

图解



蒋文祥 编著

低压电工 实用技能

电工就这一点儿事

带你轻松走入电工之门!



化学工业出版社

图解



蒋文祥 编著

低压电工

实用技能



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解低压电工实用技能 (彩图版) / 蒋文祥编著.
北京: 化学工业出版社, 2013. 1
ISBN 978-7-122-15691-4

I . ①图… II . ①蒋… III . ①低压电 - 电工技
术 - 图解 IV . ① TM-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 250177 号



责任编辑: 卢小林
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 北京画中画印刷有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张15 字数358千字 2013年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00元

版权所有 违者必究



随着国家经济的蓬勃发展，各个行业从事电气工作的人员也在迅速增加。为了帮助从事或即将从事低压电气技术的人员尽快掌握实用技能，迅速提高工作效率，特编写本书。本书编者总结了数十年的工作及教学经验，从电工电路原理到实物接线实践，讲解方式新颖易学，在实践中可照图对号连接电气设备。可以直观地了解设备配电线路，全面地更快地掌握电控技术，在实践中达到应用自如。希望对读者的实践工作有所帮助。

本书介绍了低压电工应知应会的实用技能，主要包括电工基本技能、电工常用仪表的使用、低压电器、电动机常用控制电路的原理及实物接线、电动机软启动及变频调速控制电动机电路的原理及实物接线、电度计量电路及常用照明电路的原理及实物接线、电工常用安全保护装置电路的原理及实物接线、两地、两路、三路电源互为备用自投手动复原的原理及实物接线，全书最后还附有电工需要经常查用的各种数据。

本书由蒋文祥编著，在编写过程中张桂兰、蒋元明、宋燕、朱娟、张勇、张贵英、张贵云、田文贵、李培、祁煜琨、蒋庆明、杨军、李莹、李琦提供了帮助，在此仅表谢意。

由于编者的水平有限，渴望向广大电工专家学习，交流电控技术，以便更好地为广大读者服务，不当之处，恳请广大读者批评指正。

编著者



第 1 章 电工基本技能

001/

1-1	导线连接处绝缘层的剥削·····	001
1-2	导线与导线的连接·····	002
1-3	导线与设备接线端子的连接·····	006
1-4	导线恢复绝缘·····	008
1-5	导线的固定·····	009
1-6	电气设备固定件的埋设·····	011
1-7	电工常用绳扣·····	012

第 2 章 电工仪表

015/

便携仪表

2-1	指针式万用表·····	015
2-2	数字式万用表·····	019
2-3	使用万用表或电压表核定电源相序·····	020
2-4	钳形电流表·····	022
2-5	兆欧表·····	023
2-6	使用兆欧表测量电动机绝缘电阻·····	025
2-7	使用兆欧表测量电缆绝缘电阻·····	026
2-8	使用兆欧表测量低压电容器绝缘电阻·····	028
2-9	接地电阻测量仪·····	029

固定式仪表

2-10	三只电流表经电流互感器测量三相电流·····	031
------	------------------------	-----

2-11	采用旋转式转换开关测量电流	033
2-12	用一只电压表经 LW2-5.5/F4-X 转换开关测量三相线 电压	034
2-13	采用旋转式转换开关测量三相电压	035

第 3 章 低压电器

037/

3-1	CJ ₁₀ 交流接触器	037
3-2	CJ ₂₀ 接触器	038
3-3	热继电器	039
3-4	按钮	039
3-5	熔断器 (保险)	040
3-6	空气断路器 (空气开关)	041
3-7	刀开关 (胶盖闸)	041
3-8	中间继电器 KA	041
3-9	空气式时间继电器 KT	042
3-10	晶体管时间继电器	042
3-11	行程开关 (限位开关)	043
3-12	指示灯	043
3-13	STR 辅助继电器	044
3-14	TC 控制电源变压器	044
3-15	SA 开关触点	044

第 4 章 常用交流电动机控制电路及接线

045/

4-1	三相交流电动机单方向运行原理及接线	045
4-2	三相交流电动机单方向运行两地控制原理及接线	047
4-3	三相交流电动机单方向运行或带点动控制的原理及接线	049
4-4	三相交流电动机分别启动顺序停止控制原理及接线	051
4-5	三相交流电动机顺序启动、顺序停止控制原理及接线	053
4-6	三相交流电动机双互锁可逆运行控制原理及接线	055
4-7	三相交流电动机双互锁先定向运行后自动往返原理及接线	059

