

供电企业职业技能培训教材

电力电缆安装、运行与检修

陕西省电力公司 组编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

供电企业职业技能培训教材

电力电缆安装、运行与检修

陕西省电力公司 组编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本教材为《供电企业职业技能培训教材》系列丛书之一,本书是由陕西省电力公司组织有关工程技术人员以及有丰富实践经验的技师和高级技师编写的,其主要内容包括电力电缆的特点和分类、电力电缆线路的安装、电力电缆线路的运行工作及电力电缆线路的检修工作共四章。全书较全面地介绍了电力电缆安装运行与检修的相关知识,其内容紧密联系现场实际,突出技能、安全和质量,理论阐述简洁,操作性强。

本书适合于现场各个层次的技术工人、技师、高级技师使用,是在职职工的培训教材以及广大电力客户电气人员的学习资料,也可作为大专毕业生和专业技术管理人员的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

电力电缆安装、运行与检修/陕西省电力公司组编. 北京:中国电力出版社,2003

供电企业职业技能培训教材

ISBN 7-5083-1628-2

I. 电… II. 陕… III. 电力电缆-基本知识-技术培训-教材 IV. TM247

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 053014 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)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 11 月第一版 2003 年 11 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 32 开本 5.75 印张 125 千字
印数 0001—3000 册 定价 10.00 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)

丛 书 编 委 会

编委会主任委员 万明善

副 主 任 喻志民 李新建 王乃永 薛 潞
连耀学委 员 朱华荣 温存立 于占统 盛 勇
任西勇 钟筱军 赵 晨 冯南战
张维佳 古 涛 温治平 李爱群
吴成林 袁 斌 张天山 苏 原
郭连成 侯宏伟 宋元峰 石胜利
李 鸣 吴程珂 徐宪武 王兴明
刘化弟 王 云

QAA06/20

本 册 主 编：于占统

本 册 副 主 编：魏朝钰 王心田

本册编写人员：陈 旭 徐 滨 吴延民 苏小婷

本册审定人员：文 武 古 涛 何乃标

序 言

根据《劳动法》第八章第六十八条“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训”的规定。为了提高劳动者素质，促进劳动者就业，加强职业培训，严格就业管理，2000年3月16日劳动与社会保障部发布了部长签发的关于《招用技术工种从业人员规定》的6号令，决定从2000年7月1日起对技术工种从业人员实行就业准入制度。陕西省电力公司迅速下发了《陕西省电力公司关于推行职业资格证书制度的若干规定（试行）的通知》，明确提出实行就业准入制度，全面推行持证上岗，强化技能培训。为此陕西省电力公司科教部结合供电企业安全生产实际，职工技能现状，继中国电力出版社已出版的《职业技能鉴定指导书》（即国家题库）和《供电企业职业技能操作导则》之后，组织西安高压供电局、西安供电局、渭南供电局等有关人员编写了《变电运行》、《变压器检修》、《电气设备试验》、《高压断路器检修》、《变电设备安装》、《继电保护、自动化与通讯》、《架空送电线路施工》、《电力电缆安装、运行与检修》、《架空配电线路》、《用电检查》、《报装接电》、《电能表修校》等十二本书，作为供电企业职业技能培训教材。

本丛书是我们组织有关工程技术人员，有丰富实践经验技师、高级技师编写的，其内容紧密联系现场实际；突出技能、安全、质量；一个工种一本书，试图将每个工种分成若干个小单元以构成一个总体单元，带有模块性质；理论阐述

简洁，操作性强；适合于现场每个层次的技术工人、技师、高级技师使用，可作为职业学校的培训教材，也可作为大专毕业生、专业技术管理人员的参考读本；既可作为在职职工的培训教材，也可作为新就业人员取得从业资格证书的培训教材，还可作为广大电力客户电气人员的学习资料。

