

年

卷

第

7

第

5-6

期

廿六年一月廿八日

Vol. 7. No. 5,6

December, 1936

# JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING CHINA

# 電 工

中國  
電機  
工程師  
學會  
合作  
刊物

Published bimonthly by  
The Chinese Institute of Electrical Engineers

第七卷 第五六號  
民國二十五年十二月

國立北平圖書館藏

中國電機工程師  
學 會

民國二十三年十月十四日  
成 立

電 工 Journal of  
Electrical Engineering, 第七卷  
China

(Founded May, 1930) 第五六期  
Vol. VII. No. V, VI  
十 九 年  
五 月 創 刊

會 長 張廷金  
秘書董事 張惠康  
會計董事 裘維裕

董 事

張廷金 潘銘新  
恽 震 徐學禹  
胡瑞祥 陳良輔  
莊仲文 包可永

出版委員會

委員長 趙曾珏

委 員

顧毓琇 鍾兆琳  
徐學禹 李法端  
周玉坤 金龍章  
楊耀德 王國松

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

郵費 國內每冊五  
分  
國外每冊二  
角半

目 錄

Polarity in Alternating Current Engineering		
	By Alfred T. Nih	435
<hr/>		
天線網概論與新擬	葉允競	460
電閘管之放電曲線	沈尙賢	477
日本無線電廣播之概況	金耀輝譯 沈秉魯校	488
<hr/>		
電機工程發展之史料	趙曾珏	504
今日中國之工程教育	傑克遜教授 沈秉魯陸殿章譯	517
<hr/>		
美國電機工程師學會之職業信條		
	范駁曾譯	522
<hr/>		
民營公用事業監督條例	國民政府	526
電氣事業條例	國民政府	530
電氣事業註冊規則	建設委員會	532
電氣事業人許可營業年限及計算法		
	建設委員會	536
電氣事業取締規則	建設委員會	537
<hr/>		
電工珍聞		553

# POLARITY IN ALTERNATING CURRENT ENGINEERING<sup>3</sup>

By

Alfred T. Nih,  
National Tsing Hua University.

## SYNOPSIS

*The practical view points of alternating current quantities used by the operating or the designing engineers are usually not sufficiently coordinated or brought to prominence in general text books. Yet, they are of such importance that they can be used as tools or guides to solve practical problems with ease and sureness. Such elements as polarity, phase rotation, angular displacement and instantaneous values are indeed very useful in handling many connection problems in the practical field. This paper deals with the essentials of these elements together with illustrative applications with the hope of giving them clear conceptions.*

## INTRODUCTION.

In dealing with the general subject of electricity and magnetism one is accustomed to the meaning of the term, "polarity" as referring to the sense of poles (north or south) or electrodes (positive or negative) as defined by convention. Under a given set of conditions simple processes for its identification and recognition are available. In alternating current work no simple methods are available for the purpose. Moreover, since the direction of alternating current changes from instant to instant, polarity also changes from instant to instant in the ordinary sense of the term. As a rule, we are interested in the effective or the average or the peak values of alternating current quantities. Polarity in a. c. engineering seems meaningless. The

instantaneous polarity, as the rest of the instantaneous quantities, simply loses its significance and slips from our mind. Phase relations are considered instead but mere considerations of phase relations may lead to confusion and ambiguity in many cases.

The somewhat hazy understanding of a. c. conceptions should be altered. The indefiniteness in phase formations should be narrowed down to certain group forms. Standard Rules should be promulgated so that we might have common basis to agree upon and to refer to for practical purposes. Most important of all, some definite procedure should be established whereby the technique of alternating current may approach that of direct current or at least may become as simple as possible. It is with this idea that consideration of polarity in a. c. engineering has been introduced in addition to that of phase relations. The writer, however, wishes to view "a. c. polarity" as a particular state of a. c. quantities with reference to relative direction, magnitude, phase displacement and order, thus making it broader in meaning than in the ordinary use of the term.

In tying up two systems of different frequencies by either synchronous-synchronous frequency changers or synchronous-induction frequency converters the two systems will have definite polarity relations. The degree of freedom for synchronizing or loading frequency changers or converters in parallel operation is greatly restricted because of this polarity requirement. Failure to recognize this will result in utter impossibility of operation or in limited range of operation. In many cases there may be only one correct polarity position for the set to operate in parallel with others. It, then, requires simultaneous synchronizing procedure at both ends of the set and, therefore, synchronizing processes become much more involved than is ordinarily the case. The writer has in mind one instance where the failure to recognize this results in the omission of synchronising apparatus at the induction machine side of a frequency converter set.

In tying up two systems of the same frequency by static transformers there is also established definite polarity relations between the two systems. For parallel operation of transformers this polarity relationship must be ful-

filled. For directional and differential relay protection and metering, knowledge of polarity is essential and consideration of instantaneous values will result in rapid deduction of correct connections. Occasion may arise whereby two polarity connections may serve equally well under steady operation but only one gives satisfactory operation during transient operating period.

### SINGLE PHASE CONNECTIONS

**DIRECTIONS OF WINDRNGS, E. M. F' S AND CURRENTS:** Windings are said to be right-handed or left handed. They are also said to be in the same direction or opposite directions. In entirely depends on which termials are considered to be the "start" and which to be the "finish". In complicated coil arrangements, for instance, the interleaved disk type of transformer windings, there is no natural guide as to which two terminals should be considered as "start", for primary and secondary leads brought out at one end of the core may not correspond to each other at the windings for practical purposes, the leads are designated by letters such as  $p_1$   $p_2$  and  $s_1$   $s_2$  and we compare the directions of the windings by assuming the windings as starting with the first named terminal and ending with the second.

In transformers the primary and secondary load ampere turns are equal and opposite to each other. Therefore, the directions of primary and secondary currents are opposite to each other in the windings with respect to the core. But whether they will appear in the same direction or opposite directions at the terminals depends upon the directions of the windings. Thus, if the directions of the windings  $P_1 P_2$  and  $S_1 S_2$  are the same the currents in the terminal leads  $P_1$  and  $S_1$  are opposed, but if the directions of the windings  $P_1 P_2$  and  $S_1 S_2$  are opposed, the directions of currents in the leads  $P_1$  and

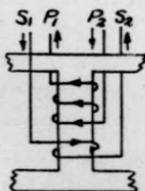


Fig. 1

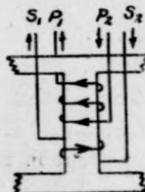


Fig. 2

$S_1$  are the same, as shown in Figs. 1 and 2. Note that in each case the currents in the windings are opposed in directions at the core, but they are opposed in leads  $P_1$  and  $S_1$  of Fig. 1 and the same in leads  $P_1$  and  $S_1$  of Fig. 2.

In considering the e. m. f.'s. in transformers distinction must be made between the impressed e. m. f. and the induced e. m. f. They are opposed in directions. The directions of the impressed e. m. f. is determined by the source of supply and that of the induced e. m. f. is determined by the primary exciting m. m. f. As this primary m. m. f. or exciting flux is common to both the primary and secondary windings, the induced e. m. f.'s in the two windings must be the same in directions in each turn at the core. But whether they will appear in the same direction or opposite directions as viewed from the terminals depends upon the directions of the windings. Thus, as shown in Figs. 3 and 4, they will appear in the same direction,  $P_1$  to  $P_2$  and  $S_1$  to

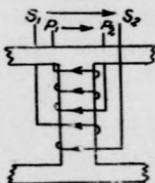


Fig. 3

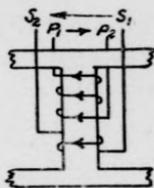


Fig. 4.

$S_2$ , if the directions of the windings are the same, opposite,  $P_1$  to  $P_2$  and  $S_2$  to  $S_1$ , if the directions of the windings are opposite.

In the primary winding the current is in the same direction with the impressed e. m. f. but opposed to the induced e. m. f. The primary windings thus acts as a motor. In the secondary winding the current is in the same direction with the induced e. m. f. The secondary winding, therefore, acts as a generator. The relative directions of e. m. f.'s and currents for the two directions of the windings are shown in Figs 5 and 6. These fundamental principles are important in rapid determination of polarity relationship. Sometimes, voltage relationship is required only, while at other times current relationship or both are required.

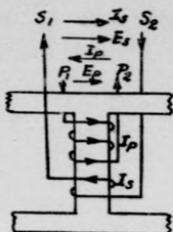


Fig. 5

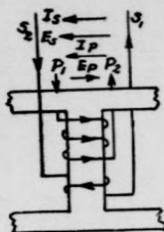


Fig. 6

**POLARITY-VOLTAGE TRANSFORMER:** In the study of potential transformers, it is simplest and clearest to consider the induced e. m. f.'s only. To consider the impressed e. m. f. in the primary and the induced e. m. f. in the secondary would lead to misunderstanding and confusion. Moreover, polarity is independent of which winding is the primary and which is the secondary. In parallel operation of transformers, current vector relations have no direct bearing and need not be considered. They are automatically fixed by the voltage vector relations.

We have seen that the relative directions of induced e. m. f.'s at the terminal leads depends upon the order in which these leads are taken. For instance, in Fig. 3  $E(P_1 \text{ to } P_2)$  and  $E(S_1 \text{ to } S_2)$  are in the same direction while  $E(P_1 \text{ to } P_2)$  and  $E(S_1 \text{ to } S_2)$  are in opposite directions. Which order of leads should be taken for considerations of polarity? In order to give polarity any definite reference and meaning, a perfectly definite order of leads should be taken. Common practice has ignored the voltage relations of the internal connections and refers polarity to the voltage relations at the external leads outside of the case and both the primary and secondary leads are taken in the same order, say, from right to left, as viewed from the same side, e. g., the high voltage side of the case. Thus, in Fig. 7, polarity refers to the relative direction of induced e. m. f. from  $P_1$  to  $P_2$  as compared to that from  $S_1$  to  $S_2$  (both from left to right).

**SUBTRACTIVE AND ADDITIVE POLARITY:** When the induced e. m. f.'s in the primary and secondary leads as taken in the above manner are in the same direction, the polarity is considered as SUBTRACTIVE, and, if they

are in opposite directions, the polarity is considered as ADDITIVE. The reason why polarity is so named can be seen from the following considerations:

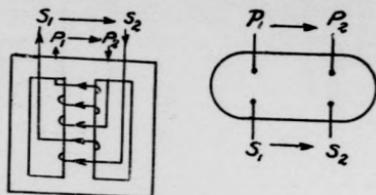


Fig. 7

If we connect the adjacent primary and secondary leads  $P_1$  and  $S_1$  in Fig. 7 together and excite either winding the voltage across the remaining leads  $P_2$  and  $S_2$  will be the sum of the primary and secondary voltages, when the polarity is additive; it will be the difference of the two voltages when the polarity is subtractive.

It must prove a great convenience to have the markings of the leads made to serve also as indications of polarity. It is for this reason that the A. I. E. E. Standardization Rules provide that high tension leads brought out of the case be marked  $H_1$ ,  $H_2$ , etc., and low tension leads  $X_1$ ,  $X_2$ , etc. such that the induced voltages from  $H_1$  to  $H_2$  on the high tension side will be in the same direction as that from  $X_1$  to  $X_2$ . If the leads are thus marked, the polarity is subtractive when  $H_1$  and  $X_1$  are adjacent to each other, additive when  $H_1$  and  $X_1$  are located diagonally to each other. The Standardization Rules further recommend that to simplify the work of connecting transformers in parallel the  $H_1$  lead shall be brought out on the right hand side of the case, facing the high tension of the case.

**SIGNIFICANCE OF POLARITY:** From the derivation of polarity as discussed above, it can be seen that polarity of transformers conveys no idea whatsoever as to the arrangement of windings, internal leads and internal potential stresses. Transformers may be wound exactly the same way but leads may be brought out of the case differently, or they may be wound differently but leads may be brought out of the case in the same way. Therefore, polarity cannot be taken as any indication of internal winding

arrangement or potential distribution.

In spite of the fact that polarity fails to indicate any "virtue" of the windings, it has an important bearing on external voltage stresses. Subtractive polarity has some advantage over additive polarity in the matter of voltage stresses between external leads. Should an accidental contact be established between adjacent leads the voltage across the other leads would be the sum of the high and low tension voltages for additive polarity and their difference for subtractive polarity. Furthermore, with the high tension and low tension leads insulated from each other the potential stress between adjacent high and low tension leads under operating conditions is one-half of the sum of the high and low tension voltages for additive polarity, and one-half their difference for subtractive polarity. This advantage of subtractive polarity, though slight in the case of low-voltage transformers or high-voltage high-ratio transformers, becomes appreciable in the case of high-voltage low-ratio transformers.

**POLARITY-CURRENT TRANSFORMERS:** From the previous analysis, it can be seen that when the polarity is subtractive the currents in the adjacent high and low tension leads,  $H_1$  and  $X_1$ , are in opposite directions, namely, towards the transformer in the high tension lead and away from the transformer in the low tension lead or vice versa, and that when the polarity is additive the currents in the adjacent high and low tension leads  $H_1$  and  $X_2$  are in the same direction, namely, both away or towards the transformer. This can be obtained from an examination of Figs. 5 and 6. It is sometimes convenient to view the current as "in" in the high tension lead and "out" in the adjacent low tension lead in the case of subtractive polarity transformers, and as "in" in the High tension lead and "out" in the diagonally located low tension lead in the case of additive polarity transformers. But note that in both cases it is "in" in lead  $H_1$  and "out" in lead  $X_1$  or "in" in lead  $H_2$  and "out" in lead  $X_2$ . This is an important point to remember in making proper connections for instruments and relays which require a definite polarity relationship between current and potential windings and applies equally well to potential transformers and current transformers.

For operation of current transformers, the consideration of relative

directions of current, or current vectors is important while voltage relations or voltage vectors need not be considered. From the discussion of currents in voltage transformers in the previous paragraph, current relations for the current transformers can at once be deduced as shown in Figs. 8 and 9 respectively for the subtractive polarity and additive polarity. Current transformers are sometimes marked with a red mark on the primary lead and white mark

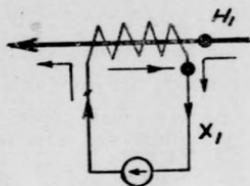


Fig. 8

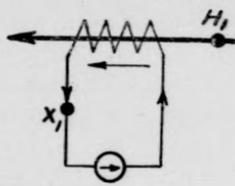


Fig. 9

on the secondary in place of  $H_1$  and  $X_1$ , the unmarked leads being understood as  $H_2$  and  $X_2$ .

### POLYPHASE-CONNECTIONS

In single-phase transformers or current transformers the voltages or currents in the primary and secondary leads are either in phase or in opposition and the markings on the leads completely defines the polarity. In polyphase banks or units, no such simple relations exist because of phase displacement and phase rotation. Lead markings are not necessarily indicative of polarity and polarity in the usual sense is insufficient to describe the complete current and voltage vector relations. Vector diagrams are the only adequate means to picture the whole idea.

**PHASE ROTATION AND PHASE DISPLACEMENT:** In defining the phase relations of the primary and secondary voltages, two elements are required, namely, phase displacement and phase rotation, or phase difference and phase sequence. "Angular Displacement" is defined by the A. I. E. E. Standardization Rules as the angle between the lines  $H_1-N$  ( $N$  being the neutral of the voltage diagram) and  $X_1-N$ . The location of the  $H_1$  lead is as defined for the single phase units, at the right hand side of the observer facing the high tension side. What determines the location of  $X_1$ ? For the purpose of simplifying the connecting of transformers in parallel and to avoid

the necessity of testing polarity, phase displacement, etc, transformers should be divided into groups so that those belonging to the same group can be operated in parallel and the leads should be so marked that it is only necessary to connect the similarly lettered leads together for parallel operation of the transformers of the same GROUP.

The location of the  $X_1$  lead is fixed so as to make the voltage diagram fall under one of the Standard Groups. What determines the location of the  $X_2$  lead? In order to give the relative phase rotation of the primary and secondary voltages any definite and significant meaning, it must refer to a perfectly definite order in which leads are to be considered. For example, if  $H_1H_2H_3$  denotes clockwise phase rotation,  $H_2H_1H_3$  denotes counter-clockwise phase rotation. Suppose  $X_1X_2X_3$  represent clockwise phase rotation of the secondary voltage vectors, then the phase rotations of  $H_1H_2H_3$  and  $X_1X_2X_3$  are the same and those of  $H_1H_2H_3$  and  $X_3X_2X_1$  are opposed. On the other hand, suppose  $X_1X_2X_3$  represent counter-clockwise phase rotation,  $H_1H_2H_3$  and  $X_1X_2X_3$  are opposed in phase rotation and  $H_1H_2H_3$  and  $X_3X_2X_1$  represent the same phase rotations (clockwise). It is, therefore, necessary to specify the order of leads. The A. I. E. E. Standardization Rules provide that the leads shall be marked in such a way that phase rotation of the high and low voltages in the lead order  $H_1H_2H_3$  and  $X_1X_2X_3$  shall be the same. With the provisions of the Standardization rules, lead markings on the high tension side completely determines those of the low tension side.

**STANDARD GROUPS:** The dividing line between the Groups is such that only transformers of the same group can be made to operate in parallel by connecting similarly lettered leads together (assuming proper characteristics). No interchange of external leads can change one group into the other. If by manipulating the external leads, voltage diagrams of two transformers can be made to coincide on the high voltage side as well as the low voltage side, they are classified under the same group. The basic principle of parallel operation is that the line leads which are to be connected together will have the same potential which is fulfilled when the voltage diagrams coincide and corresponding terminals are connected together. Without the voltage diagrams, we say that for parallel operation, the transformers must have the same

polarity, phase displacement and phase rotation. These only are the means to gain the object of potential requirement. When the voltage diagrams are available, it is only necessary to make them coincide. If this is not possible they cannot operate in parallel. That is all while the study of polarity angular displacement and phase rotation is entirely superfluous and unnecessary.

**GROUP 1, ANGULAR DISPLACEMENT  $0^\circ$ ; GROUP 2, ANGULAR DISPLACEMENT  $180^\circ$ :-**

**DELTA-DELTA AND Y-Y,  $0^\circ$  DISPLACEMENT:** These are shown in Figs. 10 and 11. For a given voltage diagram, phase interconnections can be made for a given type of coil windings and conversely, voltage diagrams can be constructed from given transformer connections, following the principle of induced e. m. f.'s in the phase windings as discussed for the single-phase transformers.

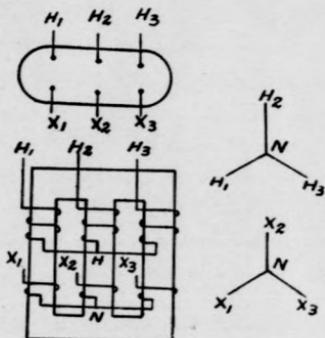


Fig. 10

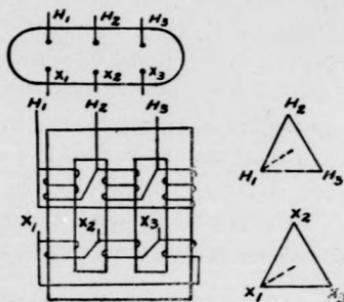


Fig. 11

In Fig. 10 draw the induced voltage diagram of the primary  $H_1H_2H_3$ . Voltage diagram of the secondary can then be drawn as shown,  $X_1X_2$  being parallel to and in the same direction as  $H_1H_2$ , etc. Similarly, the voltage diagram in Fig. 11 is obtained. Considering the polarity of these diagrams, it is subtractive in both cases and  $H_1H_2H_3$  and  $X_1X_2X_3$  have the same phase rotation.

**DELTA-DELTA AND Y-Y,  $180^\circ$  DISPLACEMENT:** These are shown in Figs. 12 and 13. The voltage diagrams are constructed in a similar way to the previous case, except that voltages  $H_1-H_2$  and  $X_1X_2$  are drawn in parallel but opposite

in directions on account of the fact that induced voltages in the two windings referred to these direction are opposed to each other. Similar considerations are given to Fig. 13. Considering the polarity of these diagrams, it is subtractive and the phase rotation of  $H_1H_2H_3$  is the same as that of  $X_1X_2X_3$ .

It should be particularly noted here that if we try all delta combinations and "Y" combinations, it will be found that Figs. 10 and 12 are the only two diagrams that are operative at all for the delta-delta connections and, similarly, Figs. 11 and 13 are the only two diagrams that are operative at all for the Y-Y connections. Of course, there are other coil windings and combinations than those shown in these Figures that will give the indicated voltage diagrams, but these voltage diagrams are the only ones for the two types of transformer connections. It should be further noted that through the voltage diagrams in Figs. 10 and 12 (or Figs. 11 and 13) show opposite polarity and different phase displacement, the phase rotation is the same. Again, it should be noted that by no possible interchanges of the external leads these diagrams can be altered; that is, transformer of Fig. 10 cannot be made to give diagram of Fig. 12 and transformer of Fig. 11 cannot be made to give diagram of Fig. 13, simply by manipulating the external leads. Change of the internal connections is the only way to effect such a change. Note also that transformers of Figs. 10 and 12 and transformers of Figs. 11 and 13 have the same lettering of the leads regardless of the angular displacement.

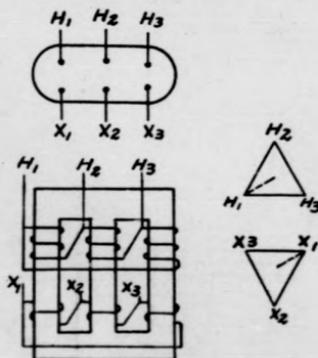


Fig. 12

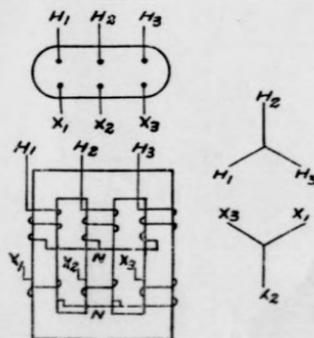


Fig. 13

**DELTA-Y OR Y-DELTA,  $30^\circ$  DISPLACEMENT:** Figs. 14, 15, 16 and 17 show four of the many possible transformer connections belonging to this Group. They are intended to show some important features to be discussed. The voltage diagrams are obtained in the usual way. Fig. 14 shows that the connection has subtractive polarity,  $30^\circ$  angular displacement and standard phase rotation. Fig. 15 shows that the connection has additive polarity because with two adjacent leads joined together the voltage across the other adjacent leads will be greater than the high tension line voltage, while in Fig. 14 the reverse is

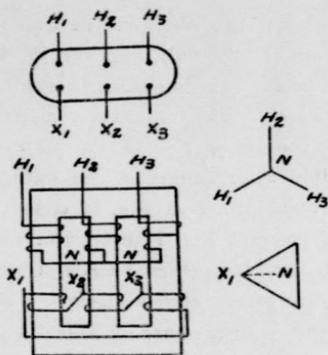


Fig. 14

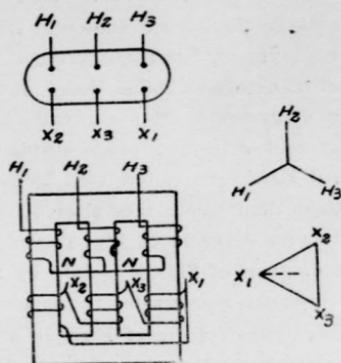


Fig. 15

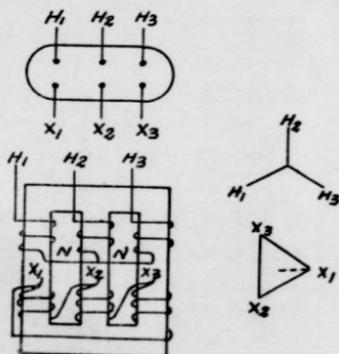


Fig. 16

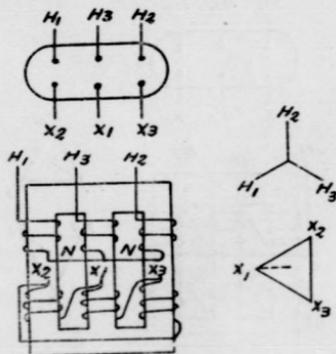


Fig. 17

true. But the voltage diagrams of these two connections are the same. Fig. 16 shows that although the lead markings out of the transformer case are similar to those of Fig. 14, the connection has additive polarity and that the voltage diagram is different from Figs. 14 and 15. Fig. 17 shows that by properly changing the lettering or markings of the transformer leads of Fig. 16 the voltage diagram can be converted to those of Figs. 14 and 15. The different lettering of the leads is equivalent to interchanging the leads because similarly lettered leads are to be connected together for parallel operation. The lettering is different in the various cases because of the difference in the internal arrangements. It is thus evident that by manipulating leads outside of the transformer case identical voltage diagrams are obtained on Y-Delta or Delta-Y transformers that have different internal arrangements, which was defined to Delta-Delta or Y-Y connections. This is the reason why transformers as shown in Figs. 16 and 17 are classified under the same Group.

It is worth mentioning here that the N. E. A. has recommended that in the case of the Delta-Y or Y-Delta group the high voltage line always leads the low voltage line by  $30^\circ$ . This practice should be also observed in connecting single phase transformers into three-phase banks. Three-phase transformers with taps and also three-phase to six-phase transformers are grouped separately from those already mentioned. But they are merely extensions of the principles and rules already discussed and so will not be taken up here. The consideration of connecting single-phase transformers into three-phase banks is omitted because it can be properly handled by the principle as laid for the three-phase units. It is sufficient to say here that single-phase transformers of any polarity with proper characteristics can be connected into three-phase banks of any Group Form whatsoever by merely manipulating the external leads. The transformer polarities are of course, those of the individual single-phase units in the bank and the line polarity can be obtained from the voltage diagram by placing similarly lettered corners of the high and low voltage triangle together and judging the polarity by the voltage vector between the other similarly lettered corners of the voltage triangles. The line polarity is subtractive for  $0^\circ$  angular displacement and additive for  $180^\circ$  angular displacement groups. For the  $30^\circ$  angular displacement group, it can be signified by "leading" or "lagging" (high voltage

with respect to low voltage). As in the case of three-phase units, connections of single-phase transformers into Y-Delta or Delta-Y banks are such that the high tension voltage leads the low tension voltage by 30°.

**POLARITY PRACTICE AND TEST:** There is no exact criterion to decide the choice of polarity for a transformer with a given rating. Consequently, in the past transformers of similar rating were built with different polarities by different manufacturers. To avoid such confusion, Standard practice has been established during recent years as follows; All Power transformers and instrument transformers are of subtractive polarity and all distribution transformers (below 7500 volts regardless of capacity, or 200 kva regardless of voltage) are of additive polarity.

Should any doubt exist concerning the polarity of a given transformer, it should be tested or checked. For single-phase potential transformers and current transformers, it can be tested by a variety of means. For example, excite the high voltage winding with a safe, low voltage, connect any two adjacent leads together and measure the voltage across the remaining two leads. If the ratio of transformation is high so that the addition or subtraction of the secondary voltage to or from the primary test voltage cannot be positively shown on the voltmeter, the polarity can be tested by applying a d. c. voltage of known polarity to the high voltage winding and then breaking it. The polarity can be figured out from the deflection produced on a d. c. voltmeter connected in the low voltage winding. The polarity of a current transformer can be tested with another of known polarity as follows: connect the primaries and the secondaries respectively of the two current transformers in series and connect an ammeter across the two secondaries. Pass a proper value of current through the primaries and with the known ratings of the current transformers, the polarity of the one under test can be figured out from the ammeter reading. A wattmeter may be used to test the polarity of a current transformer by connecting the secondary to the current coil of the meter and noting the deflection produced, the potential coil of the meter and the primary of the current transformer being connected to a test source.

In the case of three-phase transformers, voltage diagrams are of prime importance. If the design of the transformer is known, voltage diagram can

be constructed from it. If the design is unknown, windings and connections inaccessible, and no voltage diagram given, exact voltage diagram is not obtainable by test. However, the identity of the GROUP to which the transformer belongs can be established by the test. Connect one of the high voltage leads to one of the low voltage leads, excite the high voltage at a voltage safe for the low voltage circuit measure the voltages between all the other high and low voltage leads and plot them to scale. Such a test only establishes the angular displacement between the high and low voltage circuits but fails to determine whether the internal connections are Y-Y or Delta-Delta and Y-Delta or Delta-Y. Such distinction, however, is not necessary as far as parallel operation is concerned. All that is required is that the voltage triangles of the external leads of one transformer should coincide with those of the other at both the high voltage side and low voltage side and that the leads of the two transformers should be marked to correspond. This test will meet with difficulty when the ratio of transformation is high, that is, when the low voltage is very small as compared with the high voltage.

### INSTANTANEOUS CURRENTS

In determining connections of certain devices such as relays, instruments, etc. it is frequently necessary to determine the instantaneous direction and value of current flow from one line through the group to the other line. Also, a correct view of the instantaneous current would help to clear up some obscurity and misunderstanding about the idea of alternating current.

Fig 18a shows three single-phase transformers with subtractive polarity

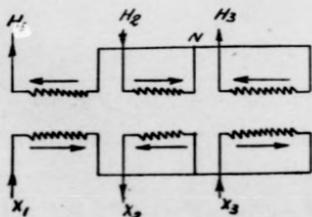


Fig. 18a

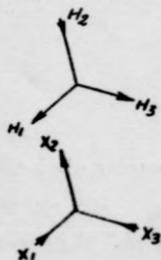


Fig. 18b

connected into Y-Y three-phase bank with  $0^\circ$  angular displacement. Fig. 18b shows the voltage diagram at a particular instant of the voltage cycle. Let us assume that the voltage vector above the horizontal line is positive and the current in that phase is positive also (from the source, that is, towards the neutral) and conversely for the vectors below the horizontal axis (that is, these phases carrying current away from the neutral). The magnitude of these currents can be obtained by the projection upon the vertical axis. On the secondary, the voltage vector above the horizontal line is also considered as positive but the positive direction of the current is away from the neutral. This is because of the fact that the primary acts as a motor and the secondary as a generator.

According to Fig. 18b and following the rule as set forth in the above paragraph, it can be seen that on the high voltage side the current in phase 2 is flowing towards the neutral and the currents in phases 1 and 3 are flowing away from the neutral. On the low voltage side, the current in phase 2 is following away from the neutral and the currents in phases 1 and 3 are flowing towards the neutral. The directions of the various instantaneous current are marked in Figs. 18a and 18b. Following the same principle we obtain the instantaneous directions of the currents for the Y-Y bank

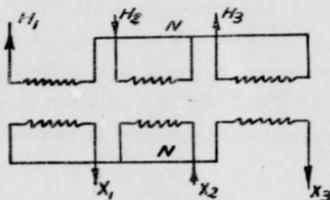


Fig. 19a

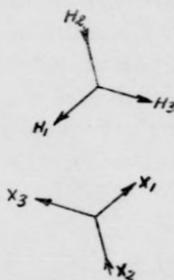


Fig. 19b

with  $180^\circ$  angular displacement, as shown in Figs 19a and 19b.

