

电动机 故障诊断与修理

● 赵家礼等 编著



机械工业出版社

电动机故障诊断与修理

赵家礼 徐庆波 谢振德 编著
张庆达 张晓谨



机械工业出版社

(京) 新登字054号

本书主要介绍常用电动机的各种故障产生的原因、现场诊断方法以及修理经验和修理实例。书中着重介绍简易的测试和诊断方法以及实用的修理工艺。为了使读者在电机修理中查阅资料方便,书中还介绍电动机修理的质量标准、试验标准以及常用的电动机技术数据。

全书共五章。第一章小功率电动机故障诊断与修理;第二章三相异步电动机故障诊断与修理;第三章直流电动机故障诊断与修理;第四章特种三相异步电动机故障诊断与修理;第五章电动机检修质量及检查试验。

书中内容实用、技术先进,适合广大从事电动机修理的乡镇企业和缺乏修理电动机专用设备和精密仪器测试手段的修理单位的职工使用。

图书在版编目(CIP)数据

电动机故障诊断与修理/赵家礼等编著.-北京:机械工业出版社,1994

ISBN 7-111-03927-0

I.电…

II.赵…

III.①电动机-故障-诊断 ②维修-电动机

IV.TM320.7

出版人 马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)

责任编辑:李振标

封面设计:郭景云

北京昌平环球科技印刷厂印刷·新华书店北京发行所经售

1993年12月第1版·1993年12月第1次印刷

787mm×1092mm1/16·30¹/₂ 印张·746千字

0 001-9 000册

定价 19.50元

前 言

随着我国国民经济的飞速发展，工矿企业电气化水平和人民生活水平不断地提高，各种电动机得到了日益广泛的应用。电动机的修理量也日益增多，但从事电动机的运行和修理人员，特别是青年修理人员，急需一本介绍有关各种电动机故障诊断和修理的书籍作参考。为满足他们的要求，特编写了此书。

本书介绍了常用电动机故障产生的原因、诊断方法以及修理经验。同时，考虑到从事电动机修理的乡镇企业和个体户缺乏修理电动机的专用设备和精密仪器等测试手段以及特殊的修理材料，本书着重介绍一些简易测试、诊断方法以及简易的修理工艺。为了读者在修理中查阅资料方便，本书还介绍了电动机修理的质量标准、试验标准以及常用电动机的技术数据表。

全书共分五章，第一、四两章由张庆达同志编写。第二章由徐庆波同志编写，其中第三节的三、四和第八节由张晓谨同志编写。第三章由谢振德同志编写，其中第六节由张晓谨同志编写。其余由赵家礼同志编写。第一章由徐庆波同志主审，全书由赵家礼同志负责主编。

由于作者水平有限，书中不妥之处殷切希望读者批评指正。

编者 1993.3

目 录

前 言

第一章 小功率电动机故障诊断与修理	(1)
第一节 概述	(1)
一、分类	(1)
二、性能特点和典型应用	(2)
三、基本技术要求	(3)
第二节 小功率单相异步电动机故障诊断与修理	(3)
一、单相异步电动机的工作原理	(3)
二、修理程序、故障类别和检查步骤	(4)
三、单相罩极异步电动机故障与修理	(5)
四、分相异步电动机故障与修理	(16)
第三节 小功率同步电动机故障诊断与处理	(37)
一、概述	(37)
二、常见故障及处理	(39)
第四节 小功率交流换向器电动机故障诊断与修理	(41)
一、概述	(41)
二、单相交、直流两用串励电动机	(41)
三、单相交流串励电动机	(49)
四、单相推斥电动机	(50)
第五节 小功率直流电动机故障诊断与修理	(53)
一、概述	(53)
二、永磁直流电动机常见故障与修理	(53)
三、使用注意事项	(55)
第六节 交流伺服电动机	(55)
一、概述	(55)
二、常见故障与修理	(56)
第七节 直流伺服电动机	(57)
一、概述	(57)
二、常见故障与修理	(58)
第八节 电机扩大机	(60)
一、概述	(60)
二、常见故障与修理	(61)
三、电机扩大机中性线位置测定和绕组极性检查	(62)
四、电机扩大机剩磁电压消除法	(63)
附录 1	
附表1-1 JZ系列单相电阻起动异步电动机铁心、绕组技术数据 (220V)	(64)

