

高等学校 **电气工程及其自动化专业** 应用型本科系列规划教材

电气设备装调综合训练教程

DIANQI SHEBEI ZHUANGTIAO ZONGHE XUNLIAN JIAOCHENG

主 编 梁文涛 聂 玲 刘兴华
主 审 苑尚尊



重庆大学 出版社

电气设备装调综合训练教程

主 编 梁文涛 聂 玲 刘兴华
主 审 苑尚尊

重庆大学出版社

内 容 简 介

本教程是根据电气设备装调实训要求,全面介绍必需的电工基本操作、基本线路安装和常见机床控制线路。内容包括电工工具、电工材料、电工测量仪表、机床线路安装,机床线路故障排除和电气安全等实用知识。附录中给出了“中级维修电工”理论考试参考题,为参加“中级维修电工”职业技能鉴定提供帮助。

本教程可作为高等院校电类专业和近机类专业进行电气设备装调实训教材,也可作为“中级维修电工”的培训教材,还可供电气工程技术相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备装调综合训练教程/梁文涛,聂玲,刘兴华主编. —重庆:
重庆大学出版社,2017. 1

高等学校电气工程及其自动化专业应用型本科系列规划教材

ISBN 978-7-5689-0369-1

I. ①电… II. ①梁…②聂…③刘… III. ①电气设备—设备安装—
高等学校—教材②电气设备—调试方法—高等学校—教材

IV. ①TM05②TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 001195 号

电气设备装调综合训练教程

主 编 梁文涛 聂 玲 刘兴华

主 审 苑尚尊

策划编辑:周 立

责任编辑:文 鹏 邓桂华 版式设计:周 立

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆市正前方彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:10.75 字数:215千

2017年1月第1版 2017年1月第1次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5689-0369-1 定价:25.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

本书作为高等学校工程类各专业《机床电气》课程的重要实践环节,其目的是拓展学生知识面,提高学生综合素质和实践动手能力。

本书以培养应用型人才为特点,突出应用和技能培养为重点,扩大学生知识面。根据电气设备装调实训要求,全面介绍必需的基本测试和基本线路安装、常见机床控制线路,重点介绍 Z3050 和 X62W 两种最普通的钻床和铣床。学生可以利用电气线路模拟板进行排查故障,并对机床模拟板作了详细介绍。根据多年实践操作经验,详细讲解了机床模拟板操作检查步骤,对初学者有很大的帮助。附录对“中级维修电工”职业技能鉴定、理论考试相关内容作了一定的收集与整理,并给出了参考答案,供参加“中级维修电工”职业技能鉴定的学生提供复习帮助。

本书理论联系实际,叙述清楚,深入浅出,通俗易懂,图形符号和文字符号均采用新颁布的国家标准。

本书是由重庆科技学院电气与信息工程学院电工电子实验教学中心统一组织编写的。

参加本书编写的有:第1章由梁文涛编写,第2章由庄凯编写,第3章由朱光平编写,第4章由许弟建编写,第5章由刘兴华编写,第6章由聂玲编写。

本书由梁文涛老师负责全书策划、组织、统稿和定稿,由苑尚尊老师主审,并提出了宝贵意见和建议。同时也得到了电工电子实验教学中心其他实验老师的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在许多不足,敬请读者提出批评和改进意见。

编者

2016年10月

目 录

第 1 章 电工基础	1
1.1 电工工具	1
1.1.1 螺丝刀	1
1.1.2 电工刀	2
1.1.3 钢丝钳	2
1.1.4 尖嘴钳	3
1.1.5 斜口钳	3
1.1.6 剥线钳	3
1.1.7 试电笔	3
1.1.8 电烙铁	4
1.2 电工材料	5
1.2.1 导电材料	5
1.2.2 绝缘材料	16
1.2.3 磁性材料	19
1.2.4 其他电工材料	22
1.3 常用电工仪表	22
1.3.1 500 型指针式万用表	23
1.3.2 MF47 型指针式万用表	25
1.3.3 钳型电流表	27
1.3.4 兆欧表	34

