

全国家用电器维修培训教材

电动机

赵清 胡鹏程 编著



電子工業出版社

全国家用电器维修培训教材 3

电 动 机

(修订本)

赵 清 胡鹏程 陈荣耀 主编

责任编辑：符 浙

*

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

新书书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京云峰印刷厂印刷(北京市海淀区北安河乡塞口)

*

开本：787×1092毫米1/32 印张：17.5字数：390千字

1996年7月第一版 1996年7月第一次印刷

印数：1—12,000册 定价：20.00元

ISBN 7-5053-3631-2/TN·968

内 容 提 要

本书是全国家用电器维修人员培训教材之一。书中着重介绍了家用电器中常见的各种电机（包括单相异步电动机、直流电动机、单相串激电动机、小功率三相异步电动机）的基本工作原理、种类、结构、性能、绕组的绕制、嵌线、变速、变转向、常见故障的检验与维修及大量图解。本书附录还附有大量有关电动机的参数。

本书原版为畅销书之一。这次修订根据科技发展和读者需要在修订中增加新的实用资料同时也增加了农村常用电机的维修内容。本书通俗易懂，实用性强，既可作为家用电器维修人员培训教材，又可作为专科师生教学参考书，也可作自学参考书。

《全国家用电器维修培训教材》编委会

主 编 梁祥丰

副 主 编 沈成衡 吴金生

常务副主编 宁云鹤

编 委 (按姓氏笔划排列)

王明臣 刘学达 李 军

陈 忠 张道远 张新华

高坦弟 谭佩香

出版说明

自1986年初中央五部委发出《关于组织家用电器维修人员培训的通知》以来，在各地有关部门的大力支持下，家用电器维修培训工作在全国蓬勃开展起来，并取得了可喜的成果。

为了使家用电器维修培训工作更加系统化、正规化，1987年4月，中国科协、商业部、国家工商行政管理局、劳动人事部、电子工业部、总政宣传部、中国电子学会联合召开“全国家电维修培训工作会议”。会议上，各部委一致指出此项工作的重要意义，同时要求对现行教材进行修改，并编写基础与专业基础教材。遵照此会议精神，全国家电协调指导小组办公室按照统一教学计划的要求，组织有一定理论知识和维修实践经验的作者，编写了较为完整的家电维修培训教材，并由科学出版社、电子工业出版社、科学普及出版社、解放军出版社、宇航出版社共同出版。

随着家电维修培训工作的深入开展，应家电维修培训班师生及社会各界读者的要求，全国家电维修培训协调指导小组办公室在完成全套教材的出版工作之后，又陆续组织出版了家电维修培训补充读物。迄今为止，已出版二十余种，有：《家用电器维修经验》、《简明英汉家用电器词汇》、《日常家用电器维修、自检、难题详解》、《怎样实现电视调频远距离接收》、《电冰箱、冷藏柜、空调器、电动机维修技术和修理经验》、《最新进口平面直角彩色电视机维修手册》、《实

用电视接收天线手册——原理、选用、制作、安装、维护》、《怎样看家用电器电路图》、《快修巧修进口国产彩色电视机》、《最新进口录像机及激光放像/唱机维修手册》、《家用摄录像机(一体化)维修手册》、《卡拉OK·环绕声·混响处理器的原理与制作》及《最新音响集成电路应用手册》、《国内外彩色电视机维修资料大全》、《录像机常用集成电路手册》、《新编传感器原理·应用·电路详解》、《最新集成电路收音机原理与维修》等。

我们出版补充读物的宗旨,是对基本教材拾遗补缺,为培训班师生和不同层次的电子爱好者提供进一步的参考资料,帮助他们深化对基本教材内容的理解和拓宽知识面。因此,在编写过程中,我们注重内容新颖,实用,资料翔实,叙述力求深入浅出,通俗易懂。事实证明,补充读物的出版起到延伸培训教材深度和广度的作用,对提高广大电子爱好者的素质,提高家电维修培训工作质量都是不有裨益的。

