

再继续绕制。如遇到导线需接头时,要注意接头的位置,一定要放在端部,套上绝缘管,接好焊牢。多根并绕的导线接头位置,应当相互错开一定距离。绕完后,退出模具,用线将绕制好的线圈扎好,以备使用。

需要说明的是,绕制过程中如不慎断线,应立即停绕,并记录下圈数,并按下列顺序接好断头:握住线头的线端,在酒精灯上烧去表皮漆膜,用细砂纸或小刀轻轻刮去炭灰,把两线头扭紧连接在一起,涂上焊锡膏,焊上焊锡。焊牢后在焊头处衬一块黄蜡布、用手转动绕线模一周,再折起黄蜡布,盖住接头,使第二圈漆包线压住折起的黄蜡布,然后拉紧漆包线,继续绕制未绕完的圈数。也可以在接线头之前,先套上一段蜡管,待线头焊好后用蜡管套住接头。

七、准备绝缘材料和制作槽楔

1. 准备绝缘材料

电动机所用的绝缘材料应以电动机工作温度来确定,电动机的绝缘材料一般有绝缘纸和绝缘套管两种。

剪切绝缘纸时,要根据铁芯的长度来进行,一般情况下,要求绝缘纸的长度比铁芯的长度长 20mm~30mm,绝缘纸的宽度大约为铁芯槽高度的 3 倍~4 倍。对于双层绕组,在上下层之间要垫以层间绝缘纸,层间绝缘纸的长度要比铁芯长 20mm~30mm,而宽度则要比槽宽 5mm 左右。绕组端部相与相之间也要垫一层相间绝缘纸,以防止发生相间击穿。

2. 槽楔的制作

槽楔是用来压住槽内导线,防止绝缘纸和导线松动的,槽楔一般用竹、玻璃层布板作材料,横截面呈梯形。形状和大小要与槽口内侧相吻合,长度一般比槽绝缘纸短 2mm~3mm,厚度为 3mm 左右,底面要削薄且呈斜口状,以利插入线槽,以免损坏槽绝缘纸。

八、片嵌放线圈

线圈绕完以后,开始嵌线工作,嵌线是拆换电动机绕组中关键步骤之一,嵌线质量的好坏,直接影响电动机的电气性能和使用寿命。一般电动机的嵌线工艺流程是:准备嵌线工具、放置槽绝缘纸、嵌线、封槽口和端部整形。

1. 准备嵌线工具

在嵌线前,除按前面讲的方法准备好槽绝缘纸、层间绝缘纸、端部绝缘纸、盖槽绝缘纸及槽楔外,还应准备好嵌线工具:压线板、划线板、剪刀、打板及橡皮锤等。划线板的作用是将漆包线顺利地压到定子槽中;压线板的作用是使已经下到定子槽中的漆包线下整齐,选择压线板时,应该根据定子槽的大小来选择;剪刀的作用是将多余的绝缘纸剪掉;打板一般用一块长的方木制作,一般和橡皮锤配合使用,其作用是将线圈的两端整理整齐。

2. 捏线

首先拿一只线圈,将线圈的引线套上一只套管,并打个折,防止漆包线头弹回伤人。然后,将线圈一边的扎线取下,用右手把线圈一边捏扁,用左手捏住线圈的一端向相反方向扭转,使线圈的槽外部分略带绞形,防止线圈松散,并对线圈略加整形。

3. 嵌放和划线

将捏扁的线圈放到定子铁芯槽口的槽绝缘纸中间,将线圈朝里拉,使导线进入槽内,

少数未入槽的导线可用划线板划入槽内,如图 3-32 所示。

待导线全部进入槽内后,顺着槽来回轻轻拉动线圈,使其平整,再用同样的方法嵌好同一节距其余线圈的下层边。在嵌放下层边时,要用纸垫好或吊起线圈的上层边,防止导线的绝缘材料被铁芯槽口刮伤。等待一个节距内所有线圈的下层边都嵌好后,再将线圈的上层边逐一嵌入相应槽内。

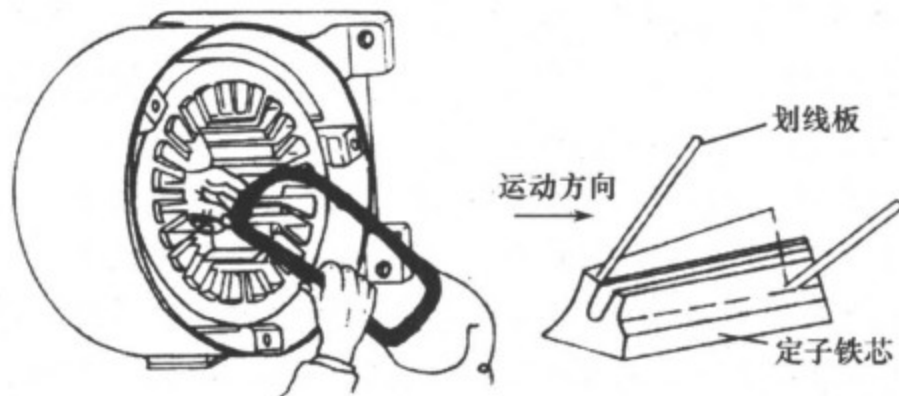


图 3-32 线圈的嵌放

4. 压实导线

当电动机定子槽满率较高时,可以用压线板压实导线,但不能用力过猛。如果定子较大,可用小锤轻敲压线板将导线压实。若线圈端部槽口转角处凸起,可垫上竹片再用小榔头轻轻敲打将其压平。

5. 层间绝缘

嵌好下层边后,将绝缘纸折好放入槽内,盖住下层边,如图 3-33 所示。

要注意下层边导线不能在层间绝缘纸上面,否则容易造成相间短路。此外,绝缘纸需用压线板压实,或用小锤轻敲压线板将其压实。

6. 封槽口

定子铁芯槽满率越高,封槽口越重要。先将导线压实,然后用划线板折起槽绝缘纸包住导线,用压线板压实后,再从一端打入槽楔条封住槽口。槽楔条长度应比槽绝缘纸短 3mm,厚度不小于 2.5mm,进槽后松紧要适当。

7. 端部成型和包扎

嵌好线圈后,检查线圈外形、端部排列和相间绝缘是否符合要求,然后用橡皮锤将端部打成喇叭形,如图 3-34 所示。



图 3-33 层间和槽口的绝缘处理

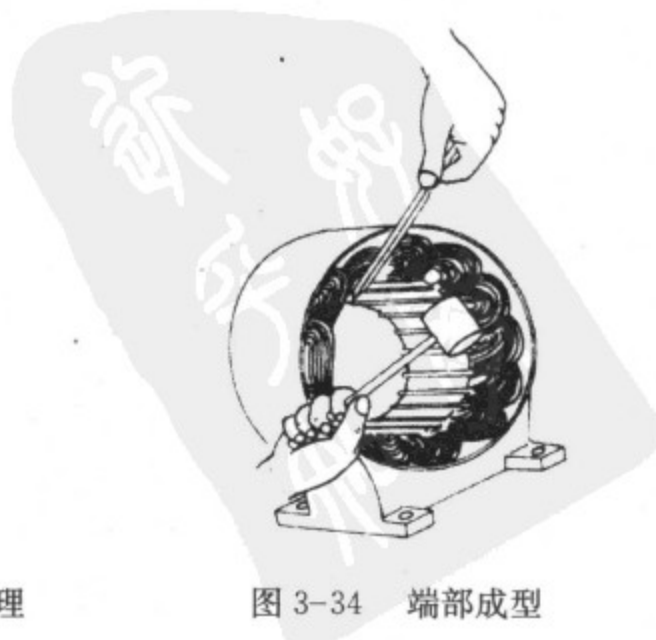


图 3-34 端部成型

喇叭口的大小要适宜,否则会影响电动机散热和对地绝缘,而且也不便于放置转子。

端部整形后,把端部绝缘纸修剪整齐,使绝缘纸高出导线 5mm~8mm。除中型电动机每个线圈都需包扎外,小型电动机可在嵌好所有线圈后统一包扎。

九、接线

接线前弄清并联支路数、接法及出线方向,确定出线位置,然后整理好线圈接头,留足所需的引线长度,将多余部分剪去。用刮漆刀刮去线头上的绝缘漆,并将套管套在引线上。按绕组的连接方法进行线头的连接。

若线头仅是绞合而不焊接,在长期高温下接触面易氧化,使接触电阻变大。电流通过时产生高温,加速该处氧化,使接触电阻更大,这样恶性循环,久而久之,必然会烧坏接头,因此,导线的接头必须进行焊接,才能保证电动机不因绕组接头损坏而影响整机工作。

在焊接中,锡焊因其操作方便、接点牢固、导电性好应用最广。其焊料是铅锡合金。焊剂常用松香酒精溶液,它有去氧作用,不仅可将氧化铜还原为铜,而且在焊料熔化后,可以自行覆盖在焊件表面,防止焊接处氧化。对绝缘及防腐要求不高的焊件也可用焊锡膏做焊剂,但禁止使用盐酸、氧化锌等有强腐蚀性的焊剂,以免腐蚀导线和绕组绝缘。焊接时,将刮净并绞合好的接头涂上焊剂,把挂有适量焊锡的电烙铁放在接头下面,在焊剂沸腾时,快速把焊锡涂在电烙铁或接头上,当焊锡浸透接头时,平移开电烙铁,若有锡刺,应用电烙铁烫去。在锡焊时,电烙铁不可过热,否则会造成过热氧化而搪不上锡。注意在焊接过程中要保护好绕组,切不可使熔锡掉入线圈内造成短路。

对于漆包线比较粗的电机,一般采用氧焊的方法,这种焊接方法最大的优点是焊接时不需要刮漆包线的绝缘皮。焊接时,要控制好火力,防止火苗烧坏绕组。焊好后,等焊点冷却后,用套管将焊接点套上。将所有连线焊好后,从电机的出线孔将三相绕组的三个头和三个尾引出。

方法与技巧 极相组的一般接法如图 3-35(a)所示。为了出线方便,引出线应尽量靠近出线口,为此常采用第二相反向接法,即将 W_2 改为 W_1 ,将从下层边引出改为从上层边引出,如图 3-35(b)所示。改接后各极相组的电流方向不变,故不影响电动机工作。但改接后使得三相绕组的头、尾整齐地分别排列在出线口的两侧,使其出线比一般接法方便。

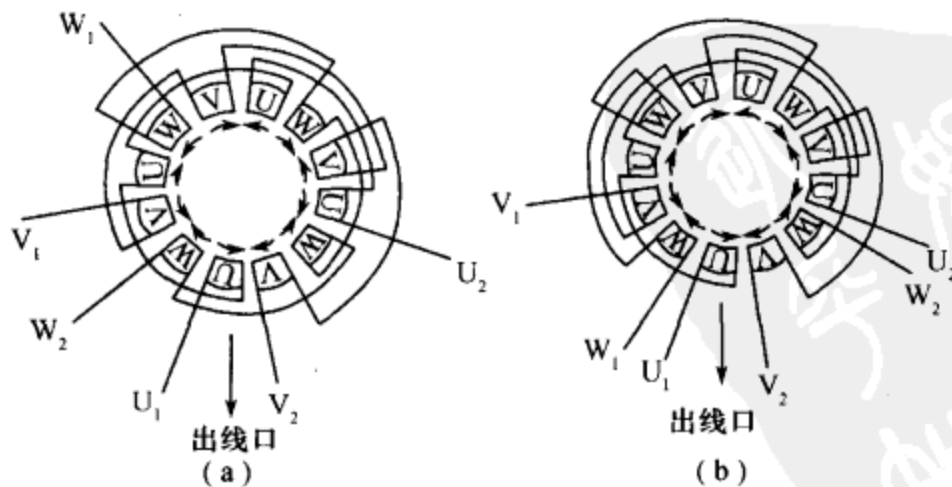


图 3-35 极相组连接图
(a)极相组的一般接法; (b)第二相反向接法。

将三相绕组的线头引出后,应首先用万用表测量三相绕组的每相绕组是否是通的,以及各相之间是否绝缘。若电动机接线正确,下面可用兆欧表测量电动机的绝缘程度。

使用兆欧表时,必须放平稳,以免影响测量机构的自由转动。连接线必须用绝缘良好的单根导线,两根连接线不能绞缠在一起,也不要与电动机或地面接触。摇测前,应分别对兆欧表做一次开路及短路试验:将连接线开路,摇动手柄,表针应指向“∞”处;然后将两根连接线碰接,轻摇手柄,表针应指向“0”处,否则说明兆欧表有问题,需检修好才能使用。

首先测量线圈的每个绕组的对地绝缘程度。将兆欧表的一个接线夹接到电机的外壳上,另一个接线夹接到绕组的一个引出线上,用手摇动兆欧表,转速要均匀稳定,约为120r/min,待表针稳定后再读数。正常情况下,每个绕组的对地电阻都应该在5MΩ以上,如果阻值偏小,说明线圈绝缘不良,应进行检修。注意测量时不要用手触摸兆欧表的接线柱,以免触电。然后,将兆欧表的两接线夹接到每相线圈的两个接线头,摇动兆欧表,测量线圈的相间绝缘程度。

十、扎线

在检查好端部的相间绝缘后,用纱带把连接线等一并绑扎在线圈端部,穿扎时应将顶端线匝带上几根,使绑扎与绕组形成一个紧密的整体。

十一、浸漆和烘干

经过修理后线圈要进行浸漆处理,其目的有以下几点:

(1) 提高绕组的耐潮性。目前所采用的槽绝缘纸,如青壳复合绝缘纸,在潮湿的空气中会不同程度地吸收潮气,从而使绝缘性能变坏。绝缘材料经过浸漆烘干处理后,能够将吸潮的毛孔塞满,在表面形成光滑的漆膜,可起到密封的作用,从而提高防潮的能力。

(2) 延缓老化速度、提高导热性散热效果。电动机工作时要产生热量,大部分是经槽绝缘纸传给铁芯的,再经过铁芯传导给机壳,最后由散热片经风扇吹冷散发出去。由于绝缘体传导热量的能力比空气大得多,经过绝缘处理后,槽绝缘纸和导线间的隙缝内充满了绝缘漆,大大改善电动机的散热条件,从而降低老化的速度。

(3) 提高机械性能。由于导体通过电流时会产生电动力,尤其是鼠笼式的电动机,在启动时电流很大,导线会产生强烈的振动,时间长了导线绝缘可能被摩擦破损,将有可能产生短路和接地等故障。经浸漆处理后,可使松散的导线胶合为一股结实的整体,加固了端部的机械强度,使导线不能振动。

(4) 提高化学稳定性。经过浸漆处理后,漆膜能防止绝缘材料与有害化学介质接触而损害绝缘性能,从而提高绕组防霉、防电晕、防油污等能力。

(5) 保护绕组的端部。经过浸漆之后,电动机绕组的端部比较光滑,使外表的杂物不能到达端部的内部,便于维修。

绕组绕好后,不能直接进行浸漆烘烤,应安装好转子,然后用万用表测定电源是否标准,引出线的连接是否正确,电源导线连接是否通畅,用手转动转子轴端,是否转动灵活。如检查无异常,则可通电试验,同时用钳形电流表测量电机的空载电流是否符合要求。正常情况下,电机的空载电流一般可定为其功率数值的0.6倍~0.9倍。如380V3kW的空载电流为2A~3A。另外,电机在运行时,一般会听到“呼呼”的声音,这是转子与空气摩

擦时发出的正常声音,或者是风扇叶鼓风的声音,如果有不正常的噪声,应及时停电检查。

浸漆时,应根据被浸电动机的绝缘耐热等级,是否要耐油等条件,选择相应的绝缘漆,常用的绝缘漆可分为黑漆(沥青漆)和清漆两大类。建议选用国产 1032 醇酸绝缘漆,这种漆的特点是:漆膜平滑光泽,有良好的耐油性、耐电弧性,内层附着力较好,适用于浸渍 E、B 级电机电器线圈。黏度过大可加稀释剂、甲苯或二甲苯稀释即可。

浸漆和烘干分为以下几个步骤。

1. 预烘

预烘的目的是把绕组间隙及绝缘内部的潮气烘出来,同时预热工件,以便浸漆时漆有较好的流动性和渗透性。预烘温度要逐渐增加,如果加热太快,绕组内外温差大,在表面水分蒸发时,有一部分潮气将往绕组内部扩散,影响预烘效果。一般温升速度以不大于 $20^{\circ}\text{C}/\text{h}\sim 30^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 为宜;预烘的温度, A 级绝缘保持在 $105^{\circ}\text{C}\sim 115^{\circ}\text{C}$, E 级与 B 级绝缘保持在 $115^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$,时间一般为 $4\text{h}\sim 7\text{h}$ 。烘干后的绕组绝缘电阻达到 $30\text{M}\Omega\sim 50\text{M}\Omega$ 后,就可以进行第一次浸漆了。

2. 第一次浸漆

预烘后绕组要冷却到 $60^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 才能浸漆。因为如果绕组温度过高,会使绝缘漆快速挥发,在绕组表面形成漆膜,阻碍后面进入的漆浸透绕组;如果绕组温度过低,又会吸入潮气,而且这时绝缘漆黏度大,流动性和渗透能力均差,不易渗透。

根据电动机大小和电动机数量,浸漆时可采用以下方法:

(1)浇漆。这种方法在日常维修中应用最多。浇漆时,将电动机垂直放在漆盘上,用漆壶浇绕组的一端,经过 $20\text{min}\sim 30\text{min}$,将电动机倒过来浇另一端,一直将电动机浇透为止。

(2)沉浸。当维修件较大时,可采用沉浸的方法,沉浸时,将电动机吊浸到漆罐中,漆面高于绕组约 20cm ,直到不冒气泡为止。

3. 滴漆

取出定子绕组后,在常温下放置 30min ,滴去多余的漆(可回收再用)。

4. 第一次烘干

烘干的目的是使漆中的溶剂和水分挥发掉,使绕组表面形成较坚固的漆膜。常用的烘干方法有以下几种。

1) 灯泡烘干法

操此法工艺、设备简单方便,耗电少,适用于小型电动机,也是日常维修中常用的方法,具体操作过程是:将电动机定子放置在灯泡之间,灯泡可选用红外灯泡或普通的白炽灯泡。如图 3-36 所示。烘干时注意用温度计监视定子内温度,不得超过规定的温度,灯泡也不要过于靠近绕组,以免烤焦。

2) 煤炉干燥法

将定子放于两条板凳中间,在定子下面放一只煤炉,煤炉上用薄铁板隔开间接加热,定子上端

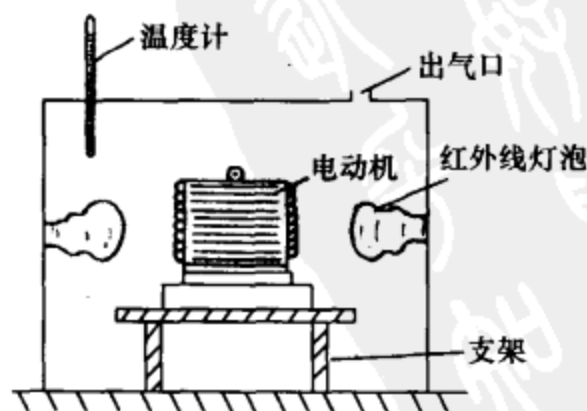


图 3-36 灯泡烘干法

放一只端盖,再用麻袋覆盖保温。调节电动机与煤炉的距离,就可以改变干燥的温度。在干燥过程中要注意防火。

3)电炉干燥法

将定子架空放于一个较大铁桶中间,铁桶上盖个铁板并留有通风口,将电炉放在铁桶中间地面上通电加热。铁桶用砖头垫起,调整垫起的高度可调节温度。用此法干燥时,如铁桶较小,要注意防止温度过高。

4)烘房烘干法

烘房通常用耐火砖砌成,有内外两层,中间填隔热材料。在墙的四周放上电阻丝作为发热器,发热器外面用铁皮罩住,在通电的过程中,必须用温度计监测烘房的温度,不得超过允许值。烘房顶部留有出气孔,烘房的大小根据常修电动机容量大小和每次烘干电动机台数决定。

5)电流烘干法

将定子绕组接在低压电源上,靠绕组自身发热进行干燥。烘干过程中,须经常监视绕组温度。若温度过高应暂时停止通电,以调节温度,还要不断测量电动机的绝缘电阻,符合要求后就停止通电。

5. 第二次浸漆

第二浸漆的目的是增加漆膜厚度,提高绕组防潮能力。定子绕组冷却到 $60^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 时进行第二次浸漆。漆的黏度要略高些。浸漆时间可短些, $10\text{min}\sim 15\text{min}$ 即可,时间过长会将已形成的漆膜溶坏。

6. 第二次滴漆

取出定子绕组后,常温下放置 30min 以上,滴去多余的漆。

7. 第二次烘干

烘干时 A 级绝缘温度控制在 $115^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$, E、B 级绝缘控制在 $125^{\circ}\text{C}\sim 135^{\circ}\text{C}$, 时间在 10h 以上。烘干过程中,每隔 1h 用兆欧表测量一次绝缘电阻,若连续三次测出的数值基本不变,即可停止烘干。



第四章 三相异步电动机故障维修

三相异步电动机的故障主要分为机械和电气故障两个方面。电气方面的故障大多发生在绕组,如绝缘损坏或回路接触不良、断线、短路及接线错误等;机械方面则主要是轴承、端盖、转轴等零部件的松动、变形、磨损、断裂及润滑不良等。一般说来,电气方面的故障居多,但有许多机械方面的故障如不及时排除,将会造成电气方面的故障,甚至后果比较严重,如转轴或轴承因摩擦造成电动机运转不平衡,严重的会使定子、转子之间产生摩擦,使电动机发热而烧坏绕组,也可能造成某些零部件变形或破裂,影响电动机的正常运行。因此,检修时,应根据故障现象,分析原因、做出判断、找出故障,及时进行修复,以免引起后患,造成不必要的损坏和损失。

第一节 三相异步电动机的拆卸和装配

当电动机出现故障时,就应将其拆开修理,故正确的拆装电动机,是保证维修质量的前提,在拆卸时,可以同时进行检查和测量,并做好记录。

一、电动机的拆卸

对电动机进行检修和维护保养时,经常需要拆卸与装配,如果在拆卸与装配过程中操作不当,就会损坏零部件。因此,掌握电动机的拆卸与装配方法,对于维修人员至关重要。需要注意的是,拆卸前,首先要做好准备工作,即准备好各种工具,做好拆卸前的记录和检查工作。如先在线头端盖等处做好标记,以便于修复后的装配,然后才能开始拆卸。

1. 拆卸皮带轮

先在皮带轮(或联轴器)的轴伸端(或联轴器端)上做好尺寸标记,再拆开电动机的端接头;然后把皮带轮或联轴器上的定位螺钉或销子脱取下,用两爪或三爪拉具把皮带轮或联轴器慢慢拉出。拉动时要对准电动机轴端的中心,使受力均匀,如图4-1所示。若拉不

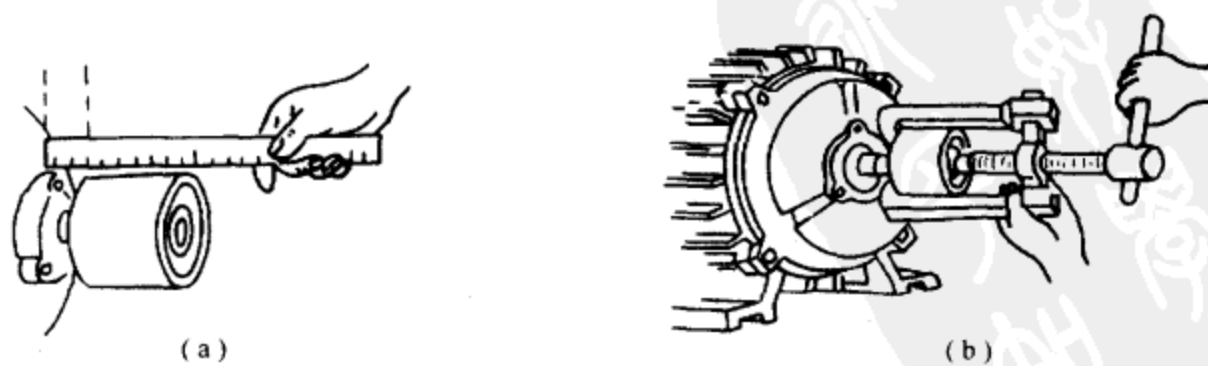


图4-1 拆卸皮带轮

(a)皮带轮的位置标法;(b)用拉具拆卸皮带轮。

下来时,切忌硬卸,可在定位螺钉孔内注入煤油,待数小时后再拆;如仍拉不出,可用喷灯在皮带轮或联轴器四周加热,使其膨胀,就可拉出,但加热温度不能太高,以防轴变形。不能用手锤直接敲出皮带轮,以防皮带轮或联轴器碎裂,使轴变形或端盖等部件受损。

