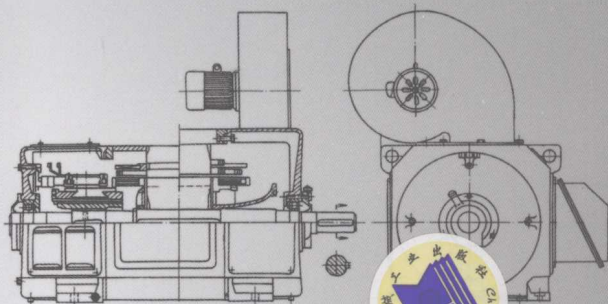
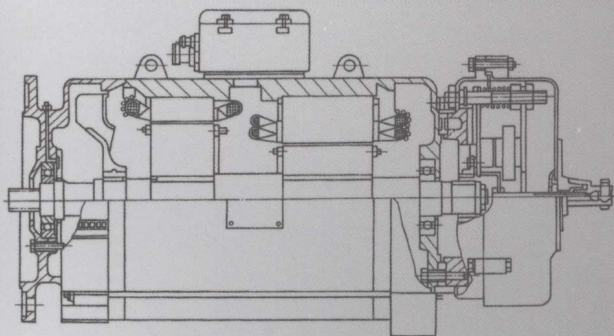
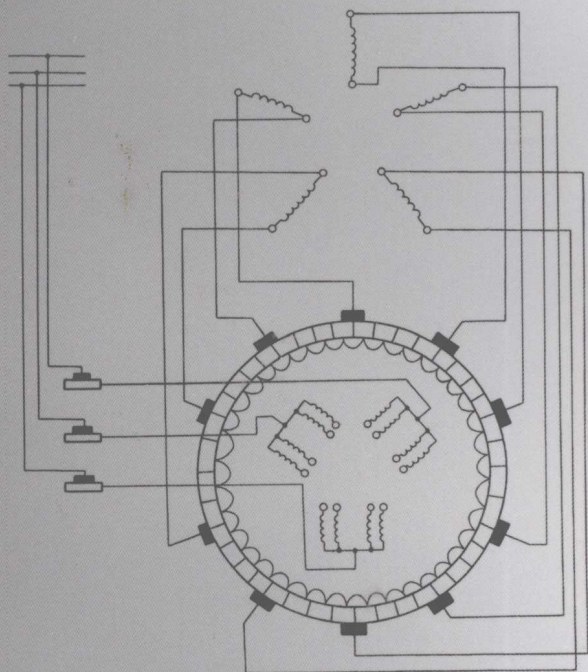


电动机修理手册

单行本

小功率电动机修理

赵家礼 主编



本书共三章，主要内容有：交流分相电动机、交直流两用串励电动机、家用电器单相电动机、单相电动工具电动机等的故障修理以及提高电动机修理质量的各种措施等；小功率三相异步电动机的运行维护、常见故障的检修以及绕组重绕工艺、绕组计算和节能挖潜措施等；各种小功率电动机的试验方法、试验项目和有关计算以及有关试验标准等。

本书适合广大电机修理工人和有关工程技术人员阅读，也可供专科院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

小功率电动机修理/赵家礼主编. —北京：机械工业出版社，2008.3

(电动机修理手册：单行本)

ISBN 978-7-111-23512-5

I. 小… II. 赵… III. 电动机—维修—技术手册 IV. TM320.7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 022138 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：李振标 责任校对：李秋荣

封面设计：姚毅 责任印制：杨曦

北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)

2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 17.25 印张 · 583 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-23512-5

定价：37.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：(010) 68326294

购书热线电话：(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

单行本前言

《电动机修理手册》一书自1988年2月出版以来，先后重印再版多次，深受读者欢迎。

为了更好地满足广大读者需求，此次出版采取了单行本的形式以飨读者。将《电动机修理手册》第3版分为5册单行本，读者可按自己需要，有针对性的选用，从而降低购书费用，并方便携带和阅读。5册单行本有：

- 小功率电动机修理
- 三相交流电动机修理
- 直流电动机修理·牵引电动机修理
- 起重及冶金用三相异步电动机修理·防爆防腐电动机修理·潜水电泵与泵用电动机修理
- 特种用途电动机修理

本手册在拆分单行本的过程中，改正了原书中的错误之处和去掉了一些不适当的内容，也得到了许多同志的帮助，在此表示衷心感谢。

编者

电动机修理手册

第3版

主编 赵家礼

编写人（以姓氏笔划为序）

才家刚	朱建德	李圣年	沈宝堂
何青	杨万青	杨海龙	居志尧
范全乐	胡康银	赵家礼	赵捷
赵健	商庆元	黄士鹏	彭友元
钱良钗	蔡廷锡	樊世昂	潘品英

第3版前言

本手册自1988年2月出版以来，先后重印多次，深受广大读者欢迎。近年来，由于我国科学技术的突飞猛进地发展，电动机的品种以及派生系列不断涌现，新制造的电动机质量要求也越来越高，这就要求从事电机修理行业的人员要及时了解到这些新产品的特殊结构、性能以及新工艺、新材料、新的质量标准等要求，否则不能胜任当前的维护和修理工作。鉴于此，为了满足各工矿企业、修理行业面临的新任务，以及对于电机修理技术的迫切要求，这次对全书做了全面的认真的修订工作。

