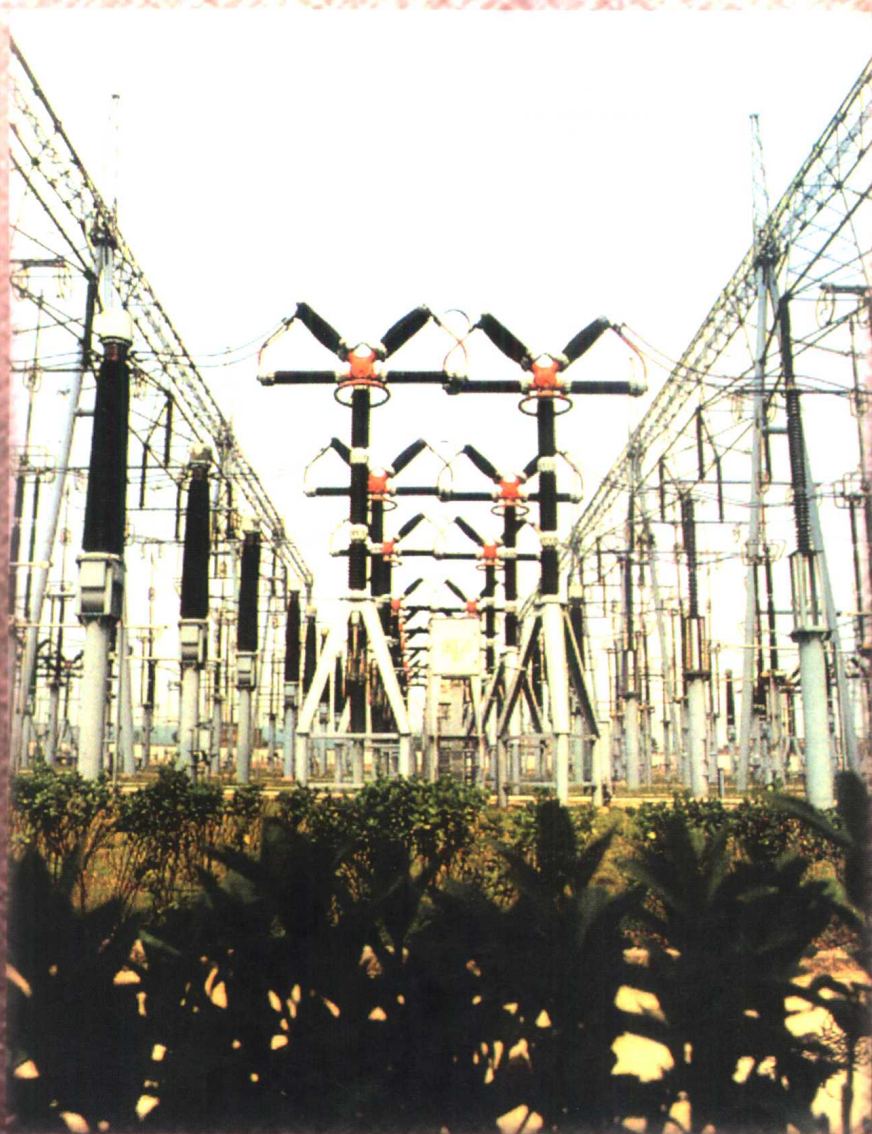


电气设备 检修技术

许建安 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

电 气 设 备

检 修 技 术

许建安 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书比较详尽地介绍了屋内配线的基本技能;屋内配线工程实践;电子电路的安装工艺;异步电动机的检修;电力变压器的检修;断路器的检修;隔离开关的检修;母线和绝缘子的检修;电缆的检修;低压开关的检修;互感器的检修等。

本书适用于现场的电气设备检修人员阅读,也可作为电力中、高等职业技术学校的电气设备检修专业教材,还可作为进网作业电工等级培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备检修技术/许建安主编. —北京:中国水利水电出版社, 2000. 3
ISBN 7-5084-0268-5

I. 电… II. 许… III. 电气设备-检修 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 05149 号

书 名	电气设备检修技术
作 者	许建安 主编
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 240 千字
版 次	2000 年 5 月第一版 2000 年 5 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	19.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

本书是根据“发电厂及电力系统”、“水电站电力设备”、“用电管理”、“企业供电”等专业的教学大纲进行编写的。针对职业技术学校培养操作型、应用型技术人才的要求，编写中认真贯彻理论联系实际的原则，从电力系统的实际出发，以电力生产安全技术规程、规范提出的目标为依据，并兼顾到电力部门电气检修技术工种等级鉴定的一般要求。在检测项目、检修方法和调整技术的内容上深入浅出，在文字上语言简炼，力求通俗易懂、便于自学和操作训练。具有一定的广泛性和较强的实用性。

本书内容包括屋内配线的基本技能；屋内配线工艺；电子电路的制作；电子电路的安装及检修；中小型三相异步电动机的检修；变压器的检修；互感器的检修；少油断路器的检修；绝缘子、母线、电缆的检修；低压开关的检修及隔离开关的检修等。书中在阐述电气设备检修程序和一些通用原则的同时，着重介绍了其检修技术。