2. 拆卸刷架、风罩和风叶

先松开刷架弹簧,抬起刷握,卸下电刷,然后取下刷架。拆卸时应做好记号,以便于装配。封闭式电动机在拆卸皮带轮或联轴器后,就可以把外风罩螺栓松脱,把风罩取下;然后把转轴尾端风叶上的定位螺栓或销子松脱或取下,用金属棒或手锤在风叶四周均匀的轻敲,风叶就可以松脱下来。小型电动机的风叶一般不用拆下,可随转子一起抽出。但如果后端盖内的轴承需加油或更换时,就必须拆卸,可把转子连同风叶放在压床中一起压出。对于J02、J03等型的电动机,风叶是用塑料制成的,内孔有螺纹,可用热水使塑料风叶膨胀后卸下。

3. 轴承盖和端盖的拆卸

先把轴承(滚动轴承)的外盖螺栓拧下,拆下轴承外盖,然后松开端盖的紧固螺栓,在端盖与机座的接缝处做好记号(便于装配),随后用锤子均匀敲打端盖四周(不可直接敲打,须衬以垫木),把端盖取下。较大型电动机端盖较重,应先把端盖用起重机吊住,以免端盖卸下时跌碎或碰坏绕组。对于小型电动机,可先把轴伸端的轴承外盖卸下,再松下后端盖的紧固螺栓(如风叶是装在轴伸端的,则须先把后端盖外面的轴承外盖取下),然后用木锤敲打轴伸端,这样就可以把转子连同端盖一起取下。

4. 抽出转子

小型电动机的转子,如上所述,可以连同端盖一起取出。抽出转子时,应小心,动作要慢一些,要注意不可歪斜以免碰伤定子绕组。对于绕线式转子电动机,还要注意不要损伤滑环面和刷架等。

对于大型电动机,转子较重,要用起重设备将转子吊出,抽出转子时应注意:①在定、转子间垫放绝缘纸板且缓缓抽出,以免碰伤定子绕组。②吊装前,应将转子轴颈用棉纱包好,或外套钢管,以免碰伤轴头。③起吊后,当重心移至机外时,可用木架支住。以保持转子平衡抽出,如图4-2所示。

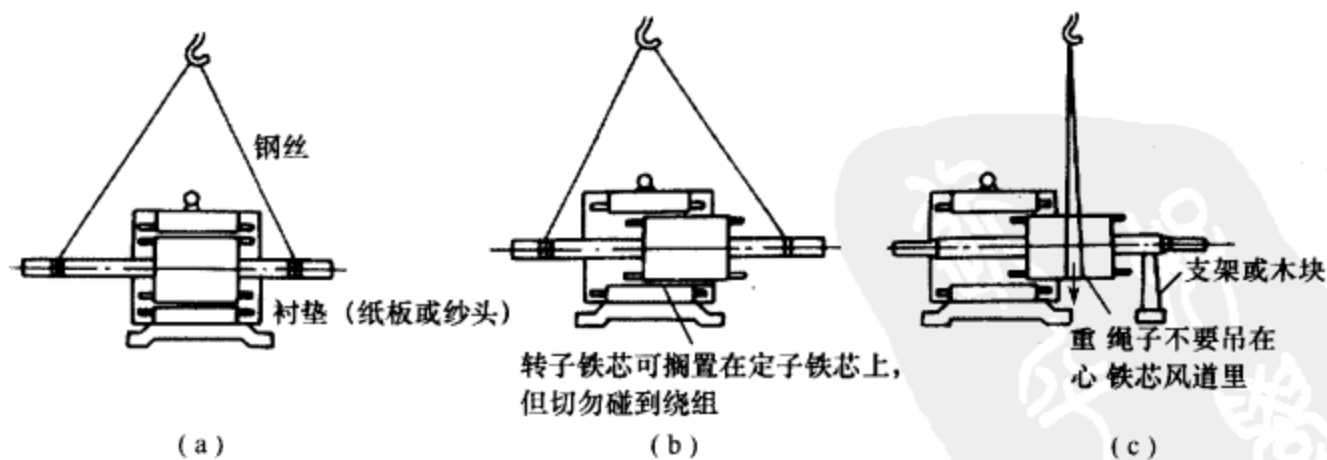


图 4-2 抽出转子

5. 拆卸轴承

轴承一般不拆,在需要拆卸时,可采取以下三种方法:

(1)应用专用工具拉住轴承的内圆缓缓拉出,如图4-3所示。这种方法与拆皮带轮的方法一样,只是除了丝杠要顶正外,还要注意使拉具的抓钩扣住轴承内圆,否则,会拉坏

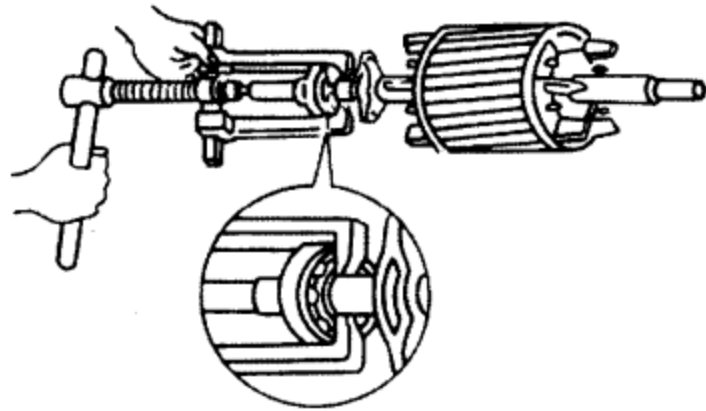


图 4-3 用拉具拆卸轴承

轴承。

(2)用铜棒拆卸。将铜棒对准轴承内圆,用锤子敲打铜棒,把轴承敲出,如图 4-4 所示。用此法时要注意在轴承内圆上相对两侧轮流敲打,反复进行,不可只敲一边,用力也不要过猛,千万不要用锤子直接敲打轴承。

(3)扁铁架住拆卸。用两根扁铁架住轴承内圆,并把扁铁架起,使转子悬空,如图 4-5 所示。然后在轴端上垫铅块或铜块,用锤子敲打,用此法拆卸轴承时,扁铁应固定或有人扶住,以免敲打时移位。

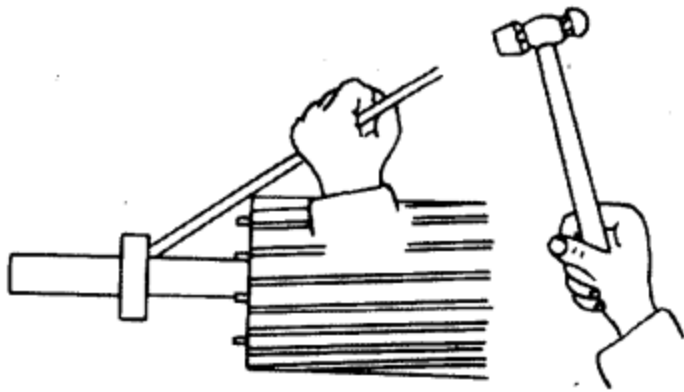


图 4-4 用敲打法拆卸轴承

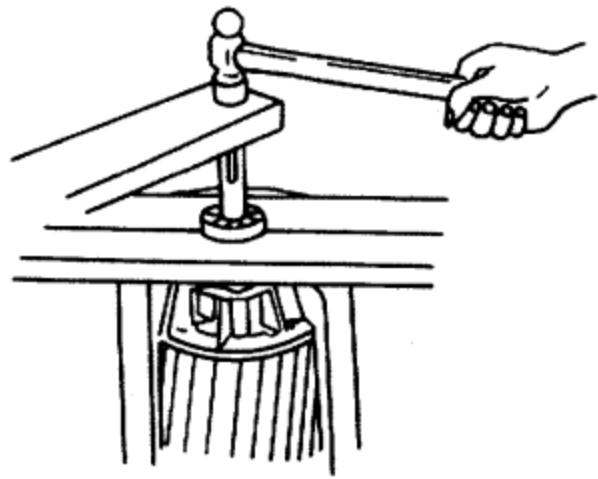


图 4-5 用圆筒或扁铁架拆卸轴承

二、电动机的装配

电动机的装配工序按拆卸时的逆顺序进行。装配前,各配合处要先清除除锈;装配时,应将各部件按拆卸时所作标记复位。

1. 轴承的安装

电动机装配前,应先装配轴承,在装轴承套前,应将轴颈部分揩拭干净,把经过清洗并加好润滑脂的内轴承盖套在轴颈上。装配轴承时,可按以下方法进行。

1) 套压法

把轴承套到轴上,对准轴颈,用一段内径略大于轴颈直径,外径略小于轴承内圈外径的铁管,一端顶在轴承的内圈上,用手锤敲打铁管的另一端,把轴承敲进去。如图 4-6 所示。

(2) 加热法

如图 4-7 所示,将轴承放在 $80^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 变压器油中加热半小时左右,加热时,轴承

要放在钢丝网上,不要与箱底或箱壁接触,油面要盖过轴承,加热要均匀,温度不能过高,时间也不宜过长,以免轴承退火。

加热好后,迅速把轴承推到轴颈,如图 4-8 所示。如套不过,应检查原因,如无外因,可用套筒顶住轴承内圈,用手锤轻轻敲入。轴承套好后,用压缩空气吹去轴承内的变压器油,并擦拭干净。

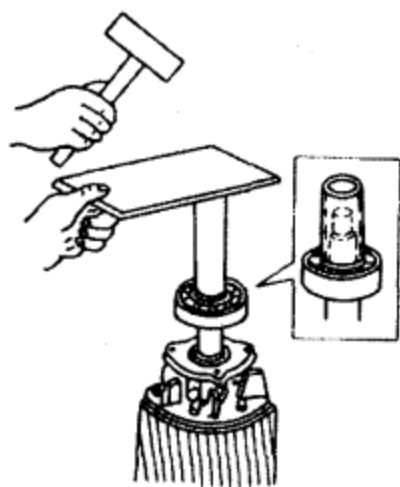


图 4-6 套压法

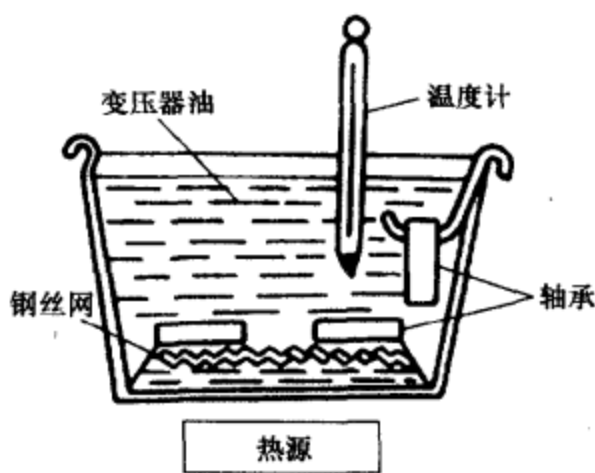


图 4-7 加热轴承

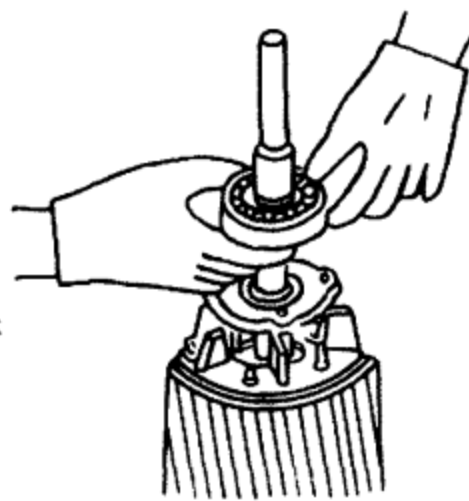


图 4-8 加热法安装轴承

装好轴承之后,下一步是在轴承内外圈里和轴承盖里装润滑脂,润滑脂应洁净,塞装要均匀,不应完全装满。一般 2 极电动机装满 $1/3 \sim 1/2$ 空腔容积,4 极和 4 级以上电动机装满轴承 $2/3$ 的空腔容积。轴承内外盖的润滑脂一般为盖内容积的 $1/3 \sim 1/2$ 。

2. 后端盖的安装

将轴伸端朝下垂直放置,在其端面上垫上木板,将后端盖套在后轴承上,用木锤敲打,把后端盖敲进去后,装轴承外盖。紧固内外轴承盖的螺栓时要逐步拧紧,不能先拧紧一个,再拧紧另一个。

3. 转子安装

把转子对准定子孔中心,小心地往里放送,后端盖要对准与机座的标记,旋上后端盖螺栓,但不要拧紧。

绕线式转子电动机装配刷架、刷握、电刷等时,应注意滑环与电刷表面要光滑清洁,密切吻合,刷握内壁应清洁,弹簧压力应调整得均匀等。

4. 前端盖的安装

将前端盖对准与机座的标记,用木锤均匀敲击端盖四周,不可单边着力,并拧上端盖紧固螺栓,不要拧紧。拧紧前端盖的紧固螺栓前,要用木锤在前端盖圆周均匀敲打,拧紧端盖螺栓时,要四周对称均匀用力,上下左右对角逐个拧紧,不能按周沿顺序依次逐个拧紧,这样易造成耳攀断裂和转子同心度不良等。

装前轴承外端盖时,先在外轴承盖孔内插入一根螺栓,一手顶住螺栓,另一手缓慢转动转轴,轴承内盖也随之转动。当手感觉到轴承内外盖螺孔对齐时,就可以将螺栓拧入内轴承盖的螺孔内,再装另两根螺栓。拧紧时,也应逐步拧紧。

按照以上拧紧螺栓的方法,分别将前后端盖螺栓全部拧紧到位。

5. 安装风扇叶和风罩

风扇叶和风罩装配完毕后,用手转动转轴,转子应转动灵活、均匀、无停滞、摩擦或偏

重现象。

6. 皮带轮的安装

对于中小型电机而言,在皮带轮端面垫上木块,用手锤打入。若打入困难时,为了使轴承不受损伤,应在轴的另一端垫一木块后,顶在墙上再打入皮带轮。对于较大型电机的皮带轮(或联轴器),可用千斤顶将皮带轮顶入,但要用固定支持物顶住电动机的另一端和千斤顶底部。

7. 装配后的检验

电动机装配完毕后,应检查所有的紧固螺栓是否拧紧;用手转动电动机转子,检查其是否灵活、均匀,无停滞、偏重现象和异常声音。

在完成以上各步工作后,所有螺丝必须一个不少地全部装上,并注意该注润滑油的部位,要注入相应标号的润滑油。进行上述操作时要注意安全,操作认真、仔细。

第二节 三相异步电动机故障维修

电动机使用不当或使用日久,发生故障是难免的,对于三相异步电动机,主要故障可分为电气故障和机械故障两大类,下面分类进行介绍。

一、电气故障的检修

对于三相异步电动机,电气故障主要是指定子绕组接地、短路、断路以及定子铁芯和转子绕组等故障,这些故障一般会造成电动机不启动或运转不正常。

1. 定子绕组接地

定子绕组接地,是指定子绕组与机壳直接接通。绕组接地后,会引起电流增大,绕组发热烧坏绝缘物,严重时会造成相间短路,使电动机不能正常工作,还常伴有振动和响声。

造成绕组接地的主要原因有以下几点:一是绕组因受潮、发热、振动,使绕组绝缘性能变坏,在绕组通电时被击穿。二是电动机因长期过载运行或转子与定子铁芯相擦(扫膛),产生高热使绝缘物老化。三是在下线时,槽内绝缘物被铁芯毛刺刺破或在下线整形时槽口绝缘物被压裂,使绕组碰触铁芯。四是引出线绝缘损坏或绕组端部过长与机壳相碰。五是绕组绝缘物过压击穿损坏等。

绕组是否接地,可采用以下方法进行判断:

(1)观察法。绕组接地故障易发生在绕组端部和槽口处。观察绕组的端部和槽口处,看是否有破裂和焦黑的痕迹,如有焦黑,说明故障点就发生在此部位。

(2)用试电笔检查。给电动机通电,用试电笔测试电动机的外壳,若测电笔氖管发亮,一般说明绕组有接地现象。

(3)用万用表检查。将万用表旋至 $R \times 10k$ 档,把一支表笔接到电机的外壳上,另一支表笔分别触碰三相绕组的接线端,若当一相绕组偏转到“0”时,说明该绕组短路。

(4)用兆欧表检查。将兆欧表接在电机外壳与绕组组成的电路中,测量其绝缘电阻。如图4-9所示。观察兆欧表的示数,若示数为零,说明绕组接地;若示数大于零而小于 $0.5M\Omega$,说明绕组受潮。将绕组烘干后再测量,观察绝缘电阻是否上升,若不上升,说明绝缘或绕组损坏。测量时,兆欧表应根据电动机的电压等级来选,一般 $300V$ 的电动机应

用 500V 的兆欧表。

(5)灯泡法。将隔离变压器次级的一端接机壳,另一端经 220V/100W 灯泡分别与每相绕组的接线端相连。若绕组绝缘良好,则灯泡不亮,否则,灯泡亮。操作时要注意安全,防止触电。

若用上述方法已检测出绕组有接地故障后,应进一步检查接地点,应特别注意观察铁芯槽口处,看是否有绝缘物破裂、焦黑等,若无,则接地点可能在槽内,这时就需要将该相定子绕组的极相组间连接线剪断,用兆欧表法或灯泡法分相进行检查。

若接地点在槽的附近,且没有严重烧损时,只需在接地处的导线和铁芯之间插入绝缘材料后,涂上绝缘漆就行了,不必拆出线圈。若绕组受潮,需将绕组进行预烘(60℃~80℃),然后浇上绝缘漆并烘干(120℃左右),直到绕组对地绝缘电阻大于 0.5MΩ。若绕组严重受潮,绝缘物因老化而脱落且接地点较多时,或接地点在槽内时,一般应更换绕组。

2. 定子绕组短路

定子绕组短路是指线圈导线绝缘损坏,使相邻的线匝直接相通,造成电机电流大、线圈发热等故障。若只有几匝短路时,电动机还可以启动、运转,但这时电流增大,三相电流不平衡,启动力矩降低,当短路匝数过多时会烧坏电动机,使其不能启动。常见的短路故障有线圈相间短路(如图 4-10(a)所示的 a、b 两点间的短路)和匝间短路(如图 4-10(b)所示的 a、b 两点间的短路)。

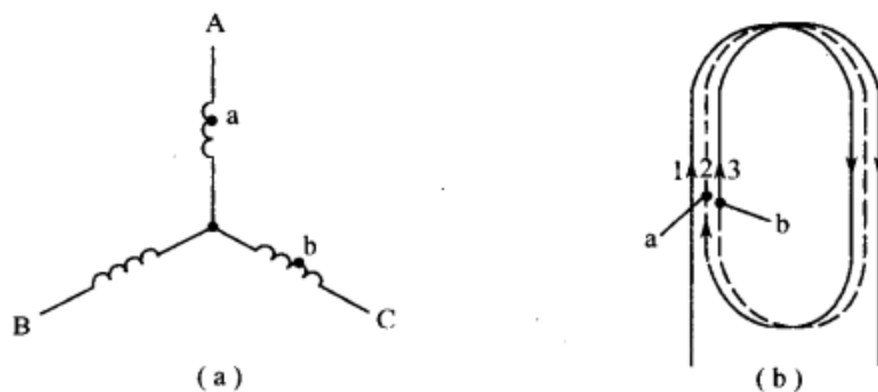


图 4-10 匝间短路和相间短路

(a)绕组相间短路;(b)绕组匝间短路。

产生绕组短路的原因主要有以下几点:一是绕组受潮严重,未经烘干处理就接入电源,造成电源电压击穿绝缘。二是电机长期过载运行,绝缘物老化、脱落。三是维修中碰伤绝缘物或绕组端部、层间、相间绝缘纸没有垫好。

绕组是否短路,可采用以下方法进行判断。

(1)外观观察法。拆开电动机观察定子绕组的颜色,短路点如发生在绕组的端部,仔细观察可找到机械损伤部位及短路点,短路点往往呈现黑色烧焦痕迹,颜色较深。若用手摸黑点处,便会发现绝缘漆已变焦发脆,甚至已经碳化碎裂。

(2)手感温升法。利用绕组短路后必然发热的原理,用手感来判断短路位置,具体方法是:先通电让电动机空载运行约 10min(若发出焦糊味或冒烟时,应立即断电),然后断

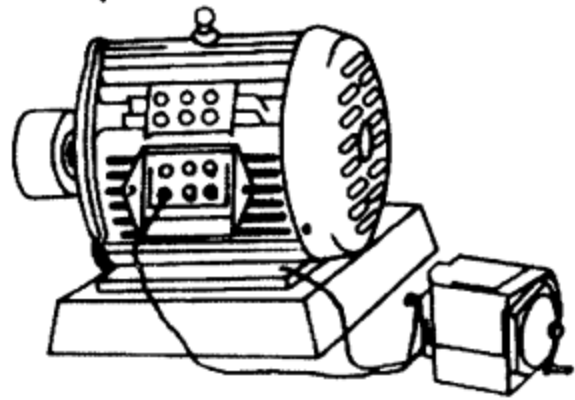


图 4-9 兆欧表法

电,迅速拆开电动机,取出转子,用手摸定子绕组各部,如某处温度明显高于其他部位,说明短路点即在该处。

(3)用万用表或兆欧表检查。用500V兆欧表检查可检查相间是否短路。检查时,将电动机绕组头尾接线头拆开,用万用表或兆欧表测量相间电阻,若阻值很小或为零,即为短路相。

(4)电阻测量法。用万用表或电桥分别测三相绕组的电阻值并与正常电阻值相比较,电阻小的绕组有短路故障。需要注意的是,测量时,被测绕组接头的绝缘漆必须清理干净,否则会有很大误差。

(5)用短路侦察器检查。检查绕组是否短路比较有效的方法是用短路侦察器检查。测试时,定子绕组不接电源,把侦察器的开口部分放在被检查的定子铁芯槽口上,如图4-11所示。侦察器线圈的两端接上单相交流电源(最好用低压电源)。这样,侦察器与定子的一部分就组成一个变压器,侦察器的铁芯与定子铁芯组成变压器的磁路,侦察器的线圈相当于变压器的原绕组,而被检查的定子铁芯槽内的线圈就相当于变压器的副绕组。如果定子绕组里有短路处存在,则短路线圈中就会有电流通过,并在它的周围产生交变磁场,此时,拿一块薄铁片(如废锯条),放在被测绕组的另一边的槽子上面,短路线圈所产生的磁通就会经过铁片而成回路,把铁片吸附在定子铁芯上,并发出“吱吱”的响声。如果绕组没有短路故障存在,这个绕组中就没有电流,因而铁片也就不会有响声。

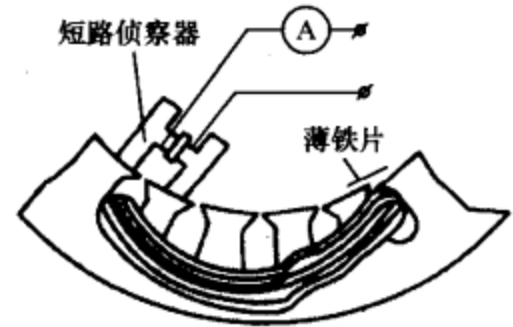


图4-11 用短路侦察器寻找绕组短路故障

另一种方法是在短路侦察器的电路中串联一支电流表,把短路侦察器贴着铁芯内圆周表面慢慢移动,如果被测线圈中有短路存在,电流表的读数就会增大。把短路侦察器沿定子铁芯逐槽移动检查,可找到短路线圈。

需要说明的是侦察器线圈接通电源时,应先将侦察器放在铁芯上,使磁路闭合。若磁路不闭合,线圈会产生很大电流,时间稍长可将侦察器线圈烧坏。

方法与技巧 判断绕组接地和绕组短路时,为便于测量,需要打开电动机的接线盒,对于Y形接法的电动机,应断开三相绕组的中性点,对于△形接法的绕组,应拆开三相绕组头尾相接的短接板。如图4-12所示。