附表1-2 JZ系列单相电阻起动异步电动机绕组排列方法	(65)
附表1-3 JY系列单相电容起动异步电动机绕组排列方法	(67)
附表1-4 JY系列单相电容起动异步电动机铁心、绕组技术数据 (110/220V)	(69)
附表1-5 JX系列单相电容运转异步电动机铁心、绕组技术数据 (220V)	(70)
附表1-6 JX系列单相电容运转异步电动机绕组接线和参数	(71)
附表1-7 JX系列单相电容运转异步电动机绕组排列方法	(71)
附表1-8 AO系列三相异步电动机铁心、绕组技术数据 (220V)	(73)
附表1-9 BO系列单相异步电动机铁心、绕组技术数据 (220V)	(73)
附表1-10 BO系列单相异步电动机绕组排列方法	(74)
附表1-11 CO系列单相异步电动机铁心、绕组技术数据 (220V)	(77)
附表1-12 CO系列单相异步电动机绕组排列方法	(78)
附表1-13 DO系列单相异步电动机铁心、绕组技术数据 (220V)	(80)
附表1-14 DO系列单相异步电动机铁心、绕组技术数据	(81)
附表1-15 AO2系列三相异步电动机铁心、绕组技术数据	(83)
附表1-16 BO2系列单相异步电动机铁心、绕组技术数据 (220V)	(84)
附表1-17 BO2系列单相异步电动机绕组排列方法	(84)
附表1-18 CO2系列单相异步电动机铁心、绕组技术数据	(86)
附表1-19 CO2系列单相异步电动机绕组排列方法	(87)
附表1-20 DO2系列单相异步电动机铁心、绕组技术数据 (220V)	(89)
附表1-21 DO2系列单相电容运转异步电动机绕组排列方法	(91)

第二章 三相异步电动机的故障诊断与修理 (95)

第一节 概述 (95)

- 一、三相异步电动机的基本工作原理 (95)
- 二、三相异步电动机的分类 (96)
- 三、三相异步电动机的型号 (96)
- 四、电动机的一般要求和规定 (97)

第二节 电动机修理中的常用材料 (101)

- 一、导电材料 (101)
- 二、绝缘材料 (105)

第三节 三相异步电动机常见故障及查找方法 (115)

- 一、电动机运行前后的检查 (115)
- 二、起动时的故障查找方法 (116)
- 三、滚动轴承过热及处理 (122)
- 四、高次谐波磁场对电机运行的影响及改善方法 (124)

第四节 绕组故障的诊断与维修 (125)

- 一、定子绕组短路故障的诊断与维修 (125)
- 二、定子绕组接地故障的诊断与维修 (129)
- 三、定子绕组断路故障诊断与维修 (130)
- 四、三相绕组连接线错误故障的诊断与维修 (132)
- 五、绕组绝缘不良的维修 (133)

第五节 定子绕组的故障修理 (134)

- 一、局部修理法 (134)

二、定子绕组重绕修理	(135)
第六节 转子绕组故障修理	(150)
一、笼型转子故障修理	(150)
二、绕线转子绕组修理	(153)
第七节 电动机重绕计算	(155)
一、导线的代用	(155)
二、改压计算	(156)
三、改极计算	(158)
四、空壳重绕计算	(159)
第八节 冶金起重用三相异步电动机的故障及处理	(165)
一、常见故障及原因分析	(166)
二、故障处理及改进措施	(167)
三、J ₂ 、J ₂ R系列及J ₂ 、J ₂ R ₂ 系列电动机改F级绝缘结构和波绕转子硬焊工艺实例	(168)
附录 2	
附表2-1 Y系列(IP44)小型三相异步电动机技术数据(380V 50Hz)	(171)
附表2-2 Y80~160(IP44)三相异步电动机绕线模尺寸	(176)
附表2-3 Y180~315(IP44)三相异步电动机绕线模尺寸	(177)
附表2-4 Y系列(IP23)小型三相异步电动机技术数据(380V 50Hz)	(179)
附表2-5 Y系列中型高压三相异步电动机技术数据(6kV, 50Hz, 大直径)	(182)
附表2-6 Y系列中型高压三相异步电动机技术数据(6kV, 50Hz, 小直径)	(186)
附表2-7 YR系列中型高压绕线转子三相异步电动机技术数据(6kV, 50Hz, 大直径)	(190)
附表2-8 JS2系列三相异步电动机技术数据(380V, 50Hz)	(192)
附表2-9 JR2系列三相异步电动机技术数据(380V, 50Hz)	(196)
附表2-10 JK系列高速三相异步电动机技术数据	(199)
附表2-11 YX系列高效率三相异步电动机技术数据(380V, 50Hz)	(200)
附表2-12 YR系列绕线转子三相异步电动机集电环电刷尺寸	(203)
附表2-13 YR系列(IP44)绕线转子三相异步电动机技术数据(380V, 50Hz)	(204)
附表2-14 YR系列(IP23)绕线转子三相异步电动机技术数据(380V, 50Hz)	(208)
附表2-15 Y系列(IP44)380V、60Hz三相异步电动机技术数据	(212)
附表2-16 Y系列(IP44)220/380V、60Hz三相异步电动机技术数据	(217)
附表2-17 Y系列(IP44)220/380V、50Hz三相异步电动机技术数据	(222)
附表2-18 Y系列(IP44)420V、50Hz三相异步电动机技术数据	(228)
附表2-19 Y系列电动机主要零部件的公差配合及形位公差	(233)
附表2-20 Y系列电动机中心高及A/2公差	(234)
附表2-21 Y系列电动机平面度及平行度公差	(235)
附表2-22 Y系列电动机轴承室公差	(235)
附表2-23 Y系列电动机定子铁心内圆径向圆跳动公差	(235)
附表2-24 Y系列电动机定子铁心和定子冲片外径公差	(235)
附表2-25 Y系列电动机定子铁心内径公差	(236)
附表2-26 Y系列电动机铸铝心轴磨损极限	(236)
附表2-27 Y系列电动机轴伸直径、长度、键槽公差	(236)
附表2-28 Y系列电动机轴的铁心档公差	(236)

