

# 数字通信用聚烯烃水平 对绞电缆

---

YD/T 1019-201X

## 目录

1. 范围.....	3
2. 引用标准.....	3
3. 定义.....	3
3.1 传播速度（相速度）Velocity of propagation(Phase velocity).....	3
3.2 相时延.....	3
3.3 （相）时延差【偏斜】.....	3
4. 产品分类.....	4
4.1 电缆型号.....	4
4.2 电缆主要型式及使用场合.....	4
4.3 电缆规格.....	5
5. 要求.....	5
5.1 导体.....	5
5.2 绝缘.....	5
5.3 线对.....	5
5.4 子单位.....	6
5.5 缆芯.....	6
5.6 护套.....	6
5.7 电缆制造长度.....	7
5.8 电缆机械性能、环境性能及安全性能.....	7
5.9 电气性能.....	7
5.10 传输特性.....	8
6. 试验方法.....	12
6.1 通则.....	12
6.2 结构试验方法.....	12
6.3 护套外观.....	12
6.4 环境性能试验方法.....	12
6.5 安全性能试验方法.....	12
6.6 电气特性和传输特性试验方法.....	13
7. 检验规则.....	13
7.1 检验分类.....	13
7.2 出厂检验.....	13
7.3 型式检验.....	14
8. 标志、包装和贮存.....	14
8.1 识别标志与长度标志.....	14
8.2 电缆端别标志.....	14
8.3 成盘包装.....	14
8.4 成圈包装.....	14
8.5 包装标志.....	14
8.6 存贮.....	15

9.	安装.....	15
9.1	电缆安装温度.....	15
9.2	安装弯曲半径.....	15
10.	附录 A:推荐的缆芯结构排列 .....	15
11.	附录 B:特性阻抗、回波损耗及结构回波损耗.....	16
11.1	特性阻抗.....	16
11.2	回波损耗.....	16

## 1. 范围

以 100 Ω 电缆为主要，覆盖 3、5、5e、6、6A、7,7A 类电缆为标准范围；

## 2. 引用标准

- 【1】 IEC 61156-5-2009Ed2.0
- 【2】 IEC 61156-1-2009Ed3.1
- 【3】 YD/T 838.1-2003
- 【4】 YD/T 1019-201X
- 【5】 YD/T 926.1-2009
- 【6】 ANSI/TIA-568-C.2-2009

## 3. 定义

本标准采用 YD/T 838.1-1996 与 YD/T 926.1-2001 中的定义及以下定义。

### 3.1 传播速度（相速度）Velocity of propagation(Phase velocity)

传输速度定义为信号在电缆中的传播速度。以 m/s 表示。

也可用波速比表示，波速比是波在电缆中传播速度与波在自由空间传播速度之比，传播速度通常由相角和角频率确定。

$$v_p = \omega / \beta = 2\pi * f / \beta$$

$v_p$ :传播速度； $\omega$ ：角频率（1/s）； $\beta$ ：相移常数（1/m）； $f$ ：频率（Hz）。

### 3.2 相时延

相时延定位为电缆长度 L 与传播速度之比。相时延由下式确定：

$$T=L/ v_p$$

T：相时延（S）； $v_p$ :传播速度；L：电缆长度（m）。

### 3.3 （相）时延差【偏斜】

相时延差定义为电缆中任意两线对之间的相延时的差值。如下式：

$$\Delta T=L|(1/ v_{p1} - 1/ v_{p2})|$$

$\Delta T$ :时延差（S）； $v_{p1}$ ：第一对线的传播速度（m/s）； $v_{p2}$ ：第二对线的传播速度（m/s）；  
L：电缆长度（m）。

