

第2版

电动机修理手册

赵家礼 主编

机械工业出版社

(京)新登字054号



本手册对各种异步电动机、直流电动机、同步电动机以及特殊用途电动机（包括牵引电动机、直线电动机、力矩电动机、潜水电动机、变速电动机、傍磁电动机、防爆电动机、滑差电动机等）的工作原理、故障分析和查找方法、修理工艺、修理计算以及试验方法和标准作了详细叙述，同时还介绍了许多

国内、外先进修理实例。为了便于读者查阅，书中附有多种电动机的电磁技术数据和有关技术资料。本书从节能改造挖潜的观点出发，叙述翔实，内容丰富多采，实用性强，适合于从事电动机修理的工人和工程技术人员阅读，也可供大专院校师生参考。

电动机修理手册

第 2 版

主编 赵家礼

*

责任编辑：李振标 版式设计：胡金瑛

封面设计：姚 毅 责任校对：熊天荣

责任印制：路 琳

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 69¹/₄·插页 2·字数 2168 千字

1988年2月沧州第1版

1992年11月北京第2版·1992年11月北京第4次印刷

印数 50,926—63,925·定价：42.00元

*

ISBN 7-111-03306-X/TM·417

再 版 前 言

本“手册”自1988年2月出版以来，先后重印5次之多，深受广大读者欢迎。同时，广大热心读者也纷纷来信和来访，对本“手册”提出了许多宝贵意见和要求。鉴于当前各工矿企业对电动机修理技术工具书的迫切要求，这次再版对全书进行了全面修订，使本手册内容丰富多采，更好地满足广大读者的需要。

在修订时，做了大量调查研究，广泛收集国内、外电动机修理的先进技术资料，使修订后的“手册”具有先进性、实用性，同时力求文字精练，通俗易懂。为了精简篇幅，在编写时采取下列归纳办法：

1) 各种电动机的铁心修理、转轴修理以及轴承修理等，除特殊结构外，均在第三、四章内叙述。

2) 电动机的振动、消除噪声、安装找中心、动平衡工艺、转子绑扎工艺以及电刷选择等，均放在第五章内叙述。

3) 凡各章内具有共性的故障查找方法归并到第七章内叙述，特殊部分仍在各章内分别叙述。

在这次修订中，除删除一些过时的工艺、标准、试验方法和纠正一些错误之外，增加了以下内容：

- 1) Y系列电动机修理工艺、标准、试验方法和电机技术数据；
- 2) 各种绕组的焊接新技术；
- 3) 引进的新绝缘技术，包括新绝缘材料、绝缘结构、绝缘处理工艺等；
- 4) 噪声与振动的现场测试技术和最新的扭矩监测技术；
- 5) 特殊用途电动机修理，如力矩电动机修理、潜水电动机修理、直线电动机修理等；
- 6) 单相电动机修理和小功率（分马力）电动机修理等。

全“手册”内容翔实，堪称修理大全。

修订后的“手册”，共分七章。

第一章 单相电动机修理，由朱建德和潘品英编写。

第二章 小功率三相异步电动机修理，由朱建德、沈宝堂、范全乐等编写。

第三章 三相低压交流电动机修理，由赵家礼编写。

第四章 三相高压交流电动机修理，由赵家礼编写。

第五章 直流电动机修理，由沈标正编写。

第六章 特殊用途电动机修理，其中第一节由樊世昂、居志尧编写；第七、八节由李圣年编写；第九节由蔡廷锡编写；第十节由胡康银编写；其余各节由赵家礼编写。

第七章 电动机修理试验，由彭发元编写。

全书由赵家礼统稿和主编。第一、二章由朱建德主审。

本手册在修订过程中，承蒙清华大学陈丕璋、上海电器科学研究所谢祖德、跃进电机厂孙永林、安徽机电学院金衍庆等的帮助，对本“手册”提出许多宝贵意见，谨此，表示衷心感谢。另外，在这次修订工作中，还得到各修理单位的工程技术人员的帮助，提出许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，对书中错误和缺点，殷切希望广大读者提出批评和指正。

编者

目 录

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1
- 二、单相电动机的绕组型式、接线及技术数据.....10
- 三、家用电器电动机的性能、结构特点与技术数据.....17
- 四、单相电动工具电动机的结构特点与技术数据.....31
- 五、其他机电设备专用单相电动机的结构特点与技术数据.....35

第二节 交流分相电动机修理

- 一、分相电动机的故障及其原因.....40
- 二、机械故障的检修方法.....40
- 三、电气故障检修方法.....43
- 四、绕组故障检修方法.....48
- 五、电动机重绕计算.....50
- 六、改压、改极及导线代换计算.....58

