

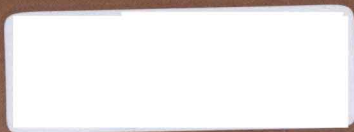


跟技能大师学技术

维修电工 操作实用技能

WEIXIU DIANGONG
CAOZUO SHIYONG JINENG

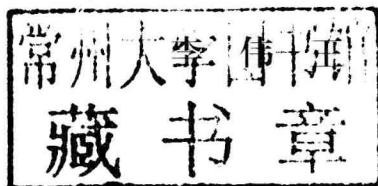
李 伟 王 建 主编



河南科学技术出版社

跟技能大师学技术

维修电工操作实用技能



建 主编

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书根据最新国家职业标准中维修电工的基本内容,以及工厂维修电工的实际工作需要,讲解维修电工实际工作中应该掌握的一些技能、技巧,以解决实际工作中的技术问题。主要内容包括:维修电工必备知识,电力变压器和交流弧焊机的使用与维修,中小型电动机的使用、维护及控制,机床电气设备控制电路及故障检修,维修电工常用接线,PLC及变频器控制电路的装调等。

本书可供广大电气安装与维修工作人员使用,也可供电气技术人员参考,还可供相关培训机构培训电气工作人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工操作实用技能/李伟,王建主编. —郑州:河南科学技术出版社,2013.2

(跟技能大师学技术)

ISBN 978-7-5349-6073-4

I. ①维… II. ①李…②王… III. ①电工—维修 IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第307570号

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路66号 邮编:450002

电话:(0371) 65737028 65788613

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:张 建

责任编辑:张 建

责任校对:张 恒

封面设计:张 伟

责任印制:朱 飞

印 刷:开封智圣印务有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:140 mm×202 mm 印张:11.75 字数:320千字

版 次:2013年2月第1版 2013年2月第1次印刷

定 价:29.00元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系并调换。

出版说明

众所周知，“十一五”期间，我国的机械工业无论是行业规模、产业结构、产品水平，还是国际竞争力，都有了大幅度的提升。我国已经成为全球机械制造第一大国，“中国制造”遍及世界各个角落。但从机械工业的现状看，无论是所生产的产品，还是自身的生产过程，都与国民经济的要求相距甚远。目前机械产品的工作效率、钢材利用率和环保性能普遍低于国际先进水平，这种粗放式的发展模式不仅无法支撑国民经济的转型升级，而且也不能适应开放环境下市场竞争的形势，无法保障行业的可持续发展。

面对以上问题，党的十七届五中全会提出，要深入贯彻落实科学发展观，坚持以转变发展方式为主线，实现转型升级为方向，积极推进机械工业产业结构调整和优化。按照“主攻高端、创新驱动、强化基础、两化融合、绿色为先”的总体要求，努力提高发展质量和效益，加快实现全行业由大到强的战略目标。

要实现工业发展的目标，绝不能缺少人才。是否拥有一支高素质的技能人才队伍，直接关系到企业的核心竞争力。目前我国高技能人才的缺口很大，严重制约和影响了各行业的发展。

党和政府一直以来高度重视高技能人才队伍的培养，如各种培训基地的建设，推行职业资格证书制度，以及各行业的技能大赛、技能比武等。2011年7月6日，中央组织部、人力资源和社会保障部发布《高技能人才队伍建设中长期规划（2010—2020年）》，规划中明确提出：

（1）统筹社会优质资源，建立示范性高技能人才培训基地。到2020年底前，全国建成1200个高技能人才培训基地，其中2015年

底前，建成 400 个国家级高技能人才培养基地。

(2) 进一步推动企业建立和完善现代企业职工培训制度。

(3) 改革培养模式，建立健全高技能人才校企合作培养制度。

(4) 在有条件的地方建设类型多样、布局合理、运行高效的公共实训基地。

(5) 建立和完善高技能人才多元评价制度。

(6) 广泛开展各种形式的职业技能竞赛和岗位练兵活动。

(7) 依托中华技能大奖得主、全国技术能手和其他有绝技绝活的技能大师建立技能大师工作室。到 2020 年底前，全国建成 1000 个左右国家级技能大师工作室。

(8) 建立和完善高技能人才统计调查制度和信息系统。

从 2010 年开始，全国已经陆续开始建立一批技能大师工作室，工作室将为高技能人才开展技术研修、技术攻关、技术技能创新和带徒传技等创造条件，推动技能大师实践经验及技术技能创新成果的加速传承和推广。这些技能大师大都是获得“中华技能大奖”“全国技术能手”“国务院特殊津贴”“省政府特殊津贴”“有突出贡献技师、高级技师”等的优秀高技能人才。

