



# 线路金具

# 线路金具

## *Transmission Line Fitting*

授课老师：王丽萍

手机：15913117354

QQ：1187923564

Email: wangliping023@126.com



# 线路金具

1, 你认为作为输电班的学生, 自己毕业求职前应该具备哪些能力?

2, 针对自身所学的专业方向, 你对未来的就业单位、就业岗位是否有所了解?



# 线路金具

## 一、课程大纲

### ◆ 课程性质

专业选修课程之一（总学时16，学分1，实践学时2）

### ◆ 适用专业

电气工程及其自动化（输配电方向）专业

### ◆ 课程的特点

1. 内容丰富，技术更新较快
2. 紧密联系实际、应用非常广泛
3. 与实践环节紧密结合
4. 要求学生具有较强的自学能力和创新意识。



# 线路金具

## ◆ 课程任务

通过本课程的学习，学生应该较全面和系统地了解：

- ✓ 输配电线路金具的用途、品种、结构性能、使用范围、技术条件。
- ✓ 金具的安装、试验、验收方法和制造工艺标准

为今后从事电力系统线路工程方面的工作创造必要的条件。

## ◆ 课程内容

以架空线金具设计和选用为主线，系统地介绍了架空线路金具的相关内容：

- ✓ 输配电线路金具的用途、分类和一般技术条件；
- ✓ 绝缘子与金具的组装，金具的安装；
- ✓ 金具的制造、检验和试验。



# 线路金具

## ◆ 先修及紧密联系课程

《电力工程》、《架空线路设计》；《输电线路施工》、《输电杆塔设计》、《线路运行与检修》

## ◆ 使用教材

《电力金具手册》第二版 董吉谔 中国电力出版社

## 参考资料

《送电线路施工》 单中圻 王清葵 中国电力出版社

## ◆ 考核方式

✓ 期末考试采用专题综述或论文的方式；

✓ 课程总评成绩：由平时成绩（占30%）和期末考试成绩两部分构成（平时成绩包括出勤、课堂测验、学习主动性等）。

## 绪论

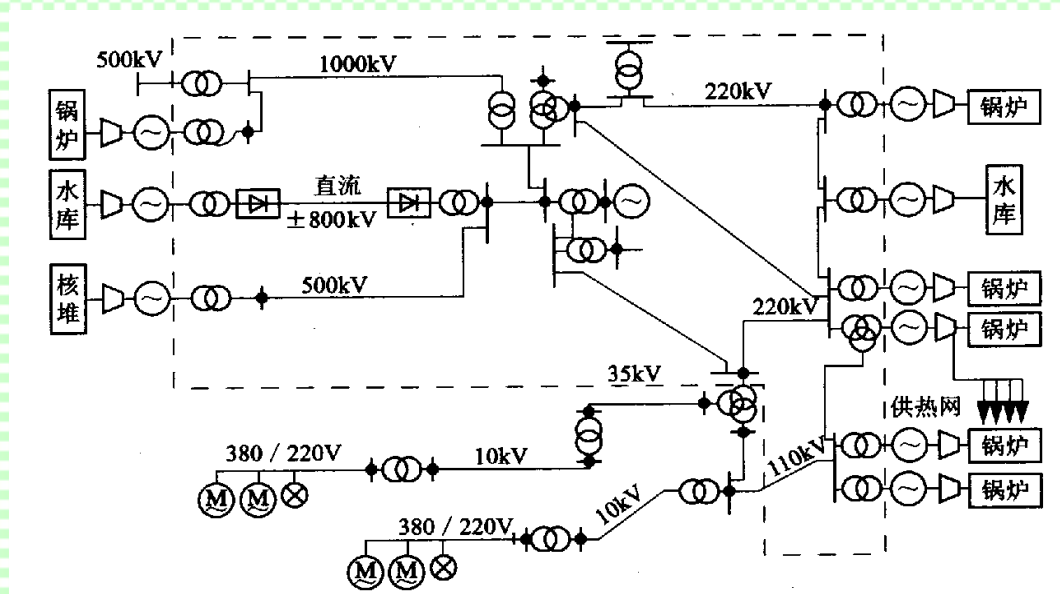
### 0.1 电力系统的构成及其功能



# 线路金具

## 0.1.1 电力系统的构成

◆ 通常将发电厂、变电站（所）、电力线路及用户连接起来构成的整体，称为电力系统，如下图。





◆ 电力线路，是电能输送的通道和载体。一般按其功能将电力线路划分为输电线路和配电线路。

➤ 输电通常指的是将发电厂或发电基地（包括若干电厂）发出的电能输送到消费电能的地区，又称负荷中心，或者将一个电网的电能输送到另一个电网，实现电网互联，构成互联电网。

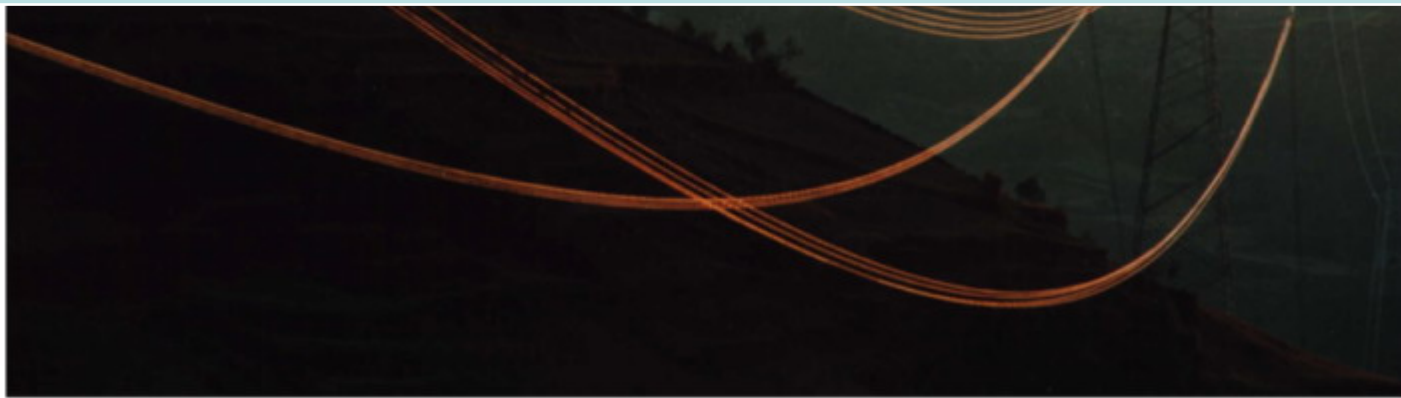
➤ 配电通常是指从降压变电站（所）将电能分配给各个用户。

◆ 输电线路通常指35kV及以上电压等级的电力线路，而35kV以下电压等级的电力线路常称为配电线路，前者构成输电网络，后者构成配电网络。

## 0.1.2 输电网络的功能

- ◆ 输电网络的功能是输送电能。
- ◆ 输电的战略重要性比它在电的全部费用中平均所占的10%所表示的要大得多。

——二十世纪六十年代，美国联邦动力委员会





# 线路金具

◆ “输电”的具体体现，是在特定地区范围内的将发电、输配电和用电设备等电力设备互相联结构成一个完整的系统，适当的“系统互联”有如下好处：

- 更经济合理地开发一次能源，优化电能资源配置，实现水、火电资源的优势互补
- 利用负荷的不同时性，可提高发电机组的利用率，减少总的装机容量
- 检修和紧急事故备用互助支援、减少备用发电容量
- 提高电网运行的可靠性和供电质量

