

城乡电工技能培训教材

主编 孙成宝

内线安装检修

成仲良 编



中国电力出版社

城乡电工技能培训教材

主编 孙成宝

内线安装检修

成仲良 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是城乡电工技能培训教材之一。全书共分十一章,主要内容有:电工基本操作技能;室内布线;照明装置;室内配电装置;变压器安装与检修;电动机的安装;电气仪表及计量;无功补偿和并联电容器;电力电缆;电气安全技术与防火;防雷、接地及接零等。每章后均有复习题配合学习。

本书能很好地满足城乡电工、建筑电工、工矿企业电工、乡电管站电工、乡村电工技能培训的需要,对从事内线工作的工程技术人员亦有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

内线安装检修/孙成宝主编,成仲良编.-北京:中国电力出版社,1998.9

城乡电工技能培训教材

ISBN 7-80125-844-4

I. 内… II. ①孙… ②成… III. ①输电导线, 室内-安装-技术培训-教材 ②输电导线, 室内-检修-技术培训-教材 N. TM756

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 26784 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999 年 1 月第一版 1999 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 13 印张 286 千字

印数 0001—5300 册 定价 15.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

国家电力公司农电发展局

关于征订《城乡电工技能 培训教材》的通知

农电[1998]18号

各网、省电力局农电局(处):

为提高城乡电工技术素质,原电力工业部曾就开展电力工人岗位培训工作进行了部署,先后颁发了《电力工人技术等级标准》和《电力供应与使用条例》等有关标准和规范。为继续作好岗位培训工作,中国电力出版社编写出版了《城乡电工技能培训教材》丛书。本套教材突出电力行业各个岗位的培训特点,可作为全国城乡电工技能培训的教材。

本套教材将于1998年11月由中国电力出版社出版发行,希望各单位认真做好征订发行工作。

国家电力公司农电发展局

一九九八年八月十二日

序

大力开展电工技能培训,提高城乡电工的工作能力和操作技能,是电力教育培训的内容之一,也是提高劳动生产率和工作效率的重要手段。而技能培训教材的建设,是搞好培训、提高人员素质、直接为生产服务的一项重要基础工作。

随着电力事业的发展,电力系统容量的增加,城乡供用电户不断增多,新型供用电技术和设备不断涌现,对城乡电工提出更高要求。为了适应城乡电力供应安全经济运行的需要,提高城乡电工的技术素质和管理水平,由国家电力公司农电发展局和中国电力出版社共同组织编写出版了《城乡电工技能培训教材》,是城乡电工技能培训工作的一件大事。

《城乡电工技能培训教材》具有很丰富的内容。首先,本套教材的编写依据,是部颁《电力工人技术等级标准》、《电力供应与使用条例》以及有关电力生产岗位规范和国家、电力行业标准。其二,以操作技能为主线,强调实用性,从电力供应与使用实际需要和电工实际水平出发,进行设计、编写的,因此不仅适用于具有初中及以上文化程度、没有经过系统专业培训的城乡电工,而且对现场工程技术人员也有参考价值。其三,在本套教材编写、出版工作中,组织了全国基层

20 多位专家和技术人员,他们有丰富的实际经验,并具有一定的技术水平。另外,作为全国首批认定的 15 家优秀出版社之一的中国电力出版社,领导亲自挂帅,组织了 10 余位编辑班子,精心策划,全面指导,精雕细刻,因此其质量是高的。

本套教材突出电力行业和技能培养特点,针对性、适应性强,是全国城乡电工技能培训的理想教材。它的出版发行,必将对我国城乡电工培训工作的有效开展和素质提高,起推动作用。

国家电力公司农电发展局局长

杨洪义

1998 年 7 月 4 日

前 言

本书是根据《电力工人技术等级标准 [城镇 (农村) 工矿企业电气部分]》编写的教材。适合于为正在城镇 (农村) 工矿企业从事内线安装检修的电工上岗、转岗、晋级等提供技能培训的教材。工矿企业和乡镇中从事电工作业人员, 是电网末端电力使用第一线的特殊作业人员, 他们的工作是全系统安全保证的一部分, 是供用电事业中的生力军, 也是电力部门联系广大用户, 传递电力技术和信息的桥梁。他们在电力战线上发挥着相当重要作用。当前全国工矿企事业和农村中, 约有数百万电工, 他们工作质量的好坏, 直接影响到电力供应的安全及广大人民群众生命财产的安全。对这些基层工作者, 进行技能培训, 以严格工艺标准为准则, 从严要求, 以保证供用电安全, 是我们每个电业工作者的愿望。为此, 本书从实际工艺标准的角度介绍内线电工在安装与检修方面的技能, 以提高电工的技能水平。本书共分十一章, 分为电工基本操作技能、室内布线、照明装置的安装, 室内配电装置的安装及检修, 变压器的安装与检修, 电动机的安装与检修, 以及电气仪表, 无功补偿, 电力电缆, 电气安全技术与防火、防雷、接地与接零。本书以实际技能为主, 以便使广大城乡电工易接受, 易掌握。由于篇幅受限, 有深造的愿望的广大读者, 可多参考一些单科技术书籍。

