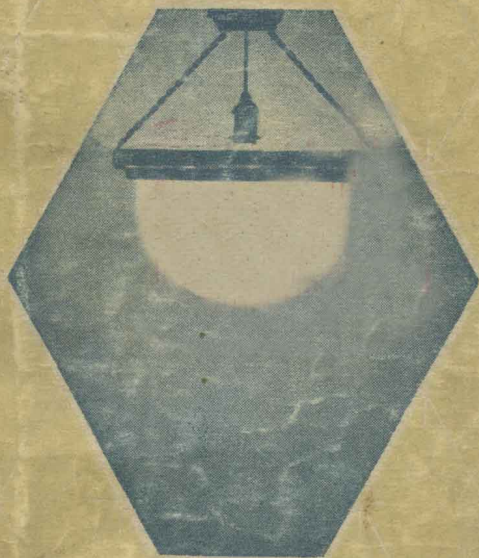


現代工程小叢書

實用電燈裝置法

張望良編著



商務印書館

現代工程小叢書

實用電燈裝置法

張望良編著

商務印書館

現代工程小叢書
實用電燈裝置法
張望良編著

★版權所有★
商務印書館出版
上海河南中路二一一號

中國圖書發行公司發行
商務印書館上海廠印刷
(63713)

1953年1月初版 1953年9月再版
印數2,001—5,000 定價¥10,700

上海市書刊出版業營業許可證出〇二五號

卷 頭 語

電氣應用日益擴展，許多人稱本世紀爲電的世界。以電力而論，在工業方面，其重要固不待言，即一般民衆用電照明，亦日見廣泛，在大都市中，已成爲不可或缺的日用必需品之一。由都市而鄉村，將來推廣無有已時。電氣應用愈廣，用電常識的傳播愈見重要。電燈的應用最爲普遍，對其裝置方法、使用安全、維持效率、檢查弊病等項，凡裝有電燈的大衆人士，想都感到興趣。本書在此數點上，用淺顯文字，提供必不可少的常識資料。

本書薄薄一小冊，僅將有關電燈裝置的方法，爲現今一致認爲典型而切合實用的，述其綱領。電燈裝置，關於原則性的條規不容輕易更張，但在實際裝用中，於不違背安全經濟的主要前提下，儘多要有因地制宜的措施，此事全賴主持工事人員的賢明判斷。本書可作爲指南之助，而不宜視同圭臬，希望不成爲阻遏新知妨礙進步的障礙物。

書中科學名詞儘量採用通行已久，人所熟知者，間有較爲生僻少見的，照英文原名音義，斟酌逐譯。以後有標準名詞時，容圖訂正。

編者雖從事電力工程有年，苦於學養不足，見聞有限，寫作能力又極薄弱，即此膚淺之談，仍恐謬誤甚多。科技方家，才藝良工，倘不吝賜教，指陳得失，當竭誠接受。以後有再版機會時，必爲之分別改正。

編者

目 次

第一章 電學大意及電業經營..... 1

1. 燈用電的來源
2. 電的分類(圖一)
3. 電路與電阻(圖二) 歐姆定律 電阻 電阻與溫度
4. 電力與電功
5. 交流電壓與週波及電流(圖三) 交流電的有效值
6. 交流電的差相與電力及電功(圖四)
7. 三相交流電(圖五至七)
8. 直流電與交流電的比較
9. 電氣用戶與電氣廠的關係
10. 電價與收費

第二章 白熾電燈及日光電燈.....24

1. 電燈的種類 弧光燈 白熾燈 放電燈
2. 燈泡的構造與性能 白熾燈泡(圖八) 日光燈管(圖九)
3. 日光燈的附屬品
4. 日光燈與其附屬品的線路(圖十至十一)
5. 應用電氣
6. 電燈用具的電氣記號
7. 電燈座(圖十二至十三)
8. 電燈罩(圖十四至十七)
9. 日光燈的維護

第三章 導線.....41

1. 導線的種類(圖十八至二十)
2. 電線規 英線規 美線規 德線規 量線儀器(圖二十一至二十二)
3. 電線的出線頭(圖二十三至二十七)
4. 電線的接連(圖二十八至三十六)
5. 電線的分支接法(圖三十七至四十)
6. 錫焊與包纏絕緣帶(圖四十一至四十三)
7. 導線的品質(表一)
8. 導線的安全負荷量(表二)

