之轉力；(b) 滿載轉力一倍半之轉力？
7. 用以上諸題所規定之電動機，而加以  $220, 250, 275$ ，及  $300$  伏各電壓，問其相當之理想零載速度，各為若干？
8. 第二題中之串激場捲用外分流接法時，其所發生

之磁激為滿載銜流時分激場捲所發生者之 20%。  
當銜流為 90 安時，試求電動機之速度，設串激場捲  
為 (a) 差複激接法，(b) 積複激接法。

9. 依第四題所述之磁化曲綫圖，如從原點作切於磁化曲綫之切綫，即得磁流及磁激之消耗於氣隙者之關係，今若將前題電動機之極面鑽削，使氣隙之有效長度增加 10%，試求其理想零載速度。
10. 第一至第八題所述之分激電動機，若轉動之，使為發電機，速度為 1200 轉/分，並調整其磁場變阻器使分激場流為 2.8 安，如銜流為 50 安，而其轉動之方向 (a) 使電刷成前移角，或 (b) 相反時，試各求其端電壓。
11. 一電車有車動機四，合為二組，每組之二機，永久並聯，設於車行時將控制器移動至“關”處，而以變向柄轉至反方向上，試說明此時之變化。
12. 從 209 圖之曲綫，試另作一組曲綫，表明 (a) 電銜之速度(轉/分)，(b) 電動機之轉力(呎/磅)與入量電流之關係。
13. 一車設有電動機四，其特綫如 209 圖所示，每機均裝於各自之車軸上，其齒輪之比例為 25:76，前面一對車軸上轉動輪之直徑為 33 吋，其後軸上者為 32 吋，設電動機均並聯，而車行速度為 24 哩/時，試求此車總需電流為若干及總曳力為若干。
14. 試定第 209 圖上速度綫反曳力線之方程式。

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 號止共

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

# 美 慎 昌 洋 行

專 辦 機 器 工 程 兼 營 進 口 保 險

常有各種電器現貨立可應命

馬達連開關。發電機。開關石板。方棚電箱。接線材料。

膠皮電線電纜。鐵管零件。電表儀器。燈架燈罩。電鈴開

關。乾電池。蓄電池。過電機。各種電箱。電鐘。家庭電

器用具。奇異冷樹  奇異公司電氣材料。無不經久

耐用。樣本價目來函詢問。即當奉寄



總行上海 分行

北平 天津 遼寧  
哈爾濱 漢口 香港  
廣州 青島 濟南

# Ingersoll-Rand



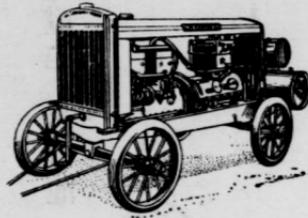
AIR COMPRESSORS  
and  
PNEUMATIC TOOLS



分公司香港天津青島瀋陽哈爾濱

上海圓明園路八號甲

英商怡和機器有限公司



鷹格索雷恩

空 氣 壓 縮 機  
各 式 工 具  
金 錢 俱 全  
兩 皆 節 省

THE JARDINE ENGINEERING CORPORATION, LTD.

(Incorporated under Hongkong Ordinances)

8a Yuen Ming Yuen Road,

Shanghai.



SIEMSEN & CO.

SHANGHAI

HAMBURG

禪  
臣  
洋  
行

專經理德國謫益吉電廠出品  
各種電氣測量器具  
各種電氣應用器具

**AEG**

各種電動機  
蒸汽溜輪機  
發電廠佈置

中國經理上海江西路四百五十一號

THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.,  
32, Jinkee Road, Shanghai.

古 河 公 司 廣 告

敝公司經營鑛業。開採五金煤炭等鑛。分設工廠。加工製煉。出品精良。名馳內外。製造電線工廠，規模尤為宏大。堪號東洋第一。各種電線電纜，以及特別程式，均可製造。煙滬海底電線。即為敝公司所製。品質優良。為世嘉許。茲列營業項目。倘蒙惠顧。無任歡迎。

營業項目

電線 電纜 電報電話各種材料  
銀塊 銅塊 銅線 銅板 銅管  
銅棒  
電氣機器 蓄電池  
各種油漆  
鉛板 鉛管

總公司設在東京

上海仁記路三十二號

古河公司啓

電話 一一二二二九

SCOTT HARDING & CO. LTD.,

ELECTRICAL ENGINEERS AND CONTRACTORS.

35 PEKING ROAD,

SHANGHAI.

SOLE AGENTS FOR:

BRITISH INSULATED CABLES LTD.,

Power, Light & Telephone, Wires & Cables of all description.

CROMPTON-PARKINSON LTD.,

Transformers, Switchgear, Motors, Alternators, etc.,

W. H. ALLEN SONS & CO. LTD.,

Turbines, Steam and Diesel Engines, Pumps, Condensing Plant, etc.,

RANSOMES & RAPIER LTD.,

Petrol Electric Mobile Cranes.

GUEST, KEEN & PIGGOTT LTD.,

Welded Steel Pipes and Pressed Steel Tanks.

ELLIOTT BROS. (LONDON) LTD.,

Electrical Measuring and Precision Instruments.

SMITH, MAJOR & STEVENS LTD.,

Passenger and Cargo Lifts.

