



上岗之路

领你入门——轻松掌握一技之长

带你上岗——信步迈入职业殿堂

维修电工

入门

第2版

李 洋 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书依据《国家职业技能标准》初级维修电工的要求,详细介绍了维修电工入门必备的基础理论知识和操作技能。本书主要内容有:维修电工基础知识、维修电工基本操作技术、变压器、交流异步电动机、低压电器与电力拖动控制、电子元器件及其电路和维修电工读图基础知识。

本书适合维修电工初学者自学,还可作为维修电工上岗培训教材和职业技术学校学生的实训教材。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工入门/李洋主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2012. 1

(上岗之路)

ISBN 978-7-111-36580-8

I. ①维… II. ①李… III. ①电工-维修-基本知识
IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第242420号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:陈玉芝 责任编辑:陈玉芝

封面设计:姚毅 责任校对:胡艳萍

责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012年1月第2版·第1次印刷

140mm×203mm·8.875印张·234千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36580-8

定价:19.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前言

为满足维修电工初学者的自学需求，我们于2006年以《国家职业标准 维修电工》为依据组织相关专家编写了《维修电工入门》一书，本书自出版以来，以其通俗、易懂、实用的特点，得到了广大读者的认可与好评，先后印刷2万多册，取得了良好的社会效益和经济效益。

2009年，中华人民共和国人力资源和社会保障部对《国家职业技能标准 维修电工》进行了修订，相较于2005年颁布的标准，维修电工所掌握的内容有了一定的调整和细化，为了与标准要求一致，更加满足维修电工入门人员的学习与培训需要，我们决定对其进行修订。

修订时以国家最新颁布的《国家职业技能标准》初级维修电工的需求为依据，坚持“入门”和“少而精”的原则，在坚持理论知识够用的基础上突出技能，对不实用的内容进行了删减，并增加了维修电工应掌握的电子元器件的焊接知识等内容。

由于维修电工属于特种作业，所以在第一章中讲述了维修电工的工作任务和职业道德、维修电工的安全操作注意事项和岗位职责；考虑到初学者对所学知识比较生疏，为使他们能看懂本书的插图，在第七章讲述了维修电工读图的基础知识。

本书由李洋任主编，田虢、李浩、许昌英任副主编、张晓冬任主审，参加编写的人员还有沙石、李俊、范翠香、李梅。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，敬请读者和同行批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 维修电工基础知识	1
第一节 维修电工入门指导	1
一、维修电工的工作任务	1
二、维修电工的职业道德	2
三、维修电工的安全操作注意事项	3
四、维修电工的岗位责任	5
五、文明生产	5
第二节 磁场及电磁感应	6
一、磁场及其性质	6
二、电磁感应和右手定则	7
三、磁场对电流的作用和左手定则	10
第三节 直流电路	12
一、电路	12
二、欧姆定律	13
三、电阻电路	15
四、电功率和电能	18
五、电桥电路	19
第四节 正弦交流电路	20
一、单相正弦交流电	20
二、三相交流电	26
三、交流电路的功率	31
四、维修电工常用计算公式	33
第二章 维修电工基本操作技术	35
第一节 常用电工工具及量具	35

一、验电器	35
二、电工钢丝钳	37
三、尖嘴钳和斜口钳	38
四、螺钉旋具	38
五、剥线钳	39
六、活扳手	40
七、电工刀	41
八、电烙铁	41
九、喷灯	42
十、射钉枪	43
十一、冲击钻和电锤	43
十二、拆卸器	44
十三、压接钳	45
十四、断线钳	47
十五、金属直尺	47
十六、钢卷尺	48
十七、游标卡尺	48
十八、网线压线钳和多功能网络测线仪	49
第二节 绝缘导线的连接	51
一、剥削绝缘层	51
二、导线的连接	53
第三节 登高与绳子结扣	59
一、登高工具	59
二、常用绳结	61
第四节 维修电工的安全知识	63
一、电流对人体的危害	63
二、安全电压	64
三、触电的急救处理	65
第五节 安全操作技术措施	69
一、停电	69
二、验电	70
三、装设接地地线	70

