



电工师傅领进门

全彩图解 维修电工技能

乔长君◎编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电工师傅领进门

全彩图解 维修电工技能

乔长君◎编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书包括电工基本知识、低压电器维修、三相异步电动机的使用与维修、三相异步电动机控制电路、配线与照明工程共5方面的内容,覆盖了维修电工基本知识和操作技能。所选问题力求贴近实际,突出对新技术、新设备、新工艺的推广应用。可操作性强,具有通俗性、针对性、完整性和广泛性的特点。是维修电工必备的参考书,也是工程技术人员不可缺少的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

全彩图解维修电工技能 / 乔长君编著. — 北京:中国电力出版社, 2015. 4

(电工师傅领进门)

ISBN 978-7-5123-7116-3

I. ①全… II. ①乔… III. ①电工—维修—图解 IV. ①TM07-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第014810号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年4月第一版 2015年4月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 6.375印张 214千字

印数 0001—3000册 定价 38.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

Foreword 前言

随着电气技术的不断发展,电气设备在生产、生活中越来越被广泛应用,从事电气维护、管理的人员也越来越多。平时学什么、出现故障怎样判断、找到故障怎样处理,是每个维修电工必须面对的实际问题。这就要求维修电工不仅沉积雄厚的理论知识,还要积累丰富的实际工作经验。也只有这样才能具备较高的技术素质和扎实的基本功,在生产实际妥善解决各种技术难题,关键时刻有所作为。基于这种思路,我们总结多年来从事电气维修工作的实践经验,结合电气技术的新发展并参考大量资料,编写了本书。

本书采用大量彩色实景图片,完整展现了维修电工必备知识和技能,内容包括:电工基本知识、低压电器维修、三相异步电动机的使用与维修、三相异步电动机控制电路、配线与照明工程共5个方面。本书内容起点低,注重实用,便于读者自学。

本书在内容选取上遵循实用、够用的原则,所选问题力求贴近实际,并突出对新技术、新设备、新工艺的推广应用。本书具有以下特点:

(1) 通俗性。本书着重以实践中经常遇到的必备操作技能为主线,避免了一些涉及繁琐理论与技术的内容,浅显易懂。

(2) 针对性。本书所选实例都是维修电工考核和生产一线经常遇到的知识和技能,剔除了繁琐的推理和修饰性语言,以问答的形式将维修工作中的各类问题做了比较详尽的解答。

(3) 完整性。本书虽然以个别范例出现,但仍然保持知识的系统性,兼顾维修电工技能的各个方面。

本书由乔长君主编,参加本书编写的还有王岩、双喜、葛巨新、张城、郭建、朱家敏、于蕾、武振忠、杨春林等。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

Contents 目 录

前言

第 1 章 电工基本知识 1

1.1 常用工具的使用	1
1.1.1 通用工具	1
1.1.2 测量工具	10
1.2 电工仪表	12
1.2.1 工具仪表	12
1.2.2 显示仪表	15
1.3 电工识图知识	18
1.3.1 控制电路图的查线读图法	18
1.3.2 常用电气符号	22

第 2 章 低压电器维修 38

2.1 控制电器	38
2.1.1 开启式负荷开关	38
2.1.2 组合开关	40
2.1.3 断路器	42
2.1.4 接触器	45
2.1.5 控制继电器	49
2.1.6 主令电器	52
2.1.7 万能转换开关	55
2.2 保护电器	57
2.2.1 熔断器	57
2.2.2 热继电器	60

第3章 三相异步电动机的使用与维修 63

3.1 三相异步电动机基本知识	63
3.1.1 结构与工作原理	63
3.1.2 三相异步电动机的控制	65
3.1.3 铭牌	74
3.1.4 三相异步电动机的接线	75
3.2 故障查找	76
3.2.1 电动机三相绕组的起末端的判断	76
3.2.2 电动机三相绕组接地故障的判断	77
3.3 电动机的机械检修	78
3.3.1 三相交流电动机的拆卸	78
3.3.2 滚动轴承的检修	79

