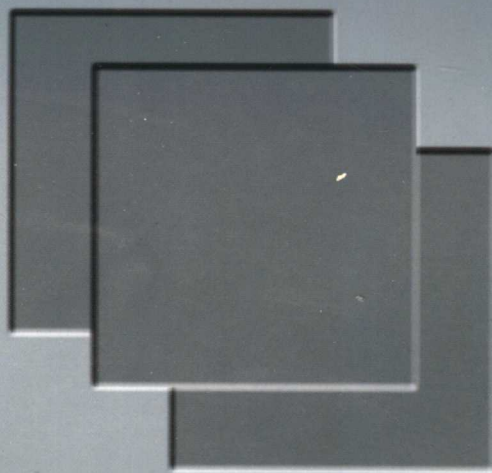




全国高职高专电气类精品规划教材

电机维修实训

主编 马香普 毛 源



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专电气类精品规划教材

电机维修实训

主 编 马香普 毛 源

副主编 孙爱平 殷 芬 宋 杰



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材主要介绍中小型变压器、三相异步电动机、单相异步电动机的运行与维修,包括常见故障的故障现象、产生原因及修复方法,并对一些常规试验等做了较为详细的介绍。

本教材通俗易懂、可操作性及实用性强,附录中搜集了常用小型变压器、三相异步电动机、单相异步电动机的技术数据,查阅方便,可作为高职高专学校电气类专业学生的实训用书,也可供广大电工和电气技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电机维修实训/马香普,毛源主编. —北京:中国水利水电出版社,2004

全国高职高专电气类精品规划教材

ISBN 7-5084-2320-8

I. 电... II. ①马...②毛... III. 电机—维修—高等学校:技术学校—教材 IV. TM307

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第079138号

书 名	全国高职高专电气类精品规划教材 电机维修实训
作 者	主编 马香普 毛源
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×960mm 16开本 13.25印张 259千字
版 次	2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷
印 数	0001—5100册
定 价	19.50元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

教育部在《2003-2007 年教育振兴行动计划》中提出要实施“职业教育与创新工程”，大力发展职业教育，大量培养高素质的技能型特别是高技能人才，并强调要以就业为导向，转变办学模式，大力推动职业教育。因此，高职高专教育的人才培养模式应体现以培养技术应用能力为主线和全面推进素质教育的要求。教材是体现教学内容和教学方法的知识载体，进行教学活动的基本工具；是深化教育教学改革，保障和提高教学质量的重要支柱和基础。因此，教材建设是高职高专教育的一项基础性工程，必须适应高职高专教育改革与发展的需要。

为贯彻这一思想，2003 年 12 月，在福建厦门，中国水利水电出版社组织全国 14 家高职高专学校共同研讨高职高专教学的目前状况、特色及发展趋势，并决定编写一批符合当前高职高专教学特色的教材，于是就有了《全国高职高专电气类精品规划教材》。

《全国高职高专电气类精品规划教材》是为适应高职高专教育改革与发展的需要，以培养技术应用为主线的技能型特别是高技能人才的系列教材。为了确保教材的编写质量，参与编写人员都是经过院校推荐、编委会答辩并聘任的，有着丰富的教学和实践经验，其中主编都有编写教材的经历。教材较好地反映了当前电气技术的先进水平和最新岗位资格要求，体现了培养学生的技术应用能力和推进素质教育的要求，具有创新特色。同时，结合教育部两年制高职教育的试点推行，编委会也对各门教材提出了

满足这一发展需要的内容编写要求，可以说，这套教材既能适应三年制高职高专教育的要求，也适应两年制高职高专教育的要求。

《全国高职高专电气类精品规划教材》的出版，是对高职高专教材建设的一次有益探讨，因为时间仓促，教材可能存在一些不妥之处，敬请读者批评指正。

《全国高职高专电气类精品规划教材》编委会

2004年8月

前

言

本教材是《全国高职高专电气类精品规划教材》中的一本,是为了解决学生的动手实践能力,提高学生分析问题、解决问题的能力,使学生掌握电机维修操作的技能技巧而编写的。

根据高职高专学校的培养目标和教学特点,本书内容通俗、简要、易学、易懂、易会,图文并茂,操作手段和解决问题的方法灵活多样。这将对提高电机维修人员的素质起到积极作用。

