

D IYA DIANQI JINENG CAOZUO ZUOYE KAOHE ZHIDAO ■

• 施工步骤 • 工艺要求 • 操作图例 • 考核标准

低压电气技能操作 作业考核指导

乔新国 主 编
刘多斌 副主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

D IYA DIANQI JINENG CAOZUO ZUOYE KAOHE ZHIDAO ■

低压电气技能操作 作业考核指导

乔新国 主 编
刘多斌 副主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为提高电气工作人员技能操作水平和技能培训效果,本书结合目前我国大、中型企业和机关事业单位低压电气操作人员的实际情况和近年来有关低压电气操作国家级竞赛的项目内容,对低压电气基本技能操作的施工步骤、工艺要求、操作实用图例及操作考核评分参考标准进行了详细的介绍,主要包括:低压架空线路;电缆敷设及电缆头制作;电动机启动与低压电器安装;室内配线及灯具安装;低压动力回路与照明回路故障查找;安全用电及触电急救;电能计量装置;成套开关设备装配作业指导。

本书依据最新的有关规程、规范和标准,突出工艺要领与操作技能的培养。书中列举了大量的实训具体做法,以技能训练实例为主。

本书可作为在低压电气设备的安装、运行、维修等职业技能培训的教材的职业技能鉴定用书,也可作为高职高专有关专业教材和实训教学指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

低压电气技能操作作业考核指导/乔新国主编. —北京:中国电力出版社, 2005

ISBN 7-5083-3377-2

I. 低… II. 乔… III. 低压电器—电气设备—技术培训—教材 IV. TM52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 046537 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 9 月第一版 2005 年 9 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 11.875 印张 311 千字

印数 0001—4000 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)

前言

为提高企事业单位电气工程人员技能操作水平和技能培训效果,本书对低压电气部分基本技能操作的施工步骤、工艺要求、操作实用图例及操作考核评分参考标准进行了详细的介绍,在内容选择上结合目前我国大、中型企业和机关事业单位低压电气操作人员的实际情况,依据最新的有关规程、规范和标准,突出工艺要领与操作技能的培养。书中列举了大量的实训具体做法,以技能训练实例为主,选编了现代生产企业成套开关设备装配作业的工艺指导,并部分选取了近年来有关低压电气操作国家级竞赛的项目内容。

电工技能培训教学,旨在培养学员独立分析和解决问题的能力,特别是动手操作能力。因此,指导教师必须树立以教师为主导、学员为主体、训练为主线的互敬互学关系,以培养学生的学习兴趣和强烈的求知欲。为便于培训和考核,书中还附有技能考核的参考评分表,供培训及竞赛考核时参考。

本书可作为低压电气设备的安装、运行、维修等技能操作训练和培训的培训教材,也可作为高职高专有关专业的教材和实训教学指导用书。

全书共分8章,由乔新国主编,刘多斌副主编。其中第一章和第二章由刘岩编写,第三章和第四章由王洪斌、孔玉娟编写,第五章和第六章由杨立编写,第七章由谷源波编写,第八章由乔新国编写。

由于编写时间仓促和编者水平所限,书中难免存在缺点和不足之处,敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

2005年3月

目 录

前言

第一章 低压架空线路 1

项目一 采用钢绞线与 UT 线夹制作拉线	1
项目二 采用 8 号铁丝制作拉线	4
项目三 铝绞线钳压法连接	8
项目四 铜绞线的插接	11
项目五 单股导线连接	15
项目六 针式绝缘子的侧槽和顶槽绑扎	19
项目七 蝶式绝缘子绑扎	24
项目八 用接地电阻表法测量接地电阻	28
项目九 在终端杆上组装横担及金具	32
项目十 直线杆的组装	36
项目十一 转角杆的组装 ($30^{\circ} \sim 45^{\circ}$)	39
项目十二 低压分支杆组装 (丁字)	42
项目十三 架空线路紧线、观测弧垂	46
项目十四 运行线路的缺陷查找	51
项目十五 停电调整低压线路的弧垂	54
项目十六 停电更换线路 (直线杆) 的绝缘子	57
项目十七 停电更换终端杆的绝缘子	59
项目十八 架空线路竣工验收	62
项目十九 低压线路断线检修处理	65
项目二十 进户线的安装	67

