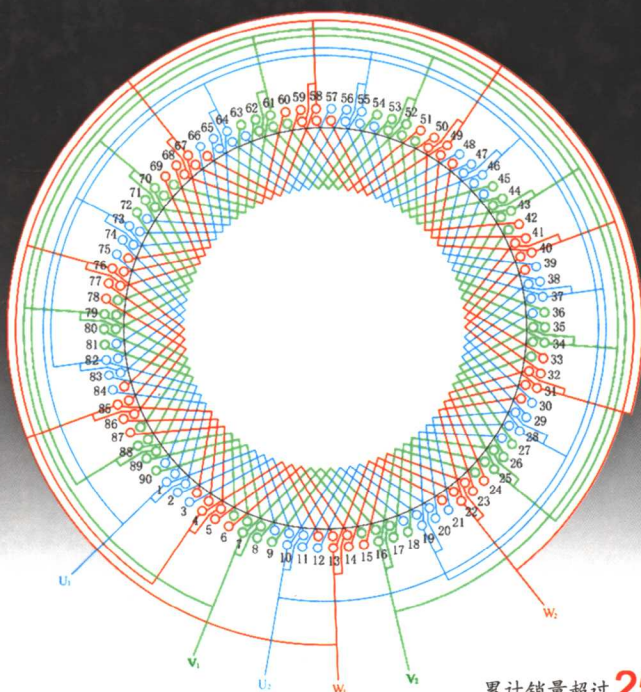


全 国 优 秀 暢 銷 书

新编 电动机绕组修理

(附布线和接线彩图300幅) (第二版)

刘一平 许上明 濮绍文 金仁全 编著



累计销量超过**250000**册！

上海科学技术出版社

新编电动机绕组修理

(附布线和接线彩图 300 幅)

(第二版)

刘一平 许上明 濮绍文 金仁全 编著

上海科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新编电动机绕组修理 / 刘一平等编著. —2 版. —上海: 上海科学技术出版社, 2006.6
ISBN 7-5323-8361-X

I. 新... II. 刘... III. 电机—绕组—维修
IV. TM3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 006909 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市文化印刷有限公司印刷

开本 850×1168 1/32 印张 21 插页 100

字数 890 000

1995 年 3 月第 1 版

2006 年 6 月第 2 版

2006 年 6 月第 16 次印刷

印数: 129 501—137 500

定价: 45.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书从最基本的电动机修理基础知识着手,重点对各类电动机的绕组结构型式、分布及接线、常见故障排除、重绕布线、嵌线、接线、浸渍、烘焙等具体操作工艺,以及绕组的重绕计算、电动机修理后的测试方法等,作了通俗详细的介绍。其中,对各类电动机绕组的分布规律作了十分详细的介绍;在绕组重绕计算中采用较简易的实用计算方法,并附有大量实例,供初学者参考;对各类电动机绕组的布线和接线,采用直观性很强的展开图和简易圆图进行介绍。此外,为了便于初学者尽快掌握各种电动机绕组的布线和接线方法,在本书的彩图中提供了300幅各类电动机绕组的彩色布线和接线图例。在附录1中提供了大量的各类中小微型电动机的绕组和铁心等修理时必不可少的有关技术数据,供参考用。在附录2中提供了电动机修理时常用材料的品种、规格及有关数据,供修理时查用。

本书内容丰富、实用性强、通俗易懂,是一本供具有初中文化水平的电动机修理初学者参考的很好的技术书。此外,本书也可供广大工矿企业和乡镇企业的电机修理工、维修电工以及各类职业技术学校中电机专业的师生参考用。

第二版前言

本书自 1995 年 3 月第一版出版发行以来深受全国广大读者欢迎,迄今为止印数已达 20 多万册,被评为全国优秀畅销书。为了更好地满足全国各地广大读者的需要,使本书更实用,我们对本书第一版进行了修订。在修订中增加了一些更切合生产实践的内容,特别是对深受广大读者所喜爱的电动机绕组布线和接线彩图进行了全面的改动。在第二版中的彩图由第一版中的 240 幅增加到 300 幅。在彩图 I、II 中,新增加方案 24 个,彩图 42 幅;在彩图 III 中,新增加方案 5 个,彩图 17 幅。另外,在本书的各章中也增加了一些实用性较强的图表,供读者在修理电动机时选用。

