

DIANQI GONGCHENG SHIGONG YAODIAN YU JISHU GUIFAN QUANSHU

电气工程

施工要点 与技术规范全书

吉林科学技术出版社

电气工程 施工要点与技术规范全书

主 编 柳林啸

第 二 卷

吉林科学技术出版社

第四篇

室外线路安装施工

要点与技术规范

第一章 架空线路的施工要点 与技术规范

凡将导线用绝缘子支持、架设在电杆或构架上，档距超过 25m 的高低电压电路，均称为架空线路。架空线路具有架设简单、成本较低、维修方便、易于发现和排除故障、输配电灵活等优点，但也存在占有一定范围的空间、相对不够安全、不够美观等缺点。目前，在中小城市、郊县、农村仍被广泛应用，在西方国家与日本等工业发达的国家中，在大城市近郊的居民区中，也广泛采用架空线路。

架空线路施工的一般步骤如下。

- (1) 熟悉设计图纸，明确施工要求。
- (2) 按照设计图纸的规定，准备材料与机具。
- (3) 制作横担、抱箍。
- (4) 对送到现场的材料、器材等进行材质、规格与型号的检查。
- (5) 根据设计图纸的要求，结合施工现场的实际情况，确定电杆的杆位。
- (6) 根据杆位，进行基础施工。
- (7) 组装电杆，即将横担、绝缘子、金具等与电杆组装在一起。
- (8) 立杆。
- (9) 制作并安装拉线与撑杆。
- (10) 放线、架线、紧线、绑线与连线。
- (11) 进行架空线路运行前的检查与试验。
- (12) 竣工整理。

第一节 施工前对器材等的检查

在架空线路施工前，应对送到现场的材料及器材等进行材质、规格、型号等最基本的外观检查。

- (1) 混凝土电杆表面应光洁、无露筋等现象；纵、横向应无裂缝；杆身弯曲不应超过杆长的 1/1000。
- (2) 混凝土预制构件表面不应有露筋、纵向裂缝等缺陷。
- (3) 线材不应有松股、

交叉、折叠、断裂及破损等缺陷；不应有严重腐蚀现象；钢绞线、镀锌铁线的镀锌层良好、无锈蚀；绝缘线平面应平整、色泽均匀，绝缘层应挤包紧密、易剥离，端部应有密封措施。

(4) 绝缘子及瓷横担绝缘子的瓷件与铁件的组合不歪斜、结合紧密；铁件镀锌良好；瓷件无裂缝、斑点、缺釉及气泡，瓷釉应当滑；弹簧零件的弹力应适宜。

(5) 金具的表面应光洁，无裂缝、毛刺、砂眼；线夹转动良好；镀锌层无锌皮剥落及锈蚀等。

(6) 附件及紧固件：由黑色金属制造的附件及紧固件，除底脚螺栓外应采用热浸镀锌制品；各种连接螺栓宜有防松装置；金属附件及螺栓表面不应有裂缝、砂眼、锌皮剥落及锈蚀；螺杆与螺母的配合应良好。

第二节 电杆定位

电杆的位置，应根据设计图纸标定的位置，结合现场的具体情况，予以逐一确定。电杆的定位，一般应使用经纬仪。如果线路较短，也可使用花杆（三点成一线）目测法校勘直线，并用皮尺丈量距离。

10kV 及以下架空线，直线杆顺线路方向的位移，不应超过设计档距的 3%；横线路方向的位移，不应超过 50mm；转角杆、分支杆的顺线路及横线路方位的位移，均不得超过 50mm。

杆位确定后，应立即打入标志桩。

第三节 基础施工

一、坑的定位与划线

在杆位确定并经再次检查无误后，即可进行电杆坑的定位与划线。

(一) 坑口尺寸

坑口尺寸要大于坑底的尺寸，如图 4-1-1 所示。这是为了施工的方便，也是为了

防止坑壁的塌方。坑口尺寸，可参考表 4-1-1 所列不同土质情况下的计算公式进行计算后来决定。

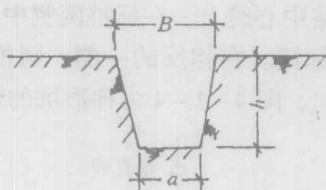


图 4-1-1 杆坑及拉线坑尺寸

表 4-1-1 坑口尺寸加大的公式 (m)

