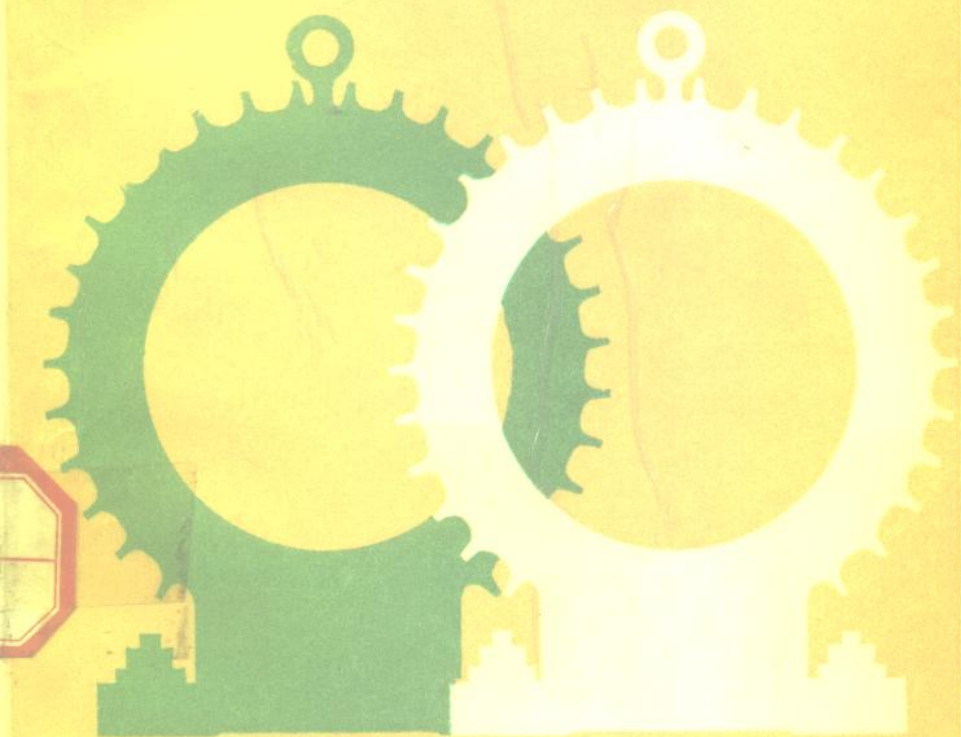


怎样维修电动机

ZENYANG WEIXIU
DIANDONGJI

金盾出版社



7M 227

H 21

怎样维修电动机

何报杏 编著

金盾出版社

(京)新登字 129 号

内 容 提 要

本书主要介绍常用电动机维修的一般知识,如电动机的故障分析与检修、电动机绕组和机械零件的修理工艺以及绕组重绕的计算方法等。书中举有实例示范,图文结合,通俗易懂,重点突出,实用性强。附录中收有电动机的技术数据与通用修理材料规格,查阅十分方便。本书适合电动机修理工人阅读使用,也可供广大电工和电气技术人员参考。

怎样维修电动机

何报杏 编著

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:8214039 8218137

传真:8214032 电挂:0234

总参通信部印刷厂印刷

各地新华书店经销

开本:32 印张:6.5 字数:145千字

1992年11月第1版 1993年4月第2次印刷

印数:31001—62000册 定价:2.90元

ISBN 7-80022-497-X/TM·15

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

随着我国经济建设的发展和电气化程度的提高,电动机的使用范围越来越广,电动机的维修任务也越来越重。但目前市场上有关电动机维修方面的图书资料较为缺乏。为此,笔者编写了本书,以满足广大电动机维修人员的急需。

