

电力施工企业职工岗位技能培训教材

厂用电安装

中国电力企业联合会企业部组织
西北电建三公司
姚展祥 主编



中国电力出版社

200569

TM62

Y378

~~电力施工企业职工岗位技能培训教材~~

厂用电安装

中国电力企业联合会企业部组织
西 北 电 建 三 公 司
姚展祥 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是火电施工企业厂用电安装工的技能培训教材, 主要包括电气安装常用工机具、仪表的使用知识, 变压器、高、低压配电屏、柜、电动机的结构、工作原理及安装接线工艺, 电缆敷设、接地、母线的安装和其他厂用电设备的电气安装及接线。本书既可作为厂用电安装工的培训教材, 也可供同类设备、装置的检修和施工技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

厂用电安装/姚展祥主编. -北京: 中国电力出版社, 2001

电力施工企业职工岗位技能培训教材

ISBN 7-5083-0677-5

I. 厂… II. 姚… III. 厂用电系统-设备安装-技术培训-教材 IV. TM62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 039387 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>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2002 年 1 月第一版 2002 年 1 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 11.75 印张 259 千字
印数 0001-3000 册 定价 22.00 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)

电力施工企业职工岗位技能 培训教材编审委员会

名誉主任：张绍贤 刘 宏

主 任：赵宗鹤 贾国栋

副 主 任：孙永安 张克让 孙力源（常务）

王 钜

委 员：（排名不分先后）

程连飞 段景祥 周炳申 徐玉华

朱铁生 马惠廉 张乐安 杨逸云

杨万涛 乐秀弟 李新华（常务）

李汉型（常务） 徐相奎

前 言

为适应施工企业深化改革,加强管理和提高职工队伍素质的需要,继1994年出版发行了《电力施工企业中层干部岗位培训教材》之后,我们又组织编写了这套《电力施工企业职工岗位技能培训教材》。

组织编写这套教材,考虑到以下三个方面的情况:一是近十几年来我国电力建设事业发展速度很快,每年装机都超过1000万kW,这个发展速度不仅缓解了我国长期缺电的局面,同时也带动了电力施工企业管理和技术的进步,在施工中遇到了许多新设备,出现了许多新技术和新工艺,对此应当及时进行总结和推广,原来的培训教材已难以适应现在的需要;二是施工企业进入市场参与竞争,必须不断提高队伍素质和加强职工培训,因此教材建设就是一项不可缺少的基础工作;三是工人技术等级标准已修订并颁发了多年,也应有一套新的教材与之适应。总之培训教材必须适应情况的变化和满足实际需要。

这套教材覆盖了火电、送变电施工15个主要岗位工种,共14册,不仅适用于火电、送变电施工企业职工岗位技能培训,也适用于发供电企业安装、检修人员的岗位技能培训,电力系统中专技校及其他行业有关人员的岗位培训也可选用和参考。

这套教材的主要特点是紧密联系施工实际,突出操作技能,兼顾必要的基础技术知识。火电以国产300MW机组安装技术为主,送变电以500kV设备安装技术为主,兼顾了330kV和220kV送变电施工技术。

除“送电线路施工”两个分册外,每册书后附有“教材使用说明”,以便针对不同培训对象,灵活选用教材内容。

组织编写这套教材,得到了很多单位的支持,特别是陕西电建总公司、山东电力集团公司、山东电建一公司、上海电力建设局、陕西电建

一公司、陕西电建三公司、甘肃送变电公司、陕西送变电公司等单位及有关同志做了大量的工作。

主要参加编写人员及分工如下：

热工仪表及控制装置安装	钱承华
电气二次回路接线及施工	牟思甫
高压电气设备安装	魏国柱
管道安装	谢万军
厂用电安装	姚展祥
汽轮机本体安装	苏云祺
汽轮机辅机安装	李浩然
汽轮机调速器安装	党双海
起重技术	汤毛志
锅炉本体安装	刘永贵
锅炉辅机安装	李莹昌
锅炉钢架安装	刘永贵
送电线路施工（初、中级工）	朱延庆
送电线路施工（高级工）	王恒昌

