



架空配电线路 作业工艺



武汉供电公司 组编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



架空配电线路

作业工艺



中国电力出版社

中国电力出版社

架空配电线路 作业工艺

武汉供电公司 组编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书主要介绍从事架空配电线路工作人员的基本技能和项目操作规范、标准以及工艺流程。全书共分为五章：基础知识、基本技能及工艺、施工与安装工艺、运行与检修工艺以及相关技术标准摘录。意在使架空配电线路及设备的施工、运行、检修等作业项目的工艺和操作流程更加规范化和标准化，从而实现安全生产的可控、在控。

本书可作为供电企业从事架空配电线路相关工作的一线工作人员现场标准化作业的指导性用书，也可作为供电企业班组职工安全和技术培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

架空配电线路作业工艺 / 武汉供电公司组编. —北京：中国电力出版社，2009

ISBN 978 - 7 - 5083 - 8741 - 3

I. 架… II. 武… III. 架空线路：配电线路 - 带电作业
IV. TM726.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 061400 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 7.625 印张 198 千字

印数 0001—3000 册 定价 16.00 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

《架空配电线路作业工艺》

编 委 会

主 任 委 员 单 人 李运灵

副 主 任 委 员 付建均 梅 欣 张若峰 彭泽君
张翅飞 张小平 彭小华 万 勇
余小锋

委 员 高旭光 宋跃华 程 皞 张丽鸣

编写人员名单 宋跃华 张丽鸣 常 利 曾令岳
李静一 袁承华 李建章 李招群
余小明 刘寅初 高 勇 宗 俊
吴 彪 杨新民 胡建桥 宋晓峰

审稿人员名单 张若峰 胡传禄 张 江 李招群
袁承华 张书明 李建章 苏 勇
潘金生 周德银 吴 彪 刘寅初
杨新民

图 片 摄 制 蔡文斌 高英虎



前 言

架空配电线路作业工艺



随着供电企业在现代社会中地位的日益提升,供电企业对各岗位职工的综合素质和岗位能力也提出了更高的要求。为了提高职工的岗位技能、能力,端正工作态度,武汉供电公司在充分考虑配电专业特点的基础上,根据多年的实践经验,结合目前所开展的各项生产现场作业,依据《架空配电线路及设备运行规程(试行)》(SD 292—1988)、《电气装置安装工程 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范》(GB 50173—1992)、《电业安全工作规程(电力线路部分)》(DL 409—1991)等有关标准化操作规范,组织有丰富配电线路工作经验的人员编写了《架空配电线路作业工艺》一书。编写本书的目的是使架空配电线路各作业项目的工艺和操作流程更加规范化、标准化,使现场工作人员的作业有章可循、有标准可依,从而实现项目管理、作业安全、工艺控制、劳动效率的优化组合。

本书主要介绍从事架空配电线路工作人员的基本技能和项目操作规范、标准以及工艺流程。针对作业项目,对作业人员分工、工器具及材料的准备、操作步骤及工艺要求、危险点分析、安全措施及注意事项等作了详尽的规定。使架空配电线路及设备的施工、运行、检修等作业项目的工艺和操作流程更加规范化和标准化,从而实现安全生产的可控、在控。通过不断地学习与实践,充分起到对作业安全和作业质量的保障作用。

本书重点突出,编写人员花费了大量的时间和精力,下到作业现场抓拍图片,并配有详细的文字说明,使本书图文并茂、通俗易懂、深入浅出,具有较强的实用性和针对性。本书可作

为供电企业从事架空配电线路相关工作的一线工作人员的现场标准化作业的指导性用书，也可作为供电企业班组职工安全和技术培训教材。

本书所述架空配电线路是指中压 10kV 架空配电网络。全书共分五章，除第一章基础知识与第五章相关标准的摘录，第二、三、四章共介绍了 45 个作业项目，涵盖了目前比较常用的各种施工工艺和方法，同时还对相关设备材料和仪器仪表等作了详细的描述。

