

新编电动机绕组修理改装 技术问答

赵家礼 等编著



机械工业出版社
China Machine Press



新编电动机绕组修理改装 技 术 问 答

赵家礼 等编著



机 械 工 业 出 版 社

本书较详尽地、系统地解答了电动机修理工作者在修理和改装交流电动机绕组时常碰到的技术问题。全书共五章：绕组修理改装基础知识问答；绕组重绕技术问答；绕组改装技术问答；质量检查和标准技术问答及修理试验问答等。

全书内容翔实，深入浅出，文字通俗易懂，问题的针对性和实用性强，适合于从事电动机运行和维修的工人及技术人员；大专院校有关专业的师生。

图书在版编目 (CIP) 数据

新编电动机绕组修理改装技术问答/赵家礼等编著.

—北京：机械工业出版社，2002.8

ISBN 7-111-10134-0

I. 新... II. 赵... III. 电动机—绕组—维修—问答 IV. TM303.1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 020851 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：张世琴 责任校对：韩晶

封面设计：陈沛 责任印制：付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

850mm × 1168mm^{1/32}·17.125 印张·458 千字

0 001—4 000 册

定价：32.00 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、68326677 - 2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

《交流电动机绕组修理改装技术问答》自 1994 年出版以来，重印几次，深受广大读者欢迎。几年来，陆续收到了各地许多热心读者的来信，提出了许多电动机绕组修理和改装过程中所碰到的实际技术问题，并对本书提出了许多宝贵意见。

为了更好地满足读者的要求，在这次重新编写过程中，删去了不适宜的修理方法及现已淘汰的老系列电动机的技术数据，增添了新的修理工艺、新标准以及新系列电动机的技术数据。

本书作者均来自生产第一线的工人和工程技术人员，书中内容是作者多年来从事电动机设计、生产和维修工作中的实践经验的总结，具有很强的针对性和实用性。当读者在修理工作中碰到具体问题时，翻阅本书的内容，都会得到一定的启发和解答。

全书共分五章，即绕组修理改装基础知识问答；绕组重绕技术问答；绕组改装技术问答；质量检查和标准技术问答及修理试验问答。

参加本书编写工作的还有赵捷、何青、赵健等同志。书中疏漏和不妥之处在所难免，望广大读者提出宝贵的意见。

作者

2001 年 11 月

赵家礼 (Zhao jiali), 1931年生
于辽宁省开原市。1958年毕业于
清华大学。曾任首钢电机厂厂
长, 中国电机工程学会高级会
员, 全国中小型电机专业委员会
副主任委员, 北京电机工程学会
理事, 现任全国电机继电保护分
专业委员会副主任委员。

几十年来, 从事电机研究、
设计、制造工作, 是我国著名的
电机工作者。特别是在电机的技
术改造和节能方面, 曾先后到欧
洲、美国、日本等多国进行考察,
学习了国外的先进技术, 对电机
的技术改造和节能挖潜修理方
面, 做了很多有益的工作, 取得
了很大的成绩, 是我国著名的电
机修理专家。多年来著书 10 余
部, 如《电动机修理手册》(主
编)、《电动机节能挖潜修理技
术》等。

目 录

前言

第一章 绕组修理改装基础知识问答	1
[1-1] 三相异步电动机怎样进行分类?	1
[1-2] 三相异步电动机的型号意义是什么?	4
[1-3] 三相异步电动机出线端是如何标志的?	6
[1-4] 三相异步电动机的铭牌上数据的意义是什么?	8
[1-5] 三相交流电动机绕组有哪些型式? 适用范围 如何?	13
[1-6] 什么叫线圈、线圈组、相绕组、每极每相槽数、 极距?	14
[1-7] 每相串联导体数与每相串联匝数、线圈数目与 槽数、线圈匝数与每相串联匝数都有哪些关系? ...	15
[1-8] 并联支路数 a 和并绕根数 N_1 在应用上有 何意义?	17
[1-9] 什么叫电角度、槽距角、相带?	18
[1-10] 什么叫显极接法、隐极(庶极)接法? 一台绕组中 有显极、隐极混合接法吗?	19
[1-11] 什么叫短连接和长连接?	20
[1-12] 什么叫线圈的节距? 短节距线圈有哪些优点?	22
[1-13] 多速单绕组电动机的节距如何选择? 双层绕组的 节距为什么选用 0.83τ ?	23
[1-14] 什么叫工艺短节距? 有什么优点?	24
[1-15] 三相绕组引出线的位置如何确定?	27
[1-16] 单层绕组都有哪些特点? 单层绕组线圈节距如 何计算?	29