Figs. 20a and 20b show the connections and voltage diagram of a Y-Delta bank. The instantaneous directions of currents in the high voltage leads are obtained as above, but the way to obtain the directions of the

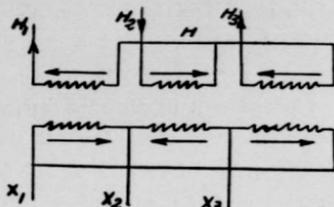


Fig. 20a

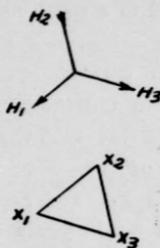


Fig. 20b

instantaneous currents in the low voltage lines is not quite obvious. They can be attained in the following manner:

(1) Reproduce the voltage diagram as shown in Figs. 21a and 21b. Indicate the instantaneous directions of currents on the high voltage diagram. Derive, first, the directions of currents in the low voltage triangle and then the directions of currents in the leads. From the given directions of the primary currents and the given polarity of the transformers, the directions of the secondary currents can be figured out as shown in Fig. 21b. It is evident that the currents are away from the transformer in lead 2 and towards the transformer in lead 3. The current in phase 3-1 is less than that in phase 1-2 (by the vertical projections). The difference is supplied by the current in lead 1 which will be in the direction of the current on phase 1-2, that is, towards the transformer.

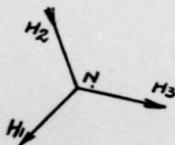


Fig. 21a

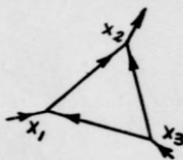


Fig. 21b

(2) The derivation of the directions of the secondary currents from those of the primary is not necessary. If the secondary voltage vectors

are referred to a common origin and those above the horizontal line passing through the origin are considered as positive, then vectors 2-1 and 1-3 are negative and currents in them (coils) will flow towards the origin, and vector 3-2 is positive and the current in that phase will be flowing away from the origin. We find that the directions of currents thus derived are the same as the case of (1). Suppose we take the order of vectors as 1-2, 2-3 and 3-1 then vectors 3-1 and 1-2 will be positive and the current will flow in the direction of 3-1 in phase 3-1 and in the direction of 1-2 in phase 1-2, while vector 2-3 is negative and current will flow in the direction of 3-2, namely, towards the origin. we, therefore, arrive at the same conclusion.

(3) Usually it is only currents in the line leads which we are required to determine, while those in the coils need not be investigated. Draw the secondary current vectors as shown dotted in Fig. 22b. Vector 0-2 is positive, and vectors 0-1 and 0-3 are negative. Therefore, current is flowing away from the neutral in lead 2 and towards the neutral in lead 1 and 3, the same as previously found. This method is evidently the simplest of the three.

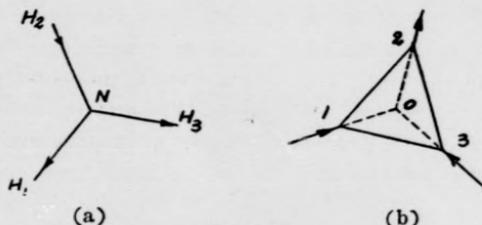


Fig. 22

In the case of Delta-Delta bank, currents in the various phases and lines can be obtained by the same processes as described for the previous cases, namely, (1) by figuring out the phase currents from the positions of their voltage vectors and then the currents in the line leads, and (2) by ignoring the phase currents and figuring out the line currents from the positions of this "Y" current vectors. The result is shown in Figs. 23 and 24 for the  $0^\circ$  angular displacement group and  $180^\circ$  angular displacement group respectively. They are self explanatory.

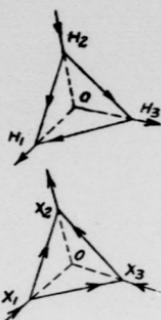


Fig. 23

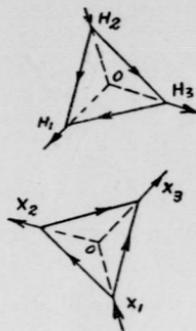
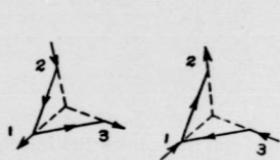
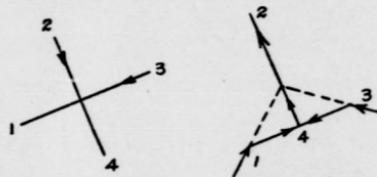


Fig 24

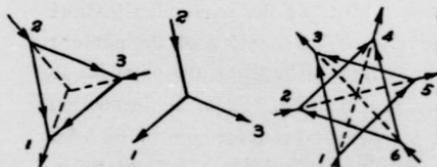
In exactly the same way, instantaneous currents for other transformer connections can be derived. For instance, the V-, the T-, the double delta-, the double Y-, the double T-, the woodbridge or three-phase to three-phase two-phase-connections, etc. These are illustrated in Fig. 25, the corresponding connections being omitted for simplicity.



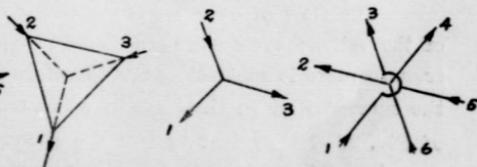
(a) V-connection



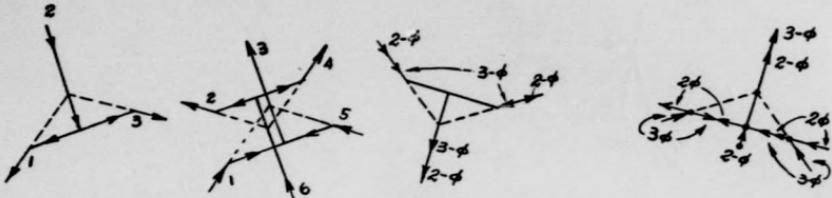
(b) T-connection



(c) Double Delta-Connection



(d) Double Y-connection



(e) Double T-connection

(f) 3-φ to 3-1/2-φ connection

Fig. 25

It may be well to illustrate a case of application of instantaneous currents. Take the case of differential relay protection of a Y-Delta connected transformer. The angular displacement is 30°. This phase displacement must be corrected before the currents in the primary and secondary leads can be

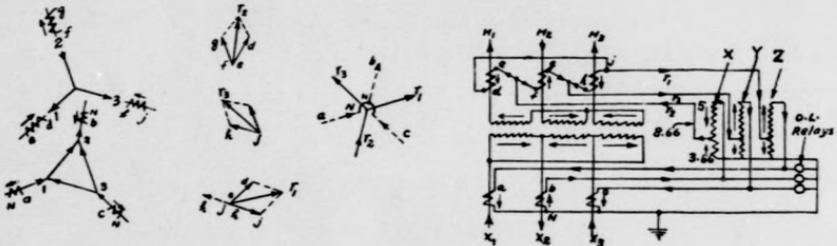


Fig. 26

balanced. The current transformers on the Y side must be connected in "delta" to effect this correction. An accurate knowledge of the instantaneous currents in the various circuits is essential in understanding the underlying principle of current balancing in this case.

The flow of currents in the transformer leads at the particular instant of the voltage cycle has been found previously. The polarity of the current transformers is subtractive and therefore the currents in them are opposite to the current flow in the leads in which they are inserted. From an inspection of Fig. 26 it is evident that if the E end of current transformer to be connected to the f end of the current transformer fg the resultant current  $r_2$  in a lead connected to the joint will be linear to the current in the current trans-

former nb. If the f end of current transformer fg be connected to the h end of the current transformer hj the resultant  $r_3$  in a lead connected to the joint will be linear to the current transformer nc. If the d end of current transformer de be connected to the j end of current transformer hj the resultant current  $r_1$  in a lead connected to the joint will be linear to the current in current transformer na.

The resultant currents at full load, if standard current transformers are used, would be  $\sqrt{3} \times 5 = 8.66$  amp. It is evident that to balance with secondary currents, this value must be reduced to 5. To avoid the use of non-standard current transformers an auto-transformer with proper taps is usually used to effect the balance of magnitude. The auto-transformers are so designed that the ampere-turns of the 5 amp. sectioned balanced the ampere-turns if the section carrying 3.66 amp., the differential current. This requires that the currents at the 8.66 amp. tap and at the 5 amp. tap will be opposite in directions, that is, one towards and one away from the auto-transformer.

The current  $r_2$  is flowing away from the auto-transformer X while the current from lead b is flowing towards auto-transformer X, and, therefore, the connection is correct. The current  $r_3$  is flowing towards the auto-transformer Y while the current in lead c is flowing away from the auto-transformer Y and, therefore, the connections are correct. The direction of  $r_1$  is not evident. Refer to the vector diagram, it can be seen that current in phase 2 of the primary is larger in value than the current in phase 3 (compare their projections upon the vertical axis). Therefore, the directions of  $r_1$  is determined by that of the current in current transformer de and, consequently, is towards the auto-transformer Z. The current in lead a is flowing away from the auto-transformer Z and, therefore, the connections are also correct. Should numerical values be calculated for the instantaneous currents at any instant, it would be found that the balance occurs at that instant and at all instants.

#### PHASE ROTATION

The voltage diagrams so far considered indicate only the relative phase rotation of the primary and secondary but do not give any information as to

the actual phase rotation on either side. This is determined by the supply circuit to which the transformers are connected. Clockwise lettering of the primary voltage diagram and its location on the paper are entirely arbitrary. The relative phase rotation of the two sides refer to a definite sequence of leads. Also the actual direction of the physical rotation of the armature is counter-clockwise, when the actual electrical phase-rotation is clockwise, i. e., in the order of 1, 2, 3, etc. as we have used these. In the case of rotating field machines, however, the physical rotation of the rotor is in the same direction as the electrical phase rotation. The reference point is taken on the stator in both case.

In the case of operation of rotating machines, the advanced knowledge of phase rotation is desirable but not absolutely necessary because rotation can be corrected by an interchange of two leads. Where a great inconvenience would occur in interchanging the leads or where the incorrect phase rotation is not observable but harmful, an advanced knowledge of true phase rotation is necessary. In the following, we shall take two typical cases for consideration.

Use is sometimes made of the delta connection for combined light and power supply. The closed delta uses three transformers with the one on the lighting phase larger than the other two. The open-delta uses one larger transformer on the lighting phase and one smaller one on one of the other phases. When the single phase lighting load is small compared with the three-phase power load the closed delta system works a little better than the open delta. When the single-phase lighting load is predominating, namely, as large as or larger than the three-phase power load, it can be shown that the open delta offers a better utilization of transformer capacity and less voltage unbalance at full combined load.

Assume a closed delta connected transformer composed of three single-phase units of similar characteristics with one three times as large as the other two in order to carry the lighting load. Assume the power factor of the power load to be 86.6 percent lagging. An analysis into the currents carried by the three phases of the bank will show that the large transformer and one of the smaller ones are fully loaded while the other smaller trans-

former is underloaded as shown in Fig 27. This is generally the characteristic of the closed delta connection under combined loading with power factor of either the single-phase load or the three-phase power other than unity or with transformers of different characteristics.

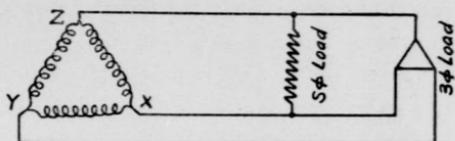


Fig. 27 (a)

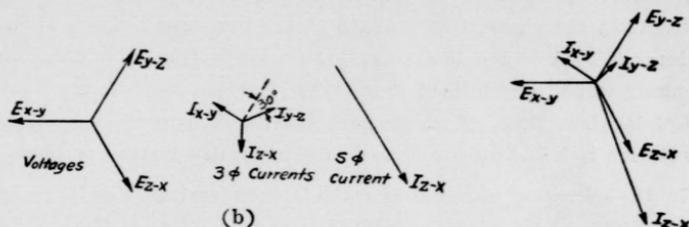
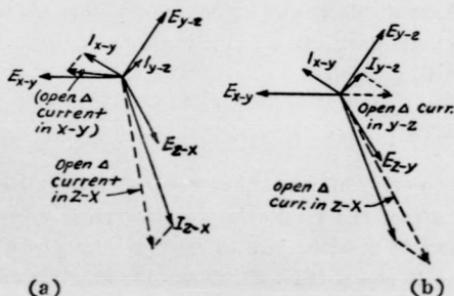


Fig. 27

(c)

(a) connection diagram, (b) voltage and load current vectors; (c) vector diagram of resultant current and voltages.

Now, open phase Y-Z. The resulting open-delta currents are shown in Fig. 28 (a) by adding current in phase Y-Z (in reversed phase) to those already in the other two phases.



(a)

Fig. 28

(b)

Note that the currents in the two phases are not increased greatly and the power factor in X-Y is actually improved, although that in Z-X is slightly lowered. The resulting benefit is that, for all practical purposes, the two transformers are operating at nearly unity power factor and at very slightly greater current than they carried when the third transformer was present. On the other hand, suppose phase X-Y is opened, the result will be as shown in Fig. 28 (b). The reverse of the above described advantages is evident.

Care must be taken as to which phase should be opened. This is determined by the true phase rotation. In our case, The phase rotation is X-Y-Z. We, therefore, conclude that the lighting transformer should be connected from the phase wire common to the two transformers to the phase which leads it by  $120^\circ$  and the power transformer from the common phase to the phase which lags behind it by  $120^\circ$ . If the power factor is leading instead of lagging, then, of course, the reverse will be true. Also, if the phase rotation is Y-X-Z, phase Z-Y should be opened instead of phase Y-Z.

In the operation of synchronous rotary converters Y-delta starting is frequently used. The transformer high voltage winding is first switched to Y connection and then, when full speed is attained, changed to delta connection through the Y-Delta starting switch. To insure correct polarity on the d. c. side a 20 percent excitation is applied from an external source and thus locks the machine in synchronous step, before switching to the full voltage operation. When the transformer is switched from Y to delta the voltage in the windings not only changes in magnitude by the ratio of 1 to  $\sqrt{3}$  but also changes in phase displacement by  $30^\circ$ . Advantage is taken of the slowing down of the machine during the switching from Y to delta connection to correct that phase displacement by a definite time-relay, so that the duration between the opening of the Y switch and the closing of the delta switch will be the time necessary to make the phase correction.

There are two ways of connecting the transformer leads to the starting switch which will effect the final delta formations. Under steady operating condition either way is possible but to correct the phase difference above mentioned only one is right. Fig. 29. shows the starting and running voltage relations. The lead markings are following the standard practice. The

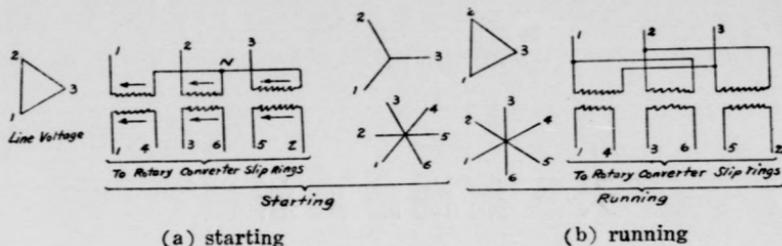


Fig. 29

mechanical rotation of the armature is counter-clockwise. Due to slowing down of the machine during the switching period, the machine voltage diagram will rotate clockwise by  $30^\circ$ . The formation of the primary delta should be such that the induced voltages in the primary windings n-1, n-2, n-3 are in phase with the generated voltages in the secondary windings 4-1, 6-3, 2-5, respectively.

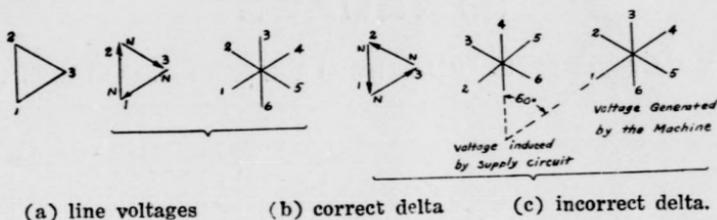


Fig. 30

It will be observed from Fig. 30 that winding n-1, n-2, n-3 should be connected across the lines 3-1, 3-2, 1-3 respectively. Should windings N-1, n-2, n-3 be connected across lines 3-1, 3-2, 1-3, the formation of the delta is incorrect due to the fact that the machine voltage and the supply voltage will be  $60^\circ$  out of phase instead of  $0^\circ$  as intended with the use of the definite-time-relay for phase correction. Thus, large circulating current may occur and frequent starting of the machine may result in serious damage, as happened in the writer's experience with the New York Edison Company, where the squirrel-cage winding on the poles of a synchronous rotary converter was damaged due to this cause.

# 天綫網概論與新擬<sup>②</sup>

葉 允 競

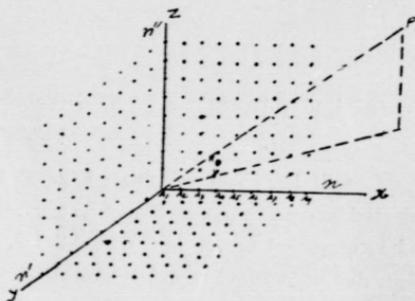
摘要：本文共分三段，第一段求天綫網之普遍公式，第二段討論二三特例，以示普遍公式之應用。第三段述新擬之天綫網原理與構造。

## (一) 天綫網之概論

吾人知赫志天綫 (Hertz' Doublet)  $dl$  中有電流  $i = I_m \sin \omega t$  流過，(第



第一圖



第二圖

一圖) 則在遠方一點 P 處之電或磁場乃與 P 及天綫間之距離  $r$  成反比

② 電工論文分類 R125

• 讀者請參考「科學」第十七卷第一期王濤馨先生之「天綫網之修改與新擬」一文。

例，而與  $\frac{di}{dt}$  成正比例。根據此原理，可求天綫在 P 點所產生之電場為：

$$E \propto \frac{1}{\gamma} \frac{di}{dt}$$

或 
$$E = \omega \frac{dl}{\gamma} I_m \cos \omega \left( t - \frac{\gamma}{c} \right) \cos \theta \dots \dots \dots (1)(u.l.m.)$$

而磁場為：
$$H = \frac{1}{C} \omega \frac{dl}{\gamma} I_m \cos \omega \left( t - \frac{\gamma}{C} \right) \cos \theta \dots \dots \dots (2)$$

其中  $dl =$  一極小段天綫之長。

$\gamma =$  自天綫至 P 點之距離。

$c =$  電磁波傳播之速率。

$\omega/2\pi =$  流於天綫中之電流之頻。

$t =$  時間

$I_m =$  電流  $i$  之幅

$\theta =$  仰角 (angle of elevation)

由(1)及(2)二式觀之，電場與磁場強度之差，僅在一常數而已。故平常電場或磁場皆可以下式表之：

$$\begin{aligned} & B \cos \omega \left( t - \frac{\gamma}{C} \cos \theta \right) \\ & = B \cos \omega (t - \alpha \gamma) \cos \theta \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

其中  $B$  係一常數， $\alpha$  等於  $2\pi/\lambda$ ，而  $\lambda$  為波長。

此理既明，今進而求天綫網之普通公式。設有若干單位天綫沿 X-軸排列而成一列天綫，再積若干列天綫沿 Y-軸排列而成一層天綫，又積若干層天綫沿 Z-軸排列而成一總天綫。如每一單位天綫所通過之電流皆相等，且其射電不受其他天綫之影響者，則其各方向之射電應皆相同。至於各單位天綫之方向係豎或橫或其他方向，暫時可姑置不問。

如第二圖，設： $n, n'$  及  $n''$  各沿 X, Y, Z 軸單位天綫之數目。

$d, d'$  及  $d''$  各沿  $X, Y, Z$  軸每二隣接天綫之距離。

$\rho, \rho'$  及  $\rho''$  各沿  $X, Y, Z$  軸每二隣接天綫中電流之相位差 (phase difference)。

$Z$  係自天綫至  $p$  之直綫與  $XZ$  平面所成之角 (bearing angle)。

$\theta$  係自天綫至  $P$  點之直綫與  $XY$  平面所成之仰角 (angle of elevation)。

$y_R, y_S, y_T$  名爲一列, 一層, 及總天綫在  $P$  點所產生電場之幅。

總天綫在  $p$  點所產生之結果電場, 其求法可分三步: 第一步求  $n$  單位天綫排列成一列所產生之電場。第二步合  $n'$  列而成一層之結果電場。第三步合  $n''$  層而成一總天綫之結果電場。今依序求之。

(1) 一列天綫之電場 —— 每單位天綫在  $p$  點所產生之電場, 因綫中之電流非一致, 求法殊複雜。爲免除繁雜起見, 可作爲郝志天綫而計算之。故前所求得之第(3)公式, 仍可應用。設天綫之方向暫時不論, 且時間原點適當選擇, 則天綫  $A_1$  在  $P$  (第二圖) 之電場, 由第(3)公式得:

$$B \sin \omega t \dots \dots \dots (4)$$

因  $p$  點離天綫極遠, 故自  $A_1$  至  $p$  與自  $A_2$  至  $p$  之路綫可視爲全完平行。但此二路綫之距離非相等, 而有  $d \cos z \cos \theta$  之差。此距差固甚微, 自  $A_1$  及  $A_2$  二天綫, 而達於  $p$  點之波幅可言毫無差異, 儘可不計。但其相位差則不可不顧。故在  $p$  點  $A_2$  之電場爲:

$$B \sin(\omega t + \varphi + \alpha d \cos z \cos \theta) \dots \dots \dots (5)$$

同理可得  $A_3 A_4 A_5 \dots \dots$  之電場

一列  $n$  天綫之電場爲  $A_1 A_2 A_3 A_4 \dots \dots$  電場之總和, 故爲:

$$p = n - 1$$

$$\sum B \sin[\omega t + P(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)] \dots \dots \dots (6)$$

$$P = 0$$

$$\text{即 } B \frac{\sin \frac{n}{2}(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)} \sin \left[ \omega t + \frac{n-1}{2}(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta) \right]$$

.....(7)

其波幅爲：

$$y_R = B \frac{\sin \frac{n}{2}(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)} \dots\dots\dots(8)$$

### (2) 一層天綫之電場

每隣近二列達於 P 點之路綫距離差爲  $d' \cos z \cos \theta$ ，致有相位差爲  $\alpha d' \cos z \cos \theta$ 。再加以二列中電流之相位差  $\varphi'$ ，故總相位差爲：

$$\varphi' + \alpha d' \cos z \cos \theta.$$

而積  $n'$  列而成一層天綫之電場幅，當等於(8)式再乘一因子如下：

$$\frac{\sin \frac{n'}{2}(\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}$$

$$\text{即 } y_S = B \frac{\sin \frac{n}{2}(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2}(\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}$$

.....(9)

### (3) 總天綫之電場。

由每隣接二層之路綫距差而生之相位差  $= \alpha d'' \sin \theta$ 。

每隣接二層天綫電流之相位差  $= \varphi''$

故總相位差  $\varphi'' + \alpha d'' \sin \theta$ 。

積  $n''$  層而成之總天綫之電場幅，當等於第(9)式再乘下因子：

$$\frac{\sin \frac{n''}{2} (\varphi'' + \alpha d'' \sin \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\varphi'' + \alpha d'' \sin \theta)}$$

即  $y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2} (\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2} (\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}$

$$\times \frac{\sin \frac{n''}{2} (\varphi'' + \alpha d'' \sin \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\varphi'' + \alpha d'' \sin \theta)} \dots \dots \dots (10)$$

求上公式時，單位天線之方向已置不問，若設其方向為垂直者，照第(3)式所述之理，第(10)式尚需乘一因子  $\cos \theta$ ，而得總垂直天線網之電場為：

$$y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2} (\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2} (\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}$$

$$\times \frac{\sin \frac{n''}{2} (\varphi'' + \alpha d'' \sin \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\varphi'' + \alpha d'' \sin \theta)} \times \cos \theta \dots \dots \dots (11)$$

## (二) 公式之討論

第(11)式中之  $\varphi, d, \varphi', d', \varphi''$  及  $d''$  乃定向天線之主要因子，其變化關於天線網有向性，今分別討論之：

### (1) 一列沿 X 軸而排列之天線。

在此情形之下  $n' = 1$   $n'' = 1$

故第(11)式變為：
$$y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2}(\varphi + \alpha d \cos \theta \cos \vartheta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \alpha d \cos \theta \cos \vartheta)} \times \cos \vartheta \dots\dots(12)$$

但  $\cos \delta = \cos \theta \cos \vartheta$   $\delta$  為自天綫至 P 點之直綫與 X 軸所成之角。

故 
$$y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2}(\varphi + \alpha d \cos \delta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \alpha d \cos \delta)} \dots\dots(12)$$

由第(12)式，得二極端情形如下：

(A)  $y_T$  值最大之條件為：

$$\varphi + \alpha d \cos \delta = 2k\pi \dots\dots(13)$$

(B)  $y_T = 0$  之條件為：

$$\left. \begin{aligned} n(\varphi + \alpha d \cos \delta) &= 2k'\pi \\ (\varphi + \alpha d \cos \delta) &\neq 2k\pi \end{aligned} \right\} \dots\dots(14)$$
 其中 k 及 k' 各等於 0,1,2,3.....

$\varphi$  及 d 有無窮變化法，情形殊複雜，今僅能以一二特例合於實用者討論之。

(1.1)  $\varphi = 0, 0 < d < \lambda$

照(13)式之條件  $\alpha d \cos \delta = 2k\pi$

即 
$$\cos \delta = \frac{2k\pi}{\alpha d} \dots\dots(15)$$

若  $0 < d < \lambda$  時，則 k 僅能等於零。

故  $\cos \delta = 0$ ， $\delta = 90^\circ$  或  $270^\circ$

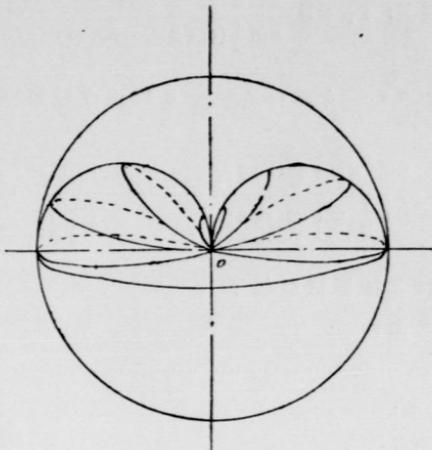
此種天綫網有二個最大放射方向，最大值由(13)式得為：

$$y_T = nB \cos \theta$$

第三圖示其立體輻射之形狀。

此種天綫名曰縱輻射天綫，各單位天綫之電流皆同相位，而每二隣接單位天綫之距離不拘，僅須大於零小於一波長足矣，各國今日所用之

天線網多屬此式。



第 三 圖

$$(1.2) \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$$

照(13)式之條件  $\pm \frac{\pi}{2} + \alpha \cos \delta = 2k\pi$

$$\therefore \cos \delta = \frac{2k\pi \mp \frac{\pi}{2}}{\alpha d} \dots \dots \dots (16)$$

在水平面上  $\cos \delta = \cos z$

$$\therefore \cos z = \frac{2k\pi \mp \frac{\pi}{2}}{\alpha d} \dots \dots \dots (17)$$

而(12)式應變為:  $y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda} d \cos z \right)}{\sin \frac{1}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda} d \cos z \right)}$

d 之變化與最大幅射之方向及最大幅射葉數之關係示如下表:

d	k 之 值	水平面上之最大葉數	z
$\frac{\lambda}{4}$	0	1 (名曰橫輻射)	180° 或 0°
$\frac{\lambda}{2\sqrt{3}}$	0	2	150°, 210 或 ±30°
$\frac{\lambda}{2\sqrt{2}}$	0	2	135° 225° 或 ±45°
$\frac{\lambda}{2}$	0	2	120° 240° 或 ±60°
$\frac{3}{4}\lambda$	0,+1	3	160.6, 199.5,0 或 ±19.5

(2) 一層天綫

在此情形之下， $n''=1$  則(11)式變成：

$$y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2}(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2}(\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)} \times \cos \theta$$

以  $\cos \delta = \cos z \cos \theta$  及  $\cos \theta' = \sin z \cos \theta$  代入則得。 $\delta'$  乃自天綫至 P 點之直綫與 Y 軸所成之角。

$$y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2}(\varphi + \alpha d \cos \delta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \alpha d \cos \delta)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2}(\varphi' + \alpha d' + \cos \delta')}{\sin \frac{1}{2}(\varphi' + \alpha d' \cos \delta')} \times \cos \theta \quad \dots(18)$$

由是式  $y_T$  值最大值之條件為：

$$\left. \begin{aligned} \varphi + \alpha d \cos \delta &= 2k\pi \\ \varphi' + \alpha d' \cos \delta' &= 2k'\pi \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (19)$$

其中 k 及 k' 仍等於 0,1,2,3,.....

