

城镇(农村) 工矿企业电工培训教材

(高级工)

**供电线路
(电缆)
施工、运行、
检修**

山西省电力工业局 编

中国电力出版社

城镇（农村） 工矿企业电工

供电线路（电缆） 施工、运行、检修

（高级工）

山西省电力工业局 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书为城镇(农村)工矿企业电工通用培训教材之一,全书分为两篇。其中:第一篇为线路工,主要内容有电力线路在复杂条件下的施工安装、污闪及预防措施、雷电过电压知识及防雷措施、设备和器材试验、设计基本知识、安全运行技术措施计划的编制及管理;第二篇为电缆工,主要内容有电缆的过电压及保护,电缆线路的设计简介、施工及验收标准、运行管理,电缆故障的分析,110kV充油电缆简介。

本书除可作为城镇(农村)工矿企业中供电线路(电缆)施工、运行、检修工人的培训教材外,还可供从事本专业工作的管理人员、相关专业的工人和技工学校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

供电线路(电缆)施工、运行、检修/山西省电力工业局
编著.-北京:中国电力出版社,1998.9

城镇(农村)工矿企业电工培训教材

ISBN 7-80125-754-5

I. 供… II. 山… III. 电缆-输配电线路-技术培训-教材 N. TM726.4

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第15935号

供电线路(电缆)施工、运行、检修(高级工)

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>)

北京市梨园彩印厂印刷 各地新华书店经销

*

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 12.875印张 280千字

印数 0001—3850册 全三册定价 51.00元(本册 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)

城镇(农村)工矿企业电工培训教材

编 审 委 员 会

名 誉 主 任：卞学海 李振生

主 任：刘润来

常务副主任：郭连邦

副 主 任：程忠智 宗 健 徐 奇 贺至刚

张克让 王靖中 杨定鑫 程纪奎

顾希衍 王文杰 郑承平 刘玉柱

委 员：周 新 郭林虎 李 禄 阎刘生

乔文普 李 波 吴秀初 杨 忠

卫克俭 苑连池 杨德水

办公室主任：杨定鑫（兼）

办公室副主任：乔文普 陈 涛 姜丽敏 郭林虎

办公室工作人员：曹 璘 王荣辉 罗 琳

《供电线路（电缆）施工、运行、检修》 （高级工）编写人员

主 编：杜春信

参 编：李计明 穆智贵 王爱寿 张树和

朱素珍 何 海 吕素英

前 言

根据原电力部教育工作会议的精神和中电联教培部《关于电力工业培训教材建设工作的意见》，在部领导的关怀下，山西省电力工业局和中国电力出版社经协商研究后，决定编写出版这套《城镇（农村）工矿企业电工培训教材》。

我国工矿企业和农村，目前约有 300 万电工在从事电力设施的安装、检修、运行维护和试验工作，他们是建设和发展供用电事业，维护供用电设施安全的一支重要生力军。随着我国电力事业的不断发展和电力科学技术的进步，对这支生力军的整体素质也相应地提出了更高的要求。为此，编写一套适用于城镇（农村）工矿企业电工培训学习的教材，是当务之急，也是我们电力管理和电力出版部门义不容辞的责任。

本套丛书的内容覆盖了变配电设备运行、检修、安装，供电线路（电缆）施工、运行、检修，电机检修，电气试验，电气仪表及内线工程施工和检修等 8 个工种对初、中、高级工的技术要求，每个工种分初、中、高级工 3 个分册出版，共 24 个分册。

在编写本套丛书的过程中，着重根据工人技术等级标准中对每一工种的定义、工作内容、技术等级、适用范围等的规定，紧扣标准提出的知识要求和技能要求，从生产实际需要出发拟出初步的编写提纲；经数月重点调查研究、广泛征求意见、认真修订后形成正式的编写提纲；之后，又历时半

年余，始成初稿。初稿形成后，在局系统内进行了专家审稿和主编者的修改、统稿工作。因此，定稿后的培训教材，深信是紧扣工人技术等级标准的实用性教材。

城镇（农村）工矿企业电工培训教材，体现了工人技术培训的特点以及理论联系实际的原则，尽量反映了新技术、新设备、新工艺、新材料、新经验和新方法，其内容涉及电压等级从高压 110kV 到 3kV，低压 500V 及以下电工所需的技术基础知识和技能知识。与每一工种对应的初、中、高级工 3 个分册，自成一个小的系列，呈阶梯式递进，内容上互不重复。每一分册的具体内容又分为核心内容和复习题两大部分。核心内容主要讲解必备知识以及与技能要求对应的一些专业知识。复习题的形式多种多样，解答习题的目的在于巩固和深化所学知识。