1.3.5	功率表	39
1.4	基本测量	42
1.4.1	用万用表测试三极管	42
1.4.2	用万用表测试晶闸管	43
1.4.3	三极管和晶闸管的主要区别	44
1.4.4	三相异步电动机定子绕组首尾端的判断	45
1.4.5	三相电功率的测量	45
第2章	常用控制线路安装	47
2.1	常用电器元件	47
2.1.1	线路安装板	47
2.1.2	三联按钮	47
2.1.3	交流接触器	48
2.1.4	热继电器	49
2.1.5	时间继电器	50
2.1.6	熔断器	51
2.1.7	接线排	51
2.1.8	组合开关	51
2.1.9	速度继电器	52
2.2	常用安装线路的工作原理	53
2.2.1	手动星三角控制线路(一)	53
2.2.2	手动星三角控制线路(二)	54
2.2.3	手动星三角控制线路(三)	55
2.2.4	双速电机控制线路	56
2.2.5	星三角降压启动自动控制线路	58
2.2.6	自耦变压器降压启动自动控制线路	59
2.3	线路安装步骤及注意事项	60
2.3.1	线路安装步骤	60
2.3.2	线路安装的要求	61
2.3.3	安装注意事项	61

第5章 职业技能鉴定	94
5.1 中级维修电工鉴定要求	94
5.2 中级维修电工知识要求	95
5.3 中级维修电工技能要求	96
5.4 维修电工国家职业标准	97
5.4.1 职业概况	97
5.4.2 基本要求	99
5.4.3 工作要求	100
5.5 中级维修电工技能鉴定考核评分记录表	103
附录	107
附录1 维修电工技能考试 Z3050 模拟板故障设置题	107
附录2 维修电工技能考试 Z3050 模拟板故障设置题	109
附录3 理论知识试题精选	111
附录4 职业技能鉴定(中级)维修电工理论知识模 拟试卷	133
参考文献	163

第 1 章

电工基础

本章主要介绍常用的电工工具、电工材料和电工仪表,维修电工中常用的判别及测量方法,晶体管好坏和管脚的判别,电动机绕组首尾端的判别,三相功率的测量等。

1.1 电工工具

1.1.1 螺丝刀

螺丝刀又称为起子,一般分为一字起子和十字起子,螺丝刀的大小、长短虽不一样,但使用方法基本相同,如图 1.1 所示。



图 1.1 螺丝刀

使用要点:

①螺丝刀较大时,除大拇指、食指和中指要夹住握柄外,手掌还要顶住柄的末端以防旋转时滑脱。

②螺丝刀较小时,用大拇指和中指夹住握柄,同时用食指顶住柄的末端用力旋转。

③螺丝刀较长时,用右手压紧手柄并转动,同时左手握住螺丝刀的中间部分(不可放在螺钉周围,以免将手划伤),以防止螺丝刀滑脱。

注意事项：

- ①带电作业时,手不可触及螺丝刀的金属杆,以免发生触电事故。
- ②作为电工,不应使用金属杆直通握柄顶部的螺丝刀。
- ③为防止金属杆触到人体或邻近带电体,金属杆应套上绝缘管。

1.1.2 电工刀

电工刀是电工常用的一种切削工具。普通的电工刀由刀片、刀刃、刀把、刀挂等构成。不用时,把刀片收缩到刀把内,如图 1.2 所示。

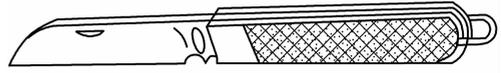


图 1.2 电工刀

使用要点：

- ①用电工刀剖削电线绝缘层时可把刀刃略微翘,用刀刃的圆角抵住线芯。切忌把刀刃垂直对着导线切割绝缘层,因为这样容易割伤电线线芯。
- ②导线接头之前应把导线上的绝缘剥除。
- ③用电工刀切割时刀口千万别伤着芯线。常用的剥削方法有级段剥落和斜削法。
- ④电工刀的刀刃部分要磨得锋利才好剥削电线,但不可太锋利。