这次修订的特点：

- 1) 近年来全国各地的修理单位对于特种电动机的技术问题经常来信来访，说明在维修特种电动机工作中存在许多困难，因此在这次修订时，将特种电动机侧重加以详述。
- 2) 增加了Y2系列电动机的技术数据。如Y2、YZR2等新系列的技术数据。
- 3) 在技术数据中增加了电动机出厂参考价格和铜线重量以及电动机总重量，这些数据对于匡算电动机修理价格、用铜量以及交通运输等均有所帮助。
- 4) 增加了防爆、防腐、起重及冶金、电梯、塔吊电动机的修理内容。
- 5) 补充了电动机修理的新材料、新工艺、新经验和修理实例。
- 6) 删除本“手册”中不适用的章节内容和谬误之处。同时删除了老系列电动机的技术数据。

修订后的“手册”共分十三章。

第一章 单相电动机修理的第一节至第七节由朱建德、潘品英执笔；第五节中五由胡康银、高庆元、钱良钗执笔。

第二章 小功率三相异步电动机修理由朱建德、沈宝堂、范全乐执笔。

第三、四章 三相低压、高压交流电动机修理由赵家礼执笔。

第五章 直流电动机修理由赵捷、何青、赵健执笔。

第六章 直线异步电动机修理由蔡廷锡执笔。

第七章 起重及冶金用三相异步电动机修理由杨海龙、黄士鹏执笔。

第八章 防爆、防腐电动机修理由杨万青执笔。

第九章 潜水电动机修理由李圣年执笔。

第十章 交流力矩电动机修理由胡康银、高庆元、钱良钗执笔。

第十一章 牵引电动机修理由樊世昂、居志尧执笔。

第十二章 其他特种电动机修理由赵家礼执笔。

第十三章 电动机修理试验由彭友元、才家刚执笔。

全书由赵家礼统稿和主编，第一、二章由朱建德主审。

在此次编写工作中，得到很多同行的帮助，提出许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，对书中的错误和缺点恳切希望广大读者提出批评和指正。

编者

主要符号表

本手册采用国家标准 GB/T13394—1992 规定的符号。

A	面积、电负荷、负载率	C_i	槽绝缘厚度
A_c	导线截面积	C_k	端环宽度
A_{c1}	定子绕组导线截面积	C_j	轭部磁压降校正系数
A_{c2}	转子(电枢)绕组导线截面积	D_1	定子铁心外径
A_{cm}	主绕组导线截面积	D_2	转子铁心外径
A_{ca}	副绕组导线截面积	D_a	电枢表面直径
A_{c2}	罩极绕组导线截面积	D_{i1}	定子铁心内径
A_i	槽绝缘所占面积	D_{i2}	转子铁心内径
A_s	每极气隙有效面积	D_j	外壳直径
A_h	槽楔面积	d_c	换向器直径
A_s	槽面积	D_R	端环平均直径
A_B	导条截面积	d	导线直径
A_c	槽有效面积	d_1	定子导线直径
A_{Fe}	铁心截面积	d_2	转子导线直径
a	并联支路数、电刷长度, 电费	d'	代换导线直径
AW	直流励磁绕组磁势	d''	实际选用导线直径
A_R	端环截面积	d_1	罩极绕组线径
A_t	每极齿截面积	d_m	主绕组线径
A_j	每极轭截面积	d_a	副绕组线径
B	磁感应强度、磁通密度(简称磁密)	D	转轴直径
B_j	轭部磁密	d_{γ}	直流附加绕组线径
B_t	齿部磁密	E	电动势、电场强度
B_s	气隙磁密	E_a	电枢电动势
b	电刷宽度、无纬带宽度	E_s	气隙合成电动势
b_{i1}	定子齿宽度	F	总安匝数、磁动势
b_{i2}	转子齿宽度	F_j	轭部磁动势(安匝数)
b_B	导条宽度	F_t	齿部磁动势(安匝数)
b_1	定子槽宽	F_s	气隙磁动势(安匝数)
b_2	转子槽宽	F_a	波幅系数
b_r	径向通风道宽度	F_0	空载励磁磁动势
b_0	槽口宽度	f	频率
b_k	端环厚度、通风道宽	f_N	额定频率
b_{kr}	换向区宽度	m_{Fe}	铁质量(铁重)
b_p	极靴宽度	m_{Cu}	铜质量(铜重)
b_t	齿宽	m_j	轭部质量
C	电容	m_t	齿部质量
C_T	转矩常数	H	磁场强度
C_e	电动势常数	H_j	轭部磁场强度

