

## 目錄

- 第一章 傳統網路工程佈線系統與結構化佈線系統
  - 第一節 網路工程佈線系統
    - 一、引言
    - 二、區域網的拓樸結構
    - 三、傳統的網路工程佈線
    - 四、問題和解決問題的方法
  - 第二節 結構化佈線系統
    - 一、什麼是結構化佈線系統
    - 二、結構化佈線系統在網路和通信上的應用
    - 三、結構化佈線系統與傳統佈線系統的比較
  - 第三節 傳輸介質
    - 一、雙絞線
    - 二、同軸電線
    - 三、光纖光纜
- 第二章 網路佈線系統標準
  - 第一節 EIA/TIA-568A 標準
    - 一、標準制定的目的和要求
    - 二、EIA/TIA-568A 建議的拓樸結構
    - 三、EIA/TIA-568A 水平線纜
    - 四、主要電線
    - 五、UTP 連接硬體
    - 六、跳線
  - 第二節 ANSI/EIA/TIA-569 標準
    - 一、569 標準的主要內容
    - 二、環境通信佈線的最低要求
    - 三、佈線系統的連接方式
    - 四、電源線和通信電線之間應隔開的距離
  - 第三節 ISO/IEC IS 11801
    - 一、拓樸結構
    - 二、ISO 11801 線纜長度
    - 三、ISO 11801 傳輸媒介
    - 四、遮蔽線傳輸特性
    - 五、ISO 11801 鏈路特性
    - 六、直流環路電阻
  - 第四節 EIA/TIA-568A 與 ISO 11801 NEXT 和光纖特性的比較
    - 一、NEXT 的計算方法
    - 二、光纖特性的比較
- 第三章 結構化佈線系統的組成
  - 第一節 結構化佈線系統的基礎
    - 一、結構化佈線系統的位置
    - 二、佈線系統需要考慮的三個因素
    - 三、結構化佈線系統開放性和傳輸性能的保證
  - 第二節 結構化佈線系統的組成

- 第三節 結構化佈線系統的規劃參考
- 一、商業大樓電信佈線標準的技術要度
- 二、工作區子系統
- 三、水平子系統
- 四、主幹子系統
- 五、設備室子系統
- 六、建築群子系統
- 七、管理子系統
- 第四章 網路佈線系統產品選擇原則
- 第一節 用戶需求
- 第二節 保護投資
- 第三節 廠家對系統的保證
- 第五章 實施結構化佈線系統工程的步驟
- 第一節 佈線系統的設計
- 一、訊息點數的確定
- 二、管線設計
- 三、網路佈線系統圖
- 四、佈線系統配置清單
- 第二節 佈線系統施工和應交付的文件
- 一、佈線施工的主要內容
- 二、接地
- 三、佈線系統的文件
- 第三節 有關合約合約和材料驗收的建議
- 一、簽訂佈線系統合約的最佳時機
- 二、佈線材料的驗收
- 第六章 佈線系統的測試
- 第一節 銅線測試
- 一、TSB-67 規範
- 二、測試儀器的精度
- 第二節 測試文件
- 第七章 結構化佈線系統實例
- 一、用戶需求
- 二、主要組合的網路基礎結構
- 三、總行新大樓結構化佈線系統
- 四、對總行新大樓結構化佈線系統的說明
- 第一節 部為公大樓結構化佈線系統 (純數據應用)
- 第二節 大學校園網佈線

**附錄 A: 國外佈線產品主要供應商**

1. 美商朗訊科技 (Lucent Technologies)公司
2. 麗特網路科技公司 (NORDX/CDT)
3. 美商安普 (AMP) 有限公司
4. 法國阿爾卡特 (ALCATEL)公司
5. 英國 BICC 集團公司
6. 美國百通電線電線公司 (Belden Wire & Cable Company)

## 7. 西蒙 (SIEMON)公司 附錄 B：工具

### 第一章 傳統網路工程佈線系統與結構化佈線系統

#### 第一節 網路工程佈線系統

##### 一、引言

這裡，我們將要介紹，近幾年來，使用開放系統結構的方法，為電信和數據的佈線所開發出來的結構化佈線系統。

過去，當每個電腦製造商，開發出一種新的數據系統時，他們通常要為其特定的設備，設計一種新的佈線系統。這就導致最終用戶和安裝者，要面臨規劃、安裝、和維護許多不同要求的佈線系統。而這些不同的系統，往往又具有各種不同的技術和拓樸結構。當一個最終用戶，以一種電腦系統，改變到另一種系統時，通常要求重新佈線。當安裝新系統時，又要將新的線纜，增加到已有線纜中去，而使得一個用戶工作站，可能有幾種不同類型的線纜，使得佈線用的管道和導管空間，有可能被完全填滿，造成天花板超重、和發生火災的危險性。電信室中的佈線記錄文件，變得又多又亂，以致無法使用。

如果某個用戶，擬將規劃新的設計，使建築物能夠接納絕大多數類型的電腦和電信系統，那是很困難、並且造價也是很昂貴的。

作為例子，我們來看看一家藥品公司，它的許多職員，在大樓中要經常移動並使用不同的數據系統，而每職員工作站區，有一個 14 英寸寬的壁板，該壁板上提供：一個 RS-232 連接、一個 IBM 數據連接器、一個 RG-62 同軸 BNC 連接、一個 Thinnet 接頭、兩個 ST 光纖端接、兩個 RJ-45 模組化插座、一個 RG-59F 同軸連接器等等。在電信室中，類似的這種混亂更是驚人！

在主電腦世界中。阻抗匹配(Balun)技術被研制出來，以置換昂貴的同軸電線，這樣就能用電話類型的線纜、或無遮蔽雙絞線(UTP)，去連接主機設備。模組化的電話類型的插頭和插座，容易安裝且費用低，於是在每個用戶區，拉兩條 UTP 線就行了。一條用於聲音(電話)連接，一條用於數據(電腦)連接。這種技術，很快就流行起來，並有許多廠家為區域網，開發了連接各種設備的阻抗匹配器(Baluns)、或適配器(Adapters)。

通常一個區域網運行，在更高的數據速率上，要求比主機有更多的頻寬，於是開發出了，增強數據等級的 UTP 線和連接設備。

電信工業在 1985 年，發生了巨大的變化。以模擬聲音傳輸(POTS)，到在 UTP 上傳輸 100Mbps 的數據信號，許多廠家爭相開發，允許傳輸這種數據信號的產品。同時，電信工業和電腦工業，並要求新標準出台。

在美國國家標準研究學會 ANSI (The American National Standards Institute)的指導下，EIA 電子工業協會和 TIA 電信工業協會，組建了一個工作組，命名為 TR-41，目標是開發標準。這些標準，將保證數據和電信設備的用戶與製造商，將其終端或其它設備，連到大樓的通信佈線系統時，能準確無誤地工作。後來這些標準，得到完善發展，形成了現代建築群結構化的佈線系統。

結構化佈線系統的產生，並非源於大樓的建設，而是與電信發展有關。隨著電話和電腦網路的發展，大樓內的電話線和數據線纜越來越多，必須要有一套完善可靠的佈線系統，能對這些成千上萬的線纜集中管理和終接。

當今結構化佈線系統，主要有兩大標準：

一是北美的標準 EIA/TIA-568A，是 1985 年，在美國開始制定的。經過 6 年的努力，於 1991 年形成第一版 EIA/TIA-568，後經過改進，於 1995 年 10 月，正式修訂為 EIA/TIA/568A。

二是國際標準，即 ISO/ICE 11801。1998 年開始研究工作，1994 年發行最終版本。

作為一種能夠建立訊息技術網路，可靠基礎的結構化佈線系統，乃有關電信佈線的標準，已獲得國際上的認可。

以國內的情況看，高過兩位數的經濟增長率，推動著我國建築及房地產業的迅速發展，許多政府部訂的辦公大樓、和各種大型商用高屋建築，如雨後春筍般，紛紛拔地而起。很多單位將其網路戰略，建立在區域網上，要求在大樓內，提供支持話音和數據的結構化佈線系統。我國的各標準化組織，也正在總結工程實踐的經驗，參考國際有關標準規範，制定出適合台灣的規範。

## 二、區域網的拓樸結構

網路中各個工作站點相互連接的方法和形式，稱為網路拓樸。構成區域網的拓樸結構有很多種。主要有總線拓樸、環型拓樸、星型拓樸以及混合型拓樸（星型佈線的環，屋次的星型或樹型）。這些不同拓樸結構各有優缺點，下面進行簡單的介紹。

### 1、總線拓樸

參看圖 1-1

圖 1 - 1 總線拓樸

總線拓樸結構網路，與普通的多點鏈路相似。因為所有節點，都與同一條電線相連。總線的兩個端點，必須要端接，以免數據信號，與線路的開端，把回波反射回網路。總線一般為同軸電線，要通過“分接點”(terminator)的接口，進行傳輸。總線設計時，要遵守長度限制及分接點數量的限制。

總線要求全雙工介質，以使其中的信號，能在兩個方向上流動。

### 2、環型拓樸

參看圖 1 - 2

圖 1 - 2 環型拓樸

環型網路中的各個節點，均通過點對點，鏈路連在一起，構成連續不斷的環。每兩個相鄰節點，均用電線連通。一切報文訊息，均沿此環，依次以一個節點，傳送到下一個節點。全部訊息均需通過，在發送點和接收點之間的所有各中間

節點，並由中間節點，再生轉發。

### 3、星型拓樸

參看圖 1 - 3。

圖 1 - 3 星型拓樸

星型拓樸網路，具有集中的網路硬體(如電話星型網中的 PBX、10 Base-T、和 100 Base-T UTP 星型網中的乙太網集線器)，並由中心的網路硬體，實施集中控制。所有網路節點，均以點對點連接方式與集中的網路硬體相連。

### 4、總線和星型組合的拓樸

參看圖 1 - 4。

圖 1 - 4 總線和星型組合的拓樸

總線和星型拓樸的組合，能集中二者的優點。通常用 UTP 乙太網來實現。設備以星型佈線，連到最近的集線器(Hub)，然後多個星的集線器(Hubs)通過總線或主幹互聯起來。

### 5、星型佈線的環

參看圖 1 - 5。

圖 1 - 5 環型和星型組合的拓樸

環型星型組合的拓樸，與 IBM 的令牌環拓樸相似。為了形成環，要求網線連到每個設備：一條線連到環上的下一個設備，另一條線連到環上的前一個設備。這些線拉到一個中心佈線點，以建立星狀。

### 6、屋次的星型或樹型

參看圖 1 - 6。

圖 - 1 - 6 屋次的星型

屋次的星型或樹型，通常與區域網的協議有關，允許有效的集線器(Hubs)，成為“級連的”。較低屋的星，由一個 Hub 來建立，且 Hub 如同上一屋的節點一樣。

下面 1 - 4 1 中示出，傳輸個質與基本網路拓樸結構的關係。

表 1 - 1 傳輸介質與網路拓樸結構的關係

介 質	基 本 拓 樸 結 構		
	總線	環型	星型
雙絞線	X	X	X
基帶同軸電線	X	X	

寬頻同軸電線	X		
光 纜	X	X	X

注：X 表示可用的介質

### 三、傳統的網路工程佈線

電腦網路系統，包含了網路體系結構，傳輸介質、和拓樸結構。一般來說，在總體的電腦網路體系結構確定之後，佈線系統的基本構架也就敲定了。譬如採用 FDDI 網路技術，作校園網主幹，在目前就必然要使用光纖，作為傳輸介質。但值得注意的是，同一種網路體系結構，也可能有多種介質作為支持，如乙太網 802.3 協議，則有粗同軸電線、細同軸電線、雙絞線等多種實現方法。如下面的圖 1 - 7，傳統乙太網粗同軸佈線。其中距離的網段，可採用光纖。在圖 1 - 3 8 中，說明包含粗、細同軸、UTP (無遮蔽雙絞線)，STP (遮蔽雙絞線) 的傳統佈線的乙太網。

圖 1-8 包含粗、細同軸、UTP、STP、的乙太網傳統佈線

以拓樸結構來說，總線和環都用於電腦網路環境，而星型則同時適用於電話和電腦通信。

傳統網路佈線最主要的問題是：佈線系統依賴於所連接的設備，不具有開放性。設備在哪裡，線纜就鋪設到哪裡。再有，不同類型的設備和網路採用不同類型的傳輸介質。如：

IBM 3270 採用 RG62 電線；

HP、DEC、DC 的電腦採用 RS232 電線；

乙太網採用 RG11、RG58 電線，10Base-T UTP 電線等；

IBM 廠牌環網採用 IBM 的 STP 纜；

AS400 採用 IBM 雙芯同軸電線等等；

傳統網路佈線存在的主要問題有：

①佈線如麻，很難管理

傳統佈線設計複雜，各系統互不關聯，不能兼容，需分別獨立設計。

我們在表 1-2 中列出佈線費用的參考值。

表 1 - 2 佈線費用的參考

系統類型	佈線類型	費用系數
PBX	配線(UTP)	1.0
RS-232-C	22-Gage	1.96
同軸電線	RG 58	2.25
乙太網	乙太網同軸電線	3.57
IBM 令牌環 (token-ring) 電線系統	STP 型連接“接線盒”	3.59
	STP 型連接“電腦”	

註：取材於《電腦網路協議，標準與接口》(美國 U . 布萊克著)

表 1-2 中的數字包括配線的費用、配線上插頭座的費用以及鋪設配線，進行連接的勞動費用。這些數字並非具體金額，而是費用的比例系數。系數 1 是基準費用。比例系數大於 1 或小於 1 表示比基準費用高或者低。

#### ②傳統佈線活性差，不能保護投資

傳統佈線移動和增加設備困難。根據經驗，在綜合性辦公大樓中，每年約有 35%到 50%的用戶需要變動位置。無法預估和預留將來出現的新設備型號。當用戶位置變動或改用新設備時，都要重新佈線，佈線時還會破壞裝璜結構，造成很大浪費。

#### ③占用大樓面積多，建設成本高

在傳統佈線中，電話電腦管道分別建設，一般都使用獨立的豎井。同軸電線粗大，需要很大的管道容量。這些都要占用更大的面積，從而降低了大樓的有效使用面積，增加了大樓的建設成本。

#### ④傳統佈線的可靠性差，且不易維護

傳統佈線缺乏統一的標準和傳輸介質，更缺乏統一的標準插件，多採用焊點接續，佈線系統的品質不易控制。必須由經驗豐富的技工施工，才能保證質量。客戶或使用者則無法自行維護和管理，維護和管理費用很大。

#### ⑤電話、電腦訊息點不具備通用性

電話、電腦的訊息點通常在不同位置，使用的傳輸介質、訊息出口各異，故預估未來的使用方式不易，更不能互換使用。

在傳統的建築設計中，主要考慮強電的佈線，弱電部分最多只考慮電話，電腦網路的佈線則不在考慮範圍之內。往往到了建立電腦網路時，再考慮佈線問題，然而導致二次甚至是多次施工。而不同的電腦廠商網路採用的材料也各不相同，這使得系統的擴充和不同系統間的互聯受到了極大的限制。

由於電腦網路在建築物已完工之後建設，故其佈線系統往往採用明線方式，使辦公環境顯得極為混亂，降低了電腦網路系統的穩定性，也使維護和管理工作極為複雜。一個企業往往要配備一個廣大的資訊部門，專門負責保證系統的正常運行。

### 四、問題和觸決問題的方法

#### 1. 問題歸納

將 1.3 中的問題概括起來是：網路佈線系統，必須適合近期和遠期的需要。傳統的方法，是用設計和設備佈線解決方法，去適應特殊設備需要。聲音傳輸網路習慣用無遮蔽雙絞銅線作為傳輸介質。另一方面，像 IBM 3270、IBM 3X-AS/400 系統、乙太網及令牌環(token-ring)等一些數據網，通常使用無遮蔽 / 遮蔽雙絞線、同軸線及光纖，當系統和服務器改變時，佈線也要改變。這些使得建築物內的網路管理和安裝複雜，而且使成本增加。

#### 2. 解決問題的方法

人們希望有一種方法，能支持所有的網路傳輸需要。一種能長期支持各種服務（聲音、數據、區域網、模擬和影像）的網路。

結構化佈線標準源於設計和安裝數據、聲音的佈線系統。適合獨立安裝，多種邏輯拓樸的靈活需要，且易於移動、更改和降低成本。最終縮短了用戶的投資利潤回報時間，延長了系統壽命，且每一次更改節省 60%到 80%的成本。

結構化佈線系統由 ISO/IEC、TIA/EIA 和 CSA 標準認證。

## 第二節 結構化佈線系統

隨著資訊技術的發展，電腦網路系統自然會和傳統的電信傳輸網路結合起來，在建築物中構成統一的結構化佈線系統。結構化佈線系統及有關電信的標準已獲得國際上的認可。這一趨勢是技術發展的必然結果，能夠提高投資效益，使得安裝和維護工作更加簡單、有效，提高了傳輸系統的質量和靈活性。

### 一、什麼是結構化佈線系統

為了使建築物內的佈線系統得到統一，美國電子工業協會(EIA)制定了商用建築佈線標準 ANSI/EIA/TIA-568A 及其它相關標準。在以下幾方面制定了相應的規範：

- 規範一個通用話音和數據的電信佈線標準，以支持多設備、多用戶的環境；
- 為服務於商務事業的電信設備和佈線產品的設計提供方向；
- 能夠對商用建築中的結構化佈線系統進行規劃和安裝，使之滿足用戶的多種電信要求；
- 能和種類型的線纜、連接件以及佈線系統的設計和安裝建立性能和技術標準。

圖 1-9 中是基本的結構化佈線系統之例。

圖 1-9 基本的結構化佈線系統之例

標準規定的結構化佈線系統針對的是“商業辦公”電信系統。規定了所用介質、拓樸結構、佈線距離、用戶接口、線纜及連接件性能、安裝程序、鏈路性能。

結構化佈線系統是一個模式化的，並且是靈活性極高的建築物電信佈線網路。它能連接話音、數據、圖像以及各種用於樓宇控制管理的設備與裝置，其目的就是利用這種佈線網路的特點，來滿足使用者不斷變化的需要，同時幫助管理者簡便、廉價、無損地作任何變動，儘可能減少長期用於建築物的花費。一個結構化佈線系統的使用壽命，要求是 10 年以上。

#### 1. 結構化佈線系統的層次星型拓樸結構

結構化佈線系統採用模式化設計，易於配線上的擴充，在物理結構上，採用分級的星型分佈，以利於數據的採集及訊息的傳遞。

結構化佈線系統的層次星型拓樸結構，是通過交叉連接實現的。所有的水平佈線 UTP 以工作區(WA)到電信室(TC)。在工作區端接在 8 位置的 RJ-45 模組化插座上，到電信室 TC 端接在 TC 中的水平配線板上。主幹佈線將由 TC 電信室引至中間交叉連接(IC)或直接引到主交叉連接(MC)，所有的 IC 主幹線將引至 MC 端接。在 TC 和 MC 之間只允許有一個 IC。

#### 2. 構成結構化佈線系統的材料

構成結構化佈線系統的材料包括以下幾大類：

- 各類傳輸介質；



- . 各類介質成端設備（端接設備）及端子；
- . 連接器；
- . 適配器；
- . 各類插座、插頭及跳線；
- . 電氣保護設備。

### 3. 結構化佈線系統是完全開放的系統

結構化佈線系統與傳統佈線系統的最大差別，在於結構化佈線系統與它所車接的設備相對無關。參看圖 1-10，適應各種網路的結構化佈線系統之例。

結構化佈線系統是先將佈線系統鋪設好，然後根據所接設備情況調整內部跳接及互聯機制，選用合適的適配器，使之適應設備的需要，因此同一個接口可以連接不同的通信設備，譬如電話、終端或 PC，甚至可以是主機、工作站等。也可支持不同的網絡設備，如乙太網 Hub、交換機、令牌環(token-ring)、FDDI、ATM 及路由器與遠程網相連等等。因此，結構化佈線系統是一個完全開放的佈線系統。

## 二、結構化佈線系統在網路和通信上的應用

下面簡單介紹結構化佈線系統在網路和通信上的應用，並與傳統佈線系統進行比較。

### 1. IEEE 802.3 乙太網，10 Base-T 乙太網

#### ①乙太網傳統佈線(IEEE 802.3 的 10Base-5 和 10 Base-2)

最初的乙太網是進行在總線拓樸中的 50 粗同軸電線上。這條主幹線（或總線）的每一端要認真的端接，以便能在正確的波長上反射廣播信號。該線只能在指定的點上抽頭，並在纜的外皮上標記以符合系統的波長。此系統在線中進行，如同無線電(RF)廣播系統，要求有收發器（接收器 / 發送器），以允許單個的設備接收和發送數據。

圖 1-10 適應各種網路的結構化佈線系統之例

乙太網的細纜標準引入了 RG-58 細同軸電線，該纜可在任何點上，用一個 BNC-T 連接器接頭。收發器則放在 NIC（網路接口卡）上，NIC 插入工作站中，並允許直接連到 RG-58 總線上。

乙太網傳統佈線是以粗細同軸電線為基礎的，且拓樸結構為總線。這種佈線造價高，且不可避免地會出現由於總線損壞，而造成的網路癱瘓。

#### ②10 Base-T 乙太網路的結構化佈線

10 Base-T 是 IEEE 802.3 標準中針對無遮蔽雙絞線上工作的 10Mbps 乙太網的一個標準。針對早期建立在同軸電線(10 Base-5, 10Base-2)上的乙太網，10 Base-T 的好處在於：能夠利用現有的建築系統，費用低，能夠避免由於總線損壞而造成的網路癱瘓。能夠按照 ANSI/EIA/EIA-568A 標準佈線。參看圖 1-11。

圖 1-11 乙太網結構化佈線

## 2. IEEE 802.3U 100 Base-TX 快速乙太網結構化佈線

IEEE 為 100Mbps 乙太網建立了一系列標準：100Base-TX、100 Base-FX 和 100 Base-T4。

100 Base-TX 針對的是工作在 2 對五類 UTP 佈線系統上的網路，100 Base-FX 針對的是工作在兩根光纖上的網路，100Base-T4 是針對工作在 4 對三類四類 UTP 或 STP 佈線系統上的網路。

結構化佈線系統完全支持快速乙太網，參看圖 1-12。

圖 1-12 快速乙太網結構化佈線

## 3. 令牌環(token-ring)結構化佈線

令牌環(token-ring)最早是 IBM 在 150 遮蔽雙絞線，或 TYPE 1 線纜基礎上設計的。由於使用無遮蔽雙絞線是目前的發展趨勢，以及 802.5 標準的建立和 TYPE 1 線纜的價格昂貴等原因，設備製造商不得不開始製造能夠安裝在 100 UTP 上的產品，今天，在四類無遮蔽雙絞線使用 4/16Mbps 令牌環(token-ring)，已經非常普遍。

令牌環(token-ring)是一種環型拓樸結構。在結構化佈線中，令牌環(token-ring)通過網路的每個節點都採用星型連接，然後與一個被稱作是多點訪問單元，即 MAU 的總線相連。這種系統在 8 位置資訊插座中，使用了 4 個中心位置。處於工作狀態的設備，向 MAU 發出信號，以指示它們的存在。如發生故障或掉電，將被識為短路或脫環。

令牌環(token-ring)網也能採用結構化佈線系統，如圖 1-13 所示。

## 4. TP-PMD(TP-DDI)結構化佈線

最初開發的 FDDI 技術，主要用來作為區域網互聯的高速主幹。後來由於桌面系統應用，要求更高的頻寬。如，大文件（文件的視頻影像）的高速傳輸。TP-PMD 結構化佈線系統應運而生。TP-PMD 即雙絞物理層標準(ANSI X3T9.5)，目前正在制定過程中，這一標準將允許 FDDI 網路在雙絞線上運行。建立這一標準的目的，是建立一個高性能、多站點的網路。網路協議被設計為能夠使用雙絞線作為傳輸介質，在鏈路長度不超過 100 米的 100Mbps 星型連接令(TP-DDI)的結構化佈線。

圖 1-13 IBM 令牌環(token-ring)區域網結構化佈線

圖 1-14 TP-PMD(TP-DDI)結構化佈線

#### 5. ATM 主幹支持的 ATM 乙太模擬結構化佈線

同步傳輸模式(ATM)是一種用於高速、寬頻、高密度通信的新興的網路標準。ATM 論壇建立了一個工作組，其目的是確定用於連接工作區設備與 ATM 交換設備的物理介質。目前對 ATM LAM 傳輸速率的目標有三個：25Mbps、51Mbps 和 155Mbps。為這一個系統推荐的介質是三類 UTP、五類 UTP 和多模光纖。

ATM 論壇希望批准多種用於 ATM 網路的數據傳輸速度和傳輸介質。使用 4 對五類 UTP 佈線系統的方法獲得推荐，因為它可以支持所有銅線 ATM 網路。這種網路將使用星型連接方式，鏈路長度不超過 100 米。

目前到桌面的網路多是乙太網的，故 ATM 論壇又開發了乙太網 LAN 模擬協議 LAN E。ATM 設備主要用於速主幹。參看圖 1-15 的 ATM 主幹和乙太網模擬結構化佈線。

圖 15 ATM 主幹支持的 ATM 乙太模擬結構化佈線

#### 6. IBM 3270 結構化佈線

IBM 3270 是一個訊息通信系統，它由多種外接設備、終端、控制器、多路調制器和線槽附加單元組成。一個控制器，最多可連接 32 台設備。它使用 IBM 的系統網路結構(SNA)，通信速度不超過 2.358Mbps。控制器和設備之間，一般用 930 RG62 A/U 同軸電線連接。在結構化佈線系統中，可用三類或五類無遮蔽雙絞線，加上阻抗匹配器(Balun)來實現連接。阻抗匹配器(Balun)用於 930 同軸電線與 1000 UTP 雙絞線間的轉換。圖 1-16 中示出了 IBM 3270 結構化佈線。

#### 7. AS/400 和 System/3x 結構化佈線

IBM 5250 系統運行，在 IBM 的系統網路結構(SNA)中，包括 AS400、系統 36 和 38(System/3x)中等規模的主電腦。IBM AS/400 和 System/3x 最初設計能夠在遮蔽雙絞線上工作。控制單元上的每個端口可以支持 7 個鏈環終端設備。今天，很多工程使用阻抗匹配器(Balun)，並通過使用無遮蔽雙絞線進行數據傳輸，水平佈線系統採用星型拓撲結構，與“星型總線”相連，“星型總線”將每個控制器端口與七個站點分隔。圖 1-17 中示出了 IBM 5250，基於遮蔽雙絞線系統 AS400、系統 36 和系統 38 的結構化佈線。

圖 1-17 IBM 5250, 基於遮蔽雙絞線系統 AS400 系統 36 和系統 38 的結構化佈線

#### 8. RS-232C, ASYNC ( 同步通信 ) 系統的結構化佈線

RS-232 使用 DB-25 連接器, 用來連接非智慧能終端。RS-232 的 DB-25 雖然提供 25 個有源的引腳, 但絕大部分的應用要求少於 8 個引腳, 然而可以經由 8 位置模組化插頭和插座來運行。對 RS-232C 和同步通信也能使用結構化佈線。參看圖 1-18。