注意事项：

- ①不得用于带电作业,以免触电。
- ②应将刀口朝外剖削,并注意避免伤及手指。
- ③剥削导线绝缘层时,应使刀面与导线成较小的锐角,以免割伤导线。
- ④使用完毕,随即将刀身折进刀柄。

1.1.3 钢丝钳

钢丝钳在电工作业时,用途广泛。钳口可用来弯绞或钳夹导线线头;齿口可用来紧固或起松螺母;刀口可用来剪切导线或钳削导线绝缘层;侧口可用来侧切导线线芯、钢丝等较硬线材。钢丝钳各种用途的使用方法如图 1.3 所示。

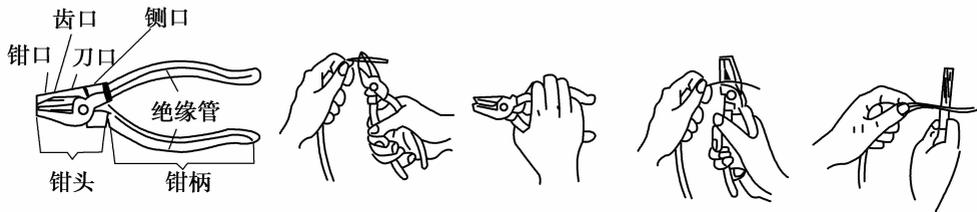


图 1.3 钢丝钳

注意事项：

- ①使用前,使检查钢丝钳绝缘是否良好,以免带电作业时造成触电事故。

②在带电剪切导线时,不得用刀口同时剪切不同电位的两根线(如相线与零线、相线与相线等),以免发生短路事故。

1.1.4 尖嘴钳

尖嘴钳因其头部尖细,适用于在狭小的工作空间操作,如图1.4(a)所示。

尖嘴钳可用来剪断较细小的导线;可用来夹持较小的螺钉、螺帽、垫圈、导线等;也可用来对单股导线整形(如平直、弯曲等)。若使用尖嘴钳带电作业,应检查其绝缘是否良好,并在作业时金属部分不要触及人体或邻近的带电体。

1.1.5 斜口钳

斜口钳专用于剪断各种电线电缆,如图1.4(b)所示。

对粗细不同、硬度不同的材料,应选用大小合适的斜口钳。

1.1.6 剥线钳

剥线钳是专用于剥削较细小导线绝缘层的工具,其外形如图1.4(c)所示。

使用剥线钳剥削导线绝缘层时,先将要剥削的绝缘长度用标尺定好,然后将导线放入相应的刃口中(比导线直径稍大),再用手将钳柄一握,导线的绝缘层即被剥离。



图1.4 尖嘴钳、斜口钳和剥线钳的外形

1.1.7 试电笔

试电笔又叫验电器,一般分低压验电器和高压验电器,只有专业电工才用到高压验电器,一般使用的都是低压验电器。

试电笔是电工随身携带的常用辅助安全工具,主要用来检查低压导体或电气设备外壳等是否带电。

试电笔有多种形式,但基本结构和工作原理都相同,如图1.5所示。试电笔前端为金属探头,后端也有金属挂钩或金属片等,以便使用时用手接触。中间绝缘管内装有发光氖灯、电阻及压紧弹簧。试电笔的工作原理是:当测试带电体时,测试者用手触及试电笔后端的金属

挂钩或金属片,此时验电笔端、氖泡、电阻、人体和大地形成回路。当被测物体带电时,电流便通过回路,使氖泡起辉;如果氖泡不亮,则表明该物体不带电。测试者即使穿上绝缘鞋或站在绝缘物上,也可认为形成了回路,因为绝缘物的漏电和人体与大地之间的电容电流足以使氖泡起辉。只要带电体与大地之间存在一定的电位差(通常在 60 V 以上),试电笔就会发出辉光。若是交流电,氖泡两极发光;若是直流电,则只有一极发光。

