



普通高等教育“十二五”规划教材



输电线路基础

李光辉 钟国森 黄宵宁 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

输电线路基础

李光辉 钟国森 黄宵宁 编
张忠亭 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。

本书较系统地介绍了输配电线路设计、基础和杆塔设计基本常识和施工组织设计,以及工程验收等基础知识。全书共分为七章,主要内容有输电线路基础知识、电力线路设计基础、输电线路基础工程、杆塔组立工程、架线及附件安装工程、配电线路工程、输电线路工程验收。

本书可作为高等院校输电线路工程及相关专业的本科教材,也可作为高职高专和函授教材,还可作为从事架空输电线路施工、运行和维护的工人(高级工、技师)和技术人员的岗位和技能考核参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

输电线路基础/李光辉,钟国森,黄宵宁编. —北京:中国电力出版社, 2011.10

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5123 - 2255 - 4

I. ①输… II. ①李…②钟…③黄… III. ①输电线路—高等学校—教材 IV. ①TM726

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第216097号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年2月第一版 2012年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 15印张 361千字

定价 27.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前 言

本书主要论述了输电线路设计、基础及杆塔计算常识、输电线路施工方法和施工计算，列举了输电线路工程实践实例，以求达到理论和实践结合的目的。

本书较系统地介绍了输配电线路设计、基础和杆塔设计基本常识和施工组织设计，以及工程验收等基础知识。全书共分为七章，主要内容有输电线路基础知识、电力线路设计基础、输电线路基础工程、杆塔组立工程、架线及附件安装工程、配电线路工程、输电线路工程验收。

本书介绍的施工工艺图片和实例，均来自送变电建设公司（如湖南、广西、安徽、江苏、浙江、山东等送变电建设公司）的施工实践，借此机会表示感谢。

本书第一章、第七章由南京工程学院黄宵宁编写，第二章、第三章、第六章由福建省厦门电业局钟国森编写，第四章、第五章由李光辉编写。全书由李光辉统稿。本书由武汉大学张忠亭教授主审，提出了许多宝贵意见，在此深表感谢。

由于时间仓促及编者水平所限，书中不足之处在所难免，诚恳希望各位专家和读者批评指正。

编 者

2011年12月

目 录

前言

第一章 输电线线路基础知识	1
第一节 电力系统与电力网络	1
第二节 输电线线路组成	2
第三节 输电线线路设计与施工工艺流程及施工组织措施编制	16
第四节 线路器材运输与装卸	20
第二章 电力线路设计基础	32
第一节 电力线路设计基础知识	32
第二节 绝缘子和绝缘子串选择	45
第三节 输电线线路杆塔的定位及校验	48
第三章 输电线线路基础工程	56
第一节 杆塔基础基本知识	56
第二节 土坑、岩石基础工程	60
第三节 现浇混凝土基础工程	67
第四节 其他类型基础工程简介	78
第五节 基础操平找正	85
第六节 接地工程	87
第四章 杆塔组立工程	94
第一节 杆塔设计常识	94
第二节 杆塔整体组立工程	102
第三节 外拉抱杆分解组塔施工	108
第四节 悬浮式内（外）拉线抱杆组塔施工	113
第五节 摇臂抱杆组塔	118
第六节 倒装分解组塔	122
第七节 特殊组塔方式简介	129
第五章 架线及附件安装工程	132
第一节 架线工程	132
第二节 无张力架线工程	139
第三节 张力架线工程	142
第四节 导地紧线工程	153
第五节 附件安装工程	160
第六节 弧垂观测及紧线施工过牵引计算	166
第六章 配电线路工程	171
第一节 架空配电线路组成	171

第二节	配电线路设计基础知识·····	178
第三节	架空配电线路施工·····	193
第四节	配电线路运行与维护·····	201
第五节	电力电缆线路与地埋线路施工·····	206
第七章	输电线路工程验收·····	214
第一节	输电线路施工验收·····	214
第二节	输电线路施工质量检查·····	220
参考文献	·····	231

第一章 输电线路基础知识

第一节 电力系统与电力网络

一、电力系统与电力网络基础知识

1. 动力系统

动力系统是由数个发电厂的动力设备、电气设备、热力设备及变电所的电气设备，用电力线路、热力管路连接起来的整体。

2. 电力系统

电力系统是由动力系统电气部分，如发电机、变压器、输配电线路、用电设备等，由电力线路连接起来所构成的网络。图 1-1 为电力系统示意图。

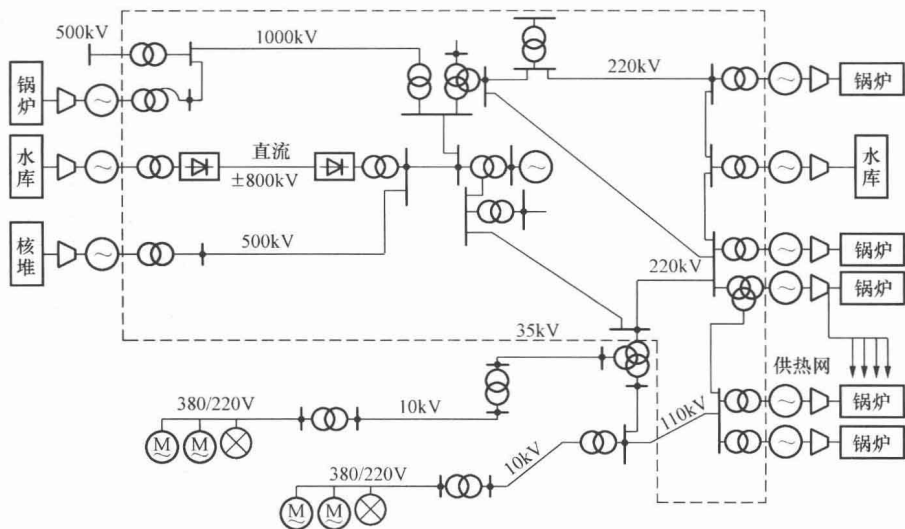


图 1-1 电力系统示意图（虚框内为输电网）

3. 电力网络

输电网和配电网统称为电力网络（简称电网）。

电网的任务是将发电厂发出的电力输送到消费电能的地区（也称负荷中心），或进行相邻电网之间的电力互送，使其形成互联电网或统一电网，保持发电和用电或两电网之间供需平衡。

