

ICS 35.200; 33.040.50

M 42

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 926.1-2009

代替 YD/T 926.1-2001

大楼通信综合布线系统 第 1 部分：总规范

Telecommunication Generic Cabling System for Building
Part 1: Generic Specification

(ISO/IEC 11801 Ed. 2.1:2008, Information Technology-
Generic Cabling for Customer Premises,MOD)

2009-06-15 发布

2009-09-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

| | |
|-----------------------------|-----|
| 前 言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语、定义、缩略语和符号 | 2 |
| 4 符合性 | 13 |
| 5 综合布线系统的结构 | 13 |
| 5.1 概述 | 13 |
| 5.2 功能部件 | 13 |
| 5.3 布线子系统 | 14 |
| 5.4 子系统的互连 | 15 |
| 5.5 功能部件的安置 | 16 |
| 5.6 接口 | 16 |
| 5.7 规模和配置 | 17 |
| 6 对称布线的性能 | 20 |
| 6.1 概述 | 20 |
| 6.2 布局 | 21 |
| 6.3 对称布线的分级 | 22 |
| 6.4 对称布线性能 | 22 |
| 7 对称布线的常规设计导则 | 37 |
| 7.1 概述 | 37 |
| 7.2 对称布线 | 37 |
| 8 光纤布线的性能 | 41 |
| 8.1 概述 | 41 |
| 8.2 部件选用 | 41 |
| 8.3 信道衰减 | 41 |
| 8.4 信道拓扑 | 41 |
| 8.5 传输时延 | 42 |
| 9 屏蔽施工要求 | 42 |
| 9.1 概述 | 42 |
| 9.2 电磁特性 | 43 |
| 9.3 接地 | 43 |
| 10 管理 | 43 |
| 附录 A (规范性附录) 对称永久链路和集合点链路性能 | 45 |
| 附录 B (规范性附录) 测试程序 | 55 |

YD/T 926.1-2009

| | | |
|--------------|--|----|
| 附录 C (资料性附录) | 电磁特性 | 57 |
| 附录 D (资料性附录) | 支持的应用 | 58 |
| 附录 E (资料性附录) | 对称布线用信道和永久链路模型 | 63 |
| 附录 F (资料性附录) | 具有两个连接装置的 F 级信道和永久链路 | 72 |
| 附录 G (资料性附录) | ISO/IEC 11801: 2008 与 YD/T 926-2009 各章对照 | 73 |

前 言

YD/T 926《大楼通信综合布线系统》分为如下3部分：

- 第1部分：总规范；
- 第2部分：电缆、光缆技术要求；
- 第3部分：连接硬件和接插软线技术要求。

本部分为 YD/T 926 的第1部分。

本部分修改采用国际标准化组织/国际电工委员会标准 ISO/IEC 11801 Ed. 2.1: 2008《信息技术——用户房屋综合布线》（英文版）第1章至第8章和第11章、第12章以及附录A、附录B、附录D、附录F、附录G、附录H。ISO/IEC 11801 Ed. 2.1: 2008第9章对应 YD/T 926 的第2部分，第10章和第13章对应 YD/T 926 的第3部分。在附录G中列出 YD/T 926 3个部分各章编号与 ISO/IEC 11801 Ed. 2.1: 2008 编号的对照一览表。

ISO/IEC 11801 Ed. 2.1: 2008 包括 ISO/IEC 11801: 2002 和对 ISO/IEC 11801: 2002 的第1次修订 ISO/IEC 11801 Am.1: 2008。

修改采用 ISO/IEC 11801 Ed. 2.1: 2008 时，本部分作了一些修改。有关技术性差异已编入正文中，并在它们所涉及的条款的页边空白处用垂直单线标识。

本部分与 ISO/IEC 11801 Ed. 2.1 主要差异如下：

- 对称电缆布线中，不推荐采用 ISO/IEC 11801 中允许的 120Ω 阻抗电缆品种及星绞电缆品种；
- 用 GB 50311-2007 代替 ISO/IEC TR 14763-1、ISO/IEC TR 14763-2；
- 第10章中增加了“标志”和“记录”的条文，以便于操作；
- 删除 ISO/IEC 11801 的附录I。将 ISO/IEC 11801 所列“5类”部件均标志为“5e类”部件。

本部分代替 YD/T 926.1-2001《大楼通信综合布线系统 第1部分：总规范》。

本部分与 YD/T 926.1-2001 相比主要变化如下：

- 适用线路长度由“不超过 3000m”改为“不超过 2000m”，并取消了总面积和人员数的规定；
- 对部分术语的定义作了补充与修订，将“通信引出端”改为“信息插座”，增加了有关“外部串音”、“外部串音功率和平均值”、“集中光纤布线”等术语。增加了有关外部串音的参数 ANEXT、AFEXT、PS ANEXT、PS AFEXT、PS ANEXTavg、PS AFEXTavg、AACR-N、AACR-F、PS AACR-N、PS AACR-F；

——删除 3 类（100Ω 和 120Ω），4 类（100Ω 和 120Ω）及 150Ω 布线部件，增加了 6 类、7 类和 6A 类、7A 类的要求；

- 删除转接点（TP），增加集合点（CP）。增加了 CP 对链路和信道性能的影响；
- 修改了 D 级信道的直流环阻、传播时延等指标，对原来“在考虑中”的部分指标做出了规定；
- 对称链路的分级增加了 E 级（250MHz）和 F 级（600MHz）以及 EA（500MHz）和 FA（1000MHz），增加了相应级别的参数要求；

——对光纤布线明确 3 种级别，即 OF-300、OF-500 和 OF-2000，分别支持 300m、500m 和 2000m 的应用；

YD/T 926.1-2009

——增加了“不平衡衰减和耦合衰减”，对“不平衡衰减”区分近端和远端，频率从 100MHz，扩展到 600MHz；

——删除第 5 章“链路性能试验方法”，对称电缆布线试验方法及光纤布线的试验方法分别引用 IEC 61935-1 及 IEC 14763-3。

本部分的附录 A、附录 B 为规范性附录，附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 和附录 G 为资料性附录。

本部分由中国通信标准化协会提出并归口。

本部分起草单位：大唐电信科技产业集团、工业和信息化部电信研究院、北京通和实益电信科学技术研究所有限公司、江苏亨通光电股份有限公司、武汉邮电科学研究院、华为技术有限公司

本部分主要起草人：张维潭、时 彬、宋志佗、甘 露、刘湘荣、余 斌、程奇松、雷 非、邓庆龙

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——YD/T 926.1-1997；

——YD/T 926.1-2001。

大楼通信综合布线系统

第 1 部分：总规范

1 范围

本部分规定了大楼通信综合布线系统的总体结构与配置、性能要求、试验方法与验证程序等。本部分中的建筑可以是单个的建筑物或包含多个建筑物的建筑群。本部分规定的综合布线包括对称电缆布线和光缆布线。

本部分适用于线路长度不超过 2 000m 布线区域。布线区域超出上述范围时，也可以参考使用本部分。

本部分规定的综合布线系统可以支持语音、数据、文字、图像和视频等各种应用。

本部分确立了：

- a) 综合布线的总体结构和最低配置；
- b) 信息插座的接口；
- c) 单个布线链路和信道的性能要求；
- d) 常规设计要求和选项；
- e) 满足最大距离所要求的布线部件的性能要求；
- f) 一致性要求和验证程序。

安全（电气安全和防火等）要求和电磁兼容要求，由其他标准和规范规定。本部分附录 C 对电磁特性给出了必要的信息。

YD/T 926 考虑了附录 D 所列出应用系统的标准中规定的需求。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 YD/T 926 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 16895.1 低压电气装置 第 1 部分：基本原则、一般特性评估和定义（GB/T 16895.1-2008，IEC 60364-1：2005，Ed.4.0 IDT）

GB 50311-2007 综合布线系统工程设计规范

YD/T 838.1 数字通信用对绞/星绞对称电缆 第一部分：总则（YD/T 838.1-2003，IEC 61156.1：2001，IDT）

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（YD/T 926.2-2009，ISO/IEC 11801：2008 Information technology -Generic cabling for customer premises，MOD）

YD/T 926.3-2009 大楼通信综合布线系统 第 3 部分：连接硬件和接插软线技术要求（YD/T 926.3-2009，ISO/IEC 11801：2008 Information technology -Generic cabling for customer premises，MOD）

YD/T 1588.1-2006 光缆线路性能测试方法 第 1 部分：链路衰减

ISO/IEC 14763-3 信息技术——用户房屋布线的实现与操作 第 3 部分：光纤布线的测试

ISO/IEC 18010 信息技术——用户房屋布线的路径和空间

ISO/IEC TR 24750 信息技术——为支持10GBASE-T已安装的对称布线信道的评定与调试

IEC 61935-1 综合布线系统 根据ISO/IEC 11801对对称通信布线进行检验的规范 第1部分：已敷
设布线

IEC 61935-2 综合布线系统 根据 ISO/IEC 11801 对对称通信布线进行检验的规范 第2部分：接插
软线和工作区软线

3 术语、定义、缩略语和符号

下列术语、定义、缩略语和符号适用于本部分。

注：在公式中的缩写词“lg”表示“ \log_{10} ”。

3.1 术语和定义

3.1.1

布线 Cabling

能与信息技术设备相连的多种通信缆线、接插软线及连接硬件组成的系统。

3.1.2

插入损耗 Insertion Loss

在相等阻抗的信号源和负载之间插入一个装置所引起的损耗。这个装置本身的阻抗可能与负载和信号源不同。

注：术语工作衰减或工作插入衰减有时与这个定义相关。

3.1.3

插入损耗偏差 Insertion loss Deviation

多个组件级联后实测的插入损耗与各组件插入损耗相加所得的插入损耗之间的差异。

3.1.4

单独工作区 Individual Work Area

供用户使用的最小建筑空间。

3.1.5

等电平远端串音衰减 Equal Level Far-end Crosstalk Ratio (ELFEXT)

一个信道的主串线对的远端串音衰减与同一信道的主串线对插入损耗之间的差值，单位为分贝(dB)。

注：这也适用于计算构成信道的永久链路或部件中主串线对的远端串音衰减与主串线对的插入损耗之间的差值。

3.1.6

等电平远端串音衰减功率和 Power Sum Equal Level Far-end Crosstalk Ratio (PS ELFEXT)

一个信道的所有主串线对的远端串音衰减与各主串线对的插入损耗之差的功率和，单位为分贝(dB)。

注：这也适用于计算构成信道的一个或多个永久链路或部件中多对主串线对的远端串音衰减与主串线对插入损耗之差的功率和。

3.1.7

电信间 Telecommunications Room

放置电信设备、缆线终端、互连和交叉连接的专用空间。

3.1.8

对称电缆 Balanced Cable

由一个或多个金属对称电缆元件组成的电缆。

3.1.9

对绞线 Twisted Pair

由两根绝缘导线按规定方式扭绞在一起所组成的电缆元件，以构成一个对称的传输线路。

3.1.10

多用户信息插座组件 Multi-user Telecommunications Outlet Assembly

几个信息插座组合在一个位置的组件。

3.1.11

非屏蔽对称电缆 Unscreened Balanced Cable

没有任何屏蔽的对称电缆。

3.1.12

工作区 Work Area

用户电信终端设备的使用空间。

3.1.13

工作区软线；工作区软光缆 Work Area Cord

连接信息插座到终端设备的软线。

3.1.14

工作温度 Operating Temperature

布线运行时使温度上升后的稳定温度。

3.1.15

固定水平缆线 Fixed Horizontal Cable

连接楼层配线架到集合点或信息插座（当没有集合点时）的缆线。

注：另见电信间。

3.1.16

管理 Administration

规定布线系统及有关内容的文件要求、标记功能部件和记录其拆除、添加和改接的方法。

3.1.17

光缆 Optical Fibre Cable (or Optical Cable)

由一个或多个光纤、光纤束或光缆元件组成的缆线。

3.1.18

互连 Interconnect

不用接插软线或跳线，使设备软线（或布线子系统）终端并将其连接到布线子系统的连接方式。

注：引入和引出的缆线都端接在固定位置上。

3.1.19

集合点 Consolidation Point (CP)

水平布线子系统中，楼层配线架与信息插座之间的连接点。

3.1.20

集合点缆线 CP Cable

将集合点连接到信息插座的缆线。

3.1.21

集合点链路 CP Link

楼层配线架和集合点之间的永久链路部分，包括两端的连接硬件。

3.1.22

集中光纤布线 Centralised Optical Fibre Cabling

集中光纤布线技术建立一个主干/水平的信道组合，该信道允许采用分线盒或接头提供从工作区到集中交叉连接或互连。

3.1.23

建筑群，园区 Campus

包括一个或多个建筑物的区域。

3.1.24

建筑群配线架 Campus Distributor

引出建筑群主干布线的配线架。

3.1.25

建筑群主干缆线 Campus Backbone Cable

连接建筑群配线架到建筑物配线架的缆线。

注：建筑群主干缆线还可直接连接建筑物配线架。

3.1.26

建筑物配线架 Building Distributor

端接建筑物主干缆线并可连接建筑群主干缆线的配线架。

3.1.27

建筑物引入设备 Building Entrance Facility

将外部通信缆线引入建筑物、并按有关规定提供所有必需的机械和电气服务的设备。

3.1.28

建筑物主干缆线 Building Backbone Cable

用来连接建筑物配线架到楼层配线架的缆线。

注：建筑物主干缆线还可连接同一建筑物内的楼层配线架。

3.1.29

交叉连接 Cross-Connect

端接缆线元件并使其交叉连接的装置，主要采用接插软线或跳线。

注：引入和引出的缆线都端接在固定位置上。

3.1.30

接插软线 Patch Cord

一端或两端带有连接器的缆线、缆线单位或缆线元件，用于在配线盘上建立连接。

3.1.31

接口 Interface

综合布线的连接点。

3.1.32**接头 Splice**

导线或光纤的连接，通常包括各自的护套。

3.1.33**缆线 Cable**

在一个总护套内，型号和类别相同的一个或多个电缆线对或光纤的组件，分别对应于电缆或光缆。

注：组件可以具有总屏蔽层。

3.1.34**缆线单位 Cable Unit**

型号和类别相同的一个或多个缆线元件的单独组合。

注1：缆线单位可以具有屏蔽层。

注2：扎纱组是缆线单位的一个例子。

3.1.35**缆线元件 Cable Element**

缆线中的最小结构单元（例如：线对、四线组或单根光纤）。

注：缆线元件可以具有屏蔽层。

3.1.36**连接装置 Connection**

把电缆或电缆元件连接到另外的电缆、电缆元件或专用应用设备用的配对器件或带有终端的组件。

3.1.37**连接硬件 Connecting Hardware**

连接缆线或缆线部件的装置或组件。

3.1.38**链路 Link**

两个布线系统接口间的传输途径，包括两端的连接。

3.1.39**楼层配线架 Floor Distributor**

用于连接水平缆线和其他布线子系统或设备的配线架。

注：另见电信间。

3.1.40**耦合衰减 Coupling Attenuation**

导体中传输功率与由激励共模电流传导而产生的最大辐射峰值功率之比。

3.1.41**配线架 Distributor**

连接缆线用的部件（如：配线盘、接插软线）的收容装置。

3.1.42

配线盘 Patch Panel

供接插软线配线连接用的多端口连接器组件。

注：配线盘便于对移除和改接进行管理。

3.1.43

软线 Cord

最少带有一个终端的缆线、缆线单位或缆线元件。

3.1.44

设备间 Equipment Room

放置配线架和专用应用设备的房间。

3.1.45

设备软线 Equipment Cord

将设备连接到配线架的软线。

3.1.46

衰减 Attenuation

信号在两点之间传输功率减小的量值。

注：衰减表征电缆中的总损耗，用输出功率与输入功率之比表示。

3.1.47

衰减近端串音比 Attenuation to Crosstalk Ratio at the Near-end (ACR-N)

一个信道的主串线对的近端串音衰减与同一信道的被串线对的插入损耗之间的差值，单位为分贝（dB）。

注：这也适用于计算构成一个信道的永久链路或部件中主串线对的近端串音衰减与被串线对的插入损耗之间的差值。

3.1.48

衰减近端串音比功率和 Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio at the Near-end (PS ACR-N)

一个信道的多对主串线对的近端串音衰减功率和与同一信道的被串线对的插入损耗之间的差值，单位为分贝（dB）。

注：这也适用于计算构成一个信道的一个或多个永久链路或部件中多对主串线对的近端串音衰减与被串线对的插入损耗之差的功率和。

3.1.49

衰减外部近端串音比 Attenuation to Alien(Exogenous)Crosstalk Ratio at the Near-end(AACR-N)

一个信道的主串线对的外部近端串音衰减与另一个信道的被串线对的插入损耗之间的差值，单位为分贝（dB）。

注：这也适用于计算构成一个信道的永久链路或部件中主串线对的外部近端串音衰减与另一个信道的永久链路或部件中被串线对的插入损耗之间的差值。

3.1.50

衰减外部近端串音比功率和 Power Sum Attenuation to Alien (Exogenous) Crosstalk Ratio at the Near-end (PS AACR-N)

一个或多个信道的多对主串线对的外部近端串音衰减功率和与另一信道的被串线对的插入损耗之间的差值，单位为分贝（dB）。

注：这也适用于计算一个或多个永久链路或部件中多对主串线对的外部近端串音衰减功率和与另一个信道的永久链路或部件中被串线对的插入损耗之间的差值。

3.1.51

衰减外部远端串音比 Attenuation to Alien (Exogenous) Crosstalk Ratio at the Far-end (AACR-F)

一个信道的主串线对的外部远端串音衰减与另一个信道的被串线对的插入损耗之间的差值，单位为分贝（dB）。

注：这也适用于计算构成一个信道的永久链路或部件中主串线对的外部远端串音衰减与另一个信道的永久链路或部件中被串线对的插入损耗之间的差值。

3.1.52

衰减外部远端串音比功率和 Power Sum Attenuation to Alien (Exogenous) Crosstalk Ratio at the Far-end (PS AACR-F)

一个或多个信道的多对主串线对的外部远端串音衰减功率和与另一信道的被串线对的插入损耗之间的差值，单位为分贝（dB）。

注：这也适用于计算一个或多个永久链路或部件中多对主串线对的外部远端串音衰减功率和与另一个信道的永久链路或部件中被串线对的插入损耗之间的差值。

3.1.53

衰减外部远端串音比功率和平均值 Average Power Sum Attenuation to Alien (Exogenous) Crosstalk Ratio Far-end

被串信道的各线对的衰减对外部远端串音比功率和的计算平均值。

注：这也应用于建立信道用的永久链路中线对的计算。

3.1.54

衰减远端串音比 Attenuation to Crosstalk Ratio at the Far-end (ACR-F)

一个信道的主串线对的远端串音衰减与同一信道的被串线对的插入损耗之间的差值，单位为分贝（dB）。

注：这也适用于计算构成一个信道的永久链路或部件中主串线对的远端串音衰减与被串线对的插入损耗之间的差值。

ACR-F 相当于先前的ELFEXT。

3.1.55

衰减远端串音比功率和 Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio at the Far-end (PS ACR-F)

一个信道的多对主串线对的远端串音衰减功率和与同一信道的被串线对的插入损耗之间的差值，单位为分贝（dB）。

3.1.56

水平缆线 Horizontal Cable

连接楼层配线架到信息插座的缆线。

3.1.57

跳线 Jumper

不带连接器的电缆、电缆单元或电缆元件，用于在交叉连接装置上建立连接。

3.1.58

外部串音 Alien (Exogenous) Crosstalk

从一个信道的主串线对耦合到另一个信道的被串线对的信号。

注：这也适用于构成信道的永久链路或部件中主串线对耦合到另一个信道的永久链路或部件中被串线对的信号。

3.1.59

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

在近端测量的一个信道的主串线对与另一个信道的被串线对之间的信号隔离度。

注：这也适用于构成信道的永久链路或部件中主串线对与另一个信道的永久链路或部件中被串线对之间的信号隔离度的度量。

3.1.60

外部近端串音衰减功率和 Power Sum Alien (Exogenous) Near-end Crosstalk Loss (PS ANEXT)

一个或多个信道的多对主串线对与另一个信道的被串线对之间的在近端测量的隔离度的功率和。

注：这也适用于计算一个或多个永久链路或部件中多对主串线对与另一个信道的永久链路或部件中被串线对之间的近端信号隔离度的功率和。

3.1.61

外部近端串音衰减功率和平均值 Average Power Sum Alien (Exogenous) Near-end Crosstalk Loss

被串信道的各线对的外部近端串音衰减功率和的计算平均值。

注：这也用于构成信道的永久链路内线对的计算。

3.1.62

外部网络接口 External Network Interface

公用网和专用网之间的分界点。

注：在多数情况下，外部网络接口是网络提供者的设备与用户房屋布线之间的连接点。

3.1.63

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

在远端测量的一个信道的主串线对与另一个信道的被串线对之间的信号隔离度。

注：这也适用于构成一个信道的永久链路或部件中主串线对与另一个信道的永久链路或部件中被串线对之间的信号隔离度的度量。

3.1.64

外部远端串音衰减功率和 Power Sum Alien (Exogenous) Far-end Crosstalk Loss (PS AFEXT)

一个或多个信道的多对主串线对与另外的信道的被串线对之间的在远端测量的隔离度的功率和。

注：这也适用于计算一个或多个永久链路或部件的多对主串线对与另一个信道的永久链路或部件中被串线对之间的信号隔离度的功率和。

3.1.65

线对 Pair

一个对称的传输线路的两根导线。线对通常是一个对绞线对一个实线电路。

3.1.66

信道 Channel

连接任意两个专用设备的端到端的传输通道。

注：信道中包括设备和工作区软线，但不包括专用设备中的连接硬件。

3.1.67

信息插座 Telecommunications Outlet

端接水平缆线的固定连接装置。

注：信息插座提供工作区布线的接口。

3.1.68

应用（系统） Application

被综合布线所支持的某种传输系统。

3.1.69

永久链路 Permanent Link

信息插座和楼层配线架之间的传输途径。

注：永久链路中不包括工作区软线、设备软线、接插软线和跳线，但包括链路两端的连接器。永久链路可以包含CP链路。

3.1.70

综合布线 Generic Cabling

能支持多种应用系统的结构化电信布线系统。

注：安装综合布线时，不必具有应用系统的准备知识。应用系统的硬件不是综合布线的组成部分。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本部分。

| | | |
|---------|---|----------------|
| AACR-F | Attenuation to Alien Crosstalk Ratio at the Far-end | 衰减外部远端串音比 |
| ACR | Attenuation to Crosstalk Ratio | 衰减串音比 |
| ACR-F | Attenuation to Crosstalk Ratio at the Far-end | 衰减远端串音比 |
| ACR-N | Attenuation to Crosstalk Ratio at the Near-end | 衰减近端串音比 |
| AFEXT | Alien Far-End Crosstalk (loss) | 外部远端串音衰减 |
| ANEXT | Alien Near-End Crosstalk (loss) | 外部近端串音衰减 |
| ATM | Asynchronous Transfer Mode | 异步传送模式 |
| BCT | Broadcast and Communications Technologies, sometimes Referred to as HEM | 广播通信技术，有时叫做HEM |
| BD | Building Distributor | 建筑物配线架 |
| B-ISDN | Broadband ISDN | 宽带ISDN |
| CD | Campus Distributor | 建筑群配线架 |
| CP | Consolidation Point | 集合点 |
| CSMA/CD | Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection | 带冲突检测的载波侦听多路访问 |

| | | |
|--------------------------|---|------------------|
| d.c. | Direct Current | 直流电 |
| DCE | Data Circuit terminating Equipment | 数据电路终端设备 |
| DRL | Distributed Return Loss | 分布回波损耗 |
| DTE | Data Terminal Equipment | 数据终端设备 |
| ELFEXT | Equal Level FEXT | 等电平远端串音衰减 |
| ELTCTL | Equal Level TCTL | 等电平横向变换转移损耗 |
| EMC | Electromagnetic Compatibility | 电磁兼容性 |
| EQP | Equipment | 设备 |
| ER | Equipment Room | 设备间 |
| f.f.s. | For Further Study | 待研究 |
| FD | Floor Distributor | 楼层配线架 |
| FDDI | Fibre Distributed Data Interface | 光纤分布式数据接口 |
| FEXT | Far end Crosstalk Attenuation (loss) | 远端串音衰减 |
| FOIRL | Fibre Optic Inter-Repeater Link | 光纤内部转发器链路 |
| HEM | Home Entertainment & Multimedia | 家用娱乐与多媒体, 另见 BCT |
| IC | Integrated Circuit | 集成电路 |
| ICT | Information and Communications Technology | 信息和通信技术 |
| IEC | International Electrotechnical Commission | 国际电工委员会 |
| IL | Insertion loss | 插入损耗 |
| ILD | Insertion Loss Deviation | 插入损耗偏差 |
| ISDN | Integrated Services Digital Network | 综合业务数字网 |
| ISLAN | Integrated Services Local Area Network | 综合业务局域网 |
| ISO | International Organization for Standardization | 国际标准化组织 |
| IT | Information Technology | 信息技术 |
| LAN | Local Area Network | 局域网 |
| MUTO | Multi-User Telecommunications Outlet | 多用户信息插座 |
| NEXT | Near End Crosstalk Attenuation (loss) | 近端串音衰减 |
| OF | Optical Fibre | 光纤 |
| PBX | Private Branch Exchange | 专用交换机 |
| PMD | Physical layer Media Dependent | 物理媒体相关子层 |
| PS AACR-F | Power Sum Attenuation to Alien Crosstalk Ratio at the Far-end | 衰减外部远端串音比功率和 |
| PS AACR-F _{avg} | Average Power Sum Attenuation to Alien Crosstalk Ratio at the Far-end | 衰减外部远端串音比功率和平均值 |
| PS ACR | Power Sum ACR | ACR 功率和 |
| PS ACR-F | Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio | 远端 ACR 功率和 |

| | | |
|--------------------------|---|----------------|
| | at the Far-end | |
| PS ACR-N | Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio at the Near-end | 近端 ACR 功率和 |
| PS AFEXT | Power Sum Alien Far-end Crosstalk (loss) | 外部远端串音衰减功率和 |
| PS AFEXT _{norm} | Normalized Power Sum Alien Far-end Crosstalk (loss) | 外部远端串音衰减功率和标称值 |
| PS ANEXT | Power Sum Alien Near-end Crosstalk (loss) | 外部近端串音衰减功率和 |
| PS ANEXT _{avg} | Average Power Sum alien Near-end Crosstalk (loss) | 外部近端串音衰减功率和平均值 |
| PS ELFEXT | Power Sum ELFEXT | ELFEXT 功率和 |
| PS FEXT | Power Sum FEXT (loss) | FEXT 功率和 |
| PS NEXT | Power Sum NEXT (loss) | NEXT 功率和 |
| RL | Return Loss | 回波损耗 |
| TCL | Transverse Conversion Loss | 横向变换损耗 |
| TCTL | Transverse Conversion Transfer Loss | 横向变换转移损耗 |
| TE | Terminal Equipment | 终端设备 |
| TO | Telecommunications Outlet | 信息插座 |
| TP-PMD | Twisted Pair Physical Medium Dependent | 对绞线物理媒体相关子层 |

