



中华人民共和国国家标准

GB/T 18015.1—2007/IEC 61156-1:2002
代替 GB/T 18015.1—1999

数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 1 部分：总规范

Multicore and symmetrical pair/quad cables for digital communications—
Part 1: Generic specification

(IEC 61156-1:2002, IDT)

2007-01-23 发布

2007-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

| | |
|----------------------------------|---|
| 前言 | V |
| 1 总则 | 1 |
| 1.1 范围 | 1 |
| 1.2 规范性引用文件 | 1 |
| 1.3 安装条件 | 2 |
| 2 定义和要求 | 3 |
| 2.1 定义 | 3 |
| 2.1.1 电阻不平衡 | 3 |
| 2.1.2 对绞组或四线组中一对线的对地电容不平衡 | 3 |
| 2.1.3 对绞组或四线组中一对线的对屏蔽电容不平衡 | 3 |
| 2.1.4 线对工作电容 | 3 |
| 2.1.5 传播速度 | 3 |
| 2.1.5a 群传播速度 | 4 |
| 2.1.6 衰减 | 4 |
| 2.1.7 不平衡衰减 | 4 |
| 2.1.8 近端串音衰减 | 5 |
| 2.1.9 远端串音衰减 | 5 |
| 2.1.10 近端和远端串音衰减功率和 | 5 |
| 2.1.11 特性阻抗 | 5 |
| 2.1.12 表面转移阻抗 | 5 |
| 2.1.13 群传播时延 | 6 |
| 2.1.14 平衡-不平衡变量器 | 6 |
| 2.1.15 相时延 | 6 |
| 2.1.16 相时延差 | 6 |
| 2.2 材料和电缆结构 | 6 |
| 2.2.1 一般说明 | 6 |
| 2.2.2 电缆结构 | 6 |
| 2.2.3 导体 | 6 |
| 2.2.4 绝缘 | 7 |
| 2.2.5 色谱 | 7 |
| 2.2.6 电缆元件 | 7 |
| 2.2.7 电缆元件的屏蔽 | 7 |
| 2.2.8 成缆 | 7 |
| 2.2.9 缆芯屏蔽 | 7 |
| 2.2.10 护套 | 7 |
| 2.2.11 护套颜色 | 8 |
| 2.2.12 识别标记 | 8 |
| 3 试验方法 | 8 |

| | | |
|--------|------------------------|----|
| 3.1 | 一般说明 | 8 |
| 3.1.1 | 非屏蔽电缆 | 8 |
| 3.2 | 电气试验 | 8 |
| 3.2.1 | 导体电阻 | 8 |
| 3.2.2 | 电阻不平衡 | 8 |
| 3.2.3 | 介电强度 | 8 |
| 3.2.4 | 绝缘电阻 | 9 |
| 3.2.5 | 工作电容 | 9 |
| 3.2.6 | 电容不平衡 | 9 |
| 3.2.7 | 转移阻抗 | 9 |
| 3.3 | 传输试验 | 9 |
| 3.3.1 | 群传播速度 | 9 |
| 3.3.2 | 衰减 | 10 |
| 3.3.3 | 不平衡衰减 | 10 |
| 3.3.4 | 近端串音 | 13 |
| 3.3.5 | 远端串音 | 14 |
| 3.3.6 | 特性阻抗 | 14 |
| 3.3.7 | 回波损耗(RL)和结构回波损耗(SRL) | 17 |
| 3.4 | 机械性能试验和尺寸测量 | 18 |
| 3.4.1 | 尺寸测量 | 18 |
| 3.4.2 | 导体断裂伸长率 | 18 |
| 3.4.3 | 绝缘抗张强度 | 18 |
| 3.4.4 | 护套断裂伸长率 | 18 |
| 3.4.5 | 护套抗张强度 | 18 |
| 3.4.6 | 电缆压扁试验 | 19 |
| 3.4.7 | 电缆冲击试验 | 19 |
| 3.4.8 | 电缆反复弯曲 | 19 |
| 3.4.9 | 电缆抗拉性能 | 19 |
| 3.5 | 环境试验 | 19 |
| 3.5.1 | 绝缘收缩 | 19 |
| 3.5.2 | 绝缘热老化后的卷绕试验 | 19 |
| 3.5.3 | 绝缘低温弯曲试验 | 19 |
| 3.5.4 | 护套热老化后的断裂伸长率 | 19 |
| 3.5.5 | 护套热老化后的抗张强度 | 19 |
| 3.5.6 | 护套高温压力试验 | 19 |
| 3.5.7 | 电缆低温弯曲试验 | 19 |
| 3.5.8 | 热冲击试验 | 19 |
| 3.5.9 | 单根电缆延燃性能 | 19 |
| 3.5.10 | 成束电缆延燃性能 | 19 |
| 3.5.11 | 含卤素气体的释出 | 19 |
| 3.5.12 | 发烟量 | 19 |
| 3.5.13 | 有毒气体的散发 | 19 |
| 3.5.14 | 电缆在通风空间环境条件下的燃烧和烟雾组合试验 | 19 |