在教材出版发行之际，谨对上述单位及有关编审人员表示诚挚谢意。

由于我们经验不足、水平有限，致使培训教材出现疏漏以至错误之处在所难免，在此恳请给予批评指正。

电力施工企业职工岗位技能培训教材编审委员会
中 国 电 力 企 业 联 合 会 企 业 部

1998年6月

编 者 说 明

本书是火电施工企业厂用电安装工的技能培训教材。内容范围和标高以《国家职业技能鉴定规范》中的《厂用电安装工》的知识、技能要求为准；工艺质量以现行施工验收规范、质量检验标准为依据。内容取舍以施工技能为主，辅以必要的相关设备、装置的结构和工作原理，着重体现学以致用原则。

本书的内容结构以施工项目为对象，按准备—安装—试运的过程顺序编写，适用该工种初、中、高级工三个层次。企业在培训中可根据培训对象的实际状况选学相关内容。

本书由西北电建三公司姚展祥主编，西北电建总公司赵日欣参编，西北电建总公司徐贤德主审，并参与了部分内容的编写。由于我们施工经验和专业知识水平有限，且有些设备更新换代很快。书中内容的错误和缺点在所难免，敬请读者批评指正！

编 者

2001年6月

目 录

前言

编者说明

第一章 电工基本操作工艺	1
第一节 常用工具及测量仪表	1
第二节 设备固定构件的埋设	24
第三节 设备找正方法	27
第四节 搪锡工艺	30
复习题	31
第二章 低压电器安装	34
第一节 低压电器安装的一般规定	34
第二节 刀开关、接触器、磁力启动器的安装	36
第三节 自动空气开关安装	42
复习题	63
第三章 配电屏及成套柜安装	66
第一节 配电屏、柜装置基础安装	66
第二节 低压配电屏的安装	69
第三节 高压成套柜的安装	73
第四节 其他屏、台、柜的安装	92
复习题	98
第四章 电动机安装	103
第一节 电动机的工作原理	103

第二节	交流电动机的解体检查	109
第三节	直流电动机解体检查	116
第四节	电动机接线	122
第五节	电动机的干燥	126
第六节	电动机的交接试验项目及标准	133
第七节	电动机的试运行	134
复习题		140
第五章	电力变压器安装	144
第一节	变压器的工作原理	144
第二节	变压器的结构	160
第三节	变压器的运输	201
第四节	变压器安装前的准备	206
第五节	变压器安装	210
第六节	变压器干燥	227
第七节	变压器油处理	229
第八节	变压器投入与试运行	237
复习题		242
第六章	行车电气安装	247
第一节	行车的电气安装	247
第二节	行车主要电气设备的操作原理及调整	254
第三节	行车的试运行	266
复习题		269
第七章	接地装置安装	272
第一节	室外接地网施工	272

第二节	室内接地线的敷设	276
第三节	电气设备的接地	280
第四节	降低接地电阻的措施	283
	复习题	286
第八章	母线安装	289
第一节	安装前的准备	289
第二节	支持绝缘子和穿墙套管的安装	291
第三节	硬母线下料及加工	299
第四节	硬母线安装	306
	复习题	311
第九章	控制电缆敷设	314
第一节	电缆管和电缆架的安装	314
第二节	电缆敷设的一般工艺	326
第三节	控制电缆的敷设	329
第四节	控制电缆头的制作及接线	339
	复习题	343
第十章	蓄电池安装	346
第一节	安装前期的工作	347
第二节	蓄电池的安装	352
第三节	蓄电池的充放电	356
第四节	蓄电池的运行和维护	361
	复习题	362

