

初级

中级

WEIXIU DIANGONG PEIXUN DUBEN

维修电工培训读本

第二版

孙增全 孙增波 赵增高 等编

根据职业标准知识、技能面面俱到

附有大量习题便于检验学习效果

附有模拟试卷帮助考前实践演练



化学工业出版社

维修电工培训读本

初级·中级

第二版

孙增全 孙增波 赵增高 等编



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工培训读本 初级·中级/孙增全, 孙增波, 赵增高
等编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-122-14670-0

I. 维… II. ①孙…②孙…③赵… 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 (2012) 第 142837 号

责任编辑: 卢小林
责任校对: 洪雅姝

装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 501 千字 2012 年 9 月北京第 2 版第 1 次印刷

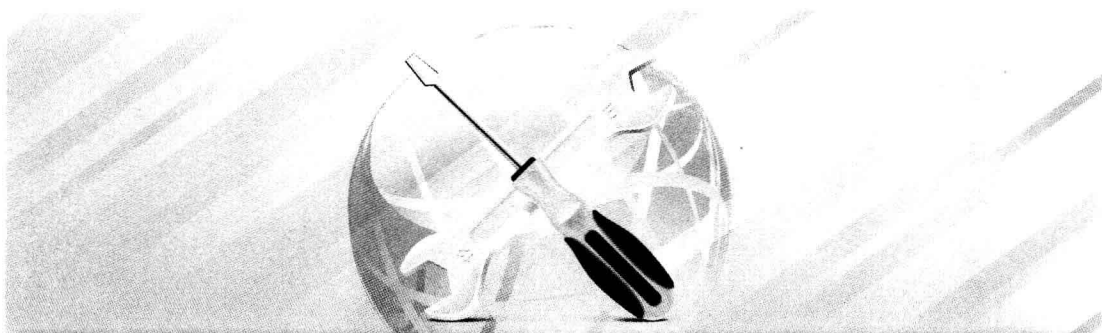
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究



前 言

本书初版于2010年1月,受到各职业培训机构的好评。为了进一步满足广大中等职业学校以及社会各类培训机构要求,编者根据初版的读者反馈进行了修订。初版为“农村劳动力技能就业计划”项目实施起到了一定作用,同时,为提高电工专业技术工人、中等职业学校毕业生的能力达级合格率也起到了一定的作用。当前,各级政府正在积极深入实施劳动力技能培训和就业计划,特别是在做好劳动力预备制培训、中等职业学校学生技能提升培训等工作。在此背景下,我们重新修改了这本培训教程,为职业学校二元制改革、劳动技能培训单位提供及时的电工专业培训教材,并且做到教育培训与职业资格鉴定发证相衔接,希望这次修改,更加贴合广大有志青年快速掌握和提高维修电工技能的实际。

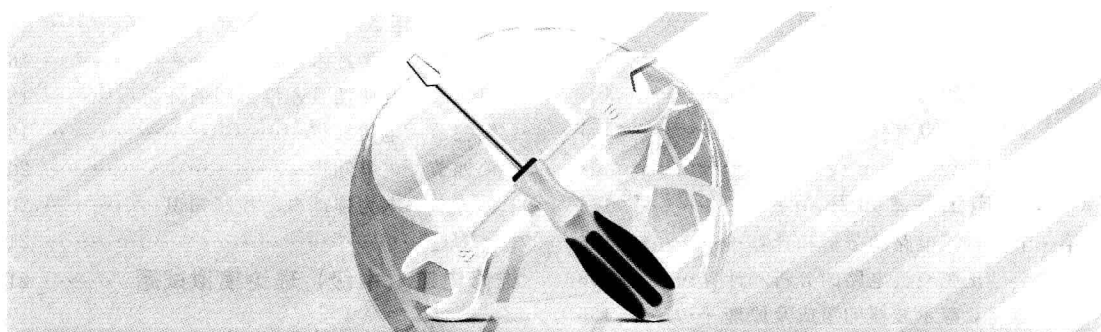
本次修订是依据中国职业教育二元制改革的特点、教学目标和《国家职业标准大典》对维修电工初级、中级知识、技能及生产实际要求。坚持以培养专业技术工人、中职毕业生成为适应市场需求,具有一技之长的劳动者为目标。按照岗位能力需要的原则及鉴定考试内容的不断更新,在插入大量的习题、模拟试题的基础上,同时增加了一部分新内容。本书的主要内容包括:电工基础知识、电工安全技术和电工基本知识、常用电工工具和电工仪表的使用、电工操作技能、交流电动机和变压器的维修基本技能、常用低压电器和电动机的控制电路、电子技术基本操作、工农业节电技术,又详细介绍了示波器的使用。

本书注重维修电工新知识、新技术、新设备和新材料等方面的应用,阐述简练,内容图文并茂,独具特色,同时配有大量的实物图解和图表,既有利于培训讲解也有利于自学。本书可用作中等职业学校教材,也可用作农民工电工培训、企业电工培训及再就业转岗培训的教材,也可作为相关专业学生就业前培训教学用书。

本书由孙增全、孙增波、赵增高、王岗、童书霞、丁海明、孙希润、宋成磊、孙强、刘太亮、薛学健、薛瑞芹、朱丹丹、杨雅晶、万锡召、孙广波、张晓君、梁衍立等人编写,赵增高、吴子英、薛伟龙、陈营做了审阅工作。

