

国际电报电话咨询委员会

李元鹏 译

通信电缆芯线的接续

**TONGXIN
DIALAN
XINXIANDI
JIEXU**

人民邮电出版社

通信电缆芯线的接续

国际电报电话咨询委员会 编
李元鹏 译

人民邮电出版社

CCITT
THE INTERNATIONAL
TELEGRAPH AND TELEPHONE
CONSULTATIVE COMMITTEE

Jointing of Telecommunication Cable
conductors

Published by the International
Telecommunication Union Geneva 1982

内 容 提 要

本书与《塑料护套电缆的接续》一书是姊妹篇。书中简要地叙述了对称电缆和同轴电缆芯线的结构分类,提出了各类导线的接续原理以及选择接续方法的原则。分别对对称型线对和同轴对的主要接续方法作了介绍,最后对导线接头性能的评定和测试方法作了简要地说明。可供电缆的科研、设计、施工和维护的技术人员和电缆线务员学习参考。

通 信 电 缆 芯 线 的 接 续

国际电报电话咨询委员会 编

李元鹏 译

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各 地 新 华 书 店 经 售

开本: 787×1092 1/32 1986年 6 月 第 一 版
印张: 2 页数: 32 1986年 6 月 河北第一次印刷
字数: 43 千 字

统一书号: 15045·总3205—有5462

定价: 0.50元

译 序

本书是国际电信联盟(ITU)所属的国际电报电话咨询委员会(CCITT)向成员国电信主管部门推荐的一本小册子,是国际电报电话咨询委员会第六研究组近期的一项重要研究成果。

随着通信的发展,各种结构的通信电缆导线陆续出现,相应的各种接续技术也不断发展起来。特别是通信频率的不断提高和高速数字传输的发展,要求导线的接续性能也要有相应的改善。1978年3月,国际电报电话咨询委员会第六研究组决定收集各国有关同轴电缆和对称电缆的导线接续方法,接头质量的评定标准及测试方法加以分类整理,并提出了编写一本手册的建议。1980年2月,第六研究组在日内瓦召开会议的同时,在国际电信联盟总部大厦举办了通信电缆导线接续方法的展览,许多国家带去了人工的,半自动的接续机,接续工具、接续器材(包括各种连接器)、接头样品、以及相关的测试仪器等,进行了现场操作表演和技术解说,引起了与会代表的兴趣。这次会议讨论了这些方法,并决定选择其中技术上比较先进,实际运用中可靠易行的方法编入这本手册中,向各成员国电信部门推荐。

本书于1978年10月在第六研究组有关成员参加的马德里会议上提出初稿(稿件COM VII-No.24 1977-1980研究期),经1980年2月第六研究组的日内瓦会议修改后提出第2稿(稿件COM VII-No.33 1977-1980研究期)并提交国际电报电话咨询委员会第七次全会讨论通过(稿件AP VII-No.122 1980年11月,日内瓦),于1982年由ITU出版社在日内瓦正式出版。

本书简要地叙述了对称电缆和同轴电缆导线（或导体）的结构分类，提出了各类导线的接续原理以及选择接续方法的原则，并分别对对称型线对和同轴对的主要接续方法进行了介绍，最后对导线接头性能的评定和测试方法作了简要说明。书中编写的一部分方法，如人工扭绞法等在我国也大量采用，而且取得了不少成功的经验。但是大多数自动或半自动的接续方法在我国尚处于研究阶段，连结器的方法还正在试用之中。从发展趋势上看，对于细线径、大容量的市话电缆采用连接器或连接模块的自动或半自动接续方法势在必行。随着我国细线径、薄层塑料绝缘、大容量，全色谱市话电缆的大量投产，自动或半自动的各种接续方法一定会很快发展起来。对于同轴电缆和高频对称电缆，由于宽带传输的发展和脉冲编码通信的要求，也必须不断改进现有的各种接续方法，并使这些方法所具有的性能和所能达到的技术指标尽量与国际建议的标准一致。因此，本书所介绍的内容对我国通信电缆科研、设计、施工、维护部门都有一定的参考实用价值。

本书与《塑料护套电缆的接续》*（国际电报电话咨询委员会编）一书是姊妹篇，读者可配合起来阅读，根据需要对某一种电缆选择合适的包括芯线和护套在内的一套完整的电缆接续方法。

应该指出，由于本书是一本国际性建议文件，篇幅受到限制，文字极为简炼，许多接续方法的细节均已省去。此外对于接头的指标，在编写讨论中，由于一些国家考虑到自己的现状和利益，很难取得一致的意见，因此本书回避了具体的数值，而笼统提出根据用户要求而选定。实际上，一些接头方法的细节和接头性能指标在各国提交的文稿中也有一些说明和推荐数

注*：中译本，1980年由人民邮电出版社出版，即本书参考资料〔1〕所列。

值，如果读者需要进一步探讨和制定具体指标，可参考CCITT 1977-1980研究期COM VI系列中有关7/VI课题（制作通信电缆导线接头的方法）的有关文稿。

因水平所限，译文如有错误之处，请予批评指正。

李元鹏

一九八三年五月于成都

序 言

通信电缆在敷设和运行的时候，导线接头的制作质量对于确保高质量的传输和低费用的维护具有重要的意义。

根据各种不同的使用场合，通信电缆也有不同的设计，按照导线结构的类型来划分，可以分成对称电缆和同轴电缆两类，绝缘的方式逐渐从纸绝缘向塑料绝缘发展。目前，铜仍然是普遍使用的导体材料。近来，铝和铝合金逐渐用来作为铜的代用材料制成导线。此外还有一些双金属线（如铜包铝线）也逐渐地发展起来。

随着宽带信号的频率不断提高，要求导线接头的电气性能也要有相应的改善，除了一些人工接续方法以外，还有一些半自动的接续技术也已经发展起来，这些技术可以减少完成电缆接头所需的时间并节省劳力。本手册对这些导线接续方法的原理进行了叙述，并且对每一种方法的特殊运用条件作了适当的 평가。手册中所介绍的方法已经在许多国家广泛运用。因此，读者如果需要了解进一步的情况，例如关于这些方法电气性能及可靠性等可与采用这些方法的国家或公司联系。

有时，所介绍的方法中的一部分能够用于电缆的终端（例如在地面上的可挠性以及引入点的试验），这是本手册范围以外的特殊用途。类似地，一些特殊电缆的接续方法，例如，海底电缆、电视公用天线系统(CATV)和闭路电视系统(CCTV)配线电缆的接续方法是不属于本手册范围之内的。

在手册中，尽可能地避免采用商业性的名称，但是有参考价值的通用术语仍予保留。

在本手册的编写过程中，很多国家和组织提供了许多资料，在此谨向他们表示感谢。

引 言

本手册介绍了一些通信电缆金属导线的接续方法，这些方法目前已为各国电信主管部门、私营企业以及制造厂家所采用。对于对称线对和同轴线对的导线接续方法分别作了说明，并且指出了接头质量的评定方法。

在选择接续方法的时候，必须考虑到下列因素：

a) 导线的设计和类型

i) 对称的或同轴的线对，

ii) 导线的材料，如铜、铝等，

iii) 绝缘材料，如纸或塑料。

当电缆内存在石油膏填充或其它的填充材料时，可能会影响到接续方法的选择。

b) 导线接头的电气特性和机械特性

这些特性可能涉及到：

i) 传输系统的要求，

ii) 电缆接头工作的环境情况，如湿度的高低、可能感应的电压、由于电缆的蠕变或其它因素而引起的机械应力等。

c) 在对称线对中，无论是直通接头、分枝接头或者是“T”型接头都是需要的。

d) 半自动（机械）的接续方式对于大对数的电缆可能是比较合适的。

e) 必要时或有价值的情况下，如在房屋附近工作时可采用电或其它能源来完成接头。

f) 导线接续方法的选择和接头的可靠性也受到护套复原

方法（见参考文献〔1〕）和安装位置（如在地下结构中安装或在电杆上安装等因素）的影响。

其它因素，例如操作技巧的水平，训练的要求以及随后所需的维护设备及成本等都必须为采用这种方法的用户所接受。

目 录

第一节 通信电缆导线的设计.....	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 对称线对	(1)
1.2.1 导线	(1)
1.2.2 绝缘	(1)
1.2.3 导线的绞合	(2)
1.3 同轴线对	(3)
1.3.1 导体	(3)
1.3.2 绝缘	(3)
第二节 通信电缆对称型线对的接续方法.....	(6)
2.1 概述	(6)
2.1.1 电气特性方面的考虑	(7)
2.2 手工的接续方法	(8)
2.2.1 扭绞加焊接或不加焊接的方法	(8)
2.3 熔焊法	(13)
2.3.1 用扭绞加焊接来接续铝导线的方法	(13)
2.4 用连接器做接头的方法	(13)
2.4.1 用“锯齿型”金属连接器的方法	(14)
2.4.2 用“槽型”金属箍连接器的方法	(18)
2.4.3 用“销套”连接器的方法	(26)
第三节 通信电缆同轴线对的接续方法.....	(28)
3.1 概述	(28)
3.2 内导体的接续方法	(29)
3.2.1 概况	(29)

3.2.2	焊接法	(29)
3.2.3	皱缩法	(30)
3.2.4	用螺纹套管接续的方法	(31)
3.3	内导体绝缘的恢复	(31)
3.3.1	采用原来的绝缘	(31)
3.3.2	采用替换的绝缘	(31)
3.3.3	其它方法	(32)
3.4	外导体的接续方法	(32)
3.4.1	概况	(32)
3.4.2	焊接法	(32)
3.4.3	皱缩法	(34)
3.4.4	用机械夹钳的接续方法	(34)
3.5	屏蔽层的接续方法	(35)
3.5.1	用原有的屏蔽钢带	(35)
3.5.2	其它方法	(35)
3.6	完成后的同轴对接头的绝缘和密封	(35)
3.7	同轴对接头的实例	(36)
第四节	导线接头性能的评定	(45)
4.1	概述	(45)
4.2	接头性能的测试	(45)
4.2.1	电气性能的测试	(46)
4.2.2	机械性能的测试	(47)
4.3	加速老化试验	(48)
4.3.1	导线的接续方法与导致接头劣化因素 的关系	(48)
4.3.2	试验方法	(51)
	参考文献	(54)

第一节 通信电缆导线的设计

1.1 概 述

用于通信电缆的导线线对设计有多种类型，其中主要可分为两大类型，即对称型和同轴型。从导体和绝缘所采用的材料上考虑有不同的材料和类型，从设计和制造上考虑有不同的结构和尺寸。这些因素都有可能影响到接头方法的选择，其中的一部分型式如 § 1.2 和 § 1.3 节所述。

1.2 对 称 线 对

1.2.1 导线

韧炼过的铜线是常见的用作传送电流的导线，而且铝、铝合金线以及双金属线（如铜包铝线）也已被采用。

1.2.2 绝缘

纸绝缘可采用湿纸浆连续均匀地包覆在导线上，再进行干燥后做成纸浆绝缘导线（如图1-1a所示），也可以采用干燥的纸带螺旋绕包（或纵包）在导线上形成纸带绝缘导线（如图1-1b所示）。其它常见的结构还有绳—纸带绝缘和绳—塑料



图 1-.

带绝缘 (如图1-1c)所示), 绳—塑料管绝缘 (如图1-1d)所示) 和鱼泡 (balloon) 绝缘 (如图1-1e)所示)。

塑料绝缘通常是均匀地、连续地挤出包覆在导线上, 聚乙烯 (PE)、聚氯乙烯 (PVC)、聚苯乙烯及其他类型塑料均可采用。也有做成微孔状或泡沫状的。通常是采用聚乙烯塑料。有一种型式是在微孔的绝缘层上连续地包上一层薄皮。后两种设计可用在填充石油膏或其他类似的混合物电缆中, 但是也不是一成不变的。

1.2.3 导线的绞合

对称电缆可绞合成以下几种基本绞合单元中的任一种:

- i) “对绞型”: 两根绝缘导线对称地绞合在一起;
- ii) “星绞型”: 四根绝缘导线对称地绞合在一起构成一个严密的单元;
- iii) “复对绞型”: 两对已绞合好的线对再对称地扭绞在一起形成一个四线组单元。

这些扭绞的基本组合单元可以放置在同心层电缆中或者是放置在单位式电缆中形成缆芯, 也可以在不要求特别对称的情况下将若干单元捆扎起来构成缆芯。

1.3 同轴线对

1.3.1 导体

1.3.1.1 内导体

采用一根铜线或双金属线构成，也有设计多股细线扭绞而成的，这些细线一般是用细铜线，如果用细钢线，在其表面包上一层薄薄的铜皮。

1.3.1.2 外导体

采用一个连续的金属管构成，这个管子用铜制作或用一根铜带纵包成圆管，其边缘纵缝有对接式、锁齿式或搭接式的连接。也可以采用厚度合适的铝带纵包成圆管，沿其纵缝焊接并用成型模使之成形。此外还有采用铜带螺旋绕包或采用铜线编织成一层紧密的外导体等形式的。在外导体外面，通常采用一层或多层钢带包覆以提供磁屏蔽性能，并且也可以增强它的刚度。

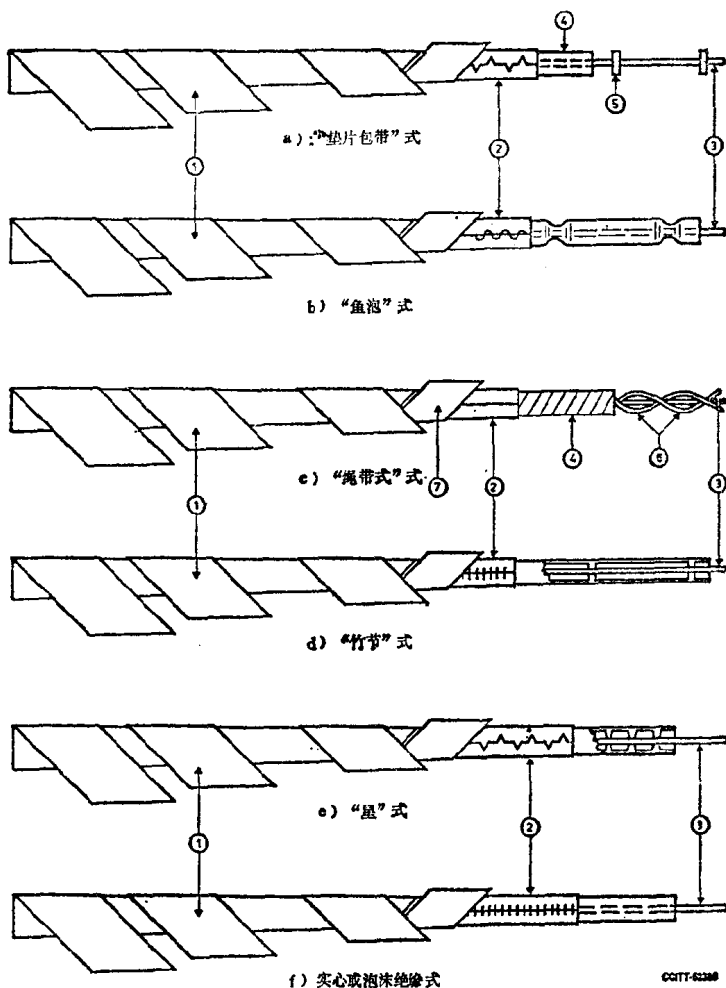
1.3.2 绝缘

1.3.2.1 内导体的绝缘

聚乙烯是内外导体之间通常采用的绝缘材料，有时也采用其它塑料。

广泛采用的绝缘型式有以下几种（见图1-2）：

1) 垫片式绝缘 在内导体上隔距均匀地放置垫片，垫片



1. 纸带 2. 外导体 3. 内导体 4. 聚乙烯带
5. 聚乙烯垫片 6. 塑料绳（或线） 7. 钢带

图 1-2 同轴电缆的类型

外面可以带有或不带有塑料包带或圆管（见图1-2a））；

2) 鱼泡式绝缘 在内导体上覆盖一个塑料空管，并在均匀隔距的地方挤压成型（见图1-2b））；

3) 绳带式绝缘 在内导体上螺旋绕包两根塑料绳，然后外面再绕包塑料带（见图1-2c））；

4) 竹节式（“bamboo”）绝缘 将垫片和空管模制在一起，形成一个两半对称的竹节带，将这种竹节带包覆在内导体上并焊好其搭缝即成（见图1-2d））；

5) 星式（“star”）绝缘 在内导体的中心放置径向支撑的星形元件而成（见图1-2e））；

6) 实心或泡沫绝缘（见图1-2f））。

1.3.2.2 外导体的绝缘

通常采用两层纸带或塑料带在同轴对外面螺旋绕包，并具有一定的重叠率以提供外导体的绝缘。

第二节 通信电缆对称型线对的接续方法

2.1 概 述

对称电缆现有的各种接续方法，按其制作方式的不同基本上可分为四大类：扭绞、焊接、熔焊和用连接器连接的方法。

对于小对数的电缆，通常采用手工方法操作，这些方法一般仅要求一些简单的手工工具，但相对的时间要长一些。所有上述四种接续方法都可以采用手工操作。对于大对数（大容量）电缆，例如交换机（或中心局）附近的主配线电缆则半自动的方法更合适一些。半自动的接续方法可以得到高质量的接头，既省时间、又省劳力。通常，半自动的接续方法要求采用连接器。

在选择接续方法的时候应注意以下几点：

a) 不是所有的方法都既适合于铜导线连接，又适合于铝导线连接；

b) 接头可以做成“直通型”、“备用型”（*Slack-Splice*）或“单端型”（*Single-Ended*）。

对于上述四种基本方法中的每一种，都存在各种各样的接续工艺，而每一种工艺的有效性又取决于它在现场施工中所反映出来的性能是否合适。这些性能可以分类如下：

1) 安装性能包括：

a) 对地下水或气体的防蚀性能；