

职业技能鉴定培训读本

高级工

维修电工

吉化集团公司 组织编写
宫德福 编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

TM07
1502

职业技能鉴定培训读本(高级工)

维 修 电 工

吉化集团公司 组织编写
官德福 编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

维修电工/宫德福编. —北京: 化学工业出版社,
2004. 11

职业技能鉴定培训读本(高级工)

ISBN 7-5025-6248-6

I. 维… II. 宫… III. 电工-维修-职业技能鉴定-教材 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 109839 号

职业技能鉴定培训读本(高级工)

维修 电工

吉化集团公司 组织编写

宫德福 编

责任编辑: 刘 哲 周国庆

责任校对: 顾淑云 边 涛

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)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

化学工业出版社印刷厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 14 1/4 插页 1 字数 420 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6248-6/TM·36

定 价: 31.00 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

前　　言

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，具有丰富实际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：“国家规定职业分类，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登记标准相适应，实行学历文凭、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，它是劳动者求职、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，化学工业出版社组织吉化集团公司、河北科技大学、天津大学、天津军事交通学院等单位有关人员，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（高级工）》（以下简称《读本》），包括《工具钳工》、《检修钳工》、《装配钳工》、《管工》、《铆工》、《电焊工》、《气焊工》、《维修电工》、《仪表维修工》、《电机修理工》、《汽车维修工》、《汽车维修电工》、《汽车维修材料工》、《摩托车维修工》、《车工》、《铣工》、《刨插工》、《磨工》、《镗工》、《铸造工》、《锻造工》、《钣金工》、《加工中心操作工》、《热处理工》、《制冷工》、《气体深冷分离工》、《防腐蚀工》、《起重工》、《锅炉工》等29种，以满足高级工培训市场的需要。本套《读本》的编写人员为生产一线的工程技术人员、高级技工，以及长期指导生产实习的专家等，具有丰富的实践和培训经验。

这套《读本》是针对高级技术工人和操作工而编写的，以《国家职业标准》和《职业技能鉴定规范》为依据，在内容上以中级作为起点，但重点为高级，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须和够用为原则，突出技能、技巧，注重能力培养，并从当前高级技工队伍素质的实际出发，努力做到理论与实际相结合，深入浅出，通俗易懂；面向生产实际，强调实践，书中大量实例来自生产实际和教学实践；在强调应用、注重实际操作技能的同时，反映新知识、新技术、新工艺、新方法的应用和发展。

本书是《维修电工》。

维修电工是指工厂、矿山、企事业单位中从事电气设备维护和修理的技术工人，承担所在单位电气设备，包括高低压供配电设备，生产装置配套的电气设备，如电动机、控制设备、电加热器、电除尘、照明等，以及这些设备的附属设施的维护和检修。

电气设备或电气装置及附属设施在运行中发生故障，会直接影响生产的正常进行。这就要求维修电工要快速、准确地查出故障，并进行处理或修复，使之恢复正常状态。因此维修电工必须掌握电气设备、附属设施的原理，要学会看各种电气控制图、原理图、施工图，掌握维修过程中的技术和技巧，实践经验的积累对提高维修电工的技术水平是十分重要的。

本书除了重点介绍电气设备、电气设施及其附属装置的安装、

维修、故障处理方法外，还阐述了可编程序控制器、UPS 不间断电源、工频感应加热等新技术的原理及应用。

本书在编写过程中资料来源较多，参考文献未一一列出。

本书在编写过程中得到庄绍君高级工程师的指导和帮助，在此表示谢意。

本书由官德福编写，庄绍君、张增太审核。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免有缺点、错误，敬请读者指正。

编者

2004 年 9 月

目 录

第1章 电工工具及仪表	1
1.1 常用电工工具	1
1.1.1 通用工具	1
1.1.2 专用工具	1
1.2 漏电保护装置	7
1.2.1 动作原理	7
1.2.2 整定动作电流和时间的选择	9
1.2.3 漏电保护器线路实例分析	9
1.3 万用表	10
1.3.1 万用表的结构	10
1.3.2 万用表工作原理	13
1.3.3 万用表的使用和调修	23
1.4 兆欧表	31
1.4.1 兆欧表的结构及工作原理	31
1.4.2 兆欧表的使用、调整及校验	34
1.5 直流电桥	40
1.5.1 直流单电桥	40
1.5.2 直流双电桥	44
1.6 交流电桥	48
1.6.1 交流电桥的基本原理	48
1.6.2 交流指零仪和电源	50
1.6.3 使用交流电桥的注意事项	51
第2章 电动机	52
2.1 电动机的安装	52
2.1.1 电机安装的一般要求	52
2.1.2 底板、轴承的安装	53
2.1.3 电机本体的检查与安装	54
2.1.4 电机的干燥	55