本分册是《供电线路（电缆）施工、运行、检修》高级工培训教材，全书分为两篇，由阳泉供电局编写。其中：线路部分由主要参编李计明，参编王爱寿、朱素珍编写；电缆部分由主要参编穆智贵，参编张树和、何海编写；书中插图由吕素英绘制。全书由杜春信主编，由忻州电业局张士利主审。

在编写这套丛书的过程中，得到了原电力工业部领导的关怀以及中电联教培部和各有关司局的关心、支持，同时也取得了全国电力系统各有关单位和人员的关注、支持和帮助，他们为本书提供了咨询、技术资料以及许多宝贵的建议，在此一并表示衷心感谢。

各单位和广大读者在使用本套教材过程中，如发现有不妥之处或有需要修改的意见，敬请随时函告，以便再版时修改。

山西省电力工业局 中国电力出版社

1998 年 4 月

目 录

前 言

第一篇 线 路 工

第一章 复杂条件下电力线路的施工安装	1
第一节 跨越公路、铁路的架线施工	1
一、导线、避雷线交叉跨越公路、铁路的勘察	2
二、跨越电气化铁路搭设跨越架	5
三、导线过跨越架的放线	10
四、紧线	11
五、导线、避雷线与交叉跨越公路、铁路垂直距离的测量	12
第二节 跨越电力线路与通信线路的架线施工	12
一、导线、避雷线交叉跨越电力线路、通信线路垂直距离 的勘察	12
二、跨越方式	15
三、不停电跨越的紧线施工	21
四、主要安全措施	21
第三节 跨越江河架线施工	22
一、江河宽度、水位高度的测量	22
二、动力船直接牵引放线法	24
三、低张力船上转轴放线法	25
第四节 特殊杆塔组立	27
一、特高水泥杆组立	27
二、特高铁塔组立	32
三、换位杆塔组立	44

第五节 新技术、新工艺简介	46
一、导线连接爆压新工艺	47
二、导线和避雷线展放、安装新工艺	50
三、跨越放线新设备、新技术	56
四、新材料推广和应用	59
复习题	66
第二章 污闪及预防措施	71
第一节 污闪的机理、过程及危害	71
一、污闪的机理及过程	71
二、污闪事故的特点及危害	74
第二节 污秽程度的确定	76
一、确定线路的污秽季节	76
二、污秽源的调查内容	77
三、合理选择盐密测试点	77
四、确定盐密测试点并进行定期测量	78
五、运行线路污秽程度的确定	78
第三节 污秽等级的划分与污秽分布图的绘制	90
一、污秽等级标准的划分	90
二、污秽分布图的绘制方法	92
第四节 防污闪措施	94
一、增加清扫次数,提高清扫质量	94
二、调整泄漏比距	95
三、轮换劣质绝缘子	96
四、采用新型绝缘子	96
五、推广新技术、新工艺	97
复习题	100
第三章 雷电过电压知识及防雷措施	104
第一节 雷电过电压	104
一、雷电过电压概念	104
二、雷电过电压产生过程及机理	105

三、雷电过电压种类	106
四、雷电主要参数简介	107
五、雷电过电压的危害	109
第二节 雷击不同结构的线路	109
一、雷直接击于无避雷线线路	110
二、雷直接击于有避雷线线路	115
第三节 防雷措施	118
一、全线架设避雷线的线路	118
二、部分架设避雷线和无避雷线的线路	129
三、配电线路的防雷保护	131
四、装设接地装置和降低接地电阻值	136
复习题	140
第四章 设备、器材试验	145
第一节 导线与避雷线	145
一、导线、避雷线的机械试验	146
二、导线、避雷线的电气试验	148
第二节 绝缘子	151
一、绝缘子的检验项目	151
二、绝缘子的检验方法	153
三、绝缘子的参数试验	155
第三节 金具	160
一、概述	160
二、尺寸检查与判断	162
三、热镀锌检查与判断	164
四、破坏荷重试验	165
五、握着力试验	168
复习题	170
第五章 架空电力线路设计基本知识	175
第一节 设计的内容和程序	175
一、初步设计	175