由于水平有限,书中不妥之处,敬请各位同仁和广大读者批评指正。

编 者



目 录

第一部分 初级维修电工知识要求

第一章 相关知识	2	第一节 常用电工工具	33
第一节 钳工基本知识	2	第二节 常用电工指示仪表	35
第二节 烙铁钎焊	4	第三节 电工材料	37
练习题	5	第四节 晶体管及其简单应用	38
第二章 电工基础知识	7	第五节 变压器基础知识	45
第一节 电气识图	7	第六节 电动机基础知识	49
第二节 直流电路	10	第七节 常用低压电器	55
第三节 磁与电磁的基本知识	17	第八节 电力拖动控制基础知识	64
第四节 电磁感应	20	第九节 照明及动力线路基本知识	77
第五节 交流电基本知识	23	第十节 电气安全技术知识	79
练习题	25	练习题	82
第三章 电工专业知识	33	维修电工（初级）理论模拟试题	84

第二部分 初级维修电工技能要求

第四章 电工工具、电工仪表的使用与维护	88	第四节 三相异步电动机的拆装、检修及一般试验	118
第一节 电工工具的使用与维护	88	第五节 小型变压器的线圈绕制、常见故障判断、修复及一般试验	124
第二节 常用电工仪表的使用	92	第六节 三相异步电动机基本控制线路的安装	128
第三节 电工测量技术知识	96	第七节 简单电气设备控制线路故障判断及修理	131
练习题	103	第八节 简单电子线路的安装、测试及故障排除	135
第五章 基本操作技能	105	练习题	138
第一节 导线连接及线路敷设	105		
第二节 车间电力线路和照明线路的检修	112		
第三节 常用低压电器的检修	116		

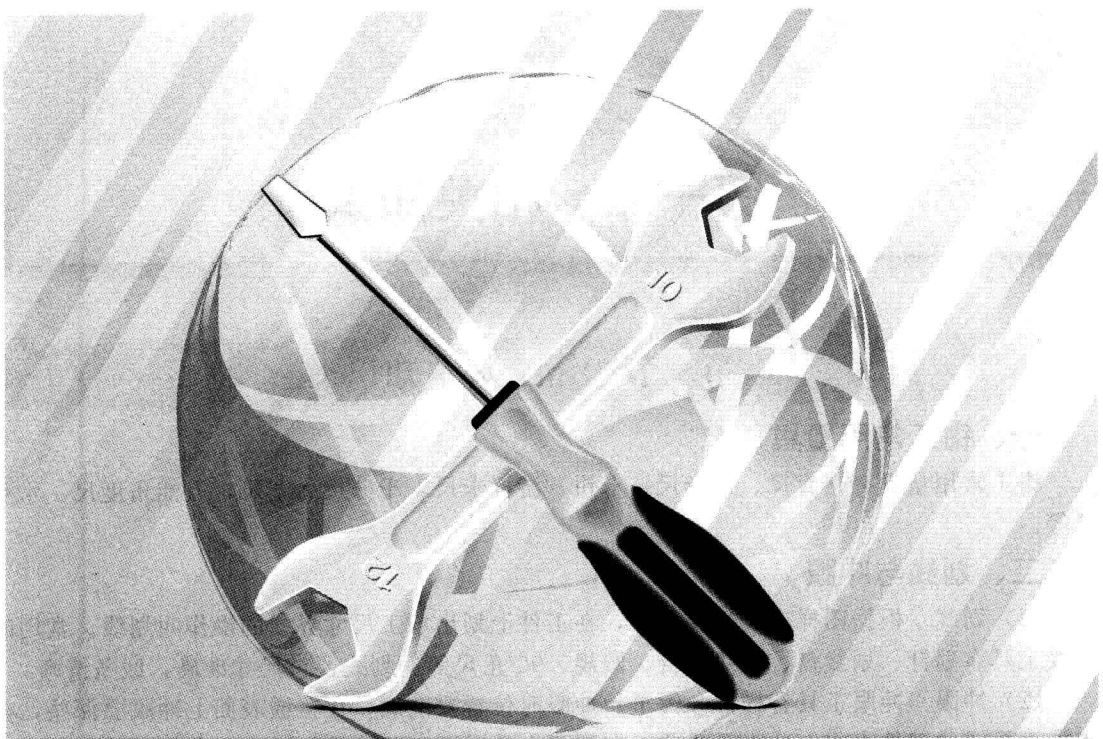
第三部分 中级维修电工知识要求

第六章 相关知识	150	第一节 一般机械零部件的测绘制图	150
-----------------------	-----	-------------------------------	-----

第二节	设备起运吊装知识	151	第八章	电工专业知识	169
第三节	焊接知识	152	第一节	电子技术基础	169
第四节	节约用电	153	第二节	变压器及连接组别的分析	182
第五节	常用电气设备及装置的检修	154	第三节	电机知识	188
练习题		154	第四节	电器知识	201
第七章	电工基本知识	156	第五节	电力拖动自动控制知识	206
第一节	直流电路的分析和计算	156	练习题		210
第二节	正弦交流电路的分析和计算	158	维修电工（中级）理论模拟试题	219	
第三节	双踪示波器的组成及原理	163			
练习题		165			