圖 1-18 支持 RS-232, ASYNC 結構化佈線

#### 9. 支持 ISDN 的結構化佈線

ISDN 綜合業務數字網路, 是一個允許在數字網路的同一頻道上, 進行聲音、數據、傳真通信和圖像傳輸的標準。它按照 TIA 568A/TIA 568B 佈線標準, 定義了一個 8 位置的模組化插座。數據通道在一個標準的 T1 專線 ( 在美國: 1.544Mbps, 在歐洲: 2.048Mbps ) 上工作。

網路終端設備為 ISDN 服務提供了通道, 網路終端設備可能包括: PBXS、集束控制器、數字電話和數據終端。圖 1-19 是支持 ISDN 的結構化佈線。

圖 1-19 支持 ISDN 結構化佈線

### 三、結構化佈線系統和傳統佈線系統的比較

隨著科學技術發展和電子產品的網路化、多媒體綜合發展, 特別是“資訊高速公路”(實質上是高速資訊電子網路)的開發應用, 已將全芯界範圍的遠程數字通道逐漸變成現實, 而結構化佈線系統是“資訊高速公路”的分支點。

電信的傳遞資訊已不僅僅是語音傳遞, 它還要包括數據和圖像的傳道, 對資訊的傳輸速率、資訊頻寬等提出了空前的需求。

另外, 在大樓內, 成百上千的機構在不同的區域內辦公, 會出現各種不同的需求, 機器設備的型號、接口、對網路的要求都各不相同, 網路線纜更是種類多樣, 如使用結構化佈線系統, 問題就簡單了。在大廈建設的開始就通盤考慮佈線問題, 大樓建好後整個公佈線系統也隨之建成, 在需要設備的地方預留資訊出口, 使用時只需將適配器插入資訊插座, 另一頭插入設備中, 在各配線板(配線架)上作一些簡單的跳線即可。而且, 結構化佈線作為各個系統的公共佈線, 極大地增加了系統的開放性, 為進一步系統集成打好基礎。

下面在表 1-3 中，說明結構化佈線系統與傳統佈線系統的比較。

表 1-3 結構化佈線系統與傳統佈線系統的比較

結構化佈線系統	傳統佈線系統
一套統一的綜合系統，連結圖、文、聲、數、像	多系統、多網路，各系統獨立，互相間無聯繫
現在、將來兼容了多廠商產品集成兼容（僅需加相關的適配器或連接器），搭配方便	系統一旦確定，就不能設備兼容，也適應不了發展的需要，不可能做到將來的兼容
移動、搬遷、改變等很方便，只需將設備插到另一個資訊插座(I/O)，需要時可在管理子系統中作相應的變動	移動、改變或升級時，將牽扯整個佈線的改變，有關更動甚至不可能實現
終端硬體可根據需要改變，並配置相應的配件，但線路可不變並可靈活搭配	硬體變化，佈線也需改變
能滿足各類層次用戶的需要，可選擇等級	一旦確定，不能選擇等級
隨著時間的推移和科學技術的發展，系統的性能價格比更有效益；所含系統的數量越多，初始投資相比之下可降低	隨著時間和科學技術的發展，系統的性能落後，因此性能價格比更低；系統設置得越多，初始投資越高

結構化佈線系統越來越被認同，並且在工程中應用，這主要是因為它有優越的兼容性、開放性、可靠性、前瞻性和較好的經濟性。一個建築產品的經濟性，應以出資和性能價格比來衡量。建築物的承建者，希望所採用的設備一開始就具有很好的使用特性，而且還存有一定技術儲備，也就是說，今後的若干年裡在不需增加投資的情況下，仍能保持建築物的先進性。就結構化佈線和傳統佈線相比，前者具有良好的投資特性又具有較高的性能價格比。因此，近些年來在國內外已被廣泛採用，特別是對出租性高檔辦公室、貿易中心、銀行金融機構，及政府辦公樓等建築，更應採用結構化佈線系統。

### 第三節 傳輸介質

傳輸介質是網路中各節點之間的物理通路或信道。傳輸介質分為有界介質（導線、電線等等）和無界介質（無線電、微波等）兩類。我們這裡只集中介紹有界傳輸介質。在局部網路中，常用的有界傳輸介質，包括雙絞線、同軸電線和光纖。

傳輸介質的特性對網路數據通信品質有很大影響，這些特性是：

- 物理特性：說明傳輸介質的特性；
- 傳輸特性：包括使用模擬信號，發送還是數字信號發送、調制技術、傳輸容量及傳輸的頻寬率範圍；
- 連通性：點到點或者多點連接；
- 地理範圍：網上各點間的最大距離，能用在建築物內、建築物之間或擴展到整個城市；
- 抗干擾性：防止噪音對傳輸數據影響的能力；

· 相對價格：以元件、安裝和維護的價格為基礎。

有關建築物結構化佈線系統的傳輸性能及各種標準，在第二章網路佈線系統標準中作詳細介紹。

### 一、雙絞線

雙絞線是傳輸模擬和數字信號最常用的介質形式。雙絞線由兩根絕緣導線互相絞合而成。圖 1-20 中示出了雙絞的線對。雙絞線有無遮蔽雙絞線和蔽雙絞線兩類。

圖 1-20 雙絞的線對

雙絞線中的電導體是銅導體。銅導體採用的是 AWG 的標準，即美國線規尺寸系統，參看表 1-4 導體線規。

表 1-4 導體線規

AGW (美國線規)	毫米	英寸
19	0.9	0.0359
22	0.64	0.0253
24	0.5	0.0201
26	0.4	0.0159

在無遮蔽雙絞線 UTP 中採用的是 AWG24, 直徑為 0.5 毫米的銅導線形式。銅導線外要有絕緣層，最常用的絕緣層是 PVC (聚乙烯化合的氯化物) 層。

#### 1. 無遮蔽雙絞線 UTP

最常用的雙絞線稱為無遮蔽雙絞線 - UTP。它的廣泛使用是因為其價格便宜、容易安裝，以及在網路中與網路設備 (集線器、交換器、路由器等) 的連接很方便。

##### ① UTP 線和 UTP 快接式跳線的類別

近 5 年來，數據通信和區域網路的發展，對連接到桌面的線纜，有極高的要求。線纜必須能夠支持各種傳輸速率。

ANSI/EIA/TIA 568 與 TBS-36，一起建立了 UTP 電線的類型 (級別)。一共有 5 個級別的 UTP: Cat. 1 UTP、Cat. 2 UTP、Cat. 3 UTP、Cat. 4 UTP 和 Cat. 5 UTP。

注意：在 1991 年的 ANSI/EIA/TIA 標準中，已不再承認 Cat. 1 UTP 和 Cat. 2 UTP。

針對這 5 種級別的 UTP，簡單介紹如下：

##### 1) Cat 1 UTP

- 採用 1000 22-24 AWG 實芯導線的雙絞對；
- 其性能適用於音頻和低速數據(20Kbps)的應用。

##### 2) Cat 2 UTP

- 採用 1000 24 AWG 實芯導線的雙絞對；
- 其性能適用於音頻和小於 4Mbps 的數據應用。

##### 3) Cat 3 UTP

- 採用 1000 24 AWG 實芯導線的雙絞對；
- 其性能適用於音頻和 10Mbps 的數據應用 (如：乙太網和令牌環網)。

#### 4) Cat 4 UTP

- 採用 1000 24 AWG 實芯導線的雙絞對；
- 其性能適用於音頻和 20Mbps 的應用（如：16Mbps 的令牌環網）。

#### 5) Cat 5 UTP

- 採用 1000 24 AWG 實芯導線的雙絞對；
- 其性能適用於音頻和 100Mbps 的數據應用（如：高速以乙網、TP-DDI、155Mbps 的 ATM 和 100VC 等）。

在結構化佈線系統中主要採用 Cat 3 和 Cat 5 的 UTP。用於水平佈線的多是 4 對 100 的 UTP，用於主幹可有大對數（25 對，50 對，100 對等）的 1000 的 UTP。

#### ◎UTP 線的性能參數

影響網路信號的重要參數如下：

##### 1) 特性阻抗(Impedance)

簡言之，特性阻抗是電線對高頻信號的負載阻抗。一般而言，電線的特性阻抗，在整條電線上應是一個常數。電線上任何一點所引起阻抗的突然變化，會產生“反射”。最嚴重的例子是開路或短路，它們會產生全反射。對於雙絞線，當電線和 8 芯接頭相連接，進行了過多的反繞時，也會產生特性阻抗不匹配。

##### 2) 近端串接(Near End Cross Talk-NEXT)

如在乙太網中，雙絞線中至少要用到兩對線。一對用於發送，一對用於接收。串接是指一對線對另一對線的影響程度。見圖 1-21 所示。

由圖 1-21 中看出，串接是指沿著一對導線傳輸的信號中的部份“洩漏”到相鄰另一對導線上。連接的串接 NEXT 參數，不但取決於電線本身的性能，而且沿連接通路的接收器，包括最終連接頭，以及製作連接時的技術水平（接頭處線纜被剝開失去雙的線對長度）對它也有很大影響。普遍使用的 RJ-45 標準插頭和插座對連接的 NEXT 影響很大。這正是標準工作組遇到的技術難題之一。

圖 1-21 近端串擾效應

當制定區域網如乙太網標準時，就已經確定了信號在電線中，傳輸時所需的最長時間。如果電線過長（PC 或 PC）就會產生延遲碰撞。所以 UTP 都有長度的限制：最長 100 米（集線器和 PC 之間）。

##### 4) 衰減(Attenuation)

衰減是信號通過一段電線後，幅度減少的程度。如圖 1-22 所示。

圖 1-22 衰減效應

電線越長，信號頻率越高，其衰減越大，即信號的損失越多。網路的標準中，規定了可以容忍的最大的信號損失。所以要保證電線的衰減，在規定的指標之內。同軸線所引起的衰減，比雙絞線要小，所以它造成的影響不很嚴重。通常在星型拓樸的結構化佈線系統中，雙絞網路中的衰減，只影響一個用戶，如果衰減指標，還不到規定的要求，就可能會有如下問題：

- 網路速度下降；
- 間歇地發現找不到服務器。

#### 5) 噪聲(Noise)

在所有通信系統中，電線中的噪聲都可能引起問題。有兩種噪聲要考慮：脈沖噪聲和連續的寬頻噪聲。這兩種噪聲和近端串擾沒有關係。有一點應該認識到，即區域網的電線，可以看作是天線一樣，它會從白熾燈、馬達或其它電力設備上感應脈沖噪聲。這些噪聲源的影響也必須要考慮到。

#### 6) 信號噪聲比(ACR)

信噪比 ACR 是一個重要的參數，實際上是代表資訊傳輸的通頻帶，這條通頻帶越寬，資訊通過就越容易，而又不會受到干擾。

信號噪聲比是在特定頻率下的一百米內，近端串擾與相同頻率一百米內的衰減這兩者之間相差的結果。

信噪比(dB) = 近端串擾 / 100 米(Db) - 衰減 / (dB)

在圖 1-23 中以 Cat. 5 UTP 為例，示出近端串因衰減和信噪比隨頻率(MHz)變化的曲線。

### 圖 1-23 Cat5 UTP 的性能

概論是傳輸模擬數據還是數字數據，最普通的傳輸介質是 UTP。在一個建築物內連接所有電話機的佈線就是 UTP。UTP 是由按規則螺旋結構排列的兩根絕緣線組成，線是銅質的。銅線可以提供良好的傳導率。把各個線對扭在一起可使各線之間的電磁干擾最小。

在一束線中的相鄰線，對使用不同的扭曲長度可提高抗干擾性。由於生產技術提高，所以 UTP 產品的性能也提高了，特別是 Cat. 5 UTP，傳輸特性可達 100MHz，傳輸速度可達 100Mbps。

## 2. 遮蔽雙絞線

在 TIA/EIA 568A 標準中，“遮蔽”的定義是附在導體周圍的金屬層，這種描述既適用於同軸，也適用於雙絞線。

目前有兩類遮蔽雙絞線，一類簡稱為“STP”，它的線對具有各自的遮蔽層。STP 是指 150Ω 的遮蔽雙絞線，如 IBM 的遮蔽雙絞線。另一類被稱為 FTP(Foiled Twisted Pair)，它採用整體遮蔽結構。TIA/EIA TSB 定義的 FTP，是指 4 對 100Ω 具有至少一個整體金屬薄層，和至少一條鍍錫的與遮蔽層接觸的銅導線。

為什麼要遮蔽？

採用遮蔽系統最基本的兩點是：

①減少電磁輻射，即減少佈線系統輻射的能量和干擾。

②提高抗電磁干擾的能力，或者減少干擾和入侵，線對單獨遮蔽的線纜還具有抵抗線對間串擾的能力。



在許多國家，包括美國和歐洲的一些國家，法律對電磁輻射有明確的規定。如在美國，聯邦通信委員會(FCC)規定了電子設備，可以輻射出能量的最高限度；歐洲標準 EN55022，也規定了限制電子設備所發散的電磁波強度和度量方法；歐共體成員國的法律，也規定了對抗干擾的要求。如圖 1-24 所示。

圖 1-24 不同國家和地區控制電磁波發散的規定

電磁輻射和抗干擾是整個系統的問題，由佈線系統引發的輻射，只是問題的一部份。例如，輻射能量與發送信號的電壓和頻率有關。

遮蔽雙絞線最可見的優點，是提高了抗外部干擾的能力，以適應特殊的干擾環境或是環境要求比較特殊的情況。

在前面介紹了常用的兩類雙絞線電線：無遮蔽雙絞線 UTP、遮蔽雙絞線 FTP 和 STP。

總之，雙絞線是傳輸擬和數字信號最常用的介質形式。雙絞線由兩根絕緣導線互相絞合而成，以減少多對電線中鄰近線對之間的干擾。雙絞線可以用於點對點，及多點式應用場合。雙絞線的成本比同軸電線或光纖低。

雙絞線可以很容易地在 15Km，或更大範圍內提供低速數據傳輸，例如遠距離的中繼線。區域網中的雙絞線，主要用於一個建築物內或幾個建築物之間，在 100Kbps 速率下，可達 1Km。隨著傳輸速率的提高，傳輸距離就越短。在建築物結構化佈線系統中，用於 10Mbps 傳輸的雙絞線，和用於 100Mbps 傳輸的雙絞線的傳輸距離為 100m 左右。

## 二、同軸電線

在區域網特別是乙太網傳統佈線中，應用最廣泛的傳輸介質是同軸電線。

下面針對目前廣泛應用的兩類同軸電線做討論：75Ω 電線（它是公用天線電視 CATV 系統中使用的標準）以及 50Ω 電線。50Ω 電線只用於數字信號的發送，稱為基帶。75Ω 電線用於頻分多路複用(FDM)模擬信號發送，還用於不使用頻分多路複用的高速數字信號發送，以及模擬信號發送。後者有時稱為單通道寬頻。

### 1. 同軸電線的物理特性

同軸電線也像雙絞線那樣，由兩個導體組成，但由於結構不同，允許在較寬的頻率範圍內工作。其結構是空心、外部圓柱形導體圍裹著一個內部的導體。內計導體可以是單股實心線也可以是絞合線，外部導體可以是單股線也可以是編織線。內部導體用規劃間隔的絕緣環，或者用固體絕緣材料固定。外部導體用一個罩或者遮蔽層覆蓋。單根同軸的直徑為 1.02cm 到 2.54cm。

### 2. 同軸電線的傳輸特性

50 Ω 同軸電線，宜用於數字傳輸，並使用曼衝斯特編碼。數據傳輸率最高可達 10Mbps。

75 公用天線電視 CATV 電線，既可用於模擬信號發送，又可以用於數字信號發送。對於模擬信號，頻率可達 300MHz 至 400MHz。可以在 CATV 電線上，用與無線電和電視廣播相同的方法處理模擬數據，例如視頻和聲頻。每個電視通道分配 6MHz 頻寬，每個無線電通道需要的頻寬窄得多。因此在電纜上使用頻分多路複用 FDM 技術，可以支持大量的通道。

當使用頻分多路複用 FDM 技術時，CATV 電線稱為“寬頻電線”。把電線的頻譜劃分為數個通道，每個通道傳播模擬信號。除了傳送模擬數據外，也可以傳送數字數據。各種調制方案都可用於傳輸數字數據，其中包括移幅鍵控法 ASK、移頻鍵控法 FSK 和移相鍵控法 PSK。調制解制器的效率，將決定給數據傳輸速率所需的頻寬。5Mbps 的傳輸速率，可以用 6MHz 的電視通道來實現，而 4800bps 的數據機，可能需要約 20KHz 的頻寬。

在目前技術條件下，20Kbps 的數據傳輸速率是可以實現的，在這一傳輸速率下，頻寬效率可以超過 1bps/Hz。

### 3. 同軸電線的連通性和地理範圍

同軸電線適用於點到點連接和多點連接。基帶 50Ω 電線每段可以支持幾百台設備，在大系統中還可以用中繼器把各段連接起來。寬頻 75Ω 電線可以支持數千台設備。在高數據傳輸速率下(50Mbps)使 75Ω 電線時設備數目限制在 20 ~ 30 台。

典型基帶電線的最大距離限制在幾公里內，寬頻電線可以達幾十公里，取決於傳輸的是模擬信號還是數字信號。通常，在工業區或城市中，碰到的各類電噪聲的頻率比較低，數字信號的大多數是屬於這一範圍。但是可以把模擬信號放在頻率很高的載波上，以避免噪聲的主要分量。

高速的數字傳輸或模擬傳輸(50Mbps)，限制約在 1Km 的範圍內。由於有較高的數據傳輸速率，因此總線上信號間的物理距離是非常小的。這樣，只允許有非常小的衰減或噪聲，否則數據就會丟失。

### 4. 同軸電線的抗干擾性和價格

同軸電線的抗干擾性取決於體的應用。一般來說，對於較高的頻率，同軸電線較優越；

在價格方面，安裝同軸電線的費用，介於雙絞線與光纖之間。

### 5. 同軸電線在建築物公用天線系統(CATV)中的應用

在 CATV 系統中，所傳的是全頻道電視信號，頻帶在幾百 MHz 範圍內，而最高規格的五類 UTP 的頻帶寬度，只有 100MHz，很顯然，尚無法應用於現有的 CATV 系統中，只有當更高類別的可傳輸全頻道電視信號的 UTP 出現以後，或改變現在的 CATV 信號傳輸方式，才能解決這個問題。現階段可使 CATV 同軸纜插座與結構化佈線系統的 UTP 插座，放在同一面板上，這樣既做到了施工方便，又使房間佈置簡潔明了。

## 三、光纖和光纖

### 1. 概述

光纖即為光學纖維的簡稱。

光纖通信是以光波為載頻，以光導纖維為傳輸介質的一種通信方式。

由於光纖通信具有一系列優導的特性，因此，光纖通信技術近年來發展速度之快，應用面之廣是通信史上罕見的。可以說這種新興技術，是世界新技術革命的重要標誌，又是未來資訊社會中各種資訊網的主要傳輸工具。

光波是人們最熟悉的電磁波，其波長在微米級。紫外線、可見光、紅外線均屬

於光波的範疇。目前光通信使用的波長範圍是在近紅外區內，即波長為 0.8 至 1.8  $\mu\text{m}$ 。可分為短波長段和長波長段，短波長段是指波長為 0.85  $\mu\text{m}$  的光波。長波長段是指 1.31  $\mu\text{m}$  和 1.55  $\mu\text{m}$  的光波。這是目前所採用的三個通信窗口。光纖通信與電通信方式的主要差導有兩點：一是用光頻作為載頻傳輸信號，二是用光導纖維，構成的光纖作為輸線路。因此，在光纖通信中，起主導作用的是產生光波的雷射器和傳輸光波的光導纖維。

光纖是一種介質光波導，具有把光封閉在其中，並沿軸進行傳播的導波結構。它是由直徑大約只有 0.1mm 的細玻璃絲構成。

光纖通信之所以能夠飛速發展，是由於它有以下優點：

- 傳輸頻寬，通信容量大

由資訊理論知道，載波頻率越高通信容量越大，因目前使用的光波頻率比微波頻率高  $10^3$  到  $10^4$  倍。

- 損耗低

目前使用的光纖均為  $\text{SiO}_2$  (石英) 系光纖，要減小光纖損耗，主要是靠提高玻璃纖維的純度來達到，由於目前製成的  $\text{SiO}_2$  玻璃介質的純度極高，所以光纖的損耗極低。在光波長 = 1.55  $\mu\text{m}$  附近，衰減有最低點，可低到 0.2dB/Km，已接近理論極限值。

由於光纖的損耗低，因此，中繼距離可以很長，在通信線路中可減少中繼站的數量，降低成本且提高通信質量。

- 不受電磁干擾

因為光纖是非金屬的介質材料，因此，它不受電磁干擾。

- 線徑細，重量輕

由於光纖的直徑很小，只有 0.1mm 左右，因此製成光纖後，直徑要比電線細，而且重量也輕。這樣，在長途幹線或市內幹線上，空間利用率高，而且便於製造多芯光纖。

- 資源豐富

光纖通信除上述主要優點外，還有抗化學腐蝕等特點。當然，光纖本身也有缺點，如光纖質地脆，機械強度低；要求比較好的切斷、連接技術；分路、耦合比較麻煩等。但這些問題隨著技術的不斷發展，都是可以克服的。

正由於光纖有以上優點，因而正在形成以光纖為主體的高速傳輸技術。下面來看看發展過程。

從有線傳輸介質的角度看，本世紀 60 年代前採用銅導線傳輸話音信號，但由於受到傳輸頻寬的限制，使得傳輸質量和複用率都不可能很高。自 70 年代開始，隨電腦和大規模積體電路的崛起，數據通信業務也蓬勃發展起來，它依靠數據機在電話信道內傳輸數據信號，有線傳輸介質也開始廣泛採用比明線和對稱電線頻帶寬得多的同軸電線。80 年代數位化滲透到各種電信業務中，要求傳輸介質頻帶大幅度展開，開始進入用光纖代替電線的時代。

與此同時，在傳輸網方面，發展性基於點對點傳輸的準同步數位序列 PDH (Pseudosynchronous Digital Hierarchy) 在電信網擴大和滿足用戶業務需求的方面，暴露出一系列固有的弱點，從而導致了同步數位系列 SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 的誕生。這種體系既能使電信網迅速、經濟地為用戶提供實時控制和所有頻寬業務，又能支撐新一代電信網。

從網絡的目標看，集中處理的面向終端網，因電腦的技術進步和價格下降，而逐步演變成分佈自治處理的電腦網。對於不同覆蓋範圍的廣域網(WAN)、城域

網(WAN)或是區域網(LAN)，選擇一種適合某特定區域的網路拓樸、協議和傳輸介質是十分重要的。

在建築和建築群的資訊網路中，多媒體業務日新月異地發展，資訊傳輸對介質的傳輸速率，特別是頻寬有特殊的要求，致使銅線、同軸電線已不能勝任，必須採用光纖，以滿足對電、數據、電腦、電視等綜合傳輸要求，以及對資訊頻寬和遠距離傳輸的要求，特別對抗電磁干擾的網路更有其獨特的優越性。

在建築物結構化佈線系統中，光纖不但支持 FDDI 主幹、100Base-FX 到桌面、ATM 主幹和 ATM 到桌面，還可支持 CATV/CCTV 及光纖到桌面(FTTD)，從而在建築物結構化佈線系統中，普遍採用光纖和銅線(UTP, FTP)組成的混合佈線系統，光纖還將大大改善混合佈線系統的性能和延長傳輸距離。

目前全世界已鋪設的光纖通信線路，總長度約 6 千萬公里，傳輸速率 1988 年為 20Mbps，1995 年提高到 5Gbps，無中繼距離已超過百公里。波長範圍從  $0.8\ \mu\text{m}$  擴展到  $1.55\ \mu\text{m}$ ，光纖類型從多模光纖變成單模光纖，傳輸速率由幾十 Mbps 提高到幾 Gbps。這些成就表明，在 30 多年時間內，光纖傳輸系統的成本 / 性能改善了 1000 倍。

## 2. 光纖的結構與分類

①目前通信用的光纖是用石英玻璃( $\text{SiO}_2$ )製成，橫截面積很小的雙層同心圓柱體。未經塗覆和套塑時稱為裸光纖，由纖芯和包層組成，折射率高的中心部分叫做光纖芯，折射率低的外圍部分稱為包層。

由於石英玻璃質地脆，易斷裂，為了保護光纖表面，提高抗拉強度，以及便於施工，一般需在裸光纖外面進行塗覆和套塑成蒙皮。

參看圖 1-25 典型的光纖切面。

包層的外面塗覆一層很薄的塗覆層，塗覆材料為硅酮樹脂或聚氨基甲酸乙酯，塗敷層的外面套塑(或稱二次塗覆)，套塑的原料大都採用聚乙烯或聚丙烯等塑料，從而構成光纖芯線。

圖 1-25 典型的光纖切面

### ②光纖的種類

光纖可以根據構成光纖的材料成分、光纖的製造方法、光纖的傳輸總模數、光纖橫截面上的折射率分佈，和工作波長進行分類。

目前通信上採用的多為石英系光纖，下面將介紹常用的光纖分類法。

#### 1) 按照折射率分佈不同來分

通常採用的是均勻光纖(突變型光纖)和非均勻光纖(漸變型光纖)兩種。

##### a. 均勻光纖

光纖纖芯的折射率  $n_1$  和包層的折射率  $n_2$  都為一常數，且  $n_1 > n_2$ ，在纖芯與包層的交界面處折射率呈階梯型變化，這種光纖稱為均勻光纖，又稱為突變型光纖。

##### b. 非均勻光纖

光纖纖芯折射率  $n_1$  隨著半徑按一定規律減小，到纖芯與包層交界處，為包層的折射率  $n_2$ ，即纖芯中折射率的變化呈近似拋物線型。這種光纖稱為非均勻光纖，又稱為漸變型光纖。

#### 2) 按照傳輸的總模數來分

這裡應當先了解光纖的模態：光波是電磁波，所謂的模態就是它的電磁場的分佈形成。若入射光的樣為圓光斑，射出端仍能觀察到圓形光斑，這就是單模（基模）傳輸；若射出端分列為許多小光斑，這就出現了許多零散的高次模，形成多模傳輸，稱為多模光纖。

單模光纖和多模光纖可以從纖芯的尺寸大小來簡單地判別。如圖 1-26 所示。

#### a. 單模光纖 SMF (Single Mode Fiber)

單模光纖的纖芯直徑很小，約為  $4-10\ \mu\text{m}$ ，理論上只傳輸一種模態。

由於單模光纖只傳輸主模，從而完全避免了模態色散，使得這種光纖的傳輸頻率很寬，傳輸容量很大，適用於大容量、長距離的光纖通信。單模光纖是當前研究和應用的重點，也是光纖通信與光波技術的發展必然趨勢。