4-8	三相交流电动机启动时固定一个方向，再自动往返原理及接线	061
4-9	三相交流电动机正、反转单纯点动控制原理及接线	063
4-10	三相交流笼型异步电动机Y- Δ 降压启动的控制原理及接线	065
4-11	三相交流笼型异步电动机用时间继电器控制的Y- Δ 启动原理及接线	068
4-12	大容量三相交流笼型异步电动机Y- Δ 降压启动手动控制原理及接线	070
4-13	大容量三相交流异步电动机Y- Δ 启动自动切换，带指示灯运行原理及接线	074
4-14	三相交流笼型异步电动机自耦降压启动时间继电器控制原理及接线	076
4-15	三相交流笼型异步电动机自耦降压启动交流接触器控制原理及接线	079
4-16	三相交流笼型异步电动机半波整流能耗制动控制原理及接线	081
4-17	三相交流笼型异步电动机全波整流能耗制动控制原理及接线	083
4-18	三相交流笼型异步电动机反接制动控制原理及接线	086
4-19	三相交流笼型异步电动机断相保护原理及接线（Ⅰ）	090
4-20	三相交流笼型异步电动机断相保护原理及接线（Ⅱ）	093
4-21	三相交流绕线式异步电动机转子回路串电阻器手动启动调速控制原理及接线	095
4-22	三相交流绕线式异步电动机转子回路串电阻器启动后自动提速控制原理及接线	099
4-23	三相交流绕线式异步电动机转子回路串接频敏变阻器启动原理及接线	102
4-24	三相交流异步电动机定子绕组串接电阻降压启动原理及接线	106
4-25	三相交流异步电动机间歇运行工作原理及接线	109

4-26	三相交流笼型异步双速电动机交流接触器控制原理及 接线 (I)	110
4-27	三相交流笼型异步双速电动机交流接触器控制原理及 接线 (II)	113
4-28	三相交流双速电动机转换开关切换控制原理及接线	115
4-29	三相交流三速电动机调速原理及接线	118
4-30	消防用两台水泵电动机运行自动切换电路原理及接线 ...	121
4-31	用单相电源变频器控制三相 380V 水泵电动机电路原理及 接线	124
4-32	高层水塔三相 380V 水泵电动机用变频器控制电路原理及 接线	125
4-33	JYB 晶体管液位继电器控制变频器高层水塔供水电路原 理及接线	126
4-34	JYB-714 型液位继电器单相 220V 供水电动机原理及 接线	128
4-35	JYB-714 型液位继电器控制三相 380V 水泵电动机原理及 接线	129
4-36	JYB-714B 型液位继电器控制供水泵 220V 电动机原理及 接线	130
4-37	JYB-714B 型液位继电器控制供水泵 380V 电动机原理及 接线	131
4-38	用普通液位继电器交流接触器控制供水泵电动机原理及 接线	132
4-39	变频器控制三相 380V 水泵电动机自动或手动消防灭火原 理及接线	133
4-40	西普 (STR) 软启动器启动电动机原理及接线	136
4-41	西普 (STR) 软启动器一台启动两台电动机原理接线 ...	138
4-42	常熟 CRI 系列电动机软启动器带旁路接触器电路的原理及 接线	140
4-43	雷诺尔 JJR5000 系列智能型软启动器的电路原理及接线	142
4-44	具有遥控设定箱的变频器调速电路的原理及接线	144

4-45	具有三速设定箱的变频器电路的原理及接线	145
4-46	用单相电源变频器控制三相电动机电路的原理及接线 ...	147
4-47	有正反转功能变频器控制电动机正反转调速双互锁电路的原理及接线	149
4-48	无正反转功能变频器控制电动机正反转调速电路的原理及接线	151

第 5 章 常用单相电动机控制电路原理及接线 154/

5-1	单相交流电动机单方向运转电路原理及接线	154
5-2	单相交流电动机可逆转电路及接线	156
5-3	直流电动机	160

第 6 章 设备接线时导线选择 164/

6-1	国产常用导线	164
6-2	根据设备的负荷电流、敷设方式、敷设环境选用导线	164
6-3	几种有固定要求的绝缘导线截面	165
6-4	电气设备接地保护线与大地等电位	165
6-5	三相 380V 交流电动机根据负荷额定电流、导线敷设方式、敷设环境温度选用导线示例	166
6-6	根据电气原理接线图具体估算各电气元器件示例	167
6-7	导线识别与计算截面积	168

