

供电企业生产技能人员实训教材

配电线路运检

国网河北省电力公司 组编

GONGDIANQIYE
SHENGCHAN JINENG RENYUAN
SHIXUN JIAOCAI



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

供电企业生产技能人员实训教材

配电线路运检

国网河北省电力公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为加强供电企业岗位培训的基础建设,提高培训针对性和实效性,根据公司精益化管理、标准化建设的工作要求,以规范、规程和生产作业指导书为依据,国网河北省电力公司组织直属各供电公司、检修分公司、培训中心的专家编写了本套《供电企业生产技能人员实训教材》(共18本)。

本书为《配电线路运检》,主要包括配电网络基本接线方式、组成、常用术语、工器具及仪器仪表、安全基本知识等,以及架空配电线路的测量、操作、巡视、检修、带电作业等。

本书可供供电企业配电线路运检专业技能、管理人员使用,也可作为提高配电线路运检岗位人员工作能力的培训用书,还可作为电力职业院校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

配电线路运检 / 国网河北省电力公司组编. —北京: 中国电力出版社, 2015.10

供电企业生产技能人员实训教材

ISBN 978-7-5123-5171-4

I. ①配… II. ①国… III. ①配电线路-电力系统运行-技术培训-教材②配电线路-检修-技术培训-教材
IV. ①TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 264778 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2015年10月第一版 2015年10月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 23.25印张 443千字

定价 62.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

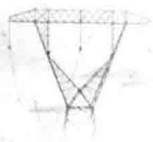
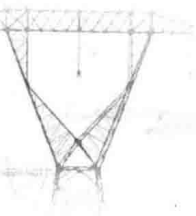
版 权 专 有 翻 印 必 究

供电企业生产技能人员实训教材 配电线路运检

编 委 会

主 任 刘克俭
副 主 任 董双武 苑立国
成 员 赵 宁 侯书其 齐向党 王向东
倪广德 赵立刚

编审组组长 赵 宁 齐向党
副 组 长 侯书其 王向东 倪广德 赵立刚
主 编 王玉贵
主 审 张智远
成 员 魏 杰 陈笑宇 黄 庆 吴 强
王 民 王 宁 陈铁雷 吕云飞
郜向军 焦淑萍 杨军强



序

国家电网公司董事长刘振亚曾经说过：“在改革发展的关键时期和攻坚克难的考验面前，能不能勇担责任、战胜挑战，完成好各项任务，根本要靠高素质的干部员工队伍。”从某种意义上讲，人才是企业的发展之基、转型之要、跨越之本。作为现代化国有特大型企业，必须从发展的视角、战略的高度充分认识人才培养在企业发展中的地位和作用。

国家电网公司“三集五大”体系建设进一步深化，特高压电网进入全面大规模建设阶段，河北省产业调整、工业升级、生态建设同步推进，长远来看电力需求将稳步增长，对电网发展提出更高要求。只有持续提高电网安全运行水平，才能切实担负起服务京津冀协同发展、促进产业转型、服务保障民生的重任。电网生产技能人员是电网企业安全生产的基础，如何培养出一支满足公司发展和电网发展需要的生产技能人才队伍是当前乃至以后较长一个时期的重大课题。

近年来，河北公司以岗位核心技能为重点，以高技能人才队伍建设为抓手，以考试考核为手段，大力开展全员培训取得了明显效果。同时由于培训、竞赛、调考力度的加大，也暴露出了课程教材题库等基础建设的薄弱，由于缺乏长期、统一和规范的教材开发体系，培训教材普遍存在偏重理论知识、技能操作内容较少、针对性差、实用性低的问题，特别是针对高技能人才培训的教材数量尚少，无法满足公司发展对员工岗

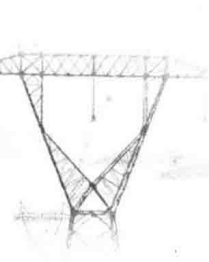
位能力不断提高的要求。

本着“干什么练什么，缺什么学什么”的目的，公司提出以科学发展观为指导，紧密结合现场实际操作要求，以技能训练为核心，以规范、规程、作业指导书为依据，以实训室设备设施为基础，在保证知识够用、技能必备的基础上，重点突出实用性、针对性、典型性，组织公司本部专业处室、培训中心、基层单位 18 个专业 115 名专家，在全面收集、分析、筛选现有技能培训教材和现场作业项目，借鉴优秀培训教材的基础上，结合生产一线岗位技能培训的实际需要，编制完成了《供电企业生产技能人员实训教材》。

