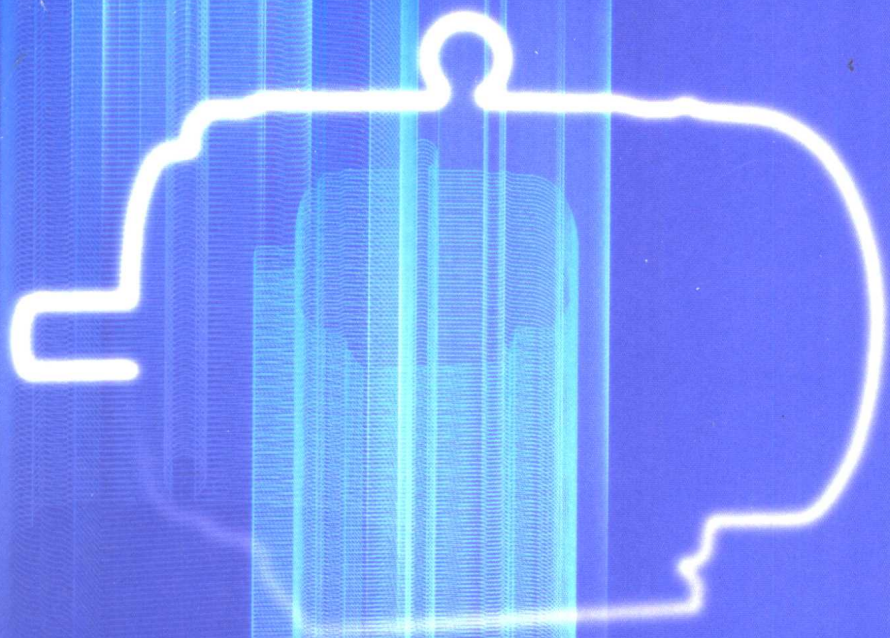


中小型 电动机修理

潘品英 编著

结构 / 绕组 / 重绕 / 工艺 / 检验 / 修理



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中小型电动机修理

(结构·绕组·重绕·工艺·检验·修理)

潘品英 编著



机械工业出版社

本书是为中小企业及维修站从事电修的人员,进一步提高修理技术而编写的自学读本。全书分六章,内容包括三相电动机、单相及家用电动机、换向器式电动机、变极及电梯电动机等的典型故障及重绕修理。书中详细介绍电动机的绕组型式、构成原理和结构特征;对电机重绕的工艺程序、修理材料及绝缘制作等都进行详细叙述;特别对修理质量的检验、要求、试验及重绕后的性能调整关系都作了重点分析。此外,还采用端面模拟画法,特选国产新系列电动机实用绕组,绘制成典型范例布接线图 55 例,并与附录中各电机参数的表格相对应,便于读者参考应用。

本书是从事电机修理人员的工具书和自学用书,也适用作技术培训教材,或供技校及大中院校相关专业师生作为实践参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

中小型电动机修理/潘品英编著. —北京:机械工业出版社, 2004.4

ISBN 7-111-14040-0

I. 中… II. 潘… III. 电机—维修 IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 012712 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 版式设计:冉晓华

责任校对:张晓蓉 封面设计:姚毅

责任印制:施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

850mm × 1168mm $1/32$ · 15.875 印张 · 2 插页 · 423 千字

0 001—4 000 册

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

中小型电机是工农业生产和现代生活中使用最普遍的电机品种，随着使用量增加，其维修和重绕工作量也随之日增，使电机修理行业也不断发展扩大，但行业竞争则日趋激烈。而电修行业的发展有赖于诚信，其生存的关键则以修理质量为支持，因此，修理人员自身技术素质是提高电修质量亟需解决的现实问题。但就目前现状，除少数大企业的电修工作配备专职技术人员外，对星罗棋布的修理点尚缺技术指导，修理过程多未进行相应的检查试验，操作工艺仍停留在初级阶段，修理质量难以确保。然而，近年出版的电修图书虽多，但介绍重绕工艺、检验内容者较少，为此，本书着重于电机重绕的规范操作和质量检验，是电机修理者作为提高技术的自学读本。