[1-17]	双层绕组有哪些特点和种类?	32
[1-18]	什么叫散布绕组、 Δ -Y混合绕组和单双层混 合绕组? 都有哪些特点?	35
[1-19]	怎样分析和改进绕组型式? 常碰到的错误改法 有哪些?	38
[1-20]	三相绕组接线规律是什么? 怎样连接成 Δ 、 Y接绕组?	40
[1-21]	如何画出单层交叉链式、等元件单层链式绕组 展开图?	43
[1-22]	三相绕组的接线简图如何画法?	45
[1-23]	怎样从外观判别三相定子绕组的接线方式?	48
[1-24]	双速三相异步电动机, 型号是 YD225M-6/4-F, 额定 功率为 8.5/27kW, 额定电压为 380V, 接成 4 极 为 2 Y 接法, 6 极为 1 Y 接法, 电动机重绕后 4 极 转动正常, 6 极不转, 空载电流大且不平衡, 是 什么原因? 如何解决?	50
[1-25]	三相对称分数槽绕组如何进行排列?	51
[1-26]	三相非对称分数槽绕组如何进行排列?	70
[1-27]	如何选择绕组的并联支路数? 并联支路数与电动 机振动有关系吗?	74
[1-28]	分数槽绕组在选择并联支路数时会受到哪些 限制?	77
[1-29]	重绕线圈时, 电磁线代用的方法和原则是 什么?	83
[1-30]	常用电磁线代用的计算方法有哪些? 代用时要 考虑哪些问题?	85
[1-31]	怎样用查表法直接查出代用导线的规格?	91
[1-32]	常用非磁性槽楔有哪些种类?	103
[1-33]	什么是引拔槽楔? 有哪些质量要求?	104
[1-34]	MDB 复合槽楔有哪些优点? 其尺寸如何选择? ...	105

- [1-35] 采用磁性槽楔或磁性槽泥改造电动机有哪些好处? 106
- [1-36] 电动机改造后验收标准有哪些? 107
- [1-37] 三相绕组的绕组系数如何计算? 111
- [1-38] 分数槽绕组系数如何进行计算? 116
- [1-39] 线圈匝数与空载电流、气隙长度、铁心长度以及线圈节距之间都有什么关系? 124
- [1-40] 怎样把单层整节距绕组改成单层链式绕组? 129
- [1-41] 怎样把单层交叉同心式绕组改为单层交叉链式绕组? 131
- [1-42] 怎样把单层绕组改为双层绕组? 改后有什么好处? 134
- [1-43] 怎样把双层绕组改为单双层混合绕组? 136
- [1-44] 单层绕组也能改为单双层混合绕组吗? 137
- [1-45] 改单双层混合绕组时, 怎样进行计算? 138
- [1-46] 什么叫 Δ -Y混合绕组? 有什么优点? 140
- [1-47] 有一台三相异步电动机, 已知定子槽数为48槽, $2p=4$ 极, 试画出 Δ -Y混合绕组的接线图? 141
- [1-48] 有一台15kW三相异步电动机, 4极。已知定子绕组是 Δ 接法。线圈节距为1—8槽, 并联支路数 $a=1$, 导线线规2- $\phi 1.35\text{mm}$, 定、转子槽配合36/28, 每槽匝数 2×12 , 试求出定子绕组改 Δ -Y混合绕组? 142
- [1-49] 一台100kW三相异步电动机改为 Δ -Y混合绕组后经济效果如何? 146
- [1-50] 把普通三相绕组改制成三相 Δ -Y混合绕组时怎样进行查表计算? 148
- [1-51] 高压电动机线圈匝间绝缘的承受试验电压值如何确定? 150

