

---

# 電動機原理

## Chapter 2 直流有刷馬達



# 直流有刷馬達

---

## 內容

- 簡介
- 直流馬達的起源
- 直流馬達的運轉原理
- 直流馬達的種類及構造
- 各種直流馬達的特性



# 簡介



# 簡介

另有其他非電磁力馬達，如超音波馬等.....

- 利用電與磁作用的電動機包含許多型式，其中直流有刷馬達是最先被發展出來的電動機。雖歷史相當久遠，但仍不失為一個價格低廉且有效的馬達，所以目前仍有相當多的應用。

例如兩刷馬達、電動跑步機、玩具車...

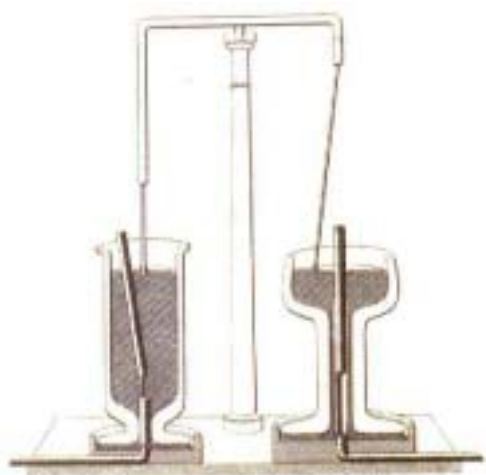
- 直流有刷電動機乃是各種電動機的始祖，其原理簡單易懂，可幫助瞭解電動機的動作原理。且因直流電動機電樞線圈與磁場結構上的配置，使其電樞電流與磁場磁通兩者方向互為垂直，而使其具有良好的轉矩產生能力及優越的控制性能。

看一下基本運作原理吧！

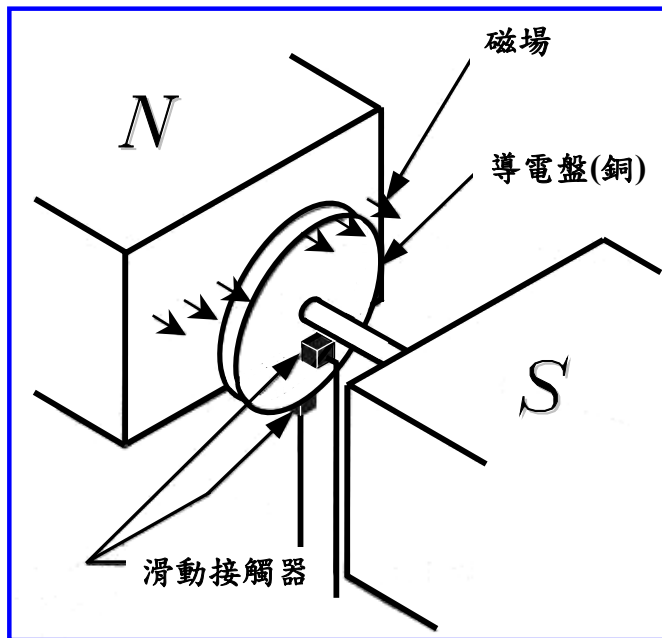
# 直流馬達起源



# 直流馬達起源



法拉第之「電磁轉動裝置」(1821)

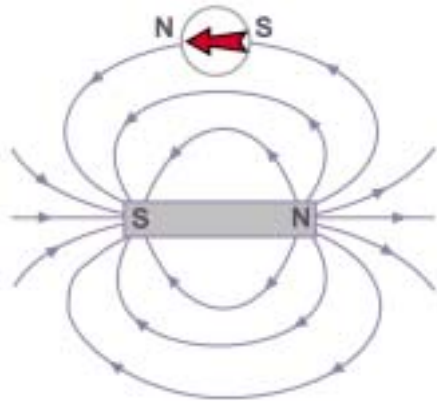


法拉第構思並親自試驗成功(1831)

