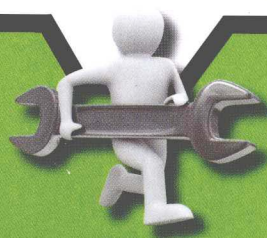
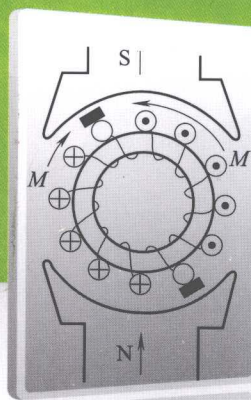
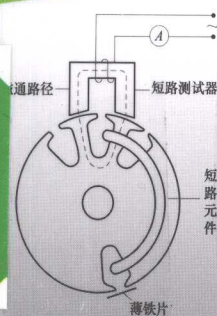


SHOUBASHOU JIAONI XIU DIANJI

手把手教你修电机



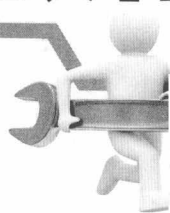
孙增全 主编



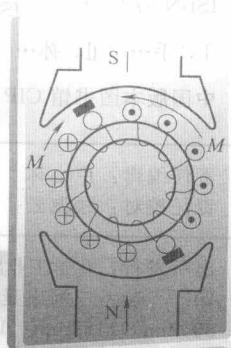
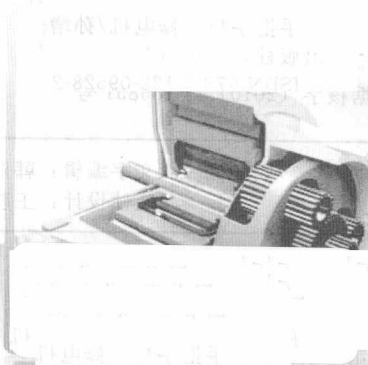
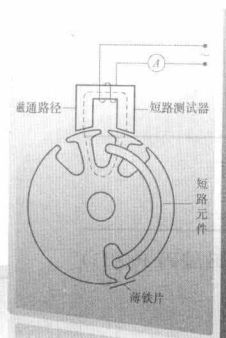
化学工业出版社

SHOUBASHOU JIAONI XIU DIANJI

手把手 教你修电机



孙增全 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

手把手教你修电机/孙增全主编. —北京: 化学工业出版社, 2010.12

ISBN 978-7-122-09528-2

I. 手… II. 孙… III. 电机-维修 IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 185851 号

责任编辑: 卢小林
责任校对: 顾淑云

文字编辑: 韩亚南
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂
850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 225 千字
2011 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究



前言 FOREWORD

我国各种型式的电机应用广泛，电机修理方面的技能型人才有着大量的需求。鉴于此种情况，编者结合自己多年的电机维修经验和电机有关方面的技术资料，编写了本书。

本书结合大量图表深入浅出地讲解了电机维修方面的知识，以手把手的形式介绍了从电机拆装到电机故障分析的过程，通俗易懂。在结构上，本书首先综合讲述了电机基础知识、基本性能、故障分析和维护检修，其中尤其详述了异步电机的局部修理方法，定子绕组、交流电机绕组、多速电机绕组的拆换和修理方法等内容，随后详细介绍了电动工具、鼓风机及电风扇电机故障的检查修理方法。

