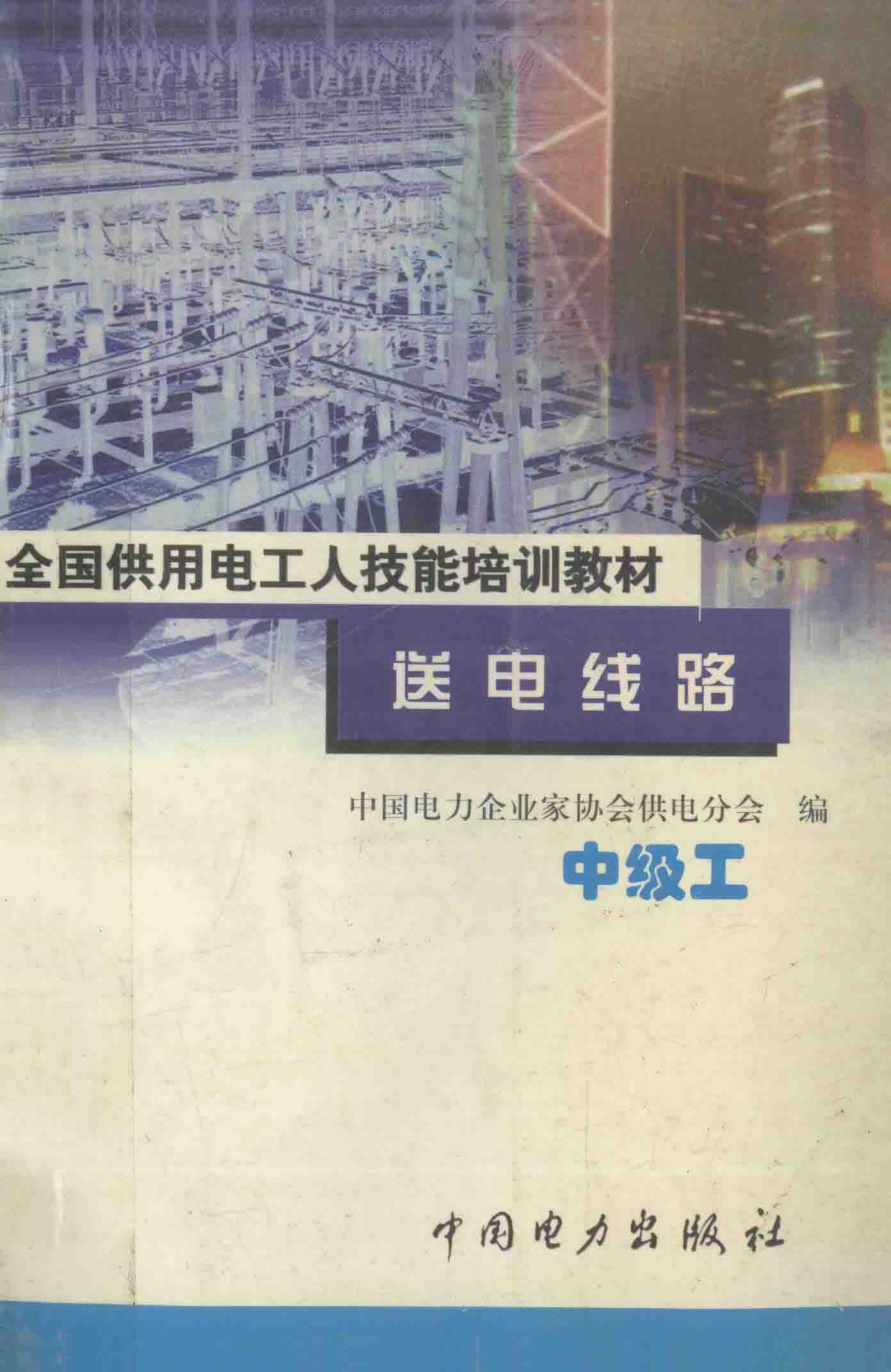




全国供用电工人技能培训教材

送电线路

中国电力企业家协会供电分会 编

中级工

中国电力出版社

全国供用电工人技能培训教材

送 电 线 路

中级工

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，着重介绍了送线路施工、检修、运行和测试等方面的有关内容，对电力线路常用起重工具的使用和验算、电力系统中性点的接地方式、线路防雷、防污工作等均作了一定的介绍。

本书可作为从事送线路施工、检修和运行维护的中级工岗位技能培训教材，也可作为有关专业技术人员和管理人员的参考书。

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 7-80125-761-8

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.cepp.com.cn>)

三河市实验小学印刷厂印刷

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 9.125 印张 199 千字
印数 00001—10000 册 定价 14.00 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：何雨宸 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 宋永伦 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	朱良镭	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	徐健
	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	何童芳	杨忠
	张文奎	郭宏山	钱忠伟	顾志鹏
	周道和	刘绍钧	娄殿强	朱永芹
	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
		员	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》中级工分册。

送电线路中级工是线路施工、检修和运行工作中的主要力量，绝大多数技术操作均由他们来完成。因此，本书在编写过程中，对照送电线路工等级标准，对线路施工、检修和运行等方面的工作方法、操作步骤、规范要求等做了较详细的介绍，同时对电力系统方面的知识和有关工器具的强度验算，做了结论性介绍。内容实用，深入浅出，比较容易掌握。

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，第三章及第四章第四、五节由徐州电业局鲁鹏同志编写，第四章第一、二、三节由兰州供电局王充同志编写。全书由鲁鹏同志主编，刘天明同志主审。