# 基本運轉原理

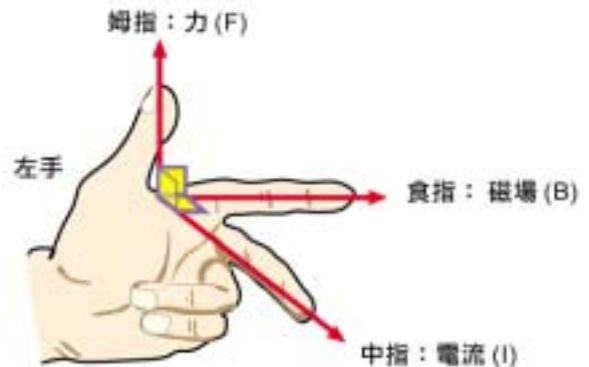


# 基本運轉原理



- 磁場方向 = 磁力線切線方向
- 磁場大小  $\propto$  單位面積通過之磁力線數
- 磁力線從N極出發，經外部回到S極，再經磁鐵內部回到N極

## 磁力線分佈



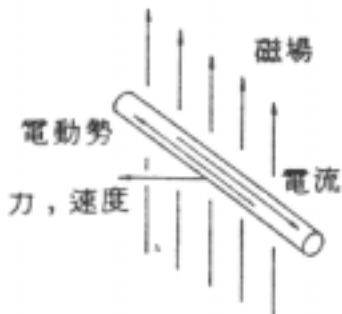
## 佛來明左手定則



# 基本運轉原理

依照磁場與電流的作用，力作用使導體向左方以速度  $v$  運動。此時導體切割磁場產生電動勢。大小為：

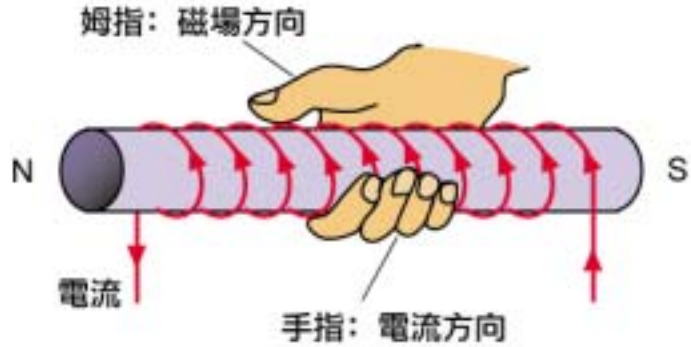
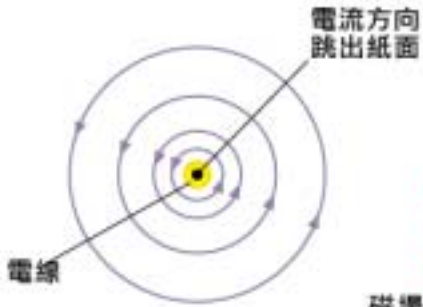
$$E = vBL$$



佛來明右手定則

# 基本運轉原理

## 安培右手定則 導線

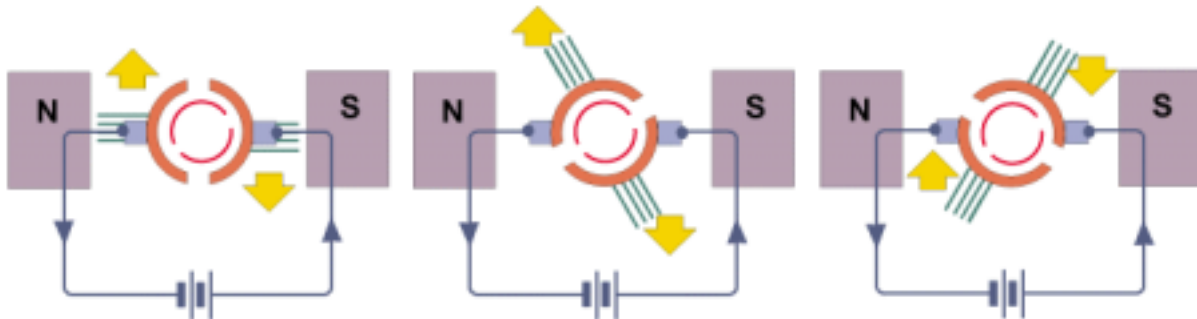
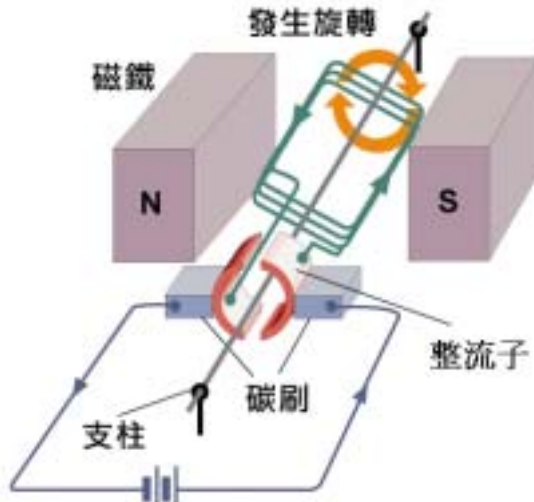