本书可作为电机修理工的参考学习用书，也适合工矿企业和农村电工，以及有关的工程技术人员使用，亦可作为中等专业学校、技工学校电类专业师生教学参考用书。

本书由孙增全主编，参加本书编写工作的还有孙喜雨、孙希润、吴子英、薛伟龙、陈蓉、梁衍立、李超、薛君、薛学健、薛书强、宋成磊、万锡沼、薛伟章、陈忠辉同志。

由于编者水平所限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

CONTENTS

目录

第一章 电机的基础知识 1

第一节 电机的种类和用途 1

一、按防护型式分电机的种类、特点和用途 1

二、按电能种类分电机的主要种类、性能及用途 2

第二节 异步电机的工作原理及结构 3

一、异步电机的工作原理 3

二、异步电机的结构 4

第三节 铭牌及产品型号编制意义 9

一、新式电机铭牌 10

二、旧式电机铭牌 12

三、产品型号编制意义 14

第四节 异步电机的一般故障情况 15

一、故障分析的必要性 19

二、常见三相交流绕组烧坏的特征、原因和处理方法 19

第二章 异步电机的局部修理 26

第一节 电机的正确拆装 26

一、电机的拆卸 26

二、电机的装配 28

三、小型三相异步电机拆装流程 29

第二节 轴及轴承的修理 39

一、轴的修理 39

二、轴承的修理 40

第三节 转子断条修理 43

第四节	机壳裂纹修理	44
第五节	绕组绝缘不良修理	44
第六节	绕组接地修理	45
第七节	绕组短路修理	46
一、	引起相间短路的原因	46
二、	匝间短路	47
三、	短路绕组的修补	48
第八节	绕组开路修理	50
第九节	损坏线圈的穿绕修补	51
第十节	电机绕组始端和末端的判断	51
一、	灯泡检查法	52
二、	万用表检查法	52
三、	转向法	53
第十一节	短路测试器的简单计算	53

第三章 定子绕组的全部拆换 57

第一节	电机的损坏情况、记录铭牌和原有数据	57
一、	损坏情况	57
二、	铭牌数据	57
三、	铁芯和绕组数据	57
四、	线圈尺寸	58
第二节	拆除旧绕组	58
一、	通电加热法	59
二、	溶解法	59
三、	木柴火烧法	60
第三节	做实用绕线模	60
第四节	绕线	61
一、	导线外径的检查	61
二、	绕线过程	62
第五节	配置定子槽绝缘	63
一、	绝缘材料	63

二、槽绝缘的结构	63
三、槽绝缘尺寸的确定	65
第六节 下线	66
一、下线的工具和辅助材料的准备	66
二、下线过程	67
第七节 接线与引线	71
一、接线	71
二、引线	71
第八节 线头的焊接	73
一、焊接的目的	73
二、焊接前的准备	74
三、线头的连接	74
四、连接线的排列	75
五、铜线焊接种类	76
六、铜铝焊接	79
第九节 绕组的浸漆与烘干	80
一、烘干浸漆的目的	80
二、烘干及浸漆设备	81
三、浸渍漆	83
四、烘干浸漆工艺	83
第十节 大电机成形绕组的修理	85
第十一节 绕线式转子的修理	88
一、离心运动	89
二、钢丝直径与匝数的选择	90
三、绑扎钢丝的简单工艺	91
第十二节 检查试验	92
一、外观检查	92
二、测量绝缘电阻和直流电阻	93
三、耐压试验	93
四、极相组连接的检查	94
五、短路试验	95

六、空载试验	95
七、匝间绝缘强度试验	95
第十三节 同步发电机的修理	96

第四章 交流电机绕组 99

第一节 单层链式绕组	99
一、每极每相槽数	100
二、极距、绕组节距、全距元件及短距元件	100
三、绕组的端面图与展开图	102
四、电角度与引出线	104
五、简单下线工艺	105
第二节 单层交叉链式绕组	105
第三节 单层同心式绕组	107
第四节 双层全距叠绕组	111
第五节 双层短距叠绕组	113
第六节 多极电机绕组	118
第七节 单双层混合绕组	120
第八节 同心式双层叠绕组	123
第九节 波绕组	125
第十节 分数槽绕组	128

第五章 多速电机绕组 132

第一节 绕组变极的方法	132
一、反向法	133
二、换相法	136
第二节 反向法的接线	138
第三节 变极前后的功率和转矩	143
一、YY/ Δ 连接	143
二、YY/Y连接	144

第六章 三相异步电机定子绕组的计算 146

第一节 定子绕组匝数的计算	146
一、感应电势	146
二、每极磁通	147
三、绕组系数	149
四、每相串联匝数和每个线圈的匝数	152
五、气隙磁通密度的选取	155
第二节 导线截面积的计算	156
一、导线截面积的确定	156
二、导线的替代方法	159
第三节 改极计算	161
一、定、转子槽配合	162
二、轭部磁通密度的校核	162
第四节 绕线模心尺寸的简单计算	165
一、双层菱形线模尺寸的确定	165
二、单层链式或同心式模心尺寸的确定	166