第四章 各式裝線方法.....64

1. 通則
2. 普通明線法(圖四十四至五十四)
3. 明線的保護(圖五十五至五十九)
4. 暗藏明線(圖六十)
5. 特種明線(圖六十一至六十三)
6. 鉛皮包線的裝設 鉛皮包線的保護 橡皮韌綫線的裝設與保護
7. 暗線法 木槽板線(圖六十四至六十八) 鐵槽板線(圖六十九)
8. 鋼管暗線法(圖七十)
9. 鋼管的裝置(圖七十一至七十六)
9. 管

內導線的裝置(圖七十七至七十八) 10. 線路的接地(圖七十九至八十一)接地的用意(圖八十二至八十三) 接地的方法(圖八十四至八十七) 接地用的電線 接地電阻 11. 戶外電燈(圖八十八至九十二)

第五章 線路管制及其保護 112

1. 應用器具 2. 鐵盒電門(圖九十三) 閘刀開關(圖九十四至九十七及表三) 手捺開關(圖九十八至一百零一) 3. 保險絲(表四至六及圖一百零二至一百零四) 4. 線路的保護(圖一百零五至一百零六) 5. 電門與保險器的裝置(圖一百零七至一百零八)

第六章 線路用配件 130

1. 配件種類 2. 分線箱(圖一百零九至一百一十) 3. 分線板(圖一百一十二至一百一十三) 4. 掛線盒(圖一百一十四至一百一十六) 5. 插座及插頭(圖一百一十七至一百一十九)

第七章 接戶線及線路計劃的舉例 141

1. 接戶線(圖一百二十) 接戶線架空段(圖一百二十一至一百二十二) 接戶線入屋段(圖一百二十三至一百二十四) 控制機件(圖一百二十五) 接戶線的要點 2. 簡單用戶線路(圖一百二十六) 線路裝法(圖一百二十七至一百三十) 3. 有分線的用戶線路(圖一百三十一至一百三十三) 電熱線路

第八章 線路的試驗 158

1. 試驗的目的 2. 絕緣電阻(圖一百三十四至一百三十五及表七) 3. 接地電阻(圖一百三十六至一百三十七) 4. 線路材料的接連電阻(圖一百三十八) 5. 線路障礙的檢查(圖一百三十九至一百四十) 6. 電度表準確性的查驗

第九章 電光照明 170

1. 照明 視覺與光線 2. 照明的主要名詞 A 光流量 流明 B 發光強度 燭光(圖一百四十一至一百四十二) C 照明度 呎燭(圖一百四十三) D 明亮度 朗白 3. 照明關係事項的簡述 甲應有照度的標準(表八) 乙眩耀的避免(圖一百四十四至一百四十五) 丙

減少陰影 丁 穩定光線 戊 射光方式 己 光源的光流量(表九) 庚
燈罩及佈光曲線(圖一百四十六至一百四十九) 辛 選擇射光方式的因
素 壬 反光係數(表十及十一) 4. 設計原則 燈光位置(圖一百五十
及表十二) 均勻的照度(圖一百五十一) 電燈的折舊與折舊因數 利
用效率及係數 別用係數表(表十三) 照明計算方法 5. 設計步驟
6. 照明設計的舉例

第十章 電鈴的裝置.....200

1. 範圍 2. 電源(圖一百五十二至一百五十四) 3. 器材(圖一百五
十五至一百五十八) 4. 線路(圖一百五十九至一百六十)

附 錄

美線規實心線表 美線規絞線表
英線規實心線表 英線規絞線表 舊英線規絞線表 德線規電線表
橡皮絕緣電線的安全電流負荷表
保險絲電流容量表
中英名詞對照表

實用電燈裝置法

第一章 電學大意及電業經營

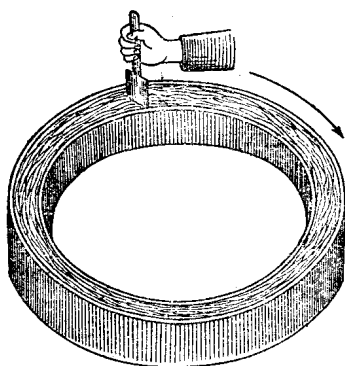
1. 燈用電的來源 不論大城市中或小鄉鎮上，電燈所用的電能，都自發電廠發出，由電線通至各個用戶。用以發生電能的機器，稱為發電機。發電機必須轉動不息，方能有電發生，一經停止電即隱滅。惟發電機不能自行轉動，必須要有他種機器來拖動。拖動發電機的機器，稱為原動機，俗稱引擎（即英文 engine 一字的音譯）。