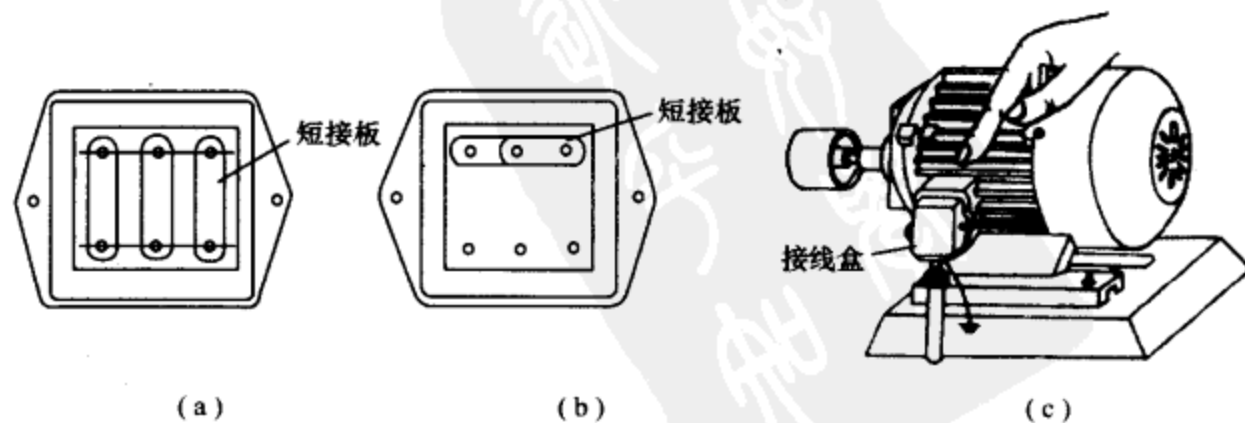


图4-12 电动机的接线盒
(a)△形接法;(b)Y形接法;(c)接线盒。

匝间短路点易发生于线圈的端部、相邻的两个线圈之间、上下两层线圈之间、定子槽外的线圈部分。如果线圈是因漆皮碰破造成匝间短路,或者是局部线圈因电流过大而烧焦形成短路,短路点在线圈表层,对这点故障可做局部修补。把定子绕组加热至 120°C 左右,使线圈软化后,用胶木板条把受损伤的几匝线圈挑起,垫上绝缘纸,涂上绝缘漆再放回原处,整理绑扎后再涂以绝缘漆烘干即可。

有些短路故障用局部修补有困难,可以采用将短路故障的少数线匝予以裁除的方法。其方法是把绕组加热到 $70^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ (或刷上浓度为 90% 的酒精静置半小时),使绝缘漆稍软化后,把线圈拨开,将短路线圈的端部断开,用钳子把这些线圈抽出槽外,而后,将完好的线圈跳接起来,就可以继续使用。若短路故障严重,则必须重绕绕组。

3. 绕组绝缘电阻偏低

绝缘电阻偏低,是指绕组对地或相间绝缘电阻大于零而低于正常值。如不进行处理而投入运行,就有被击穿烧坏的可能。绝缘电阻的正常值,对额定电压 1kV 以下的电动机为 $0.5\text{M}\Omega$; 1kV 以上的电动机为 $1\text{M}\Omega/\text{kV}$ (热态)。绝缘电阻一般用兆欧表测量。

1) 绝缘电阻偏低的原因

绝缘电阻偏低,一般有以下几个方面的原因:

(1) 绕组受潮。如电动机较长时间停用,潮湿空气、雨水或腐蚀性气体进入电动机,使绕组表面附着一层导电物质,引起绝缘电阻下降。

(2) 绝缘老化。使用较长时间的电动机,受电磁机械力及温度的作用,主绝缘开始出现龟裂、分层、酥脆等轻度老化现象。

(3) 绝缘存在薄弱环节。如选用的绝缘材料质量不好、厚度不够、在嵌线时被损伤等,或者原来绝缘处理不良,经使用后绝缘状况变得更差,以致整机或某一相绝缘电阻偏低。

2) 绕组的干燥处理

绕组绝缘电阻偏低,大多数是由绕组受潮造成的。绕组受潮后一般要进行干燥处理。对于绝缘轻度老化或存在薄弱环节的绕组,干燥后还要再进行一次浸漆与烘干。下面介绍两种常用的干燥方法。

(1) 烘房(烘箱)干燥法。对于备有烘房或烘箱的地方,这是最简便的方法,它适用于任何受潮程度的电动机。具体操作方法是:将受潮电动机放入烘房(烘箱)内,温度由低到高逐渐调节到 100°C 左右,即可连续进行到烘干为止。

(2) 光热干燥法。容量较小及轻度受潮的电动机,可利用红外线灯泡或普通白炽灯泡的光热效应进行烘烤。此法简单易行,改变灯泡大小、数量或距离,即可改变烘烤温度。

3) 干燥处理的注意事项

干燥电动机时,除保留必须的通风排气口外,应将电动机与周围空气隔绝起来,以减少热量损失。干燥时要用温度计测量绕组温度,升温速度一般不大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$,绕组的最高加热温度控制在 $100^{\circ}\text{C}\sim 110^{\circ}\text{C}$ 左右。在干燥过程中,每隔 1 小时测量并记录一次温度及绝缘电阻。开始时,由于绕组温度的提高及潮气的大量扩散,绝缘电阻呈下降状态,降到某最低值后,便逐渐回升,最后 $3\text{h}\sim 5\text{h}$ 内趋于稳定或微微上升,当绝缘电阻达到 $5\text{M}\Omega$ (380V 电动机)以上时,干燥即可结束。

4. 定子绕组断路

定子绕组断路是指导线、连接线、引出线等断开或接线头脱落。定子绕组断路故障主要有：绕组线圈导线断路、一相断路、并绕导线中有一根或几根断路、并联支路断路等。

绕组一相断路后，对 Y 形接法的电动机，通电后不能自行起动，断路相电流为零；对 Δ 形接法的电动机，虽能自行起动，但三相电流极不平衡，其中一相电流比另外两相约大 70%，且转速低于额定值。采用多根并绕或多支路并联绕组的电动机，其中一根导线断线或一条支路断路并不造成一相断路，这时用电桥可测得断股（或断支路）相的电阻较另外两相大。

断路通常是由于绕组导线受外力作用而断开、引出线焊接不良、压接端子压接不牢、接线盒接线端紧固件未拧紧、电动机电流过大导线烧断等引起的。

单路绕组电动机断路时，可采用万用表检查。如果绕组为 Y 形接法，可分别测量每相绕组，断路绕组表不通，如图 4-13(a) 所示。若绕组为 Δ 形接法，需将三相绕组的接头拆开再分别测量，如图 4-13(b) 所示。

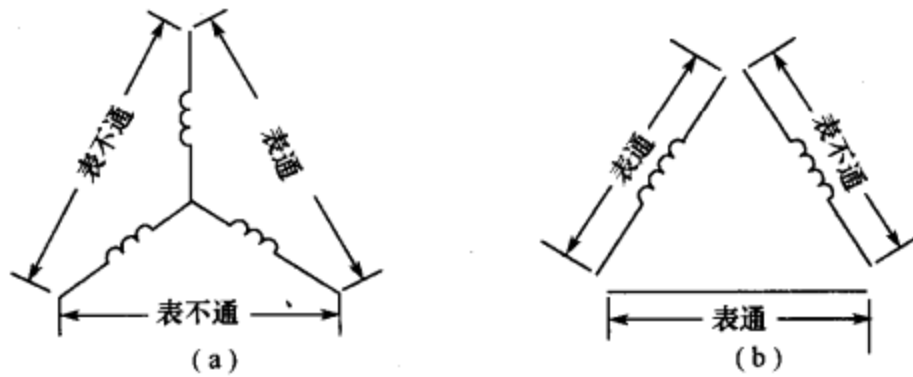


图 4-13 用万用表检查绕组断路

对于功率较大的电动机，其绕组大多采用多根导线并绕或多路并联，有时只有一根导线或一条支路断路，这时应采用三相电流平衡法检查。若电动机绕组为 Y 形接法，如图 4-14(a) 所示，使其空载运行，用电流表分别测出三相空载电流；若三相电流不平衡，又无短路现象，那么电流较小的一相就是存在部分断路的一相。若绕组为 Δ 形接法，如图 4-14(b) 所示，可先将接头拆开一个，用电流表测各相电流，电流小的一相就是存在断路的一相。

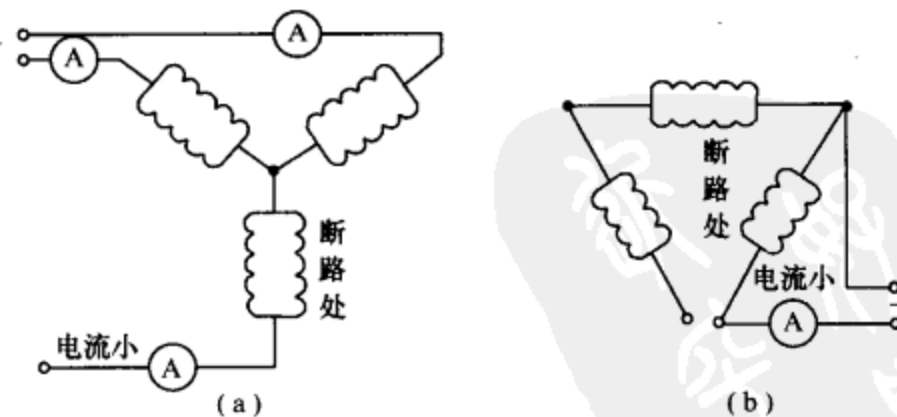


图 4-14 用电流法检测绕组断路

(a) Y 形接法；(b) Δ 形接法。

若绕组断路发生在端部，只须将断线处的绕组适当加热软化，然后把断线焊好并包上绝缘物即可。若绕组断路是由连接线头松脱或接触不良引起的，可重新焊牢，包好绝缘物。若绕组断路在槽内，且断路严重时，需更换绕组。

5. 定子绕组接线错误

定子绕组接线错误将造成电动机启动困难,转速低、响声大,三相电流严重不平衡。接线错误主要有两种,一种是绕组引出线头尾接反,另一种是绕组内部个别线圈或极相组接错。

三相绕组头尾的判断以及是否接反可采用以下方法进行检查。

1) 绕组串联法检查

如图 4-15 所示,一相绕组通 36V 低压交流电,另外两相串联接灯泡,此时灯泡上的电压是两相绕组感应电动势的矢量和。如灯泡发亮,说明三相绕组头尾连接是正确的;如灯泡不亮,则说明两相绕组头尾接反。

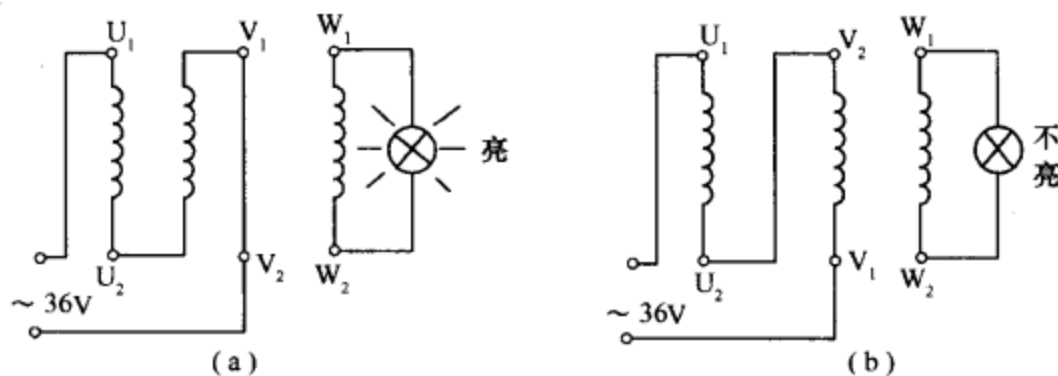


图 4-15 用单相电源检查三相绕组头尾连接
(a)连接正确;(b)连接错误。

2) 用万用表检查

如图 4-16 所示。将万用表置于毫安挡,在接通电源瞬间,如万用表的指针摆向大于零的一边,则电池正极和万用表负表笔所接的两头为同名端(同为头或同为尾);如指针反向摆动,则电池正极与万用表正表笔所接的两头为同名端。此时再将电池接到另一相的两头,以确定该相的头与尾。

3) 指南针检查法

如图 4-17 所示,将定子横放,对某相绕组两端通以 3V~6V 的直流电源(干电池或其他直流电源均可)。用一只指南针沿定子内圆周移动,若指南针依次经过每一极相组时,指针便转动 180° ,N、S 极性变换一次,则绕组接线正确;反之,若经过某一极相组时,指南针的极性不变,则这个极相组接线错误;若指南针经过某一极相组时指向不定,则该极相组的线圈可能接反或嵌反。判断出某一极性相反时,可将该极的极相组的两个接线端互换一下。如发现反接的线圈端头较多,应该按该机的接线图重新校对、接好,再做试验检查。

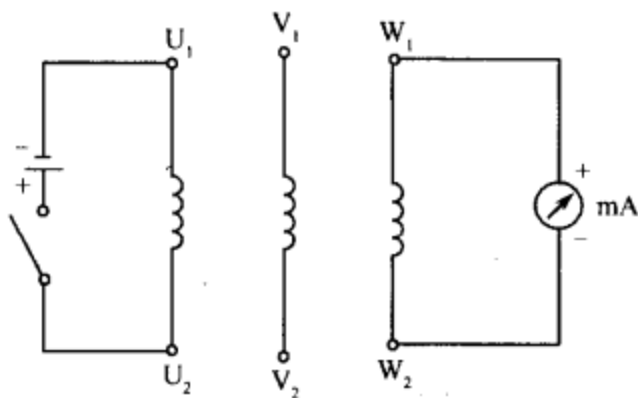


图 4-16 用万用表检查三相绕组的头尾连接

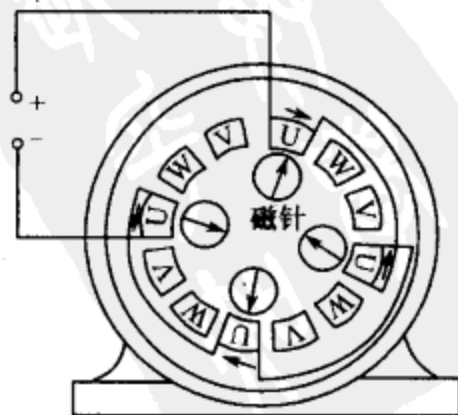


图 4-17 指南针检查法

6. 定子铁芯损坏

三相异步电动机的定子铁芯是电动机磁路的组成部分。为了减小铁芯的损耗,保证电动机高效、平稳地运行,定子铁芯是用 $0.35\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ 的硅钢片叠压而成,并有片间绝缘。大中型电动机的定子铁芯还有风道,以改善铁芯的散热,降低铁芯表面的温度。铁芯内外圆的同轴度容许误差为 0.05mm ,冲片毛刺应在 0.05mm 以内。在组装时,硅钢片要理齐、压紧,铁芯齿部弹开度不能过大。

若电动机长期处于潮湿、有腐蚀气体的环境中,会使电动机铁芯表面锈蚀、铁芯压装扣片开焊、铁芯与机壳配合松动、铁芯冲片高低不齐等。另外,若拆卸旧绕组时,没有加热软化绕组,会造成铁芯齿部弹开度过大。如果铁芯外圆不齐,会造成铁芯与机壳接触不良,影响封闭式电动机的热传导,使电动机温升过高。如果铁芯内圆不齐,有可能使定子、转子相擦。如果铁芯槽壁不齐,则会造成嵌线困难,并且容易损坏槽绝缘纸。另外,若铁芯压装扣片开焊,铁芯齿部弹开度过大,就相当于气隙有效长度增大,会使电动机励磁电流增加,功率因数降低,铁耗增加,温升过高。

对于表面有锈迹或毛刺的铁芯,可去除锈迹或毛刺后再浸渍绝缘漆。如果定子铁芯与机壳配合不紧,可以在机壳上增加电焊点数,或者在机壳外部向定子铁芯钻螺丝孔,加固定螺栓。如果铁芯齿部弹开度过大,可以用碗形压板压紧铁芯两端,并与扣片焊牢。对于内圆不齐的铁芯,可以机壳端盖止口为基准精磨铁芯内圆,但必须注意磨量,否则会使铁耗过大。若转子与定子相擦,定子铁芯严重损坏无法修理,则只能做报废处理。

7. 鼠笼式电动机转子断条

鼠笼式三相异步电动机的转子,绕组为铸铝的鼠笼条和端环,一般不易损坏。但是如果材料或制造工艺不良,可使鼠笼条内部产生缩孔、砂眼、夹层等缺陷,使用日久,会在这些缺陷处开裂。同时在频繁地启动、正反转的场合下,会引起转子铝条中的感应电流过大,产生的电磁力也很大,时间长了便会发生铝条断裂现象。在长期使用中,由于启动、制动和热胀冷缩使转子铝条和端环反复受到机械应力作用,也可断裂。鼠笼条和端环断裂,通称为转子断条故障。

鼠笼式铸铝转子断条后,电动机会发出周期性的“嗡嗡”电磁声,且转速下降,启动困难,甚至无法启动,定子三相电流时高时低,且不平衡,检测的方法有以下几种。

(1)观察法。将电动机转子抽出,仔细观察转子铁芯表面,特别是转子的端环与导条交接处,若发现有青蓝色的过热变色现象,说明该处就是断条的地方。

(2)铁粉检查法。用一个副边额定电流为 10A 以上的单相变压器和一个容量相当的单相调压器和交流电流表,如图4-18连接,转子的两端环接变压器的副边。检查时首先把调压器副边输出调至 0V 后接通交流电源,此时电流表无显示;然后慢慢地增大调压器副边的输出电压,同时注意观察电流表,待变压器副边电流为 10A 时,停止调整,此时电压大约为变压器初级额定电压的 $5\%\sim 10\%$ (以上过程相当于变压器的短路试验)。如果不用电流表,经调压器使变压器输出 30V 左右的电压也可。这时,转子导条中将有电流流过,并在其周围形成磁场。在每根导条上洒一些细铁粉,正常的导条边缘上将均匀地吸附铁粉,而断条上的铁粉很少或没有,这样就可以准确地找出断条。

(3)短路侦察器法。将已接通 220V 交流电源和串有电流表的短路侦察器放在铁芯

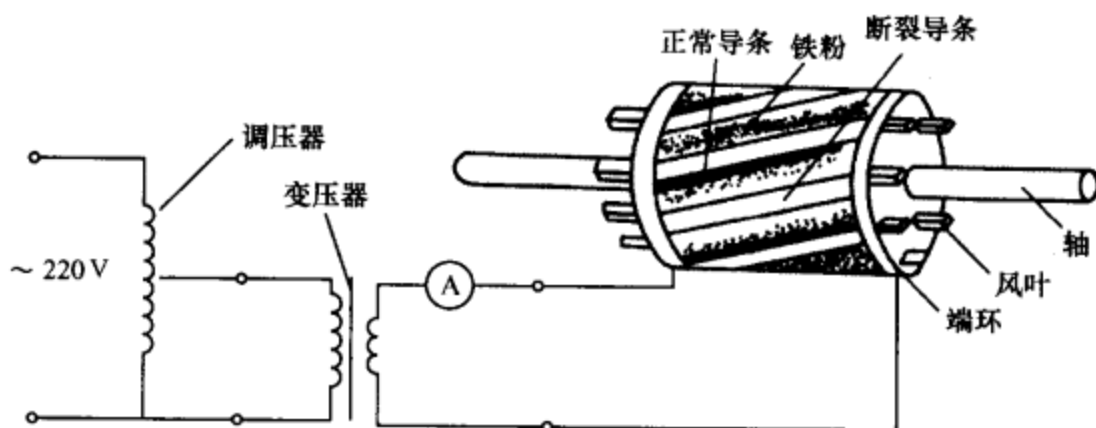


图 4-18 铁粉检查法

槽口,如图 4-19 所示,并沿转子铁芯外圆逐槽移动,若发现电流表读数突然变小,说明被测槽内有断条故障,也可用铁片代替电流表,若能吸住并发出“吱吱”声,说明导条未断,否则,导条断裂。

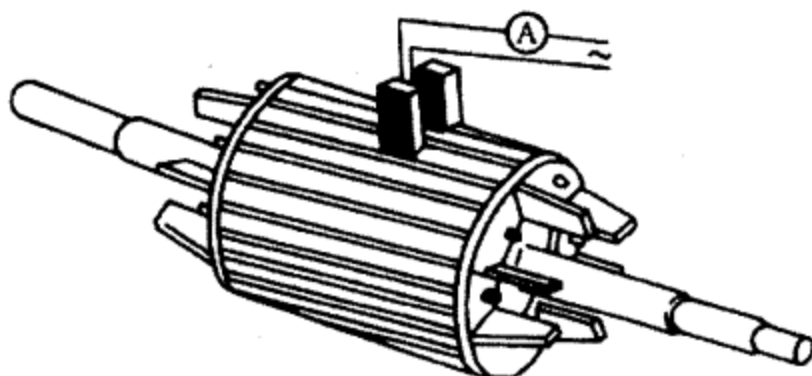


图 4-19 短路侦察器法

(4)替换法。若条件允许,也可将同型号规格的转子换上,试运行一下,若电动机负载能力、转速、声音等方面都正常,则说明被换下的转子有断条故障。

若断裂处在端环或槽外其他明显部位时,可将断裂纹凿成 V 形槽,用气焊焊平即可。对铜质转子导条来说,若只有个别条断裂,可在断条两端环上开一个缺口,将断条敲掉,然后换上一根与原铜条截面积相同的新铜条,铜条两端要伸出端环约 20mm,把伸出部分敲弯并贴在端环上,用气焊焊牢,在车床上车平,再校正平衡即可。若断条很多时,需更换全部铜条。对铝质转子导条来说,若只有个别条断裂,可把断条挖掉,将与原条截面积一样的铜条打入槽内焊牢即可。若断条严重时,可将转子放于 10% 的工业烧碱溶液中浸泡,使铝条腐蚀下来,转子铁芯从溶液中取出后,需用清水冲洗。若有条件可重新铸铝,也可换成铜条鼠笼转子。

8. 集电环故障

集电环是绕线转子特有的部件,其主要作用是通过电刷将绕组与外电路相连接,以完成启动、运行、制动、调速等功能。因此,集电环发生故障,电动机便不能使用。

电动机常用的集电环有塑料整体式、组装式及紧圈式三种,环的材料有青铜、黄铜、低碳钢及合金钢等。

集电环发生松动、接地、短路及引出线接触不良等故障时,一般经过局部检修便可修复。当环面上有斑点、刷痕、凹凸不平、烧伤、失圆及剥高等缺陷时,可进行一般修理或用

车床旋修。如损坏比较严重,无法修复时,则需更新。

1)局部检修

当发现集电环接地或短路时,首先应清除环间的炭末及积灰,短路故障一般可排除。如果短路仍存在,对组装式集电环,可将导电杆拆下,如短路故障消失,说明短路是导电杆绝缘损坏而引起,应逐根检查导电杆绝缘,并将损坏处修复。如拆下导电杆后故障仍存在,可进一步检查绝缘套与环内圆的接触面有无破裂、烧焦痕迹。如有,应清除破裂或烧焦的痕迹,并适当将破裂或烧焦处挖大,摇测绝缘电阻合格后,注入环氧树脂胶填平。

对松动的集电环,可在每个环上对称配置三个沉头铜螺钉。螺钉的长度以在绝缘套上刮出一个不穿的沉孔为宜,将螺钉拧紧后,用铜焊烧牢,再放到车床上校正,同心后车平磨光。

2)一般修理

集电环表面轻微损伤(如斑点、刷痕、轻度磨损等),先用细平挫或油石在转子转动时研磨。挫刀压力不要过大且要均匀,以免磨削过多或出现新的不平整。待伤痕消除后,用00号砂纸在转子高速转动下抛光,便可恢复使用。

3)旋修

当集电环失圆、表面有槽沟、烧伤及凹凸比较严重,沟深达1mm且伤面达总面积20%~30%时,应将转子放到车床上旋修集电环。车削时,车刀要锋利,进刀量为0.2mm左右,表面线速度约2m/s。车削后的偏心度应不超过0.03mm~0.05mm。然后用00号砂纸抛光即可。

4)更换

塑料整体式集电环,由于其材料配方及模具比较复杂,修理现场一般无条件制作,修理时可购买新品更换,如果新品难购,可改装成组装式集电环。对组装式集电环的更换,主要更换环、绝缘套、绑线及导电杆。

二、机械故障的检修

1. 转轴故障

电动机轴常见的损坏有:轴弯曲、轴颈磨损、轴裂纹、局部断裂、转子松动等。造成电动机轴损坏的原因,除轴本身材质不好及强度不够外,轴与轴承、联轴节配合过松或有相对运动,频繁的正反转冲击,拆装时过大的机械碰撞,安装轴线不正等也可引起轴的损坏。

1)轴弯曲

转轴弯曲变形是因安装不正确、长期超负荷运转或受外力碰撞而引起的,弯曲的表现是使定子与转子相擦,产生摩擦声和机械噪声。

对转轴弯曲的检查,可装在车床上用千分表或划线盘检查,如图4-20(a)所示,测定轴及转子的不同部位,即可找出弯曲的部位和大小。还可以将电动机转子取出平放在平台上,用两块高度相等的V形铁将轴两端架起来,如图4-20(b)所示,再用千分表或划线盘检查。

