

全国供用电工人技能培训教材

送电线路

中国电力企业家协会供电分会 编

初级工

中国电力出版社

全国供用电工人技能培训教材

送 电 线 路

初级工

主编：鲁 鹏

主审：刘天明

王国庆

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是《全国供用电工人技能培训教材》之一，也是部颁《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工业·供用电部分》的配套教材之一。本书共分四章，主要介绍了送电线路施工、检修、运行维护中的基础知识和操作技能，同时对送电线路的主要杆塔形式，设备材料规格，工作方法、步骤、规定和要求加以介绍。为巩固和加深对课文内容的理解，各章后附有复习题。

本书可作为从事送电线路施工、检修和运行维护工作的新工人和已参加工作的初级工培训考核教材，也可作为电力工业学校的课程参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

送电线路 (初级工) 中国电力企业家协会供电分会编. -北京: 中国电力出版社, 1998

全国供用电工人技能培训教材

ISBN 7-80125-761-8

I. 送… II. 中… III. 输配电线路-电气工程-技术培训-教材 IV. TM75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 22621 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)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999 年 1 月第一版 2003 年 7 月北京第六次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 32 开本 7.375 印张 159 千字

印数 24001—27000 册 全三册定价 34.00 元 (本册 11.00 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)

审 定 委 员 会

主 任 王宏超

副主任 李宝祺 王文喜 郝邦振 刘治国

张一士 丁 雁

成 员 线路组：刘天明 成仲良 杨书全 许精潜

变电组：王佟利 王典伟 万 达 沈镜明

调度组：冯新发 张 庆 朱佩萍 葛剑飞

用电组：刘云龙 蒋贻吉 宋允伦 曾乃鸿

审定委员会办公室秘书 龙镇和 张兰慧

关于《全国供用电工人 技能培训教材》的审定意见

经中电联核准，由中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心共同组成的审定委员会于1998年9月下旬，对中国电力企业家协会供电分会组织编写的《全国供用电工人技能培训教材》进行了审定。其审定意见如下。

第一、本技能培训教材的指导思想正确、编写依据充实。这套教材以提高供用电工人职业技能为重点，以加强职业知识培训为指导思想，以原电力工业部、原劳动部颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工业·供用电部分》和原电力工业部颁布的运行、检修、安全规程、四项监督、五项制度为依据，在大纲的拟定、内容取舍和深度控制等方面，均符合中电联教培部《关于电力生产人员职业资格培训教材编审工作原则的意见》的原则和规定。

第二、编写形式符合工人技能培训特点。这套教材的结构设置借鉴了国际上电力行业编辑职业技能培训教材的先进做法，其结构框架、内容描述等，均力求与国际同行业惯例接轨。即以职业技能为中心，以岗位设篇，知识以够用为度，并将必备的知识融入技能描述之中。每一工种教材又分为初、中、高三个分册，内容上依次递进，互不重复或不简单重复，更适合工人技能培训之用。

第三、本教材的先进性、实用性结合得当。这套教材注重实用性和先进性的有机结合，在编写过程中，编者做了大量的调研工作，认真了解供用电工人的实际需求和整体素质状况，使编写内容符合供电企业培训、考核、技能鉴定的需要，有较强的实用性。同时，注重吸收电力生产的新工艺、新方法、新技术，使教材内容具有先进性，符合电力工业科技发展方向。书中的名词术语、计量单位等，均符合国家标准和行业标准，能适应电力工业培养跨世纪劳动者的要求。

第四、编写、出版阵容较强。这套教材是由中国电力企业家协会供电分会与中国电力出版社共同推出的。通过联手合作方式，使本套教材既具有显著的供电行业的特色，又具有较强的权威性。本套教材主要是为供电企业工人职业技能培训服务，而中国电力企业家协会供电分会的成员遍布全国，作者既具有深厚的理论基础，又直接从事生产实际工作，较好地体现出实践经验的总结和概括。中国电力出版社是中宣部和新闻出版署在全国首批认定的 15 家优秀出版单位之一，是我国唯一专门为电力行业服务的大型专业出版社，其出书质量是一流的。因此，供电企业与出版社两者的合作可谓珠联璧和，是值得提倡的。这套丛书的成功面世也为今后电力图书的出版提供了一个可借鉴的模式。

