

基层供电企业员工岗前培训系列教材

配电线路施工

河南省电力公司 组编

戴 泌 主编

孟 昊 主审

专业类



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《基层供电企业员工岗前培训系列教材》是依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》，结合生产实际编写而成的。

本套教材共有 14 册，其中 3 册为实训教材。本册为《配电线路施工》，全书共十个单元，具体内容有：配电线路设计介绍、经纬仪的使用及线路复测分坑、线路器材运输、线路施工常用工机具、基础施工、杆塔组立、导线和避雷线架设、接地装置施工、柱上变压器台及其他设备安装、低压配电线路等。

本书可作为基层供电企业新员工、复转军人入职培训用书和生产技能人员提升职业能力的培训用书，也可供电力职业院校教学参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

配电线路施工/戴泌主编；河南省电力公司组编. —北京：中国电力出版社，2010.2

(基层供电企业员工岗前培训系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 9917 - 1

I. ①配… II. ①戴… ②河 III. ①配电线路—工程施工—技术培训—教材 IV. ①TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 237493 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 2 月第一版 2010 年 2 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 11.25 印张 207 千字

印数 0001—3000 册 定价 22.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《基层供电企业员工岗前培训系列教材》

编委会

主任：凌绍雄

副主任：焦银凯 苏国政 常玉田 仝全利

委员：孙永阁 陈水增 王静 张静 张少杰

邓启民 宋素琴 孙卫红 徐文忠 李忠强

吴兵 沈世峰 吴荻 惠自洪 郭海云

付红艳 戴泌 曹国慧

前言

为了增强基层供电企业员工岗前培训的针对性和实效性，进一步提高岗前培训员工的综合素质和岗位适应能力，河南省电力公司组织河南电力工业学校、南阳电力技工学校的教学管理人员及部分教师共同策划、编写了这套基层供电企业员工岗前培训系列教材。该套教材按照电网主要生产岗位的能力素质模型和岗位任职资格标准，实施基于岗位能力的模块培训，提高培训教学的针对性和可操作性，培养具有良好职业素质和熟练操作技能、快速适应岗位要求的中级技能人才。

该套教材针对基层供电企业员工岗前培训的特点，在编写过程中贯彻以下原则：

第一，从岗位需求分析入手，参照国家职业技能标准中级工要求，精选教材内容，切实落实“必须、够用、突出技能”的教学指导思想。

第二，体现以技能训练为主线、相关知识为支撑的编写思路，较好地处理了基础知识与专业知识、理论教学与技能训练之间的关系，有利于帮助学员掌握知识、形成技能、提高能力。

第三，按照教学规律和学员的认知规律，合理编排教材内容，力求内容适当、编排合理新颖、特色鲜明。

第四，突出教材的先进性，结合生产实际，增加新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，力求贴近生产实际，缩短培训与企业需要的距离。

本书共十个单元，着重介绍中压（20、10kV）和低压（380/220V）架空配电网线路施工，兼顾高压（110、35kV）架空配电网线路施工。本书主要介绍了配电网线路设计介绍、经纬仪的使用及线路复测分坑、线路器材运输、线路施工常用工机具、基础施工、杆塔组立、导线和避雷线架设、接地装置施工、柱上变压器台及其他设备安装、低压配电网线路等内容。本书由南阳电力技工学校戴泌编写，由河南电力工业学校孟昊主审。

