



电报电动机的维护和修理

严可光編·人民邮电出版社出版

內 容 提 要

本書以敘述電報機上用的電動機為主，詳細敘述各種小型電動機的基本工作原理，使用和維護的方法，查找故障以及修理的程序和步驟等。

電 報 電 動 機 的 維 護 和 修 理

編 者： 嚴 可 光

出 版 者： 人 民 郵 電 出 版 社

北京東四六條13號

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八號)

印 刷 者： 北 京 印 刷 廠

發 行 者： 新 華 書 店

開本787×1092 1/32 1959年12月北京第一版

印張 3 8/32 頁數 52 1959年12月北京第一次印刷

印刷字數77,000字 印數1—2,000冊

統一書號：15045·總1102—有238

定價：(9) 0.42元

前 言

在技术革命的高潮中，越来越多的动力要依靠电动机来驱动。在邮电企业中使用电动机来作动力的设备也很普遍，尤其是现代的电报机使用数量很大，每部自动化的电报机都少不了电动机，所以对电动机的正确维修，保持电动机良好工作状态，就成为保持机器设备正常工作的一个不可缺少的环节。

通过这本书，希望能帮助一般工人同志及邮电企业的机务员们更好地了解所维护的各种小型电动机的性能、特点，系统地掌握对电动机的维修、检查和预防故障的方法。

这本书上所举的例子大多数是电报机用的电动机，因而适合于电报机务员阅读和参考。也适合于维修其它小型电动机的读者参考。读者对本书的意见，请寄北京东四六条13号人民邮电出版社有线电图书编辑室。

作 者

目 录

前 言

第一章 电动机的原理 1

第一节 直流电动机 1

1. 电动机是怎样轉动的
2. 电动机的构造
3. 电动机轉速稳定的过程
4. 直流电动机的种类
5. 轉速与磁場强弱的关系
6. 串激电动机可以用交流电推动的道理
7. 电樞反应
8. 换向器与炭刷間的火花
9. 改变电动机速度的方法
10. 电动机的功率与效率