本书内容包括机械故障修理，三相、单相、变极及换向器式电动机绕组的型式、构成、特征以及拆线重绕工艺、检验等。为适应多速电动机在民用设施越来越多的应用，书中对变极绕组重点关注，并改变以往各书立足于变速改制，而从修理重绕接线的角度进行介绍。另外，绕组是电机的重要部分，是重绕修理的关键所在，因型式繁多，且各具特点，故用较大篇幅讲述；同时，由于国产新系列的绕组选型科学合理，虽其技术性能未必最优，但综合性能则是先进的。为此，书中以国产三相、变极及单相等新系列为典型范例，并采用作者独创的端面模拟画法，绘制成绕组布线接线图共 55 例，供读者修理时参考。附录收入新系列各种中小型电动机重绕数据，表中还附注绕组参考图例，并与典型范例相对应，更利于实用。

本书编写过程得到招才万、潘玉景、田水和、米日京等同志协助，特表感谢。

IV

由于作者水平有限，书中不足在所难免，敬请广大读者批评指正。

潘品英

2004年1月于韶关

目 录

前言

第一章 电动机的结构及修理	1
第一节 电动机的定子结构及修理	1
一、电动机铭牌	1
二、机座结构及修理	2
三、定子铁心的故障修理	7
四、定子端盖的修理	9
第二节 笼型转子与转轴的修理	13
一、电动机转子故障的修理	13
二、转子铁心松动及处理	14
三、转子窜轴的处理	16
四、轴颈磨损的修理	16
五、弯轴的修复	18
六、断轴的修复	18
七、键槽磨损的修复	20
第三节 电动机轴承故障检查和代换	20
一、电动机轴承型号	20
二、滚动轴承清洗	22
三、轴承故障	24
四、轴承检查	25
五、轴承润滑脂	28
六、轴承更换和代用	28
第二章 电机绕组结构与型式	32
第一节 三相绕组结构基本参数与型式	32
一、三相绕组布线类型与特征	32

二、三相绕组术语和基本参数	35
三、电动机性能调整有关的技术参数	52
四、三相绕组类型与基本结构	56
五、三相单层绕组	58
六、三相双层绕组	72
七、三相混合型绕组	90
第二节 三相新系列中小电动机绕组布线接线典型范例	96
一、三相 18 槽二极单层交叉式绕组布线接线图(图 2-44)	97
二、三相 24 槽二极单层同心式绕组布线接线图(图 2-45)	98
三、三相 30 槽二极单层同心交叉式绕组布线接线图(图 2-46)	99
四、三相 36 槽二极双层叠式($y = 13$)绕组布线接线图(图 2-47)	99
五、三相 36 槽二极双层叠式($y = 13, a = 2$)绕组布线接线图 (图 2-48)	100
六、三相 42 槽二极双层叠式($y = 15, a = 2$)绕组布线接线图 (图 2-49)	102
七、三相 48 槽二极双层叠式($y = 17, a = 2$)绕组布线接线图 (图 2-50)	103
八、三相 24 槽四极单层链式绕组布线接线图(图 2-51)	105
九、三相 36 槽四极单层交叉式绕组布线接线图(图 2-52)	106
十、三相 36 槽四极单层交叉式($a = 2$)绕组布线接线图(图 2-53)	107
十一、三相 48 槽四极双层叠式($y = 10, a = 2$)绕组布线接线图 (图 2-54)	108
十二、三相 48 槽四极双层叠式($y = 11, a = 4$)绕组布线接线图 (图 2-55)	109
十三、三相 36 槽六极单层链式绕组布线接线图(图 2-56)	110
十四、三相 54 槽六极双层叠式($y = 8, a = 2$)绕组布线接线图 (图 2-57)	111
十五、三相 54 槽六极双层叠式($y = 8, a = 3$)绕组布线接线图 (图 2-58)	113
十六、三相 36 槽八极双层叠式($y = 4$)分数绕组布线接线图 (图 2-59)	114
十七、三相 48 槽八极单层链式绕组布线接线图(图 2-60)	115
十八、三相 48 槽八极双层叠式($y = 5, a = 2$)绕组布线接线图	

