

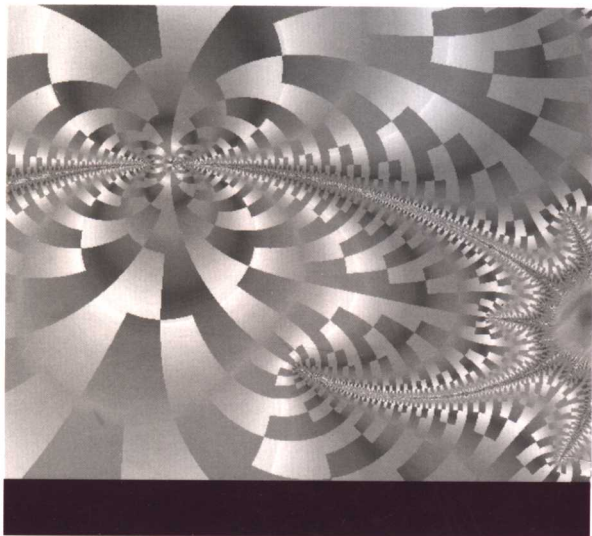
职业技能鉴定培训读本

中级工

电机检修工

江苏大学工业中心 组织编写

周新云 谭延良 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

职业技能鉴定培训读本（中级工）

电机检修工

江苏大学工业中心 组织编写

周新云 谭廷良 主编

李金伴 主审



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

本书从电动机检修基础知识入手,对电动机修理所用的测试仪器仪表、维修工具与常用材料进行了介绍。全面而详细地介绍了三相异步电动机、单相异步电动机和直流电动机的结构、绕组、常见故障的分析处理,以及具体检修工艺。为提高电机修理人员的专业技能,书中有选择地介绍了电动机修理计算方面的方法和公式,列举了一定数量的修理实例,并收录了修理电动机时所需的各种技术数据。

本书条理清楚,通俗易懂,深浅适度,注重维修工艺介绍和操作技能的培养,具有较强的实用性。本书可作为电机检修工中级工技能鉴定或电机修理技能培训教材,也可供电动机修理人员阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

电机检修工/周新云,谭延良主编. —北京:化学工业出版社,2006.6

职业技能鉴定培训读本(中级工)

ISBN 7-5025-8953-8

I. 电… II. ①周…②谭… III. 电机-检修-职业技能鉴定-教材 IV. TM307

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第071010号

职业技能鉴定培训读本(中级工)

电机检修工

江苏大学工业中心 组织编写

周新云 谭延良 主编

李金伴 主审

责任编辑:李玉晖

文字编辑:吴开亮

责任校对:战河红

封面设计:于兵

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10½ 字数 279 千字

2006年9月第1版 2006年9月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-8953-8

定价:22.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《职业技能鉴定培训读本（中级工）》编委会

编委会主任：李金伴

编委会副主任：戈晓岚 王维新

编委会委员：卢章平 陆一心 李金伴 王特典

阳名沅 戈晓岚 王维新

序

在科技突飞猛进、知识日新月异的今天，国际经济和科技的竞争越来越围绕人才和知识的竞争展开。工程技术是科学技术和实际应用之间的桥梁。随着社会和科学技术的发展，工程技术的范围不断扩大，手段日益丰富更新，但其强烈的实践性始终未变。在工程技术人才中，具有丰富实践经验的技术工人是不可或缺的重要组成部分。近年来技术工人队伍的严重缺乏，已引起广泛重视。为此，教育部启动了“实施制造业和服务业技能型紧缺人才培养工程”。从2002年下半年起，国家劳动和社会保障部实施“国家高技能人才培养工程”，并建立了“国家高技能人才（机电项目）培养基地”。这是落实党中央、国务院提出“科教兴国”战略方针的重要举措，也是我国人力资源开发的一项战略措施。这对于全面提高劳动者素质，培育和发展劳动力市场，促进培育与就业结合，推行现代企业制度，深化国有企业改革，促进经济发展都具有重要意义。

《劳动法》第八章第六十九条规定：“国家确定职业分类，对规定的职业制定职业技能标准，实行职业资格证书制度，由经过政府批准的考核鉴定机构负责对劳动者实施职业技能考核鉴定”。《职业教育法》第一章第八条明确指出：“实施职业教育应当根据实际需要，同国家制定的职业分类和职业等级标准相适应，实行学历证书、培训证书和职业资格证书制度”。职业资格证书是表明劳动者具有从事某一职业（或复合性职业）所必备的学识和技能的证明，是劳动者求职、任职、开业的资格凭证，是用人单位招聘、录用劳动者的主要依据，也是境外从业与就业、对外劳务合作人员办理技能水平公证的有效证件。

