

小功率电机故障诊断

与修理

张庆达 编著

北京科学技术出版社

内 容 简 介

本书主要介绍家用电器、电动工具、日用器具与小型机械驱动和自动化控制用各类小功率电机的结构原理、故障产生原因、诊断方法、修理经验和修理实例。书中着重介绍简易的测试手段、诊断方法以及实用的修理工艺。同时,为了便于读者在修理小功率电机时查找、核对资料及数据,书中还介绍了小功率电机常用技术、性能数据和修理后试验及质量标准。为树立节能、节电观念,书中还介绍了小电机节能改造,提高电机性能的修理方法及计算实例。

全书共分 11 章。第一章为电动工具用电动机故障诊断与修理;第二至第六章介绍各类家用电器、工业用电器电动机故障诊断与修理;第七章为通用小功率单、三相电动机故障诊断与修理;第八章为小功率单、三相电动机互改技术;第九、十章介绍自动化及随动系统用控制电机故障诊断与修理;第十一章为电机修后有关试验。

书中内容齐全实用、技术性和科学性强、工艺先进实用,适合广大从事电机修理的人员,尤其是乡镇企业和新型第三产业以及缺乏修理小功率电机专用设备、仪表及工艺基础的修理单位的职工使用;也可供电机专业大、中专及技校师生教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

小功率电机故障诊断与修理/张庆达主编. —北京:北京科学技术出版社,2000.10

ISBN 7-5304-2399-1

I. 小… II. 张… III. ①微电机-故障诊断 ②微电机-故障修复 IV. TM380.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 26919 号

小功率电机故障诊断与修理

张庆达 主编

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街 16 号 邮政编码: 100035)

各地新华书店经销

三河腾飞胶印厂印刷

*

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.75 印张 542 千字

2000 年 10 月第一版 2000 年 10 月第一次印刷

印数 1—6000 册

定价: 30.00 元

(凡购买本社图书,如有缺页、倒页、脱页者,
本社发行科负责调换。联系电话:66161952)

前 言

在电气化发展的当今时代,小功率电机广泛应用在家用电器、日用器具、小型机械上作为驱动动力;尤其是控制用小功率电机在工业自动化装置、随动系统、飞机及潜艇控制领域占有举足轻重的地位。随着国民经济的飞速发展和改革开放的扩大,随着电子技术的发展和计算机网络的形成,现代小功率电机的应用日益广泛,其修理量也日益增多。但在电机修理中,从事小功率电机操作、维护人员,特别是青年修理人员,急需一本介绍小功率电机故障诊断与修理的书籍作参考。为此,笔者编写了此书。

小功率电机功率小、体积小,结构紧凑严密,部分小功率电机和驱动机械或器具同轴共体,构成机电一体化结构。所以修理小功率电机,除需掌握普通中小型电机修理方法外,还要根据小功率电机的自身特点,掌握小功率电机解体和复装要领、测试方法和诊断手段,以便寻找故障和排除故障。本书所介绍的测试、诊断方法、修理工艺、排障措施及修理方法,是通过多年修理实践证明行之有效的。

本书所叙小功率电机从总用途上说包括两大类。一类为驱动用小功率电动机,一类为控制用小功率电机(电动机及测速发电机)。所谓驱动用小功率电动机,它是驱动各类日用器具、家用电器、电动工具以及小型机械的动力源,该类电动机有交、直流,单、三相及同、异步多种类型。所谓控制用小功率电机,它是在工业自动控制领域、随动系统中作执行元件,将电信号转变为角位移或机械信号等,从而实现其控制作用。

本书的小功率电机系指折算到 1500 r/min 时,连续功率不超过 1.1 kW(个别类型大于 1.1 kW、小于 2 kW)的电动机,一般其铁心外径不大于 160 mm 或轴中心高不大于 90 mm,转速范围较广,可从 1 r/h 到 30 万 r/min。

小功率电机过去各生产厂或各出版业命名不一,曾命名为分马力电机、微型电机、驱动微电机、控制微电机等,自〈GB2900·27—85〉电工名词术语:小功率电动机国家标准发布后,统一使用小功率电动机或小功率电机一词。

各类小功率电动机及测速发电机在小型机床、电动工具、农业机械、园艺工具、军事装备、车辆电器、医疗器械、办公器具、家用电器、音响器具、计时及定时器、计算机外围设备等诸多领域中用作驱动动力及执行元件。小功率电机从高、精、尖的航天飞机及潜水艇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。随着四个现代化的发展及人民物质、文化生活水平的提高,家务及办公电气化的普及,小功率电机的品种及用量日趋增多,其发展前景更加广阔,它的选用、安装调试、维护保养、故障检修早已提到日程上,本书就为此目的而编写。本书按用途不同逐章介绍其结构特点、技术性能及故障诊断与修理。

全书共 11 章,第四、五章由张晨同志编写;第九及十一章由杜瑞存同志编写;其余共 7 章由张庆达同志编写。第四、五、九、十一章由张庆达同志作了初审和修改,全书由张庆达同志负责主编。