附表2-29	JZO2系列杠杆式制动三相异步电动机技术数据 (380V, 50Hz)	(237)
附表2-30	JZ2、JZH2系列冶金及起重用三相异步电动机铁心及绕组数据(380V、50Hz)	(238)
附表2-31	YZR系列冶金及起重用三相异步电动机铁心及绕组数据 (380V、50Hz)	(239)
附表2-32	JZR2、JZRH2系列冶金及起重用三相异步电动机技术数据 (380V、50Hz)	(241)
附表2-33	JZR2、JZRH2系列冶金及起重用三相异步电动机铁心及绕组数据(380V、50Hz)	(242)
附表2-34	JG2系列辊道用三相异步电动机技术数据 (380V、50Hz)	(243)
第三章	直流电动机故障诊断与修理	(246)
第一节	直流电动机概述	(246)
一、	用途和分类	(246)
二、	工作原理	(247)
三、	基本结构	(247)
四、	电枢绕组的连接方式	(250)
第二节	换向故障的诊断、维护及处理	(252)
一、	换向火花与环火事故的处理	(252)
二、	换向器常见故障的诊断与处理	(255)
三、	电刷及刷握等的故障诊断与维修	(259)
四、	改善换向的几个措施	(263)
五、	换向器修理中的几个问题	(269)
六、	换向故障的典型实例	(272)
第三节	绕组故障的诊断与修理	(273)
一、	绕组绝缘的有关问题	(273)
二、	绕组常见故障的诊断与修理	(283)
三、	绕组的重新更换	(289)
第四节	扭振故障的诊断与修理	(294)
一、	扭振及其对电机运行的影响	(294)
二、	换向器支架断裂故障的诊断和修理	(295)
三、	电枢支架焊缝开裂的故障诊断与检修	(296)
四、	升高片断裂故障的诊断与修理	(296)
五、	扭振故障的典型实例	(298)
第五节	绕组重绕和调整计算	(299)
一、	绕组重绕和调整的原则	(299)
二、	励磁绕组的重绕计算	(300)
三、	电枢绕组重绕计算	(301)
四、	换向极绕组重绕计算	(302)
第六节	直流电机轴电压故障与处理	(302)
一、	轴电压引起的故障现象	(302)
二、	轴电压产生的原因	(302)
三、	改善轴电压的措施	(303)
四、	轴电压故障及处理实例	(303)
附录 3		
附表3-1	Z3系列直流电动机技术数据	(304)
附表3-2	ZF2、ZD2系列直流电机技术数据	(323)

附表3-3 ZZJ2系列起重冶金用直流电动机技术数据 (220V)	(331)
附表3-4 ZZJ2系列起重冶金用直流电动机技术数据 (440V)	(337)
附表3-5 我国大、中型直流电动机的主要技术数据	(342)
附表3-6 800系列标准电动机定额 (320、460和550V)	(344)
附表3-7 Z4系列小型直流电动机技术数据	(345)
附表3-8 电动机用碳刷性能和使用范围	(346)
附表3-9 电动机碳刷技术性能	(347)
第四章 特种三相异步电动机故障诊断与修理	(348)
第一节 概述	(348)
一、特种三相异步电动机类别	(348)
二、特种电动机日常维护及故障诊断与修理总程序	(348)
三、特种电动机故障类别及修理方法	(349)
第二节 高速三相异步电动机故障诊断与修理	(350)
一、结构特征与应用场合	(350)
二、故障诊断及排除	(350)
三、修理实例	(357)
第三节 交流换向器电动机故障诊断与修理	(359)
一、结构特点与应用场合	(359)
二、故障诊断及排除	(359)
三、日常维护与使用要点	(365)
四、修理实例	(366)
第四节 三相变极多速电动机故障及修理	(368)
一、结构特征与应用场合	(368)
二、故障诊断及排除	(368)
三、修理实例	(375)
第五节 电磁调速三相异步电动机故障与修理	(377)
一、结构特征与应用场合	(377)
二、故障诊断及排除	(377)
三、电磁调速电动机的维护与保养	(380)
四、修理实例	(382)
第六节 旁磁制动三相异步电动机故障与修理	(382)
一、结构特征	(382)
二、运行原理	(382)
三、应用范围	(384)
四、故障及排除	(384)
五、修理实例	(386)
第七节 制动异步电动机故障与修理	(387)
一、结构特征、运行原理及应用范围	(387)
二、故障诊断及排除	(389)
三、日常维护及使用要领	(392)
四、修理实例	(392)
第八节 锥形转子制动三相异步电动机故障及维修	(394)