本书主要介绍常用的交流电动机绕组的结构及嵌线方法,单相、三相交流电动机和串激电动机的故障分析与检修,电动机绕组、集电环和机械零件的修理工艺以及异步电动机、串激电动机绕组重绕的计算方法。维修技术采用了一些新工艺、新方法。考虑到电动机修理现场的实际需要,把电气修理与机械修理、局部检修与全部重绕、修理工艺与修理计算结合起来编写,并紧密联系各章节内容举例示范,列出需用的修理数据和图表。对常用电动机的技术数据和通用修理材料规格收入附录,以供查考。

本书编写过程中,得到有关同志的热情鼓励与支持,彭玲根同志为本书绘制了部分图表,在此一并致谢。由于编者学识所限,书中难免有错误或不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

1992 年 9 月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 电动机类型和基本结构	(2)
第二节 修理工作的一般规定	(3)
第三节 修理项目和工艺程序	(4)
第四节 修理工作的组织管理	(6)
第二章 三相交流电动机绕组	(7)
第一节 绕组概述	(7)
第二节 单层绕组	(9)
第三节 双层绕组	(17)
第三章 交流电动机的定子绕组故障和局部检修	(28)
第一节 交流电动机的故障特点和分析方法	(28)
第二节 电动机的拆卸和装配	(29)
第三节 绕组绝缘电阻偏低和处理	(32)
第四节 绕组接地故障和检修	(37)
第五节 绕组短路故障和检修	(43)
第六节 绕组断路故障和检修	(49)
第七节 绕组接线错误和检查	(51)
第八节 铝绕组的修理	(54)
第四章 异步电动机定子绕组的重绕	(59)
第一节 绕组的拆除	(59)
第二节 绕制线圈	(60)
第三节 绕组嵌装	(65)

第四节	浸漆与烘干	(73)
第五节	检查试验	(75)
第六节	成型线圈的全部拆换	(78)
第五章	异步电动机转子的故障和检修	(86)
第一节	鼠笼转子的故障和检修	(86)
第二节	绕线转子的故障和局部检修	(91)
第三节	成型绕组的全部拆换	(95)
第四节	集电环的故障和检修	(101)
第五节	电刷的修理	(106)
第六章	单相电动机的修理	(108)
第一节	单相异步电动机的基本结构	(108)
第二节	单相异步电动机的修理	(108)
第三节	单相串激电动机的修理	(115)
第七章	铁芯和机械零部件的修理	(124)
第一节	铁芯的故障和检修	(124)
第二节	轴承部分的故障和检修	(126)
第三节	机械零件的修理	(136)
第八章	三相异步电动机的修理计算	(141)
第一节	旧定子铁芯重绕线圈的计算	(141)
第二节	改变导线规范的计算	(152)
第三节	鼠笼转子的简易计算	(153)
第九章	单相电动机的修理计算	(155)
第一节	单相异步电动机的重绕计算	(155)
第二节	计算实例	(160)
第三节	单相串激电动机的重绕计算	(168)
附录	常用电动机的技术数据和通用修理材料规格	(173)

附表 1	J ₂ 系列电动机铁芯绕组数据	(174)
附表 2	JO ₂ 系列电动机铁芯绕组数据	(176)
附表 3	Y 系列电动机(IP23)绕组数据	(180)
附表 4	Y 系列电动机(IP44)绕组数据	(182)
附表 5	YR 系列电动机(IP44)绕组数据	(185)
附表 6	JX 型电容运转式单相电动机技术数据 ...	(189)
附表 7	JY 型电容起动式单相电动机技术数据 ...	(190)
附表 8	JZ 型分相式单相电动机技术数据.....	(191)
附表 9	BO 型分相式单相电动机技术数据	(192)
附表 10	CO 型电容起动式单相电动机技术数据	(193)
附表 11	DO 型电容运转式单相电动机技术数据	(194)
附表 12	几种电扇电动机技术数据	(195)
附表 13	圆铜漆包线规格及电阻值	(196)
附表 14	裸扁铜、铝线规格	(198)
附表 15	电动机绝缘结构常用电磁线和绝缘材料	(199)
附表 16	电动机常用绝缘漆	(200)