土质情况	坑壁坡度	坑口尺寸
一般粘土、砂质粘土	10%	$B = b + 0.4 + 0.1h \times 2$
砂砾、松土	30%	$B = b + 0.4 + 0.3h \times 2$
需用挡土板的松土	-	$B = b + 0.4 + 0.6$
松石	15%	$B = b + 0.4 + 0.15h \times 2$
坚石	-	$B = b + 0.4$

注：a——坑底尺寸 (m)， $a = b + 0.4$ ；

h——坑的深度 (m)；

b——杆根宽度 (不带地中横木、卡盘或底盘的杆根) (m)；或地中横木或卡盘长度 (带地中横木或卡盘的杆根) (m)；或底盘宽度 (带底盘的杆根) (m)。

(二) 电杆坑的定位与划线

电杆有直线单杆、转角单杆、直线门型杆、转角门型杆等，而其杆坑的定位与划线方法也有所不同。下面介绍最常用的直线单杆与转角单杆的定位与划线方法。

1. 直线单杆杆坑的定位与划线

(1) 检查杆位标桩。在被检查的标桩和前后相邻的标桩中心点上各立一根侧杆，从一侧看过去，若三根测杆都在线路的中心线上，则表示被检查的标桩位置正确。然后，在标桩前后沿线路中心线各立一个辅助标桩。

(2) 找出线路中心线的垂直线。将大直角尺放在标桩上，使直角尺的中心与标桩中心重合，使直角尺底边的中垂线与线路的中心线重合。此时，直角尺的底边即为线路中心线的垂直线，如图 4-1-2 所示。然后，在此垂直线上，在标桩两侧，各立一根辅助标桩，用作以后校验杆坑位置挖掘得是否正确以及电杆是否直立。

(3) 根据表 4-1-1 所列的相应公式，计算出坑口宽度。

(4) 以标桩为中心，在线路的垂直线上各量出坑口宽度的一半，钉上小木桩，作为标记。

(5) 根据电杆长短与土质情况决定坑型(土质较好,电杆在 10m 以下挖圆形坑;土质较差,电杆在 10m 以下挖二阶坑,10m 以上挖三阶坑)。

(6) 以标桩为中心,在线路中心线上、在标桩两侧中的任一侧,量出坑口宽度的一半,也钉上一个小木桩,作为标记。在相反的一侧,则根据马道形式决定坑的马道长度。图 4-1-3 为圆形坑的形式,图 4-1-4 为梯形坑的形式。

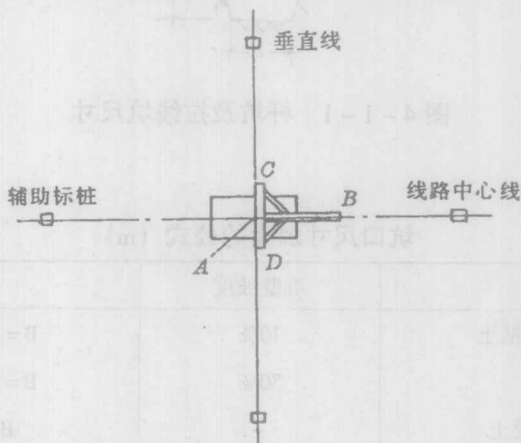


图 4-1-2 直线单杆杆坑定位

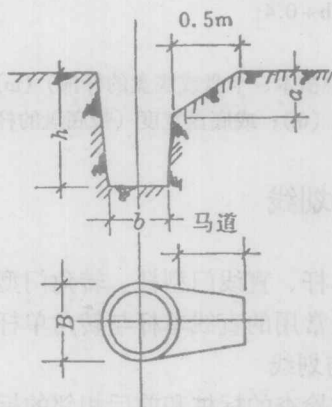


图 4-1-3 圆形坑

$$B = b + 0.4h + 0. \text{ (m) (一般粘土)}$$

$$b = \text{电杆底径 (m)} + (0.2 \sim 0.4) \text{ m}$$

2. 转角单杆杆坑的定位与划线

(1) 检查转角杆标桩。在被检查的标桩及前后两侧邻近的四个标桩中心点上各立一根测杆,从两侧各看三根测杆(被检查标桩上的测杆,作为公共的第三测杆)。若转角杆标桩上的测杆正好位于所看两直线的交叉点上,则表示该标桩位置正确。然后,在标