正是在这样的背景下，我们组织出版了《跟技能大师学技术》这套丛书。选择了一些技能大师，将他们多年的工作经验和高超的技术呈现给读者，希望对读者有所帮助。愿我们的这些努力，能使这套丛书成为技术工人们喜爱的图书。

河南科学技术出版社

2012.10

前言

随着经济全球化进程的不断深入，发达国家的制造能力加速向发展中国家转移，我国已成为全球的加工制造基地。而目前我国高技能人才严重短缺，这个问题已经成为社会普遍关注的热点问题。针对这一问题，国家出台了《关于进一步加强高技能人才工作的意见》等相关政策，以进一步加强高技能人才的培养。

为了落实全国高技能人才工作会议精神，突出“加强高技能人才的实践能力和职业技能的培养，高度重视实践环节”的要求，切实解决目前人才市场上电气实用型人才短缺的问题，我们针对电气实用型人才的培养目标，结合国家职业标准和工厂生产实际，编写了本书，使电工技术初学者能够顺利上岗并尽快胜任工作，也使有一定工作经验的电工操作人员提高工作能力，以适应新技术的发展需要。

本书的编写特色是：

1. 本书坚持“以市场为导向，以技能为核心，以满足就业为根本落脚点”的培养方针，突出实践，理论与实践相结合，所有的实例都来自生产一线。

2. 内容涵盖国家职业标准对知识和技能的要求，注重就业需求，以培养职业岗位群的综合能力为目标，从而有效地开展实际操作能力的培养，更好地满足企业用人的需要。

3. 编写内容充分反应新知识、新技术、新工艺和新方法。

本书由李伟、王建担任主编，张凯、樊慧贞、郭法梅、李瑄任副主编，朱彦齐、王春晖、郝新虎、许瑞、王锡辉也参加了本身的编写；张宏担任本书的主审。

由于时间和水平有限，对于书中存在的不当之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2012年5月

编委名单

主 编 李 伟 王 建

副主编 张 凯 樊慧贞 郭法梅 李 瑄

参 编 朱彦齐 王春晖 郝新虎 许 瑞

王锡辉

主 审 张 宏



第一章 维修电工必备知识	1
第一节 常用电工仪表的使用	1
一、常用电工仪表的适用范围与选用技巧	1
二、万用表的使用	3
三、兆欧表的使用	7
四、钳形电流表的使用	10
五、直流单臂电桥的使用	12
六、接地电阻测量仪的使用	15
七、示波器的使用	18
八、电能表的使用	22
第二节 电气图的识读	26
一、电气图的识别技巧	26
二、分析复杂电路图的方法	29
第三节 低压电器的常见故障及其排除	30
一、交流接触器的故障处理与检修	30
二、刀开关的常见故障及其排除	37
三、低压断路器的常见故障及其排除	38
四、熔断器的常见故障及其排除	40
五、主令电器的常见故障及其排除	41

六、热继电器的常见故障及其排除	42
七、时间继电器的常见故障及其排除	44
八、速度继电器的常见故障及其排除	46
第四节 低压配电装置的运行维护及故障排除	46
一、低压配电装置的运行维护	46
二、低压配电装置的巡视检查	47
三、断路器的维护与检修	48
四、隔离开关的维护与检修	56
五、负荷开关的维护与检修	58
六、熔断器的维护与检修	60
七、互感器的维护与检修	63
第五节 电气故障的排除	68
一、电气设备的事事故处理	68
二、电气设备检修质量的验收	69
三、判断电气故障的方法	71
四、架空线路的检查与维护	74
五、架空线路的检修	75
六、照明线路及照明装置的检查、维护	83
七、白炽灯照明装置的常见故障及其排除	88
八、荧光灯照明装置的常见故障及其排除	90
九、高压汞灯照明装置的常见故障及其排除	93
十、高压钠灯照明装置的常见故障及其排除	95
十一、碘钨灯照明装置的常见故障及其排除	97
第二章 电力变压器和交流弧焊机的使用与维修	99
第一节 电力变压器的使用	99
一、电力变压器的运行与检查	99
二、电力变压器运行故障的处理	103
三、电力变压器的试验检查	107
四、工厂用中心变、配电所的运行维护	110

