

工人中级操作技能训练辅导丛书

内外线电工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心

编

天津市机械工业管理局教育教学研究室



机械工业出版社

本书主要内容是结合操作实例介绍工矿企业场区 10kV 电力架空线路、电力电缆、变电所和车间主要电气设备的安装、调整、试验的操作技能。

本书可以作为内外线电工中级操作技能培训的辅导教材,也可供中、初级工人自学之用。

本书由张兆驹、朱伯衡、吴伯高、杨昭义、张文雅五同志编写。由刘永年、石可清、杨玉珂三同志审稿。最后经编委会审定。

内 外 线 电 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心 编
天津市机械工业管理局教育教学研究室

*

责任编辑:王 伦

封面设计:方 芬

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社经销

*

开本 787×1092 $1/16$ ·印张 8 $3/4$ ·字数 204 千字

1987 年 10 月北京第一版·1987 年 10 月北京第一次印刷

印数 00,001—84,000·定价:1.75 元

*

ISBN 7-111-00008-0/TM·3

编委会名单

主任委员：王志平

副主任委员：董无岸 陈遐龄 王玉杰 赵国田

杨国林 范广才（常务）

委员：王明贤 陈郁 温玉芬 戴振英

解延年 曹桂秋 郝淑贤

前 言

技术工人培训的内容，应包括技术理论和操作技能两个方面。而提高工人的实际操作技能则是工人培训工作的出发点和归宿。

长期以来，在工人培训工作中，存在着片面强调技术理论的倾向，与此相联系，在技术理论教学上有比较系统和完整的教学计划、大纲以及相应的教材，而在操作技能训练方面迄今还没有一个统一的要求和依据，基本上沿袭师傅带徒弟的传统方式来口传心授一些局部的、零散的、陈旧的生产经验，或者靠徒工“自然成长”。这是造成目前机械工业工人队伍特别是青壮年工人素质不高的重要原因之一。

为了加强操作技能训练，全面提高机械工业技术工人队伍的素质，一九八五年，机械工业部组织力量首次编写并颁布了《工人中级操作技能训练大纲(试行)》。

目前，工人中级技术培训工作正在展开，各地各企业普遍重视了对操作技能的训练。为了帮助企业技工教育工作者更好地贯彻部颁《大纲》，提高培训质量，并为广大中级技术培训对象提供自学参考书，我们组织编写了《工人中级操作技能训练辅导丛书》。《丛书》共二十五种，包括了部颁《大纲》中列入的二十五个工种。其中二十一种是天津地区编写的，其他四种由北京地区编写。

《丛书》是以部颁《工人中级操作技能训练大纲(试行)》为依据，并结合机械工业部统编工人培训教材(中级本)中有关工种工艺学和《工人技术等级标准(通用部分)》中“应会”部分的要求来编写的。

在具体内容的组织安排上，突出了技能训练，将各工种的操作技能知识和技能训练融汇在一起，并按各主要工序的难易程度顺序排列，力求做到由简到繁，体现由浅入深、循序渐进的教学规律。

每本书主要由七个方面的内容组成：目的要求，内容提示；设备、工具、辅具；夹具及夹持方法；操作步骤、技能、技巧；操作安全技术；技能训练实例；质量检验。书中用了大量插图，使内容形象化，增强直观性，利于工人理解和掌握有关操作技能知识。

我们是抱着积极尝试、大胆探索的决心来编写这套丛书的。《丛书》出版了，我们期望她能为加强工人操作技能培训起到一点帮促作用。但是，由于缺乏经验，《丛书》一定会有不少错误和不足之处，恳切希望读者批评指正。

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心
天津市机械工业管理局 教育教学研究室

1987年6月

目 录

前言

第一单元 内外线电工操作技能综述	1
第二单元 10kV架空线路厂区勘测及定位	2
(一) 技术准备	2
(二) 主要工具准备	2
(三) 现场勘察	2
(四) 电杆定位	3
第三单元 10kV架空线路立杆	5
(一) 立杆前的准备工作	7
(二) 立杆的操作方法	11
第四单元 10kV架空线路终端杆拉线的制作	18
(一) 准备工作	18
(二) 放线、拉直、下料、束合	19
(三) 上部、下部拉线的制作	22
(四) 安装拉线的操作	26
第五单元 10kV电缆的敷设	28
(一) 电缆的结构与型号	28
(二) 电缆的搬运	30
(三) 电缆敷设的基本要求	30
(四) 直埋电缆的敷设	32
第六单元 10kV纸绝缘电缆终端头及中间接头的安装	38
(一) 基本要求和基本操作工艺	38
(二) 户内终端头的安装	41
(三) 户外鼎足式终端头的安装	43
(四) 中间接头盒的安装	46
第七单元 10kV交联聚乙烯电缆终端头和中间接头的安装	51
(一) 户内、户外型终端头的安装	51
(二) 热收缩型中间接头的安装	54
第八单元 10kV电缆故障的测寻	56
(一) 电缆故障性质的确定	56
(二) 故障点位置测试方法的分类	57
(三) 用直流单电桥测量电缆故障	57
(四) 低压脉冲法	61
(五) 高压闪络法	63
(六) 声测法	64
(七) 感应法	65

