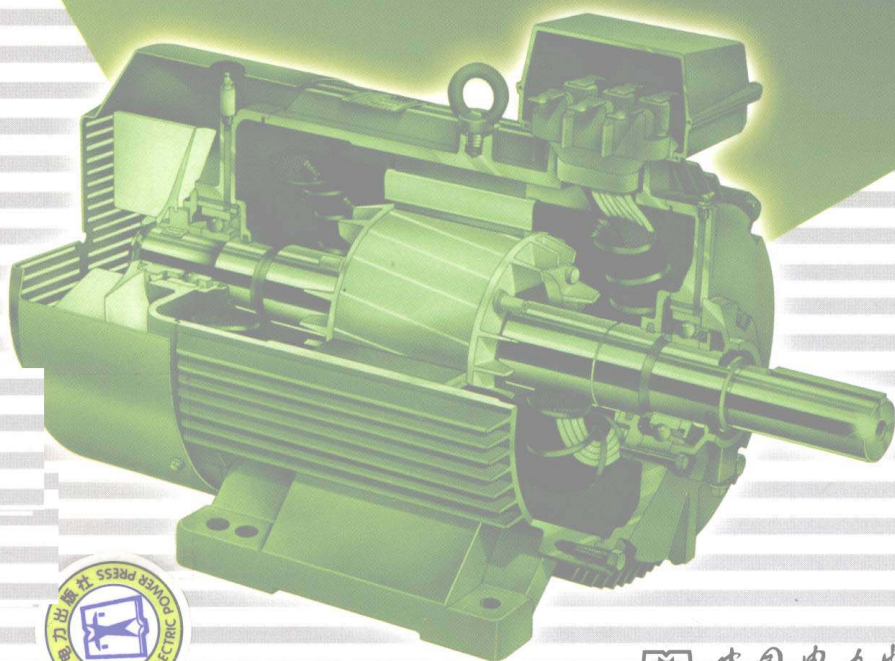


看图速修

常用电动机

陈佳新 胡兴涛 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

看图速修 常用电动机

陈佳新 胡兴涛 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书采用通俗的语言、图表的形式讲解了常用电动机的结构原理和维修方法。本书内容包括：电动机修理常用的工具、仪表和电工材料的基础知识，电动机的结构原理，常见电动机的绕组及特点，三相异步电动机的维修，单相异步电动机的维修，单相串励电动机的维修，电动机绕组的简易计算以及常用技术数据及绕组图。

本书图文结合，通俗易懂，重点突出，实用性强，可供再就业和在岗的广大电气工人及有关技术人员参考使用，也可作为再就业培训部门以及电动机修理工的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

看图速修常用电动机/陈佳新, 胡兴涛编著. —北京: 中国电力出版社, 2010.3

ISBN 978 - 7 - 5083 - 9974 - 4

I. ①看… II. ①陈…②胡… III. ①电动机-维修-图解 IV. ①TM320.7-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 002014 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 [http: //www. cepp. com. cn](http://www.cepp.com.cn))

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 6 月第一版 2010 年 6 月北京第一次印刷

880 毫米×1230 毫米 32 开本 11.5 印张 320 千字

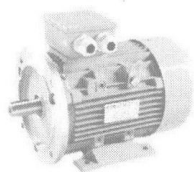
印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



电动机将电能转换成机械能，拖动各种各样的机械及家用电器，它广泛应用于各行各业及日常生活中的诸多方面。为帮助广大电动机维修人员进一步了解电动机的结构及维修方面的知识，编写了本书，以满足需求。

本书在介绍电动机维修基础知识的基础上，介绍了常见电动机的结构原理、电动机绕组的简易计算。书中着重介绍了三相异步电动机、单相异步电动机、单相串励电动机的绕组及特点、拆装、常见故障及排除方法、绕组的重绕，以及维修后的检验等方面的知识；书中还收录了电动机维修常用的技术数据和绕组图等资料，以供修理电动机时参考。

