

電動機修理

譯者

盛樹基 王裕廉 張策翊

吳亮之 高 綸

大東書局出版

電 動 機 修 理

原 著 者

Robert Rosenberg

譯 者

盛 樹 基 王 裕 康

張 策 翊

吳 亮 之 高 綸

大 東 書 局 出 版

原書名：Electric Motor Repair
原作者：Robert Rosenberg
原出版者：Murray Hill Book Co.

——1946年——

一九五二年八月再版

電動機修理

定價人民幣：34000元

版權所有
不准翻印

譯者 盛樹基 王裕康
張策翊 高 綸
吳亮之

出版發行者 大東書局
上海福州路310號

印刷者 大東書局印刷廠
上海安慶路268弄



書號：5066(2001 — 4000)

譯 序

由於工業積極發展的結果，電動機的應用也日益廣泛和普遍了。試想在一個工廠中，如果有一個電動機不幸地發生了故障，一時自己沒法修復，那時就會發生怎樣的後果呢？部份的或甚至於整個的生產過程就會陷入了半身不遂的地步。

譯述本書主要的目的就是企圖介紹一些怎樣檢查和修理電動機故障的方法。

爲了使得修理工作人員能夠在最短的時間內就獲得他所希望知道的圓滿答案起見，因此這裏所介紹的都是一些最簡捷和有效的方法。同時在每一章的末了，都有一些有關各種電動機故障檢查和修理的簡明綱要，也許對讀者們會有相當的幫助。

本書所述的範圍，主要的是各種交直流電動機和電動機的控制設備，此外也包括了日趨普遍的整步器和電子控制設備等。

其次關於本書文字的寫作方面，力求淺顯和易懂，並插入了精美圖照九百餘幀，使一般具有基本電學常識的技術幹部都能夠閱讀自如。

原書的編排方式是圖和文字分開的。現在爲了適應國內的情況起見，除將內容方面儘量修正以求符合實際外，並將圖照插入在文字內適當的地位，以免讀者們翻閱找尋的麻煩。

雖然我們曾經化過了許多校對和訂正的時間，但是總還免不了有許多缺點和舛誤。我們懇切地希望獲得各地的讀者、學者及專家們的指教和批評。

最後我們在譯述的過程中曾經得到柯士鏞先生許多的協助和指正，特此表示深切的謝意。

目 錄

第一章 分相電動機

電動機的主要部份	1
分相電動機的運轉	4
分析電動機故障的步驟	6
分相電動機線捲重繞方法	7
改變分相電動機轉動方向的方法	27
雙速分相電動機	28
故障的檢查和修理	32

第二章 電容電動機

電容器	50
電容起動電動機	53
電容起動和運轉式電動機	69
故障的檢查和修理	80

第三章 推拒式電動機

構造	88
推拒起動、感應運轉電動機	89
推拒電動機	114
推拒式感應電動機	115

故障的檢查和修理	117
----------------	-----

第四章 多相電動機

三相電動機	128
二相電動機	165
多相電動機的重繞與重接	170
故障的檢查與修理	174

第五章 交流電動機的控制裝置

起動器	191
控制器	218
故障的檢查和修理	224

第六章 直流電樞線捲

小型電樞的典型線捲	228
疊繞式線捲	234
波繞式線捲	238
重繞步驟	243
故障的檢查和修理	250

第七章 直流電動機

構造	273
直流電動機的接法	276
磁場線圈的構造	277
直流電動機的接線法	283

改變直流電動機的旋轉方向	288
故障的檢查和修理	292

第八章 直流電動機的控制

人力控制器	317
自動控制器	340
故障的檢查和修理	356

第九章 通用電動機、單極電動機和風扇電動機

通用電動機	359
單極電動機	377
風扇電動機和它的速率控制方法	392

第十章 直流發電機、同步電動機和發電機、自動整步機、電動機的電子控制

直流發電機	389
自動整步機	406
電動機的電子控制	408

附錄

第一章 分相電動機

電動機的主要部份

分相電動機是一種分數匹馬力(或稱零散馬力)的交流電動機,常見用於洗衣機、油爐及小型泵等器械。這種電動機共有四個主要部份,就是:(1)轉子,即電動機的轉動部分;(2)定子,即電動機的靜止部分;(3)端蓋或支架,就是由螺絲或螺栓裝在電動機機殼上的二個端罩;(4)離心開關,位於電動機的機殼裏面。分相電動機的外表形狀大致可見圖1.1。這類電動機往往用單相的照明或電力電路作為它的電源。