### 圖 1-26 光纖的類型

#### b. 多模光纖 MMF (Multi Mode Fiber)

在一定的工作波長下，當有多個模態在光纖中傳輸時，則這種光纖稱為多模光纖。多模光纖剖面折射率的分佈，有均勻和非均勻的，前者稱為多模均勻光纖，後者稱為多模非均勻光纖。

- 多模均勻光纖的纖芯直徑一般為  $50\sim 75\ \mu\text{m}$ ，包層直徑為  $100\sim 200\ \mu\text{m}$ ，由於其纖芯直徑較大，傳輸模態較多。這種光纖的傳輸性能較差，頻寬比較窄，傳輸容量也比較小；

- 多模非均勻光纖纖芯直徑一般也為  $50\sim 75\ \mu\text{m}$ ，但由於纖芯中折射率，隨著半徑的增加而減小，利用這個特點，可獲得比較小的模態色散。因此，這種光纖頻帶較寬，容量較大，是八十年代初採用較多的一種光纖型式。所以一般多模光纖是指這種多模非均勻光纖。

由於光纖製造技術的不斷進步，單模光纖具有顯著的優越性，而成本又與多模光纖相當，所以目前單模光纖得到了廣泛的應用。

現在介紹常用的多模光纖、單模光纖中芯 / 包層的尺寸：

多模光纖（芯 / 包層）：

- $50/125\ \mu\text{m}$ ；
- $62.5/125\ \mu\text{m}$ ；
- $100/140\ \mu\text{m}$ 。

單模光纖（芯 / 包層）：

- $8.3\sim 10.0/125\ \mu\text{m}$ （單模光纖芯的大小是不同的，通常依光纖製造廠規格而有所不同）。

### 3. 光纖中光射線的傳播原理

目前分析光纖導光原理的方法主要有兩種：一是波理論法；一是射線法。波動理論法是將光波按電磁場理論，用麥氏方程去求解，根據解答式分析其傳輸性；射線法是將光波看成一條條幾何射線，用光射線理論，分析光纖的傳輸特性。後者比較主觀，且由於光纖的直徑是所傳播光的波長的幾十倍或幾百倍，所以對此傳播現象，可用幾何光學而不用波動光學來研究。

目前通信用的光纖，均採用的是石英系光纖，纖芯和包層的基礎材料都是二氧化硅 ( $\text{SiO}_2$ )，由於摻入雜質的不同，而使得纖芯的折射率略高於包層的折射率，

參看表 1-5。

折射率 = 在真空中光的速度  
在介質中光的速度

表 1-5 折射率

介質	折射率
真空	1.0
空氣	1.0003
水	1.33
包層	1.46
芯	1.48

折射率的物理概念是：光波在不同介質中傳播時，其速度不同，在真空中的傳播速度最快，而在其它介質中，傳播的速度要比在真空中慢。光在真空中傳播的速度與在介質中傳播速度之比，定義為介質的折射率（又稱折射指數）。

光波屬於電磁波的範圍，在平均介質中傳播時，其軌跡是一條直線，可稱為光射線。當光射線射到兩種介質交界面時，將產生反射和折射。

由光源射出的光射線，以各種不同的角度射入光纖中，從幾何光學的角度看，並不是所有射向光纖端面的光射線都被射到纖芯中去，有一部份光射線會折射到包層中去。這是因為光纖纖芯具有所能捕捉光射線的“最大射入角”，參看圖 1-27。“最大射入角”用  $\theta_c$  表示，並隨不同的光纖而異。

圖 1-27 纖芯捕捉光射線的最大射入角

這個射入角  $\theta_c$  描述了光射線在反射和折射間變化的邊界。由此“最大射入角”圍繞光纖纖芯中心軸旋轉 360 形成一個接收錐形，如圖 1-28 所示。

在圖 1-29 中示出光纖中光射線的反射和折射。

光射線 A 進竹接收錐形，通過反射在纖芯中傳播，光射線 B 沒有進入接收錐形，在接收錐形之外，它被折射進入包層而丟失。

在光纖製造工業中，用每種光纖的“數值孔徑” NA(Numerical Aperture)來描述光纖的接收錐形或“最大射入角”  $\theta_c$ 。由此可知，光纖的數值孔徑 NA 是表示光纖捕捉光射線能力的物理量。所謂“捕捉光射線”的含義是：只有那些能夠在纖芯中滿足全反射條件形成導波的光射線，才認為是被光纖捕捉到光射線，在纖芯中傳播。

圖 1-28 接收錐形

圖 1-29 光纖中光線的反射和折射

根據折射定律，推導出數值孔徑的表達式為：

$$NA = \sin \theta_c = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

其中， $\theta_c$  是“最大射入角”； $n_1$  是纖芯的折射率； $n_2$  是包層的折射率。在表 1-6 中是不同光纖的數值孔徑 NA。

表 1-6 不同光纖的數值孔徑

	光纖	NA
多模	50 $\mu\text{m}$	0.200
	62.5 $\mu\text{m}$	0.275
	100 $\mu\text{m}$	0.290
單模	8.3 $\mu\text{m}$	0.130

$$NA = \sin \theta_c$$

數值孔徑 NA 越大，就表示捕捉光射線的能力越強。

當向光波射入的光射線與光纖芯軸之間的夾角，小於一定值  $\theta_c$  “最大射入角”，或進入光纖的接收錐形時，進入纖芯的光射線只能在界面上經過無數次反射，呈鋸齒狀路線在纖芯內向前傳播，最後傳到光纖的另一端，完成光的傳播。參看圖 1-30 均勻介質光纖中光射線的傳播。

圖 1-30 均勻介質光纖中，光射線的傳播

光射線在不均勻介質（漸變折射率）光纖中，按螺旋或正弦路徑傳播。

4. 光纖的參數與與所有類型的傳輸系統一樣，影響光纖傳輸系統運行，有下述一些參數。

①波長

參看圖 1-31 中示出的波長。

圖 1-31 波長

光波是一般人熟悉的電磁波，其波長在微米級（圖 1-34 中用 nm（毫微米），即  $10^{-3} \mu\text{m}$  表示），頻率為  $10^{14}\text{Hz}$  數量級。由圖中可以攪出紫外線、可見光、紅外線均屬於光的範圍。目前光纖通信使用的波長範圍，是在近紅外區的，即波長為 800nm 到 1800nm。

②窗口

參看表 1-7 窗口。

表 1-7 窗口

窗口	運行波長
800nm-900nm	850nm
1250nm-1350nm	1310nm
1500nm-1600nm	1550nm

窗口被定義成波段，在此波段中，光纖能最佳運行。每個窗口的中心是典型的運作波長。目前所採用的三個通信窗口是：

800nm-900nm 短波波段；

1250nm-1350nm 長波波段；

1500nm-1600nm 長波波段。

多模光纖的運行波長為 850nm 和 1300nm。

單模光纖的運行波長為 1310nm 和 1550nm。

### ③ 頻率

電的頻率用 Hz(Hertz)表示，這裡 1Hertz 代表每秒一個週期。

光的頻率和電頻率，採用同一術語(Hertz)，但它們顯然是不同的概念，光頻率的 1Hertz 是每秒一個光脈沖。顯然，每秒的光脈沖數愈多 ( Hz 數愈多 )，則光的頻率愈高。見圖 1-32 中所示。

## 圖 1-32 頻率

### ④ 衰減 - 傳輸損耗

光波在光纖中傳輸，隨著傳輸距離的增加而光功率逐漸下降，這就是光纖的傳輸損耗。這種光功率的損耗，被定義為衰減。在一個規定的距離上，具有較低衰減的光纖，比具有較高衰減的光纖允許更多的光功率到達接收器。

形成光纖衰減的原因很多，有來自光纖本身損耗產生的衰減，稱為固有的 / 內在的衰減。有來自施工安裝使光纖變形產生的損耗，光纖與光源耦合的損耗以及光纖之間的連接損耗等，由這些損耗產生的衰減，被稱為非固有的 / 外在的衰減。

#### 1) 固有的內在衰減

光纖本身產生衰減的原因，大致包括兩類：吸收衰減和散射衰減。

##### a. 吸收衰減

吸收衰減是光波通過光纖材料時，有光變成熟能，造成光功率損失。造成吸收衰減的原因很多，但都與光纖材料有關，主要的有本質吸收和雜質吸收。

##### 第一種：本質吸收

它是光纖基礎材料 ( 如  $\text{SiO}_2$  ) 固有的吸收，並不是雜質或者缺陷所引起的。因此，本質吸收基本上確定了某一種材料吸收損耗的下限。

材料的固征有吸收衰減與波長有關，對於  $\text{SiO}_2$  石英系光纖，本質吸收有兩個吸收帶，一個是紫外線吸收帶，一個是紅外線吸收帶。

##### 第二種：雜質吸收

它是由光纖材料不純淨而造成的附加吸收衰減。影響最嚴重的是：金屬過渡離子和水的氫氧根離子，吸收電磁能而造成的衰減。進入 80 年代後，由於原材料的改進及工藝的完善，這些雜質離子吸收的影響，基本上可以忽略不計。圖 1-33 中，說明光射線經過光纖傳輸時，會因吸收產生固有的 / 內在的衰減。

## 圖 1-33 固有的 / 內在的衰減 - 吸收

### b. 散射衰減



所謂散射，是指光通過密度或折射率不均勻物時，除了光的傳播方向以外，在其它方向也可以看到光，這種現象稱為光的散射。

散射衰減是由於光纖的材料、形狀、折射率分布等的缺陷或不均勻，使光纖傳導光發生散射，由此產生的散射衰減，是光纖固有的 / 內在的衰減。如圖 1-34 所示。

#### · 瑞利散射

瑞利(Rayleigh)是英國物理學家，他發現的這種散射損耗，屬於光纖的本質散射損耗。這種散射，是由於光纖材料的折射率隨機性變化而引起的。材料折射率變化，是由密度不均勻或者內部應力不均勻而產生。當折射率變化很小時，引起的瑞利射是光纖散射損耗的最低限度。

瑞利散射損耗與光波長的四次方成反比（即與  $1/\lambda^4$  成正比），它隨波長的增加而急劇減小，因此在短波長 0.85 $\mu\text{m}$ 處，對損耗的影響最大。

#### · 結構缺陷散射

光纖在製造過程中，由於結構缺陷（如光纖中的氣泡，未發生反應的原材料及纖芯和包層交界處粗糙等），將會產生散射損耗，這種損耗與光波長無關。

以上簡介了兩種來自光纖本身產生的衰減，吸收衰減和散射衰減，屬於固有的內在的衰減。下面將介紹來自光纖外部的，非固有的兩種衰減。

### 2) 非固有的 / 外在的衰減

#### a. 彎曲損耗

參看圖 1-35。

圖 1-35 非固有的衰減 - 彎曲損耗

非固有的衰減是由外部源引起的，彎曲導致產生有缺陷的波導而引起彎曲損耗。因此在光纖的鋪設安裝時，要求保證光纖彎曲半徑，就是保證使這衰減減小。

#### b. 微彎曲損耗

參看圖 1-36。

圖 1-36 非固有的衰減 - 微彎曲損耗（小規模的變形）

由溫度、拉力、擠壓產生小規模的光纖變形，所產生的損耗，稱為微彎曲損耗。

在鋪設和安裝時，安裝人員可使這種損耗減小。

我們發現綜合光纖固有的和非固有的衰減，在 0.8~0.9 $\mu\text{m}$  波段內，衰減約為 2dB/Km 左右；在 1.31 $\mu\text{m}$  波段內，衰減為 0.5dB/Km 左右；而在 1.55 $\mu\text{m}$  波段內，衰減可降到 0.2dB/Km，這已接近  $\text{SiO}_2$  光纖的理論極限值。因此，在長波長窗口，可使光纖傳輸資訊的容量進一步加大。

### ◎光纖的色散特性

上面介紹了光纖的損耗特性，光纖色散是光纖通信的另一個重要特性。由於光

纖中色散的存在，使輸入脈沖在傳輸過程中變寬，產生碼間干擾，增加誤碼率，這樣就限制了通信容量和傳輸距離。

簡單地說，光纖的色散，就是由於光纖中光信號中不同的模態或不同的波長，在光纖中傳輸時，由於速度的不同，而造成光信號中不同模態或不同波長成分，到達光纖級端有先有後，從而產生波形畸變的一種現象。

#### 圖 1-37 模態色散

這種現象表現在傳一個光脈沖信號時，光脈沖將隨傳輸距離的延長，脈沖的寬度越來越變寬時顯現出來。主要介紹兩種：模態色散和色彩色散。

##### 1) 模態色散

參看圖 1-37。

模態色散只發生在多模光纖中。通過多模光纖芯的光信號，若其路徑（模）的長度不同，則會引起模態色散。在所有模態中的光以同速度傳播，但某些模態比另一些模態（路徑）要長一些，那麼就會使得光脈沖加寬。模態色散將限制光纖的頻寬。它決定於距離，但不與距離成線性關係。

##### 2) 色彩色散

參看圖 1-38。

#### 圖 1-38 色彩色散

色彩色散主要發生在單模光纖中。光發射器發射的光信號，若具有不同的波長，就會產生色彩色散。由於光信號的速度取決於波長，每一波長在不同的速度下傳播會使脈沖加寬。

#### ◎光纖的頻寬

參看圖 1-39。

#### 圖 1-39 頻寬

頻寬被定義為資訊量，即一個系統能支持的，由發送端發送的脈沖序列，經由光纖傳輸到接收端接收的脈沖序列，能被接收器區分並讀取它們。

系統頻寬以 MHz 來度量。光纖的頻寬規定以 MHz-Km 來度量。頻寬是取決於距離的，且主要受模態色散或色彩色散的影響，因為它們使被傳輸的光脈沖加寬。

#### 5. 光纖作為網路傳輸介質的特性

##### ①物理特性

光纖是一種細小(50 $\mu$ m~100 $\mu$ m)、柔軟並能傳導光線的介質。超高純石英玻璃纖維的損耗最低。但超高純的纖維很難生產，而有較高損耗的多股玻璃纖維較為經濟，仍然可以提供良好的性能。塑料纖維價格便宜，而且可以用於短程鏈路，中等偏高的損耗也是可以接受的。

對於有較高折射率的單條光纖來說，例如玻璃纖維或塑料纖維，都用折射率稍

低的材料做成包層將其圍起來。這一包層將纖維隔離起來，可以防止它與相鄰的纖維相互干擾。光纖電線由一束纖維組成，其中每條光纖都有數目不等的一束光纖或一排光纖。

### ②傳輸特性

光纖通過內部的全反射，傳輸一束經過編碼的光信號。內部的全反射，可以在任何折射率高於包層介質折射率的透明介質中進行。實際上，光纖作為頻率範圍從  $10^{14}\text{Hz}$ - $10^{15}\text{Hz}$  的波導管，這一範圍覆蓋了可見光譜和部分紅外光譜。以小角度（在接收錐形內）進入纖芯的光，沿著纖芯反射，其它光線（在接收錐形外的）則被吸收。

光纖系統使用二種不同類型的光源：發光二極管 LDE(Light-Emitting Diode)和注入型雷射二極管 ILD (Injection Laser Diode)。發光二極管 LED 是一種固態器件，電流通過時就發光。注入型雷射二極管 ILD，也是一種固態器件，它根據雷射器原理進行工作，即激勵量小電子效應，來產生一個窄頻寬的超輻射光束。發光二極管 LED 價格較低，在較大的溫度範圍內，有較長的工作周期。注入型雷射二極管 ILD 的效率較高，而且可以保持很高的數據傳輸率。

在接收端用來把光轉換為電能的極波器，是一個光電二極管。目前使用兩種固體器件：PIN 檢波器和 APD 檢波器。PIN 光電二極管，是在二極管的 P 層和 N 層之間增加一小段純硅。雪崩光電二極管 APD 的外部特性和 PIN 類似，但是使用了較強的電磁場。這兩種器件基本上是光電計數器。PIN 的價格便宜，但是不如 APD 靈敏。

對光波的調制屬於移幅鍵控法 ASK，也稱為亮度調制(Intensity Modulation)。典型的做法，是在給定的頻率下，以光的出現和消失，來表示兩個二進制數字。發光二極管 LED，和注入型雷射二極管的信號，都可以用這種方法調制，PIN 和 APD 極波管直接影響亮度調制。

目前，光纖的數據傳輸率可達幾千 Mbps，傳輸距離達幾十公里，上百公里。如今，一條光纖線路上只能傳輸一個載波。隨著技術進步，會出現實用的頻分多路複用，或時分多路複用。

### ③連通性

光纖普遍用於點到點的鏈路。總線拓樸結構的實驗性多點系統已經建成，但是，價格還太貴。原則上講，由於光纖功率損失小、衰減小以及有較大的頻寬潛力，因此一段光纖能夠支持的分接頭數比雙絞線或同軸電線多得多。

目前有一種多點使用光纖的方法，它在商業上是實用的，稱為無源星型耦合器。這種構形在物理上是星型拓樸結構，但是邏輯上是總線拓樸結構。

### ④地理範圍

從目前技術來看，多模光纖不用中繼器進行傳輸。單模光纖達幾十公里。因此，光纖適用於建築物內的幹線和幾個建築物，通過點到點的鏈路，連接區域網路構成圓區網，甚至廣域網。

### ⑤抗干擾性

光纖不受電磁干擾或噪聲的影響。這種特性使它能在長距離內保持高數據傳輸速率，而且能夠提供很好的安全性。

### ⑥價格

在每米的價格和所需郵件（發送器、接收器、連接器）方面，光纖比雙絞線和同軸電線要貴。但隨著工程技術的進步，光纖的價格會下降，使它能與其它傳輸介質相競爭。目前，它已接近同軸電線的價格。

### ⑦光纖的規格

光纖的規格主要有兩種：850nm 和 1300nm。纖芯和數值孔徑愈大，從光發射二極管 LED 接收的光愈多，這直接影響系統的性能和傳輸距離。對區域網來說，纖芯直徑為 100 $\mu$ m，包層直徑為 140 $\mu$ m 的光可提供相當好的性能。100/140 $\mu$ m 的光纖比 62.5/125 $\mu$ m 光纖接收的光多 4dB，比 50/125 光纖接收的光多 8.5dB。運行在 850nm 的光纖衰減為 6dB/Km，運行在 1300nm 的光纖衰減為 4 dB/Km。850nm 的光纖頻寬為 150MHz . Km，1300nm 的光纖的頻寬為 500 MHz . Km。對 850nm 系統來說，更高的頻率是不實際的，因為 LED 在 850nm 系統工作時的光散射作用，無法利用全部頻帶。但對 1300nm 系統，由於光散射作用幾乎為零，全部頻帶可用，因此，高度長距離傳輸是可能的，可得到很高的性能。

下面列出光纖的規格：

- . 纖芯直徑 100  $\pm$ 4 $\mu$ m；
- . 包層直徑 143  $\pm$ 0.6 $\mu$ m；
- . 數值孔徑 0.29  $\pm$ 0.01；
- . 衰減 小於 6.0 dB/Km，850nm  
小於 4.0 dB/Km，1300nm
- . 頻寬 大於 150MHz . Km，850nm  
大於 500MHz . Km，1300nm；
- . 拉力強度 84Kg；
- . 運行溫度 -40 +80

對一般銅電線介質，隨著頻率的增加，衰減愈來愈大，而光纖介質在 300 MHz 以內，衰減基本不變。

對於高性能、高吞吐量的區域網，使用光纖傳輸介質是十分合適的。採用一種分光技術，可以在一條光纖上複用、發送、傳輸多個位，一般按一個字節 8 位並行傳輸，對每個位流使用不同的波長，這種分光複用技術 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 所需要的支持電腦，可在低率下運行。這種 WDM 的光纖鏈路，是一種新的數據傳輸系統，適合於字節寬的電腦接口。

區域網的潛在應用領域是聲音、數據。視頻圖象的綜合服務。如果用傳統的方法，把這些信號組合在高速數字系統中，所用的支持電路和終端很貴。此外，聲音、數據和圖象這三種通信形式差別很大，複用串聯的數字系統是無效的。如採用 WDM 技術，一條光纖中，可發送三個完全分開的信號，不同波長組成三個子系統，分別滿足不同要求，但三個子系統共享一個傳輸系統。利用這種技術來提供綜合服務的高速光纖區域網，是很有前途的。

總之，傳輸介質的選擇是由許多因素決定的。它受網路拓樸結構的約束，其它因素也將起作用，例如：

- . 容量：支持所期望的網路通信量；
- . 可靠性：滿足可用的要求；
- . 支持的數據類型：根據應用特定的要求；
- . 環境範圍：在所要求的環境範圍內提供服務。

## 第二章 網路佈線系統標準

國際上最新佈線標準有兩個，一個是北美的標準 - EIA/TIA-568A ( 商用建築通信佈線標準)；一個是國際標準，由國際標準化組織(ISO)和國際電子技術委員會(IEC)制定，編號為 ISO/IEC IS 11801。這兩個標準均於 1995 年通過。

像所有技術一樣，佈線標準也正在發展之中。1985 年初，電腦工業協會(CCIA)提出對佈線系統標準化的定義，美國電子工業協會(EIA)和美國電信工業協會

(TIA)開始標準化的制定工作。經過 6 年的努力，於 1991 年 7 月形成第一版 EIA/TIA-568，這是適用於語音和數據要求的一般網路產品功能和安裝設計規範。後經修改，在 1995 年 10 月正式修訂為 EIA/TIA-568A 標準，該標準已取代 EIA/TIA-568、TSB-36、TSB-40A、TSB-53 標準。它可提供廣泛的應用和未來高速發展的需要。

從 1993 年開始制定 TSB-67 規範，於 1995 年通過，TSB-67 是無遮蔽雙絞線(UTP)佈線系統的現場測試傳輸性能規範。TSB-67 將在第六章《佈線系統的測試》中進行介紹。國內網路佈線標準在本章第五節進行簡介。

下面分別就 EIA/TIA-568A (適用大樓通信佈線標準)、EIA/TIA-569 (商用大樓通信路徑和結構空間佈線標準)、ISO 11801 和臺灣工程建設標準化協會標準 CECS 72:97/CECS 89:97 進行介紹。

## 第一節 EIA/TIA-568A 標準

### 一、標準制定的目的和要求

#### 1. 標準制定的目的

- 建立支持多廠商多用戶環境的通用佈線系統；
- 進行商用建築結構化佈線系統的設計和安裝指導；
- 便於用戶連接和建立系統；
- 確定佈線系統配置的性能和技術標準，提供建築群和商用大樓內通信佈線的最低要求。

#### 2. 基本內容

- 建議的拓樸結構和佈線距離；
- 決定性能的介質參數；
- 為確保互通性，規定了連接器針腳功能的分配；
- 通信佈線系統要求十年以上的使用期限；
- 辦公環境通信佈線的最低要求。

### 二、EIA/TIA-568A 建議的拓樸結構

該拓樸結構是主幹分層星型拓樸結構，規定了兩個層次。

在一幢大樓內，從設備機房(ER)的主跳線連接(MC)配線架，按星型拓樸將主幹電線直接連到通信室(TC)配線架(一般又稱為分配線架)，再通過水平跳線連接(HC)，再按星型拓樸將水平線纜連到各房間內工作區(WA)的通信出口( )處。在一幢大樓內，當從層次第一層的主跳線連接(MC)配線架，到通信配線間(TC)之間的距離，大於 UTP 所限定的距離 90 米時，或是連到另一幢大樓的設備間(ER)，在 MC 與 TC 之間，需要增加一個設備機房(即層次結構的第二層)。

從層次結構第一層的設備機房(ER)的主跳線連接配線架，先將第一層幹線連到層次結構第二層的另一設備機房(ER)，通過介質間跳線連接(IC)，按星型拓樸將第二層幹線與通信室(TC)配線架相連，再向下又分為兩情況：對於一般辦公室是通過水平跳線連接(HC)，按星型拓樸將水平電線連到各工作區(WA)的通信出口( )；對於大隔間辦公室或需要重新分隔的辦公區，可以從通信配線將水平電線連到轉接點(多用戶插座)，再通過跳線連到工作區通信出口。請參看圖 2-1。

### 三、EIA/TIA-568A 水平線纜

#### 1. 推薦使用的水平線纜

- 4 對 100 五類 UTP(無遮蔽雙絞線)；
- 2 對 150OSTP-A(遮蔽雙絞線)，端接 IEEE 802.5 數據接口；
- 6.5/125 $\mu$ m 雙芯多模光纖，端接 SC 連接器；

. 500 同軸電線也被認可，但初裝時不可使用。

## 2.4 對 100OUTP 的類別和應用

按類別可分為五類：

①一類和二類：這類材料已不生產（被淘汰）；

應用：話音和低速數據。

②三類：這類材料的性能定義最高 16MHz；

應用：10 Base-T 4Mbps Token Ring、ISDN；

所有一類各二類。

③四類：這類材料的性能定義最高 20MHz；

應用：16Mbps Token Ring；

所有一、二和三類。

④五類：這類材料的性能定義到 100MHz；

應用：100 Base-T、TP-PMD；

所有一、二、三和四類。

## 3. 水平線纜選擇原則

每個工作區（即每個面板）至少有兩個資訊插座，一個用於語音，一個用於數據傳輸。第一個插座要適合三類或更高標準的 4 對 100 UTP。第二個插座要能支持下列介質：五類 4 對 100OUTP（推荐五類線）、2 對 150OSTP-A 電線、62.5/125 $\mu$ m 雙芯多模光纖。

## 圖 2-1 EIA/TIA-568A/TIA-568A 主幹層次的星型拓樸結構

在圖 2-1 中：ER：設備機房(Equipment Room) MC：主跳線連接(Main Cross-Connect) TC：通信配線間(Telecommunications Cross-Connect) IC：介質間跳線連接(Intermediate Cross-Connect) HC：水平跳線連接(Horizontal Cross-Connect) WA：工作區(Work Area) TP：轉接點(Transfer Point) X：跳線連接  
：通信出口  
：機械端接

## 4. 水平 UTP 的傳輸特性

遮蔽線 STP-A 的標準在此不予介紹，有關遮蔽線的標準，請參看 ISO 11801。

下面介紹影響數據資訊傳輸的幾個主要參數：結構性回波損耗、特性阻抗、衰減、近端串音干擾。

### ①結構性回波損耗 SRL

結構性回波損耗 SRL 表示 100 $\Omega$  無遮蔽雙絞線終接 100 $\Omega$  阻抗時，輸入阻抗的波動，SRL 值與頻率  $f$  和電線構造有關。SRL 是衡量介質在指定長度上均勻性的標準，不均勻性將使部分信號能量沿介質反射回發射端，因此 SRL 實質上反映了信號在傳輸中的反射損耗。

## 圖 2-2 EIA/TIA-568A 水平線纜

圖 2-3 結構性回波損耗示意圖

表 2-1 水平 UTP 電線 SRL  
(最壞線對)