本书在正式出版之前，已经在武汉地区进行了试用和推广，在具体执行过程中，武汉供电公司从事架空配电线路工作的专业技术人员和骨干均对本书提出了很多中肯的修改意见，按照“简单、适用、可靠”的原则，编委会对本书进行了多次修编。衷心希望本书的推出，能规范架空配电线路及设备的操作方法和执行标准，能为供电企业架空配电线路的运行、检修、维护工作提供有益的帮助。

尽管编写人员付出了很大的努力，但由于各供电企业的管理模式及装备水平不尽相同，加之编写人员的实际工作经验和技术水平所限，不妥之处在所难免，诚恳希望读者在使用中不吝指正，以便适当的时候修订完善。

《架空配电线路作业工艺》编委会

2009 年 4 月

目 录

架空配电线路作业工艺

前 言

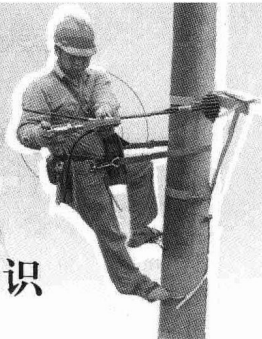
第一章 基础知识	(1)
第一节 架空配电线路简介	(1)
第二节 10kV 中压架空配电线路杆塔简介	(7)
第三节 拉线的种类及装设要求	(11)
第四节 钢筋混凝土电杆的若干简化计算	(15)
第五节 常用防护用品、工机具的作用及要求	(17)
第二章 基本技能及工艺	(23)
第一节 常用绳结的制作	(23)
第二节 绳头、绳环的制作	(28)
第三节 钢丝绳绳扣、绳套的制作	(31)
第四节 导线连接的叉接工艺	(35)
第五节 导线连接的钳压工艺	(38)
第六节 导线绑扎工艺 I——顶扎法	(41)
第七节 导线绑扎工艺 II——颈扎法	(45)
第八节 导线绑扎工艺 III——终端扎法	(48)
第九节 脚扣登杆	(51)
第十节 升降板登杆	(55)
第十一节 承力三联铁桩锚的安装	(60)
第十二节 万用表的使用	(63)
第三章 施工与安装工艺	(67)
第一节 卡车装运电杆	(67)

第二节	吊车立杆	(70)
第三节	人字抱杆(扒杆)立杆	(74)
第四节	杆上安装作业Ⅰ——直线横担组装	(85)
第五节	杆上安装作业Ⅱ——耐张横担组装	(89)
第六节	水平拉线的制作与安装	(93)
第七节	人力放线、紧线及弛度调整	(99)
第八节	配电变压器台架组装	(103)
第九节	柱上配电变压器引下线、接地装置 的安装	(108)
第十节	带电线夹的安装	(116)
第十一节	安普线夹的安装	(119)
第十二节	安普线夹的拆卸	(126)
第十三节	穿刺线夹的安装	(132)

第四章 运行与检修工艺

第一节	配电线路巡视检查	(135)
第二节	柱上断路器的分、合闸操作	(140)
第三节	10kV 线路引下线的停、送电	(144)
第四节	10kV 线路装、拆接地线	(149)
第五节	10kV 线路短路故障指示器的带电安装	(152)
第六节	10kV 线路悬式绝缘子更换	(155)
第七节	柱上配电变压器的巡视检查	(159)
第八节	柱上配电变压器的停、送电	(162)
第九节	配电变压器接地电阻的测量	(165)
第十节	柱上配电变压器低压负荷的测量	(171)
第十一节	油浸式配电变压器无励磁调压	(174)
第十二节	柱上变台的跌落式熔断器熔丝更换	(178)
第十三节	柱上变台的低压隔离开关熔片更换	(181)
第十四节	柱上变台的跌落式熔断器更换	(183)
第十五节	柱上变台的低压隔离开关更换	(187)