(19) 式中有  $\varphi, \varphi', d$  及  $d'$  四變數故其變化情形至為複雜，今僅能以一二特例合於常用者討論之如下：

(2.1)  $\varphi=0, 0 < d < \lambda$ 

$\varphi = \pm \pi, d' = (k + \frac{1}{4}) \lambda$   $k$  乃一整數。

$$\text{由 (19) 式得: } \cos \delta' = \frac{2\pi k' \pi - \varphi'}{\alpha d'} = \frac{2\pi k' \mp \frac{\pi}{2}}{\frac{2\pi}{\lambda} (k + \frac{1}{4}) \lambda} = \mp 1$$

在水平面上  $\theta = 0, \cos \delta' = \sin z \cos \theta = \sin z = \mp 1 \dots \dots \dots (20)$

$\therefore z = 270^\circ$  或  $90^\circ$  視  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$  或  $-\frac{\pi}{2}$  而定。

而在水平面上之最大波幅為：

$$y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2} (\alpha d \cos z)}{\sin \frac{1}{2} (\alpha d \cos z)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2} (\pm \frac{\pi}{2} + \alpha d' \cos z)}{\sin \frac{1}{2} (\pm \frac{\pi}{2} + \alpha d' \cos z)} = nn' B.$$

前(二)(1.1)節述一列天線能合於  $\varphi=0, 0 < d < \lambda$  之條件者，則定向之指射方向為  $90^\circ$  及  $270^\circ$ 。今二列平線而加以  $\varphi' = \pm \frac{\pi}{2}, d' = (k + \frac{1}{4}) \lambda$  之條件者，則指射方向僅存其一，而其最大波幅為  $nn' B = 2nB$ 。

我國真如電台所用之 RCA 式定向天線即屬此式，其常數為：

$$\varphi = 0, d = \frac{1}{8} \lambda, \varphi' = -\frac{\pi}{2}, d' = \frac{5}{4} \lambda, n = 48, n' = 2.$$

其指射方向之最大波幅為  $2nB = 96B$ ，比一單位天線大 96 倍。

(2.2)  $\varphi=0, 0 < d < \lambda$ 

$\varphi = \pm \pi, d' = (k + \frac{1}{2}) \lambda \dots \dots \dots (20)$

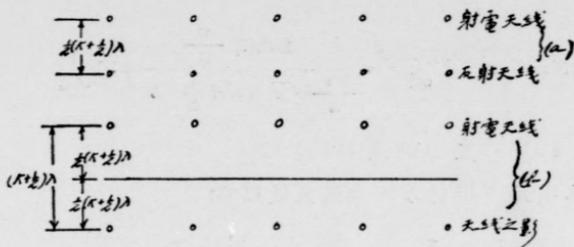
$$\text{由 (19) 式 } \cos \delta' = \frac{2\pi k \mp \pi}{\alpha d'} = \frac{2\pi k \mp \pi}{\frac{2\pi}{\lambda} (k + \frac{1}{2}) \lambda} = \mp 1$$

在水平面上  $\cos \delta' = \sin z \cos \theta = \sin z = \mp 1$

$\therefore z = 270^\circ$  或  $90^\circ$

$$\text{而 } y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2}(\alpha d \cos z)}{\sin \frac{1}{2}(\alpha d \cos z)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2}(\pm \pi + \alpha d' \cos z)}{\sin \frac{1}{2}(\pm \pi + \alpha d' \cos z)} = nn'B \dots (21)$$

實際上此類天綫僅裝二列，前一系列饋電而後一系列則否。前者名曰射電天綫，後者名曰反射天綫。如第四圖所示。按嘉爾文氏 (Kelvin) 之反射原理。圖 (a) 之佈置可代以圖 (b) 之佈置。反射天綫之作用即使射電天綫



第四圖

之影現於反射天綫之後，而天綫影與反射天綫之距離等於後者與射電天綫之距離 =  $\frac{1}{2}(k + \frac{1}{2})\lambda$ ，但二者之電流相位則相反。質言之，一饋電之射電天綫及一不饋電之反射天綫之佈置，可使二最大放射方向，經反射作用而集中於唯一放射方向。計算時，則當為二列饋電天綫，其距離倍於原來射電天綫及反射天綫之距離，而其電流之相位則相反。因此，欲達 (20) 式之條件， $\varphi' = -\pi$ ， $d' = (k + \frac{1}{2})\lambda$  者，可不必裝二列饋電天綫，僅須裝一系列饋電天綫及一系列不饋電反射天綫。而二列之距離為  $\frac{1}{2}(k + \frac{1}{2})\lambda$ 。

真如國際電台中 Marconi 及 Chereix-Mesny 天綫皆屬此式，後者之常數如下：

$$\varphi = 0 \quad d = \frac{\lambda}{\sqrt{2}}$$

不饋電反射天綫及饋電天綫之距離為  $\frac{1}{2}\lambda$ ，故  $\varphi' = \pi$ ， $d' = 2 \times \frac{\lambda}{4} = \frac{1}{2}\lambda$

而其唯一指射方向向為  $z=90^\circ$

$$(2.3) \varphi = \pm \frac{\pi}{2} \quad d = \sqrt{2} \left(k + \frac{1}{4}\right) \lambda$$

$$\varphi' = \pm \frac{\pi}{2} \quad d' = \sqrt{2} \left(k + \frac{1}{4}\right) \lambda$$

$$\text{在水平面上, } \cos \delta = \cos z = \frac{2\pi k - \varphi}{\alpha d} = \frac{2\pi k \mp \frac{\pi}{2}}{2\pi \sqrt{2} \left(k + \frac{1}{4}\right) \lambda} = \mp \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore z = \pm 135^\circ \text{ 或 } \pm 45^\circ.$$

$$\text{並 } \cos \delta' = \sin z = \frac{2\pi k' - \varphi'}{\alpha d'} = \frac{2\pi k' \mp \frac{\pi}{2}}{2\pi \sqrt{2} \left(k' + \frac{1}{4}\right) \lambda} = \mp \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore z = 135^\circ \text{ 及 } 315^\circ \text{ 或 } 45^\circ \text{ 及 } 135^\circ$$

而在水平面上指射方向之最大波幅為：

$$y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2} \left(\pm \frac{\pi}{2} + \alpha d \cos z\right)}{\sin \frac{1}{2} \left(\pm \frac{\pi}{2} + \alpha d \cos z\right)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2} \left(\pm \frac{\pi}{2} + \alpha d' \sin z\right)}{\sin \frac{1}{2} \left(\pm \frac{\pi}{2} + \alpha d' \sin z\right)} = nn' B$$

$\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$  與  $\varphi' = \pm \frac{\pi}{2}$  有四排置聯合 (Combination) 可能, 故最大放射亦有四方向可能, 若排置聯合得當, 可於四方向中選擇其一。

### (3) 總天線

總天線 (其單位天線與地面垂直) 在 p 點之結果電場, 即 (11) 式所示。其中有  $\varphi, d, \varphi', d', \varphi''$  及  $d''$  六變值, 可產生無窮定向作用。今僅能以一特例討論之, 其他可類推。

實際上同在一垂直線上之各單位天線之電流相位皆同,  $\varphi'' = 0$ , 並  $0 < d'' < \lambda$ , 故 (11) 式變為:

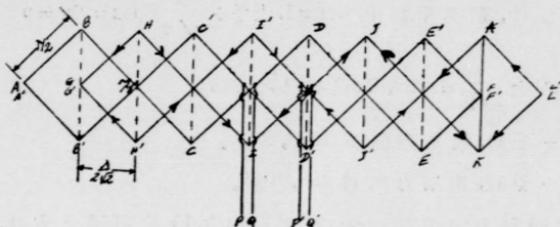
$$y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2} (\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\varphi + \alpha d \cos z \cos \theta)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2} (\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\varphi' + \alpha d' \sin z \cos \theta)}$$

$$\frac{\sin \frac{n''}{2} (\alpha d'' \sin \theta)}{\sin \frac{1}{2} (\alpha d'' \sin \theta)} \times \cos \theta.$$

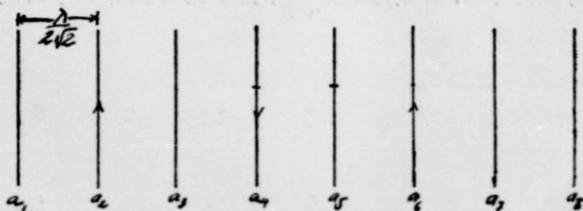
此式共有四因子。第一因子含有  $z$  及  $\theta$ ，故  $n$  愈增大，橫豎定向性 (Horizontal and Vertical directivity) 皆因之增大。第二因子亦然。故  $n'$  愈大，橫豎定向性亦愈大。第如因子中僅含  $\theta$ ，故  $n''$  增大僅有益於豎定向性，與橫定向性無關。至於第四因子，乃豎天線對於豎定向性之影響。由是觀之，如  $\varphi, \varphi', \varphi'', d, d''$  適當選擇， $nn'n''$  愈大定向性愈銳，而最大幅射亦愈大，蓋此值等於  $nn'n''B$  之故也。

### (三) 新擬之天綫

(1) 天綫之構造，三第五圖所示。乃由 ABCDEF, A'B'C'D'E'F', GHIJKL 及 G'H'I'J'K'L' 四曲拆 (zigzag) 線組合而成。線與線間接近之處，應置絕緣體，使之隔開。電流則來自 PQ 及 P'Q'。此二電源電流相位之差為  $90^\circ$ ，電



第五圖



第六圖

流在曲折綫中之方向，如圖中箭頭所示。由四成分(components)而組成之四方形，可以一合量(Resultant)代之。例第五圖中之  $ABMB'B'A'$  及  $B'M'$  組成之四方形，可以合量  $BB'$  代之。如是類推，則第五圖可以第六圖代之。後者之裝置顯然係(二)(1.2)節所述之單列天綫。二隣接單位天綫之距離為  $\frac{\lambda}{2\sqrt{2}}$ ，而其相位差為  $\pm \frac{\pi}{2}$  依序而變，故此天綫之特性，可由(13)式代入知數後而得。

$$y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{2\sqrt{2}} \cos z \cos \theta \right)}{\sin \frac{1}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{2\sqrt{2}} \cos z \cos \theta \right)}$$

$$\text{即 } y_T = B \frac{\sin \frac{n}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{\sqrt{2}} \cos z \cos \theta \right)}{\sin \frac{1}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{\sqrt{2}} \cos z \cos \theta \right)} \dots \dots \dots (23)$$

由(13)式之條件，在水平面上， $\cos z = 1$ ， $\pm \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{\sqrt{2}} \cos z = 2k\pi = 0$

$$\therefore 2\cos^{-1} \pm \frac{1}{\sqrt{2}} = 135^\circ, 225^\circ \text{ 或 } 45^\circ, 315^\circ$$

當  $\varphi = +\frac{\pi}{2}$  時，指射方向為  $135^\circ, 225^\circ$ 。

當  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$  時，指射方向為  $45^\circ, 315^\circ$ 。

欲將二指射方向消其一者，可用(二)(2.1)節所述之方法，另裝一列饋電天綫與前列平行，而距離為  $\frac{\lambda}{2\sqrt{2}}$ 。此二列天綫可以下圖表之；



第七圖

至於指向特性可由(18)式代入知數而得：

$$\begin{aligned}
 y_T &= B \frac{\sin \frac{n}{2}(\varphi + \alpha d \cos \delta)}{\sin \frac{1}{2}(\varphi + \alpha d \cos \delta)} \times \frac{\sin \frac{n'}{2}(\varphi' + \alpha d' \cos \delta')}{\sin \frac{1}{2}(\varphi' + \alpha d' \cos \delta')} \cos \theta \\
 &= B \frac{\sin \frac{n}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{\sqrt{2}} \cos z \cos \delta \right)}{\sin \frac{1}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{\sqrt{2}} \cos z \cos \theta \right)} \\
 &\quad \times \frac{\sin \frac{n'}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{\sqrt{2}} \sin z \cos \theta \right)}{\sin \frac{1}{2} \left( \pm \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{\sqrt{2}} \sin z \cos \theta \right)} \times \cos \theta \dots\dots\dots (24)
 \end{aligned}$$

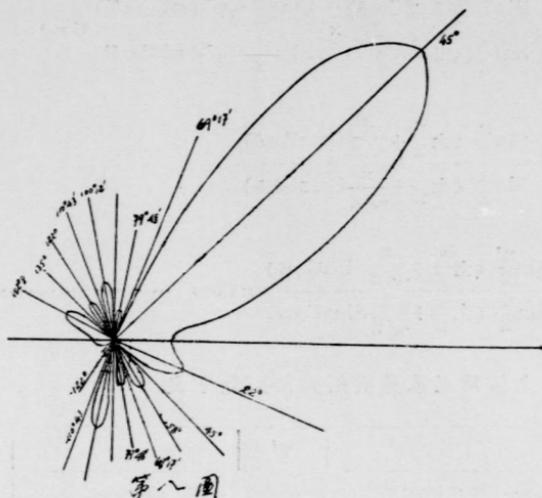
$\varphi$  及  $\varphi'$  之值為正或負指射方向列如下表。

$\varphi$		$\varphi'$		指射方向
$+\frac{\pi}{2}$	$a_1 a_2 a_3 \dots$ 依序領相 $\frac{\pi}{2}$	$+\frac{\pi}{2}$	$a_1$ 對 $b_1$ 領相 $\frac{\pi}{2}$	$135^\circ$
$+\frac{\pi}{2}$	$a_1 a_2 a_3 \dots$ 依序領相 $\frac{\pi}{2}$	$-\frac{\pi}{2}$	$a_1$ 對 $b_1$ 滯相 $\frac{\pi}{2}$	$225^\circ$
$-\frac{\pi}{2}$	$a_1 a_2 a_3 \dots$ 依序滯相 $\frac{\pi}{2}$	$+\frac{\pi}{2}$	$a_1$ 對 $b_1$ 領相 $\frac{\pi}{2}$	$45^\circ$
$-\frac{\pi}{2}$	$a_1 a_2 a_3 \dots$ 依序滯相 $\frac{\pi}{2}$	$-\frac{\pi}{2}$	$a_1$ 對 $b_1$ 滯相 $\frac{\pi}{2}$	$-45^\circ$

由(24)式，設  $\theta = 0$ ,  $n = 8$ ,  $n' = 2$ ,  $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ ,  $\varphi' = \frac{\pi}{2}$  計算得一弧如第八圖：

(2) 饋電 (Feeder).

配合阻抗方法 (matching impedance) 示如第九圖係 RCA 方法。自發波機來之二線，先經過“B”電路，然後分為二。此二對綫再各連於一“A”電路，然後上升於天線。自發波機至於二“A”電路為走動波 (Traveling wave)，在二電路之後為固立波 (standing wave)。出自電路“A”而連於天線網之線之長應可變遷，使彼接於天綫網之處，電流為零。(node of current)。

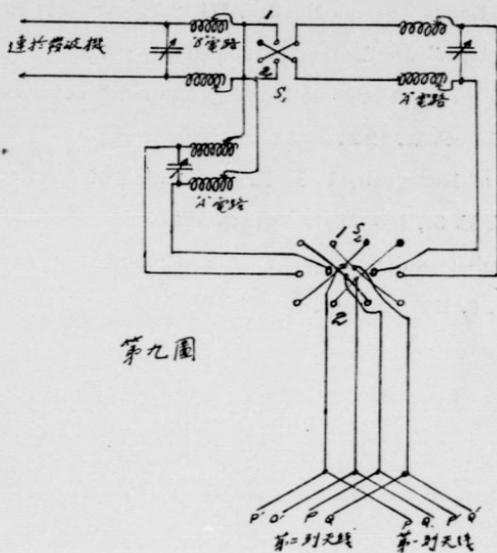


$S_1$  乃雙極雙向開關， $S_2$  乃四極雙向開關。其設備之目的在能於指射方向中選擇其一。 $S_1$  及  $S_2$  之位置與指射方向示如下表。

開關 $S_1$ 之位置	開關 $S_2$ 之位置	最大放射方向
1	1	$45^\circ$
1	2	$135^\circ$
2	1	$225^\circ$
2	2	$315^\circ$

至於配諧之法先將第一“A”電路連於綫路，而第二“A”電路不接連，變換前“A”電路中之線圈及電容器之值，至於綫路中得走動波為止。後又將第二“A”電路接於綫路，而第一“A”電路則拆下，同樣變換

法，而得走動波於綫路中。此既定二“A”電路同時接於“B”電路，然後連於飼電綫，變換“B”電路中之綫圈及電容器之值，至於得走動波於飼電綫中爲止。



第九圖

參 考

G. C. Southworth, "Certain factors affecting the gain of Directive Antennas".  
 Proc. IRE Vol 18, P1520, Sept. 1930.

Chiriex H. "Transmission en ondes courtes," L'onde Electrique, 5, 237-262,  
 gune 1926.

Chireix, H. "-Nonvelle antenne directive simple pour l'onde courte" Q. S. T.  
 Francaise 8, 43-46 April, 1929.

Stone, J. S. U. S. patent no. 1,643, 323, "Directive antenna array" Sept. 27, 1927.

Chireia, H. "un septime pancais d'émission à ondes Courtes projectors" l'ond électrique 7, 169-195, May 1928.

Franklin C. S. English patent No. 310, 451 "Improvement in or relating to aerial Systems" Application Data, Feb. 11, 1928.

Mesny R. "Les ondes dirigies et lenrs applications" Reval Scientifique, No. 19, 577-585, oct 12, 1929.

Palmer, L. S. of Honeyball, L. L. K. "the action of a reflecting antenna" Jour I. E. E. 67, 1045-1051, Angnst, 1929.

Mesney R. "Emissions dirigies par rideaux d'antennes on grecques" L'onede électrique, 6, 1927, 181-200.

# 電閘管之放電曲線<sup>Ⓢ</sup>

沈 尙 賢

摘要：—— 本文討論電閘管之放電曲線，先將電閘管與電子管比較，次述電閘管放電曲線與探攪率 (durchgriff)，陰極溫度，及管內氣體壓力之關係，最後再論及雙柵電閘管之放電曲線。

## (一) 電閘管與電子管之比較

作者前曾草一文，題為“電閘管原理”，刊於本誌第五卷第一期，說明“電閘管”在未“放電”以前，其作用大致與“電子管”相同。照電子管理論，其“放大因數” $\mu$  (amplification factor)，可用下式表示

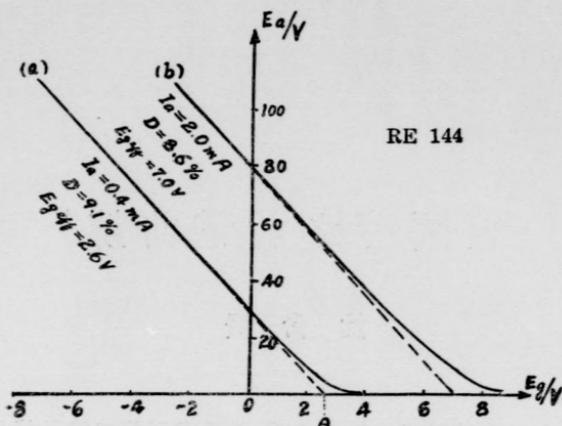
$$\mu = - \left( \frac{dE_a}{dE_g} \right)_{I_a = \text{const.}}$$

放大因數之“倒數”，謂為“探攪率” $D$  (Durchgriff)，

$$\text{則 } D = - \left( \frac{dE_g}{dE_a} \right)_{I_a = \text{const}} \dots\dots\dots (1)$$

$D$  值恆小於 1，通常以百分數表之，例如放大因數為 10 時，探攪率即為 10%。

第一圖示得力風根電子管 RE 154 之  $E_a - E_g$  特性曲線，此曲線大



第一圖 電子管之  $E_a-E_g$  特性曲線。

致為一直線， $D$  值與其“斜度” (slope) 有關，在此種曲線上， $I_a$  值不變，例如等於 0, 1mA 及 2.0mA。各曲線之直線部分，可用下列方程式表示：

$$E_g = E_{g_0} - DE_a \dots\dots\dots(2)$$

其中  $E_{g_0}$  乃一常數為該線延長，與  $E_g$  軸相交時之  $E_g$  值，例如在第一圖中曲線 (a) 上， $E_{g_0}$  值等於  $OA$ ，即 2.6 volts。該曲線之  $D$  值，可照公式(1)求得等於 9.1%。

照公式(2)，可知

$$E_{g_0} = E_g + DE_a$$

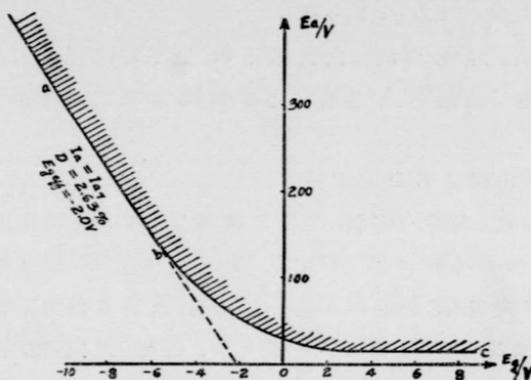
故此  $E_{g_0}$  之值，一名柵極實效電位“(Effective potential at grid)。蓋此值除  $E_g$  外，將  $E_a$  之作用，亦包含在內。依理論言，若柵極上加電壓  $DE_a$ ，而將屏極之  $E_a$  取消，其柵極實效電位相等，因之管中之“空間電流”(space current)，亦必不變。

第一圖中兩曲線在柵極壓為正時，均漸不循直線進行而向上變曲，其故為此時電子一部分達於柵極，故欲維持“屏極電流”不變，其柵極實

效電位須稍增加也。

圖中 (a) (b) 兩曲綫，其探擺率一為 9.1%，一為 8.6%，可謂大致不變；其柵極實效電壓，前表為 2.6V，後再為 7.0V，故後者之屏極電流必較大。

已知電子管之放電曲綫後，乃可與電閘管相比較，第二圖示一電閘



第二圖 電閘管之放電曲綫

管之放電曲綫，在此曲綫上部之蔭影部分，電閘管極呈放電現象，今試將第一第二兩圖互相比較，知頗相似。第二圖中在  $E_a$  較大時，該曲綫亦成爲一直線，故吾人可以假定該曲綫上代表之  $I_a$ ，亦各處相同。此  $I_a$  卽爲“衝燃”時所需之“陽極衝燃電流”  $I_{az}$ 。蓋“陽極預電流”<sup>\*</sup>至少須達此值時，管內始發生衝燃。否則必因電子太少，遊離作用不足，無從引起放電現象。

依計算之結果，第二圖曲綫之探擺率爲 2.63%，而柵極實效電位則爲 -2.0V。故 ab 直綫之引長綫，其與  $E_g$  軸相交之點，乃在  $E_a$  軸之左因在衝燃時所需之電流，其值甚小，通常均在  $10^{-6}A$  以下，故其柵極實效電

\* 請參看“電工”第六卷第六期“電閘管之預電流”一文

雖在負時，已能得到此值換言之，此時之陽極電流，尚處於“逆行電流”之狀態也，至於通常電子管於應用時之陽極電流，大致均在  $10^{-3}$ A 左右，如第一圖所示，故其柵極實效電位為正，而陽極電流，已不屬於逆行定律範圍。

第二圖中電閘管放電曲綫之直綫部分 ab，亦可以下列公式表之，

$$E_{geff} = E_g + DE_a$$

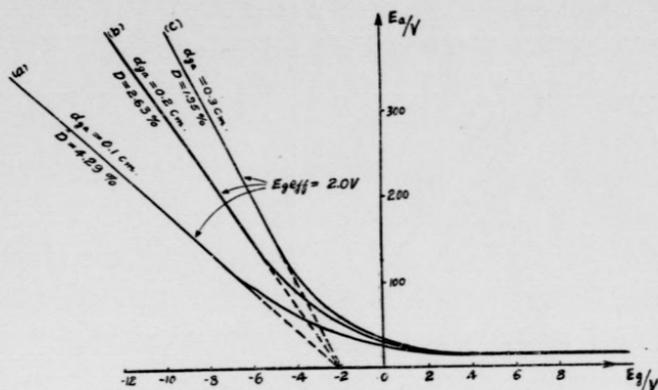
惟此時之  $E_{geff}$  為負。至於在曲綫部分 bc，則不能適用此式。蓋在 bc 部分， $E_a$  甚小，電子之速率低，遊離化之能力弱，故放電曲綫將不能循直綫進行。

## (二) 放電曲綫與探攪率 D 之關係

據實驗測定，若同一電管，先抽氣成高度真空，使其作用為一電子管，試驗其如第一圖所述之放電曲綫，而求其探攪率，然後更將此管充以適當之氣體或蒸汽，使其作用為一電閘管，試驗其如第二圖所述之放電曲綫，而亦求其探攪率，則知此兩探攪率，彼此大致不變，由此可知電管探攪率之大小，僅與管內各極之布置有關，例如陽極離柵極愈遠，則 D 愈小；至於該管用作電子管或電閘管，對於探攪率，則無甚重要關係。

第三圖示一電閘管之放電曲綫。該管之各極均為平面，彼此平行。柵極與陽極間之距離  $d_{ga}$ ，可以任意移動，例如為 0.1, 0.2, 0.3 cm. 等，陰極與柵極間之距離  $d_{kg}$  則使等於 1.5 cm，維持不變。陰極之加熱電流等，亦使不稍變動，所充之氣體為氬 (argon)，其壓力為 0.12 mm. Hg. 圖中 (a) (b) (c) 三曲綫，即為該管在三種不同之  $d_{ga}$  時之放電曲綫。三綫直接部分之斜度，均不相同，即示其探攪率 D 彼此互異。 $d_{ga}$  最大者，其探攪率當然為最小。

依同理如將柵極之孔加大或減小，則探攪率亦因之變化，其結果當與上述者相同



第三圖 放電曲線與探攔率 D 之關係

$$d_{kg} = 1.5 \text{ cm.}$$

= 陰極至柵極間之距離

$d_{ag}$  = 柵極至陽極間之距離。

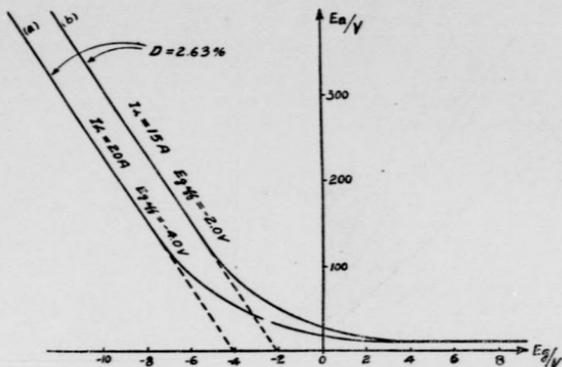
第三圖中，更有一點，堪以注意，即 (a) (b) (c) 三曲線之直線部分延長線，與  $E_g$  軸相交，同在一點上，故其衝燃時之柵極實效電位，彼此相等。換言之，在衝燃時，不論其探攔率之大小，在同一陰極構造，陰極溫度，氣體壓力等狀態之下，其所需之陽極預電流  $I_{az}$ ，均為相等。陽極預電流一達此值，即可得衝燃

(三) 放電曲線與陰極溫度 T 之關係

在同一電閘管內，設其他情形均不變，僅使其加熱電流  $I_h$  或加熱電壓  $E_h$  變化，使其陰極溫度 T 更動，而試其放電曲線，則約如第四圖所示。吾人知電閘管中之陽極預電流  $I_a$ ，係依照逆行定律，故

$$I_a = I_s \frac{e}{\epsilon KT} E_{geff}.$$

式中  $E_{geff}$  恆為負值，e 為電子之電荷 (charge)，K 為一常數，T 為陰極



第四圖 放電曲線與陰極溫度  $T$  之關係

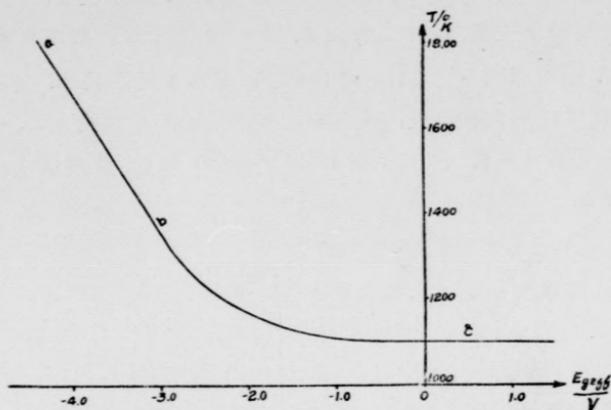
$I = i_i$  陰極中加熱之電流

溫度,  $I_s$  為在此溫度時之飽和電流 (saturation current),  $\varepsilon$  等於 2.718. 其中  $e, K, \varepsilon$  均不變. 今設將陰極溫度  $T$  增大, 則此式中之  $I_s$  與  $T$  必同時俱增, 如  $E_{g\text{eff}}$  不變, 則  $I_a$  必將超出衝燃時所須要之  $I_{a2}$ . 今既假定雖在不同情形之下, 衝燃時之陽極預電流必相等, 若陰極溫度較高, 該管於衝燃所需之負柵極實效電位, 必須增加. 換言之, 柵極實效電位, 可略微減低, 而仍能得同樣之預電流. 自第四圖上觀之, 則放電曲線, 當溫度增高時必平行向左移動.

第四圖中, 曲線 (a) 代表之溫度, 較曲線 (b) 為高, 故其直線部分延長線與  $E_g$  軸相交之點, 必在 (b) 線者之左. 其結果與吾人所推斷者符合. 又, (a) (b) 兩線所代表之探擾率既不變, 故其直線部分彼此平行.

將陰極溫度增高時, 何以能使衝燃時之柵極電壓減低, 尚可用下法解釋之; 當陰極溫度加高時, 則自陰極所發生之電子數必增加, 而此種電子離陰極時之平均速率, 亦略高, 電子之速率愈高, 則愈能逆電場之方向而行, 故欲得相等之陽極預電流, 其所需之柵極電壓, 自可較低.

