

电动机修理

上海人民教育出版社

毛主席语录

勤俭办工厂，勤俭办商店，勤俭办一切国营事业和合作事业，勤俭办一切其他事业，什么事情都应当执行勤俭的原则。这就是节约的原则，节约是社会主义经济的基本原则之一。中国是一个大国，但是现在还很穷，要使中国富起来，需要几十年时间。几十年以后也需要执行勤俭的原则，但是特别要提倡勤俭，特别要注意节约的，是在目前这几十年内，是在目前这几个五年计划的时期内。

出版说明

当前,在无产阶级文化大革命的强有力的推动下,为了适应工农业生产大跃进的形势和广大电工、艺徒同志的需要,我们除积极组织出版新书外,同时还选择部分过去出版尚有一定参考价值的图书重印,以应急需。为此,我们根据上海科学技术出版社1968年印刷的版本重印此书。这是一本介绍各种交、直流电动机修理的经过多次修订的翻译读物,内容通俗,附有大量插图。此次重印,对其中部分内容陈旧,与书名不太切合的“交流电动机的控制装置”和“直流电动机的控制装置”两章删除,并选入一些常用的有关电机修理的具体资料,作为附录,以供参考。由于条件和时间的限制,本书虽作了修改,缺点和谬误仍可能存在,欢迎广大革命群众提出批评。

上海人民出版社

1970年7月

目 录

第 1 章 分相电动机	1
电动机的主要部分	1
分相电动机的运转	4
分析电动机故障的步骤	5
分相电动机绕组的重绕方法	6
改变分相电动机旋转方向的方法	22
双速分相电动机	23
故障的检查和修理	27
第 2 章 电容电动机	41
电容器	41
电容起动电动机	43
电容起动和电容运转电动机	57
故障的检查和修理	66
第 3 章 三相电动机	72
三相电动机	72
三相电动机的重绕与重接	104
故障的检查和修理	107
第 4 章 直流电枢绕组	119
小型电枢的典型绕组	120
迭绕式绕组	125
波绕式绕组	130
重绕步骤	134
故障的检查和修理	139
第 5 章 直流电动机	159
构造	159
直流电动机的接法	162
磁场线圈的构造	162
直流电动机的接法	168

改变直流电动机的旋转方向	173
故障的检查和修理	177
第 6 章 交直流二用(串激整流子)电动机、罩极电动机和风扇电动机	195
交直流二用(串激整流子)电动机	195
罩极电动机	210
风扇电动机和它的转速控制方法	214
第 7 章 直流发电机、同步电动机和发电机、整角机	220
直流发电机	220
同步电动机和发电机	227
整角机	233
附 录	236

分相电动机

电动机的主要部分

分相电动机是一种分数马力的交流电动机，常用于各种小型电器如小型泵等器械中。这种电动机共有四个主要部分：(1)转子，即电动机的转动部分；(2)定子，即电动机的静止部分；(3)端盖，就是用螺钉或螺栓安装在电动机机座上的两个端罩；(4)离心开关，位于电动机的机壳里面。分相电动机的外形可见图 1.1。这类电动机往往接在单相照明或电力电路中取得电源。