(八) 电缆故障测寻方法的选择	66
第九单元 10kV750kVA变电室安装实例	68
(一) 10kV750kVA变压器安装	68
(二) 高、低压配电柜和硬母线的安装	74
(三) 二次设备及回路的检查和调整	78
第十单元 10kV油开关检修操作技能	84
(一) 油开关的拆装和检修	84
(二) 油开关的调整	89
第十一单元 10kV750kVA变压器的吊芯检查	92
(一) 变压器吊芯检查的工作条件	92
(二) 吊芯前的准备工作	93
(三) 吊芯检查步骤	94
(四) 组装	95
第十二单元 10kV及以下变压器试验	97
(一) 变压器试验的项目	97
(二) 各试验项目的接线、操作及要求	97
第十三单元 50kW水泵电动机及控制设备安装实例	105
(一) 水泵电机起动和控制设备选择	105
(二) 安装前的检查	105
(三) 电气安装	106
第十四单元 20kW直流电动机及控制设备的安装实例	109
(一) 直流电动机安装前的检查	109
(二) 电动机的安装	111
(三) 试车与故障排除	111
第十五单元 50t 桥式吊车的安装	113
(一) 电气控制系统	113
(二) 电气安装	116
(三) 吊车的调整与试车	119
(四) 接地与接零	120
第十六单元 晶闸管整流线路安装、调试	121
(一) 晶闸管整流电路	121
(二) 晶闸管的基本知识	122
(三) 整流电路的安装	123
(四) 整流电路的调试	125
第十七单元 防爆电气设备及安装	128
(一) 防爆电气设备的种类及特点	128
(二) 防爆电气设备的选型	129
(三) 防爆电气设备的安装	130

第一单元 内外线电工操作技能综述

内外线电工工作内容很多，需要掌握的操作技能也比较多。除电工本身的操作外，还有许多有关工种的操作，如钳工的、建筑工的、起重工的操作，因此内外线电工是一个技术复杂的工种。

顾名思义，内外线电工包括内线工程和外线工程两大部分。内线工程中，又分为高低压变配电设备安装、修理和生产设备的电气安装、配线；外线工程又分为电力架空线路架设、修理和电力电缆的敷设、修理。

每一个专业又有自己的工作内容和工艺过程。如电力架空线路工程则有线路勘察定位、挖坑、立杆、架线、紧线调整弧垂等；电力电缆工程则有确定电缆路线、挖沟、施放电缆、电缆头制作等；变配电设备安装工程则有变压器、配电柜、油开关、隔离开关、母线、继电器和仪表的安装；生产设备的电气安装和配线，则有各种生产设备电机、控制电器、供电线路安装等。另外各专业都有试验调整工作，如电缆的耐压试验、故障点寻测、变压器试验、油开关试验、继电保护试验、生产设备的试车与电气调整等等。

每一个工作项目，又包含着很多工序。如电缆头制作，以纸绝缘电缆中直接头为例，则分为剥钢甲、剥铅包、剥绝缘、连接线芯、包缠绝缘、封铅、灌胶和装保护盒等。

电气设备种类繁多。根据不同的用途和工作条件，各有其结构特点和不同工作原理。生产设备种类更是多种多样，对电气的要求也各不相同。从而给内外线电工提出了较多操作要求。

内外线电工和维修电工、电机修理工等相邻工种比较，其特点是工作范围广、工作场面大、工程周期长、集体操作多。

电气设备是机电的联合体，即电气要求是通过机械来实现的，因此电工实际上也是机工。这个特点在内外线电工中体现得更为明显。作为一个内外线电工，不但要具备一定的电气知识，而且更重要的是努力掌握各种操作技能，特别是机械方面的有关操作技能。

近几十年来，由于生产技术的巨大发展，新的电气产品、新技术和新材料不断出现，特别是电子技术的飞速发展和电子计算机的广泛应用，给电工提出了新的要求。内外线电工也要掌握一定的电子技术和计算机的使用，为实现社会主义四个现代化多做贡献。

第二单元 10kV 架空线路厂区勘测及定位

内容提示 10 kV 架空线路的勘测定位准备工作, 注意事项, 定位方法及定位操作。

目的 掌握勘测定位的操作技能。

室外电气架空线路工程施工中, 确定电杆的位置, 是整个工程的起步工作。要做好定位, 必须进行技术准备、工具配备及现场勘察, 然后再进行具体定位工作。

(一) 技 术 准 备

技术上的准备, 主要有三个方面的工作:

① 要熟悉国家和当地的有关安全技术规定、标准、图例等。

② 要核对本工程的设计施工图中的电杆方位和拉线方位, 与地下设备现状图中的地下管道和电缆等方位是否冲突, 特别是在交叉路口及弯道处, 更要注意这一点。

这几项技术准备是必要的, 因为有的线路设计, 从开始到施工间隔较长, 在此期间可能有其它工程已经施工完毕, 或设计中有忽略的地方。若不核对必要的技术资料就盲目施工, 容易造成返工, 甚至会造成事故。

(二) 主 要 工 具 准 备

所需工具, 根据工程需要及实际要求确定。一般必须配备的工具具有: 皮卷尺或钢卷尺(50m 的为宜)、大锤、木桩或铁桩。地面不平, 凹凸较大的, 还需水平仪、花杆、标尺等。

(三) 现 场 勘 察

勘察时应特别注意的有以下三项内容:

① 所施工的架空线路区域内, 是否有横跨交叉的高压线、低压线、路灯线、电话线等设施。若有障碍, 首先考虑适当调整杆位、线路, 避开或减少其矛盾, 如仍不能解决, 应确定该线路的高度及防护措施, 并在立杆或放线前与有关单位联系并办理好停电等手续, 这样可按原设计定位。

② 在线路确定的基础上, 要勘察杆位及拉线地锚位挖坑的附近, 是否有与此工程有冲突的地下设施。如个别杆位有冲突, 可通过调整杆间距离解决, 若与杆位冲突较多, 影响较大, 则应改变线路方位和走向。

③ 在线路基本确定后, 根据现场引下线、路灯、行人及行车通过的实际要求, 进行电杆的定点, 确定立杆的方向, 以便在挖坑时确定马道的方向。

以上三点均系现场勘察应考虑和解决的主要问题, 以保电杆定点的正确无误。

(四) 电 杆 定 位

首先根据设计图纸检查地形、道路、河流、树木、管道和各种建筑物等，对架设此线路有何影响，确定线路如何跨越以及大致的方位。然后确定线路的起点、转角点和终点的电杆位置，再确定中间杆的位置。其定位方法如下：

