

全国家用电器维修培训补充读物 45

小型电动机修理指南

赵 清 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

本书介绍了常用小型单相异步电动机、三相电动机和直流电动机的修理方法和修理经验。为便于修理人员参考,本书搜集了常用的各种类型的单相电动机和直流电动机的主要结构参数、定子和转子绕组的数据和绕线模尺寸等大量实用技术资料。

本书讲求通俗、实用,在介绍修理方法时均配以图解,读者可一目了然。

本书适合电机修理人员、维护人员、电气工人或电工学习参考;也可作为大、中专院校的实践补充资料。

丛 书 名: 全国家用电器维修培训补充读物 45

书 名: 小型电动机修理指南

著 者: 赵 清 编著

责任编辑: 赵大和

责任校对: 徐秋燕

排版印刷: 1201 工厂

装 订 者: 北京云峰印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版、发行

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

URL: <http://www.phei.co.cn>

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 421 千字

版 次: 1997 年 10 月第--版 1997 年 10 月第一次印刷

印 数: 10100 册

书 号: ISBN 7-5053-4476-5
TN·1115

定 价: 20.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

版权所有·翻印必究

出版说明

自1986年初中央五部委发出《关于组织家用电器维修人员培训的通知》以来,在各地有关部门的大力支持下,家用电器维修培训工作在全国蓬勃开展起来,并取得了可喜的成果。为了使家用电器维修培训工作更加系统化、正规化,1987年4月,中国科协、商业部、国家工商行政管理局、劳动人事部、电子工业部、总政宣传部、中国电子学会联合召开“全国家电维修培训工作会议”。会议上,各部委一致指出此项工作的重要意义,同时要求对现行教材进行修改,并编写基础与专业基础教材。遵照此会议精神,全国家电协调指导小组办公室按照统一教学计划的要求,组织有一定理论知识和维修实践经验的作者,编写了较为完整的家电维修培训教材,并由电子工业出版社出版。

随着家电维修培训工作的深入开展,应家电维修培训班师生及社会各界读者的要求,全国家电维修培训协调指导小组办公室在完成全套教材的出版工作之后,又陆续组织出版了家电维修培训补充读物。迄今为止,已出版七十余种,有:《家用电器维修经验》、《新编音响实用集成电路大全》、《卡拉OK·环绕声·混响处理器的原理与制作》、《国内外汽车音响电路图集及维修实用资料手册》、《新编集成电路黑白电视机故障检修入门技巧》、《黑白彩色电视机原理与维修·自检·难题详解》、《黑白电视机修理技术自学读本》、《彩色电视机修理技术自学读本》、《彩色电视机遥控原理·电路分析·维修·安装》、《彩色电视机遥控系统电路·信号流程详解·故障分析》、《快修巧修进口国产彩色电视机》、《大屏幕电视机奇·特·软故障检修230例》、《电视机常用集成电路手册》、《彩色电视机实用单元电路原理与维修图说》、《国内外彩色电视机实用维修资料大全》、《最新进口录像机及激光放像/唱机维修手册》、《录像机常用集成电路手册》、《家用摄录像机(一体化)维修手册》、《移动通信——原理·系统·应用》、《电冰箱·冷藏柜·空调器·电动机维修技术和修理经验》、《现代复印机使用与维修技术(附图集)》、《微机实用检修技术》、《微机用显示器原理和维修技术》、《家用电器实用维修基础·方法·技巧大全》、《怎样看家用电器电路图》、《日常家用电器维修·自检·难题详解》、《家用电器实用电源大全》、《农村实用电工技术》、《松下彩色电视机实用电路图全集》、《常用国外彩色电视机电路图集精选》等。

我们出版家电维修培训补充读物的宗旨,是对基本教材拾遗补缺,为培训班师生和不同层次的电子爱好者提供进一步的参考资料,帮助他们深化对基本教材内容的理解和拓宽知识面。因此,在编写过程中,我们注重内容新颖、实用,资料翔实,叙述力求深入浅出,通俗易懂。事实证明,补充读物的出版起到延伸培训教材深度和广度的作用,对提高广大电子爱好者的素质,提高家电维修培训质量都是大有裨益的。

由于家用电器维修培训牵涉面广,学员及广大电子爱好者的水平和要求不同,加之我们水平有限,故补充读物的出版还不能完全满足不同专业、不同层次读者的要求。我们恳切希望全国各地的家电维修培训班的学员、教师以及广大电子爱好者提出宝贵意见,并函寄至北京3933信箱(邮政编码100039)全国家电维修培训协调指导小组办公室,在此谨致诚挚谢意。

