

电力施工企业职工岗位技能培训教材

送电线路施工

(初、中级)

中国电力企业联合会企业部组织
陕西送变电工程公司
朱延庆 主编

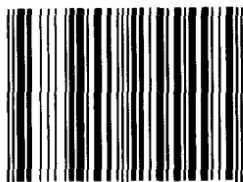


中国电力出版社

电力施工企业职工岗位技能培训教材

- 热工仪表及控制装置安装
- 电气二次回路接线及施工
- 高压电气设备安装
- 管道安装
- 厂用电安装
- 汽轮机本体安装
- 汽轮机辅机安装
- 汽轮机调速器安装
- 起重技术
- 锅炉本体安装
- 锅炉辅机安装
- 锅炉钢架安装
- 送电线路施工（初、中级工）
- 送电线路施工（高级工）

ISBN 7-80125-549-6



9 787801 255495 >

ISBN 7-80125-549-6/TM · 313

定价: 17.00 元

电力施工企业职工岗位技能鉴定

送电线路施工

(初、中级)

中国电力企业联合会企业部组织

陕西送变电工程公司

朱延庆 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是送电线路架设工初级工、中级工的岗位技能培训教材,系统地讲述送电线路从基础施工、杆塔组立、放线架线到接地安装等全部施工过程的基本知识,施工方法、操作工艺以及工程材料的性能、工具和施工机械的使用等内容。

本书也可作为技工学校送电线路施工专业的补充教材和送电线路施工和检修人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

送电线路施工:初、中级/朱延庆主编. -北京:中国电力出版社,1998

电力施工企业职工岗位技能培训教材

ISBN 7-80125-549-6

Ⅰ. 送… Ⅱ. 朱… Ⅲ. 电力工程-输配电线路-工程施工-技术培训-教材 N. TM752

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第25672号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 邮政编码 100044)

北京市京东印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1998年9月第一版 2001年9月北京第三次印刷
787毫米×1092毫米 32开本 14印张 306千字

印数 4221 11220册 定价 17.00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)

电力施工企业职工岗位技能 培训教材编审委员会

名誉主任：张绍贤 刘 宏

主 任：赵宗鹤 贾国栋

副 主 任：孙永安 张克让 孙力源（常务）

王 钺

委 员：（排名不分先后）

程建飞 段景祥 周炳申 徐玉华

朱铁生 马惠廉 张乐安 杨逸云

杨万涛 乐秀弟 李新华（常务）

李汉型（常务） 徐相奎

前 言

为适应施工企业深化改革,加强管理和提高职工队伍素质的需要,继1994年出版发行了《电力施工企业中层干部岗位培训教材》之后,我们又组织编写了这套《电力施工企业职工岗位技能培训教材》。

组织编写这套教材,考虑到以下三个方面的情况:一是近十几年来我国电力建设事业发展速度很快,每年装机都超过1000万kW,这个发展速度不仅缓解了我国长期缺电的局面,同时也带动了电力施工企业管理和技术的进步,在施工中遇到了许多新设备,出现了许多新技术和新工艺,对此应当及时进行总结和推广,原来的培训教材已难以适应现在的需要;二是施工企业进入市场参与竞争,必须不断提高队伍素质和加强职工培训,因此教材建设就是一项不可缺少的基础工作;三是工人技术等级标准已修订并颁发了多年,也应有一套新的教材与之适应。总之培训教材必须适应情况的变化和满足实际需要。

这套教材覆盖了火电、送变电施工14个主要岗位工种,共13册,不仅适用于火电、送变电施工企业职工岗位技能培训,也适用于发供电企业安装、检修人员的岗位技能培训,电力系统中专技校及其他行业有关人员的岗位培训也可选用和参考。

这套教材的主要特点是紧密联系施工实际,突出操作技能,兼顾必要的基础技术知识。火电以国产300MW机组安装技术为主,送变电以500kV设备安装技术为主,兼顾了330kV和220kV送变电施工技术。