第4章 三相异步电动机控制电路 82

4.1 常用控制电路与电路设计	82
4.1.1 笼型异步电动机启动电路	82
4.1.2 笼型异步电动机运行电路	102
4.1.3 笼型异步电动机制动电路	122
4.1.4 绕线型异步电动机控制电路	130
4.1.5 低压电气控制电路设计	138
4.2 电气电路的安装与调试	143
4.2.1 电气控制电路安装配线的一般原则	143
4.2.2 控制电路的调试方法	149
4.2.3 单向直接启动电路的安装	150

4.3	控制电路故障修理	156
4.3.1	电路的检查方法	156
4.3.2	电动机控制电路故障判断步骤	161
4.3.3	带指示灯的自保功能正转启动电路故障判断	163

第5章 配线与照明工程 165

5.1	室内配线的一般要求	165
5.1.1	配线的基本知识	165
5.1.2	室内配线的技术要求	165
5.1.3	室内配线导线的选择	167
5.2	护套线配线	168
5.2.1	基本知识	168
5.2.2	弹线定位	169
5.2.3	导线固定	170
5.3	其他配线方法	172
5.3.1	钢管明配线	172
5.3.2	管内穿线	176
5.3.3	塑料线槽明敷设	178
5.4	导线连接与绝缘恢复	180
5.4.1	导线的连接	180
5.4.2	导线绝缘恢复	185
5.5	电气照明的安装	186
5.5.1	照明灯具的选择	186
5.5.2	开关的安装	190
5.5.3	灯具的安装	192

