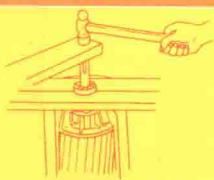
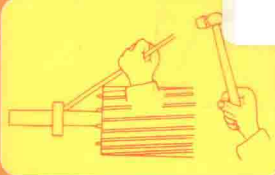


学会

电动机维修

就这么容易

祖国建 贺应和 编著



一看就懂，一学就会

助你轻松掌握电动机维修技能



化学工业出版社

学会

祖国建 贺应和 编著

电动机维修

就这么容易



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

学会电动机维修就这么容易/祖国建, 贺应和编著.

北京: 化学工业出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-122-18814-4

I. ①学… II. ①祖…②贺… III. ①电动机-维修

IV. ①TM320. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 255790 号

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 王素芹

装帧设计: 尹琳琳

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm × 1168mm 1/32 印张 9 字数 241 千字

2014 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

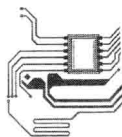
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

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: 39.00 元

版权所有 违者必究



FOREWORD 前言

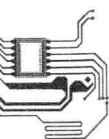
今天,电动机广泛应用于各行各业及日常生活中的诸多方面,如在各种机械设备和家用电器中,绝大部分采用电动机作为动力源。随着高性能、高质量、高附加值电动机的广泛使用,随之而来的保养、维修工作也越来越多。为此,笔者从实际出发,本着易懂、易学、方便、实用的原则编写了本书,引导电动机维修技术人员轻松掌握电动机维修的基本知识和技能、技巧。

本书针对电动机维修技术人员和初学者的技能学习需要,以常用三相交流异步电动机、单相交流异步电动机和直流电动机维修为对象,由各种常用电动机的原理、结构开始介绍;内容编排既考虑了读者的学习基础,又参考了相关国家规范和标准,详细说明电动机检修操作技能,主要包括常用工具和材料的使用、电动机的拆卸与装配、电动机绕组的重绕、电动机绕组的浸漆与烘干等;重点介绍了三相异步电动机、单相异步电动机、直流电动机的故障以及检修技巧。实用性强,通俗易懂,希望成为电动机修理初学者的良师益友,本书也可供广大工矿企业的电动机修理人员使用。

本书由祖国建和贺应和合作完成。

由于水平所限,书中不足之处,诚请广大读者批评指正。

编著者



目录 CONTENTS

第 一 篇 电动机检修基础知识

第 1 章 电动机的基础知识	2
1.1 电动机的种类和主要用途	2
1.1.1 三相异步电动机的种类和主要用途	2
1.1.2 单相异步电动机的种类和主要用途	5
1.1.3 直流电动机的种类和主要用途	8
1.2 电动机的结构和工作原理	11
1.2.1 三相异步电动机的结构和工作原理	11
1.2.2 单相异步电动机的结构和工作原理	20
1.2.3 直流电动机的结构和工作原理	32
1.3 电动机的铭牌	37
1.3.1 三相异步电动机的铭牌	37
1.3.2 单相异步电动机的铭牌	40
1.3.3 直流电动机的铭牌	41
1.4 电动机的绕组	44
1.4.1 电动机绕组的基本参数	44
1.4.2 电动机绕组的常用名词术语	47
1.4.3 三相异步电动机的绕组排列	50
1.4.4 三相交流多速电动机绕组排列	71
1.4.5 单相异步电动机的绕组排列	79
1.4.6 直流电动机的绕组排列	85

第 二 篇 电动机维修基本操作技能

第 2 章 电动机维修常用工具和使用材料的使用	96
-------------------------------	----

2.1 电动机维修常用工具的使用	96
2.1.1 千分尺和游标卡尺的使用	96
2.1.2 常用嵌线工具的使用	101
2.1.3 绕线模的使用	102
2.1.4 万用表和摇表的使用	109
2.2 电动机维修常用材料的选用	117
2.2.1 电动机维修常用导电材料的选用	118
2.2.2 电动机维修常用绝缘材料的选用	127
2.2.3 电动机维修常用辅助材料的选用	135
第3章 电动机的拆卸与装配	142
3.1 电动机机械部分的拆卸与装配	142
3.1.1 电动机轴承和转子的拆卸与装配	144
3.1.2 电动机带轮或联轴器的拆卸与装配	149
3.1.3 电动机轴承盖和端盖的拆卸与装配	150
3.2 电动机绕组的拆除	152
3.2.1 记录原始数据	152
3.2.2 冷拆法	156
3.2.3 热拆法	157
3.2.4 溶剂法	158
3.2.5 拆除绕组后应做的工作	159
第4章 电动机绕组的重绕	161
4.1 线圈的绕制	161
4.1.1 绕线前的准备	161
4.1.2 电磁线的检查	163
4.1.3 绕制线圈的一般步骤	164
4.1.4 绕制线圈时应注意的事项	165
4.2 绕组的嵌线工艺	166
4.2.1 嵌线的技术要求	166
4.2.2 嵌线前的准备	167
4.2.3 配置绝缘	168
4.2.4 嵌线的一般过程及操作方法	170
4.2.5 常用绕组的嵌线工艺	174
4.2.6 三相绕组的连接	181