除“送电线路施工”两个分册外,每册书后附有“教材使用说明”,以便针对不同培训对象,灵活选用教材内容。

组织编写这套教材,得到了很多单位的支持,特别是陕西电建总公司、山东电力集团公司、山东电建一公司、上海电力建设局、陕西电建

一公司、陕西电建三公司、甘肃送变电公司、陕西送变电公司等单位及有关同志做了大量的工作。

主要参加编写人员及分工如下：

热工仪表及控制装置安装	马惠廉
电气二次回路接线及施工	牟思浦
高压电气设备安装	魏国柱
管道安装	谢万钧
厂用电安装	姚展祥
汽轮机本体安装	苏云提
汽轮机辅机安装	李浩然
起重技术	汤毛志
锅炉本体安装	刘永贵
锅炉辅机安装	李盈昌
锅炉钢架安装	刘永贵
送电线路施工（初、中级工）	朱延庆
送电线路施工（高级工）	王洪昌

在教材出版发行之际，谨对上述单位及有关编审人员表示诚挚谢意。

由于我们经验不足、水平有限，致使培训教材出现疏漏以至错误之处在所难免，在此恳请给予批评指正。

电力施工企业职工岗位技能培训教材编审委员会
中国电力企业联合会企业部

1998年6月

编 者 说 明

本教材是在中国电力企业联合会教育培训部、企业部的统一部署下,由电力施工企业职工培训教材编审委员会组织指导编写的。是送电线路架设工初、中级工岗位技能培训教材。

全书的内容范围以 110~500kV 送电线路施工技术为限度(以 220~500kV 线路施工技术为主)。内容的深度和广度以现行《电力工人技术等级标准》中送电线路架设初、中级工必备知识和技能要求为依据,以施工技能为重点。作为岗位技能培训教材,在主要工序的取材范围方面基本上涵盖了目前国内比较普遍的施工方法和工艺,尽可能地吸纳了新技术、新工艺。在理论与技能的关系方面,以熟悉专业必备知识为导向,以掌握操作技能为目的,具有较强的实用性和通用性。

本书由陕西送变电工程公司朱延庆主编。湖南送变电建设公司梁浩民主审。其中第四章第二节中的三和第七节、第七章第四节由陕西送变电工程公司夏峰编写,第六章第五节和第八章由陕西送变电工程公司李来运编写,第十章由陕西送变电工程公司白泉编写,其余章、节由朱延庆编写并统稿。

在编写过程,陕西电力建设总公司程连飞、北京送变电公司盛国梓也对书稿进行了详细审阅,提出了许多宝贵意见。在此表示衷心的感谢!

由于水平有限,施工经验不足,疏漏和缺陷在所难免,恳请读者和行业专家批评指正!

编 者

1997 年 9 月 15 日

目 录

前 言

编者说明

第一章 送电线路施工概述	1
第一节 送电线路的分类	1
第二节 送电线路施工特点和工艺流程	2
第三节 送电线路施工的有关知识	7
复习题	19
第二章 送电线路的组成	22
第一节 基础	22
第二节 杆塔	25
第三节 导线、绝缘子串	33
第四节 防雷保护装置	39
复习题	40
第三章 送电线路常用材料及工器具	42
第一节 绝缘子及金具	42
第二节 混凝土及其组成材料	55
第三节 爆破器材及有关知识	70
第四节 施工常用工器具	88
复习题	108
第四章 基础施工	112
第一节 土的分类及性质	112
第二节 基坑开挖	118
第三节 现浇混凝土基础施工	142
第四节 装配式基础施工	160

第五节	桩式基础施工	171
第六节	岩石基础施工	177
第七节	基础的操平找正	181
复习题		190
第五章	钢筋混凝土电杆的组立	194
第一节	钢筋混凝土电杆杆段	194
第二节	钢筋混凝土电杆的排焊及地面组装	201
第三节	钢筋混凝土电杆的整体起吊	210
第四节	钢筋混凝土电杆的分解组立	231
复习题		235
第六章	铁塔组立	238
第一节	铁塔的结构及识图	239
第二节	整体立塔	251
第三节	外拉线抱杆分解组塔	258
第四节	内拉线抱杆分解组塔	266
第五节	内摇臂抱杆组塔	278
复习题		285
第七章	架线施工	288
第一节	导地线的展放	288
第二节	导地线的接续与修补	301
第三节	紧线施工	311
第四节	观测弧垂	326
第五节	附件安装	334
复习题		339
第八章	张力架线施工	343
第一节	张力架线施工技术准备	345