· 编 者

1998 年 9 月

目 录

序言

前言

第一章 电工基本操作技能 1

- 第一节 电工工具及防护用具 1
- 第二节 电工安全知识 13
- 第三节 导线连接与封端的操作工艺 22
- 复习题 39

第二章 室内布线 40

- 第一节 室内布线的要求与方法 40
- 第二节 导线的敷设与固定 43
- 第三节 导线的选择 64
- 第四节 进户、接户、量电配电 71
- 第五节 车间配电线施工工序 89
- 复习题 101

第三章 照明装置 103

- 第一节 电气照明的技术要求 103
- 第二节 照明装置的安装 109
- 第三节 照明装置常见故障及处理 131
- 复习题 137

第四章 室内配电装置 139

- 第一节 室内配电装置的布置形式 139
- 第二节 电气设备的安装与检修 141
- 第三节 低压电器的安装与维修 158
- 第四节 高低压成套配电装置 204
- 复习题 223

第五章	变压器安装与检修	225
第一节	变压器的安装	225
第二节	配电变压器的检修与试验	232
第三节	干式变压器与密封变压器	244
第四节	变压器油的技术要求	246
复习题		248
第六章	电动机的安装	249
第一节	电动机技术参数的选择	249
第二节	电动机的安装	253
第三节	电动机的起动装置	259
第四节	电动机的故障检测	268
第五节	电动机常用控制电路及保护方法	272
复习题		281
第七章	电气仪表及计量	282
第一节	电气仪表的分类	282
第二节	电气仪表的使用	284
第三节	电能表与电能计量	305
复习题		320
第八章	无功补偿和并联电容器	321
第一节	无功补偿方法	321
第二节	并联电容器安装	330
复习题		334
第九章	电力电缆	335
第一节	电力电缆的种类及敷设	335
第二节	电力电缆头的制作工艺与电缆的连接	342
第三节	电力电缆的试验	352
复习题		358

第十章 电气安全技术与防火	359
第一节 电气作业的安全措施	359
第二节 漏电保护器	361
第三节 电气设备火灾的预防	370
复习题	376
第十一章 防雷、接地与接零	377
第一节 防雷及防雷装置	377
第二节 接地及接零	387
第三节 接地装置的安装与维护	395
复习题	403

第一章 电工基本操作技能

第一节 电工工具及防护用具

一、电工工具

1. 试电笔

常用的试电笔有钢笔式和螺丝刀式两种。试电笔是用来检查低压导体和电气设备外壳是否带电的工具，检测电压范围为 $60\sim 500\text{V}$ 。它的前端是金属探头，内部依次接氖泡、安全电阻和弹簧。弹簧一端与外部的金属件接触，另一端压紧氖泡。使用时用探头接触带电体，手接触金属件，氖泡发出红光，表示有电，如图 1-1 所示。使用试电笔前一定要在确认带电的物体上检查试电笔确实完好无损。

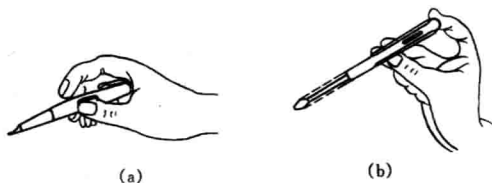


图 1-1 试电笔的使用方法

(a) 钢笔式；(b) 螺丝刀式

此外，还有一种新型试电笔，它根据电磁感应原理，采用微型晶体管作机芯，并以发光二极管显示。它的特点是，测试时不必直接接触带电体，只要靠近带电体就能显示红光，并

且还能利用它来检查导线的断线地点。检查时将试电笔沿导线移动，红光熄灭处即为导线的断点。

2. 螺丝刀

螺丝刀的头部有一字形和十字形两种。一字形螺丝刀的规格有 100、150、200、300mm 和 400mm 多种。十字形螺丝刀的规格用刀体长度和十字槽规格表示，以配合不同槽型的螺钉使用。握柄有木质柄和塑料柄两种。塑料柄具有较好的绝缘性能。不可使用金属杆直通柄顶的螺丝刀，以避免金属杆触及皮肤或相邻的带电体，螺丝刀的金属杆上套绝缘套管。螺丝刀的外形如图 1-2 所示。

