

供电企业职业技能培训教材

架空送电线路施工

陕西省电力公司 组编



验所

3



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

供电企业职业技能培训教材

架空送电线路施工

陕西省电力公司 组编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是《供电企业工人职业技能培训教材》之一。全书共分六章，着重就送电线路架设中的基础施工、杆塔组立、导线和避雷线的架设、接地工程安装、工程自检进行了介绍。本书突出生产技能知识的传授。

本书可作为从事架空送电线路施工、线路检修维护工作的工人岗位培训教材，也可作为有关专业技术人员和管理人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

架空送电线路施工/陕西省电力公司组编. - 北京:
中国电力出版社, 2003
供电企业职业技能培训教材
ISBN 7-5083-1894-3

I. 架… II. 陕… III. 架空线路: 输电线路 -
工程施工 - 技术培训 - 教材 IV. TM726.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 113838 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](http://www.cepp.com.cn))

北京通天印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 4 月第一版 2004 年 4 月北京第一次印刷
787 毫米 × 1092 毫米 32 开本 4.75 印张 102 千字
印数 0001—3000 册 定价 8.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

丛 书 编 委 会

编委会主任委员 万明善

副 主 任 喻志民 李新建 王乃永 薛 沛
连耀学

委 员 朱华荣 温存立 于占统 盛 勇
任西勇 钟筱军 赵 晨 冯南战
张维佳 古 涛 温治平 李爱群
吴成林 袁 斌 张天山 苏 原
郭连成 侯宏伟 宋元峰 石胜利
李 鸣 吴程珂 徐宪武 王兴明
刘化弟 王 云

本 册 主 编：于占统

本 册 副 主 编：魏朝钰 王心田

本册编写人员：薛迪听 李文钧

本册审定人员：张维佳 胡琰锋

序 言

根据《劳动法》第八章第六十八条“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训”的规定。为了提高劳动者素质，促进劳动者就业，加强职业培训，严格就业管理，2000年3月16日劳动与社会保障部发布了部长签发的关于《招用技术工种从业人员规定》的6号令，决定从2000年7月1日起对技术工种从业人员实行就业准入制度。陕西省电力公司迅速下发了《陕西省电力公司关于推行职业资格证书制度的若干规定（试行）的通知》，明确提出实行就业准入制度，全面推行持证上岗，强化技能培训。为此陕西省电力公司科教部结合供电企业安全生产实际，职工技能现状，继中国电力出版社已出版的《职业技能鉴定指导书》（即国家题库）和《供电企业职业技能操作导则》之后，组织西安高压供电局、西安供电局、渭南供电局等有关人员编写了《变电运行》、《变压器检修》、《电气设备试验》、《高压断路器检修》、《变电设备安装》、《继电保护、自动化与通讯》、《架空送电线路施工》、《电力电缆安装、运行与检修》、《架空配电线路》、《用电检查》、《报装接电》、《电能表修校》等十二本书，作为供电企业职业技能培训教材。

本丛书是我们组织有关工程技术人员，有丰富实践经验技师、高级技师编写的，其内容紧密联系现场实际；突出技能、安全、质量；一个工种一本书，试图将每个工种分成若干个小单元以构成一个总体单元，带有模块性质；理论阐述

简洁，操作性强；适合于现场每个层次的技术工人、技师、高级技师使用，可作为职业学校的培训教材，也可作为大专毕业生、专业技术管理人员的参考读本；既可作为在职职工的培训教材，也可作为新就业人员取得从业资格证书的培训教材，还可作为广大电力客户电气人员的学习资料。

由于时间短，教材涉及面广，编者水平有限，谬误之处在所难免，期望同行各位专家、技术人员和现场工作人员斧正。

万明善

2002年11月

前 言

电力工业的建设与国家的生产发展和广大人民的生活息息相关，架空送电线路是电力系统的低成本高效输送电能的一个重要环节，是电力系统中的重要组成部分，它建设质量的优劣直接关系到将来架空送电线路的经济、安全、可靠运行。《架空送电线路施工》作为供电企业职业技能培训教材之一，结合供电企业安全生产实际，对架空送电线路施工的作业方法、操作步骤、规程规范的安全技术要求等作了详细的介绍，力求在内容上深入浅出、文字叙述简练，符合当前供电工人的职业培训技能需要。

本书由西安高压供电局薛迪听和李文钧同志负责编写，编写过程中得到了有关领导和同志的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中定有错误和不妥之处，诚请广大读者批评指正。

编 者

2002年11月

目 录

序言	
前言	
第一章 概述	1
第二章 基础施工	6
第一节 基础施工测量.....	6
第二节 混凝土配制的要求	11
第三节 混凝土的主要组成材料	12
第四节 混凝土的配合比设计	17
第五节 混凝土基础的施工	19
复习题	27
第三章 杆塔组立	28
第一节 杆塔构件的运输及组合	28
第二节 组立杆塔的一般规定及技术质量要求	34
第三节 杆塔的组立	37
复习题	53
第四章 导线和避雷线的架设	54
第一节 导线和避雷线的展放及接续	54
第二节 紧线	68
第三节 附件安装	77