本教材主要介绍如何维修中小型变压器、三相异步电动机、单相异步电动机。其中第1章变压器的拆卸与装配,由福建水利电力职业技术学院孙爱平编写;绪论和第1章中变压器常见故障及检修,由四川电力职业技术学院毛源编写(附录1由毛源提供);第2章三相异步电动机的拆卸与装配、交流电机的绕组、修复后的电机检查与试验,由四川水利职业技术学院宋杰编写;第3章由广西水利电力职业技术学院殷芬编写;其余部分由河北工程技术高等专科学校马香普编写。本教材由马香普和毛源担任主编,由马香普统稿。

在本教材编写过程中,得到了相关各级领导的热忱帮助和鼎力支持,编者在此致以诚挚的谢意。同时,本教材还参考了有关院校编写的教材和生产技术资料,编者在此一并致谢。

限于时间仓促和水平有限,书中可能存在缺点和不妥之处,敬请各校师生及其他读者给予指正。

编 者

2004年8月

目 录

序 前言

绪论	1
0.1 电机维修常用工具简介	1
0.2 常用绝缘材料及选定	4
第1章 中小型电力变压器维修实训	7
1.1 电力变压器的拆卸和装配	7
复习思考题1	42
1.2 电力变压器常见故障的检查及修复	42
复习思考题2	71
技能实训1 变压器检修实训	71
第2章 三相异步电动机维修实训	74
2.1 三相异步电动机的拆卸与装配	74
复习思考题3	83
技能实训2 三相异步电动机的拆装实训	83
2.2 交流电机的绕组	85
复习思考题4	106
技能实训3 定子绕组绕制、绝缘材料制作及嵌线实训	106
2.3 修复后的电机检查与试验	108
复习思考题5	114
技能实训4 三相异步电动机绝缘电阻和空载电流的测量实训	114
2.4 电动机的运行、维护与管理	115
复习思考题6	123
2.5 三相异步电动机常见故障的检查及修复	124
复习思考题7	148
技能实训5 定子绕组检修实训	149

第3章 单相鼠笼型异步电动机的修理	154
3.1 单相交流异步电动机的分类和结构	154
3.2 单相异步电动机的定子绕组	155
3.3 单相异步电动机的常见故障及修复	164
3.4 单相异步电动机的应用与维护	168
3.5 单相异步电动机绕线模制作方法	177
3.6 单相电动机绕组故障检查方法	179
复习思考题8	183
技能实训6 吊风扇定子绕组的重绕实训	183
附录1 电力变压器常用技术资料	187
附录2 常用三相异步电动机主要技术数据	192
附录3 常用单相异步电动机主要技术数据	199
参考文献	203

绪 论

0.1 电机维修常用工具简介

常用的电机维修工具介绍如下。

1. 钢丝钳

常用的钢丝钳规格有 150、175mm 和 200mm 三种。其功能是：钳口用来弯绞或钳夹导线线头，齿口用来固紧或起松螺母，刀口用来剪切导线或剖切软导线的绝缘层，侧口用来侧切钢丝和铅丝等较硬金属线材。钳柄上必须套有交流耐压 500V 的绝缘管，结构如图 0-1 所示。