根据这一形势，江苏大学（原机械部所属江苏理工大学）工业中心受化学工业出版社的委托，根据2000年3月2日国家劳动

和社会保障部部长令（第6号）发布的就业准入的相关职业（工种），组织编写了职业技能鉴定培训读本（中级工），包括《机械制图》、《机械制造基础》、《金属材料与热处理》、《车工》、《铸造工》、《电工》、《钣金复合工》、《金属切削工》、《热处理工》、《刨插工》、《钳工》、《模具工》、《锻造工》、《镗工》、《铣工》、《磨工》、《冷作钣金工》、《组合机床操作工》、《加工中心操作工》、《电气设备安装工》、《高低压电器装配工》、《电机装配工》、《变电设备安装工》、《仪表维修工》、《电子仪器仪表装配工》、《起重工》、《电机检修工》、《变压器、互感器装配工》、《变配电室值班电工》等29种，以满足培训市场的需要。

本套丛书由江苏大学工业中心戈晓岚、李金伴和陆一心等教授担任主编，组织有高级职称且业务水平较高，机械制造工程培训经验丰富，了解机械行业情况，熟悉工程培训规律的教师、实验室主任、工厂高级技术人员等参加编写。

本套丛书是针对中级技术工人和操作工编写的，在内容上注重实践性、启发性、科学性，做到基本概念清晰、重点突出、简明扼要，对基本理论部分以必需和够用为原则，注重能力的培养，并从当前机械行业技工队伍素质的实际出发，努力做到理论与实践并重，理论与实际相结合，深入浅出，通俗易懂，体现面向生产实际，突出职业性的精神。在强调应用、注重实际操作技能的同时，反映新技术、新工艺、新材料的应用和发展。

本套丛书注意与初级、高级技工要求之间的合理衔接，便于在职技术工人学习。书中基本术语、材料牌号、设备型号等采用了新标准。

本套丛书既可作为中级工的培训教材，也可作为技工学校、职业学校、大中专院校师生的实习教学参考书。

本套丛书在编写过程中，得到江苏大学工业中心和老科技协会的支持、指导和帮助，在此一并表示感谢。

丛书主编

2006年6月

前 言

本书是根据劳动和社会保障部制定的《国家职业标准·常用电机检修工》编写的，可作为电机检修工的培训教材，也可以作为电动机修理人员的自学教材。

第一章简要介绍了电动机的基础知识和电动机在修理中常用的仪器仪表和专用工具。第二章介绍了电动机修理中的常用材料，包括绝缘材料、导电材料和辅助材料。第三章主要介绍了电动机机械零件的修理。第四章介绍了电动机绕组展开图的绘制，包括三相交流异步电动机、单相交流电动机和直流电动机，同时叙述了电动机绕组的接线和嵌线方法。第五章介绍了电动机常见绕组故障及其检修方法，如三相异步电动机的接地故障、短路故障、断路故障和绕组接线错误故障以及转子绕组可能出现的电气故障；单相异步电动机的绕组故障及其检修方法，包括离心开关、各种控制继电器以及电热器的检查修理；直流电动机的绕组故障及其检修，包括定子绕组、主极绕组、换向极绕组、补偿绕组、磁极极身的绝缘处理和直流电动机换向故障及其检修。第六章介绍了电动机绕组的重绕更换，包括工艺要求，同时介绍了导线代用、改变电动机极数和改变电动机电压的计算。第七章介绍了电动机的检查项目与试验方法，包括装配要求和电动机组装后应进行的电气试验要求。在附录中收录了常用电动机的相关技术数据，以便供修理人员查阅。

全书由周新云、谭延良担任主编，负责全书内容与章节的确定以及全书的统稿。本书第一章、第二章由江苏大学盛占石编写；第三章、第五章由江苏大学周新云编写；第四章由江苏大学尤德同编写；第六章、第七章以及附录由江苏大学谭延良、黄丽和中

国人民解放军镇江船艇学院张芊共同编写。全书由江苏大学李金伴教授担任主审，李教授在审阅过程中，对书稿提出了许多宝贵意见，在此谨表示由衷的感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2006年6月于江苏大学

