

中華百科學叢書

應用電氣概論

下冊
錢仲超編



上海中華書局印行

應用電氣概論下冊目次

第十章 電動機及其應用	(一〇三)
第八十節 電動機	(一〇三)
第八十一節 電磁力	(一〇五)
第八十二節 直流電動機之原理	(一〇七)
第八十三節 直流電動機之種類及其特性	(一〇〇)
第八十四節 感應電動機	(一二四)
第八十五節 交流整流器電動機	(一二八)
第八十六節 同期電動機	(一二九)
第八十七節 電動機之起動器	(一三一)

第八十八節 電動機之應用……………(三四)

第十一章 電報……………(三八)

第八十九節 電報……………(三六)

第九十節 電報機……………(三九)

第九十一節 電碼符號……………(三五)

第九十二節 繼電器……………(三九)

第九十三節 通訊方式……………(四一)

第九十四節 保安裝置……………(四五)

第九十五節 傳真電報……………(四七)

第十二章 電話……………(四五)

第九十六節 最初之電話機……………(二五)

第九十七節 送話器……………(二五)

第九十八節 受話器……………(二六)

第九十九節 感應線圈……………(二六)

第一百節 電話機之信號裝置……………(二六)

第一百零一節 局部電池式與共電式……………(二六)

第一百零二節 電話交換機……………(二六)

第一百零三節 中繼交換機……………(二六)

第一百零四節 自動交換電話……………(二七)

第一百零五節 史端喬式自動交換機……………(二八)

第一百零六節 長途電話……………(二九)

第一百零七節 電話線及保護裝置……………(二九)

第十三章 無線電報電話……………(二九)

第一百零八節 電磁波……………(二九)

第一百零九節 震動電流……………(三〇)

第一百一十節 感應線圈……………(三一)

第一百一十一節 電容器……………(三一)

第一百一十二節 發生震動電流之裝置……………(三五)

第一百一十三節 檢波裝置……………(三五)

第一百一十四節 空中線……………(三六)

第一百一十五節 發報裝置……………(三四)

第一百一十六節 收報裝置……………(三六)

第一百一十七節 無線電話之原理……………(四一)

第一百一十八節	震動電流之聲音的變調方法	(三四)
第一百一十九節	廣播用傳聲器	(三四)
第一百二十節	無線電用聽筒與喇叭	(三五)
第一百二十一節	無線電用真空管	(三五)
第一百二十二節	光電池	(三六)
第一百二十三節	無線電傳照像	(三六)
第一百二十四節	電視	(三七)

應用電氣概論下冊

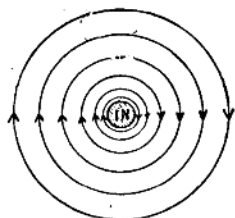
第十章 電動機及其應用

第八十節 電動機

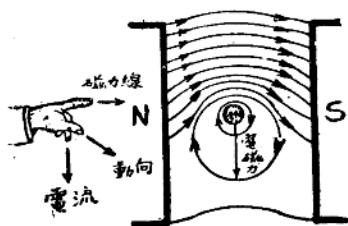
電動機(Motor)俗稱馬達，爲變電能爲機械能之裝置，係用電力轉動，以運轉其他機器，其作用完全與發電機相反。由其所用電流之不同，可分爲直流電動機(Direct Current Motor)與交流電動機(Alternating Current Motor)兩種。直流電動機之構造完全與直流發電機無異，任何直流發電機均可反向通以同電壓之直流，使之轉動，而成直流電動機。交流發電機亦可用同樣方法，使成交流電動機。此種電動機稱曰同期電動機(Synchronous Motor)。交流電動機除同期電動機外，尚有感應電動機(Induction Motor)與整流器電動機。

(Commutator Motor)兩種，各種交流電動機，均可製成單相或多相式，就中以三相感應電動機(Three Phase Induction Motor)應用最廣，因其構造較他種為簡單且管理簡便，惟其缺點在電力因數較低，同期電動機之特徵，在不論負荷之大小，常能保持一定之回轉速度，兼能在100%或進相電力因數(Unity or Leading Power Factor)之下運轉，故能補正(Compensate)同線路中其他負荷之遲相電力因數(Lagging Power Factor)，就電力公司而言，用於電力因數不良之線路，極為適宜，整流器電動機則以其回轉速度變更範圍甚大為特長，多用於需要變更速度之紡織機、製紙機、印刷機、起重機及電車等方面。

電動機之大小，概以其機械力之單位即馬力(Horse Power H.P.)表示之，有大至數萬馬力與小至數百分之一馬力者，一匹馬力以下之電動機，多用單相，以上則多用三相，現時英美通用之馬力單位，較德法通用之馬力單位略



