

# 交流發電機作用原理簡介

蔡賜琳

汽車上必須裝置充電系統，利用發電機，將引擎的機械能轉換成電能，供給電瓶充電，讓電瓶能隨時保持在充滿電狀態，且能供應汽車上其他電器使用，也讓電瓶有足夠的電力供應起動馬達來轉動引擎。汽車上若裝設充電系統，當起動引擎時，則由電瓶供給起動系統與點火系統之用電；在引擎運轉後，若發電機之輸出電壓高於電瓶電壓，則其輸出電流不但能供應汽車上之電器使用，也能供給電瓶充電。發電機係由引擎經皮帶驅動，負責將引擎的機械能轉換成電能，以供應汽車上各電器與電瓶使用，以下內容包含：發電機工作原理及工作情形、橋式整流電路、交流發電機之整流等。

## 一、發電機工作原理

發電機係由引擎傳動，負責轉動磁場中的導線，或轉動固定導線中的磁場，使導線與磁場發生相對運動，而在導線中產生電動勢(電壓)，其電動勢之方向可藉由弗來明右手定則來判斷，大姆指表示運動方向，食指表示磁力線方向，中指表示電動勢或電流方向，如圖1所示，導體在與磁力線垂直方向由內往外移動，則其電流會由右向左流出。

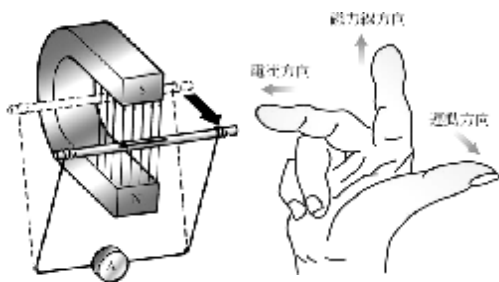
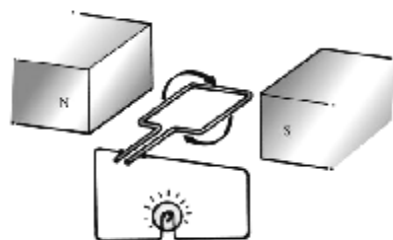
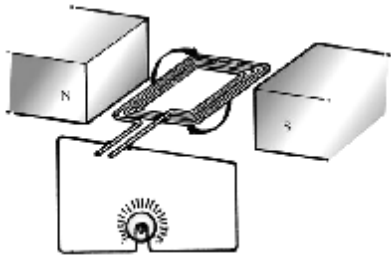


圖1 弗來明右手定則 [1]

由於單導體在磁場中運動所產生之電流非常小，所以發電機都利用多組線圈在磁場中運動，或利用多組磁場在線圈內運動，以產生較大的電量；其感應電動勢  $E = -N \frac{\Delta f}{\Delta t}$  (—：為感應電動勢之方向；N：為線圈匝數； $\frac{\Delta f}{\Delta t}$  為單位時間磁通量變化率，單位：韋伯/秒)，即發電機之輸出電壓與線圈匝數、磁場強度、轉速成正比，如圖2所示為線圈匝數與發電量之比較。

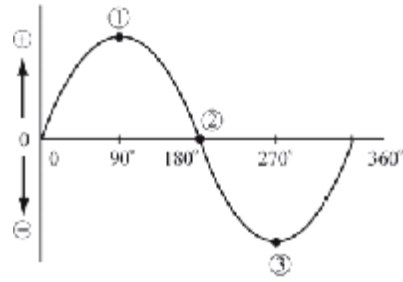


(a) 圈數少，發電量少



(b) 圈數多，發電量多

圖2 線圈匝數與發電量之比較 [1]



(c)

圖3 線圈在磁場中運動，產生交流電

線圈在磁場中旋轉所產生之電流，若經由滑環與電刷輸出，則會產生交流電，如圖3所示。在前半圈產生的電流會由A端流出回到B端；在後半圈，電流會由B端流出回到A端。其電動勢與線圈旋轉角度之關係，如圖4所示。當線圈與磁力線方向成垂直時（運動方向與磁力線平行），其電壓為零；當線圈與磁力線平行時（運動方向與磁力線垂直），其電壓最大。

