

72.18

HXG

架空输电线路的施工



供电工人培训资料

2

湖南省湘中供电局编

PDG

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

路线是个纲，纲举目张。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

第一章 架空输电线路的基本概念.....	(1)
第一节 电力系统及电力网简介.....	(1)
第二节 输电线路的作用.....	(2)
第三节 架空输电线路的分类.....	(3)
第四节 架空输电线路的主要构造.....	(5)
第二章 电力线路的测量.....	(27)
第一节 线路的路径选择及测量.....	(27)
第二节 经纬仪基本构造.....	(29)
第三节 水准器.....	(40)
第四节 经纬仪的使用方法及注意事项.....	(42)
第五节 经纬仪的校验与校正.....	(52)
第六节 经纬仪使用中的保护与保养方法.....	(67)
第七节 经纬仪在测量上的应用.....	(71)
第八节 输电线路常用的几种术语及平断面图.....	(86)
第九节 施工测量.....	(88)
第三章 基础施工.....	(100)
第一节 土壤的性质.....	(100)
第二节 基坑挖掘.....	(102)
第三节 石坑及坚实土坑爆破.....	(105)
第四节 基础操平找正.....	(113)
第五节 水泥及混凝土.....	(118)
第六节 混凝土施工.....	(135)

第七节	桩基础施工	(151)
第八节	岩石基础施工	(158)
第四章	杆塔组立	(164)
第一节	力的一般常识	(164)
第二节	几种常用起重工具	(178)
第三节	钢筋混凝土杆组立及力的分析	(228)
第四节	铁塔组立	(255)
第五节	杆塔组立的安全注意事项	(265)
第五章	架线	(268)
第一节	放线	(268)
第二节	导线及避雷线的连接	(276)
第三节	紧线及计算	(319)
第四节	附件安装	(339)
第六章	接地装置施工	(347)

第一章 架空输电线路的基本概念

第一节 电力系统及电力网简介

电力工业的初期，一般都是在需要用电地区(如城市或厂矿等)的附近，建立互不联系的孤立电厂供电。

而现代，随着电力工业的发展，不同种类和不同地点的发电厂都通过电力网并联起来运行，供给各地区所有用户的用电，从而形成一个庞大的电力系统。

电力系统由发电厂、电力网和用电设备三个基本环节组成。电力系统也就是从发电机开始一直到用电设备为止的整个系统的总称。具体地说它包括发电机、配电装置、升压和降压变电站、输电和配电线路以及用电设备等。

其中第一个环节是发电厂。发电厂的种类很多，一般有火力发电厂，水力发电厂和原子能发电厂，现在新发展的还有地下热、太阳能、潮汐、风力等发电厂。在火力发电厂中，是把煤(目前已有直接燃烧原油者)的化学能变为电能。在水力发电厂中，是把从高处流下的水的位能变为电能。原子能发电厂是把原子能变为电能。同样，顾名思义其它类型的发电厂都是采取不同的方法将各种能量转变为电能的。这里就不一一介绍了。

第二个环节是电力网。电力网包括各种不同电压等级的升压和降压变电站和输配电线路，它的作用是把电力从发电厂输送并且分配到需要用电的地方去。因此，电力网是由许多有系统

的线路连接而成,并且包括着各变电站的开关和操作控制设备,计量设备,变电设备以及调整电压等所有电气装置。

通常电力网分为地方电力网和区域电力网。电压不超过35千伏,供电半径一般不超过15~30公里的城市、厂矿及农村电力网等,称为地方电力网。

区域电力网包括孤立的输电系统和具有许多发电厂的电力系统中的电力网,其电压主要是110千伏以上的。

在同一级电力网中,有不同的线路,从电源(发电厂或变电站)到配电点的线路的整体,称为供电网。供电能到各个用户(配电变压器或配电间的入口)的线路整体,称为配电网。

第三个环节是用电设备。用电设备是把电能转换成其它实际需要的能的设备。例如把电能转变为机械能来转动机器;把电能转变成光能来照明;把电能转变成化学能来生产化学物质;把电能转变为热能来炼钢或供给其它工业用热等。

第二节 输电线路的作用

先谈一下什么是输电线路和什么是配电线路。

架设在升压变电站与降压变电站之间的35千伏及以上的电力线路,称为输电线路。

而由降压变电站至各用户之间的10千伏及以下的线路,称为配电线路。

在电力工业中输电线路有以下的重要作用:

- 1.发电厂多数都建立在蕴煤区或水力资源丰富的地方,而各用电区域是非常分散的,并且又远离发电厂,这就提出了一个怎样进行电力输送的问题。一般各电厂发电机发出的电压都为3千伏、6千伏或10千伏。这些电压系统,一般只能供给供

