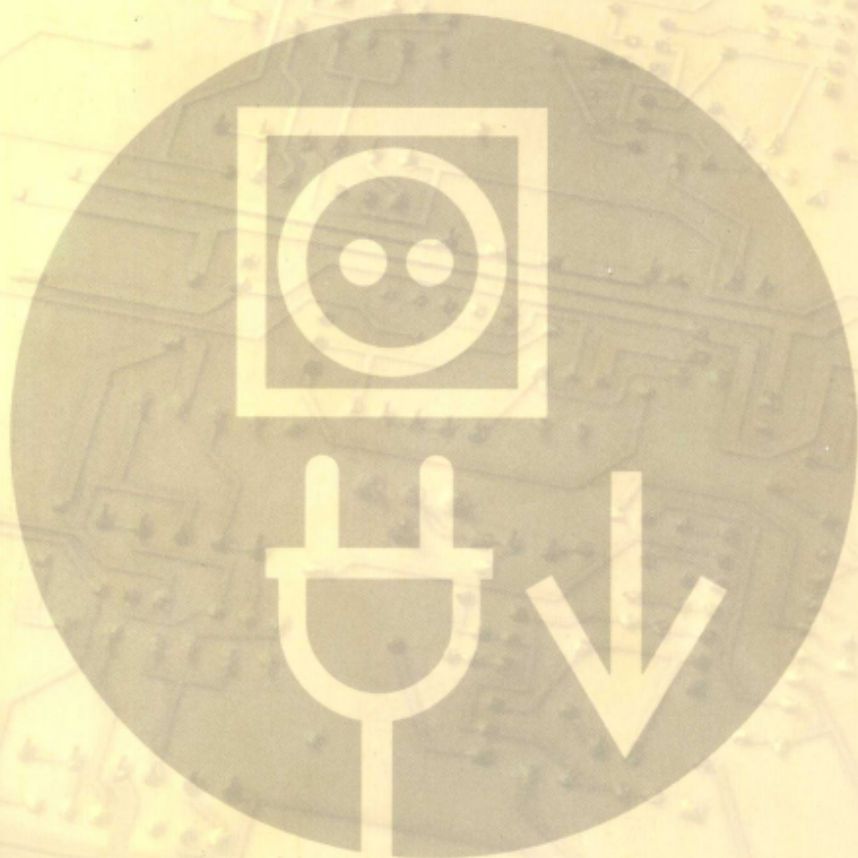


全国高等职业技术学院电工类专业教材

QUANGUO GAODENG ZHIYE JISHU YUANXIAO DIANGONGLEI ZHUANYE JIAOCAI

高级电工技能训练

GAOJI DIANGONG JINENG XUNLIAN



中国劳动社会保障出版社

GAOJI DIANGONG JINENG XUNLIAN

全国高等职业技术学院电工类专业教材

QUANGUO GAODENG ZHIYE JISHU YUANXIAO DIANGONGLEI ZHUANYE JIAOCAI

- 电工基础
- 电子技术
- 工程制图
- 电气测量
- 电气管理知识
- 数控技术
- 单片机原理及接口技术
- 可编程控制技术
- 工厂电气控制技术
- 自动控制技术
- 工厂变配电技术
- 电机原理与维修
- 变频技术
- 高级维修电工基本技能训练
- 高级维修电工专业技能训练
- 高级维修电工综合技能训练
- **高级电工技能训练**
- 电气设备安装技术
- 高电压技术(2005年出版)

责任编辑：傅磊
责任校对：孙艳萍
封面设计：邱雅卓
版式设计：朱姝

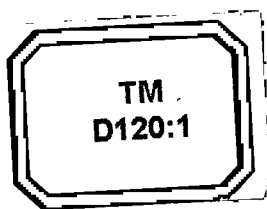
ISBN 7-5045-4447-7



9 787504 544476 >

ISBN 7-5045-4447-7/TM · 236

定价：32.00元



全国高等职业技术院校电工类专业教材

高级电工技能训练

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级电工技能训练/戴仁发主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2004
全国高等职业技术学院电工类专业教材

