

# 《数据中心综合布线技术规程》（CECS 标准）

征求意见稿

2015. 4. 13

## 1 总则

- 1.0.1 为规范数据中心的布线设计，确保电子信息系统安全、稳定、可靠地运行，做到技术先进、经济合理、制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的数据中心基础设施的布线设计。
- 1.0.3 数据中心的布线设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。
- 1.0.4 本规范是 GB50174-2008 标准中布线设计部分的深化。

## 2 术语

### 2.0.1 接入间 (ER) Entrance Room

提供数据中心与外部网络的互联。接入间 ER 可以看作是数据中心内与外部网络综合布线系统的接口，这里的外部网络可以是服务供应商也可以是用户自有的接入。进线室管理着外部网络与数据中心结构化布线系统的接口，这里放置用于分界的硬件。

### 2.0.2 主配线区 (MDA) Main Distribution Area

布线系统的汇集中心，其设置在数据中心的核心理管理区域，MDA 包含核心路由器，核心 LAN 交换机和核心 SAN 交换机、PBX 等核心网络设备，同时还包括作为数据中心结构化综合布线的主交叉连接。

### 2.0.3 中间配线区 (IDA) Intermediate Distribution Area

数据中心内 IDA 可以服务一个或者多个 HDA 和 EDA，以及服务房外的一个或者多个支持办公区、运营中心、外部支持房间的电信间。

### 2.0.4 水平配线区 (HDA) Horizontal Distribution Area

当数据中心内的水平交叉连接 HC (Horizontal Cross-connection) 没有位于 MDA 或者 IDA 内的时候，HDA 用于服务一个或者多个 EDA。HDA 包含水平交叉连接 HC，HDA 线缆连接至 EDA。

### 2.0.5 设备配线区 (EDA) Equipment Distribution Area

EDA 是分配给终端设备的的功能区域或者空间，这些终端设备包括计算机系统和通信设备（例如：服务器、大型主机和存储阵列等）。EDA 将不能替代 ER、MDA、HDA 的服务功能。设备配线区域是指放置各种计算及存储模块的机架和机柜。

#### 2.0.6 区域配线区 (ZDA) Zone Distribution Area

ZDA 是可选区域，通常称之为集合点，在水平交叉连接和终端设备出口之间可以设置这样的集合点，以方便移动、增加和变更的灵活性。ZDA 用于需要提高 HDA 与设备间配置灵活性的大型机房中。ZDA 仅放置无源设备，并且与 HDA 间至少应分隔 15 米。

#### 2.0.7 置顶 (TOR) Top of Rack

TOR 是 Top of Rack 的缩写，典型的 TOR 配置是将 1U 高度的接入层交换机放在机架顶，而机架上的所有服务器通过设备线缆直接连接到 TOR 交换机。TOR 置顶是把网络交换机放在每个 EDA 机柜，并连回汇聚交换机。

#### 2.0.8 列中 (MOR) Middle of Row

每列机柜中选择一个或多个机柜做为网络接入机柜，并放在每一列的中部。接入交换机集中安装在一列机柜中部的机柜内。

#### 2.0.9 列头 (EOR) End of Row

每列机柜中选择一个或多个机柜做为网络接入机柜，接入交换机集中安装在一列机柜端部的机柜内。

### 3 基本规定

#### 3.0.1 数据中心布线设计要求如下：

1. 基于标准的开放系统；
2. 综合考虑扩容需求的高性能和高带宽；
3. 支持万兆或更高速率的技术；
4. 支持存储设备；
5. 支持充分考虑扩容需求的集合点；
6. 高质量，可靠性和可量测性；

7. 冗余性;
8. 高容量和高密度;
9. 易于移动增加和改动的灵活性和可扩展性;

## 4 数据中心综合布线系统设计

### 4.1 一般规定

#### 4.1.1 一般设计流程

1. 确定分级或等级, 确定冗余性要求, 以及可靠性配置和投资。
2. 分析关键设备数量连接方式, 进行分区。分区决定模块化, 根据空间或功率的高密度、中密度、低密度的应用, 建立不同类型的布线模型。
3. 初步规划布线拓扑结构, 选择布线结构。充分考虑目前需求, 以及将来可能的发展预期, 选择不同的布线拓扑或布线模型。
4. 确定技术等级应用特性, 应包括选择线缆和敷设方式。线缆选择涉及到铜缆、光缆、屏蔽、非屏蔽、性能、防火、绿色节能等方面考虑; 敷设涉及到上、下走线、桥架、管槽、接地、隔离等方面。
5. 完成系统设计方案和平面图。

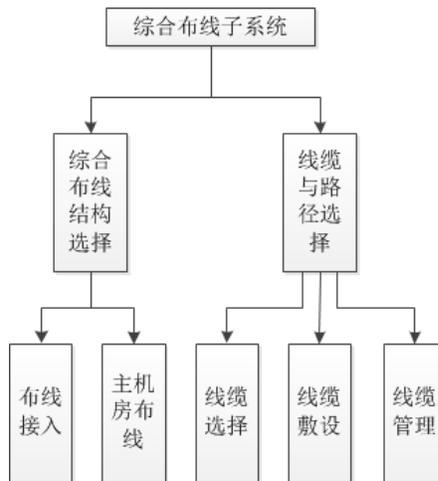


图 4.1.1 综合布线的设计流程包括五个组成部分

## 4.2 数据中心布线系统设计要求

- 4.2.1 数据中心的网络架构及布线构架采用分层的体系结构，其优点在于可扩展，高性能，冗余，易于管理，安全，方便维护。
- 4.2.2 进线间设置应在机房之外。根据冗余级别或层次要求的不同，进线间需要两个，以连接第二个外部网络服务提供商。如果数据中心较大，应设另一个进线间，以让进线室与机房设备靠近，以使它们之间的连接不超过线路的最大传输距离。数据中心可以包含多个进线间，以提供额外的备份和容错。
- 4.2.3 主配线区域设置在机房内。当数据中心分布在建筑中的多个楼层时，MDA 是布线统的汇集点。MDA 包括主交叉连接，并可能还包括为附近设备提供连接的水平交连接。MDA 可能包含核心路由器、核心 LAN/SAN 交换机。服务提供商的设备（如 MUX 多路复用器）也可被放置在主配线区域以避免线缆超出标准传输距离。对于多租户的数据中心 MDA 可以位于一个单独的房间。在数据中心内，MDA 可以服务一个或者多个 IDA，HDA 和 EDA，以及服务位于计算机房外的一个或者多个支持办公区、运营中心、外部支持房间的电信间。
- 4.2.4 在小型的数据中心中，HDA 可合并到 MDA 中。HDA 位于计算机房内，也可位于一个单独的房间。HDA 中通常包含的网络设备有 LAN 交换机、SAN 交换机和 KVM 交换机，对位于 EDA 的网络终端设备提供服务。
- 4.2.5 MDA 与 HDA 间需要保持至少 15 米的距离。
- 4.2.6 EDA 将不能替代 ER、MDA、HDA 的服务功能。
- 4.2.7 IDA 用于需要提高 HDA 与设备间配置灵活性的大型机房中，IDA 中可以安置有源设备
- 4.2.8 ZDA 仅放置无源设备，并且与 HDA 间至少应分隔 15 米。

## 4.3 数据中心布线系统结构

- 4.3.1 基本拓扑结构应含有一个进线间，一个或多个电信间，一个 MDA 和多个 HDA。
- 4.3.2 小型数据中心可将主交叉连接、水平交叉连接整合到单独的 MDA 中，甚至于可以只是一个机柜/机架，所有网络设备均位于主配线区域，连接机房外部支持空间和电信接入网络的交叉连接也可以集中至主配线区域。

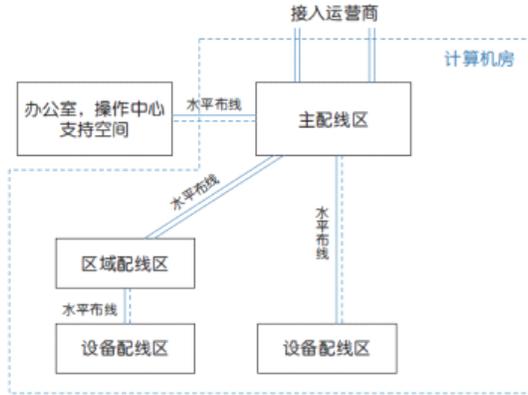


图 4.3.2 小型数据中心拓扑结构

4.3.3 分布式的数据中心拓扑结构可用于大型数据中心，当占据多个楼层或多个房间时，需要在每个楼层或每个房间设立中间配线区域 IDA，作为网络的汇聚中心。有多个电信间用于连接独立的办公和支持空间。一些超大型数据中心因线路的长度限制，应需要额外的进线间，在此情况下，次进线间可直接连线至中间配线区 IDA 和水平配线区 HDA 以解决电信线路超长问题。

