

- 技工学校教材
- 岗位培训教材



输 配 电 线 路 施 工

原水电部教育司组织编写

岳保良 编著

于志军 主审

劳动人事出版社

输配电线路施工

原水电部教育司组织编写

岳保良编著 于志军主审

责任编辑：任萍

劳动人事出版社出版

(北京市和平里中街12号)

北京隆昌印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 22.5印张 558千字

1988年9月北京第1版 1989年9月北京第1次印刷

印数：14600册

ISBN 7-5045-0368-1/TM·023 (课) 定价：8.55元

内 容 提 要

本书主要讲述0.4~500kV输配电线路施工的基础知识。从输配电线路的基本原理出发,系统地介绍了线路施工的典型操作方法、机具使用和工艺标准。全书共分三篇,内容包括送配线路的测量、杆塔组立、导线架设、接地安装及内线敷设等16章。

本书为电力技工(技术)学校输配电专业教材,也可为供电线路工岗位培训用书,并作为工矿企业内外线工、农村电工及从事输配电专业技术人员阅读、培训、参考之用。

序 言

《输配电线路施工》是根据水利电力技工学校输电工程施工和输配电线路运行与检修专业的教学大纲而编写的。本书可作为上述技工学校两个专业的教材；也可用作输电工人和配电网工人岗位技术培训的教材。本书由岳保良（吉林省电力勘测设计院）编写，并以讲义形式在长春电力学校教学试用，后经水利电力技工学校输配电专业教学研究会会议审议、修改而定稿。本书由于志军（牡丹江电力技术学校）主审；巴永和（长春电力技术学校）协助校改；刘承祐、熊为群（长春电力学校）、王味橙、王运祥（吉林省送变电工程公司）帮助编审。在编写过程中，还得到牡丹江电力技术学校、长春电力技术学校、长春电力学校、吉林省电力勘测设计院及省送变电工程公司等单位的有关工程技术人员、教师及输配电专业教研会委员的支持和指导，谨此深表谢意。

鉴于当代科学技术飞跃发展，今后我国电力线路施工、维护、检修作业中不断会采用新的技术、新的设备和新的工艺，这些将有待于本书再版时予以增补，作者诚恳希望同行人士、读者能予提供信息资料，给予合作支持。对书中出现的不当之处望予指正盼。

中国电力企业联合会教育培训部

杨福生

一九八八年六月

目 录

第一篇 输电线路施工

第一章 绪论

§1-1 输电线路概述	1
§1-2 输电线路的分类与组成	3
§1-3 输电线路施工性质和任务	21
§1-4 输电线路施工的工艺流程	22

第二章 测量

§2-1 经纬仪及其使用	26
§2-2 水准仪及其使用	30
§2-3 基本测量	31
§2-4 施工测量	41

第三章 基础施工

§3-1 土壤的性质	52
§3-2 基坑开挖	54
§3-3 操平找正	57
§3-4 混凝土及其配制	61
§3-5 现场浇制基础	68
§3-6 装配式基础施工	75
§3-7 桩式基础施工	77
§3-8 岩石基础施工	80

第四章 杆塔组立

§4-1 杆塔起重工具	82
§4-2 混凝土杆组立	103
§4-3 混凝土杆整体起立	107
§4-4 铁塔组立	128
§4-5 外拉线抱杆组立铁塔	133
§4-6 内拉线抱杆组立铁塔	137
§4-7 组塔新方法	145

第五章 架线施工

§5-1 导地线的展放	152
§5-2 紧线施工	159
§5-3 弛度计算与观测	165
§5-4 附件安装	184

§ 5-5 接地线的连接	186
第六章 接地工程	
§ 6-1 概述	197
§ 6-2 接地装置型式	198
§ 6-3 接地装置施工	199
§ 6-4 接地装置测量	200
第七章 施工质量检验	
§ 7-1 质量检验的意义和要求	203
§ 7-2 质量检验制度	203
§ 7-3 施工记录	205
§ 7-4 工程移交资料	207
第八章 特殊工程施工和新工艺	
§ 8-1 液压方法吊装组塔	208
§ 8-2 飞机放线	211
§ 8-3 飞机吊装铁塔	213
§ 8-4 气球放线	213
§ 8-5 汽车吊立杆	214
§ 8-6 掏挖式基础	214
§ 8-7 射钉接杆	216
第九章 施工机械	
§ 9-1 柴油机	218
§ 9-2 张力机	226
§ 9-3 牵引机	227
§ 9-4 汽车起重机	229
§ 9-5 液压挖土机	229