1. 交点定位法

一般厂区道路已定，并且边道也是平整的，线路和电杆的位置就较容易定出。如图 2-1 所示，电杆的位置可按边道牙的距离和线路的走向及总长度，确定杆距和杆位。

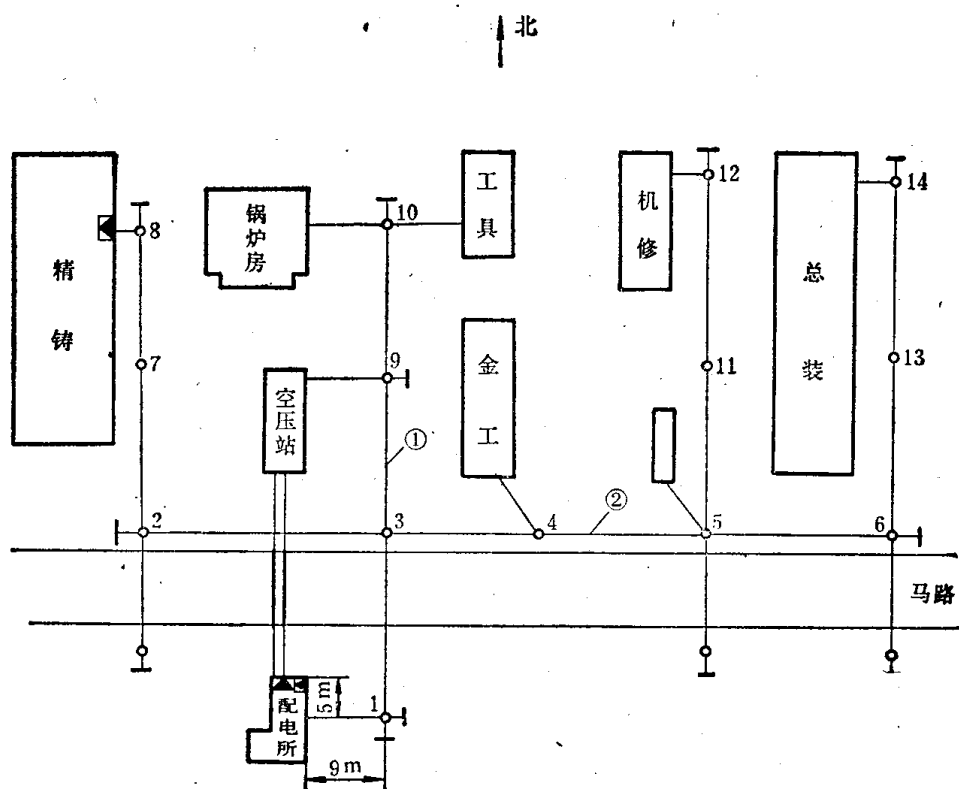


图2-1 厂区线路平面图

一般要求电杆至边道牙的距离为 0.75m 至 1m，沿厂区道路方向的电杆档距为 40m 左右，(特殊要求时可适当调整距离)。以杆距和与边道牙的距离来确定电杆的位置，若电气施工图中给出的电杆位置与实际无障碍，则应按设计图纸的要求确定电杆的位置。

如图 2-1 所示某厂区线路平面图中，1 号电杆的位置尺寸在施工图中已给出，即距配电所东墙 9m，距北墙线 5m，作其交点，1 号杆的位置可首先确定下来。1 号杆即为起点杆，其位置如图中 1 所示。又因锅炉房、空压机站、配电所的东墙均在一条建筑线上，故 10 号杆位于垂直锅炉房的东墙进户线的位置向东量 9m 处，打入 10 号杆标桩，即确定了 10 号杆位，因 10 号杆位是 1 号杆位向北方向的端点，所以 10 号杆位称为终端杆位。1 到 10 号杆位线路的中间杆位，如图中的 3 号和 9 号两杆位，以杆距要求和现场实际，用花杆目测法可确定。其它各线路中的杆位，也照此法确定。

2. 目测法定位

以图 2-1 中 1 号杆位向北至 10 号杆位的线路为例，用目测法来确定 3 号杆的位置的方

法,由甲乙两人进行。甲站在1号杆位面向10号杆位,乙在10号杆位插一花杆(花杆垂直地面)后,到马路边道牙内规定尺寸线上,按甲的指挥左右移动,一直到1与10号杆的直线上为止,这一点即为3号杆位,也称为中间杆位。其它中间杆位的确定过程,依此类推。

以上两种方法,是在架空线路施工中,确定杆位、拉线位最常用的方法。

3. 测量定位法

一般在地面不平,地下设施较多,需做竣工图,用绝对标高测定杆坑深度及测定坐标位置时,采用此方法定位。它可以防止因电杆的高低不平而影响架线不平的问题,此比前两种方法精度高,效果好,其缺点是进度慢。

不论采用哪种方法定位,每测定出一个杆位,应随即在地上打入标桩,并在标桩上编号。如在杆位上有砂石土方等,要事先搬运走,遇有转角杆或终端杆的杆位,在标桩上要标明,以便确定拉线的锚位。

总之,电杆的定位直接关系到整个工程质量。电杆定位在排除了地上地下的障碍后,还要尽量避免杆引下线(入户线)过长,又要注意在一条直线线路上的杆距,在不超过安全标准间距的基础上,尽量做到杆距均等,使整个线路整齐美观、安全牢固。

