

21世纪高职高专规划教材 电气、自动化、应用电子技术系列

王晓光 郭瑞平 主 编
于会敏 副主编

电工技能实训



清华大学出版社

21世纪高职高专规划教材 电气、自动化、应用电子技术系列

电工技能实训

王晓光 郭瑞平 主 编
于会敏 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共分7章,按照工程类专业电工实践教学的基本要求编写,系统地讲述了大学生电工实践能力培养实训的内容。本书主要内容包括电工操作基本工艺、电工测量基础、安全用电、电工基础实验、电工综合实训、Multisim 仿真应用基础等。本书还安排了若干电工实训参考课题,方便学生实训和自学,可满足不同专业和不同学时教学要求。

本书适用于普通高等学校和各类成人教育工程类专业学生,也可作为“电工实验实习”课程教材,还可供从事电工的有关人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电工技能实训/王晓光,郭瑞平主编.--北京:清华大学出版社,2013

21世纪高职高专规划教材.电气、自动化、应用电子技术系列

ISBN 978-7-302-32149-1

I. ①电… II. ①王… ②郭… III. ①电工技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第083120号

责任编辑:刘翰鹏

封面设计:傅瑞学

责任校对:袁芳

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 装 者:三河市李旗庄少明印装厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:15.25

字 数:351千字

版 次:2013年8月第1版

印 次:2013年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:32.00元

前言

电工技能实训

随着国家经济的发展,社会对人才的培养提出了更高的期望,要求他们在掌握牢固理论知识的同时,多一些工程实践经验,因而其操作技能水平成为衡量学生水平高低最重要的要素之一。设法提高学生动手能力,提高其现场解决实际问题的能力,也就成为培养技术应用型人才的中心任务。因此,在理论教学的同时加强实践教学环节,在实践教学中培养学生分析问题、解决问题的能力以及创新思维能力,是一个着力探索与实践的课题。本书正是在此背景下,总结以往教学经验,借鉴其他高校的教学方法,编写了大量与实践有关的实训内容,学生可以通过实训提高其工程设计能力和训练水平。

本书共分7章,内容包括电工操作基本工艺、电工测量基础、安全用电、电工基础实验、电工综合实训、Multisim 仿真应用基础、电工实训参考课题等。本书系统地讲述了大学生电工实践能力培养实训的内容,在内容上力求做到由浅入深,突出实用性,文字上力求做到深入浅出,简明易懂。

本书由辽宁科技学院的王晓光、郭瑞平主编,于会敏任副主编,第1章、第3章、第7章及附录1由王晓光编写,第4章及附录2由郭瑞平编写,第5章由于会敏、白霞、韩召(辽宁科技学院)共同编写,第2章、第6章由大连海洋大学职业技术学院的卫广太编写。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏或不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2013年3月

目 录

电工技能实训

第 1 章 电工操作基本工艺	1
1.1 常用电工工具及使用	1
1.1.1 电工通用工具	1
1.1.2 电工专用工具	5
1.2 导线的连接与绝缘的恢复	6
1.2.1 导线的种类	7
1.2.2 剥离导线绝缘层	7
1.2.3 导线的连接	8
1.2.4 导线绝缘层的恢复	10
1.3 常用焊接工艺	10
1.3.1 焊接材料	10
1.3.2 焊接工具	11
1.3.3 焊接工艺	13
1.4 电工识图常识	14
1.4.1 电工识图的基本知识	15
1.4.2 电工识图的基本要求	15
1.4.3 电工识图的基本步骤	16
1.4.4 识图举例	17
1.5 常用电气元器件的选用	18
1.5.1 电阻器及电位器	18
1.5.2 电容器	22
1.5.3 电感器	25
第 2 章 电工测量基础	27
2.1 电工测量分类及测量误差	27
2.1.1 电工测量的分类	27
2.1.2 测量误差	28

