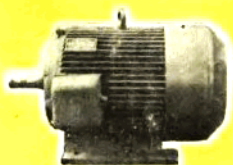


常用电动机修理



内蒙古人民出版社

前 言

我是一个电机修理工人，在实践中积累了一点知识。为了把我学到的知识还给人民，下决心写这本小册子。另外，我给电工讲课过程中，发现有些同志，由于缺乏技术常识和仪表，致使有些很小的故障，不能及时发现，造成烧毁电动机的大事故，影响生产和浪费国家资财，这也是促进我写这本书的一个因素。本书主要解决在缺乏仪表和设备的情况下，检验电动机的故障并进行修理等问题。内容包括：三相异步电动机、单相电动机和变压器等常见故障的寻找方法和修理方法。为了便于读者理解意思，书中附有若干插图。

本书在编写过程中，曾先后请内蒙古林学院杨家驹老师和包头钢铁学院陈洪礼老师帮助整理修改，并得到傅景义老师和马盛等同志的帮助和支持，在此表示衷心感谢。

编 者

1979年8月

目 录

一、异步电动机机械部分的修理

一 例	电动机的拆卸和组装	(8)
二 例	轴承盖与轴相摩擦故障的处理方法	(6)
三 例	轴承油内有硬粒或砂子等杂物的处理	(7)
四 例	轴承缺油或加油过多的处理	(7)
五 例	轴承损坏的简单修理方法	(8)
六 例	两轴承孔中心线不在同一条线上的处理方法	(9)
七 例	滚珠轴承内外圈边沿不在同一平面上的处理方法	(10)
八 例	轴承过紧的简便处理方法	(10)
九 例	轴承松动的处理方法	(11)
十 例	轴颈和轴承室磨损的处理方法	(13)
十一例	机轴弯曲和端盖损伤的修理方法	(14)
十二例	转子零件松驰的检验和修理方法	(14)
十三例	电动机因过载而发热故障的处理	(15)
十四例	皮带过紧或偶合器装置不平的处理	(15)
十五例	电动机不能起动原因的分析及处理方法	(15)
十六例	电动机三相电流不平衡故障的分析及处理方法	(17)
十七例	电动机急剧发热或冒烟故障的分析及处理方法	(17)
十八例	线绕型电动机转速变慢故障的分析及处理方法	(18)

二、异步电动机绕组故障

(一) 绕组接地故障

十九例	用灯泡检查法	(20)
-----	--------------	------

二十例	用升压变压器检查绕组接地故障	(21)
二十一例	接地原因及修理方法	(22)

(二) 绕组短路

二十二例	直观手摸法	(24)
二十三例	短路侦察器法	(25)
二十四例	平衡电流检查法	(27)
二十五例	直流电阻法	(28)
二十六例	感应法	(30)
二十七例	短路原因及修理方法	(30)

(三) 绕组断路故障

二十八例	检验灯法	(33)
二十九例	二路并联绕组一路断路的判断方法	(35)
三十例	断路原因及处理方法	(37)
三十一例	鼠笼转子笼条断路故障的测试及修理	(37)
三十二例	双鼠笼电动机转子笼条断裂故障的检查法	(39)
三十三例	绕线式电动机转子绕组断路及处理	(40)

(四) 绕组连接错误

三十四例	一相绕组接反的检查法	(42)
三十五例	极相组接错的检查法	(43)
三十六例	线圈接反的检查法	(45)
三十七例	转子绕组接反的检查法	(46)
三十八例	定子绕组分组错误的检查法	(48)
三十九例	三相接线错误的故障	(49)

三、三相异步电动机绕组故障的修理

(一) 绕组的局部修理

四十例	穿线补修法	(52)
-----	-------------	------

(二) 绕组的重绕

四十一例	电动机重绕前的记录工作	(54)
四十二例	定子、转子绕组的拆卸	(58)
四十三例	三相绕组接线型式的判别方法	(59)
四十四例	线圈的绕制方法	(63)
四十五例	万能绕线模	(65)
四十六例	绝缘的放置方法	(67)
四十七例	绕组下线(嵌线)方法	(69)
四十八例	双层迭绕组不吊把下线法	(73)
四十九例	双层波形绕组的嵌线方法	(77)
五十例	线圈组的分配及线圈间的连接方法	(80)
五十一例	分数槽线圈组的分组法	(81)
五十二例	三相电动机绕组星形接法	(86)
五十三例	三相电动机绕组的三角形接法	(89)
五十四例	电动机绕组的并联连接法	(93)
五十五例	改极变速电动机的接线	(95)
五十六例	两种电压电动机绕组的接法	(101)