電話 上海江西路南口一百十號  
一七九四九

德商 薛德爾洋行

GEBR. KOERTING, A. G., (MOTORENFABRIK)  
Hannover (Germany)  
A. C. SEIDEL  
Representative for China  
110 Kiangse Road, Shanghai.

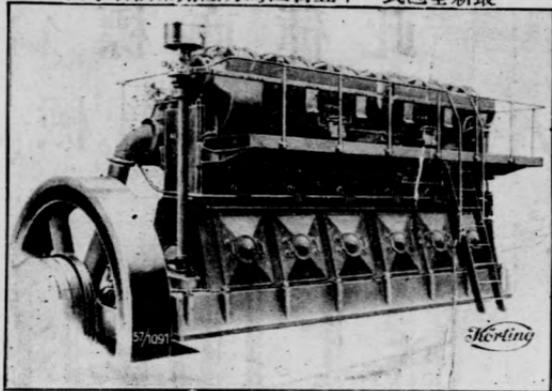
德國高等引擎廠駐華代表  
專售水陸用狄氏柴油引擎  
承造船工程並計劃一切

KOERTING FOUR CYCLE  
DIESEL MOTORS

With Low Pressure Injection,  
Marine and Stationary Types.  
Economical and Reliable.

Horizontal and Vertical  
Types, Size up to 200 H. P.  
Delivered from  
Stock in Shanghai.  
All Engines  
are Fitted with Self-cleaning  
Injection Nozzles, A Great  
Advantage over High Pressure  
Injection Types.

最新全包式一千五百匹馬力陸用柴油引擎圖



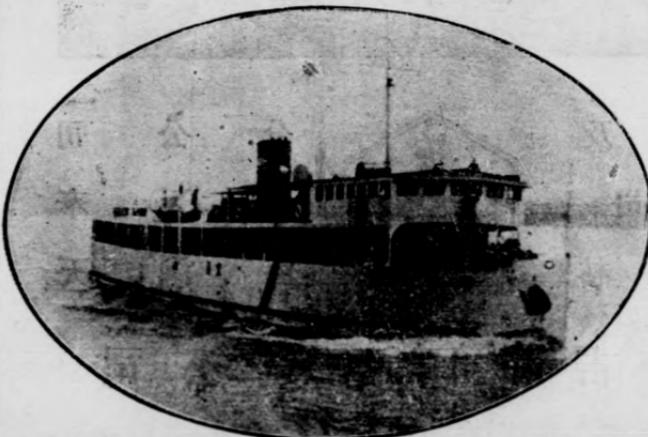
1500 H.P. Latest All Enclosed Type

自七匹  
以至二  
百匹馬  
力上海  
常川備  
存現貨



各種狄  
氏柴油  
引擎無  
論陸用  
船用立  
式臥式

Twin screw motor vessel "Ichang" with 2 Marine-Korting-Diesel  
Engines of 600HP each & 2 Auxiliary sets of 40HP each

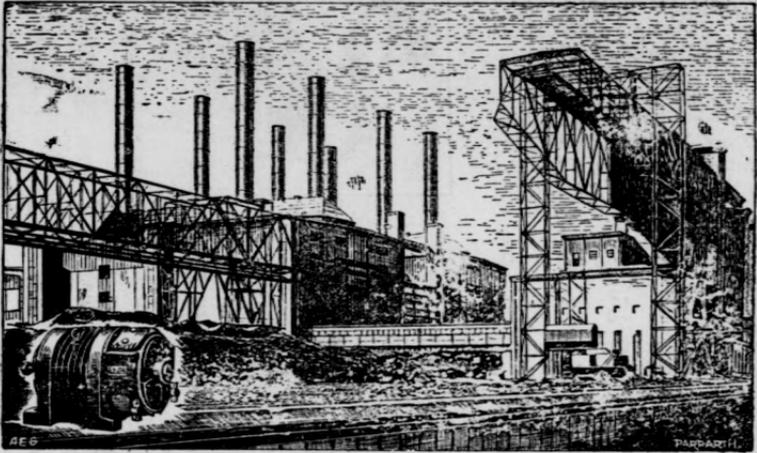


德國海諾佛城高等引擎廠四週低壓  
注射狄氏柴油引擎立式臥式陸用船  
用各式俱全大小咸備機件可兼用油  
甚省無論發電灌溉工廠船舶等用之  
莫不相宜蓋因本廠引擎之柴油注射  
管具有自能清潔之功用為其他高壓  
注射引擎所不能及此其特點之一也

本行所造淺水輪昌內裝六百匹馬力引擎二座又十四匹馬力輔助引擎二座

# AEG

此種商標為最優等  
電氣機械之標記



製造廠及  
總公司  
德國柏林



分 公 司  
上 天 奉  
海 津 天

藹 益 吉 中 國 電 氣 公 司

# 時 事 月 報

三 月 號 要 目

時事插圖二十餘幅

改革省區之基本原因

張其昀

全國內政會議之使命(續前期完)

雷嘯岑

蘇俄五年計劃中之軍備擴張

王兆俊

印度圓桌會議之前前後後

程方

今次的世界經濟大恐慌

楊晉豪

捷克斯拉夫之政治現勢

丁作韶

印度物理學家乃門領得今年諾貝爾獎金

葉蘊理

一月來之中外重要言論

蔣默掀輯

一月來之國內時事邊事，僑務，科學，外交，災情與匪患，內政，交通，經濟，教育，實業，……

肅吉珊 桑洛卿 雷嘯岑

劉迺敬 劉振東 吳承洛等

一月來之國外時事 國際，美國及其殖民地，中歐與北歐，西亞與非洲，拉丁美洲，日本，蘇俄，英帝國，巴爾幹，……

于能模 衛挺生

雷海宗 萬燦 陳民耿 李迪俊等

什麼是三民主義文學？

林振鏞

夫婦兩面觀

金戈

徵求青年學生文稿(題目：失戀與失業那種來得痛苦?)