《全国家用电器维修培训教材》编委会

1997年4月

目 录

第一章 修理电动机常用的工具、仪表和绝缘材料	(1)
第一节 常用修理工具.....	(1)
第二节 修理电动机常用的仪器、仪表	(9)
第三节 修理电动机常用的材料	(11)
第二章 单相异步电动机常见故障与修理	(13)
第一节 定子绕组常见故障的检测方法	(13)
第二节 单相异步电动机定子绕组重新嵌线法	(15)
第三节 单相罩极式电动机定子绕组的嵌线法	(27)
第四节 单相电动机定子绕组的浸漆与烘干	(28)
第五节 单相多速电动机定子绕组的嵌线法	(31)
第六节 单相电动机外接电容或电抗器电路	(32)
第七节 单相电动机机械故障的判断与修理	(35)
第八节 单相电动机的最后检验与试运行	(35)
第三章 三相电动机的常见故障与修理	(38)
第一节 三相异步电动机常见故障	(38)
第二节 拆、装电动机应注意的事项.....	(39)
第三节 拆除电动机绕组的方法	(41)
第四节 三相异步电动机重新嵌线工艺	(45)
第五节 电动机的浸漆与烘干	(53)
第六节 异步电动机转子绕组的修理	(56)
第七节 常用三相异步电动机定子绕组排列法举例	(58)
第四章 直流电动机常见故障及修理	(64)
第一节 直流电动机简介	(64)
第二节 电枢绕组排列规律	(68)
第三节 直流电动机常见故障及其原因	(73)
第四节 直流电动机电枢绕组故障的检测方法	(75)
第五节 电枢绕组的修理方法	(81)
第六节 换向器故障的检测与修理	(86)
第七节 直流电动机定子常见故障与修理	(87)
第五章 实用中小型三相电动机的技术数据和绕组线模使用参数	(94)
第六章 单相电动机的技术数据和绕组参数	(177)
第七章 直流电动机技术数据和绕组参数	(216)

附录	维修电动机所需参考的电磁线、漆包线、浸漆和覆漆材料,以及绝缘材料的 品种、规格和技术性能等资料	(255)
参考文献		(263)

第一章 修理电动机常用的工具、仪表和绝缘材料

电机种类繁多,出现故障情况各不相同,常用工具品种也较多,本章主要是介绍常用的特殊工具。

第一节 常用修理工具

一、轴承拿子

当电动机轴承损坏,或者绕线式转子绕组和电枢绕组需要修理时,必须将转子轴上的轴承拆除。为了保证轴不变形,必须用轴承拿子来拆除轴承。

轴承拿子分为大号、中号、小号三种类型。无论哪种轴承拿子,它们的基本结构相同。轴承拿子主要由三个部件组成,如图 1-1 所示。

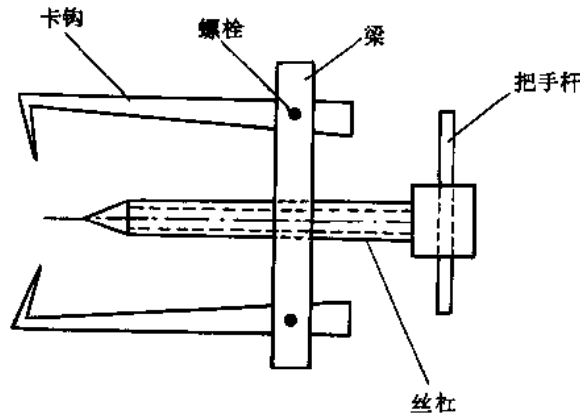


图 1-1 轴承拿子结构示意图

在具体使用轴承拿子拆除轴承时,要注意先将轴承拿子的中心旋轴(丝杠)旋短,以便使其爪手扣住轴承的内套;然后旋转丝杠,使丝杠尖顶正好顶在轴的中心孔。当轴承拿子向外拉动轴承的过程中,要使轴承拿子丝杠与轴在一条直线上,这样确保轴不变形。大型号轴承拿子有三个爪手,三个爪手中心线位置互相为 120 度角度。用轴承拿子拆除轴承的方式如图 1-2 所示。

二、嵌线滑子(划线片)

无论是交流电动机,还是直流电动机,在重新嵌绕组时,都必须借助嵌线滑子将绝缘漆包线线圈嵌入铁芯槽内。线滑子一般都是用涂漆硬木板条制成,或者用钢板条制成。它的形状如

图 1-3 所示。线滑子一般长度在 20cm~30cm 之间。它的前端做成鱼尾形,要求不锋利但很光滑。这样在使用线滑子时,不致破坏漆包线的绝缘漆皮。线滑子后部最好用软的织物包扎好,以免磨手。在使用线滑子时不要用力过猛、过大。

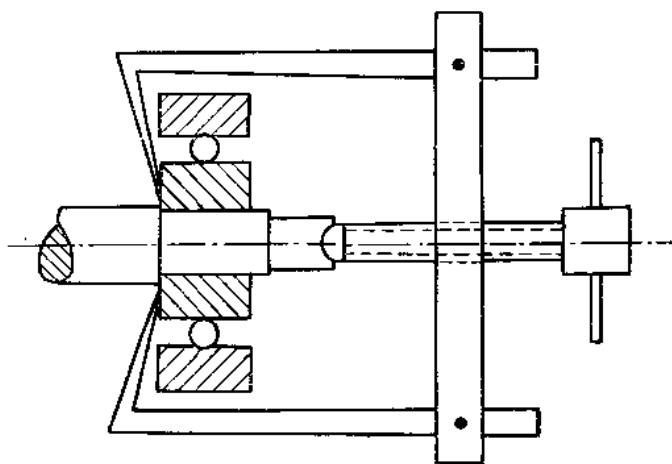


图 1-2 用轴承拿子拆除轴承示意图



图 1-3 线滑子(划线片)

三、压线钳子(压线板)

压线钳子是把已经嵌进线槽的导线压紧,并使其平整的专用工具。在插入槽楔时,是先压线钳子压平线槽内的叠好的绝缘纸或布,紧接着插入槽楔。槽楔多为横截面为等腰梯形的竹质的长条。压线钳子的形状如图 1-4 所示。