综上所述，我们认为：本套教材在编写结构、体例格式、内容描述的先进性、实用性方面适当；在字数控制、知识的渐进性和启发性，以及复习题的安排方面较好；语言文字的运用得当，所述内容基本正确，同时还具有图文并茂，通俗易懂，循序渐进的特点。因此，它不仅适用于培训、考核技术工人的需要，而且对现场的工程技术人员，也有参考价值。

建议可将这套丛书作为全国供用电工人的技能培训教材。

中 国 电 力 企 业 家 协 会
中 电 联 教 培 部
电力行业职业技能鉴定指导中心

一九九八年九月二十八日

教材编辑委员会

名誉主编	陆延昌	张绍贤	刘宏	王宏超
主编	赵双驹			
常务副主编	钱家越	陆孟君	张克让	
副主编	宗健	朱良镛	丁德政	周英树
委员	韩英男			
	张一士	赵双驹	周永兴	李承的
	吴周春	刘美观	郭志贵	杨新培
	张昌润	钱家越	陆孟君	余健
	韩英男	周英树	陈祥斌	王春波
	孙少平	骆应龙	史传卿	朱德林
	白巨耀	蔡百川	李祥宪	严尔衡
	越广祥	杨光慈	何童芳	杨忠
	张文奎	郭宏山	钱忠伟	顾寅章
	顾志鹏	周道和	刘绍钧	娄殿强
	朱永芄	王之珮	万善良	刘云龙
	何宗义	赵彩明	何雨宸	阙炳良

教材编辑办公室

主	任	陆孟君 (兼)				
副	主	任	丁德政	任军良	张 涛	
工	作	人	陈祥斌	胡维保	吕忠福	胡莉莉
			朱 品	谢 红		

前 言

为贯彻党的“十五大”精神，落实“科教兴国”战略，全国提高劳动者素质，中国电力企业家协会供电分会组织编写了《全国供用电工人技能培训教材》。本教材以电力工业发展的客观规律为依据，是服务于电力生产现代化，培养供电生产应用型人才的一部工种齐全配套、覆盖面广、实用性强、编写水平较高的系列通用技能培训教材。在中国电力企协、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心的重视和关心下，由中国电力企业家协会供电分会精心组织全国 49 个单位 146 名工程技术人员、专家和教授参加了编撰工作，并在中国电力出版社对编撰原则、框架结构、体例格式全过程的培训下，调查研究供电工人的技能需求和整体素质现状，撰写技能培训大纲，自 1995 年 11 月至 1998 年 4 月底，经历两年半时间，完成了书稿的写作、修改及初审工作。

这套丛书是遵照“电力工人技术等级标准”关于知识和技能的要求，结合供电生产发展情况进行编写的，全书分线路、变电、用电、调度通信四门专业，27 个工种，每个工种又分为初级、中级、高级工三个分册，共计 77 分册，1000 余万字。本教材以“做什么，怎样做，在什么条件下做，达到什么标准”为中心内容，详实得当，图文并茂，文字简练，由浅入深，便于对知识和操作工艺的掌握，收到以“知”为“做”服务的效果。这套教材的编写还力求把概念、原理、公式与技能有机地结合起来，避免重理论、轻技能的弊端。

本教材坚持先进性和实用性结合，突出技能，符合电力

工业科技发展方向，体现电力生产的新技术、新方法、新工艺，并力求向模块式教材靠拢，以适应技能考核鉴定和培养跨世纪供电工人的需要，以电力生产目前实行的两个技术措施计划、三种规程、四项监督、五项制度的具体要求为依托，使教材达到规程、规范、制度的规定，能充分体现出电力生产工艺特性。