1.1 常用工具的使用

1.1.1 通用工具

1. 低压验电器

低压验电器简称电笔。有氖泡笔式、氖泡改锥式和感应（电子）笔式等。氖泡改锥式和电子笔式低压验电器的外形如图 1-1 所示。

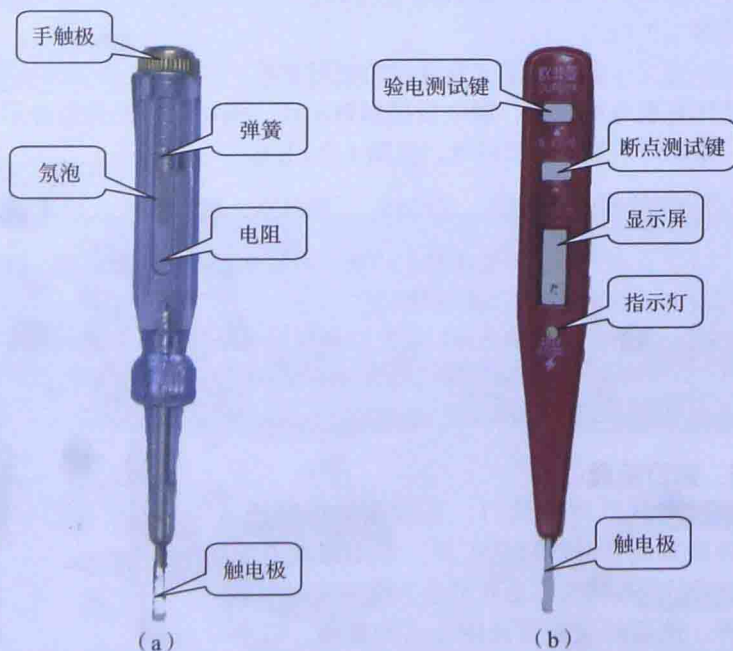


图 1-1 常用验电器

(a) 氖泡改锥式; (b) 电子笔式

低压验电器的使用方法如图 1-2 所示。

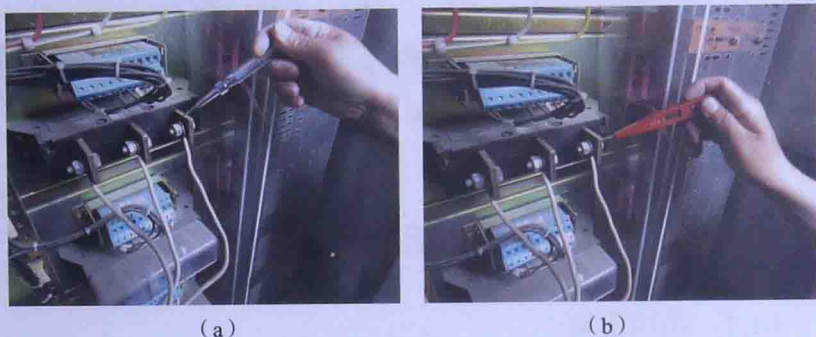


图 1-2 低压验电器的使用

(a) 氖泡改锥式; (b) 电子笔式

(1) 氖泡改锥式验电器的使用方法: 中指和食指夹住验电器、大拇指压住手触极, 触电极接触被测点, 氖泡发光说明有电、不发光说明没电, 见图 1-2 (a)。

(2) 感应 (电子) 笔式验电器的使用方法: 中指和食指夹住验电器、大拇指压住验电测试键, 触电极接触被测点, 指示灯发光并有显示说明有电、指示灯不发光说明没电, 见图 1-2 (b)。

使用注意事项

(1) 氖泡式验电器使用时应注意手指不要靠近笔的触电极, 以免通过触电极与带电体接触造成触电。

(2) 在使用低压验电器时还要注意检验电路的电压等级, 只有在 500V 以下的电路中才可以使用低压验电器。

2. 螺钉旋具

螺钉旋具俗称螺丝刀, 又称改锥、起子, 是一种旋紧或松开螺钉的工具, 常用螺丝刀如图 1-3 所示, 按照头部形状可分为一字型和十字形两种, 使用时应注意选用合适的规格, 以小代大, 可能造成螺丝刀刃口扭曲; 以大代小, 可能损坏电器元件。



图 1-3 常用螺丝刀
(a) 一字; (b) 十字梅花

螺钉旋具的使用方法如图 1-4 所示。



图 1-4 螺钉旋具的使用方法

使用注意事项

- (1) 电工不可使用金属杆直通柄顶的螺丝刀，否则易造成触电事故。
- (2) 使用螺丝刀紧固或拆卸带电的螺钉时，手不得触及螺丝刀的金属杆，以免发生触电事故。
- (3) 为了避免螺丝刀的金属杆触及皮肤或临近带电体，应在金属杆上穿套绝缘管。

3. 钳子

钳子可分为钢丝钳（克丝钳）、尖嘴钳、圆嘴钳、斜嘴钳（偏口钳）、剥线钳等多种，如图 1-5 所示。

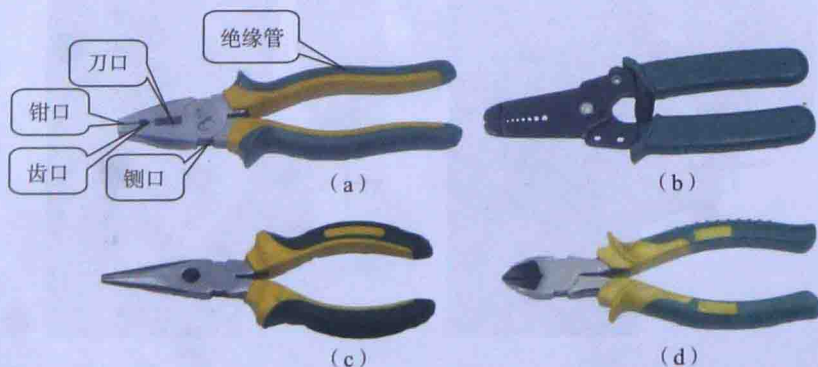


图 1-5 钳子

(a) 平头钢丝钳；(b) 剥线钳；(c) 尖嘴钢丝钳；(d) 斜嘴钳

(1) 圆嘴钳与尖嘴钳。

圆嘴钳主要用于将导线弯成标准的圆环，常用于导线与接线螺丝的连接作业中，用圆嘴钳不同的部位可作出不同直径的圆环。尖嘴钳则主要用于夹持或弯折较小较细的元件或金属丝等，特别是较适用于狭窄区域的作业。