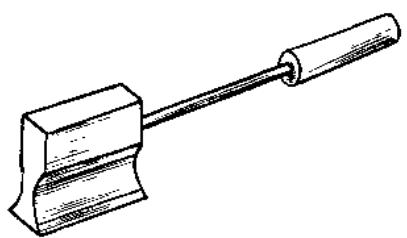


图 1-4 压线钳子(压线板)

四、刮线刀

刮线刀是用来刮去导线绝缘层的专用工具。刮线刀的两刀片利用卷铅笔刀上的刀片加工制成；再用螺钉紧固在刀架上。其形状如图 1-5 所示。

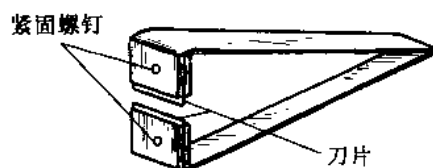


图 1-5 刮线刀

五、线模

电机绕组的线圈元件形状和尺寸必须符合一定的要求标准。重绕绕组元件时，可以依照拆卸下的旧绕组元件作为样板。若无样板就需要测量空壳的定子或转子的各部分尺寸，然后再仔细计算，或者参考有关电机型号规定的数据来确定。

绕线模可分为固定式和活络式两种类型。固定式线模多用于功率较大电机的绕组，而且是一种电机与一种固定式线模相配。活络式线模主要用于小功率的电机绕组。

无论是固定式线模还是活络式线模，其结构基本相似。它们都是由隔板和模芯组成。固定式线模是一块隔板上固定一块模芯；而活络式线模是隔板与模芯不固定在一起，也就是模芯是活动的，可以根据不同绕组尺寸或形状更换模芯。活络线模可以适用于多种规格的电动机绕组（小型电机）。

1. 固定式绕线模

大型交流电动机绕组的线模适宜用固定式，它一般用木板制作；其形状分为梭形和腰圆形两种。

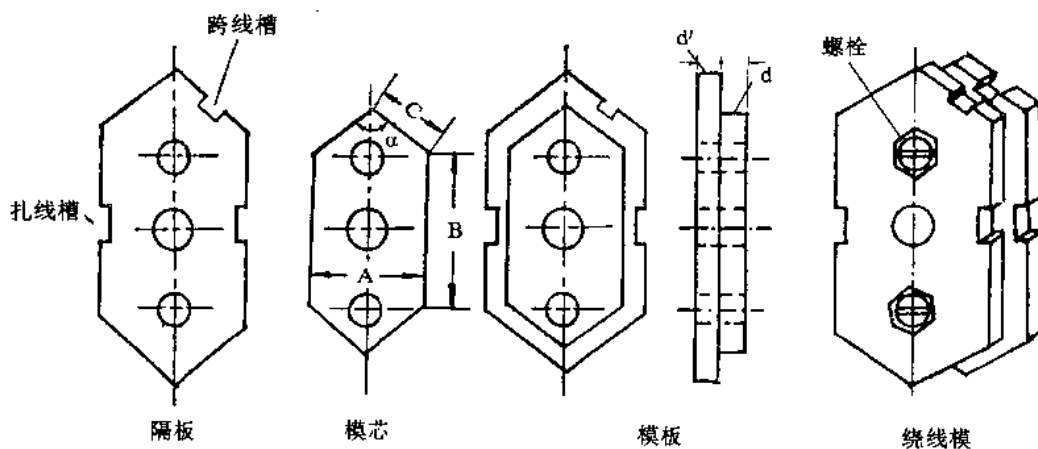


图 1-6 梭形线模

(1) 梭形线模 梭形线模的模芯呈梭形, 一片隔板与一片模芯用树脂胶粘合在一起成为一片模板, 将若干片模板重叠在一起, 最后加一块隔板用长螺栓贯穿紧固, 便形成一个绕组模。如图 1-6 所示。

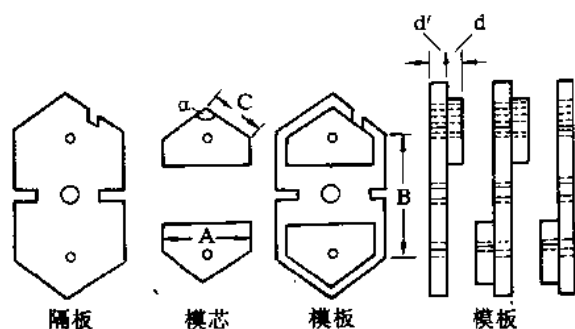


图 1-7 模芯分块的梭形线模结构分解示意图

模芯的直线部分长度 B 由铁芯长度决定。 B 的长度比铁芯长度稍长一些, 以便绕组端部整形时容易些, 同时也是为了保证合格的绝缘气隙要求。

为了减轻线模重量, 并且便于将绕好的线圈元件从模具上卸下, 可将模芯分成两块, 如图 1-7 所示。

梭形线模的模芯顶角 α 的大小随绕组的节距、电动机机座和定子铁芯长度两者之差而变化, 一般 α 角在 $110^\circ \sim 130^\circ$ 之间。若机座与定子铁芯长度差值小, 电机端盖较浅, α 角取大值。模芯厚度 d 根据电动机功率大小和绕组每个元件匝数的多少而定, 一般 $d = 8 \sim 15$ 毫米。电动机功率大时, d 取大值。隔板厚度 d' 常采取 8 毫米。模