桩前后侧两直线上的等距离处，各钉上一个临时辅助标桩，用作电杆与拉线坑的划线以及校验杆坑挖掘位置是否正确。

(2) 将大直角尺底边的中点与标桩中心点重合，使直角尺底边与两临时辅助标桩连线平行，划出转角二等分线和转角二等分线的垂直线。

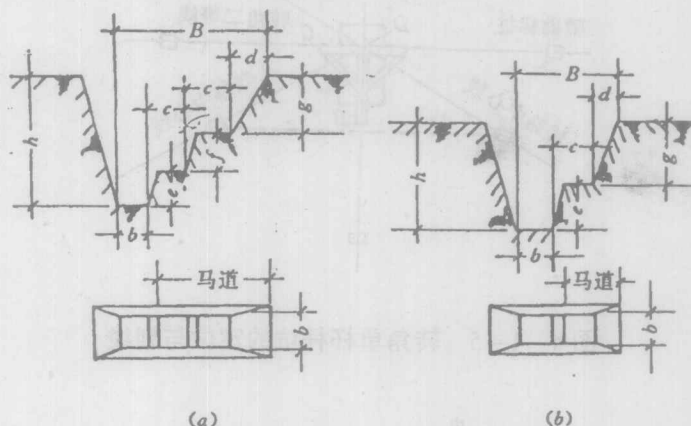


图 4-1-4 电杆梯形坑

- (a) 三阶杆坑: $B \approx 1.2h$; $b \approx \text{电杆底径} + (0.2 \sim 0.4) \text{ m}$; $c \approx 0.35h$;
 $d \approx 0.2h$; $e \approx 0.3h$; $f \approx 0.3h$; $g \approx 0.4h$
- (b) 二阶杆坑: $B \approx 1.2h$; $b \approx \text{电杆底径} + (0.2 \sim 0.4) \text{ m}$; $c \approx 0.7h$;
 $d \approx 0.2h$; $e \approx 0.3h$; $g \approx 0.7h$

(3) 以标桩为中心，在转角二等分线的垂直线与转角二等分线上，分别钉上辅助标桩，如图 4-1-5 所示，用以校验杆坑挖掘位置是否正确和电杆是否立直。

(4) 根据表 4-1-1 所列的相应公式，计算出坑口宽度，并用尺在转角二等分线的垂直线上量出坑宽，划出坑口尺寸（其方法与直线单杆相同）。

(三) 拉线坑的定位与划线

在直线线路中，直线杆的拉线与线路中心平行或垂直，转角杆的拉线位于转角二等分线的垂直线上（电杆受力的反面）。拉线与电杆中心线的夹角一般为 45° 。

它的定位是在准备安装拉线的方向上、在杆位标桩与辅助标桩的连线上，量取距离 $L (= \overline{AB})$ ，在 B 点钉一个标桩，它就是拉线坑的中心位置。