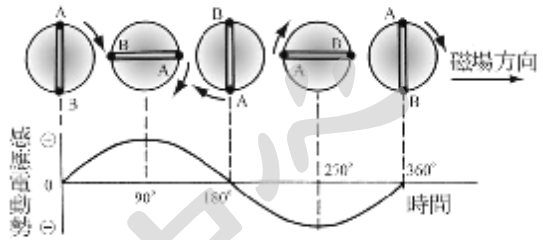
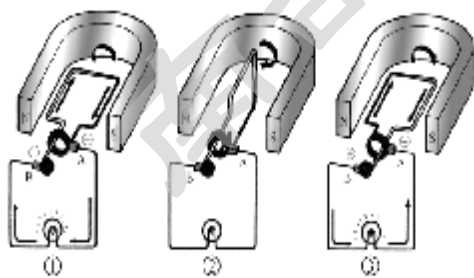
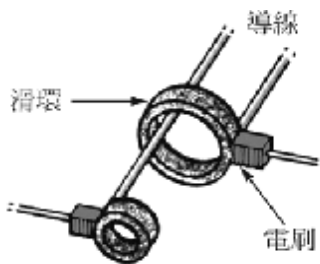


圖4 電動勢與線圈旋轉角度之關係

由於發電機之線圈會產生交流電，但汽車上之電器用電為直流電，所以，直流發電機係利用整流子將線圈之交流電整流成直流電後再輸出；而交流發電機則利用整流粒（二極體）將線圈之交流電整流成直流電後再輸出。



(a)



(b)

## 二、交流發電機的工作情形

交流發電機係將磁極置於線圈內，利用磁極旋轉，以磁力線切割線圈，使線圈感應出電動勢，為線圈在磁極旋轉一圈時所產生之交流電變化情形，此稱為單向交流電，如圖5所示。

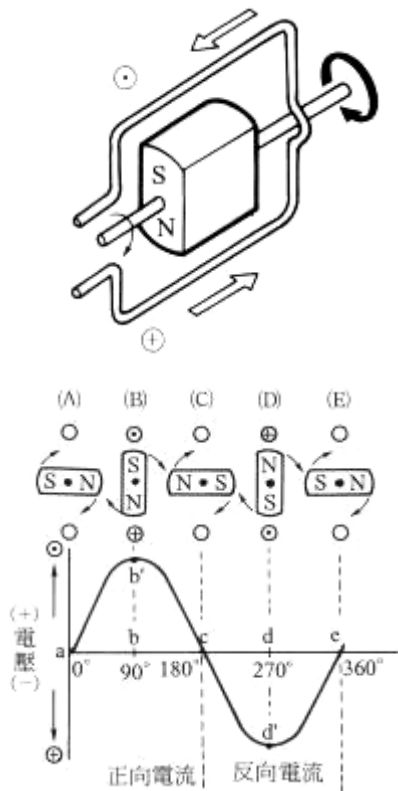
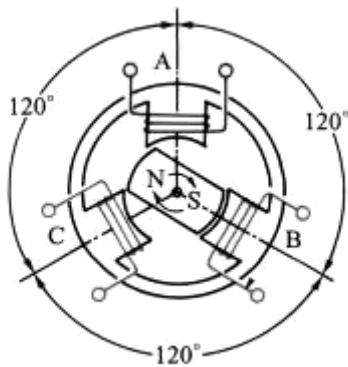
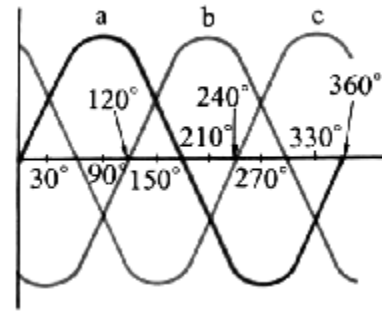