(2) 腰圆形线模 腰圆形线模适用于单层和两极电动机绕组。结构及制作方法与梭形线模

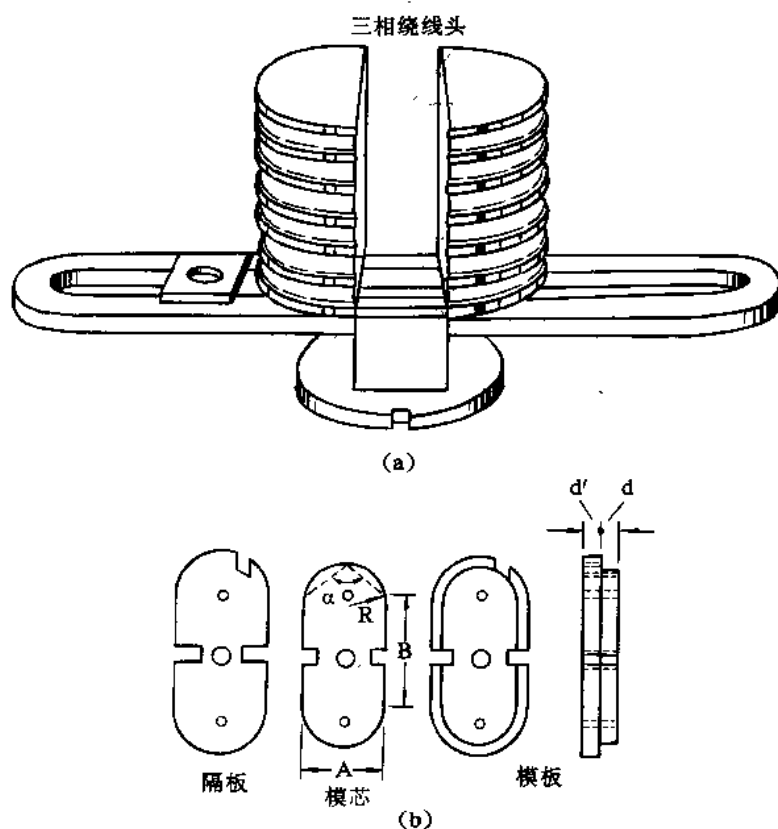


图 1-8 腰圆形线模

相同,只是形状不同。其形状如图 1-8 所示。图 8(a)为此种线模的整体图;图 8(b)为结构分解图。

腰圆形线模的模芯两端的圆周角 $\alpha=120^\circ$,模芯厚度 d 一般采用 8~15 毫米,隔板厚度 d' 为 8 毫米。模芯直线部分长度 B 应比铁芯长度稍长一点。

2. 活络式线模

活络式线模也分为梭形线模和腰圆形线模两种。其制作方式有多种;它主要适用于中、小型交流电动机绕组元件的绕制。

(1)中型活络式线模 这种绕线模主要由隔板、模芯及钢夹板组成,用螺栓贯穿固定。如图 1-9 所示。

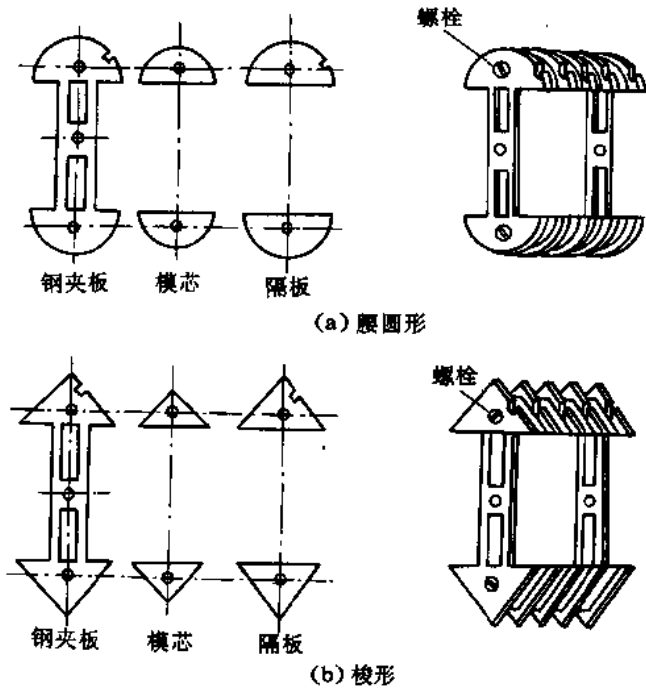


图 1-9 中型活络式线模

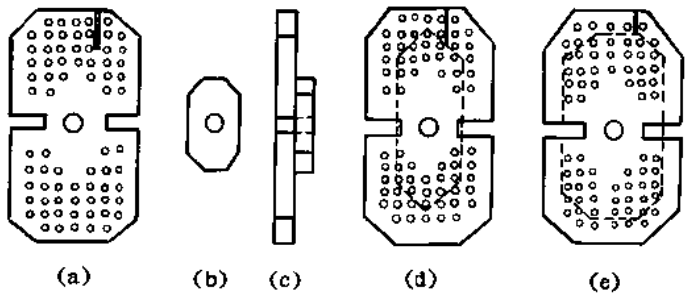


图 1-10 小型活络式绕线模

(2) 小型活络式线模 绕小型电机绕组元件常采用小型活络式线模。这种线模更换模芯方便;所以这种小型活络式线模使用比较广泛。其结构形态如图 1-10 所示。

小型活络式线模的隔板一般用硬塑料板或木板制作;每块隔板上可根据需要钻若干等距离的小孔,小孔直径一般为 3mm。模芯也要相应钻孔,且要与隔板钻的小孔一致,这样做的目的,是为了使模芯与隔板很容易联接在一起。