2. 电工刀

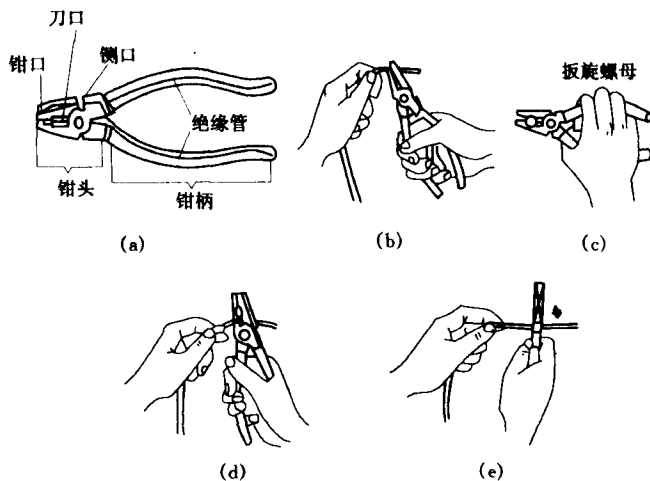


图 0-1 钢丝钳的构造及应用

(a) 构造；(b) 弯绞电线；(c) 紧固螺母；(d) 剪切导线；(e) 侧切钢丝

电工刀是用于剖削或切割电工器材。应注意：①其结构中的刀柄不绝缘，因而不能带电操作；②在剖削绝缘层时，须使圆弧状刀面贴在导线上进行切割，以免刀口损伤线芯，结构如图 0-2 所示。



图 0-2 电工刀

3. 螺钉旋具

螺钉旋具又名螺丝刀、起子。根据其头部的形状可分为一字旋具和十字旋具两种。电工禁止使用通心螺丝刀。另外，为了避免在使用时皮肤触及螺丝刀的金属杆，或金属杆触及邻近带电体，应在金属杆上加套绝缘管，如图 0-3 所示。

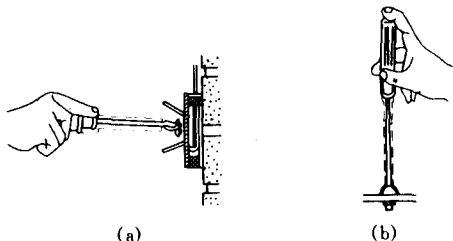


图 0-3 螺丝刀的使用

(a) 大螺丝刀的使用；(b) 小螺丝刀的使用

4. 电烙铁

电烙铁是作为烙铁钎焊的热源，有内热式和外热式之分。常用的规格有 25、45、75、100W 和 300W 等多种。在电机维修中常用外热式的且功率较大的电烙铁(如图 0-4

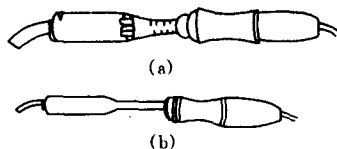


图 0-4 电烙铁

(a) 大功率电烙铁；(b) 小功率电烙铁

所示)，以保证线头焊接的良好性。

5. 活扳手

活扳手是用来紧固和起松螺母的一种专用工具。其构造如图 0-5 (a) 所示。其规格是以长度×最大开口宽度(单位：mm)来表示，常用的有 150×19 (6")、200×24 (8")●、250×30 (10") 和 300×36 (12") 等四种。应当注意的是活扳手不可以反用，以免损坏活扳唇。使用方法见图 0-5 (b) 和 (c)。