如果转轴弯曲量超过0.2mm,则必须矫正,矫正弯曲处最好用压力机或车床。把转子放在车床上,利用三爪自定心卡盘和尾座顶尖将两端夹紧,另用一铁棒或一节长铁

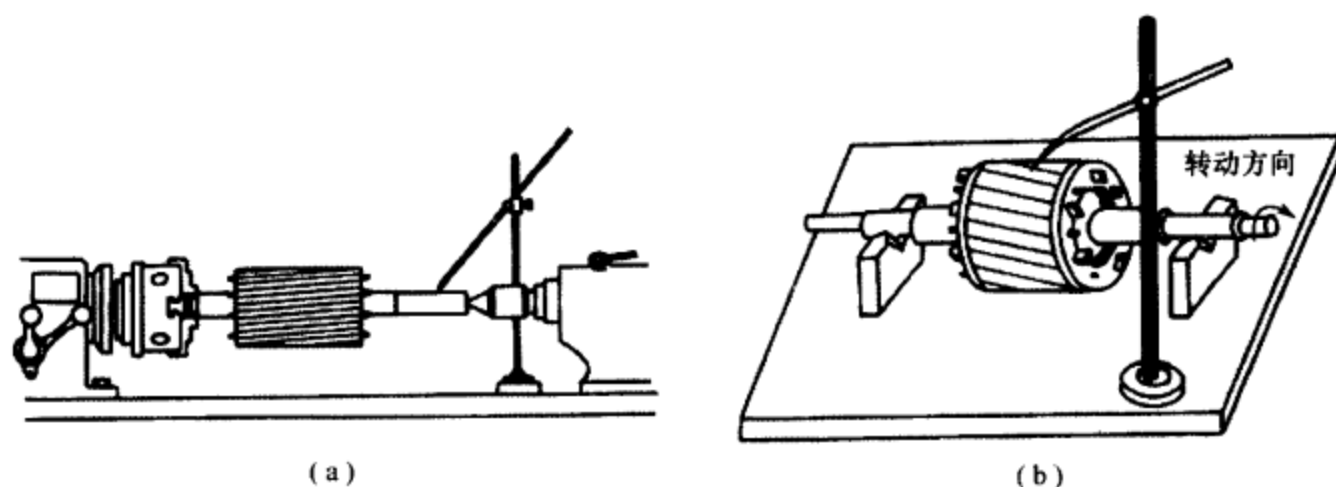


图 4-20 检查轴弯曲

(a)用车床检查；(b)在 V 形铁上检查。

管压在弯曲部，棒的一端利用床身作支点，运用杠杆原理慢慢地施加压力，每施压一次，检查一次，一点一点地将弯曲处矫正过来。用压力机或敲打法矫正，则是将弯曲变形位置朝上，轴两端用等高的硬木垫起，如图 4-21 所示，用硬木顶住变形位置，逐点用压力机加压或用手锤敲击，边矫边检查，由轻到重，反复进行，直至调为径向跳动量在 0.05mm 以内。

2) 轴颈磨损

轴颈磨损由于轴承内圈与轴颈的配合公差过小，在运行中发生轴与内圈相对运动，使轴颈磨损而松动（即走内圆）。这时，必须将轴颈补大到原来尺寸。常用的修补方法有下列几种：

(1) 喷镀或刷镀。利用专门的设备将金属镀在磨损的轴颈上，再磨削到需要的直径。此法适用于磨损深度不超过 0.2mm 的场合。

(2) 补焊。将转轴放在带滚轮的支架上，用中碳钢焊条进行手工电弧焊，从一端开始，一圈一圈地补焊，边焊边转动转子，直至将轴颈全部补焊完毕。冷却后，放到车床上加工到所需尺寸。加工时，注意校正两轴颈与转子外圆的同轴度。

(3) 镶套。当轴颈磨损较大或局部烧损发蓝退火时，可将轴颈车圆后镶套。套的材料用 30 钢~45 钢，其厚度为 2.5mm~4mm，将套加热装至轴上后，放在车床上加工套的外圆。

3) 键槽损坏

键槽损伤，可先进行电焊，然后车圆重铣键槽，也可以采用铣宽键槽的办法，或转过一个角度后另铣键槽。

4) 转轴裂纹或断裂

当转轴出现裂纹或断裂时，应进行更换。更换时，要求新轴的钢牌号应与旧轴相同（多数为 35 钢或 45 钢）。

压出旧轴有两种方法：转子质量在 40kg 以下且轴与铁芯配合不太紧的，可以在铁平台上垂直撞击将轴顶出；对较重或配合较紧的转子，用压力机压出。根据旧轴的尺寸加工

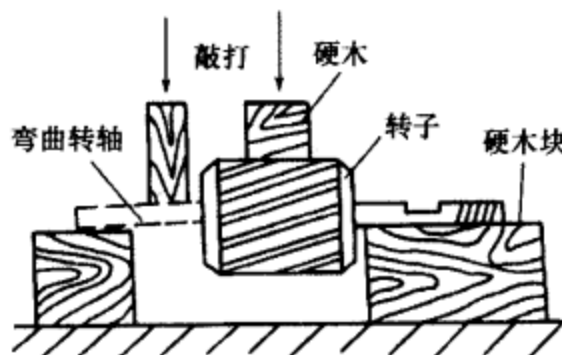


图 4-21 用压力机或敲打法校正

新轴。加工分两次进行:先车好中间部分,压入铁芯;再车轴承位置及轴伸端。加工时要特别注意保证铁芯外圆与两个轴承位置的同轴度。

当转轴裂纹在轴伸处时,可先打出坡口,用电焊补焊,然后进行精车。补焊时注意不能变形且有足够的强度。

5) 转子铁芯松动

当转子铁芯与转轴发生松动时,一般会造成低速时噪声小或没有噪声,高速时有噪声的故障;噪声大小与铁芯松动度有关,松动度越大,冲击声越大。铁芯松动还同时影响电动机的转速,严重时将使电动机不能转动。

判断转子与转轴是否松动的方法很简单,只要把转子抽出,一手夹紧转轴,一手握住转子,用力扭动,看转轴与铁芯间有无松动感觉。当转轴松动时,一般需更换一只原生产厂生产的相同型号、规格的转子,或者把转轴压出来,加工一根新轴压进去,转轴材料应选用45钢。

2. 端盖和机座故障

电动机端盖和机座一般是用生铁铸成的。其常见的故障是产生裂纹,原因多为铸造缺陷或过大的振动及敲击所致。端盖的另一种故障是内圆磨损,这是由于内圆与轴承外圈配合较松,在运行中产生相对运动(即轴承走外圆)造成的,电动机频繁的正反转也会加速端盖内圆的磨损。下面分别介绍修理的方法。

1) 修补裂缝

采用铸铁焊条或铜焊条补焊。补焊时,需将工件加热到 $700^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$,然后用直流弧焊机进行焊接。焊好后,放到保温炉内逐渐冷却,以消除焊件的内应力,减少变形。补焊机座时,注意保护好精加工端面及绕组,不使其被高温与焊渣损伤。补焊后需保持端盖与机座的同轴度。

2) 修补端盖内圆磨损

修补端盖内圆磨损主要有以下两种方法:

(1) 打“麻点”,也叫打“样冲眼”。用高硬度的尖冲头,在内圆周面上打出均匀的凹凸点,目的是缩小内圆直径,使它与轴承外圈配合较紧。此法适用于轻微磨损的小型电动机端盖,是一种临时应急办法。

(2) 锡焊。用锡焊法修理端盖内圆磨损是一种简单易行的办法,不但坚固耐用,而且可保证与止口的同轴度。操作时,先用汽油彻底清洗轴承及端盖轴承室,用布擦干净。将轴承外圆的三等分处用细砂布磨去亮层表面后擦干净,然后在各等分处涂上少许盐酸,用紫铜电烙铁头在其上平整地焊上一层薄锡,再用细砂布磨平,清擦干净。将焊好锡的轴承装入轴承室,多余的焊锡会自动脱落下来。该法可修复间隙不大于 0.3mm 的端盖内圆磨损故障。

3. 轴承损坏

在小型电动机中,一般前后轴承均采用滚珠轴承,在中型电动机中,传动端采用滚柱轴承,另一端采用滚珠轴承;大型电动机中,电动机一般采用滑动轴承。

电动机经过一段时间的使用后,会因润滑脂变质、渗漏等造成轴承磨损间隙增大。此时轴承温度过高,运转噪声增大,严重时还可能使定子与转子相擦。

在电动机运行时,用手触摸前轴承外盖,其温度应与电动机机壳温度大致相同,无

明显的温差（前轴承是电动机的载荷端，最容易损坏）。另外，也可以听电动机的声音有无异常。将螺丝刀或听诊棒的一头顶在轴承外盖上，另一头贴到耳边，仔细听轴承滚珠或滚柱沿轴承滚道滚动的声音，正常时声音是单一、均匀的，如有异常应将轴承拆卸下来检查。

将轴承拆卸下来后，一定要清洗干净，并仔细检查，以免清洗时的棉纱或刷毛遗留在轴承滚道内。可以用手转动轴承外圈，观察其转动是否灵活，再用一只手捏住轴承外圈，另一只手转动轴承内圈，检查轴承内外圈之间轴向窜动和径向晃动是否正常，转动是否灵活。另外，也可以在灯光下检查轴承滚道、保持器及滚珠有无锈迹、伤痕等。

对于有锈迹的轴承，可将其放在煤油中浸泡便可除去铁锈。若轴承有明显伤痕，则必须加以更换。同时，还应抹上干净的润滑脂。润滑脂的指标主要为滴点、针入度、氧化安定性及低温性能。选择润滑脂的原则是：轴承工作温度应低于润滑脂滴点 $10^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ ；转速较高的电动机应选用针入度较大的润滑脂；负荷较大的电动机应选择针入度较小的润滑脂。润滑脂的充填量约为轴承室容量的 $1/3 \sim 1/2$ ，常用的润滑脂为复合钙基润滑脂、钙钠基润滑脂及二硫化钼等，各种润滑脂的特点如表 4-1 所列。

表 4-1 各种润滑脂的特点

名称	钙基 润滑脂				钠基 润滑脂		钙钠 基润滑脂		复合钙基 润滑脂				复合铝基 润滑脂	二硫化钼 润滑脂
牌号	SYB1401-62				SYB1402-62		SYB1403-59		SYB1407-59				—	HSY- 101 103
序号	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2	3	4	—	—
最高工作 温度/ $^{\circ}\text{C}$	70	75	80	85	120	140	110	125	170	180	190	200	200	200
最高工作 温度/ $^{\circ}\text{C}$	不低于-10				不低于-10		不低于-10		低于-40				—	不低于-40
抗水性	不易溶于水， 抗水性较强				易溶于水， 亲水性强		抗水性弱		抗水性强				抗水性强	抗水性强
外观	黄色到暗褐 色软膏状				深黄色到 暗褐色软膏 状		黄色到深 棕色软膏状		淡黄色到暗 褐色，光滑透明 油膏状				黄褐色软 膏状	灰色或褐 色光泽软膏 状
适用电机	一般工作温 度，有水分或与 水分接触的条件 下，适用于封闭 式电机				较高工作 温度，清洁无 水分的条件 下，适用于开 启式电机		较高工作 温度，允许有 水蒸气的条 件下，适用于 开启式及封 闭式电机		高温工作条 件，有水接触及 严重水分的场 合，适用于封闭 式电机				高温工作 条件，有水接 触及严重水 分的场合，适 用于开启式 及封闭式电 机	高温工作 条件及严重 水分的场合， 特别适用于 湿热带电机

三、常见故障现象的处理方法

为便于读者维修时参考，表 4-2 给出了三相异步电动机常见故障现象及处理方法。

表 4-2 三相异步电动机常见故障现象及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
1. 电动机不能启动	①三相供电线路断路; ②定子绕组中有一相或两相断路; ③开关或启动装置的触点接触不良; ④电源电压过低; ⑤负载过大或传动机械有故障; ⑥轴承过度磨损,转轴弯曲,定子铁芯松动; ⑦定子绕组严重短路; ⑧定子绕组重绕后接线错误	①更换熔断器中的熔丝; ②用万用表查找断路处,发现故障后,再做相应处理; ③检查开关或启动装置的触点,如不能修复,则更换; ④适当提高电源电压; ⑤适当减轻所拖动的负载; ⑥更换轴承,校正转轴,将定子铁芯复位并固定; ⑦找出匝间、相间的短路点,做绝缘处理或重新更换绕组; ⑧检查三相绕组的首、末端,然后按正确接线图进行接线
2. 电动机运行时声音异常或振动厉害	①电动机放置不平; ②电动机安装不牢固; ③定转子铁芯相擦; ④转轴严重弯曲; ⑤轴承严重磨损或缺油; ⑥定子绕组短路	①将电动机重新固定平稳; ②将电动机固定牢固; ③检查定子和转子; ④更换转轴; ⑤重新加润滑脂或更换轴承; ⑥查找短路点并修理或更换绕组
3. 电动机温升过高或冒烟	①电源电压过高或过低; ②绕组接法错误; ③电动机过载运行; ④电动机的使用环境温度过高; ⑤电动机的通风不良; ⑥定子绕组有短路或接地故障; ⑦定子、转子铁芯相摩擦,轴承磨损等引起气隙不均匀; ⑧电动机受潮或浸漆后烘干不够; ⑨重绕定子绕组时匝数或导线截面积过小; ⑩铁芯硅钢片间的绝缘损坏,使铁芯涡流损耗增大	①调整电源电压; ②正确连接绕组; ③减轻负载或更换功率较大的电动机; ④采取降温措施,避免阳光直接照射电动机; ⑤检查风叶是否脱落,清理进、出风口,保持风道畅通; ⑥局部修复或更换绕组; ⑦更换磨损的轴承、校正转子铁芯或转轴,并进行修理; ⑧检查绕组的受潮情况,进行烘干处理; ⑨按标准数据重绕,或重测原始数据后重绕; ⑩对铁芯片进行绝缘处理
4. 电动机转速不稳定	①鼠笼式转子断条或脱焊; ②绕线转子其中一相接触不良; ③绕线转子电动机的滑环短路装置接触不良	①查找并修补断条处; ②更换转子绕组; ③调整电刷压力,改善电刷与滑环的接触面;修理或更换滑环短路装置
5. 电动机外壳带电	①电源线与接地搞错; ②电动机的引出线破损; ③电动机绝缘老化; ④电动机受潮	①纠正接线; ②更换电动机的引出线; ③更换绕组及绝缘; ④用兆欧表测电动机的绝缘性能,确定绝缘物是否受潮,若是,则进行干燥处理

(续)

故障现象	可能原因	处理方法
6. 运行一段时间后, 轴承过热	①轴承损坏; ②转轴弯曲, 使轴承受外力; ③缺润滑油或润滑油太脏; ④电动机两侧端盖或轴承盖未装平; ⑤传动皮带过紧; ⑥联轴器装配不良	①更换轴承; ②校正转轴; ③清洗轴承, 重加润滑油; ④将端盖或轴承盖止口装平, 旋紧螺栓。 ⑤调松传动皮带; ⑥重装联轴器
7. 负载运行时转速低于额定值	①电源电压过低; ②△形连接误接成 Y 形连接; ③笼型转子断条或脱焊; ④绕线转子电动机的电刷与滑环接触不良; ⑤电源缺相; ⑥定子绕组的并联支路或并绕导线断路; ⑦绕线转子串接的电阻过大; ⑧过载运行	①调高电源电压 ②按正确接法连接; ③修补断条处; ④调整电刷压力, 用细砂布磨好电刷与滑环的接触; ⑤更换熔断器中的熔丝; ⑥找到断路点后, 再做相应处理; ⑦适当减小转子电路串接的变阻器阻值; ⑧减轻负载, 或更换电动机, 选择容量较大的电动机

第三节 三相异步电动机修复后的检验

为了确保电动机的修理质量, 使电动机达到技术标准, 必须对电动机进行修复试验。三相异步电动机的修复试验的项目主要有测定绝缘电阻、测定直流电阻、耐压试验、空载试验等。一般修复后只要做以上试验就可以了, 但对于工作环境恶劣或关键设备所用的电动机, 还可做匝间绝缘试验和短路试验。

在试验前, 要检查电动机的接线是否正确, 前后端盖的螺钉或螺栓是否拧紧, 转子转动是否灵活, 风扇是否与风罩相擦等。如果电动机装有滑动轴承, 还要检查油位是否正常, 转轴的轴向窜动和径向晃动是否过大。对于线绕式三相异步电动机, 还需检查电刷、刷架和集电环的组装情况。

一、测定绝缘电阻

通常是测量定子绕组相与相及相对地的冷态(常温)绝缘电阻。对于额定电压 500V 以下的电动机, 一般用 500V 兆欧表进行测量; 额定电压 500V~3000V 的电动机, 可用 1000V 兆欧表进行测量。

测量时, 兆欧表的接地端应接到机壳上, 线路端接到需要测量的绕组的接线端, 其余绕组的接线端则与机壳相接。对于额定电压 500V 以下的电动机, 其绝缘电阻不得低于 0.5MΩ; 若绕组已全部更新, 则不应低于 5MΩ。

对于大型电动机, 可以通过测量其绝缘电阻来判断电动机是否受潮, 具体方法是: 兆欧表开始旋转时, 读取第 15 秒的绝缘电阻 R_{15} 和第 60 秒的绝缘电阻 R_{60} , 则吸收系数 K 为 $\frac{R_{15}}{R_{60}}$, K 应不小于 1.3。

二、测定直流电阻

绕组的直流电阻一般在冷态下测量,所用的测量仪器是电桥,如果绕组的直流电阻小于 1Ω ,应用双臂电桥;若直流电阻大于 1Ω ,则用单臂电桥。

各相绕组直流电阻之间的误差与三相绕组直流电阻的平均值之比不得大于 5% ,即

$$\frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\text{av}}} \times 100\% \leq 5\%$$

其中

$$R_{\text{av}} = \frac{R_A + R_B + R_C}{3}$$

三、耐压试验

绕组相与相、相与机壳之间都有绝缘材料,能承受一定的电压而不被击穿。为了保证操作人员的安全和电动机的可靠性,有必要对电动机进行耐压试验。

试验时采用 50Hz 交流电源,试验电压与电动机的额定功率和额定电压有关。 1kW 以下和额定电压不超过 380V 的电动机,其耐压试验的电压有效值为 500V 加两倍额定电压, 1kW 以上的电动机,其耐压试验的电压有效值为 1000V 加 2 倍额定电压,并且不能低于 1500V 。

当电源电压升到试验电压一半以后,应慢慢升至全电压,升压时间一般不少于 10s ,以免冲击电压损伤电动机。在全电压下保持 1min 后,先慢慢降至试验电压一半以下,再切断电源。

四、空载试验

空载试验是为了测定电动机空载电流和空载损耗。在空载试验时,应注意电动机的运行是否良好,有无异常声音,并检查铁芯和轴承的温升是否正常。空载试验线路如图 4-22 所示,其中瓦特表可测量功率,电动机的功率即为两表读数的代数和。

由于空载运行时电动机的功率因数很低,为了测量准确,宜选用低功率因数的瓦特表来测量。若负载的功率因数小于 0.5 ,则其中一只瓦特表的读数为负,为了获得负读数,可把极性开关换向或调换电流线圈接线,使功率表正向偏转。

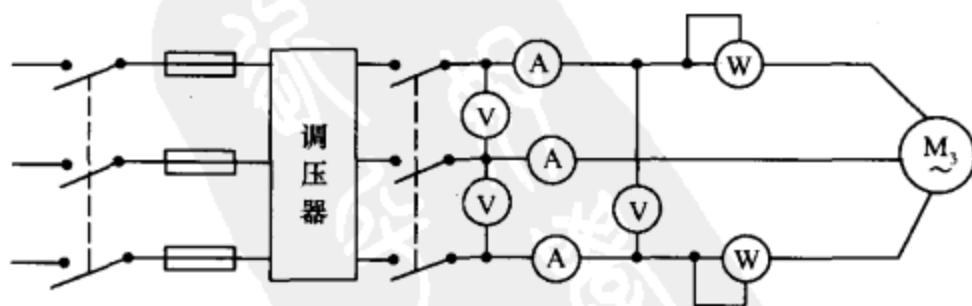


图 4-22 空载试验

在做空载试验时,可用钳形电流表来测量空载电流。对于额定功率小于 1kW 的电动机,由于其空载电流很小,可将电动机引出线在钳形电流表的钳口上缠几圈,以增加耦合系数。此时,钳形电流表的读数除以所绕的圈数就是电动机实际的空载电流。对于大功

率的电动机,在测量时要慢慢升高电源电压,以免启动电流过大而损坏仪表。

表 4-3 为小型三相异步电动机空载电流与额定电流的百分比。

表 4-3 小型三相异步电动机空载电流与额定电流的百分比

极数 \ 功率	0.125kW	0.55kW 以下	2.2kW 以下	10kW 以下	55kW 以下
2	10~95	50~70	40~55	30~45	23~35
4	80~96	65~88	45~60	35~55	25~40
6	85~97	70~90	50~65	35~65	30~45
8	90~98	75~90	50~70	37~70	35~50

若空载电流过大,表明定子与转子的气隙可能超过允许值,或定子绕组匝数偏少。如果空载电流过小,表明定子绕组匝数偏多,或将△形接法错接成 Y 形,将两路并联错接成一路串联。

五、匝间绝缘试验

匝间绝缘试验是检查绕组线匝之间的绝缘性能。试验电压为电动机额定电压的 130%,持续空载运转 1min,无异常即为合格。

六、短路试验

做短路试验时,先将电动机转子堵转,再用三相调压器给三相绕组加交流电压,并使电压从零逐步升高至定子绕组的电流达到额定值,这时加在定子绕组上的电压称为短路电压。一般 0.6kW~1.0kW 的电动机的短路电压为 90V,1.0kW~7.5kW 的电动机的短路电压为 75V~85V,7.5kW~13kW 的电动机的短路电压为 75V。但要注意,额定功率大于 13kW 的电动机不能用这种方法试验。

另一种方法是使转子堵转,给定子绕组加上恒定电压,一般在 95V~100V 之间,此时测得的电流即为短路电流。短路电流在 1 倍~1.4 倍额定电流之间为合格。如果短路电流过小,可能是串联绕组过多,漏抗太大,此时电动机的启动电流和启动转矩均小,过载能力差。如果短路电流过大,则可能是串联绕组过少,漏抗太小,此时电动机空载电流大,启动电流大,损耗也大,功率因数、效率均较低。

第四节 三相异步电动机的安装、接线与改装

一、三相异步电动机的安装

1. 安装场所的选择

电动机的安装场所应该满足以下要求:

- (1)防潮、防雨淋、防水浸、防日晒。
- (2)通风良好,散热好。
- (3)灰尘少。

(4)便于操作、维护和检修。

2. 安装方法

电动机的基础应坚实牢靠,以保证电动机启动和运行的平稳性。如果电动机的安装地点是长期固定的,则其基础可采用混凝土结构。例如,可把电动机装在水泥墩上。用地脚螺栓加以固定,如图 4-23 所示。地脚螺栓的规格和数量可根据电动机的规格来选定。

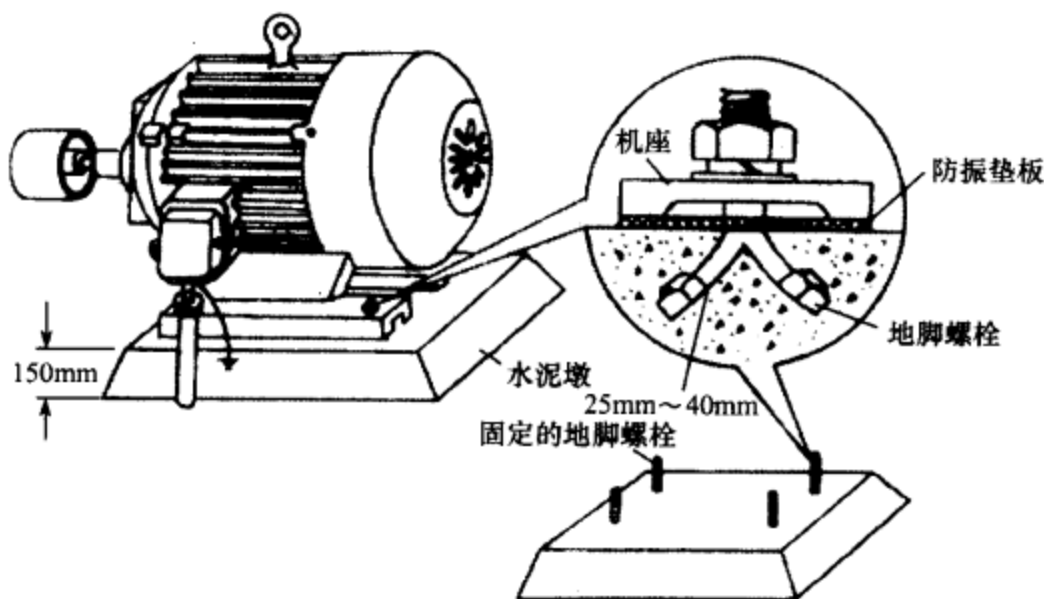


图 4-23 电动机的安装

对于需要小范围调整的电动机,则应安装在有活动的地脚螺栓的水泥墩上。如果电动机的安装地点不是长期固定的,并且电动机功率较小,可将其安装在支架上,但支架的脚要深埋在地下。如果电动机是移动使用的,并且功率又比较小,也可以将电动机和被带动的机械设备固定在一起,这样电动机和机械设备的相对位置便固定了,不必每次都调整,只需在使用地点用打桩的方法将它们固定即可。