圖5 交流發電機基本原理〔1〕

由於單線圈僅能產生單向交流電，其電力太小；為了能有效產生電力，汽車上之發電機都採用三組靜子線圈，彼此間隔為 $120^\circ$ ，在磁極旋轉一圈時，能產生三組交流電，稱為三相交流電，其相位差為 $120^\circ$ ，如圖6所示。



(a)



(b)

圖6 三組線圈產生三相交流電

為了能有效控制發電機之發電量，汽車用之發電機，都將永久磁鐵改用电磁鐵，電流由電瓶進入經碳刷、滑環，再進入轉子線圈(磁場線圈)，以建立磁場。導入之電流愈大，磁場愈強，靜子線圈之發電量就愈大；通入之電流愈小，磁場愈弱，靜子線圈的發電量就愈小。

目前汽車用之交流發電機，為了提高發電量，都將靜子線圈的匝數增加；為了使輸出電壓較穩定，則採用多對磁極，其磁極對數愈多，輸出電壓愈穩定，如圖7所示為6對磁極式之交流發電機，其每一組之靜子線圈由6組小線圈串聯而成，所以在轉子轉一圈時，能產生18個週波之交流電，平均每 $20^\circ$ 即有一個交流波出現，若再經全波整流，則有36個正半波，使其輸出電壓更穩定。

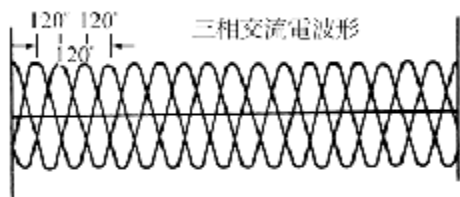
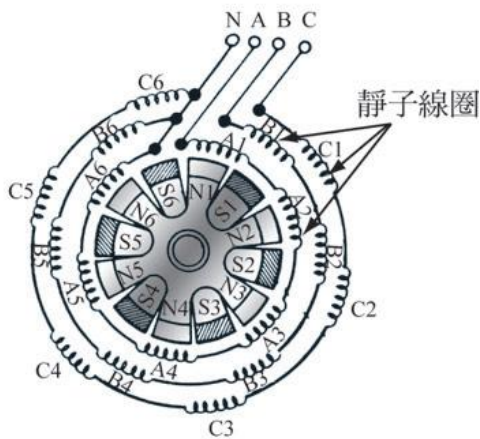


圖7 6對磁極之交流發電機 [1]

### 三、橋式整流電路

圖8所示為一種全波整流電路，由於二極體接成電橋型式，所以稱為橋式整流電路。當交流電壓的正半週輸入時，如圖9所示，對二極體 $D_1$ 與 $D_3$ 形成順向偏壓，而對二極體 $D_2$ 與 $D_4$ 則形成逆向偏壓。因此，電流從次級線圈上端流經二極體 $D_1$ 、負載電阻 $R_L$ 、二極體 $D_3$ ，回到次級線圈下端形成完整迴路。此時負載電阻 $R_L$  兩端產生上正下負的輸出電壓，如圖9所示。

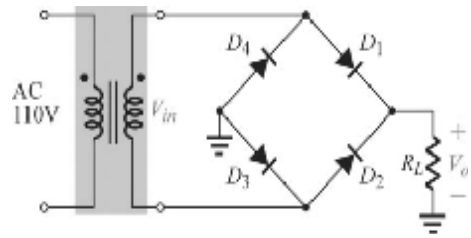


圖8 橋式整流電路 [2]

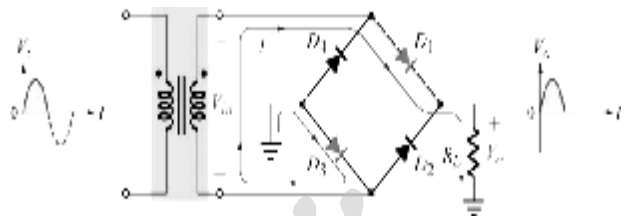


圖9 正半週工作及輸出波形 [2]