第一章 电工基本操作工艺

第一节 常用工具及测量仪表

一、常用电工工具

1. 验电笔

验电笔是一种检验低压电线、电器和电气装置是否带电的工具。由氖管、电阻、弹簧和笔身组成。常见的验电笔有钢笔式和螺丝刀式两种，测量电压为 100~550V。

用电笔验电时手应接触笔夹或螺丝刀尾部的金属物，但不能触及笔尖的金属物，为了安全，螺丝刀式电笔笔尖应套上保护的塑料管。验电时应使氖管背光，窗口朝向自己。氖管发红光表明验电点有电，不发光时应反复多触划几次，看是否接触不良，如仍不亮则表示验电点无电或该点是地线。测交流电时氖管两极发光，测直流时电氖管单极发光（+，-不同极），电压高则亮度大。应注意氖管容易损坏，平时应经常检验，发现已损坏应及时更换。

2. 电工刀

电工刀常用来剖削电线线头和裁割绝缘带等。使用时刀口应向外，用完将刀身折进刀柄内。特别应注意的是用电工刀剥电缆护套时，应将电缆端部固定牢靠，需剥开的长度部分拉直，根据电缆护套的厚度用电工刀划割时用力均匀不能过猛，切记另一手要远离刀口，防止将手划伤。

3. 螺线刀

螺丝刀也就是起子或改锥，是一种旋紧或起松螺丝的工具，分木柄和塑料柄两种，常用的型式又有一字型的和十字型的两种，规格按杆部长度分为 50~300mm 八种。使用时应注意不可用榔头敲击柄头。

4. 电工钢丝钳

钢丝钳是一种夹捏和剪切的工具。电工钢丝钳的钳柄套有绝缘塑料套，可用于低压带电作业。它的用处很多：钳口可钳夹物品或弯绞线头等；齿口可旋动有角螺丝；刀口可剪切电线、铁丝和拔铁钉；侧口用来侧切钢丝等。

常用钢丝钳按长度分为 150、175、200mm 三种规格。使用时要使钳头的刀口朝向自己。钢丝钳绝不能代替榔头使用，以免损坏。

5. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部细而长，有细齿，能在狭小的场所使用，夹捏小零件，也可弯圈。带刃口的可剪切细小的铜、铝线。按长度分有 130、160、180、200mm 四种。

6. 圆头钳

圆头钳钳头呈圆锥形，适宜于将金属或薄金属片弯成圆形，如弯电线线头圆圈。按总长度分有 110、130、160mm 三种规格。

7. 扁嘴钳

扁嘴钳钳头扁平狭长，用于夹捏、弯曲金属片及弯成所需形状，如用于打线卡等。还用于夹绝缘导线。因钳头有齿易损伤，所以应选用同类型但钳口无齿纹的扁嘴钳。扁嘴钳按总长度分有 110、130、160mm 三种规格。

8. 斜口钳

斜口钳有圆弧型钳头和上翘的刀口，适宜于剪断细金属

丝。如配二次线时剪线和剪去弯圆圈后的多余线芯。斜口钳按总长度分有 130、160、180、200mm 四种规格。

9. 剥线钳

剥线钳是用来剥去电线线头绝缘层的专用工具。钳头左边一片夹住导线，右边一片装有一副切刀，刀片上四对圆孔分别适应于剥切线芯直径为 0.6、1.2、1.7 和 2.2mm 的导线。使用时，将导线放于合适的缺口内，手捏手柄，钳头一片夹住导线，另一片向下切割绝缘层，然后钳口反弹张开把绝缘层推出。使用时应注意孔径与导线匹配，如果将粗线放在小口中，会剪断或剪伤线芯。

二、其他常用工具

1. 喷灯

喷灯是一种加热工具，其结构见图 1-1 所示。

喷灯燃料一般用汽油，油筒 10 中的汽油被压缩空气压入汽化管 14，汽化后经喷汽孔喷出与燃烧腔内空气混合，点燃成纯蓝色高温火焰。用于加热、搪铅、搪锡、锡焊、封头、热缩等。使用中操作程序如下：