[1-52] 高压电动机主绝缘单边厚度如何确定?	152
第二章 绕组重绕技术问答	154
[2-1] 为什么拆旧线圈时不许用火烧或火碱水煮电动机?	154
[2-2] 小型交流电动机怎样快速拆除定子旧线圈?	155
[2-3] 浸渍环氧树脂的电动机旧绕组如何拆除?	155
[2-4] 高压电动机怎样局部拆修单个线圈?	156
[2-5] 切除旧线圈端部的装置如何制做?	157
[2-6] 拆除旧线圈时要考虑哪些技术问题?	158
[2-7] 怎样在拆线机上拆除旧线圈?	160
[2-8] 怎样做好拆绕组的原始记录?	162
[2-9] 清理铁心槽内残余绝缘时有哪些工艺要求?	165
[2-10] 修理电动机时保证绕线模和整形模尺寸的正确性 有什么意义?	165
[2-11] 单层交叉式线圈绕线模尺寸如何计算?	167
[2-12] 单层链式线圈绕线模尺寸如何计算?	170
[2-13] 单层同心式线圈绕线模尺寸如何计算?	171
[2-14] 有一台三相异步电动机, 欲配单层交叉式绕组, 问绕线模如何计算?	173
[2-15] 单双层混合绕组绕线模尺寸如何计算?	175
[2-16] 硬线圈扁绕工具怎样自行制造?	179
[2-17] 成型线圈绕线模尺寸如何计算?	182
[2-18] 线圈整形模尺寸怎样计算?	185
[2-19] 自制高压电动机线圈热压模时要考虑哪些 技术问题?	189
[2-20] 重绕电动机绕组时怎样合理选用电磁线?	189
[2-21] 修理低压交流电动机时, 如何选用绝缘材料?	198
[2-22] 电动机修理时如何选择绕组的绑扎材料?	200
[2-23] 中小型交流电动机(380V、B级)定子绕组绝缘 规范内容有哪些?	203

[2-24]	中小型交流电动机(500V, B级)定子分并嵌绕组的绝缘规范内容有哪些?	205
[2-25]	中小型绕线转子异步电动机转子绕组的绝缘规范内容有哪些?	207
[2-26]	高压电动机(3kV, B级)定子绕组的绝缘规范内容有哪些?	210
[2-27]	高压电动机(6kV, B级)定子绕组的绝缘规范内容有哪些?	211
[2-28]	高压电动机(10kV, B级)定子绕组的绝缘规范内容有哪些?	214
[2-29]	绕线转子导条绝缘规范内容有哪些?	217
[2-30]	绕线转子端部绝缘和支架绝缘规范内容有哪些?	222
[2-31]	凸极同步电动机(500V, B级)磁极绝缘规范内容有哪些?	223
[2-32]	电动机重绕计算时, 定子绕组匝数是如何确定的?	226
[2-33]	重绕计算时, 怎样正确选择气隙磁通密度 B_g 值?	229
[2-34]	空壳铁心配三相定子绕组时如何简易计算?	230
[2-35]	怎样应用类比法进行重绕计算?	237
[2-36]	半开口槽分并线圈如何重包绝缘复用?	240
[2-37]	一台 JS117-4、180kW 三相异步电动机, 线圈绝缘老化, 怎样利用旧铜线线圈修复?	242
[2-38]	插入式转子线圈如何做原始记录和进行拆除?	243
[2-39]	怎样复用旧扁铜线包扎绝缘?	245
[2-40]	绕线转子的支架绝缘和端部层间绝缘如何施工?	248
[2-41]	转子铜条怎样进行滚包绝缘?	248
[2-42]	绕线转子线圈如何正确嵌线?	249