3.3 符号

下列符号适用于本部分。

3.3.1 变量

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| <i>A</i> | 传输矩阵的系数 |
| <i>B</i> | 主干缆线长度或传输矩阵的系数 |
| <i>C</i> | CP 缆线的长度、连接器的标记或传输矩阵的系数 |
| <i>D</i> | 传输矩阵的系数 |
| <i>F</i> | 接插软线/跳线、设备和工作区软线的总长度 |
| <i>H</i> | 固定水平缆线的最大长度 |
| <i>K</i> | 缆线衰减增加系数 |
| <i>L</i> | 缆线长度 |
| <i>N</i> | 主串信道的个数 |
| <i>X</i> | 工作区缆线衰减与固定水平缆线衰减比 |
| <i>Y</i> | CP 缆线衰减与固定水平缆线衰减比 |
| <i>Z</i> | 复阻抗 |
| <i>DRL</i> ₀ | 分布回波损耗的常数 |
| <i>NVP</i> | 相对光速的速度 ($=v/c$) |
| <i>Z</i> ₀ | 特性阻抗 |
| <i>Z</i> _{fit} | 拟合特性阻抗 |

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| c | 真空中的光速 |
| e | 自然对数的底 |
| f | 频率 |
| i | 主串线对的当前序号 |
| j | 虚部符号 |
| k | 被串线对的当前序号 |
| l | 主串信道的序号 |
| n | 线对的总数 ($1 \leq k \leq n$) |
| t | 时间 |
| v | 传播速度 |
| k_1 | 电缆衰减第一项系数的常数 |
| k_2 | 电缆衰减第二项系数的常数 |
| k_3 | 电缆衰减第三项系数的常数 |
| k_c | 连接器插入损耗系数的常数 |
| ϑ | 温度, 用 $^{\circ}\text{C}$ 表示 |
| ϑ_{coeff} | 电缆衰减温度系数, 用 $\%/^{\circ}\text{C}$ 表示 |
| Φ | 相角, 用度表示 |
| α | 衰减 |
| β | 传播信号的相角, 用rad/m或弧度表示 |
| γ | 复数传播常数 ($\gamma = \alpha + j\beta$) |
| π | 常数 |

3.3.2 下标

| | |
|-------------|-----------------------------|
| C2 | 在楼层配线架(第二个连接器)上从连接器测得的特性的下标 |
| CH | 信道的下标 |
| CP | 集合点的下标 |
| PL | 永久链路特性的下标 |
| TO | 从TO测得的特性的下标 |
| cable | 缆线特性的下标 |
| channel | 信道特性的下标 |
| connector | 连接器特性的下标 |
| cord cable | 用于软线缆线特性的下标 |
| in | 输入状态的下标 |
| local | 本地测得的特性的下标 |
| remote | 远端测得的特性的下标 |
| term | 端接状态的下标 |
| ϑ | 与温度有关的特性的下标 |

4 符合性

为符合本部分，布线安装应满足以下要求：

- a) 配置和结构应符合第 5 章中列出的要求。
- b) 对称信道的性能应符合第 6 章规定的要求。有以下 3 种方法供选择：

- 1) 信道的设计和和实施确保符合规定的信道性能；
- 2) 链路的设计和和实施确保符合附录 A 的要求，在链路的任一端增加一个以上符合 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 要求的软线构成信道时，确保信道符合第 6 章的性能要求。

- 3) 使用符合 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 要求的布线部件，按照第 7 章的常规设计导则构成的信道。

- c) 光纤布线信道的设计和性能应满足第 8 章规定的要求。
- d) 在信息插座上的布线接口应符合 YD/T 926.3-2009 关于插合接口及性能的要求。
- e) 布线结构中其他地方的连接硬件应满足 YD/T 926.3-2009 规定的要求。
- f) 如果有屏蔽，应按第 9 章规定处理。
- g) 系统管理应满足第 10 章的要求。
- h) 安装的位置应满足相关安全规程和 EMC 规程。

对尚未构成信道的链路，应检验链路是否符合本部分要求。

对信道、链路和布线部件的测试程序以及布线的验收测试、符合性测试和基准测试的测试项目见附录 B。

标记为“待研究”的条款是待定的，暂不作要求。

5 综合布线系统的结构

5.1 概述

本章确定综合布线的功能部件，叙述它们是如何连接起来形成各子系统，还确定连接到综合布线的应用系统专用部件的接口。

应用系统由连接到信息插座和配线架的设备支持。

5.2 功能部件

综合布线的功能部件如下：

- 建筑群配线架（CD）；
- 建筑群主干缆线；
- 建筑物配线架（BD）；
- 建筑物主干缆线；
- 楼层配线架（FD）；
- 水平缆线；
- 集合点（CP）；
- 集合点缆线（CP缆线）；
- 多用户信息插座（MUTO）；
- 信息插座（TO）。

这些功能部件的组合连接起来构成布线子系统。

5.3 布线子系统

5.3.1 总则

综合布线系统包含 3 种布线子系统：即建筑群主干布线子系统、建筑物主干布线子系统和水平布线子系统。各子系统的组成分别见 5.3.2 节、5.3.3 节和 5.3.4 节。各种布线子系统可连接成图 1 所示的综合布线系统。配线架提供综合布线系统的配置，以支持不同的拓扑，如总线型、星型和环型。

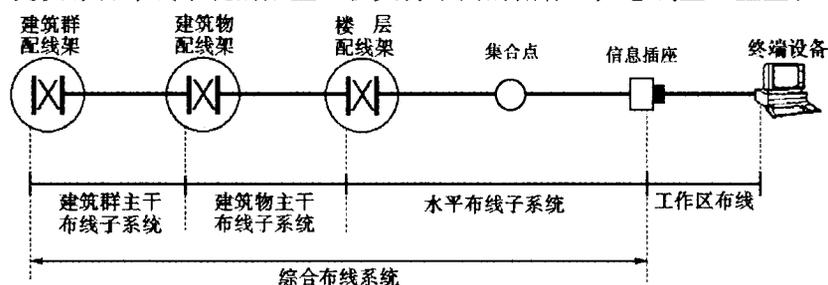


图 1 综合布线系统的结构

布线子系统间的连接可以是有源（需要专用的设备）的或是无源的。对专用设备的连接采用互连或交叉连接方式（见图 5 和图 6）。布线子系统间无源连接通常采用接插软线或跳线进行交叉连接。

在集中布线情况下，配线架中的无源连接采用交叉连接或互连实现。此外，对集中光纤布线，在配线架上可采用接头建立无源连接，尽管这样会降低布线支持重新配置的能力。

5.3.2 建筑群主干布线子系统

建筑群布线子系统从建筑群配线架延伸到通常是分开的建筑中的建筑物配线架。子系统可能包括：

- 建筑群主干缆线；
- 建筑物引入设备内的所有布线部件；
- 建筑群配线架中的跳线和接插软线；
- 端接建筑群主干缆线的连接硬件（在建筑群配线架和建筑物配线架上）。

虽然用设备软线将传输设备连接到布线子系统，但并不把它作为布线子系统的一部分，因为设备软线是专用的。当没有建筑物配线架时，建筑群主干布线子系统从建筑群配线架直接延伸到楼层配线架。建筑群主干布线可以为建筑物配线架之间提供直接连接。此时建筑群布线应增加对于基本分级拓扑的要求。

5.3.3 建筑物主干布线子系统

建筑物布线子系统从建筑物配线架延伸到各楼层配线架。子系统可能包括：

- 建筑物主干缆线；
- 建筑物配线架中的跳线和接插软线；
- 端接建筑物主干缆线的连接硬件（在建筑物配线架和各楼层配线架上）。

虽然用设备软线将传输设备连接到布线子系统，但并不把它作为布线子系统的一部分，因为设备软线是专用的。建筑物主干布线可以为各楼层配线架之间提供直接连接。此时建筑物布线应增加基本分级拓扑的要求。

5.3.4 水平布线子系统

水平布线子系统从楼层配线架延伸到与之相连的各信息插座。子系统包括：

- 水平缆线；
- 楼层配线架中的跳线和接插软线；
- 在信息插座处水平电缆的机械终端；
- 在楼层配线架处水平缆线的机械终端包括互连或交叉连接的连接硬件；

- 集合点（可选）；
- 信息插座。

虽然用工作区软线和设备软线分别把终端设备和传输设备连接到布线子系统，但并不把它作为布线子系统的一部分，因为工作区软线和设备软线是专用的。如果没有安装有集合点，水平缆线应从楼层配线架直接延伸到信息插座。

5.3.5 预期目标

水平布线的设计宜广泛支持已有的和新出现的应用，从而具有最长的使用寿命。这将使工作区重新布线所造成的破坏和高昂费用降到最小。

建筑物主干布线宜按综合布线系统的整个寿命设计。但往往会采取短期为主的设计方式，尤其是当具有便于使用的通道时，主要支持现有的和近期的使用要求。建筑群主干布线的选择可能比建筑物主干布线的选择需要更长期的通道，特别是当通道使用受到限制时。

5.4 子系统的互连

5.4.1 概述

在综合布线中，布线子系统的功能部件互连成图 2 和图 3 所示的分层结构。

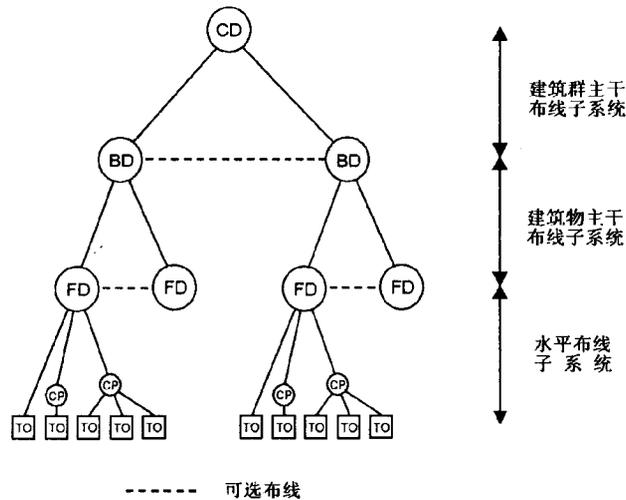


图 2 综合布线的分层结构

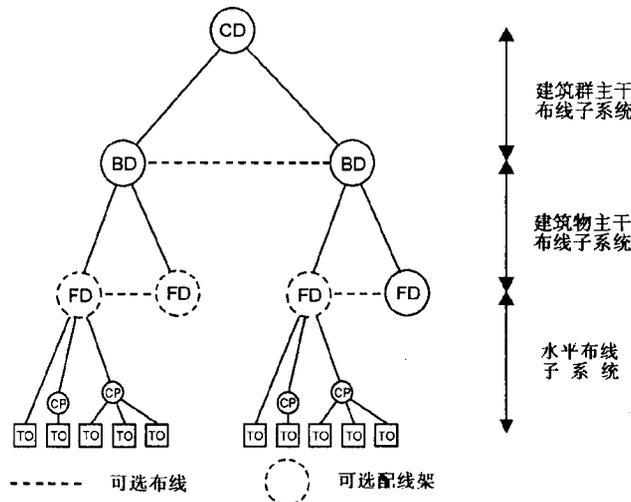


图 3 集中综合布线的结构

当配线架的功能合并时（参见 5.7.1 节），可以省去相关的布线子系统。

5.4.2 集中综合布线体系结构

集中综合布线结构建立组合的主干/水平信道，如图 3 所示。通过配线架上的无源连接构成信道，这种连接由交叉连接或互连完成。另外，集中光纤布线可以在配线架上采用熔接建立连接，但这样会降低布线重新配置的能力。

5.5 功能部件的安置

图 4 给出一个在建筑物中安置功能部件的例子。

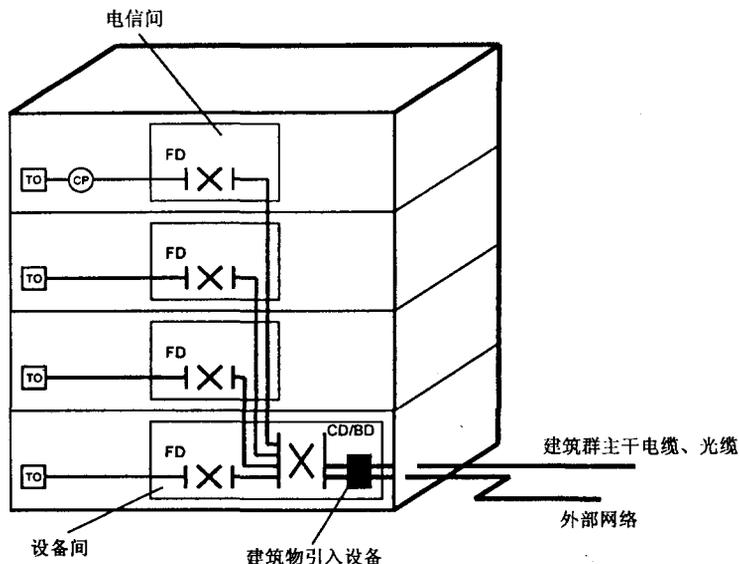


图 4 功能部件的安置

配线架可以安置在设备间或电信间中。配线架布置的指南在 GB 50311-2007 中给出。

使用通道布放缆线。有多种缆线管理系统可用于支持通道（包括管道、槽道和槽板）中的缆线。通道和布线管理系统的要求在 ISO/IEC 18010 规定。

信息插座通常安置在工作区中。

5.6 接口

5.6.1 设备接口和测试接口

综合布线的设备接口位于每个子系统的端部。所有配线架的任何端口都可以具有到外部业务的设备接口，可以使用互连方式（如图 5）或交叉连接方式（如图 6）。集合点不提供综合布线系统的设备接口。图 7 表示到水平布线和主干布线子系统的可能的设备接口。

综合布线的测试接口位于每个子系统的端部和集合点（如果有集合点）。图 7 表示水平布线子系统可能的测试接口。

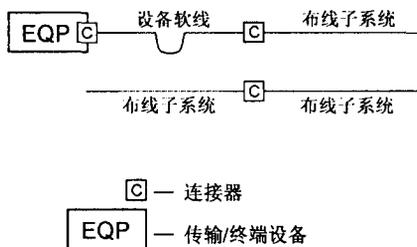


图 5 互连方式

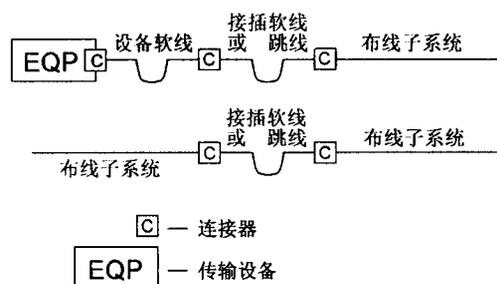


图6 交叉连接方式

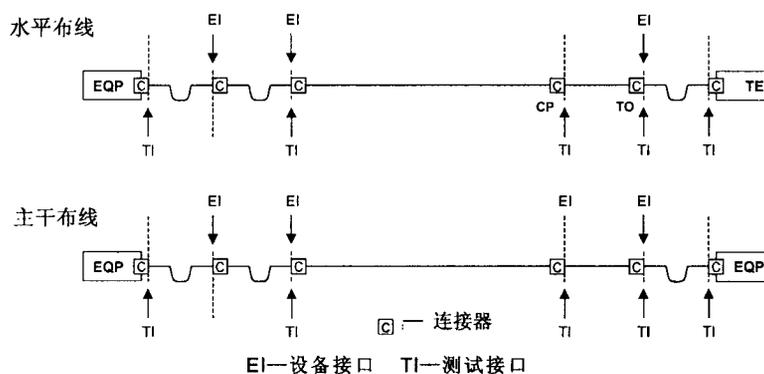


图7 设备接口和测试接口

5.6.2 信道和永久链路

信道及永久链路接口之间综合布线的传输性能按照第6和第8章的规定。

信道是LAN交换机、集线器等设备（图7中的EQP）与终端设备间的传输途径。典型的信道包括水平子系统和工作区软线及设备软线。为了更长的延伸服务，信道会由两个或多个子系统（包括工作区软线及设备软线）连接而成。信道的性能中不包括专用设备的连接。

永久链路是已安装的布线子系统的传输途径，包括已安装的缆线两端的连接硬件。在水平布线子系统中，永久链路包括信息插座、水平缆线、可选的CP和楼层配线架上的水平缆线的终端。永久链路包括已安装布线两端的连接装置。

5.6.3 外部网络接口

在外部网络接口处连接到公用网，以提供公用电信业务。

5.7 规模和配置

5.7.1 配线架

综合布线设施中子系统的数目和类型取决于建筑群或建筑物的布局 and 规模，还取决于用户的构想。通常每个建筑群有一个建筑群配线架，每幢建筑物有一个建筑物配线架，每个楼层有一个楼层配线架。如果大楼只是一个小的单幢建筑物，有一个建筑物配线架就够了，就不需要建筑群主干布线子系统。而较大的建筑物可能需要多个建筑物配线架，通过建筑群配线架互连。

楼层配线架的设计宜使交叉软线/跳线及设备软线的长度最小，而管理宜保证在运行期内维持其设计长度。

配线架的位置与缆线长度有关，应使之符合第6和第8章的信道性能要求。

按照第7章所述的常规设计导则，配线架的位置应保证信道不超过表1中的长度。

表 1 最大信道长度

| 信道 | 长度 (m) |
|--------------------|--------|
| 水平 | 100 |
| 水平 + 建筑物主干 + 建筑群主干 | 2 000 |

注：在第7章中水平布线子系统的某些设计中，可能不支持到上述最大距离

对每个楼层至少宜提供一个楼层配线架，对面积超过 1000m²的楼层，每 1000m²办公室面积至少宜提供一个楼层配线架。如果楼层的人员稀少（如大厅），允许这个楼层由相邻楼层的楼层配线架提供服务。不同级别配线架的功能可以合并。图 8 表示一个综合布线的例子。前面的建筑物表示各个配线架单独安装的例子，后面的建筑物表示楼层配线架和建筑物配线架合并成一个配线架的例子。

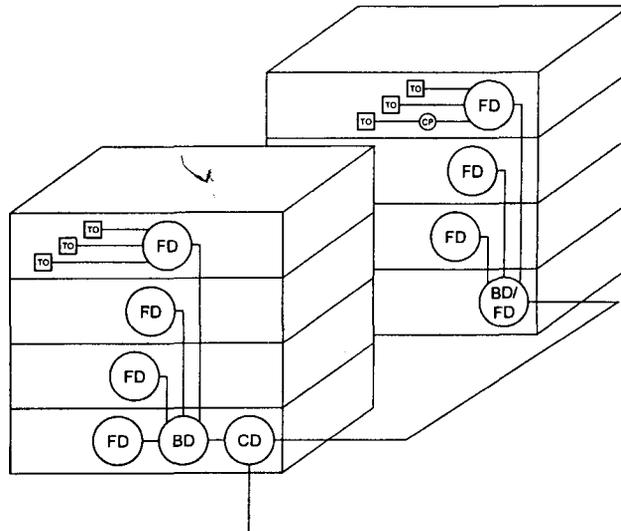


图 8 BD 和 FD 组合在一起的综合布线系统的例子

在某些环境下，例如出于安全或可靠性考虑，在布线设计中可能要有冗余。图9给出了为了预防布线设施中一个或多个部件故障，在结构框架中功能部件连接的许多可能的例子之一。这可以作为建筑物综合布线提供对火灾危险或引入缆线故障保护的设计参考。

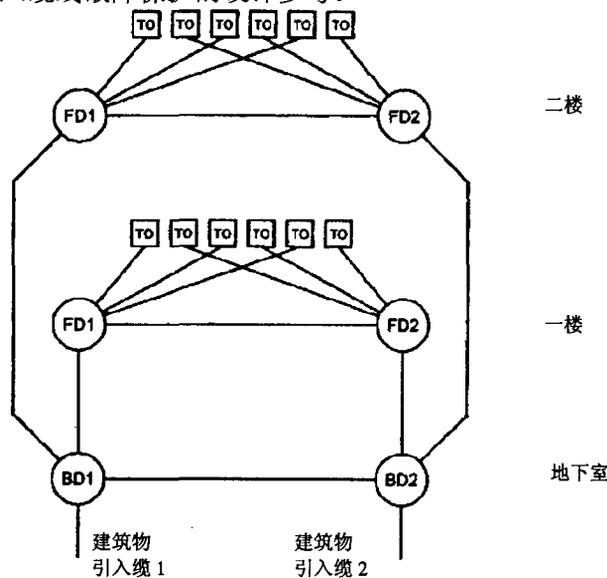


图 9 冗余安装条件下功能部件的相互关系

5.7.2 电缆

推荐电缆类型的使用细节见 YD/T 926.2-2009。电缆连接硬件只应提供每个导体一对一的直接连接，而不应提供一个以上引入或引出导体间的连接（例如不应使用桥接接头）。

5.7.3 工作区软线和设备软线

工作区软线将信息插座连接到终端设备。设备软线在配线架处将设备连接到综合布线。二者都是非永久性的，并可能是设备专用的。对这些软线的长度和传输性能已有设定；具体应用时相关设定要保持一致。这些软线性能的影响应在信道设计中加以考虑。第7章提供常规设计时软线长度的指南。

5.7.4 接插软线和跳线

接插软线和跳线用于配线架上进行交叉连接。这些软线性能的影响应在信道设计中加以考虑。第7章提供常规设计时接插软线及跳线长度的指南。

5.7.5 信息插座

5.7.5.1 一般要求

综合布线的设计宜确保安装的信息插座（TO）遍及可使用的楼层空间。高密度布置信息插座会提高布线的应变能力。信息插座可以单个布置或成组布置。

- 每个单独的工作区至少应提供两个信息插座。工作区面积的指南见GB 50311-2007。
- 第一个信息插座宜按YD/T 926.3-2009端接4对对称电缆。
- 第二个信息插座可以选用：
 - a) 光纤；
 - b) 按YD/T 926.3-2009端接4对对称电缆。
- 每个信息插座应具有使用者明显可见的永久标志。
- 如果使用变量器和阻抗匹配适配器之类的装置，应放在信息插座之外。

有些对称电缆布线，可能会使用2对电缆代替4对电缆接到TO。但这样会不支持某些应用，而且可能需要线对重新分配（见附录D）。宜注意和记录原始的线对分配和以后所有分配的改变（管理要求的细节见GB 50311-2007）。允许通过插入方式对线对重新分配。

5.7.5.2 单用户TO组件

在综合布线的常规设计中，一个信息插座组件服务于单个工作区。工作区软线的长度宜最短。设施的拓扑应从7.2.2.2节（对称布线）和8.4节（光纤布线）中所述的选项中选择。这种组件应通称为单用户TO组件。

