

示范性职业教育“十四五”重点建设教材

核电电气设备安装与维修

主 编 涂建峰 雍长军

副主编 向应洪 殷崧程 金泉山 李兴伦 张 龙

顾 问 牛建民

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

核电电气设备安装与维修 / 涂建峰, 雍长军主编
—成都: 西南交通大学出版社, 2021.2
示范性职业教育“十四五”重点建设教材
ISBN 978-7-5643-7954-4

I. ①核… II. ①涂… ②雍… III. ①核电厂—电气设备—设备安装—职业教育—教材 ②核电厂—电气设备—维修—职业教育—教材 IV. ①TM623.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 271191 号

示范性职业教育“十四五”重点建设教材
Hedian Dianqi Shebei AnZhuang yu Weixiu

核电电气设备安装与维修

主编 涂建峰 雍长军

责任编辑 穆 丰
封面设计 GT 工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031
发行部电话 028-87600564 028-87600533
网址 <http://www.xnjdcbs.com>
印刷 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 15.5
字数 389 千
版次 2021 年 2 月第 1 版
印次 2021 年 2 月第 1 次
定价 45.00 元
书号 ISBN 978-7-5643-7954-4

课件咨询电话: 028-81435775
图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

随着我国核电建设行业的不断发展和工艺水平的不断提高，电气工程在核电建筑工程中占有越来越重要的地位，其规模越来越大，功能越来越全，技术含量越来越高，以致电气施工技术应用的范围越来越宽，涉及的专业越来越多，领域也越来越广。随着社会经济的快速发展，各类建筑得到广泛建设和全面发展，行业中需要大量的能适应新时代建筑建设的电气工程技术人员，在设计与施工过程中加强安全施工和规范作业意识，并努力推广电气施工新技术、新工艺、新方法。

本书根据行业岗位技能需求，结合示范院校专业与课程建设经验，按照教育部最新的职业教育教学改革要求，联合核电现场专业技术骨干专家，在对课程进行多方调研及工学结合课改经验的基础上进行编写。本书按照实际工程中工作任务的相对独立性划分为七个学习单元，分别为电工基础操作中常用工器具及导线连接、电气配线工程的安装、电气照明工程安装、三项异步电机知识、高压设备电气操作与安装、变压器的安装、电能计量装置的安装与接线检查。

本书与目前市面上的同类教材相比具有下列优点：

(1) 在内容选取上，参照最新标准和规范，根据行业技术发展采用新工艺、新技术和新产品。

(2) 在内容编排方面, 本书的知识点多而广, 对每一项职业能力做到精细化要求, 重点突出职业技能训练。在重要单元, 插入大量图片和表格数据等, 反映出核电施工标准, 提高直观性和真实性, 帮助学习者在枯燥的文字叙述中加深理解。

(3) 在文字叙述上, 体现职业教育的特点, 尽量精练, 层次分明, 力求突出“做什么”和“怎么做”的编写思路, 即突出施工工艺流程和安装要求。

本书可作为中等职业院校电气工程技术、楼宇智能化工程技术、给水排水工程技术和设备安装工程技术等专业的教材, 也可作为开放大学、成人教育、自学考试、中职学校以及各种相关培训班的教材, 还可作为电气工程施工人员的施工参考书。

全书共分七个学习单元, 各院校可根据实际教学情况对单元内容和建议学时进行适当调整。本书由涂建峰、雍长军任主编, 向应洪、殷崧程、金泉山、李兴伦、张龙任副主编。具体编写分工为: 第一、二单元由雍长军编写, 第三单元由涂建峰编写、第四单元由金泉山编写, 第五单元由向应红编写, 第六单元由殷崧程编写, 第七单元由李兴伦和张龙编写。中核二三建设公司牛建民任顾问, 并结合核电现场要求规范提出许多合理的建议, 进一步提高了教材质量。在编写过程中, 编者参考了大量的资料和书刊, 并引用了部分材料, 在此谨向这些书刊、资料的作者表示衷心感谢。由于编者时间仓促, 书中难免有疏漏之处, 敬请读者批评指正, 编者不胜感激。

编者

2020年9月

第一单元	电工基础操作	001
第一节	用电安全	002
第二节	常用工具及仪表的使用	005
第三节	常用导线的连接	019
第二单元	配线工程	038
第一节	室内配线	039
第二节	线槽配线	041
第三节	瓷绝缘子配线	043
第四节	线管配线	045
第五节	护套线配线	052
第六节	配电板(箱)的安装	054
第七节	配电线路的构成及巡视	055
第八节	接户线及巡视	071
第九节	电缆桥架安装	075
第十节	配电线路的停送电操作	079
第三单元	电气照明工程	091
第一节	白炽灯的安装与维修	092
第二节	荧光灯的安装与维修	098
第三节	其他光源的安装与维修	102
第四节	核电站照明工程	105
第四单元	三相异步电机	109
第一节	异步电动机的基本知识	110
第二节	三相异步电机的选择	114

第三节	三相异步电动机的安装	115
第四节	三相异步电动机的拆卸	116
第五节	三相异步电动机的控制电路	117
第六节	PLC 介绍	124
第七节	三相异步电动机控制电路的安装及故障处理	129
第八节	笼型异步电动机机械故障的检查与处理	144
第五单元	高压设备	147
第一节	高压隔离开关	148
第二节	高压负荷开关	156
第三节	高压断路器	159
第四节	高压熔断器	168
第五节	高压盘柜的运行维护	172
第六单元	变压器	178
第一节	变压器的基本知识	179
第二节	配电变压器的安装	188
第三节	小型变压器的绕制与维修	194
第四节	核电建设施工要求	204
第七单元	电能计量装置	209
第一节	三相四线制电路电能计量装置	210
第二节	电能计量装置的选择	220
第三节	电能计量装置的安装与接线检查	225
参考文献	242



第一单元

电工基础操作

- 第一节 用电安全
- 第二节 常用工具及仪表的使用
- 第三节 常用导线的连接

第一节 用电安全

随着电能应用的不断拓展，以电能为能源的各种电气设备广泛进入社会的方方面面，与此同时，使用电气所带来的安全事故也不断发生。为了实现电气安全，在对电网本身的安全进行保护的同时，我们更要重视用电的安全问题。因此，学习安全用电基本知识，掌握常规触电防护技术，是保证用电安全的有效途径。

电气危害有两个方面，一方面是对系统自身的危害，如短路、过电压、绝缘老化等；另一方面是对环境、用电设备和人员的危害，如触电、电气火灾、电压异常升高造成用电设备损坏等，其中尤以触电和电气火灾危害最为严重。触电可直接导致人员伤亡，甚至死亡。另外，静电产生的危害也不能忽视，它是产生电气火灾的原因之一，对电子设备的危害也很大。

一、触电危害

触电是指人体触及带电体后，电流通过人体并对其造成伤害。它有两种类型，电击和电伤。

(一) 电 击

电击是指电流通过人体内部，破坏人体内部组织，影响呼吸系统、心脏及神经系统的正常功能，甚至危及生命。

在触电事故中，电击和电伤常会同时发生。

(二) 电 伤

电伤是指电流的热效应、化学效应、机械效应及电流本身作用造成的人体伤害。电伤会在人体皮肤表面留下明显的伤痕，常见的有灼伤、电烙伤和皮肤金属化等现象。

二、影响触电危险程度的因素

(一) 电流的大小

通过人体的电流越大，人体的生理反应就越明显，感应就越强烈，引起心室颤动所需的时间就越短，致命的可能性就越大。按照通过人体电流的大小和人体所呈现的不同状态，工频交流电可分为下列三种：

- (1) 感觉电流：指引起人体的感觉的最小电流（1~3 mA）。
- (2) 摆脱电流：指人体触电后能自主摆脱电源的最大电流（10 mA）。
- (3) 致命电流：指在较短的时间内危及生命的最小电流（30 mA）。

(二) 电流的类型

工频交流电的危害性大于直流电，因为交流会麻痹破坏神经系统，触电者往往难以自主

摆脱。一般认为 40 ~ 60 Hz 的交流电对人体最危险。随着频率的增加，危险性将降低。当电源频率大于 2 000 Hz 时，所产生的损害明显减小，但高压高频电流对人体仍然是十分危险的。

（三）电流的作用时间

人体触电时，通过电流的时间越长，愈易造成心室颤动，生命出现危险的可能性就愈大。据统计，触电时，5 min 内急救，有 90% 的救活可能，5 ~ 10 min 有 60% 的救活可能，超过 15 min 希望渺茫。

触电保护器的一个主要指标就是额定断开时间与电流乘积小于 30 mA · s。实际产品一般额定动作电流为 30 mA，动作时间为 0.1 s，故满足此要求。

（四）电流的路径

电流通过头部可使人昏迷；通过脊髓可能导致瘫痪；通过心脏会造成心跳停止，血液循环中断；通过呼吸系统会造成窒息。因此，从左手到胸部是最危险的电流路径，从手到手、从手到脚也是很危险的电流路径，从脚到脚是危险性较小的电流路径。

（五）人体电阻

人体电阻具有一定的范围，皮肤干燥时一般为 100 kΩ 左右，而一旦潮湿可降到约 1 kΩ。不同的人体对电流的敏感程度也不一样，一般地说，儿童较成年人敏感，女性较男性敏感。患有心脏病者，触电后的死亡可能性就更大。

（六）安全电压

安全电压是指人体不戴任何防护设备时，触及带电体不受电击或电伤的最大电压。人体触电的本质是电流通过人体产生了有害效应，然而触电的形式通常都是人体的任意部分触及了带电体，使得人体中存在着电位差。因此在电击防护措施中，要将流过人体的电流限制在无危险范围，即将人体能触及的电压限制在安全的范围。国家标准中制定了一系列安全电压，称为安全电压等级或额定值，这些额定值指的是交流有效值，分别为 42 V、36 V、24 V、12 V、6 V 等几种。

三、常见的触电原因

人体触电的主要原因有两种，即直接或间接接触带电体以及跨步电压。直接接触又可分为单极触电和双极接触电。

（一）单极触电

当人站在地面上或其他接地体上时，人体的某一部位触及一相带电体，电流通过人体流入大地（或中性线），称为单极触电，如图 1-1-1 所示。图 1-1-1（a）所示为电源中性点接地的单相触电情况，图 1-1-1（b）所示为中性点不接地的单相触电情况。一般情况下，中性点接地的单相触电比不接地的危险性大。

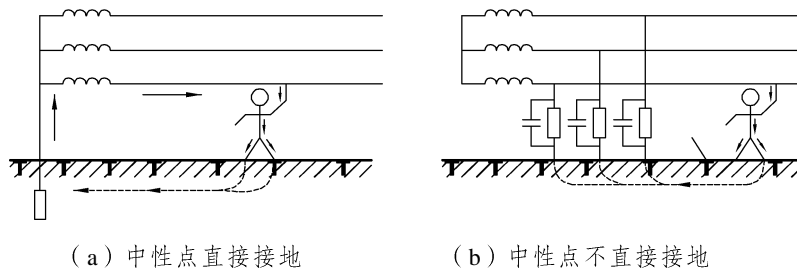


图 1-1-1 单相触电

(二) 双极触电

双极触电是指人体两处同时触及同一电源的两相带电体，或者在高压系统中，人体距离高压带电体小于规定的安全距离，造成电弧放电，电流从一相导体流入另一相导体的触电方式，如图 1-1-2 所示。两相触电加在人体上的电压为线电压，因此不论电网的中性点接地与否，其触电的危险性都最大。