頻率(f)	三類(dB)	四類(dB)	五類(dB)
1-10MHz	12	21	23
10-16MHz	12-10lg(f/10)	21-10lg(f/10)	23
16-20MHz	-	21-10lg(f/10)	23
20-100MHz	-	-	23-10lg(f/20)

頻率 f 的單位為 MHz (兆赫)

②衰減

信號沿水平線纜按指數特性衰減的規律，取決於雙絞線的分佈電阻、分佈電容、分佈電感和分佈電導等分佈參數以及頻率。

水平 UTP 電線的衰減，如表 2-2 所示。

表 2-2 水平 UTP 電線的衰減

頻率(MHz)	三類(dB)	四類(dB)	五類(dB)
0.064	0.9	0.8	0.8
0.256	1.3	1.1	1.1
0.512	1.8	1.5	1.5
0.772	2.2	1.9	1.8
1.0	2.6	2.2	2.0
4.0	5.6	4.3	4.1
8.0	8.5	6.2	5.8
10.0	9.7	6.9	6.5
16.0	13.1	8.9	8.2
20.0	-	10.0	9.3
25.0	-	-	10.4
31.3	-	-	11.7
62.5	-	-	17.0
100.0	-	-	22.0

③近端串音(NEXT)損耗

表 2-3 UTP 電線和連接硬體近端串音 NEXT 損耗  
(頻率 f=16MHz)

類別	電線(dB)	連接硬體(dB)
三	23	34
四	38	46
五	44	56

表 2-4 水平 TUP 電線 NEXT 近端串音損耗

頻率(MHz)	三類(dB)	四類(dB)	五類(dB)
0.150	53	68	74
0.772	43	58	64

1.00	41	56	62
4.0	32	47	53
8.0	27	42	48
10.0	26	41	47
16.0	23	38	44
20.0	-	36	42
25.0	-	-	41
31.25	-	-	39
62.5	-	-	35
100	-	-	32

圖 2-4 EIA/TIA-568A 對 UTP 的衰減和近端串音(NEXT)的規定

表 2-5 UTP 連接硬體 NEXT 損耗

(最差線時) 100m

頻率(MHz)	三類(dB)	四類(dB)	五類(dB)
1.0	58	65	65
4.0	46	58	65
8.0	40	52	62
10.0	38	50	60
16.0	34	46	56
20.0	-	44	54
25.0	-	-	52
31.25	-	-	50
62.5	-	-	44
100.0	-	-	40

$NEXT(f) = NEXT(16) - 20\lg(f/16)$   
(f:MHz)

④1000 UTP 電線連接硬體的衰減

表 2-6 1000UTP 電線連接硬體的衰減

頻率(MHz)	三類(dB)	四類(dB)	五類(dB)
1.0	0.4	0.1	0.1
4.0	0.4	0.1	0.1
8.0	0.4	0.1	0.1
10.0	0.4	0.1	0.1
1600	0.4	0.2	0.2
20.0	-	0.2	0.2
25.0	-	-	0.2
31.25	-	-	0.2
62.5	-	-	0.3
100.0	-	-	0.4

⑤特性阻抗  $Z_c$



100OUTP、120OFTP、150 STP，其中 100O、120 和 150O 就是雙絞線的特性阻抗，它不是導線的直流電阻，其物理意義是：當雙絞線為無限長時的輸入阻抗，或者說當雙絞線終接的負載阻抗  $Z_L$  等於特性阻抗  $Z_c$  時，線對的特性阻抗等於線間電壓和線上電流的比值。從傳輸線的分佈參數看，特性阻抗與雙絞線的分佈電阻 R、分佈電導 C、分佈電容 C、分佈電感 L 和頻率 f 有關。特性阻抗取決於線對的銅線直徑，導線間距以及絕緣材料的介電常數。其誤差範圍為 15%，即  $100O \pm 15O$ 。

#### 四、主幹電線

主幹電線是佈線系統在不同層次的配線架之間的連線，如 CM-IC、MC-HC、IC-HC 的連線，它一般由多對數銅、多芯光纖以及二者相結合而組成。

##### 1. EIA/TIA-568A 推荐使用的主幹電線

下列介質可獨立或組合使用：

- 100O 多對數 UTP 24 AWG；
- 4 對 100OUTP 24 AWG 五類；
- 150O STP-A；
- 62.5/125 $\mu$ m 多模光纖；
- 8.3 ~ 10/125 $\mu$ m 單模光纖；
- 50O 同軸電線也是認可的介質，但不要在初安裝時使用。

##### 2. EIA/TIA-568A 幹線距離

最長幹線距離如圖 2-5 和表 2-7、表 2-8 所示。

圖 2-5 EIA/TIA-568A 幹線最長距離示意圖

表 2-7 語音和低速數據的應用

媒體形式	A	B	C
100O UTP	800m	500m	300m
150O STP-A	700m	500m	700m
多模光纖 MM Fiber	2000m	500m	1500m
單模光纖 SM Fiber	3000m	500m	2500m

表 2-8 高速數據應用

電線類型	頻頻寬度	幹線最長距離
三類大對數銅線	5-16MHz	90m
四類大對數銅線	10-20MHz	90m
五類大對數銅線	5-100MHz	90m
STP-A	20-300MHz	90m

在 5MHz-100MHz 特定頻頻寬度內應用時，UTP 或 STP-A 的最大幹線距離均為 90m，假定每端設備線的長度為 5m。

MC 主跳線連接：最長 20m。

MC 和 IC 中機房設備線纜：最長 30m。

100O 主幹電線衰減和 Power Sum NEXT 與水平 UTP 電線相同，請參看表 2-2 和表 2-4。

## 五、UTP 連接硬體

為了便於互聯，關於 UTP 連接硬體 EIA/TIA-568A 標準，推荐使用 RJ-45 插頭和插座用於通信資訊插座，它與藍、橙、綠、棕 4 對線之間的連接，有 T568A 和 T568B 兩種方式。

T568A 針腳和線對連接示意圖見圖 2-6。

圖 2-6 T568A

T568 B 針腳和線對連接示意圖見圖 2-7。

RJ(Registered Jack)表示屬於已註冊插座。

圖 2-7 T568B

標準建議用 T568A，對於一般佈線系統 T568B 也可以適用。

T568A 與 T568B 只是在藍、橙、綠、棕 4 對線中，第 2 對橙對和第 3 對綠對位置交換。

下面將 EIS/TIA-568A 標準整個地描述在一張圖上，請參看圖 2-8。

圖 2-8 EIA/TIA-568A 標準示意圖

典型建築群的通信佈線結構，請參看圖 2-9。

## 六、跳線

跳線可分為工作區連接電線、設備間設備線和配線架跳線。下面分別按 1000 UTP 跳線色標，使用快接式跳線和卡接式跳線電線的最大衰減，以及水平電線 UTP 和工作區電線的最大長度，列表介紹如下：

圖 2-9 典型的通信佈線結構（取自 TIA/EIA-568A 標準）

表 2-9 1000 UTP 跳線色標

導體標識	色標選項 1	色標選項 2
對 1	白-藍(W-BL) 藍(BL)	綠(G) 紅(R)
對 2	白-橙(W-O) 橙(O)	黑(BK) 黃(Y)

對 3	白-綠(W-G) 綠(G)	藍(BL) 橙(O)
對 4	白-棕(W-BR) 棕(BR)	棕(BR) 藍灰(S)

表 2-10 使用快接式跳線和交叉接跳線電線的最大衰減  
(電線長度為 100M，室溫 20 )

頻率(MHz)	三類(dB)	四類(dB)	五類(dB)
1.0	3.1	2.5	2.5
4.0	6.7	5.2	5.2
8.0	10.2	7.4	7.1
10.0	11.8	8.6	7.9
16.0	15.7	10.7	9.8
20.0	-	12.2	11.0
25.0	-	-	12.6
31.25	-	-	14.2
62.50	-	-	20.5
100.0	-	-	26.4

表 2-11 水平電線 UTP 和工作區電線的最大長度

水平電線長度(m)	最長工作區電線 (m)	水平 UTP 兩端設 備線以及跳線	端到端 UTP 總長 度(m)
90	3	10	100
85	7	14	99
80	11	18	98
75	15	22	97
70	20	27	97

## 第二節 ANSI/EIA/TIA-569 標準

ANSI/EIA/TIA-569 標準，是電信通道和空間的商業建築標準，目的是使建築物內和建築物之間佈線設計和安裝標準化。目前 TIA-569 標準正在修訂之中，不久將會修訂成 TIA-569A 標準。

### 一、569 標準的主要內容

1. 電源線和通信線纜之間應隔開的距離；
2. 管道和線槽容納線纜的根數；
3. 設備間和配線間大小的建議；
4. 為了實現建築群佈線系統之間的連接，EIA/TIA-569 標準規定了網路接口的物理規格和設備間的佈線；
5. 規定了從水平電線到垂直主幹之間的兩種連接方式：
  - 互聯方式；
  - 交叉連接方式。

對於水平佈線通道中的線槽、管道和線架，分別推用金屬管槽、金屬線架、PVC 線架。不推荐使用可彎曲的金屬管道。

### 二、辦公環境通信佈線的最低要求

1. EIA/TIA-568A 標準建議，10m<sup>2</sup> 實用面積至少兩個資訊點。一為語音資訊點，

一為數據資訊點（大隔間辦公室資訊點，建議密度要高，一般一個辦公桌 2-3 個資訊點）。

2. 通信室門的最小尺寸為：910mm×2000mm。
3. 資訊插座預埋盒不小於 50mm×75mm×64mm。

注：標準埋入式盒為方型，尺寸為 75mm×75mm×50mm；

120 埋入式盒為長方型盒，尺寸為 50mm×100mm×64mm；

以上兩種埋入式盒都可以用在網路佈線系統中。

### 三、佈線系統的連接方式

按 EIA/TIA-569 的要求，佈線系統有兩種連接方式，一是互聯方式，一是交叉連接方式。

互聯方式：水平電線連到通信配線間(TC)的一個連接硬體上，而主幹電線也端接在同一個連接硬體上，即水平電線與主幹電線直接連接在一起，而無需跳線的連接方式，稱為互聯方式。

交叉連接方式：水平電線與主幹電線分別連到兩個連接硬體上，它們之間通過跳線或快接式跳線，有選擇地連接在一起，從而對通信出口提供靈活的服務。這種方式稱為交叉連接方式。

圖 2-10 描述了公共設備通過一個連接硬體直接與水平電線相連的互聯方式，以及通過兩個連接硬體，和快接式跳線連至水平電線的交叉連接方式。

交叉連接方式較互聯方式佈線系統投資較多，但網路設備可以更靈活地支持通信出口。網路設備可以隨著網路的不斷成長而分批投資。

### 四、電源線和通信線纜之間應隔開的距離

480V 以下電源線與 UTP 應隔開的距離，請參看下表：

表 2-12 ANSI/EIA/TIA-569 480V 以下電源線與通信線路的最小間距

條件	最小間距		
	<2KVA	2-5KVA	>5KVA
無遮蔽電源線或在電源設備附近的開口金屬線槽或非金屬線槽	127mm	305mm	610mm
無遮蔽電源線或在電源設備附近已接地的金屬槽中	64mm	152mm	305mm
電源線放在接地金屬管中（或同等遮蔽）靠近接地金屬管線	-	72mm	152mm
變壓器和電動機	1016mm		
日光燈	305mm		

圖 2-10 所示的公用設備通過互聯方式和交叉連接方式，與通信出口相連，對於遠大於 5KVA 的電源，可用下列公式來計算：

UTP 與電磁干擾源，相隔的距離 = ( 電源功率 ÷ 電壓 ) ÷ 31 ( 米 )

例：若有一個 240KVA 電源，600 伏電壓的線路，UTP 與之相隔的距離：

( 240000 ÷ 600 ) ÷ 31 = 3.05 米

UTP 特別是用於傳輸高速數據的 UTP 的安裝，為了防止干擾，管線一定要與電

磁干擾(EMC)磁源相隔一定的距離，設備間要遠離配電站、電動機、發電機、X射線設備、無線電波和雷達發射裝置以及其它能產生電磁干擾的設備。

### 第三節 ISO/IEC IS 11801

#### 一、拓樸結構

ISO 11801 建議的拓樸結構，也是主幹分層的星型結構，它還允許在建築內佈線區(BD)之間，和樓層佈線區(FD)之間連線，如虛線所示。

由於分層星型拓樸結構也適用沒有星型結構的建築佈線系統（如環型、總線型和樹型）的設計，當有環型和總線型設計的需要時，允許在個個通信室之間直接佈線，這種佈線是對基本星型拓樸的補充。

圖 2-11 ISO 11801 拓樸結構

#### 二、ISO 11801 線纜長度

圖 2-12 ISO 11801 線纜長度示意圖

#### 三、ISO 11801 傳輸媒介

- . 1000/1200 2 對 / 4 對 FTP  
按 16MHz、20MHz、100MHz，也分為三、四、五類；
- . 1500 STP；
- . 62.5/125 $\mu$ m 多模光纖；
- . 50/125 $\mu$ m 多模光纖；
- . 8.3-10/125 $\mu$ m 單模光纖。

##### 1. 水平線纜

ISO 11801 水平銅線，推荐使用遮蔽線 FTP 和 STP，而 STP 與 TP 是兩種結構不同的遮蔽線。

①STP 是全遮蔽電線，有較高的容量和較好的抗干擾特性。過去曾廣泛地用於數據傳輸，但成本高，施工難度大，接地要求嚴格，遮蔽電線系統必須全程遮蔽。

STP 的特性阻抗為 150 $\Omega$ ，兩對線分別加鋁箔遮蔽，外面還有二層鋁箔和銅編織網遮蔽層。

②ScTP(Screened Twisted Pair)或稱 FTP(Foiled Twisted Pair)

FTP 的特性阻抗為 100 $\Omega$  或 120 $\Omega$ ，水平佈線採用 2 對或 4 對的 FTP，在結構上是整體遮蔽，對於 4 對 FTP 即 4 對雙絞線的外面包著一個鋁箔遮蔽層。

0.4mm < 線徑 0.65mm，不同線徑對應不同特性阻抗的電線。

##### 2. 通信資訊插座

ISO 11801 允許應用 2 對插座，但無特定設計和對數確定的插座規定。

表 2-13 資訊插座性能

頻率(MHz)	衰減(dB)		NEXT 串音(dB)	
	1000-1200	1500	1000-1200	1500
1	0.1	0.05	80	86.5
4	0.1	0.05	68	74.4
10	0.1	0.10	60	66.5
16	0.2	0.15	56	62.4
20	0.2	0.15	54	60.5
31.25	0.2	0.15	50	56.6
32.5	0.3	0.2	44	50.6
100	0.4-	0.25	40	46.5

資訊插座反射率隨傳輸頻率變化範圍：

1MHz < f < MHz 23dB

20MHz < f < 100MHz 14Db

### 3. ISO 11801 傳輸級別分類

按應用和頻率可分為 A、B、C、D4 級。

表 2-14 ISO 11801 傳輸級別分類

使用級別	A 級	B 級	C 級	D 級
三類 100 和 120	2Km	500m	100m	-
四類 100 和 120	3Km	600m	150m	-
五類 100 和 120	3Km	700m	160m	100m
150 STP	3Km	1Km	250m	150m

A 級：話音和低頻級應用，頻率至 100KHz

B 級：中速數字信號應用，頻率至 1MHz

C 級：高速數字信號應用，頻率至 16MHz

D 級：超高速數字信號應用，頻率至 100MHz

### 四、遮蔽線傳輸特性

1. 對於線纜和連接硬體的衰減，不因特性阻抗不同而變，具有相同的規定。請參看表 2-15。

表 2-15 連接線路衰減及串音 NEXT 及 ACR 的規定

頻率(MHz)	衰減(dB)	NEXT(串音)	ACR	推測 ACR
1.0	2.50	54	-	51.5
4.0	4.80	45	-	40.2

10.0	7.50	39	35.0	31.5
16.0	9.40	36	30.0	26.6
20.0	10.50	35	28.0	24.5
31.25	13.10	32	23.0	18.9
62.50	18.40	27	13.0	8.6
100.0	23.20	24	4.0	2.8

## 2. 衰減串擾比 ACR

在某些頻率範圍內，串擾與減量的比值也是一個重要的參數，ACR 有時用信噪比(SNR)來表示，它們都是反映電線性能的重要參數。實際上代表了信號傳輸的通頻帶，而通頻帶越寬，資訊通過就容易，越不容易受到干擾。ACR 值越大，表示抗干擾的能力越強，ACR 可由在某個特定頻率下的串音 Db 值與相同頻率下 100 米內的衰減 dB 值的差值來表示。

有關水平電線 100 米衰減和近端串音 NEXT，請參看表 2-16。

表 2-16 水平電線 100m 衰減和近端串音 NEXT

頻率(MHz)	衰減(dB/100m)			NEXT (dB)	
	100O	120O	150O	100	150O
1	2.1	1.8	?	62	?
4	4.3	3.6	2.2	53	58
10	6.6	5.2	3.6	47	53
16	8.2	6.2	4.4	44	50
20	9.2	7.0	4.9	42	49
31.25	11.8	8.8	6.9	40	46
62.5	17.1	12.5	9.8	35	41
100	22.0	17.0	12.3	32	38

100O 和 100OFTP 電線反射率 23dB

150 STP 電線反射率 24dB

## 五、ISO 11801 鏈路特性

ISO 11801 定義“通道”(Channel)和“鏈路”(Link)兩種水平佈線模式，但與 TSB-67 的基本鏈路(Basic Link)不同，它含有 5 米快接式跳線。

以 ISO 11801 性能參數得出的水平佈線模式，如圖 2-13 所示。

圖 2-13 ISO 11801 水平佈線模式

## 六、直流環路電阻

TSB-67 無此參數規定。

直流環路電阻，是指一對雙絞線兩條銅導線電阻之和，直流環路電阻將使這信號能量部分轉變成熱能損耗掉。ISO 11801 規定，100 雙絞線直流環路電阻，不大

於 19.20/100m，1500 STP 直流環路電阻為 120/100m，每對雙絞線之間相差要小於 0.10，而不能太大，否則就表示接觸不良，必須進一步檢查連接點。

#### 第四節 EIA/TIS-568A 與 ISO 11801 NEXT 和光纖特性的比較

##### 一、NEXT 的計算方法

①ISO 11801 要求在幹線中兩對或多對線纜，按 Power Sum(PS) NEXT 計算，即用功率平方和的平方根值來表示：對於 25 對的多對數電線，線對 1(PR<sub>1</sub>)的 Power Sum NEXT 的計算公式可表為：

$$PSNEXTPR_1 = [(PR_{2-1})^2 + (PR_{3-1})^2 + \dots + (PR_{25-1})^2]^{1/2}$$

PSNEXTPR<sub>1</sub> 表示線對 2....線對 25 對於線對 1 的近端串音干擾。

從 PSNEXTPR<sub>1</sub>....PSNEXTPR<sub>25</sub> 中最差之值，作為該電線的近端串擾值。

②EIA/TIA-568A 標準要求在幹線中，4 對線以上按 Power Sum NEXT 計，而 4 對 UTP 線對與線對之間，按最差串擾值進行計算。

線對與線對之間的 NEXT，假設線對 1 最差，對於線對 1 而言有另外 3 對，則線對 2、線對 3、線對 4，將會對它進行干擾，可表示為 PR<sub>2-1</sub>、PR<sub>3-1</sub>、PR<sub>4-1</sub>，其中最差的（即最小的 NEXT），作為線對 1 的 NEXT 值。

多對數電線 NEXT 標準更新示意圖如圖 2-14。

圖 2-14 多對數電線 NEXT 標準更新示意圖

##### 二、光纖特性的比較

1. 表 2-17 為多模光纖的特性。

表 2-17 多模光纖特性

多模光纖 波長(nm)	損耗 / 頻寬(dB/Km-MHz)	
	ISO 11801	EIA/TIA-568A
850	3.5-200	3.75-160
1300	1.5-500	1.5-500

2. 表 2-18 為單模光纖的特性。

表 2-18 單模光纖特性

單模光纖 波長(nm)	損耗(dB/Km) (外部 - 內部)	
	ISO 11801	EIA/TIA-568A
1310	1-1	0.5-1



1550	1-1	0.5-1
------	-----	-------

對於多模光纖，在波長為 850nm 處，ISO 11801 比 EIA/TIA 568A 標求更高。

## 第三章 結構化佈線系統的組成

### 第一節 結構化佈線系統的基礎

#### 一、結構化佈線系統的位置

結構化佈線系統是指在一個樓或樓群中的通信傳輸網路，這個傳輸網路能連接所有的語音、數位設備，並將它們與交換系統連接起來。隨著電腦網路的普及化和大眾化，電話網路系統自然會和傳統的電信傳輸網路合起來，在建築物中構成統一的結構化佈線系統。這一趨勢是技術發展的必然結果，能夠提高投資效益，使得安裝和維護工作更加簡單、有效，提高了傳輸系統的質量和靈活性。

結構化佈線系統（圖 3-1）包括佈置在樓群中的所有纜線以及各種配件，如轉接設備、各類用戶端設備接口（如電話局）等，但不包括各種交換設備。無論是電話交換機，還是電腦網路互連設備，都屬於結構化佈線系統的外接設備，而結構化佈線系統只提供基礎。

圖 3-1 結構化佈線系統的位置

在第一章中介紹過，結構化佈線系統與傳統的網路佈線的最大差別，在於結構化佈線系統與它所連接的設備相對無關。在傳統的網路佈線中，設備在哪裡，線纜就鋪設到哪裡；結構化佈線系統則是先將佈線系統鋪設好，然後根據所接設備的情況調整內部跳線及互連機制，使之適應設備的需要。因此，同一個接口可以連接不同的通信設備，譬如電話、終端或 PC，甚至可以是主機、工作站等。

#### 二、佈線系統需要考慮的三個因素

下面我們先從用戶的需求出發，介紹設計佈線系統時，需要考慮的三個方面的因素，有了這個基礎，再談結構化佈線系統的組成就清楚多了。

##### 1. 佈線系統與網路體系結構

一般來說，在總體的電腦網路體系結構確定之後，佈線系統的基本架構也就確定了。譬如：採用 FDDI 網路技術作主幹，就必然要使用光纖作為傳輸介質；而 X.25 技術則使用銅線為多。但值得注意的是，同一種網路體系結構也可能有多種介質作為支持，如以太網 802.3 協議，有粗同軸電線、細同軸電線、雙絞線、

光纖（在建築物結構化佈線系統的標準中，已建議儘量不採用同軸電線，而用雙絞線和光纖）等多種實現方法。由於技術的不斷進步和發展，同一種網路標準會有多種介質來支持，以適應不同的用戶環境。

從拓樸結構來說，總線拓樸和環拓樸都用於電腦網路環境，尤其是區域網，而星型拓樸，則同時適用於電話和電腦通信。

結構化佈線系統的標準，規定其為星型結構，總線在網路設備中解決，環可由網路設備及跳線組成，而不破壞結構化佈線系統的星型結構。

## 2. 地理與建築結構

與常規通信系統一樣，電腦網路佈線系統分為戶外和戶內兩大子系統。而且從將來發展和易於管理、維護的角度看，電腦網路佈線系統應與其它通信線路結合起來，統籌規劃。

在設計電腦網路時，涉及戶外部份常借助於已有的通信線路，這必須和郵電部門聯繫，或者採用專線（在城市鋪設專線時，必須和電信管理局配合行動），採用地下管道、隧道或架空線路。

無論採用電線還是光纖，一般都是以點對點通信為基礎（因為總線方式受到限制），戶外敷線工程量大，應有一定的超前計劃，儘量利用現有的管道或線路，如果需要重新埋設管道，則應留有合適的冗餘量，以備未來發展需要。

電網網路的戶外系統根據用戶的不同需求和實際情況差別很大，最常見的情況有兩種：

一是在不同城市之間有通信的需要，包括衛星通信和長途撥號通信。這類系統是電腦網路應用的一個重要組成部分，但並不獨立構成佈線系統。

另一種情況是在方圓十幾公里至幾十公里範圍內組成專用網系統，從電腦網路技術角度說，就是若干局網組成的區域網互連系統，這種系統在大型企業、高等院校、科學實驗基地中屢見不鮮。這類通信線路的設計、規劃等與傳統的電信通信線路有很大的相似性，同時也與電腦網路的總體方案及用戶單位的具體情況密切相關。

在第二種情況中，戶內佈線是一個相對獨立的問題，往往由用戶自己解決，不需要和其它單位協商。目前國內大多數單位的電腦網路，都是在已有建築中佈置，因此佈線系統成為一個獨立的部份，在新建大樓內許多單位已將網路佈線，歸入標準的結構化佈線系統中，但還有不少單位，特別是在老建築物中，都是根據電腦的分佈情況，現場設計，現場施工。

根據經驗，在綜合性辦公大樓中，大約每年有 35% ~ 50% 的用戶設備需要變動位置，相對地也要改變佈線系統。因此，在已有建築中附加性地設計、安裝佈線系統會帶來一些使用上的不便。近年來，在線路設計中提出了一種新的設計思想，即結構化佈線系統，就是在大樓中建設一個獨立小網。在樓外與樓內（即內外線）的交匯處裝上線架，利用樓內垂直暗管或電線豎井作為佈線系統的主軸管道。在每個樓層設立分線點，通過分線點，在每個樓層的平面方向佈置分支管道，共通過這些分支管道，到達最終用戶所在位置。每個分支點除為本層服務外，還可以

通過預埋的線管，向相鄰的上下兩層供線，即每一層或兩層作為一個分支方向。這與大型建築物中的內部供電線路非常相似，即使得佈線系統成為建築物的一個結構組成部份，並在建物施工過程中同步完成。

按照結構化佈線系統的設計思想，一個建築物可以劃分為若干區域（就好像市內電話局），區域之間是幹線交換系統，區域內設置配線架，通過預埋式暗管系統到達用戶端，甚至可以在大廳內通過地下管槽系統，在地面上出線。這種佈線系統的特點是全部線路都是暗線（預埋和暗管線路）或是隱蔽的，且所有這些管道和線路都是建築物的組成部分。除非建築物翻修，佈線系統不會經常變動，因此樓內設計佈線系統，應以滿足用戶的最終需要的原則，留有發展餘地，儘可能避免分期鋪設。

目前在國內大型現代化建築設計中，除建物施工外，照明供電、通風、供熱等都是必需的專業工種，電話通信線路也已列入建築設計規範之中，上面提到的結構化佈線設計思想中的許多方法，即源於大樓內電話通信線路的設計。隨著電腦應用的普及，特別是 90 年代網路時代的到來，現代化大樓中的電腦網路必將與電話一樣，日益成為一個不可缺少的系統。因此將電腦網路佈線系統與電話佈線結合考慮，組成一個統一的綜合佈線網路，必能更加方使用戶，降低用戶的總投資，也使得電腦網路系統本身更加易於管理，更加靈活、可靠。