第 7 章 低压多路电源互为备用 170/

7-1	甲、乙两地电源互为备用自投手动复原原理及接线	170
7-2	甲、乙两路电源自投、并联、手动复原原理及接线	174
7-3	甲电源为主供电源、乙电源为备用电源的两路电源自动切换原理及接线	176
7-4	甲、乙、丙三路电源自动切换原理及接线	179

第 8 章 漏电保护装置

183/

8-1	漏电保护装置 (RCD) 的接线	183
8-2	漏电保护装置试验三种接线	184
8-3	漏电保护装置的选择	185
8-4	漏电保护装置的接线要求	185
8-5	漏电保护装置的安装要求	186
8-6	漏电保护装置在配电系统中的接线	187

第 9 章 电能表的接线

191/

9-1	磁卡式电能表	191
9-2	脉冲电能表	192
9-3	DDZY71C-Z 型单相费控智能电能表	193
9-4	常用传统系列电能表优点	194
9-5	单相有功直入式电能表原理及接线	195
9-6	单相有功电能表经电流互感器原理及接线	196
9-7	三相四线有功电能表原理及接线	197
9-8	三相四线有功电能表经电流互感器原理及接线	199
9-9	三相三线直入式有功电能表原理及接线	200
9-10	三相三线有功电能表经电流互感器计量三相三线负荷有功电能原理及接线	201
9-11	三只单相直入式有功电能表计量三相四线负荷有功电能原理及接线	202
9-12	直入式三相无功电能表原理及接线	203
9-13	三相无功电能表经电流互感器原理及接线	204
9-14	三相有功电能表与三相无功电能表经电流互感器的综合原理及接线	206

第 10 章 常用照明电路

208/

10-1	常用照明灯的接线电路	208
------	------------	-----

10-2	日光灯常用电路的接线	210
10-3	声、光控开关控制照明灯的接线	211
10-4	霓虹灯的原理接线电路	212
10-5	紫外线杀菌灯的原理接线	212
10-6	管形氙灯的原理接线	213
10-7	安全灯的接线	213
10-8	常用灯具吊装要求	214
10-9	灯口的接线要求	214
10-10	常用灯具安装高度的要求	215
10-11	建筑照明电路	215

附录

219/

附录1	常用低压电气图形符号及文字代号表	219
附录2	聚氯乙烯电线管规格表 (I)	223
附录3	聚氯乙烯电线管规格表 (II)	224
附录4	导线标注安装方式的文字符号表	225
附录5	导线穿焊接钢管或水煤气钢管最小管径表	226
附录6	导线穿电线管或聚氯乙烯硬质管最小管径表	226
附录7	灯具标注安装方式的文字符号表	226
附录8	电气绝缘材料的分级表	227
附录9	系列照明开关示例图	227
附录10	防爆专用照明开关	228
附录11	系列插座、插头示例	229



第1章

电工基本技能

1-1

导线连接处绝缘层的剥削

(1) 对于导线在 4mm^2 以下的塑料绝缘导线，用剥线钳剥去导线外层绝缘层，如图1-1所示。

(2) 导线大于 4mm^2 应用电工刀来剥去绝缘层，将电工刀以 45° 角切入塑料绝缘层，不可切入到芯线，否则会降低导线的机械强度和增加导线电阻。其剥削方法见图1-2所示。



图1-1 用剥线钳剥去导线绝缘层

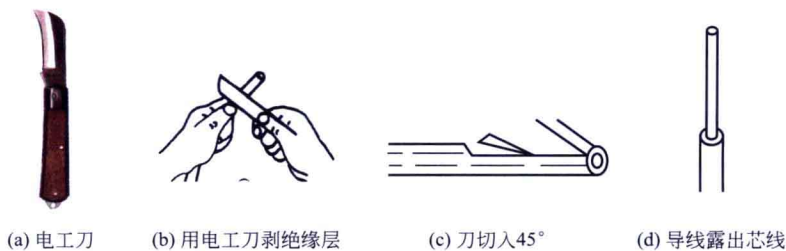


图1-2 用电工刀剥去导线绝缘层



(3) 用电工刀剥削塑料护套线绝缘层的剥削方法：根据需要长度，用电工刀尖对准芯线的缝隙划开护套层。将护套层向外扳翻，再用电工刀齐根切去。还是用电工刀按照剥离塑料硬线绝缘层的方法，分别将每根芯线的绝缘层剥去，如图1-3所示。