本书在编写过程中，南阳电力技工学校张少杰、河南电力工业学校惠自洪进行

了具体的组织与指导，在此表示感谢。

由于编写时间仓促，水平有限，难免出现疏漏，敬请读者在使用中多提宝贵意见。

编者

2010年1月

目 录

前言

绪 论	1
------------	---

单元一 配电线路设计介绍	8
---------------------	---

单元二 经纬仪的使用及线路复测分坑	
--------------------------	--

课题一 光学经纬仪及其使用	14
课题二 线路杆塔桩复测	26
课题三 杆塔基础坑的测量	30

单元三 线路器材运输	36
-------------------	----

单元四 线路施工常用工机具	51
----------------------	----

单元五 基础施工	
-----------------	--

课题一 基坑开挖	75
课题二 基坑操平找正	82
课题三 基础施工工艺	85

单元六 杆塔组立	
-----------------	--

课题一 杆塔的组装	91
课题二 杆塔起立	95
课题三 拉线的安装要求	104

单元七 导线和避雷线架设	
---------------------	--

课题一 导线和避雷线的展放	116
课题二 导线和避雷线的接续方法	121

课题三 紧线施工及绝缘子固定	126
课题四 弧垂观测	133
课题五 架空绝缘导线的安装	139

单元八 接地装置施工	144
-------------------------	-----

单元九 柱上变压器台及其他设备安装	
--------------------------------	--

课题一 配电变压器台安装	153
课题二 开关台架及其他设备安装	161

单元十 低压配电线路	165
-------------------------	-----

参考文献	171
------------	-----

绪 论

学习目标

1. 掌握架空配电线路组成。
2. 掌握架空配电线路主要施工工艺。
3. 配电网技术展望。

知识点

1. 架空配电线路组成。
2. 架空配电线路施工工艺流程。

技能点

配电线路组成。

学习内容

从输电网或地区发电厂接收电能，通过配电设施就地或逐级分配给各类用户的电力网称为配电网。配电设施包括配电线路、配电变电站、配电变压器等。

配电网电压一般分为三级，即高压配电网 110、35kV，中压配电网 20、10kV 和低压配电网 380/220V。

根据配电线路的型式不同，可分为架空配电线路和电缆配电线路。本教材主要介绍中、低压架空配电线路施工，兼顾高压架空配电线路施工。

绪论部分概括介绍配电线路施工过程。

一、架空配电线路

电压等级在 110kV 及以下，架设在电杆上或建筑物上专设的线路横担上的供电线路称为架空配电线路。它主要由导线、绝缘子、横担和杆塔等基本功能部件组成。根据电压等级的不同，将 35~110kV 等级的架空配电线路称为高压架空配电线路，将 6~20kV 等级的架空线路称为中压架空配电线路，将 1kV 及以下的架空配电线路称为低压架空配电线路。

（一）架空配电线路主要组成部件

1. 导线

使用较多的是钢芯铝绞线、钢芯铝合金绞线、纯铝线、铝合金线及铜线。在城

市中、低压配电线路上，近年来开始大量推广采用绝缘导线，其导线芯线基本是铜线或铝合金线，外包绝缘多用交联聚乙烯绝缘。也有在低压配电线路上用多根单相绝缘导线绞合成束的成束绝缘导线，或在中压配电线路上，将三相带外屏蔽层的绝缘导线绞合成束的。架空绝缘导线的安装在单元七课题五中介绍。

2. 绝缘子

使用较多的除一般的针式绝缘子、悬式绝缘子外，由于在低压配电线路上大量采用绝缘导线，一种将绝缘子和悬挂金具的功能结合在一起的绝缘金具也已广泛使用。

3. 横担

使用较多的是角钢横担、瓷横担，国外还有用玻璃纤维加强塑料（FRP）制成的耐候型玻璃钢横担。在中压配电线路上，由于瓷横担的推广应用，有的线路只安装瓷横担用的小型金具以代替了习惯使用的铁横担。低压配电线路应用了成束绝缘导线后，已由绝缘悬挂金具取代了传统使用的横担。

4. 杆塔

一般采用的有木杆、钢筋混凝土杆、钢管杆、铁塔等，国外也有用 FRP 制成的耐候型玻璃钢电杆。杆塔间的档距：一般低压配电线路不大于 50m；中压配电线路在几十米至一、二百米左右，中、低压合杆架设的线路杆塔档距按低压配电线路要求架设；高压配电线路档距一般由几十米至几百米不等。合杆架设的线路档距按最低一级电压架空线路的要求决定。在城市架空配电线路上的终端杆或转角杆设置拉线有困难或影响环境美化的，可用钢管杆代替。