ISBN 7-5045-4447-7

I. 高… II. 戴… III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 016109 号

中国劳动社会保障出版社出版发行
(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)
出版人: 张梦欣

*

北京乾洋印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.5 印张 535 千字
2004 年 6 月第 1 版 2004 年 8 月第 2 次印刷

印数: 5000 册

定价: 32.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前言

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，推进高等职业技术教育更好地适应经济结构调整、科技进步和劳动力市场的需要，推动高等职业技术学院实施职业资格证书制度，加快高技能人才的培养，劳动和社会保障部教材办公室在充分调研和论证的基础上，组织编写了高等职业技术学院系列教材。从2004年起，陆续推出数控类、电工类、模具设计与制造、电子商务、电子类、烹饪类专业教材，并将根据需要不断开发新的教材，逐步建立起覆盖高等职业技术学院主要专业的教材体系。

在高等职业技术学院系列教材的编写过程中，我们始终坚持了以下几个原则：一是坚持高技能人才的培养方向，从职业（岗位）分析入手，强调教材的实用性；二是紧密结合高职院校、技师学院、高级技校的教学实际情况，同时，坚持以国家职业资格标准为依据，力求使教材内容覆盖职业技能鉴定的各项要求；三是突出教材的时代感，力求较多地引进新知识、新技术、新工艺、新方法等方面的内容，较全面地反映行业的技术发展趋势；四是打破传统的教材编写模式，树立以学生为主体的教学理念，力求教材编写有所创新，使教材易教易学，为师生所乐用。

电工类专业教材主要包括《电工基础》《电子技术》《工程制图》《电气测量》《电气管理知识》《数控技术》《单片机原理与接口技术》《可编程控制技术》《工厂电气控制技术》《自动控制技术》《工厂变配电技术》《电机原理与维修》《变频技术》《高级维修电工基本技能训练》《高级维修电工专业技能训练》《高级维修电工综合技能训练》《高级电工技能训练》《电气设备安装技术》《高电压技术（2005年出版）》等，可供高职院校、技师学院、高级技校电气维修、企业供电等专业使用。教材的编写参照了《维修电工》以及其他相关的国家职业标准，有些教材还配套出版了习题册。

在上述教材编写过程中，我们得到有关省市劳动和社会保障部门、教育部门，以及高等职业院校、技师学院、高级技校的大力支持，在此表示衷心的感谢。同时，我们恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2004年2月

简介

本书为全国高等职业技术学院电工类专业教材，供各类高职院校、技师学院、高级技校相关专业使用。主要内容有：架空配电线路施工与维护，电力电缆施工与维护，变、配电所一次全套工程组织施工，电气二次回路安装、测绘，电力变压器的安装与调试，高压断路器及其操作机构的安装调试，同步发动机的安装运行及维护，变、配电所的运行操作，低压配电装置的选用及安装，三相异步电动机的安装、运行维护和故障处理，中频炉、高频炉、电弧炉特种电气设备和可编程控制器等。

本书也可用于高级技术人才培养。

本书由戴仁发主编，徐国军、王成参加编写；陈重建审稿。

目录

课题一 架空配电线路施工与维护	(1)
一、架空配电线路的组成和要求	(1)
二、配电线路施工图	(13)
三、配电线路的测量	(15)
四、基础施工和杆塔组立	(21)
五、导线架设	(29)
六、接地装置	(37)
七、10 kV 配电变压器台的安装	(42)
八、工程竣工验收	(48)
九、10 kV 配电线路转角杆、终端杆的更换检修	(50)
十、配电线路的运行操作和防护	(54)
十一、配电线路施工、检修技能训练	(64)
课题二 电力电缆施工与维护	(70)
一、电缆的分类	(70)
二、电力电缆线路的敷设	(72)
三、电缆终端头、中接头制作	(77)
四、电力电缆故障判别与处理	(90)
五、电力电缆终端头制作及故障处理技能训练	(101)
课题三 变、配电所一次全套工程组织施工	(106)
一、施工准备	(106)
二、变、配电所施工工序网络图	(112)
三、变、配电所一次母线的安装	(114)
四、高压试验	(123)
五、起动与试运行	(126)
六、工程验收和资料移交	(128)
七、技能训练	(129)
课题四 电气二次回路安装、测绘	(130)
一、测绘二次接线图	(130)
二、主变压器控制屏和保护屏的安装	(136)