由于作者水平有限,书中不当之处在所难免,殷切希望广大读者提出宝贵意见或批评指正。



目 录

第一章 电动工具用电动机故障诊断与修理	(1)
第一节 概述	(1)
一、分类及应用场合	(1)
二、结构特点	(1)
三、电动工具用电动机种类	(1)
四、绕组特点及绝缘结构	(1)
第二节 电动工具用电动机故障与修理	(4)
一、故障类别	(4)
二、故障原因及修理方法	(5)
三、有关绕组、铁心数据	(7)
四、测试用标准数据	(17)
第三节 电动工具用电机的重绕计算	(19)
一、重绕计算的两类电机和三种内容	(19)
二、单相串励电动机的重绕计算	(19)
第四节 电动工具用电动机更换绕组操作程序及浸烘工艺	(24)
一、单相串励电动机定子绕组的重绕	(25)
二、单相串励电动机电枢绕组重绕工艺	(28)
第五节 修理实例	(32)
一、JIZ-6 型电钻用电动机电枢绕组重绕	(32)
二、回 JIQZ 型曲线锯电动机烧毁重绕	(34)
三、回 JIZ-13 型单相电钻过热产生环火故障的修理	(35)
第二章 电风扇用电动机故障诊断与修理	(37)
第一节 概述	(37)
一、电风扇及配用电动机分类与应用	(37)
二、电风扇及配用电动机结构特点与运行原理	(38)
第二节 电风扇及驱动电动机故障与修理	(44)
一、故障类别	(44)
二、故障原因分析与修理方法	(44)
三、有关技术数据	(51)
四、电风扇用电动机其他性能指标	(59)
第三节 电风扇用电动机重绕计算	(60)
一、电风扇用罩极电动机重绕计算	(60)
二、电风扇用单相电容运转电动机重绕计算	(64)

第四节 修理实例	(65)
一、台式电风扇及驱动电动机修理	(65)
二、轴流式排风扇及电动机修理	(70)
第三章 洗衣机用电动机故障诊断与修理	(72)
第一节 概述	(72)
一、分类与应用	(72)
二、洗衣机基本结构及洗涤原理	(72)
第二节 洗衣机及配用电动机常见故障	(74)
一、故障类别	(74)
二、故障原因及排除方法	(74)
三、洗衣机电动机轴颈磨损的化学修复法	(79)
四、洗衣机及配用电机的正确使用与保养	(81)
第三节 洗衣机用电动机重绕大修	(82)
一、洗衣机用电动机技术数据	(82)
二、洗衣机用电动机重绕计算	(85)
三、洗衣机用电动机定子绕组重绕大修工艺程序	(87)
第四节 修理实例	(90)
一、白菊牌二型洗衣机故障修理	(90)
二、水仙牌双桶洗衣机脱水系统故障修理	(91)
三、定时器用微电机绕组烧坏故障的修理	(92)
第四章 电冰箱用电动机故障诊断与修理	(93)
第一节 概述	(93)
一、分类与应用	(93)
二、电冰箱的种类、构造及制冷原理	(93)
第二节 电冰箱及配用电动机常见故障修理	(96)
一、故障类别	(96)
二、故障原因分析检查及排除措施	(96)
三、压缩机电动机更换绕组大修工艺程序	(100)
第三节 技术数据及修理实例	(104)
一、技术数据	(104)
二、元器件规格性能数据	(104)
三、修后质量检查内容及要求	(104)
四、修理实例	(113)
第五章 空调器用电动机故障诊断与修理	(119)
第一节 概述	(119)
一、分类与应用	(119)
二、空调器的结构特点及运行原理	(119)
第二节 空调器及配用电动机故障与修理	(122)
一、故障类别及原因综述	(122)

二、窗式空调器及配用电动机常见故障	(122)
三、其他形式空调器常见故障及排除	(124)
四、空调器电气系统故障检测与调试	(126)
五、冷媒系统故障检测、调试及排除	(128)
第三节 修理实例及安装使用要点	(129)
一、修理用技术数据	(129)
二、修理实例	(137)
三、安装、使用要点	(139)
第六章 其他电器具用电动机故障诊断与修理	(140)
第一节 电吹风电动机故障与修理	(140)
一、概述	(140)
二、电吹风机主要性能及技术数据	(140)
三、电吹风机常见故障与修理	(146)
第二节 吸尘器及配用电动机常见故障	(149)
一、吸尘原理及构造	(149)
二、吸尘器及配用电动机常见故障与修理	(149)
三、吸尘器电动机更换绕组大修	(151)
第三节 电动剃须刀用电动机结构及故障	(153)
一、电动剃须刀用电动机概况	(153)
二、电动机结构形式	(153)
三、常见故障及处理	(153)
第四节 多用途小功率同步电动机结构性能及故障处理	(154)
一、分类及应用	(154)
二、小功率同步电动机结构特点	(155)
三、小功率同步电动机故障与修理	(163)
四、电钟用同步电动机故障与修理	(165)
第七章 通用小型机械设备用单、三相小功率电动机故障诊断与修理	(167)
第一节 通用小功率单相电动机故障与修理	(167)
一、概述	(167)
二、单相电动机常见故障类别及检测	(168)
三、单相电动机常见故障及排除	(169)
四、单相电动机定子绕组重绕、改绕计算	(172)
五、修理用技术数据	(176)
六、单相电动机转向、转速变更修理	(212)
第二节 通用小功率三相电动机故障与修理	(215)
一、概述	(215)
二、结构特点	(216)
三、故障诊断与修理方法	(216)
四、小功率三相防爆电动机结构及修理要点	(226)