此外，单用户TO组件的位置要考虑：

- a) 单用户TO组件宜位于容易接近的位置；
- b) 应考虑到工作区软线、接插软线和设备软线对性能的影响，以保证信道符合第6章（对称布线）和第8章（光纤布线）的要求。

5.7.5.3 多用户TO组件

在开放式办公室环境中，一个多TO组件可能用于一个以上的工作区。设施的拓扑应从7.2.2.2节（对称布线）和8.4节（光纤布线）所述的选项中选择，这种多TO组件应称为多用户TO组件（MUTO）。

此外，MUTO的位置要考虑：

- a) MUTO应位于开放的工作区，以使每组工作区至少有一个多用户TO组件可用；

- b) 每个 MUTO 宜限于最多 12 个工作区；
- c) MUTO 宜位于用户容易接近的，固定的地点，如建筑物立柱和永久性墙壁上；
- d) MUTO 不应安装在有障碍物的区域；
- e) 应考虑到工作区软线、接插软线和设备软线对性能的影响，以保证第 6 章（对称布线）和第 8 章（光纤布线）的要求；
- f) 宜限制工作区软线的长度，以确保工作区中的缆线管理。

5.7.6 集合点

在楼层配线架和信息插座之间的水平布线中可能安装有集合点（CP），用在需要灵活地调整工作区信息插座的开放式办公室环境中。在楼层配线架和任一信息插座之间允许一个集合点。集合点应只包含无源连接硬件，并且不应使用交叉连接。

此外，如果安装有集合点还需符合以下要求：

- a) 集合点的定位应使每组工作区至少有一个集合点可用；
- b) 每个集合点宜限于最多连接 12 个工作区；
- c) 集合点宜位于容易接近的地方；
- d) 对于对称布线，集合点距楼层配线架应在 15m 之外；
- e) 集合点应是管理系统的一部分。

5.7.7 电信间和设备间

电信间对于安置其中的无源器件、有源设备和外部网络接口提供全部设施（空间、电力、环境控制等）。主干布线系统宜直接接入每个电信间。

设备间是建筑物内安置设备的一个区域。由于设备的种类或复杂性（例如，用户交换机或大型计算机站），设备间的处理与电信间不同。在设备间中可能安放一个以上的配线架。如果电信间放置一个以上的建筑物配线架，则宜考虑为设备间。

5.7.8 建筑物引入设备

只要建筑群主干、公用网和专网缆线（包括从天线引入）进入建筑物并转换为内部缆线就需要建筑物引入设备。引入设备包括从建筑物外部的引入点和到建筑群配线架或建筑物配线架的走线通道。当地的规程可能要求在外部电缆终端处有专门的装置。在此终端处，外部缆线可以换成内部缆线。

5.7.9 外部业务布线

外部业务到配线架的距离可能很重要。这两点间缆线的性能宜作为初始设计的一部分及用户应用实施加以考虑。

6 对称布线的性能

6.1 概述

本章规定对称综合布线的最低性能。对称布线的性能按信道、永久链路和 CP 链路分别规定（见图 10）。

在缆线共享的情况下，宜考虑对称布线的附加性能要求。对称电缆的附加串音要求规定见 YD/T 926.2-2009。

对称布线的性能规范分为 A 级、B 级、C 级、D 级、E 级和 F 级，新增加 EA 级和 FA 级。附录 D 列出信道上允许传输的应用系统及所需要的最低信道级别。

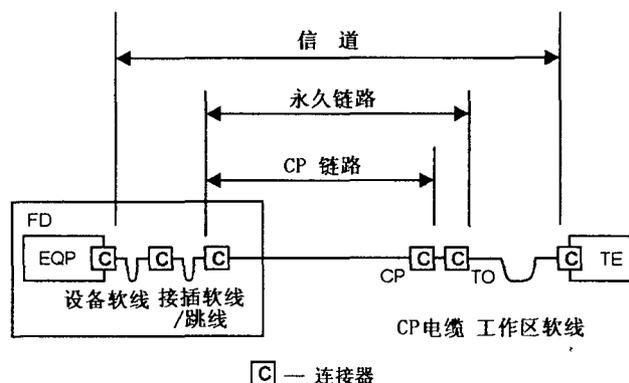


图 10 对称布线：信道、永久链路和 CP 链路

本章说明的信道性能要求可以用于本部分的所有设施。当要求时，应采用本章定义或引用的试验方法。此外，这些要求可以用于应用系统的开发和故障诊断。

附录 A 叙述的永久链路和 CP 链路性能要求可以用于本部分的所有设施的验收测试。当要求时，应采用附录 A 规定或引用的试验方法。

本章的规范允许距离不同于 7.2 节所规定的应用级别的传输，也允许使用性能不同于 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 规定的传输媒介和部件。

在布线预期运行的整个温度范围内，信道、永久链路和 CP 链路均应符合相应级别的性能规范。

考虑到布线部件的温度影响，应按相关标准和厂家说明留出适当的富余度。实际上，宜给出最坏情况温度下的实测性能或根据其他温度下的测量值计算出最坏情况下的性能。

在整个布线系统中，用于同一信道或永久链路中的缆线之间应保持一致性。例如，具有不同标称阻抗的电缆之间不应连接。

6.2 布局

信道的性能规定为到有源设备的连接装置之间包括连接装置的性能。信道只包含缆线、连接硬件、工作区软线和接插软线之类的无源部分。不考虑有源设备的硬件接口处的连接装置。

支持的应用只取决于信道的性能。而信道性能取决于缆线长度、接头数量、接头端接操作与技巧和部件性能。使用较少的接头或使用更高性能的部件（参见附录 E）有可能在更大的长度上取得同样的信道性能。

对称布线信道的性能指标在 6.4 节中给出。这些指标根据 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 部件性能指标，依照第 7 章的常规设计导则推算得出。

多数的 F 级信道只由两个连接装置完成。这种情况的性能要求见附录 F。

图 11 给出工作区的终端设备使用两种不同传输媒介的信道串接到传输设备的例子。实际上是一个光纤信道（见第 8 章）通过 FD 上的有源部件连接到对称布线信道。有 4 个信道接口；对称信道两端各有一个接口，光纤信道两端各有一个接口。

永久链路的性能由 TO 与水平电缆另一端的第一个配线盘之间的水平布线确定，其中包括 TO 和配线盘，并可能包含 CP。CP 链路的性能由 CP 与水平电缆的另一端第一个配线盘之间的水平布线确定，其中包括 CP 和配线盘。对于主干布线的永久链路规定为主干电缆的两端配线盘之间，其中包括有配线盘。永久链路和 CP 链路只包含电缆和连接硬件的无源部分。

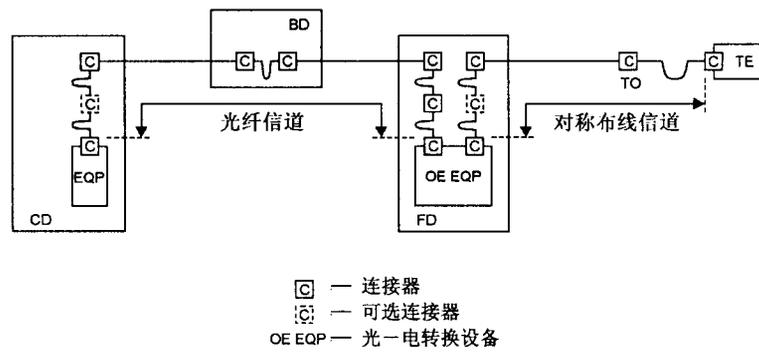


图 11 布线接口位置和相关信道延伸的系统示例

对称布线永久链路和 CP 链路的性能指标在附录 A 中给出。这些指标根据 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 部件性能指标，依照第 7 章的常规设计导则推算得出。

多数 F 级永久链路只由两个连接装置完成。这种情况的性能要求见附录 F。

6.3 对称布线的分级

本部分对于对称布线规定以下级别：

- A——级规定到 100kHz；
- B——级规定到 1MHz ；
- C——级规定到 16MHz；
- D——级规定到 100MHz；
- E——级规定到 250MHz；
- EA——级规定到 500MHz；
- F——级规定到 600MHz；
- FA——级规定到 1 000MHz。

规定 A 级信道提供的最低传输性能支持 A 级应用。类似地 B 级、C 级、D 级、E 级、EA 级、F 级和 FA 级信道提供的传输性能分别支持 B 级、C 级、D 级、E 级、EA 级、F 级和 FA 级的应用。一个给定级别的链路和信道也能支持较低级别的应用。A 级是最低的级别。

水平布线中的信道、永久链路和 CP 链路最低应能提供 D 级性能。

附录 D 按不同级别列出已知的应用。

6.4 对称布线性能

6.4.1 概述

除非另有规定，本条规定的参数适用于屏蔽或非屏蔽电缆信道。

信道的标称阻抗为 100Ω。这是为了配合布线部件的设计和便于部件的选用(不考虑其他的标称阻抗)。对于本部分而言，插入损耗用 100Ω 的信号源阻抗和负载阻抗进行测量。

本条的要求对于指定频率范围由公式给出的极限值计算到一位小数。对于传播时延和时延差的极限值计算到 3 位小数。附加的表格是在典型频率点由相应公式计算出的极限值，仅供参考。除本章另有规定外，当评定需要时，信道应按 IEC 61935-1 测量。

6.4.2 回波损耗

回波损耗的要求只适用于 C 级、D 级、E 级、EA 级、F 级和 FA 级。

信道的每个线对的回波损耗 (RL) 应符合表 2 中公式确定的要求。

布线两端的回波损耗均应符合要求。在插入损耗小于 3.0dB 的频率处，回波损耗 (RL) 值仅供参考。当要求时，回波损耗应按 IEC 61935-1 测量。被测的布线元件在信道远端应连接 100Ω 的终端。

表 2 信道的回波损耗

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小回波损耗 (dB) |
|-----|-------------------------|------------------|
| C | $1 \leq f \leq 16$ | 15.0 |
| D | $1 \leq f < 20$ | 17.0 |
| | $20 \leq f \leq 100$ | $30 - 10 \lg(f)$ |
| E | $1 \leq f < 10$ | 19.0 |
| | $10 \leq f < 40$ | $24 - 5 \lg(f)$ |
| | $40 \leq f \leq 250$ | $32 - 10 \lg(f)$ |
| EA | $1 \leq f < 10$ | 19.0 |
| | $10 \leq f < 40$ | $24 - 5 \lg(f)$ |
| | $40 \leq f < 398.1$ | $32 - 10 \lg(f)$ |
| | $398.1 \leq f \leq 500$ | 6.0 |
| F | $1 \leq f < 10$ | 19.0 |
| | $10 \leq f < 40$ | $24 - 5 \lg(f)$ |
| | $40 \leq f < 251.2$ | $32 - 10 \lg(f)$ |
| | $251.2 \leq f \leq 600$ | 8.0 |
| FA | $1 \leq f < 10$ | 19.0 |
| | $10 \leq f < 40$ | $24 - 5 \lg(f)$ |
| | $40 \leq f < 251.2$ | $32 - 10 \lg(f)$ |
| | $251.2 \leq f < 631$ | 8.0 |
| | $631 \leq f < 1000$ | $36 - 10 \lg(f)$ |

表 3 典型频率点信道的回波损耗的参考值

| 频 率 (MHz) | 最小回波损耗 (dB) | | | | | |
|--------------|----------------|------|------|------|------|------|
| | C 级 | D 级 | E 级 | EA 级 | F 级 | FA 级 |
| 1 | 15.0 | 17.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 |
| 16 | 15.0 | 17.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 | 18.0 |
| 100 | — | 10.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 |
| 250 | — | — | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| 500 | — | — | — | 6.0 | 8.0 | 8.0 |
| 600 | — | — | — | — | 8.0 | 8.0 |
| 1000 | — | — | — | — | — | 6.0 |

6.4.3 插入损耗/衰减

本部分的以前版本使用电缆行业普遍采用的术语“衰减”。然而，因为布线系统中的阻抗失配，尤其是在高频，这个特性用“插入损耗”描述为更好。在本版中，采用术语“插入损耗”来描述信号沿信道、链路和元件长度上的衰减。与“衰减”不同，插入损耗与长度不是线性比例关系。

对于以下参数仍使用“衰减”一词：

- 衰减串音比 (ACR) —— 见 6.4.5 节；
- 不平衡衰减 —— 见 6.4.14 节；
- 耦合衰减 —— 见 6.4.14 节。

对于 ACR、PS ACR、ELFEXT 和 PS ELFEXT 的计算，应使用插入损耗的相应值。

信道的每一线对的插入损耗应符合由表 4 中公式得出的要求。

当要求时，插入损耗应按 IEC 61935-1 测量。

表 4 信道的插入损耗

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最大插入损耗 ^a (dB) |
|-----|----------------------|---|
| A | $f=0.1$ | 16.0 |
| B | $f=0.1$ | 5.5 |
| | $f=1$ | 5.8 |
| C | $1 \leq f \leq 16$ | $1.05 \times (3.23\sqrt{f}) + 4 \times 0.2$ |
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $1.05 \times (1.9108\sqrt{f} + 0.0222 \times f + 0.2/\sqrt{f}) + 4 \times 0.04 \times \sqrt{f}$ |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $1.05 \times (1.82\sqrt{f} + 0.0169 \times f + 0.25/\sqrt{f}) + 4 \times 0.02 \times \sqrt{f}$ |
| EA | $1 \leq f \leq 500$ | $1.05 \times (1.82\sqrt{f} + 0.0091 \times f + 0.25/\sqrt{f}) + 4 \times 0.02 \times \sqrt{f}$ |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $1.05 \times (1.8\sqrt{f} + 0.01 \times f + 0.2/\sqrt{f}) + 4 \times 0.02 \times \sqrt{f}$ |
| FA | $1 \leq f \leq 1000$ | $1.05 \times (1.8\sqrt{f} + 0.005 \times f + 0.25/\sqrt{f}) + 4 \times 0.02 \times \sqrt{f}$ |

^a 对于插入损耗的计算值小于 4.0dB 的频率点，最大值要求应取作 4.0dB

表 5 典型频率点上的信道插入损耗的参考值

| 频 率 (MHz) | 最大插入损耗 (dB) | | | | | | | |
|--------------|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| | A级 | B级 | C级 | D级 | E级 | EA级 | F级 | FA级 |
| 0.1 | 16.0 | 5.5 | — | — | — | — | — | — |
| 1 | — | 5.8 | 4.2 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 16 | — | — | 14.4 | 9.1 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 8.0 |
| 100 | — | — | — | 24.0 | 21.7 | 20.9 | 20.8 | 20.3 |
| 250 | — | — | — | — | 35.9 | 33.9 | 33.8 | 32.5 |
| 500 | — | — | — | — | — | 49.3 | 49.3 | 46.7 |
| 600 | — | — | — | — | — | — | 54.6 | 51.4 |
| 1000 | — | — | — | — | — | — | — | 67.6 |

6.4.4 近端串音衰减

6.4.4.1 线对—线对的近端串音衰减

信道的每个线对组合的近端串音衰减 (NEXT) 应符合由表 6 中公式得出的要求。

布线的两端均应符合 NEXT 的要求。插入损耗小于 4.0dB 的频率点上的 NEXT 值仅供参考。

当要求时，NEXT 应按 IEC 61935-1 测量。

表 6 信道的近端串音衰减

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小NEXT ^a (dB) |
|-----|---------------------|---|
| A | $f=0.1$ | 27.0 |
| B | $0.1 \leq f \leq 1$ | $25 - 15 \lg(f)$ |
| C | $1 \leq f \leq 16$ | $39.1 - 16.4 \lg(f)$ |
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{65.3-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{83-20 \lg(f)}{-20}} \right)$ |

表 6 (续)

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小NEXT ^a (dB) |
|-----|----------------------|--|
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{74.3-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{94-20 \lg(f)}{-20}} \right)$ |
| EA | $1 \leq f \leq 500$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{74.3-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{94-20 \lg(f)}{-20}} \right)$ b. d |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{102.4-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{102.4-15 \lg(f)}{-20}} \right)$ |
| FA | $1 \leq f \leq 1000$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{105.4-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{116.3-20 \lg(f)}{-20}} \right)$ c. d |

^a 在NEXT计算值大于65.0dB的频率点处, 对应的最小要求应取作6.0dB。
^b EA级信道在450MHz的插入损耗如果小于12dB, 在450MHz到500MHz范围内对上述公式再减去一项1.4 ((f-450)/50)。
^c FA级信道在900MHz的插入损耗如果小于17dB, 在900MHz到1000MHz范围内对上述公式再减去一项2.8 ((f-900)/100)。
^d 式中各项并不直接表示部件性能

表 7 典型频率点信道的近端串音衰减参考值

| 频 率 (MHz) | 信道最小NEXT (dB) | | | | | | | |
|--------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | A级 | B级 | C级 | D级 | E级 | EA级 | F级 | FA级 |
| 0.1 | 27.0 | 40.0 | — | — | — | — | — | — |
| 1 | — | 25.0 | 39.1 | 60.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 | 65.0 |
| 16 | — | — | 19.4 | 43.6 | 53.2 | 53.2 | 65.0 | 65.0 |
| 100 | — | — | — | 30.1 | 39.9 | 39.9 | 62.9 | 65.0 |
| 250 | — | — | — | — | 33.1 | 33.1 | 56.9 | 59.1 |
| 500 | — | — | — | — | — | 27.9 | 52.4 | 53.6 |
| 600 | — | — | — | — | — | — | 51.2 | 52.1 |
| 1000 | — | — | — | — | — | — | — | 47.9 |

6.4.4.2 近端串音衰减功率和

PS NEXT的要求只适用于D级、E级、EA级、F级和FA级。

信道的每个线对的PS NEXT应符合由表8中公式得出的要求。

布线的两端均应符合PS NEXT的要求。插入损耗小于4.0dB的频率点上的PS NEXT值仅供参考。

线对k的PS NEXT_k按下式计算:

$$PS\ NEXT_k = -10 \lg \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{\frac{-NEXT_{ik}}{10}} \quad (1)$$

式中:

I ——主串线对序号;

k ——被串线对的序号;

n ——线对总数;

NEXT_{ik} ——从线对*i*耦合到线对*k*的近端串音衰减。

表 8 信道的近端串音衰减功率和

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小PS NEXT ^a (dB) |
|-----|----------------------|--|
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{62.3-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{80-20 \lg(f)}{-20}} \right)^a$ |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{72.3-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{90-20 \lg(f)}{-20}} \right)$ |
| EA | $1 \leq f \leq 500$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{72.3-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{90-20 \lg(f)}{-20}} \right)^{b, d}$ |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{99.4-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{99.4-15 \lg(f)}{-20}} \right)$ |
| FA | $1 \leq f \leq 1000$ | $-20 \lg \left(10^{\frac{102.4-15 \lg(f)}{-20}} + 2 \times 10^{\frac{113.3-20 \lg(f)}{-20}} \right)^{c, d}$ |

^a 在PS NEXT计算值大于62.0dB的频率点处, 对应的最小要求应取作62.0dB。
^b EA级信道在450MHz的插入损耗如果小于12dB, 在450MHz到500MHz范围内对上述公式再减去一项1.4 ((f-450)/50)。
^c FA级信道在900MHz的插入损耗如果小于17dB, 在900MHz到1000MHz范围内对上述公式再减去一项2.8 ((f-900)/100)。
^d 式中各项并不直接表示部件性能

表 9 典型频率点的近端串音衰减功率和参考值

| 频 率 (MHz) | 最小PS NEXT (dB) | | | | |
|--------------|-------------------|------|------|------|------|
| | D级 | E级 | EA级 | F级 | FA级 |
| 1 | 57.0 | 62.0 | 62.0 | 62.0 | 62.0 |
| 16 | 40.6 | 50.6 | 50.6 | 62.0 | 62.0 |
| 100 | 27.1 | 37.1 | 37.1 | 59.9 | 62.0 |
| 250 | — | 30.2 | 30.2 | 53.9 | 56.1 |
| 500 | — | — | 24.8 | 49.4 | 50.6 |
| 600 | — | — | — | 48.2 | 49.1 |
| 1000 | — | — | — | — | 44.9 |

6.4.5 衰减近端串音比

6.4.5.1 概述

ACR-N的要求只适用于D级、E级、EA级、F级和FA级。

本部分的以前版本中, 原使用术语ACR。现明确改用术语ACR-N, 其定义和所用的公式与以前版本相同。

6.4.5.2 线对—线对 ACR-N

线对—线对 ACR-N是线对—线对的NEXT与被串线对插入损耗(IL)之差, 单位为dB。

信道的每一个线对组合的ACR-N应符合表6的NEXT的要求与表4对应级别插入损耗(IL)的要求的差值。

ACR-N在布线的两端均应符合要求。

线对 i 与线对 k 的 $ACR-N_{ik}$ 按下式计算:

$$ACR-N_{ik} = NEXT_{ik} - IL_k \quad (2)$$

式中:

i ——主串线对的序号;

k ——被串线对的序号;

$NEXT_{ik}$ ——线对 i 耦合到线对 k 的近端串音衰减;

IL_k ——线对 k 的插入损耗。

表 10 信道在关键点频率的参考 $ACR-N$ 值

| 频率 (MHz) | 最小 $ACR-N$ (dB) | | | | |
|-------------|--------------------|------|-------|------|-------|
| | D级 | E级 | EA级 | F级 | FA级 |
| 1 | 59.3 | 61.0 | 61.0 | 61.0 | 61.0 |
| 16 | 34.5 | 44.9 | 45.0 | 56.9 | 57.0 |
| 100 | 6.1 | 18.2 | 19.0 | 42.1 | 44.7 |
| 250 | — | -2.8 | -0.8 | 23.1 | 26.7 |
| 500 | — | — | -21.4 | 3.1 | 6.9 |
| 600 | — | — | — | -3.4 | 0.7 |
| 1000 | — | — | — | — | -19.6 |

6.4.5.3 $ACR-N$ 功率和

信道的每一线对的 $PS ACR-N$ 应符合表8对 $PS NEXT$ 的要求与表4对应级别插入损耗 IL 的要求之差。 $PS ACR-N$ 的要求对布线的两端应均符合。

线对 k 的 $PS ACR-N_k$ 按下式计算:

$$PS ACR-N_k = PS NEXT_k - IL_k \quad (3)$$

式中:

k ——被串线对的序号;

$PS NEXT_k$ ——线对 k 的近端串音衰减功率和;

IL_k ——线对 k 的插入损耗。

表 11 信道在典型频率点的 $PS ACR-N$ 参考值

| 频率 (MHz) | 最小 $PS ACR-N$ (dB) | | | | |
|-------------|-----------------------|------|-------|------|-------|
| | D级 | E级 | EA级 | F级 | FA级 |
| 1 | 56.3 | 58.0 | 58.0 | 58.0 | 58.0 |
| 16 | 31.5 | 42.3 | 42.4 | 53.9 | 54.0 |
| 100 | 3.1 | 15.4 | 16.2 | 39.1 | 41.7 |
| 250 | — | -5.8 | -3.7 | 20.1 | 23.7 |
| 500 | — | — | -24.5 | 0.1 | 3.9 |
| 600 | — | — | — | -6.4 | -2.3 |
| 1000 | — | — | — | — | -22.6 |

6.4.6 衰减远端串音比

6.4.6.1 概述

ACR-F的要求只用于D级、E级、EA级、F级和FA级。

注：ACR-F 和PS ACR-F 分别取代本部分先前版本中规定的参数 ELFEXT 和PS ELFEXT。然而ELFEXT是使用主串线对的插入损耗算出,ACR-F 是使用被串线对的插入损耗算出。由于主串线对与被串线对二者都遵从同样的插入损耗要求(见表4)，因而表12和表14中对D级、E级和F级规定的要求不需要改变。

6.4.6.2 线对—线对 ACR-F

信道的每个线对组合的 ACR-F 应符合表 12 中公式确定的要求。

线对 *i* 和线对 *k* 的 ACR-F_{ik} 按下式计算：

$$ACR-F_{ik} = FEXT_{ik} - IL_k \tag{4}$$

式中：

i ——被串线对的序号；

k ——主串线对的序号；

FEXT_{ik} ——线对 *i* 耦合到线对 *k* 的远端串音衰减；

IL_k ——线对 *k* 的插入损耗。

表 12 信道的 ACR-F

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 ACR-F ^{a, b} (dB) |
|-----|---------------------|---|
| D | 1 ≤ <i>f</i> ≤ 100 | $-20\lg \left[10^{\frac{63.8-20\lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{75.1-20\lg(f)}{-20}} \right]$ |
| E | 1 ≤ <i>f</i> ≤ 250 | $-20\lg \left[10^{\frac{67.8-20\lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{83.1-20\lg(f)}{-20}} \right]$ |
| EA | 1 ≤ <i>f</i> ≤ 500 | $-20\lg \left[10^{\frac{67.8-20\lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{83.1-20\lg(f)}{-20}} \right]$ |
| F | 1 ≤ <i>f</i> ≤ 600 | $-20\lg \left[10^{\frac{94-20\lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{90-15\lg(f)}{-20}} \right]$ |
| FA | 1 ≤ <i>f</i> ≤ 1000 | $-20\lg \left[10^{\frac{95.3-20\lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{103.9-20\lg(f)}{-20}} \right]$ |

