

技术工人岗位培训读本

维修电工

吉林化学工业集团公司 组织编写
宫德福 主编

化学工业出版社 
工业装备与信息工程出版中心

技术工人岗位培训读本

维 修 电 工

吉林化学工业集团公司 组织编写
官德福 主编

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/宫德福主编. —北京:化学工业出版社,
2001.1 (2001.8 重印)
技术工人岗位培训读本
ISBN 7-5025-3023-1

I. 维… II. 宫… III. 电工-维修-技术培训-教材
IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 75194 号

技术工人岗位培训读本
维 修 电 工
吉林化学工业集团公司 组织编写
宫德福 主编
责任编辑:刘 哲 张兴辉
责任校对:马燕珠
封面设计:郑小红

*
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)64918013
<http://www.cip.com.cn>

*
新华书店北京发行所经销
北京管庄永胜印刷厂印刷
三河市东柳装订厂装订
开本 850×1168 毫米 1/32 印张 14 $\frac{1}{4}$ 插页 1 字数 390 千字
2001 年 1 月第 1 版 2001 年 8 月北京第 2 次印刷
印 数:4001—7000
ISBN 7-5025-3023-1/TH·85
定 价:28.00 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

《技术工人岗位培训读本》
编辑委员会

主 任 谢钟毓

副主任 刘振东 焦海坤 孔祥国 魏 然

委 员 李 固 刘焕臻 牛玉山 刘勃安

张增泰

前 言

为了满足企业技术工人岗位培训的需要，不断提高技术工人的理论技术水平和实际操作技能，增强技术工人在科技飞速发展形势下的技术素质以及在市场经济体制下的竞争能力，根据国家石油和化学工业局关于进行化工职业培训的要求，中国化工机械动力技术协会、吉林化学工业集团公司共同组织编写了这套《技术工人岗位培训读本》（以下简称《读本》），包括《电焊工》、《气焊工》、《检修钳工》、《管工》、《铆工》、《起重工》、《维修电工》、《仪表维修工》等8本。

这套《读本》主要具有以下特点：

(1) 实用性。由长期工作在生产一线、具有丰富实践经验的工程师、高级技师编写，注重解决生产实践中的难题，注重提高技术工人的素质和能力，特别是技术工人取证后素质和能力的培养、提高。

(2) 技能性。不刻意强调知识的系统性和完整性，而是注重知识和技能的紧密联系，突出技能和技巧。

(3) 通用性。以化工行业为基础编写，但又不局限于化工行业，而是拓展到其他领域。特别是在举例方面，充分照顾到不同行业的通用性。

(4) 新颖性。既介绍常用的、传统的技术、工艺、方法，又介绍新技术、新工艺、新方法。

(5) 广泛性。既满足大型企业技术工人提高技能的要求，又照顾到中、小型企业技术工人生产实践的需要。

《维修电工》是这套《读本》的其中之一。

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。他们承担着所在单位电气设备，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、电加热、电除尘、照明等），以及这些设备的控制及其附属设施如控制按钮、操作台、交流调

速控制系统、电缆、电线的维护和检修任务。

电气设备或电气装置及附属设施在运行中发生故障，都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。要做到这些，维修电工必须要掌握电气设备的构造、原理，掌握电气设备、附属设施及其控制原理，要会看各种电气控制图、原理图、施工图，要掌握在维修工作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也是十分重要的。

本书除了重点介绍各种电气设备、电工工具、电工仪表、电工材料等的安装、运行、维护和检修技术、故障处理方法外，还简要阐述了变频调速、电除尘、UPS不间断电源的工作原理及应用，同时对电工系统图、文字、回路符号，电工基本公式等进行了介绍。

在编写过程中力求做到准确、简明、实用，并注意了技术上的系统性、完整性和使用的通用性。为了满足一些读者的实际需要，本书在编入较多技术资料和数据的同时，还纳入了有关的基本原理、计算分析方法和实践经验，供读者在工作中参考使用。