第八章 小功率单、三相电动机互改技术及故障修理	(231)
第一节 概述	(231)
一、单、三相电动机互改的必要性和可能性	(231)
二、单、三相电动机互改方法及注意事项	(231)
三、互改中接线方式的选择	(232)
四、三相电动机改为单相时匹配电容的选择	(232)
第二节 小功率三相电动机改为单相电动机	(234)
一、改接原理	(234)
二、三相电动机改为单相运行具体做法	(234)
三、三相电动机改接为单相运行的特殊方法	(238)
四、电感电容移相法改三相电动机为单相运行	(239)
第三节 小功率单相电动机改为三相电动机	(240)
一、JZ 系列单相电动机改绕成三相电动机	(240)
二、采用史考特方法改绕的做法	(241)
三、采用空槽法等将单相异步电动机改成三相电动机的改绕过程	(242)
第九章 电机扩大机故障诊断与修理	(246)
第一节 概述	(246)
一、分类与应用	(246)
二、结构特点及运行原理	(246)
第二节 电机扩大机常见故障与修理	(248)
一、故障种类	(248)
二、故障原因诊断与排除	(248)
三、电机扩大机中性线位置及绕组极性不对的检测和修理	(250)
四、电机扩大机剩磁电压消除方法	(251)
第三节 扩大机日常使用维护与调整	(252)
一、电机扩大机的选用	(252)
二、日常维护保养	(256)
第四节 电机扩大机重绕计算及修理实例	(259)
一、重绕计算	(259)
二、计算实例	(260)
第十章 其他控制用电机故障诊断与修理	(262)
第一节 步进电动机及其故障与修理	(262)
一、种类、应用范围与技术数据	(262)
二、步进电动机结构及运行原理	(264)
三、步进电动机常见故障及排除	(268)
四、绕组特点及更换绕组工艺	(270)
五、提高性能的措施及日常维护要点	(273)
第二节 伺服电动机故障诊断与修理	(274)
一、概述	(274)

二、故障诊断与修理	(276)
三、修理实例	(279)
四、伺服电动机技术数据	(281)
五、S 系列伺服电动机特点	(287)
六、伺服电动机使用和维护要点	(291)
第三节 测速发电机故障诊断与修理	(294)
一、概述	(294)
二、特性及技术数据	(296)
三、故障诊断与修理	(300)
第四节 自整角机结构原理及故障调试	(301)
一、分类及应用	(301)
二、各类自整角机结构原理	(304)
三、自整角机特性和技术数据	(308)
四、自整角机故障修理与使用	(312)
第五节 旋转变压器结构及故障修理	(314)
一、分类与应用	(314)
二、结构特点及运行原理	(314)
三、旋转变压器修理要点及使用与选择	(316)
第十一章 小功率电机修后有关试验及质量控制	(324)
第一节 小功率交流电机修后试验	(324)
一、试验目的	(324)
二、试验项目	(324)
三、试验方法	(324)
第二节 小功率直流电机修后试验	(326)
一、试验类型及目的	(326)
二、一般试验项目及方法与标准	(326)
三、特种试验的操作程序	(328)
第三节 修理质量要求	(332)
一、一般质量要求	(332)
二、轴承、换向器、电刷等零部件质量要求	(333)
三、总装质量要求及检查	(334)
参考文献	(337)

第一章 电动工具用电动机故障 诊断与修理

第一节 概 述

一、分类及应用场合

电动工具种类较多,根据不同的特性、结构特点、绝缘保护水平、工作场所及对象、电源性质分类如下:

(1) 按电源性质分 可分为直流电动机驱动电动工具、交流电动机及交、直两用电动机驱动电动工具。

(2) 按电源相数分 可分为单相电动工具、三相电动工具。

(3) 按电源频率分 可分为工频电动工具、中频电动工具及高频电动工具。

(4) 按工作对象及应用场所分 可分为钻、扩孔电动工具,抛光、磨光电动工具,开槽、切割等电动工具。

(5) 按触电保护方法分 可分为Ⅰ类电动工具、Ⅱ类电动工具及Ⅲ类电动工具。

各类电动工具因体积小、重量轻、使用方便、效率高,被广泛应用在机械制造业,矿山、铁道、建筑行业,以及农、林、牧、副业与家庭装修上,用以对金属、非金属材料、产品及结构件进行钻孔、扩孔、切割、锯断、磨削抛光、开槽等多工种加工。

二、结构特点

各类电动工具都是小型可移动式的电气设备。大部分电动工具做成电动机和工具本体合为一体的结构型式,因而小巧轻便,安全可靠。尤其是Ⅱ类电动工具具有双重绝缘结构,作为手提式电动工具,其安全性更高。

电动工具的另一个结构特点是它的转速比较高,而且以手提式为多。所以在结构上既要做得紧凑和牢固,又要防护齐全、保护措施灵敏、接地可靠。在使用中操作者惟有先熟悉其结构原理和操作要领,才能保证电动工具不受损坏,同时又确保操作者的人身安全,另外还必须注意在使用中不可随意卸下保护零、部件。