2.1.5 电动机及其附属设备	56
2.1.6 电动机启动试运行及验收	58
2.2 电动机维护	60
2.2.1 三相异步电动机的维护	60
2.2.2 直流电机的维护	62
2.2.3 电动机轴承的维护	65
2.3 电动机的检修	68
2.3.1 三相异步电动机的检修	68
2.3.2 直流电机的检修	77
2.4 特殊电动机的修理	86
2.4.1 防爆电动机的修理	86
2.4.2 电磁调速异步电动机的修理	90
2.4.3 单相电钻常见故障和处理方法	93
2.4.4 电扇常见故障与处理方法	94
2.5 电动机维修经验	95
2.5.1 辨别三相异步电动机绕组起末端的方法	95
2.5.2 怎样将△接线改为Y接线	97
2.5.3 绕线型电动机无滑环运行	97
2.5.4 干燥电动机电流的简便调节方法	99
2.5.5 电动机温度的测定	99
2.5.6 用万用表判断电动机转速	100
2.5.7 验算电动机能否直接启动的经验公式	100
第3章 变压器	102
3.1 变压器的安装	102
3.1.1 变压器安装的一般规定	102
3.1.2 变压器芯子的检查	104
3.1.3 变压器安装注意事项	106
3.1.4 变压器油的使用与处理	110
3.1.5 变压器的试运行	113
3.2 变压器的运行与维护	114
3.2.1 变压器的运行方式	114
3.2.2 变压器运行中的检查	115
3.2.3 变压器的合闸、拉闸和变换分接头	116
3.2.4 变压器的并联运行	117
3.2.5 变压器的经济运行	117

3.2.6 变压器的不正常运行和应急处理	119
3.2.7 运行中和大修后的油浸式电力变压器绝缘湿度的评定和 需要干燥的条件	121
3.2.8 变压器油外观色度检查	122
3.3 变压器的检修	123
3.3.1 变压器的检修周期	123
3.3.2 变压器的解体检查	123
3.3.3 变压器的部分修理	124
3.3.4 变压器的换线	127
3.3.5 变压器的组装和试验项目	130
3.3.6 变压器器身的干燥处理	130
第4章 高低压电器	136
4.1 高压电器的安装	136
4.1.1 断路器的安装及调整	136
4.1.2 隔离开关的安装	139
4.1.3 避雷器的安装	141
4.2 低压电器的安装	144
4.2.1 低压电器安装的一般规定	144
4.2.2 刀开关及熔断器的安装	145
4.2.3 自动开关的安装	146
4.2.4 接触器与启动器的安装	147
4.2.5 按钮、行程开关及转换开关的安装	148
4.2.6 控制器的安装	149
4.2.7 电阻器及变阻器的安装	149
4.2.8 电磁铁的安装	150
4.3 高压电器的维护	151
4.3.1 断路器常见故障原因及预防、处理办法	151
4.3.2 操动机构的故障处理	153
4.3.3 高压电器维护经验	154
4.4 低压电器的维护和检修	158
4.4.1 触头系统的维护和修理	158
4.4.2 电磁系统的故障及维修	161
4.4.3 常用电器的故障及维修	163
4.5 高压断路器的检修	165
4.5.1 事故跳闸后的解体检查	165

4.5.2 检修项目	165
4.5.3 检修方法	167
4.5.4 断路器检修后的质量标准	171
第5章 蓄电池及不间断电源	173
5.1 蓄电池的安装	173
5.1.1 蓄电池安装的基本要求	173
5.1.2 蓄电池组的安装	174
5.1.3 配液与充放电	175
5.2 蓄电池的运行与维护	178
5.2.1 蓄电池的初充电	178
5.2.2 蓄电池的运行方式	179
5.2.3 过充电	180
5.2.4 补充充电	180
5.2.5 蓄电池的放电	181
5.2.6 蓄电池的维护	182
5.2.7 蓄电池检查的项目及标准	182
5.3 蓄电池的常见故障和检修方法	183
5.3.1 蓄电池的极板短路故障	183
5.3.2 蓄电池极板硫化故障	183
5.3.3 蓄电池极板弯曲故障	184
5.3.4 蓄电池沉淀物过多故障	184
5.3.5 蓄电池的极性颠倒故障	184
5.3.6 蓄电池的正极板的板栅腐蚀故障	184
5.3.7 负极板活性物质收缩故障	185
5.3.8 蓄电池受冻故障	185
5.3.9 消除极板严重硫化时的蒸馏水处理方法	185
5.3.10 蓄电池检修后的质量检查	185
5.4 汽车蓄电池的使用与维护	186
5.4.1 汽车蓄电池的充电	186
5.4.2 汽车蓄电池的维护	188
5.4.3 汽车蓄电池的保管	189
5.4.4 汽车蓄电池的常见故障及检修方法	189
5.5 维修经验	190
5.5.1 蓄电池的容量和影响容量的几个因素	190
5.5.2 铅蓄电池在定期充放电时不能用小电流放电	192