第二篇 配电线路施工

第十章 配电线路的基础知识	
§ 10-1 概述	231
§ 10-2 配电线路基础知识	233
§ 10-3 配电线路的组成	238
第十一章 架空配电线路的施工	
§ 11-1 电杆基础	251
§ 11-2 电杆的装配	252
§ 11-3 电杆的组立	254
§ 11-4 拉线及其安装	255
§ 11-5 导线的架设	260
§ 11-6 接户线	267
第十二章 电缆配电线路的施工	
§ 12-1 概述	272

§12-2	电缆的构造	272
§12-3	电缆线路的施工	275
第十三章 配电变压器的安装		
§13-1	配电变压器安装前的检查	283
§13-2	配电变压器的安装	285
第十四章 配电线路设备安装		
§14-1	开关的种类及作用	290
§14-2	配电线路开关的安装	293
§14-3	阀型避雷器及其装设	295
§14-4	电容器装置	296

第三篇 内线安装

第十五章 室内照明线路安装		
§15-1	室内布线	298
§15-2	导线型号及选择	301
§15-3	导线的连接方法	310
§15-4	进线开关和分电盘	313
§15-5	室内线路的安装	314
§15-6	灯具安装	323
第十六章 动力配线和安装		
§16-1	电动机的选择	326
§16-2	电动机的安装	331
§16-3	起动设备的选择	334
§16-4	熔断器与熔丝的选择	342
§16-5	动力箱及动力配线	343

附录

附录 I 配电线路导线弛度表

II 配电线路与铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路交叉或接近的基本要求

第一篇 输电线路施工

第一章 绪论

§1-1 输电线路概述

一、电力工业的性质与线路工的使命

电力工业是国民经济的重要组成部分，它既为现代工业、农业、国防、科研提供强大的动力，又和亿万人民的生活紧密相连。电力建设必须走在工厂建设的前面，否则工厂建成了，没有电还是不能试车投产；电力施工必须环环相扣，电厂、变电所、送电线、配电线必须同时建成，否则有了电，没有线路，电还是送不出来；电力运行必须与发送电量相当，负荷有多少，电能送多少，电力不能储备。因此，电力工业必须先行，同时，还要连续不断地提供符合质量标准的电力。认清电力工业这些性质，就能理解我们线路工的光荣使命，从学生时代起，就要培养线路工人“严谨、勇敢”的学风，“安全、准时”的观念，和“雷厉风行”的作风。

二、输电线路在电力系统中的地位和作用

由于能源的布局，水力资源一般在深山峡谷之中，煤炭资源大都在辽阔的平原，而用户则在城市、港口、矿山，所以都要以输电线路联接起来，把电力送到用户中心。如我国第一条500kV平（顶山）武（昌）送电线，就是将河南地区丰富的煤炭资源转成电能送到武汉三镇的。

电力系统由发电厂及其高压配电装置、送配电线、变电所及用户设备所组成，如图1-1。

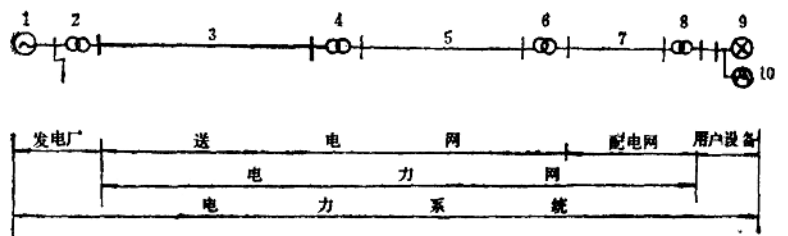


图1-1 电力系统的构成

1—发电机 2—220kV升压变 3—220kV送电线 4—220kV降压变 5—63kV送电线 6—63kV降压变
7—10kV配电线 8—10kV配电变 9—灯 10—电动机

