

第3版

电线电缆手册

1

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

毛庆传 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电线电缆手册

第 1 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

毛庆传

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、生产和使用中所需的有关技术资料。

本书为第1册,内容包括: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。

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1册/毛庆传 主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-111-57408-8

I. ①电… II. ①毛… 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151710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:闫洪庆 任鑫

责任校对:杜雨霏 刘雅娜 张征 封面设计:鞠杨

责任印制:

印刷厂印刷

2017年8月第3版第1次印刷

184mm×260mm·62.25印张·3插页·2049千字

0 001—册

标准书号:ISBN 978-7-111-57408-8

定价: 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才发挥了重要作用。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，在工业技术与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。

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单分为两大类：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。

通常用拉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,几乎都是以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。

电线电缆制造部门,应在广大使用部门密切配合下,不断改进接头附件的设计。电线电缆的接头附件包括电线电缆终端或中间连接用各种终端头、连接盒,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。由于接头附件处于与电缆完全相同的使用条件下,同时接头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,接头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,这给保证电缆接头附件的质量带来了一些不利因素。因此,研究改进接头附件的材料、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1册，共分四篇，主要包括：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。

本册由毛庆传担任主编并统稿。

第1篇 裸电线与导体制品。由毛庆传负责主编。主要包括：概述与分类、裸单线及其技术指标、裸绞线技术性能计算、架空绞线及其技术性能、其他绞线、裸电线的性能检测与试验共六章，以及国内外架空导线相关标准目录。

第2篇 绕组线。由鲍煜昭、郑立桥负责主编。主要包括：漆包线、绕包线、特种绕组线、绕组线性能测试、绕组线交付及使用共五章。

第3篇 通信电缆与电子线缆。由高欢、江斌负责主编。主要包括：通信电缆的品种规格及技术指标、射频同轴通信电缆的品种规格及技术指标、电器设备内部及外部连接线缆（电子线缆）品种及技术指标、通信电缆的电性能与设计计算、对称通信电缆电气性能的测试、射频同轴电缆电气性能测试、高速电子线缆传输性能测试、通信电缆电磁兼容性测试、通信电缆机械物理及环境性能试验方法共九章。

第4篇 光纤光缆。由谢书鸿、江斌负责主编。主要包括：光纤通信简述、光纤预制棒、光纤、光缆、光纤测试方法和试验程序、光缆测试方法和试验程序共六章。

参与本册编写或提供相关资料并做出贡献的科技人员还有（按篇章顺序，排名不分先后）：徐睿、党朋、蔡西川、黄国飞、于晶、郑秋、尤伟任、吴明埏、冯祝华、徐拥军、王钢、徐静、李福、刘涛、周彬、辛秀东、姚文讯、王念立、王甫柱、尹莹、沈奶连、李明珠、宣维刚、姜正权、张立永、曹姗姗、缪斌、缪威玮、栗雪松、许军、涂建坤。

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1篇 裸电线与导体制品

第1章 概述与分类	3	2.3.4 铜/铝扁线	27
1.1 概述	3	2.3.5 软铝型线	30
1.2 裸电线及导体制品的分类	4	2.3.6 铜及铜合金接触线	30
1.2.1 裸单线	4	2.3.7 钢铝复合接触线	33
1.2.2 裸绞线	4	2.3.8 钢、铝及铝合金复合接触线	34
1.2.3 型线与型材	4	2.3.9 铝合金接触线	35
1.3 架空绞线	4	2.3.10 铜和铜合金母线	35
1.3.1 常规架空导线	4	2.3.11 铝和铝合金母线	38
1.3.2 特种架空输电线	4	2.3.12 铜包铝母线	41
1.3.3 架空地线	4	2.3.13 梯形铜及铜合金排	43
1.4 其他绞线	4	2.3.14 七边形铜排	44
第2章 裸单线及其技术指标	5	2.3.15 凹形排	45
2.1 导体单线	5	2.3.16 哑铃形铜排	45
2.1.1 圆铜线	5	2.3.17 空心铜导线	46
2.1.2 单晶圆铜线	7	2.3.18 铜带	47
2.1.3 圆铝线	8	第3章 裸绞线技术性能计算	50
2.1.4 铝合金圆线	9	3.1 裸绞线的系列截面	50
2.1.5 铝包钢线	12	3.2 裸绞线的结构计算	50
2.1.6 铜包钢线	13	3.2.1 简单绞线的结构计算	50
2.1.7 铜包铝（或铝合金）线	14	3.2.2 组合绞线的结构计算	50
2.1.8 镀层圆铜线	15	3.2.3 型线绞线的结构计算	52
2.2 加强单元用单线	18	3.2.4 碳-玻璃纤维复合材料芯铝（或铝合金） 绞线的结构计算	52
2.2.1 镀锌钢线	18	3.2.5 铝基-陶瓷纤维复合材料芯铝合 金绞线的结构计算	53
2.2.2 锌-5%铝-混合稀土合金镀层钢线	21	3.2.6 光纤复合架空地线（OPGW）的 结构计算	53
2.2.3 铝包钢线	22	3.2.7 光纤复合架空导线（OPPC）的 结构计算	53
2.2.4 碳-玻璃纤维复合加强芯	22	3.3 单线及绞线单位长度质量计算	53
2.2.5 铝基-陶瓷纤维复合加强芯	23	3.3.1 单线单位长度质量计算	53
2.3 型线及型材	23		
2.3.1 电工铜线坯（圆铜杆）	25		
2.3.2 单晶铜圆线坯	25		
2.3.3 电工圆铝杆	26		

3.3.2 绞线单位长度质量计算	53	4.1.12 镀锌钢绞线	78
3.4 绞线直径计算	55	4.2 型线同心绞架空导线	82
3.5 单线及绞线截面面积计算	55	4.2.1 结构特点	82
3.5.1 单线截面面积计算	55	4.2.2 产品型号	83
3.5.2 绞线截面面积计算	55	4.2.3 典型产品设计参数	83
3.6 绞线额定抗拉力计算	55	4.3 典型大截面架空导线技术条件	84
3.6.1 单一绞线	55	4.3.1 ACSR-720/50 钢芯铝绞线及 ACSR/AS-720/50 铝包钢芯铝绞线	84
3.6.2 钢 (或铝包钢) 芯铝 (或铝合金) 绞线	55	4.3.2 JL/G3A-900/40-72/7 和 JL/G2A-900/75-84/7 钢芯铝绞线	85
3.6.3 钢 (或铝包钢) 芯软铝绞线	55	4.3.3 JL/G3A-1000/45-72/7 和 JL/G2A-1000/80-84/19 钢芯铝绞线	86
3.6.4 铝合金芯铝绞线	55	4.3.4 JL/G3A-1250/70-76/7 和 JL/G2A-1250/100-84/19 钢芯铝绞线	88
3.6.5 碳纤维复合芯或铝基-陶瓷纤维复合芯铝 (或铝合金) 绞线	56	4.3.5 JLI1X1/G3A-1250/70-431 和 JLI1X1/G2A-1250/100-437 钢芯铝型线绞线	89
3.6.6 应力转移型导线	56	4.3.6 JLI1X1/LHA1-800/550-452 铝合金芯铝型线绞线	91
3.6.7 光纤复合架空地线 (OPGW) 及光纤复合架空导线 (OPPC)	56	4.3.7 JL/LHA1-745/335-42/37 铝合金芯铝绞线	92
3.7 绞线弹性模量计算	56	4.4 特种架空导线	94
3.8 绞线线膨胀系数计算	56	4.4.1 钢芯软铝绞线	95
3.9 绞线耐振疲劳性能计算	57	4.4.2 钢 (铝包钢) 芯耐热铝合金导线	96
3.10 绞线 20℃ 时直流电阻计算	57	4.4.3 铝包钢芯耐热铝合金绞线	104
3.10.1 单线直流电阻计算	57	4.4.4 中强度铝合金绞线	105
3.10.2 组合绞线直流电阻计算	57	4.4.5 铝合金芯高导电率铝绞线	105
3.11 绞线交流电阻计算	58	4.4.6 碳纤维复合芯铝 (或耐热铝合金) 绞线	109
3.11.1 由磁滞和涡流引起的电阻增量 ΔR_1	58	4.4.7 碳纤维-热塑性材料复合芯铝 (耐热铝合金) 绞线	112
3.11.2 由趋肤效应和邻近效应引起的电阻增量 ΔR_2	58	4.4.8 铝基-陶瓷纤维复合芯铝 (或耐热合金) 绞线	113
3.12 绞线载流量计算	59	4.4.9 扩径型钢芯铝绞线	113
3.12.1 原理	59	4.4.10 间隙式导线	115
3.12.2 载流量计算	59	4.4.11 自阻尼导线	116
3.13 绞线电晕性能计算	61	4.4.12 应力转移型导线	117
3.14 绞线短路电流及容量计算	61	4.4.13 大跨越工程用导线	118
第 4 章 架空绞线及其技术性能	63	4.4.14 防冰雪导线	122
4.1 圆线同心绞架空导线	63	4.4.15 亚光导线	123
4.1.1 型号分类	63	4.4.16 低风压低风音导线	123
4.1.2 通用技术要求	64	4.4.17 低蠕变量导线	123
4.1.3 铝绞线	64	4.5 架空地线	124
4.1.4 钢芯铝绞线	65	4.5.1 镀锌钢绞线	124
4.1.5 防腐型钢芯铝绞线	69	4.5.2 铝包钢绞线	125
4.1.6 铝合金绞线	70		
4.1.7 钢芯铝合金绞线	72		
4.1.8 铝合金芯铝绞线	76		
4.1.9 铝包钢芯铝绞线	78		
4.1.10 铝包钢芯铝合金绞线	78		
4.1.11 铝包钢绞线	78		

4.5.3 锌-5%铝-混合稀土合金镀层 钢绞线	125	6.3.1 各层节径比测量	165
4.5.4 光纤复合架空地线 (OPGW)	126	6.3.2 拉断力试验	165
4.6 光纤复合架空线	126	6.3.3 应力-应变试验	165
4.6.1 光纤复合架空地线 (OPGW)	126	6.3.4 线膨胀系数测量	166
4.6.2 光纤复合架空导(相)线 (OPPC) ..	127	6.3.5 振动疲劳试验	167
4.6.3 全介质自承式架空光缆 (ADSS) ..	136	6.3.6 蠕变试验	169
4.6.4 金属自承式架空光缆 (MASS)	136	6.3.7 直流电阻测量	170
第5章 其他绞线	137	6.3.8 交流电阻测量	171
5.1 硬铜绞线	137	6.3.9 载流量试验	171
5.2 软接线	137	6.3.10 可见电晕及无线电干扰 电压试验	172
5.2.1 软铜绞线	138	6.3.11 紧密度试验	173
5.2.2 软铜天线	141	6.3.12 平整度试验	173
5.2.3 铜电刷线	141	6.4 架空导线特殊性能试验	174
5.2.4 铜编织线	143	6.4.1 过滑轮试验	174
5.3 电气化铁(轨)道系统用绞线	146	6.4.2 温度-弧垂特性试验	174
5.3.1 铜及铜合金绞线	146	6.4.3 导线长期耐热性试验	175
5.3.2 铝包钢芯铝绞线	148	6.4.4 腐蚀性试验	176
5.3.3 铝包钢绞线	149	6.4.5 自阻尼特性试验	177
5.4 特种绞线	150	6.5 光纤复合架空线特殊性能试验	180
5.4.1 变电站用母线	150	6.5.1 光纤性能检测	180
5.4.2 铁路贯通地线	152	6.5.2 抗拉性能试验	182
第6章 裸电线性能检测与试验	153	6.5.3 舞动试验	183
6.1 裸单线性能检测与试验	153	6.5.4 振动疲劳试验	184
6.1.1 尺寸测量	153	6.5.5 抗压试验	184
6.1.2 抗拉强度及伸长率	154	6.5.6 扭转试验	185
6.1.3 扭转试验	154	6.5.7 滴流试验	185
6.1.4 弯曲试验	155	6.5.8 渗水试验	186
6.1.5 单向弯曲试验	156	6.5.9 温度循环试验	186
6.1.6 卷绕试验	156	6.5.10 OPGW 盐雾试验	187
6.1.7 伸长1%时的应力试验	157	6.5.11 OPGW 雷击试验	188
6.1.8 弹性模量测试	157	6.5.12 OPGW 短路电流试验	188
6.1.9 线材疲劳试验	158	6.5.13 ADSS 耐电痕试验	188
6.1.10 硬度测量	159	6.5.14 ADSS 紫外老化试验	188
6.1.11 电阻率测量	160	6.5.15 ADSS 热老化试验	188
6.1.12 镀层连续性试验	160	附录 国内外架空导线相关标准目录	190
6.1.13 镀层附着性试验	161	附录 A 现行中国国家及行业标准	190
6.1.14 铝包钢线铝层厚度试验	162	附录 B 现行 IEC 标准	190
6.1.15 铜包铝母线铜层厚度试验	162	附录 C 欧盟标准	191
6.1.16 碳-玻璃纤维复合芯棒 特殊试验	162	附录 D 德国标准	191
6.2 型线及型材性能检测与试验	164	附录 E 法国标准	192
6.2.1 接触线	164	附录 F 美国标准	193
6.2.2 母线排平直度试验	164	附录 G 加拿大标准	193
6.3 架空导(地)线常规试验	165	附录 H 日本标准	193
		附录 I 澳大利亚标准	194

附录 J 英国标准	194	参考文献	195
-----------------	-----	------------	-----

第 2 篇 绕组线

第 1 章 漆包线	199	1.3.26 130 级聚酰胺复合聚酯漆包铝圆线	257
1.1 漆包线的品种、规格、特点和用途	199	1.3.27 155 级聚酰胺复合聚酯漆包铝圆线	258
1.2 漆包线的性能要求	205	1.3.28 180 级聚酰胺复合聚酯亚胺漆包铝圆线	259
1.2.1 漆包线尺寸	205	1.3.29 130 级自粘性直焊聚氨酯漆包铜圆线	260
1.2.2 漆包线的外观性能要求	215	1.3.30 155 级自粘性直焊聚氨酯漆包铜圆线	261
1.2.3 漆包线的机械性能要求	215	1.3.31 180 级自粘性直焊聚氨酯漆包铜圆线	262
1.2.4 漆包线的电气性能要求	218	1.3.32 180 级自粘性聚酯亚胺漆包铜圆线	263
1.2.5 漆包线的热性能要求	222	1.3.33 180 级自粘性直焊聚酯亚胺漆包铜圆线	264
1.2.6 漆包线的化学性能要求	223	1.3.34 200 级聚酰胺酰亚胺复合聚酯或聚酯亚胺漆包铜圆线	265
1.3 各种漆包线的性能	223	1.3.35 200 级聚酰胺酰亚胺复合聚酯或聚酯亚胺漆包铝圆线	266
1.3.1 105 级油性漆包铜圆线	223	1.3.36 200 级自粘性聚酰胺酰亚胺复合聚酯或聚酯亚胺漆包铜圆线	267
1.3.2 120 级缩醛漆包铜圆线	223	1.3.37 200 级自滑性聚酰胺酰亚胺复合聚酯或聚酯亚胺漆包铜圆线	269
1.3.3 120 级缩醛漆包铝圆线	225	1.3.38 200 级耐电晕漆包铜圆线	271
1.3.4 130L 级聚酯漆包铜圆线	226	1.3.39 120 级缩醛漆包铜扁线	272
1.3.5 155 级聚酯漆包铜圆线	228	1.3.40 130 级聚酯漆包铜扁线	273
1.3.6 130 级聚酯漆包铝圆线	229	1.3.41 155 级聚酯漆包铜扁线	274
1.3.7 155 级聚酯漆包铝圆线	230	1.3.42 180 级聚酯亚胺漆包铜扁线	275
1.3.8 130 级直焊聚氨酯漆包铜圆线	231	1.3.43 240 级芳族聚酰亚胺漆包铜扁线	276
1.3.9 155 级直焊聚氨酯漆包铜圆线	233	1.3.44 200 级聚酯或聚酯亚胺/聚酰胺酰亚胺复合漆包铜扁线	277
1.3.10 180 级直焊聚氨酯漆包铜圆线	233	第 2 章 绕包线	279
1.3.11 130 级无磁性聚氨酯漆包铜圆线	235	2.1 绕包线的品种、规格、特点和用途	279
1.3.12 180 级聚酯亚胺漆包铜圆线	236	2.2 各种绕包线及性能	286
1.3.13 180 级直焊聚酯亚胺漆包铜圆线	238	2.2.1 纸包圆线	286
1.3.14 180 级聚酯亚胺漆包铝圆线	239	2.2.2 纸包扁线	288
1.3.15 220 级聚酰亚胺漆包铜圆线	241	2.2.3 纸绝缘组合导线	290
1.3.16 240 级芳族聚酰亚胺漆包铜圆线	243	2.2.4 纸绝缘多股绞合导线	291
1.3.17 200 级聚酰胺酰亚胺漆包铜圆线	244	2.2.5 玻璃丝包圆绕组线	298
1.3.18 200 级聚酯-酰胺-亚胺漆包铜圆线	245	2.2.6 玻璃丝包扁绕组线	303
1.3.19 130 级聚酰胺复合聚酯漆包铜圆线	248	2.2.7 玻璃丝包薄膜绕包扁线	305
1.3.20 155 级聚酰胺复合聚酯漆包铜圆线	249	2.2.8 240 级芳族聚酰亚胺薄膜绕包铜圆线	306
1.3.21 130 级聚酰胺复合直焊聚氨酯漆包铜圆线	250	2.2.9 240 级芳族聚酰亚胺薄膜绕包铜扁线	308
1.3.22 155 级聚酰胺复合直焊聚氨酯漆包铜圆线	253		
1.3.23 180 级聚酰胺复合直焊聚氨酯漆包铜圆线	254		
1.3.24 180 级聚酰胺复合聚酯或聚酯亚胺漆包铜圆线	255		
1.3.25 180 级聚酰胺复合直焊聚酯亚胺漆包铜圆线	256		

2.2.10	潜油电机用特种聚酰亚胺薄膜绕包铜圆线	309	4.2.3	回弹性试验	353
2.2.11	风力发电机用 240 级芳族聚酰亚胺薄膜绕包烧结铜扁线	311	4.2.4	柔韧性和附着性试验	356
2.2.12	风力发电机用聚酯薄膜补强云母带绕包铜扁线	313	4.2.5	耐刮试验	360
2.2.13	风力发电机用玻璃丝包薄膜绕包铜扁线	314	4.2.6	热粘合试验	362
2.2.14	180 级及以上浸漆玻璃丝包漆包铜扁线	315	4.2.7	摩擦系数试验	365
2.2.15	聚酰亚胺薄膜补强云母带绕包铜扁线	317	4.2.8	规定塑性延伸强度试验	367
2.2.16	丝包铜绕组线	318	4.2.9	粘结强度试验	368
2.2.17	丝包漆包铜束线	320	4.2.10	粘结弯曲强度试验	369
2.2.18	纸绝缘缩醛漆包换位导线	322	4.3	化学性能试验	370
2.2.19	无纸捆绑型缩醛漆包换位导线	326	4.3.1	试验目的	370
2.2.20	耐热型漆包换位导线	327	4.3.2	耐溶剂试验	370
第 3 章	特种绕组线	329	4.3.3	耐冷冻剂试验	372
3.1	特种绕组线的品种、规格、特点和用途	329	4.3.4	直焊性试验	373
3.2	各种特种绕组线性能	331	4.3.5	耐水解和耐变压器油试验	374
3.2.1	130 级直焊聚氨酯漆包绞线	331	4.4	电性能试验	375
3.2.2	155 级直焊聚氨酯漆包绞线	336	4.4.1	试验目的	375
3.2.3	155 级自粘直焊聚氨酯漆包绞线	337	4.4.2	电阻试验	376
3.2.4	180 级直焊聚酯亚胺漆包绞线	337	4.4.3	击穿电压试验	376
3.2.5	三层绝缘线	338	4.4.4	漆膜连续性试验	379
3.2.6	额定电压 450/750V 及以下聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线	340	4.4.5	介质损耗系数 ($\tan\delta$) 试验 (适用于漆包圆线和束线)	380
3.2.7	额定电压 600/1000V 及以下聚氯乙烯绝缘耐水绕组线	342	4.4.6	盐水针孔试验	381
3.2.8	额定电压 600/1000V 及以下交联聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线	343	4.4.7	通路试验 (适用于纸包组合导线和换位导线)	381
3.2.9	300MW 发电机组用绝缘空心扁铜线	345	4.4.8	短路试验 (适用于纸包组合导线)	382
3.2.10	氧化膜铝线 (带、箔)	346	4.4.9	耐直流电压试验 (适用于换位导线)	382
3.2.11	陶瓷绝缘绕组线	347	4.5	热性能试验	383
3.2.12	玻璃膜绝缘微细绕组线	348	4.5.1	试验目的	383
第 4 章	绕组线性能测试	349	4.5.2	热冲击试验 (适用于漆包线和粘结性薄膜绕组线)	383
4.1	尺寸测量	349	4.5.3	软化击穿试验 (适用于漆包圆线)	384
4.1.1	测试目的	349	4.5.4	热老化 (适用于 0.100mm 以上的漆包圆线)	385
4.1.2	量具	349	4.5.5	失重试验 (适用于漆包圆线)	386
4.1.3	外形尺寸测量	350	4.5.6	高温失效试验	386
4.1.4	导体尺寸测量	350	4.5.7	温度指数试验	387
4.1.5	绝缘厚度测量	351	4.6	密封管试验 (相容性试验)	392
4.2	机械性能试验	352	4.7	耐水线的常压工频加速寿命试验	393
4.2.1	试验目的	352	4.8	玻璃膜绝缘微细线的性能测试	394
4.2.2	伸长率试验	352	4.8.1	试验目的	394
			4.8.2	玻璃膜绝缘微细线线径和线芯的测量	394
			4.8.3	玻璃膜绝缘微细线的电性能测试	395
			4.8.4	玻璃膜绝缘微细线的力学性能测试	396

4.8.5 玻璃膜绝缘的针孔试验 (玻璃膜绝缘的连续性)	398
4.9 无磁性漆包线密度磁化率的测定	398
4.9.1 试验目的	398
4.9.2 试验原理	398
4.9.3 试验设备	399
4.9.4 试验步骤	399
4.9.5 影响密度磁化率的因素	399
第5章 绕组线交付及使用	400
5.1 绕组线的盛装、贮存及运输要求	400
5.1.1 绕组线盛装盘具种类及适用范围	400
5.1.2 绕组线的贮存及运输要求	402
5.2 产品设计选用绕组线时应注意的几个问题	402
5.2.1 耐热等级与其他热性能	402
5.2.2 空间因数	403
5.2.3 机械性能	403
5.2.4 电性能	403
5.2.5 相容性	403
5.2.6 环境条件及其他因素	404
5.2.7 绕组线的加工性	404
5.2.8 价格问题	404
5.3 常用漆包线主要性能的比较	404
5.4 绕包线的一些特性	406
5.4.1 玻璃丝包线的一些特性	406
5.4.2 纸包线绝缘厚度特性	407
5.5 高温绕组线导体保护层的一些特性	407
5.6 电工产品选用绕组线举例	408
5.7 漆包线与浸渍漆的相容性	409
5.7.1 用密封试管方法进行相容性试验	409
5.7.2 用漆包线与两种 F 级浸渍漆进行相容性试验	410
5.8 使用漆包线时应注意的事项	410
5.8.1 漆膜去除方法	410
5.8.2 加热处理	410
5.8.3 浸渍处理	410
5.8.4 线圈匝间短路产生的原因分析	411
5.8.5 “线圈硬”产生的原因分析	411
5.8.6 漆包线表面质量问题的处理	412
5.8.7 使用中其他注意事项	412
5.9 绕组线性能的研讨和应用	413
5.9.1 复合涂层漆包线	413
5.9.2 密封电机用漆包线的选择	414
5.9.3 自粘性漆包线的性能及应用	415
5.9.4 变频漆包线的性能及应用	416
5.9.5 C 级复合薄膜及单玻璃丝包扁铜线的生产与应用	417
5.9.6 芳香聚酰胺纤维绕组线在 H 级干式变压器中的应用	418
5.9.7 介质损耗分析在漆包线使用中的应用	419

第3篇 通信电缆与电子线缆

第1章 通信电缆的品种规格及技术指标	427
1.1 市内通信电缆	428
1.1.1 市内通信电缆的型号、规格	428
1.1.2 市内通信电缆的结构	431
1.1.3 市内通信电缆的电气性能	435
1.1.4 市内通信电缆的机械物理性能与环境性能	437
1.1.5 市内通信电缆的环保性能	438
1.1.6 交货长度	438
1.1.7 规格与重量	438
1.2 铁路用通信、信号电缆	440
1.2.1 铁路长途对称通信电缆	440
1.2.2 铁路长途对称光电综合缆	443
1.2.3 铁路信号电缆	446
1.2.4 铁路数字信号电缆	449
1.2.5 铁路计轴电缆	453
1.2.6 应答器数据传输电缆	455
1.3 电信设备装置用通信电缆	458
1.3.1 局用对称通信电缆	458
1.3.2 聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套低频通信局用电缆	467
1.3.3 聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套低频通信配线电缆	471
1.4 数字通信对称电缆	473
1.4.1 局域网用线	474
1.4.2 工业以太网用线	482
1.4.3 现场总线	482
1.4.4 过程现场总线 (PROFIBUS)	483
1.4.5 控域网总线 (CAN 总线)	483
1.4.6 工业控制总线 (INTERBUS)	484
1.4.7 设备现场总线 (DeviceNet)	484
1.4.8 控制与通信链路系统现场	

总线 (CC-Link)	484
1.4.9 基金会现场总线 (FF 总线)	484
1.4.10 传感器电缆	485
1.5 通信线	485
1.5.1 电话网用户铜芯室内线	485
1.5.2 聚烯烃绝缘聚氯乙烯护套平行双芯铜 包钢电话用户通信线	485
1.5.3 塑料绝缘和橡皮绝缘电话软线	486
1.6 海底通信电缆	489
1.6.1 浅海海底对称通信电缆	489
1.6.2 浅海海底同轴通信电缆	490
1.6.3 7/25、4/15 型浅海干线同轴电缆 ..	491
第2章 射频同轴通信电缆的品种规格及 技术指标	494
2.1 实心聚乙烯绝缘柔软射频同轴电缆	496
2.1.1 实心聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套 同轴电缆	496
2.1.2 实心聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套 射频对称电缆	499
2.2 电缆分配系统用同轴电缆	500
2.2.1 电缆分配系统用纵孔聚乙烯绝缘 同轴电缆	500
2.2.2 电缆分配系统用泡沫聚乙烯绝缘 同轴电缆	502
2.3 无线通信用射频同轴电缆	503
2.3.1 50Ω 编织外导体射频同轴电缆	503
2.3.2 50Ω 皱纹铜 (铝) 管外导体射频 同轴电缆	505
2.3.3 50Ω 光滑铜 (铝) 管外导体射频 同轴电缆	509
2.4 实心聚四氟乙烯绝缘同轴电缆	511
2.5 局域网用同轴电缆	515
2.5.1 实心聚乙烯绝缘局用同轴电缆	515
2.5.2 内层实心聚全氟乙烯 + 外层实心聚乙烯 绝缘局用同轴电缆	517
2.5.3 泡沫聚乙烯绝缘局用同轴电缆	518
2.6 漏泄同轴电缆	520
2.6.1 皱纹铜管外导体耦合型漏泄 同轴电缆	520
2.6.2 纵包铜带外导体辐射型漏泄 同轴电缆	522
2.7 低损耗同轴电缆	524
2.7.1 SFCFK、SFCF46 型新型特种柔软 低损耗电缆	524
2.7.2 SFCG 型低损耗柔软射频同轴电缆	525
2.7.3 SFCJ 型特种柔软低损耗射频 同轴电缆	526
2.7.4 SCA 系列超低损耗高性能射频 同轴电缆	528
2.7.5 SCB 系列超低损耗高性能射频 同轴电缆	528
2.7.6 SCC 系列超低损耗高性能射频 同轴电缆	529
2.7.7 SCF 系列超低损耗高性能射频 同轴电缆	530
2.7.8 SCT 系列超低损耗高性能射频 同轴电缆	531
2.7.9 SCFG-086 系列超低损耗半硬 高性能射频同轴电缆	531
2.7.10 SCFG-141 系列超低损耗半硬 高性能射频同轴电缆	532
2.8 稳相射频同轴电缆	533
2.8.1 SWFCJ 型低损耗高稳相射频 同轴电缆	533
2.8.2 SWFCF 型低损耗高稳相射频 同轴电缆	534
2.8.3 SYFY 型皱纹导体泡沫聚乙烯 绝缘高稳相小同轴电缆	535
2.8.4 SWFCFK 系列稳相低损耗射频电缆 ..	536
2.9 大功率低损耗射频电缆	537
2.9.1 SD 系列皱纹同轴电缆	537
2.9.2 SDY 系列聚乙烯螺旋绝缘皱纹外导体 同轴电缆	537
2.10 极细同轴电缆	539
第3章 电器设备内部及外部连接线缆 (电子 线缆) 品种及技术指标	547
3.1 电子导线	547
3.1.1 30V 以下电子导线	547
3.1.2 电源软线	547
3.1.3 硅橡胶电子线	565
3.1.4 氟塑料高温线	566
3.1.5 UL AWM 电子线	568
3.1.6 XLPE 电子线、无卤电子线及 无卤排线	573
3.2 电子电器设备内部连接线缆	573
3.2.1 电子电器设备内部连接线缆 一般规定	573
3.2.2 热塑性绝缘挤包单芯无护套电缆 ..	579
3.2.3 热塑性绝缘热塑性护套挤包电缆 ..	580
3.2.4 热固性绝缘挤包单芯无护套电缆 ..	581