一、结构特征、运行原理及应用范围	(394)
二、故障诊断及排除	(395)
三、修理实例	(399)
第九节 防腐三相异步电动机故障与修理	(399)
一、结构特征及应用范围	(399)
二、故障诊断及排除	(401)
三、修理实例	(406)
第十节 交流屏蔽三相异步电动机故障及修理	(407)
一、结构特点及应用范围	(407)
二、故障诊断与修理	(409)
三、屏蔽电动机解体后的有关试验	(411)
四、屏蔽电动机的维护与保养	(411)
五、修理实例	(412)
第十一节 防爆电动机故障与修理	(413)
一、结构特点、使用场所、选型及应用范围	(413)
二、防爆电动机故障诊断及排除	(415)
三、修理实例	(423)
第十二节 潜水三相异步电动机故障及修理	(423)
一、潜水电动机种类、应用范围及结构特点	(423)
二、故障诊断及排除	(424)
三、老式潜水电动机节能修理措施	(429)
四、特殊故障及修理	(429)
五、潜卤电动机绝缘工艺及维修要点	(429)
六、潜水、潜油电泵及其配套电机日常维护保养和检修	(431)
七、潜水电动机止推轴承故障分析及维护修理	(431)
八、潜水电动机故障汇总	(433)
九、潜水电动机信号线包绕及连接	(434)
十、修理实例	(434)
第十三节 力矩异步电动机故障及维修	(436)
一、结构特点及应用范围	(436)
二、力矩电机的控制设备	(437)
三、力矩电机常见故障诊断及排除	(437)
四、力矩电机日常维护及保养	(439)
五、故障处理实例	(440)
第五章 电动机检修质量及检查试验	(441)
一、电动机检修质量要求	(441)
二、电动机检修试验和质量分析	(458)
参考文献	(477)

第一章 小功率电动机故障诊断与修理

第一节 概 述

本章的小功率电动机系指折算至1500r/min时连续功率不超过1.1kW的电动机，一般其铁心外径不大于160mm或轴中心高不大于90mm，转速可从每小时1转到每分钟30万转，过去习惯上叫分马力电动机，也曾使用“驱动微电机”、“微型驱动电机”之类的词语，随着国家标准GB2900·27—85《电工名词术语 小功率电动机》的发布，统一使用“小功率电动机”一词。

各类小功率电动机在小型机床、电动工具、农业机械、园艺工具、军事装备、车辆电器、医疗器械、家用电器、办公器械、音响器具、计时及定时器、计算机外围设备、轻工机械以及其他工农业、商业、交通乃至人们日常生活的许多领域中用来驱动小型工作机械，可以说从高、精、尖的航天飞机到一般要求的家用电器，处处可见到它的踪影，其应用极为广泛。随着工农业生产的发展以及人民物质文化生活水平的提高，家务电气化的普及，小功率电动机的发展前景更是十分广阔。

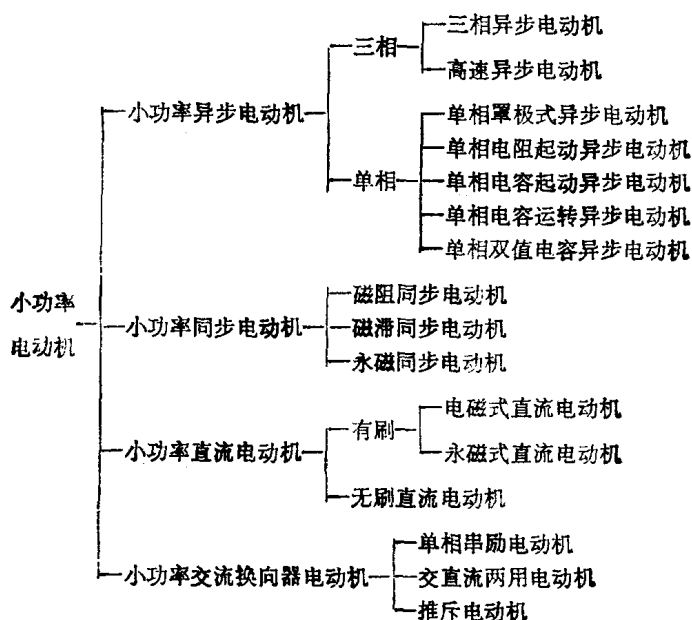
一、分类

各种小功率电动机有着不同的服务对象、使用条件、运行特性和技术要求，按不同的原则进行分类：

(1) 按电源种类分类 按接到电动机上的电源种类分，可分为交流电动机、直流电动机和交直流两用电动机。

(2) 按工作原理分类 按电机的工作原理来区分，小功率电动机的分类见表1-1。

表1-1 小功率电动机分类



(3) 按用途分类 按电动机的用途来分，分为一般用途电动机，规定用途电动机和特殊用途电动机。

一般用途电动机是指按标准额定值进行设计和制造的电动机，其运行特性和机械结构适用于一般的工作条件，而限于某一特定用途和某一类型的用途。这是一类不带特殊应用条件限制的通用电动机。而规定用途电动机是指按标准额定值设计和制造，但其运行特殊和机械结构适用于某一特定类型用途的电动机。由于这类电动机专为某一规定用途而设计制造，产品的功能和经济性都具有较优的指标。例如洗衣机用电动机、冰箱压缩机用单相耐氟电动机等。特殊用途电动机是指专为某一特殊用途而设计的具有特殊运行特性或特殊结构或两者兼备的电动机。