第二章 电缆敷设及电缆头制作 72

项目一 低压电缆沿墙敷设	72
--------------------	----

项目二	电缆的绝缘电阻测量	75
项目三	电缆头封端处理	78
项目四	电缆的核相	80
项目五	交联聚乙烯电缆热缩终端头制作	83
项目六	地理线的敷设	88
项目七	地理线的连接	91

第三章 电动机启动与低压电器安装 94

项目一	接触器自锁单转向控制电路安装	94
项目二	带过载保护的电动机单转向控制电路安装	99
项目三	两地操作电动机单转向控制电路安装	104
项目四	单转向点动与连续运行电动机控制电路安装	109
项目五	可逆点动运行电动机控制电路安装	114
项目六	电动机正反转控制电路安装	119
项目七	主电路顺序起动电动机控制线路安装	124
项目八	控制电路顺序起动电动机控制线路安装	129
项目九	电动机自耦降压起动电路安装	134
项目十	按钮控制自耦变压器降压起动控制线路安装	139
项目十一	三相电动机随机补偿电容器的选择与安装	144
项目十二	按钮控制的电动机 Y - Δ 起动装置安装	149
项目十三	时间继电器控制的电动机 Y - Δ 起动装置的安装	154
项目十四	手动和自动控制功能电动机 Y - Δ 起动装置 的安装	159
项目十五	电动机的拆装及更换轴承	165
项目十六	三相电动机定子绕组首尾端判断	169
项目十七	剩余电流保护器的安装	172
项目十八	低压断路器的安装	176
项目十九	RLI 型熔断器的安装	180
项目二十	Y - Δ 转换开关的安装	184
项目二十一	电动机安装及校正	188
项目二十二	闸刀开关的安装 (HD、HK、HH)	190

第四章 室内配线及灯具安装 194

项目一	室内照明回路明管 (PVC) 敷线及灯具安装	194
-----	------------------------	-----

项目二	室内照明回路护套线配线	199
项目三	室内照明回路瓷夹配线	204
项目四	室内照明瓷绝缘子配线	208
项目五	高压钠灯的安装	212
项目六	白炽灯和日光灯的安装	217
项目七	导线与螺栓平压式连接(单股、多股、软线)	221
项目八	单股、多股导线连接及接头绝缘带的包缠	224
项目九	明管(PVC)敷设两地控制一盏灯电路的安装	230
项目十	带开关的插座箱的安装配线	234
项目十一	室内照明回路的槽板(木质、塑料)配线	237
项目十二	室内照明回路暗管配线	242
项目十三	采用明管(PVC)敷设电动机电源线路	246

第五章 低压动力回路与照明回路故障查找 251

项目一	低压动力回路故障查找	251
项目二	照明回路故障查找	256

第六章 安全用电及触电急救 264

项目一	触电解脱	264
项目二	触电后现场诊断	270
项目三	杆塔上单人营救	272
项目四	口对口(鼻)人工呼吸法急救	275
项目五	胸外心脏按压法	279
项目六	同时进行口对口(鼻)人工和胸外心脏按压法急救	283

第七章 电能计量装置 288

项目一	经电流互感器接入式低压三相电能表(三块单相 电能表)的安装	288
项目二	用瓦秒法判断直接接入式单相电能表运行的正确性	292
项目三	停电情况下查处计量装置故障	295
项目四	带电查处电能计量装置的故障	299
项目五	判断直接接入式单相电能表是否潜动,并举例 说明如何追退电量	302