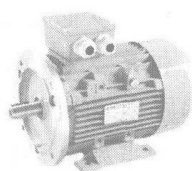
本书在编写时充分考虑了多数初学者的个体情况，将常用电动机的结构原理、维修方法用图、表的形式来讲解，尽可能通俗易懂，回避一些实用性不强的理论阐述，以便让文化程度不高的读者通过直观、快捷的方式来学会维修常用电动机。

本书由福建工程学院陈佳新和胡兴涛编写，陈佳新对全书进行了统稿。本书编写过程中得到蔡信健同志的大力支持，同时参考了大量资料，在此对原作者一并表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，作者水平所限，书中难免会有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

作 者

目 录



前言

第 1 章 电动机维修的基础知识	1
1.1 电动机基础知识	1
1.1.1 电动机分类	1
1.1.2 电动机产品的型号	2
1.1.3 电动机的维护	6
1.2 电动机维修常用工具及仪表	8
1.2.1 常用的电工工具	8
1.2.2 常用的电工仪表	14
1.2.3 电动机维修专用工具	25
1.3 常用的电工材料	28
1.3.1 导电材料	28
1.3.2 绝缘材料	32
1.3.3 导磁材料	43
第 2 章 常见电动机的结构原理	45
2.1 三相异步电动机的结构原理	45
2.1.1 三相异步电动机的用途和分类	45
2.1.2 三相异步电动机的铭牌数据及主要系列	46
2.1.3 三相异步电动机的基本结构	48
2.1.4 三相异步电动机的工作原理	53
2.1.5 三相单绕组多速异步电动机的工作原理	61
2.2 单相异步电动机的结构原理	63
2.2.1 单相异步电动机的用途和分类	63
2.2.2 单相异步电动机的主要系列	63

2.2.3	单相异步电动机的基本结构	65
2.2.4	单相异步电动机的工作原理	70
2.3	单相串励电动机的结构原理	75
2.3.1	单相串励电动机的用途	75
2.3.2	单相串励电动机的铭牌数据及主要系列	77
2.3.3	单相串励电动机的基本结构	79
2.3.4	单相串励电动机的工作原理	83
2.4	无刷直流电动机的结构原理	86
2.4.1	无刷直流电动机的用途和分类	86
2.4.2	无刷直流电动机的基本结构	86
2.4.3	无刷直流电动机的工作原理	87
第3章	常见电动机的绕组及特点	89
3.1	三相异步电动机的定子绕组	89
3.1.1	定子绕组概述	89
3.1.2	三相单层绕组	92
3.1.3	三相双层叠绕组	97
3.2	单相异步电动机的定子绕组	100
3.2.1	单相绕组概述	100
3.2.2	单相正弦绕组	101
3.3	单相串励电动机的电枢绕组	104
3.3.1	电枢绕组的基本概念	104
3.3.2	单叠绕组	105
3.3.3	单相串励电动机实用的单叠绕组	106
第4章	三相异步电动机的维修	109
4.1	三相异步电动机常见故障与排除	109
4.2	三相异步电动机的拆装及局部修理	112
4.2.1	三相异步电动机的拆装	112
4.2.2	端盖轴承孔的检修	119
4.2.3	轴承的检查和更换	121
4.2.4	定子绕组的修理	132
4.2.5	笼型转子的检查和修理	148

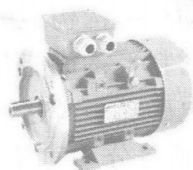
4.3	三相异步电动机定子绕组的重绕	151
4.3.1	记录数据	152
4.3.2	旧绕组的拆除	153
4.3.3	线圈的绕制	157
4.3.4	绝缘材料的裁制	160
4.3.5	嵌线	166
4.3.6	接线	171
4.3.7	绑扎与整形	175
4.3.8	浸漆与烘干	176
4.4	三相异步电动机的检验	181
4.4.1	一般检查	181
4.4.2	绝缘电阻的检测	181
4.4.3	直流电阻的检测	183
4.4.4	耐压试验	184
4.4.5	空载试验	187
4.4.6	匝间绝缘耐压试验	188
第5章	单相异步电动机的维修	190
5.1	单相异步电动机的常见故障与排除	190
5.2	单相异步电动机的拆装及局部修理	194
5.2.1	起动装置的检修	194
5.2.2	电容的检修	195
5.2.3	罩极绕组的修理	197
5.3	单相异步电动机定子绕组的重绕与检验	197
5.3.1	数据的记录	197
5.3.2	绕组的重绕	198
5.3.3	绕组的接线	200
5.3.4	单相异步电动机的检验	202
第6章	单相串励电动机的维修	204
6.1	单相串励电动机的常见故障及处理	204
6.2	单相串励电动机的拆装及局部修理	208
6.2.1	单相串励电动机的拆装	208

