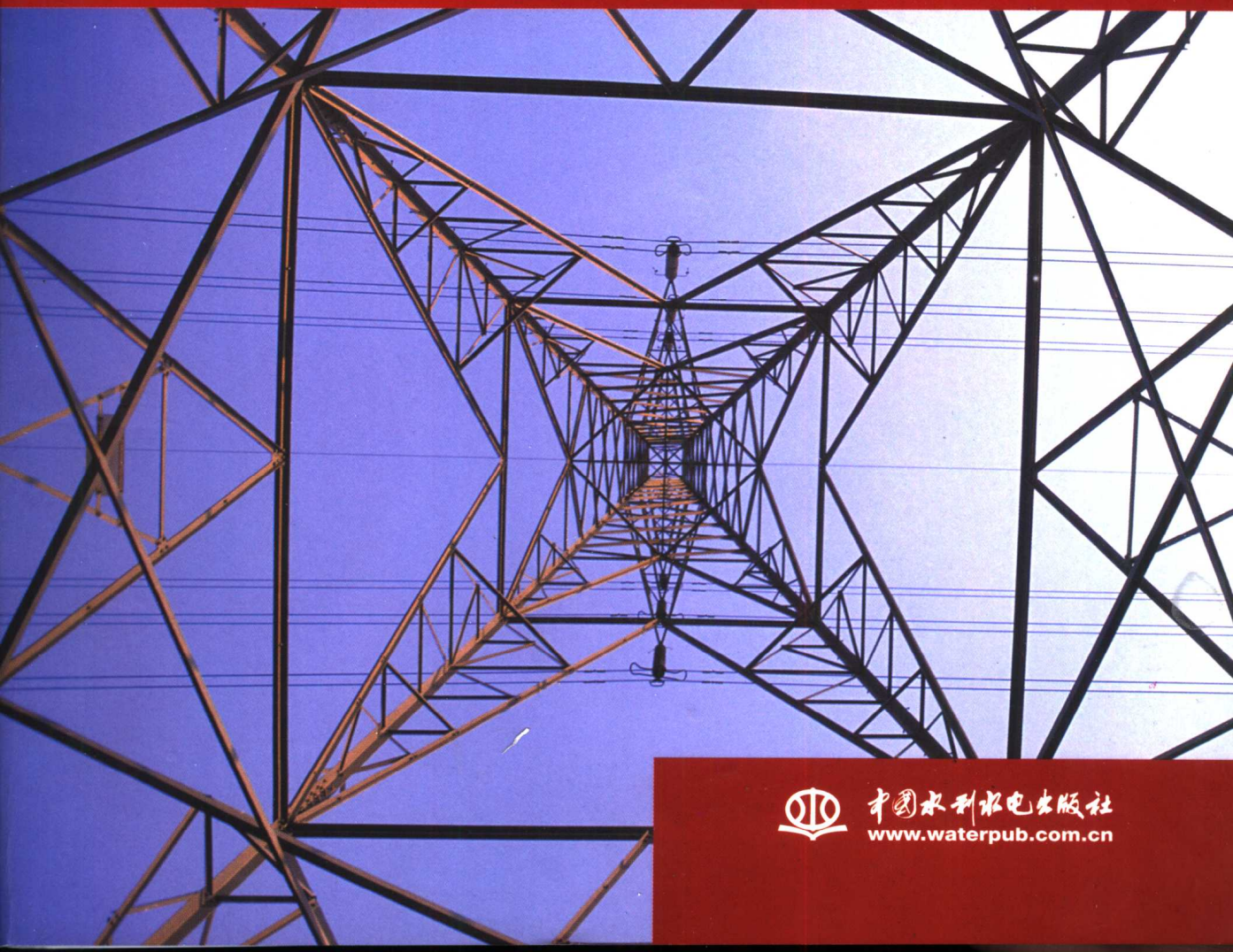


# 35 ~ 110kV 输电线路设计

许建安 主编



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 35~110kV 输电线路设计

许建安 主编



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书包括输电线路的基本知识、导线应力弧垂分析、导线安装计算、杆塔受力分析及强度校核、杆塔基础、输电线路测量及检查、架空线弧垂观测及检查、输电线路的路径和杆位。

本书可供 35~110kV 输电线路设计工程技术人员使用,也可作为电力专业高等职业技术学院、中等职业学校的教材,还可作为农网改造的培训教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

35~110kV 输电线路设计/许建安主编. —北京:中国水利水电出版社, 2003

ISBN 7-5084-1266-4

I. 3… II. 许… III. 架空线路: 输电线路-设计 IV. TM726.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 004889 号

书 名	<b>35~110kV 输电线路设计</b>
作 者	许建安 主编
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a> E-mail: <a href="mailto:sale@waterpub.com.cn">sale@waterpub.com.cn</a> 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京密云红光印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 17 印张 403 千字
版 次	2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月第一次印刷
印 数	0001—4100 册
定 价	<b>36.00 元</b>

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

---

为了满足从事 35 ~ 110kV 输电线路设计技术人员的需要，编写了《35 ~ 110kV 输电线路设计》。本书系统地介绍了输电线路基本知识、导线应力弧垂分析、导线安装计算、杆塔受力分析及强度校核、杆塔基础、输电线路测量及检查、架空线弧垂观测及检查、输电线路路径和杆位确定以及有关规程、规范。技术规范符合国家标准，具有可读性和实用性。可供从事 35 ~ 110kV 输电线路设计工程技术人员使用，也可作为职业技术学院教材、参考书。

