ICS 33.120.20
M 42

YD

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1019-2013
代替 YD/T 1019-2001

# 数字通信用聚烯烃绝缘水平对绞电缆

# Multicore and symmetrical pair cables for digital communications horizontal floor wiring — polyolefin insulate

(IEC 61156 - 5:2009 Ed2.0,Part 5:Symmetrical pair/quad cables with transmission characteristics up to 1000 MHz - horizontal floor wiring - Sectional specification,NEQ)

2013-04-25 发布　　2013-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部　发布

# 目　次

前　言……II
1　范围……1
2　规范性引用文件……1
3　术语和定义……2
4　产品分类与命名……8
5　要求……10
6　试验方法……27
7　检验规则……30
8　标志、包装、运输和贮存……33
9　安装……34
附录A（资料性附录）　推荐的缆芯结构排列……35
附录B（规范性附录）　特性阻抗、回波损耗测试方法……36
附录C（规范性附录）　外部近端和外部远端串音测试方法……39
参考文献……42

# 前　言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准代替YD/T 1019-2001《数字通信用实心聚烯烃绝缘水平对绞电缆》，本标准与YD/T 1019-2001相比主要技术变化如下：

—— 电缆类别删除了4类电缆，增加了6A类、7类及7A类电缆，最高传输频率提高到1000MHz（见4.1，2001年版第1章）；

—— 电缆标称特性阻抗删除了150Ω的要求（2001年版表1）；

—— 导体标称直径的要求修改为小数点后两位，同时增加了导体直径偏差的要求（见表4，2001年版表3）；

—— 5e类电缆的最大对数增加到25对，增加了20对并删除了24对的电缆规格（见表3，2001年版表3）；

—— 绝缘材料种类删除了低烟无卤阻燃聚烯烃，增加了皮-泡-皮聚烯烃绝缘结构（见表1，2001年版表1）；

—— 电缆主要传输特性指标的频率范围修改为从4MHz开始到电缆类别规定的最高传输频率（见5.10，2001年版5.10）；

—— 电缆电气特性要求中增加了针对屏蔽电缆的耦合衰减测试项目（见表13）。

—— 电缆传输特性要求中增加了不平衡衰减和针对6A及7A类电缆外部串音的测试项目。删除了拟合特性阻抗和结构回波损耗的要求（见5.10，2001年版5.10）；

—— 对于由多个子单位或线对组成的大对数电缆，修改了其近端串音衰减与近端串音衰减功率和的指标要求（见5.10.5.3，2001年版5.10.4.3）；

—— 对出厂检验的全检项目进行了修改，将原全检项目中的衰减、近端串音、等电平远端串音衰减及等电平远端串音衰减功率和这三个试验项目增加到出厂检验的抽检项目中（见表38，2001年版表35）；

—— 增加了电缆外部近端和外部远端串音测试方法（见附录C）。

本标准使用重新起草法参考IEC 61156-5-2009 Ed2.0《数字通信用对绞/星绞多芯对称电缆 第5部分：1000MHz以下传输特性的对称对绞星绞电缆 分规范》编制，与IED 61156-5-2009 Ed2.0的一致性程度为非等效。同时，也参考了IEC61156-1-2009Ed3.1《数字通信用对绞/星绞多芯对称电缆 第1部分：总规范》和ANSI/TIA-568-C.2-2009《商务建筑物电信布线标准 第2部分：对称对绞线对和布线元件》等标准。

本标准与IEC 61156-5-2009 Ed2.0的主要技术差异如下：

—— 本标准删除了电缆的星绞结构（2009年Ed2.0版5.2.3）；

—— 电缆类别增加了3类和5类电缆（见1，2009年Ed2.0版第1章）；

—— 修改了电缆转移阻抗、耦合衰减和不平衡衰减的指标要求，不再划分级别（见表13、5.10.4，2009年Ed2.0版6.2.7、6.2.8、6.3.4）；

—— 修改了5e类和6类电缆的衰减指标要求（见5.10.3，2009年Ed2.0版6.3.3.1）；

—— 修改了电缆机械性能、环境性能和安全性能的指标要求（见表12，2009年Ed2.0版6.4）；

—— 增加了电缆抽样方法和检验规则的要求（见7）。

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这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：大唐电信科技产业集团、成都大唐线缆有限公司、江苏俊知技术有限公司、成都泰瑞通信设备检测有限公司、江苏亨通光电股份有限公司。

本标准主要起草人：刘湘荣、李克坚、黄　垒、宋志佗、张　磊、彭　媛、程奇松、薛梦驰、郭志宏、张维潭、王耀明、时　彬、淮　平。

本标准于1999年4月首次发布，2001年10月第一次修订，本次为第二次修订。

# 数字通信用聚烯烃绝缘水平对绞电缆

## 1 范围

本标准规定了数字通信用聚烯烃绝缘水平对绞电缆的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、包装、贮存和运输。

本标准适用于大楼通信综合布线系统中工作区通信引出端与交接间配线架之间的布线用数字通信用聚烯烃绝缘水平对绞电缆（以下简称电缆），以及综合布线系统中用户通信引出端到配线架之间的布线用电缆。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 2828.1-2003 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

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

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

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

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

GB/T 3953 电工圆铜线

GB/T 4909.2-2009 裸电线试验方法 第2部分：尺寸测量

GB/T 4910 镀锡圆铜线

GB/T 6995.1-2008 电线电缆识别标志方法

GB/T 6995.2-2008 电线电缆识别标志方法 第2部分：标准颜色

GB/T 8815-2008 电线电缆用软聚氯乙烯塑料

GB/T 17651.1-1998 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第一部分：试验装置

GB/T 17651.2-1998 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第二部分：试验步骤和要求

GB/T 17737.1-2000 射频电缆 第1部分：总规范

GB/T 18380.22-2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第22部分：单根绝缘细电线电缆火焰垂直蔓延试验 扩散型火焰试验方法

GB/T 18380.35-2008 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

YD/T 723.5-2007 通信电缆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 837.2-1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法 第2部分：电气性能试验方法

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 838.1-2003 数字通信用对绞/星绞对称电缆 第一部分：总则

YD/T 886-1997 无卤阻燃成端电缆

HG/T 2904 模塑和挤塑用聚全氟乙丙烯树脂

JB/T 8137.1-1999 电线电缆交货盘 第1部分：一般规定

IEC 61156-1-2009 Ed3.1 数字通信用对绞/星绞多芯对称电缆 第1部分：总规范（IEC 61156-1-2009 Ed3.1，Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications – Part 1：Generic specification）

IEC 62153-4-5-2006 金属通信电缆试验方法 第4-5部分：电磁兼容性（EMC）耦合或屏蔽衰减.吸收夹紧法（IEC 62153-4-5-2006，Metallic communication cable test methods - Part 4-5: Electromagnetic compatibility (EMC) - Coupling or screening attenuation - Absorbing clamp method）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

注：在公式中的缩写词“lg”表示“$\log_{10}$”。

3.1

**导体电阻不平衡 Resistance Unbalance of Conductors**

对线组（以下简称线对）中两导体间或缆芯中任意两导体间的电阻不平衡，见式（1）：

$$\Delta R = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\max} + R_{\min}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\Delta R$ — 电阻不平衡，单位为%；

$R_{\max}$ — 导体较大电阻值，单位为Ω；

$R_{\min}$ — 导体较小电阻值，单位为Ω。

3.2

**线对间电阻不平衡 Resistance Unbalance of Pairs**

线对与线对间或缆芯中任意两线对间的电阻不平衡，见式（2）：

$$\Delta RP_{i,k} = \frac{\left| R_{\max i} \cdot R_{\min i} \times (R_{\max k} + R_{\min k}) - R_{\max k} \cdot R_{\min k} \times (R_{\max i} + R_{\min i}) \right|}{R_{\max i} \cdot R_{\min i} \times (R_{\max k} + R_{\min k}) + R_{\max k} \cdot R_{\min k} \times (R_{\max i} + R_{\min i})} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\Delta RP$ — 线对间电阻不平衡，单位为%；

$R_{\max}$ — 线对中的导体较大电阻值，单位为Ω；

$R_{\min}$ — 线对中的导体较小电阻值，单位为Ω；

$i,k$ — $i,k$值从1～$n$，且$i \neq k$，$n$为线对序号。

3.3

**线对工作电容　Mutual Capacitance of a Pair**

线对中两导体间的电荷存储参数，见式（3）：

$$C_m = \frac{C_1 + C_2}{2} - \frac{C_3}{4} \tag{3}$$

式中：

$C_m$ — 线对工作电容，单位为nF/100m；

$C_1$ — 导体a与b间的电容，导体b接所有其它导体及屏蔽与地，单位为nF/100m；

$C_2$ — 导体b与a间的电容，导体a接所有其它导体及屏蔽与地，单位为nF/100m；

$C_3$ — 接在一起的被测线对与其它所有导体和屏蔽同时接地之间的电容，单位为nF/100m。

3.4

**线对对地电容不平衡　Pair to Earth Capacitance Unbalance**

线对中两导体间的电容算术差，见式（4）：

$$\Delta C_e = C_1 - C_2 \tag{4}$$

式中：

$\Delta C_e$ — 线对的对地电容不平衡，单位为pF/100m；

$C_1$ — 导体a与b间的电容，导体b接所有其它导体及屏蔽与地时，单位为pF/100m；

$C_2$ — 导体b与a间的电容，导体a接所有其它导体及屏蔽与地时，单位为pF/100m。

3.5

**传播速度（相速度）　Velocity of Propagation（Phase Velocity）**

表示信号在电缆中的传播速度，单位为m/s。传播速度也可用波速比表示，波速比是波在电缆中的传播速度与波在自由空间的传播速度之比，后者应取作299 792 458m/s。传播速度通常由相角和角频率确定。传播速度（相速度）表示见式（5）：

$$v_P = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2\pi f}{\beta} \tag{5}$$

式中：

$v_P$ — 传播速度，单位为m/s；

$f$ — 频率，单位为Hz；

$\beta$ — 相移常数，单位为rad /m；

$\omega$ — 角频率，单位为rad /s。

3.6

**相时延　Phase Delay**

电缆长度$L$与传播速度之比，见式（6）：

$$T = \frac{L}{v_P} \tag{6}$$

式中：

$T$— 相时延，单位为s；

$v_P$— 传播速度，单位为m/s；

$L$— 电缆长度，单位为m。

3.7

**相时延差（偏斜） Differential Phase Delay [Skew]**

电缆中任意两线对间相时延的差值，见式（7）：

$$\Delta T = \left| L\left(\frac{1}{v_{P1}} - \frac{1}{v_{P2}}\right)\right| \tag{7}$$

式中：

$\Delta T$ — 相时延差，单位为s；

$v_{P1}$ — 第1对线的传播速度，单位为m/s；

$v_{P2}$ — 另一对线的传播速度，单位为m/s；

$L$— 电缆长度，单位为m。

3.8

**衰减 Attenuation**

沿电缆线对传输的电信号，其传输功率大小下降的幅度值。100m电缆的衰减表示见式（8）：

$$\alpha = \frac{100}{L} \times 10\lg\frac{P1}{P2} \tag{8}$$

式中：

$\alpha$— 衰减常数，单位为dB/100m；

$P1$— 负载阻抗等于信号源阻抗时的输入功率，单位为w；

$P2$— 负载阻抗等于试验样品阻抗时的输出功率，单位为w；

$L$— 试验样品长度，单位为m。

3.9

**不平衡衰减 Unbalance Attenuation**

电缆中任意线对的传输信号其共模功率与差模功率之比的对数值。不平衡衰减由近端不平衡衰减（TCL）和等电平远端不平衡衰减（EL TCTL）两部分表示。

近端不平衡衰减（TCL）表示见式（9）：

$$\underset{u,\ f}{\alpha_{u,\ n}} = 20\lg\left|\frac{\sqrt{P_{n,\ \mathrm{com}}}}{\sqrt{P_{diff}}}\right| = 20\lg\left|\frac{U_{n,\ \mathrm{com}}}{U_{diff}}\right| + 10\lg\left|\frac{Z_{diff}}{Z_{\mathrm{com}}}\right| \tag{9}$$

式中：

$\alpha_u$ — 不平衡衰减，单位为dB；

$P_{diff}$ — 匹配差模功率，单位为W；

$P_{com}$ — 匹配共模功率，单位为W；

$U_{diff}$ — 差模电路电压，单位为V；

$U_{com}$ — 共模电路电压，单位为V；

$Z_{diff}$ — 差模电路的特性阻抗，单位为Ω；

$Z_{com}$ — 共模电路的特性阻抗，单位为Ω；

$n$, $f$ — 分别为近端或远端的标记。

等电平远端不平衡衰减（EL TCTL）表示见式（10）和式（11）：

$$ELTCTL=\alpha_{meas}+10\lg\left(\frac{z_o}{z_{com}}\right)-\alpha_{balun}-\alpha_{cable} \quad (10)$$

$$\alpha_{meas}=20\lg\left(\frac{U_{f,com}}{U_o}\right) \quad (11)$$

式中：

$EL\ TCTL$ — 等电平远端不平衡衰减（EL TCTL），单位为dB；

$\alpha_{meas}$ — 测量到的整个共模电路的衰减，单位为dB；

$z_o$ — 网络分析仪端口或信号发生器的输出阻抗，单位为Ω；

$z_{com}$ — 共模电路的特性阻抗，单位为Ω；

$\alpha_{balun}$ — 平衡 — 不平衡变量器（以下简称为平衡变量器）的工作衰减，单位为dB；

$\alpha_{cable}$ — 电缆的衰减，单位为dB；

$U_{f,com}$ — 远端的共模电路电压，单位为V；

$U_o$ — 网络分析仪端口或信号发生器的输出电压，单位为V。

3.10

**近端串音衰减 Near-End Crosstalk Loss（NEXT）**

被串线对在近端测量到的来自主串线对信号功率耦合的大小，见式（12）：

$$NEXT=10\lg\frac{P_{1n}}{P_{2n}} \quad (12)$$

式中：

$NEXT$ — 近端串音衰减，单位为dB；

$P_{1n}$ — 主串线对近端的输入功率，单位为W；

$P_{2n}$ — 被串线对近端的串音输出功率，单位为W。

3.11

**远端串音衰减 Far-End Crosstalk Loss（FEXT）**

在电缆的远端从被串线对的近端测量到的来自主串线对信号耦合功率的大小，见式（13）。远端串音衰减（FEXT）的测试项目由等电平远端串音衰减（EL FEXT）表示，见式（14）。在100m长的电缆上测量到的或修正到100m长电缆的等电平远端串音衰减（EL FEXT）与远端串音衰减（FEXT）相差一个主串线对的电缆衰减，见式（15）。

$$FEXT = 10\lg\frac{P_{1N}}{P_{2F}} \tag{13}$$

式中：

$FEXT$— 远端串音衰减，单位为dB；

$P_{1N}$ — 主串线对近端的输入功率，单位为W；

$P_{2F}$ — 被测被串线对远端的串音输出功率，单位为W。

$$EL\,FEXT = 10\lg\frac{P_{1F}}{P_{2F}} \tag{14}$$

式中：

$EL\,FEXT$— 等电平远端串音衰减，单位为dB；

$P_{1F}$ — 主串线对远端的输出功率，单位为W；

$P_{2F}$ — 被测被串线对远端的串音输出功率，单位为W。

$$EL\,FEXT = FEXT - \alpha\left(\frac{L}{100}\right) \tag{15}$$

式中：

$\alpha$ — 单位长度上主串线对的电缆衰减，单位为dB/100m；

$L$— 被测电缆实际长度，单位为m；

$EL\,FEXT$— 在100m长电缆上测得的或修正到100m长的等电平远端串音衰减，单位为dB/100m；

$FEXT$— 远端串音衰减测量值，单位为dB/电缆长度。

3.12

**近端和远端串音衰减功率和 Power Sum ( PS ) of Near-End and Far-End Crosstalk Loss**

电缆内所有主串线对与被串线对之间在近端或远端测量的隔离度的功率和，见式（16）：

$$PS_j = -10\lg\sum_{\substack{i=1\\ i\neq j}}^{n}\left(10^{\frac{x\text{-}Talk_{ij}}{10}}\right) \tag{16}$$