本书共十章，第一、二章由福建水利电力学校黄庆丰同志编写，第三章由刘德旺同志编写，第四章由谢珍贵同志编写，第五～十章由许建安同志编写，并由许建安同志担任主编。

由于我们的理论水平和实践经验有限，书中的缺点和错误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

2000年1月

目 录

前言

第一章 屋内配线的基本技能	1
第一节 导线的接头制作与连接	1
第二节 配线方法及基本技术	6
第三节 二次电路布线和校线	10
第四节 内线工程识图	12
第二章 室内配线工程实践	20
第一节 室内配线的一般要求和配线工序	20
第二节 瓷夹板和瓷瓶配线	21
第三节 槽板配线	25
第四节 护套线配线	26
第五节 线管配线	27
第六节 内线工程试验	36
第三章 电子电路制作、安装及检修	38
第一节 整机布局与组装工艺	38
第二节 用万用表测量常用电子元器件	44
第三节 检修的常用方法	59
第四章 中小型三相异步电动机	67
第一节 中小型三相异步电动机的结构	67
第二节 三相异步电动机常见的故障、原因及处理方法	75
第三节 中小型三相异步电动机的拆卸和组装	76
第四节 中小型三相异步电动机绕组故障的检修	81
第五节 异步电动机定子绕组的重嵌	89
第六节 异步电动机的浸漆和烘干	100
第七节 异步电动机检修后的测试	102
第五章 变压器	104
第一节 变压器事故处理	104
第二节 变压器的检修	105
第三节 变压器不吊芯检查	106
第四节 变压器吊芯检修	108
第五节 其他部件的检修	110
第六节 变压器的干燥	112
第七节 变压器油的处理	117

第六章 互感器	120
第一节 互感器运行及事故处理.....	120
第二节 互感器的检修	121
第七章 少油断路器	123
第一节 少油断路器的结构原理.....	123
第二节 少油断路器的检修	124
第八章 绝缘子、母线和电缆	136
第一节 绝缘子、母线和电缆的用途、类型及结构原理	136
第二节 母线、电缆的检修	143
第九章 低压开关	147
第一节 交流接触器和磁力起动器的检修	147
第二节 自动空气开关的检修	149
第十章 隔离开关	154
第一节 概述	154
第二节 GN19—10 型、GW5—110D 型隔离开关	155
第三节 隔离开关的检修和试验.....	158
参考文献	161

第一章 屋内配线的基本技能

第一节 导线的接头制作与连接

电气设备安装或配线过程中,常常需要把一根导线和另一根导线连接或将导线与电气设备的端子连接,这些连接处通常称为接头。不论是机械强度还是电气性能,接头均比其他部位差,是电路的薄弱环节。可以说,安装的电路能否安全可靠地运行,很大程度上取决于导线接头的质量。因此,接头的制作,是电气安装和布置中一道非常重要的工序,必须按标准和规范操作。

一、导线接头的基本要求

- (1) 机械强度高。接头的机械强度不应小于导线机械强度的 80%。
- (2) 接头电阻要小且稳定。接头的电阻值不应大于相同长度导线的电阻值。
- (3) 耐腐蚀。对于铝和铝连接,如采用熔焊法,主要防止残余熔剂或熔渣的化学腐蚀;对于铝与铜的连接,主要防止电化腐蚀,在连接前后,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。
- (4) 绝缘性能好。接头的绝缘强度应与导线的绝缘强度一样。

二、接头的制作

导线接头制作一般分四个步骤:剥切绝缘层;线芯连接;接头焊接或压接;恢复绝缘层。以下分别介绍各步骤的工艺要求和操作方法。

(一) 绝缘层的剥切

在导线连接前,须把导线端部绝缘层剥去,剥削绝缘层的方法要正确,如果方法不当,容易损伤芯线,缠胶布时会产生空隙。根据绝缘层的厚度和层数不同,剥切方法有单层剥法、分段剥法及斜剥法三种剥切方法,如图 1-1 所示。

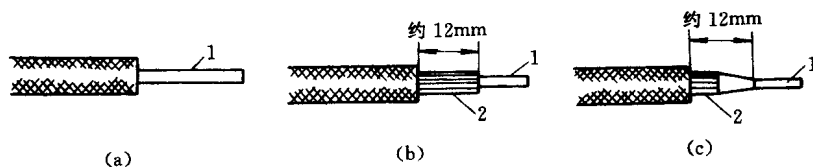


图 1-1 导线绝缘层剥切法
(a) 单层剥法; (b) 分段剥法; (c) 斜剥法
1—导体; 2—绝缘层(橡皮)

单层剥削法适用于单层绝缘塑料线,分段剥削和斜剥法适用于绝缘层较多的导线,如橡皮线。操作中为避免伤及线芯,初学者应按如下方法剥削:

- (1) 单层塑料绝缘线。首先根据所需长度,用电工刀以 45° 角倾斜切入塑料层,不可切入芯线,然后用力使刀口向外切削,削去一部分塑料层,然后再把另一部分塑料层翻下,用

电工刀取齐削去，使芯线露出，如图 1-2 所示。

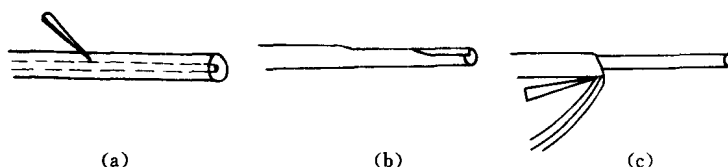


图 1-2 塑料线线头的切削过程
(a) 刀口以 45° 角倾斜切入；(b) 削去一部分塑料层；
(c) 翻下其余塑料层用刀削去

(2) 多层绝缘线。分层剥切，每层的剥切方法与单层塑料线相同。对橡皮线，首先根据所需长度，在橡皮绝缘线棉纱织物层上用电工刀划破一圈，然后削去一长条棉纱织物层，再把余下的棉纱织物层削去，再在距离棉纱织物层约 $10\sim 12\text{mm}$ 处，用电工刀以 45° 角倾斜切入橡胶层，方法与单层塑料线相同。对绝缘层比较厚的导线，采用斜剥法，即象削铅笔一样进行切削，如图 1-2 (c)。