H_t	齿部磁场强度	l_B	导条长度
h_0	槽口高度	l_E	定子绕组端部长度
h_b	电刷高度	l_p	磁极极靴长度
h_j	铁轭高度	l_1	定子铁心长度
h_p	极靴高度	l_2	转子铁心长度
h_1	定子槽高	l	铁心平均长度
h_2	转子槽高		$l = \frac{1}{2} (l_s + l_r)$
h	槽楔厚度	l_{pm}	主绕组平均匝长
h_B	导条高度	l_{ps}	罩极绕组平均匝长
I	电流	l_v	铁心净长度
I_N	额定电流		$l_v = K_{Fe} (l - nb'_v) = K_{Fe} l_{Fe}$
I_0	空载电流	L_j	铁轭磁路长度
I_{KW}	功电流	l_b	线圈端部平均长度
h_{t1}	定子齿高	l_{ar}	线圈半匝平均长度
h_{j1}	定子铁心轭高	m	相数、质量
h_{j2}	转子(电枢)铁心轭高	m_j	轭部质量
I_B	导条电流	m_s	齿部质量
I_m	励磁电流、主绕组电流	N	每相绕组平均串联匝数
i_m	励磁电流标么值	N_m	主绕组线圈数
I_a	电枢电流、副绕组电流	N_a	副绕组线圈数
I_k	堵转电流、短路电流	N_{scm}	主绕组每槽导体数
I_{st}	起动电流	N_{sca}	副绕组每槽导体数
I_R	端环电流	N_1	定子绕组每极匝数
I_1	定子相电流	N_2	转子绕组每极匝数
I_N	额定电流	N_{1f}	直流励磁绕组附加匝数
J	电流密度	N_1''	直流励磁绕组总匝数
K	换向片数、换向系数、负载率、变比系数	N_2''	转子(电枢)绕组总导体数
K_a	绕组分布系数、分布因数	N_ϕ	绕组每相匝数
K_p	绕组短路系数、节距因数	N_z	罩极绕组匝数
K_β	变换系数	N_{sc}	每槽串联导体数
K_{dp}	绕组系数、绕组因数		$N_{sc} = 2 \times \text{每线圈匝数}$
K_{dpm}	主绕组系数	N_c	每线圈串联匝数
K_{dps}	副绕组系数	$N_{\phi 1}$	每相串联导体数
K_{dpr}	v 次谐波绕组系数	n	电动机转速
K_E	空载压降系数	n_1	同步转速
K_u	压降系数	n_2	额定转速
K_{Fe}, K_e	铁心叠压系数	n_r	通风道数
K_{c1}	定子卡氏系数、定子卡特因数	n_{st}	定转子绕组变比
K_{c2}	转子卡氏系数、转子卡特因数		$n_{st} = \frac{K_{ca} \cdot N_s}{K_{cr} \cdot N_r}$
K_δ	气隙系数	n_p	转子飞逸转速
K_t	转矩系数	N_i	并绕根数
K_ϕ	波形系数	P	有功功率
L	电感	P_1	输入功率
L_a	电枢铁心长度		
L_{ef}	电枢计算长度		

P_2	输出功率
P_N	额定功率
P_e	电磁功率
P_δ	气隙功率
P_{mx}	机械功率
p	极对数
P	电动机极数
P_0	空载损耗, 固定损耗
P_r	可变损耗
P_{Fe}	铁损耗
P_{fw}, P_j	风摩损耗、机械损耗
P_s	杂散损耗
P_{Cu}	铜损耗
P_1	齿部损耗
P_j	轭部损耗
P_{Cua}	电枢绕组铜耗
P_a	电刷接触电阻损耗
ΣP	总损耗
Q	槽数、无功功率
Q_1	定子槽数
Q_2	转子槽数
Q_p	每极槽数
Q_m	主绕组占槽数
Q_a	副绕组占槽数
q	每极每相槽数
R_ϕ	相电阻
R_L	线电阻
R_a	电枢绕组电阻
R_B	导条电阻
R_R	端环电阻
s_f	槽满率
s	转差率
s_N	额定转差率
T	转矩、温度
T_K	堵转转矩
T_N	额定转矩
T_e	电磁转矩
T_{max}	最大转矩
T_{min}	最小转矩
T_L	负载转矩
T_1	输入转矩
t	槽距
T_2	输出转矩
t_0	导线直径比值系数
t	时间、温度、齿距

U	电压
U_N	额定电压
U_L	线电压
U_ϕ	相电压
$U_{N\phi}$	额定相电压
V	体积、速度
v	线速度
N_s	换向元件匝数
X	电抗
X_L	线圈感抗
X_1	定子电抗
X_2	转子电抗
X_m	励磁电抗
X_c	端部电抗
X_{sc}	槽漏抗、同步电抗
X_d	谐波漏抗
X_{sk}	斜槽漏抗
X_d	直轴同步电抗
X_δ	气隙磁场基波漏抗
X_q	交轴同步电抗
γ	节距
Z	阻抗、风阻、齿数
β	绕组节距比
τ	极距
t	定子齿距
t_2	转子齿距
ρ	导体电阻率
Δn	转速调整率
ΔU	电压调整率
θ_a	环境温度
θ_c	冷却介质温度
ΔU_b	一对电刷接触压降
δ	单边气隙长度、单边厚度
δ_1	计算气隙长度
δ_2	第二气隙长度
η	效率
η_N	额定效率
$\cos\varphi$	功率因数
λ_s	槽漏磁导系数
λ_1	齿漏磁导系数
λ_c	端部漏磁导系数
λ_d	谐波漏磁导系数
γ	电导率
μ	磁导率
μ_0	真空磁导率