如何將電腦網路佈線系統與大樓內電話通信系統結合起來，充分考慮地理位置與建築特點，一方面依賴於電腦網路技術本身的發展，另一方面也與組成佈線系統的材料與器件有關。

### 3. 未來發展與業務預測

結構化佈線系統是在大樓建築過程中預建的，大規模的擴展（即分期鋪設）有一定的困難。除非整體翻新，工程施工會對大樓的正常使用產生一定的影響，而且總費用會比較高，因此在佈線系統設計中必須注意未來的發展，包括技術的發展和業務量的擴大。

從技術方面考慮，電腦網路在未來發展中，必然向高速高頻寬和支持多媒體應用方向發展。

目前 IEEE 802.3、IEEE 802.3u 標準的網路（乙太網、快速乙太網）是應用最普遍的，其中 10Base-T、100Base-T 技術正適應了結構化佈線的要求，它們採用雙絞線技術，Hub 作為集線器。因此在樓群內部分線點處作為 Hub 的集中位置，而利用分支線路將乙太網、快速乙太網直接連到用戶機器所在的牆面或地面。分線點之間可以採用多種網路互連手段，如交換機、路由器等等，互連介質可用 4 對和大對數雙絞線或光纖。由於光纖抗輻射、抗干擾性能好、重量輕，適合在垂直豎井中安裝，光纖也支援到桌面。

在 90 年代，100Mbps 的 FDDI 技術在區域網領域中為主流技術。90 年代以來，人們正在致力於建立一個全球性的資訊網路，可方便地交換資訊、提供資訊服務以及共享知識和創造力。建立全球資訊網，首先要確定互連網的體系結構。而區域網的互連，是全球資訊網的基礎。原有的 IEEE 802.3 乙太網、IEEE 802.5 標記

環網已普遍流行，100Mbps 的 FDDI 及快速乙太網也日期普及，100Mbps 不久將取代

10Mbps 成為網路基礎平台。但仍不能滿足當前日益增長的傳輸能力，從而推動千兆位速率的高速乙太網的研究試驗。IEEE 802.3 委員會正在制定一個基於銅線的 1000Mbps 標準。國際上許多大公司，如美國的 Lucent 加拿大的 NORDX/CDT 等公司，計劃於 1998 年開始這標準在五類線網上實施，另外一個 TIA TR-41.8.1 研究小組已成立，專門負責更高性能佈線規範的開發和測試。下面在表 3-1 中，說明 100Mbps 和 1000Mbps 的資訊傳輸能力。表 3-2 中說明區域網的變遷。

表 3-1 100Mbps 和 1000Mbps 的資訊傳輸能力

	數據量 (兆字節-MB)	傳輸時間 (100Mbps 速率時)	傳輸時間 (1000Mbps 速率時)
大型文件	100MB	8 秒	0.8 秒
高清晰度圖像 (100)	400MB	32 秒	3.2 秒
MPEG 2 影像 (2 小時)	4.2GB	6 分鐘	36 秒

表 3-2 區域網的變遷

UTP	ATM 論壇	頻寬	IEEE 802
三類線或以上	26Mbps 52Mbps	< 30MHz	10Mbps (10Base-T) 16Mbps (Token Ring) 100Mbps (VG-any LAN) 100Mbps (100Base-T4)
五類線 更好的佈線	155Mbps 622Mbps 1.2Gbps	100MHz	100Mbps (100 Base-Tx) 1000Mbps (正在進行開發)

根據網路的發展情況，為適應未來的發展，在結構化佈線系統中的水平佈線 UTP，最好採用 5 類線，主幹線最好採用光纖。有些對桌面系統要求高的情況，採用部分水平線為光纖，即光纖到桌面。1996 年 Lucent 貝爾推出支持 62Mbps 傳輸應用的 PowerSum 產品，支持 GigsPEED 的應用方案，將在 1997 年底推出，參看圖 3-2。

如何預測電腦網路通信業務量的發展，是一個新的課題，在國內目前只有少數單位，遇到過這類問題，還有待於在實踐中探索。

在預測業務量時，有兩方面的經驗可以借鑑。

一是國外先進國家電腦網路的應用水平與發展情況，二是電話通信（尤其是市內電話通信）的業務發展與預測。有興趣的讀者可參考有關資料。

三、結構化佈線系統開放性和傳輸性能的保證

為了保證結構化佈線系統的開放性和傳輸性能，在設計和安裝時，必須符合有關

的標準。(參看本節第二章網路佈線系統標準)。

## 第二節 結構化佈線系統的組成

結構化佈線系統具有對聲音、數據、區域網、模擬網和視像設備的支持功能。設計結構化佈線系統，要依據客戶的通信路需求(即佈線系統要支持什麼通信網路設備)、建築物的格局和應用範圍。

圖 3-2 結構化佈線系統支持的傳輸速度

在介紹結構化佈線系統的組成以前，先將其中用的名稱作個簡介。

ANSI/EIA/TIA-568A(以下簡稱“568A標準”)，描述的系統構成名稱與 AT&T(現為 Lucent)結構化佈線系統的子系統名稱略有不同，由於最早由 AT&T 貝爾推出 SYSTIMAX PDS 建築群綜合佈線系統(將語音和數據集成在一起的佈線系統)，1991 年 EIA/TIA 568 商業建築佈線標準，以 SYSTIMAX 為基礎而形成。我國現有大多數文獻資料中，引用的名稱多為 AT&T 結構化佈線系統的名稱。為使讀者不致於混淆，現在表 3-3 中說明結構化佈線的系統構成名稱對照表。由於目前世界上各廠家均支持標準，故雖然名稱不同但實質是一樣的。

下面的圖 3-3 和圖 3-4 中，說明結構化佈線系統組成的示意和實例。圖 3-5 中說明“568A 標準”中結構化佈線系統的組成示意。

下面簡單介紹結構化佈線系統中，各子系統的功能。

根據用戶的情況不同，一個結構化佈線系統並不要求包括所有的 6 個子系統，前面圖 3-3 和圖 3-5 中，說明的是一個完整的結構化佈線系統概念。

在佈線系統的各子系統中(特別是設備室和電信室中)，將會有大量網路通信設備以滿足不同用戶的通信需要，但這些網路通信設備，並不包含在結構化佈線系統之中。

有關組成結構化佈線系統的產品：傳輸介質、配線架、資訊插座、跳線等實物照片，在後面的附錄中提供。

表 3-3 結構化佈線系統的系統構成名稱對照表

“568A 標準”名稱	結構化佈線系統(AT&T 名稱)
工作區 WA	工作區子系統
水平佈線	水平子系統
主幹佈線	主幹子系統
設備室 ER	設備室子系統
引入口設施 EF	建築群子系統

HC、IC、MC(見注)	管理子系統
--------------	-------

注：HC - 在電信室中的水平交叉接頭

IC - 在設備室或電信室中的中間交叉連接頭

MC - 在設備室中的主交叉連接頭

圖 3-3 結構化佈線系統組成

#### ①工作區子系統(工作區 WA)

工作區子系統就是將用戶的通信設備(電話、FAX、電腦、打印機等)，連接到結構化佈線系統的資訊插座上。

資訊插座對於 UTP 來說，一般是採用 T568A-ISDN 或 T568B-ALT 標準的 8 位置模組化資訊插座。對於光纖來說 T568A 規定使用具有 SC 連接器的資訊插座。

圖 3-4 結構化佈線系統實例

工作區子系統中，依賴於用戶使用的通信設備，並要求有各種適配器、如 IBM 的同軸電線適配器。所以工作區子系統中包括各種適配器，連接器和連接硬體(跳線)，即工作區子系統還包括各種將用戶設備與資訊插座相連的硬體。

參看圖 3-6 工作區子系統示意圖及圖 3-7 工作區中的資訊插座和終端連線。

#### ②水平子系統(水平佈線)

水平子系統是由在樓層平面範圍內的資訊傳輸介質(如：4 對 UTP 纜或光纖)組成，參看圖 3-8 水平子系統示意圖。

為了支持飛速發展的通信，4 對(8 芯)UTP 已成為標準的傳輸介質，用來支持 ISDN、10 Base-T、100 Base-T、TP-PMD，甚至千兆位乙太網等，所以為了保護投資，適應網路的發展，應儘量選用高品質的五類 UTP 來組成水平子系統。

水平子系統的特點，是水平佈線 UTP 或光纖的一端必須端接在牆上或地板上的資訊插座上，另一端則端接在電信室中的 UTP 配線架或光纖配線架上(這裡的配線架稱為分配線架 IDF)但配線架系統不屬於水平子系統而屬於管理子系統。

圖 3-5 結構化佈線系統的組成(ANSI/TIA/EIA-568A 標準範圍)

圖 3-6 工作區子系統示意圖

下面的圖 3-9 中示出水平子系統中 UTP 兩頭的端接。

圖 3-7 工作區中的資訊座和終端連接

圖 3-8 水平子系統示意圖

水平子系統是工作區子系統和管理子系統的連接橋樑，由於它和工作區直接相連，並與建築平面佈線設計相關，故它的設置成功與否將極大地影響結構化佈線系統。

### ③主幹子系統（主幹佈線）

主幹子系統結構化是佈線系統的骨幹。在結構化佈線系統中，主幹子系統將設備室中的主配線系統 MDF(支持 MC 主交叉連接的)，與電信室中的分配線系統 IDF（支持 HC 水平交叉連接的）互連起來。參看圖 3-10 主幹子系統示意圖。

主幹子系統要提供若干小區之間多種通信的需要。從電腦網路通信的需求來說，它要保證所有用戶終端與設備室中電腦的連通性(用於分時終端系統)，也要保證用戶電腦之間的互通性(區域網應用)。主幹子系統是各種銅線、光纖等的組合。在多層建築物中，每層(或每兩層)有一個水平子系統，主幹子系統經由電信室中的分配線系統與水平子系統互連。主幹子系統經由設備室中的主配線系統與戶外系統互連。因此主幹子系統就是一條通信幹線，從概念上講它是樓群內的主幹

通信系統。

結構化佈線系統中的主幹子系統並非一定是垂直佈置的，在某些特定的環境中，譬如單層平面的大型廠房，主幹子系統就是平面佈置的，它同樣有連接各小區（水平子系統）的作用。而且在大型建築中，主幹子系統可能由兩級組成，即分配線系統（支持 HC 的）到中間配線系統（支持 IC 的），再由中間配線系統到主配線系統（支持 MC 的）。

圖 3-9 水平子系統中 UTP 兩頭的端接

#### ④設備室子系統（設備室 ER）

設備室是指集中安裝大型通信設備的場所，如 PBX、大型電腦、電話網路通信中樞等設備。設備室子系統即是安裝在機房中的佈線系統，用來連接各種設備的線纜及適配器等。在大型建築物中，有時還不止一個設備室子系統。

設備室中還放有主配線架（支持 MC 的），在其上端接主幹纜、公共設備纜及來自大樓入口設施的主幹纜。所以它也是線路管理的集中點，主配線架屬於管理子系統，參看圖 3-11 設備室子系統示意圖。

在建築物中，設備室的位置和環境的選擇是一個重要的問題。設備室不應靠近大型電氣設備，如發電機、電梯動力間等；要有較好的空調及通氣環境，保證一定的溫度與濕度；設備室建築要有較高的抗振能力，內部裝飾材料應採用防火材料；地面要有一定的架空高度並具備一定的承重能力；室內要保證一定的空氣潔淨度等。

#### ⑤建築群子系統（引入口設施 EF）

建築群子系統用來連接分散的樓群，這樣就需要各種線纜（銅線、光纖）把它們連接起來，樓與樓之間的線纜可作為地下線、地理線、架空線和管道線來鋪設。

引入口設施 EF 處還要接來自公共(Public)和專用(Private)網路服務的引入電線。

圖 3-10 主幹子系統示意圖

戶外電線在進入大樓時，通常在引入口處要經過一次轉接接入戶內系統（戶內電線經常採用與戶外電線規格不同的型號，需要考慮防火等因素，但外皮包裝的要



求會低一些)。在轉接處可以加上電氣保護設備。現代化電話通信系統中的通信線路，在進入樓群時一般都已考慮這一點，主要是避免因雷擊或與高壓線接觸而造成用戶及設備安全的損害。下面在圖 3-12 中示出戶外纜進入大樓後的處理。戶外、戶內兩部分的轉換處(即引入口設施)需要專用房間或牆面，用來安裝各種跳接線系統、分線系統、電氣保護設備以及專用傳輸設備(如多路複用器，光端機等)，因此引入口設施轉換處也經常與設備室子系統放在一起。在大型建築中，轉換處需占用較大面積的專用房間安裝各種機櫃，而一般小型建築物中則只需一面牆即可。

#### ◎管理子系統

從前面的圖 3-3、圖 3-4 和圖 3-5 中看出，大樓的設備室中及每層樓的電信室中都有配線系統，它們連接其它各子系統構成一個有機的整體。

根據具體的佈線情況又有：銅線(UTP)配線系統和光纖配線系統。

圖 3-13 中是用於 UTP 配線系統的配線架，這裡說明了 600 對的容量。

實際容量則根據所要端接的纜線對數算出。

用於光纖的配線系統，可由各種型號的光纖接口單元組成，圖 3-14 中即為一種最簡單的光纖配線架示意圖。圖 3-15 中則說明了光纖互連方式的示意圖。

圖 3-12 戶外纜進入大樓後的處理(引入口設施 EF)

支持 HC(水平交叉連接)、IC(中間交叉連接)和 MC(主交叉連接)的配線系統總起來稱為管理子系統，是實現結構化佈線靈活性的關鍵。

圖 3-13 UTP 配線架示意圖

有關材料表明，大型建築物中佈線系統的管理是一件十分複雜、繁瑣的工作。由於總是會有部門搬遷、辦公室調整、設備更新等情況，佈線系統的調整是必然的。如果缺乏有效的調整手段，必然要經常地增補佈線系統，增加工作量和費用，除了干擾正常秩序之外，嚴重後果之一是產生一批廢線。這種廢線會導致佈線系統的混亂。

在結構化佈線系統中，一旦發生佈線系統需要調整的情況時，可以通過佈線配線系統(HC、IC 和 MC)來重新配置佈置線結構。調整是通過跳線完成。跳線有各種

類型，有光纖跳線也有 UTP 跳線；有單根的，也有多股的。跳線可以在整個系統中方便地調整各區域內的連接關係，可以將用戶設備方便地連到另一個設備。這樣在搬動設備時，只需將插頭取下，到達新的位置後，在新的插座上插上即可。這種方法的優點是顯而易見的。各佈線配線系統的規模取決於它所管理的用戶線數。

### 第三節 結構化佈線系統的規劃參考

#### 一、商業大樓電信佈線標準的技術要求

這裡指 TIA/EIA-568A 的技術要求。

· 目的：為商業大樓定義一個通用的電信佈線系統以便支持多種產品、多廠家的環境；

· 範圍：標準為一座大樓或一個園區環境中的樓群之間規定了電信佈線的要求。建議採用的拓撲和距離，規定了確定性能的光纖介質，及對工作站資訊插座的要求；包括連接器的類型和針腳的指定以保證互連性；

圖 3-14 光纖配線架示意圖

圖 3-15 光纖互連方式示意圖

· 電信佈線系統的要素主要有：水平佈線、主幹佈線、工作區、電信室、設備室、入口設施和管理。

#### 1. 水平佈線系統結構

水平佈線系統是立了一個星型拓撲上的水平纜（4 對 UTP 或 2 芯光纖），從每一個工作站資訊出孔延伸到電信室（每一水平纜的一端接在資訊插座的物理端接模塊上，如 UTP 的 8 位置模組化插座模塊，或光纖的兩個 SC 插座，水平纜的另一端接在電信室中的 UTP 或光纖配線架上）。水平佈線將使經常進行的移動、改變、維護、未來增長的服務及系統（如：話音 / 數據通信的交換設備和區域網路設備）變得容易實現。

①水平佈線中認可的電線

1) 4 對、100 無遮蔽雙絞對纜(UTP)

. 24AWG UTP (0.051cm) 實心導線；

. 22AWG UTP (0.0641cm)實心導線（如果符合水平 UTP 纜規定的要求也可以使用）；

. 4 對 UTP 的顏色編碼。

詳見表 3-4。

表 3-4 4 對 UTP 的顏色編碼

導線的識別	顏色編碼	縮寫
對 1	White-Bule Bule	(W-BL) (BL)
對 2	White-Orange Orange	(W-O) (O)
對 3	White-Green Green	(W-G) (G)
對 4	White-Brown Brown	(W-BR) (BR)

2) 2 對、150 遮蔽雙絞對纜(STP-A)

3) 62.5/125 $\mu$ m的光纖

②UTP 水平佈線纜的距離要求

從電信室到資訊插座的水平纜最大距離（長度）為 90m (295ft)。

用於工作區的纜線及電信室中的快接纜、跳接軟線和設備纜總計允許 10m (32.8ft)。

換句話說，要求每條路由的 UTP 纜（從資訊插座到電信室及工作區、電信室中的跳線、連接纜等）的總計長度不得超過 100m(327.8ft)。

2. 主幹佈線系統結構

主幹佈線結構將使用一個層次的星型拓樸，它提供電信室、設備室和引入口設施之間互連，包括大樓之間的纜線。樓間的纜線是端接在主交叉連接配線架，和中間交叉連接配線架上的。在主幹佈線中將不能有多兩層交叉連接，即只能有兩級主幹（第一級主幹為由 MC 到 IC，第二級主幹為 IC 到 HC）。

任何兩個電信室之間的互連將通過 3 個或更少交叉連接（如 3 個交叉連接 HC-IC-MC-IC-HC; 2 個交叉連接 HC-IC-MC-HC; 1 個交叉連接 HC-MC-HC）。

①主幹佈線中認可的電線

1) 大對數 UTP(100 的)

24AWG UTP(0.051cm)實芯導體

22AWG UTP(0.064cm)實芯導體，如果它們符合主幹纜的要求，也可選用。三類大對數 UTP 主幹纜主要用於語音和 10Mbps (乙太網) 的傳輸需要。五類大對數 UTP(如 25 對的)用來支持 16Mbps 令牌環、100Mbps 的 TP-PMD(即 TP-DDI)。

25Mbps 的 ATM、155 Mbps 的 ATM 或更高速的 LANS (622Mbps 及 GigaSpeed 乙太交換網)。

2) 當主幹纜的長度超過 100 米時，應採用光纖。

62.5/125  $\mu$  m 的多模光纖和單模光纖

3) 遮蔽雙絞線 150 STP-A 電線

4) 50 同軸電線也是認可的介質，但在新佈線系統中不提倡用它。

②主幹佈線的距離，見表 3-5。

表 3-5 最大主幹分佈距離

介質類型	最大的主幹分佈距離		
	HC 到 MC	HC 到 IC	IC 到 MC
UTP 雙絞線	800m (2624ft)	500m (1640ft)	300m (984ft)
62.5/125 $\mu$ m 多模光纖	2000m (6560ft)	500m (1640ft)	1500m (4920ft)
單模光纖	3000m (9480ft)	500m (1640ft)	2500m (8200ft)

對於高速數據傳輸的需要，用三類、五類 100O UTP 或 150O STP-A 主幹電線，要控制在 90m(295ft)之內。

單模光纖的能力可達 60Km，當然，這在標準的範圍之外。

### 3. 工作區

工作區的組成部分是由資訊插座到站設備。站設備包括語音、數據或視像設備及其它的設備。對於一個好管理的分佈式系統來說，工作區佈線是重要的，但是，通常不是設計成永久式，以便相對地容易改變。

#### ①資訊插座

每一單個工作區至少要提供兩個資訊插座，一個用聲音，而另一個用於數據。傳輸數據的資訊插座中將根據工程的需求，選擇提供支持下列水平傳介質之一的連接器。

- 4 對 100O UTP 纜 ( 推荐五類 UTP )
- 2 對 150 STP-A 纜；
- 兩芯 62.5/125 $\mu$ m 多模光纖；
- 傳輸語音的資訊插座中要求支持 4 對 UTP ( 三類或更高的 ) 的連接器。

#### ②連接工作區中設備的快接纜 ( 快接軟線 )

有光纖跳線和 UTP 快接式跳線，這些連接纜要符合 568A 的性能和物理機械的要求，並遵守長度限制 ( 整條水平 UTP 纜的長度限制 )。

#### ③工作區中為連接特殊設備用的各種適配器。

### 4. 電信室

電信室是一個封閉的空間，用來裝備電信設備、纜端接和交叉連接佈線的配線架。它被用來作為主幹和水平設施之間的變換點。

## 5. 設備室

設備室是大樓中的一個區域（或房間），用來安裝電信設備，用於支持主交叉連接的主配線架也放在設備室。

電信室和設備室之間的主要區別，在於它們所包含設備的性質和複雜性不同。

## 6. 引入口設施

引入口設施(EF)是到一個大樓的引入口(Entrance)，建築群間由戶外在此進入大樓，還有戶外的公共和專用網路服務纜也由此進入大樓，包括在大樓牆上的引入點(the entrance point)及到引入口房間或空間的延續部份。

## 7. 連接硬體

主幹和水平佈線連接，硬體將佈線系統連接到大樓佈線系統、設備和電信網路。在結構化佈線系統中，有各種各樣的連接硬體可供使用，諸如：

- 輔助的連接硬體(Ancillary Connection Hardware)；
- 交換點硬體(Transition Point Hardware)；
- 電信出口(Telecommunication Outlets)；
- 交叉連接硬體(Cross-Connecting Hardware)；
- 接續硬體(Splice Hardware)。

由於物理結構的不同，這些連接硬體都各自有不同的性能特性，它們必須要符合標準規定。

## 8. 管理

現代化大樓要求有效的電信基礎結構，來支持依靠數字傳輸的廣泛服務。這個基礎結構可認為是許多元素的集合體（這些元素有：電信空間、電線管道、接地、佈放的線纜和端接、交叉連接硬體等），這個基礎為大樓或校園裡所有分佈提供基本的支持。電信基礎結構的管理，主要有時支持水平交叉連接(HC)、中間交叉連接(IC)和主交叉連接的管理，還要有電線的文件（標識、記錄、圖表、報告、工作程等）。1993年2月公佈的TIA/EIA-606管理標準，用於商業大樓的電信基礎結構。這個文件的集合用來指導電信佈線系統的管理。

下面在圖 3-16 中說明 606 標準顏色編碼圖，表 3-6 為 606 標準顏色編碼圖的說明。

圖 3-16 606 標準顏色碼圖

表 3-6 606 標準顏色編碼圖說明

端接類型	顏色	說明
界限點 (Demarcation Point)	橙 (Orange)	中心局端接
網路連接	綠	網路連接或輔助電話端

(Network Connections)	(Green)	接，如市話電線中繼電線
公共設備 PBX. HOST. LANS. Muxes (Common Equipment)	紫 (Purple)	用於所有的交換機(PBX) 和數據設備的端接
第 1 級主幹 (Frist Level Backbone)	白 (White)	MC-IC 主幹纜端接
第 2 級主幹 (second Level Backbone)	灰 (Gray)	IC-HC 主幹纜端接
站 (Station)	藍 (Blue)	水平纜端接
樓間主幹 (Interbuilding Backbone)	棕 (Brown)	園區纜端接
混雜的 (Miscellaneous)	黃 (Yellow)	輔助的、維護、報警、安全等
Key 電話系統	紅 (Red)	

## 二、工作區子系統

工作區子系統包括 I/O 資訊插座、連接軟體和介質轉換設備。參看圖 3-17 工作區子系統（工作區 WA）。

圖 3-17 工作區子系統（工作區 WA）

工作區子系統是結構化佈線系統的組成部份，它將用戶終端設備（包括電話機電腦終端、監視器、數據終端等）經由連接軟線（跳線）、資訊插座(I/O)互連來。資訊插座又與水平子系統中的 UTP 或光纖連在一起，從工作區子系統在用戶終端設備和水平子系統之間起著搭橋的作用。

結構化佈線系統能兼容各種通信設備（現在和將來的兼容）具有適應性，就是因為工作區子系統的橋樑的作用。

### ①工作區中的 I/O 資訊插座數量的確定

通常以 6 至 10 平方米為一個工作區 WA，每個工作區中提供的資訊插座至少支持兩台設備（一個電腦，一部電話）。

在做此工作時，設計者應全力弄清工作區中的需求和可能的變化，以便為今後各子系統提供最堅實的客觀基礎和設備依據。

### ②資訊插座(I/O)

資訊插座(I/O)是工作區子系統和水平系統之間的一個管理點。作用是承擔話音、數據以及其它通信輔助器件的連接點。

對於 UTP 來說，目前使用的 I/O 資訊插座有兩種型號：T568A 和 T568B。它們

的前視圖及顏色編碼指定如圖 3-18 所示。連線情況如圖 3-19 所示。

圖 3-18 資訊插座前視及顏色編碼指定

圖 3-19 工作區 I/O 資訊插座接線關係

在具體工程中是採用 568A 還是 568B 將由用戶決定，但在同一個工程中不能混合使用。

為什麼 UTP I/O 資訊插座支持 4 對線纜呢？主要是要符合 ISDN 標準及適應更多的使用範圍，以便能在不需變換電信基礎設施的前提下，就可滿足各式各樣用戶設備的接續要求。參看表 3-7。

表 3-7 資訊插座(I/O)針腳連接

UTP 引線應用範圍	資訊插座(I/O)		接線針腳(568B)	
	4.5	3.6	1.2	7.8
語音(模擬 1 對, 數據 2 對..)				
ISO 8877 (ISDN)				
IEEE 802.5(令牌環)				
IEEE 802.3i (10Base-T)				
ANSI X3T9.5 (TP-PMD)				
IEEE 802.3u (100Mbps)				
IEEE 802.12 100VG-AnyLAN(100Mbps)				
ATM (155Mbps)				

注：“ ”表示供選用執行程序或正開發的標準

“ ”表示必須選用者

對於光纖來說，一個 I/O 插座需要兩個 SC 型(或 ST 型)光纖插座。參看圖 3-20 光纖資訊插座示意圖。

圖 3-20 光纖資訊插座示意圖

③介質轉換設備（適配器）

適配器是一種使不同大小或不同類型的插頭與資訊插座相匹配的器件。表 3-8 中說明介質轉換設備（適配器）的類型和實例。

④工作區線纜

主要的 UTP 跳線（快接軟線）和光纖跳線（快接軟線）。UTP 跳線兩頭主要是 8 位置的模組化插頭（RJ-45 型的），跳線本身要符合軟線標準。光纖跳線有 SC 插頭和 ST 插頭的。

