

才家刚 等
编著

SANXIANG
YIBU DIANDONGJI
WEIXIU SHOUCE

三相异步电动机 维修手册



上海科学技术出版社
SHANGHAI SCIENTIFIC & TECHNICAL PUBLISHERS

三相异步电动机维修手册

才家刚 等编著

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

三相异步电动机维修手册/才家刚等编著. —上海:
上海科学技术出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-5478-2058-2

I. ①三… II. ①才… III. ①三相异步电动机—维修—
技术手册 IV. ①TM343.07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 258528 号

三相异步电动机维修手册

才家刚 等编著

上海世纪出版股份有限公司出版
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行

200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.cc

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 889×1194 1/32 印张: 10.375

字数: 300 千字

2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5478-2058-2/TM·43

定价: 35.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内容提要

本书以图文并茂的形式,详细介绍三相交流电压中、小型异步电动机的常见故障原因的分析及判定、修理技术及常用数据,以及检查和试验方法,直观地展现了复杂的技术问题和操作工艺,内容均采自于国内有丰富经验的电机制造和修理企业,具有较强的可操作性。

本书可供电机使用和维修工及相关技术人员使用,电机设计和制造部门的工程技术人员及职校、技校相关专业师生也可参阅。

前 言

随着我国电力事业的迅速发展,中、小型交流异步电动机已被广泛应用于工业和人们的日常生活中。因此,了解和掌握一定的电机使用和维修知识,并做到合理使用,保证生产和生活的顺利进行,不单是电机维修专业人员的需要,也是所有使用人员的需要。

本书将介绍三相异步电动机的拆装方法、故障现象和原因分析、故障查找和排除方法、绕组的制作和嵌线浸漆、性能试验等知识。

本书的第一个特点是图文并茂,并且大部分图片都是来自生产现场,所以读者容易理解和学习;第二个特点是全部内容均来自实践,其中很多内容是作者亲身经历的案例,示范性和现场指导性极强;第三个特点是很多工艺技术均为国内现用行之有效的较好做法,并具有一定的先进性。

本书由才家刚主编,参加编写、绘图和资料收集整理等工作的有吴亚旗、才雪冬、李红、齐永红、才学静、王爱红、薛红秋、齐岳、施兰英等。

在本书编写过程中,北京毕捷电机股份有限公司(原北京市电机总厂)和福建远东华美电机集团公司的领导和很多富有实践经验的工程师、专业技术人员和现场维修人员给予了大力支持。在此一并表示衷心的感谢。

由于作者的技术水平和实践经验有限,书中难免有不妥之处。恳请广大读者批评指正。

编著者

目 录

前言

1 常用三相异步电动机分类和性能数据	1
1.1 三相异步电动机的分类	1
1.1.1 按尺寸或电压分类	1
1.1.2 按使用时的安装方式分类	1
1.1.3 按外壳防护能力分类	3
1.1.4 按冷却方式分类	4
1.1.5 按工作制分类	6
1.1.6 按使用环境分类	8
1.1.7 按防爆性能分类	8
1.1.8 按转子结构形式分类	9
1.2 三相异步电动机的铭牌解读	10
1.2.1 铭牌示例	10
1.2.2 铭牌内容和相关知识	12
1.2.3 进、出口电机英文铭牌的识别	19
1.3 线电压和相电压、线电流和相电流	21
1.3.1 线电压和相电压	21
1.3.2 线电流和相电流	21
2 普通三相异步电动机的结构和拆装方法	22
2.1 普通笼型转子异步电动机的结构	22
2.1.1 总体结构	22
2.1.2 主要部件	23