μ_r	相对磁导率	Ω	机械角速度
ν	谐波数	ω	电角速度
Φ	每极磁通	φ	功率因数角
Φ_s	每极气隙磁通	ζ	电费
ψ	磁链	α	极弧系数

目 录

单行本前言	
第3版前言	
主要符号表	

第一章 单相电动机修理

第一节 单相电动机概述	1	三、励磁绕组故障及修理	73
一、单相电动机的种类、结构和型号	1	四、电枢绕组故障及修理	74
二、单相电动机的绕组型式、接线及 技术数据	11	五、绕组的重绕工艺	75
三、家用电器电动机的性能、结构特 点与技术数据	17	六、串励电动机绕组的绝缘处理	81
四、单相电动工具电动机的结构特点 与技术数据	32	七、重绕计算	81
五、其他机电设备专用单相电动机的 结构特点与技术数据	37	第五节 家用电器单相电动机的故障 检修	85
第二节 交流分相电动机修理	41	一、台扇电动机的故障检修	85
一、分相电动机的故障及其原因	41	二、吊扇电动机的故障检修	96
二、机械故障的检修方法	41	三、其他电扇电动机的故障检修	99
三、电气故障的检修方法	43	四、电冰箱电动机的故障检修	99
四、绕组故障的检修方法	48	五、空调器电动机的故障检修	101
五、电动机重绕计算	50	六、家用洗衣机电动机的故障检修	112
六、改压、改极及导线代换计算	58	七、电吹风电动机的故障检修	115
第三节 罩极电动机修理	63	八、吸尘器电动机的故障检修	116
一、罩极电动机的结构与性能	63	九、电唱机电动机的故障检修	118
二、罩极电动机结构损坏的故障修理	63	十、电动缝纫机电动机的故障检修	120
三、罩极电动机的运行故障及原因	63	第六节 单相电动工具电动机的故障 检修	120
四、罩极电动机的拆装和修理	64	一、电动工具电动机的检修特点	120
五、提高性能的重绕计算	64	二、单相电钻电动机的故障检修	121
六、罩极电动机重绕性能的调整	67	三、单相磁座钻电动机的故障检修	125
第四节 交、直流两用串励电动机 修理	68	四、单相剪切电动工具电动机的故障 检修	125
一、交、直流两用串励电动机的结构 与特点	68	五、单相砂磨类电动工具电动机的故 障检修	126
二、交、直流两用串励电动机的故障 修理	70	六、单相装配类电动工具电动机的故 障检修	126
		七、单相木工电动工具电动机的故障 检修	127
		八、单相农牧类电动工具电动机的故 障检修	128
		九、单相建筑类电动工具电动机的故	

障检修	128	扇电动机铁心、绕组数据	153
十、单相医疗用电动工具电动机的		附表 1-19 单相电容式顶扇、排气扇电动机铁心、绕组数据	153
故障检修	130	附表 1-20 鸿运扇及交直流两用串励式台扇电动机绕组数据	154
第七节 提高单相电动机修理质量	130	附表 1-21 电风扇调速电抗器铁心、绕组数据	154
一、确保重绕电动机性能的措施	130	附表 1-22 国产及进口电冰箱压缩机组电动机型号、性能参数	156
二、降低单相电动机能耗的措施	132	附表 1-23 国产及部分进口电冰箱压缩机组电动机铁心、绕组数据	157
三、改进修理工艺和装备	133	附表 1-24 部分进口小型空调器用单相电动机铁心、绕组数据	158
附录	135	附表 1-25 洗衣机用单相电容运转电动机铁心、绕组数据	159
附表 1-1 JX 系列单相电容运转异步电动机性能及铁心、绕组数据	135	附表 1-26 电吹风电热元件及电动机铁心、绕组数据	161
附表 1-2 JY 系列单相电容起动异步电动机性能及铁心、绕组数据	136	附表 1-27 部分单相吸尘器性能及串励电动机铁心、绕组数据	162
附表 1-3 JZ 系列单相电容起动异步电动机性能及铁心、绕组数据	137	附表 1-28 交流电唱机用单相罩极电动机绕组参数	162
附表 1-4 BO 系列单相电阻起动异步电动机性能及铁心、绕组数据	138	附表 1-29 家用电动缝纫机用单相串励电动机铁心、绕组数据	162
附表 1-5 CO 系列单相电容起动异步电动机性能及铁心、绕组数据	139	附表 1-30 单相串励电钻电动机铁心、绕组数据	163
附表 1-6 DO 系列单相电容运转异步电动机性能及铁心、绕组数据	140	附表 1-31 单相电剪刀与电冲剪型号、性能及电动机铁心绕组数据	163
附表 1-7 BO2 系列单相电阻起动异步电动机性能及铁心、绕组数据	141	附表 1-32 单相电动型材切割机的型号、性能及电动机铁心、绕组数据	164
附表 1-8 CO2 系列单相电容起动异步电动机性能及铁心、绕组数据	142	附表 1-33 单相电动曲线锯的型号、性能及电动机铁心、绕组数据	164
附表 1-9 DO2 系列单相电容运转异步电动机性能及铁心、绕组数据	143	附表 1-34 单相电动攻丝机和套丝机的性能及电动机铁心、绕组数据	164
附表 1-10 YC 系列单相电容起动异步电动机技术数据	144	附表 1-35 单相电动砂轮机电动机铁心、绕组数据	165
附表 1-11 U 型单相串励电动机铁心、绕组数据	145	附表 1-36 单相电动扳手机电动机铁心、绕组数据	165
附表 1-12 G 型单相串励电动机铁心、绕组数据	147	附表 1-37 单相电动拉铆机型号、性能及电动机铁心、绕组数据	165
附表 1-13 SU 型交、直流两用串励电动机铁心、绕组数据	147	附表 1-38 单相木工电圆锯性能及电动机铁心、绕组数据	165
附表 1-14 单相罩极式台扇、吊扇电动机铁心、绕组数据	148	附表 1-39 单相木工电刨性能及电动机铁心、绕组数据	166
附表 1-15 G 新系列单相串励电动机铁心、绕组数据	149	附表 1-40 单相冲击电钻性能及电动机铁	
附表 1-16 单相电容式台扇电动机铁心、绕组数据	151		
附表 1-17 单相电容式吊扇电动机铁心、绕组数据	152		
附表 1-18 单相电容式落地扇、座地扇、壁			