式中：

$n$— 线对数；

$x\text{-}Talk_{ij}$— 第$j$线对与第$i$线对之间的串音衰减，单位为dB；

$PS_j$— 第$j$线对串音衰减的功率和，单位为dB。

注：公式（16）包含了所有的串音衰减功率和，如近端串音衰减功率和、输入/输出串音衰减功率和及等电平远端串音衰减功率和。

3.13

**外部近端串音衰减　Alien (Exogenous) Near-End Crosstalk Loss（ANEXT）**

包含在不同电缆内的主串线对与被串线对间的近端串音衰减。外部近端串音衰减测试项目由外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT）表示并按式（17）来计算：

$$PS\ AX\text{-}talk_j = -10\lg\left(\sum_{l=1}^{N}\sum_{i=1}^{n}10^{\frac{AX\text{-}talk_{i,j,l}}{10}}\right) \quad (17)$$

式中：

$PS\ AX\text{-}talk_j$ — 线对$j$的外部串音功率和，单位为dB；

$AX\text{-}talk_{i,j,l}$ — 指定电缆的线对$j$与相邻电缆的线对$i$之间的串音衰减，单位为dB；

$j$ — 被串线对的编号；

$i$ — 主串线对的编号；

$l$ — 主串电缆的编号；

$n$ — 主串线对的总数量；

$N$ — 主串电缆的总数量。

3.14

**外部远端串音衰减　Alien（Exogenous）Far-End Crosstalk Loss（AFEXT）**

分别在不同电缆中主串线对与被串线对的远端串音衰减。外部远端串音衰减测试项目由衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）表示。衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）应根据测量值并按式（17）来计算，衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）中的衰减外部远端串音比（AACR-F）应根据测量值并按式（18）来计算：

$$AACR\text{-}F = AFEXT - \alpha \quad (18)$$

式中：

$AACR\text{-}F$ — 衰减外部远端串音比，单位为dB；

$AFEXT$ — 外部远端串音衰减，单位为dB/电缆长度；

$\alpha$ — 被串线对的衰减，单位为dB/100m。

3.15

**特性阻抗　Characteristic Impedance**

无限长均匀线路的输入阻抗，表示为$Z_c$，$Z_\infty$是特性阻抗的高频渐近值，单位为Ω。

3.16

**回波损耗　Return Loss（RL）**

在电缆线对的输入端反射功率与输入功率之比的对数值，单位为dB。

3.17

**转移阻抗　Transfer Impedance**

二次（内）回路上的纵向感应电压与一次（外）回路中通过的电流之比，表示为$Z_T$。

3.18

**耦合衰减 Coupling Attenuation**

导体中传输功率与由被串共模电流传导和产生的最大辐射峰值功率之比，见式（19）：

$$\alpha_C = 10\lg\frac{P_{in}}{\max\left(P_{2n};P_{2f}\right)} - \alpha_M - \alpha_L \qquad (19)$$

式中：

$\alpha_c$ — 线对耦合衰减，单位为dB；

$P_{in}$ — 为网络分析仪输入功率，单位为W；

$P_{2n}$ — 为网络分析仪近端接收功率，单位为W；

$P_{2f}$ — 为网络分析仪远端接收功率，单位为W；

$\alpha_L$ — 为平衡变量器的插入损耗，单位为dB；

$\alpha_M$ — 为功率吸收钳的衰减，单位为dB。

## 4 产品分类与命名

### 4.1 产品分类

电缆按其屏蔽类型分为非屏蔽、总屏蔽以及线对单独屏蔽三种结构。

电缆按其最高传输频率分为以下几类：

——3类电缆 16MHz；

——5类电缆 100MHz；

——5e类电缆 100MHz，支持双工应用；

——6类电缆 250MHz；

——6A类电缆 500MHz；

——7类电缆 600MHz；

——7A类电缆 1000MHz。

### 4.2 电缆型号

电缆型号由型式代号和规格代号两部分组成。电缆型式代号规定见图1，其中各代号及含义应符合表1的要求。

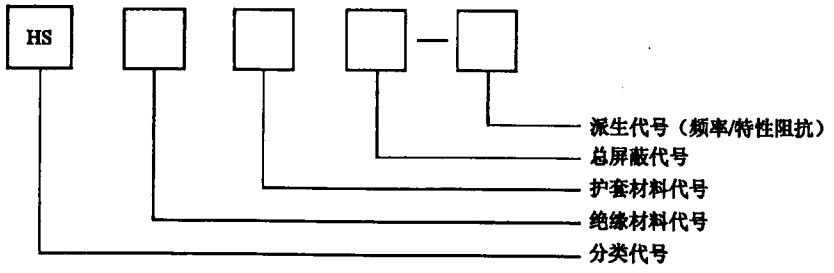



**图1 电缆型式代号**

表1 电缆型式代号及含义

| 分类 | | 绝缘材料 | | 护套材料 | | 总屏蔽 | | 最高传输频率 | | 特性阻抗 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 | 数字通信用对绞电缆 | Y | 实心聚烯烃 | V | 聚氯乙烯 | 省略 | 无 | 3 | 16MHz | 省略 | 100Ω |
| | | YP | 皮—泡—皮聚烯烃 | Z | 低烟无卤阻燃聚烯烃 | | | 5 | 100MHz | | |
| | | | | | | | | 5e | 100MHz(双工) | | |
| | | W | 聚全氟乙丙烯共聚物 | W | 含氟聚合物 | P | 有 | 6 | 250MHz | | |
| | | | | | | | | 6A | 500MHz | | |
| | | | | | | | | 7 | 600MHz | | |
| | | | | | | | | 7A | 1 000MHz | | |

注1：实心铜导体代号省略。

注2：聚烯烃包含聚丙烯（PP）、低密度聚乙烯（LDPE）、中密度聚乙烯（MDPE）、高密度聚乙烯（HDPE）。

注3：低烟无卤阻燃聚烯烃简称 LSZH。

注4：聚全氟乙丙烯共聚物缩写代号为 FEP。

注5：当用户要求时，可以采用其它类型的护套材料

电缆规格代号由电缆中的线对数量、导体标称直径以及线对是否具有单独屏蔽来表示，不包括总屏蔽结构。非屏蔽线对与屏蔽线对的规格代号表示见图2和图3。

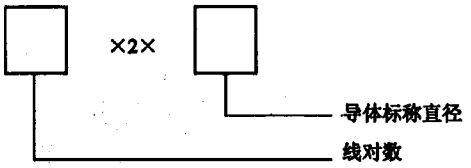



图2 非屏蔽线对规格代号

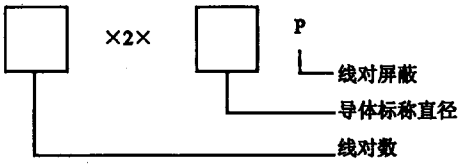



图3 屏蔽线对规格代号

## 4.3 电缆主要型式及使用场合

电缆主要型式及使用场合应符合表2的规定。

表2 电缆主要型式及使用场合

| 护套形式 | 绝缘形式 | | |
|---|---|---|---|
| | 实心聚烯烃绝缘 | 皮—泡—皮聚烯烃绝缘 | 聚全氟乙丙烯共聚物绝缘 |
| 聚氯乙烯护套 | HSYV / HSYVP | HSYPV / HSYPVP | HSWV / HSWVP |
| 低烟无卤阻燃聚烯烃护套 | HSYZ / HSYZP | HSYPZ / HSYPZP | — |
| 含氟聚合物护套 | — | — | HSWW / HSWWP |
| 使用场合 | 钢管或阻燃硬质PVC管内 | | 各种场合均适用（包括吊顶、空调通风管道内以及夹层地板中） |

## 4.4 电缆规格

电缆规格应符合表3的要求。

表3 电缆规格

| 电缆类别 | 3、5、5e | | 6、6A | 7、7A |
|---|---|---|---|---|
| 屏蔽类型 | 非屏蔽 | 屏蔽 | 非屏蔽或屏蔽 | 屏蔽 |
| 导体标称直径（mm） | 0.50 | 0.52 | 0.57 | 0.60 |
| 标称线对数 | 4 / 8 / 16 / 20 / 25 | 4 / 8 / 16 / 20 / 25 | 4 | 4 |

### 4.5 产品标记

产品标记应由电缆型式代号、规格代号和标准编号组成。

示例：4对0.57mm标称直径非屏蔽6类实心高密度聚乙烯（HDPE）绝缘聚氯乙烯护套水平对绞电缆的产品标记为：HSYV－6 4×2×0.57 YD/T 1019-2013

## 5 要求

### 5.1 导体

导体应采用实心铜导体，导体表面应光滑、圆整、无氧化和无机械损伤。所用铜导体原材料应符合GB/T 3953标准中TR型软圆铜线的要求。

导体允许有接头，导体接头宜采用冷压技术方式，接头处表面应光滑、平整、无毛刺。导体接头的抗拉强度应不低于相邻段相同长度无接头导体抗拉强度的85%。

成品电缆上导体的断裂伸长率应不小于15%。

成品电缆的导体直径及偏差应符合表4的要求。

表4 导体直径及偏差

| 电缆类别 | 3、5、5e | | 6、6A | 7、7A |
|---|---|---|---|---|
| 屏蔽类型 | 非屏蔽 | 屏蔽 | 非屏蔽或屏蔽 | 屏蔽 |
| 导体标称直径（mm） | 0.50 | 0.52 | 0.57 | 0.60 |
| 偏差（mm） | ±0.01 | ±0.02 | ±0.02 | ±0.03 |

### 5.2 绝缘

#### 5.2.1 绝缘材料

绝缘材料应采用聚烯烃或聚全氟乙丙烯共聚物。所选材料应使成品电缆的性能符合本标准的要求。聚烯烃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、高密度聚乙烯的要求。聚全氟乙丙烯共聚物绝缘材料应符合HG/T 2904标准中规定的要求。

#### 5.2.2 绝缘结构

绝缘结构分为以下两种：

—— 实心聚烯烃绝缘或聚全氟乙丙烯共聚物绝缘；

—— 皮—泡—皮聚烯烃绝缘。

#### 5.2.3 绝缘厚度

绝缘应连续地挤包在导体上，绝缘表面应光滑平整，其绝缘尺寸和结构应使成品电缆符合本标准规定的性能要求。电缆绝缘的最大外径不宜大于1.5mm。

#### 5.2.4 绝缘火花试验

绝缘芯线应在挤塑生产过程中同步进行在线的高压火花试验。对于采用实心聚烯烃或聚全氟乙丙烯共聚物绝缘的芯线，试验电压应为直流2kV～6kV；对于采用皮-泡-皮聚烯烃绝缘的芯线，试验电压应为直流1kV～3kV。绝缘芯线每12km的针孔数或类似缺陷数量应不超过一个。

### 5.2.5 绝缘颜色标识

绝缘芯线应采用颜色识别标识。绝缘芯线的颜色色序应符合5.3.2条的规定，颜色应符合GB/T 6995.2-2008标准的要求。

### 5.2.6 绝缘机械性能和环境性能

从成品电缆上取下的绝缘试样，其机械性能和环境性能应符合表5的要求。

表5 绝缘机械性能和环境性能

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 指标 |
|---|---|---|---|
| 1 | 绝缘颜色迁移试验 | — | 不迁移 |
| | 处理温度 | ℃ | 80±2 |
| | 处理时间 | h | 24 |
| 2 | 绝缘抗张强度（中值）： | MPa | |
| | PP | | ≥20 |
| | HDPE | | ≥16 |
| | MDPE | | ≥12 |
| | LDPE | | ≥10 |
| | 皮—泡—皮聚烯烃 | | ≥10 |
| | FEP | | ≥16 |
| 3 | 绝缘断裂伸长率（中值）： | % | |
| | 实心聚烯烃 | | ≥300 |
| | 皮—泡—皮聚烯烃 | | ≥200 |
| | FEP | | ≥200 |
| 4 | 绝缘收缩试验 | % | ≤5 |
| | 处理温度： | ℃ | |
| | PP | | 130±2 |
| | HDPE | | 115±2 |
| | MDPE | | 100±2 |
| | LDPE | | 100±2 |
| | 皮—泡—皮聚烯烃 | | 100±2 |
| | FEP | | 232±2 |
| | 处理时间 | h | 1 |
| 5 | 绝缘低温卷绕试验 | 失效数/试样数 | 0/10 |
| | 处理温度： | ℃ | |
| | PP | | −40±2 |
| | PE | | −55±2 |
| | FEP | | −40±2 |
| | 处理时间 | h | 1 |