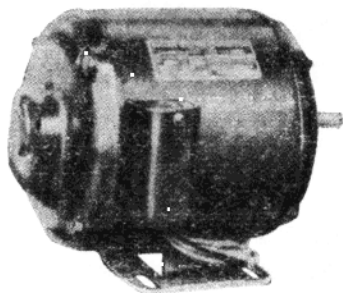


图 1.1 分相电动机

转子 转子见图 1.2，它包括三种主要的机件。一是铁芯，由电机用高级硅钢片所构成，因此又可称为迭片铁芯。其次是转轴，迭片铁心即装在轴的上面。第三是鼠

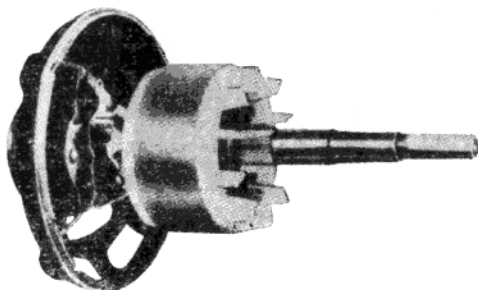


图 1.2 分相电动机转子

笼形绕组，是由很粗的铜条放在铁芯的槽内组成，各铜条的二端用宽阔的铜圈互相焊在一起。大多数电动机的转子绕组是用铝以模铸法整个铸成的。图 1.2 即为其中一例。

定子 分相电动

机的定子,有一个冲了许多槽口的迭片铁芯,用压力把它装在一个很结实的铸铁或钢料制成的机座里。槽内放了用绝缘铜线所绕成的二组绕组,即所谓起动绕组和运转绕组。图 1.3 就是这种定子的照片,图 1.4 则表示它里面的二种绕组图示形式。刚起动的时候,二个绕组都一起接入了电源,待电动机的速度达到了某一预定程度时,起动绕组才由装在电动机内离心开关的作用,自动地与电源脱离。

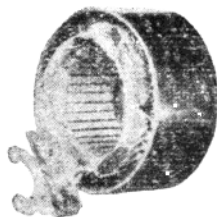


图 1.3 装在机壳内的分相电动机定子绕组

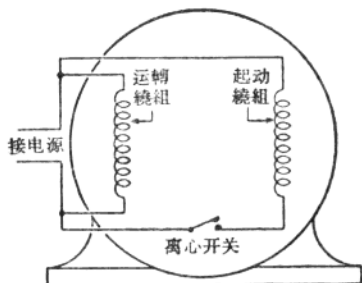


图 1.4 二组绕组及离心开关在电动机正常运转时的线路图

端盖(端罩或盖子) 图 1.5 和图 1.7 就是电动机前后二个端盖的照片,用螺钉或螺栓把它们装在定子的机座上。它的主要作用便是使转子能够保持一定的位置。承载转轴的端盖孔中又装了钢珠轴承或套筒轴承。这样不但可以负担整个转子的重量,而且使转子能够很正确的放入定子圆腔内,不让转子有擦损定子的可能。

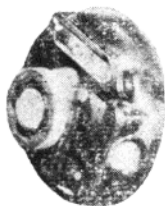


图 1.5 交流数马力电动机端盖之一部

离心开关 离心开关位于电动机端盖的里面,它的主要作用是使起动绕组在电动机起动不久,达到了某一预定转速时,自动摆脱电源。最普通的离心开关包括了静止的和旋转的二个部分。静止的部分(图 1.6)是装在前端盖上面,共有二个触头,它的作用相似于一个单刀单投开关。旋转的部分,见图 1.7,位于转轴上。

离心开关的作用可以解释如下:从图 1.8 知道电动机在停止期间,开关的静止部分上两个触头因为旋转部分的压力而闭合。俟电动机的转速达到了满载速度 75% 时,旋转部分加于触头上的压力,便因离心作用而

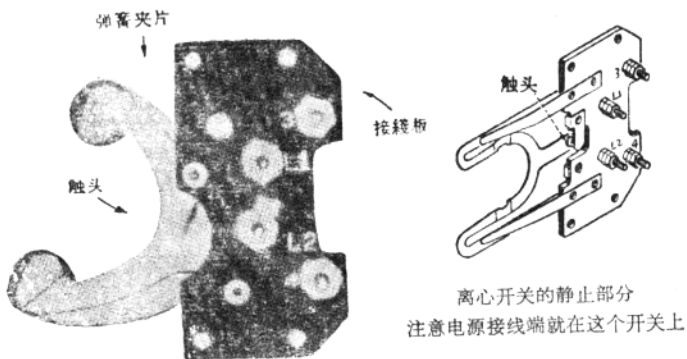


图 1.6 同一类型离心开关静止部分的二种不同式样,开关是由 U 形夹片装在接线板上而成

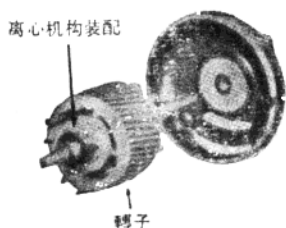


图 1.7 离心开关旋转部分的结构

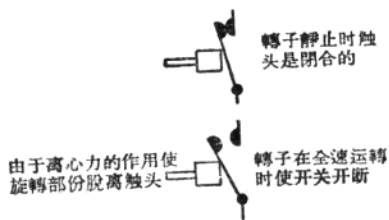
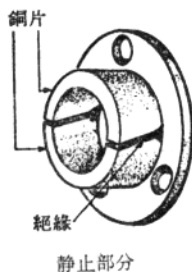