复习题	85
第五章 接地工程	86
复习题	88
第六章 工程自检	90
第一节 电力线路架设工程的质量评级	90
第二节 电力线路架设工程的质量自检程序 及组织	92
第三节 施工记录移交与审查	93
复习题	94
附录一 常用混凝土配合比参考值	95
附录二 常用圆钢理论重量表 (GB 702—1986)	111
附录三 送电线路与铁路、道路、河流、管道、 索道及各种架空线路接近或交叉的基本 要求	112
附录四 钢绞线的结构及主要技术参数 (YB/T 5004—2001)	118
附录五 钢芯铝绞线的结构及主要技术参数 (GB 1179—1999)	124
附录六 钢芯铝绞合金线的结构及主要技术参数 (GB 1179—1999)	127
附录七 钢筋混凝土电杆规格系列及理论 重量表	129
附录八 钢筋混凝土电杆标准检验弯矩表 (GB 396—1994)	131

附录九	悬式瓷质绝缘子产品汇编·····	133
附录十	悬式钢化玻璃绝缘子型号、主要尺寸 和机电性能表 (JB 3159—1982) ·····	140
附录十一	常用等边角钢理论重量表 (GB 787—1988) ·····	141

第一章

概 述

高压架空送电线路通常由基础、杆塔、绝缘子、金具、导线、地线和接地装置等部件组成。高压架空送电线路是电力系统中的重要组成部分，它是低成本高效输送电能的重要环节，其建设质量的优劣直接关系到将来的经济、安全、可靠运行。

架设送电线路的工作一般分为3个部分，即准备工作、施工安装和起动验收。施工安装通常又划分为土方、基础、杆塔、架线及接地5个工序。本教材针对供电企业职业技能培训的特点主要对基础、杆塔、架线及接地等分别进行讲解。

一、基础施工

所有杆塔的地下装置统称为基础。基础可分为预制基础（如底盘、卡盘、拉盘以及用于铁塔基础的各种混凝土预制件），浇制基础（阶梯式基础、灌注桩基础等），以及岩石基础等。

在预制基础和浇制基础中，混凝土的强度和耐久性程度成为质量的关键，因此我们应该根据设计要求，正确选用适用材料，然后通过正确的拌合、浇捣和养护来满足基础的设计强度要求。

二、杆塔组立施工

目前在送电线路常用的杆塔种类按材质分类有：钢筋混凝土杆、铁塔。以钢管为主要受力构件的钢管塔，具有下述

特点：从力学观点来看，钢管是理想的承压构件，且偏心连接少，可以提高结构受力的可靠性；风压值远比角钢小，铁塔风压大大降低；不易积雪，外形美观。所以钢管塔是一种较好的杆塔结构。从设计角度讲，由于受力结构可靠性的提高，从而突破了钢筋混凝土杆的设计界限，设计出多回路钢管塔，减少了送电线路通道占用土地面积，降低了线路的综合造价，给我国送电线路架设提供了保障。

确定杆塔型式时要考虑电压等级、作用负载等因素，同时还要考虑制造、施工、运行维护等的要求，要因地制宜，综合比较，做到经济合理。杆塔型式应尽量采用典型设计，同一工程中使用的杆塔型式不宜太多。

送电线路的杆塔都是由单个构件组成的，这些单个构件运至安装杆塔位置（桩号）后，通过螺栓、焊接等方法，把它们连接起来，组合成一个整体。

杆塔组立一般包括杆塔构件的运输，杆塔构件的组合和杆塔起立等工作。杆塔起立是杆塔施工的关键工序，这道工序通常要求做好起立前的准备，起立与校正，杆塔固定等工作。

准备工作的好坏，对于杆塔起立的速度、质量和安全均有密切的关系。因此要严格按照施工设计的要求，选择合适的起立设备和工器具，做到现场布置合理，起立方法正确。在杆塔起立之前，必须严格检查杆塔的组装质量，各尺寸是否正确，现场布置是否合乎要求，工器具、设备是否完好，人员分工是否明确。

杆塔的起立应根据杆塔的类型、地形以及施工单位的条件等，而采用不同的方法。目前常用的方法有倒落式抱杆整体起立、内拉线（外拉线）抱杆分解组立；固定抱杆整立；

起重机械整立等。

杆塔起立后，应立即进行杆塔的校正，使杆塔处于正确位置，然后安装拉线（临时或永久拉线）。

三、架线施工

送电线路所采用的导线和避雷线，应符合国家电线产品技术标准，电线应紧密整齐的绞合，不得有断股、松股和背股现象。导线和避雷线的机械物理特性应能满足送电线路的设计要求。

