

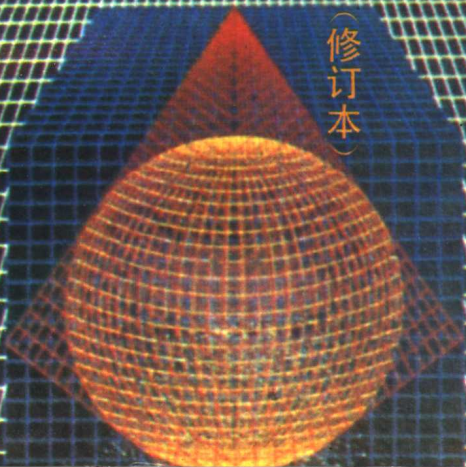
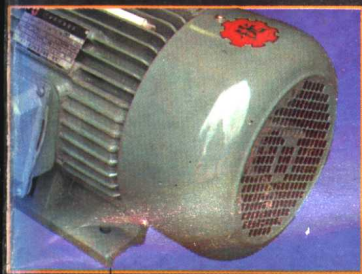
■ 电器修理技术丛书

电机修理技术

(修订本)

潘宝昌 编

山东科学技术出版社



电器修理技术丛书

电机修理技术

(修订本)

潘宝昌 编著

山东科学技术出版社

(鲁)新登字 05 号

电器修理技术丛书

电机修理技术

(修订本)

潘宝昌 编著

*

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路 邮政编码 250002)

山东省新华书店发行

山东文登彩印厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 14.75 印张 300 千字

1984 年 6 月第 1 版

1992 年 10 月第 2 版 1995 年 10 月第 14 次印刷

印数:271 001—281 000

ISBN7—5331—1098—6

TM·12 定价:11.25 元

前 言

电机维修是工农业生产中经常遇到的实际问题。为了普及电机维修知识，提高检修质量，以适应广大青年电工的需要，编写了《电机修理技术》一书。

本书主要讲述了电机的基本工作原理与结构，电机维护及运行故障的检查与处理，电机机械故障的修理，电机绕组的拆换、改接、重绕、重嵌以及电机修复后的试验等内容。

本书取材于现场经验，力求理论结合实际，深入浅出，通俗易懂。对电机的基本理论、故障原因、修理技术以及在修理过程中经常用到的计算方法，都作了较详细的分析和介绍。可供具有初中以上文化程度的青年电工学习、阅读，也可作为技工学校、职业教育、徒工培训等方面的教材。

作者

再版前言

本书自1984年6月出版发行以来，已重印多次，累计印数达20多万册，深受全国各地青年电工和电器工作者的欢迎。为了更好地满足广大青年电工和电器工作者的需要，现将本书作了较大修订。这次修订，对本书原使用的旧标准和非国家法定计量单位（如高斯、麦克斯韦、马力等），全部改成国家最新标准和国家法定计量单位。由于使用单位的改变，本书中有关计算公式也作了相应改动。

此外，这次修订还增加了一些新的内容，如电机的绝缘结构及绝缘处理、特种电动机的修理知识以及计算实例，供读者学习时参考。

作者

目 录

第一章 电的基本知识	(1)
第一节 磁场	(1)
第二节 电磁感应	(5)
第三节 磁场对通电导体的作用	(7)
第四节 正弦交流电	(9)
一、交流电的产生	(10)
二、交流电的相位和相位差	(12)
三、交流电的有效值	(13)
第五节 三相交流电	(15)
一、三相交流电的产生	(15)
二、星形连接和三角形连接	(17)
第六节 旋转磁场	(20)
第二章 电机的基本工作原理与结构	(29)
第一节 电机的基本类型	(29)
一、直流电机	(29)
二、同步电机	(29)
三、异步电机	(30)
第二节 直流电机的工作原理与结构	(31)
一、直流电机的工作原理	(32)
二、直流电机的结构	(35)
第三节 交流发电机的工作原理与结构	(39)
一、交流发电机的工作原理	(39)
二、交流发电机的结构	(42)

第四节	异步电动机的工作原理与结构	(43)
一、	异步电动机的工作原理	(44)
二、	异步电动机的结构	(45)
第三章	电机绕组及其接线图	(52)
第一节	绕组展开图及安排原理	(52)
第二节	绕组结构基本概念	(54)
一、	极矩	(54)
二、	节距 (或叫跨距)	(55)
三、	每极每相槽数	(55)
四、	极相组	(55)
第三节	单层绕组	(56)
一、	同心绕组	(56)
二、	链形绕组	(58)
三、	交叉式链形绕组	(61)
第四节	双层绕组	(62)
一、	全节距双层迭绕组	(63)
二、	短节距双层迭绕组	(63)
三、	分数槽绕组	(65)
第五节	转子绕组	(68)
一、	同心绕组	(68)
二、	波绕组	(69)
第六节	直流电枢绕组	(71)
一、	迭绕组	(71)
二、	波绕组	(74)
第七节	概念图及槽矢量星形图	(77)
第八节	绕组的连接	(80)
一、	极相组的连接	(80)
二、	相绕组的连接	(80)