（二）架空配电线路结构特点

不同电压等级的架空配电线路的结构各有其特点。

高压架空配电线路上支撑点少，档距较大和导线张力高的线路上需安装导线防振装置。为减小大气过电压对线路的影响，一般对 110kV 线路采取全线架设避雷线的措施，对电压略低的线路则根据各国不同标准，有的全线架设避雷线，有的在变电站进线段内架设避雷线。

中压架空配电线路沿线支接中压用户、配电变电站或配电变压器，因此档距不能太大，线路导线供电方式采用三线供应三相电源，在中压线路上一般每隔一定距离装设有柱上隔离开关、分段器或柱上重合器，使线路一旦发生故障时，能尽快将最短的故障段线路隔离，而对其他段线路恢复供电。

低压架空配电线路由于要向大量低压用户供电，支撑点很多，杆塔档距一般不超过 50m，有的还沿墙或房屋屋檐架设。采用成束绝缘导线的线路还有采用沿墙敷设的，一般都采用三相四线方式供电。有的电杆上还附架有供路灯专用的中压或低

压线路,使同一杆上的导线增加。在低压线路上,有的还设有配电变压器台与台间的低压互馈的并接和开断点,以供万一停电时,在采取措施后可向停电低压线路供电。

二、电缆配电线路

电压等级在 110kV 及以下,以地下敷设的电力电缆为主,包括少量架空电缆构成的供电线路称为电缆配电线路。根据电压等级,电缆配电线路可分为 35~110kV、6~20kV、1kV 及以下的高、中、低压电缆配电线路。

电缆配电线路具有不受自然气象条件的干扰、不占地面线路走廊、不受树木生长的影响、使用安全等明显的优点,它更适用于城市繁华区、重要地段、主要道路、高层建筑区,对市容环境有要求的地区,还适用于架空线路走廊难以解决的地段、严重污秽腐蚀的地段、重点风景旅游区等。

电缆配电线路分支较多,除可利用直埋电缆分支接头分支外,还可采用专设电缆分支箱将电缆多路分支。

电缆配电线路大量用于城市配电网,由于其主要采用地下敷设,而城建地下设施也十分复杂,为掌握线路运行情况以确保安全,建立、健全电缆线路的技术档案十分重要,要从设计、施工开始,在运行过程中随时记录运行、检修或线路变更等情况 and 资料。实现全过程质量管理是非常重要的。我国有一些主要城市的电缆配电线路已建立了自动绘图/设备管理/地理信息系统 (AM/FM/GIS),为应用计算机进行管理积累了经验。

随着城市建设的发展和负荷密度的提高,为提高配电网可靠性,适应城市环境美化的需求,电缆配电线路的发展成为城市建设的重要环节,许多城市结合城网改造先将主要城区的架空配电线路改建为电缆配电线路。我国对城市配电网采用电缆配电线路已做出明确规定。

三、架空配电线路施工工艺流程

架空配电线路施工工艺流程主要包括挖坑、立杆、放线、紧线等施工步骤。有条件的工地应采用机械施工。

1. 挖坑

挖坑有人力开挖、机械开挖和爆破等方法。除坚硬岩石采用爆破方法以外,大部分基坑采用人力开挖,或在城区地下管线无妨碍的坑位和农村施工机具容易到达的坑位,采用机械驱动的螺旋钻挖坑。

2. 立杆

立杆方法有直接起立法、杈杆法、独脚抱杆起吊法、固定人字抱杆起吊法、倒落式人字抱杆起立法及机械起吊法等(见图 0-1)。^①直接起立法:不用工具,由

4~5人用肩和手扛起电杆，适用于长度为7~9m的木杆和轻型水泥杆。②杈杆法：用杈杆立杆，施工简单，适用于长度为10m以下的木杆及轻型水泥杆。③独脚抱杆起吊法：适用于起吊荷重在30kN以下，场地受到限制且不能设置人字抱杆及牵