## 5.3 线对

### 5.3.1 线对结构

由分别称作a线和b线的两根绝缘导线均匀地绞合成线对。为使绞合线对结构稳定，允许a线和b线的绝缘局部粘连。线对对绞节距的设计应能使成品电缆满足本标准规定的传输特性要求。

### 5.3.2 线对色序

5.3.2.1 绝缘线芯应按表6中规定的颜色色序构成线对。线对优先采用的颜色色序也应符合表6的规定。

表6 线对优先采用的颜色色序

| 线对序号 | | 标识颜色 | 线对序号 | | 标识颜色 | 线对序号 | | 标识颜色 | 线对序号 | | 标识颜色 | 线对序号 | | 标识颜色 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | a | 白（蓝） | 6 | a | 红（蓝） | 11 | a | 蓝（黑） | 16 | a | 黄（蓝） | 21 | a | 蓝（紫） |
| | b | 蓝 | | b | 蓝 | | b | 蓝 | | b | 蓝 | | b | 蓝 |
| 2 | a | 白（橙） | 7 | a | 橙（红） | 12 | a | 橙（黑） | 17 | a | 黄（橙） | 22 | a | 橙（紫） |
| | b | 橙 | | b | 橙 | | b | 橙 | | b | 橙 | | b | 橙 |
| 3 | a | 白（绿） | 8 | a | 绿（红） | 13 | a | 绿（黑） | 18 | a | 黄（绿） | 23 | a | 绿（紫） |
| | b | 绿 | | b | 绿 | | b | 绿 | | b | 绿 | | b | 绿 |
| 4 | a | 白（棕） | 9 | a | 红（棕） | 14 | a | 棕（黑） | 19 | a | 黄（棕） | 24 | a | 棕（紫） |
| | b | 棕 | | b | 棕 | | b | 棕 | | b | 棕 | | b | 棕 |
| 5 | a | 白（灰） | 10 | a | 灰（红） | 15 | a | 灰（黑） | 20 | a | 黄（灰） | 25 | a | 灰（紫） |
| | b | 灰 | | b | 灰 | | b | 灰 | | b | 灰 | | b | 灰 |
| 注：表中括号内的标识颜色为色条或色环的颜色 | | | | | | | | | | | | | | |

5.3.2.2 电缆中各线对的对绞节距小于38mm时，线对颜色色序可用表7所示的代用颜色色序表示。

表7 电缆线对的代用颜色色序

| 线对序号 | | 标识颜色 | 线对序号 | | 标识颜色 | 线对序号 | | 标识颜色 | 线对序号 | | 标识颜色 | 线对序号 | | 标识颜色 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | a | 白 | 6 | a | 红 | 11 | a | 黑 | 16 | a | 黄 | 21 | a | 紫 |
| | b | 蓝 | | b | 蓝 | | b | 蓝 | | b | 蓝 | | b | 蓝 |
| 2 | a | 白 | 7 | a | 红 | 12 | a | 黑 | 17 | a | 黄 | 22 | a | 紫 |
| | b | 橙 | | b | 橙 | | b | 橙 | | b | 橙 | | b | 橙 |
| 3 | a | 白 | 8 | a | 红 | 13 | a | 黑 | 18 | a | 黄 | 23 | a | 紫 |
| | b | 绿 | | b | 绿 | | b | 绿 | | b | 绿 | | b | 绿 |
| 4 | a | 白 | 9 | a | 红 | 14 | a | 黑 | 19 | a | 黄 | 24 | a | 紫 |
| | b | 棕 | | b | 棕 | | b | 棕 | | b | 棕 | | b | 棕 |
| 5 | a | 白 | 10 | a | 红 | 15 | a | 黑 | 20 | a | 黄 | 25 | a | 紫 |
| | b | 灰 | | b | 灰 | | b | 灰 | | b | 灰 | | b | 灰 |

### 5.3.3 线对屏蔽

#### 5.3.3.1 概述

线对分为非屏蔽和屏蔽两种。当线对有屏蔽要求时，宜采用5.3.3.2条、5.3.3.3条、5.3.3.4条或5.3.3.5条其中一种方式进行屏蔽。在线对屏蔽层的内、外可放置适当厚度的非吸湿性包带。

#### 5.3.3.2 屏蔽由一层单面复合铝箔组成

由一层单面复合铝箔组成的屏蔽应满足以下要求：

a）单面复合铝箔应符合 YD/T 723.5-2007 中 L 型的要求，其中铝箔的厚度应不小于 0.012mm。

b）单面复合铝箔宜绕包，重叠率应不小于 20%。

c）单面复合铝箔的金属面向外。

#### 5.3.3.3 屏蔽由一层单面复合铝箔和一根排流线组成

由一层单面复合铝箔和一根排流线组成的屏蔽应满足以下要求：

a）单面复合铝箔应符合 YD/T 723.5-2007 中 L 型的要求，其中铝箔的厚度应不小于 0.012mm。

b）单面复合铝箔宜绕包，重叠率应不小于 20%。

c）排流线应采用标称直径不小于 0.5mm 并符合 GB/T 4910 中 TXRH 型要求的镀锡圆铜线。

d）单面复合铝箔的金属面向内并与排流线连通接触。

#### 5.3.3.4 屏蔽由一层编织层组成

由一层编织层组成的屏蔽应满足以下要求：

a）编织层应采用符合 GB/T 4910 中 TXRH 型要求的镀锡圆铜线。

b）编织层允许单向单股断线长度不大于 150mm，断线端头应修剪整齐。

c）编织的填充系数应不小于 0.41 或编织密度应不小于 65 %。

#### 5.3.3.5 屏蔽由一层单面复合铝箔和一层编织层组成

由一层单面复合铝箔和一层编织层组成的屏蔽应满足以下要求：

a）单面复合铝箔的金属面向外，并应与编织层连通接触。

b）单面复合铝箔应符合 YD/T 723.5-2007 中 L 型的要求，其中铝箔的厚度应不小于 0.012mm。

c）单面复合铝箔宜绕包，重叠率应不小于 20%。

d）编织层应采用符合 GB/T 4910 中 TXRH 型要求的镀锡圆铜线。

e）编织层允许单向单股断线长度不大于 150mm，断线端头应修剪整齐。

f）编织的填充系数应不小于 0.16 或编织密度应不小于 30 %。

### 5.4 子单位

5.4.1 电缆各子单位宜由 4 个线对绞合而成，每个子单位内的线对应为同一种型式。

5.4.2 各子单位中的线对宜优先采用表 6 或表 7 第 1 对～第 4 对的颜色色序，也可以按顺序采用表 6 或表 7 规定的颜色色序。

5.4.3 每一子单位应采用非吸湿性扎带螺旋捆扎，捆扎节距宜小于 60mm。当各子单位的线对颜色色序相同时，子单位扎带的标识颜色应互不相同，扎带颜色色序应符合表 8 的规定，扎带标识颜色应符合 GB/T 6995.1-2008 的规定。

表8 子单位扎带颜色色序

| 子单位序号 | 扎带标识颜色 | 子单位序号 | 扎带标识颜色 |
|---|---|---|---|
| 1 | 白 蓝 | 6 | 红 蓝 |
| 2 | 白 橙 | 7 | 红 橙 |
| 3 | 白 绿 | 8 | 红 绿 |
| 4 | 白 棕 | 9 | 红 棕 |
| 5 | 白 灰 | 10 | 红 灰 |

### 5.5 缆芯

#### 5.5.1 缆芯排列

电缆缆芯的排列应符合以下要求：

a）缆芯可由若干子单位绞合而成，也可由多个线对同心式绞合而成。

b）允许在缆芯中放置绝缘隔离器或绝缘填充物，以稳定电缆的传输特性。

c）电缆的线对颜色色序应符合表 6 或表 7 的规定，缆芯绞合节距的设计应能使成品电缆满足本标准规定的传输特性要求。

d）推荐的缆芯排列见附录 A。由子单位绞合成的电缆，子单位扎带颜色色序应符合 5.4.3 条的规定。面向电缆 A 端看，子单位内各线对序号均应按顺时针方向依次排列，子单位序号应从内到外按顺时针方向依次排列。同心式绞合成的电缆，其线对颜色色序应符合 5.3.2 条的规定；面向电缆 A 端看，线对序号应从内到外按顺时针方向依次排列。

e）用户要求时，电缆的缆芯允许同时包含有屏蔽线对组成的子单位和非屏蔽线对组成的子单位。

### 5.5.2 缆芯包带

缆芯外允许包覆一层或多层适当厚度的非吸湿性包带。

### 5.5.3 总屏蔽

电缆可以具有或没有总屏蔽。

当电缆要求有总屏蔽时，可按5.3.3.2条、5.3.3.3条、5.3.3.4条、5.3.3.5条的其中一种方式或其它恰当方式进行总屏蔽。在总屏蔽内应放置适当厚度的非吸湿性包带。

## 5.6 护套

### 5.6.1 护套材料

护套材料应采用聚氯乙烯、低烟无卤阻燃聚烯烃或含氟聚合物。聚氯乙烯护套材料应符合GB/T 8815-2008中H-70型的要求；低烟无卤阻燃聚烯烃护套材料应符合YD/T 886-1997中附录B的要求；含氟聚合物护套材料应符合HG/T 2904的要求。

### 5.6.2 护套完整性

护套应连续、均匀地包覆在缆芯上，表面应光滑、圆整，无孔洞、裂纹、气泡等缺陷。

### 5.6.3 护套最小厚度

成品电缆上护套最小厚度应符合表9或表10的要求。

表9 聚氯乙烯、低烟无卤阻燃聚烯烃护套最小厚度

| 缆芯直径范围（mm） | 护套最小平均厚度（mm） | 护套最小厚度（mm） |
|---|---|---|
| 3.4～8.8 | 0.50 | 0.40 |
| 8.9～10.1 | 0.60 | 0.50 |
| 10.2～17.7 | 0.80 | 0.60 |

表10 含氟聚合物护套最小厚度

| 缆芯直径范围（mm） | 护套最小平均厚度（mm） | 护套最小厚度（mm） |
|---|---|---|
| ≤ 6.3 | 0.20 | 0.15 |
| 6.4～8.8 | 0.25 | 0.20 |
| 8.9～12.7 | 0.33 | 0.25 |
| 12.8～17.8 | 0.38 | 0.30 |

### 5.6.4 电缆最大外径

成品电缆的最大外径应符合表11的要求。

表11 电缆最大外径

| 电缆标称对数 | 电缆种类 | 屏蔽类型 | 电缆最大外径（mm） |
|---|---|---|---|
| 4 | 3、5、5e、6 | 非屏蔽 | 6.3 |
| | 3、5、5e | 屏蔽 | 7.0 |
| | 6 | 屏蔽 | 9.0 |
| | 6A | 屏蔽/非屏蔽 | 9.0 |
| | 7、7A | 屏蔽 | 9.0 |
| 8 | 3、5、5e | 屏蔽/非屏蔽 | 10.5 |
| 16 | 3、5、5e | 屏蔽/非屏蔽 | 12.0 |
| 20 | 3、5、5e | 屏蔽/非屏蔽 | 13.5 |
| 25 | 3、5、5e | 屏蔽/非屏蔽 | 15.0 |

5.6.5 护套下可以放置非吸湿性的非金属撕裂绳。

5.6.6 护套颜色宜为白色或灰色，也可以是经用户和生产厂商同意的其他颜色。

## 5.7 电缆制造长度

电缆制造长度宜为100m~110m的整数倍。

注：常用的 305m 制造长度包括在上述范围内。

## 5.8 电缆的机械性能、环境性能和安全性能

成品电缆的机械性能、环境性能和安全性能除符合以上相关条文规定外，还应符合表12的规定。

表12 成品电缆机械性能、环境性能和安全性能

| 序号 | 项目名称 | | | 单位 | 指 标 | 处理温度（℃） | 处理时间（h） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 机械性能 | | | | | | |
| 1.1 | 护套断裂伸长率（中值） | | LSZH | % | ≥125 | — | — |
| | | | PVC | % | ≥150 | — | — |
| | | | 含氟聚合物 | % | ≥250 | — | — |
| 1.2 | 护套抗张强度（中值） | | LSZH | MPa | ≥10.0 | — | — |
| | | | PVC | MPa | ≥13.5 | — | — |
| | | | 含氟聚合物 | MPa | ≥20.0 | — | — |
| 2 | 环境性能 | | | | | | |
| 2.1 | 老化后护套断裂伸长率（中值） | LSZH | 断裂伸长率 | % | ≥100 | 100 | 24×7 |
| | | | 断裂伸长率变化率[a] | % | -30～+30 | | |
| | | PVC | 断裂伸长率 | % | ≥125 | 100 | 24×7 |
| | | | 断裂伸长率变化率 | % | -20～+20 | | |
| | | 含氟聚合物 | 断裂伸长率 | % | ≥200 | 232 | 24×7 |
| | | | 断裂伸长率变化率 | % | -20～+20 | | |
| 2.2 | 老化后护套抗张强度（中值） | LSZH | 抗张强度 | MPa | ≥8.0 | 100 | 24×7 |
| | | | 抗张强度变化率[b] | % | -30～+30 | | |
| | | PVC | 抗张强度 | MPa | ≥12.5 | 100 | 24×7 |
| | | | 抗张强度变化率 | % | -20～+20 | | |
| | | 含氟聚合物 | 抗张强度 | MPa | ≥16.0 | 232 | 24×7 |
| | | | 抗张强度变化率 | % | -20～+20 | | |
| 2.3 | 电缆低温卷绕试验 | | 芯轴直径是电缆外径的8倍 | — | 不开裂 | -20 | 4 |
| 2.4 | 热冲击试验 | | | — | 不开裂 | 150 | 1 |
| 3 | 安全性能 | | | | | | |
| 3.1 | 单根电缆火焰垂直蔓延试验 | | | — | 上支架下缘和炭化部分起始点之间的距离应大于 50mm。燃烧向下延伸的距离应不大于距离上支架下缘 540mm | — | — |
| 3.2 | 成束电缆火焰垂直蔓延试验[c] | | | — | 最大炭化范围应不高于喷灯底边 2.5m | — | — |

表12（续）

| 序号 | 项目名称 | | 单位 | 指 标 | 处理温度（℃） | 处理时间（h） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.3 | 烟密度 | LSZH | % | 最小透光率≥50 | — | — |
| | | PVC | % | 在考虑中 | — | — |
| | | 含氟聚合物 | % | 最小透光率≥60 | — | — |