3. 超小型腰圆形绕线模

超小型腰圆形绕线模也是由隔板和模芯组成。但模芯形状有特殊之处,另外模芯与隔板粘接方式也有所不同,可见图 1-11 所示。

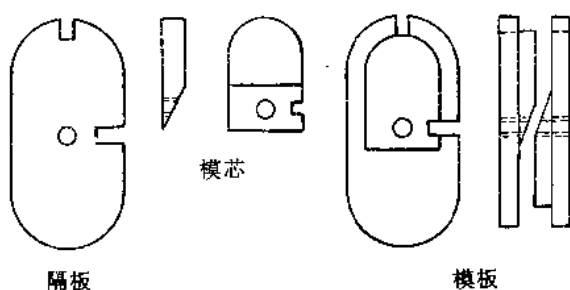


图 1-11 超小型腰圆形绕线模

图 1-11 所示超小型腰圆形线模卸下绕制的绕组元件是很方便的,而且组装起来也很方便。

4. 超小型同心式绕线模

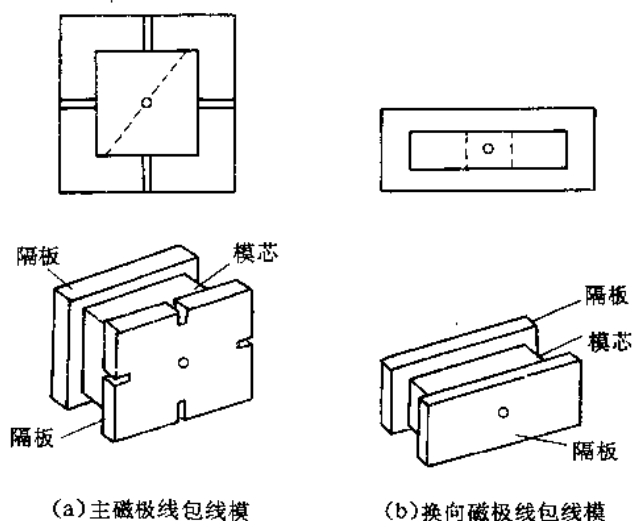


图 1-13 直流电动机磁极线包绕线模

示。

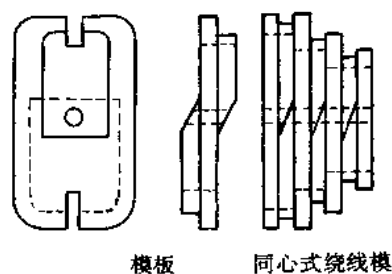


图 1-12 超小型同心式绕线模

小型单相交流异步电动机和少数三相异步电动机的定子绕组多采用同心式绕组,所以需要小型的同心式绕线模具。同心式绕组模也是由隔板与模芯组成,但每层隔板与模芯的尺寸不是相同的,逐层变小如图 1-12 所示。

5. 直流电动机用绕线模

直流电动机由于结构特殊(与交流电动机不同),所以直流电动机所用线模分为定子磁极线包线模和电枢绕组线模两种。

(1) 磁极线包绕线模 磁极线包的绕线模是由两块隔板和一块模芯组成。模芯为长方形四棱柱体或为正方形四棱柱体,如图 1-13 所

直流电动机磁极线包的绕线模的模芯厚度 d 应与线包厚度相同(稍小一点,以便绝缘),而模芯端头的边长应比磁极的极身边长略多 $1\sim 2$ 毫米。总的说来就是要使绕制后的线包经绝缘后比较容易地套入磁极的极身。

(2)直流电动机电枢绕组的绕线模 中,大型直流电动机电枢绕组的线圈元件才用绕线模绕制,其线模如图 1-14 所示。电枢绕组绕线模制作方法与前面所述的梭形或腰圆形绕线模相同;只是形状上有些差别。图 1-14(a)是长腰圆形绕线模;而图 1-14(b)为长梭形绕线模。

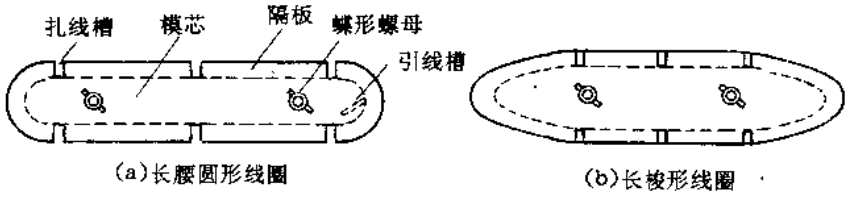


图 1-14 直流电动机电枢绕组的绕线模

六、绕线机

绕线机有电动和手动两种。电动绕线机是通过电动机带动绕线机工作,从而绕制线圈;而手动绕线机是用手来转动绕线机来绕制线圈。这两种绕线机其结构基本是相同的,它们都有安装绕线模的机构,有变速齿轮组,有传动轮。手动绕线机的主动轮上安装有手柄,而电动绕线机主动轮由电动机通过皮带来驱动。两种绕线机都有计数装置。图 1-15 是绕线机外形示意图。

