

TM79  
6049

164590

电力工人技术等级培训教材

主 编 林 虔

副主编 丁毓山 孙成宝 金 哲

(初、中、高级工适用)

# 配 电 线 路 工

吕志恒 胡萍 曲福义 韩毅 邢岩 编

水利水电出版社

### 图书在版编目 (CIP) 数据

配电线路工/吕志恒等编. —北京: 中国水利水电出版社, 1997. 5

电力工人技术等级培训教材

ISBN 7-80124-446-X

I. 配… II. 吕… III. 输配电线路-电力工程学-技术培训-教材  
IV. TM75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 06205 号

书 名	电力工人技术等级培训教材 初、中、高级工适用 <b>配电线路工</b>
作 者	吕志恒 胡萍 曲福义 韩毅 邢岩 编
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044)
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	北京市朝阳区小红门印刷厂
规 格	787×1092毫米 32开本 10.625印张 229千字
版 次	1997年8月第一版 1997年12月北京第二次印刷
印 数	7101—12130册
定 价	<b>19.00元</b>

面向二十一世紀

為電力工業

培育優秀職工

張鳳祥

一九九六年

六月

加强职工培训  
提高人员素质  
为电力工业服  
务

李天夫

## 序

中华人民共和国第八届全国人民代表大会第四次会议批准了《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》，《纲要》是国民经济和社会发展的指导方针和奋斗目标，对深化改革，推进两个转变，加强和改善宏观调控，保证国民经济持续、快速、健康地发展，实行科教兴国，促进两个文明建设，有巨大的推动作用。

科教兴国的伟大战略，是党中央的高瞻远瞩。国运兴衰，系于教育，我们正处在新旧世纪的交接时代，面对21世纪科学和技术的挑战，要在激烈的国际竞争中占居主动地位，关键问题在于人才，要实现社会主义现代化的宏伟目标，关键问题还是人才。

电力部门的岗位培训和职工教育是科教兴国宏伟战略中的重要组成部分。当前，电力工业正处在向大电网、大机组、大电厂、超高压、现代化方向发展的时期，新技术不断引进，设备正在更新换代，管理体制和管理方式正在不断地改革和完善，技术和电网运行水平的要求正在不断地提高。面对这种新的发展形势，我们深深感到：电力部门广大工人的技术素质还不适应现代化要求的水平。为此，各电力部门的领导同志，应该充分认识和全面落实“科学技术是第一生产力”的战略思想，要大力加强科教意识和科教投入，大力加强人才培养的力度，把电力的岗位培训和职工教育摆在电力工业发展的重要位置。我们应确信，只有提高电力工业部门广大技

术工人的技术素质，才能从根本上增强电力工业的科技实力，才能增强向现实生产力的转化能力，才能提高电网的管理和运行水平，才能从根本上发展电力工业，才能担负起振兴电力工业的伟大历史任务。

为了做好岗位培训工作，提高广大电力工人的技术素质，我们责成中国水利水电出版社，组织有关专家和富有实践经验的工程技术人员，遵照《电力工人技术等级标准》的要求，编写了这套“电力工人技术等级培训教材”，借以促进和配合电力工人岗位培训工作的开展。

本教材的编写提纲是由中国水利水电出版社组织有关省市电力部门的领导，有关院校的教授，富有实践经验的专家，经几次会议研究确定的。其编写的基本宗旨是：严格遵照《电力工人技术等级标准》，密切联系生产实际，既注意基本技术和技能的训练，又注意有关电力规程和规范的贯彻，使其有助于广大技术工人的技术水平和水平的提高。

要把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来，岗位培训是一项不容忽视的工作，切不可重物轻人，轻人才资源开发。应该在科教兴国的热潮中，满怀信心地把这项工作抓实、抓好，为培养跨世纪的人才，为振兴电力工业，进行不懈的努力！

张统号

# 前 言

《配电线路工》是根据《电力工人技术等级标准》的要求而编写的。在编写中强调基本知识、基本技能、基本操作的训练，从实用角度出发来确定本书的内容，特别对操作要求和操作规程给予充分的注意。书中附了大量的复习思考题，供初级、中级（\*）、高级（\*\*）使用；不作标记者，对三级配电线路工都适用，这对掌握本书的内容和参加等级考核都是必不可少的。

全书共分十四章，第一章至第三章由胡萍同志编写；第四章、第六章由韩毅同志编写；第五章、第七章由曲福义同志编写；第八章、第九章由邢岩同志编写；其余各章由吕志恒同志编写。全书由丁毓山同志统稿。