按供电工人培训目标要求，结合技能培训特点，以“干什么”、“学什么”、“考核什么”为原则，每章后均附有选择、是非、计算、画图、问答等复习思考题，便于巩固所学的理论知识和操作技能。

本套丛书属于供电生产专业性技能培训教材，为达到结构设置合理化，重在提高技能应用水平，避免基础理论知识的重复，凡属已出版的公用基础理论教材的内容，如职业道德、电力生产知识、绘图、电工、电子、热工、水工、机械、力学、钳工、计算机等基础理论均未重复编入本教材。

这套丛书业经中国电力企协、中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心组织专家审定，并建议作为全国供电工人技能培训教材。在编写过程中，得到很多单位的领导、专家和教育培训工作者的大力支持与热心帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编者经验所限，在编写中难免有疏漏之处，诚恳地希望广大读者和教育培训部门的专家、教师提出修改意见，并在教学实践中进行调整和补充，使其更加完善，为提高供用电工人的素质和技能发挥积极作用。

《全国供用电工人技能培训教材》编辑委员会

一九九八年九月

编者的话

《送电线路》是《全国供用电工人技能培训教材》之一，本书为送电线路初级工培训教材。

目前，送电线路工人普遍存在重操作轻理论的现象。因此，本书在编写过程中，对照送电线路工技术等级标准，本着从初级工起就抓好理论培训入手，编入了部分基础理论知识。同时在送电线路施工、检修和运行维护方面，编者结合实际工作体会和做法，由浅入深地介绍了施工、检修、运行维护的方法、步骤，线路常用设备材料的规格、规范等，内容简明实用，比较易于掌握。

本书第一章由镇江供电局刘天明同志编写，第二章由齐齐哈尔电业局梁保仁同志编写，第三章由徐州电业局鲁鹏同志编写，第四章由兰州供电局王充同志编写，全书由鲁鹏同志主编，刘天明、王国庆同志主审。

本书在编写过程中，得到中国电力出版社、本教材编审办公室、徐州电业局教培中心，以及其他有关领导和同志们的支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促和编者水平所限，书中不妥之处在所难免，诚请广大读者直言批评指正，以便再版时修改。

编者

1998年6月

目 录

关于《全国供用电工人技能培训教材》的审定意见

前言

编者的话

第一章 基础知识	1
第一节 电力系统及电力网	1
第二节 送电线路	13
第三节 导线和避雷线	20
第四节 杆塔	39
第五节 绝缘子	60
第六节 线路金具	75
第七节 杆塔基础	97
第八节 接地	102
复习题	105
第二章 送电线路施工	107
第一节 线路施工图	107
第二节 杆塔基础开挖	123
第三节 底、拉、卡盘装设	131
第四节 杆塔组装	139
第五节 起重	157
复习题	169
第三章 送电线路巡视和维护	172
第一节 送电线路巡视	172

第二节 送电线路维护.....	182
复习题.....	192
第四章 送电线路检修	194
第一节 概述.....	194
第二节 绝缘子检修与更换.....	198
第三节 金具检修与更换.....	211
复习题.....	218
参考文献.....	220

第一章 基础知识

电力是一种便于集中、传输、分散、控制和转换成其他形式的能源，它的利用和发展，方便了人们的生产和生活，同时也促进了国民经济的快速发展。今天，电力作为一种能源，在工农业生产、交通运输、科学研究、精神文明建设和人民生活等方面，起着重要的作用，并已成为现代文明社会的重要物质基础。

第一节 电力系统及电力网

一、概述

自然界存在的能源资源，通过相应的技术都可以转换为电能。因此，人们习惯地将自然能称为一次能源，把电能称为二次能源。一次能源主要来自太阳、地球及地球与其他天体的相互作用。现代世界各国主要用于发电的一次能源有石油、煤炭、天然气、风力、水力及原子能等。而被称作二次能源的电能，则是通过一定的技术手段和设备，利用一次能源转变而来的，这种能源的转变过程称为发电，一般在发电厂进行。