三、10 kV 馈线控制保护屏的安装	(138)
四、常见故障的查找与排除	(139)
五、主变压器控制保护屏的安装技能训练	(140)
课题五 电力变压器的安装调试	(143)
一、安装前的准备工作	(143)
二、变压器的安装	(145)
三、变压器器身检查	(150)
四、变压器干燥	(153)
五、变压器油处理	(159)
六、变压器的常规试验	(163)
七、电力变压器的运行操作和事故处理	(179)
八、变压器安装和试验技能训练	(184)
课题六 高压断路器及其操作机构的安装调试	(186)
一、SW2-35 型少油断路器的安装调整	(186)
二、CT2-XG II 型弹簧操作机构的安装调整	(192)
三、ZN3-10(T) 型真空断路器的安装调整	(197)
四、CD 型直流电磁操作机构	(200)
五、SF ₆ 断路器的安装调试	(202)
六、高压断路器的常规试验	(222)
七、高压断路器的运行和故障处理	(225)
八、操作技能训练	(229)
课题七 同步发电机的安装运行及维护	(232)
一、柴油同步发电机组	(232)
二、同步发电机的励磁方式	(233)
三、柴油发电机组的并列操作	(235)
四、柴油同步发电机运行、维护技能训练	(237)
课题八 变、配电所的运行操作	(241)
一、变、配电所的运行管理	(241)
二、变、配电所的运行操作	(243)
三、变、配电所运行的微机监控	(249)
四、较复杂网络的倒闸操作技能训练	(252)
课题九 低压配电装置的选用及安装	(262)
一、低压配电装置选用的一般要求	(262)

二、控制和保护电器的选择·····	(263)
三、照明、动力配电箱的选择与安装·····	(273)
四、低压配电屏的选用·····	(277)
五、低压配电屏的安装技能训练·····	(281)
课题十 三相异步电动机的安装、运行维护和故障处理 ·····	(284)
一、电动机的控制接线及其配套设备·····	(284)
二、三相异步电动机的安装·····	(287)
三、三相异步电动机的起动和运行监视·····	(288)
四、调速的应用·····	(289)
五、40 kW 水泵电动机及控制设备安装实例·····	(295)
六、三相异步电动机的常见故障及其处理·····	(298)
七、安装技能训练·····	(302)
课题十一 中频炉、高频炉、电弧炉特种电气设备 ·····	(304)
一、中频炉电气设备安装·····	(304)
二、高频炉电气设备安装·····	(305)
三、电弧炉电气设备安装·····	(305)
四、特种电气设备的故障排除·····	(307)
课题十二 可编程控制器 ·····	(309)
一、PLC 的结构组成·····	(309)
二、PLC 的工作原理·····	(311)
三、PLC 的技术指标·····	(312)
四、PLC 的基本指令系统·····	(313)
五、PLC 控制程序的编写·····	(318)
六、编程器的使用·····	(324)
七、PLC 控制系统的安装调试·····	(331)

课题一

架空配电线路施工与维护

配电线路一般是指电压在 10 kV 及 10 kV 以下的，由变电所直接供给用户用电的电力线路，它的作用是给用户分配电能。配电线路一般可分为两种类型：一种是架空配电线路，它是通过电杆将导线悬空架设；另一种是电缆线路，它是将电力电缆敷设在地下管道或电缆沟中。配电线路分为高压（1~10 kV）配电线路和低压（1 kV 以下）配电线路。

一、架空配电线路的组成和要求

1. 配电网的基本结构

配电网的供电方式主要决定于供电的可靠性。生产负荷和民用负荷都分为三级：Ⅰ级生产负荷或民用负荷是指突然停电将导致人身伤亡、设备损坏或造成不良政治影响的负荷；Ⅱ级生产负荷或民用负荷是指突然停电将造成较大经济损失的负荷；Ⅲ级生产负荷或民用负荷是指突然停电损失不大的负荷。