3. 安装后的校正

电动机安装好后必须校正水平和校正传动装置。

1) 校正水平

如图 4-24 所示,用水平仪校正电动机纵向和横向的水平。如果电动机未水平,应在机座下垫上适当厚度的铁板(不能垫竹片和木片)加以校正。校正后应拧紧地脚螺栓。

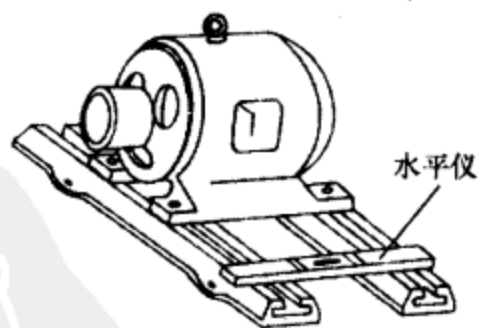


图 4-24 水平校正

2) 校正传动装置

如果采用皮带传动,必须使电动机轴和工作机械轴的两皮带轮互相平行,而且两皮带轮的中心线应在同一直线上。校正时,先画出两皮带轮的中心线 1-2 和 3-4,然后拉一根细绳,一端对准工作机械皮带轮的中心线 1-2,如果电动机皮带轮中心线 3-4 不与细绳重合,可移动电动机或在机座下垫薄铁板,直至电动机皮带轮中心线 3-4 与细绳重合为止,如图 4-25 所示。

当两个皮带轮的宽度相同时,可以拉住细绳贴在工作机械皮带轮的侧面,然后调整电动机,使其皮带轮的侧面也正好贴住细绳。

如果采用联轴器直接传动,则必须使联轴器的两个侧面平行,并且两轴的轴心要对

准。校正时,将钢皮尺放在联轴器的一个外盘上,再转动另一个外盘,如图 4-26 所示。若两个外盘的高低始终一致,说明两轴已对准,否则要在电动机机座下垫薄铁板加以校正。校正好后,将联轴器的两个外盘拼合,再拧紧地脚螺栓。

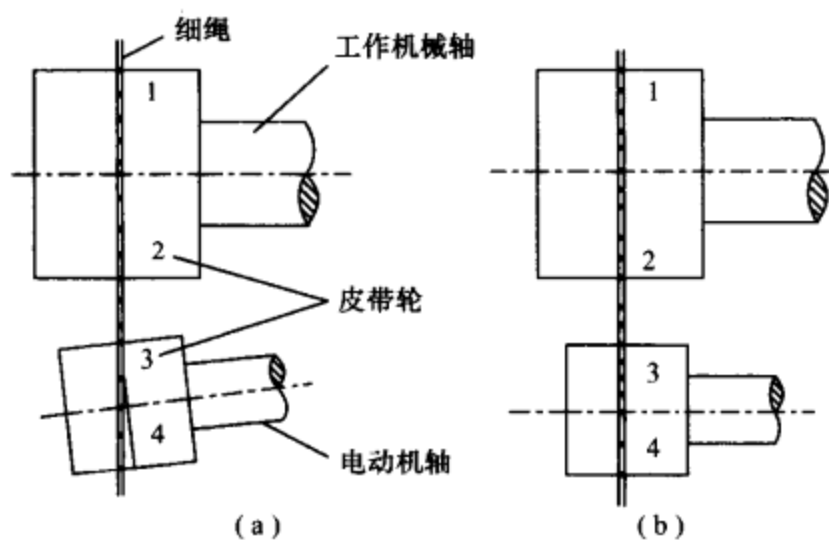


图 4-25 皮带传动的校正

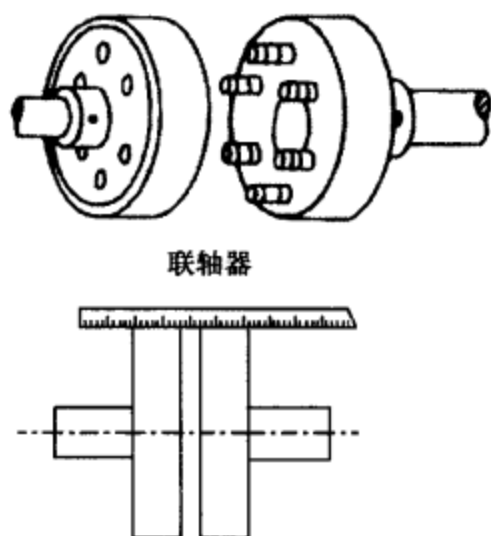


图 4-26 联轴器传动

二、三相异步电动机的接线

在接线时必须按照铭牌规定的电压和接法,同时要安装接地装置。电动机的接地装置如图 4-27 所示,它包括接地体和接地线两部分。接地体一般用钢管、钢筋、角铁或扁铁制成并埋入地下,接地线将接地体与电动机机壳连接起来。接地线一般紧固在电动机的地脚螺栓或接线盒的接地螺丝上,另一端最好焊在接地体上。若用其他方法固定,一定要保证接触良好。

接地装置能否起到保护作用关键在于接地电阻。接地电阻的大小与接地体和接地线的材料、尺寸以及土质有关,一般情况下接地电阻不能大于 10Ω 。

对接地装置一般有如下要求:①对于接地体,钢管的厚度不小于 3.5mm ,钢筋的直径不小于 6mm ;角铁或扁铁的厚度不小于 4mm ,截面积不小于 48mm^2 ,接地体长度在 $2.5\text{m}\sim 3\text{m}$ 之间,垂直埋入地下。为了能顺利打入地下,接地体下端应做成尖形。若地下水位较低或土壤为沙石性土壤,可以增加接地体的数量,并使相邻接地体的距离要大于 2.5m ,并把接地体附近的土壤换成黏土,再加入少许食盐和木炭的混合物,以降低接地电阻。②对于接地线。一般用铜芯绝缘软导线,其截面积不小于 4mm^2 ,并要加保护以防止碰断。在日常维护时要经常检查电动机接地装置是否良好,如接地线有无断开,接头是否松脱等。若发现问题要及时处理,以免引发安全事故。

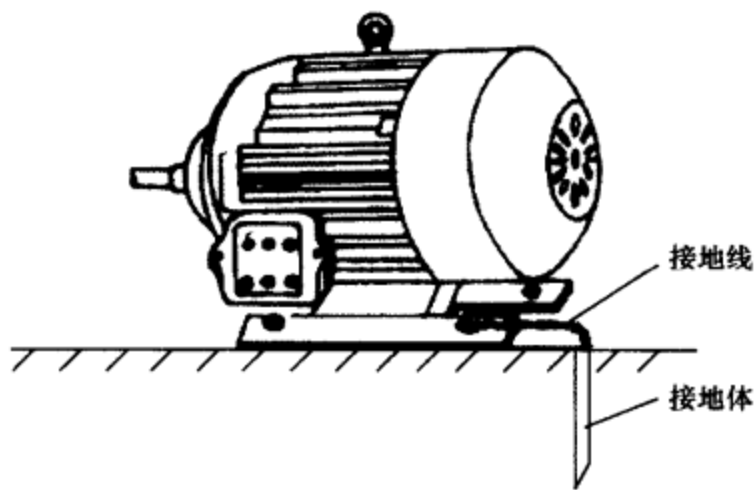


图 4-27 电动机的接地装置

三、三相电动机改发电机

应用三相异步电动机和电容相接可以用来发电,接线图如图 4-28 所示。三相电动机的三个绕组无论是 Y 形连接还是 Δ 形连接,在它的三个引线端,两两之间接入 3 只相同的电容器。然后用柴油机、水轮机作动力拖动这台电动机,当达到额定转速时,引线端电压会升至电动机运转的原额定电压。

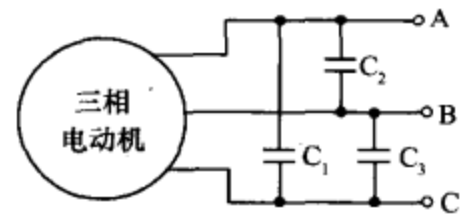


图 4-28 三相电动机改发电机接线图

试验表明,三相电动机发电主要用于照明、广播、等电阻性负载,不宜多带电焊机等电感性负载。

根据经验,额定电压为 380V、转速为 750r/min~1500r/min 的异步电动机改作发电时,空载和满载时所需的三相总容量 $C(C=C_1+C_2+C_3)$ 如表 4-4 所列。发出三相交流电的稳定性取决于负载是否稳定和发电机的转速是否稳定。使用时,三相负载的对称与否对电压无影响,为安全稳定起见,负载的总值不应超过原电动机功率值的 80%。

表 4-4 三相电动机发电时需接的三相总容量

发电机容量/kW	空载容量/ μF	满载容量	
		阻性负载($\cos\phi=1$)	感性负载($\cos\phi=0.8$)
1	16	20	32
5	60	75	138
7	74	98	182
10	92	130	25

电容器 C_1 、 C_2 、 C_3 的耐压值应高于原电动机的额定电压,若额定电压为 220V,电容耐压应为 400V 左右;若额定电压为 380V,电容耐压应为 600V 左右。

应用上述电路发电时应注意两点:一是转子要有剩磁。若用新电动机或停用已久的电动机发电,可用干电池向任何一相线圈通一下电即可。二是不要带负载启动,因为这样会使励磁电流的建立更加困难。

另外,利用三相异步电动机还可以改装成单相异步电动机,具体方法将在介绍单相异步电动机时进行说明。



第五章 三相异步电动机基本控制电路

各种生产机械设备如车床、铣床、磨床、刨床、钻床、风机、水泵、起重机等,一般是由电动机来拖动的,为了使电动机按照生产的要求进行启动、制动、正反转和调速等,必须配备一定的控制线路对电动机进行控制才能达到目的。在生产实践中,控制线路不管是简单的还是复杂的,一般都是由几个基本控制电路组成的。电动机基本控制线路有以下几种:启动控制、正反转控制和制动控制等。因此,掌握好电动机基本控制电路具有重要的意义。

第一节 三相异步电动机的启动控制

三相异步电动机从接通电源开始转动,转速逐渐上升直到稳定运转状态,这一过程称为启动。电动机能够启动的条件是启动转矩必须大于负载转矩。下面分类介绍鼠笼和绕线式三相异步电动机的几种启动方式。

一、鼠笼异步电动机直接启动控制

鼠笼式异步电动机的直接启动也称全压启动,它是一种简单、可靠、经济的启动方法。由于电动机在刚接通电源瞬间,旋转磁场和转子的相对速度最大,此时启动电流也最大。一般中小型鼠笼式三相异步电动机的启动电流约为额定电流的5倍~7倍。电动机不是频繁启动时,启动电流对电机本身影响不大。因为启动电流虽大,但启动时间很短(1s~3s),从发热角度考虑没有问题;并且一经启动后,转速很快升高,电流便很快减小了。但当启动频繁时,由于热量的积累,可以使电机过热。因此,在实际操作时,应尽可能不让电动机频繁启动。例如,在车削加工时,一般只是用摩擦离合器或电磁离合器将主轴与电机轴脱开,而不将电动机停下来。

但是,电动机的启动电流对线路是有影响的。过大的启动电流在短时间内会在线路上造成较大的电压损失,而使负载端的电压降低,影响邻近负载的正常工作。例如,对邻近的异步电动机,电压的降低不仅会影响它们的转速(下降)和电流(增大),甚至可能使它们的最大转矩降到小于负载转矩,以致使电动机停下来。因此,直接启动电动机的容量受到一定限制,可根据启动次数、电动机容量、供电变压器容量和机械设备是否允许来分析。一般容量小于10kW的电动机可直接启动。

1. 采用开关直接启动

采用闸刀开关、转换开关或铁壳开关控制电动机直接启动和停止的线路如图5-1所示。

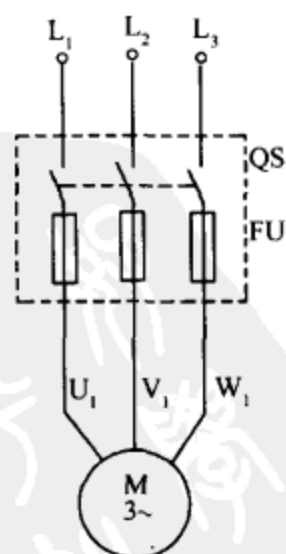


图 5-1 采用开关直接启动线路

当合上开关 QS 接通三相电源时,电动机开始启动,启动结束后进入稳定运行;当拉开开关 QS 分断电路时,电动机停止运行。

采用开关直接启动的电路仅适用于不频繁启动的小容量电动机,它不能实现远距离控制和自动控制,也不能实现零压、欠压和过载保护。

2. 采用接触器点动控制

对于容量稍大或者启动频繁的电动机,接通与断开电路应采用交流接触器。图 5-2 是采用接触器点动控制电动机的线路。

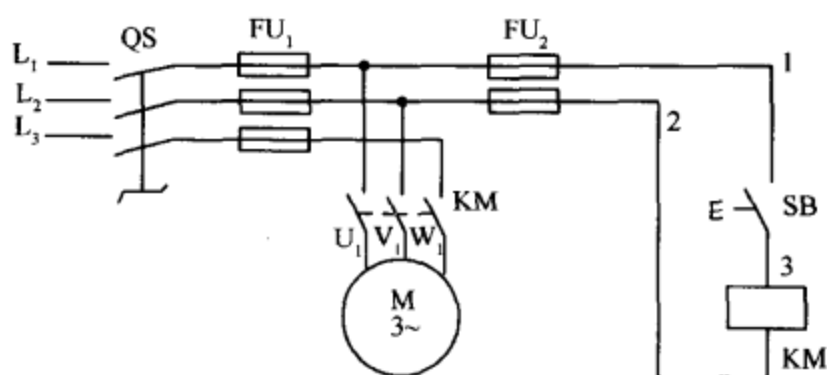


图 5-2 点动控制线路

整个控制线路可分成主电路和控制电路两部分。主电路是从电源 L_1 、 L_2 、 L_3 经电源开关 QS、熔断器 FU_1 、接触器 KM 的主触点到电动机 M 的电路,它流过的电流较大。控制电路由熔断器 FU_2 、按钮 SB、接触器 KM 线圈组成。

线路的工作原理如下:合上电路总开关 QS,按下电动机 M 的点动按钮 SB,接触器 KM 线圈通电,其通电回路为:电源 L_1 →转换开关 QS→熔断器 FU_1 →熔断器 FU_2 →1 号线→按钮 SB→接触器 KM 线圈→2 号线→熔断器 FU_2 →熔断器 FU_1 →转换开关 QS→电源 L_2 。接触器 KM 线圈得电后,其主电路中接触器 KM 主触点闭合,接通电动机 M 的三相电源,电动机启动运转。松开按钮 SB,接触器 KM 线圈失电释放,其主电路中的主触点断开,切断电动机的三相电源,电动机 M 停转。

从以上分析可知,当按下按钮 SB,电动机 M 启动单向运转,松开按钮 SB,电动机 M 就停止,从而实现“一点就动,松开不动”的功能。

重点提示 读图时,先读主电路,再读控制(辅助)电路。

主电路是指给电动机供电的那部分电器,以传递能量为主,电流较大。控制电路是由接触器线圈、辅助触点、继电器、按钮及其他控制电器组成的电路,用来完成信号传递及逻辑控制,并按一定规律来控制主电路工作,电流较小。读主电路时,可以自下而上,也可以自上而下;读控制电路时,应注意其电源是如何引入的,借助于控制电器的原理,搞清各控制电器之间的逻辑关系。

3. 采用接触器长动控制

采用接触器长动(连续)运转控制线路,如图 5-3 所示。

主电路由转换开关 QS、熔断器 FU_1 、接触器 KM 主触点、电动机 M 组成;控制电路由熔断器 FU_2 、停止按钮 SB_1 、启动按钮 SB_2 、接触器 KM 线圈和动合辅助触点组成。

线路的工作原理如下:合上电源总开关 QS,按下启动按钮 SB_2 ,接触器 KM 线圈得电,其通电回路为:转换开关 QS→熔断器 FU_1 →熔断器 FU_2 →1 号线→停止按钮 SB_1 →启动按钮 SB_2 →接触器 KM 线圈→2 号线→熔断器 FU_2 →熔断器 FU_1 →转换开关 QS→

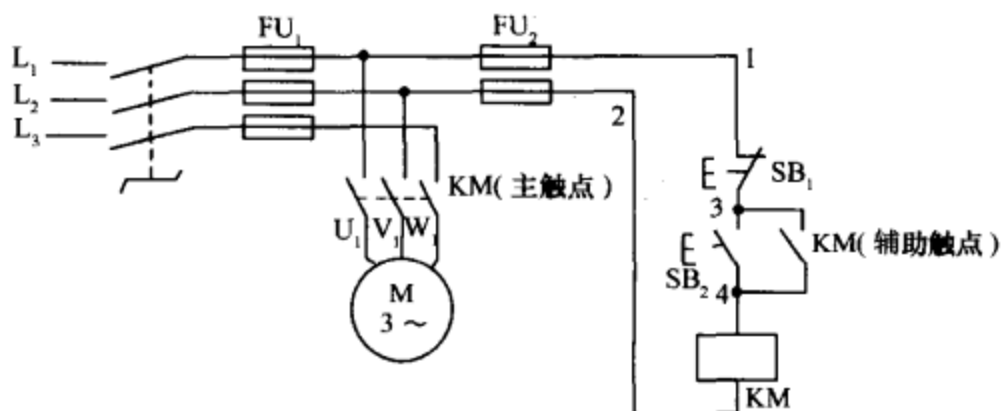


图 5-3 长动控制线路

电源 L_2 。接触器 KM 线圈得电后,其主电路中接触器 KM 主触点闭合,接通电动机 M 的三相电源,电动机启动运转。同时并接在 3、4 线之间接触器 KM 的辅助触点闭合,并形成自锁。

当松开启动按钮 SB_2 时,由于并接在 2 线及 3 线之间 KM 的辅助常开触点闭合自锁,接触器 KM 通过以下途径保持得电:转换开关 QS→熔断器 FU_1 →熔断器 FU_2 →1 号线→停止按钮 SB_1 →接触器 KM 辅助触点→接触器 KM 线圈→2 号线→熔断器 FU_2 →熔断器 FU_1 →转换开关 QS→电源 L_2 。此时电动机 M 保持连续运行。

当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB_1 ,接触器 KM 线圈回路电源被切断失电,电动机 M 停转。

重点提示 当启动按钮 SB_2 松开时,由于与之并联的接触器 KM 辅助常开触点和主触点同时闭合,因而使接触器线圈电路仍然接通,主触点保持闭合位置,电动机继续运转。故称 KM 的这个辅助触点为自锁触点。

电动机在运行过程中,如果负载过大,电动机的电流将超过它的额定值,若持续时间较长,电机的温升就会超过允许的温升值,将使电动机的绝缘损坏,甚至烧坏电动机。所以,对电动机过载需要采取保护措施。图 5-4 所示为采用保护措施的长动控制线路。

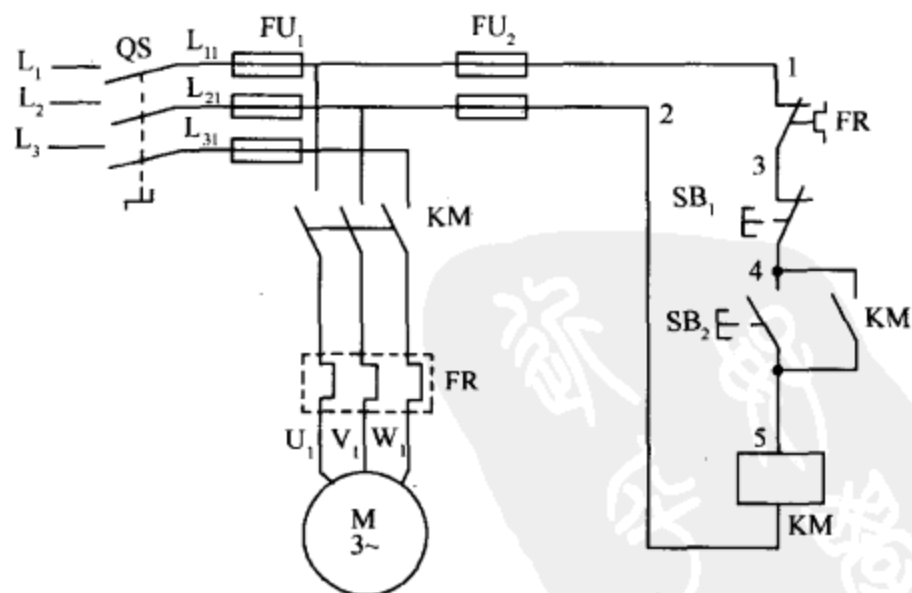


图 5-4 采用保护措施的长动控制线路

图中,主要采取以下几点保护措施:

(1)短路保护:熔断器 FU_1 、 FU_2 起短路保护作用。一旦发生短路事故,熔丝立即熔断,电动机立即停车。

(2)过载保护:热继电器 FR 起过载保护作用,FR 的辅助常闭触点串接在控制电路的 1、3 线之间,当电动机过载运行时,电路中的电流增大,通过热继电器 FR 热元件的电流增大,热元件发热量增大,使热继电器中的双金属片弯曲的程度增大,从而推动机械装置使串接在控制电路中 1、3 线之间 FR 的辅助常闭触点断开,切断接触器 KM 线圈回路的电源,起到对电动机 M 的过载保护作用。

重点提示 由于热惯性,热继电器不能做短路保护。因为发生短路事故时,要求电路立即断开,而热继电器是不能立即动作的。

(3)零压保护:也称失压保护,是指当电源暂时断电或电压严重下降时,电动机自动从电源切除,交流接触器 KM 起零压保护作用。因为此时电磁吸力小于弹簧释放力,接触器的动铁芯释放而使主触点断开。当电源电压恢复正常时,如不重按启动按钮,电动机就不能自行启动,因为自锁触点已断开。

需要说明的是,直接用组合开关启动和停止电动机时,由于停电时未及时断开开关,当电源电压恢复时,电动机即自行启动,可能造成事故。

4. 长动与点动混合的接触器控制线路

如果电动机有时既要点动控制,又要连续运转(长动)控制,那么可以把前面介绍的点动与长动控制电路结合起来,采用三个按钮和自锁触点,就可分别实现点动控制与长动运转控制。图 5-5 所示为长动与点动混合控制线路

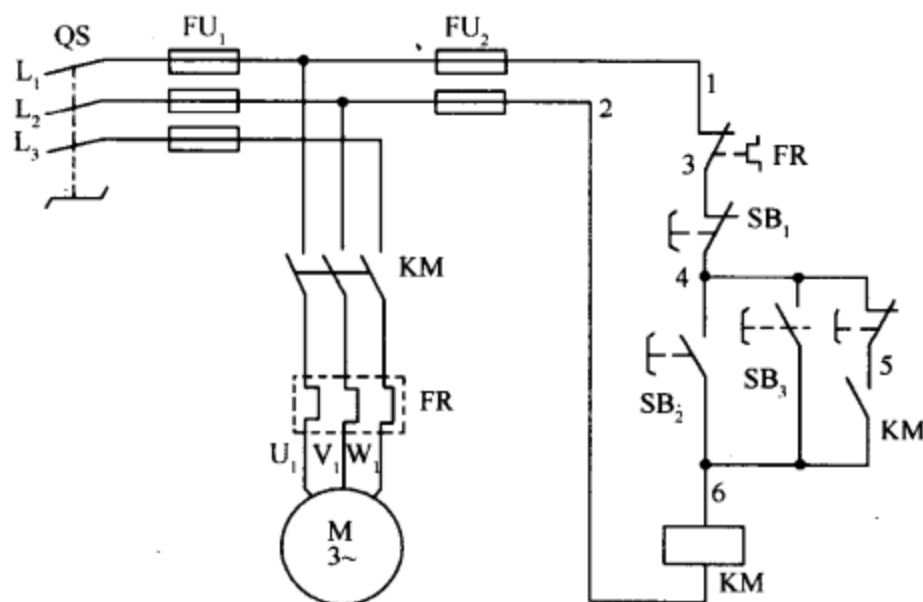


图 5-5 长动与点动混合控制线路

线路中,SB₁ 为连续运转的停止按钮,SB₂ 为连续运转的启动按钮,SB₃ 为点动控制的复合按钮。

需要点动控制时,合上电源开关 QS,按下点动复合按钮 SB₃,它的动合触头闭合,使接触器 KM 线圈通电吸合,接触器 KM 主触点闭合,电动机 M 启动运转,与此同时复合按钮 SB₃ 的动断触头断开,使接触器 KM 的动合辅助触点起不了自锁作用。松开点动复合按钮 SB₃ 时,接触器 KM 线圈断电释放,接触器 KM 主触点断开,电动机 M 停止运转。