心、绕组数据..... 166

附表 1-41 单相电锤性能及电动机铁心、绕组数据..... 167

附表 1-42 单相电动湿式磨光机性能及电动机铁心、绕组数据..... 167

附表 1-43 单相插入式混凝土电动振动器性能及电动机铁心、绕组数据..... 167

附表 1-44 单相石膏电锯的技术性能及电动机铁心、绕组数据..... 168

附表 1-45 QD 型单相潜水泵电容分相电

动机性能及铁心、绕组数据..... 168

附表 1-46 窗式、挂壁式、柜式空调器型号、规格性能指标..... 168

附表 1-47 部分 YFK 系列风扇电动机性能指标..... 169

附表 1-48 YDK 系列风扇电动机（塑封）性能指标..... 170

附表 1-49 部分 YFK 系列风扇电动机规格技术参数..... 171

参考文献 172

第二章 小功率三相异步电动机修理

第一节 小功率三相异步电动机

概述..... 173

- 一、小功率三相异步电动机的用途、分类及型号..... 173
- 二、小功率三相异步电动机的选择原则..... 174
- 三、技术数据..... 182
- 四、绕组型式..... 182
- 五、小功率三相异步电动机的接线标志..... 185

第二节 小功率三相异步电动机的

维护及常见故障检修 186

- 一、小功率三相异步电动机的维护..... 186
- 二、小功率三相异步电动机的常见故障..... 187
- 三、小功率三相异步电动机的故障分析..... 189
- 四、小功率三相异步电动机定子绕组故障检修..... 190
- 五、小功率三相异步电动机定、转子故障检修..... 193
- 六、小功率三相异步电动机机械部件故障检修..... 194
- 七、小功率三相异步电动机振动和噪声故障..... 201

第三节 绕组的改制和重绕..... 205

- 一、小功率三相异步电动机改接成单相电动机..... 205
- 二、小功率三相异步电动机改变电源

- 电压及频率..... 207
- 三、小功率三相异步电动机的节能挖潜..... 208
- 四、小功率三相异步电动机的重绕计算..... 209
- 五、定子绕组重绕工艺..... 218