图 1.8 离心开关作用程序



图 1.9 离心开关的旋转部分和静止部分



消失。开关的接触部分便自动开断，使起动绕组脱离电源。

另外有一种离心开关，目前使用也很多。它的静止部分是由二半圆形的铜片组成。这两个铜片一起装在前端盖内，中间用绝缘材料隔开。旋转部分包括三个指形铜片，起动前夹在静止部分的周围(参见图 1.9)。在起动时，这些静止铜片因受旋转铜片夹住而闭合，使起动绕组接在电动机电路内。待电动机转速快要达到满载转速的 75% 时，由于离心力的作用，这些指形铜片便和静止铜片脱开，因而切断了起动绕组和电源间的连系。

分相电动机的运转

一台分相电动机至少得有三种绕组，都是使电动机运转所不能缺少的。转子上的一个绕组称为鼠笼绕组；而另外二种绕在定子铁芯上的绕组各称为起动绕组及运转绕组，如图 1.10 所示。

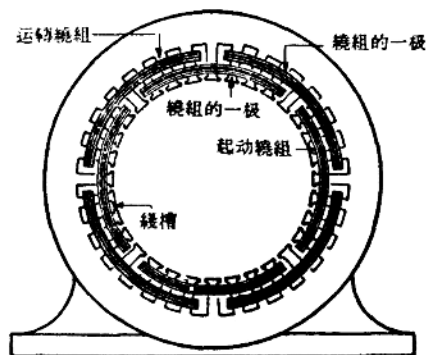


图 1.10 分相电动机的两组绕组

(注意每个绕组各包括四个部分即四个极)

鼠笼绕组 鼠笼绕组实际上是由许多很粗的铜条所构成的。每条都被嵌在铁芯迭片的槽内；然后把它们的两端再焊在二个很宽阔的铜环上，完成一个闭合的电路。上面已说过，这种绕组在大量生产时用铝由模铸法制成的，参阅图 1.7。

定子绕组 定子绕组包括(1)运转绕组或主绕组，是用较粗的绝缘铜线绕成，位于定子线槽的底部；(2)起动绕组或辅助绕组是用较细的绝缘铜线绕成，位于定子线槽的上部，即运转绕组的上层。二个绕组接成并联，使电动机起动时，二个绕组都接入电源，如图 1.11(a)。当转速将近满载转速 75% 时，离心开关开断，使起动绕组与电源分离。于是电动机改由运转绕组或主绕组单独作用而运转。电动机一经起动，由于电流通过了主绕组及辅助绕组的结果便产生了一个旋转磁场。这一个旋转磁场使转子绕组内产生了感应电流。而感应电流又使转子内产生了另外一个磁场。经这些磁场互相作

用的结果,就使转子转动了起来。起动绕组在起动时的作用,就是在使电动机内产生一个旋转磁场。一旦电动机开始运转正常以后,就不再需要这个绕组了。于是利用离心开关的作用把它摆脱。

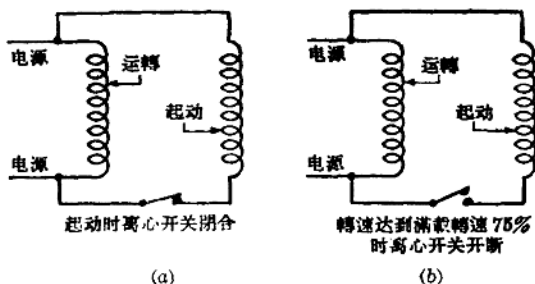


图 1.11 电动机电路因离心开关作用所引起的变化

分析电动机故障的步骤

当一台电动机不能正常运转时,如要它回复原状,必须按照一定的步骤研究怎样修理。就是说要有系统地做几个试验以寻找故障根源的所在。经过了这些试验,修理人员便能立刻确定这台电动机是否只需要小修理,如换一个新的轴承,换开关或触头就行了;还是部分或全部的绕组需要重绕。