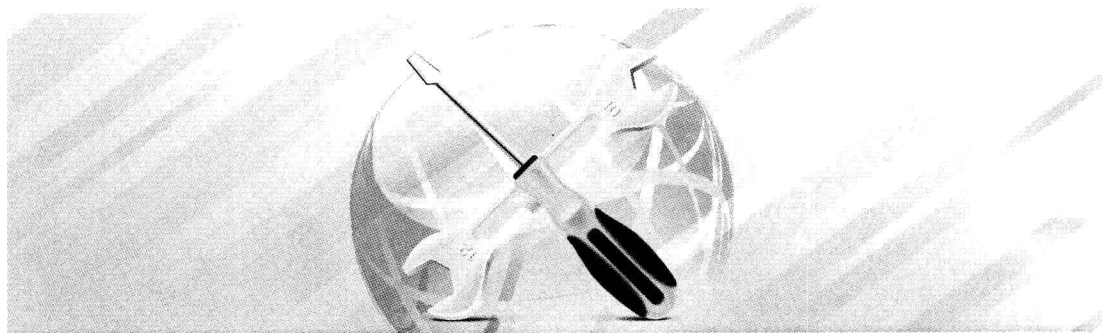
第四部分 中级维修电工技能要求

第九章	操作技能	226	第十一节	电缆的检修	258
第一节	交流电机的拆装与检修	226	第十章	电工材料、仪器的使用	260
第二节	电磁调速电机的检修	228	第一节	直流电桥的使用方法	260
第三节	直流电机的拆装与检修	230	第二节	示波器的使用方法	261
第四节	直流焊机的维修	239	第三节	无纬带的使用与保管	272
第五节	1000kV·A 以下变压器的维护、 检修	240	模拟维修电工（中级）技能考试	274	
第六节	仪用互感器的维修	243	练习题（初级）参考答案	277	
第七节	晶闸管调光电路的安装调试	244	练习题（中级）参考答案	288	
第八节	较复杂电气控制线路的安装与 检修	246	维修电工（初级）理论模拟试题答案 ...	289	
第九节	常用机床电气线路的安装与 检修	249	维修电工（中级）理论模拟试题答案 ...	291	
第十节	继电器的检修	257	模拟维修电工（中级）技能考试答案 ...	296	
			参考文献	298	



第一部分

初级维修电工知识要求



第一章 相关知识

第一节 钳工基本知识

一、钳工常用量具

钳工常用量具有钢直尺、钢卷尺、卡钳、游标卡尺、千分尺、塞尺、万能角度尺、水平仪等。

二、划线与冲眼

(1) 划线 根据图样或实物的尺寸，在工件上划出加工尺寸界线的操作叫划线。常用的划线工具有划针、划线盘、划线平台、圆规、90°角尺等。划线要求尺寸准确，线条清晰。

(2) 冲眼 冲眼工具有样冲和锤子。冲眼时位置要准确，在粗糙表面上冲眼要深些，在光滑表面或薄工件表面上冲眼要浅些，在圆弧上冲眼要密些，精加工表面上严禁冲眼。

三、锯削、錾削和锉削

(1) 锯削 用锯切割原材料或加工工件的操作叫锯削。锯削软材料或锯缝长的工件应选用粗齿锯条，锯削硬材料、管子、薄板料及角铁应选用细齿锯条。安装锯条时应使锯齿尖向前，锯条的张紧程度要适宜。锯削时要注意防止锯条突然崩断弹出伤人，工件快要锯断时要用手扶住被锯下部分，以防落下砸伤脚或损坏工件。

(2) 錾削 用锤子敲击錾子对金属材料或工件进行切削的加工方法叫錾削。錾削工具有锤子和錾子。錾子切削刃前面和后面的夹角叫楔角，楔角应被錾子的几何中心线等分。楔角越小，刀口越锋利，但强度也越差；楔角越大，强度越好，但切削时阻力也越大。通常錾削合金钢或铸铁时楔角取 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，錾削一般钢材时楔角取 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，錾削铜、铝等软材料时楔角取 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。錾削时錾子后刃面与切削面之间的夹角叫后角。后角大则切入深，但錾削困难；后角小则切入浅，但易打滑。錾削时后角一般控制在 $5^{\circ}\sim 8^{\circ}$ 。錾削时要求錾子的倾斜角保持不变，每次打击在錾子上的力应保持均匀。

(3) 锉削 用锉刀对工件表面进行切削加工的操作叫锉削。锉削软金属用单齿纹锉刀。锉削软材料或粗加工用粗齿锉刀；锉削硬材料或精加工用细齿锉刀。锉削平面时先用交叉锉法做粗加工，再用顺向锉法做精加工；锉削外圆弧面时先横着圆弧面锉做粗加工，再顺着圆弧面锉做精加工；锉削内圆弧面时，使用圆锉或半圆锉，锉削时锉刀一边做前进运动，一边随圆弧面移动和绕锉刀做轴线转动。

四、钻孔和扩孔

(1) 钻孔 用钻头在工件上钻削孔眼的加工方法叫钻孔。使用的设备和工具有立钻、台钻、手电钻、手摇钻等。常用的钻头是麻花钻, $\phi 13\text{mm}$ 以上的钻头是锥柄, 用钻头套夹持, 用于立钻或更大的钻床; $\phi 13\text{mm}$ 以下的钻头是直柄, 用钻头夹持, 用于台钻或更小的钻具。工件的夹持方法很多, 钻削 $\phi 8\text{mm}$ 以下的孔适合手握的工件, 可用手握法; 不适合手握的小工件、薄板件可用手虎钳夹持; 钻削较大直径或精度要求较高的孔用平口钳夹持; 在较长的工件上钻较大直径的孔可用螺栓定位法; 在圆形工件上钻孔可用压板夹持法。钻小孔时, 转速可快些, 进给量要小些; 钻大孔时, 转速要慢些, 进给量可大些; 钻削硬材料时, 转速要慢些, 进给量要小些; 钻削软材料时, 转速可快些, 进给量可大些。通孔将穿时要减小进给量, 工件必须夹持牢靠。操作时操作者要扎紧袖口, 不准戴手套, 女工必须戴安全帽, 应用毛刷或棒钩清除切屑, 严禁用手捏刹钻头, 严禁在开车状态下装拆工件及清洁钻床。钻削脆性材料时应戴防护眼镜。必须在取下钻夹头钥匙或钻头套斜铁后才能开动钻床。钻孔时要适当添加切削液, 以降低切削温度。