| | |
|--|----|
| 附录 A (资料性附录) 特性阻抗和 SRL/RL 方法 | 20 |
| A.1 传输线基本方程式 | 20 |
| A.1.1 特性阻抗和传播常数方程 | 20 |
| A.1.2 二次参数的高频表达式 | 22 |
| A.1.3 特性阻抗和传播常数的频率特性 | 23 |
| A.2 由周期性结构变化引起的对传播常数的影响与出现在结构回波损耗中的 各种效应之间的关系 | 24 |
| A.2.1 由于周期性的结构不均匀引起的前向回波公式 | 25 |
| A.2.2 定义 | 26 |
| A.3 阻抗幅值和相位角的最小二乘法函数拟合 | 27 |
| A.3.1 阻抗幅值的函数拟合 | 27 |
| A.3.1.1 获得对数间隔数据 | 28 |
| A.3.1.2 使用更少项的四项准则 | 28 |
| A.3.2 特性阻抗的相位角的拟合 | 28 |
| A.4 使用传播常数和电容计算平均特性阻抗 | 28 |
| A.4.1 所有频率及高频适用的公式 | 29 |
| A.4.2 传播常数的测量程序 | 29 |
| A.4.2.1 相移常数 | 29 |
| A.4.2.2 确定 k 值 | 29 |
| A.4.2.3 用长度函数得到总相移 | 30 |
| A.4.3 相时延 | 30 |
| A.4.4 相速度 | 30 |
| A.4.5 电容的测量过程 | 31 |
| A.5 用终接测量方法确定特性阻抗 | 31 |
| A.6 使用开短路路由二次参数传输理论确定传播常数和特性阻抗 | 31 |
| A.6.1 方法 A1,使用平衡变量器,但排除了平衡变量器性能的扩展单端开短路法 | 31 |
| A.6.1.1 试验设备和电缆终端的设备 | 31 |
| A.6.1.2 方法 A1 的基本方程式 | 31 |
| A.6.1.3 方法 A1 的测量原理——用平衡变量器但排除了平衡变量器特性的扩展单端开短路法 | 32 |
| A.6.2 方法 A2,不使用平衡变量器的扩展单端开短路法 | 33 |
| A.6.2.1 方法 A2 的基本公式和原理图 | 33 |
| A.6.2.2 方法 A2 的测量原理 | 35 |
| A.6.3 方法 A3,把不平衡多导体传输线的 S 参数矩阵转换成实电路传输模型的阻抗矩阵(模式 分解方法)的方法 | 35 |
| A.6.3.1 由模式分解技术得到特性阻抗和传播常数(替代方法) | 36 |
| A.6.3.2 方法 A3 的测量程序 | 36 |
| A.6.3.3 方法 A3 的测量原理 | 36 |
| A.6.4 结果说明 | 39 |
| 附录 B(资料性附录) “开短路”方法 | 40 |
| 附录 C(资料性附录) 不平衡衰减 | 41 |
| C.1 总则 | 41 |
| C.2 近端和远端不平衡衰减 | 41 |
| C.3 理论背景 | 43 |