^a 对于测量的FEXT的值大于70.0dB的频率点上的仅作参考。
^b ACR-F的计算值大于65.0dB的频率点上的最小要求应取作65.0dB

表 13 信道在典型频率点上的 ACR-F 参考值

| 频 率 (MHz) | 最小 ACR-F (dB) | | | | |
|--------------|------------------|------|------|------|------|
| | D 级 | E 级 | EA 级 | F 级 | FA 级 |
| 1 | 57.4 | 63.3 | 63.3 | 65.0 | 65.0 |
| 16 | 33.3 | 39.2 | 39.2 | 57.5 | 63.3 |
| 100 | 17.4 | 23.3 | 23.3 | 44.4 | 47.4 |
| 250 | — | 15.3 | 15.3 | 37.8 | 39.4 |
| 500 | — | — | 9.3 | 32.6 | 33.4 |
| 600 | — | — | — | 31.3 | 31.8 |
| 1000 | — | — | — | — | 27.4 |

6.4.6.3 ACR-F 功率和

信道的每一线对的 $PS\ ACR-F$ 应符合表 14 中公式确定的要求。

线对 k 的 $PS\ ACR-F_k$ 按下式计算：

$$PS\ ACR-F_k = \left[-10 \lg \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{\frac{-FEXT_{ik}}{10}} \right] - IL_k$$

式中：

i ——主串线对的序号；

k ——被串线对的序号；

n ——信道中主串线对的个数；

$FEXT_{ik}$ ——线对 i 耦合到线对 k 的远端串音衰减；

IL_k ——线对 k 的插入损耗。

表 14 信道的 $PS\ ACR-F$

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 $PS\ ACR-F$ ^{a, b} (dB) |
|-----|----------------------|--|
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{60.8-20 \lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{72.1-20 \lg(f)}{-20}} \right]$ |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{64.8-20 \lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{80.1-20 \lg(f)}{-20}} \right]$ |
| EA | $1 \leq f \leq 250$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{64.8-20 \lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{80.1-20 \lg(f)}{-20}} \right]$ |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{91-20 \lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{87-15 \lg(f)}{-20}} \right]$ |
| FA | $1 \leq f \leq 1000$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{92.3-20 \lg(f)}{-20}} + 4 \times 10^{\frac{100.9-20 \lg(f)}{-20}} \right]$ |

^a $PS\ FEXT$ 计算值大于 67.0dB 对应频率的 $PS\ ACR-F$ 只做参考。

^b 计算值大于 62.0dB 对应的频率的 $PS\ ACR-F$ 的最小值要求应取作 62.0dB

表 15 典型频率点信道 $PS\ ACR-F$ 的参考值

| 频 率 (MHz) | 最小 $PS\ ACR-F$ (dB) | | | | |
|--------------|------------------------|------|------|------|------|
| | D 级 | E 级 | EA 级 | F 级 | FA 级 |
| 1 | 54.4 | 60.3 | 60.3 | 62.0 | 62.0 |
| 16 | 30.3 | 36.2 | 36.2 | 54.5 | 60.3 |
| 100 | 14.4 | 20.3 | 20.3 | 41.4 | 44.4 |
| 250 | — | 12.3 | 12.3 | 34.8 | 36.4 |
| 500 | — | — | 6.3 | 29.6 | 30.4 |
| 600 | — | — | — | 28.3 | 28.8 |
| 1000 | — | — | — | — | 24.4 |

6.4.7 直流环路电阻

信道的每一线对的直流环路电阻应符合表 16 的要求。

当要求时，直流环路电阻应按 IEC 61935-1 测量。

表 16 信道的直流环路电阻

| 最大直流环路电阻 (Ω) | | | |
|--------------------------|-----|-----|------------------------|
| A 级 | B 级 | C 级 | D 级、E 级、EA 级、F 级和 FA 级 |
| 560 | 170 | 40 | 25 |

6.4.8 直流电阻不平衡

对于所有布线级别，信道的每个线对的两个导体间的直流电阻不平衡应不超过3%或不超过0.200 Ω 。这一要求应由设计达到。信道内线对间的直流电阻不平衡待研究。

6.4.9 最大允许电流

在布线使用的整个温度范围内，D 级、E 级、EA 级、F 级和 FA 级信道的每根导体的载流能力最小应为直流 0.175A。这是由设计来达到。

6.4.10 介电强度

D 级、E 级、EA 级、F 级和 FA 级信道的介电强度应为，导体对导体最低 1000 V d.c.，导体对屏蔽或无屏蔽时导体对地最低 1 000V d.c.这一要求应由设计保证。

6.4.11 功率容量

待研究。

6.4.12 传播时延

信道的每一线对的传播时延应符合表 17 中公式得出的要求。

当要求时，传播时延应按 IEC 61935-1 测量。

表 17 信道的传播时延

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最大传播时延 (μ s) |
|---------------|---------------------------|--|
| A | $f = 0.1$ | 20.000 |
| B | $0.1 \leq f \leq 1$ | 5.000 |
| C、D、E、EA、F、FA | $1 \leq f \leq$ 相应级别的最高频率 | $0.534 + 0.036/\sqrt{f} + 4 \times 0.0025$ |

表 18 典型频率点信道的传播时延参考值

| 频 率 (MHz) | 最大传播时延 (μ s) | | | | | | | |
|--------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | A 级 | B 级 | C 级 | D 级 | E 级 | EA 级 | F 级 | FA 级 |
| 0.1 | 20.000 | 5.000 | — | — | — | — | — | — |
| 1 | — | 5.000 | 0.580 | 0.580 | 0.580 | 0.580 | 0.580 | 0.580 |
| 16 | — | — | 0.553 | 0.553 | 0.553 | 0.553 | 0.553 | 0.553 |
| 100 | — | — | — | 0.548 | 0.548 | 0.548 | 0.548 | 0.548 |
| 250 | — | — | — | — | 0.546 | 0.546 | 0.546 | 0.546 |
| 500 | — | — | — | — | — | 0.546 | 0.546 | 0.546 |
| 600 | — | — | — | — | — | — | 0.545 | 0.545 |
| 1000 | — | — | — | — | — | — | — | 0.545 |

6.4.13 时延差

信道的所有线对间的时延差应符合表 19 的要求。

当要求时，时延差应按 IEC 61935-1 测量。

表 19 信道的时延差

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最大时延差 (μs) |
|-----|----------------------|----------------------------|
| A | $f=0.1$ | — |
| B | $0.1 \leq f \leq 1$ | — |
| C | $1 \leq f \leq 16$ | 0.050 ^a |
| D | $1 \leq f \leq 100$ | 0.050 ^{a, c} |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | 0.050 ^{a, c} |
| EA | $1 \leq f \leq 500$ | 0.050 ^{a, c} |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | 0.030 ^{b, c} |
| FA | $1 \leq f \leq 1000$ | 0.030 ^{b, c} |

^a 这是 $0.045 + 4 \times 0.00125$ 的计算结果。
^b 这是 $0.025 + 4 \times 0.00125$ 的计算结果。
^c 任何给定已安装布线信道的时延差，由于每天的温度变化的影响在本要求之内变化不应超过 $0.010\mu\text{s}$

6.4.14 不平衡衰减和耦合衰减

6.4.14.1 概述

本部分对非屏蔽系统规定不平衡衰减 (TCL 和 $ELTCTL$)，对屏蔽系统规定耦合衰减。关于这些参数的更多信息参见附录C。

6.4.14.2 近端不平衡衰减

近端不平衡衰减用转移变换损耗 (TCL) 测量。信道的 TCL 应符合表20中的要求。 TCL 应在布线的两端满足要求。

对 TCL 的性能要求适用于A级、B级、C级、D级、E级、EA级、F级和FA级信道，应由设计并按厂家说明书安装来达到。

表 20 非屏蔽系统信道的 TCL

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 TCL ^a (dB) |
|---------------|---|--|
| A | $f=1$ | 30 |
| B | $f=0.1$ $f=1$ | 45 20 |
| C | $1 \leq f \leq 16$ | $30 - 5 \lg(f)$ |
| C、D、E、EA、F、FA | $1 \leq f \leq 30$ $30 \leq f \leq$ 相应级别的最高频率 ^b | $53 - 15 \lg(f)$ $60.3 - 20 \lg(f)$ |

^a 计算值大于 40.0dB 对应的频率的 TCL 的最小值要求应取作 40.0dB。
^b 250MHz 以上频率的 TCL 仅作参考

用相关部件和连接器终端按操作规程装配成信道作为代表性样品，可以对其进行试验室测量来评定 TCL 。

6.4.14.3 远端不平衡衰减

远端不平衡衰减按等电平横向变换转移损耗 ($ELTCTL$) 测量。信道的 $ELTCTL$ 应符合表21中的要求。 $ELTCTL$ 的应在布线的两端满足要求。

对 $ELTCTL$ 的性能要求适用于C级、D级、E级、EA级、F级和FA级信道，应由设计并按厂家说明书安装来达到。

表 21 非屏蔽系统信道的 $EL\ TCTL$

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 $EL\ TCTL$ (dB) |
|---------------|--------------------|-----------------------|
| C、D、E、EA、F、FA | $1 \leq f \leq 30$ | $30 - 20 \lg(f)$ |

通过对使用相关部件和连接器终端按操作规程装配成信道作为代表性样品，可以对 $EL\ TCTL$ 进行实验室测量评定。

6.4.14.4 耦合衰减

信道两端的耦合衰减应符合表22中的要求。

对耦合衰减的性能要求适用于D级、E级、EA级、F级和FA级系统，应由设计与按照厂家说明书安装来达到。

表 22 屏蔽系统信道的耦合衰减

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小耦合衰减 ^a (dB) |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| C、D、E、EA、F、FA | $30 \leq f \leq$ 该级别的最高频率 | $80 - 20 \lg(f)$ |

^a 计算值大于 40.0dB 对应的频率的耦合衰减的最小值要求应取作 40.0dB

通过对使用相关部件和连接器终端按操作规程装配成信道作为代表性样品，可以对耦合衰减进行实验室测量评定。

6.4.15 外部串音

6.4.15.1 概述

外部串音要求适用于EA级和FA级。F级的外部串音考虑应和EA级规定的外部串音性能一样。关于E级系统的外部串音性能的信息参见ISO/IEC TR 24750。

如果EA级或F级信道的耦合衰减比表22好10dB，FA级信道的耦合衰减比表22好25dB，则6.4.15的要求由设计达到。

6.4.15.2 外部近端串音功率和

信道的每个线对的 $PS\ ANEXT$ 应符合表23中公式得出的要求。

$PS\ ANEXT$ 在线对的两端均应符合要求。

线对 k 的 $PS\ ANEXT_k$ 由下式计算：

$$PS\ ANEXT_k = -10 \lg \left[\sum_{l=1}^N \sum_{i=1}^n 10^{\frac{-ANEXT_{l,i,k}}{10}} \right] \quad (6)$$

式中：

k ——被串信道中被串线对的序号；

i ——主串信道 l 中主串线对的序号；

l ——主串信道的序号；

N ——主串信道的个数；

n ——主串信道 l 中主串线对的个数；

$ANEXT_{l,i,k}$ ——从主串信道 l 中的线对 i 耦合到被串信道的线对 k 的外部近端串音衰减。

表 23 信道的 PS ANEXT

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小PS ANEXT ^a (dB) |
|--------------------|------------------------|---------------------------------|
| EA ^{b, c} | $1 \leq f \leq 100$ | $80 - 10 \lg(f)$ |
| | $100 \leq f \leq 500$ | $90 - 15 \lg(f)$ |
| FA | $1 \leq f \leq 100$ | $95 - 10 \lg(f)$ |
| | $100 \leq f \leq 1000$ | $105 - 15 \lg(f)$ |

^a 计算值大于 67.0dB 对应频率的 PS ANEXT 最小值要求应取作 67.0dB。
^b 如果所有被串线对在 100MHz 的平均插入损耗 $IL_{100\text{MHz, avg}}$ 小于 7dB, 则对 $f \geq 100\text{MHz}$ 减去下面项:

$$\text{minimum} \left\{ 7 \times \frac{f-100}{400} \times \frac{7-IL_{100\text{MHz, avg}}}{IL_{100\text{MHz, avg}}}, 6 \times \frac{f-100}{400} \right\}$$
 式中:
 f ——频率, 单位为兆赫 (MHz);
 $IL_{100\text{MHz, avg}} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 IL_{100\text{MHz, } i}$;
 $IL_{100\text{MHz, } i}$ ——线对 i 在 100MHz 的插入损耗;
 minimum (X1, X2) ——数值 X1、X2 之中的最小值

表 24 典型频率点的 PS ANEXT 参考值

| 频 率 (MHz) | 最小 PS ANEXT (dB) | |
|--------------|---------------------|------|
| | EA级 | FA级 |
| 1 | 67.0 | 67.0 |
| 100 | 60.0 | 67.0 |
| 250 | 54.0 | 67.0 |
| 500 | 49.5 | 64.5 |
| 1000 | — | 60.0 |

6.4.15.3 外部近端串音衰减功率和平均值 PS ANEXT_{avg}

信道的 PS ANEXT_{avg} 应符合表 25 中公式得出的要求。

表 25 信道的 PS ANEXT_{avg}

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小PS ANEXT _{avg} ^{a, b, c, d} (dB) |
|-----|-----------------------|---|
| EA | $1 \leq f \leq 100$ | $82.25 - 10 \lg(f)$ |
| | $100 \leq f \leq 500$ | $92.25 - 15 \lg(f)$ |

^a 计算值大于 67.0dB 对应频率的 PS ANEXT_{avg} 最小值要求应取作 67.0dB。
^b 如果所有被串线对在 100MHz 的平均插入损耗 $IL_{100\text{MHz, avg}}$ 小于 7dB, 则对 $f \geq 100\text{MHz}$ 减去下面项:

$$\text{minimum} \left\{ 7 \cdot \frac{f-100}{400} \cdot \frac{7-IL_{100\text{MHz, avg}}}{IL_{100\text{MHz, avg}}}, 6 \cdot \frac{f-100}{400} \right\}$$
 式中:
 f ——频率, 单位为 MHz;
 $IL_{100\text{MHz, avg}} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 IL_{100\text{MHz, } i}$;
 $IL_{100\text{MHz, } i}$ ——线对 i 在 100MHz 的插入损耗;
 minimum (X1, X2) ——数值 X1、X2 之中的最小值。
^c 如果表 23 中 FA 级的 PS ANEXT 被满足, 则 FA 级信道的 PS ANEXT_{avg} 就会满足

表 26 典型频率点信道 $PS ANEXT_{avg}$ 的参考值

| 频 率 (MHz) | EA 级最小 $PS ANEXT_{avg}$ (dB) |
|--------------|---------------------------------|
| 1 | 67.0 |
| 100 | 62.3 |
| 250 | 56.3 |
| 500 | 51.8 |

信道两端均应符合 $PS ANEXT_{avg}$ 的要求。

$PS ANEXT_{avg}$ 由下式计算：

$$PS ANEXT_{avg} = \frac{1}{n} \left[\sum_{k=1}^n PS ANEXT_k \right] \quad (7)$$

式中：

k ——被串信道中被串线对的序号；

n ——被串信道中被串线对的个数；

$PS ANEXT_k$ ——耦合到被串信道的线对 k 的外部近端串音衰减功率和。

6.4.15.4 外部 $ACR-F$ 功率和 ($PS AACR-F$)

信道的每个线对的 $PS AACR-F$ 应符合表 27 中的要求。

$PS AACR-F$ 在信道的两端均应符合。

$PS AACR-F$ 是根据 $AFEXT$ 和主串、被串信道的插入损耗计算得出。

6.4.15.5 EA 级信道的 $PS AFEXT$

EA 级的 $PS AFEXT$ 计算如下：

如果耦合衰减比表 22 中的要求好 10dB，则 $PS AFEXT$ 由公式 (13) 确定。

测量从主串信道 l 耦合到被串信道中线对 k 的线对—线对外部 $FEXT$ 值，用公式 (8) ~ 公式 (11) 计算 $AFEXT_{norm}$ ， $AFEXT_{norm}$ 是由主串信道与被串信道插入损耗差归一化的外部 $FEXT$ 。

如果

$$IL_k - IL_{l,i} > 0 \quad (8)$$

则

$$AFEXT_{norm\ l,i,k} = AFEXT_{l,i,k} - IL_{l,i} + IL_k - 10 \lg \left(\frac{IL_k}{IL_{l,i}} \right) \quad (9)$$

如果

$$IL_k - IL_{l,i} \leq 0 \quad (10)$$

则

$$AFEXT_{norm\ l,i,k} = AFEXT_{l,i,k} \quad (11)$$

式中：

k ——被串信道中被串线对的序号；

i ——主串信道 l 中主串线对的序号；

l ——主串信道的序号；

$AFEXT_{l,i,k}$ ——从主串信道 l 中线对 i 耦合到被串信道的线对 k 的外部远端串音衰减;

IL_k ——被串信道中线对 k 测量的插入损耗;

$IL_{l,i}$ ——主串信道 l 的线对 i 测量的插入损耗。

$PS AFEXT$ 由公式 (12) 确定。

$$PS AFEXT_k = -10 \lg \left[\sum_{l=1}^N \sum_{i=1}^n 10^{\frac{-(AFEXT_{norm\ l,i,k})}{10}} \right] \quad (12)$$

式中:

N ——主串信道的个数;

l ——主串信道的序号;

n ——主串信道 l 中主串线对的个数;

i ——主串信道 l 中主串线对的序号;

k ——被串信道中被串线对的序号;

6.4.15.6 FA 级信道的 $PS AFEXT$

$PS AFEXT$ 由公式 (13) 确定。

$$PS AFEXT_k = -10 \lg \left[\sum_{l=1}^N \sum_{i=1}^n 10^{\frac{-(AFEXT_{l,i,k})}{10}} \right] \quad (13)$$

式中:

k ——被串信道中被串线对的序号;

N ——主串信道的个数;

l ——主串信道的序号;

n ——主串信道 l 中主串线对的个数;

i ——主串信道 l 中主串线对的序号;

$AFEXT_{l,i,k}$ ——从主串信道 l 的线对 i 耦合到被串信道的线对 k 的外部远端串音衰减;

6.4.15.7 EA 级和 FA 级信道的 $PS AACR-F$

对于 EA 级和 FA 级信道, 被串线对 k 的 $PS AACR-F_k$ 由公式 (14) 确定。

表 27 信道的 $PS AACR-F$

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 $PS AACR-F^{a,b}$ (dB) |
|-----|----------------------|------------------------------|
| EA | $1 \leq f \leq 500$ | $77 - 20 \lg(f)$ |
| FA | $1 \leq f \leq 1000$ | $92 - 20 \lg(f)$ |

^a 计算值大于 67.0dB 对应频率的 $PS AACR-F$ 最小值要求应取作 67.0dB。
^b 对于计算的 $PS AFEXT$ 的值大于 67.0dB 或 $102 - 15 \lg(f)$ dB 的频率点上的 $PS AACR-F$ 仅作参考

$PS AACR-F$ 的要求应在信道的两端均符合。

$$PS AACR-F_k = PS AFEXT_k - IL_k \quad (14)$$

式中:

IL_k ——被串信道中线对 k 的测量插入损耗;

$PS AFEXT_k$ ——耦合到线对 k 的外部远端串音衰减功率和。

表 28 典型频率点信道 $PS AACR-F$ 的参考值

| 频率 (MHz) | 最小 $PS AACR-F$ (dB) | |
|-------------|------------------------|------|
| | EA 级 | FA 级 |
| 1 | 67.0 | 67.0 |
| 100 | 37.0 | 52.0 |
| 250 | 29.0 | 44.0 |
| 500 | 23.0 | 38.0 |
| 1 000 | — | 32.0 |

6.4.15.8 EA 级和 FA 级信道的 $PS AACR-F_{avg}$

信道的 $PS AACR-F_{avg}$ 应符合表 29 中的要求。

$PS AACR-F_{avg}$ 的要求应在信道的两端均符合。

$PS AACR-F_{avg}$ 计算如下:

$$PS AACR-F_{avg} = \frac{1}{n} \left[\sum_{k=1}^n PS AACR-F_k \right] \quad (15)$$

式中:

k ——被串信道中被串线对的序号;

n ——被串信道中被串线对的个数;

$PS AACR-F_k$ ——耦合到被串信道的线对 k 的外部远端串音衰减功率和与被串信道的线对 k 的插入损耗之比。

表 29 信道的 $PS AACR-F_{avg}$

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 $PS AACR-F_{avg}$ ^{a, b, c} (dB) |
|-----|---------------------|---|
| EA | $1 \leq f \leq 500$ | $81 - 20 \lg(f)$ |

^a 对于计算值大于 67.0dB 的频率点上的 $PS AACR-F_{avg}$ 最小值要求应取作 67.0dB。
^b 对于 $PS AACR-F_{avg}$ 的值大于 67.0dB 或 $102 - 15 \lg(f)$ dB 的频率点上的 $PS AACR-F_{avg}$ 仅作参考。
^c FA 级信道的 $PS AACR-F_{avg}$ 极限值等于表 27 中规定的 $PS AACR-F$

表 30 典型频率点信道 $PS AACR-F_{avg}$ 的参考值

| 频 率 (MHz) | EA 级最小 $PS AACR-F_{avg}$ (dB) |
|--------------|----------------------------------|
| 1 | 67.0 |
| 100 | 41.0 |
| 250 | 33.0 |
| 500 | 27.0 |

7 对称布线的常规设计导则

7.1 概述

本章叙述利用 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 中引用的部件和组件构成对称综合布线的设计导则。这些设计导则符合第 5 章的要求，当按照 GB 50311-2007 进行安装时，会满足第 6 章对信道性能的要求。

7.2 对称布线

7.2.1 概述

YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 中引用的对称部件按阻抗和类别分类。在本章的设计导则中，使用的部件应具有相同的标称阻抗，即 100Ω 。

本章所述的对称布线设计导则已考虑工作温度超过 20°C 时要减少信道长度。为了在这种条件下维持特定的信道长度，可能需要：

- 选用插入损耗比本章规定更低的电缆；
- 提供适当的防护以降低信道工作温度。

对称布线设计导则以 20°C 时的部件性能为依据。应按照表 32 和表 33 所示，通过减小长度来调节温度对电缆性能的影响。

不同类别的电缆和连接硬件可能在信道中混用。但是总的布线性能由最低性能部件的类别决定。

7.2.2 水平布线

7.2.2.1 部件的选用

对称布线部件的选用由支持的应用级别确定。有关的指南参见附录 D。

本条中所述对称布线设计导则考虑了当工作温度超过 20°C 时信道长度的减少。为了在这种条件（由于环境温度影响以及布线所支持的应用的影响）下保持指定的信道长度，可能需要：

- 选用插入损耗低于规范值的特殊电缆
- 提供适当的防护以降低信道工作温度。

在 7.2.2.2 节的配置条件下：

- 5e 类部件提供 D 级对称布线性能；
- 6 类部件提供 E 级对称布线性能；
- 6A 部件（待研究）提供 EA 级对称布线性能；
- 7 类部件提供 F 级对称布线性能；
- 7A 部件（待研究）提供 FA 级对称布线性能。

7.2.2.2 长度

图 12 给出本条及第 6 章信道规范规定的水平布线长度用模型。

图 12a 给出信道仅包含一个互连和一个信息插座。图 12b 增加一个连接作为交叉连接。在这两种情况中固定水平电缆连接楼层配线架到 TO 或 MUTO。信道含有软线，包括接插软线/跳线，设备软线和工作区软线。

图 12c 给出信道包含一个互连一个 CP 和一个 TO。图 12d 增加一个连接作为交叉连接。在这两种情况中固定水平电缆连接楼层配线架到 CP。信道含有软线，包括接插软线/跳线，设备软线和工作区软线。