[a] 断裂伸长率变化率计算公式为：

断裂伸长率变化率 =（老化前断裂伸长率 – 老化后断裂伸长率）/ 老化前断裂伸长率 × 100%。

[b] 抗张强度变化率计算公式为：

抗张强度变化率 =（老化前抗张强度 – 老化后抗张强度）/ 老化前抗张强度 × 100%。

[c] 成束电缆火焰垂直蔓延试验只针对聚全氟乙丙烯绝缘的电缆进行

## 5.9 电气特性

电缆的电气特性应符合表13的要求。

表13 电缆的电气特性

| 序号 | 项目名称 | | 单位 | 指 标 | | 长度换算关系 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 单根导体直流电阻，最大值，+20℃ | | Ω/100m | ≤9.5 | | 实测值/$L$[a] |
| 2 | 直流电阻不平衡 最大值，+20℃ | 线对内两导体间 | % | ≤2 | | — |
| | | 线对与线对间 | % | ≤4 | | |
| 3 | 介电强度[b]，DC，1min或2s | | | 1min | 2s | — |
| | 导体间 | | kV | 1.0 | 2.5 | |
| | 导体与屏蔽间[c] | | kV | 2.5 | 6.3 | |
| 4 | 绝缘电阻，最小值，+20℃，DC 100～500V | | | | | 实测值×$L$×0.1 |
| | 每根导线与其余芯线间或每根导线与其余芯线接屏蔽后的绝缘电阻 | | MΩ·km | ≥5 000 | | |
| 5 | 工作电容，最大值，0.8kHz或1kHz | | | | | 实测值/$L$ |
| | 电缆类别 | 3类 | nF/100m | ≤6.6 | | |
| | | 5、5e类 | nF/100m | ≤5.6 | | |
| | | 6、6A、7、7A类 | nF/100m | 不要求 | | |
| 6 | 线对对地电容不平衡，最大值[d] 0.8kHz / 1kHz | | pF/100m | ≤160 | | 实测值/$L$ |
| 7 | 转移阻抗[c]，最大值 | | | | | — |
| | 频率 1MHz (3、5、5e、6、6A、7、7A类) | | mΩ/m | ≤50 | | |
| | 频率 10MHz (3、5、5e、6、6A、7、7A类) | | mΩ/m | ≤100 | | |
| | 频率 30MHz (5、5e、6、6A、7、7A类) | | mΩ/m | ≤300 | | |
| | 频率 100MHz (5、5e、6、6A、7、7A类) | | mΩ/m | ≤1 000 | | |
| 8 | 耦合衰减[c]，最小值 | | | | | — |
| | 电缆类别 | 频率范围（$f$） | | | | |
| | 3类、5类 | — | dB | 不要求 | | |
| | 5e类 | 30MHz～100MHz | dB | ≥55 | | |
| | 6类 | 30MHz～100MHz | dB | ≤55 | | |
| | | 100MHz～250MHz | dB | ≥55－20lg($f$/100) | | |
| | 6A类 | 30MHz～100MHz | dB | ≥55 | | |
| | | 100MHz～500MHz | dB | ≥55－20lg($f$/100) | | |

表13（续）

| 序号 | 项目名称 | | 单位 | 指 标 | 长度换算关系 |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 7类 | 30MHz~100MHz | dB | ≥55 | — |
| | | 100MHz~600MHz | dB | ≥55−20lg(*f*/100) | |
| | 7A类 | 30MHz~100MHz | dB | ≥55 | |
| | | 100MHz~1 000MHz | dB | ≥55−20lg(*f*/100) | |
| 9 | 绝缘线芯断线、混线 | | — | 不断线、不混线 | — |
| 10 | 屏蔽连续性 [c] | | — | 电气上连续 | — |

[a] 表中 L 为电缆的实际长度，单位为 100m。

[b] 可以使用交流电压进行试验，其值为直流电压值除以 1.5。

[c] 转移阻抗、耦合衰减和屏蔽连续性的项目测试只针对屏蔽电缆。

[d] 当电缆不具有屏蔽时，不进行该项测试

耦合衰减典型频点最小值见表14。

表14 耦合衰减典型频点最小值

| 频率 | 耦合衰减（最小值）[a]（dB） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| （MHz） | 3类 | 5类 | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 |
| 30.00 | — | — | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 55.0 |
| 31.25 | — | — | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 55.0 |
| 62.50 | — | — | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 55.0 |
| 100.00 | — | — | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 55.0 | 55.0 |
| 200.00 | — | — | — | 49.0 | 49.0 | 49.0 | 49.0 |
| 250.00 | — | — | — | 47.0 | 47.0 | 47.0 | 47.0 |
| 300.00 | — | — | — | — | 45.5 | 45.5 | 45.5 |
| 400.00 | — | — | — | — | 43.0 | 43.0 | 43.0 |
| 500.00 | — | — | — | — | 41.0 | 41.0 | 41.0 |
| 600.00 | — | — | — | — | — | 39.4 | 39.4 |
| 1 000.00 | — | — | — | — | — | — | 35.0 |

[a] 耦合衰减测试只针对屏蔽电缆

## 5.10 传输特性

### 5.10.1 相时延

5类、5e类、6类、6A类、7类、7A类电缆，从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，任何线对的相时延应不大于式（20）所确定的值。

$$T \leqslant 534 + \frac{36}{\sqrt{f}} \qquad (20)$$

式中：

$T$— 相时延，单位为ns/100m；

$f$— 频率，单位为MHz。

相时延及传播速度典型频点值见表15。

表15 相时延及传播速度典型频点值

| 频率（MHz） | 相时延，最大值（单位为ns / 100m） | | | | | | | 传播速度[a] 最小值（单位为m/s） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3类 | 5类 | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 | |
| 4 | — | 552 | 552 | 552 | 552 | 552 | 552 | 0.604C |
| 8 | — | 547 | 547 | 547 | 547 | 547 | 547 | 0.610C |
| 10 | — | 545 | 545 | 545 | 545 | 545 | 545 | 0.612C |
| 16 | — | 543 | 543 | 543 | 543 | 543 | 543 | 0.614C |
| 20 | — | 542 | 542 | 542 | 542 | 542 | 542 | 0.615C |
| 25 | — | 541 | 541 | 541 | 541 | 541 | 541 | 0.616C |
| 31.25 | — | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 0.617C |
| 62.5 | — | 539 | 539 | 539 | 539 | 539 | 539 | 0.619C |
| 100 | — | 538 | 538 | 538 | 538 | 538 | 538 | 0.620C |
| 200 | — | — | — | 537 | 537 | 537 | 537 | 0.622C |
| 250 | — | — | — | 536 | 536 | 536 | 536 | 0.622C |
| 300 | — | — | — | — | 536 | 536 | 536 | 0.622C |
| 400 | — | — | — | — | 536 | 536 | 536 | 0.623C |
| 500 | — | — | — | — | 536 | 536 | 536 | 0.623C |
| 600 | — | — | — | — | — | 535 | 535 | 0.623C |
| 1000 | — | — | — | — | — | — | 535 | 0.623C |
| [a] C为电磁波在真空中的传播速度，C = 299 792 458 m/s | | | | | | | | |

### 5.10.2 时延差

5类、5e类、6类、6A类电缆，从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，电缆内任何两个线对间的最大时延差应不超过45ns/100m。

7类、7A类电缆，从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，电缆内任何两个线对间的最大时延差应不超过25ns/100m。

### 5.10.3 衰减

在温度20℃时测量或校正到20℃，从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，任一线对的衰减值$a$都应不大于表16中相应公式确定的数值。

表16 衰减

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz） | 衰减（20℃），最大值（dB/100m） |
|---|---|---|
| 3类 | 4~16 | $\alpha \leqslant 2.320\times\sqrt{f}+0.238\times f$ |
| 5、5e类 | 4~100 | $\alpha \leqslant 1.967\times\sqrt{f}+0.023\times f+\frac{0.050}{\sqrt{f}}$ |
| 6类 | 4~250 | $\alpha \leqslant 1.808\times\sqrt{f}+0.017\times f+\frac{0.200}{\sqrt{f}}$ |
| 6A类 | 4~500 | $\alpha \leqslant 1.820\times\sqrt{f}+0.0091\times f+\frac{0.250}{\sqrt{f}}$ |
| 7类 | 4~600 | $\alpha \leqslant 1.800\times\sqrt{f}+0.010\times f+\frac{0.200}{\sqrt{f}}$ |
| 7A类 | 4~1000 | $\alpha \leqslant 1.800\times\sqrt{f}+0.005\times f+\frac{0.250}{\sqrt{f}}$ |

受环境温度影响，衰减温度系数应选用表17所给定的值。有争议时，衰减应在温度20℃±1℃下测量。

表17 衰减温度系数

| 项目名称 | 衰减温度系数 | | |
|---|---|---|---|
| 环境温度范围 | <20℃ | 20～40℃ | 40～60℃ |
| 非屏蔽电缆 | 0.002/℃ | 0.004/℃ | 0.006/℃ |
| 屏蔽电缆 | 0.002/℃ | 0.002/℃ | 0.002/℃ |

衰减典型频点最大值见表18。

表18 衰减典型频点最大值

| 频率 | 衰减（20℃），最大值（dB/100m） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| （MHz） | 3类 | 5类 | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 |
| 4.00 | 5.6 | 4.1 | 4.1 | 3.8 | 3.8 | 3.7 | 3.7 |
| 8.00 | 8.5 | 5.8 | 5.8 | 5.3 | 5.3 | 5.2 | 5.2 |
| 10.00 | 9.7 | 6.5 | 6.5 | 6.0 | 5.9 | 5.9 | 5.8 |
| 16.00 | 13.1 | 8.2 | 8.2 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.3 |
| 20.00 | — | 9.3 | 9.3 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.2 |
| 25.00 | — | 10.4 | 10.4 | 9.5 | 9.4 | 9.3 | 9.2 |
| 31.25 | — | 11.7 | 11.7 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| 62.50 | — | 17.0 | 17.0 | 15.4 | 15.0 | 14.9 | 14.6 |
| 100.00 | — | 22.0 | 22.0 | 19.8 | 19.1 | 19.0 | 18.5 |
| 200.00 | — | — | — | 29.0 | 27.6 | 27.5 | 26.5 |
| 250.00 | — | — | — | 32.8 | 31.1 | 31.0 | 29.7 |
| 300.00 | — | — | — | — | 34.3 | 34.2 | 32.7 |
| 400.00 | — | — | — | — | 40.1 | 40.0 | 38.0 |
| 500.00 | — | — | — | — | 45.3 | 45.3 | 42.8 |
| 600.00 | — | — | — | — | — | 50.1 | 47.1 |
| 1 000.00 | — | — | — | — | — | — | 61.9 |

### 5.10.4 不平衡衰减

不平衡衰减的测试项目由近端不平衡衰减（TCL）和等电平远端不平衡衰减（EL TCTL）这两部分组成。

#### 5.10.4.1 近端不平衡衰减（TCL）

从1MHz到表19给出的频率范围内，任一线对的近端不平衡衰减（TCL）指标应不小于表19中相应公式确定的数值。

表19 近端不平衡衰减（TCL）

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz） | 近端不平衡衰减（TCL），最小值（dB） |
|---|---|---|
| 3、5类 | 1~16 | 不要求 |
| 5e类 | 1~100 | $TCL \geqslant 50.0-10\lg(f)$ |
| 6、6A、7 、7A类 | 1~250 | $TCL \geqslant 50.0-10\lg(f)$ |

近端不平衡衰减（TCL）典型频点最小值见表20。

表20 近端不平衡衰减（TCL）典型频点最小值

| 频率（MHz） | 近端不平衡衰减（TCL），最小值（dB） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 |
| 1 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| 4 | 44.0 | 44.0 | 44.0 | 44.0 | 44.0 |
| 8 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 | 41.0 |
| 10 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 |
| 16 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 | 38.0 |
| 20 | 37.0 | 37.0 | 37.0 | 37.0 | 37.0 |
| 25 | 36.0 | 36.0 | 36.0 | 36.0 | 36.0 |
| 31.25 | 35.1 | 35.1 | 35.1 | 35.1 | 35.1 |
| 62.5 | 32.0 | 32.0 | 32.0 | 32.0 | 32.0 |
| 100 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 | 30.0 |
| 200 | — | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 |
| 250 | — | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 26.0 |

#### 5.10.4.2 等电平远端不平衡衰减（EL TCTL）

从1MHz到表21给出的频率范围内，任一线对的等电平远端不平衡衰减（EL TCTL）指标应不小于表21中相应公式确定的数值。

表21 等电平远端不平衡衰减（EL TCTL）

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz） | 等电平远端不平衡衰减（EL TCTL），最小值（dB） |
|---|---|---|
| 3类、5类 | 1~16 | 不要求 |
| 5e、6、6A、7 、7A类 | 1~30 | $ELTCTL \geqslant 35.0-20\lg(f)$ |

等电平远端不平衡衰减（EL TCTL）典型频点最小值见表22。

表22 等电平远端不平衡衰减（EL TCTL）典型频点最小值

| 频率（MHz） | 等电平远端不平衡衰减（EL TCTL），最小值（dB） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 |
| 1 | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 35.0 |
| 4 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 |
| 8 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 |
| 10 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 |
| 16 | 10.9 | 10.9 | 10.9 | 10.9 | 10.9 |
| 20 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 |
| 25 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| 30.0 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |

### 5.10.5 近端串音

#### 5.10.5.1 近端串音衰减（NEXT）

从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，电缆所有线对组合的近端串音衰减（NEXT），应不小于表23中相应公式确定的值。

当计算值大于78dB时，对应的最小要求应取78dB。

表23 近端串音衰减（NEXT）

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz） | 近端串音衰减（NEXT），最小值（dB） |
|---|---|---|
| 3类 | 4～16 | $NEXT \geqslant 41.3-15\lg(f)$ |
| 5类 | 4~100 | $NEXT \geqslant 62.3-15\lg(f)$ |
| 5e类 | 4～100 | $NEXT \geqslant 65.3-15\lg(f)$ |
| 6类 | 4～250 | $NEXT \geqslant 75.3-15\lg(f)$ |
| 6A类 | 4～500 | $NEXT \geqslant 75.3-15\lg(f)$ |
| 7类 | 4～600 | $NEXT \geqslant 102.4-15\lg(f)$ |
| 7A类 | 4～1 000 | $NEXT \geqslant 105.4-15\lg(f)$ |