(2) 扩孔 用扩孔钻或麻花钻对工件上已有的孔进行扩大加工的操作叫扩孔。

五、攻螺纹和套螺纹

(1) 攻螺纹 用丝锥在圆孔内切削出阴螺纹的操作叫攻螺纹。使用的工具是丝锥和丝锥绞杠。底孔直径应比螺纹大径小 $1 \sim 1.05$ 倍螺距, 孔口应倒角。攻螺纹时, 丝锥应与工件垂直。开始时可稍微施加压力, 随后均匀转动绞杠, 并经常倒转以利排屑。应按头锥、二锥、三锥顺序攻至标准尺寸。应随时添加切削液, 攻钢件时用机油, 攻铸铁时用煤油。

(2) 套螺纹 用板牙在圆杆或圆管上切削出阳螺纹的操作叫套螺纹。使用的工具是板牙和板牙绞杠。圆杆或圆管外径应比螺纹大径小 0.13 倍螺距, 外端应先倒 30° 角。套螺纹前, 先将工件夹牢夹正, 使板牙面与圆柱或圆管轴线垂直。旋转板牙绞杠时用力要平衡, 并要经常倒转, 随时加切削液。

六、矫正、弯曲和铆接

(1) 矫正 消除金属板材或型材的不平、不直或翘曲等缺陷的操作叫矫正。条料的矫正使用台虎钳、活络扳手、铁砧和锤子; 棒料的矫正用铁砧和锤子, 直径较大时使用压力机矫正; 板料的矫正, 厚板用平台、锤子矫正, 薄板用延展法矫正, 如木板推压、抽条拍打等; 线材用拉伸法矫正; 角钢、槽钢用平台、锤子矫正, 也可在压力机上矫正。

(2) 弯曲 将板材或型材弯成所需的形状和角度的操作叫弯曲。弯直角可在台虎钳上用锤子敲击进行。弯圆弧可先用锤子窄头锤击使工件初步成型后, 再在圆模上最后成型。弯管常用弯管器操作。当管子直径较大时, 不论采用冷弯或热弯, 均应向弯内灌满、灌实沙子后再进行弯曲加工。

(3) 铆接 用铆钉连接两个或两个以上工件的操作叫铆接。铆接设备和工具有铆钉枪、铆接机、锤子、顶模、罩模等。若被铆件总厚度为 T , 则铆钉直径 $d \approx \sqrt{50T} - 4\text{mm}$ 。铆钉杆的长度 $L \approx 1.1T + \alpha d$, 式中系数 α 对于半圆头铆钉取 1.4 , 对于半沉头铆钉取 1.1 , 对于沉头铆钉取 0.8 ; 通孔直径在冷铆时近似为 d , 热铆时稍大于 d 。

七、机械零部件的拆装知识

掌握机械零部件的拆装知识包括要熟悉被拆装机械零部件的装配图, 了解其结构, 明确其相互间的连接关系, 选择正确、合理的拆装方法。对于较复杂的设备或零部件, 拆卸前应



做好标记,做好必要的连接关系和数据记录,以保证装配时能顺利复原。拆卸的顺序一般由外向内,从上到下,而装配顺序则正好相反。根据不同的连接方式及连接件的尺寸,选择适当种类和规格的拆装工具,严禁用套筒延长工具手柄长度或用重物敲击手柄,以免损坏工具及机件。需要敲打时,必须垫上木块、铜棒、铜套等软质物品,轻轻敲打,并注意受力部位及尽量保持受力平衡。因锈蚀等原因而造成拆卸困难时,可注入煤油,待几小时后再拆,或事先加入适量机油,或采用温差法等特殊工艺进行拆卸。

第二节 烙铁钎焊

一、电烙铁及钎焊材料

(1) 电烙铁 电烙铁是烙铁钎焊的热源。焊接弱电元件使用 25W、45W 两种电烙铁;焊接强电元件使用 45W 以上的电烙铁。

(2) 钎焊材料 钎焊材料包括焊料和焊剂。

① 焊料:常用的焊料有焊锡、纯锡。焊接电机线头时,绝缘等级为 A、E、B 级的用焊锡,绝缘等级为 F、H 级的用纯锡。

② 焊剂:常用的焊剂有松香、松香酒精溶液、焊膏和盐酸等。松香适用于所有电子元件和小线径线头的焊接;松香酒精溶液适用于小线径线头和强电领域小容量元件的焊接;焊膏适用于大线径线头焊接和大截面导体表面或连接处的加固搪锡;盐酸适用于钢制件电连接处表面搪锡或钢制件的连接焊接。

二、烙铁钎焊的操作方法

① 首先用电工刀或纱布清除连接线端的氧化层,并在焊接处涂上适量焊剂。

② 将含有焊锡的烙铁焊头先沾一些焊剂,对准焊接点下焊,焊头停留时间要根据焊件的大小决定。

③ 焊接点必须焊牢焊透,锡液必须充分渗透,表面要光滑并有光泽,不允许出现虚焊和夹生焊点。

④ 电焊接绕组线头时,在接头处与绕组间要用纸板隔开,以防焊锡流入绕组缝隙。应将线头连接处置于水平状态下再下焊。焊接完毕必须清除残留焊剂,并认真恢复绝缘。

⑤ 焊接桩头接头时,多股芯线清除氧化层后要拧紧;清除接线耳内的脏物和氧化层并涂焊剂;将线头搪锡后塞进接线耳套管内再下焊;在焊锡未充分凝固时不要摇动接线耳、线头或清除残留焊剂。