三、并联支路的连接	(81)
第四章 电机的绝缘结构及绝缘处理	(88)
第一节 低压电机的绝缘结构	(88)
一、合理选择绝缘材料和绝缘结构	(89)
二、匝间绝缘	(90)
三、槽绝缘	(91)
四、层间绝缘和相间绝缘	(93)
五、半开口槽分片嵌绕组的绝缘结构	(93)
第二节 直流电机的绝缘结构	(94)
一、电枢的绝缘结构	(95)
二、直流电机定子绝缘结构	(98)
第三节 电机的绝缘处理	(100)
一、绕组绝缘处理的目的	(100)
二、浸渍漆	(101)
三、绕组绝缘处理的步骤	(104)
四、烘干方法	(107)
第五章 电机维护及运行故障的检查与处理	(116)
第一节 电机维护工作的基本内容	(116)
第二节 电机的一般性维护与故障	(117)
一、机械方面的维护与故障	(117)
二、绕组绝缘方面的维护与故障	(128)
三、集流装置的维护与故障	(137)
第三节 交流电机运行故障的检查与处理	(139)
一、起动故障	(140)
二、转速故障	(141)
三、异步电动机的过热故障	(142)
四、同步发电机电压故障	(143)
第四节 直流电机运行故障的检查与处理	(143)

一、发电机电压或电动机起动故障	(144)
二、电动机转速故障	(145)
三、换向火花故障	(145)
四、直流电机过热故障	(146)
第六章 电机机械故障的修理	(150)
第一节 电机修理前的整体检查	(150)
第二节 电机的正确拆装	(153)
一、拆卸前的记录	(153)
二、拆卸方法和步骤	(154)
三、修后装配	(155)
四、装配时应注意的事项	(155)
第三节 转轴的修理	(158)
第四节 轴承盖及轴承的修理	(160)
一、轴承盖的修理	(160)
二、滑动轴承的修理	(160)
三、滚动轴承的修理	(164)
第五节 机座的修理	(169)
第六节 电机铁心的修理	(171)
第七节 集流装置与刷握的修理	(172)
一、换向器的修理	(172)
二、滑环的修理	(177)
三、刷握的修理	(179)
四、电刷的研磨及更换	(181)
第八节 转子(电枢)的平衡	(181)
第七章 电机绕组的损坏及修理	(188)
第一节 交流定子绕组的损坏及修理	(188)
一、绕组的损坏类型	(188)
二、绕组接地故障的检查与修理	(189)

三、绕组短路故障的检查与修理	(193)
四、绕组断路故障的检查与修理	(199)
五、绕组接线错误的检查	(200)
六、短路侦察器的简单计算	(205)
第二节 交流转子绕组的损坏及修理	(206)
一、鼠笼转子故障的检查与修理	(206)
二、绕线式转子绕组故障的检查与修理	(210)
第三节 大型电机成型绕组的修理	(211)
第四节 同步发电机励磁绕组的修理	(216)
第五节 直流电枢绕组的损坏及修理	(218)
一、电枢绕组接地故障的检查与修理	(218)
二、电枢绕组短路故障的检查与修理	(221)
三、电枢绕组断线故障的检查与修理	(225)
四、电枢绕组的接错与嵌反	(226)
第六节 直流励磁绕组的损坏及修理	(227)
第八章 交流定子绕组的拆换及重嵌工艺	(231)
第一节 记录铭牌和原有数据	(231)
一、铭牌数据	(231)
二、铁心和绕组的数据	(231)
三、线圈尺寸	(232)
第二节 拆除旧绕组	(233)
一、冷拆法	(233)
二、通电加热法	(233)
三、溶剂溶解法	(234)
第三节 制作绕线模	(235)
一、双层迭绕式绕组线模	(236)
二、单层同心式或链式绕组线模	(236)
第四节 绕制线圈	(239)