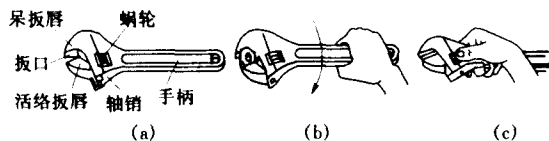


图 0-5 活扳手

(a) 结构；(b) 扳大螺帽；(c) 扳小螺帽

6. 套筒扳手

套筒扳手是用来拧紧或拧松有沉孔的螺母，或无法使用活扳手的地方使用。图

● 8"为 8 英寸 (in)，英寸为非法定计量单位，1in=2.54×10⁻²m。下同。



0-6是套筒扳手的组成。

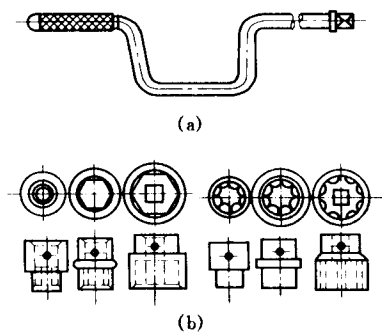


图 0-6 套筒扳手
(a) 扳手; (b) 套筒

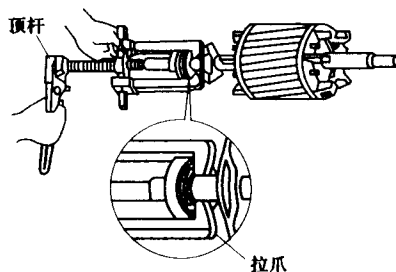


图 0-7 顶拔器的结构和使用的

7. 顶拔器

顶拔器又称拉具, 主要用于拆卸皮带轮和轴承等配件。它有两爪和三爪两种, 其结构和使用方法见图 0-7。

8. 锤子和铜棒

由于铜棒的质地较钢铁软, 因此用它来传递力量可避免直接敲击而造成轴或轴承等金属表面的损伤。其使用方法见图 0-8。

9. 喷灯

喷灯是火焰钎焊的热源, 当采用电烙铁达不到焊接温度时使用, 其外型结构如图 0-9所示。主要用于大截面铜导线连接处的加固搪锡, 以及其他电连接的防氧化镀锡等。使用喷灯时须注意: 要先预热喷头, 并在燃烧室中加煤油或汽油燃烧, 再打气加

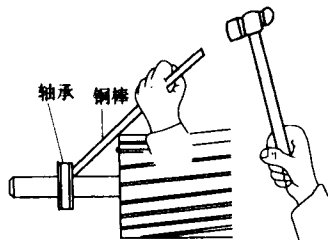


图 0-8 锤子及铜棒的使用

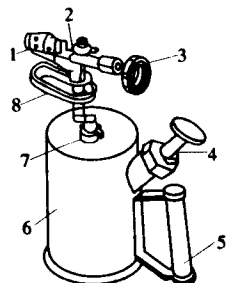


图 0-9 喷灯

1—火焰喷头; 2—喷油针孔; 3—放油调节阀;
4—打气阀; 5—手柄; 6—筒体;
7—加油阀; 8—预热燃烧杯



压。当达到预热温度后,即放阀喷油。火焰要适度,否则会影响焊接质量。当焊接处离绝缘结构件较近时,应垫以石棉纸或裹以耐火泥等进行有效的隔热。在易燃易爆场所禁止使用喷灯。

此外,在一般电机的嵌线中还用到压线板、理线板、木质或橡胶锤、剪刀及尖嘴钳等工具。

0.2 常用绝缘材料及选定

绝缘材料(又称电介质)在电机中的主要作用是用来隔离带电体或不同电位的导体,有的绝缘材料还起着支撑和灭弧的作用。绝缘材料在电机及变压器中占有重要的地位,其耐热性能和寿命直接影响和决定电机的质量及寿命。

对绝缘材料的要求主要有:要有良好的耐热和导热性能;其耐压等级要相当;有良好的机械强度,并有适当的弹性;较低的介质损耗以及不吸水性和抗油性。下面对绝缘材料的有关知识作概要介绍。

1. 分类

常用绝缘材料的品种繁多,分类的方法各异。若按化学性质分有以下三大类:

(1) 无机绝缘材料。多为硅、硼及多种金属的氧化物所组成的矿物状固态物质,分子具有离子性结构;机械性能硬而脆,耐热性能高,无显著老化现象;即使在高温状态下也不会燃烧、不分解。其来源可有天然的(如云母、石棉等)和人造的(如合成云母、玻璃纤维、陶瓷等)两类。

(2) 有机绝缘材料。绝大多数都是一些碳氢化合物及其衍生物。通常其耐热能力都不高,当超过额定温度时极易老化,甚至分解、燃烧或炭化。它也有人造和天然之分,其中天然的有橡胶、桐油、沥青、变压器油以及纱、布、绸、纸等。合成绝缘材料通常为高分子化合物,有聚氯乙烯、酚醛树脂及环氧树脂等。

(3) 硅有机绝缘材料。这是一种新型的高分子物质,既有无机材料的高耐热性,又有有机绝缘材料优良的物理、机械性能。硅有机绝缘材料中的硅橡胶、树脂及漆与无机物质(如云母、玻璃纤维等)配合制成多种耐热绝缘材料。它们有:硅有机云母板、硅有机玻璃云母带、层压制品及硅有机塑料等。

2. 绝缘材料编号及意义

绝缘材料的编号以四位数字表示。第一位数字表示绝缘材料成品的分类;第二位数字表示同类材料的不同品种;第三位数字表示绝缘材料的耐热等级;第四位数字表示同类材料在配方、成分及性能上的差别。电机常用绝缘材料各位数字的具体意义见表0-1。