表 3-8 介質轉換設備（適配器）類型及實例

介質轉換設備 (適配器)名稱	型號 (以 Lucent 的 產品為例)	特點
平衡 - 非平衡	535A	8 針腳模組化插座 網路耦合器 4 對器 NBC 連接器
	353M	BNC1 4 對 UTP 接 25 引腳小型帶狀插座 BNC8 4 對 UTP
匹配適配器	369A	提供阻抗匹配網路 8 針腳插座 8 針腳模組化插頭
端接適配器	366A (配合 365A)	365A：一端帶雙股電線插頭電線，另一端配有 8 針腳插座
連接適配器	400K	400K：一端為 8 針腳插頭，另一端為 6 針腳 2 針腳兩個開口， 6 針腳接電腦終端，2 針腳接著普通電話機
	361A	361A：一條雙股同軸電線，一端為 8 針腳模組化插座，另一 端為兩個連接器：TNC, BNC
橋接適配器	367A	367A：具有複接的 8 個 I/O 端口，使處在同一房間的所有工作 站橋接在一個端口上
保護性適配器	355 A, B	355：一側為 8 針腳模組化插座，另一個為 25 腳 EIA 連接器。 它通過起保護作用的電阻、二極管線路，將 EIA-232-C 25 腳 連接器與 8 針腳模組化插座相聯。

三、水平子系統

1. 水平子系統概述

水平子系統是在樓層平面範圍內的資訊傳輸介質（即 4 對 UTP 無遮蔽雙絞線電線或光纖及其相部件）。它是工作區子系統和管理子系統間的連接橋樑。

參看圖 3-21 水平子系統（水平佈線）。

因為水平子系統與工作區直接相聯，與建築的佈線設計相同，因而它的設置成功與否，與結構化佈線系統的設計成功與否有極大的關係。設計重點在於：傳輸介



質的選定；根據工作區子系統中 I/O 端口的設置（包括類型、數量、位置）及樓層電信間每條路由的長度；並要確定安裝鋪設的方式。

由圖 3-21 可見水平佈線鏈接電信間內的 HC 水平交叉連接配線架到工作區 WA 的資訊插座，對於 UTP 無遮蔽雙絞線來說，最長的水平線纜不得超過 90m(295 英尺)，若線纜長度超過 90m(295 英尺)時，則這一樓層要添加電信間。

圖 3-21 水平子系統（水平佈線）

## 2. 水平佈線中要考慮的幾個問題

### ①五類 UTP 佈線的考慮

參看圖 3-22 水平方向的信道示意圖。

圖 3-22 水平方向的信道示意圖

“信道”至關重要，即使佈了品質最好的五類 UTP 電線，若是連接硬體品質不良、跳線，或安裝施工質量低劣，信道性能仍會下降。

五類佈線意味著要適應高速數據傳輸，高速數據信號傳輸需要許多部件，包括高性能的水平電線、交叉連接配線架、資訊插座。這些部件間的協作非常重要，且部件的質量要滿足要求。

五類佈線要由經過各廠家正規培訓過的技術人員安裝。

### ②開放辦公室中的水平佈線

近期統計表明，每年約有近一半的辦公人員移動辦公地點，特別是在“開放辦公室”中的佈線是一個困難的問題。如移動家具和設備這樣簡單的事情，會帶給結構化佈線系統混亂。現有的電線會損壞，可能還要從電信室拉引新的電線。這些重新組合都會導致辦公的混亂和費用的支出。

為緩解這些困難，TIA 頒布了 TIA/EIA TSB75 “開放辦公室的附加水平佈線慣例”，開放辦公室是指由辦公家具、可移動的隔斷或其它設施代替建築牆面組成的分隔式辦公環境。TSB75 提供了兩套改進的電線佈線方案，幫助在頻繁移動、增加和改變的環境中簡化水平佈線。將合適的電線和連接硬體配合使用，就會有很強的設計替代性，節省安裝時間和費用。

在開放辦公室中，混合電線、多用戶資訊插座和集合點是其中的重要組成部分。下面我們將對有關的技術問題作一簡單的介紹。

### 1) 混合電線

混合電線是指兩根或兩根以上（相同或不同種類或級別），包於同一外護套的電線集合。和其它電線相比，主要特點是其內部電線的種類和尺寸可能有很大差別。功率相加模式(Power Sum Model)和混合模式(Hybrid Model)在性能和所支持的連持方案及應用上有一些區別。

#### · 功率相加模式

是為消除同一組（Same Binder Group）電線中同種信號的串擾而設計的，干擾信號的特性基本相同，比如全部是 10Base-T 信號或 IBM 3270 類信號，但不能既有 10Base-T 信號又有 3270 類信號，它們的電氣特性不同，串擾大小也不同。這種設計一般在樓間或樓內作為電信間 入口設施和設備室互連的主幹電線上常常採用。由於功率相加模式，不能確保消除同組電線中不同應用間的干擾，所以 TIA（電信工業聯盟）建議不同信號等級的服務，或對脈沖干擾敏感的服務，都應該在不同的電線組中加以區分。如果說在主幹電線中做這種區分還是比較容易，那麼在水平佈線中就非常困難了。在這種情況下，出現了混合電線。

#### · 混合模式

採用混合模式後，同一外護套容納多種干擾信號，在電線間提供了附加的隔離層，使得同一根混合電線中可以支持信號等級差別很大的應用。這一點為混合電線在水平佈線中的應用打開了大門，同時也促使我們從一個新的角度去看待水平佈線的整體性。

### 2) 多用戶資訊插座 MUTO (Multi User Telecommunication Outlets)

多用戶資訊插座(MUTO)為組合空間中辦公的多個用戶，提供了單一的工作區插座集合。參看圖 3-23 多用戶資訊插座組件示意圖。

工作區纜（快接線）通過家具內的槽道，由設備直接連到 MUTO。MUTO 應該放在象立柱或牆面這樣的永久性位置，而且應該使水佈線在家具重新組合時保持完整性。MUTO 適用於組合非常頻繁的辦公區域使用。

圖 3-23 多用戶資訊插座組件示意圖

表 3-9 中為採用 MUTO 後，辦公室水平佈線的長度。

表 3-9 採用 MUTO 後開放辦公室中水平佈線的長度

A	B	C
m (ft)	m (ft)	m (ft)

7(23)	90 (295)	3 (10)
7(23)	85 (279)	7 (23)
7(23)	80 (262)	11 (36)
7(23)	75 (246)	15 (49)
7(23)	70 (230)	20 (66)

注：要求每條水平路由在 100m 之內。

TSB75 規定同一個 MUTO 的服務範圍不應超過 12 個工作區。限制一個 MUTO 所服務的工作區數量，可以緩和對工作區電線長度、設施位置和工作區連接管理的需要。

混合電線與多用戶多媒體插座配合使用，在開放辦公室中有良好的效果。

### 3) 集合點 CP(Consolidation Point)

集合點(CP)和 MUTO 的區別，在於 CP 是水平佈線中的一個互連點，它將水平佈線延長至一樣，CP 也緊靠辦公家具，這樣，重組家具的時候能夠保持水平佈線的完整。在 CP 和資訊插座之間鋪設很短的水平電線，服務專有區域。

CP 和 MUTO 的相似之處，在於建築槽道(來自電信室)和開放辦公區的轉接點，這個轉接點的設置使得辦公區重組時，能夠減少對建築槽道內電線的破壞。設置 CP 的目的是針對那些偶爾進行重組的場合，不像 MUTO 所針對的是重組非常頻繁的辦公區，CP 應該容納儘量多的工作區。

在圖 3-24 中是集合點 CP 的示意圖。

### ③水平 UTP 鋪設時要注意的問題

4 對 UTP 是一種對“各對”銅線芯採用不同絞距的特殊組合(絞距是指兩條單線絞合在一起形成“線對”的長度，通過改變“線對”的絞合長度可以減少“線對”間的信號干擾)，以便能傳輸高速數據。

## 圖 3-24 集合點 CP 示意圖

在鋪設水平 UTP 纜的過程中，要注意離開電磁干擾的影響區，穿著並做接地。UTP 纜本身就是一個電磁干擾源，既是發射器又是接收器。所以要防止干擾源影響別的系統；又要防止吸收干擾而影響自己。要選擇最佳鋪設路由，使管線儘量短。若配線能相對集中應儘量集中鋪設。

UTP 纜，特別是高速數據傳輸用的 UTP 纜，要在與電源干擾源之間留有一定的空間。

下面在表 3-10 中說明各種 EMI (電磁干擾) 源與 UTP 纜之間的最小空間。

表 3-10 各種 EMI 源與銅線之間的最小空間

條件	最小的分隔距離		
	< 2KVA	2-5KVA	75KVA
輻射源：無遮蔽電源線或電氣設備 銅線佈線槽：非封閉的或非金屬導槽	127mm	305mm	610mm
輻射源：無遮蔽電源線或電氣設備 銅線佈線槽：接地的金屬管道槽	64mm	152mm	305mm
輻射源：由接地金屬管道（或等效的遮蔽）的電源線 銅線佈線槽：接地的金屬管道槽	-	72mm	152mm
螢光照明設備			305mm (工作區)

#### ④水平佈線光纖的考慮

##### 1) 水平佈線的光纖

對於水平佈線，至少需用一條 62.5/125 $\mu$ m 的兩芯光纖，並且有備份。

所有新安裝的光纖 LAN 網，都要配置 SC 連接器。對於已經安裝了 ST 連接器的 LAN 網，新安裝的 SC 連接器可共存使用並利於未來的增添。

##### 2) 光纖安裝參考

安裝的光纖彎度不要超過規定的最小彎曲半徑，在安裝期間，一般彎度不超過光纖直徑的 20 倍。

在安裝時要保證光纖不超過規定的延展度。雖然超過也不一定會拉斷光纖，但會使光纖芯變細，這時會使系統的性能達不到設計標準。

光纖的彎曲部分要短，彎曲的次數要少。要避免光纖與像水泥、石頭和磚塊那樣的粗糙面直接接觸。光纖在穿過地板和牆面時要使用導管，通過吊頂時，可用導管或暴露方式。

#### 四、主幹子系統

主幹子系統（主幹佈線）提供各樓層電信室(TCs)、設備室(Ers)和引入口設施(EF)之間的互連，包括用來互連 TCs、Ers 和 EF（包括樓間的佈線）的主幹線，對主幹纜線的機械端接(Mechanical Termination)及其它的中間和主交叉連接。

主幹子系統中規定

- 星型拓樸結構（每個電信室主幹纜連到一個主交叉連接，或一個中間交叉連接）；

- 主幹的層次級最多有兩級（第 1 級主幹是從 MC 到 IC，第 2 級主幹是從 IC 到 TC 中的 HC），參見前面的圖 3-16；

- 任何兩個電信室(TCs)之間的互連，必須不能通過多於 3 個交叉機制（IC 到 MC 到 IC）；

- 許可的介質距離限制。

圖 3-25 中示出一座大樓中的主幹佈線。

圖 3-25 主幹子系統（主幹佈線）

主幹子系統是建築物的主幹電線。主幹電線不但要滿足現在的需要，還要適應將來的發展或留有餘地；要確定和處理好單傳語言、單傳數據、語音數據混合傳輸的問題。被確定為語音者，可採用三類 UTP；若需高速數據傳輸時要採用五類 UTP 或光纖。主幹纜的容量計算時要特別對預計不到的工作區留有餘地。有關 568A 標準認可的主幹電線類型及最大主幹分佈距離，參看圖 3-26。

圖 3-26 認可的主幹纜最大距離

主幹子系統中，纜線（銅線、光纖）的選擇依據是資訊類型、傳輸速率、資訊的頻寬和容量

### 1. 主幹子系統中的銅線

主幹子系統中銅線的接合方式採用點對點端接，這也是推荐的首選端接方案。它的特點是供給每層電信室的電線，均由設備室採用專用電線直接引至，不再分支延伸。此方式可以根據用戶的實際需要，採用不同規格和類型的電線，可直接配線，省去交接箱。但電線條數多、規格多、調度不靈活。

在確定樓層電線時要根據對語音、數據的需求確定。

- 對每組語音通道可按 2 對或 3 對計算；
- 對數據通道不明確無法確定時，只有按 2 對線模塊化系數來規劃主幹規模。

目前大對數的 UTP 纜為三類，傳輸速率為 10Mbps，容量規格有 25、50、100、200....

五類的 UTP 纜，傳輸速率 155Mbps，甚至更高；容量規模儀有 25 對一種。在大對數 UTP 纜中，每 25 對為一束，按具有同樣電性能的線束分組，並為一獨立單元，組與組之間無任何關連。

大對數 UTP 主幹纜兩端，分別端接在電信室的分配線架 IDF（支持水平交叉連接 HC 的）上和設備室的主配線架 MDF（支持主交叉連接 MC 的）上，或是支持中間交叉連接 IC 的主配線架上。各種配線架通常由不同容量的 110 系列連接塊組成。

### 2. 主幹子系統中的光纖

在區域網中，光纖系統通常採用路由直接設計方式，即使用相對每根光纖數量很

少的若干根光纖。從設備室的光纖主配線架側“點對點”地組成星型放射式，直達各個所需樓層電信室的光纖分配線架，中間過程無分支點，見圖 3-27 路由直接設計方法。

圖 3-27 路由直接設計方法

在結構化佈線系統中必須採用光纖的應用場合如圖 3-28 所示。

路由直接設計方法中結合成本、勞務費和材料費，均屬最經濟實際的，可通過主配線架和分配線架跳線靈活地改點。這種方法可支持點對點、環型及星型的幹線應用，具有很大的靈活性。

在結構化佈線系統光纖設計應用中，應對每條光纖鏈路進行評估，以保證傳輸性合互連設備的工作參數。

光纖處在幹線子系統、水平子系統和建築群子系統中。佈線密度根據實際需求來定。通常當光纖做主幹線時，每個資訊室(TC)至少要用 6 芯的光纖，對於較高級的應用最好提供 12 芯的光纖。一般一個區域網段需 4 芯，為發展需要多出 4 芯。建議使用 62.5/125 $\mu$ m 的多模光纖。

#### ①光纖組網方式

1) 點對點：可實現電腦間高速雙工信道，距離為 2-5Km( 超過 2Km 時採用單模光纖 )，傳輸速率為幾 Mbps 至幾百 Mbps。

圖 3-28 光纖在結構化佈線系統的應用場合

2) 星型區域網：利用光鏈路把交換機（資訊組控制器）連接到遠程集線器，通過雙絞線連接到各個被支持的終端地點。它可採用主 / 從或主機至終端的結構。

3) 在環型網路中，是由信號再生器形成的連續環，每兩個再生器由光纖相連。

#### ②光纖的佈置要求

1) 機械終端：所有主幹光纖佈線應以永久安裝的連接器終接，在 25  $\pm$ 5 的情況下，每個耦合連接器線對的最大光衰減不應超過 1.0dB。

2) 衰減：從一光纖芯終端至其它光纖芯終端的交叉接線光衰減應不超過 2.0dB。光纖接頭（包括熔接或機械端接）不應超過 0.3dB 光衰減。

### ③光纖類型

在結構化佈線系統中，使用的光纖一般有帶狀光纖、束狀光纖、建築物光纖和跨接線光纖。

- 1) 帶狀光纖：光纖為平面排列成帶狀。帶狀光纖間的連接必須採用陣列接合連接器；帶狀光纖與非帶狀光纖中的光纖互連時，必須採用旋轉接合連接器。一根帶狀光纖最多含 12 條帶芯，每一帶芯含 12 根光纖，每條帶允許最小彎徑為 3.61cm。
- 2) 束狀光纖：由多組光纖束組成，每組用相應的色線繩捆綁，容量 4-96 根，每 12 根光纖為一束（小於 12 根者按一束計），可以是單模光纖亦可是多模光纖。
- 3) 建築物光纖：含 4 根或 36 根緩沖多模光纖，而光纖為 62.5/125  $\mu$ m 的。

### ④光纖連接器件

光纖連接器件有絞接（接續件）和管理件。

- 1) 光纖絞接件是通用光纖盒(UFOC)。它可以連接束狀光纖、帶狀光纖和跨接線光纖。採用光纖護套後，一個 UFOC 可提供 4 根帶狀光纖、8 根束狀光纖入口。
- 2) 線路管理件有小型的光纖互連裝置（通常容納的光纖端接數量為 12 個或 24 個不等）和光纖交連框架（一個機箱可支持達 96 個絞接或端接，可多個機箱裝在一個框架上，提供大容量的端接點和絞接點）。

## 五、設備室子系統

設備室是一個可安放許多用戶共用通信裝置場所；是通信設備、配線設備所在地；也是線路管理的集中點。參看圖 3-29 設備室子系統在大樓中的位置。

圖 3-29 設備室子系統在大樓中的位置

設備室子系統將各種公共系統的設備互連，這些設備有：用戶小交換機 PBX、區域網 LAN 設備、用戶主機、服務器等，共提供戶外系統公共、專用網路接口纜的引入設施等。參看圖 3-30 設備室子系統涉及的範圍示意圖。

在多承租單位的建築物內，可能要為每個承租者提供不同的設備間，以便於單獨管理。對於設備室子系統來說要注意兩個問題：

#### ①設備室的位置確定

設備室的位置要兼顧建築物內的網路中心、水平與垂直配線路由、戶外線路（包括市話線引入、公共網路和專用網路線引入及設備室線路引出）的端接，以及網路規模等因素。

一般最好設在一至四層的範圍內，市話電線的引入點與設備室的線路端接距離應

控制在 15m 以內，而數據傳輸（公共網或專用網）引入點與設備室的線路端接之間的電線長度不要超過 30m。

圖 3-30 設備室子系統涉及的範圍示意圖

#### ②設備室的環境條件要求

設備室的環境條件要求：室溫 18~27℃；相對溫度 30% ~ 55%，室內無塵，通風良好；遠離危險物品場所；遠離電磁干擾源（如發射機、電動機、變配電室等）；設置保安措施、接地系統及備用電源。

提供給設備室所需的安裝空間：房間淨高不小於 3m；從地面上有效利用空間不小於 2.6m；線路交接所需安裝的牆面應作耐火阻燃處理；樓板荷重大於 5000N/m<sup>2</sup>；門向外開啟，大小至少應為 2.1×0.9m，以便大件設備進入。

#### 六、建築群子系統

建築群子系統包括建築物間的主佈線及建築物中的引入口設施(EF)。在建築群環境中，主設備室要放在一個建築物內，其它的每一個建築物內都要配一個中間設備。這樣才能支持結構化佈線系統中的星型拓樸結構。

參看圖 3-31 建築群子系統（引入口設施 EF）。

①引入口設施 EF 是戶外場地設備與戶內（建築物內）網路的界面。EF 要位於戶外銅線和光纖進入建築物的終端處。

選擇引入口設施的安裝地點，應儘量離設備室近一些，同時還要考慮該處的電器設施、水、空氣和其它不利因素。

所有由戶外引入的銅線都要求有電器保護。電器保護主要由兩類組成：電壓保護器和電流限制器。用來保護人員不受意外電壓和電流的傷害。

引入端接提供戶外主幹纜與建築物內部主幹纜的端接點。

高速數據傳輸需用光纖，戶外光纖與戶內建築物光纖之間要進行很好的接續（或絞接），要用光纖絞接件（如通用光纖盒 UFOC）來進行互連。光纖無硬體保護。

②建築物間的主幹佈線要注意路由的選定、鋪設方式、纜線型號（銅電線還是光纖），特別要注意保護裝置，除應符合我國的相關規範外，還要注意滿足設備廠家的接地與保護的特殊要求。

#### 七、管理子系統

管理子系統由交叉連接（HC、IC 和 MC）的端接硬體和色標規則組成，為連接其它的子系統提供手段。所謂管理就是指線路的交連(Cross-Connect)和直連(Interconnect)控制。

下面在圖 3-32 中為大樓中的管理子系統。



圖 3-32 管理子系統（HC 水平交叉連接，MC 主交叉連接）

### 1. 電信室 TC

從圖 3-32 中看出 HC 水平交叉連接位於各樓層的電信中，MC 主交叉連接位於設備室中，有關設備室在前面的設備室子系統中已介紹過了。現在簡介一下電信室 TC。電信室是一個封閉的空間，用來安置電信設備，纜端接和交叉連接的配線設備。支持 HC 的配線架用來端接所有的水平 UTP 纜，以及來自 MC 設備室中主配線架的主幹纜的端接。

移動、添加和改變佈線，通過交連和直連完成。

· 直連指的是採用跨接線或跳線，以同一條線路，將某場的某條線路，沒有任何偏移地對應直接連至另一場；

· 交連則要在兩場間作偏移性跨接，完全改變原來的對應線對。

### 2. 管理子系統的作用

前面已經說了，管理就是線路的交連直連控制。靠管理點來安排或重新安排（即改變路由），使資訊傳送到所需的新工作區，以實現通信線路的管理。為了使結構化佈線系統易於管理，EIA/TIA 606 規定了商業建築電信通道的結構管理標準。圖 3-33 中說明標準建議的顏色分區編碼，及所需提供的管理標籤。

所謂的“管理點”是跳線與控制的級數。

管理子系統一般有單點管理和雙點管理。其工作均在連接場上實現（場是在配線設上，用不同顏色區分各種不同用途線路所占的範圍），場的結構取決於工作區、佈線規範和選用的硬體。

圖 3-33 標準建議的顏色分區編碼及所需提供的管理標籤

### 3. 管理子系統的管理方式

管理子系統的管理方式主要有單點管理和雙點管理。

#### ①單點管理

在整個網路系統中，只有一個“點”可以進行線路交連操作（即跳接調度），一般均在設備室（主機房、交換機房或交接網）內，採用星型網路。由它來直接調

度控制線路，實現對 I/O 的變動控制。屬於集中管理型。

這種管理只能應用於 I/O 至主電腦或設備室間的距離在 25m 範圍內，而且 I/O 數量規模較小的工程。若確有需要的話，可增加直連點，但不具有跳接管理的功能。單點管理請參看圖 3-34 單點管理示意圖，其中的圖 A 表示只有一個交連點，圖 B 表示有一個交連又增加了一個直連點。

圖 3-34 單點管理示意圖

#### ②雙點管理

雙點管理屬於集中、分散管理型。適應於多管理區，目前為單點管理區，要為將來能擴充為管理區而留有餘地；或成為用戶對配線需要大量挪動、修改和重組的系統。

一般情況下，在一條主幹纜上（主幹子系統中的），設有兩處交連控制點，以方便在控制上的主與次、集中與分散相結合的管理方式。第一點在設備室，第二點在電信室，參看圖 3-35 兩點管理示意圖。

兩點管理指的是只能在兩處設交接調度（交連操作），這是管理子系統普遍採用的重要方式。其餘的接合點只有採取直接連接（直連），不得再增設管理點。

由於在管理上分級，使管理、維護就有了層次、主次之分，各自的範圍明確，可在兩點處理，以減少設備室的管理負擔。這種管理方式應於大、中型系統工程，是管理子系統普遍採用的主要方式。

#### 4. 管理子系統的組成部件

##### ①支持銅線（雙絞線）的部件

##### 1) 110 系列配線設備

圖 3-35 兩點管理示意圖

110 系列是由許多行組成，而每行最多只能端接 1 條 25 對線（一束 25 對線）或 6 條 4 對 UTP 纜。還有與 110 系列連接的元件，叫連接塊（有 3 對和 4 對的）。每行 25 對能端接 3 線對連接塊 8 塊（或 8 路），而 4 線對連接塊為 6 塊（即 6 路）

圖 3-36 UTP 配線設備的示意圖

如：容量為 100 對的配線架有 4 行，每行只能端接 1 條 25 線組，可端接 4 條 25 線組。對 4 對 UTP 纜來說，每行可端接 6 條，4 行可端接 24 條（每行中有 1 對沒有使用）。

根據需要端接的線數選用多個 100 對或 300 對的配線架，來組成更大容量的配線系統。

#### 2) 模組化的 RJ-45 類型的配線架

它由五類的 RJ-45 類型的連接器模塊組成，這些五類連接器模塊採用 IDC 連接類型，IDC(Insulation Displacement Contact)稱為絕緣移動觸點，易於終結 UTP 纜。這些 RJ-45 連接器模塊，安裝在快接式跳線架（面板）上形成配線架。經過帶 RJ-45 插頭的快接式跳線，與網路設備的端口互連。

每種配線架的容量不同，有 24 端口、48 端口、64 端口的，可安裝在 19 英寸機架上，在圖 3-36 中示出了這兩種配線設備。

#### ◎支持光纖的部件

62.5/125  $\mu$ m 的多模光纖將用 SC 或 ST 適配器終結。

有各種容量的光纖配線架提供這種終結，可提供光纖的直連和交連。

在前面的主幹子系統中，已提及支持光纖的配線設備，這裡就不重複了。後面在第七章中將說明結構化佈線系統的應用實例。通過實例可加深對結構化佈線系統的理解。

## 第四章 網路佈線系統產品選擇原則

### 第一節 用戶需求

根據用戶的實際需要（近期的和長遠的聯網要求）來選擇三類、五類或三、五混合的水平電線，採用三類或五類多對數銅線，或選擇光纖作為主幹電線，完全取決於網路建設的規劃。

### 第二節 保護投資

整個佈線系統的設計，最好是端到端完全符合的一步到位（一次佈線，長期受益）設計方案，關鍵取決於用戶對網路佈線的要求，例如：要求網路佈線系統能支持 100Base-T 和 155Mbps 的 ATM，那麼從水平線纜、資訊插座和跳線都要採用高質量的超五類產品。主幹電線也要採用五類銅線或光纖。當你的數據保密性要求

高，或樓層高度大於 40-50 米時，因為垂直主幹銅線的天線效應，使數據傳輸誤碼率可能增大，所以主幹電線最好採用光纖。如果資金暫時有困難，而當前的應用只有 10Mbps 的要求，也可先佈五類水平線纜，而模塊插座和主幹電線採用三類，等以後業務發展了，也解決了資金問題後，再換成五類模塊和五類主幹電線。如果在 10-15 年內只有 10Mbps 的要求，那就應採用三類 UTP、三類模塊插座和三類跳線。

最不好的設計是採用三類 UTP、五類模塊插座。整個系統仍為三類，這種情況不但性能價格比不好，而且這種不符合性當網路升級時，還需重新佈放五類水平線纜，不但破壞室內裝修，而且網路還要停止運行，使工作受到不應有的影響，停機還可能造成很大的經濟損失。總之，用戶需求是佈線系統產品選擇關鍵。根據用戶需求，合理配置，保護用戶投資也應該是一個重要的原則。

### 第三節 廠家對系統的保證

產品質量、安裝水平、維護服務的好壞是佈線系統能否正常工作的重要前提，用戶都希望賣的產品能夠令人放心。因為材料或工程質量的原因，引起的故障應得到系統商的及時修補和替換的服務，至少應有一年的保修期。

眾所周知，產品質量和安裝質量同等重要，如果產品質量欠佳，無論安裝水平多高，都達不到高質量的要求，當然，安裝水平差，也會使高水平的佈線產品性能被破壞。

在選擇佈線產品供應商時，首先要選擇有良好信譽的、經濟實力較雄厚的、產品經過 UL 認證過的廠商，千萬不要聽信 UL 免檢之說。由於競爭激烈，廠商之間購併頻繁，有的小廠商也許沒過多久已不復存在，多少年的保證都是一句空話。在廠家對佈線系統的保證上，有 15 年、16 年，甚至 25 年的說法，這往往是為了爭奪市場的需要而採取的宣傳手段。用戶不必太看重這種承諾。關鍵要選質量確實好的產品。