四、悬挂标示牌和装设遮栏	71
第六节 照明装置	72
一、照明灯具	72
二、照明装置的安装和维修	73
第七节 照明导线的选用和线路安装	86
一、导线的选用	86
二、导线的检查与保存	87
三、接户线的一般要求	87
四、表线的安装	88
五、护套线线路的安装	89
六、线管配线	93
七、线路质量的检验	96
八、线路的维修	97
第八节 常用仪表及其使用	100
一、电流表	100
二、电压表	102
三、指针式万用表的使用	103
四、数字式万用表的使用	105
五、功率表的使用	106
六、电能的测量	110
七、互感器的使用	111
八、绝缘电阻表的使用	113
第三章 变压器	116
第一节 变压器的结构原理	116
一、变压器的工作原理	116
二、变压器的结构	118
三、变压器绕组极性的测定	119
四、三相变压器绕组的联结	120
第二节 变压器的运行维护	120
一、运行中的检查	121
二、变压器的运行故障分析及排除方法	121



第三节 特殊用途的变压器	123
一、自耦变压器	123
二、互感器	123
三、电焊机	124
第四章 交流异步电动机	127
第一节 三相交流异步电动机	127
一、三相异步电动机的工作原理	127
二、三相异步电动机的结构	132
第二节 单相异步电动机	134
一、单相异步电动机的结构	135
二、单相异步电动机的工作原理	135
三、单相异步电动机的起动	137
第三节 异步电动机的常见故障	138
第四节 异步电动机的维修	143
一、电动机的拆装	143
二、绕组的修理	145
三、电动机修理后的试验	150
第五章 低压电器与电力拖动控制	154
第一节 常用低压电器	154
一、开关电器	154
二、熔断器	156
三、主令电器	159
四、接触器	161
五、继电器	162
六、低压电器故障的排除	166
第二节 电气控制的基本规律与基本环节	168
一、自锁	168
二、互锁	170
三、联锁	171
四、异步电动机的起动控制电路	172

五、异步电动机的制动控制电路	176
第三节 电气控制系统图的绘制	178
一、电气原理图	178
二、电气元器件布置图	180
三、安装接线图	181
第四节 CA6140 型车床电气控制电路	182
一、CA6140 型车床的基本结构	183
二、电气控制电路的分析	183
三、电气控制电路的检修	185
第五节 Z3040 型摇臂钻床电气控制电路	187
一、Z3040 型摇臂钻床的结构	187
二、电力拖动的特点与控制要求	188
三、电气控制电路的分析	188
四、Z3040 型摇臂钻床的液压原理	193
第六节 机床电气设备的维修	193
第六章 电子元器件及其电路	197
第一节 二极管	197
一、二极管的分类	197
二、二极管的伏安特性	197
三、二极管的主要参数	198
四、二极管的简易测试	198
五、稳压二极管	199
六、发光二极管	200
第二节 二极管单相整流电路	202
一、单相半波整流电路	202
二、单相桥式整流电路	203
第三节 晶体管	204
一、晶体管的结构	204
二、晶体管的放大作用	205
三、晶体管的特性曲线	206
四、晶体管的简易测试	208

第四节 晶体管交流放大电路	208
一、电路中各元器件的作用	209
二、基本放大电路的工作原理	210
第五节 晶闸管	212
一、晶闸管的结构及工作特性	212
二、晶闸管的主要参数	214
三、晶闸管的简易测试	214
四、晶闸管的保护	215
第六节 单相可控整流电路	216
一、单相半波可控整流电路	216
二、单相半控桥式整流电路	217
三、只用一只晶闸管的可控桥式整流电路	218
四、晶闸管触发电路	218
第七节 晶闸管应用举例	219
一、晶闸管交流调压	219
二、晶闸管无触头开关	220
第八节 电子元器件的焊接技术	221
一、手工焊接的工具和材料	221
二、电子元器件引线的成形和插装	222
三、焊接工艺	223
第七章 维修电工读图基础知识	228
第一节 读图基础知识	228
一、图形符号	228
二、文字符号	251
三、图形符号的使用规则	256
四、电气制图的一般规则	257
第二节 电气识图的基本方法和步骤	259
一、电气识图的基本方法	259
二、识图的基本步骤	260
第三节 电气标志	261
一、安全牌	261