原動機有燒油的，稱為油機，如柴油機、火油機及汽油機等。有用水蒸汽的，稱為汽機，如蒸汽引擎及汽輪機（俗稱透平，即英文 turbine 一字的音譯）等。但水蒸汽必須用鍋爐燒成，所用燃料以煤炭為大宗，亦有用柴油的。因之可以推知電氣的產生實在是從燃料（煤炭或柴油）燃燒，經過各式機器的配合而得來。簡括言之，乃燃料燃燒的熱力轉變為可以送至遠近用戶的電力，在科學術語上稱為「熱能變為電能」。空氣與水為完成燃燒與受授熱力的輔助物質。

尚有用水力發電的水力發電廠，表面上係利用水位高低轉動機器產生電力，不與熱力相干。但追究水的來源，實由於太陽

的熱力，蒸發地面上水分，升空成雲，再凝為雨水，下降於山陵高處匯集下流，成為江河。人們利用其向下奔流之勢，推動水輪機，水輪機再推動發電機，完成現在世界上許多偉大的水力發電工程。故若尋根究柢，可知水力發電乃是導源於太陽的熱力，為熱能變為電能的一種間接方式。

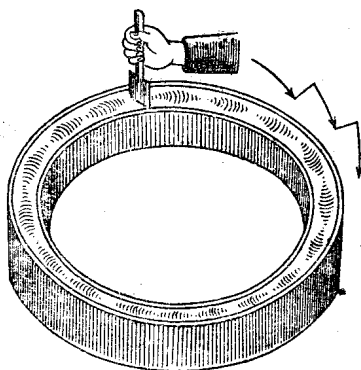
2. 電的分類 自發電機產生的電，由於發電機的構造不同，分為直流電與交流電兩大類。電在電線中流動，可拿水在水槽中流動作譬喻。若水面平穩向一定方向順勢流行，即相當於直流電。若如海浪前進即似乎交流電。取環形木槽盛水及半，內插一閘板，用一定速度將閘板向前推行，水在槽中乘勢流動，平穩



第一圖之一 閘板在圓木槽內推水前進的譬喻

第一圖 甲

照箭頭用一定速度推動閘板刮水前進，水在槽內流行，平穩無波，水面僅有微紋盪漾而已，可象徵直流電的狀況。

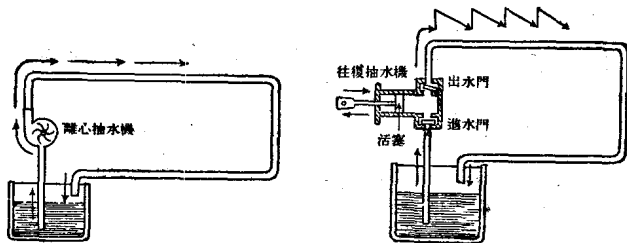


第一圖 乙

閘板的前進作有節奏的一衝一停，如箭頭所示方向前進，水在槽中進行，必作後浪推前浪的情形，可象徵交流電的狀況。

無波，可想像為直流電。若閘板的推進，一步一頓，水在槽中流動，必成為波浪形，可想像為交流電。第一圖為環形木槽，用閘板推水流動，因閘板推動的手法兩樣，象徵直流電與交流電兩者不同之點。

試再以抽水機為喻，離心抽水機能連續旋轉不斷抽水，可比作直流發電機；往復抽水機的活塞來回一次，方能抽水一下，可比作交流發電機。接於離心抽水機水管中的水，在抽水機送水時，必平穩向前流動。往復抽水機的送水有頓挫，故其管中的水，必一衝一歇而前，如人的脈搏式樣，成為波浪形狀。