本书共八章，第四、六章由黄向平编写，第二、三章由林世治编写，第五章由刘明华编写，第七章由马冬生编写，第一、八章由许建安编写，并由许建安担任主编，张国良任主审。

由于编者水平有限、经验不足，书中的缺点和错误在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

2002 年 11 月

## 符号说明

<i>re</i>	代表	<i>p</i>	混凝土、电杆
<i>l<sub>re</sub></i>	代表档距	<i>con</i>	弹性抗矩
<i>e</i>	等效	<i>b</i>	抗裂、横向
<i>h</i>	水平	<i>dc</i>	冲切
<i>l<sub>c</sub></i>	标准档距	<i>z</i>	附加
<i>K<sub>w</sub></i>	荷载系数	<i>lim</i>	极限
<i>ρ、ν</i>	垂直	<i>u</i>	上
<i>N</i>	额定	<i>d</i>	下
<i>max</i>	最大	<i>t</i>	桁架、扭矩、抗拉
<i>i</i>	绝缘子	<i>in</i>	增大
<i>f</i>	强度、基础	<i>K<sub>in</sub></i>	增大系数
<i>w</i>	水	<i>li</i>	避雷线
<i>a</i>	气	<i>br</i>	断线
<i>sat</i>	饱和	<i>des</i>	破坏
<i>cal</i>	计算	<i>op</i>	反向
<i>c</i>	临界、导线	<i>be</i>	弯曲
<i>s</i>	钢筋、抗拉	<i>pr</i>	压力
<i>A、S</i>	面积		

# 目 录

前 言

符号说明

<b>第一章 输电线路的基本知识</b> .....	1
第一节 输电线路的分类与结构.....	1
第二节 架空输电线路的运行环境及要求 .....	13
第三节 输电线路施工图 .....	23
<b>第二章 导线应力弧垂分析</b> .....	26
第一节 导线的比载 .....	26
第二节 导线应力的概念 .....	29
第三节 悬点等高时导线弧垂、线长和应力的关系 .....	30
第四节 悬挂点不等高时导线的应力与弧垂 .....	35
第五节 水平档距和垂直档距 .....	38
第六节 导线的状态方程 .....	41
第七节 临界档距 .....	44
第八节 最大弧垂的计算及判断 .....	52
第九节 导线应力、弧垂计算步骤 .....	54
第十节 导线机械特性曲线 .....	58
<b>第三章 导线安装计算</b> .....	59
第一节 导线安装曲线 .....	59
第二节 特殊耐张段的安装计算 .....	61
第三节 邻档断线时交叉跨越限距的校验 .....	72
第四节 导线的振动 .....	78
<b>第四章 杆塔受力分析及强度校核</b> .....	87
第一节 杆塔结构型式及外形尺寸 .....	87
第二节 杆塔荷载 .....	93
第三节 杆塔内力计算 .....	99
第四节 影响杆塔强度的因素.....	111
第五节 环形截面普通钢筋混凝土构件允许荷载的确定.....	113
第六节 杆塔结构设计基本规定.....	118
第七节 杆塔荷载的有关规定.....	120
<b>第五章 杆塔基础</b> .....	123
第一节 概述.....	123

第二节	土的分类及其特征指标	124
第三节	地基土中的应力	129
第四节	主要承受上拔力基础的计算	132
第五节	主要承受下压基础的计算	139
第六节	电杆倾覆基础的受力分析	140
<b>第六章</b>	<b>输电线路测量及检查</b>	144
第一节	地面点位的确定	144
第二节	基本的测量方法	146
第三节	线路杆塔桩复测	149
第四节	杆塔基础坑的测量	151
第五节	拉线坑位的测量及拉线长度的计算	156
第六节	杆塔基础的操平找正	161
第七节	杆塔检查	166
第八节	基础检查	169
第九节	架空线路勘测、设计的有关技术规定	171
<b>第七章</b>	<b>架空线弧垂观测及检查</b>	182
第一节	弧垂的概念	182
第二节	弧垂观测档的选择和弧垂计算	182
第三节	弧垂的观测	184
第四节	弧垂的检查	197
第五节	弧垂调整	200
第六节	导线对被跨越物垂直距离的测量	201
<b>第八章</b>	<b>输电线路的路径和杆位</b>	207
第一节	输电线路路径方案的选择	207
第二节	定线量距	209
第三节	视距断面测量	210
第四节	交叉跨越测量	211
第五节	杆塔定位	212
第六节	110kV 架空线路设计技术有关规定	217
第七节	典型设计简介	220
<b>参考文献</b>		264

# 第一章 输电线路的基本知识

## 第一节 输电线路的分类与结构

### 一、输电线路的分类

水力发电厂是建在水力资源点，即集中在江河流域水位落差大的地方，离工业区一般较远。火力发电厂大都集中在煤炭、石油和其他热源所在地，而大电力负荷中心则多集中在工业区和大城市，因而发电厂和负荷中心间往往相距很远，从而发生了电能输送的问题，产生了承担这一输送任务的输电线路。另一方面，为了保证安全可靠、经济合理地供电，需将孤立运行的发电厂用输电线路连接起来，组成统一的电力系统，如图 1-1 所示。通常将发电厂、变电所、用电设备之间用电力线路连接起来的整体，叫做电力系统。电力系统中除发电厂和用电设备外的部分，即输变电设备及各种不同电压等级的电力线路所组成的部分，称为电力网。