⑥ 16mm^2 及其以上的铜导线接头应用浇焊法。先将焊锡放在化锡锅内,用喷灯或电炉熔化,然后将导线接头放在锡锅上,用勺盛出熔化的锡,从接头上面浇下。

⑦ 电烙铁金属外壳必须可靠接地;电烙铁要放在专用金属搁架上;不可用烧死的烙铁焊接;不准甩动电烙铁以防焊锡甩出伤人。

三、电子元器件的焊接

电子元器件的焊接主要采用手工焊接中的插焊。电烙铁用 25W、45W 两种规格。焊剂用松香或松香酒精溶液。焊点必须焊牢,有一定的机械强度,锡液必须充分渗透,接触电阻要小,表面光滑并有光泽,焊点大小应均匀。焊接方法是:清除元件焊脚处氧化层并搪锡;电路板未镀银的或镀银后已发黑的,要清除氧化层并涂上松香酒精溶液,确认元件焊脚位置并插入孔内,剪去多余部分后下焊,每次下焊时间不得超过 2s,焊接分立电子元件时选用 25W 电烙铁,焊头要稍尖,含锡量以满 1 个焊点的需要为度。焊好后应快速提起焊头。焊



接集成块时,工作台应覆盖可靠接地的金属薄板,集成块不可与台面经常摩擦,集成块焊接需要弯曲时不可用力过猛,焊接时要防止落锡过多。

练习题

一、填空题 (请将正确的答案填在横线空白处)

1. 钳工划线要求_____、_____。
2. 钻孔常用的钻头是_____,直柄使用_____夹持,锥柄使用_____夹持。
3. 攻螺纹使用的工具是_____和_____,套螺纹使用的工具是_____和_____。
4. 拆卸的顺序一般是_____、_____。
5. 烙铁钎焊常用的焊料有_____、_____。
6. 烙铁钎焊常用的焊剂有_____、_____、_____和_____等。

二、判断题 (下列判断正确的请打“√”,错误的请打“×”)

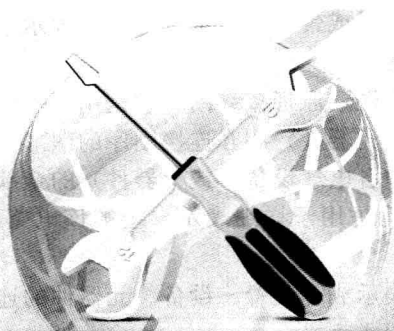
1. () 内、外卡钳能直接量出工件的尺寸。
2. () 安装锯条时,齿尖应向后。
3. () 手锤的规格是用手柄长度表示的。
4. () 錾子的楔角越大,后角就越小。
5. () 单齿纹锉刀主要用来锉削硬金属。
6. () 锉削硬材料或精加工用细齿锉刀。
7. () 钻孔时严禁用手握住工件。
8. () 攻螺纹时底孔直径应小于螺纹大径。
9. () 在钢件上攻螺纹应加机油冷却润滑。
10. () 在铸铁上攻螺纹应加煤油冷却润滑。
11. () 攻螺纹、套螺纹都应经常倒转,以利排屑。
12. () 弯曲直径大、壁薄的钢管时,应在管内灌满、灌实沙子后再进行。
13. () 拧紧螺母时,严禁用套筒延长手柄长度来加大拧紧力。
14. () 装拆销、键、带轮时,严禁用锤子直接敲击。
15. () 钎焊弱电组件应使用 45W 及以下的电烙铁。
16. () 钎焊 B 级绝缘及以下的电机线头应使用纯锡。
17. () 钎焊电子组件不准使用焊膏和盐酸。

三、选择题 (请将正确答案的代号填入括号中)

1. 在下列量具中,精度最高的是 ()。
A. 钢直尺 B. 钢卷尺 C. 游标卡尺 D. 千分尺
2. 在下列量具中,精度最低的是 ()。
A. 钢直尺 B. 钢卷尺 C. 游标卡尺 D. 千分尺
3. 以下工件表面严禁冲眼的是 ()。
A. 粗糙表面 B. 光滑表面 C. 精加工表面 D. 薄工件表面
4. 锯割软材料时,应该选用 ()。
A. 粗齿锯条 B. 中齿锯条 C. 细齿锯条
5. 安装锯条时,其松紧程度应 ()。
A. 松一些好 B. 紧一些好 C. 不松不紧 D. 可松可紧
6. 錾子前、后刃面之间的夹角叫 ()。
A. 前角 B. 后角 C. 楔角 D. 切削角
7. 錾削硬钢或铸铁时,楔角应取 ()。
A. $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ B. $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ C. $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ D. $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$
8. 錾削铜、铝等软材料时,楔角应取 ()。