實際上若陰極溫度變化時，探擺率亦將略為變動，此或因所充氣體之壓力，因受陰極輻射熱量之影響，略有變化之故。



第五圖 陰極溫度  $T$  與實效柵極電位  $E_{g\text{eff}}$  之關係

第五圖示某一電閘管實驗測得之陰極溫度  $T$ ，與柵極實效電位  $E_{g\text{eff}}$  之關係。溫度  $T$  愈高，則其實效電位  $E_{g\text{eff}}$  亦愈負。其關係在圖中之  $ab$  部分，亦為一直線。至於在溫度較低時，則陰極之電子蒸射將減少甚速，故柵極實效電位，須增加較烈，致曲線  $bc$  部分，乃向上彎曲

#### (四) 放電曲線與氣體壓力之關係。

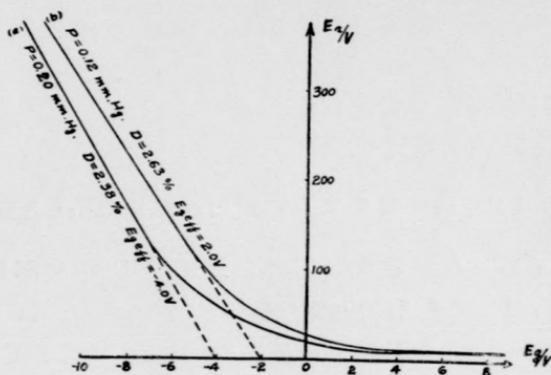
電閘管內所充氣體壓力之大小，對於其放電曲線之關係，較以前所述種種關係，均較為複雜，故迄今尚無定論，此處則不過略將此種關係，略為討論而已。

電閘管中所充者若為水銀蒸汽，則管之四周溫度有相當變化時，其壓力即因之改變，故放電曲線，亦受其影響。

管中之壓力，若將其增高，則管內氣體之分子必增多，各分子間之平均距離減少，致發生遊離作用較易，蓋其與電子相撞之機會增加也。因

此之故，欲達到“衝燃”現象，其所需之陽極預電流  $I_{az}$ ，或可較在低壓力時為少，是以衝燃時之柵極實效電位  $E_{g\text{eff}}$  值，亦可減小，放電曲線，乃向下移，而其直線部分之引長線與  $E_g$  軸之交點，亦在較左。

根據試驗之結果，知壓力增大時，除衝燃時所需之柵極實驗電位，因之減小外，對於探擾率之值，亦略有影響，大致亦因之減小，惟不十分顯著耳。至於何以有此種變化，則頗難解釋。或因在壓力較大時，柵極至陰極間之電子空間電荷 (Electron space charge) 減低，致柵極之控制作用，格外顯著也。

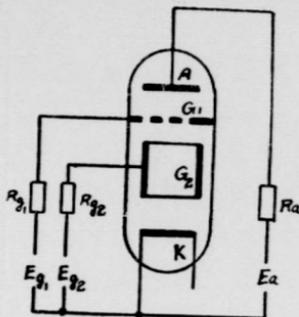


第六圖 放電曲綫與壓力P之關係(管中氣體為氫)

第六圖示兩不同壓力之放電曲線。圖中之(a)曲線，並非實驗之結果，不過依作者推斷，應如是耳。

#### (五) 雙柵電閘 (Double grid Thyration) 之放電曲線

普通之電閘管，僅有一柵，今再添設一柵，即得雙柵管。此兩柵同具控制電閘管衝燃之可能。如第七圖所示，一柵為  $G_1$ ，一柵為  $G_2$  後者成筒形，位於  $G$  及陰極  $K$  之間。此時電閘管之放電曲線之直線部分，可以下表之。

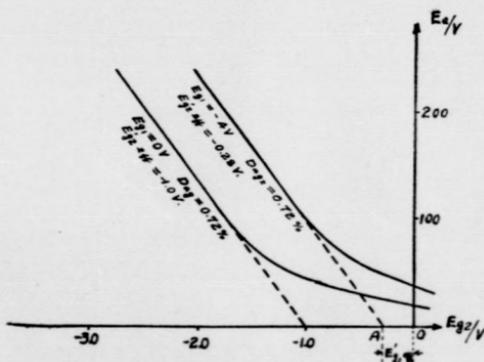


第七圖 雙柵電閘管之接綫法

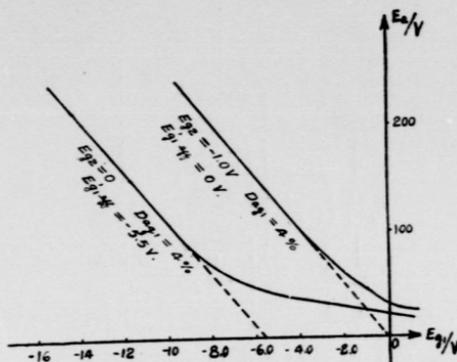
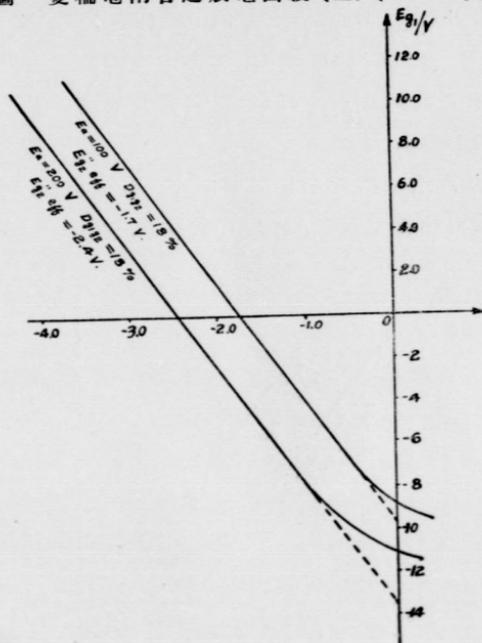
$$E_{g2\text{eff}} = E_{g2} + D_{g1g2} E_{g1\text{eff}}, \quad E_{g1\text{eff}} = E_{g1} + D_{ag1} E_a \dots \dots \dots (3)$$

式中  $E_{g2\text{eff}}$  與  $E_{g1\text{eff}}$  為以  $G_2$  與  $G_1$  為標準之柵極實效電位;  $E_a, E_{g1}$  及  $E_{g2}$  為相當各極之電壓;  $D_{g1g2}$  為柵極  $G_1$  對於柵極  $G_2$  之探擾率; 而  $D_{ag}$  為陽極  $A$  對於柵極  $G_1$  之探擾率。

第八圖第九圖第十圖均示雙柵電閘管之放電曲綫, 可知籍  $E_{g1}$  或  $E_{g2}$  之變化, 放電曲綫之位置, 可以任意移動, 正如前三節所述者相似。



第八圖 雙柵電閘管之放電曲綫 (一) ( $E_a - E_{g2}$  曲綫)

第九圖 雙柵電閘管之放電曲綫(二) ( $E_a-E_{g1}$  曲綫)第十圖 雙柵電管之放電曲綫(三) ( $E_{g1}-E_{g2}$  曲綫)

此三圖係用同一之電閘管，其特性如下：

$$E_{g_2\text{eff}} = -1.0V., \quad D_{g_1g_2} = 18\%, \quad D_{ag_1} = 4\%$$

故自公式(3)，設  $E_{g_1}$  之值不變，(第八圖)，則可求  $E_a$  與  $E_{g_2}$  在銜燃時之關係，今令

$$E'_{g_2\text{eff}} = E_{g_2\text{eff}} - D_{g_1g_2} E_{g_1}$$

$$\begin{aligned} \text{則 } E_{g_2\text{eff}} &= E_{g_2} + D_{g_1g_2} D_{ag_1} E_a \\ &= E_{g_2} + D_{ag_2} E_a \end{aligned}$$

式中  $E_{g_2\text{eff}}$  係一常數，代表  $E_{g_2\text{eff}}$  與  $D_{g_1g_2} E_{g_1}$  之差。其值可於第八圖中將其放電曲綫之直線部分，引長與  $E_{g_2}$  軸之交點代表之，如 OA 所示。 $D_{ag_2}$  即為陽極 A 對於柵極  $G_2$  之探擺率，乃等於  $D_{ag_1}$  及  $D_{g_1g_2}$  之積。如將  $E_{g_1}$  變動， $E_{g_2\text{eff}}$  之值亦變，而放電曲綫乃向左右移動。

同理，設  $E_{g_2}$  不變，(第九圖)，而令

$$E_{g_1\text{eff}} = \frac{1}{D_{g_1g_2}} (E_{g_2\text{eff}} - E_{g_2})$$

則可得  $E_a$  與  $E_{g_1}$  之關係

$$E_{g_1\text{eff}} = E_{g_1} + D_{ag_1} E_a$$

設  $E_a$  不變(第十圖)，則  $E_{g_1}$  與  $E_{g_2}$  之關係，可以下式表示之

$$\begin{aligned} E_{g_1\text{eff}} &= E_{g_2\text{eff}} - D_{ag_2} E_a \\ &= E_{g_2} + D_{g_1g_2} E_{g_1} \end{aligned}$$

在雙柵電閘管中，其放電曲綫，既有如此多種之變化，其於實用上，便利殊多，此種電閘管，必將日漸普遍其應用之處。

# 日本無線電廣播之現況<sup>①</sup>

金耀輝譯 沈秉魯校

摘要：本篇緒述日本無線電廣播網之佈置，機件，設備，及研究工作等之現況。

## (一) 日本廣播電台之分佈

日本廣播事業，創始迄今，雖僅十載，然其進步，極為神速。目前聽衆之總數，已有二百三十萬人。而按月遞增之數，約爲四萬人。全國廣播電台，共計二十五座。東京，大阪，名古屋三處，則設有電台二座。其他正在建造中者，有鹿兒島及富山二處，不久即可成立。預計明年將增帶廣，山形，甲府，鳥取，及宮崎五處。

日本領土，係自北緯廿二度展至五十度。地形狹長，囊括台灣，九州，四國，本北，北海道，太樺諸島在內。各該島之中部，多爲山嶺，是以對於無線電波之傳播，極不相宜。如欲使無線電廣播之服務，更爲普遍，則在該處各自設立小電力電台，實較建造少數強力電台爲得計。

目前擁有天線射力十瓩之廣播電台，計有七處。即札幌，仙台，東京，大阪，廣島，熊本，及名古屋是也。金澤電台，射力爲三瓩。小倉電台，射力爲一瓩。五百瓦之電台較多，共計十二處。設於函館，新潟，長野，前橋，靜岡，濱松，

① 電工論文分類 R550

② 原文名 "The Present Status of Broadcasting Installations in Japan by Yosshichi Yonezawa" 見本年 "日本電氣通信工學" 第二號

岡山，德島，高知，松江，福岡，及長崎等處。至旭川，秋田，福井，京都四處，則用三百瓦之播送機。以日本最通用之三管收音機言，(該項收音機係一級檢波及二級低放所組成)則欲得良好之收音約需空間電場強度0.5 勒伏/呎。圖一示日本各地之等電場強度線。可知以日本之特殊地形，用小電力電台分佈于各都市，乃極有實效之方法。



圖 一

建造多處之小電力電台，以分佈各處，雖次第實現，然因歐美各國，俱在建立大規模之強力電台，為應付國際間之播音戰，並作為國際通信之用，日本自不可落後。且近東已有強力電台出現，為競爭及維持地位起見，尤不可坐視。更有進者，強力電台，能使聽衆不受干擾之影響。干擾隨東京及其他大城市之工業發達而增加。減少干擾，決不可在消極方面着想，故提高電場強度至干擾水平線以上，為唯一之方法。日本已決定在東京設立一百五十瓩之強力電台，且已開工多時。建成之後，以東京為中心，其四週如水戶，宇都宮，高崎，小田原之電場強度，日間為0.2伏/呎，遠在干擾水平線以上。東京之第一廣播電台，其週率為590 個，第二電台為870 個，以此兩種週率在日間用一百五十瓩之天線射力及地氣電導為 $5.3 \times 10^{-14}$

e. m. u 而計算之，得各地之電場強度如下：

	第一電台	第二電台
水 戶	2.88	8.74
宇都宮	6.65	15.90
高 崎	3.16	9.35
小田原	3.04	9.00
熱 海	2.58	7.80
銚 子	2.34	7.25
成 田	7.5	19.90
北 條	8.45	17.20
橫 濱	23.7	42.30

## (二) 廣播電台各部機構之概要

前述之東京，大阪，名古屋，及其他各地之十種電台之機件，俱非日本自製，乃購自英德二國者。因各該電台建立時，日本之無線電事業，尚在萌芽時期，初無建造強力電台之廠家，故不得不採購外貨。嗣後無線電技術，逐漸進步。一九三〇年始在福岡自建五百瓦之廣播機，成績優越。自是以後，各處新建電台，乃儘量採用國產。迄於今日，凡廣播所需之機件，日人幾可完全自給。本篇第一節所述之 150 種電台之一切機件，即完全由本國自製。表一示現在日本廣播電台之詳細情形，內分週率，射力，呼號，地址，製造廠家，及開始播音日期等項。閱之對於日本廣播電台之分佈，更可明瞭。

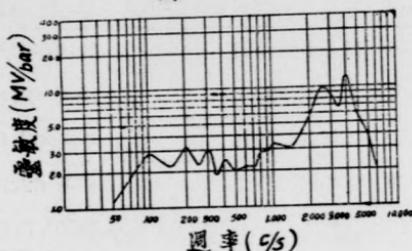
(A) 傳聲器——日本電台所用之傳聲器，為日本放送會社之研究室去，供所給之MH式。此式係仿造德國萊滋式(Reitz)而成。炭屑係用各種粗細，在一百微米(Micron)以下者，按照特殊比例，混合而成。其週率特性，(圖二)較一般炭屑式為佳。但在5000週以上之成音波，其靈敏度減低極速。况炭屑傳聲器，其本身能產生一種噪音，更為其最大劣點。然炭屑傳聲器，亦

第 一 表

電台名稱	呼 號	天線射力 瓦	週率 帶/秒	製 造 者	啓 用 日 期
東 京	JOAK	第一 10.0	870	馬可尼 QD 13 (改裝)	1928年五月
		第二 10.0	590	日本放送協會配製	1931年四月
大 阪	JOBK	第一 10.0	750	馬可尼 QD 13	1928年五月
		第二 10.0	1085	馬可尼 PA 18A	1933年六月
名 古 屋	JOCK	第一 10.0	810	馬可尼 PA 5A	1929年十二月
		第二 10.0	1175	東京電氣公司 GRP 101A	1933年六月
廣 島	JOFK	10.0	850	標準電纜公司	1928年七月
熊 本	JOGK	10.0	790	馬可尼 QD 13	1928年六月
仙 台	JOHK	10.0	770	標準電纜公司	1928年六月
札 幌	JOIK	10.0	830	標準電纜公司	1928年六月
金 澤	JOJK	3.0	710	日本無線電信株式社會 (德律風根式)	1930年四月
岡 山	JOKK	0.5	700	日本電氣株式社會	1931年二月
福 岡	JOLK	0.5	680	安立電氣株式會社	1930年十二月
長 野	JONK	0.5	940	日本放送協會配製	1931年十一月
京 都	JOOK	0.3	960	日本電氣株式社會	1932年六月
靜 岡	JOPK	0.5	780	西電公司(改裝)	1931年三月
新 瀧	JOQK	0.5	920	日本放送協會配製	1931年十一月
高 知	JORK	0.5	720	日本無線電信株式會社	1932年三月
小 倉	JOSK	1.0	735	東京電氣株式會社	1931年十二月
松 江	JOTK	0.5	625	日本電氣株式會社	1932年三月
秋 田	JOUK	0.3	645	東京無線株式會社	1932年二月
函 館	JOVK	0.5	680	安立電氣株式會社	1932年二月

德島	JOXK	0.5	980	安立電氣株式會社	1933年七月
長崎	JOAG	0.5	930	日本電氣株式會社	1933年九月
前橋	JORG	0.5	970	東京無線株式會社	1933年六月
旭川	JOCG	0.3	655	東京電氣株式會社 <sup>GRP35B</sup>	1933年九月
濱松	JODG	0.5	635	日本無線電信株式會社	1933年七月
福井	JOFG	0.3	990	日本電氣株式會社	1933年七月

圖 二



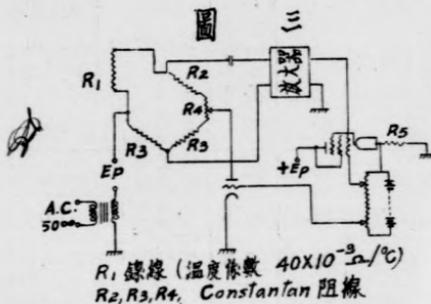
頗有優點。因其結構堅固，不易受氣溫氣壓及潮氣侵襲，在溼度甚高之日本，頗為適當。用于空郊及時在移動之廣播，尤屬相宜。至于音質，在 30 至 16000 週間，亦稱滿意。該社現正

研究試製帶式傳聲器 (Ribbon Microphone)，以期能代替現用之炭屑式。然尚未達到完全成功之境。

(B) 成音放大器——成音放大器，可分為「甲」「乙」「丙」三部分。放大器「甲」，係連於傳聲器，以放大其微弱之成音輸出。該器約須有 50 蕩之放大力，方能應用裕如。放大器「乙」，約有放大力 30 蕩，其功用乃在再度增強放大器「甲」之輸出，而加置于言語放大器上。放大器「丙」係用作轉繼至其他電台之用，約需有 20 蕩，俾能抵償輸送綫之損衰。上述之放大器，大都為二級或三級之電阻配合式。為使音質優美，故最近之設計，俱規定其週率特性以 1000 週之獲得為準，自 30 週至 16000 週不得超過 2.5 蕩。而「甲」「乙」二器併合後之週率特性之變動，在上述之情形下，不能超過 4 蕩。「甲」「乙」「丙」三種放大器，乃電台之主要機件。其他如監聽放大器，試音放大器等，皆直接影響廣播之優劣，其機件應與「甲」「乙」「丙」同樣注意。「甲」

「乙」「丙」之電源供給，大都採用蓄電池。蓄電池有二套，一用一備。如此則不但音質得以清晰，如外來電源中斷，播音仍能繼續。監聽放大器及試音放大器等設備，其電源大都應利經過整流之交流電。近來採汞弧整流管作為電池充電之用。

(C) 發射機——為使週率穩定，除熊本及大阪第一兩電台，因建築較早，仍沿用自振式電路外，其他俱已採用晶體主振。蓋晶體主振器之週率精密度為 $\pm 0.0003\%$ ，而自振式僅 $\pm 0.0025\%$ ，相差甚大。初時所用之晶體，大都為X剖。然現在則就用溫度係數較低之Y T剖。最近更有所謂R'剖者，其所產生之週率非常穩定，而其輸出亦強。用電氣調節方法，控制晶體之溫度，亦加改良，較機械方法為佳。為監聽發射週率之穩定起見，曾從事該種設備之研究。其法裝一本地晶體振盪器，俾與發射週率發生一種五百週之音差，此項週率，可以儀器表示之。設如發射週率，略有偏差，儀器上之指數即不為五百週，立刻可被察覺而謀改善之道。



日本之發射機，除熊本及大阪第一電台採用強力調幅外，大都係調幅末級強

放以前之一級。蓋強力調幅每易產生副波。週率特性亦劣。調幅亦不能高。(譯者按，此乃日人之見解，以現在B類調幅術之成功，新建電台，俱有採用末級調幅之趨勢。)調幅法除金澤，濱松及高知採用柵極式外，餘皆為屏極式。任何式中皆能獲得100%之調幅。以30至1600週中之1000週為標準，在80%調幅時之週率特性，絕無 $\pm 3$ 攝之變化。

副波免除之方法甚夥，常用者係于發射機及天線間，插入低週濾波器。次之則為推挽式線路。使二次副波互相抵消。除此之外，更有用電阻與

扼圈串連或並連，以阻止寄生振盪 (Parasitic Oscillation) 之產生。天線採用電容器交連，亦可使副波之出現。最近建立之多數 500 瓦電台，離天線五公里處量其電場之強度，副波僅佔主波之 0.05%。

(D) 天線——T 式天線，乃最習見者。次則為倒 L 式，祇有廣島之天線最為特異，係用多次調諧式。各處電台天線之詳細情形見表二。至最近建造中之百五十瓦大電台，則擬採用垂直天線，以減衰落 (Fading) 現象。其長度約係發射波長之 .53 倍，立鐵塔二雙。高 310 公尺及 200 公尺。相離 430 公尺及 310 公尺。輸線係用同心軸之圓管，地綫則在 .335 倍發射波長之半徑內，埋銅線多根。形成輻射式，中心連于銅管，引入機房。

第 二 表

呼 號	振盪產生方法	調幅方法	天 線				接地方方法	天 線 電 阻 歐 姆	
			塔 高 公 尺	形 式	水 平 部 份 長 度 公 尺	距 地 面 高 度 公 尺			
JOAK	第一	晶體 主振	低電力屏 極調幅	55	T	30	52	地網(7.5 公尺高)	20.0
	第二	晶體 主振	低電力屏 極調幅	木製 57與60	T	75	52	埋於地下 之銅版	21.0
JOBK	第一	自振	高電力屏 極調幅	60	T	19.7	55.6	埋於地下 之導線	10.0
	第二	晶體 主振	低電力屏 極調幅	100	T	23.0	97.3	埋於地下 之導線	3400.0
JOCK	第一	晶體 主振	低電力屏 極調幅	55	倒 L	17.0	—	埋於地下 之導線	28.4
	第二	晶體 主振	低電力屏 極調幅	100	垂直	—	96.5	埋於地下 之導線	570.0
JOFK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	35	複調	70	34	埋於地下 之導線	61.0	
JOGK	自振	高電力屏 極調幅	60	T	42.5	55.8	地網(7.5 66公尺高)	12.3	
JOHK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	60	T	42	56	地網(7.5 66公尺高)	17.3	
JOIK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	50	T	42.4	51.5	地網(7.5 66公尺高)	—	
JOJK	晶體 主振	低電力 極調幅	60	T	60	55	埋於地下 之導線	22.0	

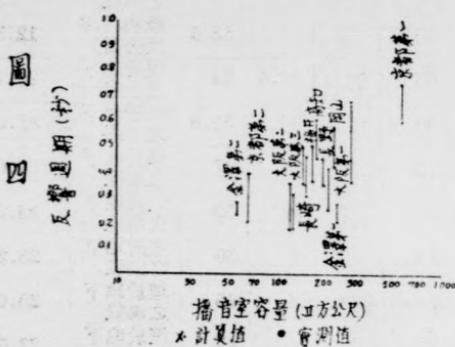
JOKK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	50	T	27	46	地網(7公 尺高	6.7
JOLK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	45	倒 L	36	45	埋於地下 之導線	11.7
JONK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	55	T	40	46.2	埋於地下 之銅版	27.0
JOOK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	55	倒 L	18	52	埋於地下 之導線	26.0
JOPK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	50與60	T	54	45	地網(5公 尺高	17.2
JOQK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	55	T	33	52	地網(7.5 公尺高)	—
JORK	晶體 主振	低電力柵 極調幅	55	T	50	50.3	埋於地下 之銅圓柱	27.0
JOSK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	55	T	54	53	埋於地下 之導線	22.5
JOTK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	55	T	56	52.3	地網(7.3 公尺高)	12.5
JOUK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	55	倒 L	48.3	54	埋於地下 之導線	20.7
JOVK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	55	倒 L	50	51.5	埋於地下 之導線	39.0
JOXK	晶體 主振	低電力屏 極調幅	70	T	26	67	埋於地下 之導線	105.0
JOAG	晶體 主振	低電力屏 極調幅	60	T	38	59	埋於地下 之導線	38.2
JOBG	晶體 主振	低電力屏 極調幅	52	T	30	50	埋於地下 之銅版	28.2
JOCG	晶體 主振	低電力屏 極調幅	70	倒 L	30	65	埋於地下 之導線	29.0
JODG	晶體 主振	低電力柵 極調幅	70	T	56	66	埋於地下 之導線	23.5
JOFG	晶體 主振	低電力屏 極調幅	70	垂直	—	66.75	埋於地下 之導線	14.0

(E) 電源供給 — 電源供給之法，約分三類：(一)由交流馬達推動直流發電機而得。(二)用整流管而得。(三)利用馬達發電機，但高壓直流則仍用整流管。(一)類大都利用於小電力之電台。(二)類則用於十瓩之電台。蓋其末級所用屏壓約需一萬至一萬五千伏。如此高壓之發電機不易製。為免交流電壓不穩定，電源進線上每置有誘導調整器。然最近經遜信者，已完成一種三極放電管之自動電壓調節器。故此後可使小電力電台，將轉動之機械如馬達發電機等，完全停用，而藉汞弧整流管獲得各種直

流電壓。絲極則用養化銅整流器。旋轉機器所發生之噪音，完全免除。汞弧整流器效力高，維持易，尤為滿意。

廣播之特性，不論在任何情形之下，如天災人禍等種種原因，而使外來電源中斷，仍須繼續播送，故各重要電台俱有自備發電裝置，係用汽油或提實爾引擎與自己之發電機配合。

(F) 播音室——因中繼網之發展，播送工作，幾完全集中於東京大阪二處，故該處播音室設備，乃最值得研究者。播音室中最大之困難問題，厥為反響週期 (Reverberation Period) 之決定。圖四係示容積不同播音室之



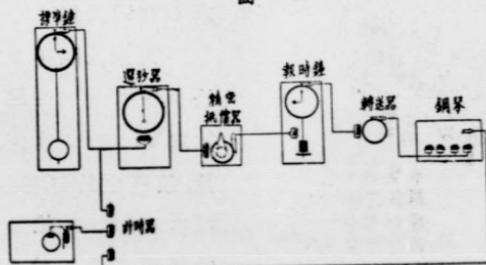
最大最小反響週期。圖中有 • 為記者，係表示實測之值。有 x 為記者，係表示計算所得之值。由圖可知，最初建造之播音室，其所發音質，必屬太“死”(Dead)而各播音室之情形，亦大不相同。如大阪第一台之反響週期係 0.3 秒而京都

則為 0.75 秒。總之反響週期究須以幾秒為適合，則須視各種不同之節目而定。然此項問題，現在尙未能有美滿之解決方法。約言之，如播送音樂之用，則反響週期須較長。然日本之音樂，其特性與西樂不同，故欲使播音室能播送各種特性不同之音樂，則反響週率，似未及與西洋各國之長。約用 0.3 秒反響週期，已感覺發出之音太「死」。故最近之辦法，係將播音室之體積增加，同時更將音響加強，各初期建築之播音室，亦經改造，使其較舊時稍“活”(Alive)。再為使播音室能容納各種不同性質之節目，必須使反響週期能隨時調節。雖曾試用慢幕法，然除非慢幕本身甚厚，而懸掛時距離又較遠，則其功效極小，而其可調節之範圍亦極狹。多數小電力電台，僅

有一間播音室。該室須播送音樂及言語。故其反響週期不能太長。試舉一例，福井及濱松播音室，其最長之反響週期，約為 0.5 秒，雖當最短短之反響週期，以之播送言語，尚覺其太大。簡言之，欲使一個播音室，以之播送各種不同之節目，而欲得良好成績，實不可能。理想之方法，厥為建造具有各種反響週期之播音室，以容納相當之節目。且播音得以預演。故放送協會正在建造中之東京大阪廣播大廈，包含有十個以上之播音室。在大阪廳內，共有十二個播音室。茲分述其容積及用途如下：

播音室	No.1	西洋音樂	4500 立方公尺
播音室	No.2	西洋音樂	737 立方公尺
播音室	No.3	西洋音樂	366 立方公尺
播音室	No.4	日本音樂	286 立方公尺
播音室	No.5	日本音樂	145 立方公尺
播音室	No.6	日本音樂	151.5 立方公尺
播音室	No.7	講演及無線電體操	143.7 立方公尺
播音室	No.8	新聞，報告，及商情	63.4 立方公尺
播音室	No.9	講演	117.2 立方公尺
播音室	No.10	新聞，報告，及商情	63.4 立方公尺
播音室	No.11	日本音樂	128.1 立方公尺
播音室	No.12	緊急事件	73.4 立方公尺

圖 五



(G) 報時設備——東京中央電台之播音室，備有標準時刻之設備。使日本中央標準時（即東經  $135^{\circ}$  之平均太陽時），能播送於全國。該項線路之設備，如圖五所示。標準鐘係置於溫度永為攝氏  $30^{\circ}$  之保溫器內，使其準確度增高。同時每天更利用天文台之標準，經過精密抵償器及二次選擇器以抵償之。此後即經過繼電器以推動報時鋼琴，播送於外。此項設備，其錯誤係在 0.02 秒之內。如與天文台觀察時之錯誤併計之，則亦不超過十分之一秒。

### (三) 中繼廣播之設備

當各地電台，相繼設立，中繼工作，乃為唯一之要圖。一九二八年十一月份，札幌電台，即利用無線電中繼。以後則金澤，長野，新瀉等處，亦逐漸開放。然就音質言，仍未能滿意。嗣後研究載波話線中繼之輸送，認為較好，終乃採用。故現在日本全國之廣播網，乃全恃有線中繼。僅朝鮮台灣二處，仍用無線中繼。然欲使中繼線發生障害時不受影響計，各台仍置有中繼用之收音機，以備作無線中繼之用。

圖 六

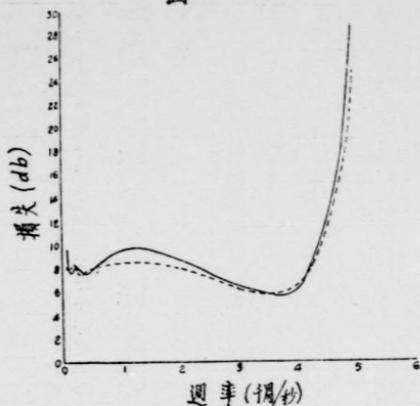


日本中繼網之詳細情形，可閱圖六。以輕荷載電纜用於大阪東京名古屋間。大阪與京都間則用中荷載電纜。門戶與下關間則用均勻負荷之海底電纜。其他採用掛空明線或載波電話線。

東京大阪間之電纜，約有 600 公里，係特殊之四線輕荷電纜。能使輸送 120 至 4400 週之電流，不致失真。最近之計劃，尚擬改良，使其能提高至 8000 週。線路消衰，用四路增音機提高。又因輸入輸出，係互相分

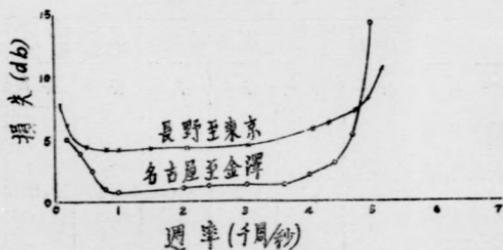
開，故雖同時播送及接收，亦無錯雜串話之弊。圖七示該輸送線之特性，自東京大阪第二播音台建成後，另外又增加一組中繼綫。除備為緊急時應用外，更可為二台間互相通訊之用。

圖 七



東京大阪間中繼線之週率特性

圖 八



週率 (千周)

東京、仙台、及大阪西面，則用 3.6 絲之硬銅明綫，共計長一千二百公里，綫計二對，一對為中繼之用，另一對為意外時交通之用。各綫裝置，距離其他電綫，務使愈遠愈佳，以免發生誘導干擾。

利用載波電話以代替無線中繼之方法，亦被採用。利用此法之中繼電台，列表於三，現有四種制式。而載波週率，及輸送波闊，則列表於四。圖八係東京、長野間之第三及第四號，與名古屋金澤間之第一及第二號終站之週率特性，由 100 至 6000 週，其週率特性甚為平穩。而第七八號間之週率特性，將

更為良好，約由 50 至 6000 週。終端機件，裝于電話局之長途電話檯。言語週率，則加置于廣播電台。電話局與電台間有一監聽綫。能自由開關，其用途有三，即談話、收音及送音是，以號燈指示之。

第 三 表

地 段	長(公里)	終 端 電 站	式 樣
名古屋—金澤	322	名古屋 屋澤	BC 井 1 BC 井 2
岡山—德島	129	岡徳山島	BC 井 1 BC 井 2
徳島—高知	157	徳高島知	BC 井 1 BC 井 2
東京—長野	245	東長京野	BC 井 3 BC 井 4
長野—新潟	212	長新野瀉	BC 井 4 BC 井 3
廣島—松江	176	廣松島江	BC 井 5 BC 井 6
金澤—福井	86	金福澤井	BC 井 7 BC 井 8
仙台—秋田	279	仙秋台田	BC 井 7 BC 井 8
秋田—青森	208	秋青田森	BC 井 7 BC 井 8
函館—札幌	278	函札館幌	BC 井 7 BC 井 8
札幌—旭川	98	札旭幌川	BC 井 7 BC 井 8
福岡—長崎	165	福長岡崎	BC 井 7 BC 井 8
東京—前橋	117	東京前橋	BC 井 7 BC 井 8

第 四 表

制 式	抑 制 載 波		主 波 輸 送 波		載 波 輸 送		主 波 輸 送 波	
	井 1	井 2	井 3	井 4	井 5	井 6	井 7	井 8
載波週率 週/秒	廣播及通訊之 調幅 12,400 廣播之反調幅 12,400 通訊之反調幅 10,000	廣播之調幅 12,400 通訊之調幅 10,000 廣播及通訊 之反調幅 12,400	12,400	20,400	11,200	28,000	10,400	20,800
週率波段	廣 播 12,400—17,600 通 訊 12,400—17,600	廣 播 12,400—17,600 通 訊 10,000—17,000	12,400   17,600	20,400   25,600	11,200   16,400	23,000   22,600	10,400   17,000	20,800   27,400

國際廣播及海外廣播，則利用逕信省之檢見川之發射台及岩木規之接收台。自國際電話株式會社成立後，即採用短波。播送台在名崎，接收台在小室。該兩台至東京愛宕山播音室之聯絡，用東京電話局之電話電纜。自愛宕山即可中繼傳播至海外各地。本署名崎播送台之電力為20瓩。美國西岸，皆能收得。明年秋季，擬增至50瓩。

#### (四) 日本放送協會技術研究所之工作大概

日本放送協會技術研究所，係專為研究及推進無線電技術而設。如放大器，播音室，播送機及天綫等之改進，以及防止收音方面之擾亂等等。該室自一九三〇年成立迄今，其研究之主要項目如下：

(A) M H式傳聲器——炭屑傳聲器，雖被廣播電台所採用，然雙紐式者，每患噪音太多，未能滿意。雖馬可尼及德律風根公司之萊滋式傳聲器，音質較佳，然價值昂貴，修理不易，是其缺點。經放送協會研究多時之結果，乃產生一種 M H式傳聲器。此項傳聲器，現已廣被日本各電台，學校，及政府機關所採用。為更求改進計，目前進而研究帶式傳聲器之製造。

(B) 播音室之研究——播音室最大難題，即係反響時間之決定。為便於研究起見，特備固定之音階，以測反響時間之長度，並攝取各播音室，戲院之振盪圖片，以資參證。現在關於各種節目之適當之反響時間，業已獲得。設計播音室之材料亦已搜羅完備，至各種物質之吸收係數，亦正在試測中。

(C) 同期週率之廣播——利用晶體同期法，協會方面已有辦法，以晶體作振盪器，使二只電台，以同一之週率發射。並已於函館福岡二處開始應用。

(D) 天綫之改進——現用之一般天綫，時常有衰落現象。攷其原因，則因該項天綫，放射角度甚高，即有大部份電力，俱向上空放射，經海氏層之反射，達於地面，遂產生天波，與地波互相干擾，有以致之。此種現狀，雖可將天綫升高以改善之，然終未能完全免除。最近日本建造中之150瓩

強力電台，係採用垂直天線。經由放送協會及日本無線電信株式會社合作試驗，所得結果如下：(一)垂直天線之長度，如為所發波長之 .55 至 .58 倍，則日間之電場強度最佳。(二)如欲使近處無衰落現象，則天線長度，不能超過所用波長之 .58 倍。