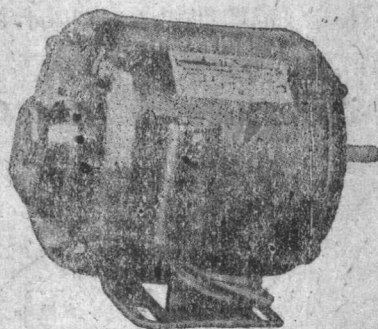


圖1.1 分相電動機

轉子 轉子,見圖(1.2),又包括了三種主要的機構。一是鐵芯,由高級電機用矽鋼片所構成,因此又可稱為疊片。其次是轉軸,鐵芯疊片即裝在軸的上面。第三是鼠籠形線捲,是由很粗的銅桿放在鐵芯槽內組成,它的二端另外再用寬闊的銅圈把它們互相鉗在一起。有很多電動機的轉子線捲是用鋁以模鑄法鑄成整個的。圖1.2即為其中一例。

定子 分相電動機的定子,有一個沖了許多槽口的疊片鐵芯,用壓力把它裝在一個很結實的鑄鐵或鋼料製成的座架上。線槽內放了二組

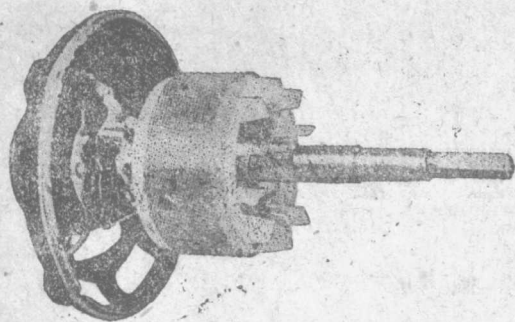


圖1.2 分相電動機轉子



圖1.3 裝在機壳內分相電動機的定子線捲

用絕緣銅線所繞成的線捲，即所謂起動線捲和運轉線捲。圖1.3就是這種定子的照片，圖1.4則表示它裏面二種線捲的結構方式。剛起動的時候，二個線捲都一齊接入了電源，待電動機的速度達到了某一預定程度時，起動線捲才由藏在電動機內離心開關的作用，自動地脫離了電源。

端蓋(端罩或支架) 圖1.5和1.7就是電動機前後二個端蓋的照

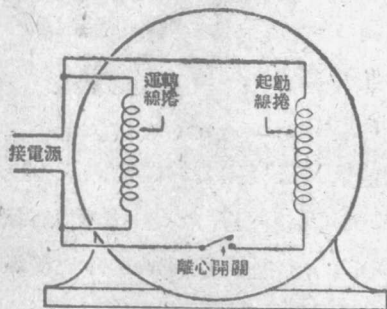


圖1.4 二組線捲及離心開關在電動機正常運轉時電路結構方式



圖1.5 交流分數匹馬力電動機端蓋之一部

片，用螺絲或螺栓把它們裝在定子的座架上。它主要的作用便是使轉子能夠保持一定的位置。承轉軸的端蓋孔中又裝了鋼珠軸承或套筒軸承。這樣不但可以負擔了整個轉子的重量，而且使轉子能夠很正確的放

入定子圓心內，不讓轉子有擦損定子的機會。

離心開關 離心開關位於電動機的端蓋裏面。它主要的作用是使起動線捲在電動機起動不久，達到了某一預定速度時，自動擺脫電源。其中最普通的一種又包括了靜止的和旋轉的二個部份。靜止的部份（圖1.6）係裝在前端蓋上面，共有二個觸頭，它的作用相似於一個單相單投開關。旋轉的部份，見圖1.7，位於轉軸上。