第六次圖書答案懸賞

分三費郵加購函

分五角二冊每

扣不折不內在費郵 角五元一年半 合先四年半

角八元二年全內國 合先七年全外國 目價閱定

元五年全外國 五角元二年全內國 券禮備特

售出有均局書地各

版出社報月事時樓鼓京南



# 東方年紅電光公司

## EASTERN NEON LIGHT CO.

### 專製各色年紅電光廣告燈

完全華商創辦

國府特許專利

● 成績

滬上及各埠大商號所裝年紅電光招牌大半由本公司承裝無不光耀奪目成績優美茲又首先發明活動年紅電光燈裝置于汽車之上沿街遊行萬人注目

● 效力

無論屋頂墻壁門額櫺窗店堂廳室皆可隨意裝置壹經裝就即能遠近注目招徠營業具有偉大之效力

● 省電

較普通電光招牌可省電五分之四效力既大又經濟異常

● 美觀

本公司聘有美術專家書繪各種文字圖案式樣玲瓏雅緻絕倫

● 保證

本公司承裝各燈光芒萬丈歷久不變負責包用絕無晦暗不明等事

● 優待

本公司一切出品工料精良裝置迅速定價低廉訂有租售及分期付款等優待章程設計打樣概不取費如荷

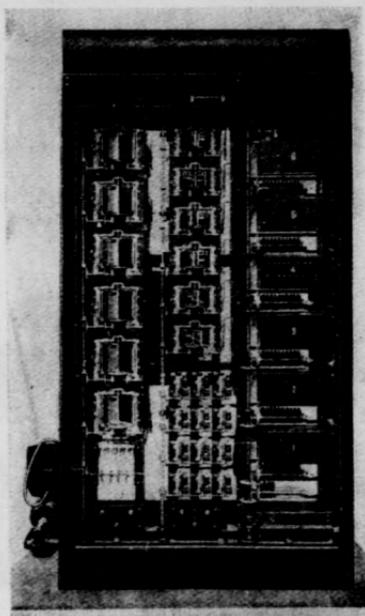
惠顧無論面洽或電詢無不竭誠歡迎並立派專員前來接洽

總公司上海北蘇州路一二七號電話四一七三三  
總廠上海寶山路西寶興里九八號電話隔北一〇七四

# 中國電氣股份有限公司

THE CHINA ELECTRIC CO., LTD.

旋轉式自動電話係培爾電話系最新發明價目低廉維護簡易  
 使用尤其便利故已為法比瑞西等國採為標準全國一致裝用  
 即在我國境內上海華洋德律風公司廣州市及杭州等處亦已  
 採用敝公司為倍爾電話系中國境內之代表對於設計裝置等  
 一切工程皆富有經驗倘蒙



各界垂詢請

駕臨或

賜函接洽

敝公司

無不竭誠答覆也

總公司

上海江西路二百十二號

電話(四線)一一二一  
 電報掛號 六一一四

九八七〇

分公司

北平

天津

漢口

廣州

香港

奉天

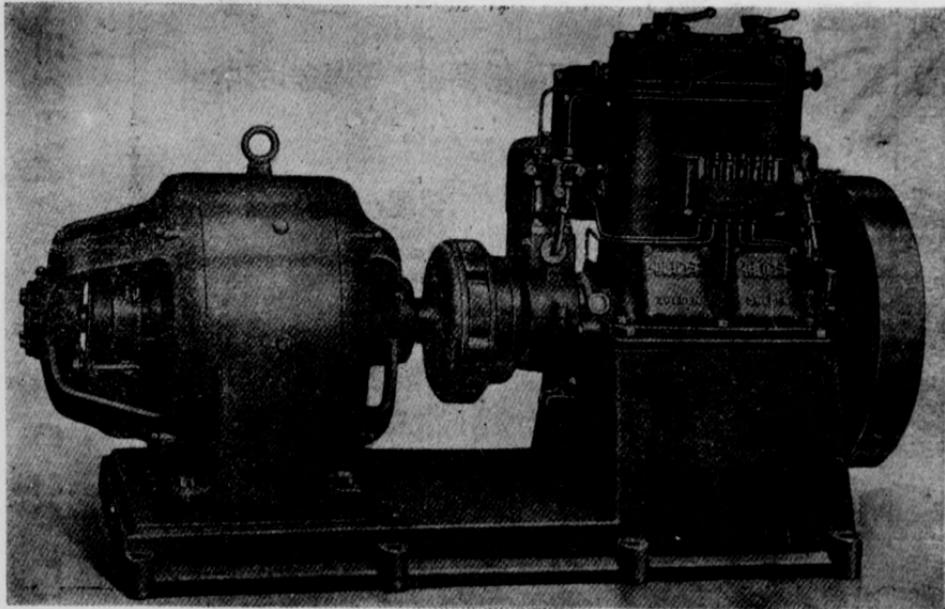
哈爾濱

DROTT'S Double Cylinder Motordynamo

[德羅]牌柴油機直接發電機

最宜用於小城市及工廠

以供給電燈或電力



啟行獨家經理丹國名廠出品各種  
大小馬達電報電話機器電熱電動

器具電線等項一應俱全

地址 上海愛多亞路四十四號  
電話 一六八三八

Sole Agent

LARSEN, TROCK & CO.