Ⅰ级负荷应有两个独立的电源供电，对于特别重要的Ⅰ级负荷，两个独立电源应来自不同的供电点。Ⅱ级负荷一般由两回线路供电，对于重要的Ⅱ级负荷，两回电源线路应引自不同的变压器或母线段；对于重要程度较低的Ⅱ级负荷，如取得两回线有困难，则在装有应急照明的前提下，允许由一回专用线路供电。Ⅲ级负荷对供电电源无特殊要求。

(1) 高压供电的方式

高压供电有放射式、树干式、环式三种常用方式，如图 1—1 所示。

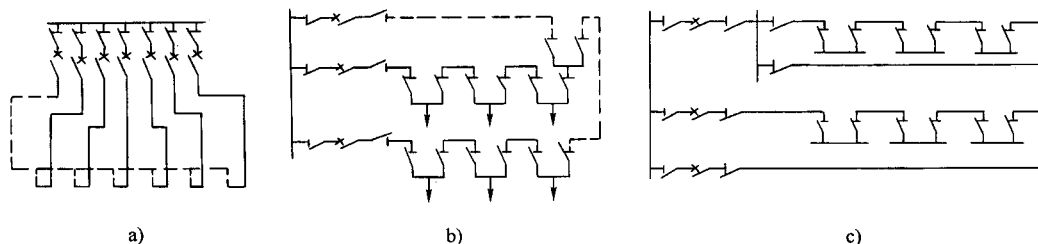


图 1—1 高压供电方式

a) 放射式 b) 树干式 c) 环式

1) 放射式。放射式供电是指经一条母线分别给大型用电设备或配电变压器供电。为了提高供电可靠性，可以像图 1—1a 中虚线那样，敷设一回备用线路。大型企业可采用二级放射式供电。

放射式供电的优点是一回线路上的故障不会影响到其他回路，供电可靠性高；各回路继电保护整定方便，易于实现自动化。

2) 树干式。树干式供电是自一条干线引出若干条支线给用电负荷供电。为了提高供电可靠性，也可敷设一回备用线路（见1—1b中虚线）。树干式供电能节省投资和简化线路结构，但一回线路上的故障会影响到其他线路，供电可靠性较低。

3) 环式供电。环式供电类似于树干式供电。正常时开环运行。与树干式供电不同的是每条干线都各自成环。

(2) 低压配电的方式

低压配电有放射式、树干式、变压器—干线式、链式等配电方式，如图1—2所示。

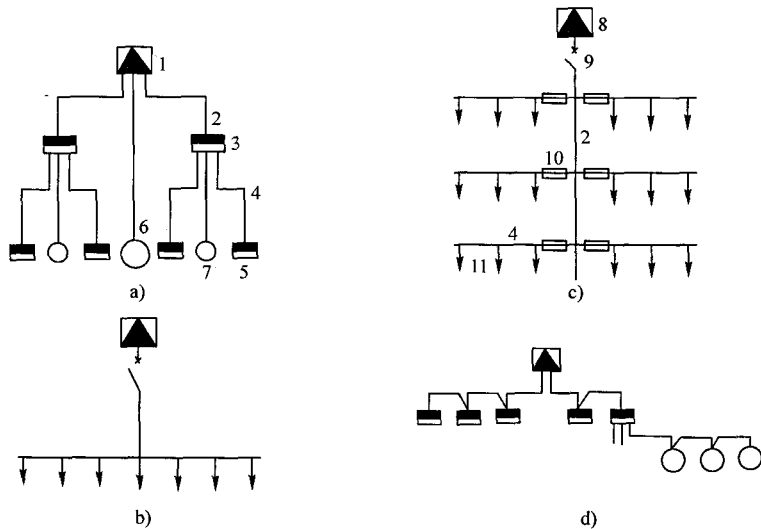


图1—2 低压配电方式

a) 放射式 b) 树干式 c) 变压器—干线式 d) 链式

1—配电室 2—干线 3—主配电箱 4—支干线 5—分配电箱 6—大型设备 7—中型设备 8—配电站
9—低压断路器 10—熔断器 11—配电箱电源线或大型设备电源线