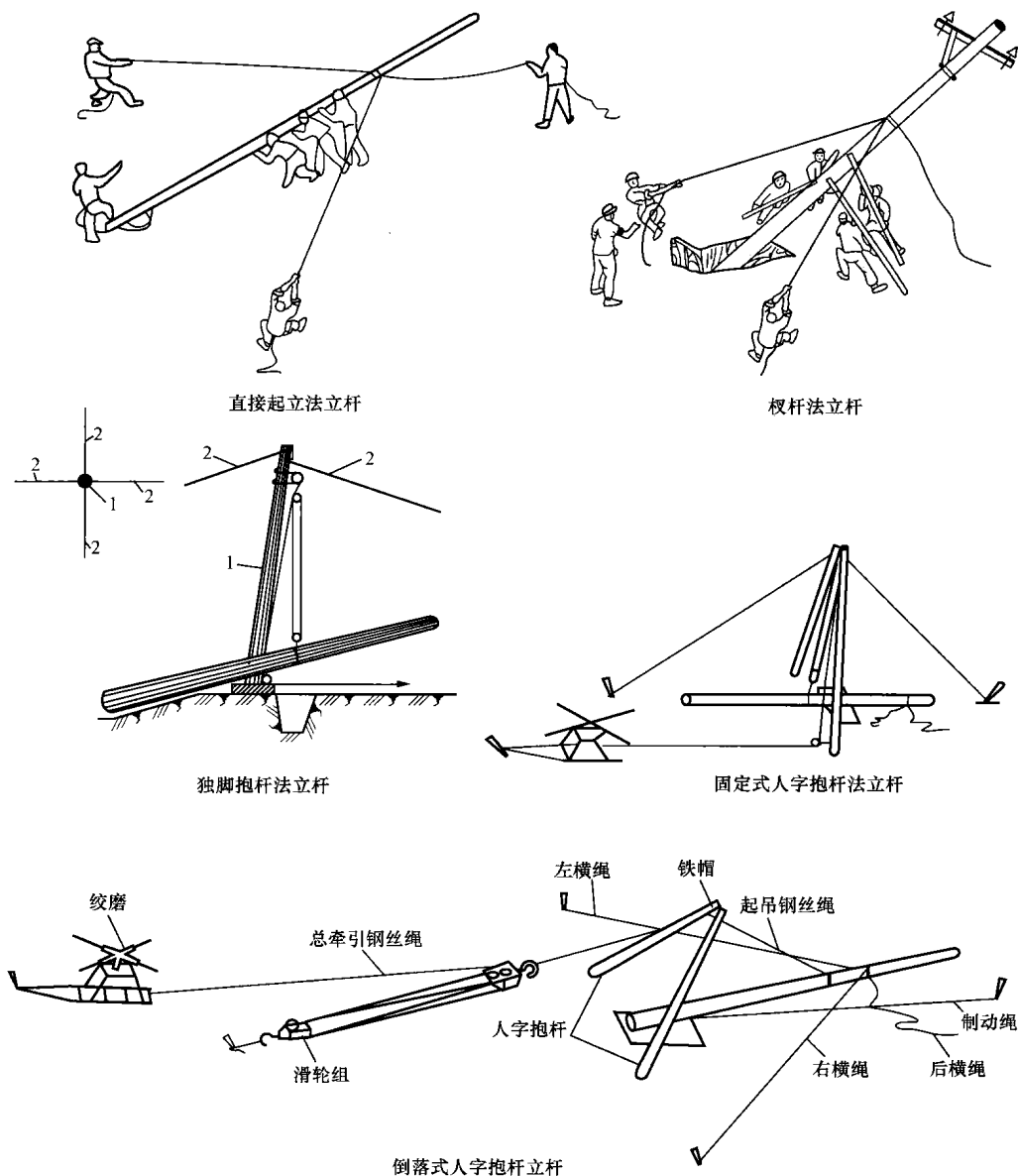


图 0-1 各种立杆方法

引制动装置的场合。④固定人字抱杆法：起吊荷重比独脚抱杆大，抱杆稳定，容易操作。⑤倒落式人字抱杆法：起吊时抱杆不是立起固定的，而是随着总牵引钢丝绳的收紧而使抱杆徐徐起立，同时使电杆竖起。倒落式人字抱杆法可以起吊单杆、双杆及铁塔，抱杆的高度为杆塔重心高度的0.8~1倍，但施工场地较大，所以主要在开阔地区的高压配电线路及输电线路整体组立双杆时应用。⑥机械起吊法：在交通条件许可的地方，应多利用汽车吊或履带式专用吊车，替代上述各种施工方法。在特殊交通困难的地区，也可使用专用直升飞机起吊杆塔。

3. 放线

常用的放线方法有地面拖线法和张力放线法两种。①地面拖线法：利用人力或牲畜沿线路直接放线，当沿线地形条件许可时，也可采用汽车或拖拉机牵引放线。②张力放线法：用牵引绳以一定张力牵引导线通过各基杆塔横担上安装的放线滑轮，导线可以不着地放线。张力放线法比较复杂，一般应用在输电线路以及重要交叉跨越处，如跨越铁路、通航河流、主要通信线、电力线等。本教材在单元七中主要介绍地面拖线法放线。

4. 紧线

