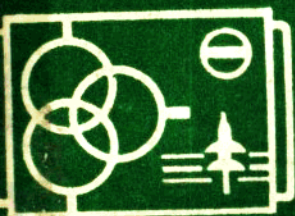


供电类学徒工初级工培训教材



供电线路

上

(试用本)

水电部教育司培训教材编写组

供 电 线 路

(试用本)

上

水利电力部教育司培训教材编写组

供电线路工内容提要

本书共十章，介绍220千伏线路到380/220伏线路包括高低压接户线在内的施工方法和质量要求。第一章介绍常用材料的名称和规格，第二章介绍杆塔的头部装配，第三章介绍常用电器设备的名称和规格。第四章叙述起重、杆塔基础、补强等。第五章从看图、定位、挖坑、立杆、放线、导线接续、防雷、接地直到变压器台、地理线路全面介绍了线路的安装过程，第六章专门谈了铁塔线路的分坑、操平找正、浇制和组装。第七章是停电作业，第八章是带电作业。第九章是测试。第十章是巡视检查与运行记录。全书始终注意了安全、质量和经验总结，适合用作不是电工职业学校毕业的三级以下线路工的培训教材。

本书系沈阳电业局负责，第一章由纪瑞明，第二章、第五章由何宗义，第三章、第七章、第九章、第十章由王庆凡，第四章、第八章由纪瑞明、何宗义，第六章由代行君执笔；经纪瑞明修改、何宗义校阅；北京供电局李绍钧、天津电力局钱璐、东北电业管理局顾三立、吉林电业局杨志华、牡丹江电力技术学校李成祥、上海供电局徐雄白、武汉供电技校肖运新审定的。

82.12.14

供电类学徒工初级工培训教材
供 电 线 路
(试用本)

•

水利电力部教育司培训教材编写组
水利电力部武汉高压研究所印刷厂印刷
(地址武昌鲁巷)

前 言

为了提高水利电力系统学徒工初级工的技术水平，使技工培训工作逐步走向正规化、系统化，我们统一组织编写了水电生产、水电施工、火电生产、火电建设和供电等五类学徒工初级工的培训教材。

这五类培训教材是按照原水利部、原电力工业部颁发的工人技术等级标准中相应的应知技术理论要求编写的。每一工种的培训教材均注意到学徒工初级工两个阶段技术理论教育的系统性和完整性，力求密切联系生产实际，深入浅出，突出工人培训教材的特点。

供电类培训教材包括十七个工种共十八本书。部委托由东北、华北电管局，天津、湖北、湖南电力工业局组织编写，并约请各大区网局和省电力工业局的有关同志参加审稿。

《供电线路》一书，由沈阳电业局记瑞明同志主编。天津市电力局、上海市供电局、西安市供电局、武汉市供电局、长春电业局等单位进行审定。

由于编写时间仓促，又缺乏经验，培训教材中难免存在错误和不妥之处，现以试用本出版，内部发行。希望使用单位和广大读者提出宝贵意见，以便提高再版的质量。

水 利 电 力 部

1983.10月

目 录

第一章 随身工具和常用材料	(1)
第一节 个人随身工具.....	(2)
第二节 杆塔.....	(3)
第三节 横担.....	(13)
第四节 绝缘子.....	(16)
第五节 导、地线.....	(32)
第六节 线路金具.....	(43)
第二章 杆塔头部数配	(75)
第一节 一般要求和规定.....	(75)
第二节 380/220伏配电线路.....	(82)
第三节 10千伏配电线路.....	(91)
第四节 10千伏瓷横担配电线路	(109)
第五节 35千伏送电线路	(119)
第六节 63千伏送电线路	(130)
第七节 110千伏、220千伏送电线路	(135)

第三章 常用电器设备	(139)
第一节 低压保安器	(139)
第二节 跌落式熔断器	(144)
第三节 刀闸	(149)
第四节 高压柱上开关	(150)
第五节 配电变压器	(154)
第六节 箱式变电站	(166)
第七节 避雷器	(171)
第八节 柱上静电电容器	(175)
第九节 耦合电容器	(177)
第四章 起重、拉线、基础	(180)
第一节 力及力矩	(180)
第二节 平衡的条件	(188)
第三节 物体的形变	(189)
第四节 绳扣	(199)
第五节 起重工具、牵引工具	(201)
第六节 拉线与预杆	(210)
第七节 基础	(222)