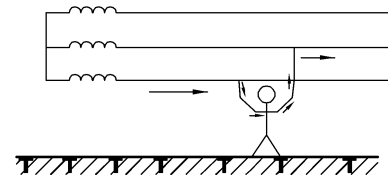


图 1-1-2 双极触电

(三) 跨步电压触电

当带电体接地时，有电流向大地流散，在以接地点为圆心、半径为 20 m 的圆面积内形成分布电位。人站在接地点周围，两脚之间（以 0.8 m 计算）的电位差称为跨步电压 U_k ，由此引起的触电事故称为跨步电压触电，如图 1-1-3 所示。高压故障接地处或有大电流流过的接地装置附近都可能出现较高的跨步电压，离接地点越近、两脚距离越大，跨步电压值就越大。一般 10 m 以外就没有危险。

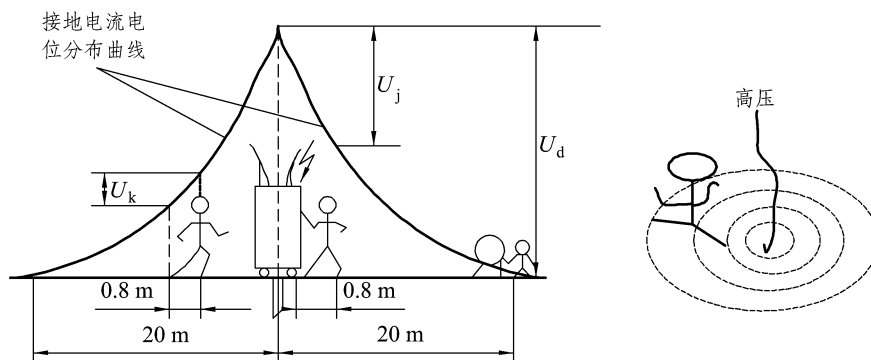


图 1-1-3 跨步电压触电

(四) 剩余电荷触电

剩余电荷触电是指当人触及带有剩余电荷的设备时，带有电荷的设备对人体放电造成的触电事故。设备带有剩余电荷，通常是由于检修人员在检修中摇表测量停电后的并联电容器、电力电缆、电力变压器及大容量电动机等设备时，检修前、后没有对其充分放电所造成的。

四、防止触电

产生触电事故有以下原因：

- (1) 缺乏用电常识，触及带电的导线。
- (2) 没有遵守操作规程，人体直接与带电体部分接触。
- (3) 由于用电设备管理不当，使绝缘损坏，发生漏电，人体碰触漏电设备外壳。
- (4) 高压线路落地，造成跨步电压引起对人体的伤害。
- (5) 检修中，安全组织措施和安全技术措施不完善，接线错误，造成触电事故。
- (6) 其他偶然因素，如人体受雷击等。

(一) 安全制度

- (1) 在电气设备的设计、制造、安装、运行、使用和维护以及专用保护装置的配置等环节中，要严格遵守国家规定的标准和法规。
- (2) 加强安全教育，普及安全用电知识。
- (3) 建立健全安全规章制度，如安全操作规程、电气安装规程、运行管理规程、维护检修制度等，并在实际工作中严格执行。

(二) 安全措施

在线路上作业或检修设备时，应在停电后进行，并采取下列安全技术措施：

- (1) 切断电源。
- (2) 验电。
- (3) 装设临时地线。

此外，对电气设备还应采取下列一些安全措施：

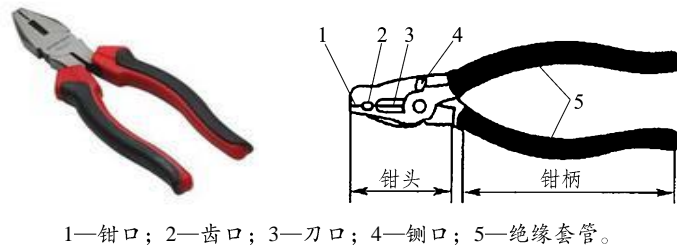
- (1) 电气设备的金属外壳要采取保护接地或接零。
- (2) 安装自动断电装置。
- (3) 尽可能采用安全电压。
- (4) 保证电气设备具有良好的绝缘性能。
- (5) 采用电气安全用具。
- (6) 设立保护装置。
- (7) 保证人或物与带电体的安全距离。
- (8) 定期检查用电设备。

第二节 常用工具及仪表的使用

一、电工常用工具

(一) 钢丝钳

钢丝钳由钳头、钳柄组成，钳头包括钳口、齿口、刀口、铡口，钳柄上套有额定工作电压 500 V 的绝缘套管，如图 1-2-1 所示。



1—钳口；2—齿口；3—刀口；4—铡口；5—绝缘套管。

图 1-2-1 钢丝钳

使用钢丝钳时应注意以下事项：

- (1) 在进行低压带电作业时，必须先检查绝缘柄的绝缘是否良好。
- (2) 剪切带电导线时，不得用刀口同时剪切两根或两根以上的导线，以免发生短路故障。
- (3) 使用钢丝钳时，刀口面应朝向操作者一侧。
- (4) 钳头不可以代替锤子使用，以免损坏。

(二) 尖嘴钳

尖嘴钳由钳头和钳柄组成，钳头带钳口和切口，钳口有棱纹，钳头部分是狭长的，呈圆锥形，适用于在狭小空间里使用。钳柄套有耐压强度 500 V 的绝缘套管。尖嘴钳实物如图 1-2-2 所示。

尖嘴钳的用途如下：

- (1) 带有刃口的尖嘴钳能剪断细小金属丝。
- (2) 尖嘴钳能夹持较小螺钉、垫圈和导线等元件。
- (3) 在装接控制线路时，用来弯制单股线芯的压接圈。



图 1-2-2 尖嘴钳

(三) 断线钳

断线钳又称斜口钳，由钳头和钳柄组成，钳头部分为较锋利的切口，并有斜角。断线钳主要用来剪断较粗的金属丝和导线。电工常用的绝缘柄断线钳的耐压强度为 500 V。断线钳实物如图 1-2-3 所示。

(四) 电缆剪

用于切断电缆，如图 1-2-4 所示。



图 1-2-3 断线钳

图 1-2-4 电缆剪

(五) 剥线钳

剥线钳由刀口、压线口和绝缘钳柄组成，用于剥除线芯截面面积为 6 mm^2 以下的塑料线或橡胶绝缘线的绝缘层。剥线钳的刀口有 $\phi 0.5 \sim 3.0 \text{ mm}$ 的切口，以适应不同截面的线芯剖削。剥线钳实物如图 1-2-5 所示。

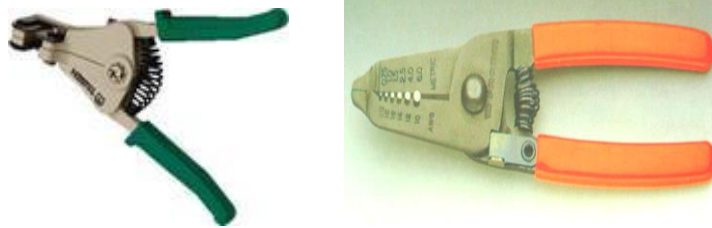
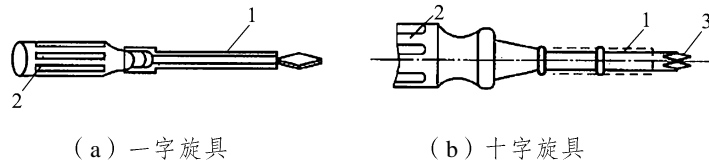


图 1-2-5 剥线钳

使用剥线钳时，先将要剥削的导线置于适当的切口内，左手持导线，右手握钳柄，切口闭合并切断绝缘层，然后再用力向外（线头方向）拉，导线端部绝缘层被剖断弹出。使用时应将导线放在稍大于导线直径的切口上切削，以免切伤导线。

(六) 旋具

旋具又叫螺丝刀、旋凿、起子，是紧固和拆卸各种螺钉的工具。旋具的式样和规格很多，按头部形状可分为一字形和十字形两种，分别用来紧松一字槽螺钉和十字槽螺钉，如图 1-2-6 所示。



(a) 一字旋具 (b) 十字旋具
1—绝缘套管；2—握柄；3—头部。

图 1-2-6 旋具

磁性旋具的握柄分为木柄和塑料柄两种。电工用旋具常用带塑料柄的磁性旋具，且旋具的铁杆部分还应套以绝缘套管。

(七) 电工刀

电工刀是用来剥削导线绝缘、切割木台缺口等的专用工具。剥削导线绝缘时，应左手持导线，右手握刀柄，刀口稍倾斜朝外进行操作；应使刀面与导线成较小的锐角，以免割伤导线。电工刀实物如图 1-2-7 所示。

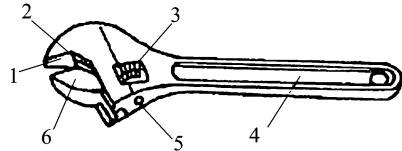


图 1-2-7 电工刀

(八) 活动扳手

活动扳手是用来紧固和松开螺母的一种专用工具。活动扳手的钳口可以在规定的范围内任意调整大小，使用方便，故普遍采用。它主要由头部和柄部两部分组成，头部由活动扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮和轴销等部分组成，如图 1-2-8 所示。

活动扳手使用方法如图 1-2-9 所示。



1—扳口；2—呆扳唇；3—蜗轮；4—手柄；
5—轴销；6—活动扳唇。

图 1-2-8 活动扳手

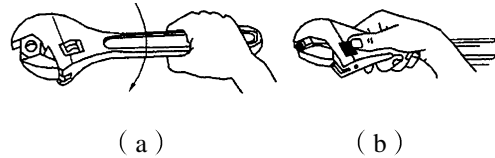


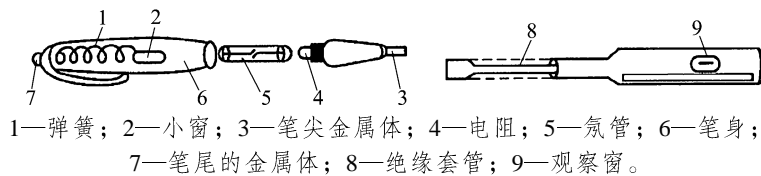
图 1-2-9 活动扳手使用方法

(九) 验电器

验电器是用来检验导线和电气设备是否带电的一种电工常用检测工具，分低压验电笔和高压验电器两种。

1. 低压验电笔

低压验电笔又称试电笔，用来测量对地电压 250 V 及以下的电气设备，只要带电体与大地之间的电位差超过一定数值，验电笔就会发出辉光。它主要用于检查低压电气设备和低压线路是否带电，也可以用于区分相线（火线）和中性线（零线或地线）。测试时，验电笔氖灯泡发亮的是火线，不亮的则是地线。它还可以用于区分交流电和直流电。交流电通过验电笔氖灯泡时，两极附近都发亮；直流电通过验电笔氖灯泡时，仅一个电极附近发亮。测试中，若串压偏低，则验电笔氖灯泡发出的光呈暗红色，轻微亮，一般电压低于 36 V 时氖灯泡不发光。验电笔常用于检查接线正误和帮助判断电气故障。低压验电笔结构如图 1-2-10 所示。