第三节 罩极电动机修理

- 一、罩极电动机的结构与性能.....63
- 二、罩极电动机结构损坏的故障修理.....64
- 三、罩极电动机的运行故障及原因.....64
- 四、罩极电动机的拆装和修理.....65
- 五、提高性能的重绕计算.....65
- 六、罩极电动机重绕性能的调整.....68

第四节 交、直流两用串励电动机修理

- 一、交、直流两用串励电动机的结构与特点.....69
- 二、交直流两用串励电动机的故障修理.....71
- 三、励磁绕组故障及修理.....75
- 四、电枢绕组故障及修理.....75
- 五、绕组的重绕工艺.....77

- 六、串励电动机绕组的绝缘处理.....82
- 七、重绕计算.....83

第五节 家用电器单相电动机的故障检修

- 一、台扇电动机的故障检修.....87
- 二、吊扇电动机的故障检修.....98
- 三、其它电扇电动机的故障检修101
- 四、电冰箱和空调器电动机的故障检修101
- 五、家用洗衣机电动机的故障检修107
- 六、电吹风电动机的故障检修110
- 七、吸尘器电动机的故障检修111
- 八、电唱机电动机的故障检修113
- 九、电动缝纫机电动机的故障检修114

第六节 单相电动工具电动机的故障检修

- 一、电动工具电动机的检修特点115
- 二、单相电钻电动机的故障检修117
- 三、单相磁座钻电动机的故障检修119
- 四、单相剪切电动工具电动机的故障检修 ...120
- 五、单相砂磨类电动工具电动机的故障检修121
- 六、单相装配类电动工具电动机的故障检修121
- 七、单相木工电动工具电动机的故障检修 ...122
- 八、单相农牧类电动工具电动机的故障检修123
- 九、单相建筑类电动工具电动机的故障检修123
- 十、单相医疗用电动工具电动机的故障检修125

第七节 提高单相电动机修理质量

- 一、确保重绕电动机性能的措施125
- 二、降低单相电动机能耗的措施127

三、改进修理工艺和装备128

附 录

- 附表1-1 JX 系列单相电容运转异步电动机性能及铁心、绕组数据表130
- 附表1-2 JY 系列单相电容起动异步电动机性能及铁心、绕组数据表131
- 附表1-3 JZ 系列单相电阻起动异步电动机性能及铁心、绕组数据表132
- 附表1-4 BO 系列单相电阻起动异步电动机性能及铁心、绕组数据表133
- 附表1-5 CO 系列单相电容起动异步电动机性能及铁心、绕组数据表134
- 附表1-6 DO 系列单相电容运转异步电动机性能及铁心、绕组数据表135
- 附表1-7 BO2 系列单相电阻起动异步电动机性能及铁心、绕组数据表136
- 附表1-8 CO2 系列单相电容起动异步电动机性能及铁心、绕组数据表137
- 附表1-9 DO2 系列单相电容运转异步电动机性能及铁心、绕组数据表138
- 附表1-10 YC 系列单相电容起动异步电动机技术数据表139
- 附表1-11 U 型单相串励电动机铁心、绕组数据表140
- 附表1-12 G 型单相串励电动机铁心、绕组数据表142
- 附表1-13 SU 型交、直流两用串励电动机铁心、绕组数据表142
- 附表1-14 单相罩极式台扇、吊扇电动机铁心、绕组数据表143
- 附表1-15 G 系列单相串励电动机铁心、绕组数据表144
- 附表1-16 单相电容式台扇电动机铁心、绕组数据表146
- 附表1-17 单相电容式吊扇电动机铁心、绕组数据表147
- 附表1-18 单相电容式落地扇、座地扇、壁扇电动机铁心、绕组数据表148
- 附表1-19 单相电容式顶扇、排气扇电动机铁心、绕组数据表148
- 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表148
- 附表1-21 电风扇调速电抗器铁心、绕组数据表149
- 附表1-22 国产及进口电冰箱压缩机组电动机型号、性能参数表151
- 附表1-23 国产及部分进口电冰箱压缩机组电动机铁心、绕组数据表152
- 附表1-24 部分进口小型空调器用单相电动机铁心、绕组数据表153
- 附表1-25 洗衣机用单相电容运转电动机铁心、绕组数据表154
- 附表1-26 电吹风电热元件及电动机铁心、绕组数据表156
- 附表1-27 部分单相吸尘器性能及串励电动机铁心、绕组数据表157
- 附表1-28 交流电唱机用单相罩极电动机绕组参数表157
- 附表1-29 家用电动缝纫机用单相串励电动机铁心、绕组数据表157
- 附表1-30 单相串励电钻电动机铁心、绕组数据表158
- 附表1-31 单相电动剪刀与电冲剪的型号、性能及电动机绕组数据表158
- 附表1-32 单相电动型材切割机的型号、性能及电动机铁心、绕组数据表159
- 附表1-33 单相电动曲线锯的型号、性能及电动机铁心、绕组数据表159
- 附表1-34 单相电动攻螺纹机与套丝机的性能及电动机铁心、绕组数据表159
- 附表1-35 单相电动砂轮机电动机铁心、绕组数据表160
- 附表1-36 单相电动扳手电动机铁心、绕组数据表160
- 附表1-37 单相电动拉铆机型号、性能及电动机铁心、绕组数据表160
- 附表1-38 单相木工电圆锯性能及电动机铁心、绕组数据表160
- 附表1-39 单相木工电刨的性能及电动机铁心、绕组数据表161
- 附表1-40 单相冲击电钻的型号、性能及电动机铁心、绕组数据表161
- 附表1-41 单相电锤的型号、性能及