近端串音衰减（NEXT）典型频点最小值见表24。

表24 近端串音衰减（NEXT）典型频点最小值

| 频率（MHz） | 近端串音衰减（最小值）（dB） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3类 | 5类 | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 |
| 4.00 | 32.3 | 53.3 | 56.3 | 66.3 | 66.3 | 78.0 | 78.0 |
| 8.00 | 27.8 | 48.8 | 51.8 | 61.8 | 61.8 | 78.0 | 78.0 |
| 10.00 | 26.3 | 47.3 | 50.3 | 60.3 | 60.3 | 78.0 | 78.0 |
| 16.00 | 23.2 | 44.2 | 47.2 | 57.2 | 57.2 | 78.0 | 78.0 |
| 20.00 | — | 42.8 | 45.8 | 55.8 | 55.8 | 78.0 | 78.0 |
| 25.00 | — | 41.3 | 44.3 | 54.3 | 54.3 | 78.0 | 78.0 |
| 31.25 | — | 39.9 | 42.9 | 52.9 | 52.9 | 78.0 | 78.0 |
| 62.50 | — | 35.4 | 38.4 | 48.4 | 48.4 | 75.5 | 78.0 |
| 100.00 | — | 32.3 | 35.3 | 45.3 | 45.3 | 72.4 | 75.4 |
| 200.00 | — | — | — | 40.8 | 40.8 | 67.9 | 70.9 |
| 250.00 | — | — | — | 39.3 | 39.3 | 66.4 | 69.4 |
| 300.00 | — | — | — | — | 38.1 | 65.2 | 68.2 |
| 400.00 | — | — | — | — | 36.3 | 63.4 | 66.4 |
| 500.00 | — | — | — | — | 34.8 | 61.9 | 64.9 |
| 600.00 | — | — | — | — | — | 60.7 | 63.7 |
| 1 000.00 | — | — | — | — | — | — | 60.4 |

### 5.10.5.2 近端串音衰减功率和（PS NEXT）

从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，对于4对以上的5e类电缆及4对6类、6A类、7类、7A类电缆，任一线对的近端串音衰减功率和（PS NEXT）应不小于表25中相应公式确定的值。对于由子单位构成的电缆，功率和可分别在子单位内进行计算。

当计算值大于75dB时，对应的最小要求应取作75dB。

表25 近端串音衰减功率和（PS NEXT）

| 电缆类别 | 电缆对数 | 频率 $f$（MHz） | 近端串音衰减功率和（PS NEXT），最小值（dB） |
|---|---|---|---|
| 3类 | 4对以上 | 4～16 | 不要求 |
| 5类 | 4对以上 | 4～100 | 不要求 |
| 5e类 | 4对以上 | 4～100 | $PS\ NEXT \geqslant 62.3-15\lg(f)$ |
| 6类 | 4对 | 4～250 | $PS\ NEXT \geqslant 72.3-15\lg(f)$ |

表25（续）

| 电缆类别 | 电缆对数 | 频率 $f$（MHz） | 近端串音衰减功率和（PS NEXT），最小值（dB） |
|---|---|---|---|
| 6A类 | 4对 | 4～500 | $PS\ NEXT \geq 72.3-15\lg(f)$ |
| 7类 | 4对 | 4～600 | $PS\ NEXT \geq 99.4-15\lg(f)$ |
| 7A类 | 4对 | 4～1 000 | $PS\ NEXT \geq 102.4-15\lg(f)$ |

近端串音衰减功率和（PS NEXT）典型频点最小值见表26。

表26 近端串音衰减功率和（PS NEXT）典型频点最小值

| 频率（MHz） | 近端串音衰减功率和（最小值）（dB） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3类 | 5类 | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 |
| 4.00 | — | — | 53.3 | 63.3 | 63.3 | 75.0 | 75.0 |
| 8.00 | — | — | 48.8 | 58.8 | 58.8 | 75.0 | 75.0 |
| 10.00 | — | — | 47.3 | 57.3 | 57.3 | 75.0 | 75.0 |
| 16.00 | — | — | 44.2 | 54.2 | 54.2 | 75.0 | 75.0 |
| 20.00 | — | — | 42.8 | 52.8 | 52.8 | 75.0 | 75.0 |
| 25.00 | — | — | 41.3 | 51.3 | 51.3 | 75.0 | 75.0 |
| 31.25 | — | — | 39.9 | 49.9 | 49.9 | 75.0 | 75.0 |
| 62.50 | — | — | 35.4 | 45.4 | 45.4 | 72.5 | 75.0 |
| 100.00 | — | — | 32.3 | 42.3 | 42.3 | 69.4 | 72.4 |
| 200.00 | — | — | — | 37.8 | 37.8 | 64.9 | 67.9 |
| 250.00 | — | — | — | 36.3 | 36.3 | 63.4 | 66.4 |
| 300.00 | — | — | — | — | 35.1 | 62.2 | 65.2 |
| 400.00 | — | — | — | — | 33.3 | 60.4 | 63.4 |
| 500.00 | — | — | — | — | 31.8 | 58.9 | 61.9 |
| 600.00 | — | — | — | — | — | 57.7 | 60.7 |
| 1 000.00 | — | — | — | — | — | — | 57.4 |

#### 5.10.5.3 多个子单位电缆的近端串音衰减（NEXT）与近端串音衰减功率和（PS NEXT）

对于由多个子单位或线对组成的大对数电缆，其所有线对组合的近端串音衰减（NEXT）与任一线对的近端串音衰减功率和（PS NEXT）指标，从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，应不小于5.10.5条中相应公式确定的值。

### 5.10.6 远端串音

#### 5.10.6.1 等电平远端串音衰减（EL FEXT）

从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，电缆所有线对组合的等电平远端串音衰减（EL FEXT），应不小于表27中相应公式确定的值。

当计算值大于78dB时，对应的最小要求应取作78dB。

表27 等电平远端串音衰减（EL FEXT）

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz） | 等电平远端串音衰减（EL FEXT），最小值（dB/100m） |
|---|---|---|
| 3类 | 4～16 | $EL\ FEXT \geq 39-20\lg(f)$ |
| 5类 | 4～100 | $EL\ FEXT \geq 60-20\lg(f)$ |
| 5e类 | 4～100 | $EL\ FEXT \geq 64-20\lg(f)$ |
| 6类 | 4～250 | $EL\ FEXT \geq 68-20\lg(f)$ |

表27（续）

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz） | 等电平远端串音衰减（EL FEXT），最小值（dB/100m） |
|---|---|---|
| 6A类 | 4~500 | $EL\ FEXT \geqslant 68-20\lg(f)$ |
| 7类 | 4~600 | $EL\ FEXT \geqslant 95.3-20\lg(f)$ |
| 7A类 | 4~1 000 | $EL\ FEXT \geqslant 95.3-20\lg(f)$ |

等电平远端串音衰减（EL FEXT）典型频点最小值见表28。

表28 等电平远端串音衰减（EL FEXT）典型频点最小值

| 频率（MHz） | 等电平远端串音衰减（最小值）（dB/100m） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3类 | 5类 | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 |
| 4.00 | 27.0 | 49.0 | 52.0 | 56.0 | 56.0 | 78.0 | 78.0 |
| 8.00 | 20.9 | 42.9 | 45.9 | 49.9 | 49.9 | 77.2 | 77.2 |
| 10.00 | 19.0 | 41.0 | 44.0 | 48.0 | 48.0 | 75.3 | 75.3 |
| 16.00 | 14.9 | 36.9 | 39.9 | 43.9 | 43.9 | 71.2 | 71.2 |
| 20.00 | — | 35.0 | 38.0 | 42.0 | 42.0 | 69.3 | 69.3 |
| 25.00 | — | 33.0 | 36.0 | 40.0 | 40.0 | 67.3 | 67.3 |
| 31.25 | — | 31.1 | 34.1 | 38.1 | 38.1 | 65.4 | 65.4 |
| 62.50 | — | 25.1 | 28.1 | 32.1 | 32.1 | 59.4 | 59.4 |
| 100.00 | — | 21.0 | 24.0 | 28.0 | 28.0 | 55.3 | 55.3 |
| 200.00 | — | — | — | 22.0 | 22.0 | 49.3 | 49.3 |
| 250.00 | — | — | — | 20.0 | 20.0 | 47.3 | 47.3 |
| 300.00 | — | — | — | — | 18.5 | 45.8 | 45.8 |
| 400.00 | — | — | — | — | 16.0 | 43.3 | 43.3 |
| 500.00 | — | — | — | — | 14.0 | 41.3 | 41.3 |
| 600.00 | — | — | — | — | — | 39.7 | 39.7 |
| 1 000.00 | — | — | — | — | — | — | 35.3 |

### 5.10.6.2 等电平远端串音衰减功率和（PS EL FEXT）

从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，对于4对以上5e类电缆及4对6类、6A类、7类、7A类电缆，任一线对的等电平远端串音衰减功率和（PS EL FEXT）应不小于表29中相应公式确定的值。对于由子单位构成的电缆，功率和可分别在子单位内进行计算。

当计算值大于75dB时，对应的最小要求应取作75dB。

表29 等电平远端串音衰减功率和（PS EL FEXT）

| 电缆类别 | 电缆对数 | 频率 $f$（MHz） | 等电平远端串音衰减功率和（PS EL FEXT），最小值（dB/100m） |
|---|---|---|---|
| 3类 | 4对以上 | 4~16 | 不要求 |
| 5类 | 4对以上 | 4~100 | 不要求 |
| 5e类 | 4对以上 | 4~100 | $PS\ EL\ FEXT \geqslant 61-20\lg(f)$ |
| 6类 | 4对 | 4~250 | $PS\ EL\ FEXT \geqslant 65-20\lg(f)$ |
| 6A类 | 4对 | 4~500 | $PS\ EL\ FEXT \geqslant 65-20\lg(f)$ |
| 7类 | 4对 | 4~600 | $PS\ EL\ FEXT \geqslant 92.3-20\lg(f)$ |
| 7A类 | 4对 | 4~1 000 | $PS\ EL\ FEXT \geqslant 92.3-20\lg(f)$ |

等电平远端串音衰减功率和（PS EL FEXT）典型频点最小值见表30。

表30 等电平远端串音衰减功率和（PS EL FEXT）典型频点最小值

| 频率 | 等电平远端串音衰减功率和（最小值）（dB/100m） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| （MHz） | 3类 | 5类 | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 |
| 4.00 | — | — | 49.0 | 53.0 | 53.0 | 75.0 | 75.0 |
| 8.00 | — | — | 42.9 | 46.9 | 46.9 | 74.2 | 74.2 |
| 10.00 | — | — | 41.0 | 45.0 | 45.0 | 72.3 | 72.3 |
| 16.00 | — | — | 36.9 | 40.9 | 40.9 | 68.2 | 68.2 |
| 20.00 | — | — | 35.0 | 39.0 | 39.0 | 66.3 | 66.3 |
| 25.00 | — | — | 33.0 | 37.0 | 37.0 | 64.3 | 64.3 |
| 31.25 | — | — | 31.1 | 35.1 | 35.1 | 62.4 | 62.4 |
| 62.50 | — | — | 25.1 | 29.1 | 29.1 | 56.4 | 56.4 |
| 100.00 | — | — | 21.0 | 25.0 | 25.0 | 52.3 | 52.3 |
| 200.00 | — | — | — | 19.0 | 19.0 | 46.3 | 46.3 |
| 250.00 | — | — | — | 17.0 | 17.0 | 44.3 | 44.3 |
| 300.00 | — | — | — | — | 15.5 | 42.8 | 42.8 |
| 400.00 | — | — | — | — | 13.0 | 40.3 | 40.3 |
| 500.00 | — | — | — | — | 11.0 | 38.3 | 38.3 |
| 600.00 | — | — | — | — | — | 36.7 | 36.7 |
| 1 000.00 | — | — | — | — | — | — | 32.3 |

### 5.10.7 外部近端串音和外部远端串音

外部近端串音与外部远端串音的测试，只针对6A类和7A类电缆进行。这两类电缆的耦合衰减指标如果已符合表13第8项的要求，电缆则不必进行该项测试。

#### 5.10.7.1 外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT）

外部近端串音的测试项目由外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT）表示。

从1MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，对于6A类或7A类电缆，任一线对的外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT）应不小于表31中相应公式确定的值。

当计算值大于 67dB时，对应的最小要求应取67dB。

表31 外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT）

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz） | 近端串音衰减功率和（PS ANEXT），最小值（dB） |
|---|---|---|
| 6A类 | 1~500 | $PS\ ANEXT \geqslant 92.5-15\lg(f)$ |
| 7A类 | 1~1 000 | $PS\ ANEXT \geqslant 107.5-15\lg(f)$ |

#### 5.10.7.2 衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）

外部远端串音的测试项目由衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）表示。

从1MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，对于6A类或7A类电缆，任一线对的衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）应不小于表32中相应公式确定的值。

当计算值大于67dB时，对应的最小要求应取作67dB。

表32 衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz） | 衰减外部远端串音比功率和(PS AACR-F)，最小值(dB) |
|---|---|---|
| 6A类 | 1~500 | $PS\ AACR\text{-}F \geqslant 78.2-20\lg(f)$ |
| 7A类 | 1~1 000 | $PS\ AACR\text{-}F \geqslant 93.2-20\lg(f)$ |

外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT）与衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）典型频点最小值见表33。

表33 外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT）与衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）典型频点最小值

| 频率（MHz） | 外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT）（最小值）（dB） | | 衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）（最小值）（dB） | |
|---|---|---|---|---|
| | 6A类 | 7A类 | 6A类 | 7A类 |
| 1.00 | 67.0 | 67.0 | 67.0 | 67.0 |
| 4.00 | 67.0 | 67.0 | 66.2 | 67.0 |
| 8.00 | 67.0 | 67.0 | 60.1 | 67.0 |
| 10.00 | 67.0 | 67.0 | 58.2 | 67.0 |
| 16.00 | 67.0 | 67.0 | 54.1 | 67.0 |
| 20.00 | 67.0 | 67.0 | 52.2 | 67.0 |
| 25.00 | 67.0 | 67.0 | 50.2 | 65.2 |
| 31.25 | 67.0 | 67.0 | 48.3 | 63.3 |
| 62.50 | 65.6 | 67.0 | 42.3 | 57.3 |
| 100.00 | 62.5 | 67.0 | 38.2 | 53.2 |
| 200.00 | 58.0 | 67.0 | 32.2 | 47.2 |
| 250.00 | 56.5 | 67.0 | 30.2 | 45.2 |
| 300.00 | 55.3 | 67.0 | 28.7 | 43.7 |
| 400.00 | 53.5 | 67.0 | 26.2 | 41.2 |
| 500.00 | 52.0 | 67.0 | 24.2 | 39.2 |
| 600.00 | — | 65.8 | — | 37.6 |
| 1 000.00 | — | 62.5 | — | 33.2 |