项目六	用断电压法判断三相四线电能计量装置联合接线的正确性	305
项目七	用短接电流法判断三相四线电能计量装置联合接线的正确性	308
项目八	用电压交叉法判断三相四线电能计量装置联合接线的正确性	311
项目九	直接接入式低压三相电能表或三块单相电能表安装并接电	315
项目十	直接接入式单相或三相低压电能表的停电调换	319
项目十一	带电流互感器三相有功(三块单相)电能表的带电调换	323
项目十二	低压计量箱二次回路安装(无试验端子排)	327
项目十三	穿心式低压电流互感器的调换	330
项目十四	低压二次回路的更换	334
项目十五	用直流法判断电流互感器的极性	337
项目十六	低压电流互感器的安装	339
项目十七	直接接入式三相低压电能表或单相电能表的带电调换	342
第八章	成套开关设备装配作业指导	347
项目一	辅助电路二次接线下线导则	347
项目二	母线加工和安装工艺导则	353
项目三	电器元辅件装配工艺导则	362
参考文献		369

第一章 低压架空线路

项目一 采用钢绞线与 UT 线夹制作拉线

一、施工

1. 施工用的工具、材料

(1) 工具：活动扳手、手锤、钢丝钳、钢卷尺、断线钳。

(2) 材料：UT 可调型线夹一套、10~12 号铁丝、25mm² 钢绞线、18~20 号铁丝若干。

2. 施工安全要求

(1) 选择合格的工具和材料；

(2) 截取钢绞线时应注意钢绞线的弹性，以免伤人；

(3) 在制作钢绞线圆弧时，防止钢绞线弹回伤着自己或他人。

3. 施工的步骤及工艺要求

(1) 施工的步骤：

1) 根据要求选择材料、工具；

2) 计算钢绞线长度并在断头处两边用 18~20 号铁丝扎绑，以防散花；

3) 弯曲钢绞线；

4) 将钢绞线穿入拉线线夹；

5) 绑扎尾线。

(2) 工艺要求：

1) 选取工具材料。选择配套 UT 型线夹和钢绞线、绑线。

2) 量取钢绞线。剪断前应将断口处绑扎二点，以防散花。

3) 弯曲钢绞线。钢绞线弯曲位置正确，弯曲部分不应有明

显的松股、散花现象，在制作钢绞线圆弧时，防止钢绞线弹回伤着自己。

4) 穿入 UT 型线夹，放入楔子，穿入时，锚具小口穿入尾线端，线夹的舌板与钢绞线紧密接触，受力后无滑动现象，钢绞线与线夹的舌板半圆弯曲结合处不得有死角和空隙。

5) 量取绑扎尾线位置，进行绑扎。尾线位置应在线夹的凸肚侧，尾线与本线绑扎长度为 50~100mm，尾线绑扎后露出的长度为 300~500mm。

6) 安装 U 型螺丝进行调整。UT 型线夹在双母紧固后，应露出丝扣两扣以上，但不得大于丝杆总长的 1/2。

二、考核

1. 考核所需用的工具、材料、设备及场地

(1) 工具：活动扳手（8"、10"）、钢丝钳（7"、8"）、手锤（1.5 磅）、断线钳（中号）、钢卷尺（2m）、记号笔（黑、红）按参加考核人员每人一套。

(2) 材料：UT 型手调线夹、25mm² 钢绞线，10~12 号铁丝，18~20 号铁丝、楔型线夹等若干。

(3) 设备及场地：

1) 考场可以设在室内或室外，但需要有足够的面积，保证选手操作方便、互不影响。

2) 制作两个固定架子（带 20 个模拟电杆端头），以便固定线夹。

3) 设置评判桌椅和计时表。

2. 考核时间

参考时间为 25min。

3. 考核要点

(1) 材料、工具的选择；

(2) 钢绞线长度的计算；

(3) 在断头处两边用 18 号铁丝扎绑；

(4) 弯曲钢绞线；

(5) 将钢绞线穿入拉线线夹;

(6) 绑扎尾线;