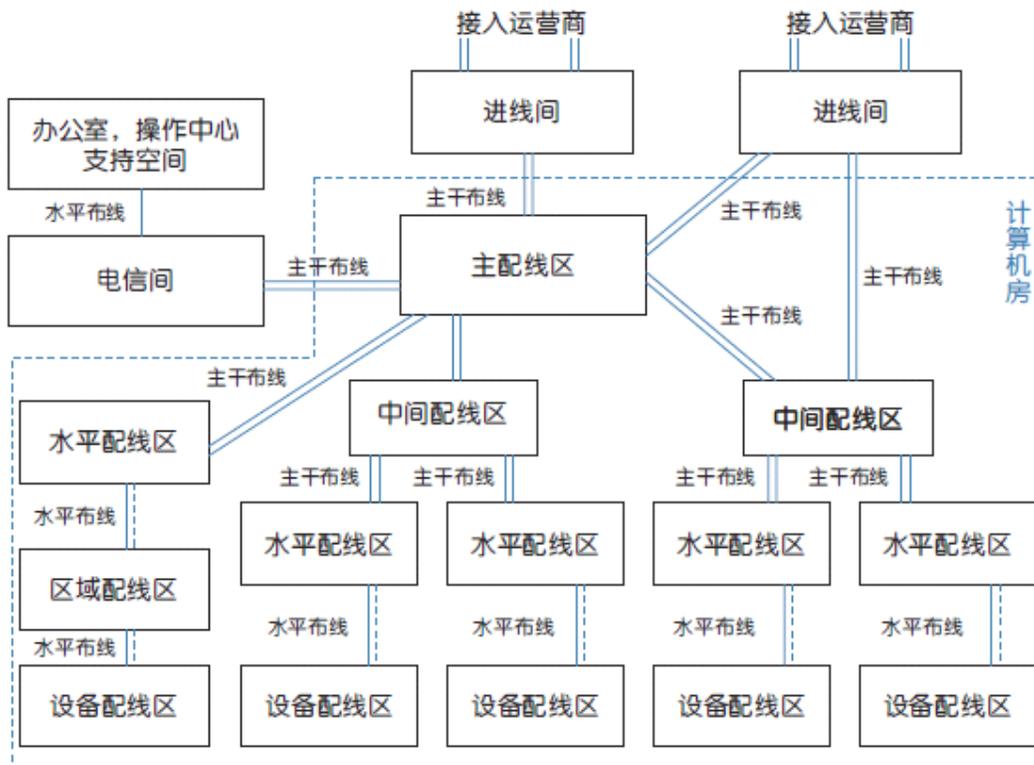


图 4.3.3 分布式的数据中心拓扑结构

4.3.4 冗余设计应根据不同的应用级别在MDA, HDA, IDA, EDA间完成。

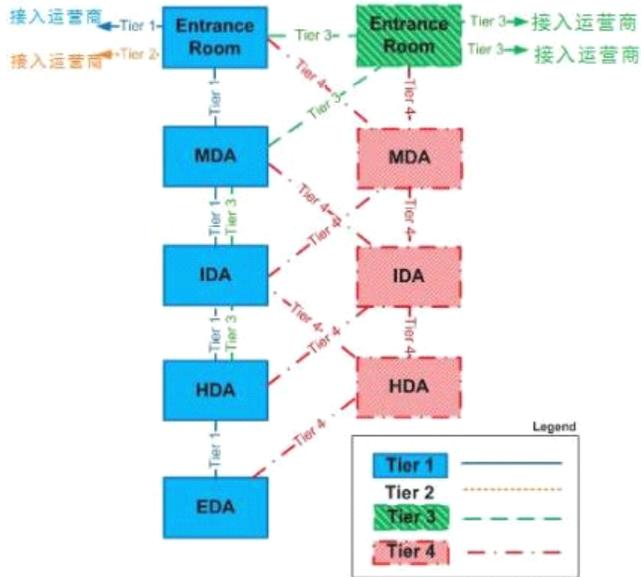


图4.3.4 冗余设计

注：不同级别的冗余要求可以参考TIA942A-2012及GB50174-2008相关内容。

4.3.5 在两层扁平化设计中宜考虑40G的水平接入能力和TOR应用。

#### 4.4 综合布线常用设计方法

4.4.1 中式采用直连方式，EDA 线缆直接连到 MDA。中小型数据中心宜采用集中式直连式布线，大型数据中心宜采用分布式布线系统架构。EOR，MOR，TOR 都属于分布式的布线系统架构。

4.4.2 TOR 交换机或机架交换机宜安装在服务器机柜的顶端，可以简化单独服务器的布线为直接的跳线连接。TOR 是数据中心中将结构化布线在水平部分的管理变为交换机和服务器在机柜内跳线直接连接。

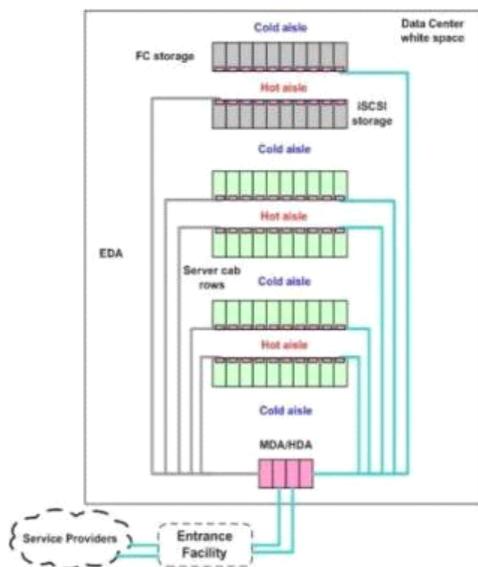


图 4. 4. 2 TOR 布线连接方式

4. 4. 3 EOR布线方式如下图：

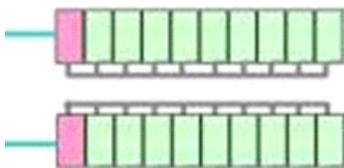


图4. 4. 3 EOR布线方式

注：对于 3 级以上数据中心或有冗余和容错设计的数据中心 EOR 设计，可以在服务器机柜列设置多个列头柜。

4. 4. 4 MOR是将网络设备跟配线架其放在中间。

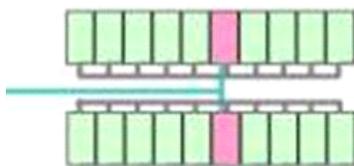


图 4. 4. 4 MOR 连接方式

4. 4. 5 分布式布线方式中，HDA 与 EDA 之间可以采用三种连接方式如下图：

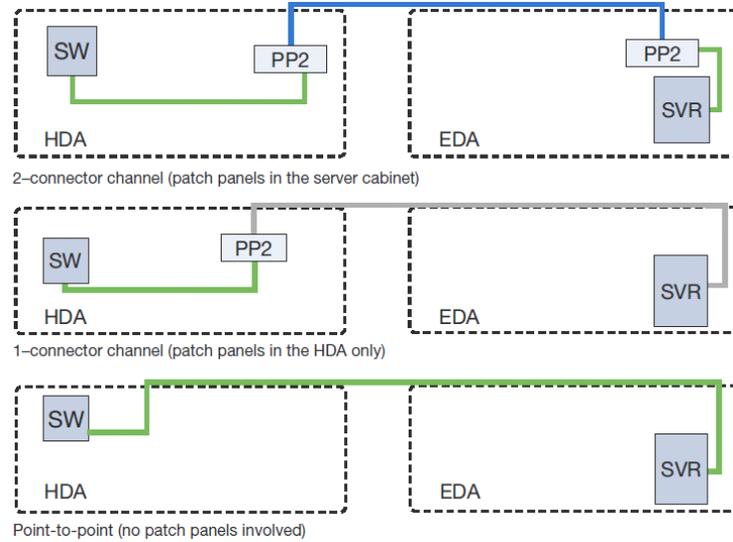


图 4. 4. 5 分布式的布线系统架构 HDA-EDA 的连接示意

#### 4. 4. 5 条文说明：分布式设计适用于如下要求：

- 可扩展、可重复设计
- 卓越的电缆成本平衡能力和交换机端口利用率
- 可重复性和可预测性
- 电缆束易于管理
- 允许在有限的电缆距离内实施网络应用
- TIA-942A 数据中心标准建议的布线基础架构
- 低布线成本与集中式直接连接

根据网络交换机配置方案的不同，有多种水平配线区机柜与设备配线区机柜的组合方案：列头（EOR）、列中（MOR）、柜顶（TOR）等。这些方法主要取决于服务器的种类、大小，和某些操作的目的。

4. 4. 6 集中式，TOR, MOR, EOR 四种方式在数据中心可以混合使用。数据中心用户可以根据其环境条件和使用习惯进行从以下四种基本模型中选择：

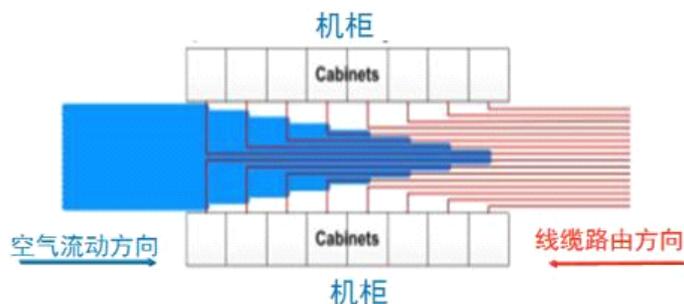
1. 集中式直连式布线
2. TOR 布线方式
3. EOR 布线方式

#### 4. MOR 布线方式

## 5 数据中心综合布线路由设计与系统实施

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 可采用上走线方法，增加地板下空间的空气流动。
- 5.1.2 宜采用线缆直径较小的线缆，减少对空气流动的阻碍。
- 5.1.3 如果采用地板下走线，线缆路由宜在热通道。
- 5.1.4 如果要在冷通道采用地板下走线，线缆路由方向应该与空气流动方向相反，除此以外，尽量采用合适尺寸的线槽，以减少对冷空气的阻碍。



图：5.1.4

- 5.1.5 机柜内未使用的空间应用挡板，以隔离冷热空气。
- 5.1.6 冷热通道建议采用封堵措施，减少冷热空气的混合。

### 5.2 机柜设计

- 5.2.1 机柜、机架与线缆的走线槽道摆放位置，对于机房的气流组织设计应以交替模式排列设备行，即机柜/机架面对面排列以形成热通道和冷通道。冷通道是机架/机柜的前面区域，热通道位于机架/机柜的后部。采用从前到后的冷却配置。针对线缆布局，电子设备在冷通道两侧相对排列，冷气从钻孔的架空地板吹出。热通道两侧电子设备则背靠背，热通道下的地板无孔，天花板上的风扇排出热气。
- 5.2.2 在没有满设备安装的机柜中，宜采用空白挡板以防止“热通道”气流进入“冷通道”造成迂回气流。对于适中的热负荷，机柜可以通过前后门上的开口或孔通风，提供50%以上开放