按照设计的弧垂或相应的拉力将放好的导线收紧。紧线方法是先把导线一端固定在紧线区间起点耐张杆塔的耐张绝缘子金具上，然后在终点线端用人力或机械设备牵引导线的另一端，直到观测档的弧垂达到设计值后，再把导线固定在终点耐张杆塔的耐张绝缘子金具上。紧线施工方法见单元七课题三。

5. 施工验收

施工验收标准主要从以下8个方面检验：①施工器材检验；②施工测量；③杆塔基础；④杆塔组立；⑤拉线安装；⑥导线架设；⑦接地；⑧导线对地距离及交叉跨越。我国现行的施工标准分为两个规范：110~500kV使用《100~500kV架空电力线路施工及验收规范》；35kV及以下使用《电气装置安装工程35kV及以下架空电力线路施工验收规范》。

四、配电网技术展望

1. 现代配电系统的特点和要求

作为直接向最终用户提供电能的关键环节，配电系统在整个电力系统中的作用日显重要，配电站占的投资比例也逐年增加。现代配电系统的发展趋势是：①高压输电线路需要直接进入市区；②配电设施采用紧凑型的外部绝缘的设备和布置；③城市配电网路和变电站地下化；④万一出现事故，尽可能缩小停电范围和缩短停电时间，保证用户的不间断供电；⑤发展配电设备带电作业技术；⑥简化电压等级；⑦确保电能质量的各项指标，如电压、频率、谐波、闪变、电压的骤降等。