2.2 常用的电工测量仪表	30
2.2.1 电工测量仪表的基础知识	30
2.2.2 电流表与电压表	32
2.2.3 万用表	39
2.2.4 钳形电流表	42
2.2.5 兆欧表	44
2.2.6 功率表	45
2.2.7 电度表	50
2.2.8 示波器	53
第3章 安全用电	55
3.1 触电	55
3.1.1 电流对人体的危害	55
3.1.2 触电类型	55
3.1.3 防止触电的保护措施	56
3.2 电气火灾与防火防爆	59
3.2.1 电气火灾和爆炸原因	59
3.2.2 电气火灾的特点	59
3.2.3 电气火灾的扑灭	59
3.2.4 电气防火防爆措施	60
3.3 防雷保护	60
3.3.1 雷电传播途径	60
3.3.2 雷电的几种防护方法	60
3.4 静电防护	62
3.4.1 静电的危害	62
3.4.2 静电的防护	62
3.5 安全用电注意事项和触电急救常识	63
3.5.1 安全用电注意事项	63
3.5.2 触电急救常识	63
第4章 电工基础实验	65
实验一 电路元件伏安特性曲线的测量	65
实验二 基尔霍夫定律的验证	67
实验三 戴维南定理的验证	69
实验四 交流参数的测定	71
实验五 日光灯电路及功率因数的提高	72
实验六 三相交流电路电压、电流的测量	74
实验七 三相电路有功功率和无功功率的测量	76

实验八 常用电子仪器仪表的使用	78
实验九 一阶 RC 电路的过渡过程	81
实验十 单相变压器参数的测试	84
实验十一 单级放大电路	86
实验十二 负反馈放大电路	90
实验十三 线性运算放大器	91
实验十四 整流、滤波、稳压电路	93
第 5 章 电工综合实训	96
实训一 常用电工工具、导线连接实训	96
实训二 常用电工仪表的使用	101
实训三 常用照明电路的安装	104
实训四 室内配线的基本操作	112
实训五 电度表的安装及使用	120
实训六 三相异步电动机的拆装	125
实训七 三相异步电动机定子绕组重绕	130
实训八 三相异步电动机的维护与检修	141
实训九 单相异步电动机故障分析与排除	146
实训十 小型变压器常见故障的检测	151
实训十一 常用低压电器的认识与使用	153
实训十二 电动机基本控制线路——全压启动	174
实训十三 电动机基本控制线路——限流启动	179
实训十四 电动机基本控制线路——制动控制电路	184
实训十五 电气原理图阅读与分析实训	189
实训十六 C650 型普通车床控制线路实训	192
第 6 章 Multisim 仿真应用基础	196
6.1 Multisim 简介	196
6.1.1 主要功能	196
6.1.2 主要特点	196
6.2 Multisim 的快速入门	196
6.2.1 Multisim 8 界面介绍	197
6.2.2 Multisim 8 快速入门	198
6.3 定制适合自己使用的工作界面和工作环境	199
6.3.1 定制自己的工作界面	199
6.3.2 定制电路图标题栏	200
6.3.3 放置各类元器件库	200
6.4 搭建电路及电路的编辑与说明	201

6.5 电子电路的测量——虚拟仪器、仪表的使用	205
6.6 图形观察分析窗口 Grapher View 的使用	213
6.7 电子电路的仿真分析方法	214
第7章 电工实训参考课题	223
附录1 常用电气图形符号和文字符号	226
附录2 常用低压电器参数表	228
参考文献	236

电工操作基本工艺

1.1 常用电工工具及使用

常用电工工具是指一般专业电工使用的工具。电工工具在电工安装和维修供配电路、电气设备时起到很重要的作用,电工的工作效率、工作质量和人身安全与电工能否熟悉和掌握电工工具的结构、性能、使用方法和规范操作有着直接的关系。所以对于电气操作人员,必须掌握常用电工工具的结构、性能和正确使用方法。

常用的电工工具种类繁多,用途广泛,按其适用范围可分为两大类:电工通用工具和电工专用工具。

1.1.1 电工通用工具

电工通用工具是指专业电工经常使用的工具,包括钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、验电器、电工刀、螺丝刀、扳手等。

1. 钢丝钳

钢丝钳又称磕丝钳,是最常用的电工工具之一,在电工作业时,用途广泛。电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成,钳头部分包含钳口、齿口、刀口、侧口。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;侧口可用来剪切导线线芯、钢丝等较硬线材。钳柄部分套有绝缘套。使用钳子时用右手操作。将钳口朝内侧,便于控制钳切部位,用小指伸在两钳柄中间以抵住钳柄,张开钳头,这样分开钳柄灵活。

使用钢丝钳时的注意事项如下:

(1) 电工在使用钢丝钳之前,必须保证绝缘手柄的绝缘性能良好,以保证带电作业时的人身安全。

(2) 用钢丝钳剪切带电导线时,严禁用刀口同时剪切相线和零线,或同时剪切两根相线,以免发生短路事故。

(3) 切勿把钳子当锤子使用。

(4) 钳子的绝缘套耐压值为 500V,有了它可以带电剪切电线。使用中切忌乱扔,以免损坏绝缘套。

(5) 根据不同用途,选用不同大小规格的钢丝钳,电工常用的钢丝钳有 150mm、175mm、200mm 及 250mm 等多种规格。

2. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细,适用于在狭小的空间操作。钳头用于夹持较小螺钉、垫圈、导线和把导线端头弯曲成所需形状,小刃口用于剪断细小的导线、金属丝等。尖嘴钳规格通常按其全长分为 130mm、160mm、180mm、200mm 共 4 种。

尖嘴钳手柄套有绝缘耐压 500V 的绝缘套。使用注意事项与钢丝钳相同。

用尖嘴钳弯导线接头的操作方法是:先将线头向左折,然后紧靠螺杆依顺时针方向向右弯即可。

尖嘴钳稍加改制,可作剥线尖嘴钳。方法是:用电钻在尖嘴钳剪线用的刀刃前端钻 0.8mm、1.0mm 两个槽孔,再分别用 1.2mm、1.4mm 的钻头稍扩一下(注意:别扩穿了),使这两个槽孔有一个薄薄的刃口。这样一个既能剪线又能剥线的尖嘴钳就改成了!

3. 斜口钳

斜口钳其头部为扁斜,钳柄采用绝缘柄,专用于剪断较粗的金属丝、电线电缆等,对粗细不同、硬度不同的材料,应选用大小合适的斜口钳。

4. 剥线钳

剥线钳为内线电工、电机修理、仪器仪表电工常用的工具之一。它适宜于塑料、橡胶绝缘电线、电缆芯线的剥皮。

剥线钳是专用于剥削细小(直径 3mm 及以下)绝缘导线的塑料或橡胶绝缘层的工具。它由钳口和手柄两部分组成。剥线钳钳口分有 0.5~3mm 的多个直径切口,与不同规格线的芯线直径相匹配,切口过大难以剥离绝缘层,切口过小会切断芯线。剥线钳也装有绝缘套。

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,然后一松,导线的绝缘层即被剥离。

5. 验电器

(1) 低压验电器

低压验电器(试电笔)是检验导线、电器和电气设备是否带电的一种常用工具,检测范围为 60~500V。

低压验电器由笔尖、压电电阻、氖管、弹簧和笔尾金属体等部分组成。低压验电器的使用方法如下。

使用时,手指触其尾部金属体,氖管背光朝向使用者,以便验电时观察氖管发光情况。

当用电笔测试带电体时,电流经带电体、电笔、人体及大地形成通电回路,只要带电体与大地之间的电位差超过 60V 时,电笔中的氖管就会发光。

低压验电器使用注意事项如下:

① 低压验电器使用前应在确有电源处测试检查,确认验电器确实良好后方可使用。

② 验电时应将电笔逐渐靠近被测体,直至氖管发光,不可直接接触被测体。只有在氖管不发光时,并在采取防护措施后,才能与被测物体直接接触。

③ 验电时,手指必须触及笔尾的金属体,否则带电体也会误判为非带电体。

④ 验电时,要防止手指触及笔尖的金属部分,以免造成触电事故。

(2) 高压验电器

高压验电器又称高压测电器,有发光型高压验电器、声光型高压验电器之分。发光型高压验电器由握柄、护环、紧固螺钉、氖管窗、氖管和金属探针等几部分组成。用时,应特别注意的是,手握部位不得超过护环,还应戴好绝缘手套。

高压验电器使用注意事项如下:

① 使用高压验电笔验电时,应一人测试,一人监护。

② 测试人必须戴好符合耐压等级的绝缘手套。

③ 测试时要防止发生相间或对地短路事故,人体与带电体应保持足够的安全距离。10kV 以下的电压安全距离为 0.7m 以上。

④ 在雪、雨、雾及恶劣天气情况下不宜使用高压验电笔,以避免发生危险。

⑤ 验电器应每半年进行预防性试验。

6. 电工刀

电工刀是用来切割和剖削电工器材的常用工具。

由于电工刀的刀口是单面呈弧形的,刀刃部分比较锋利。所以使用电工刀时一定要注意以下事项。

(1) 刀口应朝外部切削,切忌面向人体切削。

(2) 剖削导线绝缘层时,应使刀面与导线成较小的锐角,用刀刃的圆角抵住线芯,刀口向外推,以避免割伤线芯。

(3) 电工刀刀柄无绝缘保护,不能接触或剖削带电导线及器件。

(4) 新电工刀刀口较钝,应先开启刃口然后再使用。

(5) 电工刀使用后应随即将刀身折进刀柄,注意避免伤手。

7. 螺丝刀

螺丝刀又称起子或改锥,是用来紧固或拆卸带槽螺钉的常用工具。螺丝刀按头部形状的不同,可分为一字形和十字形两种。另外还有组合式螺丝刀,它是一个绝缘手柄,配有多种规格的一字头和十字头,可以方便更换,具有较强的灵活性,适合紧固和拆卸多种不同的螺钉。

螺丝刀是电工最常用的工具。使用螺丝刀应选择带绝缘手柄的,其头部形状和尺寸应与螺钉尾槽的形状和大小相匹配,严禁用小螺丝刀拧大螺钉,或用大螺丝刀拧小螺钉,更不能当凿子使用。

使用螺丝刀时的注意事项如下:

(1) 使用前先检查绝缘是否良好,不可使用金属杆直通柄顶的螺丝刀,以避免触电事故的发生。

(2) 用螺丝刀拆卸或紧固带电螺栓时,手不得触及螺丝刀的金属杆,以免发生触电事故。

(3) 为避免螺丝刀的金属杆触及邻近带电体时手指碰触金属杆,电工用螺丝刀应在螺丝刀金属杆上穿套绝缘管。

(4) 螺丝刀较大时,除大拇指、食指和中指要夹住握柄外,手掌还要抵住柄的末端以

防旋转时滑脱。

(5) 螺丝刀较小时,用大拇指和中指夹着握柄,同时用食指抵住柄的末端用力旋动。

(6) 螺丝刀较长时,用右手压紧手柄并转动,同时左手握住起子的中间部分(不可放在螺钉周围,以免将手划伤),以防止起子滑脱。

(7) 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。

8. 扳手

扳手是用于螺纹连接的一种手动工具,种类和规格很多。有活动扳手和其他常用扳手。

(1) 活动扳手

活动扳手又叫活扳手,是一种用来旋紧或拧松有角螺丝钉或螺母的专用工具。它由头部和柄部组成。头部由活动扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮和轴销等组成。电工常用的有200mm、250mm、300mm共3种,使用时应根据螺母的大小选配。使用时,右手握手柄,手越靠后,扳动起来越省力。

扳动小螺母时,因需要不断地转动蜗轮,调节扳口的大小,所以手应握在靠近呆扳唇处,并用大拇指调制蜗轮,以适应螺母的大小。

活动扳手的扳口夹持螺母时,呆扳唇在上,活动扳唇在下。活动扳手切不可反过来使用。

在扳动生锈的螺母时,可在螺母上滴几滴煤油或机油,这样就好拧动了。

在拧不动时,切不可采用钢管套在活动扳手的手柄上来增加扭力,因为这样极易损伤活动扳唇。不得把活动扳手当锤子用。

(2) 其他常用扳手

电工还经常用到开口扳手(亦叫呆扳手)。它有单头和双头两种,其开口是和螺钉头、螺母尺寸相适应的,并根据标准尺寸做成一套。

整体扳手有正方形、六角形、十二角形(俗称梅花扳手)。其中梅花扳手在农村电工中应用颇广,它只要转过 30° ,就可改变扳动方向,所以在狭窄的地方工作较为方便。

套筒扳手是由一套尺寸不等的梅花筒组成,使用时用弓形的手柄连续转动,工作效率较高。当螺钉或螺母的尺寸较大或扳手的工作位置很狭窄,就可用棘轮扳手。这种扳手摆动的角度很小,能拧紧和松开螺钉或螺母。拧紧时作顺时针转动手柄。方形的套筒上装有一只撑杆。当手柄向反方向扳回时,撑杆在棘轮齿的斜面中滑出,因而螺钉或螺母不会跟随反转。如果需要松开螺钉或螺母,只需翻转棘轮扳手朝逆时针方向转动即可。