(E) 超短波廣播之試驗——超短波廣播，亦為重要之試驗工作。為研究超短波之實効起見，小電力之天線射力 7.5 瓦，75 瓦及 100 瓦其週率為 37.5 兆週及 42.6 兆週之超短波機，業經試造。而於超短波之放大晶體控制，電場強度及電波進行之情形等，俱得有相當之經驗。與朝鮮之京城遞信局試驗“瀕距”，其結果亦堪注意。更有利用超短波電報機，以為短距離轉繼之用者，其成績亦屬美滿。

(F) 週率之監視——因廣播電台之增多，穩定之週率，乃為必需。故規定每台之週率不許有 50 週之偏傾。試驗室特置備晶體控制標準週率產生器，與外界發來之電波相校核，以視其相差有否超過規定。

(G) 收音機件之檢驗——收音機件，仍繼續由放送協會檢定。新出之收音機線路及特性，亦特加注意。務使能以最經濟之方法，獲得最佳之效果。同時零件方面，如收音變壓器等，亦設法改良。如其鐵心及繞線方法等是。總之檢驗收音機及其零件之用意，無非欲使出品之標準，逐漸提高。

(H) 人造電干擾之免除——人事愈繁，電之用途愈廣，故由電器工具所產生之雜聲亦愈多，殊足以妨害廣播之優美節目。故放送協會技術室曾研究有效方法，以抑制此項可厭之雜聲。同時更備有定向偵察器，以偵察人為電干擾之來源，俾謀根本解決之方法。

(I) 電視術——電視術亦為研究對象之一種。對於鎔製及其他特殊光電管之製作，現已頗有心得。小型收音機亦在試作。惟此項工作，正在進

展中，尙無法估計其將來之成就。

#### (四) 收音機之概況

在廣播初期所使用之直流機，價值昂貴，使用不便。故自交流真空管發明，即漸被淘汰。今日除少數鄉間，無電源供給，不得已而採用直流機外，餘則概為交流機之勢力。日人所用之交流機，大都採用一級檢波，二級低放及一級整流之四管機。真空管用 224, 247B, 112B, 或 227, 226, 112A, 112B (譯者按，此即流行我國之廉價四管機)。最近採用四極管五極管作為高週放大。然以電台增多，良好之選擇性亦不可少，故用柵簾管之外差式機，亦漸流行。喇叭式之揚聲器，現已淘汰，而代以盆形磁石式者。電動式者則亦漸見流行。以其音質優美，乃自然之趨勢。近來更有所謂多極真空管，一管能擔任數種工作，使收音機之體積，更為縮小。然交直流兩用收音機之不含電源變壓器者，則尙未見民衆樂用。

直流收音機，雖已不風行，然在交流電源中斷之緊急時期，自亦有其價值。此蓋與廣播電台之置有自備發電之原理同，故直流機之研究，仍被放送協會所鼓勵。最近結果，已將直流管之電力消耗減低，製成之收音機，較前大有進步。

(完)

## 電機工程發展之史料<sup>⊗</sup>

趙 曾 珏

電機工程係工程界中最後成立之一支，但其發展至為迅速，有一日千里之概。惟考其發展程序，大致可分為四大時期。第一為「靜電時代」，此期自西歷紀元前600年，希臘人習知琥珀摩擦後能吸引通草及紙球，發現靜電之特性，迄西曆紀元1750年左右，佛蘭克林證明天空雷電與摩擦為同一物質。在此時期，電學之進步殊為遲緩。惟在此後段1600年，英人吉爾勃（Gilbert）著述「磁石」（De Magnete）一書，闡明磁電學理甚多。吉氏證明摩擦生電，不僅琥珀與羊毛為然，其他如呢，絹，貓皮，象牙，玻璃，火漆，樹膠等物，經互相摩擦後，皆有吸引紙屑之力。如此之性質，即定名曰電。吉氏實開後世研究電學之先河，厥功甚偉。

第二為「電池時期」，始於1800年伏打發現其電池「伏打推」(Voltaic pile)。第三時期為「電機(dynamo)時期」，始於1831年法拉台發現電磁感應，實為電力表演偉績之開始。

第四為「電子時期」，始於1883年愛迪生發現電子管之“愛迪生作用”(Edison effect)，而電機工程之神奇大著，造成晚近之電氣世界。茲編列一年表，以供讀者之參考；—

## 第一時期——靜電時期

1600年英國吉爾勃氏發明摩擦生電。

1729年七月三日格雷氏 (Stephen Gray) 發現電之絕緣物。

1747年七月十四日電線架越英國倫敦太晤士河，以河水為回路，並有電流經過此電路。

1752年七月四日富蘭克林氏證明雷電與摩擦所得之電相同。

1753年二月一日有署名“C. M.”者，首創電報之說，在 Scott's 雜誌中發表。

## 第二時期——電池時期

1800年三月二十日伏打 (Alessandro Volta) 氏宣佈發明伏打電池。伏氏時為意大利之物理教授，發現銀片與鋅片相疊，間以浸鹽水之布片，能發生電流，因而引起其電池之發明。

四月三十日泉氏及卡氏 (Nicholson and Carlisle) 發現電鍍原理。

九月二十二日大浮 (Davy) 氏觀察伏打電池，發現火花。(見 Nicholson 雜誌)

十月二十四日葛羅 (Johnathan Grout) 氏首先在美國取得電報之註冊權。

1820年七月二十一日奧司特氏 (Oersted) 發現「感應生磁」，奧氏時為丹麥物理教授，發現電流經過導線時，能使磁針偏轉。

八月十八日安培 (Ampere) 氏發現電流產生機械力。

九月十五日許範格 (Schweiger) 氏發明電流計。

九月二十五日愛拉古 (Arago) 氏在法國研究院中宣佈銅紙通電後，發生磁性。

1821年安培氏亦發現「感應生磁」。安氏時為巴黎數學教授，發現電流經過線圈時，此線圈即產生磁性。

1825年史多烟 (Sturgeon) 發明電磁石。

- 1827年十月十日 亨利 (Joseph Henry) 發明實驗之電磁石。  
第三時期——電機時期
- 1831年8月27日 法拉台 (Farady) 氏發現「感應生電」。法氏用永久磁石獲得線圈內之電流。
- 10月1日 法氏以通電之甲線圈，獲得鄰近乙線圈中之電流。
- 1832年3月30日 愛丁堡之福勃司 (Forbes) 教授首先由永久磁石獲得電磁火花。
- 10月19日 莫爾斯 (Morse) 氏在海浮 (Havre) 至紐約之蘇來 (Sully) 船中，開始計劃其理想中之電報。
- 12月15日 法拉台 利用水與煤氣管接地，完成伏打電路。
- 1835年7月23日 丹尼爾 (Daniel) 氏發明硫酸銅 (Copper sulphate) 電池。
- 6月24日 愛金頓 (Elkington) 氏在英國首先獲得電冶專利權。
- 12月23日 民衆科學雜誌 (Magazine of popular Science) 陳述施登海 (Stenheil) 氏之電報。
- 1837年6月6日 英政府給予台文泡 (Thomas Davenport) 氏電動機專利權。
- 7月25日 英國針式電報，初次施用于依司登 (Easton) 至劍滕 (Camden) 之地下電綫。
- 7月2日 莫爾斯 (Morse) 初次試驗電報。
- 1839年5月4日 雅科俾 (Jacobi) 發明電鑄字母。
- 5月20日 喜德 (Heat) 氏表演以適當之導綫，得“電鰻”身上之電能。
- 11月2日 推羅 (Taylor) 氏在英國展覽其電動機。(Electromagnetic motor)
- 1840年6月20日 莫爾斯 氏之電報正式立案，得專利權。
- 1841年8月21日 特蒙來 (De Moleyns) 氏在英國得電燈專利權。

- 1842年8月1日 胡立區 (J. S. Woolrich) 在英國獲得專利，建議以發電機供電解之用。
- 1844年5月24日 莫爾斯電報首次通信成功，並得美國國會之核准，資助美金三萬元，建設華盛頓至鮑爾的摩二城間之電報綫。
- 1845年4月1日 華盛頓至鮑爾的摩兩城間之報綫完成，正式開始營業。
- 1845年11月4日 斯答耳 (Starr) 氏用金氏 (E. A. King) 名義，在英國獲得真空內可使炭質白熾。
- 1846年4月11日 莫爾斯氏以主綫路繼電器，所控制各局部電路，得專利權。
- 1849年6月10日 瓦果 (C. V. Walker) 氏在英國海濱福克司登 (Folkstone) 放置兩英里之海底電纜。
- 1851年2月7日 杜蒙 (F. M. A. Dumont) 氏在英國請准中央通信制專利權。
- 4月29日 潘琪 (Prof. Charles G. Page) 教授初次試驗電力火車頭，自華盛頓至勃拉登司堡，最高迅速每小時為19英里。
- 1854年法人鮑速 (Buseul) 創言「可動盤」(movable disc)，為電話原理之雛形。
- 1858年5月18日 美國政府給予第一電弧光燈之專利權。
- 8月5日 大西洋電纜放置完成，此電纜應用時間祇二十六日。
- 11月24日 發電機之原理在英國專利。
- 12月8日 英國之燈塔首次應用電力于南福蘭特 (South Foreland)
- 1859年7月20日 美國政府首次發給電熱專利權。
- 1861年德人利志 (Reis) 發明「斷續電話」(make-and-break telephone)
- 1866年7月29日 歐美兩洲跨越大洋之有綫電報，通信完成，并自此連續應用。
- 12月24日 范萊 (S. A. Varley) 氏在英國政府預請給發專利于其

電機原理。此項專利前于 1854 年已由霍局 (Hjorth) 氏先請。

1867 年 1 月 17 日 西門子 (Werner von Siemens) 氏在柏林學院演說，建議代那模 (dynamo) 之名稱。

2 月 14 日 惠司登 (Charles Wheatstone) 在英國皇家學院演講代那模原理。

1869 年 東京至橫浜 之電報線開始裝設。  
大北電報公司組成。

1871 年 英國電報工程師學會 (The Society of Telegraph Engineers) 成立。  
上海廈門香港 水線完成。  
上海長崎海參崴 水線完成。

1873 年 2 月 1 日 「電學之聖」麥士偉 (J. C. Maxwell) 完成其不朽之作「電磁論」。不但用數學之方法證明法拉台試驗之結果，並推演電振係電力與磁力之橫波傳播。其速度與光速相等。

6 月 3 日 芳頓 (Fontaine) 氏表演電機之可逆性。換言之，電機可作發電機，亦可為電動機。

1875 年 6 月 2 日 第一具佩耳 (Alexander Graham Bell) 電話機 (Bell telephone) 完成，經試驗可供實用。

1876 年 3 月 7 日 佩耳 教授領得電話專利權。

3 月 23 日 雅培洛可夫 (Jablochkoff) 氏獲領電燭之專利權。

1876 年 勃勒許 (Brush) 氏研究供電弧燈用之發電機。

1877 年 4 月 4 日 自美國波士頓至松牟維爾第一次電話綫完成。  
直流串接式之電弧燈由勃勒許氏研究成功試用滿意。

1878 年 休士 (Hughes) 發明炭精微音器。

1879 年 湯姆生 (Thomson) 氏發明自動調節式之直流串接電弧燈。  
舊金山首次裝置電弧燈之中央發電廠。

大沽天津間試裝電報線。

上海第一次運到西門子十馬力引擎原原之發電機。

1880年 1月27日 美國政府給予愛迪生 (Thomas A. Edison) 炭絲白熾電燈之專利權。

10月20日 福勒 (Faure) 在法國獲得其所發明之機製蓄電池鉛板之專利。

同年 沙詹一門 (Sawyer-Mann) 氏之白熾燈亦得專利權。

李鴻章奏設八大電報幹線。

1881年 亨寧 (Hunning) 發明炭精屑傳話器。

敷設天津上海電報線。

1882年 美國紐約市珠街 (Pearl Street Station, N. Y. C.) 之中央電燈廠落成發電，是為近代安迪生制電燈廠之濫觴。

上海電力公司成立資本約為十萬兩。

#### 第四時期——電子時期

1883年 愛迪生發明直流電之配電制。

湯姆生 (Thomson) 氏發現磁力吹散電弧原理。

高賴 (Gaulard) 氏與傑勃 (Gibbs) 氏製造第一具交流電變壓器。

愛迪生氏發現電子管原理。

英國電機工程師學會 (I. E. E.) 成立。係由電報工程師學會改組而成。

1884年 美國紐約至波士頓間約230英里硬銅線電話路完成。

鉛錫混合金代替電纜原用之鉛質。

第一電動印報機裝置完成。

美國電機工程師學會 (A. I. E. E.) 成立。

1886年 採用商業式之電話桌機。

紐約至費城電話線路採用易位 (transposition) 法。

- 愛迪生式之重疊于電話線上之電報，正式應用。  
應用電鍍。
- 第一交流電中央發電廠成立。
- 單相 133 周率電燈，開始應用。
- 1887 年 德國赫芝 (Hertz) 發現電磁波之性質，證明麥士偉光波電磁論之確實，開將來無線電之先河。
- 萬萊 (Valley) 氏發明感應式電報。
- 1888 年 應用電能饋線調節器。
- 解倫堡 (Shallenberger) 氏發明感應式電表。
- 式斯拉 (Tesla) 領得感應式電動機之專利。
- 列區蒙 (Richmon, Va.) 首次通行電車。
- 發電機與電動機均採用炭精刷。
- 湯姆生氏與赫司頓 (Thomson and Houston) 氏之交流變壓器開始應用。
- 1889 年 利用電報報告時刻。
- 湯姆生氏發明紀錄瓦計。
- 1890 年 電話機之鈴音採用橋接法。
- 硬背式傳話機開始應用。
- 油冷及油絕緣式變壓器，開始應用。
- 單相 3,000 伏交流變壓器，開始裝設。
- 交流電弧燈式實行採用。
- 1891 年 乾芯紙包電纜，開始敷設。
- 美國採用每秒 60 週為標準周率。
- 炭精斷路器應用。
- 直流發電機採用槽形。
- 坡瑪那 (Pomona, Ca.) 城採用一萬伏之傳輸電壓。

- 倫敦東方電話公司在上海敷設電話。
- 1892 年 紐約城與芝加哥城相距約 900 英里，其直達電話完成。  
美國拉堡德 (La Porte, Ind.) 採用步進式自動電話制。  
電力鐵道之電動機採用串聯及並聯接法。  
多相電路制商業化。  
旋轉式換流器完成。
- 1893 年 美國沃利根 (Oregon city, Ore.) 城裝置 500 瓩豎軸水輪發電機。  
第一處共電式電話交換所成立。  
感應電動機 (Induction motor) 商業化。  
芝加哥城舉行世界展覽會，會中陳列者有：—1500 瓩之直流發電機，多相電機，及 850 瓩安 (kva) 交流發電機等。
- 1894 年 電話自動鈴音制成功。  
電話交換座採用號燈制。  
那亞格拉瀑布開闢水力發電——首試旋轉電場 4,500 瓩安交流發電機，25 週率；電力開關。  
斯打邁茲 (Steimetz) 使交流電計算方法簡單化。
- 1896 年 自動電話機採用撥號法以代徽鈕法。  
馬可尼在英國請得無電線報專利權。許可證為 12039 號  
感應子式交流機成功。  
紐約，紐海文，等處首次試用電力自動車。  
軍艦絞盤採用電動機旋轉。  
鮑爾的摩隧道電氣化。
- 1897 年 芝加哥高架電車電氣化。
- 1898 年 白金漢 (Buckingham) 氏發明高速率印字電報機。  
紐約城採用 43 英寸 5,000 瓩之發電機。  
5,000 瓩油開關，開始應用。

- 電力鐵道機車採用複式單位控制制。  
湯姆生氏發明定流變壓器。
- 1899 年 英吉利海峽通無線電報。  
電話線路裝用負載線圈 (loading)。  
33,000 伏電力傳輸，開始採用。  
500 瓩安蒸汽渦輪發電機成功。
- 1900 年 發明汞弧電燈。
- 1901 年 美國商用無線電報台完成。  
美國赫忒福 (Hertford, Conn.) 城初次裝用 2,000 瓩安之渦輪式  
中央發電廠。  
13,200 伏發電機完成。  
交流串接電弧照明制採用 80,000 伏變壓器完成。
- 1902 年 越大西洋無線電報第一次通信成功。  
單相制電力鐵道敷設。  
汞弧整流器成功。
- 1903 年 6,250 瓩安渦輪發電機完成。  
矽鋼採用為變壓器之分片鐵心。  
那亞格拉瀑布採用 9,250 瓩安水輪發電機。  
磁弧燈 (Magnetic arc lamp) 成功。
- 1904 年 許利夫 (Shreeve) 氏發明機械式電話增音器。  
單相補償電動機採用于市內電車。  
內燃機與電動機施用鐵路機車。  
金屬焰弧光燈試驗成功。
- 1905 年 鍊鋼廠初次採用電動軋鋼機。  
中國第一次在保定南苑通無線電報。
- 1906 年 長途電話採用地下電纜。

- 提福來 (De Forest) 氏發明真空管之第三極，即柵 (grid) 極。  
白熾電燈採用金屬化之燈絲。
- 紐海文 鐵路電化採用單相 11,000 伏。
- 1907 年 區間電氣鐵道採用 1,200 伏直流設備。  
電力輸送綫採用懸掛盤式絕緣體。  
鍊鋼廠採用可逆電動機軋鋼。
- 1908 年 越大西洋無綫電開放民用。  
紐約中央車站電氣化。
- 1909 年 大北鐵路隧道電氣化。
- 1910 年 採用星式四肢電話纜。  
政府規定民輪須裝無綫電。
- 1911 年 紐約至盾浮 (Denver) 1800 英里之有綫電話完成。  
白熾電燈採用抽鎢燈絲。
- 1912 年 鉛鎂混合金作電纜包皮以代純鉛。  
美國至檀香山裝設永久無綫電報台。  
地曲樂厚愛迪生 (Detroit Edlson) 廠裝設自動電力分廠。
- 1913 年 越大洋電纜採用印字機。  
發明複式印字電報。  
真空管增音器完成。  
盛氣白熾電燈泡成功。  
亞力山大生 (Alexanderson) 發明無綫電高週交流機。  
高壓愛克光設備完成。
- 1914 年 首次採用 1,200 對二十六號美規電話纜。  
波士頓至紐約長途電話採用電纜。  
巴拿馬運河電氣化。  
意大利諾州鐵路裝用自動控制電力分廠。

1915 年 發明濾波器。

軍艦用電力控制。

開始普遍採用通信印字機。

第一次越大西洋無線電話完成。

第一次商用半自動升降式 (Panel type) 電話。

波士頓至舊金山跨越美洲之有線電話完成。

採用水冷強力真空管。

聖保羅鐵道電化採用 3,000 伏直流電。

7,000 伏水銀整流器供鐵路電化之用。

採用地面電光 (Flood light)。

1917 年 複式載波電報供置商用。

地曲樂厚愛迪生廠採用 5,625 瓩安渦輪之發電機。

發電廠採用監察控制 (Supervisory control)。

1918 年 畢查堡至鮑爾的摩採用載波有線電話。

1920 年 試驗產生 1,000,000 伏之高壓電。

無線電話與陸地有線電相接。

十一月二日 美國著名之無線電廣播電台 KDKA 落成。

大洋輪船採用提士爾發電機為原動力。

1921 年 紐約海港採用無線電定向台。(Radio beacon)

首次裝用全自動升降式電話制。

關惠西 (Key west) 至 海華那 (Havana) 放置海底電纜。

1922 年 首次應用交流副電網 (首為人工式, 于 1924 改用自動式)。

試演有聲電影, 本年發明 "Pallophotophone"。

60,000 瓩安水輪發電機成功。

南加利福州愛迪生公司採用 220,000 伏變壓器。

電力綫採用載波電話。

美人在上海開始中國無線電公司。開始廣播。

- 1923 年 75,000 瓩安渦輪發電機成功。  
哈忒福(Hartford, Coun) 中央發電廠採用汞汽渦輪發電機。  
國際短波無線電廣播成功。
- 1924 年 應用提士爾發電機于電力，鐵道，機車上試驗成功。  
跨越大洋之海底電報纜初次試用「幕磁合金」(Permalloy) 之  
負載。
- 1925 年 電氣傳送照片(電圖)成功。  
紐約至芝加哥採用長途電話纜。  
初次試用 1,200 磅汽壓于蒸汽渦輪。
- 1926 年 海底電纜試用載波制完成。  
美國全國股票交易所採用電話連鎖。  
橋樑及房屋建築採用電焊。
- 1927 年 初次採用 132,000 伏裝油電纜。  
手攜聽話筒合裝機之效率增進，與聽話筒分裝桌機相等。  
電視以有綫電及無線電為之，試驗成功。  
航空採用無線電定向台。  
美國電話與墨西哥及英國接連。  
「幕磁合金」用于載負綫圈心。  
航空母艦上採用 22,500 馬力電動機。  
應用氫原子電焊。
- 1928 年 採用 1,800 對 26 號電話纜。  
斷路器應用「反離化作用」(Deionizing) 之原理。  
260,000 瓩安複式渦輪發電機成功。
- 1929 年 亨利角(Cape Henry, Va.) 裝置應用無線電波與聲波之距離測  
定站。

- 5,000,000 伏人造雷電實現。
- 紐約至安塔克鐵克 (Antarctic) 10,000 英里之長途電話完成。
- 1930 年 表演雙方電視。
- 電話纜採用紙漿為絕緣體。
- 北美與南美直接通話。
- 高速度印字機每分鐘可發 500 字母。
- 200,000 瓩安渦輪發電機單位完成。
- 中國「電工」雜誌。開始出版。
- 1931 年 證券交易所採用電報打字機。
- 自動駕駛飛機。
- 發明 24 公分, 4-5 瓦無線電束射機。
- 學式電動機應用于鋼廠。
- 1932 年 裝置 77,500 瓩安水輪發電機。
- 10,000,000 伏人造雷電實現。
- 架空交流電力網完成。
- 1933 年 鈉氣電燈泡成功。
- 斯格納克太台 (Schnectady, N. Y.) 採用 25,000 瓩安汞汽渦輪發電機。
- 1934 年 鮑爾多水閘 (Boulder Dam, Los Angeles) 水力發電廠應用 287 瓩方傳輸綫。
- 中國電機工程師學會 (C. I. E. E.) 成立。

# 今日中國之工程教育<sup>①\*</sup>

美國麻省理工大學電機系主任傑克遜教授

沈秉魯 陸殿章譯

## (一) 環境

(甲) 一國之民衆，貴有健全之組織，方能同心戮力，互助合作，而成爲一有效力之國家。在組織民衆一方面言之，中國中央政府工作之艱鉅，至爲明顯。改良運輸，交通，水利，財政諸事，固爲中國目前之急需。而提高全國民衆教育至某種程度，尤屬要圖。蓋欲使全國民衆對於政府有一致之愛護，教育實爲其主要工具。此世界歷史上顯然之事實，亦爲世人所默認者也。由初等教育，中等教育，及高等教育所培養之有用青年，源源供給政府機關，以應衛生，農事，製造，財政，商業，醫藥，工程，司法諸事業之應用。同時有各指導及研究機關作學理之探討，以與上述各實際事業互相參證，其效尤宏。由此言之，普通教育與職業教育打成一片，於建設事業，實有莫大之神益。

(乙) 從歷史上觀察之，凡以農立國之國家，徒恃其土地肥沃，物產豐富，實難獲得充分財力以發展一切建設事業，而使人民在可能範圍內，坐享最大之幸福。蓋一國之工業落後，土產原料反不能自用，而流運國外，利

① 電工論文分類 E 040

\* 譯自教授及交通大學梁校長函。首尾從略，如有錯誤，以原函爲準。

權外溢，致政府無財力足以應付各種活動。故欲挽救生產事業，國家必先工業化。

(丙) 在力求工業化發展之途徑中，至一相當情況時，中央政府應審視以農立國之國民需要何在。然後集中其有限之經濟力量，從百事待舉之中，選擇其與民衆有益者而興辦之。政府亦應採取鼓勵政策，或調節方法，使私人樂於輸將，以推廣其他公共事業。否則政府財力有限，從事多方建設，收效必致低微。近世列強，幾無不以初等中等高等教育列入國家最重要最有利之事業中，且成爲政策之一。通常除公立學校外，另有私立學校及大學。因格於限制，頗不相宜。

(丁) 中國政府對於各項活動，似已在直接推進。惟對於提高民衆教育程度，尙欠注意。該項工作雖屬於暫時性者，而按諸實際，實偉大而艱鉅。新生活運動，卽其一例。提高民衆教育成功以後，對於成人教育之推行自易。非至上述各事收有成效以後，初級，中級，及高級教育永久設立之有效影響，難免不致減遜。故提高民衆教育程度等，於高等教育異常重要。

## (二) 高等教育及工程學校

(甲) 中國係歷久徧重文學哲理之國家，故注意數學，物理，化學，及生物學之原理及其實際應用，乃高等教育之先決問題。換言之，中國所急需者乃爲搜集與研究之科學家，改良公共衛生之專門家，救濟人類幸福之醫士，及實行建設之工程師。試觀今日中國大學之設有工程或醫藥者，備受社會人士之崇敬，而其地位遠出乎其他科系之上，已證此說之非誤。又觀設有工程或醫藥之各大學中，對於數學，物理，化學，生物諸科均能同等發展，使中國之科學地位與世界科學並駕齊驅，亦爲其主要理由。爲工程學校之幸福計，爲中國本國之利益計，各該大學應添設經濟學一科。其目的無非使從事者能以經濟之眼光，觀察社會情形，而了解其改良之途徑。要知工程乃利用天然力量，物質及人工，依經濟之原則，爲社會謀幸福之

科學新發現與新發明而已。人工與物質之是否經濟，直接關係金錢問題，不可忽視。少年工程師對此尚有相當之經驗。惟關於較大之經濟調整，非恃年長及較有才幹之工程師之經驗不可。推本就源，工程學生對於經濟原理，須先了解，方能置身於建設之途。

(乙) 英美法等國之各大學，凡設有同樣之學系者，莫不注意互相合作之會議及交換經驗。但每大學之行政人員與教師，可就長官或公認之主管者之決定原則內，得自由試行教育之設施。英國老大學與蘇格蘭所設之大學不同，於工程之最高課程增加物理科學，頗為遲緩，現已完全接受。法國甚多著名工程學校，幾不受教育部所管轄之大學之節制。然國內國外皆甚信仰。德國自由教導，自由學習之風，亦所不禁。惟其應用較英美稍遜一籌。實因德國多數教授受歐戰時化學博士之影響。彼等具有高深技術，然缺少創造能力。且與學生不十分接近，致有如此結果。日本各大學及研究院，工作十分精密。余感覺其創造能力，不如往昔。

美國除自由學習外，各大學尤以各工程大學為然，系與系間，教授與教授間，暨教授與學生間，多互相研究，互相切磋。歐洲各大學，祇有嚴密之聯絡，然缺少合作之精神。

### (三) 工程學校之課程

(甲) 中國現狀尚未能使工程學生作高深科學之專門研究。苟政府日趨穩固，財政日趨安定，則中國將需要多量之青年工程師，從事於運輸，交通，水利，電力製造及其他事業之技術與管理方面之工作。該種青年工程師固無須有極專門之知識。中國之科學地位，一如五十年前之美國，或二十五年至三十年前之日本。工程學之課程，務宜簡單。所採之材料，不必過於專門。因過度專門，則其應用範圍狹窄，將無顯著之應用。數學，物理，化學，生物學之原理及應用尤當注意。經濟學一科，亦應注重。實因工程之建築及運用，無一非金錢問題。國外及中國固有工程之先例，應加以研究與

比較，足增學生之大志，及鼓勵其改良之心。教材當時加練習，參考材料宜促其留意，不僅在校為然，服務社會時亦當如此。加入學會能與國內外學者接觸，亦殊有益。總之工程大學之課程，應注意於基本學問及社會問題之訓練。使學生能自行設計及工作外，又宜設法擴大其自信力及其宏志，為取擇。

在實驗室之研究工作，於各種工程，均甚重要。實驗室須寬大，普通之設備，無庸搜集。在工程生活中，創造與隨機應變之技能，時宜注意，故實驗室之設備，宜基於斯。且每實驗室應以研究為主位，使學生能指出教本上或教授學識上之缺點，並用以解答普通不克意想之合理的好奇問題。不但四年級生應注意研究，即三年級生亦不妨如是。中國學生需腦手並用，尤較他國為重要，故蒙實驗之益，當更為顯著。

大學生苟能依此而行，則於研究工作殊為有益。教師心目中，應認為學生皆有絕頂之天才與遠人之懷抱，而皆予以單獨之指導。一反從前以組為單位，僅使組中大多數樂意學習為目的之教導方法。學生之實驗摘記，時宜校閱。並按時加以考試，使諸教師知學生之程度如何。

(乙) 上述之實驗室工作，教師必感其功課之煩重，且為時間所不許。惟可將擔任鐘點減少，以資調節。更有進者，學生依據此種實驗方法，足為教授解決研究工作之初步問題。有時該種實驗，能用以證明數學探討之非誤。教授宜致力於研究，能研究之教授，應具充足之學問。吾知交大教師，皆能勝任。

研究院之工作，並非形式的，而實有其重要性。無非使研究生有充分之學理，作為從事職業之助。如中國工程界須高深學理之青年應用時，則工程學校中即可設立研究院。苟大學課程根據上述而開設，則研究院極易設立，且無需額外之經常費。目下中國年需少數受高深訓練之工程學生。故工程學校不妨選擇畢業數年稍有經驗之學生，出洋研究二三年，回國服務。或則一二工程學校，開設簡易之研究院，訓練畢業生，助長其經驗。

待中國需多數研究生之應用時，即可設立大規模之研究院。歐美各國，大都如是。

派選工程學生留學，應指定國家及學校。務擇該國及該校之長。且須追隨一名教授為其導師。先稟知中國之工程學校情形，而使全系教授能着意指導。除外宜鼓勵其學習如麻省理工大學開設之工程與經濟合併之學程。

#### (四) 出路

或謂中國工程學校之畢業青年，不能獲得能助長經驗之工作機會，此說實不足信。余以為中國若能詳細調查及精密統計，則各處之出路甚多。青年工程師應腦手並用，心力合一。如是方能勝任有關人類生命及財產安全之負責工作。

# 美國電機工程師學會之職業信條<sup>⊗</sup>

(1912年3月8日採用)

## 范 敦 曾 譯

- (甲) 通則
- (乙) 工程師對事主或雇主之關係
- (丙) 工程記錄及數據之所有權
- (丁) 工程師與公衆之關係
- (戊) 工程師對工程團體之關係
- (己) 附則

以下規則僅為表明工程師與事主，雇主，公衆及工程團體之關係，並非規定工程師所必須遵行之一切義務及責任。

### (甲) 通則

1. 工程師對各方面之關係，應以其個人最高尚之人格為依歸。
2. 工程師對於其所擔任之正當事業，應竭力從事以盡責任。倘彼對於已任職之事業性質，發生疑問時，應立即辭退之。