第七章 异步电机的简要性能与测试方法 168

第一节 异步电机的转矩与输出功率	168
一、转速的测量	170
二、转矩的测量	171
第二节 异步电机的损耗和效率	172
一、定、转子绕组的铜损耗	172
二、机械损耗 P_{m}	173
三、铁芯损耗 P_{Fe}	173
四、效率的测量方法	174
第三节 异步电机的功率因数	175
第四节 异步电机的启动特性	178
第五节 电机的温升	181
一、散热的三种基本形式	181
二、温升试验	182

第八章 手电钻等电动工具的检修 185

第一节 工作原理与性能简介	185
第二节 转子绕组	190
一、转子绕组展开图	191
二、改善换向的措施	193
三、转子绕组展开图的实用形式	194
第三节 一般故障情况	196
第四节 转子绕组开路故障的检修	198
一、电机性能的表现	199
二、外观检查	200
三、检查片间电压法	202
四、开路故障的处理方法	203
第五节 转子绕组短路故障的检修	204
一、测量片间电压法	204
二、短路测试器法	205
第六节 转子绕组通地故障的检修	206
一、外观检查	207
二、用摇表或试灯检查通地故障	207
三、检查转轴与换向器片之间的电压	207
四、分组检查法	208
五、冒烟或火花法	209
第七节 元件反接或焊头位置错误故障的检修	210
一、检查片间电压以判断焊头位置是否正确	212
二、测量片间电阻以判断焊头位置是否正确	214
三、元件反接故障的检测	214
第八节 定子绕组故障的检修	217
一、定子绕组开路	217
二、定子绕组短路	218
三、定子绕组通地	218
四、磁极绕组反接	219

第九节 换向器的检修与拆换	220
一、换向器通地	220
二、换向器片间短路	221
三、换向器片凸凹不平	222
四、换向器的拆换	223
第十节 电刷	223
第十一节 转子绕组重新绕制	225
一、记录数据	226
二、拆除旧绕组	226
三、绕制新绕组	228
四、线头焊接	234
五、端部绑扎、检查试验及浸渍烘干	235
第十二节 定子绕组重新绕制	238
一、拆除旧绕组	238
二、制作绕线模	238
三、绕制线圈	238
四、浸漆烘干处理	239

第九章 电风扇与鼓风机的检修 240

第一节 两种电机的工作原理	240
一、单相电容电机	240
二、罩极电机	242
第二节 两种电机的性能简介	243
一、电机的转速	243
二、电机的转向	244
三、电气性能	244
四、启动问题	245
第三节 正弦绕组计算	245
第四节 电风扇电气故障分析及修理方法	247
一、不启动	247
二、转速过低	248

三、温升高	248
四、外壳带电	248
第五节 电风扇定子线圈	249
一、罩极式电机	249
二、电容式电机	250
第六节 电风扇电机其他故障的修理	256
一、轴和轴承的修理	256
二、噪声	258
三、摇头机构失灵	258

参考文献 259



第一章

电机的基础知识

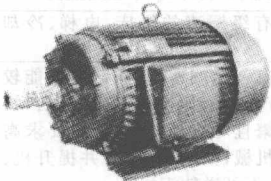
第一节 电机的种类和用途

电机按其功能可分为驱动电机和控制电机；按用电类型可分为直流电机和交流电机；按电机的转速与电网电源频率之间的关系可分为同步电机与异步电机；按电源相数可分为单相电机和三相电机；按防护型式可分为开启式、防护式、封闭式、隔爆式、防水式、潜水式；按安装结构型式可分为卧式、立式、带底脚、带凸缘等；按绝缘等级可分为 E 级、B 级、F 级、H 级等。