二、输配电线路分类

输配电线路是电网的主要组成部分，也是本书研究的对象。

根据我国目前国家电力线路使用的情况表明，配电线路（交流）的电压等级有 1、6、10、35、（60）、110kV，其中电压等级在 1kV 以下的是低压线路，1kV 及以上的是高压线路。输电线路（交流）的电压等级有 154、220、330、500、750、1000kV，其中 60kV 和 154kV 在新建线路中不再使用，330kV 及以上的是超高压线路，交流 750kV、直流 ± 800 kV 及以上的是特高压线路。一般地，输送电能容量越大，线路采用的电压等级就越高。采用超高压输电，可有效

地减少线路电能损耗,降低线路单位造价,少占耕地,使线路走廊得到充分利用。

输电线路按结构特点分为架空线路和电缆线路。

(1) 架空线路。架空线路由于结构简单,施工简便,建设费用低,施工周期短,检修维护方便,技术要求较低等优点,得到广泛的使用。电缆线路受外界环境因素影响小,但需用特殊加工的电力电缆,费用高,施工及运行检修的技术要求高,目前仅用于城市居民稠密区和跨海输电等特殊情况。

架空输电线路还可按杆塔上的回路数目分为单回路、双回路和多回路线路。单回路线路是大量的;双回路和多回路线路主要用于线路走廊狭窄,靠近发电厂或变电所进出线拥挤地段。相对于单回路线路,双回路和多回路线路一方面节省了钢材和避雷线,降低了线路造价,减少了占地面积,具有实际经济意义;另一方面运行检修安全可靠性能差,当其中一回路线发生雷击事故时,可能波及另一回路线,使停电范围扩大。另外双回路和多回路线路在检修中常会发生跑错间隔,误登带电线路,导致发生触电伤亡事故。

(2) 电缆线路。电缆线路一般将电缆埋在地下 0.7m 深以下的大地中或电缆沟中。这种线路具有供电可靠,不占地面和空间;地下敷设,有利人身安全;不使用电杆,节约木材、钢材、水泥,运行维护简单,节省线路维修费用等优点。但电缆价格贵,线路分支难,电缆接头施工工艺较复杂,故障点较难发现,不便及时处理事故。

架空线路和电缆线路还可按传输电流的性质分为交流和直流线路。最常见的是三相交流线路。与交流线路相比,在输送相同功率的情况下,直流线路需要的投资较少,主要材料消耗低,线路的走廊宽度较小;作为两个电网的联络线,改变传送方向迅速方便,可以实现相同频率甚至不同频率交流系统之间的不同步联系,能降低主干线及电网间的短路电流。随着换流技术的不断完善和换流站造价的降低,超高压直流输电有着广泛的应用前景。

第二节 输电线路组成

架空输电线路主要由基础、杆塔、导线、绝缘子、金具、架空避雷线及接地装置等部件组成,这些部件也是施工、安装的主要对象。

一、基础

杆塔腿以下的部分结构,用于稳定杆塔的装置叫基础。基础的作用是将杆塔、导地线荷重传递到大地,并承受导地线、断线张力等所产生的上拔、下压或倾覆力。

杆塔基础的形式很多,主要分为电杆基础和铁塔基础两大类。选用时应根据所用杆塔的形式、沿线地形、工程地质、水文和施工运输等条件综合考虑确定。

1. 电杆基础

电杆基础分为承受电杆本体下压的基础和起着稳定电杆作用的拉线基础及卡盘等。

(1) 电杆本体基础(底盘)。底盘如图 1-2 所示,一般 110~220kV 线路的底盘规格分为 $0.8\text{m}\times 0.8\text{m}\sim 2.2\text{m}\times 2.2\text{m}$ (每 0.2m 为一级) 8 个规格,可以根据上部承载荷重和地基承载力选用。底盘一般是钢筋混凝土预制构件,特别大的底盘则在杆位现场浇筑。

(2) 拉线基础。拉线基础起着稳定电杆和平衡导线张力的作用。它分为拉盘、重力式拉线基础和锚杆(岩石)拉线基础三种。

1) 拉盘。拉盘如图 1-3 所示,一般 110~220kV 线路的拉盘规格分为 $1.0\text{m}\times 0.5\text{m}\sim$

2.2m×1.2m (每0.2m为一级) 7个规格。拉盘一般是钢筋混凝土预制构件。

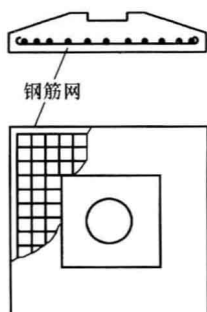


图 1-2 底盘

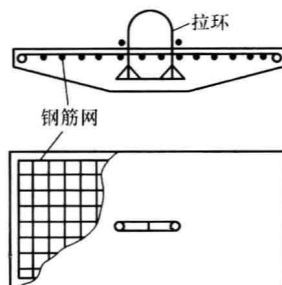


图 1-3 拉盘

2) 重力式拉线基础。当遇较差的土质, 而且最大一级的拉盘也满足不了所要求的上拔力时, 就必须选用重力式拉线基础, 如图 1-4 所示, 它主要是一条 $\phi 30\text{mm}$ 拉环用 C₁₅ 级混凝土浇筑而成的无筋基础。