需要连续运转时,合上电源开关 QS,按下连续运转的启动按钮 SB₂,接触器 KM 线圈通电吸合,接触器 KM 主触点闭合,电动机 M 启动运转,与此同时接触器 KM 动合触点闭合,而此时复合按钮 SB₃ 的动断触头闭合着,这时接触器的动合触点起了自锁的作用,当连续运转的启动按钮 SB₂ 松开后仍保持接触器 KM 线圈继续通电,从而使电动机 M 继

续运转。

当按下连续运转的停止按钮 SB_1 时,接触器 KM 因线圈断电而释放,接触器 KM 主触点和自锁触点断开,电动机 M 断电而停止运转。

二、鼠笼异步电动机降压启动控制

三相异步电动机直接启动的启动电流大,对供电变压器影响较大,容量较大的鼠笼异步电动机一般都采用降压启动。降压启动就是将电源电压适当降低后,再加入到电动机的定子绕组上进行启动,待电动机启动结束或将要结束时,再使电动机的电压恢复到额定值。

降压启动的目的是为了减少启动电流,但电动机的启动转矩也将降低。因此,降压启动仅适用于空载或轻载下的启动。降压启动常用方法有:定子绕组串电抗器(或电阻)降压启动、Y形- Δ 形降压启动和自耦变压器降压启动。下面分别介绍其控制线路。

1. 定子绕组串电阻(电抗器)降压启动

电动机启动时在三相定子电路中串入电阻(电抗器),使电动机定子绕组电压降低,限制了启动电流,待电动机转速上升到一定值时,将电阻(电抗器)切除,使电动机在额定电压下稳定运行。图 5-6 是定子串电阻降压启动控制线路。

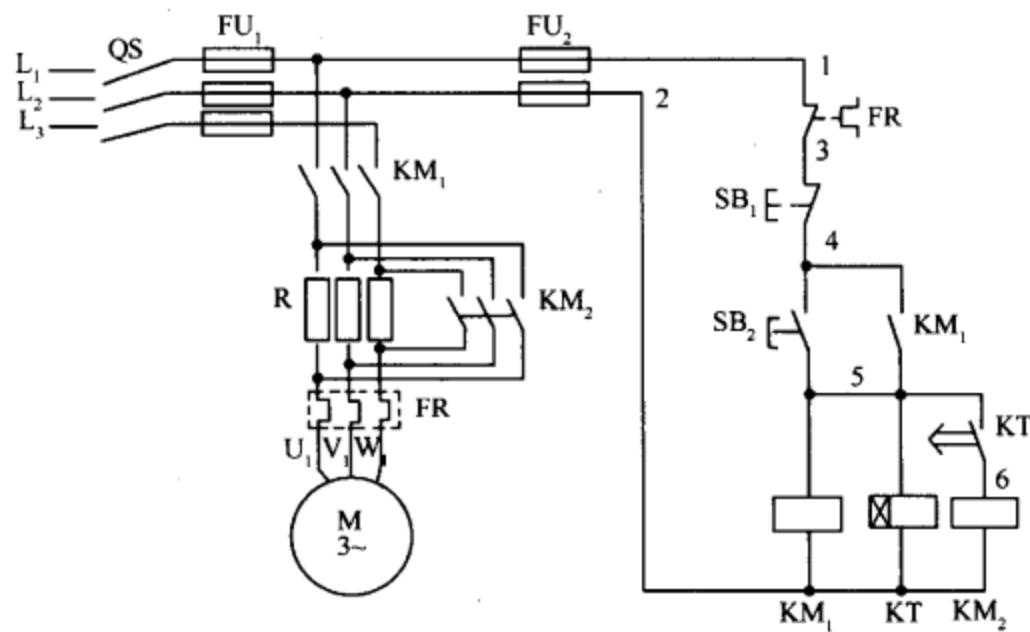


图 5-6 定子串电阻降压启动控制线路

串电阻降压启动的工作原理如下:合上电源开关 QS ,按启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 的线圈通电,接触器 KM_1 的自锁触点(4-5)和主触点闭合,电动机串电阻启动。在接触器 KM_1 的线圈通电的同时,通电延时的时间继电器 KT 的线圈也通电,经过所延时时间后, KT 的动合触点(5-6)闭合,接触器 KM_2 的线圈通电,接触器 KM_2 的主触点闭合,将串接电阻切除,电动机接入正常电压,并进入正常稳定运行。

定子串电阻(电抗器)降压启动虽然降低了启动电流,但启动转矩也降低了,因此,这种启动方法只适用于空载或轻载启动。另外,采用这种启动方法启动,在电动机进入正常运行后, KM_1 、 KT 始终通电工作,不但消耗了电能,而且增加了出现故障的机率。若发生时间继电器触点不动作的故障,将使电动机长期在减压下运行,造成电动机无法正常工作,甚至烧毁电动机。

2. 星形—三角形(Y-△)降压启动

Y-△形降压启动是指电动机启动时,把定子绕组接成Y形,以降低启动电压,限制启动电流;待电动机启动后,再把定子绕组改接成△形,使电动机全压运行。凡是在正常运行时定子绕组做△形连接的异步电动机,均可采用这种降压启动方法。

电动机启动时,接成Y形,加在每相定子绕组上的启动电压只有△形接法的 $\frac{1}{\sqrt{3}}$,启动电流为△形接法的 $\frac{1}{3}$,启动转矩也只有△形接法的 $\frac{1}{3}$ 。所以这种降压启动方法,只适用于轻载或空载下启动。图5-7所示为Y-△降压启动控制线路。

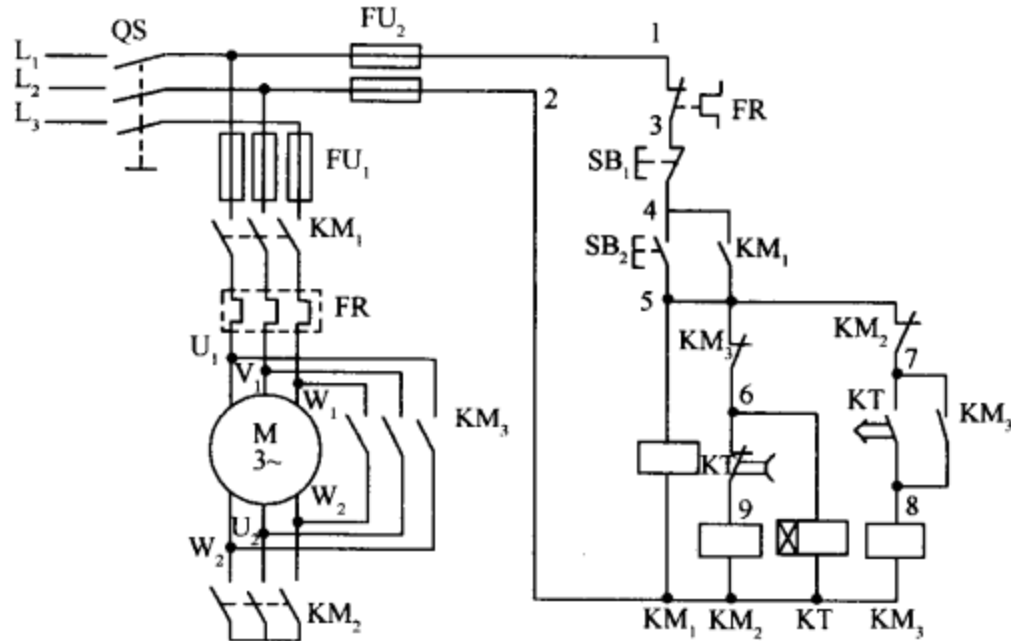


图 5-7 Y-△降压启动控制线路

Y-△降压启动控制线路的工作原理如下:合上电源开关 QS,按下启动按钮 SB₂,这时,接触器 KM₁、KM₂、通电延时时间继电器 KT 线圈通电,接触器 KM₁ 主触点和自锁触点(4—5)闭合。KM₂ 主触点闭合,电动机按 Y 形接法启动,经过延时时间后,时间继电器 KT 的动合触点(7—8)闭合和动断触点(6—9)断开,使接触器 KM₂ 线圈断电,接触器 KM₂ 主触点断开,电动机暂时断电,同时接触器 KM₂ 互锁触点(5—7)闭合,使得接触器 KM₃ 线圈通电,接触器 KM₃ 主触点和自锁触点(7—8)闭合,电动机改为△形连接,然后进入稳定运行,同时接触器 KM₃ 互锁触点(5—6)断开,使时间继电器 KT 线圈断电。

重点提示 对于以上 Y-△降压启动控制线路,在设计时要保证接触器 KM₂ 和 KM₃ 主触点不能同时闭合,这是因为开关 QS 合上,若接触器 KM₂ 和 KM₃ 同时闭合,意味着电源将被短路,这是不允许的。因此,设计时必须保证一个接触器吸合时,另一个接触器不能吸合,也就是说 KM₂ 和 KM₃ 两个接触器需要互锁。通常的方法是在控制线路中,接触器 KM₂ 与 KM₃ 线圈的支路里分别串联对方的一个动断辅助触点。这样,每个接触器线圈能否被接通,将取决于另一个接触器是否处于释放状态,如接触器 KM₂ 已接通, KM₂ 的动断辅助触点(5—7)把 KM₃ 线圈的电路断开,如接触器 KM₃ 已接通, KM₃ 的动断辅助触点(5—6)把 KM₂ 线圈的电路断开,从而保证 KM₂ 和 KM₃ 两个接触器不会同时吸合。这一对动断触点就叫做互锁触点。

3. 自耦变压器降压启动控制线路

自耦变压器降压启动是利用自耦变压器来降低启动时加在电动机定子绕组上的电

采用 Y- Δ 启动方式的鼠笼式异步电动机。但这种启动方式设备费用大,通常用于启动大型的和特殊用途的电动机。

需要说明的是,自耦变压器降压的抽头位置不同,启动电流和启动转矩的大小也不同。因此,可以通过改变抽头位置即调节自耦变压器的变比来改变启动电流和启动转矩的大小。

三、绕线式异步电动机启动控制

三相绕线式异步电动机的启动可以通过在转子绕组回路中串接电阻或频敏变阻器来减少启动电流,增加启动转矩。

1. 转子绕组串电阻启动

转子绕组串接的启动电阻,一般都接成 Y 形。启动开始时,启动电阻全部接入,以减少启动电流。随着电动机转速的上升,启动电阻逐段切除,启动结束时,启动电阻全部切除,电动机进入稳态运行。

绕线式异步电动机转子串电阻启动控制可以采用时间继电器控制,也可以采用电流继电器控制。图 5-9 所示的是用时间继电器控制的启动线路。

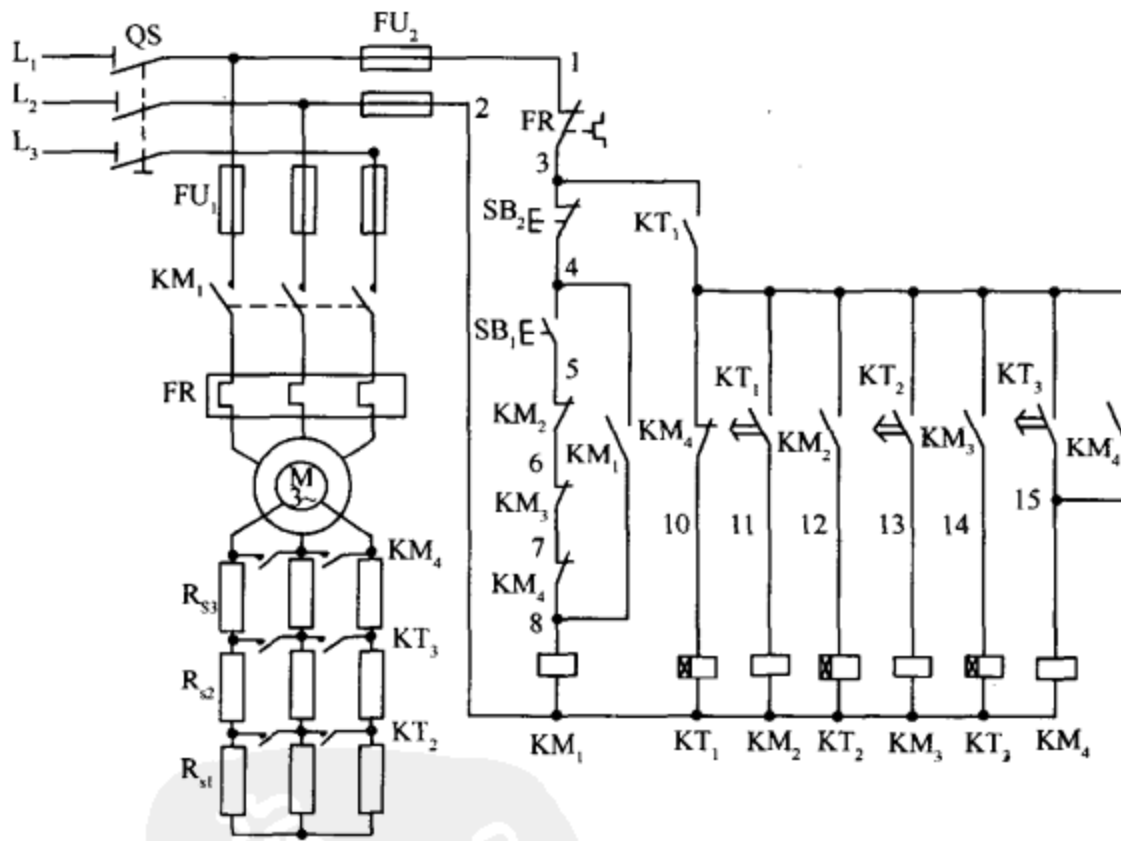


图 5-9 转子绕组串电阻启动控制线路

线路的工作原理为:合上电源开关 QS,按下启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈通电,接触器 KM_1 的主触点、自锁触点(4—8)和其他动合触点闭合,电动机 M 在启动电阻全部接入情况下启动。时间继电器 KT_1 线圈通电,经过一段时间, KT_1 的通电延时动合触点(9—11)闭合,使接触器 KM_2 线圈通电,接触器 KM_2 主触点闭合,切除 R_{s1} 部分电阻。因接触器 KM_2 动合触点(9—12)闭合,使时间继电器 KT_2 线圈通电,经一定延时后,时间继电器 KT_2 的通电延时动合触点(9—13)闭合,使接触器 KM_3 线圈通电,接触器 KM_3 主触点闭合,切除电阻 R_{s2} 。因接触器 KM_3 动合触点(9—14)闭合,使时间继电器 KT_3 线圈通电,经一定延时,时间继电器 KT_3 的通电延时动合触点(9—15)闭合,使接触器 KM_4

线圈通电,接触器 KM_4 主触点和自锁触点(9—15)闭合,切除全部串接电阻。因 KM_4 的动断触点(7—8、9—10)断开,导致时间继电器 KT_1 、接触器 KM_2 、时间继电器 KT_2 、接触器 KM_3 、时间继电器 KT_3 等都断电与释放,为下次启动做好准备。而接触器 KM_1 、 KM_4 仍保持通电与吸合,使电动机保持稳态运行。当按下停止按钮 SB_1 时,所有接触器均释放,电动机停转。

2. 转子绕组串接频敏变阻器启动

用绕线式异步电动机转子绕组串接电阻的启动方法,要想获得良好的启动特性,一般需要较多的启动级数,所用电器多、控制线路复杂、设备投资大、维修不便,同时由于逐级切除电阻,会产生一定的机械冲击力。在工矿业中,广泛采用频敏变阻器代替启动电阻来控制绕线式异步电动机的启动。频敏变阻器是一种无触点电磁元件,实质上是一个铁芯损耗非常大的三相电抗器。它的阻抗值随着流过绕组的电流频率的变化而变化,电流频率越高,阻抗值越高,电流频率低时,阻抗值也低。转子回路串接频敏变阻器刚启动时,转子电流频率最高,变阻器的阻抗最大,限制了电动机的启动电流。随着电动机转速升高,转子电流、频率逐渐降低,变阻器的阻抗也逐渐减少,正常运转速度时,其阻抗值接近于零,转子绕组相当于短接。所以频敏变阻器相当于无级变化的变阻器,非常适用于绕线式异步电机的启动控制。转子串接频敏变阻器的启动控制线路如图 5-10 所示。

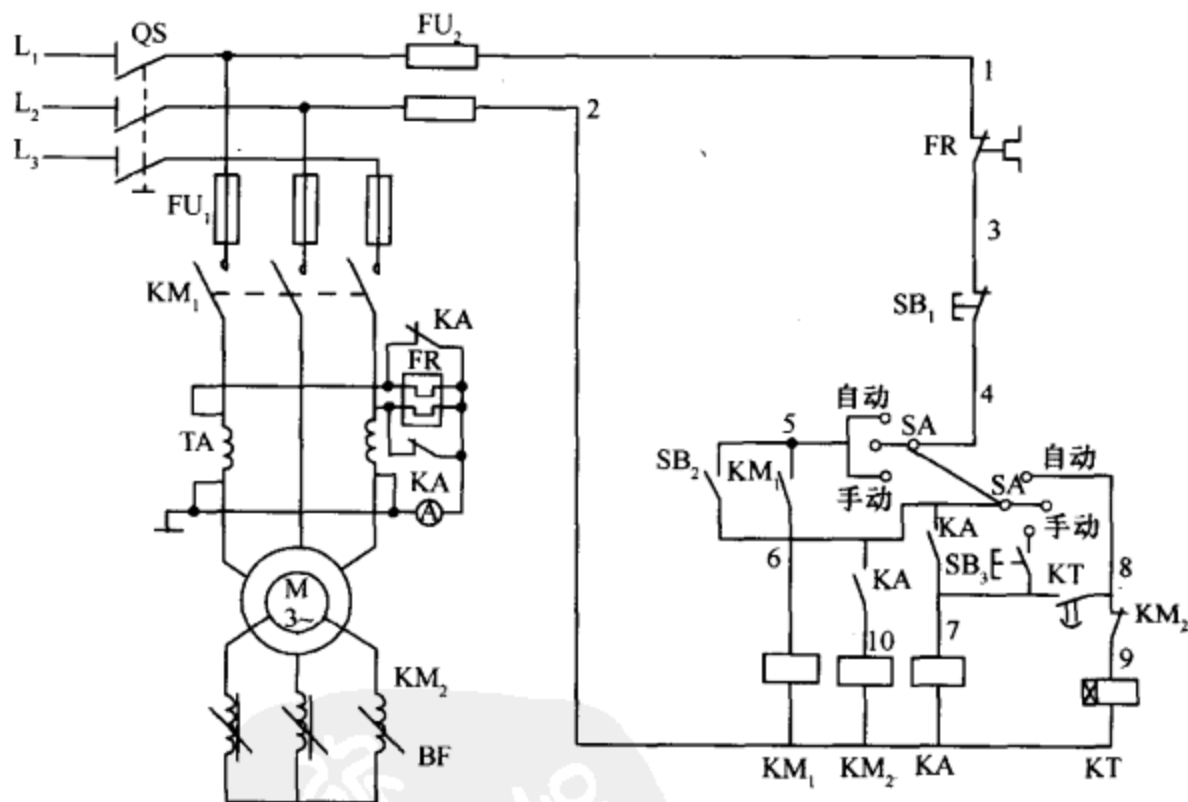


图 5-10 转子串接频敏变阻器的启动控制线路

当转换开关置于自动位置时,合上电源开关 QS ,按下启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 通电,其主触点和自锁触点(5—6)闭合,电动机转子回路串频敏变阻器启动,同时通电延时时间继电器 KT 线圈通电。经过一段延时后,延时动合触点(7—8)闭合,中间继电器 KA 线圈通电并自锁,中间继电器 KA 的动合触点(6—7、6—10)闭合,使接触器 KM_2 通电吸合,接触器 KM_2 主触点把频敏变阻器短接,电动机进入稳态运行。此时,接触器 KM_2 辅助动断触点(8—9)断开,使时间继电器 KT 断电释放。另外,在启动过程中,为了避免启动时间较长而使热继电器误动作,在主电路中用中间继电器 KA 的动断触点将热继电器

FR 的发热元件短接,启动结束后,中间继电器 KA 通电后其动断触点断开,热元件接入电路起保护作用。图中 TA 是电流互感器。

重点提示 频敏变阻器的调整:

频敏变阻器上备有四个抽头。一个抽头在绕组的背面,标号为 N。另外三个抽头在绕组的正面,标号分别为 1,2,3。抽头 1~N 之间为 100%匝数,2~N 之间为 85%匝数,3~N 之间为 71%匝数。出厂时线接在 2~N 抽头上。频敏变阻器上下铁芯由两面四个拉紧螺栓固定,拧开拉紧螺栓上的螺母,可以在上下铁芯之间增减非磁性垫片,即可调整气隙。出厂时上下铁芯间的气隙为零。

在使用时如果出现下列情况,应调整频敏变阻器的匝数和气隙。

(1)当启动电流过大,启动太快时,应换接抽头,使匝数增加。匝数增加将使启动电流减小,但启动转矩也同时减小。

(2)当启动电流过小,启动转矩太小,启动太慢时,应换接抽头,使匝数减小。匝数减小将使启动电流增大,启动转矩增大。

(3)如果刚启动时,启动转矩偏大,机械有冲击现象;而启动完毕后,稳定转速偏低,这时可在上下铁芯间增加气隙。增加气隙将使启动电流略有增加,启动转矩稍有减小,但启动完毕时转矩稍有增大,使稳定转速得以提高。

第二节 三相异步电动机的正反转控制

在生产实践中,很多设备需要两个相反的运动方向,例如,机床的工作台前进与后退、主轴的正转与反转、起重机的上升与下降等。这就要求拖动生产机械的电动机能够实现正反转控制。根据电机学原理,只要把接到三相异步电动机的三相电源线中任意两相对调,即可实现反转。下面将介绍几种常见的电动机正反转的控制线路。

一、手动正反转控制

手动正反转控制线路如图 5-11 所示。

图 5-11 中,刀开关 QS_1 为电路的总开关,熔断器 FU 为电路的短路保护,转换开关 QS_2 为电源的换相开关。转换开关 QS_2 有三挡位置,分别为“顺”、“停”、“反”转。

当合上电源开关 QS_1 ,将转换开关 QS_2 扳至左边“顺”挡位置时,三相电源通过以下途径进入电动机 M 的三相绕组: $L_1 \rightarrow QS_1 \rightarrow FU \rightarrow QS_2 \rightarrow U_1 \rightarrow U$ 相绕组; $L_2 \rightarrow QS_1 \rightarrow FU \rightarrow QS_2 \rightarrow V_1 \rightarrow V$ 相绕组; $L_3 \rightarrow QS_1 \rightarrow FU \rightarrow QS_2 \rightarrow W_1 \rightarrow W$ 相绕组;此时电动机 M 通电正转。

当需要电动机 M 反转时,将转换开关 QS_2 扳至“停”挡位置,待电动机 M 完全停止后再将转换开关扳至右边“反”挡位置,三相电源通过以下途径进入电动机三相绕组: $L_1 \rightarrow QS_1 \rightarrow FU \rightarrow QS_2 \rightarrow W_1 \rightarrow W$ 相绕组; $L_2 \rightarrow QS_1 \rightarrow FU \rightarrow QS_2 \rightarrow V_1 \rightarrow V$ 相绕组; $L_3 \rightarrow QS_1 \rightarrow FU \rightarrow QS_2 \rightarrow U_1 \rightarrow U$ 相绕组;此时电动机反转。

比较以上电动机 M 正转和反转时三相电源 L_1 、 L_2 、 L_3 分别进入电动机 U、V、W 三相

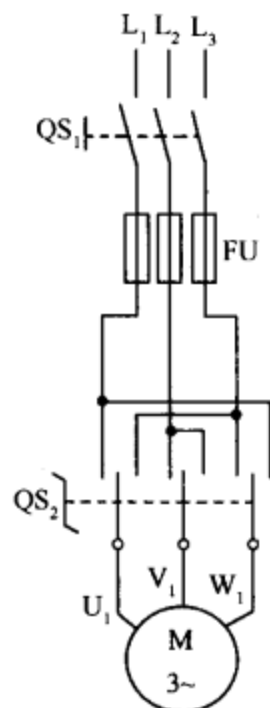


图 5-11 手动正反转控制线路

的情况可知,电动机 M 正转时, L_1 相电源进入 U 相绕组, L_2 相电源进入 V 相绕组, L_3 相电源进入 W 相绕组,电动机 M 按 U→V→W 相序产生顺向旋转磁场;而当电动机反转时, L_1 相电源进入 W 相绕组, L_2 相电源进入 V 相绕组, L_3 相电源进入 U 相绕组,电动机 M 按 W→V→U 相序产生反向旋转磁场。