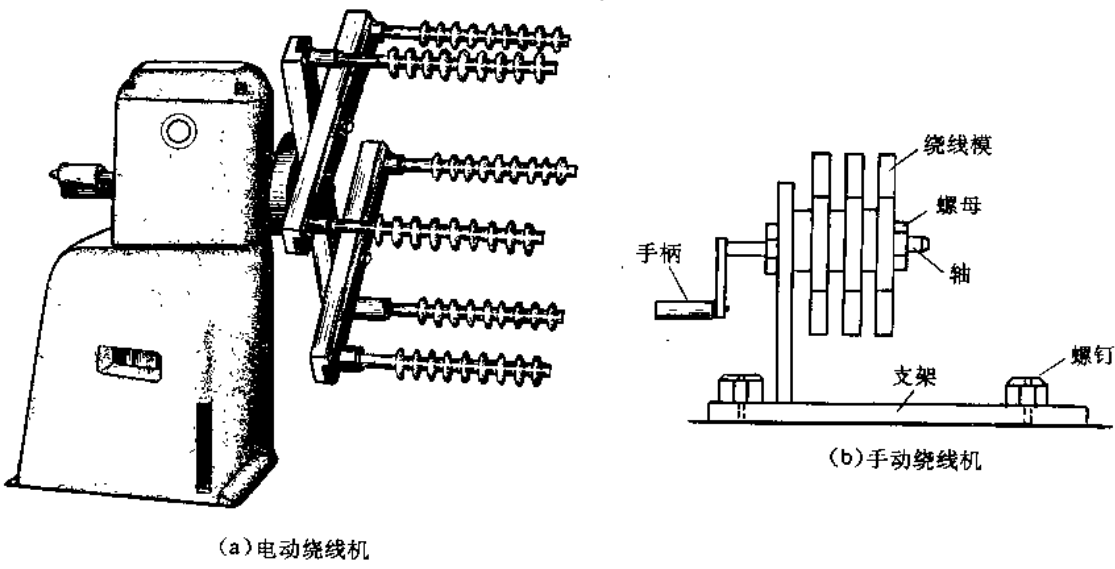


图 1-15 绕线机

七、拆线机

电动机在重新嵌绕组前,应先拆除已经损坏的旧绕组。中型和大型电动机的定子绕组所用导线比较粗,用手工拆除是相当困难的,所以需用特制的拆线机来拆除绕组线圈。拆线机有手动拆线机和电动拆线机两种。这两种拆线机虽然采取的驱动力不同,但是他们的主要结构是相同的。图 1-16 所示为电动拆线机图形。

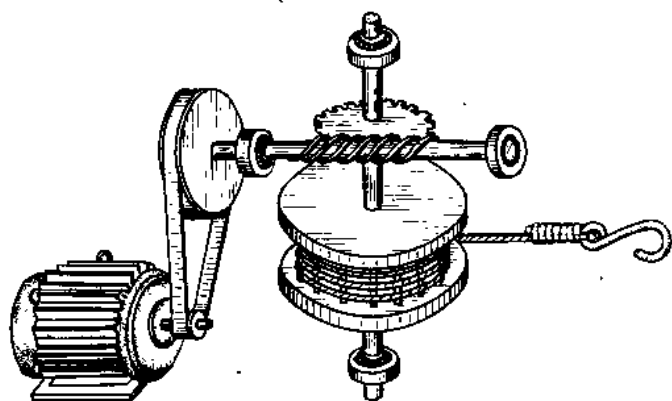


图 1-16 电动拆线机

手动拆线机只是在图 1-16 所示拆线机的大主动轮上加装一个手柄,用手代替电动机工作。

由图 1-16 可知拆线机主要部件为大小轴盘、蜗轮、蜗杆、转轴、轴承、钢丝绳等组成。

在使用拆线机拆除旧线圈时,应将线圈的一面端部喇叭口剪开,使电动机定子机座固定不动,拆线机也固定不动,用拆线机的拉线钩逐个穿入每个线圈的未剪开端,然后使拉线机旋转,则可很容易的拉出旧线圈。