二、性能特点和典型应用

各类小功率电动机的性能特点和典型应用见表1-2。

表1-2 各类小功率电动机的性能特点和典型应用

类 别	性 能 特 点	典 型 应 用	
三相异步电动机	起动转矩倍数大 (>2.2) 力能指标高，可逆转	适用于有三相电源的场合，例如小型机床、手电钻	
单相电阻起动 异步电动机	中等起动转矩倍数 ($1.1\sim1.6$) 起动电流倍数大 ($6\sim9$) 可逆转	适用于低惯量负载，不经常起动，负载可变和要求速度基本不变的场合，例如小型车床、鼓风机、医疗器械	
单相电容起动 异步电动机	起动转矩倍数大 ($2.5\sim2.8$) 中等起动电流倍数 ($4.5\sim6.5$) 可逆转	适用于满载起动场合，例如空气压缩机、电冰箱循环泵	
单相电容运转 异步电动机	起动转矩倍数小 ($0.35\sim0.6$) 振动噪声小，力能指标高可逆转、可调速	不能轻载或空载运行，适用于直接与负载连接并要求低噪声的场合，例如风箱、通风机、水泵	
单相双值电容 (起动与运转) 异步电动机	起动转矩倍数大 (>1.8) 力能指标高、可逆转 可调速	适用于带负载起动和低噪声的场合，例如小型机床、泵、家用电器、食品机械、木工机械	
单相罩极 异步电动机	起动转矩倍数小 (<0.5)，力能指标低，不能逆转	适用于对起动转矩要求不高的场合，例如小风箱、电动模型、排气机	
单相磁阻 同步电动机	转速恒定、力能指标较低，起动性能好 (>1.8)	适用于单相电源，转速恒定的场合，例如音响设备、摄影、记录、通信设备	
单相磁滞 同步电动机	转速恒定，力能指标低，起动转矩较大	适用于小容量转速恒定的场合，例如电钟、时间继电器、陀螺仪、录音机、自动记录装置	
单相永磁 同步电动机	起动性能不大，稳定性好，力能指标高	适用于转速恒定的场合，例如化纤纺织设备，自动化设备	
电磁式直流电动机	并(他)励直流电动机	机械特性硬，中等起动转矩、可调速，可逆转	适用于要求转速变化不大的场合
	串励直流电动机	机械特性软，过载能力强，起动转矩大，转速高，调速范围宽	适用于要求转速随负载大小而变化的场合
	复励直流电动机	起动转矩大，机械特性硬，可调速	适用于要求转速变化不大的场合

(续)

类 别	性 能 特 点	典 型 应 用
永磁直流电动机	机械特性硬,效率高,起动转矩倍数大(2~5)可调速,可逆转	适用于低电压、高转速的小功率直流驱动,如电动玩具,电动工具、计算机、音响设备、汽车电器
无刷直流电动机	噪声低,无换向火花,力能指标高,可调速	适用于要求低噪声,无换向火花的场合,例如摄影机,宇航设备
交流换向器电动机	机械特性软,起动转矩倍数大(1.5~6)过载能力强、转速高($n=4000\sim 12000\text{r/min}$),调速范围宽	适用于转速随负载大小而变化的场合,例如电动工具,吸尘器,搅拌器等

三、基本技术要求

根据负载性质和使用场合的不同,对小功率电动机的设计制造,除各有某些不同的特殊要求外,一般均符合以下基本技术要求:

- 1) 在各种运行条件下,电机工作应有充分的可靠性。
- 2) 具有适当的工作特性指标(例如合适的效率、相应的功率因数)。
- 3) 有较大的起动转矩对其额定转矩的倍数和一定的过载能力,在作伺服元件时具有较小的时间常数。
- 4) 在任何工作状态下,小型直流电动机和交流换向器电动机应有良好的换向性能,能抑制工作时所产生的无线电干扰。
- 5) 振动小、噪声低、外形尺寸和安装方式经济合理。