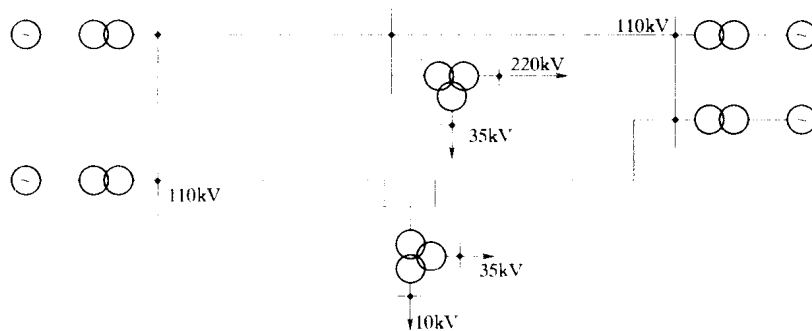


图 1-1 电力系统示意图

电力线路是电力系统的组成部分，它担负着输送和分配电能的任务。从电源向电力负荷中心输送电能的线路称为输电线路。为减少电能在输送过程中的损耗，根据输送距离和输送容量的大小，输电线路采用各种不同的电压等级。目前我国采用的各种不同电压等级有 35、60、110、220、330、500kV。在我国，通常称 35~220kV 的线路为高压输电线路，330~500kV 的线路称为超高压输电线路。此外，担负分配电能任务的线路，称为配电线路。我国配电线路的电压等级有：380V/220V、6kV、10kV，其中把 1kV 以下的线路称为低压配电线路，1~10kV 线路称为高压配电线路。

输电线路按结构又可分为电缆线路和架空线路。架空线路与电缆线路相比有许多显著的优点，如结构简单、施工周期短、建设费用低、技术要求低、检修维护方便、散热性能好、输送容量大等。本书只介绍高压架空输电线路的基础知识。



## 二、架空输电线路的结构

区域发电厂与受电侧变电所之间一般采用输电线路连接。为保证输电线路带电导线与地面之间保持一定距离，必须用杆塔支撑导线，如图 1-2 所示。相邻杆塔中心线之间的水平距离  $L$  称为档距。相邻两基杆塔之间的几个档距组成一个耐张段，如图中 #5~#9 杆塔为一个耐张段，该耐张段由 4 个档距组成。如果耐张段中只有一个档距则称为孤立档，如图中 #9 和 #10 杆塔之间。一条输电线路总是由多个耐张段组成的，其中包括孤立档。

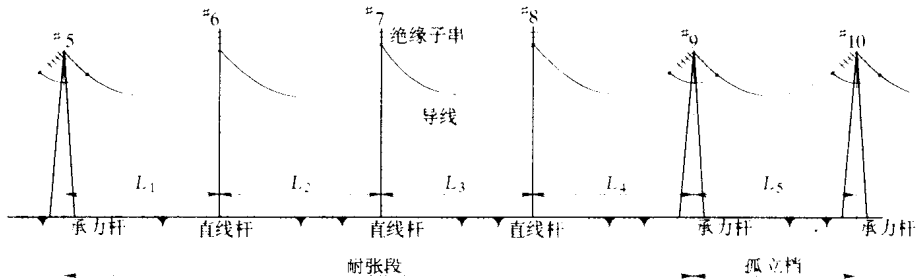


图 1-2 输电线路的组成

架空输电线路的组成元件主要有导线、避雷线（或称架空地线，简称地线）、金具、绝缘子、杆塔、拉线和基础，如图 1-3 所示。它们的作用和型式分述如下。

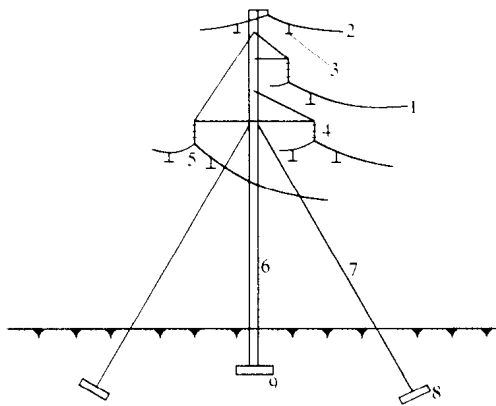


图 1-3 输电线路的组成元件

1—导线；2—避雷线；3—防振锤；4—绝缘子；5—线夹；  
6—杆塔；7—拉线；8—拉线盘；9—底盘

### (一) 导线

导线用来传输电流、输送电能。一般输电线路每相采用单根导线，对于超高压大容量输电线路，为了减小电晕以降低电能损耗，并减小对无线电、电视等的干扰，多采用相分裂导线，即每相采用两根、三根、四根或更多根导线。

### (二) 避雷线和接地体

避雷线悬挂于杆塔顶部，并在每基杆塔上均通过接地线与接地体相连接。当雷云放电雷击线路时，因避雷线位于导线的上方，雷首先击中避雷线，并借以将雷电流通过接地体泄入大地，从而减少雷击导线的几率，保护线路绝缘免遭雷电过电压的破坏，起到