第一章 概 述

电动机修理是对使用中有故障的电动机进行全面检查和针对性修复,使其恢复原有参数或形状的一种技术保障工作。它是保证电动机安全经济运行的一项重要措施。因此,应当切实做到应修必修,修必修好,使电动机经常处于良好的技术状态。

电动机修理工作包括检查、修理和试机三个阶段。修理工作根据故障性质和现场条件,有的可以就地进行,有的要送到专门的电动机修理部门修理。

从事电动机修理的人员,应当懂得电动机基本原理及其结构,了解其常用材料的性能及用途,掌握修理操作技能,明了常用维修器具的主要特性及使用方法,具备一般机电设备安装与安全知识。

为了保证修理质量与安全,在动手修理前应进行充分的技术准备,尤其是对于专用或特殊电动机,其修理质量和工期在很大程度上取决于技术准备如何。

技术准备工作大致有以下内容:

1. 查阅核对待修电动机的有关技术数据;
2. 检查弄清故障性质及其部位;
3. 制定修理方案与安全措施;
4. 准备工具材料及仪器仪表。

第一节 电动机类型和基本结构

旋转电动机一般按电源性质分为交流电动机和直流电动机两大类。交流电动机又可分为同步电动机和异步电动机两种基本型式。无论交流电动机或直流电动机,都是以法拉第电磁感应定律为基础而制成的,它们的工作原理是基于定、转子之间的磁场与电流的相互作用。对发电机而言,是导体旋转切割磁力线(或磁场旋转切割导体)使绕组感生电动势;对电动机而言,是绕组中的电流与磁场相作用而产生转矩,驱动转子旋转。因此,旋转电动机都具有可逆性,即既可以在发电机状态下工作,也可以在电动机状态下工作。

电动机的基本结构是定子和转子两大部分,它们主要由铁芯及绕组构成,是电动机的核心部分。另外还有端盖、轴承、风扇等结构零件及换向器或集电环以及电刷装置等换(导)流部件。

同步电动机的定子是三相交流绕组,转子为磁极绕组,通过装在转轴上的一对集电环与直流电源相联接。异步电动机的定子也是三相绕组,从电源吸取无功励磁电流建立旋转磁场,转子有鼠笼式及绕线式两种,前者为自身短路的绕组,后者为普通三相绕组,通过轴上的三个集电环与外电路相联接。直流电动机定子为磁场部分,其励磁方式有他励及自励两种。在自励式电动机中,按励磁绕组与电枢绕组联接方式的不同,分为并励、串励及复励三种,其中并励是最常用的一种励磁方式。转子(即电枢)是能量转换部分,其绕组为自身闭路的交流绕组,通过换向器及电刷变换成直流电并与外电路相联接。