目 录

第一章 电动机维修基础	1
第一节 电动机维修常用仪器仪表与工具	1
一、常用仪器仪表	1
二、普通工具	12
三、专用工具	15
第二节 电动机的结构与铭牌	21
一、电动机的结构	21
二、电动机的分类	27
三、电动机的防护等级	29
四、电动机的铭牌	30
第二章 电动机维修中的常用材料	33
第一节 绝缘材料	33
一、绝缘材料的耐热等级	33
二、电动机修理常用绝缘材料	33
三、电动机修理中常用的绝缘漆	37
第二节 电磁线	40
一、漆包电磁线	40
二、绕包电磁线	40
三、特种电磁线	44
四、电磁线的选用	44
第三节 辅助材料	44
一、轴承	44
二、引接线	47
三、槽绝缘、层间绝缘、端部绝缘和衬垫绝缘	48
四、绝缘套管	48
五、槽楔、垫条和接线板绝缘	49

六、线圈绝缘·····	49
七、绕组绑扎带·····	49
八、集电环·····	50
九、电刷·····	51
第三章 电动机的拆装与主要零部件的检修·····	55
第一节 电动机的拆装·····	55
一、电动机的拆卸·····	55
二、拆卸轴承·····	56
三、电动机的装配·····	58
第二节 电动机主要零部件的检修·····	61
一、机座和端盖的故障与修理·····	61
二、定子铁芯的故障与修理·····	63
三、转轴故障与修理·····	67
四、集电环故障与修理·····	71
五、电刷故障及修理·····	73
六、轴承故障及修理·····	73
第四章 电动机绕组及其展开图·····	79
第一节 电动机绕组的基础知识·····	79
一、线圈和线圈组·····	79
二、并绕根数和并联路数·····	80
三、每槽导体数·····	80
四、极距 τ 和节距 y ·····	81
五、电角度、槽距角和相带·····	82
六、每极每相槽数 q ·····	83
七、绕组的展开图·····	83
第二节 三相异步电动机绕组与展开图·····	85
一、三相绕组排列的基本原则·····	85
二、单层绕组·····	86
三、双层绕组·····	98
四、绕线式转子绕组·····	106
第三节 单相交流电动机绕组与展开图·····	110
一、单层绕组·····	110
二、双层绕组·····	115

三、正弦绕组	115
第四节 直流电动机绕组及其展开图	122
一、电枢绕组的一般概念	122
二、电枢绕组的排列	124
第五章 电动机电气故障及其检修	131
第一节 三相异步电动机的绕组故障及其检修	131
一、绕组接地故障	131
二、绕组短路故障	133
三、绕组断路故障	137
四、绕组线圈接线错误故障	141
五、笼式转子的断笼故障	144
六、绕线式转子绕组的故障	151
第二节 单相异步电动机的绕组故障及其检修	155
一、电气故障的检修方法	155
二、绕组故障的检修方法	161
第三节 直流电动机的绕组故障及其检修	164
一、定子绕组故障检修	164
二、主极绕组的故障检修	168
三、换向极绕组的故障检修	171
四、补偿绕组的故障检修	174
五、磁极极身的绝缘处理	177
六、电枢绕组的局部修理	181
第四节 直流电动机的换向故障及其检修	186
一、换向器的结构型式与技术要求	186
二、换向器常见故障及其检修	189
三、电刷与刷握常见故障及其检修	197
第六章 电动机绕组的重绕更换	209
第一节 电动机绕组的重绕更换	209
一、填写原始记录卡片	209
二、旧线圈的拆除	215
三、绕线工艺	218
四、嵌线工艺	223
五、绕组的连接	233

六、绕组连接后的检查试验	236
七、绕组的浸漆和烘干	244
第二节 代用导线线径的计算	251
一、保持导线截面不变的代用	251
二、改变绕组接法	251
三、改变电动机并联支路数	252
第三节 改变电压的计算	253
一、改接改压方法	253
二、重绕绕组改变电压	254
第四节 改变电动机极数的计算	256
第七章 电动机的检查项目与试验方法	260
第一节 电动机的装配质量要求	260
一、电动机装配前的准备与检查	260
二、电动机的装配	261
第二节 电动机修复后的电气试验	261
一、电动机绕组直流电阻、绝缘电阻的测量及耐压试验	261
二、匝间绝缘试验	262
三、空载试验	263
四、堵转试验	265
五、温升试验	267
六、超速试验	271
附录	272
附录 1 漆包圆铜线的常用数据	272
附录 2 漆包扁铜线规格尺寸	274
附录 3 三相异步电动机绕组模尺寸数据	279
附录 4 Y2 系列 (IP44) 三相异步电动机铁芯、绕组技术数据 (380V, 50Hz)	285
附录 5 Y 系列 (IP44) 三相异步电动机铁芯、绕组技术数据 (380V, 50Hz)	288
附录 6 Y 系列 (IP23) 三相异步电动机铁芯、绕组技术数据 (380V, 50Hz)	290
附录 7 JO 系列三相异步电动机铁芯、绕组技术数据 (380V, 50Hz)	292