5.5.3 干电池的再充电	192
5.6 不间断电源	193
5.7 PULSE 牌后备式正弦波输出 UPS-1000 不间断电源	196
5.7.1 基本性能	196
5.7.2 使用注意事项	198
5.7.3 工作原理	201
5.7.4 使用维护注意事项及常见故障分析	203
5.8 如何选择和维护使用 UPS 电源	207
5.8.1 各种 UPS 电源的主要特点	207
5.8.2 选择 UPS 电源的若干考虑	211
5.8.3 UPS 电源使用的一般注意事项	212
第 6 章 其他电器	216
6.1 电加热器	216
6.1.1 电阻炉的电路结构	216
6.1.2 箱式电炉的简易设计	219
6.1.3 箱式电炉的制作和安装	222
6.1.4 远红外线的基本原理及其应用	225
6.1.5 工频电感应加热的基本原理及应用	229
6.2 电除尘	239
6.2.1 基本概念及工作原理	239
6.2.2 电除尘器的电源装置	242
6.2.3 电除尘器电源装置安装注意事项	249
6.2.4 振打系统、抽风系统、运灰系统	250
6.3 交、直流电焊机	251
6.3.1 直流电焊机	252
6.3.2 交流电焊机	260
第 7 章 可编程序控制器	263
7.1 可编程序控制器的构成原理	263
7.1.1 PLC 的构成及功能	263
7.1.2 PLC 的主要特点	265
7.1.3 PLC 的简要工作原理	267
7.2 PLC 的硬件	273
7.2.1 PLC 的物理结构	273
7.2.2 CPU 模块	275
7.2.3 通用的 I/O 模块	276

7.2.4 功能模块	278
7.2.5 编程器	281
7.3 可编程序控制器的程序设计	282
7.3.1 PLC 的编程语言	282
7.3.2 梯形图	284
7.3.3 PLC 的基本逻辑指令	287
7.3.4 STL 指令及程序设计应用	297
7.4 可编程序控制器应用实例	308
7.4.1 原料输送控制系统	308
7.4.2 PLC 在电梯自动控制中的应用	309
第8章 电力电缆	315
8.1 电力电缆的故障	315
8.1.1 漏油故障	315
8.1.2 接地故障	315
8.1.3 短路崩烧故障	316
8.2 电缆中间接头的制作	316
8.2.1 准备工作	316
8.2.2 制作步骤	317
8.3 电缆终端头制作	319
8.3.1 电缆终端头（简称电缆头）制作的一般要求及注意事项	319
8.3.2 涂包式干封电缆头制作工艺	320
8.3.3 环氧树脂电缆头的制作	325
8.4 电缆接头的压接	329
8.4.1 压接法的优点	329
8.4.2 对压接用的铝终端和压接管的一般要求	330
8.4.3 选择压接管的注意事项	330
8.4.4 铝接头的压接	331
8.5 电缆敷设的基本要求	332
第9章 照明及其配线	336
9.1 照明的基本概念	336
9.1.1 电光源分类	336
9.1.2 照明形式的选用	337
9.1.3 照明装置安装规程	339
9.2 照明装置的安装	340
9.2.1 白炽灯	341