电力网是电厂和用户的中间环节，由送配电线路和变电所组成，如图1—2所示。

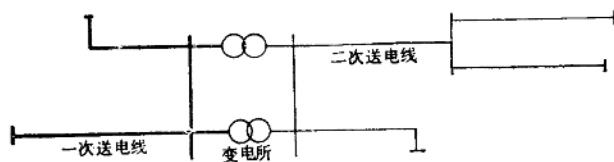


图1—2 电力网组成

电力网简称电网，按其功能来分为送电网、配电网两种。

送电网，按其供电范围、电压等级及负荷性质来分，又可分为一次网、二次网。

一次网又称主网是由输送大型电厂巨大电力的超高压送电线及连接的升降压变电所组成，它横跨几省，是电力系统的主要网络，起着省或大区电网的骨架作用，因此，又称一次网为网架，送电线电压在220kV及以上，送电距离100~300km。

二次网又称地区网，以高压送电线及连接的降压变电所组成，送电线路电压为110~63kV供电半径为60~100km。

无论是一二次网，送电线路是电力系统中重要的组成部分，在电力网中占有吞吐传输电力的重要地位，其作用是：

1.把建立在能源地区的水电、火电厂的强大电力送出来，有利于水力、煤炭资源的开发利用。

2.把孤立地区的发电厂，用电力网相互联接起来，组成区域电力网，互为备用，互相调节使供电更加安全可靠。

3.利用劣煤发电，建立坑口电站，把不值得运输的劣煤，就地发电，用送电线送出电力是最经济、最方便的输送办法。

三、输电线路发展概况

随着电力系统的发展，大容量大机组电厂的投产，输电线路也向着远距离、超高压、大容量方向发展，表1—1表示了送电容量及其距离的关系：

表1—1 送电线输送容量及距离表

送电线路电压(kV)	输送容量(kVA)	输送距离(km)
35	2~10	20~50
63	6~30	30~80
110	10~50	50~150
220	100~500	100~300
330	200~800	200~600
500	1000~1500	150~850

我国建国初期，送电电压35kV，东北为154kV，1953年兴建的五〇六工程，由于大容量水电站恢复，建设松（丰满）东（陵）李（石寨）我国第一条220kV送电线把吉林水电送往辽宁，把当时一次网154kV升压为220kV，此后兴建了大量的220kV、110kV、63kV电压的铁塔、钢筋混凝土杆线路。

此外,西北建设了330kV刘(家峡)关(中)线,中南继500kV平武线后又建设±500kV直流葛(州坝)上(海)送电线,东(来)长(春)哈(尔滨)大(庆)是继东(来)辽(阳)第二条500kV线路后跨省联网线路。现在,世界各国都在扩大电力系统,发展电网建设,如美国形成九个区域安全协调网,西欧建立跨国联网线路,电压为400kV、500kV并向750kV、1000kv更高电压线路相分裂发展。

由于直流输电的稳定度高、节约原材料,在苏联、美国已建成±600kv±400kV直流输电线路。

在城市电网中,进城线路要采取多回路,窄身铁塔线路,或钢管塔送电线路。

在边远山区,美国已采用高强度铝合金铁塔,只有同类塔重量的1/3。

§1-2 输电线路的分类与组成

一、输配电线路的分类

1. 根据电压分

35、(63)、110、220、330、500kV送电线

10、35kV配电线

220/380V用户线

2. 根据用途分

工业线路、农业线路、企业专用线路。

3. 根据杆塔分

铁塔线路、水泥杆线路、拉线塔线路。

4. 根据回线分

单回路、双回路、多回路、不同电压共架线路

5. 根据架设材料分

架空送配电线路、电缆送配电线路。

二、输电线路的组成

架空送电线路主要元件是基础、杆塔、导线、避雷线、绝缘子、金具及接地装置。送电线的附属设备有巡线站、保线站、绝缘地线载波和导线载波通信等。图1—3为主要元件示意图。

送电线路基础是送电杆安全耸立在原野上的重要部件。要承受杆塔,导线外荷载,不致倾倒。导线用以输送电能,为保持导线对地面或其他建筑物的安全距离,必须将导线架设在横担上,通过金具绝缘子串与地绝缘。避雷线是为防止雷击用的,与接地装置