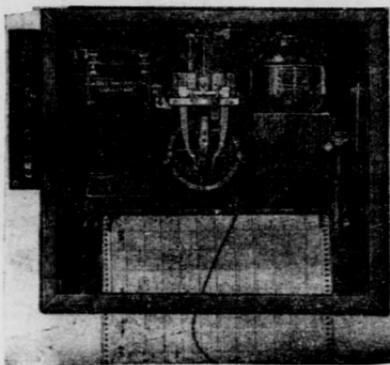
44 Avenue Edward VII

上海羅森德洋行獨家經理

How To Reduce the Losses of  
Electric Plants !!!

USE

Leeds & Northrup Flue Gas Temperatures  
Potentiometer Pyrometer



L. & N. Potentiometer Pyrometer.

Sole Agent:

CHINA SCIENTIFIC INSTRUMENT CO.

20 Museum Road Shanghai

Tel. 15692, Cable: Chisincomp

Catalogues Will be sent on request.

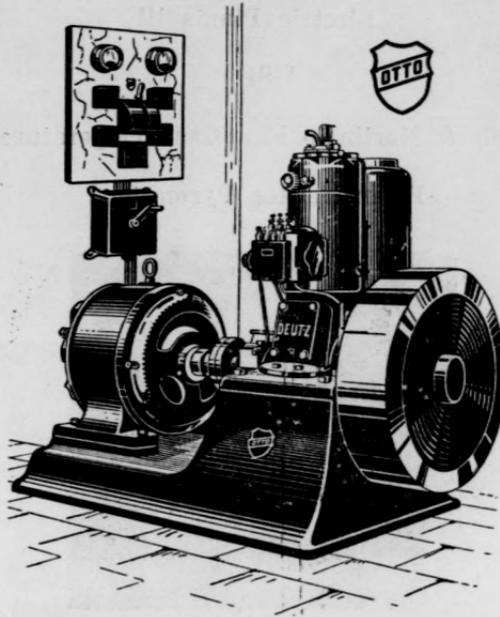
# Deutz

行 分

天津 壽安街十二號

香港 亞細亞房子皇后大道廿六至三三二號

廣東 太平街南



處理經分

漢口 義比洋行

(漢口第三特別區)

青島 大成洋行

## 道馳牌五啓羅華特發電機

道馳廠大小柴油引擎馬力

自八匹至一千五百匹歷年

已來售出者達一千餘部共

計馬力二萬七千餘匹船用

岸用均備

二百匹馬力以下之引擎上

海均有現貨偷蒙賜購毋任

歡迎

德國謙信機器有限公司

獨家經理

總行

上海江西路  
一百二十八號

電話

一一二七四號  
一一二七五號

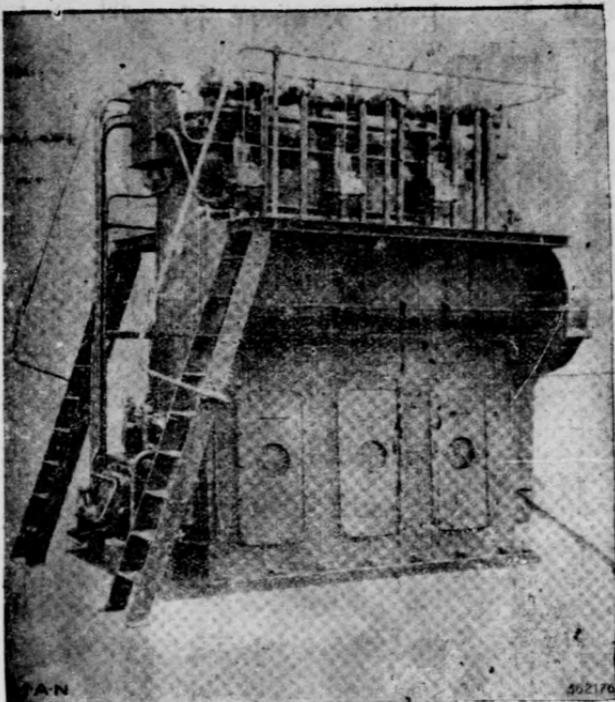
# M A N

MASCHINENFABRIK AUGSBURG NUERNBERG A. G.  
MECHANICAL INJECTION  
DIESEL ENGINES

## 孟阿恩無空氣注射帝賽柴油引擎

孟阿恩廠製造柴油引擎之成績

(一) 世界第一部帝賽柴油引擎出自孟阿恩廠



(二) 世界最大帝賽柴油引擎一萬五千匹馬力係孟阿恩式

(三) 世界最大馬達輪船三萬二千噸載重所用柴油引擎為孟阿恩式

六隻汽缸一百九十四馬力孟阿恩柴油引擎  
上海分行備有中西文詳細說明書函索即寄  
Gutehoffnungshuette - M.A.N. - Works  
China Branch