二、施工图设计	178
三、设计程序	178
第二节 线路主要元件的选用	181
一、导线截面的选择	181
二、线路绝缘子	186
三、线路金具	193
四、杆塔和基础	194
第三节 导线的机械计算	199
一、导线计算的气象条件	199
二、导线的机械物理特性及比载	201
三、导线的弧垂和应力	206
四、导线的状态方程式	210
五、各种档距的概念	211
六、最大弧垂出现条件的判定	215
七、导线的应力弧垂曲线与安装曲线	216
第四节 架空线路对通信线路的影响及其防护	220
一、磁危险影响	220
二、静电干扰影响	222
第五节 架空电力线路的选线和定位	224
一、选线	224
二、杆塔定位	227
三、有关选线和定位的规定	236
复习题	236
附录 常用导线的比载	240
第六章 安全运行技术措施计划的编制	247
一、各项措施的主要内容	247
二、措施计划编制的依据和程序	249
三、安全运行措施计划实例介绍	250
复习题	252
第七章 架空电力线路的管理	253

第一节 生产计划管理	254
一、生产计划管理的目的与任务	254
二、生产计划管理的内容	254
第二节 技术管理	257
一、运行技术资料	257
二、检修技术资料	258
三、其他资料	258
四、应具备的规程	259
五、应具备的制度	259
第三节 安全教育及生产培训	259
一、安全教育	260
二、生产培训	261
第四节 定额管理	261
一、送电线路部分工作、检修、运行劳动定额	262
二、配电线路部分工作、检修、运行劳动定额	266
复习题	267

第二篇 电 缆 工

第八章 电缆的过电压及保护	269
第一节 电缆的电磁场效应	269
一、电缆的电场效应	269
二、电缆工艺对电场强度的改善	272
三、电缆磁场效应及电磁屏蔽	275
第二节 气体放电特性及预防措施	278
一、气体放电的基本形式	278
二、电晕放电机理及预防措施	279
三、沿面放电机理及预防措施	280
第三节 液体放电特性及预防措施	283
一、液体绝缘的击穿机理	283
二、影响击穿电压的主要因素	284

三、限制液体击穿电压的方法	285
第四节 固体放电特性及预防措施	286
一、固体绝缘的击穿机理	286
二、影响击穿电压的主要因素	287
三、限制击穿电压的方法	288
第五节 电缆过电压的保护措施	288
一、绝缘配合的原则	288
二、电缆绝缘过电压的保护措施	290
三、电缆的保护设备及其原理	295
复习题	298
第九章 电缆线路的设计简介	302
第一节 电缆的选择	302
一、缆芯材料和截面的选择	303
二、绝缘种类的选择	303
三、护层种类的选择	303
四、电缆附件的选择	304
第二节 电缆线路路径的选择	306
一、电缆路径在安全方面的要求	306
二、电缆路径在技术方面的要求	307
第三节 电缆线路支架及桥架的选择	309
一、电缆支架	309
二、电缆桥架	315
第四节 电缆防火及阻燃设施的设计	319
一、电缆防火设施常见型式	319
二、电缆的防火技术	321
三、电缆消防设施的选用	323
复习题	323
第十章 电缆线路施工及验收标准	327
第一节 电缆线路敷设的质量标准	327
一、电缆管的加工与敷设	327

二、电缆支架的配置与安装	328
三、电缆的敷设	329
第二节 电缆终端和接头安装质量标准	334
一、电缆终端和接头安装一般要求	334
二、电缆终端和接头的制作规定	335
三、电缆的防火与阻燃规定	337
第三节 电缆线路的验收标准	337
一、施工中的电缆线路验收	337
二、竣工后的电缆线路验收	338
复习题	339
第十一章 电缆故障的分析	342
第一节 故障电缆的解剖	342
一、故障电缆资料的收集	342
二、故障电缆的解剖检查	343
第二节 电缆故障的转化	345
一、电缆故障转化的意义	345
二、电缆故障转化的方法	345
第三节 电缆故障的分析	346
一、电缆本体故障的分析	346
二、电缆户外终端头的故障分析	347
三、电缆户内终端头的故障分析	348
四、电缆中间接头的故障分析	348
第四节 电缆故障的修复	349
一、电缆内护层与外护层的等电位连接	349
二、带电拆、接电缆终端头引出线	350
三、带电迁移电缆	350
复习题	352
第十二章 电缆线路的运行管理	353
第一节 电缆线路的技术管理	353
一、电缆技术资料的管理	353

二、电缆运行维护及检修计划的编制	354
三、电缆备品备件的管理	356
四、工人岗位培训的管理	357
第二节 电缆线路的设备管理	358
一、电缆线路的定额管理	358
二、电缆线路的缺陷管理	362
三、电缆线路的定级管理	363
第三节 安全运行技术措施的编制	365
一、安全运行技术措施的编制依据	365
二、编制的程序与管理	365
三、电缆反事故技术措施的主要内容	366
四、电缆安全技术措施的主要内容	370
第四节 全面质量管理简介	371
一、全面质量管理的基本特点	372
二、现场的质量管理	372
三、质量责任制的管理	373
复习题	374
第十三章 110kV 充油电缆简介	377
第一节 电缆油的特点及内油道导体连接	377
一、电缆油的特点及要求	377
二、内油道的导体连接	378
第二节 专用工具及设备	380
一、专用工具	380
二、专用设备	381
第三节 简述 110kV 充油电缆终端的制作	381
一、充油电缆的组成、品种及特点	381
二、充油电缆终端安装工艺程序	381
第四节 高压充油电缆的连接盒	386
一、充油电缆连接盒型式及特点	386
二、充油电缆连接盒的结构	387

第五节 充油电缆的供油系统.....	388
一、供油装置的型式及特性	389
二、充油电缆供油压力的确定	391
三、供油装置位置及数量的确定	392
四、供油系统油管路及信号装置	392
复习题.....	393
参考文献.....	395

第一篇 线 路 工

第一章

复杂条件下电力线路的施工安装

架空电力线路是露天设置的电力设备，其路径可能错综复杂。有时可能或必须交叉跨越房屋建筑、工厂、学校、公路、铁路、江河、湖泊、水库、弱电线路、电力线路、架空索道、架空管道等设施。架空电力线路跨越以上设施时，为了便于架设导线顺利通过，且又不影响被跨越设施的正常状态，就需要在被跨越设施上方搭设跨越架，这就给施工增加了难度。又如，有个别杆塔需要加高，甚至加成为特高型杆塔，给组立杆塔增加了难度。我们把这种情况下的施工安装称为复杂条件下的施工安装。

第一节 跨越公路、铁路的架线施工

在架空电力线路（以下简称线路）架线施工中，线路走廊内不能拆迁的被跨越设施，如公路、铁路等，都必须在被跨越处搭设跨越架，其作用是便于导线、避雷线安全地通过，便于架线施工的顺利进行。本节主要叙述架空电力线路交叉

跨越公路、铁路的架线施工方法和注意事项。

一、导线、避雷线交叉跨越公路、铁路的勘察

当导线、避雷线跨越公路、铁路时，为了不使施工中的导线、避雷线受磨损，同时也不影响公路、铁路的正常通行，因此要对交叉跨越档内的公路、铁路进行勘察，待取得可靠资料后，采取相应的跨越措施。

(一) 检查交叉跨越档的主要内容

(1) 与交叉跨越档内被跨越公路、铁路当地的主管部门和单位取得联系，以便开展工作。

(2) 对公路、铁路的高程和宽度进行测量。

(3) 确定公路的等级及通流量。

(4) 了解铁路火车行驶的空隙情况。

(5) 测量导线对公路、铁路的限距。

(二) 导线对公路限距的测量

此项测量工作是在架线前的测量，即公路的两侧只有杆塔，没有导线、避雷线实际弧垂。其目的是复测导线对公路是否有足够的垂直距离，以及为搭设跨越架的高度提供可靠的数据。其测量的步骤如下：

(1) 测量出公路路面的高程，具体测量方法见中级工本第一章。

(2) 测量出公路两侧杆塔标高和导线、避雷线悬挂点的标高。

(3) 按照交叉档的纵断面图，导线和避雷线放线曲线图、应力曲线图，在一定温度范围内，计算出导线和避雷线的弧垂，应指出的是，最高温度时的弧垂最低点的计算一定要准确无误。

(4) 测量出导线、避雷线弧垂最低点至公路路面的垂直