电动机是工农业生产中的主要动力设备,而且也是电风扇、洗衣机、电冰箱及空调器等家用电器中的主要部件。它的使用量越来越多,随之而来对各类电动机的修理工作量也越来越大。尤其是近年来,Y 和 YR 系列三相异步电动机、YZ 和 YZR 系列起重及冶金用三相异步电动机、AO2、BO2、CO2 和 DO2 系列驱动用微电机以及新型直流电动机产品的不断出现,原有的一些有关电动机修理的书籍已很难满足广大电机修理人员的需要。为此,在本书中除了介绍老产品电动机的修理外,还介绍了近年来一些新产品电动机的修理内容。另外,为了满足广大具有初中文化水平的电机修理初学者的要求,我们从最基本的电机修理基础知识着手,重点对各类电动机的绕组结构型式、分布及接线、常见故障的排除、重绕布线、嵌线、接线、浸渍、烘焙等具体操作工艺,以及绕组的重绕计算、电动机修理后的测试方法等,作了通俗详细的介绍。其中:对各类电动机绕组的分布规律作了十分详细的介绍;在绕组重绕计算中采用较简易的实用方法,并附有大量实例,供初学者参考;对各类电动机绕组的布线和接线,采用直观性强的展开图和简易圆图进行介绍。此外,为了便于初学者尽快掌握各种电动机绕组的布线及接线方法,在书末彩图中提供了 300 幅各类电动机绕组的彩色布线及接线图例。在附录 1 中提供了大量的各类中小微型电动机的绕组、铁心等修理时必不可缺少的有关技术数据,供参考用。在附录 2 中提供了电动机修理时常用材料的品种、规格及有关数据,供修理时查用。

本书由刘一平主审。第一、二、三章由刘一平编写；第四、六、七章由许上明编写，刘一平修订；第五、十、十一章由金仁全编写；第八、九章由濮绍文编写。彩图Ⅰ、Ⅱ由刘一平和许上明设计；彩图Ⅲ由濮绍文设计。附录1由郭雨水编写。附录2由刘一平编写。

本书在编写过程中，由于时间仓促，书中难免有不足和错误的地方，敬请读者批评指正。

编 者

本书主要符号表

A	线负荷,铁心截面积	I	电流或额定电流
A_c	轭部截面积	$I_{\text{相}}$	相电流
A_i	槽内绝缘所占面积	$I_{\text{线}}$	线电流
A_s	槽截面积	j	电流密度
A_w	槽有效面积	K	常数、系数、变比、换向片数
a	并联路数或支路对数	K_d	绕组分布系数
B	磁通密度	K_E	降压系数
B_c	轭部磁密	K_{Fe}	铁心叠装系数
B_t	齿部磁密	K_s	槽满率
B_g	气隙磁密	K_w	绕组系数
b	宽度	K_y	短距系数(节距系数)
b_t	齿部宽度	L	电感、长度
C	电容、绝缘厚度	l	长度
D	直径、定子铁心内径	M	转矩或额定转矩、互感
D_1	定子铁心外径	m	相数、倍数
d	裸导线直径	N	导体数或每相串联导体总数
d_0	带绝缘导线直径	N_a	副相串联导体总数
E	电动势	N_m	主相串联导体总数
F	磁动势	N_s	每槽导体数
f	频率	n	转速或额定转速、导体并绕根数
H	磁场强度	n_c	同步转速
h	高度	P	功率或额定功率
h_c	轭部高度	P_{Cu}	铜损
h_s	槽高度(深度)	P_{Fe}	铁损