不论哪一种方法，剥切时均不可割伤芯线。否则，会降低导线机械强度且会因导线截面减少而增加电阻。绝缘层剥去的长度，依接头方法和导线截面不同而不同。

(二) 导线的连接

导线的连接方法很多，有绞接、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。

1. 铜导线连接

(1) 单股铜导线连接：单股铜导线的连接，有绞接法和缠卷法两种。截面较小的导线，一般多用绞接法；截面较大的导线，因绞捻困难，则多用缠卷法。

1) 绞接法。如图 1-3 所示。图 1-3 (a) 为直线连接，绞接时先将导线互绞 3 圈，然后将两线端分别在另一线上紧密地缠 5 圈，余线割弃，使端部紧贴导线。图 1-3 (b) 为分支连接，绞接时可先用手将支线在干线上粗绞 1~2 圈，再用钢丝钳紧密地缠绕 5 圈，余线割弃。

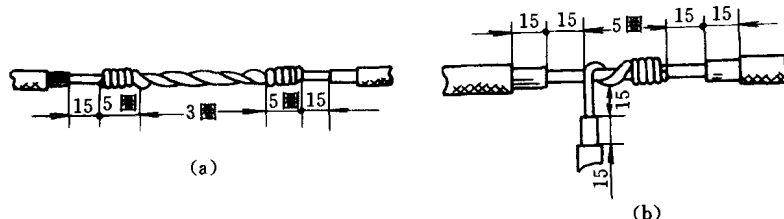


图 1-3 单芯铜导线的绞接法
(a) 直接连接；(b) 分支连接

2) 缠卷法。如图 1-4 所示。直接连接时，先将两线端用钳子稍作弯曲，相互并合，中间加一根相同截面的辅助线，然后用直径约 1.5mm 的裸铜线紧密地缠卷在导线并合部分。缠卷长度约为导线直径的 10 倍左右。分支连接时，先将分支线作直角弯曲，并在其端部稍

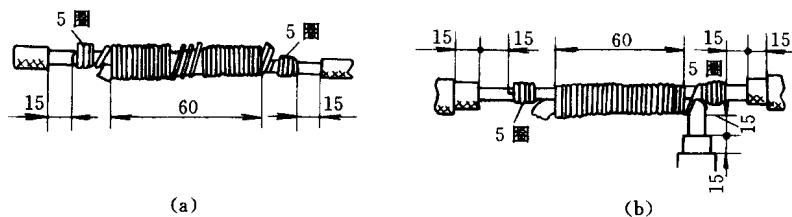


图 1-4 单芯大截面铜导线的缠卷法

(a) 直接连接；(b) 分支连接

作弯曲，然后将两线并合，用裸导线紧密缠卷，缠卷长度同直线连接一样。

(2) 多股铜导线连接。多股铜线有单卷、复卷和缠卷三种方法。具体用于直线连接和分支连接时有区别。

直线连接时有两种方法，一是用连接绑线缠绕连接，如图 1-5 所示，先把导线两端削去线皮，然后把多股导线顺次解开成 30° 伞状，用钳子逐根拉直，用砂布将导线表面擦净，把中心线切断，再把两头多芯线对好，插进去成为一体，用 1.5mm^2 的铜线绑缠，接法与单芯直线缠绕法相同。另一种是本身单卷连接法，如图 1-6 所示，先把多股导线线芯顺次解开，并剪去中心一股，再将各张开的线端相互插嵌成一体，将各线端拉直合拢，取任意两股同时缠绕 5~6 圈后，另换两股缠绕，把原有两股压在里档或把它割弃，再缠 5~6 圈后，采用同样的方法，调换二股缠绕。依此类推，缠到解开点为止，选择另两股导线同线互相扭绞 3~4 圈，余线割弃，余留部分用钳子敲平，使其紧贴导线，再用同样方法做另一端。

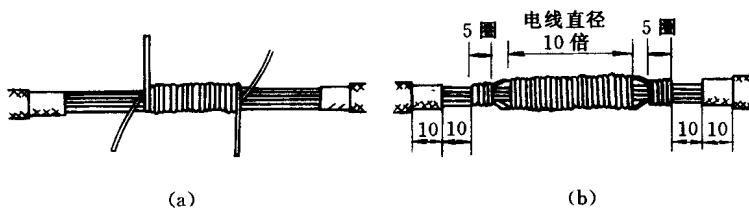


图 1-5 多芯铜线直线连接（缠绑法）

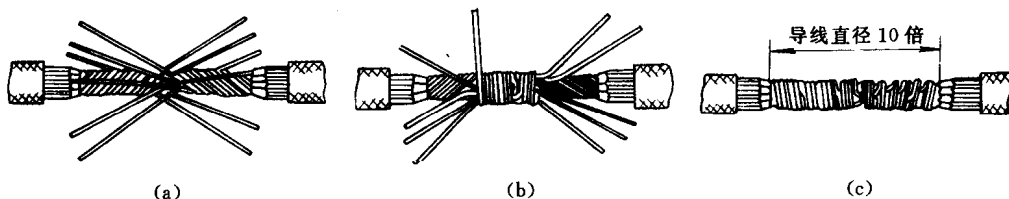


图 1-6 多芯铜线直线连接（单卷连接法）

分支连接时也有两种方法（见图 1-7），一是用连接绑线缠绕连接，如图 1-7 (b) 所示，方法与直线连接相同。另一种是用分支线的本身各线单卷或复卷连接，如图 1-7 (c) 所示。分支连接第三式的作法是：先将分支线端解开，拉直擦净分为两股，各曲折 90° 度，附在干线上，然后，一侧用另备的短线作临时绑扎，另一侧的导线中任意取出一根，用钳子在干