附录 233

附表 2-1 JW 系列小功率三相异步电动机铁心和绕组数据（一）..... 233

附表 2-2 JW 系列小功率三相异步电动机铁心和绕组数据（二）..... 233

附表 2-3 JW 新系列小功率三相异步电动机铁心和绕组数据..... 234

附表 2-4 A、1A 系列小功率三相异步电动机铁心和绕组数据..... 235

附表 2-5 AO2 系列小功率三相异步电动机铁心和绕组数据..... 236

附表 2-6 Y 系列小功率三相异步电动机铁心和绕组（统一设计）数据..... 236

附表 2-7 JDO2、JDO3 系列变极多速小功率三相异步电动机铁心和绕组数据..... 237

附表 2-8 YD 系列变极多速小功率三相异步电动机性能和铁心、绕组数据..... 238

附表 2-9 电泵用小功率三相异步电动机铁心和绕组数据..... 239

附表 2-10 QX 型污水电泵小功率三相异步电动机铁心和绕组数据..... 239

附表 2-11 部分电动工具用小功率三相异步电动机铁心和绕组数据..... 240

附表 2-12 J3Z 系列小功率三相交流电钻

	绕组数据.....	241	附表 2-23	法国 Leroy Somer 公司变极多速小功率三相异步电动机性能数据 (二)	245
附表 2-13	部分小功率三相砂轮机电动机铁心和绕组数据.....	241	附表 2-24	英国 GEC 公司 Alpak 系列小功率三相异步电动机性能数据.....	246
附表 2-14	直联插入式混凝土振动器三相中频异步电动机定子绕组数据.....	241	附表 2-25	英国 GEC 公司 Cipak 和 Lowpak 系列小功率三相异步电动机性能数据.....	247
附表 2-15	部分排气扇小功率三相异步电动机铁心和绕组数据 (一) ...	241	附表 2-26	英国 NEWMAN 公司 TEFV1-40 系列小功率三相异步电动机性能数据.....	248
附表 2-16	部分排气扇小功率三相异步电动机铁心和绕组数据 (二) ...	242	附表 2-27	国内外小功率三相异步电动机系列力能指标比较.....	248
附表 2-17	YH、JH02 高转差率小功率三相异步电动机性能、铁心数据.....	242	附表 2-28	国内外小功率三相异步电动机系列起动性能 (I_{st} 起动电流, T_{st} 起动转矩) 比较	248
附表 2-18	JG2 型辊道用小功率三相异步电动机性能、铁心和绕组数据.....	242	附表 2-29	国内外小功率三相异步电动机容量 (kW)、机座比较.....	249
附表 2-19	德国 ABM 公司 D 系列小功率三相异步电动机性能数据.....	242	附表 2-30	国内外小功率三相异步电动机噪声 (dB) 比较	249
附表 2-20	德国 ABM 公司变极多速小功率三相异步电动机性能数据.....	243	附表 2-31	国内外小功率三相异步电动机重量 (kg) 比较	249
附表 2-21	法国 Leroy Somer 公司小功率三相异步电动机性能数据.....	244	附表 2-32	各种绕线模的简化计算.....	250
附表 2-22	法国 Leroy Somer 公司变极多速小功率三相异步电动机性能数据 (一)	245	参考文献		251

第三章 单相交流异步电动机试验

一、裂相起动单相异步电动机试验.....	252	四、洗衣机用电动机的试验.....	257
二、微型单相交流串励电动机试验.....	254	五、电容器质量的判定方法及容量的简易测定.....	258
三、单相离合器电动机的试验.....	255		

第一章 单相电动机修理

第一节 单相电动机概述

一、单相电动机的种类、结构和型号

单相电动机在国内通常制成轴中心高度不大于90mm、功率在750W以下，属于小功率电动机类。其功率等级分为0.4, 0.6, 1.0, 1.6, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 40, 60, 90, 120, 180, 250, 370, 550, 750, 1100W等20个等级。这类电动机的特点

是应用量大、面广和专用性强，广泛用于工、矿、农、林、牧及交通等行业，作为小型机床、小型机具、电动工具、医疗器械以及家用电器等动力源。

(一) 单相电动机的种类、结构概述

单相电动机按工作原理、起动方式及结构型式分类如下：



单相电动机具有结构简单、制造容易、使用可靠、维护方便等优点，特别是能直接用于单相交流电源，所以在家用电器及轻便电动工具中广泛应用。下面扼要介绍几种常用的单相电动机。

1. 分相电动机

分相电动机一般又称为分相起动电动机。它分电阻分相起动和电容分相起动两种。起动时在副绕组中串入移相电容器的称为电容分相电动机；若起动时外接电阻，或接入特殊设计的高阻副绕组的，称为电阻分相电动机。分相起动电动机只在起动过程中接入副绕组，运行时即断开副绕组电源，由主绕组独立工作。

分相电动机的电路原理如图1-1所示。它主要由定、转子及起动开关组成。转子是笼型绕组；定子铁

心槽内嵌有两套机械角度相差90°的主、副绕组；起动开关若采用离心开关，则装在电动机内部转轴上，也有采用起动继电器的，其作用都一样，即起动时当转速上升到额定转速的75%~80%时，断开副绕组电源使电动机进入正常运行。这种电动机的起动转矩较高，电阻起动一般为1~1.5倍额定转矩；电容起动可高达2.5~3倍额定转矩。

2. 电容电动机

又称电容分相运转异步电动机。其结构与分相电动机相同，唯副绕组串联的电容器起动后不脱离电源，因此嵌装在定子槽内的主、副绕组同时投入

⊖ 本手册中异步电动机专指感应电动机，而不包括其他类型的异步电动机。

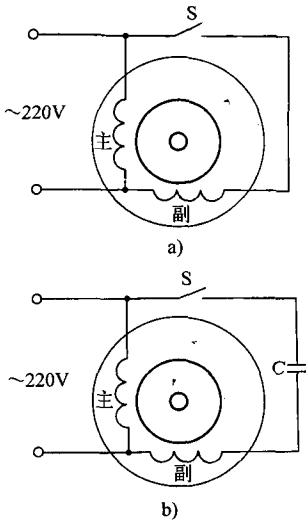


图 1-1 分相电动机电路

a) 电阻分相起动 b) 电容分相起动

运行，其实质上构成两相电动机。

电容电动机的功率因数、效率与过载能力均比其他单相电动机高，但起动转矩较小，一般只有 35%~60% 额定转矩。由于它的运行性能优越，在家用电器中应用最普遍。其电气接线原理如图 1-2 所示。