(7) 安全文明生产。

4. 评分标准

选手姓名		工作单位			
操作时间	时 分 ~ 时 分	累计用时	时 分		
评 分 标 准					
序号	项目名称	评 分 标 准	配分	扣分	得分
1	工作前准备				
1.1	选择工具、材料	所选择的工具材料不能满足工作需要 每项扣 1 分	10		
1.2	着装情况	进入操作现场着装不整洁扣 1 分, 不带安全帽扣 4 分, 本项最高扣 10 分	5		
2	操作过程				
2.1	量取钢绞线并绑扎断头处	量取尺寸不合理扣 1 分; 断线头处不作绑扎扣 2 分; 绑扎处不牢固扣 2 分	5		
2.2	断线及线夹套入	断线时有松股现象扣 5 分, 锚头(线夹)穿入方向反扣 5 分	10		
2.3	弯曲钢绞线	量取弯曲部位不准确扣 5 分, 圆弧与楔子不吻合扣 5 分	10		
2.4	弯曲部分弧度处理及拉紧楔子	弯曲点不作处理扣 8 分, 尾线和主线未成开口状扣 2~5 分, 损坏镀锌层扣 1 分, 楔子紧固不够扣 2 分	15		
2.5	尾线绑扎	未用 10 号铁丝绑扎扣 5 分, 绑扎动作不熟练、不紧密、不连贯扣 1~5 分	10		
3	工作总结及验收				
3.1	钢绞线断头出线尺寸及方向	短头出线应在凸肚处, 否则扣 5 分, 留取尺寸为 300~500mm 否则扣 3~5 分	10		
3.2	断头绑扎尺寸及强度	距断头 50mm 处绑扎长度为 50~80mm, 否则扣 2~5 分, 绑扎处不紧密扣 2~5 分	10		

续表

选手姓名		工作单位			
操作时间	时	分	~	时	分
				累计用时	时 分
评 分 标 准					
序号	项目名称	评 分 标 准	配分	扣分	得分
3.3	铁丝绞合端处理	未将绞合弯进（2股）并列处扣3分，绞合头不紧密扣2分	5		
4	安全文明生产及时间	操作过程中有不安全现象扣2分，现场未作清理扣2分，超时每5min扣1分	10		
教练员签字			总分		

项目二 采用8号铁线制作拉线

一、施工

1. 施工用的工具、材料

(1) 工具：钢丝钳、断线钳、钢卷尺、紧线器。

(2) 材料：8号镀锌铁线、调节器（花蓝螺丝）、拉线绝缘子、10号镀锌铁线、线手套、安全帽、地埋横木、卡钉（把铜子）。

2. 施工的安全要求

- (1) 选择合格的工具和材料；
- (2) 截取镀锌铁线时应注意其弹性，以免伤人；
- (3) 拉伸铁线时，两端固定牢固，以防一端松脱飞起伤人。

3. 施工步骤及工艺要求

(1) 施工步骤：

- 1) 选用制作拉线工具、材料。
- 2) 放线，伸线。
- 3) 断线，合股。
- 4) 缠绕各位置的线把，俗称做回头。

(2) 工艺要求:

1) 选用制作拉线工具、材料。按其技术要求选择 8 号铁线及 7 号钳子和大铁剪子。

2) 放线, 伸线。将成捆的铁线放开拉伸, 使其延直, 削弱其钢性, 以便能合在一起。其动作熟练, 方法得当。

3) 断线, 合股。按所需用的尺寸剪断, 股数符合要求。

4) 缠绕线把, 俗称做回头。有自绕法和另绕法两种。当铁线较柔软时采用自绕法。

a. 自绕法。将拉线折回部分与拉线合并在一起, 使其各股散开紧贴在拉线上。由折回部分中抽出一股用手钳在合并部分用力缠绕 10 圈, 再抽出第二股线将第一股线压在下面留出 15mm 左右, 将其余部分剪掉, 并把它弯回压在缠绕线圈上, 用第二股以同样的方法缠绕 9 圈, 再出第三股将第二股压在下面留出约 15mm, 将其余部分剪掉, 并把它弯回压在缠绕的线圈上。依次类推, 将缠绕圈数每次减少一回, 用同样的方法施行, 一直降到 5 回为止, 即到第六股为止, 如图 1-1 所示。