p	磁极对数	Z_0	虚槽数
q	每极每相槽数	Z_1	定子槽数
R, r	电阻、半径	Z_2	转子槽数
S	裸导线截面积、电枢元件总数	α	槽电角度、极弧系数
t	齿距、温度、最大公约数	β	短距比、角度
U	电压或额定电压	γ	角度
u	每槽虚槽数	δ	气隙长度
$U_{\text{相}}$	相电压	η	效率
$U_{\text{线}}$	线电压	θ	温升
V	体积、线速度	ρ	电阻率
W	匝数或每相串联匝数	τ	极距
X	电抗	Φ	磁通
y	节距	$\cos \varphi$	功率因数
Z	阻抗、槽数	ω	角频率

目 录

第一章 电动机绕组基础知识	1
第一节 电动机绕组的类别	1
一、集中式绕组与分布式绕组	1
二、短距绕组、整距绕组与长距绕组	1
三、单层绕组、双层绕组与单双层绕组	1
四、整数槽绕组与分数槽绕组	2
五、 60° 相带、 30° 相带和 120° 相带绕组	2
六、叠绕组与波绕组	2
七、笼型与绕线型转子绕组	2
八、显极式与庶极式绕组	2
第二节 电动机绕组的部分常用名词和术语	3
一、线圈(绕组元件)、线圈总数	3
二、并绕根数、并联路数	4
三、每槽导体数(每槽线数)	4
四、磁极对数、同步转速	5
五、机械角度、电角度与槽电角度	5
六、极距、节距	6
七、每极每相槽数	7
八、极相组(线圈组)	7
九、相带	7
第三节 分布系数、短距系数和绕组系数的含义及计算	7
一、分布系数 K_d	7
二、短距系数 K_y	9
三、绕组系数 K_w	10
第四节 绕组展开图和简化接线图	10
一、绕组展开图	10
二、简化接线图	12
第五节 槽电势矢量图及用槽电势矢量图排列绕组	13
一、槽电势矢量图的画法	13
二、用槽电势矢量图排列绕组的方法	14
第六节 轭高、齿宽、齿距、槽面积和槽满率的计算	16

一、轭高 h_c	16
二、齿宽 b_i	16
三、齿距 t	17
四、槽截面积 A_s 、槽绝缘所占面积 A_i 及槽有效面积 A_w	17
五、槽满率 K_s	17
第七节 绕组的线端标志	18
第二章 直流电动机绕组	20
第一节 直流电动机绕组概述	20
第二节 定子绕组	21
一、主磁极绕组	21
二、换向极绕组	23
三、定子绕组的接线	24
四、主磁极与换向极的极性	24
第三节 电枢绕组	25
一、电枢绕组的类型	26
二、绕组节距	26
三、单叠绕组	28
四、复叠绕组	30
五、单波绕组	31
六、单波绕组中的死元件	33
七、复波绕组	33
八、电枢绕组的均压线	35
九、蛙绕组	38
第四节 电枢绕组重绕、嵌线、焊接及绑扎	39
一、新线圈绕制	39
二、电枢嵌线	39
三、焊接	40
四、电枢绕组的绑扎	40
第五节 直流电动机改压和改速简易计算	43
一、电枢绕组	43
二、换向极绕组	44
三、并励(或他励)绕组	44
四、串励绕组	44
五、额定功率	44
第三章 三相异步电动机绕组	47
第一节 三相异步电动机绕组概述	47