一、按防护型式分电机的种类、特点和用途

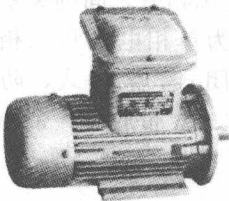
电机的结构型式与用途见表 1-1。

表 1-1 电机的结构型式与用途

结构型式	特 点	适用场合
开启式 (很少见)	开启式电机的定子两侧与端盖上都有很大的通风口,其散热条件好,价格便宜,但灰尘、水滴、铁屑等杂物容易从通风口进入电机内部	适用于清洁、干燥的工作环境
防护式 	防护式电机在机座下面有通风口,散热较好,可防止水滴、铁屑等杂物从与垂直方向成小于 45° 的方向落入电机内部,但不能防止潮气和灰尘的侵入	适用于比较干燥、少尘、无腐蚀性和爆炸性气体的工作环境



续表

结构型式	特 点	适用场合
封闭式 	封闭式电机的机座和端盖上均无通风口,是完全封闭的。这种电机仅靠机座表面散热,散热条件差	封闭式电机多用于灰尘多、潮湿、易受风雨、有腐蚀性气体、易引起火灾等各种较恶劣的工作环境。封闭式电机能防止外部的液体或气体进入其内部,因此适用于在液体中工作的生产机械,如潜水泵
防爆式 	防爆式电机是在封闭式结构的基础上制成隔爆形式,机壳有足够的强度	适用于有易燃、易爆气体的工作环境,如有瓦斯的煤矿井下、油库、煤气站等

二、按电能种类分电机的主要种类、性能及用途

电机的主要种类、性能及用途见表 1-2。

表 1-2 电机的主要种类、性能及用途

电机种类			主要性能特点	典型生产机械举例
交流电机	单相异步电机	普通笼式	机械特性硬、启动转矩不大、调速时需要调速设备	调速性能要求不高的各种机床、水泵、通风机(与变频器配合使用可方便地实现电机的无级调速)
		高启动转矩	启动转矩大	带冲击性负载的机械,如剪床、冲床、锻压机;静止负载或惯性负载较大的机械,如压缩机、粉碎机、小型起重机
		多速	有多挡转速(2~4 挡转速)	要求有级调速的机床、电梯、冷却塔等
		绕线式	机械特性硬(转子串电阻后变软)、启动转矩大、调速方法多、调速性能及启动性能较好	要求有一定调速范围、调速性能较好的生产机械,如桥式起重机;启动、制动频繁且对启动、制动转矩要求高的生产机械,如起重机、矿井提升机、压缩机、不可逆轧钢机



续表

电机种类		主要性能特点	典型生产机械举例
直流电机	同步电机	转速不随负载变化,功率因数可调节	转速恒定的大功率生产机械,如大中型鼓风机及排风机、泵、压缩机、连续式轧钢机、球磨机
	他励、并励	机械特性硬、启动转矩大、调速范围宽、平滑性好	调速性能要求高的生产机械,如大型机床(车、铣、刨、磨、镗)、高精度车床、可逆轧钢机、造纸机、印刷机
	串励	机械特性软、启动转矩大、过载能力强、调整方便	要求启动转矩大、机械特性软的机械,如电车、电气机床、起重机、吊车、卷扬机、电梯等
	复励	机械特性硬度适中、启动转矩大、调速方便	

第二节 异步电机的工作原理及结构

一、异步电机的工作原理

图 1-1 所示是异步电机工作原理的物理模型。马蹄形磁铁可借助于手柄旋转,形成一个旋转磁场。马蹄形磁铁的两个磁极 N、S 之间的导体 ab、cd 端部连接,组成一个闭合回路,称其为转子绕组。如果用外力使马蹄形磁铁旋转,则旋转着的磁场就切割转子导体而在其中感应出电势。感应电势的方向可用发电机右手定则来判断。如果马蹄形磁铁按照 n_1 所表示的方向旋转,则转子导体的电势方向如图 1-1 中箭头所示,在 S 极下,导体 ab 的电势方向从右向左,而在 N 极下导体 cd 的电势方向则从左向右。由于转子导体是闭合的,因此在导体中有电流流过,其方向与电势方向相同。转子导体中的电流与气隙磁场相互作用产生电磁转矩。电磁转矩的方向可以利用电机左手定则来判断,它与旋转磁场同方向。在电磁转矩作用下,转子以转速 n 顺着磁场方向旋转,能够带动机械负载,成为电机运行。