六角扳手用于装拆大型六角螺钉或螺母,外线电工可用它装卸铁塔之类的钢架结构。内六角扳手用于装拆内六角螺钉。常用于某些机电产品的拆装。

测力扳手有一根长的弹性杆,其一端装着手柄,另一端装有方头或六角头,在方头或六角头套装一个可换的套筒用钢珠卡住。在顶端还装有一个长指针。刻度板固定在柄座上,每格刻度值为1牛顿(或千克/米)。当要求一定数值的旋紧力,或几个螺母(或螺钉)需要相同的旋紧力时,则用这种扳手。

梅花扳手,俗称眼睛扳手,用于拆装六角螺母或螺栓。拆装位于稍凹处的六角螺母或螺栓特别方便。

1.1.2 电工专用工具

1. 手电钻

手电钻是一种头部装有钻头、内部装有单相电动机、靠旋转来钻孔的手持电动工具,它有普通电钻和冲击电钻两种。普通电钻装上通用麻花钻仅靠旋转能在金属上钻孔。冲击电钻采用旋转带冲击的工作方式,一般带有调节开关。当调节开关在旋转无冲击即“钻”的位置时,其功能如普通电钻;当调节开关在旋转冲击即“锤”的位置时,装有硬质合金的钻头便能在混凝土和砖墙等建筑物构件上钻孔。通常可钻直径为6~16mm。

使用手电钻时的注意事项如下:

(1) 作业前检查其绝缘是否完好,有无漏电现象,开关是否灵敏可靠。并应戴好绝缘手套,在干燥处使用电钻,穿上胶鞋或脚踏在橡皮垫或干燥的木板上进行操作,以确保操作人员的人身安全。

(2) 电钻外壳必须有接地线或者接中性线保护。

(3) 装夹钻头用力适当,使用前应空转几分钟,待转动正常后方可使用。钻头必须卡紧,大型电钻必须用双手扶把,钻杆要垂直,钻孔接近完成时应轻压电钻,防止卡钻或扭断钻头。

(4) 由底部向上部钻孔时应用手或杠杆顶托钻把,不得用肩扛顶托钻把;向下钻孔时,不得用脚扶钻头,脚必须离钻20cm以外。

(5) 电钻工作中应用钻把调整对准孔位,不得手扶钻头对孔。

(6) 使用当中如发现电钻漏电、震动、高热或有异响时,应立即停止工作,找电工检查修理。

(7) 电钻导线要保护好,严禁乱拖防止轧坏、割破。更不准把电线拖到油水中,防止油水腐蚀电线。

(8) 电钻未完全停止转动时,不能卸、换钻头。

(9) 如用力压电钻时,必须使电钻垂直工件,而且固定端要特别牢固。

(10) 停电、休息或离开工作地时,应立即切断电源,收好导线。

(11) 胶皮手套等绝缘用品,不许随便乱放。工作完毕时,应将电钻及绝缘用品一并放到指定地方。

使用冲击钻时的注意事项如下:

(1) 长期搁置不用的冲击钻,再次使用前必须用500V兆欧表测定对地绝缘电阻,其值应小于0.5MΩ。

(2) 钻孔时应使钻头缓慢接触工件,不得用力过猛,折断钻头,烧坏电机。

(3) 在钻孔时遇到坚硬物体不能加过大压力,以防钻头过火或冲击钻因过载而损坏。

(4) 冲击钻因故突然堵钻时,应立即切断电源。

(5) 在钻孔过程中应经常把钻头从钻孔中抽出以便排出钻屑。

(6) 中途更换新钻头,沿原孔洞进行钻孔时,不要突然用力,防止折断钻头发生意外。

(7) 登高或在防爆区域内使用必须采取相应防护措施以取得许可证后方可施工。

2. 拆卸器

拆卸器是拆装皮带轮、联轴器及轴承的专用工具。用拆卸器拆卸皮带轮(或联轴器)