德商

【上海分行福州路一號】

橋梁機器公司

孟阿恩

喜望

機器鐵工鑄廠

LIGHTING  
SETS

DELCO

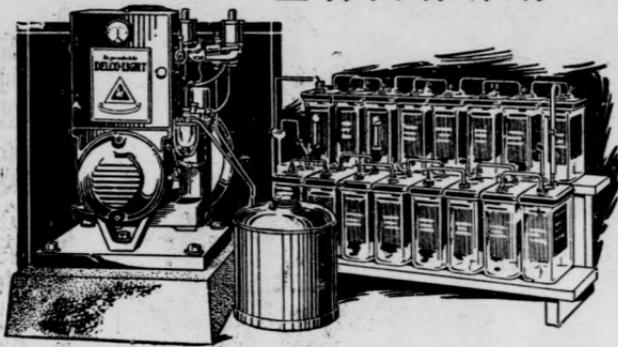
WATER  
SYSTEM

德爾古

中國中部獨家經理  
上海天祥洋行

發電機

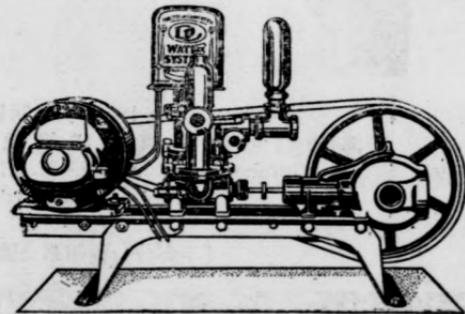
抽水機  
種類甚多以供選擇備有全套零件專門機匠代為  
顧客裝置及修理



德爾古電燈機結構精良歷久可靠早已全球著名  
所配電池更爲經久耐用自七百五十至三千華特

德爾古抽水機分淺水及深水兩種能量自二百  
加格至八百加格吸水自淺水至三百尺共大小  
二十餘種工作完全自動無須管理用之于學校  
輪船醫院郊外旅館以及小規模之自來水廠等  
最爲合宜備有詳細說明樣本函索必寄

天祥洋行機器部謹具



SKODA  WORKS  
FAR EAST

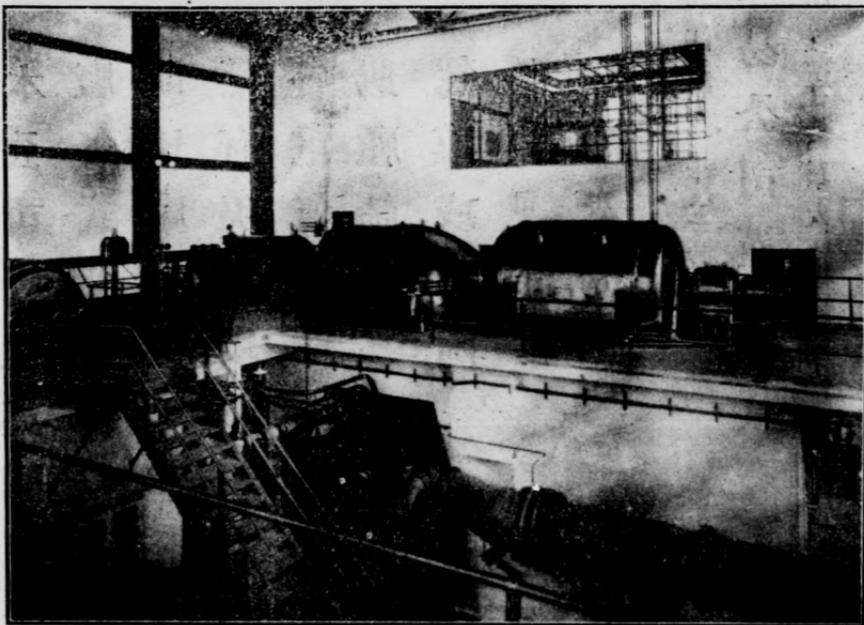
# 斯可達工廠

分辦事處

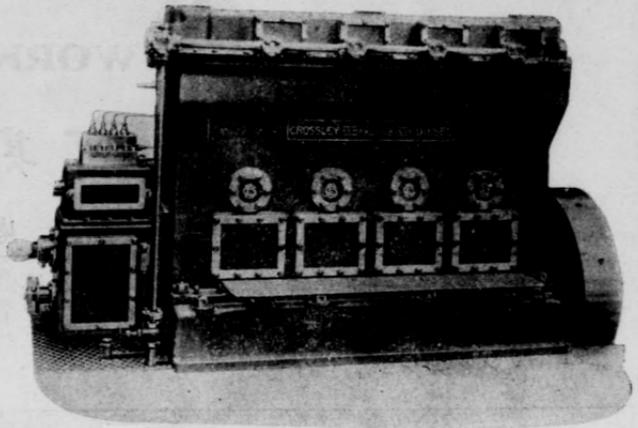
哈爾濱 瀋陽 大連 香港 東京

遠東總辦事處

上海 黃浦灘 念四號 總務部 電話二五九九 營業部 電話二〇三八



本廠為世界最大名廠之一僱有工人五萬餘名從事製造各種機器以名目繁多不及備載茲特摘要露佈  
上圖為廠廠售與上海開北水電公司新電廠兩部一萬二千五百開維愛透平發電機之一部全景