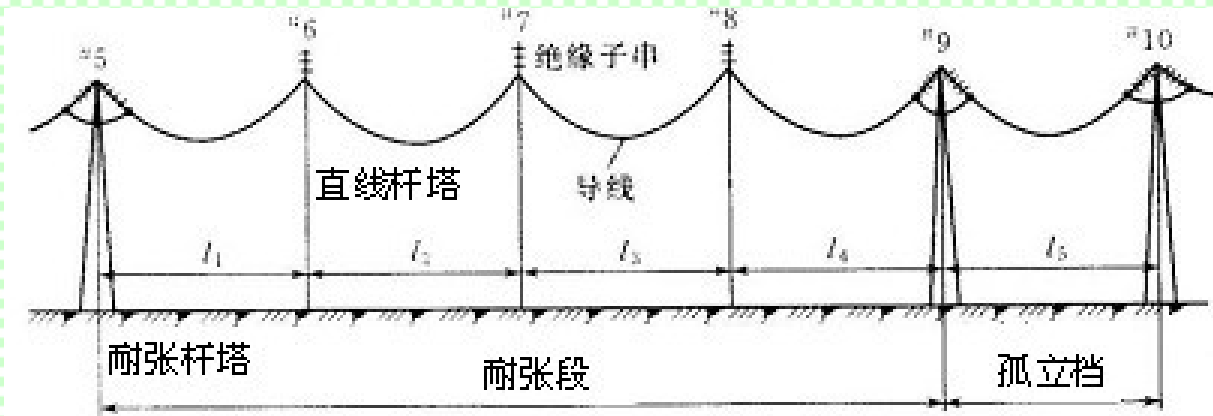


# 线路金具

## 0.1.3 输电通路

- ◆ 输电的通路由电力线路、变配电设备构成。
- ◆ 输电线路从结构可分为架空线路和电缆线路两类。
- ◆ 构成架空输配电线路的主要部件有：  
导线、架空地线、避雷线、绝缘子、金具、杆塔、基础、接地装置等组成。

# 线路金具



架空输电线路的组成



# 线路金具

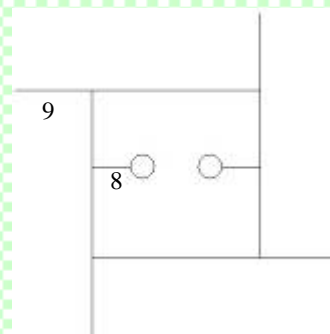
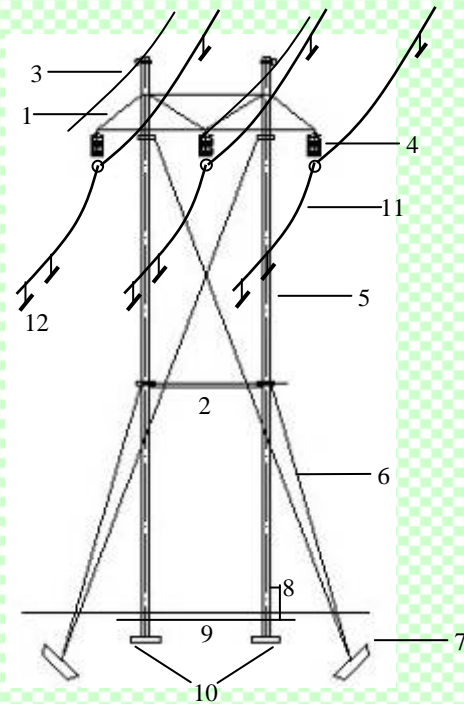


# 线路金具



# 线路金具

## ◆ 架空输电线路的组成

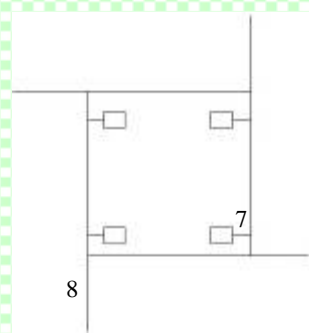
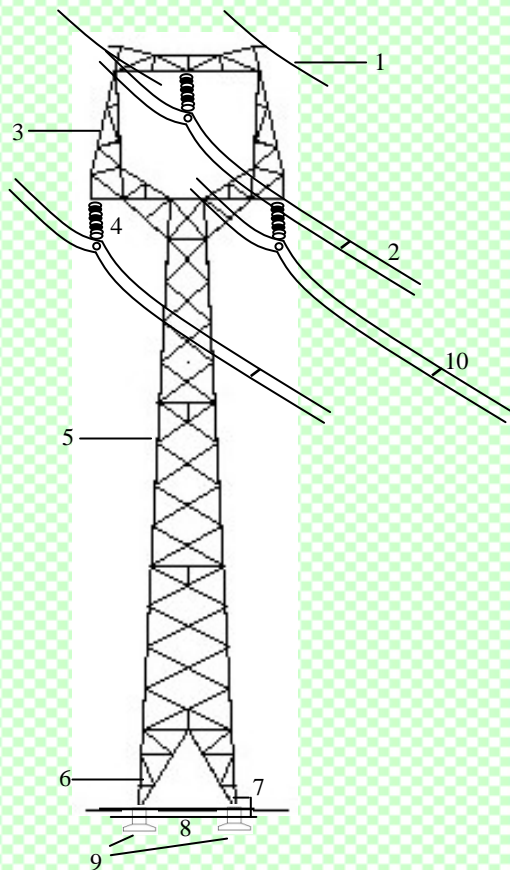


接地装置俯视图

- 1—横担；2—横梁；3—避雷线；4—绝缘子；5—杆塔；  
6—拉线；7—拉线盘；8—接地引下线；9—接地装置；  
10—底盘；11—导线；12—防振锤；

图1-3 输电线路的组成元件（双杆）

# 线路金具



接地装置俯视图

1—避雷线；2—双分裂导线；3—塔头；4—绝缘子；  
5—塔身；6—塔腿；7—接地引下线；8—接地装置；  
9—基础；10—间隔棒；

图1-4 输电线路的组成元件（猫头塔）

# 线路金具

## 0.1.4 绝缘子和金具



# 线路金具

绝缘子是输电线路绝缘的主体，其用途是悬挂导线并使导线与杆塔、大地保持绝缘。一般采用瓷和钢化玻璃，也有合成材料的。架空输电线路常用的绝缘子有针式绝缘子、悬式绝缘子、蝶式绝缘子、瓷横担绝缘子等。用硅橡胶做裙边的轻质合成绝缘子也正逐步使用。

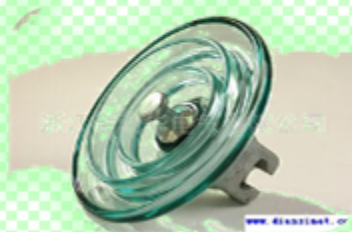
针式绝缘子



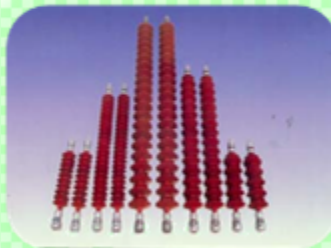
针式绝缘子



玻璃绝缘子



硅橡胶复合棒式绝缘子



瓷横担绝缘子



# 线路金具

架空输电线路的金具是用于导线、避雷线、拉线、绝缘子串，并与杆塔连接的零件。线路金具按性能和用途大致可划分为悬垂线夹、耐张线夹、连接金具、接续金具、保护金具和拉线金具6大类。