三、电动工具用电动机种类

电动工具用电动机属于小功率驱动电动机。其种类包括单相及三相异步电动机、单相串励电动机及单相交、直两用串励电动机等。在这三大类电动机中因用途不同又分为Ⅰ类、Ⅱ类及Ⅲ类,对于单相异步及单相串励式电动机来说,其额定电压有 220V、110V 及 36V 之分,在使用前一定要分清电压等级,将电动工具的插头插入对应电压电源插座内,只有熟练地掌握好电动工具绕组结构及参数,才能正确分析和判断电动机故障以及合理排除故障,恢复电动机的正常运行。

四、绕组特点及绝缘结构

1. 绕组特点

电动工具用电动机以单相交、直两用串励电动机为主,其次为小功率三相笼型异步电动

机。这二类电机绕组特点各不相同。

单相交、直两用串励电动机的定子绕组为多匝集中绕组,绕组数等于极数,绕组均用较细的高强度漆包圆铜线,在特制绕线模上绕制而成。绕组匝数多,又无匝间绝缘,要求齐排,层间也无绝缘。其电枢绕组均为单叠绕组。而单叠绕组的特点是元件首、末两端引线分别接到相邻的两个换向片上,并且第一个元件的尾端和第二个元件的首端接在同一个换向片上。表 1-11 中附图是典型的单相电钻用串励电动机电枢绕组接线布线图,由图可以看出单叠绕组同换向片的连接情况。为修理方便,现将单相电动工具用的单相串励电动机电枢绕组参数归纳如表 1-1。

表 1-1 单相电动工具用单相串励电动机电枢绕组参数

序 号	Z_2	绕制型式			Y	K	a	Y_K	备 注
		(1)	(2)	(3)					
1	3	✓	✓		1—2	3	1	1—2	Z_2 为电枢铁心槽数, Y 为电枢绕组节距, K 为换向片数, a 为每匝元件数, Y_K 为换向片节距; 绕组型式 (1) 为叠绕法, (2) 为 V 形对绕法, (3) 为平行对绕法
2	7	✓	✓		1—4	14	2	1—2	
3	7	✓	✓		1—4	21	3	1—2	
4	8	✓	✓	✓	1—4	16	2	1—2	
5	8	✓	✓	✓	1—4	24	3	1—2	
6	9	✓	✓		1—5	27	3	1—2	
7	10	✓	✓		1—5	20	2	1—2	
8	10	✓	✓	✓	1—5	30	3	1—2	
9	11	✓	✓		1—6	22	2	1—2	
10	11	✓	✓		1—6	33	3	1—2	
11	12	✓	✓	✓	1—6	24	2	1—2	
12	12	✓	✓	✓	1—6	36	3	1—2	
13	13	✓	✓		1—6	39	3	1—2	
14	15	✓	✓		1—7 1—8	30	2	1—2	
15	15	✓	✓		1—7 1—8	45	3	1—2	
16	16	✓	✓	✓	1—8	48	3	1—2	
17	19	✓	✓		1—10	38	2	1—2	
18	22	✓	✓		1—11	44	2	1—2	

电动工具用小功率三相异步电动机定子绕组均为分布槽散嵌绕组,也是用较细的高强度漆包圆铜线绕成。其转子绕组为铸铝笼型结构。

2. 绕组绝缘结构

电机绕组是电机关键部件,电机质量好坏及运行寿命长短,除取决于外部因素如选型、操作使用及维护之外,最主要的是修造中绝缘结构要合理,即绝缘材料选用要得当,绕制工艺及浸烘方法要正确。修理中应按规定绝缘规范操作。

(1) E、B、F 级分布槽绝缘结构及规范 电动工具用三相电动机定子绝缘结构及规范列于

表 1-2。

表 1-2 小功率三相电动机定子绕组绝缘结构及规范

绝缘部位	E、B 级绝缘	F 级绝缘
电磁线	漆包线本身绝缘 0.04~0.08mm	漆包线本身绝缘 0.04~0.08mm
匝 间	电磁线本身绝缘 + B 级浸渍漆	电磁线本身绝缘 + F 级浸渍漆
槽 部	0.17~0.22mm 厚 DMD 或青壳复合纸 1 层	0.17~0.22mm 厚 NMN 1 层或 F 级 DMD 1 层
层 间	同 B 级槽部绝缘	同 F 级槽部绝缘
相 间	端部角形隔相纸 1 层,材料同上	端部角形隔相纸 1 层,材料同上
极间连线 及引线连接	管壁厚 0.3~0.5mm 蜡管或无碱玻璃丝管 1 根, 长度适中	管壁 0.3~0.5mm 厚 F 级无碱玻璃丝管
浸渍漆	1032 漆或其他 B 级浸渍漆	155 漆或其他 F 级浸渍漆
浸渍方式及次数	沉浸 2 次或压力浸或真空浸 1 次	