第二节	张力架线的施工机具	359
第三节	张力放线的实施	367
第四节	紧线及高空平衡挂线	378
第五节	附件安装	385
复习题		386
第九章	接地装置施工	390
第一节	雷电及线路防雷	390
第二节	接地装置施工	392
第三节	接地电阻测量	396
复习题		399
第十章	送电线路施工常用机械	402
第一节	小型内燃机	402
第二节	内燃发电机组	408
第三节	机动绞磨	411
第四节	内燃凿岩机	414
第五节	混凝土搅拌机	419
第六节	混凝土振捣器	422
第七节	水泵	426
复习题		431
使用说明		432
参考文献		433

第一章 送电线路施工概述

第一节 送电线路的分类

电力系统是由发电厂、变电站、输电线路及用户组成的整体。它供给现代工业、农业、科学技术和国防必不可少的动力，又和广大人民群众的日常生活在有着密切的关系。

送配电线路是联系发电厂、变电站和用户的动脉，是保证电力系统正常运转的重要环节。高压和超高压线路的施工架设是送电架设工的光荣使命。

一、送电线路一般可按以下不同方法分类

(一) 按架设型式分类

送电线路按架设型式可分为架空送电线路和电缆送电线路。

(二) 按线路电压等级分类

我国将送电线路按电压等级划分为 35kV、110kV、220kV、330kV 和 500kV 五个级别，此外东北地区还保留有 60kV 和 154kV 电压等级。本书以介绍 110~500kV 电压等级的线路施工为主。