(三) 异步电动机绕组首末端的判断

五十七例	灯泡检查法	(104)
五十八例	万用表检查法	(106)

(四) 电动机浸漆和烘干

五十九例	交流电动机的预烘	(107)
六十例	交流电动机新绕组的浸漆方法	(108)
六十一例	浸漆后的简易干燥法	(112)
六十二例	生石灰干燥法	(115)

(五) 电动机修理后的试验

六十三例	电动机的绝缘试验	(117)
------	----------------	-------

六十四例	电动机绕组的耐压试验	(118)
六十五例	电动机的短路试验	(119)

四、三相异步电动机修理中的计算

(一) 电动机容量的计算

六十六例	用经验公式计算电动机容量	(121)
六十七例	用查曲线法确定电动机的容量	(122)
六十八例	用公式计算电动机容量	(123)

(二) 电动机绕组的计算

六十九例	有铭牌空壳电动机绕组的计算	(125)
七十例	无铭牌空壳电动机绕组的计算	(127)
七十一例	旧壳新绕组的概略计算	(129)
七十二例	较精确的计算	(135)
七十三例	感应电动机负载的简单估算法	(143)

(三) 电动机电压的改变

七十四例	改变电动机电压的方法	(146)
------	------------------	-------

五、单相电动机的修理

七十五例	单相电动机故障的检查步骤	(149)
七十六例	单相电动机的拆卸	(150)
七十七例	单相电动机的故障及处理方法	(152)
七十八例	单相电动机不能起动的的原因及修理	(160)
七十九例	单相电动机转速低的原因及修理	(166)
八十例	单相电动机运转时发热的原因及处理	(169)
八十一例	单相电动机绕组重绕方法	(170)
八十二例	单相电动机绕组接线法	(176)
八十三例	手电钻故障的检查步骤及修理方法	(182)

八十四例	手电钻转子绕组重绕方法	(213)
------	-------------------	-------

六、变压器的修理

八十五例	变压器的故障及检查内容	(228)
八十六例	变压器的拆卸和装配	(230)
八十七例	变压器绕组的修理	(235)
八十八例	变压器铁芯的修理	(244)
八十九例	变压器外壳和附件的修理	(249)
九十例	变压器修复后的检查与试验	(253)
九十一例	三相变压器无负荷损耗的测定方法	(258)
九十二例	一千瓦以下单相变压器计算方法	(261)

七、其它电机、电器的故障与修理

九十三例	电磁开关修理方法	(265)
九十四例	星形—三角形起动器故障	(267)
九十五例	因起动器故障而引起烧坏绕组的处理方法	(269)
九十六例	补偿器的修理方法	(271)
九十七例	不用补偿器的两种临时简易起动方法	(278)
九十八例	拖拉机用发电机修理方法	(278)
九十九例	日光灯镇流器数据计算法	(290)
一百例	电机修理工作中常用仪表的使用	(296)
附表 1	常用电动机的技术数据	(310)
附表 2	常用电动机铁芯和线圈的技术数据	(324)
附表 3	绕组用导线绝缘层的厚度	(313)
附表 4	各种配电变压器的主要技术数据	(346)
附表 5	国产高强度漆包圆铜线电流负载表	(359)
附表 6	拉丁、希腊字母读音表	(360)

附图 1	三相二极一路星形联接.....	(361)
附图 2	三相二极二路星形联接.....	(361)
附图 3	三相二极一路三角形联接.....	(362)
附图 4	三相二极二路三角形联接.....	(362)
附图 5	三相四极一路星形联接.....	(363)
附图 6	三相四极二路星形联接.....	(363)
附图 7	三相四极四路星形联接.....	(364)
附图 8	三相四极一路三角形联接.....	(364)
附图 9	三相四极二路三角形联接.....	(365)
附图 10	三相四极四路三角形联接.....	(365)
附图 11	三相六极一路星形联接.....	(366)
附图 12	三相六极二路星形联接.....	(366)
附图 13	三相六极三路星形联接.....	(367)
附图 14	三相六极六路星形联接.....	(367)
附图 15	三相六极一路三角形联接.....	(368)
附图 16	三相六极三路三角形联接.....	(368)
附图 17	三相六极六路三角形联接.....	(369)
附图 18	三相六极六路三角形联接.....	(369)
附图 19	三相八极一路星形联接.....	(370)
附图 20	三相八极二路星形联接.....	(370)
附图 21	三相八极四路星形联接.....	(371)
附图 22	三相八极八路星形联接.....	(372)
附图 23	三相八极一路三角形联接.....	(373)
附图 24	三相八极二路三角形联接.....	(374)
附图 25	三相八极四路三角形联接.....	(375)
附图 26	三相八极八路三角形联接.....	(376)