防雷保护作用，保证线路安全运行。

### (三) 杆塔

杆塔用来支持导线和避雷线及其附件，并使导线、避雷线、杆塔之间，以及导线和地面及交叉跨越物或其他建筑物之间保持一定的安全距离。

架空线路的杆塔按受力的特点可分为直线杆塔、耐张杆塔、转角杆塔和终端杆塔。耐张杆塔能承受较大的两侧导线张力差的杆塔，在正常运行时，能承受导线对杆塔的不平衡张力；在事故断线情况下，能承受导线对杆塔的断线张力，使断线故障的影响范围限制在

与断线点相邻的两耐张杆塔之间；在架线施工中可作为紧线操作塔或锚塔。转角杆塔立于线路转角处，终端杆塔应用于线路的首端和末端。这两种杆塔的类型与耐张杆塔相似。转角杆塔承受垂直线路方向水平力除风压力外，还有导线张力引起的角度合力，如图 1-4 所示，终端杆塔能承受单侧导线张力。上述三种杆塔在正常运行或事故断线时均承受着导线的张力，所以统称为承力杆塔。直线杆塔是位于相邻两承力杆塔之间的中间杆塔，在线路正常运行情况下不承受导线的张力，仅承受导线、避雷线、绝缘子和金具等的重力及风引起的垂直线路方向的水平力，只有在杆塔两侧档距悬殊或一侧发生断线时，才承受一定的顺线路方向的不平衡张力。

杆塔按其材料分主要有钢筋混凝土杆和铁塔。钢筋混凝土杆因其具有经久耐用、维护简单、节约钢材等优点，因而在 10~110kV 电压等级线路上得到广泛使用。钢筋混凝土杆按其制造方式又可分为普通钢筋混凝土杆和预应力钢筋混凝土杆两种。预应力钢筋混凝土杆是在混凝土浇筑前，对钢筋施以拉伸张力，待混凝土凝固后，将钢筋锚固并撤去张力，这时钢筋回缩而使混凝土受一预压应力作用。当电杆承受荷载而受拉时，这种预应力可部分或全部抵消混凝土受拉时所受拉应力而不致产生横向裂缝，从而克服了普通钢筋混凝土杆易产生横向裂缝的缺点。

#### (四) 绝缘子和绝缘串

绝缘子是线路绝缘的主要元件，用来支承或悬吊导线使之与杆塔绝缘，保证线路具有可靠的电气绝缘强度。

绝缘子按其结构不同分为针式绝缘子、瓷横担绝缘子和悬式绝缘子等。35kV 及以上电压等级的输电线路中常用悬式绝缘子组装成串。图 1-5 为悬式绝缘子，图 1-5 (a) 为普通球窝形；图 1-5 (b) 为防污槽形。防污绝缘子用于通过污秽地区的线路区段上。因线路通过这些地区时，绝缘子表面易沉积一层污秽物质，在雾天、毛毛雨的天气，绝缘子表面沉积的污秽物质受潮后会使得绝缘子的耐压值显著降低，因而往往引起闪络，即所谓污闪。防污绝缘子的高度与普通绝缘子相同，但泄漏距离较大，从而可以防止绝缘子的污闪。

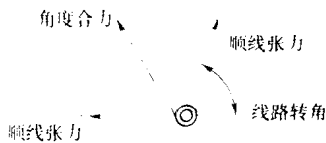


图 1-4 角度合力示意图

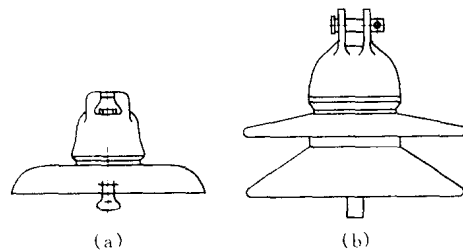


图 1-5 悬式绝缘子  
(a) 普通球窝形；(b) 防污槽形

悬式绝缘子按制造材料可分为瓷绝缘子和钢化玻璃绝缘子，按连接方式又可分为球窝形连接和槽形连接两种。普通盘形悬式绝缘子型号及主要技术参数见表 1-1。

绝缘子串的组装形式基本分为悬垂绝缘子串和耐张绝缘子串两大类。

悬垂绝缘子串用于直线杆塔上。在一般情况下，采用单串悬垂绝缘子串就能满足设计

要求，其组装形式如图 1-6 (a) 所示。当线路跨越山谷、河流或重冰区以及线路导线的综合荷载很大时，超过了单串绝缘子串所允许的荷载范围，在这种情况下需采用双串悬垂绝缘子串，如图 1-6 (b) 所示。V 形绝缘子串用以控制绝缘子串的风偏角，可以解决摇摆角过大的问题，如图 1-6 (c) 所示。

表 1-1 普通形悬式绝缘子型号及技术参数

绝缘子类别	绝缘子型号	机电破坏负荷不小于 (kN)	结构高度 (mm)	绝缘件盘径 (mm)	爬电距离 (mm)
瓷绝缘子	XP-60	60	146	255	—
	XP-70	70	146	255	295
	XP-100	100	146	255	295
	XP1-160	160	146	255	305
	XP1-210	210	170	280	335
	XP-300	300	195	320	370
钢化玻璃绝缘子	LXP-60	60	140	255	—
	LXP1-70	70	146	255	295
	LXP1-160	160	155	280	330