电动机铁心、绕组数据表	161
附表1-42 单相电动湿式磨光机的型号、性能及电动机铁心、绕组数据表	162
附表1-43 单相插入式混凝土电动振动器的型号、性能及电动机铁心、绕组数据表	162

附表1-44 单相石膏电锯的技术性能及电动机铁心、绕组数据表	162
附表1-45 QD型单相潜水泵电容分相电动机性能及铁心、绕组数据表	162

参 考 文 献

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

一、小功率三相异步电动机的用途、分类及型号	165
二、小功率三相异步电动机的选择原则	166
三、技术数据	174
四、绕组型式	174
五、小功率三相异步电动机的接线标志	177

第二节 小功率三相异步电动机的维护及常见故障检修

一、小功率三相异步电动机的维护	178
二、小功率三相异步电动机常见故障	179
三、小功率三相异步电动机的故障分析	180
四、小功率三相异步电动机定子绕组故障检修	182
五、小功率三相异步电动机定转子故障检修	186
六、小功率三相异步电动机机械部件故障检修	186
七、小功率三相异步电动机振动和噪声故障	193

第三节 绕组的改制和重绕

一、小功率三相异步电动机改接成单相电动机	198
二、小功率三相异步电动机改变电源电压及频率	199
三、小功率三相异步电动机的节能挖潜	201
四、小功率三相异步电动机的重绕计算	201
五、定子绕组重绕工艺	211

附 录

附表2-1 JW系列小功率三相异步电动机铁心和绕组数据表 (一)	226
附表2-2 JW系列小功率三相异步电动机铁心和绕组数据表 (二)	226
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表	227
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表	228
附表2-5 AO2系列小功率三相异步电动机铁心和绕组数据表	229
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)数据表	229
附表2-7 JD02、JD03系列变极多速小功率三相异步电动机铁心和绕组数据表	230
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、绕组数据表	231
附表2-9 电泵用小功率三相异步电动机铁心和绕组数据表	232
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表	232
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表	233
附表2-12 J3Z系列小功率三相交流电钻绕组数据表	234
附表2-13 部分小功率三相砂轮机电动机铁心和绕组数据表	234
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表	234
附表2-15 部分排气扇小功率三相异步电	

电动机铁心和绕组数据表 (一) ...234	率三相异步电动机性能数据表 ...239
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表 (二) ...235	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表240
附表2-17 YH、JHO2高转差率小功率三相异步电动机性能、铁心数据表235	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表241
附表2-18 JG2型辊道用小功率三相异步电动机性能、铁心和绕组数据表235	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表241
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表235	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) 比较表241
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表236	附表2-29 国内外小功率三相异步电动机容量 (kW)、机座比较表242
附表2-21 法国Leroy Somer公司小功率三相异步电动机性能数据表237	附表2-30 国内外小功率三相异步电动机噪声 (dB) 比较表242
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表 (一)238	附表2-31 国内外小功率三相异步电动机重量 (kg) 比较表242
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表 (二)238	附表2-32 各种绕线模的简化计算表243
附表2-24 英国GEC公司Alpak系列小功	

参 考 文 献

第三章 三相低压交流电动机修理

第一节 交流电动机基本知识

一、电动机分类、型号及用途245
二、电动机结构、铭牌数据、额定值及出线端标志254
三、绕组257

第二节 常见故障及检修

一、常见故障形式和处理方法267
二、电动机的拆卸与装配271
三、低压电机绕组故障修理277
四、笼型转子绕组故障及检修279
五、铁心故障及修理282
六、转轴故障及修理286
七、滚动轴承故障及检修292
八、集电环故障及修理317

第三节 三相异步电动机改装挖潜计算

一、提高电机效率措施323

二、圆导线的代用326
三、更换电机及改接绕组解决负载率过低的措施333
四、改压重绕计算337
五、改极计算340
六、改频、改压、改极重绕计算349
七、改制高效率电动机的重绕计算特点351

第四节 低压电动机绝缘结构

一、合理选择绝缘材料和绝缘结构353
二、匝间绝缘354
三、槽绝缘357
四、引接线362
五、层间绝缘和相间绝缘362
六、半开口槽分片嵌绕组的绝缘结构362