由于时间短，教材涉及面广，编者水平有限，谬误之处在所难免，期望同行各位专家、技术人员和现场工作人员斧正。

万明善

2002 年 11 月

前 言

为适应电力事业发展对未来人才的需要,受西安高压供电局委托,我们组织了具有丰富实践经验与理论知识、多年从事现场生产实际与培训指导工作的工程技术人员编写了这套教材。

本教材以生产过程为主线,突出生产技能知识的传授,强调电缆专业的工作特点,注重安全教育,力求紧跟现代科学知识的拓展、更新,满足现阶段安全生产和实际工作现场技能培训的需要。第一章简要介绍电力电缆的重要性及其与架空线相比的优缺点。第二章为电缆线路的安装,主要介绍电缆的敷设与电缆附件的安装工艺。第三章为电缆线路的运行工作,从电缆线路基建工程的交接验收开始介绍了电缆线路的巡视、挖掘监护与接点温度测量、交接及预防性试验、缺陷管理、技术资料管理与电缆线路载流量的选取等内容。第四章为电缆线路的检修工作,介绍了事故及临时停电检修、月度计划检修、电缆线路故障的测寻、电缆沟、隧道和人井的维护与电缆线路的判别。附录部分介绍了电缆的命名、电缆线路的评级及一些常用电缆附件的加工。

电缆专业工作人员通过对本教材的学习,应该掌握电力电缆安装、运行与检修等方面的基本理论、方法与经验,达到职业技能鉴定的要求,满足现场生产实践的需

要。

由于编写者水平所限，本教材的错误及不当之处在所难免，请广大读者及同行专家多多批评指正。

编者

2003年9月

目 录

序言

前言

第一章 电力电缆的特点与分类..... 1

第一节 电力电缆的特点..... 1

第二节 电力电缆的分类..... 3

第二章 电力电缆线路的安装..... 8

第一节 概述..... 8

第二节 敷设准备工作..... 8

第三节 电缆沟槽的开挖..... 10

第四节 电缆敷设..... 12

第五节 电缆中间接头和终端头的基本要求..... 19

第六节 电缆头安装工艺简介..... 21

第七节 110kV 电缆线路金属护套的连接..... 91

方式简介..... 91

第八节 技术资料..... 95

第九节 电力电缆安装工作的安全知识..... 99

复习题..... 103

第三章 电力电缆线路的运行工作..... 105

第一节 概述..... 105

第二节	电缆线路基建工程的交接验收	105
第三节	电缆线路的巡视、挖掘监护与 接点温度测量	108
第四节	交接及预防性试验	111
第五节	缺陷管理	123
第六节	技术资料管理	125
第七节	电缆线路载流量的选取	128
复习题		137
第四章	电力电缆线路的检修工作	138
第一节	概述	138
第二节	事故及临时停电检修	138
第三节	月度计划检修	139
第四节	电缆线路故障的测寻	140
第五节	电缆沟、隧道和人井的维护	154
第六节	电缆线路的判别	155
复习题		155
附录 A	电力电缆命名和代号	156
附录 B	电缆线路的评级	158
附录 C	电缆的机械冷压接	160
附录 D	电缆线路标桩加工图	170
附录 E	电缆水泥保护板加工图	172
附录 F	电缆上杆抱箍加工图	173

第一章

电力电缆的特点与分类

第一节 电力电缆的特点

电能从发电厂传输到城乡电网、从变电站传输到用电部门需要使用架空线或电缆线路完成。架空线是裸导线或绝缘导线架空敷设,靠绝缘子实现电气绝缘和机械固定。电缆的结构比架空线复杂,它除了有电缆芯(导体)外,还具有能承受电压的绝缘层以及包覆在绝缘层上使其长期保持绝缘性能的保护层。电压等级较高的电缆,其导体和绝缘层外还有用半导体或金属材料制成的屏蔽层。电缆能够敷设在地下、水底等各种环境中,满足长期、安全传输电能的需要。

随着国民经济的迅速发展,电缆技术也在不断发展,电缆制造质量和电压等级的不断提高,使电缆的应用越来越广。在某种意义上说,电缆使用的普遍性,不仅反映了电力工业发展的速度和深度,也反映了城市建设的现代化程度。电缆线路的建设费用虽然比架空线路昂贵,但它有很多优点,而且在一些特殊的情况下,电缆线路能解决架空线路不易甚至无法解决的问题。

用电缆线路输送电能与用架空线路输送电能相比具有以下优点:

(1) 地下敷设电缆不占用地上空间,一般不受地上建筑物的影响。在现代城市供电无需在地上架设杆塔和导线,使

得市容美观整齐。

(2) 电缆线路属隐蔽工程, 不易受外界的影响, 如雷击、风害、挂冰、风筝和鸟害等等, 供电可靠性高。

(3) 电缆一般敷设在地下(直埋、沟道), 比较隐蔽, 有利于备战和保密, 且有利于人身安全。

(4) 运行中维护工作量少。

(5) 电力电缆在发电厂、变电站的引出线和各设备的联络线中是一项不可缺少的组成部分。

(6) 电缆线路能避免对通信线路产生干扰。

(7) 对过江、过河的输电线路由于跨度过大不宜建设架空线路时, 可使用电缆线路, 且同时可以避免架空线路的架设对通航造成的障碍。

电缆线路与架空线路比较也存在一定的缺点, 如下所述:

(1) 电缆线路的成本高, 一次投资费用较大。

(2) 电缆一经敷设后不宜更动, 故一般不作为临时性线路使用。

(3) 电缆线路不易分支(如需分支供电、则需增添一定的设备才能达到分支的目的, 如分支箱或 T 型接头等等)。

(4) 故障寻找比较困难。

(5) 复供时间长, 工作量大, 费用高。

(6) 电缆头制作工艺要求较高, 一般需通过专业培训后才能胜任。

综上所述, 在什么情况下采用电缆线路, 需综合考虑后决定。从经济上讲电缆线路一次投资比架空线路大。如电缆埋设时需要挖大量的土方, 占据地下一定的走廊位置, 如果埋设更多根数电缆时就不能采用直接埋入的方式, 而是需要

建造一定规模的电缆沟，并且建造电缆沟道的投资往往是电缆本身的许多倍。但是由于电缆线路有架空线路无法替代的优点并且有利于环境保护，目前在城市电网建设中采用电缆线路供电已成为社会进步和发展的必然趋势。

第二节 电力电缆的分类

电力电缆的品种和规格有上千种，分类方法多种多样。通常按电缆的绝缘和结构不同，可分为纸绝缘电缆、挤包绝缘电缆和压力电缆三大类。

一、纸绝缘电缆

纸绝缘电缆是绕包绝缘纸带后浸渍绝缘剂（油类）作为绝缘的电缆，在 19 世纪末便问世了。

根据浸渍剂不同，纸绝缘电缆可以分为两个系列，即黏性浸渍纸绝缘电缆和不滴流浸渍纸绝缘电缆。这两个系列电缆的结构完全一样，制造过程除浸渍工艺有所不同外，其他也均相同。不滴流电缆的浸渍剂黏度大，在工作温度下不滴流，能满足落差较大的地方使用。

按不同的绝缘结构，油纸电缆主要可分为统包绝缘电缆、分相屏蔽电缆、分相铅包电缆以及单芯电缆。

1. 统包绝缘电缆

统包绝缘电缆又称带绝缘电缆，结构特点是：在每相导体分别绕包部分绝缘后，加适当填料绞合成缆，再绕包带绝缘，以带绝缘补充了各相导体对地的绝缘厚度，在带绝缘外挤包金属护套。图 1-1 是 10kV、三芯统包油浸纸绝缘电缆的结构示意图。统包绝缘电缆结构紧凑，原材料节约，价格较低。其缺点是内部电场分布很不均匀，电力线不沿绝缘芯径

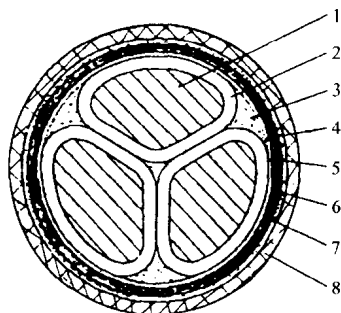


图 1-1 10kV 三芯统包油浸纸绝缘电缆

1—导体；2—芯绝缘；3—填料；4—带绝缘；5—铅套；
6—内衬垫；7—铠装；8—外护套

向分布，且具有沿着纸面的切向分量。因此这类电缆又叫做非径向型电缆，其电场分布为图 1-2 (a) 所示。由于油浸纸的切向绝缘强度只有径向绝缘强度的 $1/10 \sim 1/2$ ，所以统包绝缘电缆容易产生移滑放电，一般只能用到 10kV 电压等级。