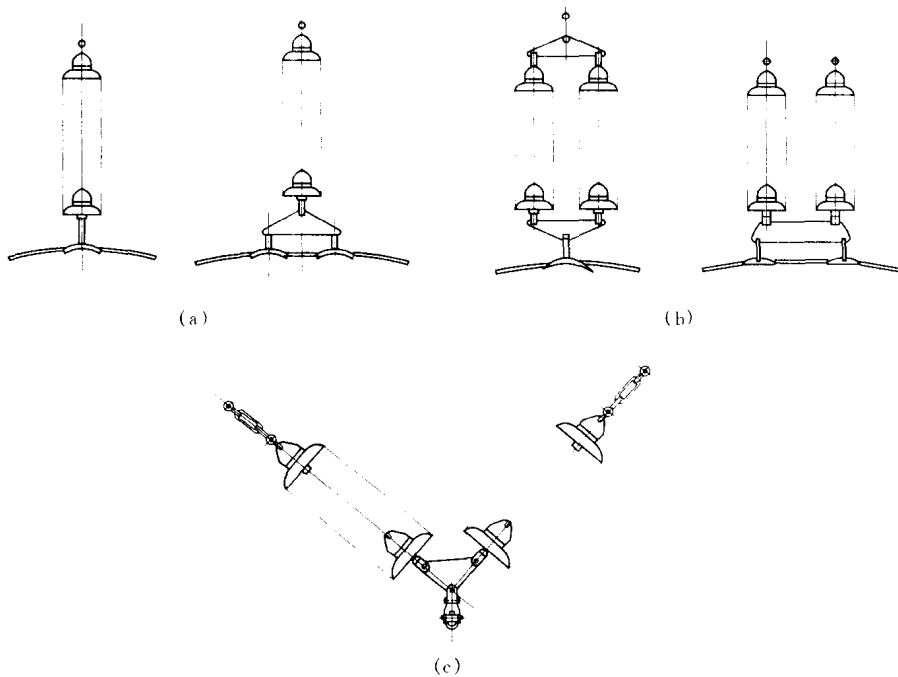


图 1-6 悬垂绝缘子串  
(a) 单串；(b) 双串；(c) V 形

耐张绝缘子串用于耐张、转角和终端杆塔，承受导线的全部张力。当导线截面在  $185\text{mm}^2$  及以下时，普遍采用单串耐张绝缘子串，如图 1-7 (a) 所示。当导线截面较大或遇到特大档距，导线张力很大时，可采用双串或三串耐张绝缘子串，如图 1-7 (b) 和 (c) 所示。耐张、转角和终端杆塔两侧导线用跳线连接，如图 1-7 (d) 所示，图中跳线绝缘子串，用以限制跳线的风偏角，保证跳线对杆塔各部分空气间隙的要求。