- A. $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ B. $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ C. $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ D. $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$
9. 錾削时, 后角一般取 ()。
A. $1^{\circ} \sim 3^{\circ}$ B. $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ C. $5^{\circ} \sim 8^{\circ}$ D. $8^{\circ} \sim 10^{\circ}$
10. 锉削硬材料或精加工时, 应选用 ()。
A. 单齿纹锉刀 B. 粗齿锉刀 C. 中齿锉刀 D. 细齿锉刀
11. 钻小孔时, 应 ()。
A. 转速快些, 进给量大些 B. 转速慢些, 进给量小些
C. 转速快些, 进给量小些 D. 转速慢些, 进给量大些
12. 钻大孔时, 应 ()。
A. 转速快些, 进给量大些 B. 转速慢些, 进给量小些
C. 转速快些, 进给量小些 D. 转速慢些, 进给量大些
13. 在硬材料上钻孔时, 应 ()。
A. 转速快些, 进给量大些 B. 转速慢些, 进给量小些
C. 转速快些, 进给量小些 D. 转速慢些, 进给量大些
14. 在软材料上钻孔时, 应 ()。
A. 转速快些, 进给量大些 B. 转速慢些, 进给量小些
C. 转速快些, 进给量小些 D. 转速慢些, 进给量大些
15. 套螺纹时, 端头应先倒角成 ()。
A. 30° B. 60° C. 90° D. 120°
16. 线材的矫正采用 ()。
A. 压力机 B. 铁砧和锤子 C. 拉伸法 D. 推压拍打法
17. 零部件因锈蚀而不能拆卸时, 可 ()。
A. 注入煤油 B. 加入机油 C. 拉伸法 D. 注入煤油、加入机油、用温差法三种都可以
18. 钎焊钢件应使用的焊剂是 ()。
A. 松香 B. 松香酒精溶液 C. 焊膏 D. 盐酸
19. 钎焊时, 焊头停留时间应 ()。
A. 长一些好 B. 短一些好 C. 长短都行 D. 由焊件大小决定
20. 钎焊焊好后焊头应该 ()。
A. 慢慢提起 B. 迅速提起 C. 可快可慢
21. 钎焊弱电组件时, 焊头上的含锡量 ()。
A. 多一些好 B. 少一些好 D. 以满足一个焊点为宜
- C. 可多可少



第二章 电工基础知识

第一节 电气识图

一、电气图的分类与制图规则

表示某项电气工程或某一电气装置、设备、元器件的功能、用途、工作原理、安装和使用方法等方面的电气图很多,要根据所表达对象的类别、规模大小、使用场合的要求及表达方式等的不同,确定电气图的种类和数量。

电气图的分类很多,如:按表达对象分为军用、民用、电力系统(发输变配电)用、工矿企业生产用、船用、邮电通信用、广播电视用图等;按表达相数分单线图、三线图;按表达方式分概略类型图、详细类型图;按电路性质分一次(主)回路图、二次(副)回路图;按负荷性质分动力用电图、照明用电图,等等。

以下由电气图的表达方式讲述电气图的常用分类。

1. 电气图的表达方式

按表达方式不同,电气图可分为两大类。

(1) 概略类型的图 是体现设计人员对电气项目的初步构思、设想,是表示理论或理想的电路,它不涉及具体的实现方式。主要有系统图或框图、功能图、功能表图、等效电路图、逻辑图和程序图等。

(2) 详细类型的图 是将概略图具体化,是将设计理论、思想转变为实现和实施的电气技术文件。主要有电路图、接线图或接线表、位置图等。

以上两类电气图是从各种图的功能及其产生顺序来划分的,是整个电气项目整体中的不同部分。

2. 电气图的分类

按照表达方式和使用场合的不同,电气图通常可分为以下几种。

(1) 首页 相当于整个电气项目的总的概要说明。它主要包括该电气项目的图样目录、图例、设备明细表及设计说明等。图样目录按类别顺序列出;图例只标明该项目中所用的特殊图形符号,凡国家标准所统一规定的不用标出;设备明细表只列出该项目主要电气设备元件的文字代号、名称、型号、规格、数量等,供读图及订货时参考;设计说明主要表述该项目的依据、基本指导思想与原则,补充图样中没有阐明的项目特点、分期建设、安装方法、工艺要求、特殊设备的使用方法及使用与维护注意事项等。

(2) 系统图或框图 是用符号或带注释的围框, 概略表示系统或分系统的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图。

(3) 电路图 又称电气原理图或原理接线图, 它是用国家统一规定的电气图形符号和文字符号表示电路中电气设备(或元器件)相互连接顺序的图形。

电路图详细表示了该电路中各电气设备(或元器件)的全部组成和连接顺序关系, 但并不表明它们的实际位置。其用途是用于详细表示、理解该电路的组成、相互连接、工作原理、分析和计算电路特性等。

(4) 接线图或接线表 是表示成套装置、设备、元器件的连接关系, 用以进行安装接线和检查、试验、维修的一种简图或表格。

(5) 设备元件表 即主要电气设备明细表, 是把成套装置、设备和装置中各组成部分的代号、名称、型号、规格和数量等用表格形式列出。它一般不单独列出, 而是列在相应的电路图中。

(6) 位置图 是表示成套装置、设备或装置中各个项目的布局、安装位置的图。

(7) 功能图 是用于表示理论的或理想的电路而不涉及具体实现方法的图, 作为提供绘制电路图等有关图的依据。

(8) 功能表图 表示控制系统(如一个供电过程或工作过程)的作用和状态的图。它往往采用图形符号和文字叙述相结合的表示方法, 用以全面表达控制系统的控制过程、功能和特性, 但并不表达具体实施过程。

(9) 等效电路图 是表示理论的或理想的元件(如电阻、电感、电容、阻抗等)及其连接关系的供分析和计算电路特性、状态之用的图。

(10) 逻辑图 是一种主要用二进制逻辑(“与”、“或”、“异或”等)单元图形符号绘制的图。一般的数字电路图便属于这种图。

(11) 程序图 是一种详细表示程序单元和程序片及其互相连接关系的简图, 用于对程序运行的理解。

(12) 数据单 对特定项目给出详细的资料, 列出其工作参数, 供调试、检测、使用和维修用。

通态平均电流: 50A

通态方均根电流: 75A

浪涌电流: 940A

断态重复峰值电压: 500V

反向重复峰值电压: 500V

.....