3) 锚杆(岩石)拉线基础。锚杆拉线基础一般用于微风化或中风化的岩石处, 如图 1-5 所示, 它是由拉线棒用水泥砂浆或细石混凝土直接锚在拉线棒岩孔内而成的。

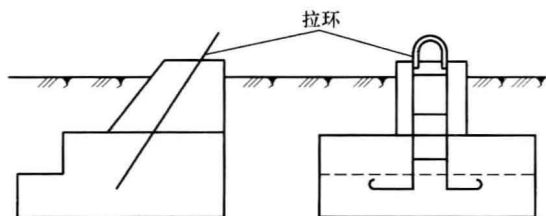


图 1-4 重力式拉线基础

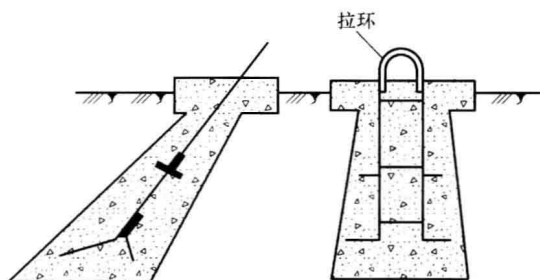


图 1-5 锚杆拉线基础

(3) 卡盘。卡盘起着稳定电杆的作用, 一般用于 35~110kV 不带拉线的混凝土电杆基础上, 如图 1-6 所示。

2. 铁塔基础

铁塔基础类型较多, 根据铁塔类型、地形地质、承受的外负荷及施工条件的不同, 一般采用以下几种类型:

(1) 现浇混凝土基础。现浇混凝土基础可分为钢筋混凝土基础和无筋混凝土基础两种, 这两种基础中又可分为插入式基础和地脚螺栓基础, 如图 1-7 所示。插入式基础的特点是铁塔主材直接斜插入基础, 与混凝土浇成一体, 可省去地脚螺栓、塔脚等, 节约钢材受力合理。地脚螺栓基础是在现浇混凝土基础时, 埋设地脚螺栓, 通过地脚螺栓与塔腿相连, 塔腿与基础是分开的。

(2) 预制钢筋混凝土基础。它是先将混凝土底板和立柱在工厂预先制作好, 然而运至现场安装在基坑中的一种基础, 如图 1-8 所示。预制基础单件重量不宜过大, 否则人力运输比较困难。预制基础适合缺少砂石、水或冬季不宜现场浇制混凝土时使用。

(3) 板条基础。板条基础如图 1-9 所示。它的底板一般由若干条状混凝土组合而成, 立柱由角钢组成。

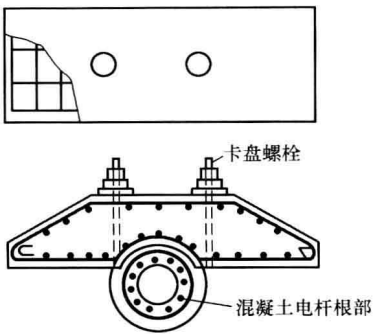


图 1-6 卡盘

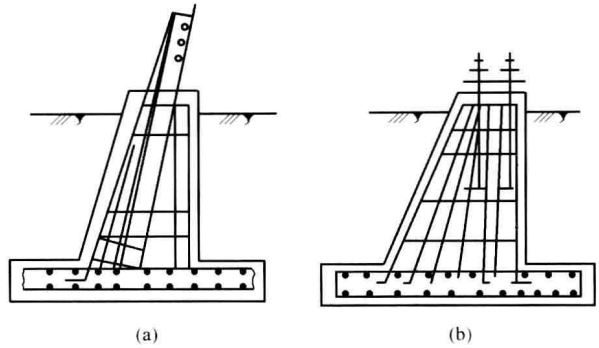


图 1-7 现浇混凝土基础

(a) 插入式基础；(b) 地脚螺栓基础

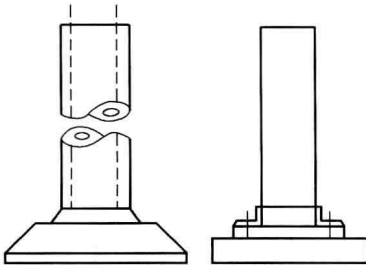


图 1-8 预制钢筋混凝土基础

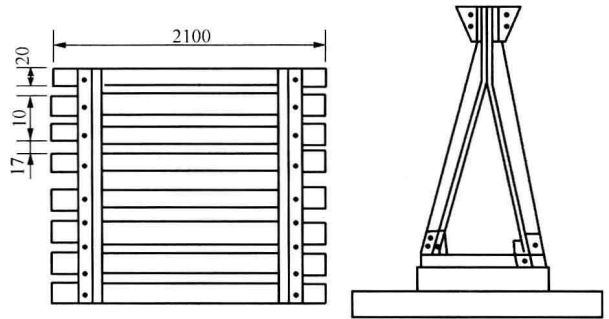


图 1-9 板条基础

(4) 金属基础。金属基础是用钢材组合成的一种基础，适合于高山地区交通运输条件极为困难的塔位。金属基础一般由角钢设计成格构式的基础，铁塔主材的下段也是基础的一部分。金属基础见图 1-10。

(5) 岩石基础。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。岩石基础一般有直锚式、承台式、嵌固式、掏挖式，见图 1-11。