## 4. 产品分类

### 4.1 电缆型号

HS+绝缘材料代号+护套材料代号+总屏蔽代号+派生代号（频率、特性阻抗）

电缆型号代码表：

分类		绝缘材料		护套材料		总屏蔽		最高频率	
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 用水 平对 绞电 缆	Y	实心 聚烯 烃	V	聚氯 乙烯	省略	无屏 蔽	3	16MHz
		W	聚全 氟乙 丙烯	Z	低烟 无卤 阻燃 聚烯 烃	P	有屏 蔽层	5	100MHz
				W	含氟 聚合 物			5e	100MHz
								6	250MHz
								6A	500MHz
								7	600MHz
						7A	1000MHz		

### 4.2 电缆主要型式及使用场合

- a) 非屏蔽线对的规格型号  
线对 X 2X 导体标称直径
- b) 屏蔽线对的规格型号  
线对 X 2X 导体标称直径 P

## 4.3 电缆规格

		绝缘型式		
		实心聚烯烃绝缘	低烟无卤阻燃聚烯烃绝缘	聚全氟乙丙烯绝缘
护套型式	聚氯乙烯护套	HSYV HSYVP	HSYZV HSYZVP	HSWV HSWVP
	低烟无卤阻燃聚烯烃护套	HSYZ HSYZP	HSZZ HSZZP	---
	含氟聚合物护套	----	----	HSWW HSWWP
使用场合		铜管、阻燃硬PVC管	除空调通风管道内的其他场合	各种场合均使用（吊顶、空调同分管道以及夹层地板内）
对于全氟乙丙烯绝缘的电缆，应采用低烟无卤阻燃聚烯烃外护套。				

100Ω 电缆的规格如下：

电缆类别	三类、五类、超五类		六类、超六类	七类、超七类
屏蔽类型	非屏蔽	屏蔽	非屏蔽及屏蔽	非屏蔽及屏蔽
导体标称直径	0.50	0.52	0.57	0.60
浮动值	±0.01	±0.02	±0.02	±0.03

## 产品标记

产品名称+产品型号+标准编号组成。

水平对绞电缆 HSYV-5E 4X2X0.5 YD/T 1019-201X

## 5. 要求

### 5.1 导体

符合 GB/T 3953-1983 中的 TR 型软圆铜线要求的实心铜导体，断裂伸长率应大于 15%。

### 5.2 绝缘

可选用聚氯乙烯、皮-泡-皮聚烯烃绝缘或聚全氟乙丙烯。

成品电缆绝缘最大外径不大于 1.5mm。

### 5.3 线对

线对为绞合型结构。

单屏蔽-铝箔屏蔽：

- a) 屏蔽由一层单面复合铝箔和一根排流线组成，排流线为单股镀锡圆铜丝。
- b) 单面复合铝箔厚度应不小于 0.012mm,建议值为 0.06mm;
- c) 单面复合铝箔应纵包缆芯，重叠率不小于 30%;
- d) 排流线直径应不小于 0.5mm;
- e) 单面复合铝箔的金属面向内，并与排流线相接触。

单屏蔽-编织屏蔽:

- a) 由一层编织层组成，编织材料为镀锡圆铜丝;
- b) 编织层允许的单向单股断线长度不大于 150mm，断线端头应修剪整齐;
- c) 编织层的填充系数重叠率不小于 5%。
- d) 编织的填充系数应不小于 0.41 (编织密度不小于 65%)。

双屏蔽-铝箔屏蔽+编织屏蔽:

- a) 由一层单面复合铝箔和一层编织层组成。编织材料为镀锡圆铜丝;
- b) 单面复合铝箔的金属面朝外，应与编织层相接触;
- c) 单面复合铝箔厚度不小于 0.012mm;
- d) 单面复合铝箔重叠率不小于 15%;
- e) 编织层允许的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 (编织密度不小于 30%)。