第三单元 10kV 架空线路立杆

内容提示 本单元介绍 10 kV 架空线路的杆型结构做法，重点是对电杆的检查、吊装、立杆等的技术要求和操作技能训练，注意事项。

目的 通过本单元的实例反复操作训练，掌握要领和技巧，提高操作技能。

架空线路中的电杆，按其材质可分为木杆、钢筋混凝土杆、铁塔等三种。10 kV 架空线路按作用可分为五种，其结构做法见图 3-1 至图 3-5；高压直线杆如图 3-1 所示。

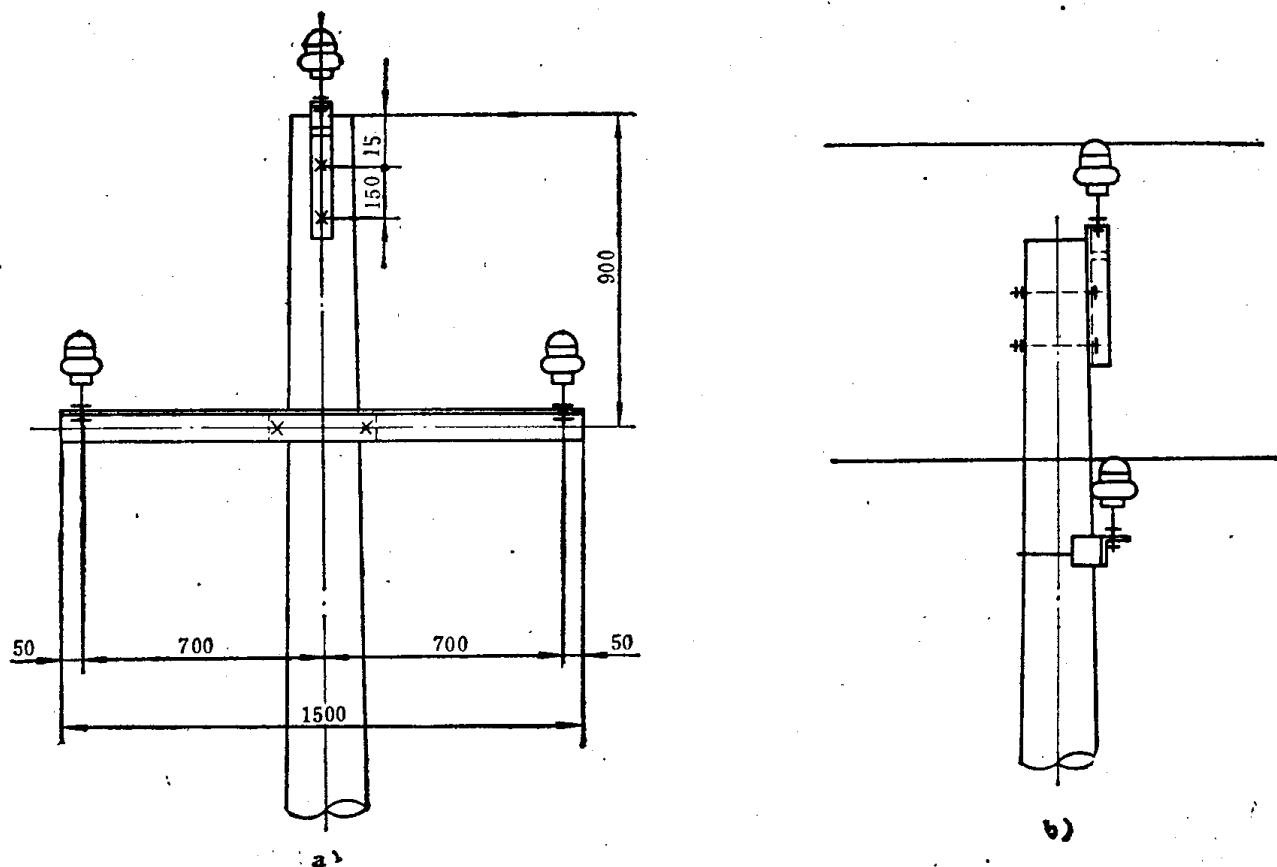


图3-1 高压直线杆

高压耐张杆如图 3-2 所示。

高压转角杆如图 3-3 所示。

高压终端杆如图 3-4 所示。

高压分支杆如图 3-5 所示。

从目前使用情况看，钢筋混凝土杆已多于木杆，即说明钢筋混凝土杆已被广泛采用，因此本单元主要介绍钢筋混凝土电杆的立杆方法，木杆的立杆方法仅做适当的介绍。

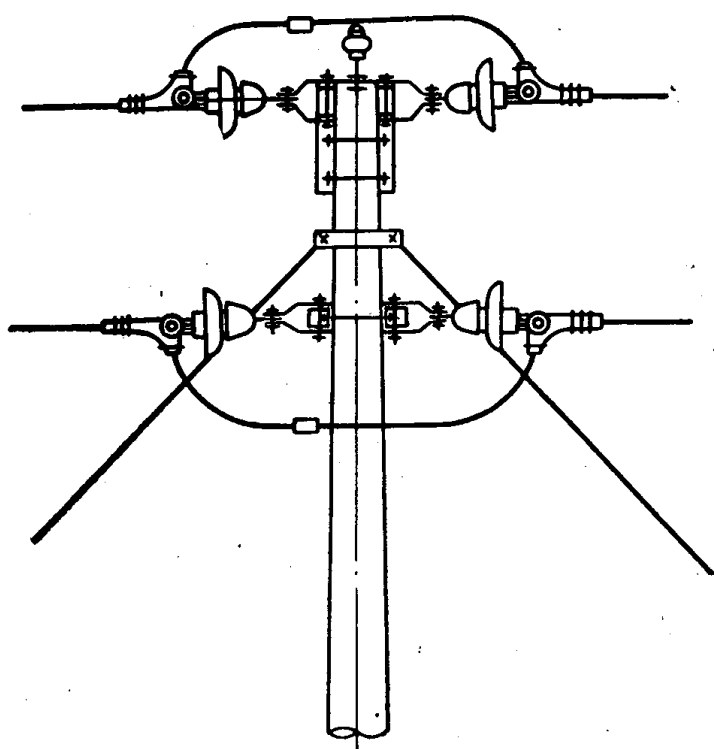