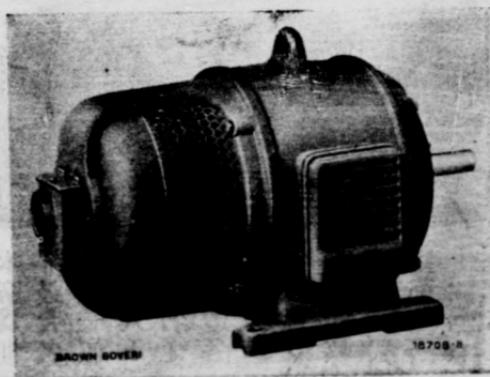


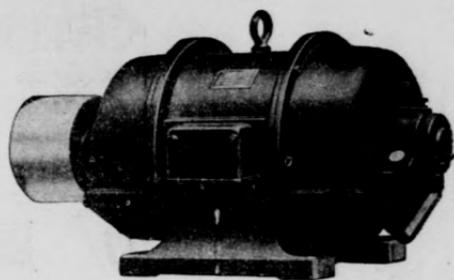
本公司經理英國克勞司萊  
廠各式柴油引擎及瑞士卜  
朗比廠各種馬達發電機並  
備有現貨以應急需并承辦  
各電氣廠價廉物美如蒙  
賜顧請  
駕臨或通函  
敝公司即當  
詳細奉覆

新通貿易公司謹啓

上海九江路二十二號

天津法租界基泰大樓

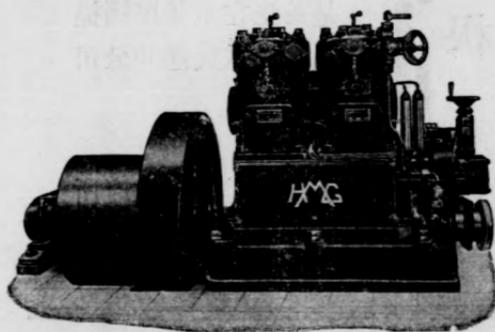




本行經理德國薩克森電機廠各  
 種馬達及大小發電機並承辦各  
 種電汽廠並經售 H M G 水陸笛士  
 爾柴油引擎大小馬力均備有現  
 貨價廉物美如  
 蒙賜顧請駕臨  
 或通函 敝行 卽  
 當詳細奉復

海上

江西路四百二十一號  
 天利洋行謹啓  
 電話一〇八二七號





TELEFUNKEN

得力風根

---

得力風根

是二十七年以來無線  
電交通界領袖的公司

得力風根

對於出品方面既是經  
驗最老又是構造最新

得力風根

是首先在中華民國提  
倡無線電交通的公司

得力風根

差不多是中國政府所  
有一切電台的建造者

---

中國經理上海江西路二十四號西門子電機廠

AUTOMATIC TELEPHONES OF CHINA

FEDERAL INC. U.S.A.

# 中國自動電話公司

獨家經理美國自動電話器公司

製造廠設在美國芝加哥分廠設在英國利物浦及比  
國愛德華浦專門製造自動電話及各種人工電話交  
換機電話用戶機鉛包電纜線路材料馬達發電機蓄  
電池與其他各種電料價格低廉材料堅固如蒙  
垂詢請 駕臨敝公司面洽或隨時通信無不竭誠答  
覆也

總公司

上海 沙遜大廈二二六號

電話 一六一一五號

電報掛號英文 STROWGER

中文有線電 五二六一號  
無線電 一五二六一號

遼寧分公司

遼寧三經路四九號

# 電

西 門 子 電 機 廠

---

承辦所有一切電氣事業

上海江西路二十四號

天津 北平 遼寧 漢口 香港

廣州 重慶 廈門 哈爾濱

代理處

通電用器有限公司

分公司

漢口 天津

上海寧波路三二至五號 電話一六二八三五一

香港 大連



通用電器公

司出品一覽

廠公司發售之機器  
 電器在英國均有專  
 廠製造如各種電燈  
 機器 馬達 發電  
 機 方棚 電梯  
 電表 電鈴 電話  
 無線電話 水汀  
 透平 開礦機器  
 轉運機器等名目繁  
 多 不及細載  
 並經售各式引擎  
 鍋爐皮帶 鋼繩  
 開井機器 抽水機  
 器 探海燈 鋼料  
 鋸銼 煙絲刀等  
 廠公司電器部專  
 售馳名 G.E.C. 本牌  
 各種電器 並各式  
 結緞 花罩 吊式  
 樣式本牌雷風扇  
 各種電線電纜 家  
 用電爐 電熨斗  
 以及各種電器附件  
 電燈另件 無不  
 俱備 並雇專家代  
 客設計各種電氣工  
 程 如荷賜顧 至  
 所歡迎