第五节 定子绕组重绕工艺

一、填写原始记录卡363
二、拆除旧绕组方法363

目 录

三、清理铁心	364
四、绕制线圈	364
五、嵌线工艺	365
六、焊接工艺	372
七、电机绝缘浸渍烘干处理	377

附 录

附表3-1 小型电机中使用的公差配合及 表面粗糙度	380
附表3-2 中型电机中使用的公差配合及 表面粗糙度	381
附表3-3 大型电机中使用的公差配合及 表面粗糙度	382
附表3-4 Y系列电动机主要零部件的公 差配合及形位公差	383
附表3-5 Y系列电动机中心高及A/2 公差	385
附表3-6 Y系列电动机平面度及平行度 公差	385
附表3-7 Y系列电动机轴承室公差	385
附表3-8 Y系列电动机定子铁心内圆径 向圆跳动公差	386
附表3-9 Y系列电动机定子铁心和定子 冲片外径公差	386
附表3-10 Y系列电动机定子铁心内径 公差	386
附表3-11 Y系列电动机铸铝心轴磨损 极限	386
附表3-12 Y系列电动机轴伸直径、长	

度、键槽公差	386
附表3-13 Y系列电动机轴的铁心挡 公差	386
附表3-14 中小型电动机灰铸铁的力学 性能	387
附表3-15 中小型电动机铸铝合金的力学 性能	387
附表3-16 中小型电动机铸件加工余量	387
附表3-17 Y系列电动机风扇许用不 平衡量	387
附表3-18 各种电动机常用浸漆工艺表	388
附表3-19 各种线规对照表	394
附表3-20 J2、JO2系列三相异步电动 机技术数据汇总表	398
附表3-21 JO2L三相异步电动机技术数 据汇总表	404
附表3-22 Y系列(IP44)小型三相异步 电动机技术数据(380V, 50Hz)	409
附表3-23 Y80~160(IP44)三相异步 电动机绕组模尺寸	414
附表3-24 Y180~315(IP44)三相异步 电动机绕组模尺寸	415
附表3-25 Y系列(IP23)小型三相异步 电动机技术数据(380V, 50 Hz)	417
附表3-26 YX系列高效率三相异步电动 机技术数据(380V, 50Hz)	419

第四章 三相高压交流电动机修理

第一节 常见故障及检修

一、高压电动机现场拆装	423
二、高压电动机绕组故障及检修	428
三、高压电动机笼型转子绕组修理	436
四、凸极同步电动机转子的修理	442
五、滑动轴承故障及检修	449
六、高压电动机转轴的修理	458
七、高压电动机铁心故障检修特点	465
八、同步电动机转子辐板断裂的修理	468

第二节 绕组绝缘结构

一、高压电动机绕组绝缘	470
二、复合绝缘结构的绝缘规范及绝缘尺寸 计算	472
三、全粉绝缘结构的绝缘规范及绝缘尺寸 计算	483

第三节 绕组改装计算

一、改接改压方法	494
----------------	-----

二、改压重绕计算	498
三、改极变速节能	499
四、采用磁性槽楔改极增容重绕计算	502

第四节 绕组重绕工艺

一、高压电动机定子绕组重绕工艺	506
二、同步电动机定子线圈重绕修理实例	515
三、转子绕组重绕工艺	522
四、同步电动机磁极线圈重绕工艺	528

附 录

附表4-1 JS系列电动机技术数据汇总表	533
附表4-2 JS2系列三相异步电动机技术 数据表 (380V, 50Hz)	534
附表4-3 JR系列三相异步电动机技术 数据汇总表	536
附表4-4 JR2系列三相异步电动机技术 数据表 (380V, 50Hz)	539
附表4-5 JK系列高速三相异步电动机 技术数据表	541
附表4-6 JK1系列三相异步电动机技术 数据表	542
附表4-7 JZR、JZ、JZRB、JZB系列三相 异步电动机技术数据汇总表	543

附表4-8 JZR2系列三相异步电动机 技术数据汇总表	546
附表4-9 Y系列中型高压三相异步电动 机技术数据表 (6kV, 50Hz, 大直径)	548
附表4-10 Y系列中型高压三相异步电动 机技术数据表 (6kV, 50Hz, 小直径)	551
附表4-11 YR系列中型高压绕线转子三 相异步电动机技术数据表 (6kV, 50Hz, 大直径)	554
附表4-12 YR系列 (IP44) 绕线转子三 相异步电动机技术数据表 (380 V, 50Hz)	556
附表4-13 YR系列 (IP23) 绕线转子三 相异步电动机技术数据表 (380 V, 50Hz)	560
附表4-14 YZR系列冶金及起重用三相异 步电动机铁心及绕组数据表 (380V, 50Hz)	563
附表4-15 YR系列绕线转子三相异步电 动机集电环、电刷尺寸表	565