(图 2-61)	115
十九、三相 54 槽八极双层叠式($y = 6, a = 2$)分数绕组布线接线图	
(图 2-62)	117
二十、三相 36 槽十极双层叠式($y = 3$)分数绕组布线接线图	
(图 2-63)	119
第三节 单相电动机与单相绕组	120
一、单相电动机的电路原理结构	120
二、单相绕组结构分类与技术参数	129
三、单相单层绕组	133
四、单相双层绕组	139
五、单相单双层绕组	142
第四节 单相新系列及单相电扇电动机绕组布线接线典型范例	167
一、单相正弦绕组 12 槽二极 3/3-B 布线接线图(图 2-91)	167
二、单相正弦绕组 12 槽二极 3/3-A 布线接线图(图 2-92)	168
三、单相正弦绕组 18 槽二极 4/4-B/A 布线接线图(图 2-93)	169
四、单相正弦绕组 24 槽二极 5/5-B 布线接线图(图 2-94)	171
五、单相正弦绕组 24 槽二极 6/4-B 布线接线图(图 2-95)	172
六、单相正弦绕组 24 槽二极 6/6-B 布线接线图(图 2-96)	173
七、单相正弦绕组 12 槽四极 2/1-A/B 布线接线图(图 2-97)	174
八、单相正弦绕组 24 槽四极 3/2-A 布线接线图(图 2-98)	176
九、单相正弦绕组 24 槽四极 3/3-A 布线接线图(图 2-99)	177
十、单相正弦绕组 36 槽四极 4/2-A/B 布线接线图(图 2-100)	178
十一、单相正弦绕组 36 槽四极 4/3-B/A 布线接线图(图 2-101)	180
十二、单相罩极式 24 槽四极 2B/2 (庶极)绕组布线接线图	
(图 2-102)	181
十三、单相罩极式 24 槽四极 3A/2 绕组布线接线图(图 2-103)	182
十四、单相 8 槽四极电容式双速电扇 L-2 型 4/2-2/2-2/2 绕组布线	
接线图(图 2-104)	184
十五、单相 16 槽四极电容式三速电扇 L-1 型 4/2-4/4/2 绕组布线	
接线图(图 2-105)	185
十六、单相 16 槽四极电容式双速电扇 L-2 型 4-2-2 绕组布线	
接线图(图 2-106)	186
十七、单相 16 槽四极电容式三速电扇 L-2 型 4-4/2-4/2 绕组布线	

接线图(图 2-107)	187
十八、单相 16 槽四极电容式三速电扇 T-1W 型 4/2-4-4/2 绕组布线 接线图(图 2-108)	188
十九、单相 16 槽四极电容式三速电扇 Φ 型 4/2-4-4/2 绕组布线接 线图(图 2-109)	190
二十、单相 16 槽四极电容式三速电扇 h 型 4-2/2-2(2/2)绕组布线接 线图(图 2-110)	191
第五节 换向器式电动机绕组	192
一、换向器式电动机型式和绕组结构	193
二、单叠绕组	197
三、单波绕组	203
四、死波绕组	207
第三章 变极电动机绕组	211
第一节 变极绕组与变极原理	211
一、变极绕组特征	211
二、变速方法与变速电动机特性	211
三、绕组变极原理	214
第二节 YD 系列双速绕组变极与接线	224
一、实施单绕组变极的条件	224
二、变极绕组安排与实际接线	226
三、YD 系列变极绕组接线	227
第三节 电梯双速绕组变极与接线	233
一、Y/2Y 电梯变极绕组	233
二、Y/3Y 电梯变极绕组	238
第四节 变极电动机绕组实用布线接线典型范例	242
一、24 槽 4/2 极 $\Delta/2Y$ ($y=6$) 双速绕组布线接线图(图 3-15)	242
二、24 槽 4/2 极 $\Delta/2Y$ ($y=7$) 双速绕组布线接线图(图 3-16)	244
三、36 槽 4/2 极 $\Delta/2Y$ ($y=9$) 双速绕组布线接线图(图 3-17)	244
四、36 槽 4/2 极 $\Delta/2Y$ ($y=10$) 双速绕组布线接线图(图 3-18)	247
五、48 槽 4/2 极 $\Delta/2Y$ ($y=12$) 双速绕组布线接线图(图 3-19)	248
六、36 槽 6/4 极 $\Delta/2Y$ ($y=6$) 双速绕组布线接线图(图 3-20)	248
七、36 槽 8/4 极 $\Delta/2Y$ ($y=5$) 双速绕组布线接线图(图 3-21)	251