三相异步电动机具有结构简单,运行可靠,维修方便,价

格便宜等优点,因此,它得到了最广泛的应用,也是本书介绍的重点。

第二节 修理工作的一般规定

一、修理电动机的一般要求

1. 电动机拆卸前对有关零部件应做好标记,如接线端子、刷架位置、端盖及滑动轴承盖的位置等。拆卸时应小心,以免损坏零部件。

2. 新线圈绕制好后,应认真核对每个线圈的匝数是否相同,线圈首末端应套以不同颜色的蜡管,以资区别。

3. 更换绕组应保持原来的线径。对槽满率较低的电动机,新线径可略大,以降低损耗及温升。

4. 铝绕组更换为铜绕组时,铜线的截面积应等于或不小于铝线截面积的 70%,线圈匝数不变。

5. 绕制或嵌放线圈时,要精心操作,不能损伤导线及其绝缘。局部修理时,要特别注意不能损坏相邻的好线圈。

6. 3~6 千伏的电动机更换绕组时,应进行工艺过程中的交流耐压试验,1 千伏以下的电动机可不做。耐压试验的时间,如无特别说明,均为 1 分钟。

7. 更换绕组时应使用与电动机铭牌耐热等级相适应的绝缘材料。

8. 机械零件进行补焊及切削加工时,要特别注意防止变形、开裂及偏心。

9. 电动机修理完毕,应按规定进行检查、试验及试机。

二、试机中应注意的事项

1. 检查电动机各绕组及其相连的电气回路绝缘电阻应

合格。

2. 电动机各绕组的极性应正确,连接无误。起动变阻器及其回路应完好。

3. 清除各种临时线和电动机周围的杂物,盘动转子,应灵活且无异声。

4. 检查确认不可逆转装置电动机的旋转方向,应正确无误。

5. 电动机通电起动,应先空载后负载。运转中应特别注意电压、电流、温度、声音、润滑及换向情况是否正常。

6. 电动机起动后,操作人员要坚守岗位,准备随时紧急停机。

7. 试机中若电动机出现异常现象,应断电进行检查,未排除故障,不准许重新起动。

第三节 修理项目和工艺程序

一、修理项目及周期

1. 小修:一般指电动机不解体就地可以进行的检修工作。其大致内容为:

(1) 擦拭电动机外壳,检查及拧紧松动的螺栓,局部补漆;

(2) 拆下外轴承盖检查润滑脂,缺了补充;

(3) 研磨电刷、集电环或换向器,更换电刷,修理短路装置;

(4) 处理接线端子,修理出线盒及风扇;

(5) 测量气隙、绝缘电阻及试机。

小修周期对三班制的通用设备为3或4个月,二班及一班制的设备分别增加1个月及2个月。

2. 大修:指需要将电动机解体或拆离基础才能进行的修理工作。其内容如下:

- (1)小修的全部项目;
- (2)清扫绕组,修补铁芯;
- (3)补焊转子导条,更换轴承或修补合金;
- (4)绕组的局部修理、重绕或更改性修理;
- (5)为消除日常记载及拆修过程中发现的各种缺陷而必须做的工作。

大修周期一般为1年,或与被驱动的机械同时进行。在绕组烧坏或发生其它故障不能继续运行时即应进行大修。电动机大修后应全面恢复其原有结构及性能。具体标准如下:

- (1)运行正常:
 - ①出力达到铭牌要求;
 - ②电动机各部位温升在容许范围内,环境温度为40℃时(见表1-1);

表 1-1 电动机容许温升(℃)值

电动机 部 位	A 级绝缘		E 级绝缘		B 级绝缘		F 级绝缘		H 级绝缘	
	温度计法	电阻法	温度计法	电阻法	温度计法	电阻法	温度计法	电阻法	温度计法	电阻法
定子绕组	55	60	65	75	70	80	85	100	105	125
转子绕组	55	60	65	75	70	80	85	100	105	125
定子铁芯	60	—	75	—	80	—	100	—	125	—
集电环	60	—	70	—	80	—	90	—	100	—
换向器	60	—	70	—	80	—	90	—	100	—
滚动轴承	55	—	55	—	55	—	55	—	55	—
滑动轴承	40	—	40	—	40	—	40	—	40	—

③集电环或换向器运行时基本无火花或只有部分小火花;

- ④电动机声音正常,无大的振动。
- (2)结构完整无损,零部件齐全完好:

- ①外壳上有符合规定的铭牌；
 - ②绕组、铁芯、槽楔无老化、松动、变色等现象；
 - ③轴承不漏油，机脚、端盖、风扇完整无损；
 - ④外表清洁，螺栓齐全紧固。
- (3)技术资料齐全准确，有履历卡片、检修及试验记录。