| | | |
|-------------------------------------|--|----|
| C.3.1 | 参数的电气符号 | 43 |
| C.3.2 | 理论背景 | 43 |
| 附录 D(资料性附录) 数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆的型号编制方法 | | 46 |
| D.1 | 代号 | 46 |
| D.2 | 电缆型号 | 47 |
| D.3 | 产品表示方法 | 47 |
| 参考文献 | | 48 |
| | | |
| 图 1 | 平衡变量器的差模损耗的试验电路构成 | 11 |
| 图 2 | 平衡变量器的共模损耗的试验电路构成 | 11 |
| 图 3 | 近端不平衡衰减的试验电路构成(TCL) | 12 |
| 图 4 | 远端不平衡衰减的试验电路构成(TCTL) | 13 |
| 图 5 | 电缆线对测量电路原理图 | 16 |
| | | |
| 图 A.1 | 1 kHz 到 1 GHz 的二次参数 | 25 |
| 图 A.2 | 确定要加到相位测量值上去的 2π 的倍数 | 30 |
| 图 C.1 | 对称线对中的差模传输 | 41 |
| 图 C.2 | 对称线对中的共模传输 | 41 |
| 图 C.3 | 对称线对的无限小单元的电路 | 44 |
| 图 C.4 | 对含 0.4 pF/m 和 ± 0.4 pF/m 的随机变化的电容耦合的计算耦合转移函数 | 45 |
| 图 C.5 | 100 m, 105 Ω Twinax 电缆的实测耦合转移函数 | 45 |
| | | |
| 表 C.1 | 近端不平衡衰减 | 42 |
| 表 C.2 | 远端不平衡衰减 | 42 |
| 表 C.3 | 测量电路构成 | 42 |
| 表 D.1 | 电缆的分类代号 | 46 |

前 言

GB/T 18015《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆》分为 20 个部分：

- 第 1 部分：总规范；
- 第 11 部分：能力认可 总规范；
- 第 2 部分：水平层布线电缆 分规范；
- 第 21 部分：水平层布线电缆 空白详细规范；
- 第 22 部分：水平层布线电缆 能力认可 分规范；
- 第 3 部分：工作区布线电缆 分规范；
- 第 31 部分：工作区布线电缆 空白详细规范；
- 第 32 部分：工作区布线电缆 能力认可 分规范；
- 第 4 部分：垂直布线电缆 分规范；
- 第 41 部分：垂直布线电缆 空白详细规范；
- 第 42 部分：垂直布线电缆 能力认可 分规范；
- 第 5 部分：具有 600 MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 水平层布线电缆 分规范；
- 第 51 部分：具有 600 MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 水平层布线电缆 空白详细规范；
- 第 52 部分：具有 600 MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 水平层布线电缆 能力认可分规范；
- 第 6 部分：具有 600 MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 工作区布线电缆 分规范；
- 第 61 部分：具有 600 MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 工作区布线电缆 空白详细规范；
- 第 62 部分：具有 600 MHz 及以下传输特性的对绞或星绞对称电缆 工作区布线电缆 能力认可分规范；
- 第 7 部分：具有 1 200 MHz 及以下传输特性的对绞对称电缆 数字和模拟通信电缆 分规范；
- 第 71 部分：具有 1 200 MHz 及以下传输特性的对绞对称电缆 数字和模拟通信电缆 空白详细规范；
- 第 72 部分：具有 1 200 MHz 及以下传输特性的对绞对称电缆 数字和模拟通信电缆 能力认可分规范。

本部分为 GB/T 18015 的第 1 部分。

本部分等同采用 IEC 61156-1:2002《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 1 部分：总规范》(英文版)。