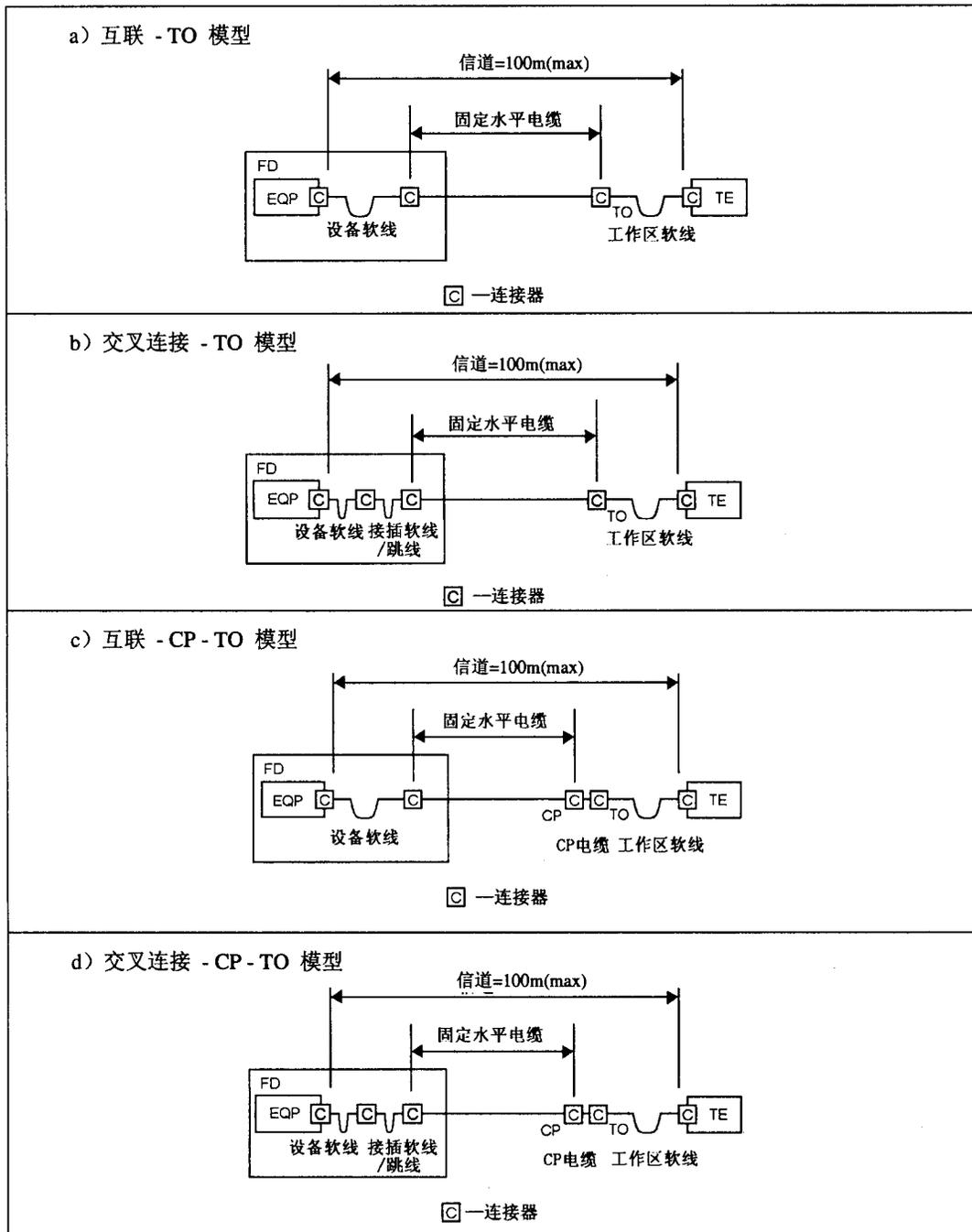


图 12 水平布线模型

表 31 给出图 12 所示模型所用的长度假设。当布线配置在图 12 和表 31 规定的范围内,使用符合 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 规定的部件,信道性能就会合格。

表 31 最小和最大长度

| 段落 | 最小长度 (m) | 最大长度 (m) |
|------------------|----------------|-------------|
| FD-CP | 15 | 85 |
| CP-TO | 5 | — |
| FD-TO (没有集合点 CP) | 15 | 90 |
| 工作区软线 | 2 ^a | 5 |

表 31 (续)

| 段落 | 最小长度 (m) | 最大长度 (m) |
|------|----------------|-------------|
| 接插软线 | 2 | — |
| 设备软线 | 2 ^b | 5 |
| 全部软线 | — | 10 |

^a 如果没有集合点 CP, 工作区软线的最小长度是 1m。
^b 如果没有交叉连接, 设备软线的最小长度是 1m

除了软线之外, 图 12c 和图 12d 中的信道包含有 CP 电缆。CP 电缆的插入损耗规范可能与固定水平电缆和软线不同。为了适应具有不同插入损耗的工作区软线、CP 电缆、接插软线、跳线和设备软线使用, 在信道内使用的固定水平电缆的长度应由表 32 中给出的公式确定。

表 32 水平链路长度公式

| 模型 | 图 | D 级信道 | E 级和 EA 级信道 | F 级和 FA 级信道 |
|------------|--|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| 互联-TO | 12a | $H = 109 - FX$ | $H = 107 - 3^a - FX$ | $H = 107 - 2^a - FX$ |
| 交叉连接-TO | 12b | $H = 107 - FX$ | $H = 106 - 3^a - FX$ | $H = 106 - 3^a - FX$ |
| 互联-CP-TO | 12c | $H = 107 - FX - CY$ | $H = 106 - 3^a - FX - CY$ | $H = 106 - 3^a - FX - CY$ |
| 交叉连接-CP-TO | 12d | $H = 105 - FX - CY$ | $H = 105 - 3^a - FX - CY$ | $H = 105 - 3^a - FX - CY$ |
| H | 固定水平电缆的最大长度 (m) | | | |
| F | 接插软线/跳线、设备和工作区软线的总长度 (m) | | | |
| C | CP 电缆的长度 (m) | | | |
| X | 软线电缆插入损耗 (dB/m) 与固定水平电缆插入损耗 (dB/m) 之比, 参见 YD/T 926.2-2009 | | | |
| Y | CP 电缆插入损耗 (dB/m) 与固定水平电缆插入损耗 (dB/m) 之比, 参见 YD/T 926.2-2009 | | | |

注: ^a 当工作温度 20 °C 以上时, 屏蔽电缆 H 宜减小 0.2%/°C; 非屏蔽电缆 H 宜减小 0.4%/°C (20 °C~40 °C) 及 0.6%/°C (40 °C~60 °C)。
这个长度减小量为适应插入损耗偏差提供预留的余量

对于表 32 的计算假设:

- 这些软线中的柔软电缆比固定水平电缆具有较高的插入损耗 (见 YD/T 926.2-2009 中 4.2.3 节);
- 信道中所有的软线具有同样的插入损耗规范。

采用下列常规限定:

- 信道的物理长度应不超过 100m;
- 固定水平电缆的物理长度应不超过 90m。当接插软线、设备软线和工作区软线的总长度超过 10m 时, 固定水平电缆容许的物理长度应根据表 32 减少;
- 集合点距楼层配线架应在 15m 之外;
- 在使用多用户信息插座组件处, 工作区软线的长度应不超过 20m;
- 接插软线、跳线电缆长度宜不超过 5m。

固定水平电缆的最大长度与信道所支持的软线总长度有关。在布线的运行期内, 宜建立管理系统以确保信道所用的软线、跳线和 CP 电缆符合楼层、建筑物或装置的设计规定。

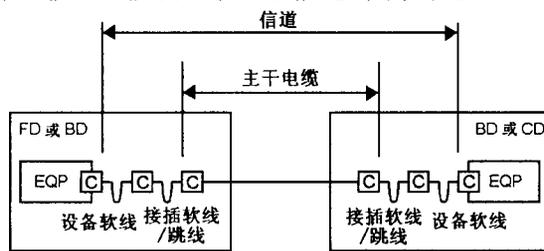
7.2.3 主干布线

7.2.3.1 部件的选用

对称部件的选用由所需的信道长度由支持的应用级别来确定。指南参见附录 D。

7.2.3.2 长度

图 13 表示本条规定的支持第 6 章信道规范布线长度用的模型。所示主干信道（建筑物或建筑群）包含每端的交叉连接。这里给出 D 级、E 级或 F 级主干信道的最大配置。



EQP = 设备, C = 接头 (对接线对)

图 13 主干布线模型

信道中的软线包括接插软线/跳线和设备软线。

对于表 33 中的计算假设：

- 这些软线中的柔软电缆比主干电缆具有更高的插入损耗（见 YD/T 926.2-2009 中 4.2.3 节）；
- 信道中所有的软线具有同样的插入损耗规范。

为了适应接插软线、跳线和设备软线使用的电缆的较高插入损耗，给定级别的信道中使用的主干电缆长度应由表 33 中给出的公式确定。

对于 D 级、E 级和 F 级，采用下列常规限定：

- 信道的物理长度应不超过 100m；
- 当信道中使用 4 个接头时，主干电缆的物理长度至少应有 15m。

主干电缆的最大长度与信道中要支持的软线的总长度有关。软线的最大长度应在设计阶段确定，而在布线系统的运行期间，管理系统必须保证软线不超出这个最大长度。

表 33 主干链路长度公式

| 部件类别 | 级 别 | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | A ^a | B ^a | C ^a | D ^a | E ^a 和 EA ^a | F ^a 和 FA ^a |
| 5e | 2 000 | $B = 250 - FX$ | $B = 170 - FX$ | $B = 105 - FX$ | - | - |
| 6 | 2 000 | $B = 260 - FX$ | $B = 185 - FX$ | $B = 111 - FX$ | $B = 105 - 3^b - FX$ | - |
| 7 | 2 000 | $B = 260 - FX$ | $B = 190 - FX$ | $B = 115 - FX$ | $B = 107 - 3^b - FX$ | $B = 105 - 3^b - FX$ |
| B——主干电缆最大长度 (m) F——接插软线/跳线和设备软线的总长度 (m) X——软线电缆插入损耗 (dB/m) 与主干电缆插入损耗 (dB/m) 之比 | | | | | | |
| 注 1: 当信道包含的连接器个数与图 13 中所示的模型不同时, 固定电缆的长度应减小 (有较多连接器时) 或可以增加 (当有较少连接器时), 对 5e 类电缆每个连接器相当 2m 而对 6 类和 7 类电缆每个连接器相当 1m。此外还宜检验 NEXT、回波损耗 (RL) 和 ACR-F 性能。 注 2: 当工作温度 20 °C 以上时, 对于屏蔽电缆 H 宜减小 0.2%/°C; 对于非屏蔽电缆 H 宜减小 0.4%/°C (20 °C~40 °C) 及 0.6%/°C (40 °C~60 °C) | | | | | | |
| ^a 如果信道长度超过 100m, 由于传播时延或时延差的限制可能不支持某些应用。 ^b 这个长度减小量为适应插入损耗的偏差提供预留的余量 | | | | | | |

8 光纤布线的性能

8.1 概述

综合布线系统中光纤信道设计方案的选择应参考附录 D。本部分对光纤布线规定了以下级别：

OF-300 级别信道对 YD/T 926.2-2009 引用的光纤类型支持最小 300m 的应用。

OF-500 级别信道对 YD/T 926.2-2009 引用的光纤类型支持最小 500m 的应用。

OF-2000 级别信道对 YD/T 926.2-2009 引用的光纤类型支持最小 2000m 的应用。

光纤信道使用的部件应符合 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009。这些部分规定了光纤的物理结构（芯径/包层直径和数值孔径）和传输性能。每个布线信道应使用同一规格的光纤。

8.2 部件选用

要求的信道长度、支持的应用和布线的预期寿命将决定光纤部件的选用。光纤信道的性能要求是基于在每个指定的传输窗口使用单一波长。

对于波分复用部件的要求参见相关的应用标准。综合布线对波分复用没有特殊的要求。

8.3 信道衰减

信道衰减应不超过表 34 所示之值。这个值是对连接硬件总计分配 1.5dB 而得出。如果应用功率允许，也可再增加连接器和接头。信道的衰减按 YD/T 1588.1-2006 测量，当要求时，应按 ISO/IEC 14763-3 测量。在指定波长上信道和永久链路的衰减应不超过所用部件在规定衰减值之和（光缆的衰减由衰减系数乘以光缆长度算出）。

表 34 信道衰减

| 信道衰减 (dB) | | | | |
|--------------|-------|--------|--------|--------|
| 信道 | 多 模 | | 单 模 | |
| | 850nm | 1300nm | 1310nm | 1550nm |
| OF-300 | 2.55 | 1.95 | 1.80 | 1.80 |
| OF-500 | 3.25 | 2.25 | 2.00 | 2.00 |
| OF-2000 | 8.50 | 4.50 | 3.50 | 3.50 |

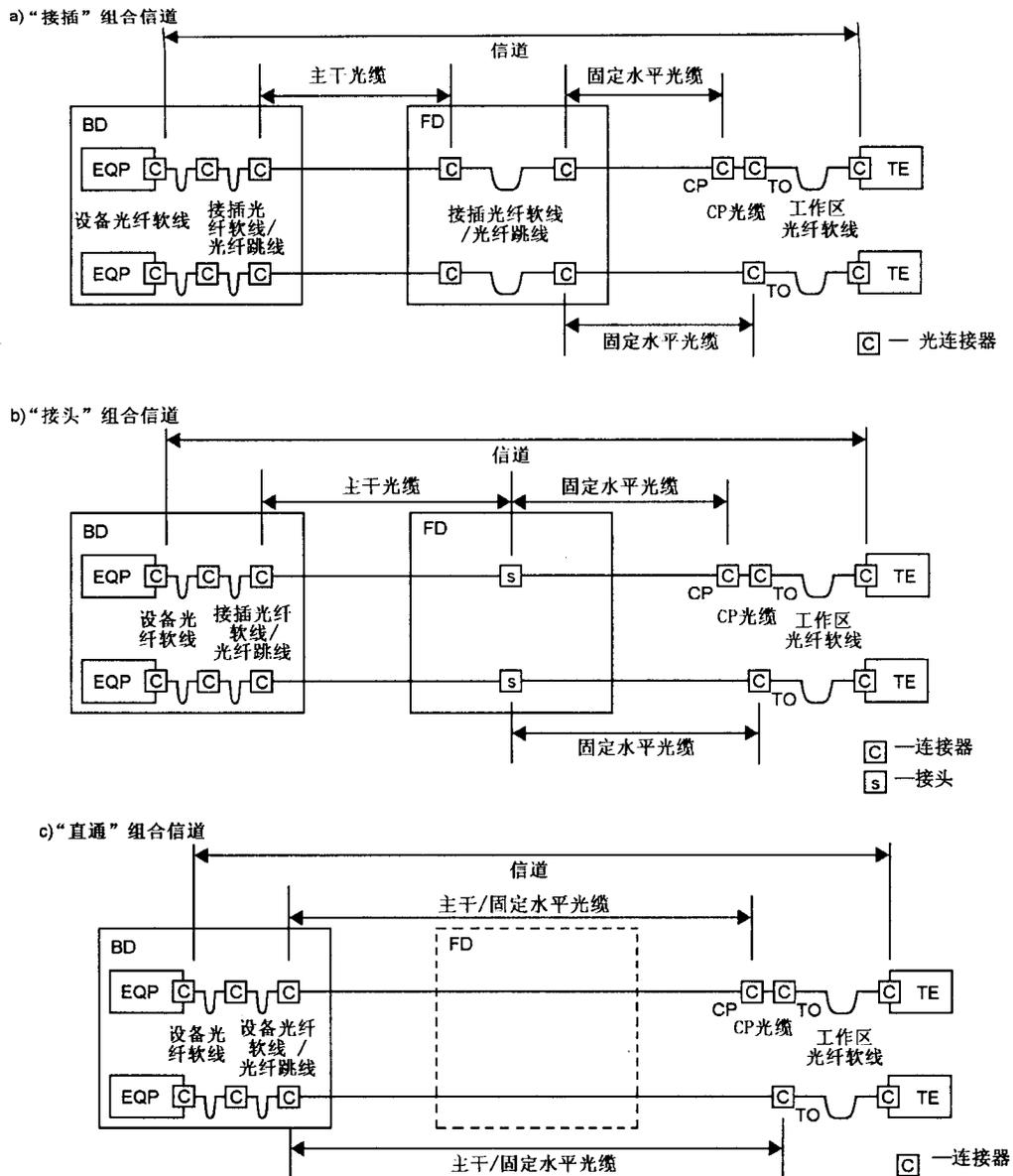
8.4 信道拓扑

图 13 和图 14 的模型分别应用于水平光纤布线和主干光纤布线。终接光纤布线的连接系统可以包含成对的连接硬件和接头（永久的或可重复使用的），而交叉连接可以包含可重复使用的接头。

光纤到 TO 的传输，一般不需要在 FD 上有传输设备（除非在主干布线子系统中光纤类型不同于水平布线子系统）。这时允许建立如图 14 所示的主干/水平组合信道。3 个示意图分别表示接插信道、接头信道和直通信道（此时不需要使用 FD）。接插信道和接头信道方式也能用于建筑群/建筑物复合主干信道，而且可能构成建筑群/建筑物/水平的组合信道。

采用永久接头和直通信道可以减小信道衰减，是一种集中配线方式。然而集中配线可能会降低布线系统整体的灵活性。

为了在给定级别信道中使用更多的配对连接器和接头，信道的总长度必须减少以适应增加的衰减。



8.5 传输时延

对于某些应用，光纤信道的时延是重要的。要保证由多级信道组成的复杂网络的端到端时延符合要求。为此，要知道光纤信道的长度。这可以根据光缆性能由传播时延计算得出（见 YD/T 926.2-2009 中 4.4.2 节）。

9 屏蔽施工要求

9.1 概述

本章适用于屏蔽电缆或带有屏蔽元件或屏蔽单位的电缆，只是提供基本原则。操作程序必须规定正确的接地，以满足国家和当地的规程对电气安全与电磁性能的要求，要按照 GB 50311-2007 中的规定，对某些情况，还要符合特殊工程的安装要求。有些布线要求使用屏蔽元件，因此也要遵守屏蔽操作规定。按照 GB 50311-2007 和供应商的说明书，规范地处理屏蔽会增强屏蔽性能和安全性。

9.2 电磁特性

为了电气安全和优化电磁性能，布线屏蔽应正确地连接接地。组成屏蔽信道的所有布线部件宜屏蔽并符合 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 给出的要求。屏蔽布线链路应符合 6.4 节给出的布线屏蔽要求。电缆屏蔽应以低阻抗端接到连接器的屏蔽，终端保持的屏蔽连续性必须符合布线屏蔽的要求。应查询并遵守供应商关于如何实现低阻抗终端的说明。工作区软线、设备软线和设备附件宜屏蔽，如有屏蔽应保持屏蔽的连续性。

本部分附录 C 对电磁特性给出了有关的信息。

9.3 接地

接地与连接应遵守有关电气法规或 GB 16895.1。电缆的全部屏蔽应连接到各个配线架上。通常屏蔽依次连接到各设备的机架最后连接到建筑物的地线。

注：对高工作频率和/或高频寄生电流或现场要求低阻接地的场合，可由网状接地系统实现。

连接设计应保证：

a) 接地途径是永久、连续、低阻抗的。建议每个机架各自连接到地，以保证接地路径的连续（避免连接发生中断）。

b) 布线系统所有的通过电缆互连的部件，由电缆的屏蔽提供连续的接地途径。

这些连接保证（由电力线或任何其他干扰源）感应到布线中的电压直接到建筑物地，因而不致对传输信号引起干扰。建筑物中不同系统的所有的接地极应连接到一起，以减小地电位差的影响。建筑物接地系统宜使网络的任二接地点之间的地电位差不超过 1 V r.m.s. 的限制。

10 管理

10.1 概述

管理是综合布线系统的重要组成部分。综合布线只有采用了严格的管理，布线的灵活性才可充分发挥出来。管理包括对组成布线系统的所有的部件以及布线路径、配线架和安装空间都保持准确的标志与记录。对布线系统的所有的改变，在改变当时就要记录。对于较大的工程，强烈建议采用计算机管理档案。

综合布线管理应遵照 GB 50311-2007。

10.2 标志

综合布线的每个部件、安装通道和安装空间应易于识别。综合布线的每条电缆、光缆，配线架、端接点、安装通道和安装空间均应分配有惟一的标志。标志中可包括名称、颜色、编号、字符串或其组合。对所分配的标志，应以适当的方式（例如：贴标签）在布线部件上标明。电缆、光缆宜在两端标明。

信息插座宜根据下列内容做出标志。

a) 电缆用信息插座：

—— 电缆特性阻抗，类别和引出线对数。

b) 光缆用信息插座：

—— 光纤类型。

10.3 记录

记录应包括电缆光缆路由、信息插座位置、配线结构和布局、试验和验收结果等内容。记录还应包括全部布线部件、安装通道和安装空间的标志明细表。

YD/T 926.1-2009

适当收集所支持的应用系统的设备配置的有关记录，以便在出现问题时容易查找故障。
保持记录的准确性对管理十分重要。当综合布线系统发生任何改变时，应即时更新记录。
记录应妥善保存。记录宜采用计算机管理。

附录 A (规范性附录)

对称永久链路和集合点链路性能

A.1 概述

本附录包含的性能要求公式用于图 A.1 所示的对称永久链路和集合点链路。

配置 A、B 和 C 中的被测布线叫做永久链路。配置 A 和 B 仅含有固定布线。配置 C 包含固定布线和集合点与信息插座之间的集合点电缆。对于这种配置，如果集合点电缆改变时，应重新进行测量。配置 D 的被测布线仅包含固定布线，叫做集合点链路。

在所有配置中永久链路和集合点链路的配置基准平面是在测试引线之内。测试引线接头与被测永久链路和集合点链路的端接点配对，属于被测链路的一部分。

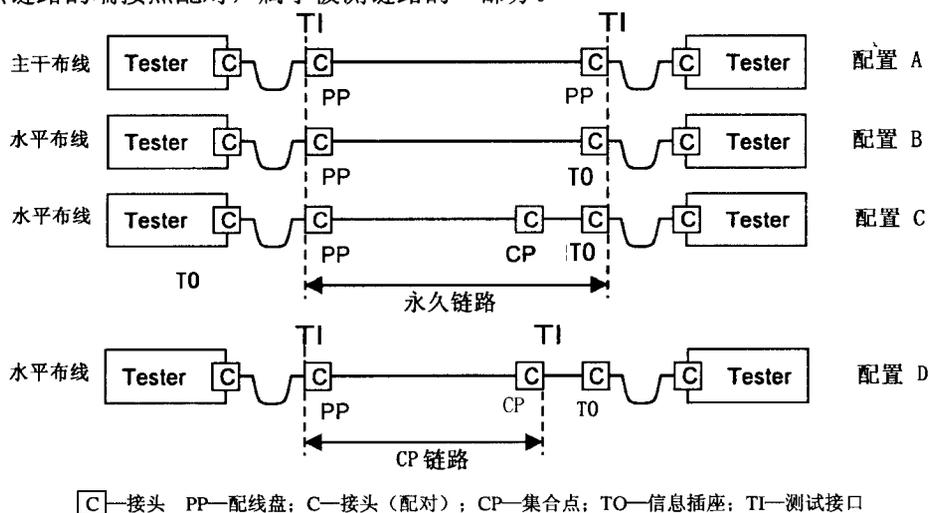


图 A.1 链路选择

A.2 性能

A.2.1 概述

本附录规定的参数应用于对称永久链路和 CP 链路，除非另有明确规定，链路可以具有屏蔽或非屏蔽电缆部件，可以具有或没有总屏蔽。

对称永久链路和 CP 链路的标称阻抗是 100Ω 。这个阻抗由合理的设计以及适当地选用布线部件来达到。

本附录的要求，对于给定的频率范围用公式计算出极限值到 1 位小数。对于传播时延和时延差计算到 3 位小数。

A.2.2 回波损耗

永久链路或 CP 链路的每个线对的回波损耗应符合表 A.1 中公式得出的要求。

永久链路在某些典型频率点上线对的回波损耗见表 A.2。

布线两端均应符合回波损耗要求。在插入损耗小于 3.0dB 的频率处，回波损耗 (RL) 的值仅供参考。当要求时，回波损耗应按 IEC 61935-1 测量。对被测布线部件信道远端应加以终端。

表 A.1 永久链路或 CP 链路的回波损耗

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小回波损耗 (dB) |
|-----|-------------------------|------------------|
| C | $1 \leq f \leq 16$ | 15.0 |
| D | $1 \leq f < 20$ | 19.0 |
| | $20 \leq f \leq 100$ | $32 - 10 \lg(f)$ |
| E | $1 \leq f < 10$ | 21.0 |
| | $10 \leq f < 40$ | $26 - 5 \lg(f)$ |
| | $40 \leq f \leq 250$ | $34 - 10 \lg(f)$ |
| F | $1 \leq f < 10$ | 21.0 |
| | $10 \leq f < 40$ | $26 - 5 \lg(f)$ |
| | $40 \leq f < 251.2$ | $34 - 10 \lg(f)$ |
| | $251.2 \leq f \leq 600$ | 10.0 |

表 A.2 永久链路在某些典型频率点上回波损耗的参考值

| 频 率 (MHz) | 最小回波损耗 (dB) | | | |
|--------------|----------------|------|------|------|
| | C 级 | D 级 | E 级 | F 级 |
| 1 | 15.0 | 19.0 | 21.0 | 21.0 |
| 16 | 15.0 | 19.0 | 20.0 | 20.0 |
| 100 | — | 12.0 | 14.0 | 14.0 |
| 250 | — | — | 10.0 | 10.0 |
| 600 | — | — | — | 10.0 |