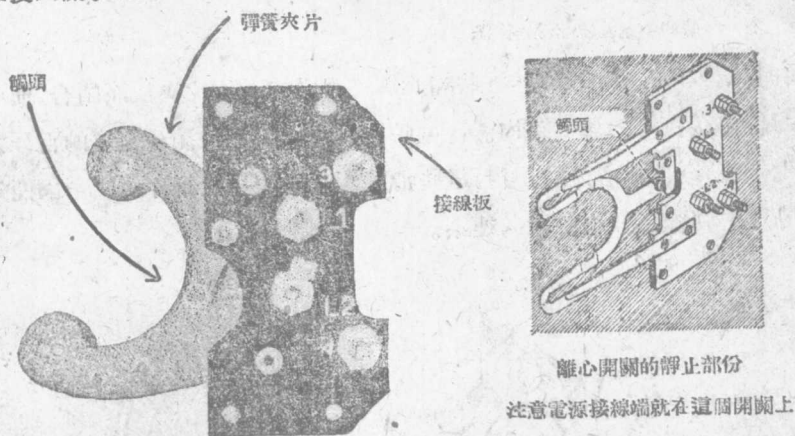


圖1.6 圖示同一類型離心開關靜止部份的二種不同式樣，開關是由U形夾片裝在接線板上而成。

離心開關的作用可以解釋如下：從圖1.8知道電動機在停頓期間，開關的靜止部份上兩個觸頭因為旋轉部份的壓制而閉合。俟電動機的速度達到了滿載速度百分之七十五時，旋轉部份加於觸頭上的壓力，便因離心作用而消失。開關的接觸部份便自動斷開，使起動線捲脫離了電源。

另外有一種離心開關，目前使用的已很多。它的靜止部份是由二半圓形的銅片所組成的。這兩個銅片一起裝在前端蓋內，中間用絕緣材料隔開。旋轉部份包括三個指形銅片，起動前夾在靜止部份的周圍。

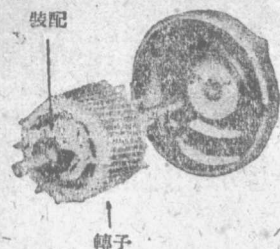
離心機件
裝配

圖1.7 離心開關旋轉部份的結構

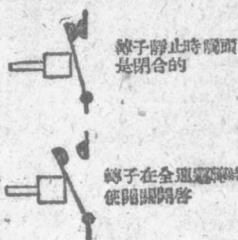
由於離心力的作用使
旋轉部份脫離觸頭轉子在全速運轉時
使開關開啓

圖1.8 離心開關作用程序

詳見圖1.9。在起動時，這些靜止銅片因受旋轉銅片夾住而閉合，使起動線捲接在電動機電路內。待電動機轉速快要進入滿載速度的百分之七十五時，由離心力的作用，這些指狀銅片便和靜止銅片離開，因而切斷了起動線捲和電源間的連系。

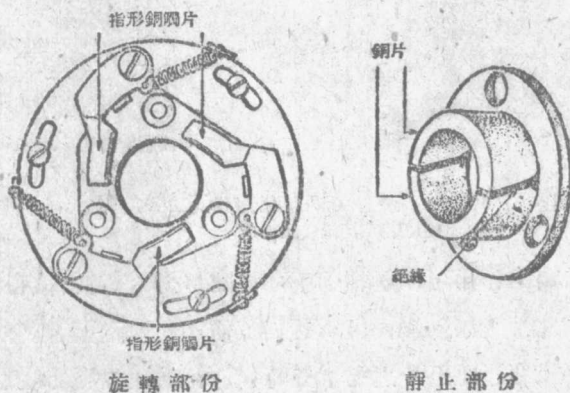


圖1.9 離心開關的旋轉部份靜止部份

分相電動機的運轉

一個分相電動機祇少得有三種線捲，都是使電動機運轉所不能缺少的。轉子上的一個線捲稱為鼠籠線捲；而另外二種繞在定子鐵芯上

的線捲各稱為起動線捲及運轉線捲，如圖1.10所示。

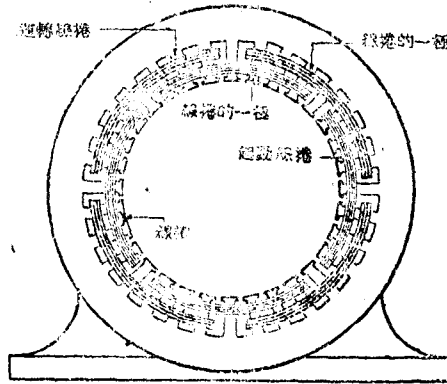


圖1.10 分相電動機的兩組線捲，注意每個線捲各包括四個部份即四個極

鼠籠線捲 鼠籠線捲實際上是由許多很粗的銅桿所構成的。每條都被嵌在鐵芯疊片的槽內；然後把它們的兩端再鋸在二個很寬闊的銅鑲上，完成一個電路系統。上面已經說過，這種桿條在大量生產時也有用模鑄法製成的，參閱圖1.7。