《供电企业生产技能人员实训教材》共计 18 分册，涵盖了供电企业 16 个专业职种。以技能训练为主线，结合现场使用的《电力生产标准化作业指导书》、《操作导则》等技能操作规范，与各职种现场设备、技术手段、标准化作业程序同步。本教材可用于实训操作训练指导，亦可作为现场培训和生产作业流程优化参考资料。

我们相信，在众多专家的共同努力和广大生产技能人员的支持下，实训教材体系将日趋完善，电网生产技能人员综合能力会日渐提高，企业安全生产根基将持续夯实，建设世界一流电网、国际一流企业的目标将不再遥远。真诚希望本书能够为您带来帮助。

苑立国
2015 年 2 月



前言

为满足供电企业一线员工现场培训需求,加强供电企业生产技能岗位培训的基础建设,推动生产作业标准化,国网河北省电力公司选择 18 个专业(工种),编写了本套《供电企业生产技能人员实训教材》(简称《实训教材》)。《实训教材》由国网河北省电力公司一线生产专家编写,省公司组织专业审核把关,并由经验丰富的技术专家担任主审,经省公司组织试用、研讨、反复修改后成稿。

《实训教材》紧密结合现场实际操作要求,以技能训练为核心,以供电企业技术规范、规程、作业指导书为依据,突出教材可操作性、实用性、针对性和典型性。在内容定位上,以专业技能为重点,突出标准化作业,规范作业行为。在编写模式上,各专业(工种)实训指导教材不分层级,要求受训人员均按规范的、标准的作业要求完成实训项目,以操作流程为主线,相关知识和技能有限度展开,由浅入深。在使用功能上,直接用于实训室操作训练指导,并可作为现场培训和生产作业流程优化参考资料。

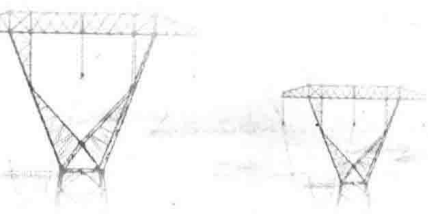
本书为《配电线路运检》,重点介绍配电网基本结构与原理、安全基本知识,以及架空配电线路的测量、操作、巡视、检修、带电作业等。同时本书对当前应用的新技术予以介绍,引用标准、规范力求最新。本书每章内容后面附带小结和思考练习题,针对实训给出项目评分细则,便于读者掌握重点内容和培训考核使用。本书最大程度地力求内容与实际紧密结合,理论与实际操作并重。

本书由王玉贵主编,由张智远主审。由陈笑宇、魏杰、吴强、王玉贵编写第一至第六章,由黄庆、吴强编写第二章、第七章。

本书对供电企业配电线路运检人员岗位技能培训有较强的指导作用,也可给现场技术人员流程研究和优化提供参考,由于编者水平所限,加之时间仓促,书中难免存在疏漏或不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2015 年 2 月



目 录

序
前言

第一篇 实训概要

第一章 配电网络与架空配电线路	3
第一节 配电网络简介	3
第二节 架空配电线路的组成	7
第二章 基本专业知识与相关知识	52
第一节 架空配电线路专业术语释义	52
第二节 识绘图知识	62
第三节 常用工器具及仪器仪表	79
第四节 基本技能	102
第五节 安全基本知识	108
第六节 配电线路防护	130
第七节 配电线路管理	136
第八节 配电线路带电作业简介	148

第二篇 实训项目及考评细则

第三章 架空配电线路测量	163
项目一 双杆分坑测量	163
项目二 交叉跨越测量	167
项目三 绝缘子的绝缘电阻测量	173

项目四 接地装置的接地电阻测量	176
项目五 线路电气连接部位红外测温	180

第四章 架空配电线路操作 184

项目一 跌落式熔断器操作	184
项目二 配电变压器台送、停电操作	188
项目三 线路倒闸操作	192
项目四 验电、挂接地线	200
项目五 核相操作	203