## 5.4 子单位

100Ω 电缆的子单元由 4 个线对绞合而成。

## 5.5 缆芯

缆芯排列可由若干子单位绞合而成，也可由线对同心式绞合而成。

允许在缆芯中放置绝缘隔离器或者绝缘填充物，用于稳定电缆的传输特性。

缆芯包袋可以包覆一层或多层适当厚度的非吸湿性包带。

100Ω 电缆可选择非屏蔽或屏蔽结构。

## 5.6 护套

可选择聚氯乙烯、低烟无卤阻燃聚氯乙烯、低烟无卤阻燃聚烯烃或含氟聚合物。

护套应连续、均匀地包裹在缆芯上，表面应光滑平整、无孔洞、裂纹、气泡等缺陷。

PVC 与 LSNHP 护套最小厚度

单位: mm

电缆标称对数	电缆类型	屏蔽类型	电缆最大外径
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

## 5.7 电缆制造长度

电缆制造长度已未 100~110m 的整数倍，也可为 305m。

## 5.8 电缆机械性能、环境性能及安全性能

机械性能

断裂伸长率：LSNHP 大于 125；PVC 大于 150；含氟聚合物大于 250。

护套抗张强度：LSNHP 大于 10；PVC 大于 13.5；含氟聚合物大于 20。

环境性能：

老化后断裂伸长率：LSNHP 大于 100；PVC 大于 125；含氟聚合物大于 200。

老化后护套抗张强度：LSNHP 大于 8；PVC 大于 12.5；含氟聚合物大于 16。

安全性能：

单根电缆燃烧试验：DZ-1；

成束电缆燃烧试验：SZ-C；烟密度：LSNHP 护套大于 15% 。

## 5.9 电气性能

序号	项目名称		单位	指标
1	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
2	线对对地电容不平衡、最大值，0.8kHz/1kHz		pF/100m	≤160
3	转移阻抗，最大值		mΩ/m	
	频率 1MHz			≤50
	频率 10MHz			≤100
	频率 20MHz			≤300
	频率 100MHz			≤1000
	耦合衰减，最小值			
4	电缆类别	频率范围 (f)	dB	
	3、5 类	----		不要求
	5e 类	30-100MHz		≥55
		6 类		30-100MHz
				100-250MHz
	6A 类	30-100MHz		≥55
				100-500MHz
	7 类	30-100MHz		≥55

		100-600MHz		$\geq 55-20 \lg \left( \frac{f}{100} \right)$
	7A 类	30-100MHz		$\geq 55$
		100-1000MHz		$\geq 55-20 \lg \left( \frac{f}{100} \right)$

## 5.10 传输特性

### 相时延

100Ω 5/5e/6/6A/7/7A 类电缆,从 4MHz 开始到标准规定最高频率频带内, 公式:

$$T \leq 534 + 36/\sqrt{f} ; \quad T - \text{相时延 (ns/100m)}; f - \text{频率 (Hz)};$$

任何线对的相时延不应大于下表所规定的值:

频率	最大相时延
1	570
10	545
100	538
250	536
500	535.6
600	535.5
1000	535.4

### 时延差

在测试频带内, 电缆内任何两个线对间的最大时延差不应超过 45ns/100m。

对于 7 类、7A 类电缆, 从 4MHz 到电缆类别规定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。

### 衰减

在温度 20℃ 时测量或校正到 20℃, 从 4MHz 到测试带宽内, 任一线对的衰减值  $\alpha(f)$  应不大于表中规定的数值:

电缆类别	频率 f (MHz)	衰减
3	4-16	$\alpha \leq 2.320 \times \sqrt{f} + 0.238 \times f$
5、5e	4-100	$\alpha \leq 1.967 \times \sqrt{f} + 0.023 \times f + 0.050/\sqrt{f}$

6	4-250	$\alpha \leq 1.808x\sqrt{f} + 0.017xf + 0.020/\sqrt{f}$
6A	4-500	$\alpha \leq 1.808x\sqrt{f} + 0.017xf + 0.025/\sqrt{f}$
7	4-600	$\alpha \leq 1.800x\sqrt{f} + 0.0010xf + 0.020/\sqrt{f}$
7A	4-1000	$\alpha \leq 1.800x\sqrt{f} + 0.005xf + 0.025/\sqrt{f}$
注：有些电缆在温度-40℃~60℃时，其衰减系数可大 0.004/℃，在电缆可承受较温度的场合，宜选用温度衰减系数较少的电缆。		