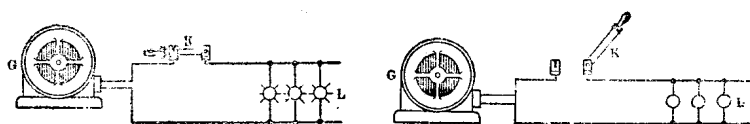
第一圖之二 抽水機的譬喻

第一圖丙 離心抽水機的送水連續 第一圖丁 往復抽水機的送水一吸一不斷，水在管中平穩流通，猶似直流電。 衝，水在管中作脈搏狀流通，猶似交流電。

抽水機自河流或地下深處所汲取之水，送至需要地點，用過後，即隨地傾棄或化為汽，最後必仍以水的形態，匯集於池沼江河中，或滲入地下，再供抽吸，故其流動過程，隱然成為循環通路。此在電氣最為明顯，因電氣必須有循環通路，方能流轉供人應用。下節即講明電氣循環通路的種種情形。電氣循環通路簡

稱為電路，因必以電線接連而成，故亦稱為線路。

3. 電路與電阻 要使電燈發光照明，須有電氣在燈泡中流過，即應用電線與發電機相連，成一來回通路方能成功。第二圖 G 為發電機， L 為電燈三盞， K 為啓閉電門，有電線聯成一環，組成一完整電路。電門開通後，線路中電氣流通，電燈為之放光。電門關斷後，線路被截斷，電氣不能流動，電燈即行熄滅。



第二圖 電路的示例

第二圖甲 電路開通

第二圖乙 電路關斷

甲 電門 K 合上後，電氣通流，電燈 L 大放光明。

乙 電門 K 拉開後，電氣截斷，電燈 L 即行熄滅。

G 發電機

K 啓閉電門

L 電燈三盞

欲使電氣在線路中流動，必須用一種勢力催動它，正如第一圖木槽中的水，用閘板推動時方見流行，道理相同。發電機為產生此項催動勢力的源泉，此項催動勢力名為電勢，亦稱電壓，用伏特（英文 volt 一字的音譯）為單位表其高低，簡稱為伏。電氣在電線中流過名為電流，用安培（英文 ampere 一字的音譯）為單位表其多寡，簡稱為安。電流在電線中，並非一往順利毫無留難。相反的，每遇到一種阻力妨礙其進行，是為電阻，用歐姆（英文 ohm 一字的音譯）為單位表其大小，簡稱為歐。

歐姆定律 電氣的電壓、電流與電阻三者，有相互關係，以公式表之爲：

$$\text{電壓(伏)} = \text{電流(安)} \times \text{電阻(歐)}$$

用 V 代表伏數， I 代表安數， R 代表歐數，上項公式成爲：

$$V = IR, \text{ 又可寫爲 } I = \frac{V}{R} \text{ 或 } R = \frac{V}{I}$$

即一伏等於一安乘一歐，亦即有一伏電壓時，可使一安電流通過於一歐電阻中。此公式名爲歐姆定律，特別適用於直流電，爲電學上最基本定理之一。三種電氣性質中若有二種已知其值，用此公式可以求出其他一種的值。例如某一電路中量得電壓爲一百十伏，電流爲五安，其中電阻必爲

$$R = \frac{V}{I} = \frac{110}{5} = 22 \text{ 歐}$$

電阻 電阻爲導電物質對於電氣流通所生的一種阻礙作用。導電物質製煉成功後，它的電阻非人力所能變更。日常所用電線中電阻的大小，與電線的質料及其長短粗細皆有關係。銅的電阻除銀外比其他金屬物爲低，故電線概用紫銅製成。電線愈長電阻愈大，愈粗電阻愈小，故電路長的及有多量電流通過的，應用較粗銅線，使線路中的電阻不致過高，可以減少發熱損失，因電流遇到電阻，就能產生熱量。

電阻與電線的長短粗細，其間關係可用公式表明如下：

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (\rho \text{ 音 } r\bar{o} \text{ 爲希臘文的一個字母})$$

式中的 ρ 稱為電阻係數，為每單位長每單位截面積在攝氏零度時的歐姆電阻； l 為線的長度； A 為線的截面積； R 為歐姆電阻，已見於前面第一公式中。若以文字說明則為：

$$\text{電阻(歐)} = \text{電阻係數(歐)} \times \frac{\text{電線長度}}{\text{電線截面積}}$$

電阻係數的數值，因電線的材料，及計算長度與截面積所用的單位，而有不同。譬如鐵絲或鉛絲的電阻係數，不同於銅絲的係數。同是銅絲時，在用英寸（即吋）英尺（即呎）計算線長與截面積，比之用公厘公尺計算的，它們的電阻係數又不相同。因為電線的絕大多數為紫銅製品，如不特別聲明，本書以後所稱電線，全指紫銅絲而言。銅絲的電阻係數摘錄於下：