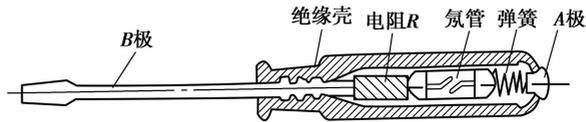


图 1.5 试电笔的结构

注意事项:

- ①测试前应在带电体上进行校核,确认试电笔良好,以防作出错误判断。
- ②避免在光线明亮的方向观察氖泡是否起辉,以免因看不清而误判。
- ③有些设备,特别是测试仪表,往往因感应而带电。此外,某些金属外皮也有感应电。在这些情况下,用试电笔测试有电,不能作为存在触电危险的依据。因此,还必须采用其他方法(例如用万用表测量)确认其是否真正带电。

1.1.8 电烙铁

电烙铁的外形、结构以及烙铁头的形状如图 1.6 所示。

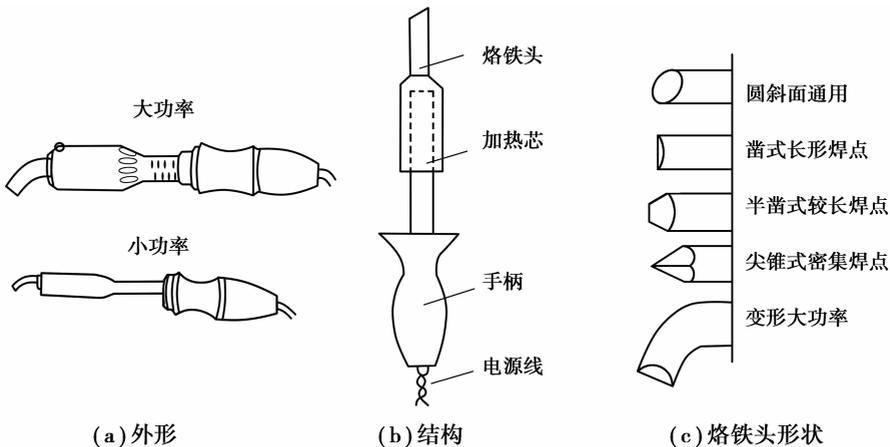


图 1.6 电烙铁外形、结构和烙铁头的形状

焊接前,一般要把焊头的氧化层除去,并用焊剂进行上锡处理,使得焊头的前端经常保持一层薄锡,以防止氧化、减少能耗、导热良好。

电烙铁的握法没有统一的要求,以不易疲劳、操作方便为原则,一般有笔握法和拳握法两种,如图 1.7 所示。

用电烙铁焊接导线时,必须使用焊料和焊剂。焊料一般为丝状焊锡或纯锡,常见的焊剂有松香、焊膏等。

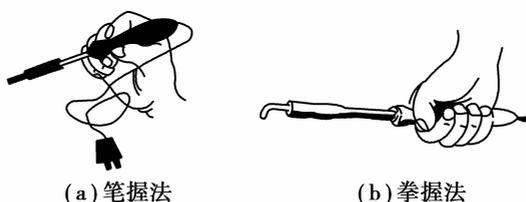


图 1.7 电烙铁的握法

对焊接的基本要求是:焊点必须牢固,锡液必须充分渗透,焊点表面光滑有泽,应防止出现“虚焊”“夹生焊”。产生“虚焊”的原因是因为焊件表面未清理干净或焊剂太少,使得焊锡不能充分流动,造成焊件表面挂锡太少,焊件之间未能充分固定;造成“夹生焊”的原因是因为烙铁温度低或焊接时烙铁停留时间太短,焊锡未能充分熔化。

注意事项:

- ①使用前应检查电源线是否良好,有无被烫伤。
- ②焊接电子类元件(特别是集成块)时,应采用防漏电等安全措施。
- ③当焊头因氧化而不“吃锡”时,不可硬烧。
- ④当焊头上锡较多不便焊接时,不可甩锡,不可敲击。
- ⑤焊接较小元件时,时间不宜过长,以免因过热损坏元件或绝缘。
- ⑥焊接完毕,应拔去电源插头,将电烙铁置于金属支架上,防止烫伤或火灾的发生。