电半径几公里到十几公里的地区用户用电，如要把电能送到几十甚至几百公里以外的地区供给各用户用电则就不行了。为了减少电能和电压输送的损失，就需要将发电机出口的电压通过升压变电站把电压升高到35千伏、110千伏、220千伏、330千伏甚至更高，经过高压或超高压输电线路送到几十甚至几百公里以外的用电中心(如城市及大工矿区等)的区域变电站，然后经变电站一次或两次(甚至三次)降压后，分别供给各用户用电。

因此，需要高压输电线路，把发电厂的电能输送到遥远的用电地区，从而解决发电厂距用电地区远的矛盾，充分就地利用大自然的动力资源，特别是能够有效地利用经济的水力资源，尽量减少煤的耗量与运输。

2. 由于利用高压输电线路把若干个孤立的发电厂及地方电力网联结成大的电力系统，这样就可以减少系统中总的装机容量，安装大容量的机组，来代替加装许多小型的机组，减少单位容量的建设投资，提高机组效率，减少单位电能的燃料消耗和维护费用，减少运行人员，加快建设速度，并更好地利用动力设备。

3. 由于高压输电线路把孤立的若干个地区电力网联结成为大的电力系统，能有效地提高运行的经济性和供电的可靠性。

第三节 架空输电线路的分类

架空输电线路的分类有下列几种：

一、我国根据高压架空电力线路的电压及用途分为两级，如表1—1所示。

表1—1 高压架空电力线路的等级

架空电力线路的等级	架空电力线路规格	
	额定电压(千伏)	电力用户的级别
1	超过110	所有等级
	35~110	一级和二级
2	35~110	三 级
	1~20	所有等级

电力用户分为三级：

第一级：如停止供电时，能造成下列严重后果：危及生命，给国民经济带来重大损失，损坏设备，使大量产品报废，打乱复杂的生产过程，以及使市政生活中要害部门发生混乱。

第二级：如停止供电时，将造成大量减产，工人及机械设备停止工作，工业企业内部运输停顿，以及城市中大量居民的正常活动受到影响。

第三级：凡不属于第一级及第二级的其他用电设备（如非系列生产的车间及辅助车间，小城镇等）。

二、按杆塔上的三相回路的数目分类：（当然两线一地或一线供电者亦包括在内，而分别按一个回路算。）

1.单回路：杆塔上只有一回路三相供电线路称单回路。

2.双回路：杆塔上有两回路三相供电线路称双回路。

但亦有双回路分杆并行的线路。

3.多回路：杆塔上有三个及以上的三相供电线路。

三、按杆塔材料分类：

1.铁塔线路：整条线路都是铁塔。

2.水泥杆线路：整条线路都是钢筋混凝土电杆其横担采用钢结构或木横担以及瓷横担。

3.木杆线路：整条线路都使用木杆，但由于工业上木材需用量大，而木杆线路使用年限短，且维护工作量又大，所以旧有线路均不断用水泥杆更换木杆，新建线路一般均采用水泥杆。

4.轻型钢杆线路：采用元钢和较小的角钢分段焊成轻型钢结构架，组装成杆塔，这种杆塔，是无产阶级文化大革命运动后，通过革命三结合的试验小组实验创造出来的一种新型杆塔，目前还在初用阶段，由于其重量较水泥杆轻，便于运输，故多用于高山和运输困难的地带。

5.混合式杆塔线路：线路杆塔中包括铁塔、水泥杆或轻型钢杆等。

第四节 架空输电线路的主要构造

架空输电线路的主要构成部份是杆塔、基础、导线、绝缘子、金具、防雷保护设备(包括避雷线、管型避雷器等)及接地装置等。

现分别将他们的作用及概念分别简单介绍如下：

一、杆塔的基本概念：

杆塔的作用主要是支持导线、避雷线、横担、绝缘子和金具，使导线保持对地面以及其它设施(如建筑物、桥梁、船桅、管道、电力线、通信线等)应有的“限距”，它承受着导线、避雷线、其它部件以及本身的重量，(转角、终端承力杆还要承受导、地线张力)同时要承受侧面风的压力，因此对杆塔的要求是必须有足够的机械强度。

杆塔的种类根据不同的分类方法分别介绍如下：

1.按杆塔的材料来分类:

(1)木质杆:优点是轻便,投资少。缺点是维护检修工作量大,使用年限短,同时木材在国民经济建设中用处广,而必须节约。因此目前大量使用水泥杆。

(2)铁塔:优点是机械强度大,运输方便,使用年限长,维护工作量较小,但钢材是国民经济建设的重要物质,亦需尽量节约。以支援国家工业化建设。

铁塔的形式一般有:酒杯型、门型、上字型、猫头型、克里姆型、棕树型等。

(3)钢筋混凝土杆:(俗称水泥杆)目前应用最广的是空心圆形水泥杆,它是用钢筋和混凝土在离心滚杆机内浇制而成。这种杆塔的特点是使用年限长,维护工作量小,现在普遍使用。目前正在向预应力薄壳方面发展,以减轻水泥杆的重量并节省钢筋及水泥。

圆形水泥杆的型式一般分为等径杆和锥形杆。各段水泥杆的连接一般多使用焊接,但亦有用法兰盘连接的。

(4)轻型钢杆:详前所述。

2.按杆塔的作用来分类:

(1)承力杆塔:(亦称锚杆)

①耐张杆塔:它的作用是将线路分段及控制事故范围,在事故情况下承受断线拉力。而不致扩展到相邻的另一耐张段。

②转角杆塔:是在线路转角处用的,亦起线路分段和控制事故范围的作用,在正常情况下承受导线及避雷线的角度合力,而事故情况下承受断线拉力。

③终端杆塔:是在整个线路起止点用的经常承受一侧的导线及避雷线的拉力。

④换位杆塔:在耐张杆塔上换位用的,受力情况与耐张杆

塔相同。

⑤分支杆塔：用在线路有分支线处，有耐张杆分支，亦有直线杆分支。但分支方向经常承受导线及避雷线的拉力。

⑥跨越杆塔：用耐张的方式跨越重要的河流、铁路、公路及高压电力线等。这种情况较少，只在特殊情况下使用。

(2)直线杆塔：(在承力杆塔间的杆塔)它在正常情况下主要是承受导线及避雷线的垂直荷重和水平风压荷重。一般分为：

①普通直线杆塔。

②直线换位杆塔，用于导线换位处。

③直线跨越杆塔，用于跨越河流、铁路、公路及高压电力线等处，一般均较普通直线杆塔高。有些地方采用特高直线跨越杆塔。

3.按杆塔是否带拉线分类：分为带拉线和不带拉线两大类。

除铁塔外一般承力杆都带拉线。

直线杆中，对水泥杆来说，一般等径杆均带拉线，而锥形杆均不带拉线。轻型钢杆一般均带拉线。

为什么要带拉线呢？其理由是：

输电线路上的设计最大荷重(例如断线、最大覆冰、最大风速等)并不是经常发生的，而杆塔强度又必须按上述荷重进行设计，这对杆塔的结构和重量均有很大的影响，而带有拉线的杆塔，由于拉线承受了荷载的主要部份，而使杆塔重量大为减轻，节约了大量的钢材和投资，因此，带拉线杆塔具有以下的主要优点：

1.简化了杆塔的类型和结构；

2.减轻杆塔重量，对节约钢材用量有很大的意义；

3.能减小事故(断线)情况下对杆塔的冲击作用；

4.用拉线时，使钢筋混凝土的主要荷载变为中心受压，承

受弯曲力矩甚小，而充分发挥钢筋混凝土结构的抗压强度大的特性，节省大量钢材。

5.在我国广泛采用水泥杆的情况下，使用拉线可使线路机械强度大为增加，简化了电杆的设计、制造和备料工作，并有条件进一步放大线路的档距。

因而目前世界各国均已广泛采用带拉线的杆塔，我国在这方面也积累了很多经验，得到普遍应用。

但带拉线的杆塔尚存有以下几个方面的缺点，有待进一步研究解决：

1.拉线杆塔占地面积大，对农业机械化有妨碍；

2.因需调整拉线及更换锈蚀拉线等，而使运行维护工作量增加；

3.拉棒及镀锌钢绞线锈蚀，特别是有腐蚀性气体和土质的地区尤甚。

4.杆塔的档距：

(1)直线杆(塔)档距：相邻两个杆塔轴线间的水平距离；

(2)耐张杆(塔)档距：相邻两个耐张杆塔之间的距离(也称耐张段)；

(3)水平档距：系指某杆塔相邻两档距之半的和。

(4)垂直档距：系指某杆塔相邻两档距弧垂最低点连线的水平距离。

(5)跨越档距：系指该档距内有被跨越物的档距。

(6)规律档距：系代表该耐张段各档距大小不等情况下的一种代表档距。在这档距情况下，所有档距中的应力是相同的。

二、导线：

导线是架空输配电线路的主要部分，它的作用是传输电流，因为导线是架设在杆塔上的，所以导线要承受较大的机械

荷重。因此要求导线不仅电气性能好，机械强度大，并有较强的抗蚀性能。

导线与杆塔及大地必须绝缘，其绝缘的方法是将导线用线夹卡牢而联接并悬挂于悬式绝缘子上，或者直接绑扎在针式绝缘子上，而绝缘子固定在杆塔上，与杆塔保持一定的空气距离。同时，按照导线的安全应力决定导线的弧垂，以保持导线各点与地面或其它建筑物之间所必要的安全距离(限距)。