附图27	三相二极18线槽下线示意图.....	(377)
附图28	二极24槽绕组嵌线示意图.....	(378)
附图29	四极24槽绕组嵌线示意图.....	(379)
附图30	四极36槽单层绕组嵌线示意图.....	(380)
附图31	四极36槽绕组嵌线示意图(一).....	(381)
附图32	四极36槽绕组嵌线示意图(二).....	(382)
附图33	二极30槽绕组嵌线示意图.....	(383)
附图34	四极36槽叠绕组嵌线示意图.....	(384)

一、异步电动机机械部分的修理

三相异步电动机，也叫三相感应电动机。它具有结构简单、工作可靠，容易操作、价格低廉等优点，所以，在工农牧业生产上被广泛采用。

在使用和修理电动机的时候，首先应该知道电动机铭牌上各部分的含义。图1-1是一电动机铭牌，我们以此为例，来说明一下电动机铭牌上各部分的含义。

型号JO ₂ -51-4	7.5千瓦	50赫兹
380伏	15.2安	接法△
		E级绝缘
连续工作	重量	公斤
	年	月
	日	编号
		× × 电机厂

图1-1 电动机的铭牌

1. 型号JO₂-51-4 JO₂是系列型号。我国生产电动机常用字头代号的含义是：

J——防护式鼠笼转子异步电动机。

O——封闭式。

Q——大起动转矩。

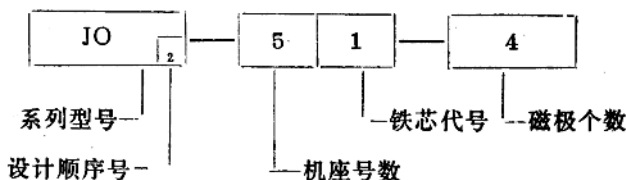
R——线绕式转子。

L——铝线。

JO₂表示电动机的外壳为封闭式、转子为鼠笼式的异步电动机，下角2是设计顺序号。

第二段数字51的意义是：5表示5号机座，1表示1号定子铁芯长。

第三段数字4表示4个磁极。



2. 7.5千瓦 是该电动机的输出功率(或叫做额定容量, 额定出力)。就是说这台电动机能够带动7.5千瓦的负载连续运转。

3. 50赫兹 (f) 是额定频率 指的是电动机定子绕组电源电压的频率。我国现在使用交流电的频率一般都是50赫兹, 即50周波, 平常叫做工频。

4. 380伏是表示该电动机定子绕组应该加的电源线电压 一般电动机允许电源电压在 $\pm 10\%$ 的变化范围内运行。电源电压过高或过低对电动机运行都不利。

5. 15.2安是电动机的额定电流 额定电流是指电源电压为电动机的额定电压, 负载为额定负载时电动机定子绕组

中的电流。在电源电压不变的情况下，电动机的电流随着所带负载的增加而增大；随着负载的减少而减少。因此，负载过小时，就会造成“大马拉小车”的现象，既浪费电力，又不能使电动机得到充分利用。而负载过大时，又会使电动机绕组发热，以致烧毁。

6. Δ 或Y是表示电动机的定子绕组接线方式。“ Δ ”表示三角形接线法，即各相的绕组依次首尾相接，构成一个三角形；“Y”表示星形接法，即把各相绕组的首或者尾连接在一起。另外三个尾或首与电源相连接。

7. “E”表示电动机绕组的绝缘等级 电动机绕组的绝缘等级是指定子绕组所采用的耐热绝缘材料的好坏。绝缘材料按其耐热程度可分为：A级、E级、B级、F级。其中A级允许温升最低，是 60°C 。F级允许温升最高，是 85°C 。允许温升就是比规定的周围环境温度允许高出的数值。电动机的温度如果超过了允许范围，就会使绕组的绝缘老化，缩短使用寿命。如果超过的太多，就会使绕组的绝缘全部被破坏，致使电动机的绕组烧毁。