图1-3 用电工刀剥塑料护套线绝缘层

(4) 漆包线绝缘层的剥削方法：直径1.0mm以上的，用细砂布擦除。直径0.6~1.0mm的可用专用刮线刀刮去绝缘层，如图1-4所示。当然，直径0.6mm以下的，也可用细砂布擦除。小心处理，不要伤到线芯或折断。也有用微火将漆包线的线头绝缘漆烤焦后，再将漆层刮去。但是不能用大火，否则会使导线变形或烧断。

(5) 橡胶套电缆绝缘层的剥削：用电工刀从电缆端头任意两芯线缝隙割破部分护套层。把割破的分成两片的护套层连同芯线一起进行反向分拉来撕破护套层，当撕拉难以破开护套层时，可再用电工刀补割，直到所需要长度时为止。把已翻扳被分割的护套层在根部分别切断，如图1-5所示。

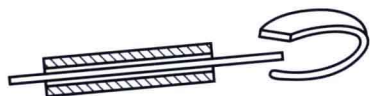


图1-4 用专用刮线刀刮去漆包线的绝缘漆

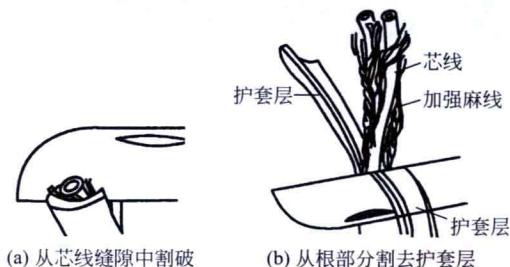


图1-5 橡胶套电缆绝缘层的剥削

1-2 导线与导线的连接

(1) 独股导线的连接：6mm²及以下，自缠一字连接方法，中间缠绕2~3个小麻花，两边各缠绕5~7圈，如图1-6（1式、2式）所示。

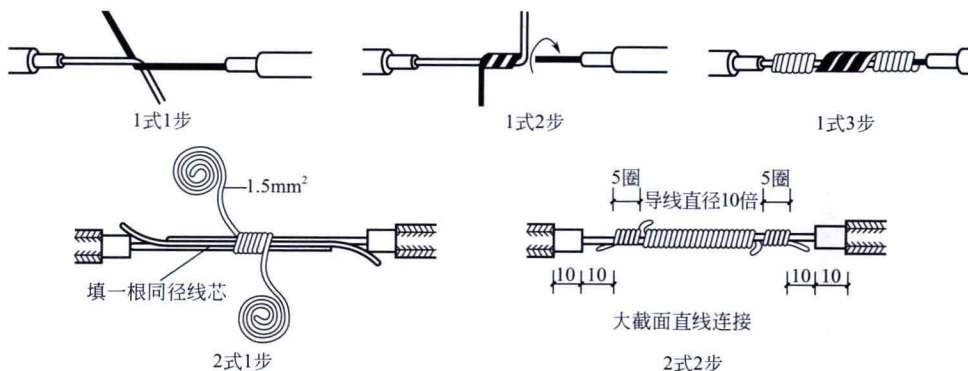


图1-6 导线连接（1式、2式）

(2) 不等径的铜导线一字连接如图1-7所示。

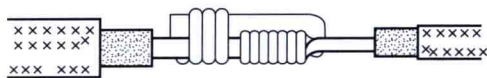


图1-7 不等径铜导线连接

(3) 多股铜导线一字直接连接。

① 以7股铜导线为例，将芯线头剥去绝缘层长度为 L （约360mm），靠近绝缘层 $\frac{1}{3}L$ 线段的芯线绞紧，余下的 $\frac{2}{3}L$ 的芯线头散开拉直，按图所示分成伞状。

