

第

电线电缆手册

4

上海电缆研究所

中国电器工业协会电线电缆分会

组编

中国电工技术学会电线电缆专业委员会

魏东

主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电线电缆手册

第4册

第3版

上海电缆研究所

中国电器工业协会电线电缆分会

中国电工技术学会电线电缆专业委员会

组 编

魏 东 主 编



机械工业出版社

《电线电缆手册》第3版共分四册,汇集了电线电缆产品设计、生产、安装和使用中所需的有关技术资料。

本书为第4册,内容包括:电力用裸线、电力电缆、通信电线电缆与光缆、电气装备用电线电缆等五大类产品的附件、安装敷设与运行维护,并对各类产品安装及运行的技术指标、性能要求和设计计算、试验方法,以及防腐与保护措施也做了详细介绍。

本书可供电线电缆的生产、科研、设计、商贸以及应用部门与机构的工程技术人员使用,也可供大专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电线电缆手册. 第4册/魏东主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2017.8

ISBN 978-7-111-57830-7

I. ①电… II. ①魏… III. ①电线-手册②电缆-手册
IV. ①TM246-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第204129号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:付承桂

责任编辑:张沪光

责任校对:肖琳 张晓蓉 封面设计:鞠杨

责任印制:常天培

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2017年9月第3版第1次印刷

184mm×260mm·31.75印张·3插页·974千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-57830-7

定价:150.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

《电线电缆手册》第3版 编写委员会

主任委员：魏 东

副主任委员：毛庆传

委 员：（排名不分先后）

第1册 主编 毛庆传

郑立桥 鲍煜昭 高 欢 谢书鸿 江 斌
姜正权 刘 涛 周 彬

第2册 主编 吴长顺

陈沛云 周 雁 王怡瑶 黄淑贞 李 斌
房权生 孙 萍

第3册 主编 张秀松

张举位 汪传斌 唐崇健 孙正华 朱爱荣
杜 青 吴 畏 庞玉春 单永东 项 健

第4册 主编 魏 东

姜 芸 蔡 钧 张永隆 徐 操 刘 健
蒋晓娟 柯德刚 于 晶 张 荣

编写委员会秘书：倪娜杰

总 前 言

《电线电缆手册》是我国电线电缆行业和众多材料、设备及用户行业的长期技术创新、技术积累及经验总结的提炼、集成与系统汇总，更是几代电缆人的智慧与知识的结晶。本手册自问世以来，为促进我国电线电缆工业发展、服务国家经济建设产生了重要影响，也为指导行业技术进步和培养行业技术人员发挥了重要作用。本手册已经成为电线电缆制造行业及其用户系统广大科技人员的一部重要的专业工具书。

《电线电缆手册》第2版自定稿投入印刷至今已近20年了。近20年来，随着时代的进步、科学技术的飞速发展以及全球经济一体化的快速推进，世界电线电缆工业的产品制造及其应用发生了很大变化，我国的线缆工业更是发生了翻天覆地的变化，新技术迅猛发展、新材料层出不穷、新产品不断开发、新应用遍地开花、新标准持续涌现、新需求强劲牵引……在电线电缆制造与应用方面，我国已成为全球制造和应用大国，在工业技术及应用上与发达国家的距离也大大缩小，在一些技术和产品领域已经跻身于国际先进行列。

为了总结、汇集和展示线缆新技术、新产品、新应用和新标准，同时为了方便和服务于线缆制造业及用户系统广大科技人员的查阅、学习、参考及应用，由上海电缆研究所、中国电器工业协会电线电缆分会、中国电工技术学会电线电缆专业委员会联合组成编写委员会，在《电线电缆手册》第2版基础上进行修订编写，形成《电线电缆手册》第3版。新版内容主要是以新技术为引导，以方便实用为目的，增加新技术、新产品和新应用介绍，同时适当删除过时、落后的技术及产品。这是一项服务行业、惠及社会的公益性工作，也是一项工作量繁杂浩大的系统工程。

为了更好地编写新版《电线电缆手册》，由上海电缆研究所作为主要负责方，联合行业协会及专业学会共同组织，邀请行业主要企业及用户的相关专家组成编写委员会，汇集行业之智慧、知识、经验等各项技术资源，在组编方的统一组织策划下，在各相关企业及广大科技人员的大力支持下，经过编委会成员的共同努力，胜利完成了手册第3版的编写工作。在此，谨向为本手册编写做出贡献的各位专家及科技人员以及所在的企业、机构表示深深的谢意。同时，特别感谢上海电缆研究所及其各级领导和科技人员给予的人力、智力、物力及财力的大力支持。可以说，本手册的编写成功是线缆行业共同努力的结果，行业的发展是不会忘记众多参与者为手册编写做出的贡献的。

《电线电缆手册》第2版分为三册，即电线电缆产品、线缆材料和附件与安装各为一册。鉴于近20年线缆产品发展迅速，品种增加很多，因而，将第1册的线缆产品分为两册，从而使《电线电缆手册》第3版共分成四册出版，具体内容包括：