从发电厂发电，到电力用户的用电，这中间要经过多种电气设备的连接和变换，方能实现电力的合理输配。这好比家庭用水，不能直接取自水库或水厂的出水池一样。介绍这个电力输配过程，需要熟悉几个有关的概念。

二、电力系统及电力网

1. 电力系统

由发电厂发出的电能,经过送电线路送到变电所降压后,输送到配电网,再由配电线路把电能分配(输送)到各个电力用户的用电设备。这种由发电厂的发电机、送电线路、变电所设备、配电网和电力用户的用电设备连接而成的整体,称为电力系统。它是将一次能源转换成电能并输送和分配到用户的一个统一系统。在这个系统中有发电机、变压器、断路器、母线、送电线路、配电装置、用电设备(电动机或照明装置)等电力设备,如图 1-1 所示。

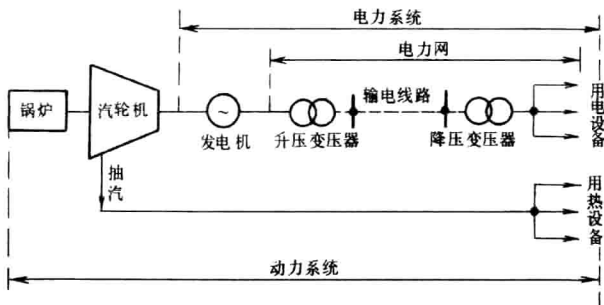


图 1-1 动力系统、电力系统及电力网示意图

2. 电力网

由各种电压等级的送配电线路和各种类型变电所(站)的变压器连接而成的网络,称之为电力网,它是电力系统的重要组成部分。从图 1-1 可以看出,电力网比电力系统只是少了发电设备和用电设备。从研究、计算和管理方面考虑,可将电力网分为地方网、区域网和远距离输电网三类。一般 110kV 以下电压等级的电力网,多供电给地方负荷,称为地

方网；电压等级在 110kV 及以上的电力网，多供电给区域性变电所，称为区域网；线路输送距离超过 300km，电压等级在 220kV 以上的电网，称为远距离输电网。按电压的高低区分，可将电力网分为低压网、中压网、高压网和超高压网等。电压在 1kV 以下的，称为低压网；1~10kV 的，称为中压网；35~220kV 的，称高压网；330kV 及以上的电网，称为超高压网。另外，按电网的构成形式区分，可分为开式网（单侧电源供电）和闭式网（两侧供电或环形供电网）两种。

3. 动力系统

介绍了电力系统和电力网后，下面简要介绍一下动力系统。动力系统是由电力系统和动力装置，如锅炉、汽轮机等共同组成的。整个动力系统除电力系统外，还包含热能、水能或其他能源的动力设备和热能用户。

三、电力系统组成

1. 发电厂

发电厂的类型很多，下面主要介绍几种在电力系统中所占比例较多的发电厂类型。

(1) 火力发电厂。利用煤、石油、天然气等自然界蕴藏量极其丰富的化石燃料发电，称为火力发电，通常也称火电厂。火力发电厂是由三大主要设备——锅炉、汽轮机、发电机及相应的辅助设备组成，它们通过管道或线路相连接，构成了生产过程的主系统，即燃烧系统、汽水系统和电气系统。

火力发电厂的生产过程为：利用燃料在锅炉中燃烧产生高压高温蒸汽，用蒸汽冲动汽轮机旋转，再由汽轮机带动发电机发电。这种发电方式在火电厂中极为普遍，占世界火力发电总装机容量的 95% 以上。

(2) 水力发电厂。水力是一种取之不尽用之不竭的可再