附录 8 J 系列三相异步电动机铁芯、绕组技术数据 (380V, 50Hz)	294
附录 9 YR (IP23) 系列绕线转子三相异步电动机铁芯、绕组技术 数据 (380V, 50Hz)	295
附录 10 YR (IP44) 系列绕线转子三相异步电动机铁芯、绕组技术 数据 (380V, 50Hz)	298
附录 11 YR 系列绕线式三相异步电动机集电环、电刷尺寸	301
附录 12 部分单相异步电动机绕组排列方法	301
附录 13 单相电动机铁芯、绕组技术参数	313
参考文献	321

第一章 电动机维修基础

第一节 电动机维修常用仪器仪表与工具

一、常用仪器仪表

(一) 万用表

万用表又称为多用表，是一种多用途、多量程的电工仪表，可以测量电压、电流和电阻等多种参量。模拟式万用表由表头（模拟式电压表）、电路转换开关、电流/电压转换器、电阻/电压转换器、检波器等构成；数字万用表（DMM）由数字电压表表头配上上述各种转换器而构成。在电动机的修理中，万用表主要用于测量交流电压、直流电压、直流电流、直流电阻以及检查电动机的一般故障。

1. 万用表的构造

万用表是由表头、测量线路和转换开关三部分构成。

(1) 表头 万用表的表头为一高灵敏度直流电流表，其性能可通过性能参数来确定。在表头的性能参数中，满偏电流和内阻是两项重要参数。满偏电流是指表针满刻度偏转时，流过表头的最小直流电流值，用 I_g 来表示。显然，满偏电流越小，表头对微小电流反应越灵敏，即灵敏度越高，因而通常用满偏电流来反应万用表的灵敏度。表头的内阻是表头线圈漆包线的直流电阻，表头的灵敏度越高，内阻越大，表的性能就越好。

(2) 测量线路 万用表的测量线路是为测量不同的电学参量和不同量程而设计的电路。

(3) 转换开关 万用表的转换开关是用来切换相应测量线路的，通常由两个活动触头和多个固定触头所组成。转动转换开关可使活动触头随之转动，在不同挡位上与相应的固定触头接触，使对应的测量电路接通。

2. 万用表的使用

这里结合 MF50 型万用表介绍其一般使用方法。

MF50 型万用表的面板结构如图 1-1 所示。由转换开关设置的项目可知，其测量的参量主要有交直流电压、直流电流、电阻等。其表盘结构如图 1-2 所示。主要标度尺有以下几条：最上面一条非