第二节 交流感应电动机 20

1. 感应电动机的构造
2. 感应电动机是怎样旋轉的
3. 交流电怎样产生旋轉磁場
4. 单相感应电动机的磁場
5. 感应电动机的运轉性能

第三节 同步电动机 34

1. 轉子的轉速与旋轉磁場一样快
2. 同步电动机的定子磁場
3. 轉子的构造
4. 同步电动机的起动

第二章 电动机的维护 37

第一节 维护工作的基本任务 37

第二节 清洁维护 38

1. 经常的清洁维护

2. 大清洁

第三节 潤滑42

第四节 拆装电动机的方法42

1. 从机座上拆下电动机

2. 拆卸有换向器的电动机

3. 拆卸感应电动机

4. 安装有换向器的电动机

5. 装感应电动机

第五节 綫头的连接47

1. 并激直流电动机的綫头连接

2. 串激电动机的綫头连接

3. 单相感应电动机两组綫圈的连接

4. 单相感应电动机三组綫圈的连接

5. 三相感应电动机綫头的连接

第三章 电动机的修理50

第一节 电动机发生故障的一般情况50

第二节 电动机温度的升高54

1. 温度升高的测量

2. 温度太高的原因及防止的方法

第三节 电动机綫圈故障的查寻与修理57

1. 电樞綫圈故障的查寻与修理

2. 激磁綫圈故障的查寻与修理

3. 感应电动机定子綫圈故障的查寻与修理

第四节 换向器的修理66

1. 换向器表面的整修

2. 换向片間絕緣片的整修

第五节 刷握与炭刷的修理68

1. 炭刷的磨損与更换

2. 对炭刷的要求

3. 刷握的移动

第六节 轴承的修理70

1. 滾珠轴承

2. 滑动轴承

第七节 单相感应电动机不能起动的检查73

1. 电路

2. 电容器

3. 机械阻力

第八节 轉子与定子吸住的原因和修理方法74

第九节 轉子的导体連接不良的检修方法76

第四章 电动机綫圈的重繞76

第一节 电樞綫圈組与綫圈元件76

第二节 坏电樞重繞的步驟77

1. 拆去旧綫圈

2. 对原来电樞繞組的記錄

第三节 电樞綫圈組的繞制79

1. 模板繞制

2. 直接繞制

第四节 电樞綫圈組的絕緣81

1. 綫圈在綫槽中与鉄心的絕緣

2. 綫圈組在电樞两端面处与鉄心的絕緣

3. 綫圈組相互間的絕緣

第五节 电樞綫圈嵌入电樞槽中82

1. 上下边对称叠繞組

2. 单弦式叠繞組

3. 双弦式叠繞組

第六节 綫圈元件与換向片的連接87

1. 綫圈元件与換向片連接的方向

2. 綫圈元件与換向片連接的相对位置

3. 綫头的絕緣与焊接

4. 检查繞圈的电气性能

第七节 单相感应电动机定子繞圈的繞制89

1. 嵌入式繞組

2. 盘繞式繞組

3. 各极繞圈的連接

第八节 三相感应电动机的定子繞組93

1. 繞組的分配

2. 三相繞圈相头相尾的决定

第九节 繞組的浸漬95

1. 驅除潮气

2. 浸漬絕緣漆

3. 烤干絕緣漆

附录:

1. 銅繞数据

2. 电报电动机的数据

第一章 电动机的原理

第一节 直流电动机

在邮电企业中，广泛地采用直流电动机，因为直流电动机可在相当范围内改变速度，而且可用蓄电池供电，电源稳定可靠。近代大量应用的电传打字机，很多都采用交直流两用的电动机，这种电动机的原理与直流的一样，所以本书把它归并在直流电动机里来讲。

直流电动机接通电流以后为什么就能转起来呢？转动的力量和速度是怎样的？它有哪些零件？这一系列的问题，让我们逐步来研究。

1. 电动机是怎样转动的 我们从实验中知道，一根导线横放在磁场中，通过电流以后，就有力量产生，使导体运动。这个力的方向和磁场的方向、电流的方向具有一定的关系。

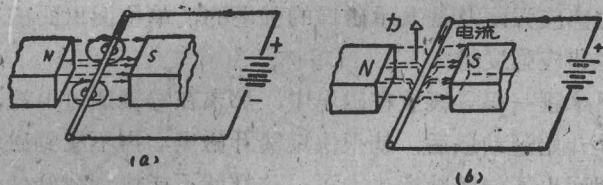


圖1—1 在磁场中的导线通过电流就产生力

这个力是怎么发生的呢？原来当导线通过电流后，导线周围就产生自己的磁场，如图1—1（a）所示。这磁场磁力线的方向是逆时针环绕着导线转的许多同心圆，同心圆的中心是导线。导线产生的磁场与外加的磁场互相作用，结果磁力线就变

成图1—1b的形状。导线上部主磁场的磁力线与导线产生的磁力线相对消，下部的磁力线相加，主磁场的磁力线就形成弯曲由导线下面通过。弯曲的磁力线总想恢复成直线，于是便有向上的力作用在导线上。

为了能方便地掌握这个关系，我们经常利用左手定则来确定导线受力的方向：伸出左手如图1—2的姿势，使手掌迎着磁力线放着，四指伸直表示导线中的电流方向，于是，和伸直四指呈90°的大拇指的方向，就是导线受到的力的方向。



图1—2 用左手定则确定导线受力的方向

从实验中也得到力的大小与磁场强弱，电流大小之间的关系。电流大，磁场强，力就大；电流小，磁场弱，力就小。同时力的大小也还和导线在磁场中的长度有关系，导线越长，力也越大，它们都是成正比的，这可以用公式来表示：

力 = 磁感应强度 × 电流 × 导线在磁场中的长度，

简写： $F = BIL$ ， (1)

这儿的磁感应强度 B 是表示磁场的强弱的，单位面积的磁力线越多，磁感应强度越大。

如果单让一根导线放在磁场中，那末在导线通过电流，产生力并且开始运动以后，就很快地离开磁场，再不受到磁场的作用，因而也不能继续产生力了，这样就不能达到我们使用的目的。在电动机中，是把导线绕成线圈的形状（见图1—3）放在磁场中，通电流以后，线圈的一边如果是电流向内，另一边一定向外，于是两边受到大小相同方向相反的力，这个力就使线圈转动起来。线圈中放有铁心，可以加强磁场。图中⊗表示电流在导线中是向里流进的，好像一把箭由后面看去只见到×