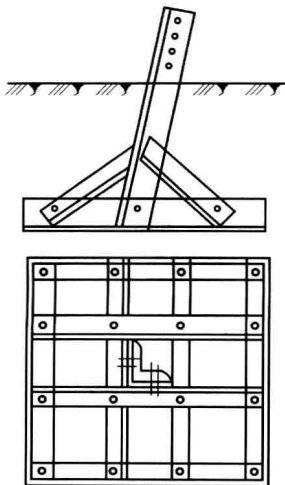


图 1-10 金属基础

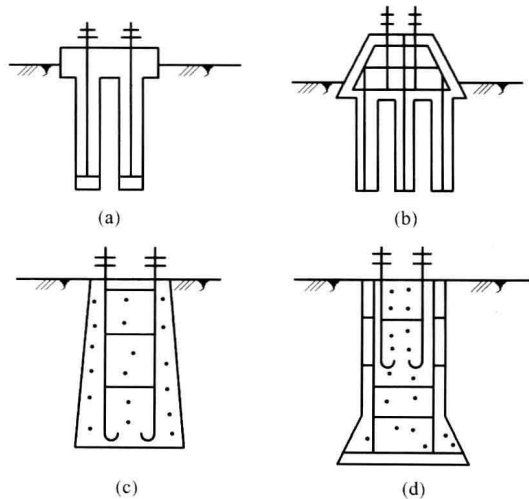


图 1-11 岩石基础

(a) 直锚式；(b) 承台式；(c) 嵌固式；(d) 掏挖式

(6) 灌注桩基础。灌注桩基础分为等径灌注桩基础和扩底短桩基础两种。等径灌注桩基础是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。扩底短桩基础是采用钻孔工具钻孔，采用爆炸扩孔成型，然后插入骨架，灌注混凝土而成的基础。这种基础适用于黏性土壤，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。

(7) 桩台式基础。桩台式基础应用于地耐力很差的淤泥土质塔基处。先打入适当数量的混凝土桩，而后在桩顶部浇灌混凝土承台，见图 1-12。

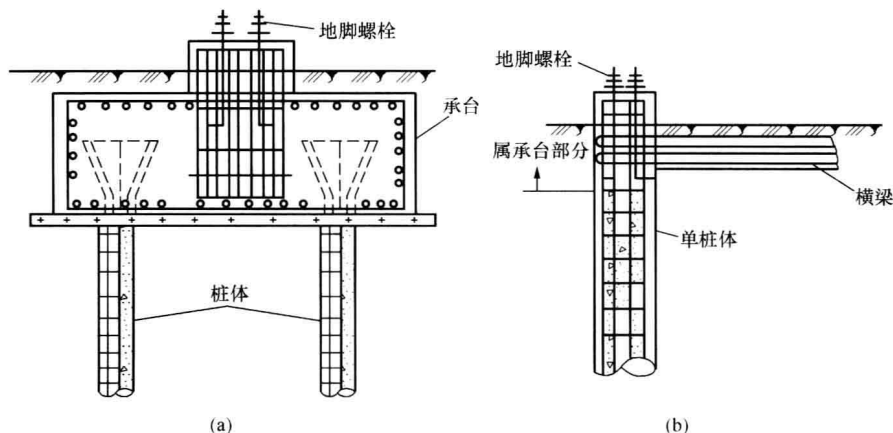


图 1-12 桩台式基础

(a) 双桩以上承台式；(b) 单桩带横梁式

二、杆塔

杆塔是用来支持导线和避雷线及其附件的支持物，以保证导线与导线、导线与地线、导线与地面或交叉跨越物等有足够的安全距离。杆塔拉线用来平衡杆塔的横向荷载和导线张力，减少杆塔根部的弯矩。使用拉线可减少杆塔材料的消耗量，降低线路的造价。

1. 杆塔的分类

按材料分，杆塔可分为钢筋混凝土杆和铁塔。按作用受力分，杆塔可分为直线杆塔、承力杆塔和悬垂转角杆塔。

(1) 直线杆塔。以悬挂的方式支持导地线，支承导地线的重力及作用于它们上面的风力，但不承受导地线张力的杆塔，且布置在线路直线上。直线杆塔又称为中间杆塔，可分为普通直线杆塔、换位直线杆塔和跨越直线杆塔。

(2) 承力杆塔。以锚固的方式支持导地线，除支承导地线的重力和风力外，还承受导地线张力的杆塔。承力杆塔可分为以下几种：

1) 耐张杆塔：作用是线路分段，承受断线张力，控制事故范围，同时便于施工与检修。

2) 转角杆塔：用于线路转角处，在正常情况下承受导地线转角合力，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，允许带有转角和符合耐张杆塔受力条件，且经常承受导地线一侧张力。

4) 分歧杆塔：用于线路中间需要分歧的地方。

5) 耐张换位杆塔：用于线路换位处。

6) 耐张跨越杆塔：用于线路有河流、特大山谷、特高交叉物等地方。

(3) 悬垂转角杆塔。以悬挂方式支持导线，杆塔布置在线路的转角处。

2. 新型杆塔

(1) 高强度部分预应力混凝土电杆。高强度部分预应力混凝土电杆是国外发展起来的一项新技术，近几年在国内有所发展与应用。它的原理是采用高强度混凝土，合理地配用预应力与非预应力钢筋，使三者有机地结合起来，从而大大提高混凝土电杆的强度。

我国一些生产厂家生产的高强度部分预应力混凝土电杆，梢径 270mm（俗称大拔梢杆），长 21、24、27m，在线路工程中可顶替铁塔使用，从而降低工程造价。组成双杆可代替拉线门形杆，在城网改造中，可代替钢管塔，经济性能优越，防腐性能也优于钢管塔，且电杆强度高，抗裂性能好，可单点起吊，并适应各种施工方法。