一例 电动机的拆卸和组装

三相异步电动机主要由两大部分所组成：一个是固定不动的部分，称为定子；另一个是旋转部分，称为转子。

定子由机座、定子铁芯和定子绕组等组成。

转子由转轴、转子铁芯和转子绕组等组成。

电动机的其它部件还有端盖、轴承、轴承盖、风扇（或叫风叶）、风扇罩、接线端子板、接线盒等，如图1-2所示。

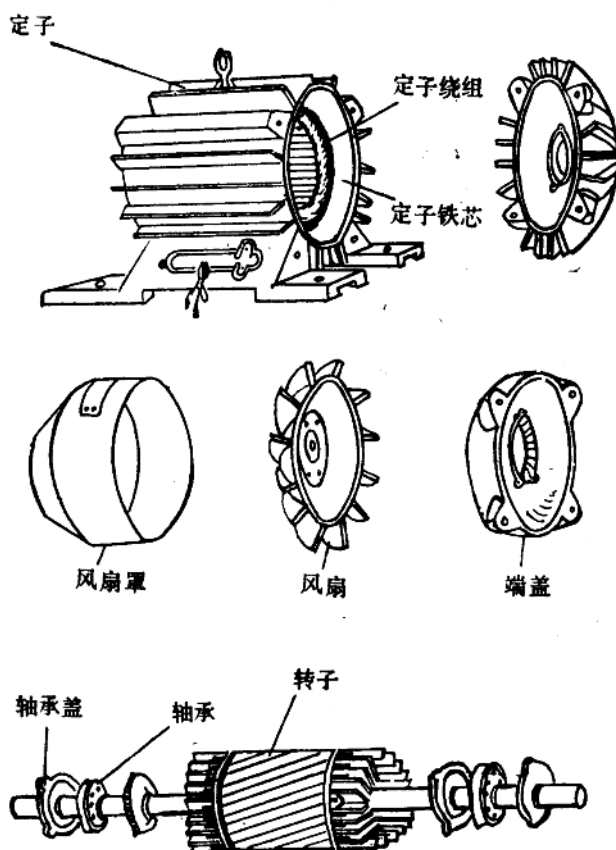


图1—2 电动机的结构

电动机在拆卸之前，应该在线头、轴颈、端盖等部件上作好记号，以便再装配时各归原位，避免弄错位置而影响装配工作。此外，还应详细检查定子与转子之间的间隙和测量电动机绕组的绝缘电阻值，并要作好记录，以便修好后对照。拆卸电动机，一般应按以下几个步骤来进行：

1. 拉开电源，拆卸外部接线，松开地脚螺丝，拆开两联轴器盘（也叫做靠背轮）之间的连接螺栓。如为皮带传动时，则拿掉皮带，轮使电动机与设备全部分开。

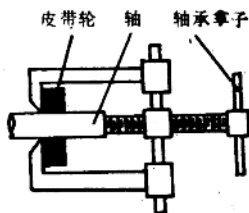


图1-3 皮带轮拿子

2. 用拿子（也叫做扒子、启轮器）把皮带轮或靠背轮慢慢拆下，如图1-3所示。

与电动机轴连接的很牢固的皮带轮或靠背轮，拆卸时切不可用铁锤硬打，以免将轮打坏而造成损失。

3. 先拆除轴承外盖，然后再拆大端盖。轴承外盖拆下后，松脱端盖螺丝，将扁铲（鏟子）对准端盖与电动机外壳接缝处，用手锤轻轻地敲打扁铲，使端盖与电动机外壳分开，即可取下端盖。在拆卸20千瓦（kw）以上电动机的端盖时，应当用绳子将有皮带轮一端的轴颈吊在木架或铁架上，以免端盖落下时摔坏或伤人而造成不应有的事故。

当拆卸完一个端盖后，需在定子和转子之间垫以较厚的纸，以防拆卸另一个端盖时，转子落到定子上而损伤定子铁芯和定子绕组。

4. 抽出转子：中小型电动机的转子，两个人用手擎着就可以抽出来。为了抬时方便，也可用一根内径较电动机轴略

粗的长铁管套在电动机轴上往外抬。对较大或大型电动机，要用吊链吊出来。在抽转子时，必须细心谨慎，不要碰坏绕组、风叶、铁芯、轴颈等。

5. 拆卸轴承，将拿子的爪钩钩在轴承的内圈上，拿子顶丝杠的尖端对准电动机轴中心窝，旋转拿子手柄，轴承就能被慢慢地拉出来。也可用铜棒对准轴承内圈用锤子敲打铜棒，使轴承逐渐地拆卸下来。或把机油加热到 100°C 左右，用油壶将加热的油浇淋在轴承内圈上，从开始浇热油起在 3~5 分钟内立刻拆卸下来。