第一百五十八圖



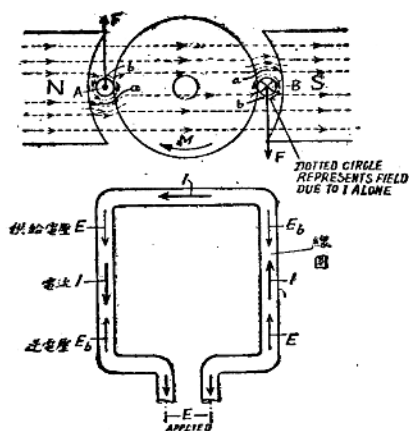
第一百五十九圖

大前者之一馬力等於 746 華特或 0.746 啓羅華特，後者之一馬力，則等於 736 華特或 0.736 啓羅華特。

第八十一節 電磁力

凡有電流通過之導線，其周圍必生如第一百五十八圖之圓形磁場，既如前述（第十二節），今若置此導線於另一平行磁場內，使與平行磁場之磁力線成直角時，則其合成磁場之磁束密度（Flux Density），在導線之下上兩方必生如第一百五十九圖疏密之差異，上圖所示平行磁

場之方向，爲由左向右，通過導線內之電流，爲向紙面流入之方向，其周圍所生之磁場，爲順時針之方向，此時兩種磁場之方向在導線之上方相同，下方相反，故其合成磁場之磁力線，上方密而下方疎，換言之，此兩種磁場疊合之結果，使導線上方之磁場增強，下方磁場減弱，致使導線上受一種力，有將導線向下推動之勢，此種力稱曰電磁力 (Electromagnetic Force)。導線受電磁力推動之方向與導線內電流之方向及平行磁場磁力線之方向有關，二者之中，如有一反其方向時，導線受力推動之方向亦反。此三者之關係，常互爲直角，可以左手定律 (Left Hand Rule) 表示之。如第一百五十九圖所示，左手之食指、中指、拇指三指互爲直角，如以食指指磁力線之方向，中指指電流之方向，則拇指所指，必爲導線受力推動之方向。此定律因可表示直流電動機旋轉之原理，故又可稱曰左手電動機定律 (Left-Hand Motor Rule)。



第一百六十圖

第八十二節 直流電動機之原理

直流電動機之構造，與直流發電機同，亦係由磁場磁石 (Field Magnet or Field Pole) 與固定電樞 (Armature) 構成，其動作原理，全係應用上述之電磁力。如第一百六十圖，試以 N S 表示直流電動機之一對磁場磁石， AB 為電樞上一線圈之斷面，設其中通過電流之方向，為由 B 入 A 出，則依上述之左手定律，此線圈上所受之電磁力 F ，在 A 必為向上之方向，在 B 必為向下之方向，故使線圈上發生一種回轉力 (Torque)，使向矢 M 所示之方向回轉。

此回轉力之大小與通入電樞之電流及磁石磁場之強度成比例，故用適當之電壓，通電動機以相當之電流，使其電樞發生之回轉力足以制勝其負荷之機械的反力時，則電動機之電樞，即能依左手定律，向一定方向發生回轉，以達其變電力為機械力之目的。但電動機電樞一旦開始回轉之後，其電樞線圈，因橫切磁場之磁力線，其內部又必發生感應電動力（參閱第四十一節），此感應電動力之方向，因與感應電壓同，依前第四十三節所述之右手定律，必與電動機之供給電壓（Impressed or Applied Voltage）之方向反對，故稱電動機之逆電動力（Counter or Back Electromotive Force; Counter or Back E.M.F.）。

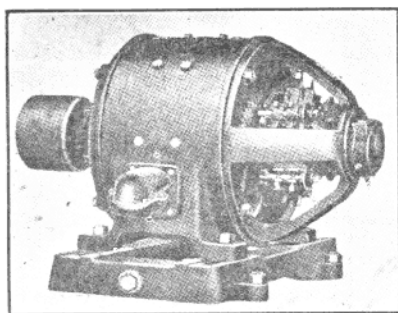
由是可知電動機回轉時其電樞捲線（Armature Winding）內必同時受兩種電壓之作用；一為由外部加於電樞捲線端之供給電壓，二為因捲線自身橫切磁力線所發生之逆電壓，此兩種電壓，因方向反對故其作用亦相反，前者為使電流通入電樞，後者則具有反抗電流通入電樞之作用，此時電樞內所受

之有效電壓，必爲此兩種電壓之差，即供給電壓減逆電壓。如以供給電壓爲 E 伏而次，逆電壓爲 E_a 伏而次，電樞捲線之抵抗爲 R 歐姆，通過捲線內之電流爲 I 安培時，則依歐姆定律：
$$I = \frac{(E - E_a)}{R}$$