空间，增大通风开放尺寸和面积能提高通风效果；或采用风扇，利用门上通风口和设备与机架门间的充足的空间推动气流通风。对于高的热负荷，自然气流效率不高，要求强迫气流为机柜内所有设备提供足够的冷强迫气流系统采用冷热通道系统附加通风口的方式。在数据中心热效率最高的地方，风扇要求从单独的电路供电，避免风扇损坏时中断通信设备和计算机设备的正常运行。

5.2.3 机柜和机架放置时，要求前面或后面边缘沿地板板块边缘对齐排列，以便于机柜和机架前面和后面的地板板块取出。

5.2.4 用于机柜走线的地板开口位置应该置于机柜下方或其它不会绊到人的其他位置；用于机架走线的地板开口位置应该位于机柜间的垂直线缆管理器的下方。地板上应按实际需要开出线口，出线口周边应套装索环或固定扣，减震器或毛刷可安装在开口处阻塞气流。其高度不得影响机柜/机架的安装。

5.2.5 机柜和机架的摆放位置应与照明设施的安装位置相协调，应保持机柜门前端与后端有充足的照明进行作业。为了便于移动，机架与机柜应沿着地板的边沿排列。如果结合了垂直线缆管理硬件，它们必须与地板的宽度协调。机架/机柜的高度不应超过 2.4 米（8 英尺），至少应在设备与门之间保留 100 mm（4 英寸）的自由空间以安置电源线与通信线缆，对于角型配线架，应根据产品适当调整机柜立柱的宽度以保持跳线的最小弯曲半径。地板上用于走线的开口不宜大于需要。

5.2.6 用于运输设备的通道净宽不应小于1.5m；面对面布置的机柜或机架正面之间的距离不宜小于1.2m；背对背布置的机柜或机架背面之间的距离不宜小于1m；当需要在机柜侧面维修测试时，机柜与机柜、机柜与墙之间的距离不宜小于1.2m；成行排列的机柜，其长度超过6m（或数量超过10 个）时，两端应设有走道；当两个走道之间的距离超过15m（或中间的机柜数量超过 25 个）时，其间还应增加走道；走道的宽度不宜小于1m，局部可为0.8m。

5.2.8 机柜、机架应与建筑物连结进行抗震加固，防止地震时产生过大的位移，扭转或倾倒。可用螺栓固定到架空活动地板下抗震底座上。

5.2.9 机柜深度要求足够安放计划好的设备，包括在设备前面和后面预留足够的布线空间、装有方便走线的线缆管理器、电源插座、接地装置和电源线。为确保充足的气流，机柜深度或宽度至少比设备最深部位多150 mm 。机柜中要求有可前后调整的轨道。轨道要求提供满足42U 高度或更大的安装空间。

### 5.3 线槽和路由设计

5.3.1 数据中心布线通道可以使用开放式和封闭式两种。

5.3.2 数据中心布线通道可以使用金属和非金属材料两种。

5.3.3 在下走线的机房中，线缆不能在架空地板下面随便摆放。架空地板下线缆敷设在走线通道内，通道可以分开设置，进行多层安装，线槽高度不宜超过150mm。金属通道应当在两端就近接至机房等电位接地端子。在建筑设计阶段，安装于地板下的走线通道应当与其它的地下设备管线（如空调、消防、电力等）相协调，并作好相应防护措施。

5.3.4 架空地板下空间只作为布放通信线缆使用时，地板内净高不宜小于250mm。当架空地板下的空间既作为布线，又作为空调静压箱时，地板高度不宜小于400mm。

5.3.5 天花板走线通道的底部必须使用实心材料，或者将走线通道安装在离地板2.7m 以上的空间，以防止人员触及和保护其不受意外或故意的损坏。

5.3.6 通道顶部距楼板或其它障碍物不应小于300 mm；通道. 宽度不宜小于100 mm，通道内横断面的线缆填充率不应超过50%；顶部安装的线槽与桥架应设置适宜的线缆下线口，下线口位置宜靠近机柜顶部下线口位置。使用天花板走线通道敷设数据线缆，铜缆线路宜和光纤线路分开线槽敷设，采用专用光纤槽道时，宜考虑槽道上跳线及光缆的不同下线位置。采用深度超过1000mm的机柜时，应考虑光纤槽道安装位置，方便下线。直径较小的光缆在不可能满足上述条件时，光缆应敷设在铜缆的上方，如果存在多个天花板走线通道时，可以分开进行多层安装；

5.3.7 照明器材和灭火装置的喷头应当放在走线通道之间，不能直接放在通道的上面。机房采用管路的气体灭火系统时，电缆桥架应安装在灭火气体管道上方，不阻挡喷头，不阻碍气体；

5.3.8 电力电缆和双绞线缆之间的间距应满足下表

电力线数量（根）	电力线类型	间距
1—15	20A 110/240V 屏蔽/单相	参照 TIA/EIA-569B 附录 C
16—30	20A 110/240V 屏蔽/单相	50mm
31—60	20A 110/240V 屏蔽/单相	100mm
61—90	20A 110/240V 屏蔽/单相	150mm
大于 90	20A 110/240V 屏蔽/单相	300mm
1 条以上	100A 415V 三相/屏蔽馈电线	300mm

5.3.8 条文说明：

上表中描述的屏蔽电力电缆的屏蔽层应为完全包裹线缆（除非在插座中），并且在敷设时满足接地要求。如果电力电缆是非屏蔽的，表中提供的分隔距离应当加倍，除非其中任何一种线缆是敷设在焊接接地的金属线槽中，并且相互之间有实心金属挡板隔离。

非屏蔽数据线缆是在机架顶部走线，其与荧光灯的距离要保持在50mm 以上。非屏蔽数据线缆走线与电力电缆走线存在交叉，应采用垂直交叉。

当数据线缆或电力线缆放置在达到以下要求的金属管、槽内时，不需要对分开的距离作要求：

金属管、槽完全密闭线缆，并且通道的段与段之间的连接导通是良好的；

金属管、槽通与屏蔽电力线缆完好接地。

5.3.9 走线通道安装时应做至安装牢固，横平竖直，沿走线通道水平走向的支吊架左右偏差应不大于10mm，其高低偏差不大于5mm。走线通道与其他管道共架安装时，走线通道应布置在管架的一侧。走线通道内缆线垂直敷设时，在缆线的上端和每间隔1.5 m 处应固定在通道的支架上，水平敷设时，在缆线的首、尾、转弯及每间隔3m到5m处进行固定。

## 5.4 屏蔽

5.4.1 综合布线区域内存在的电磁干扰场强高于3V / m 时，宜采用屏蔽布线系统进行防护。

5.4.2 用户对电磁兼容性有较高的要求(电磁干扰和防信息泄漏)时，或网络安全保密的需要，宜采用屏蔽布线系统。

5.4.3 采用非屏蔽布线系统无法满足安装现场条件对缆线的间距要求时，宜采用屏蔽布线系统。

5.4.4 屏蔽布线系统采用的电缆、连接器件、跳线、设备电缆都应是屏蔽的，并保持屏蔽层的连续性。采用屏蔽布线系统时，各个布线链路的屏蔽层在整个布线链路上应保持连续性。屏蔽布线系统中所选用的信息插座、对绞电缆、连接硬件、跳线等布线器件组成的布线链路均应具有良好的屏蔽及导通特性。

5.4.5 采用屏蔽布线系统时，必须有良好的接地系统。保护地线的接地电阻值，单独设置接地装置时，不应大于4Ω；采用共用接地装置时，不应大于1Ω。

5.4.6 用于电子信息系统传输线路保护的金属管和金属线槽应接地，并做等电位联结。

## 5.5 接地

5.5.1 建筑的接地系统必须直接焊接在接地母线上，数据中心中的所有电子设备、机架、线槽、防静电地板均通过接地系统接地。

5.5.2 可在防静电地板的支脚间安置铜制网格地线，网格网眼的尺寸与防静电地板一致，铜带尺寸为 25 mm 宽，3 mm 厚。或使用 6 AWG（美制导线厚度单位，6 AWG 约 4.11 mm）绝缘金属线制成网格。每 6 个（每 3 个更为适宜）支脚通过 6 AWG 的金属线连接到网格地线上，机架/机柜、暖通空调设备、电气管道、线槽也一样连接到地线上。

5.5.3 机房内应该设置等电位连接网络。机房内的各种接地应该共用一组接地装置，接地电阻值按照设置的各电子信息设备中，其中所要求的最小值确定，与防雷接地共用接地装置，接地电阻值不大于1 欧姆。

5.5.4 各系统共用一组接地装置时，设施的接地端应以最短的距离分别采用接地线与接地装置进行连接。

5.5.5 机房内的交流工作接地线和计算机直流地线不容许短接或混接。

5.5.6 机房内交流配线回路不能够与计算机直流地线紧贴或近距离平行敷设。

5.5.7 数据中心内的机架和机柜应当保持电气连续性。由于机柜和机架带有绝缘喷漆，因此用于连接机架的固定件不可作为连接接地导体使用，必须使用接地端子。

5.5.8 数据中心内所有金属元器件都必须与机房内的接地装置相连接，其中包括：设备，机架，机柜，爬梯，箱体，线缆托架、地板支架等。

5.5.9 接地系统的设计在满足高可靠性的同时，必须符合以下要求：

1. 国家建筑物相关的防雷接地标准及规范；
2. 机房内的接地装置及接地系统的金属构件建议采用铜质的材料；
3. 在进行接地线的端接之前，使用抗氧化剂涂抹于连接处；
4. 接地端子采用双孔结构，以加强其紧固性，避免其因震动或受力而脱落；
5. 接地线缆外护套表面也可附有绿色或黄绿相间等颜色，以易于辨识；
6. 接地线缆外护套应为防火材料。

