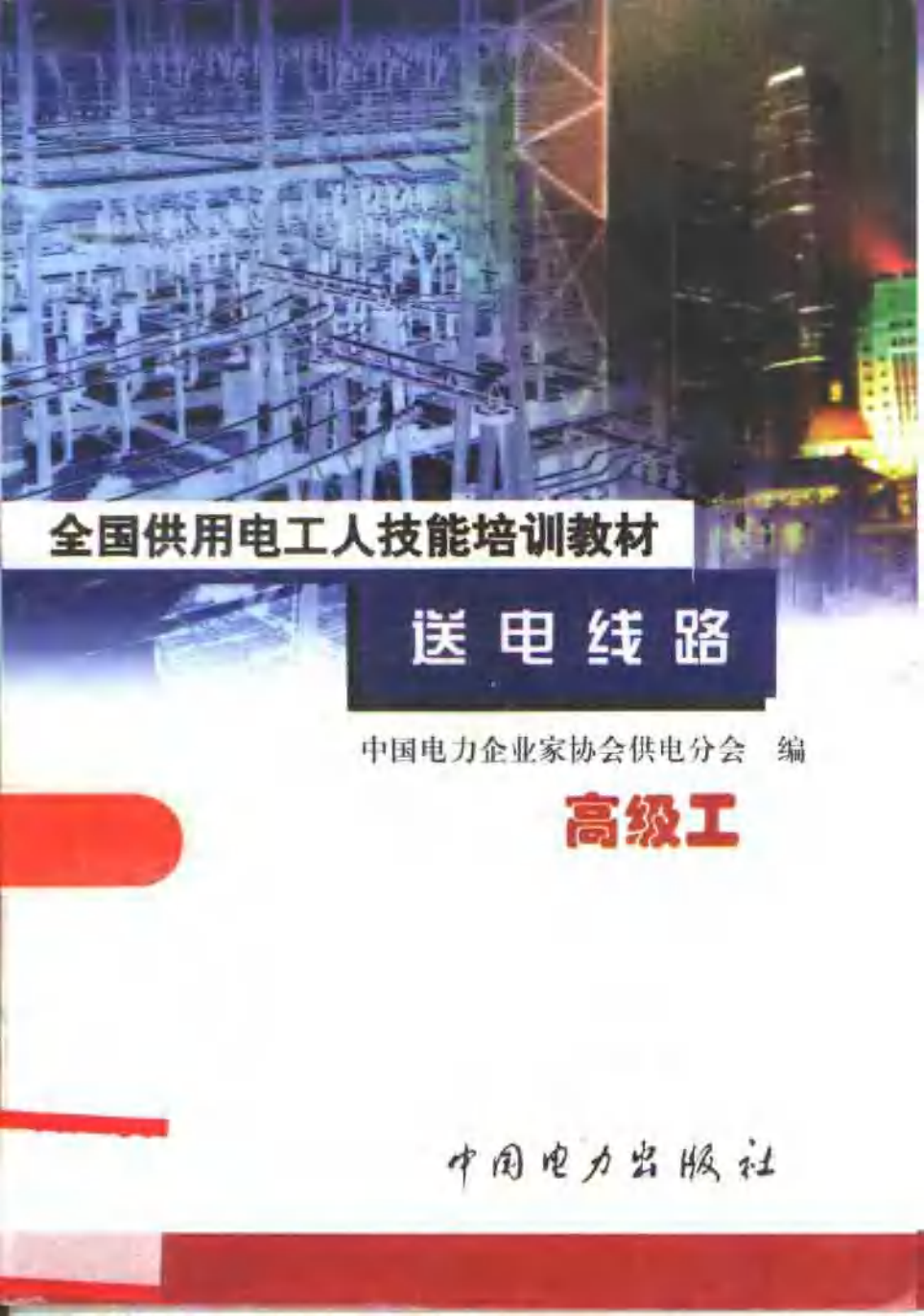




全国供用电工人技能培训教材

送电线路

中国电力企业家协会供电分会 编

高级工

中国电力出版社

199167

TM75

L816

全国供用电工人技能培训教材

送 电 线 路

高级工

主编：鲁 鹏

主审：刘天明

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。

本书共分六章,主要介绍了送电线路施工、检修和运行维护等方面的有关管理知识,其中包括送电线路有关理论计算、线路勘测施工和线路投入运行全过程的管理知识、送电线路运行和检修管理、继电保护在线路上的应用、线路施工预算编制方法等。挑选了实际工程中施工措施和检修措施的编制实例,以提高送电线路高级工人员对施工和检修措施的编写能力。为巩固和加深对课文内容的理解,各章之后附有复习题。