第1册：裸电线与导体制品、绕组线、通信电缆与电子线缆以及光纤光缆四大类产品的品种、用途、规格、设计计算、技术指标、试验方法及测试设备等。

第2册：电力电缆和电气装备用线缆产品的品种、规格、性能与技术指标、设计计算、性能试验与测试设备等。

第3册：电线电缆和光缆所用材料的品种、组成、用途、性能、技术要求以及有关性能的检测方法。材料包括金属、纸、纤维、带材、电磁线漆、油料、涂料、塑料、橡胶和橡皮等。

第4册：电力用裸线、电力电缆、通信电缆与光缆以及电气装备用电线电缆的附件、安装敷设及运行维护。

今天，《电线电缆手册》第3版将以新的面貌出现在读者面前，相信新的手册定将会在我国线缆行业转型升级的新一轮发展中发挥更加重要的作用。

限于编者的知识、能力和水平，手册中难免有不合时宜的内容和谬误之处，诚恳期待读者的批评和指正。

同时，科学技术的不断发展与进步，相关标准的持续更新与修订，也将使手册相关内容与届时不完全相符，请读者查询并参考使用。

《电线电缆手册》第3版编写委员会

总 论

1. 电线电缆的分类

电线电缆的广义定义为：用以传输电（磁）能、信息和实现电磁能转换的线材产品。广义的电电线电缆亦简称为电缆，狭义的电缆是指绝缘电缆。它可定义为由下列部分组成的集合体：一根或多根导体线芯，以及它们各自可能具有的包覆层、总保护层及外护层。电缆亦可有附加的没有绝缘的导体。

为便于选用及提高产品的适用性，我国的电线电缆产品按其用途分成下列五大类。

(1) 裸电线与导体制品 指仅有导体而无绝缘层的产品，其中包括铜、铝等各种金属导体和复合金属圆单线、各种结构的架空输电线以及软接线、型线和型材等。

(2) 绕组线 以绕组的形式在磁场中切割磁力线感应产生电流，或通以电流产生磁场所用的电线，故又称电磁线，其中包括具有各种特性的漆包线、绕包线、无机绝缘线等。

(3) 通信电缆与通信光缆 用于各种信号传输及远距离通信传输的线缆产品，主要包括通信电缆、射频电缆、通信光缆、电子线缆等。

通信电缆是传输电话、电报、电视、广播、传真、数据和其他电信信息的电缆，其中包括市内通信电缆、数字通信对称电缆和同轴（干线）通信电缆，传输频率为音频～几千兆赫。

与通信电缆相比较，射频电缆是适用于无线电通信、广播和有关电子设备中传输射频（无线电）信号的电缆，又称为“无线电电缆”。其使用频率为几兆赫到几十吉赫，是高频、甚高频（VHF）和超高频（UHF）的无线电频率范围。射频电缆绝大多数采用同轴型结构，有时也采用对称型和带型结构，它还包括波导、介质波导及表面波传输线。

通信光缆是以光导纤维（光纤）作为光波传输介质进行信息传输，因此又称为纤维光缆。由于其传输衰减小、频带宽、重量轻、外径小，又不受电磁场干扰，因此通信光缆已逐渐替代了部分通信电缆。按光纤传输模式来分，有单模和多模两种。按光缆结构来分，有层绞式、骨架式、中心管式、层绞单位式、骨架单位式等多种形式。按其不同的使用环境，光缆可分为直埋光缆、管道光缆、架空光缆、水下或海底光缆等多种形式。

电子线缆在本手册中将其归类在通信线缆大类中。该类线缆产品主要用于电子电器设备内部、内部与外部设备之间的连接，通常其长度较短，尺寸较小。主要用于 600V 及以下的各类家用电器设备、电子通信设备、音视频设备、信息技术设备及电信终端设备等。由于这些设备种类繁多、要求各异，因此，对该类线缆要求具备不尽相同的耐热性、绝缘性、特殊性能、机械性能以及外观结构等。

(4) 电力电缆 在电力系统的主干（及支线）线路中用以传输和分配大功率电能的电缆产品，其中包括 1～500kV 的各种电压等级、各种绝缘形式的电力电缆，包括超导电缆、海底电缆等。

(5) 电气装备用电线电缆 从电力系统的配电点把电能直接传送到各种用电设备、器具的电源连接线路用电线电缆，各种工农业装备、军用装备、航空航天装备等使用的电气安装线和控制信号用的电线电缆均属于这一大类产品。这类产品使用面广，品种多，而且大多要结合所用装备的特性和使用环境条件来确定产品的结构、性能。因此，除大量的通用产品外，还有许多专用和特种产品，统称为“特种电缆”。

为了便于产品设计和制造的工程技术人员查阅，本手册将电气装备用电线电缆简分为两大类：电气装备用绝缘电线和绝缘电缆，并按产品类别和名称直接分类。

本手册将按上述分类法介绍各类电缆产品，在第 1 册及第 2 册中分别叙述。在其他场合，例如专利登记、查阅、图书资料分类等，也有按电缆的材料、结构特征、耐环境特性等其他方式分类的。

2. 电线电缆的基本特性

电线电缆最基本的性能是有效地传播电磁波(场)。就其本质而言,电线电缆是一种导波传输线,电磁波在电缆中按规定的导向传播,并在沿线缆的传播过程中实现电磁场能量的转换。

通常在绝缘介质中传播的电磁波损耗较小,而在金属中传播的那部分电磁波往往因导体不完善而损耗变成热量。表征电磁波沿电缆回路传输的特性参数称为传输参数,通常用复数形式的传播常数和特性阻抗两个参数来表示。

电缆的另一个十分关键的基本特性是它对使用环境的适应性。不同的使用条件和环境对电线电缆的耐高温、耐低温、耐电晕、耐辐照、耐气压、耐水压、耐油、耐臭氧、耐大气环境、耐振动、耐溶剂、耐磨、抗弯、抗扭转、抗拉、抗压、阻燃、防火、防雷和防生物侵袭等性能均有相应的要求。在电缆的标准和技术要求中,均应对环境要求提出十分具体的测试或试验方法,以及相应的考核指标和检验办法。对一些特殊使用条件工作的电缆,其适用性还要按增列的使用要求项目考核,以确保电缆工程系统的整体可靠性。

正因为电线电缆产品应用于不同的场合,因此性能要求是多方面的,且非常广泛。从整体来看,其主要性能可综合为下列各项:

(1) **电性能** 包括导电性能、电气绝缘性能和传输性能等。

导电性能——大多数产品要求有良好的导电性能,有的产品要求有一定的电阻范围。

电气绝缘性能——绝缘电阻、介电常数、介质损耗、耐电压特性等。

传输特性——指高频传输特性、抗干扰特性、电磁兼容特性等。

(2) **力学性能** 指抗拉强度、伸长率、弯曲性、弹性、柔软性、耐疲劳性、耐磨性以及耐冲击性等。

(3) **热性能** 指产品的耐热等级、工作温度、电力电缆的发热和散热特性、载流量、短路和过载能力、合成材料的热变形和耐热冲击能力、材料的热膨胀性及浸渍或涂层材料的滴落性能等。

(4) **耐腐蚀和耐气候性能** 指耐电化腐蚀、耐生物和细菌侵蚀、耐化学药品(油、酸、碱、化学溶剂等)侵蚀、耐盐雾、耐日光、耐寒、防霉以及防潮性能等。

(5) **耐老化性能** 指在机械(力)应力、电应力、热应力以及其他各种外加因素的作用下,或外界气候条件下,产品及其组成材料保持其原有性能的能力。

(6) **其他性能** 包括部分材料的特性(如金属材料的硬度、蠕变,高分子材料的相容性等)以及产品的某些特殊使用特性(如阻燃、耐火、耐原子辐射、防虫咬、延时传输以及能量阻尼等)。

产品的性能要求,主要是从各个具体产品的用途、使用条件以及配套装备的配合关系等方面提出的。在一个产品的各项性能要求中,必然有一些主要的、起决定作用的,应该严格要求;而有些则是从属的、一般的。达到这些性能的综合要求与原材料的选用、产品的结构设计和生产过程中的工艺控制均有密切关系,各种因素又是相互制约的,因此必须进行全面的分析和研究。

电线电缆产品的使用面极为广泛,必须深入调查研究使用环境和使用要求,以便正确地进行产品设计和选择工艺条件。同时,必须配置各种试验设备,以考核和验证产品的各项性能。这些试验设备,有的是通用的,如测定电阻率、抗拉强度、伸长率、绝缘电阻和进行耐电压试验等所用的设备、仪表;有的是某些产品专用的,如漆包线刮漆试验机等;有的是按使用环境的要求专门设计的,如矿用电缆耐机械力冲击和弯曲的试验设备等,种类很多,要求各异。因此,在电线电缆产品的设计、研究、生产和性能考核中,对试验项目、方法、设备的研究设计和改进同样是十分重要的。

3. 电线电缆生产的工艺特点

电线电缆的制造工艺有别于其他结构复杂的电气产品的制造工艺。它不能用车、钻、刨、铣等通用机床加工,甚至连现代化的柔性机械加工中心对它的加工亦无能为力。电线电缆加工方法可简洁地归纳为“拉一包一绞”三大少物耗、低能耗的专用工艺。

通常用控制工艺将粗的导体拉成细的;包是绕包、挤包、涂包、编包、纵包等多种工艺的总称,往往用于绝缘层的加工和护套的制作;绞是导线扭绞和绝缘线芯绞合成缆,目的是保证足够的柔软性。

实际的电线电缆专用生产设备与流水线分为拉线、绞线、成缆、挤塑、漆包、编织六大类。在 JB/T 5812~5820—2008 中,对上述设备的型式、尺寸、技术要求及基本参数都做了详细的规定。而在这些设备中大量采用的通用辅助部件,主要是放线、收线、牵引和绕包四大基本辅助部件,在 JB/T 4015—2013、

JB/T 4032—2013 及 JB/T 4033—2013 中也对这些设备的型式、尺寸、技术要求及基本参数都做了相应的规定。

电线电缆盘具是一种最通用的电缆专用设备部件,也是电线电缆产品不可缺少的包装用具。在我国已对电线电缆的机用线盘(PNS型)、大孔径机用线盘(PND型)和交货盘(PL型)分别制定了JB/T 7600—2008、JB/T 8997—2013 和 JB/T 8137—2013 标准;在JB/T 8135—2013 中,还对绕组线成品的各种交货盘(PC、PCZ型等)以及检测试验方法做出了具体规定。

实用的现代化电线电缆专用设备是将上述六类设备尽可能合理组合而成的流水线。

本手册中,尚未包括电线电缆生产工艺设备及其技术要求。

在改进产品质量和发展新品种时,必须充分考虑电线电缆产品的生产特点,这些生产特点主要如下:

(1) 原材料的用量大、种类多、要求高 电线电缆产品性能的提高和新产品的发展,与选择适用的原材料以及原材料的发展、开发和改进有着密切的关系。

(2) 工艺范围广,专用设备多 电线电缆产品在生产中要涉及多种专业的工艺,而生产设备大多是专用的。在各个生产环节中,采用合适的装备和工艺条件,严格进行工艺控制,对产品质量和产量的提高,起着至关重要的作用。

(3) 生产过程连续性强 电线电缆产品的生产过程大多是连续的。因此,设计合理的生产流程和工艺布置,使各工序生产有序协调,并在各工序中加强半制品的中间质量控制,这对于确保产品质量、减少浪费、提高生产率等都是十分重要的。

4. 电线电缆材料及其特点

电线电缆所用材料主要包括:金属材料、光导纤维(光纤)、绝缘及护套材料以及各种各样的辅助材料。在本手册第3册中具体叙述。

(1) 金属材料 电线电缆产品所用金属材料以有色金属为主,其绝大部分为铜、铝、铅及其合金,主要用作导体、屏蔽和护层。银、锡、镍主要用于导体的镀层,以提高导体金属的耐热性和抗氧化性。黑色金属在线缆产品中以钢丝和钢带为主体,主要用作电缆护层中的铠装层,以及作为架空输电线的加强芯或复合导体的加强部分。

(2) 塑料 电缆工业用的塑料,几乎都是合成树脂为基本成分,辅以配合剂如防老剂、增塑剂、填充剂、润滑剂、着色剂、阻燃剂以及其他特种用途的药剂而制成。由于塑料具有优良的电气性能、物理力学性能和化学稳定性能,并且加工工艺简单、生产效率较高、料源丰富,因此,无论是作为绝缘材料还是护套材料,在电线电缆中都得到了广泛的应用。

(3) 橡胶和橡皮 橡胶和橡皮具有良好的物理力学性能,抗拉强度高,伸长率大,柔软而富有弹性,电气绝缘性能良好,有足够的密封性,加工性能好以及某些橡胶品种的各种特殊性能(如耐油和耐溶剂、耐臭氧、耐高温、不延燃等),因而在各类电线电缆产品中广泛地用作绝缘和护套材料。

(4) 电磁线漆 电磁线漆是用于制造漆包线和胶粘纤维绕包线绝缘层的一种专用绝缘漆料。用于电磁线的绝缘材料还有纸带、玻璃丝带、复合带等。

(5) 光纤 光纤主要用作光波传输介质进行信息传输。光纤的主要材质可分为石英玻璃光纤和塑料光纤。石英玻璃光纤主要是由二氧化硅(SiO_2)或硅酸盐材质制成,已经开发出多种可用的石英玻璃光纤(如特种光纤等)。塑料光纤(POF)主要是由高透光聚合物制成的一类光纤。光纤由中心部分的纤芯和环绕在纤芯周围的包层组成,不同的材料和结构使其具有不同的使用性能。

(6) 各种辅助材料 包括纸、纤维、带材、油料、涂料、填充材料、复合材料等,满足电线电缆各种性能的需求。

5. 电线电缆选用及敷设

由于电线电缆品种规格很多,性能各不相同,因此对广大使用部门来说,在选用电线电缆产品时应该注意以下几个基本要求。

(1) 选择产品要合理 在选择产品时应充分了解电线电缆产品的品种规格、结构与性能特点,以保证产品的使用性能和延长使用寿命。例如,选用高温的漆包线,将可提高电机、电器的工作温度,减小结构尺寸;又如在绝缘电线中,有耐高温的、有耐寒的、有屏蔽特性的,以及不同柔软度的各种品种,必须根

据使用条件合理选择。

(2) 线路设计要正确 在电线电缆线路设计的线路路径选择中,应尽量避免各种外来的破坏与干扰因素(机械、热、雷、电、各种腐蚀因素等)或采用相应的防护措施,对于敷设中的距离、位差、固定的方式和间距、接头附件的结构形式和性能、配置方式、与其他线路设备的配合等,都必须进行周密的调查研究,做出正确的设计,以保证电线电缆的可靠使用。

(3) 安装敷设要认真 电线电缆本体仅是电磁波传输系统或工程中的一个部件,它必须进行端头处理、中间连接或采取其他措施,才与电缆附件及终端设备组成一个完整的工程系统。整个系统的安装质量及可靠运行不仅取决于电线电缆本身的产品质量,而且与电线电缆线路的施工敷设的质量息息相关。在实际电线电缆线路故障率统计分析中,由于施工、安装、接续等因素所造成的故障率往往要比电缆本身的缺陷所造成的大得多,因此,必须对施工安装工艺严格把关,并在选用电缆时应特别注意电缆与电缆附件的配套。对光缆亦如此。

(4) 维护管理要加强 电线电缆线路往往要长距离穿越不同的环境(田野、河底、隧道、桥梁等),因此容易受到外界因素影响,特别是各种外力或腐蚀因素的破坏。所以,加强电缆线路的维护和管理,经常进行线路巡视和预防测试,采取各种有效的防护措施,建立必要的自动报警系统,以及在发生事故的情况下,及时有效地测定故障部位、便于快速检修等,这些都是保证电线电缆线路可靠运行的重要条件。

电线电缆由电缆本体和附件组成。电线电缆制造部门,应在广大使用部门密切配合下,不断改进电缆附件的设计。电线电缆附件包括电线电缆终端或中间连接用各种接头,安装固定用的金具和夹具以及充油电缆的压力供油箱等。它们是电缆线路中必不可少的组成部分。由于电缆附件处于与电缆完全相同的使用条件下,同时电缆附件又必须解决既要引出电能,又要对周围环境绝缘、密封等一系列问题。因此,它的性能要求和结构设计往往比电缆产品本身更为复杂。同时,电缆附件基本上是在现场装配,安装条件必然相对工厂的生产条件差,这给保证电缆附件的质量带来了一些不利因素。因此,研究改进电缆附件的材料、结构、安装工艺等工作应引起制造和使用部门的极大重视。

电线电缆的附件及安装敷设技术要求在本手册的第4册中叙述。

本 册 前 言

本册为《电线电缆手册》第3版第4册，共分四篇，主要包括：电力用裸线、电力电缆、通信电线电缆与光缆、电气装备用电线电缆的附件、安装敷设与运行维护。

本册由魏东担任主编并统稿。

第13篇 电力用裸线附件、安装敷设及运行维护。由蔡钧、张永隆负责修编。主要包括：输电线路用裸线附件结构与试验，架空线的安装敷设与运行维护，电力牵引用接触线接头、安装敷设及运行维护。

第14篇 电力电缆附件、安装敷设及运行维护。由魏东、姜芸负责修编。主要包括：电力电缆导体连接器材与安装工艺，中低压电力电缆附件，高压电缆终端与接头，电力电缆敷设，电力电缆线路的运行维护。

第15篇 通信电线电缆与光缆附件、安装敷设及运行维护。由刘健、于晶负责修编。主要包括：通信电缆接续与附件，通信电线电缆的安装敷设，通信电缆的防雷、防蚀和防强电干扰，通信线缆的运行维护，通信光缆接续附件、安装敷设及运行维护，电力架空特种光缆接续附件、安装架设及运行维护。

第16篇 电气装备用电线电缆附件、安装敷设及运行维护。由印永福等负责修编（基本同第2版）。主要包括：工业、公用设施及民用建筑用电线电缆安装敷设，煤矿电缆附件、安装敷设及运行维护，船用电缆的选择、安装敷设与运行维护。

参与本册编写并为之做出贡献的科技人员还有（排名不分先后）：

印永福 李福芝 汪松滋 吴良治 贾明汉 查力仁 葛光明 陆德斌

李懿荪 张承威 王瑞陞 李克昌 于静荣 杨峻 黄绳甫 黄豪士

在此，一并致以诚挚谢意，并对其所在的企业及部门给予的大力支持表示感谢。

目 录

总前言	
总 论	
本册前言	

第13篇 电力用裸线附件、安装敷设与运行维护

第1章 输电线路用裸线附件结构与试验	3	2.4.1 跳线安装	61
1.1 总则	3	2.4.2 护线条安装	62
1.2 架空线金具	5	2.4.3 悬垂线夹安装	62
1.2.1 接续金具	5	2.4.4 防振锤安装	62
1.2.2 悬垂线夹	12	2.4.5 阻尼线安装	63
1.2.3 耐张线夹	15	2.4.6 间隔棒与均压环安装	64
1.2.4 防护金具	19	2.4.7 接头连接工艺	64
1.3 发电厂、变电站金具	23	2.5 施工质量要求及验收	68
1.3.1 T形线夹	23	2.5.1 放线质量要求	68
1.3.2 设备线夹	25	2.5.2 紧线质量要求	68
1.3.3 铜铝过渡板	25	2.5.3 附件安装质量要求	69
1.3.4 大电流母线金具	29	2.5.4 架线验收项目	70
1.4 架空线、发电厂、变电站用金具的试验	39	2.5.5 竣工试验	70
1.4.1 试验项目	39	2.6 交叉跨越的测量与计算	70
1.4.2 试验方法	40	2.6.1 交叉跨越距离要求	70
第2章 架空线的安装敷设	44	2.6.2 测量方法	73
2.1 放线工艺	44	2.6.3 跨距计算	73
2.1.1 放线前准备	44	2.7 光纤复合架空地线的安装与架设	73
2.1.2 放线施工	47	2.7.1 安装前准备工作	73
2.2 架空线的弧垂计算及观测	50	2.7.2 放线架设工作	73
2.2.1 弧垂、线长及应力计算	50	2.7.3 紧线工作	74
2.2.2 初伸长	51	2.7.4 附件安装	74
2.2.3 观测档弧垂计算	52	2.7.5 光纤复合架空地线的连接	74
2.2.4 弧垂观测与张力测定	53	2.7.6 注意事项	74
2.2.5 弧垂误差及调整量计算	55	第3章 架空线的运行与维护	75
2.3 架空线的紧线工艺	56	3.1 架空线运行维护工作主要内容	75
2.3.1 紧线前的准备工作	56	3.1.1 巡视	75
2.3.2 紧线方法	56	3.1.2 预防性检查和测试	75
2.3.3 过牵引张力计算	60	3.1.3 季节性事故和外力破坏事故的预防	75
2.4 附件安装与接头连接工艺	61	3.2 架空线运行规程	75
		3.2.1 巡视	75

3.2.2	预防性检查和测试	76
3.2.3	架空线运行规定	76
3.2.4	架空线的维护与检修	78
3.2.5	特殊区段架空线的运行维护	79
3.3	新型耐热导线	80
3.3.1	碳纤维复合芯导线 (ACCC)	80
3.3.2	铝基陶瓷纤维复合芯铝绞线 (ACCR)	80
3.3.3	铝包股钢芯耐热铝合金绞线 (ASInvar)	81
3.4	引起架空线路缺陷、损伤的主要原因及预防方法	81
3.4.1	架空线的防雷	81
3.4.2	架空线的振动和防止振动的措施	83
3.4.3	架空线的覆冰 (雪) 及预防措施	86
3.4.4	架空线的防腐蚀	86
3.4.5	架空线的电气过负荷	87

第4章	电力牵引用接触线接头、安装敷设及运行维护	88
4.1	接触线的连接	88
4.1.1	接触线接头	88
4.1.2	与绝缘器连接	88
4.1.3	终端下锚连接	89
4.1.4	电气连接	90
4.2	接触线的安装与敷设	92
4.2.1	悬挂方式	92
4.2.2	下锚方式	94
4.2.3	放线与架设	95
4.3	接触线的运行和维护	97
4.3.1	磨耗	97
4.3.2	高度调整	103
4.3.3	拉出值调整	105

第14篇 电力电缆附件、安装敷设及运行维护

第1章	电力电缆导体连接器材与安装工艺	113
1.1	概述	113
1.1.1	机械压力连接	113
1.1.2	加热连接	113
1.1.3	表带触指插拔式连接	114
1.2	压缩连接用导体连接金具及压接工艺	114
1.2.1	压缩连接用连接金具种类	114
1.2.2	压缩连接用连接金具的规格、型号和结构尺寸	114
1.2.3	压缩连接用工具和模具	118
1.2.4	压接工艺要点	121
1.3	钎焊连接用导体连接金具及焊接工艺	124
1.3.1	焊料	124
1.3.2	助熔剂	125
1.3.3	钎焊用连接金具	126
1.3.4	钎焊工艺	126
1.4	螺栓和螺旋夹紧连接用导体连接金具、表带触指插拔式连接器及连接工艺	128
1.4.1	螺栓和螺旋夹紧连接用导体连接金具及连接工艺	128
1.4.2	表带触指插拔式连接器及连接工艺	129
1.5	电缆导体压接和机械连接接头试验方法	131

1.5.1	热循环试验	131
1.5.2	机械试验	131
第2章	中低压电力电缆附件	132
2.1	概述	132
2.2	油纸绝缘电缆附件	135
2.2.1	油纸绝缘电缆附件品种	135
2.2.2	10kV 及以下电缆附件	135
2.2.3	35kV 电缆附件	142
2.3	挤包绝缘电缆附件	146
2.3.1	挤包绝缘电缆附件品种	146
2.3.2	安装工艺的一般程序和要求	147
2.3.3	绕包式电缆附件	150
2.3.4	热收缩式电缆附件	154
2.3.5	预制件装配式电缆附件	157
2.3.6	冷收缩式电缆附件	160
2.3.7	模塑式电缆附件	165
2.3.8	浇铸式电缆附件	166
2.3.9	内锥插拔式电缆终端	166
2.3.10	内锥插拔式电缆终端产品安装工艺简介	168
2.4	其他电缆附件	170
2.4.1	过渡接头	170
2.4.2	架空绝缘电缆附件和金具	172
2.5	电缆附件用材料的性能要求	175
2.6	中低压电缆附件的试验	190

2.6.1 充油电缆终端及接头各类试验	190	4.2.1 专用工具	233
2.6.2 纸绝缘电缆终端及接头各类试验 ..	190	4.2.2 施工前准备	235
2.6.3 交联电缆终端与接头各类试验	192	4.2.3 敷设电缆	236
第3章 高压电缆终端与接头	197	4.2.4 重要事项	237
3.1 概论	197	4.3 排管电缆的敷设	238
3.2 终端的结构型式	198	4.3.1 专用工具	238
3.2.1 敞开式终端	198	4.3.2 检查排管	238
3.2.2 全封闭变电站用电缆终端	201	4.3.3 敷设电缆	239
3.2.3 象鼻式终端	202	4.3.4 重要事项	240
3.2.4 柔性直流电缆附件	203	4.4 水底电缆的敷设	240
3.2.5 高温超导终端	205	4.4.1 电缆盘置放陆地牵引	240
3.3 电缆中间接头结构型式	206	4.4.2 船上敷设	240
3.3.1 自容式充油电缆接头	206	4.4.3 防护措施	243
3.3.2 钢管充油电缆接头	208	4.5 其他安装敷设方法	244
3.3.3 塑料电缆接头	208	4.5.1 隧道敷设	244
3.4 终端与接头的设计	210	4.5.2 架空敷设	245
3.4.1 导体连接的方法及其设计	210	4.5.3 桥架敷设	245
3.4.2 绝缘设计	211	4.5.4 桥梁敷设	245
3.4.3 机械设计	219	4.5.5 垂直敷设	245
3.4.4 热性能问题	220	4.6 竣工试验	246
3.4.5 热力学性能问题	220	4.6.1 核相试验	246
3.5 终端与接头的安装工艺	221	4.6.2 绝缘耐压试验	246
3.5.1 充油电缆及钢管电缆终端与 接头安装工艺要点	221	4.6.3 护层耐压试验	247
3.5.2 高压交联电缆终端及接头 安装工艺要点	222	4.6.4 油阻试验	248
3.6 终端与接头的试验	224	4.6.5 油样试验	248
3.6.1 充油电缆及钢管电缆终端及 接头各类试验	224	4.6.6 参数试验	248
3.6.2 高压交联电缆终端与 接头各类试验	225	第5章 电力电缆线路的运行维护	250
第4章 电力电缆敷设	227	5.1 技术管理	250
4.1 电缆的牵引计算	227	5.1.1 电缆线路装置记录	250
4.1.1 牵引力计算式	227	5.1.2 电缆线路图	251
4.1.2 摩擦系数及阻塞率	228	5.1.3 电缆线路总布置图	251
4.1.3 电缆盘轴孔摩擦力和牵引钢丝 绳重量	228	5.1.4 电缆和附件结构图	252
4.1.4 侧压力计算公式	228	5.1.5 电缆附件安装工艺	254
4.1.5 电缆受力允许值	229	5.1.6 电缆线路专档	255
4.1.6 电缆的允许最小弯曲半径	230	5.1.7 维护记录	255
4.1.7 电缆线路牵引计算	230	5.1.8 年度事故分析统计	255
4.1.8 水底电缆张力计算	231	5.2 线路巡视	256
4.2 直埋电缆的敷设	232	5.3 故障点测定	257
		5.3.1 电桥法	257
		5.3.2 脉冲回波法	258
		5.3.3 定点试验	258
		5.3.4 漏油测量	259
		5.4 故障分析	260

第15篇 通信电线电缆与光缆附件、安装敷设及运行维护

第1章 通信电缆接续与附件	263	2.5 综合布线系统对称电缆的敷设	300
1.1 全塑通信电缆缆芯接续	263	2.5.1 一般敷设要求	300
1.2 全塑电缆护套的连接密封	269	2.5.2 预埋线槽和暗管敷设电缆要求	300
1.3 电缆接头的保护	272	2.5.3 桥架和线槽内敷设电缆要求	301
1.3.1 保护电缆接头的常用材料	272	第3章 通信电缆的防雷、防蚀和 防强电干扰	302
1.3.2 接头保护层的制作	274	3.1 架空电缆与地下电缆的防雷	302
1.3.3 监测线的安装	276	3.1.1 概述	302
1.4 终端设备	276	3.1.2 雷电对架空电缆的危害及 保护措施	303
1.4.1 分线盒、交接箱	276	3.1.3 雷电对地下电缆的危害及防护	303
1.4.2 电缆配线架	277	3.1.4 防雷接地装置	304
1.5 电缆的成端	278	3.2 电缆防蚀	305
1.5.1 全塑通信电缆的成端要求	278	3.2.1 概述	305
1.5.2 综合布线系统对绞电缆的 成端要求	278	3.2.2 电缆线路环境腐蚀性的 判定及其指标	308
第2章 通信电线电缆的安装敷设	279	3.2.3 电缆防蚀测试	309
2.1 架空墙壁电缆及室内电缆的安装敷设	279	3.2.4 防蚀措施	311
2.1.1 架设吊线	279	3.3 通信线路防强电干扰	318
2.1.2 安装挂钩	287	3.3.1 强电路对通信线路的影响	318
2.1.3 架设架空电缆	288	3.3.2 危险影响及干扰影响的容许标准	319
2.1.4 沿墙壁及在室内敷设电缆	289	3.3.3 强电路对通信线路影响的计算	320
2.1.5 架空电缆的地线保护及 防碰保护安装	290	3.3.4 保护措施	324
2.2 直埋式电缆的敷设	291	第4章 通信线缆的运行维护	325
2.2.1 电缆沟及电缆埋深	291	4.1 电缆充气维护	325
2.2.2 挖沟	291	4.1.1 充气维护系统	325
2.2.3 单盘电缆检验	291	4.1.2 充气维护标准	328
2.2.4 敷设电缆	293	4.2 电缆查漏	328
2.2.5 电缆保护、填沟及埋设标石	293	4.2.1 直接体察法	329
2.2.6 直埋电缆与其他建筑物的间距	293	4.2.2 分析计算法	329
2.3 管道电缆的敷设	294	4.2.3 仪表查漏法	329
2.3.1 电缆管道及管孔选用	294	4.3 通信电缆线路的维修	330
2.3.2 敷设电缆前的准备工作	294	4.4 电缆障碍的查修及测试	330
2.3.3 敷设电缆	295	4.4.1 电缆障碍的种类及产生的原因	330
2.3.4 人孔内的电缆排列	295	4.4.2 电缆障碍查修要求	331
2.3.5 电缆引上	296	4.4.3 电缆障碍的修理	331
2.4 水底电缆的敷设	297	4.4.4 电缆线路障碍测试	332
2.4.1 水底电缆铠装型式的选用	297	4.5 综合布线系统对称电缆的测试	332
2.4.2 埋设深度	297	4.5.1 电气测试方法	332
2.4.3 水底电缆长度的确定	297	4.5.2 测试内容	332
2.4.4 水底电缆的敷设	298	第5章 通信光缆接续附件、安装敷设及 运行维护	335
2.4.5 水底电缆的保护及末端加固	299		
2.4.6 标志牌的设置	299		

5.1 通信光纤光缆接续及附件	335	5.4.2 后向散射法测量光路损耗	370
5.1.1 光纤之间接续	335	5.5 通信光缆的运行维护	372
5.1.2 光缆接续	345	5.5.1 通信光缆线路的维护管理	372
5.1.3 光缆线路连接附件	347	5.5.2 通信光缆线路的防护	372
5.1.4 光缆现场接续技术要求	349	5.5.3 光缆线路障碍查修方法	378
5.2 光缆线路工程设计	350	第6章 电力架空特种光缆接续附件、安装	
5.2.1 光缆线路传输特性及设计要点	350	架设及运行维护	380
5.2.2 光缆的结构类型与适用范围	351	6.1 电力架空特种光缆附件	380
5.2.3 光缆敷设张力计算	352	6.1.1 OPGW用预绞式金具	380
5.3 光缆敷设	355	6.1.2 ADSS预绞式金具	382
5.3.1 架空光缆敷设	355	6.2 电力架空特种光缆安装架设	384
5.3.2 管道光缆敷设	358	6.2.1 工程选型设计	384
5.3.3 直埋光缆敷设	361	6.2.2 电力特种光缆安装架设	385
5.3.4 水下光缆敷设	364	6.2.3 电力特种光缆线路工程验收	407
5.3.5 路面微槽光缆敷设	366	6.3 电力架空特种光缆运行维护	408
5.3.6 建筑物内光缆敷设	367	6.3.1 光缆线路的维护管理	408
5.3.7 FTTH引入光缆敷设	368	6.3.2 特种电力光缆线路故障修复技术	411
5.4 光缆线路测试	370	6.3.3 ADSS抗电腐蚀	412
5.4.1 插入法测量光纤线路损耗	370		

第16篇 电气装备用电线电缆附件、安装敷设及运行维护

第1章 工业、公用设施及民用建筑用电线

电缆安装敷设	417
1.1 电线敷设的一般规定	417
1.2 电线明敷设	419
1.2.1 粘贴法敷设	419
1.2.2 槽板敷设	419
1.2.3 瓷夹板和绝缘子的敷设	419
1.2.4 塑料护套线明敷设	420
1.2.5 钢索配线	421
1.2.6 引入线敷设	421
1.3 电线在管内敷设	423
1.3.1 一般规定	423
1.3.2 电线在明、暗电线管中的 安装敷设	423
1.3.3 电线在硬、半硬塑料管中的敷设	425
1.3.4 预制板孔中软管穿线	426
1.4 母线槽敷设	426
1.4.1 母线槽适用范围及结构要求	426
1.4.2 安装方法	427
1.5 竖井内电线电缆敷设	428
1.6 电缆室内敷设	428
1.6.1 电缆明敷设	428
1.6.2 电缆暗敷设	428

1.7 走线槽敷设	430
1.8 裸导体(母线)敷设	431
1.8.1 一般规定	431
1.8.2 硬裸导体连接、敷设和焊接	432
1.8.3 软裸导体(中低压架空线) 安装敷设	438
1.9 氧化镁绝缘耐火电缆的安装敷设	441
1.9.1 电缆的特性与用途	442
1.9.2 电缆敷设及应用的有关参数	442
1.9.3 氧化镁绝缘电缆用配件、附件及 专用工具	442
1.9.4 电缆安装及注意事项	442
第2章 煤矿电缆附件、安装敷设及	
运行维护	446
2.1 煤矿电缆的接头与终端	446
2.1.1 电缆接头与终端的主要型式	446
2.1.2 橡塑电缆的终端及接头	446
2.2 煤矿电缆的安装敷设	451
2.2.1 概述	451
2.2.2 井下电缆的装卸及运输	452
2.2.3 在平巷及45°以下巷道中敷设电缆	452
2.2.4 在立井或在45°以上倾斜巷中 敷设电缆	454

2.2.5 钻孔中电缆的敷设	456	3.1 船用电缆选择的基本原则	467
2.2.6 峒室内电缆的敷设	457	3.1.1 选择原则	467
2.2.7 暗井中电缆的敷设	457	3.1.2 电力电缆的选择	467
2.2.8 采掘工作面电缆的敷设	457	3.2 船用电缆的安装敷设	470
2.3 煤矿电缆的运行和维护	458	3.2.1 电缆敷设的准备工作	470
2.3.1 电缆运行中温度标准和测量方法 ...	458	3.2.2 电缆敷设的基本要求	472
2.3.2 电缆运行中的绝缘电阻要求和 测量方法	458	3.2.3 电缆的敷设与线路安装紧固间距 ...	473
2.3.3 耐压试验及测量泄漏电流	459	3.2.4 电缆的紧固	474
2.3.4 电缆的定期巡视检查与维护	459	3.2.5 电缆穿过舱壁、甲板	476
2.4 煤矿电缆故障及寻找方法	460	3.2.6 电缆金属护套的接地	481
2.4.1 电缆故障及其原因	460	3.2.7 电缆芯连接	483
2.4.2 电缆故障点的寻找方法	460	3.2.8 特殊场所电缆敷设要求	487
2.5 矿用电缆的修补	460	3.3 船用电缆的维护	487
2.5.1 矿用电缆的硫化热补工艺	461	3.3.1 电缆的外观检查	487
2.5.2 矿用电缆聚氨酯冷补工艺	464	3.3.2 电缆贯穿及固定装置的外观检查 ...	488
2.5.3 矿用电缆检修后试验	466	3.3.3 电缆接地装置的检查	488
第3章 船用电缆的选择、安装敷设与 运行维护	467	3.3.4 电缆网络的绝缘检查	488
		参考标准	489

第 13 篇

电力用裸线附件、 安装敷设与运行维护