定子線捲 定子線捲包括（1）運轉線捲或主線捲，是用較粗的絕緣銅線所繞成，位於定子線槽的底部；（2）起動線捲或補助線捲是用較細的絕緣銅線所繞成，位於定子線槽的上部，即運轉線捲的上層。二個線捲接成並聯，使電動機起動時，二個線捲都接入電源，如圖1.11(a)。當轉速將近滿載速度百分之七十五時，離心開關即行開斷，使起動線捲與電源分離。於是電動機改由運轉線捲或主線捲單獨作用運轉。電動機一經起動，由於電流通過了主線捲及補助線捲的結果便產生了一個旋轉磁場。這一個旋轉磁場使轉子線捲內產生了感應電流。而感應電流又使轉子內產生了另外一個磁場。經這些磁場互相作用的結果，就使轉子轉動了起來。起動線捲在起動時的作用，就是在使電動機內產

生一個旋轉磁場。一旦電動機開始運轉正常以後，就不再需要這個線捲了。於是利用離心開關的作用把它擺脫。

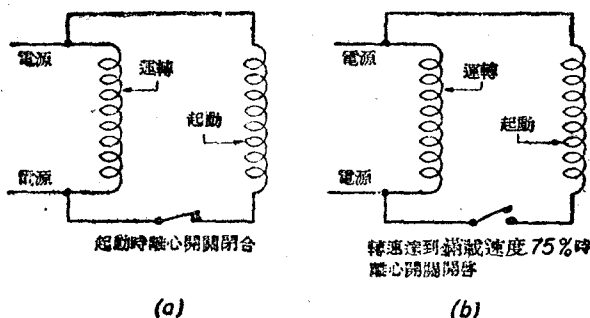


圖1-11 電動機電路因離心開關作用所引起的變化

分析電動機故障的步驟

當一個電動機不能正常運轉時，如要它回復原狀，必須按照一定的步驟去決定怎樣修理。就是說要做幾個有系統的試驗以發掘它的根源所在。經過了這些試驗，修理人員便能立刻告訴你究竟這個電動機是否祇需要小修理，如換一個新的軸承，換開關或接頭之類已經足夠了；還是部份或全部的線捲需要重繞。

分析步驟 要知道電動機需要怎樣修理，可依次按下列步驟去分析電動機故障的原因。

1. 檢查電動機機件方面的狀況，例如端蓋的破裂，轉軸的扭彎，接頭的燒毀和折斷等。

2. 檢查軸承的故障，設法將轉軸作上下搖動，如果覺得軸有些鬆動，就表示軸承已經損壞了。再用手把轉子轉動，這樣可以知道，轉子是否運轉靈活。如果軸的轉動並不很自如，那末軸承方面可能有問題

了。原因很可能是由於軸的彎曲或裝配得不好的緣故。不論它的根源是什麼，待電源接至該電動機時，就很可能會使熔絲爆斷。

3. 檢查電動機內部接線，是否有轉子鐵芯和定子鐵芯發生接觸的現象。此種試驗亦可稱為通地試驗。試驗的方法可利用一檢驗燈。

4. 如轉子能夠運轉靈活，再可將電動機開動。接入電源把開關閉上數秒鐘，要是電動機的內部有問題，便很可能使熔絲爆斷，線捲冒煙，旋轉緩慢，發噪聲或甚至一動也不動。此種現象往往表示線捲已經燒壞。遇到這種情形便須將端蓋拆開，小心檢查電動機內線捲的各部份。假如線捲被燒壞的情形很嚴重，那末單憑線捲的本身外表或嗅覺便可判斷出來了。

分相電動機線捲重繞方法

有了上述幾個試驗，即可知道線捲內部短路是否很嚴重，或是已被燒壞了。爲了整理之後重新再供使用起見，非得把線捲繞過不可，要繞線捲又非得把電動機拆開來不可。拆卸電動機之前，端蓋和座架上先用中心鉋打了適當的標記，免得將來裝配時發生錯誤。前端蓋及其相依的座架上做好一種標記，後端蓋和機座上又做好另外一種標記。俟標記做完，即可把電動機拆開加以修理了。

修補分相電動機受損線捲的方法，可照下列各步驟依次進行：(1) 記錄各項數據，(2) 拆去線捲，(3) 重新按置槽內絕緣，(4) 重繞，(5) 接線，(6) 試驗，(7) 烘焙浸漆。

記錄各項數據 記錄各項數據是上述幾項步驟內最重要的一種。舉凡舊線捲內所有的各種特殊有關資料都要摘錄，使在重繞時避免不必要的困難。在拆去定子線捲前，及拆除線捲時，隨時留意把種種資料記載下來。首先將線捲拆去前所能得到的各項數據記下，其餘則在拆除