一、三相绕组排列的基本原则	47
二、极相组内及相绕组内的连接	47
三、相绕组引出线的位置	49
四、三相绕组连接的方法	49
五、三相异步电动机的绕组型式	50
第二节 单层绕组	50
一、单层同心式绕组	51
二、单层链式绕组	52
三、单层交叉式绕组	54
四、单层绕组在电磁本质上是整距绕组	56
第三节 双层绕组	57
一、整数槽双层绕组	57
二、分数槽双层绕组	60
第四节 单双层绕组	67
第五节 混相绕组及Y-△混合绕组	71
一、混相(散布)绕组	71
二、Y-△混合绕组(30°相带绕组)	71
第六节 延边三角形绕组	72
一、单边磁拉力问题	73
二、多路进电时的平衡问题	74
第七节 绕线式转子绕组	75
一、绕线式转子绕组的类型	75
二、转子波形绕组的结构	75
三、转子波形绕组的排列及布线图	77
第八节 直线异步电动机绕组	95
第四章 三相异步电动机绕组故障与修理	96
第一节 定子绕组故障检查与修理	96
一、定子绕组受潮故障	96
二、定子绕组接地故障	96
三、定子绕组短路检查与修理	97
四、绕组断路修理	98
五、电动机三相绕组首、尾端的判别	98
第二节 转子绕组故障检查与修理	100
一、笼型转子故障检查与修理	100
二、绕线型转子绕组故障检查与绑扎	100
第三节 定子绕组重嵌工艺	100
一、记录和测量原始数据	100

二、拆除旧绕组	101
三、制作绕线模	103
四、绕线	103
五、槽内绝缘	104
六、嵌线	106
七、接线和引线	107
八、线头焊接	108
第五章 三相异步电动机绕组的简易计算	110
第一节 三相异步电动机定子绕组重绕计算	111
一、有铭牌的空壳电动机定子绕组重绕计算	111
二、无铭牌的空壳电动机定子绕组重绕计算	111
第二节 三相异步电动机改极计算	122
第三节 三相异步电动机改压计算	127
一、改接线圈组之间的连接线(不需拆换绕组)	127
二、拆换绕组改压	130
第四节 导线的替代计算	132
一、导线并绕的替代计算	132
二、改变绕组的并联支路数	133
三、改变绕组接线方式	134
第五节 三相异步电动机在单相电源上运行的计算	136
第六章 单相异步电动机重绕	139
第一节 单相异步电动机绕组的基础知识	140
第二节 分相电动机重绕计算	148
一、分相电动机重绕计算	148
二、重绕例题	155
第三节 电容运转异步电动机重绕计算	162
第七章 微型直流和交直流串励电动机绕组故障与修理	172
第一节 微型直流和交直流串励电动机绕组简介	172
一、定子绕组	172
二、转子绕组	174
第二节 微型直流串励电动机故障与检查	175
一、定子绕组故障与检查	175
二、转子绕组故障与检查	177
第三节 微型直流和交直流串励电动机故障修理	178

一、定子故障修理	178
二、转子故障修理	179
第四节 微型直流与串励电动机重绕	180
一、拆除电动机旧绕组	181
二、微型直流与交流串励电动机重绕计算	181
第八章 三相多速异步电动机绕组	188
第一节 变极调速原理	188
第二节 倍极比双速电动机绕组及接线	190
一、倍极比双速电动机绕组排列	190
二、倍极比双速电动机绕组接线	196
第三节 非倍极比双速电动机绕组及接线	200
一、正规分布绕组排列	201
二、非正规分布绕组排列	202
三、分裂线圈法及其应用	206
四、非倍极比双速电动机绕组接线	211
第四节 三速电动机绕组及接线	211
一、反向变极法三速电动机绕组排列和接线	211
二、换相变极法三速电动机绕组排列和接线	218
三、变节距法三速电动机绕组排列和接线	224
第九章 三相单绕组多速电动机的改绕步骤和计算	227
第一节 改绕步骤	227
一、物色被改电动机	227
二、选择绕组方案和接线方法	231
三、旧电动机试验、拆除、数据记录	232
四、改绕计算	232
五、绕制新绕组、嵌接试验	232
第二节 改绕计算内容和方法	233
一、基本数据计算	233
二、磁通密度计算	233
三、线径与槽满率计算	235
四、功率计算	235
第三节 改绕计算实例	236
第十章 绕组浸漆烘干处理及电动机试验	256
第一节 绕组浸漆烘干处理	256