在選擇佈線系統商的時候，要選擇有實際工程經驗的、有正式代理資格的、有設計安裝培訓證書的、有技術實力的公司。你可以實地去考察他們做過的工程，聽聽老用戶對他們的評價。

在選擇網路佈線產品上，要選擇性能價格比好的產品，千萬別一味追求低價，因為這樣一來產品質量和工程質量都將無法得到保證，無論佈線產品供應商或系統商都不可能做蝕本買賣，當你將價格壓得太低的時後，他們就可能以次充好，在安裝中偷工減料，從而進一步降底成本，使之有利可圖。結果這個佈線系統從產品質量到安裝水平方面，都得不到應有的保證，結果吃虧的還是用戶自己。

## 第五章 實施結構化佈線系統工程的步驟

### 第一節 佈線系統的設計

佈線系統的設計目的，是為用戶提供一份完整可行的佈線系統方案設計。其內容包括資訊點數及點位的確定，線槽、橋架、管道等管線的鋪設方式及規格、型號的選擇。重點是所有電線點到點佈線系統的施工图設計。由此確定各有關子系統佈線產品的型號和數量，然後繪出佈線系統圖，從而得出佈線材料配置清單和工程概算。

對於新建大樓網路佈線系統可把話音資訊點綜合起來一塊進行設計。資訊點數、點位以及管線設計可由用戶配合建築設計來完成。有的單位為了佈線系統管線設計和施工不發生弊端，在打地基時就招標確定佈線系統集成商，同他們簽訂合約，讓他們前期參與管線設計和施工，後期負責佈線施工和安裝，這不失為一明智之舉。

對於舊樓聯網佈線工程，可由用戶配合佈線系統集成商來進行施行圖設計。

#### 一、資訊點數的確定

原則上應考慮 10-15 年之內能適應發展而不落後，對於新建大樓的一般辦公室 10 平方米實用面積至少有兩個資訊點：一個數據，一個話音，若還有傳真機則另加一個資訊點。

對於大開間辦公室，資訊點密度應比較高，一個辦公桌應佈 2-3 個資訊點。

總資訊點的估算如下：

如果一幢建築物其建築面積為 2 萬平方米，實用面積可按 75% 來估算，則實用面積為 1.5 萬平方米，再按每 10 平方米兩個資訊點進行計算，大廈資訊點數估算為 3000 個。

如果是舊樓改造工程，要建立電腦網路系統，可按辦公室數目來規劃數據資訊點。根據辦公室的大小，一個辦公室可以配置 2 個、3 個或 4 個資訊點。

如果樓層房間功能已定，可按實際需要加以適當擴充，按留有一定備份的原則來確定資訊點數。當資訊點數確定之後，水平線纜根數就確定了，只要算出平均線纜長度，就可以計算出水平 UTP 的總長度，一般在這基礎上還要留 20% 的工程餘量。

#### 二、管線設計

在建築平面圖上明確標注點位，從弱電豎井到各房間資訊出口的線槽或管子的型號、規格和線纜型號及其根數。

管線設計一般有三種方式：直接埋管方式、地面線槽方式和吊頂內線槽 + 支管方式。

##### 1. 直接埋管方式

在像地下室這樣資訊點較少的樓層，可採用直接埋管方式，即從配線架所在的弱電豎井直接將管子埋在地面墊層中，將管子中電線直接引到房間的資訊出口。為了便於穿線，轉接盒之間不能多於兩個 90 彎。一段管道要小於 30m，內彎曲半徑至少等於管道直徑的 6 倍，對於 50mm 以上的管道，內彎曲半徑必須大於 10 倍以上。

##### 2. 地面線槽方式

在大開間辦公室，因資訊點密，要求靈活性高，而且是應用集中的場合，可用地面線槽方式，即從弱電豎井出發，電線通過地面線槽到地面出線盒，在地面出線盒上安裝多用戶插座，從多用戶插座到辦公桌資訊出口的距離最多為 20m。地面線槽和地面出線盒要牢固地安裝在建築物的結構上。這種方式需要的投資較多，往往地面線槽的造價還高於佈線系統本身的造價。一般常用 250×125mm<sup>2</sup> 的出線盒，在出線盒上面一邊裝資訊插座，一邊裝電源插座，為了網路設備的安全，最好用 UPS 電源供電的品字形電源插座，線槽用兩根 50×25mm<sup>2</sup>，一根穿 UTP，一根穿電源線。

### 3. 吊頂內線槽或橋架與連通支管到資訊出口的方式

這種方式適合資訊點較多、佈局已定，而房間跨度不大的場合，即由弱電豎井出發的線纜，先進入吊頂中的線槽或橋架到達房間位置後，再分出支管到房間內吊頂，剔牆而下到資訊出口處。

在管線設計中常常遺漏一些接合的項目。例如：從吊頂內線槽到弱電豎井的配線架上方的線槽及金屬彎脖；從豎井中的橋架到配線架下方的線槽，特別是為了保護光纖的線槽；從直接埋管到達弱電豎井之後，尚需一段線槽將該層水平電線引至配線架處。

作為房地產開發商，一般為了降低造價，先期的佈線系統往往採用三類，由於不同房客對佈線系統的需求不同，如國家機關和外商企業就要求比較高，先完成的三類佈線系統一般不符合他們的要求，往往需要重新佈線，結果造成原有佈線投資的浪費。房地產開發商可以採用預埋管線，先做垂直主幹，然後根據賣方要求再對水平系統進行再次佈線。

豎井中的橋架為垂直幹線電線提供排列、支撐和固定的支架。

對於舊樓聯網佈線工程，其管線設計常常在走廊天花板上用較大塑料線槽，然後轉換成較小線槽穿牆而進入房間內，直到明裝資訊插座處。也可以在天花板上方沿牆固定掛電線的支撐物，其間距不超過 1.5 米，在兩個支撐物之間，線纜必須呈下垂狀態，使電線張力在 11Kg 之內。

在垂直方向上，一般需要在地板上打孔，再用圓形或長方形截面的塑料線槽將垂直幹纜保護起來。

為了免除干擾，配線架和機櫃的接地是一個很重要的問題，因此各配線間和設備機房，應要有與大樓弱電接地網相連的接地端子，要求接地電阻<1Ω。

表 5.1 鐵管容納線纜根數統計表

管線	三類 1000 UTP	五類 1000 UTP
G15	2	2
G20	4	3
G25	6	6
G32	11	10

表 5-2 線槽容納線纜根數統表

線槽規格	三類 4 對 UTP	五類 4 對 UTP	三類 25 對 UTP	三類 50 對 UTP	三類 100 對 UTP	五類 25 對 UTP
25×25	8	7	1	0	0	1
50×25	17	15	3	1	0	2
75×25	27	24	5	3	1	3
50×50	36	32	7	4	2	5
100×50	74	66	16	10	5	12
100×100	150	134	33	22	11	25
150×75	169	151	38	25	13	28
100×200	301	269	68	45	23	52
150×150	339	303	77	51	27	58

注：無活動地板時，地面線槽由於地面墊層的限制，高度一般不能過高。

### 三、網路佈線系統圖

網路佈線系統圖應包括以下幾方面的主要內容：

- 工作區子系統：各層資訊插座型號和數量；
  - 水平子系統：各層水平電線型號和數量；
  - 幹線子系統：從主跳線連接配線架到各水平跳線連接配線架的幹線電線（銅線或 / 和光纖）的型號和根數；
  - 管理子系統：主跳線連接配線架和水平跳線連接配線架所在樓層、型號和數量。
- 佈線系統圖即所有配線架和電線線路全部通信空間的立面詳圖。

### 四、佈線系統配置清單

列出所有子系統佈線產品的型號、數量、單價和總價以及施工費用，作為網路佈線系統立項的工程概算。

## 第二節 佈線系統施工程應交付的交檔

佈線系統集成商在佈線系統安裝時，必須完全遵守政府有關佈線安裝的法律、條例、規則和法規的規定。

在佈線施工中要注意電線最小彎曲半徑和最大拉力需求。一般電線彎曲半徑不小於電線直徑的 4 倍，4 對 UTP 最小彎曲半徑是 25.4mm。最大拉力在 11Kg 之內。在施工中不要過份擠壓線纜，捆扎線纜要寬鬆適中，否則造成近端串音(NEXT)，達不到標準的要求。

若每一台電腦按 300W 功率、220V、1.3A 來配置電源系統，則電源線、穿線管道和允許的電流可參看表 5-3。

表 5-3 電源線、穿線管道和允許的電源

接電腦數目	BV 導線	穿管	導線根數	40 允許電源
4-12	1×2.5mm <sup>2</sup>	G15	3	17A

16-18	1×4mm <sup>2</sup>	G20	3	24A
20-22	1×6mm <sup>2</sup>	G20	3	29A
24-32	1×10mm <sup>2</sup>	G25	3	43A

### 一、佈線施工的主要內容

- ①水平線纜的佈放，在天花板封頂之前，應完成從配線架到各工作區的水平線纜的佈放。
- ②在內裝修完成之後進行各工作區面板和模塊插座的安裝，以免灰塵落入插座降低其工作性能。
- ③幹線電線的佈放，包括多對數電線的佈放和光纖的鋪設。
- ④網路中心或 PBX 機房主跳線連接配線架，和各分配線架的安裝和電腦端接。
- ⑤網路中心和各分配線間光纖互連裝置安裝，光纖頭的磨制或行光纖接續。
- ⑥對佈線通道上的電線加上永久性標誌，以便維護和識別。
- ⑦進行佈線系統端到端的測試。

### 二、接地

為了避免干擾，機櫃、配線架和遮蔽電線的接地是一個很重要的問題。

機櫃接地：用 12AWG 線纜（線徑 2.059mm），線纜最多 5 根。

配線架接地：用 10AWG 線纜（線徑 2.593mm），線纜最多 6 根。

遮蔽電線接地：用 6AWG 線纜（線徑為 4.118mm），線纜數最好=7 根。

### 三、佈線系統的文件

在佈線系統測試完後一周內，佈線系統集成商應向用戶提交下列文件。

#### ①實際安裝平面圖

這是一份標明各資訊插座確切位置、電線類型、數量及端到端路線的樣圖。

#### ②兩份操作及維護手冊

配線架端子板與房間內資訊插座對應關係表。

#### ③佈線材料清單

#### ④實際佈線系統

#### ⑤廠商資料

若要了解佈線系統施工的詳細內容，請參看：AT&T《銅線安裝與維護手冊》和《光纖安裝與維護手冊》。為了檢驗佈線系統的質量，最好是網路產品到貨時佈線系統正好完工，在網路產品驗收、安裝、調試合格之後，可用便攜機再次檢驗每個資訊點端到端的安裝質量和網路工作情況。

## 第三節 有關合約和材料驗收的建議

### 一、簽訂佈線系統合約的最佳時機

從簽訂合約到佈線施工之間最好留有到貨期，因為有的廠商在國內沒有倉庫，有的廠商存貨不多，要根據訂單來組織生產，所以一般佈線材料需要三個月到貨期，要是錯過了這一時機，就要選擇經濟實力比較強的迅速供貨（或有現貨）的



系統集成商作為合作伙伴，以免延誤工期。一般要求及時供貨的多數是水平電線，這時可以採用性能價格比好的五類線纜來代替部分進口線纜。

## 二、佈線材料的驗收

佈線材料到貨之後，用戶和佈線系統承包商要共同進行驗收。用戶要為佈線材料提供一個乾燥、安全的臨時庫房。

驗收時首先檢查包裝箱，包裝箱應是完全未開封的，然後對廠商名稱、商標、產品名稱、類別、數量、規格和顏色行逐項檢查，各項內容必須與合約完全相符。

# 第六章 佈線系統的測試

網路佈線是以佈線開始，而線纜是整個網路系統的基礎，佈線系統是一個很重要的神經系統，是專門傳送資訊的神經系統，它為資訊傳輸提供高速通道。據統計，一半以上的網路故障與線纜有關，線纜本身的質量及安裝水平都直接引響到網路是否能健康的運行，在新建大樓中佈線系統中的安裝是伴隨建築施工併行的，當水平佈線一經完成，尤其是大樓內裝修之後，想要改變和修復已佈水平線纜是非常困難的，即使能夠也得破壞內裝修的昂貴代價。因此必須遵循隨裝隨測的原則，及發現和糾正在安裝中所出現的問題，所以新安裝的佈線系統必須按標準技型測試驗收，檢驗電線是否合格，是否能高速應用，用戶投資能否得到保障。

## 第一節 銅線測試

國際標準 ISO 11801 和 EIA/TIA-568A 標準目前只制定了測試頻率到 100MHz 的方法。五類無遮蔽雙絞線現場測試指標已 1993 年開始制定，餘 1995 年 10 月正式公佈，這就是 TIA-568A TSB(Telecommunication Systems Bulletin)-67，UTP 佈線系統現場測試傳輸性能規範。而一個佈線系統的傳輸性能取決線纜、連接硬體和跳線的傳輸性。

### 一、TSB-67 規範

TSB-67 規範圍現場測試五類 UTP 提供了具體參數指標，它是 UTP 端到端功能檢測標準。

#### 1. TSB-67 測試結構的定義

TSB-67 定義的測試結構，可分為基本鏈路(Basic Kink)和通道(Channel)兩種結構。

該規範主要內容有：

- (1) 規定兩類測試連接結構的定義：基本鏈路 Basic Kink(有時稱為承包商鏈路)是指固定線纜安裝部分，佈設兩端設備跳線。通道 Channel(有時稱為用戶鏈路)連接，是以網路設備跳線到工作區之間 UTP 整個端到端的連接。
- (2) 規定安裝後的電線需要測試的參數和數值。
- (3) 根據測試儀器的精度水平，規定了兩種級別的精度。

## 2. TSB-67 規定佈線系統要測試的內容

- \* 佈線連接圖；
- \* 線纜長度；
- \* 衰減；
- \* 近端串音(NEXT)衰減；

### (1) 佈線連接圖

圖 6-1 TSB-67 測試結構的兩種定義

佈線連接圖測試是佈線系統最基本也是最重要的測試項目。這一測試驗證 UTP 線對連接是否正確，保證鏈路一端的 8 針與另一端相應針之間的連接必須正確無誤，即保證 4 對導線端到端的連通性，對於常用的三類、五類佈線系統來說，這是一項必測的內容。

佈線連接圖測試包括以下內容：

- . 開路；
- . 短路；
- . 串接；
- . 反接；
- . 串續；
- . 其他錯誤。

對於短路、開路這種常見故障無需特別說明，關於串接、反接及串續則需說明一下。

圖 6-2 UTP 線對正確連接示意圖

對於串續，原有的的兩對線 3&6,5&4 分別拆開後組成了新的續對 3&4 與 5&6，在傳輸高速數據信號時會引起很大的近端串音干擾，而這種故障從端到端的連通性來看是沒有問題的，用萬用表是查不出來的，只有用專用電線測試儀才能測出。

### ②線纜長度

圖 6-3 UTP 線對錯誤連接示意圖

根據 TIA/EIA 606 商業建築電信通道結構的管理，提供一個獨立於實際應用的單一形式管理方案。按標準規定，每一條線纜長度都應記錄在管理系統中，線纜長度可以用電子長度測量來估算，而電子長度測量是基於鏈路的傳輸延遲和電線的 NVP 值，傳輸延遲和 NVP 值大多由絕緣材料和絞合率來決定。NVP(Nominal Velocity of Propagation)額定傳播速度一般在 0.5C ~ 0.99C 之間，C 為真空中光速 NVP 值對一般 UTP 為 72%，它是信號在 UTP 中和在真空中傳播速度的比值，它可以直接引入或通過測量電線樣品來設定。由於 NVP 值有 10%的誤差，所以在測量電線長度時要考慮到該項誤差的影響。

表 6-1 TSB-67 “基本鏈路”衰減值  
(溫度 20 水平 UTP 長度=90m 含 4m 測試儀跳線)

頻率(MHz)	三類(dB)	四類(dB)	五類(dB)
1	3.2	2.2	2.1
4	6.1	4.3	4.0
8	8.8	6.0	5.7
10	10.0	6.8	6.3
16	13.2	8.8	8.2
20	-	9.9	9.2
25	-	-	10.3
31.25	-	-	11.5
62.5	-	-	16.7
100	-	-	21.6

“基本鏈路(Basic Link)”線纜長度 94m(包括 4m 測試儀跳線)；

“通道(Channel)”線纜長度 100m(包括設備跳線和快接式跳線)

通過對線纜長度的測試，驗證鏈路的物理長度不得超過標準所允許的數值。

### ③衰減

衰減測量是測試 UTP 線纜鏈路長度範圍內信號幅度減弱的程度，衰減隨頻率增加而增加，一般步長為 1MHz，最壞線對的衰減應小於 TSB-67 規定的“基本鏈路”或“通道”測試所允許的最大衰減值。

表 6-2 TSB-67 通道連接”衰減值

頻率(MHz)	三類(dB)	四類(dB)	五類(Db)
1	4.2	2.6	2.5
4	7.3	4.8	4.5

8	10.2	6.7	6.3
10	11.5	7.5	7.0
16	14.9	9.9	9.2
20	-	11.0	10.3
25	-	-	11.4
31.25	-	-	12.8
62.5	-	-	18.5
100	-	-	24

#### ④近端串音衰減(NEXT)

NEXT(Near End Cross Talk)是一個很重要的傳輸性能指標，近端串音衰減以後可接受的數值為標準的計算值，超過此標準越多，NEXT 值越大，信號傳輸時出錯的可能性便越小，因而系統可靠性更高。

NEXT 表現在 UTP 鏈路內，一對電線與另一對電線之間信號的耦合程度。具體地可以這樣說，電磁能量以一個傳輸回路(主串回路)通過電感耦合，和電容耦合串入另一個傳輸回路(被串迴路)的現象稱為串音衰減，而串音衰減又可分為近端串音衰減(NEXT)和遠端串音衰減(FEXT)。NEXT 表示在近端點測得的串擾值，而這個值將隨電線長度的增加而減弱，同時，發送端的信號也沿傳輸方向衰減，對其他線對的串擾也相對減少。在 UTP 佈線系統中近端串音衰減是主要的影響因素，實驗證明，只有在 40m 內量得的 NEXT 是比較正確的，如果在 40m 的另一端有一個資訊插座，當然也會對它產生一定程度的串擾，但測試儀可能無法測到這個串擾值，所以佈線系統不只必須通過 NEXT 衰減的測試，而且應該進行雙端的測試。

TSB-67 標準規定，五類鏈路必須在 1MHz~100MHz 的頻帶範圍內進行測試，測試步長為：

在 1~31.25MHz 範圍內，最大步長為 0.1MHz；

在 31.26~100MHz 範圍內，最大步長為 0.25MHz。

所以對四對 UTP 要進行 6 線對組合測試(1, 2-3, 6)、(1, 2-4, 5)、(1, 2-7, 8)、(3, 6-4, 5)、(3, 6-7, 8)、(4, 5-7, 8)，記錄線對之間最壞的 NEXT 值及其對應的頻率值。

表 6-3 “通道”測試 NEXT 衰減  
(最壞線對之間)

頻率(MHz)	三類(dB)	四類(dB)	五類(Db)
---------	--------	--------	--------

1	39.1	53.3	60.0
4	29.3	43.3	50.6
8	24.3	38.2	45.6
10	22.7	26.2	44.0
16	19.3	33.1	40.6
20	-	31.4	39.0
25	-	-	37.4
31.25	-	-	35.7
62.5	-	-	30.6
100	-	-	27.1

五類 UTP :

對頻率  $f = 100\text{MHz}$  最壞情況 NEXT 27.1 dB

對頻率  $f = 1\text{MHz}$  最壞情況 NEXT 60.0 dB

## 二 測試儀器精度

### 1. 五類 UTP 測試儀器精密的規定

精度是測試儀的基礎，對於現場測試儀器，精度可以分為兩類。

參數(100MHz)	精度 Level	精度 Level
NEXT 精度	$\pm 0.4\text{dB}$	$\pm 0.6\text{dB}$
衰減精度	$\pm 0.3\text{dB}$	$\pm 0.0\text{dB}$
隨機噪聲層 Floor	50dB	65dB
剩餘 NEXT	40dB	55dB
輸出信號平衡	27dB	37dB
公共模式抑制	27dB	37dB

動態精度	±.0dB	±.75dB
回路損耗	15dB	15dB

## 2.安裝後纜線的測試-概述

\*元件是根據 TIA-568A 規定生產的，性能是相對於 TSB-67 獨立的測試；

\*現場測試的物理檢驗是完整佈線系統的一部份；

\*TSB-67 有助於解決和減輕現場測試的不確定性和混淆因素

\*精度 Level 測試儀被優先推薦使用；

精度 Level 測試儀仍然可以使用，但是所有失敗通路均應使用 Level H 測試儀重新進行測試；

\*UTP 通路現在可以用來測試，保證未來的接頭和性能的一致性。

## 3.貝爾實驗室推薦的佈線系統測試儀器

市場上有各種梯次的電線測試儀器，經 Lucent 貝爾實驗室專家進行了測試、比較和研究，推薦下列五家符合 TSB-67 標準，且具有 級精度性能高的五類線纜測試儀器。請參考下表：

表 6-5 電線測試公司、型號及軟體版本

公司	型號	軟體版本
Datacom Technologies	LAN cat V	V2.001
Fluke Corporation	DSP-100	V1.3
Microtest Inc.	Renta Scanner Plus	V3.10.013
Scope Communication Inc.	Wirescope-155	V3.91
Wavetek Corporation	LANTEK PRO XL	V1.10

纜線測試儀是佈線系統承包商、佈線系統安裝人員、網路管理和維護人員所必備的儀器。部分儀器圖片見圖 6-4、圖 6-5、圖 6-6。

圖 6-4 LAN CAT V 電線測試儀

以上儀器都能測試佈線連接圖、電線長度、NEXT、衰減、直流電阻、特性組抗和衰減串音比(ACR)等測試指標，並支持多種電線測試，如三類、四類、五類 UTP、STP、FTP 和同軸線，每項測試以 Pass/Fail(通過/失敗)得出結果。

圖 6-5 DSP-100 電線測試儀

圖 6-6 PENTA SCANNER 電線測試儀

## 第二節 測試文件

在佈線系統驗收過程中，用戶一定要參與佈線系統的測試，以便熟悉系統配置，監督達數記錄，了解佈線系統的值量。有利於以後的管理和應用。

測試記錄表主要內容如表 6-6、表 6-7 所示：

表 6-6 銅線基本指標測試紀錄表

通路 編號	并路	短路	串接	反接	電線長度 (m)	頻率 (MHz)	NEXT (dB)	衰減 (dB)

--	--	--	--	--	--	--	--	--

表 6-7 光纖衰減測試記錄表

通路 編號	ST 數量	接點 數量	波長 (cm)	正向衰減 La(dB)	反向衰減 La(dB)	平均衰減 (La+Lb)/2(dB)

在測試完成之後，參與測試人員應在上述記錄表上簽字，然後由佈線系統承包商打印出一份正式測試文件交用戶存檔，以備查閱。

## 第七章 結構化佈線系統實例

前面幾章以介紹過結構化佈線系統比傳統佈線系統有許多優點。結構化佈線系統使用物理星型拓撲結構，不會影響整個系統。遵行 EIA/TIA 518A 標準，易於擴展、易於連接、更改和再安排，提供簡單的維護和管理手段。結構化佈線系統是一個子系統化的解決方案，每個子系統都是獨立單元，易於資訊點增加、移動、改變。允許對子系統設計，以滿足要求，節約空間，靈活管理。結構化佈線系統有如此多的優越性，但投資比例又佔整個大廈投資比例的 5%，即用較少的投資即可為電腦網路提供可靠運行的基礎。在圖 7-1 中是大廈資訊系統的投資比例。

圖 7-1 投資比例

本章中將提出 3 個實例，以便加深結構化佈線系統的了解

### 第一節 中國某銀行總行結構化佈線系統

以下簡稱總行新大樓。

總行新大樓建築面積四萬餘平方米，樓高五十餘米，共計十四層，地下三層，地上十一層。一至三層內層為環樓，三層以上為半環狀球，外型新穎美觀。

#### 一、用戶需求

該大樓支持總行的業務，因此綜合業務網路覆蓋 44 個省行，30000 個省內支行及鄉村分支機構，還有 300 個 Telex(用戶電報)國標分支機構。參看圖 7-2。

根據這五個部門和數據中心及交易環境的調查，電信網環境可分為 4 種不同的範疇。

- (1) 高速數位資訊網；
- (2) 低速數位資訊網；



(3) 視像服務資訊網；

(4) 聲音服務資訊網；

並且要求所見的資訊網能與資訊高速公路接駁，即能接納今後出現的新技術。

#### 1. 網路環境的技術平台比較和過渡

由於總行部門將急劇地改變，根據調查提出的需求，總行資訊系統(數位網路)要最佳地符合此資訊系統當前和將來的需求。

支持數位網路的主要 LAN 技術及速度表示于表 7-1 中

表 7-1 主要的 LAN 技術和速度

LAN 技術	速度(Mpbs)
乙太	10
交換乙太	10
快速乙太	100
FDDI	100
ATM-25/155	25-155
Wdm(100-622)	100-622

在圖 7-3 中是網路環境的技術平台比較。

#### 2. 要能與高速資訊公路接軌

要求能在保護結構化佈線系統的投資下，支持未來(5~10 年)出現的新技術。

要能與資訊高速公路接駁，至少要注意到下述情況。

##### (1) 一場始於辦公室的革命

把 PC 機、電話、電子郵件、傳真和視頻合併為無縫結構，是這場辦公室革命的宏偉目標。

人們要把歷時 100 年的工業革命壓縮到今後的 15 年來完成，而 1996 年是這 15 年革命的第一個年頭。

##### (2) Internet---新的全球通信基礎

劃分電腦與電話機，語音與數據的界線終於得模糊了。為什麼會發生在現在？很大程度上歸功於 Internet 的出現，是他帶動了技術需求的結合。在數位網與電腦統一的基礎上，Internet 已成為商業企業新的全球通信基礎設施。如諮詢公司 Abooroon Group 的分析家 Virginia Brooks 所說：“由於介面標準，費用低廉，Internet 已經成為通信的理想模式---如同 PC 之於電腦一般” Internet 也使新產品不斷增加，而這些新產品可能在動搖傳統的電話服務

##### (3) CTI 技術展露頭腳---- 電話和電腦的結合終於快要變為現實

CTI(Computer-Telephony Integration)電腦電話集成技術是滿足電信和電信雙重要求而出現的。

現在能與標準電信設備配套運行的一批 CTI 產品正在衝擊著市場，例如：

用戶可以從數據庫中選定一些人名，然後命令電話交換機一次包括

呼叫這些人。

統一傳信系統。它可以把語音郵件、電子郵件和傳真尋人放入同一電子收件信箱。Lucent 技術公司的 Intuity 系統可以通過公司/企劃數據網路將所有電信送到工作人員的 PC 機上。