9.2.2 荧光灯	343
9.2.3 碘钨灯、高压汞灯和氙灯	347
9.2.4 红外线灯、紫外线灯和霓虹灯	348
9.3 照明装置的维护与修理	351
9.3.1 白炽灯的常见故障和排除方法	351
9.3.2 电灯开关和插座的常见故障和排除方法	352
9.3.3 荧光灯的常见故障和排除方法	352
9.3.4 碘钨灯、高压汞灯、管形氙灯的常见故障和处理方法	354
9.3.5 特殊环境的照明装置的维修	354
9.4 维修小经验	355
9.4.1 白炽灯泡特性的应用	355
9.4.2 信号灯降压电阻计算方法	356
9.4.3 怎样把手电筒 2.5V 电珠接于 220V 电源上做局部照明	357
9.4.4 灯泡头涂凡士林油防止生锈	357
9.4.5 怎样锯断软皮金属管	357
9.4.6 聚氯乙烯管加热套接法	358
9.4.7 日光灯螺旋形光带的消除方法	358
9.4.8 变光灯	359
9.5 照明配线	360
9.5.1 照明配线基本要求	360
9.5.2 有爆炸、火灾危险的场所的照明设计与选用	361
9.5.3 潮湿和有腐蚀性气体场所的照明设计与选用	362
9.5.4 照明回路用导线和敷设方法的选择	363
9.5.5 照明装置和供电线路的接地与接零	363
9.5.6 电线管配线	364
9.5.7 瓷瓶配线	365
9.5.8 瓷夹配线	365
9.5.9 木板槽配线	366
9.5.10 铅皮线配线	366
9.5.11 硬聚氯乙烯管在配电线路中的应用	367
第 10 章 防雷与接地	369
10.1 防雷保护措施	369
10.1.1 建筑物、构筑物的防雷分类	369
10.1.2 建筑物、构筑物的防雷措施	370
10.1.3 设备的防雷保护措施	373

10.2 接地的基本概念及一般要求	384
10.2.1 接地的基本概念和定义	384
10.2.2 接地的作用与要求	387
10.3 电气设备的接地及接地电阻	389
10.3.1 电气设备的接地和不需要接地的范围	389
10.3.2 接地电阻的要求值	390
10.4 接地装置的安装	393
10.5 特殊设备接地	399
10.5.1 电子计算机接地	399
10.5.2 一般电子仪表接地	401
10.5.3 电子医疗设备接地	401
10.5.4 电气试验设备接地	401
10.5.5 防静电接地	402
第 11 章 电气防爆	405
11.1 概述	405
11.1.1 爆炸危险场所区域的划分	405
11.1.2 防爆电气设备	405
11.1.3 整体防爆	406
11.1.4 爆炸和火灾危险场所电气设备名词术语	406
11.2 爆炸危险场所的电气防爆	408
11.2.1 爆炸危险场所的等级	408
11.2.2 气体或蒸汽爆炸性混合物的爆炸危险场所的区域划分	408
11.3 爆炸危险场所的电气设备	410
11.3.1 一般规定	410
11.3.2 电气设备的选型	413
11.3.3 配电室和变电所	413
11.3.4 电气线路	416
11.3.5 接地	418
11.4 火灾危险场所	419
11.4.1 火灾危险场所的等级	419
11.4.2 火灾危险场所的电气设备	419
附录	422
附录 1 电工系统图常用图形符号	422
附录 2 电力及照明平面图图形符号	438
附录 3 标准的简字及符号	443
附录 4 电工基本公式	444

第1章 电工工具及仪表

1.1 常用电工工具

1.1.1 通用工具

通用工具是指一般专业电工都要运用的常用工具，包括低压用的测电笔、高压用的验电器、钢丝钳、螺丝刀、活络扳手、电工刀等。由于这些工具构造简单，使用方法也比较简单，在这里就不再逐个讲述。

1.1.2 专用工具

(1) 导线连接工具 导线的连接方法很多，而专用工具只有铝导线的户内外压接钳。

① 户内线路使用的铝导线压接钳如图 1-1(a) 所示。该压接钳由钳头和钳柄两部分组成，钳头由阳模、阴模和定位螺钉等构成。阴模需随不同规格的导线而选配。使用时，拉开钳柄，嵌入线头，然后两手夹紧钳柄用适当的力进行压接。

② 户外线路使用的铝导线压接钳如图 1-1(b) 所示，其结构和使用方法与户内线路使用的压接钳类似。

③ 钢芯铝导线压接钳如图 1-1(c) 所示，该压接钳由钳头、压模、螺杆和摇柄等组成，压接时用摇柄旋压。

(2) 线路安装工具

① 麻线凿如图 1-2(a) 所示，也叫圆榫凿，用来凿打混凝土结构建筑物的木榫孔。常用的有 16 号、18 号两种，分别可凿 8mm 和 6mm 两种圆形木榫孔。凿孔时，要不断转动凿子，使凿掉的灰砂碎石及时排出。