## 安培右手定則 螺管

# 基本運轉原理

## 導線型轉子

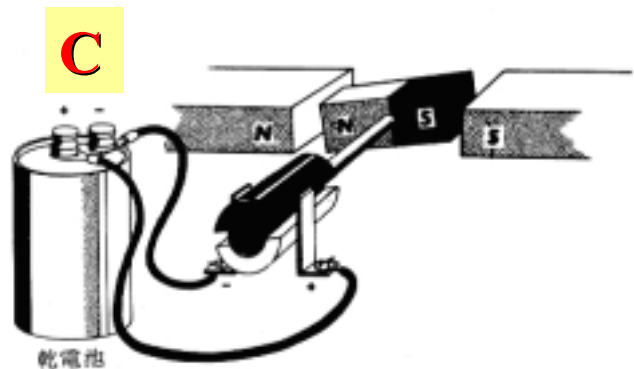
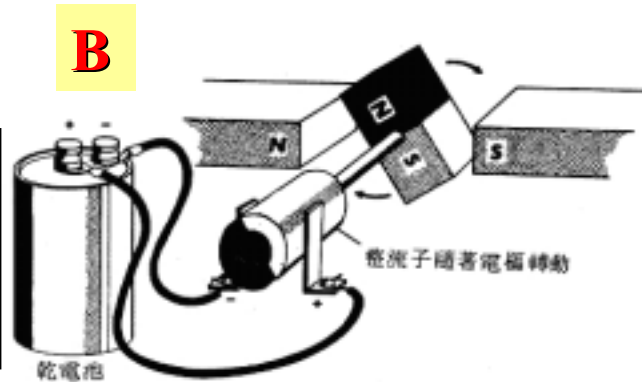
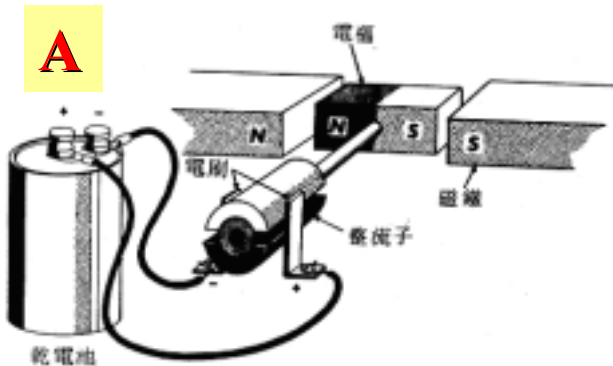
### 運轉原理及整流



# 基本運轉原理

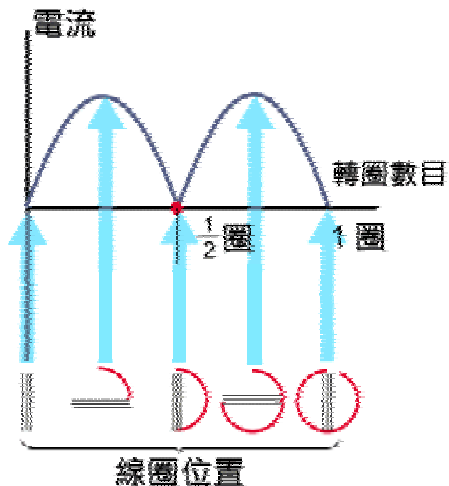
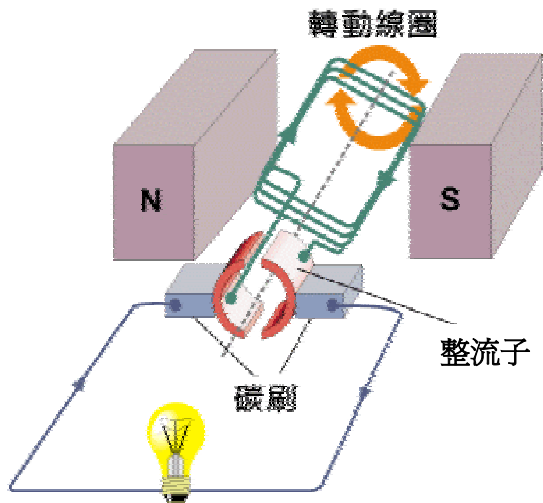
## 電磁鐵型轉子