[2-43]	绕线转子怎样进行焊接和包扎绝缘?	251
[2-44]	绕线转子引线电缆如何选用和处理?	252
[2-45]	630kW 绕线转子重绕大修工艺程序有哪些?	253
[2-46]	高强度漆包线如何快速脱掉漆膜?	255
[2-47]	低压软绕组线圈嵌线前有哪些准备工作?	257
[2-48]	单层同心式绕组怎样进行嵌线?	258
[2-49]	单层交叉式绕组和链式绕组怎样进行嵌线?	259
[2-50]	双层叠绕组怎样进行嵌线?	260
[2-51]	低压硬绕组线圈如何进行嵌线?	261
[2-52]	转子铜排如何进行嵌线?	262
[2-53]	重绕高压圈式线圈的工艺流程都有哪些?	264
[2-54]	线圈张形和整形时都有哪些技术要求?	265
[2-55]	绕制定子圆线线圈时有哪些工艺要求?	266
[2-56]	绕制定子扁铜线线圈时有哪些工艺要求?	267
[2-57]	高压电动机线圈用包带机包扎云母带绝缘的工艺 要点是什么?	268
[2-58]	高压电动机线圈手工包扎云母带的工艺要点 是什么?	270
[2-59]	热压高压电动机线圈时, 如何确定热压工艺?	271
[2-60]	什么叫半固化模压线圈? 有什么好处? 具体 施工工艺如何进行?	272
[2-61]	高压定子模压线圈如何进行嵌线?	274
[2-62]	电动机绕组连接线和引出线的工艺要求有 哪些?	276
[2-63]	绕线转子电动机的引线规格如何选用?	278
[2-64]	绕线转子并头套锡铅焊改银焊有哪些好处? 施工要点是什么?	281
[2-65]	同步电动机磁极线圈的修复工艺程序有哪些?	283
[2-66]	怎样清除同步电动机线圈的旧绝缘?	283
[2-67]	采用新铜(铝)排绕制线圈时, 要注意哪些	

工艺问题?	284
[2-68] 铜、铝排导线退火工艺要求有哪些?	285
[2-69] 退火后的线圈怎样进行整型和补焊?	285
[2-70] 磁极线圈热压前要做哪些工艺准备?	286
[2-71] 磁极线圈怎样进行热压?	286
[2-72] 如何进行磁极的极身绝缘工艺?	288
[2-73] 磁极线圈套入磁极的工艺内容有哪些?	289
[2-74] 电动机绕组浸渍处理的目的是什么?	290
[2-75] 中小型交流电动机定子绕组绝缘浸渍干燥的工艺 内容有哪些?	291
[2-76] 在定子腔内如何热压修复高压线圈绝缘?	293
[2-77] 电动机修理时, 如何选择浸渍绝缘漆?	295
[2-78] F级电动机选用少溶剂 1040 绝缘漆有哪些 好处?	300
[2-79] 1032 绝缘漆粘度与温度的对照关系如何?	302
第三章 绕组改装技术问答	304
[3-1] 老系列电动机改造成高效率电动机都有哪些 好处?	304
[3-2] 重绕电动机时, 提高其效率都有哪些措施?	305
[3-3] 电动机挖潜改造到什么程度算是达到高效率 电动机了?	308
[3-4] 电动机修理时欲使电动机增容都有哪些措施?	311
[3-5] 造成电动机空载电流大的原因有哪些?	314
[3-6] 在重绕线圈时怎样调整线圈匝数来解决空载 电流大的问题?	315
[3-7] 重绕线圈时, 怎样提高绕组有效匝数来降低 空载电流?	317
[3-8] 有一台 22kW 三相异步电动机, 空载电流偏大, 问如何重绕计算以解决空载电流大的问题?	318
[3-9] 介绍现场处理空载电流大的实例	320