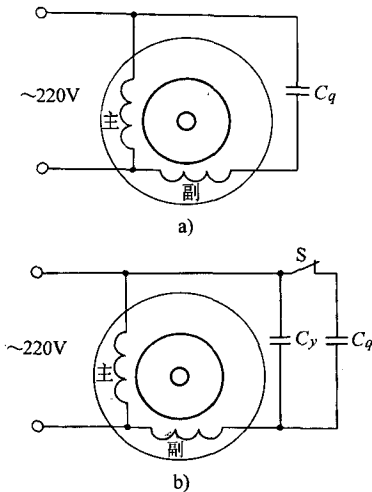


图 1-2 电容运转电动机电路

a) 电容分相运转 b) 双电容电动机

3. 罩极电动机

它是单相电动机中结构最简单的一种。转子是笼型的，定子一般为凸极，每个磁极的励磁绕组（主绕组）集中绕在凸极周围，称为集中绕组，如图 1-3 所示；副绕组是一只电阻值很小的闭合短路铜环。一般凸极极面的 1/3~1/2 处开有一凹

槽，供嵌入短路铜环把部分磁极罩住，故称罩极电动机。

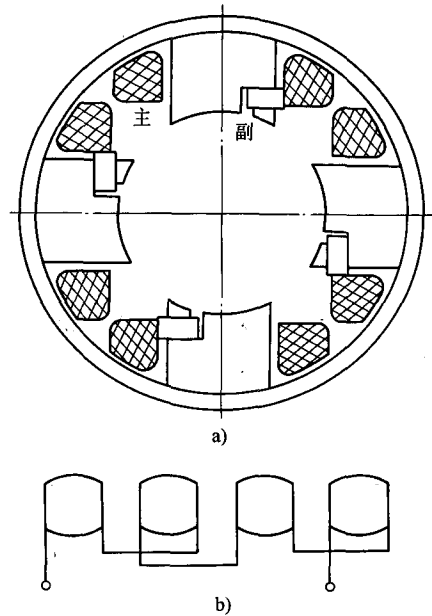


图 1-3 罩极电动机

a) 罩极及绕组结构 b) 绕组接线

罩极电动机通电时，由于磁极中的被罩部分与未罩部分的磁阻不同，从而形成磁场相位差，使之达到移相起动的目的。在较大功率罩极电动机的定子上则采用有槽隐极式分布绕组，其结构与电阻分相电动机相似，但副绕组匝数很少，只有 1 到几匝，并构成短路闭合。

罩极电动机结构简单，成本低廉且结构坚固，在有些电风扇、电唱机及仪表上多采用。但其效率极低，目前除家用小型电风扇、鼓风机及一些微型电动机尚应用外，均被电容电动机所代替。

4. 反应式同步电动机

定子是罩极式，转子用软磁材料制成。当定子绕组接通交流电时即产生工频脉动旋转磁场，转子被磁化而分别产生感应极性，定子磁场将转子异性磁极吸引，同时由于罩极的作用，使定子极面的磁通中心线从未罩部分移向被罩部分，转子也就随定子铁心中产生的脉动旋转磁场以同步转速旋转。这种电动机的特点是制造成本低，维护简易，一般只适合制成微功率控制系统用电机，或家用电器应用于一般电唱机等作动力源。

5. 单相串励电动机

它的基本结构同直流电动机，可制成交、直流两用，故又称通用电动机。定子和转子铁心均由冲片叠

成, 定子是凸极式集中绕组, 称励磁线圈; 转子是电枢, 由铁心、轴、换向器及转子绕组构成。交、直流两用电动机则多一只附加励磁绕组, 其接线原理如图 1-4 所示。

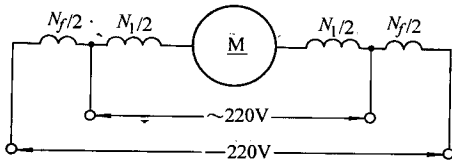


图 1-4 交直流两用串励电动机接线

串励电动机的特点是转速高, 起动转矩及功率因数均较高, 与相同功率其他单相电动机相比, 它的体积最小, 重量也最轻, 对电源电压波动的适应范围较大。但它的结构较复杂, 使用中又要经常维护; 运转噪声较大, 并对无线电有干扰, 且不允许在额定电压下空载运转。串励电动机普遍用作电动工具和小型机床、吸尘器等动力源。