第二节 小功率单相异步电动机故障诊断与修理

小功率异步电动机可分为三相异步电动机和单相异步电动机两大类。它们具有结构简单、成本低廉、噪声小、对无线电系统干扰小等优点、广泛用于日用电器和小型机床设备。

小功率三相异步电动机的故障诊断和检修方法与普通三相异步电动机相同,可查看有关章节,本节中主要讨论小功率单相异步电动机的结构特点、故障诊断及修理。

一、单相异步电动机的工作原理

单相异步电动机接在单相交流电源上,如仅一相定子绕组通入单相交流电时,将在气隙中产生一个脉振磁势,即其大小在空间按正弦规律分布但幅值的位置在空间固定不变,而空间各处的磁势大小又随时间按正弦规律变化,这种脉振磁势可以分解为幅值相同、速率相同但转向相反的两个旋转磁势,即正转磁势和反转磁势,这两个磁势都切割转子导体,产生转子感应电势和电流。正转磁场和反转磁场与其相应感生的转子电流相互作用,产生正向转矩 T_+ 和反向转矩 T_- 。当笼型转子不动时,正转和反转磁场对转子的作用是相同的,产生的正向转矩和反向转矩大小相等方向相反,合成转矩为零,电动机不能自行起动。当电动机转子一旦以一定的转速向任一方向转动后,由于正向(与转子转向相同的)磁场和反向(与转子转向相反的)磁场对转子的转差率不同,因而所产生的正向转矩与反向转矩就不同,且 $T_+ > T_-$,使电动机可沿此方向继续转动。所以,无起动装置的单相异步电动机无起动转矩,也无固定的旋转方向。

为使单相异步电动机能够自行起动，必须在电机内另设一个绕组即副绕组，使副绕组的轴线与主绕组的轴线在空间上有相位差，同时使副绕组内的电流与主绕组内的电流在时间上也有相位差，这时就可在气隙空间产生一个椭圆形旋转磁场，即可使电机具有起动转矩而可以自行起动。当电机转动以后根据使用情况不同，可以把副绕组与电源断开，也可以不断开，继续与电源连接。小功率单相异步电动机即根据其起动情况的不同而分为电阻起动、电容起动、电容运转、电容起动和运转（即双值电容）和罩极式几种。前四种又可统称为单相分相异步电动机。

二、修理程序、故障类别和检查步骤

（一）修理程序及要领

当单相异步电动机发生故障时，它可能是在未接入电源前，电机本身就有故障；也可能是电机正常，在投运后发生故障；还可能是电源或被拖动设备的故障。不论何种原因，都要立即切断电源，暂时停止运行，进行故障检查，在查明故障的原因、性质与部位的基础上，进行修理。

检查电机故障时，修理人员需先用耳、目、口、鼻、手等感觉器官对电机进行初步检查：听其运转声音是否正常；看其外观有无异常现象；嗅闻电机有无异常气味；手摸电机有无过热或较大振动；询问运行操作人员有关电机的运行情况，在综合上述直观检查的基础上，再进一步用仪表、仪器进行检测，然后再解体诊断和分析，找出故障类别和部位，确定修理方案再进行修理。

电机解体前应先记录铭牌数据，解体顺序是先拆下起动装置，再拆下端盖螺丝，取下端盖，抽出转子。一般小功率单相异步电动机重量较轻，在工作台上即可解体，拆下的零部件要一一做好标记。如需重绕大修时，还应测绘和记录：定子线圈的跨距、线圈形式、匝数、并联根数、导线规格和线径以及线圈外形尺寸、端部接线规律、主绕组和副绕组间的距离，绕线方法和槽绝缘类型及厚度。

（二）故障类别

小功率单相异步电动机种类虽多，构造又各有不同，但其发生故障种类大致都可分为三个方面：电磁故障、机械故障和起动装置故障。

（1）电磁故障 绕组的短路、断路、接地（碰壳）、绝缘老化和击穿、绕组匝数不对、跨距不正确，铁心松散或短路等均属于电磁方面的故障。

（2）机械故障 轴及轴承磨损、转轴弯曲、定转子相擦、电机振动等均属于机械故障。

（3）起动装置故障 起动离心开关、起动继电器损坏、失灵或起动电容器损坏，则属于起动装置故障。

有些故障则是综合性质的，例如噪声，既有电磁方面的原因，又有机械方面的原因，而起动绕组故障，既可归于电磁故障，也可归于起动装置故障。

（三）检查步骤

电机出现故障，常常引起电机在接通电源后不能起动，或虽能起动，但转速较慢，出力小，或发热严重，产生较大噪声等。修理时，先要摸清电机的运行和使用情况，再对电机本身进行仔细的检查、诊断与分析。其一般检查步骤如下：

（1）电机外观及机件方面的检查 检查人员先对电机外部各零部件进行观察，如端盖、转子轴有无变形或损坏，接线是否松动，各部位螺丝有无损坏、锈蚀、零件是否齐全等。如

发现转轴有变形弯曲时，应进一步上车床用千分表测出其挠度的大小，从而确定能否造成定转子相擦的故障。

(2) 轴承及润滑油脂的检查 先检查轴承是否松动，即将转子做辐向晃动来判断；再检查轴承有无窜动，即将转子做轴向推动来判断；接着再转动转子看其转动是否灵活，查看润滑油脂多少，是否变质干枯；最后仔细检查轴承有无破损及磨损程度。

(3) 起动装置的检查 先检查起动开关、起动继电器有无损坏，动作是否灵敏。再检查电容器是否开路、短路、变质、击穿或失效。

(4) 定、转子绕组的检查 先检查定子绕组接线是否正确，观察绝缘是否老化或过热；再检查绕组有无短路、断路、接地；还要检查笼型转子铸铝导条和端环有无断裂，如是铜导条还需检查与铜端环焊接处有无开裂或裂纹。