另外，在本书编写过程中，得到中国电力出版社、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支持和帮助，在此一并表示感谢。由于编写时间仓促和编者的水平所限，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	基础知识	1
第一节	常用起重工具应用和计算	1
第二节	电力系统中性点运行方式	23
第三节	架空送电线路防雷	35
复习题		42
第二章	送电线路施工	44
第一节	施工测量	44
第二节	基础施工	61
第三节	杆塔组立	73
第四节	导线、避雷线架设	103
第五节	接地装置施工	153
第六节	施工验收	156
复习题		161
第三章	送电线路运行和测试	164
第一节	运行管理	164
第二节	线路常用仪器仪表	170
第三节	运行线路测试	178
第四节	送电线路防污工作	201
第五节	电力系统运行主要故障	209

复习题.....	214
第四章 送电线路检修	217
第一节 保证安全的组织、技术措施.....	217
第二节 电杆横担检修与更换.....	232
第三节 线路导线和避雷线检修和处理.....	241
第四节 带电作业基本知识.....	254
第五节 反习惯性违章作业.....	269
复习题.....	275
参考文献.....	277

第一章 基础知识

送电线路中级工是送电线路工中人数较多、所占比例较大的主要技术力量。他们担负着保障线路安全运行中的大部分工作量。因此，送电线路中级工除了应懂得和掌握初级工的基础知识外，还应了解电力网络在电力系统中的地位和作用，掌握一定的电力专业知识和生产技能。只有这样，才能在生产实践中做好本岗位的工作，发挥应有的作用。

第一节 常用起重工具应用和计算

在送电线路的维护、检修和施工安装中，常用的起重工器具主要有绳索类、抱杆类、地锚类、滑车类、拉吊类以及其他牵引设备和器具。如何正确合理地使用起重工器具，对送电线路检修质量和施工安装的安全有着重大关系。所以送电线路中级工应人人掌握一般起重工器具的基本计算方法，能验算工器具强度，以便在日常工作中合理的选用起重工器具。下面将分别介绍有关起重工器具的强度计算。

一、白棕绳强度计算

1. 起重用白棕绳的规格标准

白棕绳也称麻绳，因其柔软和强度较大而成为起重工作中常用的绳索之一。白棕绳是由抗拉、耐磨和不易腐烂的剑麻等高级麻的茎纤维捻制而成。按制作原料不同，机制麻绳分为白棕绳、混合麻绳和线麻绳等，通常习惯上统称为白棕

绳。由于白棕绳的价格相对较低，因此在送电线路检修和施工安装中，常用它作为传递绳和小吨位的起重绳索。常用的白棕绳有三股、四股和九股三种，使用时可根据不同的用途合理选用。国产起重白棕绳的规格标准，如表 1-1 所示。

表 1-1 国产起重白棕绳的规格标准

绳直径 (mm)	质 量 (kg/m)	最 小 破 断 力 (kN)		
		I 级	II 级	III 级
6	0.03	3.969	2.626	1.725
8	0.06	6.527	4.312	2.842
10	0.08	9.016	5.978	3.842
12	0.11	11.427	7.595	4.988
14	0.14	15.947	10.682	7.075
16	0.18	19.208	13.132	8.536
18	0.23	24.108	16.268	10.78
20	0.28	30.576	20.678	13.622
22	0.34	36.848	24.892	16.464
24	0.40	42.924	29.008	19.208
26	0.48	48.708	33.124	21.845
28	0.55	55.958	38.122	25.088
30	0.63	64.876	43.61	29.302
32	0.72	72.912	49.098	33.026
34	0.81	80.752	54.488	36.652
36	0.91	88.20	59.682	40.18
40	1.21	107.506	72.912	49.098
44	1.36	117.698	79.968	53.802
48	1.61	137.20	93.688	63.014
52	1.90	158.76	108.094	72.618

2. 白棕绳容许拉力

白棕绳的容许拉力可按下式计算

$$F = \frac{F_0}{KK_1K_2} \quad (1-1)$$

式中 F_0 ——白棕绳的破断拉力, N;

K ——安全系数;

K_1 ——不平衡系数;

K_2 ——冲击系数。

表 1-2 白棕绳的 K 值表

工作性质和条件	K_1	K_2	K
通过滑车组整立杆塔或紧线时的牵引绳	1.0	1.1	5.5
起立杆塔时的吊绳	1.1	1.2	6.0
起立杆塔时的临时拉线	1.1	1.2	4
作其他起吊牵引用的牵引绳或吊点固定绳	1.0	1.2	5.5

3. 白棕绳使用和保养

(1) 使用前应根据使用条件进行强度验算。

(2) 当用于穿绕滑轮时, 滑轮直径应大于绳索直径 10 倍及以上, 如不足 10 倍时, 必须将绳索的使用拉力降低。

(3) 当用白棕绳起吊或绑扎时, 对有棱角处应用软物垫好, 以免磨伤绳索。

(4) 对于旧绳应根据其新旧程度酌情降档使用, 旧绳的破断拉力一般取新绳的 40%~60%。

(5) 白棕绳应存放在干燥的库房内, 不能受潮或高温烘烤; 如在使用中沾上泥浆, 应及时清洗、晒干, 以防腐烂。

二、钢丝绳强度计算

钢丝绳具有强度大、性质柔软、耐磨损、安全可靠等特点, 所以在送电线路检修和施工安装中, 常用于起吊杆塔、紧线牵引等工作中。

1. 钢丝绳的规格

钢丝绳的结构是由钢丝扭绞而成的。通常是由单丝绞制成股, 每股分别由 19 根或 37 根钢丝组成, 然后由 6 股和一