時隨時筆錄。有關起動線捲及運轉線捲應記的各項，計有(1)電動機名牌上的各項說明，(2)極數，(3)圈距(即每一個線圈所跨之槽數)，(4)每一個線圈內的匝數，(5)各個線捲所採用導線線徑的大小，(6)接法(串聯或並聯)，(7)各個線捲相互間的距離，(8)線捲繞法(手繞、模繞或束繞Skein Winding)，(9)槽內絕緣之種類及尺度。

上列各項資料的記載方法務使修理者在重繞電動機時，不會因舊有資料之不完整而徒費許多寶貴的時間。爲了說明便利起見，假定有一個32槽、4極電動機需要重繞，則修理工人可以按下面的方法，逐步去獲得各項必要的數據。

將電動機名牌上所有的各項記載先抄了下來，記錄表格的方式可仿照圖1.15a。名牌上的記載是很重要的，因爲修理者一望便可知道，它是屬於那一家之出品，馬力、使用電壓及滿載速度是多少。此外它也同時標明了它是屬於交流的還是直流的；滿載電流、型式、出品編號等。又因爲有時須向製造廠商訂購零件，因此也應該把出品編號一併記下以供查攷。

圖1.10表示一個32槽、4極分相電動機的定子，由一端望過去的情形。每個線捲包括了四個部份。這些部份即通常所稱的極或組。要決定電動機的極數，可以計算運轉線捲所包括的組數。如圖1.10中，運轉線捲有四個部份即表示電動機有4極，如果運轉線捲有六組，就表示一個具有6極的電動機。感應電動機的轉速全視極數而定，所以記錄正確的極數是非常要緊的。

一個2極電動機的轉速每分鐘約3000轉；4極的爲1500轉；6極的1000轉；8極的750轉。注意此種轉速僅適用於每秒50週的交流電源，如電源週率不同，則速度也就隨着不同。(例如用於每秒60週的交流電源上，則2極電動機的轉速約每分鐘3600轉；4極的爲1750轉；6極1200

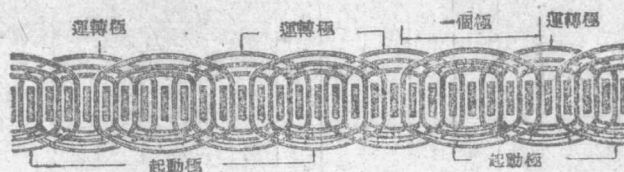


圖1.12 圖10定子線捲及線槽展平後情形，起動線捲位於二個運轉線捲的中間

分相電動機的情形一般均是如此。小心記錄運轉線捲和起動線捲相互間的關係和位置是很重要的，因為在電動機重繞之際，如把位置放錯，就很可能使電動機不能起動。事實上，不管電動機的極數是多少，運轉線捲與起動線捲中間，一般都相差 90 電位度 (Electric Degree)。可是在機械結構上和實際排列上，線捲間相差的角度各因極數不同而互異。例如一個 4 極電動機，在機械結構上的分隔是 45 度，6 極的是 30 度。

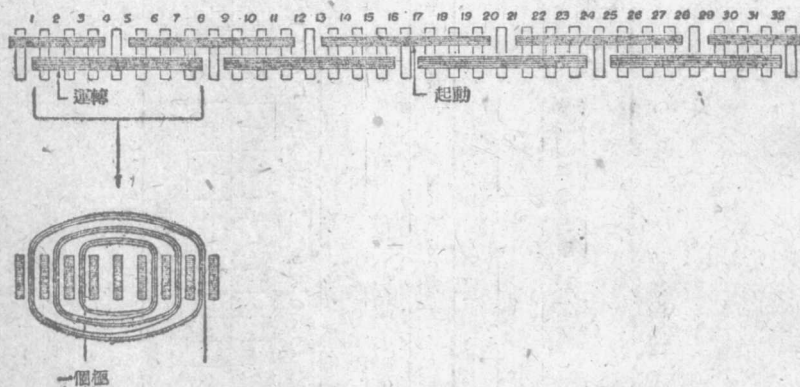


圖1.13 每極包括三個線圈，每圈中間隔開一槽或數槽

從圖1.13上，仔細觀察一下可以見到不論是起動或是運轉線捲，每極所屬的線捲中又可分為各別的三圈，每圈中間隔開一槽或數槽。各圈中間所隔的槽數，包括它本身所佔的兩槽即稱為該線圈的圈距，或跨距 (Span)。例如自 1 至 4；1 至 8；各因個別設計情形而不同，見圖1.14。每個線圈在槽的兩端又各伸出少許，這些伸出槽外的部份常稱之為端