1—弹簧；2—小窗；3—笔尖金属体；4—电阻；5—氖管；6—笔身；
7—笔尾的金属体；8—绝缘套管；9—观察窗。

图 1-2-10 低压验电笔结构

低压验电笔握法如图 1-2-11 所示。

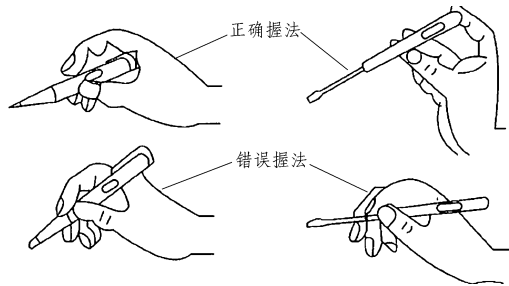
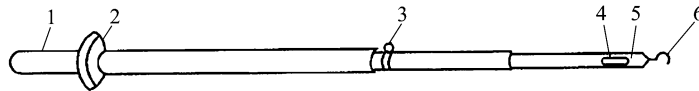


图 1-2-11 低压验电笔握法

2. 高压验电器

高压验电器又称高压测电器，由金属钩、氖管、氖管窗、固紧螺钉、护环和握柄等组成，如图 1-2-12 所示。



1—握柄；2—护环；3—固紧螺钉；4—氖管窗；5—氖管；6—金属钩。

图 1-2-12 高压验电器

使用高压验电器时，应特别注意手握部位不得超过护环，如图 1-2-13 所示。

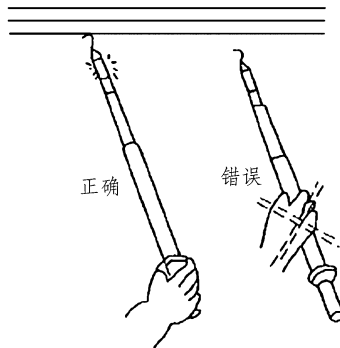


图 1-2-13 高压验电器用法

(十) 绝缘设备

1. 绝缘棒

绝缘棒又称绝缘杆、操作杆，主要用来完成合上或断开带电的高压隔离开关、跌落式熔断器，安装和拆除临时接地线以及带电测量和试验等工作。绝缘棒的结构主要由工作、绝缘和握手 3 部分构成，如图 1-2-14 所示。

2. 绝缘夹钳

绝缘夹钳主要是在 35 kV 及以下电气设备上带电安装和拆卸高压熔断器或完成其他类似工作时使用的工具，如图 1-2-15 所示。

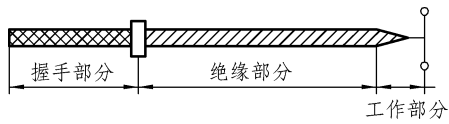


图 1-2-14 绝缘棒

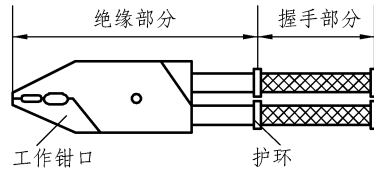


图 1-2-15 绝缘夹钳

3. 绝缘手套

绝缘手套是在高压电气设备上进行操作时使用的辅助安全用具,用来操作高压隔离开关、高压跌落开关、油开关等。在低压带电设备上工作时，绝缘手套被作为基本安全用具使用，即绝缘手套可直接用来在低压设备上带电作业。绝缘手套可使人的两手与带电物绝缘，是防止同时触及不同极性带电体而触电的安全用品。绝缘手套用特种橡胶制成，如图 1-2-16 所示。

4. 绝缘靴

绝缘靴是电工进行高压操作时用来与地保持绝缘的辅助安全用具用于低压操作时，也可作为防护跨步电压触电的基本安全用具。绝缘靴也是由特种橡胶制成的，通常不上漆，如图 1-2-17 所示。



图 1-2-16 绝缘手套



图 1-2-17 绝缘靴

5. 绝缘垫

绝缘垫一般铺在配电装置室等地面上，以及控制屏、保护屏、发电机、调相机的励磁机等四周地面上，以便带电操作开关时，增强操作人员的对地绝缘，避免或减轻发生单相短路或电气设备绝缘损坏时，接触电压与跨步电压对人体造成的伤害。在低压配电室地面上铺绝缘垫，可代替绝缘鞋，起到绝缘作用。绝缘垫如图 1-2-18 所示。

6. 绝缘台

绝缘台是一种能在任何电压等级的电力装置中保护带电工作的辅助安全用具，其作用与绝缘垫、绝缘靴相同，如图 1-2-19 所示。

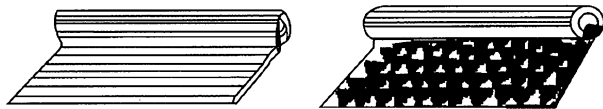


图 1-2-18 绝缘垫

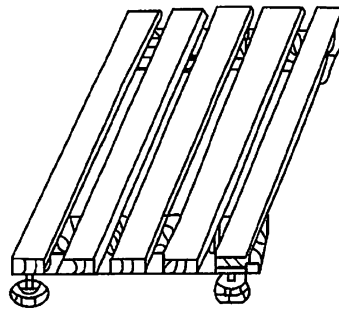


图 1-2-19 绝缘台

(十一) 电 钻

电钻是一种专用的电动钻孔工具，主要分为手枪电钻和冲击电钻两种，如图 1-2-20、图 1-2-21 所示。

电钻使用注意事项：

- (1) 使用前检查电源线插头是否良好，有无接地装置，外壳手柄有无裂纹或破损。
- (2) 通电后，应使冲击钻空钻 1 min，以检查传动部分和冲击部分转动是否灵活。
- (3) 机具不可弄湿，不得在潮湿环境下操作，机具把柄要保持清洁干燥，以便两手能握牢。
- (4) 若是多用途冲击钻或电锤，应根据工作要求，调整机具的工作方式，选择至合适位置。
- (5) 不熟悉机具使用的人员不准擅自使用，只允许单人操作。作业时，需要戴防护眼镜，登高使用机具时，应做好防止感应触电坠落的安全措施。



图 1-2-20 手枪电钻



图 1-2-21 冲击钻和电锤

(十二) 射钉枪

射钉枪又称射钉器，它是利用空包弹、燃气或压缩空气作为动力，将射钉打入建筑体的紧固工具，实物如图 1-2-22 所示。



图 1-2-22 射钉枪

射钉枪使用注意事项：

(1) 根据构件的性能和不同的使用要求选择相应的射钉，并根据射钉的直径大小选择枪管。

(2) 使用前，要熟悉射钉枪的结构原理与安全常识，操作前要先对射钉枪进行检查，然后再按说明书进行操作。

(3) 操作时，操作者要站稳脚跟，佩戴护目镜，高空作业时还要系好安全带，作业面背后不得站人，以防发生事故。

(4) 发射时，射钉枪的护罩必须垂直压紧在射击平面上，严禁在凹凸不平的表面上射钉。如果第一枪未能射入，严禁在原位上补射第二枪，以防射钉穿出发生事故。

(5) 被射构件的厚度应大于 2.5 倍射钉长度，对厚度不超过 100 mm 的混凝土结构不准射钉，不准在空心砖上或多孔砖上施射。

(6) 射钉与混凝土构件边缘距离不应小于 100 mm，以免构件受震碎裂。

(7) 射钉枪应指派专人保管。

(十三) 压线钳

压钳分为航空压钳（用于特殊系统插针压接）、套管压钳（用于 $0.25 \sim 6.6 \text{ mm}^2$ 的低压控制电缆预绝缘鼻子的压接）、机械压钳（用于 $4 \sim 150 \text{ mm}^2$ 的低压电缆铜鼻子的压接）、液压钳（用于 $4 \sim 150 \text{ mm}^2$ 的低压电缆铜鼻子的压接）、电动泵（用于 240 mm^2 以上的低压电缆铜、铜铝过渡鼻子的压接，或者用于中压电缆鼻子的压接），如图 1-2-23 ~ 图 1-2-28 所示。



图 1-2-23 航空压钳

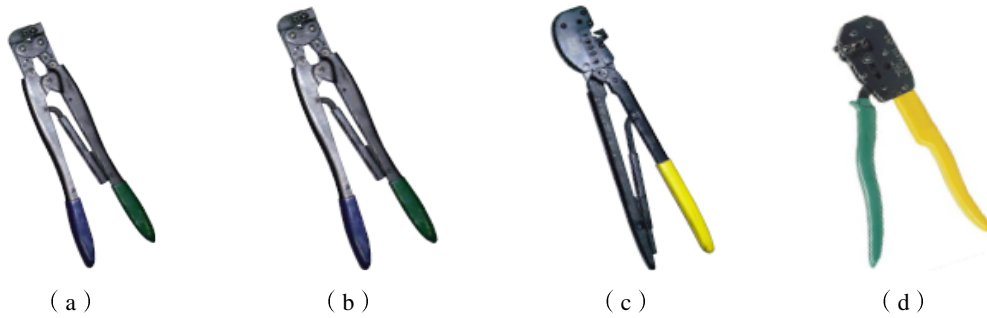


图 1-2-24 套管压钳（前三种压钳为核级压钳，第四种为非核级压钳）



图 1-2-25 压线钳



图 1-2-26 机械压钳



图 1-2-27 液压压钳

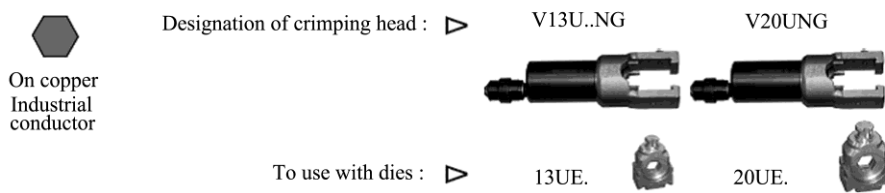


图 1-2-28 电动泵

(十四) 水泵钳

水泵钳用于夹持扁形或圆柱形金属零件，其特点是钳口的开口宽度有多挡（3~4挡）调节位置，以适应夹持不同尺寸的零件需要，为工程安装、维修工作中常用的工具。水泵钳实物如图 1-2-29 所示。

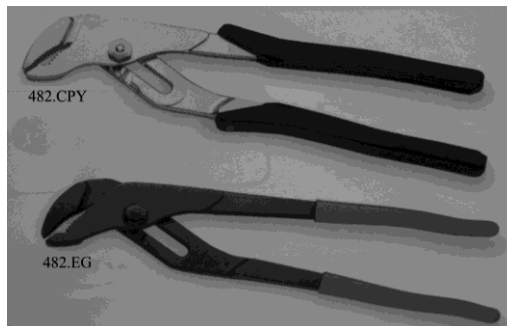


图 1-2-29 水泵钳

(十五) 电烙铁

电烙铁是用于电仪检修、安装线路中接头焊接的专用工具，分为内热式、外热式和感应式 3 种。电烙铁常用的规格有 20 W、35 W、50 W、75 W、100 W，其实物如图 1-2-30 所示。

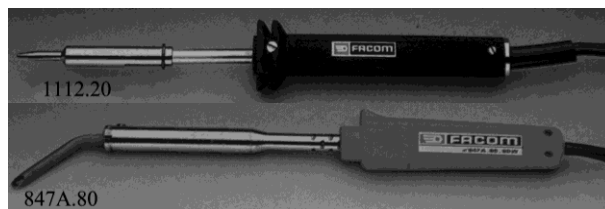


图 1-2-30 电烙铁

(十六) 管子割刀

管子割刀用于各种金属管切割，在电仪工程中主要切割电线管和仪表导压管。管子割刀实物如图 1-2-31 所示。

使用方法：将割刀套入标出切割点管，然后将手柄旋紧，旋转割刀，直到管被切断为止。



图 1-2-31 管子割刀

(十七) 开口扳手

开口扳手有单头和双头两种，用以紧固或拆卸电气设备上的六角头或方头螺栓、螺母。其开口是和螺栓头、螺母尺寸相适应的，并根据标准尺寸做成一套。开口扳手实物如图 1-2-32 所示。