(2) 拔梢多边形（含圆形）钢管杆。钢管杆由钢板冷压成型，每段长 2~12m，钢板厚 4~40mm，钢板材质为 Q235 钢、16Mn 钢，由压力机冷压成型。

钢管杆边形数和锥度可根据设计需要确定，先将钢板压成 2 个半环，然后由 2 条纵向焊缝焊成。多边形钢管杆多采用套接式接头，即钢管上段套接在钢管下段上，套接长度应不小于套接断面直径的 1.5 倍，套接处的间隙为 1~2mm，此种接头要求有较高的加工精度。圆形钢管杆接头多采用法兰盘连接。钢管杆

一般通过法兰盘、地脚螺栓与基础连接。

钢管杆外形美观（见图 1-13），施工安装简便，施工进度快。国外已将钢管杆用于 10~500kV 线路，我国在 10~220kV 线路中，特别是在城区线路中推广使用。

(3) 薄壁离心钢管混凝土电杆。薄壁离心钢管混凝土电杆的结构是在薄壁钢管（壁厚 3~6mm）内灌入混凝土，经离心成型的空心钢管混凝土结构。混凝土管壁厚 20~35mm，是一种新型的钢—混凝土复合结构，它既可以充分发挥钢和混凝土两种材料的优点，又可克服其在各自单独使用时的弱点。

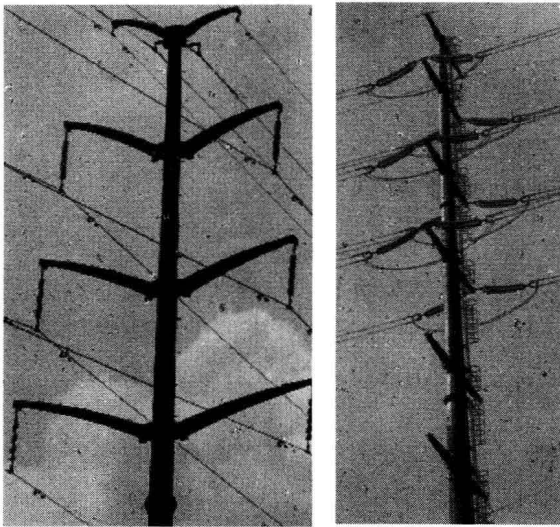


图 1-13 运行中的钢管杆实景

与混凝土结构相比，它具有下列优点：

1) 在相同承载条件下，可节省钢材 10%~20%、混凝土 40%~50%，减轻自重 40%~50%，运输施工和安装方便，并可以从根本上解决目前钢筋混凝土电杆普遍存在的纵向裂纹问题。基本上无破损率，大大提高结构的抗冲击和抗腐蚀能力，提高了结构的使用寿命和可靠性。