### (乙) 工程師對事主或雇主之關係

3. 工程師應以保護事主或雇主之利益，為其職業上之第一責任，與此責任有抵觸之一切動作，應隨時注意避免之，如因事故，不可避免，對其事主

或雇主預先說明。

4. 工程師在未得各方同意前，不得接受兩方面或多方面之津貼；或其他財力供給，工程師無論其為顧問，設計，裝置或運用，不得直接或間接從其經理或雇主發生關係之團體，收取佣金。
5. 工程師受雇辦理新發明機械及運用之決定；或其他等事與彼有經濟關係者，必須在未就事前，深切明瞭其本身對該事之地位。
6. 工程師在個人獨立工作時，可同時受數個利益不衝突團體之聘用。此點須知彼同時可自由受其他團體之聘用，及彼所能為任一團體服務者，僅其每日之一部份時間而已。受某團體永久聘請之顧問工程師，應與其他團體發生關係以前，須對於新加入之團體詳細聲明，蓋在利益或有衝突可能。
7. 工程師在其責任上，應竭力設法減少機械上，或構造上之重大缺點，及工作時之危險情況，並應將各項危險情形詳告事主或雇主，使其注意。

#### (丙) 工程記錄及數據之所有權

8. 工程師從事工作時，對於該工作上所有改進，發明，計劃，設計，或記錄之所有權，應於受聘合同內述明。
9. 倘工程師所利用之資料，非為常識或公衆產物，而由事主或雇主供給者，無論其結果為計劃，設計，或其他種記錄，均不得作為已有，應視之屬於事主或雇主之物。
10. 倘工程師僅利用自己之學識，已出版之公衆資料，而毫未從事主或雇主方面得其工程上之記錄，至於運用程式或例行工作資料，當屬例外，如其結果有所發明，計劃，設計，或其他記錄時；雖未經受聘合同之載明，亦當視為工程師所有物，惟在該工程師仍在被聘之時，事主或雇主有權應用之。
11. 工程師之被事主或雇主聘請者，所担任工程職務以外，而有之一切費

明，計劃，設計，或其他記錄，當視為工程師之所有物，惟在受聘合同內另有規定者，不在此限。

12. 顧客供給之設計，由工程師或工廠承製時，其設計之所有權，仍屬於顧客，工程師或工廠，在未得他人特許時，不能翻製或仿造。又工程師或工廠與顧客聯合工作，冀得某種設計及計劃或發明時，於工作未開始前，對於將來結果如發明，設計或其他類似事件之所有權所屬問題，應當預先說定。
13. 工程師對於各種工程數據或資料，無論其得之於事主或雇主者，或由上述資料，而創造之結果，均應保守祕密，當彼利用該項數據或資料，為彼個人經驗之一部份時，在未得許可前，絕對不得對外發表。
14. 雇員其因被雇職務上所作之設計，數據，記錄及筆記等件，則當屬於事主所有。
15. 顧客購辦機械時，除對於機械有使用權利，對於機械之設計，概無權利，事主對顧問工程師之計劃，無所有權，但有特別協定者，不在此限。

#### (丁) 工程師與公眾之關係

16. 工程師應盡力協助公眾，使之瞭解真正之工程事業，對於工程上普通知識亦應盡力設法推廣，對於刊物上所登載之不真實，不公平以及過分宣傳之工程文件，尤其該項文字宣傳足以引誘羣衆，參加彼無價之事業者，應主持正義，以阻止之。
17. 工程問題之討論及批判，不應登載在普通刊物，應在工程團體或專門技術刊物發表之。
18. 關於新發明及其他工程之改進，其初次文字之發表，不應登載普通刊物，應在工程團體或其他專門技術刊物為之。
19. 對於某項工程事件之徵詢，應將其範圍以內，詳細答覆，並表示其意見，如其所表示之意見，敷衍了事，簡單不全，殊非職務上當然之道。

(戊) 工程師對工程團體之關係

20. 工程師應利用工程團體或其他方法,以與其他同業之工程師,互換學識與經驗,彼對於各有名工程師,無端遭攻擊時,應盡力保護。
21. 工程師應在其可能範圍以內,對於主辦某項工程之工程師,應盡量保護其令譽。
22. 工程師在其負責某項工程時,對於純粹工程方面之事項,應不讓非工程人員之參與。

(巳) 附則

23. 本規則有未盡善處,得由指導委員會另訂之辦事細則增加或修改之。

# 民營公用事業監督條例

十八年十二月二十一日國民政府公佈

二十二年十一月二日國民政府修正公佈

- 第一條 凡民營公用事業，除法律別有規定外，依本條例監督之。
- 第二條 下列各款之公用事業，除由中央或地方公營者外，得許民營：
- 一.電燈電力及其他電氣事業；
  - 二.電車；
  - 三.市內電話；
  - 四.自來水；
  - 五.煤氣；
  - 六.公共汽車及長途汽車；
  - 七.船舶運輸；
  - 八.航空運輸；
  - 九.其他依法得由民營之公用事業。
- 第三條 民營公用事業，除應由中央主管機關直接監督者外，以經營範圍所屬之省市縣主管機關為地方監督機關，以中央主管機關為最高級監督機關。
- 第四條 民營公用事業非經依法呈請地方監督機關轉呈中央主管機關核准登記發給執照及營業區域圖後，不得開始營業。

前項登記規則，由中央主管機關規定之。

- 第五條 民營公用事業經核准登記後，如逾核定之籌備期限，仍不開始營業者，除因特別情形經呈准展限者外，地方監督機關得呈請中央主管機關撤銷之。
- 第六條 民營公用事業非呈經地方監督機關轉呈中央主管機關核准，不得變更其名稱或組織，並不得移轉營業權於他人。
- 第七條 民營公用事業訂立或修正有關公衆用戶之收費及各項規章，應呈由地方監督機關簽具意見轉呈中央主管機關核准。
- 第八條 民營公用事業應於每年營業年度終了三個月內，造具下列各款表冊，分呈中央及地方監督機關：
- 一、重要職員及其他履歷；
  - 二、業務報告；
  - 三、工務報告；
  - 四、資產負債表及損益計算書並附說明。
- 地方監督機關收到前款表冊，應即摘要公告。
- 第九條 民營公用事業之一切技術標準，應依據中央主管機關公佈之各種規程辦理。
- 第十條 民營公用事業之會計制度及其標準程式，由中央主管機關規定之。
- 第十一條 民營公用事業非攤提折舊，作為營業費用後，不得分配盈餘。
- 前項折舊率由中央主管機關核定之。
- 第十二條 民營公用事業其全年純益超過實收資本總額百分之二十五時，其超過額之半數，應用以擴充或改良設備，其餘半數應作為用戶公積金，以備減少收費之用。
- 前項所稱純益，係指全年營業總收入，除去一切經常維持

費用捐稅折舊借款利息之盈餘而言，所有股息及各種公積金皆不應除去。

- 第十三條 民營公用事業如於業務，工務，或財務上發生困難，得請求中央或地方監督機關予以協助。
- 第十四條 民營公用事業辦理不善，致妨礙用戶利益，或損害社會安全時，經人民陳訴，由專門技師查明確有實據者，地方監督機關得呈准中央主管機關限令改良。
- 第十五條 民營公用事業如遇勞資爭議時，應依法受強制仲裁。
- 第十六條 民營公用事業不得加入外股，或抵借外債，但經中央主管機關呈請國民政府特許者不在此限。
- 第十七條 民營公用事業如其性質在同一區域內不適於並營者，非經中央及地方監督機關認為原有營業者確已不能再行擴充設備至足供公用之需要時，同一營業區域內不得有同種第二公用事業之設立。
- 第十八條 民營公用事業所在地區域之人民，對於創辦及投資有優先權。
- 第十九條 民營公用事業營業期限以三十年為標準，期滿時中央或地方政府得備價收歸公營，但須於期滿之二年前通知。如不為前項之通知時，該事業人得繼續享有營業權十年，並呈請換發執照。但政府仍得於此後每十年屆滿前，依照前項規定程序，收歸公營。
- 本條例施行前設立之民營公用事業至本條例施行滿三十年後，得準用前兩項規定收歸公營。其特許年限另有規定者，依其規定。
- 第二十條 民營公用事業收歸公營時，應由政府及事業人各派同數專家若干人，並會同聘請專家一人，組織評價公斷委員會，參

照下列二款方法，評定價格。

一、依據該事業現有全部資產，核實估價。

二、依據創業時之投資，加營業期內增置設備擴充改良之一切資產價額，減去廢棄設備價額折舊準備及其他提存之各種準備金暨用戶公積金之餘額。

前項會同聘請專家人選雙方意見不一致時，應由所在地最高級檢察官擔任之。

第二十一條 民營公用事業有違背本條例第六條至第十二條及第十四條第十五條者之規定者，地方監督機關得按其情節處以一千元以下之罰鍰，或令股東會或董事會撤換其負責人員，有違背本條例第十六條之規定者，得停止其營業權之一部或全部。前項處分，應呈經中央主管機關核准。

第二十二條 由中央主機關直接監督之民營公用事業，其關於第四條至第八條第十四條暨第二十一條事項，由中央主管機關直接處理之。

第二十三條 政府與人民合營之公用事業，得準用本條例監督之。

第二十四條 本條例自公佈日施行。

# 電氣事業條例

十九年三月三十一日國民政府公布

二十三年二月二十七日國民政府修正公布

- 第一條 本條例所稱電氣事業，謂應一般之需用，供給電光，電力，電熱之營業。  
經中央主管機關核准，登記，給照，經營電氣事業者，稱為電氣事業人。
- 第二條 本條例所稱中央主管機關，為建設委員會。地方監督機關，為省建設廳及市縣政府。
- 第三條 本條例所稱工作物，謂因供給電光，電力，電熱所為之一切設備。所稱線路，謂輸送電氣之導體及其附屬之設備。
- 第四條 經營電氣事業者，無論公營民營，非經中央主管機關登記，發給營業執照及營業區域圖，并經地方監督機關備案後，不得開始營業。  
電氣事業之登記取締，及其工作物之標準與裝置規則，由中央主管機關規定之。
- 第五條 電氣事業人非呈地方監督機關轉呈中央主管機關核准，不得與外人經營之電氣事業訂立買賣電流合同。
- 第六條 電氣事業非經國民政府特許，不得借用外資。
- 第七條 電氣事業實收股本，或資本之總額，至少應佔其投資總額百

分之三十。投資總額，至少應為其每年營業總收入之一倍。

投資總額為實收股本或資本及已發行之公司債與其他長他長期借款之和數。

第八條 電氣事業人如欲擴充設備，得呈經建設委員會及實業部許可，依照法令規定發行債券，但其總額不得超過現存資產二分之一。

第九條 電氣事業人因工程之必要，經主管機關之許可，得使用河川、溝渠、橋梁、堤防、道路，但以不妨害其原有之效用為限。

第十條 電氣事業人於必要時，得經土地所有人及占有人之許可，在其房屋上之空間，或無建築物之土地上，設施線路。

第十一條 對於妨礙線路之樹木或其他植物，電氣事業人經所有人及占有人之許可，得砍伐之。

第十二條 電氣事業人對於第九條至十一條所列舉之事項，與所有人及占有人協議不諧時，得呈請所在地市縣政府處理之。如因避免特別危險或非常災害，不及呈請時，得先行處置。但應於三日內呈報所在地市縣政府，並通知所有人及占有人。

第十三條 第九條至第十二條情形，如致有損害時，應由電氣事業人補償之。

第十四條 本條例未規定事項，準用民營公用事業監督條例之規定。

第十五條 本條例自公布日施行。

# 電氣事業註冊規則

十九年六月六日建設委員會公布

二十二年五月二十五日建設委員會修正公布 (法一二)

- 第一條 凡電氣事業條例所規定之電氣事業，均須依照本規則聲請建設委員會註冊給照，經核准後，方得營業及享有電氣事業人一切權利。
- 第二條 電氣事業之聲請註冊，其具名人規定如下：
- 一. 公營電氣事業，由主辦機關呈請或咨請之。
  - 二. 民營電氣事業，如係
    - 甲. 獨資經營者，由出資人呈請之；
    - 乙. 合資經營者，由出資人全體呈請之；
    - 丙. 公司，由公司代表呈請之，為股份有限公司，須由董事全體呈請之。
  - 三. 人民與公家合營之電氣事業，依照本條第二項第乙丙目辦理。
- 第三條 電氣事業之聲請註冊，應備具下列書圖。
- 一. 企業意見書；(附營業區域圖)
  - 二. 創業概算書；
  - 三. 收支概算表；
  - 四. 工程計劃書；(附綫路分佈圖及發電所內綫圖)

五.營業章程概要

六.投資人名簿或投資機關名稱;

七.首席聲請人及主任技術員履歷書;

第四條 企業意見書,應依照本規則表式一填製,其營業區域圖,得用當地地圖添繪顯明區域界綫,擇要註明四至地名,並開明圖例縮尺及方向,由首席聲請人署名蓋章。  
前項營業區域圖,經核准後,應另備具同式四份,呈送建設委員會蓋印存卷,並分發建設廳,市或縣政府,及該電氣事業人存查,以資信守。

第五條 創業概算書,應依照本規則表式二填製。

第六條 收支概算表,應依照本規則表式三及表式四填製。

第七條 工程計劃書,應依照表式五填製,並須備具下列附圖。

一.綫路分佈圖,須註明:

甲.發電所配電所及配電變壓器之位置及容量,

乙.各段綫路之電壓及導綫粗細,

丙.圖之方向及縮尺。

二.發電所內綫圖,須按照通用綫路格式,載明發電所內全部接綫方法,不自發電者,以接受外來電力之主要配電所代之。

以上二圖,均須由主任技術員署名蓋章。

第八條 營業章程概要,應依照表式六填製,其已擬有營業章程草案或印有正式營業章程者,須一併附送。

第九條 投資人名簿,應具下列各款:

一.投資人姓名住址;

二.各投資人所認股數,每股票面銀數,及實繳銀數。

第十條 首席聲請人及主任技術員履歷書,應依照表式七填製,其

主任技術員畢業文憑或服務證明書之攝影或抄本，須一併附送。

第十一條 地方政府或主辦機關對於設立電氣事業意見書，即表式八，應由聲請人送呈註冊書圖時，一併送請當地地方政府填具意見，如為公營性質，則應由主辦機關填具。

第十二條 聲請註冊人填製表式時，須向建設委員會領用空白表式，不另取費，但為事實上之便利，得用同樣格式大小紙張填製。

第十三條 凡電氣事業在電氣事業條例施行以前設立者，除依據最近實情填具本規則第三條所開各書圖外，應將其設立年月，組織經過，營業狀況，最近一年發電度數，及與行政機關所約定之條款，一併呈報。

第十四條 民營或人民與公家合營之電氣事業聲請註冊，其呈送呈序如下：

- 一、聲請人應備具本規則第三條所開書圖各三份，送呈當地地方政府，分別存轉。如營業區域跨連兩縣縣境者，應由電廠總事務所所在地之縣政府，取得鄰縣縣政府之同意後呈轉。
- 二、當地地方政府，除抽存書圖一份外，應依照表式八填具意見書連同書圖二份呈送該省建設廳，由廳抽存一份，並將正本連同審查意見，轉呈建設委員會。
- 三、如當地地方政府直隸於行政院者，應於填具意見書後，連同審查意見，逕送建設委員會。

第十五條 公營電氣事業聲請註冊時，應由該事業之主辦人，備具書圖三份，由主辦機關逕送建設委員會。

第十六條 電氣事業遇有變更名稱組織，或轉輪營業權時，應照新創事業手續，重行聲請註冊，換領執照，其已經主管機關核准

之移轉合同契約，須一併附送。

第十七條 凡電氣事業，曾向國民政府交通部註冊，領有執照者，須備具註冊書圖三份，連同舊照，逕呈建設委員會。經核准後，由會換給執照，註冊書圖副本二份，發交廳縣存查。

第十八條 電氣事業人營業期限屆滿前，應向建設委員會重行聲請註冊。

第十九條 民營或人民與公家合營之電氣事業聲請註冊，經核准後，應繳納下列各費：

一、註冊費，按照資本總額千分之二繳納，其不足十元及千元以上之有畸零者，均以千元計算；

二、印花稅二元

凡曾在國民政府交通部註冊領執照者，向建設委員會聲請換照時，得免繳註冊費，惟資本如有增加，應照第二十一條辦理。

第二十條 公營電氣事業聲請註冊，經核准後，應繳納註冊費二百元，印花稅二元。

第二十一條 民營或人民與公家合營之電氣事業，因增加資本呈請換給執照者，不論原定資本額之多寡，應按照本規則第十九條之規定，照增加數添繳註冊費。

第二十二條 本規則自公布日施行。

# 電氣事業人許可營業年限及計算辦法

二十一年八月二十六日建設委員會呈報國民政府

二十一年九月六日國民政府指令備案

二十一年九月十五日建設委員會分行全國

- (一) 許可年限以三十年為標準，但地方政府得提出意見轉請本會酌量伸縮之。
- (二) 許可年限起訖日期，規定如下：
- 甲. 凡電氣事業人在民營公用事業監督條例公布以前開始營業者，以條例公布之日起算。
- 乙. 凡在條例公布後成立者，以其營業開始後次年正月一日起算。
- 丙. 營業年限早有規定者，從其規定。
- (三) 電氣事業人合併時，因合而消滅之公司，其所餘營業年限由合併後續存或另立之公司依法定手續取得之，其因各該公司之營業年限有差異而欲補足以期一致者，應於合併前呈由地方監督機關轉請中央主管機關核定。

# 電氣事業取締規則<sup>⊗</sup>

建設委員會

## 目 錄

公布令

- 第一章 總 則
- 第二章 創業擴充移轉及停業
- 第三章 營業區域
- 第四章 工程標準及安全
- 第五章 技術員
- 第六章 業務及收費
- 第七章 供電停電
- 第八章 用戶電度表之較驗
- 第九章 會計
- 第十章 報告
- 第十一章 罰則
- 第十二章 附則

電氣事業資產折舊率表

建設委員會公布令 第三八號

本會依據電氣事業條例，制定電氣事業取締規則，呈經國民政府核

准，茲以會令公布之。自本規則公布施行之日起，凡電氣事業條例第一條所規定之電氣事業人，均應遵守本規則，不適用十六年七月二十八日交通部公布之電氣事業取締條例。此令。

委員長張人傑

中華民國二十年六月二十五日

呈國民政府文二十三年一月九日

呈為呈送修正電氣事業取締規則，請鑒核備案，並准以會令公布事。案查電氣事業條例第十三條之規定，電氣事業之取締，由主管機關規定之。本會於二十年五月擬訂之電氣事業取締規則，業於同年六月二十日呈奉鈞府第一六五四號指令准予備案，並以會令公布施行在案。茲查該項規則實施以來，兩年有半，揆之實際情形，尚有修正之必要。經由本會起草修正草案，分送各關係機關各法團各專家簽註意見，詳細審訂，歷時半載，擬定修正文七十三條，可否准予備案，並以會令公布施行，以資遵守之處，理合檢同該項規則，備文呈請鈞府鑒核，指令祇遵，謹呈

國民政府

呈送修正電氣事業取締規則一份

建設委員會委員長張人傑

國民政府指令第六四號

令建設委員會

呈為呈送修正電氣事業取締規則，擬請准予備案，並以會令公布施行，祈鑒核示遵由。

呈件均悉。准予備案。仰即以會令公布施行可也。附件存。此令。

中華民國二十三年一月十七日

國民政府主席林 森

## 建設委員會公布令第三號

茲修正電氣事業取締規則公布之。此令。

委員長張人傑

中華民國二十三年一月二十日

## 第一章 總則

第一條 凡電氣事業條例所規定之電氣事業人及經營電氣事業者，依本規則取締之。

第二條 電氣事業等級規定如下：

- 第一等 發電或供電容量超過一萬瓩（基羅瓦特）者，
- 第二等 發電或供電容量超過一千而在一萬瓩以下者，
- 第三等 發電或供電容量超過一百而在一千瓩以下者，
- 第四等 發電或供電容量在一百瓩以下者。

第三條 本規則所稱地方監督機關，依電氣事業條例第二條之規定為：

- (一) 各省建設廳及隸屬於省政府之市縣政府，
- (二) 直隸行政院之市政府及其主管局。

第四條 電氣事業之呈報程序，除法令別有規定外，規定如下：

- (一) 其營業區域屬於直隸省政府之市縣政府者，應呈由該管市縣政府呈請該省建設廳轉呈建設委員會；
- (二) 其營業區域屬於直隸行政院之市政府者，應呈該市主管局呈請市政府轉送建設委員會；
- (三) 其營業區域屬於二個以上之地方監督機關者，除呈由該電氣事業人主要營業區域所在之地方監督機關，呈請該管上級監督機關轉送建設委員會外，其關係

- 部份，應分呈其他關係地方監督機關備查，
- (四) 公營電氣事業應呈由主辦機關轉送建設委員會，並將副本抄送地方監督機關備查，
- (五) 以上各款呈報事項，得於必要時備具副本，逕呈建設委員會備查，
- (六) 以上各款呈報事項，如附呈圖表，除分呈外，應備具三份，以便存轉。

## 第二章 創業擴充移轉及停業

- 第五條 電氣事業之創設或擴充，應依照電氣事業註冊規則之規定，呈請註冊。全部工作物工竣後，應將工程情形報請派員查驗，第一等第二等電氣事業，由建設委員會派員會同地方監督機關查驗，第三等第四等電氣事業，由地方監督機關派員查驗。如未經註冊核准，或未經呈請派員查驗合格，而私自開始營業時，地方監督機關得呈准建設委員會停止其營業。
- 第六條 電氣事業之創設或擴充，除依法呈報外，應於訂購原動及發電機器以前，將機器規範書及工程主要圖樣，如內線聯絡圖，機器佈置圖，水汽循環圖等，逕呈建設委員會，經核准發給工作許可證後，方得訂購機器，開始施工。
- 第七條 電氣事業人變更名稱組織，或移轉營業權時，應先呈由地方監督機關附具意見，轉請建設委員會核准，並重行聲請註冊換領執照。
- 電氣事業之出租，或委託代管而不移轉營業權者，應經前項手續呈請核准，但毋須重行註冊換照。
- 第八條 電氣事業人因故宣告停業前，應呈由地方監督機關附具善後意見，轉請建設委員會核准，經註銷營業執照後，始

得停業。

### 第三章 營業區域

第九條 電氣事業人在核准之營業區域內，有專營之權利及供電之責任，其範圍以建設委員會核准之營業區域圖為準。但有下列情形之一者，得供電於營業區域之外：

- (一) 售電與另一電氣事業人，其售電合同經售買兩方會呈地方監督機關核轉建設委員會備案者。
- (二) 售電與營業區域以外之用戶，經地方監督機關核准，建設委員會備案者。

第十條 電氣事業人如欲擴充其營業區域，應得其已經核准之營業區域圖，加繪新擬界線，並備具工程計劃書，收支概算書，暨輸電配電線路詳圖，註明該地有無電氣事業，預定工程起訖日期，呈由地方監督機關附具意見，轉請建設委員會核准。

第十一條 電氣事業人聯絡通電之高壓輸電線路，經建設委員會核准後，得經過其他電氣事業人之營業區域，但不得侵犯其營業權。

### 第四章 工程標準及安全

第十二條 電氣事業之工作物，及所用電氣方式，應依據建設委員會公佈之各種規程辦理。

第十三條 電氣事業之工作物，地方監督機關得派員檢驗，不合法者得限令更改之，但非有充分理由，不得停止其工作。

第十四條 電氣事業限用交流電，但因特殊情形經建設委員會之特許者，亦得用直流電。

- 第十五條 電氣事業供給電氣，應使用戶電壓與其規定數之差，不超過下列之限制：
- (一) 電燈電壓，高低各百分之五；
  - (二) 電力及電熱之電壓，高低各百分之十；
  - (三) 電燈、電力、電熱合用一線路者；依照電燈電壓之規定。
- 第十六條 交流電週率之高低變動，各不得超過規定數百分之四。
- 第十七條 電氣事業之發電設備，至少應有總容量百分之二十五之備用量，如兩個以上之電廠互供電流者，其總備用量至少應有各聯絡電廠總容量百分之十五，但不得少於其中最大電廠容量百分之二十五。
- 第十八條 電氣事業人應裝置各種必要之電表，以備記載發電及購度數、電壓、週率，及負荷之變動。
- 第十九條 電氣事業人應於適當處所裝置避雷器，及其他防止危險設備。
- 第二十條 屋外架空電線，無論包皮線或裸線，其銅綫截面，不得小於五方公厘（約合英規十二號美規十號）。但接戶綫不在此限。
- 第二十一條 低壓配電綫路，應依照屋外供電綫路裝置規則接地。
- 第二十二條 機器及綫路設備至少應每年檢驗一次，其檢驗結果，應列表記載備查。
- 第二十三條 電氣事業人遇有綫路近旁火患，或非常災害時，應派遣技術員工，攜帶顯明標誌，蒞場防護，於必要時得停止一部或全部之送電，或拆除其一部之綫路。
- 第二十四條 凡以承裝電氣設備為營業之電器承裝人，應由地方監督機關或由地方監督機關所委託之電氣事業人予以登記，並與電氣事業人訂立約據。其所僱用電匠，應由辦理登記

之機關或電氣事業人予以考驗，經考驗及格發給執照後，方准工作。

第二十五條 用戶之電氣裝置，非經電氣事業人依據屋內電燈綫裝置規則及電力裝置規則檢驗合格，不得供電。

第二十六條 電氣事業人至少應每三年檢驗用戶電氣裝置一次，其檢驗結果，應列表記載備查。

第二十七條 電氣事業之職員工人及裝置電氣設備之電匠，均應熟習觸電救急法。各電廠應有觸電救急法之圖表及說明。懸於明顯處。

第二十八條 凡遇觸電或因電氣工作物發生意外而致死傷時，應由電氣事業人將事實經過呈報地方監督機關。

### 第五章 技術員

第二十九條 電氣事業應依照下列主任技術員資格等級表之規定，選任主任技術員一人，主持工程，其電廠經驗年限，經建設委員會特許者，得變通之。

電氣事業主任技術員資格等級表

第一等 電氣事業	學歷	大學機械或電機科 畢業或同等程度	中等工業學校電機 科畢業或同等程度	
	經驗	第二等電廠或同等 經驗五年以上	第二等電廠或同等 經驗十年以上	
第二等 電氣事業	學歷	大學機械或電機科 畢業或同等程度	中等工業學校電機 科畢業或同等程度	
	經驗	第三等電廠或同等 經驗三年以上	第三等電廠或同等 經驗六年以上	
第三等 電氣事業	學歷	大學機械或電機科 畢業或同等程度	中等工業學校電機 科畢業或同等程度	電機藝徒出身具有高 小畢業程度
	經驗	一年以上	四年以上	十年以上
第四等 電氣事業	學歷	大學機械或電機科 畢業或同等程度	中等工業學校電機 科畢業或同等程度	電機藝徒出身具有高 小畢業程度
	經驗	六個月以上	二年以上	八年以上

- 第三十條 第一等電氣事業，除主任技術員外，至少應有技術員二人助理工務，其資格至低應依照第二等電氣事業主任技術員之規定。
- 第三十一條 第二等電氣事業，除主任技術員外，至少應有技術員一人助理工務，其資格至低應依照第三等電氣事業主任技術員之規定。
- 第三十二條 第三等電氣事業，除主任技術員外，應有技術員一人助理工務，其資格至低應依照第四等電氣事業主任技術員之規定。
- 第三十三條 第三等及第四等電氣事業得以技術顧問替代主任技術員，其資格至低應依照第二等電氣事業主任技術員之規定。該技術顧問至少每月應到廠視察一次。
- 第三十四條 主任技術員及助理技術員，應常川駐廠辦事，購置機器材料之規範，並應由主任技術員或技術顧問負責。

## 第六章 業務及收費

- 第三十五條 電氣事業人訂立或修正有關公衆用戶之收費及各項規章，應呈由地方監督機關簽具意見，轉請建設委員會核准。經核准後，應有一月以上之公告，方得實行。
- 第三十六條 電氣事業人收取電費，應儘量採用電度表計量制。
- 第三十七條 用戶電度表應由電氣事業人置備。
- 第三十八條 電氣事業人得向電燈用戶酌收下列保證金：
- (一) 用電保證金，包燈制，不得超過每期應收電費之一倍；電度表計量制，每安培不得超過三元。
  - (二) 電度表保證金，不得超過表之原價。不收電度表保證金者，每月得收取表租，但不得超過電度表原價百分

## 之二

第三十九條 電燈所用電度表每月底度不得超過左列之規定。

第一等電氣事業 每安培二度

第二等電氣事業 每安培三度

第三等第四等電氣事業 每安培四度

如不用底度，得用最低電費，其比例準用前項之規定。

第四十條 電氣事業人供給電力用電，應另行規定較廉於電燈用電之價格，如供給自來水、電車等公用事業用電時，其價格應較廉於普通之電力價。

第四十一條 電氣事業人對於公用路燈，應廉價取費，但不得低於普通用戶電燈價之半。

## 第七章 供電停電

第四十二條 電氣事業每日供電時間，應依照下列之規定：

(一) 第一等電氣事業二十四小時

(二) 第二等電氣事業至少十八小時

(三) 第三等電氣事業至少全夜

(四) 第四等電氣事業至少上半夜

第四十三條 電氣事業人對於營業區域內，人民要求供電，非有正當理由，不得拒絕。添設僻遠用戶桿線時，得酌收補助費，但不得逾請求用電者所需桿線工料費之半數。

第四十四條 電氣事業人對於用戶，不得停止供電，但有左列情形之一者，不在此例：

(一) 經本規則第二十五條或第二十六條所規定之檢驗認為不合法，而在指定期內未經改善者。

(二) 有竊電嫌疑而恃強拒絕檢查者，或經證實有竊電行

爲，而尙未依照電氣事業人處理竊電規則繳足應償電費者。

(三) 欠繳電費或保證金逾限不付者。

第四十五條 電氣事業人因不得已事故停電者，除臨時發生之障礙外，應照左列之規定，呈經核准後，先期通告用戶：

(一) 停電在十五日以內者，呈請地方監督機關核准；

(二) 停電超過十五日者，呈請地方監督機關轉請建設委員會核准。

第四十六條 電氣事業人對於地方監督機關爲防禦災害，而要求緊急供電之通知，不得拒絕，但電費應由地方監督機關擔任之。

第四十七條 在電氣事業人宣告停業後，新電氣事業人未產生前，地方監督機關或其他團體爲維持公用起見，得租用其工作物，暫行供電，並報請建設委員會備案。

## 第八章 用戶電度表之較驗

第四十八條 電氣事業人應依照下列之規定，備有較驗用戶電度表之設備：

(一) 第一等電氣事業，應備有較驗各種電度表設備全副，其中至少有旋轉標準電度表，計秒表，電壓調整器，移相器，暨得有製造廠所給準確證明書之電壓表，電流表，電力表，及其他必要附件。

(二) 第二等電氣事業，至少應備有旋轉標準電度表，計秒表，電壓調整器，暨得有製造廠所給準確證明書之電壓表，電流表，電力表，及其他必要附件。

(三) 第三等電氣事業，至少應備有轉標準電度表，電壓表，電流表，及其他必要附件。

(四) 第四等電氣事業，至少應備有曾經較驗之五安培及超過五安培電度表各一具。

第四十九條 前條各項所列之較驗用電度表，旋轉標準電度表，及電力表，每年應送由下列任一處所較驗，並得其證明書：

(一) 建設委員會電氣式驗所。

(二) 建設廳或市政府所設之電氣較驗處所。

(三) 學術機關或其他處所備有電氣較驗之設備，並經建設委員會認可者。

(四) 電氣事業除備有規定較驗設備外，兼有電壓及電阻原標準器之設備，並經建設委員會之特許者。

第五十條 電氣事業人應依照下列之規定，較驗用戶電度表，其較驗結果，應有正式記錄。

(一) 定期較驗

(甲) 交流單相電度表在二十五安培以內者，至少每三年較驗一次，超過二十五安培者，至少每兩年一次。

(乙) 交流三相及直流電度表，至少每兩年較驗一次。

(二) 非定期較驗

非定期較驗，於電度表使用期間認為有疑義時舉行之。其出於用戶之聲請者，電氣事業人應於聲請後十日內較驗之，如用戶認為較驗結果尙有疑義時，得請由電氣事業人轉送第四十九條所列較驗處所覆驗，其費用均由負方担任之。