<100 Ω 电缆衰减参考表>

### 近端串音 (NEXT)

从 4MHz 到电缆所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)，均应符合下表公式所确定的值：

电缆类别	频率 f (MHz)	近端串音衰减 (dB/100m)
3	4-16	$NEXT \geq 41.3-15xlgf$
5	4-100	$NEXT \geq 62.3-15xlgf$
5e	4-100	$NEXT \geq 65.3-15xlgf$
6	4-250	$NEXT \geq 75.3-15xlgf$
6A	4-500	$NEXT \geq 75.3-15xlgf$
7	4-600	$NEXT \geq 102.4-15xlgf$
7A	4-1000	$NEXT \geq 105.4-15xlgf$

### 近端串音衰减功率和 (PSNEXT)

对于 4 对的 3、4、5 类电缆及 5e、6 类缆，任一线对近端串音衰减功率和 (PSNEXT) 应不小于下公式值，功率和可分别在子单元内进行计算。

当计算值大于 75dB 时，对应的最小要求应取作 75dB

电缆类别	频率 f (MHz)	近端串音衰减功率和 (dB/100m)
3	4-16	$NEXT \geq 41.3-15xlgf$
5	4-100	$NEXT \geq 62.3-15xlgf$
5e	4-100	$NEXT \geq 65.3-15xlgf$
6	4-250	$NEXT \geq 75.3-15xlgf$
6A	4-500	$NEXT \geq 75.3-15xlgf$
7	4-600	$NEXT \geq 102.4-15xlgf$
7A	4-1000	$NEXT \geq 105.4-15xlgf$

<100 Ω 电缆的近端串音衰减功率和>

## 100 Ω 电缆等电平远端串音 (EL FEXT)

从 4MHz 到电缆类别所规定的整个频带内，任何线对组合间的等电平远端串音衰减符合下表：

电缆类别	频率 f (MHz)	等电平远端串音衰减 (dB/100m)，最小值
3	4-16	EL FEXT ≥ 39-20xlgf
5	4-100	EL FEXT ≥ 61-20xlgf
5e	4-100	EL FEXT ≥ 64-20xlgf
6	4-250	EL FEXT ≥ 68-20xlgf
6A	4-500	EL FEXT ≥ 68-20xlgf
7	4-600	EL FEXT ≥ 95.3-20xlgf
7A	4-1000	EL FEXT ≥ 95.3-20xlgf

当计算值大于 78dB 时，对应的最小要求应取作 78dB。

## 100 Ω 电缆等电平远端串音衰减功率和(PS EL FEXT)

对于 4 对以上的电缆及 4 对的 5e、6 类电缆，PS EL FEXT 应符合下表：

电缆类别	频率 f (MHz)	等电平远端串音衰减 (dB/100m) ,最小值
3	4-16	PS EL FEXT ≥ 39-20xlgf
5	4-100	PS EL FEXT ≥ 61-20xlgf
5e	4-100	PS EL FEXT ≥ 64-20xlgf
6	4-250	PS EL FEXT ≥ 68-20xlgf
6A	4-500	PS EL FEXT ≥ 68-20xlgf
7	4-600	PS EL FEXT ≥ 95.3-20xlgf
7A	4-1000	PS EL FEXT ≥ 95.3-20xlgf