### 5.10.8 特性阻抗（Zc）

#### 5.10.8.1 3类、5类、5e类、6类电缆特性阻抗要求

各线对特性阻抗（Zc）值从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，应符合表34的要求。如果特性阻抗符合本条要求，则不必进行5.10.9条回波损耗（*RL*）的测量。

表34 特性阻抗（Zc）

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz） | 特性阻抗（Ω） |
|---|---|---|
| 3类 | 4～16 | 100±15 |
| 5类、5e类 | 4～100 | 100±15 |
| 6类 | 4～250 | 100±15 |

#### 5.10.8.2 6A类、7类、7A类电缆特性阻抗要求

各线对特性阻抗（Zc）值从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，最高上限值应不超过式（21）及最低下限值不小于式（22）所确定的范围。如果特性阻抗符合本条要求，则不必进行5.10.9条回波损耗（RL）的测量。

$$Z_u \leqslant 100\times\frac{(1+|\rho|)}{(1-|\rho|)} \tag{21}$$

$$Z_L \geqslant 100\times\frac{(1-|\rho|)}{(1+|\rho|)} \tag{22}$$

$$\rho=10^{\frac{RL}{20}} \tag{23}$$

式中：

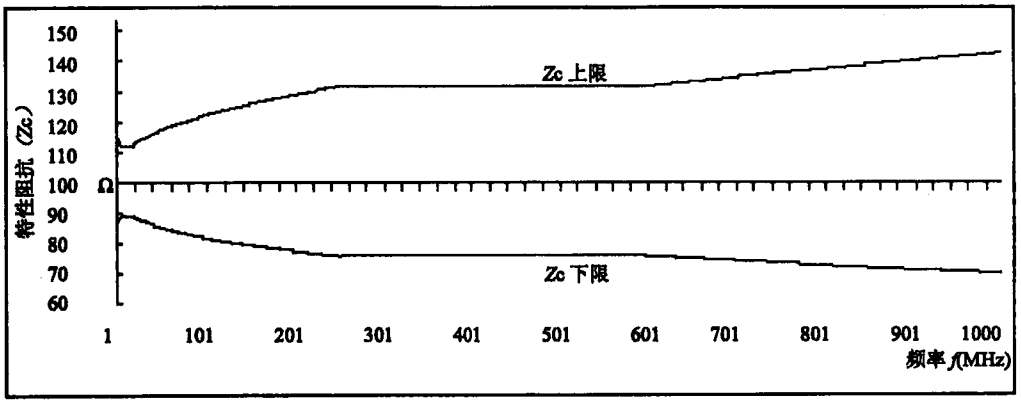
$Z_U$ — 特性阻抗的最高上限值，单位为Ω；

$Z_L$ — 特性阻抗的最低下限值，单位为Ω；

$\rho$ — 由式（23）计算出的回波损耗（RL）的反射系数幅度值；

$RL$ — 回波损耗，单位为dB。

6A类、7类及7A类电缆特性阻抗模版参见图4。




注：图中横坐标和纵坐标的刻度值全部为算术刻度。

**图4 6A类、7类、7A类电缆特性阻抗模版**

### 5.10.9 回波损耗（RL）

只有在特性阻抗（Zc）不符合5.10.8.1条和5.10.8.2条要求时，才进行回波损耗（RL）的测量。

从4MHz到电缆类别规定的最高传输频率的整个频带内，各线对的回波损耗（RL）应不小于表35中相应公式确定的值。

**表35 回波损耗（RL）**

| 电缆类别 | 频率 $f$（MHz）范围内的要求 | 回波损耗（RL），最小值（dB） |
|---|---|---|
| 3类 | $1 \leqslant f \leqslant 10$ | $RL \geqslant 12.0$ |
| | $10 < f \leqslant 16$ | $RL \geqslant 12-10\lg(f/10)$ |
| 5类 | $1 \leqslant f \leqslant 10$ | $RL \geqslant 17+3\lg(f)$ |
| | $10 < f \leqslant 20$ | $RL \geqslant 20.0$ |
| | $20 < f \leqslant 100$ | $RL \geqslant 20-7\lg(f/20)$ |
| 5e、6、6A、7、7A类 | $1 \leqslant f \leqslant 10$ | $RL \geqslant 20+5\lg(f)$ |
| 5e、6、6A、7、7A类 | $10 < f \leqslant 20$ | $RL \geqslant 25.0$ |
| 5e类 | $20 < f \leqslant 100$ | $RL \geqslant 25-7\lg(f/20)$ |
| 6类 | $20 < f \leqslant 250$ | $RL \geqslant 25-7\lg(f/20)$ |
| 6A类 | $20 < f \leqslant 500$ | $RL \geqslant 25-7\lg(f/20)$[a] |
| 7类 | $20 < f \leqslant 600$ | $RL \geqslant 25-7\lg(f/20)$[a] |
| 7A类 | $20 < f \leqslant 600$ | $RL \geqslant 25-7\lg(f/20)$[a] |
| | $600 < f \leqslant 1000$ | $RL \geqslant 17.3-10\lg(f/600)$ |

[a] 对于6A类、7类及7A类电缆从20MHz ~600MHz的频率范围内，回波损耗计算值如小于17.3dB时，对应的最小要求应取作17.3dB

回波损耗（RL）典型频点最小值见表36。

表36 回波损耗（RL）典型频点最小值

| 频率 | 回波损耗（最小值）（dB） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| （MHz） | 3类 | 5类 | 5e类 | 6类 | 6A类 | 7类 | 7A类 |
| 4.00 | 12.0 | 18.8 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.0 |
| 8.00 | 12.0 | 19.7 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 |
| 10.00 | 12.0 | 20.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| 16.00 | 10.0 | 20.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| 20.00 | — | 20.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| 25.00 | — | 19.3 | 24.3 | 24.3 | 24.3 | 24.3 | 24.3 |
| 31.25 | — | 18.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 | 23.6 |
| 62.50 | — | 16.5 | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.5 |
| 100.00 | — | 15.1 | 20.1 | 20.1 | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 200.00 | — | — | — | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 |
| 250.00 | — | — | — | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 |
| 300.00 | — | — | — | — | 17.3 | 17.3 | 17.3 |
| 400.00 | — | — | — | — | 17.3 | 17.3 | 17.3 |
| 500.00 | — | — | — | — | 17.3 | 17.3 | 17.3 |
| 600.00 | — | — | — | — | — | 17.3 | 17.3 |
| 1 000.00 | — | — | — | — | — | — | 15.1 |

## 6 试验方法

### 6.1 通则

在进行电缆的电气特性和传输特性试验时，除另有规定外，电缆长度一般应不小于100m。

在测量电缆的耦合衰减、相时延、衰减、不平衡衰减、近端串音衰减或近端串音衰减功率和、等电平远端串音衰减或等电平远端串音衰减功率和、外部近端串音或外部远端串音、特性阻抗、回波损耗时，应使用线性或对数频率间隔的扫频测量。扫频所取频率点的数量，对于近端串音衰减、远端串音衰减测量应不少于规定频率范围十倍频程数的200倍，对于其它参数应不少于规定频率范围十倍频程数的100倍。

当电缆在其原包装上测量时，电缆的工作电容、特性阻抗、衰减和串音参数的测量有时会偏离实际值的10%，这种差别是由于过紧的包装和相互的卷绕效应造成。当存在争议时，工作电容、特性阻抗、衰减和串音的测量应将电缆试样除去包装和展开进行，电缆试样展开后应放置在非金属的工作平面或场地上，电缆试样展开的路径距离导电设备或线路应至少保持25mm及以上的距离。

### 6.2 结构试验方法

#### 6.2.1 颜色色序及屏蔽结构

颜色色序及屏蔽结构用目力检查。

#### 6.2.2 导体直径和绝缘外径

导体直径测量按GB/T 4909.2-2009的规定进行。

绝缘外径测量按GB/T 2951.11-2008的规定进行。

#### 6.2.3 绝缘颜色及色迁移

绝缘颜色及色迁移试验按YD/T 837.3-1996进行。

#### 6.2.4 单面复合铝箔的铝箔厚度

单面复合铝箔的铝箔厚度用分度值不低于0.002mm的千分尺或测厚仪测量。

#### 6.2.5 单面复合铝箔的重叠率

单面复合铝箔的重叠率测量用分辨率不低于0.5mm的钢卷尺在成品电缆上进行。

#### 6.2.6 编织的填充系数

编织的填充系数测量按GB/T 17737.1-2000进行。

#### 6.2.7 电缆护套最小厚度和最大外径

电缆护套最小厚度和最大外径测量按GB/T 2951.11-2008规定进行。非圆形电缆的等效外径等于测量得到的电缆护套实际周长除以$\pi$。

#### 6.2.8 护套外观

护套外观采用目力检查。

### 6.3 机械性能试验方法

#### 6.3.1 导体断裂伸长率

导体断裂伸长率试验按GB/T 4909.2-2009进行。

#### 6.3.2 绝缘抗张强度和断裂伸长率

绝缘抗张强度和断裂伸长率试验按GB/T 2951.11-2008规定进行，其中HDPE、PP试样的拉伸速度允许为（250±50）mm/min，当有争议时，拉伸速度应为（25±5）mm/min。

#### 6.3.3 护套抗张强度和断裂伸长率

护套抗张强度和断裂伸长率试验按GB/T 2951.11-2008规定进行，其中PVC、LSZH护套试片的最小厚度为0.4mm，含氟聚合物护套试片的最小厚度为0.15mm。护套试片的拉伸速度允许为（250±50）mm/min，当有争议时，拉伸速度应为（25±5）mm/min。

### 6.4 环境性能试验方法

#### 6.4.1 绝缘收缩试验

绝缘收缩试验按GB/T 2951.13-2008规定进行。

#### 6.4.2 绝缘低温卷绕试验

绝缘低温卷绕试验按GB/T 2951.14-2008规定进行。

#### 6.4.3 护套老化后的抗张强度和断裂伸长率

护套老化后的抗张强度和断裂伸长率试验按GB/T 2951.11-2008规定进行，其中PVC、LSZH护套试片的最小厚度为0.4mm，含氟聚合物护套试片的最小厚度为0.15mm。护套试片的拉伸速度允许为（250±50）mm/min，当有争议时，拉伸速度应为（25±5）mm/min。

#### 6.4.4 电缆低温卷绕试验

电缆低温卷绕试验按GB/T 2951.14-2008规定进行。

#### 6.4.5 热冲击试验

热冲击试验按GB/T 2951.31-2008规定进行。

### 6.5 安全性能试验方法

#### 6.5.1 单根电缆火焰垂直蔓延试验

单根电缆火焰垂直蔓延试验按GB/T 18380.22-2008的规定进行。

### 6.5.2 成束电缆火焰垂直蔓延试验

成束电缆火焰垂直蔓延试验按GB/T 18380.35-2008 C类的规定进行。

### 6.5.3 烟密度

烟密度的测量方法按GB/T 17651.1-1998和GB/T 17651.2-1998进行。

## 6.6 电气特性和传输特性试验方法

对于出厂检验中的传输特性项目，可以从产品包装箱或盘的一端进行。

在型式试验中，对于近端串音、特性阻抗、回波损耗项目的试验，试验用电缆样品应从产品包装箱或盘上取样，样品长度不少于100m，并将电缆样品展开进行双端测试。双端测试合格后，方可判定为样品型式试验合格。

电气特性和传输特性试验方法应符合表37的规定。

表37 电气特性和传输特性试验方法

| 序号 | 试验项目 | | 本标准条款 | 试验方法 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 电气特性 | | | |
| 1.1 | 单根导体直流电阻 | | 5.9条表13序号1 | YD/T 837.2-1996 |
| 1.2 | 直流电阻不平衡 | 线对内两导体间 | 5.9条表13序号2 | YD/T837.2-1996，计算公式按本标准3.1条 |
| | | 线对与线对间 | | |
| 1.3 | 介电强度 | | 5.9条表13序号3 | YD/T 837.2-1996 |
| 1.4 | 绝缘电阻 | | 5.9条表13序号4 | YD/T 837.2-1996 |
| 1.5 | 工作电容 | | 5.9条表13序号5 | YD/T 837.2-1996 |
| 1.6 | 线对对地电容不平衡 | | 5.9条表13序号6 | YD/T 837.2-1996 |
| 1.7 | 转移阻抗 | | 5.9条表13序号7 | GB/T 17737.1-2000 |
| 1.8 | 耦合衰减 | | 5.9条表13序号8 | IEC62153-4-5-2006 |
| 1.9 | 绝缘线芯断线、混线 | | 5.9条表13序号9 | 万用表或指示灯 |
| 1.10 | 屏蔽连续性 | | 5.9条表13序号10 | 万用表或指示灯 |
| 2 | 传输特性 | | | |
| 2.1 | 相时延 | | 5.10.1条 | IEC 61156-1-2009 |
| 2.2 | 时延差 | | 5.10.2条 | IEC 61156-1-2009 |
| 2.3 | 衰减 | | 5.10.3条和表16 | YD/T 838.1-2003 |
| 2.4 | 不平衡衰减 | 近端不平衡衰减（TCL） | 5.10.4.1条和表19 | YD/T 838.1-2003 |
| | | 电平远端不平衡衰减（EL TCTL） | 5.10.4.2条和表21 | YD/T 838.1-2003 |
| 2.5 | 近端串音 | 近端串音衰减（NEXT） | 5.10.5.1条和表23 | YD/T 838.1-2003 |
| | | 近端串音衰减功率和（PS NEXT） | 5.10.5.2条和表25 | YD/T 838.1-2003 |
| 2.6 | 远端串音 | 等电平远端串音衰减（EL FEXT） | 5.10.6.1条和表27 | YD/T 838.1-2003 |
| | | 等电平远端串音衰减功率和（PS EL FEXT） | 5.10.6.2条和表29 | YD/T 838.1-2003 |
| 2.7 | 外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT） | | 5.10.7.1条和表31 | 本标准附录C |
| 2.8 | 衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F） | | 5.10.7.2条和表32 | 本标准附录C |
| 2.9 | 特性阻抗（Zc） | | 5.10.8.1条和表34<br>5.10.8.2条 | 本标准附录B |
| 2.10 | 回波损耗（RL） | | 5.10.9条和表35 | 本标准附录B |