2. 配电网技术措施

在配电网生产技术和管理工作现代化的发展方向上,主要技术措施如下:①采用高效能低能耗的设备。例如大额定电流和大短路容量的断路器,主要用于高负荷密度的用电地区;低铁损的变压器;容量大、体积小、占地少的配电装置等。②简化电压层次,并逐步提高配电的电压等级,这也是国际上的趋势。近20多年来,我国在简化电压层次方面取得了显著成绩,很多城市已将原有的220、110、35、10kV四级电压精简为220、110、10kV或220、35、10kV三级电压,原有的3.3、6.6kV电压已绝大部分升压为10kV,在有的新开发区,如苏州工业园区,配电网相对独立,为节约投资和运行费用,中压配电电压选用20kV。国外一些大城市的中压配电电压,正在从10、6.6kV提高到20kV,某些大城市还正在研究以35kV电压进行配电,直接降至低压使用。③高电压深入城市负荷中心,这是大城市用电量大幅度增长后的必然趋势。在市区周围建设若干个大容量变电站,将输电电压直接降为较低的配电电压,例如500/110kV、220/20kV等。④建设坚强的网络结构。为了扩大配电网内主干线路的互通容量,需要建立各级电压的网架结构,即用统一的大截面导线的线路,紧密连接若干个变电站,形成单环网或双环网,正常时开环运行。这样,在不增加电网短路容量的条件下,既可以简化变电所的主接线方式,有效地增加网内变电站的整体储备容量,又能显著提高供电可靠性。⑤配电网自动化技术,是提高配电网管理工作质量和效率以及供电可靠性的现代化技术措施,包括配电网安全监控和数据采集系统(SCADA)、自动绘图/设备管理/地理信息系统(AM/FM/GIS)、计算机辅助营业管理(CSM)、电度计量自动测录(AMR)等。SCADA系统中包括配电网调度自动化的五遥(遥测、遥信、遥控、遥调、遥视)。配电自动化技术的发展,将使配电网的运行管理水平大大提高,世界各国正在继续发展,并不断完善。

目前,国家电网公司智能电网计划正在实施中,到2020年将全面建成统一的“坚强智能电网”。

思考与练习

一、选择题

下列每道题都有4个答案,其中只有一个正确答案,将正确答案填在括号内。

1. 10kV等级的架空线路称为()架空配电线路。

(A) 低压; (B) 中压; (C) 高压; (D) 超高压

2. 低压架空配电线路由于要向大量低压用户供电,一般都采用()供电。

(A) 三相三线方式; (B) 三相四线方式; (C) 一线一地方式; (D) 直流方式

二、判断题

判断下列描述是否正确。对的在括号内画“√”，错的在括号内画“×”。

1. 低压架空配电线路由于要向大量低压用户供电，支接点很多，杆塔档距一般不超过 50m。 ()
2. 为减小大气过电压对线路的影响，所有线路均需全线架设避雷线。 ()

三、问答题

1. 架空配电线路施工一般包括哪几个施工步骤？
2. 架空配电线路主要由哪些基本功能部件组成？
3. 架空配电线路施工主要从哪几个方面检验？我国现行的施工标准分为哪两个规范？

单元一

配电线路设计介绍

学习目标

了解配电线路设计的初步知识。

知识点

1. 配电线路设计施工特点。
2. 架空配电线路设计主要内容。

技能点

配电线路设计的主要内容。

学习内容

对架空配电线路的导线、杆塔、基础和绝缘子的合理选型进行研究，做出设计，然后按照设计图纸进行施工。配电线路的设计施工，要求达到技术上先进可靠、投资省、质量好、满足运行要求。对于初学者本单元可作为了解内容。

一、设计施工特点

高压架空配电线路的设计施工与架空输电线路基本相同，其主要不同点是：高压架空配电线路的电气要求与力学负载均较低；导线对地距离按照交叉跨越物或通行车辆的高度选定，不考虑电场效应的影响；导线最小截面积在 110kV 及以下时不受电晕损耗限制；对导线表面光洁度的要求没有输电线路那样严格，架线施工时导线可以在农田中着地牵引放线；线路档距较小，杆塔相对较轻，施工较方便。

中、低压架空配电线路的电气要求与力学负载随着电压等级的降低亦相应下降，不采用避雷线，档距小，电杆低，导线安全系数大，不需要防振措施，而且线间距离小，负载轻，电杆采用轻型钢筋混凝土杆、木杆或管状钢杆，采用直埋式基础，施工比较简便。

二、架空配电线路设计主要内容

架空配电线路设计主要包括设计标准，气象条件，路径选择，导线选择，避雷线选择，杆塔选择，档距、弧垂和杆高的确定，导线弧垂曲线，线间距离，杆塔基础，绝缘子选择等。

(一) 设计标准

各国电力部门均制订有各自的设计标准。在我国，现行的设计标准分为两个规程：35kV及以上使用《架空送电线路设计技术规程》；10kV及以下使用《架空配电线路设计技术规程》。城市配电线路设计更需符合《城市电力网规划设计导则》的规定。