若用此系統代替外部服務，可在五年時間內節約開支 40 萬美元。

桌面電視會議產品(如：Intel, C-Phone 和 VDOnet 的產品

用 PC 機配以微型攝像機和視頻線路板，在世界範圍的工作人員都可以舉行經電話線或 Internet 傳送的直播會議，這些產品的價格只有房間大小的電視會議系統的十分之一。

對電腦功能成本的降低以及數字電話服務的普及，據預測：再過五年，電視會議就會像今天的傳真一樣普及。

#### (5) 技高一籌的 ATM，使多媒體資訊通信變為現實。

名為同步傳輸模式的 ATM 是新型的網路技術。最初是簡稱實驗視為高速語音網路研製的，現今改造用於數據應用。

數據機傳輸速度為 56Kbps，目前最快的數字中斷線可過到 45Mbps，相比之下 ATM 傳送數據則十分驚人，至少為 155Mbps。

ATM 有傳送非常大數據量的能力，具有質量服務功能，能支持聲音、數據、視像多媒體資訊的傳輸，如現在已應用於：

美國、德國國防部光纖 ATM 網路傳送高分辨率的地形圖；

著名診所通過 ATM 主幹網並行“電子會診”；

美國石油協會使用 ATM，通過衛星傳送船在海上採集的油井現場數據，不必等到船隻返港；

大學用 ATM 作校園主幹網；

當前，ATM 正迅速併入公共電話網，還將大大提高全球通信網的速度。

以上新技術要求各企業必須加大網路的頻寬，包括局區域網和廣域網上的。

## 二、主幹組合的網路基礎結構

根據用戶提出的綜合網路要同時支持數據(高、低速的)聲音及視像的功能，並要支持高速網路和資訊高速公路的新技術。採用主幹組合的網路基礎結構，參看圖 7-4 主幹組合的網路基礎結構。

總行新大樓要求網路基礎結構要有下列服務：

### 1. 聲音資訊服務

集成的聲音/視像子系統；

會議室聲音會議子系統；

內部的聲音/數字的會議；

高級的數字電信服務

\* 聲音 E-mail(聲音電子郵件)；

\* 自動的呼叫定向；

\* 其他高級的聲音服務(集成的聲音響應、言語辨別、正文到言語變換、

- 達到個人電腦、達到大樓安全系統)、
- \* 專線服務。

## 2. 視像資訊服務

桌面視像子系統

會議室視像/聲音子系統；

內部視像會議設施；

最終用戶的視像/聲音交互的系統

- \* 多媒體子系統；
- \* 交互的視像子系統；
- \* 視像和數據的磁帶子系統；

數字的文件視像/聲音媒體

- \* 應磁盤和網路文件視像/聲音片段；
- \* 新的媒體。

## 3. 數位資訊服務

多種 LAN 都平台子系統；

交換的數據網路環境；

技術獨立的 LAN/WAN；

廣域網(WAN)到下列機構的接口：

- \* 聯合的金融/貿易機構；
- \* 外部的數據率系統；
- \* 公司的和有聯的管應的最終用戶；
- \* 獨立的團體最終用戶。

最終用戶數據網路交互系統：

- \* 資訊共享和交換；
- \* 基於數字網路的視像/聲音子系統。

下面在圖 7-5 中示出建議的高速數據網，圖 7-6 中示出建議的低速昇步和同步數據資訊網路環境，圖 7-7 中是建議的 Voice PBX 資訊網路環境，圖 7-8 中是建議的 Video 系統資訊網路環境。

這裡建議的主幹都是光纖的，在實際設計其結構化佈線系統，對於低速網路和聲音網路的主幹可採用大對數的 UTP 纜。

### 三、總行新大樓結構化佈線系統

總的資訊點需求列於表 7-2 中。

表 7-2 中國 銀行總行資訊點分布表

樓層	通信配線間(電信室)							
	A		B		C		D	
	通信點	單孔點	通信點	單孔點	通信點	單孔點	通信點	單孔點
-3/F	123	44	24	25	0	5	84	13

-2/F	69	25	66	18	18	9	24	7
-1/F	183	35	9	10	6	6	0	3
01/F	267	8	270	9	99	2	30	1
ME(夾層)	0	6	0	5	0	2	0	3
02/F	264	11	297	7	12	2	12	2
03/F	330	6	360	5	0	1	0	2
04/F	369	5	351	6				
05/F	369	5	351	6				
06/F	369	5	366	6				
07/F	369	8	348	6				
08/F	369	5	351	6				
09/F	366	5	351	6				
10/F	219	5	204	6				
11/F	78	8	111	6				
R1(頂樓 1)		2		1				
R2(頂樓 2)		2		2				
小計	3744	185	3459	130	135	27	150	31

## 1. 工作區子系統

(1) 工作區子系統的設計，基於這樣一種考慮；

- \* 用於語言和數據機的同時傳輸；
- \* 用於數據傳輸的部分；
- \* 支持視像資訊的傳輸。

隨著國內通信應用的發展，電話網路特徵與數字網路的傳輸能力結合在一起，同時，多媒體技術能夠將數據、音頻、傳真和圖像以文字方式併行傳輸，實現過程資訊交流，建議採用的資訊插座如圖 7-9 所示。

(2) 該資訊插座位於以下房間：

- \* 行政部門所用的房間：大廳間、會議會見室、休息室、辦公室；
- \* 總行大樓管理用的房：自助餐室、正式會議/會談室、辦公室；
- \* 營業大樓；
- \* 管理辦公室。

(3) 該資訊插座能支持以下網路：

- \* 數據網路：乙太網、乙太交換、FDDI、TP-DDI、ATM、WDM；
- \* 聲音網路：標準的模式、數字電話、復雜的電話、集團 PBX(在同一樓層)、視像-聲音電話、聲音-數據電話等。
- \* 視頻網路:能支持多達 4 個 RGB Video monitors (具有 10-60MHz)或一個 RGB-160MHz NTSC/PAL/SECAM 視頻信號(Video Signals)；
- \* 能經由適配器連接各廠家的電腦，包括 CPS、UNIX 工作站、SUN 工作站和 SUN Server、DEC 工作站和 Server、IBM 主機、HP 主機等。

## 2. 水平子系統

水平子系統分別有豎井電信室引出，採用走吊頂或延地面線槽以暗裝方式引至各房間資訊插座位置。部分牆面資訊點由牆內配管引到位。

水平纜線 4 對 Cat.5 UTP(最好是阻燃的或低煙無毒的)，水平光纖選 4 芯的(2 芯頭用，2 芯備分)。

4 對 UTP (五類)在電信室中端接在 110 配線架上，在工作區中端接在 RJ-45 資訊插座上(有些地方規定圍牆上的)。

多芯室內多膜光纖(62.5/125um)在電信室中，用 ST-2 類型端接器端接到光纖配線架的面板上。在資訊插座上提供 ST 插孔(至少一對)。

### 3. 主幹子系統

垂直線纜分兩類：

- \* 支持數據的多芯(多膜 62.5/125um)的室內光纖  
根據用戶要求，支持的網路數據定到每個電信室為 24 芯的多膜光纖及 12 芯單膜的室內光纖。
- \* 支持語音的線纜選用大對數三類 UTP(即 200 對的 Cat3 UTP)  
垂直纜光纖的一端端接在光纖配線架上，另一端接在網路控制中心的數據光纖主配線架上。  
大對數三類 Cat3 UTP 纜的一端，端接在各電信室的 110 分配系架上，另一端端接在 PBX 機房的主配線架上。
- \* 為組網需要，每層樓 A、B 豎井電信室間有兩根光纖，6 芯的多纜和六芯的單膜光纖。

### 4. 管理子系統

由電信室中的光纖配線架、UTP 配線架及設備室中的光纖主配線架和 UTP 主配線架構成，以實現管理所需要的交達和直達。配線架的容量根據實際需求計算出，並留適當的餘量。

這些配線架應安裝在適合的機架上。

### 5. 設備子系統

數據主配線間地下一層的網路控制中心，除去安放光纖主配線架外，還要放各種網路設備、電腦等。

語音主配線間在 PBX 機房，也在地下一層，其中除去安放 UTP 主配線架外，還有 PBX 及引人的中斷線。

下面在圖 7-10 中出給中國 銀行總行營業辦公室 SCS 結構圖。

此佈線基礎結構要支持未來新大樓用戶：

- \* 數據中心電腦室；
- \* 會議中心和會議室；
- \* 視頻會議服務中心；
- \* 公司辦公總部；
- \* 聲頻/視頻錄音演播室；
- \* 電視/天線電眼播室。

有些特殊的佈線，經由在垂直主幹和水平佈線附近的空路徑完成。

#### 四、對總行新大樓化佈線系統的說明

1. 總行新大樓的結構化佈線系統設計者對主要材料廠商的建議  
參看表 7-3 對新大樓佈線系統主要材料廠商的建議。

電線媒體				UTP 和光纖端接設備			
4 對 Cat.5 UTP	大對數 UTP	多模光纖	單模光纖	端子板	UTP 資訊插座	光纖連接 器 (單、多模)	光纖配線箱 (含面板，耦合 器)
Lucent (AT&T)	Lucent (AT&T)	Lucent (AT&T)	Lucent (AT&T)	Lucent (AT&T)	Lucent (AT&T)	Lucent (AT&T)	Lucent (AT&T)
Belden	Northern Telecom	Siecor	Siecor	Siemon	Siemon	AMP	AMP
AMP	AMP	Chromatic Technologies	Chromatic Technologies	AMP	AMP	Siecor	Siecor
或批准的 同等產品	或批准的 同等產品	或批准的 同等產品	或批准的 同等產品	或批准的 同等產品	或批准的 同等產品	或批准的 同等產品	或批准的 同等產品

#### 2. 兩種主要電線的類型和用途

##### \* UTP-5:

-----提供 LAN 網路達通性：乙太網、令牌環、TP-DDI、快速乙太網、ATM25、ATM100\*155；

-----用於低速同步/昇步通信：RS232C、同步和昇步 modem 和中端通信、FAX 服務、電話服務等；

-----提供 AV(視聽)服務：視聽會議、聲音傳輸、內部通信系統、音樂等。

##### \* 光纖:

-----提供 LAN 網路達通性:FDDI、乙太網、令牌環、ATM25/1-155/622、WDM、FDDI-II、光纖通信；

-----用於高速網路互達:T1/E1/E2 等；

-----用於低數通信:通過合適的交換器(\$25-\$300)支持所有桌面的 UTP 功能；

-----提供 AV(視聽)服務:直接的 RGB 視頻服務、多路使用的視頻服務、多路使用的聲音線路服務。

3. 總行新大樓佈線系統主要材料的用量：
- (1) 結構化佈線系統對 110A300 對配線要求數量；  
IDF 共需 145 個；  
MDF 至少 34 個；  
總計 180 個。
  - (2) 結構化佈線系統對線纜要求數量；
    - \* 水平低煙低毒 Cat.5 UTP:約 520000 米；
    - \* 主幹 200 對 Cat.5 UTP:約 4750 米；
    - \* 24 芯 MMF 和 12 芯 SMF:各約 4750 米。
    - \* 6 芯 MMF , 6 芯 SMF:各約 1250 米。
  - (3) 結構化佈線系統光纖端接設備要求數量：
    - \* LGXT1U72/7:50 個；
    - \* 多膜光纖耦合器:1896 個；
    - \* 單膜光纖耦合器:1032 個；
    - \* 適當加餘量為光纖插頭數。
4. 配線架的用量和分布：
- (1) 總配線架:位於第一層(level 1)；
    - \* 網路控制中心(ODF 光纖主配線架)  
用來支持所有主幹光纖(36 根 24 芯 MMF , 36 根 12 芯 SMF)；
    - \* PBX 機房(MDF 電話主配線架)；  
用來支持人線端接及 36 根 200 對 Car.3 UTP 的端接；
    - \* 電信局備用人線(通信服務人互機房)。
  - (2) 分配線架(在各樓層的豎井及電腦房、國標部電腦中心裡):
    - \* 48 端口光纖配線架  
用來支持(24MMF , 6MMF , 12SMF , 6SMF 各 1 根的端接)；
    - \* 300 對 110A 型配線架支持本區層水平 UTP 及大對數主幹(200 對 C) 的端接；
    - \* 3KVA UPS ；
    - \* 座地標準安裝機架。
  - (3) 分配線架的具體位置和數量：
    - 11 層 2 個 IDF(A , B 豎井)；
    - 10 層 2 個 IDF(A , B 豎井)；
    - 9 層 2 個 IDF(A , B 豎井)；
    - 8 層 2 個 IDF(A , B 豎井)；
    - 7 層 2 個 IDF(A , B 豎井)；
    - 6 層 2 個 IDF(A , B 豎井)；
    - 5 層 2 個 IDF(A , B 豎井)；
    - 4 層 2 個 IDF(A , B 豎井)；

3 層	3 個 IDF(A, B, D 豎井);
2 層	3 個 IDF(A, B, 豎井及國際部電腦中心);
1 層	2 個 IDF(A, B 豎井);
-1 層	3 個 IDF(A, B, C 豎井);
-2 層	4 個 IDF(A, B, C, D 豎井);
-3 層	5 個 IDF(A, B, C, D 豎井及電腦機房);
總計	36 個 IDF。

## 第二節 ××部辦公大樓結構化佈線系統(純數位應用)

該大樓的電話系統採用傳統方式，數據佈線要求用 SCS 來支持，要求能支持高速數據傳輸，當前要求支持快速以太網的 100Mbps 的主幹頻寬，每層由電信室交換機提供的 10Mbps 交換端口，將共享以太網分成若干網段，每個網段的共享端口數小於 20 個。

在設備室的快速以太網交換機的 100Mbps 端口，經由光纖與各樓層電信室中的乙太交換器上提供的 100Mbps 端口互達，提供 100Mbps 的高速主幹，除本地服務器外，共享服務器全放在 3 層資訊中心。

過程通信經由通信服務器和 PSTN(電話網)達到遠方 PC。

路由器支持經由 X.25 Chinapac 與遠方 LAN 的通信。

### 1. 工作區 WA

每個工作區由三個 I/O 資訊插座支持，平均每層約有 30 個工作區，近 90 個 I/O 資訊出孔，選擇 4 孔的資訊插座面板，基本資訊插座模組全是五類的。

### 2. 水平佈線

為支持高速數據傳輸全選用五類的 4 對 UTP 纜，且由每層豎井電系到最近資訊插座之間的距離沒有超過 90M 的限制。

### 3. 主幹佈線

由設備室到電信室的每條光纖選用 6 芯光纖，有 2 芯作備分用。

### 4. 設備室

其中除安裝光纖總配線架外，還安放網路設備及共享服務器。

### 5. 管理子系統

由設備間的光纖總配線架，和電信室中的光纖配線架以及端接水平 4 對 UTP 纜的 Cat.5 UTP 配線架組成。

在圖 7-11 中示出了其 SCS 邏輯結構圖。

這個結構化佈線系統的通道是全五類的，故能支持今後網路的升級，如 155Mbps 的 ATM 等等。

## 第三節 ××大學校園網佈線

該校園網選用 155Mbps 的 ATM 作主幹互達各樓的乙太網，主設備是在機電樓。



主網路設備選的是 Bay 公司的 5000BH 機箱式集線器，並安裝在機電樓的主設備室。它提供支持 ATM 主幹的模型設備。5390 過程像服務器支持通過 PSTN 的過程訪問，ASN 路由器支持 X.25 通信，這些設備放在設備室。

圖 7-12 大學校園網 Bay 網路產品配置示意圖

單體的乙太網路模擬設計放在電腦樓、文科樓、圖書館及機電樓的設備間中，各樓內採用的結構化佈線系統是按標準設計的。

建築群子系統中的光纖選用常不是光纖光纖有限公司的產品。

下面圖 7-12 中說明 大學校園網 Bay 網路產品配置示意圖，圖 7-13 中說明 大學校園網光纖連接示意圖。

圖 7-13 大學校園網光纖連接示意圖

#### 附錄 B：國外佈線產品主要供應商

能提供網路佈線系統全線產品的部分企業：

##### 1. 朗訊科技(Lucent Technologies)公司

Lucent Technologies 是原 AT&T 系統及科技公司。1995 年 AT&T 公佈其重組計劃，分成三家獨立的上市公司。其中經營電信服務業的公司繼續使用 AT&T 的名字；經營系統及科技業務則由貝爾實驗室、網路系統部、商業通信系統部、消費產品部及微電子部組成，命名為朗訊科技(Lucent Technologies)公司，它是目前世界上最大的通信設備公司；經營電腦業務的公司則恢復 NCR 的原名。

貝爾實驗室被公認為世界上最有名的科學研究和科技研發機構之一。到目前為止，幾乎每天獲得一項專利。它是 Lucent Technologies 公司的技術後盾。

朗訊科技於 1996 年 9 月 30 日正式與 AT&T 完全分離，成為一家獨立公司，分別在北京、上海、廣州、成都、武漢和瀋陽成立了辦事處，並建立了七家合資企業。

在網路佈線系統的產品方面，Lucent 公司可以提供全線產品，自 1991 年進入台灣以來，國內市場上佔了 80%左右的份額。

Lucent 新產品簡介：

(1) 模塊式 Power Sum 100(MPS100BH)

MPS100BH 是專為高數據和視訊應用系統而設計的，屬於第五類產品，它能應用在 100MHz 的高速網路上，超過了 TIA/EIA-568A 五類傳輸性能的標準，支持 100Mbps TP-PMD、155Mbps ATM 和 622Mbps ATM 互動式多媒體視訊及寬頻視訊應用系統等。在 MPS100BH 資訊口的前端標有(MPS5)字樣。

圖 B-1 MPS100BH 資訊口

(2) D8SA

D8SA 模塊式跳接線是超五類的跳接線，它將取代 D8AU。D8SA 主要用在通信配線室，利用其 8 針模塊插頭跳接應用系統，或連接其他儀器的面板。在工作區內，D8SA 可連數據終端機至資訊口。D8SA 跳線也可應用在大間辦公室內，連接多用戶資訊插座及數據終端機，或連接中間匯集點至通信口。

D8SA 採用 1074 電線製造，由 4 條 24AWG 銅導線對絞組成，以 HTPE 作絕緣體，外層再裹以防火 PVC 膠，跳線兩端為 8 針模塊插頭。

圖 B-2 D8SA 模塊式跳接線

(3) 600B 光纖組合櫃

600B 光纖組合櫃是專為需要與電子儀器在同一框架內端接管理光纖的網路用戶而設計。它採用支架安裝，具有拉出式抽盤設計，可最多端接 24 個 ST、24 個 SC 或 12 個雙工式 SC 接頭。

600B 光纖組合櫃有三種型號可以選擇：

600B1 具有拖架，可裝在 23 英吋(58.4cm)的支架上；

600B2 適合 19 英吋(48.3cm)的支架上；  
600B3 則裝在 ETSI 支架上。

圖 B-3 600B 光纖組合櫃

(4) M14MMO 多媒體輸出插座

M14MMO 是多媒體輸出插座產品系列中最新的產品。它屬於平鑲式安裝面板，

其中包括 4 個容易組合的部分：它內含為光纖和銅線連接器而設的 45° 角的插口；45° 角的外罩以避免意外損傷；一個鉸鏈基盤，使維修或更新時避免拆除的麻煩；一個符合 TIA/EIA-568A 彎曲半徑要求的光纖卷盤。M14MMO 符合 UL/CSA 標準，可安裝在牆上。支持銅線插座和光纖的耦合器。

圖 B-4 M14MMO 多媒體輸出插座

圖 B-5 光纖 ST 和 SC 連接器

## 2. 麗特網路科技公司(NORDX/CDT)

北方電信公司(NORTEL)將其電線集團(NORDX)在 1996 年售予電線設計技術公司 CDT 後，NORDX 成為美國 CDT 公司的一部份，組成了北美第二大結構化佈線產品供應商 NORDX/CDT。在香港成立了亞太區總部，在 1997 年內分別在北京、上海和成都設立辦事處。

NORDX 公司製造和銷售 2000 多種產品，其產品包括下列三大系列：

### (1) IBDN(Intergrated Building Distribution Network)

IBDN 及大樓內網路智能化結構化佈線系統，起始於 1986 年。提供佈線系統的全線產品：電線、連接器、接插板和室外光纖等。

### (2) DynaTrax：台式機進行基礎結構管理

在 1995 年 NORDX 推出一個大規模網路連接管理解決方案—DynaTraX。這是一款獨特的高性能交叉連接交換器，一般安裝在佈線箱內，由一台個人台式電腦控制操作。所有用戶和資訊源與 DynaTraX 交換器的連接一次到位，連機後，如再作移動、添加和修改，只需在台式機上用滑鼠標點畫即可。

### (3) SFTP：室外銅芯電線

NORDX 利用交換對絞線(SFTP)的專利技術，為服務供應商提供一個經過大幅改進的結構，能在 1 公里內實現高達 52Mbps 數據傳輸。

圖 8-6 IBDN 佈線系統

### 3. 安普(AMP)有限公司

創立於 1941 年，總部位於美國賓州法尼業的哈里斯堡，AMP 公司是當今世界上最大的電子及電器連接器生產商。由於不斷研拓新市場，產品已由連接器擴展到網路及佈線市場，而且能夠提供網路佈線的全線產品。

安普的產品有：十多萬種接頭、連接器、電線及配電盤組件、光電子器件、光纖互連系統、螢光屏接觸感應數據輸入系統和各種應用工具以及其他連網產品。

安普是美國獨資公司，1979 年在香港成立了美資安普有限公司，在北京、上海、廣州、廈門、深圳和西安設有辦事處，在上海成立了一家名為上海安普連接器有限公司的合資企業。

圖 B-7 STP 電線及 4 芯數據連接器

圖 B-8 25 對五類 UTP

### 4. 法國阿爾卡特(ALCATEL)公司

ALCATEL 公司是法國最大的跨國企業集團，其產品涉及全球通信、航空、太空、電子、醫學、軍事、數據網路、鐵路傳輸及核電站等領域，其下屬企業 FILOTEX 是專業生產高科技電線的公司，主要產品有光纖、遮蔽對絞線 FTP、同軸線，推出 COSMOS 綜合結構化佈線系統。而 INTERCO 是 ALCATEL 下屬

的專業生產高五類接插件的公司。1994 年下半年 ALCATEL 進入中國。

#### 5. 英國 BICC 集團公司

英國 BICC 集團公司總部設在倫敦，在我國香港建立了 BICC 電線中國有限公司。BICC 公司其產品有建築材料和佈線系統產品，在佈線系統方面除了能提供網路佈線系統的全線產品，如：非遮蔽對絞線 UTP、遮蔽對絞線 STP 和 FTP、光纖、配線架、資訊插座、跳線、地面出線盒，各類適配器以及佈線工具等產品以外，還能夠提供由英國電信(British Telecom)在 1982 年發明的吹光纖技術的服務。吹光纖技術(BLOLITE)已於 1993 年正式商用化，1997 年傳入我國，在上海證券交易所得到應用。

所謂“吹光纖”即是利用壓縮空氣把光纖吹入特製的管道之中，吹光纖系統由管道(微管和微管組)、吹光纖、附件和安裝設備組成。吹光纖系統的作用：在進行建築物和建築群網路佈線工程時，可先將微管和微管組(由阻燃、低煙、不含鹵素的材料製成)預埋在所需路由上，開始時必將光纖吹入，只有當有了對光纖(特別是光纖到桌面)的實際需求時，才將光纖吹入微管之中，開進行端接。

吹光纖系統不但可以吹入光纖，也可以吹出光纖。當網路升級需要更換光纖時，可以將舊光纖吹出，再將新光纖吹入。

圖 B-9 吹光纖系統的微管及微管組

圖 B-10 吹光纖的結構

圖 B-11 吹光纖系統的附件(配線架、跳線、面板及地面出線盒)

吹光纖系統可使網路佈線工程投資不必一次到位，前期只需投資銅線系統和管理費用，當後期需要時才引進光纖，使佈線工程能夠分期投資，避免了資金的積壓，使佈線工程隨網路架構一同發展。

提供部分網路佈線產品的外國廠商有：

6. 美國百通電線電線公司(Belden Wire&Cable Company)

創立於 1902 年，總部設在美國印第安那州里奇蒙市。百通公司是美國上市公司，是有名電線電線專業研發和生產廠家，有 3000 多種電線電線產品，所有工廠均獲得 ISO 9001 和 ISO 9002 質量認證，是最先獲得 ISO 質量認證的電線電線廠家。百通公司在新加坡、香港、北京設有分支機構。其產品主要用在數據、語音、圖像以及系統工程領域，數據網路產品包括：UTP、STP、同軸纜線、光纖電線和光纖混合電線。

Belden 在美國和荷蘭設有研究研發中心，在北京設有辦事處。

7. 西蒙(SIEMON)公司

1903 年建立於美國康州水城，在中國設立了分支機構，1996 年在北京成立了辦事處。

SIEMON 公司的產品有配線系統、連接硬體、跳線、各類耦合器、工作區插座、工具及其測試儀器。支持語音、數據、圖形、圖像和保安監控系統傳感器等各種信號的傳輸，支持三類、四類、五類 UTP、FTP、STP、同軸電線和單模或多模光纖，支持 155Mbps ATM、100Mbps TP-PMD、100Base-T、100Base-VG 等各種高速網路的應用。SIEMON 公司的產品質量已獲 ISO 9001 及 ISO 9002 認證。

## 附錄 C.工具

1. Lucent 110 行壓線工具

\*金屬手把及壓接點，可一次壓接  
最多 5 對雙絞線

- \*具有壓線後截斷的功能
- \*壓接點若損壞可單獨換
- \*工具組型號：788J1
- \*壓接點型號：788M1

## 2. 10 對端子板壓線工具

- \*壓線、接線一次完成
- \*可作拆線和拆除端子板用
- \*附加保護套
- \*型號：TSY-30

## 3. 110/88 型端子板壓線工具

- \*可壓接 110 和 88 型端子板塊
- \*具壓線後截斷功能
- \*壓接刀片若損壞可單獨更換
- \*工具組：HT-14
- \*壓接刀片：HY-14B

## RJ45 夾線工具

- \*具有剪裁及撥線功能，可夾 4 對、6 對和 8 對三種插頭
- \*適用各種品牌的 RJ-45 插頭
- \*單芯及多股線皆適用
- \*型號：HT-2008R



#### AMP RJ-45 夾線工具

- \*具有剪裁及撥線功能
- \*AMP 8P 插頭專用
- \*單芯及多股線皆適用

#### UTP 電線旋轉撥線器

- \*適用 2 對、3 對、4 對 UTP 電線
- \*採用旋轉式，只需要選轉三圈即可退出外皮
- \*除具備撥線功能外，還可作為 110 型壓接工具
- \*廠牌：NEX1
- \*型號：NMSCS-1