图3-2 高压耐张杆

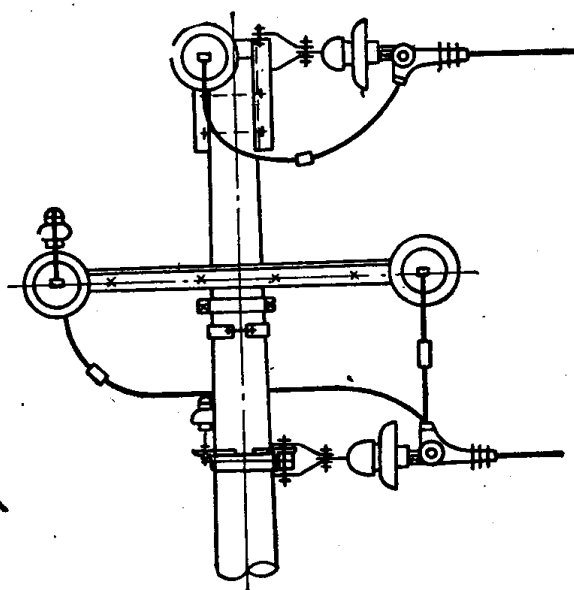


图3-3 高压转角杆

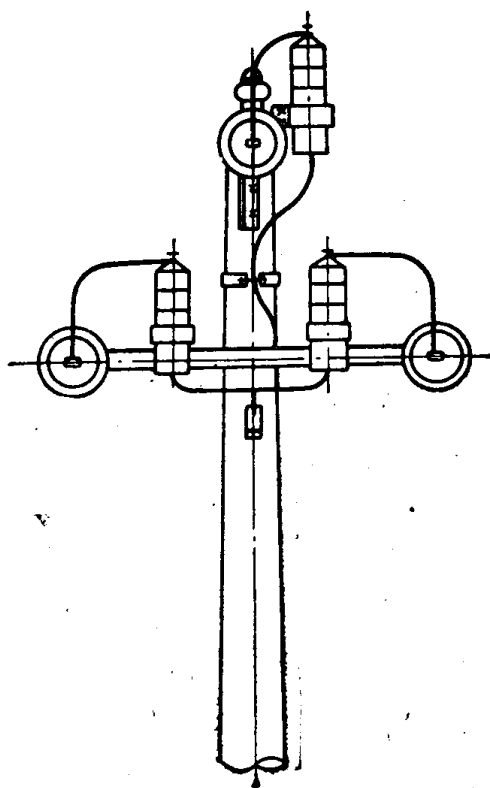


图3-4 高压终端杆

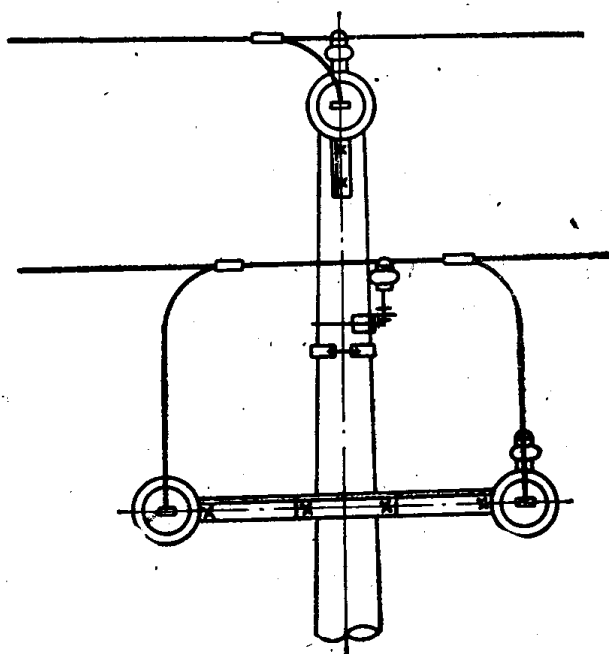


图3-5 高压分支杆

(一) 立杆前的准备工作

立杆前的准备工作是立杆操作中的基础性的工作。其主要内容有挖坑、选择电杆、确定立杆方案、准备立杆设备和工具、检查电杆、吊运电杆，现场检查电杆、电杆顶端封堵（对混凝土杆而言），安装横担组件。现将各项基本步骤的操作方法和技术要求分别叙述如下。

1. 挖坑

立杆需挖的坑有两种，即杆坑和拉线坑。杆坑又分圆形坑和梯形坑，对不带卡盘或底盘的电杆坑，通常挖圆形坑，如图 3-6 所示，因圆形坑的土方量小，对电杆的稳定性也好，机械化施工也方便。目前挖坑有三种办法：