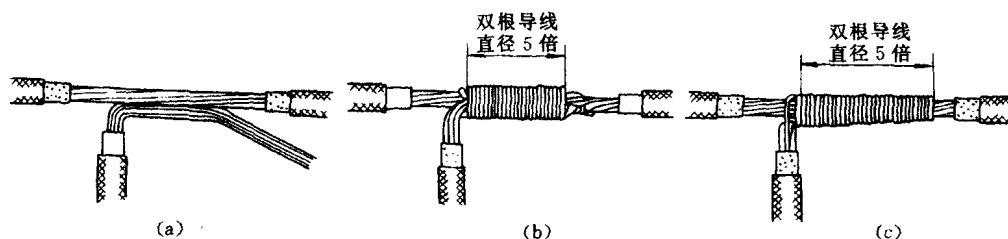


图 1-7 多芯铜线分支连接

(a) 分支连接; (b) 分支连接 (一式); (c) 分支连接 (二式)

线上紧密缠绕 5 圈, 余线压在里档或割弃, 再调换一根, 用同样方法缠绕 3 圈, 依此类推, 缠至距干线绝缘层 15mm 处为止, 再用同样方法缠另一端。如图 1-8 所示。

(3) 铜导线的压接。铜导线的压接, 即采用相同尺寸的铜接管或铜接头, 套在被连接的线芯上, 用压接钳和模具进行冷态压接。这种方法的优点是: 操作工艺简便、不耗费有色金属、适用现场施工。压接时一般只要每端压一个坑, 就能满足接触电阻和机械强度的要求, 但对拉力强度较高的场合, 可采用每端压两个坑。压接工艺与尺寸如图 1-9 和表 1-1 所示。压坑深度, 控制到上、下模接触为止。

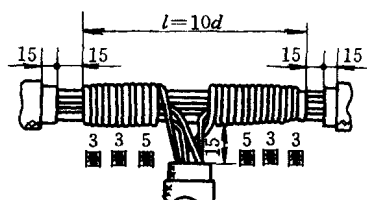


图 1-8 多股导线分支连接 (三式)

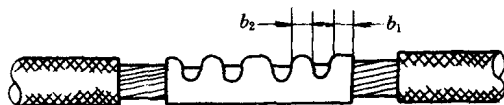


图 1-9 铜导线压接工艺

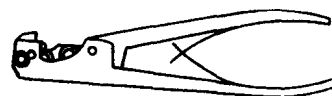


图 1-10 单股小截面铝导线压接钳

表 1-1 铜接管压接工艺尺寸 (mm)

规格	压坑间距	
	b_1	b_2
QT-16	3	4
QT-25	3	4
QT-35	3	4
QT-50	3	4
QT-70	3	5
QT-95	3	5
QT-120	4	5
QT-150	4	6
QT-185	4	6
QT-240	4	6
QT-300	5	7
QT-400	5	7

2. 铝导线的连接

在内线工程配线中, 铝导线的连接方法有压接、电阻焊、钎焊、气焊。禁止采用绞接和绑接。压接是内外线工程最常用的铝导线连接方法, 下面介绍小截面铝导线管压接方法。

内线工程中 10mm^2 及以下的单股小截面铝导线的连接, 主要以铝套管进行局部压接。压接钳如图 1-10 所示。这种压接钳可压接 2.5 、 4 、 6 、 10mm^2 规格单股导线。铝连接管的截面有圆形和椭圆形两种, 其形状、尺寸、连接管上压坑数和位置及压坑深度如图 1-11 和表 1-2 所示。

压接前先按上表选好铝管规格, 把导线两端的绝缘层各剥去 $50\sim 55\text{mm}$, 然后将铝连接管内壁和导线表面的氧化膜及油垢等清除干净, 并在其上涂

以石英粉——中性凡士林油膏。采用圆形连接管时,导线两端各插入到连接管的一半处。椭圆形连接管应使两端插入后各露出连接管 5mm。用压接钳压接时,应当压到必要的尺寸,并使所有压坑的中心线处在同一直线上。

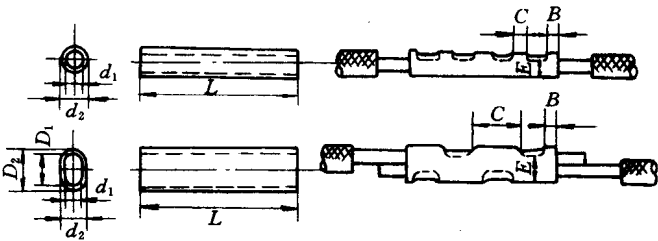


图 1-11 铝套管及压接规格

表 1-2

小截面铝连接管尺寸表 (mm)

套管型式	导线截面 (mm ²)	铝线外径	铝 套 管 尺 寸					坑 间 距		压后尺寸 E
			d ₁	d ₂	D ₁	D ₂	L	B	C	
圆 形	2.5	1.76	1.8	3.8			31	2	2	1.4
	4	2.24	2.3	4.7			31	2	2	2.1
	6	2.73	2.8	5.2			31	2	1.5	3.3
	10	3.55	3.6	6.2			31	2	1.5	4.1
椭圆形	2.5	1.76	1.8	3.8	3.6	5.6	31	2	8.8	3.0
	4	2.24	2.3	4.7	4.6	7.0	31	2	8.4	4.5
	6	2.73	2.8	5.2	5.6	8.0	31	2	8.4	4.8
	10	3.55	3.6	6.2	7.2	9.8	31	2	8.0	5.5