考虑到我国国情和便于使用,本部分在等同采用 IEC 61156-1:2002 时做了几处修改,并且还修正了原文中几处编辑性错误,这些差异和修正如下：

- 本部分第 1.2 条引用了采用国际标准的我国标准而非国际标准；
- 将一些适用于国际标准的表述改为适用于我国标准的表述；
- 为使我国数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆的型号编制方法协调统一,本部分补充了“附录 D 数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆的型号编制方法”作为资料性附录。

——IEC 61156-1:2002 的 2.1.5 定义了“传播速度(相速度)”,而 3.3.1 中又出现“群传播速度”。因此本部分增加 2.1.5a,补充定义“群传播速度”,并阐明与“传播速度”之间的关系。群速度的定义参见《中国邮电百科全书》653 页。原文中无公式(5a),该公式系本部分为便于对“群传播速度”的理解而补充;

——为方便对本部分的理解和实施,2.1.7 中增加一个自然段,见 2.1.7 最后一自然段;

——将原文 2.1.10 中有误的公式(12)“ $PS_j = -10\lg \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \left(10^{\frac{X-Talk_{ij}}{10}}\right)$ ”改为

$$“PS_j = -10\lg \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \left(10^{-\frac{X-Talk_{ij}}{10}}\right)”;$$

——将原文 2.1.13 中“传播速度 V_f ”改为“群传播速度 V_G ”,以与其后的公式 A.23 协调一致;

——将原文 3.1.1 中 c)项中与 3.1.1 中 a)项、b)项规定不一致的“金属线盘”,改为“非金属线盘”;

——为充分说明“群传播速度”的试验方法,对 3.3.1 的标题“群传播速度”增加脚注“2”;

——将原文 3.3.3.3 公式(30)中有误的“ $\alpha_{f,n}^{u,n}$ ”改为“ $\alpha_{u,f}^{u,n}$ ”;

——为使公式中单位统一,将 3.3.4 中公式(33)“ $NEXT = NEXT_0 - 10\lg \left[(1 - e^{-4\alpha}) / \left(1 - e^{-4\alpha \left(\frac{L_0}{100}\right)}\right) \right]$ ”改为“ $NEXT = NEXT_0 - 10\lg \left[(1 - 10^{-\frac{\alpha}{5}}) / \left(1 - 10^{-\frac{\alpha}{5} \left(\frac{L_0}{100}\right)}\right) \right]$ ”;

——将原文 3.3.6.1 中有误的公式(36)“ $Z_C = \frac{F_f}{I_f} = \frac{V_r}{I_r}$ ”改为“ $Z_C = \frac{V_f}{I_f} = \frac{V_r}{I_r}$ ”;

——将原文 3.3.6.2.2.1 中有误的公式(37)“ $Z_{CM} = \sqrt{Z_{OC} Z_{SC}}$ ”改为“ $Z_C = \sqrt{Z_{OC} Z_{SC}}$ ”;

——将原文 3.3.7.1 条文注释中有误的“ Z_c ”改为“ Z_{CM} ”;

——将原文附录 A 中有误的公式(A.6)“ $\alpha\beta = \omega \sqrt{LC} \left(\frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}\right)$ ”改为“ $\alpha\beta = \omega \sqrt{LC} \left(\frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}\right)$ ”;

——将原文附录 B 公式(B.6)中有误的“ $\operatorname{arctanh}$ ”(反双曲正切)改为“ arctan ”(反正切);

——将原文附录 B 中有误的公式(B.8)“ $\beta = \arctan \left\{ \left[(2\sqrt{R_K/R_L}) / (1 - R_K/R_L) \right] \times \sin[(\phi_K - \phi_L)/2] \right\}$ ”改为“ $b = \arctan \left\{ \left[(2\sqrt{R_K/R_L}) / (1 - R_K/R_L) \right] \times \sin[(\phi_K - \phi_L)/2] \right\}$ ”。

本部分代替 GB/T 18015.1—1999《数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆 第 1 部分:总规范》。

本部分与 GB/T 18015.1—1999 相比主要变化如下:

——更新了不平衡衰减的定义、测量方法,补充了对设备、校准、测量、试样和试验结果的要求。(1999 年版的 2.1.7,3.3.3;本版的 2.1.7,3.3.3);