(2) 钢丝钳。

钢丝钳可用于夹持或弯折薄片形、圆柱形金属件及切断金属丝。对于较粗较硬的金属丝，可用其轧口切断。使用钢丝钳（包括其他钳子）不要用力过猛，否则有可能将其手柄压断。

(3) 斜嘴钳。

斜嘴钳主要用于切断较细的导线，特别适用于清除接线后多余的线头和毛刺等。

(4) 剥线钳。

剥线钳是剥离较细绝缘导线绝缘外皮的专用工具，一般适用于线径在 $0.6 \sim 2.2\text{mm}$ 的塑料和橡皮绝缘导线。

剥线钳的使用方法如图 1-6 所示。打开销子，选择合适的刀口，并将导线放入刀口，压下钳柄使钳子在导线上转一圈，见图 1-6 (a)，左手大拇指向外推钳头、右手压住钳柄并向外拨，绝缘层就随剥线钳一起脱离导线，见图 1-6 (b)。剥线钳的主要优点是不伤导线、切口整齐、方便快捷。使用时应注意选择其刀口大小应与被剥导线线径相当，若小则会损伤导线。

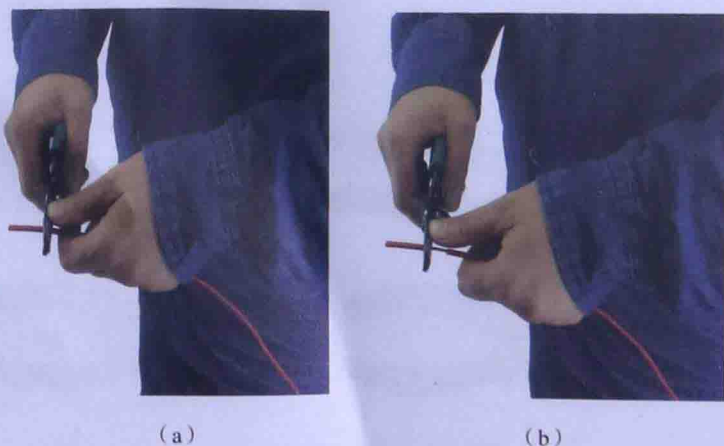


图 1-6 剥线钳的使用

4. 电工刀

电工刀是用来剖削电线外皮和切割电工器材的常用工具，其外形如图 1-7 所示。



图 1-7 常用电工刀外形

用电工刀剥削绝缘层的方法如图 1-8 所示。

- (1) 将电工刀以近于 90° 切入绝缘层，见图 1-8 (a)。
- (2) 将电工刀以 45° 角沿绝缘层向外推削至绝缘层端部，见图 1-8 (b) 所示。
- (3) 将剩余绝缘层翻过来切除，见图 1-8 (c)。

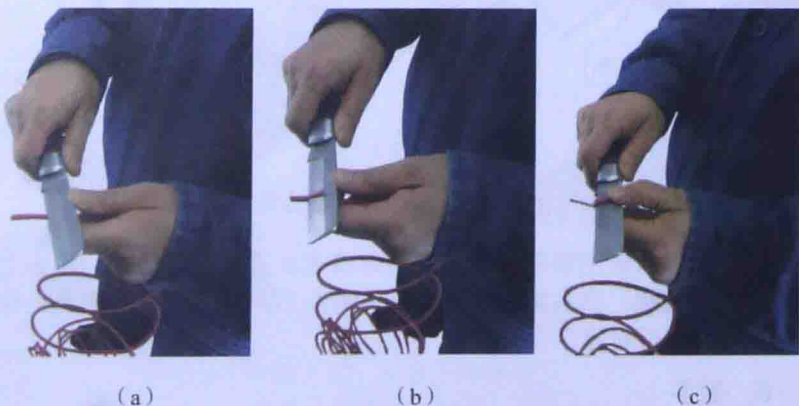


图 1-8 用电工刀剥削绝缘层

使用注意事项

- (1) 使用电工刀时应注意避免伤手，不得传递未折进刀柄的电工刀。
- (2) 电工刀用毕，随时将刀身折进刀柄。
- (3) 电工刀刀柄无绝缘保护，不能带电作业。以免触电。

5. 电烙铁

电烙铁的外形如图 1-9 所示。电烙铁的规格是以其消耗的电功率来表示的,通常在 20 ~ 500W 之间。一般在焊接较细的电线时,用 50W 左右的;焊接铜板等板材时,可选用 300W 以上的电烙铁。