单股线需要进行分支时,也可用管压接方式压接。图 1-12 为分支压接作法和进行分支连接的情况。

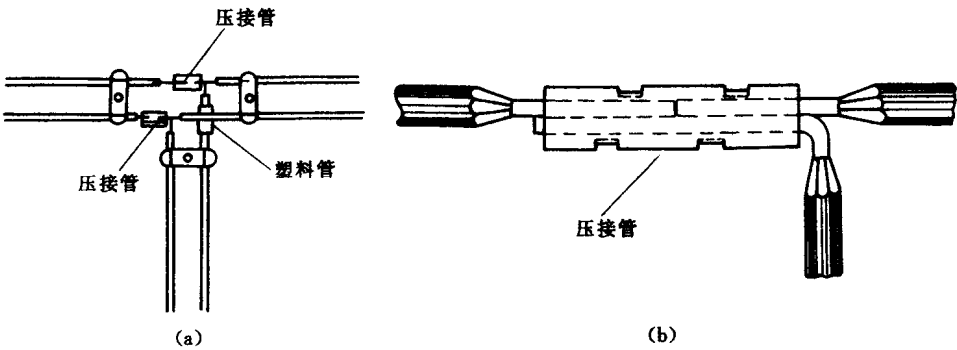


图 1-12 用管压法进行分支连接

单股铝导线在接线盒内的并头连接,也常用压接法进行连接。如图 1-13 为在接线盒内的并头导线用铝套管压接情况和压接规格,见表 1-3。

表 1-3 单股铝线在接线盒内并头连接尺寸

导线截面 (mm ²)	L	L ₁
2.5	25	15
4	25	15
6	25	15
10	30	15

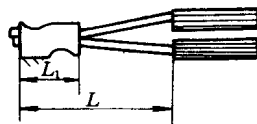


图 1-13 接线盒内铝套管压接

(三) 包缠绝缘带

导线连接后，应用绝缘带包扎，使其恢复绝缘。作法是从完整的绝缘层上开始，用黄蜡带从左到右斜叠方向包缠，每圈压叠二分之一带宽。包完一层黄蜡带后，再取黑胶布接在黄蜡带的尾端开始从右到左斜叠方向包缠，每圈也压二分之一带宽。包缠完后，黑胶布可因自身的粘性自行包牢。