1、导线的种类：导线的类别很多，现仅就一般用于架空输电线路上的裸绞线分别加以介绍。

首先谈一下我国裸绞线的型号的代表符号，以便我们今后在工作中易于识别。

裸绞线型号由二段组成，例如：LGJ——240，

其中第一段代表导线材料和特性的代号如：

T——铜 L——铝 G——钢 M——镁

J——绞线 Q——轻型 J——加强型

第二段的数字代表导线的标称截面。

(1)铜绞线：(TJ)在架空线路中，铜导线的导电性能最好，它的硬度和机械强度都比较大，抗蚀性较强，但由于铜是重要的战备物资，其它用途又很广，故要求尽量以铝代铜，因而电力线路中应尽量少用铜线，在架空输电线路中现已不许采用。

铜绞线规范如附表 1 所示。

(2)硬铝绞线：(LJ)其导电性能比铜绞线差，导电率约为铜的60%。优点是比较轻，价格较低廉。但是其机械强度及硬度均较低，因此除用于低压线路外，输配电线路上均不使用。

硬铝绞线规范如附表 2 所示。

(3)钢芯铝绞线：(LGJ)为了克服铝绞线机械强度低的缺

点，将铝绞线的中心加上一部分钢线或钢绞线，从而组合成钢芯铝绞线，使其中铝线部分主要起传导电流的作用，钢芯主要起承受机械荷重的作用，这样一来就导电性能也较好，机械强度也较大了，因此现在钢芯铝绞线在架空输电线路上广泛地使用，但必须注意这种导线外面的铝线由于硬度及耐磨性均较差，在过硬的物体上容易磨坏，因此，放线施工中必须特别防止损坏。

钢芯铝绞线规范如附表 3 所示。

(4) 轻型钢芯铝绞线：(LGJQ) 轻型钢芯铝绞线与钢芯铝绞线比较，相同的标称截面，铝股部份截面基本相等，但其钢芯部分的截面较钢芯铝绞线者小些，相应的其综合拉断力亦较同标称截面的钢芯铝绞线小些，故此叫轻型钢芯铝绞线。其规范如附表 4 所示。

(5) 加强型钢芯铝绞线：(LGJJ) 加强型钢芯铝绞线与钢芯铝绞线比较，相同的标称截面，铝股部份截面基本相等（各种钢芯铝绞线的标称截面均以其铝股截面计算的），但其钢芯部份的截面较钢芯铝绞线者大些，相应的其综合拉断力亦较同标称截面的钢芯铝绞线大些，故此叫加强型钢芯铝绞线。其规范如附表 5 所示。

(6) 镀锌钢绞线：(GJ) 镀锌钢绞线的特点是硬度及机械强度大。其缺点是导电率差，并且钢绞线容易生锈，因而钢绞线必须镀锌，以钢绞线作导线的情况多用于农村输配电线路以及个别特大跨越（如跨江河及山谷等）。

镀锌钢绞线规范如附表 6 所示。

(7) 铝镁合金绞线：(LMJ) 因铝镁合金绞线较硬铝绞线的机械强度大，并能保持质地轻的特点，因而这也是提高铝质导线机械强度的另一途径，但其导电率约比纯铝低 10~12%，

也可以说，这种导线的导电率和重量接近于铝，而机械强度接近于铜，而兼有两者的优点，运行经验证明，这种导线在机械强度方面完全和钢芯铝绞线相当，是很可靠的。应用钢芯铝合金线时效果更好，但其主要缺点是机械强度的裕度较少，运行安全系数较低(无钢心者)，以及性脆，易因振动而造成断线事故，必须有很可靠的防震措施。近来有的国家已把截面为430平方毫米的铝合金线应用于220千伏的输电线路上作导线。