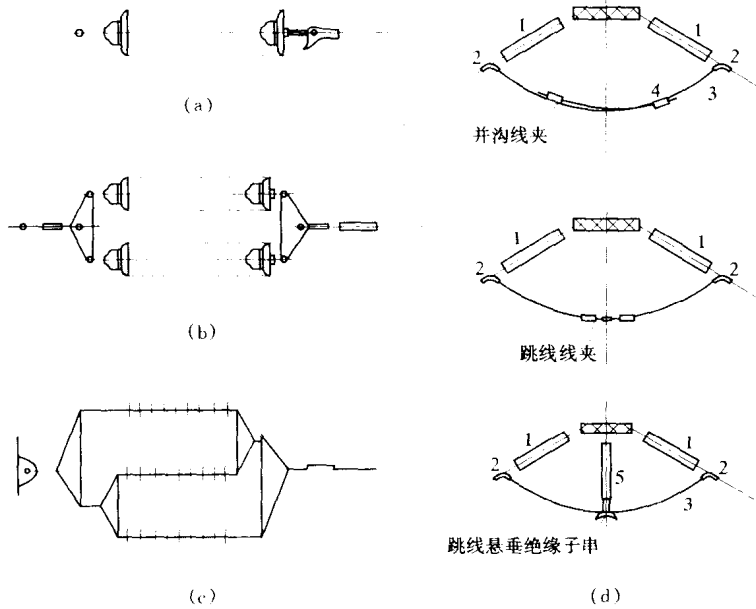


图 1-7 耐张绝缘子串

(a) 单串；(b) 双串；(c) 三串；(d) 跳线连接

1—耐张绝缘子串；2—耐张线夹；3—跳线；4—并沟线夹；5—跳线绝缘子串

### (五) 棒形悬式合成绝缘子

#### 1. 用途

棒形悬式合成绝缘子适用于高压输电线路，尤其用于污秽地区，能有效地防止污闪事故，是目前广泛使用的瓷绝缘子的换代产品。

#### 2. 结构

合成绝缘子由伞盘、芯棒及金属端头三部分组成，对于 110kV 及以上的合成绝缘子配备 1~2 只均压环。如图 1-8、图 1-9 所示。

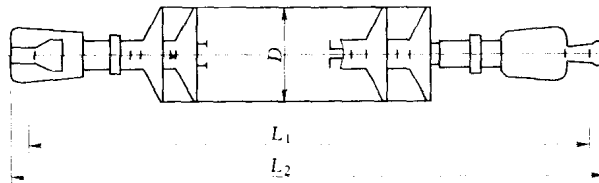


图 1-8 A 型棒式合成绝缘子

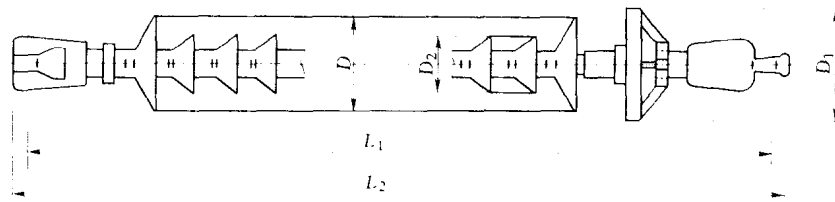


图 1-9 B<sub>1</sub> 型棒式合成绝缘子

### 3. 型号及含义

XSH—

结构型式  
 额定电压(kV)  
 额定机械负荷(kN)  
 合成  
 棒形(实心)  
 悬式

注: 1. 字母 A、B 等表示伞盘配装形式, 且未装均压环;  
 2. 字母角标 1 表示一端装均压环; 角标 2 表示两端装均压环。

### 4. 主要参数

- (1) 结构尺寸, 见表 1-2。
- (2) 机电性能, 见表 1-3。

表 1-2 结 构 尺 寸

型 号	泄漏比距 (cm/kV)	最小放电距离 (mm)	连接长度 $L_1$ (mm)	总体长度 $L_2$ (mm)	伞盘直径 $D$ (mm)	均压环直径 $D_2$ 、 $D_1$ (mm)
XSH-70-35A	3.15	450	685	706	110	—
XSH-70-66B	2.45	660	885	906	110 140	—
XSH-100-110B1	2.30	1000	1220	1240	110 140	— 250

表 1-3 机 电 性 能

型 号	额定机械负荷 (kN)	额定电压 (kV)	工频耐受电压 (kV)		工频闪络电压 (kV)		雷电冲击 耐受电压 (幅值)(kV)	50%全波冲击 闪络电压 (幅值)(kV)
			干	湿	干	湿		
XSH-70-35A	70	35	106	85	155	140	185	240
XSH-70-66B	70	66	175	150	230	210	325	325
XSH-100-110B1	100	110	280	215	350	320	450	540

### (六) 金具

输电线路金具在架空输电线路中起着支持、固定、接续保护导线和避雷线的作用, 并且能使拉线紧固。金具的种类很多, 按照金具的性能及用途可分为线夹、连接金具、保护

金具和拉线金具五大类。

1. 线夹

线夹有悬垂线夹和耐张线夹两类，悬垂线夹型号标记的组成是：



- A—带碗头挂板;B—带 U 形挂板;C—下垂式
- K—上扛式;T—提包式
- 数字—适用导线组合号
- U—U 型螺丝;J—加强型;F—防晕;H—铝合金
- G—固定;S—双线夹;C—悬垂

如：CGU—固定型悬垂式线夹；CGF—防晕型悬垂线夹；CGH—铝合金悬垂线夹；CSH—加强型悬垂线夹。

悬垂线夹用于将导线固定在直线杆塔的悬垂绝缘子串上，或将避雷线悬挂在直线杆塔上，也可用于换位杆塔上支持换位导线以及非直线杆塔上跳线的固定。悬垂线夹的外形如图 1-10 所示。

悬垂线夹结构型式和尺寸如下。

- (1) CGU 固定悬垂线夹型式和尺寸见图 1-11 及表 1-4 所示。
- (2) CGU 悬垂线夹（带碗头挂板）型式及尺寸见图 1-12 及表 1-5 所示。
- (3) CGU 悬垂线夹（U 形挂板）型式及尺寸见图 1-13 及表 1-6 所示。
- (4) CGF 防晕型下垂式悬垂线夹型式及尺寸见图 1-14 及表 1-7 所示。
- (5) CGF 防晕型上扛式悬垂线夹型式及尺寸见图 1-15 及表 1-8 所示。
- (6) CGJ 加强型悬垂线夹型式及尺寸见图 1-16 及表 1-9 所示。

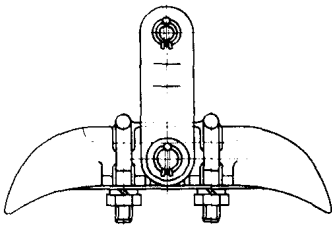


图 1-10 悬垂线夹

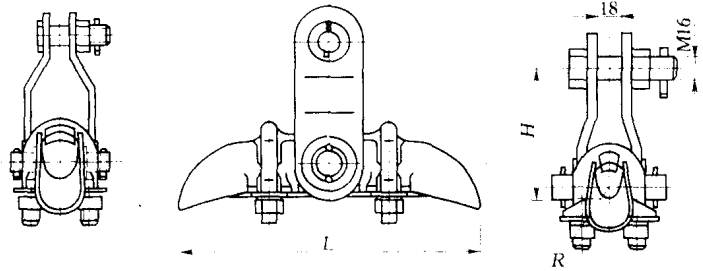


图 1-11 悬垂线夹型式示意图

表 1-4

CGU 固定型悬垂线夹尺寸

型 号	适用绞线直径范围 (包括加包缠物, mm)	主要尺寸 (mm)			标称破坏载荷 (kN)	参考重量 (kg)
		H	L	R		
CGU-1	5.0~7.0	82.5	180	4.0	40	1.4
CGU-2	7.1~13.0	82	200	7.0	40	1.8
CGU-3	13.1~21.0	101	220	11.0	40	2.0
CGU-4	21.1~26.0	109	250	13.5	40	3.0