5.5.10 总接地端子板（TMGB）应当位于进线间或进线区域设置。机房内或其它区域设置的等电位接地端子板（TGB）。TMGB 与TGB 之间通过接地母干线TBB连通。

5.5.11 TMGB 应当与建筑物钢结构以及建筑物接地极连接。TGB 也应当与各自区域内的建筑物钢结构以及电气接地装置连接。用于连接TMGB 以及TGB 的接地母干线缆（TBB）所应具备的线规如下表所示。

表： 5.5.11 TMGB 以及TGB 的接地母干线缆（TBB）所应具备的线规

TBB 线缆要求		
TBB 线缆长度(m)	TBB 线规(AWG)	TBB 线截面积 (mm <sup>2</sup> )
小于 4 (m)	6	16
4-6 (m)	4	25
6-8 (m)	3	35
8-10 (m)	2	35
10-13 (m)	1	50
13-16 (m)	1/0	50
16-20 (m)	2/0	70
大于 20 (m)	3/0	95

5.5.12 TBB 在敷设时，应当尽可能平直。当在建筑物内使用不止一条TBB 时，除了在顶层将所有TBB 相连外，必须每隔三层使用一个接地均衡器导线。

5.5.13 TBB 线缆要求数据中心内的接地连接导线应避免敷设在金属管槽内。如果必须采用金属线槽敷设时，接地导线的两端必须同金属管槽连接。对于小型数据中心，只包括少量的机架或机柜，可以采用接地导线直接将机柜或机架与TGB 连接。而大型数据中心，则必须建立共用等电位接地网络（MCBN）。

表： 5.5.13

用途线缆	尺寸
共用等电位接地网络（上方或架空地板下）	#2 AWG (35mm <sup>2</sup> )
PDU 或电气面板的连接导线	电气标准或按照制造厂商要求
HVAC 设备	#6 AWG (16mm <sup>2</sup> )
建筑物钢结构	#4 AWG (25mm <sup>2</sup> )
线缆桥架	#6 AWG (16mm <sup>2</sup> )
线槽，水管和其它管路	#6 AWG (16mm <sup>2</sup> )

架空地板下的MCBN 需要使用2 AWG (35mm<sup>2</sup>) 或更大线规的连接导线。最终，MCBN与TGB 的连接使用1/0 AWG (50mm<sup>2</sup>) 或更大线规的连接导线。在MCBN 中，架空地板支架每间隔一次作相应的连接。

## 5.6 线缆等级选择

5.6.1 综合布线系统应满足数据系统和语音系统传输速率、传输标准等设计要求和规范规定。

5.6.2 铜缆双绞线在数据中心中一般用于水平段，最大传输距离为 100 米（328 英尺）。可以有四个连接。铜缆等级建议在Cat.6类以上。

5.6.3 光纤可以选择单模或多模。多模光纤等级建议在OM3以上。

表 5.6.3 国际标准的光纤类别

光纤类型	工作波长	衰减 dB/km (Max.)	OFL 满注入带宽 MHz*Km (Min.)	EMB 有效模带宽 MHz*Km (Min.)
OM1 62.5/125um	850nm	3.5	200	N/A
	1300nm	1.5	500	N/A
OM2 50/125um	850nm	3.5	500	N/A
	1300nm	1.5	500	N/A
OM3 50/125um	850nm	3.5	1500	2000
	1300nm	1.5	500	N/A
OM4 50/125um	850nm	3.2	3500	4700
	1300nm	1.2	500	N/A
OS1 9/125um	1310nm	1.0	N/A	N/A
	1550nm	1.0	N/A	N/A
OS2 9/125um	1310nm	0.4	N/A	N/A
	1383nm	0.4	N/A	N/A
	1550nm	0.4	N/A	N/A

5.6.4 光纤连接器可采用MPO/MTP连接器。

## 6 布线管理与智能布线设计

### 6.1 布线管理一般规定

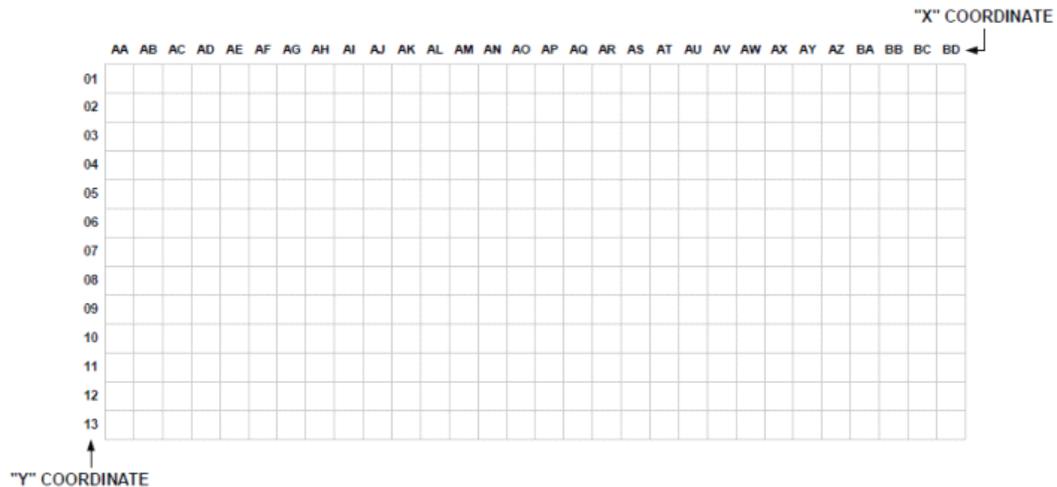
6.1.1 对数据中心内的配线设备、缆线、跳线等设施应按照一定的模式进行标识和记录，且应符合以下规定：

1. 宜采用计算机进行文档记录与保存，应做到记录准确、更新及时、便于查阅；
2. 综合布线的每一电缆、光缆、配线设备、端接点、接地装置、敷设管线等组成部分应给定唯一的标识符，并设置标签。
3. 综合布线的标识应清晰可见，不应出现手写、涂改等行为。采用喷墨打印时，字迹应牢固不宜脱落，擦除。标签宜选用不易脱落的材质，线缆上的标签宜支持翻转便于查阅。
4. 线缆与光缆两端均应标明相同的标识符，该标识符应包括缆线走向的信息。对于线缆走向的信息宜采用统一的规定，避免因两端同时标识时造成标识混乱。

6.1.2 宜采用统一的色标区分各类业务及用途的配线区。

6.1.3 综合布线系统相关设施的工作状态信息应包括：设备与缆线的用途、使用部门、网络拓扑结构、传输信息速率、终端设备配置情况、占用设备端口编号、色标、故障记录等。

6.1.4 宜采用对地板格标识的方式实现数据中心内立式设备的标识。地板格的横纵坐标标识宜都采用两个字符。



配线架的标识宜通过机柜“U位置”来区分。

## 6.2 智能布线设计

6.2.1 对于规模较大的布线系统工程，为提高布线工程维护水平与网络安全，宜采用电子配线设备对信息点或配线设备进行管理，以显示与记录配线设备的连接、使用及变更状况。

6.2.1 条文说明：

机房布线宜采用实时智能管理系统，可以随时记录配线的变化，在发生配线故障时，可以在很短的时间内确定故障点，是保证布线系统可靠性和可用性的重要措施之一。”

数据中心中智能布线系统的设计主要分为硬件（无源硬件和有源硬件）和软件两方面。

6.2.2 由于智能布线系统的无源硬件主要是配线架和跳线，所以在设计时可在配线架和跳线比较集中的区域布置智能布线系统，然后再布置相应的有源硬件（管理设备）。根据数据中心不同的设计模型，智能布线系统的硬件设计方法也各有不同。

6.2.3 在集中式布线架构中，智能布线系统的硬件可布置于 HDA 和 MDA 等需要对跳线连接需要集中管理的交叉连接区域中。

6.2.4 在分布式布线架构中，如果是 EOR 和 MOR 方式，智能布线系统的硬件可布置于需要对跳线连接需要集中管理的列头（中）柜和 MDA 等连接区域；如果是 TOR 方式，智能布线系统的硬件可布置于需要对跳线连接需要集中管理的 EDA 和 MDA 等连接区域。

6.2.5 在区域化构架及混合构中，智能布线系统的硬件可布置于任何需要对跳线连接需要集中管理的连接区域中。

6.2.6 硬件应和有相应业务联系的交换机相邻，以减少跳线的长度和便于管理。

6.2.7 智能布线系统的软件应与智能布线系统的硬件协同工作，实现前面章节里提到的在数据中心中使用智能布线系统将为数据中心的的管理提高运行效率和带来的好处。

6.2.8 在数据中心中使用智能布线系统将为数据中心的的管理提高运行效率和带来好处，包括：

1. 对数据中心的布线和其连接设备的管理；
2. 将数据中心的布线设施和设备的连接管理系统化；
3. 构筑一套完备的资产查询和管理网络。
4. 提供事件信息和报警信息。

## 7 综合布线系统施工规程

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 本章适用于电子信息机房工程中的综合布线系统的工程实施及质量控制、系统检测和竣工验收。
- 7.1.2 综合布线系统施工前应对交接间、设备间、工作区等区域的机房环境条件进行检查，检查内容和要求应符合《通信机房环境条件》GB 014-1995 中的有关规定。
- 7.1.3 系统集成商在施工完成后，应对系统进行自检，自检时要求对工程安装质量、感观质量和系统性能检测项目全部进行检查，并填写系统自检表。
- 7.1.4 综合布线系统所使用的设备器件、盒、箱缆线、连接硬件等安装应符合相应产品厂家和国家有关规范的规定。
- 7.1.5 防雷、接地电阻值应符合设计要求，设备金属外壳及器件、缆线屏蔽接地线截面、色标应符合规范规定；接地端连接导体应牢固可靠。
- 7.1.6 综合布线系统发射干扰波电场强度限值要求应符合 GB/T 17626.3-2006 标准中的相关规定。