保护金具



接续金具



拉线金具



连接金具



楔形耐张线夹



螺栓式耐张线夹



船形线夹





## 内容小结

### 1 电力系统

电力系统是由发电厂、变电站（所）、输配电线路、用户组成。

### 2 输电网络的功能

输电网络的主要功能是实现电能的输送。

### 3 电力线路分类

电力线路按功能分为输电线路和配电线路。按结构形式分架空线路、电缆线路。

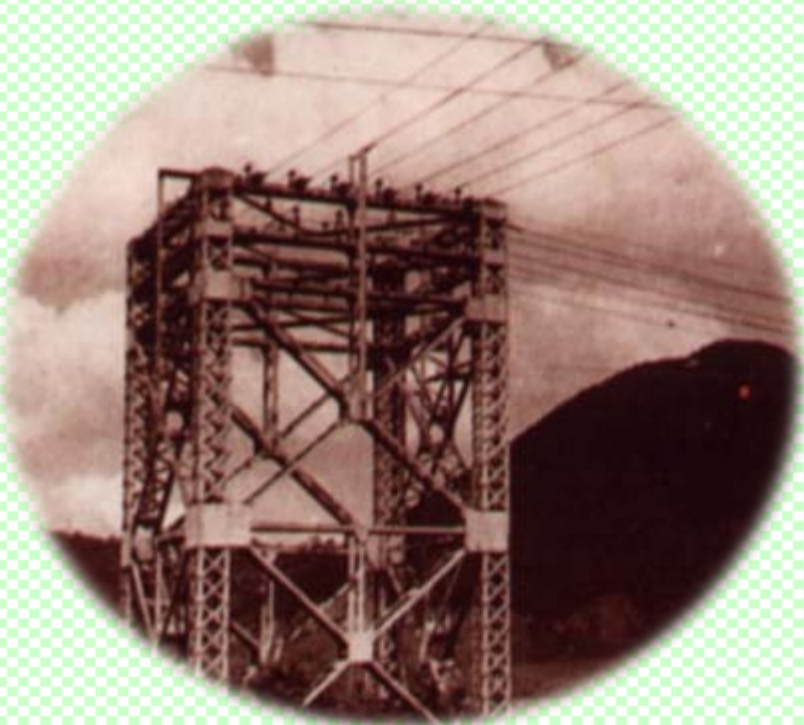
### 4 架空线路组成

架空输电线路由基础、杆塔、导地线、金具、绝缘子、接地装置等元件组成。

视频播放：《输电线路组成及工艺流程》

## 0.2 输电技术的发展趋势

闸口发电厂架设的  
13.2kV线路铁塔 1932年



500kV线路铁塔



±500kV线路铁塔



# 线路金具

## ◆世界电力工业起源于19世纪后期……

- 1831年，法拉第发现的电磁感应现象，预告了发电机的诞生，开创了电气化的新时代。
- 1875年，世界上第一座火力发电厂建于法国巴黎北火车站。它装备直流发电机，用于照明供电。
- 1879年，美国旧金山实验电厂开始发电，这是世界上最早出售电力的电厂。同年，中国也有了发电机，在上海公共租界点亮了第一盏电灯。
- 1882年，美国纽约珍珠街电厂建成发电，装有6台直流发电机，总容量是900马力（670 kW），以110 V直流为电灯照明供电。同年，在上海创办了中国第一家公用电业公司——上海电气公司（上海外滩的电灯），从此翻开了中国电力工业的第一页。
- 1891年，德国劳芬电厂建设世界上第一台三相交流发电机，并通过第一条13.8kV输电线输送电能，开创了大功率、远距离输电的历史。

# 线路金具

古老的发电机



# 线路金具

1882年上海电气公司供电的外滩电灯



## ◆ 经过一个世纪的发展…

- 1980年全世界发电装机总容量达到20.24亿kW，年发电量达到82473亿kW.h；
- 1997年全世界发电装机容量超过32亿kW，年发电量达到139487亿kW.h。
- 中国电力装机规模从1996年起，稳居世界第二，中国电力120年来的发展情况如下表：

时间	1882	1949	1990	2002	2006	…	2020
装机	16马力	185	1.35	3.53	5.7	…	9.5
容量	11.76kw	万kw	亿kw	亿kw	亿kw	…	亿kw



# 线路金具

世界电力工业起源于直流发电与输电技术，自从19世纪末三相交流发电与输电技术进入商业应用以来，交流技术在电力系统逐步占据了主流，直到二十世纪50年代直流输电技术才重新出现，应用愈来愈多。

输电正朝着高电压、大容量、远距离输送电能的目标不断进步，新的输电网络的规模不断扩大，20世纪后半叶发展尤为迅速。输电技术呈现出以下两大趋势：

- 输电电压等级有进一步提高的趋势；
- 直流输电技术将得到更为广泛的应用；

## 1. 输电电压等级有进一步提高的趋势

- 输电电压等级不断提高不存在技术上限。  
多年来的研究表明，交流输电电压无明显上限，已试验2000kV及以上的电压等级输电。
- 输电电压等级不断提高是输电网络发展的需要。

表1-1 不同电压等级的交流输电线路的输送容量与输送距离表

电压等级	35kV	110kV	220kV	500kV		750~1150kV
输送容量 (MW)	10~20	30~60	200~250	800	1200	2000~2500
输送距离 (km)	≤50	≤100	200~300	1000	600	

# 线路金具

- 理论上，输电线路的输电能力与输电电压的平方成正比，输电电压提高一倍，输送功率的能力将提高4倍。
- 电网的发展历史表明，各国在选择更高一级电压时，通常使相邻两个输电电压之比等于2，多数是大于2，这样可使输电网的输送能力提升4倍以上。实践证明，以这样的电压级差构成的电网才可能经济合理，并适宜于电网的发展和扩大。





# 线路金具

## 2. 直流输电技术将得到更为广泛的应用

(1) 直流输电线路能更大容量、更远距离输送电能，如下式：

$$\dot{S}_e = \frac{U^2}{R + jX} \longrightarrow \dot{S}_e = \frac{U^2}{R}$$

◆ 一回±800kV直流工程可输送电力5.4GW，输电距离可达2500km，是±500kV线路输送能力的2倍以上，是交流500kV输送能力的5倍以上。

◆ 实例：（视频）

➤ 四川-上海±800kV特高压直流输电示范工程，输送距离约2000km，输送容量为6400MW，线路导线采用6×LGJ-720。

➤ 埃基巴图兹-俄罗斯中部的±750kV直流输电线路工程，输送距离2414公里，输送容量6000MW。



# 线路金具

- (2) 直流输电的投资较交流输电要少，运行方式更灵活。
- (3) 在电力系统中增加直流输电线路，不会增加系统的短路容量。
- (4) 因为直流输电线路通过换流站与交流电力系统连接，易实现大容量系统间的非同期运行和不同频率系统间的联网运行。
- (5) 接入交流电力系统的直流输电线路对交流系统的振荡起到阻尼作用。
- (6) 直流输电线路可提高并列运行的交流输电线路的输送容量。
- (7) 直流输电线路稳定性强，便于调度管理，不需电抗补偿，便于增容。



# 线路金具

## 我国直流输电规模居世界首位 线路长达7085公里

- 截至目前，中国直流输电线路总长度达7085公里，输送容量达1856万千瓦，线路总长度和输送容量均居世界第一。与此同时，中国超高压直流输电工程的设计建设、运行管理和设备制造水平也已达到国际领先地位。
- 中国目前已建成并正式投入运行的直流输电工程包括：葛(洲坝)沪(上海)，三(峡)常(州)，三(峡)广(东)，三(峡)沪(上海)，天(生桥)广(东)，贵(州)广(东) I 回、I I 回等7个超高压直流输电工程和灵宝直流背靠背工程。到2020年，中国将建成15个特高压直流输电工程，并成为世界上拥有直流输电工程最多、输送线路最长、容量最大的国家。
- 为优化配置能源资源，中国正在实施发展特高压输电、大核电、大水电、大煤电的“一特三大”战略。到2020年底，中国将建成覆盖华北、华中、华东地区的特高压交流同步电网，建成±800千伏向家坝-上海、锦屏-苏南、溪洛渡-株洲、溪洛渡-浙西等特高压直流工程15个，包括特高压直流换流站约30座、线路约2.6万公里，输送容量达9440万千瓦。
- 近年来，中国科研人员努力攻关、自主创新，直流输电工程从不具备国产化能力迅速发展到100%国产化率。（信息来源：新华网 2007-10-23）