$\rho = 9.59$ 歐每圓密耳每呎攝氏零度時（一密耳為千分之一吋，一圓密耳為千分吋直徑的自乘數）

$\rho = 7.53$ 歐每方密耳每呎攝氏零度時（一方密耳為百萬分之一方吋）

$\rho = 0.0015$ 歐每方公厘每公尺攝氏零度時

例（一）電線一條直徑二十密耳，長一千二百呎，求在攝氏零度時的電阻。

$$\text{解：} \quad R = 9.59 \times \frac{1200}{20 \times 20} = 28.77 \text{ 歐}$$

例（二）電線一條闊五十五密耳，厚十密耳，長二千二百呎，求在攝氏零度時的電阻。

$$\text{解：} \quad R = 7.53 \times \frac{2200}{55 \times 10} = 30.12 \text{ 歐}$$

算題中若非密耳與呎或方公厘與公尺時，應化為密耳與呎或方公厘與公尺，然後應用公式與上面 ρ 的數值，計算電線的電阻歐數（密耳為英文 mil 一字的音譯）。

電阻與溫度 電線的電阻隨溫度昇降而微有增減。當溫度每昇降一度時，所增減的電阻數值，名為電阻的溫度係數。在實用上為方便起見，每將水的冰點至沸點間溫度變化，對於電線所增加的電阻，取其每度所增的平均值，作為計算電阻的溫度係數，其數值如下：

溫度係數——攝氏 0 度至 100 度間每度平均值 0.00402

溫度係數——華氏 32 度至 212 度間每度平均值 0.00223

若電線在某一溫度時的電阻，已經知道，可應用溫度係數，算出在其他溫度時的應有電阻。其公式為：

欲求電阻 = 已知電阻 $\times$ (1 + 溫度係數 $\times$ 溫度增高度數) 即

$$R = R_0(1 + KT)$$

例(一) 電線一條在攝氏二十度時，量得其電阻為十二·四六歐，求在攝氏三十五度時的電阻。

解： $R_0 = 12.46$ 歐， $K = 0.00402$ ， $T = 35 - 20 = 15^\circ\text{C}.$ ；

應用公式得

$$R = 12.46 \times (1 + 0.00402 \times 15) = 12.99 \text{ 歐}$$

例(二) 電線圈一個在華氏七十五度時，量得其電阻為二十歐，通電半天後再量其電阻得二四·四六歐，求其第二次量電阻時的線圈溫度。

解： $R = R_0(1 + KT)$ 即 $T = \frac{R - R_0}{KR_0} = \frac{24.46 - 20}{0.00223 \times 20}$
 $= 100^\circ\text{F}$. 溫度增高度數

故線圈的溫度應為 $75 + 100 = 175$ 度華氏

例(三) 電線一條在夏天攝氏三十五度時，其電阻為二五·五五歐，問在冬天攝氏五度時其電阻為幾歐？

解： $R = R_0(1 + KT)$ 即 $R_0 = \frac{R}{1 + KT}$
 $= \frac{25.55}{1 + 0.00402 \times (35 - 5)} = 22.8$ 歐

從以上三個例題看來，電線的長短粗細知道後，應用電阻係數及溫度係數，可以求出其冰點時的電阻，及在冰點與沸點間任何溫度下的電阻。計算方法頗為簡便，即應用

$$R = \rho \frac{l}{A} \text{ 及 } R = R_0(1 + KT) \text{ 兩個公式}$$

4. 電力與電功 電氣的功用在於能為人做事，點燈照明為其功用的一種。惟電氣的有用工作究將如何計算？常人大都不易明白。今試以人工作譬喻：一人不能舉起重物，需二人或三人協力同抬，此項人數表示作工的大小能力；電氣作事的能力謂之電力（電學術語稱為電功率），以電壓與電流相乘而得，它的單位為瓦特（英文 watt 一字的音譯），簡稱為瓦，一瓦為一伏乘一安之積。公式為