# SKF

BALL AND ROLLER  
 BEARINGS  
 TRANSMISSION  
 ACCESSORIES  
 LINE SHAFTING

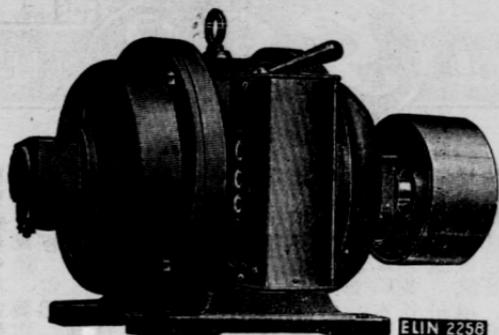
品 上 以 羅 網  
 傳 及 勒 珠 各  
 動 他 軸 種  
 用 軸 領

THE  
**EKMAN**  
 FOREIGN AGENCIES, LTD.  
 SHANGHAI

海 上  
**行 洋 昌 維**

**"ELIN"**

**ELECTRIC MANUFACTURING COMPANY LTD, VIENNA.**



**The largest factory of electrical  
machinery in Austria**

*Motors, dynamos, transformers, high  
tension material, welding sets, complete  
power plants etc.*

**Highest quality, reliable performance,**

**Moderate prices**

**For quotations and information**

**apply to**

**KUNST & ALBERS, SHANGHAI**

**TECHNICAL DEPARTMENT**

**29 SZECHUEN ROAD**

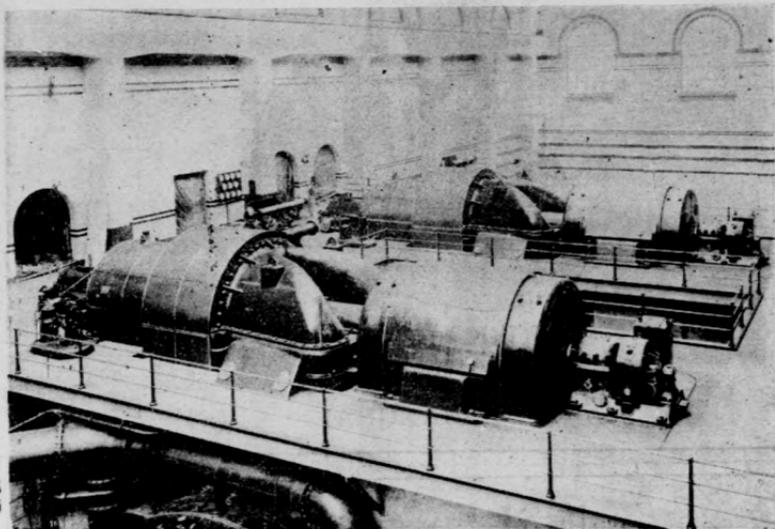
**Sole Agents for China**

# The Worlds Most Efficient Turbo Set

## 世界上效率最高之透平機

因此機計劃之適當得此驚奇的效率不但新裝時如此即  
使用多年之後仍然相同

經局外工程師試驗有百分之八〇・四之效率獲世上  
未曾有之最高紀錄



15,000 K. W. PARSONS Turbo Plant

一萬五千啓羅瓦特派生氏透平機

Tested by independent Engineers this plant Showed the remdrkable efficiency of 80.4% — the highest ever recorded.

Owing to the nature of the design this wonderful efficiency is obtained not only when the Plant is new but after years of working.

## C. A. PARSONS & CO., LTD

Sole Agents:

THE CHINA ENGINEERS, LTD.