第五章 架空配电线路的巡视 207

项目一 架空配电线路巡视	207
--------------	-----

第六章 架空配电线路检修 214

项目一 绝缘子的绑扎法	214
项目二 更换针式绝缘子	219
项目三 更换耐张绝缘子串	223
项目四 制作拉线	227
项目五 更换拉线	234
项目六 更换跌落式熔断器	238
项目七 更换高压隔离开关	242
项目八 导线的钳压连接	245
项目九 导线的液压连接	250
项目十 导线的插接法	253
项目十一 导线损伤的缠绕补修法	256
项目十二 导线损伤的补修——预绞丝补修法	258
项目十三 绝缘子回头绑扎法	260
项目十四 叉杆立杆	263
项目十五 吊车立杆法	266
项目十六 单横担安装	270
项目十七 更换直线杆单横担	274
项目十八 双横担安装	278
项目十九 更换终端杆双横担	286
项目二十 导线展放	290

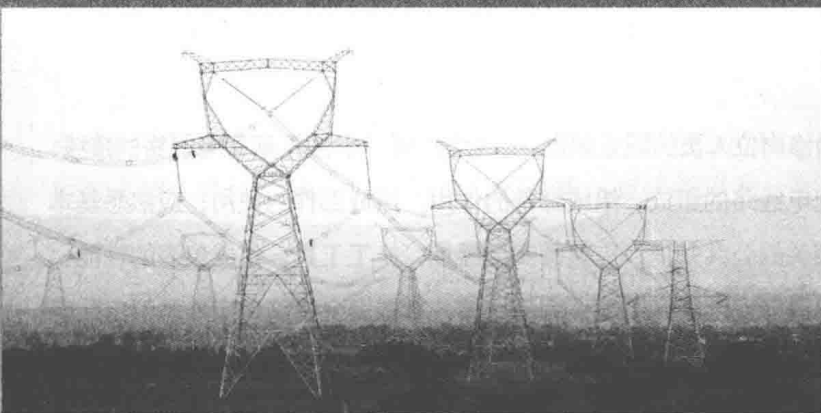
项目二十一 导线紧线作业	295
项目二十二 识绘图	301

第七章 10kV 架空配电线路带电作业 306

项目一 10kV 带电断引线 (绝缘杆作业法)	307
项目二 10kV 带电断引线 (绝缘手套作业法)	311
项目三 10kV 带电接引线 (绝缘杆作业法)	315
项目四 10kV 带电接引线 (绝缘手套作业法)	319
项目五 10kV 带电更换针式绝缘子 (绝缘手套作业法)	324
项目六 10kV 带电无负荷更换跌落式熔断器 (隔离开关) (绝缘手套作业法)	328
项目七 10kV 带电更换耐张绝缘子串 (绝缘手套作业法)	332
项目八 10kV 带电带负荷更换隔离开关 (柱上开关) (绝缘手套作业法)	337
项目九 10kV 带电断电缆终端引线 (绝缘手套作业法)	342
项目十 10kV 带电接电缆终端引线 (绝缘手套作业法)	346
项目十一 10kV 直线杆改耐张杆 (绝缘手套作业法)	351

参考文献 358

供电企业生产技能人员实训教材
配电线路运检



第一篇

实训概要

架空配电线路运行检修岗位人员的职业职责、职业能力要求：应了解配电网络的接线、运行方式；应掌握架空配电线路的组成、组成部件的作用、组成部件的使用；应熟悉基本专业知识，了解与专业相关的公共知识；应熟悉安全器具、施工工具、仪器仪表的性能、作用并正确使用；应严格遵守安全规章制度、劳动纪律，掌握安全措施；应熟悉架空配电线路的防护、巡视、缺陷、事故管理，了解运行状态级别、状态检修策略。带电作业人员应熟悉带电作业基本概念，掌握带电作业方法、特点。达到了职业能力要求，才能做好本职工作，才能为自身安全和配电网的可靠运行奠定坚实的基础。