② 小扁凿如图 1-2(b) 所示，用来凿打砖墙上的方形木榫孔。常用的凿口宽 12mm。凿孔时，要不断拔出凿子，将碎块石排出。

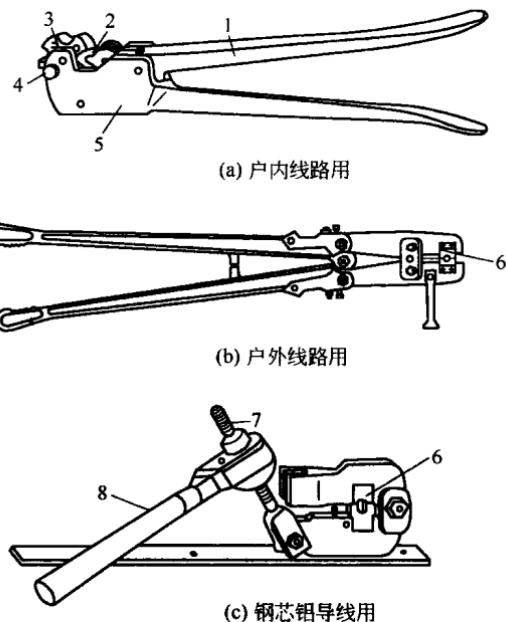


图 1-1 铝导线压接钳
 1—钳柄；2—阳模；3—阴模；4—定位螺钉；5—钳头；
 6—压模；7—螺杆；8—摇柄

③ 冲击钻如图 1-2(c) 所示，具有两种功能：一种可作为普通电钻使用，使用时应把调节开关调到标记为“钻”的位置；另一种可用来冲打砌块和砖墙等建筑材料的木榫孔和导线穿墙孔，这时应把调节开关调到标记为“锤”的位置。有的冲击钻可调节转速，分有双速和三速的。在调速或调挡（“钻”或“锤”）时，均应停转进行，使用方法同电钻。

④ 长凿如图 1-2(d)、(e) 所示两种，均用来凿打墙孔，作为穿越线路导线的通孔。长凿直径有 19mm、25mm 和 30mm，长度通常有 300mm、400mm 和 500mm 等多种。使用时，应不断旋转长凿，及时排出碎屑。

⑤ 紧线器如图 1-3 所示，用来收紧户内瓷瓶线路和户外架空线路的导线，由夹线钳头、定位钩、收紧齿轮和手柄等组成。使用

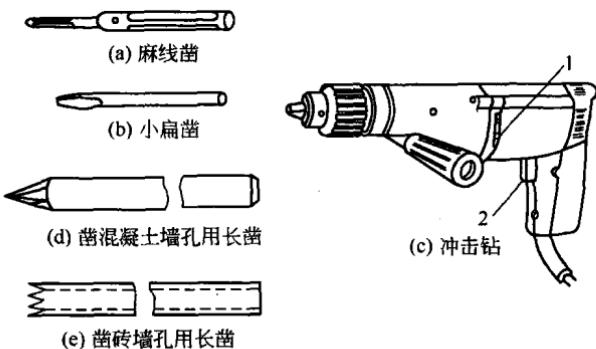


图 1-2 钻削墙孔工具

1—锤、钻调节开关；2—电源开关

时，定位钩必须钩住架线支架或横担，夹线钳头夹住需收紧导线的端部，然后反复扳动手柄，逐渐收紧。

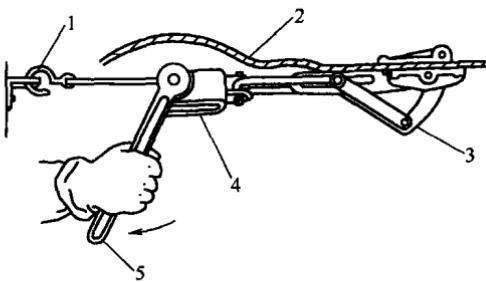


图 1-3 紧线器的构造和使用

1—定位钩；2—导线；3—夹线钳头；4—收紧齿轮；5—手柄

⑥ 管子钳如图 1-4 所示，用来拧紧或松开电线管上的束节或管螺母。常用规格有 250mm、300mm 和 350mm 等多种，使用方法类似活络扳手。

⑦ 剥线钳如图 1-5 所示，用来剥 6mm^2 以下塑料或橡胶导线的绝缘层。由钳头和手柄两部分组成，钳头部分由压线口和切口构成，分有直径为 $0.5\sim3\text{mm}$ 的多个切口，以适用于不同规格的芯线。使用时，电线必须放在大于其芯线直径的切口上切割，否则会