第一章 随身工具和常用材料

作为一名线路工，首先必须了解我们所供的电的质量标准。电能的质量标准主要有三条：第一是周波，要保证始终如一地以每秒五十赫的频率向用户供应交流正弦波的电。周波的瞬时变动范围手动调频时为正负零点二赫，自动调频时为正负零点一赫。在同一时刻内，一个电网各个部分的周波都是一样的。第二是电压，由于大生产的需要，电压必须有个标准；但是线路本身都有阻抗，也就都有电压降，送端额定电压都要比受端额定电压高些，一个电网各个部分的电压在同一时刻内总是不一样的。一般说的电压都是指受端额定电压，也就是用电设备所承受的电压，送端额定电压，也就是系统电压，一般要比受端额定电压高百分之五或百分之十。我国的受端标准额定电压是380/220伏，10、35、63、110、220、330、500千伏。380伏是指三相四线制相线间的电压，即线电压，220伏是指三相四线制的相线对地电压，即相电压。10千伏到500千伏都是指三相三线制的线间电压。受端电压的变动幅度220伏照明用户是正百分之五到负百分之十，即198伏到231伏；380伏电力用户和10千伏供电用户是正负百分之七，即353伏到407伏和9300伏到10700伏；35千伏及以上供电用户是正负百分之五，即33.25千伏到36.75千伏，69.65千伏到66.15千伏，104.5千伏到115.5千伏，209千

伏到231千伏。第三是可靠，要保证连续不断地向用户供电，千方百计避免事故停电和减少检修停电。

其次识别随身工具、常用材料，通晓它们的功能和规范。现顺次分六节介绍个人随身工具，杆塔；横担；绝缘子；导、地线；线路金具和其它材料。

第一节 个人随身工具

当了线路工，领到一套包括克丝钳子、活搬子、螺丝刀、电工刀的个人随身工具和一根电工皮带、一根安全带（或腰绳），一个三联钳套，一个工具袋后，就该知道如何使用、保管好这些工具，珍惜爱护它们，“工欲善其事，必先利其器”嘛。

一、克丝钳子 线路工使用的克丝钳子一般以200毫米(8吋)规格的最为合适，克丝钳子领来以后，一手拿住死腿，一手把活腿来回转动，让活腿能够平滑自如地绕轴来回转动；如果钳子两边槽口下部不平，妨碍钳口开张，要设法锉平。用时大姆指和手掌顶住活腿外侧，食指、中指、无名指顶住死腿外侧，小指放在死腿内侧，来回推动。剪线时力要均匀直下，防止崩钳口，不要来回拗折。用完要擦拭干净。

二、活搬子 一般以250×30毫米(10吋)规格的最为合适，250是指活搬子的长度，30是指活搬子的最大开口；200×24毫米(8吋)和300×36毫米(12吋)的有时也有用。死口在外，活口在里，拿住活搬子，用姆指把蜗轮向前推，搬口变小，向后拽，搬口变大。用时活搬子要

向里攀，不会失手。如果受地位限制，也可以活口在外，死口在里，但向里攀的力不宜过大，防止损坏。活搬子不能当手槌使，立着打容易把蜗杆口打坏，活搬子的搬口就会合不严实，严重时还会掉下巴。平着打容易产生错口。另外要防止小螺丝遗失，小螺丝一丢，整个活搬子就报废了。

三、螺丝刀 螺丝刀一般以150毫米（6吋）规格的比较合适，螺丝刀不能当凿子使。

四、电刀工 电工刀要自己开口磨快。削线时要平削，不要立削。

由于水泥杆、铁塔的金属材料较多，小组应该配备0.75磅或1磅的手槌。总之，如果珍惜爱护，一套个人随身工具是可使用五年、十年的。至于很多其它专用工具，以后再有有关章节里介绍。

第二节 杆 塔

杆塔是用来支持横担；架空裸导线、架空电缆、架空地线；绝缘子以及装设在线路上的熔断器、刀闸、开关、避雷器、配电变压器、静电电容器、高频阻波器等电气设备，使它们和地面、邻近建筑物保持一定距离的。