### 7.2 综合布线系统施工准备

- 7.2.1 材料准备应符合以下要求：
1. 综合布线的材料到场应检查材料的发货单、质检合格单等相关原厂证明，并留存备案
  2. 综合布线的线缆到场应抽检电缆的性能指标应满足设计要求，并做好记录
  3. 综合布线的光纤到场应抽检电缆的性能指标应满足设计要求，并做好记录
  4. 综合布线的线槽、线管到场应抽检性能指标应满足设计要求，并做好记录
  5. 综合布线其它的材料等到场应抽检性能指标应满足设计要求，并做好记录
- 7.2.2 作业条件应符合以下要求：
- 1 结构工程中预留地槽、过墙管、孔洞的位置尺寸、数量应符合设计规定。
  - 2 交接间、设备间、工作区土建工程已全部竣工，房屋内一次装饰工程完工，地面、墙面平整、光洁，门的高度和宽度应不妨碍设备和器材的搬运，门锁和钥匙齐全。
  - 3 交接间、设备间提供可靠的施工电源和接地装置。
  - 4 交接间、设备间的面积、环境温度、湿度均应符合设计要求和相关规定。
  - 5 交接间、设备间应符合安全防火要求，预留孔洞采取防火措施，室内无危险物的堆放，消防器材齐全。

### 7.3 综合布线系统施工方法

- 7.3.1 线缆敷设应符合以下内容：
- 1 线缆布放前应核对型号规格、程式、路由及位置，确保与设计规定相符。
  - 2 线缆的布放应平直、不得产生扭绞，打圈等现象，不应受到外力的挤压和损伤。

- 3 缆线在布放前两端应贴有标签，以表明起始和终端位置，标签书写应清晰，端正和正确。
- 4 电源线、信号电缆、双绞电缆、光缆及建筑物内其他弱电系统的缆线应分离布放，各缆线间的最小净距应符合设计要求。
- 5 缆线布放时应有冗余。在交接间，设备间双绞电缆预留长度，一般为 0.5m~1.0m；工作区为 0.1m~0.3m；光缆在设备端预留长度一般为 3m~5m；有特殊要求的应按设计要求预留长度。
- 6 缆线的弯曲半径应符合下列规定：
- 1) 非屏蔽 4 对双绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 4 倍，在施工过程中应至少为 8 倍。
  - 2) 屏蔽双绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 6 倍~10 倍。
  - 3) 主干双绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 10 倍。
  - 4) 光缆的弯曲半径应至少为光缆外径的 15 倍，在施工过程中应至少为 20 倍。
- 7 缆线布放：在牵引过程中，吊挂缆线的支点相隔间距应不大于 1.5m。
- 8 布放缆线的牵引力，应小于缆线允许张力的 80%，对光缆瞬间最大牵引力不应超过光缆允许的张力。在以牵引方式敷设光缆时，主要牵引力应加在光缆的加强芯上。
- 9 缆线布放过程中为避免受力和扭曲，应制作合格的牵引端头。如果用机械牵引，应根据缆线牵引的长度，布放环境，牵引张力等因素选用集中牵引或分散牵引等方式。
- 10 布放光缆时，光缆盘转动应与光缆布放同步，光缆牵引的速度一般为 15m/s。光缆出盘处要保持松弛的弧度，并留有缓冲的余量，又不宜过多，避免光缆出现背扣。
- 11 双绞电缆与电力电缆最小净距应符合表 7.3.1-1 规定，与其他管线最小净距应符合表 7.3.1-2 规定。

表 7.3.1-1 双绞电缆与电力线最小净距

条件	范围	单位		
		最小净距(mm)		
		<2KVA (<380V~)	(2~5)KVA (<380V~)	>5KVA (<380V~)
双绞电缆与电力线平行敷设		130	300	600
有一方在接地的槽道或钢管中		70	150	300
双方均在接地的槽道或钢管中		注	80	150

注：双方均在接地的槽道或钢管中，且平行长度小于 10m 时，最小间距可为 10mm，表中双绞电缆如采用屏蔽电缆时，最小间距可适当减小，并符合设计要求。

表 7.3.1-2 双绞电缆与其他管线最小净距

管线种类	平行净距(m)	垂直交叉净距(m)
避雷引下线	1.00	0.30
保护地线	0.05	0.02
热力管（不包封）	0.50	0.50
热力管（包封）	0.30	0.30
给水管	0.15	0.02
煤气管	0.30	0.02

12 光缆敷设时与其他管线最小净距应符合表 5.3.1-3 的规定。

表 7.3.1-3 光缆与其他管线最小净距

内容	单位 范围	最小间隔距离 (m)	
		平行	交叉
市话管道边线（不包括入孔）	—	0.75	0.25
非同沟的直埋通信电缆	—	0.50	0.50
埋式电力电缆	<35KV	0.50	0.50
	>35KV	2.00	0.50
给水管	管径<30cm	0.50	0.50
	管径 30cm~50cm	1.00	0.50
	管径>50cm	1.50	0.50
高压石油、天然气管	—	10.00	0.50
热力、下水管	—	1.00	0.5
煤气管	压力<3kg/m <sup>3</sup>	1.00	0.5
	压力 (3~8)k g/m <sup>3</sup>	2.00	0.50
排水沟	—	0.80	0.50

13 预埋线槽和暗管敷设缆线应符合下列规定：

1) 敷设管道的两端应有标志，表示出机柜号、配线架号和长度。

2) 管道内应无阻挡，管口应无毛刺，并安置牵引线或拉线。

3) 敷设暗管宜采用钢管或阻燃硬质（PVC）塑料管。布放双护套缆线和主干缆线时，直线管道的管径利用率应为 50%~60%，弯管道应为 40%~50%，暗管布放 4 对双绞电缆时，管道的截面利用率应为 25%~30%。预埋线槽宜采用金属线槽，线槽的截面利用率不应超过 40%。

4) 光缆与电缆同管敷设时，应在暗管内预置塑料子管，将光缆设在子管内，使光缆和电缆分开布放，子管的内径应为光缆外径的 1.5 倍。

14 设置电缆桥架和线槽敷设缆线应符合下列规定：

1) 电缆桥架宜高出地面 2.2 m 以上，桥架顶部距顶棚或其他障碍物应不小于 300mm。桥架宽度不宜小于 100mm，桥架内横断面的填充率不应超过 50%。

2) 电缆桥架内缆线垂直敷设时，在缆线的上端和每间隔 1.5m 处，应固定在桥架的支架上，水平敷设时，直线部分间隔距离在 3m~5m 处设固定点。在缆线的距离首端、尾端、转弯中心点处 300m~500mm 处设置固定点。

3) 电缆线槽宜高出地面 2.2m。在吊顶内设置时，槽盖开启面应保持 80mm 的垂直净空，线槽截面利用率不应超过 50%。

4) 布放线槽缆线可以不绑扎，槽内缆线应顺直，尽量不交叉、缆线不应溢出线槽、在缆线进出线槽部位，转弯处应绑扎固定。垂直线槽布放缆线应每隔 1.5m 处固定在缆线支架上。

5) 在水平、垂直桥架和垂直线槽中敷设缆线时，应对缆线进行绑扎。4 对双绞电缆以 24 根为束，25 对或以上主干双绞电缆、光缆及其他信号电缆应根据缆线的类型、缆径、缆线芯数分束绑扎。绑扎间距不宜大于 1.5m，扣间距应均匀、松紧适度。

15 顶棚内敷设线缆时，应考虑防火要求。线缆敷设应单独设置吊架，不得布放在顶棚吊架上，宜放置在金属线槽内布线。缆线护套应阻燃、缆线截面选用应符合设计要求。

16 在竖井内采用明配管、桥架、金属线槽等方式敷设缆线，并应符合以上有关条款要求。竖井内楼板孔洞周边应设置 50mm 的防水台，洞口用防火材料封堵严实。

17 建筑群子系统采用架空管道、直埋、墙壁明配管（槽）或暗配管（槽）敷设电缆、光缆施工技术要求应参照邮电部《市内电话线路工程施工及验收技术规范》YDJ38-85、《电信网光纤数字传输系统工程施工及验收暂行技术规定》YDJ44-89 的相关规定执行。