电动机的组装顺序，和拆卸电动机的顺序相反，不再重述。

在紧固内外轴承盖时，需要找准内轴承盖孔。简易的方法是取一根长一尺左右的铜丝或铁丝（或者用 16# 铁绑线），事先穿在轴承盖的一个孔内，并弯成 U 形，以便能拉动内轴承盖而铁线或铜线又不致拉出孔内。然后，依次装上端盖和外轴承盖，同时将铁线或铜线从端盖和外轴承盖的相应孔内穿过。装螺栓之前只将铁线向外稍微拉紧些，内轴承盖就会贴紧端盖，在所有螺孔都相应地对准后，先在其它两孔中装入螺丝，然后稍用点劲，将穿孔内的铁线拉出，再装入最后一个螺丝，这样内外轴承盖就完全固定紧了。

二例 轴承盖与轴相摩擦故障的处理方法

由于轴承盖加工不合标准，或装配时不适当，会造成局部和机轴相摩擦。轻微的相摩擦使轴承发热，但不一定冒烟，当拆下来检查时，会发现有很明显的痕迹。如果相摩擦较严重时，就要冒烟，由于轴的转速很高，相摩擦的地方会很快

地发展到要发红的程度。这时如果不立即切断电源，停止运转，就会烧坏电动机。

摩擦的原因如果是由于毛刺造成的，可用锉刀或砂布打磨就能解决。如果是因为轴承盖内圆偏心，可以加工修整。若是相摩擦的地方，轴和轴承盖都有明显的变形轴需焊补后车正，轴承盖，必须更换新的。

三例 轴承油内有硬粒或砂子等杂物的处理

经过修理的电动机，在组装时，如果轴承或轴承盖未清洗干净，有残留的砂粒、铁屑或油内混入硬粒，不但增加轴承的磨损，有时可能使轴承损坏。发现这种故障时，应当把油全部换成新的。

为了减少不必要的麻烦和损失，在装配时，轴承各部要用汽油清洗干净，并要用洁净棉纱揩净，然后注入新油。平时装存润滑油的桶子要随时盖紧，加油的工具要保持干净，换下来的旧油不要和新油混放在一起。因为润滑油使用时间过长，会发生物理和化学变化，产生硬的杂质，而使轴承发热，并且旧油内酸价增高要腐蚀轴承。所以电动机要实行定期换油。最好每年换一两次。换油时，要把轴承内的旧油洗净。

四例 轴承缺油或加油过多的处理

轴承在长时间使用后，轴承内部的润滑油逐渐减少，如果不及及时加油，就会造成轴承内部缺少润滑油，而在电动机运转时就会听到“嚓嚓”声，或轻微的“古噜”声，发现这种情况，应立即加油。如果轴承在缺油的情况下长期运行，不

但会增加轴承磨损，严重时还会损坏轴承而影响生产。

加油量不要过多。因电动机运转时，轴承的温度升高，润滑油受热膨胀甚至熔化。如果加油太多，有时会将油甩到绕组上，使绕组绝缘软化而受到腐蚀，甚至被击穿，造成短路故障。为了防止加油过多，一般多在轴承的外侧进行加油。但这样加油，有时电动机运行很长时间仍不能使润滑油分布到轴承内侧，高速或大型的电动机的轴承，常因此有暂时的发热现象。如果轴承内侧同时少加一点油，这种发热现象便不会发生。加润滑油，一般不能超过轴承体积的三分之二。对前后轴承盖也要加油，但加油量应占全油盖内部体积的一半左右。高速电动机因润滑油的离心力较大，容易抛到轴承外，故轴承内的加油量应酌情减少。

五例 轴承损坏的简单修理方法

滚珠轴承和滚柱轴承不圆或碎裂，轴承内外圈锈蚀或碎裂，都能使轴承增加摩擦而发热。滚珠轴承或滚柱轴承破裂后，在电动机转动时，有一种“古噜古噜”的声音。内外圈破裂后也有不正常的响声，遇有此情况时必须更换新轴承。否则无法消除响声和发热现象。轴承损坏后，应把轴承拆下来，一旦买不到新轴承时，可同其它损坏的同一型号轴承互相补充修旧利废，以保障生产的正常进行。

拆卸滚珠轴承或滚柱轴承的方法，是把轴承的保持器打开，使滚珠并到一起，然后把内圈推到一边，把滚珠逐个拿出来就可以取出内圈。装配轴承的顺序和拆卸时相反，只是把滚珠放进去后，要调匀，再加上保持器（也叫珠架）就可以了。