$W = VI$ 瓦 W 為代表電力（即電功率）的英文字母以瓦計其數值。

此為直流電的定則；在交流電尚須修正，不能逕行照此公式計

算，後節中將行講明。

人力雖能抬舉重物，若在重物之旁毫不動手，仍無工作可言。必須搬運一日然後記作一工，搬運二日或三、四日記爲二工或三、四工；電力亦然，必須用於電燈（或其他電具）使其發光，經過若干時間，電力始成就工作，稱爲電功，相當於做工人的工數。電功須電力與使用時間連合計算，等於人力須與其工作日數相結合，方成爲工數，道理相同。故

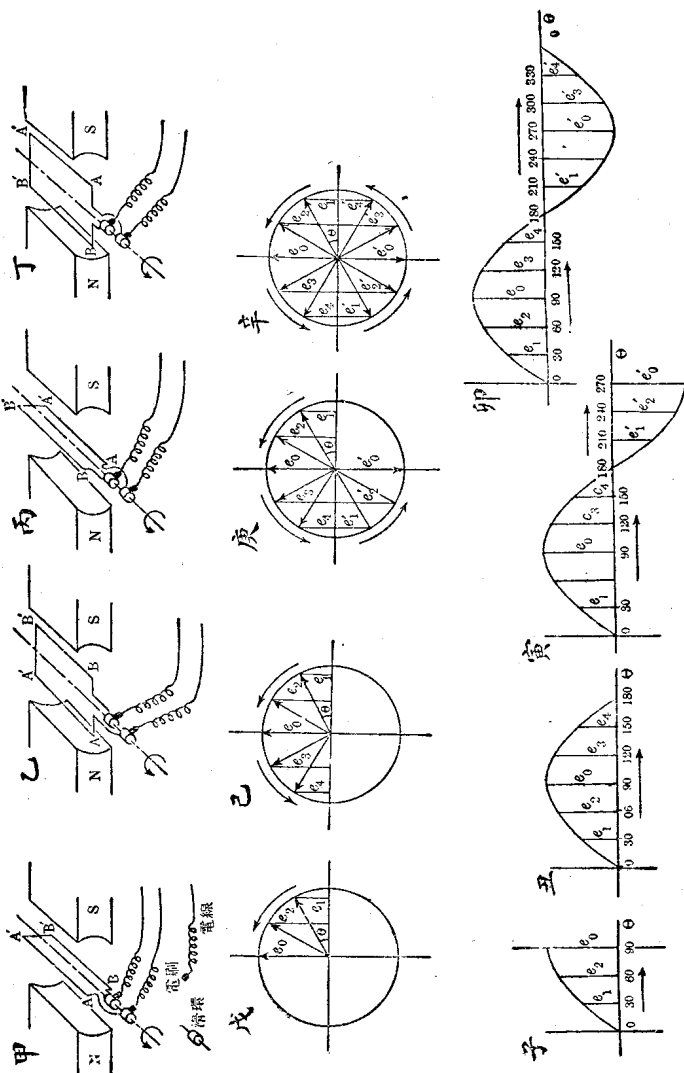
$$\text{電功} = \text{電力} \times \text{使用時間}$$

人工的計算以一人作工一日爲工數單位；電功的計算以電力一瓦使用一小時爲其單位，稱爲瓦特小時（watt-hour），簡稱爲瓦時。惟瓦時之量頗小，不合實際需要，於是取其一千倍作爲日常計算的單位，即仟瓦特小時（kilo-watt-hour），簡稱爲仟瓦時，或瓩時（「瓩」或「𪔐」字即代表一千瓦之意，讀作千瓦爲新造雙音工程名詞之一）。故電力公式

$$W = VI \text{ 瓦 常寫作 } W = \frac{VI}{1000} \text{ 瓩}$$

電功的成就需要電能的供給，正如人須耗費精力方有工作表現。電能爲電功的資源，電功爲電能工作所成的果實，兩者互相表裏，同以瓩時爲計數單位。

5. 交流電壓與週波及電流 在前面第一節中，曾說到交流電的進行成爲波浪形。惟其波浪並非如海水浪濤的毫無規則，係依照三角學上正弦曲線組成。交流發電機產生的電壓爲什麼成爲正弦曲線呢？在第三圖中可以得到淺顯的解釋。甲乙丙丁



第三圖 交流電正弦曲線的組成狀況
 甲乙丙丁 發電機旋轉一周產生交流電壓的情形。戊己庚辛 交流電壓的上升變化成爲旋轉角的正弦函數情形。
 子丑寅卯 逐步繪成的電壓正弦曲線每三六〇度一周而後始。