第二节 特殊变压器的使用	114
一、自耦变压器的使用	114
二、互感器的使用	115
三、交流弧焊机的使用	120
四、小型变压器和交流弧焊机的故障检修	123
第三章 中小型电动机的使用、维护及控制	128
第一节 中小型电动机的使用与维护	128
一、电动机的安装、检查和测试	128
二、电动机的拆装	136
三、电动机运行故障的分析及排除	144
四、小型电动机的故障及其排除	148
五、三相异步电动机故障排除后的试验	159
第二节 中小型三相异步电动机的控制电路	160
一、三相异步电动机的启动控制	160
二、多速电动机的启动控制	176
三、三相异步电动机的制动控制	181
第三节 电磁调速异步电动机的控制电路	186
一、电磁调速异步电动机的结构	186
二、电磁调速异步电动机的控制	187
三、电磁调速异步电动机的维护	190
第四节 直流电动机的控制电路	193
一、直流电动机的启动控制	193
二、直流电动机的正反转控制	195
三、直流电动机的调速与制动控制	197
第四章 机床电气设备控制电路及故障检修	205
第一节 机床电气设备检修基础	205
一、机床电气设备检修的基本要求	205
二、机床电气设备的维护和保养	205

三、机床电气设备检修的一般步骤	210
四、机床常用电器元件的质量标准	211
五、常用机床电器元件的维修要点及注意事项	212
六、常用机床电器元件的维修方法	214
第二节 车床电气维修	224
一、车床电路分析	225
二、车床常见电气故障的检查与维修要点	228
第三节 钻床电气维修	231
一、钻床电路分析	232
二、钻床常见电气故障的检查与维修要点	237
第四节 铣床电气维修	239
一、铣床电路分析	239
二、铣床常见电气故障的检查与维修要点	246
第五节 磨床电气维修	248
一、磨床电路分析	249
二、磨床常见电气故障的检查与维修要点	251
第六节 电动起重机械的维护保养及运行	253
一、桥式起重机的控制电路	253
二、其他形式起重机的控制电路	261
三、电动起重机械的安全装置及维护保养	266
第五章 维修电工常用接线	269
第一节 动力配线	269
一、室内动力配线的一般要求	269
二、室内配线的主要工序	271
三、动力线布线	271
四、配电箱布线	308
五、低压配电柜的安装	310
第二节 盘面布线	313
一、元器件安装工艺	313

二、硬线布线	318
三、软线布线	322
第六章 PLC 及变频器控制电路的装调	326
第一节 PLC 基本指令及编程器的使用	326
一、PLC 基本指令	327
二、编程器的使用	328
三、简易编程器的联机操作	330
四、简易编程器的脱机工作	337
五、PLC 编程软件的使用	339
第二节 PLC 控制电路的安装与调试	347
一、PLC 控制电路的安装	347
二、PLC 控制电路的调试	349
第三节 变频器控制电路的装调	353
一、变频器的面板操作	353
二、变频器的安装	357
三、变频器的接线	360
四、变频器的外部接口电路	362

第一章 维修电工必备知识

第一节 常用电工仪表的使用

一、常用电工仪表的适用范围与选用技巧

1. 常用电工仪表的分类

用来测量各种电量、磁量及电路参数的仪器、仪表统称为电工仪表。电工仪表的种类繁多，分类方法也各异。电工仪表按结构和用途的不同，主要分以下三类。

(1) 指示仪表：电工指示仪表的特点是能将被测量转换为仪表可动部分的机械偏转角，并通过指示器直接显示出被测量的大小，故又称为直读式仪表。

电工指示仪表的规格品种很多，通常采用下列方法加以分类：

1) 按工作原理分类：主要有磁电系仪表、电磁系仪表、电动系仪表和感应系仪表。此外还有整流系仪表、铁磁电动系仪表等。

2) 按使用方法分类：有安装式仪表、便携式仪表两种。安装式仪表是固定安装在开关板或电气设备面板上的仪表，又称面板式仪表。它的准确度一般不高，广泛应用于发电厂、配电所的运行监视和测量中。便携式仪表是可以携带的仪表，其准确度较高，广泛应用于电气试验、精密测量及仪表检定中。