表 1-5

CGU 固定型悬垂线夹 (带碗头挂板) 尺寸

型 号	适用绞线直径范围 (包括加包缠物, mm)	主要尺寸 (mm)			标称破坏载荷 (kN)	参考重量 (kg)
		<i>H</i>	<i>L</i>	<i>R</i>		
CGU-5A	23.0 ~ 33.0	157	300	17	70	5.7
CGU-6A	34.0 ~ 45.0	163	300	23	70	6.1

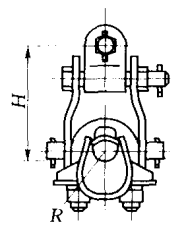
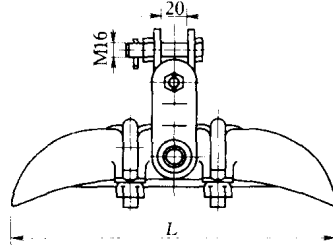
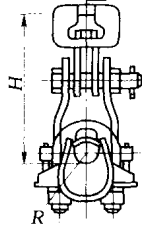
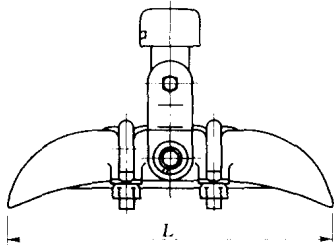


图 1-12 悬垂线夹 (带碗头挂板) 型式示意图

图 1-13 悬垂线夹 (带 U 形挂板) 型式示意图

表 1-6

CGU 固定式悬垂线夹 (带 U 形挂板) 尺寸

型 号	适用绞线直径范围 (包括加包缠物, mm)	主要尺寸 (mm)			标称破坏载荷 (kN)	参考重量 (kg)
		<i>H</i>	<i>L</i>	<i>R</i>		
CGU-5B	23.0 ~ 33.0	137	300	17	70	5.4
CGU-6B	34.0 ~ 45.0	130	300	23	70	5.8

表 1-7

CGF 防晕型下垂式悬垂线夹尺寸

型 号	适用绞线直径范围 (包括加包缠物, mm)	主要尺寸 (mm)				标称破坏载荷 (kN)	参考重量 (kg)
		<i>C</i>	<i>H</i>	<i>L</i>	<i>R</i>		
CGU-5C	24.2 ~ 33.0	18	147	300	17.0	70	3.55
CGU-6C	34.0 ~ 45.0	20	140	300	23.0	90	4.00

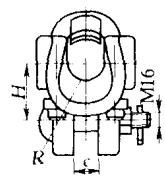
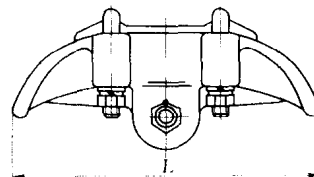
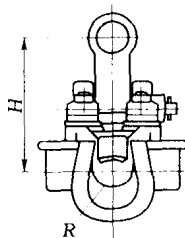
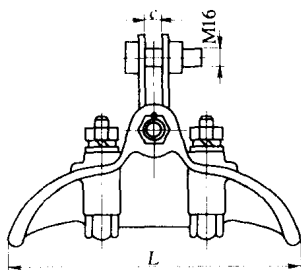


图 1-14 防晕型下垂式悬垂线夹型式示意图

图 1-15 CGF 型式示意图

表 1-8

CGF 防晕型上扛式悬垂线夹尺寸

型 号	适用绞线直径范围 (包括加包缠物, mm)	主要尺寸 (mm)				标称破坏载荷 (kN)	参考重量 (kg)
		C	H	L	R		
CGU—5K	24.2~33.0	24	50	300	17.0	70	2.38

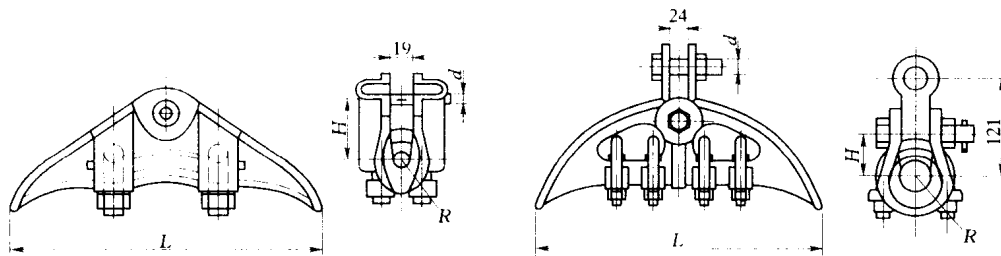


图 1-16 加强型悬垂线夹型式示意图

表 1-9

CGJ 加强型悬垂线夹尺寸

型 号	适用绞线直径范围 (包括加包缠物, mm)	主要尺寸 (mm)				标称破坏载荷 (kN)	参考重量 (kg)
		d	H	L	R		
CGJ—2	11.0~13.0	18	52	300	8	100	3.8
CGJ—5	23.0~43.0	22	56	390	22	120	9

耐张线夹用于将导线固定在承力杆塔的耐张绝缘子串上, 以及将避雷线固定在承力杆塔上。耐张线夹根据使用和安装条件的不同, 分为螺栓型和压缩型两大类, 如图 1-17 (a)、(b) 所示。螺栓型耐张线夹用于导线截面为  $240\text{mm}^2$  及以上的导线。