数据单一般都列在相应的电路图中而不单列。

以上是电气图的基本分类。因表达对象的不同, 目的、用途、要求的差异, 所需要设计、提供的图样种类和数量有所区别, 而且往往相差很多, 因此在表达清楚、满足要求的前提下, 图越少、越简练越好。

二、文字符号、图形符号与项目代号

(1) 文字符号 文字符号分基本文字符号(单字母和双字母)和辅助文字符号。

① 基本文字符号: 单字母符号按拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划为 23 大类, 每大类用一个专用单字母符号表示。

② 双字母符号: 是由一个表示种类的单字母符号与另一个字母组成, 其组合形式应以单字母符号在前, 另一字母在后的次序列出。双字母符号是在单字母符号不能满足要

求,需将大类进一步划分时,采用的符号,可以较详细和更具体地表述电气设备装置和元器件。

③ 辅助文字符号:是用以表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征的辅助文字符号。使用时放在表示种类的单字母符号后面组成双字母符号,也可以单独使用。

(2) 文字符号的使用 电气技术文字符号并不适用于各类电气产品的型号编制与命名。文字符号的字母书写采用拉丁字母大写正体,一般应优先采用单字母符号。只有当为了较详细、具体地标注电气设备、装置和元器件时,才采用双字母符号。

辅助文字符号既可与单字母符号组成双字母符号,如“KA”表示中间继电器,“MS”表示同步电动机,也可以单独使用,如“N”表示中性线,“PEN”表示保护接地与中性线共用(简称保护中性线)。

(3) 图形符号与项目代号 电气图用图形符号见 GB4728《电气图用图形符号》和 GB 5465《电气设备用图形符号》。

在图上通常用一个图形符号表示的基本元器件、部件、组件、功能单元、设备、系统等,称为项目。项目有大有小,可能相差很多,大至电力系统、成套配电装置,以及发电机、变压器,小至电阻器、端子、连接片等,都可以称为项目。

项目代号是用以识别图形、表图、表格中和设备上的项目种类,并提供项目的层次关系、实际位置等信息的一种特定代码。由项目代号可以将不同的图或其他技术文件上的项目与实际设备中的该项目一一对应联系起来。如某一有功电能表(旧称电度表)PJ1,是计量2号线路W2的,线路W2是在5号高压开关柜内,而开关柜的种类代号为A,因此此有功电能表的项目种类代号全称为“=A5-W2-P1”,其第3号接线端子则应称为“=A5-W2-P1:3”,或简称为“=A5-W2P1:3”。又如某照明灯的项目代号为“=S5+201-E3:2”,则表示5号车间变电所201室3号照明灯的2号端子。

项目代号应符合国家标准《电气技术中的项目代号》(GB5094—85)和《电气技术中的文字符号制订通则》(GB7195—87)的有关规定。否则,应在图样中或说明书中特别注明。

项目代号是由拉丁字母、阿拉伯数字及特定的前缀符号,按照一定规则组合而成的。一个完整的项目代号包括4个代号段,其名称及前缀符号。

三、机械设备电气图、接线图的构成及作用

(1) 机械设备电气图的构成 机械设备电气图由电气控制原理图、电气装置位置图、电器元件布局图、接线图等组成。

(2) 接线图的组成 接线图由单元接线图、互连接线图和端子接线图组成。

(3) 作用 主要用于安装接线、线路检查、线路维修和故障处理等。在实际应用中,常将电路原理图、位置图和接线图一起使用。

四、电气图的绘制及识读方法

① 原理图一般分电源电路、主电路、控制电路、信号电路及照明电路。

电源电路画成水平线,三相交流电源相序L1、L2、L3由上而下依次排列画出,中线N和保护地线PE画在相线之下。直流电源则正端在上,负端在下画出。电源开关要水平画出。

主电路是指受电的动力装置及保护电路,它通过的是电动机的工作电流,电流较大。主电路要垂直电源电路画在原理图的左侧。



控制电路是指控制主电路工作状态的电路。信号电路是指显示主电路工作状态的电路。照明电路是指实现机床设备局部照明的电路。这些电路通过的电流都较小,画原理图时,控制电路、信号电路、照明电路要跨接两相电源之间,依次画在主电路的右侧,且电路中的耗能组件要画在电路的下方,而电器的触头要画在耗能组件的上方。

② 原理图中,各电器的触头位置都按电路未通电或电器未受外力作用时的常态位置画出。分析原理时,应从触头的常态位置出发。

③ 原理图中,各电器元件不画实际的外形图,而采用国家规定的统一国标符号画出。

④ 原理图中,同一电器的各元件不按它们的实际位置画在一起,而是按其在线路中所起作用分画在不同电路中,但它们的动作却是相互关联的,必须标以相同的文字符号。图中相同的电器较多时,需要在电器文字符号后面加上数字以示区别。

⑤ 原理图中,对有直接接电联系的交叉导线接点,要用小黑圆点表示;无直接接电联系的交叉导线连接点不画小黑圆点。

第二节 直流电路

一、电路及基本物理量

(1) 电流 电荷有规则的移动就形成电流。按照规定:导体中正电荷运动的方向为电流的方向。并定义:在单位时间内通过导体任一截面的电量为电流强度(简称电流)。电流又可以分成直流电流和交流电流两大类。凡方向不随时间变化的电流都可以称为直流电流。大小、方向都不随时间变化的电流叫稳恒直流,简称直流电。凡大小、方向都随时间做周期性变化的电流叫交变电流或交流电流。当电流通过导体时,导体要发热,称为电流的热效应。在电流的周围存在着磁场,称为电流的磁效应。当电流流过某些导体(如电解液)时,要产生化学变化(如电解、电镀),称为电流的化学效应。电流用符号“ I ”表示,电流的基本单位为 A(安培)。