如图 4-1-6 所示，若拉线与电杆中心线的夹角为 φ 时，则 AB 两点间的距离 L 为：

$$L = (H + h) \operatorname{tg} \varphi$$

式中 H ——拉线高 (m)；

h ——拉线坑深 (m)；

φ ——拉线与电杆中心线的夹角 ($^\circ$)。

若 $\varphi = 45^\circ$ ，则

$$L = H + h$$

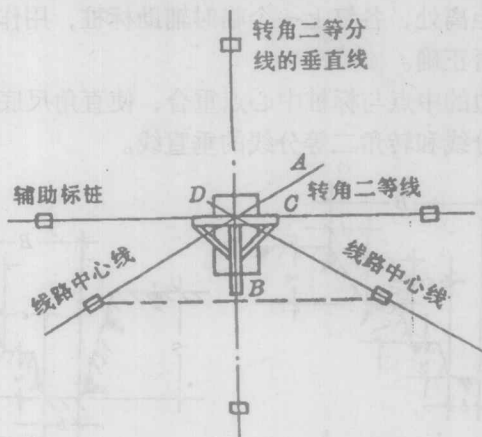


图 4-1-5 转角单杆杆坑的定位与划线

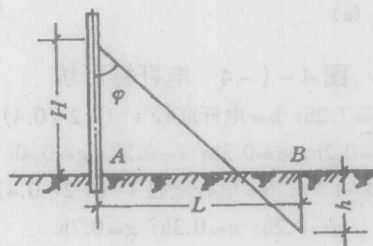


图 4-1-6 拉线坑的定位与划线

二、挖坑

按照划好的坑口尺寸，按表 4-1-1 所列的坡度，进行挖掘杆坑。

挖坑时，应将挖出的土堆放在离坑边 0.5m 以外的地方，以不影响坑内的作业和以后的立杆施工。当挖到坑内出水时，应在坑的一角深挖一个小坑集水，并用水桶或水泵将水排出。当挖掘中遇到流砂或易塌方的松软土质时，一般应采取扩大坑口尺寸，并在挖至要求深度后立即立杆及用围栏或板桩支撑坑壁。当坑较深，采用扩大坑口不易保证安全时，或土方量过大时，则一般均采用围栏或板桩来支撑坑壁，以防坑壁的倒塌。

杆坑的梯形马道，应在放置电杆的一侧；拉线坑的梯形马道，也应在拉线侧。马道的坡度，应与拉线角度一致，以使拉线底把在埋入坑内以后与拉线方向一致。

坑的深度应符合设计图纸的规定。若图纸未予注明，则可按表 4-1-2 所列的数据进行确定。一般为杆长的 $1/5 \sim 1/6$ 。若电杆装设底盘时，则坑深应加上底盘的厚度。

表 4-1-2 电杆埋设深度 (m)

杆长 L	8	9	10	11	12	13	15
埋深 h	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.3

三、基础施工中应注意的事项

- (1) 施工中所用工具必须坚固, 并应经常检查, 以免发生意外。
- (2) 电杆基础坑深度的允许偏差为 $+100\text{mm}$, -50mm 。同基础坑在允许偏差范围内应按最深一坑抄平。
- 双杆基础坑的根开的中心偏差不应超过 $\pm 30\text{mm}$, 且两杆坑深度应一致。
- (3) 电杆基础坑采用底盘时, 底盘的圆槽面应与电杆中心线垂直, 找正后应填土夯实至底盘表面。底盘安装允许偏差, 应使电杆组立后满足电杆允许偏差的规定。
- 电杆基础采用卡盘时, 安装前应将其下部土壤分层回填夯实。安装位置、方向、深度应符合设计要求, 深度允许偏差为 $\pm 50\text{mm}$, 当无设计要求时, 上平面距地面不应小于 500mm , 与电杆连接应紧密。
- (4) 在打板桩时, 应用木块垫在板桩头部, 以免打裂板桩。在拆除板桩时, 应由下而上, 逐一拆除。在更换支撑时, 应先装上新的, 然后再拆下旧的。
- (5) 在坑深超过 1.5m 时, 坑内的施工人员必须戴好安全帽。当坑底超过 1.5m , 而在坑内需要两人同时工作时, 两人不可对面或靠得太近进行工作。
- (6) 坑边不可堆放重物和工器具, 以防塌方或掉落时伤人。
- (7) 严禁在坑内休息。
- (8) 在挖坑期间或坑已挖好但尚未立杆时, 应在坑的四周设置围栏及标志, 夜间应设置红色警戒灯, 以防行人跌入坑内。