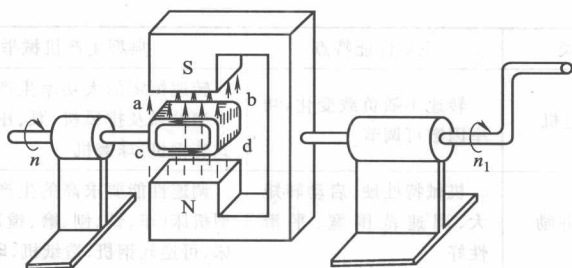


图 1-1 异步电机工作原理的物理模型

异步电机在运行时，为了克服负载的阻力转矩，转子导体中必须要有一定大小的电流，以产生足够的电磁转矩，所以异步电机的转子转速 n 总是略低于磁场的转速 n_1 ，这样磁场才能切割转子导体而在其中感应出电势。

实际的异步电机并不是用手摇马蹄形磁铁产生旋转磁场的。异步电机由定子（固定部分）和转子（转动部分）组成。定子上的机座内装有铁芯和三相平衡绕组（将导线按一定规律连接起来称为绕组）。在定子的三相绕组中通以三相电流就可自动产生旋转磁场。机座两端装有端盖，端盖内装有轴承，以支撑转子。转子的转轴上装有铁芯，铁芯中有许多导体（称为转子绕组）。这样的电机比图

1-1 所示的模型电机更实用，性能更好。

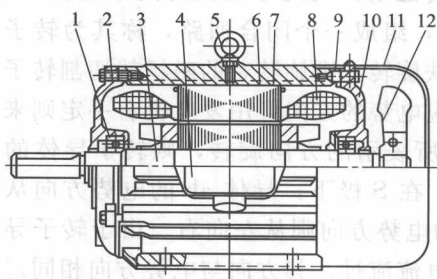


图 1-2 封闭式三相笼型异步电机结构

- 1—轴承；2—前端盖；3—转轴；4—接线盒；
5—吊环；6—定子铁芯；7—转子；8—定子
绕组；9—机座；10—后端盖；
11—风罩；12—风扇

二、异步电机的结构

三相异步电机的种类很多，但各类三相异步电机的基本结构是相同的，它们都由定子和转子这两大基本部分组成，在定子和转子之间具有一定的气隙。此外，还有端盖、轴

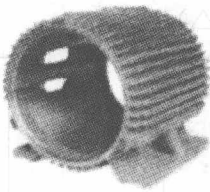
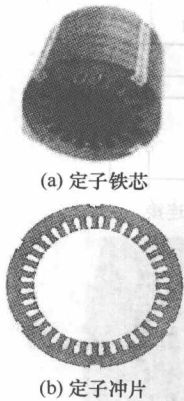
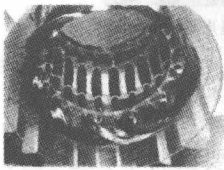


承、接线盒、吊环等其他附件,如图 1-2 所示。

1. 定子部分

定子是用来产生旋转磁场的。三相电机的定子一般由机座、定子铁芯、定子绕组等部分组成。定子的组成及各部分作用见表 1-3。

表 1-3 定子的组成及各部分作用

名称	制造材料	实物图	用途
机座	铸铁或铸钢浇铸成形(一般都铸有散热片)		保护和固定三相电机的定子绕组
定子铁芯	由 0.35~0.5mm 厚表面涂有绝缘漆的薄硅钢片叠压而成	 (a) 定子铁芯 (b) 定子冲片	定子铁芯是电机磁路的一部分
定子绕组	线圈由绝缘铜导线或绝缘铝导线绕制。中、小型三相电机多采用圆漆包线,大、中型三相电机的定子线圈则用较大截面的绝缘扁铜线或扁铝线绕制		三相电机的电路部分,三相电机有了三相绕组,通入三相对称电流时,就会产生旋转磁场