1.2 电工材料

材料学科是边缘学科,对科学技术的发展具有明显的先导作用。事实证明,新型材料的问世对科学技术和社会经济发展起到了巨大的推动作用。电工材料是研究、生产、使用电气工程材料的学科,其目的就是要做到合理选材、正确用材。电气工程上常将电工材料分为绝缘材料、导电材料、磁性材料、压电材料、超导材料和其他电工材料。

1.2.1 导电材料

(1) 普通导电材料

导电金属是指专门用于传导电流的金属材料。依据电气工程的实际需要,导电金属应具有电导率高、力学强度高、不易氧化和腐蚀、容易加工和焊接等特性,同时价格还便宜、资源丰

富。最常见的导电金属是铜和铝以及它们的合金。

铜是应用最广泛的导电材料,具有良好的导电性、导热性和耐蚀性,具有足够的力学强度,无低温脆性,便于焊接,易于加工成型等特性。导电用铜一般选用含铜量大于 99.90% 的工业纯铜。导电用铜材的主要品种有:普通纯铜、无氧铜和无磁性高纯铜。导电用铜合金不但具有良好的导电性,还具有一些特殊的功能,可用于不同要求的场合。

铝也是一种应用很广的导电材料。铝的导电性仅次于铜,力学强度为铜的 1/2,密度为铜的 30%,导热性和耐蚀性好,易于加工,无低温脆性,资源丰富,价格便宜。常用的导电用铝材有特一号铝、特二号铝和一号铝。

影响铜、铝性能的主要因素有杂质、冷变形、温度、腐蚀等。杂质使电阻率上升,但机械强度、硬度得到提高,铝的可塑性、耐蚀性将下降。铜、铝材料经冷变形后,可提高抗拉强度。在干燥的大气中,铜和铝具有较好的耐蚀性,但潮湿与腐蚀介质(如二氧化硫、酸、碱等)会侵蚀导电金属。在熔点以下,随温度的升高,其导电能力、抗拉强度都将下降。因此,一般要求铜的长期工作温度不宜超过 110℃,短期工作温度不宜超过 300℃;铝的长期工作温度不宜超过 90℃,短期工作温度不宜超过 120℃。

绝缘电线的绝缘有橡皮和塑料两类。其品种和规格见表 1.1。

表 1.1 橡皮、橡胶、塑料绝缘电线的品种和规格

型号	产品名称	导线长期容许工作温度/℃	导线截面/mm ²	敷设场合及要求
BLXF BXF	铝芯氯丁橡皮线 铜芯氯丁橡皮线	65	2.5~95 0.75~95	固定敷设,尤其适用于户外,可明敷、暗敷
BLX BX	铝芯橡皮线 铜芯橡皮线	65	2.5~630 0.75~500	固定敷设,可明敷、暗敷
BXR	铜芯橡皮软线		2.5~400	室内安装,要求较柔软时
BLV BV	铝芯聚氯乙烯绝缘电线 铜芯聚氯乙烯绝缘电线		1.5~185 0.03~185	固定敷设于室内外及电气设备内部,可明敷、暗敷,最低敷设温度不低于-15℃
BLV-105 BV-105	铝芯耐热 105℃ 聚氯乙烯绝缘电线 铜芯耐热 105℃ 聚氯乙烯绝缘电线	105	1.5~185 0.03~185	固定敷设于高温环境的场所,可明敷、暗敷,最低敷设温度不低于-15℃

续表

型号	产品名称	导线长期容许工作温度/℃	导线截面/mm ²	敷设场合及要求
BVR	铜芯聚氯乙烯软线	65	0.75 ~ 50	固定敷设安装,要求柔软时用,最低敷设温度不低于-15℃
BLVV BVV	铝芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电线 铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电线	65	1.5 ~ 10 0.75 ~ 10	固定敷设于潮湿的室内和机械防护要求高的场所,可明敷、暗敷和直埋地下,最低敷设温度不低于-15℃
BVF BVFR	丁腈聚氯乙烯复合物绝缘电气装置用电线 丁腈聚氯乙烯复合物绝缘电气装置用软线	65	0.75 ~ 6 0.75 ~ 70	交流 500 V 或直流 1 000 V 及以下的电器、仪表等装置作连接线用