### 7.3.2 信息插座端接应符合以下要求：

1 信息插座安装位置和高度应符合设计施工图要求。

2 信息插座安装在活动地板内或地面上时，应固定在接线盒内，接线盒盖可开启，并具有防水、防尘、抗压功能，接线盒盖面应与地面齐平。

3 信息插座安装在墙体上，宜高出地面 30cm，如地面采用活动地板时，应加上活动地板内净高尺寸。

4 信息插座的固定方法根据施工现场条件而定，宜采用扩张螺钉、射钉等方式。

5 信息插座固定螺丝需拧紧，不应产生松动现象。

6 各种插座面板应有标签，以颜色、图形、文字表示所接终端设备业务类型。

### 7.3.3 配线架安装应符合以下要求：

1 模块设备应完整无损，安装就位、标志齐全。

2 安装螺丝应拧牢固，面板应保持在一个水平面上。

### 7.3.4 跳线安装应符合以下要求：

1 各类跳线和插件间接触应良好，接线无误，标志齐全。跳线选用类型应符合系统设计要求。

2 各类跳线长度应符合设计要求，一般双绞线缆不应超过 5m，光缆不应超过 10m。

### 7.3.5 预连接系统安装应符合以下要求：

1 各类跳线和插件间接触应良好，接线无误，标志齐全。跳线选用类型应符合系统设计要求。

2 敷设前，应根据现场机柜摆布及线槽路由逐条核算线缆长度。

3 预端接连接的损耗值，应符合设计要求。

4 施工中要注意 MPO 光纤连接器和 MPO 插孔的洁净度保护，防止灰尘进入。连接器在插入适配器之前应进行清洁，所插位置应符合设计要求。

5 不得用扎带，铁丝对线缆进行直接绑扎，防止对线缆造成破坏。

6 在敷设和绑扎过程中线缆的弯曲半径应符合本章 5.3.1 的规定。

### 7.3.6 机柜机架安装应符合以下要求：

1 机架安装完毕后，水平、垂直度应符合厂家规定。如无厂家规定时，垂直度偏差应不大于 3mm。

2 机架上的各种零件不得脱落或碰坏。漆面如有脱落应予以补漆，各种标志应完整清晰。

3 机架的安装应牢固、应按设计图的防震要求进行加固。

4 安装机架面板、架前应留有 1.5m 空间，机架背面离墙距离应大于 0.8m，以便于安装和施工。

- 5 每一列机柜、机架应连接成为一个整体，采用加固件与建筑物的柱子及承重墙进行固定。
- 6 壁挂式机柜底距地面宜为 300mm~800mm。
- 7 接地端子各种标志应齐全。
- 7.3.7 智能布线系统安装应符合以下要求：
  - 1 电子配线架应符合设计和厂家安装手册要求。
  - 2 模块设备应完整无损，安装就位、标志齐全。
  - 3 安装螺丝应拧牢固，面板应保持在一个水平面上。
  - 4 带有显示屏的电子配线架，要根据机柜空间合理布局，预留空间。
- 7.3.8 通道安装应符合以下要求：
  - 1 通道的安装位置和高度应符合设计施工图要求。
  - 2 每一个通道应与机柜、机架连接成为一个整体，采用加固件与建筑物的柱子及承重墙进行固定。
  - 3 玻璃顶板要跟消防信号实现联动，消防报警触发时玻璃顶板自动打开，为消防气体进入提供通道。
  - 4 机柜内设备正面板平面应密封安装，避免进口冷风泄露。
  - 5 与机柜连接处，应连接牢靠，并加以密封处理。
- 7.3.9 接地应符合以下要求：
  - 1 在安装工程之前，施工区域接地电阻和防静电措施应符合要求。
  - 2 安装机架，配线设备及金属钢管、槽道、接地体、保护接地导线截面、颜色应符合设计要求，并保持良好的电气连接，压接处牢固可靠。
  - 3 施工中，使用电气设备、电动工具应有可靠保护接地。
  - 4 系统中的金属护管、电缆桥架、金属线槽、配线钢管和各种设备的金属外壳均应与地连接，保证可靠的电气通路。系统接地电阻应不大于 4 欧。
    - 1 所有机柜应设接地端子，并分别良好接入机房静电泄流排。

## 8 数据中心布线系统测试与验收规程

普通的测试标准可以参照 GB50312，此处仅就数据中心的特殊要求进行介绍。

### 8.1 测试对象

8.1.1 测试对象是指安装好的电缆、光缆链路或扩容/升级链路、故障恢复链路等；还包括选型仿真链路、拟用元件（比如跳线/电缆）等。目的是确保安装好的链路或升级扩容的链路达到高可靠性、可用性水平。

8.1.2 铜缆测试对象如下：

铜缆测试对象分元件级、链路级和应用级测试，典型的数据中心铜缆测试对象如下：

PP-PP	安装好的 2 连接器链路，配架模块-配架模块，链路级测试
PP-CP-PP	安装好的 3 连接器连链路，链路级测试
PP-(CP)-TO	安装好的传统水平链路，链路级测试，少量使用
外部串扰链路	选中的安装好的被干扰链路，链路级测试
跳线	设备直连跳线测试、拟用跳线的选型或入库测试，元件级测试
跳线-SE	设备直连跳线测试，RJ-PP 跳线，元件级测试，偶尔使用
线缆	选型或入库、进场测试，元件级测试
仿真链路	兼容性/一致性/可互换性测试，链路级测试
PP-CP	数据中心较少采用，常用于开放式办公的水平链路中，链路级测试
PP-PC	配架-水晶头链路，数据中心接入 AP/视频探头时常用。链路级测试

注：PP---配架模块，CP---固定点模块，TO---用户插座，PC---跳线

8.1.3 光缆测试对象如下：

典型的数据中心光缆测试对象特征是：路由特征是链路短（甚至机柜内）、跳接多；结构特征是“MPO-MPO”链路、“MPO + Fan-Out”链路、直连跳线。

典型的数据中心光缆测试对象是：

多模 OM3/OM4 光纤链路 (PP-nCP-PP)	双向双波长测试
多模 OM3/OM4 光纤链路 (PP-nCP-PP)	同上，两端结构 MPO，或 MPO + Fan-Out
单模 OS1/OS2 光纤链路 (PP-nCP-PP)	双向双波长测试
单模 OS1/OS2 光纤链路 (PP-nCP-PP)	同上，两端结构 MPO，或 MPO + Fan-Out
单/多模跳线	跳线直连设备，或拟用跳线选型/入库测试

注：nCP 指中间跳接模块(含交叉连接)，可以是固定点 CP 或 PP，n 是指数量；PP 也可以是 MPO/MTP 连接。Fan-Out 指 MPO-LC 转接盒子说转接跳线。

## 8.2 测试参数

8.2.1 铜缆测试标准除了常规参数外，PoE 供电链路需要增加电阻不平衡、高速链路(10G/40G 等)需要增加 AXT、TCL、ELTCL 等，接地测试要求能识别链路虚接地(即机架环路接地)。

对于光纤，数据中心对链路总损耗、连接点损耗和回波损耗、异质光纤混用比较敏感，应采用光纤二级测试标准(Tier 2 testing)，即“损耗测试(OLTS 法) + OTDR(事件判断)”。

### 8.2.2 铜缆测试参数

参数名称	参数要求	参数来源	备注
线序图 Wire Map	T568A 或 T568B	ISO11801:2010 或 TIA568C	ISO11801 和 TIA568C 等要求
长度 Length	90/100 米	ISO11801:2010 或 TIA568C	
延迟 Latency	495/555ns	ISO11801:2010 或 TIA568C	
延迟差 Delay Skew	45/50ns	ISO11801:2010 或 TIA568C	
环路电阻 Resistance	25 欧姆	ISO11801:2010 或 TIA568C	
近端串扰 NEXT	参 照 ISO11801 曲 线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
插入损耗 IL(Insertion Loss)	参照 ISO11801 曲 线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
回波损耗	参照 ISO11801 曲	ISO11801:2010 或 TIA568C	

RL(Return Loss)	线		
衰减串扰比 ACR-N	参照 ISO11801 曲线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
衰减远端串扰比 ACR-F	参照 ISO11801 曲线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
近端串扰功率和 PS NEXT	参照 ISO11801 曲线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
衰减串扰比功率和 PS ACR-N	参照 ISO11801 曲线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
衰减远端串扰功率和 PS ACR-F	参照 ISO11801 曲线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
外部衰减串扰比功率和 PS AACR-N	参照 ISO11801 曲线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
外部远端衰减串扰比功率和 PS AACR-F	参照 ISO11801 曲线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
屏蔽接地 Shield	参照 ISO11801 曲线	ISO11801:2010 或 TIA568C	
不平衡电阻 Unbalance Resistance	0.15 欧姆 /0.2 欧姆, 或者 3%	ISO11801:2010 , TIA568C	选项。TIA568C: 2 欧姆或 3%, TIA1152 和 IEC61935-1 未要求
横向转换损耗 TCL	参照 ISO11801 和 TIA568C 曲线	ISO11801:2010 , TIA568C	选项。信道测试时要求, TIA-1152 和 IEC61935-4 未 要求
等效横向转换传输损耗 ELTCTL	参照 ISO11801 和 TIA568C 曲线	ISO11801:2010 , TIA568C	选项。信道测试时要求, TIA-1152 和 IEC61935-4 未 要求

注：不同等级电缆测试参数数量不同，等级越低（比如三类线）参数越少，等级越高（比如七类线），参数越多。

### 8.2.3 光缆测试参数

光纤基本测试（一级测试，Tier 1，简称光纤 T1 测试），是指用光源和光功率计来测量光纤的损耗；光纤扩展测试（二级测试，Tier 2，简称 T2 测试），是在一级测试的基础上增加 OTDR 测试，并判断事件（连接点、熔接点等）是否合格。

$$T2 = T1 + \text{OTDR} + \text{事件判定}$$

参数名称	参数要求	参数来源	备注
插入损耗 IL (T1 测试)	不定值标准： TIA568C 或 ISO11801； 定值标准： IEEE802.3	TIA568C, ISO11801, IEEE802.3	光纤一级测试（基本测试, T1）
长度 Length (T1 测试)	不定值标准： TIA568C 或 ISO11801； 定值标准： IEEE802.3	TIA568C, ISO11801, IEEE802.3	光纤一级测试（基本测试, T1）
连接点损耗 (T2 测试)	0.75/0.5dB, 0.3/0.3 MM, 0.5/0.3 SM	TIA568C, ISO11801 ISO11801	光纤一级测试（基本测试, T1） 双向测试，按照平均值评估
熔接点损耗 (T2 测试)	0.3dB	TIA568C, ISO11801	光纤二级测试（扩展测试, T2），双向测试，按照平均值评估

回波损耗 ORL (T2 测试)	-20dB, MM; -35dB, SM; 高级选项: -35dB, MM & SM -35dB, MM & SM -35dB, MM & SM	ISO11801:201 0 General Fiber 建议的 端面对应极限 值	光纤二级测试(扩展测试, T2). 双向测试, 按照平均值评估 General Fiber -35, FC 研磨; General Fiber -35, PC 研磨; General Fiber -40, UPC 研磨; General Fiber -55, APC 研磨
端面质量评估	参见 IEC61300-3-35	IEC61300-3-35	对划痕、污点、损伤、瑕疵斑点等的数量和直径进行限制并给出通过/失败结果