# 线路金具



## 内容小结

### 1 中国电力地位

从全世界范围看，120余年的电力系统发展与建设，中国电网在其中地位愈来愈重要。

### 2 输电技术发展趋势

输电技术发展的两大趋势：交流输电电压不断升高；直流输电应用愈来愈广泛。



# 线路金具

## 第一章 总论

### ◆金具的发展……

- 20世纪50年代，我国用自行设计制造的金具架设第一条220kV输电线路。
- 1962年水利电力部颁发了《高压架空电力线路和变电所金具》专业标准，随即又编制金具定型设计（简称<63>定型）。
- 70年代，我国自行建设第一条330kV超高压输电线路和变电所并投入运行，促使金具品种不断完善。
- 80年代，我国又建成第一条500kV超高压输电线路，所用金具均自行设计、制造。
- 1980年国家标准局批准颁发了第一套国家标准《电力金具》。
- 21世纪电力发展的500、750kV及特高压输电线路和大型变电所的发展；直流输电、高压进入城市及农村小水电的较大发展……

促进电力金具更多的品种和数量的需求，金具材料选用和工艺质量标准的提高，金具结构合理性，金具新工艺的发展。



# 线路金具

## 1.1 金具的用途

金具在架空电力线路及配电装置中，主要用于支持、固定和接续裸导线、导体及绝缘子连接成串，亦用于保护导线和绝缘体。

**按金具的主要性能和用途，金具大致可分为以下几类：**

**(1) 悬吊金具，又称支持金具或悬垂线夹。这种金具主要用来悬挂导线于绝缘子串上（多用于直线杆塔）及悬挂跳线于绝缘子串上，如图 1-1 所示。**

# 线路金具



用于铝绞线的预绞式悬垂线夹用在 110KV 线路上



用于铝绞线的预绞式悬垂线夹用在 110KV 线路上

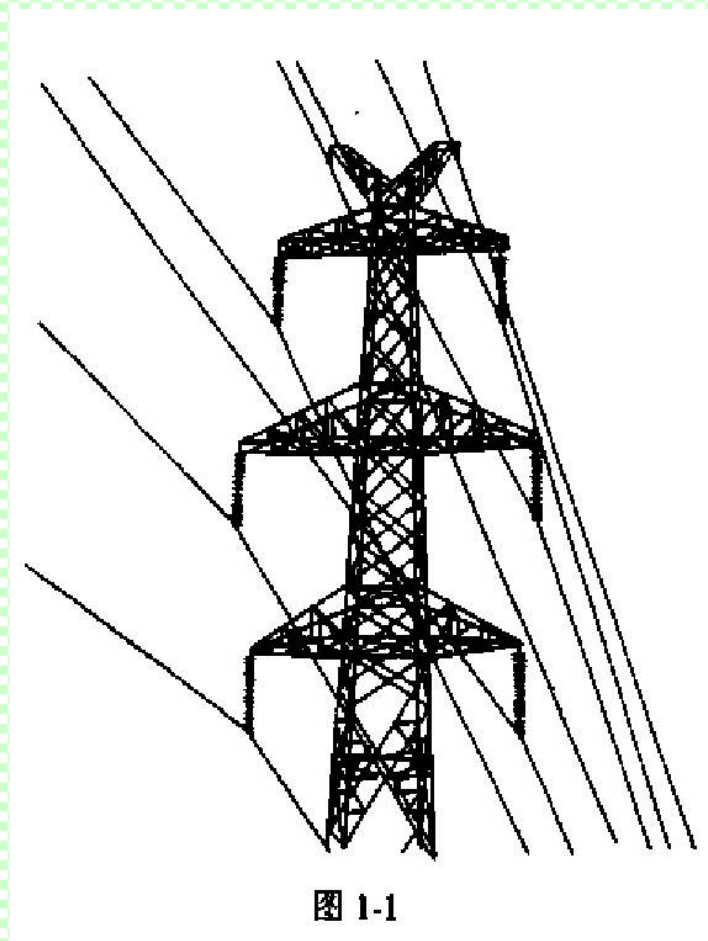
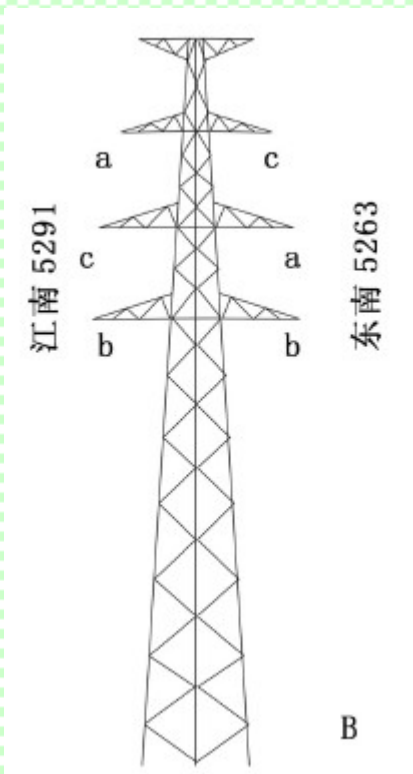
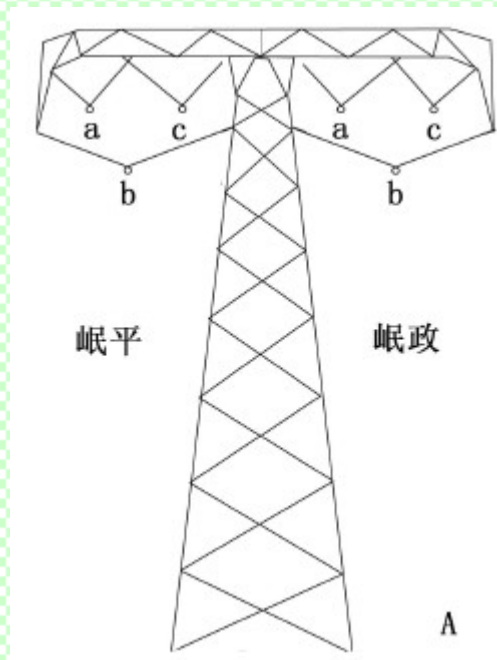
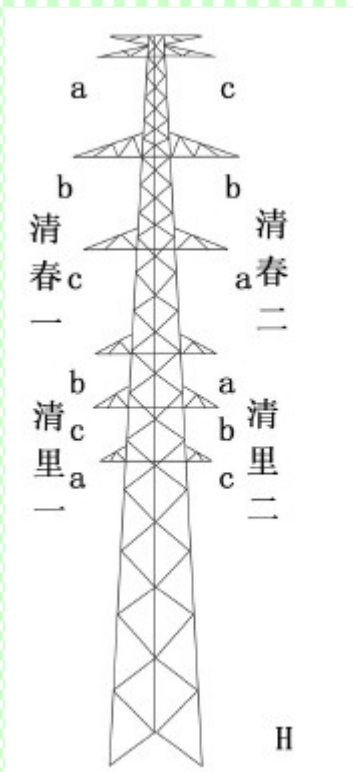


图 1-1

# 线路金具



清春清里220/110同杆4回线路



500kV同杆双回紧凑型线路

江南东南500kV同杆双回线路

(2) 锚固金具，又称紧固金具或耐张线夹。这种金具主要用来紧固导线的终端，使其固定在耐张绝缘子串上，也用于避雷线终端的固定及拉线的锚固，如图 1-2 所示。锚固金具承担导线、避雷线的全部张力，有的锚固金具亦作为导电体。

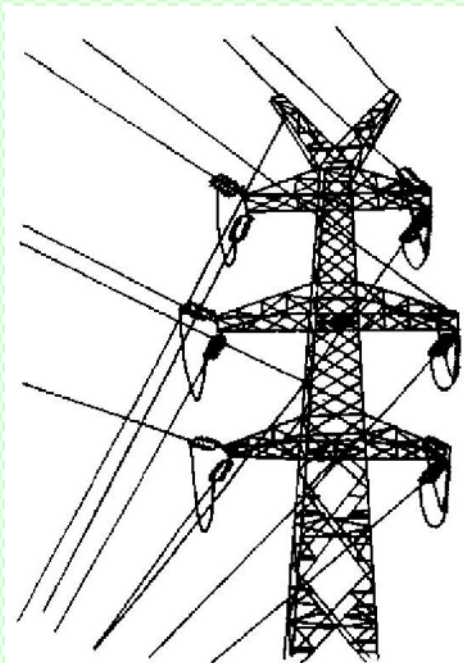


图 1-2



# 线路金具

(3) 连接金具，又称挂线零件。这种金具用于绝缘子连接成串及金具与金具的连接。它承受机械载荷。

(4) 接续金具。这种金具专用于接续各种裸导线、避雷线。接续金具承担与导线相同的电气负荷，大部分接续金具承担导线或避雷线的全部张力。

(5) 防护金具。这种金具用于保护导线、绝缘子等，如保护绝缘子用的均压环，防止绝缘子串上拔用的重锤及防止导线振动用的防振锤、护线条等，如图 1-3、图 1-4 所示。