第二节 配线方法及基本技术

低压室内配线方法有瓷夹配线、瓷瓶配线、槽板配线、电线管配线、塑料管配线等方法。每一种方法都有不同的特点和技术要求，初学者首先必须掌握一些基本的技能。

一、瓷夹配线

瓷夹配线就是用瓷夹子固定、支持电线。

(1) 瓷夹板配线转角的作法：如图 1-14 所示。

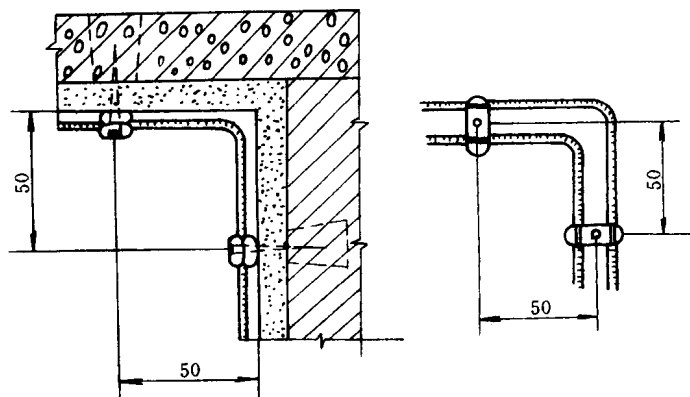


图 1-14 瓷夹板配线转角的作法

(2) 瓷夹板配线接头的作法：如图 1-15 所示。

(3) 瓷夹板配线导线绕梁作法：电线绕梁柱时，必须适当加垫瓷夹，以保证电线与建筑物表面有一定的距离。作法如图 1-16 所示。

二、瓷瓶配线

瓷瓶配线就是利用瓷柱、瓷瓶固定和支持电线。

(1) 瓷瓶的绑线方法：如图 1-17 所示。

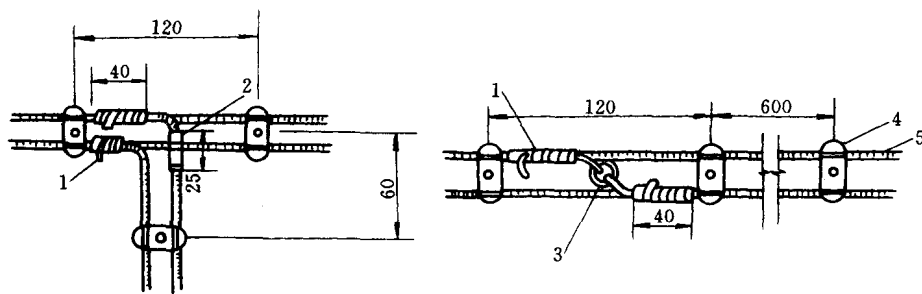


图 1-15 瓷夹板配线接头的作法

1—铝套管压接后包塑料胶布；2—塑料套管；3—穿墙瓷管；4—瓷夹；5—导线

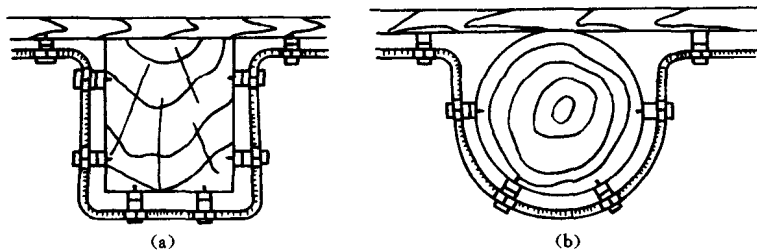


图 1-16 瓷夹板配线导线绕梁作法

(a) 绕矩形梁作法；(b) 绕圆形梁作法

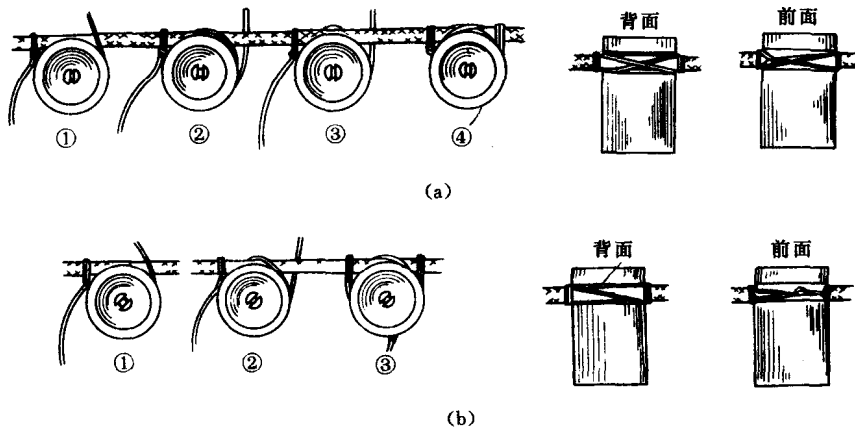


图 1-17 瓷瓶的绑线方法

(a) 绑线的双绑法；(b) 绑线的单绑法

(2) 瓷瓶配线的分支、转弯及交叉的固定方法：如图 1-18 所示。

(3) 瓷瓶配线终端瓷瓶的绑线法：导线的终端可绑回头线，如图 1-19 所示。其公卷数和单卷数与导线截面关系见表 1-4。

三、电线管配线

电线管配线就是将导线穿入钢管内，以钢管作为导线保护体和支持物的配线方式。

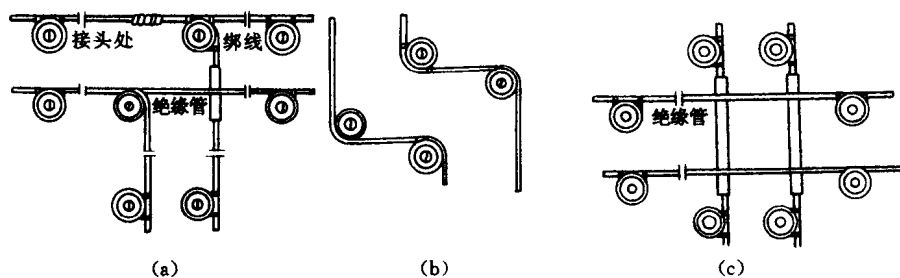


图 1-18 瓷瓶配线的分支、转弯及交叉的固定方法

(a) 分支; (b) 转弯; (c) 交叉

表 1-4 瓷瓶配线终端回头绑扎的公卷与单卷数

导线截面 (mm ²)	1.5~2.5	4~25	35~70	95~120
公卷数	8	12	16	20
单卷数	5	5	5	5

1. 电线管的弯曲方法

(1) 利用管弯管器弯曲。如图 1-20 所示，使用该弯管器可以将直径 50mm 以下的管子弯成需要的任意形状。

(2) 利用木架弯管器弯曲。直径较大的管，弯管器折曲不了，可采用图 1-21 所示的

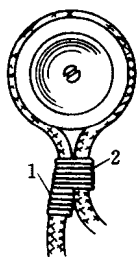


图 1-19 瓷瓶配
线终端瓷瓶的绑线法
1—单卷; 2—公卷



图 1-20 利用
管弯管器弯曲法

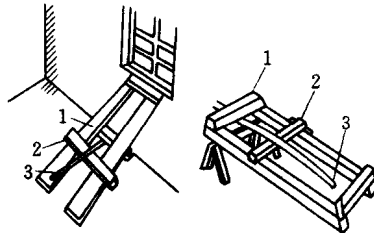


图 1-21 利用木架弯管器弯曲法
1—固定的方木; 2—移动的方木;
3—按压处

木架弯管器。其缺点是不如管弯管器方便。

(3) 利用滑轮弯管器弯曲。图 1-22 是滑轮弯管器的作业示意，使用该弯管器能折曲直径达 100mm 的电线管。对折曲数多的电线管，使用滑轮弯管器最适宜。

2. 电线管螺丝口的作法

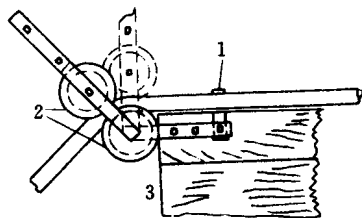


图 1-22 滑轮弯管器的作业示意
1—掐子; 2—铁滑轮; 3—作业台

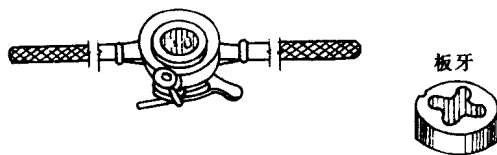


图 1-23 双把套扣

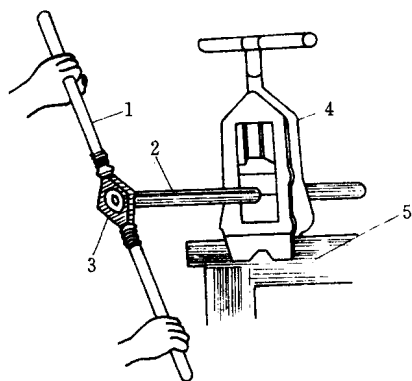


图 1-24 用双把套扣套丝的操作