(1) 从加油孔注入汽油，加油量为油筒容积的 $\frac{3}{4}$ 。

(2) 使用前先在点火碗中注 $\frac{2}{3}$ 汽油点燃，加热燃烧腔，注意点燃时人尽量远离喷灯。

(3) 先打几下气，稍开调节阀，继续加热。

(4) 多次打气加压，但不能打得太足，慢慢开大调节阀，火焰由黄红变蓝，即可使用。

(5) 停用时，先关闭调节阀，至火焰熄灭，然后慢慢旋开加油孔放气，待释压后旋松调节阀。

2. 机械压接钳

机械压接钳是利用机械力臂传递压力对铜、铝导线冷压

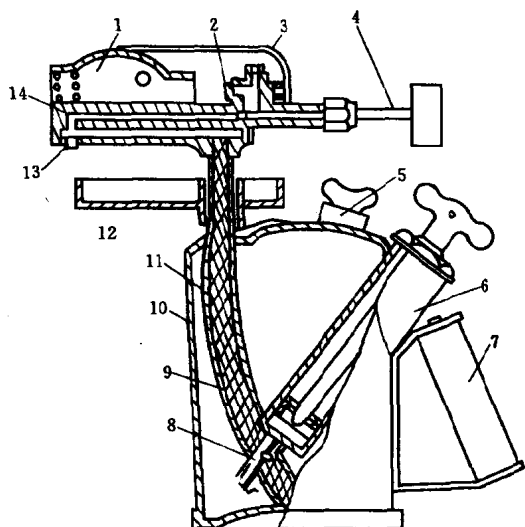


图 1-1 喷灯结构图

- 1—燃烧腔；2—喷气孔（针形）；3—挡火罩；4—调节阀；5—加油孔盖；6—打气筒；7—手柄；8—出气口；9—吸油管；10—油筒；11—铜辫子；12—点火碗；13—疏通口螺丝；14—汽化管

连接的工具。常用的有 QYQ-12 型和 QXS-12 型，最大压力 12t。可压接 $16 \sim 240\text{mm}^2$ 的铝导线和 $25 \sim 300\text{mm}^2$ 的铜导线。配套部件有压接压模，也可配用小六方正体压模。机械压钳结构简单，使用方便，不易损坏，便于维护，重量也仅 3.5kg 其外形如图 1-2 所示。

还有手动液压钳、电动液压钳，其作用与机械压接钳相同。手动液压钳最大压力可达 60t，但由于其液压系统易生故障较多，维修较麻烦，价格也比较高等原因，目前较少使用。大功率的电动液压钳也仅在变电站压接 240mm^2 以上的

导线使用。

3. 电钻与冲击钻

手提式电钻如图 1-3 所示，体积小，重量轻，携带方便，适应性强，在施工中广泛应用。手提式电钻有 J1Z 系列（6、10、13、19 型）单相串激电钻和 J3Z 系列（13、19、23、32、38、49 型）三相工频电钻两类。单相串激电钻一般用 50Hz 交流电，但也可用直流电源。电钻结构主要由电动机、外壳、减速箱、手柄、开关和钻夹头或锥孔套等组成。

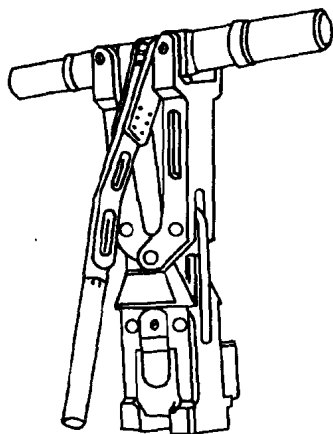


图 1-2 机械压接钳

冲击钻具有可调节的冲击机构，使钻头能产生单一旋转或旋转带冲击运动。配有特制镶有硬质合金钢头的麻花钻头。适用于混凝土、岩石、砖等脆性材料钻孔之用。型号有 Z1J-16 型和 Z1J-20 型单相冲击电钻，最大钻孔直径为 12mm 和 13mm。另外，还有电锤电动工具和冲击电钻功能相同，其型号有 Z1C-16、Z1C-22、Z1C-26，最大钻孔直径可达 26mm。