——给出串音功率和的新定义(1999 年版的 2.1.10;本版的 2.1.10);

——对近端和远端串音测量值的修正长度从 500 m 调整到 100 m,相应公式也作了修改(1999 年版的 3.3.4,3.3.5;本版的 3.3.4,3.3.5);

——对于特性阻抗试验方法的规定进行了全面更新,给出了两种要求的表达方式,规定了测量的基准方法和五种替代测量方法(1999 年版的 3.3.6;本版的 3.3.6);

——补充了回波损耗(RL)和结构回波损耗(SRL)的试验方法,包括原理、试样制备、试样设备与步骤和要求(1999 年版无;本版的 3.3.7);

——附录 A 由“用 S-参数校准阻抗的试验装置”更改为“特性阻抗和 SRL/RL 方法”(1999 年版的附录 A;本版的附录 A);

补充资料性附录“不平衡衰减”插入附录 B 之后作为附录 C,而将本部分前版的附录 C 更改为附录 D(1999 年版的附录 C;本版的附录 C、附录 D)。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 都是资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位：上海电缆研究所。

本部分参加起草单位：宁波东方集团有限公司、江苏东强股份有限公司、江苏永鼎股份有限公司、浙江兆龙线缆有限公司、西安西电光电电缆有限责任公司、江苏亨通集团有限公司、安徽新科电缆股份有限公司。

本部分主要起草人：孟庆林、吉利、江斌、徐爱华、叶信宏、赵佩杰、倪厚森。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 18015.1—1999。

数字通信用对绞或星绞多芯对称电缆

第 1 部分:总规范

1 总则

1.1 范围

GB/T 18015 的本部分是室内电缆的导则,它规定了对绞或星绞多芯对称电缆的定义和要求。这种电缆用于数字通信系统,如综合业务数字网(ISDN)、局域网和数据通信系统。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 18015 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第二部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击 (GB/T 2423.5—1995, idt IEC 60068-2-27:1987)

GB/T 2423.6 电工电子产品环境试验 第二部分:试验方法 试验 Eb 和导则:碰撞 (GB/T 2423.6—1995, idt IEC 60068-2-29:1987)

GB/T 2424.13 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 温度变化试验导则 (GB/T 2424.13—2002, IEC 60068-2-33:1971, IDT)

GB/T 2423.22 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 N:温度变化 (GB/T 2424.22—2002, IEC 60068-2-14:1984, IDT)

GB/T 2423.34 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Z/AD:温度/湿度组合循环试验方法 (GB/T 2423.34—1986, idt IEC 60068-2-38:1974)

GB/T 2423.51 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ke:流动混合气体腐蚀试验 (GB/T 2423.51—2000, idt IEC 60068-2-60:1995)

GB/T 2951.1—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 1 节:厚度和外形尺寸测量——机械性能试验(idt IEC 60811-1-1:1993)

GB/T 2951.2—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 2 节:热老化试验方法(idt IEC 60811-1-2:1985)

GB/T 2951.3—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 3 节:密度测定方法——吸水试验——收缩试验(idt IEC 60811-1-3:1993)

GB/T 2951.4—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 4 节:低温试验(idt IEC 60811-1-4:1985)

GB/T 2951.6—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 3 部分:聚氯乙烯混合物料专用试验方法 第 1 节:高温压力试验——抗开裂试验(idt IEC 60811-3-1:1985)

GB/T 2951.8 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 4 部分:聚乙烯和聚丙烯混合物料专用试验方法 第 1 节:耐环境应力开裂试验——空气热老化后的卷绕试验——熔体指数测量方法——聚乙烯中炭黑和/或矿物质填料含量的测量方法(GB/T 2951.8—1997, idt IEC 60811-4-1:1985)

GB/T 2951.9—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 4 部分:聚乙烯和聚丙烯混合物料专用试验方法 第 2 节:预处理后断裂伸长率试验——预处理后卷绕试验——空气热老化后卷绕试