但上式之抵抗 R 爲常數，故電動機回轉時，其電樞捲線內通過之電流 I 必與 $(E - E_a)$ 即兩電壓之差成比例。而逆電壓 E_a 之大小，因比例於電樞之回轉速度，在電動機靜止時，其值爲零，故電動機開始回轉後，因逆電動力之關係，其電樞捲線內之電流，必隨回轉速度之增加而漸次減小，但在未開始回轉之瞬間，因逆電動力爲零，故電流之值甚大，有時達全負荷電流 (Full Load Current) 之二十倍，故較大之電動機，爲保護電樞捲線之絕緣 (Insulation) 物質起見，在起動時，多另用外部抵抗，與電樞捲線順連，以減小起動時通入電樞之電流，迨轉動加速後，電流減低，再行將外部抵抗除去，此外部抵抗，通稱電動機之起動抵抗或起動器 (Starting Resistance or Starter)，其構造當於後節

述之。

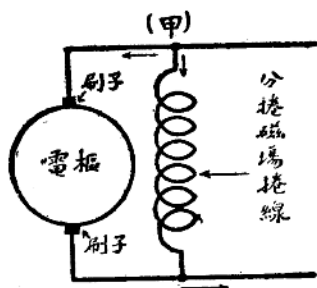
第八十三節 直流電動機之種類及其特性



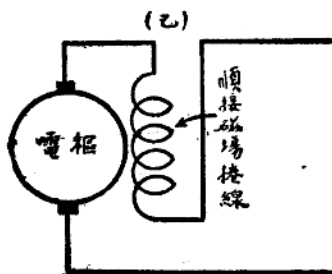
圖一百六十一

第一百六十一圖所示，爲直流電動機之一種，其構造與前第五十節所述之直流發電機同，其磁場磁石，亦爲電磁石，係由磁場線圈或磁場捲線 (Field Coil or Field Winding) 繞鐵心而成，裝於一筒形機架之內圓周上，電樞即套裝於此筒形機架內，其軸之一端，裝有整流器，他端則裝有皮帶盤 (Pulley)，以作拖動其他機器之用。

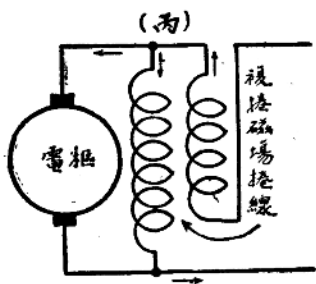
直流電動機，由其磁場捲線與電樞捲線連結之不同，可分爲分捲、順捲與複捲電動機三種。



第一百六十二圖



第一百六十三圖



第一百六十四圖

分捲電動機 (Shunt Wound Motor) 如第一百六十二圖，其磁場捲線係與電樞捲線並連，平時不論負荷之大小其回轉速度，大致均能保持一定，如需要變更速度時，可加用磁場抵抗器 (Field Rheostat)，以變更其勵磁電流，故應用極便，普通機械工廠及打水機等所用之直流電動機，多屬此類。

順捲電動機 (Series Wound Motor) 之磁場捲線，則係與電樞捲線順連，

如第一百六十三圖，與分捲電動機比較，爲分捲磁場捲線 (Shunt Field Winding or Coil) 內，僅通過電樞電流之極小分數，故其線圈之導線細而捲數多，順捲磁場捲線 (Series Field Winding or Coil) 內，則通過電樞之全電流，故其線圈之導線粗而捲數少。此種順捲電動機之特性 (Characteristics)，在能發生較大之起動回轉力 (Starting Torque) 與能耐極大之過負荷，故頗適於運轉負重機器如電車及起重機等之用。

又順捲直流電動機，變更其外部電流進出之方向時，因電樞電流及磁場之方向，同時變更，故回轉之方向，仍與前不變。是以此種直流電動機，理論上可用於同電壓之單相交流。現時一馬力以下之電動機 (Fractional Horse Power Motor) 中，有能兼用單相交流與直流者，即爲此種順捲電動機，稱曰通用電動機 (Universal Motor)。普通家用小電扇、電氣縫紉機 (Sewing Machine) 及電氣真空掃除器 (Vacuum cleaner) 等多採用之。

複捲電動機 (Compound Wound Motor) 如第一百六十四圖，其磁場具有分捲與順捲兩種捲線，又可分為和動複捲 (Cumulative Compound) 與差動複捲 (Differential Compound) 兩種。前者分捲與順捲磁場之方向相同，起動時因大電流通過順捲線圈，故亦能發生大起動回轉力。後者則分捲與順捲磁場之方向相反，不論負荷之大小，其速度概能維持一定。普通所用者，以和動複捲電動機居多。

直流電動機與直流發電機同，其筒形機架上，亦多設有防止整流器上發生火花用之補極 (Inter Pole)，此補極係與電樞捲線順連，為粗導線繞成之電磁石，為便於區別起見，通稱直流電動機或發電機之主要磁場磁石曰主極 (Main Pole)。

現時直流電動機之馬力，有大至25,000匹者，其應用電壓亦可高達3000伏而次，但普通工廠所用之電動機，則多在150匹馬力以下，電壓最高不過