第四节 组装电杆

电杆的组装, 可以采取在地面上预组装和立杆后组装等两种形式。一般均采取前者, 因为这可以既省力、又效率高。

一、组装后电杆的型式

由于电杆在架空线路中所处的地位不同, 所以组装后电杆的型式也不同。按常用的

电杆来分,可分为:直线杆、耐张杆、转角杆、终端杆、分支杆及跨越杆等六种型式。图 4-1-7 是低压架空线六种杆型的示意图。

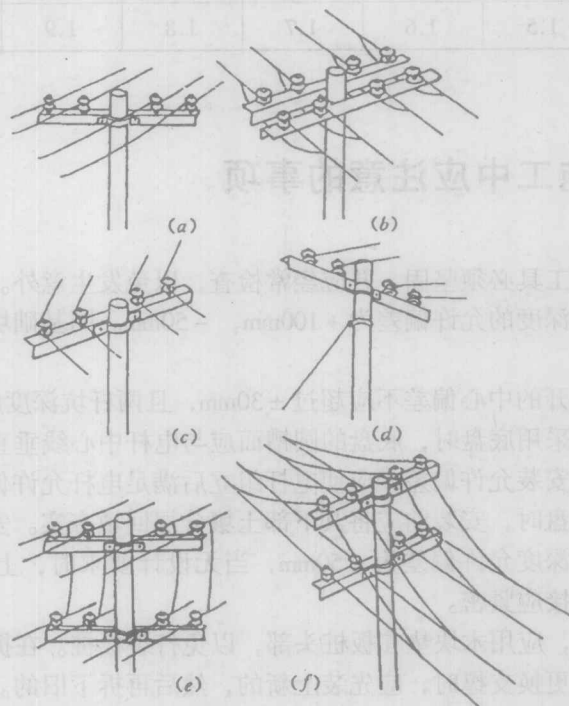


图 4-1-7 低压架空线常用杆型

(a) 直线杆; (b) 耐张杆; (c) 转角杆; (d) 终端杆; (e) 分支杆; (f) 跨越杆

(1) 直线杆, 又称中间杆, 即位于线路直线段的中间各杆。它仅用作支持导线、绝缘子和金具用。

(2) 耐张杆, 又称承力杆、分段杆, 位于直线杆之间, 它是线路分段结构的支持点。它既可防止因断线而造成事故范围的扩大, 又可提供施工与检修的便利。一般每隔 10~20 根直线杆设置一根耐张杆。

(3) 转角杆, 位于线路方向变更的地方。

(4) 终端杆, 又称尽头杆, 位于线路的始端与终端。一般情况下, 它要承受线路方向上的全部拉力。

(5) 分支杆, 位于干线向外分支线的地方, 是线路接支线时的支持点。

(6) 跨越杆, 位于线路在跨越公路、铁路、河流或其他交叉场所的两侧。跨越杆一般都要比普通电杆高, 承力也大。

二、组装电杆

(一) 各种材料、器具的检查

组装电杆前,应对电杆、横担、绝缘子及金具等,再次进行型号、规格、质量以及能否配套使用等进行检查。

1. 电杆的检查。

凡存在下列质量问题或损坏程度的钢筋混凝土电杆均不得使用。

- (1) 裂缝宽度超过 1mm。
- (2) 裂缝宽度虽未超过 1mm,但系整圈裂缝,而两整圈裂缝的距离又小于 500mm。
- (3) 电杆的混凝土损伤脱落,且纵向主钢筋外露情况严重。
- (4) 电杆弯曲超过杆长的 $1/200$ 。

2. 横担的检查。

横担有铁横担、木横担与瓷横担三种,以铁横担使用最广泛,它一般用镀锌角钢制成。

直线杆及 15° 以下的转角杆,宜采用单横担;跨越主要道路时,应采用单横担双绝缘子; $15^\circ \sim 45^\circ$ 的转角杆,宜采用双横担双绝缘子; 45° 以上的转角杆,宜采用十字横担。

3. 绝缘子的检查。

绝缘子(瓷瓶)用以支持、固定导线以及使带电导线间、导线与大地间的电气绝缘。

- (1) 型号、规格应符合设计图纸的规定。
- (2) 无破损、裂缝。
- (3) 在 10kV 及以下的高压线路中,直线杆采用针式绝缘子(当采用铁横担时,针式绝缘子宜采用高一电压等级的绝缘子)或瓷横担;耐张杆宜采用两个悬式绝缘子和一个 10kV (6kV) 蝴蝶式绝缘子或采用两个悬式绝缘子组成的绝缘子串。

在低压线路中,直线杆一般采用低压针式绝缘子或低压瓷横担;耐张杆应采用低压蝴蝶式或一个悬式绝缘子。

(4) 金具(铁件)的检查。

线路金具用于连接导线、组装绝缘子、安装横担、安装拉线等,它包括架空线上使用的所有铁制或铜、铝制的金属部件。图 4-1-8 列出了低压线路中常用的一些金具:抱箍、抱铁、支撑、螺栓、线夹等。