(二) 线路路径与杆位选择

首先确定好负荷点，然后初步选定供电电源。经过勘察比较后确定最佳的供电方案，绘制出设计图纸。

1. 线路路径选择

- (1) 与街道、城镇、乡村规划相协调，与配电网改造相结合。
- (2) 考虑施工、运行和维护的方便，尽量做到路径短，跨越和转角少，经济合理。
- (3) 不占或少占农田。
- (4) 避开洼地、冲刷地带以及易被车辆碰撞的地段。
- (5) 避开有爆炸物、易燃物和可燃气体的生产厂房、仓库、储罐等。
- (6) 避免引起交通和机耕的困难。
- (7) 尽量靠近道路。
- (8) 尽量避开和不穿越高大树木。

2. 杆位选定

(1) 路径确定后，可用测量工具，如花杆、线尺或经纬仪，参照表1-1所列档距要求，确定杆位。

(2) 在安全的前提下，电杆应尽量靠近被跨越物。当跨越铁路时，杆位与铁路的距离要大于电杆的长度。

表 1-1 中、低压架空配电线路的档距 m

地 区	中压配电线路	低压配电线路	地 区	中压配电线路	低压配电线路
城 区	40~50	30~50	郊 区	60~100	40~60

(三) 配电线路供电半径

为了减少电能损耗和提高供电可靠性，配电线路不能过长。其长度确定后，可采用允许电压降进行校核。

在一般情况下，低压配电线路的供电半径，在城市中心一般不宜大于100m；繁华地区不大于150m，最大不宜超过250m。

(四) 导线排列

中压配电线路的导线一般采用三角或水平排列。低压线路的导线一般采用水平排列。

为了充分利用线路路径，中压和中压、中压和低压、低压和低压线路可以同杆架设。中压和低压配电线路同杆架设时，应是同一回路的电源。中压和中压、低压和低压线路同杆架设宜采用绝缘导线。配电线路导线的线间距离，一般应随着档距的加长而加大。配电线路导线间的最小距离见表 1-2。

表 1-2 配电线路导线间的最小距离 m

电压类型 \ 导线档距	裸 线							绝缘线
	≤40	50	60	70	80	90	100	≤50
中 压	0.6	0.65	0.7	0.75	0.85	0.9	1.0	0.5
低 压	0.3	0.4	0.45	—	—	—	—	0.3

同杆架设的双回路线路可左右或上下排列，中低压同杆架设的线路，电压等级高的在上方，电压等级低的在下方。同杆架设线路横担间的最小垂直距离见表 1-3。

表 1-3 同杆架设线路横担间最小垂直距离 m

电压类型 \ 导线及杆型	裸 线		绝 缘 线	
	直线杆	分支或转角杆	直线杆	分支或转角杆
中压与中压	0.8	0.6	0.5	0.2/0.3 ^①
中压与低压	1.2	1.0	1.0	—
低压与低压	0.6	0.3	0.3	0.2 (不含集束线)

① 绝缘线路，分支或转角杆如为单回线，则分支线横担距主干线横担为 0.3m；如为双回线，则分支线横担距上层主干线横担为 0.2m，距下层主干线横担为 0.3m。

(五) 交叉跨越与接近

导线对地面、建筑物、树木、铁路、道路、河流、管道、索道及各种架空线路的距离，应根据所在地区最高气温情况、最大覆冰情况时的最大弧垂和最大风速情况时的最大风偏计算确定。

(1) 导线与地面或水面的最小距离见表 1-4，本表适用于裸线及绝缘线。

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	
	中 压	低 压
居民区	6.5	6.0
非居民区	5.5	5.0
不能通航也不能浮运的河、湖（至冬季冰面）	5.0	5.0
不能通航也不能浮运的河、湖（至 50 年一遇洪水位）	3.0	3.0
交通困难地区	4.5	4.0