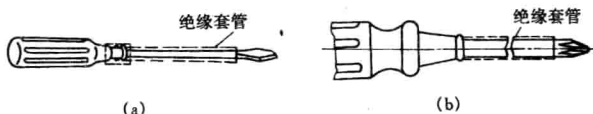


图 1-2 螺丝刀外形

(a) 平口螺丝刀；(b) 十字口螺丝刀

3. 钢丝钳

钢丝钳是夹钳和剪切工具，钢丝钳的功能较多，钳口用来弯绞或钳夹导线线头，齿口用来紧固或旋松螺母，刀口用来

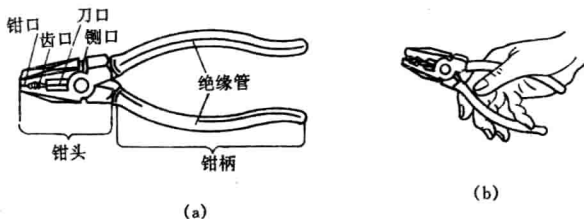


图 1-3 钢丝钳外形

(a) 构造；(b) 钢丝钳的握法

来剪切导线或剥导线绝缘层，铡口用来铡切电线线芯、钢丝和铅丝等较硬的金属。钳柄上套有耐压 500V 以上的绝缘套管。钢丝钳规格以全长表示，有 150、175mm 和 200mm 三种。钢丝钳的外形如图 1-3 所示。

4. 尖嘴钳

尖嘴钳适用于在狭小的空间操作，带有刃口的尖嘴钳能剪断金属丝。绝缘柄的工作电压为 500V。其外形如图 1-4 所示。

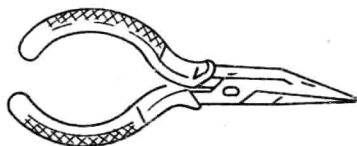


图 1-4 尖嘴钳外形

5. 剥线钳

剥线钳用于剥除线芯截面为 6mm^2 以下塑料或橡胶电线电缆端部的绝缘。它由钳头和手柄组成，手柄是绝缘的，工作电压为 500V。剥线钳有 140mm 和 180mm 两种。钳头有直径为 0.5~3mm 的多个切口，使用时选择的切口直径必须大于线芯直径，以免切伤芯线。

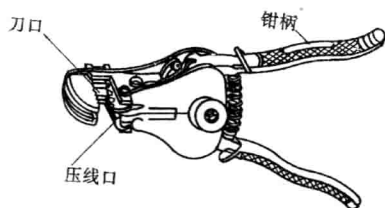


图 1-5 剥线钳外形

剥线钳外形如图 1-5 所示。

6. 电工刀

电工刀是用来割削电线电缆外皮和切割电工器材的常用工具，有普通式和三用式两种，三用式增加了锯片和锥子，电工刀的刀柄是不绝缘的，不能在带电的导线或器材上进行割削，以防触电，其外形如图 1-6

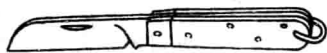


图 1-6 电工刀外形

所示。

7. 扳手

扳手是用于螺纹连接的一种手动工具。常用的扳手有活扳手、呆扳手、梅花扳手、两用扳手、套筒扳手、内六角扳手、扭力扳手以及电动专用扳手等，其主要用途是扳紧松动螺母。扳拧较大螺母时，需较大力矩，手应握在近柄尾处，扳拧较小螺母时，只需较小力矩，但螺母小容易打滑，手宜握在近头处，防止打滑。各种扳手适用各种不同环境和各种螺母。活扳手的构造及使用时的握法见图 1-7 所示。

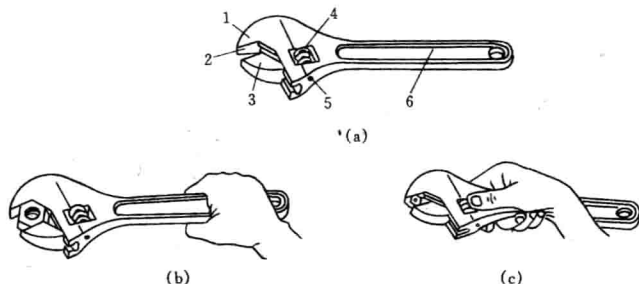


图 1-7 活扳手

(a) 活络扳手构造；(b) 扳较大螺母时握法；(c) 扳较小螺母时握法

1—呆扳唇；2—扳口；3—活络扳唇；4—蜗轮；5—轴销；6—手柄

8. 导线压接钳

导线的连接方法很多，而导线压接钳是专用于导线压接的工具。户内铝导线压接钳如图 1-8 所示，它由钳头和钳柄两部分组成，钳头由阳、阴模和定位螺钉等组成。阴模需随不同规格的导线而选配。使用时，将钳柄拉开，将需要连接的导线分别从压接管两端插到管内（圆形压管，导线从两端各插入一半；椭圆形压接管，导线从两端插入到两端各露出压管 4mm），将插好导线的压接管嵌入钳内后，将钳柄压下，利