第十六节	柱上变台的避雷器更换	(189)
第十七节	双柱变台上配电变压器的更换	(193)
第十八节	柱上配电变压器故障判断及处理	(199)
第十九节	柱上配电变压器绝缘电阻的测量	(204)
第二十节	配电变压器试验	(211)
第五章	相关技术标准摘录	(218)
参考文献		(232)



第一章 基础知识

第一节 架空配电线路简介

一、电力系统与电力网络的构成

由发电厂、输配电线路、变电站、配电设施和消耗电能的电力用户组成的整体称为电力系统。发电厂将一次能源，如燃料的热能、水流的位能或动能、风力的风能以及原子的核能等，转换成电能。电能经过输配电线路、变电站和配电设施分配到电力用户，通过各种设备转换成动力（机械能）、热、光等不同形式的能量，为国民经济、工农业生产和人民生活服务。配电设施是指配电线路、配电变压器、开闭所、小区配电室、环网柜和分支箱等。

由输配电线路（或称送配电线路）与变电站连接成的网络称为电力网。电力网是电力系统中输送、变化和分配电能的一部分。按照性质的不同和在电力系统中的作用和功能来划分，电力网可分为输电网络和配电网。用于远距离、大容量输送电能的输电网是电力系统中的主要网络，是以高压、超高压甚至特高压输电线路连接发电厂和变电站的输送电网络，输（送）电电压等级为 500、330、220kV 等，目前最高已达 1000kV。配电网是指将电能从枢纽变电站或地区发电厂经降压变电站降低电压后分配到配电设施，再就地或逐级分配给各类电力用户的电力网络。配电设施泛指配电线路、配电变压器、开闭所、小区配电室、环网柜和电缆分支箱等。

二、配电网的组成

根据电压等级的不同，配电网可分为高、中、低三类：高

压配电网是指向用户提供电能的高压配电线路和相应电压等级的变配电电气设备组成的配电网，高压配电网电压等级有 110、63、35kV，城市一般采用 110kV 电压等级高压配电网；中压配电网是指向用户提供电能的中压配电线路和变配电电气设备组成的配电网，中压配电网电压等级有 20、10、6、3kV，我国中压配电网主要采用的是 10kV 电压等级；低压配电网是指向用户提供电能的低压配电线路及其附属电气设备组成的配电网，我国低压配电网是由三相三（四）线制和单相制供电方式构成的混合系统，采用三相 380V 和单相 220V 电压等级。

根据供电地区特点的不同，配电网可分为城市配电网和农村配电网。根据配电线路的不同，配电网又可分为架空配电网、电缆配电网和架空电缆混合配电网。本书所述的架空配电线路是指中压 10kV 配电网中的架空配电线路。

架空配电线路是传输和分配电能的通道和工具，其处在配电网的末端，属于下层电网，直接与电力用户相连。由于它具有投资省、施工周期短、运行维护方便等特点，是配电网采用的主要输电方式。

中压配电网的主要接线方式有放射式、普通环网等多种形式。用于农村和山区的中压架空配电线路一般采用以变电站为中心的树枝状放射式供电方式，因其所有用电点只能从单一路径获得电源，故其投资少、维护方便，

但供电可靠性较低。如图 1-1-1 所示为放射式配电网模型。大中城市边缘、小城市和乡镇一般采用环网接线方式，即两路馈线由不同变电站引出或由同一变电站的不同母线引出，利用柱上联络断路器连接成环。由于环路上所有用电点都能够从两条路径获得电源，并且可以运用柱上断路器的切换隔离环路上

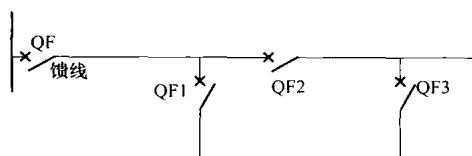


图 1-1-1 放射式配电网模型
QF—断路器；QF1～QF3—分段断路器

某一区段，因此可实现线路分段停电检修；在线路故障时，通过隔离故障的线路区段，使其他区段仍可正常运行，故其运行方式灵活，供电可靠性较高。如图 1-1-2 所示为环式配电网模型。