1) 低压放射式。放射式配电如图1—2a所示。图中没有画出接到分配电箱上的支线和小型设备。放射式配电的优点是各线路上的故障不影响其他线路，配电可靠性高；各线路继电保护整定方便，易于实现自动化。

低压放射式配电的应用条件是：

- ① 每台设备的负荷不大，但位于变、配电所的不同方向。
- ② 车间内负荷配置比较稳定。
- ③ 用电设备单机容量较大，但数量不多。
- ④ 车间内负荷排列不整齐。
- ⑤ 所在场所为爆炸危险环境。

2) 低压树干式。低压树干式如图1—2b所示。树干式配电不需要在变、配电所低压侧设备配电盘，直接从变、配电所低压侧经低压断路器或刀开关引出至车间。树干式配电能简化线路结构、能减少设备需要量；其缺点是机动性差，而且一回线路上的故障可能影响到其

他线路，供电可靠性较低。

3) 低压变压器—干线式配电是兼树干式、放射式特点的混合式配电。其配电方式如图 1—2c 所示。这种配电方式适用性强，结构比较简单，应用广泛。

4) 低压链式。低压链式配电如图 1—2d 所示。这种配电方式只适用于车间内相互距离近、容量又较小的电气设备。链式配电只设置一组熔断器，可靠性不高，凡有条件者，应尽量避免采用。下列情况不宜采用链式配电：

- ①用电设备超过 5 台，或总容量超过 10 kW，或最大一台设备的容量超过 5 kW。
- ②同时有单相设备和三相设备。
- ③同时有操作及使用差别很大的用电设备（如有机床和风机等）。

2. 配电线路的杆塔

配电线路的杆塔是用以架设导线的构件。常用的有铁塔和水泥杆两种，在配电线路中因水泥杆坚固耐用、货源充足，因此被广为采用。

(1) 杆塔的种类

1) 铁塔。由于受一些特殊条件的限制，在配电线路中也需要使用铁塔。如分支杆、转角杆、跨越杆、终端杆设置处无法安装拉线时，采用铁塔可免去拉线。目前，常用的铁塔有窄型角钢塔和钢管塔。铁塔的特点是：力学强度大、使用年限长，但造价高。

2) 水泥杆。水泥杆具有经久耐用、维护方便、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和费用。

我国生产的水泥杆多为圆形空心杆，其规格见表 1—1。

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

除表中所列的不等径杆外，还有一种等径水泥杆，长 6 m 或 9 m 一段，可以根据需使用的高度，两根或三根接在一起。

(2) 电杆的形式分类

按在配电线路中位置和用途，电杆形式分为下列六种，如图 1—3 所示。

1) 直线杆。如图 1—3a 所示。设立于配电线路的直线段上。直线杆也称中间杆，用于线路直线中间部分。在平坦地区，这种电杆占整个线路电杆总数的 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质量，但不能承受顺线路方向导线的水平荷重。

2) 耐张杆。如图 1—3b 所示。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、索道等交叉跨越处。

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蝶式绝缘子固定在电杆上。耐张绝缘子串的位置约处于水平状态，耐张杆两侧的导线用跳线进行电连接。这种电杆在正常工作条件下能够承受导线侧面的风荷重，它还可以承受导线和架空

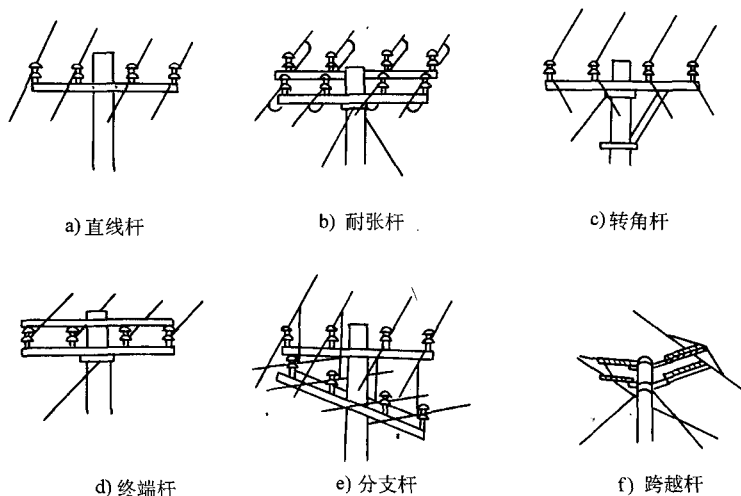


图 1—3 电杆的形式分类

地线的水平荷重。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。在事故情况下能够承受顺线路方向导线的水平荷重。