# 7 检验规则

## 7.1 检验分类

电缆需经制造厂的检验部门检验，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。

## 7.2 出厂检验

### 7.2.1 出厂检验分类

出厂检验按检验项目分为全检与抽检两类。

### 7.2.2 出厂检验的全检项目

全检项目对每箱（盘）成品电缆进行检验并符合表38的规定。

表38 出厂检验的全检项目

| 序号 | 试验项目 | 本标准条款 |
|---|---|---|
| 1 | 尺寸及结构 | |
| 1.1 | 导体直径 | 5.1条表4 |
| 1.2 | 颜色色序 | 5 .3.2条、5. 4.3条 |
| 1.3 | 屏蔽结构 | 5.3.3条、5.5.3条 |
| 1.4 | 护套表面 | 5.6.2条 |
| 1.5 | 电缆护套最小厚度和最大外径 | 5.6.3条、5.6.4条 |
| 1.6 | 识别标志和长度标志 | 8.1条 |
| 2 | 电气特性 | |
| 2.1 | 单根导体直流电阻 | 5.9条表13序号1 |
| 2.2 | 线对直流电阻不平衡 | 5.9条表13序号2 |
| 2.3 | 介电强度 | 5.9条表13序号3 |
| 2.4 | 绝缘电阻 | 5.9条表13序号4 |
| 2.5 | 绝缘线芯断线、混线 | 5.9条表13序号9 |
| 2.6 | 屏蔽连续性 | 5.9条表13序号10 |

### 7.2.3 出厂检验的抽检项目

抽检应在每一个检查批的电缆中随机抽取。抽检项目应符合表39的规定。

表39 出厂检验的抽检项目

| 序号 | 试验项目 | 本标准条款 |
|---|---|---|
| 1 | 工作电容 | 5.9条表13序号5 |
| 2 | 线对对地电容不平衡 | 5.9条表13序号6 |
| 3 | 相时延 | 5.10.1条 |
| 4 | 时延差 | 5.10.2条 |
| 5 | 衰减 | 5.10.3条及表16 |
| 6 | 近端串音衰减（NEXT） | 5.10.5.1条及表23 |
| 7 | 近端串音衰减功率和（PS NEXT） | 5.10.5.2条及表25 |
| 8 | 等电平远端串音衰减（EL FEXT） | 5.10.6.1条及表27 |
| 9 | 等电平远端串音衰减功率和（PS EL FEXT） | 5.10.6.2条及表29 |
| 10 | 特性阻抗（Zc） | 5.10.8.1条及表34<br>5.10.8.2条 |
| 11 | 回波损耗（RL） | 5.10.9条及表35 |

### 7.2.4 抽样方案

进行出厂检验的抽检时，应将一天内连续生产的同一型式的电缆组成一个检查批。检查按GB/T 2828.1-2003正常检查一次抽样方案，采用检查水平I、合格质量水平（AQL）1.5。表40列出了按GB/T 2828.1-2003正常检查一次抽样方案确定的样本数（电缆盘/圈数）的示例。

表40 按正常检查一次抽样方案确定的样本数

| 批量范围 | 样本数（电缆盘/圈数） |
|---|---|
| 1～90 | 8 |
| 91～150 | 8 |
| 151～280 | 13 |
| 281～500 | 20 |

出厂抽检出现不合格时，应对不合格项目进行第二次抽样检验，第二次抽样样本数应加倍。若第二次抽样检验仍出现不合格，则对该批产品应采用100%检验。

## 7.3 型式试验

### 7.3.1 型式试验项目

型式试验是对产品进行的全性能检验，包括出厂检验的全检项目（表38）及抽检项目（表39）。型式试验项目应符合表41的规定。

表41 型式试验项目

| 序号 | 试验项目 | 本标准条款 |
|---|---|---|
| 1 | 尺寸及结构 | |
| 1.1 | 颜色色序及屏蔽结构 | 5.3.2条、5.4.3条、5.3.3条、5.5.3条 |
| 1.2 | 导体直径 | 5.1条表4 |
| 1.3 | 绝缘外径 | 5.2.3条 |
| 1.4 | 绝缘颜色及迁移 | 5.2.6条表5序号1 |
| 1.5 | 单面复合铝箔的铝箔厚度 | 5.3.3.2条、5.3.3.3条、5.3.3.5条 |
| 1.6 | 单面复合铝箔的重叠率 | 5.3.3.2条、5.3.3.3条、5.3.3.5条 |
| 1.7 | 编织的填充系数 | 5.3.3.4条、5.3.3.5条 |
| 1.8 | 电缆护套最小厚度和最大外径 | 5.6.3条、5.6.4条 |
| 1.9 | 护套表面 | 5.6.2条 |
| 1.10 | 识别标志和长度标志 | 8.1条 |
| 2 | 机械性能 | |
| 2.1 | 导体断裂伸长率 | 5.1条 |
| 2.2 | 绝缘抗张强度和断裂伸长率 | 5.2.6条表5序号2、3 |
| 2.3 | 护套抗张强度和断裂伸长率 | 5.8条 表11序号1.1、1.2 |
| 3 | 环境性能 | |
| 3.1 | 绝缘收缩 | 5.2.6条表5序号4 |
| 3.2 | 绝缘低温卷绕 | 5.2.6条表5序号5 |
| 3.3 | 护套老化后的抗张强度和断裂伸长率 | 5.8条 表12序号2.1、2.2 |
| 3.4 | 电缆低温卷绕 | 5.8条 表12序号2.3 |
| 3.5 | 热冲击 | 5.8条 表12序号2.4 |

表41（续）

| 序号 | 试验项目 | | 本标准条款 |
|---|---|---|---|
| 4 | 安全性能 | | |
| 4.1 | 单根电缆火焰垂直蔓延试验 | | 5.8条 表12序号3.1 |
| 4.2 | 成束电缆火焰垂直蔓延试验 | | 5.8条 表12序号3.2 |
| 4.3 | 烟密度 | | 5.8条 表12序号3.3 |
| 5 | 电气特性 | | |
| 5.1 | 单根导体直流电阻 | | 5.9条表13序号1 |
| 5.2 | 直流电阻不平衡 | | 5.9条表13序号2 |
| 5.3 | 介电强度 | | 5.9条表13序号3 |
| 5.4 | 绝缘电阻 | | 5.9条表13序号4 |
| 5.5 | 工作电容 | | 5.9条表13序号5 |
| 5.6 | 线对对地电容不平衡 | | 5.9条表13序号6 |
| 5.7 | 转移阻抗 | | 5.9条表13序号7 |
| 5.8 | 耦合衰减 | | 5.9条表13序号8 |
| 5.9 | 绝缘线芯断线、混线 | | 5.9条表13序号9 |
| 5.10 | 屏蔽连续性 | | 5.9条表13序号10 |
| 6 | 传输特性 | | |
| 6.1 | 相时延 | | 5.10.1条 |
| 6.2 | 时延差 | | 5.10.2条 |
| 6.3 | 衰减 | | 5.10.3条及表16 |
| 6.4 | 不平衡衰减 | 近端不平衡衰减（TCL） | 5.10.4.1条及表19 |
| | | 等电平远端不平衡衰减（EL TCTL） | 5.10.4.2条及表21 |
| 6.5 | 近端串音 | 近端串音衰减（NEXT） | 5.10.5.1条及表23 |
| | | 近端串音衰减功率和（PS NEXT） | 5.10.5.2条及表25 |
| 6.6 | 远端串音 | 等电平远端串音衰减（EL FEXT） | 5.10.6.1条及表27 |
| | | 等电平远端串音衰减功率和（PS EL FEXT） | 5.10.6.2条及表29 |
| 6.7 | 外部近端串音衰减功率和（PS ANEXT） | | 5.10.7.1条及表31 |
| 6.8 | 衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F） | | 5.10.7.2条及表32 |
| 6.9 | 特性阻抗（Zc） | | 5.10.8.1条及表34<br>5.10.8.2条 |
| 6.10 | 回波损耗（RL） | | 5.10.9条及表35 |
| 表列各项中，要求或试验方法在考虑中的项目不是必检项目。<br>成束电缆火焰垂直蔓延试验只针对聚全氟乙丙烯绝缘的电缆进行 | | | |

### 7.3.2 型式试验周期

当出现下列情况之一时，应进行型式试验：

a）型式试验每年至少应进行一次；

b）新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

c）电缆结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

d）出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时；

e）产品长期停产后，恢复生产时。

### 7.3.3 型式试验样本数

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。每一型式电缆的样本数为3盘，样本中应包含有该型式最大线对数的电缆规格。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 识别标志与长度标志

#### 8.1.1 识别标志

电缆护套的外表面上至少应印有制造厂名或其代号，制造年份及电缆型号，间距应不大于1m。成品电缆标志应符合GB/T 6995.1-2008规定。

#### 8.1.2 长度标志

电缆护套外表面上应印有能永久识别的清晰长度标志，颜色为黑色（或用户要求的其它颜色）。长度标志以 m 为单位，标志间距为1m，长度标志误差应不大于±0.5%。

### 8.2 电缆端别标志

电缆端别可采用 A 端为红色标志、B端为绿色标志。

### 8.3 成盘包装

电缆应整齐地绕在电缆盘上交货，电缆盘应符合JB/T 8137.1-1999的规定，电缆盘的筒体直径应不小于电缆外径的15倍。

### 8.4 成圈包装

对于 4 对电缆，可采用蜂房式成圈，成圈后的电缆再装入包装箱中。

### 8.5 包装标志

#### 8.5.1 电缆包装箱或盘上应注明的内容

电缆包装箱或盘上应注明以下内容：

a）制造厂名及商标；

b）电缆型号、本标准编号；

c）电缆长度 m；

d）毛重 kg；

e）出厂编号；

f）制造日期：　　年　　月；

g）防潮标志；

h）对于成盘包装的电缆盘，除上述规定的标识外，还应标明表示电缆盘正确旋转方向的箭头。

### 8.6 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。

### 8.7 贮存

电缆应贮存在干燥通风、远离火源的地方。

## 9 安装

### 9.1 安装温度

电缆安装温度为：－20℃～+60℃。

### 9.2 安装时最小弯曲半径

电缆安装时的最小弯曲半径不得小于8倍电缆直径。

# 附 录 A
（资料性附录）
推荐的缆芯结构排列

## A.1 推荐的缆芯结构排列

推荐的缆芯结构排列见表A.1。

表A.1 推荐的缆芯结构排列

| 标称对数 | 缆芯结构排列 |
|---|---|
| 2 | 1×2 |
| 4 | 1×4 |
| 8 | 2×4 |
| 16 | 4×4 |
| 20 | 5×4 |
| 25 | 1+6×4　　1×4+5×4+1　　3+9+13 |

# 附 录 B
（规范性附录）
特性阻抗、回波损耗测试方法

## B.1 特性阻抗测试方法

### B.1.1 定义

电缆线对的特性阻抗$Z_C$定义为沿同一方向（正向或反向）电压波$U$与电流波$I$的比值。下标$f$代表正方向，下标$r$代表反方向，如公式（B.1）所示。对于没有结构变化的均匀电缆，特性阻抗可以在电缆的一端直接测量电压与电流的商得出。

$$Z_C = \frac{U_f}{I_f} = \frac{U_r}{I_r} \tag{B.1}$$

式中：

$Z_C$ — 特性阻抗，单位为Ω；

$U_f$、$U_r$ — 正向、反向电压，单位为V；

$I_f$、$I_r$ — 正向、反向电流，单位为A。

### B.1.2 试验方法概述

测量特性阻抗可以有几种不同的方法。规定以带有平衡变量器的单端开短路阻抗测量法作为基准方法。其它方法只要其结果与基准方法一致，也可以采用。

为了充分的描绘出阻抗随频率的变动，有意以十分密集的频率间隔进行扫频测量。扫频可以采用线性扫描或对数扫描，具体选择取决于想更为充分地反映频率的高端还是低端。一般需要数百个频率点（如取401个点），这与频率范围和电缆长度有关。

把对称电缆线对连接到试验设备的同轴端口需要使用平衡变量器。对平衡变量器要求应具有足够的测量通频带，应能够正确地把仪表端口阻抗变换为线对的额定阻抗。在变量器的次级（线对侧）进行3步阻抗测量校准。

当电缆的结构效应很大时，测量的阻抗数据随频率会有较大的波动。对阻抗数据进行函数拟合可从特性阻抗中分离出结构效应引起的波动。函数拟合的概念是通过邻近频率的测量值来辅助实际频率点数值的判读。但由于阻抗读数的正、负偏离是不对称的，通过阻抗的模值或实部进行的函数拟合会导致拟合值偏高（典型为0.5Ω以下）。如果想要得到更精确的结果，函数拟合可以对S-参数值进行，因为S-参数具有线性关系。

### B.1.3 带有平衡变量器的单端开短路阻抗测量原理

带有平衡变量器在单端开短路测量是取得特性阻抗值的基准方法。当线对是均匀的或分离出结构不均匀引起的波动时，特性阻抗是开路和短路测量值乘积的几何平均值，由式（B.2）确定：

$$Z_C = \sqrt{Z_{OC} Z_{SC}} \tag{B.2}$$

式中：

$Z_C$ — 复数特性阻抗，单位为Ω，假如线对是均匀的或分离出结构影响（即阻抗以函数拟合结果表示）；

$Z_{OC}$ — 开路时测得的复数特性阻抗，单位为Ω；

$Z_{SC}$ — 短路时测得的复数特性阻抗，单位为Ω。

对于不均匀电缆，包括结构效应的阻抗由式（B.3）确定：

$$Z_{cm}=\sqrt{Z_{OC}Z_{SC}} \tag{B.3}$$

式中：

$Z_{cm}$ — 包括结构效应的复数特性阻抗（输入阻抗），单位为Ω。

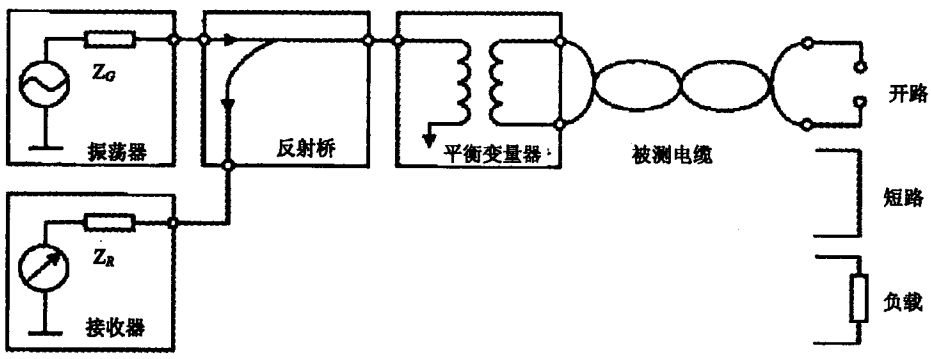
当忽略结构效应时，式（B.2）表示特性阻抗$Z_C$。当结构效应很大时，可将开路阻抗和短路阻抗数据与特性阻抗一样作为频率的函数进行拟合，再用输入阻抗乙材的表达式（B.3）计算得到特性阻抗$Z_C$。式（B.2）和（B.3）从低频（电缆长仅是波长的几分之一）到高频（电缆长是波长的几倍）都是正确的。