# 线路金具



绝缘子、均压环、  
悬垂线夹



防振锤安装



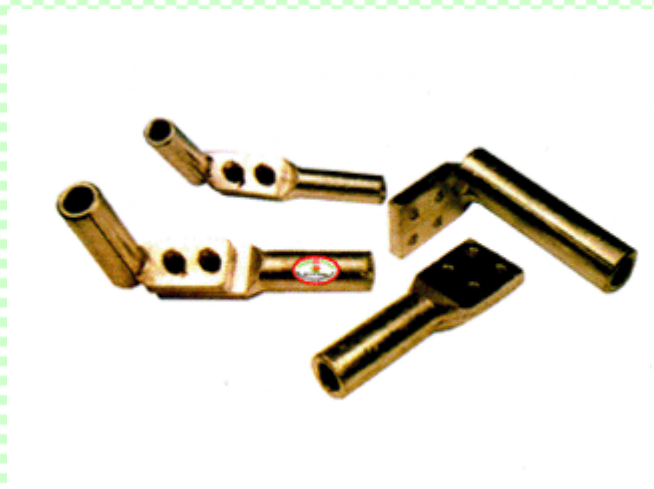
间隔棒安装

# 线路金具

(6) 接触金具。这种金具用于硬母线、软母线与电气设备的出线端子相连接，导线的T接及不承力的并线连接等。这些连接处是电气接触。因此，要求接触金具有较高的导电性能和接触稳定性，如图 1-5 所示。



铜铝t型线夹



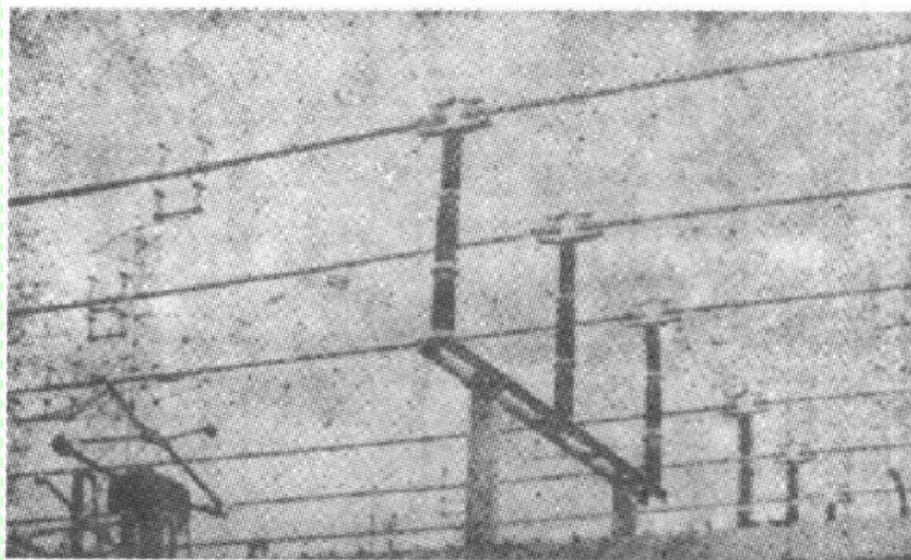
ty系列压缩型t型线夹

# 线路金具



# 线路金具

(7) 固定金具（如图 1-6 所示），亦称电厂金具或大电流母线金具。这种金具用于配电装置中的各种硬母线或软母线与支柱绝缘子的固定、连接等，大部分固定金具不作为导电体，仅起固定、支持和悬吊的作用。但由于这些金具是用于大电流，故所有元件均应无磁滞损失。



母线固定金具



# 线路金具

## 1.1 金具的分类

金具的分类方法主要按金具结构性能、安装方法及使用范围来划分。主要分为架空电力线路金具和配电装置金具两大体系，共分以下八类：

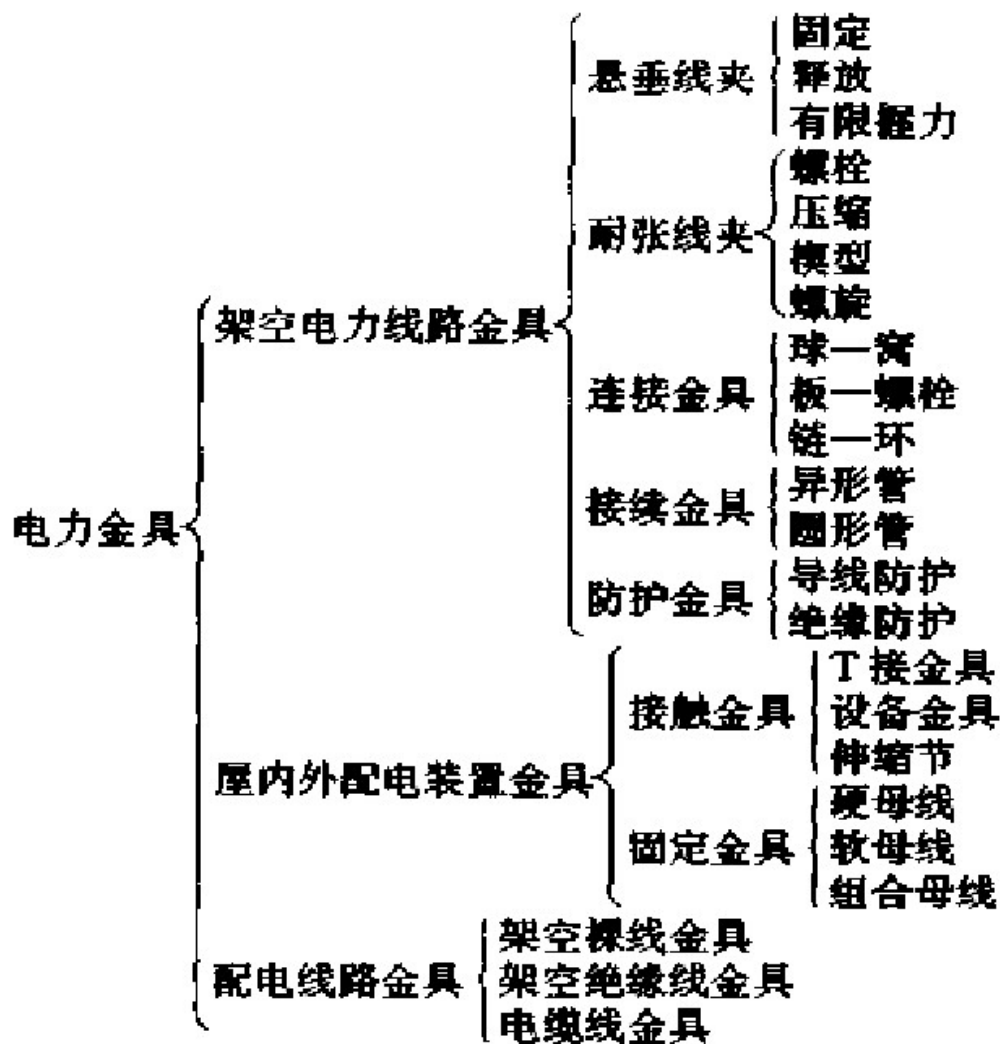
- (1) 悬垂线夹类，以字母 C 表示；
- (2) 耐张线夹类，以字母 N 表示；
- (3) 连接金具类，无分类代表字母，型号首字按产品名称首字，但不与分类代表字母重复；
- (4) 接续金具类，以字母 J 表示；
- (5) 防护金具类，以字母 F 表示；
- (6) T 接金具类，以字母 T 表示；
- (7) 设备线夹类，以字母 S 表示；
- (8) 母线金具类，以字母 M 表示。