2) 简化了生产工艺，可用钢管本身作为钢模，取消了钢筋绑扎和养护工艺，节约生产费用。

3) 杆段生产不受钢模限制，可以根据需要生产任意长度和规格的杆段，所有附件均可焊在钢管上，取消了抱箍等附件。

与钢结构相比，它具有下列优点：

- 1) 可节约钢材 35% 以上，降低工程造价 30% 以上。
- 2) 可提高结构的局部稳定性和刚度。

该结构适用于 35~500kV 输电线路及变电所配电装置构架、设备支架，特别是高压线进城工程和城内供电工程。

常用杆型见图 1-14 和图 1-15，常用铁塔塔型见图 1-16。

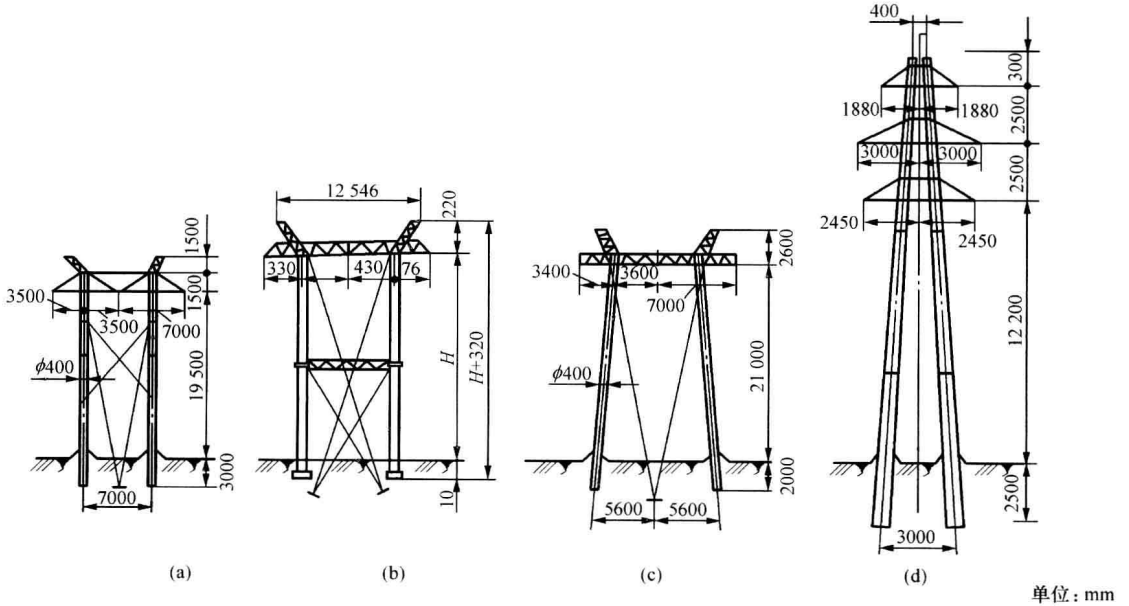


图 1-14 常用直线杆型

- (a) 带叉梁带拉线直线杆；(b) 带横梁带拉线直线杆；
(c) 带 V 形拉线直线杆；(d) 不带拉线的 A 字形双杆

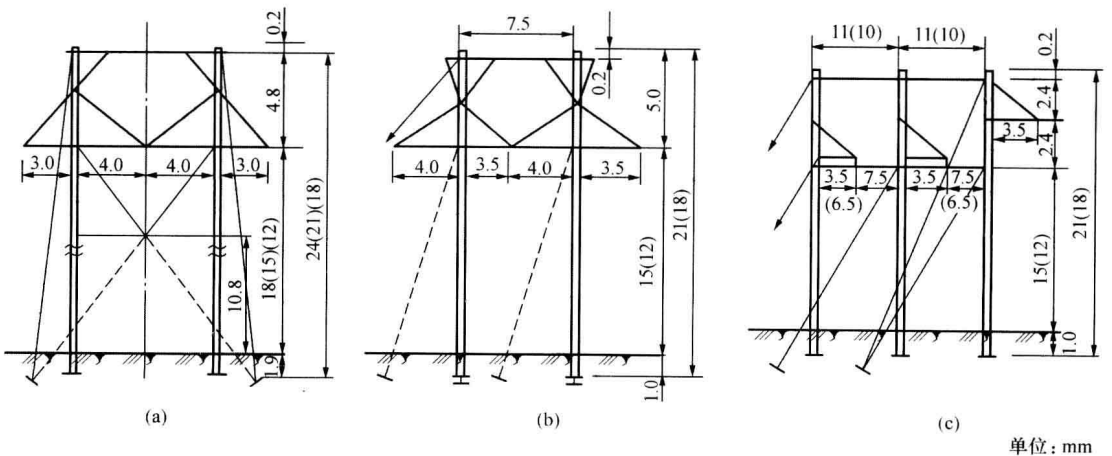
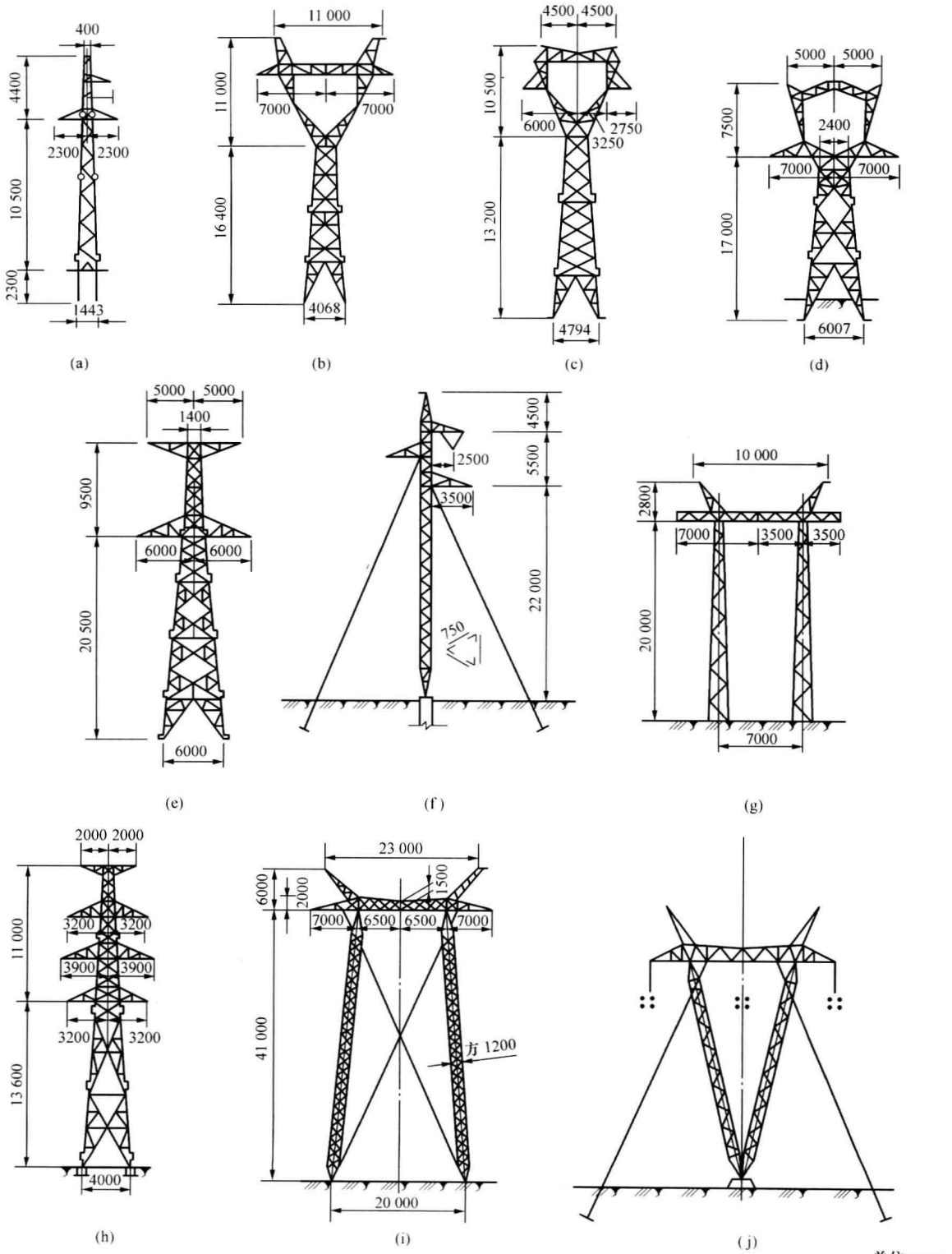