时,应首先将紧固螺栓或销子松脱,并摆正拆卸器,将丝杆对准电机轴的中心,慢慢拉出皮带轮。若拆卸困难,可用木槌敲击皮带轮外圆和丝杆顶端,也可在支头螺栓孔注入煤油后再拉。如果仍然拉不出来,可对皮带轮外表加热,在皮带轮受热膨胀而轴承尚未热透时,将皮带轮拉出来。切忌硬拉或用铁锤敲打。加热时可用喷灯或气焊枪,但温度不能过高,时间不能过长,以免造成皮带轮损坏。

3. 游标卡尺

(1) 游标卡尺的使用方法

使用前应检查游标卡尺是否完好,游标零位刻度线与尺身零位刻度线是否重合。测量外尺寸时,应将两外测量爪张开到稍大于被测件。测量内尺寸时,则应将两内测量爪张开到稍小于被测件,并将固定量爪的测量面贴紧被测件,然后慢慢轻推游标使两测量爪的测量面紧贴被测件,拧紧固定螺钉,读数。

(2) 游标卡尺的读数方法

读数时,首先从游标的零位线所对尺身刻度线上读出整数的毫米值,再从游标上刻度线与尺身刻度线对齐处读出小数部分的毫米值,将两数值相加即为被测件的测量游标卡尺读数。

游标卡尺使用完毕,应擦拭干净。长时间不用时,应涂上防锈油保管。

4. 塞尺

塞尺又称测微片或厚薄规。它主要用于检验两相关配合表面之间或与其他量具配合检验零件相关平面间的间隙误差。

在电器调试与检修过程中,特别是高精度的机电一体化设备中,调整电磁制动器制动轮与制动瓦之间的间隙等,都需要使用塞尺。

使用前必须先清除塞尺和工件上的污垢与灰尘。使用时可用一片或数片重叠插入间隙,以稍感拖滞为宜。测量时动作要轻,不允许硬插,也不允许测量温度较高的零件。使用完毕应清除污物,保持清洁,放回护罩,妥善保存。

5. 手动压接钳

用压接钳对导线进行冷压接时,应先将导线表面的绝缘层及油污清理干净,然后将两根需要压接的导线头对准中心,在同一轴上,然后用手扳动压接钳的手柄,压2~3次。铝—铜接头应压3~4次。国产LTY型手动压接钳可以压接直径为1.3~3.6mm的铝—铝导线和铝—铜导线。

1.2 导线的连接与绝缘的恢复

安装与检修线路时,经常需要把一根导线与另一根导线连接起来,或把导线端头固定于电气设备上,这些连接点通常称为接头。导线的接头是线路的薄弱环节,导线的连接质量关系到线路和电气设备运行的可靠性和安全程度。导线线头的连接处要有良好的电接触、足够的机械强度、耐腐蚀及接头美观。很多电气故障是由于导线连接不规范、不可靠引起导线发热、线路压降过大,甚至断路。因此,杜绝线路隐患,保障线路畅通与导线的连接工艺和质量有非常密切的关系。导线的连接方法很多,有铰接、焊接、压接和螺栓连接

等,各种连接方法适用于不同导线及不同的工作地点。导线连接无论采用哪种方法,都不外乎下列4个步骤:剥离绝缘层、导线线芯连接、接头焊接或压接、恢复绝缘。

1.2.1 导线的种类

(1) 按导线材质分,常用导线有铜导线和铝导线。铜导线电阻率小,导电性能较好;铝导线电阻率比铜导线稍大些,但价格低,应用也较广泛。

(2) 按导线线芯数量分,导线有单股和多股两种,一般截面积在 6mm^2 及以下为单股线;截面积在 10mm^2 及以上为多股线。多股线是由几股或几十股线芯绞合在一起形成一根的,有7股、19股、37股等。

(3) 按导线的软硬分,导线又分软线和硬线。

(4) 按导线的导电性分,导线还分裸导线和绝缘导线,绝缘导线有电磁线、绝缘电线、电缆等多种。常用绝缘导线在导线线芯外面包有绝缘材料,如橡胶、塑料、棉纱、玻璃丝等。