八、碰焊机

在焊接粗线径的绕组引出线时,因为是多股软铜线与粗的单股铜线相接,所以很难焊接良好,最好用碰焊机焊接。

碰焊机只能自己动手制做(没有产品)。碰焊机很简单,制造也很容易。现介绍一种简易碰焊机的制作方法。图 1-17 是简易碰焊机示意图。

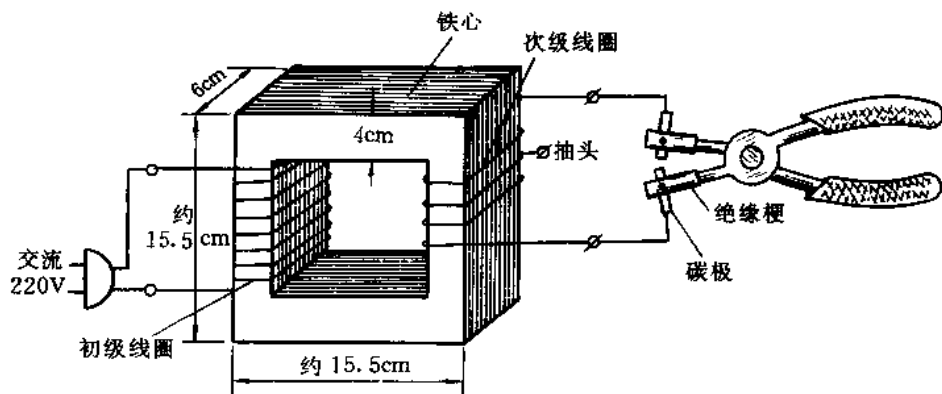


图 1-17 自制简易碰焊机示意图

图 1-17 中的碰焊机铁芯是用 0.3~0.5 毫米厚的硅钢片叠成的,铁芯的截面为 24 平方厘米;初级绕组用线径 0.87~1.0 毫米 QZ 高强度漆包线绕制 660 匝,次级绕组用线径 2.5~3 毫米双漆包线绕 36+12 匝,中间有抽头。原边和次边绕组的绕制方法与变压器绕组绕制方法相同,每层之间要有绝缘纸,最外层用纱带包扎好,并且浸漆烘干。简易碰焊机的夹钳可以制成多种不同的形状,只要钳口能自由开合即可。两个钳尖分别插装上两个绝缘梗,绝缘梗上安装两个碳极,分别与次级线圈两头相接。夹钳的把手也要套上可靠的绝缘套。焊接时,被焊线头放在两个碳极之间,手握钳的把手慢慢夹紧,当两个碳电极靠近到一定距离时,变压器次线圈将通过被焊接的导体产生很大电流,从而使两个被焊铜线在焊接处熔化焊接成一体。

这种简易碰焊机一般只能焊接 1.5 毫米以下的铜线。次级抽头是为了改变焊接电流用的。如果所焊接的导线较粗或并联导线根数较多,应该制作大型的碰焊机。

第二节 修理电动机常用的仪器、仪表

在检测电动机绕组故障时和电动机嵌线后的质量时,有些仪器、仪表是必不可少的;如短路探测器、万用表、兆欧表、电流钳等。

一、短路探测器

短路探测器是检测绕组的匝间是否短路的简易检测仪器。它的制作和使用都是很简单的。短路探测器结构非常简单,它只有一个开口铁芯和一个绕组线包,可见图 1-18。

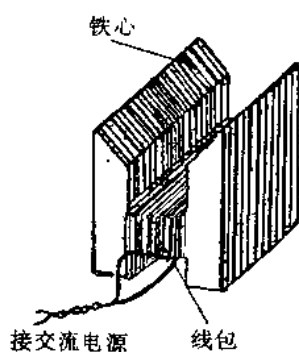


图 1-18 短路探测器

短路探测器的铁芯可以是 H 形,也可以是 π 形。无论采用何种铁芯,总有一端要成圆形。短路探测器的线包可以根据实际匝数的多少加上适合的电压。电压一般为 220 伏或 36 伏,为了安全,线包绕制时最好按使用于 36 伏安全电压考虑。

具体用短路探测器的时候,是将探测器放置在电动机铁芯的槽口上,然后使线包接通电源;再把一片很薄的铁片(钢锯条简单可取)放在铁芯的槽上,观察铁片是否有轻微跳动,若铁片有轻微跳动,则说明该槽内的线圈短路。这样将铁片逐次移动一周,就可以测出电动机绕组是否有短路故障。

二、万用表

万用表是电气工人必备仪表。万用表分为数字万用表和普通型万用表两大类。无论是何种类万用表都具备测量电压、电流、电阻功能。电动机修理人员用万用表主要是测量电源电压和绕组直流电阻值。图 1-19 所示是 MF-30 型万用表表面图。

在用万用表测量电压、电流、电阻时,应该将万用表的旋转钮转到相应的位置。绝对不能用测电阻档去测电压或电流,否则会烧坏仪表。

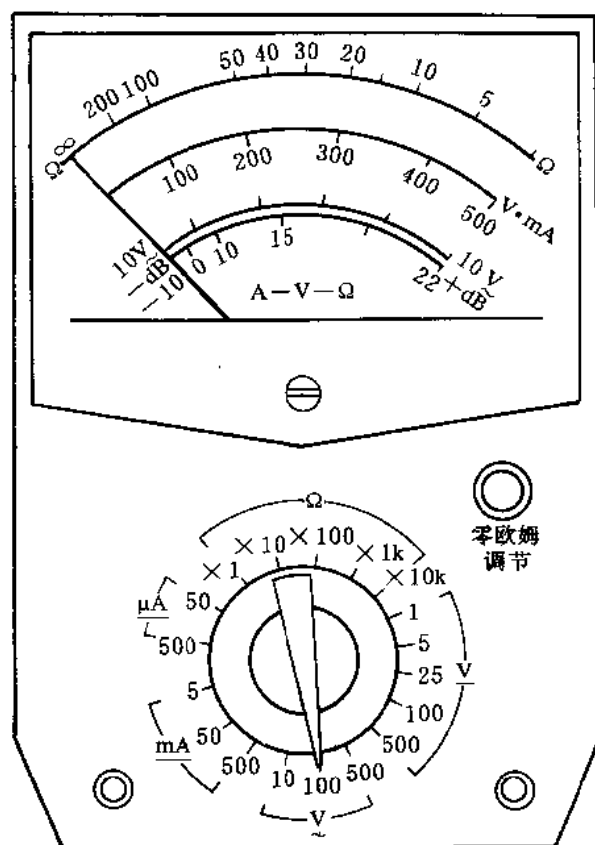


图 1-19 MF-30 型万用表板面图

三、兆欧表

兆欧表是测量绝缘电阻必用仪表。兆欧表分为 500 伏和 1000 伏两种。一般电动机额定电压为 380 伏时,测量绝缘电阻用 500 伏兆欧表;而测量高于 380 伏额定电压的电动机时,测量绝缘电阻用 1000 伏兆欧表。兆欧表外形如图 1-20 所示。