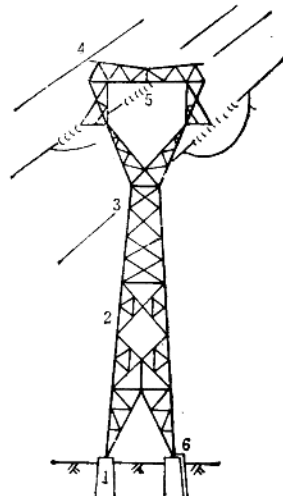


图1—3 线路主要元件示意图
1—基础 2—铁塔 3—导线 4—避雷线
5—绝缘子 6—接地装置

连接排除雷电流，保证人身跨步和接触电压的安全。以下将线路元件分别说明，

(一) 基础

杆塔的地下部分，用于稳定杆塔的叫基础。

基础的作用是将杆塔、导地线荷载传到土壤，并承受导线、塔身风压、角荷、断线张力所产生的上拔下压，倾复力等。经基础底面承受杆塔荷重的部分土壤叫地基。

杆塔基础分电杆基础和铁塔基础两大类。

1. 电杆基础

由底盘、卡盘、拉线盘所组成，如图 1—4 所示，可以用预制钢筋混凝土构件或石材构件。

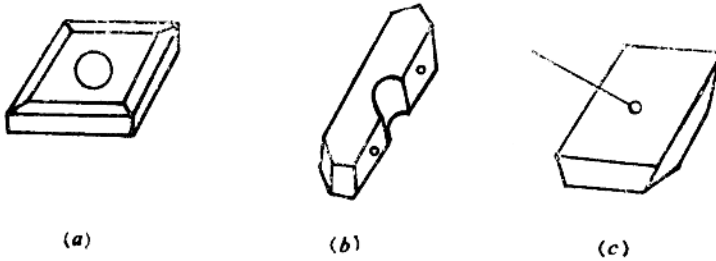


图1-4 电杆基础图
(a)底盘 (b)卡盘 (c)拉线盘

2. 铁塔基础

根据铁塔类型、线路地形、地质以及施工条件的不同，有以下类型：

(1) 混凝土和钢筋混凝土普通预制基础

在施工季节、砂石、水源和劳动力条件较好的情况下用之，混凝土基础为塔腿插入式如图 1—5 (a) 其基础尺寸稍大。钢筋混凝土基础，如图 1—5 (b) 所示，塔腿与基础分开，混凝土内埋设地脚螺栓，通过螺栓与塔腿相连，基础尺寸比图 1—5 (a) 小，平地山地均可用。

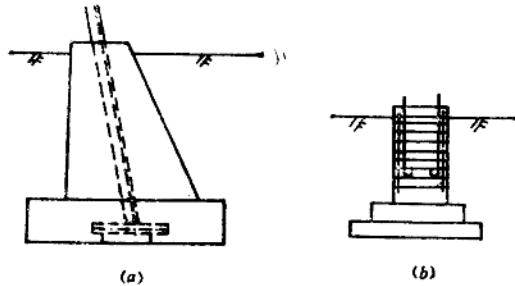


图1-5 铁塔基础图
(a)塔腿插入式基础 (b)钢筋混凝土基础

(2) 预制钢筋混凝土基础或板条基础

这种基础适合于缺少砂石、水或冬季施工不宜现场浇筑混凝土时用之。预制钢筋混凝土

基础的体积不需过大，要适应于塔位的运输条件，因此预制基础的部件大小和组合方式也有所不同，常用预制钢筋混凝土基础如图 1—6 所示。近年来在山区、或砂石难于运送地区、缺乏水源的沙漠地带，用板条基础，如图 1—7 所示。

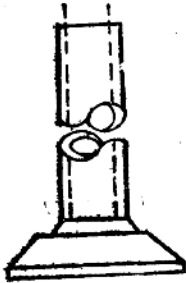


图1—6 预制钢筋混凝土基础图

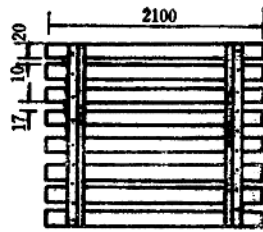
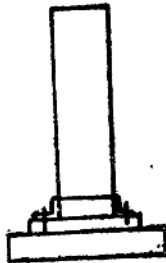
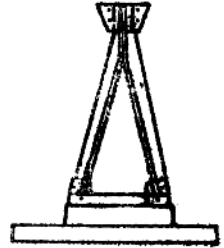