3) 转角杆。如图 1—3c 所示。设立于线路方向改变的地方。用于线路转角处，有直线型和耐张型两种。要根据转角的大小及导线截面的大小来确定采用哪种类型。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水平荷重。

4) 终端杆。如图 1—3d 所示。设立于配电线路的首端及末端。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水平荷重及线路侧面的风荷重。

5) 分支杆。如图 1—3e 所示。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杆型或耐张杆型，在分支线方向上时，则需要用耐张杆型，并能承受分支线路导线的全部荷重。

6) 跨越杆。如图 1—3f 所示。用于跨越公路、铁路、河流和其他电力线等大跨越的地方。为了保证导线具有必要的悬挂高度，一般电杆要加高；为加强线路的安全，保证其具有足够的强度，需加装拉线，如采用钢管铁塔则不需装设拉线。

(3) 电杆长度的确定

电杆的长度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，水平排列时为 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。

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。弧垂的大小与档距、导线截面及材料和环境

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

的气候条件等因素有关。在决定电杆高度时，应按最大弧垂考虑。一般低压线路的挡距为 45 m 时弧垂值取 0.6~0.7 m。

3) 导线最大弧垂时对地面或交叉跨越时最小允许距离

为保证配电线路的安全运行，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，见表 1—3、表 1—4。

表 1—3

导线与地面或水面的最小距离

m

线路经过的地区	线路电压		线路经过的地区	线路电压	
	高压	低压		高压	低压
居民区	6.5	6	交通要道（公路）	7	6
非居民区	5.5	5	铁路轨顶	7.5	7.5
不能通航及不能浮运的河、湖 （至冬季冰面）	5	5	建筑物顶端	3	2.5
不能通航及不能浮运的河、湖 （至 50 年一遇洪水位）	3	3	有轨电车轨顶	9	9
居民密度小；交通困难地区	4.5	4	索道	2.0	1.5

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

2. 非居民区—上述居民以外的地区，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地区，亦必非居民区。

3. 交通困难地区—车辆、农业机械不能到达的地区。

表 1—4

导线与山坡、峭壁、岩石之间的最小距离

m

线路经过的地区	线路电压	
	高压	低压
步行可以达到的山坡	4.5	3.0
步行不能达到的山坡、峭壁和岩石	1.5	1.0

4) 电杆的埋深

电杆的埋设深度，对于一般中等土壤，杆长与埋设深度相应关系参照表 1—5 所列数值。通常埋设深度为杆长的 1/6，但最少不得小于 1.5 m。

表 1—5

电杆埋设深度

m

杆高	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	15.0	18.0
埋深	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.3	2.7

电杆长度的确定可由下式计算所得：

电杆长度 = 杆顶至下层横担中心距离 + 下层导线最大弧垂值 - 下层横担至绝缘子顶部距离 + 导线最低点与地面或交叉跨越物的最小允许距离 + 电杆埋设深度。

3. 配电线路的导线

配电线路的导线架设在杆塔上，其要承受着各种外力的作用，同时在导线上通过电流。因此，要求导线具有足够的力学强度，较高的导电率，抗腐蚀能力强，而且质量要轻，少用有色金属及成本低等特点。

(1) 导线的材料

导线的材料一般是铜、铝、钢和铝合金等。各种导线材料的物理特性见表 1—6。

表 1—6

导线材料的物理特性

材料	20℃时的电阻率 ($10^{-8} \Omega/m$)	比重 (kg/m^3)	抗拉强度 (MPa)	抗化学腐蚀能力及其他
铜	1.678	8.9×10^3	390	表面易形成氧化膜，抗腐蚀能力强
铝	2.655	2.7×10^3	160	表面氧化膜可防止继续氧化，但易受酸碱盐的腐蚀
钢	10.3	7.8×10^3	1 200	在空气中锈蚀，须镀锌
铝合金	3.39	2.7×10^3	300	抗化学腐蚀性能好，受振动时易损坏