- A-起始位置，因同極相斥，異極相吸，電樞轉子開始轉動  
B-因異極相吸，電樞繼續轉動  
C-當異名極相遇瞬間，整流子改變電流方向，使電樞極性改變，故再一次的，同名極又互相排斥，使得電樞繼續旋轉，如此週而復始地動作



# 基本運轉原理

## 發電機原理



# 基本運轉原理

## 一些有關馬達的式子

- 左手定則  $F = ILB$
- 轉矩常數  $K_T$  ( $T = K_T \cdot I$ )
- 右手定則  $E = vBL$  v: 導線速度
- 反電動勢常數  $K_E$  ( $E = K_E \cdot N$ ) N: 轉速

---

電氣方程式  $V(\text{端電壓}) = IR + E$  及  $E = K_E \cdot N$

機械方程式  $T = K_T \cdot I$

推出永磁式直流馬達之轉矩

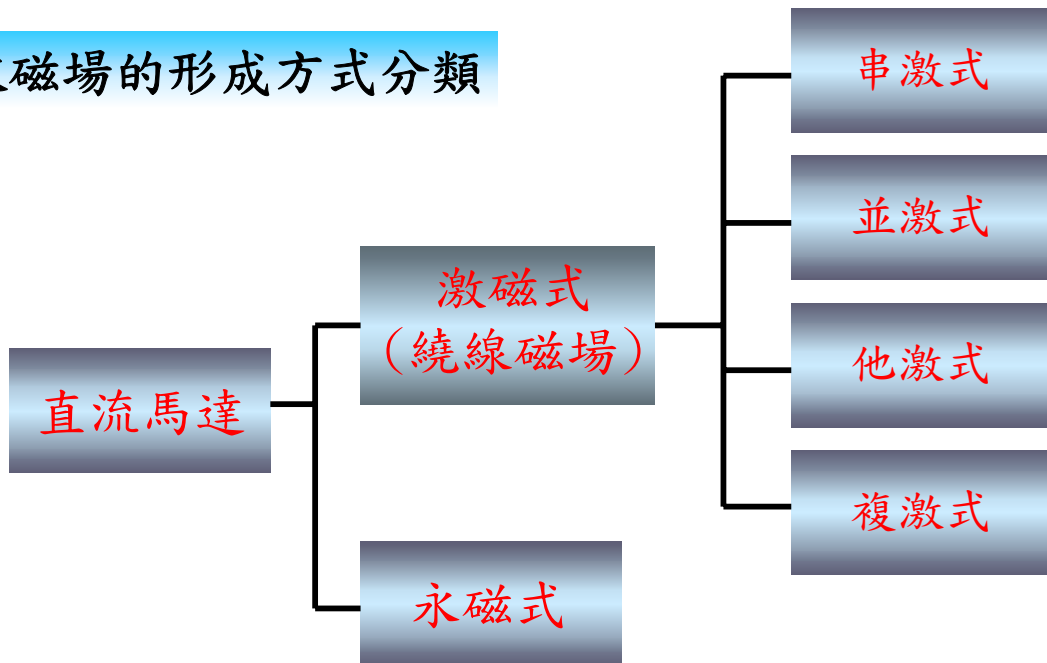
$$T = K_T \cdot I = K_T \cdot (V - K_E \cdot N) / R$$