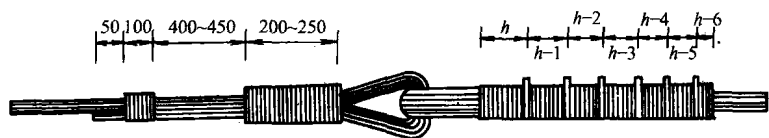


图 1-1 拉线自绕法

b. 另绕法。将拉线拆回部分与拉线合并在一起, 使各股散开紧贴在拉线上, 另用 $\phi 3.2\text{mm}$ 镀锌铁线一条, 一端和拆回部分合并在一起, 另一端用手钳用力缠绕。对于 3~5 股缠绕长度为 200mm, 7 股以上拉线缠绕长度为 300mm。然后将 $\phi 3.2\text{mm}$ 绑线两端自相扭绞成小辫, 剪掉多余部分。

5) 地锚把制作。将拉线下部的下端折回约 1.8m, 在地埋把中部缠绕两圈, 并用 8 号铁线做卡钉 (把铜子) 将拉线钉牢, 将折回部分与拉线合并在一起, 用自缠法或另缠法绕成地

锚把。

6) 拉线上把的制作。将拉线上把的上端折回约 1.5m, 在电杆上绕一圈, 或穿入拉线抱箍以后, 将折回部分与拉线并在一起, 然后用自缠法或另缠法绕起来。

7) 拉线下把的制作。将拉线下部的上端折回约 1.2m 弯成环形绕进拉线环内, 并使之靠紧拉线环, 然后用自缠法和另缠法绕之。

8) 拉线中把的制作。应先考虑用调节器(花蓝螺丝)先将花蓝螺丝杆套入拉线环内, 然后按上述方法收紧后再缠绕。

二、考核

1. 考核所需用的工具、材料、设备及场地

(1) 工具: 活动扳手(8"、10")、钢丝钳(7"、8")、断线钳、钢卷尺等按参加考核人员每人一套。

(2) 材料: 调节器每人一个, 8 号镀锌铁丝、 $\phi 3.2\text{mm}$ 绑线若干。

(3) 设备及场地:

1) 考场可以设在室内或室外, 但需要有足够的面积, 保证选手操作方便、互不影响。

2) 制作两个固定架子(带 20 个模的线杆端头), 以便固定线夹。

3) 设置评判桌椅和记时表。

2. 考核时间

参考时间为 60min。

3. 考核要点

(1) 着装情况;

(2) 选择工具、材料;

(3) 放线、伸线、断线、合股;

(4) 拉线把的缠绕;

(5) 地锚的制作;

(6) 安全文明生产。

4. 评分标准

选手姓名		工作单位					
操作时间		时 分 ~ 时 分		累计用时	时 分		
评 分 标 准							
序号	项目名称	评 分 标 准			配分	扣分	得分
1	工作前的准备						
1.1	选择工具、材料	所选工具、材料不能满足工作需要每项扣1分，漏选一项扣1分，错选一项扣1分，本项最高扣5分			5		
1.2	着装情况	进入操作现场着装不规范、不整洁扣1分，不带安全帽扣4分			5		
2	操作过程						
2.1	放线、伸线、断线、合股	放线时打折扣1分，拉伸线长度大于2%扣2分，剪断尺寸不符合要求扣1~3分，并股根数不满足要求扣4分			15		
2.2	拉线把的缠绕	缠绕时折回长度不应差50mm，否则扣5分，缠绕长度不够或过长扣2~5分，缠绕不紧密、不圆滑扣2~5分			20		
2.3	拉线上把、下把的制作	上把折回1.5m，下把折回1.2m，缠绕时折回长度不应差50mm 否则扣5分，缠绕长度不够或过长扣2~5分，缠绕不紧密、不圆滑扣1~5分			20		
2.4	地锚的制作	折回1.8m，缠绕时折回长度不应差50mm 否则扣5分，缠绕长度不够或过长扣2~5分，缠绕不紧密、不圆滑扣2~5分			20		
3	工作终结						
3.1	安全文明生产及时间	操作过程中有不安全现象扣5分，现场未作清理扣2分，超时每5min扣1分			15		
教练员签字					总分		