电烙铁用于锡焊时在焊接表面必须涂焊剂,才能进行焊接。常用的焊剂中,松香液适用于铜及铜合金焊件,焊锡膏适用于小焊件。氯化锌溶液可用于薄钢板焊件。

导线镀锡的方法如图 1-10 所示。将导线绝缘层剥除后,涂上焊剂焊,用电烙铁头给镀锡部位加热,见图 1-10 (a)。待焊剂熔化后,将焊锡丝放在电烙铁头上与导线一起加热,见图 1-10 (b),待焊锡丝熔化后再慢慢送入焊锡丝,直到焊锡灌满导线为止。镀锡前后导线对照见图 1-10 (c)。



图 1-9 电烙铁外形



图 1-10 导线镀锡的方法

板材焊接前应用砂布或锉刀等对焊接表面进行清洁处理,除去上面的脏物和氧化层,然后涂以焊剂。烙铁加热后,可分别在两焊点上涂上一层锡,再进行对焊。

6. 扳手

扳手又称扳子,分活扳手和死扳手(呆扳手或傻扳手)两大类,死扳手又分单头、双头、梅花(眼镜)扳手、内六角扳手、外六角扳手多种,如图 1-11 所示。

活扳手的使用方法如图 1-12 所示。将扳手打开,插入被扭螺丝,扭动涡轮靠紧螺丝,见图 1-12 (a)。按住涡轮,顺时针扳动手柄,螺丝就被拧紧,见图 1-12 (b)。

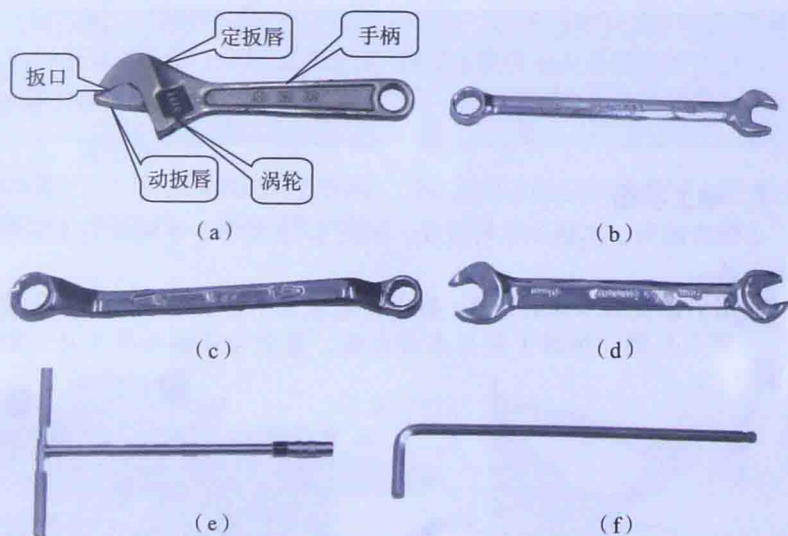


图 1-11 常用电工扳手

(a) 活扳手; (b) 两用扳手; (c) 梅花扳手; (d) 双头呆扳手;
(e) 外六角扳手; (f) 内六角扳手



图 1-12 活扳手的使用

使用注意事项

(1) 死扳手的口径应与被旋螺母(或螺母、螺杆等)的规格尺寸一致,对外六角螺母、螺帽等,小则不能用,大则容易损坏螺帽的棱角,使螺母变圆而无法使用。内六角扳手刚好相反。

(2) 活扳手旋动较小螺丝时,应用拇指推紧扳手的调节涡轮,防止卡口变大打滑。

(3) 使用扳手应注意用力适当, 防止用力过猛, 紧固时应适可而止, 否则可造成螺丝的损伤, 严重时会使其螺纹损坏而失去压紧作用。

7. 电工手锤

手锤由锤头、木柄和羊角组成, 如图 1-13 所示。手锤是电工常用的敲击工具。

使用手锤安装木榫的方法: 将木方削成大小合适的八边形, 先将木榫小头塞入孔洞, 用锤子敲打木榫大头, 直至与孔洞齐平为止, 如图 1-14 所示。



图 1-13 手锤外形



图 1-14 手锤使用方法

8. 手锯

手锯由锯弓和锯条两部分组成, 其外形如图 1-15 所示。通常的锯条规格为 300mm, 其他还有 200mm、250mm 两种。锯条的锯齿有粗细之分, 目前使用的齿距有 0.8、1.0、1.4、1.8mm 等几种。齿距小的细齿锯条适于加工硬材料和小尺寸工件以及薄壁钢管等。