第五十一條 凡未經較驗準確之電度表，不得裝用。

第五十二條 較驗電度表時，其所用負荷及根據標準電度表較驗所得之差數限度，應依照下列之規定

負 荷 情 形	負 荷 百 分 數	差 數 上 下 各 不 得 超 過
低 負 荷	10%	2.5%
常 負 荷	40%(電燈) 60%(電力)	2%
全 負 荷	100%	2%

$$\text{平均差數} = \frac{\text{全負荷差數} + (\text{常負荷差數} \times 3) + \text{低負荷差數}}{5}$$

電度表根據標準電度表較驗所得之平均差數，不得超過百分之二。如欲節省時間，常負荷差數得不試驗，其平均差數即為低負荷及全負荷差數之平均數。

前項所稱標準電度表，須蓋有第四十九條所列之較驗處所之封印，其準確程度，除第四等電氣事業得在百分之一.五以內外，應在千分之七以內。

其他電表及附屬設備之準確程度，由建設委員會電氣試驗所訂定之。

第五十三條 用戶電度表在空載時，其旋轉部分，不得於十分鐘內有一次以上之旋轉。

## 第九章 會計

第五十四條 電氣事業應以一月一日起，至十二月三十一日止，為一會計年度。

第五十五條 電氣事業應用國幣銀元為記賬單位。

第五十六條 電氣事業應立日記賬，總清賬，及補助賬。日記賬亦得以傳票逕行替代之。

第五十七條 電氣事業會計科目分下列五類：

(一) 資產

(二) 負債

(三) 收入

(四) 費用

(五) 盈餘分配

前項會計科目另定之。

第五十八條 電氣事業人攤提資產折舊，應參照後列之電氣事業資產折舊率表辦理。其總平均折舊率，應在百分之四以上，百分之七以下，但經建設委員會特許變通者，不在此限。

第五十九條 電氣事業人非攤提折舊作為營業費用，不得分配盈餘。

第六十條 電氣事業人得提存重置設備基金及其他公積金。

第六十一條 電氣事業人應備有用戶分戶賬，載明每期用戶用電及收費數。

## 第十章 報告

第六十二條 電氣事業人於會計年度終了後四個月內，應依照建設委員會公佈之電氣事業年報格式，造具年報，連同報告股東會之帳略，分呈建設委員會及地方監督機關備查。

地方監督機關於收到前項年報後，應摘要公佈。

第六十三條 每年度電氣事業之對於經濟業務及工務有特殊成績者，由建設委員會根據所呈年報考核審定，給予榮譽獎狀。

第六十四條 電氣事業人於呈送年報時，應列表附呈董事監察人及其他重要職員姓名履歷住址及所有股數。

第六十五條 電氣事業董事長及經理或廠長如有更動，應即時向建設委員會及地方監督機關呈報，並附呈履歷備案。

第六十六條 主任技術員之選任或改任，應即時向建設委員會及地方監督機關呈報下列各款：

(一) 姓名 別字 年齡 籍貫 住址

(二) 學歷 求學處所，所修學科，及畢業年月，附呈修業

或畢業證書之攝影或抄本，其已呈報有案經聲明者，得免重繳。

(三) 經驗 歷任各處職務名稱及其年月期限。

(四) 就任日期

(五) 前任姓名

第六十七條 建設委員會及地方監督機關，對於電氣事業人所呈送之報告如有疑義時，得令其補報說明，或派員檢閱其簿冊。

### 第十一章 罰則

第六十八條 電氣事業人有下列情形之一者，建設委員會得撤銷其註冊，並令由地方監督機關停止其營業。

(一) 不依法登記註冊或滿期不換領執照者。

(二) 非因不可抗力所致，而繼續停電至三個月以上者。

(三) 虧累過鉅至不能維持其業務，或無力擴充至妨害公共之需要者。

(四) 屢經建設委員會及地方監督機關令飭改善而不遵辦者。

第六十九條 電氣事業違反本規則第六條至第十二條，第十五條，第十六條，第三十五條，第三十八條，第三十九條，第五十九條，第六十二條之規定者，或偽造各種報告者，地方監督機關報經建設委員會核准得處以一百元以上五百元以下之罰鍰，於必要時，並得責令撤換其負責人員。

第七十條 電氣事業違反本規則第十七條至第三十四條，第四十二條至第四十六條，第四十八條至第五十二條，第五十四條，第五十八條，第六十四條至第六十六條之規定者，地方監督機關報經建設委員會核准，得處以一百元以下之罰鍰。

### 第十二章 附則

第七十一條 凡設發電廠以供自用者，經地方監督機關之許可，得因工程之需要設置線路，經過公共道路，但以八十公尺為限。

第七十二條 本規則公佈以前成立之電氣事業，如有不合本規則之處，應呈准建設委員會於核定期限內更正之。逾限不更正者，分別依照第六十九條及第七十條處罰。

第七十三條 本規則自公佈日施行。

電氣事業資產折舊率表

名 稱	規 定 標 準		名 稱	規 定 標 準	
	壽命年數	折舊率(%)		壽命年數	折舊率(%)
(一)發電資產			熱水器	20-30	$3\frac{1}{3}$ -5
發電所土地	8	0	熱風器	20-30	$3\frac{1}{3}$ -5
發電所建築：			蒸發器	20-30	$3\frac{1}{3}$ -5
混凝土，鋼鐵	40-60	$1\frac{2}{3}$ - $2\frac{1}{2}$	吹風機	10-30	$3\frac{1}{3}$ -10
磚，木	20-40	$2\frac{1}{2}$ -5	引風機	10-25	4-10
水力建築：			給水泵	15-20	5- $6\frac{2}{3}$
壩	50-100	1-2	汽管	10-30	$3\frac{1}{3}$ -10
水渠：隧道	40-100	$1-2\frac{1}{2}$	水管	20-30	$3\frac{1}{3}$ -5
水門及其附屬設備	10-20	5-10	各種表計	10-30	$3\frac{1}{3}$ -10
水管	25-40	$2\frac{1}{2}$ -4	煤氣爐	10-30	$3\frac{1}{3}$ -10
鍋爐房設備：			原動機		
火管式鍋爐	15-25	4- $6\frac{2}{3}$	煤氣機	10-20	5-10
水管式鍋爐	20-30	$3\frac{1}{3}$ -3	油機	15-30	5-10
加熱器	15-25	4- $6\frac{2}{3}$	汽機	15-30	$3\frac{1}{3}$ - $6\frac{2}{3}$
粉煤機	10-25	4-10	汽輪	10-30	$3\frac{1}{3}$ -10
燒煤機	5-20	5-20	水輪	20-40	$2\frac{1}{2}$ -2

烟囪(磚, 混凝土)	30-50	2-3 $\frac{1}{2}$	凝汽設備:		
烟囪(鋼)	10-15	6 $\frac{2}{3}$ -10	凝汽器	10-30	3 $\frac{1}{2}$ -10
省煤機	15-30	3 $\frac{1}{2}$ -6 $\frac{2}{3}$	循環水泵	15-20	5-6 $\frac{2}{3}$
運煤機	10-15	2 $\frac{2}{3}$ -10	抽氣設備	10-30	3 $\frac{1}{2}$ -10
去灰機	7-15	6 $\frac{2}{3}$ -14	發電機	10-25	4-10
發電廠及其他設備:			木桿	7-20	5-14
機器基礎	與機器同	與機器同	混凝土桿	30-50	2-3 $\frac{1}{2}$
開關設備	10-25	4-10	電線	20-40	2 $\frac{1}{2}$ -5
電壁及電綫	15-30	3 $\frac{1}{2}$ -6 $\frac{2}{3}$	礙子及附件	10-20	2-10
避雷器	15-30	3 $\frac{1}{2}$ -6 $\frac{2}{3}$	橫担及附件	10-50	2-10
變壓器	15-30	3 $\frac{1}{2}$ -6 $\frac{2}{3}$	地下線路	15-25	4-6 $\frac{2}{3}$
電動機	10-25	4-10	(三)用電資產		
變流機	10-25	4-10	接戶設備:		
變週率機	10-25	4-10	接戶線	5-10	10-20
電纜	20-25	4-5	電度表	10-20	5-10
廠內線路	20-25	4-4	出租設備:		
蓄電池	5-10	10-20	電扇	5-15	6 $\frac{2}{3}$ -20
電氣表計	15-30	3 $\frac{1}{2}$ -6 $\frac{2}{3}$	電爐	5-15	6 $\frac{2}{3}$ -20
起重機	20-25	4-5	電柱	5-15	6 $\frac{2}{3}$ -20
(二)輸電配電資產			電動機	10-20	5-10
架空線路:			路燈設備	10-15	6 $\frac{2}{3}$ -10
鋼桿, 鋼塔	30-50	2-3 $\frac{1}{2}$	(四)業務資產	由事業人自行酌定	

(註) 表中所列之折舊率, 係照直線法計算, 即等於壽命數之倒數, 假定其剩餘值等於零。

# 電 工 珍 聞<sup>®</sup>

國 外

## 安培 (Ampere) 之百週紀念 (福襄)

安培之百週紀念，電機工程師學會定於本年在法國里昂開紀念會。各國委派代表參加，惟英國無正式代表出席。聞加拿大總理曾與斯會云。查 1931 年在英國舉行之法拉特 (Faraday) 之大發明百週紀念，法著名代表曾蒞英倫與會。對於法國大哲學家及科學家似應致其尊重，遠近各國均能與此盛會，著名外國代表有 Dr. Enstorm 自瑞典抵法參加，英國未派代表出席，殊失國家禮儀云。

## 威司頓博士之偉績 (魯)

威司頓博士 (Er. Edward Weston) 生于英倫與威爾士之交界地。年十五，移居美國。稍長，即研究直流電機，于鐵片轉子心 (Laminated armature core) 及勵磁綫圈之調節電阻 (Field Rheostat)，多有發明，致引起工業界之注意。因酷好電氣，曾開設電廠多家，現仍有存在者。當時市上無能直接指示之直流電表，工作大為不便。博士于 1888 年首製斯電表，人人稱便，即所謂“威司頓 I 式” (Weston model I)，至今尚目為“準標” (Standard) 焉。當被選為美國電機工程師學會 (AIEE) 會長時，得有甚多

之獎狀，及獎品，內中以 1933 年之“倫美獎牌”(Lamme Medal) 為最著。

威斯頓電氣儀器公司 (Weston Electrical Instrument Corporation) 為其一手所創立。直至逝世時，仍為經理云。

### 日光代替燃發明成功 (偉志)

作原動力之燃料，普通為煤及煤油。近雖有用酒精，木炭或木材作原動力燃料者，但以其諸多不適，故用者不多。據專家統計，全世界每年消費煤量為 1,700,000,000 噸，煤油 1,300,000,000 桶。煤及煤油之產量雖甚豐富，但終有用盡之一日。故各國科學家多致力於煤及煤油燃料之代替，皆以日光熱力為最佳代替品。有相當成績者為阿伯脫博士 (Dr. C. G. Abbot) 所創造之日光爐，能於二十分鐘內，使溫度升高達華氏四百度以上。彼現又製一日光發動機。以日光代替燃料，推動此半匹馬力發動機。曾於今年舉行之世界動力會議中，當眾試驗，成績甚佳。赫立脫 (C. W. Hewelett) 亦製一小電動機，使日光集於一光電池上，光電池將日光變為電流，送入電動機內，使其旋轉。佐治克勞特 (George Cluade) 用日光能力製人造冰，係以海水熱力煮沸蒸氣，再以蒸氣推動機器。總之，日光熱力之應用，現亦稍具雛形。將來之發達，可頗有希望云。

### 美國登尼士河水力發電計劃 (偉志)

美國北部日用電力多由尼哥拉水力發電廠供給，其所達區域至為廣闊。但南部諸省中尚無較大之發電廠。現美國政府方面計劃以登尼士河 (Tennessee River) 之水流作為原動力，設一“登尼士流域管理委員會”主持其計劃。其原定計劃，在 1933 年至 1943 年十年中擬完成水閘十一處。利用其水力開動 2,650,000 馬力之發電機，並在威爾遜水閘 (Wilson Dam) 設一大發電廠，使其單獨能發電 3,500,000,000 瓩小時。其餘各水閘之總發

電量為 555,000,000 預小時。現威爾遜水閘工程已全部完成，但其發電廠尙未建設完竣，故所發電力亦不多。其餘將於 1942 年底次第完成。將來除供給登尼士流域外尙可轉輸他方。

登尼士河流經佛及尼亞，北卡里那，幾拿幾亞，阿拉罷瑪，密西雪瀝，登尼士，及根托甘等七州。沿岸多重要城市，工廠林立為美國南部之富庶區域。迨全部完成後，於航運效率之增加，水災之防止，農田森林灌溉之便利，及沿岸各埠經濟民生之改進處尤多。

### 世界最大輕氣散熱發電機已在製造中 (德成)

美國通用電氣公司，近為渥海渥電力公司 (Ohio Power Co.) 之文特森 (Windson) 發電站，及西盤電氣公司 (West Penu Electric Co.) 之西弗及尼亞發電所 (West Virginia Power House) 比區波頓 (Beach Bottom)，建造透平發電機二座，容量俱為 60,000 瓩，並具有數種特點：此項新製之高壓電機上用無冷凝高熱度式，(Non-Condensing High Temperature Type)，每分鐘轉數為 3600，及用輕氣散熱方法均超出世界最高之記錄。此項新機係依計示壓力 1250 磅，華氏 925 度，及迴氣壓 235 磅而設計，大約在 1938 年底即可裝竣應用矣。

至透平發電機採用輕氣散熱，乃電機方面新近之改進事業。以前輕氣散熱方法雖已應用於同步容電器。(Synchronous Condenser) 單就通用電氣公司一家而言，總計已達 375,000 千伏安培以上。而用於透平發電機，則以西弗及尼亞省羅根地方之阿帕那琴電力公司 (Appalachian E. P. Co) 之 40,000 瓩發電機為始。每分鐘轉數為 3,600 之大發電機如用空氣散熱，則因空氣阻力高，轉運損耗甚大。若用輕氣代替空氣，則轉運損耗可較用空氣減低至十分之一。故發電機之效率，採用輕氣散熱，視電機容量之大小可增進 0.6 至 1.1% 云。

## 世界最大之燈光示向台

美國渥海渥州之大湖展覽會 (Great Lake Exhibition, Ohio) 裝一 14,000,000 燭光之燈光示向台。(Light Beacon) 爲世界之最大者。

## 美國電竈

1935 中, 共售出電竈 215000 具, 內中換代煤竈, 木竈, 油竈, 者佔 45% 煤氣竈 34%, 調換新電竈者佔 10%, 新裝者佔 10%

## 歐洲大國之產電量

據統計一九三四年之產電量爲:

英	15459 × 10 <sup>6</sup>	瓩小時	瑞	4209.4 × 10 <sup>6</sup>	瓩小時
法	10664.7 × 10 <sup>6</sup>	瓩小時	丹	543.5 × 10	瓩小時
德	16762.2 × 10 <sup>6</sup>	瓩小時	匈(1933年者)	809 × 10 <sup>6</sup>	瓩小時
意	12090.0 × 10 <sup>6</sup>	瓩小時	捷(1933年者)	2663.8 × 10 <sup>6</sup>	瓩小時
波	244.2 × 10 <sup>6</sup>	瓩小時			

## 電線木桿之經用年期

一九〇三年朱史載尼氏 (Chustiani) 曾將各木桿處理後之經用年數加以試驗, 至一九三〇年得其結果其下:

瀝青油法	26.9 年
硫酸銅法	17.8 年
塗水銀法	16.5 年
鹽化鉛法	13.3 年

## 汞汽燈與鈉汽燈 (魯)

當英國市政及鄉郊工程師學會 (Municipal & Country Engineers) 之

東北分會在月中開會時，倫諾克史氏 (Lennox) 申述路燈問題。據氏之研究，因鈉氣燈之“低瓦”(Low Wattage) 性，故每哩需投資，維持，電度等費 300 鎊至 450 鎊。至于採用汞汽者，每哩為 375 鎊，較為低廉云。

### 熱紅燈與火警 (魯)

南門鄉郊救火會 (Southgate Urban District Council's Fire Brigade Committee) 現正研究熱紅燈 (Neon Sign) 與火警之重要性。並宣言政府應有權控制高壓線之裝置及建設，以求防于未漸云。

### 愛爾蘭首都醫院之電氣化 (魯)

National Maternity Hospital 籌集二十五萬鎊之基金，造成一新式產科醫院，內容完全電化。院內之調氣，暖氣，熱水鍋爐，殺菌器，洗浴間，廚房，火鉢，冰箱等設備無一不用電氣。

### 蘇俄市郊之電化 (福襄)

在 Zaporozhye 域內，因距 Dnieprostroi 水力發電所甚近，電氣之應用於農業上甚廣，此誠為蘇聯最早之農業電化區域。去年根據英國之蘇俄商務六月份之月報，其地農民全部收穫，皆賴電氣應用。每電氣耕種機日可收成四十噸，而昔日未應用電機時，最高每日收穫僅二十五噸耳。此種應用電氣於農業，殊覺經濟，計每二十七天之收穫如同一人之增加工作 805 天，節省經濟達 3075 盧布云。因此種既省人工，又省時間及經濟，蘇聯農民現已各地仿行採用。電氣耕種曾經試驗對於種植葡萄，效力尤顯。欲培植良好之葡萄，必應用電氣以深耕田地，聞在 Zaporozhye 地，用電耕地有深至一公尺者。在喬治亞及美洲等地之舊葡萄田，亦有此設置應用。故農民皆感覺其應用電氣，足可減低其菜價及增加其收成。電氣應用於增進牛乳生產，能使乳婦之前以手取乳，自八牛增至二十牛，用

電氣加溫度於牛棚中，亦可減少乳牛之死亡率。

### 日本將實行電氣事業統制 (德成)

日本政府於八月初閣議之討論結果，對於逕信省大臣將全國電氣事業收歸國營之提案，加以否決。查是項提案，日本全國工業家，反對極烈。其提議內容之概情形擬於 1933 年將全國電氣事業收歸國營，而置於一國家電氣發電傳輸公司之下。此公司計需資本 2,000,000,000 日元。此項資本之來源，即以收回各現有之電力公司之資本移充云。

據九月九日同盟社電：陸軍省軍務局長磯谷晤見海軍省軍務局長豐田，對目下成爲政財兩界重大問題之電力統制案，曾交換種種意見，結果陸海軍意見已完全一致。決定以一，未開發電源之合理開發。二，發送電力之強力統制。三，藉此供給豐富低廉之電力等爲目標。熱心研究統制方法，而向打破電力事業之現狀，協力邁進。

十月十八日之三相會議，及十九日之四相會議，再討論電力統制案，其修改項目如下：一，一定年限內，股東請求時，由該會社以社債或借入金照票面收買或償還股款。二，於電力特別會計，開以借入金或裕餘款項收買設備會社股票之途。三，出資財產之設備委員會，當業者亦得加入。四，經營事業時，令斯界之權威者參與或參加。五，法制案之名稱爲「電力國家管理法案」。遞相賴毋木又擬定法律，擬於年內與法制局進行各項手續。明年一月提交議會，待其通過後，設立準備局，自昭和十三年起實施管理電力。但民間電氣事業者對此案表示反對，擬開電力問題調查中央委員會決定態度云。

### 英國重聽者所用之電話機 (福寰)

英國郵局工程師曾設計一話機，可助聽覺不敏之用戶。其擴音器置備於一小盒中，且可直接轉動一開關，俾任意控制擴音度。如用此種特

殊之手提話機兼備有此種擴音器者，每季當加繳十先令之用費云。

### 倫敦馬路上之報警器 (偉志)

英倫敦之各主要馬路及近市郊之荒僻處多設一種電力報警器。其外形若普通郵政信箱，直立於地上。如某處發生火警，盜劫，或緊急災變，任何人皆可至其前將小門掀開，向受話機言之。此言語即立刻傳至警務機關，醫院，救火會等之總部。數分鐘內救護者即可至出事點，實行救急。此器之優點在乎不需常人管理，且可代替一部警察職務。故倫敦市街除交通警外，尚有他種警察在馬路上服務。至此器之傳聲至各機關總部乃為避免輾轉遲延之弊。

### 南斯拉夫之電話 (偉志)

近兩年來南斯拉夫之電話網有極大進展，在 1933 年僅有 800,000 公里，現已增至 1,100,000 公里。交換局增加百分之二十現有 6,772 處，有 143000 用戶，依現在之增進率本年底可望有交換所 150000 處，即每百人有一電話。

### 天主教王城之電話 (偉志)

Vatican city 為世界上之最國小。但其國內電話之發達實為各國冠。據最近統計，彼國人口僅七百人，(內包衛兵一百零四人，教皇憲兵七十人，及少數僕役。)而電話機則有六百架。平均每百人中有電話八十五具。即新興設備最發達如美國，亦祇得屈居次位。據統計：美國平均每百人中有電話十三·四具。英國每百人中有電話五·一具。法國每百人中有電話三·三具。意大利每百人中有電話尚不及二具。

彼國人口。大多數為僧侶，究不悉彼等曷以對電話若是歡迎，到處

皆有電話之裝設。教皇個人電話裝於其私人住宅內，但此電話機無號數，故祇能向外呼叫，外人不能向內呼叫。

彼國內交通事業，除電話外，其他如無線電，電報等亦甚發達。遊覽者可發電報至世界任何處。但其內容以不涉及政治消息為度，否則彼即拒絕處拍發。推其原因，彼乃為宗教國與他國無政治關係，故無須引起一切無謂糾紛。

### 無線電之四十週紀念 (文輝)

馬可尼氏取得第一次特許狀之四十週年紀念

——彼時傳訊徑程達一英里半以上——

四十年前之星期二日（一八九六年六月四日）為馬可尼氏接受無線電發明第一次特許專利狀日。該特許狀號碼為一八九六年一二〇三九號。所列要旨，多為今日無線電訊之基礎，如敘述馬氏接地綫與天綫之真空管接受器或驗波器使用法，發報與受報相互間線路之調整，以及其他有關無線電改進之基本要義之詳釋。經此以後，馬氏及馬可尼無線電公司積年所獲關於無線電機件發明及改進之專利特許狀，近八百件，致完成今日全球通行之無線電系統。四十年前馬可尼氏始以其最初所發明之無線電發表於國家郵電部主任工程師威廉潑利斯（Sir William Preece）之前。試演時通訊徑程僅及百碼，續經數月試驗，已將通訊徑程延長，是年終遠及一英里半以上。

### 國際播音無線電大會

通過草約防制國際攻訐

（日內瓦九月二十三路透社電）國際廣播無線電大會今日通告草約，按照該約規定與會各國均擔任不許國內電臺廣播不實之消息，與鼓勵戰爭及似足擾害國際諒解之種種言論。

## 馬開無線電電報公司與亞爾西愛公司

## 關於定向天綫之交涉

(十月十七日大陸報) 馬開無線電電報公司之副經理兼該公司之遠東代表却普門氏(Mr. C. C. Chapman)昨日發表與亞爾西愛公司之訟事。亞爾西愛公司甲訴馬開公司侵害彼公司定向天綫之五種特許權。此事現已判決。馬開公司獲得勝利。

其判定書言馬開公司天綫並不侵害任何亞爾西愛之五種特許權。並言馬開公司定向天綫實較亞爾西愛任何特許所作者為優。

却氏為一著名無綫電之工程師，彼言馬開定向天綫為馬開系統中之主要部份。包括美國與歐洲暨南美與東方間之直接無線電路。此種越洋路綫，係以馬開定向制為媒介，連接美國之主要城市，用高速度機器與對方通訊，靜電干擾與衰落現象用此天綫，可免去大部云。

## 倫敦播送無線電影

(倫敦通信) 倫敦北部，英國無線電廣播公司之電台，於八月二十六日作第一次播送有聲有影之電影，成績甚佳。倫敦全部凡裝有收音機者，安坐室中，可極視聽之娛，故皆嘖嘖稱異。十一月二日起正式播送，其節目有舞台短劇，及新聞影片。按日報發表，一如無線電播音節目。

## 美國電視之近訊(福寰)

美國無線電公司於本年三月間宣稱，用三百十八根線條之電視，將於一二月內開始初步之試播。播送器將設於紐約之“帝國州”(紐約州之別名)大廈，而接收器則佈設於紐約州各地。電視之播影室，聞正建築於無線電城之國家廣播無線電公司大廈中云。

美國無線電公司之新設計紐約與費城間線路中，近曾以傳真文字

播送，並開公開試播，頗合實用。

### 德國電視之計劃 (福寰)

管理德國郵電之國家秘書奧奈蘇奇博士 (Dr. Ohnesorge) 本年五月宣稱，本年之萊勃切格 (Leipzig) 春季展覽會中曾試行之柏林與萊勃切格電視電話計劃，即將於明春延長兩端，一端自柏林展至漢堡，他端自萊勃切格展至慕尼黑，共成全長六百二十英里。

## 國 內

### 我國之電氣市場 (偉志)

我國近年來致意建設，舉世皆矚，然因機械事業尚未發展完善，故各種機器多不能自製。近世各國，多努力於電氣事業，竟有一日千里之勢，我國電氣器械，多仰外貨。每年進口，較其他機械為甚。1934年，以德國輸入最多，均為大機械。其他如變壓器及零件等，則英國仍為主要供給者。電線之進口以德日為多。1935年，日本，瑞士，美國對我國電氣用品輸入漸增，英德則稍現傾跌。1933至1934年間，電話及電報材料之輸入，以德國為最多，比國次之，美國則又次之。1935年比則激增，日本瑞士及美國亦稍增加，而英德則不免稍跌。我國近年來無線電事業發達亦速，其用品以美德供給最多。1935年因英日輸入漸漸增加，美德有傾跌之趨勢。本年九個月之無線電輸入，以日貨居首，英德次之。

### 南昌水電廠已開工興築

廠址在德勝門帥家坡 全部工程限明年完成

(南昌通信) 預定資金三百萬元之南昌水電廠，已於今日實行開工。

查水電事業，原為市政要政。曾由南昌市政委員會迭次計劃，均以巨款難籌，迄未實現。嗣由省政府商請中國建設銀公司投資辦理，並請該公司經理宋子良兩度來贛，接洽投資辦法，及察勘廠址，始商就初步合同，並勘定德勝門外帥家坡地方為建築水電廠址。迨合同簽訂，即由該會積極籌劃建築事宜。迭與該公司商洽一切建築計劃，關於廠址用地內之一切障礙物，均已拆除。所需各種建築材料，亦經由該公司分批訂購，先後運贛。已由怡和洋行承包建築，於今日開始興工，建築廠址及裝設水管全部工程，限於明年完成。惟各項進行事宜，自應再向該公司當面商洽。當即公推該市委會委員兼電燈整理處長季炳奎，赴滬辦理一切云。

### 偽滿開發水力電氣之計劃

利用松花江水力，資金以國債充之。

(同盟社八月二十五日長春電)『滿洲國』政府當局曾研究開發水力電氣，最近決定開發方針及要項如下。(方針)『滿洲國』之水力電氣事業於國家的統制之下，合理的調整治水事業，與大力發電事業之關係。開發豐富低廉之水力電氣藉以促進『滿洲國』產業之振興及文化之向上。(要項)(一)水力發電事業，因其本質與治水有關，原則上由政府經營之。(二)政府以此事業有特殊性，設特別會計制度，以期運用之確立經營此事業所必要之資金，根據事業計畫，以國債允之。(三)鑑於『滿洲國』之電氣需要增加，及水力電源之狀況，將來之電氣需要增加時，原則上以水力發電供給之。(四)因水力發電之故，有利水與治水之關係者，以利水為主，治水為從，惟必保持兩者間緊密之關係，謀圓滑之調整。(五)本事業雖以開發滿洲全土之水力為目的，惟應將來電氣需要增加之故，目下暫補充主要大都市之電力不足，開發利用松花江之水力。政府根據上述方針要項，確立松花江水力電氣開發方策，期其實現。至家用發電，除不得已外，概不許可。

日興中公司計劃壟斷華北電業

### 在平津秦唐各地分設電廠

(九月廿四日新聞報) 興中公司與滿州電汽社合資舉辦華北電汽事業，預定建築三十五萬瓩電力廠。除津電廠十萬瓩外，北平唐山秦皇島灤河口張家口及平郊香山湯山等處皆築一廠。津英法租界電廠，二年內設法買收，完成華北重要都市電汽事業統治。資本除兩機關分擔外，另向日國內電業界募集。

(十一月十一日新聞報) 興中公司與天津市政府合辦之中日天津電業公司，已於十日在特三區舊俄國花園舉行破土禮。預計明年十月完成。

(十一月十七日大公報) 中日合辦之天津電業公司在「經濟合作」聲中已於十四日正式開工。

### 全國民營電業聯合會開電業年會

(江浙近訊) 全國民營電業聯合會及浙江分會之秋季年會已分別在南京平湖舉行。總會於十一月一日在中央飯店開幕。浙江分會於十月廿六日在明華電燈廠開幕。討論電氣事業之改進，並舉行選舉及參觀。

### 隴海路連雲港電廠完成刻正趕築水壩

(十月十三日大公報) 隴海電氣廠，各部前已裝修完竣。原擬九月底送電，嗣以電桿之架設，水源不便，以致衍期。茲悉該廠已於國慶日開始正式送電至連雲港車站之大樓，及隴海路所屬各辦公室，碼頭等處。又於本港黃窩建築之儲水壩，近因碼用水至急，路局嚴令催築。港務處特招添工伙千餘人，加緊工作。水壩池形，已告開成。現正打洋灰底，全部工程明春可完工。

### 滬淞間十二月起實行饋電

(滬松近訊) 滬市華商電氣公司實施上海與松江珠家閣青浦間饋電計劃，已與松江電燈廠訂立合同，經公用局核准。由電務技術科規劃

敷設綫路，已於九月中旬完成。兩公司曾派員赴沿線勘查幹線工程設備，並施行局部放電流，校驗各段變壓機等，成績甚佳。上海饋電與松江，青浦，珠家閣等處，原定十月一日起開放。嗣因工程尙未完竣，未克實行。頃工程已全部告成，已於十一月十六日開始試送電流，並定十二月一日起正式通電。將來對鄉村工業與農業之開發有極大之裨益。又聞華商電氣公司，以電量激增，決擴充電力至十三萬瓩云。

### 官軍電報收費限制辦法

(中央社九月廿三日南京電) 交通部以嚴格執行修正官軍電報收費及限制辦法，自實行後，已允照章付費者計有蘇浙皖豫鄂湘魯閩川贛綏甘清黔等十六省，及西北勦匪司令部機關。尙有數機關，仍均以經費困難，未能照辦。特會同財軍兩部商定辦法三項，呈行政院指令，以裕收入云。