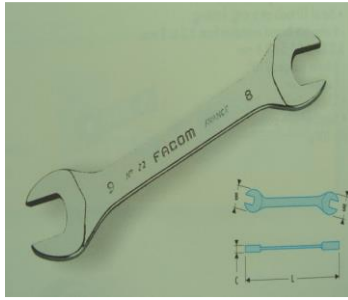


图 1-2-32 开口扳手

开口扳手有 6 件组、8 件组、10 件组，电气使用的范围在 3.2 ~ 34 mm，标注在扳手两端。

(十八) 梅花扳手

梅花扳手有两个工作端，可以紧固或拆卸两种尺寸的六角头螺栓或螺母，特别适用于工作空间狭小、不能容纳呆扳手的工作场合，在设备检修及安装工作中普遍使用。梅花扳手实物如图 1-2-33 所示。

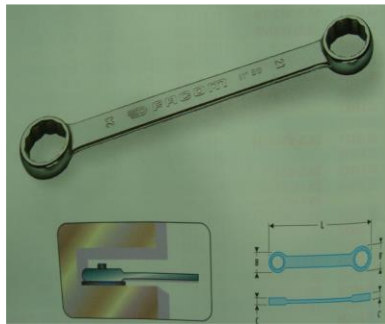


图 1-2-33 梅花扳手

梅花扳手有 6 件组、8 件组、10 件组，电气使用的范围在 5.5 ~ 34 mm，标注在扳手两端。

(十九) 内六角扳手

内六角扳手用于装拆尺寸相适应的内六角螺栓。在核电检修中内六角扳手常用在对电气设备和机械设备的拆装。内六角扳手实物如图 1-2-34 所示。

内六角扳手有 26 个规格，范围在 2.5 ~ 36 mm，标注在每个扳手上。



图 1-2-34 内六角扳手

（二十）套筒扳手

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。当螺栓或螺母的尺寸较大或扳手的工作位置很狭窄时，就可用套筒扳手。其电气工程常用规格在 4 ~ 32 mm，标注在梅花套筒上。套筒扳手实物如图 1-2-35 所示。



图 1-2-35 套筒扳手

（二十一）锉 刀

锉刀用于锉削或修整金属工件的表面和孔、槽，包括齐头扁锉、尖头扁锉、方锉、三角锉、半圆锉、圆锉等 6 种，有多种规格。锉刀实物如图 1-2-36 所示。



图 1-2-36 锉刀

（二十二）手 锯

手锯为切割手动工具，是施工现场中木工常用工具之一，如图 1-2-37 所示。用手锯在金属工件上锯出沟槽或把材料分割两半的操作叫作锯割。安装锯条，应将齿尖的方向朝前，否则不能正常锯割。



图 1-2-37 手 锯

（二十三）电工用梯

电工在登高作业时要特别注意人身安，因此登高用梯必须牢固可靠，方能保障登高作业的安全。电工用梯如图 1-2-38 所示。



图 1-2-38 电工用梯

二、电工常用测量仪表

(一) 万用表

万用表具有测量精度高，显示直观，可靠性好，功能齐全、自动化高（自动调零、切换量程等）等优点，普遍应用于对在线生产的电压、电流、电阻等测量，是一款使用方便的测量表计。万用表实物如图 1-2-39 所示。

使用常识：

(1) 万用表测试笔一般用红、黑两色区分，黑色表笔接入负端（公用端），红色表笔接入正端（高电位端）。测量时，注意手不要接触测试金属端，以确保安全和测量的准确性。

(2) 使用前，须熟悉转换开关、旋钮、按键、插孔和接线柱的作用，了解表盘上的每个符号代表的含义；测量时，应先断开测试笔，待选定量程开关后再测试。

(3) 测试电流时，注意正确选用表笔插孔后，检查电流挡保险丝，即将旋转开关旋至非电流测试挡，万用表声响报警发出，显示屏显示“LEAD”字样，表明保险状态良好，否则损坏。测试中须将万用表串接到回路中，此时禁止跨接任何电压两端，以防烧表。



图 1-2-39 万用表

(4) 测量电阻时，应切断被测电路的电源，如电路中有大电容，须先进行放电处理，然后再测试，禁止带电测量电阻。

(5) 测量高电压时，为确保人身安全，应先将负端表笔固定在被测端，然后单手操作正端表笔进行测试。

(6) 禁止用电阻挡直接测量微安表头、检流计、标准电池等仪器仪表。

(7) 测量有感抗的电路电压时，必须在断电时进行，并防止由于自感现象产生的高压损坏万用表。

使用注意事项：

(1) 检查外观是否完好，所用的电池电量应充足。

(2) 检查万用表的接线柱是否牢固、接触良好。

(3) FLUKE80 及 18 系列万用表保险检查时，将测试线插入电流孔，将挡位旋至非电流位置，万用表应发出蜂鸣，否则表示保险损坏。

(4) 万用表的显示屏数字应清晰、无断字。

(5) 挡位应灵活、准确，按键准确、可靠。

(6) 检定标签应清晰，日期在有效期内。参考使用标签应附有证书复印件。

(7) 资产码应清晰完好。

(二) 数字钳型电流表

数字钳形交、直流电流表由钳形检测头及数字万用表组成，其实物如图 1-2-40 所示。当经过电器设备的交流电流穿过检测头时，导线周围产生磁力线，被霍尔电磁感应器接收，在线圈上感应出电压。此信号由数字万用表测量出来，即表示导线电流值。在进行漏电测试时，如果没有漏电，同时穿过检测头的两寻线电流相等，则产生的感应电动势互相抵消，数字万用表指示为 0。当电力线路的火线或负载发生对地漏电时，穿过检测头的两线电流不同，检测头上就感应出电流差信号，并通过数字万用表指示出来，即为漏电电流值。使用数字万用表交流电压测试挡位的 200 mV、2 V、20°V，可以测量单相双线、三相三线、三相四线、设备地线的漏电流值及非接触方式测量的电流值，其读数为交流电流值。



图 1-2-40 数字钳型电流表

使用前检查：

(1) 外观是否良好。

(2) 电池电量是否充足。

(3) 钳型电流表的接线柱是否牢固、接触良好。

(4) 钳型电流表的挡位是否灵活、准确，按键是否准确可靠。

(5) 钳型电流表的显示屏显示数字是否清晰完整。

(6) 钳形表附件是否完好齐全。

(7) 检定日期是否在有效期内，参考使用标签是否附有证书复印件。

(8) 资产码是否清晰完好。

(三) 兆欧表

兆欧表是电工常用的一种测量仪表，主要用来检查电气设备、家用电器或电气线路对地及相间的绝缘电阻，以保证这些设备、电器和线路工作在正常状态，避免发生触电伤亡及设备损坏等事故。兆欧表实物如图 1-2-41 所示。

兆欧表使用注意事项：

- (1) 兆欧表在不使用时应放于固定的盒内，环境气温不宜太低或太高，切忌放于污秽、潮湿的地面上，并避免置于有腐蚀作用的空气（如酸、碱等蒸气）之中。
- (2) 应尽量避免剧烈、长期的震动，使表头轴尖和宝石受损而影响仪表的准确度。
- (3) 接线柱与被测物之间连接的导线不能用绞线，应分开单独连接，不致因绞线绝缘不良而影响读数。
- (4) 在测量前后应对被测物进行充分放电，以保障人身和设备安全。
- (5) 在测量雷电及邻近带高压导体的设备时，禁止用兆欧表进行测量，只有在设备既不带电又不可能受其他电源感应而带电时才能使用其进行测量。
- (6) 转动手柄时应由慢转快，如发现指针指零则不许继续用力摇动，以防线圈损坏。



图 1-2-41 兆欧表

思考与延伸

1. 如何判别兆欧表的好坏？
2. 钳形电流表测电流时应注意哪些事项？
3. 万用表使用过程中为何要进行欧姆调零？万用表在使用时应注意哪些事项？

第三节 常用导线的连接

一、导线连接

导线连接有两种形式，分别是导线与导线的连接（即接头连接）和导线与设备、器具的连接（即导线端接）。

（一）接头连接基本要求

- （1）接触紧密，使接头处电阻最小。
- （2）连接处的绝缘强度与非连接处相同。
- （3）连接处的机械强度与非连接处相同。
- （4）耐腐蚀。

（二）导线端接基本要求

- （1）连接应牢固，不致因震动而脱落。接触面应紧密，接触电阻应小。
- （2）截面面积 10 mm^2 及以下的单股铜芯和单股铝芯导线可直接与设备、器具的端子连接。
- （3）截面面积 2.5 mm^2 及以下的多股铜芯线的线芯，应先拧紧搪锡或压接端子后再与设备、器具的端子连接。
- （4）多股铝芯线和截面面积大于 2.5 mm^2 的多股铜芯线，除设备自带插接式端子外，应焊接或压接端子后，再与设备、器具的端子连接。

（三）导线绝缘层剖削

- （1）用剥线钳剖削：适用于截面面积 4 mm^2 及以下的塑料硬线。
- （2）用电工刀剖削：适用于芯线截面面积大于 4 mm^2 的塑料硬线。

（四）铜导线接头连接

- （1）单股铜芯导线直接连接。

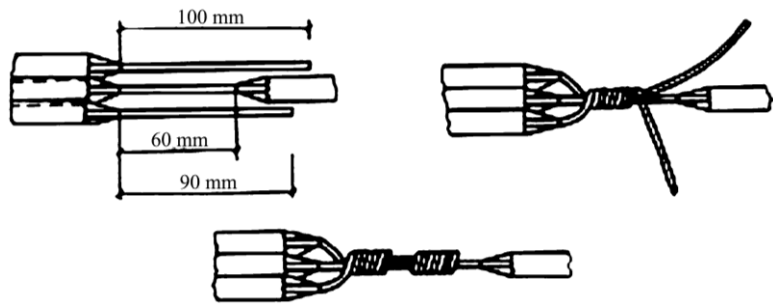
对于截面面积 6 mm^2 及以下的单股等径铜芯导线，一般采用绞接法，如图 1-3-1 所示。对于截面面积大于 6 mm^2 的单股等径铜芯导线，一般采用绑扎法，如图 1-3-2 所示。



（a）单股导线绞接

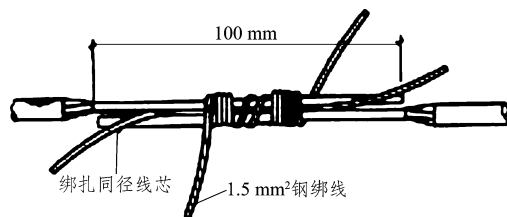


（b）单股导线直接

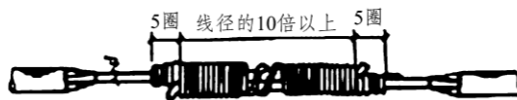


(c) 多根单股导线绞接

图 1-3-1 绞接法



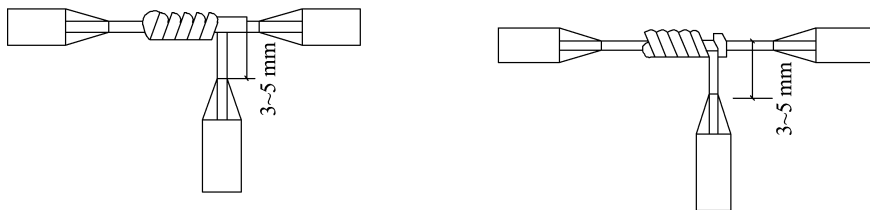
(a) 绑扎开始前动作



(b) 绑扎结束后

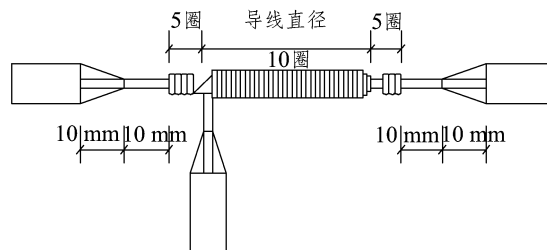
图 1-3-2 绑扎法

(2) 单股铜芯导线 T 字分支连接如图 1-3-3 所示。



(a) 顺绕法

(b) 背绕法



(c)