1—把手；2—电线；3—套扣；
4—管万力；5—作业台

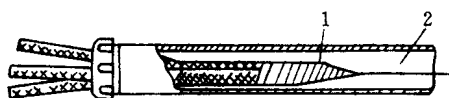


图 1-25 引线电线的绑法

1—包缠布胶；2—引线

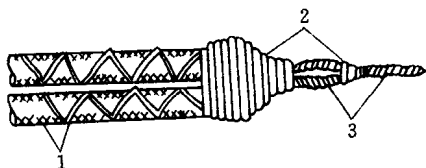


图 1-26 粗电线绑法

1—电线；2—缠胶布；3—麻绳

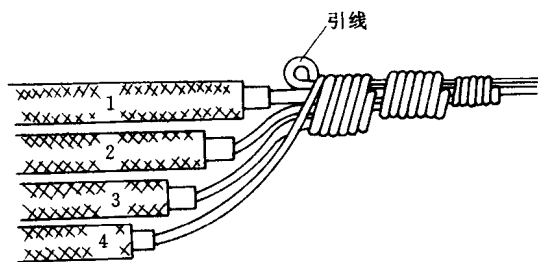


图 1-27 多根导线的绑法

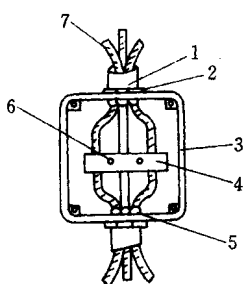


图 1-28 垂直管线的
固定方法之一

1—电线管；2—根母；
3—接线盒；4—木制线
夹；5—护口；6—M6 机
螺栓；7—电线

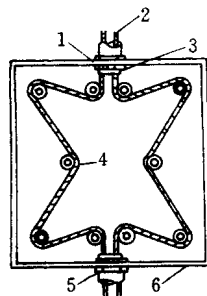


图 1-29 垂直管线的
固定方法之二

1—紧扣环；2—电线；
3—护线箍；4—瓷瓶；
5—电线管；6—电线
支持箱

电线管的螺丝口一般采用双把套扣来制作，图 1-23 为双把套扣。用双把套扣套丝的操作如图 1-24 所示，先把电线管用管万力固定，然后将套扣上的口扳到左边，再把套扣上的口向箭头的方向转过去，用双手握住套扣的铁把，轻轻放平套在管上，用两三个板牙和电线管接触，向顺时针方向转动，第一次的浅螺丝达到所需要的长度时，把套扣捻下来，再把口稍稍转动一下，板牙即能缩小。再用同样的方法重复二三回，就可以做出螺丝口。但要注意，在转动时要往丝口上注油，以免发热。

3. 管内穿线时导线与引线的绑法

穿线时要用到引线，通常采用 $\phi 1.2\text{mm}$ 的铁线作引线，但粗导线必须用麻绳，如图 1-25 和图 1-26 所示。如果是多根导线穿管，为防止捆绑处外径过大，在管内被卡住，绑线时导线要错开绑，如图 1-27 所示。

4. 垂直管线的固定方法

电线长距离垂直布设时，会产生很大的重力，若不采取措施限制，易损坏导线绝缘或芯线变形。为减轻电线本身重量，应在垂直方向，每隔一定距离，设一支持物，如图 1-28 和图 1-29 所示。支持点间距离一般按导线截面来规定： 50mm^2 以下为 30m ； $70\sim 95\text{mm}^2$ 为 25m ； $120\sim 150\text{mm}^2$ 为 20m ； 185mm^2 以上为 15m 。

第三节 二次电路布线和校线

准确熟练地进行二次电路布线和校线是电力专业人员必须掌握的一项基本技能。要求布线正确、整齐、美观、经济，具有一定的工艺水平。包括二次电路导线的敷设、校线、分列和连接、绝缘电阻测量等内容。

一、二次电路导线的敷设

测量仪表、继电器或其他自动装置等在开关柜或控制屏上安装完毕后，可着手进行二次电路的布线工作。布线前，首先根据安装接线图确定导线的敷设位置，用直尺或线锤划好线，并划好线夹固定位置。线夹之间的距离，对于橡皮绝缘线或塑料线，垂直敷设时为200mm，水平敷设时为150mm。

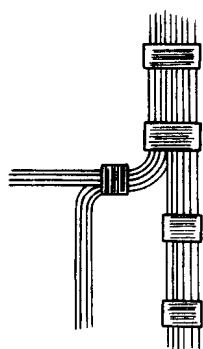


图 1-30 导线束的形状

为不使接线混乱，避免导线在接线时交叉，在敷线前应根据安装图的编号及端子的排列顺序，很好地安排导线的排列顺序（如哪根在左，哪根在右，哪些在中间等）。然后根据导线实际需要长度，切割导线，将其拉直。敷设时，先用一个线夹或抱箍把端部的导线夹住，使其成束（单层或多层）。然后向上（垂直敷设时）或向另一端（水平敷设时），逐步将导线用线夹夹好。线夹下面要用黄蜡带或塑料带包扎垫好。线夹夹好之后应将线束修整，最好用小木锤将线束轻轻敲平，使其整齐美观，如图 1-30 所示。