3) 按被测量的名称分类：有电流表、电压表、功率表、电能

表、频率表、相位表、万用表等。

4) 按准确度等级分类: 有 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 共七级。数字越小, 仪表的误差越小, 准确度等级也越高。

5) 按使用条件分类: 有 A、B、C 三组类型的仪表。A 组仪表适用的环境温度为 $0 \sim 40^{\circ}\text{C}$; B 组仪表适用的环境温度为 $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$; C 组仪表适用的环境温度为 $-40 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。它们要求的相对湿度条件均为 85% 以下。

6) 按被测电流种类分类: 有直流仪表、交流仪表及交、直流两用仪表三类。

(2) 比较仪表: 比较仪表的特点是在测量过程中, 通过被测量与同类标准量进行比较, 然后根据比较结果确定被测量的大小。比较仪表又分为直流比较仪表和交流比较仪表两大类。电位差计和直流电桥属于直流比较仪表, 交流电桥属于交流比较仪表。

(3) 数字仪表: 数字仪表的特点是采用数字测量技术, 并以数码的形式直接显示出被测量的大小。数字仪表的种类很多, 常用的有数字式电压表、数字式万用表、数字式频率表等。

2. 常用电工仪表的选用

(1) 电气测量仪表的准确度等级一般不低于 2.5 级。但发电机控制盘上的一级直流系统的仪表应不低于 1.5 级。在缺少 1.5 级仪表时, 可用 2.5 级的仪表进行调整并替代, 使该仪表在正常工作条件下, 误差达到 1.5 级的标准。

(2) 与仪表连接的分流器、附加电阻、电流互感器、电压互感器的准确度等级应不低于 0.5 级。而仅用于电流或电压测量时, 1.5 级和 2.5 级的仪表容许使用 1.0 级的互感器; 非重要回路的 2.5 级电流表容许使用 3.0 级的电流互感器。

(3) 选择仪表用互感器和仪表的测量范围时, 应考虑设备在正常运行条件下, 仪表的指示经常在仪表标度尺工作部分量程的 $2/3$ 以上, 以便当电力设备过负载时, 也可以有适当的指示。

(4) 在可能出现短时间冲击过载的电气设备上, 应安装标有过载电流标记的电流表。

(5) 对于有互供设备的变配电所,应装设符合互供条件要求的电测仪表。例如,当功率有送、受关系时,就需要安装两组电能表和有双向标度尺的功率表;对有可能出现两个方向电流的直流电路,也应装设有双向标度尺的直流电流表。

(6) 在 500 V 及以下的直流电路中,允许使用直接接入的电表和带分流器的电流表。

二、万用表的使用

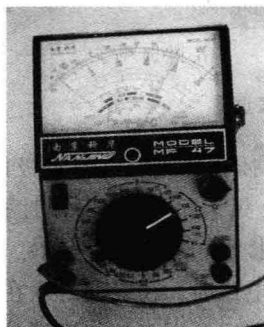
1. 万用表的结构和原理

万用表主要由测量机构、测量线路、转换开关三部分组成。

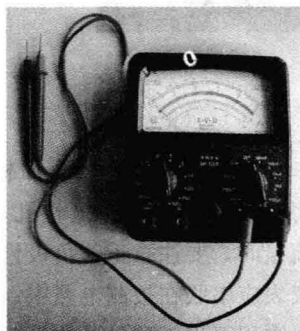
(1) 测量机构的作用:测量机构可以把过渡电量转换为仪表指针的机械偏转角。万用表的测量机构通常采用磁电系直流微安表,其满偏电流为几微安到几百微安。满偏电流越小的测量机构,其灵敏度越高。万用表的灵敏度一般用电压灵敏度来表示。