6.2.2	定子励磁绕组的检查和修理	211
6.2.3	转子电枢绕组的检查和修理	213
6.2.4	换向器与电刷的检查和修理	219
6.3	单相串励电动机绕组的重绕与检验	222
6.3.1	定子励磁绕组的重绕	222
6.3.2	转子电枢绕组的重绕	224
6.3.3	单相串励电动机的检验	239
第7章	电动机绕组的简易计算	241
7.1	改变电磁线规范的计算	241
7.1.1	改变并绕导线的根数	241
7.1.2	改变并联支路数	241
7.1.3	改变绕组的接法	242
7.2	三相异步电动机改变磁极数的计算	243
7.2.1	改变磁极数计算时应注意的问题	243
7.2.2	改变电动机极数的简易计算	244
7.3	三相异步电动机改变额定电压的计算	247
7.3.1	改变定子绕组极相组之间的连接线来改变额定 电压	248
7.3.2	改变额定电压的定子绕组重绕计算	250
7.4	三相异步电动机改变额定频率的计算	251
7.5	三相异步电动机单速改多速的计算	253
7.6	单相异步电动机改变额定电压的计算	254
7.6.1	改变定子绕组并联支路数来改变额定电压	254
7.6.2	改变额定电压的定子绕组重绕计算	255
7.7	铜导线与铝导线的代换计算	257
第8章	常用技术数据及绕组图	258
8.1	绕组常用电磁线	258
8.1.1	漆包圆铜线规格及常用数据	258
8.1.2	绕组常用纤维包(加漆包)绝缘圆铜线数据	261
8.1.3	扁铜线和漆包扁铜线规格	263
8.1.4	常用铝线的规格	269

8.2	Y 系列三相异步电动机铁心和绕组的技术数据	272
8.2.1	Y 系列 (IP44) 三相异步电动机铁心和绕组 数据	272
8.2.2	Y 系列 (IP23) 三相异步电动机铁心和绕组的技术 数据	278
8.2.3	YD 系列变极多速三相异步电动机铁心和绕组一的 技术数据	281
8.3	JZ、JY、JX 新系列单相异步电动机铁心和绕组的技术 数据	291
8.3.1	JZ 新系列单相电阻起动异步电动机铁心和绕组 数据	291
8.3.2	JZ 新系列单相电阻起动异步电动机绕组排列 方法	291
8.3.3	JY 新系列单相电容起动异步电动机铁心和绕组 数据	294
8.3.4	JY 新系列单相电容起动异步电动机绕组排列 方法	294
8.3.5	JX 新系列单相电容运转异步电动机铁心和绕组 数据	295
8.3.6	JX 新系列单相电容运转异步电动机绕组排列 方法	296
8.4	AO2 系列三相微型异步电动机的技术数据	299
8.5	BO2、CO2、DO2 系列单相微型异步电动机铁心和绕组 技术数据	301
8.5.1	BO2 系列单相电阻起动异步电动机铁心和绕组 数据	301
8.5.2	CO2 系列单相电容起动异步电动机铁心和绕组 数据	302
8.5.3	DO2 系列单相电容运转异步电动机铁心和绕组 数据	303
8.6	电动工具用单相串励电动机的铁心和绕组数据	304

8.6.1 电动工具用单相串励电动机（偶数槽）铁心和绕组 数据	304
8.6.2 电动工具用单相串励电动机（奇数槽）铁心和绕组 数据	308
8.6.3 电动工具用单相串励电动机电枢绕组展开图	311
8.7 异步电动机的绕组图	313
8.7.1 三相异步电动机的绕组图	313
8.7.2 单相异步电动机的绕组图	336
8.7.3 三相单绕组多速异步电动机的绕组图	343
参考文献	355