一、绕组浸漆和烘干的作用	256
二、浸渍漆的种类和浸漆时的黏度	256
三、浸漆方法	257
四、无溶剂漆浸漆烘干工艺	258
五、有溶剂漆浸漆烘干工艺	258
六、烘干方法	259
七、浸漆前绕组的检查与试验	262
第二节 电动机修理后的试验	263
一、绝缘电阻的测量	263
二、绕组直流电阻的测量	265
三、绝缘耐压试验	267
四、匝间绝缘试验	269
五、空转试验	269
六、温升试验	273
七、超速试验	277
第十一章 电动机绕组修理常用工器具	278
第一节 专用工具	278
一、清槽片	278
二、划线片	278
三、划针	278
四、压线板	279
五、拆除槽楔的工具和方法	279
六、拆除绕组的工具和方法	280
第二节 修理电动机绕组的计量与测试器具	281
一、4号黏度计	281
二、短路侦察器	282
三、断条侦察器	286
第三节 绕线模计算与制作	287
一、绕线模尺寸计算	287
二、绕线模制作	294
附录1 常用中小微型电动机铁心、绕组数据及绕线木模参考尺寸	297
附录2 电动机修理常用材料	571
电动机绕组布线和接线彩图 300幅(见本书末)	

第一章 电动机绕组基础知识

电动机的绕组是电动机进行电磁能量转换与传递,从而实现将电能转化为机械能的关键部件。绕组是电动机最重要的组成部分,又是电动机最容易出现故障的部分,所以在电动机的修理作业任务中大多属绕组修理。在本章中,主要介绍与电动机绕组有关的若干基础知识。

第一节 电动机绕组的类别

电动机绕组按其结构分可有多种类别,今将数种较常用的分类简介于下:

一、集中式绕组与分布式绕组

1. 集中式绕组

安装在凸形磁极铁心上的绕组,例如直流电动机定子上的主磁极绕组和换向极绕组,是集中式绕组。对于三相电动机而言,如果每相绕组在每个磁极下只占有一个槽,在这种情况下,则也是集中式绕组。

2. 分布式绕组

分散布置于铁心槽内的绕组,例如直流电动机的转子绕组以及三相电动机的定子绕组和转子绕组,都是分布式绕组。

二、短距绕组、整距绕组与长距绕组

1. 短距绕组

绕组的节距小于极距的绕组,叫做短距绕组。短距绕组广泛应用于直流电动机的转子绕组以及三相交流单速电动机的定子绕组。

2. 整距绕组

绕组的节距等于极距的绕组,叫做整距绕组,又称全距绕组或满距绕组。

3. 长距绕组

绕组的节距大于极距的绕组,叫做长距绕组。除了在三相交流单绕组多速电动机中会有长距绕组以外,一般情况下,不用长距绕组。

三、单层绕组、双层绕组与单双层绕组

1. 单层绕组

在铁心槽内仅嵌一层线圈边的绕组,叫单层绕组。单层绕组在 10 千瓦以下的小功率三相电动机以及微型电机中应用较多。

2. 双层绕组

在铁心槽内嵌有上、下两层线圈边的绕组,叫双层绕组。双层绕组广泛应用于直

流电动机以及功率在 10 千瓦以上的三相电动机。

3. 单双层绕组

有少数三相异步电动机,定子铁心的一部分槽中仅嵌入单层线圈边,而在另一部分槽中则嵌有双层线圈边,这种既有单层又有双层的绕组,即单双层绕组。这种绕组是由双层短距绕组演变而来的。