② 将两伞状线对叉，必须相对插到底。

③ 叉入后的两侧全部芯线要整平、理直，使每根芯线间隔均匀，并用钢丝钳压紧叉口处，消除空隙。

④ 先将一端邻近两股芯线在距叉口中线约3根单股芯线直径宽度处折起，成 90° 。

⑤ 接着把这两股芯线，按顺时针方向紧缠2~3圈后，再折成 90° 并平卧于折起前的轴线位置上。

⑥ 再把处于紧挨平卧前邻近的2根芯线，按步骤⑤方法加工。

⑦ 余下的3根芯线按步骤⑤方法缠绕3~4圈后，再将前4根芯线从根部分别切断，并用钳子整平；接着将3根芯线缠足3~4圈后剪去芯线余端，并钳平切口不留毛刺。

⑧ 另一端按步骤④~⑦方法进行加工，如图1-8所示。

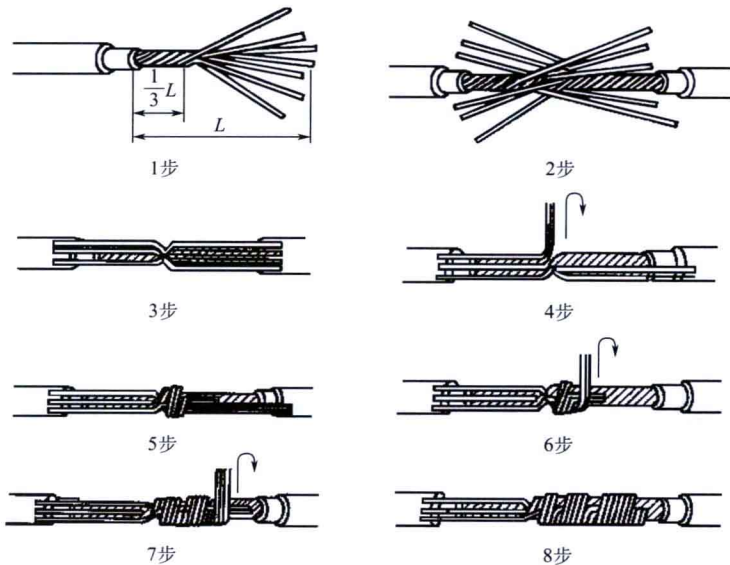


图1-8 导线连接

(4) 多股铜导线叉接，以7股铜导线为例。

① 将芯线头剥去绝缘层（约360mm），清除氧化层，拉直芯线，分成伞形。

② 把中间的一根芯线长度剪去 $\frac{2}{3}$ ，把两个线头其余芯线隔根相叉，使中间的两根芯线平行拼在一起，将线整形压紧。

③ 从中间往两边缠绕，每边各缠绕圈数为：两个9圈、两个7圈、两个5圈（称99、77、55）。缠绕长度应大于或等于导线直径的10倍。如图1-9所示。

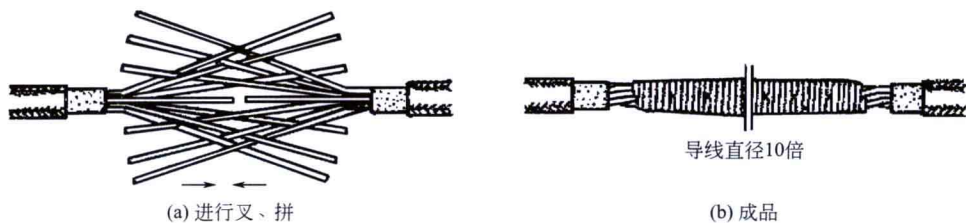


图1-9 导线叉接

(5) 单股导线的T字形连接方法：一种是背花连接，在支线上自身缠绕8圈；另一种是直接连接，在支线上自缠5~7圈。如图1-10所示。

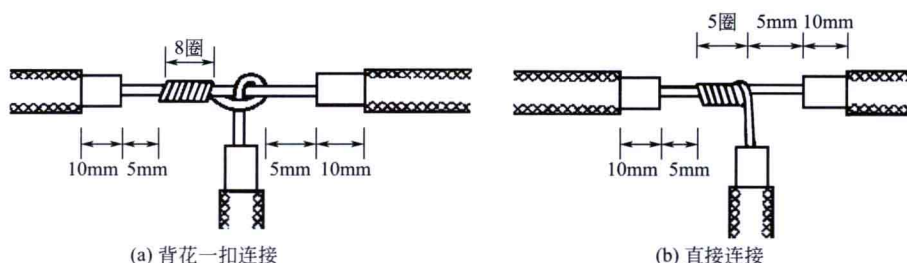


图1-10 T字形连接

(6) 单股铜导线与多股铜导线的T字形连接。

① 在多股线的左端离绝缘层切口4~5mm处的芯线上，用螺钉旋具把芯线分成两半。

② 把单股芯线插入多股芯线的两半芯线的中间，使单股芯线的绝缘层切口距离多股芯线约3mm，再用钳子把多股芯线的缝隙整平压紧。

③ 把单股芯线按顺时针方向缠绕在多股芯线上，圈与圈要密、要紧，接触电阻要小，绕足10圈后，切除余线，用钳子钳平切口，不留毛刺，如图1-11所示。

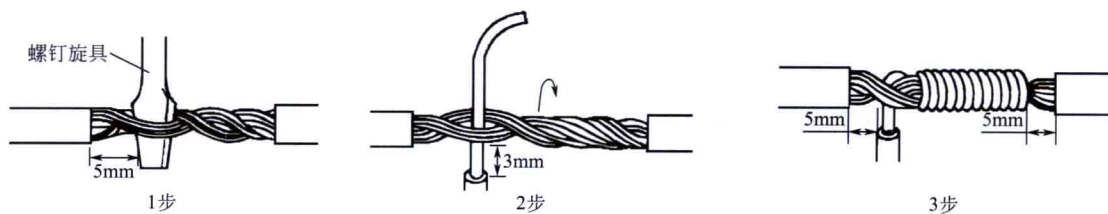


图1-11 单股与多股铜导线T字形连接

(7) 多股铜导线与多股铜导线的T字形连接，以7股铜导线为例

① 将分支芯线散开拉直，再把紧靠绝缘层 $\frac{1}{8}L$ 线段的芯线绞紧，余下的 $\frac{7}{8}L$ 的芯线分成两半，排列整齐。再用旋转凿把干线撬开分为两半，再将支线中4根一半的插入干线芯线中间，另一3根为一半的放在干线芯线的前面。