铝合金线规范如附表7所示。

2、导线在杆塔上的排列：

输电线路导线在杆塔上的排列方法，一般采用下列几种：

(1)在单回路的线路上：

①三相导线排列在同一水平面上，称为水平排列，如图1—1所示。

②三相导线排列成三角形，称为三角排列，三角形排列的种类很多，几种常见的如图1—2所示。



图 1—1

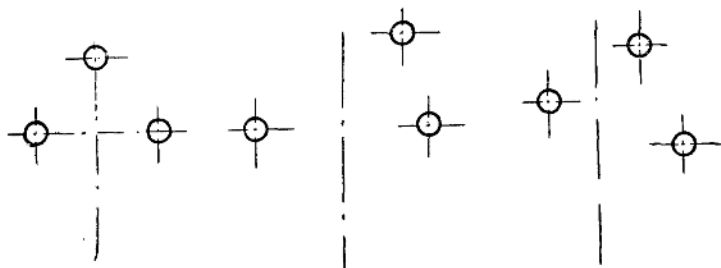


图 1—2

③三相导线排列在垂直方向者，称垂直排列，这种排列的方式在单回路上用得较少。

(2)在双回路的线路上：

①导线的排列成三角形，有正三角形，但亦有斜三角形，如图 1—3 所示

②导线的排列呈正伞形。如图 1—4 所示。

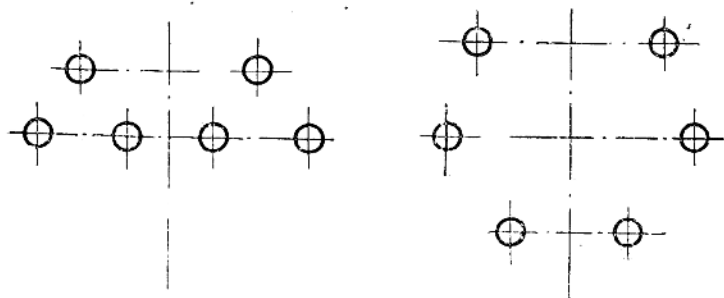


图 1—3

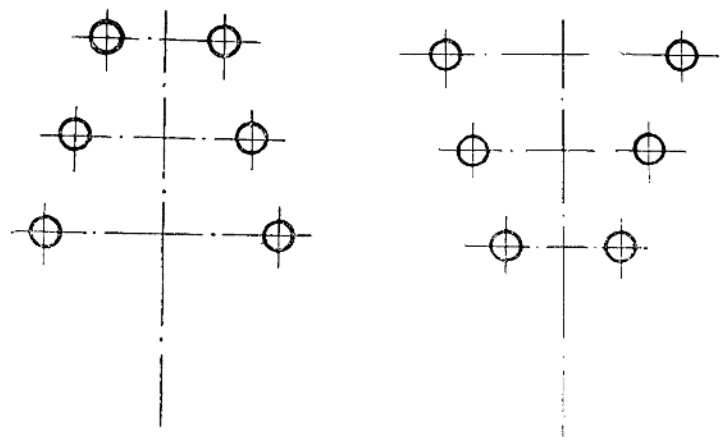


图 1—4

图 1—5

③导线的排列，呈倒伞形。如图 1—5 所示。

上述导线在杆塔上的排列，不论单回路或双回路的线路上，均要求各相导线不在同一垂直面上，以避免导线在覆冰后的冰瘤脱落而引起导线跳动时发生互相碰撞。在覆冰地区导线垂直排列布置时，上下层导线间的水平偏移按不同覆冰条件应保持表 1—2 所列数值。

表1—2 水平偏移值(厘米)

电 压 (千伏)	35	60	110	220
覆冰厚度等于10毫米	35	50	70	150
覆冰厚度等于15毫米	70	90	120	200

注：5毫米及以下的覆冰地区，可按10毫米覆冰地区要求数值适当减少。

不同相导线间的距离一般均按档距中导线接近条件来决定，也就是说决定于线路的电压，杆塔间的距离以及导线在杆塔上的布置方式等，线间距离的要求如表1—3及表1—4中所列的数值，然而铝线及铝合金线以及松弛拉力架设的铜线或铜线，其线间距离一般应比表1—3中所列数值增加20%。

下面再简单的介绍一下导线的换位及分裂导线。

当导线排列不对称时，由于三相导线的每相感抗及导线之间的电容不相等，即使各相的负荷相等，每相的电压降也不相等，在这样的输电线路，为了达到使每相导线的感抗和导线间的电容相等的目的，必须采取导线换位的方法，并且换位的另一个目的是减小输电线路对通信线路的干扰和危险影响。

输电线路换位的方法有在本杆塔上断连跳线换位或利用四基杆塔组成导线在档距中换位以及最近也有设计在两杆塔中间换位者。