兆欧表实际上是一台手摇直流发电机。发电机的输出电压两端分别用两根绝缘导线接在被测绕组和电机壳体上,然后高速旋转手柄,使发电机发出的高压直接加在被测元件上,观察表针指示的读数。在

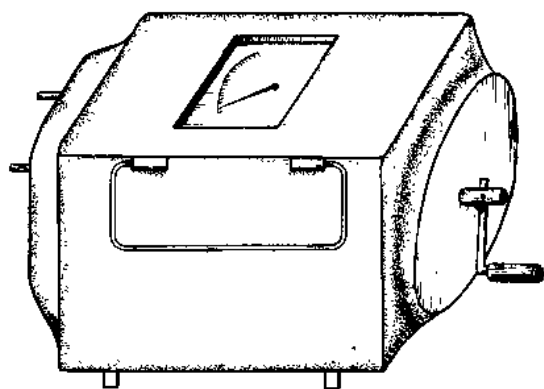


图 1-20 兆欧表外形图

手摇手柄时,要尽量保持高速,而且速度尽量均匀。观察表针指示某一读数不再动时,则该读数就是绕组对电动机壳体的绝缘电阻值。一台电动机正常绕组对壳体绝缘电阻都应该大于5兆欧。在用兆欧表测试完绝缘电阻时,应先用一根导体将兆欧表的两个接线柱短接一下,使其电能释放完后方能拆下两根连接线。兆欧表不使用时,应该将两个接线柱用导线短接起来。

四、钳形电流表(俗称电流钳)

钳形电流表是测量正在运行(通电)电路的每根线电流值用的常用仪表。钳形电流表实际上是一个电流互感器加上电流表(电流计)装成一个仪表。钳形电流表如图1-21所示。

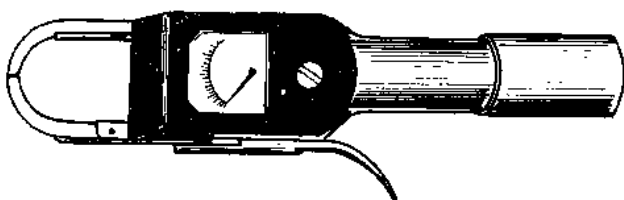


图 1-21 钳形电流表

在电动机修理完毕时,应将电动机加额定电压空载运行一段时间,待电动机平稳运行后,应该测量三相电压(或单相电压)值,确定电动机每相绕组电压是否平衡(数值相等);然后再用钳形电流表测试每根火线中的电流,观察三相电流是否平衡;电流值是否合格。电动机空载电流应该小于1/3额定电流值;若电流大于1/3额定电流,则说明电机轴承“犯卡”,或者定子与转子间“犯卡”,或者电机绕组匝数少,或者绕组元件有个别接反了;这就需断电重新对电动机检查。

第三节 修理电动机常用的材料

修理电动机所用材料应根据具体电动机故障而定。本节主要介绍修理电动机所需的绝缘材料。

1. 绝缘漆

绝缘漆种类比较多,但最常用的是环氧树脂漆、三聚氰胺醇酸树脂漆、丁基酚醛醇酸漆、甲酚清漆、耐油清漆、沥青漆、灰磁漆等。有关绝缘漆的具体型号、性能和用途请详见书后的附录。

2. 青壳纸和绝缘聚乙烯材料

电动机绕组嵌线时必须用青壳纸或绝缘聚乙烯薄膜。这两种绝缘材料主要用于槽绝缘和绕组的相间绝缘。这两种绝缘材料有时是合在一起的。

3. 黄蜡布带、玻璃漆布带、黄漆绸等材料

黄蜡布带、玻璃漆布带、黄漆绸等绝缘布主要用于包扎直流电动机的磁极线包或裸铜(铝)线。有绝缘布包扎的磁极线包或铜、铝线,其绝缘强度加强了,而且对导体起到了保护作用。有关绝缘布可详见书后的附录。

4. 绝缘套管

绝缘套管基本上有软塑料管、玻璃丝编织浸漆蜡管两种类型。玻璃编织管在电动机修理过

程中是最常见的;这种绝缘管主要套于电动机绕组端头与外接接线盒之间的软橡胶导线上,用以加强绝缘和保护导线。绝缘管的管径根据所套导线直径选择。

5. 绝缘板

绝缘板主要有玻璃丝布绝缘板和黄漆绸绝缘板两种。绝缘板规格有多种,它们主要用于带电导体与非带电导体之间的绝缘材料。在电机上只是接线盒内的接线板用绝缘板。

6. 绝缘橡胶

电机上所用的绝缘橡胶应具有一定弹性和具有耐老化的性能,这是因为电动机工作时要产生热量,有时甚至电机温升较高,所以电机上所用的橡胶应具有耐热、耐老化的性能。

实际上在修理电机过程中除了我们提到的工具、仪器仪表、绝缘材料外还有一些常备工具和特殊仪器。例如绝缘强度测试仪,它是高电压电动机测试必用仪器,但修理低压电动机时基本不用,所以一般修理单位和个人没有必要非备有绝缘强度测试仪。另外修理电动机必须有高强度漆包线和一些特殊的铜线和铝线,我们也没有加以说明,因为这是基本知识不必详细说明。有关电动机绕组所用导线在后面的附录中有详细的说明。