从以上分析可知,若将电动机从正转运行状态转换为反转运行状态,只需将电动机的任意两相绕组调换相序即可。

二、接触器互锁的正反转控制

接触器互锁的正反转控制线路如图 5-12 所示。

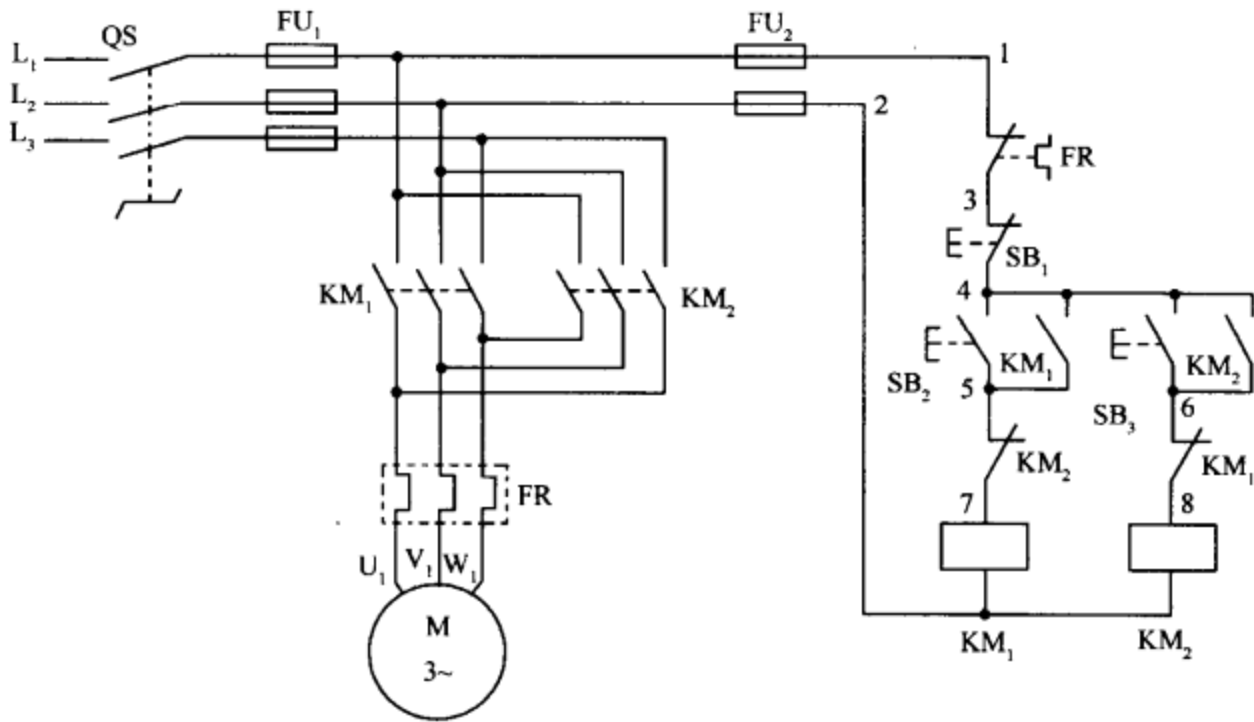


图 5-12 接触器互锁的正反转控制线路

图中主电路采用了两个接触器,其中接触器 KM_1 用于正转,接触器 KM_2 用于反转。当接触器 KM_1 主触点闭合时,接到电动机接线端 U、V、W 的三相电源相序是 L_1 、 L_2 、 L_3 ;而当接触器 KM_2 主触点闭合时,接到电动机接线端 U、V、W 的三相电源相序是 L_3 、 L_2 、 L_1 ,其中 L_1 和 L_3 两相对调了,所以,电动机旋转方向相反。从线路可以看出,用于正反转的两个接触器 KM_1 和 KM_2 不能同时通电,否则会造成 L_1 和 L_3 两相电源短路。所以,正反转的两个接触器需要互锁。

接触器互锁的正反转控制线路的工作原理为:合上电源开关 QS。当需要电动机正转时,按下电动机 M 的正转启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈得电,其主触点接通电动机 M 的正转电源,电动机 M 启动正转。同时,接触器 KM_1 的辅助动合触点(4—5)闭合自锁,使得松开按钮 SB_2 时,接触器 KM_1 线圈仍然能够保持通电吸合,而接触器 KM_1 辅助动断触点(6—8)断开,切断接触器 KM_2 线圈回路的电源,使得在接触器 KM_1 得电吸合时,接触器 KM_2 不能得电,实现了 KM_1 、 KM_2 的互锁。

当需要电动机 M 停止时,按下按钮 SB_1 ,接触器 KM_1 线圈失电释放,所有常开、常闭触点复位,电路恢复常态。

同理,当需要电动机 M 反转时,按下反转启动按钮 SB_3 ,接触器 KM_2 线圈得电,其主

触点接通电动机 M 的反转电源,电动机 M 启动反转。同时,接触器 KM_2 的辅助动合触点(4—6)闭合自锁,使得松开按钮 SB_3 时,接触器 KM_2 线圈仍然能够保持通电吸合,而接触器 KM_2 辅助动断触点(5—7)断开,切断接触器 KM_1 线圈回路的电源,使得在接触器 KM_2 得电吸合时,接触器 KM_1 不能得电,从而实现了 KM_1 、 KM_2 的互锁。当按下停止按钮 SB_1 时,接触器 KM_2 线圈失电,电动机 M 断电停转。

使用这种控制线路在改变电动机转向时,需要先按停止按钮,然后再按启动按钮,才能使电动机改变转向。这在实际操作中不够方便。

三、按钮互锁正反转控制

按钮互锁的正反转控制线路如图 5-13 所示。

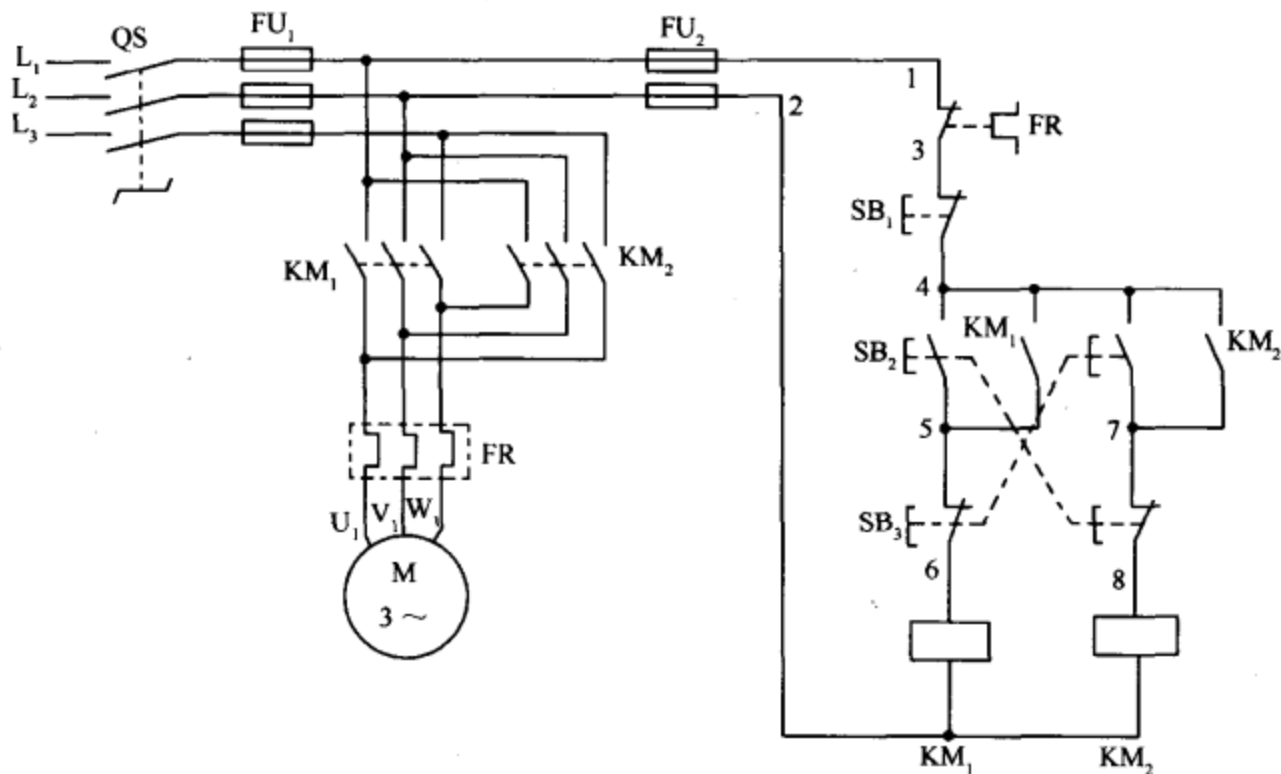


图 5-13 按钮互锁正反转控制线路

从图中可以看出,按钮互锁的正反转控制线路实际上是把图 5-12 中两个接触器的动断触点去掉,换上复合按钮的动断触点,来实现正反转控制的。复合按钮的动作特点是先断后通,即动断触点先断开,动合触点再闭合。

按钮互锁正反转控制线路的工作原理是:合上 QS,按下正转启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈通电,其主触点和自锁触点(4—5)闭合,电动机正转。

电动机需反转时,直接按下反转启动按钮 SB_3 ,这时按钮 SB_3 的动断触点(5—6)是先断开,即先使接触器 KM_1 线圈断开,然后其动合触点(4—7)闭合,即再使接触器 KM_2 线圈通电,接触器 KM_2 的主触点和自锁触点(4—7)闭合,电动机反转。

按下停止按钮 SB_1 ,电动机停转。

这种控制线路的优点是操作方便,当需要改变电动机转向时,不必再先按停止按钮了,但是这种线路有一个明显的缺点,就是当主电路中电动机严重过载或出现某种意外的情况,有一个触点熔焊后粘在一起,且操作人员并无察觉,再去按另一个启动按钮,就会发生短路事故。例如,假设电动机 M 正转,接触器 KM_1 的触点熔焊,动触点与静触点粘在

一起不能分开,这时如果需要电动机反转,直接按下反转启动按钮 SB_3 , SB_3 的常闭触点(5—6)虽然切断了接触器 KM_1 线圈回路的电源,但接触器 KM_1 的主触点在主电路中由于熔焊粘在一起并未断开,其结果是按钮 SB_3 的常开触点(4—7)接通接触器 KM_2 线圈的电源,接触器 KM_2 得电闭合,其主触点接通电动机 M 的反转电源,这样电源 L_1 相和 L_3 相发生短路。可见,这种线路不够安全。

四、接触器按钮双重互锁正反转控制

接触器按钮双重互锁的正反转控制线如图 5-14 所示。

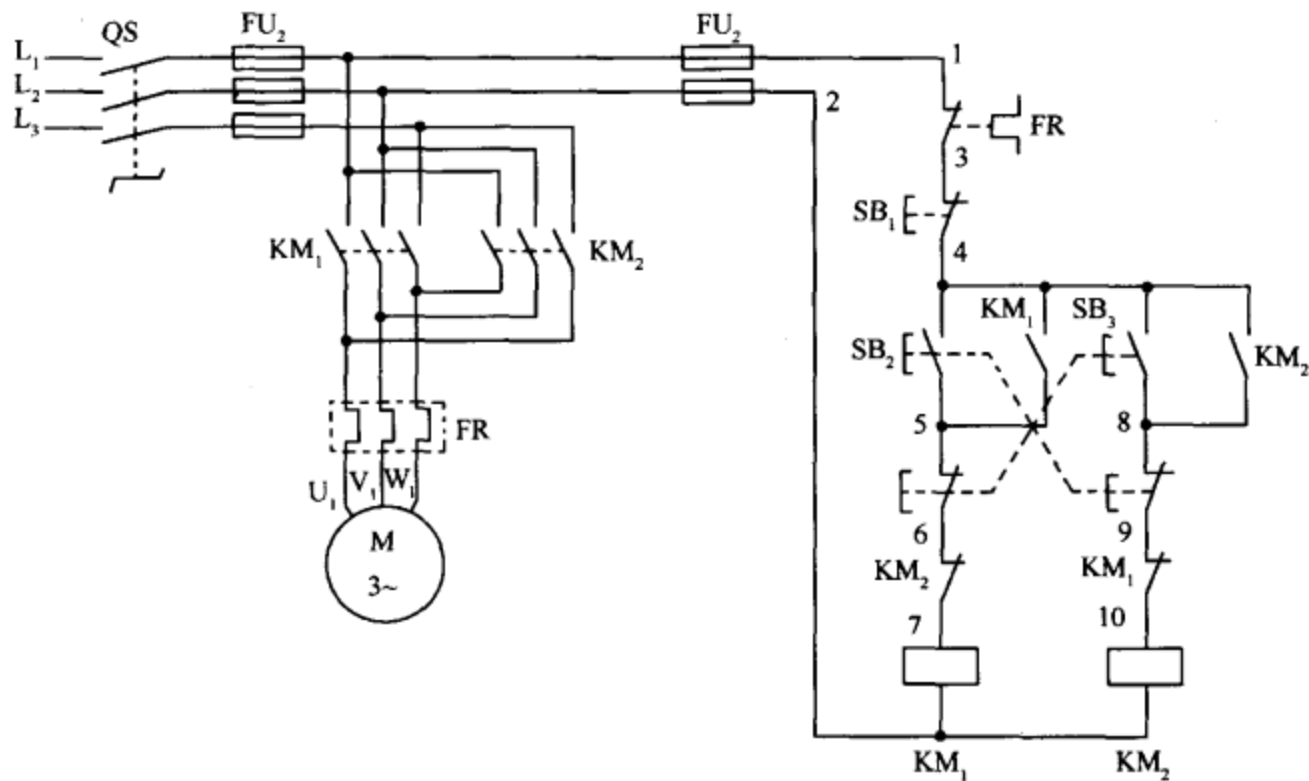


图 5-14 接触器按钮双重互锁的正反转控制线

接触器按钮双重互锁正反转控制电路的控制原理与接触器互锁及按钮互锁正反转控制电路的控制原理相同,它是结合了两者的优点组合而成的电路。从图中可以看到,在接触器 KM_1 和 KM_2 的线圈回路中,各自串接了对方接触器及启动按钮的常闭触点,这样即使主电路中电动机严重过载,有一个触点熔焊粘在一起,再去按另一个启动按钮,欲使电动机向相反的方向运动时,也不会发生短路事故。例如,电动机 M 处在正转状态,接触器 KM_1 通电闭合, KM_1 辅助动合触点(4—5)闭合自锁, KM_1 动断触点(9—10)断开,使接触器 KM_2 在电动机正转时不能得电闭合。假如电路中由于严重过载或某种意外,使接触器 KM_1 主触点熔焊并使动静触点粘在一起,操作人员再去按下反转启动按钮 SB_3 欲使电动机 M 反转,当按下 SB_3 时, SB_3 在接触器 KM_1 线圈回路中的常闭触点(5—6)断开,切断了接触器 KM_1 线圈回路的电源,但是由于接触器 KM_1 的主触点熔焊,动静触点不能分开,故所有的常开触点及常闭触点不能复位,电动机 M 仍然正向运转。同时, SB_3 在接触器 KM_2 线圈回路的常开触点(4—8)被压合,但由于接触器 KM_1 的动断触点(9—10)未复位,仍然处于断开状态,故接触器 KM_2 线圈不能得电闭合,从而保证了电路不会因接触器触点熔焊粘在一起而造成电路短路故障。

第三节 三相异步电动机的制动控制

三相异步电动机切断电源后,由于惯性,总要经过一段时间才能完全停止。有些生产机械要迅速停车,有些生产机械要求准确停车。所以常常需要采用一些使电动机在切断电源后就迅速停车的措施,这种措施称为电动机的制动。异步电动机的制动方法分两大类:机械制动和电气制动。在电气制动中又有反接制动、能耗制动、回馈制动(再生制动)和电容制动等,下面简要介绍几种常用的制动方法。

一、机械制动控制

切断电动机电源之后,利用机械装置使电动机迅速停止转动的方法称为机械制动。常用的机械制动装置有电磁抱闸和电磁离合器两种,它们的制动原理基本相同。机械制动又有断电制动和通电制动之分。图 5-15 是电磁抱闸的外形图。

电磁抱闸主要有电磁铁和闸瓦制动器两部分。电磁铁由铁芯、衔铁和线圈组成;闸瓦制动器由闸轮、闸瓦、扛杆、弹簧和支座组成。当电磁抱闸线圈通电时,吸合衔铁动作,克服弹簧力推动扛杆,使闸瓦松开闸轮,电动机能正常运转。

当电磁抱闸线圈断电时,衔铁与铁芯分离,在弹簧的作用下,使闸瓦与闸轮紧紧抱住,电动机被迅速制动而停转。

图 5-16 为电磁抱闸断电制动的控制线路。图中 YA 为电磁抱闸电磁铁的线圈。

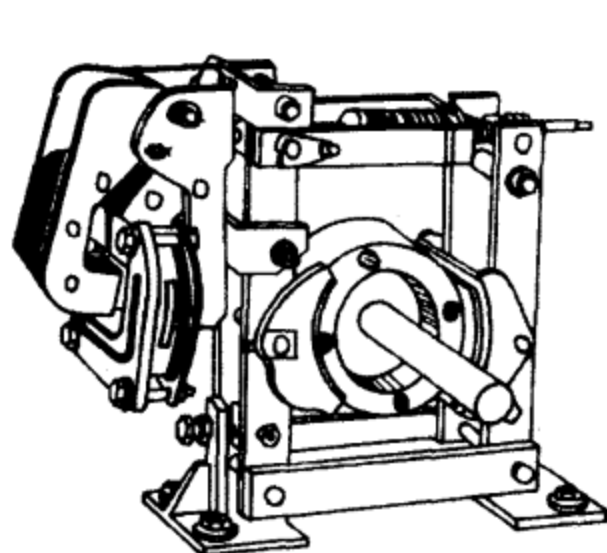


图 5-15 电磁抱闸的外形图

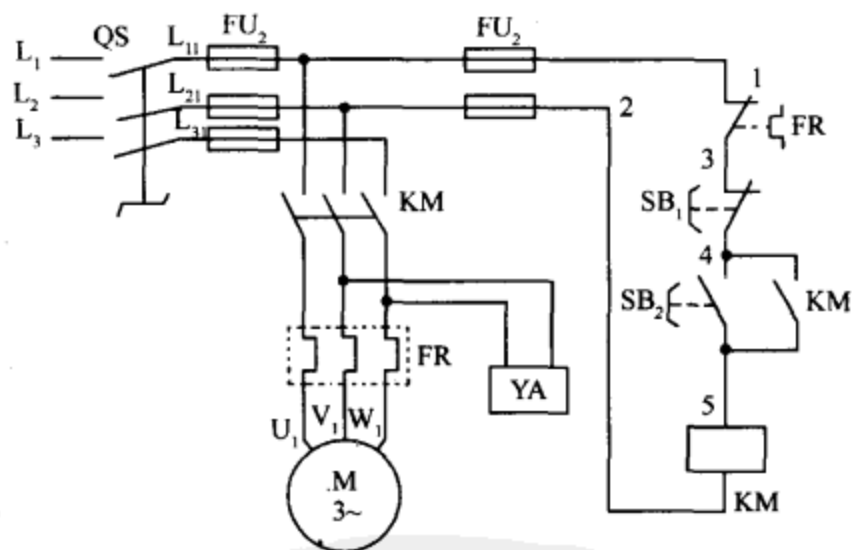


图 5-16 电磁抱闸断电制动的控制线路

从图中可以看出,它实际上由一个电动机的正转控制线路加上一个电磁抱闸电磁铁 YA 构成。在常态时,闸瓦在弹簧力的作用下,将电动机转轴紧紧抱住,使电动机处于制动状态。当需要电动机 M 转动时,按下电动机 M 启动按钮 SB₂,接触器 KM 线圈通电吸合并自锁,KM 主触点闭合,接通电动机 M 绕组和电磁铁 YA 线圈的电源。YA 线圈通电后,电磁铁动作,带动轴瓦松开抱闸,电动机 M 启动运转。当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB₁,接触器 KM 线圈失电释放,其主触点断开,切断电动机 M 绕组及电磁铁 YA 线圈电源,电动机 M 制动停车。

图 5-17 为电磁抱闸通电制动控制电路原理图。

该电路的的制动原理同断电抱闸的原理恰好相反,当电磁铁 YA 线圈通电后,闸瓦通

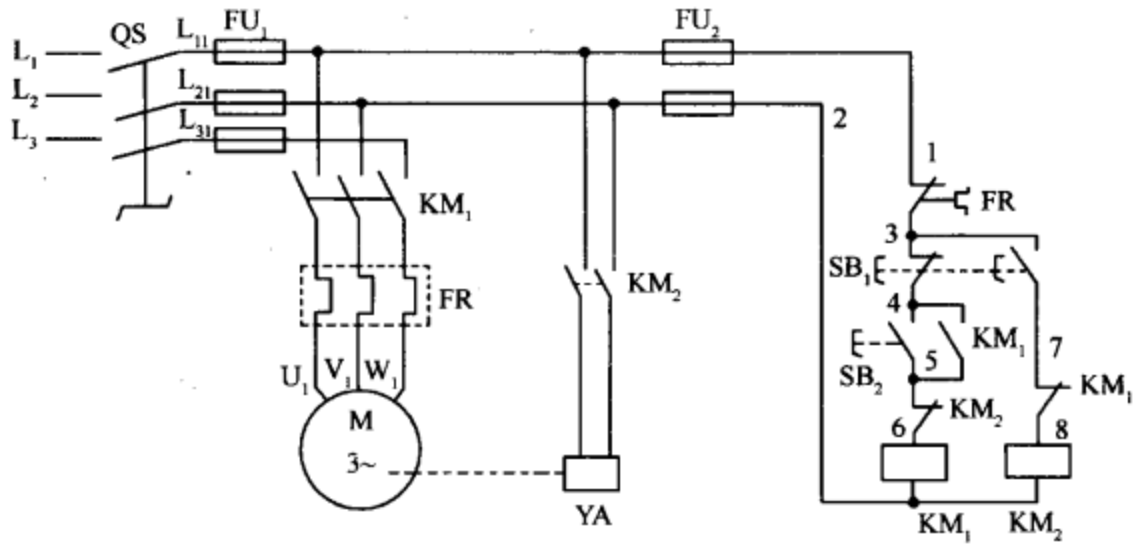


图 5-17 电磁抱闸通电制动的控制电路

过机械装置的带动对电动机 M 转轴进行制动。其控制过程如下：按下电动机 M 启动按钮 SB_2 ，接触器 KM_1 线圈通电吸合并自锁，其主触点接通电动机 M 电源，电动机 M 启动运转。而接触器 KM_1 的常闭触点(7—8)断开，使得在接触器 KM_1 得电(电动机 M 运转)时，接触器 KM_2 线圈不能得电。当需要电动机 M 停止时，按下停止按钮 SB_1 ， SB_1 的常闭触点(3—4)首先断开，切断接触器 KM_1 线圈回路的电源， KM_1 失电释放，其主触点断开，切断电动机 M 电源；然后按钮 SB_1 常开触点(3—7)闭合，接通接触器 KM_2 线圈回路电源，接触器 KM_2 通电闭合，其主触点接通电磁铁 YA 线圈电源，YA 通电对断电后的电动机 M 进行抱闸制动，使电动机 M 迅速停转。松开 SB_1 ，完成抱闸制动。

二、电气制动

1. 反接制动控制线路

反接制动是将运动中的电动机电源反接(即将任意两根相线接法交换)以改变电动机定子绕组中的电源相序，从而使定子绕组的旋转磁场反向，转子受到与原旋转方向相反的制动力矩而迅速停转。其基本原理如图 5-18 所示。