八、54 槽 8/4 极 $\Delta/2Y$ ($y = 7$) 双速绕组布线接线图(图 3-22)	251
九、36 槽 8/6 极 $\Delta/2Y$ ($y = 4$) 双速绕组布线接线图(图 3-23)	252
十、36 槽 8/6 极 $\Delta/2Y$ ($y = 5$) 双速绕组布线接线图(图 3-24)	255
十一、36 槽 12/4 极 $Y/3Y$ ($y = 8$) 双速绕组布线接线图(图 3-25)	255
十二、36 槽 12/6 极 $\Delta/2Y$ ($y = 3$) 双速绕组布线接线图(图 3-26)	258
十三、54 槽 12/6 极 $\Delta/2Y$ ($y = 5$) 双速绕组布线接线图(图 3-27)	258
十四、72 槽 24/6 极 $Y/2Y$ ($y = 9$) 双速绕组布线接线图(图 3-28)	258
十五、72 槽 32/8 极 $Y/2Y$ ($y = 7$) 双速绕组布线接线图(图 3-29)	262

第四章 电动机重绕修理程序与工艺	264
第一节 中小电机修理常用材料	264
一、导电材料	264
二、绝缘材料	269
三、辅助材料	276
第二节 绕组原始记录与接线图绘制	283
一、原始记录表格与要点	283
二、绕组接线图及其绘制方法	293
第三节 绕组拆除与清理	301
一、拆除绕组的简单工具与方法	301
二、铁心清理与修整	302
第四节 线圈绕制和绝缘裁剪	303
一、散嵌绕组线模设计	303
二、线模制作	306
三、线圈绕制工艺和要点	308
四、绝缘件制作	309
第五节 绕组嵌线程序与操作工艺	313
一、嵌线前准备工作	313
二、嵌线操作通用规则与手法	318
三、嵌线规律与程序	321
第六节 绕组连接工艺	337
一、导线连接	337
二、焊接操作工艺	338
三、绕组接线	341

第七节 绕组整形与绑扎	361
一、定子绕组整形与绑扎	361
二、转子绕组整形与绑扎	362
三、交直流串励电枢绕组绑扎	366
第八节 绕组浸漆与烘干	367
一、电机绕组浸漆	367
二、烘干	371
三、浸烘工艺典型实例	372
 第五章 电动机重绕修理的质检	374
第一节 重绕质量检查	374
一、外观检查	374
二、电机绝缘电阻与吸收比检测	375
三、绕组直流电阻测定	377
四、绕组极性检测	379
第二节 重绕电动机质检与试验	383
一、绕组耐压试验	383
二、电动机空载试验	386
三、绕组匝间绝缘强度试验	388
四、短路试验	389
 第六章 电动机重绕故障及性能调整	392
第一节 重绕电机绕组典型故障检修方法	392
一、绕组接地故障	392
二、绕组断路故障	396
三、绕组接错故障	398
四、绕组短路故障	402
第二节 电动机重绕试车故障及原因	406
一、三相异步电动机	407
二、单相异步电动机	409
三、家用电风扇电动机	411
四、直流电机	412
五、交直流两用串励电动机	415

第三节 重绕电动机电磁性能分析与调整	416
一、空载电流 I_0 超标的参数调整	417
二、短路电流超标的分析与调整	421
三、 I_0 与 U_k “一对大”的分析与判断	422
四、“一对大”电动机的重绕	423
五、单相电容电动机最佳工作状态调整	428
六、交流电动机转向调整与设定	431
 附 录	 434
附表 1 Y2 系列(IP44)三相异步电动机铁心、绕组技术数据	434
附表 2 Y 系列(IP44)三相异步电动机铁心、绕组技术数据	440
附表 3 YR 系列(IP44)绕线转子三相异步电动机铁心、绕组技术 数据(380V)	444
附表 4 YR 系列(IP23)绕线转子三相异步电动机铁心、绕组 技术数据	447
附表 5 Y 系列(IP44)220/380V、50Hz 三相异步电动机铁心、绕组 技术数据	449
附表 6 电动工具专用三相异步电动机铁心、绕组技术数据	452
附表 7 YQSY 系列充油式井用电泵三相异步电动机铁心、绕组技术 数据(380V)(一)	454
附表 8 YQSY 系列充油式井用电泵三相异步电动机铁心、绕组技术 数据(380V)(二)	455
附表 9 YQS2 系列充水式井用电泵三相电动机铁心、绕组技术 数据(380V)	457
附表 10 YQS 系列充水式井用电泵三相电动机铁心、绕组技术 数据(380V)	460
附表 11 ZD、ZDY 系列锥形转子起重用电动机铁心、绕组技术 数据(380V)	462
附表 12 J1J 系列三相力矩电动机铁心、绕组技术数据	463
附表 13 BO2 系列单相电阻起动电动机铁心、绕组技术数据	464
附表 14 CO2 系列单相电容起动电动机铁心、绕组技术数据	465
附表 15 DO2 系列单相电容运转电动机铁心、绕组技术数据	466
附表 16 BO 系列单相电阻起动电动机铁心、绕组技术数据	467

