



城镇(农村) 工矿企业电工培训教材

(中级工)

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

(农村) 工矿企业电工培训教材

供电线路 (电缆) 施工、运行、检修

(中级工)

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,主要内容有施工测量、杆塔基础施工、杆塔组立、架线施工、线路器材的运输及装卸、架空电力线路的运行和检修;第二篇为电缆工,主要内容有电缆的专业知识、电力电缆的选用、电缆的敷设工艺、35kV 纸绝缘电缆接头和交联电缆接头的制作、电力电缆的试验、电缆线路的运行维护。

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 IV. 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(中级工)

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>)

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 15.5印张 337千字

印数 0001—3900册 全三册定价 51.00元(本册 20.00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》 （中级工）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》中级工培训教材，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 施工测量	1
第一节 经纬仪及其应用	1
一、光学经纬仪的基本构造	1
二、经纬仪的使用方法	4
第二节 测量基本技术	7
一、直线测量	8
二、角度测量	8
三、视距测量	12
四、高差及高程测量	15
五、视距测量记录	16
六、联系方法和信号含义	16
七、平断面图符号及含义	18
第三节 施工测量内容	21
一、施工测量工器具准备和人员组织	21
二、线路复核测量	22
三、施工基面的测量	26
四、杆塔基础分坑测量	27
五、杆塔中心线桩位移测量	37
六、拉线坑位测定及拉线长度计算	39
七、导线、避雷线弧垂测量与检查	45
八、导线对被跨越物垂直距离的测量	54
九、质量标准要求	58
复习题	59

第二章 杆塔基础施工	63
第一节 基础坑开挖	63
一、工器具、材料的准备及图纸资料	63
二、基础坑挖坑施工方法	66
三、基坑操平找正方法	73
四、质量标准要求	77
第二节 预制基础施工	78
一、电杆预制基础安装	78
二、铁塔预制基础安装	80
三、铁塔基础构件的防腐	81
四、质量标准要求	81
第三节 现浇混凝土基础施工	84
一、工器具的准备及图纸资料	84
二、混凝土及其配制	85
三、钢筋的安装	90
四、模板的安装及操平找正	90
五、地脚螺栓的安装及操平找正	91
六、混凝土的浇筑和振捣	94
七、试块的制作和养护	97
八、基础养护及拆模	97
九、安全注意事项	98
十、质量标准要求	99
第四节 其它基础施工简介	102
一、岩石基础施工	102
二、金属基础施工	106
三、灌注桩基础施工	108
四、装配式基础施工	110
复习题	111
第三章 杆塔组立	116
第一节 钢筋混凝土电杆的排杆与焊接	116

一、电杆的排杆方法	116
二、电杆的焊接方法	121
第二节 杆塔的地面组装	125
一、工具、材料、图纸资料的准备	125
二、组装前检查的内容	126
三、组装的方法与程序（包括预组装）	126
四、角钢变形的限度和矫正	127
五、螺栓安装规定与防盗措施	127
六、安全措施	129
七、质量标准	130
第三节 杆塔的起立	130
一、电杆起立方法	131
二、铁塔的起吊方法	135
第四节 倒落式人字抱杆整立电杆	146
一、利用倒落式人字抱杆整体起立电杆所用工器具、 材料以及图纸资料的准备	146
二、整体起立电杆的现场布置	146
三、起吊点的选择和受力计算	152
四、电杆起吊前的检查	152
五、电杆起吊操作要点	152
六、安装临时拉线、回填杆坑	154
七、清理现场	154
八、现场安全措施	154
九、施工组织	155
十、质量标准要求	156
第五节 内拉线抱杆分解组塔	157
一、工器具、材料、图纸资料准备	157
二、组塔前的准备工作	157
三、现场布置	159
四、提升抱杆的方法	162
五、塔腿、塔身、塔头的吊装	163

六、清理现场	164
七、现场安全措施	164
八、质量标准要求	165
九、施工组织	165
第六节 倒落式人字抱杆整体立塔	165
一、铁塔的地面组装	165
二、铁塔的整体起立	166
复习题	167
第四章 架线施工	172
第一节 导线、避雷线的展放	172
一、放线前的准备工作	172
二、展放导线、避雷线	181
三、张力放线方法简介	191
第二节 导线、避雷线紧线施工	193
一、紧线前的准备工作	193
二、紧线机械及临时地锚的布置	196
三、紧线操作过程	198
四、观测弧垂的一般要求	203
五、弧垂调整方法	203
六、质量标准要求	204
第三节 附件安装	209
一、悬垂线夹的安装	209
二、防震锤的安装	211
三、预绞丝的安装	214
四、跳线的安装	215
五、悬重锤的安装	219
六、附件安装的质量标准要求	221
第四节 接地装置安装	222
一、接地引下线的安装和要求	223
二、接地体的形式	223

三、接地体的安装及要求	225
复习题	226
第五章 线路器材的运输及装卸	231
第一节 运输及装卸	231
一、临时材料站的选择	231
二、工具准备	232
三、钢筋混凝土电杆陆路运输及装卸方法	232
四、钢筋混凝土电杆水路运输及装卸方法	239
五、线材的运输及装卸方法	241
六、质量标准要求	243
第二节 运输安全	243
一、车辆行驶安全	243
二、器材装卸的安全注意事项	244
复习题	245
第六章 架空电力线路的运行	249
第一节 线路设备的运行标准	249
一、架空线路运行标准	249
二、配电线路运行技术标准	258
三、架空配电线路的预防性检查与试验	264
第二节 架空电力线路运行中的测试	266
一、限距和弧垂的测量	266
二、绝缘子测试	269
三、导线连接器的检测	274
四、杆塔接地电阻的测量	275
第三节 架空电力线路的防护	279
一、保护区及保护范围	279
二、保护区的保护规定及线路保护要求	280
三、电力线路与其它设施互相妨碍的处理	281
四、线路通过林区的规定	281
五、防止外力破坏事故	282

第四节 线路事故的预防	284
一、防雷害	284
二、防污闪事故	286
三、防高温导致的事故	288
四、防洪水的危害	289
五、线路的防风工作	289
六、线路的防寒防冻	290
七、防高峰负荷带来的故障	293
八、防鸟害及其他	294
第五节 缺陷和缺陷管理	295
一、缺陷的分类	295
二、缺陷管理制度	296
复习题	297
第七章 架空电力线路的检修	301
第一节 检修的分类	301
一、维修	301
二、大修	302
三、事故抢修	302
四、改进工程	302
第二节 导线、避雷线的检修	303
一、更换耐张段中一段导线的方法	303
二、导线、避雷线的连接方法	304
三、导线的补修管补修方法	316
第三节 架空线路绝缘子的检修	317
一、更换配电线路绝缘子的方法	318
二、更换 35~110kV 送电线路绝缘子的方法	322
第四节 架空电力线路横担的检修	326
一、更换配电线路直线杆塔横担的方法	327
二、更换配电线路耐张杆塔横担的方法	328
三、更换 35~110kV 送电线路直线杆塔横担的方法	330

四、更换 35~110kV 送电线路耐张杆塔横担的方法	333
五、更换横担的注意事项	334
第五节 架空电力线路电杆的检修	334
一、更换配电线路直线单杆的方法	335
二、更换配电线路 II 型耐张双杆的方法	336
三、更换 35~110kV 送电线路直线单杆的方法	337
四、更换 35~110kV 送电线路耐张杆的方法	338
五、倾斜杆塔的扶正	339
第六节 架空电力线路检修的安全措施	340
一、保证线路检修工作安全的技术措施	340
二、保证线路检修工作安全的组织措施	340
三、检修工作实例	341
复习题	343

第二篇 电 缆 工

第八章 电缆的专业知识	346
第一节 电缆施工图的识读知识	346
一、电缆施工图的分类	346
二、识读电缆施工图	347
第二节 电缆绝缘材料的性能	351
一、介电性能	352
二、机械强度	353
三、耐热性能	353
四、吸湿性能	354
五、耐热带气候性能	354
六、理化性能	355
七、抗辐射性	355
第三节 电缆焊接技术	355
一、电缆焊接的特点及要求	356
二、电缆的焊接技术	357

复习题	361
第九章 电力电缆的选用	364
第一节 电缆导体的种类及选择	364
一、电缆导体的种类和性能	364
二、电缆导体截面的选择及载流量计算	365
第二节 电缆的绝缘结构	373
一、电缆绝缘的种类及性能	373
二、电缆绝缘厚度的选用	375
三、电缆绝缘层老化原因及防止措施	378
第三节 电缆保护层的选用	380
一、电缆保护层种类及性能	380
二、电缆保护层的腐蚀机理及防止措施	382
第四节 电缆屏蔽层及接地线的选用	384
一、电缆屏蔽层及接地线的作用	384
二、电缆屏蔽层和接地线的设置	385
复习题	386
第十章 电缆的敷设工艺	389
第一节 电缆构筑物布置的技术要求	389
一、电缆隧道布置的技术要求	389
二、电缆沟布置的技术要求	391
三、电缆架空桥架布置的技术要求	393
四、电缆排管布置的技术要求	394
五、电缆夹层布置的技术要求	395
六、电缆直埋布置的技术要求	395
七、电缆交叉、平行布置的技术要求	395
第二节 复杂条件下电缆的敷设	396
一、架空电缆的敷设	396
二、水底电缆的敷设	397
三、充油电缆的敷设	398
四、冬季电缆的敷设	398

复习题	399
第十一章 35kV 纸绝缘电缆接头制作	402
第一节 制作接头的准备	402
一、制作电缆接头的一般工艺程序	402
二、材料和工具的准备	403
第二节 35kV 电缆终端头的制作	405
一、558 乙型电缆终端头的制作	405
二、户内聚丙烯外壳电缆终端头的制作	406
三、551 型压力式电缆终端头的制作	407
第三节 35kV 电缆中间接头的制作	407
一、铅套管式中间接头的制作	407
二、水底电缆铸铁连接盒接头的制作	409
三、水底电缆软接头的制作	410
复习题	412
第十二章 35kV 交联电缆接头的制作	414
第一节 35kV 交联电缆终端头的制作	414
一、终端头安装支架的一般要求	414
二、户内无瓷套式电缆终端头的制作	415
三、户外瓷套式电缆终端头的制作	417
四、热缩式电缆终端头的制作	419
五、35kV 及以下硅橡胶预制式电缆终端头制作	422
六、35kV 及以下冷缩式电缆终端头制作	426
第二节 中间接头的制作	429
一、绕包型中间接头的制作工艺	429
二、模塑型中间接头的制作工艺	432
三、热缩型中间接头的制作工艺	435
复习题	437
第十三章 电力电缆的试验	439
第一节 电缆试验项目及技术标准	439

一、预防性试验项目及技术标准	439
二、交接性试验项目及技术标准	442
第二节 常用试验仪器的种类、工作原理及特点	446
一、试验仪器种类及其适用范围	446
二、常用试验仪器的工作原理及特点	449
第三节 电缆试验的安全知识	454
一、试验现场的安全管理	454
二、操作试验的安全注意事项	455
第四节 电缆试验技术资料的管理	456
一、电缆试验报告的格式及内容	456
二、电缆故障测寻记录的格式及内容	457
三、试验技术资料的管理	460
复习题	461
第十四章 电缆线路的运行维护	463
第一节 电缆线路的巡视与监测	463
一、电缆线路的巡视检查	463
二、电缆线路的监测	465
第二节 电缆线路的日常维护工作	467
一、电缆线路及其附属设施的维护	468
二、电缆线路户内终端头的维护	468
三、电缆线路户外终端头的维护	468
四、电缆隧道、夹层的维护	469
五、桥架上及专用电缆桥的电缆维护	469
第三节 电缆故障的修复	469
一、电缆渗漏油故障的修复	470
二、电缆电晕放电故障的修复	472
三、电缆闪络故障的修复	473
四、电缆线路绝缘破损的修复	473
五、电缆铅包龟裂故障的修复	475
六、电缆外护层损坏的修复	475
复习题	475

施工测量

本章主要介绍架空送、配电线路工程施工测量的技术、方法和标准。施工测量是输配电线路工程施工的一项重要工序，测量精度直接影响施工质量。施工测量的主要内容是线路复核，定位，分坑，操平，找正，导线、避雷线弧垂的测定等。因此，线路施工人员应掌握施工测量的技术要求和测量方法。

第一节 经纬仪及其应用

经纬仪是施工测量常用的仪器之一。用它可测量距离和高程、水平角度和垂直角度。经纬仪的种类较多，一般常用的普通经纬仪有游标型式和光学型式两种。现主要介绍光学经纬仪的构造及其应用。

一、光学经纬仪的基本构造

一般光学经纬仪的构成有望远镜、垂直度盘、水平度盘、水准器、制动器、基座、三脚支架等。

(一) 基座

基座是支撑经纬仪的底座。它的中心是一个空心圆柱。基