由表 1—6 可知，铜是比较理想的导线材料，当能量损耗、电压损耗相同时，铜导线的截面比其他金属导线截面都小，并且又有良好的力学强度和抗腐蚀的性能。但由于铜相对于其他金属来说，其用途较广而产量较少，因此，架空线路的导线，除有特殊要求者外，一般都不采用铜线。铝作为导线材料，其性能仅次于铜，其导电率约为铜的 1/1.6，铝的产量大。铝的比重小，采用铝导线时，杆塔受力较小。但铝的力学强度低，允许应力小，导线架设后弧垂较大，导致杆塔高度增加。所以，铝导线只用在挡距较小的 10 kV 及以下的配电线路上。铝线对大气中的抗腐蚀能力和铜一样良好。但有的铝中含有杂质，如遇到特殊的自然条件，如沿海地区和化学工厂附近可能发生腐蚀现象，在有条件的地区应选择耐气候型绝缘导线。

表 1—6 中钢的导电率是最低的，可它的力学强度很高且价格较有色金属低廉，在线路跨越山谷、江河等特大挡距中有时采用钢导线。但由于钢易被腐蚀而生锈，所以必须镀锌后才能使用。

铝合金的导电率与铝相近，力学强度与铜相近，价格却比铜低，抗化学腐蚀性能好，但铝合金受振动而断胶的现象却很严重。

架空线路一般都是用裸导线架设的。裸导线按结构可分为三种。

- 1) 单股线。
- 2) 单金属多股绞线。
- 3) 复金属多股绞线。包括钢芯铝绞线、扩径钢芯铝绞线、空心导线、钢铝混绞线、铝包钢绞线。

若架空配电线路的输送功率大，导线截面大，对导线的力学强度要求高，而当多股单金属铝绞线的力学强度仍不能满足要求时，则把铝和钢两种材料结合起来制成钢芯铝绞线，使其不仅有较好的力学强度，且有较高的导电率。

导线的型号，是用导线材料、结构和截面积三部分表示的。导线的材料和结构用拼音字母表示。如：T—铜线；L—铝线；G—钢线；J—多股绞线；TJ—铜绞线；LJ—铝绞线；GJ—钢绞线；HLJ—铝合金绞线；LGJ—钢芯铝绞线。

常用的钢芯铝绞线，按铝钢截面比的不同，又分为三种类型。

①普通型钢芯铝绞线，型号为 LGJ，其铝钢截面比为 5.3~6.1。

②轻型钢芯铝绞线，型号为 LGJQ，其铝钢截面比为 7.6~8.3。

③加强型钢芯铝绞线，型号为 LGJJ，其铝钢截面比为 4~4.5。

普通型和轻型钢芯铝绞线用于一般地区；加强型钢芯铝绞线用于重冰区或大跨越地段。

(2) 导线的排列

导线在单回路杆塔上的排列方式有水平排列、三角形排列等。选择导线的排列方式时，主要看其对线路运行的可靠性，对检修维护是否方便，能否减轻杆塔结构。运行经验表明，三角形排列的较水平排列差，特别是在重冰区、多雷区和电晕严重地区。这是由于当下层导线因某些原因向上跃起时，易发生相间闪络和上下层导线碰线故障，采用水平排列时，杆塔高度较低，可减少雷击的机会。因此，一般来说，对于重冰区、多雷区的单回线路，导线应采用水平排列。对于其余地区可结合线路的具体情况采用水平或三角形排列。

(3) 导线截面的选择

10 kV 及其以下架空线路导线截面的选择步骤如下：

1) 选择的原则

架空线路导线截面的选择都需要满足经济电流密度、电压损失、发热和力学强度四个方面的要求。但这四个要求不是等同的，对不同类型的架空线路有不同的优先要求，下面介绍这四个要求时，将作进一步说明。

①经济电流密度。经济电流密度是指单位导线截面所通过的电流值，其单位是 A/mm^2 。

经济电流密度是指通过各种经济、技术方面的比较而得出的最合理的电流密度，采用这一电流密度可使该架空线路的投资、线路电能损耗、维护运行费用等综合效益为最佳。经济电流密度如图 1—4 所示。