本书可作为从事送电线路施工、检修和运行维护工作的高级工培训考核教材,也可作为相关专业的工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

送电线路/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 7-80125-701-8

I. 送… II. 中… III. 输配电线路-电力工程-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.ccpp.com.cn>

长城印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999年1月第一版 1999年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 6.25印张 134千字

印数 0001 8000册 定价 9.00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 蒋貽吉 宋允伦 曾乃鸿
审定委员会办公室秘书 龙镇和 张兰慧

ABD91/07

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
	赵广祥	杨光慈	何贵芳	杨忠
	张文奎	郭宏山	钱忠伟	顾寅章
	顾志鹏	周道和	刘绍钧	姜殿强
	朱永茂	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
			朱 品	谢 红	胡莉莉

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用工人的需要，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，为达到机构设置合理化，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，本书为送电线路高级工培训教材。

送电线路高级工人员在本单位多担任工段长或班长之职，其职责是带领和指导中、初级工人员进行作业。因此，本书在编写过程中，对照送电线路工等级标准要求，着重介绍了送电线路高级工所应具备的线路管理方面的基本知识和有关内容，并对送电线路的理论计算、有关措施的编制方法等，进行了相应的介绍。

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、四、五、六章及附录部分由徐州电业局鲁鹏同志编写。全书由鲁鹏同志主编，由镇江供电局刘天明、王国庆同志主审。

在本书编写过程中，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的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促和编者水平所限，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7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	送电线路理论计算	1
第一节	送电线路导线机械计算	1
第二节	导线截面选择	23
第三节	架空线振动和防振	34
复习题		45
第二章	送电线路设计及基建管理	48
第一节	送电线路路径选择	48
第二节	送电线路施工图纸	56
第三节	施工图技术交底	61
第四节	施工组织措施编制	64
第五节	送电线路启动验收及送电	71
复习题		79
第三章	送电线路运行和管理	81
第一节	制度性管理	81
第二节	线路设备管理	90
第三节	线路技术资料管理	100
复习题		103
第四章	送电线路检修管理	105
第一节	大修计划编报	105

第二节	大修开、竣工报告	113
第三节	大修“三措”编制	116
第四节	工作票填写与签发	118
复习题		124
第五章	继电保护在送电线路中	
	的应用	126
第一节	概述	126
第二节	继电保护在送电线路上的应用	129
第三节	线路故障性质和地点判断	138
复习题		141
第六章	送电线路施工图预算编制	143
第一节	概述	143
第二节	编制预算准备工作	147
第三节	编制施工图预算	149
第四节	施工图预算审查	156
复习题		158
附录一	220kV 送电线路工程施工措施实例	160
附录二	500kV 送电线路大修“三措” 编制实例	175
附录三	《110kV 及以上送变电基本建设工程 启动验收规程》摘录	181
参考文献		185

第一章 送电线路理论计算

第一节 送电线路导线机械计算

导线是架空送电线路的主要组成部件，它不但应具有输送电力的功能，还必须具有足够的机械强度，以经受各种气象条件的考验。因此，在进行送电线路设计时，除了要对导线进行电气性能方面的计算外，还应对其进行机械性能计算。

一、概述

悬挂在架空送电线路杆塔上的导线，由于相邻两杆塔导线悬挂点之间的距离（即线路档距）比较大，所以在计算导线的弛度和张力时，对导线材料的刚度影响可以忽略不计。假定导线在杆塔之间的悬挂状态是一条柔韧的“悬链线”，并沿导线承受着均匀的垂直荷载，如图 1-1 所示。