第五节 安放槽绝缘	(241)
一、槽内绝缘物伸出铁心长度	(241)
二、槽绝缘的宽度	(242)
三、裁剪绝缘注意事项	(242)
第六节 嵌线	(242)
一、嵌线工具和辅助材料	(243)
二、嵌线	(243)
第七节 接线与焊接	(248)
一、焊接前的准备工作	(248)
二、线头的连接形式	(249)
三、连接线的焊接方法	(250)
四、引出线的选用	(253)
第八节 绕组试验	(254)
第九节 浸漆与烘干	(254)
一、浸漆工艺	(256)
二、烘干方法	(257)
第九章 直流绕组的拆换及重嵌工艺	(260)
第一节 直流电枢绕组的重绕及嵌线	(260)
一、绕组的加工工艺	(260)
二、绝缘材料的选择	(263)
三、电枢嵌线	(264)
第二节 并励励磁绕组的重绕	(269)
一、绕线模的制作	(269)
二、绕组绕制	(270)
第三节 串励励磁绕组的重绕	(272)
一、绝缘圆导线串励绕组的绕制	(272)
二、绝缘扁导线串励绕组的绕制	(272)
三、裸铜扁线串励绕组的绕制	(273)

第四节	换向极绕组的重绕	(274)
第五节	单相串激电钻定子绕组的重绕	(276)
一、	记录有关数据	(276)
二、	拆除线圈	(276)
三、	线圈绕制	(276)
四、	绝缘处理	(278)
五、	线圈的连接	(279)
六、	改变电钻的运转方向	(279)
第六节	单相串激电机电枢绕组的重绕	(280)
一、	原始数据的记录或计算	(280)
二、	拆除绕组	(282)
三、	检查换向器故障	(283)
四、	裁剪铁心槽内绝缘	(284)
五、	绕制线圈	(284)
六、	接线与焊接	(287)
七、	捆扎绑线	(289)
八、	电枢绕组的试验	(290)
第十章	绕组改接及重绕的简易计算	(293)
第一节	改变导线规范的计算	(293)
一、	改变并绕根数 n	(293)
二、	改变并联支路数 α	(294)
三、	“Y”接改“D”接	(295)
四、	“D”接改“Y”接	(295)
第二节	单相异步电动机空壳重绕的计算	(299)
一、	单相异步电动机的定子绕组	(299)
二、	由定子铁心尺寸计算定子绕组	(300)
第三节	三相异步电动机空壳重绕的计算	(306)
一、	第一种计算方法	(306)

二、第二种方法	(314)
三、第三种方法	(316)
第四节 改变电机电压的计算	(319)
一、单相异步电动机改变电压的计算	(319)
二、三相异步电动机改变电压的计算	(322)
三、直流电机的改压计算	(324)
第五节 改变电机极数的计算	(330)
第六节 单速电动机改绕成多速电动机的简易计算	(336)
一、改绕方案的选择	(336)
二、改绕的简易计算	(337)
第七节 三相异步电动机改为单相使用的接线方法	(341)
第八节 提高电机效率的措施及改制高效电动机重绕计算的 特点	(344)
一、提高电机效率的措施	(344)
二、改制高效电动机重绕计算的特点	(348)
第十一章 特种电动机的修理知识	(355)
第一节 牵引电动机的修理知识	(355)
一、牵引电动机的基本技术要求	(355)
二、牵引电动机机械故障的检查内容及要求	(359)
三、牵引电动机电气故障的原因及处理方法	(360)
四、辅助牵引电机故障原因及防止方法	(363)
五、定子的故障检查及修理	(363)
六、电枢的故障检查及修理	(369)
七、换向器的常见故障及消除方法	(375)
八、刷握装置的故障、原因及修理	(377)
第二节 交流换向器电动机的修理知识	(379)
一、电机结构及工作原理	(379)
二、电机故障及检查方法	(382)

第三节 电磁调速异步电动机的修理知识	(382)
一、电机结构及工作原理	(391)
二、电动机常见故障	(392)
三、线圈修理工艺	(393)
四、电动机装配工艺	(394)
第四节 旁磁制动三相异步电动机的修理知识	(397)
一、电机结构和工作原理	(397)
二、电机使用及维护特点	(400)
三、旁磁制动电动机的修理	(401)
第五节 防爆电动机的修理知识	(402)
一、电机结构特点及隔爆原理	(403)
二、电机故障、原因及解决措施	(405)
三、电机检修内容及拆装工艺	(406)
第十二章 电机修复后的试验	(414)
第一节 试验前的检查	(414)
第二节 绕组冷态直流电阻的测定	(414)
第三节 绝缘试验	(416)
一、绝缘电阻的测量	(416)
二、绝缘耐压试验	(417)
第四节 空载试验	(420)
第五节 温升试验	(420)
一、互馈试验法	(420)
二、用空载法间接测定绕组的温升	(422)
第六节 超速试验和短时电流过载试验	(423)
第七节 换向故障的检查	(423)
第八节 确定变压系数	(423)
附表及 Y、Y—L 系列三相异步电动机简介	(426)