### B.1.4 样品准备

样品制备应使端部效应最小。对于频率达到100MHz及以上的测量，从线对上剥去的护套不大于49mm，剥去的屏蔽不大于25mm，剥去的绝缘不大于8mm。线对拆开扭绞的长度不大于13mm。此外，对于非屏蔽电缆应把电缆悬挂或放到一个非导体表面上，使电缆横向间隔大于25mm。试验用电缆样品应从产品包装箱或盘上取样，样品长度不少于100m，并将电缆样品展开进行双端测试。双端测试合格后，方可判定为样品型式试验合格。对于出厂检验，可以从产品包装箱或盘的一端进行。

### B.1.5 试验设备

可以用网络分析仪（连同S-参数单元）或其它阻抗仪表得到数据。图B.1给出阻抗测量电路的主要组成部分，其中振荡器和接收器是网络分析仪本身的部件。S-参数单元中的关键部件是反射桥，其作用是从入射信号中分离出反射信号。平衡变量器应具有适当的频率范围、阻抗与平衡度，使线对如同在平衡状态下进行测试一样。3种终端状态，开路、短路和标称负载阻抗分别用于不同的测量（开路、短路或终端）。




图A.1 电缆线对测量电路原理

### B.1.6 步骤

先进行3步校准。如同实际测量进行开路、短路和终端一样，在平衡变量器的次级不接电缆线对情况下先进行3步校准步骤。在平衡变量器的次级完成3步校准操作后，网络分析仪就可以直接测量电缆线对的复反射系数（S-参数）或复数阻抗。当使用S-参数单元时，大多数网络分析仪提供的内部3步校准步骤包括了有关计算。当网络分析仪配置的不完备时，计算可由另外的计算机进行。

被测阻抗（开路或短路）由测试出的反射系数按公式（B.4），由网络分析仪或由计算机（按采集的数据）算出：

$$Z_{MEAS} = Z_R \frac{1+S_{11}}{1-S_{11}} \tag{B.4}$$

式中：

$Z_{MEAS}$ — 被测复数阻抗（开路或短路），单位为Ω；

$Z_R$ — 在校准时所用的基准阻抗（电阻），单位为Ω；

$S_{11}$ — 被测复数反射系数。

### B.1.7 要求

可采取几种不同的方式。一种是规定实际测量得出的包括有结构效应的复合特性阻抗，在规定的频率范围内符合单一但是较宽的要求（如：85~115Ω）。另一种方式是对实际测量的数据先进行函数拟合，对拟合特性阻抗规定一个较窄的范围（如：95~105Ω）。在此情况下，需要另外用回波损耗的规范来控制结构效应。一般情况下，前一种方式，即单一但较宽的要求其优点是简单。分为两项要求的优点是可以对两种效应分别得到定量的信息。

## B.2 回波损耗测试方法

### B.2.1 回波损耗（RL）的定义

回波损耗合并了两种反射的影响，包括对标称阻抗（如：100Ω）的偏差以及结构影响。当主要关心系统性能时规定回波损耗。回波损耗主要用于表征链路或信道的性能。

测量回波损耗时，在电缆的远端用电缆标称阻抗$Z_R$（100Ω电阻）终端。

回波损耗由式（B.5）给出：

$$RL = -20\lg\left|\frac{Z_T - Z_R}{Z_T + Z_R}\right| \tag{B.5}$$

式中：

$RL$ — 回波损耗，单位为dB；

$Z_T$ — 测量得到的复数阻抗（电缆远端终接标称阻$Z_R$），单位为Ω；

$Z_R$ — 基准阻抗，单位为Ω（按电缆标称阻抗取 100Ω）。

### B.2.2 样品准备

回波损耗（RL）样品准备的指导与特性阻抗的测量相同，见B.1.4。

### B.2.3 试验设备与试验步骤

试验所用的网络分析仪的配置与B.1.5所述类似，回波损耗（RL）有适用的菜单选项。

### B.2.4 要求

回波损耗（RL）的要求适用于整个应用频率范围，在某种意义上与特性阻抗是各自分开要求。

# 附 录 C
（规范性附录）
外部近端和外部远端串音测试方法

## C.1 外部近端串音测试方法

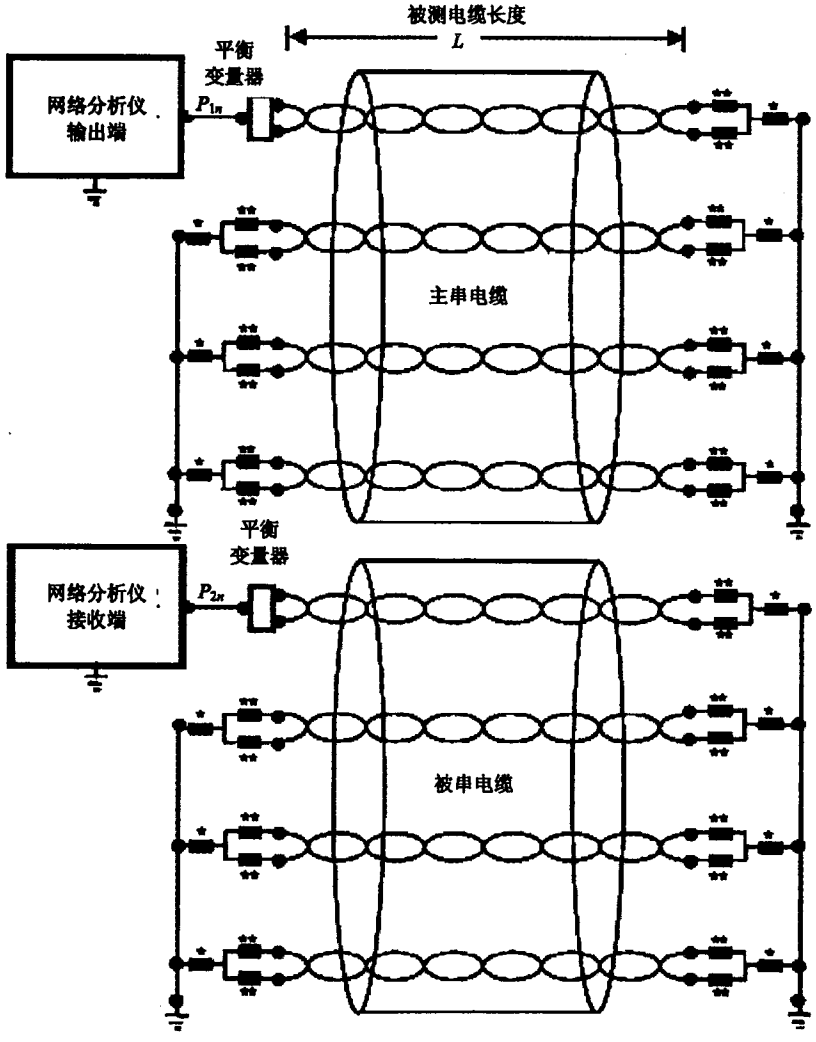
### C.1.1 测试原理

外部近端串音（ANEXT）与近端串音（NEXT）的测量采用同样的测试设备，但待测电缆样品的制备要求不同，电缆样品应按C.1.2.3条的要求准备。

测试时，电缆样品的两端应扇出，扇出长度应不大于1m，测量应在电缆规定的频率范围内进行。

测试原则是外围6根电缆作为主串电缆围绕中心的1根被串电缆进行（以下简称为1+6）。主串电缆依次按顺序与位于中心的被串电缆进行测试，测试总次数为96次（即：4×4×6=96）。

外部近端串音（ANEXT）的测试原理见图C.1。




注： —— 符号表示为共模端接电阻，单位为Ω。电阻值应根据不同结构的电缆进行配置，配置要求如下：0Ω共模端接电阻，适用于线对屏蔽结构的电缆；25Ω共模端接电阻，适用于总屏蔽结构的电缆；45Ω至50Ω共模端接电阻，适用于非屏蔽电缆。 —— 符号表示为用于线对匹配的共模端接电阻，单位为Ω。其电阻值应为共模端接电阻的2倍。

图C.1 外部近端串音的测试原理

### C.1.2 外部近端串音与功率和的计算

C.1.2.1 外部近端串音衰减（ANEXT）为包含在不同电缆内的主串线对与被串线对的近端串音衰减，见式（C.1）：

$$ANEXT = 10\lg\frac{P_{1n}}{P_{2n}} \qquad (C.1)$$

式中：

$ANEXT$ — 外部近端串音衰减，单位为dB；

$P_{1n}$ — 主串线对近端的输入功率，单位为W；

$P_{2n}$ — 被串线对近端的输出功率，单位为W。

注：主串线对与被串线对需分布在不同的两根电缆内。

C.1.2.2 外部近端串音衰减功率和(PS ANEXT)和外部远端串音衰减功率和(PE AFEXT)的表示见式(C.2)：

$$PS\ AX\text{-}talk_j = -10\lg\left(\sum_{l=1}^{N}\sum_{i=1}^{n}10^{\frac{AX\text{-}talk_{i,j,l}}{10}}\right) \qquad (C.2)$$

式中：

$PS\ AX\text{-}talk_j$ — 线对$j$的外部串音功率和，单位为dB；

$AX\text{-}talk_{i,j,l}$ — 指定电缆的线对$j$与相邻电缆的线对$i$之间的串音衰减，单位为dB；

$j$ — 被串线对的编号；

$i$ — 主串线对的编号；

$l$ — 主串电缆的编号；

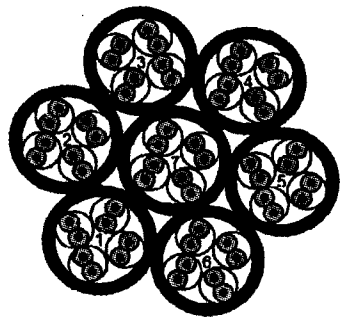
$n$ — 主串线对的总数量；

$N$ — 主串电缆的总数量。

C.1.2.3 样品准备

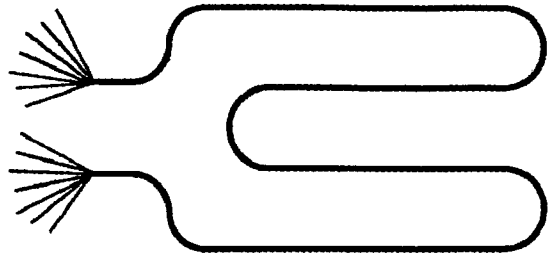
测试前应先准备7根100±1米长的待测电缆样品，每根电缆需预先做好标记，这些电缆应采用同一生产批次。

按图C.2的组合顺序将7根电缆进行整个长度上的直线成束，形成1+6的结构。电缆在成束过程中应保持平直、不扭转，并用绝缘胶带或其它类似带材均匀的进行等间距捆扎。捆扎力度需松紧适度，不得破坏电缆的整体结构，同时又要保持缆与缆之间的适度贴合。捆扎间隔为200mm。



图C.2 1+6成束电缆试样的截面构成

电缆样品捆扎成束后，测试前，应按图C.3的场景要求进行循环铺设，循环最小间距应不小于100mm，铺设场地应选择非金属地面。



图C.3 1+6成束电缆试样的测试场景布置

## C.2 外部远端串音测试方法

### C.2.1 外部远端串音的计算

测量外部远端串音（AFEXT）在相同的测试设备和样品准备上进行，测量应按电缆规范指定的频率范围。定义如式（C.3）所示：

$$AFEXT = 10\lg\frac{P_{1N}}{P_{2F}} \qquad (C.3)$$

式中：

*AFEXT*—外部远端串音衰减，单位为dB；

$P_{1N}$ — 主串线对近端的输入功率，单位为W；

$P_{2F}$ — 被测被串线对远端的串音输出功率，单位为W。

### C.2.2 外部远端串音功率和的计算

外部远端串音功率和（PS AFEXT）或衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）应根据式（C.2），并由测量值计算。

衰减外部远端串音比功率和（PS AACR-F）中的衰减外部远端串音比（AACR-F）应根据式（C.4）并由测量值计算。

$$AACR_F = AFEXT - \alpha \qquad (C.4)$$

式中：

*AACR - F* — 衰减外部远端串音比，单位为dB/100m；

*AFEXT* — 外部远端串音，单位为dB/100m；

$\alpha$ — 被串线对的衰减，单位为dB/100m。

# 参 考 文 献

[1] YD/T 926.1-2009 大楼通信综合布线系统 第1部分：总规范

[2] YD/T 926.2-2009 大楼通信综合布线系统 第2部分：电缆、光缆技术要求

[3] YD/T 322 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆

[4] ANSI/TIA-568-C.2-2009 商务建筑物电信布线标准 第 2 部分：对称对绞线对和布线元件（ANSI/TIA-568-C.2-2009，Balanced twisted-pair telecommunications cabling and components standards）

中华人民共和国
通信行业标准
数字通信用聚烯烃绝缘
水平对绞电缆
YD/T 1019-2013

*

人民邮电出版社出版发行
北京市丰台区成寿寺路11号邮电出版大厦
邮政编码：100164
宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷
版权所有　不得翻印

*

开本：880×1230　1/16　　2014年9月第1版
印张：3.25　　2014年9月北京第1次印刷
字数：84千字

15115·166
定价：35元

本书如有印装质量问题，请与本社联系　电话：(010)81055492