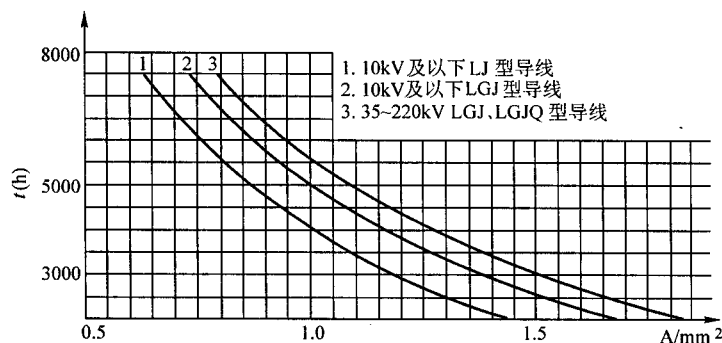


图 1—4 导线经济电流密度曲线

②电压损失。规定线路的电压损失，则是保证线路上的电压损失不大于规定的指标。架空线路的导线具有直流电阻、分布电容和分布电感，因此线路越长，阻抗越大。交流电流从导线上流过时就产生电压损失，线路传送的功率越大，电流就越大，电压损失也就越大。线路传送功率(kW)与线路长度(km)的乘积叫“负荷距”。显然，限制电压损失实际上就限制了负荷距。

为了保证向用户提供电能的电压质量，设计规范规定了3~10 kV架空配电线路允许的电压损失不得大于变电所出口端额定电压的5%；3 kV以下的线路则不得大于4%。

电压损失是配电线路选择导线截面时的首要条件。

③发热。导线的运行温度不应超过规定的温度，这一条件又叫做发热条件。

在一定的外部条件(环境温度+25℃)下，导线不超过允许的安全运行温度(一般规定为+70℃)时，导线允许的载流量叫做导线的安全载流量。

表1—7列出了部分铝绞线的技术数据，其中也包含其安全载流量。

对于用电设备的电源线及室内配线，首先要按导线的安全载流量初步选出导线的截面。

表 1—7 部分导线的安全载流量

导线型号	计算截面 (mm ²)	线芯结构 股×每股 直径 (mm)	外径 (mm)	直流电阻 (Ω/km)	质量 (kg/km)	计算拉断力 (kN)	安全载流量 (A)
LJ-16	15.89	7×1.70	5.1	1.98	43	2 570	83
LJ-25	24.48	7×2.11	6.3	1.28	66	4 000	109
LJ-35	34.36	7×2.50	7.5	0.92	94	5 550	133
LJ-50	49.48	7×3.00	9.0	0.64	135	7 500	166
LJ-70	68.90	7×3.54	10.6	0.46	188	9 900	204
LJ-95	93.30	19×2.50	12.5	0.34	257	15 100	244

④力学强度。为使架空线路的导线在承受导线自重、环境温度及运行温度变化产生的应力、风力、覆冰重力等作用力而不至于断裂，规程规定了架空配电线路的导线最小截面。选用导线截面时不得小于表1—8所列数值。

表 1—8 架空配电线路导线最小截面 mm²

导线种类	10 kV		1 kV 及以下
	居民区	非居民区	
铝绞线 (LJ)	35	25	25
钢芯铝绞线 (LGJ)	25	25	25
铜线 (TJ)	16	16	直径 4.0 mm

对于小负荷距的架空线路，选择导线截面时，要特别注意力学强度问题。

2) 架空配电线路导线截面选择的步骤

导线截面选择首先按给定的电压损失值通过计算初步选出导线截面积。第二步进行发热条件进行校核，这需要先算出该线路额定负荷电流，再将此计算值与初步选定导线的安全载流量相比较，当线路外部条件与安全载流量的条件不符时，要对安全载流量加以修正，修正系数可查有关手册。如果修正后的安全载流量不小于线路额定负荷电流的计算值则发热校核通过。第三步进行力学强度的校验。一般选用的导线截面不小于规程规定的最小截面即可。