15 Museum Road, Shanghai Telephone No. 11269

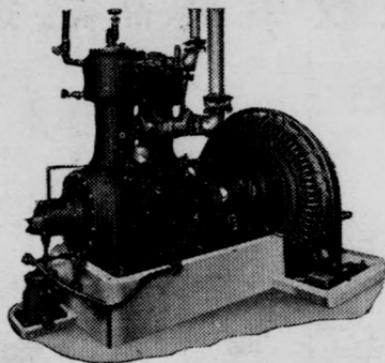
派生氏有限公司

駐華總經理

信昌機器工程有限公司

上海博物院路十五號電話 11269

YORK  
ICE MAKING AND REFRIGERATING MACHINERY

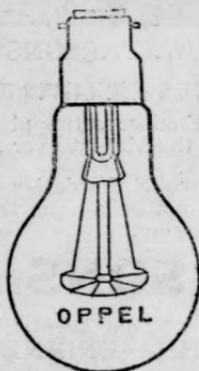


YORK SHIPLEY INC.,  
21 JINKEE ROAD,  
SHANGHAI

美國約克廠造製冰及冷藏機器

上海仁記路二十一號約克洋行

本公司出品老牌亞浦耳國貨  
電燈泡將近拾年久著聲譽近  
更擴充營業添製哈甫燈泡電  
風扇馬達電火爐五彩果子泡  
等以應愛用國貨之需求本公



司一切  
出品悉  
本最新  
科學方

法不僅精美耐用而且定價低  
廉非舶來品所能與之媲美也

中國亞浦耳電器公司

廠址遼陽路十四號

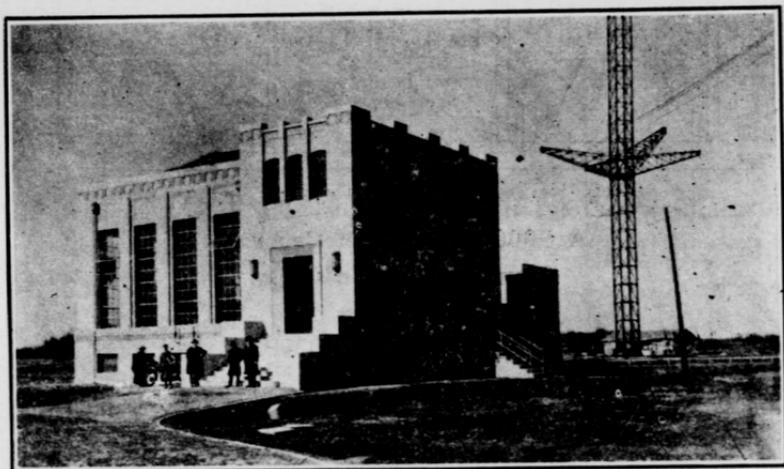
發行所北浙江路八百二十號

SOCIETE FRANCAISE RADIO-ELECTRIQUE

(S. F. R.)

Supplied and Erected

THE INTERNATIONAL WIRELESS STATION AT CHEN-JU



Sole Agents in China:

SOCIETE FRANCAISE DES TELEPHONES INTERURBAINS

.6 Kiukiang Road

SHANGHAI

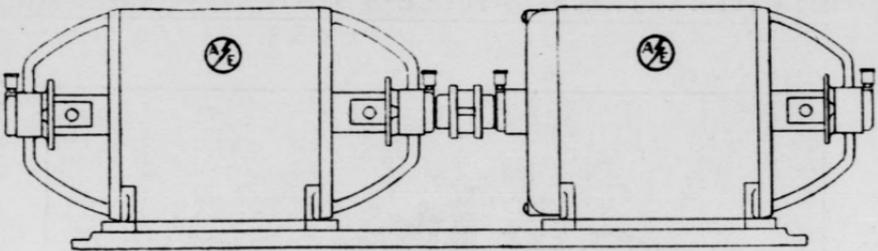
A S I A

ELECTRIC



COMPANY

MANUFACTURERS OF HIGH GRADE  
INDUSTRIAL ELECTRICAL AND RADIO EQUIPMENT



形圖之機電發達馬打弗千式製自

A 2000-Volt Motor Generator

Manufactured in China

By

ASIA ELECTRIC COMPANY

件另其及機電線無具用氣電種各製專

Consult with our long experienced engineers

切一劃計客代師技門專有聘  
regarding your electrical requirements

**ASIA ELECTRIC COMPANY**

司公器電洲亞

Down Town Sales Office: 20 Museum Road

Telephone: 15692

Factory: 269 Baoadway, Phone: 40953

SHANGHAI, CHINA

二九六五一話電號十二路院物博海上  
三五九零四話電號九十六百二路匯老百設廠

# 中國電工雜誌社

## 贊助機關

建設委員會  
交通部  
中國工程學會  
交通大學  
浙江大學工學院

中央大學工學院  
北平大學工學院  
東北大學理學院  
浙江省電話局

## 特約撰述

張廷金	裘維裕	李熙謀	潘銘新	鮑國寶	溫毓慶
莊智煥	陸法曾	周琦	吳玉麟	王季同	易鼎新
張百鋼	柴志明	李範一	朱其清	王崇植	張承祐
惲震	趙以廉	俞汝鑫	吳維嶽	郁秉堅	朱物華
陳體榮	倪俊	徐恩第	陳章	沈嗣芳	楊耀德
許琨	謝宅山	金溥	許應期	曾心銘	壽俊良
陳中熙	諸水本	周茲緒	馮簡	洪傳炯	余謙六
胡汝鼎	倪尙達	李開第	章名濤	徐志方	沈昌
包可永	王冠英	金龍章	楊祖植	薛紹清	任之恭
楊簡初	周玉坤	譚翊	顧毅同	王宗澄	楊景燿
薩本棟	湯兆恆	馬就雲	朱纘祖	朱允	潘炳天
陳良輔	宗之發	曹鳳山	鄂福培	于潤生	錢福謙

# 電 工

THE JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING

(ISSUED BI-MONTHLY)

## 編輯及發行者

中國電工雜誌社

暫設杭州浙江大學工學院

## 社 址

## 顧 問

## 編 輯

## 經 理

李熙謀 潘銘新 張貢九  
裘維裕 鮑國寶

顧毓琇 趙曾珏  
杭州浙江大學工學院  
鍾兆琳

上海交通大學電機工程學院

胡瑞祥  
杭州浙江省電話局  
張惠康 徐學禹

上海北蘇州路一二七號

○ ..... ○

稿 件 請寄浙江大學工學院

廣 告 請函上海北蘇州路一二七號張惠康

定 報 請函杭州浙江大學工學院轉本社  
胡瑞祥

○ ..... ○

## 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，繪圖刻圖工價另議  
• 欲詢詳細情形，請逕函上海北蘇州路一二七號張惠康接洽。

## 本 刊 定 價

零 售	每冊大洋三角
年 訂	每年大洋一五元角

郵 費 國內每冊四分  
國外每冊二角  
蒙古新疆及日本照國內  
香港澳門照國外  
定刊地址 杭州浙江大學工學院轉本社

中華民國廿四年八月拾四日收到

印刷者：浙江省立圖書館鉛印部

Printer: The Printing Department of Chekiang  
Provincial Library