**特别感谢：**中国电力企业联合会理事长张绍贤为本书作序；全国政协常委、原水利电力部副部长赵庆夫，全国人大代表、原电力部副部长、中国电力企业联合会原理事长张凤祥为本书题词。

限于时间仓促和编者的水平，书中不足之处在所难免，尚望使用本书的读者不吝指正。

编者所要特别申明的是：本书杆塔基础施工的技术和混凝土施工内容节选了水利电力出版社 1983 年出版由阮通同志编写的《10~110 kV 线路施工》的内容；有关经纬仪的内容节选了长春电力学校 1974 年内部出版的《送配电线路施工》讲义。编者在此向有关内容的编者表示诚挚的谢意。

编 者

1996 年 10 月

# 目 录

序

前 言

第一章 架空线路的组成	1
第一节 配电线路的杆塔	1
第二节 导线	7
第三节 绝缘子	13
第四节 金具	14
复习思考题	20
第二章 配电网的功率和电能损耗的计算	23
第一节 负荷曲线	23
第二节 配电线路功率和电能损耗	28
复习思考题	33
第三章 配电网的无功补偿	34
第一节 提高功率因数的意义	34
第二节 无功补偿的经济当量和经济效益	36
第三节 无功补偿容量和位置的确定	39
复习思考题	44
第四章 配电线路中电气设备	46
第一节 熔断器	46
第二节 隔离开关和低压刀闸	49
第三节 柱上油开关	53
第四节 配电变压器	55



第五节 避雷器 .....	72
第六节 箱式变电站 .....	82
复习思考题 .....	90
第五章 重合器与分段器 .....	94
第一节 重合器 .....	95
第二节 重合器的使用 .....	104
第三节 自动线路分段器 .....	109
第四节 配电开关 .....	112
复习思考题 .....	121
第六章 配电线路的施工 .....	122
第一节 电杆基础 .....	122
第二节 电杆的装配 .....	124
第三节 杆塔组立 .....	127
第四节 拉线及其安装 .....	131
第五节 导线架设 .....	143
第六节 接户线 .....	159
复习思考题 .....	164
第七章 配电线路的运行与防护 .....	167
第一节 配电线的防雷 .....	167
第二节 防污 .....	170
第三节 导线的故障及其防止措施 .....	173
第四节 倒杆、断杆和断横担故障及其防止措施 .....	190
第五节 绝缘子故障及其防止措施 .....	193
第六节 跌落式保险器故障及其防止措施 .....	196
复习思考题 .....	201
第八章 检修和事故处理 .....	203
第一节 检修和事故处理工作的组织 .....	203

第二节	线路的基本检修工作 .....	203
第三节	检修和事故处理的安全措施 .....	205
	复习思考题 .....	216
第九章	线路的巡视 .....	218
第一节	配电线路巡视的任务和检查 .....	218
第二节	线路运行的技术管理 .....	220
	复习思考题 .....	224
第十章	配电变压器和柱上油开关的安装和维护 .....	226
第一节	配电变压器的安装前检查 .....	226
第二节	配电变压器的安装和维护 .....	228
第三节	配电线路开关的安装和维护 .....	231
	复习思考题 .....	233
第十一章	接地装置 .....	235
第一节	接地装置的作用和对接地电阻的要求 .....	235
第二节	接地装置的材料和接地体形式 .....	237
第三节	接地装置的施工和维护 .....	239
第四节	接地电阻的测量 .....	243
	复习思考题 .....	244
第十二章	杆塔基础 .....	246
第一节	土壤的种类和性质 .....	246
第二节	基础的形式 .....	254
第三节	基础施工的技术措施 .....	260
第四节	混凝土施工 .....	268
	复习思考题 .....	274
第十三章	弧垂的观测 .....	276
第一节	选择观测档的原则和观测档弧垂的计算 .....	276
第二节	弧垂的观测法 .....	278

第三节	导线对跨越物的垂距测量 .....	285
	复习思考题 .....	290
第十四章	配电线路的测量 .....	292
第一节	经纬仪 .....	292
第二节	光字经纬仪 .....	309
第三节	经纬仪的使用和维护 .....	312
第四节	配电线路的测量 .....	318
第五节	配电线路施工图 .....	322
	复习思考题 .....	325