四、整数槽绕组与分数槽绕组

1. 整数槽绕组

三相电动机绕组中,每极每相槽数为整数的叫整数槽绕组。

2. 分数槽绕组

三相电动机绕组中,每极每相槽数为分数的叫分数槽绕组。分数槽仅用于双层绕组。

五、 60° 相带、 30° 相带和 120° 相带绕组

1. 60° 相带绕组

相带为 60° 的绕组称为 60° 相带绕组。通常单速三相电动机都采用 60° 相带绕组。

2. 30° 相带绕组

在嵌有Y和 Δ 两套绕组,Y- Δ 混合连接的三相电动机中,把 60° 相带一分为二,即形成了 30° 相带绕组。

3. 120° 相带绕组

在单绕组三相多速电动机中,有 120° 相带绕组。

六、叠绕组与波绕组

1. 叠绕组

在叠绕组中,依次相互连接的绕组元件,在槽外端部依次均匀地逐个相叠,因而得名叠绕组。叠绕组一般应用于直流电动机的电枢,以及三相电动机的定子绕组和容量较小的三相电动机绕线型转子绕组。

2. 波绕组

在波绕组中,绕组元件以波浪形相互连接起来,因而得名波绕组。波绕组通常应用于 4 极及 4 极以上的直流电动机的电枢,以及容量较大的三相电动机绕线型转子绕组。

七、笼型与绕线型转子绕组

1. 笼型转子绕组

笼型转子绕组又名鼠笼型转子绕组,笼型转子绕组结构较简单,造价较低,可靠性较高,在三相及单相交流电动机中,笼型转子绕组的应用最为广泛。

2. 绕线型转子绕组

与笼型相比较,绕线型转子绕组的结构较为复杂,造价较高,通常只应用于要求具有较大起动转矩及可有一定调速范围的三相电动机。

八、显极式与庶极式绕组

1. 显极式绕组

显极式绕组的特点为每个线圈组形成一个磁极,线圈组的数目与磁极数相等。

在显极式绕组中,同一相相邻的线圈组应形成异性磁极,故采用“尾一尾”或“首一首”反串连接。图 1-1 为 2 极显极式绕组的示意图,图中表示有两个线圈组,形成 N-S 两个磁极。

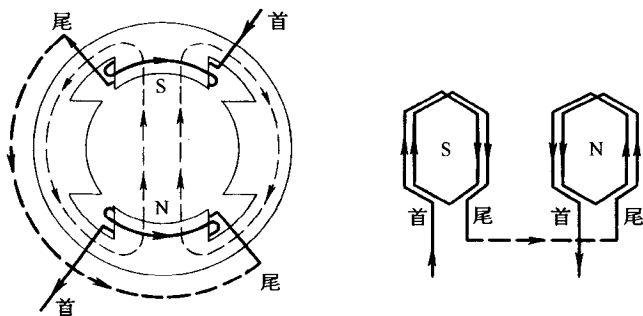


图 1-1 2 极显极式绕组示意图

2. 庶极式绕组

庶极式绕组的特点为每个线圈组形成两个磁极,线圈组的数目为磁极数的一半。在庶极式绕组中,同一相相邻的线圈组应形成同性磁极,故采用“尾一首”或“首一尾”正串连接。图 1-2 为 4 极庶极式绕组的示意图,图中表示有两个线圈组,形成四个磁极。庶极式接法的绕组,在三相单绕组多速电动机中较为常用。

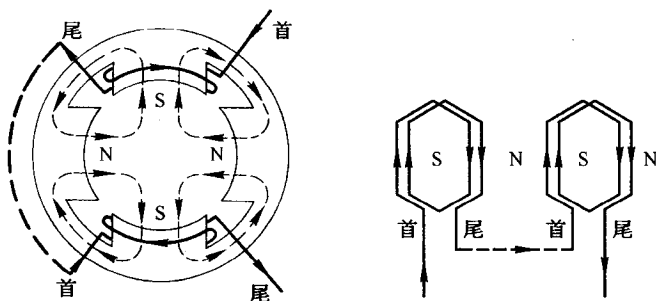


图 1-2 4 极庶极式绕组示意图

第二节 电动机绕组的部分常用名词和术语

一、线圈(绕组元件)、线圈总数

1. 线圈(绕组元件)

电动机绕组是由若干个线圈或线圈组合而成的,所以线圈又称绕组元件。线圈通常由多匝导线构成,也可由单匝导线构成。图 1-3 为电动机的一种常用线圈的