(三) 按线路杆塔上的回路数分类

- (1) 单回路线路。杆塔上只有一回路送电线路。
- (2) 双回路线路。杆塔上有两回路的送电线路。
- (3) 多回路线路。杆塔上有三回及以上的送电线路。

(四) 按输送的电波波形分类

送电线路输送的电能是交流电的称为交流送电线路，每回路为三相导线。输送的电能是直流电的称为直流送电线路，每回路为正负两相导线。

第二节 送电线路施工特点和工艺流程

一、施工特点

送电线路工程属基本建设工程，由于线路遍布于平原、丘陵、山峦地带，往往亘延数十公里或数百公里，因而送电线路施工的特点是：

(1) 送电线路施工是野外作业，战线长，地理环境条件差，受大自然因素的影响大，季节性强，在北方要避免冬季施工，在南方要躲过黄梅雨季。

(2) 送电线路施工高空作业量大，难度大，要求高，所以安全工作特别重要。

(3) 送电线路施工机械化程度低，人力作业工作量大，张力放线用大型机械外，多使用轻型、小型机械施工。

由于这些特点，要求送电架设工应具备“严谨、勇敢”的作风和“安全、优质”的观念。

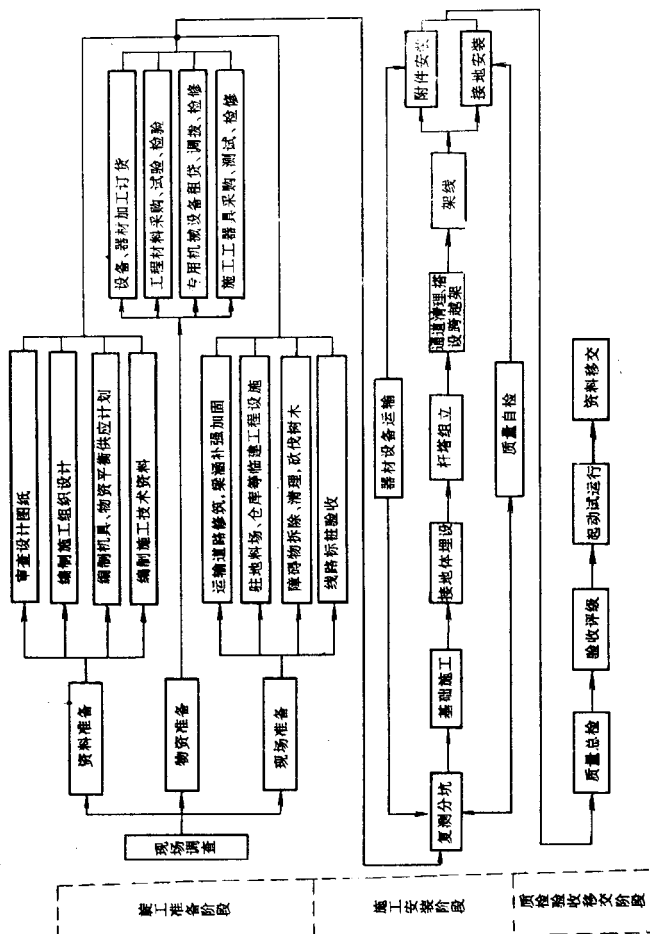
二、线路施工的工艺流程

送电线路施工的工艺流程如图 1-1 所示。

每一条送电线路的施工都可分为：①施工准备；②施工安装；③质检、验收、移交三个阶段。

(一) 施工准备

施工准备属施工管理工作，是施工的顺利开展、按期完成及优质安全的重要保证。



1. 现场调查

接受工程任务后应按线路施工图，从线路的起端到终端沿全线进行现场调查，了解施工线路现场的实际情况，调查沿线自然状况、地形、地貌、地物、自然村的分布，居民的民族风俗习惯及劳动力情况，沿线运输道路及通过的桥梁结构，交叉跨越结构、材料集散转运的地点及仓库，生活医疗设施及地方病情况，指挥中心及施工驻地条件等。

2. 资料准备

进行设计图纸、预算的审核，并根据现场调查报告、施工力量及工程实际状况确定施工方案、编制工程施工组织设计、施工技术措施、施工预算及机具物资平衡供应计划等等。

3. 备料和加工

施工用材料的及时供应是保证施工正常进行的重要条件，要做好材料的采购、加工定货及质量检查验收，并储放于集料站。

4. 临建、开工

线路施工战线长，通常要设立指挥部、材料供应站，施工班组沿线路部署，班组驻地一般租用民房，也必须搞一些生活上的临时设施，就绪以后，才能进入施工场地开工。

(二) 施工安装

施工安装是线路施工的主要阶段，从基础施工到附件、接地安装是本书讲述的主要内容。

1. 复测分坑

线路施工前，应根据线路平断面图对设计桩位进行验收（包括转角、桩位偏差等的复测），合格后按基础施工图进行分坑测量。钉出主副桩位置，在地面上画出挖坑范围。

2. 基础施工

基础施工主要是土石方开挖,浇制基础或预制基础安装,土石方回填。如遇特殊地质条件或特殊基础,应编制专项施工设计,经批准后方可施工。

3. 接地体埋设

基础本体完工,应及时将接地体埋设好,这样接地体可深层埋置,接地电阻容易满足要求,且不易受到破坏。

4. 杆塔组立

杆塔组立是高空作业,安全工作特别重要,除应有完善的施工方案、合格的工器具外,还必须有训练有素的施工人员、可靠的安全措施,以保证杆塔的顺利组立。

5. 通道清理、跨越架搭设

线路走廊应符合有关规定,在架线之前应进行清理,主要是砍伐树木及拆迁建筑物。为保证架线时不影响通信、交通等的正常运行,应搭设跨越架。

6. 架线

导地线的展放有人力放线、机械牵引放线和张力放线三种方法,人力放线导线磨损较大,损坏农作物较多,机械牵引放线较人力放线好些,张力放线对保护导线有好处,但机械设备多,工艺复杂。

7. 附件安装

导地线架设好后,应及时进行附件安装,附件安装是高空作业,要注意安全。

8. 接地安装

接地安装通常是最后一道工序,在测试接地电阻后,将接地体与杆塔连接。

9. 材料供应

在施工过程中,材料的及时供应十分重要,应按照工程

进度将各工序所需的材料及时运输到现场，以保证施工顺利进行。

(三) 质检、验收、移交

保证和提高工程质量、创造优质工程是施工企业的一项重要任务，施工全过程中应实行严格的全面质量管理，以保证和提高工程质量，创优质工程。必须指出，单纯的质量检验只能是事后检查，判断合格与否，而缺乏科学的控制和预防方法。

工程经验收合格后，才能进行起动试验并移交。

1. 质量自检

施工过程中，班组应对本工序进行全面严格的质量自检，消除缺陷，整理施工和自检记录，达标后方可转至下一工序施工。

2. 质量总检

施工单位对承建的线路应进行质量总检，内容包括隐蔽工程的质检记录和分部工程的检查和实测，以及缺陷处理情况。

3. 评级验收

线路竣工后，由起动委员会根据现行规程规定对工程进行质量评级和竣工验收。

4. 起动试运行

验收合格后，进行起动前的电气试验，并带负荷试运行24h。

5. 资料移交

线路完工后，应移交全部工程安装及检查记录、试验报告、竣工图纸等全部资料。

送电线路施工的工艺流程适用于任意一条线路，但由于