表 0-1

电机常用绝缘材料的代号及意义

第一位数字	第二位数字		第三位数字	举 例
分类代号	品种代型号		耐热等级代号	
1—漆、树脂胶类	0—浸渍漆		1—A 级	1030 沥青漆
	3—瓷漆		2—E 级	1320 醇酸灰瓷漆
	6—硅钢片漆		3—B 级	1611 醇酸硅钢片漆
2—浸渍纤维制品类	2—漆布(绸)		4—F 级	2210 黄漆绸
	6—半导体漆		6—H 级	2650 有机硅防电晕玻璃漆布
	7—漆管		7—C 级	2731 聚氯乙烯玻璃漆管
3—层压制品类	0—层压纸板			3021 酚醛层压纸板
	2—层压玻璃布管			3230 酚醛层压玻璃布板
	5—纸管			3520 酚醛纸管
	6—玻璃布管			3640 环氧酚醛玻璃布管
	7—纸棒			3720 酚醛纸棒
	8—玻璃布棒			3840 环氧酚醛玻璃布棒
4—压塑料类	0—木粉填料压塑料			4013 酚醛塑料
	3—玻璃纤维填料压塑料			4330 酚醛玻璃纤维塑料
5—云母制品类	1—柔软云母板			5131 醇酸玻璃柔软云母板
	2—塑性云母板			5230 醇酸塑性云母板
	4—云母带			5438 环氧玻璃粉云母带
	5—换向器云母板			5535 虫胶换向器云母板
	7—衬垫云母板			5731 虫胶衬垫云母板
	8—云母箔			5836 环氧玻璃粉云母箔
6—薄膜、粘带复合制品类	0—薄膜			6020 聚酯薄膜
	5—	绝缘纸复合箔		6520 聚酯薄膜绝缘纸复合箔
		玻璃漆布复合箔		6530 聚酯薄膜玻璃漆布复合箔

3. 绝缘材料的耐热等级

绝缘材料长期运行的允许最高温度分为：Y、A、E、B、F、H、C 等 7 个等级，见表 0-2。当运行温度超过允许的最高温度时，绝缘材料的寿命将大大地缩短，也就是说电机及电气设备的使用寿命将会大大地缩短。造成绝缘材料老化的原因是多方面的：低电压下会产生大电流而温升过高并氧化；高电压下会电晕放电；在温热环境条件下，温度及微生物是促使绝缘老化的重要原因。



表 0-2

电机绝缘的耐热等级

级 别	最高允许温度 (℃)	材 料 处 理 方 法 举 例
Y	90	棉、丝及天然植物、植物纤维，不浸漆，也不浸在油中
H	105	天然植物、植物纤维，不浸漆，也不浸在油中
E	120	用合成树脂处理的纤维、层压品、薄膜、树脂漆等
B	130	云母、石棉、玻璃纤维经树脂类粘结制成的材料
F	155	云母、石棉、玻璃纤维经硅有机醇酸树脂粘结制成的材料
H	180	云母、石棉、玻璃纤维经硅树脂等类粘结制成的材料
C	180 以上	生云母、石棉、陶瓷等单独使用或硅氧树脂粘结制成的材料

中小型电力变压器维修实训

1.1 电力变压器的拆卸和装配

1.1.1 概述

1.1.1.1 检修周期

变压器的检修分为大修和小修。大修是将变压器的器身从油箱中吊出而进行的各种检修；小修是将变压器停运，但不吊芯而进行的检修。

1. 大修周期

- (1) 一般在投入运行后的 5 年内和以后每间隔 10 年大修一次。
- (2) 箱沿焊接的全密封变压器或制造厂另有规定者，若经过试验与检查并结合运行情况，判定有内部故障或箱体严重渗漏油时，才进行大修。
- (3) 在电力系统中运行的主变压器当承受出口短路后，经综合诊断分析，可考虑提前大修。
- (4) 运行中的变压器，当发现异常状况或经试验判断有内部故障时，应提前进行大修。
- (5) 运行正常的变压器经综合诊断分析良好，企业负责人批准，可适当延长大修周期。