分析步骤 要知道电动机需要怎样修理,可依次按下列步骤去分析电动机故障的原因。

1. 检查电动机机件方面的状况,例如端盖的破裂,转轴的扭弯,触头的烧毁和折断等。

2. 检查轴承的故障,设法将转轴作上下摇动,如果觉得轴有些松动,就表示轴承已经损坏了。再用手把转子转动,这样可以知道,转子是否运转灵活。如果轴的转动不正常,那末轴承方面可能有问题了。或者可能是由于轴的弯曲或装配得不好的缘故。这时候不论它的根源是什么,当电源接至该电动机时,就很可能使熔丝爆断。

3. 检查电动机内部接线,是否有线圈和转子及定子发生接触的现象。此种试验亦可称为通地试验。试验的方法可利用一检验灯。

4. 如转子能够运转灵活,可再将电动机开动。接入电源把开关闭上数秒钟,要是电动机的内部有问题,便很可能使熔丝爆断,绕组冒烟,旋转

缓慢，发噪声或甚至一动也不动。此种现象往往表示绕组已经烧坏。遇到这种情形便须将端盖拆开，小心检查电动机内绕组的各部分。假如绕组被烧坏的情形很严重，那末单凭绕组的本身外表或嗅觉便可判断出来了。

分相电动机绕组的重绕方法

有了上述几个试验，便可知道绕组内部短路是否很严重，或是已被烧坏了。为了在整理之后重新再供使用，非得把绕组重绕不可，要重绕绕组又非得把电动机拆开来不可。拆卸电动机之前，端盖和机座上先用中心铳打了适当的标记，免得将来装配时发生错误。前端盖及其相依的机座上做一种标记，后端盖和机座上再做另一种标记。俟标记做完，即可把电动机拆开加以修理了。

修理分相电动机受损绕组的方法，可照下列各步骤依次进行：(1)记录各项数据；(2)拆去绕组；(3)重新安置槽绝缘；(4)重绕；(5)连线；(6)试验；(7)烘焙浸漆。

记录各项数据 记录各项数据是上述几项步骤中最重要的一个。旧绕组内所有的各种特殊有关资料都要摘录，使在重绕时避免不必要的困难。在拆去定子绕组前，及拆除绕组时，随时留意把种种资料记载下来。首先将绕组拆去前所能得到的各项数据记下，其余则在拆除时随时笔录。起动绕组及运转绕组方面应记录的各项项目，计有(1)电动机铭牌上的各项说明，(2)极数，(3)节距(即每一个线圈所跨之槽数)，(4)每一个线圈内的匝数，(5)各个绕组所采用导线线径的大小，(6)接法(串联或并联)，(7)各个绕组相互间的距离，(8)绕组绕法(手绕、模绕或束绕)，(9)槽绝缘的种类及尺寸。

上列各项资料的记载方法务使修理者在重绕电动机时，不致因原有资料不完整而浪费时间。为了说明便利起见，假定有一个32槽、4极电动机需要重绕，则修理工人可以按下面的方法，依次去获得各项必要的数据。

将电动机铭牌上所有的各项目先抄下来，记录方式可参见下面记录单。铭牌上的记载是很重要的，因为修理者一望便可知道，它是属于那一种型号，输出、使用电压、满载电流及满载转速各是多少。此外它也同时标明了它是属于交流的还是直流的。又因为便于向制造厂订购配件，因此也应该把产品编号一并记下以供查考。