本篇主要对配电网络、架空配电线路的组成、基本专业知识、相关知识、基本技能、常用工具和仪器仪表、基本安全知识、线路的防护和管理、带电作业等进行概要介绍。本篇内容为架空配电线路运行检修岗位人员实训和实操提供基础理论知识，为工艺研究和自学提供探讨课题。

第一章

配电网与架空配电线路

配电网是电力系统的重要组成部分，是发电和用电之间的纽带；架空配电线路是配电网的主要组成部分，是输电网和电力用户的桥梁，它结构简单、安装快捷、运检方便、费用低廉，可根据用户的需求，直接提供和分配电能。

第一节 配电网简介

配电网的主要功能是从输电网接受电能，并逐级分配或就地消费，即将高压电能降至既方便运行又适合用户需要的各种电压，组成多层次的配电网，向用户供电。

一、配电网概述

目前我国规定 220kV 及以上电压等级线路称为输电网，而 110kV 及以下电压等级线路称为城市配电网。

(一) 城市配电网按电压等级分类

减少额定电压等级将有利于电力工业的发展。从电力生产角度说，减少额定电压等级就是减少设备系列，减少生产流水线的种类和系列，从而提高劳动生产力；从电力系统的角度说，额定电压等级的减少将减少系统的变压环节，环节的减少意味着整个系统可靠性的提高，同时减少了配电环节的电能损耗。但是额定电压等级也不是越少越好。研究结果表明，在一个电力系统中，影响额定电压等级个数的关键是相邻两电压等级之间的最佳电压比值的确定。影响这个比值的因素很多，不仅包括线路建设成本、设备制造成本、土地征用费，以及各级电压对安全的基本要求 and 电磁环境等，而且与城市负荷密度紧密相关。一般认为 10kV 以上的电压等级，相邻两级间电压比值为三倍左右时最佳，电压等级越高这个倍数应小些，电压等级较低时，这个倍数应大些。

1. 高压配电网

高压配电网具有容量大、负荷重、负荷节点少、重要性较高等特点。高压配电网的电压等级目前分为 110、35kV 两个标准。

2. 中压配电网

中压配电网具有供电面积广、容量大、配电点多等特点。中压配电网目前采用 10kV 为标准额定电压，个别地区还设有 6kV 电压，主要用于专用负荷。

3. 低压配电网

低压配电网线路容量不大，但分布面广，除少量集中用电的用户外，大量是供给城乡居民生活及分散的街道照明用电等。

(1) 低压配电网采用比较经济的三相五线制、三相四线制、单相（照明、家用电器等）和三相（动力）混合系统。

(2) 我国规定采用单相 220V、三相 380V 的低压额定电压。

(3) 低压配电网负荷多而分散，一般情况下，用电量较小，负荷重要性较低，停电后影响相对较小，不一定要配置备用电源。

(4) 对于负荷密度较高，一旦停电将造成严重影响的地区，除要求不停电作业外，还要在接线上考虑检修造成的停电，需配置备用电源。

4. 电缆配电网

电缆配电网适用于无架空线路走廊地带和城市供电，更适用于电力负荷较高地区和用电集中地区的供电。

(二) 中压（10kV）配电网结构型式

10kV 配电网常用典型接线有：单电源辐射网、“手拉手”环网、“网格式”环网、电缆单环网、电缆双环网等。在配电网规划与建设改造中，应根据配电网优化准则，以城市中低压配电网建设与改造技术原则为依据，结合本地区配电网的实际情况，通过对供电区域的用电性质、负荷密度的分析与研究，确定安全可靠、经济实用的配电网接线方式。