高级选项 1: 回波损耗可选研磨端面对应的极限值, -35/-40dB/-55dB, 对应 PC/UPC/APC 研磨

高级选项 2: 事件损耗值和回波损耗值可由用户自定义更严格的工程标准值(极限值, 开放极限)

高级选项 3: 端面质量可选 IEC61300-3-35 自动评估, 给出通过/失败结果

### 8.3 仪器要求

8.3.1 物理带宽: 测试频率覆盖范围不低于 1MHz-2000MHz (2G 级精度), 支持 CAT8 测试。

8.3.2 精度: 电缆 Cat7/Class FA 及其以下精度 V 级, Cat8 精度 2G 级。光纤 OTDR 事件死区 1 米。

精度要求	相关标准	备注
Level IIe	TIA-1152, IEC61935-3	100MHz
Level III	TIA-1152, IEC61935-3	250MHz
Level IIIe	TIA-1152, IEC61935-3	500MHz
Level IV	IEC61935-3	600MHz
Level V	IEC61935-4	1000MHz
Level 2G	TIA-1152	2000MHz

8.3.3 数据存储：不低于 5000 条(1 周满载工作量)。

8.3.4 数据输出：支持原始数据输出至 U 盘和电脑保存，支持常用的 PDF/TXT 报告格式。支持原始数据 CVS 保存格式，方便用户做各种二次加工和应用。

8.3.5 居中性/兼容性鉴定：永久链路测试尖头要求参数居中、稳定、离散性小，以便支持 Cat6/6A 永久链路的居中性测试。跳线测试适配器支持居中性测试插座，测试认证 Cat6/6A 可互换跳线。

8.3.6 标准：支持常用国际标准和国家标准，如 TIA/ISO/EN/GB。预先内置元件级/链路级/应用级/实验室级现场认证测试标准。

8.3.7 支持 EF 光源：满足 OM3/OM4 光纤测试损耗测试需求。

8.3.8 支持外部测试能力：满足 Cat6/6A 外部测试的要求。测试流程/步骤

不同的测试仪器测试设置和准备过程存在差异，此处描述一般共性流程。数据中心综合布线系统设计，根据测试目的选择不同的测试对象、测试模型、测试标准、测试适配器等。

#### 8.4 电缆链路通用测试流程

第一步，设置测试任务项：一般在仪器的 SETUP 菜单或者 PC 端管理软件中操作。可以设定被测项目名称、时间、地点、操作者、所属公司、报告编号规律(标准，如 TIA606A 链路编码规则等)、保存位置等常用信息；

第二步，选择测试对象和对应测试标准：元件级测试，应选择元件级标准（例如，测试跳线就选择跳线测试标准 TIA Cat6A Patch Cord 2.0m、电缆测试标准 TIA Cat6）；链

路级测试，则选择链路级标准(例如，永久链路 TIA Cat6A PL.、信道 ISO Class E CH.等)；应用级测试，则选应用级标准(例如，1G Base-T、10G Base-T等)。附带选项：屏蔽类型(例如，U-UTP、U-FTP等)、线序标准(T-568A、T568B等)、电缆号 ID 和 NVP 值等。并支持自定义标准导入。

第三步，安装与所选测试标准对应测试适配器：跳线测试应使用跳线测试适配器，电缆测试应使用电缆测试适配器，永久链路测试应使用永久链路适配器(CAT6/CAT6A 还应使用居中性的 RJ45 测试尖头)，通道测试应选使用通道适配器；应用测试一般都使用链路级测试适配器(即永久链路或通道适配器)。

多数电缆测试都是双端测试，所以需要两人到链路两段配合完成测试。测试主机一般位于配线间/机房等位置，较少移动，测试副机(远端机)一般在链路对端，移动范围很大。

第四步，接入对应的测试对象(测试模型)：比如一条真实的被测永久链路/通道/跳线/电缆等。

第五步，执行测试：一般是按下测试按键。按照仪器屏幕提示操作即可。此步骤在遇到故障链路时，可能需要停止，进入诊断页面定位故障位置，修复链路后再测试。

第六步，保存测试结果：当完成测试后，仪表可以根据预设的报告序列号自动保存结果。或者由操作者人为的保存指定报告序列号的测试结果。当出现测试不合格，由操作人员修复后仪表具有重新测试功能。

第五步和第六步多数情况下将反复循环执行，直至完成一组预先分配好的测试内容。

第七步，取出测试数据。可以使用 U 盘、USB 电缆甚至网口等将测试数据转移到电脑中保存。此时会用到在电脑上运行的通信软件，运行通信软件将数据取出到电脑，并可以用此软件在电脑上查看、分析测试结果，输出各种形式的测试报告(例如，PDF、TXT、CSV 等格式的数据和报告)。

## 8.5 光缆链路通用 T1 测试流程

第一步，设置任务项，同上述电缆测试流程。

第二步，选择测试对象和测试标准，比如链路级测试标准 TIA 568C SM ISP(室内单模光纤通用标准)、10G Base-SR(万兆光纤应用标准)；选定测试对应的波长。

第三步，选择、安装测试接口适配器和测试跳线(或安装对应的光源/光功率计模块)。清洁测试跳线和光源/光功率计端口。

第四步，设置光纤基准(一根跳线基准)：光纤测试所用的测试跳线常称作测试参考跳线 TRC(Test Reference Cord)。将 TRC 一端连接测试仪的光源，另一端连接光功

率计的端口，启动“设置参考值”，保存此参考值。然后，拔出 TRC 连接到光功率计上的那一端，并在此端口上补上另一根测试跳线。这样光源和光功率计上就各自连接了一根测试跳线。测试跳线两端的端头类型(SC/LC/FT 等)要根据被测链路两端的连接器/端面类型来对应选用。如果光源的接口类型与被测链路的接口类型不一致，则 TRC 跳线需要选择两端不同类型，一端与光源一致，一端与被测链路一致(这样才能插入被测链路)。此时，需先更换光功率计上的端口(与被测链路相同)，这样才能成功设置参考值。

每根测试跳线使用前均要事先测试合格，设置基准后补充到光功率计上的测试跳线的损耗本身不应超过 0.15dB(MM) 或 0.25dB(SM)。

第五步，接入被测对象

如果被测对象是 MPO 骨干链路，则可以 a) 选用支持 MPO 端口一次测试的光源和光功率计来测试，并使用 MPO 测试跳线，提高测试效率。MPO 跳线有多种极性，选择的时候要与之对应。同时，仪器也需要先设置成对应的极性。b) 继续使用 LC 跳线进行测试。

第六步，执行测试：一般是按下测试键。如果仪器支持双光纤、双向测试，则测试告一段落多数仪器会自动提示交换测试方向，此时两端要同时交换插入被测链路的测试跳线插头(不是交换仪器上的测试跳线插头，切记)。

第七步，保存测试结果。按照预定的光缆号 ID 给被测链路命名，然后保存数据。第六步、第七步通常会重复进行直至完成一组预先选定的测试对象。

第八步，取出测试结果，同电缆测试步骤类似。

## 8.6 光缆链路通用 T2 测试流程 (OTDR 补充测试)

$T2 = T1 + OTDR + \text{事件判断}$ ，T1 测试同上，此处介绍 OTDR 测试流程。

第一步，同电缆测试流程，设置任务项。

第二步，选择测试对象(单模/多模等)和测试判断极限值(有的 OTDR 需要手动设置)，视情选择手动/自动测试模式、是否双向测试、是否单端双向双光纤测试等。

第三步，选择插头与被测链路接口相同的发射补偿光纤和接收补偿光纤。发射补偿光纤选择其另一端与仪器测试接口一致(如果不一致，有些仪器可以更换 OTDR 测试端口)。清洁仪器测试端口和补偿光纤的端面。

第四步，设置补偿光纤基准：将发射补偿光纤插入 OTDR 端口，并将另一端与接收补偿光纤(用耦合器)短接。(多数仪器)在 SETUP 中选择“发射光纤+接收光纤”模式设置基准。执行测试，保存基准测试结果(用于从实测中扣除补偿光纤的参数)，拆开短接。

第五步，接入被测对象。将发射补偿光纤接入被测光纤的一端，接收补偿光纤接入到被测光纤的对端。

第六步：执行测试(方向 1 测试)。给出通过/失败判断。

第七步：保存测试结果。

第八步：将仪器连同发射光纤、接收光纤颠倒后接入被测链路。

第九步：执行测试(方向 2 测试)。给出通过/失败判断。

第十步：保存测试结果。

第十一步：导出测试结果至电脑。给出平均值通过/失败判断。

## 8.7 光缆端面检查(选项)

光纤端面检查一般使用光纤端面显微镜。

第一步，选择与被测光纤向对应的探尖安装在显微镜上。

第二步，根据被测链路类型，将被测光纤(插头)插入探尖。或者将探尖插入被测链路插座。

第三步，根据肉眼观察结果主观判定端面污损程度。

第四步：如果使用的是电子显微镜，可保存端面测试图像结果，主观判断是否合格。如果仪器支持 IEC61300-3-35 标准，则可以自动判断污损程度是否合格。

## 8.8 光纤测试报告合成(选项)

光纤 T2 测试结果包含 T1 测试(双向双波长双光纤)和 OTDR 测试结果，OTDR 双向测试加上平均值结果，共有三个结果，再加上端面测试结果，最多可能有12个测试结果。这些测试结果可能是分离的测试报告。为了存档、分析、管理方便，可以使用软件将这些测试结果自动整合成一个报告。