2. 小修周期

- (1) 一般每年 1 次。
- (2) 安装在 2~3 级污秽地区的变压器，其小修周期应在现场规程中予以规定。

3. 附属装置的检修周期

附属装置的检修周期，应根据试验测试或按有关规程的规定进行。

1.1.1.2 检修项目

1. 大修项目

大修包括以下主要内容:

- (1) 吊出器身检修。
- (2) 绕组、引线及磁(电)屏蔽装置的检修。
- (3) 铁芯、铁芯紧固件(穿芯螺杆、夹件、拉带、绑带等)、压钉、压板及接地片的检修。
- (4) 油箱及附件的检修,包括套管、吸湿器等。
- (5) 冷却器、油泵、水泵、风扇、阀门、管道等附属设备的检修。
- (6) 安全保护装置的检修。
- (7) 油保护装置的检修。
- (8) 测温装置的校验。
- (9) 操作控制箱的检修和试验。
- (10) 无励磁分接开关的检修。
- (11) 全部密封胶垫的更换和组件试漏。
- (12) 必要时对器身绝缘进行干燥处理。
- (13) 变压器油的处理和换油。
- (14) 清扫油箱并喷涂油漆。
- (15) 大修试验和试运行。

2. 小修项目

小修包括以下主要内容:

- (1) 处理已发现的缺陷。
- (2) 放出储油柜集泥器中的污油。
- (3) 检修油位表,调整油位。
- (4) 检修冷却装置:包括油泵、风扇、油流继电器、差压继电器等,必要时吹扫冷却器管。
- (5) 检修安全保护装置:包括储油柜、防爆管、气体继电器、速动油压继电器等。
- (6) 检修油保护装置。
- (7) 检修测温装置:包括外接式信号温度计、电阻温度计等。
- (8) 检修调压装置、测量装置及控制箱,并进行调试。
- (9) 检修接地系统。
- (10) 检修全部阀门和塞子,检查全部密封情况,处理渗漏油。
- (11) 清扫油箱和附件,必要时补漆。





(12) 清扫外部绝缘件和检查导电接头（包括套管将军帽）。

(13) 按有关规程规定进行测量和试验。

3. 临时检修项目

可视具体情况确定。

4. 对于老、旧变压器的大修

老、旧变压器的大修，可根据实际情况对有的项目适当作些改进。

1.1.1.3 检修前的准备

变压器检修前应做好充分的准备工作，保证检修工作顺利进行，应做的准备工作大致有以下几点。

1. 查阅档案，了解变压器的运行状况

(1) 运行中所发现的缺陷和异常（事故）情况，出口短路的次数和情况。

(2) 负载、温度和附属装置的运行情况。

(3) 查阅上次大修总结报告和技术档案。

(4) 查阅试验记录（包括油的化验和色谱分析），了解绝缘状况。

(5) 检查渗漏油部位并作出标记。

(6) 进行大修前的试验，确定附加检修项目。

2. 编制大修工程技术、组织措施计划

主要包括：人员组织及分工，施工项目及进度表，主要施工工具，设备明细表，主要材料明细表等。

3. 施工场地要求

变压器的检修工作，应在专门的修试所进行，否则应做好防雨、防潮、防尘和消防等工作。同时应注意与带电设备保持安全距离，准备充足的施工电源及照明，安排好储油容器、大型机具、拆卸附件的放置地点和消防器材的合理布置等。

1.1.2 中小型电力变压器的拆卸

由于变压器油和绕组对污秽、潮湿很敏感，易于受到损害，不宜长时间与空气接触，故吊芯是变压器检修中技术性较强的一项工作。

1.1.2.1 吊芯的注意事项

(1) 注意吊芯时的天气条件。吊芯应在相对湿度不大于 75% 的良好天气下进行，不要在雨雾天或湿度大的天气下吊芯。在江边和湖滨地区日出前湿度大，应在日出后开始放油、吊芯。

(2) 注意吊芯场所的清洁。吊芯的工作场所应无灰烟、尘土和水汽，最好在专用的检修场所进行。