2.2 绕线转子三相异步电动机的结构	24
2.2.1 总体结构	24
2.2.2 无举刷和短路装置的电刷结构	24
2.2.3 举刷和短路装置结构	26
2.2.4 电刷及电刷系统	26
2.2.5 集电环	28
2.3 电机用滚动轴承	29
2.3.1 滚动轴承的组成	29
2.3.2 滚动轴承规格型号	30
2.4 电机拆装常用工具设备	35
2.4.1 拉拔器	35
2.4.2 喷灯	35
2.4.3 工频加热器	36
2.4.4 常用螺钉扳手	38
2.4.5 力矩螺钉扳手	40
2.4.6 螺钉旋具	40
2.4.7 常用和特殊用途钳子	41
2.4.8 锤子和榔头	43
2.4.9 钢锯	43
2.4.10 钻孔工具	44
2.4.11 起重吊装器具	47
2.5 三相异步电动机的拆解方法	48
2.5.1 拆解电动机时应注意的事项	48
2.5.2 较小普通异步电动机的拆解方法	49
2.5.3 绕线转子电动机集电环的拆解方法	52
2.6 普通三相异步电动机的装配	52
2.6.1 较小容量的电动机的装配	52
2.6.2 大容量电动机的装配	55
2.6.3 集电环的安装	55
2.6.4 电刷系统的安装	55
2.7 滚动轴承的拆、装方法	57

2.7.1	拆卸方法和注意事项	57
2.7.2	装配前的清洗和质量检查	58
2.7.3	装配方法和注意事项	59
2.7.4	加注润滑脂	62
3	普通三相异步电动机常见故障原因和诊断方法	66
3.1	常见故障名词解释	66
3.1.1	三相电流(或电压、电阻)不平衡度	66
3.1.2	匝间、相间、对地短路	66
3.1.3	转子断条	67
3.1.4	缺相(断相)	68
3.1.5	机械噪声和电磁噪声	68
3.1.6	不同心和不同轴	68
3.2	电机检测常用仪器仪表和测量方法	70
3.2.1	低压验电器(验电笔)	70
3.2.2	万用表	71
3.2.3	钳形电流表	76
3.2.4	绝缘电阻表	78
3.2.5	用示灯和漏电保护开关法检查电机的绝缘情况	79
3.2.6	匝间耐冲击电压试验仪	81
3.2.7	绕组短路(或断路)侦察器的制作和使用方法	83
3.2.8	耐交流电压试验仪及试验方法	85
3.2.9	相序仪和确定三相电源相序的方法	86
3.2.10	交流电流表、电流互感器和电流测量	87
3.2.11	交流电压表、电压互感器和电压测量	91
3.2.12	交流功率表和功率测量线路	94
3.2.13	三相电流、电压及功率综合测量线路	96
3.2.14	测振仪的种类和使用方法	96
3.2.15	声级计的种类和使用方法	98
3.2.16	温度测量仪器	99
3.2.17	转速表和转速的测量	105

3.2.18	无转速表时的转速测量器具及测量方法	105
3.2.19	测量变频器输入、输出电压和电流的问题	107
3.2.20	百分表	108
3.2.21	测量电机轴伸对轴线的径向圆跳动	112
3.2.22	测量电机凸缘端盖止口对轴线的径向和轴向跳动	113
3.3	常见故障、原因和确定方法	114
3.3.1	通电后不起动或缓慢转动并发出“嗡嗡”的异常声响	115
3.3.2	起动时,断路器很快跳闸或熔断器熔体熔断	115
3.3.3	三相电流不平衡度过大	116
3.3.4	空载电流较大	121
3.3.5	电机温度较高	121
3.3.6	定子绕组严重变色或烧毁	123
3.3.7	轴承过热	125
3.3.8	振动和噪声过大	127
3.3.9	加载运行时电流表指针不停地按一定周期摆动	128
3.3.10	转子断条的判定方法	129
3.3.11	起动转矩小的解决方法	130
3.3.12	确定电机极数的简单方法	130
3.3.13	确定三相绕组每相头尾的方法	131
3.3.14	因星-三角降压起动线路的接线故障造成跳闸或 电机不起动	134
3.3.15	星-三角起动电路中电流的测量问题	136
3.4	绕线转子三相异步电动机的特有故障及原因	137
3.4.1	电流过大但出力不足	137
3.4.2	转子故障原因的查找方法	138
3.4.3	集电环上火花大、电刷或集电环磨损较快、过热	139
3.4.4	电刷与滑环的接触面积的检查方法	141
3.4.5	电刷引线(刷辫)断后的处理方法	141
3.4.6	集电环故障的修理方法	142