第 5 章 电动机绕组的浸漆与烘干	191
5.1 绕组浸漆的目的与基本要求	191
5.1.1 绕组浸漆的目的	191
5.1.2 绕组浸漆的基本要求	192
5.2 浸漆处理常用的绝缘漆的种类和特点	192
5.2.1 浸渍漆的种类和特点	193
5.2.2 覆盖漆的种类和特点	195
5.3 浸漆处理工艺	196
5.3.1 预烘	197
5.3.2 常用浸漆方法	198
5.3.3 烘干	200

第 三 篇 电动机故障检修技术

第 6 章 电动机故障检修基础知识	206
6.1 电动机维护保养规程	206
6.1.1 维护保养的内容	206
6.1.2 维修保养的要求	207
6.2 电动机故障检修常用方法	208
6.2.1 直观检查法	208
6.2.2 仪表检查法	209
6.3 电动机的维护	210
6.3.1 电动机及熔体的选择	210
6.3.2 电动机启动前的准备和检查	213
6.3.3 电动机运行中的监视	215
6.3.4 电动机的定期维修和保养	218
6.3.5 电动机修复后的测试	219
第 7 章 三相异步电动机的常见故障与检修	229
7.1 转子断笼故障的检修	229
7.1.1 转子断笼故障的现象	229
7.1.2 转子断笼故障的原因	229
7.1.3 转子断笼故障的检查方法	230
7.1.4 转子断笼故障的维修	232

7.2 轴承故障的检修	234
7.2.1 轴承的检修	234
7.2.2 转轴的检修	238
7.3 定子绕组故障的检修	240
7.3.1 绕组绝缘电阻下降	240
7.3.2 绕组接地	241
7.3.3 绕组短路	243
7.3.4 绕组断路	246
7.3.5 绕组接线错误	249
7.3.6 个别线圈损坏后的穿绕修补	252
7.4 不能启动及转速偏低故障的检修	252
7.5 过热故障的检修	254
7.6 响声异常故障的检修	256
第8章 单相异步电动机的常见故障与检修	258
8.1 电容器故障的检修	258
8.2 不能启动及转速偏低故障的检修	260
8.3 过热故障的检修	261
8.4 响声异常故障的检修	263
第9章 直流电动机的常见故障与检修	265
9.1 电刷火花过大故障的检修	265
9.1.1 直流电动机电刷火花的要求	265
9.1.2 电刷火花过大的原因及处理方法	266
9.1.3 电刷装置和换向器的修理	267
9.2 不能启动及转速偏低故障的检修	272
9.2.1 电动机不能启动	273
9.2.2 电动机转速偏低	274
9.3 过热故障的检修	274
9.3.1 电枢绕组发热甚至冒烟	274
9.3.2 直流电动机温度过高	275
9.4 机座带电故障的检修	276
参考文献	277

第一篇

电动机检修基础知识



第 1 章 电动机的基础知识

电动机是一种将电能转换成机械能的动力设备，能带动生产机械工作，也是厂矿企业使用最广泛的动力机。

1.1 电动机的种类和主要用途

按所需电源的不同电动机分为交流电动机和直流电动机，交流电动机按工作原理的不同又分为同步电动机和异步电动机，异步电动机又分为三相异步电动机和单相异步电动机。异步电动机具有结构简单、价格低廉、工作可靠、维护方便等优点，所以应用十分广泛。