- [3-10] 什么叫槽满率? 怎样计算槽满率? 322
- [3-11] 怎样通过计算来调整槽满率? 323
- [3-12] 怎样合理选择槽绝缘厚度来增加槽内线圈
匝数? 324
- [3-13] 怎样估算异步电动机的额定电流和空载电流? 326
- [3-14] 一台 JS126-4 型, 225kW 三相异步电动机, 投入运行不到一周, 电动机因过热绕组全部烧毁, 如何进行检查分析和绕组重绕改进? 328
- [3-15] 怎样通过空载调压试探法来确定绕组合理的重绕匝数? 332
- [3-16] 电动机绕组匝数增加或减少对电动机性能有什么影响? 334
- [3-17] 电动机铁心长度与正常值不符时如何通过重绕线圈来解决? 335
- [3-18] 电动机气隙磨损过大时, 如何通过重绕计算来解决? 336
- [3-19] 如果某电动机的空载电流 I_0 、气隙长度 δ 和铁心长度 l_{Fe} 均不符合产品样本要求, 电动机因空载电流过大而发热, 问如何通过重绕计算来解决? 337
- [3-20] 堵转转矩低的电动机, 如何确定重绕线圈匝数? 338
- [3-21] 过载能力低的电动机, 如何确定重绕线圈匝数? 340
- [3-22] 电动机堵转电流过大, 怎样通过重绕来解决? 341
- [3-23] 改变电动机电压的方法和原则是什么? 342
- [3-24] 怎样利用改接线来改变电动机的电压? 343
- [3-25] 怎样采用延边三角形接法进行改电压? 349
- [3-26] 如何进行改电压的重绕计算? 350
- [3-27] 一台 JS137-6 型三相异步电动机, 280kW, 380V,

- 问能否改接成 8 极三相异步电动机? 353
- [3-28] 两台 JS138-8 型三相异步电动机, 已知 145kW, 3kV、8 极, 欲改接成: 一台为 12 极、3kV 三相异步电动机; 另一台为 12 极、380V 三相异步电动机, 问如何进行改接线? 356
- [3-29] 10kV 高压电动机改接成 6kV 是否可以? 358
- [3-30] 380V 的电动机能否改接线为 660V 使用? 359
- [3-31] 绕组改接时电压是怎样进行计算的? 363
- [3-32] 电动机改极数时, 怎样校核槽配合? 367
- [3-33] 电动机改变转速时要考虑哪些问题? 370
- [3-34] 电动机改极数时, 通常会碰到哪些具体技术问题? 371
- [3-35] 为什么笼型异步电动机靠改接线改极时比绕线转子电动机的可能性大? 372
- [3-36] 电动机改极数时, 如何进行简易计算? 373
- [3-37] 绕组重绕时, 将半开口槽硬线圈改为圆导线的软线圈可以吗? 376
- [3-38] 通常电动机有哪几个部位容易发生击穿事故? 377
- [3-39] 造成绕组匝间绝缘击穿的原因及改进措施有哪些? 377
- [3-40] 造成绕组对地击穿的原因及改进措施有哪些? 378
- [3-41] 造成绕组相间击穿的原因及改进措施有哪些? 379
- [3-42] 提高起重、冶金用电动机绝缘时如何考虑降低成本问题? 380
- [3-43] 怎样修复国外电动机插入式转子线圈绝缘? 381
- [3-44] 引进国外二手电动机如何进行简易改频计算? 383
- [3-45] 修理国外电动机时, 怎样选用国产绝缘材料代用? 383
- [3-46] 60Hz 电动机使用在 50Hz 电源上的改造措施有哪些? 387

[3-47]	改频重绕计算公式是怎样推导出来的?	388
[3-48]	修理国外高压电动机绕组时, 常碰到哪些困难?	391
[3-49]	如何选用国产绝缘材料和绝缘结构修理国外电动机?	392
[3-50]	电动机修理时, 为了应急处理, 采取甩线圈办法应考虑哪些技术问题?	393
[3-51]	电动机应急修理时, 采取甩线圈办法时, 怎样进行计算?	394
[3-52]	一台 30kW 三相异步电动机, 8 极, 60 槽, 绕组重绕后试验, 空载电流不符合要求(正常范围为 9A 左右), 问如何用改变线圈匝数的办法来解决?	396
[3-53]	用铜线修复扁铝线绕组时, 如何进行操作和计算?	397
[3-54]	怎样提高电动机绕组绝缘耐温性能?	400
[3-55]	改接绕组解决负载率低时, 如何进行估算?	401
[3-56]	怎样提高高压电动机绕组的起始电晕电压?	403
[3-57]	如何选择高压电动机防晕措施?	404
[3-58]	国外耐氟电动机能用国产绝缘材料修复吗?	406
[3-59]	普通三相异步电动机改为防腐型电动机的检修实例	408
[3-60]	电动机重绕时槽有效面积如何计算? 槽满率如何选择和计算?	409
第四章 电动机修理质量检查及标准问答		413
[4-1]	电动机修理后效率降低是什么原因造成的? 如何提高电动机效率?	413
[4-2]	电动机修理后使功率因数降低是什么原因造成的? 如何解决?	416
[4-3]	电动机修理后使噪声和振动增大的原因有哪些? ...	418