手锯锯管的方法: 左手握住手柄, 右手握住锯弓, 锯条按在钢管上前后推拉, 就可锯断钢管, 如图 1-16 所示。

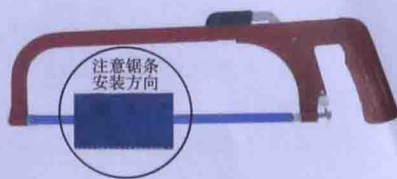


图 1-15 手锯外形



图 1-16 手锯使用方法

使用时锯条绷紧程度要适中。过紧时会因极小的倾斜或受阻而绷断；过松时锯条产生弯曲也易折断。装好的锯条应与锯弓保持在同一中心平面内，这对保证锯缝正直和防止锯条折断都是必要的。

9. 管子钳

管子钳的外形如图 1-17 所示。用来拧紧或松散电线管子上的束节或管螺母，使用方法如图 1-18 所示。

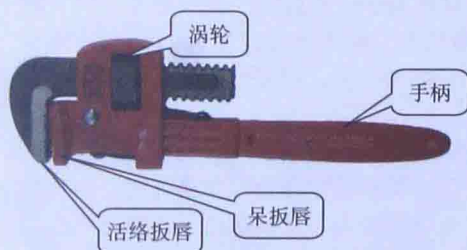


图 1-17 管子钳的外形



图 1-18 管子钳的使用方法

10. 电锤钻

电锤钻是一种手持方式工作的电钻，外形如图 1-19 所示，常用的是手枪式电锤钻，使用电源为 220V 或 36V。主要用于固定设施的钻孔和打孔。

使用电锤钻打孔的方法：两手握住手柄，钻头对准要打孔部位，垂直用力，就可打出需要的孔洞，如图 1-20 所示。



图 1-19 电锤钻外形



图 1-20 电锤钻使用方法

使用注意事项

(1) 使用电锤钻打孔, 工作过程中振动较大, 负载较重。因此, 使用前应检查各连接部紧固可靠性后才能操作作业。

(2) 在凿孔前, 必须探查凿孔的作业处内部是否有钢筋, 在确认无钢筋后才能凿孔, 以避免电锤钻的硬质合金刀片在凿孔中冲撞钢筋而崩裂刃口。

(3) 电锤钻在凿孔时应将电锤钻顶住作业面后再起动手操作, 以避免电锤钻空打而影响使用寿命。

(4) 电锤钻向下凿孔时, 只要双手分别握住手柄和辅助手柄, 利用其自重进给, 不需施加轴向压力; 向其他方向凿孔时, 只需施加 50 ~ 100N 轴向压力即可, 如果用力过大, 对凿孔速度及电锤钻的使用寿命反而不利。

(5) 电锤钻凿孔时, 电锤钻应垂直于作业面, 不允许电锤钻在孔内左右摆动, 以免影响成孔的尺寸和损坏电锤钻。在凿孔时, 应注意电锤钻的排屑情况, 要及时将电锤钻退出。反复掘进, 不要猛进, 以防止出屑困难而造成电锤钻发热磨损和降低凿孔效率。

(6) 对成孔深度有要求的凿孔作业, 可以使用定位杆来控制凿孔深度。

(7) 电锤钻在凿孔时, 尤其在由下向上和向侧面凿孔时必须戴防护眼镜和防尘面罩。

1.1.2 测量工具

1. 游标卡尺

游标卡尺的测量范围有 0 ~ 125mm、0 ~ 200mm、0 ~ 500mm 三种规格。主尺上刻度间距为 1mm, 副尺(游标)有读数值分别为 0.1mm、0.05mm、0.02mm。游标卡尺外形如图 1-21 所示。



图 1-21 游标卡尺外形