(2) 测量线路的作用:测量线路可以把各种不同的被测电量(如电流、电压、电阻等)转换为磁电系测量机构所能接受的微小直流电流(过渡电量)。

(3) 转换开关的作用:转换开关可以把测量线路转换为所需要的测量种类和量程。万用表的转换开关一般采用多层多刀多掷开关。图 1-1 为两种万用表的外形图。



a. MF47 万用表



b. 500 型万用表

图 1-1 万用表的外形

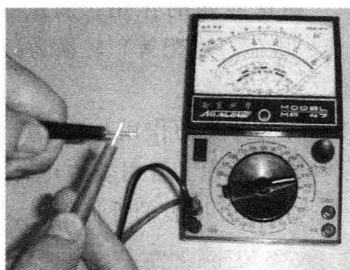
万用表的基本工作原理主要建立在欧姆定律和电阻串、并联规律的基础之上。电压灵敏度是万用表的主要参数之一。对一只万用表来说,当把它拨到电压挡时,电压量程越高,电压挡内阻越大。但是,各量程内阻与相应电压量程的比值却是一个常数,该常数就是电压灵敏度,单位是“ Ω/V ”。电压灵敏度的意义是:电压灵敏度越高,其电压挡的内阻越大,对被测电路的影响越小,测量准确度越高。

2. 万用表的正确使用方法

(1) 使用之前要调零:为了减小测量误差,在使用万用表之前应先进行机械调零。在测量电阻之前,还要进行欧姆调零。如图 1-2 所示。



a. 机械调零



b. 欧姆调零

图 1-2 万用表调零

(2) 要正确接线:万用表面板上的插孔和接线柱都有极性标记。使用时将红表笔与“+”极性孔相连,黑表笔与“-”极性孔相连。测量直流量时,要注意正、负极性不得接反,以免指针反转。测量电流时,仪表应串联在被测电路中;测量电压时,仪表要并联在被测电路两端。在用万用表测量晶体管时,应牢记万用表的红表笔与内部电池的负极相接,黑表笔与内部电池的正极相接。如图 1-3 所示。

(3) 要正确选择测量挡位:测量挡位包括测量对象和量程。如

测量电压时应将转换开关放在相应的电压挡，测量电流时应将其放在相应的电流挡等。如误用电流挡去测量电压，会造成仪表损坏。选择电流或电压量程时，应使指针处在标度尺 $2/3$ 以上的位置；选择电阻量程时，最好使指针处在标度尺的中间位置。这样做的目的是为了尽量减小测量误差。测量时，当不能确定被测电流或电压的数值范围时，应先将转换开关转至对应挡位的最大量程，然后根据指针的偏转程度逐步减小至合适量程。如图 1-4 所示。

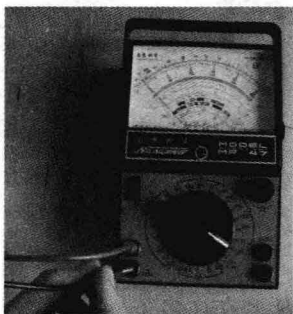


图 1-3 正确接线



图 1-4 选择合适的挡位

(4) 测量：

1) 测电阻：右手握持两表笔，左手拿住电阻的中间处，将表笔跨接在电阻的两引线上，如图 1-5 所示。

2) 测电流：

a. 将转换开关放置在直流挡，根据被测电流选择合适的量程。测量时，将测试表笔串联于被测电路中，电流流入端与红表笔相接，流出端与黑表笔相接。

b. 若电源内阻和负载电阻都很小，应尽量选择较大的电流量程。不能带电变换挡位和量程。

c. 测量较大电流时，需将红表笔插入 $2\ 500\text{ A}$ 挡。

3) 测电压：

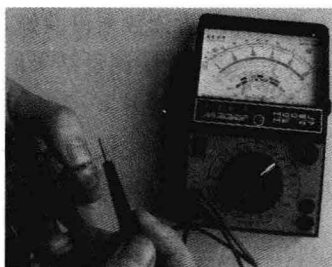


图 1-5 测量电阻