单相电动器具的品种繁多, 所采用的电动机型式也各异, 表 1-1 是家用电器及电动工具设备所常用的单相电动机的结构特征、性能特点和应用范围简介。

表 1-1 常用单相电动机的结构特征、性能特点和应用范围

电动机型式	电阻分相起动式	电容分相起动式	电容运转式	罩极式	反应式同步电动机	串励电动机
基本系列型号	YU (BO、BO2、JZ)	YC (CO、CO2、JY、JDY)	YY (DO、DO2、JX)	YJ	TU、(TX)	HL、(SU)、G
功率范围/W	18 ~ 600	120 ~ 750	5 ~ 600	0.5 ~ 120		8 ~ 750
转子结构	鼠笼型	鼠笼型	鼠笼型	鼠笼型	凸极软磁铁心	叠片电枢
起动装置	起动开关	起动开关	不需要	不需要	不需要	不需要
调速性能	一般不能调速	一般不能调速	可采用抽头式改变主、副绕组阻抗或串联外接电抗器调速	一般不能调速, 但可制成特殊型式的多速电动机	不能调速, 但能获得恒定的同步转速	带负载降压调速
结构特征	定子是分布绕组, 主、副绕组轴线在空间相差 90° 电角。一般是主绕组匝数多、导线较粗, 副绕组匝数少, 但导线细以增加电阻。副绕组经起动开关与主绕组并联于电源, 当转速达到 75% ~ 80% 同步转速时, 起动开关断开副绕组电源, 由主绕组单独工作	定子绕组分布与电阻分相电动机相同, 但副绕组导线较粗, 副绕组与起动电容器串联通过起动开关接入电源起动。起动情况与电阻分相式同	定子嵌有主、副绕组, 轴线在空间相差 90° 电角, 一般是副绕组匝数稍多, 导线较细 (也有采用主、副绕组相同导线与匝数的), 工作电容器串联于副绕组与主绕组并接于电源起动、运行	一般采用凸极定子, 主绕组是集中绕组, 极靴上嵌有罩极绕组 (短路环); 另一种是隐极式定子, 主副绕组均采用分布绕组, 但起动绕组匝数较少; 导线粗, 且自行闭合。它们的轴线在空间一般相差 45° 电角左右	定子有四种结构型式, 但与单相异步电机相似; 转子开有反应槽, 可分为外反应式、内反应式及内外反应式三种结构型式。设有供起动的笼形绕组	定子为凸极式集中绕组; 转子是电枢并采用单叠绕组。电枢由换向器经电刷与定子励磁绕组串联后接入电源

(续)

电动机型式	电阻分相起动式	电容分相起动式	电容运转式	罩极式	反应式同步电动机	串励电动机
性能特点	制动转矩一般为 $T_k = 1.1 \sim 1.7$; 制动电流大, $I_k = 7 \sim 11$ 。能用改变接法获得反转	制动转矩大, $T_k = 2.5 \sim 3.0$, 制动电流中等, $I_k = 4.8 \sim 6.4$, 可用改接反转	制动转矩小, $T_k = 0.35 \sim 1.0$, 但振动小、噪声低、运行性能优良, 并可逆转和调速, 但不宜空载或轻载运行	制动转矩小, 一般 $T_k < 0.5$, 力能指标差, 一般只能单向旋转	制动转矩大, $T_k = 2 \sim 3.5$, 转速恒定且噪声小, 过载能力强, 运行可靠, 但功率小	制动转矩特大, 可达 $T_k = 1.5 \sim 6.0$, 而且转速可高到 $n = 4000 \sim 12000 \text{r/min}$, 机械特性软, 调速范围广, 过载能力大, 但结构复杂, 维护困难, 成本高
应用范围	适用于中等起动转矩、过载能力且不经常起动、负载可变而要求速度基本不变的场合。如小型车床、鼓风机、医疗器械、工业缝纫机、排风扇等	适用于较大起动转矩的设备, 如空气压缩机、电冰箱、磨粉机以及各种泵类设备的满载起动	适用于负荷率高、噪声低的场合, 如风扇、吊扇、录音机、电影放映机、记录仪表、电吹风等各种恒载起动的机械	适用于对制动转矩要求不高的场合, 如小型风扇、电吹风、电唱机、电动模型、小鼓风机以及各种小功率电动设备	适用于小功率恒转速的场合, 如录音、摄影及通讯装置、热工仪表上; 也可作电钟、电唱机电机	适用于单相交流或直流电源上使用, 常用于医疗器械、日用电器、小型机床及电动工具等高速、重量轻及变负载特性的场合

(二) 单相电动机的型号

1. 一般用途单相电动机的型号

一般用途(通用型)单相异步电动机有 B02、C02、D02 三个基本系列。该产品采用 IEC 等国际标准, 其功率等级与机座号对应关系与国际通用, 见表 1-2。电动机外壳防护等级为 IP44, 采用 E 级绝缘,

绕组具有良好的机械强度和绝缘性能, 接线盒在电机顶部, 便于接线和维修。该系列电动机是 20 世纪 80 年代我国自行设计定型生产的节能机电产品新系列, 它取代了 JX、JY、JZ 及 B0、C0、D0 老系列的单相电动机。随着生产发展的需要, 目前又研制新颖的 YC 系列单相电容起动异步电动机。YC 系列单相电动机与 Y 系列功率等级对应关系见表 1-3。

表 1-2 单相异步电动机功率与机座号对应关系

机座号	铁心长度代号	B02 系列		C02 系列		D02 系列		机座号	铁心长度代号	B02 系列		C02 系列		D02 系列	
		同步转速/(r/min)								同步转速/(r/min)					
		3000	1500	3000	1500	3000	1500			3000	1500	3000	1500	3000	1500
额定功率/W															
45	1	—		—		10	6	71	1	180	120	180	120	250	180
	2					16	10		2	250	180	250	180	250	180
50	1	—		—		25	16	80	1	370	250	370	250	—	
	2					40	25		2	370	550	370			
56	1	—		—		60	40	90	S	—		750	550	—	
	2					90	60		L	—		750			
63	1	90	60	—		120	90	90	—		—		750		
	2	120	90			180	120								