第 1 章



电动机维修的基础知识

只有认识了电动机,才能更好地使用电动机,才能更好地修理电动机。修理电动机时,需要通过仪表来测量电动机的电压、电流、电阻等电量,以了解电动机的性能、运行情况,以及发生故障时各种参数的变化,从而为分析判断电动机的故障提供必要的依据。熟悉常用电工仪表的构造、原理、性能、使用方法及维护知识,对于一个电动机修理工来说是必不可少的。另外,要修理电动机,还需要熟悉一些常用和专用的检查维修工具,以及有关的电工材料,这样才能顺利完成故障检查及维修工作。

1.1 电动机基础知识

电能作为一种能量形式,由于其易于传输、变换、分配和控制,已成为使用最为广泛的现代能源,也是人们生产和生活中使用动力的主要来源,电动机是主要的机电能量转换装置。由于电动机具有性能优良、高效可靠、控制方便等优点,在现代化生产中,大多数生产机械都采用电力拖动;在人们的日常生活中,各种家用电器大都使用微特电机作为驱动装置;在自动控制系统、计算机系统和机器人等高新技术中,大量使用控制电动机作为检测、放大和执行元件。电动机及拖动系统已广泛应用到我们现代社会生产和生活的方方面面,如果没有电动机也就没有用电力驱动的运动装置和设备。

1.1.1 电动机分类

电动机的类型很多,但其工作原理都基于电磁感应原理和电磁

力原理。电动机结构构成的一般原则是：用适当的有效材料（导电材料和导磁材料）构成能互相进行电磁感应的电路和磁路，以产生电磁功率和电磁转矩，达到能量转换的目的。

电动机通常分为直流电动机和交流电动机，后者又分为异步电动机和同步电动机。从功能上又可分为旋转电动机与控制电动机。

从电磁过程及所遵循的基本电磁规律看，旋转电动机与控制电动机没有本质上的差别，但因用途不同其性能指标要求也就不一样。常规的旋转电动机主要用在电力拖动系统中，用来完成机电能量转换，着重于起动和运转状态的动能指标；控制电动机主要用在自动控制系统和计算装置中，完成对机电信号的检测、解算、放大、传递、执行或转换，对它们的要求主要是高可靠性、高精度及对控制信号的快速响应等。

另外，电动机的功率、结构尺寸等有大有小，根据电动机的结构尺寸等，可对电动机进行如表 1-1 所示的分类。

表 1-1 电动机的结构尺寸分类

分类形式		小型	中型	大型
异步电动机 同步电动机	中心高 (mm)	80~315	315~630	>630
	定子铁心外径 (mm)	125~560	560~990	>990
	机座号	10 号及以下	11~15 号	16 号及以上
直流电动机	中心高 (mm)	400 及以下	400~1000	>1000
	电枢铁心外径 (mm)	368 及以下	368~990	>990
小功率电动机		指折算到 1500r/min 时，连续额定功率不超过 1.1kW 的电动机		
分马力电动机		指折算到 1000r/min 时，连续额定功率不超过 735W 的电动机		

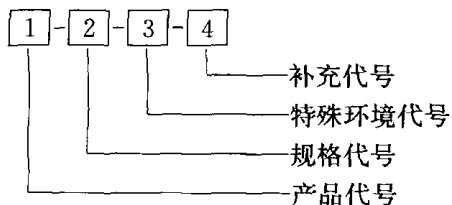
1.1.2 电动机产品的型号

1. 普通电动机的产品型号

在国家标准中，对电动机产品型号的编制方法作了规定，产品



型号由产品代号、规格代号、特殊环境代号和补充代号等四部分组成，并按下列顺序排列：



在产品铭牌较小而型号又较长的情况下，如果产品代号、规格代号、特殊环境代号和补充代号的数字和字母之间不会引起混淆时，可省去中间的短划线。

(1) 电动机产品代号。电动机产品代号由电动机类型代号、电动机特点代号和设计序号等组成。

1) 类型代号系表征电动机的各种类型而采用的汉语拼音字母，见表 1-2 的规定。

表 1-2

电动机类型代号

序号	电动机类型	代号	序号	电动机类型	代号
1	异步电动机（笼型及绕线转子型）	Y	4	交流换向器电动机	H
2	同步电动机	T	5	潜水泵用电动机	Q
3	直流电动机	Z	6	纺织用电动机	F