1. 单电源辐射网

单电源辐射网是一种接线简单清晰、运行方便、建设投资省的配电网，当线路或设备故障、检修时，用户停电范围大，系统供电可靠性较差。

单电源辐射网主干线路一般要求分 3~4 段，每段线路配电变压器装接容量应控制为 2.5~3MVA，供电半径宜为 3~5km。如图 1-1 所示。

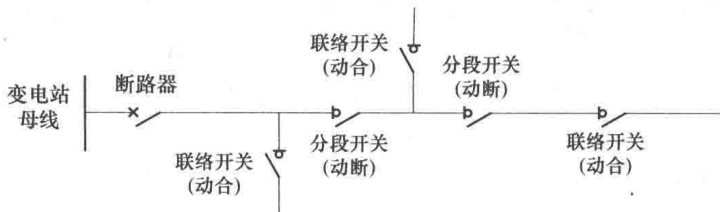


图 1-1 单电源辐射网

由于辐射网络不存在线路故障后的负荷转移,可以不考虑线路的备用容量,每条线路可满载运行,即正常最大供电负荷不超过该线路安全载流量。在条件允许情况下,主干线路分段开关可采用柱上重合器,尽可能快速切除线路故障。这种接线方式只适用于城郊或农村非重要用户的架空线路。

2. 手拉手环网

手拉手环网是目前城市配电网络中广泛采用的一种接线方式,通过主干线路之间的直接联络,实行环网接线,开环运行。如图 1-2 所示。

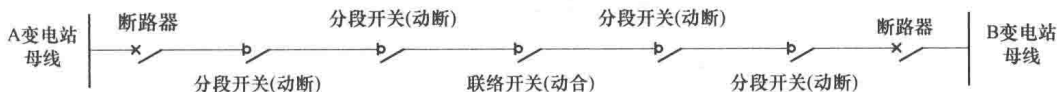


图 1-2 手拉手环网

这种接线具有运行方便、接线简单、投资省、建设快等特点。对于架空线路,只要在主干线路上安装若干台柱上开关即能实现。当主干线路任一段线路或环网设备故障、检修时,可通过分段开关切换,确保非故障段(非检修段)正常供电,大大提高了系统供电可靠性。但该接线方式要求每条线路具有 50% 的备供能力,即正常最大供电负荷只能达到该线路安全载流量的 1/2,以满足配电网络 $N-1$ 准则要求,即:

(1) 高压变电站中失去任何一回进线或一组降压变压器时,必须保证向下一级配电网供电。

(2) 高压配电网中一条架空线或一条电缆或变电站中一组降压变压器发生故障停运时,要求:

1) 在正常情况下,除故障段外,非故障段或设备不停电,并不得发生电压过低和设备不允许的过负荷;

2) 在计划停运情况下,又发生故障停运时,允许部分停电,但应在规定时间内恢复供电。

一般每条线路配电变压器装接容量不超过 10MVA。

手拉手网络虽然接线经济性差,但它对提高配电网供电可靠性、简化配电网络接线十分有效。比较适用于负荷密度不高、用电增长速度较快的城市配电网络。

3. 网格式环网

网格式环网是在手拉手环网的基础上增加每一分段线路与其他线路的联系,实现互为备用。如图 1-3 所示。

当任一段线路或环网单元故障、检修时,均不影响另一段线路正常供电,尽可能缩小停电范围,提高配电网络供电可靠性。这种接线每条线路只需预留 1/3 或 1/4 的备用容量,线路负载率高达 67% 或 75%,大大提高了配电线路利用率;但由于需