第一章 电的基本知识

第一节 磁 场

如果在—根永久磁铁周围的空间中，放—根能自由转动的磁针，磁针将指向磁铁。若将磁铁拿开，磁针就转回到它原来的位置，即转向地磁子午线。由此可知，在磁针上作用着某种固定的力，这个力叫做磁力。

磁铁、运动的带电体或载有电流导线的周围空间有磁力作用，这种空间称为磁场。

磁铁各部分吸引钢铁和某些金属的本领是不同的。实验证明，在磁铁的两端磁性最强，这两端叫做磁极。其中，指北的一端叫北极，用N表示；指南的一端叫南极，用S表示。两磁极之间，同极性相斥，异极性相吸。这种极间的相互作用，是通过磁铁周围空间的磁场实现的。

磁场的形状和强弱，常用磁力线来表示。在磁铁外部，磁力线的方向总是从N极出发回到S极。而在磁铁内部，磁力线由S极回到N极。因此，磁力线无头无尾，不能中断，构成一个闭合的环路，如图1-1所示。

磁力线像有弹性的橡皮筋—样，具有缩短自己长度的倾向，这就是异极性相吸的原因，如图1-2所示。

磁力线互不相交，并具有互相向侧面排斥的倾向，这就是同极性相斥的原因，如图1-3所示。

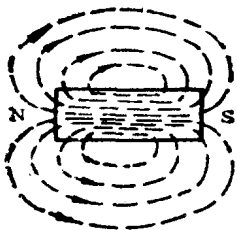


图1-1 磁力线的闭合路径

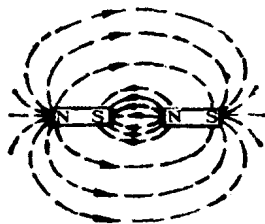


图1-2 异性相吸的磁力线分布

磁力线的疏密程度，通常表明了磁场的强弱。在磁场强的地方，磁力线比较密；在磁场弱的地方，磁力线比较疏；在磁场均匀的地方，磁力线疏密均匀并互相平行。以上说明磁力线的根数与磁场的强弱成正比。

磁力线易于通过钢铁和其他铁磁物质。

为了进行磁场中各物理量的定性分析，首先引用磁通这个物理概念。磁通就是通过某一面积内的磁力线数。如图1-4所示。

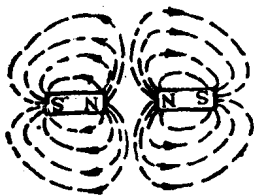


图1-3 同极性相斥的磁力线分布

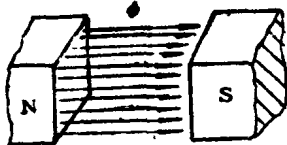


图1-4 均匀磁场的磁力线

因为磁通是通过某一面积的磁力线总和，不能说明在这一面积上磁力线分布的疏密情况，所以有必要引出单位面积的磁力线数这个概念，叫做磁通密度。

磁通用字母 Φ 代表，磁通密度用字母 B 代表。如果用 S 表示磁通所通过的垂直面积，那么磁通密度可写成

$$B = \frac{\Phi}{S} \quad (\text{T}) \quad (1-1)$$

式中， B 为磁通密度(T)， Φ 为磁通(W)； S 为磁通所通过的垂直面积(m^2)。

当面积 S 与磁通 Φ 不相垂直时(图1-5)，(1-1)式可表示为

$$B = \frac{\Phi}{S \cdot \cos\alpha} \quad (\text{T}) \quad (1-2)$$

式中， α 为面积 S 与垂直有效面积的夹角。

如果将一根直长导体通入直流电，并把磁针放在通电导体的附近。可以看出，当导体电流方向改变时，磁针转动的方向也随着改变，这表明通电导体周围有磁场存在。

磁场的方向与电流的方向有着一定的关系，这个关系用右手螺旋定则来确定，如图1-6所示。当螺旋前进的方向与

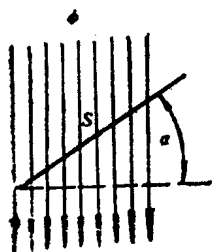


图1-5 当面积 S 与磁通 Φ 不相垂直时的示意图

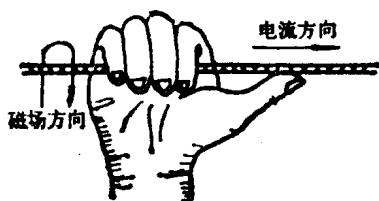


图1-6 右手螺旋定则示意图(一)

导体电流的方向一致时，螺旋旋转的方向就表示磁力线的方向。为了帮助记忆，可以用右手握持导体，伸直拇指，使