由于家用电器维修培训牵涉面广,学员及广大电子爱好者的水平和要求不同,加之我们水平有限,故补充读物的出版还不能完全满足不同专业、不同层次读者的要求。我们恳切希望全国各地的家电维修培训班的学员、教师以及广大电子爱好者提出宝贵意见,并寄至北京3933信箱(邮政编码:100039)全国家电维修培训协调领导小组办公室,如在当地购不到图书可直接汇款常年供应,在此谨致诚挚谢意。

《全国家用电器维修培训教材》编委会

1993年4月

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 电动机的分类	1
第二节 三相交流电压和电流	2
一、三相交流电压	2
二、三相异步电动机定子绕组不同接法时, 电动机每相绕组所承受的电压	3
三、三相对称交流电源接三相对称负载时, 负载的三相电压和电流对称	4
四、三相异步电动机接三相对称电源时, 所消耗的功率	5
第三节 磁场	5
一、载流导体产生的感应磁场	5
二、磁势、磁场强度、磁通密度	8
三、磁路及其定律	9
四、铁磁物质的分类	11
第四节 载流导体在磁场中的受力现象	11
一、单根载流导体在磁场中的受力(电磁力)	11
二、载流线圈在磁场中受到的电磁力矩	13
三、载流导体在磁场中产生电磁力的原因	14
第五节 在磁场中运动导体产生的感应电势	15
第六节 自感	17
第七节 电工测量仪表简介	18

一、电工测量仪表的分类·····	18
二、电工测量仪表精等级选择及仪表量程选择·····	21
三、电磁式、磁电式、电动式仪表的工作原理·····	21
四、电流表的使用·····	25
五、电压表的使用·····	26
六、万用表·····	27
七、兆欧表·····	32
八、功率测量·····	33
小结·····	38
习题·····	40
第二章 三相异步电动机 ·····	41
第一节 三相异步电动机的转动原理·····	41
第二节 三相异步电动机的定子磁极与磁场转速 之间的关系·····	48
第三节 三相异步电动机的构造·····	52
第四节 三相异步电动机的转矩与机械特性·····	54
一、电磁转矩·····	54
第五节 三相异步电动机的启动·····	61
一、三相电动机定子绕组接线方法·····	61
二、三相异步电动机的启动方法·····	63
第六节 三相异步电动机的调速 * ·····	66
一、变频调速·····	67
二、变极调速·····	67
三、改变转差率 S 调速·····	68
第七节 三相异步电动机的铭牌数据·····	69
各种型号·····	70
第八节 三相异步电动机的定子绕组·····	79

一、各相绕组元件所属相带的确定(60° 相带)	80
二、 30° 相带定子线圈所属相带的确定	81
三、分数槽 60° 相带定子线圈相带的确定	81
四、三相异步电动机定子绕组元件的绕制和同 一相绕组在不同磁极的元件联接方法	86
第九节 三相电动机定子绕组重新嵌线工艺	103
一、拆除电机绕组的具体步骤	104
二、放槽绝缘	106
三、绕组元件的绕制及嵌线	107
四、整理绕组	108
五、绝缘浸漆与烘干	109
第十节 三相异步电动机检修	111
一、电动机的拆卸	111
二、电动机各部位的检查	112
第十一节 电动机修理完应进行的必须项目	117
一、初步校验	117
二、电动机试运行和最后校验	120
第三章 三相电动机的控制电路	125
第一节 常用控制元件	125
一、手动控制元件	125
二、自动控制元件	132
第二节 三相电动机控制电路	149
一、控制电路的基本环节	149
二、异步三相电动机基本控制电路	164
第三节 识图知识	172
一、阅读原理图要点	173
二、识图举例	175

习题	179
第四章 单相异步电动机	183
第一节 罩极电动机的结构	183
一、罩极电动机的结构	184
二、罩极电动机的转子	184
三、罩极电动机的定子	185
第二节 分相式异步电动机的结构	186
一、离心开关	187
二、分相式单相电动机的定子	190
第三节 单相电动机工作原理	192
一、单绕组形成的定子磁场	192
二、分相式单相异步电动机的定子磁场	197
三、罩极电动机的定子磁场	199
四、单相电动机定子磁场对转子的作用	200
第四节 分相式单相电动机定子绕组	202
一、与绕组有关的基本概念	202
二、单相电动机单元绕组之间的联接方法	205
三、单相异步电动机绕组	206
第五节 洗衣机、电风扇、电冰箱电动机的定子 绕组和罩极电动机定子绕组	215
一、洗衣机电动机的定子绕组(洗涤电动机)	215
二、电冰箱电动机定子绕组	219
三、电风扇电动机定子绕组	226
四、罩极电动机的定子绕组	228
第六节 单相电动机的调速	232
一、单相异步电动机调速原理	233
二、电抗器调速电路	234