## 特性阻抗 Zc

类型	频率 f (MHz)	特性阻抗 (Ω)
三类	4-16	100 ± 15
五、超五类类	4-100	100 ± 15
六类	4-250	100 ± 15

6A 类、7 类、7A 类对于特性阻抗值从 4MHz 至该类型电缆规定的最高传输频率的整个频段内，最高上限值不应超过下式 1 范围，最低值不应小于式 2 范围。

$$Z_U \leq 100X\left(\frac{1+\rho}{1-\rho}\right) \quad \text{式 1}$$

$$Z_L \geq 100X\left(\frac{1+\rho}{1+\rho}\right) \quad \text{式 2}$$

$$\rho = 10^{RL/20} \quad \text{式 3}$$

式中：

- $Z_U$  特性阻抗最高值上限, 单位为  $\Omega$  ;  
 $Z_L$  特性阻抗最高值上限, 单位为  $\Omega$  ;  
 $\rho$  由式 3 计算出回波损耗 (RL) 的反射系数幅度值;  
 RL 回波损耗, 单位 dB

## 回波损耗(RL)

从 4MHz 到电缆类别规定的最高传输带宽的整个频带内, 线对的回波损耗应不小于下表指标:

电缆类别	频率 f (MHz) 范围内的要求	回波损耗 (RL), 最小值
三类	$1 \leq f \leq 10$	$RL \geq 12.0$
	$10 \leq f \leq 16$	$RL \geq 12 - 10 \times \lg\left(\frac{f}{10}\right)$
五类	$1 \leq f \leq 10$	$RL \geq 17 + 3 \times \lg(f)$
	$10 \leq f \leq 20$	$RL \geq 20.0$
	$20 \leq f \leq 100$	$RL \geq 20 - 7 \times \lg\left(\frac{f}{20}\right)$
超五类、六类、超六类、七类、超七类	$1 \leq f \leq 10$	$RL \geq 20 + 5 \times \lg(f)$
	$10 \leq f \leq 20$	$RL \geq 25.0$
超五类	$20 \leq f \leq 100$	$RL \geq 25 - 7 \times \lg\left(\frac{f}{20}\right)$
六类	$20 \leq f \leq 250$	$RL \geq 25 - 7 \times \lg\left(\frac{f}{20}\right)$
超六类	$20 \leq f \leq 500$	$RL \geq 25 - 7 \times \lg\left(\frac{f}{20}\right) *$
七类	$20 \leq f \leq 600$	$RL \geq 25 - 7 \times \lg\left(\frac{f}{10}\right) *$
超七类	$20 \leq f \leq 1000$	$RL \geq 25 - 7 \times \lg\left(\frac{f}{10}\right) *$
	$600 \leq f \leq 1000$	$RL \geq 17.3 - 10 \times \lg\left(\frac{f}{10}\right)$

\*: 对于超六类、七类及超七类电缆从 20-600MHz 频率范围内, 回波损耗计算值如小于 17.3dB 时, 对应的最小要求值应取作 17.3dB

## 6. 试验方法

### 6.1 通则

样品要求：同规格测试样品不小于 100 米。

衰减、近端串音衰减、远端串音衰减、特性阻抗、回波损耗及结构回波损耗时，采用扫频测量；具体使用线性或对数频率间隔。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内包含十倍频程的 200 倍，对于其他参数应该不少于规定频率范围包含十倍频数的 100 倍。

### 6.2 结构试验方法

颜色色序及屏蔽层用目力检查。

绝缘外景测量按照 GB/T 2951.1 规定进行。

绝缘颜色及色迁移试验按照 YD/T 837.3 进行。

单面复合铝箔的铝箔厚度用分度值不低于 0.002mm 的千分尺和测厚仪测量。

单面复合铝箔的重叠率量用分辨率不低于 0.5mm 的钢卷尺在成品电缆上进行。

编织的填充系数测量按照 GB/T 17737.1 进行。

电缆最大外径和护套厚度测量按照 GB/T 2951.1 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 $\pi$ 。

外护套外观采用目力检查。

### 6.3 护套外观

导体断裂伸长率试验按 GB/T 4909.2 进行。

绝缘抗张强度和断裂伸长率按 GB/T 2951.1 规定进行，其中 LSNHP、HDPE、PP 试样的拉伸速度为  $(25 \pm 5)$  mm/min。在出厂检测时，允许拉伸速度为  $(250 \pm 50)$  mm/min。