以上分类字母作为金具型号编制依据

# 线路金具

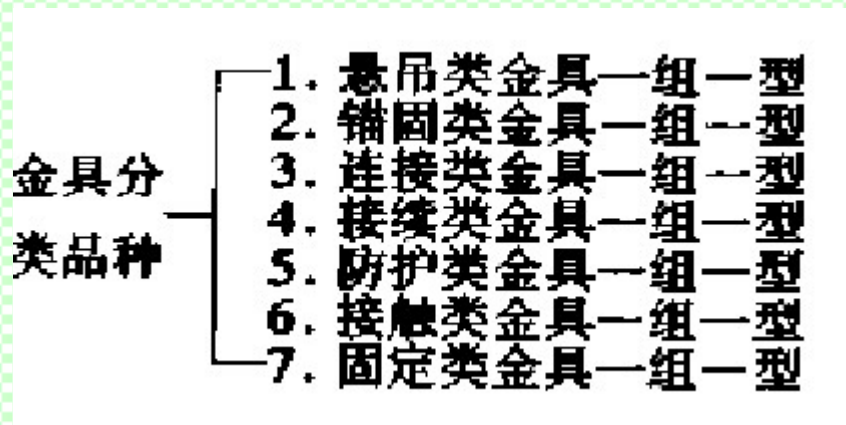
表 1-1

金具分类表



# 线路金具

根据金具的产品规划，其系列以结构性能划分为七大类，每大类分若干组，每组有若干型，每种型按不同安装条件、结构特点、使用范围分为若干形式。金具体系表见表1-2。金具系列表见表1-3。



# 线路全目

表 1-3

金具系列表

类 组	型 式	系列	产品代号
-----	-----	----	------

- 金具分  
类品种
- 1. 悬吊类金具
  - 2. 锚固类金具
  - 3. 连接类金具
  - 4. 接续类金具
  - 5. 防护类金具
  - 6. 接触类金具
  - 7. 固定类金具

1 悬吊	1 固定	01 悬垂线夹 (U形螺丝型)	01	110101
		02 悬垂线夹 (加碗头挂板)	01	110201
		03 悬垂线夹 (加 U形挂板)	01	110301
		04 悬垂线夹 (加强型)	01	110401
		05 悬垂线夹 (双线夹垂直挂)	01	110501
		06 悬垂线夹 (防晕型)	01	110601
		07 悬垂线夹 (坐立型)	01	110701
		08 悬垂线夹 (喇叭型)	01	110801
		09 悬垂线夹 (提包型)	01	110901
		10 悬垂线夹 (楔型)	01	111001

注 系列按强度 (kN) 截面等进行编号, 如 01, 02……; 相应产品代号的最后两位数为系列号, 如 110101, 110102, ……



# 线路金具

## 固定线夹和释放线夹

**固定线夹：** 使导线与横担固定牢固，不能自由滑动；

**释放线夹：** 用在线路正常运行时不能自由滑动，但断线时，绝缘子串中心线偏移到某一角度时，导线被线夹释放，防止杆塔受不平衡力倒杆。

# 线路金具

金具产品代号是根据金具体系分类编制，以方便生产管理和电传数据处理。代号按类型、体系特点划分成类、组、型式，系列等四级，产品型式、系列各用两位数字表示，其余用一位数字表示，即产品型式可以达到 99 种，每种型式的系列（强度、截面等）顺序可以纳入 99 个序号，以达到产品代号不重复。

产品代号表示方法如下：



系列品种序号均从最小值到最大值（如标称荷重、导线截面）

例如 球头挂环 7 级（表示 70kN）  
代号为 310102



# 线路金具

## 1.3 金具的现行标准

原1985年颁布的国家标准GB/T 2314-1985~ GB/T 2345-1985《电力金具》中的产品标准经修改后改为电力行业标准。

## 1.4 金具型号的编制

### 基本要求

(1) 产品的型号应简单明确，能表示产品名称、结构特征和主要参数。

(2) 型号以汉语拼音字母和阿拉伯数字组成，型号中的汉语拼音字母，以汉字的汉语拼音首位字母代表。

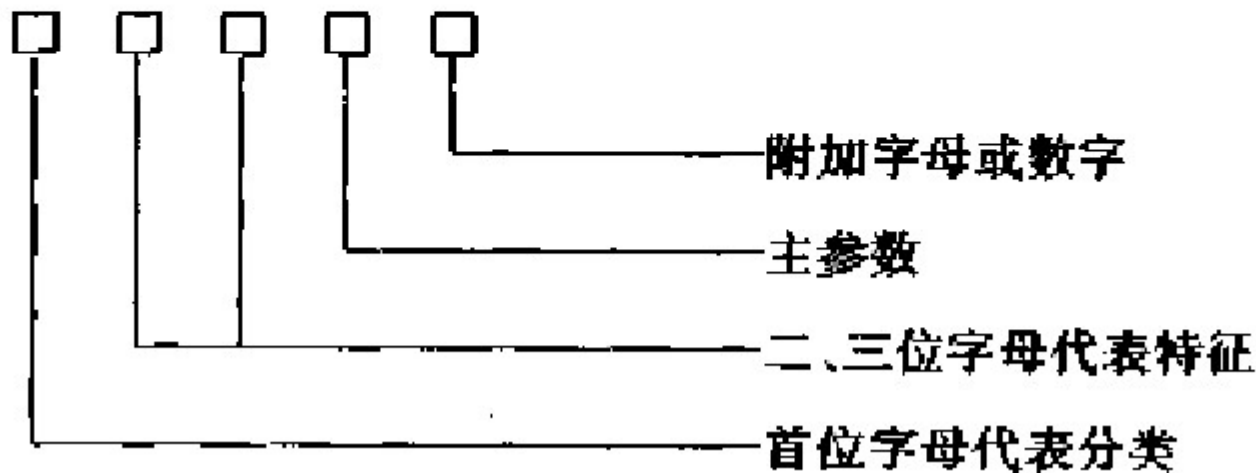
(3) 在型号中出现重复字母时，则以该汉字汉语拼音的第二个字母代表。

(4) 型号编制应有一定的规律性，便于记忆。

(5) 代号（产品编码）的意义统一，型号的构成也基本统一，同一小类或同一大类产品的第一个字母也力求统一，而且尽量做到互不重复。

# 线路金具

根据国标 DL/T 683—1999 《电力金具产品型号命名方法》，金具产品型号由1~3个汉语拼音字母及阿拉伯数字、附加字母或数字组成。



其中首位字母和数字是基本组成部分。根据产品情况，基本部分不能说明时，可在首位字母后加上第二、三位字母，在数字后边加上附加字母来表示。



# 线路金具

<http://www.docin.com/p-5232546.html>

<http://120.64.245.122/sdx1/new/class.asp?fn=220&fn2=389&fn1=389>

## 二 绝缘子



## 2.1 绝缘子分类

绝缘子是输电线路绝缘的主体，其作用是悬挂导线并使导线与杆塔、大地保持绝缘。

绝缘子不但要承受工作电压和大气过电压作用，同时还要承受导线的垂直荷重，水平荷重和导线张力。

绝缘子必须有良好的绝缘性能和足够的机械强度。



# 线路金具

绝缘子一般采用瓷和钢化玻璃，也有合成材料的。  
架空输电线路常用的绝缘子有：**针式绝缘子、悬式绝缘子、蝶式绝缘子、瓷横担绝缘子**等。用硅橡胶做裙边的轻质**合成绝缘子**也正逐步使用。