对金具的检查,主要是看其型号、规格是否与电杆、横担、绝缘子能配套使用,检查其质量是否达到规定。

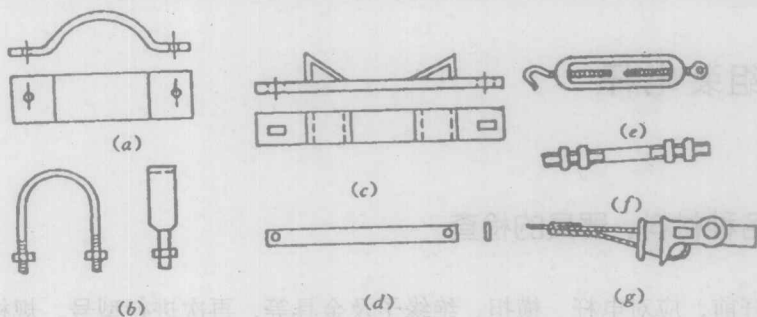


图 4-1-8 常用金具

(a) 拉线抱箍; (b) U 形抱箍; (c) M 形抱铁; (d) 扁铁支撑;
(e) 花篮形螺旋扣; (f) 穿心螺栓; (g) 楔形线夹

(二) 组装

1. 安装横担。

首先将电杆顺线路方向放置在准备起立的杆坑边, 然后根据所确定的横担位置, 逐一放置配套的 M 形抱铁与横担, 并用 U 形抱箍螺栓套入横担孔中, 拧紧螺母, 将横担紧固在电杆的规定位置上。

在安装横担中, 应该注意以下几点。

(1) 横担安装的位置

①横担安装的方位。直线杆横担, 应装在负荷侧; 终端杆、转角杆、分支杆以及导线张力不平衡处的横担, 应装在张力的反向侧 (拉线侧); 直线杆多层横担, 应装在同一侧 (平面架设在一个垂直面上, 和线路成直角)。

②横担安装的间距。横担距杆顶的距离: 导线作水平排列时 (包括高压和低压), 横担距杆顶的距离一般为 200mm; 导线作三角形排列时, 横担距杆顶的距离, 一般为 600mm。

横担与横担间的距离: 在同一根电杆上架设多回路线路时, 各层横担间的垂直距离, 不应小于表 4-1-3 中所列数据。

表 4-1-3

横担的间距 (mm)

类别	直线杆	分支或转角杆
高压与高压	800	距上横担 450/距下横担 600
高压与低压	1200	1000
低压与低压	600	300
高压与通信线	2500	2500
低压与通信线	1500	1500

(一) 汽车起重机立杆

这种方法既安全，效率又高，有条件的地方应尽量采用。

立杆时，应将汽车起重机先开到距坑道适当位置处，然后在电杆（从根部量起） $1/2 \sim 1/3$ 处结一根起吊钢丝绳，再在杆顶向下 500mm 处临时结三根调整绳。起吊时，坑边要有两人负责监视电杆根部进坑，另有三人各拉一根调整绳，站成以坑为中心的三角形，并由一人负责指挥。当杆顶离地面 500mm 时，应对各处绑扎的绳扣进行一次检查，当确认绳扣牢固、可靠时，再继续起吊。

(二) 架杆立杆

对 10m 以下的木单杆或轻型水泥杆，可以采用架杆立杆法。

架杆的方法，如图 4-1-9 所示。在电杆头部的左右两侧及后侧拴上临时拉绳（拉绳采用直径为 25mm 棕绳，且每根绳子的长度不小于杆长的两倍），在电杆基坑中立一木滑板，将电杆根部顶住。然后由人力用抬杠将电杆头抬起，再用 2~3 副架杆撑顶电杆，边撑顶，边交替向根部移动，使电杆不断起立。当电杆起立到 30° 左右时，可抽出滑板，用临时拉绳牵引，使电杆直立。最后，用两副架杆相对支撑电杆，以防电杆倾倒。待杆身调整、找正后，即可进行回填土。