三、用调速绕组调速	235
四、副绕组抽头调速	237
五、电子调速	238
六、自耦变压器调速法	241
第七节 单相异步电动机控制电路	242
一、电容启动, 电容运转控制电路	242
二、电流继电器启动电路	249
三、PTC元件启动电路	255
第八节 实际单相电动机控制电路举例	256
一、双缸洗衣机控制电路	256
二、电冰箱电气控制电路	258
三、电风扇电路	270
第九节 单相异步电动机常见故障及修理	273
一、电动机绕组短路的原因和检验、修理方法	273
二、电动机绕组通地故障的检验和修理	277
三、电动机绕组断路故障的检验和修理	279
四、检测分相电容器	279
五、电动机轴承损坏的判定方法	280
六、电动机铁芯表面损伤及修理	281
第十节 单相异步电动机的检验	282
一、电动机安全技术检验	282
二、电气强度检验	283
三、防止触电保护检验	283
四、电动机性能检验	283
小结	283
习题	285
第五章 直流电动机	286

第一节 直流电动机的结构及分类	286
一、直流电动机的分类	286
二、直流电动机的结构	288
第二节 直流电动机的工作原理	290
一、直流电动机电枢转动原理	291
二、直流电动机电磁转矩的计算	292
三、直流电动机电枢绕组的感应电势	294
四、直流电动机电压平衡和力矩平衡关系	295
五、直流电动机的功率和效率	296
第三节 直流电动机的机械特性	298
一、永磁式直流电动机的机械特性	298
二、它激和并激直流电动机的机械特性	300
三、串激直流电动机的机械特性	301
第四节 直流电动机的启动、反转和调速	303
一、直流电动机的启动	303
二、直流电动机的反转	304
三、直流电动机的调速	305
第五节 直流电动机的电枢绕组	305
一、直流电动机电枢绕组的结构原则	305
二、电枢绕组的嵌线方法	307
三、波绕组	323
第六节 直流电动机电枢端部捆扎工艺	332
第七节 直流电动机(激磁式)定子激磁绕组 (激磁线包)	335
第八节 直流电动机定子激磁线包与电枢绕组联 接方法	340
一、直流电动机激磁线包联接方式	340

二、直流电动机激磁线包与电枢绕组联接方法	342
三、直流电动机中间极(辅助极)激磁线包与电 枢的联接方法	346
四、直流电动机转向发生变化时激磁线包(主 磁极、中间磁极线包)与电枢关系	347
第九节 直流电动机的换向及换向火花	350
一、直流电动机换向过程中发生的电磁现象	351
二、直流电动机换向器上产生火花的原因	353
小结	357
习题	359
第六章 直流电动机的测试与常见故障的检验和修理	361
第一节 直流电动机的测试	361
一、测试项目	361
二、测试所用的仪器和仪表	361
三、测试前的准备	362
四、测试方式	363
第二节 直流电动机常见故障及其原因	370
一、电动机不能启动的原因	370
二、电动机使用一段时间后转动速度变慢	370
三、直流电动机转速过快	371
四、电动机壳体带电	371
五、电刷火花过大	371
六、换向器产生环火	372
七、电动机有时能启动,有时又不能启动	372
八、电动机发出撞击声响	372
九、电刷发出较大的嘶嘶声	372
十、电刷发出嘎嘎声响	373