一、杆塔分类（甲） 杆塔一般可以按照所用原材料的不同而分为木杆、金属杆、水泥杆三种。

（一）木杆 木杆重量轻、价格低、施工方便、绝缘性能好，但是机械强度低、寿命较短、维修工量较大，一般只使用于380/220伏、10、35、63千伏的线路中。我国

由于木材资源不足,现在已极少使用木杆。

(二) 金属杆 金属杆有钢管杆、型钢杆和铁塔等。金属杆机械强度大,使用年限长、维修工量少,但重量较高、价格较贵。铁塔占地面积较大。目前钢管杆、型钢杆使用尚少,铁塔多用于500、330、220千伏和部分110、63千伏线路中。随着我国各大、中城镇用电负荷密度的不断提高,钢铁企业钢材品种质量的继续增加、改善,加之市区线路走廊日益困难,不可避免地会出现35~110千伏的双回线路,钢管杆、型钢杆和窄基铁塔是很有发展前途的。

(三) 水泥杆(钢筋混凝土杆) 水泥杆能大量节约木材、钢材,使用年限长,维修工量少;就是重量大,施工比较困难。结合我国国情,目前用的最为普遍。380/220伏的低压配电线路和10千伏的高压配电线路以及35千伏的送电线路(输电线路)几乎绝大部分或全部都是采用水泥杆,63和110千伏的送电线路大部分也是采用水泥杆,220千伏的送电线路也有部分是采用水泥杆的。

水泥杆有普通钢筋混凝土杆和浇制前预加一定张力拉伸的预应力钢筋混凝土杆两种,目前,使用较多的是预应力杆。

二、杆塔分类(乙) 杆塔也可以按在线路中的用途分为的直线杆、耐张杆、转角杆、分歧杆(分支杆)、终端杆和特种杆等六种。特种杆包括跨越通航河流、铁路的跨越杆和长距离送电线路的换位杆。(图1-1)

(一) 直线杆 直线杆又叫中间杆。一个没有转角、分歧、特殊杆的线路耐张段中,除去两端的两基杆塔外,

都叫做直线杆。直线杆只考虑承受导、地线的垂直荷重以及线路垂直方向风力的水平荷重，不考虑承受顺线路方向的导、地线拉力。

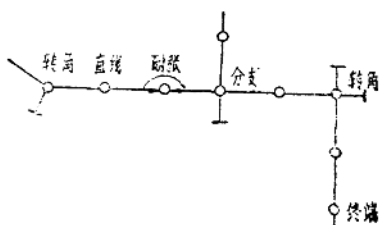


图 1-1

（二）耐张杆

为了防止线路断线时，整个线路的杆塔顺线路方向倾倒，必须在一定距离的直线段的两端设置能够承受断线时顺线路方向的导、地线拉力的杆塔，把断线影响限制在一定范围以内，这种杆塔叫做耐张杆。两个耐张杆之间的距离叫做耐张段，10千伏高压配电线路一般为一到两公里，35~220千伏送电线路一般为三到五公里。采用V型串的330、500千伏送电线路和部分220千伏送电线路的耐张段可以长些。在正常情况下，耐张杆承受的荷重可认为和直线杆相同。但在断线情况下应能承受顺线路方向的导、地线拉力。

（三）转角杆 线路转角处的杆塔叫做转角杆。正常情况下转角杆除承受导、地线的垂直荷重和内角平分线方向风力水平荷重外，还要承受内角平分线方向导、地线全部拉力的合力。转角杆的角度是指原有线路方向的延长线和转角后线路方向之间的夹角。

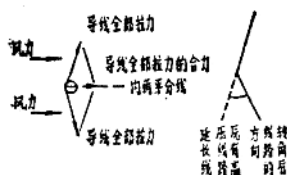


图 1-2

（图 1-2）

(四) 分歧杆 线路分支处的杆塔叫做分歧杆。正常情况下分歧杆除承受直线杆所承受的荷重外，还要承受分支线导、地线的垂直荷重、水平风力荷重和顺分支线方向导、地线的全部拉力。(图 1—3)