图 1.10 表示一个 32 槽、4 极分相电动机的定子由一端望过去的情形。每个绕组包括了四个部分。这些部分即通常所称的极或组。要决定电动机的极数，可以计算运转绕组所包括的组数。如图 1.10 中，运转绕组有四个部分即表示电动机有 4 极，如果运转绕组有六组，就表示一个具有 6 极的电动机。感应电动机的转速完全按照极数而定，所以记录正确的极数是非常要紧的。

一个 2 极电动机的转速为每分钟 3000 转；4 极的为 1500 转；6 极的 1000 转；8 极的 750 转。注意此种转速仅适用于每秒 50 周的交流电源，如电源周率不同，则转速也就随着不同（例如用于每秒 60 周的交流电源上，则 2 极电动机的转速为每分钟 3600 转；4 极的为 1800 转；6 极 1200 转；8 极 900 转）。

如果将整个绕组，沿某一槽切开后作平面展开，绕组的型式便成为图 1.12 的情况。请注意图内起动绕组和运转绕组相互位置的关系。起动绕组是迭在二个运转绕组的中间。不论电动机的极数或槽数是多少，分相电动机的情形一般均是如此。正确记录运转绕组和起动绕组相互间的关系和位置是很重要的，因为在重绕电动机时，如把位置放错，就很可能使电动机不能起动。事实上，不管电动机的极数是多少，运转绕组与起动绕组中间，一般都相差 90° 电位度，但这不是空间的角度。可是在机械结构上和实际排列上，绕组间相差的角度因极数不同而异。例如一个 4 极电动机，在机械结构上的分隔是 45° ，6 极的是 30° 。

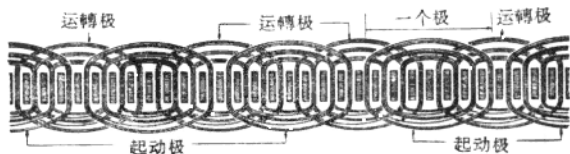


图 1.12 图 1.10 定子绕组及线槽展开后情形，起动绕组位于二个运转绕组的中间

从图 1.13 上，仔细观察一下可以见到不论是起动绕组或是运转绕组，每极所属的绕组中又可分为各别的三圈，每圈中间隔开一槽或数槽。各圈中间所隔的槽数，包括它本身所占的两槽即称为该绕组的节距，或称跨距。例如自 1 至 4；1 至 8，各因个别设计情形而不同，见图 1.14。每个线圈在槽的两端又各伸出少许，这些伸出槽外的部分常称为端部，端部的

长度亦应记下。注意在新绕时不能超过原有的长度，以免端盖压在线圈上增加通地和短路的机会。

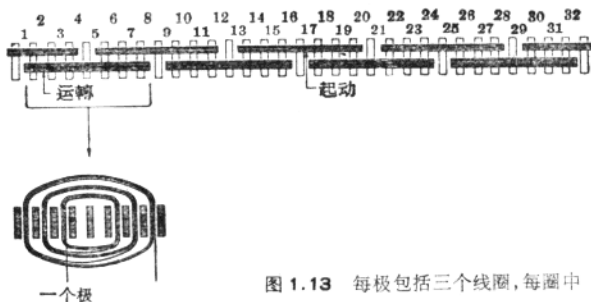
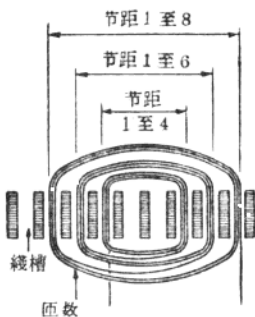


图 1.13 每极包括三个线圈，每圈中间隔开一槽或数槽



	节距
内线圈	1 至 4
中线圈	1 至 6
外线圈	1 至 8

图 1.14 一极内三个线圈的节距或跨距

第二步手续便是将上面所得到的有关绕组部位及节距等各项资料记录下来。记录的方法可将所有的槽及绕组仿照图 1.15 的方式画下来。用了这个方法，节距的记载便只要在相当的各槽间画上两条曲线就行了。每条曲线即代表了各该极内的一个线圈。要详细记录各项资料可参照前一页的记录单方式进行。