附表 17	CO 系列单相电容起动电动机铁心、绕组技术数据	468
附表 18	DO 系列单相电容运转电动机铁心、绕组技术数据	469
附表 19	国产常用牌号电扇电容式(220V)电动机绕组数据	470
附表 20	国产常用牌号吊扇电容式(220V)电动机绕组数据	475
附表 21	单相潜水电泵电动机铁心、绕组技术数据	477
附表 22	部分空调机电容式电动机铁心、绕组技术数据	478
附表 23	G 系列串励电动机铁心、绕组技术数据	480
附表 24	电动工具专用串励电动机铁心、绕组技术数据	482
附表 25	YD 系列三相变极多速电动机铁心、绕组技术数据	483
附表 26	单绕组双速交流电梯(380V)电动机铁心、绕组技术数据	492
附表 27	电机绕组常用漆包圆铜线直径和截面积	493
参考文献		494

第一章 电动机的结构及修理

第一节 电动机的定子结构及修理

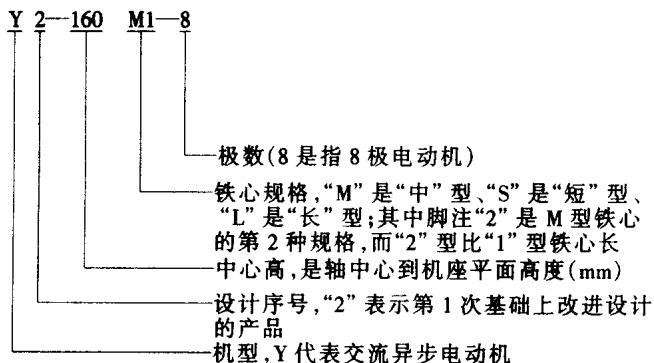
三相异步电动机具有结构简单、价格低廉、运行可靠、使用及维修方便等特点。其中小型电动机应用极广，是工农业生产机械主要的动力设备。

目前，我国除 Y、Y2 系列之外，已派生出一系列标准产品和专用产品，就结构而言，三相异步电动机具有典型特点，所以，下面就一般用途电动机进行介绍。

一、电动机铭牌

铭牌一般装置在电动机外壳正面的显著位置，它简要地提供电机的主要技术数据，是使用和修理的基本依据。其意义说明如下：

(1) 型号 是电机产品的代号，如



(2) 功率 表示在额定条件(电压、电流)下输出的机械功率(kW 或 W)。

(3) 电流 额定输出条件下电动机的线电流(A)。

(4) 电压 是指电动机工作时的线电压(V)。

(5) 接法 三相电动机有Y形和△形两种接法,但定子绕组采用的接法应与铭牌规定的接法相符,以保证与额定电压相适应。

(6) 转速 是指电动机在额定负载运行时的转速(r/min)。

(7) 频率 表示电动机使用交流电源的频率,我国电网 $f = 50\text{Hz}$,一般铭牌可不标示。

(8) 绝缘等级 有时也用温升来表示,它是按电动机绕组绝缘材料的耐热性能来确定的绝缘等级,如表 1-1 所示。

表 1-1 电动机绝缘等级的工作温度

绝 缘 等 级	Y	A	E	B	F	H	C
工作极限温度/℃	90	105	120	130	155	180	> 180
温升/℃	50	60	75	80	100	125	

注:表中温升系采用电阻法测温标准。

(9) 定额 即工作条件。一般分:

连续工作——长时间运行,也有用负载持续率 $FC = 100\%$ 表示。

断续工作——间断使用,并以工作时间占周期(10min)的百分比表示,如 $FC = 25\%$ 、 $FC = 40\%$ 等。

短时工作——表示只能在限定时间内运行,其余时间长期停用;标准规定为 10、30、60 和 90min 四种。

二、机座结构及修理

机座是承置电动机定子铁心的桶形外壳,一般由铸铁、铸钢制成,小电机还可用铝制外壳。根据不同工作环境,外壳可设计成开启式、防护式和封闭式,Y 系列小型电动机则属封闭式结构,其外壳表面铸有导流散热突筋;下部有底脚,是电动机的支承和固定部分。由于小型电机机座各部位尺寸较薄、强度较低,在搬运、拆卸及装配过程中容易造成损坏,常见的故障及处理方

法有：

1. 外壳裂纹的修补

一般由于撞击致裂，如果裂纹数多于 2 条或纹路通断（即裂纹在外壳轴向全裂或沿周环裂）则不宜修补，必须更换机座。若裂纹长度不超过工件结构长度的一半时，可采用下列方法进行修补。

(1) 铸铁机壳焊补工艺

1) 钻孔止裂 在裂纹终端钻一 $\phi 3 \sim \phi 6\text{mm}$ 小孔，钻孔深度超过裂纹深度，但不要钻穿，以防止裂纹延伸；

2) 沿纹开槽 用钢凿沿表面纹路开凿出深度约 $3 \sim 8\text{mm}$ （视工件厚度而定）的“V”形槽；

3) 焊接 用铜质电焊条将 V 形槽焊补丰满。焊接时先将裂纹开断点固定焊牢，再在裂纹中间段焊上数点，然后才从裂纹终点的 V 形槽开始沿槽焊接。焊接时要将绕组遮盖好，以防金属熔粒溅落而损坏绕组。

由于铸铁材料成分不同，有时会因焊接而使裂纹扩延，故其修复效果不稳定。

(2) 粘结修补法

1) 钻孔止裂（方法同上）

2) 锉削表层 用圆锉或圆头推铲沿裂纹表层将金属氧化层铲去，再把铲沟两侧清扫干净；

3) 清洗油污 用柴油（或煤油）把铲沟清洗一遍，除去油垢和杂物，再用丙酮（也可用 LT-755 表面清洁剂）洗去沟内外的油渍，待清洁剂完全挥发；

4) 涂抹粘合剂 采用渗透性好、机械强度高及粘结度高的粘合剂进行粘合，如

① 铁锚 350 粘合 将其从终端开始涂抹在铲沟及裂纹上，刷完后再重新涂刷，连续涂刷 $3 \sim 5$ 次，然后在 120°C 温度下烘焙 8h ，使其粘结固化。

② LT-415 快干胶粘合 将其涂在铲沟及裂纹上，连续刷 3

~4次后,在室温下固化24h。

采用粘合剂修补具有渗透性好、粘结速度快、密封性能好、粘结强度高,且具有耐水、耐油、耐振动等优点。是目前推广应用的修理工艺。

2. 机壳端口磨损变形的修理

定子机壳端口与端盖的配合要求既可卸、又紧密,从而保证定、转子的同心度。如端盖变形或磨损松动,就使气隙不均匀而造成电动机振动和噪声,严重时发生定、转子相擦的“扫膛”故障。修理方法有:

(1) 缩端修理法 检查绕组端部与端盖的轴向距离,如有足够的空间,将定子上车床“找正”后,把磨损的外壳端口车去 $1/2 \sim 2/3$ 止口长度(在端盖止口上测量),然后参考表1-2配合公差进行加工止口内径(止口长度应大于端盖止口长度)。此外,还须将加工端转子轴的轴承档位车进去相应的长度,使转子轴承档与端盖轴承室档位保持原有的轴向配合。

表 1-2 电动机端盖止口配合公差参考值 (mm)

止口直径	300	500	800	1000
配合间隙	0.04 ~ 0.05	0.08 ~ 0.10	0.12 ~ 0.15	0.18 ~ 0.21

(2) 配接阴阳套 如果定子绕组端部与端盖没有多余的空间,则可采用此法修理,其工序如下:

1) 先将定子车床上找正后,车去损坏的端口约两倍止口长度 L ;

2) 在端口内径车出长度略大于 H 的止口尺寸 ϕA 后,取下工件;

3) 按图1-1形状及相应的配合尺寸车制阴阳钢套;

4) 将车好的阴阳套压入定子端口结合部即可。

3. 机座底脚断裂的修理

电动机安装不平是造成底脚断裂的主要原因。而电动机底脚是受力的支承部位,铸铁焊接的质量很难满足正常的使用要求,所以