4	特殊用途电动机的结构原理和常见故障处理	143
4.1	电磁调速电动机	143
4.1.1	结构	143
4.1.2	工作原理	144
4.1.3	测速发电机的类型和工作原理	145
4.1.4	控制器类型及其配置	145
4.1.5	常见故障及处理方法	145
4.1.6	修理后运行的注意事项	149
4.2	变频调速电机	151
4.2.1	工作原理和结构特点	151
4.2.2	需要变频器与工频电源切换的几种情况和切换方法	151
4.2.3	在某一频率段运行时噪声或振动大的原因及处理方法	152
4.3	变极多速电机	153
4.3.1	变极多速电机的工作原理	153
4.3.2	变极多速电机线端标志的特点	155
4.3.3	常用的变极多速电机接线方法	155
4.3.4	使用变极多速电机注意事项	159
4.4	锥形转子制动电机	159
4.4.1	结构特点和制动原理	159
4.4.2	起动困难或制动转矩不足的原因和解决方法	160
4.4.3	绕组过热的特有原因和解决方法	161
4.4.4	修理锥形转子电机制动器的方法	161
4.4.5	调整锥形转子电机制动转矩的方法	163
4.4.6	装配制动弹簧的专用工具和使用方法	163
4.5	旁磁式自制动异步电机	164
4.6	外加电磁式制动器电机	165
4.7	杠杆式自制动电机	167

5 定子绕组的拆除和制作方法	169
5.1 定子铁心和绕组简介	169
5.1.1 定子铁心的结构、有关术语及参数	169
5.1.2 定子绕组常用的型式、有关术语及参数	170
5.2 绕组拆除方法	173
5.2.1 拆除绕组前后应做的工作	173
5.2.2 绕组的冷拆法	175
5.2.3 绕组的热拆法	176
5.2.4 成型定转子绕组的拆除方法	177
5.3 绕线模制作方法	178
5.3.1 常用绕线模的类型	178
5.3.2 确定绕线模尺寸的方法	180
5.3.3 制作木质绕线模的方法	182
5.4 绕制线圈的工艺和质量检查	183
5.4.1 绕制方法和注意事项	183
5.4.2 线圈质量检查	185
 6 三相定子散嵌绕组的嵌线工艺过程	 187
6.1 嵌线前准备工作	187
6.2 嵌线、接线和端部包扎常用工具	187
6.3 定子绕组绝缘材料、裁制方法和尺寸要求	189
6.4 定子绕组嵌线工艺及实例	191
6.5 绕组嵌线工艺实例	194
6.5.1 绕组展开图说明	194
6.5.2 单层同心式绕组	194
6.5.3 单层链式绕组	196
6.5.4 交叉链式绕组	198
6.5.5 双层迭式绕组	200
6.6 绕组接线操作方法和要求	202
6.7 绕组端部包扎方法和要求	205
6.8 定子成型绕组的嵌线工艺	206

6.8.1	绕组的类型和绝缘结构	206
6.8.2	对绕组的检查和要求	206
6.8.3	嵌线工艺	208
6.8.4	嵌线后接线前的检查和试验	210
6.8.5	端部接线工艺	210
6.9	定子嵌线后浸漆前的检查和试验	211
6.9.1	外观和尺寸检查	211
6.9.2	测量绕组的直流电阻	211
6.9.3	测量热传感元件和防潮加热带的电阻	212
6.9.4	绝缘性能检查和故障处理方法	213
6.9.5	三相电流平衡情况的检查	215
6.9.6	对出线相序或磁场旋转方向的检查	216
6.9.7	用指南针检查头尾接线和极数的正确性	217
7	绕线转子硬绕组的修理和制作	218
7.1	绕线转子绕组简介	218
7.1.1	绕线转子绕组的分类	218
7.1.2	波形绕组的类型和参数	218
7.2	绕线转子硬绕组的拆除	220
7.2.1	拆除前应做的工作	220
7.2.2	拆除步骤	221
7.3	转子波形绕组的制作	222
7.4	波形绕组的槽绝缘结构	223
7.5	用于转子硬绕组嵌线和接线的专用工具	223
7.6	转子波形绕组的嵌线和接线过程	224
7.7	用无纬带绑扎转子波形绕组的端部	227
7.8	转子引出线穿出转子轴孔的工艺	228
7.9	对嵌线后转子的检查	229
8	绕组的浸漆和烘干	230
8.1	绕组浸漆	230