项目三 铝绞线钳压法连接

一、施工

1. 施工用的工具、材料

(1) 工具：60t 液压钳、断线钳、钢锯、记号笔、钢卷尺、木锤、锉刀、常用电工工具、手套和作业服。

(2) 材料：汽油、油盘、绑扎线、铝压接管、电力复合脂、抹布、红丹粉油、铝绞线 (35mm^2)。

2. 施工的安全要求

(1) 为确保用钳压法压接的接头合格，施工前，应对铝绞线钳压所用工器具及材料认真检查，保证施工安全、顺利。

(2) 铝线在压接前用锯或切线刀将端头切锯整齐，切锯前应在切口两侧导线上加绑线，以免崩开伤人。

(3) 压接过程两人配合进行，并保证压坑的位置正确，应在较干燥的场所进行。

(4) 压接完毕后，应在压管两端涂以红粉油（红丹粉和凡士林油调制而成），以防水分的侵入。

3. 施工的步骤及工艺要求

(1) 施工的步骤：

1) 按施工项目要求选取工具、材料。

2) 清除污物和氧化层。

3) 剪断被压导线。

4) 导线端部绑扎及穿管。

5) 压接。

(2) 工艺要求：

1) 按施工项目要求选取工具、材料，并对其做全面检查，应满足工作要求。

2) 清除所压导线表面和钳压管内壁的污物和氧化层。

3) 剪断被压导线，并将导线端部绑扎及穿管。铝线在压接



前用锯或切线刀将端头切锯整齐，切锯前应在切口两侧导线上加绑线，以免崩开伤人。要求端部绑扎良好，穿管后露出长度为30~50mm；

4) 选择 QLM-35 型钢模，按图 1-2 所示进行划压口位置及压接排序。要求数量够，距离、顺序正确。

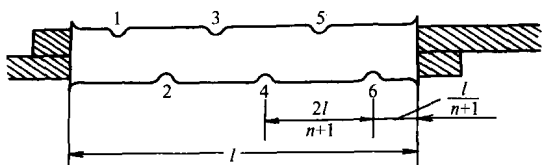


图 1-2 压口位置及压接排序图

5) 压接：压接过程由两人配合进行，并保证压坑的位置正确，应在较干燥的场所进行。按照压接顺序一个压口一个压口地压，每压完一个坑口，停留 1min 后再压第二个坑口，注意压坑的深度。

6) 导线压接完后应检查其质量，钳压后导线露出长度 $\leq 20\text{mm}$ ，并保留端部的绑扎头。接续管弯曲不应大于管长的2%，不应有裂纹及明显的弯曲现象。

7) 压接后的接续管两端导线不应有抽筋和灯笼现象，并在接续管两端出口处、合缝处及外露部分应涂刷电力复合脂。

8) 压接后其压接段导线的电阻与同等长度导线电阻的比值不得大于 1.0；若相差达 1.2 倍，则应剪断重接。压接表面不得有裂纹和弯曲，否则应剪断重接。

9) 压接完毕后，应在压管两端涂以红粉油（红丹粉和凡士林油调制而成），以防水分的侵入。

二、考核

1. 考核所需用的工具、材料、设备及场地

(1) 工具：液压钳及配套钢模（25~120mm²） 断线钳、钢锯及锯条（中齿）、记号笔、钢卷尺、木锤、锉刀、常用工具按参加考核人员每人一套。