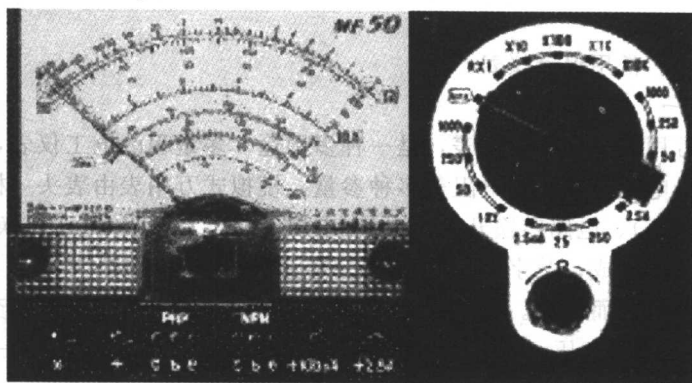


图 1-1 MF50 型万用表面板结构

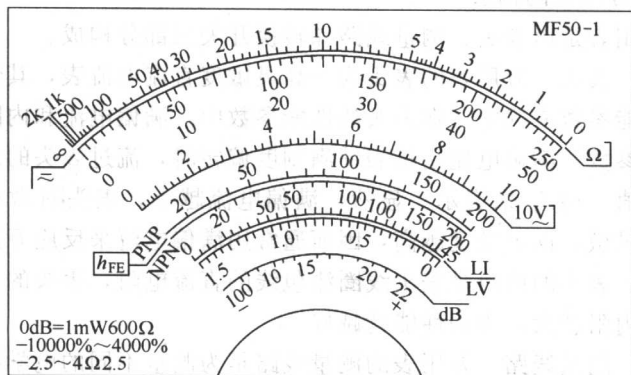


图 1-2 MF50 型万用表表盘结构

均匀标度尺的右端有个 Ω 符号，这是欧姆挡的测量刻度尺；第二条标度尺为测量交、直流电压和直流电流时的共用标度尺，该尺共有两组读数，以便于选择不同量程时进行读数；第三条为测量 10V 交流电压的专用标尺；还有测 h_{FE} 值、负载电压、电流和音频电平 的标度尺。

(1) 电阻的测量

① 将转换开关打至 Ω 挡（至于量程则可随便选一个），将两表笔短路，调节调零电位器使指针指在 Ω 标度尺的 0 点，如指针调不到零，则说明表内电池电量不足，需更换电池。每次换挡后都要重新调零后再进行测量。

② 将待测电阻或电路元件串入两表笔之间，观察读数。

③ 选择适当的倍率，使表针尽可能指在标度尺几何中心，这样测量最精确。例如，某一被测电阻阻值在 100Ω 左右，若选择 $R \times 1$ 挡，则指针偏转幅度太小（此时指针指在刻度 100 处）；而选择 $R \times 100$ 挡，则指针偏转角度太大（指在标度尺 1 处），这样都会出现较大的测量误差；如选择 $R \times 10$ 挡，则指针几乎指在标度尺中间，这时测量最精确。

④ 严禁进行带电测量。应将待测元件或电路与电源完全断开后再进行测量，更不允许直接测量电池的内阻。

(2) 电压和电流的测量

① 按正确的要求进行接线。测电流时，万用表要与电路串联；而测电压时，万用表要并联在被测电路或元件两端。在测直流电压和直流电流时，注意正负极不可接错。

② 转动转换开关，选择正确的参数挡位。例如要测电压，必须选择电压挡，而绝不能选电流挡。不可用直流挡位测量交流参数。

③ 选择适当的量程，使表针尽可能地指在标度尺的 $2/3$ 处，这样测量最精确。选择不同的量程要对应不同的标度尺，如要测 220V 交流电压，应选择交流电压 250V 挡，且观察 0~250 的标度尺。

张开 ← → 闭合

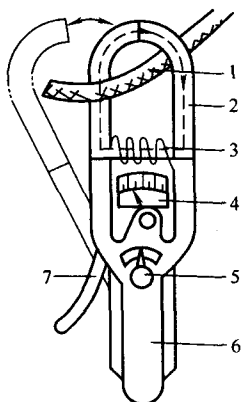


图 1-3 钳形电流表

- 1—载流导线；2—铁芯；3—二次绕组；
4—表头；5—量程转换开关；
6—胶木手柄；7—扳手

(二) 钳形电流表

钳形电流表是电动机维修中最常用的测量仪表之一，使用方便，测量时，无需断开电路。钳形电流表通常用来测量动力传输线中的载流；在电动机维修领域中，用来测量电动机的启动电流和工作电流。常用钳形电流表如图 1-3 所示。

1. 钳形电流表的测量原理

由图 1-3 可以看出，钳形电流表是由一个穿心式电流互感器和一只磁电式电流表所组成。互感器的二次绕组与电流表串联，互感器的铁芯像一把钳子的钳头，可由手柄处控制其张开导线夹入钳口内，使钳口关闭，被测电流导线便构成了互感器的一次绕组，铁芯便形成闭合磁路。当被测电流导线中有电流通过时，二次绕组中便产生互感电流，并由电流表测出。

有的钳形电流表还能测电压，这种电流表的手柄上带有一个转换开关，可根据不同要求选择不同测量项目和量程。

2. 钳形电流表的使用注意事项

① 为使钳形电流表读数准确，钳口铁芯两个表面应紧密切合。如有杂声，将钳口重新分合一次；如铁芯仍有杂声，则应将钳口铁芯两表面的污垢擦净后再进行测量。

② 若所测导线电流过小，可将导线在钳形铁芯上绕 n 圈，然后将表头读出的数除以圈数 n ，即为被测导线中的电流。

③ 测量结束后，应将量程选择开关放在最大挡位上，以避免再次测量时，由于未选好合适量程而损坏表头。

④ 钳形电流表是低电压测量仪表，测量范围在 110~600V 之