A.2.3 插入损耗

永久链路或 CP 链路的每个线对的插入损耗应符合表 A.3 中公式得出的要求。

表 A.3 永久链路或 CP 链路的插入损耗

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最大插入损耗 ^a (dB) |
|-----|---------------------|---|
| A | $f=0.1$ | 16.0 |
| B | $f=0.1$ | 5.5 |
| | $f=1$ | 5.8 |
| C | $1 \leq f \leq 16$ | $0.9 \times (3.23 \sqrt{f}) + 3 \times 0.2$ |
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $(L/100) \times (1.9108 \sqrt{f} + 0.0222 \times f + 0.2/\sqrt{f}) + n \times 0.04 \times \sqrt{f}$ |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $(L/100) \times (1.82 \sqrt{f} + 0.0169 \times f + 0.25/\sqrt{f}) + n \times 0.02 \times \sqrt{f}$ |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $(L/100) \times (1.8 \sqrt{f} + 0.01 \times f + 0.2/\sqrt{f}) + n \times 0.02 \times \sqrt{f}$ |

注: $L = L_{FC} + L_{CP} Y$
 L_{FC} = 固定电缆长度 (m)
 L_{CP} = CP软线长度 (如果有CP软线) (m)
 Y = CP电缆衰减 (dB/m) 与固定水平电缆衰减 (dB/m) 之比 (见第13章)
 $n = 2$ 对于配置A、B和D
 $n = 3$ 对于配置C

^a 在插入损耗的计算值小于4.0dB 对应频率处的插入损耗最大值要求应取作4.0dB

确定符合链路性能的方法是证明测量值与表 A.4 的信道极限值之间的余量, 足以另外增加布线部件以构成信道。

表 A.4 在某些典型频率点永久链路的插入损耗的参考值

| 频率 (MHz) | 最大插入损耗 (dB) | | | | | |
|-------------|----------------|-----|------|------|------|------|
| | A 级 | B 级 | C 级 | D 级 | E 级 | F 级 |
| 0.1 | 16.0 | 5.5 | — | — | — | — |
| 1 | — | 5.8 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 16 | — | — | 12.2 | 7.7 | 7.1 | 6.9 |
| 100 | — | — | — | 20.4 | 18.5 | 17.7 |
| 250 | — | — | — | — | 30.7 | 28.8 |
| 600 | — | — | — | — | — | 46.6 |

在某些典型频率点上永久链路每个线对的插入损耗在表 A.4 中给出。

插入损耗应与所用的布线部件相一致。

当要求时，插入损耗应按 IEC 61935-1 测量。

A.2.4 近端串音

A.2.4.1 线对—线对近端串音

永久链路或 CP 链路的每个线对组间的近端串音应符合由表 A.5 中公式所确定的要求。

表 A.5 永久链路和 CP 链路的 NEXT

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 NEXT (dB) |
|-----|---------------------|--|
| A | $f = 0.1$ | 27.0 |
| B | $0.1 \leq f \leq 1$ | $25 - 15 \lg(f)$ |
| C | $1 \leq f \leq 16$ | $40.1 - 15.8 \lg(f)$ |
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{65.3-15 \lg(f)}{-20}} + 10^{\frac{83-20 \lg(f)}{-20}} \right]^a$ |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{74.3-15 \lg(f)}{-20}} + 10^{\frac{94-20 \lg(f)}{-20}} \right]^b$ |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{102.4-15 \lg(f)}{-20}} + 10^{\frac{102.4-15 \lg(f)}{-20}} \right]^b$ |

^a 计算值大于 60.0dB 对应频率处的 NEXT 最小值要求应取作 60.0dB。
^b 计算值大于 65.0dB 对应频率处的 NEXT 最小值要求应取作 65.0dB

在某些典型频率点上永久链路每个线对组间的近端串音由表 A.6 中公式确定。

表 A.6 在某些典型频率点上永久链路的 NEXT 参考值

| 频 率 (MHz) | 最小 NEXT (dB) | | | | | |
|--------------|-----------------|------|------|------|------|------|
| | A 级 | B 级 | C 级 | D 级 | E 级 | F 级 |
| 0.1 | 27.0 | 40.0 | — | — | — | — |
| 1 | — | 25.0 | 40.1 | 60.0 | 65.0 | 65.0 |
| 16 | — | — | 21.1 | 45.2 | 54.6 | 65.0 |
| 100 | — | — | — | 32.3 | 41.8 | 65.0 |
| 250 | — | — | — | — | 35.3 | 60.4 |
| 600 | — | — | — | — | — | 54.7 |

布线两端均应符合 *NEXT* 的要求。对于插入损耗 (*IL*) 低于 4.0dB 的频率, *NEXT* 的值仅供参考。
NEXT 应与所用的布线部件相一致。

当要求时, *NEXT* 应按 IEC 61935-1 测量。

A.2.4.2 近端串音衰减功率和

PSNEXT 的要求只应用于 D 级、E 级和 F 级。

永久链路和 CP 链路的每个线对的 *PSNEXT* 应符合表 A.7 中公式确定的要求。

表 A.7 永久链路或 CP 链路的 *PSNEXT*

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 <i>PSNEXT</i> (dB) |
|-----|---------------------|--|
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{62.3-15 \lg(f)}{-20}} + 10^{\frac{80-20 \lg(f)}{-20}} \right]^a$ |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{72.3-15 \lg(f)}{-20}} + 10^{\frac{90-20 \lg(f)}{-20}} \right]^b$ |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{99.4-15 \lg(f)}{-20}} + 10^{\frac{99.4-15 \lg(f)}{-20}} \right]^b$ |

^a 计算值大于 57.0dB 对应频率处的 *PSNEXT* 最小值要求应取作 57.0dB。
^b 计算值大于 62.0dB 对应频率处的 *PSNEXT* 最小值要求应取作 62.0dB

在某些典型频率点上永久链路每个线对的 *PSNEXT* 由表 A.8 给出。

表 A.8 在某些典型频率点上永久链路的 *PSNEXT* 参考值

| 频 率 (MHz) | 最小 <i>PSNEXT</i> (dB) | | |
|--------------|--------------------------|------|------|
| | D 级 | E 级 | F 级 |
| 1 | 57.0 | 62.0 | 62.0 |
| 16 | 42.2 | 52.2 | 62.0 |
| 100 | 29.3 | 39.3 | 62.0 |
| 250 | — | 32.7 | 57.4 |
| 600 | — | — | 51.7 |

布线两端均应符合 *PSNEXT* 要求。对于插入损耗低于 4.0dB 的频率的 *PSNEXT* 仅供参考。

PSNEXT 应与所用的布线部件相一致。

线对 *k* 的 *PSNEXT_k* 按下式计算:

$$PS\ NEXT_k = -10 \lg \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{\frac{-NEXT_{ik}}{10}} \tag{A.1}$$

式中:

i ——主串线对的序号;

k ——被串线对的序号

n ——线对总数;

NEXT_{ik} ——从线对 *i* 耦合到线对 *k* 的近端串音衰减。

A.2.5 衰减近端串音比

ACR-N 的要求仅用于 D 级、E 级和 F 级。

A.2.5.1 线对—线对 ACR-N

线对—线对 ACR-N 是布线的线对—线对的 NEXT 与插入损耗之差值，单位为 dB。

永久链路或 CP 链路的每个线对组合的 ACR-N 应符合表 A.5 的 NEXT 的要求与表 A.3 相应级别的插入损耗要求的差值。

在某些典型频率点上永久链路每个线对组合的 ACR-N 由表 A.9 给出。

表 A.9 在某些典型频率点上永久链路的 ACR-N 参考值

| 频率 (MHz) | 最小 ACR-N (dB) | | |
|-------------|------------------|------|------|
| | D 级 | E 级 | F 级 |
| 1 | 56.0 | 61.0 | 61.0 |
| 16 | 37.5 | 47.5 | 58.1 |
| 100 | 11.9 | 23.3 | 47.3 |
| 250 | — | 4.7 | 31.6 |
| 600 | — | — | 8.1 |

布线两端的均应符合 ACR-N 要求。对于插入损耗低于 4.0dB 的频率的 ACR-N 值仅供参考。

线对 i 与线对 k 的 ACR-N 按下式计算：

$$ACR-N_{ik} = NEXT_{ik} - IL_k \quad (A.2)$$

式中：

i ——主串线对的序号；

k ——被串线对的序号；

$NEXT_{ik}$ ——从线对 i 耦合到线对 k 的近端串音衰减；

IL_k ——线对 k 的插入损耗。当要求时应按 IEC 61935-1 测量。

A.2.5.2 ACR-N 功率和

永久链路或 CP 链路的每个线对的 PS ACR-N 应符合表 A.7 的 PS NEXT 的要求与表 A.3 相应级别的插入损耗的要求的差值。

在某些典型频率点上永久链路每个线对的 PS ACR-N 由表 A.10 给出。

表 A.10 在某些典型频率点上永久链路的 PS ACR-N 参考值

| 频率 (MHz) | 最小 PS ACR-N (dB) | | |
|-------------|---------------------|------|------|
| | D 级 | E 级 | F 级 |
| 1 | 53.0 | 58.0 | 58.0 |
| 16 | 34.5 | 45.1 | 55.1 |
| 100 | 8.9 | 20.8 | 44.3 |
| 250 | — | 2.0 | 28.6 |
| 600 | — | — | 5.1 |

布线的两端的 PS NEXT 均应符合要求。对于插入损耗低于 4.0dB 的频率的 PS ACR-N 仅供参考。

线对 k 的 PS ACR-N_k 按下式计算：

$$PS ACR-N_k = PS NEXT_k - IL_k \quad (A.3)$$

式中：

k ——被串线对的序号；

$PS NEXT_k$ ——线对 k 的近端串音衰减功率和；

IL_k ——线对 k 的插入损耗。当要求时应按 IEC 61935-1 测量。

A.2.6 等电平远端串音衰减

$ELFEXT$ 的要求仅用于 D 级、E 级和 F 级。

A.2.6.1 线对—线对 $ELFEXT$

永久链路或 CP 链路每个线对组合的 $ELFEXT$ 应符合由表 A.11 公式所确定的要求。

表 A.11 永久链路或 CP 链路的 $ELFEXT$

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 $ELFEXT$ ^a (dB) |
|-----|---------------------|--|
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{63.8-20 \lg(f)}{-20}} + n \times 10^{\frac{75.1-20 \lg(f)}{-20}} \right]$ ^b |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{67.8-20 \lg(f)}{-20}} + n \times 10^{\frac{83.1-20 \lg(f)}{-20}} \right]$ ^c |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $-20 \lg \left[10^{\frac{94-20 \lg(f)}{-20}} + n \times 10^{\frac{90-15 \lg(f)}{-20}} \right]$ ^c |

注： $n = 2$ 用于配置 A、B 和 D 级； $n = 3$ 用于配置 C 级
^a $EL FEXT$ 的测量值大于 70.0dB 的频率处的 $EL FEXT$ 仅供参考。
^b 计算值大于 60.0dB 对应频率处的 $EL FEXT$ 最小值要求应取作 60.0dB。
^c 计算值大于 65.0dB 对应频率处的 $EL FEXT$ 最小值要求应取作 65.0dB

在某些典型频率点上永久链路每个线对组合的 $ELFEXT$ 由表 A.12 给出。

表 A.12 在某些典型频率点上永久链路的 $EL FEXT$ 参考值

| 频率 (MHz) | 最小 $EL FEXT$ (dB) | | |
|----------|----------------------|------|------|
| | D 级 | E 级 | F 级 |
| 1 | 58.6 | 64.2 | 65.0 |
| 16 | 34.5 | 40.1 | 59.3 |
| 100 | 18.6 | 24.2 | 46.0 |
| 250 | — | 16.2 | 39.2 |
| 600 | — | — | 32.6 |

$ELFEXT$ 应与布线所用的部件相一致。

线对 i 对线对 k 的 $ELFEXT_{ik}$ 由下式计算：

$$ELFEXT_{ik} = FEXT_{ik} - IL_k \tag{A.4}$$

式中：

i ——主串线对的序号；

k ——被串线对的序号；

$FEXT_{ik}$ ——线对 i 耦合到线对 k 的远端串音衰减。当要求时应按 IEC 61935-1 测量；

IL_k ——线对 k 的插入损耗。当要求时应按 IEC 61935-1 测量。

注：被串线对的插入损耗对输入输出 $FEXT$ 之比与信号噪声比相关。按照上述公式计算的结果包括了线对插入损耗与对应的输入输出 $FEXT$ 的全部可能的组合。

A.2.6.2 等电平远端串音衰减功率和

永久链路或 CP 链路的每个线对的 $PS\ ELFEXT$ 应符合表 A.13 的公式确定的要求。

表 A.13 永久链路或 CP 链路的 $PS\ ELFEXT$

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最小 $PS\ ELFEXT$ ^a (dB) |
|-----|---------------------|---|
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $-20\lg \left[10^{\frac{60.8-20\lg(f)}{-20}} + n \times 10^{\frac{72.1-20\lg(f)}{-20}} \right]$ ^b |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $-20\lg \left[10^{\frac{64.8-20\lg(f)}{-20}} + n \times 10^{\frac{80.1-20\lg(f)}{-20}} \right]$ ^c |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $-20\lg \left[10^{\frac{91-20\lg(f)}{-20}} + n \times 10^{\frac{87-15\lg(f)}{-20}} \right]$ ^c |

注：n=2用于配置A、B和D级；n=3用于配置C级
^a $PS\ ELFEXT$ 的测量值大于70.0dB的频率处的 $PS\ ELFEXT$ 仅供参考。
^b 计算值大于57.0dB对应频率处的 $PS\ ELFEXT$ 最小值要求应取作57.0dB。
^c 计算值大于62.0dB对应频率处的 $PS\ ELFEXT$ 最小值要求应取作62.0dB

在某些典型频率点上永久链路每个线对的 $PS\ ELFEXT$ 由表 A.14 给出。

表 A.14 在某些典型频率点上永久链路的 $PS\ ELFEXT$ 参考值

| 频 率 (MHz) | 最小 $PS\ ELFEXT$ (dB) | | |
|--------------|-------------------------|------|------|
| | D 级 | E 级 | F 级 |
| 1 | 55.6 | 61.2 | 62.0 |
| 16 | 31.5 | 37.1 | 56.3 |
| 100 | 15.6 | 21.2 | 43.0 |
| 250 | — | 13.2 | 36.2 |
| 600 | — | — | 29.6 |

$PS\ ELFEXT$ 应与所用布线的部件相一致。

线对 k 的 $PS\ ELFEXT_k$ 由下式计算：

$$PS\ ELFEXT_k = -10\lg \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{\frac{-ELFEXT_{ik}}{10}} \quad (A.5)$$

式中：

i ——主串线对的序号；

k ——被串线对的序号；

n ——线对总数；

$ELFEXT_{ik}$ ——线对 i 耦合到线对 k 的等电平远端串音衰减。

A.2.7 直流环阻

永久链路或 CP 链路的每个线对的直流环阻应符合表 A.15 中公式确定的要求。

确定符合链路性能的方法是证明测量值与表 A.16 的信道极限值间的余量，足以另外增加布线部件以构成信道。如果永久链路或 CP 链路满足插入损耗要求和时延差要求，也就满足这一要求。

永久链路的每个线对的直流环阻在表 A.16 中给出。

直流环阻应与所用的布线部件相一致。

当要求时直流环阻应按 IEC 61935-1 测量。

表 A.15 永久链路或 CP 链路的直流环阻

| 级 别 | 最大直流环阻 (Ω) |
|-----|------------------------------------|
| A | 530 |
| B | 140 |
| C | 34 |
| D | $(L/100) \times 22 + n \times 0.4$ |
| E | $(L/100) \times 22 + n \times 0.4$ |
| F | $(L/100) \times 22 + n \times 0.4$ |

注：
 $L=L_{FC} + L_{CP} \times Y$
 L_{FC} =固定电缆长度 (m)
 L_{CP} =CP软线长度 (在具有CP软线处) (m)
 Y =CP软线对固定水平电缆衰减比 (见YD/T 926.2-2009)
 $n = 2$ 对于配置A级、B级和D级
 $n = 3$ 对于配置C级

表 A.16 永久链路的最大直流环阻的参考值

单位: Ω

| A 级 | B 级 | C 级 | D 级 | E 级 | F 级 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 530 | 140 | 34 | 21 | 21 | 21 |

A.2.8 直流电阻不平衡

所有级别的永久链路或 CP 链路的所有线对的两个导体间的直流电阻不平衡应不超过 3%。这应由设计保证。

A.2.9 传播时延

永久链路或 CP 链路的所有线对的传播时延应符合表 A.17 公式得出的要求。

表A.17 永久链路或CP链路的传播时延

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最大传播时延 (μs) |
|-----|---------------------|---|
| A | $f=0.1$ | 19.400 |
| B | $0.1 \leq f \leq 1$ | 4.400 |
| C | $1 \leq f \leq 16$ | $(L/100) \times (0.534 + 0.036/\sqrt{f}) + n \times 0.0025$ |
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $(L/100) \times (0.534 + 0.036/\sqrt{f}) + n \times 0.0025$ |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $(L/100) \times (0.534 + 0.036/\sqrt{f}) + n \times 0.0025$ |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $(L/100) \times (0.534 + 0.036/\sqrt{f}) + n \times 0.0025$ |

注：
 $L=L_{FC} + L_{CP}$
 L_{FC} =固定电缆长度 (m)
 L_{CP} =CP软线长度 (如果有CP软线) (m)
 $n = 2$ 对于配置A级、B级和D级
 $n = 3$ 对于配置 C级

确定符合链路性能的实用方法是证明测量值与表 A.17 的信道极限值之间的余量，足以另外增加布线部件以构成信道。如果永久链路或 CP 链路的插入损耗要求和时延差要求被满足，也就满足这一要求。

永久链路在某些典型频率点上每个线对的传播时延见表 A.18。

表A.18 在某些典型频率点处永久链路的传播时延的参考值

| 频率 (MHz) | 最大传播时延 (μs) | | | | | |
|----------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | A 级 | B 级 | C 级 | D 级 | E 级 | F 级 |
| 0.1 | 19.400 | 4.400 | — | — | — | — |
| 1 | — | 4.400 | 0.521 | 0.521 | 0.521 | 0.521 |
| 16 | — | — | 0.496 | 0.496 | 0.496 | 0.496 |
| 100 | — | — | — | 0.491 | 0.491 | 0.491 |
| 250 | — | — | — | — | 0.490 | 0.490 |
| 600 | — | — | — | — | — | 0.489 |

传播时延应与所用的布线部件相一致。

当要求时，传播时延应按 IEC 61935-1 测量。

A.2.10 时延差

永久链路或 CP 链路的所有线对之间的时延差应符合表 A.19 公式得出的要求。

表A.19 永久链路或CP链路的时延差

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最大时延差 (μs) |
|-----|---------------------|--|
| A | $f=0.1$ | — |
| B | $0.1 \leq f \leq 1$ | — |
| C | $1 \leq f \leq 16$ | $(L/100) \times 0.045 + n \times 0.001 25$ |
| D | $1 \leq f \leq 100$ | $(L/100) \times 0.045 + n \times 0.001 25$ |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | $(L/100) \times 0.045 + n \times 0.001 25$ |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | $(L/100) \times 0.025 + n \times 0.001 25$ |

注：
 $L=L_{FC} + L_{CP}$
 L_{FC} =固定电缆长度 (m)
 L_{CP} =CP软线长度 (如果有CP软线) (m)
 $n=2$ 对于配置 A级、B级和D级
 $n=3$ 对于配置 C级

确定符合链路性能的实用方法是证明测量值与表 A.19 的信道极限值之间的余量，足以另外增加布线部件以构成信道。如果永久链路或 CP 链路的插入损耗要求和时延差要求被满足，也就满足这一要求。

永久链路在某些典型频率点上所有线对之间的时延差见表 A.20。

时延差应与所用的布线部件相一致。

当要求时，时延差应按 IEC 61935-1 测量。

表A.20 永久链路的时延差的参考值

| 级 别 | 频 率 (MHz) | 最大时延差 (μ s) |
|-----|---------------------|---------------------|
| A | $f = 0.1$ | — |
| B | $0.1 \leq f \leq 1$ | — |
| C | $1 \leq f \leq 16$ | 0.044 ^a |
| D | $1 \leq f \leq 100$ | 0.044 ^a |
| E | $1 \leq f \leq 250$ | 0.044 ^a |
| F | $1 \leq f \leq 600$ | 0.026 ^b |

^a 这是 $0.9 \times 0.045 + 3 \times 0.00125$ 的计算结果。

^b 这是 $0.9 \times 0.025 + 3 \times 0.00125$ 的计算结果。

附录 B

(规范性附录)

测试程序

B.1 概述

本附录分为 4 部分。B.1 给出一般信息；B.2 关于已安装布线和实验室环境布线的测试程序；B.3 关于预制软线测试程序；B.4 关于单独部件的测试程序。

B.2 信道和链路性能测试

B.2.1 测试对称布线信道、永久链路和 CP 链路

对称布线安装的测试程序规定在 IEC 61935-1 中。

B.2.2 测试光纤布线信道

光纤布线安装的测试程序规定在 ISO/IEC 14763-3 中。

B.2.3 信道和链路的测试一览表

信道和链路通常于安装后按指定的要求测试。对于这些测试可以使用“现场”测试装置。信道和永久链路也可以在实验室环境中测试。这是为了检验构成系统用的特殊部件的兼容性。这种测试可以使用实验室设备或现场测试仪表。使用实验室设备按照标准所进行的测试，可以作为基准测试用来评估现场测试设备的准确度。

注：如果现场测试仪不能用于某个级别布线的测试，可以使用实验室设备。对于需要接入已安装布线两端才能测试的参数，实验室仪表不合用。建议对这些已安装的布线只要求进行验收测试。

不同性质的测试可以分类如下：

a) 验收测试

已知布线遵守本部分的常规设计导则要求，而布线使用的部件符合相关类别性能要求时，确认已安装布线的方法。

b) 符合性测试

当布线使用未知性能的部件时，确认已安装布线的方法。

c) 基准测试

在实验室环境中测试布线模型用的方法以及比较实验室仪表与现场测试仪表结果的方法。在实验室中对布线模型的基准测试还用于现场不能测试的性能的符合性检验。

表 B.1 中对每个信道或永久链路执行的测试分为 3 类，用缩写“**I**” (informative) 或“**N**” (normative) 和“**C**”表示：

- “**I**” —— 可选；
- “**N**” —— 要求执行；
- “**C**” —— 由测量的参数计算得出。

测试的布线特性对称布线应符合和超过 6.4 节的要求，对光纤布线应符合第 8 章的要求。

表B.1 对于铜缆布线和光纤布线特性的验收、符合性和基准测试

| 铜缆布线特性 | 测 试 | | |
|-------------------------------|-----|-----|-----|
| | 验收 | 符合性 | 基准 |
| <i>RL</i> | I | N | N |
| <i>IL</i> | I | N | N |
| <i>NEXT</i> | I | N | N |
| <i>PS NEXT</i> | C | C | C |
| <i>ACR-N</i> | I | N | N |
| <i>PS ACR-N</i> | I | C | C |
| <i>ELFEXT</i> | I | N | N |
| <i>PS ELFEXT</i> | C | C | C |
| 直流环阻 | I | N | N |
| 传播时延 | I | N | N |
| 时延差 | I | N | N |
| <i>TCL</i> | | | N |
| 耦合衰减 | | | 研究中 |
| 长度 ^a | I | I | N |
| 接线图 | N | N | N |
| 导体、屏蔽（如果有）的连续性、短路和开路 | N | N | N |
| ^a 长度不作为合格/不合格的判定标准 | | | |
| 光纤布线特性 | 测 试 | | |
| | 验收 | 符合性 | 基准 |
| 光衰减 | N | N | N |
| 模式带宽 | | | N |
| 传播时延 | I | N | N |
| 长度 | C | C | C |
| 极性的连续性和维持 | N | N | N |

B.3 对称布线用软线的传输测试

对称布线用软线的测试应按 IEC 61935-2 执行。

B.4 布线部件的传输测试

布线用对称电缆和光缆的测试见 YD/T 926.2—2009。布线用连接硬件和接插软线的测试见 YD/T 926.3—2009。

附 录 C
(资料性附录)
电磁特性

布线由无源部件组成，因此只能在接有应用设备时检验其电磁兼容符合性（GB 9254 和 GB/T 17618）。然而网络装置的电磁特性受到布线的平衡度和/或屏蔽性能等参数的影响。

平衡度用不平衡衰减表示，不平衡衰减等于不需要的共模信号功率与注入的差模信号功率之比。这个共模信号来自布线系统中不对称性等缺陷，会引起电磁辐射并影响抗干扰性。对于电缆和连接硬件等部件用不平衡衰减表示。布线的平衡衰减的极限值已经给出。部件在 100MHz 以下频率的不平衡衰减测试方法已有规范。