(1) 汽车挖坑机 是一种螺旋挖土机，动力由汽车供给。其优点是省力、快，但要求施工现场地面要平整，土质坚硬，适合机械化施工，土质松软地方不能使用。

(2) 半机械挖坑 即人工用绞棍或螺旋打眼机，把挖地机口对准杆位，3~4 人即可推转，挖出土。

这两种方法最适合挖圆坑，要挖梯形坑，如图 3-7 所示，需按梯台的深宽尺寸移动车位或挖土机位，这就影响效率。

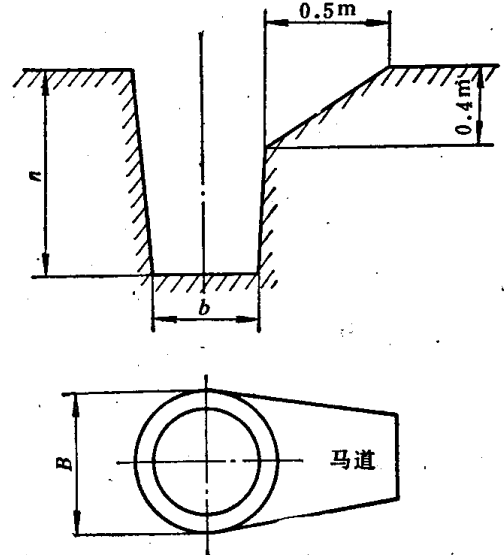


图3-6 圆形杆坑

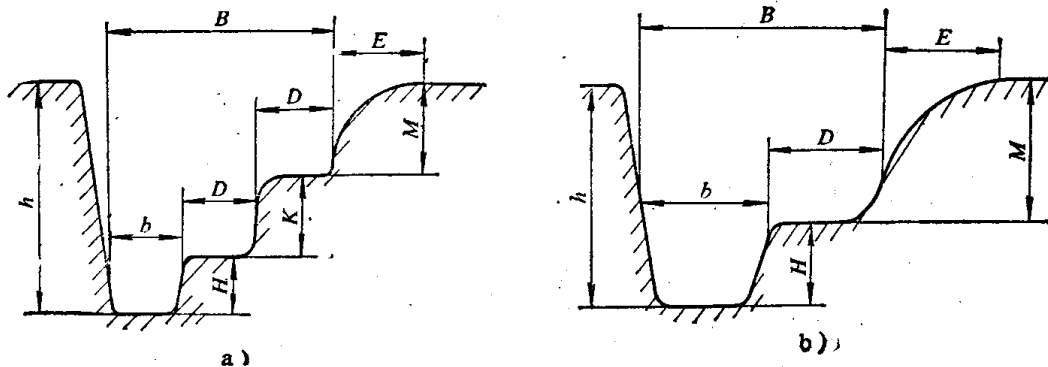


图3-7 梯形杆坑

(3) 人工挖坑 即由人用锹、镐等工具挖。

2. 选择电杆

选择电杆的工作应根据设计要求来进行。电杆的型号确定后，由表 3-1 查出各电杆的梢径长度和杆重。如 $Z_{12}-1-\phi 170$ 电杆的梢径为 170 mm，杆长为 12 m，杆重为 820 kg。这些数据为吊运电杆及确定立杆方法提供了依据。

在工厂企业里 10 kV 高压架空线所采用的电杆一般是圆环锥形钢筋混凝土电杆，其锥度为 1:75，杆长应按设计图纸而定，一般为 12 m 或 11 m。直线杆的梢径（顶端直径）一般为 $\phi 170$ mm。承力杆的梢径一般为 $\phi 170$ mm 或 $\phi 190$ mm。

表3-1 常用钢筋混凝土电杆规格

分类	序号	梢径 (mm)	杆长 (m)	计算杆重 (kg)	杆 型 符 号
直 线 杆	1	170	11.0	740	Z 11-1- ϕ 170
	2	170	11.0	740	Z 11-2- ϕ 170
	3	170	12.0	820	Z 12-1- ϕ 170
	4	170	12.0	820	Z 12-2- ϕ 170
承 力 杆	5	170	8.0	554	C 8-1- ϕ 170
	6	170	11.0	836	C 11-1- ϕ 170
	7	170	12.0	937	C 12-1- ϕ 170
	8	170	8.0	586	C 8-2- ϕ 170
	9	170	11.0	915	C 11-2- ϕ 170
	10	170	12.0	1019	C 12-2- ϕ 170
	11	190	11.0	1038	C 11-1- ϕ 190
	12	190	12.0	1188	C 12-1- ϕ 190

在 10 kV 架空线路中, 采用本质电杆时, 直线杆的梢径一般不小于 $\phi 160$ mm, 承力杆的梢径一般不小于 $\phi 180$ mm。对电压在 1 kV 以下的电杆不得小于 150 mm。

电杆的长度选择, 不仅与线路电压大小有关, 而且与导线的弧垂、导线与地面的允许距离、横担层数有关。一般情况下参考表 3-2 确定杆长。

表3-2 导线和地面及水面间的最小垂高

导 线 所 通 过 的 地 区	线路电压下的距离 (m)		选电杆高度 (m)	
	1 kV 以下	1~10 kV 之间	1 kV 以下	1~10 kV 之间
居民区、工厂企业区、建筑工地等	6	7	8~9	10
非居民区、人迹罕见、有车到达	5	6	7~8	9
可通航的运河、河流等	5	6	7~8	9
铁路轨道	7.5	7.5	10	11~12
公 路	6	7	8~9	10~11
进 户 线				
(1) 人行道上面	6	7	8~9	10~11
(2) 人行道以外	3.5	4.5	7	8~9
电杆上的电缆接头	3.0	4.5	7	8~9

3. 确定立杆方案

根据所立电杆的种类、长短、重量及施工现场的地形条件来确定立杆方案。

① 若在地势宽广土质较硬又地面基本平整的通路旁起立长为 11 m 或 12 m、重量在 1.3 t 以下的电杆时, 目前最广泛采用的是汽车起重机立杆 (俗称汽车吊立杆)。这种立杆方法, 不但效率高而且还安全, 是一种比较理想的立杆方法, 有条件的地方都应尽量采用。

② 高度在 8 m 以下的木电杆可选用人工直接立杆或叉杆立杆的方法。

③ 高度在 8 m 以上的木电杆可采用架杆立杆的方法。

④ 高度在 15 m 以上的木电杆或 II 型杆可采用抱杆立杆的方法。

若在稻地、园田等松软的土地上起立 8~12m 钢筋混凝土电杆，用汽车起重机进入施工场地立杆较困难，这时可根据电杆的长短及重量，分别选用人力拉起抱杆竖立、固定式人字抱杆立杆或倒落式抱杆等方法。