[4-4]	电动机的噪声怎样简易鉴别和处理?	419
[4-5]	修理电动机时造成电动机损耗增大的原因都有哪些? 如何防止?	422
[4-6]	电动机修理后造成堵转转矩降低的原因有哪些? 如何提高堵转转矩?	424
[4-7]	电动机修理后温升偏高是什么原因造成的? 如何降低温升?	425
[4-8]	电动机修理后造成空载电流或空载损耗增大或不平衡的原因有哪些? 如何解决?	426
[4-9]	修理过的电动机造成堵转电流过大或过小及不平衡的原因是什么? 如何通过这些参数变化来判断电动机故障?	429
[4-10]	经过修理的电动机造成堵转损耗过小或过大的原因有哪些? 如何通过这些参数变化来判断电动机故障?	430
[4-11]	为什么绕组故障多发生在转子上? 提高转子绕组修理质量有哪些措施?	430
[4-12]	修后的电动机经检查确认修理质量良好, 但空载电流不平衡, 是什么原因造成的?	432
[4-13]	电动机修理时造成绕组短路故障的原因有哪些?	433
[4-14]	电动机绕组短路故障的检查和处理方法有哪些?	435
[4-15]	修理后的电动机造成绕组断路故障如何检查和处理?	437
[4-16]	修理后的电动机造成绕组接地故障如何检查和处理?	438
[4-17]	修理后的电动机造成绕组接反的故障时如何检查和处理?	439
[4-18]	交流电动机绕组嵌线时, 绕组绝缘遭受损伤的	

原因有哪些? 如何处理?	441
[4-19] 高压定子线圈嵌线时发生对地击穿的原因都有哪些?	441
[4-20] 低压电动机绕组重绕时质量检查内容和标准都有哪些?	443
[4-21] 高压电动机的圈式线圈重绕质量检查内容和标准都有哪些?	445
[4-22] 高低压定子绕组的嵌线质量检查内容都有哪些?	446
[4-23] 高低压定子线圈接线检查内容有哪些?	447
[4-24] 绕线转子和笼型转子绕组检查内容有哪些?	448
[4-25] 电动机修理重新更换铁心时, 如何考虑硅钢片涂漆问题?	449
第五章 电动机修理试验项目及标准问答	451
[5-1] 怎样测定交流电动机的绝缘电阻?	451
[5-2] 测出的绝缘电阻值怎样进行温度换算?	453
[5-3] 怎样测定交流电动机的吸收比?	454
[5-4] 怎样测定交流电动机的直流电阻?	455
[5-5] 直流电阻不平衡度必需是 $\pm 2\%$, 为什么不能放宽到 $\pm 3\%$?	457
[5-6] 造成电动机直流电阻不合格的原因有哪些?	459
[5-7] 转子绕组开路电压如何进行测定?	460
[5-8] 集电环检查试验内容和标准有哪些?	462
[5-9] 怎样做高压电动机的泄漏和直流耐压试验?	464
[5-10] 测出的泄漏电流怎样进行温度换算?	465
[5-11] 怎样测定高压电动机线圈介质损耗角及其增量 $\Delta \lg \delta$?	467
[5-12] 测出的 $\lg \delta$ 值怎样进行温度换算和分析?	469
[5-13] 怎样用钳形电流表测量小型电动机的输出功率、负载率和功率因数?	469