图1—7 板条基础图



(3) 金属基础

适合于高山地区，交通运输条件极为困难的塔位。

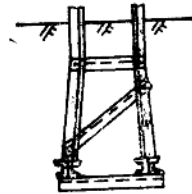
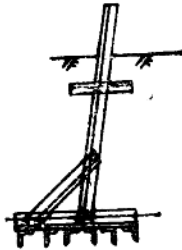


图1—8 金属基础图

(4) 岩石基础

应用在山区岩石地带，利用岩石的整体性和坚固性代替混凝土基础，一般有直锚式、承台式及嵌固式三种，如图 1—9 所示。

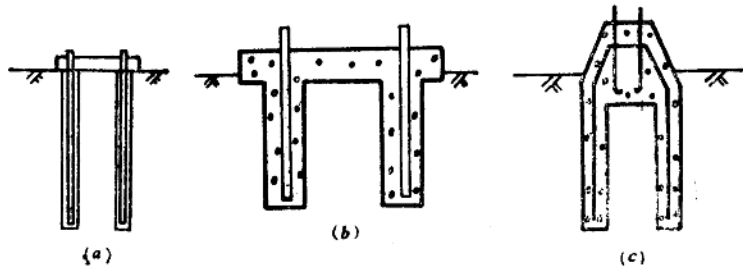


图1—9 岩石基础图

(a)直锚式 (b)承台式 (c)嵌固式

(5) 灌注桩基础

灌注桩基础分等径灌注桩和扩底短桩两种。

等径灌注桩基础，采用专门的钻孔工具钻孔，成孔后插入预制的钢筋骨架，随后就地灌注混凝土而成的一种基础。这种基础适用于地下水位较高，基坑开挖过程中易产生流砂现象的塔基处，如图 1—10 (a)。

扩底短桩基础，可采用钻孔工具钻孔或采用爆炸扩孔成型，如图 1—10 (b) 所示。然后插入骨架灌注混凝土而成，这种基础适应于粘性土壤。不但能节约土方和劳动力，改善施工作业条件，而且能减少土壤的压缩变形和增加抗拔能力。