要架设联络线路，增加线路投资，联络线路应采用就近引接。

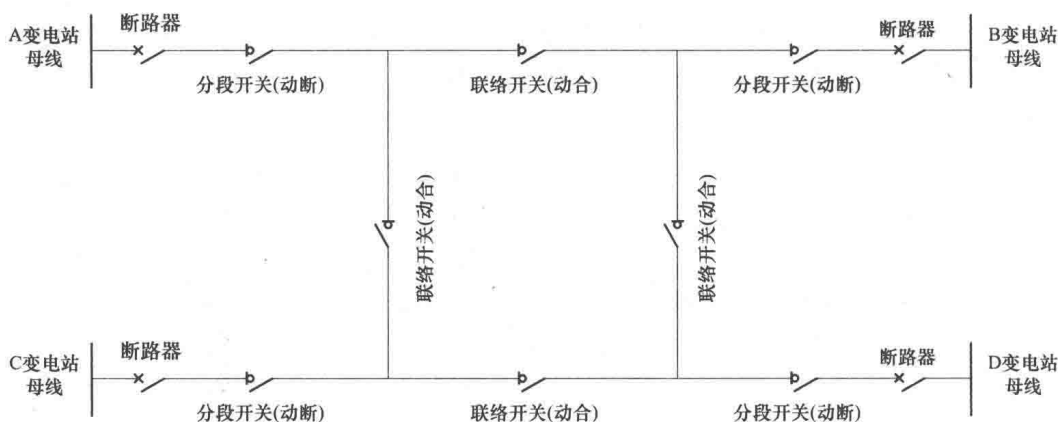


图 1-3 网格式环网

网格式环网是配电网络发展到一定程度之后的一种比较完善的接线方式，运行方式高度灵活、供电可靠性高，但网络接线复杂、网络扩展性差。这种接线方式适用于配网自动化水平较高、负荷增长缓慢或趋于饱和的城市配电网络。

二、配电网基本要求

配电网作为电力系统的一个基本组成部分，应该满足对电力系统运行的三条基本要求：

- (1) 保证不间断供电。
- (2) 保证良好的电能质量。
- (3) 保证建设投资和运行费用的经济性。

三、配电网发展趋势

1. 简化电压等级

尽量减少降压层次，有利于电网管理和经济运行。随着城市负荷密集增长，10kV 电压等级电网损耗大、供电半径小，且易受站址、走廊等不利因素的影响，已不能适应经济社会的快速发展。在我国南方一些城市已推广应用 20kV 电压等级，以替代 10、35kV 两个电压等级。

2. 减少线路走廊和占地

随着城市的建设，配电网占地矛盾的日益突出，采用钢管杆、窄基塔、多电压等级和多回路线路并架，可有效减少线路走廊，将配电装置向半地下和地下及小型成套发展。电缆隧道和公用事业管道共用将进一步推广。

3. 配电线路绝缘化

采用绝缘架空线可有效解决树线矛盾，减少瞬时故障、短路故障和触电，同时

架设空间可大大缩小,减少线路损耗。

4. 配网自动化程度日益提高

采用配网自动化可减少停电时间,提高供电可靠率,改善用户服务质量,提高设备利用率。

5. 新设备、新技术的开发应用

由于技术的进步为电力设备的更新换代提供了必备的条件,一些新型设备的设计、生产除了考虑减少空间外还应考虑减少维护工作量、方便操作、提高可靠性等,于是一些设备将向免维护方面发展。新型配电设备的开发,除适应配电网的技术要求外,还必须从经济上适当合理。

6. 简化接线

配电网接线进一步向简单化和高可靠性方面发展。

7. 带电作业

随着电力用户对电能的需求和对供电可靠性的要求越来越高,架空配电线路杆塔塔型的设计和选择向带电作业方式(线间距离、导线排列方式、空气间隙等)的发展。

第二节 架空配电线路的组成

架空配电线路由基础、电杆、导线、绝缘子、金具、拉线、接地装置等构成。除此之外还包括在架空配电线路上安装的电气设备,如配电变压器、柱上开关、隔离开关、跌落式熔断器、避雷器、无功补偿装置等。

一、基础

电杆埋入地下部分和在地下支撑、稳固电杆的建构筑物统称为基础。基础的作用是保证电杆稳定,不因电杆的垂直荷载、水平荷载、纵向荷载和外力作用而发生上拔、下压或倾覆的情况。

钢筋混凝土电杆基础有拉线和非拉线两种。

(一) 非拉线电杆基础

非拉线电杆基础通常由电杆的地下部分和底盘、卡盘组成。

(1) 埋入地下部分的电杆,承受电杆的倾覆力,同时将垂直荷重传递给底盘。

(2) 底盘,承受着下压力。

(3) 卡盘,当电杆的倾覆力较大时,用来增加电杆的抗倾覆能力。卡盘又分为上卡盘和下卡盘,上卡盘一般设置在电杆埋深的 $1/3$ 处,下卡盘则放置于底盘上。

(二) 拉线电杆基础

拉线电杆基础通常由电杆的地下部分和底盘、拉线盘(简称拉盘)组成,因为