# 直流馬達的種類及構造



# 直流馬達種類

依磁場的形成方式分類





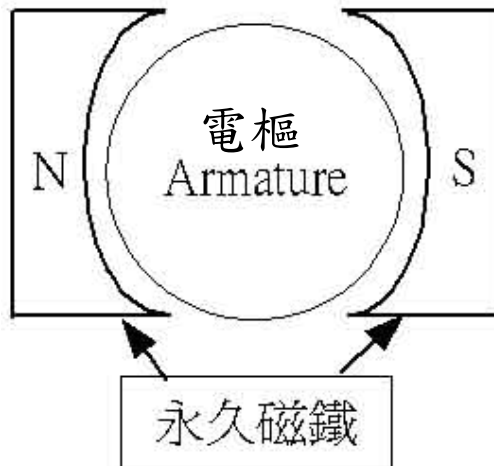
# 直流馬達種類

## 永磁式直流有刷馬達



永磁式馬達顧名思義即馬達的磁場是由一永久磁鐵所提供（如右圖），此種馬達的優點在於：

- ▶ 永久磁鐵產生的磁場並不會因為外在磁場變化而改變，因此所提供的磁場是一固定磁場
- ▶ 馬達的扭力常數和此磁場一般呈正比關係，所以永磁式直流馬達產生的扭力不會有飽和現象。