當交流電壓的負半週輸入時，如圖10所示，對二極體 $D_2$ 與 $D_4$ 形成順向偏壓，而對二極體 $D_1$ 與 $D_3$ 則形成逆向偏壓。因此，電流從次級線圈下端流經二極體 $D_2$ 、負載電阻 $R_L$ 、二極體 $D_4$ ，回到次級線圈上端形成完整迴路。此時負載電阻 $R_L$  兩端仍然獲得上正下負的輸出電壓，如圖10所示。結合正、負半週的輸出電壓波形，得到如圖11所示的輸出波形。

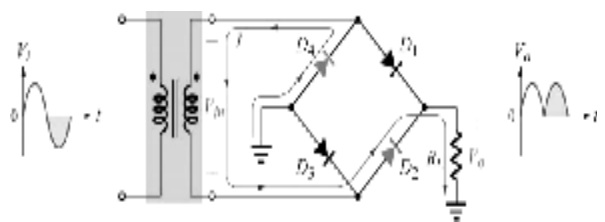


圖10 負半週工作及輸出波形 [2]

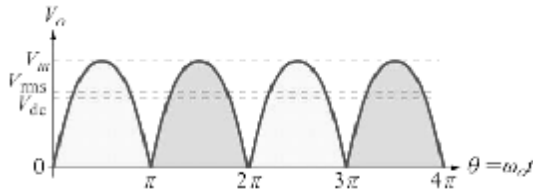


圖11 橋式整流的輸出波形〔2〕

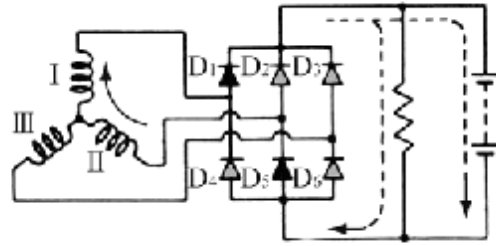


圖13 第 I 組線圈之全波整流〔1〕

#### 四、交流發電機之整流

交流發電機之靜子線圈感應出三相交流電後，須經3個正整流粒與3個負整流粒(共6個)作三相全波整流後再輸出至電瓶與車上負載，如圖12 所示，其作用情形分述如下：

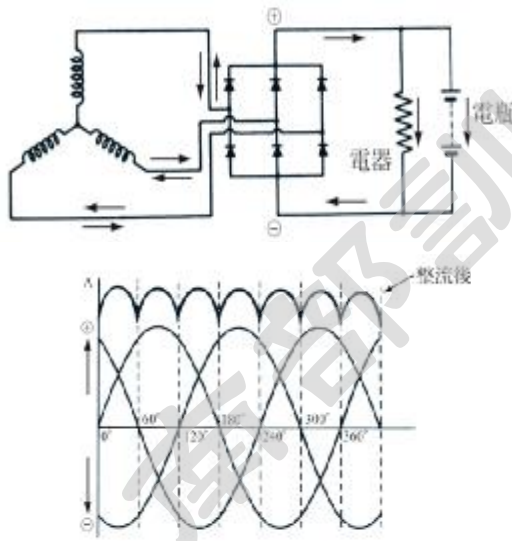


圖12 三相交流電之全波整流〔1〕

1. 由第 I、II 組線圈產生交流電，電流若由第 I 組線圈輸出，第 II 組線圈流回，則其電流流程如圖13所示。

\* 第 I 組線圈→D1 整流粒 → 電器負荷→ D5 整流粒 → 第 II 組線圈。

電流若由第 II 組線圈流出，第 I 組線圈流回，則其電流流程如圖14所示。

\* 第 II 組線圈→D2 整流粒 → 電器負荷→D4 整流粒→ 第 I 組線圈。

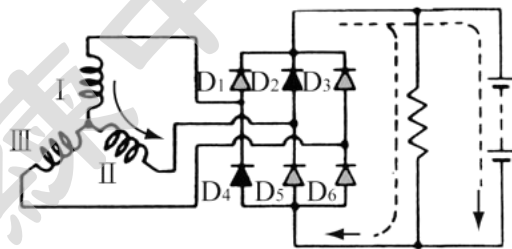


圖14 第 II 組線圈之全波整流〔1〕