(五) 终端杆 线路终端处的杆塔叫做终端杆。终端杆除承受导、地线的垂直荷重和水平风力外，由于只有一侧有导、地线，所以顺线路方向要承受全部导、地线的拉力。

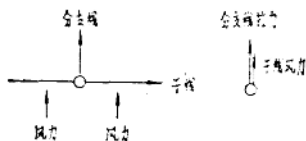


图 1—3

(六) 特种杆 用于跨越铁路、通航河道、公路和电力线等大跨度需要特殊考虑的杆塔和长距离送电线路的换位杆塔叫做特殊杆。

三、水泥杆的规格 铁塔按设计图纸在加工厂加工后运往现场组装，将在第六章里介绍。电杆的规格一般是长度、梢径(方杆为边长)、根径(方杆为边长)、破坏弯矩四种。长度的单位是米，梢径、根径的单位是毫米(边长的单位也是毫米)，破坏弯矩的单位是吨·米。由于水泥杆的重量大，所以有时又加上参考重量，单位是公斤。破坏弯矩是指能使水泥杆破坏的弯矩，有的地方也用容许弯矩，容许弯矩是指水泥杆允许承受的弯矩，等于破坏弯矩除以安全系数。

根据我国具体情况，今后改建、新建配电线路，一般只能采用水泥杆；改建、新建35至110千伏的送电线路，绝大部分也要采用水泥杆，因此重点介绍水泥杆的情况。

(一) 配电线路水泥杆 配电线路水泥杆绝大部分都是机械化成批生产的锥型环形水泥杆。锥型环形水泥杆的梢径低压配电线路一般是150毫米，高压配电线路一般是190毫米，个别有230毫米；拔梢度是七十五分之一，即直径每米相差13.3毫米；保护层最小厚度是10毫米；水泥最低标号普通杆是300号，予应力杆是400号。13米以下的不分段；15米的可以分段，超过15米的一般都分段。有些地方还自行生产部分矩形水泥杆，顶部截面大多是150×150毫米，拔梢度大多是大面五十分之一、小面七十五分之一。低压配电线路使用最多的是8米到10米，高压配电线路使用最多的是12米到15米杆。

配电线路水泥杆的型号由第一节的汉语拼音字母和第二节到第四节的数字组成。第一节的字母是B，第二节的数字表示梢径，第三节的数字表示长度，第四节的数字分子表示破坏弯矩，分母O表示不分段，1表示分段的上段，2表示中段，3表示下段。汉语拼音字母一般是有关汉字的汉语拼音的第一个字母，汉语拼音字母所代表的汉字见本章末尾附注1。例如B—19—09—7.3/1表示拔梢，梢径190毫米，长9米，破坏弯矩7.3吨米，上段；B—31—06—11.5/3表示拔梢，梢径310毫米，长6米，破坏弯矩11.5吨米，下段。

要注意的是：1、高压杆有的地区只生产10、12米杆。有的地区只生产11、13、15米杆，并不是每种长度都生产。
2、分两段组合起来的电杆上段的根径要和下段的梢径一致。

(二) 送电线路水泥杆 送电线路水泥杆全部是机械

化成批生产的锥型环形水泥杆或等径环形水泥杆，锥型环形水泥杆一般用在直线杆中；等径环形水泥杆一般用在63千伏和110千伏送电线路的转角杆、耐张杆或终端杆中，有时也用在直线杆中。锥型环形水泥杆的梢径有190毫米和230毫米两种，拔梢度也是七十五分之一，前者用于导线截面较小，后者用于导线截面较大的线路。壁厚一般为45毫米。杆高一般分为15米、18米、21米，各分两段或三段。15米的由一个9米的上段和一个6米的下段组成，18米的由一个9米的上段和一个9米的下段组成，21米的由一个12米的上段和一个9米的下段或一个9米的上段、一个6米的中段和一个6米的下段组成。等径环形水泥杆的梢径有300毫米和400毫米两种，前者用于导线截面较小，后者用于导线截面较大的线路。杆高一般分为18米、21米、24米。直线杆的单杆用一根水泥杆，A型杆、门型杆（Π型杆）各用两根水泥杆。转角杆、耐张杆、终端杆用单杆、A型杆、门型杆加拉线，或采用三联水泥杆或铁塔（图1-4）。一般说来，水泥杆加拉线占地面积并不比铁塔少，