形。⊙表示电流是向外流出来的，好像我们从箭头端看去，只看到一个尖头·。圆圈表示是导线的截面。

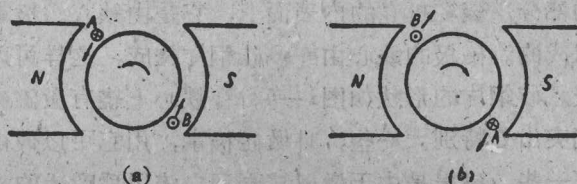


圖1—3 磁場對綫圈的作用

像圖1—3 (a) 的綫圈如果保持原来的电流方向，在它轉動半轉以後，如圖1—3 (b)，將會受到与原来轉動方向相反的力使它倒轉。所以这样的电动机还是不能連續轉動的。因此，人們想出了办法，把綫圈的两端連在两块銅塊上，并且用彈簧把炭刷(也称电刷)压靠在銅塊上，一个炭刷通以“+”电压，另一个炭刷通以“-”电压，如圖1—4 a。在这种情况下綫圈將依反时針方向轉動。轉了180°以后，如圖1—4 b所示，B銅塊接“+”，A銅塊接“-”，綫圈中的电流反了向。但是在磁場中导綫的电流方向却仍和以前一样，所以綫圈还繼續作反时針方向的轉動。于是我們就推想到，采用了上述这样一套裝置——換向器以后，就可以使直流电动机依照固定的方向連續地轉動了。

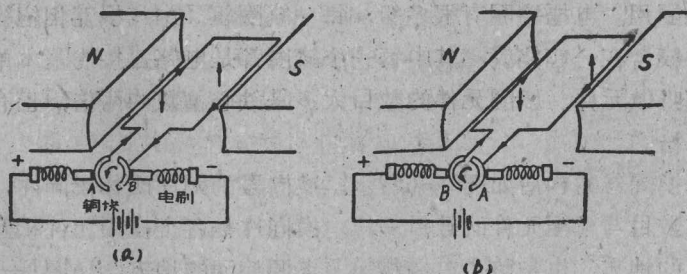


圖1—4 換向器的作用

2. 电动机的构造 直流电动机有两个主要部分：靜止部分和轉动部分。靜止部分包括机壳、軸承、刷握和磁极。磁极是最主要的部分，装在机壳的内表面上，它是由鉄心、极掌和激磁綫圈組成的。磁极的鉄心由許多硅鋼片叠成，这样可以减少渦流損失。矽鋼片的形状如图1—5。在鉄心上繞有激磁綫圈，鉄心前端突出处特別大一些，叫做磁极掌，用它可以使得磁場的面更寬一些。磁場是由于激磁綫圈通电流以后产生的，激磁綫圈一般总接成串联的，有的人也称它为激磁繞組。

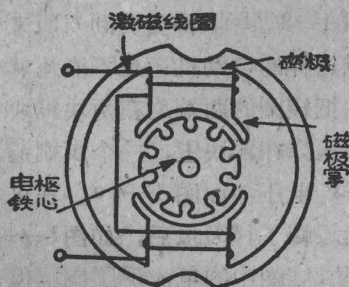


圖1—5 电动机的磁极和电枢鉄心

轉动部分主要是电樞，电樞可以分为三部分：鉄心和軸，綫圈，換向器。鉄心也是由硅鋼片叠成，周围有很多槽，供放置綫圈用。电樞綫圈有很多組，每一綫圈組又由几根互相絕緣的导綫合在一起繞成，其中每一个綫圈都是电路連接的基本单位，叫做元件。綫圈元件的数目大多是鉄心槽数的两倍，也有为三倍的。

換向器的构造如图1—6所示，換向器的銅片簡称換向片，它的数目与綫圈元件的数目一样。換向片是各个綫圈元件相互連接的地方，也是整个电樞繞組与电源接通的地方，如图1—7所示。

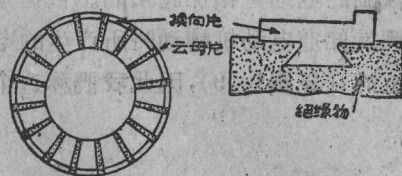


圖1—6 換向器的構造

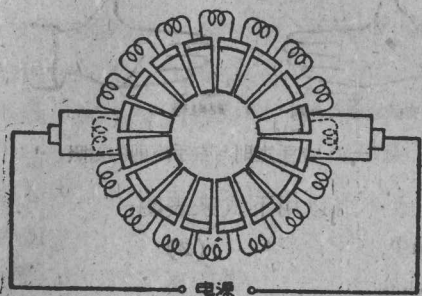


圖1—7 換向器与綫圈元件、外电源的连接电路圖

3. 电动机轉速穩定的过程 我們由实验知道，一根导綫在磁場中运动割切磁力綫时，导綫中就产生电动势。而且电动势的方向与磁場方向、导綫运动的方向有着固定的規律。我們經常用右手定則来确定它們之間的关系，如图1—8所示，伸开右手掌面向着磁力綫，拇指所指方向表示导綫运动的方向，那末伸开的四指所指的方向就是电动势的正(+)方向。右手定則是决定电势方向的，它常常容易与前面講的左手定則混淆。左手定則是决定产生力的方向的，这一点應該注意。