(6) 桩台式基础

应用于地耐力很差的淤泥等土质塔基处，先打入适当数量的混凝土桩，而后在桩顶部打上混凝土承力台如图 1—11。

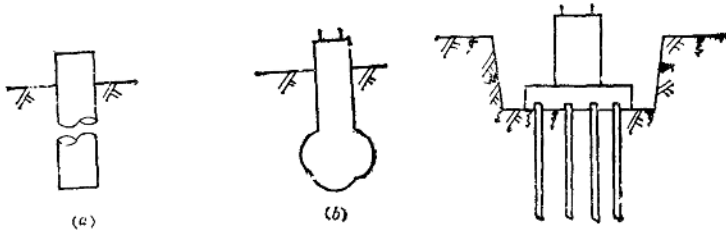


图 1—10 灌注桩基础图

(a) 等径灌注桩基础 (b) 扩底短桩基础

图 1—11 桩台式基础图

(二) 杆塔

1. 杆塔的分类

送电线路杆塔分钢筋混凝土杆的和铁塔两大类。

杆塔按其作用及受力分为：承力杆塔和直线杆塔两种。

承力杆塔根据用途和受力情况分为：

(1) 耐张杆塔：它的作用是线路分段和承受断线张力控制事故范围。

(2) 转角杆塔：用于线路转角处，在正常情况下承受导线转角合力，事故断线情况下承受断线张力。

(3) 终端杆塔：用于线路起止两端，允许带有转角和耐张杆塔受力条件，且经常承受导线一侧的张力。

(4) 分歧杆塔：用于线路中间有变电站或需要分歧的地方。

(5) 耐张换位杆塔：用于线路换位处。

(6) 耐张跨越杆塔：用于线路上有河流、特大山谷、特高交叉物等地方。

直线杆塔：用在线路直线段上，支持线路垂直和水平荷载并具有一定的顺线路方向的中间支持力。直线杆塔也有直线换位杆塔、直线跨越杆塔等。

2. 钢筋混凝土电杆常用杆型

钢筋混凝土电杆现场叫水泥杆，它有等径杆、拔梢杆、有单杆，有双杆，等径杆都带有拉线。

(1) 拔梢单杆

这种杆广泛用于35~110kV线路的直线杆，主杆圆锥度为 $\frac{1}{75}$ 环形断面，在35~63kV线路

采用梢径 $\phi 190\sim 230$ 毫米，全长15~18m分段拔梢单杆，110kV采用 $\phi 230$ mm全长21m分段拔梢单杆，杆的埋深较大，一般为2.5~3m，如图1-12，横担有固定和变形两种，变形横担用来减少主杆受扭近年已很少使用。

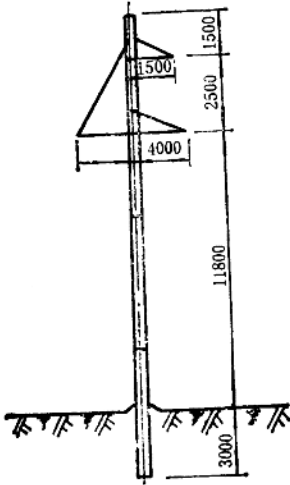


图1-12 拔梢单杆图

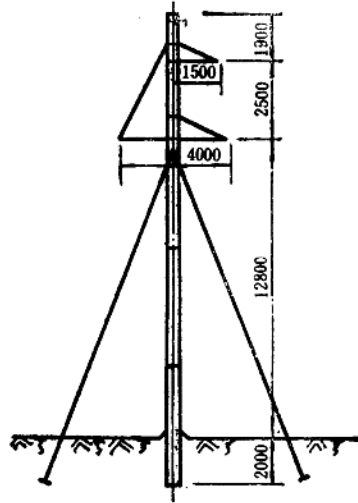


图1-13 等径带拉线直线杆图

(2) 拉线单杆

单杆都用等径 $\phi 300$ mm，打四方拉线，这样大大改变了主杆受力，将弯矩转化为压力，因而节约钢材，且可放大档距，拉线对地夹角为 60° ，拉线水平夹角 45° ，图1-13。