二、电动机修理工艺程序

为了缩短修理时间，应妥善安排各项修理工作，有效的办法是将绕组修理与机械零部件修理进行平行作业，如图 1-1 所示。

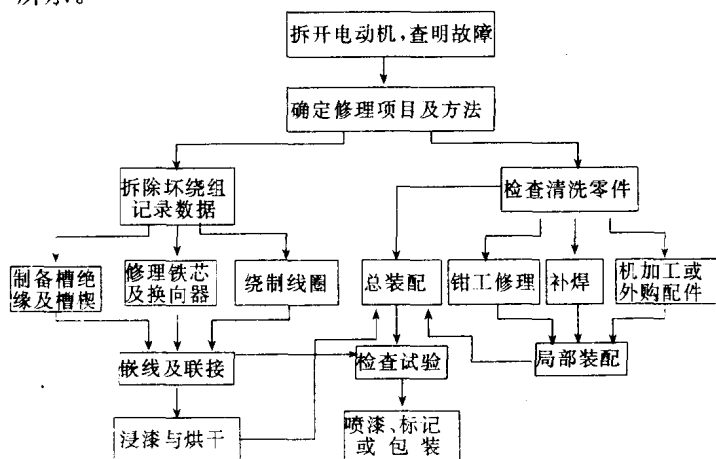


图 1-1 电动机修理工艺程序图

第四节 修理工作的组织管理

1. 大型企业设立电修厂(车间)，负责电动机的全部修理工作。中小企业一般设电修工段或电工班，由动力车间领导，

负责电动机的运行维护及修理工作。

2. 建立送修卡(任务单)制度。送修卡应包括以下内容:电动机名称、型号规格、数量、修理项目及要求、送修单位及日期、修理情况、完工日期、修理人等。

3. 修理单位应根据自身的实际情况,制定先进而合理的修理工时定额和材料消耗定额,并在实践中不断修订完善。

4. 电动机修理车间(班组)要制订各级人员的岗位责任制及质量检查制度,并严格执行,奖罚兑现。

5. 严格数据管理,做好修理记录及试验记录,特别要注明修改部分的情况。记录按月整理归档备查。

第二章 三相交流电动机绕组

第一节 绕组概述

绕组是电动机的“心脏”,修理电动机最主要的工作就是修理绕组。因此,必须对电动机绕组有一个基本的了解。

电动机绕组是由嵌放在铁芯槽中的若干个线圈(绕组元件)按照一定的形式联接而成的。线圈可以是单匝,也可以是多匝,如图 2-1 所示。放在槽内的直线部分,起着转换电磁能量的作用,称为有效部分(线圈边),两个有效部分之间的联线,称为端部。电动机绕组的线圈大多数是多匝的,一般用高强度漆包圆铜线或铝线绕成所需的形状及尺寸。根据线圈在铁芯中的布置形式和端部联接方式的不同,构成单层绕组、双

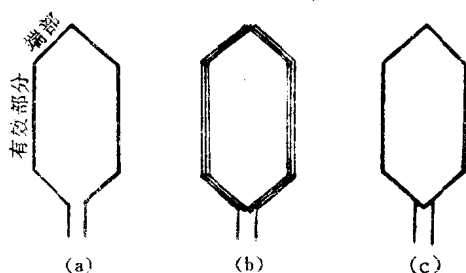


图 2-1 组件(线圈)

(a)单匝线圈 (b)多匝线圈 (c)多匝线圈(简化)

层绕组及单双层混合绕组三种基本型式。其中单层绕组又分为单层同心、单层链式及单层交叉三种；双层绕组分为双层叠绕及双层波绕两种。但是，无论哪种型式的绕组，都必须符合下列基本原则：