参 考 文 献

第五章 直流电动机修理

第一节 直流电动机原理、结构和分类

一、工作原理和分类	567
二、直流电动机结构	568
三、直流电动机励磁方式	571
四、铭牌数据、额定值及出线标志	572

第二节 换向故障的处理

一、换向火花产生原因和等级	573
二、换向恶化原因的检查与处理	575
三、环火事故与处理方法	581
四、产生换向故障的原因和解决方法	583

第三节 换向器修理

一、换向器的结构与技术要求	589
二、换向器故障检查	592
三、换向器片间短路和接地故障的处理	593

四、换向器的动态成形	596
五、升高片断裂的处理	598
六、换向器的表面处理	600

第四节 直流电动机绝缘结构与绝缘处理

一、对绝缘结构的要求	604
二、常用绝缘材料和电磁线	606
三、电枢绝缘结构	608
四、定子绝缘结构	614
五、绝缘处理工艺	618
六、真空加压整体浸漆 (V. P. I) 工艺	621
七、静电粉末涂敷 (E. P. C) 工艺	622

第五节 定子绕组修理

一、定子绕组故障检查	624
二、主极绕组修理	626

目 录

三、换向极绕组修理	629
四、补偿绕组的修理	630
五、磁极极身绝缘处理	633

第六节 电枢绕组修理

一、电枢绕组修理前的准备	634
二、电枢绕组的局部修理	635
三、电枢绕组重绕工艺	636
四、电枢绕组的焊接	638
五、电枢绕组端部绑扎	641

第七节 重绕和调整计算

一、绕组的重绕计算原则	642
二、励磁绕组重绕计算	642
三、电枢绕组重绕计算	643
四、换向极绕组重绕计算	644
五、降低损耗和节能措施	644
六、提高出力的运行方式	645
七、换向调整计算	645

第八节 装 配 与 调 整

一、电动机转子校平衡	647
二、直流电动机装配工艺	651
三、端盖式直流电动机装配	653
四、滑动轴承整圆机座直流电动机的	

装配	653
五、分半机座直流电动机的装配	654
六、电动机与负载机械轴心线的调整	655
七、电动机干燥	657

第九节 直流电动机运行维护

一、电刷合理选用	661
二、晶闸管电动机的运行维护	668
三、噪声与振动的控制	674
四、运行维护	683

附 录

附表5-1 Z2系列直流电动机的技术数据	686
附表5-2 Z3系列直流电动机技术数据	726
附表5-3 ZZJ2系列起重冶金用直流电动机技术数据 (220V)	745
附表5-4 ZZJ2系列起重冶金用直流电动机技术数据 (440V)	750
附表5-5 ZD2型有补偿直流变速电动机技术数据 (B级、他励、连续定额)	754
附表5-6 WK-4型挖掘机用直流电机技术数据	766

第六章 特殊电动机修理

第一节 牵引电动机修理知识

一、牵引电动机的工作特点和安全运行的条件	767
二、整机故障检查及修理	778
三、定子的故障检查及修理	783
四、电枢的故障检查及修理	788
五、换向器的故障及修理	800
六、刷握装置的故障及防止	806

第二节 交流换向器电动机修理

一、交流换向器电动机结构及工作原理	810
二、交流换向器电动机故障及其检查	812
三、交流换向器电动机运行维护及修理	817
四、改变调速范围的计算	819

第三节 电磁调速异步电动机修理

一、结构及工作原理	820
二、型号意义及特性	821
三、线圈修理工艺	822
四、配制铸钢件工艺	823
五、电磁调速电动机常见故障	823
六、电动机装配工艺	823

第四节 旁磁制动三相异步电动机修理

一、结构及工作原理	824
二、旁磁制动电动机使用维护特点	826
三、旁磁制动电动机修理	827
四、制动器计算	828

第五节 防爆电动机修理

- 一、概述829
- 二、电动机故障及运行维护831
- 三、电动机检修内容及拆装工艺要求832
- 四、防爆面修复工艺835

第六节 电动机改单绕组多速电动机的简易计算

- 一、改极计算837
- 二、单绕组多速电动机常用绕组方案840

第七节 井用潜水电机的修理

- 一、井用潜水电机的分类及结构特点864
- 二、型号及主要规格872
- 三、井用潜水电机与潜水泵的合理配套873
- 四、井用潜水电机的常见故障与维修方法875
- 五、井用潜水电机主要零部件的修理878
- 六、井用潜水电机的装配与检验888
- 七、井用潜水电机主要系列的有关数据892
- 八、井用潜水电机修理常用材料901