② 将3根芯线的一半在干线右边按顺时针方向紧紧缠绕4~5圈，并用钳子压平线端。再将4根芯线的一半在干线芯线的左边按逆时针方向紧紧缠绕5~7圈。

③ 用钳子压平线端如图1-12所示。

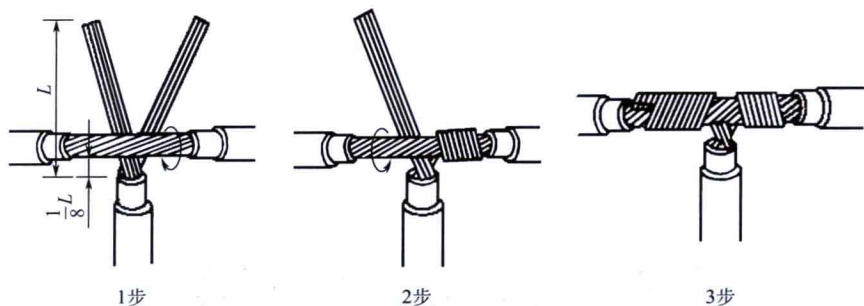


图1-12 多股铜导线与多股铜导线T字形连接

(8) 用绑扎法，多股铜导线与多股铜导线T形连接如图1-13所示。

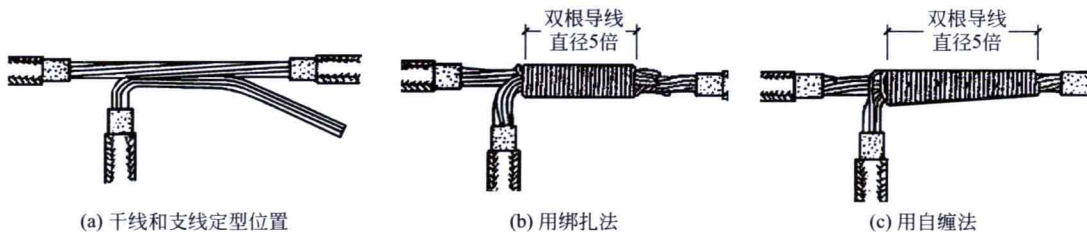


图1-13 多股铜导线T形连接

(9) 单芯导线的十字形连接如图1-14所示。

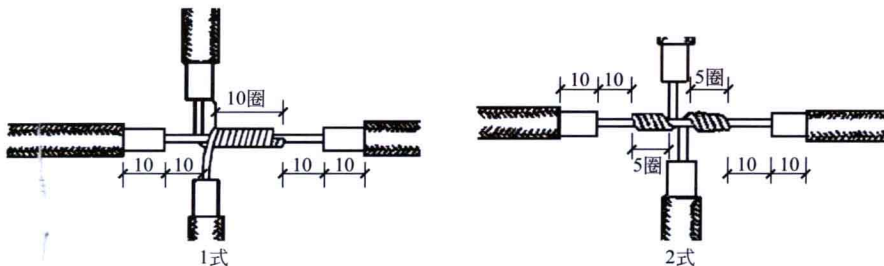


图1-14 单芯导线十字形连接

(10) 单芯导线在接线盒内的连接，如图1-15所示。

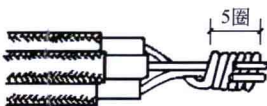


图1-15 单芯导线在接线盒内的连接

(11) 多根多股铜导线倒人字形连接，如图1-16所示。

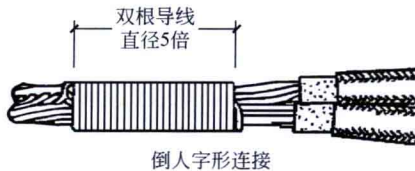


图1-16 多根多股铜导线倒人字形连接

(12) 双芯铜导线的连接，要求相同颜色的连接，其连接法如图1-17所示。

(13) 导线与连接管的连接：选择合适的连接管，清除连接管内和导线头的表面氧化层，导线插入管内并露出30mm线头，然后用压接钳进行压接，压接道数根据导线截面的大小决

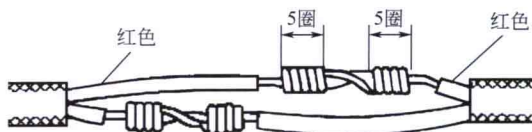