导线分支必须由线束引出，并依次地弯曲导线，使其转向所需的方向。弯曲导线时，应用手将导线慢弯，不要用带尖棱的工具（如螺丝刀、平口钳等）弯曲导线。导线的弯曲半径，一般为导线直径的3倍。当导线穿过金属板时，应套绝缘衬管加以保护。

二、二次电路的检查（校线）

导线敷设后应进行校线，其目的是为了导线能正确地接入端子，并校对所接入的导线是否正确。

如果是单层配线方式，并且线路较短，所有导线及其连接处都比较明显。此时只要细致地检查并与二次接线图及安装接线图校对，就可以判断安装得是否正确。

如果是多层配线方式，并且线路较长，或者是导线隐蔽，不能明显判断其是否正确时，必须进行校线。校线的方法很多，常用的有摇表校线法和信号灯校线法，现介绍如下。

1. 摇表校线法

图 1-31 为摇表校线法接线图。校线时，用一根导线将其一端接到电缆的铅皮上（如果是塑料电缆，应先判断出一根作为公共线），另一端接到电缆的每一根缆芯上（每找通一根，再改接一根）。电缆的另一端的铅皮（或公共线）接在摇表的一个端子上，用摇表的另一端依次接触至电缆的每一缆芯。当摇动摇表时，摇表指示为零，即表示为同一根缆芯。

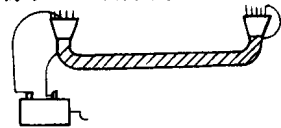


图 1-31 摇表校线法

2. 信号灯对线法

图 1-32 为信号灯校线的接线图。这种方法是用一个安全变压

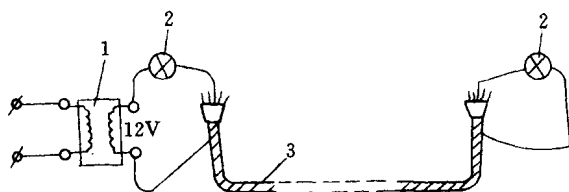


图 1-32 信号灯校线法
1—安全变压器；2—灯泡；3—控制电缆

器 1 和两个 12V 灯泡 2 组成。将变压器线圈的一端接至电缆的铅皮或接地的金属结构上，变压器的另一端经灯泡接至电缆的每一根芯线上，当为同一缆芯时，两个灯泡同时发亮。如无安全变压器，也可以用干电池作为电源。

校好的导线均应挂上临时标号（如白带、胶布等），便于以后接线。

以上两种方法主要用于外部接至柜或屏端子排上，距离比较远的电缆接线检查。而对于屏内设备间的接线，则用干电池串一灯珠作成的对线灯，进行校线。校线时要在读懂原理接线图的基础上，有步骤按顺序进行。一般是按从左到右，从上到下的顺序逐回路进行，每校对一回路，均作一记号，以免出错。

三、二次接线导线的分列和连接

导线的分列是指导线由线束引出有次序地引向端子。分列的形式有以下几种：

(1) 单层导线的分列。当接线端子不多，而且位置比较宽时，可采用单层分列，如图 1-33 所示。为了使分列得整齐美观，分列时一般从外侧的端子（终端端子）开始。先将线束外侧的导线（假定右边的）接到外侧端子上，然后再将另一外侧的导线（假定左边的）接到另一外侧端子上，并使这两导线与水平线平行。然后由两边向中间逐渐进行，将导线接在相应的端子上。

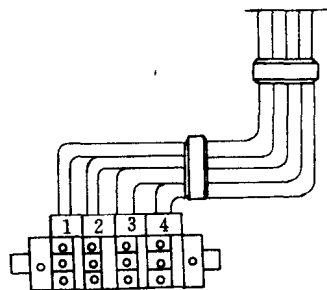


图 1-33 单层导线的分列

(2) 多层导线的分列。在位置狭窄的条件下，大量的导线需要接向接线端子，而又不能很好地布置成束时，常采用多层分列。图 1-34 为在端子板附近导线分列成三层的情况。第 I 层的 4 根导线接入 1、2、3、4 号端子，第 II 层导线接入 5、6、7、8 号端子，第 III 层的导线接入 9、10、11、12 号端子。

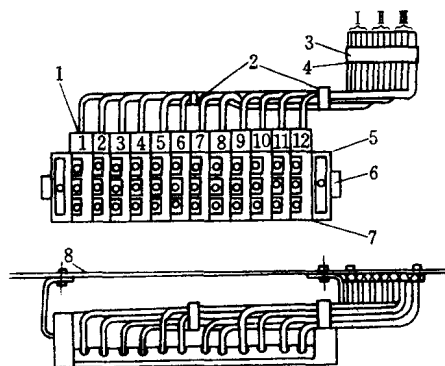


图 1-34 在端子板附近导线分列成三层
1—编号牌；2—绑带；3—线夹或线抱箍；
4—绝缘层；5—空白端子；6—端子板条；
7—组合端子排；8—控制屏或开关柜

(3) 在端子排附近导线垂直分列。常用于开关柜内端子排的接线。由电缆引沟向开关柜的导线，经校直后绑扎成束（单层或多层），固定在端子排的两侧，然后由线束引出导线接到端子排。

分列方法还有“扁形”分列法、多层分列法、多排端子的分列法等等，其基本方法差异不大。不论采用那一种导线分列，一般不应交叉，如遇特殊情况（如控制电缆的线芯接到端子排时）也可以交叉。但应将其作成使前面部分（或上层部分）看不到交叉的导线。另外在接线端子排上每一个端子一般只安装一根导线。

从线束引出的导线，经分列后将其接到端子