第八节 潜水电泵修理

- 一、潜水电泵分类904
- 二、型号及主要系列905
- 三、潜水电泵的典型结构912
- 四、潜水电泵的使用、维护与常见故障及处理922
- 五、常用潜水电泵的修理925
- 六、常用潜水电泵的拆卸与装配要点928
- 七、潜水电泵的检验930
- 八、常用潜水电泵的主要技术数据932

第九节 直线异步电动机的修理

- 一、结构特点及工作原理934

- 二、型号意义分类及应用的范围939
- 三、使用维护及修理939
- 四、绕组的修理计算945
- 五、直线电机的试验方法955

第十节 交流力矩电动机维修

- 一、结构及工作原理955
- 二、型号、分类及应用范围956
- 三、使用维护及修理958
- 四、三相实心钢转子力矩电动机计算举例960
- 五、有关实心钢转子参数计算的基本概念971

附 录

- 附表6-1 国产牵引电动机主要数据表974
- 附表6-2 辅助牵引电动机技术数据表980
- 附表6-3 牵引电动机主要尺寸的公差配合982
- 附表6-4 牵引电动机工序间介电强度试验电压值(V)983
- 附表6-5 国产多速电动机技术数据表(4/2极方案)(电源电压380V)984
- 附表6-6 YD系列变极多速三相异步电动机技术数据(380V, 50Hz)998
- 附表6-7 JZO2系列杠杆式制动三相异步电动机技术数据(380V, 50Hz)1008
- 附表6-8 按 C/τ 值查出 K_p 值表1009
- 附表6-9 按 C/τ 值查出 K_q 值表1011
- 附表6-10 电动机极数与 D_a 关系表1013
- 附表6-11 电动机极数与 D_j 关系表1014
- 附表6-12 电动机极数与 D_{Fa} 关系表1016
- 附表6-13 电动机极数与 D_{Fj} 关系表1018
- 附表6-14 直线电机的技术数据表1019

参 考 文 献

第七章 电动机修理试验

第一节 概 述

第二节 电动机的试验标准和技术条件

第三节 电动机修理的试验项目及要求

- 一、直流电动机的试验项目1027
- 二、异步电动机的试验项目1027
- 三、直流电动机修理试验项目及要求1027

目 录

四、交流电动机修理试验项目及要	1028
-----------------	------

第四节 电动机修理试验中常用的 电工仪表及测量的基础知识

一、测量仪器选择的一般要求	1030
二、仪表的精度和表盘符号说明	1030
三、几种常用仪表及其使用简介	1031
四、电动机修理试验常用电气测量仪器 一览表	1034

第五节 电动机修理的一般试验

一、绝缘电阻的测定	1035
二、绕组直流电阻的测定	1036
三、介质损耗角正切 ($\tan \delta$) 的测量	1037
四、泄漏及直流电压试验	1038
五、匝间绝缘试验 (短时升高电压试验 或匝间冲击耐电压试验)	1038
六、电动机的对地耐压试验	1039
七、空转检查	1041
八、空载试验	1043
九、电动机的堵转试验	1047
十、温升试验	1049
十一、负载试验	1053
十二、效率、功率因数及转差率的 测定	1053
十三、杂散损耗的测定	1057
十四、短时过转矩试验	1059
十五、最大转矩的测定	1059
十六、最小转矩的测定 (仅对笼型 异步电动机)	1060
十七、电动机的超速试验	1061
十八、轴电压及轴电流的测定	1061
十九、交流电动机的铁心铁耗试验	1061
二十、电动机振动的测定	1063
二十一、电动机噪声测定方法	1065

第六节 异步电动机的试验特点

一、绕线转子异步电动机	1071
二、三相换向器变速异步电动机	1071
三、变极多速异步电动机	1072
四、防爆电动机的特性试验	1072
五、起重及冶金用异步电动机	1073
六、电磁调速异步电动机的试验特点	1074

七、铁道用三相异步电动机的试验特点	1076
八、其他派生系列异步电动机的特殊试验	1076
九、单相异步电动机的试验特点	1077
十、交流力矩电动机的试验特点	1079

第七节 直流电动机的试验特点

一、试验电源	1080
二、测量仪器的准确度	1080
三、电压电流的测量	1080
四、电动机输入功率的测量	1081
五、小功率直流电动机输入电流和功率 测量值的修正	1081
六、检查绕组有无断路和短路	1081
七、检查绕组极性及其连接	1083
八、磁极极性的检查	1084
九、中性线的测定	1085
十、无火花换向区域的测定	1085
十一、蛙绕组直流电阻的测定	1086
十二、整流电源供电时, 电机的电压、电 流纹波因数及电流波形因数的测定	1086
十三、电动机纹波损耗的测定	1087
十四、直流电动机转速变化率的测定	1087