8.1.1	绕组浸漆的主要作用	230
8.1.2	浸渍漆的性能指标和选择原则	230
8.1.3	测定浸渍漆黏度的方法和不同温度时对黏度的要求	230
8.2	浸漆和烘干工艺	232
8.2.1	浸漆前准备工作	232
8.2.2	浸漆和烘干工艺过程及要求	232
8.2.3	简易的浸漆方法和操作要求	233
8.2.4	烘干电机绕组的简易办法和操作要求	233
8.2.5	真空压力浸漆(VPI)工艺	235
9	机械部件的修复	236
9.1	轴损伤修复	236
9.1.1	键槽	236
9.1.2	断轴	237
9.1.3	细轴或有严重损伤的轴	238
9.1.4	轴承档	240
9.2	端盖损伤修复	241
9.2.1	轴承室直径小	241
9.2.2	轴承室直径大	242
9.3	裂开机座底脚修复	243
9.3.1	焊接法修复	243
9.3.2	机械法修复	243
9.4	铸铁件的砂眼和气孔修补	244
9.4.1	用“铸铁 KTRa 系列专用修补剂”修补的工艺	244
9.4.2	用“环氧粉末”修补的工艺	245
9.4.3	用锡锌焊料补焊的工艺	247
10	修理后的整机试验	248
10.1	试验项目和试验报告	248
10.2	堵转试验	250

10.2.1 检查性堵转试验	250
10.2.2 测取堵转特性曲线的试验	251
10.2.3 用Y-△降压间接求取起动电流和转矩的试验方法	253
10.3 空载试验	254
10.4 绕线转子电动机的转子开路电压测定试验	256
10.5 振动的测定试验	256
10.5.1 电机振动测试时的安装要求	256
10.5.2 振动测定方法	257
10.6 噪声的测定试验	258
10.6.1 电机噪声测试时的安装要求	258
10.6.2 噪声级的测定试验方法	258
10.7 制动电动机制动转矩的测定试验	260
10.8 转速调整范围检查	262
附录	264
附录 1 深沟球轴承的径向游隙(GB/T 4604—1993)	264
附录 2 我国和国外主要轴承生产厂生产的电机常用滚动轴承 型号对比表(内径 10 mm 及以上)	265
附录 3 Y(IP44)系列三相异步电动机现用和曾用轴承牌号	266
附录 4 Y2(IP54)系列三相异步电动机现用和曾用轴承牌号	266
附录 5 T 分度铜-康铜和 K 分度镍铬-镍硅热电偶分度表	267
附录 6 BA1 和 BA2(Pt100)型铂热电阻分度表	268
附录 7 Y(IP44)和 Y2(IP54)系列三相异步电动机轴伸尺寸及 圆跳动公差	268
附录 8 凸缘端盖止口对电机轴线的径向和轴向圆跳动公差	269
附录 9 Y 系列(IP44)三相异步电动机堵转转矩 T_K^* (倍数)、 堵转电流 I_K^* (倍数)限值	270
附录 10 某厂 Y 系列(IP44)三相异步电动机相电阻统计平均值 (25℃时).....	271
附录 11 某厂 Y(IP44)和 Y2(IP54)系列三相异步电动机空载	

电流统计平均值	272
附录 12 电机振动限值(摘自 GB 10068—2008)	274
附录 13 旋转电机(附录 14 规定的除外)空载 A 计权声功率级 限值(GB 10069.3—2008)	274
附录 14 冷却方式为 IC411、IC511、IC611 三种方式的单速三相 笼型异步电动机空载 A 计权声功率级限值 (GB 10069.3—2008)	275
附录 15 Y(IP44)和 Y2(IP54)系列三相异步电动机噪声声功率 级限值	276
附录 16 电磁线型号的含义	277
附录 17 QZ—1、QZ—2 型高强度漆包圆铜线规格	277
附录 18 扁铜线和漆包扁铜线规格	280
附录 19 常用绝缘材料及辅料	286
附录 20 Y 系列(IP44,380 V,50 Hz)三相异步电动机定、 转子数据	287
附录 21 Y 系列(IP44,380 V,50 Hz)重绕线规可选种类	293
附录 22 Y2 系列(IP54,380 V,50 Hz)三相异步电动机定、 转子数据	300
附录 23 YR 系列绕线转子电动机定、转子绕组技术数据	307
附录 24 环境温度及海拔高度对电动机输出功率的影响	316
参考文献	317