2) 特点代号表征电动机的性能、结构或用途，采用汉语拼音字母表示。

3) 设计序号指电动机产品设计的顺序，用阿拉伯数字表示。对于第一次设计的产品，不标注序号。

(2) 电动机的规格代号。电动机的规格代号用中心高、铁心外径、机座号、机壳外径、轴伸直径、凸缘代号、机座长度、铁心长度、功率、电流等级、转速或极数等来表示。

电动机主要系列产品的规格代号按表 1-3 的规定来选取。

表 1-3 系列产品规格代号

序号	系列产品	规格代号
1	小型异步电动机	中心高 (mm)—机座长度 (字母代号)—铁心长度 (数字代号)—极数
2	中大型异步电动机	中心高 (mm)—铁心长度 (数字代号)—极数
3	小型同步电动机	中心高 (mm)—机座长度 (字母代号)—铁心长度 (数字代号)—极数
4	中大型同步电动机	中心高 (mm)—铁心长度 (数字代号)—极数
5	小型直流电动机	中心高 (mm)—机座长度 (字母代号)
6	中型直流电动机	中心高 (mm) 或机座号 (数字代号)—铁心长度 (数字代号)—电流等级 (数字代号)
7	大型直流电动机	电枢铁心外径 (mm)—铁心长度 (mm)
8	分马力电动机 (小功率电动机)	中心高或机壳外径 (mm)—(或/) 机座长度 (字母代号)—铁心长度、电压、转速 (均用数字代号)
9	交流换向器电动机	中心高或机壳外径 (mm)—(或/) 铁心长度、转速 (均用数字代号)

机座长度用国际通用符号来表示，S 表示短机座，M 表示中机座，L 表示长机座。铁心长度按由短至长顺序用数字 1、2、3……表示。

(3) 电动机特殊环境代号。电动机的特殊环境代号按表 1-4 的规定选用。如同时适用于一个以上的特殊环境，则按表中的顺序排列。

表 1-4 电动机的特殊环境代号

序号	特殊环境	代号	序号	特殊环境	代号
1	“高” 原用	G	5	“热” 带用	T
2	“船” (海) 用	H	6	“湿” 带用	TH
3	户 “外” 用	W	7	“干热” 带用	TA
4	防 “腐” 用	F			

(4) 电动机的补充代号。电动机的补充代号仅适用于有此要求的电动机。补充代号用汉语拼音字母或阿拉伯数字表示，补充代号



所代替的内容,应在产品标准中规定。

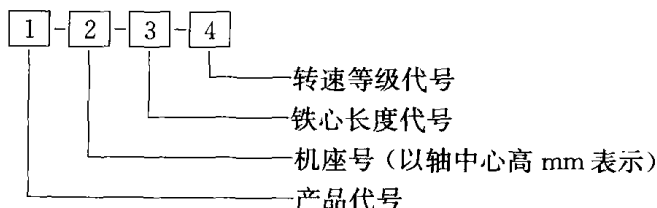
2. 微型电动机的产品代号

(1) 微型异步电动机。其产品名称、代号见表 1-5。

表 1-5 微型异步电动机产品名称、代号

名 称	代号	含意	旧代号	名 称	代号	含意	旧代号
三相异步电动机	YS	异、三	AO2、AO、JW	单相电容运转异步电动机	YY	异、运	DO2、DO、JX
单相电阻起动异步电动机	YU	异、阻	BO2、BO、JZ	单相双值电容异步电动机	YL	异、双	YL
单相电容起动异步电动机	YC	异、容	CO2、CO、JY	单相罩极异步电动机	YJ	异、极	FO

(2) 单相串励电动机。目前我国生产的系列单相串励电动机主要有 G 系列、HC 系列、HCX 系列等,其产品代号为:



3. 产品型号举例

(1) 三相异步电动机。

1) Y 112S-6

——规格代号,表示中心高 112mm,短机座,6 极

——产品代号,表示三相异步电动机

2) Y 500S-2-4

——规格代号,表示中心高 500mm,短机座,2 号铁心长,4 极

——产品代号,表示三相异步电动机

3) YR 160M-4

——规格代号,表示中心高 160mm,中机座,4 极

——产品代号,表示三相绕线转子异步电动机

(2) 同步电动机。



T2 355S1-4

规格代号, 表示中心高 355mm, 短机座, 1 号铁心长, 4 极

产品代号, 表示第二次改进设计的同步电动机

(3) 直流电动机。

Z 132L TH

特殊环境代号, 表示湿热带

规格代号, 表示中心高 132mm, 长机座

产品代号, 表示直流电动机

(4) 小功率电动机。

1) YS2-71-1-4

规格代号, 表示中心高 71mm, 1 号铁心长, 4 极

产品代号, 表示 YS 系列小功率三相异步电动机, 第二次改进设计

2) YC 90S-2

规格代号, 表示中心高 90mm, 短机座, 2 极

产品代号, 表示单相电容起动异步电动机

3) HC 45-28

规格代号, 表示中心高 45mm, 2 号铁心长, 转速代号 8 (转速为 8000r/min)

产品代号, 表示单相串励交流换向器电动机

(5) 电动工具用单相电动机型号。

□ S I S S 100

规格代号 (指砂轮最大直径 100mm)

结构特征代号 (S 为直向)

工具功能品名代号 (S 为砂轮机)

电动机类型代号 (I 为交直流两用单相串励电动机)

应用类别代号 (S 为砂轮类)

具有双重绝缘的符号

1.1.3 电动机的维护

为了保护电动机能够长期安全、可靠地运行, 必须十分重视其日常维护, 在运行前和运行中对电动机进行必要的维护。

1. 使用前的准备和检查

(1) 检查电动机及起动设备的接地装置是否可靠和完整, 接线



是否正确,接触是否良好。

(2) 新出厂的或新修复的、较长时间停放不用的电动机,使用前都应测量电动机的绕组之间和绕组对地的绝缘电阻,要求每 1kV 工作电压(额定电压)绝缘电阻不得小于 $1\text{M}\Omega$ 。对绕线转子电动机,除检查定子绝缘外,还应检查转子绕组及滑环对地和滑环之间的绝缘电阻。额定电压 500V 以下的电动机用 500V 兆欧表测量,500~3000V 的电动机用 1000V 兆欧表,3000V 以上的电动机用 2500V 兆欧表。一般额定电压 500V 以下的电动机,要求常温下绝缘电阻大于 $0.5\text{M}\Omega$ 。只有绝缘电阻满足要求才可通电使用。

(3) 应详细核对电动机铭牌上所载型号及各项数据,如额定功率、额定电压、额定频率、负载持续率等,必须与实际要求相符,并检查接线是否正确。

(4) 对绕线转子异步电动机,还应检查电刷表面是否全部贴紧滑环,电刷提升机构是否灵活,电刷的压力是否适当。

(5) 检查电动机轴承的润滑脂(油)是否正常。转动电动机的转轴,看是否灵活旋转。对不可逆转的电动机,须检查电动机的运转方向是否与其指示的转向相同。

(6) 检查电动机内部有无杂物,清扫电动机内外部灰尘、电刷粉末及油污。

(7) 检查电动机各部位紧固螺钉是否拧紧。检查传动装置,如皮带轮或联轴器等有无破损,是否完好。

2. 起动时的注意事项

(1) 合闸后,若电动机不转,应迅速果断地拉闸,以免烧坏电动机,并仔细查明原因,及时解决。

(2) 电动机起动后,应注意观察电动机、传动装置、生产机械及线路电压表、电流表,若有异常现象,应立即停机,待排除故障后,再重新合闸起动。

3. 运行中的监视和维护

(1) 在运行中,经常注意电动机的电压、电流,电源电压与额定电压的误差不得超过 $\pm 5\%$ 。三相异步电动机的三相电压不平衡不得超过 1.5% 。正常情况下,负载电流不应超过额定值,同时还