图 1-3-3 T 字分支连接

(3) 单股铜芯导线十字分支连接如图 1-3-4 所示。

(4) 单股铜芯导线并接如图 1-3-5 所示。

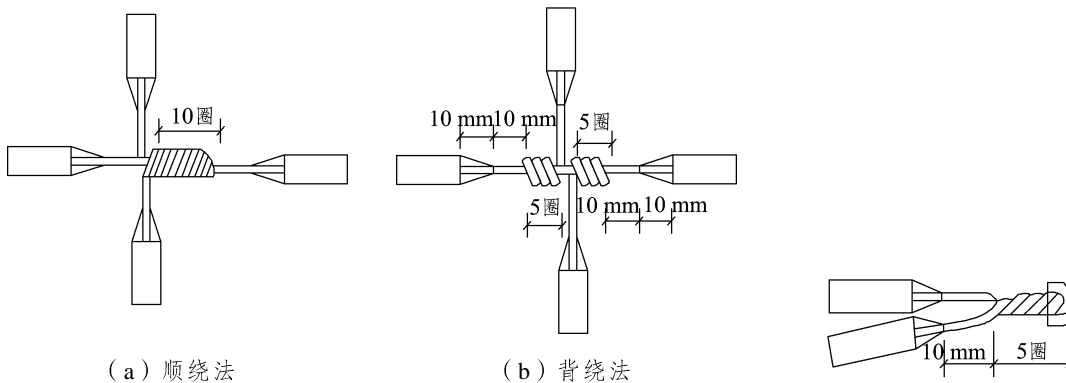


图 1-3-4 十字分支连接

图 1-3-5 并接

(5) 导线压接帽连接如图 1-3-6 所示。

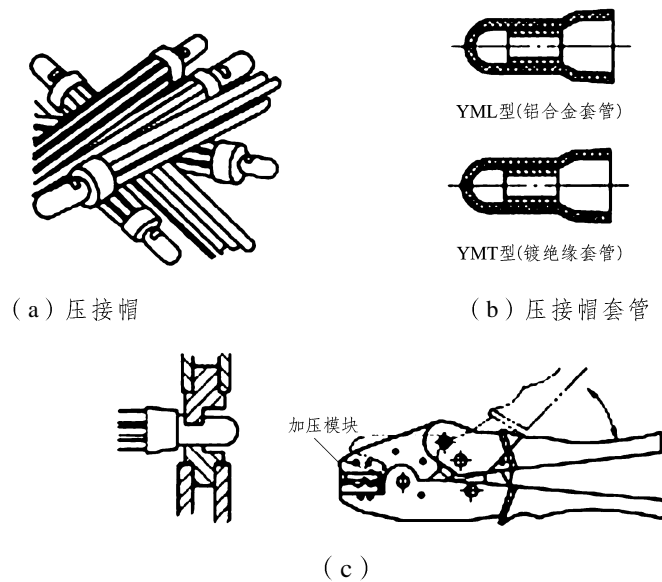


图 1-3-6 导线压接帽连接

(6) 双股导线连接如图 1-3-7 所示。

(7) 软线与硬线连接如图 1-3-8 所示。

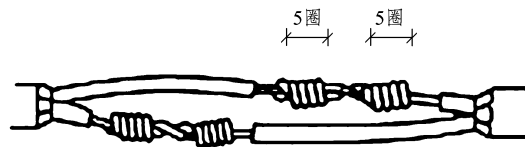


图 1-3-7 双股导线连接

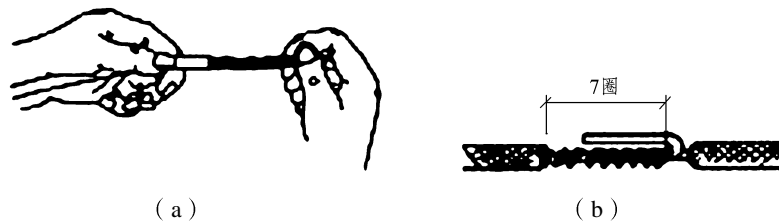


图 1-3-8 软线与硬线连接

(8) 多股铜芯导线直接连接如图 1-3-9 所示。

多股铜芯导线直线连接方法如下：

- ① 将剖去绝缘层的芯线拉直，分散成伞骨状，把两伞骨状线头隔股对叉，如图 1-3-9(a)、(b) 所示。
- ② 把导线一端的一股芯线折起并垂直于芯线，按顺时针方向紧贴并缠 3 圈，再剪去或折成与芯线平行的直角，继续缠紧第二股芯线 3 圈，但在后一股芯线折起时，应把折起的芯线紧贴前一股芯线已弯成直角的根部，如图 1-3-9(c) 所示。
- ③ 从第三股芯线开始紧缠 5 圈，紧缠完最后一股芯线，剪去芯线多余的端头，如图 1-3-9(d) 所示。
- ④ 用同样的方法连接导线另一端，连接好后如图 1-3-9(e) 所示。

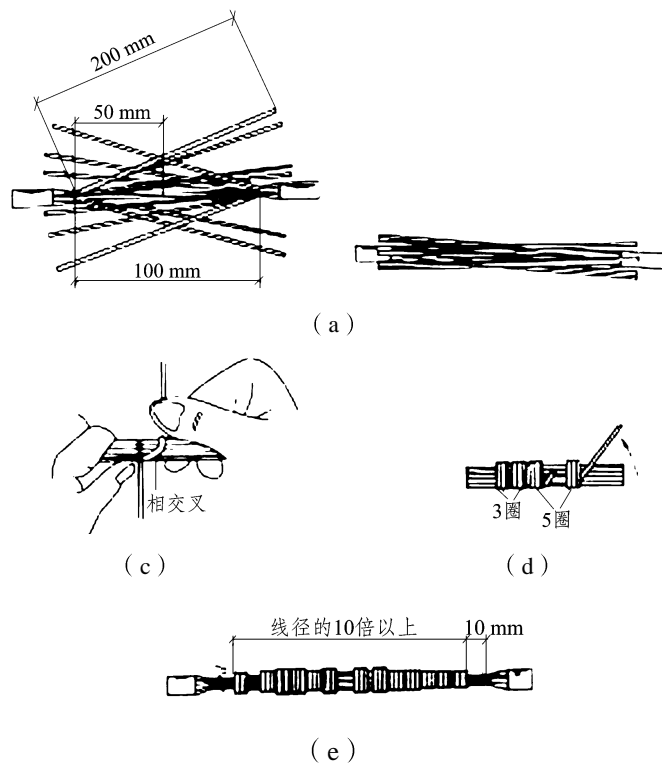


图 1-3-9 多股铜芯导线直接连接

(9) 多股铜芯导线 T 字分支连接如图 1-3-10 所示。

如图 1-3-10 (a) 所示:

(1) 剖削干线和支线长为 L 的绝缘层, 绞紧支线靠近绝缘层 $L/8$ 处的芯线, 散开支线芯线, 拉直并清洁芯线表面。

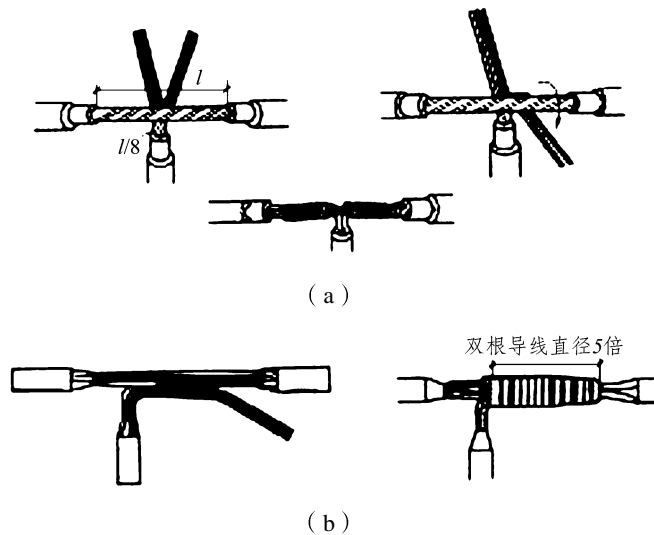


图 1-3-10 多股铜芯导线 T 字分支连接

(2) 把支线芯线分成两组排齐, 用螺丝刀将干线中间分开, 将一组插入干线芯线中间, 把另一组芯线在干线芯线顺时针方向紧密缠绕 4~5 圈, 切除余下芯线, 钳平线端。

(3) 再将前一组芯线在干线芯线的另一侧顺时针方向紧密缠绕 3~4 圈, 切除余下芯线, 钳平线端。

还可用图 1-3-10 (b) 所示的方式进行 T 字分支连接。

二、电缆接头的制作

断电缆之前, 先根据端接图纸 (或任务单) 核实电缆的临时标识、房间号、设备号、部件号、端口号, 根据电缆的等级和接线端子的类型来选用合适的接线鼻子 (低、中压电缆鼻子选型时其孔径要与设备上固定螺栓的大小相匹配), 根据进线孔到端子排的距离进行断线 (注意预留一定的长度), 然后用电工刀环切电缆外护套, 注意切割时不能伤到芯线的绝缘层, 去掉电缆外护套后, 清理掉电缆的填充物, 梳理好电缆芯线, 再缩上热缩套管, 穿上芯线标识 (号码管), 最后用剥线钳剥离芯线的绝缘层。注意芯线的截面面积与剥线钳上的切口面积要相同, 以免损伤芯线的导体。

中、低压大型电缆热缩工艺相对复杂, 对剥皮尺寸也有严格的要求, 电缆头制作时必须严格按照设计文件或者厂家安装指导书进行操作, 下面举例介绍。

(一) 630 mm² 电缆头热缩工艺

1. 剥外护套

用电缆夹将电缆垂直固定, 按图 1-3-11 所示剥 350 mm 外护套。

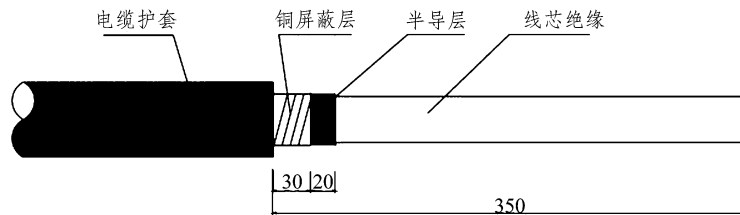


图 1-3-11 剥外护套

2. 剥铜屏蔽层、半导层

从电缆护套端口处量取 30 mm 铜屏蔽层，其余剥除，保留 20 mm 半导层，其余剥除，如图 1-3-12 所示。

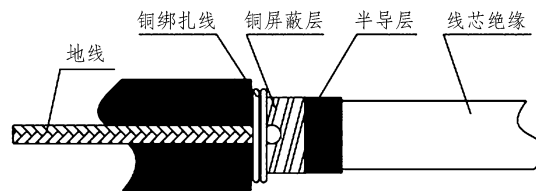


图 1-3-12 剥铜屏蔽层

3. 焊接地线、缠绕填充胶

将地线用绑扎线固定在铜屏蔽上（电缆护套起 10 mm 处），焊牢，保证表面光滑。用填充胶填平电缆护套断口及地线焊接处，确保没有毛刺。

4. 缠绕密封胶、应力疏散胶

在靠近外护套断口约 20 mm 处缠绕一层密封胶，压上地线，再缠绕一层密封胶；清理绝缘表面，将应力疏散胶拉薄，缠绕在半导层和绝缘层交接处，各搭接 4 ~ 6 mm，填成斜坡，如图 1-3-13 所示。