图 1-15 220kV 单回路承力杆

- (a) NL0°~5°，5°以内直线耐张杆；(b) JL5°~25°，25°以内转角耐张杆；
(c) JL60°~90°（25°~60°），转角耐张杆



单位: mm

图 1-16 常用铁塔塔型

- (a) 上字形塔; (b) 酒杯形塔; (c) 中国猫头形塔; (d) 桥形耐张塔; (e) 干字形耐张塔;
 (f) 拉线三角形排列跨越塔; (g) 门形塔; (h) 六角形双回路塔; (i) 500kV 交叉拉线门形塔; (j) 500kV 拉线 V 形塔

三、导线

导线用来传导电流、输送电能，它通过绝缘子串长期悬挂在杆塔上。导线常年在大气中运行，长期受风、冰、雪和温度变化等气象条件的影响，承受着变化拉力的作用，同时还受到空气中污物的侵蚀。因此，导线除应具有良好的导电性能外，还必须有足够的机械强度和防腐性能，并要质轻价廉。

架空线路用导线的种类及其用途，见图 1-17 及表 1-1。

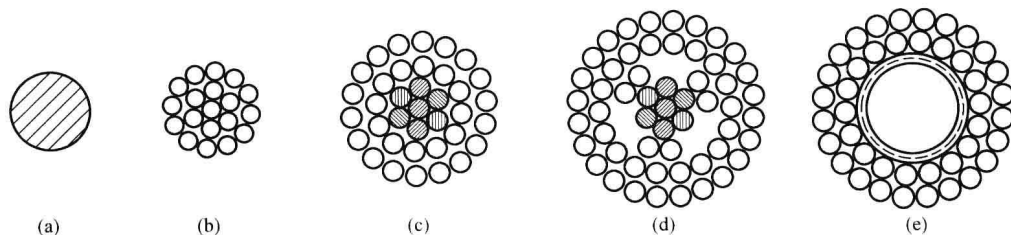


图 1-17 导线（部分）截面图

(a) 单股线；(b) 单金属多股线铝线；(c) 钢芯铝绞线；(d) 扩径钢芯铝绞线；
(e) 空心导线（腔中为蛇形管）

表 1-1 架空线的种类及用途

种类	型号	结构及特点	用途
铝绞线	LJ	用圆铝单线多股绞制而成，见图 1-17 (b)	对 35kV 架空线路，铝绞线截面积不得小于 35mm^2 ；对 35kV 以下线路，铝绞线截面积不得小于 25mm^2
钢芯铝绞线	LGJ	芯线（或内层）为单股或多股镀锌钢绞线，主要承担张力；外层为单层或多层铝绞线。利用交流电的趋肤效应，发挥导电作用，见图 1-17 (c)	铝钢截面比 $m > 4.5$ 的钢芯铝绞线用于一般地区，铝钢截面比 $m \leq 4.5$ 的钢芯铝绞线用于重冰区或大跨越地段
铝合金绞线	LH _A J LH _B J	用铝合金单线多股绞制而成，LH _A J 为热处理铝镁硅合金绞线，LH _B J 为热处理铝镁硅合金稀土绞线，见图 1-17 (b)。抗拉强度接近于铜线，电导率及质量接近于铝线	抗拉强度高，可减小弧垂，降低线路造价
钢芯铝合金绞线	LH _A GJ LH _B GJ	在钢绞线外面扭绞铝合金股线，见图 1-17 (c)，质量接近于钢芯铝绞线，强度超过钢芯铝绞线和铝合金绞线	抗拉强度高，用于超高压线路和大跨越地段
防腐型绞线	LGJF LH _A GJF ₁ LH _B GJF ₁ LH _A GJF ₂ LH _B GJF ₂	在钢芯或各层绞线间涂防腐涂料，提高了绞线的抗腐蚀能力。 轻防腐型（下标 1）：仅在钢芯上涂防腐剂，计算质量在原型号的基础上增加 2%。 中防腐型（下标 2）：在钢芯和内层铝线上涂防腐剂，计算质量在原型号的基础上增加 5%	用于沿海及其他腐蚀性严重的地区
铝包钢绞线	GLJ	在单股钢线外面包以铝层，制成单股线或多股绞线	线路大跨越或避雷线通信使用
压缩型钢芯铝绞线	LGJY	对一般钢芯铝绞线进行径向压缩，使外层线变成扇形，表面光滑，外径略小，因而可以减小风压荷载和冰雪荷载	铝钢截面比 $m > 4.5$ ，适用于农村、山区小档距及要求一定拉力强度的线路；铝钢截面比 $m \leq 4.5$ ，适用于农村、山区大档距等拉力强度较大的线路

续表

种类	型号	结构及特点	用途
扩径 钢芯铝绞线	LGJK	相对一般钢芯铝绞线而言,内层间有空隙,见图 1-17 (d)。在同样质量下,扩径导线增大了有效半径,载流能力提高,并可减少电晕损失	用于电晕严重地区
硬铜单线 铜绞线	TY TJ	用硬铜拉制成单股线,或用多股制成绞线	一般不推荐使用。必须使用铜线时,其最小截面积规定如下:35kV及以上线路不许使用单股线,绞线不小于25mm ² ;10kV及以下线路单股线不小于16mm ² ,绞线不小于16mm ²
镀锌铁单线 镀锌、 钢绞线	GY GJ	用碳素钢拉制成单股线,外表镀锌,或用多股镀锌单线制成绞线	一般用作架空避雷线。 作导线使用:35kV及以上架空线路不许使用单股线,绞线截面积不小于16mm ² ;10kV及以下线路单股线直径不小于3.5mm,绞线截面积不小于10mm ² 。 大跨越段可采用高强度镀锌钢绞线作导线,但应具有较高的电导率

四、绝缘子

绝缘子是输电线路绝缘的主体,用来支持或悬挂导线和地线,保证导线与杆塔间不发生闪络,保证地线与杆塔间的绝缘。绝缘子长期承受导线的垂直荷重、水平荷重和导线张力,同时长期暴露在自然环境中,经受风雨冰霜及气温突变等恶劣气候的考验,有时还受到有害气体的污染,因此,绝缘子必须具有足够的电气绝缘强度和机械强度,并应定期检修。