(3) A字形拉线双杆

一般采用等径 $\phi 300 \times 18(21)$ m分段组成，用于导线三角形排列线路的耐张转角杆塔，如图1-14所示。

(4) II型拉线双杆

配合导线水平排列，采用等径 $\phi 300$ 带拉线耐张转角杆18米分段(2×9)，如图1-15所示。

(5) II X型拔梢双杆

当荷重较大或一般跨越处，用 $\phi 230$ mm拔梢18m分段II X形双杆如图1-16。

(6) A字形拔梢双杆

当荷重较大或一般跨越处，用 $\phi 190$ mm

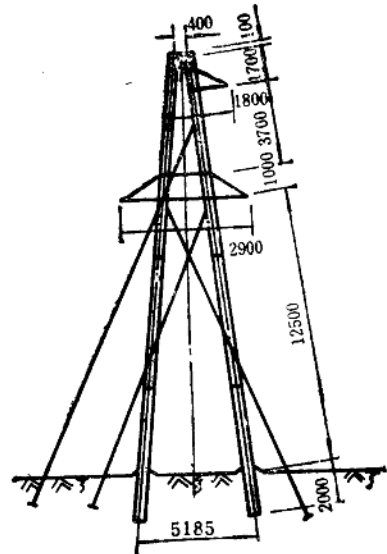


图1-14 等径带拉线耐张转角杆图

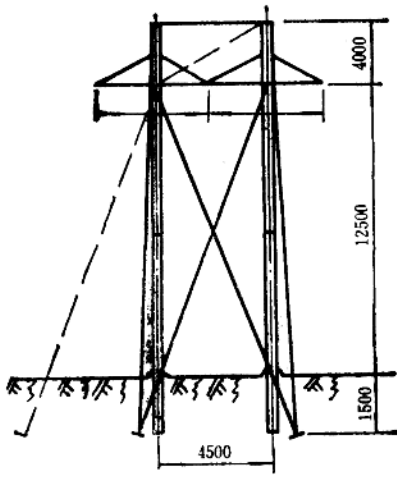


图1-15 II形等径拉线转角杆图

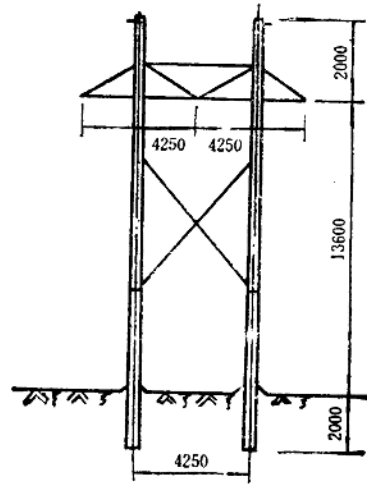


图1-16 II形拔梢双杆图

拔梢A型双杆，主杆由 $\phi 190 \times 21\text{m}$ 分段组成，A字型为配合导线三角形排列，图1-17为其杆型。

(7) 门型等径拉线杆

220kV常用等径 $\phi 400 \times 24\text{m}$ 分段的拉线双杆，主杆带有外斜坡度，可以提高承载能力，减少电杆侧向变形，330kV刘关线曾用这种塔型，如图1-18所示。

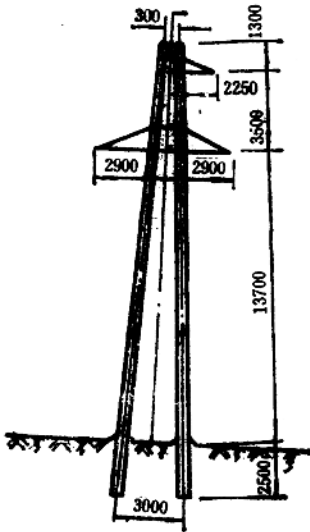


图1-17 A型拔梢双杆图

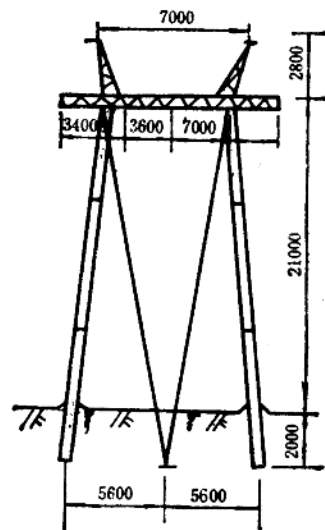


图1-18 门型等径拉线杆图

3. 铁塔常用塔型

铁塔以其轻便、耐久、便于维护等显著优点，是深受现场欢迎的杆塔，铁塔类别为宽基、窄基两种塔。三角排列水平排列塔、单回、多回路塔，也有一部分带拉线轻型铁塔和可绕型矩形塔。当与水泥杆线路混合使用时，一般铁塔都用在耐张、转角、终端等承力塔上。

常用塔型63~110kV线路，一般单回用克里姆型，双回用倒伞型，22kV及以上线路一般为酒杯型、猫头型、千字型及门型铁塔。东北还新设计拉V铁塔。

(1) 单回路克里姆型铁塔

如图1—19为克里姆型窄基铁塔，其底宽与塔高比为 $\frac{1}{12} \sim \frac{1}{4}$ ，这种塔结构简单、少占地，适于通过居民区，单基钢材重1.4t。

(2) 双回倒伞型宽基铁塔

宽基的b/H比为 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ （承力塔） $\frac{1}{6} \sim \frac{1}{8}$ （直线塔）。如图1—20为110千伏双回承力塔，宽基可以减轻塔重和基础重量。（b为根开、H为塔高）。