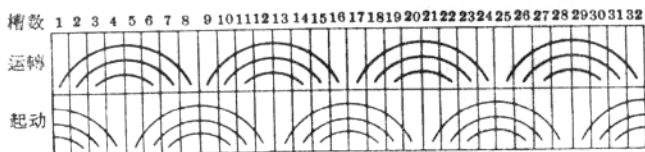


图 1.15 记录一个 32 槽、4 极电动机线圈节距的方法(每个线圈的匝数，如属需要时，亦可一并记入)

各个电动机不一定都有 32 槽；分相电动机也有 36 槽的，也有 24 槽的，各不相同。图 1.16 表示 36 槽、4 极电动机的记录方式；而图 1.17 则是 24 槽 4 极电动机的记录方式。另有不能遗忘的一点便是电动机起动绕组和机座间的相对关系。有很多电动机的主绕组中心线可以根据它的槽口大小的位置而确定，在重绕时便可以很容易地决定各极的位置。不过，遇到电动机的槽没有大小区别时，可用中心线在相当于极的中心线的一槽上预先留好明晰标记，以免遗忘。

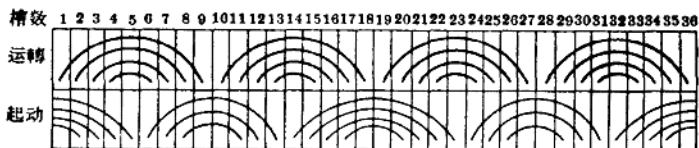


图 1.16 36 槽、4 极电动机节距记录(起动绕组各极并不一致,其中一种分成 4 圈,另一种仅有 3 圈)

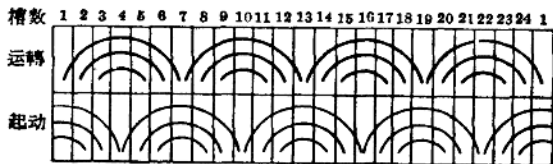


图 1.17 24 槽、4 极电动机节距记录(相邻两板的最外层一圈,系放在同一槽内)

接着要记的是相邻二极间的线路接法。各种线路的型式及记录方法将在后面说明。然后再要记录的便是每一绕组内所有的匝数，以及导线的线径大小。线径大小可用线规或分厘卡测定之。这项资料可待绕组拆去以后再行。

假如电动机内只有上面一层绕组(亦即起动绕组)烧坏了，那只要记录该线圈的资料并加以修换便够了。

定子绕组拆法 如果只须掉换起动绕组，可拿线圈的一端较断，然后再朝另外一端方向一抽，便很容易地把线圈拆去了。有时也可以先将压在上面的槽楔拿去，再把线圈逐一从槽内取出来(有时拆下来的铜线尚可移作别的用途，故前法较为浪费，后者较为经济——译者注)。除去槽楔的方法，可以利用一条废锯条，照图 1.18 方法，先把锯条 1 用榔头 2 轻轻

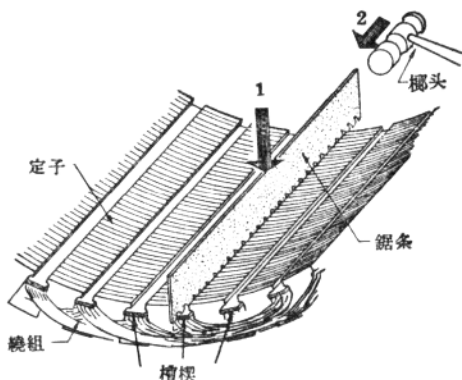


图 1.18 将锯条敲入槽楔法

地把锯齿钉在槽楔上，然后再顺着锯条齿尖的方向一敲，槽楔便很快地出来了。

如果整个定子绕组均须拆去，有的地方为了节省人工，就将要修的电动机放入特制的烘炉内去烧，或用很大电流通入线圈内，使绕组四周绝缘漆软化；因为这些散布在线圈旁的绝缘漆往往都是多而且硬的，如果不先将它烧去，要拆绕组便得化很大的力气。但一般地方很少有此种大电流设备，主要的还是用人工将槽内铜线用前述方法取出。