圖1—8 右手定則

单根导綫在磁場中运动就产生电动势。整个电动机的电樞綫圈在磁場中轉动时，当然也产生电动

势，它是由每匝线圈的电动势相加起来的。根据左手右手两个定则的对照，我们就知道电动机转动时所产生的电动势老是与电源的电压相对抗的（见图1—9），因此我们称这个电动势为电枢的反电动势。



圖1—9 左手定則与右手定則的对照

反电动势的大小可以用下式来表明：

$$e = kwn\Phi, \quad (2)$$

式中， e —反电动势，

k —常数， w —线圈总匝数，

n —转速， Φ —磁通，

这也就是说，线圈匝数越多，磁力线越多，转速越大，则产生的反电动势就越大。

反电动势对电枢电流有着决定性的影响，电枢电流在很大的程度上是受反电动势限制的。在电动机负载不变的条件下，反电动势控制着固定大小的电流，通过电枢。例如一个电报电动机的电枢电阻 $R_{\text{枢}} = 4\Omega$ ，电枢电压 $U_{\text{枢}} = 110$ 伏，满载时电枢电流 $I_{\text{枢}}$ 只有 0.4 安，这是由于有反电动势影响的结果。如果不考虑反

电动势，我们就会算出将有惊人的电枢电流 $I_{\text{枢}} = \frac{U_{\text{枢}}}{R_{\text{枢}}} = \frac{110}{4} =$

27.5 安，超出额定电流 60 多倍。电动机刚起动时是没有反电动势的，所以开始的瞬间电流相当大。对于小电动机，好在起动快

为时很短，还不为大害，如果是比较大的电动机就需要串联电阻来起动了。经常的电枢电流应该考虑到反电势的影响：

$$I_{\text{枢}} = \frac{U_{\text{枢}} - e}{R_{\text{枢}}}, \quad (3)$$

$$0.4 = \frac{110 - e}{4}, \quad \therefore e = 108.4 \text{ 伏}.$$

这个电动机的反电势有108.4伏那么大，仅比110伏小1.6伏。1.6伏是电枢电阻的电压降。从这个计算里可以看到，反电势对电枢电流限制的重大作用。

负载对电动机的电流也有影响，负载增加，电动机就需要增加转动的力量才能继续运转。电动机的转动力量受哪些因素影响呢？可以用下面的公式来说明：

$$M = K\Phi I, \quad (4)$$

式中 M —转动的力量又称转矩，

Φ —磁通，

I —电枢电流，

K —常数，对于同一电动机它的数值不变。

这就是说，电动机的转矩与电枢的电流和磁通的多少成正比。

从这个公式中我们就能看出，力量加大，电枢电流一定要跟着加大。我们也可以看出，磁场强，磁通多也会增加转动力量。

电动机为什么转到一定速度，就不继续加快呢？这是由于电枢的反电势起了决定作用。反电势一定要比外加电压小一点，才能有一定的电流通进电枢，以保持转动的力量。速度太快时，反电势就增加（参见公式（2）（3）（4）），电枢电流将减小，于是转动力量也将减小，而当转动力量小于外加的负荷时，电动机一定减慢下来。

当速度低于正常速度时，反电势减小，电枢电流就加大，于是转动力量又增加，当转动力量大于外加的负载时，电动机又会快起来。这样，如果磁场强度不变，电源电压不变，负载不变，电动机就可以稳定地保持一个固定的速度而转动。不过，因为前面三个条件常有些变更，所以，转速常在一定范围内有些变动。

4. 直流电动机的种类 直流电动机常以它的电枢与激磁线圈之间的连接情况来分类，共有三种，见图1—10。

1) 并激电动机。激磁线圈与电枢并联，磁场稳定，有比较稳定的速度。新兴电报机、克利特发报机等电动机是属于这一类型的。

2) 串激电动机。激磁线圈与电枢串联，磁场随着负载的改变也改变。负载大，电流跟着大起来，于是磁场也强。所以，它的速度变化很大。当负载很小时，速度可到达惊人的程度，甚至于因离心力太大而使电枢线圈散开。它的起动力量比同等的并激电动机为大，并且还能用交流电驱动，这是它的最大的优点。现在，我们应用的各种电传打字电报机的电动机都采用串激的方式。