本书内容若与国家规范和有关规程条款有不一致时，应以国家公布的现行规范和规程为准。

本书在编写过程中，资料来源较多，参考文献均未一一列出，对所引用文献的作者表示感谢。

由于水平有限，书中不足之处在所难免，希望广大读者批评指正。

本书可作为工厂、矿山、企事业单位维修电工的自学读本，也作为这些单位对维修电工的培训教材。本书对电气技术员、工程师也具有参考价值。

编者
2000.9

内 容 提 要

本书是技术工人岗位培训读本之一。全书分 10 章，较系统地介绍了电动机、变压器、高低压电器、电力电缆、电源等工厂常用的各类电气设备的安装、维修等，方法简明、扼要、实用，还收有各种实际工作的小经验，内容丰富全面，有较强的通用性。本书可供工矿企业、乡镇企业及农村等各行业从事电气工作的技术人员和技术工人阅读。

目 录

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	1
1.2 专用工具	1
2 漏电保护装置	7
2.1 动作原理	7
2.2 整定动作电流和时间的选择	9
2.3 漏电保护器线路实例分析	9
3 万用表的结构	10
3.1 表头	11
3.2 测量线路	11
3.3 转换开关	11
4 万用表的工作原理	13
4.1 万用表的直流电流挡	13
4.2 万用表的直流电压挡	16
4.3 万用表的交流电压挡	17
4.4 万用表的电阻挡	20
5 万用表的使用和调修	23
5.1 万用表的技术特性	23
5.2 万用表的正确使用	24
5.3 万用表的简单调修	27
6 兆欧表的结构及工作原理	31
6.1 磁电系兆欧表的结构	31
6.2 磁电系兆欧表的工作原理	32
7 兆欧表的使用、调整及校验方法	34
7.1 兆欧表的选择	34
7.2 测量前的准备	35

7.3	兆欧表在试验前的准备	36
7.4	接线	36
7.5	测量	38
7.6	拆线	38
7.7	兆欧表误差的调整	38
7.8	兆欧表的校验方法	39
8	直流电桥	40
8.1	直流单电桥	40
8.2	直流双电桥	44
9	交流电桥	47
9.1	交流电桥的基本原理	47
9.2	交流指零仪和电源	50
9.3	使用交流电桥的注意事项	50
第2章	电动机	52
1	电动机的安装	52
1.1	电机安装的一般要求	52
1.2	底板、轴承的安装	52
1.3	电机本体的检查与安装	53
1.4	电机的干燥	55
1.5	电动机及其附属设备	56
1.6	电动机启动试运行及验收	59
2	电动机的维护	60
2.1	三相异步电动机的维护	60
2.2	直流电机的维护	62
2.3	电动机轴承的维护	65
3	三相异步电动机的检修	68
3.1	三相异步电动机的故障及处理方法	69
3.2	三相异步电动机的定子绕组故障的检修	71
3.3	三相异步电动机的转子绕组故障的检修	76
3.4	电动机修复后的试验	77
4	直流电机的检修	78
4.1	直流电机的故障及处理方法	78
4.2	直流电机电枢绕组故障检修	80

4.3	直流电机定子磁极绕组的检修	82
4.4	直流电机换向器的修理	85
4.5	直流电机修复后的试验	86
5	特殊电动机修理	87
5.1	防爆电动机修理	87
5.2	电磁调速异步电动机修理	92
5.3	单相电钻常见故障和处理方法	95
5.4	电扇常见故障与处理方法	96
6	电动机维修经验	97
6.1	辨别三相异步电动机绕组起末端的方法	97
6.2	怎样将△形接线改为Y形接线	99
6.3	绕线型电动机无滑环运行	100
6.4	干燥电动机电流的简便调节方法	101
6.5	电动机温度的测定	102
6.6	用万用表判断电动机转速	102
6.7	验算电动机能否直接起动的经验公式	102
第3章	变压器	F04
1	变压器的安装	104
1.1	变压器安装的一般规定	104
1.2	变压器芯子的检查	106
1.3	变压器安装注意事项	108
1.4	变压器油的使用与处理	112
1.5	变压器的试运行	115
2	变压器的运行与维护	116
2.1	变压器的运行方式	116
2.2	变压器运行中的检查	117
2.3	变压器的合闸、拉闸和变换分接头	118
2.4	变压器的并联运行	119
2.5	变压器的经济运行	119
2.6	变压器的不正常运行和应急处理	121
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	123
2.8	变压器油外观色度检查	124