三、单相罩极异步电动机故障与修理

(一) 结构特点

单相罩极异步电动机是结构最简单的一种单相异步电动机，具有坚固可靠，维护简单，制造方便，造价低廉、宜于大批量生产等优点，且运转时噪声低以及几乎没有对无线电干扰。虽然它的效率及功率因数都较低，且起动转矩小，较差率大，但仍十分广泛地用于一些对电机性能要求不高、在空载或轻载起动的小容量场合，如风扇、仪用风机、电动模型、搅拌器等。

单相罩极异步电动机由定子、转子及外壳等组成。其定转子铁心均由硅钢片冲制叠压而成，定子铁心多为凸极式，也有采用隐极式的。凸极式定子磁极上套有集中的定子绕组主绕组，在极面的 $1/2 \sim 1/3$ 处开有一个小槽，槽内嵌有称为罩极线圈的铜制短路环（副绕组），将这部分磁极罩起来。转子则是一般的斜槽笼型转子，大多数是铸铝转子，也有穿入铜条的转子。

从定转子相对位置来看，大部分是定子铁心在外侧，转子铁心在内侧，也有少数是相反的，即转子铁心在外，定子铁心在内，其目的是为了增加转子导条数目，也适应多极低速的需要。图

1-1就是转子铁心在外面的罩极异步电动机定转子铁心叠片结构，多应用在转速为 $120 \sim 150$ r/min的吊扇或以往的转速为 78 r/min的电唱机上。

隐极式罩极电动机定子冲片与一般单相异步电动机相同，圆周上冲有均匀分布的齿槽，槽中嵌放分布的主绕组，而在局部槽中，则嵌放匝数很少、线径较粗的短路线圈即罩极线圈，主绕组和罩极线圈的轴线在空间上相距一定的电角度，一般为 45° 电角度。此类电机的旋转方向是固定的，即从主绕组的轴线转向罩极绕组轴线的方向。

(二) 常见故障与修理

1. 起动困难

罩极电动机起动转矩小，如发生起动困难，可能的原因有：

(1) 罩极线圈断裂或开焊 罩极线圈大多是用裸铜条或裸铜管拗成矩形环并在环口处焊接而成，如拗弯时操作不当使铜管胀裂，或因环口焊接不良而出现虚焊、假焊，经使用一段

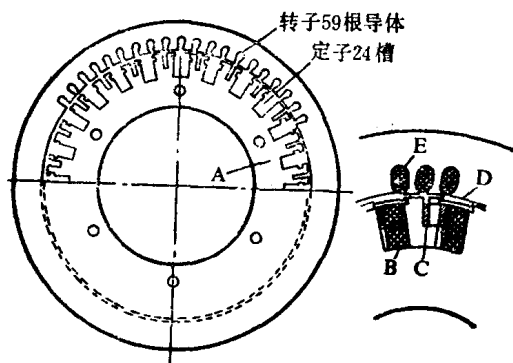


图1-1 罩极电动机外转子铁心叠片结构

A—定子铁心 B—定子绕组 C—罩极线圈
D—气隙 E—转子导条

时间后,使原来隐患扩大而造成短路环脱焊裂开,起不到短路环的作用,而起动困难。解决的办法很简单,如属环口虚、假焊,将环口重新焊牢,如属短路环已胀裂无法修复,则需用原规格材料重新减制短路环焊好更换。

(2) 负荷过大或被驱动设备有故障 经检查,确信电机没故障,起动困难是因被驱动设备故障引起,则需排除被驱动设备的故障。如因负荷过大而电机的起动转矩不足,则属电机选用不当,需更换合适容量电机。

(3) 轴承磨损大、转动不灵活或卡住,润滑油脂干枯或没有,都可造成电机起动困难。经检查发现如轴承已损坏,则应选用同规格的轴承更换;如属缺少润滑油或润滑油质干枯变质,则须将轴承及轴承室内残存油脂清除干净,并用汽油清洗后,再涂上合格的润滑油脂即可。

(4) 转子笼条和端环有裂开、断条或铜笼条和铜端环焊接处开焊而造成起动困难,通过检测找出断裂或开焊处,重新焊好。如是铸铝转子有严重砂眼、气孔、缩孔或多处笼条未连上的铸铝问题,只有用同规格的合格转子更换。

(5) 主绕组断路 主绕组断路则电源不能接通,电机不能起动,可用万用表电阻档测量即可确定,再进一步查找出发生断路的线圈及断点,将断点重新焊好,再在焊接处包、垫好绝缘,刷上绝缘漆,经局部烘干即可。关于分布绕组单根或多根导线断路故障的查找及修复方法参见本节之四。

(6) 主绕组短路故障或接错 凸极式罩极电机的主绕组为集中绕组,其短路故障一般为匝间短路,当出现匝间短路后电机的起动转矩降低、起动电流大、起动困难,致使熔体熔断,造成匝间短路的原因有:

1) 绕制和套装主绕组时操作方法不当,将漆包线漆皮擦破,造成多匝短路。

2) 电机经常过载运行,使绕组导线漆皮老化,造成匝间短路。

处理短路的方法,视短路部位及严重程度而定。具体方法和步骤为:

1) 先用万用表或电桥分别测出几只定子线圈的电阻,阻值小的为短路线圈。

2) 将短路线圈从磁极上取下(凸极式集中绕组)或从槽内起出(隐极式分布绕组),其具体处理方法详见本节之四。

3) 短路匝在线圈表面时,可在匝间包、垫聚脂薄膜,预热后刷一遍绝缘漆烘干就行了。如短路匝数较多又在绕组中间,无法采用包、垫绝缘的办法修理时,只有重绕新线圈更换。

如将定子绕组极间连线接错,则电机也不能起动,查出错误连接线将其改正。

(7) 有时能起动,有时不能起动,或在某些部位不能起动,引起的原因有:

1) 修理时操作不当,定转子铁心中心线对的不齐,或转子严重碰伤和转轴弯曲,使定转子相擦。

2) 定子进行整浸时,由于绝缘漆浓度大,部分磁极铁心表面漆层过厚或有小疙瘩,装配时又未彻底清除,使该部分气隙减少造成定转子相擦致使不能起动。

防止和处理这类故障的方法,是严格操作规程,正确掌握操作工艺。当发生此类故障后,经检查,属于轴弯曲的要进行调直处理;属定转子装配位置不齐的应调齐;属磁极表面漆层厚并有漆疙瘩的,用锋利的小铲除掉漆层,但注意不要划伤铁心表面。

2. 噪声和振动

这两方面的故障原因虽很多,但噪声和振动往往是某些共同因素造成的,所以应综合分

析产生的原因及排除的措施。现以罩极吊扇及台扇为例，将其故障原因、排除方法及措施列于表1-3。

表1-3 吊扇、台扇罩极电动机噪声及振动的原因及排除方法

故 障 原 因	排 除 方 法 及 措 施
转子不平衡	校验静、动平衡
转子有断条或端环开裂	换条和补焊牢或更换好转子
罩极线圈焊接不良或开焊	查出故障点重新补焊牢
轴承磨损大或轴弯	更换新轴承，调直转轴
极间漏磁片松动	重新紧固好
风叶角度不对或不平衡	调整角度，做动平衡校正
主绕组接地或短路	检测出接地点或短路点并修复
主绕组接线错误	查出错误接线，改接正确
定子铁心松弛或有“扇张”现象	紧固铁心，加固齿压片修好“扇张”现象
气隙不均	检查转轴及轴承，并修复
线圈有短路处	检测出短路点并修复
主极线圈匝数不对	测出匝数不对的线圈，改正匝数，或更换合格线圈
极间漏磁片松动	重新紧固好
轴承磨损大	更换轴承
转轴弯曲使定转子相擦	调直或更换新轴
减速齿轮装得不正，啮合不好	重新装正使啮合正常
风叶不平衡	校正风叶平衡
风叶角度不对	校正风叶角度
风扇罩位置安装不对	重新装正风叶罩，使杂音最小
摇头装置装配不良或齿轮磨损	更换齿轮，装正摇头装置加润滑油
主绕组接地	测出接地点，修复或更换新线圈
主绕组接地错误	查出接错处，改正过来
转子轴向串动大	在一端轴颈处加垫圈，注意定转子铁心对齐
定转子不同心度偏大，有严重“哼、哼”叫声	检查定、转子椭圆度、轴承磨损、止口配合情况，加以修复

3. 轴承磨损的判别和修换

以用在台式电风扇中的罩极电动机为例，说明轴承磨损等故障的检测、修换方法。该类轴承大多为管型含油轴承。

(1) 轴承严重磨损故障的几种判别方法

1) 用手握住电动机轴伸端，上下扳动，如有明显的松动感觉，说明该电机轴承已严重磨损。但要注意，如电机长期未拆修过，轴承已被油污、灰尘堵塞较严密，用上述方法难以判断，所以对长期运行且未修理过的台扇又知油污程度时，应先将轴承中油污、脏物清除干净后，再判定其好坏。

2) 从渗漏出脏润滑油脂流向位置判定损坏轴承。方法是拆开台扇前后端盖，观察油污堆积在转子铁心及定子线圈表面的位置，如在前边则为前轴承松动，如在后边则为后轴承松动。

3) 通电前后对比检查。通电前用手拨动风叶，转子可轻快地转动，但通电后，转子反被吸住不能转动，说明轴承有毛病。

4) 电扇一接通电源就发出“嚓嚓”响声，运行片刻，外壳就过热烫手，这是定转子“扫膛”，其原因除转轴弯曲外，往往是轴承严重磨损造成的。

5) 风扇接通电源后，风叶不转动，如用手拨动一下风叶，虽能渐渐转动，但过一会儿，