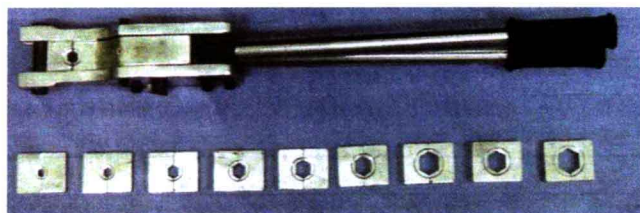


图 1-17 双芯铜导线的连接

定。一般室内压接三道。压接时要选择合适压模，由压接管的一端到另一端顺序压接，如图 1-18 所示。



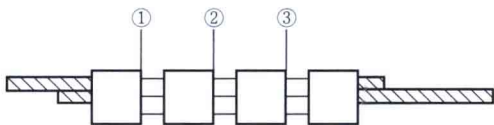
(a) 杠杆式压线钳及压模



(b) 压接管



(c) 留25~30mm



(d) “六方压模”压接

图 1-18 导线压接

1-3 导线与设备接线端子的连接

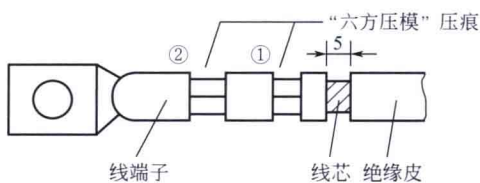


图 1-19 导线接线端子的压接

(1) 多股导线压接线端子 导线与大容量的电气设备接线端子连接，不宜直接连接。需经过先压接“线端子”作为过渡，然后将“线端子”的一端压在电气设备的接线端子处，要求导线截面与“线端子”截面相同，清除“线端子”和线头表面的氧化层，导线插入线端子内，绝缘层与“线端子”之间应留有5mm左右距离，以便恢复绝缘。用压线钳压接时，使用同截面的压模，压接顺序先②后①，压接法如图 1-19 所示。

(2) 铝导线压接封端 根据铝导线的截面选用合适的铝接线端子，剥去导线端头绝缘层，刷去铝芯线的氧化层，并涂上石英粉（凡士林油膏）。刷去铝接线端子内壁氧化层并涂上石英粉（凡士林油膏）。将铝芯线插到孔底，选好六方压模，用压线钳压接。先压接第一道再压接第二道。在剥去绝缘层的芯线和铝接线端子根部缠好绝缘胶带。刷去接线端子表面的氧化层，如图 1-20 所示。

(3) 导线与针形孔接线端子的连接

① 单股导线的连接：剥去导线端头绝缘，使线芯稍长于压线孔的深度，刮去氧化层，