2. 第II、III組線圈產生之交流電，電流若由第II組線圈流出，第III組線圈流回，則其電流流程如圖15所示。

\* 第 II 組線圈→ D2 整流粒 → 電器負荷→D6 整流粒→第 III 組線圈。

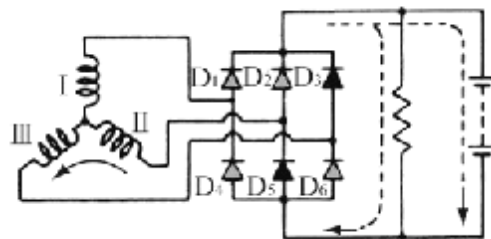


圖15 第 II 組線圈之全波整流〔1〕

電流若由第Ⅲ組線圈流出，第Ⅱ組線圈流回，則其電流流程會如圖16所示。

\* 第Ⅲ組線圈 → D3 整流粒 → 電器負荷 → D5 整流粒 → 第Ⅱ組線圈。

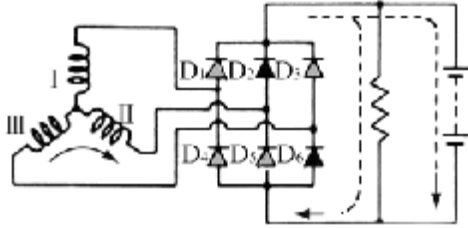


圖16 第Ⅲ組線圈之全波整流〔1〕

3. 由第Ⅰ、Ⅲ組線圈產生之交流電，電流若由第Ⅰ組線圈流出，第Ⅲ組線圈流回，則其電流流程如圖17所示。

\* 第Ⅰ組線圈 → D1 整流粒 → 電器負荷 → D6 整流粒 → 第Ⅲ組線圈。

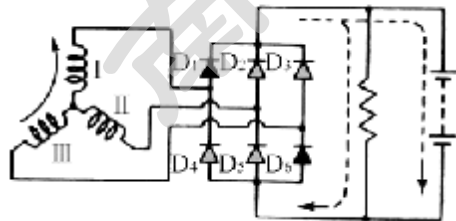


圖17 第Ⅰ組線圈之全波整流〔1〕

電流若由第Ⅲ組線圈流出，第Ⅰ組線圈流回，則其電流流程如圖18所示。

\* 第Ⅲ組線圈 → D3 整流粒 → 電器負荷 → D4 整流粒 → 第Ⅰ組線圈。

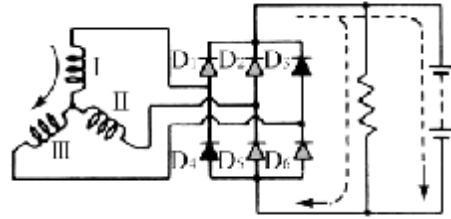


圖18 第Ⅲ組線圈之全波整流〔1〕

另外有些汽車為了使輸出電壓更為穩定，及防止輸出電壓之脈動波干擾到較精密的電器，會在發電機輸出端之B線頭與搭鐵間並聯一個濾波電容器，以便將微量起伏之波形濾掉。

## 參考文獻

- 〔1〕 許良明 黃旺根，汽車學，台科大圖書股份有限公司
- 〔2〕 蔡燕山 蔡賜琦，電子概論與實習，台科大圖書股份有限公司
- 〔3〕 何達義，汽車實習 III，台科大圖書股份有限公司
- 〔4〕 陸昌壽，高級汽車電學
- 〔5〕 黃靖雄，汽車電學，全華科技圖書公司。