3	变压器的检修	125
3.1	变压器的检修周期	125
3.2	变压器的解体检查	125
3.3	变压器的部分修理	126
3.4	变压器的换线	130
3.5	变压器的组装和试验项目	132
3.6	变压器器身的干燥处理	133
第4章	高低压电器	139
1	高压电器的安装	139
1.1	断路器的安装及调整	139
1.2	隔离开关的安装	142
1.3	避雷器的安装	144
2	低压电器的安装	147
2.1	低压电器安装的一般规定	147
2.2	刀开关及熔断器的安装	149
2.3	自动开关的安装	150
2.4	接触器与起动器的安装	151
2.5	按钮、行程开关及转换开关的安装	151
2.6	控制器的安装	152
2.7	电阻器及变阻器的安装	152
2.8	电磁铁的安装	153
3	高压电器的维护	154
3.1	断路器常见的几种故障原因及预防、处理办法	154
3.2	操动机构的故障处理	156
3.3	高压电器维护小经验	158
4	低压电器的维护和检修	161
4.1	触头系统的维护和修理	161
4.2	电磁系统的故障及维修	164
4.3	常用电器的故障及维修	166
5	高压断路器的检修	168
5.1	事故跳闸后的解体检查	168
5.2	检修项目	168
5.3	检修方法	170

5.4	断路器检修后的质量标准	175
第5章	蓄电池及不间断电源	176
1	蓄电池的安装	176
1.1	蓄电池安装的基本要求	176
1.2	蓄电池组的安装	177
1.3	配液与充放电	178
2	蓄电池的运行与维护	181
2.1	蓄电池的初充电	181
2.2	蓄电池的运行方式	182
2.3	过充电	183
2.4	补充充电	183
2.5	蓄电池的放电	184
2.6	蓄电池的维护	185
2.7	蓄电池检查的项目及标准	185
3	蓄电池的常见故障和检修方法	186
3.1	蓄电池的极板短路故障	186
3.2	蓄电池极板硫化故障	186
3.3	蓄电池极板弯曲故障	187
3.4	蓄电池沉淀物过多故障	187
3.5	蓄电池的极性颠倒故障	187
3.6	蓄电池的正极板的板栅腐池故障	187
3.7	负极板活性物质收缩故障	187
3.8	蓄电池受冻故障	188
3.9	消除极板严重硫化时的蒸馏水处理方法	188
3.10	蓄电池检修后的质量检查	188
4	汽车蓄电池的使用与维护	189
4.1	汽车蓄电池的充电	189
4.2	汽车蓄电池的维护	191
4.3	汽车蓄电池的保管	192
4.4	汽车蓄电池的常见故障及检修方法	192
5	维修经验介绍	193
5.1	蓄电池的容量和影响容量的几个因素	193
5.2	铅蓄电池在定期充放电时不能用小电流放电	195

5.3	下电池的再充电	195
6	不间断电源概况	196
7	PULSE 牌后备式正弦波输出 UPS-1000 不间断电源	200
7.1	基本性能	200
7.2	PULSE 牌后备式正弦波输出不间断电源的使用注意事项	202
7.3	PULSE 牌后备式正弦波输出不间断电源的工作原理	204
7.4	使用维护注意事项及常见故障分析	233
8	如何选择和维护使用 UPS 电源	237
8.1	各种 UPS 电源的主要特点	238
8.2	选择 UPS 电源的若干考虑	241
8.3	UPS 电源使用的一般注意事项	242
第 6 章	其他电器	247
1	电加热器	247
1.1	电阻炉的电路结构	247
1.2	箱式电炉的简易设计	250
1.3	箱式电炉的制作和安装	253
1.4	远红外线的基本原理及其应用	256
2	电除尘	260
2.1	基本概念及工作原理	260
2.2	电除尘器的电源装置	263
2.3	电除尘器电源装置安装注意事项	270
2.4	振打系统、抽风系统、运灰系统	272
3	变频调速器	273
3.1	变流调速拖动的特点	273
3.2	变频调速发展趋势	274
3.3	可控硅功率变换器存在的问题	274
3.4	可控硅变频器的工作原理	276
3.5	可控硅变频器的分类	279
3.6	变频调速原则及其机械特性	280
3.7	变频器的维护	281
4	变、直流电焊机	281
4.1	直流电焊机	282
4.2	变流电焊机	290