(2) 电阻 导体对电流的阻碍作用叫电阻。电阻用符号“ R ”表示,电阻的基本单位为 Ω (欧姆)。

$$10^6 \Omega = 10^3 \text{ k}\Omega = 1 \text{ M}\Omega$$

在一定温度下,一段均匀导体的电阻与导体的长度成正比,与导体的横截面积成反比,还与组成导体材料的性质有关。在这里电阻往往指以参数的形式的电阻。用公式表示为:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

式中 l ——导体长度, m;

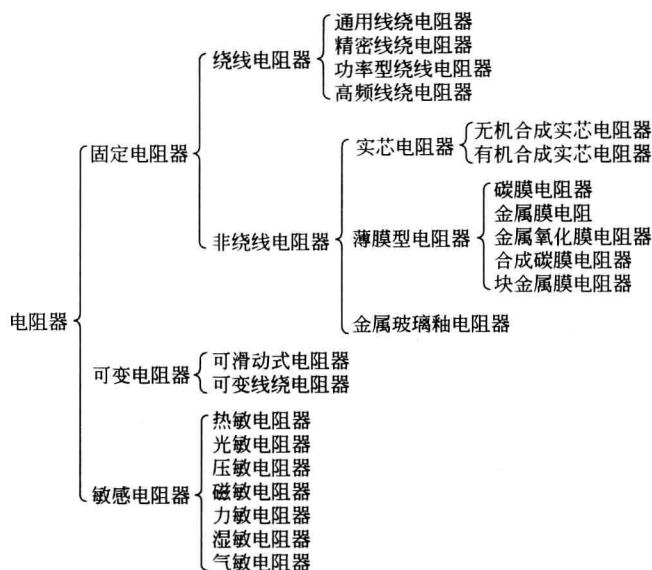
S ——导体截面积, m^2 ;

ρ ——导体电阻系数,大小取决于材料, $\Omega \cdot \text{m}$ 。

一般的金属导体,温度升高,导体的电阻值增大。不同的金属导体,电阻值随温度升高而增大的程度不同。为了计算温度变化后的电阻值,引入了电阻温度系数这个概念,用 α 表示,单位是 $1/^\circ\text{C}$ 。若温度为 t_1 时,电阻为 R_1 ,温度为 t_2 时,电阻为 R_2 ,则电阻温度系数为:

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)}$$

① 电阻器的分类 实际应用中的电阻是元件,分类如下。



② 常见电阻器元件的外形及电路符号如图 2-1 所示。

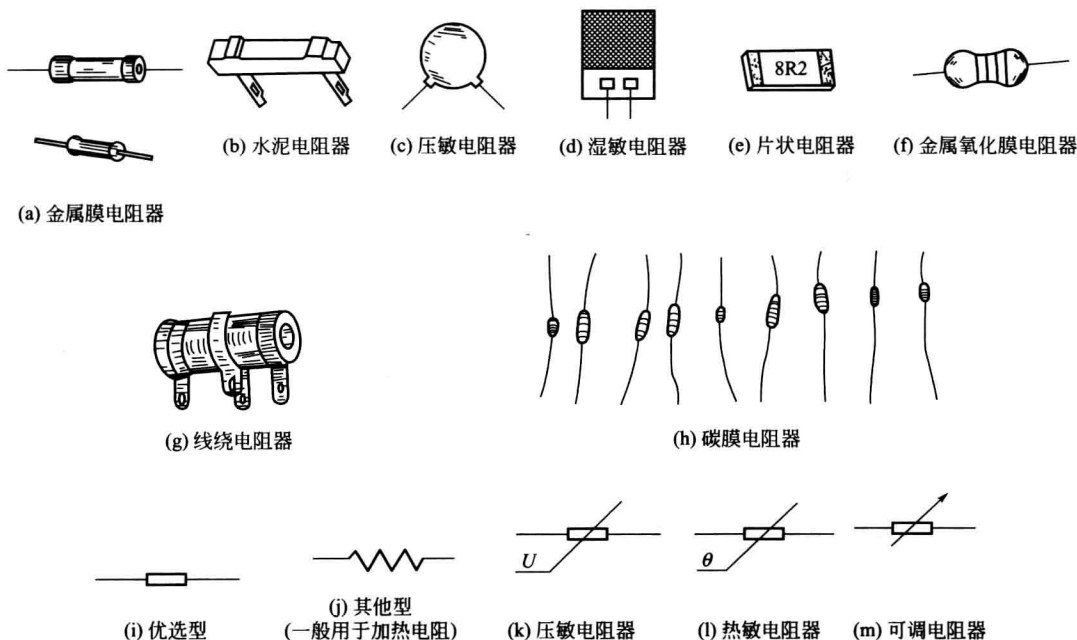


图 2-1 常见电阻器元件的外形及电路符号

(3) 电位及电位差 带电体周围存在着一种叫做电场的特殊物质，它具有电场力和电场能这两个基本性质。电荷在电场中要受到电场力的作用而发生运动，故可以认为电荷在电场中具有电位能。单位正电荷在电场中某点所具有的电位能叫做这一点的电位，单位是 V（伏特）。电场中任意两点电位之差叫电位差，又叫电压，单位为 V。

(4) 电路 电流经过的路径称为电路。最基本的电路由电源、负载和连接导线组成。电源是把其他形式的能量转换为电能的设备。在电源内部存在着一种非静电力，它能够把正电荷从负极移送到正极，使电源两极之间形成一个电位差。衡量电源力移动电荷做功本领大小的物理量叫电源的电动势，用符号“ E ”表示，单位为 V。电动势的方向规定为由负极指向