2. 分相屏蔽和分相铅包电缆

分相屏蔽和分相铅包电缆的特点是，在每相绝缘芯制好

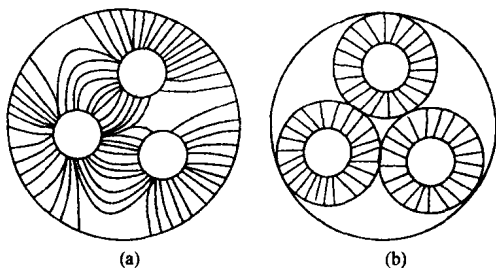


图 1-2 电缆电场分布示意图

(a) 非径向型；(b) 径向型

后，包覆屏蔽层或挤包铅套成缆。分相屏蔽电缆在成缆后挤包一个三相共用的金属护套（铅包）。图 1-3 是 35kV 分相铅包纸绝缘电缆的结构示意。这样的结构使各相间电场互不相关，从而消除了切向分量，其电力线沿着绝缘芯径向分布。所以这类电缆又叫做径向型电缆，其电场分布为图 1-2 (b) 所示，能够用到 35kV 电压等级的输电线路。

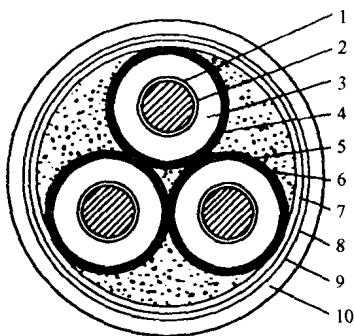


图 1-3 35kV 分相铅套纸绝缘电缆

- 1—导体；2—半导电纸屏蔽；3—绝缘层；4—半导电纸屏蔽层；
5—铅护套；6—PVC 带；7—麻填料；8—内衬垫；
9—钢带铠装；10—外护套

二、挤包绝缘电缆

挤包绝缘电缆又称固体挤压聚合电缆，它是以热塑性或热固性材料挤包形成绝缘的电缆。图 1-4 是纸包绝缘电缆的一种 35kV 交联聚乙烯电缆的结构示意图。

目前，挤包绝缘电缆有聚氯乙烯（PVC）电缆、聚乙烯（PE）电缆、交联聚乙烯（XLPE）电缆和乙丙橡胶（EPR）电缆等。这些电缆使用在不同的电压等级，即：聚氯乙烯电缆用于 1~6kV、聚乙烯电缆用于 1~400kV、交联聚乙烯电

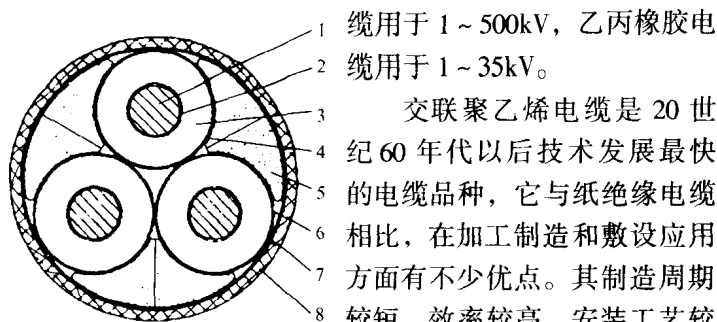


图 1-4 35kV 交联聚乙烯电缆

结构图

- 1—导体；2—内半导电层；3—交联
聚乙烯绝缘；4—外半导电层；
5—填料；6—铜屏蔽；7—包
带；8—外护层

交联聚乙烯电缆是 20 世
纪 60 年代以后技术发展最快
的电缆品种，它与纸绝缘电缆
相比，在加工制造和敷设应用
方面有不少优点。其制造周期
较短、效率较高、安装工艺较
为简便、导体工作温度可达到
90℃。由于制造工艺的不断改
进，如用干式交联取代早期的
蒸汽交联，采用悬链式和立式
生产线以及红外辐照交联工艺
等等，使得 110~220kV 高压

交联聚乙烯电缆产品具有优良的电气性能，能满足城市电网建设和改造的需要。现在，在 35kV 及以下电压等级，交联聚乙烯电缆已逐步取代了油浸纸绝缘电缆。110~220kV 交联聚乙烯电缆在国内大中城市电网中已成批投入运行。早在 1998 年，国外已在长距离线路上安装使用 500kV 交联聚乙烯电缆。

三、压力电缆

压力电缆是在电缆中充以能够流动、并具有一定压力的绝缘油或气的电缆。油浸纸绝缘电缆的纸层间，在制造和运行过程中，不可避免地会产生气隙。气隙在电场强度较高时，会出现游离放电，最终导致绝缘层击穿。压力电缆的绝缘处在一定压力状态下（油压或气压），抑制了绝缘层中形成气隙，使电缆绝缘工作场强明显提高，可用于 66kV 及以