4. 准备立杆设备和工具

常用立杆设备和工具有：汽车起重机、绞罐式绞盘、滑轮组、手摇绞车、手扳葫芦、链式起重机（吊链）、钢丝绳、白棕绳、叉杆、架杆、抱杆、夯锤、木夯、滑板、镐、锹、带绳等。根据所确定的立杆方法，来准备相应的立杆工具。

5. 检查电杆

(1) 钢筋混凝土电杆

- ① 电杆的型号、长度、梢径应符合设计要求。
- ② 电杆表面应光洁平整，壁厚均匀，不应有露筋跑浆等现象。
- ③ 电杆不应有纵向裂纹和横向裂纹，若电杆有横向裂纹，其宽度也不应超过 0.2mm，长度不应超过 1/3 周长（裂纹处电杆截面周长）。
- ④ 电杆弯曲不应超过杆长的 1/500。
- ⑤ 电杆的横向裂纹宽度未超过下列数值时，可不加处理继续使用。
第一裂纹宽度在 0.05mm 以内长度不超过周长 1/3 时，可以与正常电杆同样使用。
第二裂纹宽度在 0.06~0.2 mm 之间，而且电杆弯曲不超过杆长的 2/1000 时，可不加修补用于直线杆位。
- ⑥ 如果电杆的裂纹宽度在 0.21~1.0 mm 以内（包括 1.0 mm），则应涂以环氧树脂（防止雨水浸入生锈腐蚀钢筋）后，用于直线杆，但应设置对面拉线加固。
- ⑦ 电杆的裂纹宽度与损坏程度超过下列条件之一时，不得使用：
第一裂纹宽度超过 1.0 mm；
第二裂纹宽度虽然在 0.21~1.0 mm 之间，但整圈裂通，而两整圈裂纹距离又小于 500 mm；
第三电杆的混凝土损伤脱落且纵向主筋外露情况严重；
第四电杆由于碰伤造成弯曲超过杆长的 1/200。
- ⑧ 检查电杆的顶端堵头是否存在，若掉落，应补上顶端堵头。
- ⑨ 若电杆的根部或顶部附近损坏，则可截去损坏部分补上顶端堵头，做短杆使用。
上述裂纹宽度均是将电杆平放在地面后，实测的数值。

(2) 木电杆的检查

- ① 电杆的型号、长度、梢径均应符合设计要求。
- ② 在 10 kV 高压架空线路中，直线杆的梢径不应小于 $\phi 160$ mm，承力杆的梢径不应小于 $\phi 180$ mm。
- ③ 电杆的弯曲程度不得过大，一般规定电杆梢端与根端的中心联线不应在杆身之外。
- ④ 电杆不应存在严重的劈裂现象及各种腐烂现象。
- ⑤ 应采用不带外皮的杉木、松木作电杆，而不能选用桦木等硬脆的木材作为电杆。

(3) 电杆裂纹宽度及弯曲度的测量方法

电杆裂度及弯曲度测量，可用简单的工具和办法。

- ① 裂度的测量 可用钳工用的塞尺。开始用较薄的塞片塞进裂缝，而后逐渐加厚（或

几个片重叠一起塞进)直到塞进较紧为止,把已塞进塞片的标数加起来,即为裂度数值。

② 弯曲度的测量 可用20°左右的铁丝或线绳从电杆外表面的杆根到杆梢拉一条直线,在电杆侧表面测量一次,而后将电杆转90°,由侧面测量一次。测量时,目视电杆表面到该直线空隙最大点,用钢板尺或木直尺量得的数值,即为弯曲程度。所测得的数值超过以上规定即为不合格。

6. 安装横担组件的操作方法

为了施工方便,将电杆运到施工现场后,放在杆坑旁,使杆根对正马道,(汽车吊立杆除外,因为它不要求挖马道)。在地面上将横担、金具等全部组装完毕,然后,进行整体立杆。

(1) 横担组装要求:

- ① 直线杆采用单横担时,应将横担安装在受电侧。
- ② 转角杆(90°)、分支杆、终端杆采用单横担时,应将横担安装在拉线侧。
- ③ 多层横担均应安装在同一侧。
- ④ 有弯曲的电杆,横担均应装在弯曲凸面侧但仍应保持在受电侧。
- ⑤ 螺栓的穿入方向规定如下:

第一,顺线路方向 单面结构由送电侧向受电侧穿入;双面结构的由里向外或按统一方向穿入。

第二,横线路方向 两侧的螺栓由内向外穿入,中间的螺栓由左向右(面向负荷侧)或按统一方向穿入。

第三,垂直方向,由下往上穿。

- ⑥ 单螺母拧紧后,螺栓露出应不少于两扣,双螺母拧紧后,可平扣。
- ⑦ 必须加垫圈时,每端的垫圈数不应超过两个。
- ⑧ 开口销钉用在垂直方向时,应从上往下穿。
- ⑨ 安装时,紧固横担和绝缘子等各部位所用的螺栓,其直径不应小于16mm。
- ⑩ 横担安装端部的上下偏差及左右扭斜均不应超过20mm。

(2) 横担组装操作

钢筋混凝土电杆的横担组装如图3-1和3-8所示。其操作方法如下:

① 先装杆顶支柱,将杆顶支柱放在受电侧,电杆顶向下量150mm,安装第一个抱箍,再向下量150mm安装第二抱箍,面向受电侧;由左向右穿入螺栓,在两端各加一个垫圈用螺母固定。如果电杆上留有安装杆顶支柱的螺栓孔,则可不用抱箍,直接将螺栓穿过电杆的螺栓孔用螺母拧紧固定。