3) 复激电动机。激磁线圈有两组，一组与电枢串联，一组与电枢并联。它又可以分为两种：(a) 顺接，两个激磁线圈激磁的方向相同，就是说，它们的磁势是相加的。这样可以加强起动的转矩，它既有串联的起动力，又有并联的速度稳定性。波满发报机的电动机就是这种类型的。(b) 反接，两个激磁线圈激磁的方向相反，磁势相减。并联线圈的强，串联线圈的弱。它可以获得更稳定的速度，但是起动力量小是它的主要缺点。

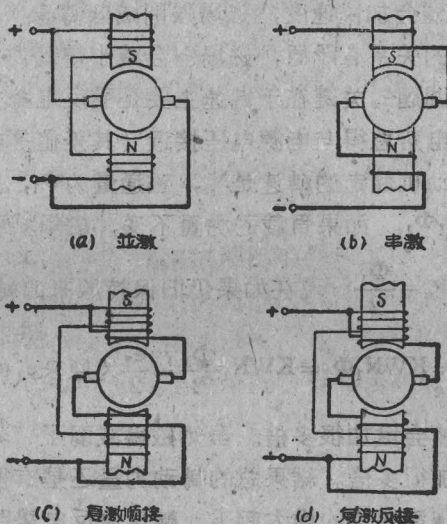


圖 1—10 各種電動機的電路联接

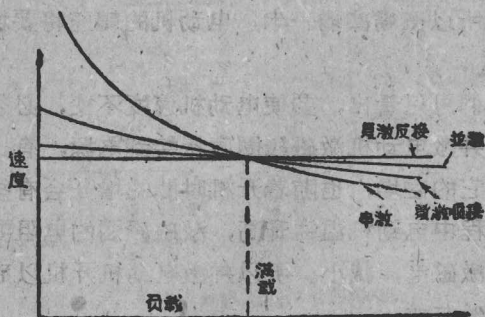


圖 1—11 各種電動機的速度與負載的關係

各種電動機的速度與負載的關係見圖 1—11，這兒我們假設電源電壓不變，各種電動機滿載時有着相同的速度。從圖中我們看到串激電動機在負載小時，速度將達到極大的數值。

5. 轉速與磁場強弱的關係 磁場強弱對轉速的影響是很

大的，磁場弱會加快速度，磁場強則減低轉速。初看起來好像與轉動力量的關係有矛盾，磁場弱會減小轉動力量，怎么能加快速度呢？問題的關鍵在於轉速主要是受反電勢決定的。一個電動機的反電勢總得與電源電壓接近（其差值是電樞電阻的電壓降），設電動機額定的轉速是 N_1 ，磁通量為 Φ_1 ，反電勢為 e_1 ，則 $e_1 = KWN_1\Phi_1$ 。如果負載的力量不變，磁場減弱了 $\frac{1}{2}$ ，減弱

以後的磁通 $\Phi_2 = \frac{\Phi_1}{2}$ 。現在如果仍舊保持原來的轉速 N_1 ，則新

的反電勢 $e_2 = KWN_1\Phi_2 = KWN_1\frac{\Phi_1}{2} = \frac{e_1}{2}$ 為原來 e_1 的一半，這樣

電樞電流當然會增加很多倍。雖然磁場減弱了一半，但是電樞電流却要增加很多倍。結果總的轉動力量還是有很大的增加，使電動機的轉速很快的增大起來。轉速快反電勢跟着增高，直到最後的反電勢 e_2 重新與電源電壓相接近，電動機才穩定在新的轉速上，所以磁場減弱一半，電動機的轉速將要增加近乎一倍。

現在我們可以看出，要使電動機速度不變，必須要使磁場強度固定。並激電動機激磁繞圈直接接到電源，有比較穩定的磁場。但是它的磁場，也隨着開機時間的增長會有些減弱，因為在運轉過程中電動機溫度升高，激磁繞圈的電阻要增加10%左右，致使激磁電流減小。所以並激電動機開機以後，轉速會逐步增加10%左右。

從這裡我們也會了解到串激電動機的速度會變化很大的原因了，因為在負載小時，電動機轉速就要加快，因之反電勢增大，電流也就小下來。電流減小使磁場減弱，速度將更加加快。如果沒有負載，需要的電流很小時，磁場將減到很弱，速度便會極快了。