输电线路的绝缘子一般可分为瓷质悬式绝缘子、玻璃悬式绝缘子、棒式悬式合成绝缘子、瓷质棒式绝缘子。

1. 瓷质悬式绝缘子

瓷质悬式绝缘子如图 1-18 所示,它可分为普通型和防污型两种。

瓷质悬式绝缘子产品型号的表示方法如下:

(1) 字母 X 表示悬式绝缘子,XP 为按机电破坏负荷(kN)表示的瓷质悬式绝缘子,D 表示避雷线用,W 表示防污型。字母后数字为机电破坏负荷(kN)。

(2) 数字后,C 表示槽式。

2. 玻璃悬式绝缘子

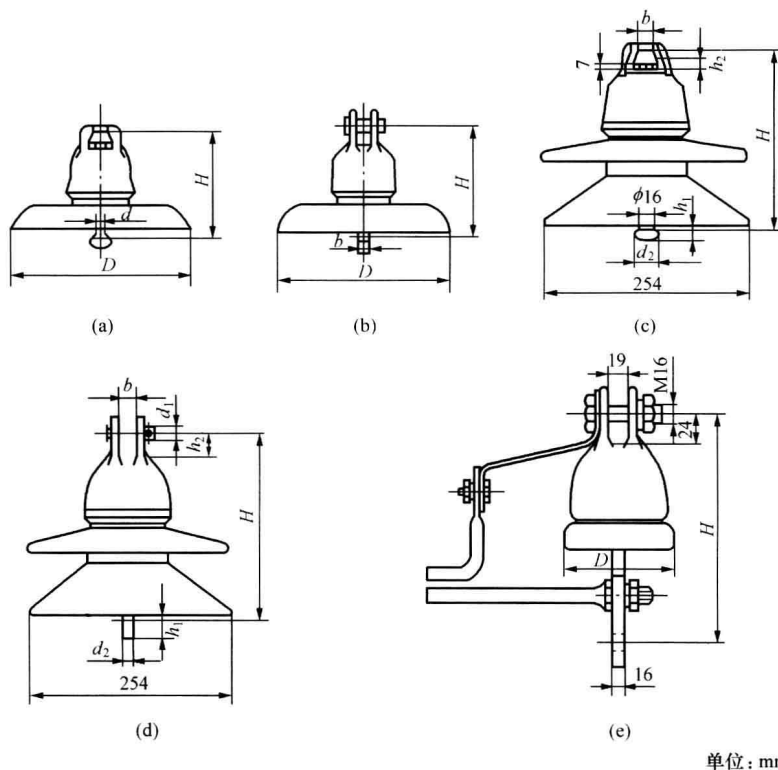
玻璃悬式绝缘子外形结构与瓷质悬式绝缘子基本相同,其材料是以钢化玻璃为介质的悬式绝缘子。它可分为普通型和防污型两种,特点是在低值与零值时能自爆,因此不用测量它的零值,便于在运行的线路上发现它的缺陷。

玻璃悬式绝缘子产品型号的表示方法如下:

(1) 字母 LXP 表示玻璃悬式绝缘子,H 表示钟罩式防污型。

(2) 字母后数字,表示机电破坏负荷(kN)。

悬式绝缘子一般与金具组合成绝缘子串,根据用途不同可分为悬垂绝缘子串与耐张绝缘子串。悬垂绝缘子串以悬挂的方法支持导线,用于直线杆塔或转角跳线处。悬垂绝缘子串有单串、双串、V 形串等。悬垂串绝缘子的数量应符合 DL/T 5092—1999《110kV~500kV 架



单位: mm

图 1-18 瓷质悬式绝缘子

(a) XP-××型; (b) XP-××C型; (c) XWP-××型;
(d) XWP-××C型; (e) XDP-××C型

空送线路设计技术规程》。耐张绝缘子串以锚固的方式支持导线，用于承力杆塔。耐张绝缘子串有单串，也有双串。安装时，耐张绝缘子串有正挂，也有倒挂。耐张绝缘子串绝缘子片数量一般比同等电压悬垂绝缘子串绝缘子片多 1~2 片。

3. 棒形悬式合成绝缘子

棒形悬式合成绝缘子简称合成绝缘子，是新型的绝缘子。它由伞盘、芯棒及金属端头三部分组成，具有以下性能：

(1) 由硅橡胶为基体的高分子聚合物制成的伞盘具有良好的憎水性及憎水性迁移性能，因而具有很高的污闪电压。

(2) 芯棒采用环氧玻璃纤维棒制成，具有很强的抗拉强度（大于 600MPa），采用 $\phi 50\text{mm}$ 的芯棒可制成机械负荷达 $100 \times 10^4 \text{kN}$ 的合成绝缘子。此外，芯棒还具有良好的减振性、抗蠕变性及抗疲劳断裂性。

(3) 合成绝缘子体积小、质量轻（为瓷质绝缘子串的 1/7 左右），具有弹性，不需测零值（对于 110kV 及以上的合成绝缘子使用时需配备 1~2 只均压环以改善电压分布）。

棒形悬式合成绝缘子见图 1-19。合成绝缘子产品型号中，X 表示悬式，S 表示棒形，H 表示合成（复合），型号数字后字母 A、B 表示伞盘配装形式，且不装均压环。字母下角标 1 表示一端装均压环，下角标 2 表示两端装均压环。

4. 瓷质棒式绝缘子

瓷质棒式绝缘子有全瓷式和胶装式两种，前者直接绑扎，后者瓷头部带有连接金具，可