1.1.1 三相异步电动机的种类和主要用途

(1) 三相异步电动机的分类

三相异步电动机多用于工矿企业中，它的种类繁多，一般按以下方式分类。

① 按三相异步电动机的转子结构形式分类 可分为笼式和绕线式，其中笼式电动机使用得最广泛。

② 按三相异步电动机的防护形式分类 可分为开启式 (IP11)、防护式 (IP22 及 IP23)、封闭式 (IP44) 等，如图 1-1 所示。

a. 开启式 (IP11) 开启式电动机价格便宜，散热条件最好，由于转子和绕组暴露在空气中，只能用于干燥、灰尘很少又无腐蚀性和爆炸性气体的环境。

b. 防护式 (IP22 及 IP23) 防护式电动机的转动和带电部分

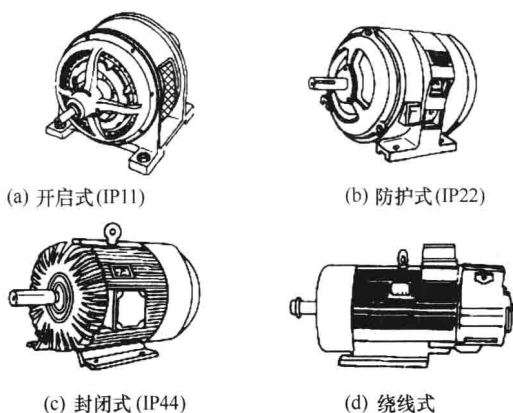


图 1-1 三相异步电动机外形图

有必要的机械保护,通风散热条件也较好,可防止水滴、铁屑等外界杂物落入电动机内部,只适用于较干燥且灰尘不多又无腐蚀性和爆炸性气体的环境。防护式电动机按其通风口防护结构不同,有网罩式、防滴式、防溅式三种。

c. 封闭式 (IP44) 封闭式电动机的机壳结构能够阻止壳内外空气自由交换,适用于潮湿、多尘、易受风雨侵蚀、有腐蚀性气体等较恶劣的工作环境,应用最普遍。

d. 其他形式 根据防护形式的不同,还分为在特殊环境条件下应用的特殊电动机,如防水式、水密式、潜水式、隔爆式等。

- 防水式电动机 电动机的机壳结构能够阻止具有一定压力的水进入电动机内部。

- 水密式电动机 当电动机浸没在水中时,电动机机壳的结构能够阻止水进入电动机内部。

- 潜水式电动机 在规定的水压下,电动机能长期在水中运行。

- 隔爆式电动机 机壳的结构能阻止电动机内部的气体爆炸传递到电动机外部而引起电动机外部的燃烧性气体的爆炸。

③ 按三相异步电动机的通风冷却方式分类 可分为自冷式、

自扇冷式、他扇冷式、管道通风式等。

④ 按三相异步电动机的安装结构形式分类 可分为卧式、立式、带底脚式、带凸缘式等。

⑤ 按三相异步电动机的绝缘等级分类 可分为 E 级、B 级、F 级、H 级等。

⑥ 按工作定额分类 可分为连续、断续、间歇三种。

⑦ 按使用环境分类 可分为普通型、湿热型、干热型、船用型、化工型、高原型和户外型等。

⑧ 按电动机容量分类 可分为大型、中型、小型和微型。

(2) 主要用途

常用三相异步电动机的名称、型号、主要用途见表 1-1。

表 1-1 常用三相异步电动机的名称、型号、主要用途

产品名称	型号	主要用途	旧型号
笼式转子异步电动机	Y	一般用于拖动,适于灰尘多、尘土飞溅的场所,如球磨机、碾米机、磨粉机及其他农村机械、矿山机械等	J、JO ₂
绕线式转子异步电动机	YR	用于需要小范围调速的传动装置;电网容量小,不足以启动笼式电动机或要求较大启动转矩的场合	JR、JRO
防爆型异步电动机	YB	用于有爆炸性混合物的场所,如石油、化工、煤矿井下等	JB、JBO
高转差率异步电动机	YH	用于惯性大、有冲击性负荷的机械传动,如剪床、锻压机等	JH、JHO
高启动转矩异步电动机	YQ	用于静止负荷或惯性力矩较大的机械,如压缩机、传送带、粉碎机、碾泥机等	JQ、JQO
变极多速异步电动机	YD	用于需要分级调速的一般机械设备,可以简化或代替传动齿轮箱,如机床、印染机、印刷机等	JD、JDO

续表

产品名称	型号	主要用途	旧型号
起重、冶金用异步电动机	YZ YZR	用于各种形式的起重机械及冶金设备中辅助机械的驱动。按断续方式运行	JZ
井下潜水异步电动机	YQS	用于井下直接驱动潜水泵,为工矿、农业及高原地带提取地下水	JQS
精密机床异步电动机	YJ	用于精密机床	JJ、JJO
电梯异步电动机	YTD	用于电梯等升降动力	JTD
振撼器异步电动机	YUD	混凝土振撼器用	JUD
电磁调速异步电动机	YCT	用于一般设备的无级调速	JZT