使用电钻或冲击电钻应注意事项为：

- (1) 外壳经接地线接地，使用的插头、插座的形式必须是带接地端子，以防止触电事故。
- (2) 经常检查橡皮软线是否绝缘良好。
- (3) 拆装钻头应使用钻夹头钥匙，不能用其他东西敲打。

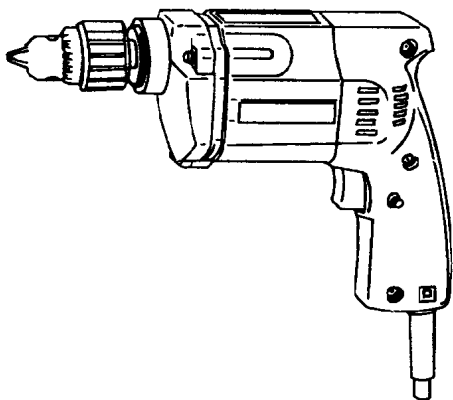


图 1-3 手提式电钻

(4) 经常清除换向器污垢，检查弹簧压力，更换磨损电刷。使用中如产生较大火花时，应及时检查修理或更换电刷。更换电刷应是同型号同规格的，确认其材质相同。

(5) 定期更换轴承润滑油。交直流两用电钻的滚动轴承和齿轮箱内最好用锂基润滑脂或厂家要求的润滑油。三相电钻用 2 号复合钙基脂，滑动轴用 15 号车用机油。

4. 射钉枪

射钉枪（图 1-4）是利用弹药爆发产生的推进力，将射钉射入钢板或混凝土等构件内的工具。SDQ-77 型射钉枪，外型如粗筒手枪，射钉时震动及响声都较小。射钉螺丝有 M6 和 M8 两种，弹药有红（强）、蓝（中）、绿（弱）三种，由生产厂家配套供应。放入射钉和弹药时，枪口朝下，关枪到位，枪口紧抵施工面，按下按钮扳动扳机，瞬间完成射钉。射完后开枪退壳。工作时后面严禁有人，使用后擦拭干净前后枪管，定期保养。

5. 剥线电工刀

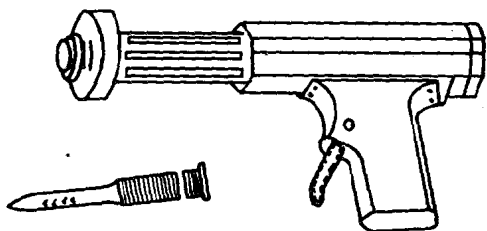


图 1-4 射钉枪

剥线电工刀是剥离电线、电缆绝缘层的工具。在刀柄头上装有内刀及带弓形支架的外刀，适于切剥 $10 \sim 300\text{mm}^2$ 电线、电缆绝缘层。结构如图 1-5 所示。外刀与普通电工刀相同，切剥时，先将外刀推出，将电线置于刀架弯内，再调正内刀使刀尖楔入绝缘层（以不刺穿绝缘为宜）。然后顺时针旋动电工刀一周，再往上提刀，即可将电线绝缘层剥去。

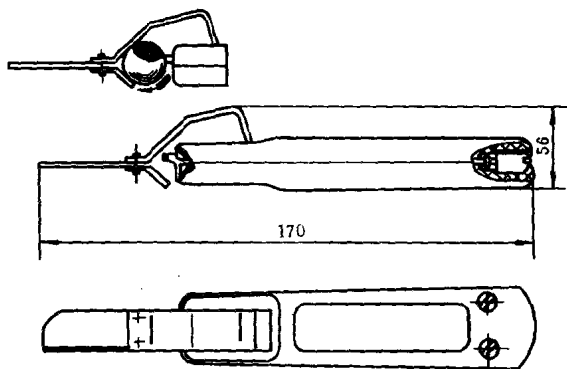


图 1-5 剥线电工刀

三、常用电工仪表

1. 万用表

万用表是一种多用电表，其特点是量程多，用途广。一