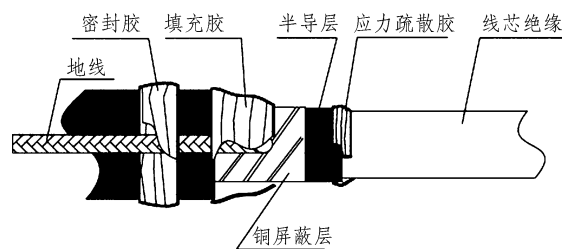


图 1-3-13 缠绕密封胶、应力疏散胶

5. 固定应力控制管

将应力控制管套入，搭接 20 mm 铜屏蔽，小火慢烤，加热固定；待应力管稍冷却，再次对应力控制管加热；待应力控制管稍冷却，在应力控制管与绝缘层搭接处缠绕应力疏散胶，各搭接 4 ~ 6 mm，填成斜坡，如图 1-3-14 所示。

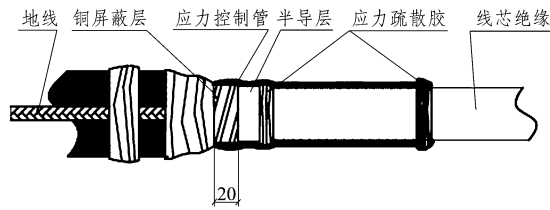


图 1-3-14 固定应力控制管

6. 固定户内绝缘管

清洁绝缘层表面，在绝缘层表面涂抹硅脂膏，将绝缘管套入，与电缆护套搭接 60 mm，从下往上加热固定，如图 1-3-15 所示。

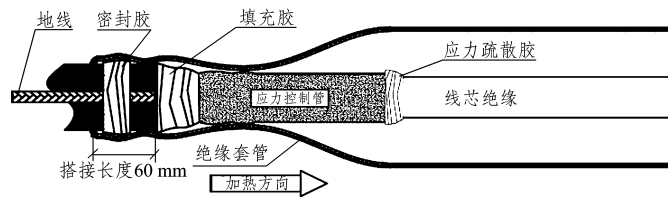


图 1-3-15 固定户内绝缘管

7. 套入密封管

套入密封管一根，暂时不收缩，待用，如图 1-3-16 所示。

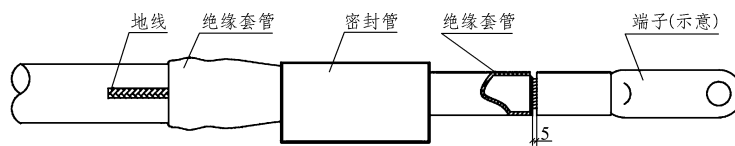


图 1-3-16 套入密封管

8. 剥绝缘层、压接端子、包绕密封胶

待绝缘管稍冷却，在芯线端部剥去长度为端子孔深再加 5 mm 的绝缘层，按规定压接端子。用密封胶填平金属端子压接处，搭接端子和绝缘管各 10 mm。

9. 固定密封管、色相管

将密封管套在端子外，上端包住端子的压痕并按要求留出观察位置，加热固定；将相色管套在密封管外，加热固定相色管，如图 1-3-17 所示。

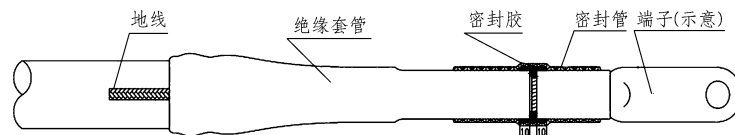


图 1-3-17 固定密封管、色相管

注意事项：

- (1) 避免热缩材料被尖锐物体划割戳刺，否则会造成开裂。
- (2) 剥铜屏蔽时勿伤及半导体层，剥半导体层时勿伤及绝缘层。

- (3) 施工过程中保持清洁。
- (4) 收缩时均匀加热，保证热缩管收缩均匀。

(二) 50 mm² 电缆热缩工艺

1. 剥外护套

用电缆夹将电缆垂直固定，按图 1-3-18 所示剥 300 mm 外护套。

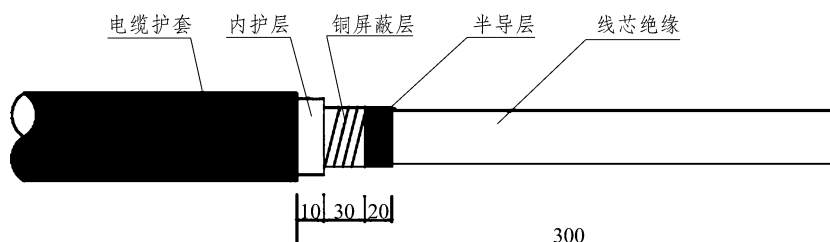


图 1-3-18 剥外护套

2. 剥内护层

在电缆护套断口处保留 10 mm 内护层，其余剥除；切掉填充物。

3. 剥铜屏蔽层、半导体

从内护层断口处量取 30 mm 铜屏蔽层，其余剥除；保留 20 mm 半导体，其余剥除，如图 1-3-19 所示。（注：半导体外有一层防水层需剥除，打磨并清洁半导体表面，过程中勿伤及绝缘层）

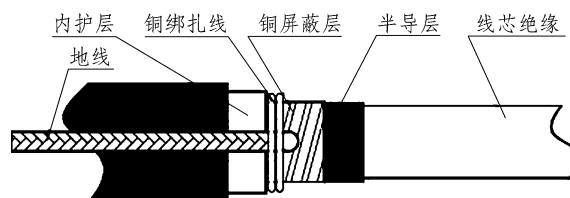


图 1-3-19 剥铜屏蔽层、半导体

4. 焊接地线、缠绕填充胶

将地线用绑扎线固定在铜屏蔽上（内护层起 10 mm 处），焊牢，保持表面光滑；用填充胶填平内护层断口及地线焊接处，确保没有毛刺。

5. 缠绕密封胶、应力疏散胶

在靠近外护套断口约 20 mm 处缠绕一层密封胶，压上地线，再缠绕一层密封胶；清理绝缘表面，将应力疏散胶拉薄，缠绕在半导体和绝缘层交接处，各搭接 4~6 mm，填成斜坡，如图 1-3-20 所示。

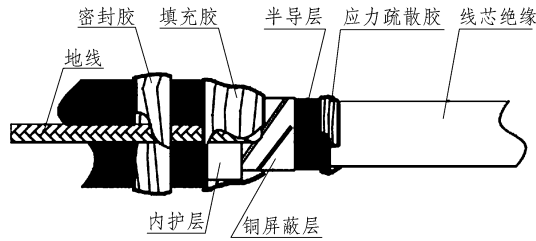


图 1-3-20 缠绕密封胶、应力疏散胶

6. 固定应力控制管

将应力控制管套入，搭接 20 mm 铜屏蔽，加热固定；待应力管稍冷却，再次对应力控制管加热；待应力控制管稍冷却，在应力控制管与绝缘层搭接处缠绕应力疏散胶，各搭接 4~6 mm，填成斜坡，如图 1-3-21 所示。

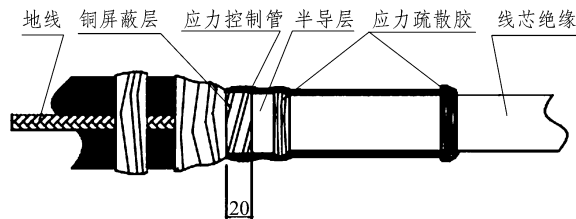


图 1-3-21 固定应力控制管

7. 固定户内绝缘管

清洁绝缘层表面，在绝缘层表面涂抹硅脂膏，将绝缘管套入，与电缆护套搭接 60 mm，从下往上加热固定，如图 1-3-22 所示。

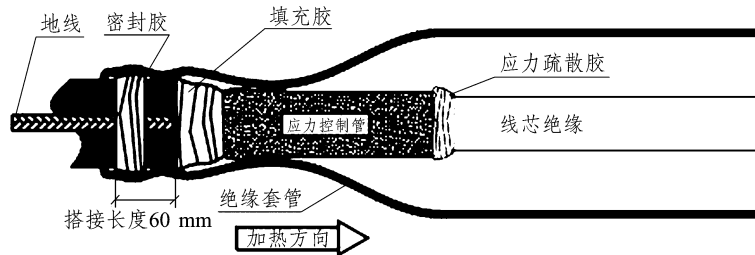


图 1-3-22 固定户内绝缘管

8. 套入相色管、密封管

套入相色管及密封管各一根，暂时不收缩，待用，如图 1-3-23 所示。

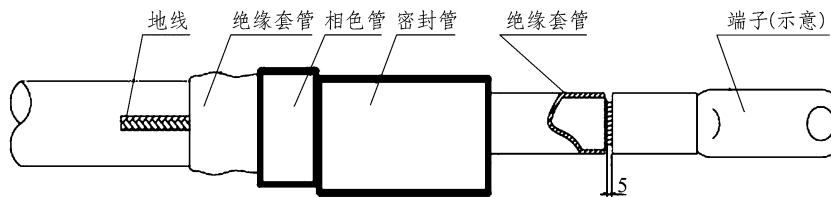


图 1-3-23 套入相色管、密封管

9. 剥绝缘层、压接端子、包绕密封胶

待绝缘管稍冷却，在芯线端部剥去长度为端子孔深再加 5 mm 的绝缘层，按规定压接端子；用密封胶填平金属端子压接处，搭接端子和绝缘管各 10 mm。

10. 固定密封管、相色管

将密封管套在端子外，上端包住端子的压痕并按要求留出观察位置，加热固定；将相色管套在密封管外，加热固定相色管，如图 1-3-24 所示。

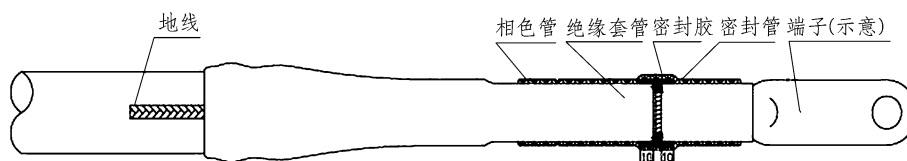


图 1-3-24 固定密封管、相色管

用以上同样方法安装其他两根后，安装完毕，如图 1-3-25 所示。

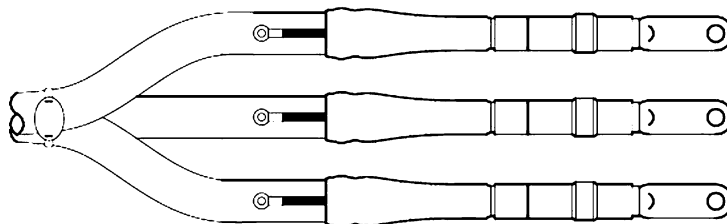


图 1-3-25 安装完毕

注意事项：

- (1) 避免热缩材料被尖锐物体划割戳刺，否则会造成开裂。
- (2) 剥铜屏蔽时勿伤及半导体层，剥半导体层时勿伤及绝缘层。
- (3) 施工过程中保持清洁。
- (4) 收缩时均匀加热，保证热缩管收缩均匀。