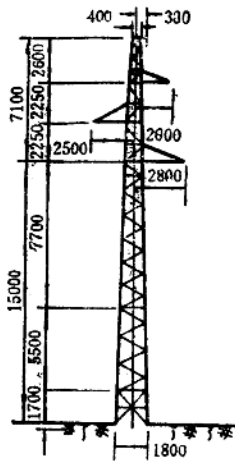


图1—19 克里姆型铁塔图

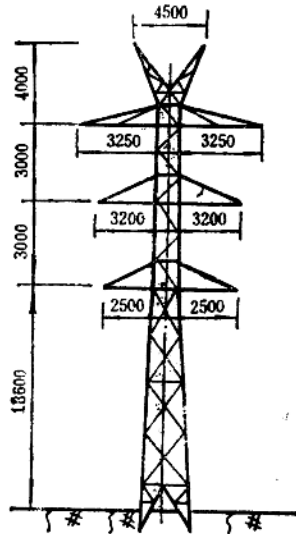


图1—20 倒伞双回路塔图

(3) 酒杯型铁塔

酒杯型铁塔为水平排列是220kV常用塔型，且适于重冰区架线，在LGJ—300导线条件下直线塔重4.0t，500kV线间距离15.0m，呼称高36.0m，导线 $4 \times LGJ-300$ ，钢材为11.5t，塔型如图1—21所示。

(4) 猫头型直线铁塔

导线呈三角排列，可以减少走廊宽度，图1—22为67型直线塔钢材比酒杯型轻，每基为3.2t，是目前使用较多的塔型，塔基为矩形，组塔分坑都要注意。

(5) 千字型耐张转角塔

导线呈三角排列，可比酒杯型承力塔节省钢材15~20%，它抗各种荷载能力强，自身稳

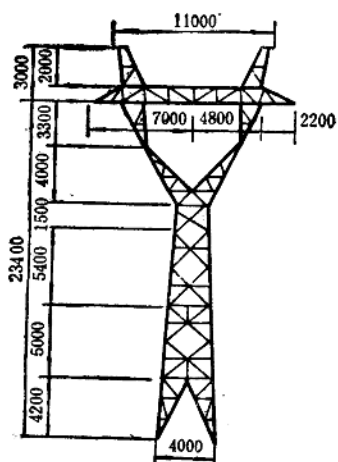


图1-21 酒杯型塔图

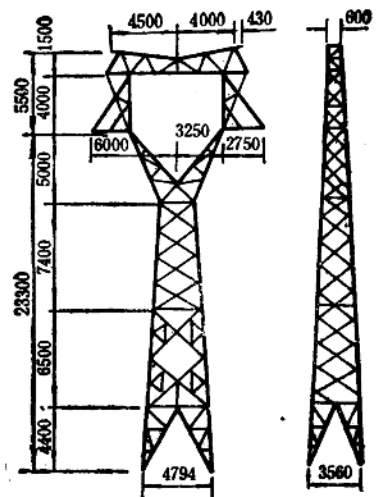


图1-22 猫头塔图

定性能良好,导线中相过线是采用跳线方式。500kV,线间距离10.5m,呼称高27m,JG₂型塔钢材24t,如图1-23。

(6) 门型铁塔

用在荷重较大,线距较宽处,这种塔比较重,但稳定性好。由于耗钢量大,已被轻型塔所代替,塔型如图1-24所示。

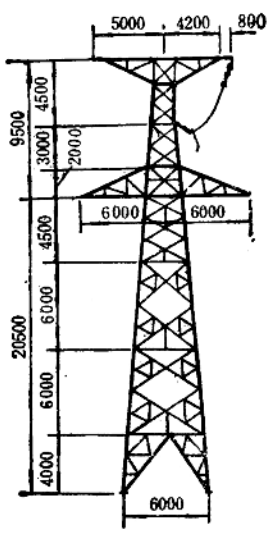


图1-23 干字型塔

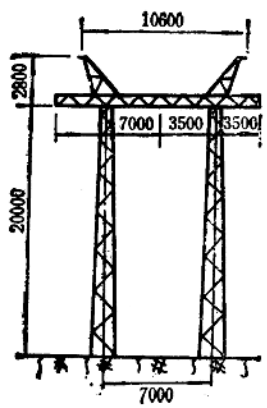


图1-24 门型塔

(7) 单柱拉线铁塔

这是目前220kV最轻塔型,其主要特点是采用变形横担,底部做成铰接,减少了导线断