# 线路金具

蝴蝶式绝缘子



针式绝缘子



玻璃绝缘子



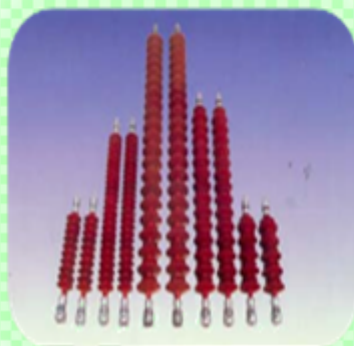
瓷横担绝缘子



针式绝缘子



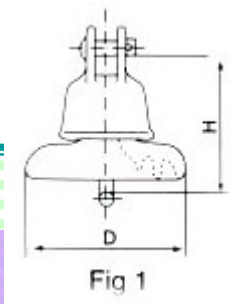
硅橡胶复合棒式绝缘子



蝴蝶式绝缘子



# 线路金具



1、瓷质悬式绝缘子：普通型、防污型  
 产品型号表示方法：X-悬式绝缘子；XP-按机电破坏负荷（t）表示；D-避雷线用；W-防污型；字母后数字为机电破坏负荷。数字后C表示槽数。（如型号：XP-70）

产品型号		XP-70C	XP-70T	XP-100	XWP2-70C	XWP2-70	XWP1-100	XWP1-120	XHP-70
工厂代号		1020 7	1020 9	102 13	10241	10243	10244	10245	10246
图号		4	5	4	6	7	7	7	8
主要尺寸	公称结构高度H	146	146	146	160	146	160	160	146
	瓷件公称盘径D	255	255	255	255	255	255	230	255
连接形式标记		16	16	16	16C	16	16	16	16
最小公称爬电距离		295	295	295	400	400	400	450	432
机电破坏负荷		70	70	100	70	70	100	120	100
打击破坏负荷		565	565	678	-	-	-	-	-
雷电全波冲击耐受电压（峰值）不小于（KV）		100	100	100	50%-120	50%-120	50%-120	50%-120	50%-120
工频一分钟湿耐受电压（有效值）不小于（KV）		40	40	40	45	45	45	45	45
工频击穿电压		110	110	110	120	120	120	120	120
参考重量		5.3	5.4	5.6	7.2	8	8	9	8

2、玻璃悬式绝缘子：普通型、防污型  
产品型号表示方法：字母LXP-玻璃悬式绝缘子；H-钟罩式防污型；字母后数字为机电破坏负荷。（如型号：LXP-70）

## ■ 钢化玻璃绝缘子

主要产品：

70KN—500KN标准型绝缘子

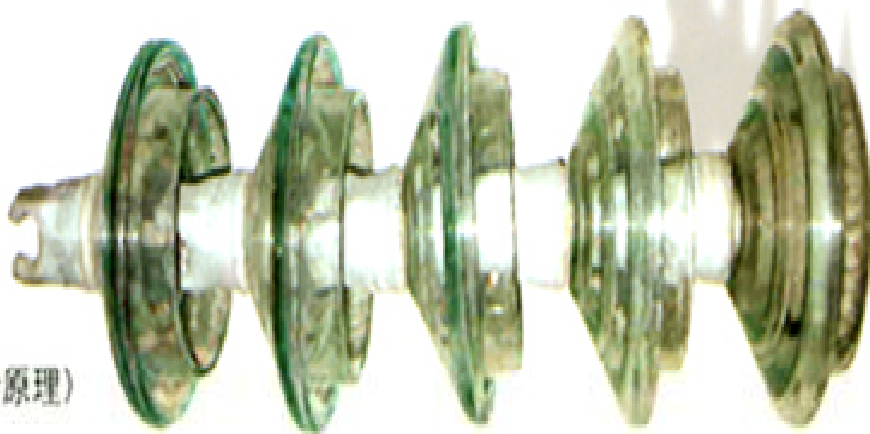
40KN—300KN防污型绝缘子

三伞型绝缘子

160KN—400KN高阻值直流绝缘子

72KV—500KV电站支柱绝缘子（叠装式设计原理）

25KV电气化铁路用棒形支柱



# 线路金具



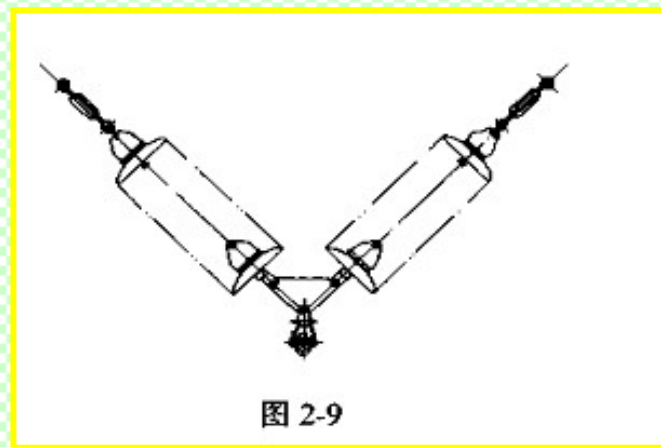
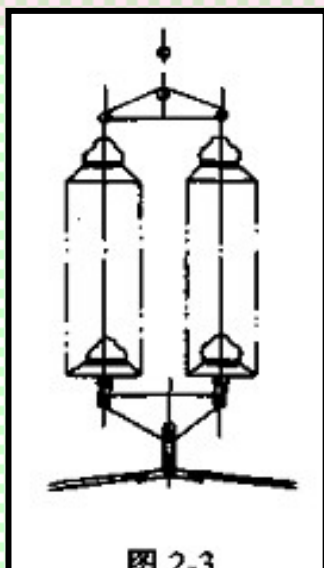
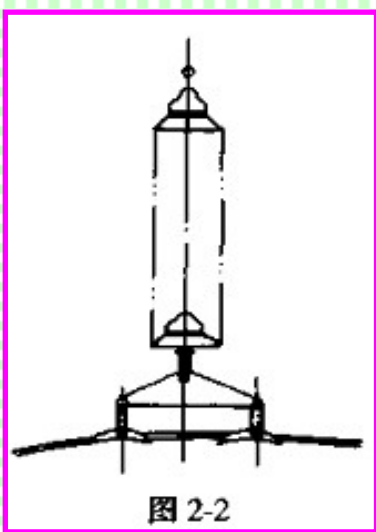
# 线路金具