1.2.2 剥离导线绝缘层

在连接前,必须先剥离导线绝缘层,要求剥离后的芯线长度必须适合连接需要,不应过长或过短,且不应损伤芯线。

1. 塑料硬线绝缘层的剥离

塑料硬线绝缘层的剥离有如下两种方法。

(1) 用钢丝钳剥离塑料硬线绝缘层。线芯截面积 4mm^2 及以下的塑料硬线,一般可用钢丝钳剥离,方法为按连接所需长度,用钳头刀口轻切绝缘层,用左手捏紧导线,右手适当用力捏住钢丝钳头部,然后两手反向同时用力即可使端部绝缘层脱离芯线。在操作中注意,不能用力过大,切痕不可过深,以免伤及线芯。

(2) 用电工刀剥离塑料硬线绝缘层,按连接所需长度,用电工刀以 45° 倾斜切入塑料绝缘层,使刀口刚好削透绝缘层而不伤及线芯,然后压下刀口,夹角改为约 15° 后扎刀身向线端推削,把余下的绝缘层从端头处与芯线剥开,接着将余下的绝缘层扳翻至刀口根部后,再用电工刀切齐。

2. 塑料软线绝缘层的剥离

塑料软线绝缘层剥离除用剥线钳外,仍可用钢丝钳直接剥离截面为 4mm^2 及以下的导线。方法与用钢丝钳剥离塑料硬线绝缘层时相同。塑料软线不能用电工刀剥离,因其太软,线芯又由多股铜丝组成,用电工刀极易伤及线芯。软线绝缘层剥离后,要求不存在断股(一根细芯线称为一股)和长股(即部分细芯线较其余细芯线长,出现端头长短不齐)现象。否则应切断后重新剥离。

3. 塑料护套线绝缘层的剥离

塑料护套线只有端头连接,不允许进行中间连接。其绝缘层分为外层的公共护套层和内部芯线的绝缘层。公共护套层通常都采用电工刀进行剥离。常用方法有两种:一种方法是用刀口从导线端头两芯线夹缝中切入,切至连接所需长度后,在切口根部割断护套层。另一种方法是按线头所需长度,将刀尖对准两芯线凹缝划破绝缘层,将护套层向后扳翻,然后用电工刀齐根切去。

芯线绝缘层的剥离与塑料绝缘硬线端头绝缘层剥离方法完全相同,但切口相距护套层长度应根据实际情况确定,一般应在 10mm 以上。

4. 花线绝缘层的剥离

花线的结构比较复杂,多股铜质细芯线先由棉纱包扎层裹捆,接着是橡胶绝缘层,外面还套有棉织管(即保护层)。剥离时先用电工刀在线头所需长度处切割一圈拉去,然后在距离棉织管 10mm 左右处用钢丝钳按照剥离塑料软线的方法将内层的橡胶层勒去,将紧贴于线芯处棉纱层散开,用电工刀割去。

5. 橡胶软电缆绝缘层的剥离

用电工刀从端头任意两芯线缝隙中割破部分护套层,然后把割破已分成两片的护套层连同芯线(分成两组)一起进行反向分拉来撕破护套层,直到所需长度,再将护套层向后扳翻,在根部分别切断。

橡胶软电缆一般作为田间或工地施工现场临时电源馈线,使用机会较多,因而受外界拉力较大,所以护套层内除有芯线外,尚有 2~5 根加强麻线。这些麻线不应在护套层切口根部剪去,应扣结加固,余端也应固定在插头或机具内的防拉板中。芯线绝缘层可按塑料绝缘软线的方法进行剥离。

6. 铅包线护套层和绝缘层的剥离

铅包线绝缘层分为外部铅包层和内部芯线绝缘层。剥离时先用电工刀在铅包层上切下一个刀痕,再用双手来回扳动切口处,将其折断,将铅包层拉出来。内部芯线绝缘层的剥离与塑料硬线绝缘层的剥离方法相同。

1.2.3 导线的连接

1. 对导线连接的基本要求

- (1) 接触紧密,接头电阻小且稳定性好。不应大于相同长度导线的电阻。
- (2) 导线接头的机械强度应不小于导线机械强度的 80%。
- (3) 耐腐蚀。对于铝与铝连接,如采用熔焊法,主要防止残余熔剂或熔渣的化学腐蚀。