### 6.4 环境性能试验方法

绝缘收缩试验按照 GB/T 2951.3 进行。

绝缘热老化后的卷绕试验按 GB/T 2952.1 进行。

绝缘低温卷绕试验按 GB/T 2951.2 规定进行。

护套老化后抗张强度和断裂伸长率按 GB/T 2951.1 进行。

### 6.5 安全性能试验方法

成根电缆燃烧试验按照 GB/T 12666.2 的 DZ-1 方法进行。

成束电缆燃烧试验按照 GB/T 12666.5 的 SZ-C 方法进行。

含卤气体释放的测量方法按照 GB/T 17650.1 进行。

烟密度的测量方法按照 GB/T 17651 进行。

## 6.6 电气特性和传输特性试验方法

# 7. 检验规则

## 7.1 检验分类

出厂电缆应有质量检验合格者。检验分出厂检验和型式检验。

## 7.2 出厂检验

出厂检验按检验项目分为全检和抽检。

出厂检验的全检项目：

序号	试验项目
1	尺寸及结构
1.1	颜色色序
1.2	屏蔽结构
1.3	护套表面
1.4	电缆最大外径和护套厚度
1.5	识别标志和长度标志
2	电气特性
2.1	单根导体直流电阻
2.2	线对直流电阻不平衡
2.3	介电强度
2.4	绝缘电阻
2.5	绝缘线芯断线、混线
2.6	屏蔽连续性
3	传输特性
3.1	衰减
3.2	近端串音
3.3	等电平远端串音衰减及等电平远端串音衰减功率和

出厂检验抽检项目：

序号	试验项目
1	工作电容
2	线对对地电容不平衡
3	相时延
4	时延差
5	特性阻抗

### 7.3 型式检验

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。

抽样比例如下：

批量范围	样本数（电缆盘/圈数）
1~90	8
91~150	8
151~280	8
281~500	32
501~1200	32

如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。如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。

## 8. 标志、包装和贮存

### 8.1 识别标志与长度标志

电缆护套外表面至少应印有制造厂名或其代号，制造年份及电缆型号，间距不大于 1m。电缆外护套表面应有能永久识别的清晰长度标志，颜色为黑色（或其他约定颜色），长度以 m 为单位，标志间距为 1m，长度标志误差应不大于  $\pm 0.5\%$ 。

### 8.2 电缆端别标志

电缆 A 端宜选用红色标志，B 端宜选用绿色标志。

### 8.3 成盘包装

电缆应整齐的绕在电缆盘上交货，电缆盘应符合 JB/T 8137-1999 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，再装入包装箱内。

### 8.5 包装标志

应注明：制造厂名及商标、电缆型号及标准号、电缆长度 m、毛重 kg、出厂编号、制造日

期年月日、防潮标志。

## 8.6 存贮

电缆应存贮在干燥通风、远离火源的地方。

## 9. 安装

### 9.1 电缆安装温度

安装温度 0~50℃

### 9.2 安装弯曲半径

100Ω 电缆安装时的最小弯曲半径不得小于 8 倍电缆直径；

## 10.附录 A:推荐的缆芯结构排列

标称对数	缆芯结构排列
2	1X2
4	1X4
8	2X4
16	4X4
24	6X4      1X4+5X4
25	1+6X4    1X4+5X4+1    3+9+13

## 11.附录 B:特性阻抗、回波损耗及结构回波损耗

### 11.1 特性阻抗

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,在结构没有变化的均匀电缆,特性阻抗可以由下式得出:

$$Z_C = U_f / I_f = U_r / I_r$$

样品准备:

对于到 100MHz 的测量,从线对上剥去的护套不大于 49cm,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,电缆间横向间隔大于 25mm,试验用样品长度不低于 100m。

### 11.2 回波损耗

定义:回波损耗合并了两种反射的影响,包括对标称阻抗(如:  $100\Omega$ )的偏差以及结构影响。回波损耗主要用于表征链路或信道的性能。