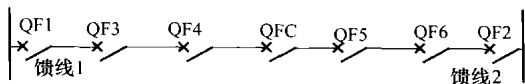


图 1-1-2 环式配电网模型

QF1、QF2—断路器；QF3~QF6—分段
断路器；QFC—联络断路器

三、架空配电线路的组成

（一）主要组成部分

架空配电线路主要由导线、杆塔、横担、接地装置、金具、绝缘子、基础等元件组成。

1. 导线

导线作为传输电流和输送电能的通道，要求其质量轻，具有良好的导电性能、足够的机械强度、一定的抗腐蚀能力、耐振动性能以及耐热性能。

按所用材料不同，导线可分为铝线、钢芯铝绞线、铜线、钢线等。这些材料中，铜的导电性能最好，其电阻最小、机械强度高、抗腐蚀能力较强，但价格昂贵，所以较少采用。铝的导电性能比铜稍弱，其质量轻、抗氧化能力较强、价格低廉，但机械强度较低、抗腐蚀能力弱，被广泛用于架空线路。钢芯铝绞线具有钢的高机械强度、铝的良好导电性能等优点，较好地满足了导线的各种性能要求，被广泛应用于高压输电线路或大跨越配电线路中。

2. 杆塔

支撑导线的是杆塔，按照所用材料不同杆塔可分为木杆、钢筋混凝土电杆、铁塔和钢管电杆。木杆具有质量轻、加工和安装方便等优点，但现在已基本不再使用，主要是出于两方面的考虑：一方面是为了保护生态环境；另一方面是因为木材容易腐朽，使用年限比较短。目前，钢筋混凝土电杆是被广泛应用的一种电杆，该类型杆塔按机械强度可分为普通型杆和预应

力杆；按形状可分为拔梢杆和等径杆。钢筋混凝土电杆具有使用年限长、维护工作量小、造价低、美观等优点，但整体偏重，装卸运输及安装过程很容易出现裂缝。铁塔和钢管电杆根据结构可分为组装式铁塔和预制式钢管塔，其优点是机械强度大、使用年限长、便于运输和组装，缺点是消耗钢材量大、造价高、抗腐蚀性能差、施工不便。

3. 横担

横担用于安装绝缘子、导线、开关设备和柱上配电设备，按材质可分为铁横担、木横担、陶瓷横担等。铁横担是目前被广泛使用的一种横担，一般用等边角钢制造，采用热镀锌防腐处理，其造价低、便于加工。木横担按断面形状可分为圆横担和方横担两种，要求所用木材没有劈裂、没有节子。瓷横担可替代针式绝缘子和横担的一部分功能，具有节省钢材或木材、造价低、不易击穿和抗老化等优点，缺点是机械强度较弱。

4. 接地装置

接地装置用于降低接地电阻，加速接地电流的扩散，从而减少地电位的升高。接地装置是接地体（埋入地中并与大地直接接触的一组金属导体）和接地引下线（连接电气设备接地部分与接地体的金属导体）的总称。接地装置可分为自然接地和人工接地两种。自然接地是把地下的给水、排水或其他金属管道、有金属外皮的电缆、金属井管、建筑物金属结构、钢筋混凝土建筑物的基础等用作接地体。在能满足接地电阻小于 4Ω 要求的前提下，自然接地可节省材料、减少工作量，故应优先考虑。架空配线路人工接地体可采用垂直埋入的圆钢、钢管或角铁，垂直接地体一般采用开挖一定深度后，再行打入土中。

5. 金具

金具是具备导电、承载、固定作用的金属构件，在架空线路中主要用于接续、固定导线，连接导体与绝缘子，亦用来保护导线。金具按性能和用途大致可分为耐张金具、悬垂金具、连接金具、接续金具、保护金具和拉线金具等 6 种：①耐张金