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。有单串、双串、V形串等。

**耐张绝缘子串：**以锚固的方式支持导线，用于承力杆杆塔。有单串、双串。安装时有正挂、倒挂、

**耐张串绝缘子片数量一般与同等电压悬垂串绝缘子片多1-2片**





# 线路金具

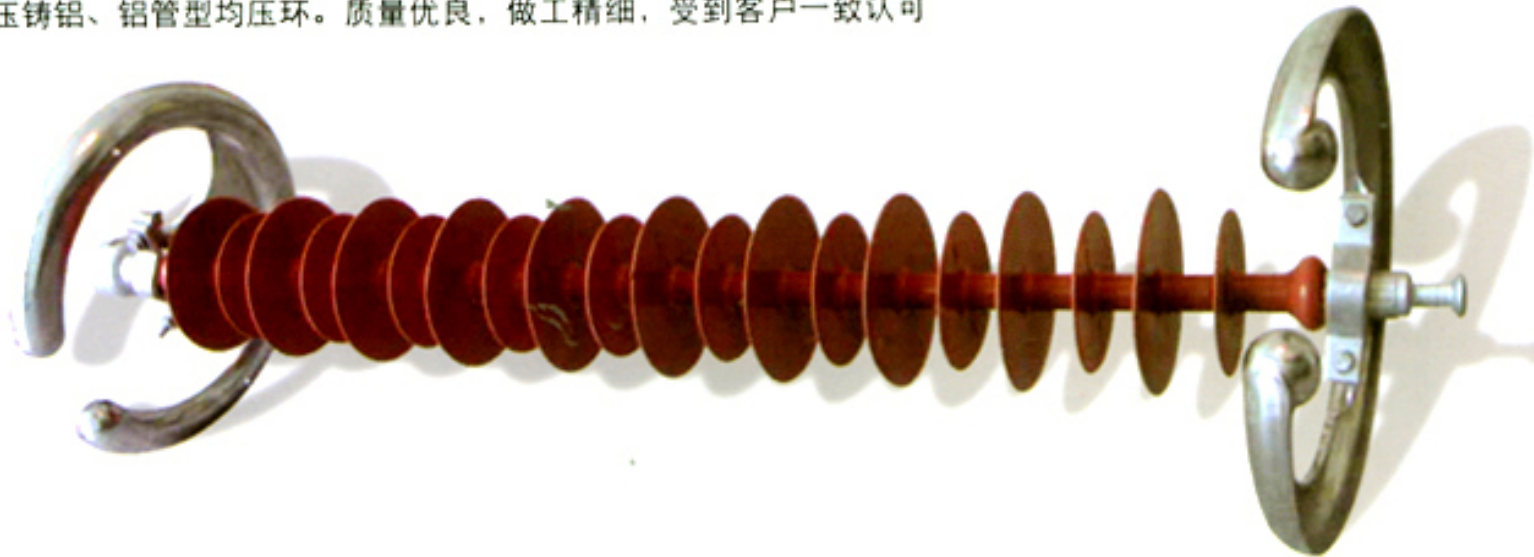
3、棒形悬式合成绝缘子：简称合成绝缘子，是新型绝缘子，由伞盘、芯棒及金属端头三部分组成。（对于110KV及以上的合成绝缘子使用时需配备1-2只均压环以改善电压分布）

**产品型号表示方法：**X-悬式；S-棒形；H-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：有全瓷式和胶装式两种。

## 棒形悬式合成绝缘子

压铸铝、铝管型均压环。质量优良，做工精细，受到客户一致认可



110KV-220KV压铸铝均压环



500KV压铸铝均压环



110KV-220KV铝管型均压环



500KV铝管型均压环



## 2.2 绝缘子串型号、片数和联数的确定

### 1. 地区污秽等级

地区污秽等级主要根据地区的污湿特征、运行经验以及外绝缘表面污秽物的等值附盐密度三个因数综合确定。我国污秽等级分5级。如下表：

## 高压架空线路污秽分级标准

污秽等级	污 秽 条 件		泄 漏 比 距 (cm/kV)	
	污 秽 特 征	盐密 (mg/cm <sup>2</sup> )	中性点直 接 接 地	中性点非 直接接地
0	大气清洁地区及离海岸 50km 以上地区	0~0.03 (强电解质), 0~0.06 (弱电解质)	1.6	1.9
1	大气轻度污染地区、或大气中等污染地区：盐碱地区，炉烟污染地区。离海岸 10~50km 地区，在污闪季节中干燥少雾(含毛毛雨)或雨量较多时	0.03~0.10	1.6~2.0	1.9~2.4
2	大气中等污染地区：盐碱地区，炉烟污秽地区，离海 3~10km 地区，在污闪季节中潮湿多雾(含毛毛雨)但雨量较少时	0.05~0.10	2.0~2.5	2.4~3.0
3	大气严重污染地区：大气污秽而又有重雾的地区，离海 1~3km 地区及盐场附近重盐碱地区	0.10~0.25	2.5~3.2	3.0~3.8
4	大气特别严重污染地区，严重盐雾侵袭地区。离海 1km 以内地区	>0.25	3.2~3.8	3.8~4.5

引入概念-爬电距离：就是沿绝缘子表面的有效绝缘距离，在绝缘子片，支柱绝缘子等等设备的样本上都有爬电距离的参数。



# 线路金具

## 2. 绝缘子串型号

需考虑：线路的运行电压、绝缘子的允许机电荷载和拟承受的外荷载、以及一定的安全系数。

## 3. 绝缘子串片数

绝缘子串片数通常根据设计所要求的工频电压泄漏比距和所选绝缘子单片泄漏距离数值来确定，也可按绝缘子串的污闪电压来选择，同时所选绝缘子串片数还应满足操作过电压要求，并考虑雷电过电压的需要。

# 线路金具

直线杆塔上悬垂绝缘子串的绝缘子数量，应按表 2-1 所列数量选用。

**表 2-1 直线杆塔上悬垂绝缘子串的绝缘子数量**

电压 (kV)		35	60	110	154	220	330	500
绝缘子数量	XP—70 型	3	5	7	10	13	19	—
	XP—160 型	—	—	—	—	—	—	28

表 2-1 中列出的数值适用于架设在一般地区的线路，这时绝缘子串泄漏距离，不应小于 1.6cm/kV（额定线电压）。

在海拔为 1000~3500m 的地区，绝缘子串的绝缘子数量，一般按下式确定  $H$ ——海拔高度 (km)。

$$n_n = n [1 + 0.1 (H - 1)]$$

式中  $n_n$ ——高海拔地区的绝缘子数量 (个)；

$n$ ——海拔 1000m 以下地区的绝缘子数量 (个)；



# 线路金具

## 4. 检验线路的耐雷水平

规程规定，在下列情况下需根据要求增加绝缘子片数。

1) 对装有避雷线的杆塔，当全高超过40m后，每增加10m应增加一片绝缘子。当全高超过100m后，绝缘子数量应结合经验，通过雷过电压的计算来确定。

2) 对无避雷线线路的大跨越档，应比规程规定增加一片绝缘子

3) 耐张绝缘子串需按下列原则确定片数：

对330kV及以下线路，耐张绝缘子串的片数应比悬式绝缘子串多一片；

对550kV线路，按多1-2片考虑；

## 3. 绝缘子串数

1) 悬垂绝缘子串数由以下两个条件决定:

① 按最大垂直载荷进行验算

$$n \geq \frac{K \times \Sigma G}{R}$$

$$\Sigma G = G_n + G_v, \quad G_n = g_7 S l$$

$n$ ——绝缘子串数;

$K$ ——绝缘子的安全系数;

$R$ ——绝缘子的机电载荷;

$\Sigma G$ ——作用于绝缘子串上的载荷;

$G_v$ ——绝缘子串重量;

$g_7$ ——单位长度导线自重、覆冰、风载的综合载荷;

$G_n$ ——直线档距导线垂直载荷 (包括自重、覆冰、风载等综合载荷);

$S$ ——导线总截面;

$l$ ——直线档距 (最大值)。

# 线路金具

## ☆ 绝缘子的机电载荷:

绝缘子在规定条件下同时承受机械负荷 和电压作用而不击穿时所能达到的最大机械负荷。

**表 2-2**      ☆ 绝缘子机械强度的安全系数

绝缘子种类	运行情况	断线情况	绝缘子种类	运行情况	断线情况
瓷 横 担	3.0	2.0	悬式绝缘子	2.0	1.3

绝缘子机械强度的安全系数按下式计算

$$K = \frac{T}{T_{\max}}$$

式中  $T$ ——瓷横担的受弯破坏载荷或悬式绝缘子 1h 机电试验的试验载荷 (kN);

$T_{\max}$ ——绝缘子最大使用载荷 (kN)。



# 线路金具

## ② 按最大垂直载荷进行验算

所选绝缘子串数必须承担导线断线张力，即

$$\frac{nR}{T_n} = K$$

$n$ ——绝缘子串数；

$R$ ——绝缘子的机电载荷；

$T_n$ ——断线张力；

$K$ ——绝缘子的安全系数，导线断线时绝缘子的安全系数可以降低到 1.3。



# 线路金具

## 2) 耐张绝缘子串数的选择

绝缘子串安装在耐张杆塔上时，应承受导线全部拉力。因此，耐张绝缘子串数按下式确定

$$n \geq \frac{KT}{R}$$

式中， $T$  为导线最大拉力； $K$  为绝缘子的安全系数； $R$  为绝缘子的机电载荷。



# 线路金具

## 2.3 绝缘子串组装

线路悬垂绝缘子串