(2) 单相串励电动机磁极及电枢绝缘结构及规范 表 1-3 为单相串励电动机磁极绝缘结构及规范;表 1-4 为单相串励电动机电枢绕组绝缘结构及规范。

表 1-3 单相串励电动机磁极绝缘结构及规范

绝缘部位	E、B 级绝缘	F 级绝缘
电磁线	漆包线本身绝缘 0.04~0.08mm	漆包线本身绝缘 0.04~0.08mm
匝 间	电磁线本身绝缘 + B 级浸渍漆	电磁线本身绝缘 + F 级浸渍漆
线圈保护绝缘	0.14mm × 25mm 醇酸云母带及 0.1mm × 25mm 玻璃丝带各 1 层,半叠包	0.14mm × 25mm 桐马云母带及 0.1mm × 25mm 玻璃丝带各 1 层,半叠包
极身绝缘	0.5mm 厚云母板及 B 级 0.2mm 厚 DMD 各围 包 $1\frac{1}{4}$ 层	0.5mm 厚 F 级云母板及 0.2mm 厚 NMN 或 F 级 DMD 各围包 $1\frac{1}{4}$ 层
浸渍漆	1032 漆或其他 B 级浸渍漆	155 漆或其他 F 级浸渍漆
浸渍方式及次数	采用沉浸 2~3 次或采用压力浸或真空浸 1~2 次	

表 1-4 单相串励电动机电枢绕组绝缘结构及规范

绝缘部位	E、B 级绝缘	F 级绝缘
电磁线	漆包线本身绝缘 0.04~0.08mm	漆包线本身绝缘 0.04~0.08mm
槽 楔	竹槽楔	F 级环氧玻璃布板槽楔
槽绝缘	0.2~0.22mm 厚 6530 复合箔 1 层或 0.2~ 0.22mm 厚 DMD 1 层	0.17~0.22mm 厚 NMN 复合箔 1 层或用 0.17 ~0.22mm 厚 F 级 DMD 三合-绝缘 1 层
匝 间	电磁线本身绝缘 + B 级浸渍漆	电磁线本身绝缘 + F 级浸渍漆
层 间	同槽绝缘材料 1 层	同槽绝缘材料 1 层
绕组端部 对地绝缘	0.14mm × 25mm 粉云母带半叠包 3~4 层或 用 0.1mm × 25mm 玻璃丝带半叠包 3~4 层	用 F 级粉云母带平包 4~6 层或用 0.1mm × 25mm 玻璃丝带半叠包 3~4 层
浸渍漆	选用 634 [#] 或 644 [#] 热固性浸渍漆,也可用 1032 [#] 漆	用 155 号漆或 EIU 及 319-2 型无溶剂漆
浸渍方式及次数	沉浸 2 次,压力浸或真空浸 1 次	

3. 双重绝缘电动机的绝缘结构

Ⅱ类电动工具为双重绝缘结构,就是在原Ⅰ类绝缘基础上,为使用更安全,分别在电动机定子及转子(电枢)上增加一定规范的附加绝缘,也叫加强绝缘。修理Ⅱ类电动工具及其配套电动机时,切不可对损坏的附加绝缘不作处理,或为省工省料将原损坏的附加绝缘清除后也不添加新的附加绝缘。

(1) 定子部分双重绝缘结构 它是由基本绝缘(符合通用电机定子槽绝缘及绕组绝缘)及附加绝缘构成。基本绝缘如表1-2及表1-3所示;附加绝缘是电动机定子与机壳之间所加的绝缘,它一般根据电动工具容量大小及塑料的性能,采用在金属机壳与定子铁心间衬以塑料护套,或采用带金属骨架的塑料外壳以及无金属骨架的全塑外壳三种绝缘形式。