电缆、连接硬件、接插软线等部件的电磁特性由屏蔽效应表征。部件在频率 30MHz 以下的屏蔽效应可以由转移阻抗表示。转移阻抗是在屏蔽的外回路感应的纵向电压与屏蔽内流过的电流之比。屏蔽内流过的无用电流会引起辐射和干扰。对于更高频率，屏蔽效应可以用屏蔽衰减，即屏蔽包围的导体内的共模信号与屏蔽外的辐射信号之比表示。

平衡度和屏蔽效应性能可以结合成一个参数——耦合衰减，它是有用信号功率与从布线辐射的无用功率之比。耦合衰减通常从 30~1000MHz 测量。

耦合衰减可以用于屏蔽和非屏蔽电缆、连接硬件和布线。

部件的测试方法和要求已经被开发。布线的耦合衰减特性则有待进一步研究。

使用具有良好电磁特性的部件，系统全部使用屏蔽或使用非屏蔽部件并按照厂家说明书安装，将有助于布线得到良好的电磁特性。

当建造专用电子设备及测试与 GB 9254 和 GB/T 17618 的符合性时，可以用本部分中引用的部件电磁特性作指南。GB 9254 和 GB/T 17618 的要求与部件特性之间的关系有待进一步研究。

附 录 D
(资料性附录)
支持的应用

D.1 对称布线支持的应用

本部分规定的对称布线能支持本附录所列出的应用。未列出的其他应用也可能支持。

对称布线的应用对应于本部分第 6 章中的规定信道性能级别。综合布线已经设计为支持光纤和对称电缆的传输。使用非对称传输的应用超出本部分的范围。

表 D.1 包含的应用具有成熟的或技术稳定的国际规范（例如，已发布的 ITU 建议，ATM 论坛规范或 ISO/IEC 标准或至少为 ISO/IEC 的国际标准草案 DIS）。

表D.1 使用对称布线的应用

| 应用 | 引用规范 | 日期 | 另外的名称 |
|-----------------------|---------------------------|------|------------------------------|
| A 级（到 100kHz） | | | |
| 用户交换机 | 当地要求 | | |
| X.21 | ITU-T Rec. X.21 | 1996 | |
| V.11 | ITU-T Rec. X.21 | 1994 | |
| B 级（到 1MHz） | | | |
| S0-Bus（扩展） | ITU-T Rec. I.430 | 1993 | ISDN Basic Access（物理层） |
| S0 点对点 | ITU-T Rec. I.430 | 1993 | ISDN Basic Access（物理层） |
| S1/S2 | ITU-T Rec. I.431 | 1993 | ISDN Primary Access（物理层） |
| CSMA/CD 1BASE5 | ISO/IEC 8802-3 | 2000 | 星型局域网 |
| C 级（到 16MHz） | | | |
| Ethernet 10Base-T | IEEE 802.3 ^b | 2005 | CSMA/CD ISO/IEC 8802-3; 2000 |
| CSMA/CD 10BASE-T | ISO/IEC 8802-3 | 2000 | |
| CSMA/CD 100BASE-T4 | ISO/IEC 8802-3 | 2000 | 快速以太网 |
| CSMA/CD 100BASE-T2 | ISO/IEC 8802-3 | 2000 | 快速以太网 |
| Token Ring 4 Mbit/s | ISO/IEC 8802-5 | 1998 | |
| ISLAN | ISO/IEC 8802-9 | 1996 | 综合业务局域网 |
| Demand priority | ISO/IEC 8802-12 | 1998 | VGAnyLAN™ |
| ATM LAN 25.60 Mbit/s | ATM Forum af-phy-0040.000 | 1995 | ATM-25/ 3 类 |
| ATM LAN 51.84 Mbit/s | ATM Forum af-phy-0018.000 | 1994 | ATM-52/ 3 类 |
| ATM LAN 155.52 Mbit/s | ATM Forum af-phy-0047.000 | 1995 | ATM-155/ 3 类 |
| D 级 1995（到 100MHz） | | | |
| CSMA/CD 100BASE-TX | ISO/IEC 8802-3 | 2000 | 快速以太网 |
| CSMA/CD 1000BASE-T | ISO/IEC 8802-3 | 2000 | 吉比特以太网 |
| Token Ring 16 Mbit/s | ISO/IEC 8802-5 | 1998 | |
| Token Ring 100 Mbit/s | ISO/IEC 8802-5 | 2001 | |
| TP-PMD | ISO/IEC FCD 9314-10 | 2000 | 对绞线物理媒体相关子层 |
| ATM LAN 155.52 Mbit/s | ATM Forum af-phy-0015.000 | 1994 | ATM-155/ 5 类 |
| Ethernet 100Base-TX | IEEE 802.3 ^b | 2005 | 快速以太网 ISO/IEC 8802-3; 2000 |
| PoE | IEEE 802.3 af | 2003 | Power over Ethernet |

表D.1 (续)

| 应用 | 引用规范 | 日期 | 另外的名称 |
|--|---------------------------|------|------------------------------|
| D 级 2002 (到 100MHz) | | | |
| Ethernet 1000Base-T | IEEE 802.3 ^b | 2005 | 吉比特以太网/ ISO/IEC 8802-3: 2000 |
| Fibre Channel 1 Gbit/s | INCITS 435 | 2007 | |
| Firewire 100 Mbit/s | IEEE 1394b | 1999 | Firewire/ 5类 |
| Class E 2002 (defined up to 250MHz) | | | |
| ATM LAN 1.2 Gbit/s | ATM Forum af-phy-0162.000 | 2001 | ATM-1200/ 6 类 |
| Ethernet 10GBase-T ^a | IEEE 802.3an | 2006 | 万兆以太网 |
| Class EA 2008 (defined up to 500MHz) | | | |
| ATM LAN 1.2Gbit/s | ATM Forum af-phy-0162.000 | 2001 | ATM-1200/ 6 类 |
| Ethernet 10GBase-T | IEEE 802.3an | 2006 | 万兆以太网 |
| Fibre Channel 2 Gbit/s | INCITS 435 | 2007 | |
| Fibre Channel 4 Gbit/s | INCITS 435 | 2007 | |
| Class F 2002 (defined up to 600MHz) | | | |
| ATM LAN 1.2 Gbit/s | ATM Forum af-phy-xxxx.000 | 2001 | ATM-1200 |
| Ethernet 10GBase-T | IEEE 802.3an | 2006 | 万兆以太网 |
| FC-100-DF-EL-S | ISO/IEC 14165-114 | 2005 | FA - FC-100-DF-EL-S |
| Class FA 2008 (defined up to 1 000MHz) | | | |
| ATM LAN 1.2 Gbit/s | ATM Forum af-phy-xxxx.000 | 2001 | ATM-1200 |
| Ethernet 10GBase-T | IEEE 802.3an | 2006 | 万兆以太网 |
| FC-100-DF-EL-S | ISO/IEC 14165-114 | 2005 | FA - FC-100-DF-EL-S |
| 某级别支持的应用能被更高级别支持。当特定信道符合某应用的性能指标时, 该应用可能会运行在较低级别信道上 | | | |
| ^a 2002 E级的最低性能不支持10GBase-T。已安装的信道使用的2002年6类部件, 如果符合ISO/IEC TR-24750规定的附加要求则会支持10GBase-T。这种支持可能限于小于100 m的信道。对于新的安装建议使用EA级或更高的部件。 | | | |
| ^b 包括IEEE 802.3af: 2003规定的远程供电的支持 | | | |

对称综合布线支持的应用列于表 D.1 中, 使用的引脚分配列于表 D.2 中。这个引脚分配说明各应用标准指定的模块连接器引脚与第 6 章规定的信道性能级别的关系。

表D.2 模块连接器引脚对于每种应用的分配

| 应用 | 引脚1、2 | 引脚3、6 | 引脚4、5 | 引脚7、8 |
|---------------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------|
| PBX | A级 ^a | A级 ^a | A级 | A级 ^a |
| X.21 | | A级 | A级 | |
| V.11 | | A级 | A级 | |
| S0-Bus (extended) | ^b | B级 | B级 | ^b |
| S0 Point-to-Point | ^b | B级 | B级 | ^b |
| S1/S2 | B级 | ^c | B级 | ^b |
| CSMA/CD 1BASE5 | B级 | B级 | | |
| CSMA/CD 10BASE-T | C级 | C级 | | |
| Token Ring 4 Mbit/s | | C级 | C级 | |
| ISLAN | C级 | C级 | | ^b |
| Demand Priority | C级 | C级 | C级 | C级 |
| ATM-25 Category 3 | C级 | | | C级 |
| ATM-51 Category 3 | C级 | | | C级 |

表D.2 (续)

| 应用 | 引脚1、2 | 引脚3、6 | 引脚4、5 | 引脚7、8 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| ATM -155 Category 3 | C级 | | | C级 |
| Token Ring 16 Mbit/s | | D级 | D级 | |
| TP-PMD | D级 | | | D级 |
| ATM-155 Category 5 | D级 | | | D级 |
| CSMA/CD 100BASE-T4 | C级 | C级 | C级 | C级 |
| CSMA/CD 100BASE-T2 | C级 | C级 | | |
| CSMA/CD 100BASE-TX | D级 | D级 | | |
| Token Ring 100 Mbit/s | | D级 | D级 | |
| CSMA/CD 1000BASE-T | D级 | D级 | D级 | D级 |
| ATM-1200 Category 6 | E级 | E级 | E级 | E级 |
| ^a 由供应商选择 ^b 可选用于电源 ^c 可选用于连接电缆屏蔽 | | | | |

D.2 光纤布线支持的应用

本部分规定的光纤布线预期支持本附录中所列的应用。未列出的其他应用也可能支持。

光纤布线应用与第 8 章规定的信道性能级别相关。表 D.3 包含的应用具有成熟的或技术稳定的国际规范（例如：ITU 已出版的建议、ATM 论坛规范或 ISO/IEC 标准或至少为 ISO/IEC 的 DIS（国际标准草案）状态）。表 D.3 还包含将准备作为未来国际标准的新应用。

YD/T 926.2-2009 中包括的各种光纤类型所提供支持应用的细节和补充说明列于表 D.4，而最大信道长度列于表 D.5。OM1、OM2、OM3 和 OS1 光纤类型已在 YD/T 926.2-2009 说明。

最大信道长度假设在信道中连接硬件的总衰减为 1.5dB。

表D.3 光纤布线支持的应用

| 网络应用 | 信道最大插入损耗 (dB) | | | 支持 ISO/IEC 11801 的信道 | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------|--------|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 多模 ^a | | 单模 | OM1 光纤 | | OM2 光纤 | | OM3 光纤 | | OS1 光纤 | |
| | 850nm | 1300nm | 1310nm | 850nm | 1300nm | 850nm | 1300nm | 850nm | 1300nm | 1310nm | 1550nm |
| ISO/IEC 8802-3: 10BASE-FL, FP ^b & FB ^f | 12.5(6.8) | - | - | OF-2000 | | OF-2000 | | OF-2000 | | | |
| ISO/IEC TR 11802-4:4 & 16 Mbit/s Token Ring ^f | 13.0(8.0) | - | - | OF-2000 | | OF-2000 | | OF-2000 | | | |
| ATM @ 52 Mbit/s ^g | NA | 10.0(5.3) | 10.0 | | OF-2000 | | OF-2000 | | OF-2000 | OF-2000 | |
| ATM @ 155 Mbit/s ^g | 7.2 | 10.0(5.3) | 7.0 | OF-500 | OF-2000 | OF-500 | OF-2000 | OF-500 | OF-2000 | OF-2000 | |
| ATM @ 622 Mbit/s ^{c, f, g} | 4.0 | 6.0(2.0) | 7.0 | OF-300 | OF-500 | OF-300 | OF-500 | OF-300 | OF-500 | OF-2000 | |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @133 Mbit/s ^{c, f} | NA | 6.0 | | | OF-2000 | | OF-2000 | | OF-2000 | | |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @266 Mbit/s ^{c, g} | 12.0 | 6.0(5.5) | 6.0 | OF-2000 | OF-2000 | OF-2000 | OF-2000 | OF-2000 | OF-2000 | | |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @531 Mbit/s ^{c, g} | 8.0 | - | 14.0 | OF-500 | | OF-500 | | OF-500 | | OF-2000 | |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @1 062 Mbit/s ^{c, g} | 4.0 | - | 6.0 | OF-300 | | OF-500 | | OF-500 | | OF-2000 | |
| ISO/IEC 8802-3 :1000BASE-SX ^e | 2.6(3.56) | - | - | ^h | | OF-500 | | OF-500 | | | |
| ISO/IEC 8802-3 :1000BASE-LX ^{c, g} | - | 2.35 | 4.56 | | OF-500 | | OF-500 | | OF-500 | OF-2000 | |
| ISO/IEC 9314-9:FDDI LCF-PMD ^{b, f} | - | 7.0(2.0) | - | | OF-500 | | OF-500 | | OF-500 | | |
| ISO/IEC 9314-3:FDDI PMD ^f | | 11.0(6.0) | - | | OF-2000 | | OF-2000 | | OF-2000 | | |
| ISO/IEC 9314-4:FDDI SMF-PMD ^g | - | - | 10.0 | | | | | | | OF-2000 | |

表D.3 (续)

| 网络应用 | 信道最大插入损耗 (dB) | | | 支持 ISO/IEC 11801 的信道 | | | | | | | |
|--|---|-----------|--------|----------------------|---------|-------|---------|-----------------|---------|---------|---------|
| | 多模 ^a | | 单模 | 多模 ^a | | 单模 | | 多模 ^a | | 单模 | |
| | 850nm | 1300nm | 1310nm | 850nm | 1300nm | 850nm | 1300nm | 850nm | 1300nm | 1310nm | 1550nm |
| ISO/IEC 8802-3:100BASE-FX ^f | | 11.0(6.0) | - | | OF-2000 | | OF-2000 | | OF-2000 | | |
| IEEE 802.3:10GBASE-LX4 ^d | | 2.00 | 6.20 | | OF-300 | | OF-300 | | OF-300 | OF-2000 | |
| IEEE 802.3:10GBASE-ER/EW ^d | | | | | | | | | | | OF-2000 |
| IEEE 802.3:10GBASE-SR/SW ^d | 1.60(62.5) 1.80(OM-2.50) 2.60(OM-3) | - | - | | | | | OF-300 | | | |
| IEEE 802.3:10GBASE-LR/LW ^{d, g} | - | - | 6.20 | | | | | | | OF-2000 | |

^a 两个值表示对62.5/125 和50/125两种多模光纤, 当与50/125的值不同时, 不同值表示在括弧中。
^b 此应用仅作参考, 不再由通业支持
^c 此应用仅作参考, 已由原提出团体废止。
^d 研发中的应用
^e 所示信道长度上限制带宽的应用。不推荐使用较低衰减部件使信道超出所示值
^f 信道长度可能对50 μm 光纤有限制。细节参见有关应用的标准。
^g 对于单模光纤的信道长度可能更长, 但已超出本部分的范围。细节参见有关应用的标准。
^h 见表 F.4.

表D.4 光纤应用于多模光纤所支持的信道最大长度

| 网络应用 | 标称传输波长 (nm) | 信道最大长度 (m) | |
|--|----------------|---------------------|-----------------------|
| | | 50μm光纤 ^a | 62.5μm光纤 ^b |
| ISO/IEC 8802-3: FOIRL | 850 | 514 | 1000 |
| ISO/IEC 8802-3: 10BASE-FL & FB | 850 | 1 514 | 2000 |
| ISO/IEC TR 11802-4: 4 & 16 Mbit/s Token Ring | 850 | 1 857 | 2000 |
| ATM @ 155 Mbit/s | 850 | 1 000 ^a | 1 000 ^b |
| ATM @ 622 Mbit/s | 850 | 300 ^a | 300 ^b |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @ 266 Mbit/s | 850 | 2000 | 700 |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @ 531 Mbit/s | 850 | 1 000 | 350 |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @ 1 062 Mbit/s ^c | 850 | 500 ^a | 300 ^b |
| IEEE 802.3: 100BASE-SX | 850 | 550 ^a | 275 ^b |
| ISO/IEC 9314-9: FDDI LCF-PMD | 1 300 | 500 | 500 |
| ISO/IEC 9314-3: FDDI PMD | 1 300 | 2000 | 2000 |
| ISO/IEC 8802-3: 100BASE-FX | 1 300 | 2000 | 2000 |
| IEEE 802.5t: 100 Mbit/s Token Ring | 1 300 | 2000 | 2000 |
| ATM @ 52 Mbit/s | 1 300 | 2000 | 2000 |
| ATM @ 155 Mbit/s | 1 300 | 2000 | 2000 |
| ATM @ 622 Mbit/s | 1 300 | 330 | 500 |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @ 133 Mbit/s | 1 300 | 不支持 | 1 500 |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @ 266 Mbit/s | 1 300 | 2000 | 1 500 |
| IEEE 802.3: 100BASE-LX ^c | 1 300 | 550 ^a | 550 ^b |

^a 最大衰减/km (850/1 300nm) : 3.5/1.5dB/km;
最小模式带宽 (850/1 300nm) : 500MHz·km / 500MHz·km ;
^b 最大衰减/km (850/1 300nm) : 3.5 /1.5dB/km;
最小模式带宽 (850/1 300nm) : 200MHz·km / 500MHz·km.
^c 这些应用带宽限制所示的信道长度。不推荐使用更低衰减的部件使信道超出所示值

表D.5 光纤应用于单模光纤所支持的信道最大长度

| 网络应用 | 标称传输波长 (nm) | 信道最大长度 (m) |
|--|----------------|---------------|
| ISO/IEC 9314-4: FDDI SMF-PMD | 1 310 | 2 000 |
| ATM @ 52 Mbit/s | 1 310 | 2 000 |
| ATM @ 155 Mbit/s | 1 310 | 2 000 |
| ATM @ 622 Mbit/s | 1 310 | 2 000 |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @ 266 Mbit/s | 1 310 | 2 000 |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @ 531 Mbit/s | 1 310 | 2 000 |
| ISO/IEC 14165-111: Fibre Channel (FC-PH) @ 1062 Mbit/s | 1 310 | 2 000 |
| IEEE 802.3: 1000BASE-LX | 1 310 | 2 000 |

附录 E

(资料性附录)

对称布线信道和永久链路模型

E.1 概述

确定信道和永久链路布线配置的合格/不合格极限值与所用布线部件的性能有关。信道配置已在 5.6 节中描述。永久链路的配置是布线的固定部分，具有两种可能的拓扑。

—— 一个接头加一段电缆加一个接头（2 连接器拓扑）。

—— 一个连接加一段电缆加一个连接加另外一段电缆加另一个连接（3 连接器拓扑）。

本附录包括支持本部分对信道和永久链路配置的合格/不合格极限值的模型和假设。是根据 YD/T 926.2-200×和 YD/T 926.3-2009 标准规定的电缆和连接硬件的性能要求得出的。

对于永久链路的测试极限值有意比信道极限值更严。这合理的规定确保对已认证的永久链路增加适当的接插软线后建立的信道将会符合应用系统的性能极限值。

注：本附录明确不涉及永久链路部分布线的可能的定型测试配置，这部分永久链路通过在每端加上接插软线构成信道。本附录给出的方法可以用于对这些段得出相应的合格/不合格极限值。

E.2 插入损耗

E.2.1 信道配置的插入损耗

所有级别信道配置的插入损耗的合格/不合格极限值等于 4 个连接器、90m 水平电缆和 10m 接插电缆的插入损耗的和，加上插入损耗的允许偏差。如式 (E.1) 所示。

$$IL_{CH} = IL_{cable\ 90m} + IL_{cord\ 10m} + 4 IL_{connector} + IL_{dev} \quad (E.1)$$

$$IL_{cable\ 90m} = 0.9 \times \alpha_{cable\ 100m\ \vartheta} \quad (E.2)$$

$$IL_{cord\ 10m} = 0.1 \times IL_{core\ 100m\ \vartheta} = 0.15 \times \alpha_{cable\ 100m\ \vartheta} \quad (E.3)$$

式中：

IL_{CH} ——信道的插入损耗的合格/不合格极限值，单位为 dB；

$IL_{cable\ 90m}$ ——9m 水平电缆的插入损耗的合格/不合格极限值，单位为 dB，它等于 100m 实芯导体电缆在温度为 ϑ °C 时的合格/不合格极限值的 90%；

$IL_{cord\ 10m}$ ——10m 绞合导体电缆的合格/不合格极限值，单位为 dB，其单位长度的插入损耗比实芯导体电缆高 50%；

$IL_{connector}$ ——单个连接器的合格/不合格极限值，单位为 dB；

IL_{dev} ——插入损耗的允许偏差，单位为 dB，不同级别信道的插入损耗偏差见表 E.1；

$\alpha_{cable\ 100m\ \vartheta}$ ——100m 实心导体电缆在温度为 ϑ °C 时的插入损耗，单位为 dB。

注：插入损耗偏差是链路配置内的反射的结果。链路的实际的插入损耗是链路中各个布线部件的插入损耗的总和加上插入损耗的偏差。

全部电缆的插入损耗的分摊可以合并为下式：

$$IL_{CH} = 1.05 \alpha_{cable\ 100m\ \vartheta} + 4 IL_{connector} + IL_{dev} \quad (E.4)$$

表E.1 插入损耗偏差 ILD

| 级别 | ILD 对信道配置的重要性 | 估计值 |
|----|---------------------------|----------------|
| C | 可忽略 | 0dB (1~16MHz) |
| D | 可忽略 | 0dB (1~100MHz) |
| E | 重要, 通过减少电缆总长度或使用改进的部件进行调节 | 1.0dB, 在250MHz |
| F | 重要, 通过减少电缆总长度或使用改进的部件进行调节 | 2.0dB, 在600MHz |

E.2.2 永久链路配置的插入损耗

对于所有级别、所有永久链路测试配置的插入损耗的合格/不合格极限值等于所有布线部件的插入损耗性能的总和, 假设水平布线和接插软线为最大长度和 3 个连接在加上插入损耗的允许偏差。

$$IL_{PL} = 0.9 \times \alpha_{\text{cable } 100\text{m } \vartheta} + 3 IL_{\text{connector}} + IL_{\text{dev}} \quad (\text{E.5})$$

式中:

IL_{PL} ——永久链路的插入损耗的合格/不合格极限值, 单位为 dB;

$\alpha_{\text{cable } 100\text{m } \vartheta}$ ——100m 实心导体电缆在温度为 ϑ °C 时的插入损耗, 单位为 dB;

$IL_{\text{connector}}$ ——单个连接器的合格/不合格极限值, 单位为 dB;

IL_{dev} ——插入损耗的允许偏差, 单位为 dB, 不同级别信道的插入损耗偏差见表 E.1。

E.2.3 对插入损耗的假设

E.2.3.1 电缆插入损耗的温度关系

对绞线对电缆的插入损耗 (IL) 对温度是敏感的。电缆的特性要求规定在 20°C。在温度 ϑ °C 时 100m 的插入损耗按式 (E.6) 计算:

$$\alpha_{\text{cable } 100\text{m } \vartheta} = \alpha_{\text{cable } 100\text{m } 20} \left[1 + (\vartheta - 20) \frac{\vartheta_{\text{coeff}}}{100} \right] \quad (\text{E.6})$$

式中:

$\alpha_{\text{cable } 100\text{m } \vartheta}$ —— 温度 ϑ °C 时 100m 电缆的插入损耗, 单位为 dB;

$\alpha_{\text{cable } 100\text{m } 20}$ —— 温度 20 °C 时 100m 电缆的插入损耗, 单位为 dB;

ϑ_{coeff} —— 温度系数, 单位为百分点每摄氏度 (%/°C)。

这个公式可以用来计算信道和永久链路在工作温度不是 20 °C 时的测试极限值。关于温度系数值的信息参见表 21 和表 22。

E.2.3.2 永久链路插入损耗的假设

以下假设适用于信道和永久链路模型的插入损耗。

假设在永久链路中有 3 个连接器, 当测试只有 2 个连接器的永久链路时是宽松的。在两端各加一个符合要求的接插软线得到的信道总会符合要求。而如果布线包括有集合点, 就成为具有 3 个连接器的永久链路, 这个新的永久链路应重新测试。永久链路的 ILD 小于信道的 ILD 。

E.3 近端串音衰减 NEXT

E.3.1 信道配置的 NEXT

对于所有级别, 信道配置的 NEXT 的合格/不合格极限值由电缆的 NEXT 和两倍连接硬件的 NEXT 按电压和相加计算得出, 如下面公式所示:

$$NEXT_{CH} = -20 \lg \left[10^{\frac{-NEXT_{\text{cable } 100\text{m}}}{20}} + 2 \times 10^{\frac{-NEXT_{\text{connector}}}{20}} \right] \quad (\text{E.7})$$