送电线路架线施工通常有以下几道工序：放线滑车的挂设及线轴的布置、人力或机械展放导线、导线接续、紧线及弧垂测定误差调整、金具及附件的安装。

展放导线的方法很多，以放线方式来分，分为地面放线、张力放线、以线引线放线及带电跨越放线等数种。

张力放线施工方法是导线在放线过程中受到机械牵引而带有一定张力，导线不落地施工。采用张力放线具有以下优点：①由于导线不落地，避免了与地面上的岩石等的摩擦，从而减少了导线的损伤；②减少了农作物的损失；③使施工简化，工效提高。

紧线时的弧垂测定及误差调整较为重要，它直接关系到杆塔正常受力不致因过载损伤，关系到对其他交叉物体及地面应保持足够的安全距离。关系到送电线路架设的美观实用。弧垂观测的主要方法有：等长法、异长法、角度法、平视法等多种，但以等长法及异长法较为常用。

四、布设接地装置

送电线路是电力系统的大动脉，它将巨大的电能输送到四面八方。漫长的输电线路穿过平原、山区，跨越江河湖泊，遇到的地理条件和气象条件各不相同，所以遭受雷击的

机会较多。线路雷害事故引起的跳闸，不但影响系统的正常供电，增加线路及开关设备的维修工作量，而且由于输电线路路上落雷，雷电波还会沿线路侵入变电所。而在电力系统中，线路的绝缘最强，变电所次之，发电机最弱，若发电厂或变电所的设备保护不完善，往往会引起设备绝缘损坏，影响安全供电。

送电线路防雷的任务是：采用技术上与经济上的合理措施，使系统雷害降低到运行部门能够接受的程度，保证系统安全可靠运行。

一般采取下列措施：

(1) 防止雷直击导线：沿线架设避雷线，有时还要装避雷针与其配合。

(2) 防止雷击塔顶或避雷线后引起绝缘闪络：降低杆塔的接地电阻，增大耦合系数，适当加强线路绝缘。

(3) 防止雷击闪络后转化为稳定的工频电弧：适当增加绝缘子片数，减少绝缘子串上工频电场强度，电网中采用不接地或经消弧线圈接地方式，防止建立稳定的工频电弧。

(4) 防止线路中断供电：可采用自动重合闸或双回路、环网供电等措施，保证不中断供电。

接地装置由于接地体的铺设方式不同，分为下列两种形式。一种是用圆钢或扁钢水平铺设在地面以下的深约0.5~1m的坑内，称为水平接地体，其长度应不超过100m，以免冲击系数增加太多。另一种是用角钢、圆钢或钢管垂直埋入地下，称为垂直接地体。输电线路的防雷保护装置，一般都采用水平接地体作接地装置。当单个接地体不能满足接地电阻的要求时，可采用多个接地体组合而成的接地装置。

五、工程质量的检查和验收

工程质量的检查和验收工作的优劣对确保电力建设工程质量，发挥和提高投资效益起着很重要的作用。电力线路架设工程可分为分项工程、分部工程、单位工程，电力线路架设工程的质量等级均分为“合格”“优良”两个等级，当分项工程不符合相应的质量评定标准“合格”规定时，必须及时处理，按规定重新确定其质量等级。质量检验评定程序，应在施工单位三级检查验收的基础上进行。送电线路工程竣工后，施工单位应将施工记录（也称原始记录）整理成册后移交给建设单位，以便建设单位在竣工验收时作为验收依据。

第二章

基础施工

所有杆塔的地下装置统称为基础。基础大致可分为预制基础（如底盘、卡盘、拉盘以及用于铁塔基础的各种混凝土预制件）、浇制基础（阶梯式基础、灌注桩基础）、岩石基础等。为了防止原设计勘测所定中心桩因故发生外力位移或遗失，造成错误施工，本章重点讲解了架空送电线路的施工测量的主要任务及要求、坑位测定、基础操平、挖坑及底盘找正。为了提高施工人员对浇制混凝土的初步认识，本章简要介绍了混凝土配制的基本要求和混凝土的主要组成材料。混凝土的强度和耐久性程度，首先决定于构成材料的性质。本章的重点和难点是混凝土的配合比设计和混凝土基础的施工，本教材从确定水灰比、确定用水量、确定水泥用量、确定砂率、计算砂石用量以及混凝土基础的施工过程中如何下模盒、搅拌、浇灌和捣固、养护和拆模进行了详细的讲解，最后还简要介绍了灌注桩基础施工的有关规定。

第一节 基础施工测量

一、施工测量的主要任务及要求

为了防止原设计勘测所定中心桩因故发生外力位移或遗失，造成错误施工，在施工前必须对全线路所有桩位进行复测；对线路所经过的所有交叉跨越处的被跨越物进行高度复测，以免在线路施工后造成无法补救的错误；根据设计的杆塔