第八节 牵引电动机的试验特点

一、试验项目及说明	1088
二、牵引电动机修理后的试验项目和性能 要求	1089
三、试验线路	1089
四、线路发电机额定数据的选择	1090

第九节 绕组故障检查

一、绕组对铁心短路的检查	1090
二、交流电动机绕组短路故障检查	1091
三、交流电动机绕组断路故障检查	1092
四、绕组接错和嵌反检查	1093
五、笼型转子绕组检查	1094
六、交流换向器电动机的校验	1094

第十节 其他电动机试验特点

一、轧机辅助传动直流电动机	1095
二、微型单相交流串励电动机试验特点	1095

参 考 文 献

第一章 单相电动机修理

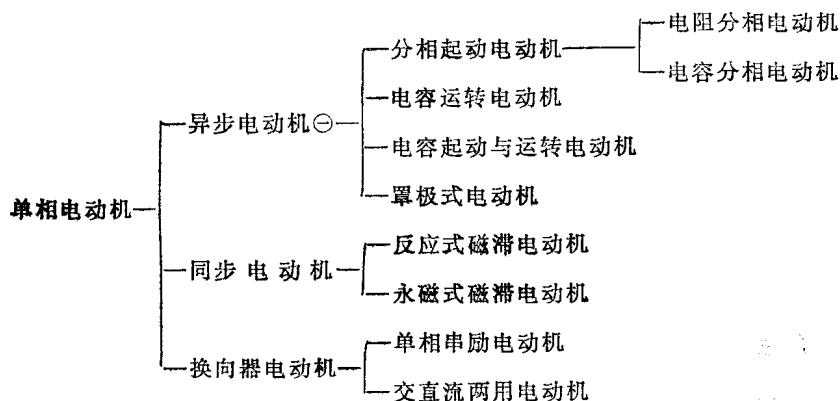
第一节 单相电动机概述

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的动力源。

(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%

⊖ 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。

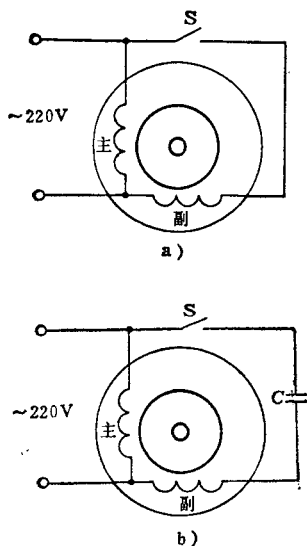


图1-1 分相电动机电路原理图

a) 电阻分相起动 b) 电容分相起动

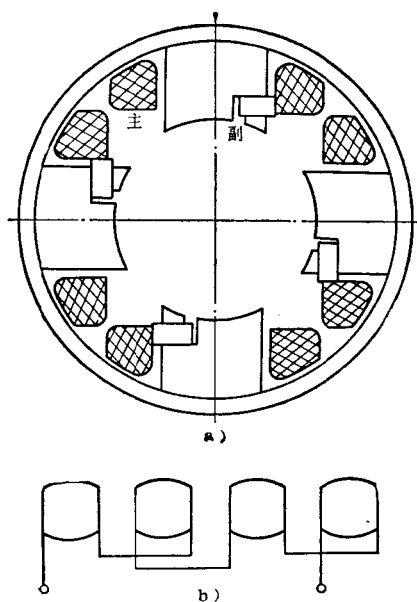


图1-3 罩极电动机

a) 罩极及绕组结构 b) 绕组接线

~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。

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 $1/3 \sim 1/2$ 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。

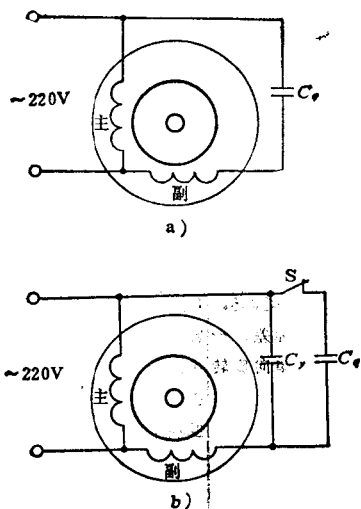


图1-2 电容运转电动机电路原理图

a) 电容分相运转 b) 双电容电动机

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绕上分布绕组，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。

罩极电动机构造简单，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器具尚应用外，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，或家用电器应用于电钟与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。

串励电动机的特点是转速高，起动转矩及功率

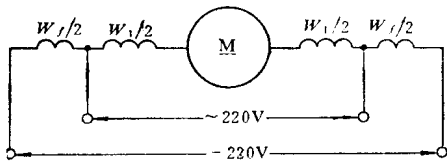


图1-4 交直流两用串励电动机接线原理图

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一览表

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	换向器式电动机
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接于电源，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。起动情况与电阻分相式同	定子设有主、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），工作电容器串接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。设有供起动用的笼形绕组	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
性能特点	制动转矩一般为 $T_K=1.1\sim1.7$ ；制动电流大， $I_K=7\sim11$ 。能用改变接法获得反转	制动转矩大， $T_K=2.5\sim3.0$ ；制动电流中等， $I_K=4.8\sim6.4$ ，可用改接反转	制动转矩小， $T_K=0.35\sim1.0$ ，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， $T_K=2\sim3.5$ ，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 $T_K=1.5\sim6.0$ ，而且转速可高到 $n=4000\sim12000r/min$ ，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