1. 绕组各元件的形状、尺寸、匝数、分布及联接方法须相同。

2. 三相绕组排列顺序须相同，各相绕组引出线(首端或末端)之间相隔 120° 电角度。

3. 三相绕组应均匀分布在每个磁极下，以达到磁极对称。各相绕组的极相组应按照同极性“正串”(头接尾)、异极性“反串”(尾接尾)的原则相联接。

，单双层混合绕组比较复杂，仅用于少数特殊场合，分数槽绕组主要用于大型低速或多速电动机中，故下面主要介绍常用的整数槽(即每极每相槽数为整数)单、双层绕组。

为了便于说明线圈的嵌放及联接规律，首先要理解几个必要的基本概念。

1. 极距 τ ：它表示一个磁极所占有的槽数。

$$\tau = \frac{Z_1}{2p} \dots \dots \dots (2-1)$$

式中 Z_1 —— 定子槽数；

p ——磁极对数。

2. 每极每相槽数 q : 它是每相绕组在每个磁极下所分到的槽数, 又称相带宽度。

$$q = \frac{Z_j}{2pm} \dots\dots\dots (2-2)$$

式中 m ——相数。

3. 节距 y_1 : 线圈的两条有效边之间所相隔的槽数。如果 $y_1 = \tau$, 叫做整(全)距绕组, 这时线圈可以感应最大的电动势; 如 $y_1 < \tau$, 叫做短距绕组, 采用短距绕组, 可以削弱部分高次谐波, 节省端部导线及减小绕组电阻, 降低铜耗。因此, 双层绕组通常采用 $y_1 = (0.8 \sim 0.9)\tau$ 的短距绕组。

第二节 单层绕组

单层绕组每个槽内只有线圈的一条边, 所以整个绕组的线圈数只有槽数的一半。其主要优点是: 嵌线比较方便, 不需层间绝缘, 槽满率较高, 没有层间击穿问题, 工作比较可靠。主要缺点是节距不能任意选择, 否则会形成“空槽”, 一般采用全距, 电磁噪声及铁耗较大; 其次是端部排列比较困难。

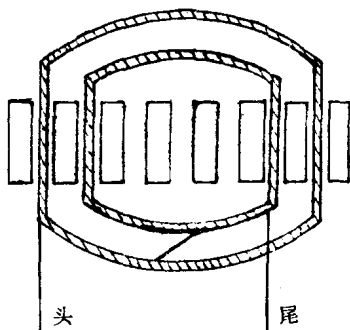


图 2-2 同心式线圈

一、单层交叉同心式绕组

1. 绕组构成: 同心式线圈的形状如图 2-2 所示, 由于两个线圈的轴线是重合(同心)的, 所以每个线圈的节距不同。

例如一台 2 极 24 槽的电动机, $\tau = \frac{24}{2} = 12$ 槽, $q = \frac{24}{2 \times 3} = 4$ 槽, y_1 为 11 槽及 9 槽, 每相有 4 个线圈。将第一相(例如 U 相)的同心线圈(极相组)的一个线圈放在 1 号槽与 12 号槽中, 另一个线圈放在 2 号槽与 11 号槽中; 第二个极相组的两个线圈应分别放在 13、24 号槽与 14、23 号槽中, 如图 2-3 所示。两个极相组之间按“尾接尾”的规律相联接, 使通过线圈的电流形成一对磁极。

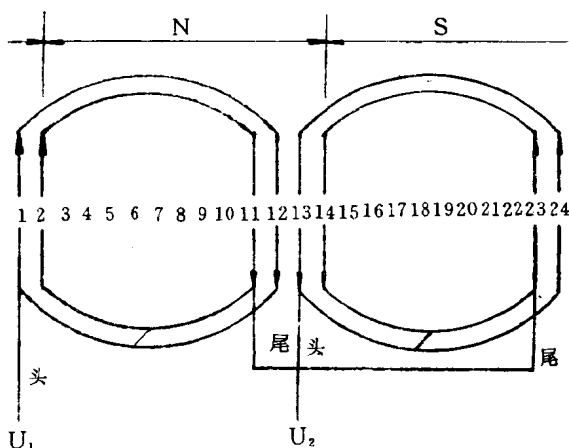


图 2-3 U 相绕组展开图

第二相的引出线 V_1 应与 U_1 相差 120° 电角度。相邻两槽间的电角度 $\alpha = \frac{p \times 360^\circ}{Z_1} = \frac{1 \times 360^\circ}{24} = 15^\circ$, 所以 V_1 应与 U_1 相隔 8 槽, 即应放在第 9 槽, 于是可画出 V 相绕组的展开图(图 2-4)。