十一、电动机空载时保险丝熔断	373
十二、电动机负载时保险丝熔断	373
十三、电动机壳体发热	373
十四、电枢绕组发热	373
十五、激磁绕组故障	374
第三节 直流电动机绕组故障检验	374
一、电枢绕组通地	374
二、重新绕制的电枢绕组通地检查方法	379
三、电枢绕组间短路故障的检查方法	379
四、电枢绕组断路故障的判定及修理	384
五、绕组元件与换向片位置接错的检查方法 和修理方法	387
第四节 电枢绕组的修理方法	390
一、电枢绕组通地的修理方法	390
二、电枢绕组短路的修理方法	390
三、电枢绕组断路的修理方法	392
四、直流电动机电枢绕组重新绕制的步骤	393
第五节 换向器部位的故障检查与修理	400
一、换向器通地故障的检查与修理	400
二、换向片之间的短路故障的检验与修理	402
三、电刷与换向器接触不良的检测和修理	403
四、更换电刷应注意的事项	405
第六节 激磁绕组(线包)故障的检查与修理	406
一、激磁线包通地检查及修理	406
二、激磁线包断路故障的检查及修理	407
三、激磁线包短路故障的检查及修理	408
四、激磁线包串接错误的检查及修理	409

小结	411
习题	412
第七章 单相串激电动机	414
第一节 单相串激电动机的结构	414
一、定子	414
二、电枢	416
三、换向器和电刷刷架	417
第二节 单相串激交流电动机工作原理	421
第三节 单相串激电动机的转速、转矩和机械特性	424
一、单相串激电动机转速	424
二、单相串激电动机的电磁转矩	425
三、单相串激电动机的机械特性	426
第四节 单相串激电动机的电枢绕组	427
一、电枢绕组的绕制方法	428
二、电枢绕组元件与换向新联接规律	431
第五节 单相串激电动机常见故障及处理方法	433
一、定子线包短路、断路、通地的检查方法	434
二、电枢绕组故障检查	441
三、换向器部位出现故障的检查方法	443
四、单相串激电动机产生噪音的原因及其降低噪音的方法	448
习题	451
附录 1 电刷类别、型号、特性和主要应用范围	452
附录 2 电刷技术特性及运行条件	454
附录 3 直流电动机的火花等级	455

附录 4	JZ型电阻分相式电动机技术数据及 正弦绕组排列	456
附录 5	JY型电容启动式电动机技术数据及 正弦绕组排列	460
附录 6	JX型电容运转式电动机技术数据及 正弦绕组排列	463
附录 7	BO系列电阻分相式单相异步电动机 技术数据	466
附录 8	CO系列电容启动式单相异步电动机 技术数据	468
附录 9	DO系列电容运转式单相异步电动机 技术数据	470
附录10	JX系列单相电容运转电动机铁芯、 绕组技术数据	472
附录11	JY系列单相电容启动电动机铁芯、 绕组技术数据	474
附录12	JZ系列电容分相电动机铁芯、绕组 技术数据	476
附录13	220伏电钻用单相通用电动机铁芯、 绕组技术数据	478
附录14	几种常用单相电动机的比较表	480
附录15	常用漆包线的品种、规格、特点及主 要用途	483
附录16	绕组绝缘的耐热等级及允许温度	484
附录17	漆包圆铜线常用数据表	485
附录18	中国线规与近似英规对照表	488
附录19	常用浸渍漆的品种、特性和用途	490

附录20	漆包线漆的品种、特性和用途	491
附录21	常用复盖漆的品种、特性和用途	492
附录22	低压电机、电器线圈绝缘层材料	493
附录23	JO系列三相异步电动机铁芯、绕组 技术数据	494
附录24	JO ₂ 系列三相异步电动机铁芯、绕组 技术数据	502
附录25	JO ₃ 系列三相异步电动机铁芯、绕组 技术数据	510
附录26	Y、Y-L系列三相异步电动机简介	518
附录27	Y、Y-L系列主要源生和专用异步电 动机类型代号名称表	519
附录28	Y系列(IP44)三相异步电动机主要参 数表	520
附录29	Y系列(IP44)三相异步电动机电气性 能表	522
附录30	JO ₃ 系列三相异步电动机技术参考 数据	526
附录31	常用电工仪表的规格与技术数据	528
附录32	常用电工量符号及其单位	529
附录33	Y系列电动机的机座号、功率及转速 关系如表	530
附录34	Y系列电动机轴承牌号见表3	532
附录35	Y系列电动机噪声	532
附录36	Y系列电动机振动	534
附录37	Y系列电动机技术数据	535