第7章 电力电缆	293
1 电力电缆故障及处理方法	293
1.1 漏油故障	293
1.2 接地故障	293
1.3 短路崩烧故障	294
2 电缆中接头制作	294
2.1 准备工作	294
2.2 制作步骤	294
3 电缆终端头制作	297
3.1 电缆终端头（简称电缆头）制作的一般要求及注意事项	297
3.2 涂包式干封电缆头制作工艺	298
3.3 环氧树脂电缆头的制作	303
4 电缆接头的压接	307
4.1 压接法的优点	307
4.2 对压接用的铝终端和压接管的一般要求	308
4.3 选择压接管的注意事项	308
4.4 铝接头的压接	309
5 对电缆敷设的基本要求	309
第8章 照明及其配线	314
1 照明的基本概念	314
1.1 电光源分类	314
1.2 照明型式的选用	315
1.3 照明装置安装规程	317
2 照明装置的安装	318
2.1 白炽灯	319
2.2 荧光灯	322
2.3 碘钨灯、高压汞灯和氙灯	325
2.4 红外线灯、紫外线灯和霓虹灯	326
3 照明装置的维护与修理	329
3.1 白炽灯的常见故障和排除方法	329
3.2 电灯开关和插座常见故障和排除方法	330
3.3 荧光灯的常见故障和排除方法	331
3.4 碘钨灯、高压汞灯、管形氙灯的常见故障和排除方法	332

3.5	特殊环境的照明装置的维修	333
4	维修小经验	333
4.1	白炽灯泡特性的应用	333
4.2	信号灯降压电阻计算方法	334
4.3	怎样把手电筒 2.5V 电珠接于 220V 电源上做局部照明	335
4.4	灯泡头涂凡士林油防止生锈	335
4.5	怎样锯断软皮金属管	335
4.6	聚氯乙烯管加热套接法	336
4.7	日光灯螺旋形光带的消除方法	336
4.8	变光灯	337
5	照明配线	338
5.1	照明配线基本要求	338
5.2	有爆炸、火灾危险的场所的照明设计与选用	339
5.3	潮湿和有腐蚀性气体场所的照明设计与选用	340
5.4	照明回路用导线和敷设方法的选择	341
5.5	照明装置和供电线路的接地与接零	341
5.6	电线管配线	342
5.7	瓷瓶配线	343
5.8	瓷夹配线	343
5.9	木板槽配线	344
5.10	铅皮线配线	344
5.11	硬聚氯乙烯管在配电线路中的应用	345
第 9 章	防雷与接地	347
1	防雷保护措施	347
1.1	建筑物、构筑物的防雷分类	347
1.2	建筑物、构筑物的防雷措施	348
1.3	设备的防雷保护措施	351
2	接地的基本概念及一般要求	362
2.1	接地的基本概念和定义	362
2.2	接地的作用与要求	365
3	电气设备的接地及接地电阻	367
3.1	电气设备的接地和不需要接地的范围	367
3.2	接地电阻的要求值	368

4	接地装置的安装	370
5	特殊设备接地	377
5.1	电子计算机接地	377
5.2	一般电子仪表接地	379
5.3	电子医疗设备接地	379
5.4	电气试验设备接地	379
5.5	防静电接地	380
第 10 章	电工系统图文字、图形符号 (国家标准)	383
1	电工设备的文字符号	383
1.1	电工设备的文字符号的编制原则	383
1.2	常用文字符号	385
2	电力系统图上的回路标号	390
2.1	回路标号的原则	390
2.2	回路标号的标注方法	392
2.3	直流回路数字标号组	392
2.4	交流回路数字标号组	393
2.5	小母线标号	394
2.6	电缆标号	396
3	电工系统图常用图形符号	397
4	电力及照明平面图图形符号	415
附录	电工基本公式	422

第 1 章 电工工具及仪表

1 常用电工工具

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。

1.2 专用工具

1.2.1 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、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。

1.2.2 线路安装工具

(1) 麻线凿如图 1-2 (a) 所示，也叫圆棒凿，用来凿打混凝土结构建筑物的木棒孔。常用的有 16 号、18 号两种，分别可凿 8mm 和 6mm 两种圆形木棒孔。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棒孔。常用的凿口宽 12mm。凿孔时，要不断拔出凿子，将碎块石排出。