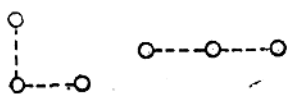


图 1-4

妨碍机耕，而维修工量大，优越性并不显著。为了适应不同导线截面拉力不同的需要，几何尺寸一样的各段的配筋可不一样，因而破坏弯矩也不一样，认料时要特别注意，以免错领，可能造成倒杆断线事故。现在把常用送电线路锥型和等径水泥杆的规格分别列表如下：

表 1—1 送电线路常用锥型水泥杆规格表

型 号	梢 径 (毫米)	根 径 (毫米)	长 度 (米)	破 坏(吨 弯矩)	参 考 重量 (公斤)
B—19—09—7.3/1	190	310	9(上段)	7.3	800
B—19—12—8.7/1	190	350	12(上段)	8.7	1100
B—23—09—8.7/1	230	350	9(上段)	8.7	900
B—23—09—9.7/1	230	350	9(上段)	9.7	900
B—35—06—15.7/2	350	430	6(中段)	15.7	840
B—35—06—18.3/2	350	430	6(中段)	18.3	840
B—31—06—11.5/3	310	390	6(下段)	11.5	740
B—31—09—14.9/3	310	430	9(下段)	14.9	1200
B—35—06—12.2/3	350	430	6(下段)	12.2	840
B—35—06—14.5/3	350	430	6(下段)	14.5	840
B—35—09—13.7/3	350	470	9(下段)	13.7	1300
B—35—09—16.4/3	350	470	9(下段)	16.4	1300
B—35—09—19.2/3	350	470	9(下段)	19.2	1300
B—43—06—23.1/3	430	510	6(下段)	23.1	1000

表中型号栏里文字和数字的意思和配电线路水泥杆一样。15米单杆可用B—19—09—7.3/1和B—31—06—11.5/3或B—23—09—9.7/1和B—35—06—14.5/3各一段组合；18米单杆可用B—19—09—7.3/1和B—31—09—14.9/3或B—23—09—8.7/1和B—35—09—16.4/3或B—23—09—9.7/1和B—35—09—19.2/3各一段组合；21米单杆可用B—19—12—8.7/1和B—35—09—16.4/3各一段或B—23—09—9.7/1、B—35—06—18.3/2和B—43—06—23.1/3各一段组合，作为35、63千伏的直线杆。(图1—5)。

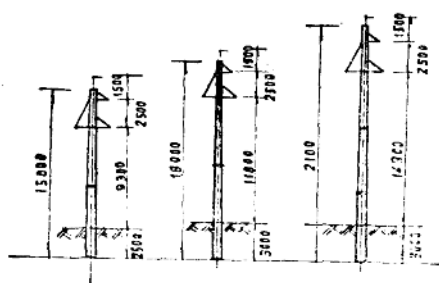


图 1—5

18米单杆也可
用 B23—09—
8.7/1 和 B35
—09—19.2/3
各一段组合，
21米单杆也可
用 B23—09—
8.7/1、B35—
06—18.3/2和

B43—06—23.1/3各一段组合，作为110千伏的直线杆。
18米A型杆可用B—19—12—8.7/1和B35—06—12.2/3各
一段组成的两根水泥杆组合，21米A型杆可用B19—12—
8.7/1和B35—09—13.7/3各一段组成的两根水泥杆组合，
作为63千伏的直线杆。（图 1—6）

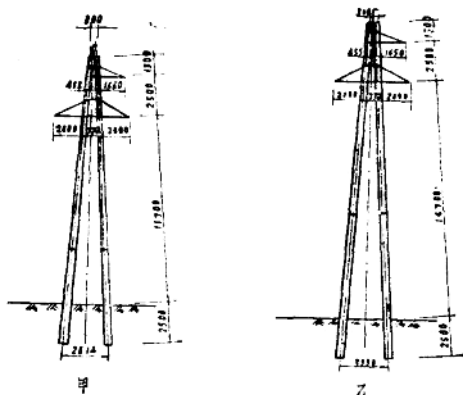


图 1—6