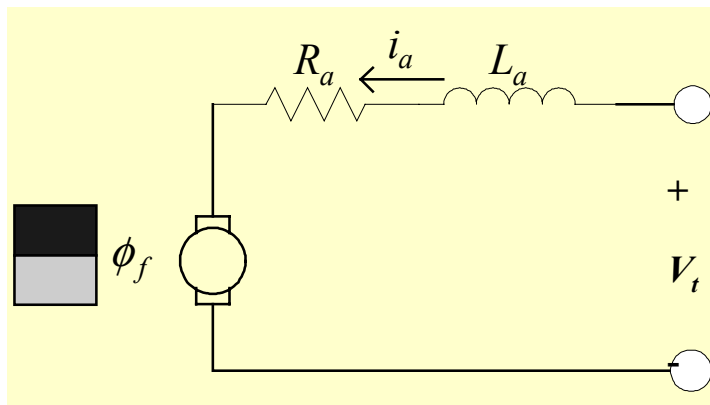


# 直流馬達種類

## 永磁式直流馬達

### 示意圖

所謂永磁式直流馬達係指馬達的磁場電路由一個獨立的永久磁鐵供應。如右圖之 $\phi_f$



# 直流馬達種類

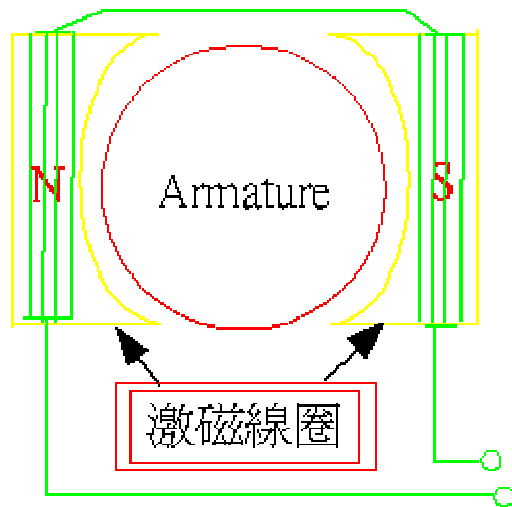
## 激磁式直流有刷馬達

激磁式馬達的磁場並非永久磁鐵提供，而是由內在透過串聯、並聯的方式另加一組激磁線圈，靠著電磁反應的原理產生磁場來提供馬達運轉（如右圖）。

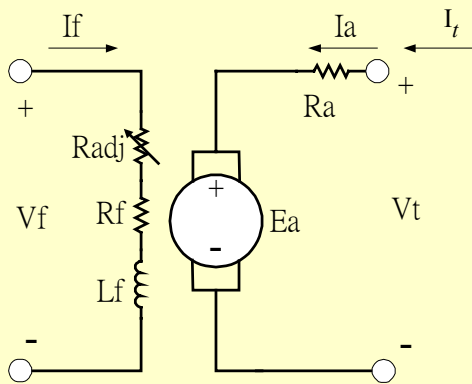
種類：

- 串激式（電樞繞組和磁場繞組串聯）
- 並激式（電樞繞組和磁場繞組並聯）
- 他激式（電樞及磁場繞組分別連接不同電源）
- 複激式（組合併激式和串激式）

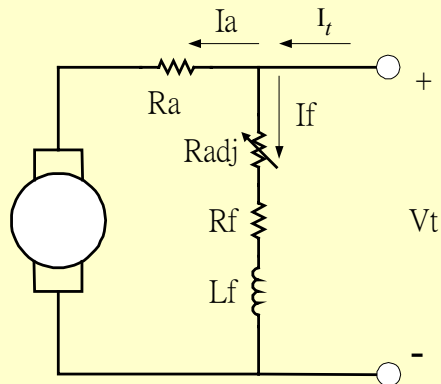
不同的連結方式對馬達的特性影響很大。



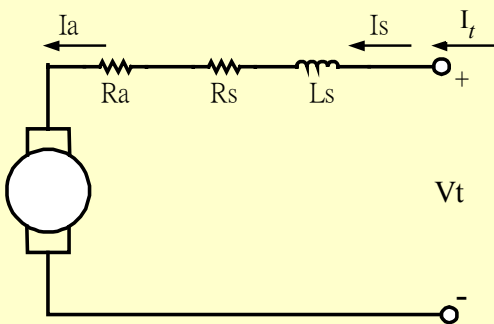
# 激磁式直流馬達激磁方式示意圖



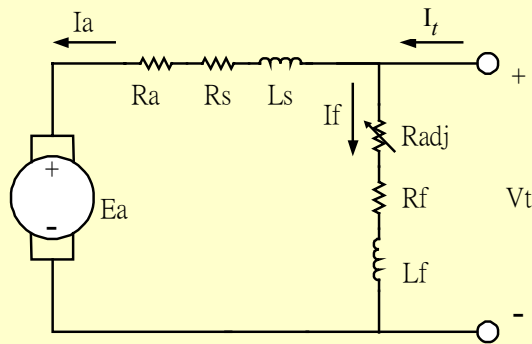
他激式



並激式



串激式



複激式

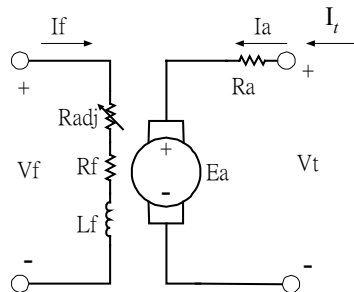
# 直流馬達種類

## 激磁式直流有刷馬達

### 激磁方式

#### ➤ 他激式直流有刷馬達

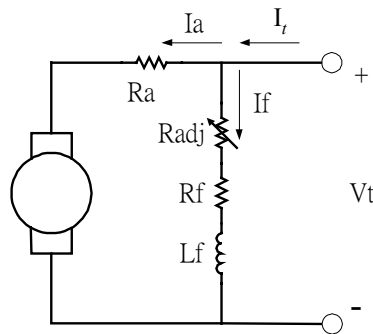
指馬達的磁場電路由一個獨立的直流電源供應，如右圖。



#### ➤ 並激式直流有刷馬達

右圖為其等效電路圖。其中磁通量由場電感產生，不考慮電樞電感的效應。有電樞電感，但圖中未畫出。

磁場電路直接由馬達的電樞供應電源產生。假設供應給馬達的直流電源為固定常數時，此時並激式與他激式直流馬達之間並無明顯的差異。



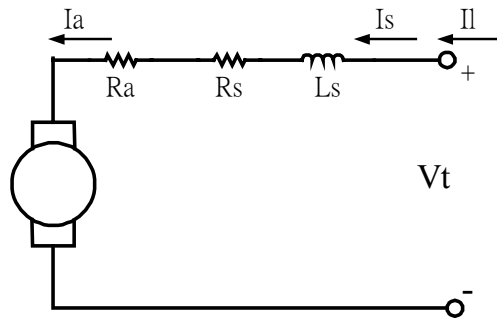
# 直流馬達種類

## 激磁式直流有刷馬達

### 激磁方式(Cont.)

#### ➤ 串激式直流有刷馬達

串激式直流馬達就是把僅有幾匝的磁場線圈串接在電樞電路中，下圖就是串激式直流馬達的等效電路圖，由下圖可以看出，其電樞電流、磁場電流和線電流均相同。



#### ➤ 複激式直流有刷馬達

複激式直流馬達為同時具有並激磁場和串激磁場的直流馬達，如右圖。