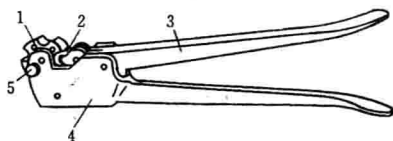


图 1-8 铝绞线压接钳

1—阴模；2—阳模；3—钳柄；4—钳头；5—定位螺丝

用压模将压接管与导线压紧。

9. 喷灯

喷灯是用来对工件进行加热的工具，其构造如图 1-9 所示。它分煤油和汽油两种，燃烧温度都在 900°C 以上，主要用于焊接铅包电缆的铅包层，大截面铜导线联接处的加固搪锡等。使用时应注意安全和防火。使用喷灯前要先预热喷头，在燃烧杯中加煤油或汽油预热燃烧，然后打气加压，压力不宜过大，逐步打开油门，按需要调节火焰大小，以达到加热的目的。

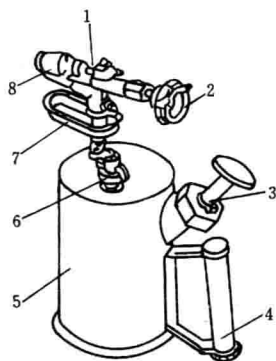


图 1-9 喷灯的构造

1—喷油针孔；2—放油调节阀；
3—打气阀；4—手柄；5—筒体；
6—加油阀；7—预热燃烧杯；
8—火焰喷头

10. 电烙铁

电烙铁是锡焊和塑料烫焊的常用电热工具。由手柄、外管、电热元件组成，图 1-10 所示。电烙铁有内热式，外热式和快热式三种，常用的规格有 25、45、75、100W 和 300W 等。内热式和外热式由发热元件在铜头内部或外部加热。而快热

式则由变压器感应低压大电流进行加热，快热式电烙铁通电时间不能超过 2min。

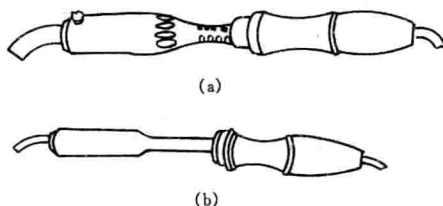


图 1-10 电烙铁外形图

(a) 大功率电烙铁；(b) 小功率电烙铁

二、安装工具

1. 叉杆

叉杆由 U 型铁叉和细长圆杆组成，图 1-11 (a) 所示。立杆时用作临时支撑。架杆是叉杆的另一种型式，由两根细长

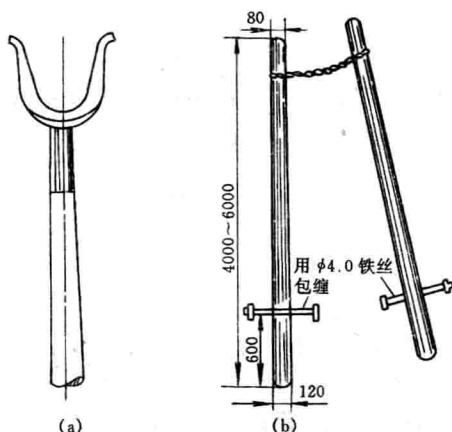


图 1-11 叉杆、架杆结构图

(a) 叉杆；(b) 架杆

圆杆组成。将两根圆杆连起来，距杆根 600mm 处安装把手，图 1-11 (b) 所示。使用架杆时，一般用两组以上架杆，互为倒替。

2. 紧线钳

紧线钳在架线施工中作紧导线用，分平口式和虎口式两种。它们由夹线钳、棘轮机、钢丝绳及专用扳手组成，如图 1-12 所示。它的规格见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 平口式紧线钳的规格

规格 (号数)	钳口弹开尺寸 (mm)	额定拉力 (N)	夹线截面范围 (mm ²)	
			钢 绞 线	钢、铝绞线
1	21.5	15000		95~185
2	10.5	8000	16~50	16~50
3	5.5	3000	1.5~16	

表 1-2 虎口式紧线钳的规格 mm

长度(mm)	150	200	205	300	350	400
钳口宽度(mm)	32	40	48	54	62	70
夹线直径范围 (mm)	1.6~26	2.5~3.5	3~4.5	4~6.5	5~7.2	6.5~10.5

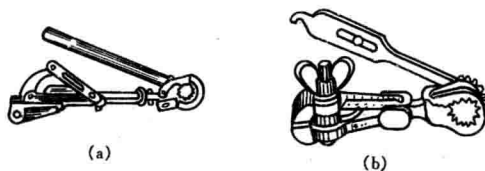


图 1-12 紧线钳外形图

(a) 平口式；(b) 虎口式