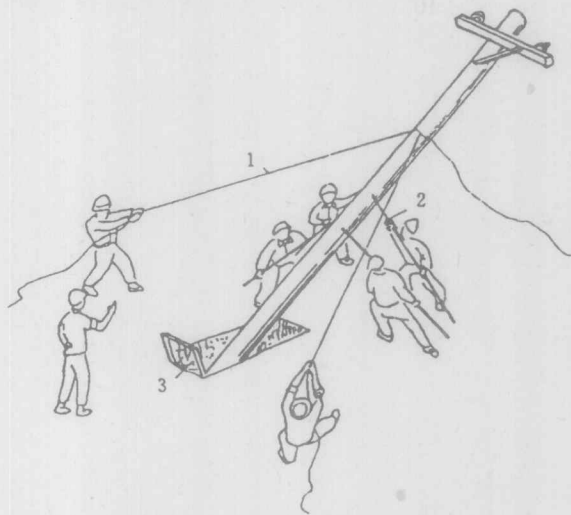


图 4-1-9 架杆立杆法

1- 临时拉线；2- 架杆；3- 滑板

常用的架杆有：4m，5m，6m 长，高、中、低三副，梢径为 80~100mm。在距它根部 0.7~0.8m 处，穿有长 300~400mm 的螺栓，并用 $\phi 4$ mm 的镀锌铁丝绑绕，以便手能

握住，便于进行操作。在距它杆顶 30mm 处，用长 0.5m 左右的钢丝绳或铁链连接，并用卡钉固定。

(三) 固定式人字抱杆立杆

这种立杆法，如图 4-1-10 所示。它适用于 15m 以下的电杆，基本上不受地形限制，施工也比较方便。

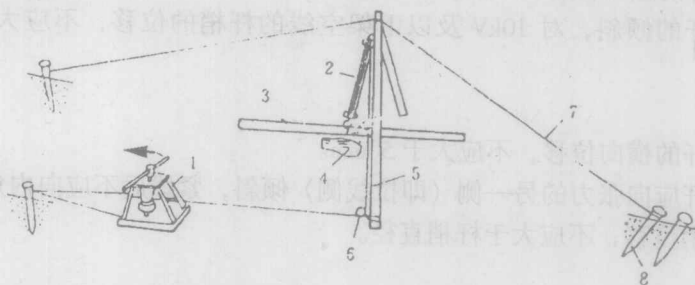


图 4-1-10 固定式人字抱杆立杆法

1-绞磨；2-滑轮组；3-电杆；4-杆坑；5-人字抱杆；
6-导向滑轮；7-钢丝绳；8-钢钎（拉线桩）

人字抱杆由两根梢径为 100~150mm（或 $\phi 80$ 钢管）、长为 6~8m 的直木杆组成。杆顶用钢丝绳绑住或用铁件固定。在抱杆前后各结一根长 1.5 倍杆长的钢丝绳作临时拉绳，抱杆起立后，两杆的腿部撑开约 1.5m，根部插入地面浅坑中，稍向前倾斜，使抱杆顶端对准坑心。再用能承载 3t 的二、三滑轮组，挂在抱杆顶端的连接处，上端三滑轮中的直径约 $\phi 10$ m 的钢丝绳沿一根抱杆引下，通过根部的一个导向滑轮，然后利用人力或绞磨进行牵引。

起吊时，钢丝绳应吊挂在电杆重心以上。当用人力或绞磨使电杆顶端离开 0.5m 左右时，必须再次检查各个部位是否牢固、可靠，当确认无问题后，才可继续起吊。电杆全部离地后，会自动竖立，此时，应由一人将电杆扶移至杆坑的上方，然后将吊钩下降，使电杆慢慢落入杆坑内。

二、杆身调整

杆身调整时，应由一人担任指挥。而指挥者应站在相邻未立杆的杆坑线路方向上的辅助标桩处或延长线上，面对线路向已立杆方向观测电杆，指挥调整，使被调整的电杆与已直立的电杆处在一条直线上。对转角杆，指挥者应站在与线路垂直方向或转角等分线的杆坑中心辅助标桩处，通过垂直观测电杆，指挥调整。

杆位调整，一般可用杠子拨；杆面调整，一般可用转角器或在电杆上用绳子绑扎一