式中：

$NEXT_{CH}$ ——信道的 $NEXT$ 合格/不合格极限值，单位为 dB；

$NEXT_{cable\ 100m}$ ——100m 电缆规定的 $NEXT$ ，单位为 dB；

$NEXT_{connector}$ ——对单个连接规定的 $NEXT$ 合格/不合格极限值，单位为 dB。

在 4 个可能的连接器中只有近端的两个会明显影响信道的 $NEXT$ 性能。

E.3.2 永久链路配置的 $NEXT$

对于所有级别，全部永久链路配置的 $NEXT$ 的合格/不合格极限值等于电缆的 $NEXT$ 和一倍连接硬件的 $NEXT$ 的电压和，如下面公式所示：

$$NEXT_{PL} = -20 \lg \left[10^{\frac{-NEXT_{cable\ 100m}}{20}} + 10^{\frac{-NEXT_{connector}}{20}} \right] \quad (E.8)$$

式中：

$NEXT_{PL}$ ——永久链路的 $NEXT$ 的合格/不合格极限值，单位 dB。

虽然永久链路可以包含另外的（CP）连接器，合格/不合格极限值的计算表明没有另加连接器。CP 的影响由使用 E.3.3.1 中更高精度的模型解决。

E.3.3 对近端串音衰减的假设

E.3.3.1 精确的 $NEXT$ 的模型

上述对于信道和永久链路的 $NEXT$ 的合格/不合格极限值的计算方法，当使用电缆和连接硬件 $NEXT$ 规范值时， $NEXT$ 的预测并不是非常精确。但是从布线部件性能评估信道和永久链路 $NEXT$ 更详细的方法会产生更精确的预测，其模型还包含有精度的限制，进一步的说明见 E.3.3.2。

更精细方法的原理如下。

1) 对于信道或永久链路中的每个部件确定其返回到输入端的 $NEXT$ 的影响。这意味着不是直接在观测点的部件，它的 $NEXT$ 由于部件本身与观测点之间的往返插入损耗而得到改善；

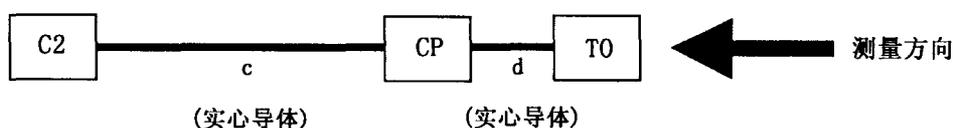
2) 按电压和（最坏情况）方式叠加所有连接器的影响，因为适当地选择了距离和频率之后， $NEXT$ 的相位可能同相相加；

3) 按功率叠加方式叠加所有电缆段的影响，因为电缆的 $NEXT$ 相位没有相关性；

4) 按功率叠加方式把连接器的 $NEXT$ 和电缆的 $NEXT$ 的总和相加，因为这二者之间没有互相关系。

一个从工作区位置测量的例子，这个方法是基于 3 个连接器的链路配置（具有接近的 CP 和 TO）。

见图 E.1。



图E.1 较精确的 $NEXT$ 计算例子

第 1 步：TO 的影响

$$NEXT_{connector, TO} = NEXT_{connector} \quad (E.9)$$

式中：

$NEXT_{connector, TO}$ ——在端部看 TO 对 $NEXT$ 的影响。

这里 TO 是直接连接在观测点的部件。

第2步：电缆段d的影响

短于100m的电缆的NEXT由下式近似计算（见YD/T 838.1，这个公式适用于所有长度）：

$$NEXT_{\text{cable},L} = NEXT_{\text{cable } 100\text{ m}} - 10 \lg \left[\frac{1 - 10^{-\frac{-IL_{\text{cable},L}}{5}}}{1 - 10^{-\frac{-\alpha_{\text{cable } 100\text{ m}}}{5}}} \right] \quad (\text{E.10})$$

式中：

$NEXT_{\text{cable},L}$ —— 长度为 L （单位：m）的电缆段的NEXT；

$\alpha_{\text{cable } 100\text{ m}}$ —— 100m长的电缆段的插入损耗；

$$IL_{\text{cable},L} = K \frac{L}{100} \alpha_{\text{cable } 100\text{ m}} ;$$

$K = 1$ ，对于实芯导体电缆； $K = 1.5$ ，对于绞合导体电缆。

因而，由长度为 L_d 的电缆段d的产生的NEXT为（此处TO的插入损耗加倍， $K = 1$ ）：

$$NEXT_{\text{cable},d} = NEXT_{\text{cable } 100\text{ m}} - 10 \lg \left[\frac{1 - 10^{-\frac{\frac{L_d}{100} \alpha_{\text{cable } 100\text{ m}}}{5}}}{1 - 10^{-\frac{-\alpha_{\text{cable } 100\text{ m}}}{5}}} \right] + 2IL_{\text{connector}} \quad (\text{dB}) \quad (\text{E.11})$$

式中：

$NEXT_{\text{cable},d}$ —— 由长度为 L_d 的电缆段d产生的NEXT，单位为dB；

L_d —— 电缆段d的长度，单位为m；

$IL_{\text{connector}}$ —— TO的插入损耗，单位为dB。

第3步：集合点连接器的影响

$$NEXT_{\text{connector},CP} = NEXT_{\text{connector}} + 2 \left(IL_{\text{connector}} + \frac{L_d}{100} \alpha_{\text{cable } 100\text{ m}} \right) \quad (\text{dB}) \quad (\text{E.12})$$

式中：

$NEXT_{\text{connector},CP}$ —— 在端部观测的CP的NEXT的影响。

第4步：电缆段c的影响

$$NEXT_{\text{cable},c} = NEXT_{\text{cable } 100\text{ m}} + 10 \lg \left[\frac{1 - 10^{-\frac{\frac{L_c}{100} \alpha_{\text{cable } 100\text{ m}}}{5}}}{1 - 10^{-\frac{-\alpha_{\text{cable } 100\text{ m}}}{5}}} \right] + 2 \left(2IL_{\text{connector}} + \frac{L_d}{100} \alpha_{\text{cable } 100\text{ m}} \right) \quad (\text{E.13})$$

式中：

$NEXT_{\text{cable},c}$ —— 由长度为 L_c 的电缆段c产生的NEXT，单位为dB；

L_c —— 电缆段c的长度，单位为m。

第5步：楼层配线架连接器C2的影响

$$NEXT_{\text{connector},C2} = NEXT_{\text{connector}} + 2 \left(2IL_{\text{connector}} + \frac{(L_d + L_c)}{100} \alpha_{\text{cable } 100\text{ m}} \right) \quad (\text{E.14})$$

式中：

$NEXT_{\text{connector},C2}$ —— 在端部观测C2的NEXT的影响，单位为dB。

第6步：按电压叠加方式，几个连接器对总的NEXT的影响

$$NEXT_{\text{connectors,all}} = -20 \lg \left(10^{\frac{-NEXT_{\text{connector,TO}}}{20}} + 10^{\frac{-NEXT_{\text{connector,CP}}}{20}} + 10^{\frac{-NEXT_{\text{connector,C2}}}{20}} \right) \quad (\text{E.15})$$

式中:

$NEXT_{\text{connector, all}}$ ——在端部观测3个连接器的 $NEXT$ 的影响, 单位为dB。

第7步: 按功率叠加方式, 两个电缆段对总的 $NEXT$ 的影响

$$NEXT_{\text{cable,all}} = -10 \lg \left(10^{\frac{-NEXT_{\text{cable,d}}}{10}} + 10^{\frac{-NEXT_{\text{cable,c}}}{10}} \right) \quad (\text{E.16})$$

式中:

$NEXT_{\text{cable, all}}$ ——在端部观测两个电缆段对总的 $NEXT$ 的影响, 单位为dB。

第8步: 所有电缆段和所有连接器按功率叠加得出永久链路的 $NEXT$

$$NEXT_{\text{PL,TO}} = -10 \lg \left(10^{\frac{-NEXT_{\text{cable,all}}}{10}} + 10^{\frac{-NEXT_{\text{connectors,all}}}{10}} \right) \quad (\text{E.17})$$

式中:

$NEXT_{\text{PL,TO}}$ ——从TO端看, 永久链路的 $NEXT$ 。

同样的方法可以应用于从任何一端看的信道配置和所有的永久链路配置。

当详细模型的结果与E.3.2预测的简单模型比较时, 对于D级和E级信道和永久链路找到2~3dB的余量。这个富余度实际上与长度有关(短链路电缆的 $NEXT$ 要小很多, 但远端的连接器造成的 $NEXT$ 有很大影响; 对于长链路的情况则相反。近似地这些偏差的影响是互相抵消的。)对于F级链路, 详细的预测对短的信道和永久链路都是保守的, 因此, 当总的插入损耗低于本部分规定的极限值时, F级链路的合格/不合格极限值可能不适用。

计算极限值中的余量的另一个结果是, 布线部件的个别要求可能不合格, 而使用这种部件安装的链路仍然可能通过适合的链路要求。

E.3.3.2 对 $NEXT$ 附加的假设

下列假设适用于 $NEXT$ 的信道和永久链路模型。

——功率和叠加来自 $NEXT$ 来源的统计无关性的假设。有些担心这个假设条件可能没有被完全证实;

——由不平衡信号和差模对共模及共模对差模耦合产生的额外的 $NEXT$ 的影响已被忽略。这种影响对于高频且当布线的平衡性能不良时是不能忽略的;

——链路中回波损耗作用沿各种信号途径的影响已被忽略。这种影响对于F级布线考虑得严格些是更合适的。有测试的性能降级(由于 $FEXT$ 结合回波损耗作用引起的额外的 $NEXT$)和相反的测试性能转好(向后反射到电缆的 $NEXT$)的现象;

——在线对分别屏蔽的布线中, $NEXT$ 的机制显然不同。串音机制涉及在包围在每个线对的单独屏蔽中生成共模电流, 屏蔽的转移阻抗和共模到差模转换到相邻线对中。共模终端对合成的串音有很大影响。

E.4 等电平远端串音衰减

E.4.1 信道配置的 $ELFEXT$

对于所有级别的信道配置的 $ELFEXT$ 的合格/不合格极限值由 100m 电缆的 $ELFEXT$ 和 4 倍的连接硬件的 $FEXT$ 按电压和相加, 如下式所示:

$$ELFEXT_{CH} = -20 \lg \left[10^{\frac{-ELFEXT_{cable\ 100m}}{20}} + 4 \times 10^{\frac{-FEXT_{connector}}{20}} \right] \quad (E.18)$$

式中:

$ELFEXT_{CH}$ ——信道的 $ELFEXT$ 的合格/不合格极限值, 单位为 dB;

$ELFEXT_{cable\ 100m}$ ——100m 电缆规定的 $ELFEXT$, 单位为 dB;

$FEXT_{connector}$ ——对单个连接器规定的 $FEXT$ 的合格/不合格极限值, 单位为 dB。

E.4.2 永久链路配置的 $ELFEXT$

对于所有级别类型, 所有永久链路配置的 $ELFEXT$ 等于 100m 电缆的 $ELFEXT$ 和 3 倍的连接硬件的 $FEXT$ 的电压和, 如下式所示 (永久链路中所有连接器对 $FEXT$ 和插入损耗都有很大影响):

$$ELFEXT_{PL} = -20 \lg \left[10^{\frac{-ELFEXT_{cable\ 100m}}{20}} + 3 \times 10^{\frac{-FEXT_{connector}}{20}} \right] \quad (E.19)$$

式中:

$ELFEXT_{PL}$ ——永久链路 $ELFEXT$ 的合格/不合格极限值, 单位为 dB。

E.4.3 对等电平远端串音衰减的假设

对信道和永久链路的 $ELFEXT$ 有下列假设:

—— 电缆段的 $ELFEXT$ 与其长度 L 的关系:

$$-10 \lg \left(\frac{L}{100} \right) \quad (ELFEXT \text{ 由于电缆段长度减小而改善});$$

—— 对于永久链路规定一个很小的测试余量:

$$-10 \lg \left(\frac{90}{100} \right) = 0.46 \text{ dB};$$

—— 信道和永久链路的计算方法是完全精确地认为所有 $FEXT$ 耦合信号的传播近似为同样的距离。因而高频的时延差引起相位差的响应为 0。

—— 在信道中没有提出 $ELFEXT$ 的余量。但实际上, 电缆的 $ELFEXT$ 通常比规范要求的要好;

—— 额外的 $ELFEXT$ 的影响可能是由于不平衡信号和合成的横向模式串音耦合被忽略;

—— 反射串音和 3 次串音被忽略;

—— 串音机理涉及到横向模式的串音现象, 因此共模终端对串音耦合有很大的影响。

E.5 回波损耗

E.5.1 信道和永久链路配置的回波损耗

由电缆和连接硬件规范精确预测信道和永久链路配置的回波损耗, 需要使用电路分析方法。信道和永久链路的回波损耗分别由信道和永久链路中所有部件的传输链矩阵用矩阵乘法得出。

$$\begin{bmatrix} \cosh(\gamma L) & Z \sinh(\gamma L) \\ \frac{\sinh(\gamma L)}{Z} & \cosh(\gamma L) \end{bmatrix} \quad (\text{E.20})$$

式中:

$r = \alpha + j\beta$ —— 复传播常数, Z 是复特性阻抗;

$$\alpha = \frac{IL}{20 \lg(e)};$$

式中:

IL —— 部件的插入损耗, 单位为 dB;

$e \cong 2.71828$ (自然对数的底)。

$$\beta = \frac{2\pi f 10^6}{NVPc} \text{ rad/m}$$

式中:

F —— 频率, 单位为 MHz;

NVP —— 相对于光速的标称传播速度;

c —— 真空中的光速 3×10^8 m/s;

L —— 部件的长度, 单位为 m。

回波损耗由全传输矩阵 $\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$ 按下式计算:

$$Z_{\text{in}} = \frac{A Z_{\text{term}} + B}{C Z_{\text{term}} + D}, \text{ and } RL = -20 \lg \left(\left| \frac{Z_{\text{in}} - Z_{\text{term}}}{Z_{\text{in}} + Z_{\text{term}}} \right| \right) \quad (\text{E.21})$$

标称阻抗为 $Z_{\text{term}} = 100 \Omega$ 。

E.5.2 对于回波损耗电路分析方法的假设

E.5.2.1 对电缆传输矩阵的假设

标准规定 100 m 长度电缆的插入损耗, 由下式给出:

$$IL = \frac{k_1 \sqrt{f} + k_2 f + \frac{k_3}{\sqrt{f}}}{100} \text{ (dB)} \quad (\text{E.22})$$

式中:

IL —— 100m 长度的规定插入损耗, 单位为 dB;

k_1, k_2 和 k_3 —— 电缆插入损耗公式中的常数;

f —— 频率, 单位为 MHz。

特性阻抗 Z 的性能包括拟合特性阻抗 Z_{fit} 和围绕拟合特性阻抗的随机波动, 拟合特性阻抗是个假设的平均值。拟合特性阻抗可以由下式表示:

$$Z_{\text{fit}} = Z_0 \left(1 + 0.055 \frac{1-j}{\sqrt{f}} \right) \quad (\text{E.23})$$

式中:

Z_{fit} —— 拟合特性阻抗, 单位为 Ω ;

Z_0 —— 拟合特性阻抗的渐近值, 单位为 Ω 。这个值使用 YD/T 926.2-2009 中规定的平均特性阻抗的值, 即 100Ω ;

f —— 频率，单位为 MHz。

假设电缆结构偏差在低频引起的回波损耗可以忽略，就可以确定 Z_0 的允许值。用传输矩阵方法计算，调整 Z_0 的值使其在最低频率上计算的回波损耗符合电缆回波损耗的规范（测试长度为 100m）。

线对结构的偏差可能通过把电缆分为很多阻抗随机变化的小段，再对电缆回波损耗进行蒙特卡罗分析（随机抽样法）来表示。调节这些变化的幅度，近似得出总的回波损耗。对于更精确的计算，则需要多次迭代。

一种简单的方法是，假设结构偏差引起的回波损耗与电缆段的始端和末端的反射引起的接口回波损耗无关。分布回波损耗（ DRL ，结构回波损耗的近似值）等于本部分规定的电缆回波损耗按功率叠加减去接口回波损耗。

$$DRL = -10 \lg \left[10^{\frac{-RL_{cable}}{10}} - 10^{\frac{-RL_{interface}}{10}} \right] \quad (E.24)$$

式中：

DRL —— 分布回波损耗，单位为 dB；

RL_{cable} —— 电缆回波损耗，单位为 dB；

$RL_{interface}$ —— 接口回波损耗，单位为 dB。

频率大于 50MHz 的 DRL 可以近似为：

$$DRL_{100m} = DRL_0 - 10 \lg(f) \quad (E.25)$$

式中：

DRL_{100m} —— 100m 长度布线的分布回波损耗，单位为 dB；

DRL_0 —— 常数，对于 5e 类和 6 类电缆是 $DRL_0=43.5\text{dB}$ ，对于 7 类电缆 $DRL_0=48.3\text{dB}$ 。

这个近似式可以对最大长度布线表示布线中所有回波损耗分散源的影响。短长度电缆的 DRL 的影响可以使用 YD/T 838.1 换算 NEXT 的同样的公式近似计算。由所有电缆段的 DRL 按功率和方式相加起来得到整个链路的 DRL 。因为所有电缆段的 DRL 影响是未经修正的，在长度关系公式中设定为总长度，由前述电缆同样的 DRL 相加，也能直接得到的 DRL ，而且校正计算只有一次。当布线的总长度超过 30 m 时，长度关系公式引起的变化很小，因此对于所有实际的布线长度，都可以使用 DRL 近似值。

E.5.2.2 对连接器传输矩阵的假设

对于连接器，使用传播常数和长度 L 的乘积。连接器的传播常数按式 E.26 计算。

$$\gamma L = \alpha L + j\beta L \quad (E.26)$$

连接器的电气长度 $L_{connector}$ 由下式得出：

$$L_{connector} = NVP_c \frac{\varphi_x}{360f_x} \quad (E.27)$$

式中：

NVP_c —— 波在连接器中的传播速度；

f_x —— 指定频率，单位为 MHz（例如 100MHz）；

φ_x —— 连接器输出和输入之间在高频时（例如 100MHz）测量的相角，单位为°（度）。

实际上，将连接器模拟为电长度为 $L_{connector}$ 的短传输线。连接器的回波损耗的频率响应，在使用频率范围内具有 20dB 每 10 倍频程的斜率。连接器的特性阻抗 $Z_{connector}$ 的值被调整成在指定频率与规定的回波

损耗相匹配。 $L_{\text{connector}}$ 的实际值在 50mm~100mm。在 100MHz 具有 20dB 的回波损耗的连接器的 $Z_{\text{connector}}$ 的值在 130 Ω ~150 Ω 。

插入损耗常数由式 E.28 给出：

$$\alpha L = k_c \sqrt{f} \quad (\text{E.28})$$

式中：

k_c —— 连接器插入损耗公式的常数。

相位常数假设与频率成正比，对给定频率由传播时延计算出相位常数。相位常数由式 E.29 给出：

$$\beta L = \frac{\pi}{180} \varphi_x \frac{f}{f_x} \quad (\text{E.29})$$

式中：

f —— 任意给定频率，单位为 MHz；

f_x —— 指定频率，单位为 MHz（例如 100MHz）。

E.5.2.3 典型结果

电缆段之间的阻抗失配和连接器与电缆段之间的失配都可能引起电缆接口处的反射。链路中各种部件间回波损耗的相位关系和同相叠加的可能性，与这些部件接口间的实际间隔有很大关系。对于接插软线而言，典型实际间隔符合 1/4 波长，最坏的同相叠加情况非常可能出现在 15~30MHz。精心地选择两个连接器之间的距离为某个低定值（例如 2m）的倍数，就可能看到，计算出的回波损耗会超出信道或永久链路的合格/不合格极限值。这是不太可能的情况，而且是仅当布线部件都接近各自的性能极限并且在下述情况下才会出现：

- 在信道中使用交叉连接；
- 在信道和永久链路中使用集合点。

附录 F

(资料性附录)

具有两个连接装置的 F 级信道和永久链路

多数 F 级信道和永久链路只具有 2 个连接装置。

本附录给出对称布线信道的性能极限值是由 YD/T 926.2-2009 和 YD/T 926.3-2009 的部件性能极限值计算得出，假设信道由 90 m 实芯导体电缆、10m 软线和 2 个连接装置组成（见图 F.1）。

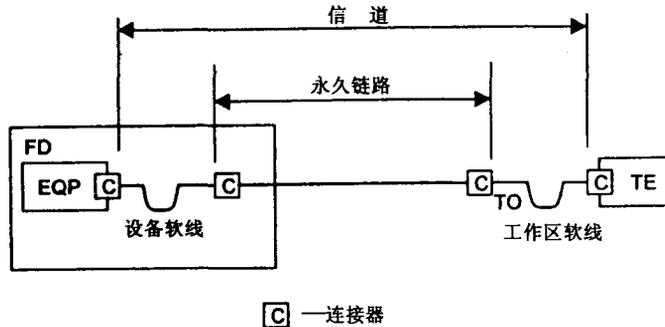


图 F.1 两个连接装置的信道和永久链路

信道和永久链路的每个线对组合的 $ACR-N$ 和每个线对的 $PS ACR-N$ 在表 F.1 中给出。

表 F.1 在某些典型频率点处具有两个连接的 F 级信道和永久链路的 $ACR-N$ 和 $PS ACR-N$ 值

| 频率 (MHz) | 信道 | | 永久链路 | |
|-------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | 最小 $ACR-N$ (dB) | 最小 $PS ACR-N$ (dB) | 最小 $ACR-N$ (dB) | 最小 $PS ACR-N$ (dB) |
| 1 | 61.0 | 58.0 | 61.0 | 58.0 |
| 16 | 57.1 | 54.1 | 58.2 | 55.2 |
| 100 | 44.6 | 41.6 | 47.5 | 44.5 |
| 250 | 27.3 | 24.3 | 31.9 | 28.9 |
| 600 | 1.1 | -1.9 | 8.6 | 5.6 |

附录 G
(资料性附录)

ISO/IEC 11801: 2008 与 YD/T 926-2009 各章对照

| | ISO/IEC 11801: 2008 | YD/T 926.1-2009 | YD/T 926.2-2009 | YD/T 926.3-2009 |
|-----------------------|--|----------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| | FOREWORD | 删去 | | |
| | INTRODUCTION | 前言 (按 GB/T 1.1) | 前言 | 前言 |
| 1 | Scope | 1 范围 | 1 范围 | 1 范围 |
| 2 | Normative references | 2 规范性引用文件 | 2 规范性引用文件 | 2 规范性引用文件 |
| 3 | Definitions, abbreviations and symbols | 3 术语、定义、缩略语和符号 (相关条目) | 3 术语、定义和缩略语 (相关条目) | 3 术语、定义、缩略语和符号 (相关条目) |
| 4 | Conformance | 4 符合性 | | |
| 5 | Structure of the generic cabling system | 5 综合布线系统的结构 | | |
| 6 | Performance of balanced cabling | 6 对称布线的性能 | | |
| 7 | Reference implementations for balanced cabling | 7 对称布线的常规设计导则 | | |
| 8 | Performance of optical fibre cabling | 8 光纤布线的性能 | | |
| 9 | Cable requirements | | 4 缆线要求 | |
| 10 | Connecting hardware requirements | | | 4 连接硬件要求 |
| 11 | Screening practices | 9 屏蔽实践 | | |
| 12 | Administration | 10 管理 | | |
| 13 | Balanced cords | | | 5 对称接插软线 |
| Annex A (normative) | Balanced permanent link and CP link performance | 附录 A (规范性附录) 对称永久链路和 CP 链路性能 | | |
| Annex B (normative) | Test procedures | 附录 B (规范性附录) 测试程序 | | |
| Annex C (normative) | Mechanical and environmental performance testing of connecting hardware for balanced cabling | | | 附录 A (规范性附录) 对称布线用连接硬件的机械物理和环境性能试验 |
| Annex D (informative) | Electromagnetic characteristics | 附录 C (资料性附录) 电磁特性 | | |
| Annex E (informative) | Acronyms for balanced cables | | 附录 B (资料性附录) 对称电缆缩写词 | |
| Annex F (informative) | Supported applications | 附录 D (资料性附录) 支持的应用 | | |
| Annex G (informative) | Channel and permanent link models for balanced cabling | 附录 E (资料性附录) 对称布线信道和永久链路模型 | | |
| Annex H (informative) | Class F channel and permanent link with two connections | 附录 F (资料性附录) 具有两个连接器的 F 级信道和永久链路 | | |
| Annex I (informative) | Significant changes to balanced cabling requirements with respect to earlier editions of this International Standard | 删除 ^a | | |

表 G.1 (续)

| | ISO/IEC 11801: 2008 | YD/T 926.1-2009 | YD/T 926.2-2009 | YD/T 926.3-2009 |
|--|---------------------|--|-----------------|-----------------|
| | | 附录 G ISO/IEC 11801:2002 与 YD/T 926-200×各章对照 (增加) | | |
| Bibliography | | 删除 | | |
| <p>^a 我国行业标准 YD/T 926-2001, 采用 ISO/IEC 11801: 1995 时, 已经参考了 ISO/IEC 11801 以及美国 TIA/EIA-568-A 及相关的后续修订、补充。在本部分的前言中已经列出与 YD/T 926.1-2001 相比的变化</p> | | | | |