图 1-1 中，杆塔导线悬挂点之间的水平距离 L 称为档距，档距中导线最低点 O 至悬点连线 $A、B$ 的垂直距离 f 称为弛度。

当悬挂于杆塔之间的导线受到外界温度变化的影响时，将引起导线的伸长或缩

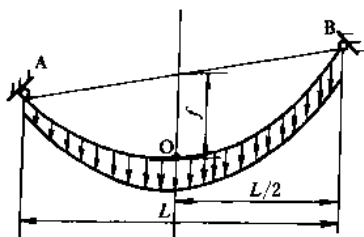


图 1-1 导线为悬链线状时均匀垂直荷载示意图

短，而导线上荷载的变化也将引起导线的弹性变形，这两种现象都将使导线的长度发生一定的变化。通过分析计算可知：

在线路的档距一定时，导线的长度即使发生很小的变化，也会导致导线张力和弛度发生较大的变化。如导线的长度缩短，将使导线弛度减小，张力增大，将降低了导线机械强度的安全系数。反之，导线长度增长，导线的张力将减小，弛度增大，将使导线机械强度的安全系数增加，同时导线的对地距离也相应减小。因此，在进行线路设计时，必须计算导线的弛度和应力，以确定和掌握导线在各种气象条件下弛度和应力的变化情况，以使送电线路的设计经济合理，既能保证线路运行安全，又能便于施工安装。

二、架空送电线路设计气象条件

架设在野外的送电线路，长期在旷野、山区或湖海等环境中运行，不但会受到风、雨、雪、冰等外荷载的作用，还将受到气温剧烈变化和空气中化学气体的侵袭。由于年复一年的气象环境影响，线路元件表面经常受到腐蚀，这将直接影响线路各元件的内部应力（尤其是导线）。因此，在送电线路设计时，合理选择线路元件的几何形状和尺寸，是保证送电线路安全运行的重要条件。在选择线路元件前，应首先收集和掌握线路所经过地区的气象资料，气象资料主要包括气温、风速和覆冰等情况。因为气温的高低影响到导线的应力和弛度，大风将使架空线和杆塔承受垂直线路方向的水平荷载，而导线覆冰则增加了架空线和杆塔的垂直荷重。当导线覆冰比较严重时，线路可能因其覆冰而受到严重的破坏。

在收集气象资料时，应根据所设计线路的电压等级，详细收集线路附近历年来的气象情况，一般考虑 15~30 年一遇的气象资料，同时还要适当考虑到特殊地形的微气候影响，如通过高山区的线路或位于河口、山谷、煤矿区域的杆塔等。如设计选用的气象条件不合适，将直接影响线路的安全运行。

气象资料的获取,需向线路所经过地区的气象台(站)调查了解历年实测的气象资料,还要向沿线已有各种线路的运行单位收集有关气象数据,了解气象条件对线路的影响程度,从而根据部颁《架空电力线路设计技术规程》中的有关技术规定,确定计算用的综合气象条件。

架空送电线路设计规程中,结合我国不同地区的气象情况,推荐制定出我国各典型气象区的计算用气象条件。在线路设计收集气象资料时,如实际收集的气象资料与典型气象区的某一类数据相近时,便可选用典型气象区所列出的气象条件进行计算。如数据差异较大,则应按实际气象条件进行计算。全国典型气象区的气象条件如表 1-1 所示。

表 1-1 全国典型气象区的气象条件

气 象 区		I	I	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX
大气温度 (℃)	最 高	+40								
	最 低	-5	-10	-10	-20	-10	-20	-40	-20	-20
	覆 冰	-5								
	最大风速	+10	+10	-5	-5	+10	-5	-5	-5	-5
	安 装	0	0	-5	-10	-5	-10	-15	-10	-10
	外过电压	+15								
风速 (m/s)	内过电压年 平均气温	+20	+15	+15	+10	+15	+10	-5	+10	+10
	最大风速	35	30	25	25	30	25	30	30	30
	覆 冰	10								
	安 装	10								
	外过电压	15	10							
	内过电压	0.5×最大风速 (不低于 15m/s)								
覆冰厚度 (mm)		0	5	5	5	10	10	10	15	20
冰的密度		0.9								