(三) 400 mm² 电缆热缩工艺

1. 剥外护套

用电缆夹将电缆垂直固定，按图 1-3-26 剥 300 ~ 390 mm（特殊情况下最少可按 270 mm 开剥）电缆外护套。

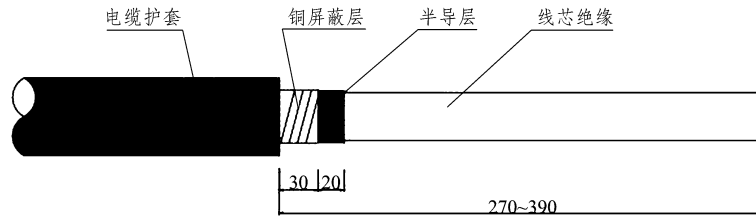


图 1-3-26 剥外护套

2. 剥铜屏蔽层、半导层

从电缆护套断口处量取 30 mm 铜屏蔽层，其余剥除；保留 20 mm 半导层，其余剥除，如图 1-3-27 所示。

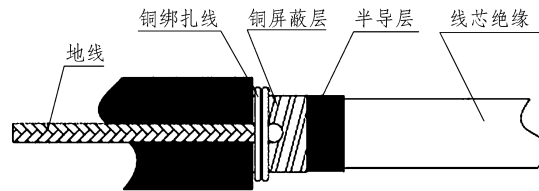


图 1-3-27 剥铜屏蔽层、半导层

3. 焊接地线、缠绕填充胶

将地线用绑扎线固定在铜屏蔽上（电缆护套起 10 mm 处），焊牢，保证表面光滑；用填充胶填平电缆护套断口及地线焊接处，确保没有毛刺。

4. 缠绕密封胶、应力疏散胶

在靠近外护套断口约 20 mm 处缠绕一层密封胶，压上地线，再缠绕一层密封胶；清理绝缘表面，将应力疏散胶拉薄，缠绕在半导层和绝缘层交接处，各搭接 4~6 mm，填成斜坡，如图 1-3-28 所示。

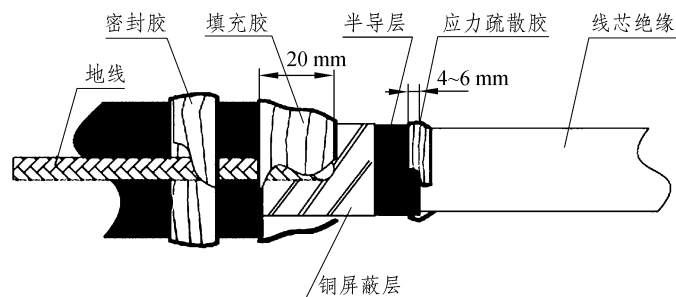


图 1-3-28 缠绕密封胶、应力疏散胶

5. 固定应力控制管

将应力控制管套入，搭接 20 mm 铜屏蔽，小火慢烤，加热固定；待应力管稍冷却，再次对应力控制管加热；待应力控制管冷却后，在应力控制管与绝缘层交接处缠绕应力疏散胶，各搭接 4~6 mm，填成斜坡，如图 1-3-29 所示。当开剥尺寸为 270 mm 时，注意线芯绝缘部

分长度至少为 150 mm。

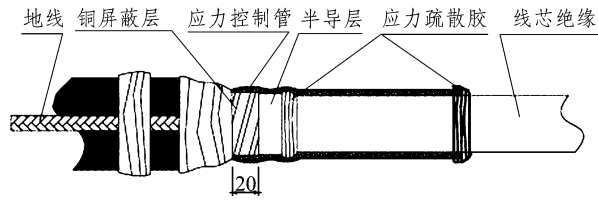


图 1-3-29 固定应力控制管

6. 固定户内绝缘管

清洁绝缘层表面，在绝缘层表面涂抹硅脂膏，将绝缘管套入，与电缆护套搭接 60 mm，从下往上加热固定，如图 1-3-30 所示。

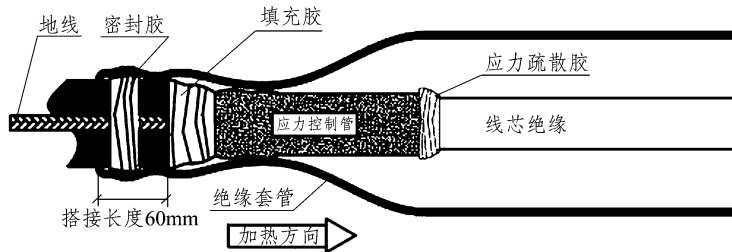


图 1-3-30 固定户内绝缘管

7. 套入密封管

套入密封管一根，暂时不收缩，待用，如图 1-3-31 所示。

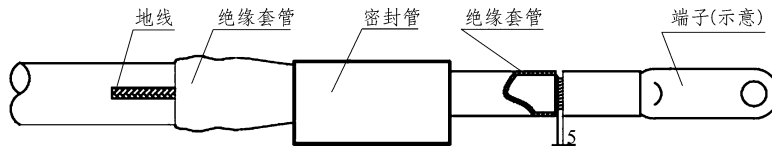


图 1-3-31 套入密封管

8. 剥绝缘层、压接端子、包绕密封胶

待绝缘管稍冷却，在芯线端部剥去长度为端子孔深再加 5 mm 的绝缘层，按规定压接端子；用密封胶填平金属端子压接处，搭接端子和绝缘管各 10 mm。

9. 固定密封管、相色管

将密封管套在端子外，上端包住端子的压痕并按要求留出观察位置，加热固定；将相色管套在密封管外，加热固定相色管，如图 1-3-32 所示。

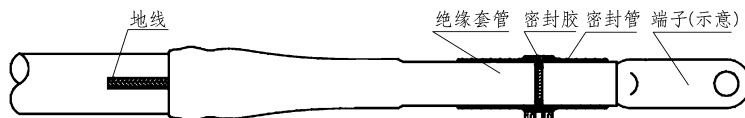


图 1-3-32 固定密封管、相色管

注意事项：

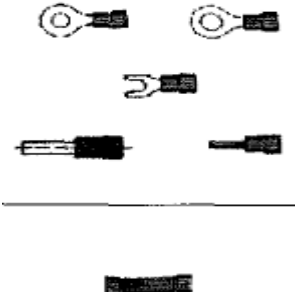

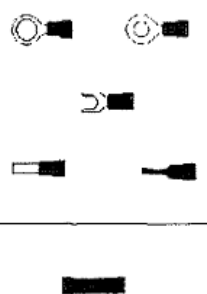

- (1) 避免热缩材料被尖锐物体划割戳刺，否则会造成开裂。
- (2) 剥铜屏蔽时勿伤及半导层，剥半导层时勿伤及绝缘层。
- (3) 施工过程中保持清洁。
- (4) 收缩时均匀加热，保证热缩管收缩均匀。

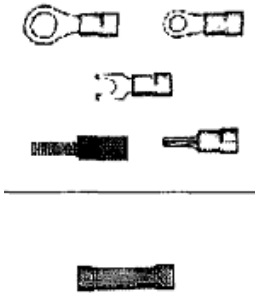

三、芯线的压接

压接前先按照图纸上芯线的对应关系来检查芯线标识（号码管）的正确性，然后根据鼻子的规格型号来选用合适的压接工具，具体选型如下：

（一）核级接线鼻子压接工具的使用

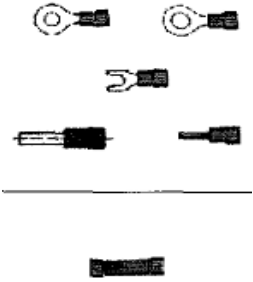
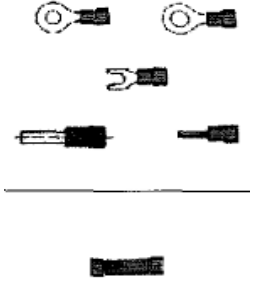

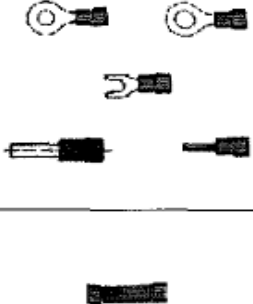
表 1-3-1 核级接线鼻子压接工具的选用原则

鼻子型号	截面面积/mm ²	绝缘管颜色	钳子型号
	0.25~1.6	红色 条纹	 47386-0
	1.0~2.6	蓝色 条纹	 47387-0

	<p>2.7 ~ 6.6</p>	<p>黄色 条纹</p>	 <p>59239-4</p>
---	------------------	------------------	---

(二) 非核级接线鼻子压接工具的使用

表 1-3-2 非核级接线鼻子压接工具的选用原则

鼻子型号	截面面积/mm ²	绝缘管颜色	钳子型号
	0.25 ~ 1.6	红色	
	1.0 ~ 2.6	蓝色	 169404-0
	2.7 ~ 6.6	黄色	

(三) 低压电缆铜鼻子压接工具的选用

表 1-3-3 低压电缆铜鼻子压接工具的选用原则

鼻子类型	电缆芯线截面面积/mm ²	压模型号	压钳型号
	4	4E120-4Cu	
	6	4E35-6Cu	
	10	4E50-10CU	
	16	4E70-16CU	
	25	4E95-25CU	
	35	4E35-6CU	
	50	4E50-10CU	
	70	4E70-16CU	
	95	4E95-25CU	
	120	4E120-4CU	
	150	5E150CU	

(四) 电动泵的使用

截面面积大于 240 mm² 的低压电缆和中压电缆的端接都需要用电动泵来实现，注意压接时芯线截面面积要与压膜规格相匹配。铝电缆与铜铝过渡鼻子连接时的压接方式为：先压接电缆侧再压接舌片面侧，如图 1-3-33 所示。铜电缆与铜鼻子连接时则相反，如图 1-3-34 所示。