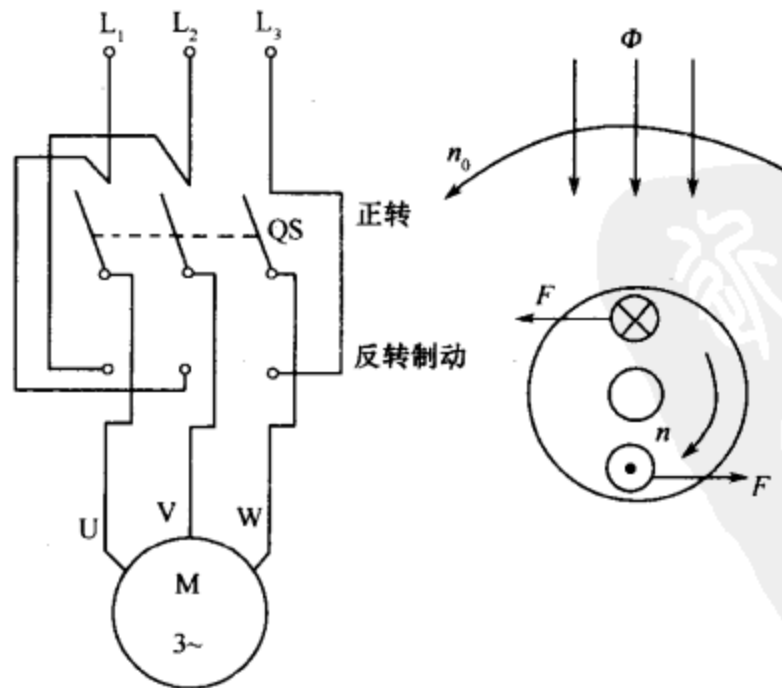


图 5-18 反接制动基本原理图

要使正在以 n 方向旋转的电动机迅速停转,可先拉开正转接法的电源开关 QS,使电动机与三相电源脱离。转子由于惯性仍按原方向旋转,然后将开关 QS 投向反接制动侧,这时由于 U、V 两相电源对调了,产生的旋转磁场方向与先前的相反。因此,在电动机转子中产生了与原来相反的电磁转矩,即制动转矩。依靠这个转矩,使电动机转速迅速下降而实现制动。

在上述制动过程中,当制动到转子转速接近零值时,如不及时切断电源,则电动机将会反向旋转。为此,必须在反接制动中采取一定的措施,保证当电动机的转速被制动到接近零值时迅速切断电源,防止反向旋转。在一般的反接制动控制线路中常利用速度继电器进行自动控制。一般的速度继电器有两对常开触点和两对常闭触点,可分别用于正、反转的反接制动。当电动机启动运转后,转速达到 $120\text{r}/\text{min}$ 时,常开触点断开,常闭触点闭合。停止时,当电动机转速小于 $100\text{r}/\text{min}$ 时,常开、常闭触点复位。反接制动控制电路有单向运转反接制动控制电路和双向运转反接制动控制电路。下面以单向运转反接制动控制线路为例进行分析,其线路如图 5-19 所示。

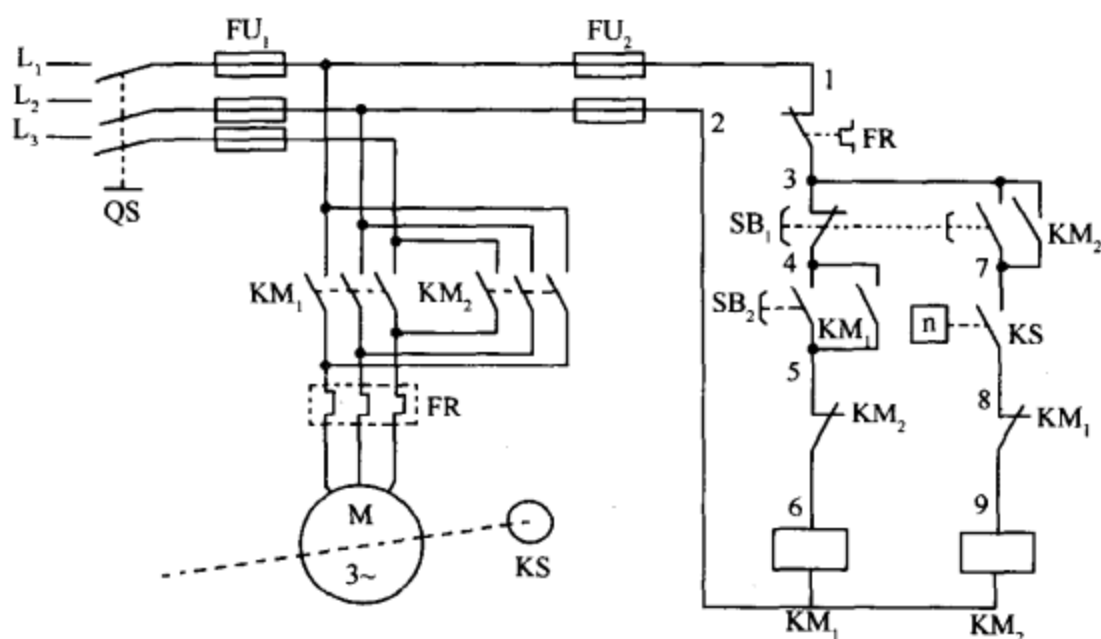


图 5-19 单向运转反接制动控制线路

图中,速度继电器 KS 的转轴与电动机 M 的转轴同轴相连。当需要电动机 M 运转时,按下电动机 M 的启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈通电闭合,其主触点接通电动机 M 电源,电动机 M 启动运行。而接触器 KM 常闭触点(8—9)断开,使得在接触器 KM_1 闭合时,接触器 KM_2 不能闭合。电动机 M 启动后,其转速上升到 $120\text{r}/\text{min}$ 时,速度继电器 KS 的常开触点(7—8)闭合,为接触器 KM_2 线圈电源的接通做好了准备。当需要电动机 M 停止时,按下停止按钮 SB_1 , SB_1 的常闭触点(3—4)首先断开,切断接触器 KM_1 线圈的电源,接触器 KM_1 失电释放,电动机 M 断电。接触器 KM_1 的常闭触点(8—9)复位闭合,但由于惯性作用,电动机 M 不能立即停止。然后,按钮 SB_1 常开触点(3—7)闭合,接通接触器 KM_2 线圈回路的电源, KM_2 通电闭合并自锁,其主触点接通电动机 M 的反转电源,使电动机 M 产生一个反向旋转力矩。这个反向旋转力矩与电动机原惯性转动方向相反,故使电动机 M 的转速迅速下降。当电动机 M 转速下降为 $100\text{r}/\text{min}$ 时,速度继电器 KS 的常开触点(7—8)复位断开,切断接触器 KM_2 线圈的电源, KM_2 失电释放,完成单向反接制动控制过程。

2. 能耗制动控制线路

能耗制动控制电路是当电动机停车后,立即在电动机定子绕组中通入两相直流电源,使之产生一个恒定的静止磁场,由运动的转子切割该磁场后,在转子绕组中产生感应电流。这个电流又受到静止磁场的作用产生电磁力矩,产生的电磁力矩的方向正好与电动机的转向相反,从而使电动机迅速停转。应用较多的有变压器桥式整流单向运转能耗制动,如图 5-20 所示。

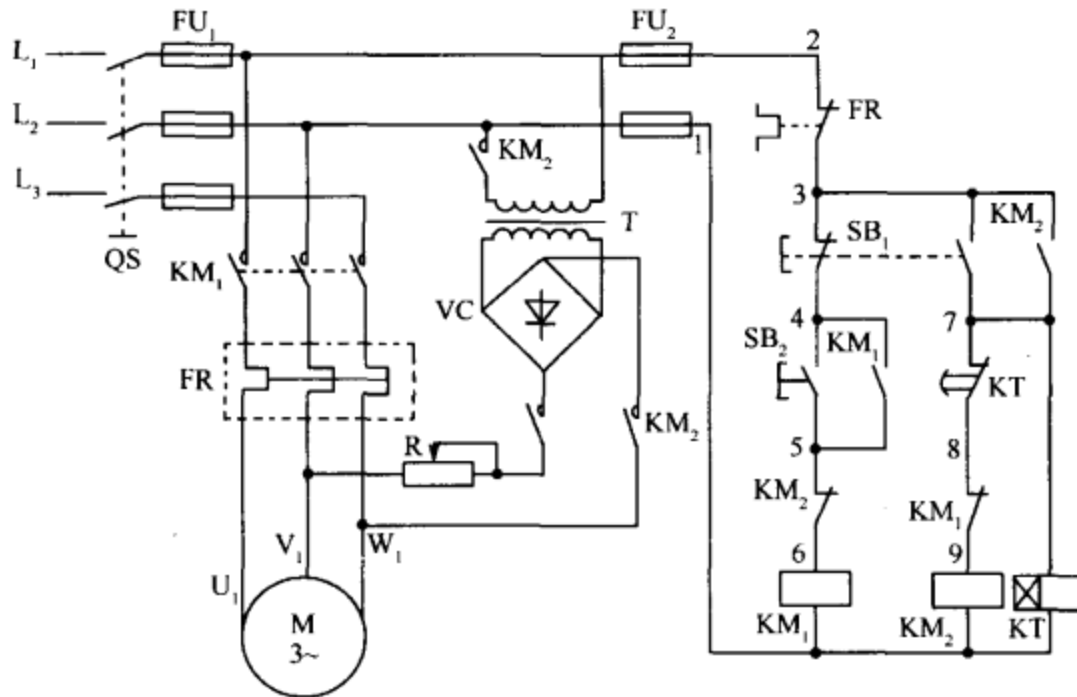


图 5-20 变压器桥式整流单向运转能耗制动控制线路

从图中可以看出,主电路中除了单向运转电路的结构外,主要增加了降压变压器 T、桥式整流器 VC 和制动限流电阻 R。该线路的工作原理是:把电源开关 QS 合上,按启动按钮 SB₂,接触器 KM₁ 通电吸合,电动机启动后稳定运转。停车制动时,按停止按钮 SB₁,接触器 KM₁ 断电释放,接触器 KM₂ 通电吸合并自锁,电动机定子绕组通入直流电,同时因时间继电器 KT 线圈通电,经过一段延时时间,时间继电器 KT 的延时动断触点(7—8)断开,接触器 KM₂ 断电释放,切断直流电源,电动机制动结束。

能耗制动的优点是制动准确、能量消耗小、冲击小;缺点是需附加直流电源,制动转矩小。

第四节 三相交流异步电动机的调速

调速,就是指电动机在同一负载下能得到不同的转速,以满足实际需要。由转速公式 $n=(1-s)n_0=(1-s)\frac{60f}{p}$,可知改变电动机转速的三种可能:一是变频调速——改变电源频率 f ,二是变极调速——改变极对数 p ,三是变转差率调速——改变转差率 s 。下面分别进行介绍。

一、变频调速

变频调速是通过改变鼠笼式异步电动机定子绕组的供电频率 f 来改变同步转速 n_0 而实现调速的。如能均匀地改变供电频率 f ,则电动机的同步转速 n_0 及电动机的转速 n

均可以平滑地改变。但由于我国电网的频率已标准化,工频为 50Hz,若要采用这种调速方法,需增加专门的变频电源,这套变频电源设备比较复杂,投资大,不易操作维护。近年来,变频调速技术发展很快,目前已有多种系列的通用变频器问世,由于使用方便,可靠性高且经济效益显著,得到了广泛的应用。

图 5-21 为通用变频调速装置框图,它主要由整流器和逆变器两大部分组成。整流器先将频率 f 为 50Hz 的三相交流电变换为直流电,再由逆变器变换为频率可调、电压有效值也可调的三相交流电,供给三相鼠笼式电动机。由此可使电动机达到无级调速,并具有较好的机械特性。

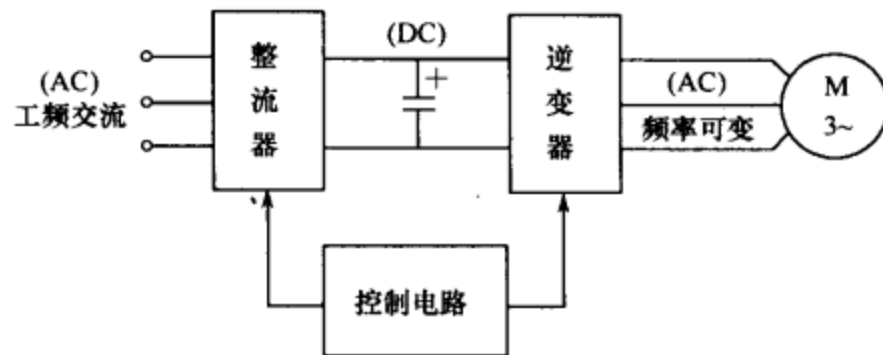


图 5-21 变频调速装置

在交流异步电动机的诸多调速方法中,变频调速的性能最好,其特点是调速范围大、稳定性好、运行效率高。

二、变极调速

由式 $n_0 = \frac{60f}{p}$ 可知,如果磁极对数 p 减小一半,则旋转磁场的转速 n_0 将提高一倍,转子转速 n 差不多也提高一倍。因此改变 p 可以得到不同的转速。如何改变磁极对数,取决于定子绕组的布置和连接方式。

图 5-22 所示的是定子绕组的两种接法,把每相绕组分成两半,图 5-22(a)中是两种线圈串联,得出 $p=2$,图 5-22(b)中是两个线圈反并联(头尾相串),得出 $p=1$ 。在换极时,一个线圈中的电流不变,而另一个线圈中的电流必须改变方向。

图 5-23 所示为单绕组双速电动机的接线图,在适当的位置引出六个接线端,将接线端 1、2、3 接电源(4、5、6 空着),则为 Δ 连接,每相两个线圈串联,得出四个极,转速低,如将接线端 4、5、6 接电源,而 1、2、3 被短接,则为双 Y 形连接,每相两个线圈并联,得出两个极,转速高。

三、改变转差率调速(用于绕线式电动机)

只要在绕线式电动机的转子电路中接入一个调速电阻 R (和启动电阻一样接入),改变电阻 R 的大小,就可得到平滑调速。譬如增大调速电阻 R 时,转差率 s 上升,而转速 n 下降。

这种调速方法的优点是设备简单、投资少,缺点是功率损耗较大,运行效率较低。这种调速方法广泛应用于起重设备中。

需要说明的是,调速电阻与启动电阻不同,调速电阻允许长时间通过较大的电流,而启动电阻则没有这方面的要求。

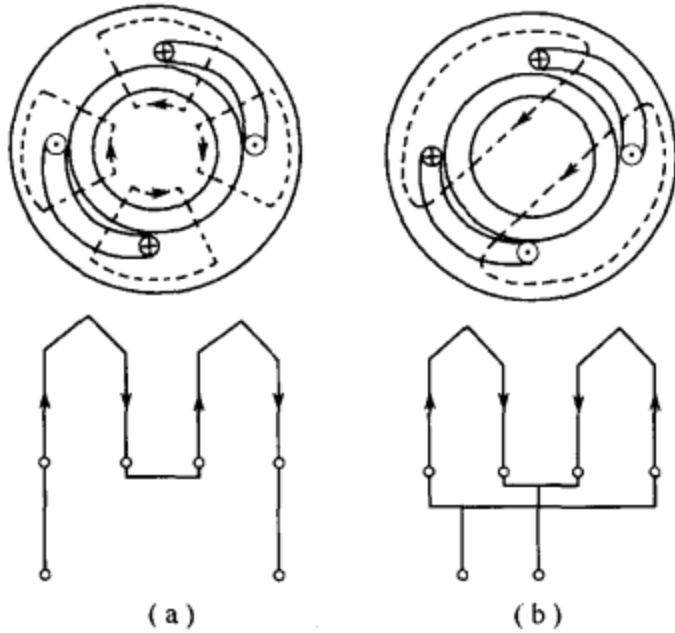


图 5-22 改变磁极数 p 的调速方法

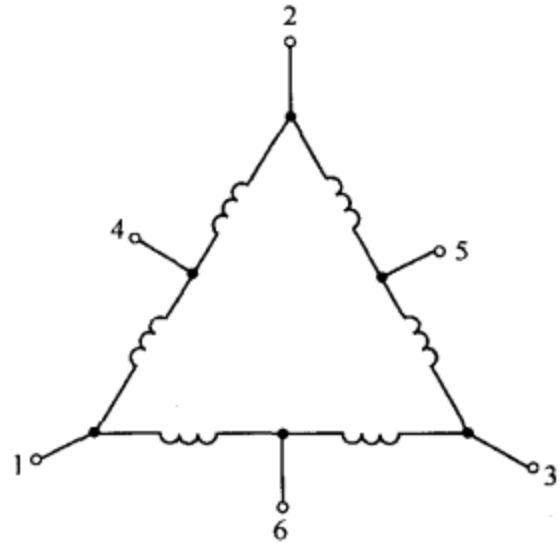


图 5-23 单绕组双速电动机的接线图

第五节 电动机控制系统的保护

为了使电动机能够安全可靠地运行,在实际运行中,需要对电动机进行安全保护。保护环节是所有电气控制系统中不可缺少的组成部分,可靠的保护装置应能防止或减轻对电动机、其他电气设备和人身安全的损害。用于电动机的安全保护装置,按其所起的保护作用来分,主要有机械保护和电气保护两类。机械保护主要用于大功率电动机的轴承保护,一般需要对轴承的温度、润滑情况及振动等方面进行检测并采取相应的保护措施,以防止可能发生的轴承烧坏事故。另外,还可用于电动机过转速及过转矩保护。电气保护是对电动机电气方面的故障或异常情况的保护,如短路保护、过载保护、欠压保护、漏电保护等。

为了能够在故障发生初期实现及时而有效的保护,防止故障扩大,电动机的保护装置应该能够在电动机出现故障情况时自动动作,尤其对电气故障。也就是说,保护装置应具有自动保护功能。一些电器具有这样的功能,如熔断器、过电流继电器、热继电器、欠电压继电器、带脱扣器的低压断路器等。对比较复杂或要求保护精度及可靠性较高的电动机拖动系统,可以采用性能更好的保护手段,如用由电子电路构成的保护继电器等。总之,电动机的保护应根据电动机的类型、功率大小、使用场合及所拖动的生产机械的工作情况与重要程度等因素来综合考虑。保护装置不能影响电动机拖动生产机械的正常工作。一般来说,从安全角度考虑,凡是有可能因故障而烧坏电动机的场合、外壳可能漏电危及生命的场合均应尽可能采用电动机保护装置或报警装置;对每台电动机至少应采取短路保护措施;对功率在 1kW 以上连续运行的电动机还应进行过载保护;对频繁启动、制动的电动机也应进行过载保护,以防止电动机因堵转而损坏。下面简要介绍异步电动机的几种常见保护措施。

一、用电流型保护

电动机在正常工作时,绕组中的电流一般不会超过其额定值。这里所说的电流异常情况,就是指电流超过电动机额定电流(不包括启动时电流超过额定值的情况)。电动机

绕组电流超过其额定值时,电动机发热就会增加,温度就会升高,但只要温升不超过其最大允许值,在短时间内超过额定电流是允许的。也就是说,电动机本身具有一定的过载能力。然而若时间长了,就有可能使温升过高而造成电动机的损坏。因此,电流型保护与过电流的时间长短是密切相关的,这就需要根据实际情况来选用适当的保护方法。概括起来,电流型保护都要通过保护装置检测电流的大小,当电流达到整定值时,使保护装置动作。按照过电流大小及其影响的不同,可以分为如下几种保护。

1. 短路保护

在电动机有严重的绝缘损坏、接线错误等故障情况下,有可能产生短路现象。短路时电流流过的是非正常路径,瞬时短路电流可能达到电动机额定电流的几十倍甚至上百倍,如果不很快地切断电源,就有可能造成严重的绝缘损坏、导线熔化、起电弧乃至引起火灾,同时在电动机中可能产生很大的电磁力作用,使绕组或机械部件产生不能修复的变形。

短路保护应满足以下要求:一是应具有瞬时动作特性,即必须在很短时间内切断电源;二是当电动机正常启、制动时,保护装置不应误动作。

常用的短路保护电器元件是熔断器和断路器。

(1)熔断器保护。熔断器的熔体串联在被保护的电路中,当电路发生短路或严重过载时自动熔断,从而切断电路,起到保护作用。由于熔断器熔体受很多因素影响,其动作值不太稳定,因此比较适用于动作准确度和自动化程度较差的系统中,如小容量的鼠笼式电动机、一般的普通交流电源等。

(2)过电流继电器保护或断路器保护。过电流继电器是测量元件,过电流保护要通过执行元件接触器来完成,因此为了切断短路电流,接触器触头的容量不得不加大。断路器把测量元件和执行元件装在一起,有短路、过载和欠压保护功能,这种开关能在电路发生上述故障时快速地自动切断电源,排除故障后只要重新合上断路器即能重新工作。

在对主电路采用三相四线制或对变压器采用中性点接地的三相三线制的供电电路中,必须采用三相短路保护。若主电路容量较小,其电路中的熔断器可同时作为控制电路的短路保护;若主电路容量较大,则控制电路一定要单独设置短路保护熔断器。

2. 过电流保护

过电流是指电动机的工作电流超过其额定值,时间久了,就会使电动机过热而损坏电动机的绝缘,因此需要采取保护措施。过电流时,电流仍经由正常工作时的路径流通,其值要比短路电流小。过电流常常是由于负载过大或启动不正确而引起的,一般在电动机运行中出现过电流比发生短路的可能性要大,尤其是在频繁正、反转的重复短时工作制电动机中更易出现。因此,过电流保护的動作值应比正常的启动电流略大一些(如可取为它的1.2倍),以免影响电动机的正常运行。

过电流保护也要求保护装置能瞬时动作,即只要过电流值达到整定值,保护装置就应立刻动作切断电源。过电流保护一般可以采用过电流继电器,用其常闭触头去控制接触器的动作。还可以采用电流传感器来检测电动机电流,经电子电路对检测到的电流信号变换后,产生控制信号去驱动接触器动作。

3. 过载保护

电动机过载是指其工作电流超过额定值使绕组过热。引起过载的原因是多样的,如负载的突然增加、电源电压降低、电动机轴承磨损等。过载时间长了,就会使电动机温升

超过允许值而损坏绝缘,因此要进行过载保护。

过载保护与上面介绍的过电流是类似的,但过载保护与过电流保护却有差别,它们的不同之处在于其动作效应不同,即:过电流保护是由电磁效应来引发保护装置动作的(即针对电流的瞬时大小),而过载保护则是由电流的热效应(即电流对时间的累积结果)来引发保护装置动作。因此,过载保护的电流整定值一般要比过电流保护时的小,通常在电动机的额定电流的 1.5 倍以内。由于有这种差别,所以不能采用过电流保护方法来进行过载保护,否则就会出现这样的情况:当电动机因负载的暂时增大而短时过载、之后又恢复正常时,电动机温升并未超出允许值而仍可继续工作,如果用过载保护,只要整定值合适,就不会使电动机停止运行;而如果对此用过电流保护,在同样的整定值下就会切断电源而影响生产机械的正常工作。

过载保护应采用热继电器或电动机保护器作为保护元件。

热继电器具有与电动机相似的反时限特性,但由于热惯性的关系,热继电器不会受短路电流的冲击而瞬时动作。当有 6 倍以上的额定电流通过热继电器时,需经 5s 后才动作,这样,在热继电器动作前,就可能使热继电器的发热元件先烧坏,因此,在使用热继电器作过载保护时,还必须装有熔断器或低压断路器配合使用。

电动机过载保护还可以采用带长延时脱扣器的低压断路器或具有反时限特性的过电流继电器。采用带长延时脱扣器的低压断路器时,脱扣器的整定电流一般可取为电动机的额定电流值或略大一些(如 1.1 倍),并应考虑到电动机实际启动时间的长短。采用过电流继电器时,它应该有延时作用,以保证产生过电流的时间长于启动时间时继电器才动作。

最后需要强调指出的是,上述的过电流和过载保护虽然都是在过电流故障下进行的保护,但是由于故障电流大小与电流整定值的差异以及保护特性和所用保护装置的不同,它们之间是不能互相代替的,应根据电动机的保护要求正确使用。

二、电压型保护

异步电动机的转矩、定子电流与电源电压有密切关系,电源电压上下波动时,电动机的转矩和定子电流也相应地发生变化。电动机接至额定频率的电源上正常工作时,要求电源电压为额定值。但在实际运行中,有可能出现电压过高、过低或者非人为因素的突然断电情况,如果不加以处理,就可能造成电动机的损坏或人身事故,因此,在电气控制电路设计中,应根据要求设置失压保护、欠电压保护及过电压保护。

1. 失压保护

如果电动机在正常工作时突然掉电,那么在电源电压恢复时,就可能自行启动,造成人身事故或机械设备损坏。对电网来说,许多电动机同时启动,也会引起不允许的过电流和过大的电压降,而电热类电器则可能引起火灾。为防止电压恢复时电动机的自行启动或电器元件自行投入工作而设置的保护,称为失压保护。采用接触器和按钮控制电动机的启、停电路,就具有失压保护功能。如果正常工作中电网电压消失,接触器就会自动释放而切断电动机电源。当电网恢复正常时,由于接触器自锁电路已断开,因而不会自行启动,只有操作人员重新按下启动按钮,电动机才能启动。该控制电路具有失压、欠压保护功能,其优点如下: