

团 体 标 准

T/CECA XXX-202X

具有 2000MHz 传输特性的数字通信用对绞 多芯对称电缆

Multicore and symmetrical pair cables for digital communications with
transmission characteristics up to 2000MHz

(报批稿)

(本稿完成日期：2021-07-06)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

目 次

前言.....	v
引言.....	vi
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 产品分类, 兼容性和命名.....	2
4.1 产品分类.....	2
4.2 产品的兼容性.....	2
4.3 产品型号.....	3
4.3.1 型式代号.....	3
4.3.2 规格代号.....	4
4.4 产品的标志和电缆表面的印字.....	5
5 要求.....	5
5.1 材料及电缆结构要求.....	5
5.1.1 导体.....	5
5.1.2 绝缘.....	5
5.1.2.1 绝缘材料.....	5
5.1.2.2 绝缘结构.....	5
5.1.2.3 绝缘的完整性和绝缘直径.....	5
5.1.2.4 绝缘的火花试验.....	5
5.1.2.5 绝缘颜色.....	6
5.1.3 线对.....	6
5.1.3.1 线对结构.....	6
5.1.3.2 线对色序.....	6
5.1.3.3 线对屏蔽.....	7
5.1.4 缆芯.....	7
5.1.4.1 缆芯线对颜色排列顺序.....	7
5.1.4.2 缆芯屏蔽.....	7
5.1.4.3 缆芯的包带、分隔或填充材料.....	7
5.1.5 护套.....	7
5.1.5.1 护套材料.....	7

5.1.5.2 护套完整性.....	7
5.1.5.3 电缆的最大外径.....	7
5.1.5.4 护套厚度.....	8
5.2 电缆的机械物理、环境和燃烧性能及环保要求.....	8
5.2.1 绝缘的机械物理性能和环境性能.....	8
5.2.2 护套的机械物理性能和环境性能.....	9
5.2.3 电缆的燃烧性能.....	10
5.2.4 产品的环保要求.....	10
5.3 水平层布线电缆的电气特性和传输特性.....	10
5.3.1 水平层布线电缆电气特性.....	10
5.3.1.1 导体直流电阻.....	10
5.3.1.2 对内导体直流电阻不平衡.....	11
5.3.1.3 对间导体直流电阻不平衡.....	11
5.3.1.4 介电强度.....	11
5.3.1.5 绝缘电阻.....	11
5.3.1.6 对地电容不平衡.....	11
5.3.1.7 转移阻抗.....	11
5.3.1.8 耦合衰减.....	12
5.3.1.9 典型频率点的转移阻抗最大值和耦合衰减最小值.....	12
5.3.2 水平层布线电缆的传输特性.....	13
5.3.2.1 水平层布线电缆的主要传输特性汇总.....	13
5.3.2.2 阻抗.....	15
5.3.2.3 典型频率点的水平层布线电缆的传输特性要求.....	16
5.4 跳线电缆的电气特性和传输特性.....	21
5.4.1 跳线电缆导体直流电阻.....	21
5.4.2 跳线电缆衰减.....	21
5.4.3 跳线电缆回波损耗.....	21
5.4.4 跳线电缆的衰减和回波损耗典型频率点的传输特性.....	22
6 试验方法.....	23
6.1 结构试验方法.....	23
6.1.1 颜色，色序及屏蔽结构.....	23
6.1.2 导体直径和绝缘外径.....	23
6.1.3 绝缘颜色和耐迁移.....	23
6.1.4 复合金属箔或非金属带的厚度.....	23
6.1.5 复合金属箔或非金属带的重叠率.....	23

6.1.6	编织密度	23
6.1.7	导通测试	23
6.1.8	电缆护套的最小厚度和最大外径	23
6.1.9	护套完整性(外观)	23
6.2	机械物理性能试验方法	23
6.2.1	导体断裂伸长率	23
6.2.2	绝缘的抗张强度和断裂伸长率	23
6.2.3	护套的抗张强度和断裂伸长率	23
6.3	环境性能试验	24
6.3.1	绝缘热收缩试验	24
6.3.2	绝缘低温卷绕试验	24
6.3.3	绝缘应力开裂实验	24
6.3.4	绝缘和护套老化后的抗张强度和断裂伸长率	24
6.3.5	电缆护套低温卷绕试验	24
6.3.6	绝缘和护套热冲击试验	24
6.3.7	低烟无卤性能要求	24
6.3.7.1	透光率	24
6.3.7.2	PH值	24
6.3.7.3	电导率	24
6.4	电气特性	25
6.5	传输特性	25
6.6	电缆的阻燃	25
6.7	产品的环保测试	25
7	检验规则	25
7.1	检验分类	25
7.2	出厂检验	25
7.2.1	全检项目	25
7.2.2	抽检	26
7.2.2.1	抽样方案	26
7.2.2.2	抽检项目	26
7.3	型式试验	27
7.3.1	型式试验的周期	27
7.3.2	型式试验项目	27
8	产品标志、包装、运输与贮存	28
8.1	识别标志与长度标志	28

T/CECA XXX-202X

8.2 交货长度与包装.....	29
8.2.1 交货长度.....	29
8.2.2 包装.....	29
8.2.3 包装标志.....	29
8.3 运输.....	29
8.4 贮存.....	29
9 安装.....	29
9.1 安装温度.....	29
9.2 安装时最小弯曲半径.....	29
附录 A（资料性） 信道构成的说明.....	30
参考文献.....	31

中电元协团体标准报批公示稿

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电子元件行业协会光电线缆及光器件分会提出并归口。

本文件起草单位：华迅工业（苏州）有限公司、嘉兴海棠电子有限公司、浙江正导电缆有限公司、杭州富通电线电缆有限公司、江苏亨通线缆科技有限公司、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、国家信息传输线质量监督检验中心、浙江兆龙互连科技股份有限公司、通鼎互联信息股份有限公司、江苏永鼎股份有限公司、宏安集团有限公司、浙江万马天屹通信线缆有限公司、广东联升传导技术有限公司、浙江一舟电子科技股份有限公司、南京全信传输科技股份有限公司、康普科技（苏州）有限公司、长飞光纤光缆股份有限公司、江苏东强股份有限公司。

本文件主要起草人：刘雅樑、方新春、姚戌辰、罗英宝、许福民、淮平、郝顺、陈少华、张鑫锋、殷海成、倪冬华、李 哲、杨 珺、任建飞、聂红俊、邱红、钟其兴、李亚明、陈雷、伍义群、吴荣美。

引 言

本团体标准供各成员单位自愿采用。提请各使用单位注意，采用本团体标准时，应根据各自产品特点，确认本团体标准的适用性。

中电元协团体标准报批公示稿

具有 2000MHz 传输特性的数字通信用对绞多芯对称电缆

1 范围

本文件规定了最高传输频率到 2000 MHz 的数字通信用对绞多芯对称电缆的术语、定义、要求、试验方法、检验规则、包装、贮存和运输等。

本文件适用于数字通信系统、数据中心和局域网等综合布线通信系统中的水平层电缆，工作区电缆和设备区电缆，包括两类电缆：8.1 类电缆和 8.2 类电缆。

工作区布线电缆和设备电缆统称为跳线电缆。水平层电缆，工作区电缆和设备区电缆在信道中的组合方式参见附录 A。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序第 1 部分，按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划(ISO 2859-1:1999, IDT)

GB/T 2900.10-2013 电工术语 电缆

GB/T 2951.11-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 11 部分：通用试验方法 厚度和外形尺寸测量 机械性能试验(IEC 60811-1-1:2001, IDT)

GB/T 2951.12-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 12 部分：通用试验方法 热老化试验方法(IEC 60811-1-2:1985, IDT)

GB/T 2951.13-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 13 部分：通用试验方法 密度测定方法 吸水试验 收缩试验(IEC 60811-1-3:2001, IDT)

GB/T 2951.14-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 14 部分：通用试验方法 低温试验(IEC 60811-1-4:2002, IDT)

GB/T 2951.31-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 31 部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法 高温压力试验 抗开裂试验(IEC 60811-3-1:1985, IDT)

GB/T 3048.10 电线电缆电性能试验方法 第 10 部分：挤出护套火花试验

GB/T 3953 电工圆铜线

GB/T 4909.2 裸电线试验方法 第 2 部分：尺寸测量

GB/T 4909.3 裸电线试验方法 第 3 部分 拉力试验

GB/T 4910 镀锡圆铜线

GB/T 6995.1 电线电缆识别标志方法 第 1 部分：一般规定

GB/T 6995.2 电线电缆识别标志方法 第 2 部分：标准颜色

GB/T 8815 电线电缆用软聚氯乙烯塑料

GB/T 17650.2 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第 2 部分：用测量 PH 值和电导率来测定气体的酸度(GB/T 17650.2-1998, IEC 60754-2:1991, IDT)

T/CECA XXX-202X

GB/T 17651.1 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第1部分：试验装置（GB/T 17651.1-2021, IEC 61034-1:2019, IDT）

GB/T 17651.2 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第2部分：试验步骤和要求（GB/T 17651.2-2021, IEC 61034-2:2019, IDT）

GB/T 17737.1 同轴通信电缆 第1部分：总规范 总则、定义和要求（GB/T 17737.1-2013, IEC 61196-1:2005, IDT）

GB/T 18015.1-2017 数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第1部分：总规范（IEC 61156-1:2009, MOD）

GB/T 18233-2008 信息技术 用户建筑群的通用布缆（ISO/IEC 11801:2002, IDT）

GB/T 18380.12 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第12部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW 预混合型火焰试验方法（GB/T 18380.12-2008, IEC 60332-1-2:2004, IDT）

GB/T 18380.33 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第33部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 A类（GB/T 18380.33-2008, IEC 60332-3-22:2000, IDT）

GB/T 18380.34 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第34部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 B类（GB/T 18380.34-2008, IEC 60332-3-23:2000, IDT）

GB/T 18380.35 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第35部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 C类（GB/T 18380.35-2008, IEC 60332-3-24:2000, IDT）

GB/T 18380.36 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第36部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 D类（GB/T 18380.36-2008, IEC 60332-3-25:2000, IDT）

GB/T 19666—2019 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则

GB/T 26125 电子电气产品六种限用物质（铅，镉，汞，六价铬，多溴联苯，多溴二苯醚）的测定（GB/T 26125-2011, IEC 62321:2008, IDT）

GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求

GB 31247 电缆及光缆燃烧性能分级

HG/T 2904 模塑和挤塑用聚全氟乙丙烯树脂

JB/T 8137.1 电线电缆交货盘 第1部分：一般规定

YD/T 723.5 通信光缆用金属塑料复合带 第5部分：金属塑料复合箔

YD/T 760 市内通信电缆用聚烯烃绝缘料

YD/T 837.3-1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法 第3部分：机械物理性能试验方法

YD/T 1113 通信光缆用无卤低烟阻燃材料

3 术语和定义

GB/T 2900.10-2013, GB/T 18015.1-2017 和 GB/T 18233-2008 界定的术语和定义适用于本文件。

4 产品分类，兼容性和命名

4.1 产品分类

电缆按照其向下兼容性可以分为 8.1 类电缆和 8.2 类电缆两类。

4.2 产品的兼容性

8.1 类电缆向下兼容 6A 及以下类别的电缆；8.2 类电缆向下兼容 7A、7、6A 及以下类别的电缆。如果不同类别的电缆被用于同一信道中，则该系统信道可以满足最低类别电缆的系统通信要求，高类别的电缆向下兼容低类别的线缆。表 1 列出了水平布线电缆和工作区布线电缆不同类别电缆混用时的兼容情况。

表 1 不同类别电缆混用兼容情况

		水平布线电缆								
		3	5	5e	6	6A	7	7A	8.1	8.2
工作 区布 线电 缆	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5
	5e	3	5	5e	5e	5e	5e	5e	5e	5e
	6	3	5	5e	6	6	6	6	6	6
	6A	3	5	5e	6	6A	6A	6A	6A	6A
	7	3	5	5e	6	6A	7	7	6A	7
	7A	3	5	5e	6	6A	7	7A	6A	7A
	8.1	3	5	5e	6	6A	6A	6A	8.1	8.1
	8.2	3	5	5e	6	6A	7	7A	8.1	8.2

4.3 产品型号

产品型号由型式代号和规格代号两部分组成。

4.3.1 型式代号

型式代号规定见图 1，其中代号及含义应符合表 2 的要求。

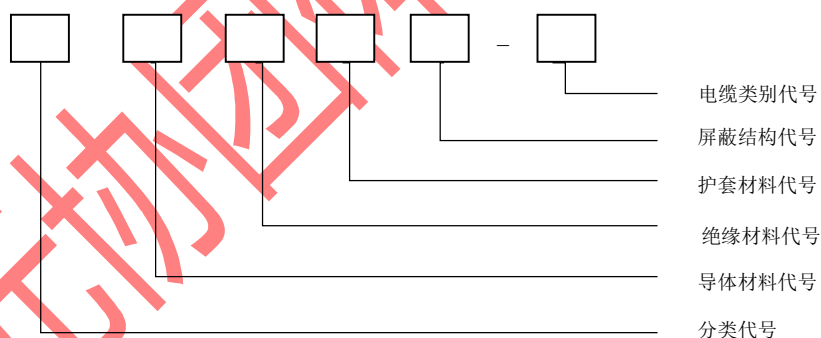


图 1 型式代号

表 2 型式代号及含义

分类		导体材料		绝缘材料		护套材料		屏蔽结构		电缆类别		结构序号
代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	代号	含义	
HS	数字通信水平布线用对绞电缆	省略	实心铜导体	Y	实心聚烯烃	V	聚氯乙烯	(S/F)	线对铝箔屏蔽+编织总屏蔽	8.1	8.1类电缆	用于区分未列明的材料或结构，可以在产品规格书中写明相关序号的代号和含义。
				(F/F)	线对铝箔屏蔽+铝箔总屏蔽							
				YP	发泡组合聚烯烃	Z	低烟无卤阻燃材料	(U/F)	线对铝箔屏蔽+无总屏蔽			
HT	数字通信跳线用对绞电缆	D	多股绞合铜导体	W	氟塑料共聚物			W	含氟聚合物	(F/U)	线对无屏蔽+铝箔总屏蔽	8.2
				WP	发泡组合氟塑料共聚物	(SF/U)	线对无屏蔽+铝箔和编织总屏蔽					

注1：聚烯烃包含聚丙烯 (PP)，低中高密度聚乙烯 (LDPE, MDPE, HDPE) 及其混合物等。
 注2：低烟无卤阻燃材料简称LSZH。
 注3：氟塑料共聚物包括：FEP, PFA等含氟的共聚物。
 注4：屏蔽“代号”栏括号中的字母，“/”左面代表缆芯外的总屏蔽；“/”右面的代表线对屏蔽；其中字母F代表铝箔（或其它带状类的屏蔽材料），字母S代表编织屏蔽，SF代表铝箔（或其它带状类的屏蔽材料）+编织组合屏蔽。
 注5：表中“屏蔽结构”“含义”中的“铝箔”泛指金属复合箔，如：可以是铝塑复合箔，也可以是其它金属材料的复合箔。
 注6：如产品涉及到的导体材料，绝缘材料，护套材料或屏蔽结构代号不在此表给出的范围内的，需要在厂家的产品技术规范中给出说明和规定，并明确告知买方。

4.3.2 规格代号

规格代号由电缆的线对数量，导体的标称直径组成。规格代号表示见图 2。

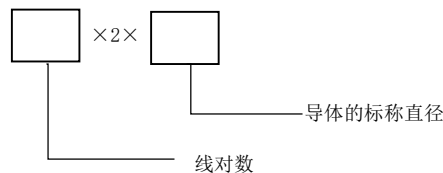


图 2 规格代号

图 2 中“导体的标称直径”项，如果导体是实心导体，则直接用实心导体的标称直径表示；如果是多股绞合导体，则用“(导体根数/单根导体标称直径)”表示，如：(7/0.16)，则表示导体结构是 7 根单根标称直径为 0.16 mm 的多股绞合导体。

4.4 产品的标志和电缆表面的印字

产品的标志和电缆表面的印字应包括产品型号(型式代号和规格代号)和阻燃等级两部分,以方便识别。

电缆的阻燃等级可以是电缆满足的阻燃标准编号或者标准中给出的阻燃等级代码。如:GB/T 18380.12, GB/T 18380.33, GB/T 18380.34, GB/T 18380.35 或 GB/T 18380.36 等。

如:4对7根0.16mm多股绞合导体发泡组合聚烯烃绝缘每对线对铝箔屏蔽加编织总屏蔽低烟无卤阻燃护套材料的8.1类电缆,电缆的标志和印字应包括以下内容:

HTDYPZ(S/F)-8.1 4×2×(7/0.16)

5 要求

5.1 材料及电缆结构要求

5.1.1 导体

水平层布线电缆导体应采用实心铜导体;跳线用电缆导体可采用实心铜导体或者多股绞合铜导体。导体表面应光滑,圆整,无氧化和无机械损伤,拉制而成电工圆铜线应符合GB/T 3953标准中TR型软圆铜线的要求。

导体接头宜采用冷压技术进行焊接,接头处表面应光滑、平整、无毛刺。导体接头的抗拉强度不应低于相邻段同长度无接头导体抗拉强度的85%;直接用于绝缘挤出的单根或多股绞合导体不允许整根或整股焊接。成品电缆的导体断裂伸长率不应小于8%。导体绝缘后不允许做接头。

水平层布线电缆导体直径应在0.550mm~0.685mm的范围内,跳线导体截面积应在0.079mm²~0.318mm²的范围内。

5.1.2 绝缘

5.1.2.1 绝缘材料

绝缘材料宜采用聚烯烃或氟塑料共聚物。其中聚乙烯绝缘材料应采用符合YD/T 760标准中规定的聚丙烯或低密度、中密度和高密度聚乙烯的要求;聚全氟乙丙烯绝缘材料应符合HG/T 2904标准中规定的要求。如涉及其它类型绝缘材料使用的,应满足相应的标准要求。

5.1.2.2 绝缘结构

绝缘结构一般分为两种:

- 实心聚烯烃绝缘或者实心氟塑料共聚物绝缘;
- 皮-泡-皮(也可为泡-皮或皮-泡组合等)发泡聚烯烃组合绝缘或者皮-泡-皮(也可为泡-皮或皮-泡等组合)氟塑料共聚物组合绝缘。

5.1.2.3 绝缘的完整性和绝缘直径

绝缘应连续挤包在导体上,绝缘表面应光滑平整。水平层布线电缆的绝缘直径不应超过1.64mm;跳线电缆的绝缘直径应该在0.8mm~1.64mm的范围内。

5.1.2.4 绝缘的火花试验

绝缘芯线应在挤塑生产过程中进行在线的火花试验,对于实心绝缘的芯线,试验电压应不小于直流2.5kV或者不小于交流1.75kV;对于采用发泡层(包括皮-泡-皮等有发泡层的组合)绝缘的芯线,则试

验电压根据实心导体或多股绞合导体规格按照表 3 进行选择。绝缘芯线每 12 km 的火花击穿数量不应超过一个。

表 3 采用发泡绝缘的芯线火花电压要求

实心导体直径 (d) mm	多股绞合导体导体截面积 (S) mm ²	试验电压(最小值)
$0.546 \leq d < 0.688$	$0.254 \leq S < 0.404$	直流 1.5 kV 或交流 1.05 kV
$0.432 \leq d < 0.546$	$0.159 \leq S < 0.254$	直流 1.2 kV 或交流 0.85 kV
$0.251 \leq d < 0.432$	$0.050 \leq S < 0.159$	直流 1.0 kV 或交流 0.75 kV

5.1.2.5 绝缘颜色

绝缘芯线应采用颜色识别标识，颜色应符合 GB/T 6995.2 的要求。绝缘芯线的颜色色序应符合 5.1.3.2 条规定。

5.1.3 线对

5.1.3.1 线对结构

由分别称为 a 线和 b 线的两根对称芯线均匀地绞合成对，为了达到绞合线对结构稳定的目的，允许 a 线和 b 线的绝缘相互粘连，但需保证两根芯线沿粘结处分开时，不会对绝缘造成明显的撕裂或损伤。线对节距的设计应使成品线缆满足本文件规定的机械物理性能和电气传输性能的要求。为了保持线对结构紧凑稳定，线对的对绞节距宜小于 38 mm；如对绞节距出现大于 38 mm 的情况，绝缘芯线需采用色条或者色环的结构以方便区分。

5.1.3.2 线对色序

绝缘芯线 a 和 b 分别应按照表 4 规定的颜色色序绞合成对，其中白色芯线宜采用色条或色环以方便区分。

表 4 绝缘芯线绞合成对的颜色色序

线对序号		标识颜色
1	a	白（蓝）或白
	b	蓝
2	a	白（橙）或白
	b	橙
3	a	白（绿）或白
	b	绿
4	a	白（棕）或白
	b	棕

注：表中括号内的标识颜色为间色条或者色环颜色。

5.1.3.3 线对屏蔽

线对有屏蔽和非屏蔽两种。当线对屏蔽层由铝塑复合箔(或其它屏蔽类复合箔)组成时,铝塑复合箔应符合 YD/T 723.5 中 L 型的要求,铝塑复合箔的重叠率应不小于 15%。线对屏蔽的屏蔽层需与排流单元充分连通接触,并保持电气连续性。

5.1.4 缆芯

组成缆芯的绝缘应保持连续,不应出现断线或者混线的情况。

5.1.4.1 缆芯线对颜色排列顺序

四个线对绞合成缆芯时的颜色排列需按照 5.1.3.2 中表 4 规定的线对序号(“1”“2”“3”和“4”)按照顺时针或者逆时针排列。

5.1.4.2 缆芯屏蔽

缆芯可以具有或者没有总屏蔽。当缆芯总屏蔽采用的是铝塑复合箔(或其它屏蔽类复合箔)时,铝塑复合箔需满足 5.1.3.3 的要求并保持电气连续性;当缆芯总屏蔽采用的是编织时,编织丝应符合 GB/T 4910 中 TXRH 型要求的镀锡圆铜线的规定,编织密度不应小于 30%,编织层允许单向单股断线长度不大于 150 mm,断线股应修剪整齐并保持电气连续性。

如有排流线时,排流线应采用镀锡铜导体,应符合 GB/T 4910 中 TXRH 型要求的镀锡圆铜线的规定。排流线的结构尺寸建议要求:当排流线是单根导体时直径一般不宜小于 0.4 mm;如排流线是多股导体时,导体截面积一般不宜小于 0.126 mm²。当绝缘导体的截面积较小时,可以选择与绝缘导体截面积相同的镀锡导体做排流线。

5.1.4.3 缆芯的包带、分隔或填充材料

缆芯中或者缆芯外除 5.1.4.2 中规定的屏蔽材料外,允许加入合适的包带材料,填充材料或者分隔材料等,这些材料的加入不应影响电缆满足本文件规定的机械物理性能,电气性能和传输性能的要求,应为非吸湿性材料。

5.1.5 护套

5.1.5.1 护套材料

护套材料通常采用聚氯乙烯,低烟无卤阻燃聚烯烃和氟塑料聚合物等。聚氯乙烯材料应符合 GB/T 8815 的要求;低烟无卤阻燃聚烯烃护套材料应符合 YD/T 1113 的要求;氟塑料聚合物护套材料应符合 HG/T 2904 的要求。也可以采用其它材料做护套,如:聚氨酯弹性体(TPU),热塑性弹性体(TPE)等,所用材料的机械物理性能要求,需要满足相应的行业或国家标准。

5.1.5.2 护套完整性

护套应连续、均匀地包覆在缆芯外。其外观应光滑圆整,无孔洞、裂纹、气泡等缺陷。电缆中有屏蔽结构的护套应经受 GB/T 3048.10 规定的火花试验。

5.1.5.3 电缆的最大外径

成品电缆最大外径不应超过 9.0 mm。

5.1.5.4 护套厚度

聚氯乙烯和低烟无卤阻燃聚烯烃护套材料根据抗张强度的不同，护套的厚度应满足表 5 要求；含氟聚合物护套厚度应满足表 6 的要求。

表 5 聚氯乙烯和低烟无卤阻燃聚烯烃护套最小厚度

缆芯直径 (d) mm	护套抗张强度 < 17.2 MPa		护套抗张强度 ≥ 17.2 MPa	
	护套最小平均厚度 mm	护套最小厚度 mm	护套最小平均厚度 mm	护套最小厚度 mm
$d \leq 3.4$	0.33	0.25	0.33	0.25
$3.4 < d \leq 8.8$	0.58	0.46	0.33	0.25

表 6 含氟聚合物护套最小厚度

缆芯直径 (d) mm	护套最小平均厚度 mm	护套最小厚度 mm
$d \leq 6.3$	0.20	0.15
$6.3 < d \leq 8.8$	0.25	0.20

5.2 电缆的机械物理、环境和燃烧性能及环保要求

5.2.1 绝缘的机械物理性能和环境性能

从成品电缆上取下绝缘试样，其机械物理性能和环境性能应满足表 7 和表 8 的要求。

表 7 绝缘的机械物理性能

序号	项目	指标	单位	处理温度(℃)	处理时间(h)
绝缘颜色耐迁移试验	/	不迁移		80±2	24
绝缘热收缩试验	聚丙烯(PP)	≤5	%	130±2	1
	高密度聚乙烯(HDPE)			115±2	
	中密度聚乙烯(MDPE)			100±2	
	低密度聚乙烯(LDPE)			100±2	
	皮-泡-皮聚烯烃(或皮-泡等组合)			100±2	
	氟塑料共聚物:聚全氟乙丙烯(FEP)			232±2	
绝缘低温卷绕试验	聚丙烯(PP)	失效数/试验数(0/10)	/	-40±2	1
	实心聚烯烃			-55±2	
	氟塑料共聚物:聚全氟乙丙烯(FEP)			-40±2	
绝缘抗张强度(中值)	聚丙烯(PP)	≥20	MPa	/	/
	高密度聚乙烯(HDPE)	≥16			
	中密度聚乙烯(MDPE)	≥12			
	低密度聚乙烯(LDPE)	≥10			
	皮-泡-皮聚烯烃(或皮-泡等组合)	≥10			
	氟塑料共聚物:聚全氟乙丙烯(FEP)	≥16			
绝缘的断裂伸长率(中值)	实心聚烯烃	≥300	%	/	/
	皮-泡-皮聚烯烃(或皮-泡等组合)	≥200			
	氟塑料共聚物:聚全氟乙丙烯(FEP)	≥200			

表 8 绝缘老化后的机械物理性能

材料名称	老化时间(h)	老化温度(℃)	残余率(%)	
			断裂伸长率 ^a	抗张强度 ^b
聚丙烯(PP)	240	100±2	≥75	≥75
高密度聚乙烯(HDPE)	48	100±2	≥75	≥75
中密度聚乙烯(MDPE)	48	100±2	≥75	≥75
低密度聚乙烯(LDPE)	48	100±2	≥75	≥75
氟塑料共聚物:聚全氟乙丙烯(FEP)	168	232±2	≥75	≥75

^a 断裂伸长率残余率=老化后断裂伸长率/老化前断裂伸长率×100%。
^b 抗张强度残余率=老化后抗张强度/老化前抗张强度×100%。

发泡绝缘或者发泡组合绝缘应通过应力开裂测试。

5.2.2 护套的机械物理性能和环境性能

从成品电缆上取下护套试样,应满足表 9~表 11 的机械物理性能和环境性能要求。

表 9 护套的断裂伸长率和抗张强度

材料名称	断裂伸长率中值 (%)	抗张强度中值 (MPa)
低烟无卤阻燃聚烯烃 (LSZH)	≥125	≥10.0
聚氯乙烯 (PVC)	≥150	≥13.8
含氟聚合物	≥250	≥20.0

表 10 护套的耐环境试验

试验项目	验收要求	处理温度 (°C)	处理时间 (h)
低温卷绕试验	无开裂	-20±2	4
热冲击试验	无开裂	150±2	1

表 11 护套老化后的机械物理性能

材料名称	老化时间 h	老化温度 °C	断裂伸长 率中值 %	抗张强度 中值 MPa	残余率 (%)	
					断裂伸长率 ^a	抗张强度 ^b
低烟无卤阻燃聚烯烃 (LSZH)	168	100±2	≥100	≥8.0	≥70	≥70
聚氯乙烯 (PVC)	168	100±2	≥125	≥12.5	≥80	≥80
含氟聚合物	168	232±2	≥200	≥16.0	≥80	≥80

^a 断裂伸长率残余率=老化后断裂伸长率/老化前断裂伸长率×100%

^b 抗张强度残余率=老化后抗张强度/老化前抗张强度×100%

5.2.3 电缆的燃烧性能

单根阻燃等级最低应通过 GB/T 19666—2019 中 6.1.1 规定的单根阻燃燃烧性能要求。电缆成束燃烧的阻燃要求应根据线材布设的场景确定。电缆成束燃烧的阻燃等级应按照 GB 31247—2014 的 4.1 和 4.2 规定确定，当买方同意时也可按照 GB/T 19666—2019 中 6.1.2 规定确定。

当电缆有低烟无卤要求时，应满足低烟性能：透光率不小于 60%；无卤性能：酸性气体释放量 PH 值不小于 4.3 和电导率不大于 10 us/mm。

5.2.4 产品的环保要求

电缆及包装中的限用物质应符合 GB/T 26572 的规定。

5.3 水平层布线电缆的电气特性和传输特性

5.3.1 水平层布线电缆电气特性

5.3.1.1 导体直流电阻

在温度 20 °C 或者换算到 20 °C 的情况下，导体直流电阻的最大值不应超过 7.0 Ω/100m。

5.3.1.2 对内导体直流电阻不平衡

在温度 20℃ 或者换算到 20℃ 的情况下, 对内导体直流电阻不平衡不应超过 4%。按照公式 (1) 确定。

$$\text{对内直流电阻不平衡} = \frac{(R_{\text{最大}} - R_{\text{最小}})}{R_{\text{最小}}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$R_{\text{最大}}$ ——对内导体直流电阻的最大值;

$R_{\text{最小}}$ ——对内导体直流电阻的最小值。

5.3.1.3 对间导体直流电阻不平衡

对间导体直流电阻不平衡不应超过 5%。按照公式 (2) 确定。

$$\text{对间直流电阻不平衡} = \left(\frac{|R_{P1} - R_{P2}|}{R_{P1} + R_{P2}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

R_{P1} ——线对 1 内两根导体的并联电阻值;

R_{P2} ——线对 2 内两根导体的并联电阻值。

R_{P1} 或者 R_{P2} 线对内两根导体的并联电阻 R_{PX} 按照公式 (3) 确定。

$$R_{PX} = \frac{(R_1 R_2)}{(R_1 + R_2)} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

R_1 和 R_2 ——同一线对内两根导体的直流电阻值。

5.3.1.4 介电强度

导体和导体之间或导体和屏蔽之间的介电强度, 在直流 2.5 kV/2s 或者 1.0 kV/1min 的条件下不应出现击穿; 或者在交流 1.7 kV/2s 或者 0.7 kV/1min 的条件下不出现击穿。

5.3.1.5 绝缘电阻

测试电压在直流 100 V~500 V 的范围内, 20 ℃ 情况下, 导体和其余芯线之间或导体和其余芯线接屏蔽后的绝缘电阻(或者换算到 20 ℃ 情况下的绝缘电阻)应不小于 5000 MΩ·km。

5.3.1.6 对地电容不平衡

对地电容不平衡(频率在 800 Hz 或 1 kHz)不应该超过 120 pF/100 m。

5.3.1.7 转移阻抗

对于有屏蔽结构的电缆, 转移阻抗等级不应超出按照表 12 公式计算出的数值。

表 12 转移阻抗最大值

频率 (f) MHz	1 级 $m\Omega/m$	2 级 $m\Omega/m$
$1 \leq f < 10$	$\leq 15 \times f^{-0.176}$	$\leq 50 \times f^{0.301}$
$10 \leq f < 30$	$\leq 10 \times f/10$	$\leq 23.392 \times f^{0.6309}$
$30 \leq f < 100$	$\leq 10 \times f/10$	$\leq 2.1206 \times f^{1.3368}$

5.3.1.8 耦合衰减

耦合衰减等级不应超出按照表 13 中公式计算出的数值。耦合衰减应根据线材的结构和实际使用环境，按照相关的布线标准确定等级。

表 13 耦合衰减最小值

频率 (f) (MHz)	1 级 (dB)	2 级 (dB)	3 级 (dB)
$30 \leq f < 100$	≥ 85	≥ 70	≥ 55
$100 \leq f < 2000$	$\geq 85 - 201g(f/100)$	$\geq 70 - 201g(f/100)$	$\geq 55 - 201g(f/100)$

5.3.1.9 典型频率点的转移阻抗最大值和耦合衰减最小值

表 14 给出了典型频率点的转移阻抗最大值和耦合衰减最小值。

表 14 典型频率点的转移阻抗最大值和耦合衰减最小值

频率 MHz	转移阻抗		耦合衰减		
	1 级	2 级	1 级	2 级	3 级
	mΩ/m	mΩ/m	dB	dB	dB
1.00	15	50	\	\	\
4.00	12	76	\	\	\
8.00	10	93	\	\	\
10.00	10	100	\	\	\
16.00	16	135	\	\	\
20.00	20	155	\	\	\
25.00	25	178	\	\	\
30.00	30	200	85.0	70.0	55.0
31.25	31	211	85.0	70.0	55.0
62.50	63	534	85.0	70.0	55.0
100.00	100	1000	85.0	70.0	55.0
200.00	\	\	79.0	64.0	49.0
250.00	\	\	77.0	62.0	47.0
300.00	\	\	75.5	60.5	45.5
400.00	\	\	73.0	58.0	43.0
500.00	\	\	71.0	56.0	41.0
600.00	\	\	69.4	54.4	39.4
1000.00	\	\	65.0	50.0	35.0
1500.00	\	\	61.5	46.5	31.5
2000.00	\	\	59.0	44.0	29.0

5.3.2 水平层布线电缆的传输特性

5.3.2.1 水平层布线电缆的主要传输特性汇总

水平层布线电缆的传输特性应满足表 15 的各项要求。

表 15 水平层布线电缆的传输特性

名称	频率范围 (f) MHz	8.1 类缆	单位	频率范围 (f) MHz	8.2 类缆	单位
相时延	$1 \leq f \leq 2000$	$\leq 534 + 36/\sqrt{f}$	ns/100m	$4 \leq f \leq 2000$	$\leq 534 + 36/\sqrt{f}$	ns/100m
时延差	$1 \leq f \leq 2000$	≤ 45	ns/100m	$4 \leq f \leq 2000$	≤ 25	ns/100m
衰减	$1 \leq f \leq 2000$	$1.8\sqrt{f} + 0.005 \times f + 0.25/\sqrt{f}$	dB/100m	$4 \leq f \leq 2000$	$1.8\sqrt{f} + 0.005 \times f + 0.25/\sqrt{f}$	dB/100m
近端不平衡衰减 (TCL)	$1 \leq f \leq 2000^a$	$\geq 60 - 151g(f)$ 最大 40dB	dB	$1 \leq f \leq 2000^a$	$\geq 60 - 151g(f)$ 最大 40dB	dB
	$1 \leq f \leq 2000^b$	$\geq 50 - 151g(f)$ 最大 ${}^c 40$ dB; 最小 ${}^c 7$ dB	dB	$1 \leq f \leq 2000^b$	$\geq 50 - 151g(f)$ 最大 ${}^c 40$ dB; 最小 ${}^c 7$ dB	dB
等电平远端不平衡衰减 (ELTCTL)	$1 \leq f \leq 2000^a$	$\geq 50 - 201g(f)$ 最小 ${}^c 10$ dB	dB	$1 \leq f \leq 2000^a$	$\geq 50 - 201g(f)$ 最小 ${}^c 10$ dB	dB
	$1 \leq f \leq 2000^b$	$\geq 40 - 201g(f)$ 最小 ${}^c 5$ dB	dB	$1 \leq f \leq 2000^b$	$\geq 40 - 201g(f)$ 最小 ${}^c 5$ dB	dB
近端串音衰减 (NEXT)	$1 \leq f \leq 2000$	$\geq 75.3 - 151g(f)$	dB	$4 \leq f \leq 2000$	$\geq 105.4 - 151g(f)$ 最大 ${}^c 78$ dB	dB
近端串音衰减功率和 (PS NEXT)	$1 \leq f \leq 2000$	$\geq 72.3 - 151g(f)$	dB	$4 \leq f \leq 2000$	$\geq 102.4 - 151g(f)$ 最大 ${}^c 75$ dB	dB
远端串音衰减比 (ACR-F)	$1 \leq f \leq 2000^d$	$\geq 79 - 201g(f)$ 最大 ${}^c 78$ dB	dB	$4 \leq f \leq 2000^d$	$\geq 100.6 - 201g(f)$ 最大 ${}^c 78$ dB	dB
远端串音衰减比功率和 (PS ACR-F)	$1 \leq f \leq 2000^d$	$\geq 76 - 201g(f)$ 最大 ${}^c 75$ dB	dB	$4 \leq f \leq 2000^d$	$\geq 97.6 - 201g(f)$ 最大 ${}^c 75$ dB	dB
外部近端串音功率和 (PS ANEXT)	$1 \leq f \leq 2000$	$\geq 117.5 - 151g(f)$ 最大 ${}^c 80$ dB	dB	$1 \leq f \leq 2000$	$\geq 117.5 - 151g(f)$ 最大 ${}^c 80$ dB	dB
外部远端串音衰减比功率和 (PS AACR-F)	$1 \leq f \leq 2000^e$	$\geq 102.2 - 201g(f)$ 最大 ${}^c 80$ dB	dB	$1 \leq f \leq 2000^e$	$\geq 102.2 - 201g(f)$ 最大 ${}^c 80$ dB	dB

表 15 (续)

名称	频率范围 (f) MHz	8.1 类缆	单位	频率范围 (f) MHz	8.2 类缆	单位
回波损耗 (RL)	$1 \leq f < 10$	$\geq 20 + 51g(f)$	dB	$4 \leq f < 10$	$\geq 20 + 51g(f)$	dB
	$10 \leq f < 40$	≥ 25		$10 \leq f < 40$	≥ 25	
	$40 \leq f < 2000$	$\geq 25 - 71g(f/40)$		$40 \leq f < 2000^f$	$\geq 25 - 71g(f/40)$	
<p>^a 当线材应用的屏蔽结构为总屏蔽没有线对屏蔽时适用。</p> <p>^b 当线材应用的屏蔽结构有线对屏蔽时适用。</p> <p>^c 按照对应栏位公式计算出的数值，大于该栏位给出的最大值或(和)小于该栏位给出的最小值时，按照该栏位给出的最大或(和)最小值计。</p> <p>^d 远端串音衰减(FEXT)在(1~1000) MHz 大于 90dB，在 1000MHz 以后大于 80dB，可以不用考量远端串音衰减比(ACR-F)和远端串音衰减比功率和(PS ACR-F)项目。</p> <p>^e 外部远端串音衰减(A FEXT)在(1~1000) MHz 大于 90dB，在 1000MHz 以后大于 80dB，可以不用考量外部远端串音衰减比功率和(PS AACR-F)项目。</p> <p>^f 采用该栏位对应的公式计算当频率(40~600) MHz 时，17.3 为最小值。即当频率(40~600) MHz 之间公式计算值小于 17.3 时，按照 17.3 计。</p>						

5.3.2.2 阻抗

电缆的拟合特性阻抗或平均特性阻抗在 100 MHz 应满足 $100 \Omega \pm 5 \Omega$ 的要求。

在 $(1 \leq f \leq 2000)$ MHz 8.1 类电缆和在 $(4 \leq f \leq 2000)$ MHz 8.2 类电缆的输入阻抗应落在式(4)和式(5)计算的区间内。

$$Z_U = Z_0 \cdot \frac{(1+|\rho|)}{(1-|\rho|)} \dots\dots\dots (4)$$

$$Z_L = Z_0 \cdot \frac{(1-|\rho|)}{(1+|\rho|)} \dots\dots\dots (5)$$

$$|\rho| = 10^{\frac{RL}{20}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

Z_U ——输入阻抗上限值，单位为 Ω ；

Z_L ——输入阻抗下限值，单位为 Ω ；

Z_0 ——100 Ω ；

ρ ——由式(6)计算出的回波损耗反射系数幅度值；

RL ——按照表 15 中给出的回波损耗计算公式，计算出的回波损耗数值，单位为 dB。

通过以上公式，按照不同频率进行计算得出的数据绘制出输入阻抗上下限的模板，见下图 3。

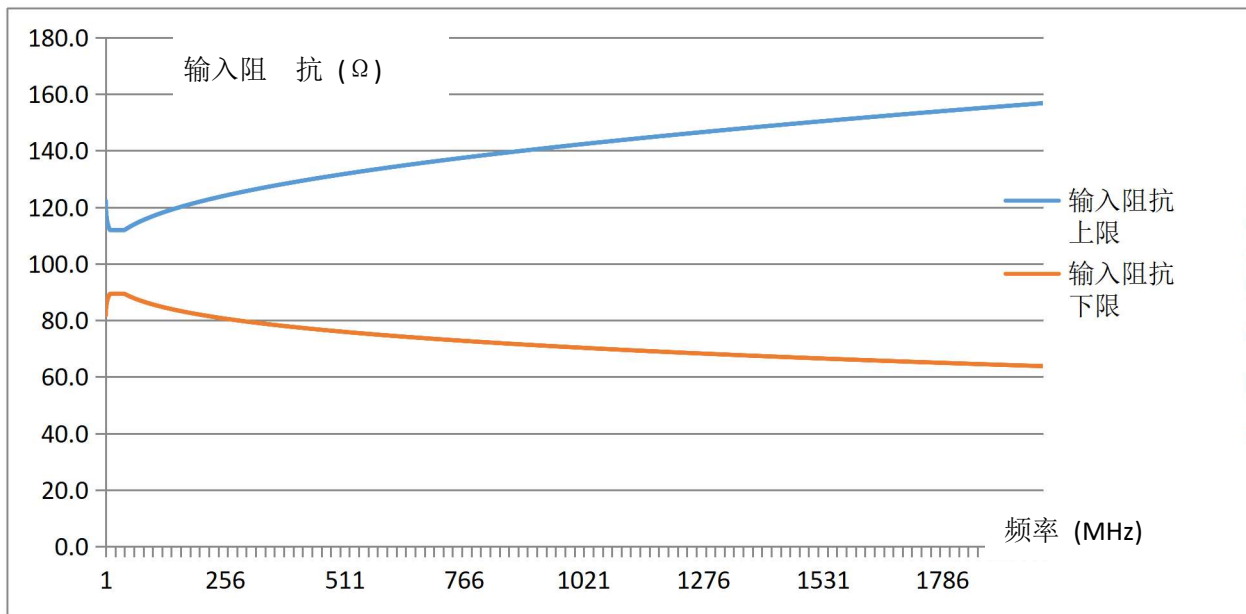


图3 输入阻抗上下限模板

5.3.2.3 典型频率点的水平层布线电缆的传输特性要求

在 5.3.2.1 和 5.3.2.2 给出的频率范围内，电缆的各项传输特性参数都应满足 5.3.2.1 和 5.3.2.2 中规定的要求。根据 5.3.2.1 和 5.3.2.2 中的要求或者公式计算得出的 8.1 和 8.2 类电缆各参数在典型频率点的传输特性值见表 16 和表 17。

表 16 8.1 类电缆典型频率点传输特性的最大或最小值

频率 MHz	相时延	时延差 (Delay skew)	衰减 (ATT)	近端不平衡衰减 ^a (TCL)	近端不平衡衰减 ^b (TCL)	等电平远端不平衡衰减 ^a (ELTCTL)	等电平远端不平衡衰减 ^b (ELTCTL)	近端串音衰减 (NEXT)	近端串音衰减功率和 (PS NEXT)	远端串音衰减 (ACR-F)	远端串音衰减比功率和 (PS ACR-F)	外部近端串音功率和 (PS AANEXT)	外部远端串音衰减比功率和 (PS AACR-F)	回波损耗 (RL)	输入阻抗 (Input impedance)	
	ns/100m	ns/100m	dB/100m	dB	dB	dB/30m	dB/30m	dB	dB	dB/30m	dB/30m	dB	dB/30m	dB	上限值 (Ω)	下限值 (Ω)
1.00	570.0	45.0	2.1	40.0	40.0	50.0	40.0	75.3	72.3	78.0	75.0	80.0	80.0	20.0	122.2	81.8
4.00	552.0	45.0	3.7	40.0	40.0	38.0	28.0	66.3	63.3	67.0	64.0	80.0	80.0	23.0	115.2	86.8
8.00	546.7	45.0	5.2	40.0	36.5	31.9	21.9	61.8	58.8	60.9	57.9	80.0	80.0	24.5	112.6	88.8
10.00	545.4	45.0	5.8	40.0	35.0	30.0	20.0	60.3	57.3	59.0	56.0	80.0	80.0	25.0	111.9	89.4
16.00	543.0	45.0	7.3	40.0	31.9	25.9	15.9	57.2	54.2	54.9	51.9	80.0	78.1	25.0	111.9	89.4
20.00	542.0	45.0	8.2	40.0	30.5	24.0	14.0	55.8	52.8	53.0	50.0	80.0	76.2	25.0	111.9	89.4
25.00	541.2	45.0	9.2	39.0	29.0	22.0	12.0	54.3	51.3	51.0	48.0	80.0	74.2	25.0	111.9	89.4
31.25	540.4	45.0	10.3	37.6	27.6	20.1	10.1	52.9	49.9	49.1	46.1	80.0	72.3	25.0	111.9	89.4
62.50	538.6	45.0	14.6	33.1	23.1	14.1	5.0	48.4	45.4	43.1	40.1	80.0	66.3	23.6	114.1	87.7
100.00	537.6	45.0	18.5	30.0	20.0	10.0	5.0	45.3	42.3	39.0	36.0	80.0	62.2	22.2	116.8	85.6
200.00	536.5	45.0	26.5	25.5	15.5	10.0	5.0	40.8	37.8	33.0	30.0	80.0	56.2	20.1	121.9	82.0
250.00	536.3	45.0	29.7	24.0	14.0	10.0	5.0	39.3	36.3	31.0	28.0	80.0	54.2	19.4	123.9	80.7
300.00	536.1	45.0	32.7	22.8	12.8	10.0	5.0	38.1	35.1	29.5	26.5	80.0	52.7	18.9	125.7	79.6
400.00	535.8	45.0	38.0	21.0	11.0	10.0	5.0	36.3	33.3	27.0	24.0	78.5	50.2	18.0	128.8	77.6
500.00	535.6	45.0	42.8	19.5	9.5	10.0	5.0	34.8	31.8	25.0	22.0	77.0	48.2	17.3	131.5	76.0
600.00	535.5	45.0	47.1	18.3	8.3	10.0	5.0	33.6	30.6	23.4	20.4	75.8	46.6	16.8	133.9	74.7

表 16 (续)

频率 (MHz)	相时延	时延差 (Delay skew)	衰减 (ATT)	近端不平衡衰减 ^a (TCL)	近端不平衡衰减 ^b (TCL)	等电平远端不平衡衰减 ^a (ELTCTL)	等电平远端不平衡衰减 ^b (ELTCTL)	近端串音衰减 (NEXT)	近端串音衰减功率和 (PS NEXT)	远端串音衰减比 (ACR-F)	远端串音衰减比功率和 (PS ACR-F)	外部近端串音功率和 (PS AANEXT)	外部远端串音衰减比功率和 (PS AACR-F)	回波损耗 (RL)	输入阻抗 (Input impedance)	
	ns/100m	ns/100m	dB/100m	dB	dB	dB/30m	dB/30m	dB	dB	dB/30m	dB/30m	dB	dB/30m	dB	上限值 (Ω)	下限值 (Ω)
1000.00	535.1	45.0	61.9	15.0	7.0	10.0	5.0	30.3	27.3	19.0	16.0	72.5	42.2	15.2	142.0	70.4
1500.00	534.9	45.0	77.2	12.4	7.0	10.0	5.0	27.7	24.7	15.5	12.5	69.9	38.7	14.0	150.0	66.7
2000.00	534.8	45.0	90.5	10.5	7.0	10.0	5.0	25.8	22.8	13.0	10.0	68.0	36.2	13.1	156.8	63.8

^a 当线材应用的屏蔽结构为总屏蔽没有线对屏蔽时适用。

^b 当线材应用的屏蔽结构有线对屏蔽时适用。

表 17 8.2 类电缆典型频率点传输特性的最大或最小值

频率 (MHz)	相时延 (Phase delay)	时延差 (Delay skew)	衰减 (ATT)	近端不平衡衰减 ^a (TCL)	近端不平衡衰减 ^b (TCL)	等电平远端不平衡衰减 ^a (ELTCTL)	等电平远端不平衡衰减 ^b (ELTCTL)	近端串音衰减 (NEXT)	近端串音衰减功率和 (PS NEXT)	远端串音衰减比 (ACR-F)	远端串音衰减比功率和 (PS ACR-F)	外部近端串音功率和 (PS AANEXT)	外部远端串音衰减比功率和 (PS AACR-F)	回波损耗 (RL)	输入阻抗 (Input impedance)	
	ns/100m	ns/100m	dB/100m	dB	dB	dB/30m	dB/30m	dB	dB	dB/30m	dB/30m	dB	dB/30m	dB	上限值 (Ω)	下限值 (Ω)
1.00	/	/	/	40.0	40.0	50.0	40.0	/	/	/	/	80.0	80.0	/	/	/
4.00	552.0	25.0	3.7	40.0	40.0	38.0	28.0	78.0	75.0	78.0	75.0	80.0	80.0	23.0	115.2	86.8
8.00	546.7	25.0	5.2	40.0	36.5	31.9	21.9	78.0	75.0	78.0	75.0	80.0	80.0	24.5	112.6	88.8
10.00	545.4	25.0	5.8	40.0	35.0	30.0	20.0	78.0	75.0	78.0	75.0	80.0	80.0	25.0	111.9	89.4
16.00	543.0	25.0	7.3	40.0	31.9	25.9	15.9	78.0	75.0	76.5	73.5	80.0	78.1	25.0	111.9	89.4
20.00	542.0	25.0	8.2	40.0	30.5	24.0	14.0	78.0	75.0	74.6	71.6	80.0	76.2	25.0	111.9	89.4
25.00	541.2	25.0	9.2	39.0	29.0	22.0	12.0	78.0	75.0	72.6	69.6	80.0	74.2	25.0	111.9	89.4
31.25	540.4	25.0	10.3	37.6	27.6	20.1	10.1	78.0	75.0	70.7	67.7	80.0	72.3	25.0	111.9	89.4
62.50	538.6	25.0	14.6	33.1	23.1	14.1	5.0	78.0	75.0	64.7	61.7	80.0	66.3	23.6	114.1	87.7
100.00	537.6	25.0	18.5	30.0	20.0	10.0	5.0	75.4	72.4	60.6	57.6	80.0	62.2	22.2	116.8	85.6
200.00	536.5	25.0	26.5	25.5	15.5	10.0	5.0	70.9	67.9	54.6	51.6	80.0	56.2	20.1	121.9	82.0
250.00	536.3	25.0	29.7	24.0	14.0	10.0	5.0	69.4	66.4	52.6	49.6	80.0	54.2	19.4	123.9	80.7
300.00	536.1	25.0	32.7	22.8	12.8	10.0	5.0	68.2	65.2	51.1	48.1	80.0	52.7	18.9	125.7	79.6
400.00	535.8	25.0	38.0	21.0	11.0	10.0	5.0	66.4	63.4	48.6	45.6	78.5	50.2	18.0	128.8	77.6

表 17 (续)

频率 (MHz)	相时延 (Phase delay)	时延差 (Delay skew)	衰减 (ATT)	近端不平衡衰减 ^a (TCL)	近端不平衡衰减 ^b (TCL)	等电平远端不平衡衰减 ^a (ELTCTL)	等电平远端不平衡衰减 ^b (ELTCTL)	近端串音衰减 (NEXT)	近端串音衰减功率和 (PS NEXT)	远端串音衰减比 (ACR-F)	远端串音衰减比功率和 (PS ACR-F)	外部近端串音功率和 (PS AANEXT)	外部远端串音衰减比功率和 (PS AACR-F)	回波损耗 (RL)	输入阻抗 (Input impedance)	
	ns/100m	ns/100m	dB/100m	dB	dB	dB/30m	dB/30m	dB	dB	dB/30m	dB/30m	dB	dB/30m	dB	上限 值 (Ω)	下限 值 (Ω)
500.00	535.6	25.0	42.8	19.5	9.5	10.0	5.0	64.9	61.9	46.6	43.6	77.0	48.2	17.3	131.5	76.0
600.00	535.5	25.0	47.1	18.3	8.3	10.0	5.0	63.7	60.7	45.0	42.0	75.8	46.6	17.3	131.6	76.0
1000.00	535.1	25.0	61.9	15.0	7.0	10.0	5.0	60.4	57.4	40.6	37.6	72.5	42.2	15.2	142.0	70.4
1500.00	534.9	25.0	77.2	12.4	7.0	10.0	5.0	57.8	54.8	37.1	34.1	69.9	38.7	14.0	150.0	66.7
2000.00	534.8	25.0	90.5	10.5	7.0	10.0	5.0	55.9	52.9	34.6	31.6	68.0	36.2	13.1	156.8	63.8

^a 当线材应用的屏蔽结构为总屏蔽没有线对屏蔽时适用。

^b 当线材应用的屏蔽结构有线对屏蔽时适用。

5.4 跳线电缆的电气特性和传输特性

跳线电缆的电气特性和传输特性，应满足 5.4 中规定的性能要求，其他性能应满足 5.3.1 和 5.3.2 规定的要求。

5.4.1 跳线电缆导体直流电阻

在温度 20 °C 或者换算到 20 °C 的情况下，导体直流电阻的最大值不应超过 14.0 Ω/100 m。

5.4.2 跳线电缆衰减

在 20°C 的条件下，跳线电缆衰减最大值不应超过表 18 的规定。

表 18 跳线电缆衰减

名称	频率范围 MHz	8.1 类缆	单位	频率范围 MHz	8.2 类缆	单位
衰减	$1 \leq f \leq 2000$	$\leq C \times (1.8\sqrt{f} + 0.005 \times f + 0.25/\sqrt{f})$	dB/100m	$4 \leq f \leq 2000$	$C \times (1.8\sqrt{f} + 0.005 \times f + 0.25/\sqrt{f})$	dB/100m

表 18 公式中的 C 是衰减的调整系数，根据电缆采用的多股绞合导体的截面积或者单根导体直径的不同，根据表 19 选择 C 值。

表 19 衰减调整系数 C 的取值

设备跳线长度调整系数 %	调整系数 (C)	多股绞合导体截面积 (S) mm ²	单根实心导体直径 (d) mm
0	1	$0.255 < S \leq 0.405$	$0.545 < d \leq 0.685$
20	1.2	$0.200 < S \leq 0.255$	$0.485 < d \leq 0.545$
50	1.5	$0.125 < S \leq 0.160$	$0.385 < d \leq 0.430$

5.4.3 跳线电缆回波损耗

跳线电缆回波损耗的最小值应不小于表 20 给出的值。

表 20 跳线电缆回波损耗

名称	频率范围 MHz	8.1 类缆	单位	频率范围 MHz	8.2 类缆	单位
回波损耗 (RL)	$1 \leq f < 10$	$\geq 20 + 51g(f)$	dB	$1 \leq f < 10$	$\geq 20 + 51g(f)$	dB
	$10 \leq f < 40$	≥ 25		$10 \leq f < 40$	≥ 25	
	$40 \leq f < 2000$	$\geq 25 - 71g(f/40)$		$40 \leq f < 2000^a$	$\geq 25 - 71g(f/40)$	

^a 采用该栏位对应的公式计算当频率不大于 1000MHz 时, 15.6 为最小值。即当计算值小于 15.6 时, 按照 15.6 计。

5.4.4 跳线电缆的衰减和回波损耗典型频率点的传输特性

根据 5.4.2 和 5.4.3 中的要求, 或者公式计算得出的 8.1 和 8.2 类跳线电缆的衰减和回波损耗, 在典型频率点的传输特性要求见表 21。

表 21 跳线电缆衰减和回波损耗典型频率点传输特性的最大或最小值

频率 MHz	调整系数 C=1 的衰减 ATT dB/100m		调整系数 C=1.2 的衰减 ATT dB/100m		调整系数 C=1.5 的衰减 ATT dB/100m		回波损耗 RL dB	
	8.1 类电缆	8.2 类电缆	8.1 类电缆	8.2 类电缆	8.1 类电缆	8.2 类电缆	8.1 类电缆	8.2 类电缆
1.00	2.1	/	2.5	/	3.1	/	20.0	/
4.00	3.7	3.7	4.5	4.5	5.6	5.6	23.0	23.0
8.00	5.2	5.2	6.3	6.3	7.8	7.8	24.5	24.5
10.00	5.8	5.8	7.0	7.0	8.7	8.7	25.0	25.0
16.00	7.3	7.3	8.8	8.8	11.0	11.0	25.0	25.0
20.00	8.2	8.2	9.8	9.8	12.3	12.3	25.0	25.0
25.00	9.2	9.2	11.0	11.0	13.8	13.8	25.0	25.0
31.25	10.3	10.3	12.3	12.3	15.4	15.4	25.0	25.0
62.50	14.6	14.6	17.5	17.5	21.9	21.9	23.6	23.6
100.00	18.5	18.5	22.2	22.2	27.8	27.8	22.2	22.2
200.00	26.5	26.5	31.8	31.8	39.7	39.7	20.1	20.1
250.00	29.7	29.7	35.7	35.7	44.6	44.6	19.4	19.4
300.00	32.7	32.7	39.2	39.2	49.0	49.0	18.9	18.9
400.00	38.0	38.0	45.6	45.6	57.0	57.0	18.0	18.0
500.00	42.8	42.8	51.3	51.3	64.1	64.1	17.3	17.3
600.00	47.1	47.1	56.5	56.5	70.7	70.7	16.8	16.8
900.00	58.5	58.5	70.2	70.2	87.8	87.8	15.5	15.6
1000.00	61.9	61.9	74.3	74.3	92.9	92.9	15.2	15.6
1500.00	77.2	77.2	92.7	92.7	115.8	115.8	14.0	14.0
2000.00	90.5	90.5	108.6	108.6	135.8	135.8	13.1	13.1

6 试验方法

6.1 结构试验方法

6.1.1 颜色，色序及屏蔽结构

颜色，色序及屏蔽结构用目视检查。

6.1.2 导体直径和绝缘外径

导体直径测量按照 GB/T 4909.2 的规定进行；绝缘外径测量按照 GB/T 2951.11-2008 中 8.3 的规定进行。

6.1.3 绝缘颜色和耐迁移

绝缘颜色和耐迁移试验按照 YD/T 837.3-1996 中 4.3 的规定进行。

6.1.4 复合金属箔或非金属带的厚度

用分度值不低于 0.002 mm 的千分尺或者测厚仪测量。

6.1.5 复合金属箔或非金属带的重叠率

用分辨率不低于 0.5 mm 的钢卷尺在成品电缆上测量。

6.1.6 编织密度

用分辨率不低于 0.5 mm 的钢卷尺测量编织节距；按照 6.1.8 规定测量缆芯直径。按照 GB/T 17737.1-2013 中 3.2.3 和 3.2.4 给出的公式，计算编织密度。

6.1.7 导通测试

绝缘芯线的断线和屏蔽层的连续性采用导通测试进行试验。

6.1.8 电缆护套的最小厚度和最大外径

按照 GB/T 2951.11-2008 中 8.2 和 8.3 的规定进行测量。非圆形电缆的等效外径等于测量得到的电缆护套的周长除以圆周长。

6.1.9 护套完整性(外观)

采用目视检查。

6.2 机械物理性能试验方法

6.2.1 导体断裂伸长率

按照 GB/T 4909.3 规定试验。

6.2.2 绝缘的抗张强度和断裂伸长率

按照 GB/T 2951.11-2008 中 9.1 的规定试验。其中 HDPE, PP 试样的拉伸速度允许为 (250 ± 50) mm/min，如对试验结果有争议时，拉伸速度应为 (25 ± 5) mm/min。

6.2.3 护套的抗张强度和断裂伸长率

T/CECA XXX-202X

按照 GB/T 2951.11-2008 中 9.2 的规定试验。其中 PVC, LSZH 护套试片的最小厚度为 0.4 mm, 含氟聚合物护套试片的最小厚度为 0.15 mm。护套试片的拉伸速度允许为 (250 ± 50) mm/min, 如对试验结果有争议时, 拉伸速度应为 (25 ± 5) mm/min。

6.3 环境性能试验

6.3.1 绝缘热收缩试验

按照 GB/T 2951.13-2008 中第 10 章的规定进行试验。

6.3.2 绝缘低温卷绕试验

按照 GB/T 2951.14-2008 中 8.1 的规定进行试验。芯轴直径为电缆直径的 8 倍。

6.3.3 绝缘应力开裂实验

发泡绝缘或者发泡组合绝缘需要通过应力开裂测试, 取带导体的绝缘芯线长度 305 mm, 放在空气老化箱中按照 GB/T 2951.12-2007 中 8.1 要求进行老化, 老化条件按照表 8 中规定的非发泡材料的老化条件设定, 如: 发泡聚乙烯组合绝缘应力开裂测试的老化温度为 100 °C, 时间 2 天。最少 6 个样品用于测试。如果绝缘表面有色环油墨在做老化前可以去除。老化结束后, 样品应放在非通风的室温条件下放置 16—96 小时, 然后将样品缠绕在直径不大于样品绝缘直径的芯轴上绕 6 圈, 样品需与芯轴接触紧密, 用 5 倍的放大镜检查芯轴上的样品是否有开裂的情况。然后将样品从芯轴上取下捋直, 将绝缘与导体分开, 检查绝缘的内外表面, 绝缘的内外表面都不应有开裂。如果出现开裂, 可以再安排重新测试 6 个样品, 需要全部没有出现开裂才为合格。

6.3.4 绝缘和护套老化后的抗张强度和断裂伸长率

绝缘按照 GB/T 2951.11-2008 中 9.1 的规定进行试验, 护套按照 GB/T 2951.11-2008 中 9.2 的规定进行试验。其中 PVC, LSZH 护套试片的最小厚度为 0.4 mm, 含氟聚合物护套试片的最小厚度为 0.15 mm。绝缘试样或护套试片的拉伸速度允许为 (250 ± 50) mm/min, 如对试验结果有争议时, 拉伸速度应为 (25 ± 5) mm/min。

6.3.5 电缆护套低温卷绕试验

按照 GB/T 2951.14-2008 中的 8.2 的规定进行试验。

6.3.6 绝缘和护套热冲击试验

绝缘按照 GB/T 2951.31-2008 中 9.1 的规定进行试验, 护套按照 GB/T 2951.31-2008 中 9.2 的规定进行试验。

6.3.7 低烟无卤性能要求

6.3.7.1 透光率

透光率按照 GB/T 17651.1 和 GB/T 17651.2 规定进行试验。

6.3.7.2 PH 值

PH 值按照 GB/T 17650.2 规定进行试验。

6.3.7.3 电导率

电导率按照 GB/T 17650.2 规定进行试验。

6.4 电气特性

除非另有规定，测试电气特性参数的电缆长度应不少于 100m。导体直流电阻，线对内直流电阻不平衡，线对间直流电阻不平衡，介电强度，绝缘电阻，工作电容，电容不平衡，按照 GB/T 18015.1-2017 中 6.2.1~6.2.6 的规定进行。转移阻抗和耦合衰减按照 GB/T 18015.1-2017 中 6.2.7 和 6.2.8 规定的方法进行。

6.5 传输特性

按照 GB/T 18015.1-2017 中 6.3 的规定进行。

除非另有规定，测试传输特性的电缆长度宜为 30 m。但输入阻抗和回波损耗在 40 MHz 以内，因线材长度较短终端反射较大，对测试结果产生影响，故该频率范围内的测试结果仅供参考；1 MHz~40 MHz 的输入阻抗和回波损耗宜采用 100 m 或以上长度的线缆进行测试。

当温度在 20℃~60℃时，衰减需按照 0.2 %/℃的增加系数换算为 20℃的衰减。相时延、时延差和衰减与长度成正比，本文件中给出的计算公式或者数据如果是 100 m 的，涉及到这三个参数的可以通过乘以 0.3 转化为 30 m 的要求。

当电缆在原包装上时，由于过紧的包装和相互卷绕效应会造成电缆的特性阻抗，衰减，串音衰减等性能变差。若对测试结果有争议，应将电缆展开后放置非金属的工作面上进行测试，展开的路径与导电设备或线路间应至少保持 25 mm 及以上的距离。

对于传输特性项目的检验，可以从产品包装盘的一端进行；如果在包装盘上测试无法满足要求时，应从包装盘上取样，并将电缆展开进行双端测试，双端测试都合格后方可判定为合格。

6.6 电缆的阻燃

单根电缆的火焰垂直蔓延试验和成束电缆的火焰垂直蔓延试验，依据 GB 31247-2014 或 GB/T 19666—2019 的规定进行。

6.7 产品的环保测试

电缆及包装中的限用物质按照 GB/T 26125 的规定进行测试。

7 检验规则

7.1 检验分类

电缆需要经过电缆厂检验合格后方能出厂，出厂电缆应附有质量检验合格证。检验分出厂检验和型式试验，其中出厂检验包括：全检和抽检两类。表 22、表 23 和表 24 中列出的项目如果本文件中没有明确规定，应根据与买方确定的电缆技术规范中的要求进行检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 全检项目

全检项目对每连续长度(可以在电缆分成最小包装长度之前或者之后)的电缆进行检验，应符合表 22 的规定。

表 22 出厂检验的全检项目

序号	试验项目		技术要求	试验方法
1	尺寸 及 结 构	导体直径	5.1.1	6.1.2
2		绝缘直径	5.1.2.3	6.1.2
3		颜色色序	5.1.2.5	6.1.1
4		复合铝箔的总厚度	5.1.3.3;5.1.4.2	6.1.4
5		复合铝箔的重叠率	5.1.3.3;5.1.4.2	6.1.5
6		护套完整性	5.1.5.2	6.1.9
7		电缆护套厚度和外径	5.1.5.3;5.1.5.4	6.1.8
8		识别标志和长度标志	8.1	8.1
9	电气 特 性	介电强度	5.3.1.4	6.4
10		绝缘电阻	5.3.1.5	6.4
11		绝缘线芯断线, 混线	5.1.4	6.1.7
12		屏蔽连续性	5.1.3.3;5.1.4.2	6.1.7

7.2.2 抽检

7.2.2.1 抽样方案

一天内连续生产的同一型式的电缆组成一个检验批。样本单位为电缆的最小包装单位或者成盘/卷的电缆。按照 GB/T 2828.1-2012 的规定, 一般检查水平 I, 接收质量限(AQL)1.5, 一次抽样。出现不合格时, 应对不合格项目进行第二次抽样检验, 第二次抽样样本数需加倍。若第二次抽样检验仍出现不合格, 应对该批产品进行全检(100%检验)。

7.2.2.2 抽检项目

抽检应按照 7.2.2.1 规定的抽样方案在每个检验批的电缆中随机抽取, 应符合表 23 的规定。

表 23 出厂检验的抽检项目

序号	试验项目	技术要求	试验方法
1	电气特性	导体直流电阻	5.3.1.1;5.4.1
2		对内导体直流电阻不平衡	5.3.1.2
3		对间导体直流电阻不平衡	5.3.1.3
4		对地电容不平衡	5.3.1.6
5	传输特性	相时延	5.3.2.1 表 15
6		时延差	5.3.2.1 表 15
7		衰减	5.3.2.1 表 15;5.4.2 表 18
8		近端不平衡衰减 ^a (TCL)	5.3.2.1 表 15
9		等电平远端不平衡衰减 ^a (ELTCTL)	5.3.2.1 表 15
10		近端串音衰减(NEXT)	5.3.2.1 表 15
11		近端串音衰减功率和(PS NEXT)	5.3.2.1 表 15
12		远端串音衰减比(ACR-F)	5.3.2.1 表 15
13		远端串音衰减比功率和(PS ACR-F)	5.3.2.1 表 15
14		输入阻抗	5.3.2.2
15		拟合特性阻抗	5.3.2.2
16		回波损耗(RL)	5.3.2.1 表 15;5.4.3 表 20
^a 表示该项目在买方要求时进行。			

7.3 型式试验

7.3.1 型式试验的周期

当出现下列情况之一时，应进行型式试验：

- 型式试验每年至少进行一次；
- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 电缆结构，材料，工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 出厂检验结果与上次型式试验结果有较大差异时；
- 产品长期停产(一年或以上)，恢复生产时。

型式试验的样本应在该年生产并经出厂检验合格的电缆产品中随机抽取。每一型式试验电缆的样本数为 3 盘。

7.3.2 型式试验项目

型式试验是对电缆进行全性能检验。型式试验包括：出厂检验的全检表 22，抽样检验表 23 和型式试验表 24 规定的共三部分组成。

表 24 型式试验项目

序号	试验项目		技术要求	试验方法
1	尺寸及结构	绝缘颜色及迁移	5.2.1 表 7	6.1.3
2		编织密度	5.1.4.2	6.1.6
3	环境性能	绝缘老化后的抗张强度和断裂伸长率	5.2.1 表 8	6.3.4
4		护套老化后的抗张强度和断裂伸长率	5.2.2 表 11	6.3.4
5	安全性能	单根电缆火焰垂直蔓延试验	5.2.3	6.6
6		成束电缆火焰垂直蔓延试验	5.2.3	6.6
7		透光率	5.2.3	6.3.7.1
8		电导率	5.2.3	6.3.7.3
9		PH 值	5.2.3	6.3.7.2
10		电缆的环保要求	5.2.4	6.7
11		电气特性	转移阻抗	5.3.1.7
12	耦合衰减		5.3.1.8	6.4
13	传输特性	近端不平衡衰减 (TCL)	5.3.2.1 表 15	6.5
14		等电平远端不平衡衰减 (ELTCTL)	5.3.2.1 表 15	6.5
15		外部近端串音衰减功率和 (PS ANEXT)	5.3.2.1 表 15	6.5
16		外部远端串音衰减比功率和 (PS AACR-F)	5.3.2.1 表 15	6.5
17	机械性能	导体断裂伸长率	5.1.1	6.2.1
18		绝缘抗张强度和断裂伸长率	5.2.1 表 7	6.2.2
19		护套抗张强度和断裂伸长率	5.2.2 表 9	6.2.3
20	环境性能	绝缘热收缩	5.2.1 表 7	6.3.1
21		绝缘低温卷绕	5.2.1 表 7	6.3.2
22		电缆低温卷绕	5.2.2 表 10	6.3.5
23		热冲击	5.2.2 表 10	6.3.6

8 产品标志、包装、运输与贮存

8.1 识别标志与长度标志

成品电缆标志应符合 GB/T 6995.1-2008 规定。电缆护套外表面应至少印有制造厂名称或者代号，制造年份，电缆产品型号以及能永久识别的长度标志。

长度标志单位宜采用米(m)，也可以采用客户认可的其它长度单位，相邻印字的间距不宜超过 1 m，长度标志间距的误差应控制在±0.5 %范围内。

8.2 交货长度与包装

8.2.1 交货长度

电缆的交货长度由供需双方协商确定，宜为 30m 的整数倍。

8.2.2 包装

电缆的包装方式由供需双方协商确定。宜采用电缆盘或轴包装，电缆应整齐地绕在电缆盘或轴上，电缆盘或轴应符合 JB/T 8137.1-2013 的规定，电缆盘或轴的筒体直径应不小于电缆外径的 15 倍。

8.2.3 包装标志

电缆的包装箱，盘或轴上应标明以下内容：

- 制造厂名及商标；
- 生产地址；
- 电缆型号；
- 本文件号；
- 电缆长度（m）；
- 毛重 kg；
- 出厂编号；
- 制造日期：年 月

8.3 运输

电缆在运输、贮存过程中应注意以下事项：

- a) 保持包装完整，防止电缆受潮、浸水；
- b) 防止严重弯曲、挤压变形等机械损伤。

8.4 贮存

电缆应存贮在干燥通风、远离火源的地方。

9 安装

9.1 安装温度

在静态条件下，电缆应满足在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内工作的要求。电缆的动态安装温度应满足在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 工作的要求。

9.2 安装时最小弯曲半径

电缆安装时最小弯曲半径不得小于电缆直径的 8 倍。

附录 A
(资料性)
信道构成的说明

A.1 信道

8.1 和 8.2 类电缆的水平布线通信系统的信道通常由 2 个连接点，水平布线电缆，设备跳线构成，图 A.1 给出了水平布线通信系统(40G BASE-T 以太网) 电缆最大长度情况下的信道的构成。

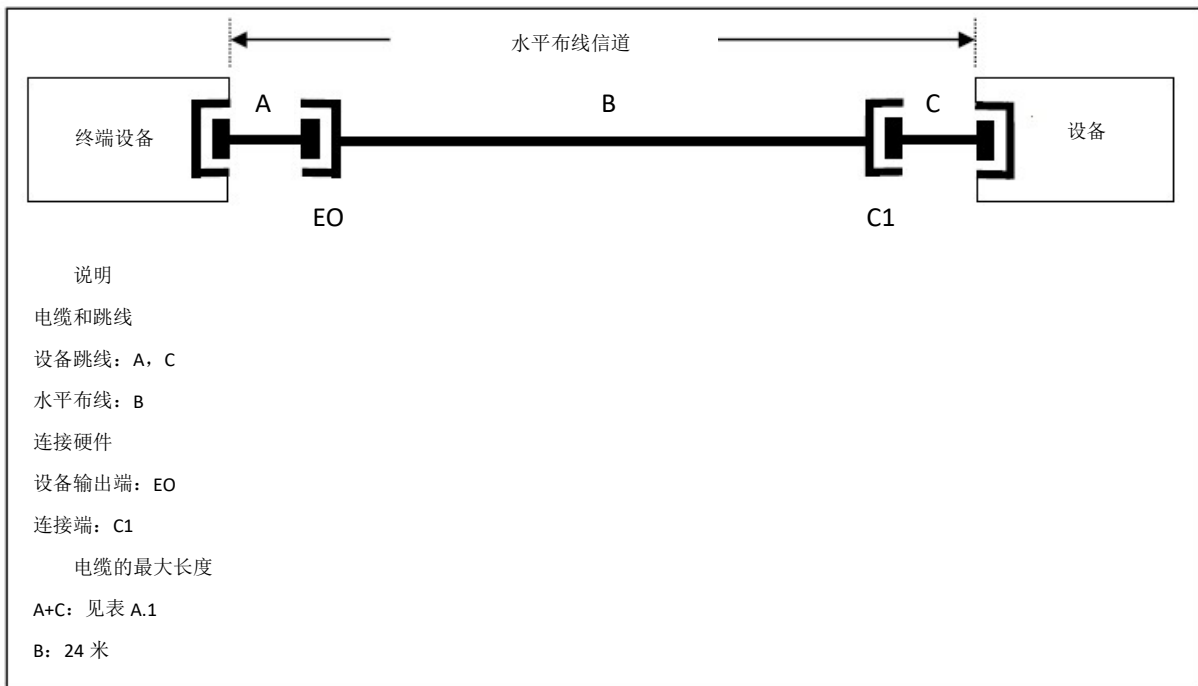


图 A.1 水平布线通信系统信道

表 A.1 信道中允许跳线总长度

设备跳线长度调整系数 ^a	允许的跳线长度
%	m
0	7.2
20	6
50	4.8

^a 与表 19 中衰减调整系数 C 的取值对应。

参 考 文 献

- [1] YD/T 1019-2013 数字通信用聚烯烃绝缘水平对绞电缆
- [2] IEC 61156-5:2020-04 Ed3.0 Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications - Part5: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1 000 MHz-horizontal floor wiring - Sectional specification
- [3] ISO/IEC 11801-1:2017 Ed1.0 Information technology - Generic cabling for customer premises - Part 1:General requirements
- [4] IEC 61156-9:2016 Ed1.0 Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications - Part9: Cables for channels with transmission characteristics up to 2GHz - Sectional specification
- [5] IEC 61156-10:2016 Ed1.0 Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications - Part10: Cables for cords with transmission characteristics up to 2GHz - Sectional specification
- [6] ANSI/TIA-568.2-D-2018 Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard
- [7] ISO/IEC TR 11801-9901 Information technology - Generic cabling for customer premises - Part 9901:Guidance for balanced cabling in support of at least 40Gbit/s data transmission
- [8] IEC 61156-6 Edition 4.0 2020-04 Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications - Part 6: Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1000 MHz - Work area wiring - Sectional specification
- [9] UL 444:2018 Standard for Safety for Communications Cables
-