二、电工产品的安全认证	263
附录 室内配电线路	266
参考文献	269

第一章

维修电工基础知识

第一节 维修电工入门指导

一、维修电工的工作任务

维修电工的职业定义是从事机械设备和电气系统线路及器件等的安装、调试、维护、修理的人员。职业能力特征是具有一定的学习理解、观察、判断、推理和计算能力，手指、手臂灵活，动作协调，并能高空作业。

1. 安装

安装是指必须按照国家或部委的规程、规范、标准及设计要求，把电气设备、元器件及其线路固定在设定的位置或装置上并使其正常运行，安全使用并满足设计要求。

2. 调试

调试是指必须满足规程、规格及标准的要求并用检测仪器对安装前和安装后的电气设备、元器件及线路进行调整和试验，对其可靠性、灵敏性和抗老化性做出准确的判断。保证其正常运行并能非正常运行或使用条件下，确保退出运行或提供报警信号，以满足电气设备、元器件及线路安全运行的需要。

3. 运行

运行是指按照电气设备及线路运行规程和使用部门的规定、要求，对投入使用的电气设备及线路运行状态进行监视、调整、控制、记录、分析等一系列工作。

4. 维护

维护是指按照运行规程和使用单元的要求对投入运行的电气设备、元器件及线路进行清扫、检查、巡视，以便发现缺陷、更



换小型故障元器件、紧固接线端子和螺栓、消除隐患而进行的工作。

5. 检修

检修是指按照运行规程和使用单位规定的周期或利用停机会，对运行中的电气设备、元器件及线路按照运行规程的部门要求和运行中发现而不能修复的缺陷进行的中型检查和修理工作。

6. 试验

试验是指按照标准和规程的要求，对电气系统进行的两种试验：一是检修过程中，对设备和线路进行的预防性试验，以便发现问题和缺陷，及时更换或修理；二是安装前对设备、元器件、导线、电缆等进行的试验，判断产品优劣并做出能否安装及运行的决定。

7. 保养

保养一般指对运行中的设备及线路中替换下来的小型部件进行的保养性修理，或停电检修时对一些部件进行的保养性修理，如：转动部位加油润滑、研磨触头，更换端子、更换设备的中小型部件及弹簧等。

8. 修理

修理一般是指对运行中损坏的或者替换下来的设备元器件进行功能恢复性修理，或者是更换其中部件的修理。

我们可以看出，维修电工是一种特殊的技术职业，他的行为关系着人们的生命财产及电气系统和设备的安全。另外，维修电工又是一种技术含量很高、理论要求很强的工种，需要理论与实践相结合。随着科学技术的发展和电子技术、计算机技术在各个领域的应用，维修电工的技能也随着社会文明的进步而发展。因此，作为一名维修电工必须不断学习和掌握新技术、新工艺、新设备、新材料，才能适应社会及市场的需要，才能提高自己的技术水平。

二、维修电工的职业道德

维修电工的职业道德，从总体上讲就是对所从事的职业有高



度的责任感、敬岗爱业、恪守诚信、质量第一、用户至上，维修电工的职业道德最基本的要求就是必须按照国家对电气作业颁布的标准、规程、规范进行操作，符合电气装置施工及验收规范并使用户满意，对一名维修电工一般应做到以下几点：