② 安装好杆顶支柱后,再安装横担。横担的位置由导线的排列方式来决定:

第一,当导线采用等腰三角形排列时,横担距杆顶600mm。

第二,当导线采用等边三角形排列时,横担距杆顶900mm。

第三,当导线采用水平排列时,横担距杆顶300mm(不得小于200mm)。

③ 在横担上合好M型抱铁,用U型抱箍从电杆背部抱过杆身,穿过抱铁及横担螺栓孔,用螺母拧紧固定。

④ 杆上横担紧固好了以后,就可安装绝缘子。绝缘子的额定电压应符合线路电压等级要求,安装前应进行外观检查,检查其表面有无裂纹、釉面脱落等缺陷,如未经上述检查符

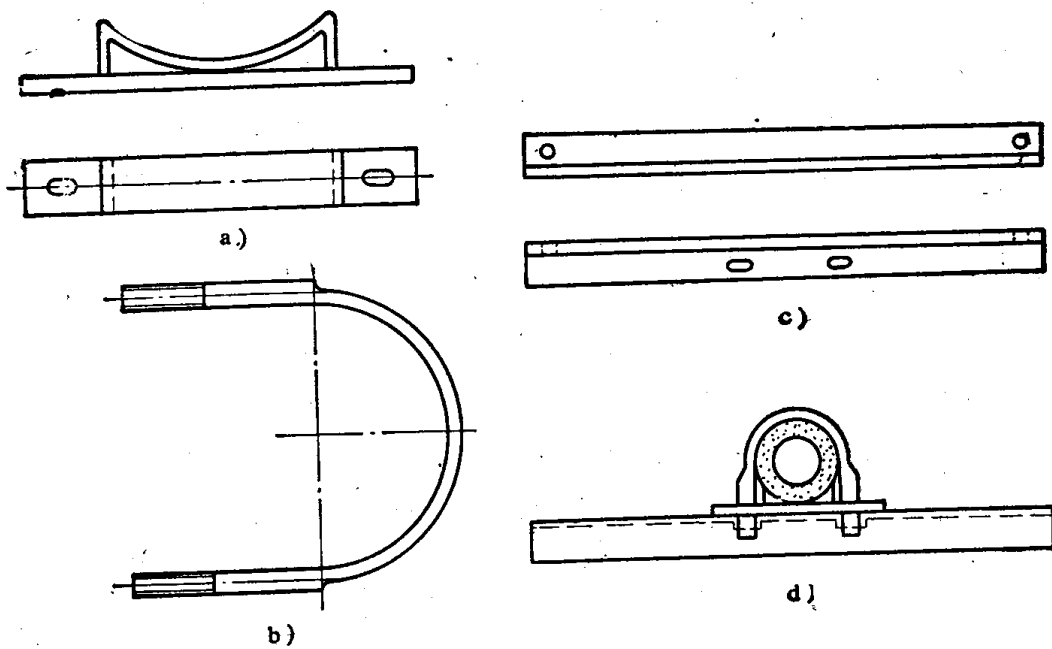


图3-8 直线杆横担组装方法

a) M型抱铁 b) U型抱箍 c) 角钢横担 d) 横担组装

合要求，安装前作交流耐压试验。这样，可防止不合格品用于线路上。

高压线路上所用的悬式绝缘子，要与耐张线夹组合。导线截面在 70mm^2 及以下时，也可采用悬式绝缘子与蝶式绝缘子通过曲型拉板组合。

(二) 立杆的操作方法

立杆的方法很多，常用的有以下几种，现分别介绍它们的操作方法：

1. 汽车吊立杆

采用汽车吊立杆，挖坑时，不论是挖圆坑还是挖长坑都不需要挖出马道（滑坡）。

汽车吊立杆的操作有以下几个基本步骤：

(1) 放入底盘 将底盘放入坑内要求坑底要平整，若坑内有水或淤泥，应把它们清理出坑外。然后，将底盘平放在坑底，拨动底盘，使其中心对正线路的中心线。

(2) 起吊立杆 先将吊车开到距杆坑适当位置加以稳固。然后，在电杆的 $2/3$ 处（从电杆的根部量起），拴一根起吊钢丝绳，如图 3-9 所示。起吊钢丝绳的长为 1.2m ，直径为 13mm 。将它绕电杆一周，使 A 扣从 B 扣内穿出并锁紧电杆，再把 A 扣挂在吊钩上。再用一条长 12m 、直径为 13mm 的麻绳穿过 B 扣，结成拴牛扣（其结法如图 3-10 所示）。这时可由负责人指挥将电

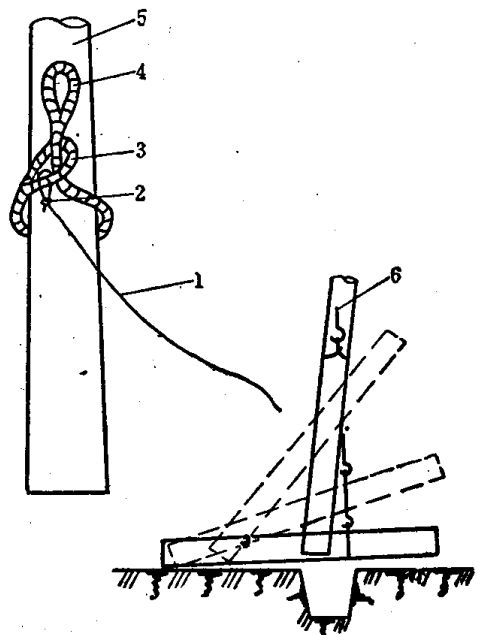


图3-9 电杆起吊示意图（汽车吊）

1—带绳 2—拴牛扣 3—B扣 4—A扣（挂在吊钩上） 5—电杆 6—吊钩