拆除绕组时可以任意选择从各极上拆下来的一个或一个以上的线圈，数一数它里面的匝数。同时把它记在用曲线所表示的节距记录表上。又把主绕组与辅助绕组所用的铜线大小及绝缘种类等亦分别记下。例如用单层纱包的 18 号漆包线，可以记作“18 号单纱漆包”。近来大都采用高强度聚乙烯醇缩醛或聚酯漆包线。这种铜线的绝缘性能较为良好，因此槽的填充系数很高。在记载这类铜线时可写作“18 号高强度”。

将绕组拆去后，槽内的绝缘亦须一并刮去。若绝缘已被烧焦，则清洁工作较为容易，因为导线从槽内拿出来的时候，它就会自动地脱下来。如遇到绝缘材料粘在槽壁上不易落下来，则可用小刀或其他较锋利的器具把它刮下来。按一般情形，待导线和绝缘材料都除去后，就设法把剩在槽内的污垢、粒屑或其它附在定子铁芯上的各种杂物去掉。最好利用压缩空气吹一下。但此种设备尚不普遍，不易做到，则可改用手揪皮风箱（俗称皮老虎）或吹风机吹清，也可拿有柄刷子仔细擦清，只是效率方面差一

些罢了。如有压缩空气,当然更好,因为经过压缩后的空气从很小的喷嘴中喷出来时,便能很彻底、很有效地把定子上剩余粒屑一下子吹去。假如定子显得很油腻,则可放入化学溶剂内去洗一洗,这种溶剂以不易着火的比较妥当一些。

槽内绝缘 上列各项手续完毕,电动机的定子部分可说是已经被拆卸干净了。接着可以开始准备重绕工作。未将线圈放入槽内之前,槽内必须先放好某种绝缘,使导线不能碰到铁芯的任何一个部分。可供采用的绝缘材料种类很多。比较普通的可用(1)青壳纸,是用纤维制成,在弯曲时不易损坏破裂;(2)黄蜡布或黄蜡绸,是一种防油防潮的绝缘材料,它的绝缘性能很好;(3)用上述二种的共同组合。目前,Ⅺ级绝缘的电动机要用聚酯薄膜或聚酯薄膜青壳纸。重绕时所用材料的种类形状,以及尺寸大小都力求和原来的一样,如条件不许可时,应妥为考虑代替的绝缘材料性能是否与原来的相当,以免发生意外弊端。

绝缘材料的长度(见图 1.19)大致可照定子槽的全长再加上 5~6 毫

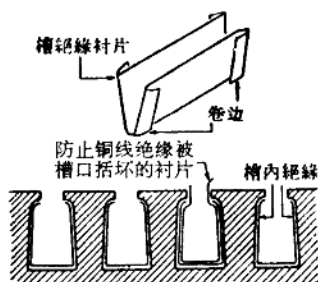


图 1.19 绝缘衬片及置入线槽后的情形

米;截下来之后再折成与定子槽相同的型式。很多绕线者及制造者常常如图中所示把它的二端稍为折转,这样可以防止绝缘体沿槽内滑动;因为这样滑动的结果很可能造成绕组与铁芯连通。一般分马力电动机所采用的青壳纸约为 0.4 毫米厚薄,比较适合于定子槽内绝缘之用;黄蜡布约为 0.2 毫米厚,可用来衬入起动绕组及运转绕组之间。图 1.19 也表明了怎样利用一层较槽

口略高的绝缘衬片,以便铜线嵌入槽内时不会被槽口刮坏。这层衬片可待线圈放入之后把它抽去,或者也可留在槽内,将绕组裹住。

重绕方法 分相电动机可以有三种绕法,就是(1)手绕;(2)模绕;(3)束绕。实际上三者都在应用,而且各有利弊。大致先将整个运转绕组放入槽内,然后再把起动绕组放在它的上面。在运转绕组与起动绕组之间,另外加衬一些绝缘以防短路。

手绕法 不论起动绕组或是运转绕组都可采用手绕法。采取这个方法时,放入槽内的导线都由人工一匝一匝地逐一放进去的;先绕最里面的