(2) 电枢部分双重绝缘结构 它也是由基本绝缘(如表1-4)及附加绝缘构成。其附加绝缘有整体轴绝缘形式及部分轴绝缘形式两种,它的附加绝缘结构及规范列于表1-5。

(3) 其他零部件及部位的附加绝缘结构 这方面有塑料刷握、塑料风扇和塑料挡风板等。为了充分认识和掌握双重绝缘结构部位,图1-1给出了典型的双重绝缘结构。

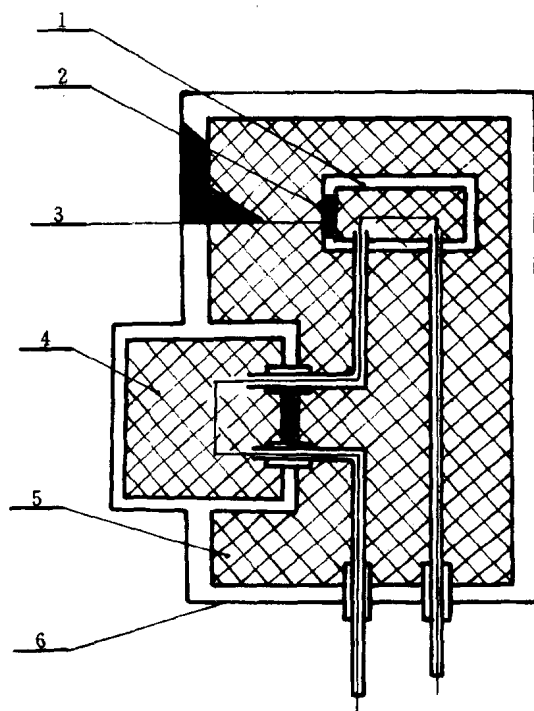


图 1-1 电动工具双重绝缘结构

1—带电体 2—基本绝缘 3—人体不会触及的金属体
4—加强绝缘 5—附加绝缘 6—人体会触及的金属体

表 1-5 电枢附加轴绝缘结构及规范

轴结构类型	结构及规范	
	国 内	国 外
整体轴绝缘	1. 在整个轴及电枢铁心间垫1层1~1.25mm厚的绝缘层,材料采用模压玻璃纤维酚醛塑料 2. 涂敷热固性环氧粉末 3. 注射玻璃纤维增强尼龙	1. 在轴上卷包一定厚度绝缘 2. 用模塑热固性塑料,如石棉或玻璃纤维增强酚醛塑料 3. 在轴上套绝缘套管后,用树脂胶封 4. 注射玻璃纤维增强热固性材料
部分轴绝缘	它在转轴与铁心之间不加绝缘层,而是在电枢轴和主轴间采用绝缘联轴器或接轴绝缘、绝缘主轴或塑料齿轮,以及绝缘轴承座等方式,实现部分轴绝缘	

第二节 电动工具用电动机故障与修理

一、故障类别

电动工具用单、三相电动机在运行中,由于各种原因,将发生电气、机械及其他方面的故

障。一旦发现故障必须及时检测和排除,否则故障扩大,将导致电动机烧毁。表 1-6 是单、三相电动工具用电动机常见故障类别。

表 1-6 单、三相电动工具用电动机常见故障类别

故障类别	起动过程故障	- 起动困难 - 通电后不起动,电动机发出“嗡嗡”声 - 起动电流特大,电机烫手 - 起动过程中,电源熔丝常断
	电机运行中故障	- 声音异常,振动大 - 电机过热,温升超标,出力不足 - 运行速度不稳,时而快时而慢 - 绝缘电阻低,机壳带电 - 三相电流不平衡(三相电动机) - 电机有焦糊味和冒烟 - 串励电动机换向片上火花大
	绕组及绝缘故障	定、转子绕组开路(笼型转子为端环断裂) 定、转子绕组短路、接地或绝缘击穿 - 双重绝缘结构的附加绝缘损坏 - 换向器片间短路
	其他方面故障	- 轴承损坏、润滑油脂变质或干涸 - 塑料外壳破裂,手柄、开关损坏 - 保护装置失灵,附件损坏 - 轴弯曲,气隙不均,定、转子相擦 - 内风叶损坏或装反

二、故障原因及修理方法

1. 单、三相电动机综合故障原因及修理

电动工具用单相电动机均为交、直两用串励电动机,该类电动机各类故障原因及修理方法如下:

(1) 电动机不能起动或起动困难的原因及修理 单相交、直两用串励电动机通电后不能起动的原因有:①电源线或电动机引线折断、保险丝断;②开关损坏或开关引线断;③开关线圈烧坏;④电动机定子绕组断路;⑤定子绕组内部连接线松脱或断开;⑥电枢绕组开路;⑦电刷与换向器未接触等。

解决这方面故障的方法是通过修理人员用感觉器官——耳、目、口、鼻、手去检查,配合用电工仪表检测,诊断出真正原因后,再排除故障。如检测出属电源线断应接好电源线,包上绝缘;如查出为开关坏或开关引线折断,或开关线圈烧坏,修复好即可;如损坏程度大无修复价值,就更换新开关。如属定子绕组断路、电枢绕组开路,将开路处两线头接好焊牢,包上绝缘即可。

(2) 交、直两用电动机电刷火花大及产生环火故障 单相交、直两用串励电动机一旦电刷和换向器间产生较大火花,将影响电动机运行,如解决不及时,还会发展到形成环火,烧坏电枢绕组及换向器。表 1-7 为电动工具用交、直两用串励电动机火花过大、产生环火的原因及排除方法。

(3) 交、直两用串励电动机转速不稳故障原因分析及排除 所谓转速不稳就是电动机在使用中速度过快或过慢。其原因有:①电动机转轴弯曲,使定、转子间气隙不均,造成定、转子相擦,因阻力大转速减慢,同时定子产生单边磁拉力造成转速不稳,解决的办法是通过调直转

表 1-7 电动工具用串励电动机电刷火花大及产生环火故障

可能的故障原因	排 除 方 法
电刷太短与换向器接触不上	更换长度适中的同规格电刷
电刷牌号不对或材质过硬	更换规定牌号的电刷
电刷弹簧压力过小	更换硬度适中的新弹簧
电刷与换向器接触面太小	研磨电刷弧面使接触面达 75% 以上
换向器表面粗糙、有划痕	精车或磨削换向器表面且下刻云母
电刷不在中心线上	测试调整电刷位置
换向器表面磨损大且有灼伤点	精车换向器表面或更换新换向器
云母片凸出, 高于换向片表面	用工具下刻云母片
刷握严重锈蚀使电刷难于移动	清除锈迹或更换新刷盒
电刷引出线松动	紧固连接螺母
换向器片间短路	测试出短路片, 修复短路
电枢绕组引线与换向片线槽脱焊	找出脱焊处, 一一焊牢
电枢绕组局部短路	测出短路绕组, 采用局部修复方法修好
电枢绕组有反接、错接	测出反接、错接线圈, 予以纠正
定子绕组局部短路	查出短路线圈, 修复或更换