1.1.2 单相异步电动机的种类和主要用途

1.1.2.1 单相异步电动机的分类

单相交流异步电动机主要分为罩极式电动机和分相式电动机两大类。

(1) 罩极式电动机

罩极式电动机又称蔽极电动机,是小型单相感应电动机中最简单的一种,也是日常生活中常见的一种电动机,系列型号为 YJ。罩极式电动机的主要优点是结构简单、制造方便、成本低、运行时噪声小、维护方便。按磁极形式的不同,可分为凸极式和隐极式两种,其中凸极式结构较为常见。罩极电动机的主要缺点是启动性能及运行性能较差,效率和功率因数都较低,方向不能改变。罩极式电动机实物如图 1-2 所示。



图 1-2 罩极式电动机实物

(2) 分相式电动机

分相式电动机在定子上安装两套绕组:一套是工作

绕组（或称主绕组），长期接通电源工作；另一套是启动绕组（或称为副绕组、辅助绕组），以产生启动转矩和固定电动机转向。两套绕组的空间位置相差 90° 电角度。根据启动方法或运行方式的不同，可分为电容运行电动机、电容启动电动机、电阻启动电动机和双值电容电动机。

① 单相电容运行异步电动机 这是使用较为广泛的一种单相交流异步电动机，启动绕组与电容器串联后，再与工作绕组并联接在单相交流电源上，其电路图如图 1-3（a）所示。电容运行电动机结构简单，使用维护方便，堵转电流小，有较高的效率和功率因数。

② 单相电容启动异步电动机 启动绕组与电容器、启动开关一起串联后，再与工作绕组并联接在单相交流电源上，其电路图如图 1-3（b）所示。当电动机转子静止或转速较低时，启动开关 S 处于接通位置，启动绕组和工作绕组一起接在单相电源上，获得启动转矩。当电动机转速达到额定转速的 80% 左右时，启动开关 S 断开，启动绕组从电源上切断，此时单靠工作绕组已有较大转矩，驱动负载运行。电容启动电动机具有较大启动转矩（一般为额定转矩的 1.5~3.5 倍），但启动电流相应增大。

③ 单相电阻启动异步电动机 启动绕组与电阻器、启动开关一起串联后，再与工作绕组并联接在单相交流电源上，其电路图如图 1-3（c）所示。启动时工作绕组、启动绕组同时工作，当转速到达额定值的 80% 左右时，启动开关 S 动作，把启动绕组从电源上切除。电阻启动电动机具有中等启动转矩（一般为额定转矩的 1.2~2.2 倍），但启动电流较大。实际上许多电动机的启动绕组没有串联电阻 R，而是设法增加导线电阻，从而使启动绕组本身就有较大的电阻。

④ 单相双值电容异步电动机 两只电容并联后与启动绕组串联，再与工作绕组并联接在单相交流电源上，其电路图如图 1-3（d）所示。启动时两只电容都工作，电动机有较大启动转矩，转速上升到 80% 左右额定转速后，启动开关将启动电容 C_1 断开，启

动绕组上只串联工作电容 C_2 ，电容量减少。双值电容电动机既有较大的启动转矩（为额定转矩的 $2 \sim 2.5$ 倍），又有较高的效率和功率因数。

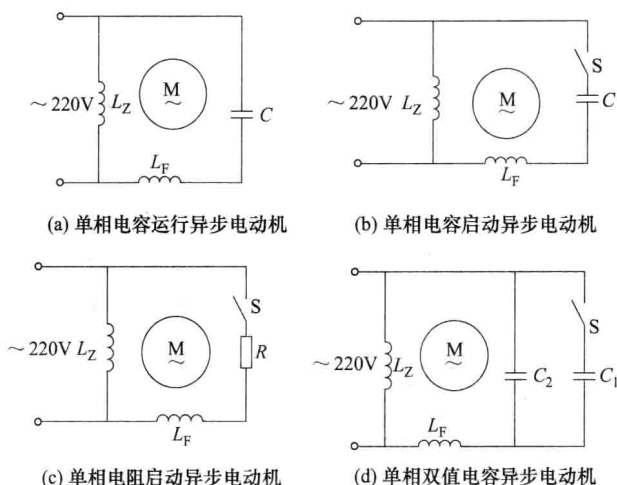


图 1-3 单相分相式异步电动机电路图

1.1.2.2 主要用途

常用单相异步电动机的类型、型号、主要用途见表 1-2。

表 1-2 常用单相异步电动机的类型、型号、主要用途

类 型		主 要 用 途	型 号
罩极式电动机		用于小功率空载启动的场合，如计算机后面的散热风扇、各种仪表风扇、电唱机等	YCT
分相式电动机	单相电容运行异步电动机	常用于电风扇、电冰箱、洗衣机、空调器、吸尘器等	YY
	单相电容启动异步电动机	用于重载启动的机械。如小型空压机、洗衣机、空调器等	YC
	单相电阻启动异步电动机	广泛应用于电冰箱压缩机中	YU
	单相双值电容异步电动机	广泛应用于小型机床设备中	YCT