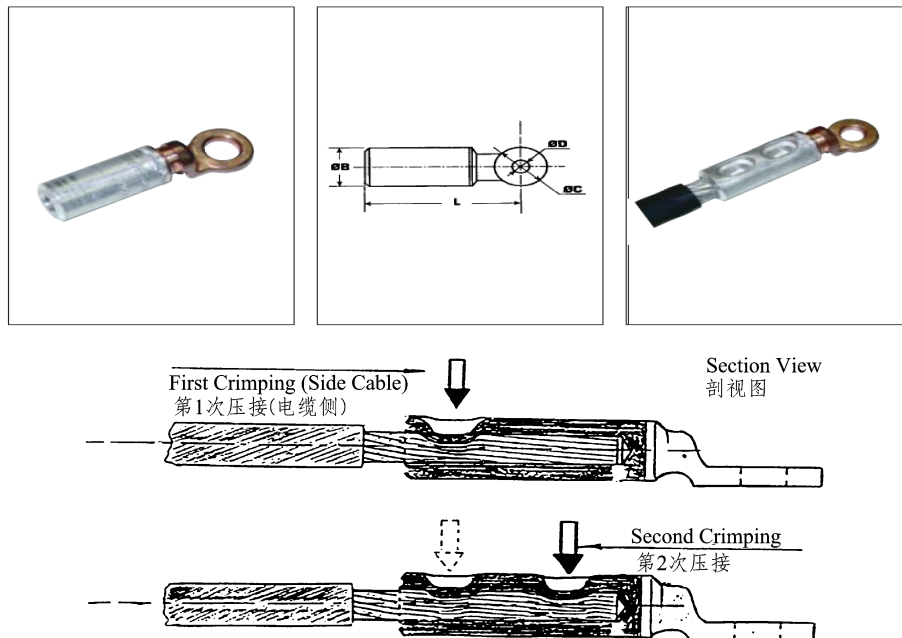


图 1-3-33 铝电缆与铜铝过渡鼻子的连接

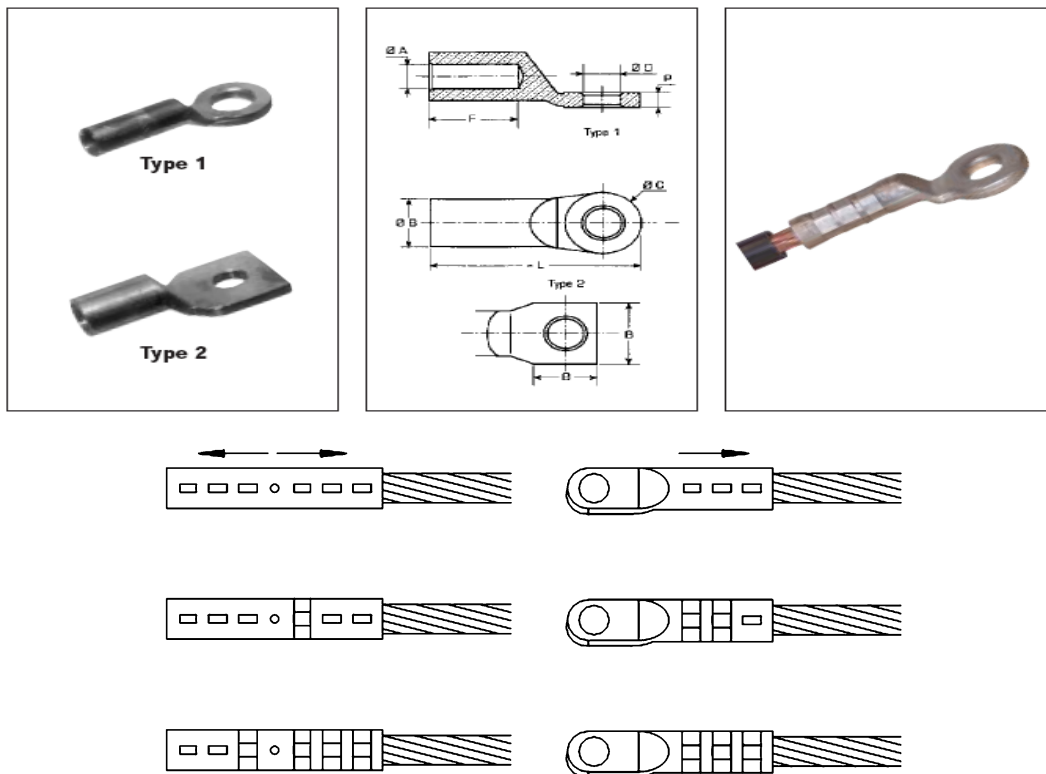


图 1-3-34 铜电缆与铜鼻子的连接

四、电缆头的连接

压接完成后的电缆头应正确地连接到图纸中要求的位置。 $0.25 \sim 6.6 \text{ mm}^2$ 的芯线一般都连接至设备的端子排上，连接时先松开端子排上的固定螺丝，然后插入压接好的鼻子，最后拧紧螺丝即可，注意力度不能太大，防止螺丝滑丝。低、中压导线头一般都固定在设备母排或者电机、电动泵的接线盒上，通常需要用成套螺栓进行连接，连接时还需要注意电缆的弯曲半径，静态下，动力电缆的弯曲半径不能小于电缆外径的 10 倍。盘柜内部排线要美观，如图 1-3-35 所示。



图 1-3-35 盘柜内部排线

五、特殊电缆插头的焊接

对于特殊系统的电缆,其终端为插头连接,且插针与芯线的连接方式为焊接,下面以 RPN 系统电缆插头制作举例说明,插头的基本结构如图 1-3-36 所示。

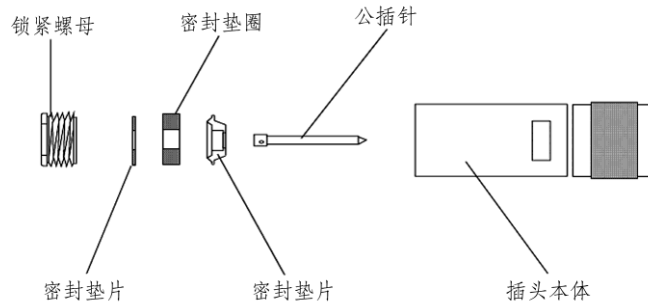


图 1-3-36 插头的基本结构

插头制作的详细步骤如下:

- (1) 先把锁紧螺母、垫圈、密封垫圈和密封垫片套在电缆上。
- (2) 去掉电缆外护套,长度为 35 mm,如图 1-3-37 所示。

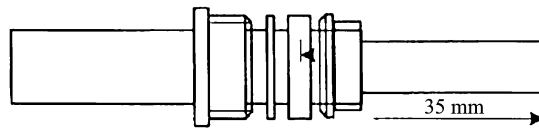


图 1-3-37 去掉电缆外护套

- (3) 剥去蓝色铝箔纸,露出金属屏蔽。
- (4) 用钢丝刷梳理网状屏蔽层并回翻,露出金属屏蔽层并将其分解,如图 1-3-38 所示。

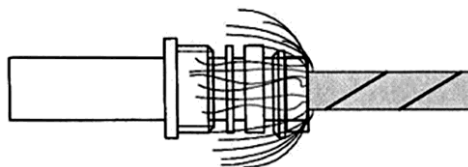


图 1-3-38 梳理网状屏蔽层

- (5) 用剪刀把金属屏蔽剪成条,并将其回翻。
- (6) 重复上述工作,知道露出白色绝缘为止。
- (7) 从屏蔽层 10 mm 处用专用割刀剪掉白色绝缘体,如图 1-3-39 所示。

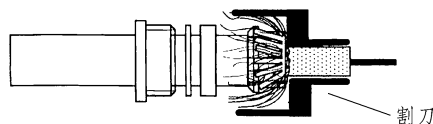
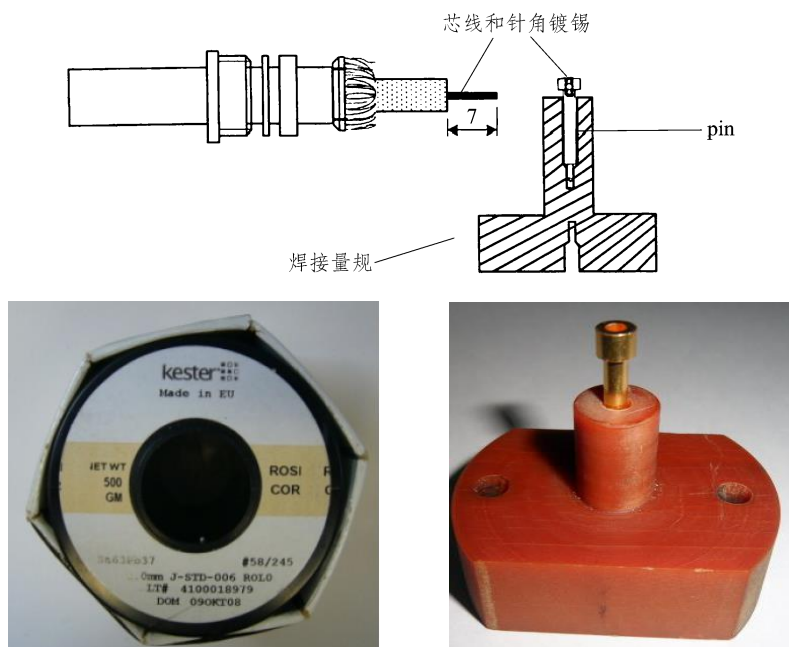


图 1-3-39 用割刀剪掉白色绝缘体

(8) 剪掉网状屏蔽和金属屏蔽, 让其与密封垫片齐平。

(9) 用电烙铁将线芯和插针上锡, 以插针中焊锡漫过观察孔上侧为准, 不能过多, 否则会出现多余的焊锡从观察孔溢出, 焊锡选用以厂家指定的为准, 详见图 1-3-40。



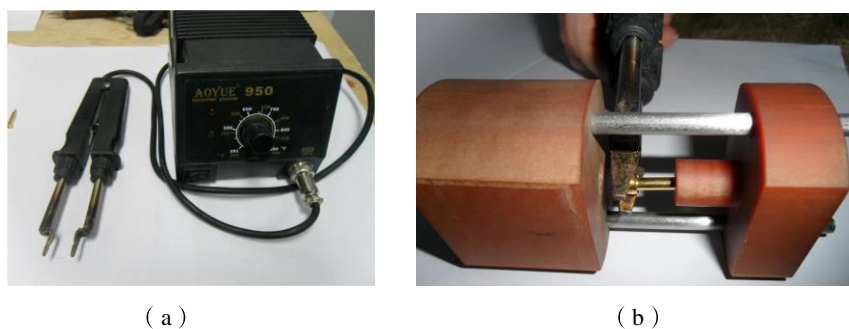
焊锡选用 kester #58/245 Sn63Pb37

插针对中工具 (插针固定部分)

图 1-3-40 对接设备及准备

(10) 从白色绝缘 7 mm 处切掉线芯多余的部分。

(11) 用专用工具固定插针并做好对接准备, 工具如图 1-3-41 所示。



(a)

(b)

图 1-3-41 焊接设备及过程

(12) 使用钳形电烙铁对插针进行环形持续加热。

(13) 用手缓缓地将插针推入对中孔, 当插针在芯线绝缘体中间时就松开钳形电烙铁, 等待焊锡自然冷却。

(14) 如果焊锡过多就去除多余的焊锡, 焊锡过少就重新焊接。

(15) 焊接完成后用酒精清洁插针。

(16) 确保插针与绝缘体之间无缝隙、端正，再用 HN 插头专用组装钳组装插头，如图 1-3-42 所示。

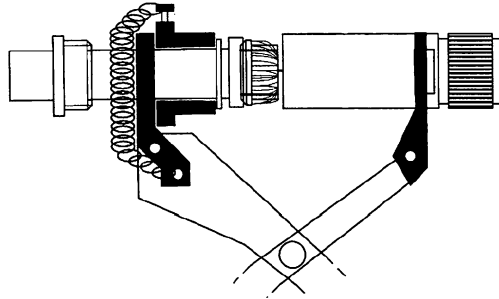


图 1-3-42 用专用组装钳组装插头

(17) 把锁紧螺帽紧固在插头的本体上。

(18) 按照厂家文件要求进行插针深度测试，测试方法如图 1-3-43 所示。

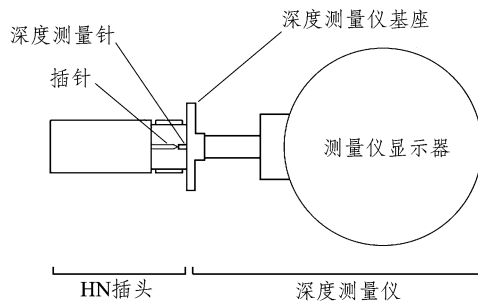


图 1-3-43 插针深度测试

(19) 对于深度合格的插头就需要在插头和电缆交接处套上 100 mm 长的 K1 级热缩套管，且热缩时热风枪的温度设置为 500 °C，热缩过程如图 1-3-44 所示。



图 1-3-44 热缩过程

(20) 为了防止插头受潮，待插头冷却后用密封袋、干燥剂将插头进行密封。