橡皮、塑料绝缘软线适用于各种交直流移动电器、电工仪表、电信设备及自动化装置。工作电压大多为交流 250 V 或直流 500 V 以下, RVV 型电线可用于交流 500 V 或直流 1 000 V 及以下。其品种和电线结构见表 1.2。

表 1.2 橡皮、塑料绝缘软线品种和电线结构

型号	产品名称	导线长期容许工作温度/℃	导线截面/mm ²	导线结构(根数/直径, mm)
RXS RX	棉纱编织橡皮绝缘绞型软线 棉纱纺织橡皮绝缘软线	65	0.2	12/0.15
			0.28	16/0.15
			0.4	23/0.15
			0.5	28/0.15
			0.6	34/0.15
			0.7	40/0.15
			0.75	42/0.15
			1.0	32/0.20
			1.2	38/0.20
			1.5	48/0.20
2.0	64/0.20			

续表

型 号	产品名称	导线长期容许 工作温度/℃	导线截面 /mm ²	导线结构(根数/ 直径,mm)
RFB RFS RVB RVS	丁腈聚氯乙烯复合物绝缘平型软线 丁腈聚氯乙烯复合物绝缘绞型软线	70	0.12	7/0.15
			0.2	12/0.15
			0.3	16/0.15
			0.4	23/0.15
			0.5	28/0.15
RV RV105	聚氯乙烯绝缘平型软线 聚氯乙烯绝缘绞型软线	65	0.75	42/0.15
			1.0	32/0.20
			1.5	48/0.20
			2.0	64/0.20
			2.5	77/0.20
RV RV105	聚氯乙烯绝缘软线	65	0.012	7/0.05
			0.03	7/0.07
			0.06	7/0.10
			0.12	7/0.15
			0.2	12/0.15
			0.3	16/0.15
			0.4	23/0.15
			0.5	28/0.15
	耐热聚氯乙烯绝缘软线	105	0.75	42/0.15
			1.0	32/0.20
			1.5	48/0.20
			2.0	64/0.20
			2.5	77/0.20
			4.0	77/0.26
			6.0	77/0.32

续表

型 号	产品名称	导线长期容许 工作温度/℃	导线截面 /mm ²	导线结构(根数/ 直径,mm)
RVV	聚氯乙烯绝缘护套软线	65	0.12	7/0.15
			0.2	12/0.15
			0.3	16/0.15
			0.4	23/0.15
			0.5	28/0.15
			0.75	42/0.15
			1.0	32/0.20
			1.5	48/0.20
			2.0	64/0.20
			2.5	77/0.20
			4.0	77/0.26
6.0	77/0.32			

(2) 常用电线电缆

电线电缆主要用于电力的传输与分配、电气信号的传递和转换以及绕制电气装备用线圈或绕组等,在电气工程中用量很大。电线电缆的种类很多,大致可分为裸电线、电磁线、电气装备用电线电缆、电力电缆、通信电缆和通信光缆等。

电线电缆一般由导电层、绝缘层和保护层组成,电线电缆的型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字组合,其组成见表 1.3。

表 1.3 电线电缆型号的组成

次 序	类别及用途	导 体	绝 缘	护 层	其他特性	外护层	派 生
字母数	0 或 1 或 2	0 或 1	0 或 1	1	0 或 1 或 2	2 个数字	数字
项	1	2	3	4	5	6	7

在型号组成中,常用材料的代号可省略,不一定 7 项全有,电线电缆的名称由型号各项含义组合而成,名称已约定俗成,无严格的分界线。

裸电线是一种表面裸露、没有绝缘层的导线。按产品结构和用途分为单线、裸绞线、软接线、型线和型材四大系列。单线一般用作电线电缆的线芯,绞线则用于架空输电线路,软接线用于耐振动、弯曲的场合,型线和型材用于母线、电机的换向器、开关触点等。