## 2. 连接金具

连接金具用于将悬式绝缘子组装成串, 并将绝缘子串连接、悬挂在杆塔横担上。悬垂线夹、耐张线夹与绝缘子串的连接, 拉线金具与杆塔的连接, 均要使用连接金具。根据使用条件, 分为专用连接金具和通用连接金具两大类。

专用连接金具用于绝缘子串, 其连接部位的结构和尺寸必须与绝缘子相同。线路上常用的专用连接金具有球头挂环和碗头挂板, 球头挂环如图 1-18 (a) 所示, 碗头挂板如图 1-18 (b) 所示, 分别用于连接悬式绝缘子上端钢帽及下端钢脚。

通用连接金具适用于各种情况下的连接, 以荷重大小划分等级, 荷重相同的金具具有互换性。线路上常用的通用连接金具有直角挂板、U 形挂板环、二联板等, 如图 1-18 (c)、(d)、(e) 所示。

连接金具的机械强度一般不是按导线的荷载选择, 而是按绝缘子的机械强度确定, 每一种型式的绝缘子配备一套与其机械强度相同的金具。考虑金具的互换性, 定型金具按破坏荷载分为 4、7、10、12、16、20、25、30、50、60 等十个等级。例如 XP—60 型绝缘子所配金具的破坏荷载不小于  $60\text{kN}$ , 即应选等级标记为“7”的金具, 其破坏荷载为  $69\text{kN}$ , 相应的金具如 U—7、QP—7、W—7A 型等。



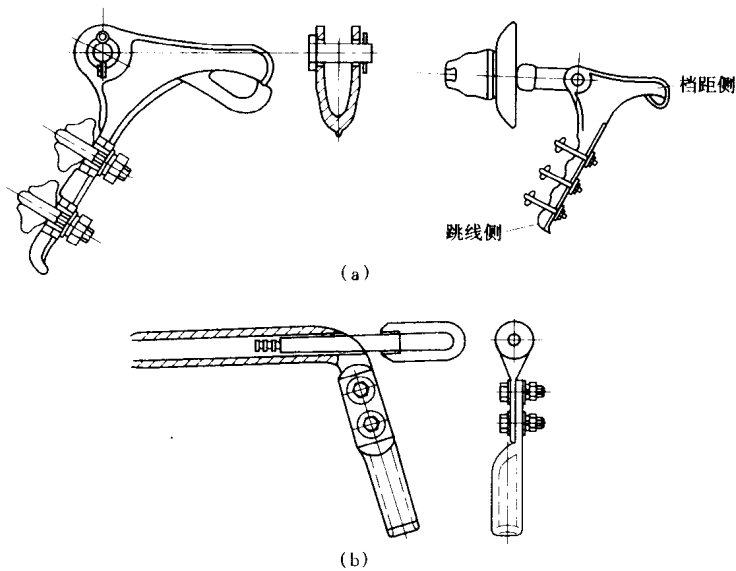


图 1-17 耐张线夹

(a) 螺栓型耐张线夹；(b) 压缩型耐张线夹

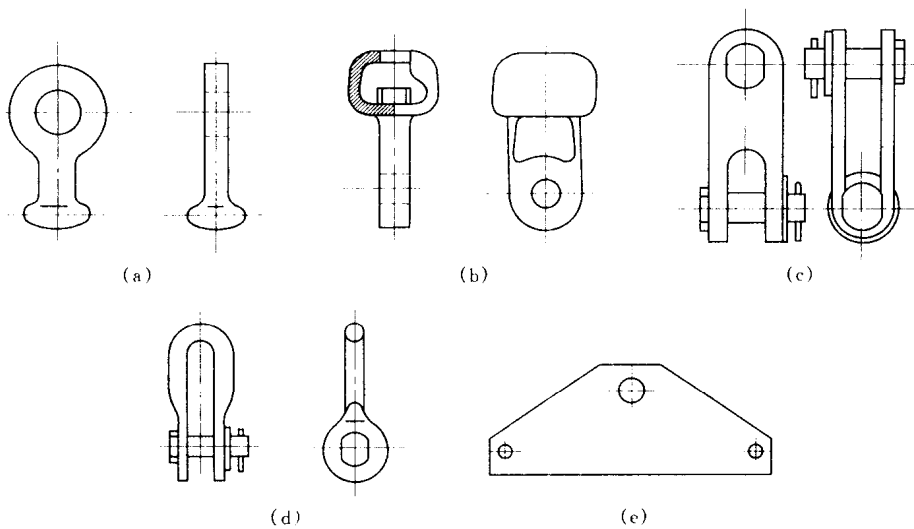


图 1-18 连接金具

(a) 球形挂环；(b) 碗头挂板；(c) 直角挂板；(d) U形挂环；(e) 二联板

### 3. 接续金具

接续金具用于连接导线及避雷线终端，接续非直线杆塔的跳线及补修损伤断股的导线或避雷线。

架空线路常用的连接金具有钳接管、压板管、补修管、并沟线夹及跳线夹等。

导线本身连接时，当其截面为  $240\text{mm}^2$  可采用钳接管连接，如图 1-19 (a) 所示。若导线截面为  $300\text{mm}^2$  及以上时，因其导线张力较大，如仍采用钳接管连接，其连接强度不能满足要求，故应采用压接管连接，如图 1-19 (b) 所示。用压接管连接导线时，先用