# 第一章 架空线路的组成

## 第一节 配电线路的杆塔

配电线路的杆塔是用以架设导线的构件。电杆共有铁塔、木杆和水泥杆三种。在配电线路中常用的是水泥杆。由于水泥杆坚固耐用，货源充足，广为采用。而木杆已基本不用。

### 一、电杆的种类

#### 1. 铁塔

由于受一些特殊条件的限制，在配电线路中也需要用铁塔。目前，常用的铁塔有角钢塔及钢管铁塔。铁塔的优点是机械强度大，使用年限长。

#### 2. 水泥杆

水泥杆（钢筋混凝土杆）具有经久耐用、维护容易、运行费用低等优点；其缺点是笨重，增加了施工和运输的困难与费用。

我国目前生产的水泥杆多为圆形空心杆，其规格如表 1-1 所示。

除表中所列的不等径杆外，还有一种等径水泥杆，长 6 m，可以两根或三根接在一起。

表 1-1 水泥杆规格

杆长 (m)	8		9		10		12	15
梢径 (mm)	150	170	150	190	150	190	190	190
底径 (mm)	256	277	270	310	283	323	350	390

## 二、电杆的型式分类

按在线路中位置和用途电杆可分为下列六种。

### 1. 直线杆

设立于配电线路的直线段上。直线杆又称中间杆，用于线路直线中间部分。在平坦地区，这种电杆占总数的 80% 左右。直线杆的导线是用线夹和悬式绝缘子串挂在横担下或用针式绝缘子固定在横担上。这种电杆，在正常的工作条件下能够承受线路侧面的风荷重及导线的重量，但不能承受线路方面的导线荷重。

### 2. 耐张杆

设立于直线段上的若干直线杆之间，或按标准要求组立在安全可靠的地方，尤其是与铁路、公路、河道、管道、索道等交叉处。耐张杆又称承力杆，与直线杆相比，强度较大，导线用耐张线夹和耐张绝缘子串或用蝶式绝缘子固定在电杆上。耐张绝缘子串的位置几乎是平行于地面的，电杆两边的导线用弓子线连接起来。这种电杆，在正常工作条件下能够承受线路侧面的风荷重；它还可以承受导线和架空地线的拉力。耐张杆将线路分隔成若干耐张段以便于线路的施工和检修，耐张段长度一般不超过 2 km。在事故条件下能够承受线路方面的导线荷重。

### 3. 转角杆

设立于线路方向改变的地方。用于线路的转弯处，有直线型和耐张型两种型式。采用哪种型式要根据转角的大小及导线截面的大小来确定。在正常工作条件下，能承受导线拉力产生的角度荷重和线路侧面的风荷重；在事故条件下能承受线路方向导线的荷重。

### 4. 终端杆

设立于配电线路的首端及末端。它是耐张杆的一种，在正常工作条件下能够承受线路方向全部导线的荷重及线路侧面的风荷重。

#### 5. 分支杆

设立于分支线路与主配电线路的连接处。这种电杆，在主干线方向上可以是直线型或耐张型杆，在分支线方向上时则需用耐张型杆，并应能承受分支线路导线的全部荷重。

#### 6. 跨越杆

用于跨越铁路、公路、河流和其他电力线等大跨越的地方。为保证导线具有必要的悬挂高度，一般电杆要加高；为加强线路安全，保证其具有足够的强度，需加装拉线。

### 三、杆长的确定

电杆的总长应由下面四个因素确定。

#### 1. 杆顶与横担所占的高度

最上层横担的中心距杆顶部距离与导线排列方式有关，水平排列时采用 0.3 m；等腰三角形排列时为 0.6 m；等边三角形排列时为 0.9 m。

同杆架设多回路时，各层横担间的垂直距离与线路电压有关，其数值不得小于表 1-2 所列数值。

**表 1-2 多回路各层横担间最小垂直距离 (m)**

线 路 电 压	杆 型	
	直线杆	分支或转角杆
10 kV 间	0.8	0.45~0.6
10 kV 与 380/220 V 间	1.2	1.0
380/220 V 间	0.6	0.3
10 kV 与 通讯线路间	2.0	2.0
380/220 V 与 通讯线路间	0.6	0.6