1 常用三相异步电动机分类和性能数据

1.1 三相异步电动机的分类

1.1.1 按尺寸或电压分类

按外形尺寸[含机座号(或中心高,单位 mm)和铁心外径]大小分大、中、小、微共 4 类。

按所用电源额定电压的高低,分为高压和低压两大类。

以上的分类见表 1-1。

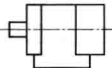
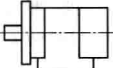
表 1-1 按大小和电压高低分类方法

分类项目	类 型			
大 小	大 型	中 型	小 型	微 型
	机座号>630 mm 或铁心外径>990 mm	机座号≥355~630 mm 或铁心外径≤990 mm	机座号 ≥ 63~315 mm	机座号 < 63 mm
电 压	高 压		低 压	
	额定电压≥1 kV 或 1.14 kV		额定电压<1 kV 或 1.14 kV	

1.1.2 按使用时的安装方式分类

按电动机在使用时的安装方式,分卧式和立式两大类,分别用符号 IM B x 和 IM V x 表示,其中“IM”是国际通用安装方式代码(英文 International Mounting type 的两个字头),“B”代表卧式,“V”代表立式,“ x ”实际为阿拉伯数字(1 个或 2 个)。表 1-2、表 1-3 给出了常用的类型,图 1-1 给出了最常用的 5 种示例。

表 1-2 常用卧式安装方式图示和代码

代号	图 示	说 明	代号	图 示	说 明
B3		用底脚安装在基础构件上	B35		借底脚安装在基础构件上,并附用凸缘端盖安装配套设备

(续表)

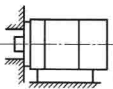
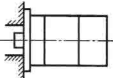
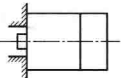
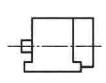
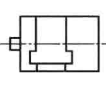
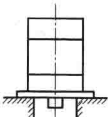
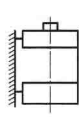
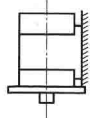
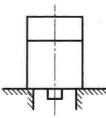
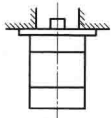
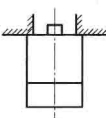
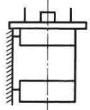
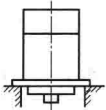
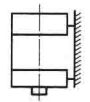
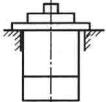
代号	图 示	说 明	代号	图 示	说 明
B34		借底脚安装在基础构件上,并附用凸缘平面安装配套设备	B8		用底脚安装在天花板上
B5		用凸缘端盖安装	B9		D 端无端盖,借 D 端的机座端面安装
B6		用底脚安装在墙上。从 D 端看,底脚在左边	B15		D 端无端盖,用底脚主安装,D 端机座端面辅安装
B7		用底脚安装在墙上。从 D 端看,底脚在右边	B20		有抬高的底脚,并用底脚安装在基础构件上

表 1-3 常用立式安装方式图示和代码

代号	图 示	说 明	代号	图 示	说 明
V1		用凸缘端盖安装, D 端朝下	V6		用底脚安装在墙上, D 端朝上
V15		用底脚安装在墙上,并用凸缘作辅安装, D 端朝下	V8		D 端无端盖,借 D 端的机座端面安装, D 端朝下
V3		用凸缘端盖安装, D 端朝上	V9		D 端无端盖,借 D 端的机座端面安装, D 端朝上
V36		用底脚安装在墙上,并用凸缘作辅安装, D 端朝上	V10		机座上有凸缘,并用其安装, D 端朝下
V5		用底脚安装在墙上, D 端朝下	V16		机座上有凸缘,并用其安装, D 端朝上