1.1.3 直流电动机的种类和主要用途

1.1.3.1 直流电动机的分类

直流电动机的种类较多,性能各异,一般按以下方式分类。

(1) 按励磁方式分类

直流电动机按励磁方式分类,有他励和自励两类。自励的励磁方式包括并励、串励、复励等,复励又有积复励和差复励之分。

① 他励直流电动机 他励直流电动机是指主磁极磁场绕组的励磁电流由其他的直流电源供电,与电枢电路没有电的联系,如图1-4所示。他励直流电动机的励磁电流由励磁电源电压及串联的调节电阻的大小决定,调节电阻值的大小可以调节励磁电流。

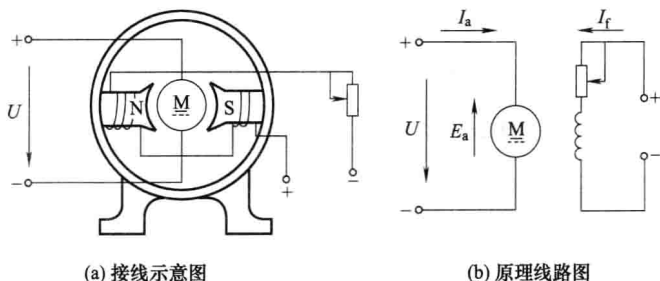


图 1-4 他励直流电动机

永磁电动机属于他励电动机的一种。自20世纪80年代起,由于钕铁硼永磁材料的发现,使永磁电动机的功率已经从毫瓦级发展到1kW以上。由于其具有体积小、结构简单、质量轻、损耗低、效率高、节约能源、温升低、可靠性高、使用寿命长、适应性强等突出优点而使用越来越广泛。它在军事上的应用占绝对优势,几乎取代了绝大部分电磁电动机。其他方面的应用有汽车用永磁电动机、电动自行车用永磁电动机、直流变频空调用永磁电动机等。

② 自励直流电动机 自励直流电动机是指主磁极励磁绕组的励磁电流与电枢电流由同一直流电源供给。自励电动机按励磁绕组与电枢连接方式的不同又分为并励、串励和复励三种。

a. 并励直流电动机 并励直流电动机的电枢绕组和励磁绕组并联，调节可调电阻的大小可调节励磁电流，如图 1-5 所示。它的特点是励磁绕组匝数较多、导线截面较小、电阻较大、励磁电流只有电枢电流的百分之几。

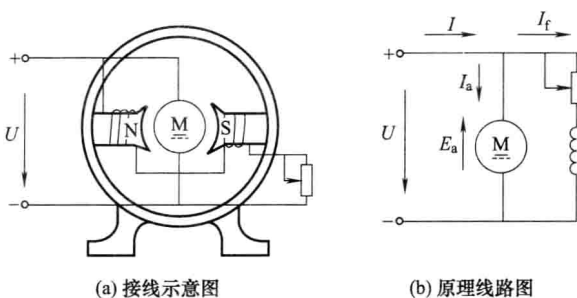


图 1-5 并励直流电动机

b. 串励直流电动机 串励直流电动机的电枢绕组和励磁绕组串联，如图 1-6 所示。它的特点是励磁绕组匝数较少、导线截面较大、电阻较小、励磁绕组上的电压降很小、励磁电流和电枢电流相等。

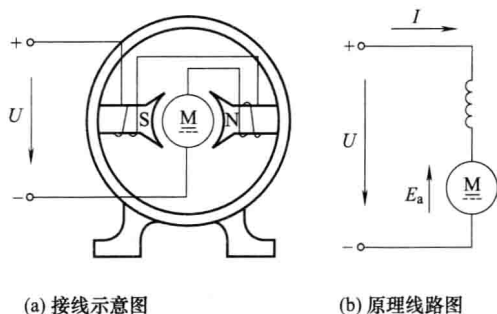


图 1-6 串励直流电动机

③ 复励直流电动机 复励直流电动机的主磁极上有两部分励磁绕组，其中一部分与电枢绕组并联，另一部分与电枢绕组串联，