表 1-3

配电线路与铁路、道路、河流、管道、索

项 目	铁 路		公 路		电 车 道	通 航 河 道	
	标 准 轨 距	窄 轨	一、二 级 公 路	三、四 级 公 路	有 轨 及 无 轨	主 要	次 要
导线最小截面	铝绞线及铝合金线为 35 mm <sup>2</sup> ,						
导线在跨越档内的接头	不应 接头	—	不应 接头	—	不应 接头	不应 接头	—
导线支持方式	双固定		双固定	单固定	双固定	双固定	单固定
最小垂直距离 (m)	项 线 路 电 压	至轨顶		至路面	至承力索 或接触线	至 5 年一遇 洪 水 位	
		至承力索 或接触线			至路面	至最高航行水位 的最高船桅顶	
	高 压	$\frac{7.5}{3.0}$	$\frac{6.0}{3.0}$	7.0	$\frac{3.0}{9.0}$	$\frac{6.0}{1.5}$	
低 压	$\frac{7.5}{3.0}$	$\frac{6.0}{3.0}$	6.0	$\frac{3.0}{9.0}$	$\frac{6.0}{1.0}$		
最小水平距离 (m)	项 线 路 电 压	电杆外缘至 轨道中心		电杆中心至 路面边缘	电杆中心至 路面边缘	与拉纤小路平行 的线路,边导线 至斜坡上缘	
		电杆外缘至 轨道中心			电杆外缘至 轨道中心	最高电杆高度	
	高 压	交叉:5.0		0.5	$\frac{0.5}{3.0}$	最高电杆高度	
低 压	平行:杆高加 3.0		$\frac{0.5}{3.0}$				
备 注			公路分级见城市道路的分级,参照公路的规定		开阔地区的最小水平距离不得小于电杆高度		

- 注 1. 低压配电线路与二、三级弱电线路、低压配电线路与公路交叉的导线最  
 2. 低压配电线路跨越标准轨距的电气化铁路,应按高压配电线路的技术  
 3. 配电线路与弱电线路交叉时,交叉档弱电线路的木质电杆应有防雷措  
 4. 高压电力接户线与工业企业内同电压等级的架空线路交叉时,电力接

道及各种架空线路交叉或接近的基本要求

弱电线路		电力线路 (kV)					特殊 管道	索 道
一、二级	三级	1以下	6~10	35~ 110	154~ 220	330		
其他导线为 16 mm <sup>2</sup>								
不应接头	—	—	—	—	—	—	不 应 接 头	
双固定	单固定	单固定	双固定	—	—	—	双 固 定	
至被跨越线		至 导 线					电力线在上面	
							电力线 在下面	电力线在下面至 电力线上的保护 设施
2.0		2	2	3	4	5	$\frac{3.0}{—}$ $\frac{2.0}{2.0}$	
1.0		1	2	3	4	5	$\frac{1.5}{1.5}$	
在路径受限制地区,两线路边导线间		在路径受限制地区,两线路边导线间					在路径受限制地区,至管、索道任何部分	
2.0		2.5	2.5	5.0	7.0	9.0	2.0	
1.0							1.5	
两平行线路在开阔地区的水平距离不应小于电杆高度		两平行线路在开阔地区的水平距离不应小于电杆高度					①在开阔地区,与管、索道的水平距离,不应小于电杆高度 ②特殊管道指架设在地面上的输送易燃、易爆物的管道	

小截面可采用规程规定;导线支持方式不限制。

标准进行。

施。

户线宜架设在上方。



## 2. 导线的弧垂所需高度

导线两悬挂点的连线与导线最低点间的垂直距离称为弧垂。弧垂过大容易碰线，弧垂过小则会因为导线承受的拉力过大而可能被拉断。弧垂的大小与杆距、导线截面及材料和周围温度等因素有关。一般低压线路的弧垂为 0.6~0.7 m (杆距为 45 m)。在决定电杆高度时，应按最大弧垂考虑。

## 3. 导线与地面或跨越物最小允许距离

为保证线路安全运行，防止人身事故，导线最低点与地面或跨越物间应有一定距离，如表 1-3、表 1-4、表 1-5 所示。

**表 1-4 导线与地面或水面的最小距离 (m)**

线路经过地区	线路电压	
	高压	低压
居民区	6.5	6
非居民区	5.5	5
不能通航也不能浮运的河、湖 (至冬季冰面)	5	5
不能通航也不能浮运的河、湖 (至 50 年一遇洪水位)	3	3
交通困难地区	4.5	4

注 1. 居民区——工业企业地区、港口、码头、火车站、市镇、公社等人口稠密地区。

2. 非居民区——上述居民区以外的地区，均属非居民区，虽然时常有人，有车辆或农业机械到达，但未建房屋或房屋稀少的地区，亦属非居民区。

3. 交通困难地区——车辆、农业机械不能到达的地区。

**表 1-5 导线与山坡、峭壁、岩石之间的最小距离 (m)**

线路经过地区	线路电压	
	高压	低压
步行可以到达的山坡	4.5	3.0
步行不能到达的山坡、峭壁和岩石	1.5	1.0