(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	换向器式电动机
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、噪声低的情况，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机	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BO2、CO2、DO2三个基本系列。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BO、CO、DO老系列的单相电动机。随着社会生产发展的需要，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。

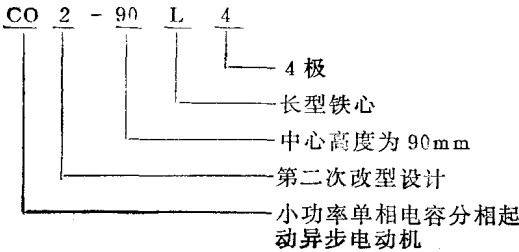
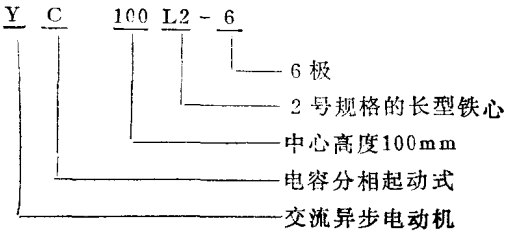
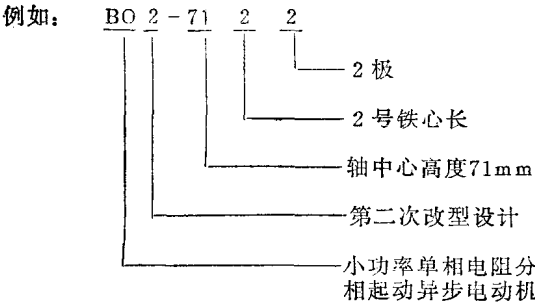
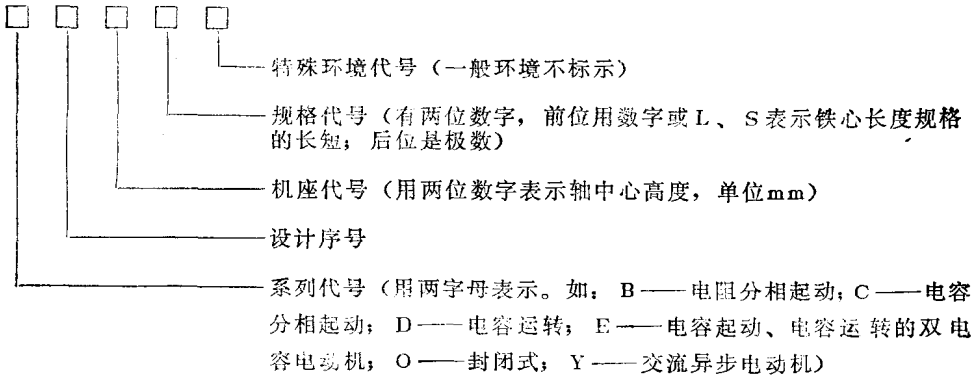
表1-2 单相异步电动机功率与机座号对应关系

机座号	铁心长度代号	BO2系列		CO2系列		DO2系列		机座号	铁心长度代号	BO2系列		CO2系列		DO2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)								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		
50	1					25	16	80	1	370	250	370	250			
	2					40	25									
56	1					60	40		2	370	550	370	250			
	2					90	60									
63	1	90	60	90	S	—	750	550	—							
	2	120	90		L						—	750				

表1-3 YC系列单相电动机与Y系列功率等级对应关系

机座号		铁心代号	同 步 转 速 r/min					
			3000		1500		1000	
			功 率 kW					
			YC系列	Y系列	YC系列	Y系列	YC系列	Y系列
90	S		0.75	1.5	0.55	1.1	0.25	0.75
	L		1.1	2.2	0.75	1.5	0.37	1.1
100	L	1	1.5	3	1.1	2.2	0.55	1.5
		2	2.2		1.5	3	0.75	
112	M		3	4	2.2	4	1.1	2.2
132	S	1	3.7	5.5	3	5.5	1.5	3
		2		7.5				
	M	1	—	—	3.7	7.5	2.2	4
		2						5.5

单相异步电动机的型号由下列项目组成：



2. 单相串励电动机的型号

单相串励电动机是换向器式交、直流两用串励电动机的基本型式。G系列单相串励电动机是70年代设计的较新系列产品，它包括4种转速等级，4个机座号，12个功率等级，共38个规格。其功率等级与机座号对应关系如表1-4。

单相串励电动机的型号组成意义如下：