1) 对技术精益求精，对工作一丝不苟，对质量认真负责，对安全时刻牢记，杜绝违规操作。

2) 对同行要尊敬相互学习，取长补短，虚心求教，不要不懂装懂。

3) 作业时干净利索、坚固漂亮、有条有理、正确无误、安全可靠、严禁违章。

4) 作业中要精打细算，节约材料，节约工时，节约每一个垫片、每一个螺钉、每一米线、每一团胶布。

5) 作业完要清理现场，检查有无不妥，杜绝事故隐患。要使现场干净整洁，不妨碍他人，不妨碍设备的运行和使用。

6) 钻研技术、精通业务，练好基本功，熟练掌握基本操作技能，学会在实践中学习知识、技能及别人的长处，这是成功最重要的秘诀。

三、维修电工的安全操作注意事项

1) 工作前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好。

2) 任何电气设备内部未经验明无电时，一律视为有电，不准用手触及。

3) 不准在运转中拆卸、修理电气设备。必须在停闸，切断设备电源，取下熔断器，挂上“禁止合闸，有人工作”的警示牌，并验明无电后，方可进行工作。

4) 在总配电盘及母线上进行工作时，在验明无电后应挂临时接地线。装拆接地线必须由值班电工进行。

5) 临时工作中断后或每班开始工作前，都必须重新检查电源确已断开，并验明无电。

6) 每次维修结束时，必须清点所带工具、零件，以防遗失或留在设备内而造成事故。



7) 由专门检修人员修理电气设备时, 值班维修电工要负责进行登记。完工后要做好交待, 共同检查, 然后方可送电。

8) 必须在低压配电设备上带电进行工作时, 要经过领导批准, 并要有专人监护。工作时要戴安全帽, 穿长袖衣服, 戴绝缘手套, 使用绝缘工具, 并站在绝缘物上进行操作, 相邻带电部分和接地金属部分应用绝缘板隔开。严禁使用锉刀、金属直尺等进行工作。

9) 禁止带负载操作动力配电箱中的刀开关。

10) 带电装卸熔断器时, 要戴防护眼镜和绝缘手套。必要时使用绝缘夹钳, 站在绝缘垫上进行操作。

11) 熔断器的容量要与设备和线路安装容量相适用。

12) 电气设备的金属外壳必须接地(接零), 接地线要符合标准, 不准断开带电设备的外壳接地线。

13) 拆除电气设备或线路后, 对可能继续供电的线头, 必须立即用绝缘布包扎好。

14) 安装灯头时, 开关必须接在相线上, 灯头(座)螺纹端必须接在零线上。

15) 对临时装设的电气设备, 必须将金属外壳接地。严禁将电动工具的外壳接地线和工作零线拧在一起插入插座。必须使用两线带地或三线带地插座, 或者将外壳接地线单独接到接地干线上, 以防接触不良时引起外壳带电。用橡胶软电缆接移动设备时, 专供保护接零的芯线中不许有工作电流通过。

16) 动力配电盘、配电箱、开关、变压器等各种电气设备附近, 不准堆放各种易燃、易爆、潮湿和其他影响操作的物件。

17) 使用梯子时, 梯子与地面之间的角度以 60° 左右为宜。在水泥地面上使用梯子时, 要有防滑措施。对没有搭钩的梯子, 在工作中要有人扶持。使用人字梯时拉绳必须牢固。

18) 使用喷灯时, 油量不得超过容器容积的 $3/4$, 打气要适当, 不得使用漏油、漏气的喷灯。不准在易燃易爆物品附近将喷



灯点燃。

19) 电气设备发生火灾时,要立刻切断电源,并使用卤什烷灭火器或二氧化碳灭火器灭火,严禁用水或泡沫灭火器灭火。

四、维修电工的岗位职责

1) 为做好车间电气设备的维护检修工作,保证车间的正常安全生产,必须贯彻执行维修电工岗位责任制。

2) 维修电工在维修组长的领导之下,必须熟悉自己的工作范围、设备拥有量及技术状况等情况,以保证操作工人的正常生产。

3) 加强巡回检查工作,了解设备运行状况,发现问题及时处理。

4) 严格执行维修电工安全操作规程,熟悉并掌握维修电工安全技术规范,不得擅自离开工作岗位。

5) 加强电气设备的保养及预防性维修工作,确保设备的安全完好运行。

6) 努力学习电气技术,不断提高技术业务水平,以适应生产的不断发展。

五、文明生产

文明生产直接对产品质量产生影响,也是保证工艺纪律得以贯彻执行的重要条件。对维修电工专业来讲,文明生产对保障电气设备及人身的安全也起着重要的作用。文明生产的内容如下所述:

1) 具有高尚的道德品质;对工作认真负责,对机器设备、工具和原材料极为爱惜。

2) 不断提高文化素质、科学技术和业务水平,除了应熟练地掌握本岗位工作技能外,还应熟悉本岗位生产过程中的各项规章制度和安全技术知识。

3) 具有讲卫生、爱整洁、守纪律、懂礼貌等良好习惯。

4) 服从领导的统一指挥。



5) 尊师爱徒, 谦虚礼让。

6) 工作现场应经常保持整齐清洁, 环境布置合乎要求, 工具摆放合理整齐。

7) 维修电工工具、电工仪表及电工器材的使用应符合规程的要求, 不得蛮干。

8) 工作应有计划、有节奏地进行。在对重要的电气设备进行维修工作或登高作业(如桥式起重机)时, 施工前后均应清点工具及零部件, 以免遗漏在设备内造成事故。

总之, 作为一名维修电工或初学者, 必须先学会安全技术, 除了保护自身安全以外, 重要的是要保护他人和用户、保护电气设备及线路、保护电气系统的安全, 这是每个从事维修电工职业的人员必须要做到的。维修电工安全技术不仅是维修电工应该掌握的, 而且是所有用电及操作电气人员也必须掌握的。因此, 一个维修电工不仅是维修电工安全技术的执行者, 而且还是一个维修电工安全技术的宣传者, 只有全社会讲安全用电, 并且普及安全用电知识, 才能真正保证安全用电。

第二节 磁场及电磁感应

一、磁场及其性质

大家都很熟悉永久磁铁有两个基本特性:

- 1) 两个磁极, 即 N 极和 S 极永远同时存在。
- 2) 同极性相斥, 异性性相吸。

为了形象地描述磁铁周围的磁场, 我们引用磁力线的概念。虽然磁力线仅是一种假想的概念, 但它能直观地、有效地帮助我们大量电磁现象和电磁过程进行分析和研究。因此, 学会定性描述磁力线, 这对进行磁场分析是一个有效的工具。磁力线有如下特点:

1) 磁力线总是由 N 极出发, 而进入 S 极。在磁铁内部再由 S 极又回到 N 极。因此, 磁力线总是无头无尾, 构成一条闭合曲线。



2) 磁力线互不交叉。

3) 磁力线的疏密程度通常表明了磁场的强弱；在磁场强的地方磁力线比较密；反之磁力线比较疏，磁场均匀的地方，磁力线疏密均匀并互相平行，如图 1-1 所示。

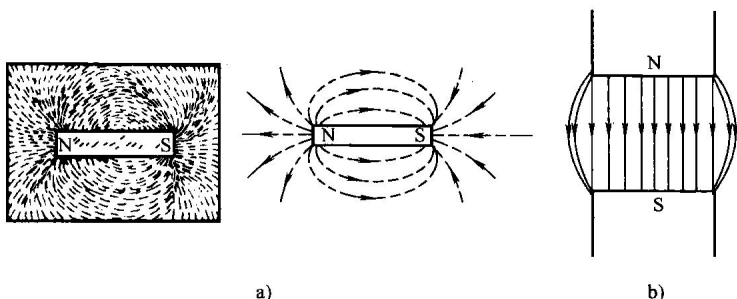


图 1-1 磁场及磁力线
a) 条形磁铁 b) 均匀磁场

磁极会发出许多磁力线，而且磁力线是一根一根的线条。为了定量地进行分析，我们引入磁通这个物理量。

磁通就是磁力线的根数，为了说明某面积上磁力线分布的疏密情况，有必要用单位面积的磁力线数来表示。单位面积内通过的磁力线数（面积与磁通垂直），就叫做磁通密度。

$$B = \Phi / S$$

式中 B ——磁通密度 (T)；

Φ ——磁通 (Wb)；

S ——磁通所通过的垂直面积 (m^2)。

二、电磁感应和右手定则

在较长的时间内，人们把磁现象和电现象看成是彼此独立无关的两类现象。后来发现了电流的磁效应，使人们进一步认识到磁现象起源于电荷的运动，磁现象与电现象之间有着密切的联系，在一定条件下，磁可以生电，电可以生磁，看一看下面几种情况：