### 交部水綫工程師王柏年創製華文電報機

(摘錄九月六日大公報) 我國電報事業創于光緒七年，當時因華文字體，構造複雜，且字數繁多，由丹國大北電報公司代為設法。將華文編成電碼，然後拍發。在收報方面，將電碼譯成文字，再行投遞，輾轉繙譯，既費時間，且多錯誤。迄今已五十餘年，終無改良辦法。當民國十年間，有國務院參議曾彝進君，曾經發明拆字法，直接傳遞華文電報。嗣經交通部審查，認為傳送手續太慢，利少弊多，未經採用。二十二年，又有岑士龍君發表華文電機設計圖說一文，惜未實現。現交通部水綫工程師王君柏年，經數年之研究，製成華文字電報機三種，兩種為發報機，一種為收報機。該機運用手續簡便。機內製有華文字盤，盤內印有華文字一萬個，盤面有一可以移動之指針。發報時，將指針任指一字，電扭一按，該字即發至對方，對方收到，即利用華文打字機打出華文。曾一度在滬公開表演云。

### 蘇省長途電話徐滬即可接通

(九月廿八新聞報) 江蘇省有長途電話，年來努力建設，江南各縣

已漸次完成。江北各縣正逐步擴展。茲悉已在徐州增設長途電話交換所，並擬接通徐州淮安海州各縣。現正興工中，十月中即可與滬市接通。

### 浙省電話局最近之進展

浙省電話事業，素稱發達。其長途電話網之完密，為全國各省之冠。前浙省電話局，以該省長途電話，遍佈全省各城鎮，並已與蘇贛閩各省聯絡。通話地點日多，線路里程亦日有增長。為謀長途通話清晰起見，已積極計劃於各重要局裝設電話增音機，使長途傳輸之音量增高。現悉杭州一局之增音機，為繩路二二式。增音效能可放大二十分貝，已先裝竣。並經將浙省最遠之永嘉等地，與京滬各處試話，結果傳音頗為清晰，即日啓用。同時並擇重要局，如杭州國貨陳列館內之零售處等數處，於長途電話機旁，添裝終端放大器。使由長途傳來之音量，可放大至十二至二十分貝。又悉杭局已定十月一日起，開放京滬各地互通電話。所有京滬各地至浙省車南各地電話，規定一律經由杭州增音機轉接以求談話清晰。蘭谿永嘉之增音機，業已訂購。又聞杭州永嘉間，及杭州鄞縣間，雖各設有直達話綫數對，而話務擁擠，原有綫路，已感不敷應用。為補救計，業經規畫一切，呈准浙江省建設廳向德國西門子廠定製載波機械設備分別裝置於杭州，永嘉，鄞縣，三處。裝置之後，藉載波作用，一對話綫可具有二對話綫通話之功用，將來尚可擴充。此項設備所需之費用，則較添造綫路節省二倍以上云。按載波電話設備，費省效宏，歐美各國，多加採用。國內則尚屬創見。該局此舉，實開國內電訊設施之新記錄。將來各省話務發達，此項設施，必將為各省建設當局所仿效採用也。

### 浙皖長途電話十一月初通話

(十月十五日東南日報) 浙省與安徽各地長途電話，現正由交通部建築中。茲浙省電話局應皖省當局之要求，先行接通京蘇各地，及宣城一帶電話，暫由南京轉接。日前曾一度試話，結果尚佳。惟有一二處須加改革，刻正由雙方改良中。並訂定價目。預定本月底前可竣事，下月一日

即可通話。

### 陝豫長途電話已通話

(中央社九月卅日電) 交通部建設之長安至鄭州長途電話綫，業已竣工。十月一日已開放營業。

### 川陝趕接長途電話

(九月十六日申報) 川陝長途電話，全長約二千三百餘里。西安至廣元段，現已完成。廣元至成都段，年底可完成。定明年元旦正式通話。

### 我國廣播事業之活躍

郝志 (Hertz) 發明空中電磁波之發射，遠在 1887 年。至 1895 年馬可尼 (Marconi) 始決定無線電可以通報。翌年試驗成功。初僅用於通報，迨 1917 年世界大戰之際，有軍官董尼素 (Captain H. de A. Donisthorpe) 者，每週播放唱片節目於無線電訓練營，以為娛樂。此為利用無線電廣播聲音之始。迄 1920 年，美國 KDKA 電台成立後，各國公私電台遂風起雲湧，進步之速，至足驚人。1922 年，美人在上海創設中國無線電公司，並設一 50 瓦電台，是為我國有無線電台之始。嗣以發音不佳，未幾停辦。後又有一電台成立，亦為美人所辦者，兼售收音機及零件，但六月後此台亦停辦。1922 年，美開洛公司 (Kellogg CO.) 設支行於上海，專售電話及無線電器械，同時設一 100 瓦電台。迨 1927 年，始有國人自設之 50 瓦新新電台，報告商情，新聞，及播送唱片。同年交通部在天津設立長波電台。北平電話局亦於是年設一 20 瓦電台。後增至 300 瓦。繼有連寧浙江等電台之設立。1928 年中央黨部在南京設一 500 瓦電台，後移至江東門，電力增至 75 瓦。迨後各地逐漸增設電台，迄今已有八十九處。其中上海一隅約有四十一處。全國電台總共電力約計 104,673 瓦。以江蘇為最多。以上各台因其設立之目的不同，故其服務之性質亦不同。大抵官立者重政治教育，私立者每以商業為主。

因電台發展，故收音機之需要亦殷。上海市內收音機總數約有十萬具左右。其他各地尚無確實統計，約在十萬具以上。各收音機多係外貨。其中以日貨居多，近三年各國輸入之總數統計：1933年1,940,556金鎊，1934年2,338,252金鎊，1935年2,210,978金鎊。本年九個月共1,181,165金鎊。現我國已能自製，惟不能與外貨抗衡耳。

### 中日國際無線電話函館小查通話

(十月二號申報) 中日國際無線電話，自二月間開放後，橫濱，大阪，東京，名古屋，西京等處，已先後與上海通話。北海道之函館及小查兩處，已籌備竣事。於十月一日中午十二時，與上海開放通話。事前由國際電信局與函館小查二地日電信局先行試話，結果聲音異常清晰。通話費與其他各區一律，每次三分鐘收費十五元。每多一分鐘，加收五元。

### 滬粵漢粵無線電話十一月內可正式通話

(廣州十一月一日中央社電) 粵滬，粵漢無線電話，在粵籌備竣事。試話成績甚佳，本月內可正式通話。普通話費每三分鐘，粵漢間四元二角，粵滬間五元五角，粵與滬租界間六元。

### 鄂省府播音室已落成

(中央社十月九日漢口電) 鄂省府大禮堂播音室，現已裝置完竣，即可正式播音。十日適值國慶紀念，聞省府定於是日上午九時在大禮堂舉行典禮。同時作第一次播音演講，全省各地，均可收聽云。

### 蓉廣播電台正式開幕

(中央社十一月一日成都電) 成都廣播電台自去歲十月間動工建築，經八閱月之工程，於本年六月間全部完成。試播結果圓滿。一日行正式開幕禮。此後每日下午二時起至九時止(成都時間)為該台播音時間。週率一五一五調，呼號為XGOG。

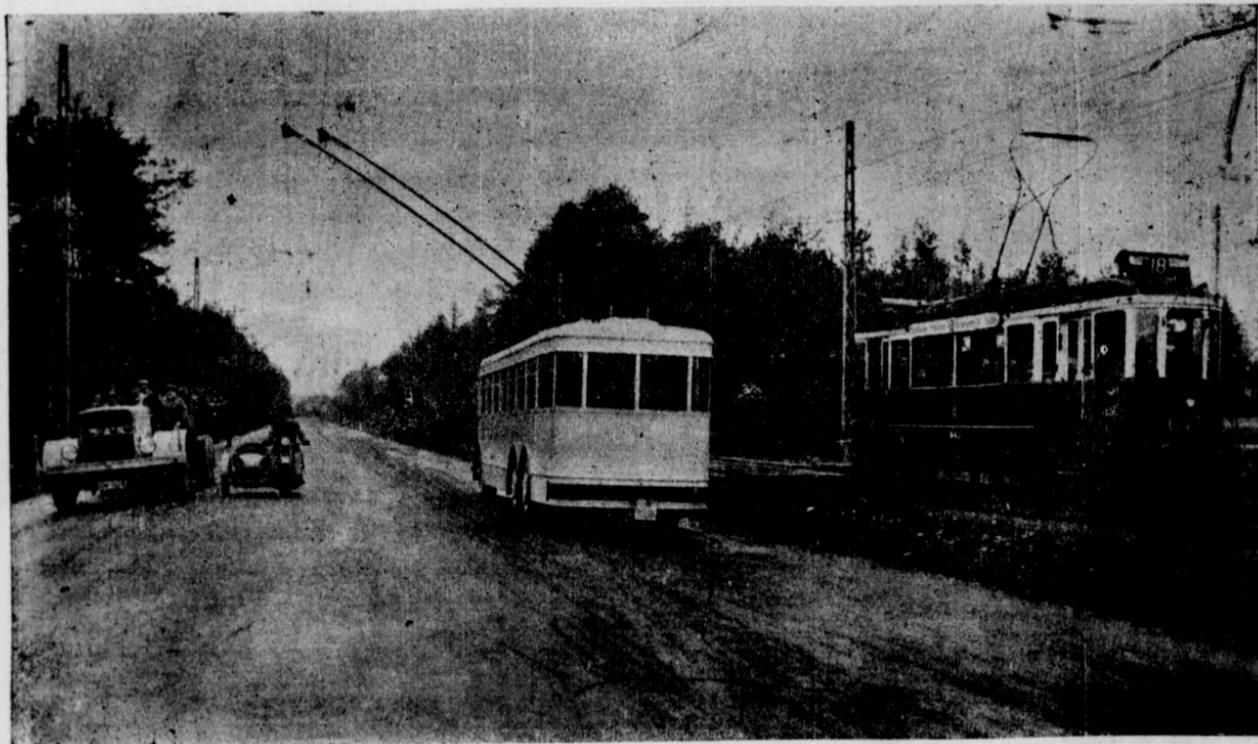


# 廣 告 目 錄

西門子洋行.....	一
華生電器廠.....	二
萊樂公司.....	三
鋁業有限公司.....	四
通用電器公司.....	五
孔士洋行.....	六
維昌洋行.....	七
謙信洋行.....	七
萬泰洋行.....	八
怡和洋行.....	九
M. A. N. Works.....	十
天利洋行.....	十一
中國電器公司.....	十二
大華科學儀器公司.....	十三
亞浦耳電器廠.....	十四

採辦指南.....	十五
亞光公司.....	底面
東方年紅公司.....	封底面

德國西門子電機廠製造各種電車設備

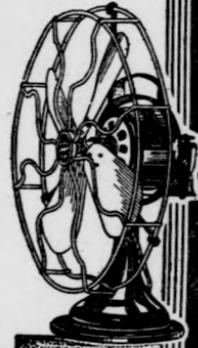
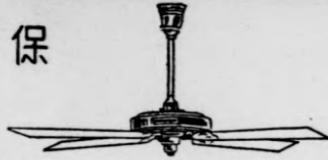


上海江西路二百八十八號西門子電機廠

名 著 國 全

# 生 產 電 扇

保 用 十 年  
修 理 免 費



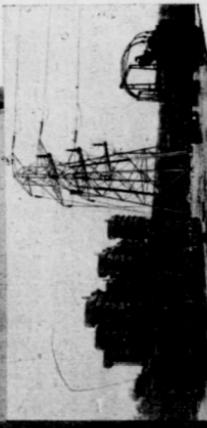
本 外 埠 各 電  
料 行 均 有 經 售

事 務 所 福 建 路 一 一 號  
電 話 九 五 七 〇 轉 各 部

上海三友電器有限公司

# It's a Reyrolle Job

Engineered Sub-Station  
122,000 volts Bifacial-Cad  
The Fruit of Progressive Engineering



Originally Commissioned  
in 1932 and Later Extended  
This installation Has Given  
Excellent Service and Sets  
the standard for 132-kv  
Metalclad Switchgear  
Engineering

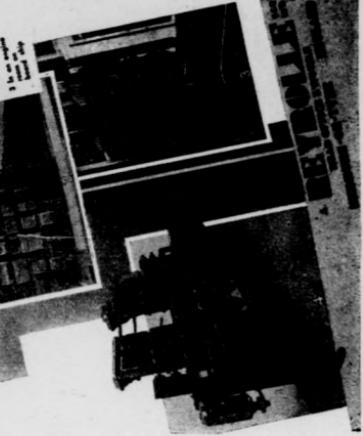
**REYROLLE**  
LTD  
HEAD OFFICE: BRISTOL  
ENGLAND

## 專造各式 最優等 之 鐵 壳 開 關

### The Type Bifacial-Cad Industrial Applications

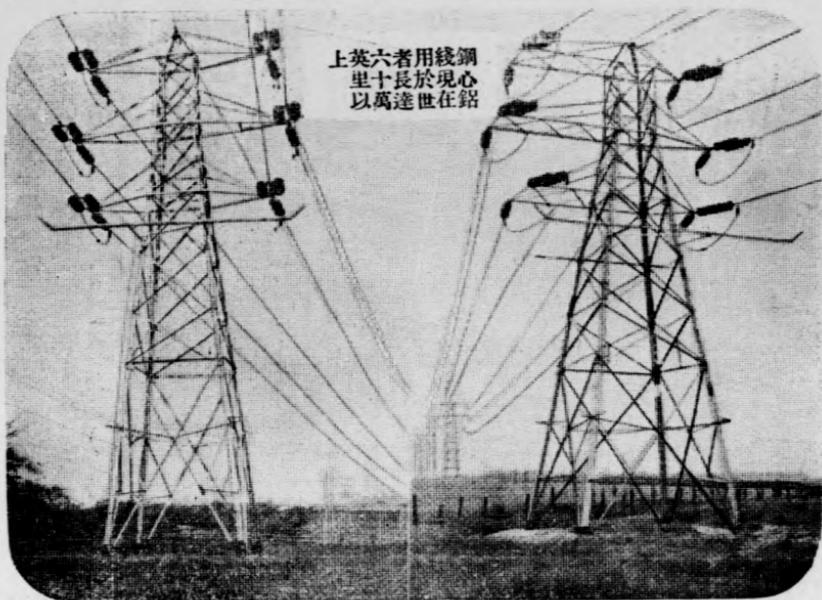
Advantages of our products: It is the only type which has proved itself in the most severe conditions of service, and the fact that it is a metalclad switchgear, with its contacts and busbars completely enclosed in a metal shell, makes it a safe and reliable type of switchgear.

- 1. It is the only type which has proved itself in the most severe conditions of service.
- 2. It is a metalclad switchgear, with its contacts and busbars completely enclosed in a metal shell.
- 3. It is a safe and reliable type of switchgear.
- 4. It is the only type which has proved itself in the most severe conditions of service.



# A. REYROLLE & CO. LTD.

滬分行：九江路二十號 電話 一四三〇〇號



鋼心鋁綫  
於現在  
用者六  
者長十  
英里以  
上萬達  
世在

## 英國電區系中之鋼心鋁綫 連索

英國中央電氣公司對於大不列顛電區系傳電之成績。已令各地電氣工程師咸為大感興趣。如圖所示為英國電區系中之鋼心鋁線連索。中央電氣公司嘗購用鋼心鋁線數千英里之長。而此輕且堅之傳電體。對於運用上之一切需要。均極滿意。

鋼心鋁線質既輕微。力復堅強。而又本來具有高度傳電力。故能令其為全球導電工程師家所選用。其低廉之架設費用，抵抗鏽蝕之能力，與耐用經久之品質。則貢獻種種經濟特色。適於許多服務之用。本公司備有精美詳明之說明小冊。內戴鋼心鋁綫之模範架設法。承索即奉。

請詢

鋁業有限公司

上海北京路一二號  
上海郵政信箱一四三五號

英國通用電

器有限公司



英國通用電

器有限公司

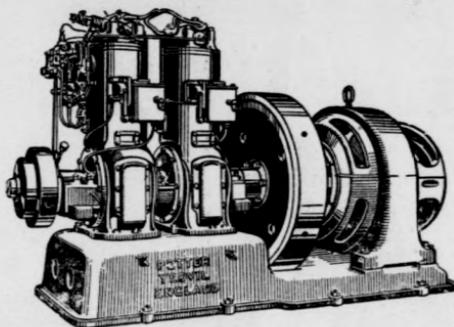
上海

寧波路二三至二七號  
郵政信箱第五〇七號

香港

皇后  
郵政信箱十五號

# PETTER OIL ENGINES



通用彼得牌柴油引擎發電機

通用彼得牌柴油引擎為  
二衝程式經四十年之精  
進改造故材料精選耐用  
可靠開車簡便燃料節省  
久為工程界所稱譽用以  
驅穀碾米屏水發電無不  
合宜引擎各部均經檢驗  
故馬力準確無力弱之弊  
發電機量自四分之一三基  
羅瓦特起備有專門工程  
師備客諮詢樣本函索即  
奉

英國通用電器有限  
公司啓

分公司

天津 大連

代理處

漢口

KUNST & ALBERS, SHANGHAI

上海 孔士洋行

機器部

四川路一一〇號 電話一八七三九

# 愛林電機

奧國最大愛林電機製造廠出品

及電發

各

種動電

電

機機機

電變水

銀

鈎壓整

流

機器器



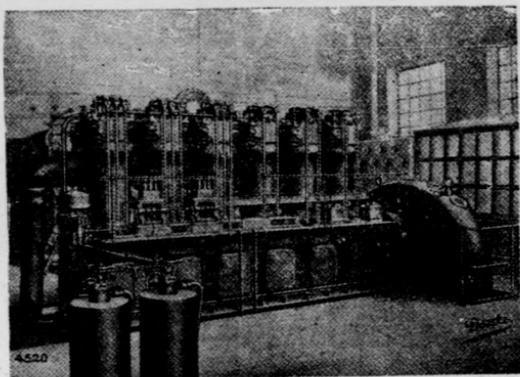
聲譽著 ● 價值低 ● 效率高 ● 壽命長

分 行

南京 漢口 香港 東廣 太原府 西安 蘭州

# DEUTZ DIESEL

德國道馳牌狄思爾引擎行銷中國久已馳名各大電廠採用尤夥敝公司並備大宗現貨供客選購如荷 惠顧無任歡迎



機電發接連引擎爾思狄式 VM 示圖上

德商謙信機器有限公司獨家經理

上海江西路一三八號

電話一三五九〇號

# SKF

瑞典國名廠出品

鋼珠軸領

羅勒軸領

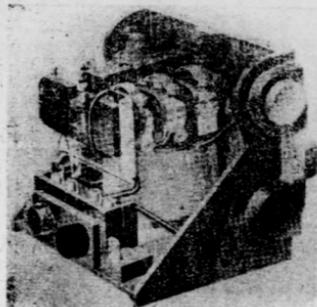
上海維昌洋行經理

江西路一七〇號

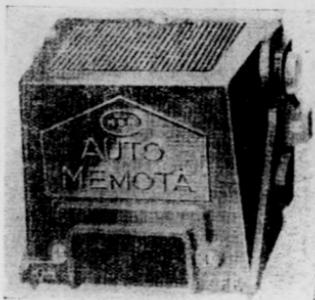
電話一一三三〇



## *"Auto-Memota" Direct Starting Switch*



(CLOSED)



(WITH COVER REMOVED)

Specially designed for A. C. Motors up to 2. H. P.-fitted with overload trips on three phases,

### SOME SPECIAL POINTS

1. The size is only  $6\frac{1}{2}$ "  $\times$   $4\frac{3}{4}$ "  $\times$  5" overall.
2. All parts are readily accessible.
3. The whole interior can be removed in one piece by releasing two screws.
4. Contacts coated with pure silver, readily renewable.
5. Each phase has double break.
6. Overloads on 3 on 3 phass.
7. No volt release.
8. Can be arranged for remote control.
9. "Off" push-button (red) has greater projection than "On" button (green). In cases of emergency ther Eisjno question of "which button to push.

STOCKS CARRIED

INNISS & RIDDLE (CHINA) LTD

(Incorporated under the Hongkong Ordinances)

34 Yuen Ming Ynen Road

SHANGHAI.

# HENLEY CABLES

## 「亨利」牌電纜

承辦電氣傳動之

地線  
天線  
水線

全部設計

常備各種

橡皮線 鉛皮線 橡皮包布 鐵壳保險盒

編織線 花線 黑色包布 鐵壳開關

亨利商標 質料優越

經售處 英商怡和機器有限公司

上海 天津 漢口 香港 廣州 南京 青島



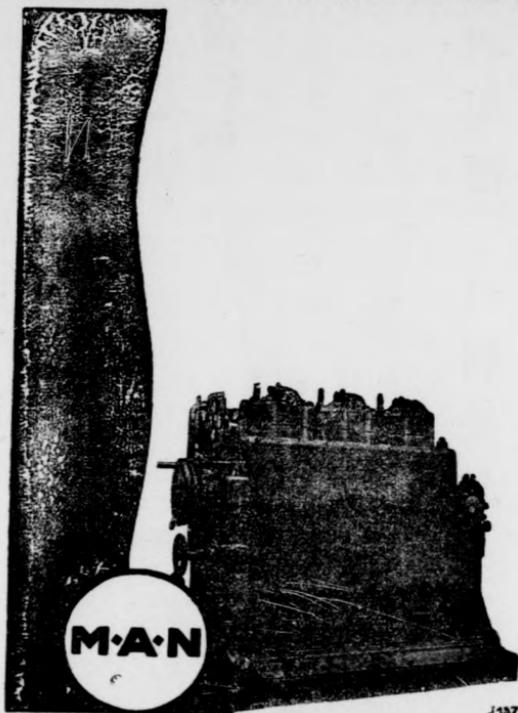
# M · A · N

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



J 157

MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG A.G. WERK AUGSBURG

### KUNST & ALBERS, SHANGHAI.

Sole Agents for China

### 孔士洋行經理

上海四川路一百十號 電話一八七三九

分行：南京 漢口 哈爾濱

- (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

機器鐵工鑄廠

喜望

橋梁機器公司

孟阿恩

ESCHER WYSS ENGINEERING WORKS

# 聶學威氏工業製造廠

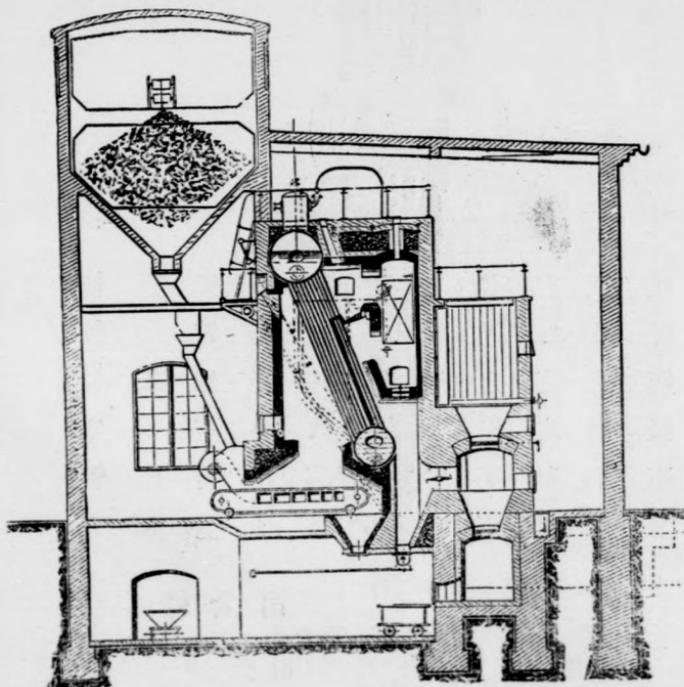
瑞士——德國

承造蒸汽透瓶，水力透瓶，蒸汽焗爐，離心力水幫浦，及各種造紙用之全部機器

## 德商天利洋行獨家經理

上海北京路356號 電話九二三四四

聶學威氏之「蓋背」式蒸汽焗爐九大特優之點

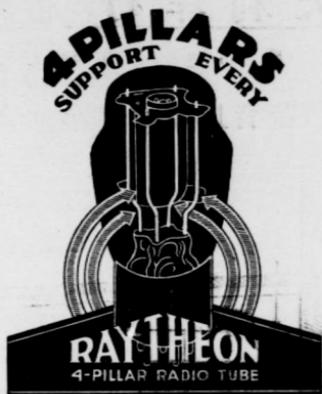


1. 絕對安全
2. 效率最高
3. 水汽交流迅速
4. 熱面運用最大
5. 水管內外便當洗滌
6. 熱面或裝置水管便捷
7. 佔地位最小
8. 計劃精密簡單
9. 保持費用最少

# 中國電氣股份有限公司

China Electric Company  
LIMITED

獨家經理  
雷聲牌四柱真空管



他種真空管其  
管心祇有兩個  
支柱惟有雷聲  
牌其管心用四  
個支柱故其基  
礎堅固其管心  
之精細部份於  
其固定點不至  
有絲毫之動搖  
即遇攜帶不慎  
或經顛簸不易  
喪失其準確性

上海天津漢口廣州  
路五號  
二六一號  
六〇〇號  
九〇〇號  
總公司  
分公司

# 大華科學儀器公司 CHINA SCIENTIFIC INSTRUMENT CO., LTD.

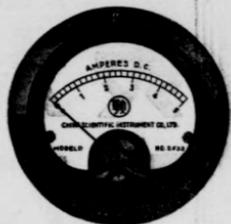
號二九六五一話電  
TELEPHONE  
No. 15692

  
SHANGHAI

號一三一路院物博海上  
131 MUSEUM ROAD  
SHANGHAI

## 大華出品

載詳盡不 多繁類種  
寄即索承 錄目有印  
鐘電掛



安培電表



裝座式電表



攜帶式電表



本公司精製電流電壓  
等電表及有線無線電  
報機件電動發電機并  
自造電鐘計時準確暨  
經理歐美各大工廠電  
器與科學儀器工廠機  
械如蒙惠顧竭誠歡迎

機電發動電



Exclusive Agents for

Westinghouse Electric International Company,  
General Radio Company, Cambridge A. Mass.  
Leeds & Northrup Company, Philadelphia. Pa.

U. S. A.  
U. S. A.  
U. S. A.

Importers of scientific instruments from makers of Europe and America.  
Let us know your requirements and we will quote you our best price,

風大力足

美觀耐用



老牌國貨

亞浦耳



光足省電  
經久耐用

總事務所 上海遼陽路六十六號

分製造廠

上海匯山路遼陽路口總發行所北京路三三四號

無線電報掛號 八八四〇號

# 採辦 *Where to buy* 指南

1.	電池	BATTERY	美昌,萬泰,孔士,中國電氣,通用,鴻康,
2.	軸 傾	BEARINGS	維昌,怡和,怡順昌,禮和
3.	電纜電線	CABLES & WIRES	中國電氣,怡和,西門子,維昌,通用,萬泰,天利,鴻康,紹業
4.	氣 壓 機	COMPRESSOR	怡和,萬泰,謙信,孔士
5.	電 鐘	ELECTRIC CLOCKS	西門子,萬泰,通用,禮和,天利,大華
6.	電 機	ELECTRICAL MACHINERY	維昌,怡和,鴻康,怡順昌,禮和,天利,西門子,通用,孔士,萬泰,中國電氣,亞浦耳,美昌
7.	升 降 機	ELEVATOR	萬泰,怡和,通用,
8.	引 擊	ENGINES	怡和,天利,維昌,孟阿恩,禮和,萬泰,通用,中國電氣,謙信,美昌,孔士
9.	工程設計	ENGINEERING SERVICE	萬泰,謙信,中國電氣,大華,通用,美昌
10.	風 扇	FANS & BLOWERS	怡和,西門子,萬泰,通用,亞浦耳,謙信
11.	儀器電表	INSTRUMENTS & METERS	中國電氣,怡和,天利,西門子,萬泰,謙信,通用,大華,美昌
12.	絕緣物料	INSULATOR & INSULATING MATERIALS	孔士,亞光,萬泰,西門子,謙信,天利,怡和,中國電氣
13.	電燈電料	LAMPS & ELECTRIC FITTINGS	東方年紅,亞光,通用,西門子,亞浦耳,萬泰,美昌
14.	機器工具	MACHINE TOOLS	怡和,萬泰,天利,謙信,美昌,孔士
15.	動力廠機器	POWER PLANT EQUIPMENT	萬泰,維昌,怡和,孔士,謙信,美昌,西門子,通用,天利
16.	邦 浦	PUMPS	怡和,通用,謙信,禮和,萬泰,西門子,維昌,美昌,孔士
17.	無 線 電	RADIO	中國電氣,西門子,通用,美昌,大華,
18.	阻 電 器	RESISTOR & RHEOSTATS	怡和,西門子,萬泰,通用,謙信,中國電氣,美昌,孔士
19.	開關器具	SWITCHING EQUIPMENT	怡和,西門子,萬泰,榮樂,通用,天利,中國電氣
20.	電話電報	TELEPHONE & TELEGRAPHY APPARATUS	中國電氣,維昌,西門子,通用,美昌
21.	紡 織 機	TEXTILE MACHINERY	怡和,謙信
22.	變 壓 器	TRANSFORMERS	西門子,孔士,怡和,維昌,通用,萬泰,天利,中國電氣,美昌

# 電 工

民國十九年五月創刊

THE JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING  
CHINA

Founded May, 1930.

(Issued bi-monthly by C. I. E. E., 411 Bubbling Well Rd., Shanghai.)

## 編 輯 及 發 行 者

中國電機工程師學會

會 址 上海靜安寺路四一一號

### 編輯部

趙曾珏 顧毓琇 楊耀德  
鍾兆琳 恽震 楊肇燻  
王國松

### 經理部

張惠康 徐學禹 周玉坤  
胡瑞祥 陳良輔 李法端  
金龍章 倪松壽

### 廣告請寄

上海靜安寺路四一一號  
本會電工經理部

### 稿件請寄

杭州惠興路二四號  
電工編輯部

## 廣告價目表

Advertising Rates Per Issue

全 面	三十元
Full Page	\$30.00
半 面	二十元
Half Page	\$20.00

廣告概用白紙，繪圖刻圖工價另議

## 本 刊 定 價

零 售	每冊大洋三角
年 訂	每年大洋一五 元角

郵 費 國內每冊五分  
國外每冊二角半

蒙古新疆及日本照國內  
香港澳門照國外

印刷者：浙江省立圖書館印行所

Printer: The Printing Department of Chekiang  
Provincial Library

亞光製製造公司

國貨



首創

為建築界貢獻新材料

電木 電料品

電燈開關 大小掛落 美術電燈 掛落板  
電鈴浦司 掛落插座 電玉燈罩 開關板

本公司首創各種電木玉用品除上列電器用品  
外尚有各種精美日用品如電木玉碗盆杯碟熱  
水瓶等不下數百餘種

欲避免觸電及保障安全

六六一 電子美術檯燈



請指明選用

亞光電木玉電料品

各大公司 各電料行 均有出售

發行所——靜安寺路四一一號電話三五〇八五  
製造廠——普陀路一五三號電話三五六三二

# 東方

年紅電光公司



年紅燈是廣告利器！

電省 價廉

美觀 耐用

完全華商創辦

國府特許專利

承裝上海一埠年紅  
燈有二千餘家之多

總公司上海靜安寺路四一一號

電話 營業所 三五零八五  
製造廠 三五八三九