## 9 引用与参考标准名录

《电子信息系统机房设计规范》GB 50174

《电子信息系统机房施工及验收规范》GB 50462

《综合布线系统工程设计规范》GB 50311

《综合布线系统工程验收规范》GB/T 50312

《Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers》ANSI/TIA-942-A (2012)

## 10 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其它有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 附录 A: TIA942 冗余等级要求

第二级数据中心的第二个通信入口距离主用通信入口应至少 20米。而在第三级数据中心则需要有第二个进线室并且与主进线室距离 20 米以上, 并拥有独立的配电、暖通空调、防火设施。为了更高的灵活性, 主用及次用的维护孔与进线室之间可用线管进行连接。冗余性还可用通过采用第二家通信提供商来加强, 但第二家通信提供商提供的通信路由及采用的中心机房需要与主要提供商所提供的不同。

在机房内部, 当设备放置在不同房间时, 在这些房间设置相应的第二配线区域, 这样比仅采用集中的主配线区域更具实用性。采用不同路由的冗余水平与主干线缆可实现另一个层面的冗余。由于第二路由经过的路径可能比较长, 需要确认其不超过允许的最大传输距离。

在 TIA942-A 标准中, 数据中心不同等级在电信系统基础设施方面的要求如下:

数据中心通信基础设施	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4
布线、机架、机柜和线缆路径符合TIA标准规范	是	是	是	是
不同路由的运营商接入和最少20m一个隔离的维护孔设置	否	是	是	是
冗余的接入提供服务-多个接入提供者、中心办公室、接入提供者的通信优先	否	否	是	是
次要接入房间	否	否	是	是
次要分配区	否	否	否	可选
冗余的主干布线和路径	否	否	是	是
冗余的水平布线和路径	否	否	否	可选
路由器和交换机设置冗余的电源提供和处理器	否	是	是	是
设置多个路由器和交换机用于系统冗余	否	否	是	是
配线架、信息出口和线缆的标识依据ANSI/TIA-606-B标准要求, 机架和机柜的标识在前后两侧	是	是	是	是
跳线两端都需要标识, 且需要包含两端连接点的名称信息	否	是	是	是
配线架和跳线的连接文档记录需依据ANSI/TIA-606-B标准规范	否	否	是	是

附录 B: GB50174-2008 标准中的冗余要求

项目	技术要求			备注
	A 级	B 级	C 级	
机房布线				
承担信息业务的传输介质	光缆或六类及以上对绞电缆采用 1+1 冗余	光缆或六类及以上对绞电缆采用 3+1 冗余		
主机房信息点配置	不少于 12 个信息点，其中冗余信息点为总信息点的二分之一。	不少于 8 个信息点，其中冗余信息点不少于总信息点的四分之一。	不少于 6 个信息点	表中所列为一个工作区的信息点
支持区信息点配置	不少于 4 个信息点		不少于 2 个信息点	表中所列为一个工作区的信息点
采用实时智能管理系统	宜	可		
线缆标识系统	应在线缆两端打上标签			配电电缆宜采用线缆标识系统
通信缆线防火等级	应采用 CMP 级电缆，OFNP 或 OFCP 级光缆。	宜采用 CMP 级电缆，OFNP 或 OFCP 级光缆。		也可采用同等级的其它电缆或光缆
公用电信配线网络接口	2 个以上	2 个	1 个	

附录 C: ISO/IEC 24764 标准

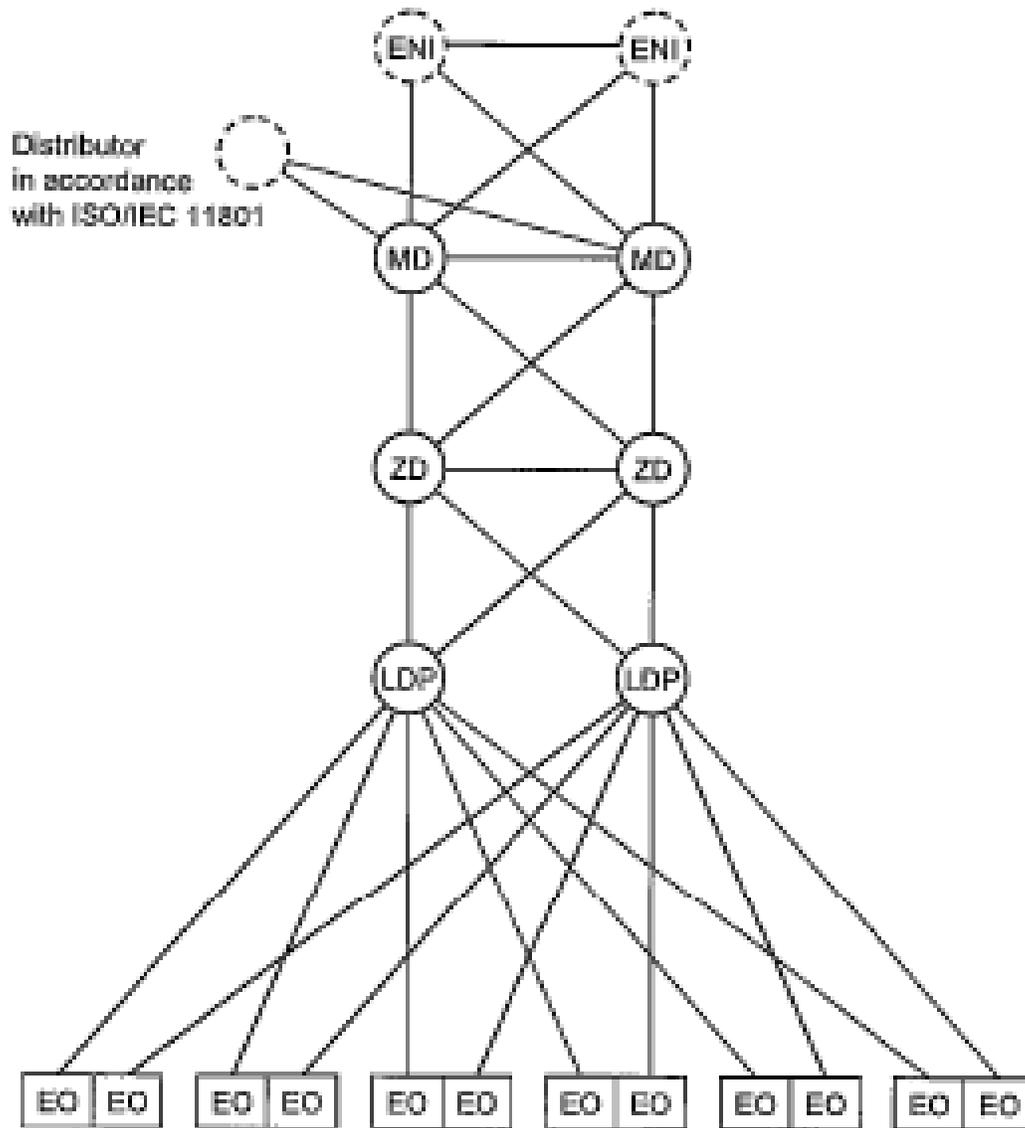


Figure 6 – Connection of functional elements providing redundancy

## 附录 D: 智能布线系统

智能布线系统是一套帮助管理人员管理综合布线的实时监控系统。它分为硬件、软件两个部分。硬件又分为无源硬件和有源硬件两个部分，无源硬件包括配线架和跳线，有源硬件部分包括管理设备。管理设备识别配线架和跳线的连接变化的从而形成实时的布线的拓扑结构，软件通过整合和分析从管理设备传输过来的信息形成数据库，并通过和网络内其它网络设备的通讯，最终形成从终端设备到网络设备的完整的网络拓扑结构。

传统布线系统的管理只能依靠手工对管理记录进行更新，设备和连接的改动往往很难在第一时间反应在管理文档中，造成很多误差的产生。智能布线管理的最大作用是弥补了网管系统在物理层管理监测中的不足，使甲方的管理人员能够实施 7 层网络协议的全面管理。

智能基础架构管理解决方案旨在为配线、跳线管理提供帮助。解决方案能够帮助各种组织应对日益增加的压力，用更少的资源、更快地完成 MAC 任务。

它的特点是：

- (1) 实时性-避免管理的时间延迟；
- (2) 逻辑性-避免管理的低效率；
- (3) 集中性-避免人力资源的过多投入；
- (4) 安全性-侦测非法设备的侵入；

在计算机的参与下，使结构化布线系统可实施、可管理、可跟踪，可控制。以降低管理成本，缩短故障定位，排错时间。

智能布线系统一种将传统布线系统与智能管理联系在一起的系统。通过智能布线系统，将网络连接的架构及其变化自动传给系统管理软件，管理系统将收到的实时信息进行处理，用户通过查询管理系统，便可随时了解布线系统的最新结构。通过将管理元素全部电子化管理，可以做到直观、实时和高效的无纸化管理。

电子/智能布线系统在数据中心的优势：

### 1. 增加网络安全

大量的网络安全工具被应用在内网和外网之间的保护，或是通过网络层对用户的数据包进行管理，而智能布线系统可以通过对网络系统的物理层即布线部分进行监控管理。这个特性填补了原来的监控空白区域，使得网络安全更上层楼。

### 2. 提高网络设备使用效率

数据中心是一个高密度的网络区域，如何高效的管理和应用好这么多设备，对于管理员是极大的挑战。智能布线系统通过实时的变更管理功能，辅助管理员摆脱大量的手工记录，更高效准确的实现日常运维管理。

### 3. 改善网络维护的效率

管理员在处理网络突发故障时，常常处于被动状态。发现和分析故障需要花费大量的时间和精力，很大程度影响到系统恢复的速度。智能布线系统可以做到主动实时监控，并且精准定位故障区域，让管理员可以直接切中故障根源，减少宕机时间。增加数据中心运营的可靠性，实现更高的 Tier 级别。