轴,使定、转子气隙均匀不相擦;②由于机壳和端盖止口配合松,或端盖出现裂缝、止口损坏,使定、转子同心度偏差大,解决办法是补焊端盖止口后经精车止口达到配合严密而同心,也可更换新端盖;③由于轴承损坏或安装不正,摩擦阻力加大,造成转速下降,解决办法是更换新轴承,且使其装正,配合间隙适中,使转轴运转灵活;④绕组短路促使转速加快,通过检测查出短路线匝,包好绝缘,消除故障使转速正常;⑤电刷位置不对使转速加快,用调整移动刷架,使电刷位置适中,不仅保证电机转速正常,也可消除火花大的毛病。

(4) 电机过热故障原因及排除 除上述(1)~(3)中一些原因如定、转子相擦、轴承损坏、绕组短路等将造成电机过热外,电机过载运行也是引起电机过热的重要原因。如用大直径钻头安装在小型手电钻上钻较大直径的孔,使手电钻电动机过载运行而电机过热,只有在使用中不使电机过载运行。三相电动机在运行中缺相运行诸如一相熔丝断、一相电源线断、电机一相引线断等均造成运行中的三相电动机处于单相运行,俗称走单相。解决的办法是将电机停运,检查电源线及保险丝,如无问题再进一步检查电机定子绕组引线有无断相。故障查出后,将断折的电源线或电机引线重新接好,包上绝缘,若熔丝熔断则换上适当规格的熔丝。电机走单相时间一长,因过热严重会烧坏绕组。

2. 单、三相电动机绕组烧毁故障及修理

(1) 绕组烧毁原因 以上所介绍的电机过热、定转子严重相擦、过载运行、三相电动机走单相运行均会导致绝缘加速老化而击穿,使电机绕组烧毁;另外由于接线错,更换绕组大修中用细直径导线绕制线圈,或绕制匝数过少等均会使电机在运行中过热而烧毁;还有绝缘材料选择不当,绝缘处理工艺不佳,修后的电机绝缘强度低,加上使用不当,绝缘很快崩溃,也是造成绕组烧损的一个不可忽略因素。电机烧坏了就要采取更换绕组修理。具体修理方法有两种:一是局部更换几只烧损绕组,二是全部更换绕组。现结合具体故障介绍修理过程。

(2) 局部更换绕组修理方法 局部修理方法只适用电机定、转子绕组烧损不严重的故障处理,如电机绕组整体绝缘状况良好,仅几个槽内绕组因绝缘损坏而击穿烧坏,可采用局部更

换绕组的方法修理,其过程如下:

① 记录铭牌数据。

② 解体拆卸抽出转子,进一步检查,确认电机整体状况良好,仅局部几只线圈烧损。

③ 电机加热(以定子绕组烧坏为例):加热时应注意控制好温度,不要使被烘烤电机定子过热,一般 E 级电机温度控制在 $105\sim 110^{\circ}\text{C}$,B 级、F 级分别控制在 $120\sim 125^{\circ}\text{C}$ 及 $140\sim 145^{\circ}\text{C}$ 为宜。

④ 起出烧损的几只线圈:定子烤热后从烘箱内取出,趁热打出槽楔,只需要起线圈周围 1~2 个节距内槽楔。把要拆的极相组间连线剪开,再起出烧坏的几只线圈,注意不要把开始几只不更换的线圈上层边导线绝缘弄坏,轻轻将其上层边起出抬高一些后,把烧坏的几只线圈一起出来。接着趁热把这个槽内旧绝缘物清理干净。

⑤ 测量和记数:将其中拆出的一只旧线圈略加整理恢复原形状,量一下外形尺寸,以便查找合适的绕线模,无绕线模的按整理好的旧线圈量出尺寸做绕线模;数一数旧线圈匝数,用千分尺准确地测量导线不带漆膜的直径,将匝数及线径记录好。

⑥ 绕制几枚线圈:将记录的匝数及线径在表 1-8 至表 1-12 中与本电机规格型号一致的栏内核对,如无出入,可进行绕制,如有出入应仔细查对后再绕制。

⑦ 嵌接线:绕好的几枚线圈,按原节距一一嵌入放好槽绝缘的槽内,最后将吊把的几只上层边依次嵌入槽内,打入新槽楔,连好极间连线及接好线,测量三相直流电阻应平衡。

⑧ 预烘及浸漆烘干:虽局部更换绕组,但因电机出了故障,为加强未拆部分绝缘强度,采用整个定子预烘后浸漆、滴漆和整个定子烘干处理。

⑨ 测量绝缘电阻及试验:按表 1-13 至表 1-18 标准进行。

(3) 全部更换绕组大修 对烧损严重无法采取局部更换办法修理的电机,应采取重绕更换修理。重绕计算、重绕工艺程序及具体嵌线操作可参照本章第三、四、五节进行,在此不重复介绍。

三、有关绕组、铁心数据

表 1-8~表 1-12 收集、整理了国产电动工具用电动机铁心及绕组数据,供修理中核对数据或直接应用。其中:

(1) 表 1-8 为电动工具用单相串励电动机技术数据及铁心、绕组数据。

(2) 表 1-9 为电动工具用三相电动机技术数据及铁心、绕组数据。

(3) 表 1-10 为单相电钻用串励电动机铁心、绕组数据。

(4) 表 1-11 为 110V、36V 电钻用单相串励电动机铁心、绕组数据。

(5) 表 1-12 为部分三相交流电钻电动机绕组数据。

表 1-8 电动工具用单相串励电动机

电动工具型号名称	电动机额定数据					电动机定、转子			
	电压 (V)	电流 (A)	输入 功率 (W)	输出 功率 (W)	负载 转速 (r/min)	定子每 极匝数	定子线规 ϕ_1/ϕ_2 (mm)	转子 每元件 匝数	转子线规 ϕ_1/ϕ_2 (mm)
回 JIZ-6K 电钻	220	0.78	165	90	10000	310	0.33/0.28	46	0.25/0.21
回 JIZ-6K 电钻	220	1.1	230	120	13000	248	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 JISS-8 攻丝机	220	1.1	230	120	13000	248	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 JIZ-6 电钻	220	5.6	185	92	10000	40	$\frac{2-0.63}{2-0.56}$	36	0.63/0.56
回 JIZ-6 电钻	220	1.2	250	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 JIJZ-1.5 电剪刀	220	1.2	250	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 PIL-6 螺丝刀	220	1.2	250	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 JIQZ 曲线锯	220	1.2	250	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 SIMJ ₂ -100 角向磨光机	220	1.7	370	220	14000	175	0.47/0.41	25	0.34/0.29
回 ZIJ ₂ 电剪刀	220	1.4	280	160	15000	240	0.41/0.35	31	0.30/0.25
回 JIQZ-3 曲线锯	220	1.1	250	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 SIJ-25 电磨	220	1.1	250	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 PIB-12 电扳手	220	0.8	140	80	8000	315	0.34/0.29	53	0.23/0.19
回 PIL-5 螺丝刀	220	0.8	140	80	8000	315	0.34/0.29	53	0.23/0.19
回 SIMJ ₂ -100 角向磨光机	220	1.78	380	230	14300	175	0.47/0.41	25	0.34/0.29
回 JIZ-6 电钻	220	1.1	240	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
JIZ-6 电钻	220	1.1	240	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 JIJ-1.6 电剪刀	220	1.1	240	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 JIS-8 攻丝机	220	1.1	240	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
回 PIB-12 电扳手	220	0.79	140	80	8000	315	0.34/0.29	53	0.23/0.19
回 JIZ-6 电钻	220	1.1	250	140	14000	247	0.38/0.33	36	0.28/0.23
JIZ-6 电钻	220	1.1	220	130	13500	255	0.37/0.31	38	0.28/0.23
JIZ-6 电钻	220	1.1	210	120	12000	265	0.36/0.31	42	0.28/0.23
回 JIZ-10 电钻	36	9.6	328	164	8900	36	$\frac{3-0.63}{3-0.56}$	5	$\frac{2-0.53}{2-0.47}$
回 JIZC-16 双速冲击电钻	220	1.6	334	184	12600	216	0.48/0.42	32	0.32/0.27
回 JIZ-10 电钻	220	1.6	334	184	12600	—	0.48/0.42	32	0.32/0.27

技术数据及铁心、绕组数据

数据			风扇数据			换向器		生产 厂 代号	生产厂名称	
铁心长 (mm)	铁心外径 (mm)	气隙 (mm)	型 式	外径 (mm)	叶片 数	换向 片数	外径 (mm)		代号	代号所属生产厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	1	1	上海电动工具厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	1	2	上海飞跃工具厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	1	3	上海宇宙电动工具厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	1	4	上海起重工具厂
38	56	0.35	离心	51	9	27	22.4	22	5	天津机械工具厂
38	56	0.35	离心	51	9	27	22.4	22	6	天津空调器厂
38	56	0.35	离心	51	9	27	22.4	22	7	石家庄电动工具厂
38	56	0.35	离心	51	9	27	22.4	22	8	呼和浩特电动工具厂
55	56	0.35	轴流	59	10	27	22.4	2	9	沈阳电动工具厂
38	56	0.35	离心	48	12	27	22.4	3	10	长春电动工具厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	4	11	黑龙江电动工具厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	4	12	西安电动工具厂
38	56	0.35	离心	51	9	27	22.4	4	13	青海电动工具厂
38	56	0.35	离心	51	9	27	22.4	18	14	山东中兴机械厂
55	56	0.35	轴流	62	10	27	22.4	19	15	德州电动工具厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	13	16	扬州电动工具厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	13	18	温岭电动工具厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	13	17	杭州电动工具厂
38	56	0.35	离心	48	16	27	22.4	13	19	永康电动工具厂
38	56	0.35	离心	51 50	9 12	27	22.4	5、14	20	长沙电动工具厂
38	56	0.35	离心	58 48	16 16	27	22.4	9、11、12	21	桂林电动工具厂
34	56	0.35	轴流	56	9	27	22.4	1、6、8	22	成都电动工具厂
34	56	0.35	离心	55	10	27	22.4	16、17、20		
38	62	0.4	离心	50	16	27	22.4	1		
38	62	0.4	离心	50	16	27	22.4	1		
38	62	0.4	离心	50	16	27	22.4	1		