具用于把导线固定在耐张、转角、终端杆塔的悬式绝缘子串上；② 悬垂金具用于把导线悬挂、固定在直线杆悬式绝缘子串上；③ 连接金具用于导线绝缘子串、避雷线组合金具、线金具、横担等之间的相互连接；④ 接续金具用于架空导线、避雷线终端的连接，非直线杆塔跳线的接续和导线修补，要求其能承受一定的拉力，并有良好的接触面；⑤ 保护金具分为机械和电气两大类，机械类保护金具用于防止导线或避雷线因受振动而造成断股，电气类保护金具用于防止绝缘子因电压分布不均匀而过早损坏；⑥ 拉线金具主要用于对拉线的连接、固定和调节，包括从杆塔顶端引至地下地锚之间的所有零件。

6. 绝缘子

绝缘子俗称瓷瓶，其作用是使导线与杆塔绝缘，并承受导线及各种附件的机械荷重。要求绝缘子具有足够的电气和机械强度，同时能够耐受气候的变化和化学侵蚀。绝缘子按材质可分为陶瓷和合成绝缘子。架空线路常用的绝缘子有针式绝缘子、悬式绝缘子、蝶式绝缘子、陶瓷横担绝缘子、支柱式绝缘子、拉线瓷绝缘子等。使用时，应综合考虑电压等级、绝缘子性能、安装、运输、维护等多方面因素，选择合适的绝缘子。

7. 基础

杆塔固定在地下部分的装置和杆塔自身埋入土壤中起固定作用部分的整体统称为基础。基础的作用是支撑杆塔全部荷载，使杆塔不发生下沉并在受外力作用时不发生倾斜、倒覆。杆塔基础可分为水泥杆基础和铁塔基础。水泥杆基础由称为“三盘”的底盘、卡盘和拉线盘构成，一般采用预制钢筋混凝土或天然石材构件。铁塔基础可分为混凝土和钢筋混凝土浇制基础、预制钢筋混凝土基础、金属基础和灌注式桩基础等几种方式。

（二）架空配电线路电气设备

架空配电线路上设置安装的电气设备，主要包括配电变压器、柱上开关、柱上隔离开关、跌落式熔断器、低压负荷开关、避雷器等。

1. 配电变压器

在电力系统中，变压器是一种不可缺少的电气设备。配电变压器根据电磁感应原理工作，将中压配电电压变换成低压配电电压，为各种低压电气设备提供电力。配电变压器有柱上、落地、户内等多种安装方式。

2. 柱上开关

柱上开关是架空配电线路重要的开关设备之一。按灭弧介质分为压缩空气、磁吹、产气材料、多油、真空、 SF_6 开关等。按不同使用功能分为断路器、负荷开关、重合器、分段器。

柱上断路器是一种反应故障电流后按照整定的电流和时间跳闸的开关，它具有很强的灭弧能力；能够开断、关合短路电流。柱上负荷开关是一种用来切断额定负荷电流的开关，它的灭弧能力稍逊于断路器，不能开断短路电流，但能够关合短路电流；重合器和分段器也是两种功能不同的配电开关设备，两者互相配合动作可以自动隔离故障的线路区段，是实现配网自动化的重要设备。

3. 柱上隔离开关

柱上隔离开关又称为柱上刀闸，供架空配电线路设备停电检修、故障查找时起电气隔离作用。隔离开关有可见的空气间隔，在检修设备与其他正在运行的线路用隔离开关断开时，工作人员可以看见明显的电气断路点，从而保证检修或试验人员的安全。柱上隔离开关一般由导电体、绝缘体、底座、保险勾等部分组成。

4. 跌落式熔断器和低压负荷开关

跌落式熔断器一般安装在柱上配电变压器的高压侧（因此也称为高压跌落式熔断器），用来隔离变压器故障对中压配电网的影响。跌落式熔断器一般由绝缘子、上下接触导电系统和熔丝管等组成。

低压负荷开关（低压隔离开关熔断器组合）一般安装在柱上配电变压器的低压侧，用于配电变压器的低压出线保护。低