对于铝与铜连接,主要防止电化腐蚀。在接头前后要采取措施,避免这类腐蚀的存在。否则,在长期运行中接头有发生故障的可能。

2. 导线连接方法

(1) 铝导线的连接方法

① 机械冷压接法。此法对单股铝导线的连接使用广泛,不仅可用于单芯线、多芯线,也可用于导线和电缆。它的原理是:使用冷拔的无缝铝套管和专用压接钳,利用压接钳的压力将套管压在线芯上,使套管和导线之间产生应力,达到紧密结合,从而形成良好导电通路的目的。根据压接方式的不同,机械冷压法又分为全部挤压法(又称环压式)和局部冷压法。前者用特制压接钳将套管连同插入管中的线芯一并压制成为六角形,一般用于大截面线芯(可达 50mm^2)线路的连接;后者也是用特制的压接钳,在线芯插入套管后,在套管表面局部有选择地压制成为一些坑(槽),比之前者目前用得更普遍。一般用于较小截面(10mm^2 以下)线路的连接。机械冷压接法的方法和主要要求如下:

- a. 将线路连接端的绝缘层剥去,其长度应为套管长度的一半加 5mm。

b. 洗去线芯导体上和套管内壁的油污,再用砂布和小钢丝刷将导体和管内壁的氧化除去,再涂上凡士林锌粉膏(或其他防氧化、降温导电膏)。

c. 将线芯插入套管内,端头必须顶到套管的中心位置,线芯外径与套管内径应配合紧密,不得折弯、剪掉线芯或另用线芯填充。

d. 压接时,对全部挤压法必须根据套管截面大小不同,压制到相应规定的尺寸;对局部挤压法,必须先根据套管长度不同,选择相应数量的压坑,而后根据套管截面大小选择压坑深度,同时压接时应先压套管两端,每个坑必须一次压完,不得中途退出,压制后不得有裂纹。

② 锡焊(钎焊)连接法。此法多用于较大截面铝线芯连接。其方法和要求如下:

a. 先配好熔结焊料。

b. 去掉线路连接端头导体绝缘,并除去导体油污及氧化层,清理出金属光泽。

c. 用电烙铁对导体搪焊料,应边搪边摩擦,才能使焊料紧粘导体上,助焊剂应使用焊锡膏,不宜使用酸性焊剂。

d. 将搪过焊料的线头搭叠起来,然后把两线头分别在另一导线上缠绕三圈,余线剪掉。

e. 搭接好后,用电烙铁沿整个接头沟槽搪满焊料,应使所搪焊料均匀密实。冷却后,立即把接头擦净,然后涂上一层速干性沥青漆,再包扎恢复导线绝缘。

③ 电阻焊连接法。此法常用于两根以上的单芯铝导线并联连接。方法和要求是:把连接端头绝缘去掉 20~30mm,再把端头并齐绞合起来用钳子剪齐,保留 20~25mm 的长度,在接头处涂少量助焊剂,就可进行焊接。

④ 气焊连接法。此法多用于大截面导线连接。方法和要求如下。先将连接端头去掉一段绝缘,16mm² 的导线去掉 60mm,35mm² 去掉 80mm,70mm² 去掉 100mm。焊前应把两根裸导线头靠近绝缘层部分缠以浸过水的石棉绳,并用铁丝把两根导线绑在一起,当加热到导体熔点时(一般用高压喷灯),把助焊剂涂上,借助助焊剂的填充和搅拌作用,使连接处端面的金属线芯焊接在一起。接头焊好后,要立即清除残渣和助焊剂(可趁热用棉纱沾水把接头擦干净)。

(2) 铜导线的连接方法

铜导线由于其物理、化学、导电性能优于铝导线,其连接方法除可采用与上述铝线连接的相同方法外,还可采用下列方法。

① 铰接法。此法多用于 2.5mm² 以下单芯线的两根“对接”和 3 根“丁字”、4 根“十字”连接。

当“对接”时,要求两根导线连接中部共绞合 3 圈以上,两线端头各自在另一根导线上单绞 5 圈以上,同时要求铰接后端头距绝缘层留出 10mm 的间隙。

当“丁字”型连接时,则要求连接的线头在被搭接导线上绞 5 圈以上,3 端头距绝缘层也要有 10mm 间隙。

当“十字”型连接时,4 根连接线头要在被搭接线上各绞 5 圈以上,连接后 4 个端头也要留有 10mm 间隙。

② 缠卷法。此法通常用于 4mm² 以下的单芯线对接,形式和要求为将被接两线头及一根同质同截面裸导体重叠在一起(裸导体夹于两线头中部),用小于被接导线截面的细